Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Date: 11.03.26 | Index: 00

Table des matières

N° de pièce		Index de la pièce	Désignation des annexes	Échelle/format de remise	Date du n° de la pièce (la plus récente)
000		**2**	**Page de titre**	**- - -**	**20.12.24**
00		**3**	**Table des matières**	**- - -**	**11.03.26**
00.01		**2**	**Table des matières en Word**	- - -	**11.03.26**
01		**- - -**	**Documentation générale**	**- - -**	**- - -**
01.01		a	Demande d'approbation des plans	A4	03.02.26
01.02		2	Condensé de projet	A4	03.02.26
01.03		2	Plan d'ensemble	1:25'000	24.01.25
01.04		3	Rapport technique	A4	11.03.26
01.05		1	Notice d'impact environnemental	A4	09.05.25
01.91		- - -	Evacuation des eaux	- - -	- - -
	01.91.02	2	Concept d'évacuation des eaux de chantier	A4	06.12.24
04		**- - -**	**Plans de situation et plans des réseaux**	**- - -**	**- - -**
04.01		2	Situation km 33.750 - km 34.450	1:500	13.01.25
04.02		2	Situation km 34.450 - km 35.100	1:500	13.01.25
04.03		2	Situation km 35.100 - km 35.800	1:500	13.01.25
04.04		2	Situation km 35.800 - km 36.500	1:500	13.01.25
04.05		3	Situation km 36.500 - km 37.150	1:500	06.06.25
04.06		3	Situation km 37.150 - km 37.800	1:500	06.06.25
04.07		3	Situation km 37.800 - km 38.500	1:500	10.04.25
04.08		3	Situation km 38.500 - km 39.200	1:500	06.06.25
04.09		2	Situation km 39.200 - km 39.900	1:500	25.02.25
04.10		2	Situation km 39.900 - km 40.500	1:500	13.01.25
04.11		2	Situation km 40.500 - km 41.200	1:500	13.01.25
04.12		2	Situation km 41.200 - km 41.900	1:500	13.01.25
04.13		2	Situation km 41.900 - km 42.600	1:500	13.01.25
04.14		2	Situation km 42.600 - km 43.200	1:500	25.02.25
04.15		2	Situation km 47.000 - km 47.100	1:500	13.01.25
08		**- - -**	**Déroulement et programme des travaux**	**- - -**	**- - -**
08.91		4	Plan des places d'installation de chantier	1:500	06.06.25
08.92		1	Concept de logistique/de circulation	A4	14.10.24
09		**- - -**	**Acquisition de terrain et piquetage**	**- - -**	**- - -**
09.01		**- - -**	**Plan d'emprises**	**- - -**	**- - -**
	09.01.01	4	Plan d'emprises km 33.752 - km 41.385	1:500	03.06.25
09.02		**2**	**Tableau des droits à acquérir**	**A4**	**06.03.25**
09.03		**- - -**	**Plan de piquetage**	**- - -**	**- - -**
	09.03.01	3	Plan piquetage km 33.580 - 38.100	1:500	06.06.25
	09.03.02	3	Plan piquetage km 38.100 - 47.100	1:500	01.04.25
	09.03.03	2	Concept de piquetage	A4	20.12.24
10		**- - -**	**Documentation diverse**	**- - -**	**- - -**
10.04		1	Justification de la performance des butoirs	A4	07.11.23
10.05		4	Rapports géotechnique	A4	30.09.25
11		**- - -**	**Voie ferrée**	**- - -**	**- - -**
11.01		**- - -**	**Tracé**	**- - -**	**- - -**
	11.01.01	4	Plan de projet de voie - Remplacement des heurtoirs V50, V68 et V33 et AV de déraillement V74	1:500	20.02.25
	11.01.02	1	Plan des espaces de sécurité - Remplacement des heurtoirs V50, V68 et V33 et AV de déraillement V74	1:500	24.02.25
	11.01.03	3	Liste dynamique	A4	13.12.23
11.02		**- - -**	**Superstructure / Infrastructure**	**- - -**	**- - -**
	11.02.01	2	Modification des chambres de drainage	1:500 / 1:50	19.12.24
11.04		**- - -**	**Divers (SIOPA, ...)**	**- - -**	**- - -**
	11.04.01	2	SIOP A Voie ferrée et géomatique	A4	15.04.25
	11.04.02	1	SIOP A Profil d'espace libre	A4	21.03.25
12		**- - -**	**Génie civil**	**- - -**	**- - -**
12.20		**- - -**	**Aqueducs (ponts avec une portée < 2,00 m) et traversées de voie souterraines**	**- - -**	**- - -**
	12.201	- - -	Traversée principale	- - -	- - -
	12.201.01	4	Plan de situation et coupes	1:100 / 1:50 / 1:20	06.06.25

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Date: 11.03.26 | Index: 00

Table des matières

N° de pièce		Index de la pièce	Désignation des annexes	Échelle/format de remise	Date du n° de la pièce (la plus récente)
	12.201.02	4	Convention d'utilisation	A4	02.07.25
	12.201.03	4	Base de projet	A4	03.07.25
	12.201.04	5	Rapport technique (y.c. concept de surveillance)	A4	03.07.25
	12.201.05	5	Note de calcul - Fouilles et chambres	A4	03.07.25
	12.201.06	4	Note de calcul - Tube	A4	02.07.25
	12.201.08	1	Rapport d'examen	A4	11.11.24
	12.201.09	2	Prise de position sur le rapport d'examen	A4	05.12.24
	12.201.10	1	Evaluation / Contrôle technique interne	A4	31.03.25
	12.201.11	1	Prise de position sur le contrôle technique interne	A4	01.07.25
	12.202	- - -	Traversées secondaires	- - -	- - -
	12.202.01	3	Plan de profils en travers	1:100	10.04.25
12.30		**- - -**	**Ouvrages de soutènement**	**- - -**	**- - -**
	12.303	- - -	Murs de soutènement	- - -	- - -
	12.303.01	5	Plan de situation et coupes - Soutènement de KV	1:100 / 1:50	07.10.25
	12.303.02	4	Plan de situation et coupes - Mur bacs à fleurs	1:100	06.10.25
	12.303.04	7	Convention d'utilisation	A4	08.10.25
	12.303.05	7	Base de projet	A4	08.10.25
	12.303.06	6	Note de calcul	A4	08.10.25
	12.303.07	7	Rapport technique (y.c. concept de surveillance)	A4	08.10.25
	12.303.08	2	Rapport d'examen	A4	23.05.25
	12.303.09	3	Prise de position sur le rapport d'examen	A4	16.06.25
	12.303.10	1	Evaluation / Contrôle technique interne	A4	17.09.25
	12.303.11	1	Prise de position sur le contrôle technique interne	A4	08.10.25
12.60		**- - -**	**Installations de quais et marquises**	**- - -**	**- - -**
	12.603	- - -	Bâtiment de service	- - -	- - -
	12.603.01	3	Aménagements extérieurs - Situation	1:500	06.06.25
	12.603.02	3	Aménagements extérieurs - Profils en travers	1:100	10.06.25
	12.603.03	10	Plan et coupes - BS	1:100	14.04.25
	12.603.04	10	Plan de protection contre le feu	1:100	14.04.25
	12.603.05	1	Convention d'utilisation	A4	14.04.25
	12.603.06	1	Base de projet	A4	14.04.25
	12.603.07	1	Note de calcul	A4	17.06.25
	12.603.08	1	Blendtool	A4	18.12.24
	12.604	- - -	Bâtiment de service - Fondations	- - -	- - -
	12.604.01	3	Plan de situation et coupes	1:100 / 1:50	18.06.25
	12.604.02	3	Convention d'utilisation	A4	12.06.25
	12.604.03	3	Base de projet	A4	12.06.25
	12.604.04	2	Note de calcul	A4	12.06.25
12.90		**- - -**	**Autres installations génie civil particulières**	**- - -**	**- - -**
	12.901	- - -	Zone de déraillement	- - -	- - -
	12.901.01	3	Situation	1:200	01.04.25
	12.901.02	2	Profil normal	1:50	20.01.25
	12.901.03	3	Profils en travers	1:200	01.04.25
	12.901.04	2	Convention d'utilisation	A4	30.09..24
	12.901.05	3	Base de projet	A4	02.04.25
	12.902	- - -	Fondations	- - -	- - -
	12.902.01	4	Profils en travers fondations SAZ km 33.923 - 38.191	1:100	07.04.25
	12.902.02	5	Profils en travers fondations SAZ km 38.208 - 42.006	1:100	07.04.25
	12.902.03	2	Profils en travers fondations LC	1:100	21.01.25
	12.903	- - -	Escaliers de service	- - -	- - -
	12.903.01	3	Profils en travers	1:100	06.06.25
	12.904	- - -	PAB Prangins	- - -	- - -
	12.904.01	2	Plan de situation et coupes	1:100 / 1:50	19.05.25
	12.904.02	2	Convention d'utilisation	A4	19.05.25
	12.904.03	2	Base de projet	A4	19.06.25

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Date: 11.03.26 | Index: 00

Table des matières

N° de pièce		Index de la pièce	Désignation des annexes	Échelle/format de remise	Date du n° de la pièce (la plus récente)
	12.904.04	2	Note de calcul	A4	19.05.25
	12.904.05	2	Rapport technique y.c. concept de surveillance	A4	19.05.25
	12.904.06	1	Rapport d'examen	A4	27.06.25
	12.904.07	1	Prise de position sur le rapport d'examen	A4	03.07.25
	12.904.08	1	Evaluation / Contrôle technique interne	A4	21.07.25
14		**- - -**	**Installations électriques**	**- - -**	**- - -**
14.03		**- - -**	**Plans de situation installations électriques**	**- - -**	**- - -**
	14.03.01	2	Plans de situation ligne de contact	1:500	15.01.25
14.04		**- - -**	**Profils installations électriques (types et/ou caractéristiques)**	**- - -**	**- - -**
	14.04.01	2	Profils en travers lignes de contact	1:100	11.10.24
14.06		**- - -**	**Concept de mise à terre**	**- - -**	**- - -**
	14.06.01	1	Concept général de mise à terre	A4	20.09.24
	14.06.02	1	Concept de mise à terre BS	1:50	18.09.24
	14.06.03	1	Schéma de principe de mise à terre	A4	19.09.24
14.07		**- - -**	**Rapports d'examen des installations électriques (SIOP & Co)**	**- - -**	**- - -**
	14.07.02	1	SIOP A Courant de traction	A4	20.08.24
14.08		**- - -**	**Schéma électrique**	**- - -**	**- - -**
	14.08.01	1	Schéma d'alimentation courant de traction	A4	20.08.24
14.10		**1**	**Liste des fondations de mâts lignes de contact**	**A4**	**30.08.24**
14.13		**1**	**Concept d'éclairage**	**A4**	**19.09.24**
15		**- - -**	**Installations de sécurité et applications télématiques**	**- - -**	**- - -**
15.01		**5**	**Rapport de sécurité installations de sécurité**	**A4**	**03.02.25**
15.02		**1**	**Rapport d'examen SA (dossier SIOP A complet)**	**A4**	**10.01.25**
15.03		**1**	**Prise de position du requérant sur le rapport d'examen**	**A3**	**03.02.25**
15.04		**- - -**	**Plan de signalisation**	**- - -**	**- - -**
	15.04.01	13	Plan de signalisation	1:1000	23.01.25
	15.04.02	13	Plan de signalisation	1:1000	23.01.25
15.05		**13**	**Profils en travers signaux**	**1:100**	**25.03.25**
15.06		**1**	**Liste des fondations des installations de sécurité**	**A3**	**25.03.25**
15.07		**1**	**Démonstration de la conformité IOP**	**A4**	**21.01.25**

SBB CFF FFS

01.01

Date : 03.02.2026
Index : a

CFF-I-AEP-LEM-NY · Rue de la Gare de Triage 5 · CH-1020 Renens

soumis par voie digital

Office fédéral des transports OFT
Infrastructure
Autorisations
3003 Berne

Approbation des plans selon le droit ferroviaire
Procédure ordinaire avec expropriation sur réseau principal interopérable
Nyon, renouvellement de l'enclenchement (Numéro ISP : 1162414)
Demande d'approbation des plans
Cantons : Vaud. Genève
Communes : Gland, Prangins, Nyon, Crans (VD), Céligny, Coppet

Madame, Monsieur,

Par la présente, CFF Infrastructure - Projets d'aménagement et de renouvellement vous demande :

1. d'ouvrir une procédure ordinaire d'approbation des plans avec expropriation concernant le projet susmentionné ;

2. d'approuver le dit projet conformément à l'art. 18 al. 1, al. 2 let. a et al. 3 de la loi sur les chemins de fer (LCdF, RS 742.101).

3. Aucune dérogation n'est requise.

M O T I V A T I O N:

A. Projet de construction

Il est essentiellement prévu de :
- remplacer 1 :1 l'enclenchement actuel de Nyon,
- construire et aménager un nouveau bâtiment de service à Prangins.

De plus amples informations figurent dans le dossier d'approbation des plans.

B. Aspects juridiques

1. Conformément à l'art. 18 al. 1 LCdF, les constructions et installations servant exclusivement ou principalement à la construction et à l'exploitation d'un chemin de fer ne peuvent être établies et modifiées que si les plans du projet ont été approuvés par l'autorité compétente. L'autorité chargée de l'approbation des plans est, conformément à l'art. 18 al. 2 let. a LCdF, l'Office fédéral des transports.

2. La procédure ordinaire d'approbation des plans s'applique si les conditions de la procédure simplifiée ne sont pas réunies (art. 18i LCdF). C'est le cas pour ce projet.

3. Les documents **f, h, j** et **l**, à joindre à la demande d'approbation des plans selon l'art. 3 al. 2 OPAPIF, ne figurent pas dans le présent dossier pour les raisons suivantes :

   f. Profils en long ;
   Motif : Non requis pour ce projet.

   h. Profils d'espace libre déterminants ;
   Motif : Non requis pour ce projet.

   j. Demandes de dérogation aux prescriptions de l'OCF2 et des DE-OCF3 (art. 5 OCF) et d'approbation, dans des cas particuliers, de dérogations prévues par ces prescriptions et possibles à certaines conditions ;
   Motif : Aucune dérogation pour ce projet.

   l. Rapports d'évaluation de la sécurité ;
   Motif : aucune modification significative dans le cadre du projet

4. Interopérabilité

   Le présent projet concerne le **réseau principal** interopérable. Les sous-systèmes ci-après sont concernés.

   Infrastructure :
   - Le projet consiste en un renouvellement. Des travaux importants sont réalisés sur le sous-système ou l'un de ses composants. La performance globale du sous-système n'est pas modifiée. Aucune demande d'autorisation exceptionnelle aux termes des DE-OCF n'est déposée. Les CFF confirment par la présente la conformité du sous-système aux STI et aux RTNN.

   Énergie :
   - Le sous-système n'est pas concerné par le projet.

   CCS :
   - Le sous-système n'est pas concerné par le projet.

5. La réalisation du projet de construction requiert l'acquisition de droits de tiers. Cette dernière n'est pas suffisamment garantie. Les négociations menées jusqu'à présent avec les propriétaires concernés ne permettent pas d'envisager une acquisition de droits selon une procédure de gré à gré ou de remembrement. Dans ce contexte, nous requérons l'ouverture d'une procédure d'expropriation. Les droits nécessaires sont indiqués dans les plans d'acquisition de terrains et de droits et le tableau y afférent (y c. concept/plan de piquetage). Si, au cours de la procédure, un accord de gré à gré devait être trouvé, la demande d'expropriation pourrait être retirée.

   Toutes les personnes visées par la demande d'expropriation reçoivent au plus tard au moment de la publication de la demande d'approbation des plans un avis personnel comportant une copie du texte publié et indiquant ce qui leur est réclamé. Cet avis personnel est également accompagné, conformément à l'art. 31 LEx, du double de la publication officielle. L'OFT est donc invité à transmettre rapidement au chef de projet compétent (au mieux par e-mail) une copie du courrier relatif à l'ouverture de la procédure de consultation, y compris le texte de publication.

6. Conformément à l'art. 18c LCdF, il y a lieu de marquer, avant la mise à l'enquête de la demande, les modifications requises par l'ouvrage projeté au moyen d'un piquetage sur le terrain et de gabarits pour les bâtiments. Les CFF contacteront directement les autorités cantonales chargées de la publication pour convenir de la coordination temporelle du piquetage ou de la pose des gabarits dans le cadre du présent projet de construction.

7. Aucune dérogation n'est requise.

C. Interlocuteurs des CFF

Le projet dont nous vous demandons d'approuver les plans concerne l'unité Leman 2030. Nous vous saurions gré de bien vouloir adresser toute correspondance relative à la procédure d'approbation des plans à l'adresse suivante :

Chemins de fer fédéraux suisses CFF
Infrastructure – Projets d'aménagement et de renouvellement – Leman 2030
Blaise Destraz, CPrG
Rue de la Gare de Triage 5
CH – 1020 Renens

Pour toute question technique relative au projet, Blaise Destraz, I-AEP-LEM-NY (tél. 079 876 30 19, e-mail blaise.destraz@sbb.ch) se tient à votre entière disposition. En cas de questions d'ordre juridique, veuillez-vous adresser à David Millet, K-RC-I BAU (tél. 079 850 21 61).

Sur la base de ce qui précède et du dossier de projet annexé, nous vous demandons d'ouvrir la procédure d'approbation des plans selon le droit ferroviaire et d'approuver le projet de construction dans le cadre d'une procédure ordinaire avec expropriation.

Veuillez nous informer de la date d'ouverture de la procédure. Nous enverrons alors les dossiers PAP en version papier si les cantons en ont besoin et nous l'enverrons également à aux communes concernées.

Si le dossier ne répond pas à vos attentes ou se révèle incomplet, nous vous saurions gré de bien vouloir nous en informer aussitôt. Nous nous tenons à votre disposition en cas de questions éventuelles.

Veuillez agréer, Madame, Monsieur, l'assurance de notre considération distinguée.

CFF
Infrastructure – Projets d'aménagement et de renouvellement – Région Ouest

Céline Billaud
Projets Leman 2030 – Région Nyon
Superuser PAP

Blaise Destraz
Projets Leman 2030 – Région Nyon
Chef de projet

Annexes
- Dossier de mise à l'enquête

Copie pour information (sans annexe):
- K-RC-I BAU david.millet@sbb.ch
- I-AEP-Ouest xpaprwt@sbb.ch Superuser PAP
- Presse CFF Lausanne presse@sbb.ch
- I-KOM fanny.corsain2@sbb.ch
- I-AEP-PJM-PNM-ROT-PO denise.engel@sbb.ch
- I-Mandant ☒ Informé avant l'envoi dossier

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

01.02

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100
Ligne : 159 km : 0.000 - 0.640

Cantons : Vaud, Genève

Communes : Gland, Prangins, Nyon, Crans (VD), Céligny, Coppet

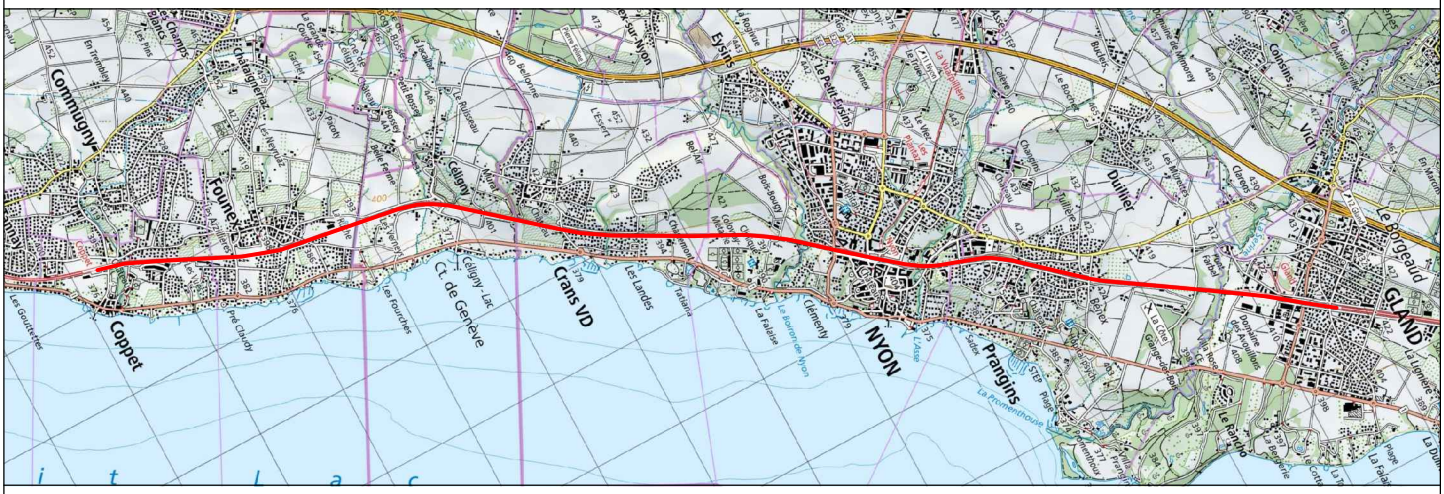
Echelle	Format
-	A4

N° Plan
-

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

CONDENSE DE PROJET



A1. ☒ Signatures originales dans le document B. ○ Signature ci dessous

CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

Aimé Morel
Auteur de projet

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	23.09.2024	asi	mo		
2	16.01.2025	asi	mo		Mise à jour selon retour SuperUser
3					
4					

SBB CFF FFS

Date : 16.01.2025
Index : 2

Condensé de projet

N° ISP : 1162414	Projet : NYON : Renouvellement de l'enclenchement
Requérant	CFF SA Infrastructure Projets Région Ouest Rue de la Gare de triage 5, 1020 Renens
Cantons/communes	Vaud, Genève Gland, Prangins, Nyon, Crans (VD), Céligny, Coppet
Projet	Lieu : Nyon Ligne Lausanne – Genève aéroport (n°150) km 0.000 – km 66.180 Tronçon km 33.900 – km 43.000 Ligne Nyon-Eysins (n°159) km 0.000 – km 2.670 Tronçon km 0.000 – km 0.640 Description succincte du projet : ➢ Renouvellement 1 :1 de l'enclenchement de Nyon. ➢ Transfert des installations techniques dans le nouveau bâtiment de service situé à Prangins. ➢ Construction d'un nouveau bâtiment de service et aménagements extérieurs. ➢ Création de l'infrastructure nécessaire aux câbles le long du tronçon (caniveaux, chambres, traversées principales et secondaires). ➢ Création de fondations pour signaux le long du tracé. ➢ Mise en place des nouvelles installations de sécurité sur l'ensemble du tronçon.

	➢ Réalisation d'une zone de déraillement pour la protection contre les dérives de la voie Nyon-Eysins. ➢ Mise en conformité des installations de sécurité. ➢ Création d'escaliers de service le long de la ligne. ➢ Création de soutènement de talus au droit des nouvelles infrastructures ou signaux
Proposition de procédure	Procédure ordinaire avec expropriation
Parcelles concernées	Emprises définitives : ➢ CFF : 1 ➢ Domaine public : 1 Emprises provisoires : ➢ Tiers : 8 ➢ Domaine public : 16 ➢ CFF : 7 Pour plus d'informations, voir le *Tableau des droits à acquérir* (pièce n° 09.02)
Coûts	35'509'000 CHF
Délais	Lancement prévu des travaux : Janvier 2031 Mise en service prévue : Septembre 2033
Organisation du projet Direction du projet Service juridique Bureau d'ingénieurs	 Blaise Destraz Tél.:079 876 30 19 David Millet Tél.: 079 850 21 61 Gpt IUB-IM : IUB Engineering SA / IM Maggia Engineering SA Aimé Morel

Environnement, obligation EIE	☐ Oui ☒ Non

Autorisation exceptionnelle (demande de dérogation)	Aucune
Désignation de la ligne selon l'art. 15a OCF	☒ Tronçon interopérable du réseau principal ☐ Tronçon interopérable du réseau complémentaire ☐ Tronçon non interopérable
Changements significatifs selon l'art. 8c OCF	☐ Oui ☒ Non
Blaise Destraz Chef de projet général I-AEP-LEM-NY	Aimé Morel Auteur de projet Groupement IUB-IM

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

01.03

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100
Ligne : 159 km : 0.000 - 0.640

Canton : Vaud, Genève
Commune : Gland, Prangins, Nyon, Crans (VD), Céligny, Coppet

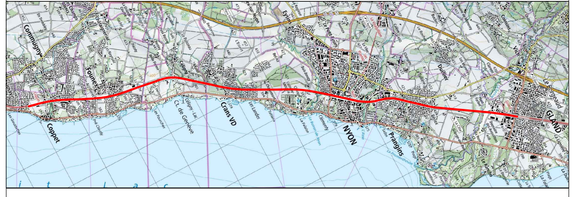
Echelle	Format
1:25'000	29,7 x 63

N° Plan
201325000.01.03

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

PLAN D'ENSEMBLE



CFF SA
Infrastructure Projets

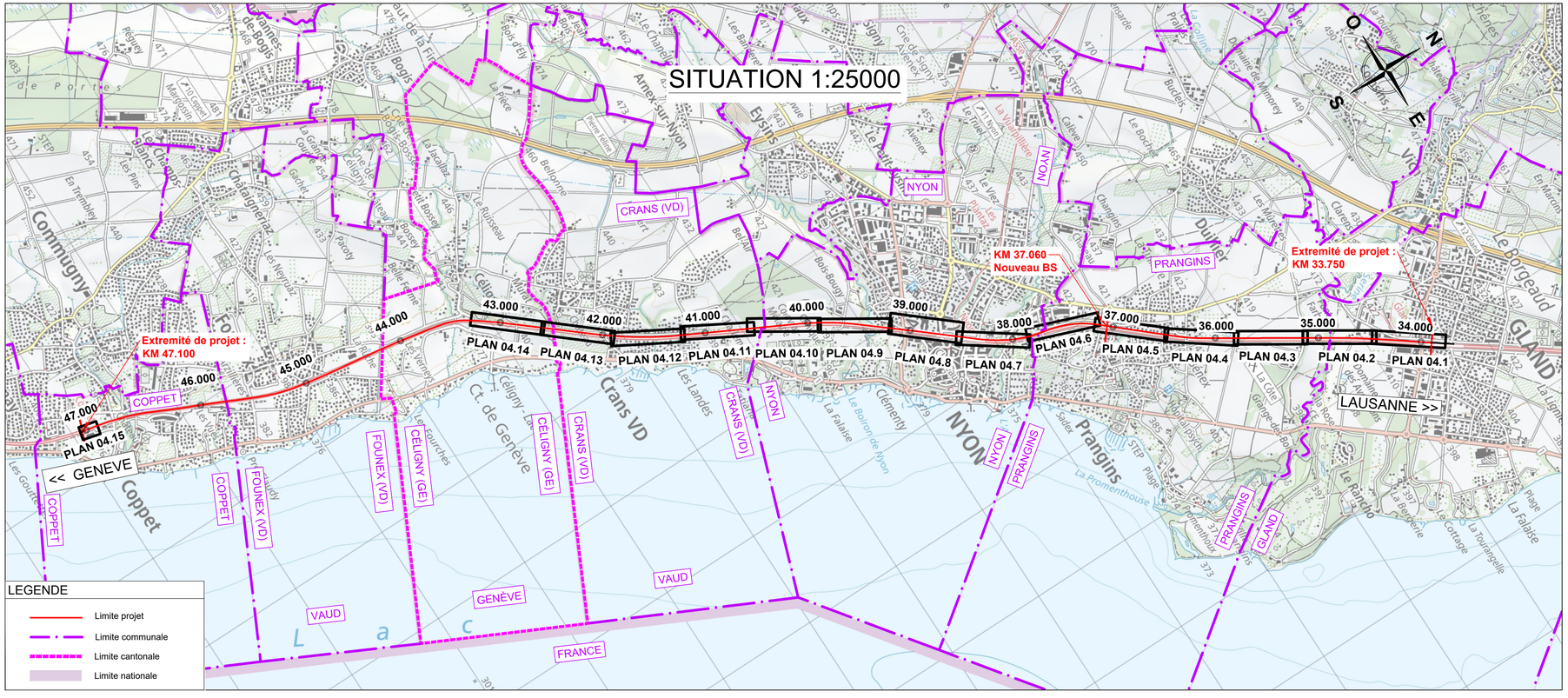
Groupement IUB-IM

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

Aimé Morel
Auteur de projet

IM Engineering | IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	08.11.2024	ara	asi	mo	Création du plan
2	24.01.2025	ara	asi	mo	Corrections suite au contrôle SuperUser
3					
4					



SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure – Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens – www.cff.ch

01.04

Ligne : 150 km : 33.750 – 47.100

Ligne : 159 km : 0.000 – 0.640

Cantons : Vaud, Genève

Communes : Gland, Prangins, Nyon, Crans (VD), Céligny, Coppet

Format A4

N° Plan -

PAP – Procédure d'approbation des plans

Nyon – Renouvellement de l'enclenchement

RAPPORT TECHNIQUE Y C. RAPPORT DE SECURITE



CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

Aimé Morel
Auteur de projet

IM Engineering | IUB Engineering

	Date	Dess.	Contr.	Chp.	Modifications
1	14.10.22	Mo	Mo	Db	Avant-projet
2	09.10.25	Mo	Mo	Db	Projet de mise à l'enquête
3	11.03.26	Db	Db	Db	Remarques OFT
4					

SBB CFF FFS

Mentions légales

Suivi des versions et des modifications

Version	Description/modifications par rapport à la version précédente	Création	Vérification	Validation
0.5	Avant-projet	14.10.2022/Mo	14.10.2022/Mo	21.11.2022/Db
1.0	Projet de mise à l'enquête	09.10.2025/Mo	09.10.2025/Mo	09.10.2025/Db
1.1	Remarques OFT	11.03.2026/Db	11.03.2026/Db	11.03.2026/Db

Auteurs

Auteur responsable, chef de projet général	Auteur du projet
Blaise Destraz CFF Infrastructure, Projets, Léman 2030, Secteur Nyon Rue de la Gare de Triage 7 CH-1020 Renens VD Tél: 079 876 30 19 blaise.destraz@sbb.ch	Aimé Morel Groupement IUB-IM, c/o IUB Engineering SA Route André Piller 33a 1762 Givisiez Tél: +41 26 460 24 11 info@iub-ag.ch

Unité spécialisée	Nom	Unité organisationnelle
Direction générale de projet	Blaise Destraz	I-AEP-LEM-NY
Direction générale des travaux	Mehdi Frikha	I-AEP-LEM-OP-TRA
Géomatique	Patrick Kamga	I-AEP-ENG-GEO-RWT
Voie ferrée	Stéphane Koessler David Le	I-AEP-ENG-FB-RWT-PL1 I-AEP-ENG-FB-RWT-PL1
Génie civil travaux publics	Sophie Minon	I-AEP-LEM-MOR
Génie civil travaux publics	Aimé Morel	Mandataire GC, Groupement IUB-IM
Architecture, accès au chemin de fer	Tiziana Iannone Desmeules	I-AEP-ENG-BZT-RWT-BAT
Architecture, accès au chemin de fer	Thierry Brütsch	Mandataire BAT, Groupement IUB-IM
Installations techniques	Romain Maret	I-AEP-ENG-BZT-RWT-TA
Installations techniques	Nicolas Stempfel	Mandataire TA, Groupement IUB-IM
Technique de commande	Frédéric Bovigny	I-AEP-SAZ-RWT-T3
Chauffage d'aiguille	David Rey	I-AEP-SAZ-RME-WH
Télécommunication	Cédric Ducommun	I-NAT-TC-TPP-RWT
Installations de sécurité	Pawel Durdzinski	I-AEP-SAZ-RWT-T1
Courant de traction	Guy Raemy Mohamed Salah Besbes	I-AEP-ENG-FS-RWT-PL3 I-AEP-ENG-FS-RWT-PL2
Câbles	Daria Andreoli	I-AEP-ENG-KAB-RWT-PL1
Câbles	Nicolas Stempfel	Mandataire KAB, Groupement IUB-IM
Télécom	Cédric Ducommun	I-NAT-TC-TPP-RWT
Environnement	Myriam Michel	I-AEP-ENG-UMW-RWTC
Acquisition de terrains et de droits	Sébastien Gatefait	IM-GM-GBB-RWT
Datenmanagement	Sarah El Assaoui	I-AEP-ENG-DM-RWT
Mandante	Karen Steiner	I-NAT-RWT-ALEM

SBB CFF FFS

Journal des modifications du modèle

Date de modification	Nom	Modification/remarque
27.11.2017	Urs Honold	Nouveau document
22.05.2018	Andreas Kessler	Chap. 7
19.06.2018	Jan Flückiger	Chap. 7.5
27.03.2020	Denise Engel	Nouvelle organisation et signature
13.09.2021	Denise Engel	Chap. 13.1 actualisé
17.09.2021	Denise Engel	Chap. 4.1 actualisé
31.08.2022	GT Management de projet	Harmonisation du cahier des charges/cahier des spécifications techniques
13.03.2023	GT Management de projet	Chap. 4.1 actualisé et introduction du sous-chapitre profil d'espace libre dans tous les services spécialisés.
16.05.2023	Denise Engel	Chap. 4.5 actualisé
02.06.2023	Didier Jobin SU PAP RWT	Adaptations avec éléments et commentaires spécifiques pour dossiers PAP
21.07.2023	Denise Engel	Chap. 4.7.16 annuler, nouveau nome de Rapport
02.01.2024	AGR Projektmanagement	Mise à jour du chapitre 4.6 (SAZ)
05.02.2024	Didier Jobin SU PAP RWT	Nouveaux n° de pièces & signatures Skribble
05.03.2024	Denise Engel	Date de référence modifiée au chap. 5

SBB CFF FFS

TABLE DES MATIÈRES

1 Mandat ... 6
1.1 Déclencheur du projet ... 6
1.2 Mission (situation visée) ... 6
1.3 Objectifs ... 6

2 Situation initiale (effective en 2024) ... 7
2.1 Désignation du projet, situation sur le réseau ... 7
2.2 Description des installations existantes (situation réelle) ... 7
2.2.1 Installations de voies ... 7
2.2.2 Quais ... 7
2.2.3 Accès au chemin de fer et bâtiments techniques ... 8
2.2.4 Voie ferrée ... 8
2.2.5 Installations de sécurité ... 8
2.2.6 Génie civil ... 9
2.3 Délimitation du projet ... 11

3 Description de la solution (situation visée) ... 12
3.1 Vue d'ensemble du projet ... 12
3.2 Satisfaction des exigences fonctionnelles et de circulation ... 13
3.3 Vue d'ensemble des dérogations demandées ... 13

4 Études de projet techniques (solution) ... 14
4.1 Géomatique ... 14
4.1.1 Mensuration de base ... 14
4.1.2 Choix du tracé ... 14
4.1.3 Vitesses (vitesses prévues) ... 15
4.1.4 Profil d'espace libre ... 15
4.1.5 Quai ... 15
4.1.6 Demande d'approbations au cas par cas/écarts ... 15
4.2 Voie ferrée ... 16
4.2.1 Mesures concernant la voie ferrée consécutives à des défauts structurels ... 16
4.2.2 Mesures concernant la voie ferrée consécutives à une nouvelle construction ... 16
4.2.3 Profil d'espace libre ... 16
4.3 Génie civil ... 17
4.3.1 Études géologiques et géotechniques ... 17
4.3.2 Drainage ... 18
4.3.3 Passages souterrains ... 18
4.3.4 Murs de soutènement ... 20
4.3.5 Profil d'espace libre ... 21
4.3.6 Fondations du bâtiment de service ... 21
4.3.7 Fondations pour signaux SAZ ... 22
4.3.8 Aménagements extérieurs du bâtiment de service ... 22
4.3.9 Zone de déraillement ... 23
4.3.10 Infrastructure câbles ... 24
4.3.11 Autres travaux génie civil ... 25
4.4 Accès au chemin de fer et bâtiments techniques ... 26
4.4.1 Bâtiment ferroviaire/local technique ... 26
4.4.2 Protection du patrimoine, archéologie ... 28
4.4.3 Génie civil/Bâtiment ... 28
4.4.4 Profil d'espace libre ... 28
4.5 Installations techniques ... 29
4.5.1 Vérification de la sécurité ... 29
4.5.2 Mise à la terre ... 29
4.5.3 Courant fort ... 29
4.5.4 Courant faible ... 30
4.5.5 Profil d'espace libre ... 30
4.6 Installations de sécurité ... 31
4.6.1 Enclenchement ... 31
4.6.2 Alimentation électrique ... 32
4.6.3 Technique de conduite ... 32
4.6.4 Contrôle de la marche des trains/ETCS L1 LS ... 33
4.6.5 Chauffage d'aiguille ... 33

4.6.6 Enclenchements voisins ... 33
4.6.7 Profil d'espace libre ... 34
4.7 Courant de traction ... 35
4.7.1 Situation initiale ... 35
4.7.2 Ligne de contact ... 35
4.7.3 Construction des fondations ... 35
4.7.4 Retour de courant ... 35
4.7.5 Concept d'alimentation et sectionnement ... 36
4.7.6 Normes ... 36
4.7.7 Concept de mise à la terre ... 36
4.7.8 Distance électrique / protection contre les contacts ... 36
4.7.9 Protection contre les oiseaux ... 36
4.7.10 Profil d'espace libre ... 36
4.7.11 Tracés parallèles et croisements de lignes à haute tension ... 36
4.7.12 Position des points de séparation électriques avec les signaux ... 36
4.8 Installations à câbles ... 36
4.8.1 Câbles ... 41
4.8.2 Profil d'espace libre ... 41
4.9 Installations de télécommunication ... 41
4.9.1 Généralités ... 41
4.9.2 Infrastructure de base TC ... 41
4.9.3 Câbles TC ... 41
4.9.4 Réseaux de données Business Data ... 41
4.9.5 Réseau de données Rail-Data ... 41

5 Environnement ... 42

6 Acquisition de terrains et de droits ... 43
6.1 Acquisition définitive des terrains (emprises définitives) ... 43
6.2 Acquisition de servitudes ... 43
6.3 Sollicitations temporaires (emprises temporaires) ... 43

7 Phases des travaux et réalisation des travaux ... 44
7.1 Déroulement des travaux ... 44
7.2 Site de montage ... 44
7.3 Voies de garage ... 44
7.4 Desserte et logistique ... 45
7.5 Installations provisoires ... 49
7.5.1 Constructions ponctuelles (chambres, fondations SAZ-LC) ... 49
7.5.2 Traversée principale ... 49
7.5.3 Mur de soutènement de KV ... 50
7.5.4 Mur de soutènement bacs à fleurs ... 51
7.6 Sécurité des chantiers/choix de la méthode d'avertissement appropriée ... 51

8 Dates/échéances ... 51

9 Rapport de sécurité ... 52
9.1 Explication de principe ... 52
9.2 Exploitation ferroviaire pendant la construction ... 52
9.3 Analyse et évaluation des risques ... 53
9.3.1 Délimitation ... 53
9.3.2 Phase de construction ... 53
9.3.3 Phase d'exploitation ... 54

1 Mandat

1.1 Déclencheur du projet

L'enclenchement de Nyon arrive en fin de vie en 2031. Son remplacement par l'enclenchement informatisé est indispensable pour permettre les modifications de topologie et fonctionnalité futures prévues dans les projets ultérieurs de mise en conformité de la gare et d'amélioration du distancement.

1.2 Mission (situation visée)

Le renouvellement de l'enclenchement de Nyon doit permettre de créer les conditions nécessaires à la mise en conformité LHand de la gare de Nyon (projet ISP 1161180). En effet, les importantes modifications du plan de voies et le phasage du projet de la gare de Nyon nécessitent le remplacement de l'enclenchement à relai (Domino 67) par un enclenchement électronique.

L'appareil d'enclenchement actuel, construit en 1977, arrivera en fin de vie en 2031.

La mise en service du nouvel enclenchement doit être antérieure au début des travaux de la gare.

1.3 Objectifs

Les objectifs du projet de renouvellement de l'enclenchement sont les suivants :

- Remplacement 1 :1 de l'enclenchement actuel de Nyon en conservant les mêmes fonctionnalités que l'enclenchement actuel.
- Remplacement des éléments SA intérieurs (enclenchement Domino 67) et extérieurs signaux principaux et nains, contrôle de l'état libre de la voie, AV et éléments de protection de flanc)
- Construction et aménagement d'un nouveau bâtiment de services situé à Prangins, au niveau de l'ancienne halte (côté Jura des voies).
- Aménagement d'une zone de déraillement sur la ligne Nyon-Eysin à l'entrée Sud-Ouest de la Gare.
- Aménagement de la place autour du BS.
- Mise en conformité des installations de sécurité de la gare de Nyon
- Création d'accès de service

2 Situation initiale (effective en 2024)

2.1 Désignation du projet, situation sur le réseau

Le projet de renouvellement de l'enclenchement de Nyon se situe sur la ligne 150 Lausanne – Genève-Aéroport. Le tronçon concerné par l'étude s'étend du KM 33.919 au KM 47.100 sur les Communes de Gland (VD), Prangins (VD), Nyon (VD), Crans (VD), Céligny (GE) et Coppet (VD).

Les gares voisines de Nyon sont celles de Gland et Coppet, toutes deux dotées d'enclenchements de technologie similaire à celui de Nyon. Il existe trois interfaces entre l'enclenchement de Nyon et ceux des gares voisines.

2.2 Description des installations existantes (situation réelle)

2.2.1 Installations de voies

Le plan schématique des voies est présenté ci-après :

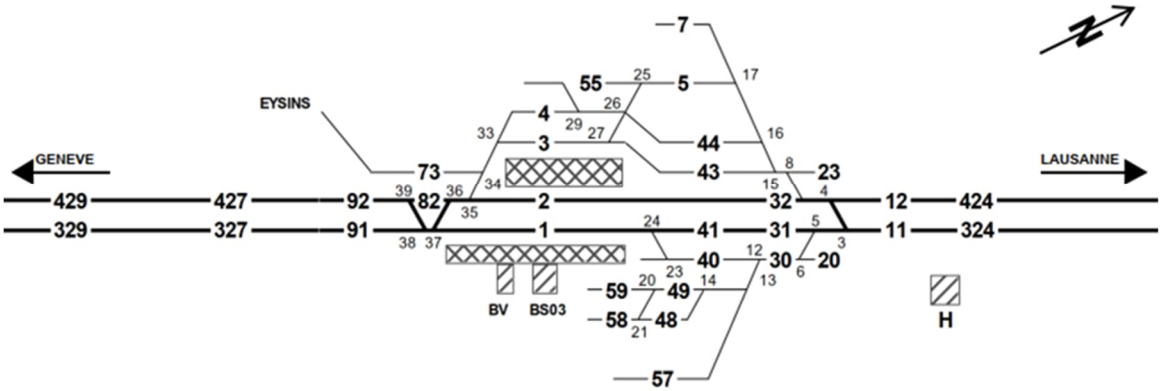


Illustration n° 1: schéma situation actuelle gare de Nyon et du périmètre de projet

En gare, les voies directes sont les voies 1 (sens Lausanne – Genève) et 2 (sens Genève – Lausanne). La voie 3, à quai, sert principalement pour les dépassements de trains voyageurs ainsi que pour les trains d'heure de pointe, la voie 4 pour le dépassement de trains marchandises et la manœuvre alors que les voies 5, 7, 23, 40, 49, 48 et 57 sont essentiellement utilisées comme voies de manœuvre et de garage des compositions VU.

2.2.2 Quais

Pas concerné par le projet.

2.2.3 Accès au chemin de fer et bâtiments techniques

Le local technique est situé au km 38.465 de la ligne 150 Lausanne – Genève-Aéroport, dans le bâtiment BS03, sur le quai 1. Le pupitre de commande se trouve quant à lui dans le BV, également sur le quai 1.

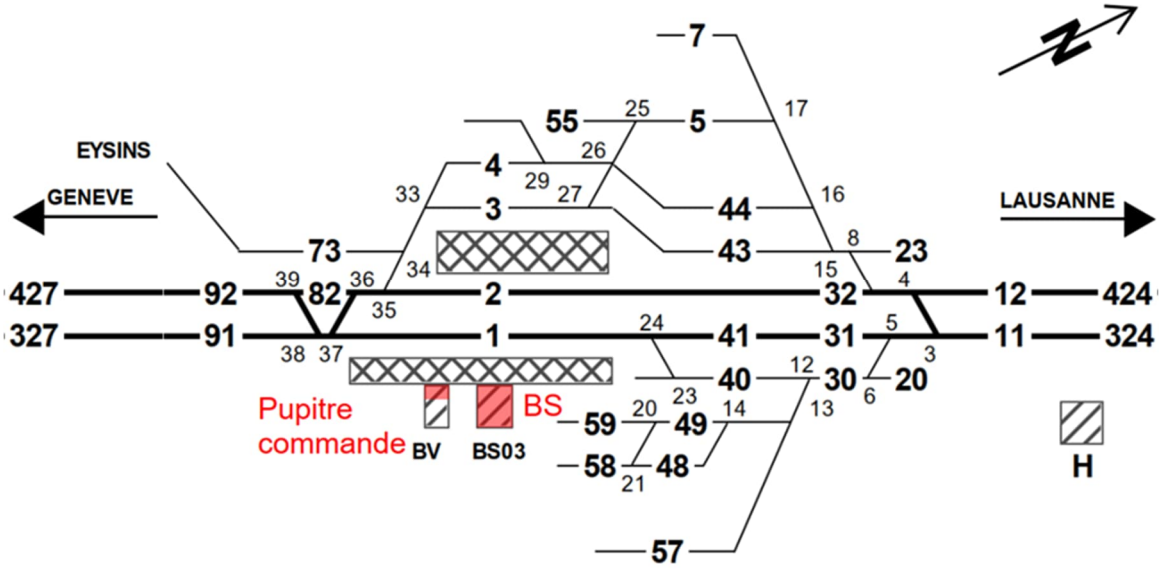


Illustration n° 2: schéma situation actuelle gare de Nyon et du périmètre de projet

2.2.4 Voie ferrée

Les voies actuelles concernées par le projet sont :

- Sur la ligne Nyon – Eysin à l'entrée Sud de la Gare : ajout d'un AV de déraillement sur la voie 73, dont la composition est la suivante :
  - Km 0.504 : traverses béton bi-bloc RS59 avec rail CFF I sur 72m
  - Km 0.576 : traverses bois avec rail CFF I jusqu'au PN1 (km 0.592)
- En gare de Nyon : mise en conformité des heurtoirs de la gare

Nº de voie	Heurtoir actuel	Nouvel heurtoir
23	B6	RAWIE Type 10 EB
50	B6	RAWIE Type 10 EB
58	B4-S	RAWIE Type 10 EB

2.2.5 Installations de sécurité

L'appareil d'enclenchement de la gare de Nyon est un Domino 67 de 1977 avec signaux nains et itinéraires de manœuvre enclenchés. Il contient le poste de block de Prangins. Il est intégré à la cellule ILTIS de Genève (ZGE) du Centre d'Exploitation de Ouest par télécommande RCI.

La signalisation actuelle est de type lumineux.

Les interfaces entre Nyon et ses gares voisines de Gland (Do67, 1977) et de Coppet (Do67, 1986) sont de type INTEGRA TMN avec compteur actif permanent:

- NY – GLA remis en position normal à Nyon, banalisé pour les voies 323-324 et 423-424,
- MUR – NY remis en position normal à Coppet, banalisé pour les voies 327-427,
- MUR – NY remis en position normal à Nyon, block interne uniquement dans le sens NY – MUR pour les voies 91-92.

Les aiguilles et tous les sabots sont centralisés et manœuvrés depuis le poste de desserte. Les aiguilles 20 et 21 en gare de Nyon ainsi que toutes les aiguilles et sabots de la voie d'Eysins sont manœuvrées à pied d'œuvre.

L'occupation des voies est contrôlée par:

- les compteurs d'essieux actifs en permanence AZS350 – sur les pleines voies NY - GLA: 323-324/423-424 (registres à Nyon),
- les compteurs d'essieux actifs en permanence AzLM – sur les voies 73, 91 et 92 de gare (registres à Nyon),
- les circuits de voie UGSK95 – sur les voies principales de gare,
- les circuits de voie 12V – sur les voies secondaires de gare,
- certaines voies de gare ne sont pas isolées et pas contrôlées.

2.2.6 Génie civil

La parcelle dans laquelle est prévu le futur BS est située à Prangins, au km 37.100 du côté Jura des voies. Actuellement, cette zone, située du côté Lausanne de la parcelle, comprend les éléments suivants :

- Ancienne maison de garde et deux annexes
- Un garage
- Un quai hors service
- Un champ non cultivé
- Des jardins privés et cabanons de jardins
- Une ligne haute tension
- De la végétation et arbres
- Une zone forestière
- Divers éléments (route d'accès à la maison de garde, clôtures, ...)

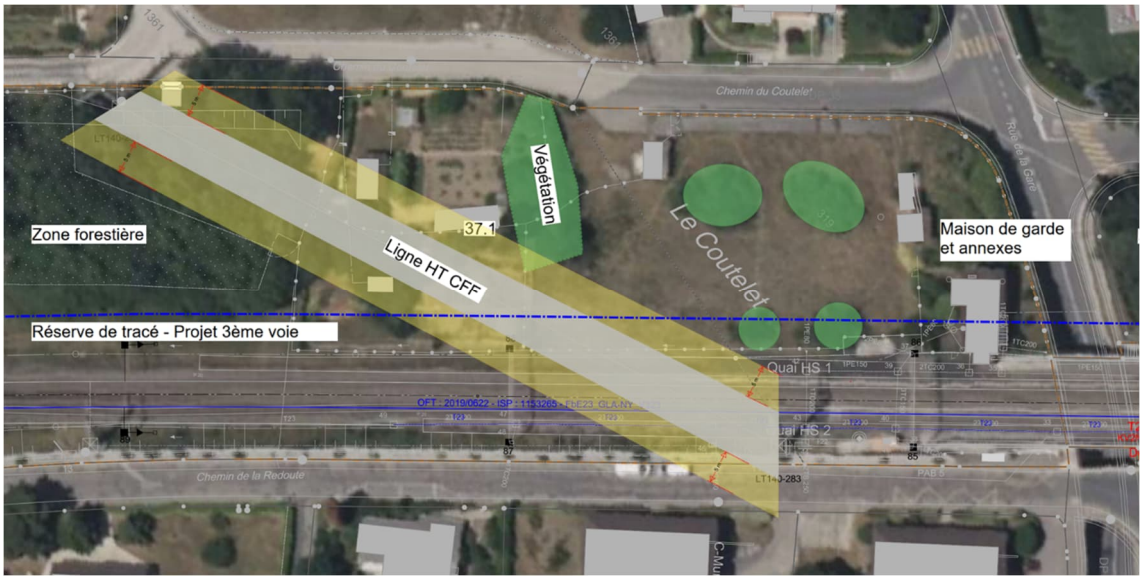


Illustration n° 3: Eléments existants sur la parcelle du futur bâtiment de service



Illustration n° 4: Vue de la parcelle du bâtiment de service depuis le chemin du Coutelet



Illustration n° 5: Vue de la parcelle du bâtiment de service depuis son angle Nord

2.3 Délimitation du projet

Le périmètre du projet est défini comme suit :

- Sur la ligne Lausanne – Genève-Aéroport : du KM 33.919 au KM 47.100
- Sur la ligne Nyon – Eysin : du KM 0.000 au KM 0.600

Les projets ferroviaires connexes suivants ne font pas partie du présent projet :

- NY, mise en conformité quais/nouveau PI et successions serrées
- NY, élargissement du PI routier de l'Etraz (projet de tiers).
- NY, Passerelles de mobilité douce Nyon – Prangins – Colovrey (projet de tiers).
- NY, Passerelle Migros (projet de tiers)
- LS-GE, distancement à 2 minutes
- MOR, mise en conformité de la gare et des quais
- ALL, viaduc Aubonne
- COP, mise en conformité de la gare et nouveau PI
- COP-GE, prolongement des quais
- TAN, mise en conformité LHand
- GDBE, mise en conformité LHand
- GE, Gare souterraine
- FbE 2026
- FbE 2028

3 Description de la solution (situation visée)

Dans le périmètre du projet, les travaux/ouvrages principaux suivants seront réalisés :

- Renouvellement 1 :1 de l'enclenchement de Nyon
- Transfert des installations techniques des bâtiments actuels dans le nouveau bâtiment de service (sauf les installations qui seront démontées dans le cadre du projet connexe de renouvellement de la gare de Nyon, AS35).
- Construction d'un bâtiment de service situé à Prangins, au km 37.100 (côté Jura des voies), y compris modification de l'espace environnant.
- Création de l'infrastructure nécessaire aux câbles le long du tracé (caniveaux, chambres, traversées principales et secondaires).
- Création des fondations nécessaires à la pose des signaux le long du tracé.
- Création des infrastructures nécessaires à la réalisation des fondations des signaux (murs de soutènement, déplacement de clôtures) le long du tracé.
- Création d'escaliers de service le long du tracé afin de faciliter l'accès aux signaux.
- Mise en place des nouvelles installations de sécurité sur la ligne Lausanne – Genève-Aéroport : du KM 33.919 au KM 43.000.
- Mise en place d'une protection de flanc pour les trains en dérive sur la ligne du Nyon-Eysins par la réalisation d'une zone de déraillement sur la ligne Nyon – Eysin d'environ 170m à l'entrée de la gare de Nyon.
- Mise en conformité des distances de sécurité et de la protection de flanc (sabots dérailleurs, …)
- Mise en conformité des heurtoirs de la gare au nouveau standard

3.1 Vue d'ensemble du projet

Le renouvellement de l'enclenchement de Nyon doit permettre de créer les conditions nécessaires à la mise en conformité LHand de la gare de Nyon (projet ISP 1161180). En effet, les importantes modifications du plan de voies et le phasage du projet de la gare de Nyon nécessitent le remplacement de l'enclenchement à relai (Domino 67) par un enclenchement électronique.

L'appareil d'enclenchement actuel, construit en 1977, arrivera en fin de vie en 2031.

Le renouvellement de l'enclenchement est prévu dans un nouveau bâtiment de service, qui sera situé à Prangins. Le futur bâtiment de service est un bâtiment préfabriqué, conforme aux nouveaux standards de bâtiments de service CFF.

Afin de raccorder les nouveaux signaux et installations de sécurité au nouveau bâtiment de service, une nouvelle traversée à câbles principale est planifiée. En effet, le bâtiment de service est situé du côté Jura des voies, alors que les caniveaux principaux sont côté Lac des voies. Cette traversée est réalisée à l'aide d'un microtunnelier, afin de limiter l'impact sur l'exploitation.

L'infrastructure nécessaire aux câbles du nouvel enclenchement (caniveaux, traversées secondaires) est également prévue dans le cadre du projet. Afin que les caniveaux soient posés de manière conforme, plusieurs chambres EC seront déplacées entre Prangins et Nyon. Ces dernières sont actuellement trop proches de l'axe de la voie Lac.

Des travaux sont également prévus afin de permettre la réalisation des fondations SAZ et nouveaux KV. Il s'agit notamment de la réalisation de deux murs de soutènement, ainsi que le déplacement de clôtures.

Afin de garantir la sécurité et de limiter l'impact sur l'exploitation, le nouvel enclenchement ainsi que l'ensemble des nouvelles installations de sécurité seront construits et testés avant de mettre en service le nouvel enclenchement. Cette mise en service se fera sous forme d'opération coup de poing, sur un weekend.

Divers travaux sont également prévus dans le cadre du projet de l'enclenchement de Nyon, tel que la construction d'une protection de flanc sur la ligne Nyon-Eysin, la réalisation d'escalier d'accès au droit des signaux et la mise en conformité des heurtoirs de la gare de Nyon.

3.2 Satisfaction des exigences fonctionnelles et de circulation

3.3 Vue d’ensemble des dérogations demandées

Pas concerné par le projet.

4 Études de projet techniques (solution)

4.1 Géomatique

4.1.1 Mensuration de base

Le cadastre n'est pas à jour une mise à jour est nécessaire

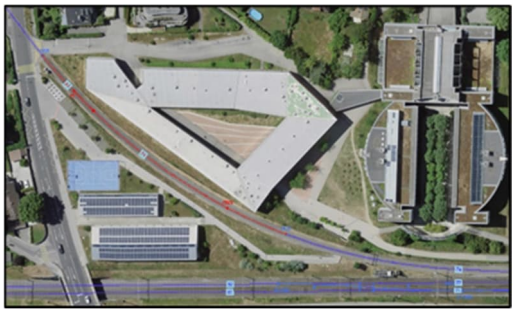
Les points de voies datent du 05.09.2012 et du 30.05.2017 une mise à jour est nécessaire

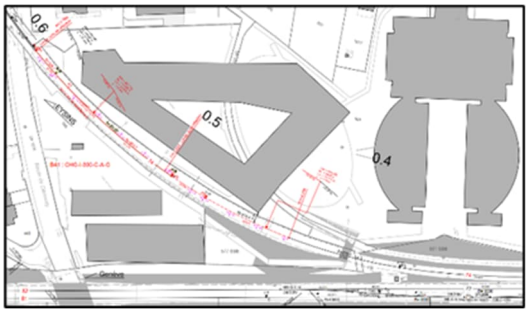
Les repères le long des voies dates de 2014 un calcul du réseau est nécessaire avant les travaux

4.1.2 Choix du tracé

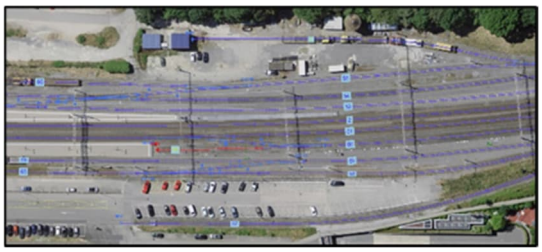
La géométrie des voies à calculé selon le règlement I-22046 et les DE-OCF (art. 17) et le principe de la double vérification a été appliqué.

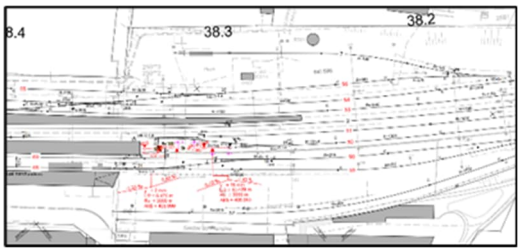
Pose d'un AV de déraillement N°41 sur la voie 74 (anciennement 73). Pose uniquement du changement pas un AV complet.





Modification de la géométrie de la voie 50 afin d'avoir un alignement et remplacement du heurtoir en fin de voie.





Changement du heurtoir sur les voies 33 et 68 sans modification de la géométrie des voies.

Examen technique préliminaire du 28.02.2023

Pas de zone de quai dans ce projet

4.1.3 Vitesses (vitesses prévues)

Les indications détaillées concernant les vitesses d'étude de la géométrie figurent sur le plan de projet de voie. Il n'y a pas de modification des vitesses dans ce projet.

N° de voie	Données existantes (km/h)	Nouvelles données (km/h)
33	VR 40	VR 40
50	VR 40	VR 40
68	VR 40	VR 40
Appareil de voie n°	Données existantes (km/h)	Nouvelles données (km/h)
41	-	De déraillement

4.1.4 Profil d'espace libre

Le profil en d'espace libre déterminant est l'OCF3.

Le profil d'espace libre a été vérifié le long de la zone de transformation et de bourrage des voies pour les installations existantes.

La voie 74 ancienne 73 est une simple voie entre Nyon et Eysins. Le profil en d'espace libre déterminant de la voie 74 est l'OCF2. Cette voie est à plus de 5m du bâtiment du gymnase de Nyon. Un déraillement contrôlé des convois à la dérive est prévu côté bâtiment de l'école via l'AV41.

La modification de la géométrie de la voie 50 pour la pose du heurtoir n'a pas un impact significatif sur le profil d'espace libre. L'entraxe entre la voie 50 et la voie 1 reste conforme. Cette modification de la géométrie de la voie 50 entraine un déplacement de 20cm du piquet de police de l'AV23/16N en direction de Genève.

La modification du heurtoir sur les voies 33 et 68 n'as pas d'impact sur l'entraxe entre les voies 33 et 68 avec leur voie adjacente.

Chacune des voies 33, 50 et 68 ont au moins une zone intermédiaire de sécurité. Il y a des tâches de service des 2 côtés des voies 33 et 68 les entraxes avec les voies adjacentes sont conformes pour l'exploitation.

Le profil d'espace libre a été vérifié par rapport aux installations/objets existants suivants :

Bordures de quai et marquises,

Murs de soutènement, garde-corps,

Quai de chargement,

Mâts LC et SAZ

Les valeurs nominales pour le profil d'espace libre sont respectées

Le contrôle du profil d'espace libre des installations projetées, ainsi que des installations existantes non listées ci-dessus où le projet prévoit un ripage de voies est de la responsabilité des départements respectifs. Les informations se trouvent dans le dossier SIOP-A PEL 805.

4.1.5 Quai

Il n'y a pas de nouveaux quais ou de modification des quais existants dans ce projet.

4.1.6 Demande d'approbations au cas par cas/écarts

Les valeurs limites en cas normal pour la géométrie de la voie selon DE-OCF art. 17 et R I-22046 sont respectées.

Les valeurs nominales pour le profil d'espace libre selon les DE-OCF art. 18 et 19 ainsi que les dispositions de la R RTE 20012 sont respectées.

4.2 Voie ferrée

4.2.1 Mesures concernant la voie ferrée consécutives à des défauts structurels

4.2.1.1 Heurtoirs

Remplacement des heurtoirs B6 ou B4-S sur V33, talon gauche AV.18 et V68 (numérotation de voie à futur), heurtoirs projetés :

Voie n°	Construction nouvelle
	Type de heurtoir
33	RAWIE 10 – EB10
Talon gauche AV.18	RAWIE 10 – EB10
68	RAWIE 10 – EB10

Le dimensionnement des heurtoirs et la longueur de freinage nécessaire sont mentionnés sur le PPV.

Les notes de calculs sont disponibles en pièce 10.04 du dossier.

4.2.2 Mesures concernant la voie ferrée consécutives à une nouvelle construction

4.2.2.1 Construction nouvelle des voies

Selon l'analyse de sécurité sur la ligne 159 (Nyon-Eysins), la voie suivante doit être reconstruite:

Nº de voie	Du km	Au km	Lon-gueur [m]	Démolition	Construction nouvelle	Nouveau ballast	Infrastructure	Catégo-rie de voie	Groupe de sollicitation de voie
				Type de traverse, profil de rail					
74	0.504	0.592	88	Acier, Bois et béton, CFF I	Acier, CFF I	25 cm, classe 2	inchangée	VP4	PM4

4.2.2.2 Construction de nouvelles aiguilles

Selon à l'analyse de sécurité sur la ligne 159 (Nyon-Eysins), l'aiguille suivante doit être construite:

Appareil de voie n°	Démoli tion	Construction nouvelle	Nouveau ballast	Infrastructur e	Catégorie de voie	Groupe de sollicitation de voie
	Type d'appareil de voie					
41 (AV de sécurité)		BS I-300-C-A-G	25 cm, classe 2	inchangée	VP4	PM4

4.2.2.3 Démolition de voie

Pas de démolition de voie dans le cadre de ce projet.

4.2.2.4 Adaptation de l'isolation des voies

Pour ce projet, la pose de joint d'isolation sera réalisée soit lors de la réfection des voies du projet « mise en conformité accès aux trains » ou spécifiquement lors de ce projet de renouvellement de l'enclenchement.

4.2.3 Profil d'espace libre

Le profil d'espace libre a été vérifié dans le périmètre global du projet et aucun empiétement n'a été constaté.

4.3 Génie civil

4.3.1 Études géologiques et géotechniques

Les études géotechniques de la phase PAP sont basées sur les données disponibles (chapitre 2 du « Rapport géotechnique » – pièce 10.05). Ces données mettent en évidences les caractéristiques hydrogéologique principales suivantes :

- Zone de la gare de Nyon:
  - Des dépôts glaciolacustres fins sont notamment rencontrés au droit de la gare même. Ils peuvent être surmonté par des dépôts glaciolacustres grossiers. Des alluvions fluvioglaciaires sont présentes à proximité des rivières. Ces sols surplombent des dépôts morainiques rhodaniens localement affleurants. Des dépôts artificiels sont également cartographiés. Le substratum rocheux est composé de la molasse d'eau douce inférieur, il est rencontré à une profondeur comprise entre 6 m est 48 m.
  - Les sols sableux peuvent être fluents en présence d'eau souterraine. Ils sont le siège d'une nappe phréatique dont le niveau s'établit à faible profondeur. Ces sols sont présents jusqu'à une profondeur comprise entre environ 2 m et plus de 17 m. Ils surplombent une moraine limono-argileuse.
- Zone de Prangins:
  - Selon l'Atlas géologique de la Suisse [4], la parcelle concernée par le projet est cartographiée en "alluvions fluvioglaciaires grossières" sur les dépôts morainiques argilo-limoneux rhodaniens, riches en éléments alpins et molassiques.
  - D'après les sondages réalisés, la succession des couches suivante est attendue (de haut en bas): terre végétale ou remblais (épaisseur de 1.60 à 2.70m), alluvions récentes (j épaisseur de 0.20 à 0.70m), moraine remaniée (épaisseur de 3.40 à 4.10m), moraine limono-argileuse (épaisseur de 1.60 à 2.10m) et de la moraine graveleuse limono-argileuse (dès 10.40 de profondeur).
  - La présence d'éléments grossiers (sables grossiers, graviers et pierres), parfois striés, subanguleux à subarrondis, disséminés dans une matrice limono-argileuse à finement sablo-limoneuse ferme à dure, ainsi que l'absence de stratifications et de varves, laissent penser que ces matériaux correspondent à des dépôts morainiques remaniés.
  - Les alluvions récentes gravelo-sableuses et la moraine remaniée limoneuse finement sableuse sont le siège d'une nappe d'eau souterraine. D'autres circulations d'eau souterraines ne sont pas exclues. En période de précipitations, des circulations d'eau provenant des eaux de ruissellement sont très probables dans les remblais sablo-graveleux. Des accumulations provisoires d'eau sont vraisemblables sur le toit des dépôts morainiques. Dans la moraine limono-argileuse, des venues d'eau sont possibles à la faveur de veines plus perméables. Dans la moraine gravelo-limoneuse, aucune venue d'eau n'a été observée. Des circulations d'eau plus profondes dans cette couche sont possibles.

Le rapport géotechnique est fourni en pièces numéro 10.05 du dossier PAP. Il présente l'état des connaissances en la matière.

4.3.2 Drainage

4.3.2.1 Zone de déraillement

Dans la zone de déraillement, décrite au §4.3.2.1, aucune exigence n'est ici applicable dans le domaine de l'environnement et de la stabilité de la voie ferrée. Ainsi les eaux sont drainées de manière diffuse dans le lit de la voie, de manière identique à la situation actuelle.

4.3.2.2 Modification des chambres EC

Sur le secteur situé du km 37.163 au km 37.944, certaines chambres EC existantes situées du côté lac des voies sont trop proches des voies et sont en conflit avec la position du caniveau projeté, plus grand que le caniveau actuel, lui aussi situé à une distance non conforme des voies en certains endroits. Afin d'assainir cette situation, il est prévu de remplacer les chambres EC existantes par de nouvelles, plus larges. En décentrant ces dernières et en plaçant de manière judicieuse le cône de réduction, il est possible de positionner le caniveau projeté correctement sans avoir à déplacer le drainage ou le refaire entièrement. L'illustration ci-dessous illustre le principe prévu. La pièce 11.02.01 du dossier PAP documente les chambres concernées.

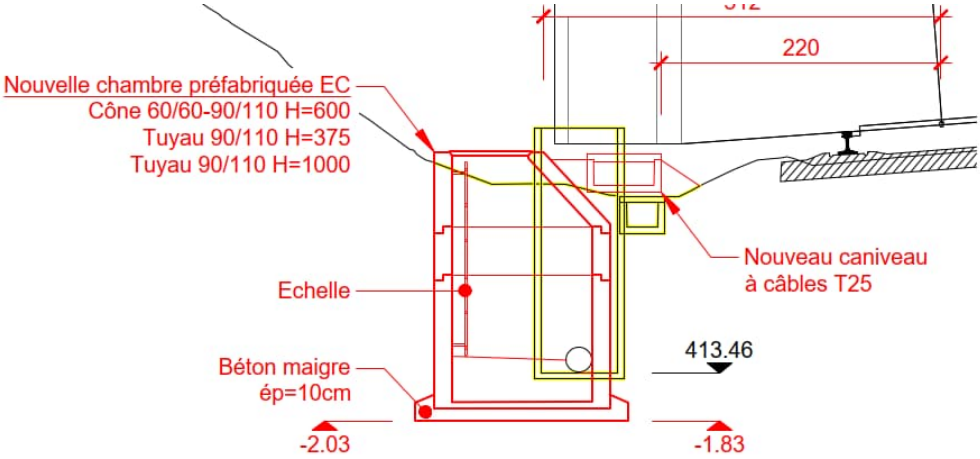


Illustration n° 6: Coupe type de modification des chambres de drainage

4.3.2.3 Evacuation des eaux

Les conduites EC et EU raccordant la maison de garde au réseau communal seront déviées afin d'éviter qu'elles soient sous le bâtiment de l'enclenchement.

Dans le cadre des aménagements extérieurs du nouveau bâtiment de service, les eaux pluviales seront gérées de la manière suivante :

- Les eaux de toiture du bâtiment de service seront récoltées selon les nouveaux standards et raccordées à la canalisation existante de la maison de garde.
- Le reste des eaux pluviales seront infiltrées directement dans le terrain. En effet, les accès et la place devant le BS seront réalisés en grave et ne seront donc pas imperméabilisés.

Les éléments décrits ci-dessus sont illustrés dans la pièce 12.603.01 du dossier PAP.

4.3.3 Passages souterrains

Les infrastructures câbles existantes et projetées sont principalement situées au Sud de la voie 1, alors que le futur bâtiment de services est projeté au Nord des voies, nécessitant la construction d'une traverse de voies principale pour rejoindre le nouveau bâtiment de services. D'autre part, au droit des nouveaux signaux, des traversées secondaires sont également nécessaires pour raccorder les nouvelles installations de part et d'autre des voies.

4.3.3.1 Traversée principale

La traversée principale, située à Prangins en face du bâtiment de service, est prévue sous les deux voies principales de la ligne 150. En raison des conditions d'exploitations et de l'impossibilité de dévier le trafic durant les travaux, la méthode de réalisation de la traversée sera une méthode sans tranchée.

Diverses méthodes peuvent être mise en œuvre pour la réalisation de traversées regroupant de nombreux tubes. Les conditions géotechniques défavorables (présence d'eau à faible profondeur, terrain de mauvaise qualité) et la fréquentation très importante de la ligne, sans possibilité de déviation du trafic en cas d'incident nécessitent la mise en œuvre d'une méthode sûre.

Les méthodes suivantes ont été rejetées en raison des critères suivants :

- La méthode du forage dirigé a été rejetée pour la principale raison du risque de tassement associé à cette méthode. En effet, lors du forage avant la mise en place de la traversée, le sol est uniquement soutenu par de la bentonite. Avec un diamètre de 800mm, le risque de tassement est trop important pour pouvoir considérer le forage guidé.
- Le forage avec pousse-tube battu présente également un risque de tassement trop important au niveau des voies. De plus, cette méthode induit des vibrations très importantes.
- Le pousse-tube vériné se base sur un système similaire au pousse-tube battu. La principale différence est que l'avancement est fait avec un système de vérinage. Cette méthode permet de guider le tube qui est poussé, permettant de garantir une meilleure précision que le pousse-tube battu. De manière similaire, les vibrations sont grandement limitées par rapport au pousse-tube battu. Cependant le risque résiduel concernant le tassement des voies reste important vis à vis de la géologie locale et de la présence d'eau.

La méthode retenue est la méthode de réalisation de fouille sans tranchée la plus sécuritaire, soit le microtunnelier.

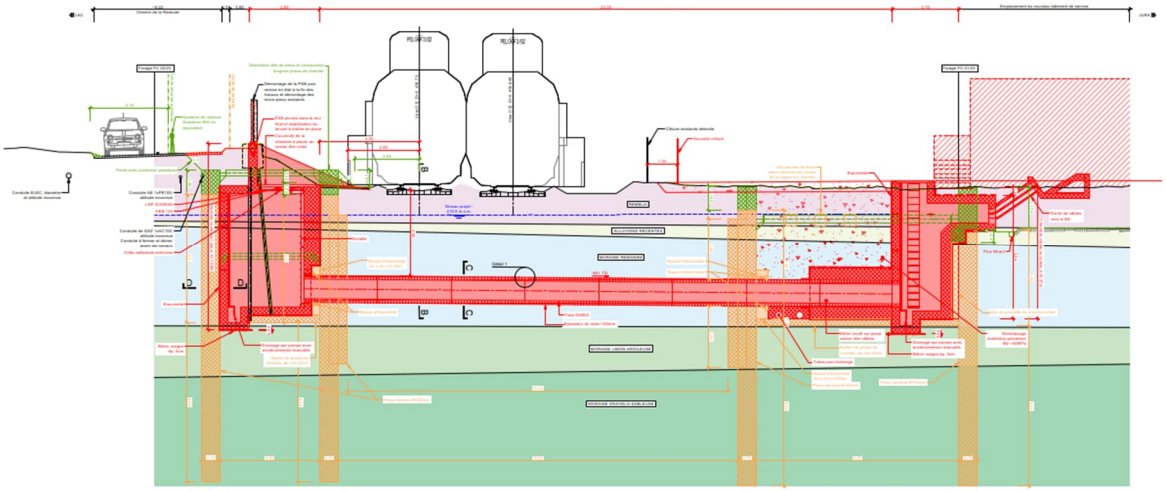


Illustration n° 7: Profil en long de la traversée principale

La traversée principale, d'une longueur d'environ 23.3m et de diamètre intérieur de 800mm, sera réalisée à une profondeur minimale de 3.50m depuis le sommet de traverse des voies existantes.

La cellule de départ sera située sur la parcelle CFF, du côté Jura des voies. La cellule d'arrivée, plus petite, sera située du côté lac. Les pièces du chapitre 12.201 du dossier PAP illustrent et documentent cette traversée principale.

4.3.3.2 Traversées secondaires

Les 18 traversées secondaires seront exécutées en 2 étapes, en fouille ouverte, jusqu'à l'entre-voie, ceci en 2 nuits (hors travaux préparatoires et finitions liées à la voie ferrée – écartement des traverses et bourrage). Les tubes seront mis en place à une profondeur de recouvrement minimum de 1.35m depuis la face supérieure des traverses et enrobés de béton. La fouille sera ensuite remblayée en grave 0/40 compactée jusqu'au niveau inférieur du ballast. Cette méthode est la plus économique, la plus rapide et la plus sûre du point de vue de la stabilité de la voie pour l'exécution de traversées avec un petit nombre de tubes.

Les chambres de part et d'autre seront également réalisées de nuit avec des éléments préfabriqués standards. L'emplacement exact et le nombre de tubes mis en place sont indiqués au chapitre 4.8.

La position des traversées secondaires est illustrée dans les pièces du chapitre 04 du dossier PAP. Les profils en travers de chaque traversée secondaire sont présentés dans la pièce 12.202.01 du dossier.

4.3.4 Murs de soutènement

Les nouveaux signaux SAZ, ainsi que les nouvelles infrastructures à câbles impliquent, à certains endroits le long de la ligne, la réalisation de murs de soutènement. Il s'agit notamment des éléments ci-dessous. Les pièces du chapitre 12.303 du dossier PAP illustrent et documentent ces éléments.

4.3.4.1 Mur de soutènement de KV (km 38.783 – km 38.811)

Actuellement, à l'extrémité du quai 1 de la gare de Nyon côté Genève, l'infrastructure ferroviaire, assez étroite, est soutenue par des Bafix. Dans le cadre du projet de l'enclenchement, des caniveaux plus larges ainsi que des KV, d'une certaine largeur seront installés. Ces installations, nécessitent une largeur plus importante que ce que permettent les Bafix actuels. Un soutènement doit donc être prévu pour ces éléments.

Dans le cadre du projet de mise en conformité de la gare de Nyon, il est actuellement prévu de rehausser la voie de 50cm. Le soutènement de KV prend en compte ce rehaussement futur.

La pièce 12.303.01 présente en détail le mur de soutènement ainsi que ses dimensions.

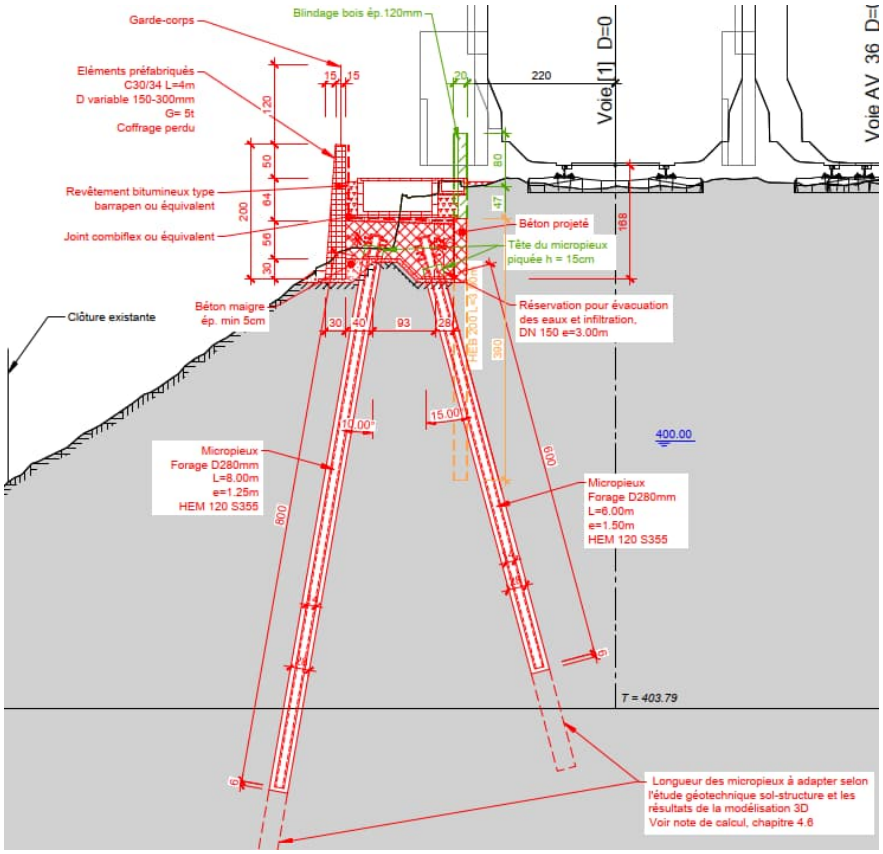


Illustration n° 8: Coupe type du mur de soutènement de KV

4.3.4.2 Mur bacs à fleurs (km 37.748)

Au km 37.748, du c ôté Jura des voies, une fondation SAZ est prévue. Cette dernière en conflit avec le mur actuel. Ce dernier doit donc être adapté afin que la fondation puisse être réalisée. Un espace libre de 70cm derrière la fondation sera garanti, afin de permettre le passage entre le mur et la fondation.

Le détail du mur de soutènement prévu est illustré dans la pièce n°12.303.02 du dossier PAP.

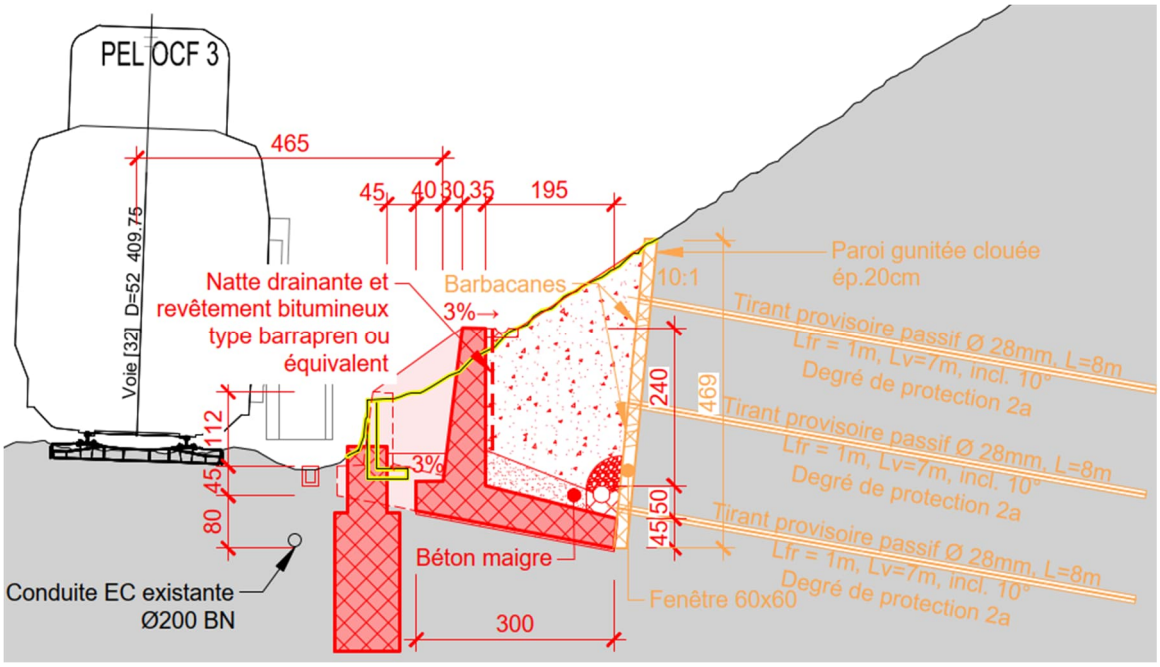


Illustration n° 9: Coupe type du nouveau mur bacs à fleurs

4.3.5 Profil d'espace libre

Le profil d'espace libre a été vérifié dans le périmètre global du projet et aucun empiétement n'a été constaté.

4.3.6 Fondations du bâtiment de service

Le bâtiment de services sera posé sur des fondations superficielles filantes reposant sur la couche d'alluvions, située à 1.60m de profondeur, en béton armé coulé sur place d'une largeur de 1.00m. Celles-ci seront posées sur un lit de béton maigre et l'armature sera mise à la terre. Le périmètre du bâtiment sera drainé et les descentes d'eaux pluviales raccordées au drainage.

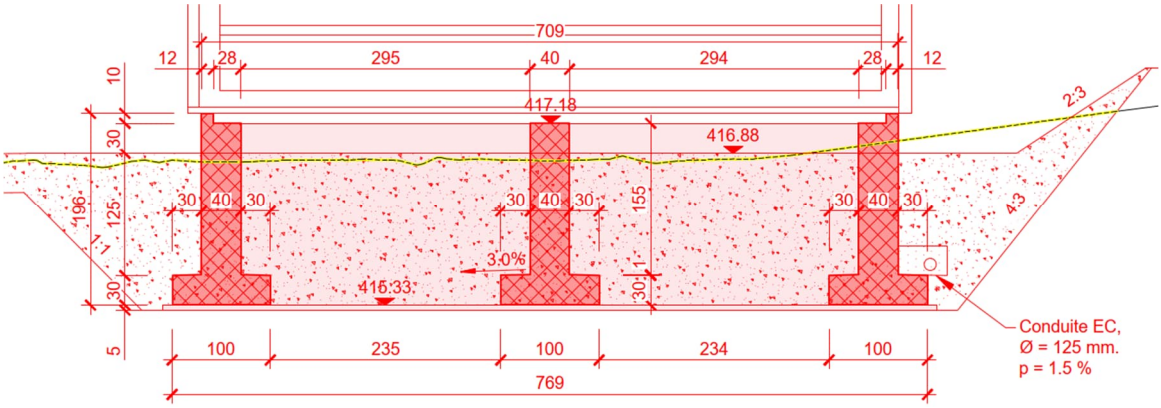


Illustration n° 10: Coupe type des fondations du nouveau bâtiment de service

Le plan 12.604.01 illustre les fondations prévues du bâtiment de service.

4.3.7 Fondations pour signaux SAZ

La mise en place des nouveaux signaux nécessite la réalisation d'environ 40 fondations.

Il s'agit de fondations en béton coulé sur place de types DPS1 / 1.5B ou DPS1 / 2.1B (Signaux à l'extérieure des voies – fût en béton armé), SDP (Signaux entre voies – fût en métal) ou DPS 1.3/3.x B (Signaux sur potences déportées – fût en béton armé).

Certaines fondations, en raison de la pente des talus et de la qualité des terrains, doivent être dimensionnées. Il s'agit des fondations situées aux km 38.761 et 39.400.

La fondation située au km 38.761 sera agrandie, alors que les fondations situées au km 39.400 seront sur micropieux. Les pièces 12.303.04 à 12.303.06 du dossier PAP traitent des fondations dimensionnées. Les plans du chapitre 04, 12.902.01 et 12.902.02 illustrent la position de toutes les fondations SAZ.

4.3.8 Aménagements extérieurs du bâtiment de service

La parcelle dans laquelle est prévu la réalisation du bâtiment de service sera réaménagée et revalorisée. Les modifications se concentrent sur la zone située entre la zone forestière et l'extrémité côté Lausanne de la parcelle. Il s'agit notamment des éléments suivants :

- Démolitions
  - Démolition des jardins et cabanons existants.
  - Démolition du garage situé en bordure de parcelle et des annexes de la maison de garde.
  - Abattage des différents arbres et végétation empiétant sur le bâtiment de service
  - Démolition des clôtures existantes.
- Remblais
  - Le terrain sera modelé afin de garantir un espace horizontal sur le pourtour du bâtiment de service et de faciliter son entretien.
  - Une rampe d'accès en grave sera créée afin de permettre aux véhicules d'accéder à la partie "basse" de la parcelle, dans laquelle sera le bâtiment de service.
- Infrastructure routière
  - Une infrastructure en grave, d'une épaisseur d'environ 60cm sera prévue sur la place autour et devant le BS, ainsi que sous les places de parc. Ces zones ne seront pas bitumées, mais revêtues d'une couche de grave bitumée.
  - Durant les travaux, la parcelle sera également utilisée comme zone d'installation. Sous les places d'installation de chantier, un géotextile ainsi qu'une couche de grave de 30cm environ seront mis en place afin d'éviter d'impacter la terre végétale actuelle.
- Clôtures et portails
  - La zone comprenant le BS, la place devant celui-ci et les places de parc seront clôturées, afin de les séparer de la maison de garde. La clôture sera également le long des voies.
  - De nouveaux portails d'accès sont planifiés afin de permettre l'accès au bâtiment de service, aux voies et à la maison de garde (séparément).
- Eclairage
  - Un éclairage avec boutons poussoirs est prévu pour la rampe d'accès, les places de parc et l'entrée du bâtiment de service.
- Environnement
  - Des aménagements paysagers sont prévus sur les espaces verts restants, afin de valoriser la parcelle et de limiter l'impact visuel du BS depuis le chemin du Coutelet.

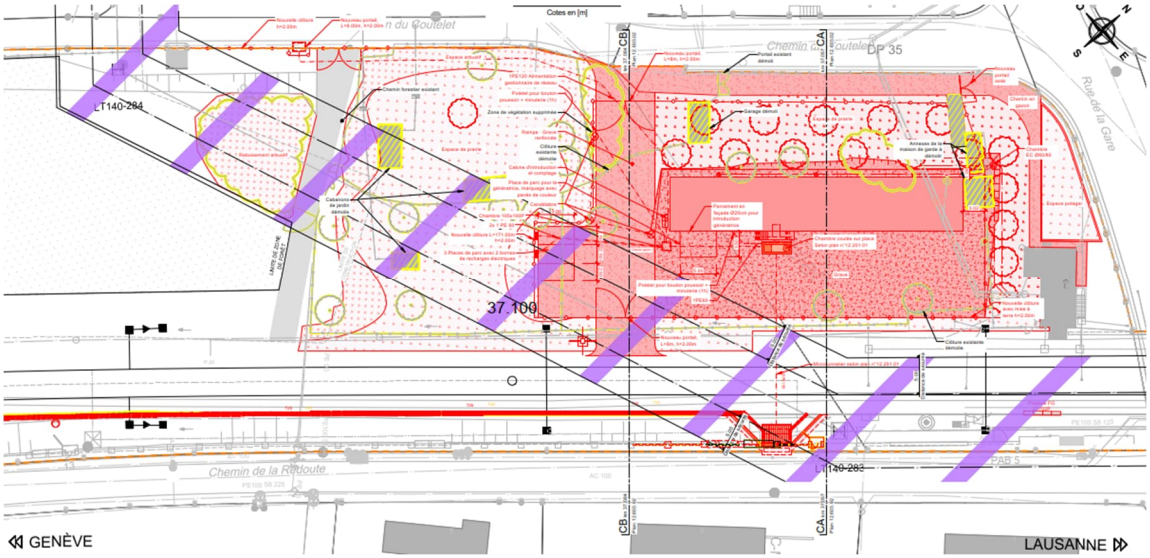


Illustration n° 11: Extrait du plan 12.603.01

Les pièces 12.603.01 et 12.603.02 illustrent les aménagements de la parcelle.

4.3.9 Zone de déraillement

Dans la zone de déraillement (KM 0.393 au KM 0.568 de la ligne Nyon – Eysin), une banquette horizontale d'environ 2m en ballast de classe II sera mise en place à l'intérieur de la courbe sur une longueur d'environ 175m. La terre végétale sera, au préalable, décapée sur la surface nécessaire et selon les profils, le terrain en place excavé sur une faible profondeur. Un géotextile de séparation sera ensuite mis en place entre le fond de fouille et la nouvelle couche de ballast d'épaisseur variable.

Dans la zone de charge des traverses, une attention particulière sera portée à l'épaisseur de la couche de ballast afin de garantir une homogénéité dans la rigidité de l'infrastructure.

La clôture située à l'intérieur de la courbe sera déplacée en limite de propriété (tenant compte de la nouvelle géométrie du projet de la gare de Nyon). Cette clôture aura une hauteur de 1.2m. Lors des travaux, les rails-repères situés dans l'emprise du chantier seront démolis.

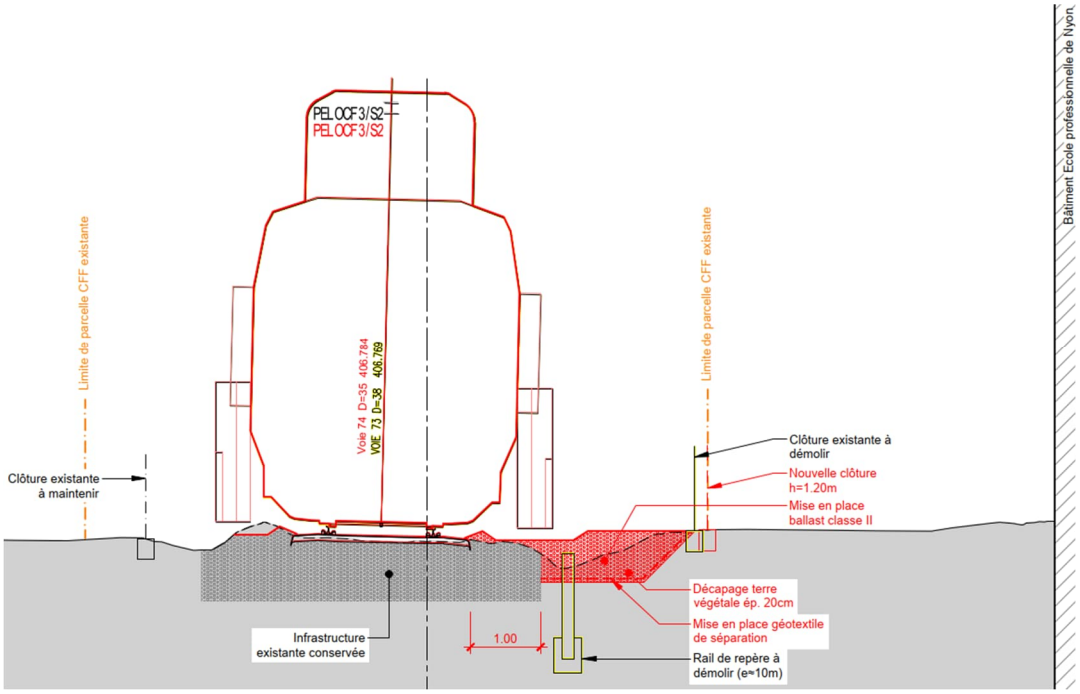


Illustration n° 12: Profil type de l'élargissement de l'infrastructure dans la zone de déraillement

Les pièces 12.901.01 à 12.901.05 du dossier PAP illustrent ces différents aménagements.

4.3.10 Infrastructure câbles

Différents éléments sont à réaliser pour le réseau de câbles. Il s'agit des caniveaux, chambres et socles divers (KV, RK, …). La grande majorité de cette infrastructure est composée d'élément en béton préfabriqués standards. Ces éléments sont fournis par le génie civil. De même, la démolition des caniveaux existants sera assurée par le génie civil. Les quantités principales sont les suivantes :

Canalisations à câbles			
	Type	Unité	
Caniveaux et couvercles	T 11	m	160
	T 22	m	535
	T 23	m	425
	T 23 / 6 m pour assainissement de la banquette	m	1'215
	T 702 (Polybau)	m	24
Accessoire pour caniveaux et chambres	T 22 de raccordement pour chambre répartiteur IS, grande	pce	14
	T 23 de raccordement pour chambre répartiteur IS, grande	pce	4
	T 24 d'introduction pour chambre répartiteur IS, grosse	pce	27
	Plaque de fermeture pour grande chambre répartiteur IS	pce	1
	Support transversal pour chambre de répartiteur IS	pce	28
	Support longitudinal pour chambre de répartiteur IS	pce	28
Caniveaux: dém. et remontage, inclus dép. latérale	T 22	m	85
	T 23	m	60
Couvercle: ouvrir/fermer	T 11 / TV 23	m	1'590
	T 21 / T 22 / T 23 PE_recycling / T 112	m	10'835
	T 23 / T 113	m	5'205
	T 24 / T 224 / T 111	m	2'740
	T 25 / T 26 / T 115 / T 701	m	520
	T 702	m	165
	Plaques de recouvrement, non praticable (110/25/5)	pce	1'300
	Chambre 60U	pce	280
	Chambre 100U	pce	25
	Chambre 100B	pce	180
Rempl. couvercle	T 11	m	32
	T 21 / T 22	m	426
	T 23	m	188
	T 24	m	80
	Couvercle en tôle striée pour KV 160 bornes	pce	28
	Plaque de recouvrement avec trous, larg. 250 mm	pce	15
	Plaque de recouvrement sans trous, larg. 250 mm	pce	7
	Couvercle en béton plein, encastré (Rd 60)	pce	28
Chambre CFF, éléments préfabriqués	100/100	pce	12
	100/100	pce	5
	Tuyau béton 80 cm	pce	28
	Cône asymétrique 80 cm	pce	28
	Chambre pour répartiteur à câbles horizontal, cabine SK, grosse (165 x 120 cm)	pce	14
	Chambre pour cabine 160, intro. frontale	pce	2
Chambre CFF, éléments préfabriqués	100 B, HMT	pce	2
	100/200 B, HMT	pce	1
Chambre à câbles betonnée sur place	Chambre avec 1 rampe ext., longue	pce	2
Tube de protection synthétique	Tube PE Ø 60 mm en rouleau (L=100m)	m	25
	Manchon d'extrémité pour PE Ø 80 mm (trompette)	pce	1
	Tube PE-HD Ø 150 mm sans manchon (L=10m)	m	1'035
	Manchon double pour PE Ø 150 mm	pce	88
	Manchon d'extrémité pour PE Ø 150 mm (trompette)	pce	117
	Tube PE Ø 200 mm sans manchon (L=10m)	m	760
	Manchon double pour PE Ø 200 mm	pce	71
	Manchon d'extrémité pour PE Ø 200 mm (trompette)	pce	59
	Tube PE Ø 150 mm avec ouverture longitudinale (L=10m)	m	10
	Manchon pour tube de protection avec ouverture longitudinale Ø 150 mm	pce	1
	Tube d'installation M32 / M40 / M50 / M63	pce	14
Batterie de tubes	1 PE 60 bis 1 PE 100	m	25
	1 PE 150 bis 1 PE 200	m	55
	2 PE 150 bis 2 PE 200	m	220
	4 PE 150 bis 4 PE 200	m	20
	6 PE 150	m	65
	8 PE 150	m	55
Calibrage	Tube PE Ø 60 bis Ø 250 mm	m	1'820
Travail de creuse parallèlement à la voie	1 à 2 tubes PE, 1 couche	m	280
	4 tubes PE, double couche	m	110
	6 tubes PE, double couche	m	115
Travail de creuse pour traversée sous voies	1 à 3 tubes PE, 1 couche, 5 m = 1 pce	pce	46
	4 à 8 tubes PE, 2 couches, 5 m = 1 pce	pce	5
Traversée simplifiée	Fixation de tube sur la traverse	pce	14
Matériau de remblayage	Gravillon	m³	89.3
	Execution piste caniveaux, planie (Longueur piste)	m	2'480
Adaptation	Caniveau (coupe 45° + fermeture béton maigre)	pce	271
	Caillebotis pour chambre de profondeur > 1.50m	m²	25
	Echelle pour chambre de profondeur > 1.50m	pce	50
Système d'obturation	Système d'obturation gonflant étanche à l'eau et au gaz (Tube Ø 150mm)	pce	15
Cabines, supports	Cabine alu, double paroi, avec plaque frontale (ANK-1600-1600-400)	pce	2
	Potelet inox, grand, pour manchon cloche	pce	4

De manière générale, l'infrastructure pour câbles devra être exempte d'angles vifs et de changement de directions brutaux. Dès lors, le tracé de caniveaux sera projeté en conséquence, des chambres permettant des rayons de courbures suffisants implantées et si nécessaire des structures métalliques de support intégrées dans les chambres où des câbles grandes diamètres observent un changement de niveau (passage du caniveau vers une batterie au droit d'une chambre).

Des batteries de tubes devront également être réalisées à l'intérieur des quais existants du côté « Lausanne » de la gare. Ces travaux se feront également de nuit ou lors de l'OCP de manière à minimiser leur impact sur les usagers.

Le détail du réseau câbles (numérotation, types, …) est présenté sur les plans de situations (pièces du chapitre 04 du dossier PAP) et dans le chapitre « 5.8 Câbles ».

4.3.11 Autres travaux génie civil

Zone de gare :

Dans la zone de gare, quelques travaux annexes seront également réalisés :

- Démolition du mur Nord du heurtoir de la voie 58 et évacuation du sable.
- Démolition du mur et du dallage derrière le heurtoir de la voie 55.
- Démolition du garage situé sur la place VU
- Démolition du texte "Halle" et de la sculpture situés entre les bâtiments de la boulangerie et celui de la Coop, à l'arrière du quai 1

Zone de pleine voie :

En pleine voie, que ce soit en direction de Lausanne ou de Genève, les travaux suivants seront également réalisés :

- Dans les secteurs où cela se prête facilement, des aménagements facilitant l'accès aux signaux seront réalisés :

Km Signal	Aménagement
33.919	Aucun
33.923	Aucun
34.067	Aucun
34.130	Place de parc en grave (accès depuis chemin publique côté Lac)
34.700	Aucun
35.300	Aucun
35.842	Aucun (accès depuis chemin publique côté Lac)
36.395	Escalier côté Lac
36.575	Aucun (accès via portes dans paroi anti-bruit côtés Jura et Lac)
36.990	Aucun (accès via portes dans paroi anti-bruit côtés Jura et Lac)
37.555	Escalier avec nouveau portail côtés Jura et Lac
37.748 et 37.760	Escalier avec nouveau portail et clôture côtés Jura et Lac
37.983	Aucun
38.191	Aucun
38.208	Aucun
38.265	Aucun
38.324	Aucun
38.336	Aucun (accès depuis quai 2 – gare de Nyon)
38.531	Aucun

38.761	Aucun (accès depuis quai 1 – gare de Nyon)
39.400	Aucun
39.476	Aucun
40.200	Aucun
40.600	Aucun
40.800	Escalier côté Jura
41.276	Aucun (accès via porte dans paroi anti-bruit côté Lac)
42.006	Aucun
42.325	Aucun
43.000	Aucun

Le détail des escaliers de service est traité dans les documents 12.303.04 à 12.303.09 et 12.903.01 du dossier PAP

- Une fois le nouvel enclenchement mis en service et les anciennes installation mises hors service et démontées, divers ouvrages de génie civil devront être démolis. Il s'agit en particulier des anciennes fondations IS.

4.4 Accès au chemin de fer et bâtiments techniques

4.4.1 Bâtiment ferroviaire/local technique

4.4.1.1 Nouveau bâtiment technique

Le nouveau bâtiment est construit à Prangins, sur la parcelle 319 appartenant à CFF Infrastructure.

Cet emplacement a été choisi après analyse de plusieurs variantes car il présente les avantages suivants :

- Il permet de libérer de la place en gare de Nyon (emplacement initial) en vue des besoins futurs de voies supplémentaires (projet de quatrième voie)
- Réduit l'impact sur l'environnement et les besoins en compensations
- Améliore l'accessibilité pour les services techniques en cas de dérangement au vu de son emplacement en dehors du centre-ville et proche de l'autoroute

Le choix définitif de la position du bâtiment sur la parcelle a découlé des différentes contraintes du site :

- Le passage de la ligne haute tension CFF et Romande Energie
- La nécessité de garantir une réserve de tracé sur la parcelle pour le projet de future quatrième voie.
- La présence d'ouvrages existants protégés (maison de garde et bâtiment annexe)
- L'obligation de ne pas impacter la zone forestière au sud-ouest de la parcelle et l'interdiction de construire à une distance inférieure à 10m de la lisière
- L'exigence de préserver la bande de végétation entre la voie et la zone forestière protégée.
- L'impératif de garantir l'accès à la voie en cas d'entretien et travaux
- Le besoin d'assurer un accès séparé et indépendant à la maison de garde.

De plus, afin de réduire l'impact sur le paysage du bâtiment de service et d'en améliorer son intégration dans le quartier, le bâtiment est en léger contrebas par rapport à la route.

Le bâtiment aura donc une distance minimale de 7.16m de la maison de garde, de 17.40m par rapport à l'axe de la route, de 17.18m de l'axe de la voie et de minimum 10.85m de la zone végétalisée au sud-ouest de la parcelle.

Il est réalisé selon le nouveau standard BTF bois à partir d'éléments modulaires préfabriqués de 1,212x1.212m. Ce module se base sur les dimensions standard des panneaux photovoltaïques qui peuvent ainsi recouvrir la totalité des façades.

Pour l'enclenchement de Nyon un bâtiment de trente-trois modules sur sept est construit. Il présente des dimensions externes maximales de 40,14m de longueur, de 7,41m de largeur et de 4,65m de hauteur (hors centrale de ventilation. Hauteur totale 5,55m).

L'accès au bâtiment est garanti par un élément d'escalier couvert et avancé.

La structure porteuse est en bois, composée d'un plancher, de murs porteurs et d'un toit en bois lamellé-collé avec un avant-toit en porte-à-faux.

Les éléments en bois sont assemblés sur place par vissage et goujonage, plutôt que par collage. Ce type de construction permet ainsi, en cas de changement d'emplacement ou d'usage, de démonter le bâtiment en ses différents éléments, facilitant ainsi son transport et son remontage ailleurs. Le système modulaire garantit par ailleurs une compatibilité avec l'économie circulaire.

Le bâtiment technique est en classe d'étendue des dommages BCM 1. Conformément à la réglementation I-50156[1], des détecteurs de fumée sont prévus sous le plafond de chaque pièce. Pour les revêtements extérieurs, une classe de résistance au feu RF2, indiquant un comportement « difficilement inflammable », est exigée. Cette exigence est satisfaite grâce à un revêtement de façade en mélèze laissé à l'état naturel. Dans les locaux techniques, les murs, plafonds et sols sont recouverts de panneaux de plâtre ignifuge, garantissant ainsi la classe de résistance au feu RF1 requise. Enfin, la porte d'accès au bâtiment, mesurant 2,35 m sur 1,15 m, répond à la classification RC3 et possède une résistance au feu de EI30. La pièce 12.603.04 présente les détails et la mise en œuvre du concept incendie de bâtiment technique.

Les locaux sont munis d'un faux plancher de 60cm et présentent une hauteur sous plafond de 4,05m.

À l'intérieur, les éléments en bois sont munis (en usine) d'une isolation thermique et d'un revêtement. Une isolation supplémentaire est placée en bas pour empêcher la formation de condensation dans le faux plancher, plus froid.

Tous les équipements internes sont alimentés par le biais d'une chambre à câbles sise sous l'entrée du bâtiment.

Des panneaux photovoltaïques sont prévus sur le toit, les façades sud et est du bâtiment. Après une simulation de la performance énergétique, il a été décidé de ne pas installer de panneaux solaires sur les autres façades qui seraient essentiellement à l'ombre. Cette solution avec les deux façades en bois de mélèze favorise l'intégration dans le contexte arboré de la parcelle et améliore les relations visuelles avec le voisinage, notamment avec la maison d'en face et la maison de garde.

La toiture comporte sur presque 88% de sa surface des panneaux photovoltaïque. Le 12% de surface restant est occupé par le système CVC.

4.4.1.2 Aménagements extérieurs

Une place de parc de dimensions 5.0m x 3.5m avec un coffret pour brancher une génératrice est disposée le long de la façade est du bâtiment, à gauche de l'entrée, pour le parcage d'un groupe électrogène mobile (remorque). Trois places de parc sont prévues pour les collaborateurs CFF à la limite de la zone végétalisée.

Les aménagements extérieurs sont conçus pour préserver un maximum la perméabilité du sol.

L'accès et les places de parc sont réalisés en gravier gazon. L'esplanade côté voie du bâtiment, avec l'emplacement pour la génératrice est en grave. Le chemin le long de la route et la maison de garde sont séparés de l'enceinte du bâtiment technique par une clôture et, sur le plan visuel, par un alignement d'arbres et d'arbustes brise-vue selon un concept paysager décrit dans le rapport environnemental (cf. Chapitre 6).

La petite allée existante à l'ouest de la parcelle, le long du chemin du Coutelet, est remplacée par un accès en gravier gazon.

[1] Standard de sécurité pour de locaux et bâtiments de technique ferroviaire

4.4.1.3 Démolition du bâtiment technique existant (BS03)

Les travaux de démolition du bâtiment technique existant (BS 03) ne font pas partie du présent projet. En effet, quelques équipements resteront dans l'ancien BS jusqu'au projet de mise en conformité de la gare de Nyon (télécom, basse tension et alimentations). Les locaux actuels seront entièrement vidés et démolis à la fin du projet de AS35 de la gare de Nyon.

4.4.2 Protection du patrimoine, archéologie

La maison de garde et son annexe, situées au nord de la parcelle, près des voies, sont inscrites à l'inventaire ISBA des CFF. Ces constructions en bois massif, datant de 1910, sont reconnues pour leur intérêt architectural. Les ornements en bois de style suisse de la maison, tels que les arceaux, les tavillons et les pignons, sont notamment mis en avant dans l'inventaire. La maison est actuellement en mauvais état et nécessiterait d'importants travaux de rénovation.



Illustration n° 13: Maison de garde

Dans le cadre du projet, plusieurs variantes ont été étudiées pour minimiser l'impact sur ces bâtiments. Cependant, en raison des contraintes du site mentionnées dans le paragraphe 5.4.1, il n'a pas été possible de préserver l'annexe, mais seulement la maison de garde. Cette dernière est séparée physiquement du bâtiment technique par une clôture et visuellement par un écrin de verdure de 10 à 12 mètres de hauteur. Un accès indépendant sera assuré par le chemin à l'ouest de la parcelle et un portail.

4.4.3 Génie civil/Bâtiment

Le bâtiment technique est livré en éléments en bois à assembler sur place. Il sera installé sur les fondations réalisées par le génie civil. Le système de fondations est décrit au chapitre 5.3.6

Le chemin d'introduction des câbles est fabriqué sur place en un seul morceau par moulage dans un coffrage en acier.

Voir §4.3.6

4.4.4 Profil d'espace libre

Le profil d'espace libre a été vérifié dans le périmètre global du projet et aucun empiétement n'a été constaté.

4.5 Installations techniques

4.5.1 Vérification de la sécurité

Les installations à basse tension, y compris les raccordements au système de retour de courant, sont soumises à une première vérification avant la mise en service et à un contrôle final conformément à l'OIBT, art. 24. Le contrôle final est effectué par un organisme d'inspection indépendant et accrédité conformément à l'art. 37 de l'OIBT. Le rapport de sécurité signé est remis au coordinateur de réseau des CFF conformément à l'art. 35 de l'OIBT et, si nécessaire, transmis à l'exploitant de réseau.

4.5.2 Mise à la terre

Le concept général de mise à terre est décrit dans la pièce n°14.06.01.

Le schéma de principe de mise à terre est décrit dans la pièce n°14.06.03.

4.5.3 Courant fort

Le local technique BT/TC situé dans le bâtiment de service est équipé des installations permettant d'alimenter l'ensemble des équipements de la technique ferroviaire.

Les principales installations du local BT comprennent :

- Transformateur de séparation avec disjoncteur principal pour la séparation des terres du gestionnaire de réseau de distribution et terre du rail
- Cellules de distributions principales et secondaires pour les différents réseaux (RNO, RSSC et RSAC)
- Cellule de surveillance des alimentations et équipements
- Tableau de distribution pour les installations électriques internes au bâtiment (éclairage, prises de service, ventilation et climatisation
- Onduleur avec batteries (USV)
- Installation photovoltaïque
- Mise à terre du bâtiment et réseau de terre dans les locaux (HPAS, PAS, KSS, EPAS, etc.)
- Répartiteur à câbles avec bornes pour l'interface avec les câbles extérieurs.

4.5.3.1 Alimentation électrique

Toutes les installations techniques (installations de sécurité, télécom, éclairage des locaux, ventilation et climatisation du bâtiment) du futur bâtiment de service sont alimentées par la distribution électrique construite dans local BT/TC du nouveau bâtiment. L'alimentation principale du bâtiment est fournie par le gestionnaire du réseau de distribution SEIC (Société Electrique Intercommunale de la Côte). L'introduction électrique et le comptage sont installés dans une armorie extérieur à côté du bâtiment. Le besoin en alimentation est estimé à 160A pour les installations prévues dans le projet et une marge de réserve pour les extensions futures. L'alimentation se fera depuis la station électrique n°1445a à l'aide d'un câble type GKN 3x95/95mm2.

Selon les nouveaux standards CFF, le bâtiment de service sera équipé de panneaux photovoltaïques sur plusieurs de ces façades. La quantité de panneaux photovoltaïques équipés n'est pas encore définie à ce stade du projet.

Le concept de distribution du bâtiment de service est conforme aux directives suivantes :

- CFF I-50161 : Directive d'étude de projet pour l'ensemble d'appareillage
- CFF I-50073 : Directive pour la planification des installations ASI ferroviaires

Sur la base des directives ci-dessus, la distribution électrique pour l'enclenchement de Nyon comprend les sources d'alimentations suivantes :

- Alimentation 400V 50Hz depuis le gestionnaire de réseau de distribution (SEIC)
- Alimentation 230V 16.7Hz depuis la ligne de contact (transformateur abaisseur 15kV/230V fixé sur le mât LC 18A)
- Connectique pour le raccordement d'un groupe électrogène mobile.
- Le concept de distribution met à disposition des différents services les réseaux d'alimentations suivants :
- Réseau Normal (RNO)
- Réseau Secouru Sans Coupure avec onduleur (RSSC)
- Réseau Secouru Avec Coupure avec le groupe électrogène mobile (RSAC)

4.5.3.2 Éclairage

Le concept d'éclairage est décrit dans la pièce n°14.13.

4.5.3.3 Bornes de recharge pour voitures électriques

Il est prévu d'installer sur les places de parc une borne de recharge double pour les véhicules de service électriques des CFF. La borne de recharge, selon nouveau standard CFF, a une puissance de 22kW, 3x32A avec système de gestion statique ou dynamique de la charge.

4.5.4 Courant faible

Selon les besoins des installations techniques et du personnel, un câblage universel de communication avec la pose de prises RJ45 est planifiée. Cette installation est conforme à la directive en vigueur CFF I-50134 (Directives de planification et de réalisation du câblage universel de communication (CUC) dans les bâtiments des CFF).

Une cellule est placée dans le local BT/TC et prévue pour la surveillance des installations de distribution par l'intermédiaire d'un automate Wago et du concept LSS-CH. Les principaux équipements surveillés sont les suivants :

- Détection incendie
- Signalisation des dérangements des groupes de distribution
- Signalisation des dérangements des équipements TC

4.5.4.1 GSM-R / FRMCS

Non concerné.

4.5.4.2 Système de détection d'incendie

La détection incendie dans les locaux du bâtiment de service est réalisée par la mise en place d'un détecteur la gaine de ventilation des locaux dans les locaux (selon réglementation I-50156, point B.2.1).

4.5.4.3 Surveillance vidéo

Non concerné.

4.5.4.4 Technique / automatisation du bâtiment (CVC)

Afin de renouveler l'air dans les locaux et évacuer les charges thermiques dégagées par les installations électriques, le bâtiment de service est équipé d'un Monobloc. Celui-ci est équipé de batterie de condensation directe et installation de refroidissement et condensateurs.

4.5.5 Profil d'espace libre

Le profil d'espace libre a été vérifié dans le périmètre global du projet et aucun empiétement n'a été constaté.

4.6 Installations de sécurité

Pour plus des détails veuillez consulter le dossier SIOP A en pièce 15.02 du dossier PAP, notamment le rapport technique, le rapport de sécurité et les plans de concept de signalisation SIKO.

4.6.1 Enclenchement

L'enclenchement à relais actuel (Do67) est remplacé par un enclenchement informatisé dans un nouveau bâtiment de service construit près de l'ancienne halte de Prangins au nord des voies, au Km 37.072. Etant donné que la mise en service est prévue en 2031, le nouvel enclenchement sera choisi selon les nouveaux contrats cadres pas connus pour le moment.

La signalisation du poste d'enclenchement de Nyon de type lumineux est remplacée par de la signalisation de type numérique sans tenir compte de la stratégie ERTMS (dépôt du dossier PAP en 2025, mise en service en 2031). La signalisation est adaptée pour plusieurs raisons : améliorer le distancement, faciliter les futurs projets à Nyon, assurer la conformité des réglementations en vigueur et répondre aux changements dans la manière d'exploiter la gare.

Les nouveaux signaux d'entrée, aux Km 36.575 et Km 39.476, rallongent la gare de Nyon et laissent de la place pour les diagonales prévues lors du futur projet de la gare. D'ici là, ils sont à plus de 500 m des premiers aiguilles, ce qui a été validé par l'exploitation.

Les signaux de sortie (barrière B et I) sont équipés des signaux d'arrêt de manœuvre en place des signaux nains.

Entre les signaux d'entrée et de sortie, avec la gare plus longue et pour améliorer le distancement, les signaux de tronçon de voie sont ajoutés (barrières de signaux C, D, E, F, G, H). Les signaux de sortie de groupe actuels sont remplacés par des signaux de voies, mais le signal H63 reste un pseudo-signal de groupe. Les sabots dérailleurs SD25 et SD26 protègent contre les erreurs d'interprétation du signal H63 et le signal G4 est ajouté pour permettre les entrées courtes sur voie 4. Les nouveaux signaux principaux E40 et G50 permettent le dépassement en utilisant les voies 40 et 50. Le signal de barrage S40 est supprimé.

Étant donné que la gare côté Lausanne est en courbe et qu'il n'est pas possible d'observer les signaux en bout de quais pour toutes les compositions de trains, les signaux répétiteurs sont installés pour les trois quais. Ainsi le signal annonciateur de voie libre FB1 est remplacé par le répétiteur F**1, qui transmettra les annonces pour le signal F51 et pour le nouveau signal E40 et, comme le F**2, pourra libérer la vitesse après le passage par les aiguilles à 60 km/h depuis Genève.

Toute la gare de Nyon est équipée des signaux nains, mais au lieu d'un remplacement 1:1 la nouvelle disposition tient compte des besoins de manœuvre actuels et futurs.

La signalisation de la pleine voie est renouvelée entre MUR-NY (sera centralisée à Nyon et plus à Coppet) et NY-GLA (centralisé à Nyon comme avant). Les signaux de pleine voie sont repositionnés pour améliorer le distancement et le rendre compatible avec le mandat de distancement à 2 minutes du projet AS35. Cela nécessite d'ajouter des signaux avancés de block aux signaux de sortie à Gland et de déplacer celles à Murat. Les postes d'enclenchement de Gland et de Coppet restent en signalisation lumineuse. Certains signaux actuels sont remplacés pour des raisons de mesures d'exploitation, p.ex. l'ajout d'un signal avancé pas possible sans changer de mât et remplacer le signal principal existant.

4.6.1.1 Interdictions de voie

Les interdictions de voie sont mises en œuvre selon le règlement RTE 25038. Pour les enclenchements électroniques, toutes les voies et aiguilles peuvent être interdites.

4.6.1.2 Autres éléments

La ligne de Nyon-Eysins n'est pas centralisée et est en forte pente sur toute sa longueur. Pour protéger contre les dérives, une aiguille de déraillement à retour automatique est projetée dans la courbe entre le passage à niveau de Clémenty et la gare de Nyon. La voie sera centralisée jusqu'au passage à niveau non compris. Cela régularisera la situation actuellement traitée avec une autorisation exceptionnelle. L'autorisation n°305 pourra être annulée.

Pour éviter le risque d'un freinage raté, l'itinéraire manœuvre court du SN84B au SN74B sera exclu dans l'enclenchement. La manœuvre en provenance de Nyon-Eysin disposera d'un itinéraire manœuvre long, allant au moins jusqu'au SN63B.

Le signal de manœuvre VE40B est conservé pour éviter que le convoi n'engage et ne bloque le PN de Clémenty alors que le SN84B est à l'arrêt. Ce signal doit être programmé pour conserver les conditions d'ouverture actuelles adaptées à la nouvelle situation.

4.6.1.3 Particularités spécifiques aux installations/Développements nécessaires/Passages à niveau/RBC pour FSS

Le développement spécial sera nécessaire pour conserver le signal de manœuvre depuis la voie d'Eysins VE40B, qui doit pouvoir communiquer à l'enclenchement l'état des feux routiers.

4.6.2 Alimentation électrique

Voir 4.5.3.1.

4.6.3 Technique de conduite

La télécommande de l'enclenchement Do 67 actuel de type RCI sur le n'est pas compatible avec le nouvel enclenchent de Nyon et doit rester en service jusqu'à la migration des enclenchements.

Une nouvelle installation de Type T-ILOK est nécessaire pour communiquer avec la Cellule ILTIS de Genève (ZGE)

4.6.3.1 Télécommande de l'enclenchement

Une nouvelle télécommande de l'enclenchement est nécessaire dans le nouveau bâtiment de service et sera compatible aux exigences en fonction du type d'enclenchement choisi.

4.6.3.2 Hardware Matériel informatique

Les équipements de l'enclenchement Do 67 de Nyon seront démontés.

- SSS
- RCI

Les nouvelles installations tel que :

- T-ILOK
- SSS
- Place de travail pour l'entretien type @RIR
- Selon les standards, un rack 19'' pour installer les différents équipements de la télécommande et les installations télécom pour la partie ILTIS.

4.6.3.3 T-ILOK

Une télécommande de type T-ILOK avec SSS sera installé dans le bâtiment de service du nouvel enclenchement de Nyon.

4.6.3.4 Desserte et affichage

Adaptation à la nouvelle topologie des voies.

Les différents éléments vont changer de nom (contacts de rail, ELV, compteurs d'essieux, signaux principaux, signaux nains) selon RTE ce qui impliquera une adaptation complète de la loupe ILTIS.

4.6.3.5 Numéro de train/acheminement automatique des trains

Adaptation à la nouvelle topologie des voies.

4.6.3.6 Dispositifs anti-engorgement

Une nouvelle zone d'anti-engorgement doit être étudiée pour respecter le profil d'exigences et les besoins de FUB.

4.6.3.7 Demandeur de voie

Le demandeur de voie existe déjà sur le Do67 et sera transféré sur le nouvel enclenchement.

4.6.3.8 Systèmes voisins

Non concerné.

4.6.3.9 Système de tests

Pour les tests d'usine, la SIOP B et la mise en service, un système de test est nécessaire telles qu'un SSS et un ILOK provisoire. Il est impératif d'avoir un système de contrôle pertinent pour la sécurité.

Après la mise en service l'ILOK sera remplacé par un T-ILOK standard.

4.6.3.10 Particularités de la technique de conduite

La coordination avec le service télécom CFF est indispensable pour garantir le bon fonctionnement et la mise en place des diagnoses et du système ILTIS.

4.6.4 Contrôle de la marche des trains/ETCS L1 LS

Toute l'installation est dotée d'un dispositif de contrôle de la marche des trains selon le R I-20027 et le R I-50115, y.c. les libérations de vitesse (« Release speed ») et les empêchements de départ.

La loop n'a pas pu être projetée pour les signaux F55, F54 et G4 à cause de la topologie de la gare (AV20 et AV23 qui empêchent d'avoir la loop suffisamment longue). A la place, on équipera ces signaux des balises délocalisées afin d'abaisser la RS à 15 km/h selon les décisions du Design-team LSS No. 779, 780 et 877.

4.6.5 Chauffage d'aiguille

4.6.5.1 Installations intérieures

La commande principale actuelle du chauffage des aiguilles de type HSS_08 sera déplacée du local des câbles actuel au nouveau BS.

Des nouvelles liaisons filaires entre la commande principale et les cabines seront installées par "Câble" pour pouvoir garantir la communication entre ces éléments.

Une prise LAN devra être installée par "Telecom" pour pouvoir consulter à distance les chauffages d'AV.

Une alimentation 230V sera installée par "TA" pour faire fonctionner cette commande principale.

4.6.5.2 Installation extérieure

Une nouvelle liaison filaire entre la cabine 02 et la commande principale qui se situera dans le nouveau BS sera installée via des "KV SAZ" pour pouvoir communiquer entre ces 2 éléments.

La cabine 03 aura elle aussi sont bus de communication renouvelée via des "KV SAZ". Elle accueillera aussi le chauffage des nouveaux Sabots 25 et 26.

Pour la cabine 04 elle gérera en plus le chauffage de l'AV de déraillement 41.

4.6.6 Enclenchements voisins

Les enclenchements voisins de Nyon sont ceux de Gland (Do67, 1977) et de Coppet (Do67, 1986). La voie de Nyon-Eysins n'est pas centralisée.

La pleine voie entre Gland et Nyon est actuellement centralisée à Nyon, et celle entre Nyon et Coppet, à Coppet.

Les interfaces avec les enclenchements voisins seront adaptées dans le cadre de ce projet.

L'interface entre Gland et Nyon restera via le block INTEGRA TMN, mais:

- le nombre de cantons de block augmentera et les numéros seront adaptés selon le concept de numérotation de la ligne,

- les images transmises et reçues seront modifiées,
- le câble de ligne sera remplacé.

L'interface entre Nyon et Coppet restera via le block INTEGRA TMN, mais:

- la frontière sera déplacée, car une partie de la pleine voie sera centralisée à Nyon. Le block interne pour les voies 91-91 va disparaitre.
- les images transmises et reçues seront modifiées,
- le câble de ligne sera remplacé par un dispositif anti-engorgement programmé dans l'enclenchement.

4.6.7 Profil d'espace libre

Le profil d'espace libre a été contrôlé dans le périmètre global du projet et les empiétements suivants ont été constatés :

- GLA C5 Km 34.067 - La fondation existante et le nouveau pied du signal empiètent ponctuellement sur l'espace pour le dégagement d'évacuation - obstacle franchissable, n'entrave pas l'évacuation du train.
- P861 Km 35.300 - L'axe du mât à 3.20 m de l'axe de la voie au lieu de 3.50 m (RTE 20012 §6.9.4) en raison de la limite de la parcelle CFF. Pas d'empiètement dans le PEL.
- P774 Km 41.276 - L'axe du mât à 3.20 m de l'axe de la voie au lieu de 3.50 m (RTE 20012 §6.9.4) en raison de la paroi anti-bruit. Pas d'empiètement dans le PEL.
- P776 Km 42.006 - L'axe du mât à 3.20 m de l'axe de la voie au lieu de 3.50 m (RTE 20012 §6.9.4) pour éviter le talus. Pas d'empiètement dans le PEL.

Des projets connexes de renouvellement de voie ferrée seront réalisés et entièrement terminés avant le début du présent projet. Tous les plans fournis tiennent compte de la position théorique de voie après la réalisation des projets connexes de voie ferrée.

4.7 Courant de traction

Le projet de construction est conçu et réalisé conformément aux dispositions en vigueur ainsi qu'aux normes et dispositions applicables de la SIA. Il tient notamment compte de l'ordonnance du 23 novembre 1983 sur la construction et l'exploitation des chemins de fer (ordonnance sur les chemins de fer, OCF, RS 742.141.1) et de ses dispositions d'exécution du 1er novembre 2020 (DE-OCF) ainsi que de l'ordonnance du 30 mars 1994 sur les lignes électriques (OLEI, RS 734.31).

Le dimensionnement des supports LC et de leurs fondations est exécuté conformément à la réglementation RTE 27200.

4.7.1 Situation initiale

La gare de Nyon est équipée actuellement de deux types de caténaires, du type R140 du km 36.600 au km 38.670 et du type N60 du km 38.670 au km 39.500.

Cette dernière, est alimentée par les sous-stations de Luins et des Tuileries. Deux lignes détournées jumelées sur des supports distincts traversent la gare (deux câbles côté Jura et deux côté Lac). Quant au poste de distribution (module ABB), il se situe au km 38.910.

L'ancienne ligne d'alimentation 33kV Bussigny – Genève, déclenchée et mise à terre, se trouve en prolongement des mâts LC entre Nyon et Coppet.

4.7.2 Ligne de contact

Le projet du nouvel enclenchement de Nyon comprend une intervention sur un nouveau transformateur.

Les supports existants n°5 et 7 seront supprimés et déplacés de quelques mètres en direction de Lausanne pour permettre une meilleure visibilité sur le signal D31. La ligne de contact de l'amarrage mobile du mât n°7 sera prolongée d'environ 100 mètres en direction de Gland et amarrée sur le portique d'amarrage existant n°3-4 situé au km 37.574.

Les travaux de génie civil et TechFer, nécessite de poser provisoirement des isolations de section aux talons des AV 5, 7, 35 et 37 avec le pontage des sectionnements côté Lausanne et Genève.

Pour permettre la dépose des passerelles à signaux situées au km 39.199, 40.280 et 41.300 ainsi que la pose de la nouvelle au km 39.476, l'ancienne ligne de transport 33 kV Bussigny - Genève "hors service" se situant en prolongement des mâts LC existant du km 38.235 (mât n°39) au km 43.000 (mât n°28S) ainsi que les anciens mâts la supportant seront déposés.

Les supports de ligne de contact à remplacer sont représentés dans le plan de situation joint. L'apparence des nouveaux mâts et jougs correspond aux profils en travers typiques joints. Les supports LC qui ne sont plus nécessaires seront enlevés.

Données techniques:

- Système de ligne de contact: CFF LC N / CFF R
- Profil d'espace libre: OCF 3
- Profil du pantographe: OCF S2 Euro

4.7.3 Construction des fondations

L'évaluation des caractéristiques locales du sol, avec l'appréciation des conditions d'utilisation des fondations de ligne de contact standard avec homologation de série CFF, est documentée dans la liste des fondations (voir liste des fondations en pièce n°14.10).

Les anciennes fondations des mâts n°5, 7 anc., 7, 77A, 79A, 18A, 94A et 20A seront démolies et arasées (-30 cm) sous le terrain naturel.

4.7.4 Retour de courant

Le retour de courant s'effectue conformément au manuel des mises à terre RTE 27900.

Le circuit de retour du courant de traction est constitué de deux câbles de retour de 95 mm^2 en cuivre, de chaque côté du sillon le long des supports LC, ainsi que les rails et le sol. Le câble de retour de courant est relié électriquement aux rails à des distances régulières (tous les 250-300 m).

Les câbles de retour du courant ainsi que les connexions électriques des rails sont représentés dans les plans de situation joints.

4.7.5 Concept d'alimentation et sectionnement

Un transformateur de 100kVA pour le secours de l'alimentation électrique du nouveau bâtiment de service sera installé sur le nouveau mât n°86A situé au km 37.090.

4.7.6 Normes

4.7.7 Concept de mise à la terre

Les mises à terre sont exécutées conformément aux prescriptions OCF, DE-OCF et au manuel des mises à terre RTE 27900.

4.7.8 Distance électrique / protection contre les contacts

La mesure de protection contre les contacts directs est réalisée conformément aux DE-OCF et à la norme NS EN 50122-1.

Aucune mesure particulière n'est nécessaire.

4.7.9 Protection contre les oiseaux

Les installations de la ligne de contact sont exécutées conformément à la directive de protection des oiseaux.

4.7.10 Profil d'espace libre

Les distances entre les mâts et l'axe de la voie sont prévues selon la réglementation Profil d'espace libre (RTE 20012).

La distance normale entre les mâts de ligne de contact (3,5 m à partir de l'axe du mât en pleine voie, resp. 2,5 m d'espace libre dans les gares) est respectée partout dans le périmètre du projet.

4.7.11 Tracés parallèles et croisements de lignes à haute tension

La ligne de transport 140 Sous-station de Bussigny – Luins - Genève 132 kV croise les installations LC existantes entre Gland et Nyon au km 37.070.

4.7.12 Position des points de séparation électriques avec les signaux

La séparation électrique au km 39.066 se trouve dans la zone d'évaluation et est admissible selon l'appréciation des risques effectuée et est approuvée par le propriétaire des installations.

4.8 Installations à câbles

Canalisation pour câbles Les installations à câbles doivent être adaptée selon les besoins du projet. Dans la mesure du possible, Les canalisations à câbles existantes sont réutilisées. Afin que tous les éléments soient raccordés avec des tubes ou caniveaux, Les chemins de câbles doivent être complétés et étendus. Les chemins à câbles qui ne sont plus nécessaire seront démontés et éliminés de manière appropriée.

Les nouvelles traversées à câbles sous voie seront conformes à la RTE 21110, section 4.5. Concernant les traversées à câbles existante, il a été contrôler que la profondeur est suffisante et quelle ne gêne en rien les travaux à effectuer.

Les nouvelles traversées à câbles suivantes seront réalisées :

Nr	Lieu [Ligne] ; [km]	Type	Distance	Profondeur	Année de construction	Type de sol	Remarque
1	150 ; 35.305	2PE150	8.73m	Min. 1.3m	2029		Alimentation signaux IS

2	150 ; 35.862	2PE150	8.47m	Min. 1.3m	2029		Alimentation signaux IS
3	150 ; 36.575	2PE150	8m	Min. 1.3m	2029		Alimentation signaux IS
4	150 ; 36.995	2PE150	8.77m	Min. 1.3m	2029		Alimentation signaux IS
5	150 ; 37.065	12PE150	23.55 m	Min. 1.3m	2029		Traversée principale vers le RL01
6	150 ; 37.556	2PE150	7.51m	Min. 1.3m	2029		Alimentation signaux IS
7	150 ; 37.742	2PE150	8.36m	Min. 1.3m	2029		Alimentation signaux IS
8	150 ; 38.077	2PE150	21.36 m	Min. 1.3m	2029		Alimentation signaux IS
9	150 ; 38.178	12PE150	16.35 m	Min. 1.3m	2029		Traversée principale
10	150 ; 38.217	1PE200	7.33m	Min. 1.3m	2029		Alimentation signaux IS
11	150 ; 38.258	2PE150	4.37m	Min. 1.3m	2029		Alimentation signaux IS
12	150 ; 38.544	3PE150	4.32m	Min. 1.3m	2029		Alimentation signaux IS
13	150 ; 38.787	2PE200	9.09m	Min. 1.3m	2029		Alimentation signaux IS
14	150 ; 38.355-38.761	4PE200	406m	0.5-1.5m	2029-2030		Ajout de tube dans la batterie principale du quai
15	150 ; 38.872	2PE150	8.78m	Min. 1.3m	2029		Alimentation signaux IS
16	150 ; 38.892	3PE150	1.81m	Min. 1.3m	2029		Alimentation signaux IS
17	150 ; 39.402	2PE150	8.59m	Min. 1.3m	2029		Alimentation signaux IS
18	150 ; 40.193	2PE150	8.64m	Min. 1.3m	2029		Alimentation signaux IS
19	150 ; 40.593	2PE150	8.47m	Min. 1.3m	2029		Alimentation signaux IS
20	150 ; 40.793	2PE150	8.56m	Min. 1.3m	2029		Alimentation signaux IS
21	150 ; 41.280	2PE150	8.48m	Min. 1.3m	2029		Alimentation signaux IS

Les anciennes traversées à câbles suivantes seront supprimées :

Nr [Chambre]	Lieu [Ligne] ; [km]	Type	Distance	Année de construc-tion	Type de sol	Remarque
1 (4-5)	150 ; 35.284	1PE150	8.21m	N.C – N.C		Ancienne traver-sée a câbles
2 (7-8)	150 ; 35.593	1PE100	8.34m	N.C – N.C		Ancienne traver-sée a câbles
3 (52-53)	150 ; 37.327	1PE150	8.61m	2016-2016		Ancienne traver-sée a câbles
4 (1-2)	150 ; 37.475	1PE150	8.41m	2016-2016		Ancienne traver-sée a câbles
5 (3-4)	150 ; 37.570	1PE150	8.65m	2008-2007		Ancienne traver-sée a câbles
6 (8-9)	150 ; 37.811	1PE150	9.51m	1995-1995		Ancienne traver-sée a câbles
7 (33)	150 ; 38.184	1PE200	2.67m	N.C		Ancienne traver-sée a câbles
8 (155-156)	150 ; 39.095	2TC200	8.97m	N.C – N.C		Ancienne traver-sée a câbles
9 (6-7)	150 ; 40.852	1PE200	9.54m	N.C - 1996		Ancienne traver-sée a câbles

Les traversées à câbles suivantes seront conservées :

Nr	Lieu [Ligne] ; [km]	Type	Dis-tance	Profon-deur [cm]	Année de construc-tion	Type de sol	Remarque
3 (N1-N2)	150 ; 36.401	1PE150	9.51m	160	2023-2023		Traversée a câbles
9 (11-12)	150 ; 37.974	1PE200	4.40m	100	1995 – 1995		Traversée a câbles
10 (12-13)	150 ; 37.974	1PE200	4.56m	100	1995 - 1995		Traversée a câbles
17 (26-27)	150 ; 38.145	1PE200	5.23m	80	N.C – N.C		Traversée a câbles
18 (27-28)	150 ; 38.145	1PE200	4.05m	80	N.C – N.C		Traversée a câbles
19 (28-30)	150 ; 38.145	1PE200	9.42m	70	N.C – N.C		Traversée a câbles
20 (28-29)	150 ; 38.145	1PE200	4.12m	85	N.C – N.C		Traversée a câbles
21 (29-30)	150 ; 38.145	1PE200	4.82m	70	N.C – N.C		Traversée a câbles
23 (31-32)	150 ; 38.163	1PE200	5.70m	50	N.C – N.C		Traversée a câbles
26 (35-36)	150 ; 38.214	1TC200+1PE150	7.51m	130 - 70	N.C – 2018		Traversée a câbles
29 (49-50)	150 ; 38.317	1PE100	6.31m	40	N.C – N.C		Traversée a câbles
30 (49-53)	150 ; 38.317	1TC200	16.54 m	80	N.C – 1997		Traversée a câbles
31 (50-52)	150 ; 38.317	1TC200	4.57m	90	N.C – N.C		Traversée a câbles
32 (52-53)	150 ; 38.317	1TC200	5.25m	90	N.C – 1997		Traversée a câbles
33 (53-55)	150 ; 38.317	1TC200	5.15m	95	1997 – 1997		Traversée a câbles
34 (53-57)	150 ; 38.317	1TC200	10.76 m	100	1997 – 1997		Traversée a câbles
35 (55-58)	150 ; 38.317	1TC200	9.63m	75	1997 – N.C		Traversée a câbles
36	150 ; 38.317	1TC200	4.24m	75	1997 – N.C		Traversée a câbles

(57-58)							
37 (64-66)	150 38.354	1PE200	5.97m	80	N.C – N.C		Traversée a câbles
44 (106-107)	150 ; 38.520	1TC200+2TC150	11.50 m	60 - 65	1997 – N.C		Traversée a câbles
45 (113-116)	150 ; 38.569	1PE200	4.28m	120	N.C – N.C		Traversée a câbles
48 (134-135)	150 ; 38.685	1PE200	5.26m	80	N.C – 2017		Traversée a câbles
49 (135-136)	150 ; 38.685	1PE200	4.61m	70	2017 – N.C		Traversée a câbles
50 (136-137)	150 ; 38.685	1PE200	4.78m	70	N.C – N.C		Traversée a câbles
51 (140-141)	150 ; 38.734	1TC200	3.70m	60	N.C – N.C		Traversée a câbles
52 (143-145)	150 ; 38.764	1PE150	4.44m	60	N.C – N.C		Traversée a câbles
53 (147-148)	150 ; 38.874	1PE150	4.60m	80	N.C – N.C		Traversée a câbles
54 (152-153)	150 ; 38.902	1TC200	9.58m	50	N.C – N.C		Traversée a câbles

Les traversées existantes ont été contrôlées concernant le nivellement. Toutes les traversées présentent une course de verrouillage conforme.

4.8.1 Câbles

Tous les câbles des différentes unités spécialisées sont déplacés selon les exigences du projet.

Les câbles qui ne sont plus nécessaires sont démontés et éliminés de manière appropriée.

4.8.2 Profil d'espace libre

Le profil d'espace libre a été vérifié dans le périmètre global du projet et aucun empiétement n'a été constaté.

4.9 Installations de télécommunication

4.9.1 Généralités

Les équipements et prestations mentionnés dans ce rapport technique font partie du catalogue de produits TC. Leurs mises en œuvre sont conformes à la stratégie de gestion des plateformes de CFF Télécom.

L'ensemble des prestations décrites se limitent à la construction du bâtiment d'enclenchement et à son interconnexion.

4.9.2 Infrastructure de base TC

L'infrastructure de base comprend les locaux, les racks, leurs alimentations et câblages.

Elle est adaptée selon les besoins.

4.9.3 Câbles TC

A l'issue de l'installation et du raccordement des nouveaux câbles fibres et cuivres, les liens optiques et électriques sont validés au moyen de mesures dûment protocolées, réalisées par télécom.

Les nouveaux câbles fibres pour le raccordement des équipements sont mesurés afin de vérifier la continuité et les valeurs de pertes optiques.

Les câbles de lignes 1002 et 1102 ne seront pas interrompus. Le bâtiment sera connecté avec deux câbles optiques à Nyon et Gland.

Une armoire externe est prévue pour les câbles de tiers.

4.9.4 Réseaux de données Business Data

Les installations Business Data sont dimensionnées sur la base des besoins exprimés dans le projet actuel.

Les différents éléments de réseau sont mis en conformité et au besoin, déplacés afin de centraliser et optimiser l'utilisation des surfaces.

4.9.5 Réseau de données Rail-Data

Une infrastructure de réseau Rail-Data est réalisée pour le raccordement des équipements de la technique de conduite, conformément au concept en vigueur.

4.9.5.1 Gestion des interventions (Changemanagement)

Le processus de gestion des interventions en vigueur au sein de CFF Infrastructure implique que toute action dans le réseau de télécommunication CFF soit soumise pour approbation à une évaluation standardisée comprenant une estimation des risques.

Ce processus sera appliqué pour l'ensemble des travaux télécom mentionnés précédemment.

5 Environnement

La procédure déterminante pour la mise en œuvre du présent projet est la procédure fédérale d'approbation des plans selon l'art. 18, al. 1, de la loi sur les chemins de fer (LCdF). L'autorité chargée de délivrer les autorisations est l'Office fédéral des transports (OFT). L'Office fédéral de l'environnement (OFEV) est son service spécialisé. Les autorités cantonales sont consultées dans le cadre de la procédure.

Bien que le projet ne soit pas soumis à l'EIE, il convient d'appliquer les prescriptions de protection de l'environnement (art. 3 et 4 de l'OEIE). Les investigations sur les effets du projet se basent sur la check-list Environnement pour les installations ferroviaires (OFT/OFEV 2022). Les résultats de ces clarifications sont documentés dans un rapport environnemental distinct (pièce n° 01.05).

6 Acquisition de terrains et de droits

Le tableau des droits à acquérir (pièce n°09.02) comporte des informations sur l'acquisition définitive des terrains, les sollicitations temporaires et les servitudes. Les surfaces concernées sont présentées dans le plan d'emprises n°09.01.01

6.1 Acquisition définitive des terrains (emprises définitives)

Le tableau des droits à acquérir figure à la pièce n°09.02.

6.2 Acquisition de servitudes

Les servitudes concernées sont présentées dans le plan d'emprises n°09.01.01

6.3 Sollicitations temporaires (emprises temporaires)

Le plan d'emprise (pièce n°09.01.01) indique les surfaces nécessaires pour les voies d'accès et devant être utilisées de manière temporaire.

Les travaux requerront env. 18300 m² de terrain pendant la construction. Au total, 31 parcelles et 9 propriétaires sont concernés.

Le tableau des droits à acquérir figure à la pièce n°09.02.

7 Phases des travaux et réalisation des travaux

7.1 Déroulement des travaux

Les conditions cadres concernant les mesures d'exploitation sont les suivantes :

Ligne principale (150) :

- 1 voie : 7h/nuit (di/lu à je/ve)

Interruption totale :

- 45min/nuit
- 5h/nuit sa/di

Ligne Nyon-Eysin (159) :

- En semaine : 12h00-08h00 (lu à je)
- Week-end : ve 12h00 à lu 07h00

7.2 Site de montage

Le montage du BS (mise en place de la superstructure) se fera à l'aide d'une autogrue au fur et à mesure de la livraison des éléments préfabriqués (il n'est donc pas nécessaire de stocker les modules sur site avant leur mise en place). Cette opération, bien que relativement courte (environ 1 semaine) nécessite une surface d'environ 400 m2 à proximité directe de l'emplacement du BS.

La livraison des éléments se fera par camion via le Chemin du Coutelet.

L'autogrue sera placée sur dans la parcelle du BS et devra probablement être déplacée à 2 reprises en direction de Lausanne, ceci compte tenu de la longueur du bâtiment.

7.3 Voies de garage

Compte tenu du trafic extrêmement chargé de la ligne 150 Lausanne-Genève, il sera difficile de manœuvrer des convois « à travers » les voies principales. Dès lors, des zones d'enraillement, respectivement des voies de garages seront prévu de part et d'autre des voies principales, à savoir

- Côté Lac : Voies 57
- Côté Jura : Voies 5-55 / 7

La pièce 8.91 illustre ces éléments

7.4 Desserte et logistique

Les installations de chantier principales sont prévues comme suit :

Côté Jura : dans le périmètre de la place logistique VU ainsi que sur le parking de la gare. Environ 30 containers de chantier sont prévus sur cette place d'installation de chantier.

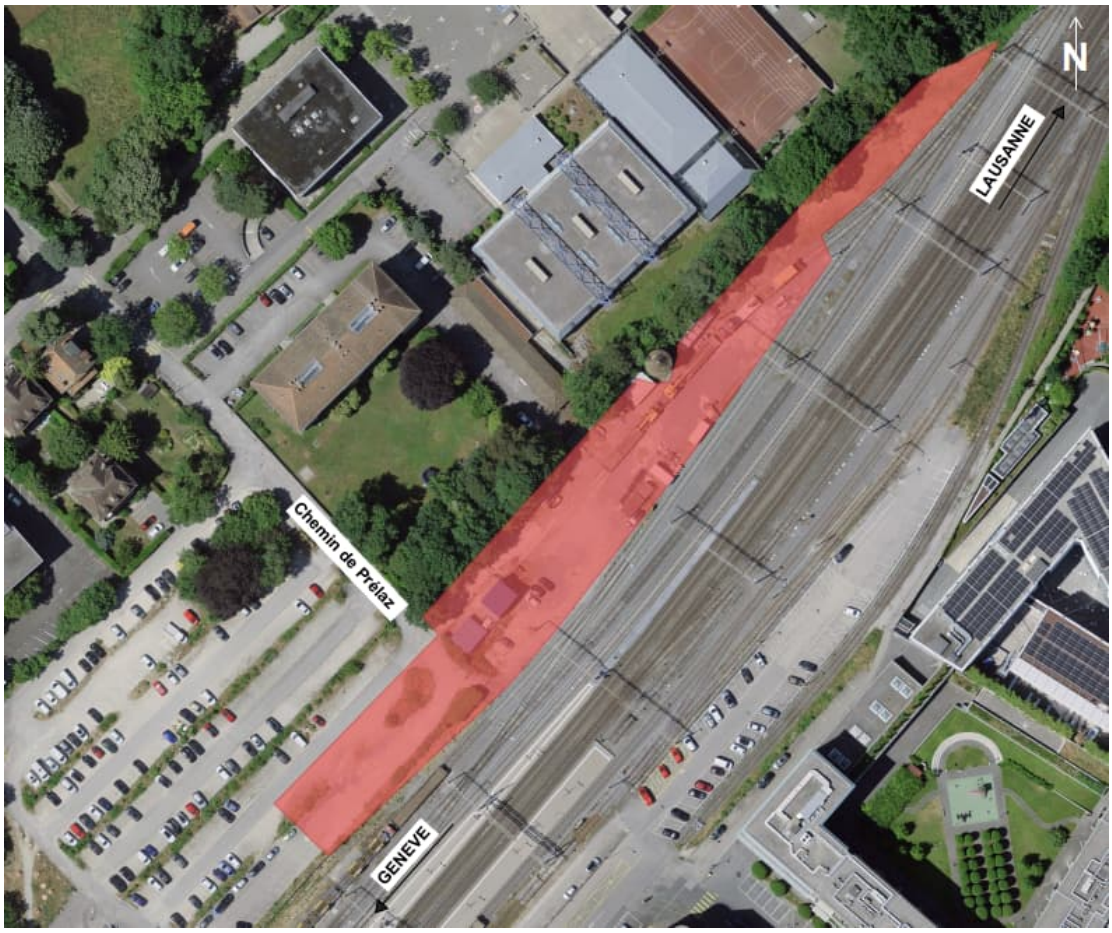


Illustration n° 14: Zone d'installation place VU.

Côté Lac : à l'extrémité du P+R entre les voies 57 et 48-58. Dans ce secteur, 19 places de parc seront condamnées temporairement durant les travaux. A la fin des travaux, une glissière de sécurité sera mise en place le long de la voie 48, dans le prolongement de la glissière existante.

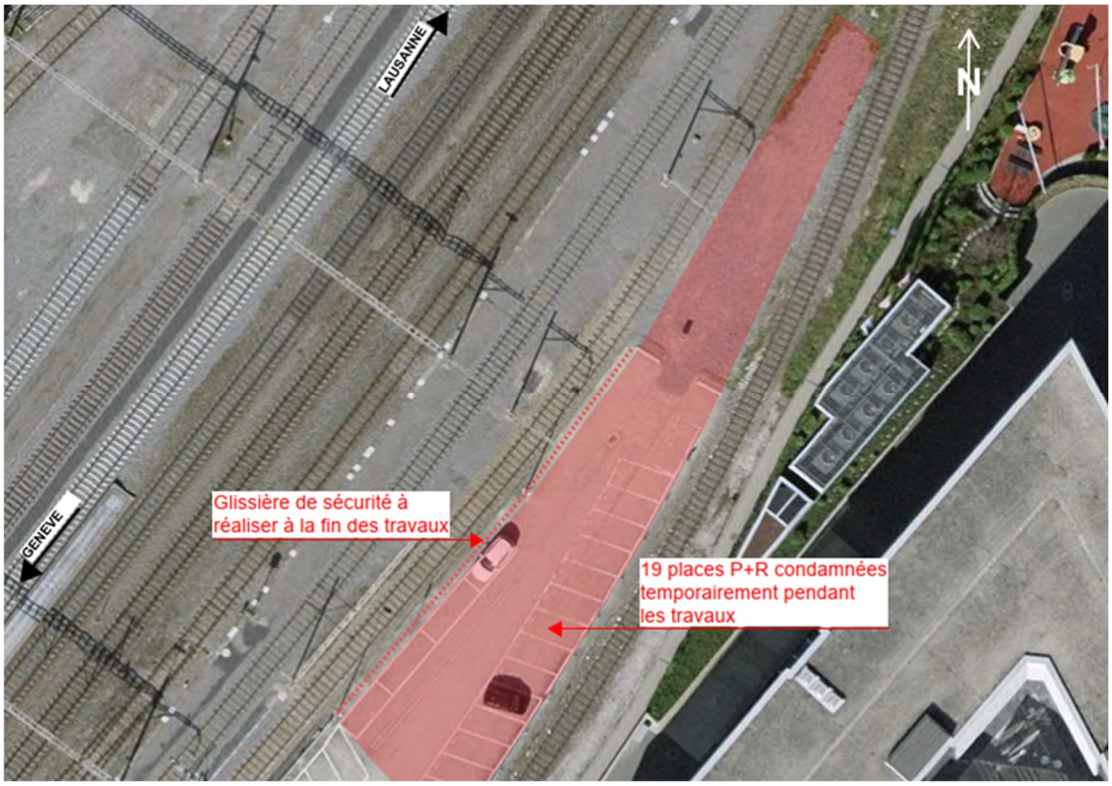


Illustration n° 15: Zone d'installation de chantier Lac (P+R)



Illustration n° 16: Zone d'installation de chantier Lac (P+R)

A l'arrière des heurtoirs des voies 53 et 58 : 5 places pour vélo/motos seront condamnées temporairement durant les travaux. L'accès à l'enclos des containers à ordures sera coordonné en phase de chantier de manière à permettre l'enlèvement des ordures.



Illustration n° 17 : Zone d'installation de chantier heurtoir voies 53 et 58

Sur le côté « Lausanne » et à l'arrière (côté quai 1) du bâtiment de service actuel (BS 03) : la place « pompiers » sera condamnée temporairement durant les travaux. La sculpture métallique existante sera démontée définitivement, de même que les lettres en béton jaune devant la Coop de manière à assurer le flux des piétons provenant du passage piéton en direction du quai 1. Les accès au parcomètre, borne hydrante et Selecta seront maintenus. Des potelets seront mis en place (e = 1.30cm) pour interdire l'accès au quai 1 aux véhicules.

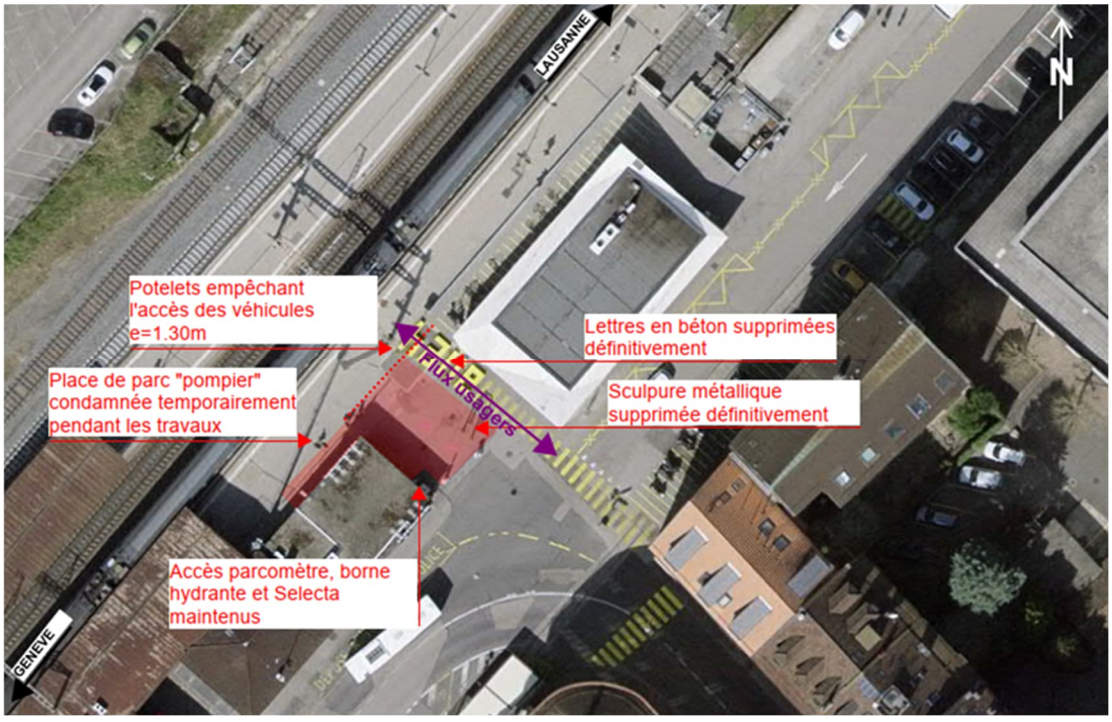


Illustration n° 18: Zone d'installation de chantier bâtiment de service actuel (BS 03).



Illustration n° 19: Aménagements existants zone d'installation de chantier bâtiment de service actuel (BS 03).

Prangins

La zone d'installation de chantier de Prangins sera utilisée principalement pour la réalisation de la traversée principale, du bâtiment de service ainsi que des aménagements extérieurs. Les cabanons de jardins, garage et annexes de la maison de garde seront démolis.



Illustration n° 20 : Zone d'installation place du bâtiment de service projeté

Des containeurs provisoires sont prévus sur la place d'installation de chantier de Prangins.

Pour des travaux ponctuels, des emprises provisoires ont été prévues. Pour la réalisation des escaliers de service, de nouveaux accès et clôtures, des emprises ont été prévue à proximité de chaque emplacement.

Les fondations des escaliers ainsi que les portails d'accès seront réalisés par moyens routiers d'où le besoin d'emprises provisoires ponctuelles à proximité. La pose des escaliers en revanche est prévue par moyens ferroviaires.

La pièce numéro 8.91 du dossier d'appel d'offre illustre l'emplacement des zones d'installations de chantier.

Selon la typologie de travaux et les secteurs, la logistique de chantier est prévue comme suit :

- Travaux en zone de gare et place du BS (AV de déraillement, traversée principale) : logistique routière GC et ferroviaire
- Travaux en zones hors gare (fondations, caniveaux, technique ferroviaire) : logistique principalement ferroviaire (train de chantier, moyens rail-route).

Les murs de soutènement ainsi que les fondations sur pieux sont notamment prévus d'être réalisés avec une logistique ferroviaire et des engins rail-route.

7.5 Installations provisoires

Certains ouvrages nécessitent la réalisation d'installations provisoires. Les installations provisoires ainsi que leur réalisation sont décrites ci-dessous.

7.5.1 Constructions ponctuelles (chambres, fondations SAZ-LC)

Si nécessaire, selon la qualité et géométrie des terrains rencontrés au droit des fondations ou chambres EC, des systèmes de soutènement de fouille de type Krings ou similaire pourront être utilisés.

7.5.2 Traversée principale

7.5.2.1 Cellule Jura

Afin de réaliser la traversée principale, au moyen d'un microtunnelier, une cellule de départ est nécessaire. Celle-ci sera située du côté Jura des voies sur la parcelle n°319 à Prangins.

L'enceinte de fouille de la cellule de départ sera réalisée à l'aide d'une paroi de pieux sécants, soutenus avec un système de butonnage. Ce type de soutènement permet, en combinaison avec un radier provisoire en fond de fouille, de garantir l'étanchéité de la cellule, y compris lors du percement de l'enceinte par le microtunnelier.

L'enceinte de fouille, d'une dimension de 5.55m x 10.15m, est située à 8.75m de l'axe de la voie la plus proche. De plus, elle est située à l'extérieur de la zone de sécurité de la ligne haute tension traversant la parcelle. La réalisation des pieux et de la cellule de départ peut donc être réalisée de jour, sans mesures d'exploitations particulière.

Après la réalisation du microtunnelier, de la chambre à câbles et du remblayage de la cellule, le sommet des pieux seront recépés sur une hauteur d'environ 1m, afin de ne pas gêner les aménagements extérieurs de la place.

Sur la paroi côté Jura de la cellule, les pieux seront recépés sur une hauteur plus importante afin de ne pas entrer en conflit avec les fondations du futur bâtiment de service et de permettre la réalisation de la batterie de câble entre la chambre et le bâtiment de service.

Le détail de la cellule ainsi que de ses aménagements est présenté dans les pièces 12.201.01 à 12.201.10 du présent dossier.

7.5.2.2 Cellule Lac

La traversée principale nécessite également une cellule d'arrivée, qui sera réalisée du côté Lac des voies. La cellule d'arrivée sera réalisée également à l'aide de pieux sécants et système de butonnage.

L'enceinte de fouille, d'une dimension de 5.55m x 5.95m, est située à 2.90m de l'axe de la voie la plus proche. De plus, cette cellule sera réalisée sous la ligne haute tension traversant la parcelle.

La proximité des voies et l'emplacement sous la ligne haute tension nécessite une réalisation de la cellule de nuit et interdiction de la voie côté lac. Le gabarit de la foreuse permet d'éviter de toucher à la ligne haute tension, mais entre dans le gabarit de sécurité, fixé à 5m. La ligne haute tension devra donc être déclenchée lors des nuits de réalisation des pieux.

Une emprise sur le chemin de la redoute est nécessaire afin de réaliser la cellule. Afin de permettre le passage des bus, un espace libre de 3.50m sera garanti.

L'accès à la cellule côté lac se fera depuis le chemin de la Redoute. La PAB actuelle sera déposée et une rampe provisoire sera réalisée afin de compenser la différence d'altitude entre la route et la parcelle ferroviaire.

Une fois les travaux terminés, la rampe sera remblayée et la PAB remise en place. Lors de la repose de la PAB, la ligne haute tension sera à nouveau déclenchée.

Le déroulement des travaux se fera selon les principales étapes décrites ci-dessous. Les travaux nécessitant des mesures d'exploitations se feront de nuit.

- Dépose PAB (interdiction de la voie lac, déclenchement ligne haute tension).
- Réalisation de la rampe d'accès et terrassement (interdiction de la voie lac).
- Réalisation des pieux (interdiction de la voie lac, déclenchement ligne haute tension).
- Excavation et pose des soutènements de l'enceinte de fouille (interdiction de la voie lac).
- Réalisation de la traversée principale (travaux non-stop).
- Sortie du microtunnelier de la cellule d'arrivée (interdiction de la voie lac, déclenchement ligne haute tension).
- Réalisation de la chambre à câbles (interdiction de la voie lac).
- Remblayage autour de la chambre et de la rampe et recépage des pieux (interdiction de la voie lac).
- Repose de la paroi anti-bruit (interdiction de la voie lac, déclenchement ligne haute tension).

7.5.3 Mur de soutènement de KV

La réalisation du mur de soutènement de KV nécessite la mise en place d'une micro berlinoise provisoire, afin de soutenir la voie lac durant les travaux de réalisation du mur.

La micro berlinoise, d'une longueur d'environ 30m, sera réalisée à l'aide de profilés HEB, de béton projeté et de panneaux de bois pour sa partie supérieure, qui sera démolie en fin de travaux.

Le déroulement des travaux se fera selon les principales étapes décrites ci-dessous. Les travaux se dérouleront de nuit et nécessiteront une interdiction de la voie lac.

- Fonçage des profilés de la micro berlinoise.
- Excavation et démolition du garde-ballast actuel. Réalisation de la micro berlinoise en parallèle.
- Réalisation des micropieux.
- Pose des éléments préfabriqués et réalisation du mur du soutènement.
- Pose des chambres à câbles et KV.
- Sciage de la partie supérieure de la micro berlinoise et remblayage.

Le détail de la cellule ainsi que de ses aménagements est présenté dans le plan 12.303.01 ainsi que dans les rapports 12.303.04 à 12.303.10 du présent dossier.

7.5.4 Mur de soutènement bacs à fleurs

Le mur de soutènement bacs à fleurs servira à soutenir le talus situé en amont de la voie Jura.

Le mur bacs à fleurs est un mur en L en béton armé. Afin de réaliser la semelle située à l'arrière du mur, un soutènement provisoire est nécessaire. Ce soutènement, réalisé au fur et à mesure du terrassement, sera matérialisé par une paroi de béton projeté et de clous.

La paroi provisoire sera réalisée de nuit, avec interdiction de la voie Jura.

7.6 Sécurité des chantiers/choix de la méthode d'avertissement appropriée

Les prescriptions de sécurité applicables dans le cadre des travaux de planification et de réalisation doivent être respectées conformément à la réglementation CFF.

Il s'agit notamment des éléments suivants:

- R RTE 20100 Sécurité lors de travaux sur et aux abords des voies
- R RTE 20600 Sécurité lors de travaux sur les installations électriques ferroviaires
- R I-10007 Port obligatoire de l'équipement de protection individuelle au sein d'Infrastructure

8 Dates/échéances

Le Planning général du projet est le suivant :

DAP Prévisionnelle : Automne 2026

Début des travaux : Hiver 2029

Mise en service : Automne 2030

Fin des travaux : Eté 2031

9 Rapport de sécurité

9.1 Explication de principe

L'installation a été prévue de façon à garantir un fonctionnement en toute sécurité. Aucun risque élevé ne découle de la réalisation du projet. Le projet prévu ne constitue un risque accru ni pour l'exploitation ferroviaire, ni pour les personnes ou l'environnement. Renvoi aux documents suivants:

- Bâtiment de service
- Convention d'utilisation et base du projet (pièces n° 12.603.05, 12.603.06, 12.604.02 et n° 12.604.03 du dossier)
- Calculs statiques (pièce n° 12.604.04 du dossier)
- Traversée principale
- Convention d'utilisation et base du projet (pièces n° 12.201.02 et n°12.201.03 du dossier)
- Calculs statiques (pièce n° 12.201.04 du dossier)
- Rapport de contrôle de l'expert (pièce n° 12.201.06 du dossier)
- SIOP A1 (pièce jointe à la demande)
- Soutènement de talus
- Convention d'utilisation et base du projet (pièces n° 12.303.04 et n° 12.303.05 du dossier)
- Calculs statiques (pièce n° 12.303.06 du dossier)
- Rapport de contrôle de l'expert (pièce jointe à la demande)
- SIOP A1 (pièce jointe à la demande)
- Zone de déraillement
- Convention d'utilisation et base du projet (pièces n° 12.901.04 et n° 12.901.05 du dossier)

Le projet de construction est conçu et réalisé conformément aux dispositions en vigueur ainsi qu'aux normes et dispositions applicables de la SIA. Il tient notamment compte de l'ordonnance du 23 novembre 1983 sur la construction et l'exploitation des chemins de fer (ordonnance sur les chemins de fer, OCF, RS 742.141.1), des dispositions d'exécution de l'ordonnance sur les chemins de fer (DE-OCF, 1er novembre 2020) et de l'ordonnance du 30 mars 1994 sur les lignes électriques (ordonnance sur les lignes électriques, OLEI, RS 734.31).

Les CFF attestent que, dans le cas présent, les essais techniques et le contrôle des dossiers de projet ont été effectués par des organes internes aux CFF et que le projet répond aux dispositions déterminantes de la législation sur les chemins de fer et les installations électriques ainsi qu'aux instructions internes des CFF. Les indications nécessaires concernant les domaines techniques figurent dans les documents fournis.

9.2 Exploitation ferroviaire pendant la construction

L'exécution des travaux a lieu en dehors des voies et de leurs abords, durant le trafic ferroviaire régulier et dans le respect des prescriptions de sécurité CFF. Sur les voies et à leurs abords, on ordonne des travaux de nuit uniquement lorsque la sécurité de l'exploitation et la protection des personnes l'exige ou lorsque les travaux concernés ne peuvent être effectués que durant la relâche du trafic avec interdiction de voie. S'agissant des travaux réalisés dans la zone dangereuse (lignes de contact et trafic ferroviaire), on prendra des mesures de sécurité conformément aux prescriptions pertinentes. Les distances minimales par rapport à l'axe de la voie, les dispositions relatives au profil d'espace libre ainsi que les distances par rapport aux installations sous tension sont respectées.

9.3 Analyse et évaluation des risques

9.3.1 Délimitation

Les situations de risques non traitées dans les documents indiqués au chap. 10.1 sont réparties entre les phases de construction et d'exploitation.

9.3.2 Phase de construction

N°	Situation de risque	Degré de probabilité	Étendue des dégâts	Évaluation du risque	Mesure
1	Accidents de personnes internes au chantier	Moyenne	Dégâts corporels et matériels	Moyenne	Respect des normes et règlements et port des EPI
2	Collision entre des machines de chantier et des trains	Moyenne	Lésions corporelles, dégâts matériels, interruption de trafic	Elevée	Dispositif de sécurité, travaux durant les intervalles des trains, barrières
3	Risque d'accident pour le personnel d'entreprise avec un convoi ferroviaire	Moyenne	Dégâts corporels et matériels	Elevée	Dispositifs de sécurité : Equipements de protection individuelle obligatoire
4	Choc électrique	Moyenne	Lésions corporelles	Elevée	Dispositifs de sécurité, déclenchements et/ou démontages de ligne de contact, barrières, mise à la terre de machines de chantier, mesures de limitation sur les machines de chantier. L'interruption dans le circuit de retour provoquée par l'enlèvement de rails doit être pontée, avant le début des travaux, au moyen d'un conducteur provisoire. On raccordera également à ce conducteur de pontage toutes les éventuelles connexions à la terre de mâts de la ligne de contact et d'autres constructions en fer, qui sont normalement raccordées à la terre-rail. Si l'on enlève une voie près d'un mât de ligne de contact mise à terre, on mettra à la terre un des mâts voisins.
5	Risque de court-circuit entre machines de chantier et la ligne de contact enclenchée lors de travaux de génie civil	Moyenne	Dégâts à la ligne de contact et aux machines de chantier Electrocution du personnel	Elevée	Déclenchement et mise à terre de la ligne de contact et des machines de chantier

N°	Situation de risque	Degré de probabilité	Étendue des dégâts	Évaluation du risque	Mesure
6	Risque d'engagement du profil d'espace libre de la voie contiguë	Moyenne	Collision avec les trains circulant sur la voie contiguë	Elevée	Dispositif de sécurité approprié
7	Présence de personnes privées sur le chantier	Moyenne	Dommages corporels	Moyenne	Délimitation du chantier à l'aide de barrières et signalisation
8	Déraillement dû à un abaissement de voie ou à la présence d'objets sur la voie	Moyenne	Lésions corporelles, dégâts matériels, interruption de trafic	Moyenne	Consolidations propres des fouilles et contrôles
9	Inondation du chantier, risque possible lors travaux de déviation des conduites	Moyenne	Interruption trafic probable et dommage matériel	Moyenne	Planification des travaux en fonction des prévisions météorologique sur au min. 3 à 5 jours
10	Risque de chute d'objets lors des travaux de construction	Moyenne	Lésions corporelles	Elevée	Equipement de sécurité pour les ouvriers

9.3.3 Phase d'exploitation

n°	Situation de risque	Degré de probabilité	Étendue des dégâts	Évaluation du risque	Mesure
11	Remise en service des voies	Faible	Interruption de trafic	Faible	Mesures de la géomatique réalisée après le deuxième bourrage et validé par CFF géomatique
12	Court-circuit à la ligne 15 kV	Moyenne	Interruption de l'exploitation	Moyenne	Système de protection à distance des courts-circuits, déclenchement du tronçon concerné

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

01.05

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100
Ligne : 159 km : 0.000 - 0.640

Cantons : Vaud, Genève

Communes : Gland, Prangins, Nyon, Crans (VD), Céligny

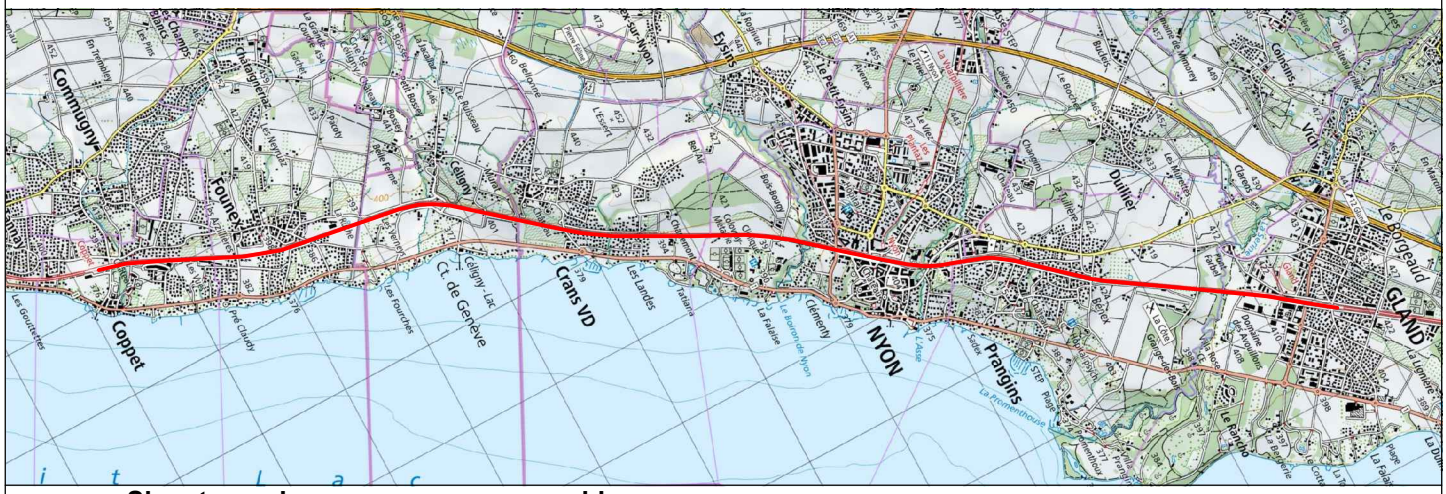
Echelle	Format
-	A4

N° Plan

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

NOTICE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL



Signatures des personnes responsables :
A1. ☒ Signatures originales dans le document B. ○ Signature ci dessous
Ci-dessous :
A2. ☒ Signatures des personnes pro forma

CFF SA
Infrastructure Projets

CFF SA
Environnement Projets

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

Myriam Michel
Chef de projet
I-AEP-ENG-UMW-RWTC

CSDINGENIEURS
INGÉNIEUX PAR NATURE

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	09.05.2025	GBV / LLO	NDU/MIC		
2					
3					
4					

CSD INGÉNIEURS SA
Chemin de Montelly 78
Case postale 302
CH-1000 Lausanne 16
+41 21 620 70 00
lausanne@csd.ch
www.csd.ch

CSDINGENIEURS
INGÉNIEUX PAR NATURE



SBB CFF FFS

Nyon, renouvellement de l'enclenchement

Notice d'impact sur l'environnement

Lausanne, le 09.05.2025/ FCH001256.19

SBB CFF FFS

CSDINGENIEURS
INGÉNIEUX PAR NATURE

Table des matières

1 Introduction 1

2 Procédure 1

2.1 Procédure décisive 1

2.2 Demandes d'autorisation spéciales 1

3 Site et environs 2

4 Projet 2

4.1 Description du projet et des installations de chantier 2

4.2 Projets connexes 4

4.3 Aménagement du territoire 4

4.4 Utilisation rationnelle de l'énergie 4

4.5 Description de la phase de réalisation (chantier) 5

4.6 Transport de chantier 6

5 Pertinence environnementale 7

6 Domaines environnementaux sans impact attendu 8

7 Domaines spécialisés traités 9

7.1 Nature et paysage 9

7.2 Forêt 16

7.3 Eaux souterraines 18

7.4 Evacuation des eaux 20

7.5 Eaux superficielles et écosystèmes aquatiques/pêche 22

7.6 Prévention des accidents majeurs 23

7.7 Sites pollués 29

7.8 Déchets et gestion des matériaux 32

7.9 Sols 34

7.10 Air 41

7.11 Emissions lumineuses 42

7.12 Bruit 43

7.13 Vibrations 47

7.14 Surfaces d'assolement 47

7.15 Protection des monuments et des sites construits 49

7.16 Archéologie et paléontologie 50

7.17 Voies de communication historiques 51

7.18 Mobilité douce 53

8 Suivi environnemental de la phase réalisation (SER) 55

9 Synthèse des mesures 56

10 Impressum 61

11 Disclaimer 61

Liste des figures

Figure 4-1 : Localisation du nouveau bâtiment de service (source : map.geo.admin.ch)..... 2
Figure 4-2 : Localisation du projet (rouge : projet de construction, rose : installations de chantier, jaune : début/fin du périmètre). 3
Figure 4-3 : Emprise de chantier au km 35.5. 5
Figure 4-4 : Emprise de chantier au km 37.1 concernant la création du bâtiment d'enclenchement. 6
Figure 4-5 : Emprise de chantier au km 38.4 au niveau de la gare de Nyon. 6
Figure 6-1 : Carte de ruissellement de surface dans le secteur de la zone de déraillement. 8
Figure 6-2 : Carte de ruissellement de surface dans le secteur du futur bâtiment d'enclenchement à Prangins..... 8
Figure 7-1 : Secteur de jardin - vue depuis le chemin du Coutelet 9
Figure 7-2 : Boisement - vue depuis le chemin du Coutelet 9
Figure 7-3 : Haie de laurier cerise au 1er plan, buissons horticoles au 2e plan. 10
Figure 7-4 : Arbres en phase de sénescence – vue du Nord-Est. 10
Figure 7-5 : Massifs horticoles autour des bâtiments désaffectés..... 10
Figure 7-6 : Localisation de l'aire forestière entre le km 38.35 et 39.45. 16
Figure 7-7 : Localisation de l'aire forestière au km 38.15. 16
Figure 7-8 : Localisation de l'aire forestière au km 37.1. 17
Figure 7-9 : Coupe type de modification des chambres de drainage. 21
Figure 7-10 : Localisation des cours d'eau et des installations de chantier. 22
Figure 7-11 : Risque pour l'indice « Population » / Evaluation détaillée du risque par tronçon de 100 m (Screening CFF, 2018)..... 24
Figure 7-12 : Risque pour l'indice « Eaux superficielles » / Evaluation détaillée du risque par tronçon de 100 m (Screening CFF, 2018) 25
Figure 7-13 : Risque pour l'indice « Eaux souterraines » / Evaluation détaillée du risque par tronçon de 100 m (Screening CFF, 2018) 26
Figure 7-14 : Localisation du bâtiment d'enclenchement avec détail de la toiture 27
Figure 7-15 : Représentation schématique des zones ATEX sur la toiture 28
Figure 7-16 : Concept de protection Incendie 28
Figure 7-17 : Sites pollués situées dans le périmètre de construction selon le cadastre des sites pollués cantonaux et de l'OFT (état le 16.12.2024). 29
Figure 7-18 : Plan de situation de la nature des sols. 35
Figure 7-19 : Photographies aériennes historiques du périmètre 36
Figure 7-20 : Exemple d'anthroposol (sol remanié) au sondage S3. 37
Figure 7-21 : Plan de situation de la typologie des sols. 37
Figure 7-22 : Plan de situation de l'épaisseur de la terre végétale (horizon A). 38
Figure 7-23 : Plan de situation de l'état de pollution des sols au sens de l'OSol 39
Figure 7-24 : De gauche à droite : un lampadaire sans capuchon, un lampadaire muni d'un capuchon insuffisant et un lampadaire muni d'un capuchon adéquat. 42
Figure 7-25 : Modélisation acoustique en 3D, avec bâtiment d'enclenchement (en bleu) et sources de bruit industrielles (en cyan) Niveaux d'évaluation nocturnes respectant les VP selon le DS (points récepteurs blancs)..... 45
Figure 7-26 : Modélisation acoustique en 2D, avec futur bâtiment d'enclenchement (en bleu) et sources de bruit (en cyan) Niveaux d'évaluation nocturnes respectant les VP de nuit (ronds verts)..... 45
Figure 7-27 : Localisation des emprises situées sur des SDA – km 40.0. 48
Figure 7-28 : Localisation des emprises situées sur des SDA – km 39.5. 48
Figure 7-29 : Extrait du plan de relevé ISOS. 49
Figure 7-30 : Localisation des régions archéologiques (www.geo.vd) – secteur gare de Nyon. 50

Figure 7-31 : Localisation de la voie de communication historique d'importance locale au km 35.5. 51
Figure 7-32 : Localisation de la voie de communication historique d'importance nationale au km 36.3. 52
Figure 7-33 : Localisation des voies de communication historiques d'importance nationale et locale au km 37.0. 52
Figure 7-34 : Localisation des voies de communication historiques d'importance nationale au km 40.0. 53
Figure 7-35 : Localisation des itinéraires de mobilité douce – km 39.3 – 39.7. 53
Figure 7-36 : Localisation des itinéraires de mobilité douce – km 37.5 – 38.0. 54
Figure 7-37 : Localisation des itinéraires de mobilité douce – km 37.0 – 37.5. 54
Figure 7-38 : Localisation des itinéraires de mobilité douce – km 35.5. 54

Liste des tableaux

Tableau 5-1 : Synthèse de l'évaluation environnementale du projet. 7
Tableau 7-1 : Impact du projet sur les surfaces IVEG 11
Tableau 7-2 : Synthèse des types de milieux impactés et des surfaces touchées par le projet en phase de réalisation et d'exploitation. *Les types de milieux naturels dignes de protection (selon annexe 1 OPN et RLPrPNP) sont indiqués* ***en gras.*** 13
Tableau 7-3 : Bilan des milieux naturels dignes de protection (selon annexe 1 OPN et RLPrPNP) avant et après travaux 14
Tableau 7-4 : Tableau de classification des risques OPAM pour les différents segments 23
Tableau 7-5 : Mesures à considérer en fonction de l'évaluation de l'état actuel. 27
Tableau 7-6 : Plan de gestion des déchets au sens de l'art. 16 OLED. 33
Tableau 7-7 : Surfaces indicatives de sols impactés de manière provisoire. 35
Tableau 7-8 : Sensibilité à la compaction des sols selon leurs textures. 38
Tableau 7-9 : Résultats d'analyses des polluants. 39
Tableau 7-10 : Surfaces indicatives de sols impactés de manière définitive (cf. Annexe I pour la localisation des sols). 40
Tableau 7-11 : Valeurs limites de planification selon l'annexe 6 OPB. 44
Tableau 7-12 : Emissions des sources de bruit considérées dans la modélisation (* valeurs spectrales modélisées à l'octave / MPB** mesure de protection contre le bruit selon coordination CVSE). 45
Tableau 7-13 : Niveaux d'immissions évaluées sans et mesures de protection contre le bruit (MPB) retenues. 46
Tableau 9-1 : Résumé des mesures environnementales intégrées au projet (phases de réalisation et exploitation). 56

Liste des annexes

Annexe A Références en bases légales

Annexe B Relevé des milieux

Annexe C REC

Annexe D Relevé des néophytes

Annexe E Note suivi reptiles

Annexe F Concept d'aménagement paysager – Denogent

Annexe G Secteur de protection des eaux Au et üB

Annexe H Diagnostics des polluants

Annexe I Carte des types de sols

Annexe J Bordereux d'analyses des sols – Wessling AG

Annexe K Evaluation de la conformité selon art. 3 OSites Nyon, parcelle 640, site n° Eva 246.53 (Geotest SA)

Annexe L Fiches technique des installations techniques (aérorefroidisseur, etc.)

Annexe M Concept de sécurité, Protection contre les explosions – Modell Titan, Groupe froid et pompe à chaleur propane

1 Introduction

Le renouvellement de l'enclenchement de Nyon doit permettre de créer les conditions nécessaires à la mise en conformité LHand de la gare de Nyon. D'importantes modifications du plan de voies ainsi que le phasage du projet de la gare de Nyon nécessiteront le remplacement de l'enclenchement à relai par un enclenchement électronique. Le nouvel enclenchement devra faire l'objet d'une mise en service antérieure au début des travaux de la gare. De plus, l'appareil d'enclenchement actuel, construit en 1977, arrivera en fin de vie en 2031.

Le renouvellement de l'enclenchement actuel de Nyon consiste à :

- Remplacer les éléments des signaux,
- Mettre en conformité les installations de sécurité de la gare de Nyon,
- Construire un nouveau bâtiment de service à Prangins,
- Aménager une zone de déraillement sur la ligne Nyon-Eysin,
- Créer des accès de service pour l'entretien.

2 Procédure

2.1 Procédure décisive

Les coûts d'investissement seront inférieurs à 40 millions. Selon l'annexe de l'Ordonnance relative à l'étude de l'impact sur l'environnement (OEIE, RS 814.011), chiffre 12.2, les installations destinées exclusivement ou essentiellement au trafic ferroviaire sont soumises à étude d'impact sur l'environnement lorsque le devis excède 40 millions de francs. Ainsi, cette modification d'installation ferroviaire n'est pas soumise à étude d'impact sur l'environnement (EIE).

Bien que ce projet ne soit pas soumis à étude d'impact sur l'environnement, les dispositions de la protection de l'environnement s'y appliquent (OEIE, art. 3 et 4). Les investigations environnementales pertinentes et leurs conclusions sont nécessaires pour la demande d'approbation des plans du projet. Elles sont traitées par la présente notice d'impact sur l'environnement (NIE) et reposent sur la liste de contrôle Environnement pour les installations ferroviaires (OFT et OFEV, 2022).

La procédure décisive du projet est celle de l'approbation des plans (PAP ; art. 18 al. 1 de la loi fédérale sur les chemins de fer – LCdF – du 20 décembre 1957) qui débouche sur une décision d'approbation des plans (DAP) délivrée par l'autorité compétente. La procédure est déterminée par le droit fédéral. L'autorité compétente est l'Office fédéral des transports (OFT), au sens de l'art. 18 al.2 LCdF.

2.2 Demandes d'autorisation spéciales

La présente notice demande les autorisations spéciales suivantes :

- Demande de dérogation selon l'art. 15 LPrPNP pour ce qui concerne les abattages des arbres (entièrement compensés) et d'une haie vive (replantée après-travaux) (cf. chapitre 7.1).
- Demande de dérogation selon art. 17 al. 3 LFo ([21] Annexe A) et l'art. 27 LVLFo ([23] Annexe A) à la distance de 10 mètres à la lisière forestière pour des installations de chantier (cf. chapitre 7.2) ;
- Demande d'autorisation selon l'art. 37, al.2 LEaux pour les travaux réalisés dans l'espace réservé aux eaux (ERE) (cf. chapitre 7.4.2).

3 Site et environs

Le projet de renouvellement de l'enclenchement de Nyon se situe sur la ligne 150 Lausanne – Genève-Aéroport. Le tronçon concerné par l'étude s'étend du KM 33.919 au KM 43.000 sur les communes de Gland, Nyon, Crans-près-Céligny et Céligny (GE). Le projet se situe sur le domaine ferroviaire actuel.

4 Projet

4.1 Description du projet et des installations de chantier

Le renouvellement de l'enclenchement de Nyon doit permettre de créer les conditions nécessaires à la mise en conformité LHand de la gare de Nyon (projet ISP 1161180). En effet, les importantes modifications du plan de voies et le phasage du projet de la gare de Nyon nécessitent le remplacement de l'enclenchement à relais (Domino 67) par un enclenchement électronique. L'appareil d'enclenchement actuel, construit en 1977, arrivera en fin de vie en 2031.

Le **renouvellement de l'enclenchement** est prévu dans un nouveau bâtiment de service, qui sera situé à Prangins. Le **futur bâtiment de service** est constitué d'un bâtiment préfabriqué, conforme aux nouveaux standards de bâtiments de service CFF. Il s'agit d'un bâtiment sans sous-sol avec des fondations superficielles (semelles) d'une profondeur d'environ 80 cm.



Figure 4-1 : Localisation du nouveau bâtiment de service (source : map.geo.admin.ch).

Afin de raccorder les nouveaux signaux et installations de sécurité au nouveau bâtiment de service, une **nouvelle traversée à câbles principale** est planifiée. En effet, le bâtiment de service est situé du côté Jura des voies, alors que les caniveaux principaux sont côté Lac. Cette traversée est réalisée à l'aide d'un microtunnelier, afin de limiter l'impact sur l'exploitation. La traversée se situera à 3.5m de profondeur dans un tube de 800mm.

Des **traversées secondaires à câbles** seront également réalisées afin de raccorder les nouvelles installations de part et d'autre des voies (km 35.303, 36.577, 36.972, 37.553, 37.742, 38.077, 38.258, 38.544, 38.787, 38.872, 39.402, 40.193, 40.593, 40.793, 41.270, cf. pièce 12.201.01).

L'**infrastructure nécessaire aux câbles du nouvel enclenchement (caniveaux, traversées secondaires)** est également prévue dans le cadre du projet. Afin que les caniveaux soient posés de manière conforme, plusieurs chambres EC seront déplacées entre Prangins et Nyon. Ces dernières sont actuellement trop proches de l'axe de la voie Lac et en conflit avec la position du caniveau projeté.

Des travaux sont également prévus afin de permettre la **réalisation des fondations SAZ (installations de sécurité et contrôle de la marche des trains) et nouveaux KV (distributeurs à câbles).** Il s'agit notamment de la réalisation de deux de murs soutènement (km 38.783 – 38.811 et km 37.748), ainsi que le déplacement de clôtures.

Un **AV de déraillement** (uniquement changement) sur la voie 74 (anciennement 73) de la ligne Nyon-Eysin sera posé avec mise en place d'une protection de flanc pour les trais en dérive sur environ 170m (km 0.393 – 0.568) à l'entrée de la gare de Nyon. Une **banquette en ballast** de 2m environ de largeur sera posée à l'intérieure de la courbe. De plus, les rails-repères situés dans l'emprise seront démolis (cf. pièces 12.901.01 – 12.901.05).

Différents **accès aux voies** seront en outre créés pour le personnel de service :

- Km 34.130 : place de parc en grave ;
- Km 36.395 : escalier côté lac ;
- Km 37.555 : escalier avec nouveau portail côtés Jura et Lac ;
- Km 37.748 et 37.760 : escalier avec nouveau portail et clôture côtés Jura et Lac ;
- Km 40.800 : escalier côté Jura.

Afin de garantir la sécurité et de limiter l'impact sur l'exploitation, le nouvel enclenchement ainsi que l'ensemble des nouvelles installations de sécurité seront construits et testés avant de mettre en service le nouvel enclenchement. Cette mise en service se fera sous forme d'opération coup de poing, sur un weekend.

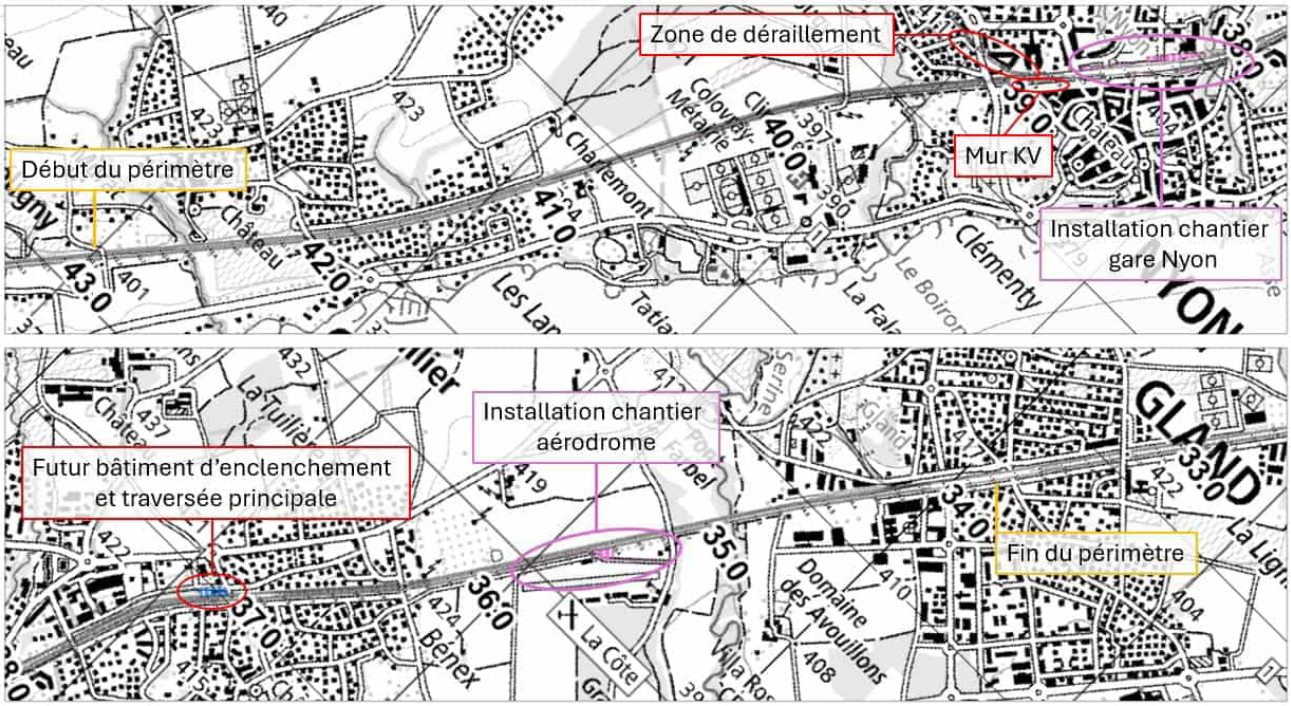


Figure 4-2 : Localisation du projet (rouge : projet de construction, rose : installations de chantier, jaune : début/fin du périmètre).

4.2 Projets connexes

Les projets ferroviaires connexes suivants ne font notamment pas partie du présent projet :

- NY (Nyon), mise en conformité quais/nouveau PI et successions serrées ;
- Lausanne-Genève, distancement à 2 minutes ;
- MOR (Morges), mise en conformité de la gare de Morges et des quais ;
- ALL (Allaman) : viaduc Aubonne ;
- COP (Coppet), mise en conformité de la gare et des quais ;
- COP-GE (Coppet-Genève), prolongement des quais ;
- TAN (Tannay), mise en conformité LHand ;
- GDBE (Genthod-Bellevue), mise en conformité LHand ;
- GE (Genève), Gare souterraine ;
- NY (Nyon), FbE26, AV 3,4,5 et 7 – 2026 ;
- GLA-NY (Gland-Nyon), FbE28, voie 423 – 2028 ;

Les projets de tiers connus (canton, commune, projets privés), contigus au périmètre du projet sont les suivants :

- NY (Nyon), étude-test périmètre gare de Nyon (ville de Nyon), 2022-2023 ;
- NY (Nyon), élargissement du PI routier de Etraz (ville de Nyon), dès 2027 ;
- NY (Nyon), passerelles de mobilité douce Nyon – Prangins (ville de Nyon), 2028-2029.

4.3 Aménagement du territoire

Les emprises définitives sont affectées principalement en zone ferroviaire. Environ 3'200 m^2 d'emprises définitives seront affectées en zone ferroviaire dans le cadre du présent projet, afin de réaliser la voie de déraillement et le bâtiment de service. Ces emprises sont actuellement en zone affectée à des besoins publics 15 LAT ou en zone d'habitation de très faible densité 15 LAT.

Le bâtiment de service à Prangins se situe dans le plan d'extension partiel domaine CFF ([12]). Dans ce secteur, seul les bâtiments et installations en relation avec l'exploitation CFF sont autorisées. Le projet est donc conforme au règlement.

4.4 Utilisation rationnelle de l'énergie

La politique énergétique vaudoise est régie par la loi cantonale sur l'énergie (LVLEne) et son règlement d'application (RLVEne) dont les principaux objectifs sont :

- Une consommation économe et rationnelle de l'énergie ;
- Un approvisionnement énergétique suffisant, diversifié, sûr, économique et respectueux de l'environnement ;
- Un recours accru aux énergies indigènes et renouvelables.

Conformément à ces exigences, le 20% du besoin en électricité devra être produit par des capteurs solaires. A cet effet, 275 m^2 de la toiture du bâtiment d'enclenchement seront recouvert de panneaux photovoltaïques. La puissance prévue de l'installation est de 66.88 kWp, soit environ 80'000 kWh de production annuelle. La consommation annuelle totale en électricité est estimée à 190'000 kWh/an, dès lors la production photovoltaïque représente 42.1 % de la consommation totale et est conforme à la loi cantonale sur l'énergie.

4.5 Description de la phase de réalisation (chantier)

4.5.1 Planning

Selon le planning prévisionnel, la durée globale des travaux est d'environ 39 mois, de janvier 2029 jusqu'à avril 2032, avec une mise en service du bâtiment d'enclenchement au 30.09.2030.

Le montage du bâtiment de service sera réalisé à l'aide d'une autogrue au fur et à mesure de la livraison des éléments préfabriquées.

Le chantier se réalisera sous exploitation ferroviaire et prévoit uniquement un weekend de travaux intensifs entre Gland et Coppet lors de la mise en service. La majorité des travaux devront être réalisés de nuit (environ 760 nuits) pour des raisons de sécurité et afin de permettre l'exploitation de la ligne ferroviaire.

4.5.2 Evacuation des matériaux et trafic de chantier

L'acheminement et l'évacuation des matériaux ainsi que le déplacement des machines se fera principalement par moyens ferroviaires en raison de l'environnement principalement urbain avoisinant le périmètre des travaux. Pour ce faire, deux lieux de transbordement et de stockage de matériaux intermédiaires sont prévus sur les places d'installation de chantier. De cette manière, le nombre de camions entre le centre-ville de Nyon et de Prangins sera limité.

Selon la typologie des travaux et les secteurs, les logistiques de travail seront les suivantes :

- Bâtiment de service, traversée à câbles, réaménagement de la place : logistique routière ;
- Travaux en zone de gare : principalement par logistique ferroviaire.

Les travaux de génie civil seront réalisés en partie par train de chantier ou moyens rail-route et en partie par moyens routiers. Les travaux de câbles et des signaux seront réalisés par moyen ferroviaire (utilisation de trains de chantier). Le bâtiment de service sera transporté par camion jusqu'à Prangins et placé grâce à l'utilisation d'autogrue.

4.5.3 Installations de chantier provisoires

Les principales places d'installation de chantier sont décrites ci-dessous. Pour visualiser la totalité des emprises de chantier, se référer à la pièce *08.91_Plan des places d'installation de chantier* du dossier PAP.

Aérodrome

L'emprise de chantier de l'aérodrome est prévue pour stocker les matériaux et accéder aux voies.

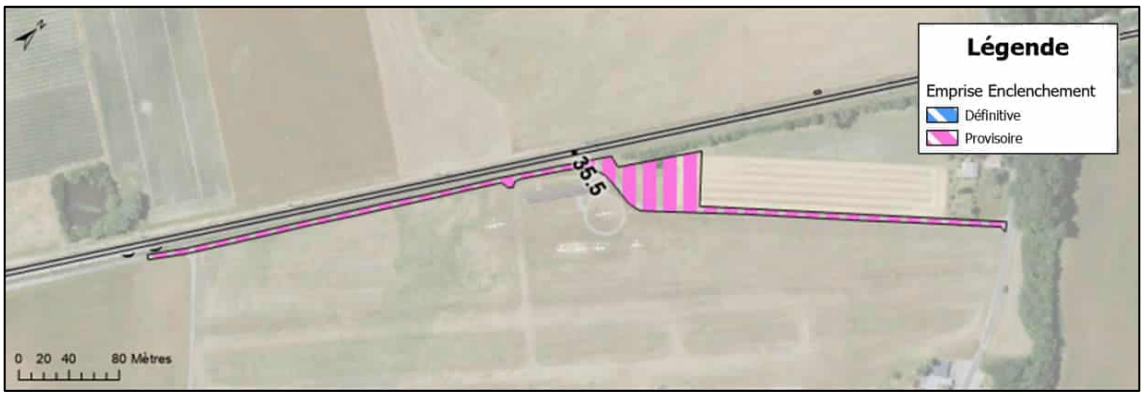


Figure 4-3 : Emprise de chantier au km 35.5.

Prangins

L'emprise de chantier à Prangins est prévue pour réaliser les travaux liés au bâtiment d'enclenchement ainsi qu'à la traversée à câbles et les aménagements extérieurs. Une base de vie sera prévue sur cette emprise (espace suffisant).



Figure 4-4 : Emprise de chantier au km 37.1 concernant la création du bâtiment d'enclenchement.

Gare de Nyon

Le côté Jura et lac des emprises de chantier situées à la gare de Nyon seront utilisés, afin de stocker les matériaux et pour préparation des trains de chantier. Cette base sera utilisée pour tous les travaux nécessitants des moyens ferroviaires. Une base de vie sera également prévue dans ce secteur (espace suffisant).

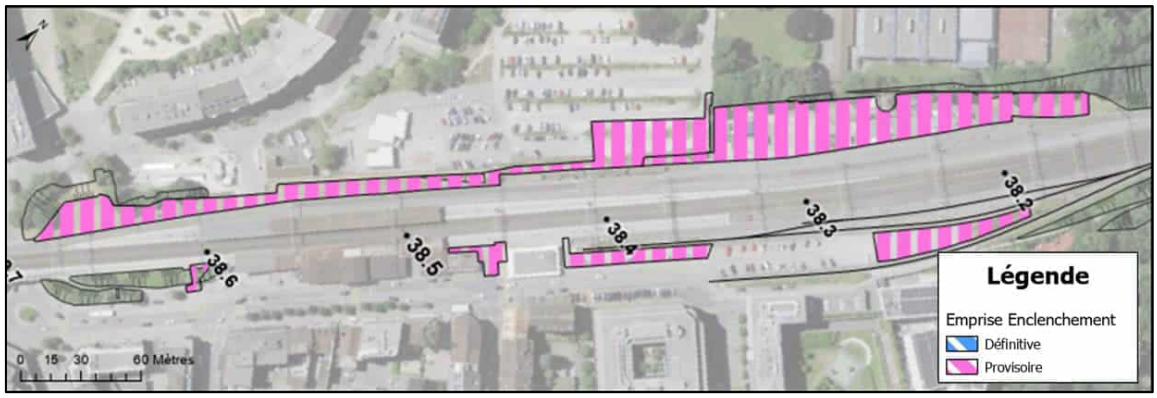


Figure 4-5 : Emprise de chantier au km 38.4 au niveau de la gare de Nyon.

4.6 Transport de chantier

Le chantier impliquera un transport routier par poids-lourds estimé à environ 3'831 mouvements (y compris apports et évacuation) au total (471 de nuit et 3'360 de jour). Sur 20 mois de travaux, cela la représente en moyenne, 6 mouvements par jour (6h-22h) et 1 mouvement par nuit (22h-6h) qui s'ajouteront aux TJM des axes alentours.

5 Pertinence environnementale

Le Tableau 5-1 est basé sur la liste de contrôle Environnement pour les installations ferroviaires (OFT et OFEV, 2022). Il synthétise les évaluations environnementales réalisées au chapitre 7 sur la base de l'état actuel du projet et des informations disponibles.

Tableau 5-1 : Synthèse de l'évaluation environnementale du projet.

Domaine	Suivi environnemental de la phase de réalisation	Nature et paysage	Forêts	Eaux souterraines, approvisionnement en eau	Évacuation des eaux	Eaux superficielles et écosystèmes aquatiques/piscicoles	Prévention des accidents majeurs	Sites pollués	Déchets et gestion des matériaux	Sol	Air	Rayonnement non ionisant	Emissions lumineuses	Bruit	Vibrations / bruit solidien rayonné	Dangers naturels	Surfaces d' assolement	Protection des monuments et des sites construits	Archéologie et paléontologie	Voies de communication historiques	Mobilité douce
Construction	oui	■	■	o	■	■	-	■	■	■	o	n.c.	■	o	o	n.c.	o	■	o	-	o
Exploitation	n.c.	■	-	o	-	-	■	■	-	-	-	n.c	■	■	-	n.c.	-	o	-	-	-

Légende :

- \- Pas d'impact environnemental (pas de mesure).
- o Les exigences légales peuvent être remplies en recourant à des mesures standard.
- ■ L'impact environnemental est en outre restreint par des mesures spécifiques.
- n.c. Domaine environnemental non concerné par le projet.

Les aspects principaux par domaine sont présentés dans les chapitres suivants selon la phase de réalisation et/ou d'exploitation et leur pertinence.

6 Domaines environnementaux sans impact attendu

Domaine	Pertinence
Rayonnement non ionisant (RNI ; champs électromagnétiques)	Le projet ne prévoit pas de modification de nombre de voies ou de modifications de la position de la ligne de contact. Aucun transformateur n'est prévu. Au niveau du futur bâtiment d'enclenchement, une ligne à haute tension passe dans le secteur. Par contre, aucun nouveau LUS n'est créé (pas de personnes travaillant dans le bâtiment d'enclenchement). Par conséquent, le projet n'a aucun impact dans le domaine des rayonnements non ionisant.
Dangers naturels : crues, mouvements de terrain, avalanches, séismes	Le périmètre du projet se trouve dans une zone sans danger naturel cadastré selon le guichet cartographique cantonal. Le projet et les emprises provisoires se situent en dehors de zone de danger d'inondation. Concernant l'aléa de ruissellement de surface, les Figure 6-1 et Figure 6-2 illustrent les zones potentiellement touchées par des événements rares à très rares selon le guichet cartographique de la Confédération. Le projet n'est pas de nature à modifier la situation actuelle. Le projet se situe également en zone sismique 1b (SIA 261). Aucune mesure particulière n'est nécessaire.

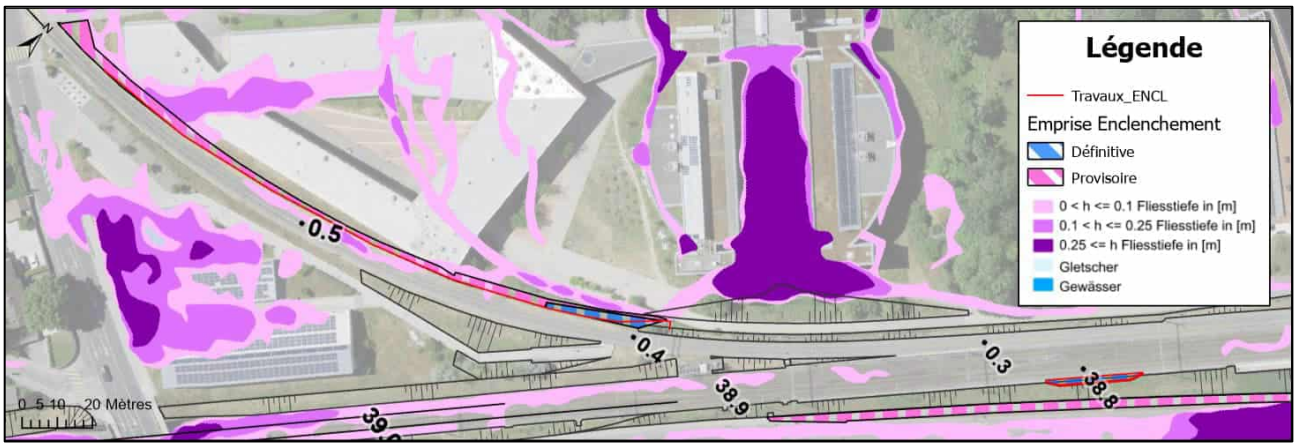


Figure 6-1 : Carte de ruissellement de surface dans le secteur de la zone de déraillement.

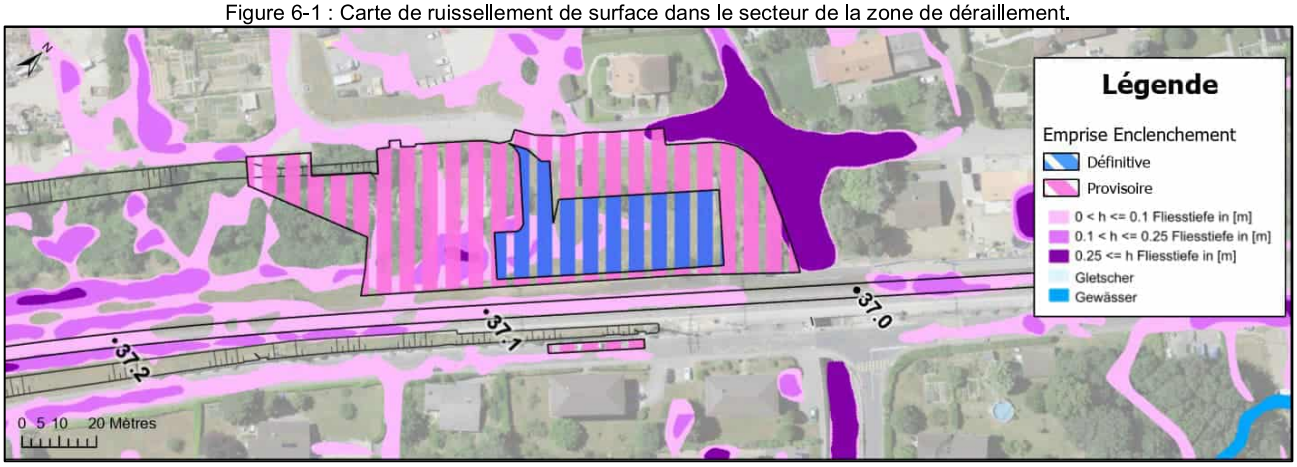


Figure 6-2 : Carte de ruissellement de surface dans le secteur du futur bâtiment d'enclenchement à Prangins.

7 Domaines spécialisés traités

7.1 Nature et paysage

7.1.1 Etat actuel

Des relevés de terrain ont été réalisés dans le cadre du projet connexe de la gare de Nyon, dont une partie des emprises concernent également le périmètre de projet, en juin et en novembre 2023. Des relevés complémentaires, spécifiquement axés sur les emprises de projet, ont été effectués en avril et en octobre 2024.

La description de l'état initial et l'analyse des effets du projet sur la nature se basent sur les informations recueillies sur le terrain. Le géoportail du canton de Vaud a été consulté en complément, de même que les données floristiques et faunistiques transmises par Info Species. Les principaux groupes pertinents dans le cadre du projet ont été pris en compte dans l'analyse.

Milieux et flore

Différents types de milieux (Annexe B) occupent les emprises de projet situées en périphérie des voies CFF. Leur degré de naturalité et leur valeur sur le plan écologique sont variables. Ils sont notamment fonction de leur localisation, ainsi que du mode d'entretien qui leur est apporté. Les emprises de projet concernent le site d'implantation du bâtiment de service et se répartissent également en différents endroits le long des talus ferroviaires et aux abords des voies.

Site d'implantation du bâtiment de service

Le site d'implantation du bâtiment de service est localisé sur la commune de Prangins, entre la ligne CFF et la zone industrielle du chemin de la Zyma. Il est bordé au Sud-Ouest par une surface forestière qui longe les voies ferrées. Il est constitué de deux secteurs distincts :

- Un secteur de « jardin », au Sud-Ouest, caractérisé par la présence de jardins cultivés avec de petits bâtiments attenants. Il comprend également un boisement - non cadastré forêt - qui se situe entre la limite Sud-Ouest du jardin et le pylône à haute-tension ;
- Un secteur de « friche », au Nord-Est, qui comprend deux bâtiments abandonnés (y c. l'ancienne gare de Prangins qui n'est plus desservie aujourd'hui).

Concernant le secteur de jardin, il se caractérise par une arborisation riche et diversifiée. Des arbres fruitiers de moyenne et haute tige (1 *Prunus avium* ainsi que 7 autres fruitiers *Prunus sp.*) sont localisés dans sa moitié Ouest (Figure 7-1), ainsi qu'un autre arbre isolé (*Carpinus betulus*). La densité ainsi que la diversité des arbres présents confèrent une haute valeur à cette entité. Concernant le boisement (Figure 7-2) localisé au Sud-Ouest, il se compose d'une strate arborescente indigène variée sur sa lisière avec le Chemin du Coutelet.



Figure 7-1 : Secteur de jardin - vue depuis le chemin du Coutelet



Figure 7-2 : Boisement - vue depuis le chemin du Coutelet

Sous la ligne à haute tension, la végétation est maintenue à un stade buissonnant, mais présente également un faciès indigène et diversifié. Ce boisement possède globalement une bonne valeur écologique.

Des milieux arbustifs délimitent l'Ouest et le Nord-Est du secteur. Quelques buissons isolés sont également présents au Nord du périmètre. Ces haies et buissons sont principalement constitués de variétés horticoles de faible valeur écologique.

La haie située à l'Ouest du secteur et qui longe le chemin du Coutelet est monospécifique et se compose de laurier cerise (*Prunus laurocerasus*), une espèce qui figure sur la liste des néophytes envahissantes de Suisse. La végétation herbacée du secteur se compose de gazon fleuri de faible valeur écologique.

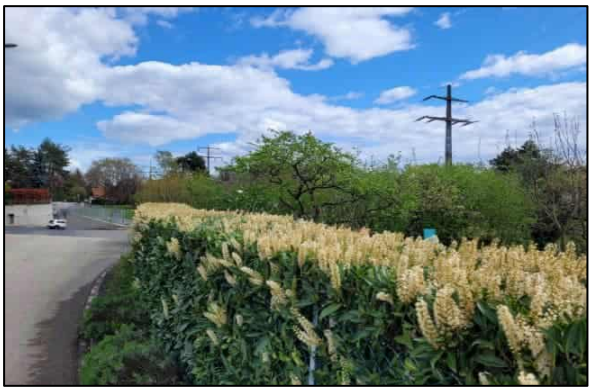


Figure 7-3 : Haie de laurier cerise au 1er plan, buissons horticoles au 2e plan.

Concernant le secteur de friche, l'arborisation de ce secteur comprend 4 fruitiers de moyenne et haute tige (3 *Prunus avium* & 1 *Juglans sp.*) ainsi qu'un mélèze (*Larix decidua)*. Elle se caractérise par une phase de sénescence avancée de haute valeur écologique. Comme pour ce qui concerne le secteur de jardin, les milieux buissonnants se composent d'espèces horticoles de faible valeur.



Figure 7-4 : Arbres en phase de sénescence – vue du Nord-Est.



Figure 7-5 : Massifs horticoles autour des bâtiments désaffectés.

La végétation herbacée, dominée par le brome dressé (*Bromus erectus*), présente une tendance maigre mais sa richesse floristique reste faible. Ce milieu naturel peut donc être identifié comme une pelouse mi-sèche médio-européenne (*Mesobromion*, LR CH : VU) peu diversifiée. Les bases de données indiquent l'observation de la prêle rameuse (*Equisetum ramosissimum Desf.*, LR CH : NT) et du torillis noueux (*Torilis nodosa (L.) Gaertn.*, LR CH NT) au Nord du secteur.

Talus ferroviaires et abords directs des voies

Les **milieux herbacés** qui occupent les abords des voies sont majoritairement constitués de végétation à tendance grasse, allant de la surface engazonnée très pauvre sur le plan floristique, à une végétation prairiale se rapprochant de la prairie de fauche (*Arrhenaterion*), plus diversifiée sur le plan spécifique bien que constituée d'espèces communes (*Arrhenaterum elatius, Dactylis glomerata, Lathyrus pratensis, Trifolium pratense, Galium album, Knautia arvensis, Medicago lupulina, Plantago lanceolata, Taraxacum officinale, Achillea millefolium*).

Cette prairie, qui occupe en grande partie les talus ferroviaires, est ponctuellement structurée par la présence de buissons ou de ronces. Certaines portions de talus présentent aussi un embuissonnement par de jeunes ligneux. Cet état est vraisemblablement ponctuel, l'entretien apporté à ces surfaces proches des voies visant à limiter leur développement. Dans les secteurs en retrait et sans doute non soumis à une fauche annuelle, la végétation de la prairie s'enrichit également de quelques espèces rudérales plus typiques de la friche (*Daucus carotta, Cichorium intybus, Echium vulgare, Reseda lutea, Pastinaca sativa, Verbena officinalis*).

Dans quelques secteurs bien exposés, une partie des talus ferroviaires et abords des voies présente cependant une végétation herbacée à faciès plus maigre et séchard qui correspond à la prairie mi-sèche médio-européenne (*Mesobromion)*. Ce type de milieu est protégé au sens de l'Ordonnance sur la protection de la nature (OPN, annexe 1). Caractérisée par la présence d'espèces comme *Bromus erectus, Sanguisorba minor, Anthyllis vulneraria, Dianthus carthusianorum*, ce type de prairie présente généralement une richesse floristique élevée et plusieurs plantes rares lui sont directement liées, dont notamment des orchidées protégées.

Les **milieux buissonnants et arborés** sont principalement localisés dans les environs de la gare, du côté Nord-Ouest des voies CFF. De petites entités sont également dispersées le long du linéaire de projet. Ces milieux comprennent des haies et massifs horticoles, des haies vives d'essences indigènes et des arbres isolés.

Des **surfaces agricoles** sont inclues dans une part des emprises provisoires. Ces dernières sont majoritairement constituées de surfaces de grandes cultures sans intérêt sur le plan écologique. Elles comprennent également de la jachère florale à proximité de l'aérodrome de la Côte. Ce type de surface de promotion de la biodiversité (SPB) sur terres assolées est particulièrement favorable du point de vue de la biodiversité. Une surface de jachère tournante (autre type de SPB) se situe dans le prolongement de la jachère florale. Comme son nom l'indique, ce type de jachère est destiné à changer régulièrement d'emplacement tous les 1 à 3 ans et il est probable qu'elle soit remplacée par une grande culture l'an prochain.

Inventaires et zones protégées

Le périmètre de projet ne comprend aucune surface à l'inventaire sur le plan fédéral. Sur le plan cantonal, la prairie sèche d'importance locale « Vieux Bourg CFF » L23-24 se situe en partie dans les emprises de projet. C'est également le cas de la prairie sèche d'importance régionale « Chantemerle CFF » J21-22. Par ailleurs la prairie sèche d'importance régionale « Bois-Bougy CFF » L25-26 est localisée à proximité immédiate des emprises de projet.

Dans un secteur élargi autour du linéaire de projet, le Boiron de Nyon et l'Asse à l'amont des voies CFF sont inscrits à l'inventaire cantonal des monuments naturels et des sites (IMNS), de même que le Signal de la Banderolle. Ces différentes entités se situent hors des emprises de projet.

Liaisons biologiques

Le réseau écologique cantonal (REC) (ANNEXE C) met en évidence la présence de deux liaisons biologiques amphibies d'importance régionale à proximité du linéaire de projet. Ces deux entités, situées le long du Boiron de Nyon et de la Promenthouse, sont considérées comme étant « à renforcer ». Les travaux ne sont pas de nature à permettre le renforcement de cette liaison.

Le Boiron de Nyon (à l'amont des voies CFF), la Promenthouse et leurs boisements d'accompagnement sont également identifiés par le REC en tant que territoires d'intérêt biologique prioritaire (TIBP), ce qui traduit l'importance de ces deux entités en tant qu'éléments clés du maillage des milieux naturels du canton. Enfin la partie aval du Boiron de Nyon et le cours de l'Asse sont mis en évidence en tant que territoire d'intérêt biologique supérieur (TIBS).

En raison de leur caractère continu et de la présence de surfaces herbacées exploitées de manière relativement extensive, les talus ferroviaires jouent un rôle non négligeable en tant qu'élément de liaison pour la petite faune (reptiles, petits mammifères) ainsi que pour l'entomofaune.

Cadastre des surfaces vertes des CFF (IVEG)

Plusieurs surfaces cadastrées à l'IVEG sont présentes sur le périmètre du projet. Ces surfaces font notamment l'objet de mesures d'entretien spécifiques.

Tableau 7-1 : Impact du projet sur les surfaces IVEG

Secteur	Surface [m^2]	Impact du projet
Escalier côté Lac km 37.560	~ 25	Emprise définitive
Escalier côté Lac km 37.768 + KV	~ 29	Emprise définitive
Escalier côté Jura km 40.973	~ 60	Emprise définitive

Néophytes

Les voies de chemin de fer constituent des axes de propagation des plantes exotiques envahissantes et leurs abords des terrains potentiellement propices au développement de foyers. Au total 12 espèces de néophytes ont été recensées dans les emprises de projet ou à proximité de ces dernières (ANNEXE D). Les foyers se concentrent principalement dans le secteur de la gare.

Faune

La valeur biologique et le potentiel pour la faune des milieux semi-naturels localisés dans les emprises de projet sont non négligeables, malgré la proximité des voies CFF et le dérangement induit par le passage des trains. Les surfaces vertes ont fonction de zone refuge ou d'habitat pour la petite faune (entomofaune, reptiles en particulier), ainsi que de continuum biologique dans le contexte bâti entournant la gare de Nyon.

Concernant l'entomofaune, plusieurs espèces de lépidoptères sont signalées par les bases de données nationales dans le secteur environnant le linéaire de projet. Parmi elles figure une majorité d'espèces ubiquistes et répandues ainsi que quelques espèces d'intérêt patrimonial. Le grand mars changeant (*Apatura iris*), potentiellement menacé (LR NT), est lié aux forêts alluviales ce qui permet d'exclure sa présence dans les emprises de projet. La petite violette (*Boloria dia* - LR NT), est typique des prés maigres bien exposés et cette espèce pourrait fréquenter les talus CFF présentant cette caractéristique. C'est également le cas de l'azuré de l'ajonc (*Plebejus argus* - LR NT), de l'hespérie des sanguisorbes (*Spialia sertorius* - LR NT), ainsi que de la mélitée du plantain (*Melitaea cinxia* - LR VU), une espèce très thermophile. L'azuré de la faucille (*Cupido alcetas* - LR NT) et l'azuré du trèfle (*Cupido argiades*, LR NT), liés à des milieux variés avec présence de leurs plantes-hôtes (fabacées) pourraient aussi être présents dans les emprises de projet.

Les observations d'orthoptères se rapportant au secteur périphérique au projet comprennent également plusieurs espèces d'intérêt patrimonial. Parmi les espèces à haut degré de menace, le phanéroptère commun (*Phaneroptera falcata* - LR VU), colonise les prairies et les zones rudérales sèches et chaudes et pourrait par conséquent trouver un habitat favorable sur les talus à tendance maigre et sèche. Ces surfaces sont aussi propices au caloptène italien (*Calliptamus italicus* - LR VU) et au criquet des bromes (*Euchorthippus declivus* - LR VU). En revanche le criquet ensanglanté (*Stethophyma grossum* - LR VU) et le conocéphale commun (*Conocephalus fuscus* - LR VU) sont liés aux zones humides et leur présence peut être exclue.

Un inventaire des reptiles a été spécifiquement réalisé dans le secteur de la gare de Nyon. Au total 42 plaques ont été installées le long du linéaire de projet en date du 5 mars 2024 et ont ensuite fait l'objet d'un suivi durant le printemps 2024 (ANNEXE E). Outre la présence sporadique et généralisée du lézard des murailles (*Podarcis muralis*), les relevés ont permis l'observation ponctuelle de l'orvet fragile (*Anguis fragilis*), deux espèces non menacées. Plusieurs talus ferroviaires bien exposés sont potentiellement très favorables aux reptiles. Ces observations permettent de mettre en évidence quatre secteurs à enjeux dans les emprises de projet : la bordure des voies dans le secteur agricole de « Bois-Neuf » (Nord-Ouest des voies CFF), la zone localisée entre le chemin de Prélaz et l'Asse (Nord-Ouest des voies CFF), le talus ferroviaire de la zone de la Redoute et la parcelle du futur bâtiment d'enclenchement. Les bases de données nationales (Info Species) mentionnent encore la présence de la coronelle lisse (*Coronella austriaca*) et de la couleuvre à collier (*Natrix helvetica*), deux espèces vulnérables selon la liste rouge (LR VU), dans les carrés kilométriques entourant le linéaire de projet. La présence de ces deux espèces dans les emprises, notamment de la coronelle qui est une espèce extrêmement discrète, ne peut pas être exclue.

Les données relatives au secteur pour les mammifères mentionnent essentiellement des espèces synanthropes ou forestières : écureuil roux (*Sciurus vulgaris*), hérisson (*Erinaceus europaeus*, LR NT), fouine (*Martes foina*), renard (*Vulpes vulpes*), blaireau (*Meles meles*) et chevreuil (*Capreolus capreolus*). Deux espèces liées à la zone agricole, le campagnol fouisseur (*Arvicola amphibius*) et le lièvre brun (*Lepus europaeus*) (LR VU) sont également signalées par Info Species.

Paysage

Selon la typologie du paysage développée par les offices fédéraux du développement territorial (ARE), de l'environnement (OFEV) et de la statistique (OFS), le périmètre du projet se situe dans un « paysage de collines du Plateau Suisse marqué par les grandes cultures (type n°12).

Les emprises de projet se situent cependant majoritairement dans un secteur urbanisé marqué par la présence du bâti, ainsi que par celle des voies et infrastructures ferroviaires.

Aucun objet inscrit à l'inventaire fédéral des paysages, sites et monuments naturels d'importance nationale (IFP) n'est recensé dans le secteur. Comme précédemment mentionné, le Boiron de Nyon et l'Asse à l'amont

des voies CFF ainsi que le Signal de la Banderolle sont inscrits à l'inventaire cantonal des monuments naturels et des sites (IMNS).

7.1.2 Effets du projet en phase de réalisation

Les emprises de projet sur la nature concernent des surfaces vertes limitrophes aux voies ferrées, ainsi que de futures places d'installation de chantier situées en zone agricole. Le Tableau 7-2 détaille les impacts des emprises du projet par type de milieu touché.

Tableau 7-2 : Synthèse des types de milieux impactés et des surfaces touchées par le projet en phase de réalisation et d'exploitation. *Les types de milieux naturels dignes de protection (selon annexe 1 OPN et RLPrPNP) sont indiqués **en gras.***

Types de milieux	Emprises provisoires [m^2]	Emprises définitives [m^2]
Boisement hors forêt	115	-
Buissons et massifs horticoles	650	435
Culture	2'850	430
Formation arborescente	350	70
Formation buissonnante	40	390
Gazon	20	800
Jachère	1'500	-
Ourlet herbacé	450	10
Prairie grasse	1'070	380
Prairie grasse / rudérale	750	40
Prairie grasse diversifiée	3'800	150
Prairie mi-sèche	700	1'720
Ronces	350	130
Végétation pionnière	300	-
TOTAL	**12'945**	**4'555**

Bilan des surfaces impactées et concept de réaménagement

Une grande partie des emprises du projet sont provisoires (12'945 m^2, 74%) et seront remises dans leur état d'origine à l'issue du chantier. Les emprises définitives représentent 4'555 m^2, soit 26% de l'emprise totale.

Sur le plan qualitatif, une grande partie des emprises est constituée de surfaces de cultures, de gazon ou de prairie grasse dont la valeur écologique reste limitée. Les impacts les plus conséquents concernent les surfaces de **prairie mi-sèche (*Mesobromion*)**. Ce type de milieu est protégé par l'annexe 1 de l'OPN. Par ailleurs une petite partie des surfaces touchées est recensée comme PPS d'importance locale (PPS « Vieux Bourg CFF ») ou d'importance régionale (PPS « Chantemerle CFF »). Ces surfaces restent très réduites. Dans le premier cas, quelques mètres carrés dans le talus concernent des emprises définitives. Dans le second cas, il ne s'agit que d'emprises provisoires. Aucune station de plante d'intérêt patrimonial n'a été repérée sur ces surfaces.

Ces milieux sont potentiellement favorables à plusieurs espèces menacées de lépidoptères et d'orthoptères et ces talus bien exposés sont favorables aux reptiles. Néanmoins compte tenu des faibles surfaces touchées, l'incidence du projet sur la faune reste faible. Enfin une part importante du *Mesobromion* impacté se situe sur la parcelle du bâtiment d'enclenchement. En raison vraisemblablement d'une absence d'entretien ou d'un entretien insuffisant, cette prairie est actuellement largement dominée par les graminées et peu diversifiée sur le plan floristique. Les formations buissonnantes et arborescentes sont protégées au sens de la loi vaudoise sur la protection du patrimoine naturel et paysager (LPrPNP) et son règlement RLPrPNP.

Afin de compenser les impacts sur les milieux naturels, un **concept de réaménagement de la parcelle du bâtiment d'enclenchement** (Denogent SA, voir Annexe F) a été développé et permettra de recréer des milieux naturels, ainsi que des milieux naturels protégés (prairie mi-sèche). Le plan de principe prévoit notamment (surfaces estimées d'après le plan) :

- 1'870 m^2 de prairie sèche ;
- 1'500 m^2 d'espace arbustif ;
- 510 m^2 de gravier-gazon (chemin d'accès) ;
- 17 arbres et de nombreux buissons d'essences indigènes ;
- Autres aménagements : 3 murgiers (hibernaculums ou murets de pierres sèches) et 6 tas de branches.

La prairie sèche et l'espace arbustif totalisent environ 3'370 m^2, considérés comme surfaces végétalisées.

Un bilan des surfaces dignes de protection est présenté dans le tableau ci-dessous avant et après projet (d'après les surfaces mesurées sur le concept de réaménagement).

Tableau 7-3 : Bilan des milieux naturels dignes de protection (selon annexe 1 OPN et RLPrPNP) avant et après travaux

Type de milieu	Surface supprimée par le projet [m^2]	Surface recréée (concept réaménagement) [m^2]	Bilan [m^2]
Prairie mi-sèche	1'720	1'870	+ 150
Formations buissonnantes	390	1'500	+ 1'040
Formations arborescentes	70		
Végétation pionnière	0	0 (hors gravier-gazon)	0
Total	2'180	3'370	1'190

Le bilan fait état d'une augmentation des surfaces protégées après réaménagement. La valeur écologique de la parcelle réaménagée sera alors considérablement augmentée par rapport à l'état actuel. Au final, sur les 4'555 m^2 d'emprises définitives, environ 74% d'entre elles seront revégétalisées par le projet de réaménagement de la parcelle du bâtiment d'enclenchement (3'370 m^2). De plus, les plantations prévues vont également favoriser la bonne intégration paysagère du bâtiment d'enclenchement en formant un écran visuel depuis la rue de la Gare et le chemin du Coutelet.

Arbres

Au total, 17 arbres présents dans les emprises de projet ainsi que de petites surfaces de haie vive devront être abattus et faire l'objet de plantations compensatoires. Il s'agit principalement d'arbres fruitiers (*Prunus* sp., cerisier, charme, mélèze, noyer, houx, *Prunus* exotique et érable sycomore) avec un diamètre de tronc variant de 15 à 60 cm. Au niveau du réaménagement de la parcelle du bâtiment d'enclenchement, il est prévu que 17 arbres soient replantés en compensation. Les haies vives, qui sont localisées dans des emprises provisoires au sud-ouest de la gare de Nyon, seront remplacées à l'issue des travaux.

Néophytes

Etant donné la présence de néophytes envahissantes dans les emprises de projet et à proximité, les foyers recensés seront arrachés avant travaux et le matériel végétal collecté sera exporté avec toutes les précautions requises pour élimination par incinération. Des contrôles réguliers seront menés pour déceler rapidement l'apparition éventuelle de nouveaux foyers dans les aires de chantier.

7.1.3 Impacts en phase d'exploitation

Au final, compte tenu des petites surfaces touchées définitivement, du réaménagement de haute valeur écologique et paysagère prévu sur la parcelle du bâtiment d'enclenchement et de la prise en compte des mesures décrites au paragraphe 7.1.4, les impacts du projet sur la nature et le paysage en phase de réalisation restent limités. Le bâtiment d'enclenchement et ses installations en toiture induiront certes un impact paysager, mais qui reste limité notamment au vu des aménagements nature prévus sur la parcelle.

7.1.4 Mesures à intégrer au projet

N°	**Mesures** * Mesures standards, adaptées au projet / **(S)** Mesures spécifiques du projet *Les mesures standards non-applicables au projet ne sont pas reprises*	Réal.	Exploit.
N+P 1	La plantation des espaces verts se fera avec des espèces ligneuses indigènes adaptées à la station : art. 18, al. 1ter, LPN et art. 14, al. 2, let. a, OPN ; OFEV 2002, « Reconstitution et remplacement en protection de la nature et du paysage », *Guides de l'environnement n° 11* ; norme VSS 640660 « Espaces verts – Bases et études de projet » ; norme VSS 40675b « Plantation, exécution ; arbres et arbustes, choix des espèces, acquisition des plantes et plantation ».		X
N+P 2	Sur les talus et les autres surfaces non boisées à remettre en culture ou à végétaliser, il convient d'utiliser des mélanges de semences ou des espèces végétales indigènes adaptées à la station et à la fonction de la surface (voir norme VSS 40671c « Espaces verts ; engazonnement, semence, exigences minimales et méthodes d'exécution » ; norme VSS 40675b « Plantation, exécution ; arbres et arbustes, choix des espèces, acquisition des plantes et plantation »). La méthode d'ensemencement utilisant des fleurs de foin doit être appliquée si cela est possible et approprié (références : recommandations d'Info Flora ; portail suisse pour favoriser la diversité dans les herbages – *www.regioflora.ch*). Il s'agit enfin de renoncer à tout apport en humus là où cela est pertinent et possible.		X
N+P 3	La garantie à long terme des mesures prises et l'entretien adéquat doivent être présentés, notamment du point de vue contractuel et de l'aménagement du territoire ainsi qu'au moyen de plans d'entretien (voir OFEV 2002. *Guides de l'environnement n°11*).		X
N+P 4*	Pendant les travaux et durant les 3 années suivant leur achèvement, la présence de néophytes envahissantes doit être contrôlée dans les zones directement touchées par le projet. Si de telles espèces s'y trouvent, des mesures sont prises pour les éliminer (art. 15, al. 2, et art. 52, al. 1, ODE).	X	X
N+P 5*	Les travaux de bûcheronnage doivent être menés de préférence durant les mois d'août à octobre, c'est-à-dire en dehors des périodes de reproduction des mammifères et oiseaux sauvages (pour la plupart, la période d'élevage / de nichée biologique s'étend du 1er avril au 31 juillet) et en respectant la période d'hibernation des chauves-souris (du 1 er novembre du 31 mars) (art. 7, al. 4, LChP et art. 20, al. 1, LPN en relation avec l'art. 20, al. 2, let. a, OPN).	X	
N+P 6	L'aménagement des alentours et l'intégration dans le paysage sont mis en œuvre selon la norme VSS 640660 « Espaces verts – Bases et études de projet » (p. ex. talus entretenus de manière extensive, végétalisation des bâtiments, utilisation de matériaux adaptés).		X
N+P 7	Les requérantes doivent veiller à préserver les milieux naturels de valeur adjacents qui ne sont pas directement touchés par le projet ou doit prendre les mesures de protection nécessaires : art. 18, al. 1ter, LPN et OFEV (2002), « Reconstitution et remplacement en protection de la nature et du paysage », *Guides de l'environnement n° 11*.	X	
N+P 8	L'utilisation sur les chantiers de produits phytosanitaires (herbicides) est interdite (voir directive de l'OFT « Contrôle chimique de la végétation sur les voies ferrées et le long de celles-ci »).	X	
N+P S1	Réaménagement écologique et paysager de la parcelle du bâtiment d'enclenchement, selon le concept Denogent (voir Annexe F) : ensemencement de prairie maigre (mélange de semis de type UFA Broma CH-G ou équivalent), plantations d'essences buissonnantes et arbustives d'essences indigènes, mise en place de petites structures pour la faune : 3 petites structures en pierre (murgiers, hibernaculums ou murets de pierres sèches) et 6 tas de branches.		X
N+P S2	La clôture le long du chemin pédestre qui sera refaite pour la création de l'escalier au km 37.768 ne devra pas prévoir de plaquer le grillage au sol. Un espace de 20 cm de vide entre le terrain et la clôture devra être laissé afin de permettre le passage de la petite faune et l'entretien de la végétation sans endommager la clôture.		X
N+P S3	Les haies vives situées dans les futures emprises de chantier provisoires au sud-ouest de la gare de Nyon qui seront abattues provisoirement en phase de chantier devront être replantées en fin de travaux.	X	
N+P S4	Mesures en matière de protection des populations de reptiles : ▪ Sensibilisation des intervenants du chantier (direction des travaux, conducteurs de chantier et ouvriers) aux problématiques liées à la conservation des reptiles ; ▪ Interdiction de destruction des structures d'hivernation durant la période de repos des reptiles, soit de novembre à février ; ▪ Surveillance par un biologiste spécialisé lors des travaux de démantèlement des gabions ; ▪ Remise en état des milieux favorables présents au sein des emprises provisoires ; ▪ Suivi renforcé du SER lors des travaux réalisés au sein des 2 secteurs à enjeux et des 2 secteurs à enjeux potentiels concernés. Selon son appréciation de la situation et en accord avec la direction des travaux, des mesures protectrices urgentes seront au besoin mises en œuvre (pose de barrières à reptiles autour des emprises de chantier, capture et relocalisation d'individus) ; ▪ Permanence herpétologique par le SER en cas de découverte d'individus lors des travaux.	X	

7.2 Forêt

7.2.1 Etat actuel

Plusieurs aires cadastrées en surface de forêt se situent à proximité des emprises de projet et sont décrites ci-après. Pour les installations et travaux localisés à moins de 10 m de la forêt, la présente NIE formule une demande de dérogation selon l'art. 17 al. 3 LFo et l'art. 27 LVLFo.

KM 38.35 – 39.45 – installation de chantier

Une installation de chantier se situera en bordure d'aire forestière (cf. Figure 7-6).

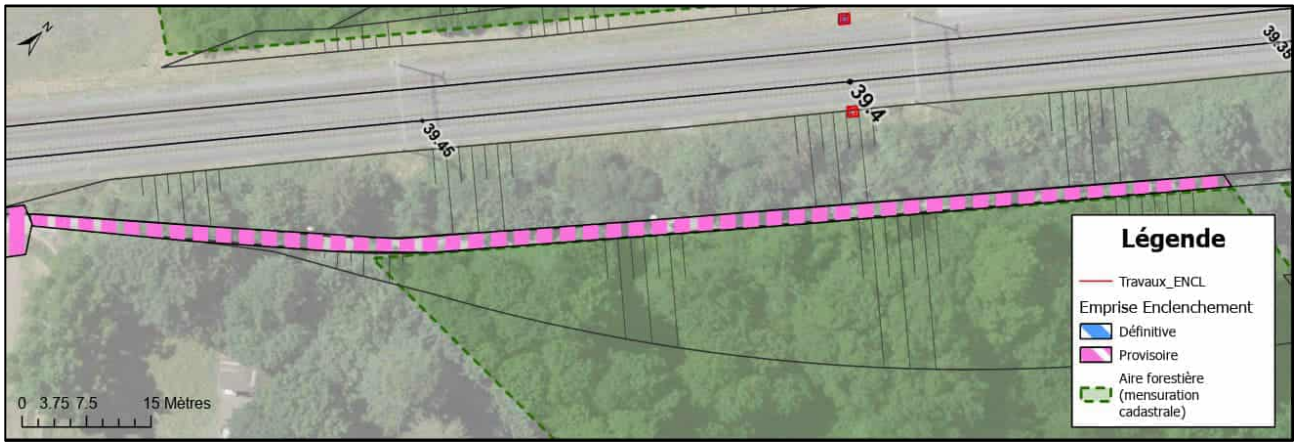


Figure 7-6 : Localisation de l'aire forestière entre le km 38.35 et 39.45.

KM 38.15 – installation de chantier

Une installation de chantier se situera en bordure d'aire forestière (cf. Figure 7-7).

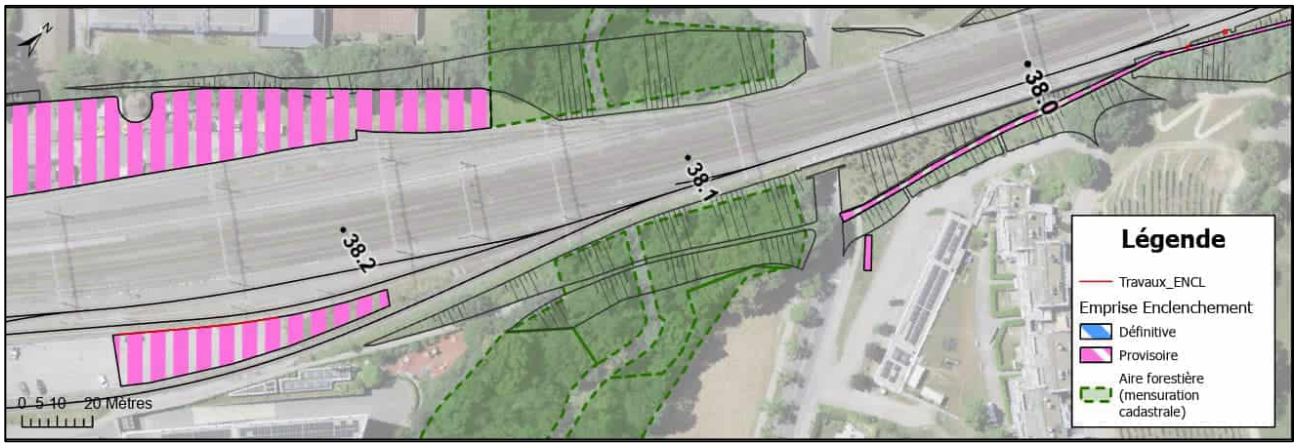


Figure 7-7 : Localisation de l'aire forestière au km 38.15.

KM 37.1 – futur bâtiment d'enclenchement et réaménagement paysager

La parcelle où se situera le futur bâtiment d'enclenchement fera l'objet d'un réaménagement paysager (cf. Annexe F). Un relevé de la lisière forestière avec l'inspecteur forestier a été réalisé dans ce secteur le 19 août 2024. Les travaux de réaménagement paysager se situeront en dehors de l'aire forestière. Le bosquet présent sur la parcelle (hors cadastre des forêts) ne sera pas touché, ni pendant le chantier ni pendant la phase d'exploitation.

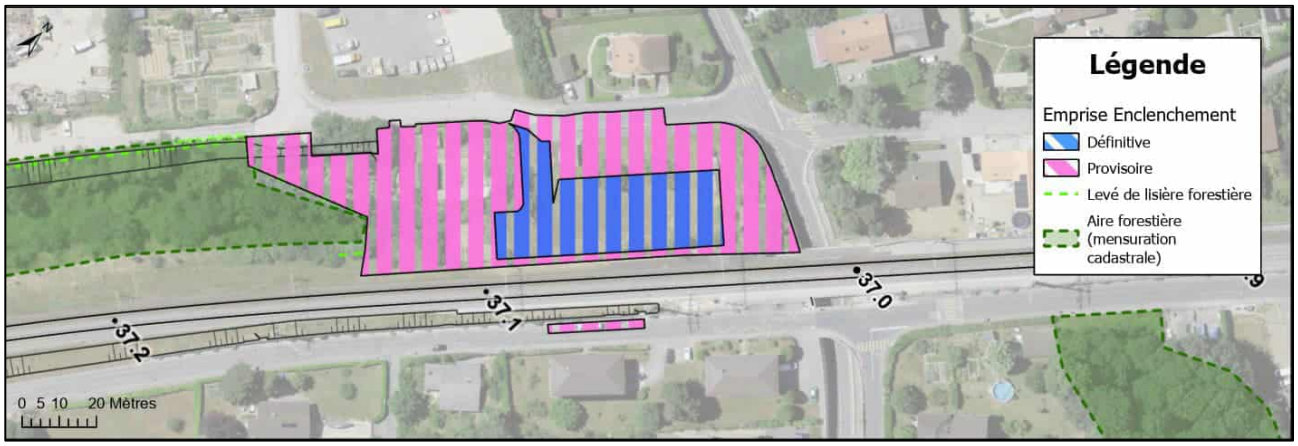


Figure 7-8 : Localisation de l'aire forestière au km 37.1.

Aucun impact sur la forêt n'est à prévoir, ni en phase de réalisation ni en phase d'exploitation.

7.2.2 Effets du projet en phase de réalisation

Les emprises provisoires ne comprennent aucune surface inscrite au cadastre des forêts. Aucun défrichement temporaire n'est de ce fait induit par le projet. En revanche des zones d'installation de chantier, de même que la partie sud de la parcelle vouée à la construction du bâtiment d'enclenchement sont situées à moins de 10 mètres de la limite forestière.

La présente notice fait office de demande de dérogation, afin de pouvoir entreprendre des travaux provisoires dans la bande des 10 mètres inconstructibles à la forêt (voir aussi chapitre 2.2).

La lisière forestière sera délimitée par une barrière physique afin d'éviter tout impact direct sur la forêt. Au minimum 4m seront laissés libres de toute installation fixe afin de permettre l'entretien de la forêt (accès, place de parcs possibles). Le bosquet situé au nord de la parcelle où le futur bâtiment d'enclenchement sera maintenu pendant la phase de réalisation et d'exploitation.

7.2.3 Effets du projet en phase d'exploitation

Le projet n'implique aucun défrichement définitif et n'induit de ce fait aucun impact sur la forêt en phase d'exploitation. Dès lors, le projet n'induit aucun préjudice à l'exploitation forestière.

7.2.4 Mesures à intégrer au projet

N°	**Mesures** * Mesures standards, adaptées au projet / **(S)** Mesures spécifiques du projet *Les mesures standards non-applicables au projet ne sont pas reprises*	**Réal.**	**Exploit.**
For 1*	Les travaux sont menés en préservant la surface forestière adjacente. Il est notamment interdit d'y ériger des baraques de chantier ou d'y déposer des véhicules, des matériaux d'excavation ou des matériaux de toute sorte (art. 4 et 5 LFo). Les boisements situés en limite d'emprise durant la phase de réalisation sont signalés par la mise en place de barrières de protection ou banderoles clairement visibles matérialisant les limites des entités à préserver. Cette limite doit correspondre à l'emprise de la couronne des arbres afin de préserver le système racinaire. Les CFF doivent veiller à ce que les travaux de construction se fassent en ménageant le peuplement adjacent. Toutes les mesures utiles doivent être prises pour éviter des dommages à la forêt, aux arbres, au sol et aux fonctions forestières. Il est en particulier interdit d'édifier des baraques de chantier et de déposer des déblais, des véhicules et des matériaux de toutes sortes en forêt ou à moins de quatre mètres de la lisière. Justification : pour éviter de porter atteinte aux fonctions du peuplement adjacent, il faut ménager celui-ci (art. 4 et 5 LFo).	X	
For 2	Les travaux seront menés en préservant la surface forestière adjacente. Il est notamment interdit d'y ériger des baraques de chantier ou d'y déposer des véhicules, des matériaux d'excavation ou des matériaux de toute sorte (art. 16 [exploitation préjudiciable] et 17 LFo [distance par rapport à la forêt]).	X	

N°	**Mesures** * Mesures standards, adaptées au projet / **(S)** Mesures spécifiques du projet *Les mesures standards non-applicables au projet ne sont pas reprises*	Réal.	Exploit.
For 3	Les requérantes consultent le service forestier cantonal pour la mise en œuvre de l'exploitation préjudiciable ou de la distance par rapport à la forêt.	X	
For S1	Une barrière de protection matérialisation la limite de la forêt sera mise en place au droit des installations de chantier situées à moins de 10 mètres de la lisière forestière.	X	
For S2	Au minimum 4m seront laissés libres de toute installation fixe afin de permettre l'entretien de la forêt (accès, places de parcs possibles).	X	
For S3	Le chemin forestier au niveau du bâtiment d'enclenchement de Prangins sera remis en état tel qu'actuellement à la fin des travaux.	X	

7.3 Eaux souterraines

7.3.1 Etat actuel

Zone de la gare de Nyon

D'après l'atlas géologique, le contexte géologique général est donné par la succession des formations suivantes, de haut au bas :

- Remblai artificiel recouvrant les sédiments glaciolacustres et constitués de grave sablo-limoneuse ou limon graveleux avec des taux de déchets minéraux et non minéraux variant selon l'endroit.
- Dépôts glaciolacustres formés par des alternances d'argile limoneuse, limon argileux plus ou moins sableux et sable fin à moyen limoneux, d'une épaisseur variant de 6.4 m à 13 m.
- Moraine constituée par des limons argileux sableux plus ou moins graveleux d'épaisseur d'au moins 15m.
- Soubassement rocheux : molasse constituée généralement d'une alternance de grès et marnes (molasse d'eau douce inférieur). Elle est rencontrée à une profondeur comprise entre 6 m et 48 m.

Pour ce qui concerne le contexte hydrogéologique, le périmètre du projet est entièrement localisé en secteur üB de protection des eaux souterraines (exception faite pour l'installation de chantier à l'aérodrome qui se situe en secteur Au), correspondant à un secteur ne présentant pas de ressource exploitable (cf. Annexe G). D'après les sondages réalisés par Geotest, le niveau d'eau souterraine se situe environ à 2 mètres de profondeur vers le secteur Martinet-Morâche. Dans ce secteur, une ligne de partage des eaux semble être présente à la hauteur du chemin de Prélaz, au nord-est de la gare de Nyon.

D'après les premières interprétations de De Cérenville, issues des données hydrogéologiques disponibles sur le cadastre, la zone de la gare se situe au droit d'une nappe libre avec un niveau piézométrique moyen situé à 2.5m de profondeur. Cette nappe est délimitée par les cours d'eau du Cossy (ouest) et de l'Asse (est) et par le lac au sud.

Zone de Prangins

Selon l'Atlas géologique de la Suisse [4], la parcelle concernée par le projet est cartographiée en "alluvions fluvioglaciaires grossières" sur les dépôts morainiques argilo-limoneux rhodaniens, riches en éléments alpins et molassiques.

D'après les sondages réalisés, la succession des couches suivante est attendue (de haut en bas):

- Terre végétale ou remblais (épaisseur de 1.60 à 2.70m),
- Alluvions récentes (épaisseur de 0.20 à 0.70m), moraine remaniée (épaisseur de 3.40 à 4.10m),
- Moraine limono-argileuse (épaisseur de 1.60 à 2.10m)
- Moraine graveleuse limono-argileuse (dès 10.40m de profondeur).

La présence d'éléments grossiers (sables grossiers, graviers et pierres), parfois striés, subanguleux à subarrondis, disséminés dans une matrice limono-argileuse à finement sablo-limoneuse ferme à dure, ainsi

que l'absence de stratifications et de varves, laissent penser que ces matériaux correspondent à des dépôts morainiques remaniés.

Les alluvions récentes gravelo-sableuses et la moraine remaniée limoneuse finement sableuse sont le siège d'une nappe d'eau souterraine. D'autres circulations d'eau souterraines ne sont pas exclues. En période de précipitations, des circulations d'eau provenant des eaux de ruissellement sont très probables dans les remblais sablo-graveleux. Des accumulations provisoires d'eau sont vraisemblables sur le toit des dépôts morainiques. Dans la moraine limono-argileuse, des venues d'eau sont possibles à la faveur de veines plus perméables. Dans la moraine gravelo-limoneuse, aucune venue d'eau n'a été observée. Des circulations d'eau plus profondes dans cette couche sont possibles. D'après le rapport géotechnique de Geotest, le niveau piézométrique de la nappe se situe vers 1.6m de profondeur.

7.3.2 Effets du projet en phase de réalisation

Zone de la gare de Nyon

- *Mur de* soutènement *KV*

  Aucun rabattement de nappe ne sera nécessaire.
- *Fondations des mâts SAZ*

  Un rabattement provisoire de la nappe sera réalisé afin de réaliser les fondations en béton armé (coulé sur place).

Zone de Prangins

- *Bâtiment d'enclenchement*

  Au vu du niveau d'eau moyen (~415.2 msm), aucun rabattement de nappe ne sera nécessaire afin de réaliser les fondations du bâtiment (base des fondations à ~415.33 msm, cf. pièce n°. *12.604.01_bâtiment de service* du dossier PAP).
- *Traversée* à câbles

  La traversée principale d'une longueur d'environ 23.5 m et de diamètre interne intérieur de 800mm sera réalisée, au moyen d'un microtunnelier, à une profondeur minimale de 3.50 m sous le sommet des traverses des voies existantes. Deux cellules de 2.50 respectivement 2.70 m de diamètre seront réalisées d'un côté et de l'autre des voies. La cellule de départ sera située sur la parcelle CFF du bâtiment d'enclenchement côté Jura alors que la cellule d'arrivée, plus petite, sera située du côté lac. Des pieux sécants de diamètre de 750 mm seront réalisés pour le soutènement des cellules de départ et d'arrivée et se situeront jusqu'à une profondeur d'environ 11.2 m sous le sommet des traverses des voies existantes. Les eaux présentes au niveau des alluvions récentes et de la moraine remaniée seront temporairement rabattues afin de réaliser les travaux.

La gestion des eaux du chantier est présentée au chapitre 7.4.1 « Effets du projet en phase de réalisation ».

7.3.3 Effets du projet en phase d'exploitation

Zone de la gare de Nyon

- *Mur de soutènement KV*

  Le mur de soutènement KV entre les km 38.783 et 38.811 prévoit des micropieux avec un diamètre de forage de 160 mm et d'une longueur variable de 5 ou 6m. Les micropieux se situeront en partie sous le niveau moyen de la nappe, qui se situe à environ 400 msm (coupes type disponibles à la pièce n° 12.303.01 du dossier PAP). Le puis filtrant se situera au-dessus du niveau moyen de la nappe. L'impact sur les eaux souterraines des micropieux est dès lors non significatif.
- *Fondations des mâts SAZ*

  Les fondations des mâts SAZ entre le km 38.208 et 38.531 se situeront partiellement en-dessous du niveau moyen de la nappe (~ 404.51 et 404.92 msm) (coupes type disponibles à la pièce n° §2.902.02 du dossier PAP). Au vu des dimensions des fondations (1.3m x1.3m avec des profondeurs variantes entre 1.8 et 3.4m), leur effet sur la circulation des eaux souterraines est non significatif.

Zone de Prangins

- *Bâtiment d'enclenchement*

Le bâtiment de service sera posé sur des fondations superficielles répondant sur la couche d'alluvions située à 1.55 m de profondeur. Elles seront posées sur un lit de béton maigre et l'armature sera mise à la terre. Au vu des profondeurs des fondations supérieurs au niveau moyen piézométrique de la nappe, aucun impact n'est prévu sur les eaux souterraines. Pour des raisons de proportionnalité, les pieux sécants seront laissés en place après la finalisation de la traversée à câbles.

- *Traversée à câbles*

  La traversée à câbles principale se situera sous le niveau moyen piézométrique. Au vu des perméabilités des matériaux qui accumulent les eaux souterraines, les écoulements attendus sont très faibles voir négligeables. De plus, les pieux sécants couvriront une longueur d'environ 3m et même s'ils resteront sur place une fois travaux accomplis, ils n'engendreront pas un effet de barrage.

7.3.4 Mesures intégrées au projet

N°	**Mesures** * Mesures standards, adaptées au projet / **(S)** Mesures spécifiques du projet *Les mesures standards non-applicables au projet ne sont pas reprises*	**Réal.**	**Exploit.**
Esou 1	Les conteneurs de liquides pouvant polluer les eaux sont à entreposer dans des cuves de rétention de volume suffisant de manière à garantir la prévention, la détection facile et la rétention des fuites. Du matériau absorbant est mis à disposition en quantité suffisante (art. 6, al. 1, et art. 22, al. 2, LEaux).	X	
Esou 2	L'utilisation de matériaux de construction recyclés n'est autorisée qu'en dehors des zones et périmètres de protection des eaux souterraines et au-dessus du niveau maximal de la nappe souterraine (art. 6, al. 1, LEaux).		X
Esou 3	Sur les talus et les bandes de verdure le long des voies ferrées, aucun herbicide ne doit être utilisé (annexe 2.5, ch. 1.1, al. 2, let. D, ORRChim). Seul le traitement individuel de plantes à problèmes est admis, si celles-ci ne peuvent être contrôlées efficacement d'une autre manière, par exemple par fauchage régulier (annexe 2.5, ch. 1.2, al. 5, ORRChim).	X	
Esou 4	S'il existe un risque que des liquides de nature à polluer soient libérés et polluent les eaux souterraines, il faut prévoir des mesures de protection appropriées (art. 6, al. 1, LEaux)	X	
Esou 5	Les substances utilisées (dans les adjuvants, les joints d'étanchéité ou les enduits p. ex.) ne doivent pas compromettre la qualité des eaux (art. 6, al. 1, LEaux).	X	

7.4 Evacuation des eaux

7.4.1 Effets du projet en phase de réalisation

Lors des phases de réalisation du projet, les prescriptions usuelles devront être respectées. En particulier, pour garantir la protection des eaux, le chantier devra être exécuté selon la norme SIA 431 « Evacuation des eaux de chantier », la directive cantonale DCPE872 « Gestion des eaux et des déchets de chantier » et le tableau « Chantiers » du chapitre 3.3 des Instructions pratiques pour la protection des eaux souterraines (OFEV, 2004).

L'entreprise devra mettre en œuvre toutes les mesures nécessaires à la protection des eaux en cours de chantier : stockage de substances pouvant polluer les eaux, gestion des engins de chantier, gestion de toutes les eaux produites et évacuation conforme aux directives en vigueur. L'entreprise devra également fournir et mettre en place des procédures en cas de déversement accidentel de polluants.

Un concept de gestion des eaux du chantier selon la norme SIA 431 se trouve à la pièce 01.91.02 du dossier PAP). Ce concept sera intégré dans les documents de soumissions des CFF et fera partie intégrante du contrat d'entreprise.

7.4.2 Effets du projet en phase d'exploitation

Bâtiment d'enclenchement

Aucun drainage ni imperméabilisation ne sont actuellement présents au niveau du périmètre du projet. Les eaux à évacuer du site sont essentiellement les eaux de la toiture du bâtiment non végétalisée.

Les conduites EC et EU raccordant la maison de garde au réseau communal seront déviées afin d'éviter qu'elles soient sous le bâtiment de l'enclenchement. Dans le cadre des aménagements extérieurs du nouveau bâtiment de service, les eaux pluviales seront gérées de la manière suivante :

- Les eaux de toiture du bâtiment de service seront récoltées selon les nouveaux standards et raccordées à la canalisation existante de la maison de garde (environ 300 m^2 actuellement non imperméabilisés).
- Le reste des eaux pluviales seront infiltrées directement dans le terrain. En effet, les accès et la place devant le BS seront réalisés en grave et ne seront donc pas imperméabilisés.
- Le projet prévoit drainer le périmètre du bâtiment de service ainsi que les descentes d'eau pluviales via un drainage installé à environ 1.20 m de profondeur sous le terrain naturel (415.6 msm).

Classes de pollution des eaux à évacuer

Les eaux de toiture sont en classe de pollution « faible » selon la directive VASA. Aucune utilisation de substances dangereuses pour l'environnement n'est prévue. Aucun traitement n'est nécessaire avant le rejet des eaux de toiture dans le réseau d'eaux claires.

Admissibilité du raccordement

Les eaux seront récoltées et évacuées par les EC du collecteur communal avec un débit prévu de 29 L/s (voir PV de la séance de présentation du projet à la commune de Prangins du 30.01.2024). D'après le PGEE de Prangins, le débit prévu est de 20 L/s/ha, une rétention n'est alors a priori pas nécessaire.

Zone de déraillement

Dans la zone de déraillement, aucune exigence n'est ici applicable dans le domaine de l'environnement et de la stabilité de la voie ferrée. Ainsi, les eaux sont drainées de manière diffuse dans le lit de la voie, de manière identique à la situation actuelle.

Secteur km 37.163-37.944

Sur le secteur situé du km 37.163 au km 37.944, certaines chambres EC existantes situées du côté lac des voies sont trop proches des voies et sont en conflit avec la position du caniveau projeté, plus grand que le caniveau actuel, lui aussi situé à une distance non conforme des voies en certains endroits. Afin d'assainir cette situation, il est prévu de remplacer les chambres EC existantes par de nouvelles, plus larges. En décentrant ces dernières et en plaçant de manière judicieuse le cône de réduction, il est possible de positionner le caniveau projeté correctement sans avoir à déplacer le drainage ou le refaire entièrement. L'illustration ci-dessous illustre le principe prévu.

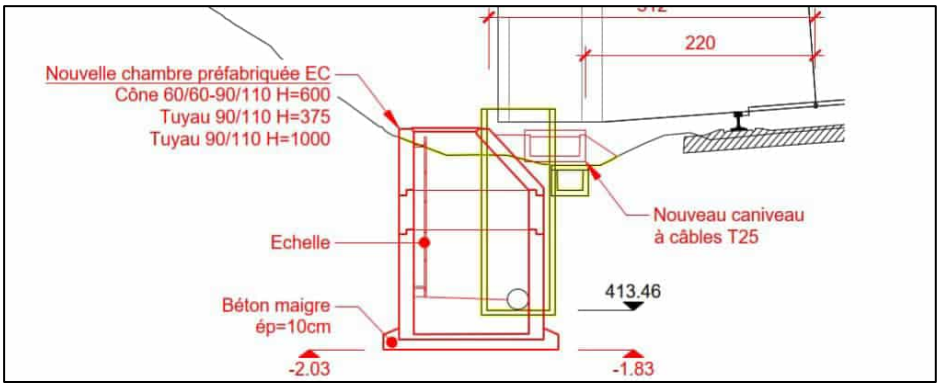


Figure 7-9 : Coupe type de modification des chambres de drainage.

7.4.3 Mesures intégrées au projet

N°	**Mesures** * Mesures standards, adaptées au projet / **(S)** Mesures spécifiques du projet *Les mesures standards non-applicables au projet ne sont pas reprises*	Réal.	Exploit.
Evac 1*	Durant la phase de chantier, la recommandation SIA « Évacuation et traitement des eaux de chantier » (recommandation SIA 431) est prise en considération (concept d'évacuation des eaux de chantier, pièce 01.91.02 du dossier PAP).	X	
Evac S1	Intégration des mesures de protection des eaux dans les documents de soumission.	X	
Evac S2	Stockage de substances pouvant polluer les eaux sur zone de rétention et à couvert. En phase de travaux, des risques de déversement de substances pouvant polluer les eaux souterraines sont présents. Le stockage des substances pouvant polluer les eaux se fera sur rétention et à couvert. Du produit absorbant sera toujours disponible en prévision sur site, et les engins de chantier seront régulièrement contrôlés afin de prévenir les éventuelles fuites d'hydrocarbures.	X	

7.5 Eaux superficielles et écosystèmes aquatiques/pêche

7.5.1 Etat actuel

Deux cours d'eau traversent les voies et une partie des installations de chantier prévues au niveau de la gare de Nyon :

- KM 38.6 : Le Cossy traverse les voies ferrées sous conduite souterraine à environ 13m de profondeur ;
- KM 38.9 : Le Corjon traverse les voies ferrées sous conduite souterraine à environ 13m de profondeur pour se jeter (en souterrain) dans le Cossy au niveau de la rue de la Combe.

Ces deux cours d'eau ne sont pas des cours d'eau piscicoles.

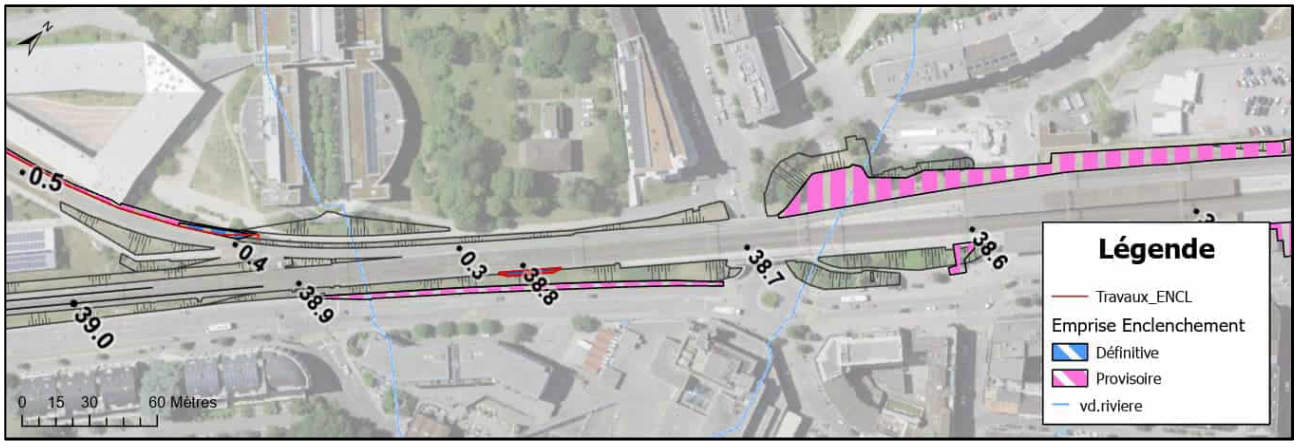


Figure 7-10 : Localisation des cours d'eau et des installations de chantier.

7.5.2 Effets du projet en phase de réalisation

Malgré la mise sous tuyau des cours d'eau au droit des installations de chantier, les restrictions en matière de construction dans les espaces réservés aux eaux (ERE) s'appliquent. Le projet ne va pas toucher les cours d'eau, il prévoit uniquement des installations de chantier en-dessus du Cossy (enterré). Le présent rapport comprend la **demande d'autorisation selon l'art. 37, al. 2, LEaux pour les travaux réalisés dans l'espace réservé aux eaux (ERE) relatif à l'art. 41c al.1 OEaux en relation avec les installations de chantier (voir aussi chapitre 2.2).**

7.5.3 Effets du projet en phase d'exploitation

Aucune construction n'est prévue au droit ou en proximité immédiate de cours d'eau. Aucun impact en phase d'exploitation n'est dès lors prévu.

7.5.4 Mesures intégrées au projet

N°	**Mesures** * Mesures standards, adaptées au projet / **(S)** Mesures spécifiques du projet *Les mesures standards non-applicables au projet ne sont pas reprises*	Réal.	Exploit.
Esup S1	Stockage sur rétention et à couvert des substances pouvant polluer les eaux d'éviter toute contamination des eaux de surface. Le stockage des substances polluantes en-dessus du Corjon et du Cossy est interdit.	X	

7.6 Prévention des accidents majeurs

En tant que détenteur d'une installation sur laquelle des marchandises dangereuses sont transportées, les CFF sont tenus de remettre à l'autorité d'exécution un rapport succinct (OPAM, art. 5, al. 2). L'ensemble du réseau des CFF fait l'objet, depuis plusieurs années, d'une évaluation du risque (appelée screening) mise à jour périodiquement. Cette dernière permet de relier la probabilité d'occurrence d'un accident ferroviaire et l'atteinte subie par la population et l'environnement (eaux superficielles et eaux souterraines). Selon le résultat obtenu, le risque peut être qualifié d'acceptable, d'inacceptable ou nécessitant des mesures de sécurité supplémentaires afin d'être réduit. Ce screening correspond à l'évaluation du risque au niveau du rapport succinct.

La ligne 150 est soumise à l'OPAM. Le projet s'étend entre les km 33.919 et le km 43.000. Le projet doit donc faire l'objet d'une évaluation selon la directive « Mesures à prendre sur les infrastructures ferroviaires visées par l'OPAM dans le cadre d'une procédure d'approbation des plans ».

Le projet de renouvellement de l'enclenchement nécessitera la construction d'un nouveau bâtiment de service à Prangins. Ce dernier sera équipé d'une pompe à chaleur au propane. En raison de la nature explosive de cette substance, cette dernière entre dans le champ d'application de l'OPAM.

7.6.1 Etat actuel

Ligne 150

Selon le screening OPAM 2018, les risques pour les différents segments sont classés comme suit :

Tableau 7-4 : Tableau de classification des risques OPAM pour les différents segments

	Risque *Population*	**Risque *Eaux superficielles***	**Risque *Eaux souterraines***
A113	Risque acceptable	Partie inférieure du domaine intermédiaire	Pas de dommage grave
A114	Risque acceptable	Risque acceptable	Pas de dommage grave
A115	Risque acceptable	Risque acceptable	Pas de dommage grave
A116	Risque acceptable	Risque acceptable	Pas de dommage grave
A117	Risque acceptable	Pas de dommage grave	Pas de dommage grave

Les différentes informations sont présentées dans les figures qui suivent.

Risque « Population »

Le projet des CFF n'implique aucune modification de l'exploitation ferroviaire. Aucune modification importante du voisinage pouvant influencer le niveau de risque (pas d'augmentation des densités d'habitat ou d'emploi par un développement territorial) n'est actuellement projetée. Le screening ne sera donc pas modifié de manière significative. Aucune étude de risque n'est nécessaire.

La figure ci-après présente la courbe cumulative de chacun des cinq segments impliqués ainsi que le niveau de risque par sous-segment de 100 mètres (points de couleur correspondant aux points d'accident.

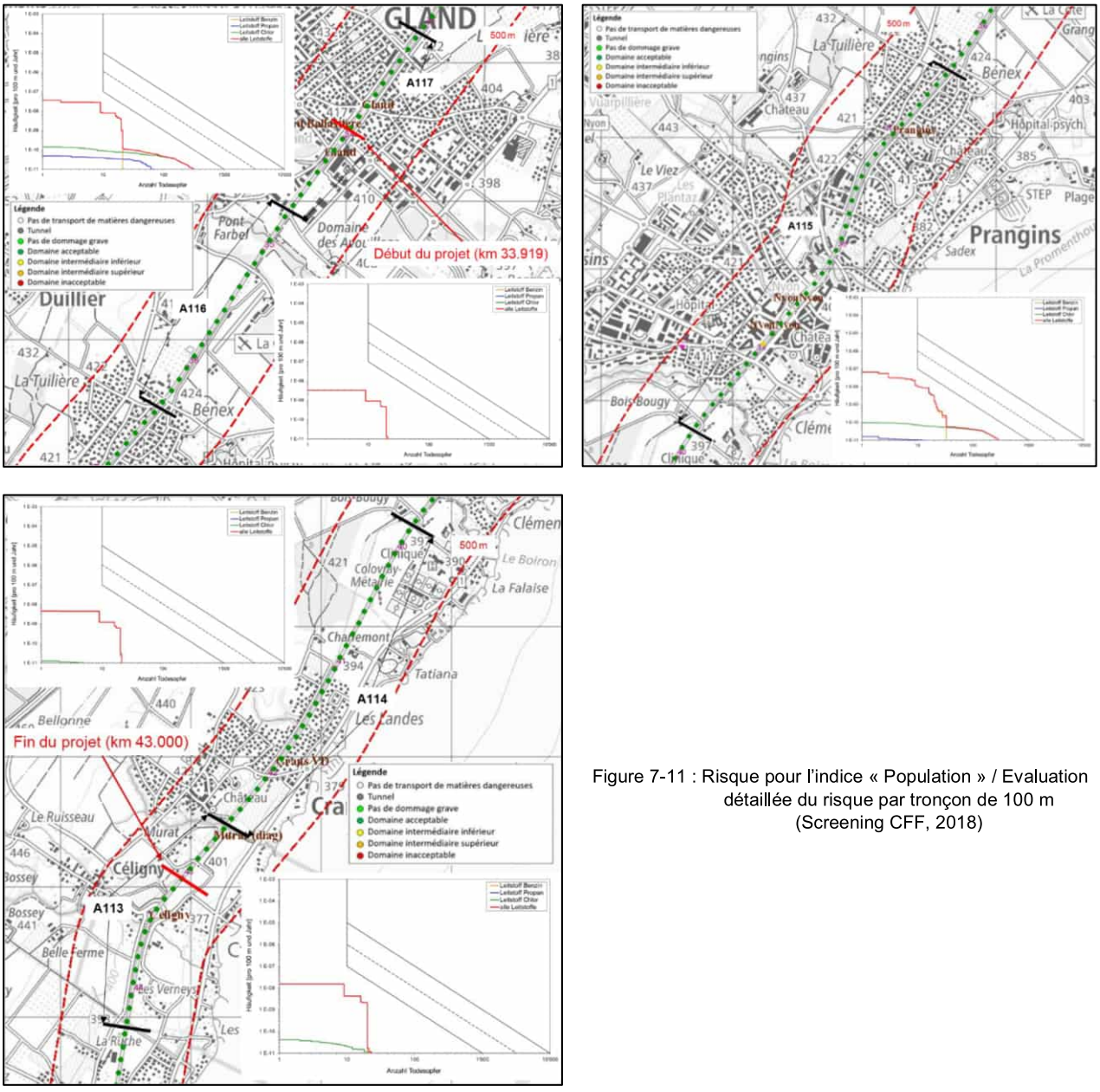


Figure 7-11 : Risque pour l'indice « Population » / Evaluation détaillée du risque par tronçon de 100 m (Screening CFF, 2018)

Le risque moyen se trouve entièrement dans le domaine du risque acceptable quel que soit le segment considéré.

Selon le chapitre 6.1 de la directive et conformément à l'article 3 OPAM, les mesures M1, M2, M3 et M5 doivent être étudiées.

Risque « Eaux superficielles »

La figure suivante présente les risques de pollution en cas de déversement accidentel sur les voies, pour chacun des cinq segments qui constituent le périmètre d'étude.

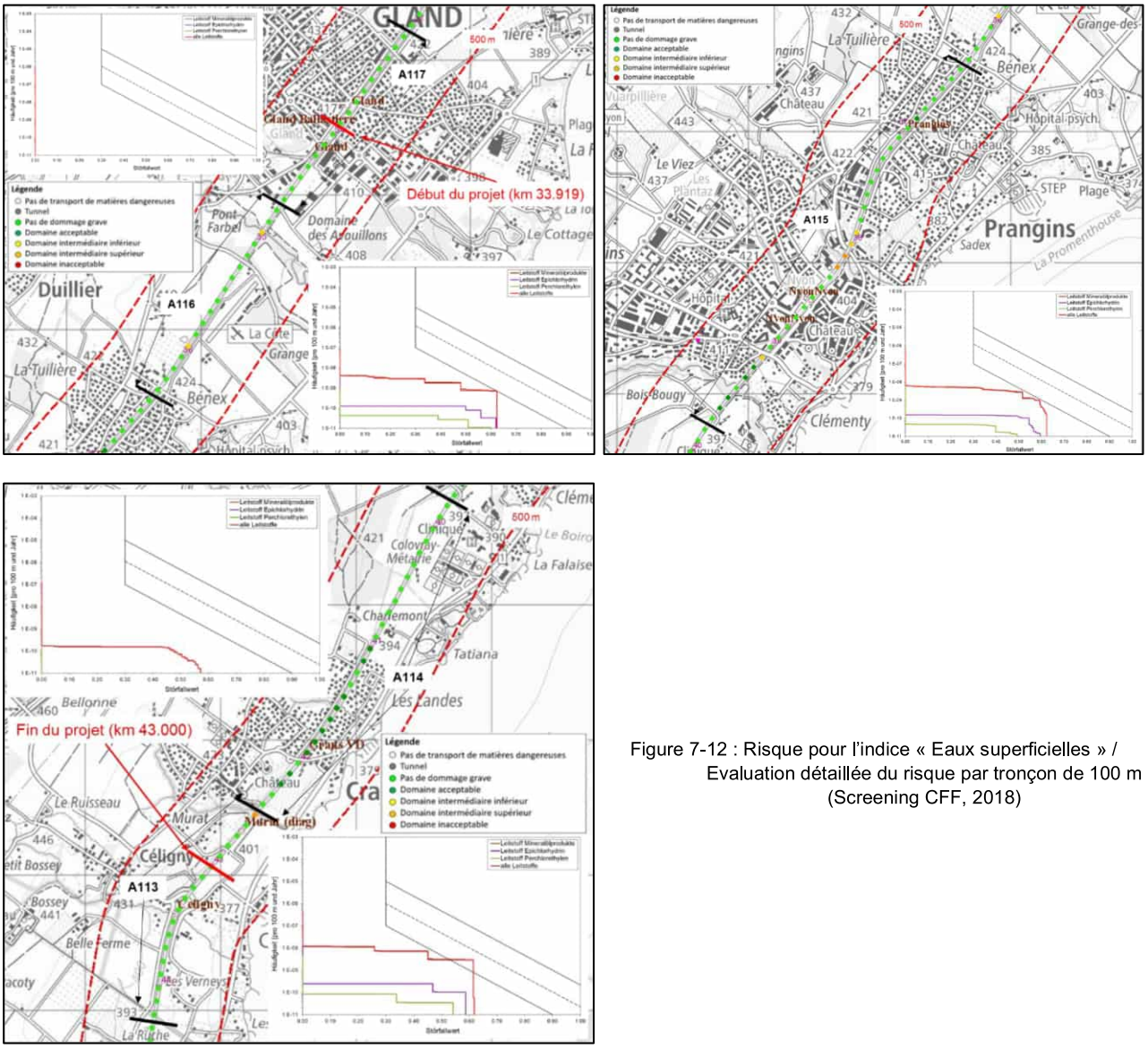


Figure 7-12 : Risque pour l'indice « Eaux superficielles » / Evaluation détaillée du risque par tronçon de 100 m (Screening CFF, 2018)

Le risque moyen lié à une pollution des eaux superficielles en cas d'accident sur les voies est situé en limite de la partie inférieure du domaine intermédiaire pour les segments A114 à A116 principalement en raison de la proximité de cours d'eau se jetant dans le Lac Léman ; il est considéré comme peu significatif pour le segment A117. Pour le segment A113, le risque de pollution des eaux superficielles est quant à lui situé dans la partie inférieure du domaine intermédiaire en raison de la proximité directe du Nant de Pry.

Pour les segments A113, A114, A116 et A117, les mesures M1, M2, M4 et M5 sont à étudier, en respect de la directive. Dans la zone de passage de l'Asse (segment A115) cependant, les niveaux de risque sont situés dans le domaine soumis à examen selon la directive (trois points d'accidents successifs au moins sont situés dans le domaine intermédiaire supérieur).

Les interventions prévues dans le présent renouvellement ne concernent pas les dispositifs d'évacuation des eaux de voies (pas d'intervention sur les drainages).

Risque « Eaux souterraines »

Le risque lié à la pollution des eaux souterraines en cas d'accident sur les voies est considéré comme n'entraînant « pas de dommage grave » (voir figure ci-après) quel que soit le segment considéré. Ainsi, en respect de la directive, les mesures M1, M2 et M5 sont à étudier.

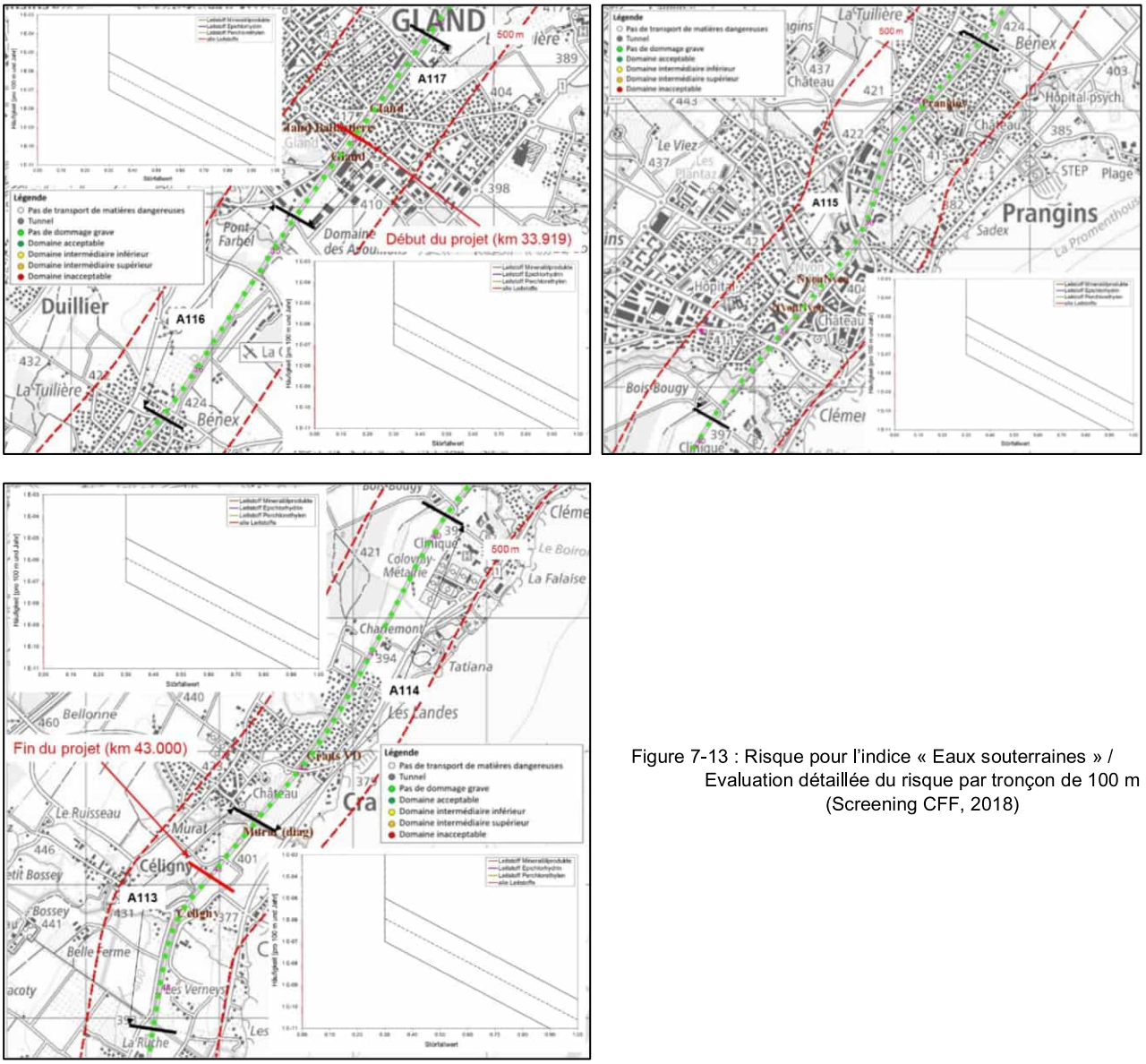


Figure 7-13 : Risque pour l'indice « Eaux souterraines » / Evaluation détaillée du risque par tronçon de 100 m (Screening CFF, 2018)

7.6.2 Effets du projet en phase de réalisation

Aucune mesure n'est nécessaire en phase de réalisation que ce soit pour les interventions sur la ligne CFF ou pour la construction du futur bâtiment de service.

7.6.3 Effets du projet en phase d'exploitation

Ligne 150

La directive concernant les mesures à prendre sur les infrastructures ferroviaires présente les différentes mesures à appliquer pour tout type de projets de construction. Le Tableau 7-5 synthétise, pour chaque domaine de risque considéré, les mesures à prendre en fonction de l'évaluation de l'état actuel. Les mesures sont ainsi décrites ci-après.

Tableau 7-5 : Mesures à considérer en fonction de l'évaluation de l'état actuel.

	Mesure M1	Mesure M2	Mesure M3	Mesure M4	Mesure M5
Population	X	X	X		X
Eaux superficielles	X	X		X	X
Eaux souterraines	X	X			X

Les mesures préconisées par la directive sont ainsi documentées :

- **M1 : Envisager le déplacement de diagonales d'échange**
  Aucun déplacement de diagonale n'est envisagé.
- **M2 : Envisager l'élimination d'obstacles ferroviaires**
  Aucun obstacle n'a été recensé par les CFF dans le périmètre du projet. Si un obstacle devait être détecté en cours de chantier, celui-ci devra être éliminé.
- **M3 : Protection des canalisations**
  Aucun dispositif d'évacuation des eaux n'est modifié par le présent projet.
- **M4 : Protection des eaux superficielles**
  Aucun dispositif d'évacuation des eaux n'est modifié par le présent projet.
- **M5 : Plan d'intervention**
  Le plan d'intervention devra être vérifié voire mis à jour si nécessaire.

Bâtiment d'enclenchement

La production de froid du futur bâtiment de service sera assurée par une pompe à chaleur fonctionnant au propane. Cette dernière sera installée sur le toit du bâtiment. Elle contiendra 2.1 kg de réfrigérant. La figure suivante présente la localisation du futur bâtiment ainsi que celle de l'installation de froid.

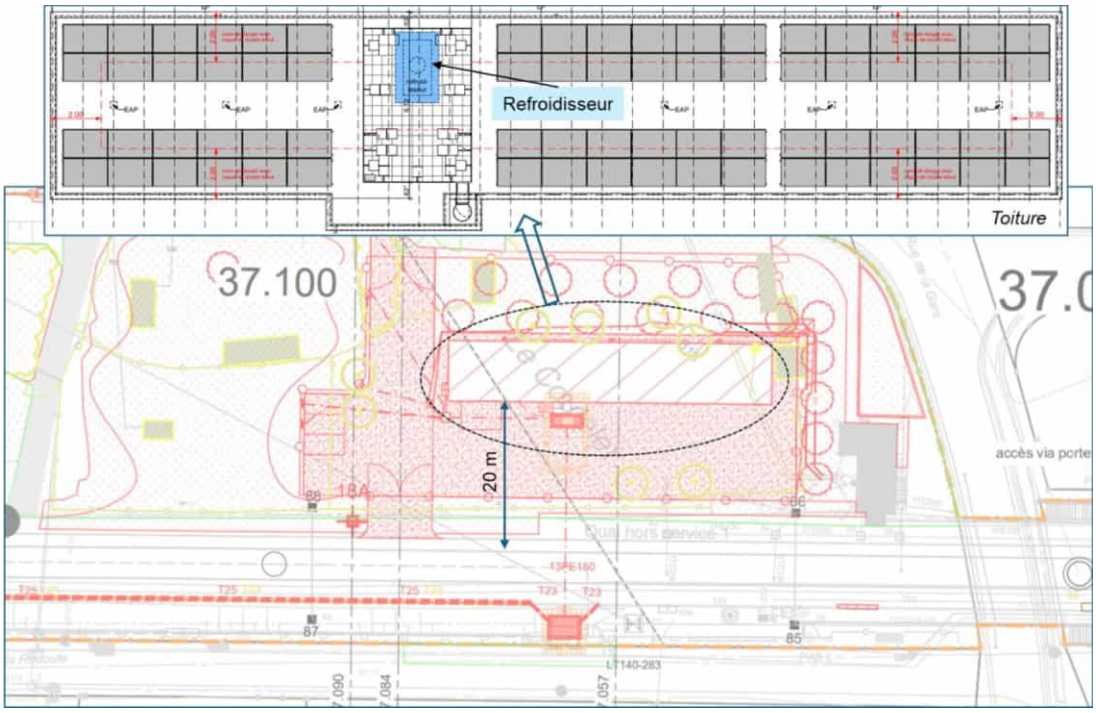


Figure 7-14 : Localisation du bâtiment d'enclenchement avec détail de la toiture

Un concept de sécurité a été rédigé présentant les mesures à mettre en place en lien avec la présence du propane et le risque d'explosions inhérent. À noter que le futur bâtiment sera conçu sur la base d'un système modulaire développé spécifiquement pour les bâtiments techniques des CFF. Le concept de sécurité équipant ce type de bâtiment est donc identique quel que soit le projet. L'Annexe M présente ainsi le concept de sécurité du bâtiment d'enclenchement de la gare de Saint-Triphon (VD) qui est également valable pour le bâtiment de Prangins.

La figure suivante présente de manière schématique les zones ATEX sur la toiture.

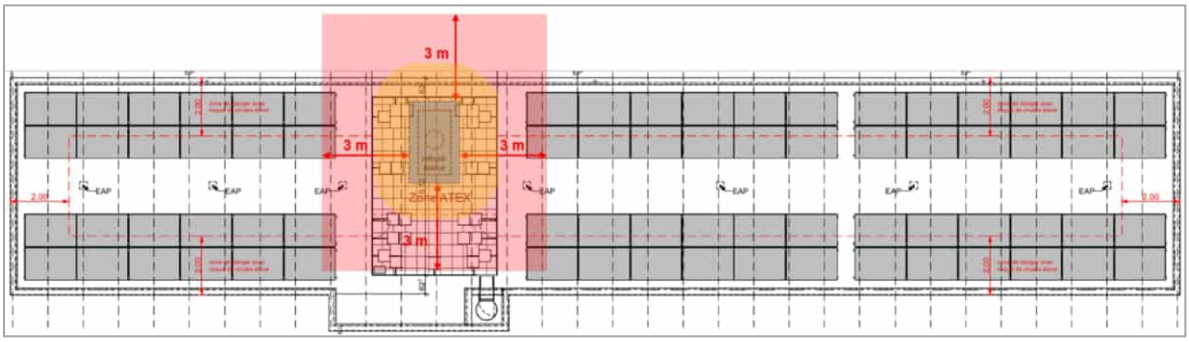


Figure 7-15 : Représentation schématique des zones ATEX sur la toiture

Une zone ATEX 2 est définie dans un périmètre de 3 mètres autour de la pompe à chaleur.

Les principales mesures sont ainsi les suivantes :

- Accès limité à la toiture (personnes autorisées et formées),
- Obturation des toutes les ouvertures présentes sur le toit (par exemple drainage) soit à l'aide de barrière physique soit à l'aide d'un siphon rempli d'eau en permanence (pour les canalisations),
- Mesures de prévention contre les explosions dans la zone 2 (appareillage électrique de catégories 1 à 3, signalisation, autorisation pour les travaux...),
- Mise en place de dispositifs d'extinction et de refroidissement ainsi que d'extincteurs portatifs,
- Instruction du personnel vis-à-vis des dangers et du comportement à adopter en cas d'accident avec organisation d'exercices.

Le bâtiment fait en outre l'objet d'un concept incendie présenté sur la figure suivante :

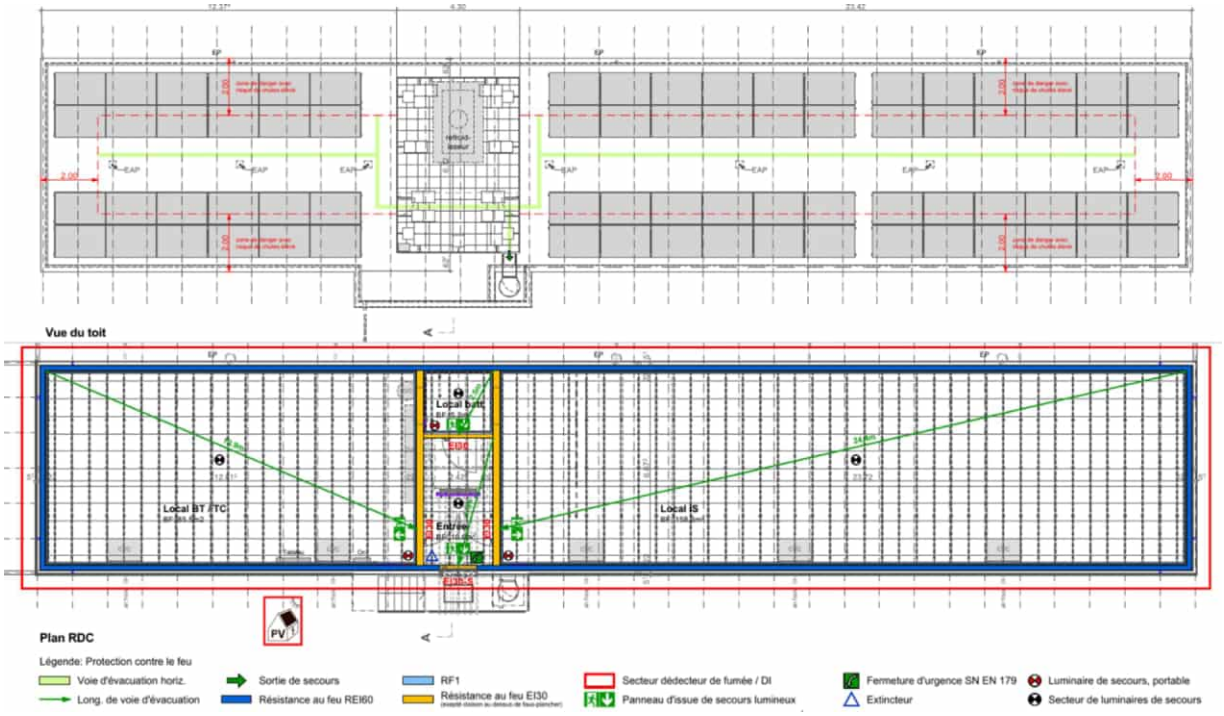


Figure 7-16 : Concept de protection Incendie

L'évacuation se fera par les escaliers situés sur la façade SE qui se trouve à environ 20 mètres de la voie CFF la plus proche. Cependant, aucune place de travail fixe ne sera aménagée dans le futur bâtiment d'enclenchement.

Sur la base des mesures de sécurité intégrées au projet, le risque pour les CFF en cas d'accident au niveau du bâtiment d'enclenchement, reste très limité. De même, en raison de l'absence de poste de travail, le danger en cas d'accident impliquant un wagon transportant des marchandises dangereuses est très peu significatif.

7.6.4 Mesures intégrées au projet

N°	**Mesures** * Mesures standards, adaptées au projet / **(S)** Mesures spécifiques du projet *Les mesures standards non-applicables au projet ne sont pas reprises*	**Réal.**	**Exploit.**
OPAM S1	Le plan d'intervention sera vérifié voire mis à jour si nécessaire.		X
OPAM S2	Les mesures contre les explosions liées à la présence de propane dans le futur bâtiment d'enclenchement devront être mises en place		X

7.7 Sites pollués

7.7.1 Etat actuel

Plusieurs sites pollués inscrits au cadastre des sites pollués cantonal et de l'OFT se situent au sein ou en proximité du projet :

- **Site N° Eva 246.10** : site pollué, sans atteinte nuisible ou incommodante ;
- **Site N° Eva 246.23** : site pollué, sans atteinte nuisible ou incommodante ;
- **Site N° Eva 246.52** : site pollué, nécessite une surveillance ;
- **Site N° Eva 246.53** : site pollué, nécessite une surveillance ;
- **Site B.7682** : site pollué, ne nécessitant ni de surveillance ni d'assainissement.
- **Site A00125-P0146** : site pollué, sans atteinte nuisible ou incommodante.

Un résumé des investigations réalisées pour chaque site est présenté au chapitre suivant.

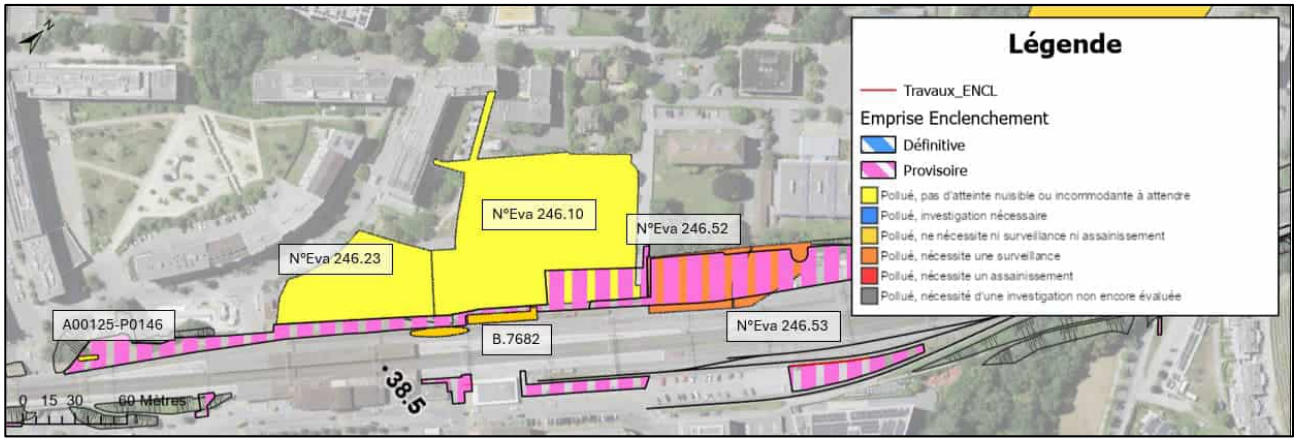


Figure 7-17 : Sites pollués situées dans le périmètre de construction selon le cadastre des sites pollués cantonaux et de l'OFT (état le 16.12.2024).

7.7.2 Effets du projet en phase de réalisation et d'exploitation

Site N° Eva 246.10

Le site 246.10 a été inscrit au cadastre des sites pollués en raison de la présence d'une fabrique de boulons. Le SESA (actuelle DGE-ASS) a initialement classé le site en tant que site pollué, sans atteinte nuisible ou incommodante. Une investigation historique ([49]) a été menée par la suite en raison du projet de réaménagement de la gare de Nyon. Une investigation technique partielle selon OSites (sondages réalisés

uniquement sur la parcelle propriété des CFF) a été réalisée en 2023-2024 ([56]). D'après les résultats des analyses des matériaux solides, de faibles pollutions aux $HC_{C10-C40}$ ainsi que des pollutions au Cr(VI) (type B) ont été décelées au niveau des remblais. Au niveau de l'analyse des eaux souterraines, les résultats ont uniquement montré des traces en $HC_{C10-C40}$ et bore dissous. L'étude classifie le site en tant que site pollué, ne nécessitant ni de surveillance ni d'assainissement, à confirmer par une deuxième étape d'investigation technique.

Phases de réalisation

Des installations de chantier sont prévues sur le site pollué, afin de stocker les matériaux de construction. Aucune excavation ne sera réalisée sur le site. De plus, la majeure partie du secteur qui sera utilisée comme installation de chantier est revêtue. Aucun impact n'est à prévoir en phase de réalisation.

Phases d'exploitation

Aucune emprise définitive n'est prévue sur le site pollué 246.10. Aucun impact n'est prévu en phase d'exploitation.

Site N° Eva 246.23

Le site 246.23 a été inscrit au cadastre des sites pollués en raison de la présence d'une fabrique de boulons. Le SESA a initialement classé le site en tant que site pollué, sans atteinte nuisible ou incommodante. Une investigation historique a été menée par la suite en raison du projet de réaménagement de la gare de Nyon ([49][50]). Une investigation technique selon OSites est en cours de finalisation afin de déterminer la présence effective de pollution et, le cas échant, de déterminer le besoin effectif en surveillance voire assainissement. D'après les résultats provisoires, le site sera classifié en tant que site pollué, ne nécessitant ni de surveillance ni d'assainissement. Le statut du site devra être confirmé.

Phases de réalisation

Des installations de chantier sont prévues en bordure du site. Aucun impact n'est à prévoir en phase de réalisation.

Phases d'exploitation

Aucune emprise définitive n'est prévue sur le site pollué 246.23. Aucun impact n'est prévu en phase d'exploitation.

Site N° Eva 246.52

Le site 246.52 (anciennement B.0140) est actuellement classé en tant que site nécessitant une surveillance en raison de la présence d'une ancienne aire d'exploitation pour du commerce de gros de combustibles liquides et carburants. Le site a fait l'objet d'une investigation préalable au sens de l'OSites ([51][53]).

Dans le cadre de l'investigation technique (2005) des analyses d'air interstitiel de sols, de matériaux solides et des eaux souterraines ont été réalisées. D'après les résultats, un foyer de pollution significatif de polluants mobiles a été décelé à proximité de la voie de dépotage. Une mobilisation des polluants mobiles (HC_{C5-C10}, HAP, MTBE) et moins mobiles ($HC_{C10-C40}$) a été mise en évidence dans les eaux souterraines en aval du site. Le site a donc été classé en tant que site nécessitant d'une surveillance du point de vue de la protection des eaux souterraines afin de déterminer l'évolution des teneurs en polluants à l'aval du site.

Une investigation technique complémentaire a été réalisée en 2022 ([54]) afin de répondre aux exigences en matière de gestion des sites pollués (besoins de surveillance et/ou assainissement et évaluation de la conformité des projets à l'égard de l'art. 3 OSites) et afin d'évaluer la qualité des matériaux d'excavation selon OLED.

Cette deuxième investigation technique s'est portée sur la réalisation de 7 forages carottés, 5 tranchées à la pelle mécanique et 2 campagnes de contrôle des eaux souterraines en période de basses et hautes eaux. D'après les résultats d'analyses chimiques, une zone contaminée par des hydrocarbures aliphatiques au niveau des matériaux solides a été identifiée sur presque la totalité du périmètre. Les résultats d'analyses chimiques des eaux souterraines ont confirmé la nécessité de la mise en œuvre de mesures de surveillance, voire d'assainissement (panache de pollution en HAP, HC_{C5-C10} et BTEX).

Un programme de surveillance des eaux souterraines et des eaux de canalisation a été lancée en 2022 sur une durée de 2 ans et prévoit l'analyse des composés organiques volatils COV par Purge&Trap et des HAP.

La surveillance est en cours de finalisation, les résultats finaux ne sont pas encore connus. D'après les résultats provisoires, le besoin de surveillance semble se confirmer. Le statut du site devra être confirmé.

Phases de réalisation

Des installations de chantier seront réalisées sur le site pollué, afin de stocker les matériaux de construction. Aucune excavation ne sera réalisée sur le site. De plus, le secteur qui sera utilisé comme installation de chantier est revêtu. Aucun impact n'est à prévoir en phase de réalisation.

Phases d'exploitation

Aucune emprise définitive n'est prévue sur le site pollué 246.52. Aucun impact n'est prévu en phase d'exploitation.

Site N° Eva 246.53

Le site 246.53 (anciennement B.0141) est actuellement classé en tant que site nécessitant une surveillance en raison de la présence d'une ancienne aire d'exploitation pour le commerce de gros de combustibles liquides et carburants (poste de distribution de carburants). Le site a fait l'objet d'une investigation préalable au sens de l'OSites ([51][53]).

Dans le cadre de l'investigation technique (2005) des analyses d'air interstitiel de sols, de matériaux solides et l'eau souterraines ont été réalisés. D'après les résultats, un foyer de pollution par les polluants mobiles a été décelé au droit des citernes des postes de distribution (vraisemblablement essence en raison de la présence de MTBE). Une mobilisation des polluants mobiles a été mise en évidence en traces dans les eaux souterraines en aval du site. Le site a été classé en tant que site pollué, sans besoin de surveillance ou d'assainissement.

Une investigation technique complémentaire a été réalisé en 2022 ([54]) afin de répondre aux exigences en matière de gestion des sites pollués (besoins de surveillance et/ou assainissement et évaluation de la conformité des projets à l'égard de l'art. 3 OSites) et afin d'évaluer la qualité des matériaux d'excavation selon OLED.

Cette deuxième investigation technique s'est portée sur la réalisation de 8 forages carottés et 2 campagnes de contrôle des eaux souterraines en période de basses et hautes eaux. Un foyer de pollution local aux HC_{C5-C10} a été localisé au droit des citernes enterrées de stockage d'hydrocarbures. Un deuxième foyer de pollution local aux HAP (dont B(a)P) ainsi que HC_{C5-C10}, $HC_{C10-C40}$ et BTEX a été identifié en relation avec la nature des déchets de produits bitumineux entreposés. Enfin, une zone qui s'étale à l'est de la limite actuel du site pollué a été remblayé avec des matériaux anthropiques en partie pollués. En aval hydraulique immédiat, aucun impact significatif sur les eaux souterraines n'a été relevé.

Un programme de surveillance des eaux souterraines et des eaux de canalisation a été lancée en 2022 sur une durée de 2 ans et prévoit l'analyse des composés organiques volatils COV par Purge&Trap et des HAP. Le besoin de surveillance a été confirmé (état décembre 2024).

Phases de réalisation

Des installations de chantier seront réalisées sur le site pollué, afin de stocker les matériaux de construction et des engins de chantier. Le projet prévoit uniquement d'extraire des anciennes citernes enterrées et de démolir une ancienne structure. En cas d'excavation avérée nécessaire lors du chantier, les matériaux d'excavation seront gérés selon les résultats d'analyses chimiques. Ces travaux seront suivis par un spécialiste en sites pollués.

Phases d'exploitation

Le projet prévoit de démolir un local préfabriqué de plain-pied équipé d'une dalle de béton, d'une surface au sol d'environ 30 m^2 et d'une ancienne citerne enterrée de stockage d'hydrocarbures d'un volume théorique de 18 m^3. D'après l'analyse réalisée par Géotest (cf. Annexe J), le projet est conforme à l'art.3 OSites.

Site B. 7682

Le site B.7682 (anciennement G1.3) a été inscrit au cadastre des sites pollués OFT en raison de la présence d'un garage avec une fosse d'entretien pour les locomotives ou les wagons. Une investigation historique a été réalisée en 2005 ([51]) et le site a été classé en tant que site pollué, ne nécessitant ni de surveillance ni d'assainissement.

Phases de réalisation

Un spécialiste en sites pollués suivra la démolition des murets. Les matériaux de démolition ainsi que d'excavation seront gérés selon l'OLED. Pour rappel, les murets se situent en dehors du périmètre du site pollué.

Phases d'exploitation

Le projet prévoit la démolition des murets situés en proximité immédiat du site pollué, en restant toutefois en dehors du périmètre du site pollué. Le projet n'a donc pas d'impact sur le site pollué.

Site A00125-P0146

Dans le cadre de la campagne d'échantillonnage géotechnique réalisée dans le cadre du projet de réaménagement et mise en conformité LHand de la gare de Nyon, des matériaux fortement pollués aux HAP ainsi que des scories ont été découvertes dans les remblais au nord-est du PI de la Morâche ([55][57]). L'OFT a par la suite exigé l'inscription du secteur au cadastre des sites pollués de l'OFT en raison de la présence de remblais pollués.

Phases de réalisation

Des installations de chantier seront prévues dans le secteur, afin de stocker du matériel de construction. Les emprises seront recouvertes d'un géotextile de séparation et d'une couche en grave. Aucune excavation ne sera réalisée au droit du site. Le projet est par conséquent conforme à l'Art. 3 OSites.

Phases d'exploitation

Aucune emprise définitive n'est prévue sur le site pollué A00125-P0146. Aucun impact n'est prévu en phase d'exploitation.

7.7.3 Mesures intégrées au projet

N°	**Mesures** * Mesures standards, adaptées au projet / **(S)** Mesures spécifiques du projet *Les mesures standards non-applicables au projet ne sont pas reprises*	Réal.	Exploit.
OSit 1	Le service fédéral compétent pour l'exécution de l'OSites (OFT) et les autorités cantonales spécialisées sont informés de l'évaluation et des mesures prises en vertu de l'OSites ainsi que du type et de la quantité de matériaux pollués qui ont été évacués, mais aussi, le cas échant, mis en place (art. 6 et 8 OSites).	X	
OSit 2	Pour les travaux de construction menés sur des sites pollués, une stratégie d'excavation et de triage doit être intégrée au plan d'élimination conformément à la mesure standard OSit 1.	X	
OSit S1	Un plan d'hygiène et sécurité (PHS) devra être réalisé par l'ENT adjudicataire des travaux avant travaux en cas d'établissement de bases de vie sur les sites pollués avec présences de polluants volatils.	X	

7.8 Déchets et gestion des matériaux

7.8.1 Effets du projet en phase de réalisation

Matériaux d'excavation, de démolition

La réalisation du projet générera des déchets d'excavation, de démolition ainsi que des déblais de voie. Les principaux types et les quantités sont présentés dans le tableau suivant (plan d'élimination des déchets au sens de l'art. 16 OLED).

Deux diagnostics des polluants ont été réalisés en 2024 par HSE Conseils (cf. Annexe H), afin de déceler la présence d'amiante, PCB, métaux lourds et HAP dans les éléments constructifs qui seront touchés dans les cadres des travaux.

Tableau 7-6 : Plan de gestion des déchets au sens de l'art. 16 OLED.

Type			Code OMoD	Quantités	Obligation de valoriser	Observations / Filières d'évacuation selon l'OLED
Matériaux terreux (considéré comme matériaux d'excavation)	Sols au niveau du futur bâtiment d'enclenchement	Faiblement pollué (T)	17 05 06	260 m^3	V	Valorisation sur place ou décharge de type B.
Matériaux d'excavation et de percement	Talus ferroviaires (escaliers et déraillement)	Non pollué (A)	17 05 06	2000 m^3	V	Valorisation selon l'art. 19 al.1 OLED ou décharge type A si valorisation pas possible.
		A déterminer	*A déterminer*	115 m^3	V	Selon les résultats des analyses. A spécifier avant travaux.
	Remblai sous le futur bâtiment d'enclenchement	Faiblement pollué	17 05 94	400 m^3	V	Valorisation intégrale conformément à l'art. 19 al. 2 OLED (matière première pour la fabrication de matériaux de construction à liant hydraulique ou bitumineux, matériaux de construction sur des décharges de type B-E, matière première de remplacement pour la fabrication de clinker de ciment, sur les sites pollués sur lesquels les matériaux sont produits). Si valorisation pas envisageable, décharge type B.
Métaux non triés	Rails	Non pollué	17 04 07	133 ml	V	Recyclage de métaux.
Matériaux bitumineux de démolition	HAP < 250 mg/kg	Non pollué	17 03 03	45 m^3	V	Valorisation selon l'art. 20 al. 1 OLED ou décharge type B (jusqu'au 31.12.2027).
Béton de démolition		Non pollué	17 01 01	110 m^3	V	Recyclage
Déblais de voies	Ballast	Faiblement pollué (T)	17 05 95	60 m^3	V	-Valorisation conformément à l'art. 20 OLED et à l'annexe 4. ch.3.1, let. f OLED -Construction ferroviaire (ballast criblé sur voie, ballast RC, granulats RC pour grave PSS); -Construction routière (granulats RC pour couches de roulement, de liaison ou de bas); -Fabrication du béton (granulats RC pour fabrication du béton). -Si valorisation pas envisageable, décharge de type B.
Matériaux contenant de l'amiante	Crépis garage (km 38.3)	Pollué	17 06 05 ds	~50 m^2		Décharge type E. Conditionnement sous sacs en plastique indéchirables et hermétiques à la poussière (fermeture en col de cygne) portant la mention «attention, contient de l'amiante ».
	Pompe et citerne (km 38.3)	*A déterminer*	17 06 05 ds ou 17 06 98	*Non estimé*		Décharge type B ou E, selon investigations supplémentaires lors du démontage.
	Locaux parcelle 319	Pollué	17 06 05 ds	*Non estimé*		Décharge type E. Conditionnement sous sacs en plastique indéchirables et hermétiques à la poussière (fermeture en col de cygne) portant la mention «attention, contient de l'amiante ». A confirmer par des investigations supplémentaires lors du démontage.
Autres déchets de chantier : Plastique, carton, bois, etc.			*Divers selon type de déchet*	*Non estimé*	V	Bennes de chantier ou déchetterie de chantier, notamment : -Évacuation vers centre de tri pour recyclage ou pour incinération ; -Concassage et revalorisation en compost ou bois de chauffage.

Sur les 7 bâtiments qui seront démolis, les analyses ont uniquement décelé la présence de matériaux contenant de l'amiante pour 4 bâtiments (3 bâtiments sur la parcelle n°319 du futur bâtiment d'enclenchement au km 37.1, 1 garage sur la parcelle n°640 au km 38.3).

Les dispositions de l'ordonnance sur la limitation des déchets (OLED) s'appliqueront au traitement des déchets de chantier. Les déchets de chantier seront éliminés conformément à la directive pour la valorisation des déchets de chantier minéraux (OFEV, 2020). Selon cette directive, dès que le volume de ces déchets atteint 30 m^3, ils doivent être triés sur le chantier selon quatre catégories : les matériaux bitumineux, les matériaux non bitumineux, le béton de démolition et les matériaux minéraux non triés. Les autres déchets seront triés, recyclés ou éliminés conformément aux dispositions de l'OLED et à celles de la norme SIA 430.

Le tri des déchets devra être exécuté en priorité sur place. Les déchets spéciaux devront être séparés des autres déchets et éliminés séparément. Un suivi des matériaux d'excavation permettra d'évaluer la possibilité de les valoriser et/ou de les mettre dans une décharge appropriée.

7.8.2 Effets du projet en phase d'exploitation

Les déchets de l'exploitation seront gérés par les CFF conformément aux exigences légales.

7.8.3 Mesures intégrées au projet

N°	**Mesures** * Mesures standards, adaptées au projet / **(S)** Mesures spécifiques du projet *Les mesures standards non-applicables au projet ne sont pas reprises*	Réal.	Exploit.
OLED 1	Un concept de gestion des matériaux et des déchets (plan d'élimination avec indications sur le moment de l'apparition des déchets, sur la filière d'élimination et sur l'installation prévue à cet effet) est établi pour tous les déchets produits dans le cadre du projet. Ce concept est mis à jour avant le début des travaux et transmis à l'OFT. Il tient compte de la planification cantonale des déchets, des stratégies d'extraction, des plans de remise en état, etc. Si des modifications majeures du concept de gestion des matériaux et des déchets interviennent pendant la phase de chantier, elles sont soumises à l'appréciation de l'OFT.	X	
OLED 2	À l'issue des travaux, une attestation d'élimination est établie et remise à l'OFT.	X	
OLED S1	Si des matériaux souillés ou des déchets sont découverts durant les travaux, l'autorité compétente sera informée sans délai.	X	
OLED S2	Réalisation d'une campagne de prélèvement des sols d'installations des talus ferroviaires pour la réalisation des escaliers et de la zone de déraillement (HAP, métaux lourds et HC C10-C40) avant travaux par le SER. Les résultats seront intégrés dans le plan de gestion des déchets.	X	
OLED S3	Réalisation d'un contrôle PAK Marker sur l'asphalte qui sera démolie (batterie du quai 1, chemin sur la parcelle du BS, traversées secondaires AC-Rail) par le SER.	X	
OLED S4	Les travaux de démolition des éléments constructifs contenant de l'amiante devront être réalisés par une entreprise spécialisée en désamiantage et reconnue par la SUVA.	X	

7.9 Sols

Ce chapitre traite des sols tels que définis dans l'art. 7 al. 4 bis de la Loi sur la protection de l'environnement (LPE), à savoir l'horizon A, aussi appelé terre végétale ou horizon de surface, et l'horizon B, appelé aussi sous-couche. La gestion des matériaux d'excavation se trouvant en dessous des sols, ou horizon C, n'est pas traitée dans ce chapitre,

Le domaine de la protection des sols est régi par les principales bases légales présentées en Annexe A (textes principaux pour le projet, liste non exhaustive).

Pour rappel, voici quelques définitions de ce qui est considéré comme « sol » au sens de l'OSol.

Sol : couche biologiquement active du sol où l'on trouve des racines. Le sol comprend en principe une couche supérieure organo-minérale riche en organismes et en nutriments, dite terre végétale ou horizon A, d'une épaisseur variable entre 15 et 35 cm environ, et une couche inférieure, de l'ordre de 30 à 80 cm, appelée sous-couche arable, couche sous-jacente ou horizon B.

Matériaux terreux : l'excavation d'un terrain commencer par le décapage de la terre végétale et de la sous-couche arable située dans la couche supérieure du terrain. Ces matériaux sont regroupés sous le terme de « matériaux d'excavation ».

Sols d'installation : sols anthropiques généralement très superficiels et de mauvaise qualité, ainsi que potentiellement pollués étant situés à proximité des voies (< 10m). Ces sols sont fréquemment observés dans les talus ferroviaires. Ils ne sont à ce titre pas considérés comme des sols au sens de l'OSol.

7.9.1 Effets du projet en phase de réalisation

Le projet induit des impacts provisoires sur les sols, principalement avec les installations de chantier et les accès terrestres. Les surfaces de sols impactées en phase de chantier, ainsi que l'utilisation de ces surfaces, sont présentées en Annexe I et dans le Tableau 7-7 ci-après.

Tableau 7-7 : Surfaces indicatives de sols impactés de manière provisoire.

Utilisation du sol	Emprise provisoire [m^2]	
	Décapage provisoire	Sans décapage
Talus ferroviaire	600	7'000
Remblai anthropique	0	1'250
Prairie, jardins, verger	0	3'250
Surface agricole	0	3'000
Total	**600**	**14'500**

La phase de réalisation est susceptible de provoquer des atteintes durables à la fertilité des sols en lien avec les travaux de manipulation des sols. L'application stricte des mesures de protection des sols durant l'ensemble des phases de chantier permettra de réduire l'impact du projet sur les sols. L'ensemble des manipulations de sol devra respecter les bases légales et la réglementation en vigueur.

À noter que les emprises provisoires se situent en partie sur des surfaces d'assolement (SDA) (traité au § 0 « Surfaces d'assolement »).

Futur bâtiment d'enclenchement Prangins

Le périmètre d'investigation du projet de construction du bâtiment d'enclenchement, concerne une partie de la parcelle 319, soit une superficie d'environ 3'900 m^2, sise sur la commune de Prangins et dans le domaine ferroviaire. Les surfaces de sols naturels remaniés ou non remaniés à l'intérieur de ce périmètre sont évaluées à environ 3'500 m^2. À ce jour, les sols naturels sont utilisés comme friche avec verger, gazon fleuri, aire arborée et comme jardin potager.

L'étude pédologique des sols naturels comprend une description des sols basée sur les observations et la description de dix sondages pédologiques situés dans le périmètre d'investigation (cf. Figure 7-18 ci-après).



Figure 7-18 : Plan de situation de la nature des sols.

Ces sondages ont tous été effectués à la tarière Edelman le 08.05.2024. Ces dix sondages étaient nécessaires du fait du remaniement des sols du périmètre. En conséquence, l'exigence minimale de quatre sondages/ha est dépassée mais s'explique par l'hétérogénéité des épaisseurs des sols.

À noter qu'aucune donnée sur la pédologie n'est disponible sur le portail géographique vaudois. De ce fait, une analyse physique des sols a été effectuée. L'analyse s'est portée sur un échantillon composite de terre végétale (prélevé à la tarière). Celle-ci a permis de connaître plus précisément la texture des sols, le taux de matière organique, le pH, la présence de carbonates. En fonction de toutes ces informations, il est possible de définir la sensibilité à la compaction par type de sols. Enfin, deux analyses des polluants de l'OSol ont été effectuées sur le périmètre.

Historique du périmètre

L'étude des photos aériennes historiques (source map.geo.admin) a permis de retracer l'évolution de l'utilisation des sols au droit du présent projet depuis le milieu du 20ème siècle (cf. Figure 7-19). Le premier jardin potager s'est implanté dans les années 70 et le deuxième dans les années 80. Dans cette même période, les arbres du verger en friche ont été plantés. Les sols ont été ensuite remaniés dans les années 90, lors de la construction des différents bâtiments du jardin potager.

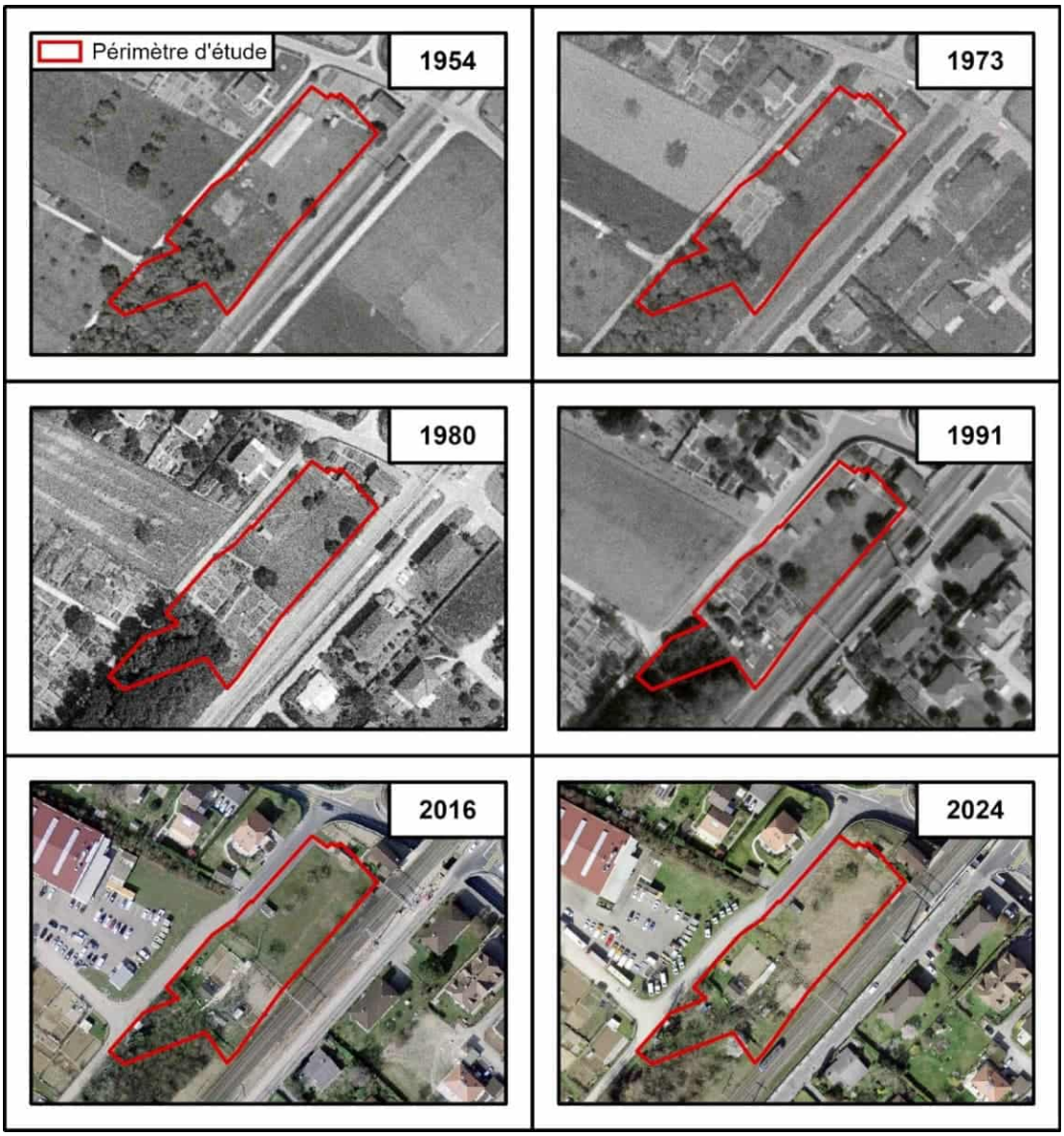


Figure 7-19 : Photographies aériennes historiques du périmètre

Description des sols

L'ensemble des sols sont anthropiques (sols remaniés), avec une absence de sous-couche et une épaisseur (terre végétale) variant entre 10 et 30 cm. Ils sont limoneux à sablo-limoneux, avec une présence élevée de cailloux. Ils sont carbonatés et possèdent une concentration en matière organique élevée. La structure des agrégats est grumeleuse à grenue. Aucune trace d'hydromorphie n'a été observée. La percolation est jugée normale.

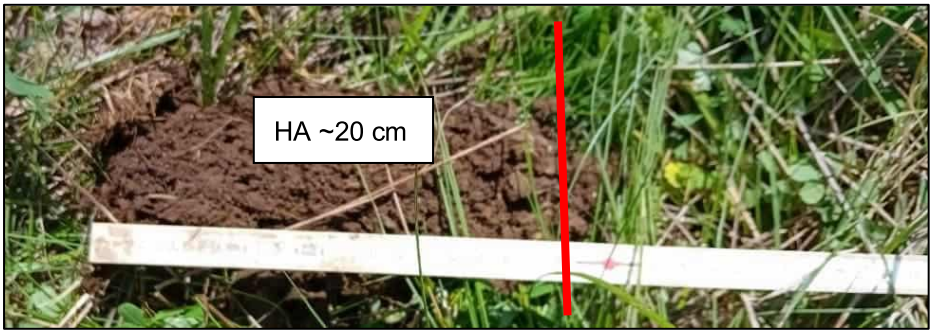


Figure 7-20 : Exemple d'anthroposol (sol remanié) au sondage S3.

Les résultats de l'investigation de terrain sont présentés sur les cartes suivantes :

- Plan de situation de la typologie des sols et localisation des sondages pédologiques (Figure 7-21) ;
- Plan de situation des épaisseurs indicatives de terre végétale

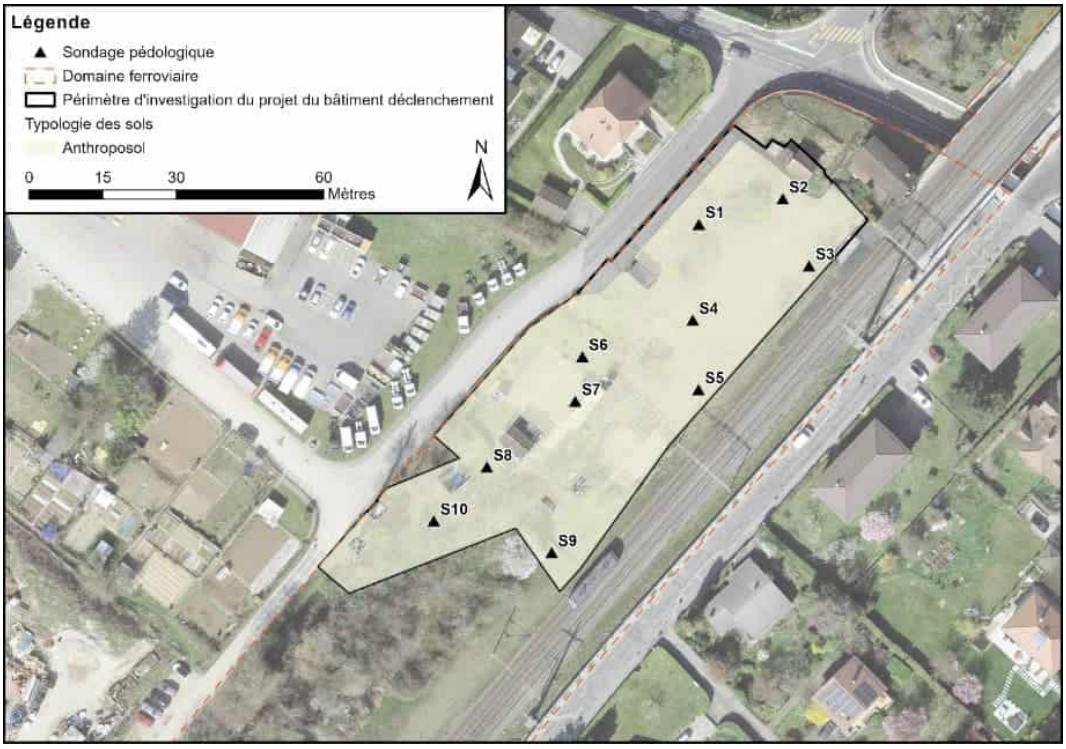


Figure 7-21 : Plan de situation de la typologie des sols

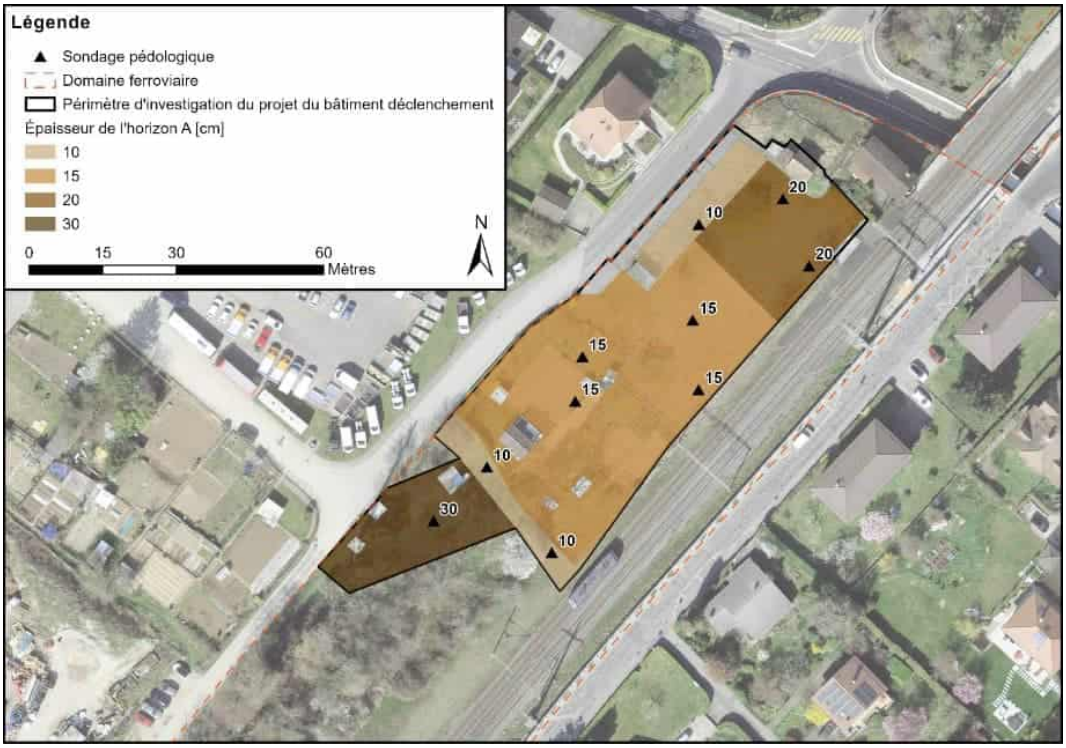


Figure 7-22 : Plan de situation de l'épaisseur de la terre végétale (horizon A).

Sensibilité à la compaction

En fonction des teneurs en limon, en argile, en matière organique et en éléments grossiers, la sensibilité à la compaction des sols peut être qualifiée comme suit pour l'horizon A (selon la norme VSS - 40 581) :

Typologie	Horizon	Sensibilité
Anthroposol	Terre végétale	Normalement sensible

Tableau 7-8 : Sensibilité à la compaction des sols selon leurs textures.

Pollution des sols

Le périmètre d'investigation du bâtiment d'enclenchement est situé entièrement en zone urbaine, où les sols ont été remaniés et utilisés en grande partie comme jardin potager/verger. Par conséquent, chaque surface naturelle a été gérée de manière différente selon les habitudes des locataires (haie, gazon extensif, gazon intensif, potager, verger etc.). De plus, des possibilités de pollution accidentelles sont présentes et non négligeables (ex : remplissage d'une tondeuse avec de l'essence). Une autre source de pollution est également présente à proximité, soit les voies ferroviaires. À ce titre, deux transects de prélèvement passant par les zones potentiellement décapées ont été jugées comme nécessaire pour analyses.

Les deux échantillons ont été constitués par de nombreux prélèvements tarière à gouge (2 cm de diam., entre 0 et 20 cm de profondeur) qui sont composés par un minimum de dix prélèvements, afin d'obtenir un échantillon qui soit le plus représentatif possible. Les résultats d'analyse au sens de l'OSol rendus par le laboratoire Wessling AG sur l'échantillon analysé est résumé ci-dessous (les bordereaux d'analyse complets sont présentés en Annexe J) :

Tableau 7-9 : Résultats d'analyses des polluants.

			Valeurs indicatives au sens de l'OSol	Seuils d'investigation au sens de l'OSol
Station :	**T1_Bat_Encl**	**T2_Bat_Encl**		
	24-061534-01	**24-061534-02**		
Polluant - Teneur totale en mg/kg MS				
Chrome (Cr) [mg/kg]	29	27	50	200*
Nickel (Ni) [mg/kg]	32	32	50	100*
Cuivre (Cu) [mg/kg]	**96**	34	40	150
Zinc (Zn) [mg/kg]	110	**250**	150	300*
Molybdène (Mo) [mg/kg]	< 1.0	< 1.0	5	-
Cadmium (Cd) [mg/kg]	0.3	0.5	0.8	2
Mercure (Hg) [mg/kg]	0.24	0.17	0.5	0.5*
Plomb (Pb) [mg/kg]	**51**	**54**	50	200
Somme des HAP [mg/kg]	**3.9**	**3.7**	1	10
benzo(a)pyrène [mg/kg]	***0.4***	***0.39***	*0.2*	*1*
Degré de pollution au sens de l'OSol	**Peu pollué**	**Peu pollué**		

valeur	Valeur dépassant la valeur indicative au sens de l'OSol
valeur	Valeur dépassant le seuil d'investigation au sens de l'OSol

*Valeurs selon l'aide à l'exécution de l'OFEV (2021) :
"Évaluation des sols en vue de leur valorisation. Aptitude des sols à leur valorisation"

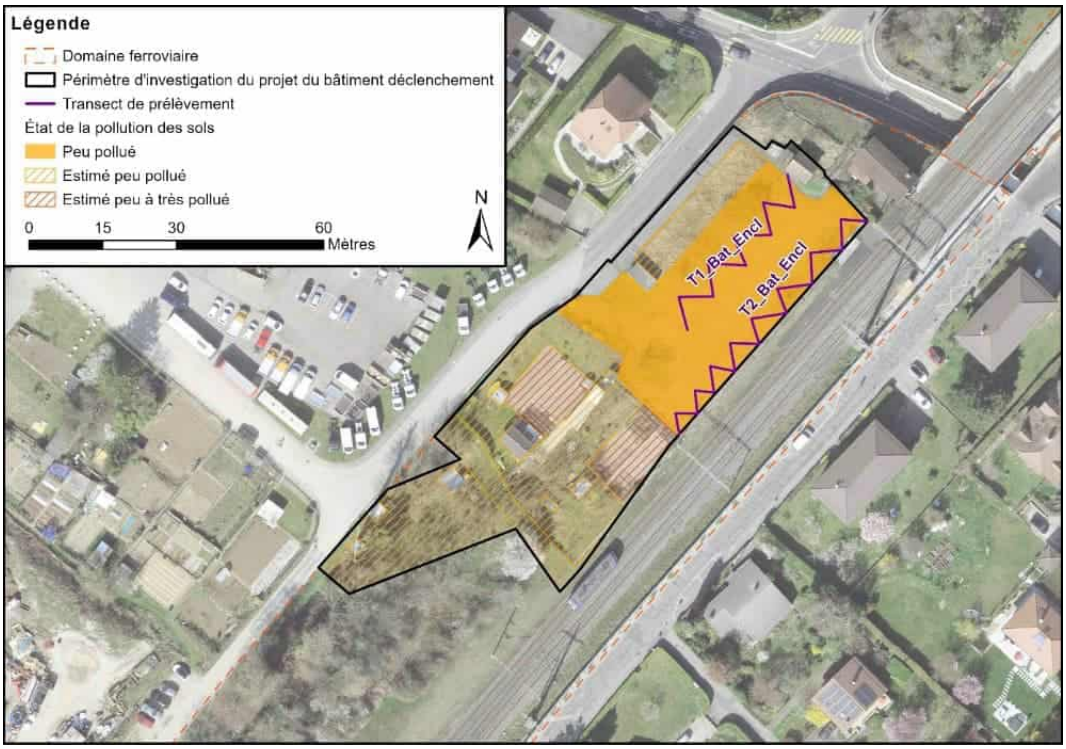


Figure 7-23 : Plan de situation de l'état de pollution des sols au sens de l'OSol

Les résultats des analyses des échantillons de sols présentent des dépassements des valeurs indicatives pour les concentrations de Plomb et de la somme des HAP. Les concentrations en Cuivre sont également dépassées pour l'échantillon T1_Bat_Encl et en Zinc pour l'échantillon T2_Bat_Encl. Sur cette base, ces sols sont considérés comme étant peu pollués au sens de l'OSol. Il est probable qu'une bonne partie de cette pollution (Plomb, Cuivre et Zinc) s'explique par la présence du verger, qui a probablement subi des traitements phytosanitaires aux métaux lourds.

À partir de ces informations et selon les conditions de réutilisation des sols émises dans la directive de l'OFEV « Évaluation des sols en vue de leur valorisation, 2021 », les préconisations de réutilisation des sols sont les suivantes :

- Valorisation restreinte (vrI)
- Valorisation sur place sans restriction pour autant qu'ils soient manipulés dans des conditions d'humidité acceptables ;
- Valorisation extérieure possible à condition que les sols du site cible, les sols initiaux présentent le même type et de gré de pollution de pollution ;
- Valorisation extérieure possible pour des installations du trafic ou l'aménagement d'espaces verts et d'installations sportives en milieu urbain, où l'Homme ne sera pas exposé.

Sols d'installation /talus ferroviaires

Les emprises définitives du projet se situent à proximité (<10m) des voies ferroviaires (talus ferroviaire) et correspondent donc à des sols d'installations (très superficiels et de mauvaise qualité) non considérés comme des sols au sens de l'OSol.

Le projet engendrera des emprises définitives d'environ 500 m^2 sur des sols d'installations (murs, déraillement et escaliers). Une investigation de l'état de pollution de ces sols devra être réalisée avant travaux afin de déterminer la filière de valorisation ou d'élimination une fois décapés.

7.9.2 Effets du projet en phase d'exploitation

La réalisation du projet, implique une perte définitive d'environ 1'800 m^2 de sols, principalement composés de jardins, haies /verger et talus ferroviaires (sols d'installations). La phase d'exploitation n'induira pas d'autres prévisibles dans le domaine de la protection des sols.

Tableau 7-10 : Surfaces indicatives de sols impactés de manière définitive
(cf. Annexe I pour la localisation des sols).

Type de sol	Emprise définitive [m^2]
Talus ferroviaire	500
Remblai anthropique	50
Jardins, haies, verger	1'250
Total	**1'800**

7.9.3 Mesures intégrées au projet

N°	**Mesures** * Mesures standards, adaptées au projet / **(S)** Mesures spécifiques du projet *Les mesures standards non-applicables au projet ne sont pas reprises*	Réal.	Exploit.
Sol 1*	Lors de la planification et de l'exécution des travaux affectant les sols, les publications suivantes sont prises en compte : ▪ OFEV (2022), « Construire en préservant les sols » ; ▪ OFEV (2015), « Sols et constructions. État de la technique et des pratiques », *Connaissance de l'environnement n° 1508 ;* ▪ OFEV (2021), « Évaluation des sols en vue de leur valorisation. Aptitude des sols à leur valorisation. Un module de l'aide à l'exécution 'Construire en préservant les sols' », *L'environnement pratique n° 2112*. ▪ VSS (2017), norme VSS SN 640 581 « Terrassement, sol. Protection des sols et construction ».	X	
Sol 2	Les principes suivants sont à respecter pour veiller à la protection préventive des sols : ▪ réduire autant que possible la surface de sol affectée par le projet de construction ; ▪ orienter si possible les interventions sur les sols vers des surfaces présentant déjà une pollution ou une atteinte d'origine anthropique ; ▪ réduire au minimum nécessaire la sollicitation des sols ainsi que la durée et l'intensité de cette première (p. ex. nombre de déplacements ou fréquence de la circulation).	X	
Sol 3*	La couche supérieure et la couche sous-jacente du sol sont décapées séparément. Conformément à l'art. 18, al. 1, OLED. Les matériaux terreux appartiennent aux classes « valorisation restreinte (vr I) » et sont éliminés conformément à l'OLED.	X	

N°	**Mesures** * Mesures standards, adaptées au projet / **(S)** Mesures spécifiques du projet *Les mesures standards non-applicables au projet ne sont pas reprises*	Réal.	Exploit.
Sol 4	Les installations et pistes de chantier sont édifiées sur une couche d'au moins 50 cm d'un mélange de gravier non lié ; elles sont séparées de la couche supérieure du sol (horizon A), p. ex. par un géotextile.	X	
Sol 5	Les sols sont protégés de la compaction et de la pollution, même s'ils ne sont sollicités que temporairement.	X	
Sol S1	Une campagne d'échantillonnage devra être réalisée au niveau des sols d'installation, afin de déterminer l'état de pollution et les filières de valorisions / élimination avant travaux.	X	
Sol S2	Un concept de gestion de sols intégrant toutes les mesures à appliquer pendant travaux devra être réalisé avant travaux. Le chantier sera suivi par un SPSC.	X	

7.10 Air

La protection de l'air et du climat est régie par l'Ordonnance sur la protection de l'air (OPair, RS 814.318.142.1). L'Ordonnance sur la protection de l'air (OPair) contient notamment des dispositions préventives pour les chantiers. Selon le chiffre 88 de l'annexe 2, les émissions des chantiers seront limitées, notamment par une limitation des émissions des machines et des appareils utilisés ainsi que par l'utilisation de procédures d'exploitation appropriées, dans la mesure où le permettent la technique et l'exploitation et où cela est économiquement supportable. La nature, la dimension et la situation du chantier ainsi que la durée des travaux doivent être pris en compte. Pour l'application concrète, l'Office fédéral édicte des directives, soit la directive « Protection de l'air sur les chantiers » éditée par l'OFEV (DAC, 2016).

7.10.1 Effets du projet en phase de réalisation

En phase de réalisation, des émissions spécifiques aux différentes phases de travaux sont attendues. La phase de réalisation présente les caractéristiques suivantes :

- Durée d'environ 20 mois ;
- Emprise de chantier > 10'000 m^2 ;
- Situation en zone rurale/agglomération ;
- Volume total des matériaux à évacuer / apporter par transport routier inférieure à 10'000 m^3.

Ainsi, selon la directive « Protection de l'air sur les chantiers » (OFEV), le niveau de mesure B est applicable et les mesures correspondantes devront être intégrées aux conditions particulières des documents de soumission en plus des mesures correspondant à la bonne pratique de chantier (niveau de mesure A).

Les émissions des chantiers seront limitées, notamment par une limitation des émissions des machines et des appareils utilisés, ainsi que par l'utilisation de procédures d'exploitation appropriées, dans la mesure du techniquement faisable et de l'économiquement supportable.

7.10.2 Effets du projet en phase d'exploitation

Le projet n'aura aucun impact majeur sur la qualité de l'air en phase d'exploitation.

7.10.3 Mesures intégrées au projet

N°	**Mesures** * Mesures standards, adaptées au projet / **(S)** Mesures spécifiques du projet *Les mesures standards non-applicables au projet ne sont pas reprises*	Réal.	Exploit.
Air 1*	Les mesures énumérées (niveau de mesure B) de limitation des émissions de polluants atmosphériques générées par/sur les chantiers sont mis en œuvre.	X	
Air 2	Les machines et appareils qui sont utilisés sur les chantiers en Suisse répondent aux exigences de l'art. 19a OPair, en fonction de leur année de fabrication et de leur puissance.	X	

7.11 Emissions lumineuses

7.11.1 Bases légales

La protection contre les émissions lumineuses se base essentiellement sur :

- Norme SIA 491 (SN 586 491) – Prévention des émissions inutiles de lumière à l'extérieur, 2013 ;
- Recommandations pour la prévention des émissions lumineuses, OFEV, 2021.

L'objectif du présent chapitre est de s'assurer que les impacts du projet dans le domaine des émissions lumineuses seront réduits au strict minimum pour des raisons environnementales et de santé, tout en respectant les normes de sécurité requises sur le site. La protection contre les émissions lumineuses vise à éviter l'éblouissement des usagers et des voisins, ainsi qu'à réduire l'emploi de lampes pouvant émettre dans des longueurs d'ondes ayant un impact négatif sur la santé humaine et animale.

7.11.2 Effets du projet en phase de réalisation

L'éclairage du chantier sera réalisé avec des lampes équipées d'ampoules LED « blanc chaud » (< 3000 Kelvin) et orientées vers le bas, de manière à éviter tout rayonnement vers le ciel. La durée de l'éclairage sera limitée aux heures de travail du chantier. L'éclairage respectera les prescriptions et recommandations de l'aide à l'exécution « Recommandations pour la prévention des émissions lumineuses » (OFEV, 2021) et de la norme SIA 491 « Prévention des émissions inutiles de lumière à l'extérieur ».

7.11.3 Effets du projet en phase d'exploitation

Le concept d'éclairage à l'extérieur du bâtiment prévoit d'éclairer uniquement la zone d'accès au bâtiment de service de l'enclenchement (chemin d'accès depuis la route jusqu'aux places de parcs et à l'entrée du bâtiment) pour permettre au personnel d'entretien d'intervenir à tout instant (jour et nuit) dans des conditions de sécurité. Cet éclairage s'activera de façon manuelle in situ par le personnel d'intervention. En cas d'oubli d'éteindre la lumière, un système d'éclairage est automatiquement éteint lorsque la luminosité naturelle est suffisante.

Au niveau de l'entrée du bâtiment, un luminaire est placé sous le couvert d'accueil. L'éclairage est allumé si nécessaire au moyen d'un poussoir avec temporisation et/ou de détecteurs. Il s'active uniquement en période nocturne et lors de la présence de personnel CFF. Dans le cas de non-utilisation de la zone d'accès, l'éclairage est éteint.

Un concept d'éclairage (pièce 14.13 du dossier PAP) est défini limitant au minimum les effets indésirables pour les riverains et pour la faune sur la base des recommandations de la Directive OFEV « Emissions lumineuses : aide à l'exécution ».

Les réflecteurs de lumière seront orientés de manière à diriger la lumière vers le sol. L'intensité lumineuse nécessaire sur chacun des secteurs a été déterminée sur la base de la norme européenne DIN EN 12464-2 (éclairages extérieurs).

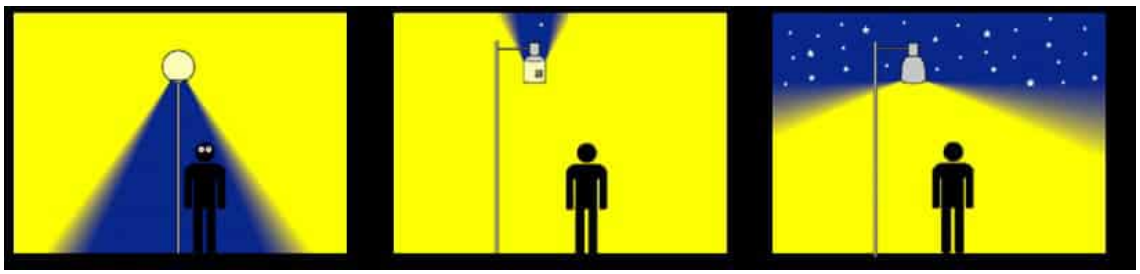


Figure 7-24 : De gauche à droite : un lampadaire sans capuchon, un lampadaire muni d'un capuchon insuffisant et un lampadaire muni d'un capuchon adéquat.

7.11.4 Mesures intégrées au projet

N°	**Mesures** * Mesures standards, adaptées au projet / **(S)** Mesures spécifiques du projet *Les mesures standards non-applicables au projet ne sont pas reprises*	Réal.	Exploit.
Lu 1	L'éclairage répond aux exigences de la publication « Recommandations pour la prévention des émissions lumineuses » (OFEV, 2021, *L'environnement pratique n° 2117*) et de la norme SIA « Prévention des émissions inutiles de lumière à l'extérieur » (SIA, 2013 ; norme 491, SN 586 491).		X
Lu 2	L'éclairage des quais, faisceaux de voies, parkings, chantiers, etc. répond aux exigences de la norme suisse « Lumière et éclairage — Éclairage des lieux de travail — Partie 2 : lieux de travail extérieurs » (SN EN 12464-2) et n'entraîne pas de suréclairage.	X	X
Lu 3	L'éclairage est réduit au strict minimum requis sur le plan de la sécurité de 22h00 jusqu'à la fin de l'exploitation et du début de l'exploitation jusqu'à 6h00. L'éclairage est éteint en dehors des heures d'exploitation.		X
Lu 4	Les recommandations de la Station ornithologique de Sempach concernant l'éclairage et les surfaces de verre réfléchissantes sont prises en compte (voir : Schmid H., Doppler W., Heynen D., Rössler M. [2012], « Les oiseaux, le verre et la lumière dans la construction », Station ornithologique suisse de Sempach).		X
Lu S1	L'éclairage doit être réalisé avec des lampes équipées d'ampoules LED « Blanc chaud » (<3'000 Kelvin) à l'exception du PI (4'000 Kelvin pour raisons de sécurité), du haut vers le bas, avec une lumière dirigée précisément sur l'objet à éclairer de façon à éclairer uniquement la surface utile. Les luminaires doivent être disposés le plus bas possible pour réduire la dispersion de la lumière. La lumière intrusive doit être limitée et le nombre de points lumineux installés doit être minimisé.		X
Lu S2	L'éclairage sera réalisé avec des lampes équipées d'ampoules LED « Blanc chaud » (< 3000 Kelvin) et orientées vers le bas, de manière à éviter tout rayonnement vers le ciel. La durée de l'éclairage sera limitée aux heures de travail du chantier. L'éclairage respectera les prescriptions et recommandations de l'aide à l'exécution « Recommandations pour la prévention des émissions lumineuses » (OFEV, 2021) et de la norme SIA 491 « Prévention des émissions inutiles de la lumière à l'extérieur ».	X	

7.12 Bruit

Le domaine du bruit est régi par les principales bases légales présentées en Annexe A (textes principaux pour le projet, liste non exhaustive).

Selon le principe de prévention (art. 11 LPE, al. 2), il convient de limiter autant que possible les émissions sonores des chantiers dans la mesure où cela est réalisable sur le plan de la technique et de l'exploitation, et économiquement supportable.

7.12.1 Effets du projet en phase de réalisation

Bruit du chantier

Basé sur l'art. 6 OPB, l'OFEV a édicté une Directive sur le bruit des chantiers (DBC, [79]) qui fixe les contraintes à respecter pour les chantiers en fonction des types de travaux envisagés, de la durée du chantier et des phases bruyantes, des distances par rapport aux zones sensibles au bruit, du degré de sensibilité (DS) au bruit de ces zones et des transports liés au chantier.

Les caractéristiques suivantes du chantier permettent de définir le niveau de mesures à mettre en place :

- Distance des habitations les plus proches : < 300 m ;
- Durée totale du chantier : > 1 an (environ 39 mois) ;
- Durée des travaux définis comme très bruyants selon la DBC : < 1 an ;
- Nombre de nuits de travaux : environ 760 nuits au total, le chantier se déplaçant sur tout le linéaire du projet. Pour le secteur de Prangins, il est estimé 86 nuits de travaux, dont 33 nuits de travaux bruyants.

Le chantier doit donc appliquer les mesures de **niveau B pour les travaux de jour**. Pour les travaux bruyants et très bruyants réalisés entre 12 et 13 heures, de nuit entre 19 et 7h et/ou les jours fériés, **les mesures de niveau C** doivent être appliquées, soit les mesures les plus restrictives.

Un week-end intensif de travaux (week-end complet) est prévu pour limiter les durées des nuisances sonores, accroître la sécurité de l'exploitation et réduire les perturbations d'exploitation pour les clients fret et voyageurs.

Bruit du transport de chantier

Les travaux de génie civil seront réalisés en partie par train de chantier ou moyens rail-route et en partie par moyens routiers. Les travaux de câbles et des signaux seront réalisés par moyen ferroviaire (utilisation de trains de chantier). Le bâtiment de service sera transporté par camion jusqu'à Prangins et placé grâce à l'utilisation d'autogrue.

Le chantier impliquera un transport routier par poids-lourds estimé à un total de 3'831 mouvements, 471 de nuit et 3'360 de jour (1 arrivée sur le site + 1 départ du site = 2 mouvements). Sur 20 mois de travaux, cela la représente en moyenne, 6 mouvements par jour (6h-22h) et 1 mouvement par nuit (22h-6h) qui s'ajouteront aux TJM des axes alentours. La directive sur les bruits de chantier fixe le niveau de mesure à mettre en place pour le transport de chantier. Avec une majorité des mouvements de jour, le **niveau de mesures A** s'applique au **transport de chantier**.

7.12.2 Effets du projet en phase d'exploitation

Le projet n'induit pas d'augmentation du trafic ni de modification de sa structure (type, fréquence), ni de modification de l'infrastructure ferroviaire. Les émissions sonores liées au trafic ferroviaire selon l'annexe 4 OPB ne sont pas modifiées et dès lors pas évaluées.

Le futur bâtiment d'enclenchement est ventilé et ses installations techniques refroidies. Il est évalué selon l'annexe 6 OPB, qui traite du bruit industriel. S'agissant d'une nouvelle installation, les émissions de bruit d'une nouvelle installation ferroviaire doivent respecter les valeurs de planification (VP) (art. 7 OPB). Les valeurs limites diurnes (7h à 19h) et nocturnes (19h à 7h) sont fixées dans l'annexe 6 OPB.

À noter que la production de froid du futur bâtiment de service sera assurée par une pompe à chaleur fonctionnant au propane. Cette dernière doit être installée sur le toit du bâtiment pour des raisons de sécurité liées au risque d'explosion (voir chapitre 7.6 Prévention des accidents majeurs).

Le projet, et plus particulièrement le futur bâtiment de service, sera situé à proximité de zones résidentielles de faible densité et d'une zone artisanale bordant les voies CFF. Les degrés de sensibilité au bruit (DS) sont DS II, III et IV. Les valeurs limites de planification à respecter en fonction des degrés de sensibilité sont présentées dans le Tableau 7-11.

Tableau 7-11 : Valeurs limites de planification selon l'annexe 6 OPB.

Degré de sensibilité (DS)	Valeurs limites de planification (VP)	
	Jour (7h-19h) [dB(A)]	Nuit (19h-7h) [dB(A)]
II	55	45
III	60	50
IV	65	55

Un modèle acoustique en 3 dimensions a été réalisé (logiciel CadnaA version 2025) en considérant les hypothèses suivantes :

- Ordre de réflexion : 3 ;
- Sources de bruit modélisées selon le spectre (octave) :
  - Groupe froid & pompe à chaleur (PAC) à l'intérieur d'un caisson acoustique et monoblocs modélisés selon les données du fabricant (voir Annexe L) ;
- Fonctionnement du groupe froid uniquement avec une température extérieure approx. >16°c : ti = 480 min jour (8 mois/an) et ti = 360 min nuit (6 mois/an) selon mandataire CVSE ;
- Fonctionnement en continu des monoblocs : ti = 720 min jour et nuit ;
- Corrections de niveau selon annexe 6 OPB : K1=+5 de jour et +10 de nuit, K2=+2 ; K3=0.

Tableau 7-12 : Emissions des sources de bruit considérées dans la modélisation
(* valeurs spectrales modélisées à l'octave / MPB** mesure de protection contre le bruit selon coordination CVSE)
(Sources : CSD, 2025 et données/fiches techniques des installations selon Annexe L)

Sources de bruit industrielles (Identifiant - modèle prévu, ou similaire) (Identifiant selon figures ci-après)	**Puissance acoustique globale par source*** LwA [dB(A)]		**Période** Jour Nuit	**Durée** [min]	**Corrections**		
	Sans MPB**	Avec MPB**			**K1**	**K2**	**K3**
A - Groupe froid & pompe à chaleur (1x) (1x TITAN Sky Hi R0)	80.0	60.7 (-19.3) Caisson Kellner	7h - 19h	480	+5	+2	0
			19h - 7h	360	+10	+2	0
B - Monobloc aspiration air frais (5x) (5x UML ULK 7.8kW)	67.7	55.7 (-12) Piège à son	7h - 19h	720	+5	+2	0
			19h - 7h	720	+10	+2	0
C - Sorties bruit intérieur, local BTTC (2x) (2x UML ULK 7.8kW, caisson) (2x UML ULK 7.8kW, rejet)	60.3	50.3 (-10) Piège à son	7h - 19h	720	+5	+2	0
			19h - 7h	720	+10	+2	0
D - Sorties bruit intérieur, local IS (3x) (3x UML ULK 7.8kW, caisson) (3x UML ULK 7.8kW, rejet)	58.9	48.9 (-10) Piège à son	7h - 19h	720	+5	+2	0
			19h - 7h	720	+10	+2	0

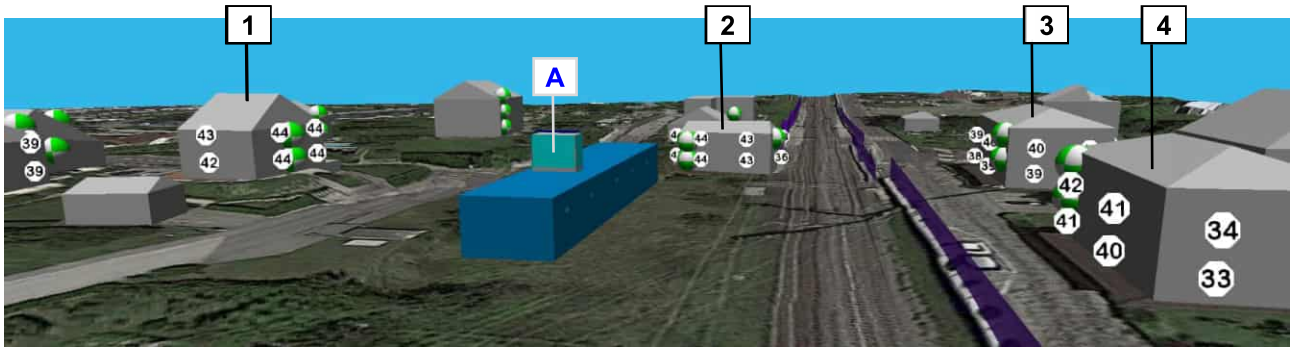


Figure 7-25 : Modélisation acoustique en 3D, avec bâtiment d'enclenchement (en bleu) et sources de bruit industrielles (en cyan)
Niveaux d'évaluation nocturnes respectant les VP selon le DS (points récepteurs blancs)

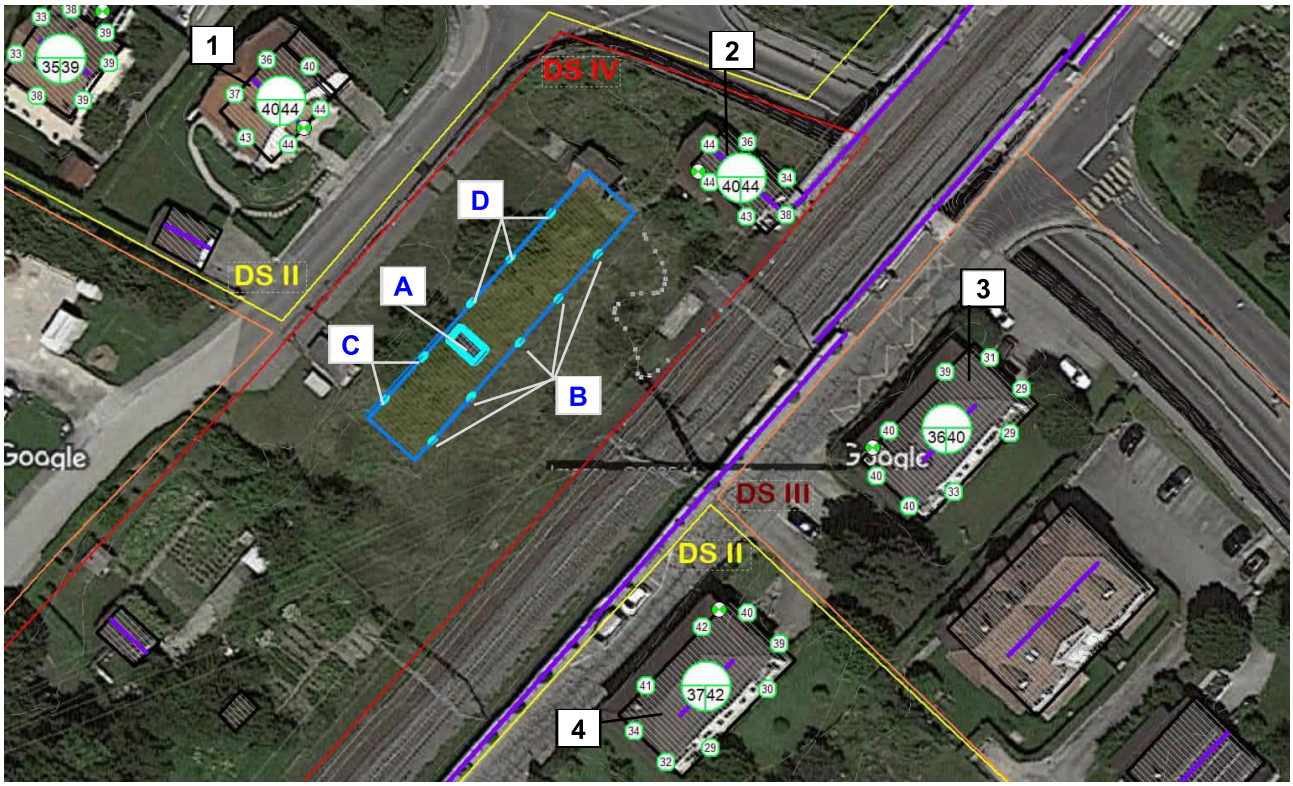


Figure 7-26 : Modélisation acoustique en 2D, avec futur bâtiment d'enclenchement (en bleu) et sources de bruit (en cyan)
Niveaux d'évaluation nocturnes respectant les VP de nuit (ronds verts)

Les mesures de protection contre le bruit suivantes ont été considérées (voir Tableau 7-12, Figure 7-25 et Figure 7-26) doivent être mises en œuvre dans le cadre du projet, ou des mesures ayant un effet global similaire attestant du respect des valeurs de planification (VP) :

- **Caisson acoustique pour le groupe froid** (modèle Kellner KVG800-2T-UL Ultra, voir Annexe L) ;
- **Pièges à son pour les 5x UML ULK d'aspiration d'air frais** avec un effet min. de -12 dB(A) ;
- **Pièges à son pour les 5x sorties d'air viciée** avec un effet min. de -10 dB(A).

Si les niveaux d'émission devaient être supérieurs aux niveaux présentés ci-dessus (autres modèles de groupe froid, de monobloc, de caisson, etc.), un nouveau calcul devra être réalisé et d'éventuelles mesures constructives supplémentaires (paroi antibruit, baffles acoustiques, etc.) pourraient être nécessaires.

En considérant les mesures de protection contre le bruit (MPB) retenues, les résultats des évaluations présentés dans le tableau ci-dessous montrent que les VP sont respectées et que le **projet est conforme à l'art. 7, annexe 6 OPB.**

Tableau 7-13 : Niveaux d'immissions évaluées sans et mesures de protection contre le bruit (MPB) retenues

ID, Adresse, (ID selon figure ci-dessus)	Façade, étage	VP DSII, DSIII, DSIV		Immissions sans MPB*		Immissions avec MPB*		Différence Immi MPB - VP	
		J [dBA]	N [dBA]	J [dBA]	N [dBA]	J [dBA]	N [dBA]	[dBA]	[dBA]
1, Chem. du Coutelet 2	SE, Rez	55	45	52	56	40	44	-15	-1
	SE, 1er	55	45	52	56	40	44	-15	-1
2, Rue de la Gare 31	SO, Rez	65	55	51	55	39	44	-26	-11
	SO, 1er	65	55	52	56	40	44	-25	-11
3, Chem. de la Redoute 1	NO, Rez	60	50	46	50	35	39	-25	-11
	NO, 1er	60	50	48	52	36	40	-24	-10
4, Chem. de la Redoute 3	NO, Rez	55	45	48	52	37	41	-18	-4
	NO, 1er	55	45	50	54	37	42	-18	-3

7.12.3 Mesures intégrées au projet

N°	**Mesures** * Mesures standards, adaptées au projet / **(S)** Mesures spécifiques du projet *Les mesures standards non-applicables au projet ne sont pas reprises*	Réal.	Exploit.
Bruit 1*	Les mesures indiquées pour réduire les émissions sonores sur les chantiers sont mises en œuvre. **Transports de chantier :** Mesures de **niveau A** selon la DBC Travaux en période diurne hors jours fériés : **Travaux bruyants :** Mesures de **niveau B** selon la DBC **Travaux très bruyants :** Mesures de **niveau B** selon la DBC Travaux en périodes d'exigence de calme accrues (19h-7h et jours fériés) : **Travaux bruyants :** Mesures de **niveau C** selon la DBC **Travaux très bruyants :** Mesures de **niveau C** selon la DBC	X	
Bruit 2	La population est informée des travaux bruyants ou très bruyants, en particulier si ceux-ci sont menés la nuit.	X	
Bruit S1	Les mesures de protection contre le bruit suivantes doivent être mises en œuvre dans le cadre du projet, ou des mesures ayant un effet global similaire attestant du respect des VP : ▪ **Caisson acoustique pour le groupe froid** (modèle Kellner KVG800-2T-UL Ultra) ; ▪ **Pièges à son pour les 5x UML ULK d'aspiration d'air frais** avec un effet min. de -12 dB(A) ; ▪ **Pièges à son pour les 5x sorties d'air viciée** avec un effet min. de -10 dB(A).		X
Bruit S2	Un dispositif permettant de centraliser les plaintes des riverains dues au bruit des travaux sera mis en place durant le chantier (canal téléphonique et mail).	X	
Bruit S3	Une personne de l'entreprise sera nommée responsable pour superviser et cadrer les travailleurs et les travaux de nuit et devra mettre en place les mesures nécessaires sur le chantier pour que ces travaux de nuit génèrent le minimum de nuisances possible.	X	

7.13 Vibrations

7.13.1 Bases légales

Selon l'art. 7 al.1 de la loi sur la protection de l'environnement (LPE, RS 814.01), les vibrations sont considérées comme des nuisances. Bien que la définition des valeurs limites d'immission soit inscrite dans la LPE (art. 15), aucune valeur limite n'a encore été définie. Dans l'intervalle, les évaluations des vibrations et des sons solidiens sont faites sur la base des normes suivantes :

- Directive pour l'évaluation des vibrations et du bruit solidien des installations de transport sur rails EVBSR, décembre 1999 ;
- DIN 4150/2, vibrations aux bâtiments, effets sur personnes dans les bâtiments, juin 1999 ;
- VSS SN 640 312 ébranlements, décembre 2013.

7.13.2 Phase de réalisation

Les interventions avec les machines de chantier, en particulier avec les bourreuses de voies et lors de l'installer des palplanches, sont susceptibles de créer des vibrations et sons solidiens. Bien que potentiellement perceptibles par les personnes, ces vibrations ne sont pas considérées comme dommageables pour la substance d'un bâtiment selon la norme suisse « Effet des ébranlements sur les constructions » (SN 640 312a) qui définit les valeurs dont le respect exclut les dommages aux bâtiments. Les habitations les plus proches se situent à env. 15 m des travaux (réalisation puits pour la traversée à câbles côté lac). La technique mise en place a été choisie afin de minimiser les vibrations. Dès lors, aucun impact n'est attendu.

Une information sera faite aux riverains simultanément à celle prévue pour les atteintes dues au bruit de chantier. Aucune autre mesure n'est à prévoir pour la phase de réalisation.

7.13.3 Phase d'exploitation

Le projet en phase d'exploitation n'est pas de nature à générer des vibrations.

7.13.4 Mesures intégrées au projet

N°	**Mesures** * Mesures standards, adaptées au projet / **(S)** Mesures spécifiques du projet *Les mesures standards non-applicables au projet ne sont pas reprises*	**Réal.**	**Exploit.**
Vib 1	Phase de chantier : les mesures selon la norme DIN 4150-2, juin 1999, point 6.5.4.3 Mesures de réduction des nuisances notables), lettres a) à e) sont mises en œuvre.	X	

7.14 Surfaces d'assolement

7.14.1 Etat actuel

Une partie mineure des emprises provisoires du projet se situent sur des surfaces d'assolement selon le cadastre du Canton de Vaud.

7.14.2 Phase de réalisation

Le projet prévoit des emprises provisoires sur des surfaces d'assolement agricoles avoisinantes répertoriées en tant que SDA sur une surface d'environ 1'700 m^2 (cf. Figure 7-27 et Figure 7-28). Ces surfaces seront utilisées comme zone provisoire d'accès.



Figure 7-27 : Localisation des emprises situées sur des SDA – km 40.0.

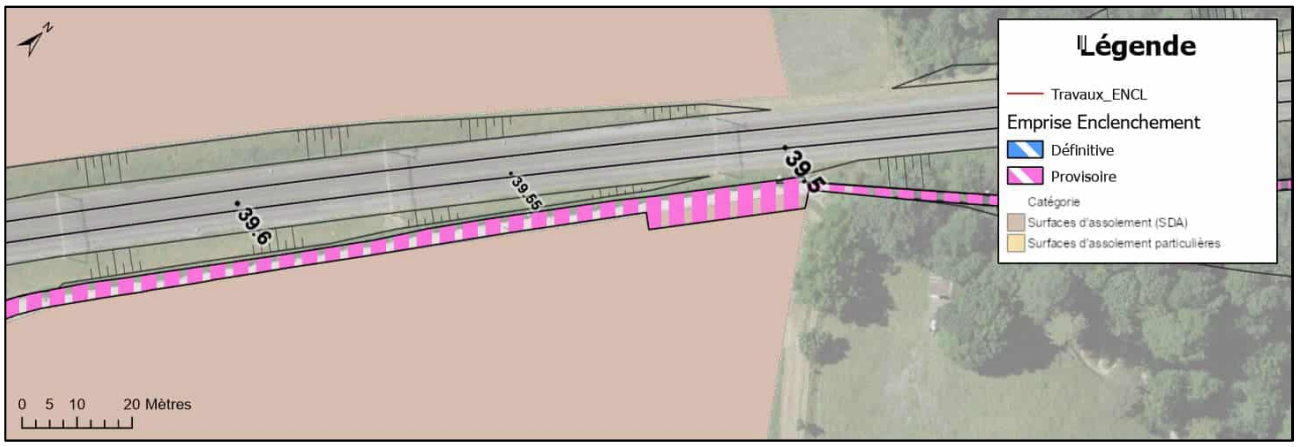


Figure 7-28 : Localisation des emprises situées sur des SDA – km 39.5.

Ces surfaces feront l'objet d'une évaluation avant et après travaux sur la base des critères de qualité SDA définis dans le plan sectoriel SDA et dans le rapport explicatif associé par un spécialiste SPSC. L'état de la compaction des sols sera notamment relevé à l'aide d'un test à la bêche selon la méthode VESS. Les requérants présenteront le résultat de cette évaluation au service spécialisé compétent du canton concerné.

7.14.3 Phase d'exploitation

Aucune emprise définitive n'est prévue sur des SDA.

7.14.4 Mesures intégrées au projet

N°	**Mesures** * Mesures standards, adaptées au projet / **(S)** Mesures spécifiques du projet *Les mesures standards non-applicables au projet ne sont pas reprises*	**Réal.**	**Exploit.**
SDA 1	En cas de réhabilitation ou de revalorisation de SDA à la fin de la phase de remise en culture, une évaluation des surfaces est effectuée sur la base des critères de qualité des SDA définis dans le plan sectoriel SDA et le rapport explicatif associé (P6). Les requérantes présentent le résultat de cette évaluation au service spécialisé compétent du canton concerné.	X	
SDA S1	Une convention de remise en culture sera établie avec l'exploitant, afin de fixer les exigences et garantir la fertilité des sols.	X	

7.15 Protection des monuments et des sites construits

7.15.1 Etat actuel

Recensement cantonal architectural et sites

- **ECA 232-b – Château d'eau** répertorié avec une note de 2 (Monument d'intérêt régional) et degré de protection INV, se situe à proximité des emprises du projet et il ne sera pas impacté par le projet.
- **ECA 232-a – Gare aux marchandises** répertorié avec une note de 6 (objet sans intérêt) se situe à proximité des installations de chantier et il ne sera pas impacté par le projet.

Inventaire des constructions et installations à protéger des CFF ISBA

- **La maison de garde et ses annexes** situés sur la future parcelle où le bâtiment d'enclenchement sera réalisé, sont inscrites à l'inventaire ISBA des CFF. Ces constructions en bois massif, datant de 1910, sont reconnues pour leur intérêt architectural. Les ornements en bois de style suisse de la maison, tels que les arceaux, les tavillons et les pignons, sont notamment mis en avant dans l'inventaire. La maison est actuellement en mauvais état et nécessiterait d'importants travaux de rénovation.

Monuments inventoriés et protection des sites ISOS

Plusieurs objets situés dans le périmètre du projet sont recensés à l'inventaire ISOS sur la Commune de Nyon. Ceux-ci sont décrits ci-dessous.

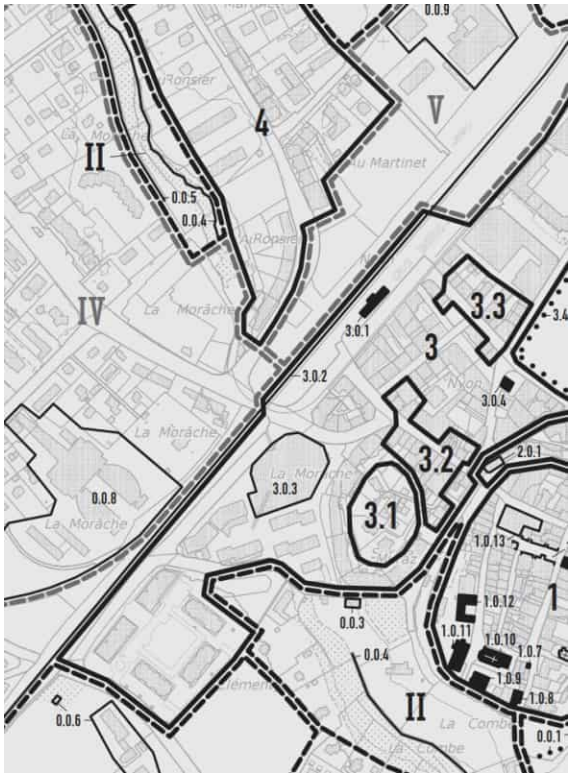


Figure 7-29 : Extrait du plan de relevé ISOS.

3. Quartier de la gare, bâti se déployant le long de la ligne de chemin de fer jusqu'au pied de la vielle ville, bâtiments de styles hétérogènes abritant commerces, habitations et administrations, dès 1858, nombreuses transformations et nouvelles constructions, fin 20e s. – déb. 21e s. (Objectif de la sauvegarde : « c »).

3.0.1 Gare, bâtiment central avec toit en bâtière de 1860, bordé de corps latéraux de niveau inférieur, 1906. (Objectif de la sauvegarde : « a »).

3.0.2 Ligne de chemin de fer Genève-Lausanne, ouverte en 1858.

III Près et champs cultivés formant un plateau borné par les lignes de chemin de fer et le vallon de La Combe.

0.0.6 Maison de maître au lieu-dit Clémenty complétée d'annexes rurales et d'un pavillon de bains doté d'un fronton soutenu par des colonnes, dernier t. 18e s.

0.0.8 Gymnase composé de deux ailes parallèles inscrites dans un plan circulaire reliées par un imposant corps central à façades géométriques, 1988, agrandissement en modules préfabriqués, déb. 21e s.

0.0.11 Rivière de l'Asse se jetant dans le Léman.

7.15.2 Phase de réalisation

Une attention particulière sera apportée au château d'eau, au bâtiment voyageurs et à l'ancienne maison de garde lors de la phase de réalisation. Pour le château d'eau, une distance de 2 mètres sera respectée autour de celui-ci pour l'installation de la piste de chantier avec mise en place de grave. Pour le bâtiment voyageur, les emprises provisoires seront situées à plus de 2.5 mètres du bâtiment, sur des surfaces en dur uniquement. Pour la maison de garde, une distance de 2 mètres au minimum devra être maintenue entre la maison et les limites de l'installation de chantier. Aucun bâtiment ne sera alors directement touché et les impacts induits par les installations de chantier sur ces objets sont alors réduits au maximum.

7.15.3 Phase d'exploitation

Inventaire des constructions et installations à protéger des CFF ISBA

- **La maison de garde et ses annexes.** Plusieurs variantes du projet ont été étudiées d'entente et avec l'accompagnement du Service de la protection des monuments historiques des CFF pour minimiser l'impact sur ces bâtiments. Cependant, en raison des contraintes du site, il n'est pas possible de préserver les annexes, mais uniquement la maison. La maison sera séparée physiquement du bâtiment technique par une clôture et visuellement par un écrin de verdure de 10-12m de hauteur. Un accès indépendant sera assuré par le chemin à l'ouest de la parcelle et un portail.

7.15.4 Mesures intégrées au projet

N°	**Mesures** * Mesures standards, adaptées au projet / **(S)** Mesures spécifiques du projet *Les mesures standards non-applicables au projet ne sont pas reprises*	**Réal.**	**Exploit.**
ISOS 1	Le service cantonal de conservation des monuments historiques, qui évalue la nécessité d'un accompagnement spécialisé et définit des mesures de protection des sites construits et des monuments historiques, est associé.	X	X
ISOS 2	Dans le cadre des projets CFF : le Service de la protection des monuments historiques des CFF, qui évalue la nécessité d'un accompagnement spécifique et définit des mesures de protection des sites construits et des monuments historiques, est associé.	X	X
ISOS S1	Attention particulière lors des travaux à proximité de bâtiments et objets inscrits au patrimoine. Les impacts induits par les installations de chantier sur le bâtiments et objets inscrits au patrimoine seront réduits au maximum.	X	

7.16 Archéologie et paléontologie

7.16.1 Etat actuel

Deux périmètres archéologiques sont recensés dans le périmètre du projet :

- **N 246.301** : Ce périmètre correspond à la colonie romaine de Nyon. Le projet se trouve sur la frange de la colonie romaine. Cette zone a été fortement remaniée lors de la création de la ligne ferroviaire, de la gare de Nyon et divers travaux de construction. Sur ce secteur, il peut être attendu de découvrir d'éventuels vestiges fugaces et complexes à appréhender ; à priori aucune découverte d'importance n'est attendue. En 2015, lors de la construction des salles de gymnastique sur la parcelle 586 à l'emplacement des anciens abattoirs en bordure des voies ferroviaires, une nécropole romaine d'importance a été découverte ;
- **N 246.402** : correspond au tracé de l'aqueduc romain. Lors de récentes fouilles sur le parking du Martinet aucune découverte n'a été réalisée.

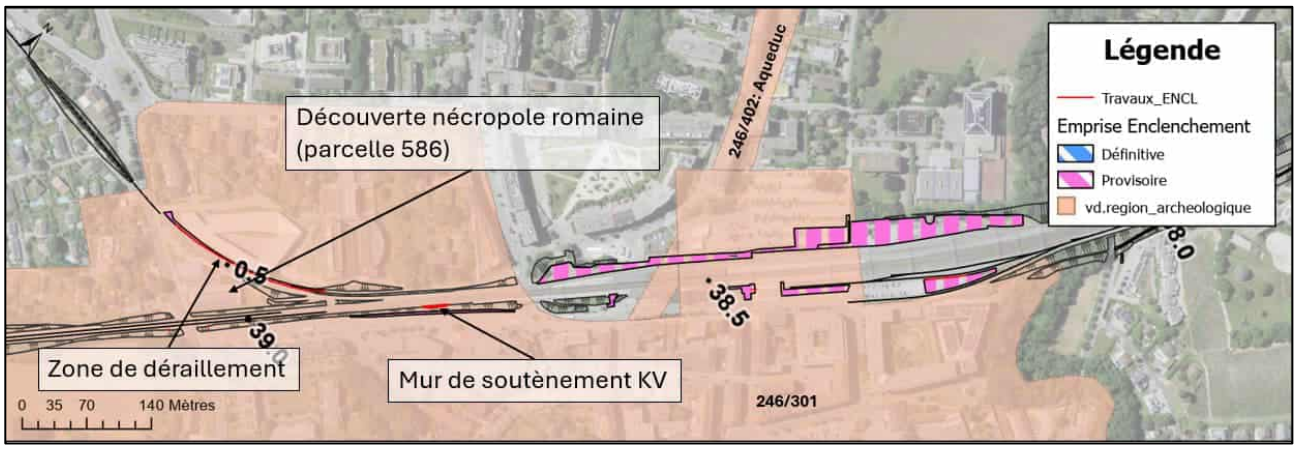


Figure 7-30 : Localisation des régions archéologiques (www.geo.vd) – secteur gare de Nyon.

7.16.2 Effet du projet en phase de réalisation

La zone archéologique 246.301 cadastrée sera touchée dans le cadre des travaux, afin de réaliser la zone de déraillement ainsi que le mur de soutènement KV.

Pour ce qui concerne la zone de déraillement, des excavations sont prévues jusqu'à environ 70 cm de profondeur, afin de réaliser la couche de ballast ainsi que la clôture (cf. pièce n° 12.901.03 du dossier PAP pour les profils types). Par rapport au mur de soutènement KV, les micropieux d'une longueur variante de 5 à 6m de profondeur se situeront normalement dans le remblai ferroviaire. Aucune excavation ne sera réalisée.

D'après la coordination réalisée avec le service archéologique cantonal (courriel de M. Dellea du 23.01.2025), les travaux peuvent être effectués sans suivi archéologique. Au démarrage des travaux, une annonce par courriel électronique devra être fait à l'archéologue cantonal (voir mesure Arch S1).

7.16.3 Effet du projet en phase d'exploitation

Aucun impact n'est attendu en phase d'exploitation.

7.16.4 Mesures intégrées au projet

N°	**Mesures** * Mesures standards, adaptées au projet / **(S)** Mesures spécifiques du projet *Les mesures standards non-applicables au projet ne sont pas reprises*	**Réal.**	**Exploit.**
Arch 1	Si des sites archéologiques ou paléontologiques sont découvertes contre toute attente, les travaux sont immédiatement suspendus dans le secteur concerné et l'OFC ainsi que les services cantonaux compétents sont consultés. Le site de la découverte est laissé tel quel et sécurisé jusqu'à leur arrivée.	X	
Arch S1	Le démarrage des travaux sera annoncé à l'archéologue cantonal par courriel électronique.	X	

7.17 Voies de communication historiques

7.17.1 Etat actuel

KM 35.5 – tracé historique

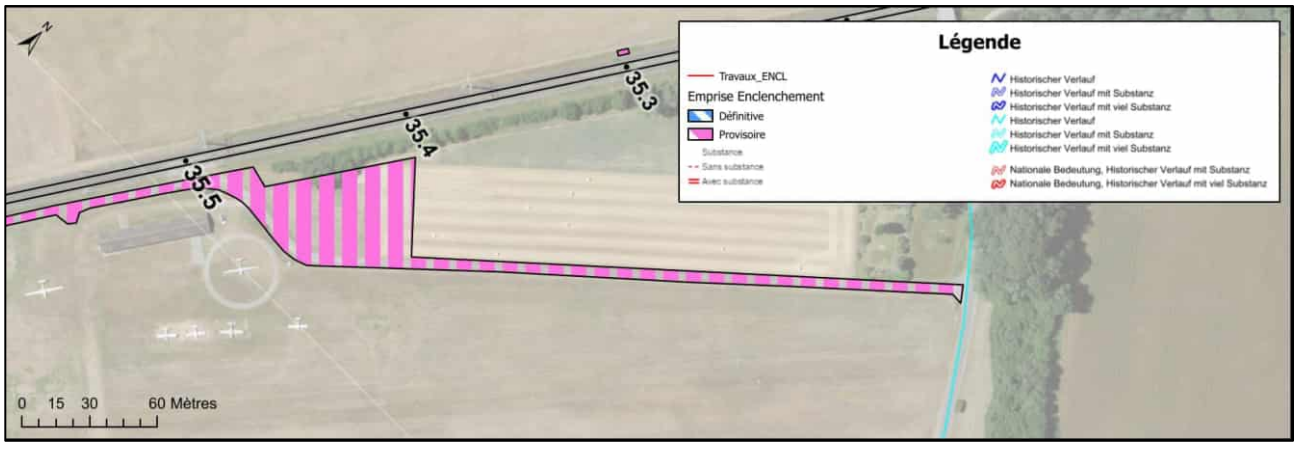


Figure 7-31 : Localisation de la voie de communication historique d'importance locale au km 35.5.

La voie de communication historique (IVS) d'importance locale VD 1339 (Promenthoux-Duillier) est située en proximité du projet. Le chemin est actuellement asphalté.

KM 36.6 – tracé historique

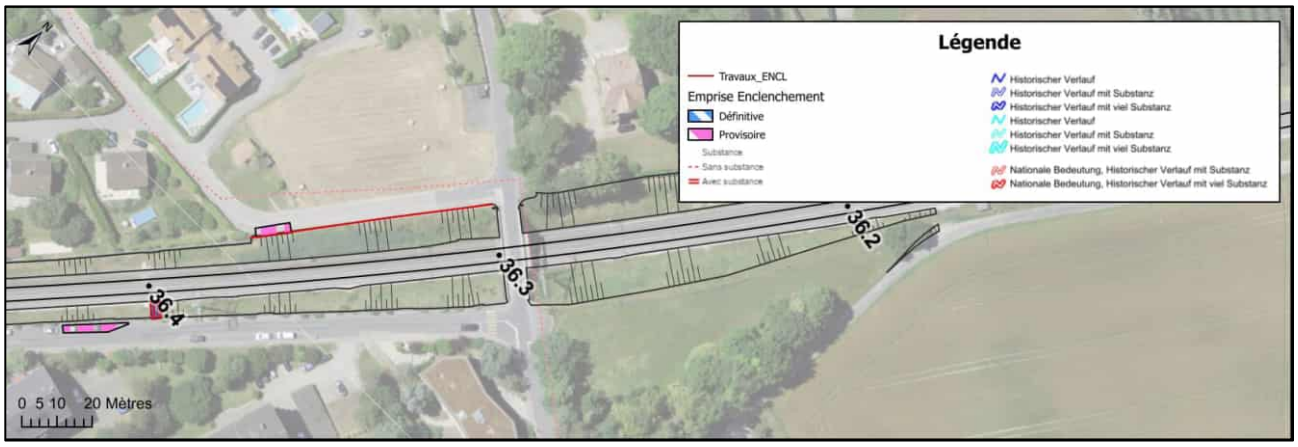


Figure 7-32 : Localisation de la voie de communication historique d'importance nationale au km 36.3.

L'IVS d'importance nationale VD 31.1 (Promenthoux- Saint-Cergue) est située en proximité du projet. Le chemin est actuellement asphalté.

KM 37.0 – tracé sans substance

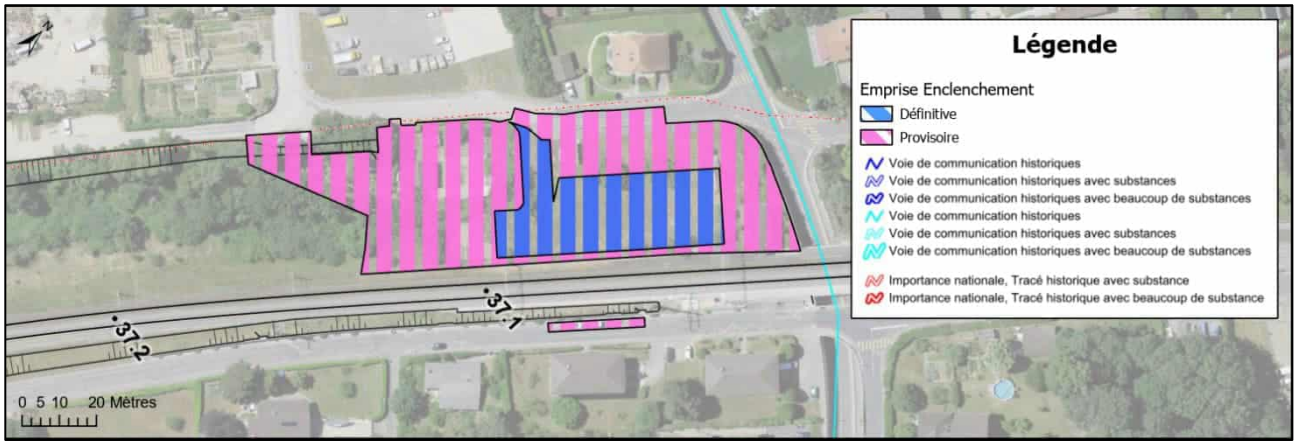


Figure 7-33 : Localisation des voies de communication historiques d'importance nationale et locale au km 37.0.

L'IVS d'importance nationale VD 33.2 (Route du XIXe siècle9 est située en proximité du projet. Le chemin est actuellement asphalté.

L'IVS d'importance locale VD 1373 (Calèves – Sadex/- Le Prieuré) est située en proximité du projet. Le chemin est actuellement asphalté.

KM 40.0 – tracé sans substance



Figure 7-34 : Localisation des voies de communication historiques d'importance nationale au km 40.0.

L'IVS d'importance locale VD 1311 (Borex – La Falaise) est située en proximité du projet. Le chemin est actuelle asphalté.

7.17.2 Phase de réalisation

Le chantier n'aura aucun impact sur les IVS (sans substance). Les chemins sont actuellement entièrement asphaltés, aucun changement au niveau de l'IVS, et en particulier aucune modification de revêtement n'est prévue. Aucun impact n'est prévu en phase de réalisation.

7.17.3 Phase d'exploitation

Aucun impact n'est attendu en phase d'exploitation.

7.17.4 Mesures intégrées au projet

Aucune mesure particulière à appliquer pour la phase de réalisation et d'exploitation.

7.18 Mobilité douce

7.18.1 Etat actuel

Plusieurs chemins à mobilité douce sont répertoriés au sein ou en proximité du périmètre du projet,

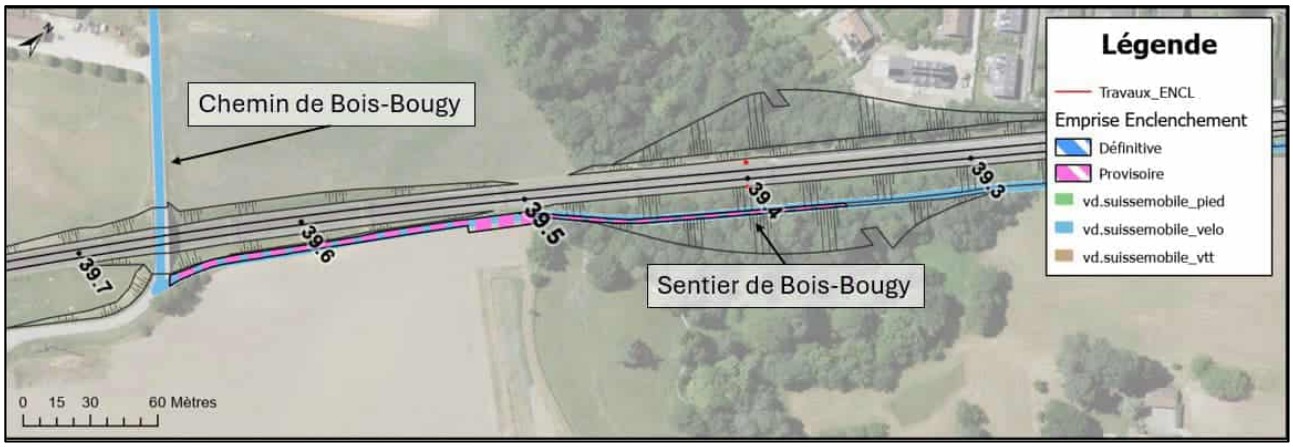


Figure 7-35 : Localisation des itinéraires de mobilité douce – km 39.3 – 39.7.

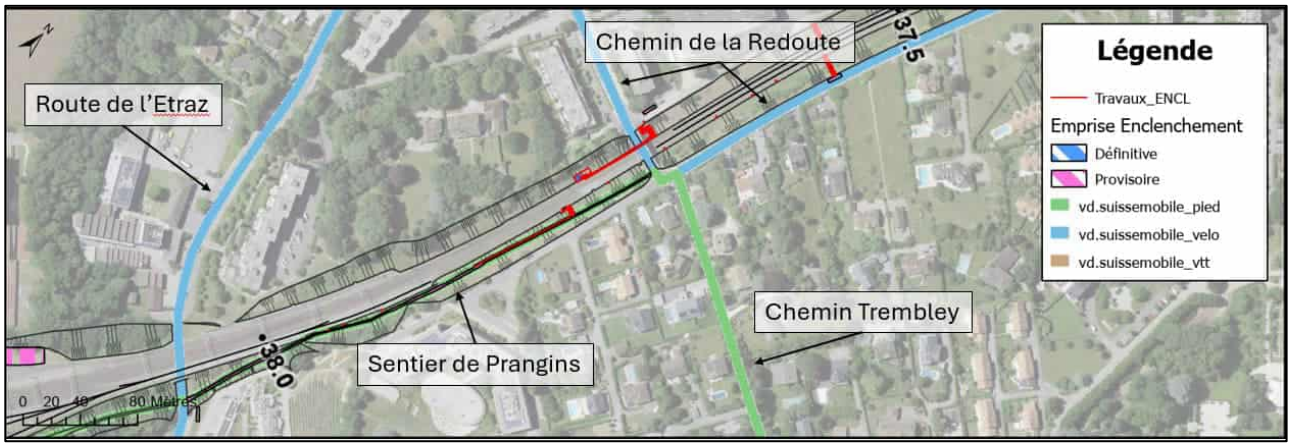


Figure 7-36 : Localisation des itinéraires de mobilité douce – km 37.5 – 38.0.

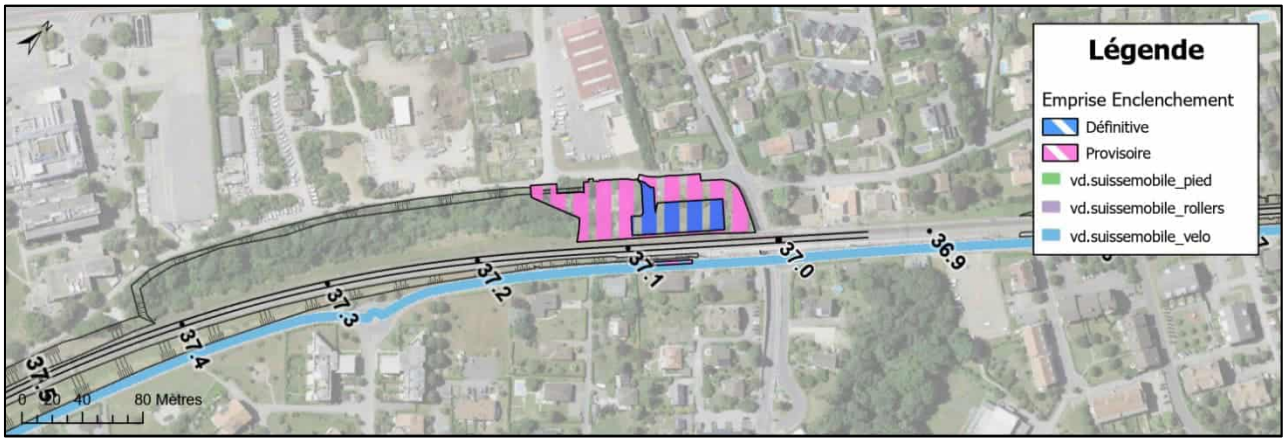


Figure 7-37 : Localisation des itinéraires de mobilité douce – km 37.0 – 37.5.

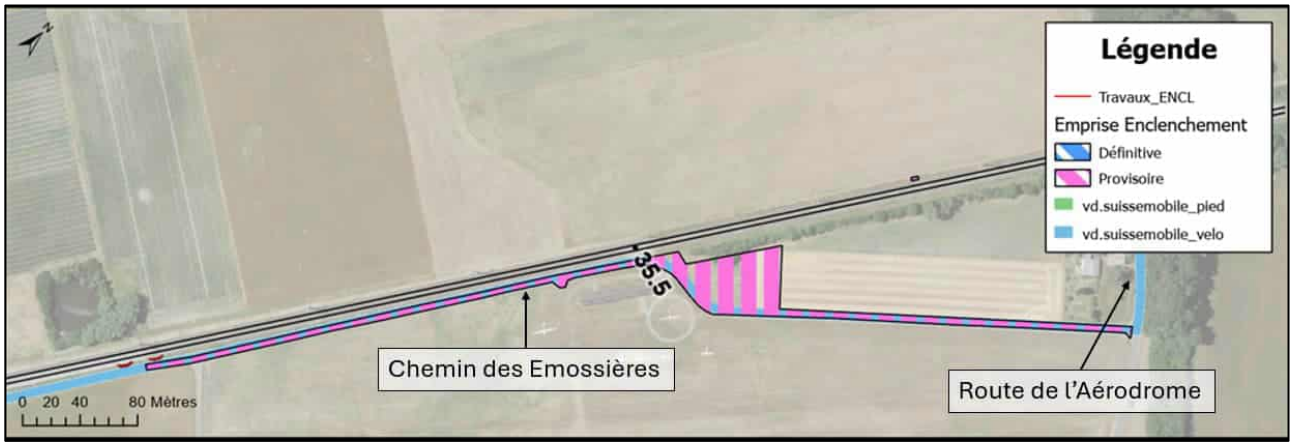


Figure 7-38 : Localisation des itinéraires de mobilité douce – km 35.5.

7.18.2 Phase de réalisation

Plusieurs itinéraires de mobilité douce sont situés à proximité des installations de chantier. La continuité de ces itinéraires devra être assurée. Si cela n'est pas possible, ils devront être remplacés par un itinéraire équivalent.

7.18.3 Phase d'exploitation

Aucun impact n'est attendu en phase d'exploitation.

7.18.4 Mesures intégrées au projet

N°	**Mesures** * Mesures standards, adaptées au projet / **(S)** Mesures spécifiques du projet *Les mesures standards non-applicables au projet ne sont pas reprises*	Réal.	Exploit.
MD 1	Les chemins pour piétons, chemins de randonnée ou voies cyclables existants sont, dans la mesure du possible, maintenus praticables pendant la phase de chantier. Si cela n'est pas possible, la praticabilité est assurée par une déviation signalisée en conséquence., d'entente avec les services spécialisés compétents. Dans ce contexte, la sécurité des usagers doit être garantie.	X	

8 Suivi environnemental de la phase réalisation (SER)

Le projet présente d'impacts environnementaux en phase de chantier. Un suivi environnement des impacts de la phase de réalisation (SER) sera réalisé afin de garantir le respect des normes et prescriptions environnementales.

Un SER sera mis en place pour les travaux. Ce suivi permet de limiter ou d'éviter les erreurs souvent commises sur les chantiers par manque d'information ou de formation. Il garantit également la mise en œuvre adéquate des mesures planifiées dans la présente notice, ainsi que l'application et le respect des prescriptions et normes environnementales. L'aperçu des mesures, qui fait office de cahier des charges du SER, est présenté ci-dessous. Le cahier des charges fait l'objet du projet de mise à l'enquête et doit être approuvé avec celui-ci.

De plus, le chantier sera supervisé par un responsable environnement CFF qui conseillera la direction des travaux et les entreprises.

Le projet se classe dans la catégorie 2 selon la liste de contrôle Environnement pour les installations ferroviaires.

Mission du SER et domaines d'attention :

- Nature et forêt :
  - Suivre les travaux de la parcelle du futur bâtiment d'enclenchement et des escaliers dans les talus ferroviaires et s'assurer de la délimitation et de la mise en place des barrières de protection des haies, des arbres et de la forêt à proximité du projet ;
  - Suivre les travaux de compensation (réaménagement de la parcelle du futur bâtiment d'enclenchement) ;
  - Application des mesures spécifiques aux reptiles, notamment la sensibilisation et information des ouvriers.
- Eaux souterraines :
  - Suivre les travaux de réalisation de la traversée à câbles principale.
- Suivi des sites pollués, déchets et sols :
  - Effectuer la surveillance de l'élimination des déchets et le suivi des filières d'élimination correctes ;
  - S'assurer de la réalisation du PHS par l'ENT ;
  - Suivre les installations de chantier sur site pollué ;

N°	**Mesures** * Mesures standards, adaptées au projet / **(S)** Mesures spécifiques du projet *Les mesures standards non-applicables au projet ne sont pas reprises*	Réal.	Exploit.
SER 1	Un SER est mis en place pour le projet. Les compétences et les tâches prévues par le SER (y c. type et fréquence des rapports) sont consignées dans le cahier des charges.	X	
SER 2	Le rapport final et les éventuels rapports intermédiaires du SER sont transmis à l'OFT.	X	

9 Synthèse des mesures

Le tableau suivant résume les mesures environnementales à prendre dans le cadre de ce projet.

Tableau 9-1 : Résumé des mesures environnementales intégrées au projet (phases de réalisation et exploitation).

N°	**Mesures** * Mesures standards, adaptées au projet / **(S)** Mesures spécifiques du projet *Les mesures standards non-applicables au projet ne sont pas reprises*	**Phase**
Nature et paysage		
N+P 1	La plantation des espaces verts se fera avec des espèces ligneuses indigènes adaptées à la station : art. 18, al. 1ter, LPN et art. 14, al. 2, let. a, OPN ; OFEV 2002, « Reconstitution et remplacement en protection de la nature et du paysage », Guides de l'environnement n° 11 ; norme VSS 640660 « Espaces verts – Bases et études de projet » ; norme VSS 40675b « Plantation, exécution ; arbres et arbustes, choix des espèces, acquisition des plantes et plantation ».	E
N+P 2	Sur les talus et les autres surfaces non boisées à remettre en culture ou à végétaliser, il convient d'utiliser des mélanges de semences ou des espèces végétales indigènes adaptées à la station et à la fonction de la surface (voir norme VSS 40671c « Espaces verts ; engazonnement, semence, exigences minimales et méthodes d'exécution » ; norme VSS 40675b « Plantation, exécution ; arbres et arbustes, choix des espèces, acquisition des plantes et plantation »). La méthode d'ensemencement utilisant des fleurs de foin doit être appliquée si cela est possible et approprié (références : recommandations d'Info Flora ; portail suisse pour favoriser la diversité dans les herbages – *www.regioflora.ch*). Il s'agit enfin de renoncer à tout apport en humus là où cela est pertinent et possible.	E
N+P 3	La garantie à long terme des mesures prises et l'entretien adéquat doivent être présentés, notamment du point de vue contractuel et de l'aménagement du territoire ainsi qu'au moyen de plans d'entretien (voir OFEV 2002. *Guides de l'environnement n°11*).	E
N+P 4*	Pendant les travaux et durant les 3 années suivant leur achèvement, la présence de néophytes envahissantes doit être contrôlée dans les zones directement touchées par le projet. Si de telles espèces s'y trouvent, des mesures sont prises pour les éliminer (art. 15, al. 2, et art. 52, al. 1, ODE).	R / E
N+P 5	Les travaux de bûcheronnage doivent être menés de préférence durant les mois d'août à octobre, c'est-à-dire en dehors des périodes de reproduction des mammifères et oiseaux sauvages (pour la plupart, la période d'élevage / de nichée biologique s'étend du 1er avril au 31 juillet) et en respectant la période d'hibernation des chauves-souris (du 1 er novembre du 31 mars) (art. 7, al. 4, LChP et art. 20, al. 1, LPN en relation avec l'art. 20, al. 2, let. a, OPN).	R
N+P 6	L'aménagement des alentours et l'intégration dans le paysage sont mis en œuvre selon la norme VSS 640660 « Espaces verts – Bases et études de projet » (p. ex. talus entretenus de manière extensive, végétalisation des bâtiments, utilisation de matériaux adaptés).	E
N+P 7	Les requérantes doivent veiller à préserver les milieux naturels de valeur adjacents qui ne sont pas directement touchés par le projet ou doit prendre les mesures de protection nécessaires : art. 18, al. 1ter, LPN et OFEV (2002), « Reconstitution et remplacement en protection de la nature et du paysage », *Guides de l'environnement n° 11*.	R
N+P 8	L'utilisation sur les chantiers de produits phytosanitaires (herbicides) est interdite (voir directive de l'OFT « Contrôle chimique de la végétation sur les voies ferrées et le long de celles-ci »).	R
N+P S1	Réaménagement écologique et paysager de la parcelle du bâtiment d'enclenchement : ensemencement de prairie maigre (mélange de semis de type UFA Broma CH-G ou équivalent), plantations d'essences buissonnantes et arbustives d'essences indigènes, mise en place de petites structures pour la faune : 3 petites structures en pierre (murgiers, hibernaculums ou murets de pierres sèches) et 6 tas de branches.	E
N+P S2	La clôture le long du chemin pédestre qui sera refaite pour la création de l'escalier au km 37.768 ne devra pas prévoir de plaquer le grillage au sol. Un espace de 20 cm de vide entre le terrain et la clôture devra être laissé afin de permettre le passage de la petite faune et l'entretien de la végétation sans endommager la clôture.	E
N+P S3	Les haies vives situées dans les futures emprises de chantier provisoires au sud-ouest de la gare de Nyon qui seront abattues provisoirement en phase de chantier devront être replantées en fin de travaux.	R/ E

N°	Mesures * Mesures standards, adaptées au projet / **(S)** Mesures spécifiques du projet *Les mesures standards non-applicables au projet ne sont pas reprises*	Phase
N+P S4	Mesures en matière de protection des impacts sur les populations de reptiles : ▪ Sensibilisation des intervenants du chantier (direction des travaux, conducteurs de chantier et ouvriers) aux problématiques liées à la conservation des reptiles ; ▪ Interdiction de destruction des structures d'hivernation durant la période de repos des reptiles, soit de novembre à février ; ▪ Surveillance par un biologiste spécialisé lors des travaux de démantèlement des gabions ; ▪ Lors des travaux de remise en état des emprises provisoires, compensation des atteintes aux structures et milieux naturels favorables aux reptiles par l'aménagement d'habitats de substitution de qualité ; ▪ Suivi renforcé du SER lors des travaux réalisés au sein des 2 secteurs à enjeux et des 2 secteurs à enjeux potentiels concernés. Selon son appréciation de la situation et en accord avec la direction des travaux, des mesures protectrices urgentes seront au besoin mises en œuvre (pose de barrières à reptiles autour des emprises de chantier, capture et relocalisation d'individus) ; ▪ Permanence herpétologique par le SER en cas de découverte d'individus lors des travaux.	R
Forêt		
For 1*	Les travaux sont menés en préservant la surface forestière adjacente. Il est notamment interdit d'y ériger des baraques de chantier ou d'y déposer des véhicules, des matériaux d'excavation ou des matériaux de toute sorte (art. 4 et 5 LFo). Les boisements situés en limite d'emprise durant la phase de réalisation sont signalés par la mise en place de barrières de protection ou banderoles clairement visibles matérialisant les limites des entités à préserver. Cette limite doit correspondre à l'emprise de la couronne des arbres afin de préserver le système racinaire. Les CFF doivent veiller à ce que les travaux de construction se fassent en ménageant le peuplement adjacent. Toutes les mesures utiles doivent être prises pour éviter des dommages à la forêt, aux arbres, au sol et aux fonctions forestières. Il est en particulier interdit d'édifier des baraques de chantier et de déposer des déblais, des véhicules et des matériaux de toutes sortes en forêt ou à moins de quatre mètres de la lisière. Justification : pour éviter de porter atteinte aux fonctions du peuplement adjacent, il faut ménager celui-ci (art. 4 et 5 LFo).	R
For 2	Les travaux seront menés en préservant la surface forestière adjacente. Il est notamment interdit d'y ériger des baraques de chantier ou d'y déposer des véhicules, des matériaux d'excavation ou des matériaux de toute sorte (art. 16 [exploitation préjudiciable] et 17 LFo [distance par rapport à la forêt]).	R
For 3	Les requérantes consultent le service forestier cantonal pour la mise en œuvre de l'exploitation préjudiciable ou de la distance par rapport à la forêt.	R
For S1	Une barrière de protection matérialisation la limite de la forêt sera mise en place au droit des installations de chantier situées à moins de 10 mètres de la lisière forestière.	R
For S2	Au minimum 4m seront laissés libres de toute installation fixe afin de permettre l'entretien de la forêt (accès, places de parcs possibles).	R
For S3	Le chemin forestier au niveau du bâtiment d'enclenchement de Prangins sera remis en état tel qu'actuellement à la fin des travaux.	R
Eaux souterraines, approvisionnement en eau		
Esou 1	Les conteneurs de liquides pouvant polluer les eaux sont à entreposer dans des cuves de rétention de volume suffisant de manière à garantir la prévention, la détection facile et la rétention des fuites. Du matériau absorbant est mis à disposition en quantité suffisante (art. 6, al. 1, et art. 22, al. 2, LEaux).	R
Esou 2	L'utilisation de matériaux de construction recyclés n'est autorisée qu'en dehors des zones et périmètres de protection des eaux souterraines et au-dessus du niveau maximal de la nappe souterraine (art. 6, al. 1, LEaux).	E
Esou 3	Sur les talus et les bandes de verdure le long des voies ferrées, aucun herbicide ne doit être utilisé (annexe 2.5, ch. 1.1, al. 2, let. D, ORRChim). Seul le traitement individuel de plantes à problèmes est admis, si celles-ci ne peuvent être contrôlées efficacement d'une autre manière, par exemple par fauchage régulier (annexe 2.5, ch. 1.2, al. 5, ORRChim).	R
Esou 4	S'il existe un risque que des liquides de nature à polluer soient libérés et polluent les eaux souterraines, il faut prévoir des mesures de protection appropriées (art. 6, al. 1, LEaux)	E
Esou 5	Les substances utilisées (dans les adjuvants, les joints d'étanchéité ou les enduits p. ex.) ne doivent pas compromettre la qualité des eaux (art. 6, al. 1, LEaux).	R

N°	Mesures * Mesures standards, adaptées au projet / **(S)** Mesures spécifiques du projet *Les mesures standards non-applicables au projet ne sont pas reprises*	Phase
Evacuation des eaux		
Evac 1*	Durant la phase de chantier, la recommandation SIA « Évacuation et traitement des eaux de chantier » (recommandation SIA 431) est prise en considération (concept d'évacuation des eaux de chantier, pièce 01.91.02 du dossier PAP).	R
Evac S1	Intégration des mesures de protection des eaux dans les documents de soumission.	R
Evac S2	Stockage de substances pouvant polluer les eaux sur zone de rétention et à couvert. En phase de travaux, des risques de déversement de substances pouvant polluer les eaux souterraines sont présents. Le stockage des substances pouvant polluer les eaux se fera sur rétention et à couvert. Du produit absorbant sera toujours disponible en prévision sur site, et les engins de chantier seront régulièrement contrôlés afin de prévenir les éventuelles fuites d'hydrocarbures.	R
Eaux superficielles et écosystèmes aquatiques		
Esup S1	Stockage sur rétention et à couvert des substances pouvant polluer les eaux d'éviter toute contamination des eaux de surface. Le stockage des substances polluantes en-dessus du Corjon et du Cossy est interdit.	R
Prévention des accidents majeurs		
OPAM S1	Le plan d'intervention sera vérifié voire mis à jour si nécessaire.	E
OPAM S2	Les mesures contre les explosions liées à la présence de propane dans le futur bâtiment d'enclenchement devront être mises en place	E
Sites pollués		
OSit 1	Le service fédéral compétent pour l'exécution de l'OSites (OFT) et les autorités cantonales spécialisées sont informés de l'évaluation et des mesures prises en vertu de l'OSites ainsi que du type et de la quantité de matériaux pollués qui ont été évacués, mais aussi, le cas échant, mis en place (art. 6 et 8 OSites).	R
OSit 2	Pour les travaux de construction menés sur des sites pollués, une stratégie d'excavation et de triage doit être intégrée au plan d'élimination conformément à la mesure standard OSit 1.	R
OSit S1	Un plan d'hygiène et sécurité (PHS) devra être réalisé par l'ENT adjudicataire des travaux avant travaux en cas d'établissement de bases de vie sur les sites pollués avec présences de polluants volatils.	R
Déchets et gestion des matériaux		
OLED 1	Un concept de gestion des matériaux et des déchets (plan d'élimination avec indications sur le moment de l'apparition des déchets, sur la filière d'élimination et sur l'installation prévue à cet effet) est établi pour tous les déchets produits dans le cadre du projet. Ce concept est mis à jour avant le début des travaux et transmis à l'OFT. Il tient compte de la planification cantonale des déchets, des stratégies d'extraction, des plans de remise en état, etc. Si des modifications majeures du concept de gestion des matériaux et des déchets interviennent pendant la phase de chantier, elles sont soumises à l'appréciation de l'OFT.	R
OLED 2	À l'issue des travaux, une attestation d'élimination est établie et remise à l'OFT.	R
OLED S1	Si des matériaux souillés ou des déchets sont découverts durant les travaux, l'autorité compétente sera informée sans délai.	R
OLED S2	Réalisation d'une campagne de prélèvement des sols d'installations des talus ferroviaires pour la réalisation des escaliers et de la zone de déraillement (HAP, métaux lourds et HC C10-C40) avant travaux par le SER. Les résultats seront intégrés dans le plan de gestion des déchets.	R
OLED S3	Réalisation d'un contrôle PAK Marker sur l'asphalte qui sera démolie (batterie du quai 1, chemin sur la parcelle du BS, traversées secondaires AC-Rail) par le SER.	R

N°	**Mesures** * Mesures standards, adaptées au projet / **(S)** Mesures spécifiques du projet *Les mesures standards non-applicables au projet ne sont pas reprises*	Phase
OLED S4	Les travaux de démolition des éléments constructifs contenant de l'amiante devront être réalisés par une entreprise spécialisée en désamiantage et reconnue par la SUVA.	R
Sol		
Sol 1*	Lors de la planification et de l'exécution des travaux affectant les sols, les publications suivantes sont prises en compte : ▪ OFEV (2022), « Construire en préservant les sols » ; ▪ OFEV (2015), « Sols et constructions. État de la technique et des pratiques », *Connaissance de l'environnement n° 1508 ;* ▪ OFEV (2021), « Évaluation des sols en vue de leur valorisation. Aptitude des sols à leur valorisation. Un module de l'aide à l'exécution 'Construire en préservant les sols' », *L'environnement pratique n° 2112*. ▪ VSS (2017), norme VSS SN 640 581 « Terrassement, sol. Protection des sols et construction ».	R
Sol 2	Les principes suivants sont à respecter pour veiller à la protection préventive des sols : ▪ réduire autant que possible la surface de sol affectée par le projet de construction ; ▪ orienter si possible les interventions sur les sols vers des surfaces présentant déjà une pollution ou une atteinte d'origine anthropique ; ▪ réduire au minimum nécessaire la sollicitation des sols ainsi que la durée et l'intensité de cette première (p. ex. nombre de déplacements ou fréquence de la circulation).	R
Sol 3*	La couche supérieure et la couche sous-jacente du sol sont décapées séparément. Conformément à l'art. 18, al. 1, OLED. Les matériaux terreux appartiennent aux classes « valorisation restreinte (vr I) » et sont éliminés conformément à l'OLED.	R
Sol 4	Les installations et pistes de chantier sont édifiées sur une couche d'au moins 50 cm d'un mélange de gravier non lié ; elles sont séparées de la couche supérieure du sol (horizon A), p. ex. par un géotextile.	R
Sol 5	Les sols sont protégés de la compaction et de la pollution, même s'ils ne sont sollicités que temporairement.	R
Sol S1	Une campagne d'échantillonnage devra être réalisée au niveau des sols d'installation, afin de déterminer l'état de pollution et les filières de valorisions / élimination avant travaux.	R
Sol S2	Un concept de gestion de sols intégrant toutes les mesures à appliquer pendant travaux devra être réalisé avant travaux. Le chantier sera suivi par un SPSC.	R
Air		
Air 1*	Les mesures énumérées (niveau de mesure B) de limitation des émissions de polluants atmosphériques générées par/sur les chantiers sont mis en œuvre.	R
Air 2	Les machines et appareils qui sont utilisés sur les chantiers en Suisse répondent aux exigences de l'art. 19a OPair, en fonction de leur année de fabrication et de leur puissance.	R
Emissions lumineuses		
Lu 1	L'éclairage répond aux exigences de la publication « Recommandations pour la prévention des émissions lumineuses » (OFEV, 2021, *L'environnement pratique n° 2117*) et de la norme SIA « Prévention des émissions inutiles de lumière à l'extérieur » (SIA, 2013 ; norme 491, SN 586 491).	E
Lu 2	L'éclairage des quais, faisceaux de voies, parkings, chantiers, etc. répond aux exigences de la norme suisse « Lumière et éclairage — Éclairage des lieux de travail — Partie 2 : lieux de travail extérieurs » (SN EN 12464-2) et n'entraîne pas de suréclairage.	R
Lu 3	L'éclairage est réduit au strict minimum requis sur le plan de la sécurité de 22h00 jusqu'à la fin de l'exploitation et du début de l'exploitation jusqu'à 6h00. L'éclairage est éteint en dehors des heures d'exploitation.	E
Lu 4	Les recommandations de la Station ornithologique de Sempach concernant l'éclairage et les surfaces de verre réfléchissantes sont prises en compte (voir : Schmid H., Doppler W., Heynen D., Rössler M. [2012], « Les oiseaux, le verre et la lumière dans la construction », Station ornithologique suisse de Sempach).	E

N°	Mesures * Mesures standards, adaptées au projet / **(S)** Mesures spécifiques du projet *Les mesures standards non-applicables au projet ne sont pas reprises*	Phase
Lu S1	L'éclairage doit être réalisé avec des lampes équipées d'ampoules LED « Blanc chaud » (<3'000 Kelvin) à l'exception du PI (4'000 Kelvin pour raisons de sécurité), du haut vers le bas, avec une lumière dirigée précisément sur l'objet à éclairer de façon à éclairer uniquement la surface utile. Les luminaires doivent être disposés le plus bas possible pour réduire la dispersion de la lumière. La lumière intrusive doit être limitée et le nombre de points lumineux installés doit être minimisé.	E
Lu S2	L'éclairage sera réalisé avec des lampes équipées d'ampoules LED « Blanc chaud » (< 3000 Kelvin) et orientées vers le bas, de manière à éviter tout rayonnement vers le ciel. La durée de l'éclairage sera imitée aux heures de travail du chantier. L'éclairage respectera les prescriptions et recommandations de l'aide à l'exécution « Recommandations pour la prévention des émissions lumineuses » (OFEV, 2021) et de la norme SIA 491 « Prévention des émissions inutiles de la lumière à l'extérieur ».	R
Bruit		
Bruit 1*	Les mesures indiquées pour réduire les émissions sonores sur les chantiers sont mises en œuvre. **Transports de chantier :** Mesures de **niveau A** selon la DBC Travaux en période diurne hors jours fériés : **Travaux bruyants :** Mesures de **niveau B** selon la DBC **Travaux très bruyants :** Mesures de **niveau B** selon la DBC Travaux en périodes d'exigence de calme accrues (19h-7h et jours fériés) : **Travaux bruyants :** Mesures de **niveau C** selon la DBC **Travaux très bruyants :** Mesures de **niveau C** selon la DBC	R
Bruit 2	La population est informée des travaux bruyants ou très bruyants, en particulier si ceux-ci sont menés la nuit.	R
Bruit S1	Les mesures de protection contre le bruit suivantes doivent être mises en œuvre dans le cadre du projet, ou des mesures ayant un effet global similaire attestant du respect des VP : ▪ **Caisson acoustique pour le groupe froid** (modèle Kellner KVG800-2T-UL Ultra) ; ▪ **Pièges à son pour les 5x UML ULK d'aspiration d'air frais** avec un effet min. de -12 dB(A) ; ▪ **Pièges à son pour les 5x sorties d'air viciée** avec un effet min. de -10 dB(A).	E
Bruit S2	Un dispositif permettant de centraliser les plaintes des riverains dues au bruit des travaux sera mis en place (canal téléphonique et mail).	R
Bruit S3	Une personne de l'entreprise sera nommée responsable pour superviser et cadrer les travailleurs et les travaux de nuit et devra mettre en place les mesures nécessaires sur le chantier pour que ces travaux de nuit génèrent le minimum de nuisances possible.	R
Vibrations		
Vib 1	Phase de chantier : les mesures selon la norme DIN 4150-2, juin 1999, point 6.5.4.3 Mesures de réduction des nuisances notables), lettres a) à e) sont mises en œuvre.	R
Surfaces d'assolement		
SDA 1	En cas de réhabilitation ou de revalorisation de SDA à la fin de la phase de remise en culture, une évaluation des surfaces est effectuée sur la base des critères de qualité des SDA définis dans le plan sectoriel SDA et le rapport explicatif associé (P6). Les requérantes présentent le résultat de cette évaluation au service spécialisé compétent du canton concerné.	R
SDA S1	Une convention de remise en culture sera établie avec l'exploitant, afin de fixer les exigences et garantir la fertilité des sols.	R
Protection des monuments et des sites construits		
ISOS 1	Le service cantonal de conservation des monuments historiques, qui évalue la nécessité d'un accompagnement spécialisé et définit des mesures de protection des sites construits et des monuments historiques, est associé.	R
ISOS 2	Dans le cadre des projets CFF : le Service de la protection des monuments historiques des CFF, qui évalue la nécessité d'un accompagnement spécifique et définit des mesures de protection des sites construits et des monuments historiques, est associé.	R

N°	Mesures * Mesures standards, adaptées au projet / **(S)** Mesures spécifiques du projet *Les mesures standards non-applicables au projet ne sont pas reprises*	Phase
ISOS S1	Attention particulière lors des travaux à proximité de bâtiments et objets inscrits au patrimoine. Les impacts induits par les installations de chantier sur le bâtiments et objets inscrits au patrimoine seront réduits au maximum.	R
Archéologie, paléontologie		
Arch 1	Si des sites archéologiques ou paléontologiques sont découvertes contre toute attente, les travaux sont immédiatement suspendus dans le secteur concerné et l'OFC ainsi que les services cantonaux compétents sont consultés. Le site de la découverte est laissé tel quel et sécurisé jusqu'à leur arrivé.	R
Arch S1	Le démarrage des travaux sera annoncé à l'archéologue cantonal par courriel électronique.	R
Mobilité douce		
MD 1	Les chemins pour piétons, chemins de randonnée ou voies cyclables existants sont, dans la mesure du possible, maintenus praticables pendant la phase de chantier. Si cela n'est pas possible, la praticabilité est assurée par une déviation signalisée en conséquence., d'entente avec les services spécialisés compétents. Dans ce contexte, la sécurité des usagers doit être garantie.	R

10 Impressum

Lausanne, le 09.05.2025

CSD INGÉNIEURS SA



pp. Nicolas DUBAU

Responsable département Environnement Vaud



pp. Michael CHOPARD

Responsable du domaine Environnement Suisse romande & Italie

11 Disclaimer

CSD confirme par la présente avoir exécuté son mandat avec la diligence requise. Les résultats et conclusions sont basés sur l'état actuel des connaissances tel qu'exposé dans le rapport et ont été obtenus conformément aux règles reconnues de la branche.

CSD se fonde sur les prémisses que :

- le mandant ou les tiers désignés par lui ont fourni des informations et des documents exacts et complets en vue de l'exécution du mandat,
- les résultats de son travail ne seront pas utilisés de manière partielle,
- sans avoir été réexaminés, les résultats de son travail ne seront pas utilisés pour un but autre que celui convenu ou pour un autre objet ni transposés à des circonstances modifiées.

Dans la mesure où ces conditions ne seraient pas remplies, CSD déclinera toute responsabilité envers le mandant pour les dommages qui pourraient en résulter.

Si un tiers utilise les résultats du travail ou s'il fonde des décisions sur ceux-ci, CSD décline toute responsabilité pour les dommages directs et indirects qui pourraient en résulter.

CSDINGENIEURS
INGÉNIEUX PAR NATURE

Annexe A
RÉFÉRENCES EN BASES LÉGALES

REFERENCES EN BASES LEGALES

Général

[1] Loi sur les chemins de fer (LCdF ; RS 742.101) ;

[2] Loi sur la protection de l'environnement (LPE ; RS 814.01) ;

[3] Loi fédérale sur l'aménagement du territoire (LAT ; RS 700) ;

[4] Ordonnance relative à l'étude de l'impact sur l'environnement (OEIE ; RS 814.011) ;

Législation cantonale

[5] Loi sur l'aménagement du territoire et les constructions (LATC ; RSV 700.11) ;

[6] Règlement sur l'aménagement du territoire (RLAT ; RSV 700.11.2) ;

Autres documents et références

[7] Liste de contrôle Environnement pour les installations ferroviaires (OFT et OFEV, 2022) ;

[8] Manuel EIE, Directive de la Confédération sur l'étude de l'impact sur l'environnement, L'environnement pratique n° 0923, (OFEV ; 2009) ;

[9] Recommandations sur le contenu des rapports d'impact sur l'environnement du GrEIE (juin 2004) ;

Guichets cartographiques

[10] Guichet cartographique du canton de Vaud : map.geo.vd.ch ;

[11] Guichet cartographique de la Confédération : map.geo.admin.ch ;

Documents de référence

[12] Plan d'extension partiel domaine CFF, Commune de Prangins, aménagement local, 356/04 du 6.4.1983.

Nature et paysage

[13] Loi sur la protection de la nature et du paysage (LPN, RS 451) ;

[14] Directive sur la protection des oiseaux sur les installations de la ligne de contact et sur les lignes de transport installées sur des structures porteuses de la ligne de contact (OFT, OFEV, 2021) ;

[15] Ordonnance sur la protection de la nature et du paysage (OPN, RS 451.1) ;

[16] Ordonnance sur la protection des végétaux (OVP, RS 916.20) ;

[17] Règlement sur la protection des végétaux (RPV, RSV 916.131.1) ;

[18] Règlement sur la protection de la flore (RPF, RSV 453.11.1) ;

Législation cantonale

[19] Loi sur la protection du patrimoine naturel et paysager (LPrPNP, RSV 450.11) ;

[20] Règlement d'application de la loi sur la protection du patrimoine naturel et paysager (RLPrPNP, 450.11.1) ;

Forêts

[21] Loi sur les forêts (LFo, RS 921.0) ;

[22] Ordonnance sur les forêts (OFo, RS 921.01) ;

Législation cantonale

[23] Loi forestière (LVLFo, RSV 921.01) ;

[24] Règlement d'application de la loi forestière (RLVLFo, RSV 921.01.1) ;

Protection des eaux

[25] Loi fédérale sur la protection des eaux (LEaux, RS 814.20) ;

[26] Ordonnance sur la protection des eaux (OEaux, RS 814.201) ;

[27] Directive Évacuation des eaux des installations ferroviaires (OFEV et OFT, août 2018) ;

[28] Instructions pour l'application de la protection des eaux souterraines aux ouvrages souterrains (OFEFP, 1998) ;

[29] Instructions pratiques pour la protection des eaux souterraines. L'environnement pratique (OFEV, 2004) ;

[30] Directive Gestion des eaux urbaines par temps de pluie (VSA, 2019) ;

[31] Norme SIA 431 Évacuation des eaux de chantier (SIA, 2022) ;

[32] Règlement de technique ferroviaire suisse, R RTE 21110, Infrastructure et ballast, Voie normale et métrique (UTP, 2016).

Législation cantonale

[33] Directive cantonale DCPE872 « Gestion des eaux et des déchets de chantier » (2008) ;

Prévention des accidents majeurs

[34] Ordonnance sur la protection contre les accidents majeurs (RS 814.012; OPAM) ;

[35] Risques inhérents au transport ferroviaire de marchandises dangereuses, risques environnementaux – Office fédéral des transports – méthodologie, rapport (mai 2015, Ernst Basler + Partner AG) et logiciel ;

[36] Risques pour la population liées au transport ferroviaire de marchandises dangereuses – Office fédéral des transports – estimation, méthodologie et préparation (février 2015) et logiciel ;

Sites pollués, Déchets et gestion des matériaux

[37] Ordonnance sur l'assainissement des sites pollués (OSites, RS 814.680) ;

[38] Ordonnance sur la limitation et l'élimination des déchets (OLED, RS 814.600) ;

[39] Ordonnance sur les mouvements de déchets (OMoD, RS 814.610) ;

[40] Ordonnance sur la réduction des risques liés aux produits chimiques (ORRChim, RS 814.81) ;

[41] Directive sur les déblais de voie (OFT, 2018) ;

[42] Instructions pour la gestion des déchets et des matériaux pour les projets soumis ou non à une étude de l'impact sur l'environnement (OFEV, 2003) ;

[43] Directive pour la valorisation, le traitement et le stockage des matériaux d'excavation et déblais (Directive sur les matériaux d'excavation) (OFEV, 1999) ;

[44] Directive pour la valorisation des déchets de chantier minéraux (OFEV, 2006) ;

Législation cantonale

[45] Loi sur la gestion des déchets (LGD 814.11) ;

[46] Directive sur la gestion des eaux et des déchets de chantier (DCPE 872) ;

[47] Directive sur les déchets de démolition des routes (DCPE 874) ;

[48] Directive sur le stockage temporaire, recyclage et élimination des matériaux minéraux de chantier (DCPE).

Etudes

[49] Investigation historique de site pollué, Nyon parcelle 637, site Eva 246.10. Geotest SA, 25 avril 2023.

[50] Investigation historique de site pollué, Nyon parcelle 628, site Eva 246.23. Geotest SA, 5 mai 2023.

[51] Investigation de sites contaminés : investigation historique et cahier des charges, pool n° 0146 La Côte, groupe 1, Commune de Nyon, G1.2, G1.3, B.8610, B.0140, B.0141. Geotest SA, 20 août 2004.

[52] Préavis du SESA – Cadastre CFF des sites pollués – Projet n°0146 – Pool La Côte. SESA, 29 mars 2005.

[53] Investigation des sites contaminés : Investigation technique, pool n°0146 La Côte, Groupe 1, Commune de Nyon, B.0140, B.0141. Geotest SA, 20 février 2007.

[54] Investigation technique complémentaire de site pollué, Nyon, Gare-Enclenchement. Geotest SA, 14 décembre 2022.

[55] Note de synthèse selon OLED – réaménagement de la gare de Nyon et futur bâtiment d'enclenchement. CSD SA, 4 mars 2024.

[56] Investigation technique – rapport préliminaire Nyon, parcelle 637, site Eva 246.10. Geotest SA, 8 mars 2024.

[57] Note technique – découverte scories. Mise en conformité LHand Gare de Nyon. CSD Ingénieurs SA, 25 juin 2024.

Sols et surfaces d'assolement

[58] Ordonnance sur les atteintes portées aux sols (OSol, RS 814.12) ;

[59] Ordonnance sur l'aménagement du territoire (OAT, RS 700.1) ;

[60] Construire en préservant les sols (OFEV, 2001) ;

[61] Norme VSS 640 581 « Terrassement, sol – Protection des sols et construction », 2019 ;

[62] Instructions sur l'évaluation et l'utilisation de matériaux terreux, (OFEV, 2001);

[63] Aide à l'exécution : Construire en préservant les sols, Module Évaluation des sols en vue de leur valorisation (OFEV, 2021) ;

[64] Aide à l'exécution : Construire en préservant les sols, Module Gestion respectueuse des sols lors de travaux de génie civil (OFEV, 2022) ;

[65] Sols et construction. État de la technique et des pratiques (OFEV, 2015) ;

[66] Manuel Sols pollués – Évaluation de la menace et mesures de protection (OFEV, 2005) ;

Législation cantonale

[67] Directive cantonale : Protection des sols sur les chantiers, DMP 863 (DGE-GEODE, 2019) ;

[68] Directive cantonale : Etudes pédologiques relatives à la protection contre les atteintes aux sols sur les chantiers, DMP 864a (DGE-GEODE, 2014).

[69] Aide à l'exécution selon les procédures : Etudes pédologiques relatives à la protection contre les atteintes aux sols sur les chantiers, DMP 864a (DGE-GEODE, 2015).

Air

[70] Ordonnance sur la protection de l'air (OPair ; RS 814.318142.1) ;
[71] Directive « Protection de l'air sur les chantiers » (DAC), OFEV, 2016 ;
[72] Plan des mesures OPair 2018 de l'agglomération Lausanne-Morges.

Rayonnement non ionisant (RNI ; champs électromagnétiques)

[73] Ordonnance sur la protection contre le rayonnement non ionisant (ORNI, RS 814.710).

Emissions lumineuses

[74] Norme SIA 491 (SN 586 491) – Prévention des émissions inutiles de lumière à l'extérieur, 2013 ;
[75] Recommandations pour la prévention des émissions lumineuses, OFEV, 2021.

Bruit

[76] Loi fédérale sur la réduction du bruit émis par les chemins de fer (LBCF, RS 742.144) ;
[77] Ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB, RS 814.41) ;
[78] Ordonnance relative à la loi fédérale sur la réduction du bruit émis par les chemins de fer (OBCF, RS 742.144.1) ;
[79] Directive sur le bruit des chantiers (DBC), OFEV, 2011 ;
[80] Directive sur la protection contre le bruit des installations ferroviaires (OFT, 24.04.2019) ;
[81] Partie B, Concept acoustique et paysager, Commune de Tannay, Pièce B2, Dossier d'enquête complémentaire, 3e voie Coppet-Genève, 8 février 1999.

Vibrations/bruit solidien rayonné

[82] Directive pour l'évaluation des vibrations et du bruit solidien des installations de transport sur rails EVBSR, décembre 1999 ;
[83] DIN 4150/2, vibrations aux bâtiments, effets sur personnes dans les bâtiments, juin 1999 ;
[84] VSS SN 640 312 Ebranlements, décembre 2013.

Protection des monuments et des sites construits, Archéologie et paléontologie, Voies de communication historiques

[85] Loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage (LPN, RS 451) ;
[86] Ordonnance concernant l'inventaire fédéral des voies de communication historiques de la Suisse (OIVS, RS 451.13) ;

Législation cantonale

[87] Loi sur la protection du patrimoine culturel immobilier (LPrPCI, RSV 451.16) ;
[88] Règlement sur la protection du patrimoine culturel immobilier (RLPrPCI, RSV 451.16.1).

Mobilité douce

[89] Loi sur les chemins pour piétons et les chemins de randonnée pédestre (LCPR, RS 704).

Suivi environnemental de réalisation SER

[90] VSS. Suivi environnemental de la phase de réalisation avec réception environnementale des travaux. Norme SN 640 610b, VSS, 2010.

Annexe B
RELEVÉ DES MILIEUX


LÉGENDE
Situation KM 40.975 - 1:250
Situation KM 39.5 - 1:250
Situation KM 38.9 - 39.1 - 1:1000
Situation KM 38.1 - 38.7 - 1:750
Situation KM 37.0 - 37.2 - 1:500
Situation KM 37.6 - 37.8 - 1:1000
Situation KM 37.5 - 1:500
Situation KM 36.4 - 1:250
Situation KM 39.7 - 40.3 - 1:1250
Situation KM 35.4 - 35.8 - 1:1500
Situation KM 34.1 - 1:250

CSDINGENIEURS
INGÉNIEUX PAR NATURE

Annexe C
REC

LÉGENDE

SBB CFF FFS

Renouvellement de l'enclenchement de Nyon

REC

CSD INGENIEURS®

FC0H0238.10





Annexe D
RELEVÉ DES NÉOPHYTES

LEGENDE

Annexe E
NOTE SUIVI REPTILES

CSD INGÉNIEURS SA
Chemin de Montelly 78
Case postale 302
CH-1000 Lausanne 16
+41 21 620 70 00
lausanne@csd.ch
www.csd.ch

CSDINGENIEURS
INGÉNIEUX PAR NATURE



CFF SA

Expertise herpétologique

Mise en conformité LHand – Gare de Nyon

Bâtiment d'enclenchement - Prangins

Lausanne, le 01.05.2025

Table des matières

1 Introduction 1

2 Objectifs et méthodologie du suivi 1

2.1 Objectifs 1

2.2 Méthode 1

2.2.1 Consultation des bases de données et des entités de conseil 1

2.2.2 Prospection des emprises 2

2.2.3 Pose et relevé de plaques attractives 2

3 Résultats et observations 3

3.1 Reptiles 3

3.2 Habitats favorables 5

3.3 Limites de l'étude 5

4 Perspectives 6

4.1 Évaluation des impacts 6

4.2 Recommandations de mesures 6

5 Conclusions 7

6 Disclaimer 8

Liste des figures

Figure 1 : Légende des statuts de menace des espèces selon l'UICN et les Listes Rouges Suisses 1

Figure 2 : Emplacements des plaques attractives n° 7 & 21 2

Figure 3 : Photos des quatre secteurs à enjeux 3

Figure 4 : À gauche, observation d'un lézard des murailles mâle sur une plaque. À droite, observation d'une femelle d'orvet fragile sous une plaque. 4

Figure 5 : Exemples de milieux favorables aux reptiles : à gauche la Zone VU (secteur à enjeux) / à droite la Zone extensive (secteur à enjeux potentiels) 5

Liste des annexes

Annexe A Cartographie des emplacements des plaques attractives et des zones favorables aux reptiles

1 Introduction

Cette notice s'inscrit dans le cadre de deux procédures d'autorisations de projets des Chemins de fer fédéraux suisses (CFF) dans l'agglomération de Nyon. Ainsi, elle est intégrée en complément des deux documents suivants :

- Rapport d'impact sur l'environnement (RIE) du projet de mise en conformité LHand de la gare de Nyon ;
- Notice d'impact sur l'environnement (NIE) du projet d'aménagement du futur bâtiment d'enclenchement de la gare de Nyon situé à Prangins.

2 Objectifs et méthodologie du suivi

2.1 Objectifs

Les objectifs du suivi consistent à recenser les espèces présentes, à évaluer l'ampleur des populations et à appréhender l'éventuel impact des projets CFF susmentionnés sur celles-ci. Il s'agit ainsi de déterminer l'éventuelle pertinence de mettre en place des mesures de conservation des populations de reptiles, dont toutes les espèces suisses sont protégées selon l'Ordonnance sur la Protection de la Nature (OPN), avant et pendant la réalisation des travaux.

2.2 Méthode

2.2.1 Consultation des bases de données et des entités de conseil

Dans un premier temps, les bases de données Info Species ont été consultées et analysées, permettant ainsi de mettre en évidence les espèces présentes à proximité du périmètre de projet et de mieux les cibler lors du suivi.

Les espèces potentiellement présentes identifiées sont les suivantes :

- Lézard des murailles (*Podarcis murallis*, LR CH : LC) ;
- Orvet fragile (*Anguis fragilis*, LR CH : LC) ;
- Coronelle lisse (*Coronella austriaca*, LR CH : EN) ;
- Couleuvre à collier helvétique (*Natrix helvetica*, LR CH : EN).

Une coordination étroite avec le Karch VD (Centre de coordination pour la protection des amphibiens et reptiles de Suisse) a permis de valider ces hypothèses ainsi que la méthodologie de suivi à mettre en œuvre.

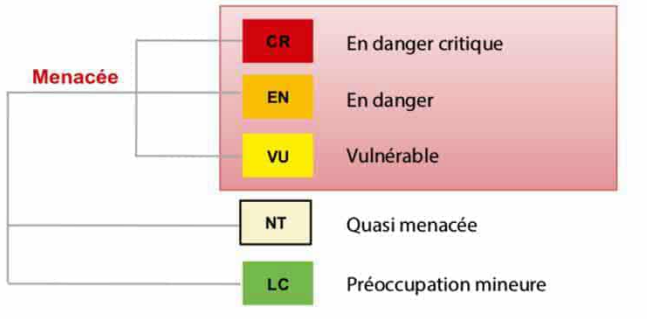


Figure 1 : Légende des statuts de menace des espèces selon l'UICN et les Listes Rouges Suisses (LR CH) ©wikipédia

2.2.2 Prospection des emprises

Deux visites de terrain réalisées les 24 mai et 07 juin 2023 ont permis la prospection exhaustive des emprises de travaux. En parallèle du travail de cartographie des milieux naturels et d'inventaire des néophytes, ces visites ont permis d'identifier les secteurs et structures potentiellement favorables aux reptiles dans et à proximité directe des emprises.

2.2.3 Pose et relevé de plaques attractives

Après la mise en évidence des zones d'emprises de travaux potentiellement favorables à l'herpétofaune, 40 plaques en caoutchouc de 80 x 80 cm y ont été positionnées de manière homogène. Le choix des emplacements a notamment été influencé par les conditions microclimatiques (pente, exposition, type de milieu naturel, etc.) et par la présence de structures favorables (buissons, gabions, murgiers, etc.) à proximité. Un plan localisant les emplacements des plaques est disponible en annexe A. Il est à considérer que certains emplacements présentant des caractéristiques favorables ont dû être abandonnés en raison des contraintes sécuritaires liées à l'accès aux plaques ainsi qu'à la proximité des voies CFF.

Par la suite, la méthode a consisté à prospecter systématiquement les plaques, qui offrent abri et possibilité de thermorégulation aux reptiles. De ce fait, les individus présents à proximité ont tendance à être attirés et se positionnent au-dessus ou au-dessous des plaques. Parallèlement, ces prospections permettent de vérifier visuellement la présence de reptiles sur ou à proximité des structures favorables situées dans le périmètre d'étude.

L'installation des plaques a été réalisée le 5 mars 2024. Par la suite, sept relevés ont été effectués lors de journées présentant des conditions météorologiques favorables. Le retrait des plaques a été réalisé lors du dernier relevé du suivi effectué, le 9 octobre 2024.

Au total, 8 visites ont donc été réalisées aux dates suivantes :

- 5 mars 2024 (pose des plaques) ;
- 22 mars 2024 ;
- 10 avril 2024 ;
- 14 mai 2024 ;
- 27 juin 2024 ;
- 23 juillet 2024 ;
- 29 août 2024 ;
- 9 octobre 2024 (retrait des plaques).



Figure 2 : Emplacements des plaques attractives n° 7 & 21

3 Résultats et observations

3.1 Reptiles

Outre la présence sporadique et généralisée du lézard des murailles, les relevés de plaques ont permis l'observation ponctuelle de l'orvet fragile. La liste rouge des reptiles de Suisse attribue le statut de menace LC à ces deux espèces, ce qui signifie qu'elles ne sont pas menacées.

Au cours du suivi, 11 observations de l'Orvet fragile ont été enregistrées. Ces observations se concentrent sur des tronçons bien définis, permettant ainsi de les identifier en tant que « secteurs à enjeux ». Ces secteurs, dont la localisation est détaillée au sein de l'annexe A, sont les suivants :



Zone de chargement à Eysins (1 contact)



Bordures agricoles à proximité du Bois-Neuf (2 contacts)



Talus forestiers du Bois-Bougy (5 contacts)



Zone VU à proximité de la gare de Nyon (3 contacts)

Figure 3 : Photos des quatre secteurs à enjeux

Après consultation du KARCH, ces résultats sont cohérents avec les bases de données et connaissances actuelles. Néanmoins, l'absence d'observation de coronelle lisse, bien qu'étant une espèce extrêmement discrète et donc difficilement détectable, reste une surprise.

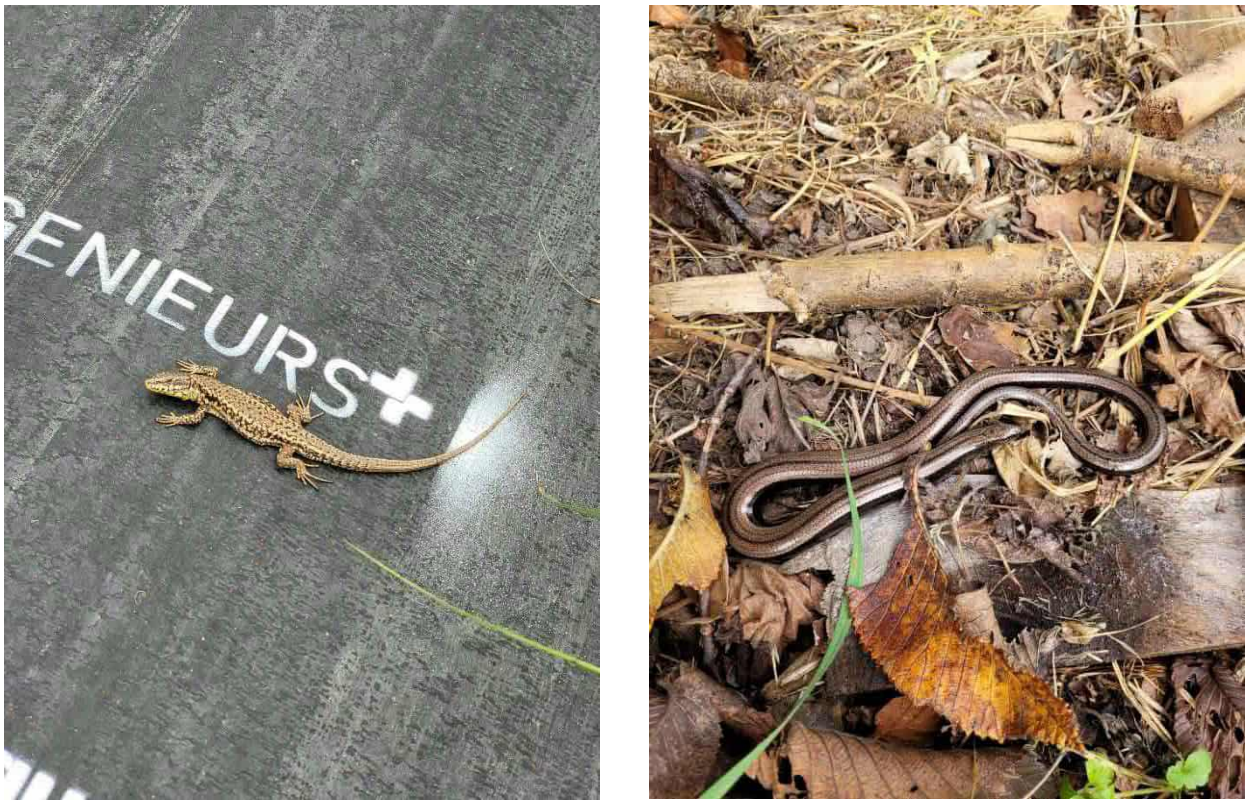


Figure 4 : À gauche, observation d'un lézard des murailles mâle sur une plaque. À droite, observation d'une femelle d'orvet fragile sous une plaque.

3.2 Habitats favorables

Du point de vue de l'habitat, les abords du projet présentent divers éléments paysagers particulièrement favorables aux espèces ciblées lors du suivi. Parmi ces éléments, on trouve notamment des structures telles que les gabions, les haies, les lisères et les prairies orientées vers le sud, ainsi que les ronciers.

Concernant les infrastructures ferroviaires, les zones de ballast jouent également un rôle important en servant de corridors de transit pour la faune. De même, les caniveaux bordant les voies peuvent être utilisés comme passages ou site de repos, tandis que l'infrastructure constitue un habitat potentiel pour l'hivernage de certaines espèces.

Les secteurs regroupant ces caractéristiques spécifiques ont été identifiés comme des "Secteurs à enjeux potentiels". Leur localisation est détaillée dans l'annexe A.



Figure 5 : Exemples de milieux favorables aux reptiles : à gauche la Zone VU (secteur à enjeux) / à droite la Zone extensive (secteur à enjeux potentiels)

3.3 Limites de l'étude

Ce suivi présente toutefois des limites méthodologiques. L'efficacité des plaques attractives n'étant pas absolue, ils ne permettent pas de garantir l'absence d'espèces ou de populations denses dans les zones étudiées. En effet, certaines espèces ou individus peuvent ne pas répondre à l'attractivité des plaques en raison de leurs comportements spécifiques ou de conditions environnementales particulières. Par conséquent, les données collectées doivent être interprétées en tenant compte de cette marge d'incertitude.

De plus, des facteurs externes liés à l'environnement d'installation des plaques peuvent perturber le suivi. Par endroit, les plaques ont été positionnées dans des secteurs soumis à une exploitation relativement intense, ce qui a compromis leur suivi optimal. Cela a notamment été observé dans la « Zone VU » et la « Zone de chargement à Eysins ».

Dans la « Zone VU », une plaque a été déplacée à trois reprises par des individus étrangers à l'étude, perturbant ainsi la continuité des observations. Une autre plaque a même disparu dès le mois de juin, rendant impossible tout relevé ultérieur à cet emplacement.

À Eysins, la plaque n°2 a également été déplacée une fois, avant de disparaître définitivement avant le dernier relevé prévu. Ces perturbations, combinées aux limites inhérentes à la méthode, sont prises en considération lors de l'évaluation des impacts du projet et des recommandations de mesures.

4 Perspectives

4.1 Évaluation des impacts

Compte tenu du nombre relativement restreint d'observations en comparaison avec la longueur significative du tracé du projet, l'évaluation des impacts du projet nécessite une approche nuancée.

Des structures et milieux naturels favorables aux reptiles sont notamment présents le long du tracé. Ces structures, dont certaines sont protégées par l'OPN, jouent un rôle crucial dans la conservation des populations, même peu denses, de reptiles. L'obligation de protection de ces éléments tout au long de la planification et de la réalisation des travaux est ainsi renforcée.

Par ailleurs, il faut également tenir compte du fait que les reptiles occupent différemment les habitats selon les saisons, utilisant davantage les structures abritées (murgiers, gabions, barbacanes ou infrastructure ferroviaire) pendant les périodes de repos hivernal et se déplacent plus activement à la recherche de nourriture ou de partenaires au printemps et en été. La planification des travaux devra donc tenir compte de ces variations saisonnières, afin de minimiser les impacts.

Les impacts directs potentiels sur les reptiles incluent donc :

- La destruction ou la modification des structures paysagères favorables (habitats) ;
- Le risque d'écrasement ou de perturbation des reptiles pendant les travaux, principalement en période de repos lorsqu'ils sont moins mobiles.

Pour finir, les caractéristiques favorables des habitats identifiés suggèrent que les reptiles sont potentiellement présents mais peu détectés, ce qui est courant pour ces espèces discrètes. Cela implique que des précautions devront être prises pour réduire les impacts sur ces espèces, permettant également de concilier les objectifs du projet avec la protection de la biodiversité.

4.2 Recommandations de mesures

Les recommandations suivantes doivent permettre de protéger et de réduire les impacts sur les populations de reptiles, tout en gardant une certaine proportionnalité quant aux contraintes engendrées par leur mise en œuvre.

Ainsi, les mesures recommandées sont les suivantes :

- Sensibilisation des intervenants du chantier (direction des travaux, conducteurs de chantier et ouvriers) aux problématiques liées à la conservation des reptiles ;
- Interdiction de destruction des structures d'hivernation durant la période de repos des reptiles ;
- Surveillance par un biologiste spécialisé lors des travaux de démantèlement des gabions ;
- Lors des travaux de remise en état, compensation des atteintes aux structures et milieux naturels favorables aux reptiles par l'aménagement d'habitats de substitution de qualité ;
- Suivi renforcé du SER lors des travaux réalisés au sein de secteurs à enjeux et de secteurs à enjeux potentiels. Selon son appréciation de la situation et en accord avec la direction des travaux, des mesures protectrices urgentes seront mises en œuvre (pose de barrières à reptiles autour des emprises de chantier, capture et relocalisation d'individus) ;
- Permanence herpétologique (p. ex. par le SER) en cas de découverte d'individus lors des travaux.

5 Conclusions

Le nombre d'observations directes relativement limité réalisées lors du suivi ne reflète pas nécessairement l'absence ou la rareté des reptiles sur l'ensemble du tracé. Les suivis ont en effet permis de mettre en évidence des « secteurs à enjeux » et des « secteurs à enjeux potentiels » concentrant des habitats et structures favorables à ce groupe.

La limitation des impacts du projet doit donc s'appuyer sur trois axes principaux. D'une part, la présence de structures favorables aux reptiles souligne la nécessité de préserver ou de compenser les habitats clés identifiés. D'autre part, la planification des travaux devra tenir compte des saisons d'activité et de repos des reptiles, afin de limiter les perturbations directes et indirectes sur les populations locales. Pour finir, il est nécessaire que les enjeux liés aux reptiles soient intégrés tout au long du suivi environnemental du chantier.

En résumé, la protection des reptiles nécessite des mesures ciblées, particulièrement dans les zones identifiées comme sensibles. Une gestion attentive de ces habitats et une planification adaptée contribueront à minimiser les impacts sur ces espèces protégées, tout en assurant le bon déroulement du projet.

Impressum

Lausanne, le 01.05.2025

CSD INGÉNIEURS SA



pp. Nicolas Dubau

Resp. Département Environnement VD



pp. Michael Chopard

Chef de projets

Collaborateur en charge de l'étude

Lucas Leuenberger, Ingénieur HES en Gestion de la nature : Chargé du suivi et de la rédaction de la notice

Véronique Smyke, Ingénieure HES en Gestion de la nature : Coréférat

6 Disclaimer

CSD confirme par la présente avoir exécuté son mandat avec la diligence requise. Les résultats et conclusions sont basés sur l'état actuel des connaissances tel qu'exposé dans le rapport et ont été obtenus conformément aux règles reconnues de la branche.

CSD se fonde sur les prémisses que :

- le mandant ou les tiers désignés par lui ont fourni des informations et des documents exacts et complets en vue de l'exécution du mandat,
- les résultats de son travail ne seront pas utilisés de manière partielle,
- sans avoir été réexaminés, les résultats de son travail ne seront pas utilisés pour un but autre que celui convenu ou pour un autre objet ni transposés à des circonstances modifiées.

Dans la mesure où ces conditions ne seraient pas remplies, CSD déclinera toute responsabilité envers le mandant pour les dommages qui pourraient en résulter.

Si un tiers utilise les résultats du travail ou s'il fonde des décisions sur ceux-ci, CSD décline toute responsabilité pour les dommages directs et indirects qui pourraient en résulter.

Annexe A Cartographie des emplacements des plaques attractives et des zones favorables aux reptiles



Annexe F

CONCEPT D'AMÉNAGEMENT PAYSAGER – DENOGENT


DENOGENT
CARNET DE PROJET
PARCS - JARDINS - PISCINES

DENOGENT
CARNET DE PROJET
ETUDE - REALISATION - ENTRETIEN

Bientôt un siècle d'esprit Jardin

MAÎTRE D'OUVRAGE : CFF SA

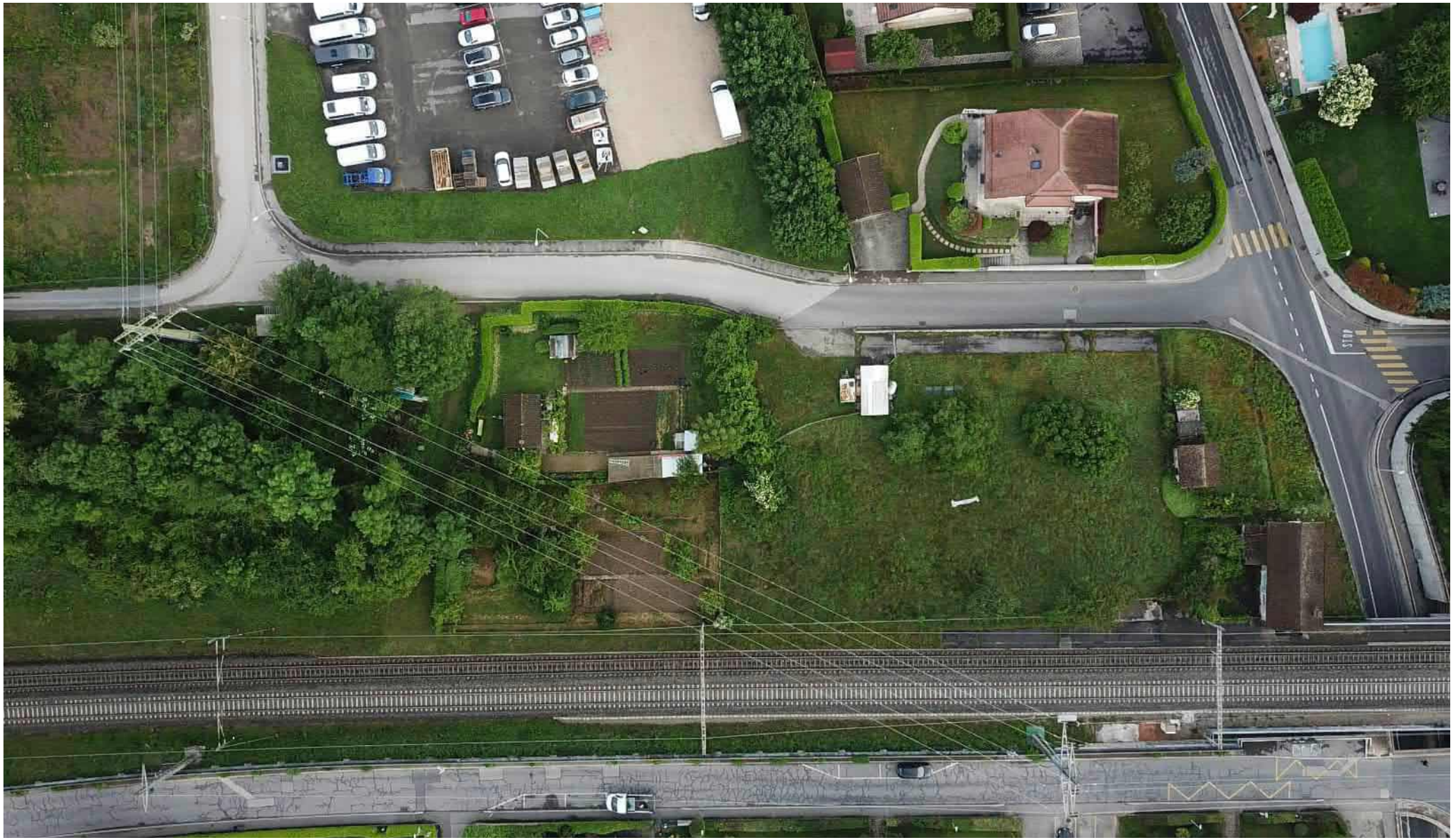
ADRESSE : PARCELLE 319, PRANGINS

PROJET : ENCLENCHEMENT RESP.: MD / DG

DATE : OCTOBRE 2024

DENOGENT SA | ROUTE DE L'ETRAZ 4 CH-1197 PRANGINS | +41 22 361 44 18 | INFO@DENOGENT.CH | DENOGENT.CH

ORTHOPHOTO DE L'EXISTANT



Denogent

PROJET
Variante 3

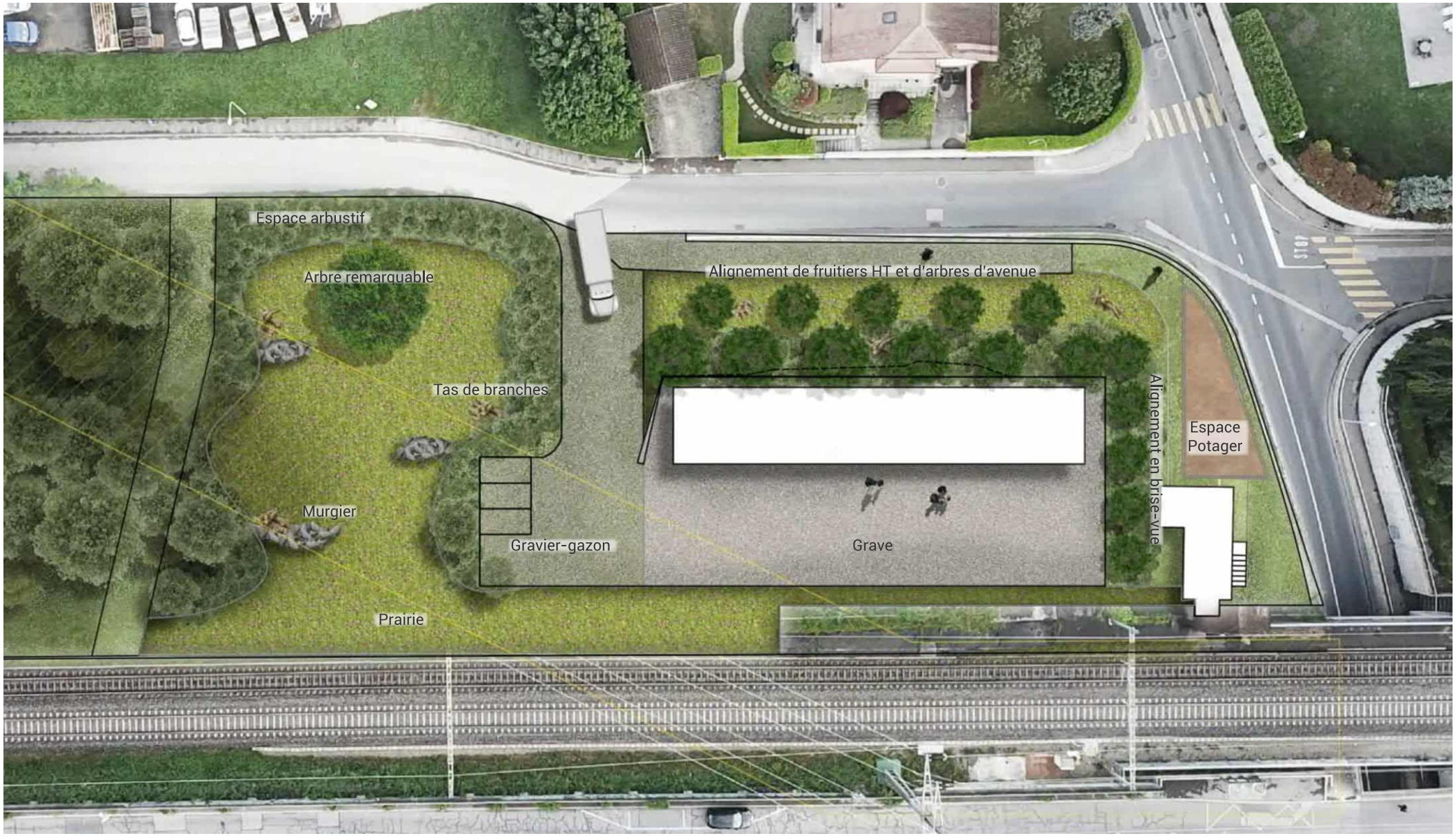
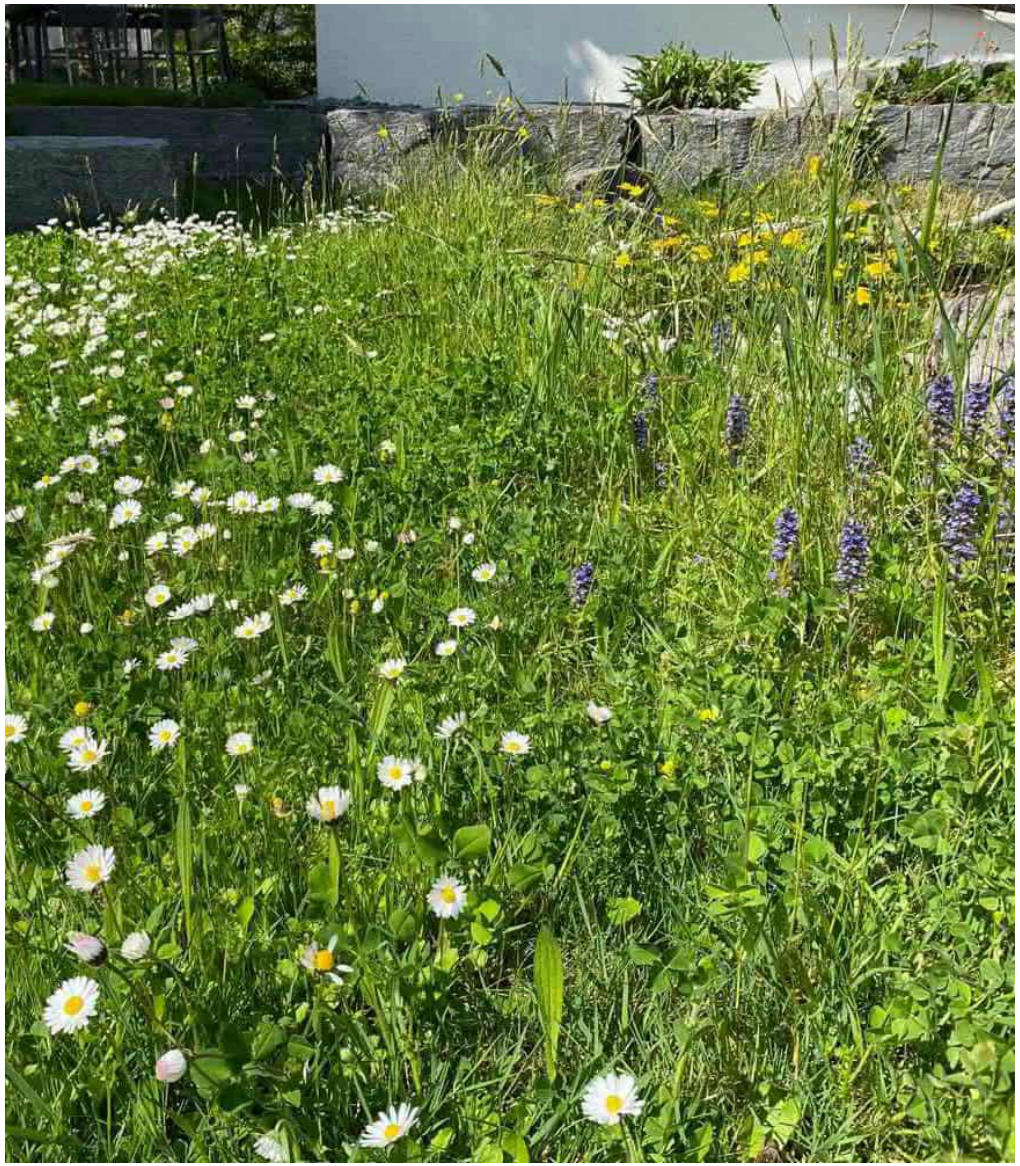


SCHÉMA
Espace de gravier-gazon

UFA GAZON FLEURI CH-G



GRAVIER-GAZON (CARROSSABLE)



Denogent

SCHÉMA
Strate arbustive

ARBUSTES INDIGÈNE (HAUTEUR DE MOINS DE 8M)

Corylus avellana



Prunus spinosa



Rosa canina



Cornus mas



Viburnum lantana



Denogent

SCHÉMA
Strate arbustive
ARBUSTES INDIGÈNE (HAUTEUR DE MOINS DE 8M)

Taxus baccata



Prunus spinosa



Carpinus betulus



Cornus mas



Viburnum lantana



Denogent

SCHÉMA
Arbres d’importances

Tilia cordata



Quercus robur



Denogent

SCHÉMA
Arbres d’importances

Acer campestre



Pinus sylvestris (conifère persistant)



Carpinus betulus (marcescent, garde ses feuilles morte sur l’arbre pendant l’hiver)



Denogent

SCHÉMA
Alignement de fruitiers

Malus / Prunus / Pyrus (arbres fruitiers) haute tige



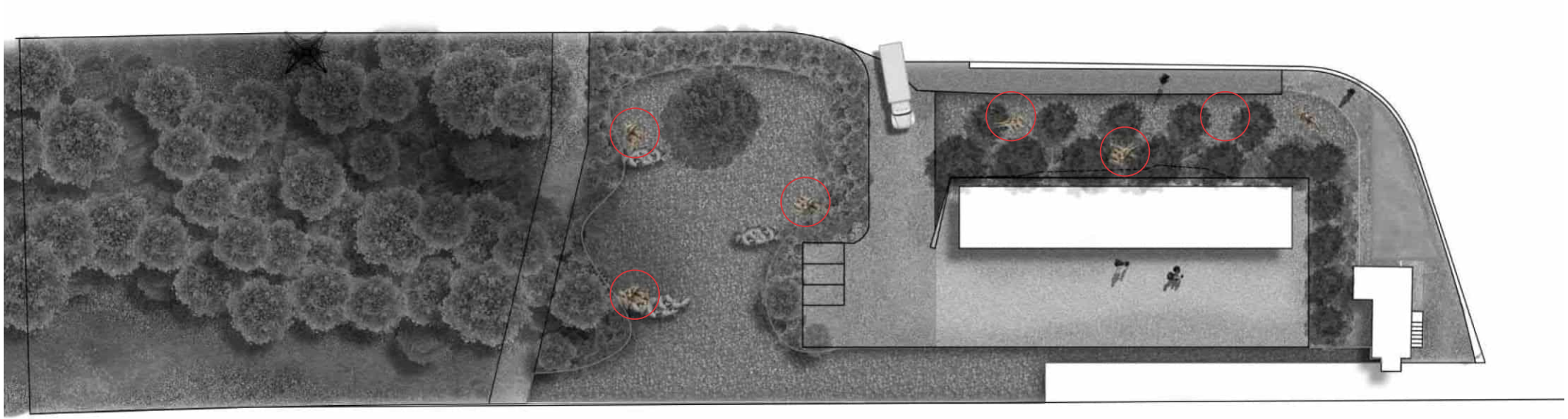




Denogent

SHÉMA

REFUGES DE BIODIVERSITÉS – TAS DE BRANCHES





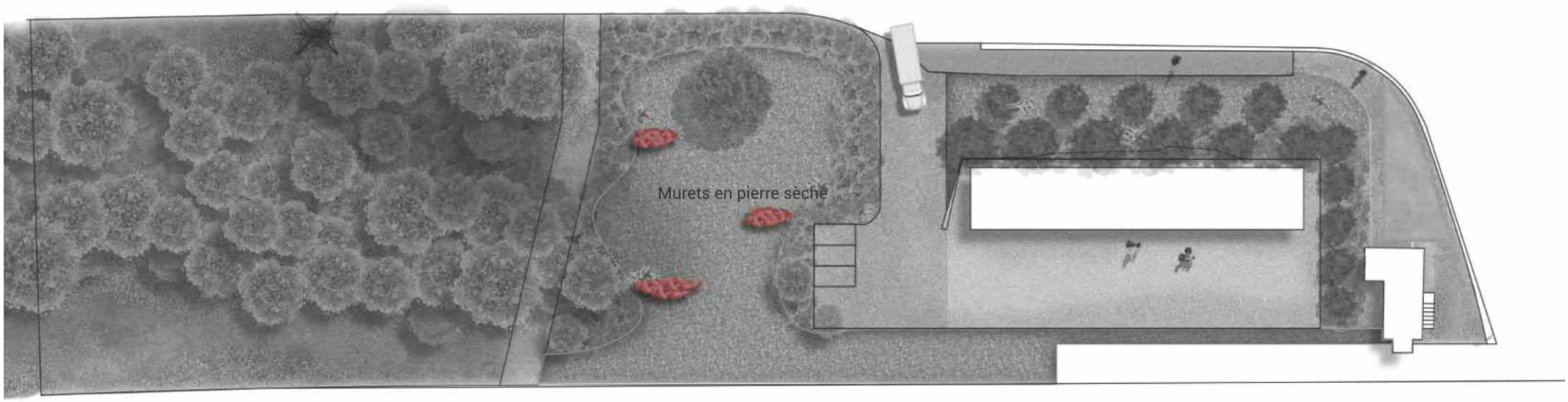




Denogent

SHÉMA

REFUGES DE BIODIVERSITÉS – MURGIERS / HIBERNACULUM / MUR EN PIERRE SÈCHE



Tas de bois / murgier

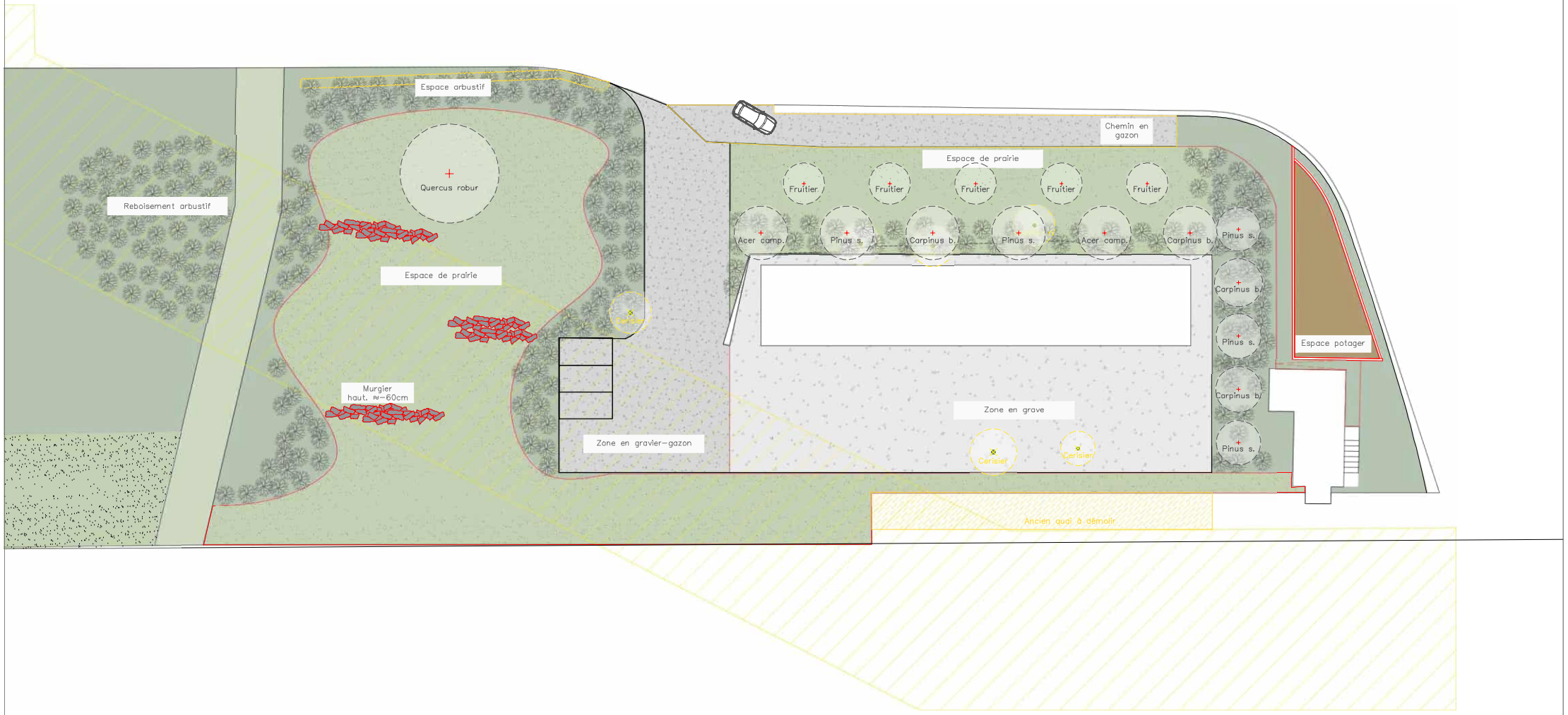


Hibernaculum



Denogent





Denogent

Plan de principe réservé à l'usage, l'interprétation et exécution de l'entreprise. La communication des projets est faite à titre confidentiel et sous la réserve expresse qu'ils ne seront ni copiés ni communiqués. L'entrepreneur est tenu de vérifier les cotes sur plan et sur place, et de signaler les erreurs éventuelles.

Légende / Signature

- Prairie sèche
- Espace arbustif
- Grave
- Gravier–gazon
- Arbre projeté
- Arbre supprimé
- Arbre existant/ conservé

Quercus robur – Chêne pédonculé
Acer camp. – Erable champêtre
Carpinus b. – Charmille
Pinus s. – Pin sylverstre

Titre / Adresse

CFF SA
Parcelle 319, 1197 Prangins

Echelle
1:250 A2
0 2.5 5 m

Dates / Modifications
Le 7 octobre 2024

Resp. du projet	Contenu du plan	No. du plan / Variante
MD / DG	Bâtiment de l'enclenchement (AMEX)	Selon retour 19.08.24

CSDINGENIEURS
INGÉNIEUX PAR NATURE

Annexe G

SECTEUR DE PROTECTION DES EAUX AU ET ÜB


LÉGENDE
Emprise Enclenchement
Définitive
Provisoire
Travaux_ENCL
vd.secteur_protection_eau
vd.zone_protection_eau
N
SBB CFF FFS
Renouvellement de l'enclenchement de Nyon
Secteur de protection des eaux souterraines
CSD INGENIEURS
FCH01258.19
40.5
40.0
39.5
39.0
38.5
38.0
37.0
36.5
36.0
35.5
35.0

Annexe H

DIAGNOSTICS DES POLLUANTS

HSE Conseils SA
FRIBOURG | GENÈVE | JURA | NEUCHÂTEL | VALAIS | VAUD
contact@hseconseils.ch | www.hseconseils.ch

Rapport de diagnostic des polluants

Diagnostic partiel



Données générales

ID rapport	2412077_Prangins
Version	1
Diagnostic partiel	Oui
Type d'inspection	Avant travaux
Assainissement	Non
Date inspection	17.12.2024
Evaluation avec conditions	Non
Polluants	Amiante Métaux lourds PCB HAP

Coordonnées

Expert(s)	Francisco Marques
Laboratoire(s)	HSE Conseils SA Route des Avouillons 4 1196 Gland

Bâtiment

Objet	Bâtiments
Année de construction du bâtiment	avant 1991
Adresse	1197 Prangins

Donneur(s) d’ordre(s)

Donneur d’ordre(s) 1	Chemin de fer fédéraux suisse CFF Créanciers Infrastructure Poststrasse 6 3000 Bern 65 SBB

Table des matières

Rapport de la visite 4
Données techniques 5
Situations dangereuses 6
Réserves 7
Légende des fiches 8
Liste des matériaux susceptibles de contenir de l'amiante 9
Autre 12
Liste des matériaux susceptibles de contenir des HAP 13
Remarques générales 15
Annexe 1 16
Plans et localisation des éléments 16
Annexe 2 21
Rapport d'analyse HAP 21
Annexe 3 24
Grilles d'évaluations des risques 24

Rapport de la visite

Etendue du diagnostic

Ce diagnostic "avant travaux" partiel concerne uniquement les éléments touchés par le projet :

La position E7 sur le plan
La position E8 sur le plan
La position E9 sur le plan
La position E10 sur le plan
La position E11 sur le plan
La position E12 sur le plan

Il traite uniquement des locaux et installations liés à ceux-ci. D’autres éléments présents dans le bâtiment peuvent contenir des polluants.

Conditions particulières au diagnostic

Si des matériaux devaient être découverts lors de travaux, ils devraient faire l'objet de prélèvements complémentaires afin de vérifier l'absence de polluants de construction.

Les locaux étaient occupés, pas de travaux en cours dans les locaux. Aucune condition observée au moment du diagnostic n'est susceptible d'avoir influencé les résultats.

Conditions générales

Ce rapport a été effectué sur la base du cahier des charges de l'ASCA version 1.5 du 14.02.2022, le module "déchets de chantier" de l’aide à l’exécution relative à l’ordonnance sur la limitation et l’élimination des déchets (OLED), ainsi que selon l'article 103a Diagnostic amiante de la LATC de juin 2010 et ses directives d'applications de décembre 2010.

Un diagnostic "avant travaux" permet au donneur d'ordres d'informer les entreprises devant procéder à des travaux de rénovation ou de démolition dans le bâtiment des risques liés à la présence de polluants de construction. Ce n'est en aucun cas une soumission pour le chiffrage des travaux d'assainissement.

Données techniques

Amiante

Certains matériaux susceptibles de contenir de l’amiante doivent faire l'objet d'investigations et d'analyses ultérieures. Ceux-ci sont considérés comme contenant de l'amiante par défaut, voir tableau des MSCA.

Plomb

Aucun matériau ou installation susceptible de contenir du plomb n’a été repéré.

PCB

Aucun matériau ou installation susceptible de contenir des PCB n’a été repéré pour la demande en question.

HAP

Des prélèvements ont été effectués afin de déceler la présence de HAP dans les enrobés bitumineux. Une analyse en laboratoire a montré des teneurs en HAP rapportées au poids total inférieures à 250 mg/kg.

Stratégie d'échantillonnage et interprétation des résultats des MSP

L'échantillonnage a été effectué selon les recommandations liées à la représentativité de l'échantillonnage à effectuer pour les principaux Matériaux Susceptibles d'être Pollués (MSP) de l'ASCA, ainsi que sur la base des connaissances et de l'expérience de l'expert.

Un échantillon de chaque occurrence a été prélevé, l'interprétation des résultats se trouve dans les tableaux des MSP.

L'élimination et le conditionnement des déchets pollués doivent se faire selon les normes fédérales et cantonales en vigueur et conformément l'aide à l’exécution de l’OFEV sur le diagnostic des polluants de construction. Les informations concernant les filières d'élimination et le conditionnement des matériaux pollués sont données de manières indicatives et selon les connaissances actuelles de la technique. Des spécificités peuvent entrainer des éliminations différentes de celles indiquées. Ce sont les exigences de l'OLED qui priment.

Situations dangereuses

Aucune situation potentiellement dangereuse pour les occupants n’a été relevée.

Réserves

Aucune réserve.

Légende des fiches

Type de matériel	F	Flocage
	C	Calorifugeage
	FP	Faux-plafond
	FA	Faiblement aggloméré
	SOL	Sol
	NFA	Fortement aggloméré
Évaluateur	L	Déterminé par le laboratoire
	E	Déterminé par expert
	D	Déterminé par default
	T	À définir
Localisation sur les plans	Bleu	Elément ne contenant pas d'amiante, métaux lourds, PCB, HAP ou HBCD
	Rouge	Elément contenant de l'amiante
	Jaune	Elément contentant des métaux lourds
	Violet	Elément contentant du PCB
	Bleu clair	Elément contentant du HAP
	Rose	Elément contentant du HBCD
	Vert	Elément assaini
Polluants	PCB	Polychlorobiphényles
	ML	Métaux lourds
	HAP	Hydrocarbures aromatiques polycycliques
	HBCD	Hexabromocyclododécane
Liste des matériaux	Ev	Evaluateur
	D.U.A.	Degré d'urgence d'assainir
	M.A.	Mesure d'assainissement

Liste des matériaux susceptibles de contenir de l’amiante

Localisation			Élément					Résultats			FaCH		
ID plan	Étage	Local	No.	Matériaux	Quantité approximative	Type de matériau	Échantillon prélevé	Résultat	Ev	Fiche	D.U.A.	Filière d'élimination et conditionnement	Remarque
1	E11	E7, E8, E12	0010	Rien à signaler	Non défini		Non	Négatif	E				Aucun élément susceptible de contenir de l'amiante n'a été repéré
1	E11	E9, E10, E11	0011	Tous les éléments	Non défini	NFA	Non	a	E	1	III	Décharge type E / Voir tableau "conditionnement"	Inaccessible. Considéré comme contenant de l'amiante par défaut. Des investigations supplémentaires sont nécéssaires avant les travaux

Fiche d'identification des éléments contenant des substances dangereuses
Fiche 1: Tous les éléments

Localisation		Élément		Amiante	
ID plan	1	ID élément	0011	Quantité approximative	Non défini
		Étage	E11	Évaluateur	Expert
Local	E9, E10, E11	Échantillon prélevé	Non	Contient de l'amiante	a
		Type de matériau	NFA		



Attention, s'informer sur les consignes de sécurité avant d'intervenir sur cet élément

Degré d'urgence d'assainissement selon FaCH

1re étape				2e étape			3e étape	
Type d'amiante	Etat de la surface	Influences de extérieures	Total évaluation du matériau	Type et fréquence d'utilisation des locaux	Localisation du matériau	Evaluation de l'utilisation des locaux	Degré d'urgence des mesures à prendre	Mesure d'urgence conseillée
1	**0**	**0**	**1**	**2**	**2**	**B**	**III**	**Non**

Mesure d'assainissement à prendre

Assainissement par une entreprise spécialisée en désamiantage et reconnue par la SUVA

Filière d'élimination et conditionnement

Décharge type E / Voir tableau "conditionnement"

Remarque

Inaccessible. Considéré comme contenant de l'amiante par défaut. Des investigations supplémentaires sont nécéssaires avant les travaux

Autre

Conditionnement des matériaux contenant de l'amiante selon la filière d'élimination :

Type de matériau	Filière d'élimination	Conditionnement
Eléments en fibrociment en bon état	Décharge type B	Emballage résistant à la déchirure et transparent portant la mention « attention, contient de l'amiante »
Autres matériaux amiantés	Décharge type E	Sacs en plastique indéchirables et hermétiques à la poussière (fermeture en col de cygne) portant la mention « attention, contient de l'amiante »

Liste des matériaux susceptibles de contenir des HAP

Localisation			Élément				Résultats						
ID plan	Étage	Local	No.	Matériaux	Quantité	Teneur/poids total	Testé au Pak Marker	Prélevé	Ev	Fiche	M.A.	Filière d'élimination et conditionnement	Remarque
1	E11	Accés	0001	Enrobé bitumineux	Non défini	<250 mg/kg	Non	Oui	L				

Remarques générales

Nous vous rappelons que les démarches mentionnées sont obligatoires. De plus, il est nécessaire de s'informer sur les consignes de sécurité avant d'intervenir sur les éléments contenant des polluants et sur les installations ou locaux qui font l'objet d'une réserve.

Les matériaux contenant des polluants doivent être signalisés par le donneur d'ordre de manière clairement visible pour toutes les personnes devant intervenir sur ou à proximité de ces matériaux.

Afin de vous aider à gérer la présence de matériaux contenant des polluants dans vos bâtiments, HSE Conseils SA peut également vous proposer les prestations suivantes :

- Marquage des matériaux contenant des polluants
- Mesure de polluants dans l'air
- Etablissement ou contrôle de plan de retrait ou confinement (PRC) pour les matériaux pollués
- Métrer des éléments contenant des polluants pour la préparation des appels d'offres
- Appels d'offres aux entreprises spécialisées
- Surveillance de chantier, contrôles finaux et mesures libératoires
- Mise à jour des diagnostics

HSE Conseils SA







Diagnostiqueur	Visa qualité	Membre de direction
Francisco Marques	Patrick Borgeat	Florian Golay

Annexe 1

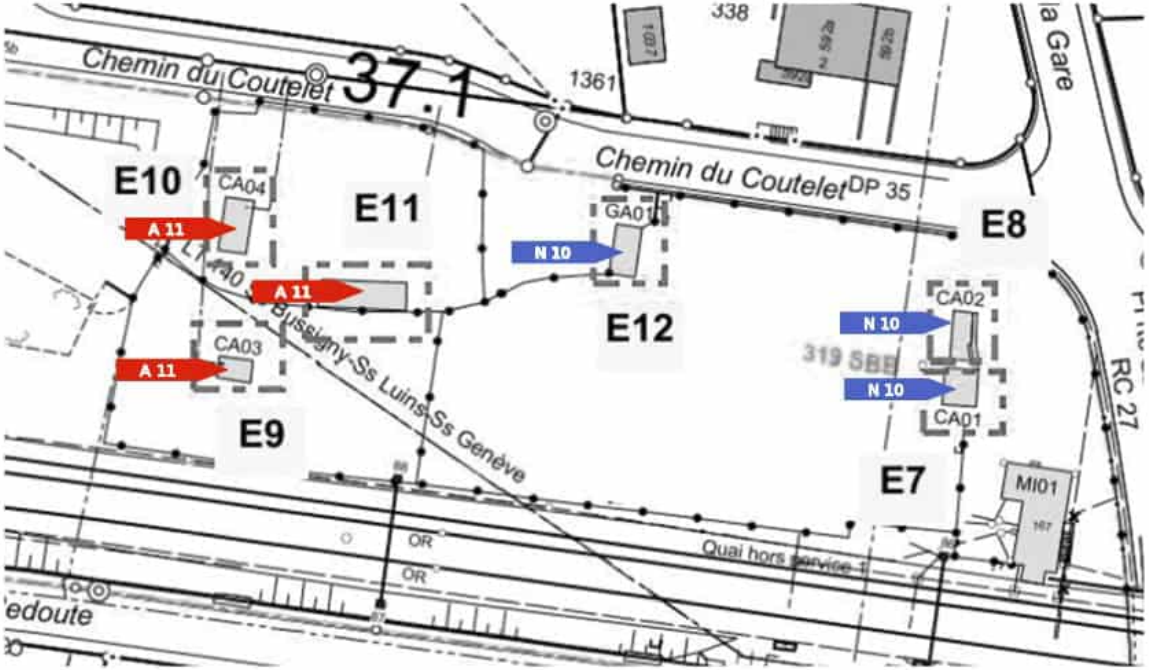
Plans et localisation des éléments

HSE Conseils SA
FRIBOURG | GENÈVE | JURA | NEUCHÂTEL | VALAIS | VAUD
contact@hseconseils.ch | www.hseconseils.ch

ID plan	1
Étage	E11

Légende

A..	Contient de l'amiante
N..	Ne contient pas de l'amiante
R..	Assaini
N/A..	Présence d'amiante à évaluer
R..	Réserve



Amiante

ID plan	1
Étage	E11

Sur tout l'étage

-

Réserves

-

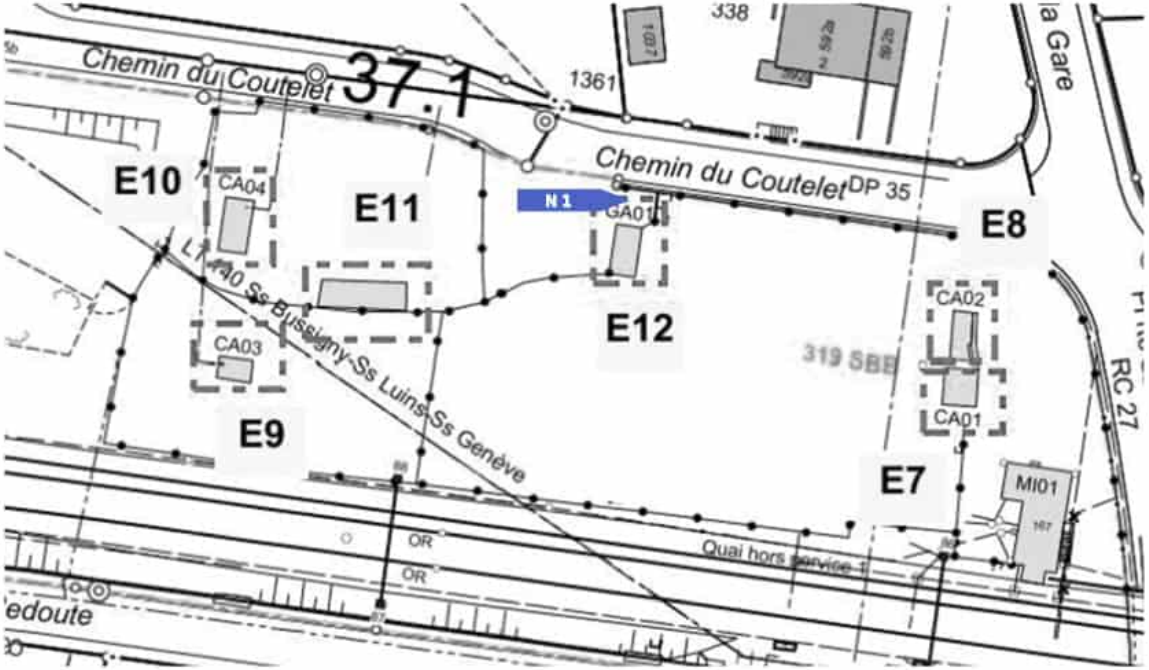
Échantillons

N10	Rien à signaler	
A11	Tous les éléments	NFA

ID plan	1
Étage	E11

Légende

HAP..	Contient des HAP
N..	Ne contient pas des HAP
R..	Assaini
N/A..	Présence de HAP à évaluer
R..	Réserve



HAP

ID plan	1
Étage	E11

Sur tout l'étage

-

Réserves

-

Échantillons

N1	Enrobé bitumineux	

Annexe 2

Rapport d'analyse HAP

Rapport : HAP-PQU-02
Version : 1

Rapport d'analyse HAP

Références

Client :	HSE Conseils SA Route de l'Aéroport 9 1950 Sion	Date de réception: Date d'analyse : Nombre d'échantillons :	19.12.2024 08.01.2025 1
Dossier :	2412077_Prangins		

Résultats

N°	1		
Description	Enrobé bitumineux		
Concentration totale[1] [mg/kg]	-		
Concentration HAP légers[2] [mg/kg]	-		
	LQ[3]	Concentration [mg/kg]	
Naphtalène	1.2	<LQ	
Acenaphtylène	1.2	<LQ	
Acenaphthène	1.2	<LQ	
Fluorène	1.2	<LQ	
Phenanthrène	1.2	<LQ	
Anthracène	1.2	<LQ	
Fluoranthène	1.2	<LQ	
Pyrène	1.2	<LQ	
Benzo(a) anthracène	1.2	<LQ	
Chrysène	1.2	<LQ	
Benzo(b) fluoroanthène	1.2	<LQ	
Benzo(k) fluoroanthène	1.2	<LQ	
Benzo(a)pyrène	1.2	<LQ	
Dibenzo(a,h) anthracène	1.2	<LQ	
Indeno(1,2,3,c,d) pyrène	1.2	<LQ	
Benzo(g,h,i) pérylène	1.2	<LQ	

Rapport : HAP-PQU-02
Version : 1

Rapport d'analyse HAP

Références

Client :	HSE Conseils SA Route de l'Aéroport 9 1950 Sion	Date de réception: Date d'analyse : Nombre d'échantillons :	19.12.2024 08.01.2025 1
Dossier :	2412077_Prangins		

Remarques

[1]Correspond à la somme des 16 HAP selon EPA. [2]HAP légers selon la directive SABRA: Naphtalène, Acénaphthène, Acénaphtylène, Fluorène, Phénanthrène, Anthracène. [3]Limite de quantification en [mg/kg].
Les échantillons sont extraits selon la méthode EPA 3546 adaptée. Ils sont analysés par GC/MS selon la méthode EPA 8270D adaptée avec une erreur de mesure d'environ 20%. Les résultats concernent uniquement les échantillons reçus et analysés. Les préparations sont archivées pendant 1 mois. Les échantillons ont été prélevés et identifiés par le client.
Les modifications apportées aux différentes versions sont disponibles dans l'échange d'email avec le laboratoire.

Gland, le 08.01.2025



Mathias Bovy
Analyste



Guillaume Leyvraz
Responsable analyse chimique



Cécile Méziat
Responsable laboratoire

Annexe 3

Grilles d'évaluations des risques

Méthode d'évaluation des risques

La méthode SUVA-FACH 2891 a été utilisée dans le cadre de cette expertise afin d'évaluer les risques d'exposition aux fibres d'amiante. Elle comprend trois étapes successives : l'évaluation des matériaux, l'évaluation de l'utilisation des locaux et la détermination du degré d'urgence des mesures à prendre.

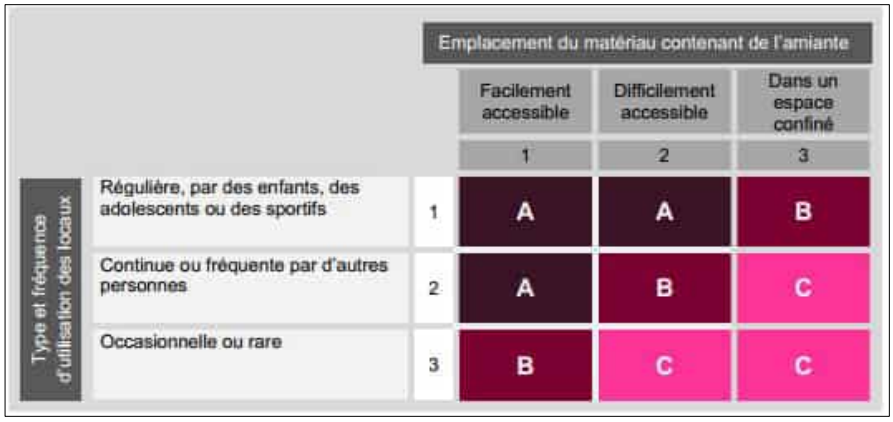
1ère étape : Evaluation du matériau, risque de libération d'amiante

Cette étape revient à évaluer le risque de libération de fibres d'amiante en tenant compte de l'état du matériau, de son degré d'agglomération et des influences extérieures susceptibles d'accélérer sa détérioration. Le cumul des trois facteurs permet d'obtenir une appréciation allant de 0 à 5.

Facteur	Propriétés et facteurs d'influence indentifiés		Evaluation
1a) Teneur en amiante et degré d'agglomération	Faiblement aggloméré	3	_____
	Fortement aggloméré	1	_____
1b) Etat de la surface du matériau	Défectueux, abîmé, inconnu	1	_____
	Intact, non endommagé	0	_____
	Vitrifié, confiné	-1	_____
1c) Influences extérieures	Vibrations, flux d'air, changements de température, usure mécanique	1	_____
	Aucune influence extérieure	0	_____
Total = évaluation globale du matériau			_____

2ème étape : Evaluation de l'utilisation des locaux, risque de contact avec l'amiante et exposition

La seconde étape intègre deux nouveaux facteurs : le type et la fréquence de l'utilisation du local ainsi que le degré d'accessibilité du matériau amianté. La matrice suivante permet d'obtenir une lettre allant de A à C par la combinaison de ces paramètres.



Type et fréquence d'utilisation des locaux		Emplacement du matériau contenant de l'amiante		
		Facilement accessible	Difficilement accessible	Dans un espace confiné
		1	2	3
Régulière, par des enfants, des adolescents ou des sportifs	1	A	A	B
Continue ou fréquente par d'autres personnes	2	A	B	C
Occasionnelle ou rare	3	B	C	C

3ème étape : Détermination de l'urgence des mesures à prendre

Les résultats des phases précédentes sont rassemblés et combinés dans la troisième étape, de manière à déterminer le degré d'urgence des mesures à prendre.



Evaluation du matériau	Risque de libération d'amiante		
	A	B	C
≤ 1	III	III	III
2	II	II	III
3	I	II	II
≥ 4	I	I	I

Mesures à prendre

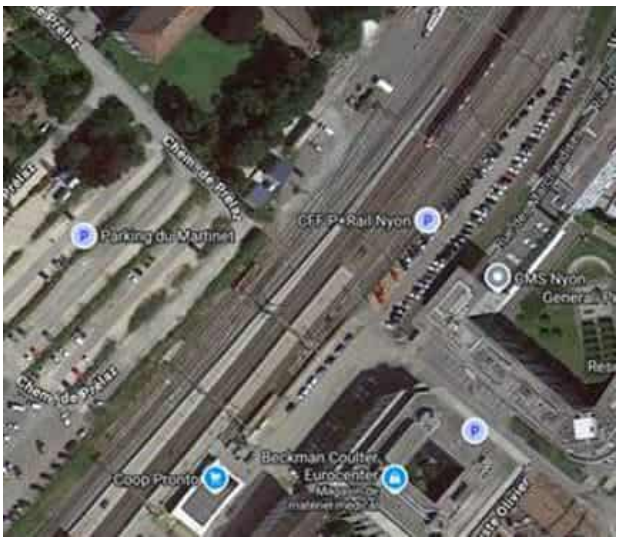
Sur la base du degré d'urgence attribué, une série de mesures devront être exécutées. Celles-ci sont répertoriées dans ce dernier tableau.

Degré d'urgence	Mesures à prendre
I Ordonner l'aissainissement	- Lancer immédiatement les travaux d'assainissement - Prendre évent. des mesures temporaires ou d'urgence - Effectuer évent. des mesures de qualité de l'air
II Recommander des mesures d'assainissement	- Effectuer l'assainissement au plus tard avant le lancement d'autres travaux - Procéder à une réévaluation en cas d'incidents, de modification de l'utilisation des locaux ou au plus tard après 2 à 5 ans - Effectuer évent. des mesures de qualité de l'air
III Prendre note de la nécessité d'un assainissement	- Effectuer l'assainissement avant de lancer d'autres travaux - Procéder à une réévaluation en cas d'incidents ou de modification de l'utilisation des locaux

HSE Conseils SA
FRIBOURG | GENÈVE | JURA | NEUCHÂTEL | VALAIS | VAUD
contact@hseconseils.ch | www.hseconseils.ch

Rapport de diagnostic des polluants

Diagnostic partiel



Données générales

ID rapport	2412077_Nyon_Gare
Version	1
Diagnostic partiel	Oui
Type d'inspection	Avant travaux
Assainissement	Non
Date inspection	17.12.2024
Evaluation avec conditions	Non
Polluants	Amiante Métaux lourds PCB HAP

Coordonnées

Expert(s)	Francisco Marques
Laboratoire(s)	HSE Conseils SA Route des Avouillons 4 1196 Gland

Bâtiment

Objet	Garage et quais
Année de construction du bâtiment	avant 1991
Adresse	Gares CFF 1260 Nyon

Donneur(s) d’ordre(s)

Donneur d’ordre(s) 1	Chemin de fer fédéraux suisse CFF Créanciers Infrastructure Poststrasse 6 3000 Bern 65 SBB

Table des matières

Rapport de la visite 4
Données techniques 5
Situations dangereuses 6
Réserves 7
Légende des fiches 8
Liste des matériaux susceptibles de contenir de l'amiante 9
Autre 13
Liste des matériaux susceptibles de contenir des métaux lourds 14
Liste des matériaux susceptibles de contenir des HAP 16
Remarques générales 18
Annexe 1 19
Plans et localisation des éléments 19
Annexe 2 30
Rapport d'analyse Amiante 30
Annexe 3 32
Rapport d'analyse HAP 32
Annexe 4 35
Grilles d'évaluations des risques 35

Rapport de la visite

Etendue du diagnostic

Ce diagnostic "avant travaux" partiel concerne uniquement les éléments touchés par le projet :

- La position E1 sur le plan de la gare
- La position E4 sur le plan de la gare
- La position E6 sur le plan de la gare

Il traite uniquement des locaux et installations liés à ceux-ci. D'autres éléments présents dans le bâtiment peuvent contenir des polluants.

Conditions particulières au diagnostic

Si des matériaux devaient être découverts lors de travaux, ils devraient faire l'objet de prélèvements complémentaires afin de vérifier l'absence de polluants de construction.

Les locaux étaient occupés, pas de travaux en cours dans les locaux. Aucune condition observée au moment du diagnostic n'est susceptible d'avoir influencé les résultats.

Conditions générales

Ce rapport a été effectué sur la base du cahier des charges de l'ASCA version 1.5 du 14.02.2022, le module "déchets de chantier" de l'aide à l'exécution relative à l'ordonnance sur la limitation et l'élimination des déchets (OLED), ainsi que selon l'article 103a Diagnostic amiante de la LATC de juin 2010 et ses directives d'applications de décembre 2010.

Un diagnostic "avant travaux" permet au donneur d'ordres d'informer les entreprises devant procéder à des travaux de rénovation ou de démolition dans le bâtiment des risques liés à la présence de polluants de construction. Ce n'est en aucun cas une soumission pour le chiffrage des travaux d'assainissement.

Données techniques

Amiante

Il a été repéré des matériaux susceptibles de contenir de l'amiante qui ont été prélevés selon la stratégie d'échantillonnage décrite ci-après / en page suivante.

Certains matériaux repérés contiennent de l'amiante :
- selon les résultats des analyses en laboratoire, voir tableau des MSCA.

Plomb

La présente expertise a permis de déterminer que les peintures localisées dans le bâtiment contiennent des teneurs en plomb inférieures à 0.5 mg/cm².

Les mesures de concentration surfacique de plomb sont réalisées à l'aide d'un XRF Heuresis Pb200i. Ce rapport donne les valeurs de la raie K du plomb.

Type d'appareil utilisé : Viken-Heuresis pb 200i à source isotopique de Co57 SN8718

N° de série de la source : Co57.2082.23

Activité de la source : 185 MBq

Date de fabrication de la source isotopique : 01/11/2023

N° de l'autorisation de l'OFSP : (VS) A-60693-88 ou (NE) A-60694-85 ou (VD) A-60685-15/A-00928-30 ou (GE) A-60824-83

PCB

Aucun matériau ou installation susceptible de contenir des PCB n'a été repéré pour la demande en question.

HAP

Des prélèvements ont été effectués afin de déceler la présence de HAP dans les enrobés bitumineux. Une analyse en laboratoire a montré des teneurs en HAP rapportées au poids total inférieures à 250 mg/kg.

Stratégie d'échantillonnage et interprétation des résultats des MSP

L'échantillonnage a été effectué selon les recommandations liées à la représentativité de l'échantillonnage à effectuer pour les principaux Matériaux Susceptibles d'être Pollués (MSP) de l'ASCA, ainsi que sur la base des connaissances et de l'expérience de l'expert.

Un échantillon de chaque occurrence a été prélevé, l'interprétation des résultats se trouve dans les tableaux des MSP.

L'élimination et le conditionnement des déchets pollués doivent se faire selon les normes fédérales et cantonales en vigueur et conformément l'aide à l'exécution de l'OFEV sur le diagnostic des polluants de construction. Les informations concernant les filières d'élimination et le conditionnement des matériaux pollués sont données de manières indicatives et selon les connaissances actuelles de la technique. Des spécificités peuvent entrainer des éliminations différentes de celles indiquées. Ce sont les exigences de l'OLED qui priment.

Situations dangereuses

Aucune situation potentiellement dangereuse pour les occupants n’a été relevée.

Réserves

Aucune réserve.

Légende des fiches

Type de matériel	F	Flocage
	C	Calorifugeage
	FP	Faux-plafond
	FA	Faiblement aggloméré
	SOL	Sol
	NFA	Fortement aggloméré
Évaluateur	L	Déterminé par le laboratoire
	E	Déterminé par expert
	D	Déterminé par default
	T	À définir
Localisation sur les plans	Bleu	Elément ne contenant pas d'amiante, métaux lourds, PCB, HAP ou HBCD
	Rouge	Elément contenant de l'amiante
	Jaune	Elément contentant des métaux lourds
	Violet	Elément contentant du PCB
	Bleu clair	Elément contentant du HAP
	Rose	Elément contentant du HBCD
	Vert	Elément assaini
Polluants	PCB	Polychlorobiphényles
	ML	Métaux lourds
	HAP	Hydrocarbures aromatiques polycycliques
	HBCD	Hexabromocyclododécane
Liste des matériaux	Ev	Evaluateur
	D.U.A.	Degré d'urgence d'assainir
	M.A.	Mesure d'assainissement

Liste des matériaux susceptibles de contenir de l’amiante

Localisation			Élément					Résultats			FaCH		
ID plan	Étage	Local	No.	Matériaux	Quantité approximative	Type de matériau	Échantillon prélevé	Résultat	Ev	Fiche	D.U.A.	Filière d'élimination et conditionnement	Remarque
1	E6	Façades Garage	1000	Crépi extérieur beige	50 m²	NFA	Oui	a	L	1	III	Décharge type E / Voir tableau "conditionnement"	
1	E6	E6	1002	Pompe + coterne diesel		Installations	Non	a	D	2			Année inconnue. Considéré comme contenant de l'amiante par défaut. Des investigations supplémentaires sont nécessaires lors du démontage
2	E1	E1	1020	Rien à signaler		NFA	Non	Négatif	E				Aucun élément susceptible de contenir des matériaux pollués n'a été repéré.
3	E4	E4	1030	Rien à signaler		NFA	Non	Négatif	E				Aucun élément susceptible de contenir des matériaux pollués n'a été repéré

Fiche d'identification des éléments contenant des substances dangereuses
Fiche 1: Crépi extérieur beige

Localisation		Élément		Amiante	
ID plan	1	ID élément	1000	Quantité approximative	50 m²
		Étage	E6	Évaluateur	Laboratoire
Local	Façades Garage	Échantillon prélevé	Oui	Contient de l'amiante	a
		Type de matériau	NFA		



Attention, s'informer sur les consignes de sécurité avant d'intervenir sur cet élément

Degré d'urgence d'assainissement selon FaCH

1re étape				2e étape			3e étape	
Type d'amiante	Etat de la surface	Influences de extérieures	Total évaluation du matériau	Type et fréquence d'utilisation des locaux	Localisation du matériau	Evaluation de l'utilisation des locaux	Degré d'urgence des mesures à prendre	Mesure d'urgence conseillée
1	**0**	**0**	**1**	**2**	**2**	**B**	**III**	**Non**

Mesure d'assainissement à prendre

Assainissement par une entreprise spécialisée en désamiantage et reconnue par la SUVA

Filière d'élimination et conditionnement

Décharge type E / Voir tableau "conditionnement"

Fiche d'identification des éléments contenant des substances dangereuses
Fiche 2: Pompe + coterne diesel

Localisation		Élément		Amiante	
ID plan	1	ID élément	1002	Quantité approximative	
		Étage	E6	Évaluateur	Défaut
Local	E6	Échantillon prélevé	Non	Contient de l'amiante	a
		Type de matériau	Installations		



Attention, s'informer sur les consignes de sécurité avant d'intervenir sur cet élément

Degré d'urgence d'assainissement selon FaCH

1re étape				2e étape			3e étape	
Type d'amiante	Etat de la surface	Influences de extérieures	Total évaluation du matériau	Type et fréquence d'utilisation des locaux	Localisation du matériau	Evaluation de l'utilisation des locaux	Degré d'urgence des mesures à prendre	Mesure d'urgence conseillée
								Non

Mesure d'assainissement à prendre

-

Filière d'élimination et conditionnement

-

Remarque

Année inconnue. Considéré comme contenant de l'amiante par défaut. Des investigations supplémentaires sont nécessaires lors du démontage

Autre

Conditionnement des matériaux contenant de l'amiante selon la filière d'élimination :

Type de matériau	Filière d'élimination	Conditionnement
Eléments en fibrociment en bon état	Décharge type B	Emballage résistant à la déchirure et transparent portant la mention « attention, contient de l'amiante »
Autres matériaux amiantés	Décharge type E	Sacs en plastique indéchirables et hermétiques à la poussière (fermeture en col de cygne) portant la mention « attention, contient de l'amiante »

Liste des matériaux susceptibles de contenir des métaux lourds

ID	ID plan	Étage	Local	Élement	Substrat	Revêtement	Couleur	Etat	Quantité	Fiche	Prélevé	Ev	Erreur	Unité(s)	M.A.	Filière d'élimination et conditionnement	Remarque
1003	1	E6	Garage E6	Cadre de porte garage	Acier	Peinture	Gris	État d'usage	1 Pièce(s)		Non	0.16	0.11	mg/cm²			#4

Liste des matériaux susceptibles de contenir des HAP

Localisation			Élément				Résultats						
ID plan	Étage	Local	No.	Matériaux	Quantité	Teneur/poids total	Testé au Pak Marker	Prélevé	Ev	Fiche	M.A.	Filière d'élimination et conditionnement	Remarque
1	E6	Accés garage et pompe à diesel	1001	Enrobé bitumineux	100m²	1.4 mg/kg	Non	Oui	L				

Remarques générales

Nous vous rappelons que les démarches mentionnées sont obligatoires. De plus, il est nécessaire de s'informer sur les consignes de sécurité avant d'intervenir sur les éléments contenant des polluants et sur les installations ou locaux qui font l'objet d'une réserve.

Les matériaux contenant des polluants doivent être signalisés par le donneur d'ordre de manière clairement visible pour toutes les personnes devant intervenir sur ou à proximité de ces matériaux.

Afin de vous aider à gérer la présence de matériaux contenant des polluants dans vos bâtiments, HSE Conseils SA peut également vous proposer les prestations suivantes :

- Marquage des matériaux contenant des polluants
- Mesure de polluants dans l'air
- Etablissement ou contrôle de plan de retrait ou confinement (PRC) pour les matériaux pollués
- Métrer des éléments contenant des polluants pour la préparation des appels d'offres
- Appels d'offres aux entreprises spécialisées
- Surveillance de chantier, contrôles finaux et mesures libératoires
- Mise à jour des diagnostics

HSE Conseils SA







Diagnostiqueur	Visa qualité	Membre de direction
Francisco Marques	Patrick Borgeat	Florian Golay

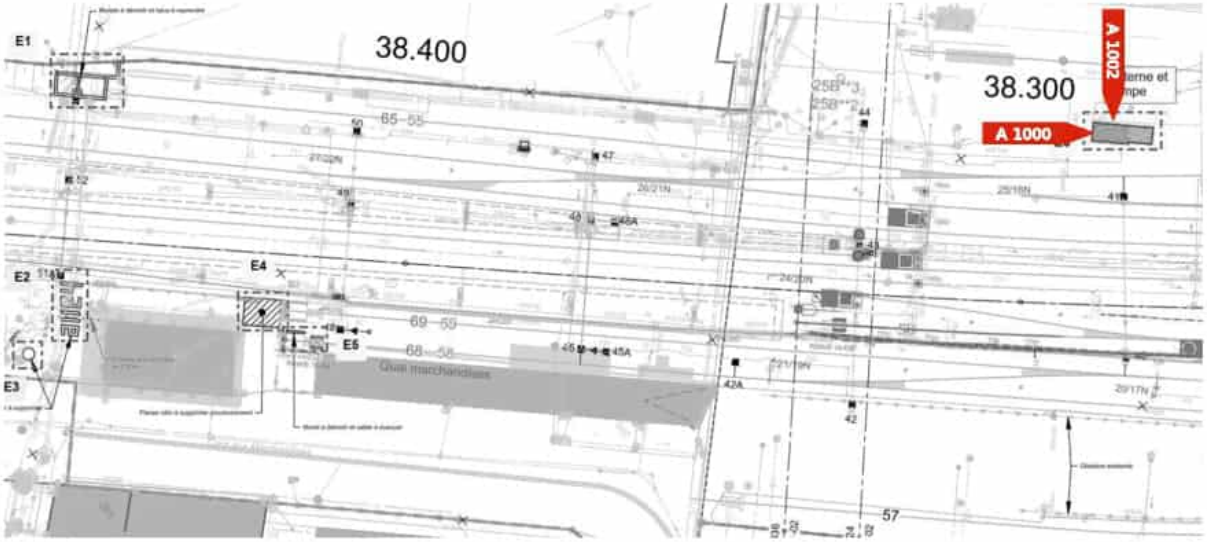
Annexe 1

Plans et localisation des éléments

ID plan	1
Étage	E6

Légende

A..	Contient de l'amiante
N..	Ne contient pas de l'amiante
R..	Assaini
N/A..	Présence d'amiante à évaluer
R..	Réserve



Amiante

ID plan	1
Étage	E6

Sur tout l'étage

-

Réserves

-

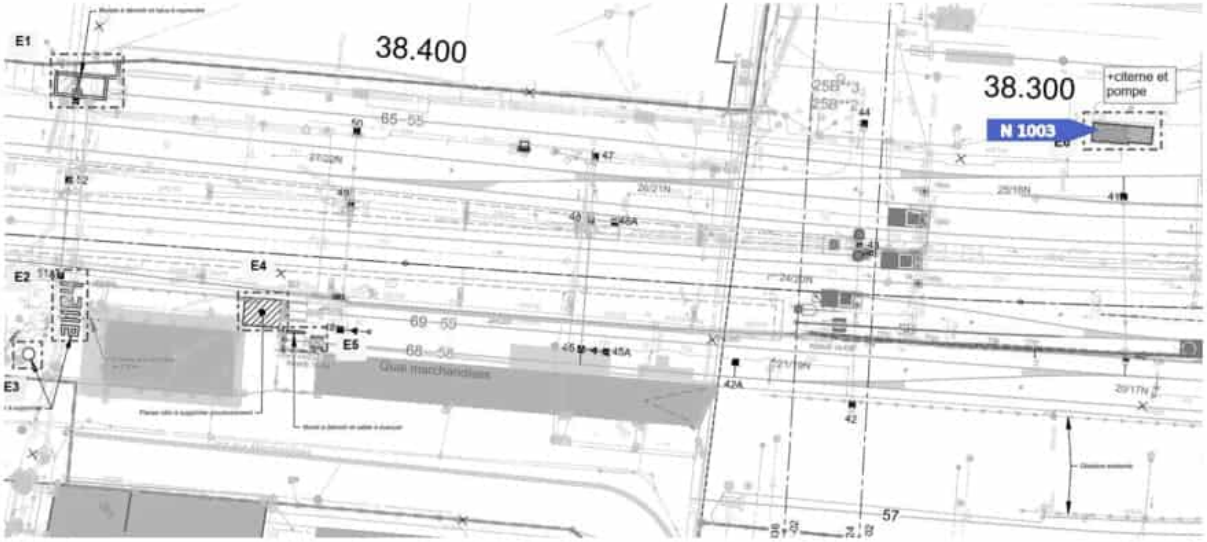
Échantillons

A1000	Crépi extérieur beige	NFA
A1002	Pompe + coterne diesel	Installations

ID plan	1
Étage	E6

Légende

ML..	Contient des métaux lourds
N..	Ne contient pas des métaux lourds
R..	Assaini
N/A..	Présence de métaux lourds à évaluer
R..	Réserve



Métaux lourds

ID plan	1
Étage	E6

Sur tout l'étage

-

Réserves

-

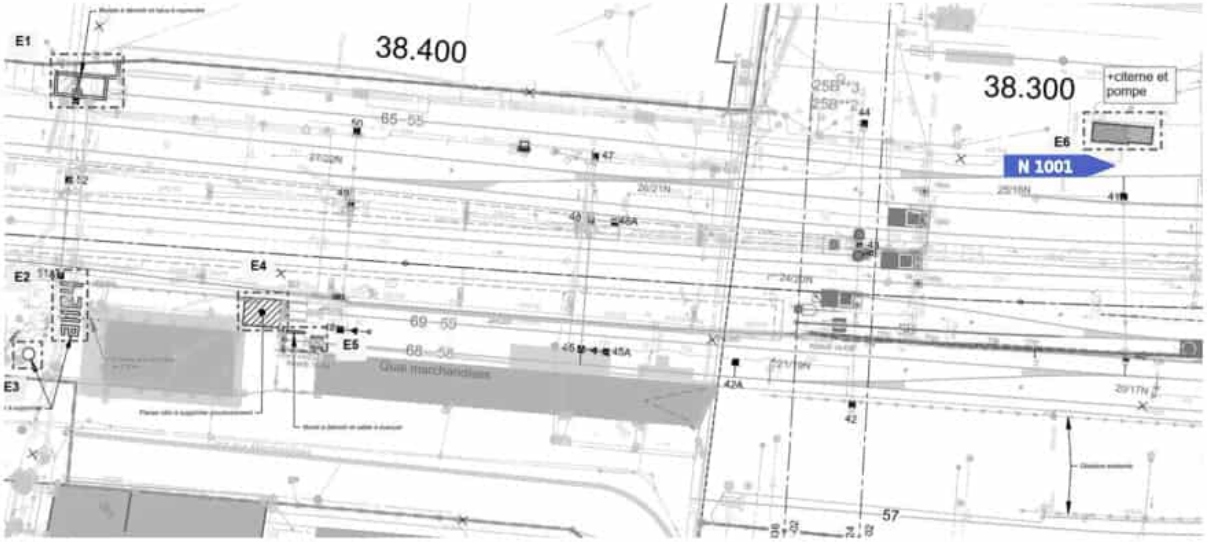
Échantillons

N1003	Cadre de porte garage	

ID plan	1
Étage	E6

Légende

HAP..	Contient des HAP
N..	Ne contient pas des HAP
R..	Assaini
N/A..	Présence de HAP à évaluer
R..	Réserve



HAP

ID plan	1
Étage	E6

Sur tout l'étage

-

Réserves

-

Échantillons

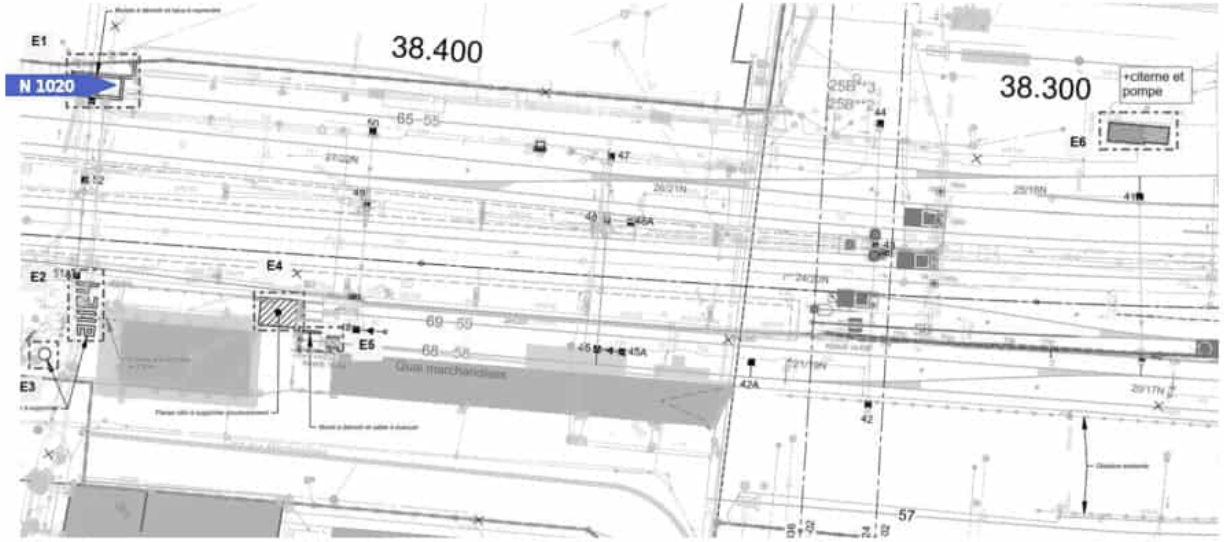
N1001	Enrobé bitumineux	

HSE Conseils SA
FRIBOURG | GENÈVE | JURA | NEUCHÂTEL | VALAIS | VAUD
contact@hseconseils.ch | www.hseconseils.ch

ID plan	2
Étage	E1

Légende

A..	Contient de l'amiante
N..	Ne contient pas de l'amiante
R..	Assaini
N/A..	Présence d'amiante à évaluer
R..	Réserve



Amiante

ID plan	2
Étage	E1

Sur tout l'étage

-

Réserves

-

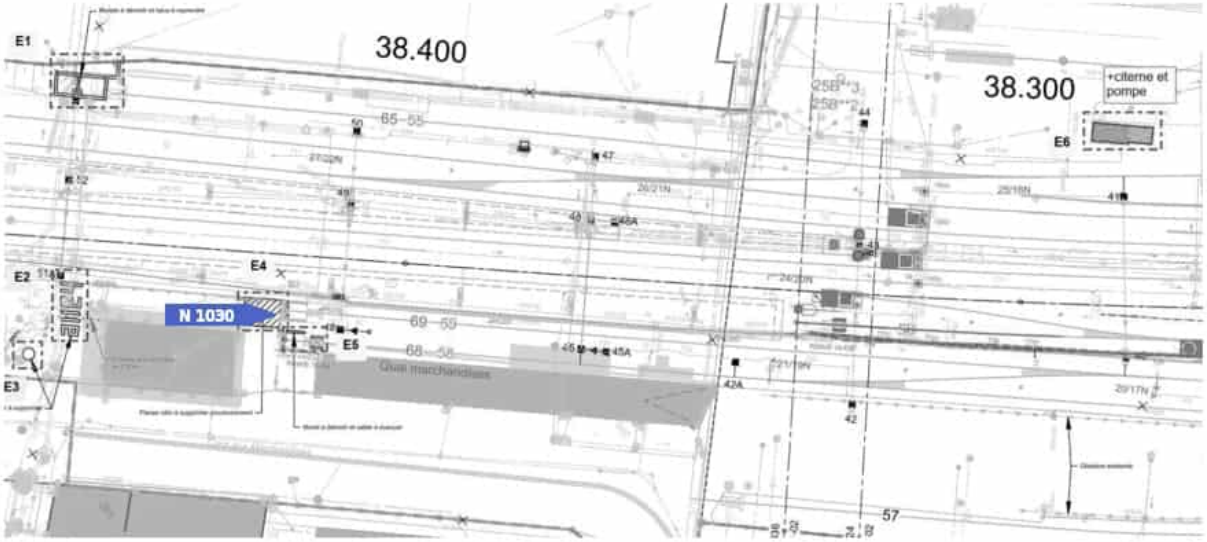
Échantillons

N1020	Rien à signaler	NFA

ID plan	3
Étage	E4

Légende

A..	Contient de l'amiante
N..	Ne contient pas de l'amiante
R..	Assaini
N/A..	Présence d'amiante à évaluer
R..	Réserve



Amiante

ID plan	3
Étage	E4

Sur tout l'étage

-

Réserves

-

Échantillons

N1030	Rien à signaler	NFA

Annexe 2

Rapport d'analyse Amiante

Rapport : MAT-PQU-13
Version : 1

Rapport d'analyse amiante dans les matériaux

Références

Client :	HSE Conseils SA Route de l'Aéroport 9 1950 Sion	Date de réception :	19.12.2024
		Date d'analyse :	08.01.2025
		Nombre d'échantillons :	1
Dossier :	2412077_Nyon_Gare		

Résultats

Echantillons	Amiante
1000 - Crépi extérieur beige	Anthophyllite

Remarques

La méthode de préparation utilisée est appropriée à des échantillons dont la teneur en amiante est faible et/ou qui présentent une matrice complexe. Les analyses sont effectuées selon la norme ISO 22'262-1 adaptée, par microscopie électronique à balayage. La limite de détection est dépendante du type de matériau analysé.
Les résultats concernent uniquement les échantillons reçus et analysés. Les préparations analysées sont archivées pendant 3 mois. Ce rapport ne peut être reproduit partiellement. Les échantillons ont été prélevés et identifiés par le client. Les modifications apportées aux différentes versions sont disponibles dans l'échange d'email avec le laboratoire.
Information FaCH : Quelle que soit leur teneur en amiante, les matériaux qui en contiennent doivent être manipulés et éliminés correctement. Il n'existe pas en Suisse de limite légale de teneur en dessous de laquelle un matériau contenant de l'amiante est considéré comme exempt d'amiante.

Gland, le 08.01.2025

Oriane Merienne
Analyste

Cécile Méziat
Responsable laboratoire

Annexe 3

Rapport d'analyse HAP

Rapport : HAP-PQU-01
Version : 1

Rapport d'analyse HAP

Références

Client :	HSE Conseils SA Route de l'Aéroport 9 1950 Sion	Date de réception: Date d'analyse : Nombre d'échantillons :	19.12.2024 08.01.2025 1
Dossier :	2412077_Nyon_Gare		

Résultats

N°	1001		
Description	Enrobé bitumineux		
Concentration totale[1] [mg/kg]	1.4		
Concentration HAP légers[2] [mg/kg]	1.4		
	LQ[3]	Concentration [mg/kg]	
Naphtalène	1.2	1.4	
Acenaphtylène	1.2	<LQ	
Acenaphthène	1.2	<LQ	
Fluorène	1.2	<LQ	
Phenanthrène	1.2	<LQ	
Anthracène	1.2	<LQ	
Fluoranthène	1.2	<LQ	
Pyrène	1.2	<LQ	
Benzo(a) anthracène	1.2	<LQ	
Chrysène	1.2	<LQ	
Benzo(b) fluoroanthène	1.2	<LQ	
Benzo(k) fluoroanthène	1.2	<LQ	
Benzo(a)pyrène	1.2	<LQ	
Dibenzo(a,h) anthracène	1.2	<LQ	
Indeno(1,2,3,c,d) pyrène	1.2	<LQ	
Benzo(g,h,i) pérylène	1.2	<LQ	

Rapport : HAP-PQU-01
Version : 1

Rapport d'analyse HAP

Références

Client :	HSE Conseils SA Route de l'Aéroport 9 1950 Sion	Date de réception: Date d'analyse : Nombre d'échantillons :	19.12.2024 08.01.2025 1
Dossier :	2412077_Nyon_Gare		

Remarques

[1]Correspond à la somme des 16 HAP selon EPA. [2]HAP légers selon la directive SABRA: Naphtalène, Acénaphthène, Acénaphtylène, Fluorène, Phénanthrène, Anthracène. [3]Limite de quantification en [mg/kg].
Les échantillons sont extraits selon la méthode EPA 3546 adaptée. Ils sont analysés par GC/MS selon la méthode EPA 8270D adaptée avec une erreur de mesure d'environ 20%. Les résultats concernent uniquement les échantillons reçus et analysés. Les préparations sont archivées pendant 1 mois. Les échantillons ont été prélevés et identifiés par le client.
Les modifications apportées aux différentes versions sont disponibles dans l'échange d'email avec le laboratoire.

Gland, le 08.01.2025

Mathias Bovy Analyste	Guillaume Leyvraz Responsable analyse chimique	Cécile Méziat Responsable laboratoire

Annexe 4

Grilles d'évaluations des risques

Méthode d'évaluation des risques

La méthode SUVA-FACH 2891 a été utilisée dans le cadre de cette expertise afin d'évaluer les risques d'exposition aux fibres d'amiante. Elle comprend trois étapes successives : l'évaluation des matériaux, l'évaluation de l'utilisation des locaux et la détermination du degré d'urgence des mesures à prendre.

1ère étape : Evaluation du matériau, risque de libération d'amiante

Cette étape revient à évaluer le risque de libération de fibres d'amiante en tenant compte de l'état du matériau, de son degré d'agglomération et des influences extérieures susceptibles d'accélérer sa détérioration. Le cumul des trois facteurs permet d'obtenir une appréciation allant de 0 à 5.

Facteur	Popriétés et facteurs d'influence indentifiés		Evaluation
1a) Teneur en amiante et degré d'agglomération	Faiblement aggloméré	3	_____
	Fortement aggloméré	1	_____
1b) Etat de la surface du matériau	Défectueux, abîmé, inconnu	1	_____
	Intact, non endommagé	0	_____
	Vitrifié, confiné	-1	_____
1c) Influences extérieures	Vibrations, flux d'air, changements de température, usure mécanique	1	_____
	Aucune influence extérieure	0	_____
Total = évaluation globale du matériau			_____

2ème étape : Evaluation de l'utilisation des locaux, risque de contact avec l'amiante et exposition

La seconde étape intègre deux nouveaux facteurs : le type et la fréquence de l'utilisation du local ainsi que le degré d'accessibilité du matériau amianté. La matrice suivante permet d'obtenir une lettre allant de A à C par la combinaison de ces paramètres.

			Emplacement du matériau contenant de l'amiante		
			Facilement accessible	Difficilement accessible	Dans un espace confiné
			1	2	3
Type et fréquence d'utilisation des locaux	Régulière, par des enfants, des adolescents ou des sportifs	1	A	A	B
	Continue ou fréquente par d'autres personnes	2	A	B	C
	Occasionnelle ou rare	3	B	C	C

3ème étape : Détermination de l'urgence des mesures à prendre

Les résultats des phases précédentes sont rassemblés et combinés dans la troisième étape, de manière à déterminer le degré d'urgence des mesures à prendre.

		Risque de libération d'amiante		
		A	B	C
Evaluation du matériau	≤ 1	III	III	III
	2	II	II	III
	3	I	II	II
	≥ 4	I	I	I

Mesures à prendre

Sur la base du degré d'urgence attribué, une série de mesures devront être exécutées. Celles-ci sont répertoriées dans ce dernier tableau.

Degré d'urgence	Mesures à prendre
I Ordonner l'aissainissement	- Lancer immédiatement les travaux d'assainissement - Prendre évent. des mesures temporaires ou d'urgence - Effectuer évent. des mesures de qualité de l'air
II Recommander des mesures d'assainissement	- Effectuer l'assainissement au plus tard avant le lancement d'autres travaux - Procéder à une réévaluation en cas d'incidents, de modification de l'utilisation des locaux ou au plus tard après 2 à 5 ans - Effectuer évent. des mesures de qualité de l'air
III Prendre note de la nécessité d'un assainissement	- Effectuer l'assainissement avant de lancer d'autres travaux - Procéder à une réévaluation en cas d'incidents ou de modification de l'utilisation des locaux

Annexe I

CARTE DES TYPES DE SOLS


LÉGENDE
Situation KM 40.975 1:250
Situation KM 39.5 1:250
Situation KM 38.6 - 38.1 1:1000
Situation KM 38.1 - 38.7 1:750
Situation KM 37.0 - 37.2 1:500
Situation KM 37.6 - 37.4 1:1000
Situation KM 37.5 1:500
Situation KM 35.4 - 35.8 1:1500
Situation KM 34.1 1:250
Situation KM 39.7 - 40.3 1:1250

Annexe J

BORDEREUX D'ANALYSES DES SOLS – WESSLING AG

WESSLING AG
Werkstrasse 27 · 3250 Lyss BE
Tel. +41 (0)32 387 6747 · Fax +41 (0)32 387 6746
info@wessling.ch · www.wessling.ch

WESSLING AG, Werkstrasse 27, 3250 Lyss BE
CSD INGENIEURS SA
Monsieur Titouan Ginggen
Chemin des Semailles 50
1212 Grand Lancy

Commande n°.: ULS-03458-24
Interlocuteur: Nicolas Amstutz
Ligne directe: +41 32 387 67 41
E-Mail: sales-env@wessling.ch

Lyss, le 22.05.2024

Rapport no. ULS24-004551-1

FCH011911.01
Nyon Bâtiment Enclenchement Prangins

ISO/IEC 17025

Les résultats d'analyses se fondent uniquement sur les échantillons à notre disposition. Ce rapport ne peut être reproduit partiellement qu'avec l'autorisation préalable de WESSLING AG (DIN EN ISO/IEC 17025).

Rapport no. ULS24-004551-1
Lyss, le 22.05.2024

Désignation d'échantillon N° d'échantillon	Unité	LQ	T1_Bat_Encl 24-061534-01	T2_Bat_Encl 24-061534-02
Propriétés générales				
Matière sèche	% masse MB	0.1	75	72
Préparation				
Matières sèches (40°C)			15.05.2024	15.05.2024
Partie fine < 2mm	% masse MS		75	74
Partie > 2 mm	% masse MS		25	26
Après minéralisation par HNO3 2 M			16.05.2024	16.05.2024
Métaux, métaux lourds et autres éléments				
Métaux et autres éléments				
Plomb (Pb)	mg/kg MS	1	51	54
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	0.1	0.3	0.5
Chrome (Cr)	mg/kg MS	1	29	27
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	1	96	34
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	1	<1.0	<1.0
Nickel (Ni)	mg/kg MS	1	32	32
Mercure (Hg)	mg/kg MS	0.05	0.24	0.17
Zinc (Zn)	mg/kg MS	5	110	250
Substances organiques moyennement et peu volatiles				
HAP				
Naphtalène	mg/kg MS	0.05	<0.05	<0.05
Acénaphtylène	mg/kg MS	0.05	<0.05	0.05
Acénaphtène	mg/kg MS	0.05	<0.05	<0.05
Fluorène	mg/kg MS	0.05	<0.05	<0.05
Phénanthrène	mg/kg MS	0.05	0.27	0.16
Anthracène	mg/kg MS	0.05	0.06	0.05
Fluoranthène	mg/kg MS	0.05	0.67	0.6
Pyrène	mg/kg MS	0.05	0.49	0.45
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	0.05	0.27	0.27
Chrysène	mg/kg MS	0.05	0.3	0.33
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	0.05	0.37	0.39
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	0.05	0.33	0.34
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS	0.05	0.4	0.39
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg MS	0.05	0.09	0.09
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène	mg/kg MS	0.05	0.29	0.29
Benzo(g,h,i)pérylène	mg/kg MS	0.05	0.31	0.3
Somme des HAP	**mg/kg MS**		**3.9**	**3.7**

Rapport no. ULS24-004551-1
Lyss, le 22.05.2024

Informations sur les échantillons

Echantillon-n°	24-061534-01	24-061534-02
Date de réception:	13.05.2024	13.05.2024
Désignation	**T1_Bat_Encl**	**T2_Bat_Encl**
Type d'échantillons:	Sol	Sol
Prélèvement:	08.05.2024	08.05.2024
Prélèvement par:	Client	Client
Début des analyses:	13.05.2024	13.05.2024
Fin des analyses:	22.05.2024	22.05.2024

Méthodes

Paramètres	**Norme**	**Laboratoire**
Matières sèches sur solide (séché à l'air à 40 °C)	DIN EN 12880 mod.[A]	Laboratorien Lyss CH (CH)
Tamisage de solides	DIN ISO 11464 (2006-12)[A]	Laboratorien Lyss CH (CH)
Matières sèches	DIN ISO 11465 (1996-12)[A]	Laboratorien Lyss CH (CH)
Extraction à l'acide nitrique à 2 M	WES 1461 (3.3.301)[A]	Laboratorien Lyss CH (CH)
Métaux/Elements (ICP-OES/ICP-MS) sur matière solide	DIN EN ISO 11885 mod. / DIN EN ISO 17294-2 mod. (2009-09 / 2017-01)[A]	Laboratorien Lyss CH (CH)
HAP (16)	ISO 18287 mod.[A]	Laboratorien Lyss CH (CH)

A = procédé de mesure accrédité (ISO 17025)
MB = matière brute
MS = matière sèche
LQ = limite de quantification
E/L = eau / lixiviat
G = gaz
nd = non détecté
LB = liant bitumineux

Lien/code QR vers l'explication de l'évaluation

Des compléments d'information sur les principes d'analyses, par exemple les incertitudes de mesure, sont disponibles sur demande.

Ce document a été créé électroniquement et est également valable sans signature.
Marina Kuster
Directrice générale, Dr.

Annexe K

EVALUATION DE LA CONFORMITÉ SELON ART. 3 OSITES NYON, PARCELLE 640, SITE N° EVA 246.53 (GEOTEST SA)

13. décembre 2024

GEOTEST

Rapport n° 2221141.9

SBB CFF FFS SA, Renens

Nyon, parcelle 640, site n°Eva 246.53

Travaux de démolition

Evaluation de la conformité selon art.3 OSites

Rapport final

GEOTEST SA | En Budron H11 | CH-1052 Le Mont sur Lausanne
T +41 21 731 09 20 | lausanne@geotest.ch | geotest.ch

Auteur(s)	Thème
Antoine Carbonne	Hydrogéologie, sites pollués

Supervision	Contenu contrôlé
Jean-Bernard Python	Ensemble du document

Remarques

GEOTEST SA



Jean-Bernard Python



Antoine Carbonne

Table des matières

1. Introduction 4
1.1 Mandat 4
1.2 Projet 4
1.3 Documentation 4
1.4 Contexte et objectifs de l'étude 5
1.4.1 Situation initiale 5
1.4.2 Objectifs de l'étude 6
2. Evaluation de la conformité du projet de construction (démolition) au regard de la réglementation sur les sites pollués 7
2.1 Etat initial 7
2.1.1 Etat du sous-sol au droit de la zone du projet 7
2.1.2 Statut du site 7
2.2 Projet de démolition 7
2.3 Estimation de la mise en danger liée aux travaux de construction (démolition) 8
2.4 Conformité du projet au regard de l'art. 3 de l'OSites 9
2.5 Mesures spécifiques prévues pour la gestion de la pollution 10
3. Suite à donner 10

Annexe 1 Plan de situation

1. Introduction

1.1 Mandat

Maitre d'ouvrage / mandant :	CFF SA
Offre GEOTEST :	N°OF2221141.8 du 09.10.2024
Commande :	Commande n°4700457249_E du 17.08.2023

1.2 Projet

Objet :	Gare de Nyon - Modification de l'enclenchement
Lieu :	Nyon, parcelle n°640
Coordonnées :	Env. 2'507'456 / 1'137'771
Cadastre des sites pollués du canton de Vaud :	Site n°Eva246.53
Surface totale de la zone concernée :	Environ 100 m^2
Altitude du terrain :	Environ 405.6 m s.m.

1.3 Documentation

[1] Guichet cartographique du canton de Vaud : https://www.geo.vd.ch (différents thèmes) ;
[2] Atlas géologique de la Suisse et notice, Feuille 1261 Nyon, Office fédéral des eaux et de la Géologie – version GeoCover, Swisstopo ;
[3] Guichet cartographique de la Confédération Suisse, map.geo.admin.ch ;
[4] Ordonnance sur la limitation et l'élimination des déchets (Ordonnance sur les déchets, OLED) du 04 décembre 2015 ;
[5] Ordonnance sur l'assainissement des sites pollués du 26 aout 1998 ;
[6] SBB CFF, 2004 – Pool n°0146 La Côte, groupe 1, Commune de Nyon – Objets n° G1.2, G1.3, B.8609, B.8610, B.0140 et B.0141 - Investigation de sites contaminés : Investigation historique et cahier des charges – rapport Geotest SA n°C0219.1 du 20 août 2004 ;
[7] SBB CFF, 2007 – Pool n°0146 La Côte, groupe 1, Commune de Nyon – Objets n° G1.2, G1.3, B.8609, B.8610, B.0140 et B.0141 - Investigation de sites contaminés : Investigation technique – rapport Geotest SA n°C0526.1 du 20 février 2007 ;
[8] Geotest SA – CFF SA. Nyon, projet de modernisation de la gare. Cahier des charges pour investigations environnementales selon OSItes et/ou OLED – rapport n°2221141.1 du 03 décembre 2021 ;

[9] DGE-DIREV-ASS – Commune de Nyon – parcelles 637, 628 et 640. Sites pollués n°Eva 246.10, resp. 246.23 et 246.25 (site pollué n°B.0140) et B.0141. Détermination sur le cahier des charges pour investigations environnementales selon OSites et/ou OLED, courrier du 21 mars 2022 ;

[10] OFT-DETEC – sites polluées U.7681 et B.7682 du CASIP OFT, prise de position sur le cahier des charges GEOTEST SA, courriel du 08 avril 2022 ;

[11] Geotest SA – CFF SA. Nyon, projet de modernisation de la gare. Cahier des charges pour investigations environnementales selon OSites et/ou OLED – rapport n°2221141.1b du 02 mai 2022 ;

[12] Geotest SA – CFF SA. Nyon, parcelle 640, Gare - Enclenchement, investigation technique complémentaire de site pollué. Rapport n°2221141.3 du 17 janvier 2023 ;

[13] Geotest SA – CFF SA. Nyon, parcelle 640, pollution des eaux claires, travaux d'entretien et d'inspection des canalisations EC, note technique n°2222142.1 du 28 mars 2023 ;

[14] DGE-DIREV-ASS – Commune de Nyon – parcelle 640. Sites pollués Eva 246.52 et 246.53. Décision concernant le statut du site selon l'art. 8 OSites, courrier du 21 septembre 2023 ;

[15] Geotest SA – CFF SA. Nyon, parcelle 640, Gare - Enclenchement, sites pollués Eva 246.52 et 246.53 Surveillance selon OSites, période 2023-2024. Rapport n°2221141.8a du 02 décembre 2024.

1.4 Contexte et objectifs de l'étude

1.4.1 Situation initiale

Une partie de la parcelle 640 de la commune de Nyon est inscrite au cadastre cantonal des sites pollués. Il s'agit de deux anciennes aires d'exploitation (n°Eva 426.52 : Ruey-Thermoplan SA et n°Eva 246.53 : Nyon hydrocarbures) classées initialement sous le statut « pollué, ne nécessite ni surveillance ni assainissement ».

Une investigation préalable des 2 sites a été réalisée par Geotest SA entre 2004 et 2007 ([6], [7]). Les conclusions de l'investigation technique étaient les suivantes :

- Site Eva246.52 : site pollué nécessitant de procéder à une surveillance du point de vue des eaux souterraines ;
- Site Eva246.53 : site pollué sans besoin de surveillance ou d'assainissement.

Entre 2007 et 2022, aucune investigation n'a été menée sur ces 2 sites. En été 2022, dans le cadre d'un projet de construction visant au renouvellement du poste d'enclenchement actuellement présent sur ces 2 sites pollués, une investigation technique complémentaire a été réalisée par Geotest SA, sur la base d'un cahier des charges [11] validé par l'autorité compétente. Les conclusions du rapport d'investigation technique complémentaire [12] étaient les suivantes :

- Nécessité d'une surveillance du site au regard des eaux souterraines : **confirmée** pour le site Eva 246.52 et **identifiée** pour le site Eva246.53 ;
- Besoin de mise en place d'un piézomètre complémentaire en amont hydraulique du site Eva246.52.

Concernant ce dernier point, le piézomètre complémentaire (FC05) a été mis en place lors de travaux d'investigations géotechniques en avril 2023.

Par ailleurs, une pollution des eaux claires est survenue en octobre 2022 à la suite de travaux d'entretien du collecteur traversant les 2 sites pollués en limite de la parcelle 640. Cette pollution a fait l'objet de mesures d'urgence (pompage et curage complémentaire du collecteur), puis des travaux d'inspection et surveillance ont été entrepris par CFF SA. L'ensemble des résultats des travaux réalisés a été synthétisé par Geotest SA dans une note technique [13] qui conclut à :

- un risque faible de mise en danger du milieu à protéger (eaux de surface de l'Asse) ;
- à confirmer par la poursuite de la surveillance des eaux claires du collecteur EC principal.

Un rapport de surveillance selon OSites des sites pollués n°Eva246.52 et .53 a été produit par Geotest SA le 02 décembre 2024[15]. Celui-ci conclut à la nécessité de poursuivre la surveillance des 2 sites précités.

1.4.2 Objectifs de l'étude

Des travaux de démolition sont prévus prochainement sur le site n°Eva246.53.

Le présent rapport décrit les travaux de démolition prévus et rappelle la situation environnementale et le statut du site concerné selon OSites tel que proposé dans [15] (en attente de validation par l'autorité compétente).

Sur cette base, Geotest SA évalue le risque de mise en danger lié aux travaux de démolition prévus, et leur conformité selon l'art.3 de l'OSites.

2. Evaluation de la conformité du projet de construction (démolition) au regard de la réglementation sur les sites pollués

2.1 Etat initial

2.1.1 Etat du sous-sol au droit de la zone du projet

D'après [12] et l'Annexe 1, un forage carotté (FC08) a été réalisé à proximité directe de la zone du projet lors de l'investigation technique complémentaire de juillet 2022. Les résultats des contrôles in situ et analytiques effectués au droit de ce forage indiquent l'absence de pollution dans les matériaux solides du sous-sol (non pollués selon OLED).

Ainsi, l'extension des foyers de pollution identifiés dans la matière solide du sous-sol lors des investigations de juillet 2022 n'a pas atteint la zone du projet. En revanche, il est probable que le panache de pollution résiduelle identifié dans les eaux souterraines à proximité au droit du piézomètre F2 (traces en HAP, BTEX et HC C_5-C_{10}) s'étende au droit de la zone du projet. Pour rappel, une nappe phréatique de faible profondeur est présente au droit du site : son toit s'établit dans le niveau supérieur des dépôts glaciolacustres (+/- 1.6 m de profondeur).

2.1.2 Statut du site

En l'état actuel des connaissances, l'état environnemental du site pollué n°Eva 246.53 nécessite la mise en œuvre de mesures de surveillance au regard des eaux souterraines et des eaux de surface (canalisations EC), mais pas de mesure d'assainissement.

Un programme relatif à la poursuite de cette surveillance a été proposé pour la période 2025-2026, dans le rapport de surveillance 2023-2024 [15].

2.2 Projet de démolition

Dans le cadre des futurs travaux de modification de la zone dite de l'Enclenchement de la gare de Nyon, il est prévu la démolition de :

- un local préfabriqué de plain-pied équipé d'une dalle de béton, d'une surface au sol approximative de 30 m^2 ;
- une ancienne citerne enterrée de stockage d'hydrocarbures (a priori essence) hors-service, d'un volume théorique de 18 m^3. L'état et les dimensions exactes de cette citerne sont actuellement indéterminés.

La localisation de ces structures est illustrée à l'Annexe 1.

Au préalable des travaux de démolition, une société spécialisée procédera à l'inspection de la citerne enterrée, et si nécessaire à sa vidange puis son nettoyage, dégazage et inertage. Ces travaux seront appliqués aussi aux éventuelles canalisations attenantes.

Lors des travaux de démolition de la citerne, celle-ci sera extraite du sous-sol pour élimination selon la filière autorisée, puis la fouille sera immédiatement rebouchée avec des matériaux d'apports propres. Il n'est pas prévu d'excavation supplémentaire au-delà de la dalle de béton du local à démolir.

2.3 Estimation de la mise en danger liée aux travaux de construction (démolition)

Cette estimation a été réalisée sur la base des questions énumérées dans le paragraphe 3.2.2 du document de l'OFEV « Gestion générale des sites pollués – Projets de construction et sites pollués ».

Ces questions, ainsi que les éléments de réponse fournis sur la base des données disponibles, sont synthétisés dans le tableau ci-après.

Questions	Eléments de réponse	Source
Le projet crée-t-il de nouvelles surfaces sensibles de sol pollué ? (p.ex. par changement d'affectation en zone agricole ou place de jeu)	**Non**	Plan du projet
De nouvelles voies d'écoulement préférentielles sont-elles créées pour le lixiviat ? (p.ex. par la mise en place de canalisations et de pieux battus)	**Non** La citerne et les canalisations attenantes seront extraites et éliminées la fouille résultante sera remblayée par des matériaux propres.	Plan du projet
De l'air interstitiel pollué peut-il pénétrer dans des locaux ? (p.ex. par des constructions en sous-sol)	**Non** Pas de nouveau bâtiment prévu au droit de la zone du projet.	Plan du projet
De nouvelles voies d'infiltration sont-elles créées ? (p.ex. par le démontage d'une imperméabilisation)	**Oui** La zone est actuellement imperméabilisée par le local et un revêtement bitumineux, bien que des eaux de ruissellement puissent s'infiltrer sous ce local et au droit du bitume en raison de la détérioration de ce dernier.	Plan du projet
Les conditions géochimiques dans le sous-sol pollué vont-elles être modifiées ? (p.ex. par des parois de pieux forés)	**Non** Pas de travaux prévus en profondeur.	Plan du projet

Questions	Eléments de réponse	Source
Y a-t-il influence sur les conditions hydrogéologiques ? (p.ex. par des rideaux de palplanches, rétention d'eau ou constructions dans la nappe phréatique)	**Non** Au contraire, l'élimination de la citerne enterrée et le remblayage de la fouille permettra d'améliorer l'écoulement des eaux souterraines.	Plan du projet
Observe-t-on déjà un état limite avant la réalisation du projet ? (p.ex. du fait de teneurs en substances polluantes proches des valeurs de concentration OSites)	**Oui (en périphérie)** Quatre foyers de pollution ont été identifiés autour de la zone du projet. Compte-tenu des résultats de surveillance, ces zones polluées ne nécessitent pas de mesure d'assainissement particulière, mais une gestion des matériaux excavés selon l'OLED dans le cadre de travaux de terrassement éventuels.	Plan du projet Résultats d'analyse
Y a-t-il un risque de dégradation de la qualité des eaux claires circulants actuellement dans les canalisations présentes sur la zone de l'Enclenchement, dont l'exutoire est le collecteur communal, se déversant l'Asse à proximité ?	**Non** Les travaux prévus ne toucheront pas le réseau de canalisations EC, et n'auront pas d'impact sur la qualité des eaux de ruissellement collectées en surface.	Plan du projet

Sur la base des éléments de réponse présentés dans le tableau précédent, le risque de mise en danger liée aux travaux de construction (démolition) dans le secteur de l'« Enclenchement » **peut être considéré comme faible**.

2.4 Conformité du projet au regard de l'art. 3 de l'OSites

En l'état des connaissances, et compte tenu de l'appréciation actuelle sur le statut OSites du site Eva 246.53, **le projet de construction prévu est conforme au regard des dispositions de l'art.3 de l'OSites**, dans la mesure où :

- ce site ne nécessite pas d'assainissement ;
- les travaux prévus n'engendrent pas de besoin d'assainissement (risque de mise en danger faible).

2.5 Mesures spécifiques prévues pour la gestion de la pollution

2.5.1 Contrôle de la pollution résiduelle

Lors des travaux de démolition de la citerne, celle-ci sera extraite du sous-sol pour élimination selon la filière autorisée, puis un contrôle des bords et fond de fouille sera réalisé par un bureau d'études spécialisé (contrôle visuel et de détection de COV au moyen d'un PID).

En cas de suspicion de pollution, des échantillons de contrôle seront prélevés pour analyse au laboratoire. Le cas échéant, les matériaux pollués seront laissés en place. Un géotextile sera installé dans le fond de la fouille afin d'éviter tout contact entre les matériaux pollués et les matériaux de remblais propres.

2.5.2 Gestion des eaux de chantier

Toute eau de chantier devra être gérée conformément au règlement communal de la Ville de Nyon, à la DCPE 872 et la SIA 431.

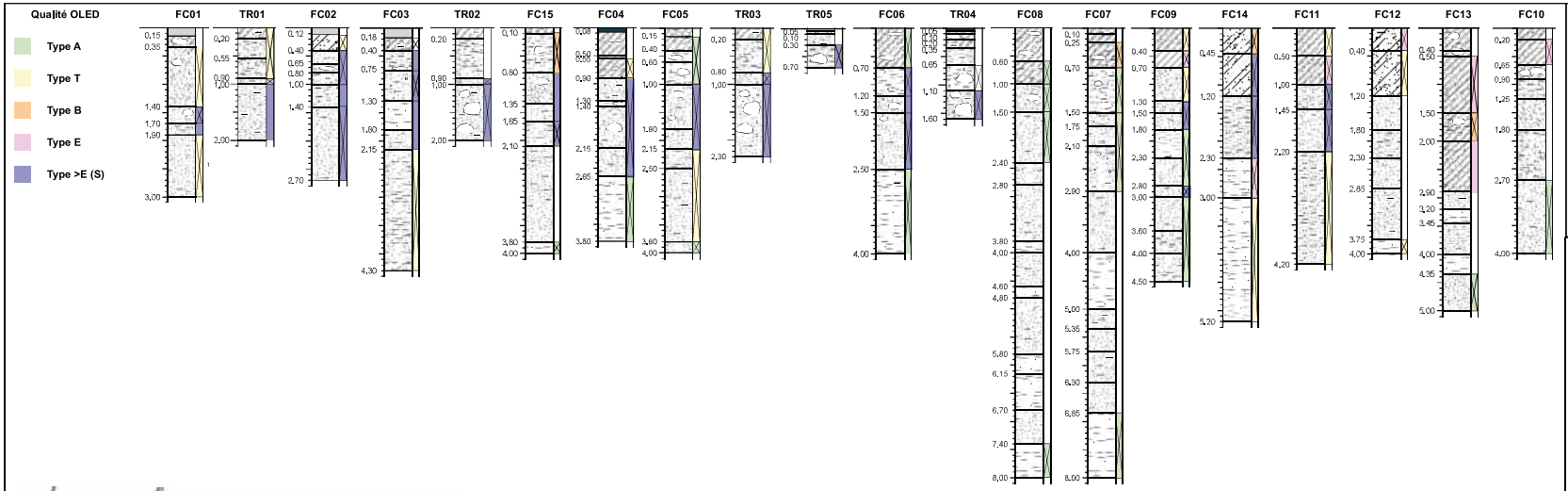
Dans le cas particulier des travaux d'extraction de la citerne, dont la partie inférieure est a priori sous la nappe phréatique, il n'est pas prévu à ce stade de pompage des eaux de fouille, dans la mesure où celle-ci sera immédiatement rebouchée.

3. Suite à donner

Le présent document doit être transmis à l'autorité compétente (DGE-DIREV-ASS) pour information et prise de position.

GEOTEST

Annexe 1 Plan de situation



GEOTEST

2221141.2 Nyon, modernisation de la gare

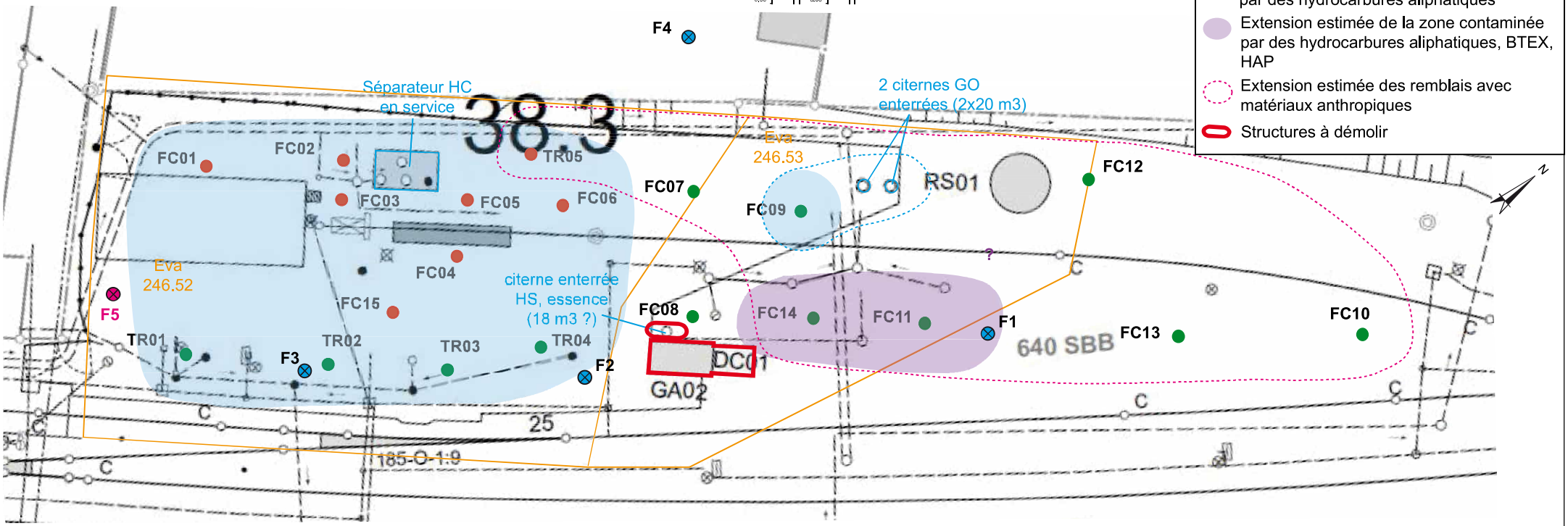
Surveillance de site pollué

Plan de situation

Fichier: 2221141.9_AN01_situation.ai / 12.12.2024

Légende:

- Site du cadastre cantonal des sites pollués
- Piézomètre - 2005 (Geotest SA)
- Forages / tranchées - juillet 2022
- Piézomètre supplémentaire - 2023
- Extension estimée de la zone contaminée par des hydrocarbures aliphatiques
- Extension estimée de la zone contaminée par des hydrocarbures aliphatiques, BTEX, HAP
- Extension estimée des remblais avec matériaux anthropiques
- Structures à démolir



20 m

Annexe 1

24. février 2025

GEOTEST

Rapport n° 2221141.9a

SBB CFF FFS SA, Renens

Nyon, parcelle 640, site n°Eva 246.53

Travaux de démolition

Evaluation de la conformité selon art.3 OSites

Rapport final

GEOTEST SA | En Budron H11 | CH-1052 Le Mont sur Lausanne
T +41 21 731 09 20 | lausanne@geotest.ch | geotest.ch

Auteur(s)	Thème
Antoine Carbonne	Hydrogéologie, sites pollués

Supervision	Contenu contrôlé
Jean-Bernard Python	Ensemble du document

Remarques

GEOTEST SA



Jean-Bernard Python



Antoine Carbonne

Table des matières

1. Introduction 4
1.1 Mandat 4
1.2 Projet 4
1.3 Documentation 4
1.4 Contexte et objectifs de l'étude 5
1.4.1 Situation initiale 5
1.4.2 Objectifs de l'étude 6
2. Evaluation de la conformité du projet de construction (démolition) au regard de la réglementation sur les sites pollués 7
2.1 Etat initial 7
2.1.1 Etat du sous-sol au droit de la zone du projet 7
2.1.2 Statut du site 7
2.2 Projet de démolition 7
2.3 Estimation de la mise en danger liée aux travaux de construction (démolition) 8
2.4 Conformité du projet au regard de l'art. 3 de l'OSites 9
2.5 Mesures spécifiques prévues pour la gestion de la pollution 10
3. Suite à donner 10

Annexe 1 Plan de situation

1. Introduction

1.1 Mandat

Maitre d'ouvrage / mandant :	CFF SA
Offre GEOTEST :	N°OF2221141.8 du 09.10.2024
Commande :	Commande n°3100709056 du 11.10.2024

1.2 Projet

Objet :	Gare de Nyon - Modification de l'enclenchement
Lieu :	Nyon, parcelle n°640
Coordonnées :	Env. 2'507'456 / 1'137'771
Cadastre des sites pollués du canton de Vaud :	Site n°Eva246.53
Surface totale de la zone concernée :	Environ 100 m^2
Altitude du terrain :	Environ 405.6 m s.m.

1.3 Documentation

[1] Guichet cartographique du canton de Vaud : https://www.geo.vd.ch (différents thèmes) ;
[2] Atlas géologique de la Suisse et notice, Feuille 1261 Nyon, Office fédéral des eaux et de la Géologie – version GeoCover, Swisstopo ;
[3] Guichet cartographique de la Confédération Suisse, map.geo.admin.ch ;
[4] Ordonnance sur la limitation et l'élimination des déchets (Ordonnance sur les déchets, OLED) du 04 décembre 2015 ;
[5] Ordonnance sur l'assainissement des sites pollués du 26 aout 1998 ;
[6] SBB CFF, 2004 – Pool n°0146 La Côte, groupe 1, Commune de Nyon – Objets n° G1.2, G1.3, B.8609, B.8610, B.0140 et B.0141 - Investigation de sites contaminés : Investigation historique et cahier des charges – rapport Geotest SA n°C0219.1 du 20 août 2004 ;
[7] SBB CFF, 2007 – Pool n°0146 La Côte, groupe 1, Commune de Nyon – Objets n° G1.2, G1.3, B.8609, B.8610, B.0140 et B.0141 - Investigation de sites contaminés : Investigation technique – rapport Geotest SA n°C0526.1 du 20 février 2007 ;
[8] Geotest SA – CFF SA. Nyon, projet de modernisation de la gare. Cahier des charges pour investigations environnementales selon OSItes et/ou OLED – rapport n°2221141.1 du 03 décembre 2021 ;

[9] DGE-DIREV-ASS – Commune de Nyon – parcelles 637, 628 et 640. Sites pollués n°Eva 246.10, resp. 246.23 et 246.25 (site pollué n°B.0140) et B.0141. Détermination sur le cahier des charges pour investigations environnementales selon OSites et/ou OLED, courrier du 21 mars 2022 ;

[10] OFT-DETEC – sites polluées U.7681 et B.7682 du CASIP OFT, prise de position sur le cahier des charges GEOTEST SA, courriel du 08 avril 2022 ;

[11] Geotest SA – CFF SA. Nyon, projet de modernisation de la gare. Cahier des charges pour investigations environnementales selon OSites et/ou OLED – rapport n°2221141.1b du 02 mai 2022 ;

[12] Geotest SA – CFF SA. Nyon, parcelle 640, Gare - Enclenchement, investigation technique complémentaire de site pollué. Rapport n°2221141.3 du 17 janvier 2023 ;

[13] Geotest SA – CFF SA. Nyon, parcelle 640, pollution des eaux claires, travaux d'entretien et d'inspection des canalisations EC, note technique n°2222142.1 du 28 mars 2023 ;

[14] DGE-DIREV-ASS – Commune de Nyon – parcelle 640. Sites pollués Eva 246.52 et 246.53. Décision concernant le statut du site selon l'art. 8 OSites, courrier du 21 septembre 2023 ;

[15] Geotest SA – CFF SA. Nyon, parcelle 640, Gare - Enclenchement, sites pollués Eva 246.52 et 246.53 Surveillance selon OSites, période 2023-2024. Rapport n°2221141.8a du 02 décembre 2024.

1.4 Contexte et objectifs de l'étude

1.4.1 Situation initiale

Une partie de la parcelle 640 de la commune de Nyon, appartenant aux CFF, est inscrite au cadastre cantonal des sites pollués. Il s'agit de deux anciennes aires d'exploitation (n°Eva 426.52 : Ruey-Thermoplan SA et n°Eva 246.53 : Nyon hydrocarbures) classées initialement sous le statut « pollué, ne nécessite ni surveillance ni assainissement ».

Une investigation préalable des 2 sites a été réalisée par Geotest SA entre 2004 et 2007 ([6], [7]). Les conclusions de l'investigation technique étaient les suivantes :

- Site Eva246.52 : site pollué nécessitant de procéder à une surveillance du point de vue des eaux souterraines ;
- Site Eva246.53 : site pollué sans besoin de surveillance ou d'assainissement.

Entre 2007 et 2022, aucune investigation n'a été menée sur ces 2 sites. En 2022, un projet d'aménagement prévoyait le renouvellement du poste d'enclenchement actuellement présent sur ces 2 sites pollués, avec la construction d'un nouveau bâtiment de service sur la zone VU. A ce titre, une investigation technique complémentaire a été réalisée par Geotest SA, sur la base d'un cahier des charges [11] validé par l'autorité compétente. Les conclusions du rapport d'investigation technique complémentaire [12] étaient les suivantes :

- Nécessité d'une surveillance du site au regard des eaux souterraines : **confirmée** pour le site Eva 246.52 et **identifiée** pour le site Eva246.53 ;
- Besoin de mise en place d'un piézomètre complémentaire en amont hydraulique du site Eva246.52.

Concernant ce dernier point, le piézomètre complémentaire (FC05) a été mis en place lors de travaux d'investigations géotechniques en avril 2023.

Par ailleurs, une pollution des eaux claires est survenue en octobre 2022 à la suite de travaux d'entretien du collecteur traversant les 2 sites pollués en limite de la parcelle 640. Cette pollution a fait l'objet de mesures d'urgence (pompage et curage complémentaire du collecteur), puis des travaux d'inspection et surveillance ont été entrepris par CFF SA. L'ensemble des résultats des travaux réalisés a été synthétisé par Geotest SA dans une note technique [13] qui conclut à :

- un risque faible de mise en danger du milieu à protéger (eaux de surface de l'Asse) ;
- à confirmer par la poursuite de la surveillance des eaux claires du collecteur EC principal.

Un rapport de surveillance selon OSites des sites pollués n°Eva246.52 et .53 a été produit par Geotest SA le 02 décembre 2024[15]. Celui-ci conclut à la nécessité de poursuivre la surveillance des 2 sites précités.

1.4.2 Objectifs de l'étude

Le projet de construction de 2022 a été abandonné, au profit d'une utilisation de la zone comme place d'installation de chantier. A ce titre, des travaux de démolition sont probablement nécessaires sur le site n°Eva246.53 afin de libérer de la place de circulation / stockage.

Le présent rapport décrit les travaux de démolition prévus et rappelle la situation environnementale et le statut du site concerné selon OSites tel que proposé dans [15] (en attente de validation par l'autorité compétente).

Sur cette base, Geotest SA évalue le risque de mise en danger lié aux travaux de démolition prévus, et leur conformité selon l'art.3 de l'OSites.

2. Evaluation de la conformité du projet de construction (démolition) au regard de la réglementation sur les sites pollués

2.1 Etat initial

2.1.1 Etat du sous-sol au droit de la zone du projet

D'après [12] et l'Annexe 1, un forage carotté (FC08) a été réalisé à proximité directe de la zone du projet lors de l'investigation technique complémentaire de juillet 2022. Les résultats des contrôles in situ et analytiques effectués au droit de ce forage indiquent l'absence de pollution dans les matériaux solides du sous-sol (non pollués selon OLED).

Ainsi, l'extension des foyers de pollution identifiés dans la matière solide du sous-sol lors des investigations de juillet 2022 n'a pas atteint la zone du projet. En revanche, il est probable que le panache de pollution résiduelle identifié dans les eaux souterraines à proximité au droit du piézomètre F2 (traces en HAP, BTEX et HC C_5-C_{10}) s'étende au droit de la zone du projet. Pour rappel, une nappe phréatique de faible profondeur est présente au droit du site : son toit s'établit dans le niveau supérieur des dépôts glaciolacustres (+/- 1.6 m de profondeur).

2.1.2 Statut du site

En l'état actuel des connaissances, l'état environnemental du site pollué n°Eva 246.53 nécessite la mise en œuvre de mesures de surveillance au regard des eaux souterraines et des eaux de surface (canalisations EC), mais pas de mesure d'assainissement.

Un programme relatif à la poursuite de cette surveillance a été proposé pour la période 2025-2026, dans le rapport de surveillance 2023-2024 [15].

2.2 Projet de démolition

Les futurs travaux d'aménagement de la zone dite de l'Enclenchement de la gare de Nyon ont été modifiés depuis 2022, et consiste actuellement en l'utilisation de la zone comme place d'installation de chantier. Dans ce cadre, il est prévu 3 scénarios :

- **Scénario 1** : afin de libérer de la place, la démolition des structures suivantes est nécessaire :
  - un local préfabriqué de plain-pied équipé d'une dalle de béton, d'une surface au sol approximative de 30 m^2 ;
  - une ancienne citerne enterrée de stockage d'hydrocarbures (a priori essence) hors-service, d'un volume théorique de 18 m^3. L'état et les dimensions exactes de cette citerne sont actuellement indéterminés. La localisation de ces structures est illustrée à l'Annexe 1.
- **Scénario 2** : le local précité est démoli, mais la citerne enterrée est laissée en place, après s'être assuré qu'elle est bien inertée.

- **Scénario 3** : aucun travail de démolition, et la citerne enterrée est laissée en place, après s'être assuré qu'elle est bien inertée.

Dans le cas des 3 scénarios, et au préalable des éventuels travaux de démolition, une société spécialisée procédera à l'inspection de la citerne enterrée, et si nécessaire à sa vidange puis son nettoyage, dégazage et inertage. Ces travaux seront appliqués aussi aux éventuelles canalisations attenantes.

Pour le scénario 1, lors des travaux de démolition de la citerne, celle-ci sera extraite du sous-sol pour élimination selon la filière autorisée, puis la fouille sera immédiatement rebouchée avec des matériaux d'apports propres. Il n'est pas prévu d'excavation supplémentaire au-delà de la dalle de béton du local à démolir.

2.3 Estimation de la mise en danger liée aux travaux de construction (démolition)

Cette estimation a été réalisée sur la base des questions énumérées dans le paragraphe 3.2.2 du document de l'OFEV « Gestion générale des sites pollués – Projets de construction et sites pollués ».

Ces questions, ainsi que les éléments de réponse fournis sur la base des données disponibles, sont synthétisés dans le tableau ci-après.

Questions	Eléments de réponse	Source
Le projet crée-t-il de nouvelles surfaces sensibles de sol pollué ? (p.ex. par changement d'affectation en zone agricole ou place de jeu)	**Non**	Plan du projet
De nouvelles voies d'écoulement préférentielles sont-elles créées pour le lixiviat ? (p.ex. par la mise en place de canalisations et de pieux battus)	**Non** La citerne et les canalisations attenantes seront extraites et éliminées la fouille résultante sera remblayée par des matériaux propres.	Plan du projet
De l'air interstitiel pollué peut-il pénétrer dans des locaux ? (p.ex. par des constructions en sous-sol)	**Non** Pas de nouveau bâtiment prévu au droit de la zone du projet.	Plan du projet
De nouvelles voies d'infiltration sont-elles créées ? (p.ex. par le démontage d'une imperméabilisation)	**Oui** La zone est actuellement imperméabilisée par le local et un revêtement bitumineux, bien que des eaux de ruissellement puissent s'infiltrer sous ce local et au droit du bitume en raison de la détérioration de ce dernier. La nécessité de mise en place d'un nouveau revêtement étanche sera évaluée lors des travaux (cf. chap.2.5).	Plan du projet

Questions	Eléments de réponse	Source
Les conditions géochimiques dans le sous-sol pollué vont-elles être modifiées ? (p.ex. par des parois de pieux forés)	**Non** Pas de travaux prévus en profondeur.	Plan du projet
Y a-t-il influence sur les conditions hydrogéologiques ? (p.ex. par des rideaux de palplanches, rétention d'eau ou constructions dans la nappe phréatique)	**Non** Au contraire, l'élimination de la citerne enterrée et le remblayage de la fouille permettra d'améliorer l'écoulement des eaux souterraines.	Plan du projet
Observe-t-on déjà un état limite avant la réalisation du projet ? (p.ex. du fait de teneurs en substances polluantes proches des valeurs de concentration OSites)	**Oui (en périphérie)** Quatre foyers de pollution ont été identifiés autour de la zone du projet. Compte-tenu des résultats de surveillance, ces zones polluées ne nécessitent pas de mesure d'assainissement particulière, mais une gestion des matériaux excavés selon l'OLED dans le cadre de travaux de terrassement éventuels.	Plan du projet Résultats d'analyse
Y a-t-il un risque de dégradation de la qualité des eaux claires circulants actuellement dans les canalisations présentes sur la zone de l'Enclenchement, dont l'exutoire est le collecteur communal, se déversant l'Asse à proximité ?	**Non** Les travaux prévus ne toucheront pas le réseau de canalisations EC, et n'auront pas d'impact sur la qualité des eaux de ruissellement collectées en surface.	Plan du projet

Sur la base des éléments de réponse présentés dans le tableau précédent, le risque de mise en danger liée aux travaux de construction (démolition) dans le secteur de l'« Enclenchement » **peut être considéré comme faible**.

2.4 Conformité du projet au regard de l'art. 3 de l'OSites

En l'état des connaissances, et compte tenu de l'appréciation actuelle sur le statut OSites du site Eva 246.53, **le projet de construction prévu est conforme au regard des dispositions de l'art.3 de l'OSites**, dans la mesure où :

- ce site ne nécessite pas d'assainissement ;
- les travaux prévus n'engendrent pas de besoin d'assainissement (risque de mise en danger faible).

2.5 Mesures spécifiques prévues pour la gestion de la pollution

2.5.1 Contrôle de la pollution résiduelle (scénario 1)

Lors des travaux de démolition de la citerne, celle-ci sera extraite du sous-sol pour élimination selon la filière autorisée, puis un contrôle des bords et fond de fouille sera réalisé par un bureau d'études spécialisé (contrôle visuel et de détection de COV au moyen d'un PID).

En cas de suspicion de pollution, des échantillons de contrôle seront prélevés pour analyse au laboratoire. Le cas échéant, les matériaux pollués seront laissés en place. Un géotextile sera installé dans le fond de la fouille afin d'éviter tout contact entre les matériaux pollués et les matériaux de remblais propres.

2.5.2 Mise en place d'un nouveau revêtement étanche (scénario 1)

Si les résultats des contrôles effectués après extraction de la citerne indiquent la présence d'une pollution résiduelle significative et mobile dans le sous-sol (matériaux solides >type B selon OLED et/ou indices visuelles de pollution de la nappe), un nouveau revêtement étanche (bitume) sera mis en place au droit de la citerne.

2.5.3 Gestion des eaux de chantier (scénarios 1 et 2)

Toute eau de chantier devra être gérée conformément au règlement communal de la Ville de Nyon, à la DCPE 872 et la SIA 431.

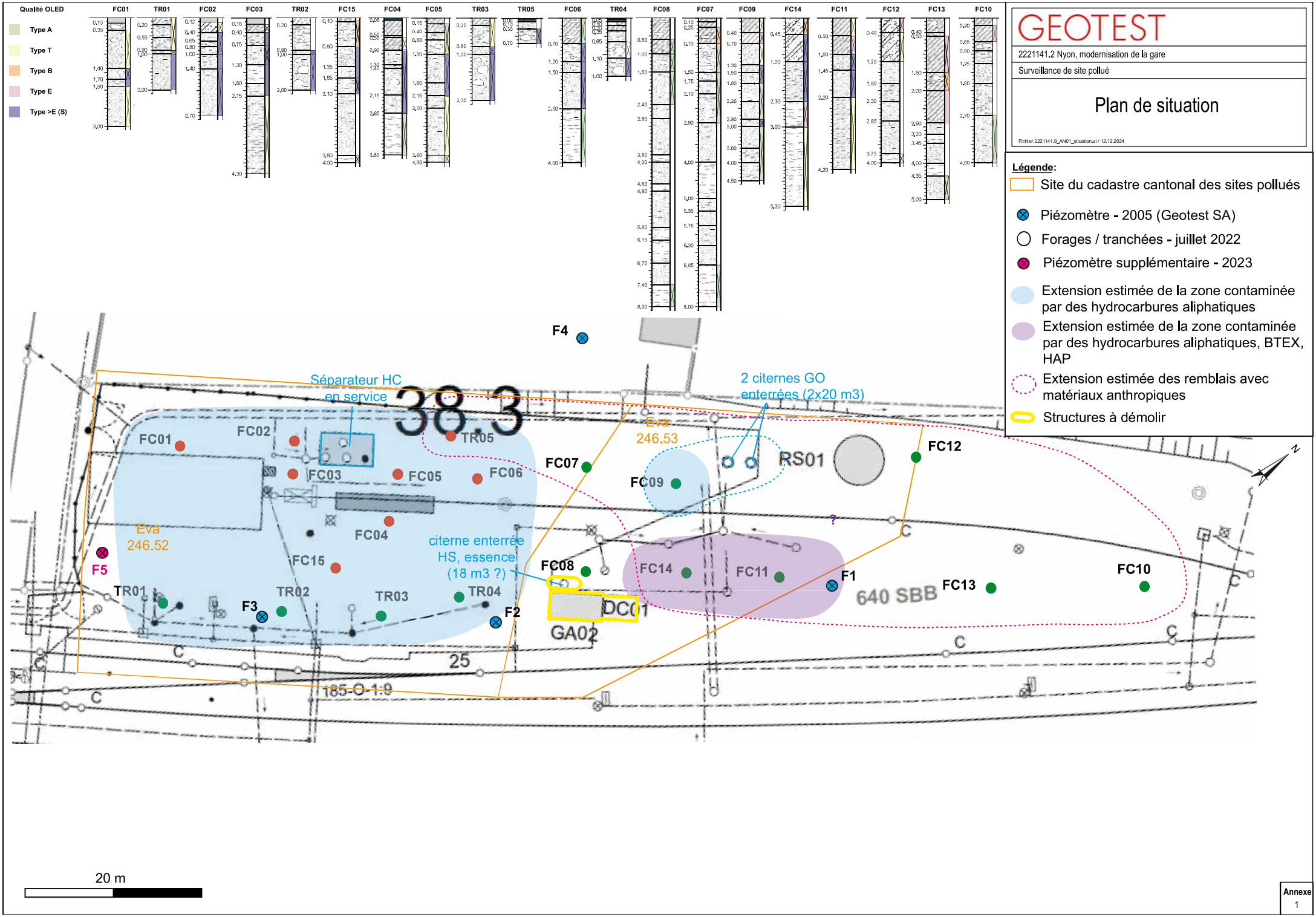
Dans le cas particulier des travaux d'extraction de la citerne, dont la partie inférieure est a priori sous la nappe phréatique, il n'est pas prévu à ce stade de pompage des eaux de fouille, dans la mesure où celle-ci sera immédiatement rebouchée.

3. Suite à donner

Le présent document doit être transmis à l'autorité compétente (DGE-DIREV-ASS) pour information et prise de position.

GEOTEST

Annexe 1 Plan de situation


Qualité OLED
Type A
Type T
Type B
Type E
Type >E (S)
FC01
TR01
FC02
FC03
TR02
FC15
FC04
FC05
TR03
TR05
FC06
TR04
FC08
FC07
FC09
FC14
FC11
FC12
FC13
FC10
GEOTEST
2221141.2 Nyon, modernisation de la gare
Surveillance de site pollué
Plan de situation
Fichier: 2221141.9_AN01_situation.ai / 12.12.2024
Légende:
Site du cadastre cantonal des sites pollués
Piézomètre - 2005 (Geotest SA)
Forages / tranchées - juillet 2022
Piézomètre supplémentaire - 2023
Extension estimée de la zone contaminée par des hydrocarbures aliphatiques
Extension estimée de la zone contaminée par des hydrocarbures aliphatiques, BTEX, HAP
Extension estimée des remblais avec matériaux anthropiques
Structures à démolir
F4
Séparateur HC en service
383
2 citernes GO enterrées (2x20 m3)
Eva 246.53
FC01
FC02
TR05
FC07
FC12
RS01
FC03
FC05
FC06
FC09
Eva 246.52
FC04
citerne enterrée HS, essence (18 m3 ?)
F5
FC15
FC08
FC14
FC11
F1
FC10
TR01
F3
TR02
TR03
TR04
F2
DC01
GA02
640 SBB
FC13
25
185-O-1.9
20 m
Annexe 1

Annexe L

FICHES TECHNIQUE DES INSTALLATIONS TECHNIQUES (AÉROREFROIDISSEUR, ETC.)

Modell: TITAN Sky Hi R0 SLN 3.1 / EC



ALLGEMEINES

Kaltwassererzeuger und reversible Wärmepumpen Full Inverter mit halbhermetischen alternativen Verdichtern und Plattenwärmetauschern. Große Produktpalette, vielseitige Anwendungen.

PRODUKTBESCHREIBUNG

Titan SKY ist eine Produktpalette reversibler Wärmepumpen mit hoher Energieeffizienz mit alternativen halbhermetischen Inverter-Verdichtern sowie Luftquelle und Plattenwärmetauscher.In dieser Palette wird das natürliche Kältemittel R290 mit sehr niedrigem GWP und geringer Umweltbelastung verwendet. Die Geräte Titan Sky können Warmwasser bis 63°C erzeugen und bei Außentemperaturen bis -20°C betrieben werden. Die Einheiten sind mit Inverter-Verdichtern mit variabler Geschwindigkeit ausgestattet, so dass die saisonale Effizienz maximiert und Stabilität für die thermodynamische Regelung in allen Lastbedingungen gewährleistet wird. Die gesamte Palette zeichnet sich durch besondere Kompaktheit und reduzierte Kältemittelfüllmenge aus.

KÄLTEMITTEL

Die Modelle Titan Sky Wärmepumpen sind mit Kältemittel R290 erhältlich. Die Verwendung des Kältemittels R290 wird mit dem Kürzel „R0" gekennzeichnet, das auf einen GWP nahe 0 hinweist. Kältemittel R290 GWP (Global Warming Potential) = 3* ODP (Ozone Depletion Potential) 0 Das Kältemittel ist reines Naturgas. R290 ist laut PED als Gas der Gruppe 1 eingestuft. Nach Standard 34 der ASHRAE ist es auch als A3 klassifiziert:

- Ungiftig.
- Hochentzündlich.

Aufgrund des optimalen GWP-Wertes kann dieses Gas bei Projekten erfolgreich eingesetzt werden, bei denen:

- Mindesteffizienzziele für einen reduzierten ökologischen Fußabdruck angewendet werden.
- Vergünstigungen oder andere Vorteile erhalten werden können, die in bestimmten Ländern angewendet werden oder an spezifische Anlagenentwicklungskriterien gebunden sind.

(*) GWP (AR5) nach IPCC V, bewertet für einen Zeitraum von 100 Jahren.

Modell: TITAN Sky Hi R0 SLN 3.1 / EC
Option: 1PS-SLN-MAFR-DVS-VS-RIC-VEC-FVP-FLUS-FW-A43N-SETV-TERM-IAVA-AG-MCHE-SEST

KÜHLEN

Leistungsdaten		
Kühlleistung	kW	25.0
Ungenutzte Kapazität	-	27.4%
Gesamtleistungsaufnahme	kW	7.34
Leistungsaufnahme	kW	6.80
Stromaufnahme (E0)	A	11.2
Leistungsfaktor (E0)	-	0.95
EER	W/W	3.41
SEER$^{(B0)}$	W/W	4.12
$\eta_{s,c}^{(B0)}$	%	162
SEPR$^{(B1)}$	W/W	5.29
Quelle		
Höhe über N.N.	m	450.0
Trockenkugeltemperatur	°C	35.0
rel. Luftfeuchtigkeit Außenluft	%	41.0
Luftvolumenstrom	m³/h	9002
Leistungsaufnahme Lüfter	kW	0.42
Stromaufnahme Lüfter	A	0.00
Verfügbare Förderhöhe	Pa	0

Verbraucher		
Mediumart		Äthylengl.
(Konzentration)	%	30.0%
Verunreinigungsfaktor	m²K/kW	0.01760
Mediumtemp. Ein-/Austritt	°C	14.0/8.0
Fördervolumen	m³/h	3.982
Druckverlust	kPa	32.4
verfügbare Förderhöhe	kPa	0.0
Max Verfügbare Förderhöhe	kPa	183.0

Die zertifizierten Standardleistungen und die zertifizierte Software-Tool-Version können unter www.eurovent-certification.com überprüft werden

AUSLEGUNGSDATEN

ALLGEMEINE DATEN		
Verdichtertyp		Halbhermetische
Anzahl Verdichter		1
Anzahl Kältekreise		1
Leistungsstufen		Inverter
Mindesleistungsstufe	%	46.2
Kältemittel		R290
GWP		0.02
gesamt Kältemittel Füllmenge	kg	2.10
CO2-Äquivalent	kg	0.0420
Gesamtölmenge	kg	2.00

ELEKTRISCHE DATEN		
Nominalspannung	Ph/V/Hz	3/400/50+N
Maximalspannung	V	440
Minimalspannung	V	360
Max. Leistungsaufnahme (P1)	kW	18.5
Max. Stromaufnahme (E0)	A	28.2
Max. Anlaufstrom (E0)	A	15.0
Leistungsaufnahme Standby	kW	0.150
Leistungsfaktor (E0)		0.95

ABMESSUNGEN		
Länge	mm	2205
Breite	mm	1130
Höhe	mm	2082
Transportgewicht	kg	1108
Nettogewicht	kg	1083

Schallangaben		
Errechnete Schallleistung	db(A)	80
Schalldruckpegel(C0) [10.0 m]	db(A)	48

VENTILATOREN		
Lüftertyp		Axial
Lüftermotor		EC
Anzahl Ventilatoren		1
Max. Leistungsaufnahme (P1)	kW	0.83
Max. Stromaufnahme (E0)	A	1.40

SCHALLDATEN FÜR JEDES	Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Gesamt-Schallleistungspegel	dB	81	93	82	77	70	61	58	54

HYDRAULIKKREISLAUF

HYDRAULIKKREIS VERBRAUCHER		
Speicherinhalt	lt	100.0
Max. Leistungsaufnahme (P1)	kW	1.20
Max. Stromaufnahme (E0)	A	3.64

(A0) Die angegebenen technischen Daten sind nicht verbindlich. Der Hersteller behält sich das Recht vor, Änderungen jederzeit für die Produktverbesserung durchzuführen.

(A2) Nach Standard: EN 14511-2022

(B0) Berechnet gemäß Verordnung (EU) 2016/2281 der Kommission: mittlerer Bereich/-/Umluftkühler/Variabler Austritt/konst. Volumenstrom Verbraucher/-

(B1) Berechnet gemäß Verordnung (EU) 2016/2281 der Kommission (Daten nicht im Rahmen des Eurovent-Zertifizierungsprogramms zertifiziert): -/konst. Volumenstrom Verbraucher/-

(C0) Der Schalldruck wird nach der folgenden Schallausbreitungsmethode berechnet: Halbkugel ISO EN 3744-Quelle

(E0) Elektrische Daten können ohne vorherige Ankündigung geändert werden. Daher ist es notwendig, sich immer auf den elektrischen Schaltplan zu beziehen.

Die zertifizierten Standardleistungen und die zertifizierte Software-Tool-Version können unter www.eurovent-certification.com überprüft werden

Akustik Engineering Luckinger GmbH
Ihr Partner für Schall- und Schwingungsmesstechnik, Beratung, Software und Automatisierung

Your step to a silent future

Projekt

Messung Schalldämmgehäuse Type Kellner KVG 800 2T UL

25.11.2022

Bericht
2022 0121 KVG 800 2T UL

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis 3
Abbildungsverzeichnis 3
1. Einleitung 4
2. Projektdetails 4
3. Verwendete Normen 5
4. Messgeräte 5
5. Verwendete Bezeichnungen 6
6. Messobjekt 7
7. Versuchsbedingungen, Messverfahren 7
8. Messergebnisse 14
8.1. Schallleistung 14
8.1.1. Schallleistung Omnipower Schallquelle 14
8.1.2. Schallleistung Schalldämmgehäuse Kellner KVG 800 2T UL 15
8.2. Schallleistungspegelminderung 15
8.2.1. Schallleistungspegelminderung Schalldämmgehäuse Type Kellner KVG 800 2T UL 15
9. Anhang 18
9.1. Kopie Eichschein Schallpegelmesser 18
9.2. Kopie Kalibrierschein Schallintensitätssonde 20
9.3. Kopie Kalibrierschein Schallintensitätssonde PI Index 24
9.4. Kopie Eichschein Kalibrator 27

6. Messobjekt

Als Messobjekt diente das Schalldämmgehäuse Type Kellner KVG 800 2T UL. Das Gehäuse hat folgende Abmessungen:

Breite	4171 mm
Tiefe	2150 mm
Höhe	3400 mm

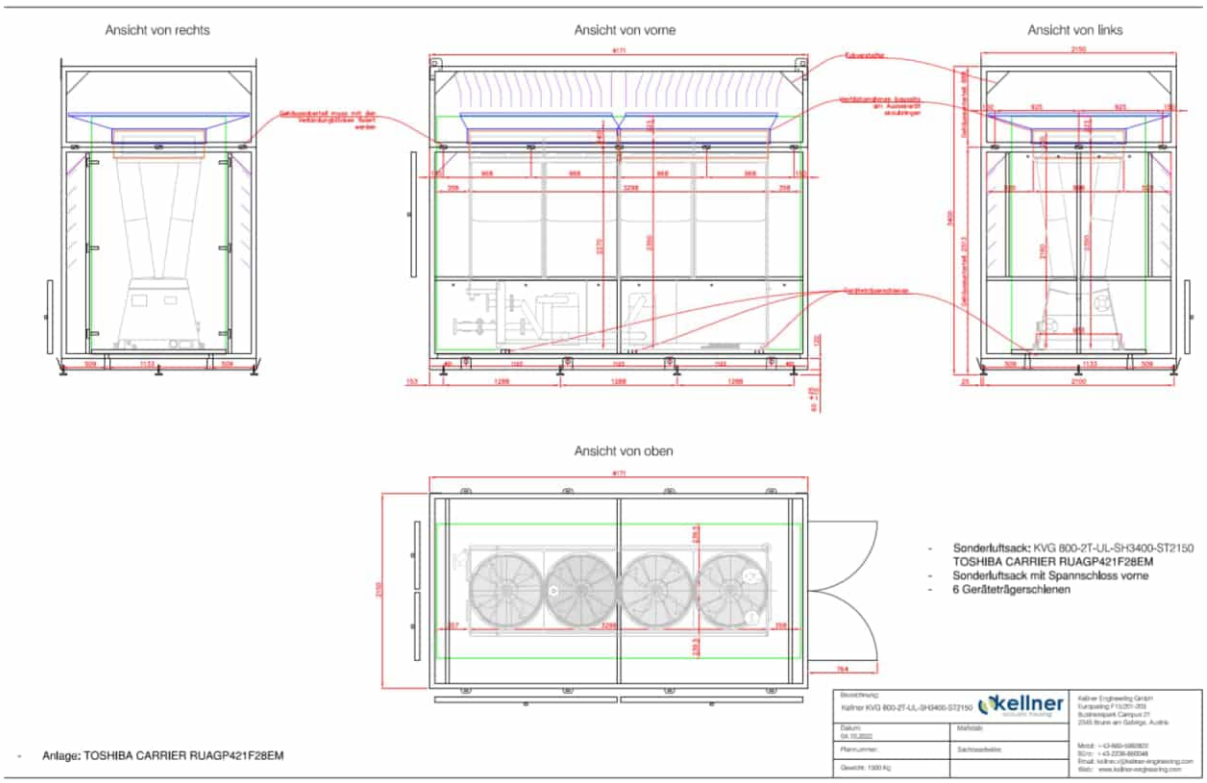


Abbildung 1 Schalldämmgehäuse Kellner KVG 800 UL

7. Versuchsbedingungen, Messverfahren

Die Messung erfolgte im Freien am Gelände der

Heavylog Transport & Logistik GmbH
Betriebsstrasse 1 / Obj. 4
2482 Münchendorf
Österreich

Das Schalldämmgehäuse wurde auf Holzstaffeln aufgestellt. Um die Schalldämmgehäuse wurde eine Hüllfläche definiert. Die Abmessungen der Hüllfläche sind:

Seite	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m²]	Fläche [dB]
vorne	4,77	3,66	17,5	12,4
links	2,75	3,66	10,1	10,0
hinten	4,77	3,66	17,5	12,4
rechts	2,75	3,66	10,1	10,0
oben	4,77	2,75	13,1	11,2
Gesamt			**68,2**	**18,3**

Tabelle 2 Hüllfläche

Die Zuordnung der Seiten ist im folgenden Bild dargestellt.

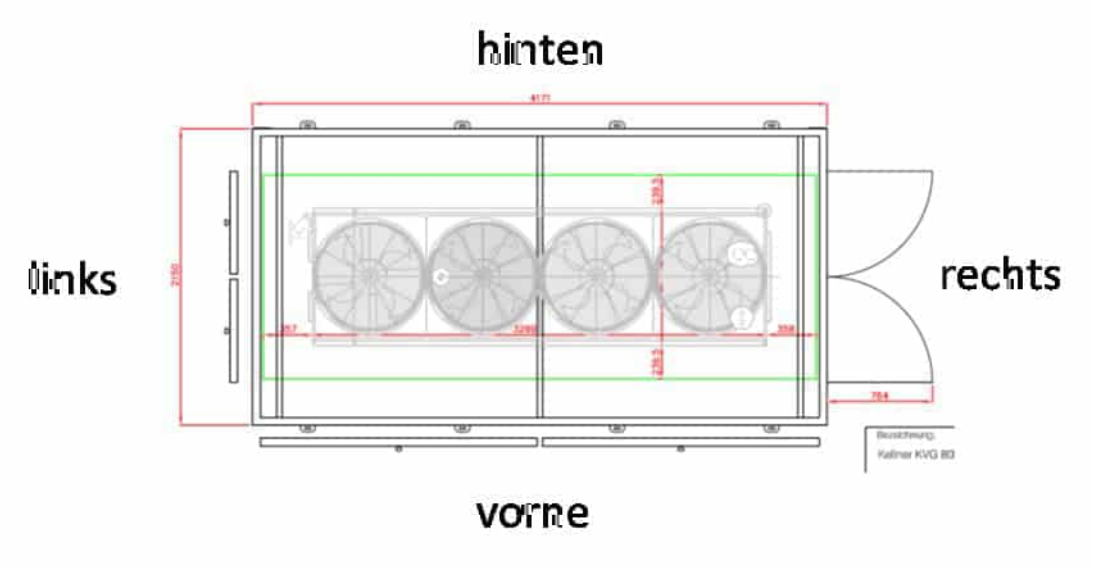


Abbildung 2 Flächenzuordnung Schalldämmgehäuse Kellner KVG 800 2T UL

Die Messung erfolgte einmal mit und einmal ohne Schalldämmgehäuse. Die Beschallung erfolgte mit einem Kugellautsprecher mit rosa Rauschen, dessen Position immer gleich war. Die folgenden Bilder zeigen das Gehäuse mit dem Kugellautsprecher und den Aufbau ohne Gehäuse.



Abbildung 3 Schalldämmgehäuse Kellner KVG 800 2T UL

8. Messergebnisse

8.1. Schallleistung

8.1.1. Schallleistung Omnipower Schallquelle

Das folgende Bild und die Tabelle zeigen das Spektrum der Schallleistung der Omnipower Schallquelle alleine.

	Lw,A [dB(A)] Lautsprecher					
Frequenz (Hz)	**Gesamt**	**vorne**	**links**	**hinten**	**rechts**	**oben**
100	85,7	79,6	76,1	79,7	76,2	80,2
125	92,2	86,4	83,5	86,4	83,2	85,6
160	95,1	89,7	87,1	89,9	86,9	85,1
200	97,0	91,1	88,1	91,3	87,6	90,7
250	98,0	92,4	89,1	92,5	88,8	91,0
315	98,4	92,5	89,7	92,5	89,4	91,9
400	99,0	93,3	90,5	93,2	90,0	91,9
500	99,1	93,5	90,6	93,3	89,9	92,1
630	98,6	93,1	89,9	92,9	89,7	91,5
800	98,8	93,2	89,9	93,0	89,9	91,7
1000	98,5	93,0	89,8	92,6	89,3	91,7
1250	100,4	94,8	91,8	94,5	90,8	93,6
1600	102,5	96,9	93,7	96,6	93,1	95,9
2000	100,6	95,1	92,0	94,5	91,6	94,0
2500	101,3	95,8	92,8	95,1	92,5	94,6
3150	98,9	94,1	90,7	92,4	90,0	91,2
4000	97,3	92,1	89,5	91,0	88,4	89,7
5000	96,9	91,3	88,7	90,6	87,9	90,3
6300	93,2	87,4	84,6	86,8	83,4	87,6

Tabelle 3 Messergebnis Schallleistung der Omnipower Schallquelle in Terzen

Die Ursache für die niedrigeren Werte bei 100Hz und 125 Hz dürften Resonanzen im Inneren des leeren Schalldämmgehäuses sein. Bei Betrieb mit den Geräten können sich diese nicht so ausbilden.

8.1.2.Schallleistung Schalldämmgehäuse Kellner KVG 800 2T UL

Das folgende Bild und die Tabelle zeigen das Spektrum der Schallleistung des Schalldämmgehäuses Type Kellner KVG 800 2T UL

	Lw,A [dB(A)] Schallschutzgehäuse KVG 800-2T-UL					
Frequenz (Hz)	**Gesamt**	**vorne**	**links**	**hinten**	**rechts**	**oben**
100	82,0	73,5	69,8	72,6	69,8	80,0
125	89,4	81,8	77,8	82,0	77,8	86,5
160	89,8	85,1	77,6	85,1	77,6	83,0
200	91,6	86,9	78,6	86,8	78,6	85,4
250	90,7	85,0	75,8	85,3	75,8	86,6
315	89,9	83,5	74,1	83,8	74,1	86,7
400	88,4	82,8	72,6	82,3	72,6	84,7
500	85,8	80,7	71,8	80,4	71,8	80,9
630	83,6	77,9	70,5	78,5	70,5	78,7
800	81,6	74,6	65,9	75,0	65,9	78,8
1000	79,8	70,7	62,0	71,2	62,0	78,3
1250	78,0	69,7	62,5	70,0	62,5	76,1
1600	79,3	72,7	67,1	73,0	67,1	75,6
2000	79,3	73,3	66,3	72,9	66,3	75,5
2500	80,5	72,8	66,7	73,2	66,7	78,0
3150	78,0	69,7	63,7	70,0	63,7	75,9
4000	77,6	69,3	62,9	71,4	62,9	74,9
5000	74,3	68,4	61,3	69,4	61,3	69,2
6300	68,6	63,2	56,6	63,9	56,6	62,7

Tabelle 4 Messergebnis Schallleistung Schalldämmgehäuse Type Kellner KVG 800 2T UL in Terzen

8.2. Schallleistungspegelminderung

8.2.1. Schallleistungspegelminderung Schalldämmgehäuse Type Kellner KVG 800 2T UL

Die folgende Tabelle zeigt die Werte der Schallleistungspegelminderung.

Dw [dB] KVG 800-2T-UL						
Frequenz (Hz)	Gesamt	vorne	links	hinten	rechts	oben
100	3,6	6,1	6,3	7,1	6,4	0,2
125	2,8	4,6	5,7	4,4	5,4	-0,9
160	5,6	4,6	9,5	4,8	9,3	2,1
200	5,8	4,2	9,5	4,5	9,0	5,3
250	7,6	7,4	13,3	7,2	13,0	4,4
315	8,7	9,0	15,6	8,7	15,3	5,2
400	10,9	10,5	17,9	10,9	17,4	7,2
500	13,6	12,8	18,8	12,9	18,1	11,2
630	15,3	15,2	19,4	14,4	19,2	12,8
800	17,3	18,6	24,0	18,0	24,0	12,9
1000	18,7	22,3	27,8	21,4	27,3	13,4
1250	22,3	25,1	29,3	24,5	28,3	17,5
1600	23,3	24,2	26,6	23,6	26,0	20,3
2000	21,6	21,8	25,7	21,6	25,3	18,5
2500	21,0	23,0	26,1	21,9	25,8	16,6
3150	20,9	24,4	27,0	22,4	26,3	15,3
4000	20,0	22,8	26,6	19,6	25,5	14,8
5000	23,0	22,9	27,4	21,2	26,6	21,1
6300	25,0	24,2	28,0	22,9	26,8	24,9
$D_{W\ Mittelwert}$	**19,3**	**20,6**	**24,5**	**19,5**	**23,8**	**16,6**
D_{Ww} 0,1 dB	**17,9**	**18,2**	**23,3**	**18,0**	**22,9**	**14,2**
D_{Ww}	**17,0**	**18,0**	**23,0**	**18,0**	**22,0**	**14,0**
C	**-1,0**	**-2,0**	**-2,0**	**-2,0**	**-1,0**	**-1,0**
Ctr	**-4,0**	**-5,0**	**-5,0**	**-5,0**	**-4,0**	**-4,0**

Tabelle 5 Terzergebnis Schallleistungspegelminderung Schalldämmgehäuse Type Kellner KVG 800 2T UL

Dw [dB] KVG 800-2T-UL						
Frequenz (Hz)	Gesamt	vorne	links	hinten	rechts	oben
125	3,8	5,0	6,9	5,3	6,7	0,3
250	7,2	6,4	12,1	6,4	11,6	4,9
500	12,9	12,4	18,7	12,5	18,2	9,7
1000	19,0	21,2	26,4	20,5	26,1	14,2
2000	21,9	22,9	26,1	22,3	25,7	18,2
4000	21,1	23,3	27,0	20,9	26,1	16,3
8000	25,0	24,2	28,0	22,9	26,8	24,9
$D_{W\ Mittelwert}$	**19,3**	**20,6**	**24,5**	**19,5**	**23,8**	**16,6**
D_{Ww} 0,1 dB	**17,9**	**18,2**	**23,3**	**18,0**	**22,9**	**14,2**
D_{Ww}	**17,0**	**18,0**	**23,0**	**18,0**	**22,0**	**14,0**
C	**-1,0**	**-2,0**	**-2,0**	**-2,0**	**-1,0**	**-1,0**
Ctr	**-4,0**	**-5,0**	**-5,0**	**-5,0**	**-4,0**	**-4,0**

Tabelle 6 Oktavergebnis Schallleistungspegelminderung Schalldämmgehäuse Type Kellner KVG 800 2T UL

Schallleistungspegel Gehäuse: SBB BTG, St. Triphon

Anlagennummer Nr. O125.132656

Hinweis:

Sämtliche Schallangaben sind Richtwerte (keine Garantiewerte).
Schallwerte für freies Schallfeld (ohne Reflexion etc.)
Ventilatorschallleistung gem. Herstellerangaben, Toleranz +4 dB auf Gesamtpegel (SN EN 13053)
Oktavschallleistungsangaben haben nur informativen Charakter
Kanalanschlüsse und Flex. Manchetten sind nicht berücksichtigt.
Veränderung der Schallleistung des Ventilators infolge Geräteeinbau:
- ohne Einbaukorrektur auf Ventilatorwerte - für Herstellervergleich
- **mit Einbaukorrektur auf Ventilatorwerte - für Bauakustik relevant**

Datum / Visum: 01.04.2025 Ec

Anlage: Pos: 1 **UML UML ULK 5.8kW**

Schallleistungspegel Gehäuse **ohne** Einbaukorrektur, Schallleistungspegel in **dBA**

Frequenzband Hz:	63	125	250	500	1'000	2'000	4'000	8'000	Gesamt
Schalldämm-Var. 1	**36**	**40**	**45**	**49**	**59**	**56**	**34**	**17**	**61**

Schallleistungspegel Gehäuse **mit** Einbaukorrektur, Schallleistungspegel in **dBA**

Frequenzband Hz:	63	125	250	500	1'000	2'000	4'000	8'000	Gesamt
Schalldämm-Var. 1	**41**	**46**	**51**	**55**	**64**	**61**	**39**	**22**	**66**

Anlage: Pos: 2 **UML UML ULK 7.8kW**

Schallleistungspegel Gehäuse **ohne** Einbaukorrektur, Schallleistungspegel in **dBA**

Frequenzband Hz:	63	125	250	500	1'000	2'000	4'000	8'000	Gesamt
Schalldämm-Var. 1	**38**	**44**	**49**	**53**	**62**	**60**	**38**	**29**	**65**

Schallleistungspegel Gehäuse **mit** Einbaukorrektur, Schallleistungspegel in **dBA**

Frequenzband Hz:	63	125	250	500	1'000	2'000	4'000	8'000	Gesamt
Schalldämm-Var. 1	**43**	**50**	**55**	**59**	**67**	**65**	**43**	**34**	**70**

Offerte	Kunde	**Flüma Klima AG, Ebikon**
O125.132656_2	Objekt	**SBB BTG, St.Triphon**
30.01.2025	Anlage (Gerät)	**UML ULK 7.8kW**

Sachbearbeiter Kunde **Dardan Korqaj**	Tel Kunde **041 445 68 28**	E-Mail Kunde **buchhaltung@fluema.ch**
Sachbearbeiter 7Air **Blt**	Tel 7Air **+41 (0)41 249 85 85**	E-Mail 7Air **rb.luzern@seven-air.com**

Max. Gesamtabmessungen Gerät (Höhe x Breite x Länge) **2380 mm x 1180 mm x gem. Skizze**	Gesamtgewicht Gerät **351 kg**	Aufstellung **500 m.ü.M.**	Umgebungsdruck **955 mbar**

Zuluft 2

Druckverlust Gerät tot. **286 Pa**

1	Gerätetyp **SKG 7.1**	Qualitätsstufe **1**	Abmessungen (Höhe x Breite x Länge) **780 mm x 1180 mm x gem. Skizze**	Gewicht **351 kg**
	Luftvolumenstrom **4000 m³/h**	Schallleistungspegel saugseitig 63 - 8000 Hz **41 48 57 59 60 62 62 55 dBA**	Total Schallleistungspegel saugseitig **68 dBA**	
		Schallleistungspegel druckseitig 63 - 8000 Hz **41 49 59 65 71 70 69 63 dBA**	Total Schallleistungspegel druckseitig **76 dBA**	

1 Geräteanschluss Deckelausschnitt Aussenluft — **6 Pa**

Zubehör:

1 Luftklappe innenliegend, Dichtheitsklasse 3 EN 1751, 1 Antriebsachse, ca. 2 Nm/Achse
1 Flex. Manschette isoliert
- Flex-Manschette mit Potentialausgleich 16 mm²

1 Leerteil

1 Geräteanschluss Deckelausschnitt Umluft

Zubehör:

1 Luftklappe innenliegend, Dichtheitsklasse 3 EN 1751, 1 Antriebsachse, ca. 2 Nm/Achse
1 Maschengitter

1 Staubfilterteil — **100 Pa**

Luftfilter Fabrikat **Taschenfilter**	Filterklasse **ISO ePM1 70% / F7**	Filterart **FFA-**	Druckverlust Anfang **50 Pa**	Druckverlust Ende **150 Pa**
Luftvolumenstrom **4000 m³/h**	Filterfläche **21.3 m²**	Einbau **ausziehbar**	Energieklasse EUROVENT **A+** RS 4/C/001-2019	

Anzahl/Typ Filterzellen
1 x TW-1/70 A+-592-592-450-H
1 x TW-1/70 A+-402-592-450-H

Zubehör:

1 Revisionstüre
1 Filtermanometer 250 Pa

1 Ventilatorteil mit freilaufendem Radiallaufrad und Direktantrieb — **0 Pa**

Gesamt-Luftvolumenstrom **4000 m³/h**	Druckverlust Extern **200 Pa**	Druckverlust Gerät **286 Pa**	Gesamtdruckerhöhung **stat. 486 Pa**	
Schallleistungspegel Oktavband saugseitig Gesamtsystem **43 51 62 66 68 70 70 64 dBA**		Schallleistungspegel total saugseitig Gesamtsystem **75 dBA**		
Schallleistungspegel Oktavband druckseitig Gesamtsystem **42 52 62 68 75 74 73 67 dBA**		Schallleistungspegel total druckseitig Gesamtsystem **80 dBA**		
1 Ventilator Fabrikat **ebm-papst**	Ventilator Typ **VBH0355CTPMS**	Leistungsbedarf Laufrad	Wirkungsgrad Laufrad	Ventilator Drehzahl **2558 min⁻¹**
k-Faktor Messdüse **145**	Wirkdruck Messdüse **720 Pa**			

Offerte	Kunde	**Flüma Klima AG, Ebikon**
O125.132656_2	Objekt	**SBB BTG, St.Triphon**
30.01.2025	Anlage (Gerät)	**UML ULK 7.8kW**

1

Motor Fabrikat	Motor Typ	Motor Nennstrom / Stk.	Motor Nennleistung / Stk.	Motor Nenndrehzahl
ebm-papst	**EC**	**2.30 A**	**1.50 kW**	**3100 min⁻¹**
Motor Frequenz Betrieb	Motor Frequenz max.	Motor Drehzahl max.	Motor Nennwirkungsgrad	
		3100 min⁻¹		
Gesamtsystem:		Gesamtleistung Betrieb	Statischer Gesamtwirkungsgrad Betrieb	Netzspannung / Netzfrequenz
Ventilator + Motor + Drehzahlregelung		**0.88 kW**	**61.5 %**	**3x400 V / 50 Hz**

Zubehör:

1 Revisionstüre
1 7Air-AD1 Differenzdruck/Volumenstrom - Anzeiger/Transmitter/Wächter IP65 (0-1000Pa)

Bemerkungen:

- EC-Motor mit Controller integriert, Motor vergleichbar mit Wirkungsgradklasse IE5, ohne Inbetriebnahme
- Ventilator mit Volumenstrom-Messvorrichtung, Messleitungen d = 6 mm nach aussen auf das im Zubehör enthaltene, aussen am Ventilatorteil montierte Mess-/Anzeigegerät geführt, elektrische Verdrahtung bauseits.
- Spezifische Ventilatorleistung P_SFP = 0.197 W/(m3/h), entspricht Klasse SFP 2 gemäss SIA 382/1

1 **Luftkühlerteil** — **63 Pa**

1

Luftkühler Fabrikat	Medium	Material Rohre/Lamellen	Lamellen Abstand	Rohrreihenzahl
Seven-Air	**PKW**	**Cu/Al**	**3.0 mm**	**4**
Luftvolumenstrom	Temperatur Eintritt	Feuchtigkeit Eintritt	Temperatur Austritt	Feuchtigkeit Austritt
4000 m³/h	**22.0 °C**	**45 % r.F.**	**16.0 °C**	**66 % r.F.**
Medium Vorlauf	Medium Rücklauf	Medium Volumenstrom	Medium Druckverlust	Leistung
10.0 °C	**16.0 °C**	**1116 l/h**	**9.8 kPa**	**7.8 kW**
Medium Nenndruck	Anschlüsse	Medium Inhalt		
16 bar	**1 1/4 "**	**13 l**		

Zubehör:

- Anschlüsse von Unten
- Bat.-Auszug auf breitseite

Bemerkungen:

- Typ: LKW P40-16

1 **Tropfenabscheiderteil** ALU mit Tropfenabscheider ausziehbar — **115 Pa**

Zubehör:

1 Nippel zu TA-Ablauf

1 **Geräteanschluss ganzer Querschnitt** — **2 Pa**

Zubehör und Bemerkungen Zuluft:

Bemerkungen:

- Hinweis: Schallangaben sind Richtwerte

Zubehör und Bemerkungen Gerät:

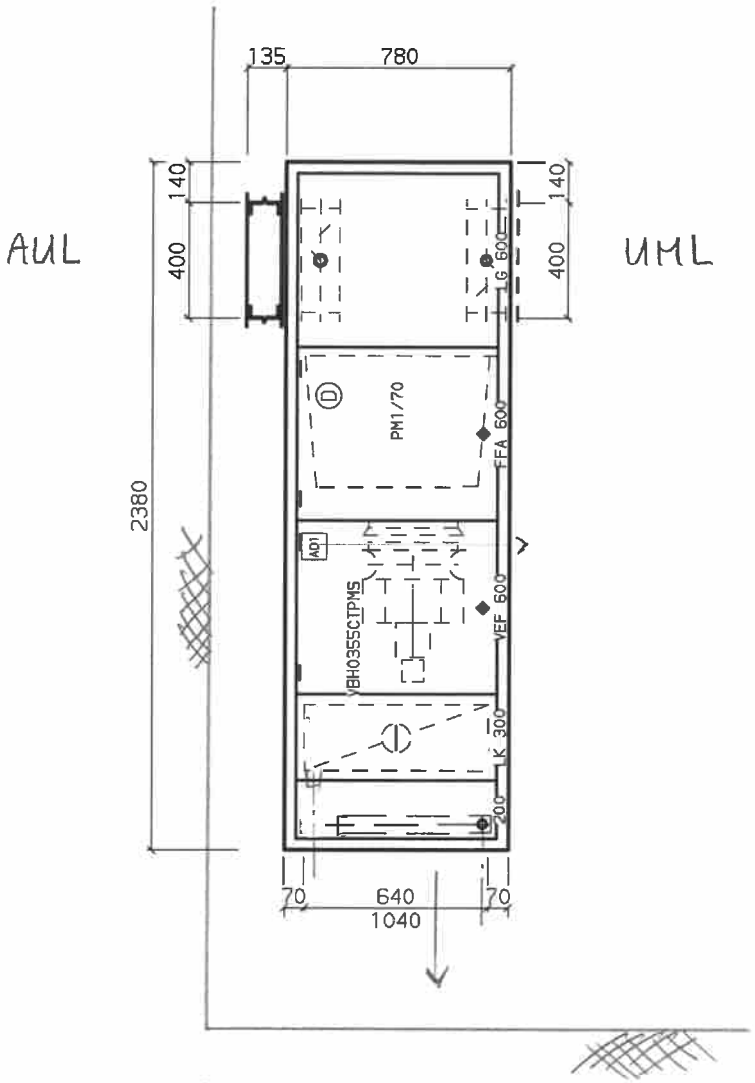
Bemerkungen Gerät:

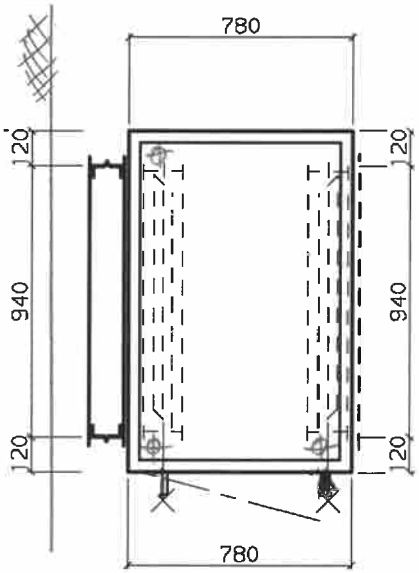
- Bauseitige Leistungen: Lieferung Steuer-/Regelung, Schaltschrank, Feldgeräte, Verdrahtungen, Verrohrungen, Sicherheitswanne unter Ausblas, Sockelrahmen, etc.

- 1-teilige Anlieferung

ZUL 351kg; Tot. 351kg

Aufriss Revisionsseite





Grundriss

Anz./Typ/Q-Stufe:	1 SKG 7.1 Q1	0124.132656_2	
Kunde:	Flüma Klima AG, Ebikon	Datum: 18-DEC-2024	
Objekt:	BTG Holz, Bern	Sachb.: Blt	
Anlage:	UML ULK 7.8kW		

Seven-Air Gebr. Meyer AG, Baselstr. 19, 6000 Luzern 7, Tel. 041 249 85 85, info@seven-air.com

Copyright by Seven-Air

Annexe M

CONCEPT DE SÉCURITÉ, PROTECTION CONTRE LES EXPLOSIONS – MODELL TITAN, GROUPE FROID ET POMPE À CHALEUR PROPANE

Bahntechnikgebäude H St. Triphon

Propan-Wärmepumpe

Sicherheitskonzept
Explosionsschutzdokument

Tensor Ingenius GmbH
Bernstrasse 1, 3312 Fraubrunnen
Tel. +41 78 668 31 11
www.tensor-ingenius.ch

20. März 2025

Inhaltsverzeichnis

1 Beschreibung 5

2 Grundlagen 6

3 Sicherheitstechnische Kenngrössen 6

4 Sicherheitstechnische Vorgaben 7

5 Kältemaschinen 7

6 Zulässige Kältemittel-Füllmengen 8

7 Freisetzung 8
71 Kontinuierliche geringfügige Freisetzung des Kältemittels 9
72 Plötzliche und vollständige Freisetzung des Kältemittels 9

8 Zoneneinteilung 11

9 Schutzmassnahmen 15
91 Technische Schutzmassnahmen 15
92 Organisatorische Schutzmassnahmen 15

Autor: Gabriel Caduff, Dr. sc. techn. ETH, Dipl. Betr.- u. Prod.-Ing. ETH, Sicherheitsingenieur EKAS
Korreferat: Katharina Kunze, Dipl.-Witschafts-Ing., Sicherheitsingenieur EKAS Risikomanager EOQ

Projektname	Propan-Wärempumpe BTG H St. Triphon	Dateiname, -besitzer	t0195 Sicherheitskonzept R2.indd, Ca
Projektnummer	t0195	Seiten, Anhänge	16 S.
Projektleiter	Gabriel Caduff	Status	definitiv
Auftraggeber	Premoco System AG	Verwendung	nur für internen Gebrauch
Berichtname	Sicherheitskonzept	ersetzt Dokument	vom 3. März 2025
Autoren	Gabriel Caduff	Geprüft PI (Datum, Visum)	Ca, 25. Februar 2025
Erstellt (Ort, Datum, Visum)	Fraubrunnen, 10. Februar 2025	Geprüft Ko (Datum, Visum)	KK, 18. März 2025
zur Kenntnis genommen (Datum, Visum)		Genehmigt (Datum, Visum)	

1 Beschreibung

Die Premoco System AG hat für die SBB ein modulares System für Bahntechnikgebäude entwickelt, welches vorwiegend für die Automatisierung der verkehrstechnischen Anlagen auf dem Streckennetz genutzt werden.

Die Kälteerzeugung dieser Bahntechnkikgeäude soll mit einer auf dem Dach (Fig. 1) im Freien aufgestellten Propan-Wärmepumpe des Typs Titan Sky Hi R0 SLN 3.1 / EC der Firma Swegon mit 31,8 kW Leistung und 2,1 kg Kältemittel erzeugt werden. Als Wärmeträger wird ein Wasser-Ethylenglykol Gemisch (30 %) verwendet. Auf dem Dach soll eine Photovoltaikanlage installiert werden.

Das Explosionsschutzdokument ist das erforderliche und anzuwendende Instrument für die Definition der Sicherheitsmassnahmen in Bezug auf Explosionsgefahren. Nach Art. 3 VUV muss der Arbeitgeber zur Wahrung und Verbesserung der Arbeitssicherheit alle Schutzmassnahmen treffen, die anerkannten sicherheitstechnischen und arbeitsmedizinischen Regeln entsprechen und den gegebenen Verhältnissen angemessen sind.

Fig. 1: Beispiel eines Premeco Bahntechnikgebäudes (Standort Bellinzona Quelle: Premeco System AG)



2 Grundlagen

- EN 378-1:2021 Kälteanlagen und Wärmepumpen - Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen - Teil 1: Grundlegende Anforderungen, Begriffe, Klassifikationen und Auswahlkriterien
- EN 378-2:2017 Kälteanlagen und Wärmepumpen - Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen - Teil 2: Konstruktion, Herstellung, Prüfung, Kennzeichnung und Dokumentation
- EN 378-3:2021 Kälteanlagen und Wärmepumpen - Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen - Teil 3: Aufstellungsort und Schutz von Personen
- EN 60079-10-1 Explosionsfähige Atmosphäre - Teil 10-1: Einteilung der Bereiche - Gasexplosionsgefährdete Bereich
- Suva Merkblatt 2153 Explosionsschutz. Grundsätze, Mindestvorschriften, Zonen.
- Suva Merkblatt 66139 Kälteanlagen und Wärmepumpen sicher betreiben[1]
- EnergieSchweiz, Bundesamt für Energie BFE: Kältemittel-Fibel
- Bundesamt für Umwelt BAFU, Kantone Aargau, Basel-Stadt, Bern, Freiburg, Luzern, Solothurn und Zürich: Störfallvorsorge bei Kälteanlagen,
- F. Pillar: Ausgewählte Berechnungsmodelle zur Beschreibung von Gefahrstoffexpositionen an Arbeitsplätzen

Hinweis: Die EN 378 gilt für neue Kälteanlagen, Erweiterungen oder Modifizierungen bereits bestehender Anlagen sowie für bestehende stationäre Anlagen, die an einen anderen Standort verbracht und dort betrieben werden. Sofern restriktivere nationale oder regionale Bestimmungen vorhanden sind, haben diese vor den Anforderungen der Norm EN 378 *Vorrang.*[2]

3 Sicherheitstechnische Kenngrössen

- Eingesetztes Kältemittel: Propan R 290
- Chemische Formel: C_3H_8
- Eingesetzte Menge Kältemittel: 2,1 kg pro Kreislauf
- Dichte gasförmig: 2,01 kg/m³ (0 °C, 1013 mbar)
- Dichte flüssig: 0,5812 kg/m³ (Siedepunkt -42,1 °C)
- Relative Dichte: 1,547 (schweres Gas nach EN 60079-10-1 5.4.4).
- Molare Masse: 44,09 g/mol
- Sicherheitsklasse gem. EN 378-1: A3
- Untere Explosionsgrenze (LFL) gem. EN 378-1: 0,038 kg/m³
- Expositionsgrenzwert für die akute Toxizität gem. EN 378-1 (ATEL): 0,09 kg/m³ (315 ppm)

---

[1] Das Merkblatt wird voraussichtlich bis Ende 2025 überarbeitet. Die Inhalte widersprechen aktuell teilweise der EN 378.

[2] Erleichterungen, z. B. wie in den Suva Informationen 66139 *Kälteanlagen und Wärmepumpen sicher betreiben* sind nicht vorgesehen.

- AEGL-2 Propan (acute exposure guideline level) Schwelle zu schwerwiegenden, lang andauernden oder fluchtbehindernden Wirkungen: 17 000 ppm (31 000 mg/m³ (60 Min.)
- Kurzzeitgrenzwert der Suva KZGW: 7 200 mg/m³ (4 000 ppm)
- 1 ppm Propan entspricht bei 20 °C 1,83287 mg/m³
- praktischer Grenzwert RCL EN 378- 1: 0,008 kg/m³

4 Sicherheitstechnische Vorgaben

Für Anlagen mit Kältemittel der Sicherheitsklasse A3 (Propan) sind verschiedene Sicherheitsmassnahmen erforderlich. Es sind gestalterische und technische Anforderungen nach nationalen Forderungen und Vorgaben der SN EN 378 umzusetzen. Schwerpunktthemen sind dabei der Brand-, Explosions- und Gesundheitsschutz, Notfallmassnahmen usw.

Laut VUV Art. 36 müssen in Betrieben oder Betriebsteilen mit Explosions- oder Brandgefahr die erforderlichen Massnahmen getroffen werden, damit die Arbeitnehmer vor diesen Gefahren geschützt sind. Das Suva Merkblatt 2153 konkretisiert die Bestimmungen von Art. 36 VUV und beschreibt die Mindestvorschriften gemäss europäischer Richtlinie 1999/92/EG (ATEX 137). Der Arbeitgeber hat in der Folge ein Explosionsschutzdokument zu erstellen und dieses auf dem letzten Stand zu halten.

Laut dem Loi sur l'aménagement du territoire et les constructions Art. 120 des Kantons Waadt dürfen Bauten und Anlagen, die besondere Schutzmassnahmen gegen Brand- und Explosionsgefahren erfordern ohne besondere Genehmigung weder gebaut, wiederaufgebaut, erweitert, umgebaut oder in ihrer Bestimmung geändert werden.

Eine Beurteilung der Explosionsrisiken und Massnahmen zu deren Reduktion ist daher auch ausserhalb der Arbeitsgesetzes erforderlich (siehe auch StGB Art. 223 Abs. 2).

Die Norm SN EN 378 stellt den Stand der Technik dar, weshalb sich die rechtliche Wirkung vermuten lässt.

5 Kältemaschinen

Zum Einsatz kommt die Wärmepumpe Typs Titan Sky Hi R0 SLN 3.1/EC der Firma Swegon mit einer Länge von 2 205 mm, einer Breite von 1130 mm und einer Höhe von 2 082 mm. Die technischen Daten sind in der Tabelle 1 dargestellt.

Tab. 1: Technische Daten der Wärmepumpen (Quelle: TCA)

	Abkürzung (Masseinheit)	Wert	Bemerkung
Kältemittel-Füllmenge	m (kg)	2,1	
Innendurchmesser Hochdruckleitung	Ø (m)	0,02	22 mm
Temperatur Hochdruck	T (K)	352,15	79 °C
Druck Hochdruck	p (pa)	3 000 000	30 bar
Innendurchmesser Niederdruckleitung	Ø (m)	0,0326	35 mm
Temperatur Niederdruck	T (K)	279,15	6 °C
Druck Niederdruck	p_B (pa)	1700 000	17 bar

6 Zulässige Kältemittel-Füllmengen

Für Kältemittel der Klasse A3 gilt keine Begrenzung der Füllmenge für die Aufstellung im Freien (Aufstellungsort Klasse III; Zugangsbereich "c": Gebäudeteile, zu denen nur befugte Personen Zutritt haben, die mit den allgemeinen und besonderen Sicherheitsvorkehrungen der Einrichtung vertraut sind). (EN 378-1 Tab. C.1 und C.2).

7 Freisetzung

Für die Beurteilung wird von zwei unterschiedlichen Szenarien für die Freissetzung ausgegangen:

1. Kontinuierliche geringfügige Freisetzung des Kältemittels durch eine kleine Undichtheit.
2. Plötzliche und vollständige Freisetzung des Kältemittels durch ein Versagen.

Die Freisetzungszenarien werden jeweils nach einer Annäherung[3] und einem Berechnungsverfahren nach Bernoulli[4] beurteilt. Die Szenarien werden jeweils für den schlechtesten aller vorstellbaren Fälle geführt.

Bei der Bestimmung des maximal möglichen Schadenausmasses wird eine Freisetzung des gesamten Inhalts aus einem geschlossenen Kältemittel-Kreislauf betrachtet.

Die Freisetzung ist wesentlich mit den physikalischen und chemischen Eigenschaften des Kältemittels sowie den in Kältemittelkreisläufen auftretenden Drücken und Temperaturen verbunden.

Allerdings breitet sich nicht in jedem Fall die gesamte freigesetzte Kältemittel-Füllmenge sofort gasförmig in der Umgebung aus. Je nach Freisetzungsort sammelt sich ein Teil des Propans als Flüssigkeitslache am Boden und verdunstet.

[3] Bundesamt für Umwelt BAFU, Kantone Aargau, Basel-Stadt, Bern, Freiburg, Luzern, Solothurn und Zürich: Störfallvorsorge bei Kälteanlagen.

[4] F. Pillar: Ausgewählte Berechnungsmodelle zur Beschreibung von Gefahrstoffexpositionen an Arbeitsplätzen.

Vom freigesetzten Gas mitgerissene Aerosoltröpfchen schlagen sich je nach Ausbreitungspfad mehr oder weniger an Hindernissen nieder (z. B. am Gebäude oder Dachaufbauten) und nehmen nur noch teilweise an der Wolkenausbreitung teil.

Der Anteil des sich wolkenförmig ausbreitenden Propan (Flash-Anteil) beträgt nach Tab. 2 rund 60 %.

Tab. 2: Entspannungsverdampfung von Propan im Hochdruckbereich[5]

	Abkürzung (Masseinheit)		Bemerkung
Austritttsemperatur	T_0 (K)	352,15	79 °C
Siedetemperatur bei Umgebungsdruck	T_S (K)	231,05	1,013 bar
spezifische Verdampfungsenthalpie	h_v (J/kg)	340 000	20 °C
spez. Wärmekapazität der Flüssigkeit	c_{pl} (J/kg K)	1696	25 °C, 1 bar
Anteil Entspannungsverdampfung	(–)	0,604	

71 Kontinuierliche geringfügige Freisetzung des Kältemittels

Es wird ein kleines Leck mit einem Durchmesser von 1 mm im Nieder- und Hochdruckkreislauf angenommen. Aus diesen Öffnungen erfolgt eine Gas-Ausströmung mit einem Massenstrom von 3,71 g/s für die Niederdruckleitung und 5,77 g/s für die Hochdruckleitung (Tab. 3). Die Festlegung in EN 387-3 Ziff. 6.3.3 geht von einer maximalen Leckagerate bei einer kontinuierlichen geringfügigen Freisetzung des Kältemittel von 10 kg/h bzw. 2,8 g/s aus. Für die weiteren Beurteilungen wird für die kontinuierliche geringfügige Freisetzung von einem Massenstrom von 5,77 g/s ausgegangen.

72 Plötzliche und vollständige Freisetzung des Kältemittels

Als ungünstigster Fall wird nach BAFU[6] davon ausgegangen, dass innerhalb von 5 Minuten das gesamte Kältemittel im entsprechenden Anlagenteil freigesetzt wird. Mit einer Menge Propan von 2,1 kg pro Kreislauf beträgt die Freisetzungsrate im Freien 7 g/s (Tab. 3).

Für ein Versagen wird ein Öffnungsquerschnitt von 5 mm² angenommen[7]. Die Freisetzungsrate erreicht (nach Bernoulli) mit einem Wolkenanteil von 60 % für die Niederdruckleitung 4,14 g/s und die Hochdruckleitung 3,99 g/s (Tab. 5). Für die weiteren Betrachtungen wird für die plötzliche und vollständige Freisetzung von einem Massenstrom vom 7 g/s ausgegangen.

---

[5] DECHEMA Auswirkungsbetrachtungen bei störungsbedingten Stoff- und Energiefreisetzungen in der Prozessindustrie, Methodenübersicht und industrielle Anwendung Formel 4.12a bzw. Abb. 4.8.

[6] Bundesamt für Umwelt BAFU, Kantone Aargau, Basel-Stadt, Bern, Freiburg, Luzern, Solothurn und Zürich: Störfallvorsorge bei Kälteanlagen,

[7] Typischer Wert nach EN 60079-10-1 Tab. B.1 für die Bedingungen, bei denen sich die Freisetzung zu einem schwerwiegenden Ausfall für Dichtungselemente an beweglichen Teilen mit hoher Geschwindigkeit aufweiten kann.

Tab. 3: Kontinuierliche geringfügige Freisetzung in der Nieder- und Hochdruckleitung (nach Bernoulli)

	Abkürzung (Masseinheit)	Niederdruck	Hochdruck	Bemerkung
Behälterdruck	p_B (pa)	1700000	300000	
Umgebungsdruck	p_∞ (pa)	101325		
Wärmekapazität bei konstantem Druck	C_P (kJ/kg/K)	1,6100	1,9170	
Wärmekapazität bei konstantem Volumen	C_V (kJ/kg/K)	1,4030	1,7210	
Isentropenexponent	γ	1,1475	1,1139	
Koeffizient Öffnungscharakteristik	C_D (–)	1		strömungsmechanisch wirksamer Querschnitt
Emissionsfläche	$A_{Öff}$ (m^2)	$7{,}854 \cdot 10^{-7}$		
Dichte Gas	ρ_i (kg/m^3)	32,31	45,19	
Massenstrom	Q (kg/s)	$3{,}71 \cdot 10^{-3}$	$5{,}77 \cdot 10^{-3}$	überkritischer Strömungszustand

Tab. 4: Plötzliche und vollständige Freisetzung nach BAFU

	Abkürzung (Masseinheit)	Wert	Bemerkung
Menge Kältemittel	kg	2,1	
maximaler Massenstrom Raum	Q (kg/s)	0,007	$K_{Ort\ (WP)}$ 1; $K_{V,K\ max}$ =1

Tab. 5: Plötzliche und vollständige Freisetzung in der Nieder- und Hochdruckleitung (nach Bernoulli)

	Abkürzung (Masseinheit)	Niederdruck	Hochdruck	Bemerkung
Behälterdruck	p_B (pa)	1700000	300000	
Umgebungsdruck	p_∞ (pa)	101325		
Wärmekapazität bei konstantem Druck	C_P (kJ/kg/K)	1,6100	1,9170	
Wärmekapazität bei konstantem Volumen	C_V (kJ/kg/K)	1,4030	1,7210	
Isentropenexponent	γ	1,1475	1,1139	
Koeffizient Öffnungscharakteristik	C_D (–)	1		strömungsmechanisch wirksamer Querschnitt
Emissionsfläche	$A_{Öff}$ (m^2)	$5{,}0^{-6}$		
Dichte Gas	ρ_i (kg/m^3)	32,31	45,19	
Massenstrom	Q (kg/s)	$6{,}90 \cdot 10^{-3}$	$6{,}65 \cdot 10^{-3}$	
Massenstrom Verdampfung	Q (kg/s)	$4{,}14 \cdot 10^{-3}$	$3{,}99 \cdot 10^{-3}$	60 % Entspannungsverdammung

8 Zoneneinteilung

Mit einer Luftgeschwindigkeit 0,6 m/s (Bereich mit Hindernissen, Höhe 2 bis 5 m über dem Boden, Bereiche ohne Hindernisse, Gase schwerer als Luft gem. EN 60079-10-1 Tabelle C.1), einer Freisetzungsrate von 7,0 g/s und einer Freisetzungseigenschaft von 0,225 m^3/s (Tabelle 6) folgt eine mittlere Verdünnung (Fig. 2) und mit einem sekundären Freisetzungsgrad die **Zone 2** (EN 60079-10-1 Tabelle D.1) im Bereich von **3 m in allen Richtungen um die Wärmepumpe**[8] herum (Fig. 2, 3). Für die Zone wird eine rechteckige Geometrie gewählt (Fig. 4)[9].

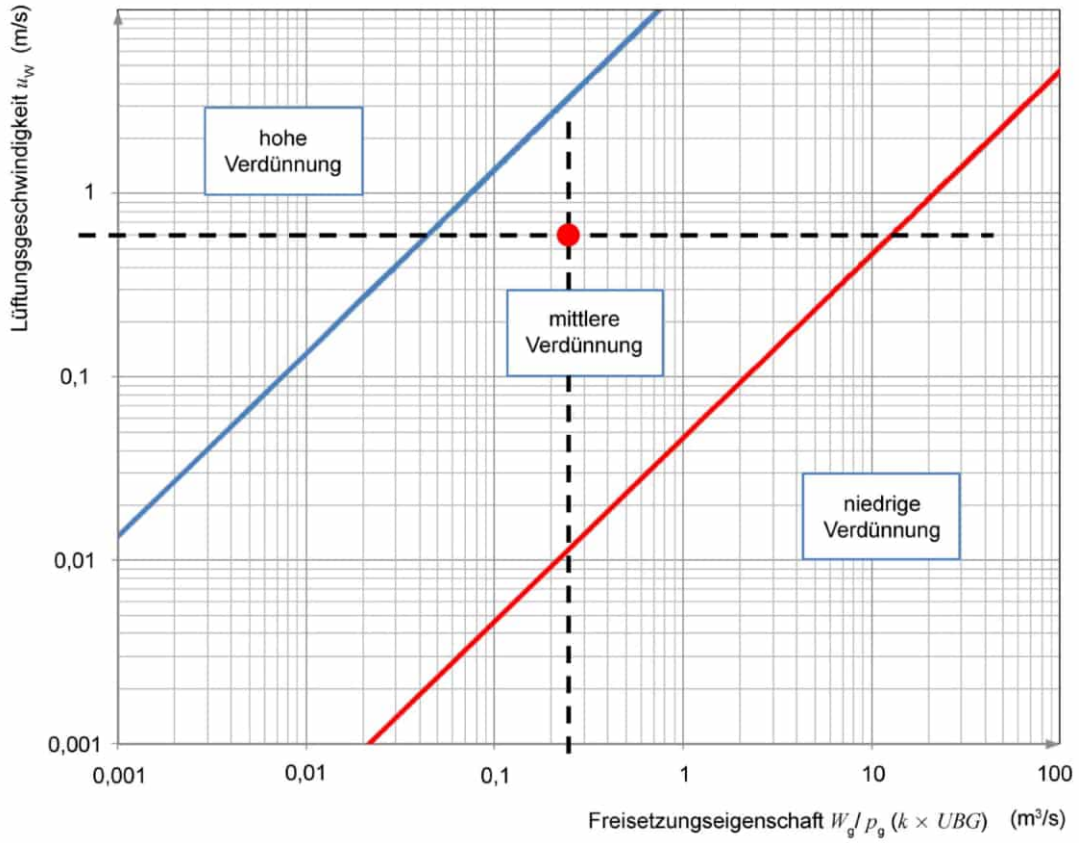
[8] In Anlehnung an EN 60079-10-1 Beispiel Nr. 4 Ausdehnung der Zone zwischen schweres Gas und diffuser Strahlfreisetzung.

[9] Gemäss den Erläuterungen zu den Beispielen im Suva Merkblatt 2143. In der EN 60079-10-1 wird das Schnurmass verwendet.

Tab. 6: Freisetzungseigenschaft[10]

	Abkürzung (Mass-einheit)	Maschinen-raum	Bemerkung
Freisetzungsrate	W_g (kg/s)	0,007	Niederdruck
atmosphärischer Druck	p_a (Pa)	101325	
Molmasse Propan	M (kg/kmol)	44,09	
Untere Brennbarkeitsgrenze	UBG (Vol/Vol)	0,017	
Gaskonstante	R (J/kmol K)	8'314	
Sicherheitsfaktor	k	1	
Umgebungstemperatur	T_a (K)	293,15	20 °C
Gasdichte atm.	p_g (kg/m³)	1,83	
Freisetzungseigenschaft	**(m³/s)**	**0,225**	

Fig. 2: Verdünnung (nach EN 60079-10-1 Bild C.1)



[10] Nach EN 60079-10-1 Anhang D

Fig. 3: Explosionsgefährdeter Abstand (nach EN 60079-10-1 Bild D.1)

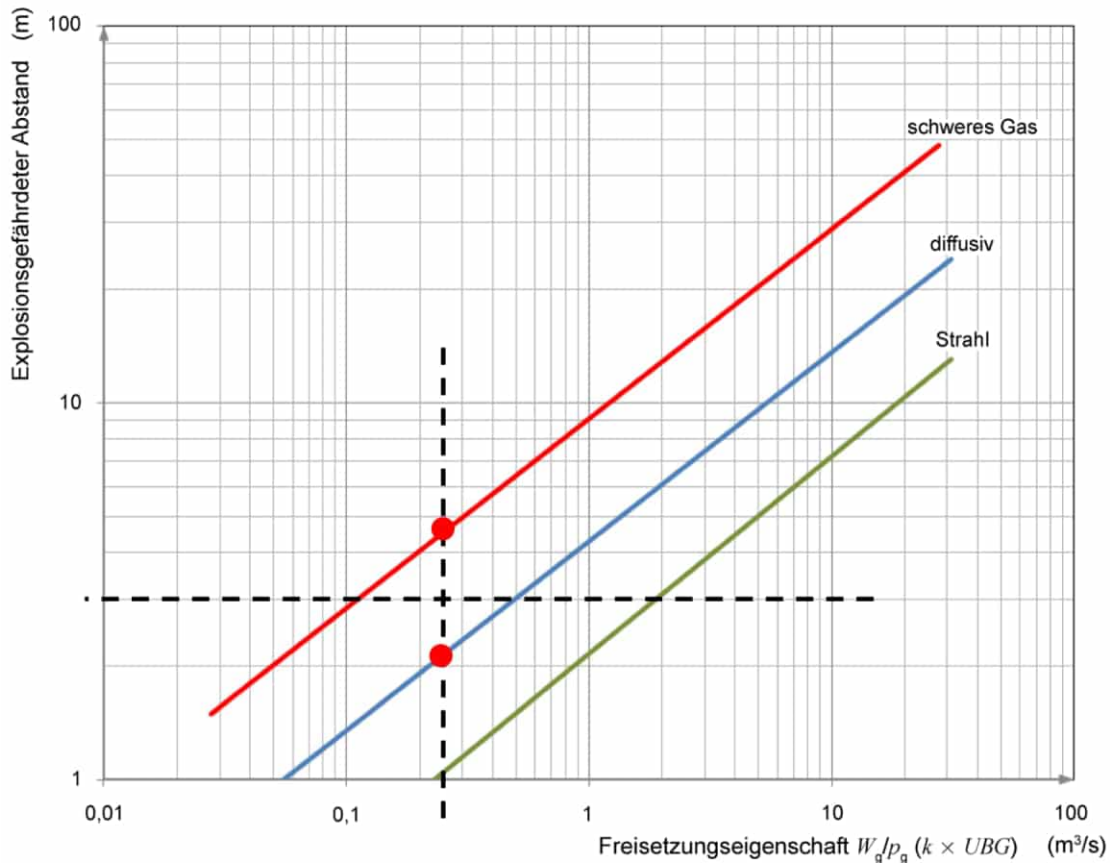
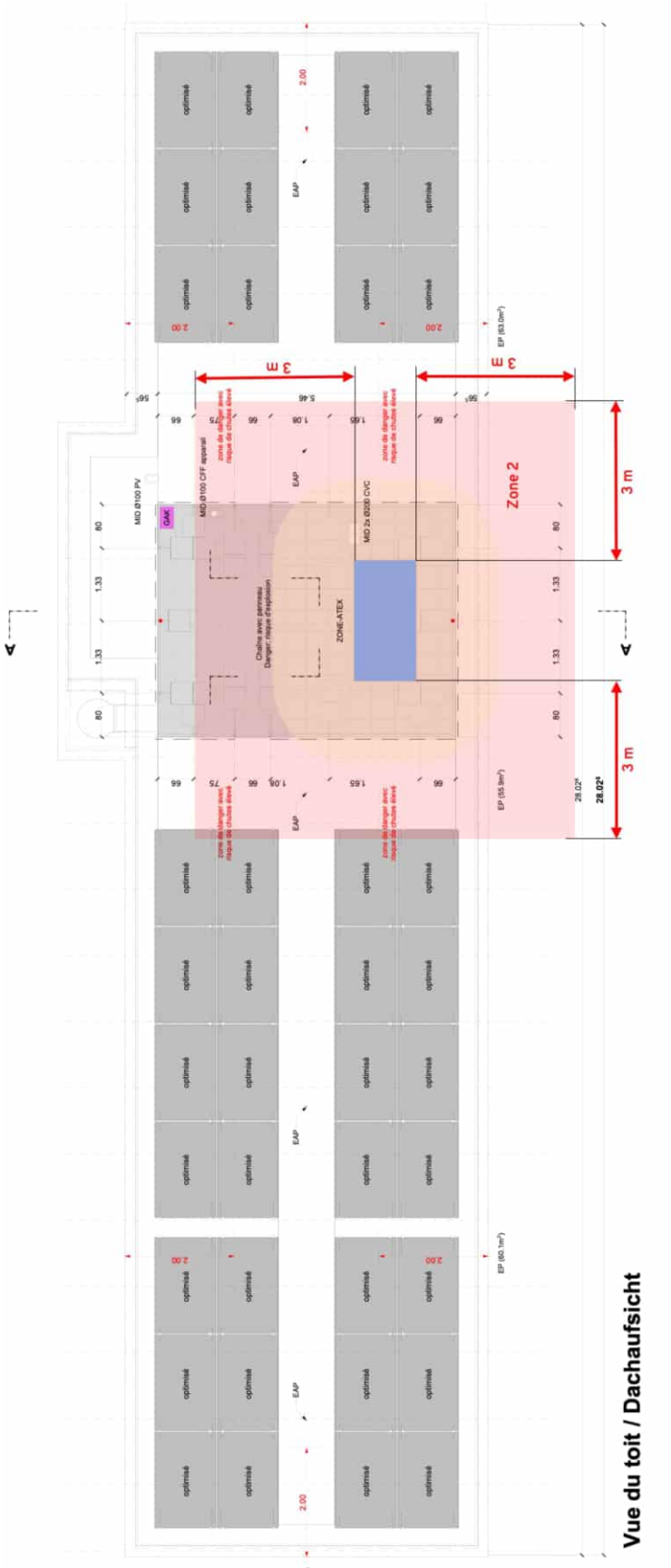


Fig. 4: Aufstellungsort der Wärmepumpe mit approximativ dargestellter Zone



9 Schutzmassnahmen

91 Technische Schutzmassnahmen

- Der Betreiber muss sicherstellen, dass ausschliesslich befugte Personen Zutritt haben, die mit den allgemeinen und besonderen Sicherheitsvorkehrungen der Einrichtung vertraut sind (Zugangsbereich "c"). (EN 378-1 Tab. 4)
- Kältemittel darf nicht in benachbarte Räume (z. B über Lüftungsöffnungen), Treppenaufgänge, Höfe, Gänge oder Entwässerungssysteme des Gebäudes gelangen. Der Kanaleinlauf ist dauerhaft zu verschliessen oder mindestens zu siphonieren, damit sich austretendes Propan nicht ansammeln kann. Siphons sind ständig mit Wasser gefüllt zu halten. (Suva 2153 Kap. 1.6)
- Im Bereich von 3 m um die Wärmepumpe sind keine offenen Flammen oder andere Zündquellen zulässig[11] (ausser bei Überwachung der Kältemittelkonzentration und mit Bewilligung für Heissarbeiten). (EKAS Richtlinie 6509 Anhang 1)
- Innerhalb der Zone 2 sind elektrische Geräte der Kategorien 1 bis 3 zugelassen. (Suva 2153 Ziff. 3.3)
- Die Zone ist zu kennzeichnen (z.B. Warnzeichen: Warnung vor explosionsfähiger Atmosphäre Suva 1729/90). (Suva 2153 Kap. 6.7)
- Die Einrichtungen in den Gefahrenbereichen sind gegen Zündgefahren durch Blitzeinschlag durch Anschluss elektrisch leitender Anlageteile an Erdung oder Potenzialausgleich zu schützen. (Suva 2153 Ziff. 3.3)
- Das Gebäude und die Anlagen in den explosionsgefährdeten Bereichen sind an eine FI-Schutzschaltung anzuschliessen.
- An zweckmässigen Stellen sind Lösch- und Kühleinrichtungen und Handfeuerlöscher zu installieren. Die Stellen sind zu kennzeichnen. Die Löschmittel dienen dem allgemeinen Brandfall. (VKF Richtlinie 18-15)

92 Organisatorische Schutzmassnahmen

- Sämtliche Arbeitsmittel sind gemäss den Angaben des Herstellers fachgerecht in Stand zu halten. Die Instandhaltung ist zu dokumentieren. (VUV Art. 32b)
- Für die Durchführung von Instandsetzungsarbeiten innerhalb der Zone, wie Schweissen oder Schleifen (Heissarbeiten), ist eine Bewilligung für Schweissarbeiten auszustellen (Beispiel siehe Anhang EKAS-Richtlinie 6509).
- Es ist ein Erste-Hilfe-Konzept zu etablieren, welches die Aufgaben, Kompetenzen und Verantwortung jener Personen regelt, die Erste Hilfe leisten. Ziel ist, dass zu Betriebszeiten innert drei Minuten nach dem Ereignis Ersthelfer am Ereignisort eintreffen. (Seco Wegleitung zu ArGV 3 Art. 36)

[11] Aus praktischen Gründen wird für die Darstellung der Zonen eine rechteckige Geometrie gewählt, wobei in der Horizontalen die örtlichen Gegebenheiten wie Wannen, Wände und Behinderungen zu berücksichtigen sind (siehe Suva 2153 Erläuterungen zu den Beispielen).

- Es sind nachweislich praxisbezogene Übungen der Sicherheitsorganisation durchzuführen. Betriebsangehörige müssen über Funktion und Wirkung der vorhandenen Schutzeinrichtungen instruiert sein. (In Anlehnung an VKF Richtlinie 12-15 Ziff. 6.4)

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

01.91.02

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100
Ligne : 159 km : 0.000 - 0.640

Canton : Vaud
Communes : Prangins, Nyon

Echelle	Format
-	A4

N° Plan
-

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

CONCEPT D'EVACUATION DES EAUX DE CHANTIER



CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

Aimé Morel
Auteur de projet

IM Engineering | IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	09.10.2024	asi	mo		Version initiale
2	06.12.2024	asi	mo		Selon retour Environnement
3					
4					

Table des matières

1	Introduction	3
1.1	Champ d'application et but	3
1.2	Description de l'objet	3
1.3	Prescriptions et normes prises en considération	3
2	Evacuation des eaux	4
2.1	Bases	4
2.2	Résultats de l'évaluation des risques liés à la protection des eaux	20
2.3	Nature des eaux de chantier	23
3	Substances pouvant polluer les eaux	25
3.1	Substances et stockages	25
3.2	Manipulations des substances pouvant polluer les eaux	25
4	Mesures organisationnelles	26
4.1	Formation du personnel	26
4.2	Exploitation, surveillance, maintenance et entretien	26
4.3	Mesures d'urgence et concept d'alarme	26
Annexe 1 : Tableau « chantier « du chapitre 3.3 des instruction pratiques pour la protection des eaux souterraines (OFEV, 2004)		27

1 Introduction

1.1 Champ d'application et but

Le présent document décrit les principales mesures à prendre pour garantir le traitement et l'évacuation des eaux de chantier du projet de renouvellement de l'enclenchement de Nyon.

Lors des phases de réalisation du projet, les prescriptions décrites dans le présent document, ainsi que les prescriptions usuelles devront être respectées. En particulier, pour garantir la protection des eaux, le chantier devra être exécuté selon la norme SIA 431 « Évacuation des eaux de chantier » et le tableau « Chantiers » du chapitre 3.3 des Instructions pratiques pour la protection des eaux souterraines (OFEV, 2004)[1].

1.2 Description de l'objet

Les caractéristiques principales du projet sont décrites dans les pièces « 01.01_Condensé de projet » et « 01.04_Rapport technique ».

Les travaux de génie civil étants répartis ponctuellement sur plusieurs kilomètres entre Gland et Coppet, le présent document répertorie les principales zones d'installations de chantier et de travaux de génie civil. Celles-ci peuvent être regroupées de la manière suivante :

1. Gare de Nyon
2. Prangins
3. Autres

1.3 Prescriptions et normes prises en considération

1.3.1 Bases légales

[1]	LEaux	(2023)	Loi fédérale sur la protection des eaux, RS 814.20
[2]	OEaux	(2023)	Ordonnance sur la protection des eaux, RS 814.201
[3]	OLED	(2024)	Ordonnance sur la limitation et l'élimination des déchets, RS 814.600

1.3.2 Normes

[4]	SIA 431	(2022)	Traitement et évacuation des eaux de chantier
[5]	VSS 40 350	(2019)	Evacuation des eaux de chaussées; intensité des pluies
[6]	VSS 40 353	(2019)	Evacuation des eaux de chaussée - Bases pour la détermination du débit
[7]	FB 400-0207	(2021)	PEQ Évacuation des eaux de la voie ferrée

[1] Tableau en annexe 1 du présent rapport

2 Evacuation des eaux

2.1 Bases

2.1.1 Taille du projet

Selon la norme SIA 431 [4], la taille du projet a un impact sur l'évaluation des risques liés à la protection des eaux. Les paramètres suivants sont notamment utilisés :

- Investissement
- Volume
- Ouvrage soumis à EIE

Ces derniers sont analysés ci-après, en regard des seuils indiqués par la norme précitée.

2.1.1.1 Investissement

A ce stade du projet, le coût des travaux de génie civil, ayant un impact sur les eaux de chantier, sont estimés à moins 10 mio.

2.1.1.2 Volume

S'agissant d'un projet ferroviaire réparti ponctuellement sur plusieurs kilomètres, il est difficile d'estimer un volume de l'ensemble du projet.

Selon le § 2.4.3.2 de la norme SIA 431, le critère de volume est plus pertinent pour des projets de construction de bâtiments.

2.1.1.3 Ouvrage soumis à une EIE

Le projet n'est pas soumis à une EIE.

2.1.2 Processus avec risques pour les eaux

Les travaux de génie civil suivants sont prévus dans le projet :

- Dépollution place BS
- Réalisation de fondations et socles divers en béton
  - LC/SAZ
  - Bâtiment de service
  - Escaliers d'accès
  - Clôtures
- Réalisation de pieux, micropieux et clous
- Réalisation de murs de soutènement (y.c. en béton projeté).
- Traversée à câble réalisée avec microtunnelier
- Traversées à câbles réalisées en fouille ouverte
- Modification de chambres EC
- Démolition de fondations existantes

Parmi les travaux précités, les travaux suivants sont considérés comme ayant un risque pour les eaux :

- Réalisation de pieux, micropieux et clous.
- Travaux de bétonnage dans les eaux souterraines, certaines fondations ayant un fond de fouille en dessous du niveau piézométrique.
- Traversée à câble réalisée avec microtunnelier.

2.1.3 Risque pour les biens à protéger

2.1.3.1 Emplacement du chantier par rapport aux secteurs, zones et périmètres de protection des eaux souterraines, aux sites pollués et aux zones de dangers naturels

2.1.3.1.1 Gare de Nyon

Zone de protection des eaux

Comme il est possible de le voir sur la Figure 1, la place d'installation de chantier de la gare de Nyon est située en secteur üB.



Figure 1: Plan des zones de protection des eaux au droit de l'installation de chantier de la gare (en vert). Source : guichet cartographique du canton de Vaud.

Site pollué :

Comme il est possible de le voir sur la Figure 2, la place d'installation de chantier de la gare est partiellement située sur une parcelle polluée.



Figure 2: Plan des sites potentiellement pollués au droit de l'installation de chantier de la gare (en vert). Source : guichet cartographique du canton de Vaud.

Dangers naturels :

Comme il est possible de le voir sur la Figure 3, la place d'installation de chantier de Nyon est partiellement touchée par l'aléa de ruissellement.



Figure 3: Plan des dangers naturels au droit de l'installation de chantier de la gare (en vert). Source : guichet cartographique du canton de Vaud.

2.1.3.1.2 Prangins

Zone de protection des eaux :

Comme il est possible de le voir sur la Figure 4, la place d'installation de chantier de Prangins est située en secteur üB.



Figure 4: Plan des zones de protection des eaux au droit de l'installation de chantier du BS (en vert). Source : guichet cartographique du canton de Vaud.

Site pollué :

Comme il est possible de le voir sur la Figure 5, la place d'installation de chantier de Prangins n'est pas située sur un site pollué.



Figure 5: Plan des sites potentiellement pollués au droit de l'installation de chantier du BS (en vert). Source : guichet cartographique du canton de Vaud.

Dangers naturels :

Comme il est possible de le voir sur la Figure 6, la place d'installation de chantier de Prangins est partiellement touchée par l'aléa de ruissellement.



Figure 6: Plan des dangers naturels au droit de l'installation de chantier du BS (en vert). Source : guichet cartographique du canton de Vaud.

2.1.3.1.3 Autres

Zone de protection des eaux :

Comme démontré sur les figures suivantes, seule l'installation de chantier de l'aérodrome est sur une zone de protection Au. Les autres zones sont en zone üB.

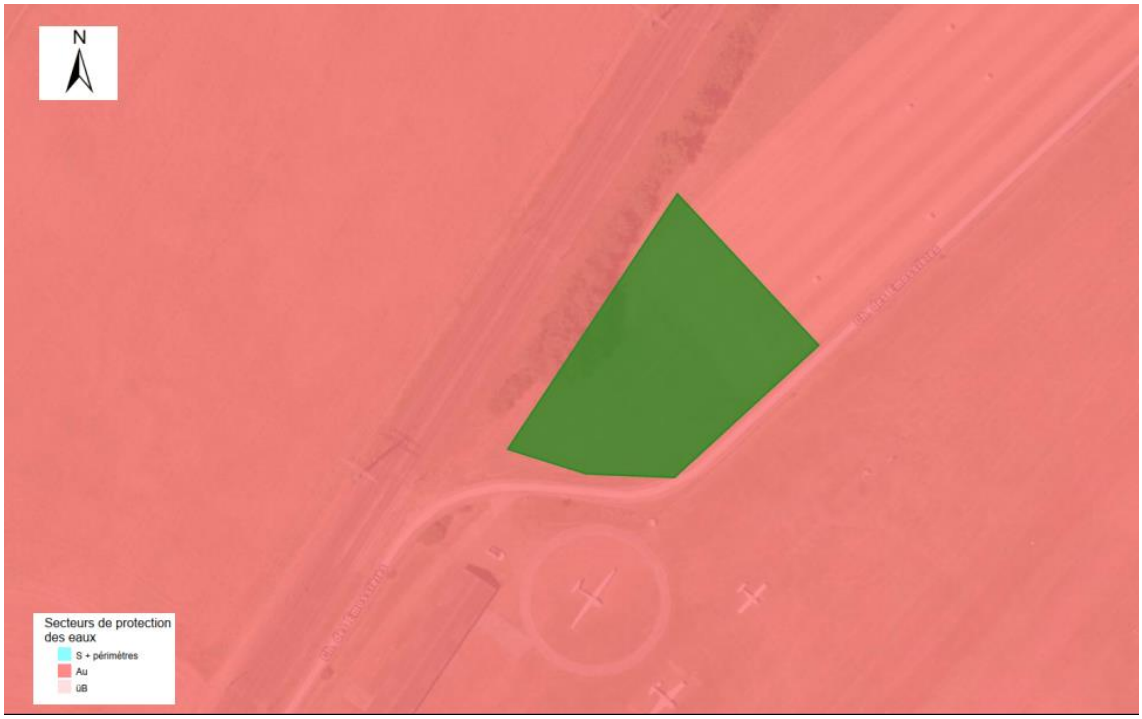


Figure 7: Plan des zones de protection des eaux au droit de l'installation de chantier (en vert) de l'aérodrome. Source : guichet cartographique du canton de Vaud.



Figure 8: Plan des zones de protection des eaux au droit du mur de soutènement de KV. Source : guichet cartographique du canton de Vaud.

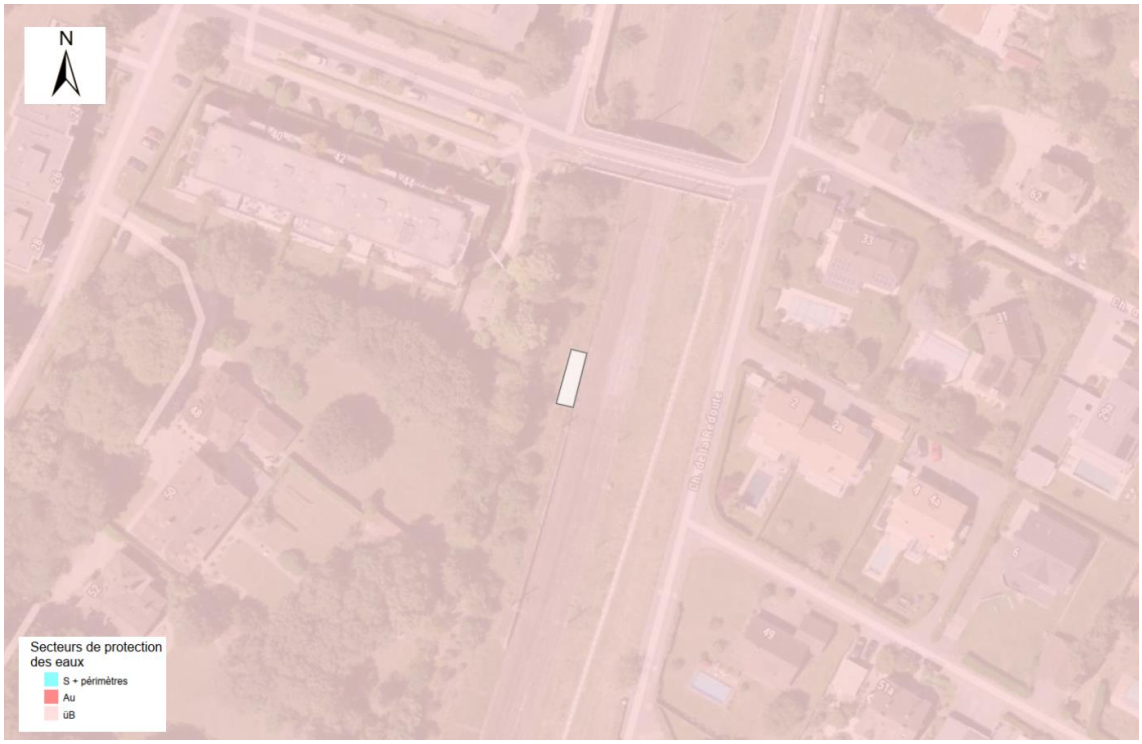


Figure 9: Plan des zones de protection des eaux au droit du mur bacs à fleurs. Source : guichet cartographique du canton de Vaud.



Figure 10: Plan des zones de protection des eaux au droit des fondations sur micropieux. Source : guichet cartographique du canton de Vaud.

Sites pollués :

Aucune zone d'installation de chantier ou de travaux n'est touchée par une zone polluée connue.



Figure 11: Plan des sites potentiellement pollués au droit de l'installation de chantier de l'aérodrome (en vert). Source : guichet cartographique du canton de Vaud.



Figure 12: Plan des sites potentiellement pollués au droit du mur de soutènement de KV. Source : guichet cartographique du canton de Vaud.



Figure 13: Plan des sites potentiellement pollués au droit du mur bacs à fleurs. Source : guichet cartographique du canton de Vaud.



Figure 14: Plan des sites potentiellement pollués au droit des fondations sur micropieux. Source : guichet cartographique du canton de Vaud.

Dangers naturels :

Certaines zones de chantier ou d'installation de chantier sont légèrement touchées par l'aléa de ruissellement.



Figure 15: Plan des dangers naturels au droit de l'installation de chantier de l'aérodrome (en vert). Source : guichet cartographique du canton de Vaud.



Figure 16: Plan des dangers naturels au droit du mur de soutènement de KV. Source : guichet cartographique du canton de Vaud.

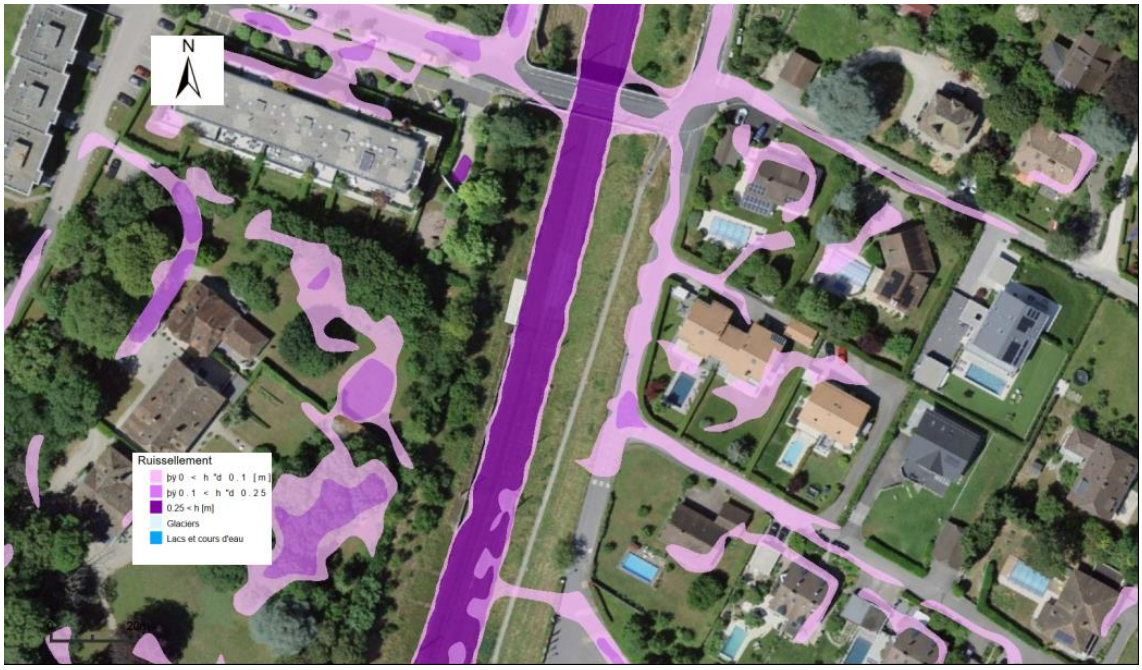


Figure 17: Plan des dangers naturels au droit du mur bacs à fleurs. Source : guichet cartographique du canton de Vaud.

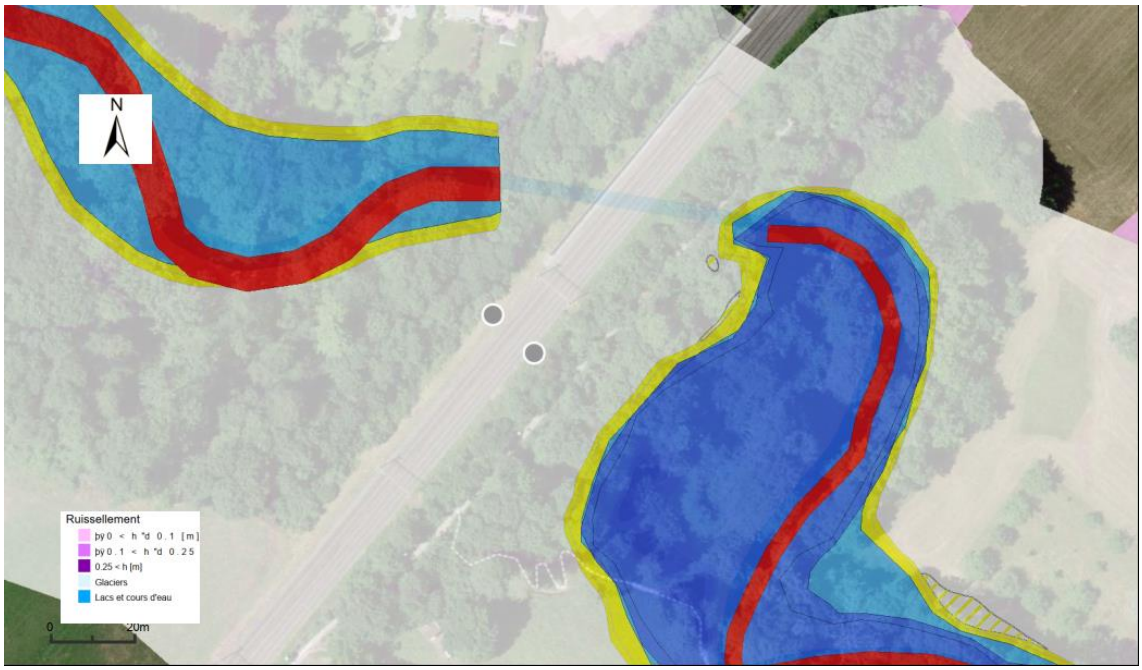


Figure 18: Plan des dangers naturels au droit de l'installation au droit des fondations sur micropieux. Source : guichet cartographique du canton de Vaud.

2.1.3.2 Proportions d'eaux de fouille et d'eaux souterraines

Certaines activités auront un impact sur les eaux souterraines, comme la réalisation de la traversée principale ou la réalisation de pieux / micropieux.

Pour le reste des travaux GC, il s'agit principalement des eaux de fouille.

La proportion des eaux de fouille et d'eaux souterraines sera définie lors de phases projet suivantes.

2.1.3.3 Capacités hydrauliques des réseaux d'assainissement, de la STEP

Les capacités hydrauliques des STEP ont été analysés par secteurs.

Les capacités hydrauliques des STEP et surtout des réseaux seront déterminées plus précisément par l'entreprise lors de la phase suivante, selon ses besoins, pour chaque chantier ponctuel le long de la ligne. En effet, en fonction de la méthode de travail choisie et des machines engagées, les volumes d'eaux de chantier peuvent varier.

2.1.3.3.1 Gare de Nyon

Le réseau d'eaux usées de Nyon est raccordé à la STEP de la ville, ayant une capacité hydraulique de 40'000 équivalents habitants. Le débit moyen traité est de 7323 m³/j, soit environ légèrement plus de 84 l/s.

2.1.3.3.2 Prangins

Le réseau d'eaux usées de Prangins est raccordé à la STEP de la commune, ayant une capacité hydraulique de 3'600 équivalents habitants. Le débit moyen traité est de 930 m³/j, soit environ légèrement plus de 10 l/s.

2.1.3.3.3 Autres

Le projet étant réparti sur plusieurs kilomètres et touchant de nombreuses communes, les capacités des réseaux potentiellement concernées ne sont actuellement pas répertoriées.

Cependant, une grande majorité des travaux génie civil est concentrée sur les communes de Prangins et de Nyon, dont les capacités et débits moyens sont traités aux chapitres précédents.

Certains travaux étant prévus sur les communes de Gland et Crans (VD), leur STEP seront potentiellement concernées.

La STEP de Gland a une capacité hydraulique de 35'000 équivalents habitants et traite un débit moyen de 8844 m³/j, soit 102 l/s.

La STEP de Crans est en revanche hors service. La commune est raccordée à la STEP de Commugny, d'une capacité hydraulique de 30'000 équivalents habitants et ayant un débit moyen de 6106 m³/j, soit environ 70 l/s.

2.1.3.4 Q_{MH} et état écologique des eaux superficielles à proximité

Les capacités hydrauliques des eaux superficielles ont été analysés par secteurs.

Tel que décrit au chapitre précédent, le volume des eaux de chantier pouvant varier selon la méthode de travail choisie par l'entreprise pour chaque chantier ponctuel le long de la ligne, le Q_{MH} et l'état des eaux superficielles à proximités seront analysées plus précisément par l'entreprise lors de la phase suivante, selon ses besoins, pour chaque chantier ponctuel le long de la ligne.

De plus, la capacité réelle des collecteurs EC au point de raccord sera vérifiée par l'entreprise adjudicatrice et des mesures (bassin de rétention, ...) seront mises en place si les débits de rejet sont plus élevés que les capacités des collecteurs.

2.1.3.4.1 Gare de Nyon

La place d'installation de chantier à Nyon se situe à proximité de l'Asse. Le débit d'étiage de ce cours d'eau qui se jette dans le lac Léman est de Q_{347} = 160 L/s.

Cependant, la ville de Nyon a fixé un débit de rejet aux cours d'eau de 20L/s/ha.

2.1.3.4.2 Prangins

La place d'installation de chantier de Prangins ne se situe à proximité d'aucun cours d'eau. Il serait cependant possible de se raccorder au réseau EC de la commune, dont l'exutoire semble être, selon le géoportail de la commune, le ruisseau de la Chenalette.

Ce dernier, sous conduite jusqu'au lac Léman, a un débit inconnu. Ainsi, pour l'estimation des seuils quantitatifs, une hypothèse de 75 l/s est prise en compte, conformément au § C1.1.4 de la norme SIA 431.

De plus, le PGEE de la commune prévoit un débit de raccordement de 20 L/s/ha, ce qui pourrait influencer le débit maximal rejeté lors des travaux.

2.1.3.4.3 Autres

Pour ce qui est des autres zones d'installation de chantier ou de travaux, plusieurs réseaux ou cours d'eau peuvent être concernés. Les débits d'étiages des cours d'eau connus sont décrits ci-dessous. Pour les autres cours d'eau, une hypothèse de 75 l/s est prise en compte, pour l'estimation des seuils quantitatifs conformément au § C1.1.4 de la norme SIA 431.

Le Corjon, cours d'eau canalisé traversant les voies au km 38.870, a un débit d'étiage Q_{347} = 8 L/s.

Le Boiron de Nyon, cours d'eau principalement à ciel ouvert traversant les voies au km 39.340, a un débit d'étiage Q_{347} = 180 L/s.

2.1.3.5 Qualités et quantités des différents types d'eaux de chantier

Les eaux de ruissellement peuvent être estimées en fonction de la surface des installations de chantier et leur matérialisation. L'estimation est détaillée dans les chapitres suivants.

Les qualités et quantités des autres types d'eaux de chantier sont difficiles à estimer sans connaître les méthodes de travail de l'entreprise adjudicatrice. Ce point devra être affiné et protocolé en collaboration avec l'entreprise adjudicatrice avant le début des travaux.

Nous pouvons déjà citer les problématiques standards de ce type de chantier :

- Valeur du pH ;
- Concentration des matières en suspension (MES) ;
- Substances dangereuses pour les eaux : déversement accidentel d'hydrocarbures, adjuvants, etc.

2.1.3.5.1 Gare de Nyon

Pluie de projet

La pluie de projet peut être estimée à l'aide de Talbot, selon [5]. Pour une durée de pluie admise à 15 minutes et un temps de retour de 2 ans, l'intensité de pluie est estimée à :

$$i(15{,}2) = \frac{a_t}{t + b_t} \cong 63\, mm/h \cong 175\ l/s/ha$$

La pluie de projet avec une durée de 15 minutes et un temps de retour de 2 ans correspond aux pluies de projet préconisées pour le dimensionnement des réseaux EC ferroviaires, selon [7], qui sont des installations définitives. Pour une installation provisoire telle qu'une installation de chantier, il serait éventuellement possible, en accord avec le SER de considérer une pluie avec un temps de retour plus faible et/ou une durée plus longue.

Surface

La surface de l'installation de chantier est de 7855 m².

Les hypothèses suivantes ont été faite concernant le revêtement des surfaces d'installation de chantier :

Surface revêtue : place VU actuelle : 2640m² ou 0.264 ha

Surface en grave : Reste de l'installation de chantier : 5215 m² ou .5215 ha

Débit estimé

Le débité récolté peut être estimé en calculant les eaux ruisselées. Les coefficients de ruissellement sont estimés selon [6].

Surface revêtue : Ψ= 0.9

Surface en grave : Ψ= 0.8

Le débit estimé est donc de (0.264 [ha] * 0.9+0.5215 [ha] * 0.8) * 175 l/s/ha = 115 l/s.

2.1.3.5.2 Prangins

Pluie de projet

La pluie de projet estimée est identique à celle estimée à Nyon, soit 175 l/s/ha

Surface

La surface de l'installation de chantier est de 4548 m².

Pour cette installation de chantier, l'hypothèse a été faite que l'entier de la surface sera recouvert de grave, sans place provisoire en revêtement.

Débit estimé

Le débité récolté peut être estimé en calculant les eaux ruisselées. Les coefficients de ruissellement sont estimés selon [6].

Surface en grave : $\Psi = 0.8$

Le débit estimé est donc de 0.4548 [ha] * 0.8 * 175 l/s/ha = 64 l/s.

2.1.3.5.3 Autres

Pluie de projet

La pluie de projet estimée est identique à celle estimée à Nyon, soit 175 l/s/ha

Surface

La surface de l'installation de chantier est de 545 m².

Pour cette installation de chantier, l'hypothèse a été faite que l'entier de la surface sera recouvert de grave, sans place provisoire en revêtement.

Débit estimé

Le débité récolté peut être estimé en calculant les eaux ruisselées. Les coefficients de ruissellement sont estimés selon [6].

Surface en grave : $\Psi = 0.8$

Le débit estimé est donc de 0.0545 [ha] * 0.8 * 175 l/s/ha = 7.63 l/s.

2.1.3.6 Périodes de production d'eaux de chantier

Les travaux de génie civil sont prévus durant les phases suivantes :

- Janvier 2029 à mai 2029
- Novembre 2029 à mai 2030
- Décembre 2031 à mars 2032

2.2 Résultats de l'évaluation des risques liés à la protection des eaux

La norme SIA 431 prévoit une évaluation des risques liés à la protection des eaux durant la phase de chantier en 3 étapes. Les chapitres suivants décrivent les considérations prises en comptes pour cette évaluation.

2.2.1 Critères d'évaluation de l'étape 1

Selon les critères déterminés dans la norme, le projet présente un risque particulier et nécessite une évaluation des risques selon l'étape 2.

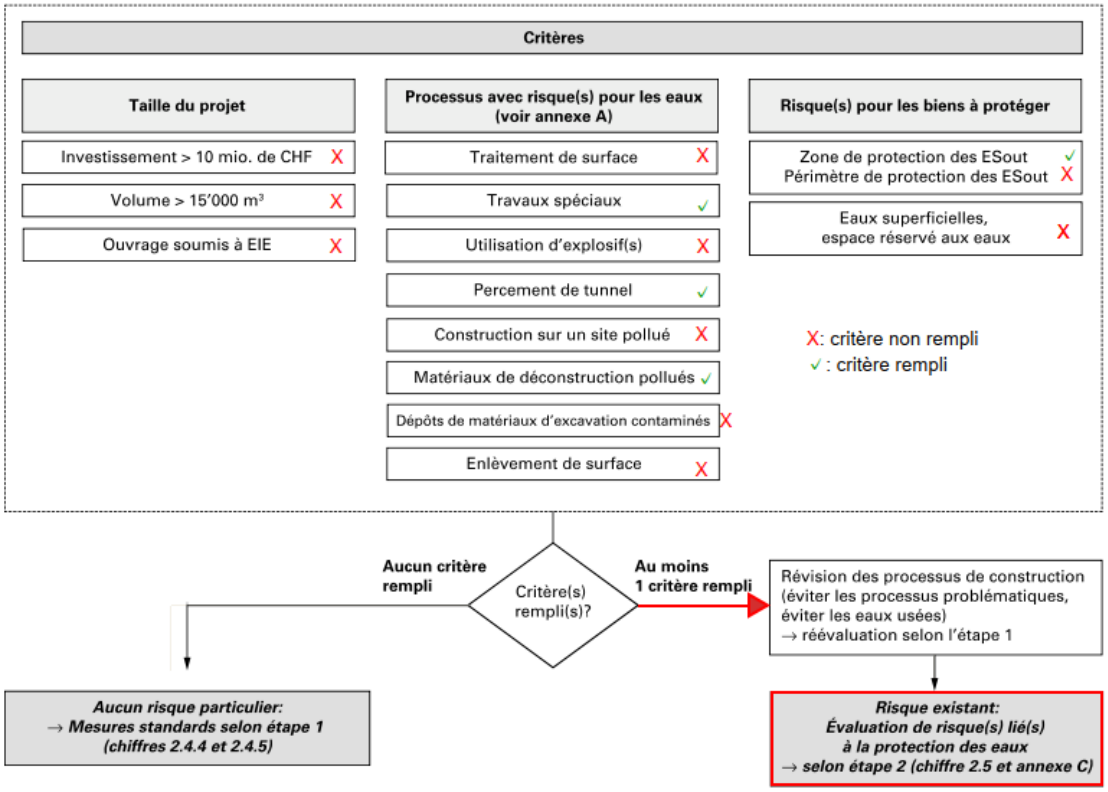


Figure 19: Extrait de la norme SIA 431 (fig. 3)

2.2.2 Critères d'évaluation de l'étape 2

2.2.2.1 Processus critiques en lien avec la protection des eaux

Selon les critères déterminés dans la norme SIA 431, le projet présente un risque particulier et nécessite une évaluation des risques selon l'étape 2. Cette étape prévoit de quantifier et de comparer les émissions et les seuils de différents polluants.

Les connaissances actuelles des méthodes de travail envisagées par l'entreprise de génie civil et de la durée des différentes phases du chantier ne nous permettent pas de déterminer avec certitude le détail de chaque émission. Cependant, une estimation basée sur notre expérience de chantiers similaires a été faite et le résultat est résumé par le tableau suivant :

Processus pouvant polluer les eaux	Secteur	Volume		Polluant	Quantité tot. [kg]	Durée travaux [j]	Quantité par jour [kg/j]	Limite Esup. [kg/j]	Limite STEP [kg/j]	Respect?
Nouveau béton	Nyon	36	m^3	Fluidifiant	92	10	9.2	300	1500	OUI
				Antigel	0	0	0	100	500	OUI
	Prangins	167	m^3	Fluidifiant	427	53	8.1	300	1500	OUI
				Antigel	534	37	14.3	100	500	OUI
	Autre	167	m^3	Fluidifiant	428	44	9.7	300	1500	OUI
				Antigel	535	58	9.2	100	500	OUI
Etanchéité	Prangins	110	m^2	Imperméabilisant	55	2	27.5	150	1200	OUI
	Autre	17			9	1	8.6	150	1200	OUI
Béton projeté	Autre	346	m^2	Accélérateur de prise	208	9	23.1	300	1500	OUI
Ancrages / Micropieux	Autre	109	pce	Liant ancrage	19620	Non problématique *				
Pieux	Prangins	445	m^3	Fluidifiant	1354	59	22.9	300	1500	OUI
	Prangins			Antigel	1692	59	28.7	100	500	OUI
Microtunnelier	Prangins	Non problématique car le microtunnelier aura sa propre installation de traitement des eaux et boues.								

* Les reflux de liant d'ancrages sont non problématiques pour les eaux ou les STEP, dans la mesure où ces reflux sont récoltés par l'entreprise et traités dans l'installation de traitement des eaux (décantation et neutralisation).

Figure 20: Tableau résumant les polluants probables et leurs valeurs

Comme la Figure 20 le démontre, les quantités de polluants estimés à ce stade du projet respectent les limites du milieu récepteur telles que définies dans le tableau 11 la norme SIA 431.

A noter que le résultat de cette évaluation devra être réétudiée et confirmée par l'entreprise adjudicatrice des travaux de génie civil. Les limites journalières sont susceptibles d'évoluer, de même que les limites Esup et STEP, en fonction des différents exutoires identifiés comme nécessaires par l'entreprise, de leur capacité effective et des travaux se raccordant à chaque exutoire.

Cette nouvelle évaluation devra également prendre en compte le planning des travaux, certaines activités se déroulant en parallèle, mais n'étant pas forcément situées aux mêmes endroits et ayant donc des exutoires potentiellement différents.

2.2.2.2 Emissions diffuses liées aux sites pollués

La zone d'installation de chantier située au nord de la gare de Nyon est située sur une parcelle polluée. Cependant, cette parcelle ne nécessite pas d'assainissement, uniquement une surveillance, qui sera continue durant les travaux. L'utilisation de cette place, actuellement utilisée comme base de vie pour les équipes d'entretien VU, ne sera pas fondamentalement modifiée. Les sols ne seront pas touchés.

Le régime d'écoulement des eaux pluviales ne sera également pas modifié. En effet, les surfaces revêtues sont équipées d'un système de collecteur. Les surfaces vertes seront recouvertes d'un géotextile et de grave afin de protéger la terre végétale. L'eau pourra s'infiltrer comme actuellement.

Si, pour des besoins de chantier, l'entreprise de génie civil pose du revêtement provisoire et imperméabilise par la même occasion le sol, un système de récolte des eaux devra être mis en place. Comme décrit au §23, ces eaux devront être traitées par une installation de traitement des eaux avant d'être rejetées dans le réseau EC.

2.2.2.3 Risques pour le milieu

La zone d'installation de chantier de l'aérodrome, située en zone Au, servira principalement de stockage de matériel. Les différentes entreprises devront prendre les mesures adéquates afin d'éviter toute pollution de la nappe, telles que :

- Eviter de stocker des matières polluantes sur cette place.
- Si c'est absolument nécessaire, stocker les matières polluantes en respectant les prescriptions d'usage (bacs récupérateur, substance absorbante rapidement accessible).

En mettant en place ces mesures, le risque pour le milieu récepteur est limité et devient donc acceptable.

2.2.2.4 Résultats de l'évaluation de l'étape 2

Comme démontré aux chapitres précédents, les risques relevés lors de l'étape 1, sont des risques acceptables, si des mesures de protection particulières sont mises en place.

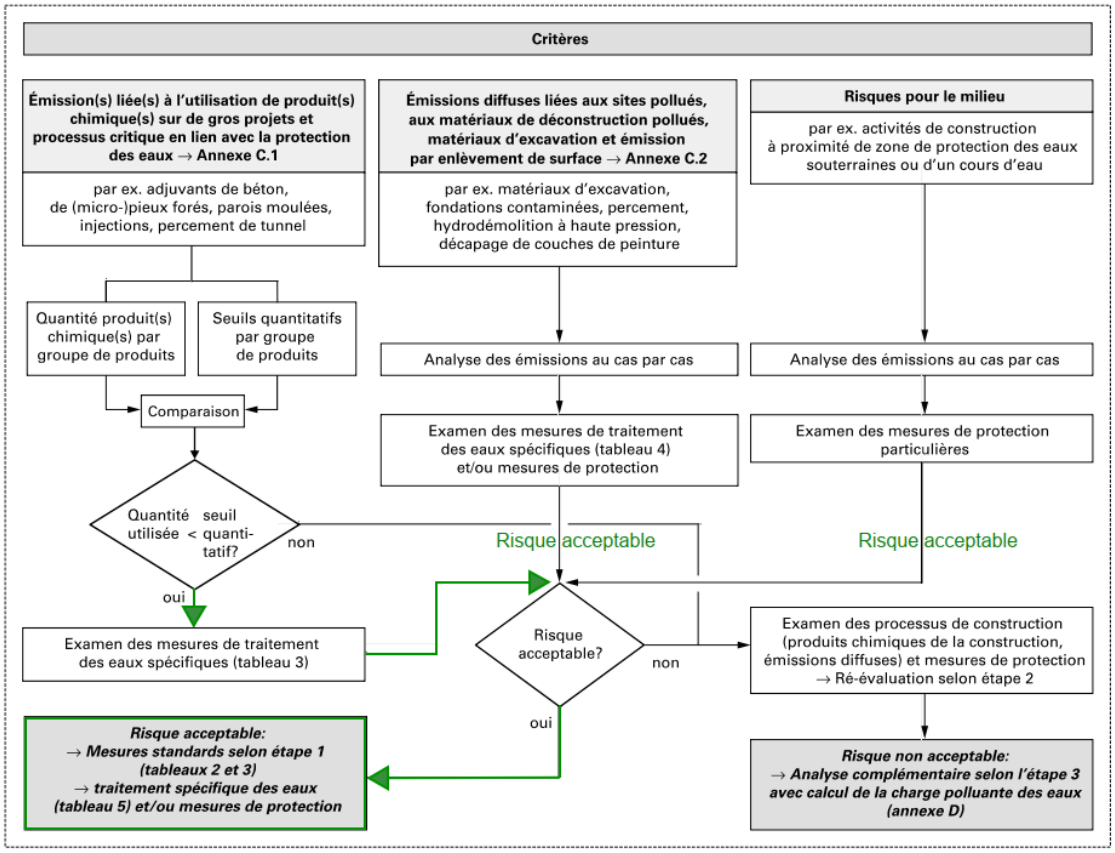


Figure 21: Extrait de la norme SIA 431 (figure 5)

Selon la figure 4 de la norme SIA 431, l'étape 3 de l'évaluation n'est donc pas nécessaire.

Dans le cas où, malgré les installations mises en place, les valeurs de rejets ne sont pas respectées, une modification du concept devra être effectuée immédiatement par l'entreprise de génie civil. Au besoin, les points de rejets pourront donc être adaptés (de EC vers EU, voire stockage pour pompage et transport vers STEP).

A noter finalement que les installations de traitement doivent être conservées en fin de chantier, même après la réception des travaux, si les valeurs de rejets ne sont toujours pas atteintes. Au besoin, elles seront déplacées à des emplacements qui garantissent la sécurité des usagers, sans gestion de trafic, et seront maintenues en service jusqu'à ce que les valeurs retrouvent un niveau acceptable.

2.3 Nature des eaux de chantier

Les types d'eaux et type de traitement attendus sont présentés dans le tableau ci-dessous. L'exutoire ainsi que les mesures sont définis à l'aide du tableau 2 de la norme SIA 431.

Type d'eau	**Mesures**	**Secteur**	**Exutoire**
Eaux usées (sanitaires, lavabos, etc...)	Les bases vies situées en gare de Nyon et à Prangins seront raccordés au réseau EU des communes respectives. Si nécessaire, des WC chimiques seront mis à disposition par l'entreprise.	Nyon	STEP de Nyon
		Prangins	STEP de Prangins
		Autre	WC chimiques
Eaux d'exploitation – Nettoyage des machines de chantier	Lavage des véhicules exclusivement dans leurs dépôts respectifs ou dans un centre de lavage. Privilégier le nettoyage des outils de travail à sec ou à proximité des installations de traitement des eaux. Interdiction de laver les malaxeurs sur le chantier. En priorité récolte et recyclage des eaux de lavage. Si ce n'est pas possible, récolte et traitement des eaux de lavage par décantation, traitement au CO_2 et séparateur d'hydrocarbure avant envoi à la STEP.	Nyon	STEP de Nyon
		Prangins	STEP de Prangins
		Autre	STEP à proximité
Eaux de ruissellement des places d'installation revêtues provisoirement	Récolte et transit par l'installation de traitement des eaux principale. Après traitement, évacuation dans le réseau EC.	Nyon	Rejet dans l'Asse
		Prangins	Rejet dans la Chenalette (via réseau EC)
		Autre	Pas de places provisoirement revêtues prévues
Eaux de ruissellement des places d'installation non revêtues (grave)	Infiltration.	Nyon	Infiltration
		Prangins	
		Autre	
Eaux pluviales en contact	Récolte et analyse des eaux, Décantation et neutralisation si	Nyon	Rejet dans l'Asse

Type d'eau	Mesures	Secteur	Exutoire
avec les ouvrages en béton, et drainage (fondations BS, mur bac à fleur)	nécessaire au moyen d'une installation mobile puis rejet dans le réseau EC. Toutes les STEP concernées étants de grandes STEP (>3000 EH), un rejet dans ces dernières serait également possible.	Prangins	Rejet dans la Chenalette (via réseau EC)
		Autre	Rejet dans le réseau EC ou le cours d'eau le plus proche (si possible et selon accord du SER)
Eaux de remontée lors du bétonnage des pieux ou fondations dans la nappe	Récolte, pompage, analyse et acheminement vers l'installation de traitement des eaux. Traitement par décantation et neutralisation si nécessaire avant rejet dans le réseau EC.	Prangins	Rejet dans la Chenalette (via réseau EC)
		Autre	Rejet dans le réseau EC ou le cours d'eau le plus proche (si possible et selon accord du SER)
Eaux de forage ou sciage	Récolte et recyclage des eaux en priorité. Si ce n'est pas possible, pompage et acheminement vers l'installation de traitement des eaux. Traitement par décantation et neutralisation avant rejet dans le réseau EC.	Nyon	Rejet dans l'Asse
		Prangins	Rejet dans la Chenalette (via réseau EC)
		Autre	Rejet dans le réseau EC ou le cours d'eau le plus proche (si possible et selon accord du SER)
Eaux polluées particulières identifiées au §2.2.2	Comme démontré au §2.2.2, les limites de polluants restent dans la quantité.	Prangins	Recyclage

Le type, dimensionnement et emplacement des installations de traitement des eaux de chantier sera défini lors de phases suivantes par l'entreprise de génie civil, en fonction des débits qu'elle aura estimé.

3 Substances pouvant polluer les eaux

3.1 Substances et stockages

Pour les liquides polluants, des bacs de rétention seront placés au besoin sur le chantier, dans les containers à outils ou au niveau des installations de chantier. L'emplacement des bacs sera choisi de façon à limiter le risque de contamination du sol en cas de fuite.

Des sacs de produits absorbants doivent être à disposition dans les containers à outils en cas de nécessité. Les mesures mises en place devront être conformes à la DCPE 872.

3.2 Manipulations des substances pouvant polluer les eaux

Tous les travaux générant des eaux alcalines (bétonnage, démolition, pluie sur béton fraichement décoffré, etc.) devront faire l'attention de précautions particulières et la récolte de ces eaux devra être irréprochable.

Le lavage des camions malaxeurs et des camions pompes est interdit dans les emprises du chantier pour éviter tout problème.

Le ravitaillement des engins de chantier sera effectué avec un maximum d'attention et dans une zone hors sol afin de pouvoir détecter facilement un éventuel déversement de carburant et limiter le risque de contamination.

4 Mesures organisationnelles

4.1 Formation du personnel

La formation du personnel sera effectuée par l'entreprise adjudicatrice.

4.2 Exploitation, surveillance, maintenance et entretien

Le concept d'évacuation des eaux de chantier sera mis à jour lors des prochaines phases de chantier.

Un suivi environnemental du chantier est prévu durant les travaux. Le MO, la DLT et le SER seront autorisés à contrôler en tout temps le respect de mesures de récolte et de traitement des eaux de chantier. En cas de non-respect des exigences pour la gestion des eaux et provenant de négligences de l'entreprise adjudicatrice, des mesures correctives devront être mises en place avec effet immédiat et à la charge de cette dernière.

Pendant l'ensemble des travaux l'entreprise adjudicatrice devra appliquer les recommandations de la SIA 431 pour la récolte, le traitement ainsi que le monitoring des eaux de chantier. Un responsable de l'entreprise adjudicatrice sera désigné avant travaux pour la gestion et le monitoring des eaux de chantier.

4.3 Mesures d'urgence et concept d'alarme

Les mesures d'urgence et le concept d'alarme seront définis lors des phases suivantes, par l'entreprise adjudicatrice. Ces éléments devront être validés par le SER avant le début des travaux.

Annexe 1 : Tableau « chantier » du chapitre 3.3 des instruction pratiques pour la protection des eaux souterraines (OFEV, 2004)

	üB	A_U	Z_U[1]	Péri[2]	S3[3]	S2	S1
Grands chantiers et places réservées aux installations	+	+[b]		-	b	-	-
Places de stationnement pour véhicules et machines de chantier (sans service d'entretien)	+	+		-	+[4]	-	-
Ravitaillement en carburant de véhicules et de machines de chantier	+	+		+	+	-	-
Aires d'entretien de véhicules et de machines, places pour l'entreposage de matériaux de construction huilés, graissés ou traités par des produits chimiques[4]	+	+		-	+[b]	-	-
Places pour l'entreposage d'éléments en béton fraîchement préfabriqués (p. ex. anneaux de cuvelage)	+	+		-	+[b]	-	-
Exploitation et nettoyage d'installations de préparation et de mélange de béton et de mortier, grands engins de forage et de fraisage	+	+[4]		+[4]	+[4]	-	-
Installations sanitaires[5]	+	+		+	+	-	-
Nettoyage et traitement de surface produisant des eaux usées (p. ex. nettoyage de façades)[6]	+	+		-	+	-	-
Béton projeté	+	+		-	b	-	-
Parois étanches/rideaux de palplanches	+	b[7]		-	-	-	-
Pilotage par battage ou forage[8]							
• pieux en bois et pieux en béton préfabriqués	+	+[b/7]		-	+[b]	-	-
• pieux coulés en place	+	+[b/7]		-	b	-	-
• pieux forés à la boue	+	+[b/7]		-	-	-	-
• pieux forés à sec	+	+[b/7]		-	b	-	-
Travaux d'étanchéité (compactage par vibration)	+	-[10]		-	-	-	-
Injections[9]	+	-[10]		-	-[10]	-	-
Forages[8/11], sondages au pénétromètre statique ou dynamique[11]	+	b		-	-[b]	-	-
Fouilles et fouilles à la pelle mécanique	+	+[12]		-	+[b]	-	-
Mouvements de terres avec fouilles (p. ex. pour terrains de golf, pistes de ski, parkings)	+	+[b]		-	b[13]	-	-
Valorisation de matériaux d'excavation et de stériles non pollués[68]	+	+		-	+	-	-
Utilisation de matériaux recyclés[69]	+	+		-	b	-	-

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

04.01

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud
Commune : Gland

Echelle	Format
1:500	1680x594

N° Plan
201325000.04.01

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

SITUATION KM 33.750 - KM 34.450



CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Overney
Chef de projet général
1AEP-LEMAY

Astrid Morel
Auteur de projet

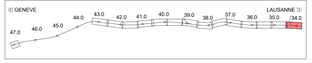
IM Engineering | IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	16.09.24	tch	axi		
2	13.01.25	ara	axi		Corrections suite au contrôle SuperUser
3					
4					

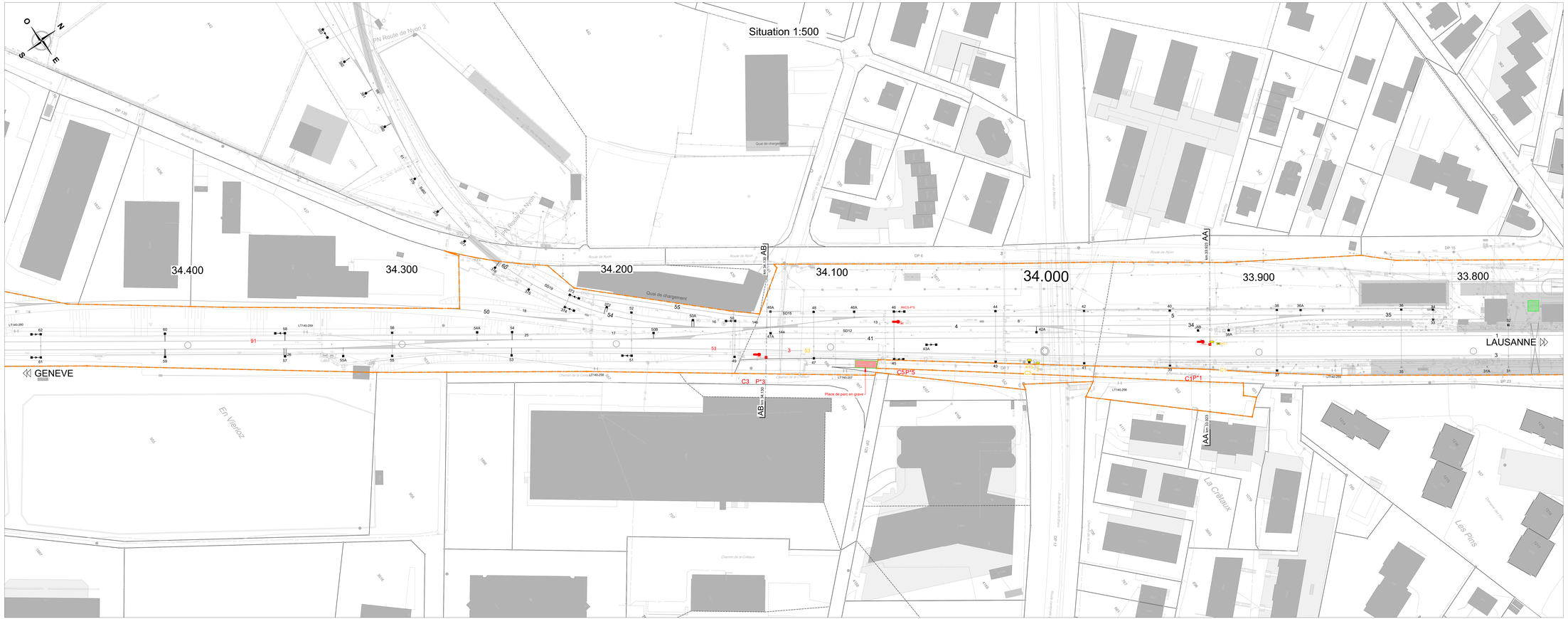
LEGENDE

- Elément existant à conserver
- Elément existant à démolir
- Elément projeté
- Installation de chantier provisoire
- Limite de parcelle CFF existante

SITUATION SCHEMATIQUE



Situation 1:500



SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

04.02

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud
Communes : Gland, Prangins

Echelle	Format
1:500	1680x594

N° Plan
201325000.04.02

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

SITUATION KM 34.450 - KM 35.100



CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Dextraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

Armit Morel
Auteur de projet

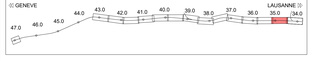
IM Engineering IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	16.09.24	tch	axi		
2	13.01.25	ara	axi		Corrections suite au contrôle SuperUser
3					
4					

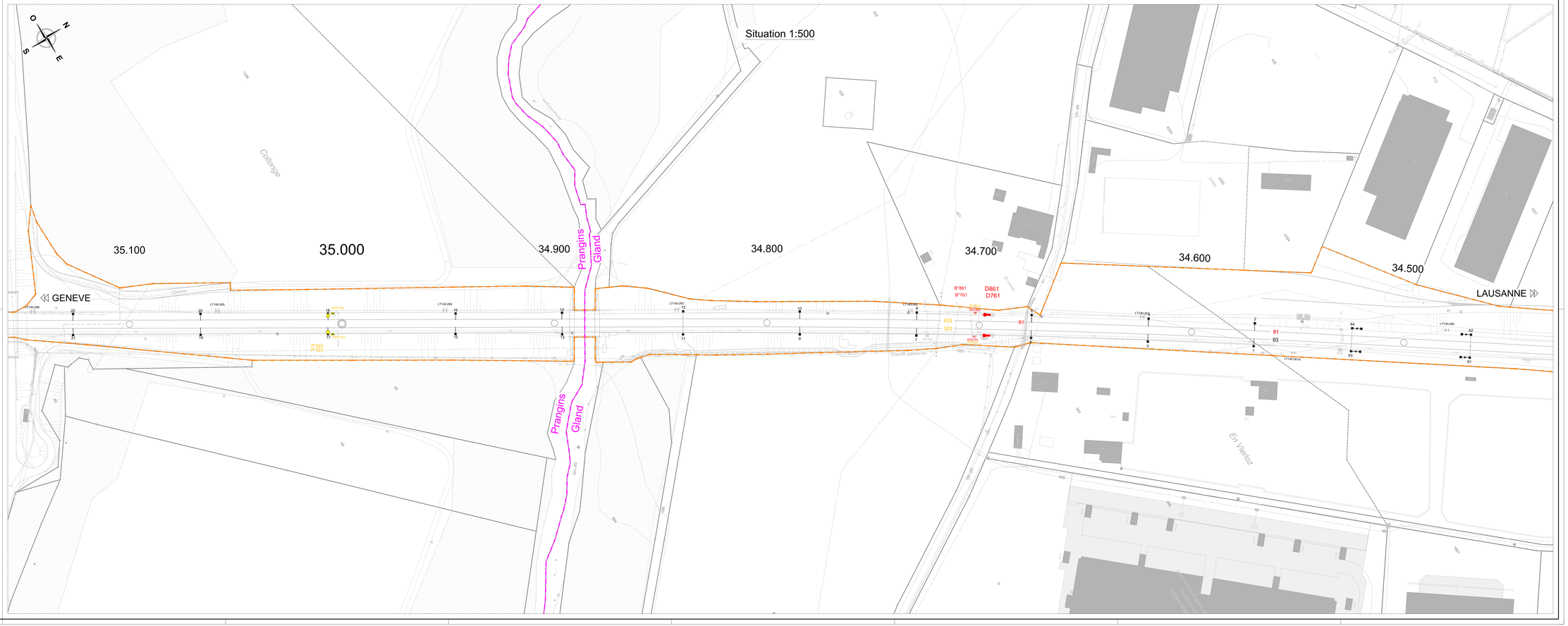
LEGENDE

- Elément existant à conserver
- Elément existant à démolir
- Elément projeté
- Limite de parcelle CFF existante
- Limite communale

SITUATION SCHEMATIQUE



Situation 1:500



SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

04.03

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud
Commune : Prangins

Echelle	Format
1:500	1680x594

N° Plan
201325000.04.03

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

SITUATION KM 35.100 - KM 35.800



CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEMAN

Armit Morel
Auteur de projet

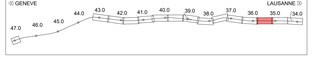
IM Engineering IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	16.09.24	tch	aai		
2	13.01.25	ara	aai		Corrections suite au contrôle SuperUser
3					
4					

LEGENDE

- Elément existant à conserver
- Elément existant à démolir
- Elément projeté
- Installation de chantier provisoire
- Limite de parcelle CFF existante
- Caniveau existant à démolir
- Caniveau projeté

SITUATION SCHEMATIQUE



Situation 1:500



SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

04.04

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud
Commune :Prangins

Echelle	Format
1:500	1680x594

N° Plan
201325000.04.04

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

SITUATION KM 35.800 - KM 36.500



CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Overney
Chef de projet général
I-AEP-LEM-HY

Astrid Morel
Auteur de projet

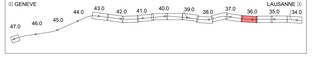
IM Engineering | IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	16.09.24	tch	avi		
2	13.01.25	ara	avi		Corrections suite au comité SuperUser
3					
4					

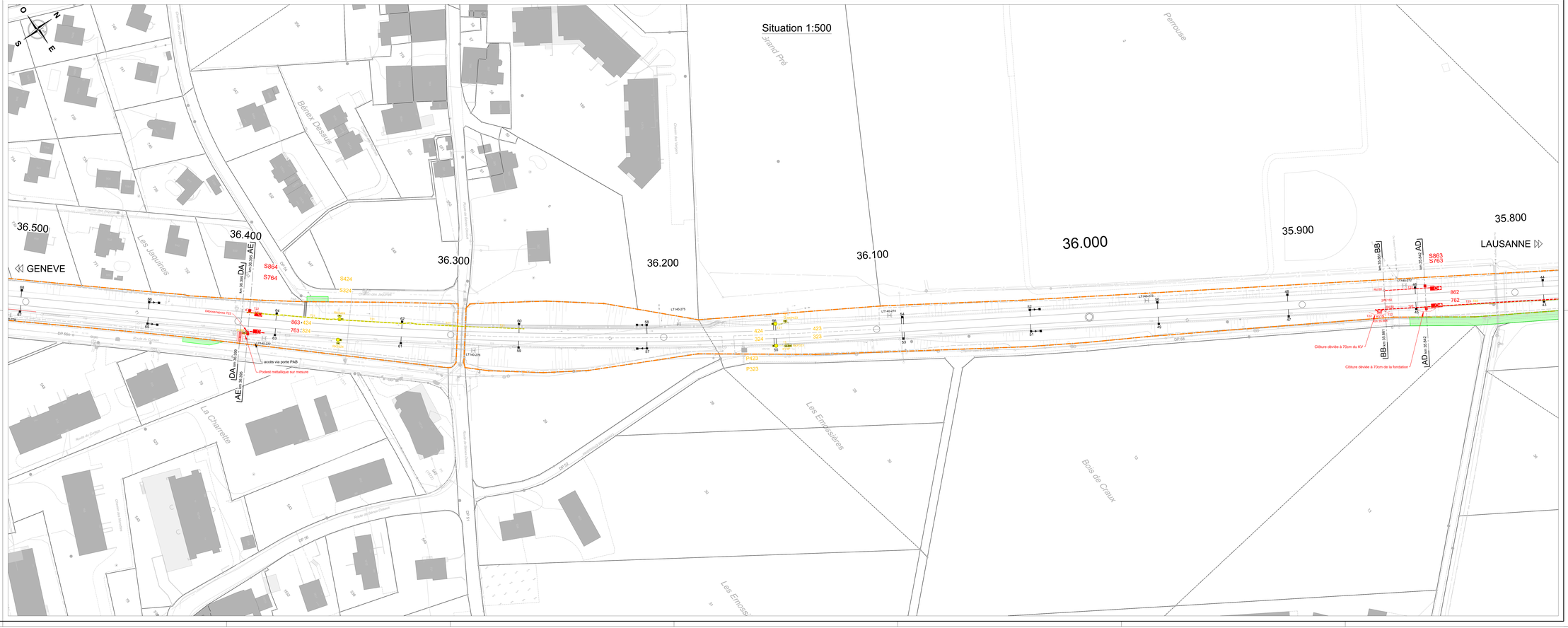
LEGENDE

- Elément existant à conserver
- Elément existant à démolir
- Elément projeté
- Installation de chantier provisoire
- Limite de parcelle CFF existante
- Caniveau existant à démolir
- Caniveau projeté

SITUATION SCHEMATIQUE



Situation 1:500



SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

04.05

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud
Commune :Prangins

Echelle	Format
1:500	1680x594

N° Plan
201325000.04.05

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

SITUATION KM 36.500 - KM 37.150



CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Overney
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

Aimé Morel
Auteur de projet

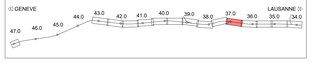
IM Engineering | IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	16.09.24	tch	axi		
2	13.01.25	ara	axi		Corrections suite au contrôle SuperUser
3	04.06.2025	ara	axi		Mise à jour BS, ans et retour exp.
4					

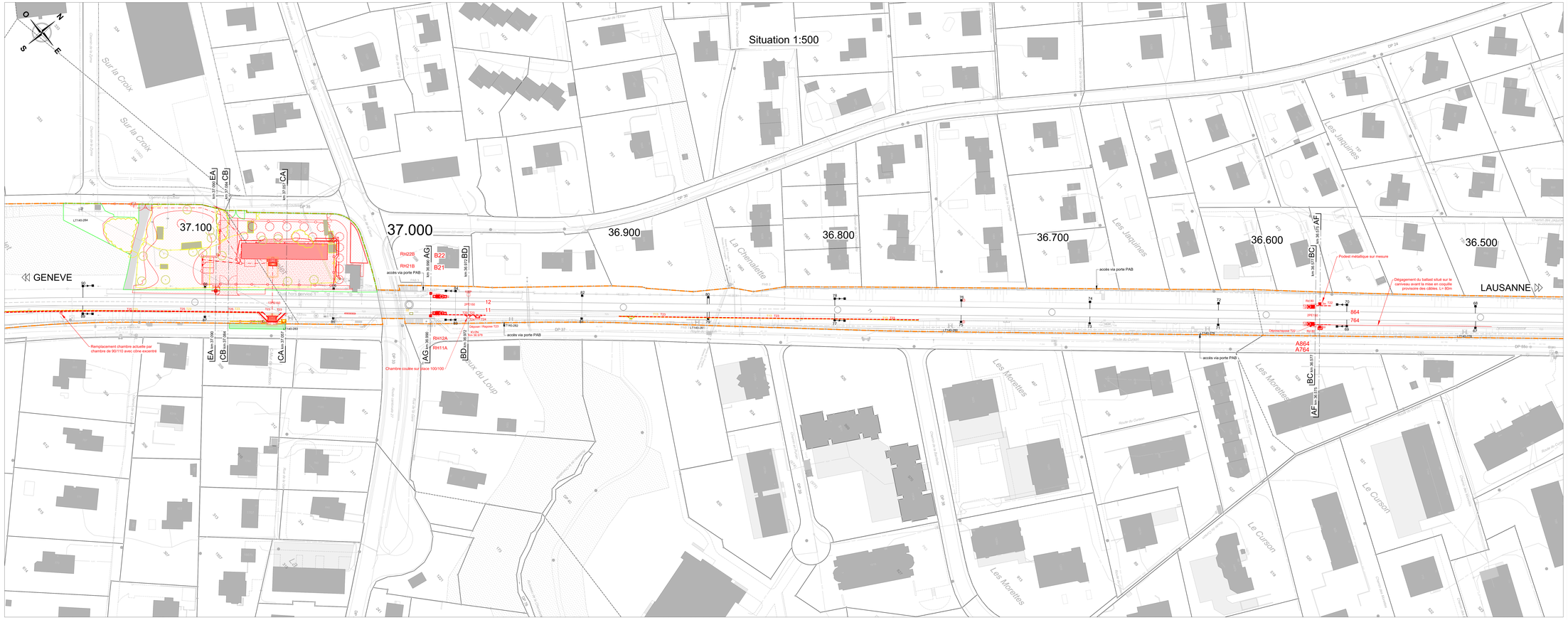
LEGENDE

- Elément existant à conserver
- Elément existant à démolir
- Elément projeté
- Installation de chantier provisoire
- Installation nouvelles sans fonction statique définitive
- Limite de parcelle CFF existante
- Surface carrossable selon plan 12.603.01
- Aménagement paysagers selon plan 12.603.01
- Caniveau existant à démolir
- Caniveau projeté

SITUATION SCHEMATIQUE



Situation 1:500



SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

04.06

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud
Communes : Nyon, Prangins

Echelle	Format
1:500	1680x594

N° Plan
201325000.04.06

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

SITUATION KM 37.150 - KM 37.800



CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Overney
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

Aimé Morel
Auteur de projet

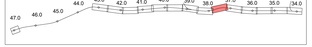
IM Engineering | IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	16.09.24	tch	avi		
2	13.01.25	ara	asc		Corrections suite au contrôle SuperUser
3	04.06.2025	ara	asc		Mise à jour environnement
4					

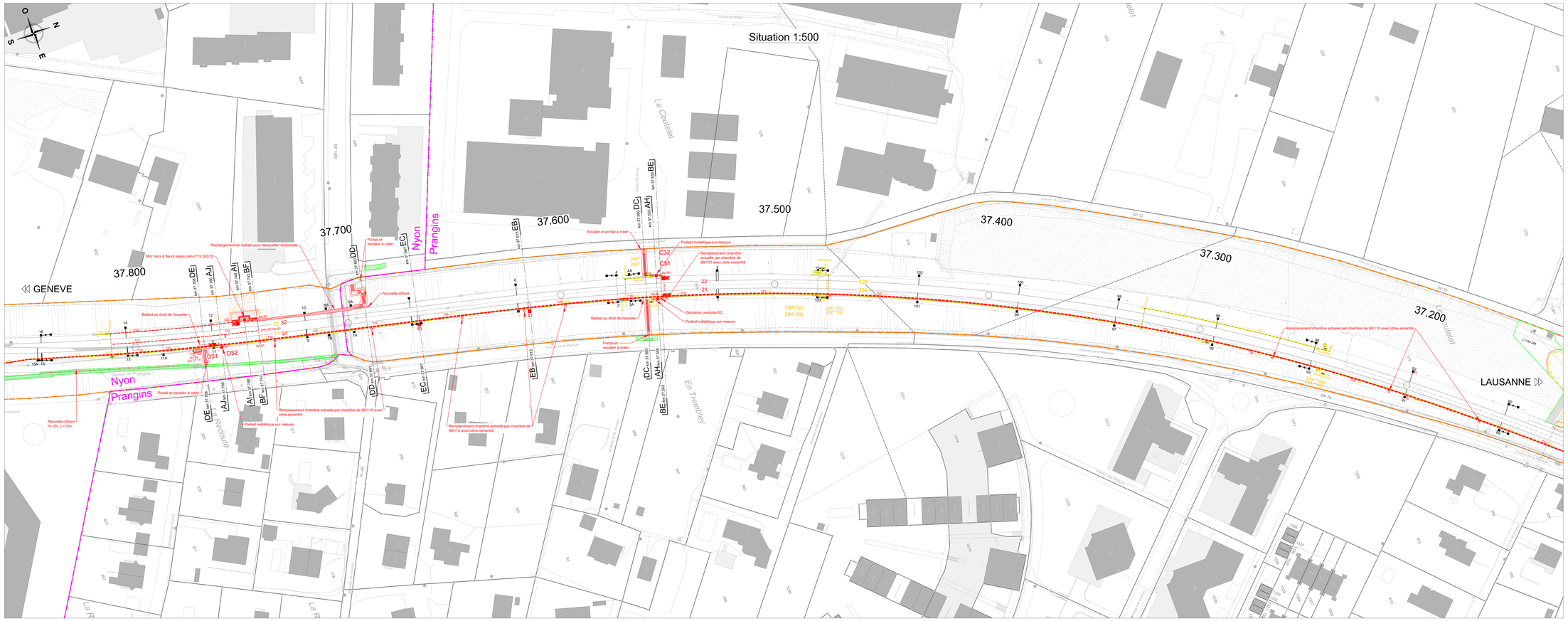
LEGENDE

- Elément existant à conserver
- Elément existant à démolir
- Elément projeté
- Installation de chantier provisoire
- Installation nouvelles sans fonction statique définitive
- Limite de parcelle CFF existante
- Limite de communes
- Caniveau existant à démolir
- Caniveau projeté T25
- Caniveau projeté T22

SITUATION SCHEMATIQUE



Situation 1:500



SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

04.07

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud
Commune :Nyon

Echelle	Format
1:500	1680x594

N° Plan
2013250000.04.07

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

SITUATION KM 37.800 - KM 38.500



CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

Aimé Morel
Auteur de projet

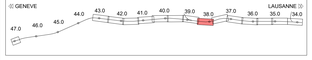
IM Engineering IUB Engineering

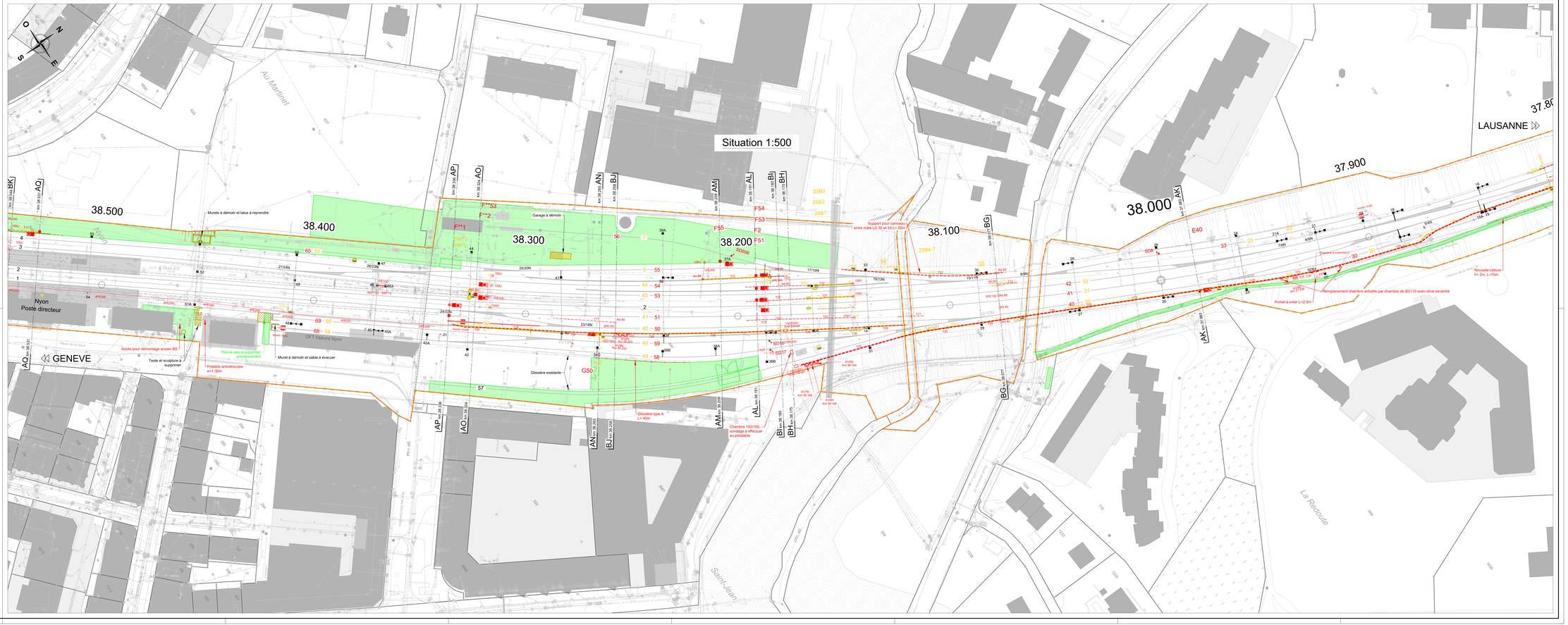
	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	16.09.24	sch	aai		
2	25.02.25	ara	aai		Corrections suite au contrôle SuperUser
3	10.04.2025	ara	aai		Corrections suite au contrôle SIVZ
4					

LEGENDE

- Elément existant à conserver
- Elément existant à démolir
- Elément projeté
- Limite de parcelle CFF existante
- Caniveau existant à démolir
- Caniveau projeté
- Installation de chantier provisoire
- TCT (Tube contre traverse)

SITUATION SCHEMATIQUE





SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

04.09

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud
Commune :Nyon

Echelle	Format
1:500	1680x594

N° Plan
201325000.04.05

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

SITUATION KM 39.200 - KM 39.900



CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Overney
Chef de projet général
1-AEP-LEM-HY

Astrid Morel
Auteur de projet

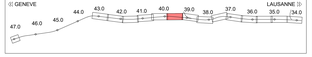
IM Engineering | IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	16.09.24	tch	axl		
2	25.02.25	ara	axl		Corrections suite au comité SuperUser
3					
4					

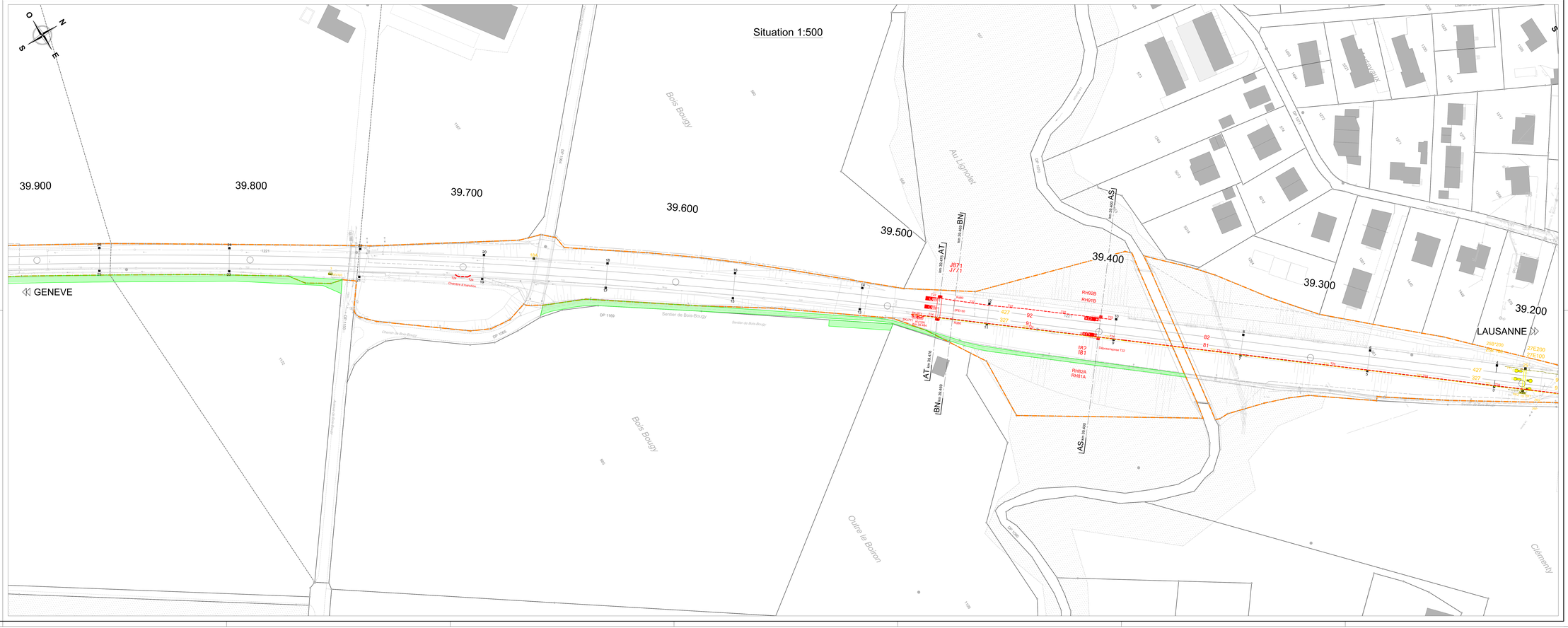
LEGENDE

- Elément existant à conserver
- Elément existant à démolir
- Elément projeté
- Installation de chantier provisoire
- Limite de parcelle CFF existante
- Canivaux existant à démolir
- Canivaux projeté
- Limite communale

SITUATION SCHEMATIQUE



Situation 1:500



SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

04.08

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100
Ligne : 159 km : 0.000 - 0.640

Canton : Vaud
Commune :Nyon

Echelle 1:500
Format 1680x594
N° Plan 201325000.04.08

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

SITUATION KM 38.500 - KM 39.200



CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Destrez
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

Arnal Morel
Auteur de projet

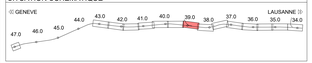
IM Engineering | IUB Engineering

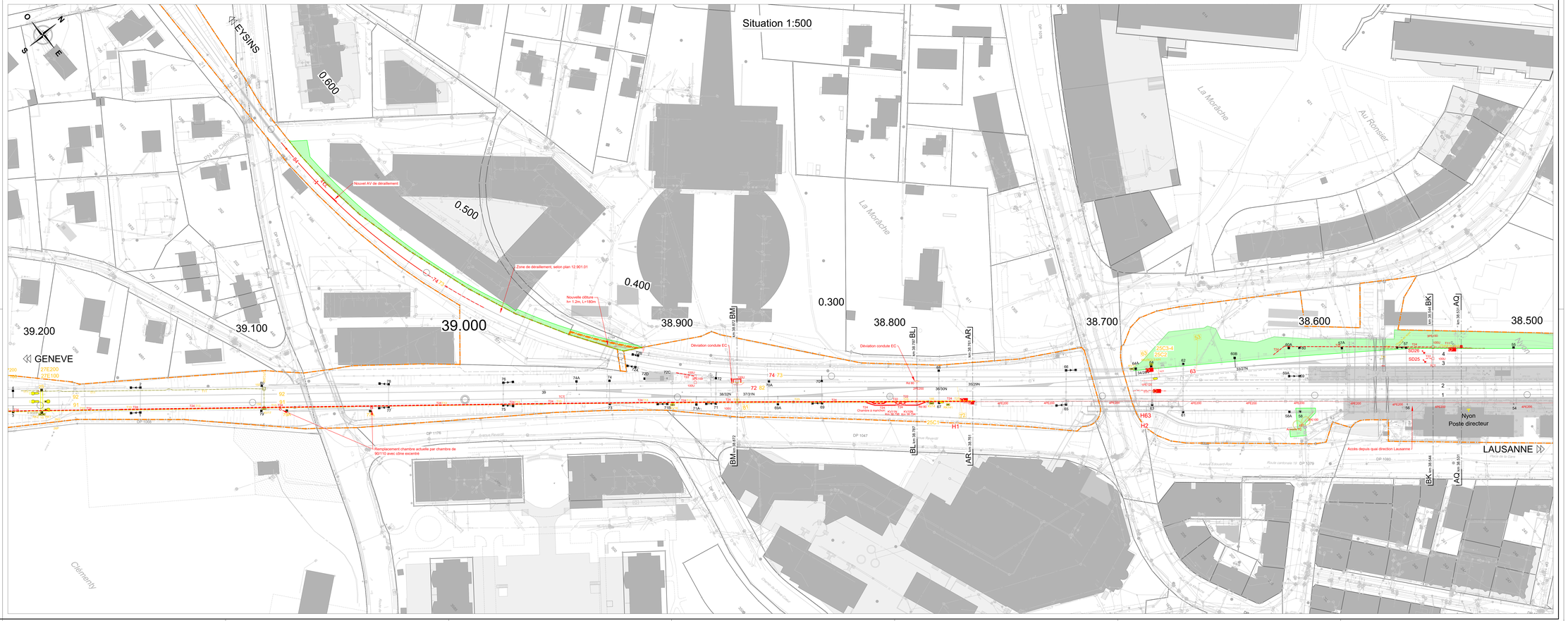
	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	16.09.24	s.h.	ssi		
2	13.01.25	ara	ssi		Corrections suite au contrôle SuperUser
3	06.06.2025	ara	ssi		Mise à jour cadastre EPCN, environnement
4					

LEGENDE

- Elément existant à conserver
- Elément existant à démolir
- Elément projeté
- Installation de chantier provisoire
- Limite de parcelle CFF existante
- Limite de parcelle CFF nouvelle
- Caniveau existant T23
- Caniveau projeté T25

SITUATION SCHEMATIQUE





SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

04.10

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud
Communes : Nyon, Crans (VD)

Echelle	Format
1:500	1680x594

N° Plan
201325000.04.10

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

SITUATION KM 39.900 - KM 40.600



CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Overney
Chef de projet général
I-AEP-LEMAY

Aimé Morel
Auteur de projet

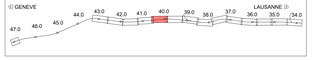
IM Engineering | IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	16.09.24	tch	axl		
2	13.01.25	ara	axl		Corrections suite au comité SuperUser
3					
4					

LEGENDE

- Elément existant à conserver
- Elément existant à démolir
- Elément projeté
- Installation de chantier provisoire
- Limite de parcelle CFF existante
- Carreau projeté
- Limite communale

SITUATION SCHEMATIQUE



Situation 1:500



SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

04.11

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud
Commune : Crans (VD)

Echelle	Format
1:500	1680x594

N° Plan
201325000.04.11

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

SITUATION KM 40.600 - KM 41.200



CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Overney
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

Anne Morel
Auteur de projet

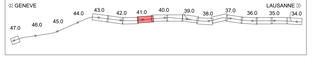
IM Engineering | IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	16.09.24	tch	avi		
2	13.01.25	ara	avi		Corrections suite au comité SuperUser
3					
4					

LEGENDE

- Elément existant à conserver
- Elément existant à démolir
- Elément projeté
- Installation de chantier provisoire
- Limite de parcelle CFF existante
- Caniveau projeté

SITUATION SCHEMATIQUE



Situation 1:500



SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

04.12

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud
Commune : Crans (VD)

Echelle	Format
1:500	1680x594

N° Plan
201325000.04.12

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

SITUATION KM 41.200 - KM 41.900



CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Overney
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

Aimé Morel
Auteur de projet

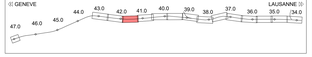
IM Engineering | IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	16.09.24	tch	axi		
2	13.01.25	ara	axi		Corrections suite au comité SuperUser
3					
4					

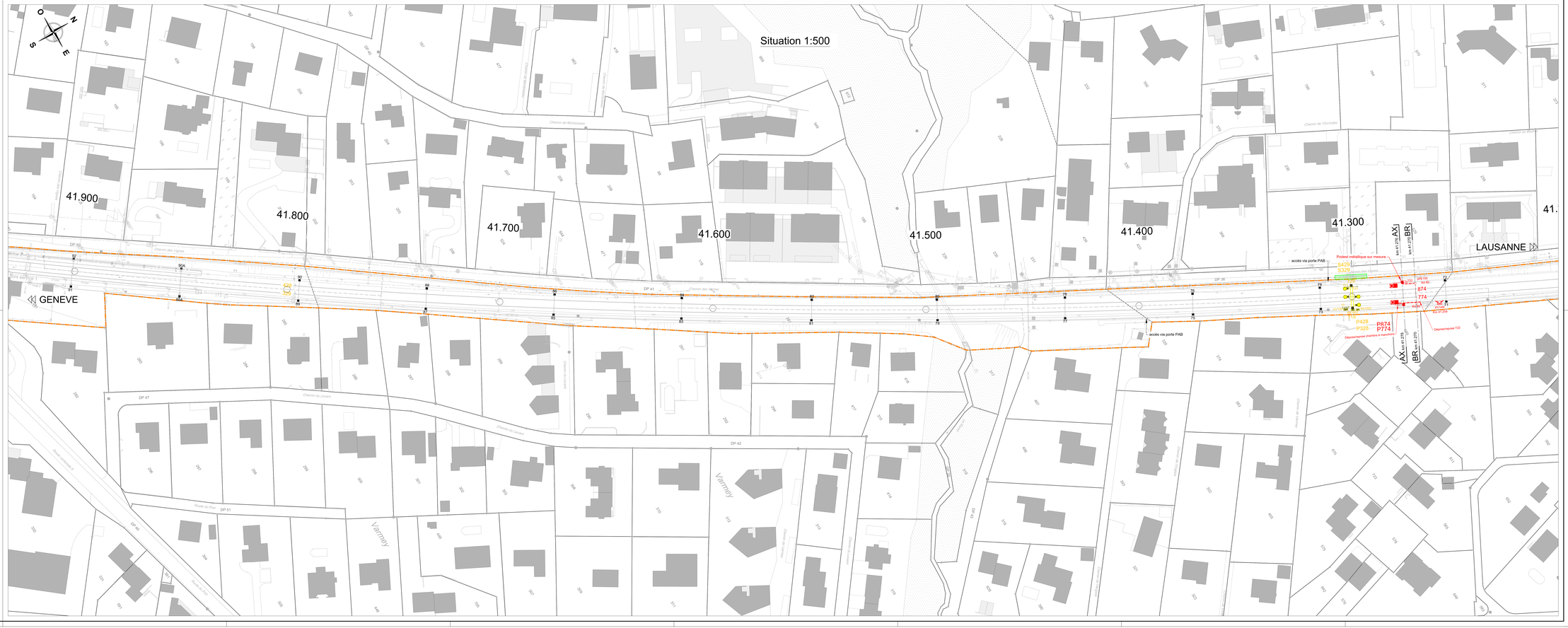
LEGENDE

- Elément existant à conserver
- Elément existant à démolir
- Elément projeté
- Installation de chantier provisoire
- Limite de parcelle CFF existante
- Caniveau existant à démolir
- Caniveau projeté

SITUATION SCHEMATIQUE



Situation 1:500



SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

04.13

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Cantons : Vaud, Genève
Communes : Crans (VD), Céligny (GE)

Echelle	Format
1:500	1680x594

N° Plan 201325000.04.13

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

SITUATION KM 41.900 - KM 42.600



CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Overney
Chef de projet général
1AEP-LEMAY

Armé Morel
Auteur de projet

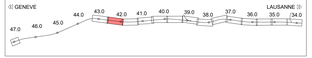
IM Engineering | IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	16.09.24	tch	avr		
2	13.01.25	ara	avr		Corrections suite au comité SuperUser
3					
4					

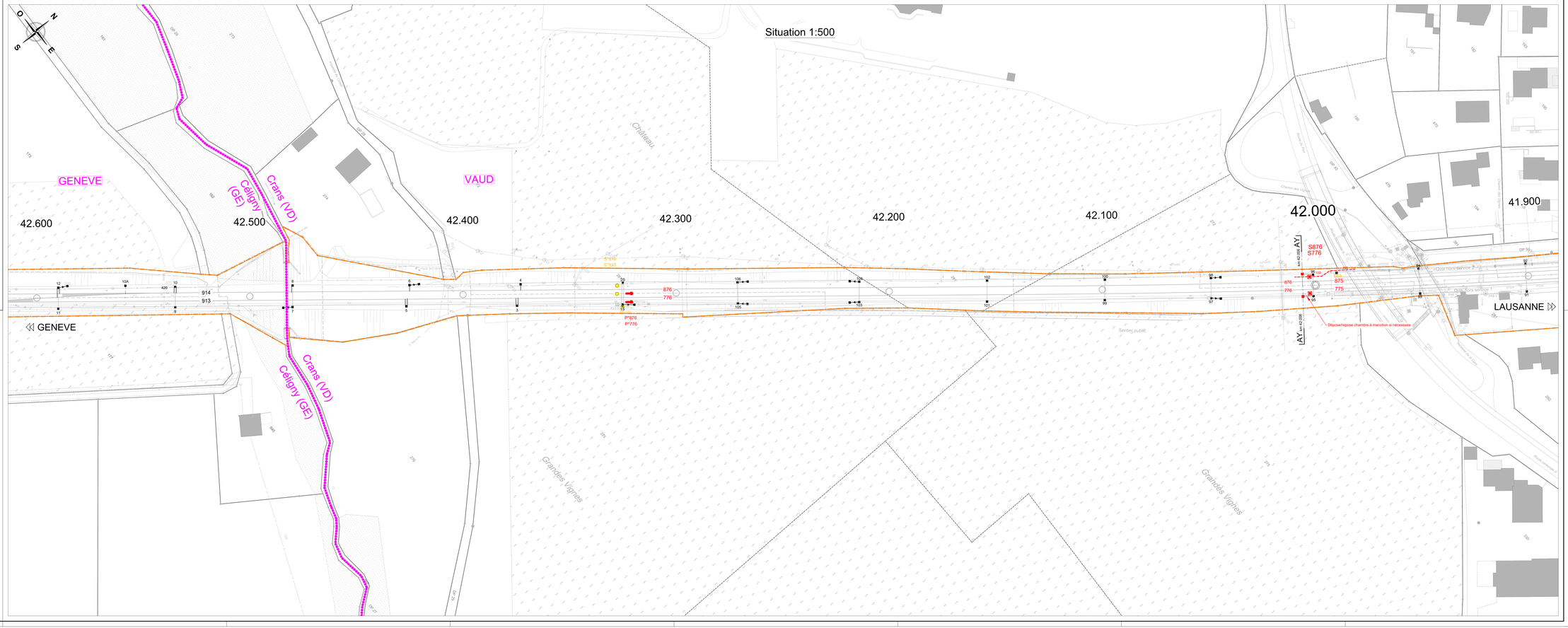
LEGENDE

- Elément existant à conserver
- Elément existant à démolir
- Elément projeté
- Caniveau projeté
- Limite de parcelle CFF existante
- Limite de canton
- Caniveau existant à démolir

SITUATION SCHEMATIQUE



Situation 1:500



SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

04.14

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Genève
Commune : Céligny

Echelle	Format
1:500	1680x594

N° Plan
201325000.04.14

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

SITUATION KM 42.600 - KM 43.200



CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Desbiaz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NYI

Aimé Morel
Auteur de projet

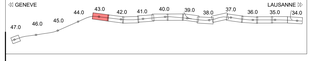
IM Engineering | IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	16.09.24	tch	aai		
2	25.02.25	ara	aai		Corrections suite au contrôle SuperJuar
3					
4					

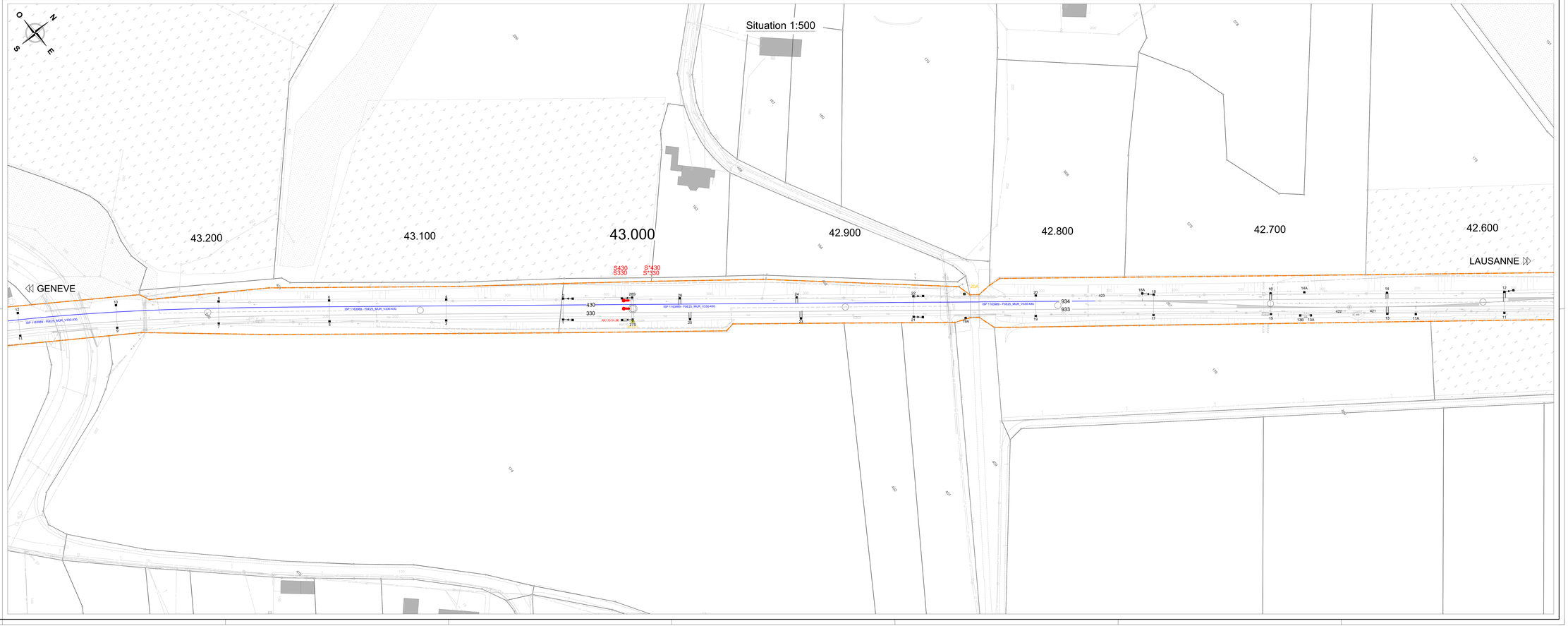
LEGENDE

- Elément existant à conserver
- Elément existant à démolir
- Elément projeté
- Elément projeté - projet connexe
- Limite de parcelle CFF existante

SITUATION SCHEMATIQUE



Situation 1:500



SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

04.15

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

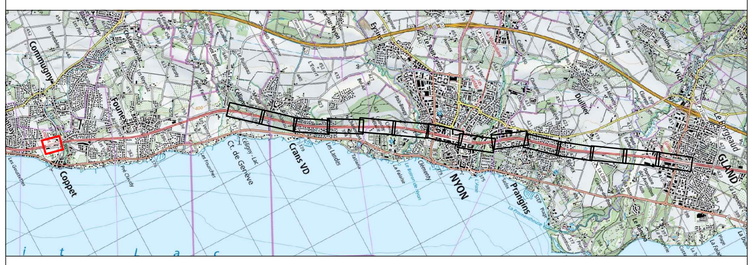
Canton : Vaud
Commune : Coppet

Echelle 1:500
Format 630x594
N° Plan 201325000.04.15

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

SITUATION KM 47.000 - KM 47.100



CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

Aimé Morel
Auteur de projet

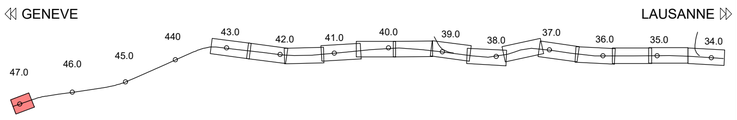
IM Engineering | IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	20.12.24	ara	asi		
2	13.01.25	ara	asi		Corrections suite au contrôle SuperUser
3					
4					

LEGENDE

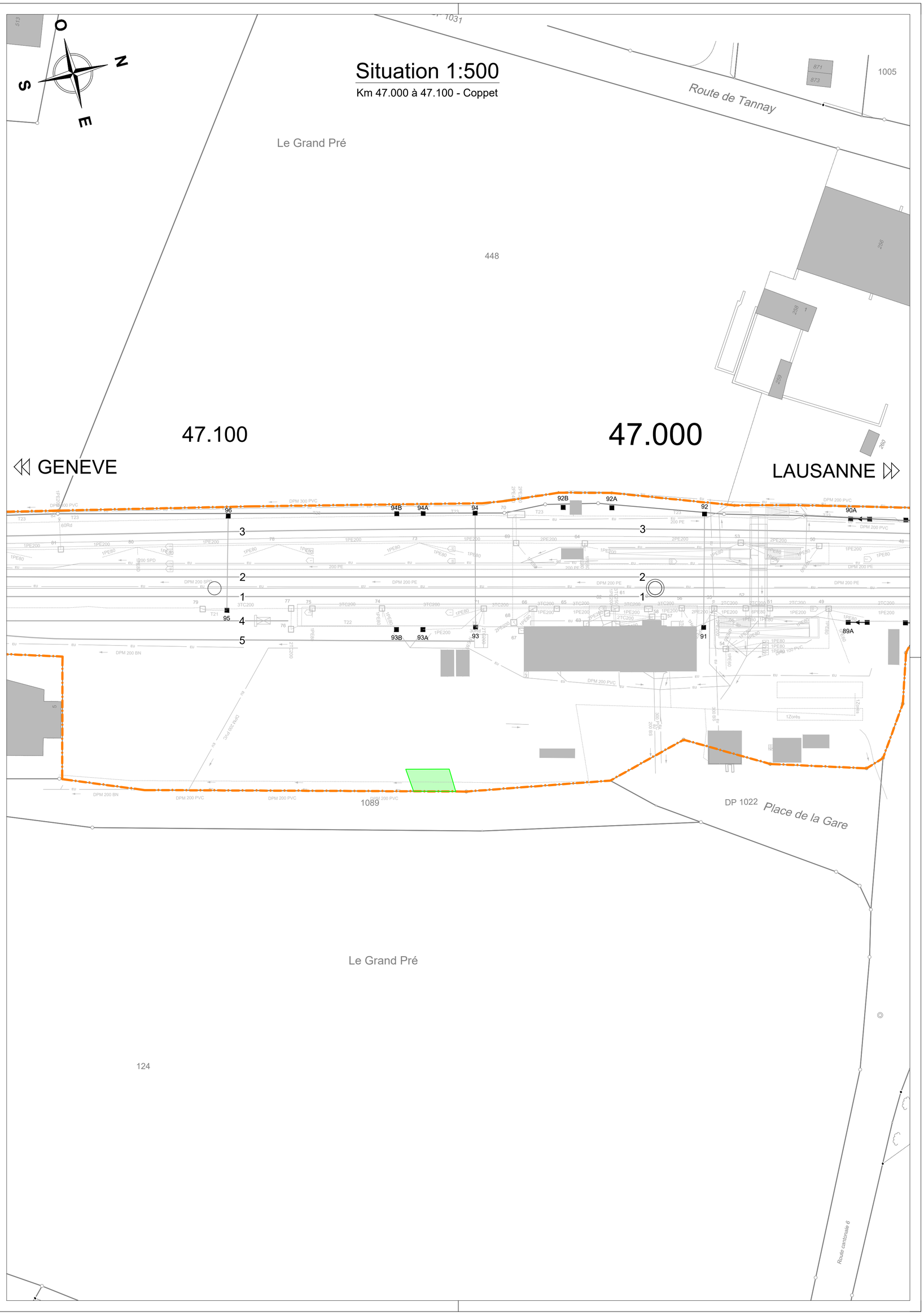
- Elément existant à conserver
- Elément existant à démolir
- Elément projeté
- Places parking
- Limite de parcelle CFF existante

SITUATION SCHEMATIQUE



Situation 1:500

Km 47.000 à 47.100 - Coppet



SBB CFF FFS

08.91

CFF Infrastructure - Projets Quest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100
Ligne : 159 km : 0.000 - 0.640

Canton : Vaud
Communes : Gland, Prangins, Nyon, Crans (VD), Coppet

Echelle 1 : 500 | Format 231 x 89.1

N° Plan 20132500.08.91

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Plan des places d'installation de chantier



CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

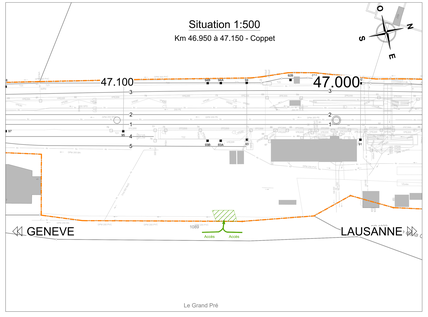
Rémi Dentoz
Chef de projet général
+4421 2254791

Anne Meyer
Auteur de projet

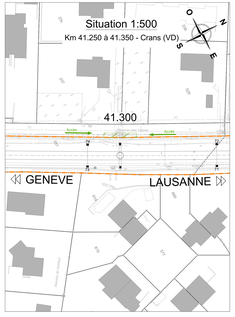
IM Engineering IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	31.10.2020	sm	ee		Création du plan
2	14.01.2020	ams	ee		Corrections suite au co-rdg Superhub
3	01.04.2020	ams	ee		Ajustement accès/circ/km CFF/TL
4	08.06.2020	ams	ee		Mise à jour légende et annexe

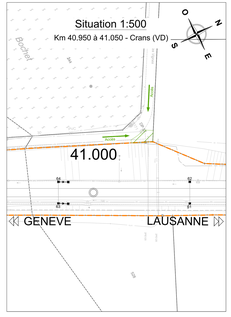
Situation 1:500
Km 46.950 à 47.150 - Coppet



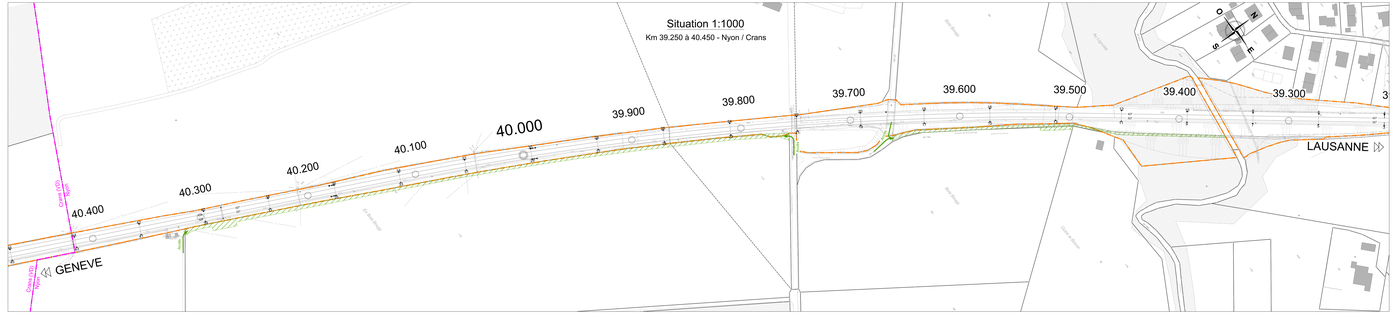
Situation 1:500
Km 41.250 à 41.350 - Crans (VD)



Situation 1:500
Km 40.950 à 41.050 - Crans (VD)



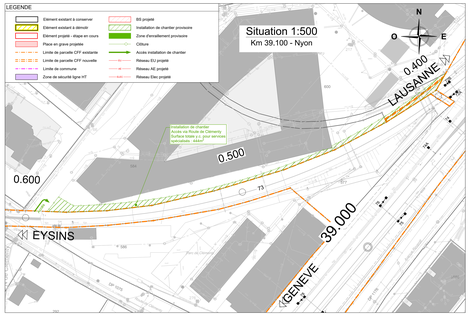
Situation 1:1000
Km 39.250 à 40.450 - Nyon / Crans



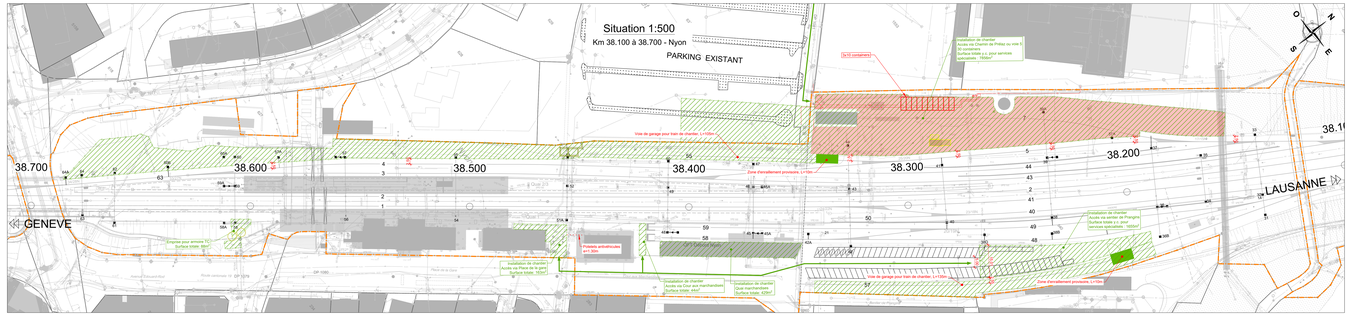
LEGENDE

- Elément existant à conserver
- Elément existant à démolir
- Elément projeté - étape en cours
- Place de giration projetée
- Limite de parcelle CFF existante
- Limite de parcelle CFF nouvelle
- Limite de commune
- Zone de sécurité ligne HT
- BS projeté
- Installation de chantier provisoire
- Zone d'enrellement provisoire
- Clôture
- Accès installation de chantier
- Réseau EU projeté
- Réseau AE projeté
- Réseau Elec projeté

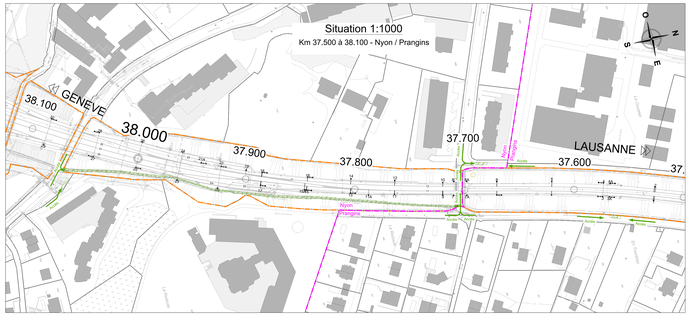
Situation 1:500
Km 39.100 - Nyon



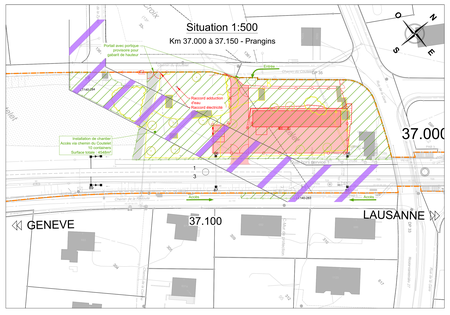
Situation 1:500
Km 38.100 à 38.700 - Nyon
PARKING EXISTANT



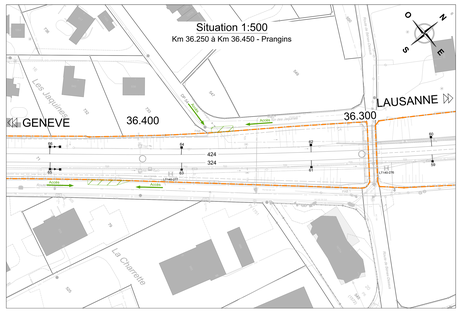
Situation 1:1000
Km 37.500 à 38.100 - Nyon / Prangins



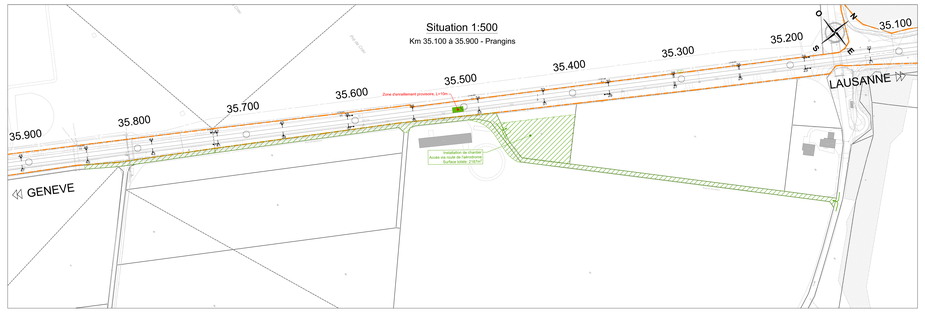
Situation 1:500
Km 37.000 à 37.150 - Prangins



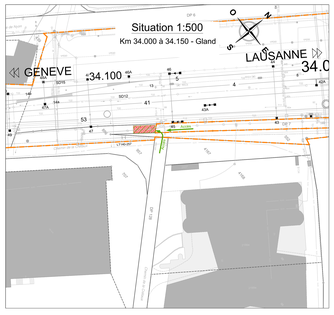
Situation 1:500
Km 36.250 à Km 36.450 - Prangins



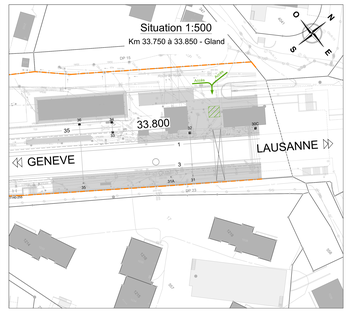
Situation 1:500
Km 35.100 à 35.900 - Prangins



Situation 1:500
Km 34.000 à 34.150 - Gland



Situation 1:500
Km 33.750 à 33.850 - Gland



SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

08.92

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100
Ligne : 159 km : 0.000 - 0.640

Canton : Vaud
Communes : Prangins, Nyon

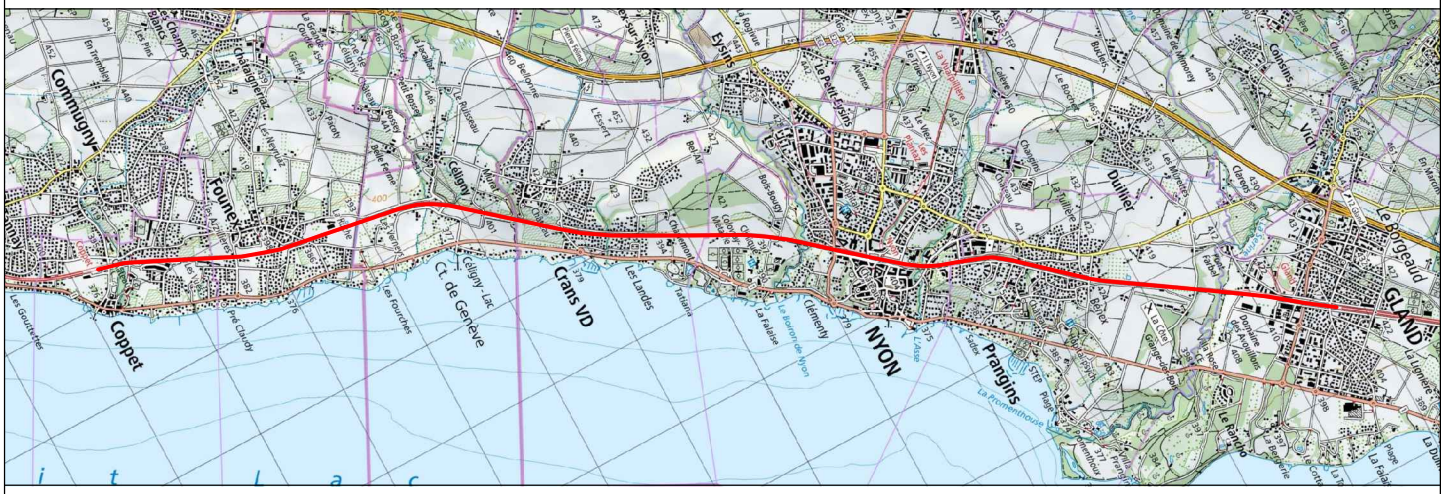
Echelle	Format
-	A4

N° Plan
-

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

CONCEPT DE LOGISTIQUE DE CIRCULATION



CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

Aimé Morel
Auteur de projet

IM Engineering | IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	14.10.2024	asi	mo		
2					
3					
4					

Table des matières

1	Places d'installation de chantier	2
1.1	Aérodrome	2
1.2	Prangins	3
1.3	Gare de Nyon – Jura	4
1.4	Gare de Nyon – Lac	5
2	Moyens logistiques	5
2.1	Travaux spécifiques	6
3	Voies de garages	6
4	Zones d'enraillement	7

1 Places d'installation de chantier

Plusieurs places d'installation de chantier sont prévues le long du projet. Les principales places sont décrites dans les chapitres suivants. Le détail des surfaces prévues ainsi que les places d'installations secondaires, prévues pour des chantiers ponctuels, sont visibles dans la pièce « 08.91_Plan des places d'installation de chantier » du dossier.

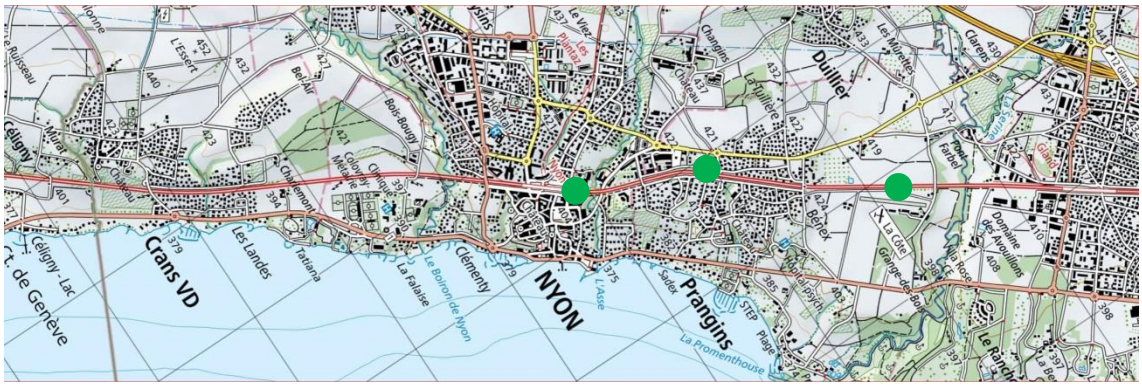


Figure 1: Position des principales places d'installation de chantier.

1.1 Aérodrome

La place d'installation de chantier de l'aérodrome se situe aux km 35.450. Cette place est principalement prévue comme zone de stockage et zone d'accès aux voies.



Figure 2: Accès à la place d'installation de chantier de l'Aérodrome

L'accès à cette place peut se faire par moyen routiers depuis la route de l'aérodrome. Cette route de desserte permet de rejoindre de plus grands axes, tels que la route de l'Etraz ou la route de Lausanne.

Une attention particulière est à porter sur l'accès depuis la route de l'Etraz, située au Nord des voies CFF. En effet, le passage supérieur PS de Folliouse limite le poids des véhicules à 20 tonnes.

1.2 Prangins

La place d'installation de chantier de Prangins se situe au km 37.100. Cette place est principalement prévue pour les travaux liés à la traversée principale et la réalisation du nouveau bâtiment de service. Une base de vie avec container et des places de parc sont également prévues.



Figure 3: Accès à l'installation de chantier de Prangins, avec, en trait-tillé, l'accès au Sud des voies

L'accès à la place d'installation de chantier de Prangins par moyen routier se fera depuis la route de l'Etraz, via le chemin de la Zyma.

Au droit de l'installation de chantier, un accès au Sud des voies est également nécessaire pour la réalisation de la cellule d'arrivée de la traversée principale. Cet accès peut être fait depuis la rue de la gare ou depuis la route du Curson, dans le cas où l'espace libre du passage inférieur de la rue de la gare est trop faible pour certaines machines (déplacement de la foreuse p. exemple).

1.3 Gare de Nyon – Jura

La place d'installation de chantier de la gare de Nyon se situe du km 38.100 au km 38.680, au nord des voies. Cette place est principalement prévue comme zone de stockage de matériaux et préparation des trains de chantier. En effet, elle comprend les voies 7 et 55, qui seront réservées pour toute la durée du chantier. Cette base sera utilisée pour tous les travaux situés sur les voies côté Jura nécessitants des moyens ferroviaires. Une base de vie est également prévue sur cette place d'installation de chantier.

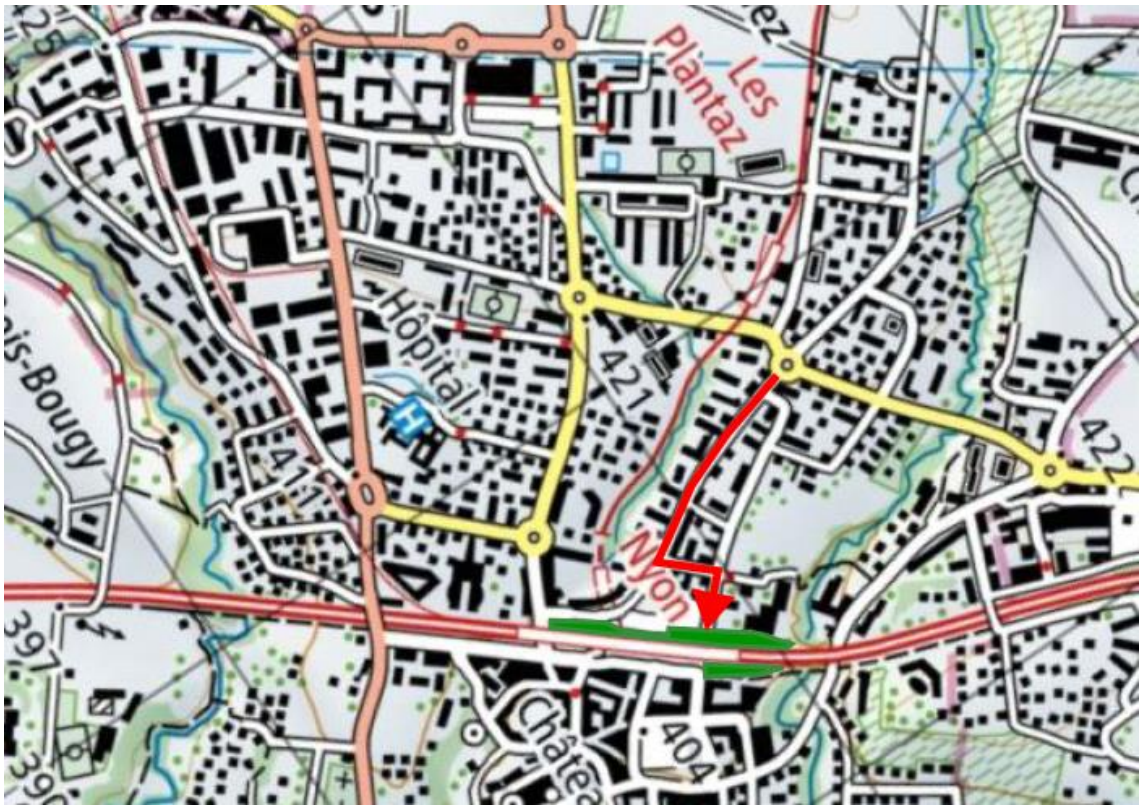


Figure 4: Accès à la place d'installation de chantier de Nyon, côté Jura

L'accès à la place d'installation de chantier se fera par le chemin de la Prélaz depuis la route de Saint-Cergue pour l'accès routier. Cette place étant située au centre-ville de Nyon, les entreprises adjudicatrices devront cependant privilégier au maximum les moyens ferroviaires et limiter les moyens routiers. Les heures de pointes sont également à proscrire pour le mouvement de véhicules routiers à travers la ville.

1.4 Gare de Nyon – Lac

La place d'installation de chantier de la gare de Nyon côté lac se situe au km 38.200. Elle est située à l'extrémité du P+R entre les voies 57 et 48-58. Dans ce secteur, 19 places de parc seront condamnées temporairement durant les travaux.

Cette place est principalement prévue comme zone de stockage de matériaux et préparation des trains de chantier. En effet, elle comprend la voie 57, qui sera réservée pour toute la durée du chantier. Cette place sera utilisée pour tous les travaux situés sur les voies côté Lac nécessitants des moyens ferroviaires.



Figure 5: Accès à la place d'installation de chantier de Nyon, côté Lac

L'accès à la place d'installation de chantier se fera par l'avenue de la gare depuis l'avenue Reverdil pour l'accès routier. Cette place étant située au centre-ville de Nyon, les entreprises adjudicatrices devront cependant privilégier au maximum les moyens ferroviaires et limiter les moyens routiers. Les heures de pointes sont également à proscrire pour le mouvement de véhicules routiers à travers la ville.

2 Moyens logistiques

En raison de l'environnement principalement urbain avoisinant le périmètre des travaux, l'acheminement et l'évacuation de matériaux, ainsi que le déplacement des machines se fera principalement par moyens ferroviaires. Des lieux de transbordement et de stockage intermédiaire sont prévus dans les places d'installations de chantier.

Pour de gros volumes qui proviennent de secteurs non raccordés à la voie ferrée, il serait possible d'utiliser le quai de chargement à Eysin pour le transbordement. Ainsi, le nombre de camions est limité en centre-ville de Nyon et de Prangins.

Selon la typologie des travaux et les secteurs, la logistique de chantier prévue est la suivante :

- Travaux à Prangins (Bâtiment de service, traversée principale, réaménagement de la place): logistique routière
- Travaux en zone de gare : principalement logistique ferroviaire

Le détail de la logistique nécessaire à chaque chantier ponctuel sera défini par les entreprises adjudicataires. Cette estimation concerne principalement des points tels que le volume concerné, les machines prévues, le temps de trajet entre l'installation et la place d'installation de chantier, etc...

2.1 Travaux spécifiques

2.1.1 Travaux génie civil

Les travaux de génie civil suivants seront principalement réalisés par train de chantier ou moyens rail-route :

- Création de fondations LC / SAZ
- Traversées et chambres à câbles
- Réalisation de nouveaux caniveaux à câbles
- Réalisation des escaliers
- Murs de soutènement
- Zone de déraillement
- Démolition des fondations SAZ / LC existantes

Les travaux de génie civil seront, en revanche réalisés par moyens routiers :

- Installations de chantier
- Démolitions diverses en gare de Nyon
- Cellules de départ et d'arrivée de la traversée principale
- Fondations du bâtiment de service

2.1.2 Travaux câbles

La pose de matériel pour la mise en coquille ainsi que le déroulage de câbles nécessitent l'utilisation de trains de chantier.

Les travaux de mise en coquille, tirages et raccordement des câbles secondaires ne nécessitent pas de gros moyens logistiques et seront réalisé dans l'intervalle des trains.

2.1.3 Bâtiment de service

Le bâtiment de service, préfabriqué, sera transporté par camion jusqu'à la place d'installation de chantier de Prangins. Une grue type autogrue sera nécessaire pour décharger et positionner les éléments préfabriqués du bâtiment.

2.1.4 Signaux SAZ

Les signaux SAZ seront acheminés par moyens ferroviaires jusqu'aux places d'installations de chantier de Nyon. Ils seront vérifiés et ensuite seront mis en place par moyen ferroviaire également.

Des grues ferroviaires et/ou routières seront également nécessaire au démontage des signaux et passerelles existantes.

3 Voies de garages

Compte tenu du trafic extrêmement chargé de la ligne 150 Lausanne-Genève, il sera difficile de manœuvrer des convois « à travers » les voies principales. Dès lors, des zones d'enraillement, respectivement des voies de garages seront prévu de part et d'autre des voies principales, à savoir :

- Côté Lac : Voies 57

- Côté Jura : Voies 5-55 / 7

4 Zones d'enraillement

Des zones d'enraillement sont prévues en gare de Nyon. Elles sont prévues sur les voies suivantes :

- Voie 55
- Voie 57
- Voie 323, au droit de l'installation de chantier de l'aérodrome.

Ces zones d'enraillement permettent aux machines rail-route de s'enrailler en vue des travaux sur les voies côté Jura respectivement côté Lac, sans avoir à traverser les voies principales.

SBB CFF FFS

09.01.01

CFF Infrastructure Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100
Ligne : 159 km : 0.000 - 0.640

Canton : Vaud

Communes : Gland, Prangins, Nyon, Crans (VD), Coppet

Echelle	Format
1:500 / 1:1000	2310x891

N° Plan : 201325000.09.01.01

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

PLAN D'EMPRISES KM 33.750 - KM 47.100

CFF SA
Infrastructure Projets

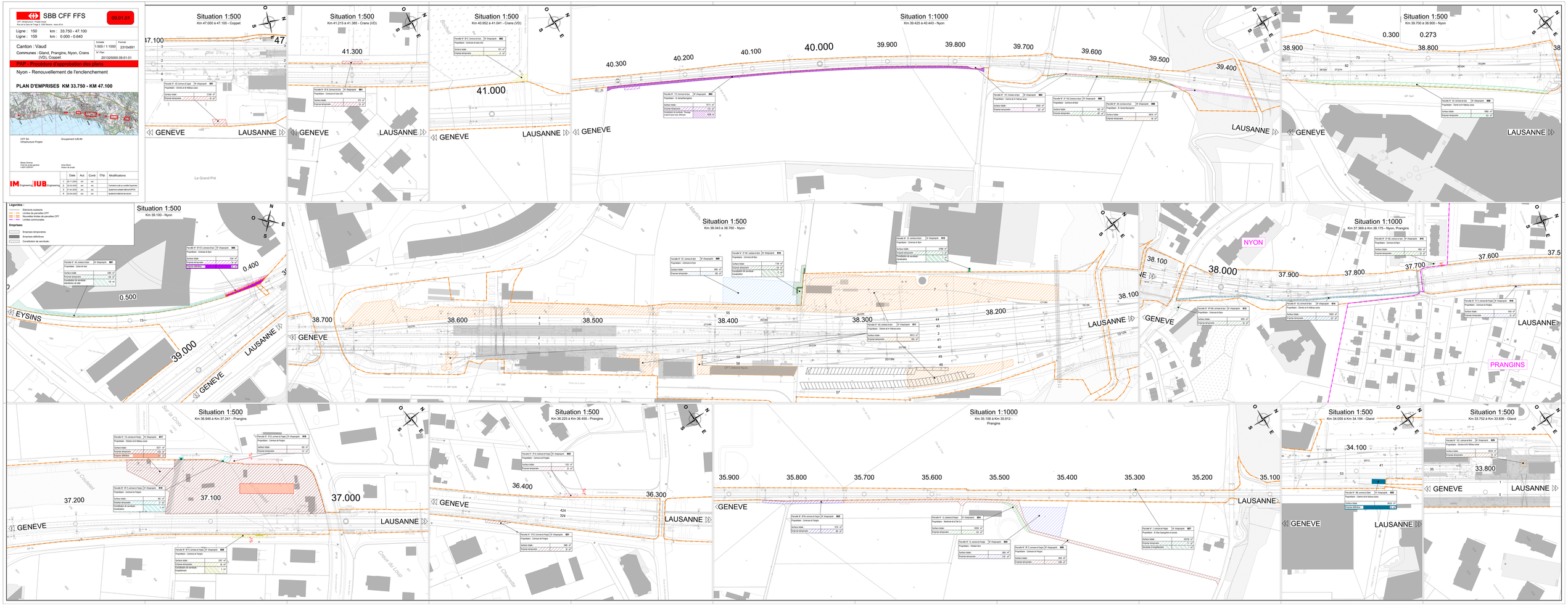
Groupement IUB-IM

Bruno Gentoz
Chef de projet général
LAUSANNE

Anne Morel
Auteur de projet

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	26.11.2020	aa	ae		
2	26.02.2020	aa	ae		Corrections suite au contrôle Superfaux
3	31.04.2020	aa	ae		Système nom colonne Ordinaire/CFFN
4	23.06.2020	aa	ae		Système nom colonne de service

IM Engineering IUB Engineering



SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

09.02

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100
Ligne : 159 km : 0.000 - 0.640

Canton : Vaud

Communes : Gland, Prangins, Nyon, Crans (VD), Coppet

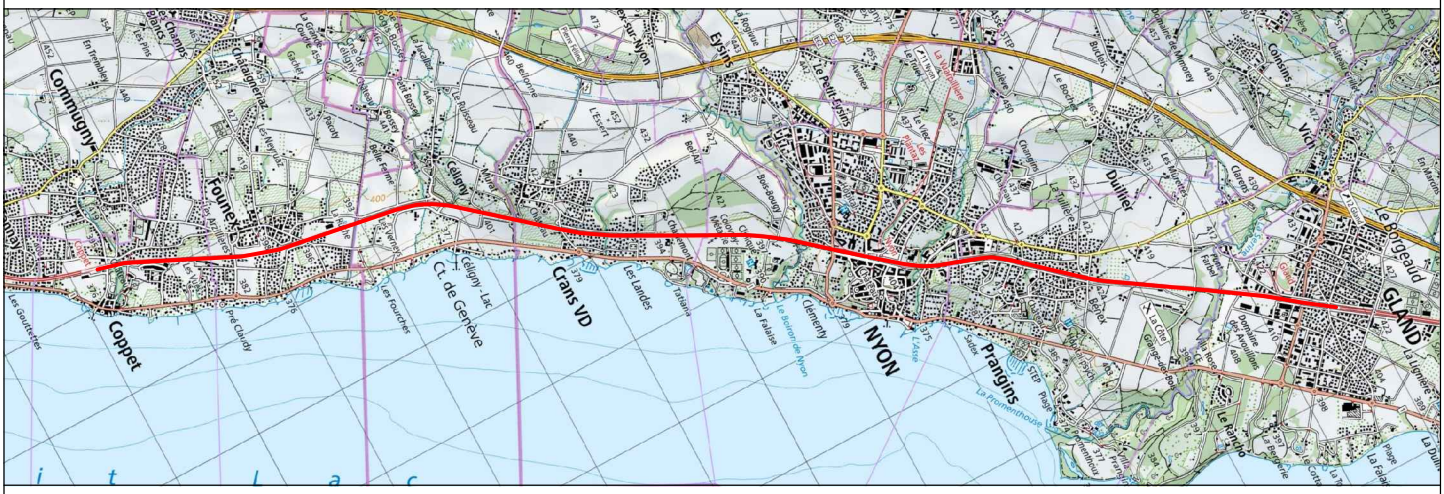
Echelle	Format
-	A4

N° Plan
-

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

TABLEAU DES DROITS A ACQUERIR



CFF SA
Infrastructure Projets

CFF SA
Immobilier Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-PJM-RNY

Sébastien Gatefay
Chef de projet
IM-GM-GBB-RWT

Aimé Morel
Auteur de projet

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	06.09.2024	cec			
2	06.03.2025	sga			Selon plan d'emprises
3					
4					

Tableau des droits à acquérir

SBB CFF FFS

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Commune Commune de Crans (VD)

Propriété

N°emprise	Parcelle	Surface	Propriétaire
001	DP 36	973.00	Commune de Crans (VD)

Emprises

Emprise définitive (m^2)	Emprise temporaire (m^2)	Durée d'emprise (Mois)
0.00	30.00	48

Servitudes ou autres droits

Remarques

Tableau des droits à acquérir

SBB CFF FFS

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Commune Commune de Crans (VD)

Propriété

N°emprise	Parcelle	Surface	Propriétaire
002	DP 57	974.00	Commune de Crans (VD)

Emprises

Emprise définitive (m^2)	Emprise temporaire (m^2)	Durée d'emprise (Mois)
0.00	41.00	48

Servitudes ou autres droits

Remarques

Tableau des droits à acquérir

SBB CFF FFS

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Commune Ville de Nyon

Propriété

N°emprise	Parcelle	Surface	Propriétaire
003	1172	76774.00	Samuel Baumgartner

Emprises

Emprise définitive (m^2)	Emprise temporaire (m^2)	Durée d'emprise (Mois)
0.00	1723.00	48

Servitudes ou autres droits

Servitude de passage à pied et pour tous véhicules, 1636 m²

Remarques

Tableau des droits à acquérir

SBB CFF FFS

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Commune Ville de Nyon

Propriété

N°emprise	Parcelle	Surface	Propriétaire
004	1221	23932.00	Schweizerische Bundesbahnen SBB Kreditoren Infrastruktur

Emprises

Emprise définitive (m^2)	Emprise temporaire (m^2)	Durée d'emprise (Mois)
0.00	257.00	48

Servitudes ou autres droits

Remarques

6 mars 2025

Sébastien Gatefait

Tableau des droits à acquérir

SBB CFF FFS

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Commune Ville de Nyon

Propriété

N°emprise	Parcelle	Surface	Propriétaire
005	DP 1169	562.00	Ville de Nyon

Emprises

Emprise définitive (m^2)	Emprise temporaire (m^2)	Durée d'emprise (Mois)
0.00	407.00	48

Servitudes ou autres droits

Remarques

Tableau des droits à acquérir

SBB CFF FFS

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Commune Ville de Nyon

Propriété

N°emprise	Parcelle	Surface	Propriétaire
006	565	30618.00	Samuel Baumgartner

Emprises

Emprise définitive (m^2)	Emprise temporaire (m^2)	Durée d'emprise (Mois)
0.00	89.00	48

Servitudes ou autres droits

Remarques

Tableau des droits à acquérir

SBB CFF FFS

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Commune Ville de Nyon

Propriété

N°emprise	Parcelle	Surface	Propriétaire
007	584	5460.00	Canton de Vaud Dir. Générale des Imm. & Patrimoine

Emprises

Emprise définitive (m^2)	Emprise temporaire (m^2)	Durée d'emprise (Mois)
0.00	348.00	12

Servitudes ou autres droits

Servitude d’interdiction de bâtir, 138 m²

Remarques

6 mars 2025

Sébastien Gatefait

Tableau des droits à acquérir

SBB CFF FFS

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Commune Ville de Nyon

Propriété

N°emprise	Parcelle	Surface	Propriétaire
008	DP 1073	1034.00	Ville de Nyon

Emprises

Emprise définitive (m^2)	Emprise temporaire (m^2)	Durée d'emprise (Mois)
62.00	34.00	12

Servitudes ou autres droits

Remarques

6 mars 2025

Sébastien Gatefait

Tableau des droits à acquérir

SBB CFF FFS

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Commune Ville de Nyon

Propriété

N°emprise	Parcelle	Surface	Propriétaire
009	637	9685.00	Ville de Nyon

Emprises

Emprise définitive (m^2)	Emprise temporaire (m^2)	Durée d'emprise (Mois)
0.00	990.00	48

Servitudes ou autres droits

Remarques

Tableau des droits à acquérir

SBB CFF FFS

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Commune Ville de Nyon

Propriété

N°emprise	Parcelle	Surface	Propriétaire
010	DP 1081	1180.00	Ville de Nyon

Emprises

Emprise définitive (m^2)	Emprise temporaire (m^2)	Durée d'emprise (Mois)
0.00	126.00	48

Servitudes ou autres droits

Servitude souterraine de canalisation, 12 m²

Remarques

Tableau des droits à acquérir

SBB CFF FFS

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Commune Ville de Nyon

Propriété

N°emprise	Parcelle	Surface	Propriétaire
011	640	40574.00	Schweizerische Bundesbahnen SBB SSO Finanzen

Emprises

Emprise définitive (m^2)	Emprise temporaire (m^2)	Durée d'emprise (Mois)
0.00	7903.00	48

Servitudes ou autres droits

Remarques

6 mars 2025

Sébastien Gatefait

Tableau des droits à acquérir

SBB CFF FFS

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Commune Ville de Nyon

Propriété

N°emprise	Parcelle	Surface	Propriétaire
012	107	22480.00	Ville de Nyon

Emprises

Emprise définitive (m^2)	Emprise temporaire (m^2)	Durée d'emprise (Mois)
0.00	6.00	2

Servitudes ou autres droits

Servitude souterraine de canalisation, 2 m²

Remarques

Tableau des droits à acquérir

SBB CFF FFS

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Commune Ville de Nyon

Propriété

N°emprise	Parcelle	Surface	Propriétaire
013	DP 1084	8025.00	Ville de Nyon

Emprises

Emprise définitive (m^2)	Emprise temporaire (m^2)	Durée d'emprise (Mois)
0.00	20.00	48

Servitudes ou autres droits

Remarques

Tableau des droits à acquérir

SBB CFF FFS

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Commune Ville de Nyon

Propriété

N°emprise	Parcelle	Surface	Propriétaire
014	653	15820.00	Schweizerische Bundesbahnen SBB SSO Finanzen

Emprises

Emprise définitive (m^2)	Emprise temporaire (m^2)	Durée d'emprise (Mois)
0.00	537.00	48

Servitudes ou autres droits

Remarques

Tableau des droits à acquérir

SBB CFF FFS

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Commune Ville de Nyon

Propriété

N°emprise	Parcelle	Surface	Propriétaire
015	DP 1083	3063.00	Ville de Nyon

Emprises

Emprise définitive (m^2)	Emprise temporaire (m^2)	Durée d'emprise (Mois)
0.00	20.00	48

Servitudes ou autres droits

Remarques

Tableau des droits à acquérir

SBB CFF FFS

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Commune Commune de Prangins

Propriété

N°emprise	Parcelle	Surface	Propriétaire
016	DP 15	1940.00	Commune de Prangins

Emprises

Emprise définitive (m^2)	Emprise temporaire (m^2)	Durée d'emprise (Mois)
0.00	25.00	48

Servitudes ou autres droits

Remarques

Tableau des droits à acquérir

SBB CFF FFS

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Commune Commune de Prangins

Propriété

N°emprise	Parcelle	Surface	Propriétaire
017	319	35371.00	Schweizerische Bundesbahnen SBB SSO Finanzen

Emprises

Emprise définitive (m^2)	Emprise temporaire (m^2)	Durée d'emprise (Mois)
301.00	4233.00	48

Servitudes ou autres droits

Remarques

6 mars 2025

Sébastien Gatefait

Tableau des droits à acquérir

SBB CFF FFS

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Commune Commune de Prangins

Propriété

N°emprise	Parcelle	Surface	Propriétaire
018	DP 75	902.00	Commune de Prangins

Emprises

Emprise définitive (m^2)	Emprise temporaire (m^2)	Durée d'emprise (Mois)
0.00	27.00	48

Servitudes ou autres droits

Servitude souterraine de canalisation, 5 m²

Remarques

6 mars 2025

Sébastien Gatefait

Tableau des droits à acquérir

SBB CFF FFS

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Commune Commune de Prangins

Propriété

N°emprise	Parcelle	Surface	Propriétaire
019	DP 35	430.00	Commune de Prangins

Emprises

Emprise définitive (m^2)	Emprise temporaire (m^2)	Durée d'emprise (Mois)
0.00	147.00	48

Servitudes ou autres droits

Remarques

6 mars 2025

Sébastien Gatefait

Tableau des droits à acquérir

SBB CFF FFS

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Commune Commune de Prangins

Propriété

N°emprise	Parcelle	Surface	Propriétaire
020	DP 76	2407.00	Commune de Prangins

Emprises

Emprise définitive (m^2)	Emprise temporaire (m^2)	Durée d'emprise (Mois)
0.00	66.00	48

Servitudes ou autres droits

servitude empiètement

Remarques

6 mars 2025

Sébastien Gatefait

Tableau des droits à acquérir

SBB CFF FFS

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Commune Commune de Prangins

Propriété

N°emprise	Parcelle	Surface	Propriétaire
021	DP 55	2886.00	Commune de Prangins

Emprises

Emprise définitive (m^2)	Emprise temporaire (m^2)	Durée d'emprise (Mois)
0.00	38.00	48

Servitudes ou autres droits

Remarques

Tableau des droits à acquérir

SBB CFF FFS

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Commune Commune de Prangins

Propriété

N°emprise	Parcelle	Surface	Propriétaire
022	DP 54	1252.00	Commune de Prangins

Emprises

Emprise définitive (m^2)	Emprise temporaire (m^2)	Durée d'emprise (Mois)
0.00	25.00	48

Servitudes ou autres droits

Remarques

6 mars 2025

Sébastien Gatefait

Tableau des droits à acquérir

SBB CFF FFS

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Commune Commune de Prangins

Propriété

N°emprise	Parcelle	Surface	Propriétaire
023	DP 68	2216.00	Commune de Prangins

Emprises

Emprise définitive (m^2)	Emprise temporaire (m^2)	Durée d'emprise (Mois)
0.00	483.00	48

Servitudes ou autres droits

Remarques

6 mars 2025

Sébastien Gatefait

Tableau des droits à acquérir

SBB CFF FFS

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Commune Commune de Prangins

Propriété

N°emprise	Parcelle	Surface	Propriétaire
024	43	65034.00	L'aérodrome de la Côte SA

Emprises

Emprise définitive (m^2)	Emprise temporaire (m^2)	Durée d'emprise (Mois)
0.00	245.00	48

Servitudes ou autres droits

Remarques

Tableau des droits à acquérir

SBB CFF FFS

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Commune Commune de Prangins

Propriété

N°emprise	Parcelle	Surface	Propriétaire
025	42	2900.00	Christian Favre

Emprises

Emprise définitive (m^2)	Emprise temporaire (m^2)	Durée d'emprise (Mois)
0.00	2187.00	48

Servitudes ou autres droits

Remarques

Tableau des droits à acquérir

SBB CFF FFS

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Commune Commune de Prangins

Propriété

N°emprise	Parcelle	Surface	Propriétaire
026	DP 72	2845.00	Commune de Prangins

Emprises

Emprise définitive (m^2)	Emprise temporaire (m^2)	Durée d'emprise (Mois)
0.00	2500.00	48

Servitudes ou autres droits

Remarques

Tableau des droits à acquérir

SBB CFF FFS

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Commune Commune de Prangins

Propriété

N°emprise	Parcelle	Surface	Propriétaire
027	2	335750.00	Didier Frei; Alain Brocher; Hector Chambaz; René Gagnebin; Sébastien Maillard; Jacques Mugnier; Reynald Pasche; Jean-Michel Trottet; Monsieur Marc Baumgartner

Emprises

Emprise définitive (m^2)	Emprise temporaire (m^2)	Durée d'emprise (Mois)
0.00	11.00	6

Servitudes ou autres droits

Servitude d’empiètement, 1 m²

Remarques

Tableau des droits à acquérir

SBB CFF FFS

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Commune Commune de Gland

Propriété

N°emprise	Parcelle	Surface	Propriétaire
028	896	469.00	Schweizerische Bundesbahnen SBB SSO Finanzen

Emprises

Emprise définitive (m^2)	Emprise temporaire (m^2)	Durée d'emprise (Mois)
35.00	0.00	0

Servitudes ou autres droits

Remarques

6 mars 2025

Sébastien Gatefait

Tableau des droits à acquérir

SBB CFF FFS

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Commune Commune de Gland

Propriété

N°emprise	Parcelle	Surface	Propriétaire
029	1631	66345.00	Schweizerische Bundesbahnen SBB SSO Finanzen

Emprises

Emprise définitive (m^2)	Emprise temporaire (m^2)	Durée d'emprise (Mois)
0.00	25.00	48

Servitudes ou autres droits

Remarques

6 mars 2025

Sébastien Gatefait

Tableau des droits à acquérir

SBB CFF FFS

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Commune Ville de Nyon

Propriété

N°emprise	Parcelle	Surface	Propriétaire
030	561	19895.00	Schweizerische Bundesbahnen SBB SSO Finanzen

Emprises

Emprise définitive (m^2)	Emprise temporaire (m^2)	Durée d'emprise (Mois)
0.00	434.00	12

Servitudes ou autres droits

Remarques

6 mars 2025

Sébastien Gatefait

Tableau des droits à acquérir

SBB CFF FFS

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Commune Commune de Coppet

Propriété

N°emprise	Parcelle	Surface	Propriétaire
031	455	21396.00	Schweizerische Bundesbahnen SBB SSO Finanzen

Emprises

Emprise définitive (m^2)	Emprise temporaire (m^2)	Durée d'emprise (Mois)
0.00	49.00	48

Servitudes ou autres droits

Remarques

6 mars 2025

Sébastien Gatefait

SBB CFF FFS

09.03.01

CFF Infra Gare de Fribg 3, 1020 Renens - www.cff.ch

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud

Communes : Gland, Prangins, Nyon

Echelle	Format
1:500	231 x 59.4

N° Plan

2013250000.09.03.01

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Plan piquetage km 33.580 - 38.100



CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Rémi Dreher
Chef de projet général
CHEF-LIEU®

Anne Morel
Auteur de projet

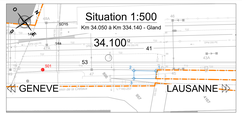
IM Engineering IUB Engineering

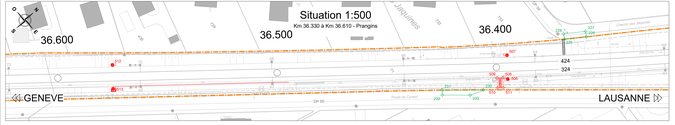
	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	16.10.2020	ara	ao		
2	19.01.2021	ara	ao		Correction suite au contrôle Superclan
3	26.06.2023	ara	ao		Mise à jour bâtiment de service
4					

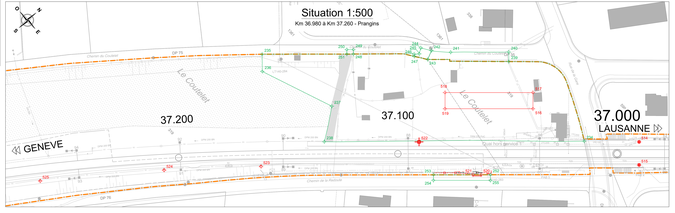
LEGENDE

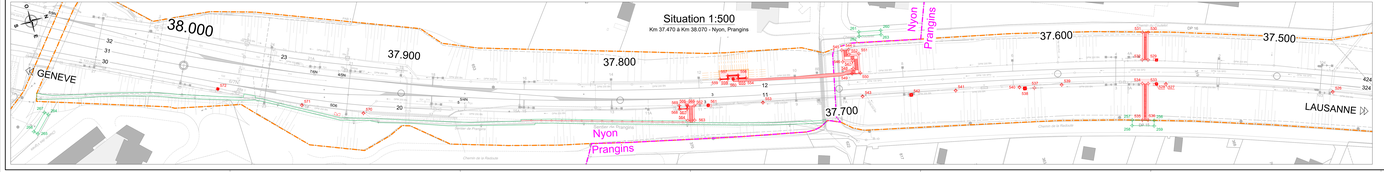
- Eléments existants maintenus
- Eléments projetés
- Limite parcelle CFF
- Limite communales
- Axe voie existante à conserver
- Emprise définitive
- Emprise temporaire

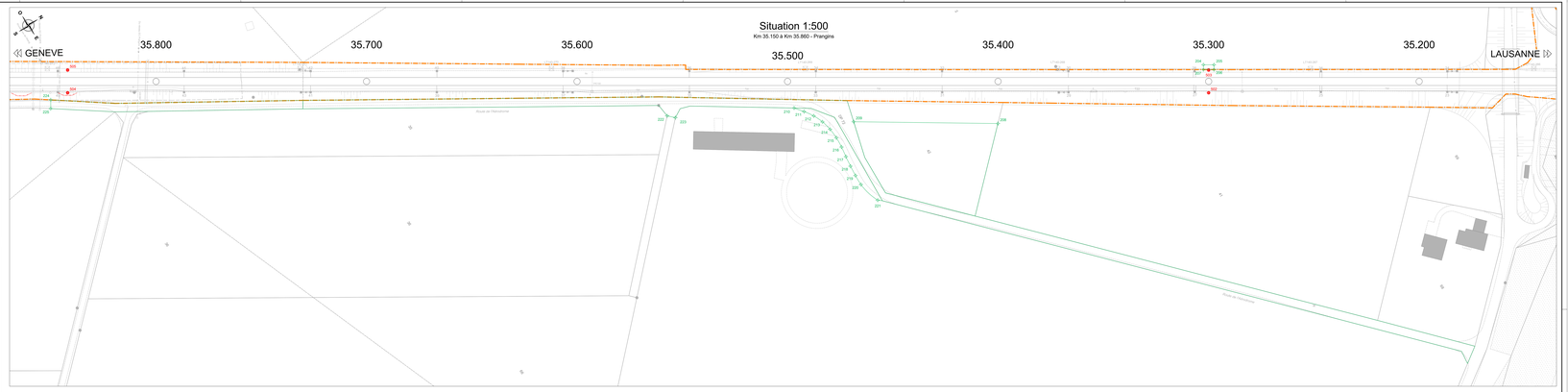












Emprises temporaires

N° point	Position X	Position Y	Genre de points	Matérialisation
200	1141653.026	2513296.955	Emprise temporaire	Marquage vert
201	1141648.510	2513293.972	Emprise temporaire	Marquage vert
202	1141646.031	2513287.998	Emprise temporaire	Marquage vert
203	1141650.841	2513310.966	Emprise temporaire	Marquage vert
204	1140390.356	2509227.213	Emprise temporaire	Piquet bois vert
205	1140749.945	2509339.931	Emprise temporaire	Piquet bois vert
206	1140893.914	2509231.829	Emprise temporaire	Piquet bois vert
207	1140389.529	2509229.115	Emprise temporaire	Piquet bois vert
208	1140393.355	2509197.453	Emprise temporaire	Piquet bois vert
209	1140748.355	2509199.399	Emprise temporaire	Non matérialisé
210	1140216.156	2509138.613	Emprise temporaire	Piquet bois vert
211	1140219.174	2509143.508	Emprise temporaire	Piquet bois vert
212	1140221.929	2509146.743	Emprise temporaire	Piquet bois vert
213	1140223.869	2509151.379	Emprise temporaire	Piquet bois vert
214	1140224.972	2509156.287	Emprise temporaire	Piquet bois vert
215	1140225.267	2509161.299	Emprise temporaire	Piquet bois vert
216	1140224.841	2509166.316	Emprise temporaire	Piquet bois vert
217	1140224.202	2509171.252	Emprise temporaire	Piquet bois vert
218	1140223.572	2509176.284	Emprise temporaire	Piquet bois vert
219	1140223.125	2509181.295	Emprise temporaire	Piquet bois vert
220	1140222.975	2509186.335	Emprise temporaire	Piquet bois vert
221	1140225.594	2509186.845	Emprise temporaire	Piquet bois vert
222	1140163.939	2509168.702	Emprise temporaire	Piquet bois vert
223	1140166.356	2509171.629	Emprise temporaire	Piquet bois vert

Emprises temporaires

N° point	Position X	Position Y	Genre de points	Matérialisation
224	1139822.159	2509043.918	Emprise temporaire	Piquet bois vert
225	1139819.918	2509040.367	Emprise temporaire	Piquet bois vert
226	1139417.557	2509036.541	Emprise temporaire	Marquage vert
227	1139418.042	2509034.537	Emprise temporaire	Marquage vert
228	1139311.036	2509026.556	Emprise temporaire	Marquage vert
229	1139309.541	2509024.562	Emprise temporaire	Piquet bois vert
230	1139466.898	2509022.106	Emprise temporaire	Marquage vert
231	1139452.368	2509020.431	Emprise temporaire	Marquage vert
232	1139451.480	2509011.177	Emprise temporaire	Marquage vert
233	1139450.862	2509019.830	Emprise temporaire	Marquage vert
234	1139452.027	2509029.410	Emprise temporaire	Non matérialisé
235	1139558.915	2509079.529	Emprise temporaire	Marquage vert
236	1139553.797	2509084.463	Emprise temporaire	Piquet bois vert
237	1139548.528	2509117.359	Emprise temporaire	Piquet bois vert
238	1139553.369	2509127.214	Emprise temporaire	Piquet bois vert
239	1139620.772	2509135.815	Emprise temporaire	Marquage vert
240	1139622.843	2509150.353	Emprise temporaire	Marquage vert
241	1139653.756	2509135.553	Emprise temporaire	Marquage vert
242	1139557.732	2509129.634	Emprise temporaire	Piquet bois vert
243	1139553.759	2509130.535	Emprise temporaire	Marquage vert
244	1139548.338	2509130.403	Emprise temporaire	Marquage vert
245	1139552.863	2509126.006	Emprise temporaire	Marquage vert
246	1139560.759	2509124.924	Emprise temporaire	Marquage vert
247	1139560.148	2509122.399	Emprise temporaire	Piquet bois vert

Emprises temporaires

N° point	Position X	Position Y	Genre de points	Matérialisation
248	1139573.102	2509108.152	Emprise temporaire	Piquet bois vert
249	1139571.429	2509104.657	Emprise temporaire	Piquet bois vert
250	1139565.164	2509102.668	Emprise temporaire	Marquage vert
251	1139565.776	2509108.985	Emprise temporaire	Marquage vert
252	1139560.176	2509108.985	Emprise temporaire	Marquage vert
253	1139560.736	2509111.944	Emprise temporaire	Marquage vert
254	1139559.046	2509072.452	Emprise temporaire	Marquage vert
255	1139579.474	2509136.775	Emprise temporaire	Marquage vert
256	1139580.361	2509142.778	Emprise temporaire	Marquage vert
257	1139550.066	2509139.775	Emprise temporaire	Marquage vert
258	1139550.110	2509142.153	Emprise temporaire	Marquage vert
259	1139559.817	2509146.250	Emprise temporaire	Marquage vert
260	1139643.337	2509166.829	Emprise temporaire	Marquage vert
261	1139643.396	2509164.569	Emprise temporaire	Marquage vert
262	1139643.144	2509166.517	Emprise temporaire	Marquage vert
263	1139452.885	2509168.777	Emprise temporaire	Marquage vert
264	1139579.214	2509179.717	Emprise temporaire	Piquet bois vert
265	1139571.356	2509179.647	Emprise temporaire	Piquet bois vert
266	1139570.814	2509167.109	Emprise temporaire	Piquet bois vert
267	1139577.829	2509179.215	Emprise temporaire	Marquage vert

Eléments CFF projetés

N° point	Position X	Position Y	Genre de points	Matérialisation
501	1141317.557	2510322.172	Fondation SAZ	Non matérialisé
502	1141340.462	2509823.739	Fondation SAZ	Piquet bois rouge
503	1140366.287	2509230.728	Fondation SAZ	Piquet bois rouge
504	1139930.700	2509064.452	Fondation SAZ	Piquet bois rouge
505	1139839.084	2509039.389	Fondation SAZ	Piquet bois rouge
506	1139749.267	2509026.178	Fondation SAZ	Piquet bois rouge
507	1139484.377	2509018.052	Fondation SAZ	Piquet bois rouge
508	1139477.005	2509024.277	Exutoire	Piquet bois rouge
509	1139475.048	2509022.565	Exutoire	Piquet bois rouge
510	1139473.099	2509020.837	Exutoire	Marquage rouge
511	1139474.056	2509027.649	Exutoire	Marquage rouge
512	1139350.942	2509048.532	Fondation SAZ	Piquet bois rouge
513	1139343.864	2509038.600	Fondation SAZ	Piquet bois rouge
514	1139343.772	2509032.704	Fondation SAZ	Marquage rouge
515	1139253.728	2508235.823	Fondation SAZ	Piquet bois rouge
516	1139214.872	2508179.205	BS	Gabarit
517	1139220.387	2508174.322	BS	Non matérialisé
518	1139585.675	2508147.573	BS	Gabarit
519	1139584.717	2508152.560	BS	Gabarit
520	1139576.905	2508156.020	Parc ferroviaire	Marquage rouge
521	1139574.299	2509151.571	Parc ferroviaire	Marquage rouge
522	1139563.751	2508156.000	Fondation LC	Piquet bois rouge
523	1139564.473	2509116.544	Chambre EC	Non matérialisé

Eléments CFF projetés

N° point	Position X	Position Y	Genre de points	Matérialisation
524	1139573.555	2508908.395	Chambre EC	Non matérialisé
525	1139524.552	2508354.530	Chambre EC	Non matérialisé
526	1139642.369	2507554.473	Chambre EC	Non matérialisé
527	1139574.414	2507528.320	Chambre EC	Non matérialisé
528	1139566.307	2507527.232	Fondation SAZ	Piquet bois rouge
529	1139566.557	2507519.525	Fondation SAZ	Piquet bois rouge
530	1139568.602	2507503.677	Exutoire	Marquage rouge
531	1139567.129	2507502.698	Exutoire	Marquage rouge
532	1139565.364	2507514.649	Exutoire	Piquet bois rouge
533	1139562.692	2507526.045	Exutoire	Piquet bois rouge
534	1139560.356	2507535.374	Exutoire	Piquet bois rouge
535	1139555.288	2507561.137	Exutoire	Marquage rouge
536	1139557.767	2507561.957	Exutoire	Marquage rouge
537	1139513.342	2507810.342	Fondation LC	Piquet bois rouge
538	1139508.356	2507811.541	Fondation LC	Piquet bois rouge
539	1139504.502	2507814.824	Chambre EC	Non matérialisé
540	1139501.168	2507810.033	Chambre EC	Non matérialisé
541	1139477.918	2507803.205	Chambre EC	Non matérialisé
542	1139457.349	2507799.287	Fondation LC	Piquet bois rouge
543	1139436.392	2507855.247	Chambre EC	Non matérialisé
544	1139436.721	2507870.978	Exutoire	Piquet bois rouge
545	1139433.597	2507870.297	Exutoire	Piquet bois rouge
546	1139432.525	2507870.408	Exutoire	Piquet bois rouge
547	1139436.356	2507879.482	Exutoire	Piquet bois rouge

Eléments CFF projetés

N° point	Position X	Position Y	Genre de points	Matérialisation
548	1139436.187	2507879.790	Exutoire	Piquet bois rouge
549	1139434.994	2507881.958	Exutoire	Piquet bois rouge
550	1139438.711	2507882.799	Exutoire	Piquet bois rouge
551	1139440.945	2507874.119	Exutoire	Piquet bois rouge
552	1139436.238	2507873.124	Exutoire	Piquet bois rouge
553	1139432.390	2507872.529	Chambre EC	Non matérialisé
554	1139388.297	2507869.921	Rur de soutènement	Piquet bois rouge
555	1139384.833	2507868.833	Rur de soutènement	Piquet bois rouge
556	1139385.141	2507867.231	Rur de soutènement	Piquet bois rouge
557	1139380.552	2507866.082	Rur de soutènement	Piquet bois rouge
558	1139380.180	2507867.473	Rur de soutènement	Piquet bois rouge
559	1139378.714	2507866.641	Rur de soutènement	Piquet bois rouge
560	1139382.464	2507868.221	Fondation SAZ	Piquet bois rouge
561	1139388.077	2507879.529	Fondation SAZ	Piquet bois rouge
562	1139381.810	2507874.661	Exutoire	Piquet bois rouge
563	1139380.162	2507880.091	Exutoire	Piquet bois rouge
564	1139387.160	2507892.033	Exutoire	Piquet bois rouge
565	1139388.926	2507873.967	Exutoire	Piquet bois rouge
566	1139388.871	2507873.459	Rur de soutènement	Piquet bois rouge
567	1139388.467	2507875.045	Rur de soutènement	Piquet bois rouge
568	1139355.032	2507874.748	Rur de soutènement	Piquet bois rouge
569	1139355.437	2507872.600	Rur de soutènement	Piquet bois rouge
570	1139316.744	2507870.406	Chambre EC	Non matérialisé
571	1139316.393	2507872.001	Chambre EC	Non matérialisé

Eléments CFF projetés

N° point	Position X	Position Y	Genre de points	Matérialisation
572	1139186.640	2507863.452	Fondation SAZ	Piquet bois rouge

Emprises définitives

N° point	Position X	Position Y	Genre de points	Matérialisation
1	1141387.557	2509053.713	Emprise définitive	Piquet bois bleu
2	1141380.117	2509029.473	Emprise définitive	Piquet bois bleu
3	1141377.926	2509002.206	Emprise définitive	Piquet bois bleu

SBB CFF FFS

09.03.02

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Place de la Gare de Triage 2, 1020 Renens - www.cff.ch

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100
Ligne : 159 km : 0.000 - 0.640

Canton : Vaud
Communes : Nyon, Crans (VD), Coppet

Echelle	Format
1:500	210 x 59.4

N° Plan : 201325000.09.03.02

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Plan piquetage km 38.100 - 47.100



CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Dechez
Chef de projet général
1147413.DBLB01

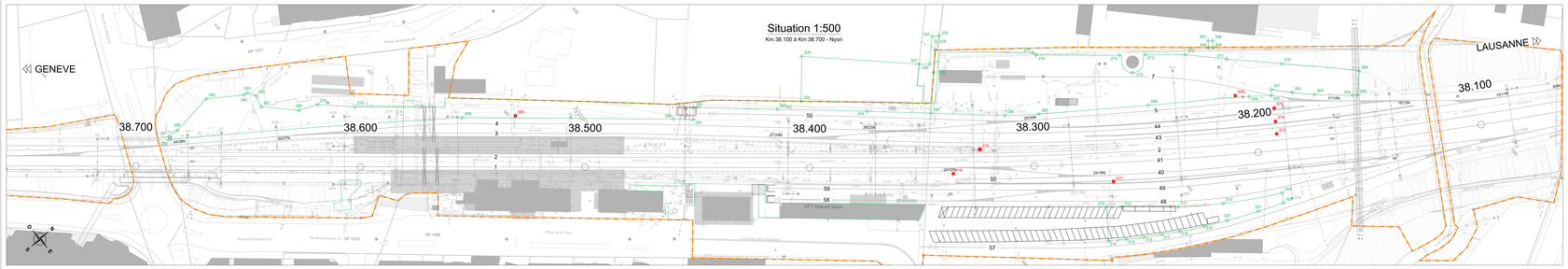
Astrid Monot
Auteur de projet

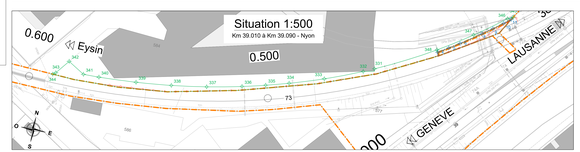
IM Engineering IUB Engineering

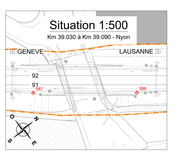
	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	14.10.2024	ara	esr		
2	24.01.2025	ara	esr		Correction suite au cartelle Superviseur
3	01.04.2025	ara	esr		Ajustement cadastre tableaux EPCN
4					

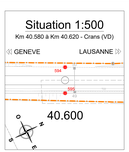
LEGENDE

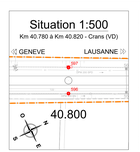
- Eléments existants maintenus
- Eléments projetés
- Limite parcelle CFF
- Limite communales
- Limite parcelle CFF nouvelle
- Axe voie existante à conserver
- Emprise définitive
- Emprise temporaire

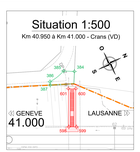


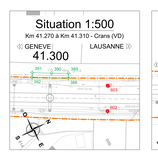


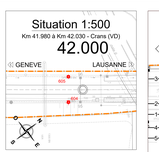


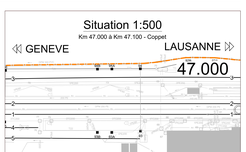


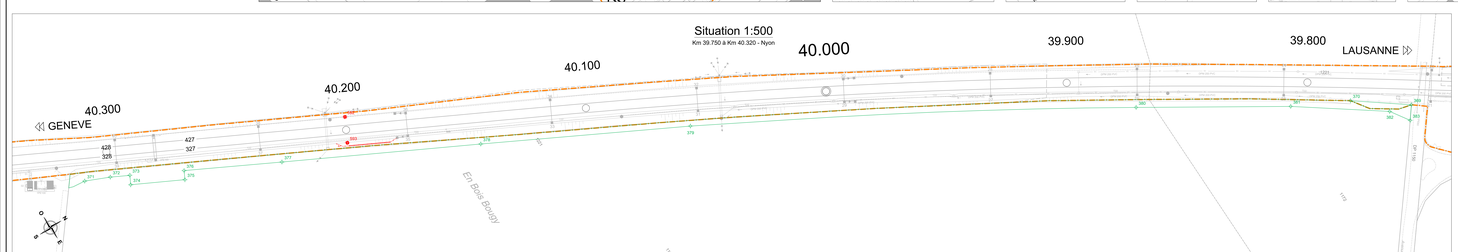


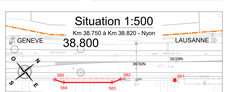


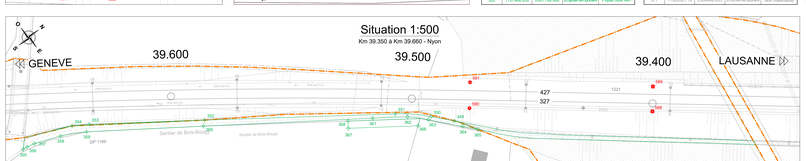












Empires temporaires

N° point	Position X	Position Y	Genre de points	Matérialisation
268	1138024.297	2507693.681	Emprise temporaire	Piquet bois vert
269	1138031.686	2507693.958	Emprise temporaire	Piquet bois vert
270	1138027.602	2507681.145	Emprise temporaire	Piquet bois vert
271	1137956.228	2507643.781	Emprise temporaire	Piquet bois vert
272	1137917.466	2507630.437	Emprise temporaire	Piquet bois vert
273	1137963.917	2507619.792	Emprise temporaire	Piquet bois vert
274	1137934.268	2507621.329	Emprise temporaire	Marquage vert
275	1137954.918	2507611.805	Emprise temporaire	Piquet bois vert
276	1137928.614	2507587.510	Emprise temporaire	Marquage vert
277	1137926.261	2507585.610	Emprise temporaire	Marquage vert
278	1137905.246	2507459.035	Emprise temporaire	Piquet bois vert
279	1137668.308	2507307.523	Emprise temporaire	Piquet bois vert
280	1137692.249	2507304.157	Emprise temporaire	Piquet bois vert
281	1137648.448	2507302.052	Emprise temporaire	Piquet bois vert
282	1137648.977	2507375.748	Emprise temporaire	Piquet bois vert
283	1137647.804	2507373.304	Emprise temporaire	Piquet bois vert
284	1137648.035	2507372.902	Emprise temporaire	Piquet bois vert
285	1137632.107	2507363.465	Emprise temporaire	Piquet bois vert
286	1137613.189	2507365.912	Emprise temporaire	Piquet bois vert
287	1137638.530	2507363.464	Emprise temporaire	Piquet bois vert
288	1137607.850	2507360.790	Emprise temporaire	Non matérialisé
289	1137613.678	2507443.625	Emprise temporaire	Piquet bois vert
290	1137782.545	2507543.327	Emprise temporaire	Non matérialisé
291	1137791.884	2507570.785	Emprise temporaire	Non matérialisé
292	1137795.074	2507636.704	Emprise temporaire	Piquet bois vert
293	1137623.102	2507531.418	Emprise temporaire	Piquet bois vert
294	1137633.053	2507557.960	Emprise temporaire	Marquage vert
295	1137674.147	2507577.023	Emprise temporaire	Marquage vert
296	1137698.692	2507586.098	Emprise temporaire	Marquage vert
297	1137612.685	2507608.400	Emprise temporaire	Piquet bois vert
298	1137595.299	2507638.306	Emprise temporaire	Piquet bois vert
299	1137987.139	2507602.893	Emprise temporaire	Non matérialisé
300	1137994.913	2507605.270	Emprise temporaire	Non matérialisé
301	1138002.932	2507607.642	Emprise temporaire	Non matérialisé
302	1138002.932	2507673.019	Emprise temporaire	Non matérialisé
303	1138009.950	2507675.040	Emprise temporaire	Non matérialisé
304	1138022.020	2507678.515	Emprise temporaire	Non matérialisé
305	1137988.837	2507625.818	Emprise temporaire	Piquet bois vert
306	1137960.776	2507633.328	Emprise temporaire	Piquet bois vert
307	1137960.250	2507633.226	Emprise temporaire	Piquet bois vert
308	1137967.325	2507634.545	Emprise temporaire	Piquet bois vert
309	1137971.775	2507705.291	Emprise temporaire	Non matérialisé
310	1137967.034	2507707.841	Emprise temporaire	Non matérialisé
311	1137931.255	2507679.990	Emprise temporaire	Piquet bois vert
312	1137912.969	2507703.839	Emprise temporaire	Marquage vert
313	1137936.951	2507658.466	Emprise temporaire	Marquage vert
314	1137897.821	2507671.385	Emprise temporaire	Piquet bois vert
315	1137904.327	2507675.306	Emprise temporaire	Marquage vert
316	1137913.987	2507680.430	Emprise temporaire	Marquage vert
317	1137917.785	2507684.642	Emprise temporaire	Marquage vert
318	1137908.726	2507688.758	Emprise temporaire	Marquage vert
319	1137934.877	2507654.187	Emprise temporaire	Marquage vert
320	1137943.946	2507698.724	Emprise temporaire	Piquet bois vert
321	1137951.169	2507734.538	Emprise temporaire	Piquet bois vert
322	1137968.202	2507735.982	Emprise temporaire	Piquet bois vert

Empires temporaires

N° point	Position X	Position Y	Genre de points	Matérialisation
323	1137886.823	2507564.015	Emprise temporaire	Marquage vert
324	1137899.177	2507553.133	Emprise temporaire	Marquage vert
325	1137896.739	2507551.351	Emprise temporaire	Marquage vert
326	1137887.860	2507560.115	Emprise temporaire	Marquage vert
327	1137884.373	2507558.553	Emprise temporaire	Marquage vert
328	1137896.504	2507554.073	Emprise temporaire	Marquage vert
329	1137846.647	2507520.525	Emprise temporaire	Marquage vert
330	1137933.523	2507535.905	Emprise temporaire	Piquet bois vert
331	1137406.014	2507135.913	Emprise temporaire	Piquet bois vert
332	1137403.976	2507151.579	Emprise temporaire	Piquet bois vert
333	1137387.836	2507136.373	Emprise temporaire	Piquet bois vert
334	1137392.796	2507122.507	Emprise temporaire	Piquet bois vert
335	1137389.956	2507113.128	Emprise temporaire	Piquet bois vert
336	1137387.457	2507103.859	Emprise temporaire	Piquet bois vert
337	1137384.228	2507089.311	Emprise temporaire	Piquet bois vert
338	1137381.745	2507074.521	Emprise temporaire	Piquet bois vert
339	1137379.980	2507060.227	Emprise temporaire	Piquet bois vert
340	1137378.836	2507044.662	Emprise temporaire	Piquet bois vert
341	1137378.663	2507036.161	Emprise temporaire	Piquet bois vert
342	1137382.684	2507031.243	Emprise temporaire	Piquet bois vert
343	1137376.916	2507026.769	Emprise temporaire	Piquet bois vert
344	1137376.076	2507025.680	Emprise temporaire	Piquet bois vert
345	1137439.515	2507297.830	Emprise temporaire	Piquet bois vert
346	1137437.906	2507295.626	Emprise temporaire	Piquet bois vert
347	1137439.323	2507150.262	Emprise temporaire	Piquet bois vert
348	1137419.156	2507179.665	Emprise temporaire	Piquet bois vert
349	1136983.536	2506870.706	Emprise temporaire	Piquet bois vert
350	1136977.144	2506863.333	Emprise temporaire	Piquet bois vert
351	1136966.204	2506853.109	Emprise temporaire	Piquet bois vert
352	1136902.707	2506805.728	Emprise temporaire	Piquet bois vert
353	1136904.164	2506777.321	Emprise temporaire	Piquet bois vert
354	1136858.203	2506773.249	Emprise temporaire	Piquet bois vert
355	1136836.241	2506768.183	Emprise temporaire	Marquage vert
356	1136838.164	2506768.404	Emprise temporaire	Piquet bois vert
357	1136841.490	2506769.241	Emprise temporaire	Piquet bois vert
358	1136851.862	2506773.529	Emprise temporaire	Piquet bois vert
359	1136851.864	2506778.915	Emprise temporaire	Piquet bois vert
360	1136900.755	2506807.357	Emprise temporaire	Piquet bois vert
361	1136907.780	2506845.681	Emprise temporaire	Piquet bois vert
362	1136890.392	2506857.226	Emprise temporaire	Piquet bois vert
363	1136975.407	2506863.555	Emprise temporaire	Piquet bois vert
364	1136964.802	2506874.640	Emprise temporaire	Piquet bois vert
365	1136988.982	2506873.579	Emprise temporaire	Piquet bois vert
366	1136970.482	2506882.897	Emprise temporaire	Piquet bois vert
367	1136967.181	2506849.567	Emprise temporaire	Non matérialisé
368	1136948.979	2506843.179	Emprise temporaire	Piquet bois vert
369	1136767.525	2506703.659	Emprise temporaire	Piquet bois vert
370	1136746.655	2506688.509	Emprise temporaire	Piquet bois vert
371	1136286.552	2506431.976	Emprise temporaire	Non matérialisé
372	1136296.369	2506436.344	Emprise temporaire	Non matérialisé
373	1136303.522	2506440.522	Emprise temporaire	Non matérialisé
374	1136301.796	2506443.617	Emprise temporaire	Non matérialisé
375	1136323.893	2506454.515	Emprise temporaire	Non matérialisé
376	1136335.192	2506450.913	Emprise temporaire	Non matérialisé
377	1136356.719	2506469.658	Emprise temporaire	Non matérialisé

Empires temporaires

N° point	Position X	Position Y	Genre de points	Matérialisation
378	1136433.200	2506558.070	Emprise temporaire	Non matérialisé
379	1136510.484	2506548.965	Emprise temporaire	Non matérialisé
380	1136572.315	2506543.673	Emprise temporaire	Non matérialisé
381	1136728.545	2506677.099	Emprise temporaire	Non matérialisé
382	1136737.951	2506701.096	Emprise temporaire	Piquet bois vert
383	1136763.099	2506738.809	Emprise temporaire	Piquet bois vert
384	1135717.260	2506090.568	Emprise temporaire	Piquet bois vert
385	1135713.360	2506096.208	Emprise temporaire	Piquet bois vert
386	1135709.294	2506093.684	Emprise temporaire	Marquage vert
387	1135705.721	2506090.949	Emprise temporaire	Piquet bois vert
388	1135425.017	2505857.758	Emprise temporaire	Piquet bois vert
389	1135426.005	2505856.058	Emprise temporaire	Marquage vert
390	1135419.818	2505854.779	Emprise temporaire	Marquage vert
391	1135413.884	2505853.831	Emprise temporaire	Marquage vert
392	1135411.872	2505852.570	Emprise temporaire	Marquage vert
393	1135273.859	2505688.101	Emprise temporaire	Marquage vert
394	1135269.594	2505683.724	Emprise temporaire	Marquage vert
395	1135264.098	2505680.442	Emprise temporaire	Marquage vert
396	1135273.655	2505682.754	Emprise temporaire	Marquage vert

Eléments CFF projetés

N° point	Position X	Position Y	Genre de points	Matérialisation
573	1137680.681	2507693.916	Fondation SAZ	Non matérialisé
574	1137688.944	2507678.899	Fondation SAZ	Non matérialisé
575	1137693.313	2507674.092	Fondation SAZ	Non matérialisé
576	1137682.629	2507658.898	Fondation SAZ	Non matérialisé
577	1137618.358	2507563.122	Fondation SAZ	Non matérialisé
578	1137680.302	2507653.615	Fondation SAZ	Marquage rouge
579	1137666.204	2506883.109	Emprise temporaire	Piquet bois vert
580	1137732.294	2507458.318	Fondation SAZ	Piquet bois rouge
581	1137452.314	2507150.031	Fondation SAZ	Piquet bois rouge
582	1137523.649	2507314.208	Mur de soutènement	Piquet bois rouge
583	1137519.888	2507312.807	Mur de soutènement	Piquet bois rouge
584	1137504.835	2507308.920	Mur de soutènement	Piquet bois rouge
585	1137502.509	2507296.421	Mur de soutènement	Piquet bois rouge
586	1137333.950	2507146.757	Fondation SAZ	Piquet bois rouge
587	1137556.751	2507119.307	Fondation SAZ	Piquet bois rouge
588	1137550.141	2506919.140	Fondation SAZ	Piquet bois rouge
589	1137557.052	2506910.836	Fondation SAZ	Piquet bois rouge
590	1136997.352	2506507.226	Fondation SAZ	Piquet bois rouge
591	1136998.633	2506662.226	Fondation SAZ	Piquet bois rouge
592	1136391.674	2506468.098	Fondation SAZ	Piquet bois rouge
593	1136388.982	2506477.694	Fondation SAZ	Piquet bois rouge
594	1136537.167	2506383.199	Fondation SAZ	Piquet bois rouge
595	1136554.795	2506382.779	Fondation SAZ	Piquet bois rouge
596	1135864.819	2506350.339	Fondation SAZ	Piquet bois rouge
597	1135858.810	2506180.782	Fondation SAZ	Piquet bois rouge
598	1135764.570	2506108.902	Escalier	Piquet bois rouge
599	1135797.320	2506111.389	Escalier	Piquet bois rouge
600	1135714.448	2506097.196	Escalier	Piquet bois rouge
601	1135711.699	2506085.761	Escalier	Piquet bois rouge
602	1135432.903	2505979.799	Fondation SAZ	Piquet bois rouge
603	1135438.048	2505979.291	Fondation SAZ	Piquet bois rouge
604	1135455.130	2505975.518	Fondation SAZ	Piquet bois rouge
605	1134851.902	2505567.098	Fondation SAZ	Piquet bois rouge

Empires définitives

N° point	Position X	Position Y	Genre de points	Matérialisation
4	1137418.243	2507180.111	Emprise définitive	Piquet bois bleu
5	1137420.942	2507184.320	Emprise définitive	Piquet bois bleu
6	1137423.735	2507188.474	Emprise définitive	Piquet bois bleu
8	1137429.543	2507196.657	Emprise définitive	Piquet bois bleu
9	1137432.575	2507200.583	Emprise définitive	Piquet bois bleu
10	1137435.886	2507204.497	Emprise définitive	Piquet bois bleu
11	1137437.916	2507207.204	Emprise définitive	Piquet bois bleu

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

10.04

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud
Commune : Nyon

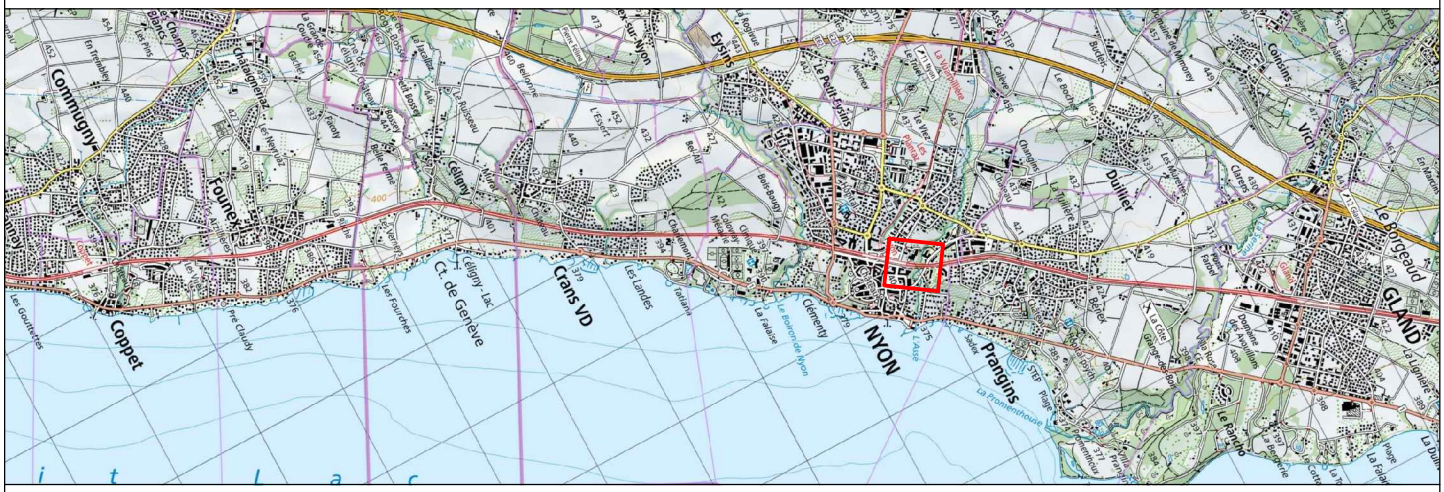
Echelle	Format
-	A4

N° Plan
-

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

JUSTIFICATION DE LA PERFORMANCE DES BUTOIRS



CFF SA
Infrastructure Projets

CFF SA
Voie Ferrée Projets

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

Stéphane Koessler
Chef de projet
I-AEP-ENG-FB-RWT-PL1

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	07.11.2023	sko			
2					
3					
4					

Nom du projet / Gare	NY Enclenchement n°ISP: 1162414			
Voie du heurtoir (et ses longueurs)	**7**	Longueur: 115 m	Longueur utile FN :	**90 m**
Auteur du document	CPrG Voie Ferrée		Date	07.11.2023

Type de mouvements admissibles *Selon DE-OCF Annexe n°1, Ad art 27, feuille 30, chap. 11.2.1*	courses de train		mouvements de manœuvres X
Vitesse admissible (case jaune pour vitesse sur la base d'une évaluation de la sécurité) *Selon DE-OCF Ad art 35, feuille 1, chap. 1.2.1*	15 km/h		10 km/h X
Poids du train admissible [To] *Selon DE-OCF Annexe n°1, Ad art 27, feuille 30, chap. 11.2.1*	Longueur utile de calcul **80**	Nbre de wagons (sans locomitive) 3	**Poids total** (80To/loc; 40 To/wag) 200
Energie Cinétique [kJ] Ecin = ½ mv2 *Selon DE-OCF Ad art 35, feuille 1, chap. 1.2.2*	772 kJ		
Coefficient de sécurité YS *Selon DE-OCF Ad art 35, feuille 2, chap. 1.2.3*	2	1.5	1 X
Energie Cinétique de sécurité [kJ] $E_d = YS \, ½ \, mv^2$	772 kJ		

Type de heurtoir choisi pour la voie 7	**RAWIE 10 EB - 10**		Max 4'360 KJ	
Encombrement ou Longueur totale minimale [heurtoir + chemin freinage (+rangement de freins)]	L totale min= 4.10 m		Pas de longueur fixe	
Détails:	LHeurtoir= 2.10 m	LFreinage= 2.00 m	Rang.freins= 0.00 m	
Vérification du dimensionnement (enérgie selon la longueur de freinage)	772 kJ	<	800 kJ	OK

Texte sur le plan de projet / plan de situation	**Heurtoir Type RAWIE 10 EB - 10, chemin freinage 2 m, encombrement 4.1 m,**

Ouvrage situés à proximité, au-dessus ou au-dessous du chemin de fer (Selon Annexe n°1 de DE-OCF) :

Ouvrage à protéger et classe *Selon DE-OCF Annexe n°1, Ad art 27, feuille 8, chap. 4.3*	Ouvrage: Quai TVR	A	B	C	D	Non X
Utilité d'un mur d'arrêt (si classe A) *Pour classe A selon DE-OCF Annexe n°1, Ad art 27, feuille 29, chap. 11.1.3*	a_x :	a_x<20m ?	Non X			

Calcul vu avec I-AT-FW-TAFB-TRP ?

Annexe : - Voir plan de projet de voie

- Voir vérification de la disponibilité de longueur de voie

CONTRÔLE de la DISPONIBILITE de VOIE pour ASSURER la LONGUEUR UTILE de FN

Voie 7

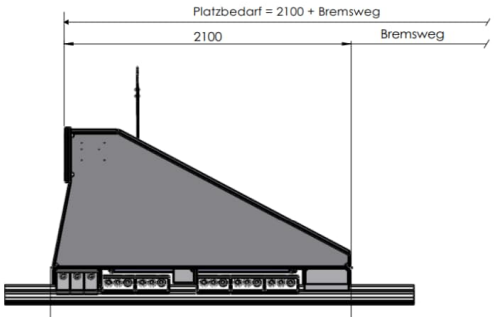
Longueur utille demandé par FN			**90 m**
Longueur utille prise en compte pour la note de calcul (longueur selon DE-OCF)			**80 m**
Heurtoir selon note calcul :	**RAWIE 10 EB - 10**	**Encombrement**	**4 m**
Energie à absorber par le heurtoir [KJ]:	**772 kJ**		

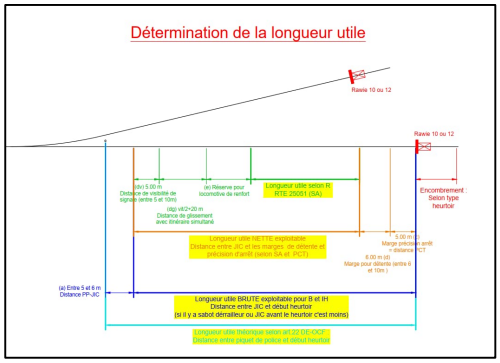
1. Longueur de la voie selon Toporail		**Depuis**	**Nain 8B**
Longueur géometrique de voie selon Toporail	entre Fin voie et Nain 8B		115.00 m
Distance à enlever (par ex.: bac à sable, MUR D'ARRET, distance "Pointe	0.00 m		
Longueur géometrique de voie à disposition selon Toporail (nain 8B -Fin voie) :			**115.00 m**

2. Type de heurtoir à envisager	RAWIE 10 EB - 10	
Encombrement (Longueur totale heurtoir)	**4.10 m**	
Longueur fix heurtoir	2.10 m	
Lglissement /Chemin freinage	2.00 m	
Place de rangement des freins (si Rawie12-ZEB/1, 2, 3, 7a,8a,9a, 9a/1, 9a/2, 9a/3)	0.00 m	
3. Distance de sécurité à respecter :	**21.00 m**	
a= distance séc porte-à-faux (PP-JIC =5 ou 6m ; si sabot dérailleur, PP-SD-JIC =1(	0.00 m	
a2= visibilité du nain /JIC	5.00 m	
Elements sur place	0.00 m	
c= marge précision d'arrêt = 5 m (= distance PCT)	5.00 m	
d=marge pour détente attelage ou recul du train = 6m-10m	6.00 m	
e=réserve pour locomotive de renfort (pour longues voies min >100m ?) = 20 m	0.00 m	
***Si signal :** dv = distance visibilité signal = 10 m Voy // 5m Frêt*	5.00 m	
***Si itineraire train simultané:** dg= distance glissement avec itinéraires simultanés*	0.00 m	
Longueur utile résultante avec le heurtoir selon le cas:	**89.90 m**	
Longueur utile de calcul disponible?	**OK**	
Longueur utile demandé par FN disponible?	**Insuffisant**	

Besoin d'un mur d'arrêt	**Non**
Heurtoir choisi	**RAWIE 10 EB - 10**
Encombrement / Longueur totale du heurtoir	**4.10 m**
Distance totale de sécurité à respecter	**21.00 m**
Longueur utile à disposition pour la voie 7	**89.90 m**

Images du heurtoir choisi





Nom du projet / Gare	NY Enclenchement n°ISP: 1162414			
Voie du heurtoir (et ses longueurs)	**23**	Longueur: 115 m	Longueur utile FN :	**80 m**
Auteur du document	CPrG Voie Ferrée		Date	05/09/2022

Type de mouvements admissibles *Selon DE-OCF Annexe n°1, Ad art 27, feuille 30, chap. 11.2.1*	courses de train		mouvements de manœuvres X
Vitesse admissible (case jaune pour vitesse sur la base d'une évaluation de la sécurité) *Selon DE-OCF Ad art 35, feuille 1, chap. 1.2.1*	15 km/h		10 km/h X
Poids du train admissible [To] *Selon DE-OCF Annexe n°1, Ad art 27, feuille 30, chap. 11.2.1*	Longueur utile de calcul **80**	Nbre de wagons (sans locomitive) 3	**Poids total** (80To/loc; 40 To/wag) 200
Energie Cinétique [kJ] Ecin = ½ mv2 *Selon DE-OCF Ad art 35, feuille 1, chap. 1.2.2*	772 kJ		
Coefficient de sécurité YS *Selon DE-OCF Ad art 35, feuille 2, chap. 1.2.3*	2	1,5	1 X
Energie Cinétique de sécurité [kJ] $E_d = YS \, ½ \, mv^2$	772 kJ		

Type de heurtoir choisi pour la voie 23	**RAWIE 10 EB - 10**		Max 4 360 KJ	
Encombrement ou Longueur totale minimale [heurtoir + chemin freinage (+rangement de freins)]	L totale min= 4,10 m		Pas de longueur fixe	
Détails:	LHeurtoir= 2,10 m	LFreinage= 2,00 m	Rang.freins= 0,00 m	
Vérification du dimensionnement (enérgie selon la longueur de freinage)	772 kJ	<	800 kJ	OK

Texte sur le plan de projet / plan de situation	**Heurtoir Type RAWIE 10 EB - 10, chemin freinage 2 m, encombrement 4,1 m,**

Ouvrage situés à proximité, au-dessus ou au-dessous du chemin de fer (Selon Annexe n°1 de DE-OCF) :

Ouvrage à protéger et classe *Selon DE-OCF Annexe n°1, Ad art 27, feuille 8, chap. 4.3*	Ouvrage: Quai TVR	A	B	C	D	Non X
Utilité d'un mur d'arrêt (si classe A) *Pour classe A selon DE-OCF Annexe n°1, Ad art 27, feuille 29, chap. 11.1.3*	a_x :	a_x<20m ?	Non X			

Calcul vu avec I-AT-FW-TAFB-TRP ?

Annexe : - Voir plan de projet de voie

- Voir vérification de la disponibilité de longueur de voie

CONTRÔLE de la DISPONIBILITE de VOIE pour ASSURER la LONGUEUR UTILE de FN

Voie 23

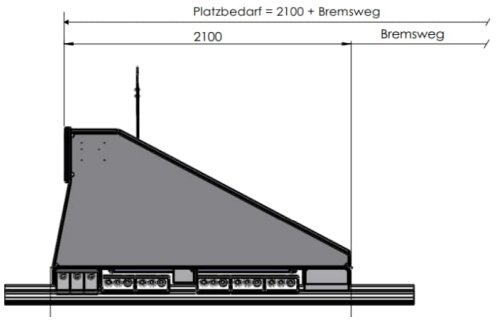
Longueur utille demandé par FN			**80 m**
Longueur utille prise en compte pour la note de calcul (longueur selon DE-OCF)			**80 m**
Heurtoir selon note calcul :	**RAWIE 10 EB - 10**	**Encombrement**	**4 m**
Energie à absorber par le heurtoir [KJ]:	**772 kJ**		

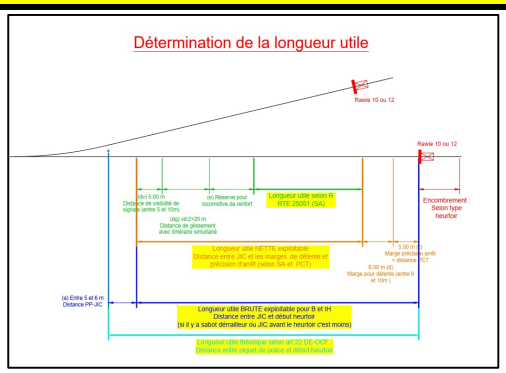
1. Longueur de la voie selon Toporail		**Depuis**	**Nain 8B**
Longueur géometrique de voie selon Toporail	entre Fin voie et Nain 8B		115,00 m
Distance à enlever (par ex.: bac à sable, MUR D'ARRET, distance "Pointe	0,00 m		
Longueur géometrique de voie à disposition selon Toporail (nain 8B -Fin voie) :			**115,00 m**

2. Type de heurtoir à envisager	RAWIE 10 EB - 10	
Encombrement (Longueur totale heurtoir)	**4,10 m**	
Longueur fix heurtoir	2,10 m	
Lglissement /Chemin freinage	2,00 m	
Place de rangement des freins (si Rawie12-ZEB/1, 2, 3, 7a,8a,9a, 9a/1, 9a/2, 9a/3)	0,00 m	
3. Distance de sécurité à respecter :	**21,00 m**	
a= distance séc porte-à-faux (PP-JIC =5 ou 6m ; si sabot dérailleur, PP-SD-JIC =1(	0,00 m	
a2= visibilité du nain /JIC	5,00 m	
Elements sur place	0,00 m	
c= marge précision d'arrêt = 5 m (= distance PCT)	5,00 m	
d=marge pour détente attelage ou recul du train = 6m-10m	6,00 m	
e=réserve pour locomotive de renfort (pour longues voies min >100m ?) = 20 m	0,00 m	
***Si signal :** dv = distance visibilité signal = 10 m Voy // 5m Frêt*	5,00 m	
***Si itineraire train simultané:** dg= distance glissement avec itinéraires simultanés*	0,00 m	
Longueur utile résultante avec le heurtoir selon le cas:	**89,90 m**	
Longueur utile de calcul disponible?	**OK**	
Longueur utile demandé par FN disponible?	**OK**	

Besoin d'un mur d'arrêt	**Non**
Heurtoir choisi	**RAWIE 10 EB - 10**
Encombrement / Longueur totale du heurtoir	**4,10 m**
Distance totale de sécurité à respecter	**21,00 m**
Longueur utile à disposition pour la voie 23	**89,90 m**

Images du heurtoir choisi





Nom du projet / Gare	NY Enclenchement n°ISP: 1162414			
Voie du heurtoir (et ses longueurs)	**40-50**	Longueur: 213 m	Longueur utile FN :	**160 m**
Auteur du document	CPrG Voie Ferrée		Date	05/09/2022

Type de mouvements admissibles *Selon DE-OCF Annexe n°1, Ad art 27, feuille 30, chap. 11.2.1*	courses de train		mouvements de manœuvres X
Vitesse admissible (case jaune pour vitesse sur la base d'une évaluation de la sécurité) *Selon DE-OCF Ad art 35, feuille 1, chap. 1.2.1*	15 km/h		10 km/h X
Poids du train admissible [To] *Selon DE-OCF Annexe n°1, Ad art 27, feuille 30, chap. 11.2.1*	Longueur utile de calcul **160**	Nbre de wagons (sans locomitive) 7	**Poids total** (80To/loc; 40 To/wag) 360
Energie Cinétique [kJ] Ecin = ½ mv2 *Selon DE-OCF Ad art 35, feuille 1, chap. 1.2.2*	1 389 kJ		
Coefficient de sécurité YS *Selon DE-OCF Ad art 35, feuille 2, chap. 1.2.3*	2	1,5 X	1
Energie Cinétique de sécurité [kJ] $E_d = YS \cdot ½ mv^2$	2 083 kJ		

Type de heurtoir choisi pour la voie 40-50	**RAWIE 10 EB - 10**		Max 4 360 KJ
Encombrement ou Longueur totale minimale [heurtoir + chemin freinage (+rangement de freins)]	L totale min= 8,10 m		Pas de longueur fixe
Détails:	LHeurtoir= 2,10 m	LFreinage= 6,00 m	Rang.freins= 0,00 m
Vérification du dimensionnement (enérgie selon la longueur de freinage)	2 083 kJ	< 2 360 kJ	OK

Texte sur le plan de projet / plan de situation	**Heurtoir Type RAWIE 10 EB - 10, chemin freinage 6 m, encombrement 8,1 m,**

Ouvrage situés à proximité, au-dessus ou au-dessous du chemin de fer (Selon Annexe n°1 de DE-OCF) :

Ouvrage à protéger et classe *Selon DE-OCF Annexe n°1, Ad art 27, feuille 8, chap. 4.3*	Ouvrage: Quai TVR	A	B	C	D	Non X
Utilité d'un mur d'arrêt (si classe A) *Pour classe A selon DE-OCF Annexe n°1, Ad art 27, feuille 29, chap. 11.1.3*	a_x :	a_x<20m ?	Non X			

Calcul vu avec I-AT-FW-TAFB-TRP ?

Annexe : - Voir plan de projet de voie

- Voir vérification de la disponibilité de longueur de voie

CONTRÔLE de la DISPONIBILITE de VOIE pour ASSURER la LONGUEUR UTILE de FN

Voie 40-50

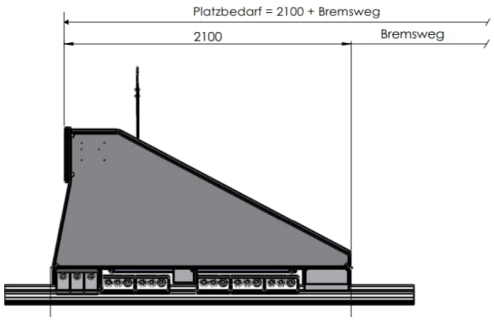
Longueur utille demandé par FN			**160 m**
Longueur utille prise en compte pour la note de calcul (longueur selon DE-OCF)			**160 m**
Heurtoir selon note calcul :	**RAWIE 10 EB - 10**	**Encombrement**	**8 m**
Energie à absorber par le heurtoir [KJ]:	**2 083 kJ**		

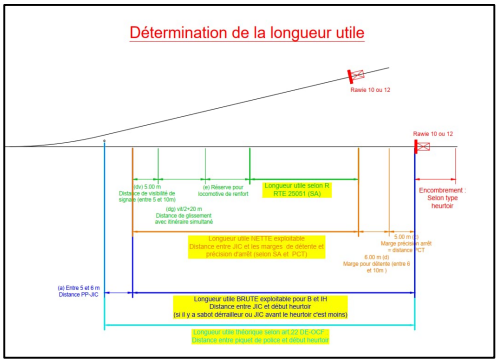
1. Longueur de la voie selon Toporail		**Depuis**	**Nain 12C**
Longueur géometrique de voie selon Toporail	entre Fin voie et Nain 12C		213,00 m
Distance à enlever (par ex.: bac à sable, MUR D'ARRET, distance "Pointe	0,00 m		
Longueur géometrique de voie à disposition selon Toporail (nain 12C -Fin voie) :			**213,00 m**

2. Type de heurtoir à envisager	RAWIE 10 EB - 10	
Encombrement (Longueur totale heurtoir)	**8,10 m**	
Longueur fix heurtoir	2,10 m	
Lglissement /Chemin freinage	6,00 m	
Place de rangement des freins (si Rawie12-ZEB/1, 2, 3, 7a,8a,9a, 9a/1, 9a/2, 9a/3)	0,00 m	
3. Distance de sécurité à respecter :	**41,00 m**	
a= distance séc porte-à-faux (PP-JIC =5 ou 6m ; si sabot dérailleur, PP-SD-JIC =1(	0,00 m	
a2= visibilité du nain /JIC	5,00 m	
Elements sur place	0,00 m	
c= marge précision d'arrêt = 5 m (= distance PCT)	5,00 m	
d=marge pour détente attelage ou recul du train = 6m-10m	6,00 m	
e=réserve pour locomotive de renfort (pour longues voies min >100m ?) = 20 m	20,00 m	
***Si signal :** dv = distance visibilité signal = 10 m Voy // 5m Frêt*	5,00 m	
***Si itineraire train simultané:** dg= distance glissement avec itinéraires simultanés*	0,00 m	
Longueur utile résultante avec le heurtoir selon le cas:	**163,90 m**	
Longueur utile de calcul disponible?	**OK**	
Longueur utile demandé par FN disponible?	**OK**	

Besoin d'un mur d'arrêt	**Non**
Heurtoir choisi	**RAWIE 10 EB - 10**
Encombrement / Longueur totale du heurtoir	**8,10 m**
Distance totale de sécurité à respecter	**41,00 m**
Longueur utile à disposition pour la voie 40-50	**163,90 m**

Images du heurtoir choisi





Nom du projet / Gare	NY Enclenchement n°ISP: 1162414			
Voie du heurtoir (et ses longueurs)	**48-58**	Longueur: 238 m	Longueur utile FN :	**185 m**
Auteur du document	CPrG Voie Ferrée		Date	05/09/2022

Type de mouvements admissibles *Selon DE-OCF Annexe n°1, Ad art 27, feuille 30, chap. 11.2.1*	courses de train		mouvements de manœuvres		
			X		
Vitesse admissible (case jaune pour vitesse sur la base d'une évaluation de la sécurité) *Selon DE-OCF Ad art 35, feuille 1, chap. 1.2.1*	15 km/h		10 km/h		
			X		
Poids du train admissible [To] *Selon DE-OCF Annexe n°1, Ad art 27, feuille 30, chap. 11.2.1*	Longueur utile de calcul	Nbre de wagons (sans locomitive)	**Poids total** (80To/loc; 40 To/wag)		
	180	8	400		
Energie Cinétique [kJ] Ecin = ½ mv2 *Selon DE-OCF Ad art 35, feuille 1, chap. 1.2.2*	1 543 kJ				
Coefficient de sécurité YS *Selon DE-OCF Ad art 35, feuille 2, chap. 1.2.3*	2	1,5	1		
			X		
Energie Cinétique de sécurité [kJ] $E_d = YS \cdot ½ mv^2$	1 543 kJ				

Type de heurtoir choisi pour la voie 48-58	**RAWIE 10 EB - 10**		Max 4 360 KJ
Encombrement ou Longueur totale minimale [heurtoir + chemin freinage (+rangement de freins)]	L totale min= 6,10 m		Pas de longueur fixe
Détails:	LHeurtoir= 2,10 m	LFreinage= 4,00 m	Rang.freins= 0,00 m
Vérification du dimensionnement (enérgie selon la longueur de freinage)	1 543 kJ	< 1 600 kJ	OK

Texte sur le plan de projet / plan de situation	**Heurtoir Type RAWIE 10 EB - 10, chemin freinage 4 m, encombrement 6,1 m,**

Ouvrage situés à proximité, au-dessus ou au-dessous du chemin de fer (Selon Annexe n°1 de DE-OCF) :

Ouvrage à protéger et classe *Selon DE-OCF Annexe n°1, Ad art 27, feuille 8, chap. 4.3*	Ouvrage:	A	B	C	D	Non
	Quai TVR					X
Utilité d'un mur d'arrêt (si classe A) *Pour classe A selon DE-OCF Annexe n°1, Ad art 27, feuille 29, chap. 11.1.3*	a_x :	a_x<20m ?	Non			
			X			

Calcul vu avec I-AT-FW-TAFB-TRP ?

Annexe : - Voir plan de projet de voie

- Voir vérification de la disponibilité de longueur de voie

CONTRÔLE de la DISPONIBILITE de VOIE pour ASSURER la LONGUEUR UTILE de FN

Voie 48-58

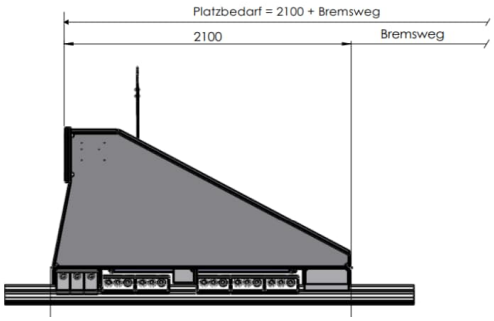
Longueur utille demandé par FN			**185 m**
Longueur utille prise en compte pour la note de calcul (longueur selon DE-OCF)			**180 m**
Heurtoir selon note calcul :	**RAWIE 10 EB - 10**	**Encombrement**	**6 m**
Energie à absorber par le heurtoir [KJ]:	**1 543 kJ**		

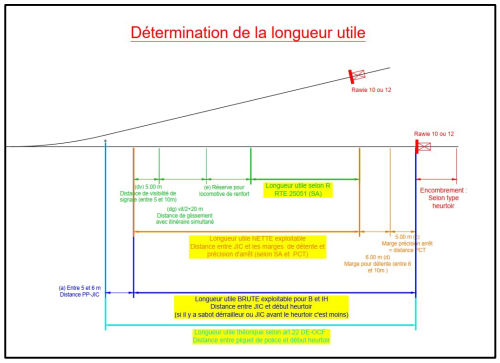
1. Longueur de la voie selon Toporail		**Depuis**	**Nain 14D**
Longueur géometrique de voie selon Toporail	entre Fin voie et Nain 14D		238,00 m
Distance à enlever (par ex.: bac à sable, MUR D'ARRET, distance "Pointe	0,00 m		
Longueur géometrique de voie à disposition selon Toporail (nain 14D -Fin voie) :			**238,00 m**

2. Type de heurtoir à envisager	RAWIE 10 EB - 10	
Encombrement (Longueur totale heurtoir)	**6,10 m**	
Longueur fix heurtoir	2,10 m	
Lglissement /Chemin freinage	4,00 m	
Place de rangement des freins (si Rawie12-ZEB/1, 2, 3, 7a,8a,9a, 9a/1, 9a/2, 9a/3)	0,00 m	
3. Distance de sécurité à respecter :	**41,00 m**	
a= distance séc porte-à-faux (PP-JIC =5 ou 6m ; si sabot dérailleur, PP-SD-JIC =1(	0,00 m	
a2= visibilité du nain /JIC	5,00 m	
Elements sur place	0,00 m	
c= marge précision d'arrêt = 5 m (= distance PCT)	5,00 m	
d=marge pour détente attelage ou recul du train = 6m-10m	6,00 m	
e=réserve pour locomotive de renfort (pour longues voies min >100m ?) = 20 m	20,00 m	
***Si signal :** dv = distance visibilité signal = 10 m Voy // 5m Frêt*	5,00 m	
***Si itineraire train simultané:** dg= distance glissement avec itinéraires simultanés*	0,00 m	
Longueur utile résultante avec le heurtoir selon le cas:	**190,90 m**	
Longueur utile de calcul disponible?	**OK**	
Longueur utile demandé par FN disponible?	**OK**	

Besoin d'un mur d'arrêt	**Non**
Heurtoir choisi	**RAWIE 10 EB - 10**
Encombrement / Longueur totale du heurtoir	**6,10 m**
Distance totale de sécurité à respecter	**41,00 m**
Longueur utile à disposition pour la voie 48-58	**190,90 m**

Images du heurtoir choisi





SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

09.03.03

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100
Ligne : 159 km : 0.000 - 0.640

Canton : Vaud

Communes : Gland, Prangins, Nyon, Crans (VD), Coppet

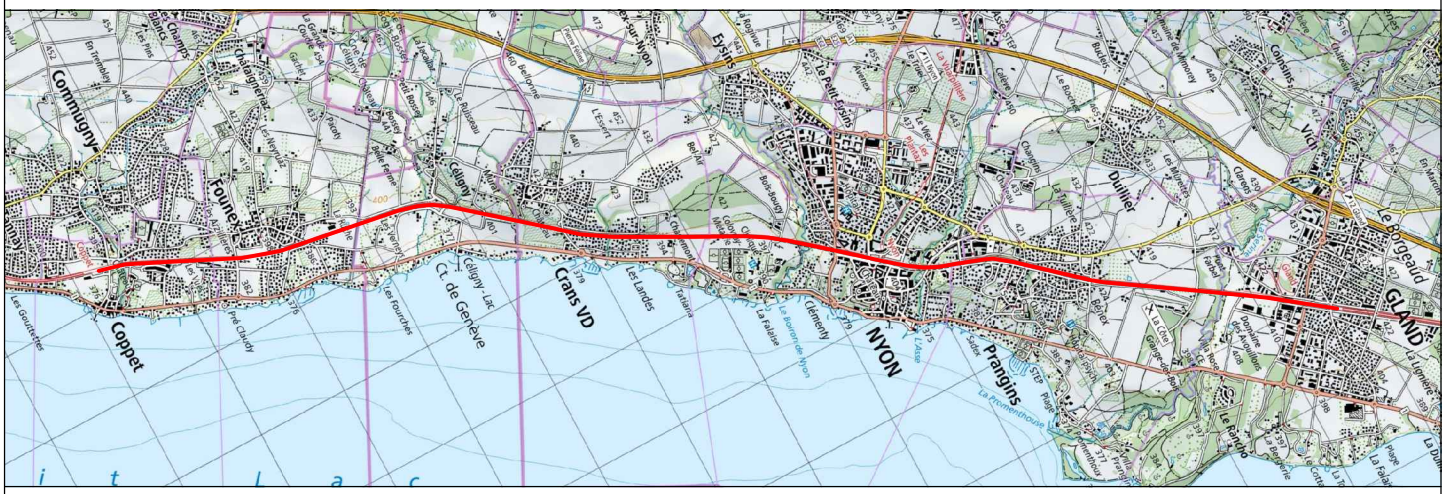
Echelle	Format
-	A4

N° Plan
-

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

CONCEPT DE PIQUETAGE



CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

Aimé Morel
Auteur de projet

IM Engineering | IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	01.10.2024	asi	mo		
2	20.12.2024	asi	mo		Mise à jour des numéros
3					
4					

Table des matières

Table des matières		1
1	Description du piquetage	2
2	Définition des points	2
2.1	Précision	2
2.2	Type de marquage	2
2.3	Couleur des marquages	2
3	Renoncement au piquetage	3
4	Coordonnées	3

1 Description du piquetage

La loi fédérale sur les chemins de fer - art. 18c et l'ordonnance sur les procédures d'approbation des plans des installations des chemins de fer (OPAPIF) art. 4, prévoit dans le cadre de la publication, le piquetage des nouveaux ouvrages.

L'objectif du piquetage est de montrer aux sujets intéressés, les résidents et les municipalités, les positions et dimensions indicatives des nouvelles œuvres (murs, parois antibruit, lignes de contact, etc.)

Les pièces 09.03.01 et 09.03.02 indiquent les éléments piquetés.

2 Définition des points

2.1 Précision

Les différentes démarcations sont reportées sur le sol au moyen de piquets en bois, de marquages au sol ou de gabarits. La précision est de l'ordre de ± 10 cm.

2.2 Type de marquage

On utilise des piquets dans les terrains meubles tels que talus, ballast et un marquage au sol à l'aide de peinture sur les sols durs.

Les mâts LC s et SAZ ont matérialisés par des piquets de hauteur H = 1.00 m.

Les autres points, à savoir les éléments CFF projetés ou emprises, sont matérialisés avec de piquets bas, des marquages au sol ou des gabarits.

Pour des raisons de sécurité, les nouveaux mats/jougs/supports de ligne de contact seront représentés par un seul piquet à l'axe de la fondation et non par un gabarit.

2.3 Couleur des marquages

Dans ce projet, trois couleurs sont utilisées pour les différents types d'interventions.

En vert ● : le marquage des emprises temporaires.

En bleu ● : le marquage des emprises définitives.

En rouge ● : le marquage des futures constructions (éléments CFF)

3 Renoncement au piquetage

Il est renoncé au piquetage dans les conditions suivantes :

- Si les points sont trop proches (< 1 m) cela évite ainsi la confusion.
- Si un point correspond à un point limite (borne).
- S'il y a des impossibilités liées à l'exploitation ferroviaire.
- Si l'accès, par un tiers, à la visualisation du marquage pourrait engendrer des problèmes de sécurité (pour le tiers et/ou pour la circulation ferroviaire ou autres).
- Si le marquage délimite une route/chemin d'accès physiquement bien délimité.
- S'il y a des risques liés à la sécurité (installations électriques à proximité, …)
- Si le marquage se situe à l'emplacement d'éléments immobilier (hors sol) existants.
- Si les mâts SAZ et LC sont au centre d'un faisceau de voies.
- Si les mats de luminaires ne sont pas en bordure de bâtiments.

Les points non matérialisés sont illustrés en gris sur les plans et les listes de coordonnées concernées.

4 Coordonnées

Le tableau suivant présente les coordonnées de marquage et le type d'intervention :

Système de référence employé : MN95

Légendes		
Type	**Convention numérotation**	**Couleur**
Emprises définitives	001-199	
Emprises temporaires	200-499	
Eléments CFF projetés	500-699	
Eléments CFF non matérialisés	001-699	

Les listes des coordonnées des points font partie intégrante des plans de piquetage (pièce n° 09.03.01 et 09.03.02).

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

10.05

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud

Communes : Prangins, Nyon, Crans (VD)

Echelle	Format
-	A4

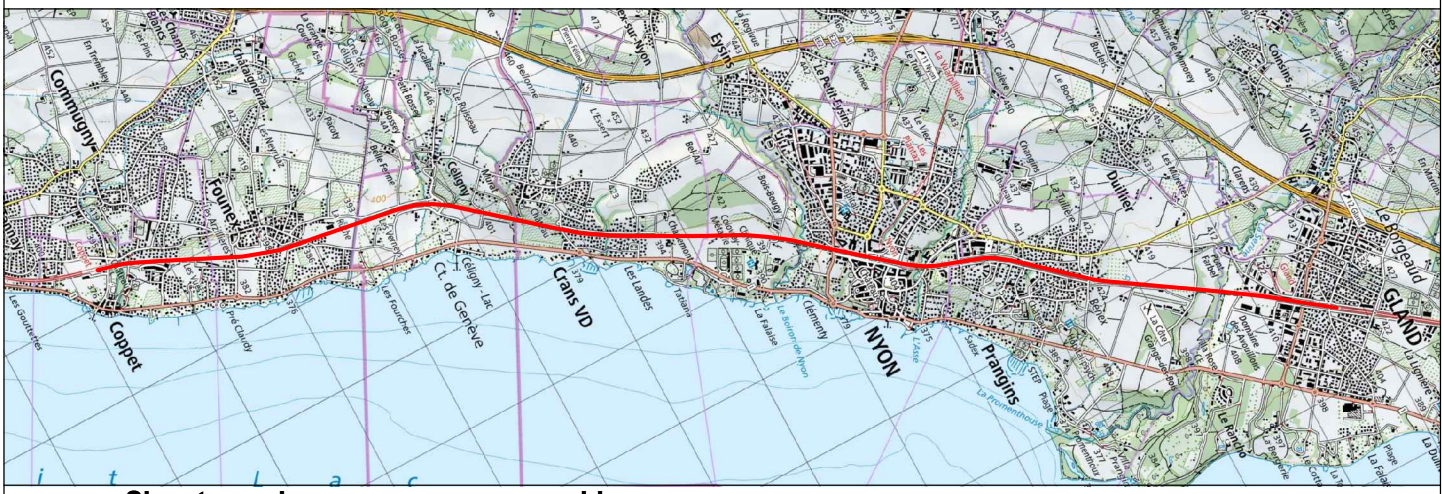
N° Plan

-

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

RAPPORT GEOTECHNIQUE



Signatures des personnes responsables :

A1. ☒ Signatures originales dans le document B. ○ Signature ci dessous

Ci-dessous :

A2. ☒ Signatures des personnes pro forma

CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

Aimé Morel
Auteur de projet

IM Engineering | IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	09.10.2024	gam	csa		
2	07.01.2025	gam	csa		Mise à jour Rapport nº 2222052.2a
3	24.06.2024	mo/sra/fdu	fge		Ajouts rapports complémentaires
4	30.09.2025	gam	csa		Rédaction rapport hydrogéologique

Table des matières

1	Rapport géotechnique 2222052.2a	3
1.1	Annexes 2222052.2a	51
2	Rapport géotechnique 2222052.3	89
2.1	Annexes 2222052.3	116
3	Rapport géotechnique 2222052.4	148
3.1	Annexes 2222052.4	162
4	Rapport géotechnique Gare de Nyon – Sud - Km 38.15 à 39.7	186
5	Rapport géotechnique Gare de Nyon – Nord – Km 36.6 à 38.15	469
6	Note hydrogéologique 2222052.2	551
7	Prise de position Geotest sur le retour de la SIOP	557
8	Sondages géotechniques publics	560
8.1	Sondage de Karakas & Français SA, Nyon Elargissement du pont de la Redoute, 09.03.2010, numéro de sondage 11138	561
8.2	Sondage de Karakas & Français SA, Commune de Nyon – Novartis Consumer Healsth SA Extension du bâtiment 22, 28-29.07.2011, numéro de sondage 16955	563
8.3	Sondage de Aquageo Sarl, forage géothermique, 03.07.2023, numéro de sondage 47033	565
8.4	Sondage de Hydro-Géo Environnement, forage géothermique, 10.07.2009, numéro sondage 12153	566
8.5	Sondage de CSD Ingénieurs SA, Etude géotechnique ligne d'électricité entre Prangins et Glands, 25.04.1986, numéro de sondage 5804	567
8.6	Sondage de Ingéo Schmutz Georges, forage géothermique, 08.12.2005, numéro de sondage 320	568
8.7	Sondage ABA-GEOL SA-VD, étude géotechnique, 23.11.2020, numéro de sondage 38892	569

Rapport n° 2222052.2a

07.01.2025

Rapport n° 2222052.2a

Ligne 150 : Lausanne - Genève

Renouvellement de l'enclenchement de Nyon km 33.900 à km 43.000

Rapport d'investigations géotechniques

Auteur(s)	**Thème**
Michael Gähwiler	Géotechnique, géologie
Rui Freitas	Géotechnique
Supervision	**Contenu contrôlé**
Rui Freitas	Rapport complet
Remarques	

GEOTEST SA

Rui Freitas

Michael Gähwiler

Table des matières

1	Introduction	5
1.1	Mandat	5
1.2	Projet	5
1.3	Documentation	6
1.4	But de l'étude	6
2	Situations générales	8
2.1	Situation générale gare de Nyon KM 38.180 - KM 38.350	8
2.2	Situation générale remblai CFF KM 39.300 – KM 39.500	10
3	Contextes	11
3.1	Gare de Nyon (KM 38.180 - KM 38.350)	11
3.1.1	Contexte géologique	11
3.1.2	Secteur de protection des eaux	13
3.1.3	Vulnérabilité des eaux souterraines	13
3.1.4	Risque sismique	14
3.1.5	Site pollué	15
3.1.6	Contexte hydrogéologique	15
3.2	Remblai CFF (KM 39.300 – KM 39.500)	17
3.2.1	Contexte géologique	17
3.2.2	Contexte hydrogéologique KM 39.300 – KM 39.500	19
3.2.3	Secteur de protection des eaux	20
3.2.4	Vulnérabilité des eaux souterraines	20
3.2.5	Dangers naturels KM 39.300 – KM 39.500	21
3.2.6	Sites pollués	23
4	Investigations	24
4.1	Gare de Nyon KM 38.180	24
4.2	Gare de Nyon KM 38.250 – KM 38.350	25
4.2.1	Forages carottés	25
4.2.2	Essais en laboratoire	26
4.3	Remblai CFF KM 39.300 – KM 39.500	27
4.3.1	Carottiers battus	27
4.3.2	Pénétromètres légers	28
5	Résultats	29
5.1	Gare de Nyon KM 38.250 – KM 38.350	29
5.1.1	Description des matériaux	29
5.1.2	Conditions hydrogéologiques	32
5.2	Remblai CFF KM 39.300 – KM 39.500	33
5.2.1	Description des matériaux	33

5.2.2	Investigations sondages au pénétromètre léger (VAWE)	34
5.2.3	Conditions hydrogéologiques	36
5.3	Caractéristiques géotechniques	37
6	Recommandations constructives	38
6.1	Fondations	38
6.1.1	Fondations des mâts LC et IS (remblai CFF KM 39.300 – KM 39.500)	38
6.1.2	Fondation d'éventuels ponts provisoires	41
6.2	Fouille et terrassement en gare de Nyon (KM 38.180 – KM 38.350)	42
6.2.1	Fouille pour passage à câbles	42
6.2.2	Fouilles peu profondes	43
6.2.3	Terrassement	43
6.2.4	Viabilité du fond de fouille	43
6.2.5	Qualité des matériaux d'excavation	44
6.3	Gestion des eaux en phase exécution	45
6.4	Évacuation des eaux des installations ferroviaires	45
7	Recommandations relatives à la suite du projet	47

Annexes	**Thème**
1a	Gare de Nyon : Plan de situation
1b	Remblai CFF : Plan de situation
2.	Gare de Nyon : Relevés géologiques / géotechnique forages carottés, y compris les relevés disponibles sur le géoportail du canton de Vaud
3.	Remblai CFF : Relevés géologiques / géotechniques carottiers battus
4.	Remblai CFF : Diagrammes de battage pénétromètre léger
5.	Résultats des analyses en laboratoire
6.	Rapports des forages carottés

1 Introduction

1.1 Mandat

Maître de l'ouvrage :	Chemins de fer fédéraux suisses CFF Infrastructure, Projets, Région Ouest Secteur : I-AEP-PJM-RWT
Ingénieur civil :	IUB Engineering SA
Offre :	Honoraires au temps consacré (selon séance téléphonique du 11.12.2024)

1.2 Projet

Objet :	Renouvellement de l'enclenchement de Nyon
Lieu :	KM 33.900 – KM 43.000 KM 38'180 : Gare de Nyon : ~ 2'507'715 / 1'137'985 KM 38.200-38.400 Gare de Nyon : ~2'507'630, 1'137'940 KM 39.300-39.500 Remblai CFF : ~2'506'900 / 1'137'035
Description sommaire :	- Investigations géotechniques pour étude géotechnique de la gare de Nyon (KM 38.200-38.400). - Mise à jour du rapport 2222052.2 (daté au 7 juillet 2023) basé sur la documentation existante pour le passage à câble PE au droit du km 38'180 sous la voie de garage CFF. - Renouvellement des mâts IS / LC le long du tronçon, notamment sur le remblai CFF (39.300-39.500).

1.3 Documentation

[1] CFF, DAO Enclenchement_Nyon_Planification, Partie 0 – F
[2] Atlas géologique de la Suisse CG25, feuille 1261 "Nyon"
[3] Guichet cartographique du canton de Vaud, geo.vd.ch
[4] Portail cartographique de la confédération (swisstopo), map.geo.admin.ch
[5] GEOTEST SA, Rapport technique, Renouvellement de l'enclenchement de Nyon, Rapport N° 2222052.1 du 17.10.2022
[6] GEOTEST SA, Rapport technique, Renouvellement de l'enclenchement de Nyon, Rapport N° 2222052.2 du 07.07.2023
[7] GEOTEST SA, Rapport N° 2221141.3 Nyon, Gare – Enclenchement, Investigation technique complémentaire de site pollué du 17.01.2023
[8] Karakas & Français SA, Levers de sondages carottés horizontaux et verticaux, 2022
[9] OFEFP : Instruction pratique pour la protection des eaux souterraines. L'environnement pratique. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, Berne. 141 p., 2004
[9] CFF Infrastructure - Courant de traction, Dispositions d'exécution des fondations
[10] OFT – OFEV, Directive "Évacuation des eaux des installations ferroviaires", août 2018.

1.4 But de l'étude

Le renouvellement de l'enclenchement de Nyon concerne un tronçon ferroviaire compris entre le KM 33.900 et le KM 43.000 de la ligne ferroviaire 150 Lausanne-Genève.

Dans le cadre du rendu PAP de l'enclenchement de Nyon, une mise à jour du rapport 2222052.2 datant de juillet 2023 a été demandé par mail par le MO. En effet, la traversée câble et le bâtiment de service (BS) initialement prévus ont été déplacés à Prangins (Rapport 2222052.3, [7]). Il est prévu de réaliser toutefois une autre traversée dans le secteur de la gare de Nyon au droit du km 38'180 (2'507'715 / 1'137'985). La localisation de l'ouvrage est donnée à l'annexe 1a.

Le présent rapport géotechnique est une mise à jour du rapport 2222052.2 [6]. Il traite notamment de cette nouvelle traversée câble au droit du km 38'180 sous la voie de garage CFF et du renouvellement des mâts CFF IS / LC sur le remblai CFF (39.300-39.500). Les paragraphes relatifs à la traversée câble et au bâtiment de service initialement prévus ont été supprimés.

Il s'agit du troisième rapport géotechnique pour la gare de Nyon.

Un préavis géotechnique pour la gare de Nyon basé sur la documentation existante a été fourni au MO en 2022 (rapport 2222052.1 [5]). Dans le but d'améliorer les connaissances géotechniques de cette zone, trois forages carottés supplémentaires ont été exécutés en 2023. Ceux-ci ont été décrits et ont servi de base à l'étude géotechnique dans le cadre du rapport 222052.2 [6].

Les forages carotté exécutés en avril 2023 se trouvent à des distances d'environ 90 m (FC17), 95 m (FC18) et 170 m (FC16) du passage à câbles nouvellement prévu.

Compte tenu de la nouvelle localisation du passage à câble souterrain, les sondages N° FC10 (GEOTEST SA), N° C1 et N° C2 (Karakas & Français SA), disponibles sur le géoportail du canton de Vaud, ont été considérés pour le présent rapport, afin de vérifier la nature effective des matériaux et de les comparer au forages exécutés en avril 2023 [3].

Concernant la construction de mâts LC et IS, une étude des données géologiques et des contraintes topographiques basée sur les plans et coupes donnés par le MO a permis de cibler les investigations géotechniques sur un remblai CFF situé entre le KM 39.300 et le KM 39.500. Il s'agit d'un remblai CFF mis en œuvre il y a environ 100 ans (annexe 1b). Dans cette zone, il est demandé de vérifier l'état du remblai CFF qui servira d'assise à de nouveaux mâts LC et IS. Les données relatives aux mâts LC et IS ont été fournies par l'ingénieur.

2 Situations générales

2.1 Situation générale gare de Nyon KM 38.180 - KM 38.350

Les investigations en gare de Nyon ont eu lieu entre le KM 38.250 et le KM 38.350 de la ligne 150 Lausanne – Genève (annexe 1a).

Le projet se situe sur la parcelle 640 de la commune de Nyon.

Au droit du site se trouvent plusieurs voies de garage CFF.

Le site est déjà construit et comprend l'ancien enclenchement électronique occupant une partie de la parcelle.

La parcelle est délimitée au nord et nord-ouest par les parcelles comprenant des bâtiments et sur les deux côtés est et sud par les voies ferrées. Un parking se trouve sur le côté ouest du projet.

Le site est relativement plat. L'altitude du terrain est comprise approximativement entre 405.6 msm et 406.6 msm.

Le projet prévoit le passage sous les voies de 12 tuyaux PE150 au KM ~38.180. La topographie du terrain au droit du passage à câble laisse penser que l'ouvrage sera construit sur un remblai d'une épaisseur d'au moins 2 m.

La base de la batterie prévue pour le passage des câbles sera à une profondeur d'environ 2.75 m depuis le sommet des traverses, soit à une altitude d'environ 402.95 msm.

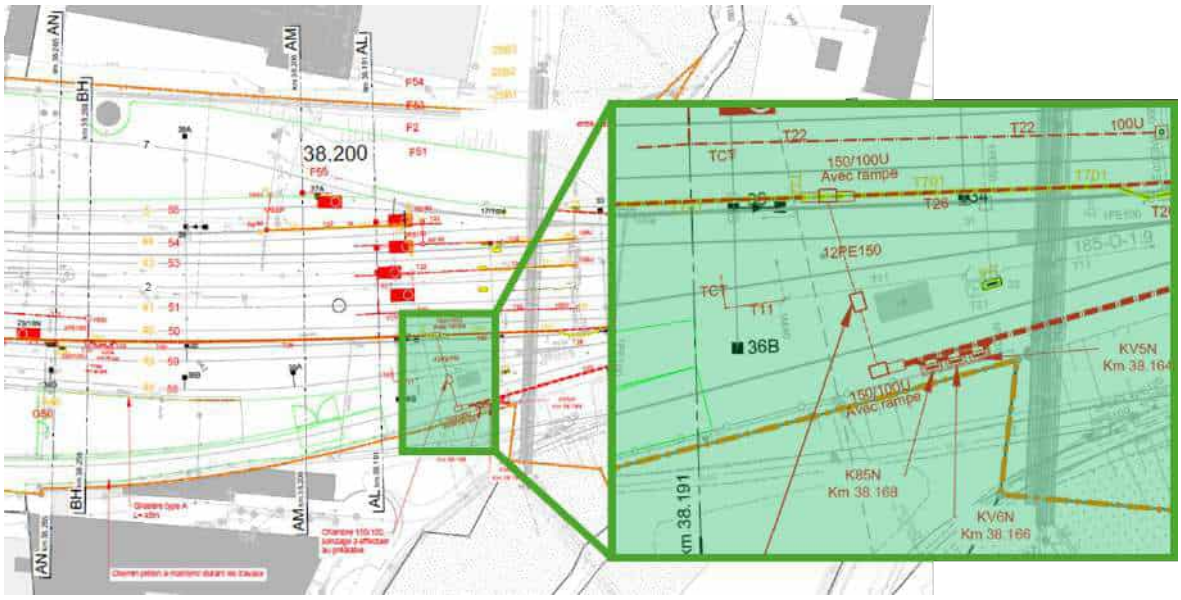


Figure 1 : Passage souterrain tuyaux PE, vue en plan

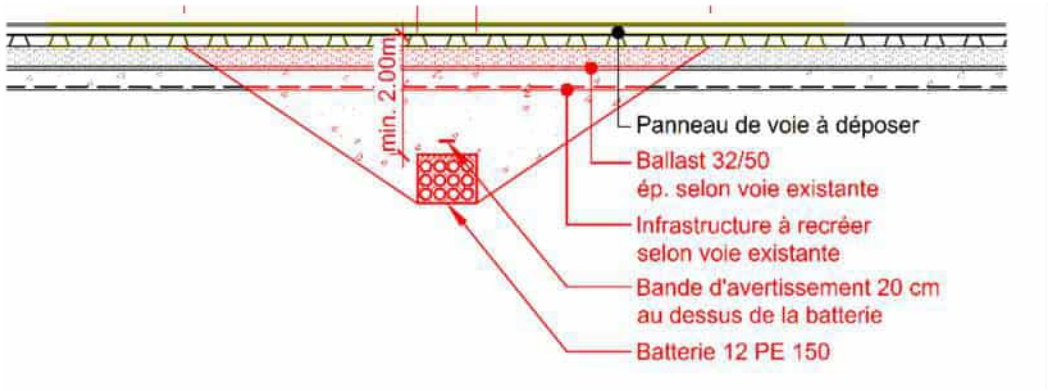


Figure 2: Passage souterrain tuyaux PE, vue en coupe

2.2 Situation générale remblai CFF KM 39.300 – KM 39.500

Le remblai CFF est situé entre le KM 39.300 et le KM 39.500 de la ligne 150 Lausanne – Genève (annexe 1b). Il a une longueur totale d'environ 200 m. Sa base est à environ 379 msm et sa tête de talus est à environ 400 msm, soit 21 m de hauteur (Figure 3). Il est traversé à sa base au KM 39.340 par le ruisseau "Le Boiron".

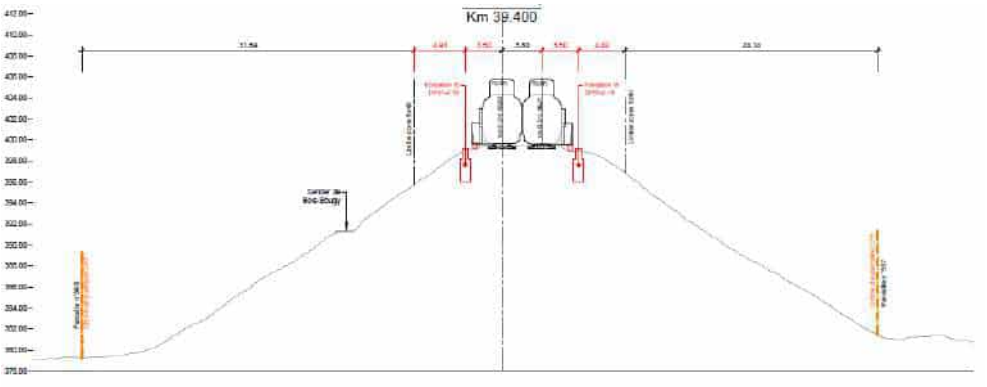


Figure 3: Remblai CFF, vue en coupe [1]

3 Contextes

3.1 Gare de Nyon (KM 38.180 - KM 38.350)

3.1.1 Contexte géologique

Selon l'Atlas géologique [2], le projet est situé sur un remblai, mis en place à proximité des limites entre des dépôts glaciolacustres fins (faciès de fond), des dépôts glaciolacustres grossiers (faciès deltaïque) et la moraine rhodanienne (argilo-limonseuse).



Figure 4: Carte géologique au droit de la gare de Nyon [2][5]

Selon les rapports géotechniques 2222052.1 et 2222052.2, les sondages indiquent la succession stratigraphique suivante [5][6] :

- **Terrains de couverture et remblais** composés de sables graveleux et gravier sableux gris et de limon sableux peu argileux.

- **Dépôts fluvioglaciaires sablo-graveleux** composés de graviers et pierres, comprenant souvent de sables plus rarement de limons. L'intercalation de lentilles sableuses à stratifications obliques peut être observée localement. La présence de galets montrant encore des stries est rare. Les dépôts fluvioglaciaires observés dans les sondages FC16, FC17, FC18 se composent de sables fins +/- limoneux +/- argileux avec quantité variable de graviers. Dans le sondage FC10, ils sont hétérogènes, observés sous forme de limons sableux et de graviers sableux. Ils n'ont pas été observés dans les sondages C1 et C2.

- **Dépôts glaciolacustres fins :** Toujours d'une très grande compacité lorsqu'ils sont en place, ces sédiments comprennent des sables généralement fins, des limons sableux ou argileux, plus rarement des argiles. La stratification est le plus souvent bien visible, horizontale, avec parfois des structures de mouvements sous-lacustres (slumps). L'origine glaciolacustre est attestée par la présence parfois très discrète de galets polis isolés dans la masse fine (drop-stones). Les dépôts glaciolacustres observés dans les sondages FC16, FC17 et FC18 se composent d'argiles limoneuses et de limons +/- argileux à des sables fins limoneux à très limoneux. Les dépôts glaciolacustres observés dans les sondages C1 et C2 se composent d'argiles finement limoneuses à des limons peu sablo-graveleux, varvées par des sables fins. Des veines de sables fins sont également présentes. Dans le forage FC10, les dépôts glaciolacustres se composent de limons argileux (avec sable graveleux) à des sables limoneux.

Comme mentionné au début de ce chapitre, le nouvel emplacement du projet se situe plus près de la limite avec la moraine rhodanienne.

- **Moraine de fond rhodanienne :** Moraine limono-argileuse à argilo-limoneuse avec quelques graviers. Ces matériaux ont été observés dans les forages C1 et C2. Les sondages carottés d'avril 2023 (FC16, FC17 et

FC18) révèlent également la présence de ces dépôts morainiques. À noter la présence de veines sableuses finement limoneuses (peu argileuses).

3.1.2 Secteur de protection des eaux

Le projet se situe en secteur üB de protection des eaux souterraines [5].

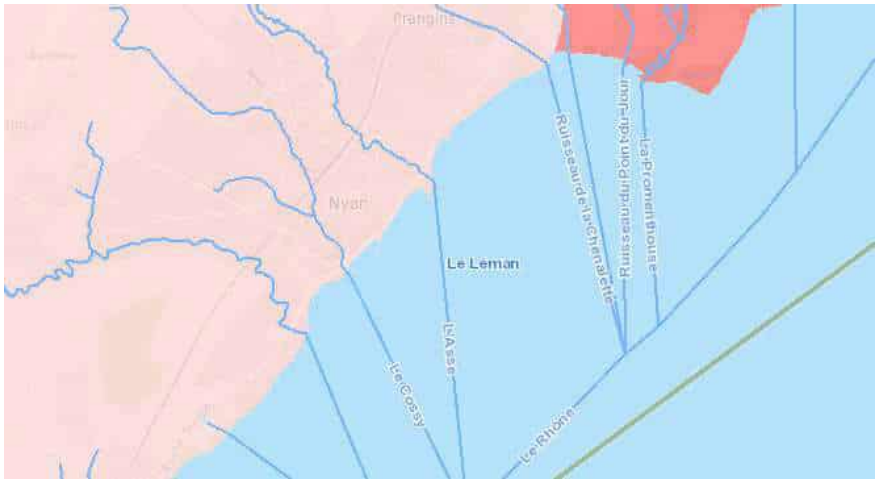


Figure 5: Secteur de protection des eaux souterraines [3][5]

3.1.3 Vulnérabilité des eaux souterraines

D'après la carte hydrogéologique de la Confédération suisse, le projet se situe dans la zone avec la vulnérabilité forte de l'eau souterraine vis-à-vis de la pénétration de pollutions dans le sous-sol [5].

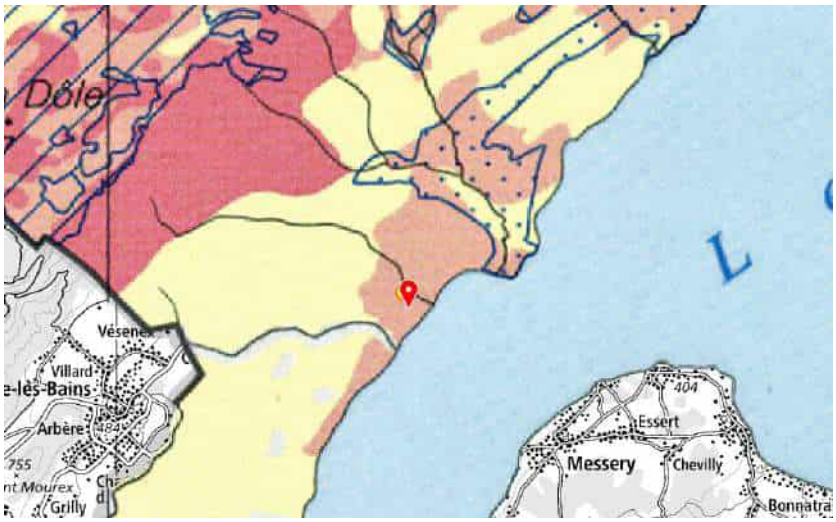


Figure 6: Carte de vulnérabilité des eaux souterraines [4][5]

3.1.4 Risque sismique

Le projet se situe en zone d'aléa sismique 1b [4]. La région de Nyon-Gland-Rolle a fait l'objet d'un microzonage sismique spectral. Au droit de la gare de Nyon, le spectre spécifique est le S23 [2].



Figure 7: Carte du risque sismique [3][5]

3.1.5 Site pollué

Le projet se trouve sur une zone polluée [5].

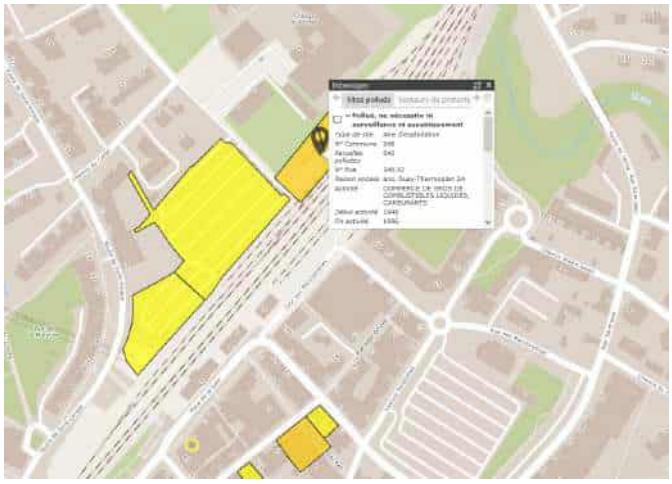


Figure 8: Carte des sites pollués [3][5]

3.1.6 Contexte hydrogéologique

Comme indiqué précédemment, le contexte géologique local est défini par une formation fluvioglaciaire située entre des remblais superficiels (jusqu'à environ 1,5 m de profondeur) et la couverture morainique (formation limono-argileuse à partir de 8-10 m de profondeur). Cette formation de dépôts alluvionnaires, issue du retrait würmien, est le siège de venues d'eau ayant pu être caractérisées lors du suivi des différents sondages. L'alternance de phases sablo-graveleuses et limono-argileuses rend la perméabilité de ce complexe aquifère extrêmement variable. Les lentilles graveleuses favorisent l'écoulement des flux d'eau souterraine. Les caractéristiques hydrodynamiques de la zone d'étude sont donc liées à l'interconnexion de ces strates aquifères [5].

Dans le cadre d'une étude antérieure relative au domaine des sites pollués [7], des prélèvements d'eau ont été réalisés sur les piézomètres F1 à F4. Ces échantillonnages ont été effectués au moyen d'un pompage sommaire, mais demeurent toutefois une source de renseignements concernant le contexte hydrogéologique. À partir de ces pompages succincts, le débit de réalimentation est estimé à 0,5 l/min sur les piézomètres F1, F2 et F3 et de l'ordre de 1,2 l/min sur le piézomètre F4. En corrélant les caractéristiques techniques des ouvrages et les données piézométriques du suivi des pompages, la perméabilité moyenne de la

zone d'étude tend vers $1x10^{-6}$ m/s. Cette valeur, mesurée en période de basses eaux, traduit la faible capacité de l'aquifère à mobiliser l'eau qu'il contient, on parle alors d'une formation très peu perméable.
La moraine rhodanienne sous-jacente peut être considérée comme semi-imperméable. On peut toutefois envisager des venues d'eau ponctuelles, notamment à la faveur de lentilles sableuses [5].

Les niveaux piézométriques relevés le 25.08.22 sur ces 4 piézomètres ont permis d'établir la carte piézométrique ci-dessous. Le niveau piézométrique se situe entre 1.26 et 2.60 m de profondeur [5].

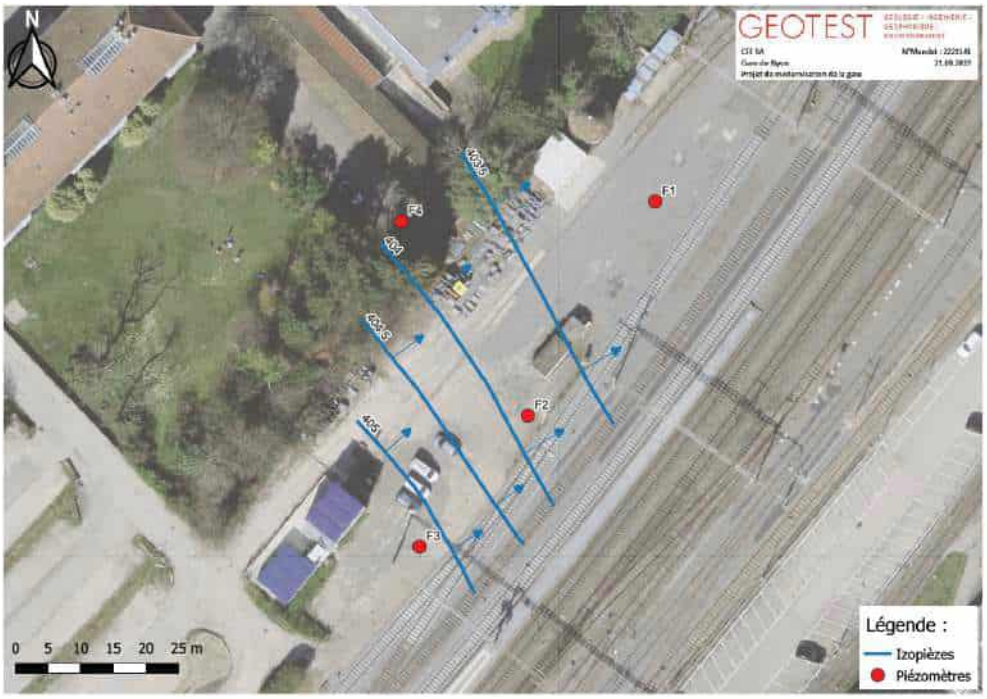


Figure 9: Carte piézométrique et sens d'écoulement des eaux souterraines (25.08.2022) [6]

Le sens d'écoulement de la nappe a une direction nord-est. La géométrie des courbes isopièzes indique une continuité linéaire à très petite échelle, avec des lignes de courant rectilignes et parallèles, ce qui traduit un écoulement relativement uniforme. L'espacement entre les isopièzes caractérise la pente de la surface piézométrique. Le gradient hydraulique issu de la carte piézométrique est de l'ordre de 0.05 [5].

3.2 Remblai CFF (KM 39.300 – KM 39.500)

3.2.1 Contexte géologique

Selon la feuille "Nyon" de l'Atlas géologique de la Suisse [2], le tronçon concerné par les investigations est cartographié en "dépôt artificiel" sur des "alluvions fluvioglaciaires grossières (q_{5g})" déposées sur des "dépôts morainiques rhodaniens" (q_{4m}) et/ou sur des "dépôts glaciolacustres grossiers (faciès deltaïque) (q_{5d})". Un affleurement de molasse chattienne marneuse ("marnes bariolées s.l.; O_3") est présent à moins de 100 m en amont du remblai CFF. La carte géologique indique des zones cartographiées en "masse en glissement, masse glissée" de part et d'autre du remblai. Plusieurs "bords d'érosion, bords de terrasse", sont cartographiés de chaque côté, parallèlement à l'axe du ruisseau.

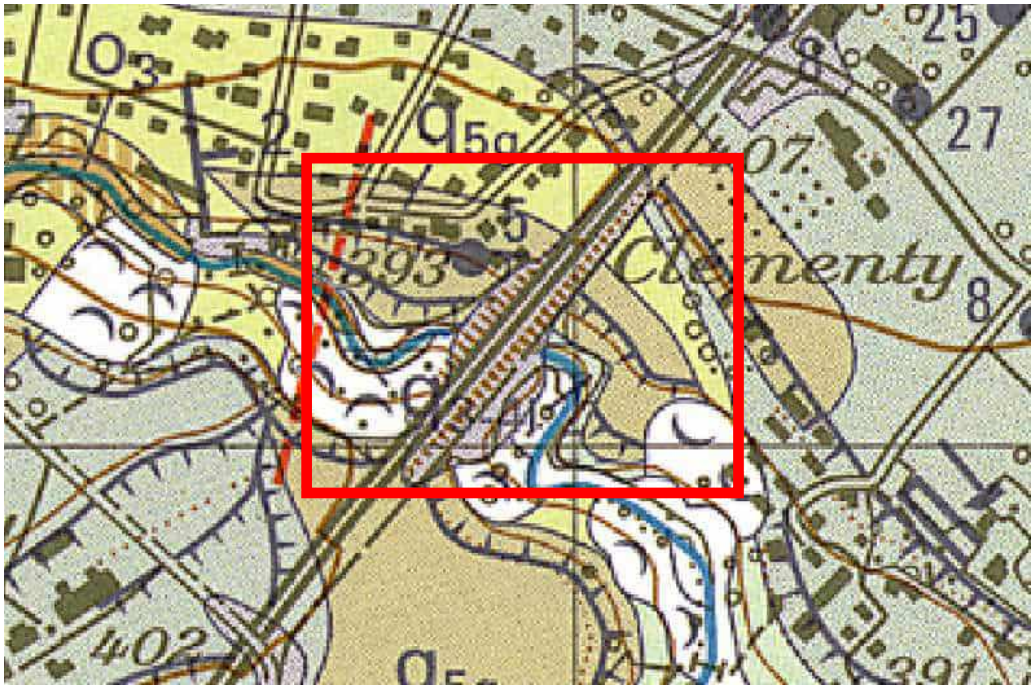


Figure 10: Carte géologique remblai CFF [2]

Plusieurs levers de sondages ont été exécutés dans le terrain naturel en amont du remblai [3], à moins de 30 m du tronçon étudié. Ils indiquent la succession stratigraphique suivante, changeante suivant leur proximité au ruisseau.

- Terrains de couverture (sol végétal, dépôts de ruissellement) et **remblai** (présence de matériel anthropique) composés de limons argileux parfois organiques, localement avec sables et graviers.
- Dépôts alluvionnaires fins (limons argileux) et grossiers (sables et graviers) **ou**
- Dépôts de retrait würmiens (fluvioglaciaires) gravelo-sableux ou finement sableux +/- limoneux et +/- graveleux ou limono-argileux **et/ou**
- **Dépôts morainiques** würmiens **limono-argileux** avec cailloux dispersés **altérés** (entre 0.80 m et 2.50 m de profondeur), puis **+/- sains** (entre 2.30 m et 4.40 m de profondeur).

Un bureau privé mandaté par la commune de Nyon a mis à disposition en cours de mandat des levers de sondages verticaux et horizontaux [8]. Ils ont été réalisés depuis le sentier de Bois-Bougy dans le remblai CFF fin 2022 et dans le terrain naturel sous-jacent. Ils ne sont pas encore publiés sur le géoportail.

Les levers de forages carottés verticaux, exécutés jusqu'à 30 m de profondeur, indiquent la succession stratigraphique suivante :

- **Terrains de couverture et remblais** jusqu'à des profondeurs comprises entre 0.50 m et 3.50 m de profondeur composés de sables graveleux et gravier sableux gris et de limon sableux peu argileux.
- **Dépôts glaciolacustres hétérogènes** limono-argileux à argilo-limoneux (parfois varvés), +/- sableux avec localement des intercalations de dépôts gravelo-sableux, fermes à très fermes, localement dures**.**
- **Moraine de fond** limono-argileuse avec quelques graviers, très dure, sèche.
- **Molasse marno-silteuse** (vraisemblablement chattienne) entre 19.25 m et 20.50 m de profondeur.

Les sondages horizontaux ont été exécutés depuis le sentier de Bois-Bougy à travers le remblai CFF. Ils ont une longueur totale de 5 m et n'ont pas dépassé la tête de talus CFF. Ils caractérisent les matériaux effectivement présents dans le remblai. Ils sont très hétérogènes du point de vue de leur granulométrie. Ils se composent de graviers limono-sableux, de sables graveleux et de limons gravelo-sableux. Ils sont non cohésifs, très fermes à dures. Ils sont secs à très humides. Les levers indiquent la présence de dépôts glaciolacustres composés de sables fins limoneux avec une quantité variable de graviers. Ils ont une consistance molle, une cohésion faible et sont

humides. Ils sont présents à partir de longueurs comprises entre 2.17 m et 4.45 m.

3.2.2 Contexte hydrogéologique KM 39.300 – KM 39.500

Les conditions hydrogéologiques suivantes ont été décrites dans les sondages au voisinage du projet.

Selon les levers de sondage exécutés en amont du remblai, un niveau d'eau a été mesuré à 6 m de profondeur dans le sondage à la tarière N° 38892. Les autres levers indiquent des matériaux secs jusqu'au fond du sondage, très humides dans le sondage N° 8019, situé au bord du ruisseau [3].

Les sondages verticaux exécutés dans la zone d'investigations indiquent la présence de matériaux glaciolacustres localement humides à très humides, voir saturés dans les horizons gravelo-sableux [8].

Les sondages horizontaux indiquent la présence de matériaux secs, localement humides (dans les dépôts glaciolacustres). Il n'y a pas de venue d'eau observée dans ces sondages [8].

3.2.3 Secteur de protection des eaux

Le projet est situé en secteur üB de protection des eaux souterraines du canton de Vaud [3].

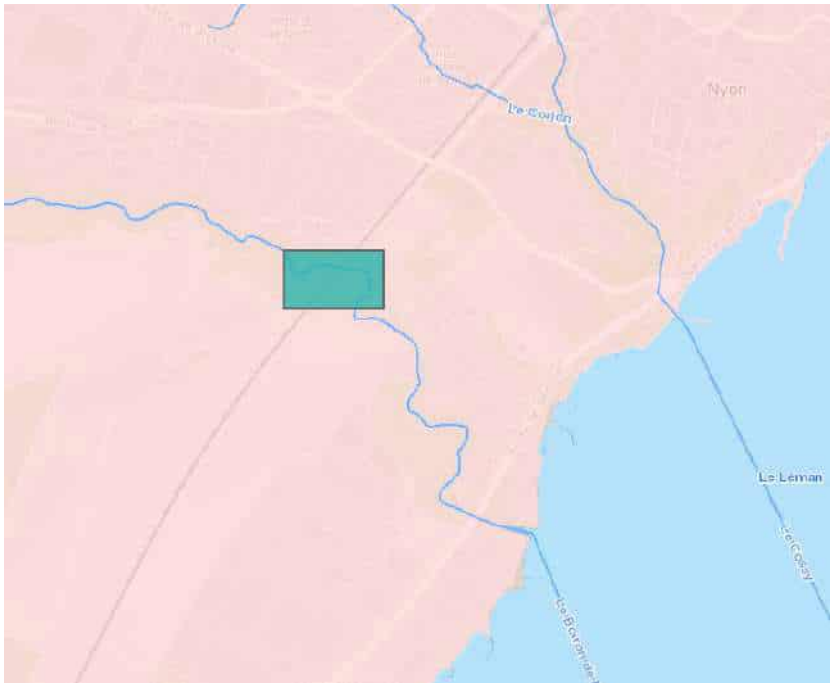


Figure 11 : secteur de protection des eaux [3]

Dans ce secteur, les activités de chantier ne posent aucun problème du point de vue hydrogéologique. Les mesures habituelles pour éviter toute pollution restent applicables.

3.2.4 Vulnérabilité des eaux souterraines

D'après la carte de vulnérabilité des eaux souterraines [4], le remblai est principalement situé dans un domaine sans réservoir aquifère productif. En direction du nord-est, il est situé dans des zones faibles, puis fortes [4].



Figure 12 : Vulnérabilité des eaux souterraines [4]

3.2.5 Dangers naturels KM 39.300 – KM 39.500

Les informations relatives aux dangers naturels sont données par le géoportail du canton de Vaud [3].

3.2.5.1 Danger d'inondation par les crues

Le remblai est traversé par le ruisseau du Boiron. Ses abords immédiats sont cartographiés en danger moyen d'inondation en aval du remblai. En amont, la zone est cartographiée en danger moyen d'inondation de faible intensité.



Figure 13 : Danger d'inondations par les crues [3]

3.2.5.2 Danger de glissements de terrain spontanés

Les talus présents à proximité immédiate du remblai présentent en amont et en aval un danger faible de glissement de terrain spontané.



Figure 14 : Danger Glissements de terrain spontanés [3]

3.2.5.3 Danger de glissements de terrain permanents

Les talus présents à proximité immédiate du remblai présentent, en amont et en aval, un danger moyen de glissement de terrain permanent.



Figure 15 : Danger Glissements de terrain permanents [3]

3.2.5.4 Risque sismique

Le projet se situe en zone d'aléa sismique 1b [4]. La région de Nyon-Gland-Rolle a fait l'objet d'un microzonage sismique spectral. Au droit de la parcelle 640, le spectre spécifique est le S23 [3].

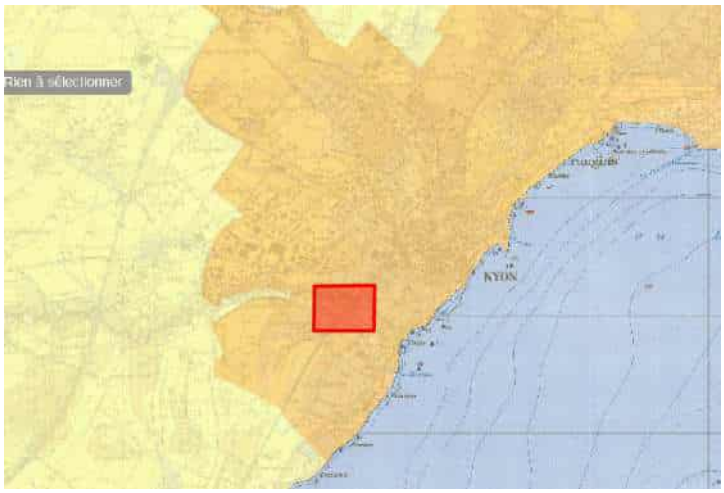


Figure 16 : Carte de risque sismique [4]

3.2.6 Sites pollués

La zone d'investigations et ses environs immédiats ne sont pas cadastrés en site pollué.

4 Investigations

4.1 Gare de Nyon KM 38.180

Vu la distance au nouvel emplacement du projet, trois autres forages disponibles sur le géoportail du canton de Vaud ont été considérés pour la mise à jour de ce rapport [3].

But :
- Identifier et comparer la stratigraphie et la nature du terrain avec les relevés des forages carottés FC16/23, FC17/23 et FC18/23.
- Vérifier la présence de venues d'eau souterraine.

Situation : Annexe 1a

Relevé géotechnique : Annexes 2

Relevé position : Les coordonnées et l'altitude des forages carottés sont donnés dans les logs de forage.

Sondage	Bureau	Coord. X [m]	Coord. Y [m]	Alt. TN [msm]	Profondeur [m]
C1	Karakas & Français	2'507'716.1	1'137'959.2	403.88	20.30
C2	Karakas & Français	2'507'764.7	1'138'051.0	397.53	16.40
FC 10/22	GEOTEST	2'507'654	1'137'978	405.70	4.00

4.2 Gare de Nyon KM 38.250 – KM 38.350

4.2.1 Forages carottés

But :
- Déterminer la stratigraphie et la nature du terrain
- Mettre en place des piézomètres pour le suivi du niveau des eaux souterraines et le suivi environnemental, notamment FC16 qui concerne les investigations complémentaires demandées selon [6]
- Prélever des échantillons pour des analyses en laboratoire

Entreprise : Groupe Grisoni, ISR Injectobohr SA

Date d'exécution : Du 17 avril au 20 avril 2023

Situation : Annexe 1a

Relevé géotechnique et dossier photos : Annexes 2.1, 2.2, 2.3

Rapport de forage Annexe 6

Relevé position : Les coordonnées et l'altitude des forages carottés ont été relevées au GPS.

Sondage	Coord. X [m]	Coord. Y [m]	Alt. TN [msm]	Prof. [m]	Long. tube piézométrique [m]	Nombre essais SPT	Nombre essais Cup	Nombre échantillons
FC 16/23	2'507'574	1'137'883	405.86	7	7	3	25	0
FC 17/23	2'507'629	1'137'948	405.75	12	12	5	28	3
FC 18/23	2'507'664	1'137'906	405.80	12	12	5	37	3

4.2.2 Essais en laboratoire

But : Déterminer les caractéristiques de sols en place (poids volumique, teneur en eau, granu limites d'Atterberg, classification USCS).

Entreprise : TransGeo AG

Rapport : Annexe 5

Sondage	Échantillon	Profondeur [m]	Type d'essai
FC17/23	F17-E1	3.20 – 3.50	Essais d'identification pour classification USCS : - Poids volumique - Teneur en eau - Granulométrie (tamisage et sédimentation) - Limites d'Atterberg
FC17/23	F17-E2	4.70 – 5.00	
FC17/23	F17-E3	6.60 – 7.00	
FC18/23	F18-E1	2.35 – 2.55	
FC18/23	F18-E2	4.25 – 4.50	
FC18/23	F18-E3	7.00 – 7.30	

4.3 Remblai CFF KM 39.300 – KM 39.500

4.3.1 Carottiers battus

Buts :
- Déterminer la stratigraphie et la nature du terrain
- Mettre en place des piézomètres pour le suivi du niveau des eaux souterraines

Entreprise : GEOTEST SA

Date d'exécution : 4 avril et nuits du 11/12 et 12/13 avril 2023

Situation : Annexe 1b

Relevé géotechnique et dossier photos : Annexe 3.1, 3.2, 3.3

Relevé position : Les coordonnées et l'altitude des carottiers battus ont été relevées au GPS.

Sondage	Coord. X [m]	Coord. Y [m]	Altitude TN [msm]	Profondeur [m]	Longueur tube piézométrique [m]	Nombre Essais Pénétromètre de poche
CB01/23	2'506'927	1'137'045	393.30	8	-	19
CB02/23	2'506'874	1'136'996	398.62	8.50	7.85	21
CB03/23	2'506'904	1'137'048	398.86	10	6.90	5

4.3.2 Pénétromètres légers

But : Déterminer les paramètres de compacité / consistance des matériaux en place

Entreprise : GEOTEST SA

Rapport : Annexes 4.1, 4.2, 4.3, 4.4

Sondage	Coordonnée X [m]	Coordonnée Y [m]	Altitude TN [msm]	Profondeur [m]	Longueur tube piézométrique [m]
SP01/23	2'506'926	1'137'043	392.14	8.80	-
SP02/23	2'506'909	1'137'053	398.90	10	7
SP03/23	2'506'918	1'137'050	399.08	10	8
SP04/23	2'506'880	1'137'005	398.72	8.80	-

5 Résultats

5.1 Gare de Nyon KM 38.250 – KM 38.350

5.1.1 Description des matériaux

La stratigraphie ci-dessous est établie sur la base des forages FC17, FC18, FC10, C1 et C2, ainsi que de notre connaissance de la géologie locale.

Remblai

Profondeur :
- La profondeur de la base de la couche est comprise entre **0.90 m** (FC16, FC10/22) et **3.70 m** (C1).

Altitude :
- L'altitude de la limite inférieure de la couche varie entre **400.18 msm** (C1) et **404.96 msm** (FC16).

Matériau :
- **Sable fin +/- limoneux** avec quantité variable de **graviers** subanguleux (FC16), beige à brun, localement noire.
- **Sable graveleux** à gravier sableux (tout-venant), gravier sablo-limoneux (FC17, FC18, C1), gris à beige.
- **Limon +/- argileux** peu ou finement sableux avec quelques graviers (FC17, FC18), gris clair à beige et noir.

Consistance / Compacité :
- De consistance ferme à très ferme, localement dure, respectivement estimée moyennement compacte à compacte.

Remarques :
- Matériaux hétérogènes (gravier, sable, limon +/- argileux).
- Présence d'éléments anthropiques, observés en très faible quantité dans cette couche (restes de ballast, restes de bitume, tout-venant). Des restes de brique (< 5 %) ont été observés dans le forage FC17. Des débris de matière anthropiques (terre cuite, enrobé) ont été observés dans le forage C1.
- Présence de petites taches noires (< 1 mm) observées dans les forages FC16 et FC18.
- Présence de traces d'oxydation dues à des circulations d'eau, observées dans le forage FC18.

Dépôts de retrait fluvioglaciaires

Ces dépôts n'ont pas été observés dans les sondages C1 et C2.

Épaisseur
- L'épaisseur de cette couche varie entre **0.90 m** (FC10) et **5.80 m** (FC18).

Profondeur :
- La profondeur de la base de la couche est comprise entre **1.80 m** (FC10/22) et **6.90 m** (FC18).

Altitude :
- L'altitude de la limite inférieure de la couche varie de **398.90 msm** (FC18) et **403.90 msm** (FC10/22).

Matériau :
- **Sable fin +/- limoneux +/- argileux** avec quantité variable de **graviers** subanguleux, localement gravelo-limoneux finement sableux, beige.
- **Limon +/- argileux avec sable et gravier**, beige
- Gravier sableux, blocs, gris

Consistance / Compacité :
- De consistance molle à ferme, localement très ferme (limons +/- argileux), respectivement moyennement compact à compact (sables fins limono-argileux).

Remarques :
- Matériaux hétérogènes (gravier, sable, limon +/- argileux).
- Des blocs sont présents dans le forage FC10/22

Dépôts glaciolacustres

Épaisseur
- L'épaisseur de cette couche est comprise entre **1.60 m** (FC18) et **6.57 m** (C1). La base de cette couche n'a pas été atteinte dans les forages FC16 et FC10/22. Son épaisseur est d'au moins **1.30 m** dans ces forages.

Profondeur :
- La profondeur de la base de la couche est comprise entre **5.60 m** (FC17) et **10.27 m** (C1). Elle n'est pas connue dans le forage FC16, ni dans le forage FC10/22

Altitude :
- L'altitude de la limite inférieure de la couche varie de **391.48 msm** (C2) et **400.15 msm** (FC17).

Matériau :
- **Argile limoneuse à limon +/- argileux**, gris clair, parfois légèrement beigeâtre
- **Sable fin limoneux** à très limoneux, beiges grisâtres

Consistance / Compacité :
- De consistance molle à ferme, localement très ferme. Passées finement sableuses lâches.

Moraine

Épaisseur
- La base de cette couche n'a pas été atteinte. L'épaisseur minimale est comprise entre **3.50 m (FC18)** et **10.35 m (C2)**.

Profondeur :
- La base de cette couche n'a pas été atteinte.

Altitude :
- L'altitude de la limite inférieure de la couche n'est pas connue.

Matériau :
- **Argile limoneuse** à **limon-argileux** (matrice), localement sableux +/- limoneux avec graviers bien distribués en quantités variables, localement avec sables grossiers ; gris.

Consistance / Compacité :
- De consistance **ferme** à **très dure**, indurée dès 10.80 m dans FC17.

Remarques :
- La moraine a été atteinte dans les forages FC17 et FC18. Elle n'a pas été atteinte dans le forage FC16.
- La moraine est altérée dans les premiers décimètres supérieurs de la couche. Au-dessous, elle est principalement remaniée. Elle est interprétée +/- saine entre 6 m et 10.80 m de profondeur.
- La moraine est indurée dans le forage FC17, dès 11.80 m de profondeur.
- En général, la moraine peut contenir des pierres et des blocs. Ils n'ont pas été observés dans ces forages.

5.1.2 Conditions hydrogéologiques

Selon les informations des foreurs, il n'y a pas eu de venue d'eau lors de l'exécution des forages FC16 et FC17. Un niveau d'eau à 2.60 m, de profondeur a été mesuré lors de l'exécution du forage FC18, ce qui correspond à une altitude de 403.20 msm. Au vu de ces conditions hydrogéologiques, les 3 forages ont été équipés d'un piézomètre. À ce jour, aucune mesure piézométrique n'a été faite.

Aucune indication de venues d'eau ou de niveau d'eau stabilisé n'est indiquée dans les forages carottés C1 et C2. Les dépôts glaciolacustres sont toutefois peu humides à très humides. Dans le sondage FC10, la phase sablo-limoneuse est saturée.

Les remblais contiennent des couches sableuses à graveleuses. En période de précipitations, des circulations d'eau souterraine sont très probables.

Les dépôts de retrait fluvioglaciaires peuvent être le siège d'eau souterraine.

Des accumulations provisoires d'eau sont vraisemblables dans les matériaux en remblai (granulométries hétérogènes) et sur le toit des dépôts glaciolacustres (peu perméable à imperméable).

D'expérience, les dépôts glaciolacustres peuvent être le siège d'eau souterraine pouvant générer des pressions sur les ouvrages, mais pas nécessairement de venues d'eau importante lors du terrassement.

Dans la moraine, des circulations d'eau sont possibles en présence d'horizons, passées ou veines plus perméables.

Des mesures piézométriques régulières, complémentaires aux mesures piézométriques en cours dans les forages situés à proximité, sont nécessaires. Ils permettront de préciser l'altitude et le battement du toit de la nappe d'eau souterraine.

Dans l'attente de ces données et au vu des conditions hydrogéologiques données dans les forages voisins, des altitudes comprises entre 403.10 msm et 404.30 msm (basses eaux) et entre 403.70 msm et 404.80 msm (hautes eaux) sont à considérer. Ces niveaux permettent de déterminer un sens d'écoulement global vers le nord-est en période de basses eaux et vers le nord/nord-est en période de hautes eaux [6].

5.2 Remblai CFF KM 39.300 – KM 39.500

Les sondages au carottier battu ont été exécutés dans le remblai CFF. Les sondages à disposition exécutés le long du sentier Bois-Bougy indiquent que les forages carottés verticaux ont atteint le terrain naturel à des profondeurs comprises entre 0.50 m et 3.50 m *(cf. chapitre 3.1*). Les forages horizontaux exécutés depuis ce même sentier en direction du remblai ont atteint le terrain naturel après une longueur carottée comprise entre 2.17 m et 4.45 m *(cf. chapitre 3.1*).

Au vu de la géométrie du remblai CFF (hauteur et largeur) observé sur le terrain et sur les plans donnés par le MO (épaisseur de 20 m au droit des voies de chemin de fer), le terrain naturel est situé plus bas. Seul le carottier battu CB02, situé en bordure du remblai a atteint le terrain naturel composé de matériaux glaciolacustres à 6 m de profondeur.

5.2.1 Description des matériaux

Remblai

Les matériaux du remblai sont très hétérogènes et sont représentatifs de la géologie locale très diverse (*cf. chapitre 3.1*). Selon nous, il n'y a pas de sens à esquisser une stratigraphie cohérente pour l'ensemble du remblai.

Profondeur :
- La base de cette couche a été atteinte à 6 m de profondeur dans le sondage CB02. Elle n'a pas été atteinte dans les autres carottiers battus (CB01, CB03), situés plus au centre du remblai. D'après les plans d'ouvrage, l'épaisseur du remblai atteint 20 m au droit des voies de chemin de fer [1].

Matériau :
- **Côté nord-ouest** (jura), les matériaux en remblai sont composés de **sables graveleux** et **graviers sableux** jusqu'à **6.60 m** de profondeur. Au-dessous, les matériaux sont composés de **limons argileux** peu sableux avec graviers en quantité variable.
- **Coté sud-est** (lac), **alternance** de **limons peu argileux à argileux** et de **graviers sableux** à **sables graveleux,** avec présence de **pierres** et de **blocs**.

Consistance / Compacité :
- De consistance ferme à dure, localement très dure, respectivement compact à très compact. Interprétation basée sur

les résultats d'essais au pénétromètre de poche.

Remarques :

- Matériaux mis en place très hétérogènes (gravier, sable, limon argileux, pierres et blocs).
- Les paramètres de consistance / compacité interprétés sont basés sur les résultats d'essais au pénétromètre de poche. Ils sont représentatifs des matériaux avec lesquels le remblai a été constitué mais n'est pas représentatif des matériaux du remblai mis en œuvre qui se caractérise par des matériaux très mous à fermes, respectivement très lâches à moyennement compacts (cf. chapitre 5.2.2).
- Présence de pierres et de blocs
- Présence d'éléments anthropiques (restes de ballast) observés lors de l'exécution des carottiers battus en bordure de voies CFF. Des restes de brique (< 5 %) ont été observés dans le forage FC17.
- Présence de restes de racines, radicelles et matière organique.

Dépôts glaciolacustres

Profondeur :

- La limite supérieure de cette couche a été atteinte dès 6.00 m (respectivement 392.62 msm) dans le sondage CB02.
- Cette couche n'a pas été atteinte dans les sondages CB01 et CB03.

Matériau :

- **Limon argileux,** plastique à très plastique, gris, parfois beigeâtre

Consistance

- De consistance molle à très ferme, localement dure.

5.2.2 Investigations sondages au pénétromètre léger (VAWE)

Les diagrammes de battage des sondages au pénétromètre léger (VAWE) et leur interprétation sont donnés à l'annexe 4. Les sondages SP02, SP03 et SP04 ont été exécutés en tête de talus. Le sondage SP01 a été réalisé le long du sentier Bois-Bougy, situé environ 7 m au-dessous de la tête de talus CFF. Les sondages

SP01 et SP04 ont eu un refus à 8.80 m de profondeur. Les sondages SP02 et SP03 ont été exécutés jusqu'à 10 m de profondeur.

Les sondages SP01 et SP04 semblent avoir atteint le terrain naturel, dès respectivement 6.80 m et 6.20 m de profondeur. Dès ces profondeurs, les valeurs de coups de battage / 20 cm augmentent avec la profondeur, ce qui pourrait correspondre à un faciès morainique. Cette interprétation est compatible avec la géométrie du remblai.

Les sondages SP02 et SP03 ne semblent pas avoir atteint le terrain naturel, ce qui est compatible avec la géométrie du remblai.

Le diagramme de battage du sondage SP01 montre des matériaux très mous, respectivement très lâches jusqu'à 1 m de profondeur. Au-dessous, ils sont fermes, jusqu'à 8 m de profondeur. Ils deviennent très fermes jusqu'à 8.80 m de profondeur. Le refus est vraisemblablement dû à la présence d'un bloc.

Le diagramme de battage du sondage SP02 montre des matériaux lâches, respectivement mous à ferme jusqu'à 7.40 m de profondeur. Au-dessous, ils deviennent très fermes à durs, respectivement moyennement compacts, localement compacts. Le sondage a été arrêté à 10 m de profondeur.

Le diagramme de battage du sondage SP03 montre une alternance entre des matériaux mous et fermes, respectivement très lâches à lâches jusqu'à 6.60 m de profondeur. Au-dessous, ils deviennent très fermes, respectivement lâches à moyennement compacts. Le sondage a été arrêté à 10 m de profondeur.

Le diagramme de battage du sondage SP04 montre des matériaux mous, respectivement lâches jusqu'à 1.60 m de profondeur. Au-dessous, ils deviennent fermes, respectivement lâches à moyennement compacts jusqu'à 4.20 m de profondeur. Puis, une couche composée de matériaux mous, respectivement très lâches est présente jusqu'à 6.20 m de profondeur. Au-dessous, les matériaux deviennent fermes, durs, puis très durs, respectivement compacts et très compacts. Le refus est vraisemblablement dû à la présence d'un bloc.

L'interprétation de ces paramètres géotechniques est représentative du remblai mis en œuvre.

5.2.3 Conditions hydrogéologiques

Lors de l'exécution des carottiers battus, une venue d'eau a été observée à 9.20 m de profondeur dans le sondage CB03. Le sondage CB01 était sec. Des niveaux peu humides à humides ont été relevés dans le sondage CB02.

Des piézomètres ont été mis en place dans les sondages CB02 et CB03, respectivement jusqu'à 7.85 m et 6.90 m de profondeur.

À ce jour, aucune mesure piézométrique n'a été faite.

Les remblais contiennent des couches sableuses à graveleuses. En période de précipitations, des circulations d'eau souterraine sont très probables.

Des accumulations provisoires d'eau sont vraisemblables au sein du remblai (granulométrie hétérogène) et sur le toit des dépôts glaciolacustres (peu perméable à imperméable).

D'expérience, les dépôts glaciolacustres peuvent être le siège d'eau souterraine pouvant générer des pressions sur les ouvrages, mais pas nécessairement de venues d'eau importantes lors du terrassement.

Des mesures piézométriques sont nécessaires, afin de vérifier la présence d'eau souterraine dans le remblai. Le cas échéant, elles permettront de connaître l'altitude et le battement du toit des eaux souterraines.

5.3 Caractéristiques géotechniques

Sur la base des essais in situ effectués et de notre expérience de sols similaires étudiés auparavant, les paramètres géotechniques estimés probables et extrêmes sont donnés dans les tableaux ci-dessous. Les dépôts glaciolacustres sont similaires au droit des deux secteurs.

	Unités	Remblais (1)	Dépôts de retrait fluvioglaciaires		Dépôts glacio-lacustres	Moraine +/- saine (2)
			Grossiers	Fins		
Classification USCS (3)		Hétérogène	**SC**, **SM**, SC-SM	ML, CL-ML	**CL, CM, ML,** SC-SM, SM, SC	**CL**, CL-ML, SC, SC-SM
Poids vol. apparent γ	**kN/m^3**	20.0 (19.5 - 20.5)	20.0 (18.5 - 21.5)	19.5 (19.0- 20.0)	19 (18 – 20)	21.5 (20.0 - 23.5)
Angle de frottement effectif ϕ'	**[°]**	30 (28 - 32)	32 (30 - 35)	30 (28 - 32)	28 (25 – 32)	32 (28 - 36)
Cohésion effective c'	**kN/m^2**	0 (0 - 2)	0 (0 - 2)	0 (0 - 2)	5 (0 - 10)	6 (2- 12)
Module d'élasticité (Young), E	**MN/m^2**	Ne pas fonder	10 (8- 15)	6 (5 - 10)	5 (3 - 10)	40 (20 - 60)
Perméabilité k (4)	**m/s**	Variable	$1\cdot10^{-9}$ - $5\cdot10^{-6}$	$1\cdot10^{-10}$ - $1\cdot10^{-6}$	$1\cdot10^{-10}$ - $1\cdot10^{-6}$	$1\cdot10^{-10}$ - $1\cdot10^{-6}$

1) Couche hétérogène, valeurs à titre indicatif. Pour le remblai CFF, une rétroanalyse permettrait de définir un couple de paramètres ϕ'-c' représentatif de la stabilité actuelle.
2) Valeurs minimales pour la moraine altérée / remaniée, valeurs maximales pour la moraine indurée.
3) En gras, classification USCS déterminée sur la base d'essais d'identification en laboratoire.
4) L'estimation de la perméabilité ne tient ici pas compte de la présence de veines intramorainiques de gravier et/ou sable.

6 Recommandations constructives

Les recommandations constructives traitées dans le présent rapport sont limitées aux ouvrages projetés et pour les deux tronçons qui ont fait l'objet d'investigations géotechniques.
Les ouvrages projetés concernent :

- La construction de mâts LC et IS sur le remblai CFF
- D'éventuels ponts provisoires pour le maintien du trafic ferroviaire en gare de Nyon en cours de chantier
- Une traversée câble au droit du KM 38.180

Les deux tronçons concernés sont situés sur la ligne 150 Lausanne – Genève :

- Gare de Nyon (KM 38.250 – KM 38.350)
- Remblai CFF situé au sud-ouest de Nyon (KM 39.300 – KM 39.500).

6.1 Fondations

6.1.1 Fondations des mâts LC et IS (remblai CFF KM 39.300 – KM 39.500)

Dans la mesure où les résultats des investigations géotechniques mettent en évidence la présence de matériaux très hétérogènes dans le remblai CFF, les recommandations constructives sont données selon les paramètres les plus défavorables au droit des mâts LC/IS.

En préambule à ce chapitre, les conditions minimales pour des fondations standards de mâts LC sont rappelées selon [9] :

- Pente du terrain inférieur à 33°
- Paramètres géotechniques : γ = 20 kN/m³, ϕ' = 27°, c'= 0 kN/m²
- Module de déformation pour les sols fins : M_E = 12 MN/m²
- Module de déformation pour les sols grossiers : M_E = 25 MN/m²
- Module de déformation pour les remblais sur terrain plat : M_E = 60 MN/m²
- Module de déformation pour les remblais sur terrain en pente : M_E = 30 MN/m²
- Fondation au-dessus du niveau de la nappe

Pour les dimensions standards des socles de mâts LC de type CFF, le niveau de fondation se situe dans le remblai, composé de matériaux à granulométrie et compacité / consistance hétérogènes. Ils restent principalement très mous à ferme jusqu'à la profondeur atteinte par des fondations standards et les exigences quant au module de déformation M_E ne sont pas remplies.

Si des fondations superficielles sont envisagées, il serait nécessaire de vérifier les dimensions des socles standards en tenant compte des paramètres géotechniques fournis au chapitre 5.3. Il conviendra également de vérifier les tassements avec un module d'élasticité E de 3 MN/m² ainsi que la stabilité des fondations en tenant compte de la géométrie du remblai.

En cas de tassement non admissible et/ou de risque d'instabilité des socles de fondations dans le remblai, il est recommandé de fonder les mâts sur une série de micropieux. Leur longueur sera déterminée en fonction de la descente de charge et du contexte géotechnique. Les recommandations pour le dimensionnement et l'exécution de ces ouvrages sont données ci-dessous :

Valeurs caractéristiques du frottement latéral

Couche de sol	**Micropieux**
	Frottement latéral, $q_{s,k}$ [kN/m^2]
Remblai	30
Dépôts glaciolacustres	30
Dépôts morainiques	180

Remarques :

- La valeur de frottement latéral indiquée ci-dessus est valable pour une méthode d'injection de type IRS (injections répétitives et sélectives).
- La capacité portante des micropieux devra être confirmée par des essais in situ (essai de charge dynamique ou statique).
- Les micropieux se prêtent mal à la reprise des charges horizontales. Le cas échéant, il faudra prévoir des micropieux inclinés.
- Aucun raccord de tube ou uniquement ceux n'impliquant pas de réduction de la résistance à la flexion ne seront autorisés.
- Les profilés devront être mis en place avec un dispositif de centrage afin de garantir l'enrobage de l'armature sur

toute la longueur des micropieux.

- La valeur de dimensionnement $R_{a,d}$ de la résistance ultime externe d'un pieu ou micropieu est calculé en tenant compte des facteurs partiels de sécurité selon la norme SIA 267 art. 9.5.2. Pour une détermination par calcul de la résistance ultime externe, le facteur de conversion η_a doit être ≤ 0.7.

6.1.2 Fondation d'éventuels ponts provisoires

En phase d'exécution, des ponts provisoires permettant le maintien du trafic ferroviaire en cours de travaux de terrassement sous les voies seront éventuellement nécessaires en gare de Nyon. Ceux-ci seraient fondés sur des micropieux. Leur dimensionnement serait à évaluer en fonction des descentes de charge, du contexte géologique et sur la base des valeurs de frottement latéral indiquées ci-dessous.

Couche de sol	**Micropieux**
	Frottement latéral, $q_{s,k}$ [kN/m^2]
Remblai	Négligé
Dépôts de retrait fluvioglaciaires	30
Dépôts glaciolacustres	30
Moraine	120

Remarques :

- La valeur de frottement latéral indiquée ci-dessus est valable pour une méthode d'injection de type IRS (injections répétitives et sélectives).
- La capacité portante externe sera calculée en considérant une longueur de scellement située sous le niveau du fond de fouille.
- La capacité portante des micropieux devra être confirmée par des essais in situ (essai de charge dynamique ou statique) sous le niveau de fond de fouille.
- Aucun raccord de tube ou uniquement ceux n'impliquant pas de réduction de la résistance à la flexion ne seront autorisés.
- Les profilés devront être mis en place avec un dispositif de centrage afin de garantir l'enrobage de l'armature sur toute la longueur des micropieux.
- La valeur de dimensionnement $R_{a,d}$ de la résistance ul-

time externe d'un pieu ou micropieu est calculé en tenant compte des facteurs partiels de sécurité selon la norme SIA 267 art. 9.5.2. Pour une détermination par calcul de la résistance ultime externe, le facteur de conversion η_a doit être ≤ 0.7.

6.2 Fouille et terrassement en gare de Nyon (KM 38.180 – KM 38.350)

La conception et le dimensionnement de la fouille devront prendre en compte l'environnement construit et le niveau des eaux souterraines.

6.2.1 Fouille pour passage à câbles

Selon les informations données par le MO, il est prévu de réaliser une tranchée pour le passage des câbles sous les voies. Le niveau du terrassement est à environ 2.75 m de profondeur (altitude : 402.95 msm) sous le panneau de voie. Aucun sondage au droit de cet ouvrage n'est disponible. Sur la base des sondages environnants ainsi que de notre connaissance du site, nous estimons que la fouille sera réalisée essentiellement dans des matériaux de remblai et que la couche naturelle sous-jacente de dépôts de retrait fluvioglaciaires ou glaciolacustres ainsi que la nappe phréatique ne seront pas atteintes. Dans ce contexte, les deux solutions suivantes sont envisageables pour la réalisation de la fouille du passage à câbles :

- <u>Fouille talutée</u>
  Une pende admissible de 2v:3h est jusqu'à la profondeur prévue de 2.75m est recommandée. La pente admissible sera néanmoins à vérifier suivant la qualité effective des matériaux de remblais rencontrés.

- <u>Fouille blindée par caissons</u>
  La réalisation d'un blindage de fouille permettra de limiter l'emprise de la fouille et de réduire ainsi son impact sur les ouvrages avoisinants. Une solution mixte prévoyant un pré-terrassement suivi d'une fouille blindée pourra également être envisagé.

Il est à noter que les deux solutions susmentionnées sont envisageables en absence d'eau souterraine. Ainsi, la réalisation d'un sondage à l'emplacement

exact du passage à câbles est recommandée. Ce sondage permettra de vérifier la qualité des matériaux de remblais et l'absence de la nappe phréatique ou de venues d'eau importantes, notamment si la couche de dépôts de retrait fluvioglaciaires est atteinte (voir chap. 5.1.2). Le cas échéant, en présence d'eau souterraine, la réalisation d'un rabattement provisoire au moyen de pointes filtrantes (wellpoints) et/ou la réalisation d'une enceinte de fouille en palplanches pourra être envisagée.

6.2.2 Fouilles peu profondes

Pour des fouilles peu profondes, au-dessus du niveau de la nappe, les terrains pourront être talutés selon les indications suivantes :

Type :	– **Talutage temporaire**
Pente admissible :	– 2v : 3h jusqu'à env. 2.5 m de profondeur
Mesures constructives :	– Les talus devront être protégés contre l'érosion due aux actions météorologiques par des géotextiles. – Les pentes admissibles indiquées ci-dessus sont valables en l'absence de surcharges en tête de talus. Si des surcharges sont prévues, la pente des talus devra être adaptée en conséquence et vérifiée par calculs.

6.2.3 Terrassement

Les terrassements concerneront les matériaux en remblai et les dépôts de retrait fluvioglaciaires sableux pas à peu limoneux et gravelo-limoneux finement sableux. Ces sols sont généralement exploitables à la pelle mécanique. Une perte de rendement est toutefois à attendre lors de l'exploitation des sols limono-argileux.

6.2.4 Viabilité du fond de fouille

Les matériaux présents en fond de terrassement sont composés de sédiments fins sensibles à l'eau. Ils ne sont pas carrossables.

Les terrassements devront être interrompus 30 cm au-dessus du niveau du fond de fouille. Le décapage final devra immédiatement être suivi par la pose d'une

couche de protection. Un géotextile doit être mis en place entre le terrain naturel et le sol de protection.

6.2.5 Qualité des matériaux d'excavation

6.2.5.1 Qualité environnementale (selon OLED)

Le projet enclenchement est situé en partie sur une aire d'exploitation polluée ne nécessitant ni surveillance ni assainissement et qui a fait l'objet d'une étude environnementale [6]. Les matériaux pollués devront être évacués selon la filière d'élimination adéquate. De manière générale, la gestion des matériaux d'excavation sera réalisée selon un concept de gestion qui sera produit avant le début des travaux et validé par l'autorité compétente.

6.2.5.2 Qualité géotechnique

Les matériaux seront valorisés sur place dans la mesure du possible.

Matériaux d'excavation fins (limons, argiles, limons argileux)

Ces matériaux peuvent être réutilisés pour des remblayages avec ou sans exigence de portance. Ils peuvent être valorisés. Toutefois, ils sont gélifs et difficiles à mettre en œuvre. Pour pouvoir être réutilisés pour des remblayages, ces matériaux devront être stabilisés au moyen de chaux. Le cas échéant, des essais en laboratoire ou des bancs d'essai in situ permettraient de déterminer le dosage optimal de chaux. S'ils sont réutilisés, les matériaux de remblayage seront mis en œuvre par couches successives d'épaisseur limitée et correctement compactés, dans des conditions météorologiques sèches. Il est recommandé de contrôler la qualité du compactage au moyen d'essais de plaque

Matériaux d'excavation grossiers (graviers, sables)

Ces matériaux peuvent être réutilisés pour des remblayages avec ou sans exigence de portance. Ils peuvent être valorisés. Au besoin, une amélioration par apport de matériaux grossier et compactage peut s'avérer nécessaire. S'ils sont réutilisés, les matériaux de remblayage seront mis en œuvre par couches successives d'épaisseur limitée et correctement compactés, dans des conditions météorologiques sèches. Il est recommandé de contrôler la qualité du compactage au moyen d'essais de plaque. Les pierres et blocs éventuellement présents devront être retirés.

6.3 Gestion des eaux en phase exécution

Toutes les précautions doivent être prises pour éviter des pertes de liquide polluant dans le terrain.

Au vu du contexte hydrogéologique du site [6], les bords et le fond de fouille du passage à câble se trouvent dans le remblai et dans les dépôts de retrait fluvioglaciaires ou glaciolacustres qui sont les sièges d'eau souterraine.

Dans le remblai, des circulations d'eau sont possibles par conditions météorologiques défavorables. Le cas échéant, elles devront être captées et évacuées au moyen de puisards équipés d'une pompe. Elles devront être traités avant rejet.

Une attention particulière devra être portée aux passages limoneux et finement sableux des dépôts de retrait, qui sont particulièrement sensibles à l'eau et susceptibles de subir des phénomènes d'érosion interne. La réalisation d'un sondage équipé d'un piézomètre est recommandée pour confirmer le niveau de la nappe au droit du passage à câbles. Selon besoin, le niveau de la nappe pourra être abaissé momentanément et localement dans une fouille réalisée au moyen de palplanches légères et d'un système de pompage par pointes filtrantes.

En présence d'une nappe au-dessus du niveau de fondation, une étanchéité de l'ouvrage est recommandée (p.ex. cuvelage). Cette mesure requiert le contrôle du risque de soulèvement de l'ouvrage et le dimensionnement de la structure pour la reprise de la pression hydrostatique. Elle permettra d'éviter la gestion du rabattement à long terme et le tassement des constructions avoisinantes.

6.4 Évacuation des eaux des installations ferroviaires

Selon la directive de l'évacuation des eaux des installations ferroviaires [10], les eaux de ruissellement qui s'écoulent des surfaces construites ou imperméabilisées telles que les installations ferroviaires sont des eaux à évacuer. Si elles sont polluées, elles doivent être traitées avant d'être infiltrées ou déversées dans des eaux superficielles. Le cas échéant, une autorisation est nécessaire. Si elles ne sont pas polluées, elles doivent dans la mesure du possible être infiltrées. Un déversement dans des eaux superficielles n'est autorisé que lorsque les conditions locales ne permettent pas d'infiltration.

Dans le cas présent, les matériaux en remblai, les dépôts fluvioglaciaires, les dépôts glaciolacustres et la moraine sont principalement constitués de sédiments fins à très fins (limons finement sableux à sables +/- limoneux, limons +/- argileux).

Seul un essai d'infiltration in situ permettrait d'évaluer la perméabilité effective des sols en place et de dimensionner un ouvrage d'infiltration.

Selon la granulométrie fournie par les essais en laboratoire et d'après notre expérience, les matériaux observés lors des investigations géotechniques en gare de Nyon ne permettent pas l'infiltration (coefficient de perméabilité estimé < 10^{-5}, valeur minimale requise pour une infiltration dans un terrain plat ; [10]).

Il est par conséquent recommandé de procéder à l'évacuation des eaux de drainages des installations ferroviaires. La nécessité d'une rétention et d'un traitement doit être évaluée en fonction de la classe de pollution selon [10].

Enfin, le raccordement au système d'évacuation des eaux claires de la commune devra être évalué sur la base du PGEE de la commune de Nyon.

7 Recommandations relatives à la suite du projet

Les mesures de planification et de surveillance suivantes sont recommandées avant et pendant la durée des travaux :

- Sondage au droit du passage à câble et mise en place d'un piezomètre en cas de présence d'eau ;
- Suivi piézométrique sur une année, à raison d'une mesure par mois afin d'améliorer les connaissances du contexte hydrogéologique du site et évaluer les variations du niveau d'eau souterraine ainsi que son niveau maximal ;
- Lors de la réalisation des travaux, un contrôle du fond de fouille par un géotechnicien au droit des fondations de chaque mât, des ouvrages et des assises de nouveaux remblais (y compris essai ME) est recommandé afin de vérifier les conditions géotechniques effectives. Si la variante des micropieux est choisie, un contrôle de leur capacité portante devra être confirmé par des essais in situ (essai de charge dynamique ou statique).
- Contrôle de la pollution des matériaux de remblai et validation des filières d'évacuation ;
- En cas de réutilisation des matériaux en place, un contrôle de la qualité des remblayages au moyen d'essais in situ sera nécessaire.
- Si des micropieux sont réalisés en secteur A_u de protection des eaux souterraines, le SEN pourrait exiger la pose de chaussettes. Le cas échéant, l'exécution se rapproche de la méthode d'injection de type IGU (injection globale et unitaire). La résistance au frottement latéral sera alors réduite de 50%.
- Si des micropieux sont exécutés en secteur A_u, il conviendra de vérifier que la réduction de la capacité d'écoulement de l'aquifère ne dépasse pas 10 %. Si elle est supérieure, un dispositif de by-pass devra être mis en place. Il pourrait consister en une tranchée drainante mise en œuvre autour des socles de fondation des mâts LC.

GEOTEST GEOLOGIE / INGENIERIE / GEOPHYSIQUE / ENVIRONNEMENT

Commune de Nyon
Gare de Nyon
Sondages Enclenchement

Mandat n° : 2222052
Date: 18.12.2024

Annexe 1a : Plan d'implantation des sondages

1:1'000

Situation 1:500

C2

C1

FC10/22

FC17

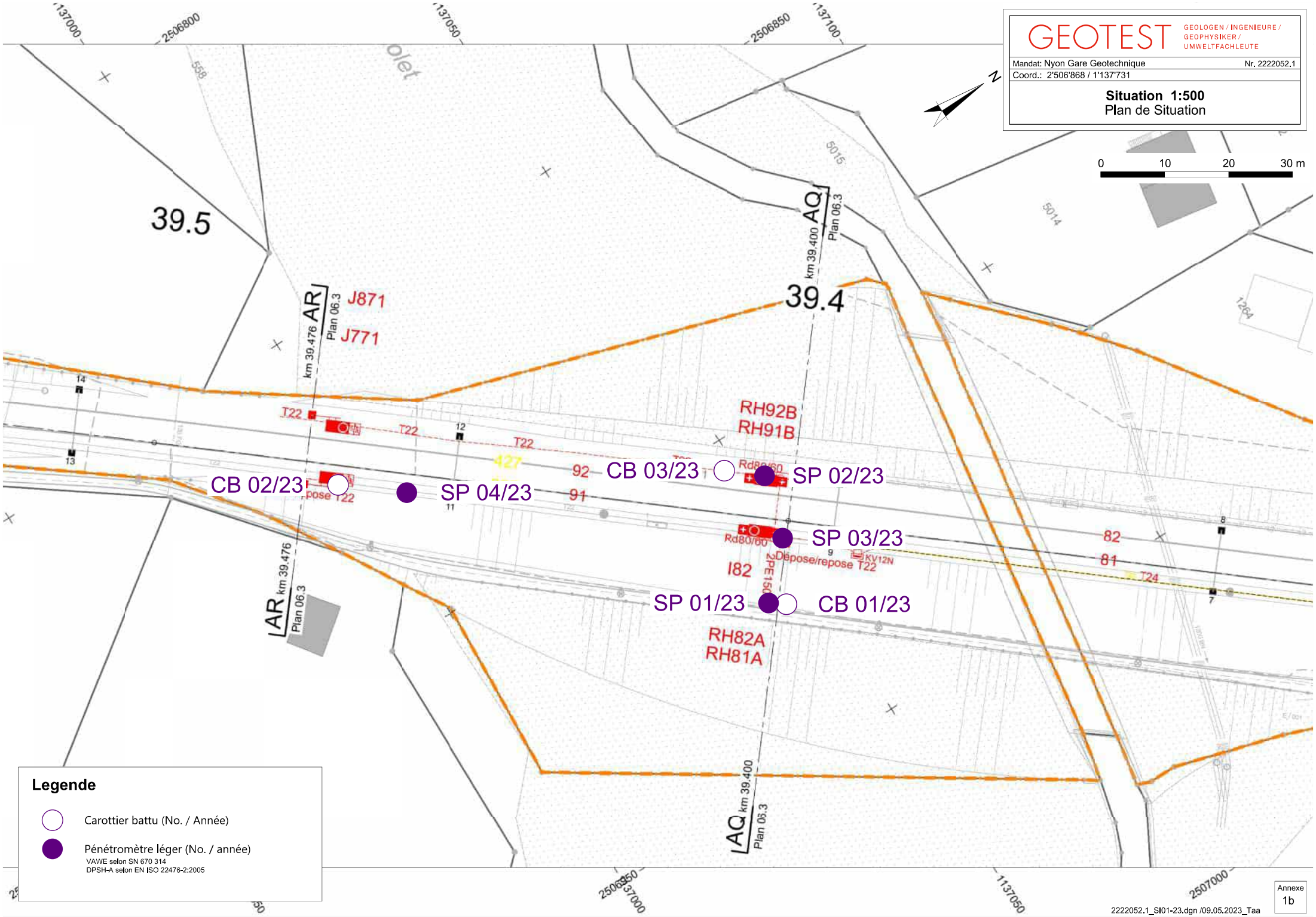
FC18

FC16

Saint-Jean

Légende

- Sondages Existant
- Forage carotté
- Projet Nouvelle Traversée Cable


GEOTEST
GEOLOGEN / INGENIEURE / GEOPHYSIKER / UMWELTFACHLEUTE
Mandat: Nyon Gare Geotechnique
Nr. 2222052.1
Coord.: 2'506'868 / 1'137'731
Situation 1:500
Plan de Situation
0 10 20 30 m
N
39.5
39.4
AR km 39.476 Plan 06.3
AQ km 39.400 Plan 06.3
J871
J771
RH92B
RH91B
RH82A
RH81A
CB 02/23
SP 04/23
CB 03/23
SP 02/23
SP 03/23
SP 01/23
CB 01/23
Dépose/repose T22
Rd80/60
I82
92
91
82
81
T22
T24
Legende
Carottier battu (No. / Année)
Pénétromètre léger (No. / année)
VAWE selon SN 670 314
DPSH-A selon EN ISO 22476-2:2005
Annexe 1b
2222052.1_SI01-23.dgn /09.05.2023_Taa

KARAKAS & FRANÇAIS SA — Ing. civils et géologues spécialisés en géotechnique
Lausanne (VD) Petit-Lancy (GE) Martigny (VS) Bulle (FR)

Sondage C1

Création d'un passerelle piétonne

Etude géotechnique

Date d'exécution : 08.12.2022

Altitude : 403.88 m/mer — Coordonnées : 1'137'959.2 / 2'507'716.1 — ECHELLE 1/50 — Levé par : JDU

Altitude / Epais.	Prof.	Hydro.	PROFIL	USCS ou RQD	SPT	Qu (kPa)	Su (kPa)	w (%)	γ (kN/m3)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE	GEOLOGIE
										*	*
403.81	0.07									Grave de coffre, tout-venant calcaire, pulvérulent, beige peu à non humide	**
403.52	0.36									Gravier sableux avec débris de matière anthropiques (terre cuite, enrobé) type remblais, pulvérulent, gris noir et très humide	
	1.08									Gravier sablo-limoneux (très limoneux) peu cohésif, consistance ferme, gris beige et peu humide	
3.34											**Remblais**
	2.40						30			Gravier sableux au sein d'une matrice limoneuse, peu cohésif, présence de débris de brique rouge, consistance ferme, brun beige et peu humide	
					6		40				
					7						
					11						
							30				
400.18	3.70									Sable fin, consistance molle, beige gris et très humide	
	4.50									Argile finnement limoneuse, varvée par du sable fin, très rares graviers, consistance molle à ferme, grise et humide à très humide	
					3						
					3						
					4						
6.57											**Dépôts glaciolacustres**
	7.40									Sable fin, consistance molle, beige gris et très humide	
	7.60									Argile finnement limoneuse, varvée par du sable fin, très rares graviers, consistance ferme, grise et humide à très humide	
	7.80									Argile maigre non graveleuse de consistance ferme à très ferme, grise et peu humide avec passage très humide	
					7						
					6						
					9						
393.61	10.27									Moraine de fond limono-argileuse à argilo-limoneuse avec quelques graviers, consistance très dure, grise et sèche	
10.03											**Moraine de fond**

Création d'un passerelle piétonne

Etude géotechnique

Date d'exécution : 08.12.2022

Altitude : 403.88 m/mer Coordonnées : 1'137'959.2 / 2'507'716.1 ECHELLE 1/50 Levé par : JDU

Altitude Epais.	Prof.	Hydro.	PROFIL	USCS ou RQD	SPT	Qu (kPa)	Su (kPa)	w (%)	γ (kN/m3)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE	GEOLOGIE
10.03					50 5 cm 50 11 cm 50 13 cm					Moraine de fond limono-argileuse à argilo-limoneuse avec quelques graviers, consistance très dure, grise et sèche	Moraine de fond
383.58	20.30									Géologie et description lithologique: * Enrobé : Bitume du chemin pédestre ** Tout-venant	

KARAKAS & FRANÇAIS SA — Ing. civils et géologues spécialisés en géotechnique
Lausanne (VD) Petit-Lancy (GE) Martigny (VS) Bulle (FR)

Sondage C2

Création d'un passerelle piétonne

Etude géotechnique

Date d'exécution : 09.12.2022

Altitude : 397.53 m/mer — Coordonnées : 1'138'051 / 2'507'764.7 — ECHELLE 1/50 — Levé par : JDU

Altitude / Epais.	Prof.	Hydro.	PROFIL	USCS ou RQD	SPT	Qu (kPa)	Su (kPa)	w (%)	γ (kN/m3)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE	GEOLOGIE
397.53	0.00									Horizon A (TV) sablo-graveleuse, grumeleuse, MO 5% avec racines, brun foncé et humide	*
	0.28									**	**
397.03	0.50					350				Limon sablo-graveleux de consistance très ferme à dur, beige et peu à non humide	
						400					
						375					
2.80						400					**Remblais**
	2.50					>450	30			Gravier sableux finnement limoneux puis dès 2.95 m limoneux, pulvéruelent, gris beige et peu humide	
					15		40				
					17						
394.23	3.30				21		30			Limon faiblement sablo-graveleux, finnement argileux, de consistance très ferme à dure, gris et peu humide	
2.75											**Dépôts glaciolacustres**
	4.85									Argile finnement limoneuse, varvée par du sable fin, très rares graviers, consistance ferme, présence d'un bloc alpin entre 5.40 et 5.60 m,grise et humide à très humide	
					50						
					7 cm						
391.48	6.05									Moraine de fond limono-argileuse à argilo-limoneuse avec quelques graviers, consistance très dure, grise et sèche	
10.35											**Moraine de fond**
					31						
					50						
					12 cm						

Création d'un passerelle piétonne

Etude géotechnique

Date d'exécution : 09.12.2022

Altitude : 397.53 m/mer Coordonnées : 1'138'051 / 2'507'764.7 ECHELLE 1/50 Levé par : JDU

Altitude Epais.	Prof.	Hydro.	PROFIL	USCS ou RQD	SPT	Qu (kPa)	Su (kPa)	w (%)	γ (kN/m3)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE	GEOLOGIE
10.35					50 / 8 cm 19 26 31					Moraine de fond limono-argileuse à argilo-limoneuse avec quelques graviers, consistance très dure, grise et sèche	**Moraine de fond**
381.13	16.40									Géologie et description lithologique: * Horizon A ** Horizon B : Limon terreux sableux faiblement graveleux de consistance ferme, MO 2%, brun et non humide	

Date: 14.07.2022	Mandat No. : 2221141.1
Objet: Nyon, Gare - Enclenchement	
Entreprise : Implenia SA	
Forage : Carottier (foreuse)	
Diamètre : de début: 115 mm	de fin: 115 mm
Coordonnées: 2'507'654 / 1'137'978	
Elévation du terrain: env. 405.70 m s.m.	Pm : - m s.m.

GEOTEST GEOLOGIE / INGENIERIE / GEOPHYSIQUE / ENVIRONNEMENT

Forage FC 10/22

N.eau	Prof.	Profil	Pollution (PID / ppmV)	Matériaux	Essais / Interprétation géologique
	0.20		0	Graves (ballast), résidus de béton, gris	
				Sable, graveleux, scories, noir	Remblais
	0.65		0	Bloc (ø 3-5 cm) subarrondis, sable, graveleux, gris	
	0.90		0	Limon, sableux et gravier, brun	
	1.25		0	Gravier, sableux, bloc, subarrondis, gris	Fluvioglaciaire (FG)
	1.80		0	Limon argileux, sable graveleux, brun	
	2.70		0	Sable limoneux, saturée, beige	Glaciolacustre (GL)
	4.00				

Relevé par: Mel

2221141.1_F10-22.ai / 08.09.2022 Rom

Annexe 3.10

Objet : Nyon Gare Geotechnique

Forage FC 16/23

Echelle 1:50

Mandat No. :	2222052.2	Plan No. :	2222052.2_FC16-23
Date d'exécution:	20.04.2023	Relevé par :	Michael Gähwiler
Entreprise :	ISR Injectobohr SA	Dessiné par :	Taa
Maître foreur :	Jérôme Barreau	Controlé par :	Michael Gähwiler
Méthode de forage :	Forage carotté	Format :	A3
Coordonnées :	2'507'574 / 1'137'883	Elévation du terrain :	405.86 m s.m.
		Pm :	-

GEOTEST
GEOLOGIE / INGENIERIE / GEOPHYSIQUE / ENVIRONNEMENT

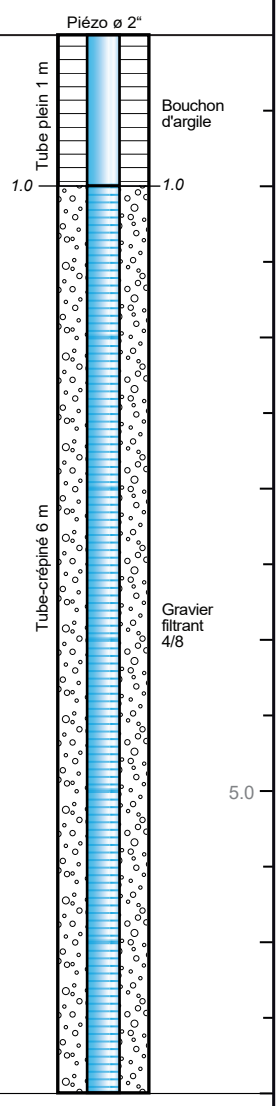
GEOTEST SA
EN BUDRON H11
CH-1052 LE MONT-SUR-LAUSANNE

T +41 (0)21 731 09 20
F +41 (0)21 731 09 30
lausanne@geotest.ch
www.geotest.ch

Prof.	Matériaux	Essais / Interprétation géologique	
0.30	Sable limoneux avec graviers; restes de racines et radicelles; matière organique; débris anthropogènes (restes de brique); brun à beige.		
0.40	Sable peu limoneux à limoneux avec quelques graviers grossiers et restes de pierres; éléments grossiers subanguleux à anguleux; compact, tâches noires; beige, légèrement brunâtre.	c_{up}: 140 kN/m²	Remblai
0.60		c_{up}: 90 kN/m²	
0.90	Sable fin limoneux avec graviers subanguleux; tâches noires; beige, légèrement brunâtre.		
1.00	Sable fin gravelo-limoneux avec restes de pierres; moyennement compact; tâches noires; beige, légèrement brunâtre.	c_{up}: 20 kN/m²	
1.30	Sable fin limoneux peu graveleux (pas de tâches noires), mouillé, beige	c_{up}: 30 kN/m²	Dépôts de retrait fluvioglaciaires
1.65	Sable fin peu limoneux avec rares graviers; très lâche; mouillé; beige.	c_{up}: 50 kN/m²	
	Sable fin limoneux avec graviers; restes de radicelles; lâche; humide; gris-clair à beigeâtre.	c_{up}: 70 kN/m²	
1.90	Sable fin limoneux; moyennement compact; mouillé; beige, légèrement grisâtre.	c_{up}: 110 kN/m²	
2.15	Limon peu à moyennement argileux; très ferme; moyennement plastique; peu humide; beige.	c_{up}: 110 kN/m²	
2.30	Limon argileux; peu humide; très ferme; beige.		
	Limon peu argileux; mou à ferme; peu humide; beige.	c_{up}: 60 kN/m²	
2.80		c_{up}: 30 kN/m²	
	Limon peu argileux; mou à ferme; mouillé; beige.	c_{up}: 30 kN/m²	SPT = 7/4/3 N = 7
3.60		c_{up}: 80 kN/m²	
3.65	Passé de sable fin; mouillé; beige.	c_{up}: 50 kN/m²	
3.85	Argile limoneuse à limon argileux; très humide; ferme; beige-grisâtre	c_{up}: 70 kN/m²	
		c_{up}: 30 kN/m²	
	Argile limoneuse à limon argileux; très humide; mou; gris, légèrement beigeâtre.	c_{up}: 30 kN/m²	
4.60		c_{up}: 30 kN/m²	Dépôts glaciolacustres
4.80	Limon argileux; très humide; mou; gris, légèrement beigeâtre.	c_{up}: 30 kN/m²	
5.10	Limon peu à moyennement argileux; humide; gris, légèrement beigeâtre.		
	Limon argileux avec rares pierres (à 5.5 m); mou, localement ferme; peu humide; plastique.	c_{up}: 40 kN/m²	
		c_{up}: 60 kN/m²	
		c_{up}: 20 kN/m²	
		c_{up}: 30 kN/m²	
		c_{up}: 50 kN/m²	
6.00	Limon peu argileux finement sableux avec rares graviers (alpin); mouillé; gris.		SPT = 7/9/19 N = 28
6.15	Sable fin limoneux; lâche; mouillé.	c_{up}: 40 kN/m²	
		c_{up}: 30 kN/m²	
7.00	- Mouillé car tubé à l'eau. Peu de venues d'eau selon foreur. - Pas d'odeur		SPT = 6/8/11 N = 19

c_{up} = essai au pénétromètre de poche

Equipement



Annexe : 2.1

10.05.2023

2222052 Nyon, Projet Enclenchement

Photos Forage Carotté FC16

FC16 : 0 à 3 m



FC16 : 3 à 6 m



FC16 : 6 à 7 m



Objet : Nyon Gare Geotechnique

Forage FC 17/23

Echelle 1:50

Mandat No. :	2222052.2	Plan No. :	2222052.2_FC17-23
Exécuter Date :	19.04.2023	Relevé par :	Michael Gähwiler
Entreprise :	ISR Injectobohr SA	Dessiné par :	Taa
Maître foreur :	Jérôme Barreau	Controlé par :	Michael Gähwiler
Méthode de forage :	Forage carotté	Format :	A3
Coordonnées :	2'507'629 / 1'137'948	Elévation du terrain :	405.75 m s.m.
		Pm :	-

GEOTEST
GEOLOGIE / INGENIERIE / GEOPHYSIQUE / ENVIRONNEMENT

GEOTEST SA
EN BUDRON H11
CH-1052 LE MONT-SUR-LAUSANNE

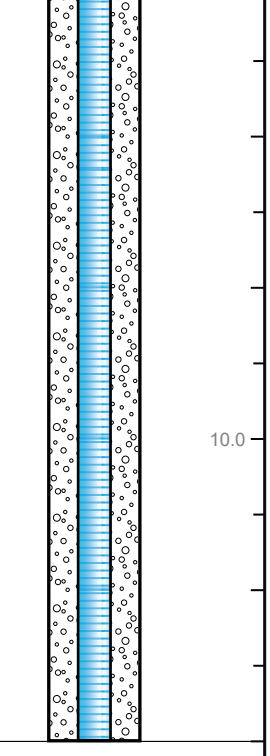
T +41 (0)21 731 09 20
F +41 (0)21 731 09 30
lausanne@geotest.ch
www.geotest.ch

Prof.	Matériaux	Essais / Interprétation géologique
0.50	Sable graveleux à gravier sableux; restes de ballast; sec; vautré en caisse; gris-clair à beige	Tout-venant, remblai
0.80	Gravier sablo-limoneux avec pierres et blocs; compact; très dur; sec; noir	
1.00	Gravier sablo-limoneux avec pierres et blocs; compact; très dur; mouillé; noir	
1.50	Limon argileux peu sableux avec quelques graviers et rares pierres; en carotte; débris anthropogènes (restes de brique); ferme; noir, légèrement beigeâtre	– c_{up}: 100 kN/m² Remblai
1.80	Limon peu argileux finement sableux avec rares graviers; très ferme; gris-clair	– c_{up}: 140 kN/m²
2.00	Limon peu argileux finement sableux avec rares graviers; dur; humide; en carotte; gris-clair à beige	– c_{up}: 250 kN/m²
3.00	Sable fin pas à peu limoneux; saturé d'eau (tubé à l'eau); vautré en caisse; moyennement compact; beige	SPT = 4/9/12 N = 21 Dépôts de retrait fluvioglaciaires
3.20	Limon argileux; moyennement plastique à plastique; peu humide; très ferme; beige-grisâtre	– c_{up}: 110 kN/m²
3.55	Argile limoneuse; plastique; ferme; peu humide; en carotte; gris-beigeâtre	– c_{up}: 60 kN/m²
3.80	Argile limoneuse; plastique; ferme; peu humide; en carotte; gris-beigeâtre	– c_{up}: 70 kN/m²
4.00	Sable fin très limoneux peu argileux; mouillé (tubé à l'eau); beige	
4.20	Sable fin très limoneux peu argileux; moyennement compact; vautré en caisse; mouillé (tubé à l'eau); beige	SPT = 3/8/14 N = 22
4.70	Sable fin très limoneux peu argileux; moyennement compact; vautré en caisse; mouillé (tubé à l'eau); beige	Dépôts glaciolacustres
5.00	Limon peu argileux; ferme; peu humide; gris	– c_{up}: 70 kN/m²
5.30	Sable fin limoneux; mouillé (tubé à l'eau); beige-grisâtre	
5.60	Sable fin très limoneux peu argileux; peu humide; gris légèrement beigeâtre	– c_{up}: 250 kN/m² – c_{up}: 130 kN/m²
5.80	Carotte perdue	
6.00	Limon argileux avec graviers; ferme; peu humide; gris	– c_{up}: 90 kN/m²
7.50	Argile limoneuse avec rares graviers; moyennement plastique; ferme à très ferme; peu humide; en carotte; gris	– c_{up}: 80 kN/m² – c_{up}: 120 kN/m² – c_{up}: 150 kN/m² – c_{up}: 140 kN/m²
8.60	Limon argileux (matrice) avec quelques graviers et sables grossiers; plastique; très ferme à dur; peu humide	SPT = 5/6/10 N = 16 – c_{up}: 110 kN/m² – c_{up}: 110 kN/m² Moraine – c_{up}: 150 kN/m²
9.00	Limon argileux; plastique; très ferme; peu humide	– c_{up}: 200 kN/m²
10.00	Limon argileux avec rares gravillons (matériel alpin); peu plastique; dur; peu humide; gris	– c_{up}: 220 kN/m² – c_{up}: 220 kN/m² – c_{up}: 290 kN/m² – c_{up}: 200 kN/m²
10.80	Limon argileux avec quelques graviers; dur à très dur; peu humide; sec; gris	– c_{up}: 280 kN/m² SPT = 7/13/19 N = 32 – c_{up}: 190 kN/m² – c_{up}: 330 kN/m² – c_{up}: 360 kN/m²
11.80	Limon argileux avec graviers; très dur; sec; gris	– 10.8 à 12 m c_{up}: >400 kN/m²
12.00	Limon argileux avec graviers; très dur; sec; induré; gris	SPT = 46/ Refus

- Mouillé car tubé à l'eau
- Sans odeur

c_{up} = essai au pénétromètre de poche

Equipement



Annexe : 2.2

10.05.2023

2222052 Nyon, Projet Enclenchement

Photos Forage Carotté FC17

FC17 : 0 à 3 m



FC17 : 3 à 6 m



FC17 : 6 à 9 m



FC17 : 9 à 12 m



Objet : Nyon Gare Geotechnique

Forage FC 18/23

Echelle 1:50

Mandat No. :	2222052.2	Plan No. :	2222052.2_FC18-23
Exécuter Date :	17.04.2023-18.04.2023	Relevé par :	Michael Gähwiler
Entreprise :	ISR Injectobohr SA	Dessiné par :	Taa
Maître foreur :	Jérôme Barreau	Controlé par :	Michael Gähwiler
Méthode de forage :	Forage carotté	Format :	A3
Coordonnées :	2'507'664 / 1'137'906	Elévation du terrain : Pm :	405.80 m s.m. -

GEOTEST
GEOLOGIE / INGENIERIE / GEOPHYSIQUE / ENVIRONNEMENT

GEOTEST SA
EN BUDRON H11
CH-1052 LE MONT-SUR-LAUSANNE

T +41 (0)21 731 09 20
F +41 (0)21 731 09 30
lausanne@geotest.ch
www.geotest.ch

Prof.	Matériaux	Essais / Interprétation géologique
0.00	Gravier sableux avec pierres, restes de bitume; beige et gris	Enrobé bituminueux, tout-venant
0.60	Gravier limoneux; compact; en carotte; sec; beige	
0.80	Limon finement sableux; en carotte; traces d'oxydation; ferme à très ferme; très humide; beige	Remblai – c_{up}: 105 kN/m²
1.00		– c_{up}: 60 kN/m²
1.10	Limon finement sableux; en carotte; traces d'oxydation; ferme; peu humide; beige	
1.45	Gravier limoneux finement sableux avec quelques petites pierres subanguleuses (matériel alpin), éléments graveleux grossiers subanguleux (matériel alpin); compact	– c_{up}: 60 kN/m²
1.60	Gravier limoneux finement sableux; humide; beige	– c_{up}: 110 kN/m²
		– c_{up}: 60 kN/m²
2.35	Limon moyennement argileux peu sableux (en matrice) avec rares gravillons, graviers grossiers et petites pierres subanguleux (matériel alpin); peu humide; moyennement plastique à plastique; ferme à très ferme; beige	– c_{up}: 150 kN/m² – c_{up}: 120 kN/m²
2.55	Sable fin très limoneux peu argileux avec rares graviers; en carotte; humide; beige	– c_{up}: 60 kN/m²
2.70	Sable fin très peu limoneux; vautré en caisse, mouillé; beige	– c_{up}: 140 kN/m²
2.90	Sable fin limoneux peu argileux avec tâches très claires; en carotte; moyennement compact; peu humide; beige	SPT = 7/9/8 N = 17
3.00	Limon finement sableux; en carotte; peu humide; beige	
3.20	Sable fin très limoneux; vautré en caisse; moy. compact; mouillé (tubé à l'eau); beige	
3.60	Sable fin limoneux avec très rares graviers; ferme; mouillé (tubé à l'eau); beige	
3.80	Sable fin limoneux avec très rares graviers; mou à ferme; vautré en caisse; saturé; beige	– c_{up}: 60 kN/m² Dépôts de retrait fluvioglaciaires
	Sable fin très limono-argileux; peu humide; beige	– c_{up}: 90 kN/m²
4.55		– c_{up}: 100 kN/m²
4.65	Sable fin très limoneux; ferme; mouillé; beige	
	Sable fin très limoneux peu argileux; ferme; très humide; beige	– c_{up}: 80 kN/m²
5.30	Sable fin limoneux; vautré en caisse; moyennement compact; mouillé; beige	SPT = 8/8/9 N = 17
5.50	Sable fin limoneux avec quelques sables grossiers et rares graviers; vautré en caisse; mouillé; beige	
6.00	Sable fin limoneux; vautré en caisse; mouillé; beige	
6.10	Sable fin limoneux; mouillé; beige	
6.25	Sable fin limoneux peu argileux avec rares graviers; en carotte; humide; gris	– c_{up}: 170 kN/m²
6.50		– c_{up}: 86 kN/m²
6.90	Sable fin très limoneux peu argileux; humide; gris	– c_{up}: 90 kN/m²
7.00	Argile limoneuse à limon argileux; moyennement plastique; ferme; peu humide; gris	– c_{up}: 90 kN/m²
7.30	Argile limoneuse; plastique; ferme; peu humide; gris	– c_{up}: 60 kN/m²
7.50	Argile limoneuse à limon argileux; très ferme; moyennement plastique; gris	– c_{up}: 110 kN/m²
7.80	Argile limoneuse avec très rares graviers; plastique; ferme à très ferme; gris	– c_{up}: 70 kN/m² SPT = 6/5/6 N = 11 Dépôts glaciolacustres
	Argile limoneuse avec très rares graviers; plastique; ferme; gris	– c_{up}: 60 kN/m²
8.25		– c_{up}: 70 kN/m²
8.50	Argile limoneuse avec très rares graviers; plastique; ferme ; humide; gris	– c_{up}: 60 kN/m²
	Limon finement sableux peu argileux; peu humide; dur à très dur; gris	– c_{up}: 297 kN/m² – c_{up}: 440 kN/m² – c_{up}: 400 kN/m²
9.00	Sable fin limoneux peu argileux; très compact; mouillé (tubé à l'eau); gris	SPT = 17/30/30 N = 60
9.20	Limon moyennement argileux finement sableux; très ferme; mouillé; gris	– c_{up}: 180 kN/m² – c_{up}: 160 kN/m²
10.00	Limon moyennement argileux finement sableux; dur; peu humide; gris	– c_{up}: 110 kN/m² – c_{up}: 350 kN/m² Moraine
10.30	Limon peu argileux; dur; peu humide; gris	– c_{up}: 300 kN/m² – c_{up}: 250 kN/m²
11.00		– c_{up}: 340 kN/m²
11.10	Limon moyennement argileux avec quelques gravillons; très dur; gris	SPT = 9/16/23 N = 39 – c_{up}: 160 kN/m²
	Limon argileux; en carotte; très ferme à très dur; peu humide; gris	– c_{up}: 120 kN/m²
12.00		– c_{up}: 180 kN/m² – c_{up}: 250 kN/m²

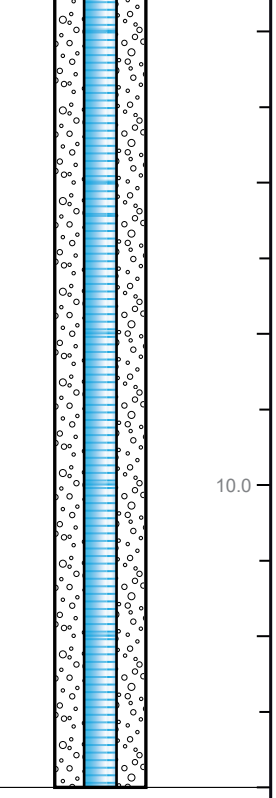
Echantillon : E1 Parafiné; E2 Parafiné; E3 Parafiné

N.eau

- Mouillé car tubé à l'eau
- Pas d'odeur

c_{up} = essai au pénétromètre de poche

Equipement



Annexe : 2.3

10.05.2023

2222052 Nyon, Projet Enclenchement

Photos Forage Carotté FC18

FC18 : 0 à 3 m



FC18 : 3 à 6 m



FC18 : 6 à 9 m



FC18 : 9 à 12 m

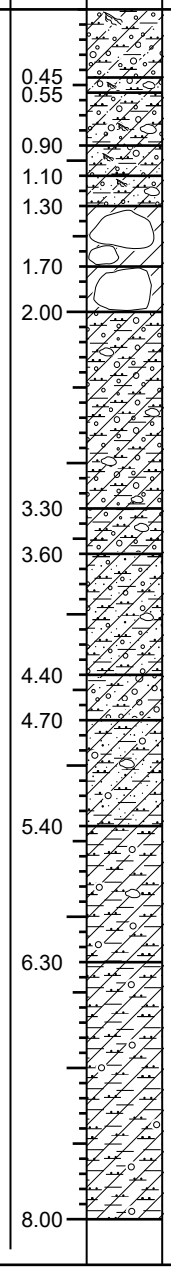


Objet : Nyon Gare Geotechnique	Mandat No. : 2222052.2	GEOTEST GEOLOGIE / INGENIERIE / GEOPHYSIQUE / ENVIRONNEMENT
Date : 4 avril 2023		**Sondage Carottier Battu**
Entreprise : Geotest SA		**1 : 50**
Relevé par : Michael Gähwiler		

CB 01/23

Coordonnées : 2'506'927 / 1'137'045

Elévation du terrain : 393.30 m s.m.



Prof.	Matériaux	Essais / Interprétation géologique
0.45	Limon peu argileux peu sableux avec beaucoup de graviers grossiers (éléments graveleux subanguleux); restes de racines; humique; sec; brun	
0.55	Sable peu limoneux avec graviers et petites pierres (éléments grossiers subanguleux); sec; restes de racines; humique; brun à beige	
0.90	Limon-argileux peu sableux avec beaucoup de graviers bien distribués et rares petites pierres; restes de racines; sec; humique; brun	
1.10	Limon peu argileux sableux avec beaucoup de graviers; restes de racines; brun légèrement beigeâtre	– c_{up}: 460 kN/m²
1.30	Limon peu argileux très sableux avec graviers et petites pierres subanguleuses; restes de racines; éléments anthropogènes (restes de brique à 1.30 m); sec; brun légèrement beigeâtre	
1.70	Restes de bloc marneux (broyé par la carottier); ocre jaunâtre	– c_{up}: 360 kN/m² – c_{up}: 500 kN/m²
2.00	Restes de bloc marneux (broyé par la carottier); couleur lie-de-vin et ocre jaunâtre	– c_{up}: 350 kN/m² – c_{up}: 440 kN/m²
	Limon-argileux très compact avec graviers et petites pierres subanguleuses; dur à très dur; brun-jaunâtre, lie-de-vin	
3.30	Limon argileux avec graviers fins et quelques petites pierres; dur; sec; beige, légèrement brunâtre	– c_{up}: 270 kN/m² Remblai
3.60	Limon argileux finement sableux avec graviers fins et rares petites pierres; très ferme à dur; sec; beige, légèrement brunâtre	– c_{up}: 210 kN/m² – c_{up}: 180 kN/m² – c_{up}: 180 kN/m²
4.40	Gravier sableux très limono-argileux (éléments graveleux subanguleux); sec; gris	
4.70	Limon-argileux avec sables, quelques graviers et rares petites pierres; très ferme; sec; gris	– c_{up}: 200 kN/m² – c_{up}: 190 kN/m²
5.40	Limon-argileux (matrice) avec éléments graveleux subanguleux et quelques petites pierres; très ferme à dur; sec; beige	– c_{up}: 250 kN/m² – c_{up}: 290 kN/m² – c_{up}: 200 kN/m²
6.30	Limon-argileux (matrice) avec éléments graveleux subanguleux; dur; sec; beige	– c_{up}: 230 kN/m² – c_{up}: 220 kN/m² – c_{up}: 300 kN/m² – c_{up}: 210 kN/m² – c_{up}: 250 kN/m²
8.00	*sec sur toute la longueur	

c_{up} = essai au pénétromètre de poche

10.05.2023

2222052 Nyon, Projet Enclenchement

Photos Carottier Battu CB01/23

CB01/23 : 0 à 5 m



CB01/23 : 5 m à 8 m

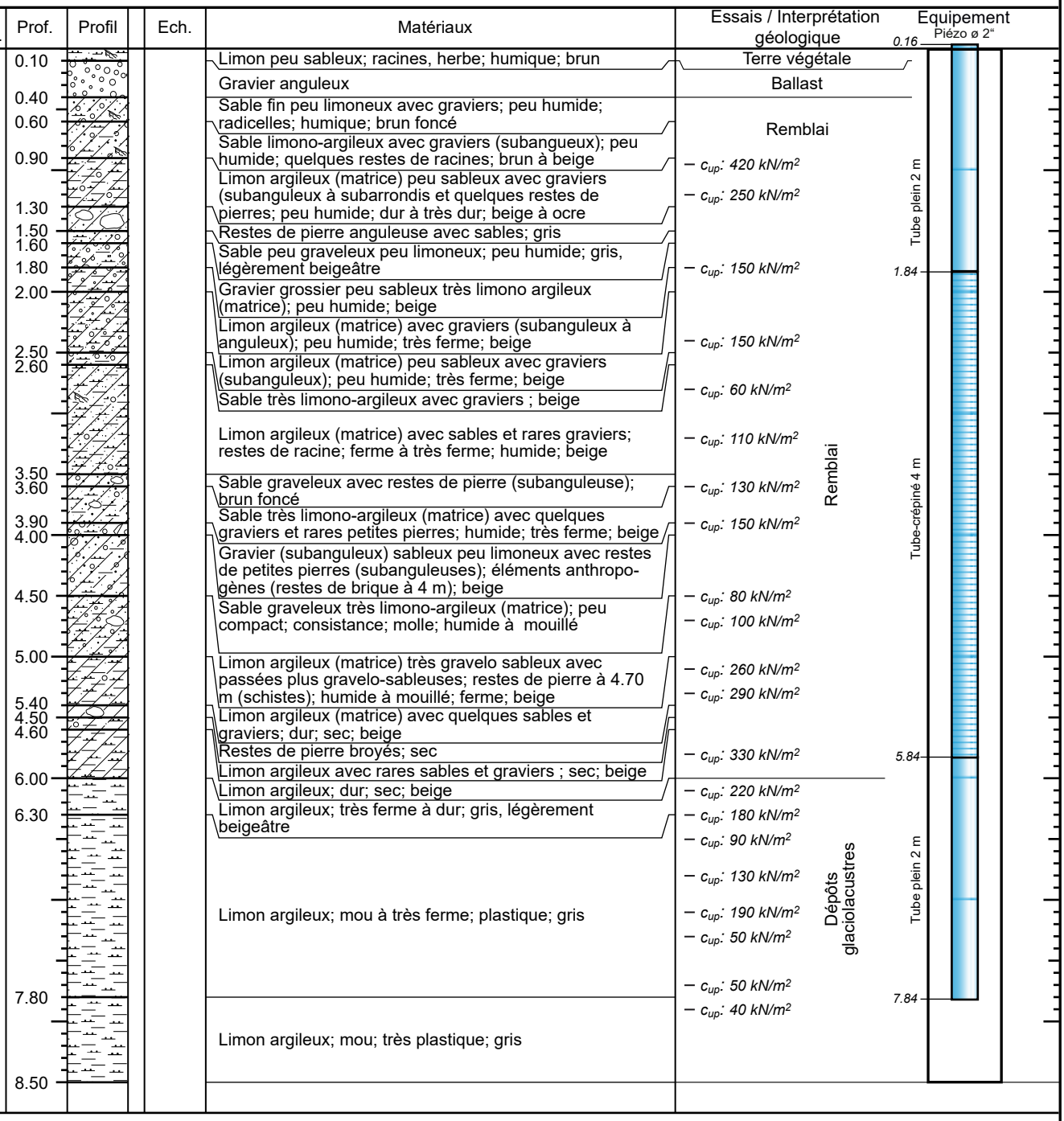


Objet :	Nyon Gare Geotechnique	Mandat No. : 2222052.2	GEOTEST GEOLOGIE / INGENIERIE / GEOPHYSIQUE / ENVIRONNEMENT
Date :	Nuit du 11 au 12 avril 2023		**Sondage Carottier Battu**
Entreprise :	Geotest SA		**1 : 50**
Relevé par :	Michael Gähwiler		

CB 02/23

Coordonnées : 2'506'874 / 1'136'996

Elévation du terrain : 398.62 m s.m.



c_{up} = essai au pénétromètre de poche

10.05.2023

2222052 Nyon, Projet Enclenchement

Photos Carottier Battu CB03/23

CB03/23 : 0 à 5 m



CB03/23 : 5 m à 10 m



Objet :	Nyon Gare Geotechnique	Mandat No. : 2222052.2	GEOTEST GEOLOGIE / INGENIERIE / GEOPHYSIQUE / ENVIRONNEMENT
Date :	Nuit du 12 au 13 avril 2023		**Sondage Carottier Battu**
Entreprise :	Geotest SA		**1 : 50**
Relevé par :	Michael Gähwiler		

CB 03/23

Coordonnées : 2'506'904 / 1'137'048

Elévation du terrain : 398.86 m s.m.

Pm. N.eau.	Prof.	Profil	Ech.	Matériaux	Essais / Interprétation géologique
	0.20			Sable peu graveleux propre; mouillé; vautré en caisse; gris	
	0.40			Restes de ballast broyé; quelques restes de racine; vautré en caisse; gris-foncé	
	1.00			Sable graveleux peu limoneux; quelques restes de racines; vautré en caisse; mouillé; beige	
	1.30			Sable graveleux propre avec quelques restes de pierres (de 1.10 m à 1.30 m); vautré en caisse; beige	
	1.60			Sable graveleux propre; très humide; lâche (carottier descend tout seul); beige	
	3.30			Sable graveleux peu limono-argileux (petites pierres à 2.30 m et à 2.70 m); lâche (carottier descend tout seul); humide à mouillé; beige	
	3.60			Sable graveleux peu limono-argileux; humide à mouillé; beige	
	4.50			Gravier sableux; mouillé	
	5.00			Gravier sableux limono-argileux; humide; gris légèrement beigeâtre	– c_{up}: 80 kN/m²
	6.00			Gravier sableux limono-argileux; moyennement compact; gris (traces d'oxydation dues à circulations d'eau à 5.70 m)	
	6.60			Gravier sableux peu limoneux avec rares pierres (à 6.50 m); beige	
	8.00			Limon argileux peu sableux avec graviers bien distribués et rares pierres (à 8 m); très ferme; humide; beige	– c_{up}: 170 kN/m² – c_{up}: 160 kN/m²
	9.20			Limon argileux peu sableux avec graviers bien distribués; très ferme; très humide, gris	– c_{up}: 150 kN/m²
	9.50			Limon argileux avec graviers; mouillé; gris	
	10.00			Limon argileux peu sableux avec rares graviers; peu humide; dur; beige	– c_{up}: 240 kN/m²

Equipement: Piézo ø 2" — 0.10 — 4 m — 3.90 — 3 m — 6.90 — 9.90

c_{up} = essai au pénétromètre de poche

10.05.2023

2222052 Nyon, Projet Enclenchement

Photos Carottier Battu CB03/23

CB03/23 : 0 à 5 m



CB03/23 : 5 m à 10 m



Date: **04.04.2023** Mandat No.: **2222052.1**

Objet: **Nyon Gare Geotechnique**

GEOTEST GEOLOGIE / INGENIERIE / GEOPHYSIQUE / ENVIRONNEMENT

Sondage au pénétromètre SP 01/23

Type: VAWE selon SN 670 314
(non tubé, pointe 10 cm², masse 30 kg, hauteur de chute 20 cm)

F Nombre de coups après le retrait de la sonde (frottement latéral)
C Crissement pendant le retrait de la sonde (caractéristique pour le gravier)
LC Léger crissement

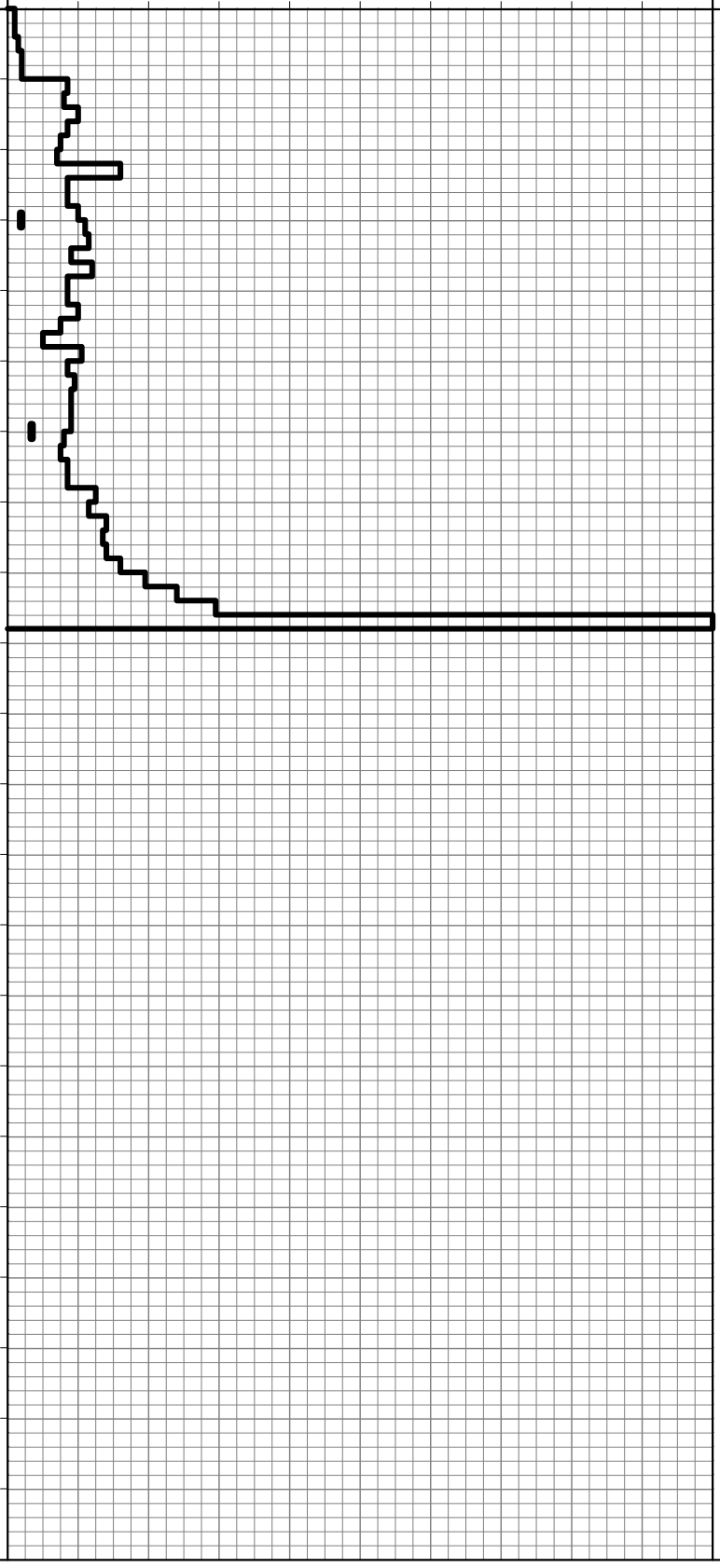
Altitude du terrain env.: **392.14 m s.m.** Coordonnées env.: **2'506'926 / 1'137'043**

éch. = 1:100
Tube hors terrain: m

Piézomètre ø "

Echantillons

Profondeur [m]



Remarques

F	Pénétration
4	
7	
	8 cm

opérateur: **Dd**
dessinateur: **Taa**

Annexe 4.1

Date: **12.04.2023** Mandat No.: **2222052.1**

Objet: **Nyon Gare Geotechnique**

GEOTEST GEOLOGIE / INGENIERIE / GEOPHYSIQUE / ENVIRONNEMENT

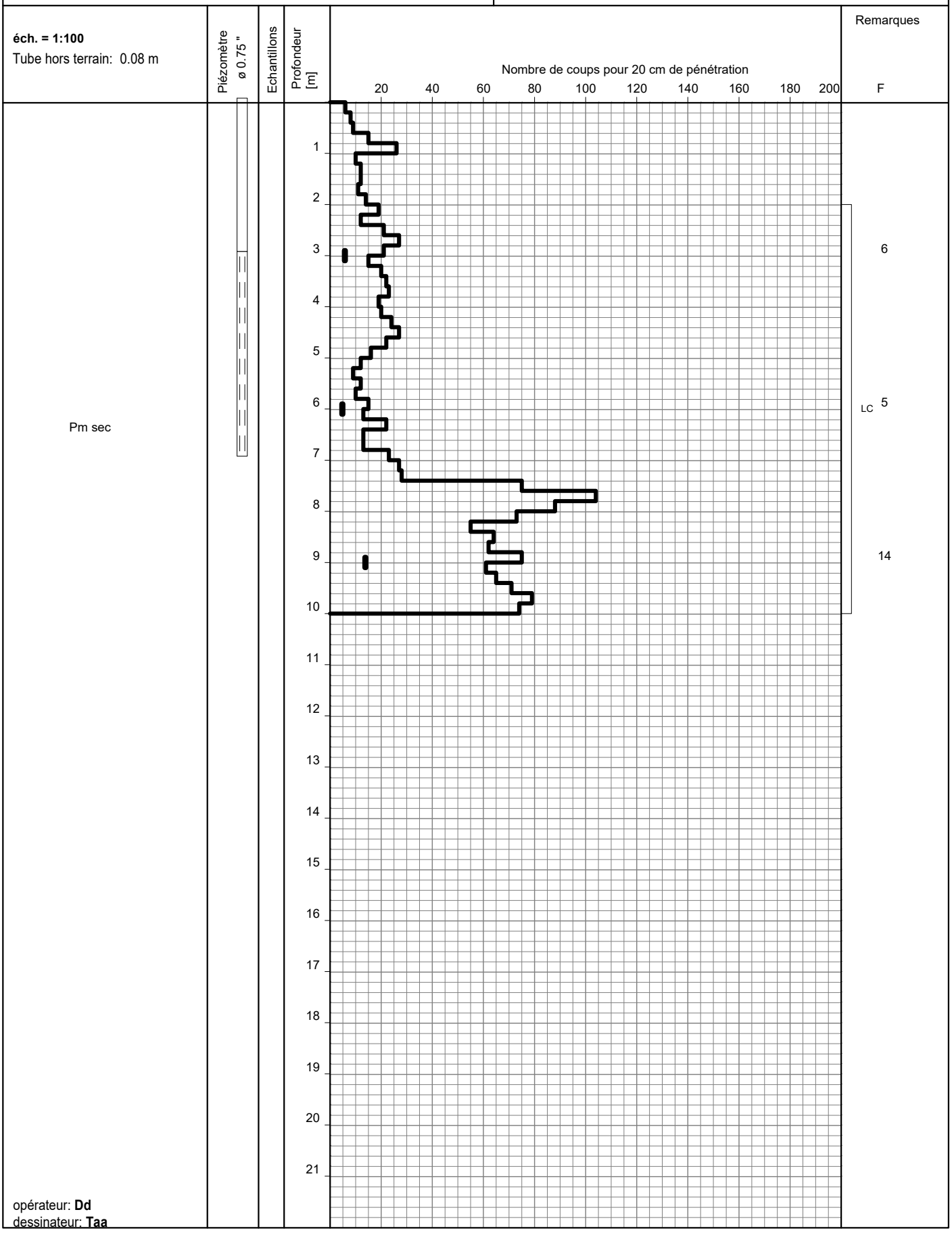
Type: VAWE selon SN 670 314
(non tubé, pointe 10 cm², masse 30 kg, hauteur de chute 20 cm)

F Nombre de coups après le retrait de la sonde (frottement latéral)
C Crissement pendant le retrait de la sonde (caractéristique pour le gravier)
LC Léger crissement

Sondage au pénétromètre SP 02/23

Altitude du terrain env.: **398.90 m s.m.** Coordonnées env.: **2'506'909 / 1'137'053**

éch. = 1:100
Tube hors terrain: 0.08 m



opérateur: **Dd**
dessinateur: **Taa**

Annexe 4.2

Date: **11.04.2023** Mandat No.: **2222052.1**

Objet: **Nyon Gare Geotechnique**

GEOTEST GEOLOGIE / INGENIERIE / GEOPHYSIQUE / ENVIRONNEMENT

Type: VAWE selon SN 670 314
(non tubé, pointe 10 cm², masse 30 kg, hauteur de chute 20 cm)

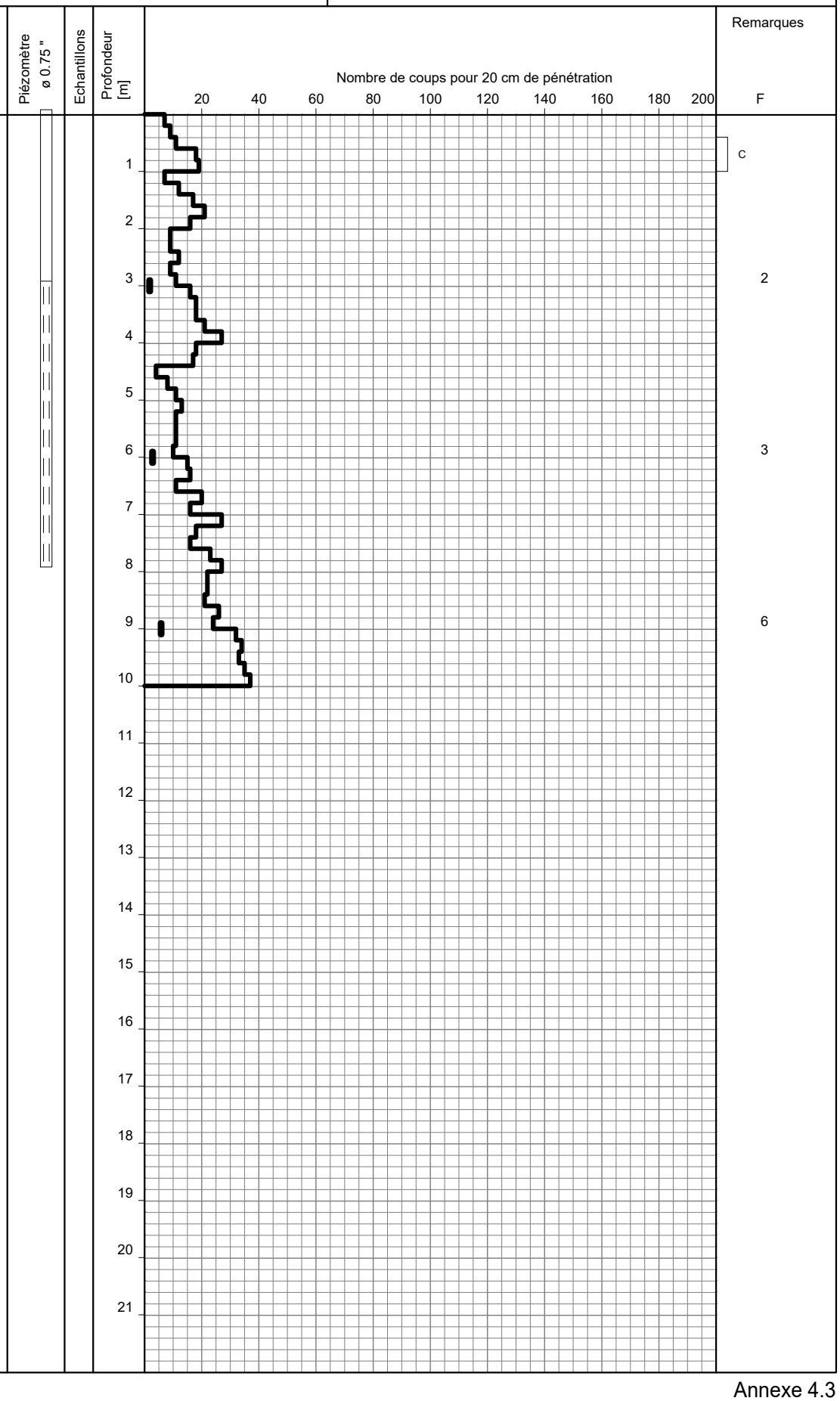
F Nombre de coups après le retrait de la sonde (frottement latéral)
C Crissement pendant le retrait de la sonde (caractéristique pour le gravier)
LC Léger crissement

Sondage au pénétromètre SP 03/23

Altitude du terrain env.: **399.08 m s.m.** Coordonnées env.: **2'506'918 / 1'137'050**

éch. = 1:100
Tube hors terrain: 0.08 m

Pm sec



opérateur: **Dd**
dessinateur: **Taa**

Date: **12.04.2023** Mandat No.: **2222052.1**

Objet: **Nyon Gare Geotechnique**

GEOTEST GEOLOGIE / INGENIERIE / GEOPHYSIQUE / ENVIRONNEMENT

Type: VAWE selon SN 670 314
(non tubé, pointe 10 cm², masse 30 kg, hauteur de chute 20 cm)

F Nombre de coups après le retrait de la sonde (frottement latéral)
C Crissement pendant le retrait de la sonde (caractéristique pour le gravier)
LC Léger crissement

Sondage au pénétromètre SP 04/23

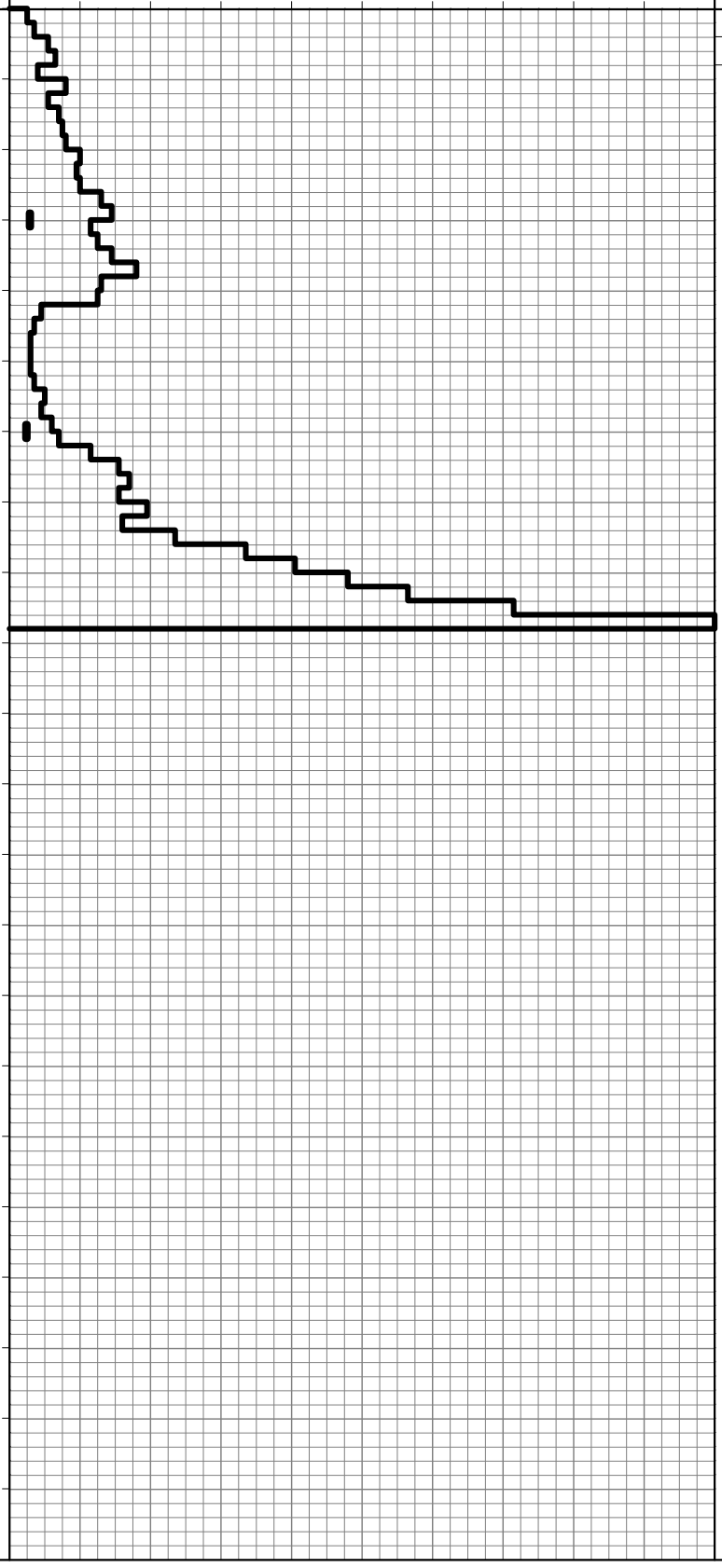
Altitude du terrain env.: **398.72 m s.m.** Coordonnées env.: **2'506'880 / 1'137'005**

éch. = 1:100
Tube hors terrain: m

Piézomètre ø "

Echantillons

Profondeur [m]



Remarques

F

Pénétration

C

6

5

13 cm

opérateur: **Dd**
dessinateur: **Taa**

Annexe 4.4

TransGeo AG
Dorfstrasse 10
CH-3073 Gümligen
Tél.: +41 31 964 02 16
Fax: +41 31 964 02 17
E-mail: info@transgeo.ch, www.transgeo.ch

TransGeo
Analysen und Beratung

Rapport d'analyses
Granulats pour graves non traités

Projet: 2222052 Nyon, Gare

Mandat: Geotest SA, CH-1052 Le Mont-sur-Lausanne

Mandant	**Laboratoire d'essai**	
Geotest SA	N° de rapport:	08.211-304
M. Michael Gähwiler	N° de mandat:	08.211
En Budron E7	Date:	09.05.2023
CH-1052 Le Mont-sur-Lausanne	Auteur:	ta
	Destinataire:	Mandant

Matériau testé / programme d'essais

Données du mandant		**Données du laboratoire**		
N° d'échantillon:	**FC17/23 - FC18/23**	Chef de projet:	fog	Visa: wy
Désignation:	**Sol**	Date de livraison:	25.04.2023	
Lot de chantier:	Investigations géotechniques	Date de début de l'essai:	25.04.2023	
Provenance:	Forages FC17/23 et FC18/23	Communication des résultats:	Document pdf au mandant	
Lieu de prélèvement:	Divers Profondeurs	Conditionnement de l'échantillon:	cf. feuille Résultats	
Mode d'excavation:	-	Classe gran. / N° de Labo:	0/X:	23.0627 - 23.0632
Date de prélèvement:	-			
Prélevé par:	Mandant			
Remarques:	-	Remarques		

Programme d'essais

Essai		Classe granulaire [mm]			
		0/16	0/22.4	0/45	0/X
Analyse granulométrique	*G*	-	-	-	6x
Teneur en eau	*w*	-	-	-	6x
Teneur en fines	*f*	-	-	-	6x
Coefficient d'aplatissement	*FI*	-	-	-	-
Teneur en grains concassés	*C*	-	-	-	-
Masse volum. réelle et coeff. d'absorption d'eau	P_{rd} / WA_{24}	-	-	-	-
Test Los Angeles	*LA*	-	-	-	-
Classification des composantes		-	-	-	-
Documentation photo		-	-	-	-
Analyses chimiques	*AS/ S / SS*	-	-	-	-
Essai Proctor	w_{opt}	-	-	-	-
Essais CBR	CBR, CBR_2, CBR_F	-	-	-	-
Permeabilité	*k*	-	-	-	-
Sédimentometrie		-	-	-	6x
Limites de consistance selon Atterberg	*Ip*	-	-	-	6x
Classification USCS		-	-	-	6x
Essai oedometrique		-	-	-	-
Autres essais		-	-	-	-

Remarques, essais complémentaires:

Folco Giacomini

Folco Giacomini, Dr. rer. nat., géologue
Chef de secteur laboratoire

Ce rapport d'analyse comprend: 7 Pages et 0 annexes

Les essais homologués selon la norme ISO/IEC 17025 sont signalés par notre logo STS dans les rapports d'analyses

La reproduction même partielle des rapports d'analyses n'est pas autorisée sans le consentement de TransGeo AG. Les résultats portent uniquement sur les échantillons étudiés.

Projet: 2222052 Nyon, Gare

Mandat: Geotest SA, CH-1052 Le Mont-sur-Lausanne

TransGeo Analysen und Beratung

Échantillons de Sol - Terrains meubles

Matériau testé

Données du mandant

N° d'échantillon:	**FC17 - E1**
Désignation:	**Sol**
Lot de chantier:	Investigations géotechniques
Provenance:	Forage FC17/23
Lieu de prélèvement:	Profondeur 3.20 - 3.50 m
Mode d'excavation:	-
Date de prélèvement:	-
Prélevé par:	Mandant
Remarques:	-

Données du laboratoire

Opérateur:	ae/ta	Visa: fog
Date de livraison de l'échantillon:	25.04.2023	
Date de début de l'essai:	25.04.2023	
Communication des résultats:	Document pdf au mandant	
Conditionnement de l'échantillon:	Selon la norme	
Classe gran. / N° de Labo:	0/X: 23.0627	
Remarques:		

Tamis / dg* [mm]	Passant [M-%]
500	
400	
300	
200	
125	
⇨ 90	
63	
⇨ 45	
31.5	
⇨ 22.4	
16	
⇨ 11.2	
8	100.0
⇨ 5.6	99.9
4	99.9
⇨ 2	99.9
⇨⇨ 1	99.8
⇨ 0.5	99.8
0.25	99.7
0.125	99.4
⇨ 0.063	98.6
0.043	97.2
0.029	96.5
0.020	95.3
0.015	92.1
0.009	85.2
0.005	71.3
0.0029	56.8
0.0015	41.6

Granulométrie par tamisage et sédimentométrie (SN EN 17892-4)

Gravier [M-% > 2mm]:	**0.1**	**Pierres + Blocs** [M-% > 63 mm]:	
		Gravier [M-% > 2mm - < 63 mm]:	**0.1**
Sable [M-% > 0.063mm - < 2mm]:	**1.3**		
Teneur en fines *f* (SN EN 933-1) [M-% < 0.063mm]:	**98.6**	**Argille°** [M-% < 0.002 mm]:	**47.0**

Analyses supplémentaires *w, FI*

Teneur en eau *w* (SN EN 1097-5) [M-%]:	**29.4**	**Poids total sec** [kg]:	**4.806**

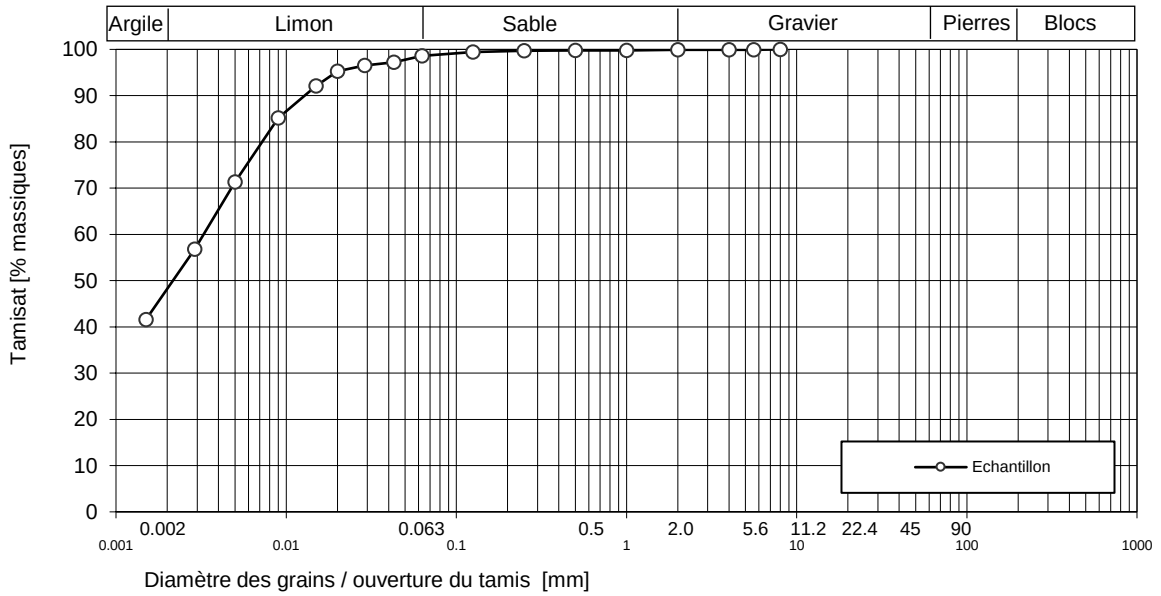
	Classe granulométrique [mm]				
	4/8	8/16	16/32	32/100	Total
Coefficient d'aplatissement *FI* (SN EN 933-3):	-	-	-	-	-

Limites de consistance (VSS 70 345b) et classification USCS (SN VSS 670 008a - retiré)

Limite de liquidité *WL* [%]:	36.7
Limite de plasticité *Wp* [%]:	20.2
Indice de plasticité *Ip* [%]:	**16.5**
Classification (USCS):	**CM**

Remarques:

Légende: ⇨ 2 tamis décisif Tamis / dg*: tamis / diamètre des grains Argile°: valeur calculée



La reproduction même partielle des rapports d'analyses n'est pas autorisée sans le consentement de TransGeo AG. Les résultats portent uniquement sur les échantillons étudiés.

Projet: 2222052 Nyon, Gare

Mandat: Geotest SA, CH-1052 Le Mont-sur-Lausanne

TransGeo Analysen und Beratung

Échantillons de Sol - Terrains meubles

Matériau testé

Données du mandant

N° d'échantillon:	**FC17 - E2**
Désignation:	**Sol**
Lot de chantier:	Investigations géotechniques
Provenance:	Forage FC17/23
Lieu de prélèvement:	Profondeur 4.70 - 5.00 m
Mode d'excavation:	-
Date de prélèvement:	-
Prélevé par:	Mandant
Remarques:	-

Données du laboratoire

Opérateur:	ae/ta	Visa: fog
Date de livraison de l'échantillon:	25.04.2023	
Date de début de l'essai:	25.04.2023	
Communication des résultats:	Document pdf au mandant	
Conditionnement de l'échantillon:	Selon la norme	
Classe gran. / N° de Labo:	0/X:	23.0628
Remarques:		

Tamis / dg* [mm]	Passant [M-%]
500	
400	
300	
200	
125	
⇨ 90	
63	
⇨ 45	
31.5	
⇨ 22.4	
16	
⇨ 11.2	
8	
⇨ 5.6	
4	
⇨ 2	
⇨⇨ 1	100.0
⇨ 0.5	99.9
0.25	99.9
0.125	93.5
⇨ 0.063	61.9
0.044	55.8
0.030	47.5
0.022	41.5
0.016	34.4
0.010	28.5
0.005	23.3
0.0030	17.0
0.0015	12.3

Granulométrie par tamisage et sédimentométrie (SN EN 17892-4)

Gravier [M-% > 2mm]:		**Pierres + Blocs** [M-% > 63 mm]:	
		Gravier [M-% > 2mm - < 63 mm]:	
Sable [M-% > 0.063mm - < 2mm]:	**38.1**		
Teneur en fines *f* (SN EN 933-1) [M-% < 0.063mm]:	**61.9**	**Argille°** [M-% < 0.002 mm]:	**13.9**

Analyses supplémentaires *w, FI*

Teneur en eau *w* (SN EN 1097-5) [M-%]:	**17.0**	**Poids total sec** [kg]:	**6.186**

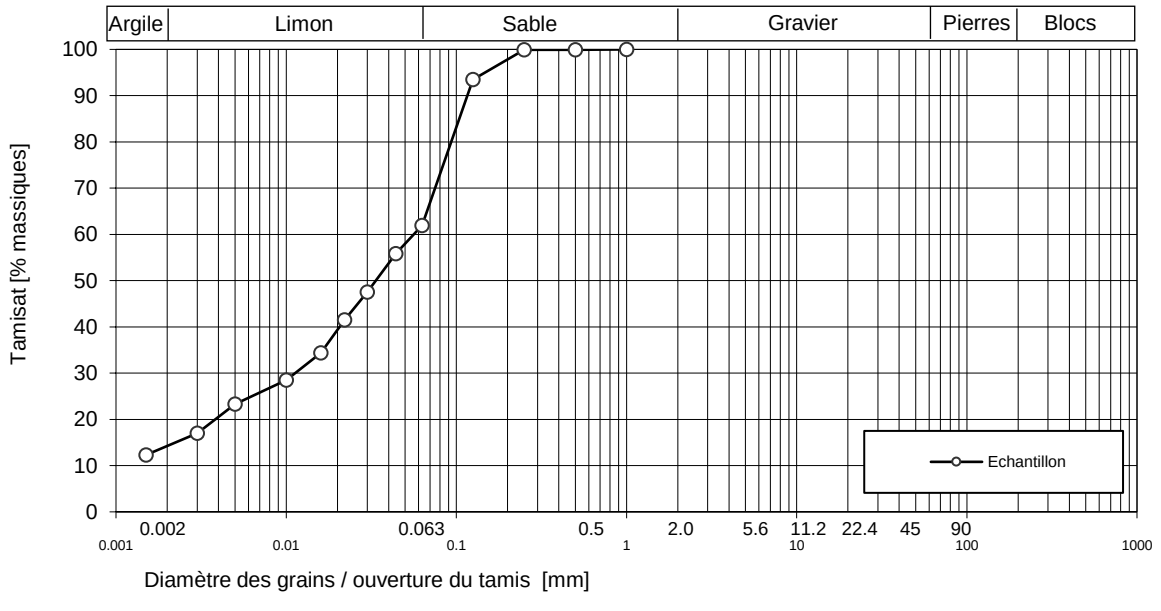
	Classe granulométrique [mm]				
	4/8	8/16	16/32	32/100	Total
Coefficient d'aplatissement *FI* (SN EN 933-3):	-	-	-	-	-

Limites de consistance (VSS 70 345b) et classification USCS (SN VSS 670 008a - retiré)

Limite de liquidité *WL* [%]:	18.1
Limite de plasticité *Wp* [%]:	17.2
Indice de plasticité *Ip* [%]:	**0.9**
Classification (USCS):	**ML**

Remarques:

Légende: ⇨ 2 tamis décisif Tamis / dg*: tamis / diamètre des grains Argile°: valeur calculée



La reproduction même partielle des rapports d'analyses n'est pas autorisée sans le consentement de TransGeo AG. Les résultats portent uniquement sur les échantillons étudiés.

Projet: 2222052 Nyon, Gare

Mandat: Geotest SA, CH-1052 Le Mont-sur-Lausanne

TransGeo Analysen und Beratung

Échantillons de Sol - Terrains meubles

Matériau testé

Données du mandant

N° d'échantillon:	**FC17 - E3**
Désignation:	**Sol**
Lot de chantier:	Investigations géotechniques
Provenance:	Forage FC17/23
Lieu de prélèvement:	Profondeur 6.60 - 7.00 m
Mode d'excavation:	-
Date de prélèvement:	-
Prélevé par:	Mandant
Remarques:	-

Données du laboratoire

Opérateur:	ae/ta	Visa: fog
Date de livraison de l'échantillon:	25.04.2023	
Date de début de l'essai:	25.04.2023	
Communication des résultats:	Document pdf au mandant	
Conditionnement de l'échantillon:	Selon la norme	
Classe gran. / N° de Labo:	0/X:	23.0629
Remarques:		

Tamis / dg* [mm]	Passant [M-%]
500	
400	
300	
200	
125	
⇨ 90	
63	
⇨ 45	
31.5	
⇨ 22.4	
16	100.0
⇨ 11.2	99.8
8	99.7
⇨ 5.6	99.3
4	99.0
⇨ 2	98.5
⇨⇨ 1	98.1
⇨ 0.5	97.7
0.25	97.2
0.125	94.7
⇨ 0.063	84.6
0.044	78.4
0.030	73.5
0.021	69.2
0.015	64.3
0.010	56.2
0.005	44.3
0.0030	34.6
0.0015	25.4

Granulométrie par tamisage et sédimentométrie (SN EN 17892-4)

Gravier [M-% > 2mm]:	**1.5**	**Pierres + Blocs** [M-% > 63 mm]:	
		Gravier [M-% > 2mm - < 63 mm]:	**1.5**
Sable [M-% > 0.063mm - < 2mm]:	**13.9**		
Teneur en fines *f* (SN EN 933-1) [M-% < 0.063mm]:	**84.6**	**Argille°** [M-% < 0.002 mm]:	**28.5**

Analyses supplémentaires *w, FI*

Teneur en eau *w* (SN EN 1097-5) [M-%]:	**16.4**	**Poids total sec** [kg]:	**8.010**

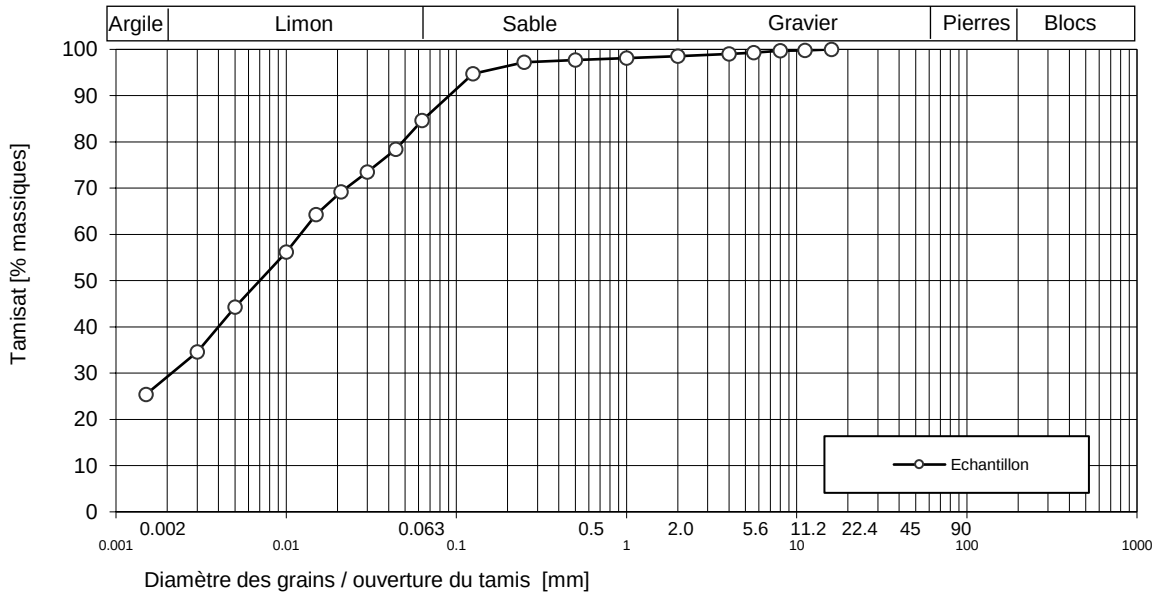
	Classe granulométrique [mm]				
	4/8	8/16	16/32	32/100	Total
Coefficient d'aplatissement *FI* (SN EN 933-3):	-	-	-	-	-

Limites de consistance (VSS 70 345b) et classification USCS (SN VSS 670 008a - retiré)

Limite de liquidité *WL* [%]:	23.1
Limite de plasticité *Wp* [%]:	15.5
Indice de plasticité *Ip* [%]:	**7.6**
Classification (USCS):	**CL**

Remarques:

Légende: ⇨ 2 tamis décisif Tamis / dg*: tamis / diamètre des grains Argile°: valeur calculée



La reproduction même partielle des rapports d'analyses n'est pas autorisée sans le consentement de TransGeo AG. Les résultats portent uniquement sur les échantillons étudiés.

Projet: 2222052 Nyon, Gare

Mandat: Geotest SA, CH-1052 Le Mont-sur-Lausanne

TransGeo Analysen und Beratung

Échantillons de Sol - Terrains meubles

Matériau testé

Données du mandant

N° d'échantillon:	**FC18 - E1**
Désignation:	**Sol**
Lot de chantier:	Investigations géotechniques
Provenance:	Forage FC18/23
Lieu de prélèvement:	Profondeur 2.35 - 2.55 m
Mode d'excavation:	-
Date de prélèvement:	-
Prélevé par:	Mandant
Remarques:	-

Données du laboratoire

Opérateur:	ae/ta	Visa: fog
Date de livraison de l'échantillon:	25.04.2023	
Date de début de l'essai:	25.04.2023	
Communication des résultats:	Document pdf au mandant	
Conditionnement de l'échantillon:	Selon la norme	
Classe gran. / N° de Labo:	0/X: 23.0630	
Remarques:		

Tamis / dg* [mm]	Passant [M-%]
500	
400	
300	
200	
125	
⇨ 90	
63	
⇨ 45	
31.5	
⇨ 22.4	100.0
16	99.3
⇨ 11.2	98.7
8	97.8
⇨ 5.6	97.1
4	96.5
⇨ 2	94.0
⇨⇨ 1	90.9
⇨ 0.5	87.7
0.25	82.3
0.125	65.4
⇨ 0.063	35.4
0.044	33.5
0.029	31.5
0.022	25.8
0.016	22.4
0.010	18.4
0.005	14.0
0.0030	10.4
0.0015	6.8

Granulométrie par tamisage et sédimentométrie (SN EN 17892-4)

Gravier [M-% > 2mm]:	**6.0**	**Pierres + Blocs** [M-% > 63 mm]:	
		Gravier [M-% > 2mm - < 63 mm]:	**6.0**
Sable [M-% > 0.063mm - < 2mm]:	**58.6**		
Teneur en fines *f* (SN EN 933-1) [M-% < 0.063mm]:	**35.4**	**Argille°** [M-% < 0.002 mm]:	**8.0**

Analyses supplémentaires *w, FI*

Teneur en eau *w* (SN EN 1097-5) [M-%]:	**20.1**	**Poids total sec** [kg]:	**3.829**

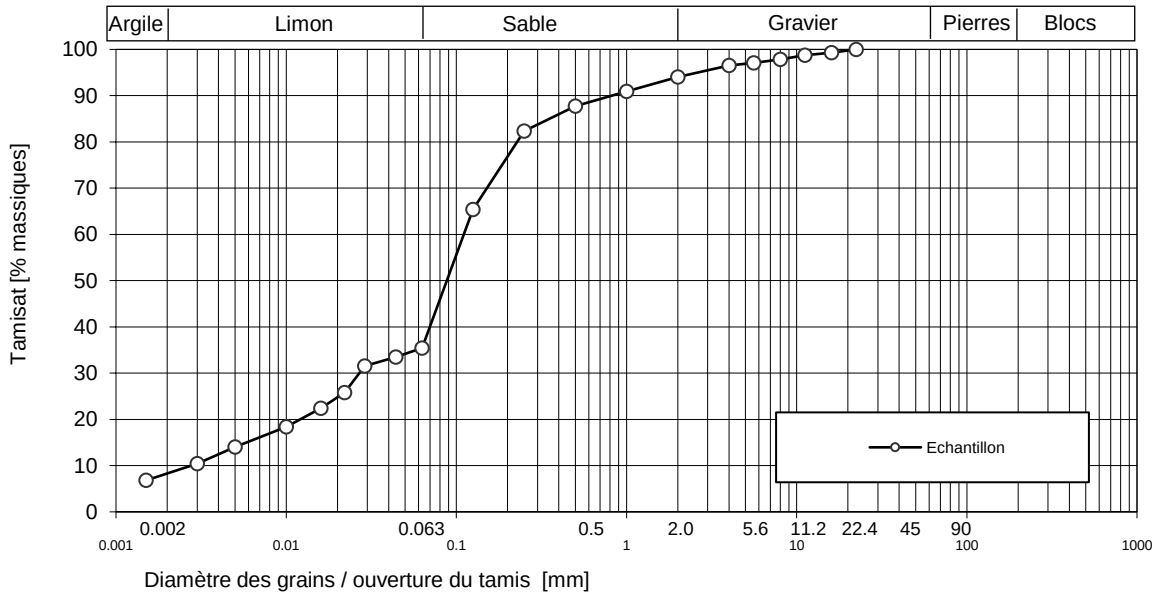
	Classe granulométrique [mm]				
	4/8	8/16	16/32	32/100	Total
Coefficient d'aplatissement *FI* (SN EN 933-3):	-	-	-	-	-

Limites de consistance (VSS 70 345b) et classification USCS (SN VSS 670 008a - retiré)

Limite de liquidité *WL* [%]:	29.1
Limite de plasticité *Wp* [%]:	19.6
Indice de plasticité *Ip* [%]:	**9.5**
Classification (USCS):	**SC**

Remarques:

Légende: ⇨ 2 tamis décisif Tamis / dg*: tamis / diamètre des grains Argile°: valeur calculée



La reproduction même partielle des rapports d'analyses n'est pas autorisée sans le consentement de TransGeo AG. Les résultats portent uniquement sur les échantillons étudiés.

Projet: 2222052 Nyon, Gare

Mandat: Geotest SA, CH-1052 Le Mont-sur-Lausanne

TransGeo Analysen und Beratung

Échantillons de Sol - Terrains meubles

Matériau testé

Données du mandant

N° d'échantillon:	**FC18 - E2**
Désignation:	**Sol**
Lot de chantier:	Investigations géotechniques
Provenance:	Forage FC18/23
Lieu de prélèvement:	Profondeur 4.25 - 4.50 m
Mode d'excavation:	-
Date de prélèvement:	-
Prélevé par:	Mandant
Remarques:	-

Données du laboratoire

Opérateur:	ae/ta	Visa: fog
Date de livraison de l'échantillon:	25.04.2023	
Date de début de l'essai:	25.04.2023	
Communication des résultats:	Document pdf au mandant	
Conditionnement de l'échantillon:	Selon la norme	
Classe gran. / N° de Labo:	0/X:	23.0631
Remarques:		

Tamis / dg* [mm]	Passant [M-%]
500	
400	
300	
200	
125	
⇨ 90	
63	
⇨ 45	
31.5	
⇨ 22.4	
16	
⇨ 11.2	
8	100.0
⇨ 5.6	99.7
4	99.6
⇨ 2	99.2
⇨⇨ 1	98.9
⇨ 0.5	98.6
0.25	97.9
0.125	80.4
⇨ 0.063	45.5
0.044	42.7
0.030	39.2
0.021	35.5
0.015	32.0
0.010	27.3
0.005	21.2
0.0030	16.0
0.0015	11.6

Granulométrie par tamisage et sédimentométrie (SN EN 17892-4)

Gravier [M-% > 2mm]:	**0.8**	**Pierres + Blocs** [M-% > 63 mm]:	
		Gravier [M-% > 2mm - < 63 mm]:	**0.8**
Sable [M-% > 0.063mm - < 2mm]:	**53.7**		
Teneur en fines *f* (SN EN 933-1) [M-% < 0.063mm]:	**45.5**	**Argille°** [M-% < 0.002 mm]:	**13.1**

Analyses supplémentaires *w, FI*

Teneur en eau *w* (SN EN 1097-5) [M-%]:	**52.0**	**Poids total sec** [kg]:	**3.775**

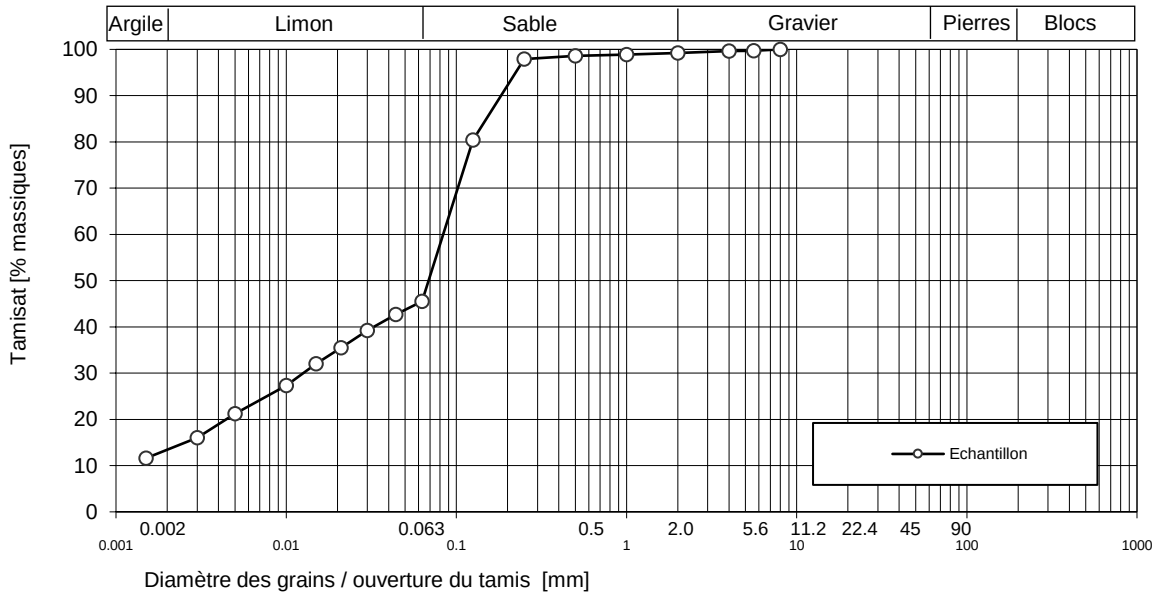
Classe granulométrique [mm]	4/8	8/16	16/32	32/100	Total
Coefficient d'aplatissement *FI* (SN EN 933-3):	-	-	-	-	-

Limites de consistance (VSS 70 345b) et classification USCS (SN VSS 670 008a - retiré)

Limite de liquidité *WL* [%]:	18.1
Limite de plasticité *Wp* [%]:	16.1
Indice de plasticité *Ip* [%]:	**2.0**
Classification (USCS):	**SM**

Remarques:

Légende: ⇨ 2 tamis décisif Tamis / dg*: tamis / diamètre des grains Argile°: valeur calculée



La reproduction même partielle des rapports d'analyses n'est pas autorisée sans le consentement de TransGeo AG. Les résultats portent uniquement sur les échantillons étudiés.

Projet: 2222052 Nyon, Gare

Mandat: Geotest SA, CH-1052 Le Mont-sur-Lausanne

TransGeo Analysen und Beratung

Échantillons de Sol - Terrains meubles

Matériau testé

Données du mandant

N° d'échantillon:	**FC18 - E3**
Désignation:	**Sol**
Lot de chantier:	Investigations géotechniques
Provenance:	Forage FC18/23
Lieu de prélèvement:	Profondeur 7.00 - 7.30 m
Mode d'excavation:	-
Date de prélèvement:	-
Prélevé par:	Mandant
Remarques:	-

Données du laboratoire

Opérateur:	ae/ta	Visa: fog
Date de livraison de l'échantillon:	25.04.2023	
Date de début de l'essai:	25.04.2023	
Communication des résultats:	Document pdf au mandant	
Conditionnement de l'échantillon:	Selon la norme	
Classe gran. / N° de Labo:	0/X:	23.0632
Remarques:		

Tamis / dg* [mm]	Passant [M-%]
500	
400	
300	
200	
125	
⇨ 90	
63	
⇨ 45	
31.5	
⇨ 22.4	
16	
⇨ 11.2	
8	
⇨ 5.6	
4	
⇨ 2	100.0
⇨⇨ 1	99.8
⇨ 0.5	99.4
0.25	99.0
0.125	98.1
⇨ 0.063	97.2
0.043	95.7
0.029	93.8
0.021	92.0
0.015	85.7
0.009	78.3
0.005	64.6
0.0029	50.3
0.0015	37.9

Granulométrie par tamisage et sédimentométrie (SN EN 17892-4)

Gravier [M-% > 2mm]:		**Pierres + Blocs** [M-% > 63 mm]:	
		Gravier [M-% > 2mm - < 63 mm]:	
Sable [M-% > 0.063mm - < 2mm]:	**2.8**		
Teneur en fines *f* (SN EN 933-1) [M-% < 0.063mm]:	**97.2**	**Argille°** [M-% < 0.002 mm]:	**42.3**

Analyses supplémentaires *w, FI*

Teneur en eau *w* (SN EN 1097-5) [M-%]:	**25.4**	**Poids total sec** [kg]:	**5.181**

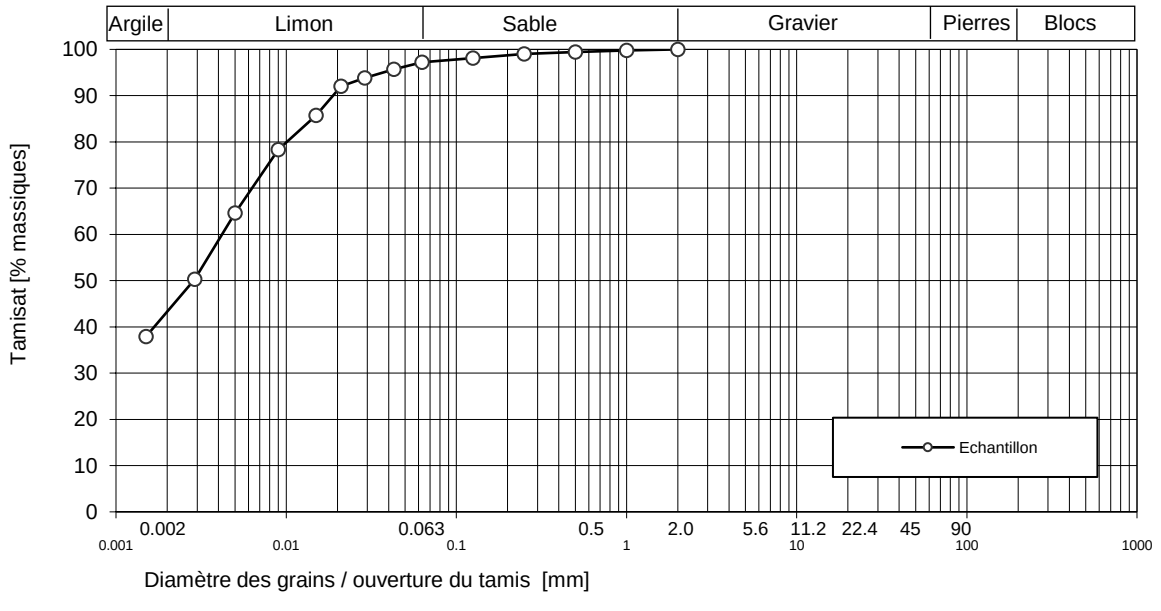
	Classe granulométrique [mm]				
	4/8	8/16	16/32	32/100	Total
Coefficient d'aplatissement *FI* (SN EN 933-3):	-	-	-	-	-

Limites de consistance (VSS 70 345b) et classification USCS (SN VSS 670 008a - retiré)

Limite de liquidité *WL* [%]:	29.6
Limite de plasticité *Wp* [%]:	17.2
Indice de plasticité *Ip* [%]:	**12.4**
Classification (USCS):	**CL**

Remarques:

Légende: ⇨ 2 tamis décisif Tamis / dg*: tamis / diamètre des grains Argile°: valeur calculée



La reproduction même partielle des rapports d'analyses n'est pas autorisée sans le consentement de TransGeo AG. Les résultats portent uniquement sur les échantillons étudiés.

ISR INJECTOBOHR SA

RAPPORT DE FORAGE

Forage n° : FC16 **Rapport n° :** 4

Chantier No. 261956 **Nom, Adresse:** NYON, GARE **Foreur:** BARRAU

Date	Profondeur OKT de m'	Profondeur OKT à m'	Symbole	Ø forage	Foré	Description des matériaux: Composante principale (par ex: sable, gravier)	Propriétés (propre, limoneux, argileux)	Compsante secondaire (riche en gravier, avec tuile)	Couleur (beige)	Indice de forabilité	Teneur en eau: mouillé	humide	sec	Essais - Echantillonnage: Symb	de m'	à m'	Remarque
20/04	0	1	RO/DS	168	T	REMBLAI								SPT	3	3,45	7-4-3
11	1	3,50	RO/TR DS/CS	168 139	T	SABLE	LIMON		BEIGE	1		X		SPT	6	6,45	7-9-19
11	3,50	4	RO/TR DS/CS	168 139	T	ARGILE	SABLE		GRIS	1		X		SPT	4	4,45	6-8-11

RO = Rotation
DS = Rotopercussion
TR = tube revêtement
CS = Carottier simple
CD = Carottier double
HM = Cour. métal dur
DI = Cour. Diamant
♂ = Venue d'eau
J = Grundbruch
SO = Sonic

N	à l'eau
T	à sec

Indice	1	2	3
Matériaux sans cohésion	lâche	moyen	dur
Matériaux cohésifs	tendre	ferme	dur
Rocher	tendre	moyen	dur

Niveau d'eau dans le forage (OKT)	
Date / Heure	Prof. (m)
—	—
—	—

Remarques: *(Régie, Travaux ordonnés par la BL, Météo, etc..)*

SPT = Standard-Penetration-Test
SF = Scissomètre (sonde à ailette)
PV = Essai de pompage
LT = Essai Lugeon
(I) = Dilatomètre
PR = Pressiomètre
k↓ = Essai d'eau par abaissement
k↑ = Essai d'eau par élévation
0 = Echantillon remanié
■ = Echantillon intact
BL = Echantillon de gaz

ISR INJECTOBOHR SA

RAPPORT DE FORAGE

Forage n° : FC17 **Rapport n° :** 1

Chantier No. 261956 **Nom, Adresse:** IVROW, GARE **Foreur:** BARRAU

Date	Profondeur OKT de m'	Profondeur OKT à m'	Symbole	Ø forage	Foré	Description des matériaux: Composante principale (par ex: sable, gravier)	Propriétés (propre, limoneux, argileux)	Compsante secondaire (riche en gravier, avec tuile)	Couleur (beige)	Indice de forabilité	Teneur en eau: mouillé	humide	sec	Essais - Echantillonnage: Symb	de m'	à m'	Remarque
19/04	0	1,50	RO/CS DS/HM	168	T	REMBLAIS				2		X		SPT	2	2,45	4-9-12
1r	1,50	5	RO/CS DS/HM	168 159	T	SABLE	LIMON		BEIGE	1		X		SPT	4	4,45	3-8-14
1r	5	11	RO/CS DS/HM	168 159	T	SABLE	ARGILE		GRIS	1		X		SPT	7,5	7,95	5-6-10
1r	11	12	RO/CS DS/HM	168 159	T	MORAINE			GRIS	3			X	SPT	10	10,45	7-13-19
														SPT	12	12,45	46 - REFUS

RO = Rotation
DS = Rotopercussion
TR = tube revêtement
CS = Carottier simple
CD = Carottier double
HM = Cour. métal dur
DI = Cour. Diamant
♂ = Venue d'eau
J = Grundbruch
SO = Sonic

N	à l'eau
T	à sec

Indice	1	2	3
Matériaux sans cohésion	lâche	moyen	dur
Matériaux cohésifs	tendre	ferme	dur
Rocher	tendre	moyen	dur

Niveau d'eau dans le forage (OKT)	
Date / Heure	Prof. (m)
/	/
/	/

Remarques: *(Régie, Travaux ordonnés par la BL, Météo, etc..)*

3 ECHANTILLONS PARAFINÉ

SPT = Standard-Penetration-Test
SF = Scissomètre (sonde à ailette)
PV = Essai de pompage
LT = Essai Lugeon
(I) = Dilatomètre
PR = Pressiomètre
k↓ = Essai d'eau par abaissement
k↑ = Essai d'eau par élévation
0 = Echantillon remanié
■ = Echantillon intact
BL = Echantillon de gaz

ISR INJECTOBOHR SA

RAPPORT DE FORAGE

Forage n° : FC13 **Rapport n° :** 4

Chantier No. 261956 **Nom, Adresse:** NYON, GARE **Foreur:** BARRAU

Date	Profondeur OKT de m'	Profondeur OKT à m'	Symbole	Ø forage	Foré	Description des matériaux: Composante principale (par ex: sable, gravier)	Propriétés (propre, limoneux, argileux)	Compsante secondaire (riche en gravier, avec tuile)	Couleur (beige)	Indice de forabilité	Teneur en eau: mouillé	humide	sec	Essais - Echantillonnage: Symb	de m'	à m'	Remarque
17/04	0	0,10	RO/TR DS/S	168	T	ENROBÉ			NOIR	3			X				
11	0,10	0,80	RO/TR DS/S HM	168	T	REMBLAIS			NOIR	2			X				
11	0,80	6,20	RO/TR DS/S HM	168 134	T	SABLE	LIMON		BEIGE	4		X					
18/04	6,20	6,80	RO/TR DS/S HM	168 114	T	SABLE	ARGILE		GRIS	4		X					
11	6,8	12	RO DS/ TR S HM	168 134	T	ARGILE	SABLEUSE		GRIS	4		X					

RO = Rotation
DS = Rotopercussion
TR = tube revêtement
CS = Carottier simple
CD = Carottier double
HM = Cour. métal dur
DI = Cour. Diamant
♂ = Venue d'eau
J = Grundbruch
SO = Sonic

N	à l'eau
T	à sec

Indice	1	2	3
Matériaux sans cohésion	lâche	moyen	dur
Matériaux cohésifs	tendre	ferme	dur
Rocher	tendre	moyen	dur

Niveau d'eau dans le forage (OKT)	
Date / Heure	Prof. (m)
18/04 8 Uhr	2,60 NL
/	/

Remarques: *(Régie, Travaux ordonnés par la BL, Météo, etc..)*

3 ECHANTILLONS PARAFINÉ

SPT = Standard-Penetration-Test
SF = Scissomètre (sonde à ailette)
PV = Essai de pompage
LT = Essai Lugeon
(I) = Dilatomètre
PR = Pressiomètre
k↓ = Essai d'eau par abaissement
k↑ = Essai d'eau par élévation
0 = Echantillon remanié
■ = Echantillon intact
BL = Echantillon de gaz

ISR INJECTOBOHR SA

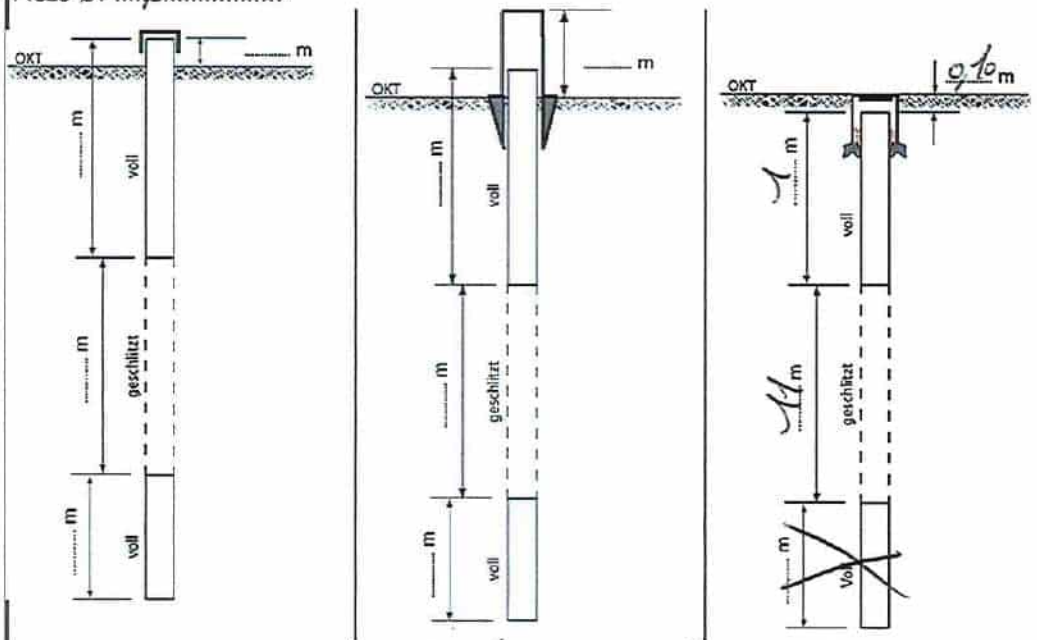
Forage n°: FC18 Foreuse type: UNIMOG No. d'inventaire: 408

Déplacement du forage ...1... au forage FC18 / ...1... m'
Profondeur totale de forage: ...12... m' / Rocher à: ...1... m'

Avant-trou
Profondeur: 1,20 m' / Durée de réalisation ...1... h

Equipement du forage

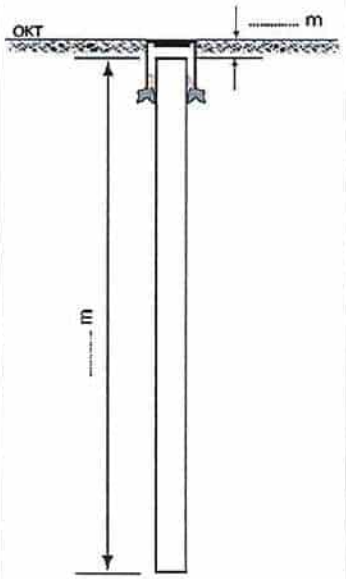
Piezo Ø: 4,5 Pouces



Bouchon d'argile de 0,20 m' à 1 m' et de 1 m' à 1 m
Gravier filtre de 1 m' à 12 m' et de 1 m' à 1 m
Matériel de forage de 1 m' à 1 m' et de 1 m' à 1 m
Géotextile de 1 m' à 1 m' et de 1 m' à 1 m

Bouchon de pied 1 pce / Couvercle 1 pce
Tube de protection PVC avec cadenas Ø 1 longeur 1 m'
Regard de route en fonte 5 to Ø 250 cm

Tube inclinomètre / Inkrex



Equipement de micropiézo, capteurs de pression, piézo multiples, équipements spéciaux, etc, **voir feuille séparée**

Tube inclinomètre Ø ..... mm
Tube Inkrex o

Type de scellement:
Argile / ciment: o
Autre o.....

Caisses à carottes

12 m'

o vidées sur chantier
X laissées sur chantier
o transportées au dépôt
o .....

Déblais de forage:

o laissées sur chantier
X à la décharge ISR
o en décharge spéciale
o .....

Remarques:

Alimentation en eau du chantier

Raccordement à une hydrante ou point d'eau du MO 1 pce
Compteur d'eau:
Compteur à la fin du forage: 1 m3
Compteur au début du forage: 1 m3

Quantité d'eau utilisée: 1 m3

Conduites d'eau 100 m'
Pompe HP ou immergée
Installation: 1 pce
Heures de service: 1 h
Génératrice: 1 h

Materiaux:

Ciment (Type)	(25kg)	1 Sac
Opalit	(25kg)	1 Sac
Bentonit	(25kg)	1 Sac
Gravier filtre		15 l/sacs fût / m3
Sable de quartz	(25kg)	1 Sac
Compactonit	(25kg)	1 Sac
Ciment Kuchler	(25kg)	1 Sac
Geo-textile	(m')	1 m'

Autre matériaux:

ISR INJECTOBOHR SA

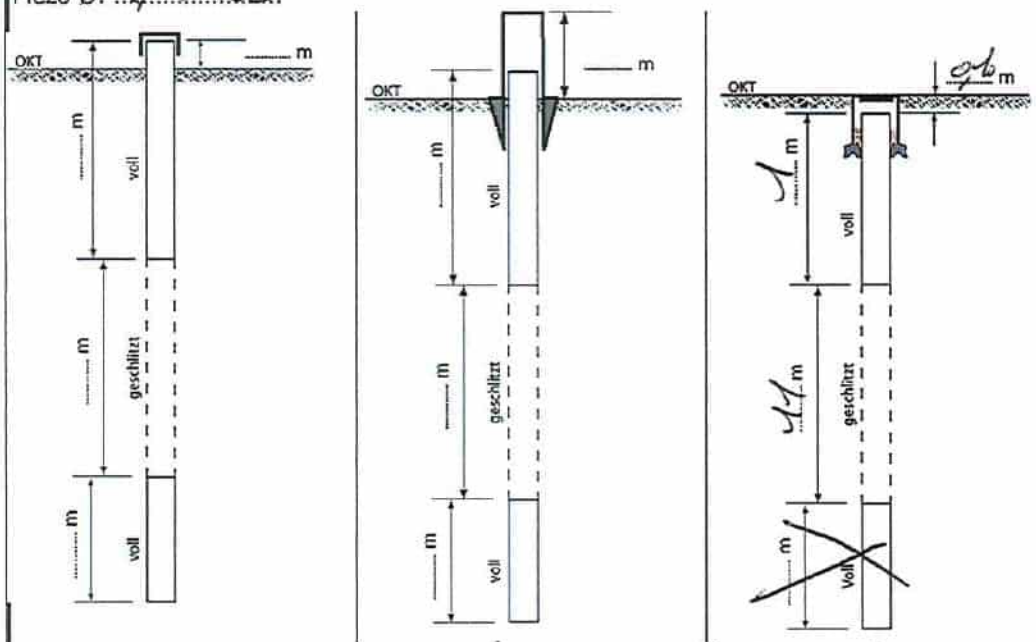
Forage n°: FC11 Foreuse type: UNIMOG No. d'inventaire: 408

Déplacement du forage FC13 au forage FC11 150.00 m'
Profondeur totale de forage: 12 m' / Rocher à: / m'

Avant-trou
Profondeur: / m' / Durée de réalisation / h

Equipement du forage

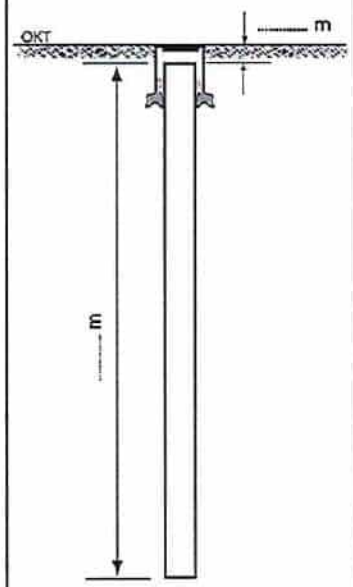
Piezo Ø: 4,5 Pouces



Bouchon d'argile	de 0,2 m'	à 1 m'	et de / m' à / m
Gravier filtre	de 1 m'	à 12 m'	et de / m' à / m
Matériel de forage	de / m'	à / m'	et de / m' à / m
Géotextile	de / m'	à / m'	et de / m' à / m

Bouchon de pied 1 pce / Couvercle 1 pce
Tube de protection PVC avec cadenas Ø / longueur / m'
Regard de route en fonte 5 to Ø 25 cm

Tube inclinomètre / Inkrex



Tube inclinomètre Ø ..... mm
Tube Inkrex o

Type de scellement:
Argile / ciment: o
Autre o.....

Equipement de micropiézo, capteurs de pression, piézo multiples, équipements spéciaux, etc, **voir feuille séparée**

Caisses à carottes

12 m'

o vidées sur chantier
x laissées sur chantier
o transportées au dépôt
o .....

Déblais de forage:

o laissées sur chantier
x à la décharge ISR
o en décharge spéciale
o .....

Remarques:

Alimentation en eau du chantier

Raccordement à une hydrante ou point d'eau du MO	1 pce
Compteur d'eau:	
Compteur à la fin du forage:	/ m3
Compteur au début du forage:	/ m3
Quantité d'eau utilisée:	/ m3
Conduites d'eau	150 m'
Pompe HP ou immergée	
Installation:	/ pce
Heures de service:	/ h
Génératrice:	/ h

Materiaux:

Ciment (Type)	(25kg)	4 Sac
Opalit	(25kg)	/ Sac
Bentonit	(25kg)	/ Sac
Gravier filtre		4,5 fût / m3
Sable de quartz	(25kg)	/ Sac
Compactonit	(25kg)	1 Sac
Ciment Kuchler	(25kg)	/ Sac
Geo-textile	(m')	/ m'

Autre matériaux:
.....
.....
.....
.....

ISR INJECTOBOHR SA

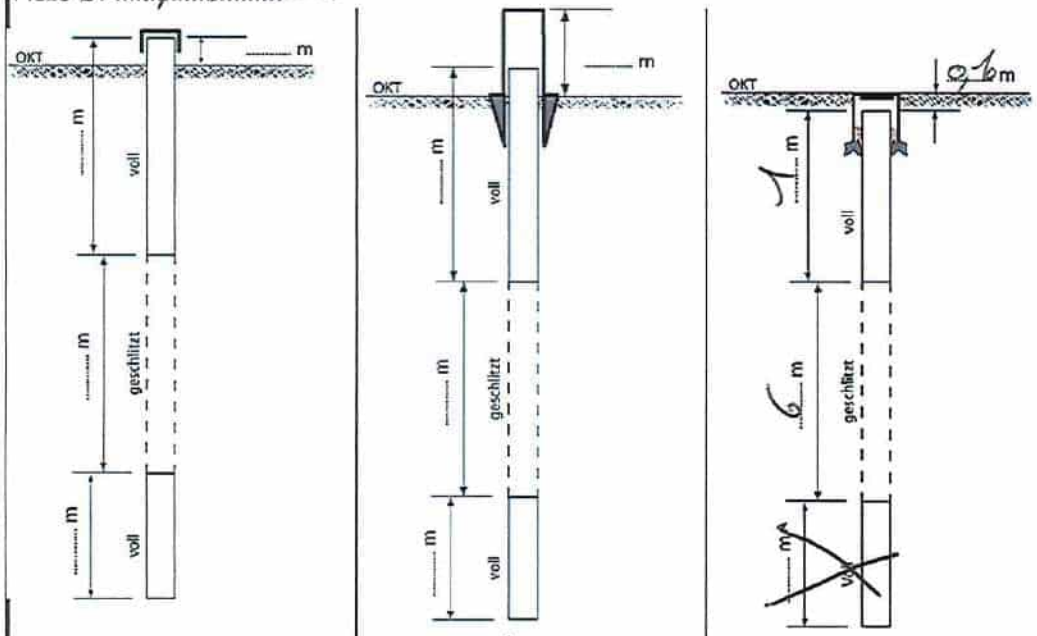
Forage n°: FC16 Foreuse type: ...UNIMOG..... No. d'inventaire: 408

Déplacement du forage FC11 au forage FC16 / ....40.... m'
Profondeur totale de forage: ....2.... m' / Rocher à: ..../.... m'

Avant-trou
Profondeur: ....1,20.... m' / Durée de réalisation ....1.... h

Equipement du forage

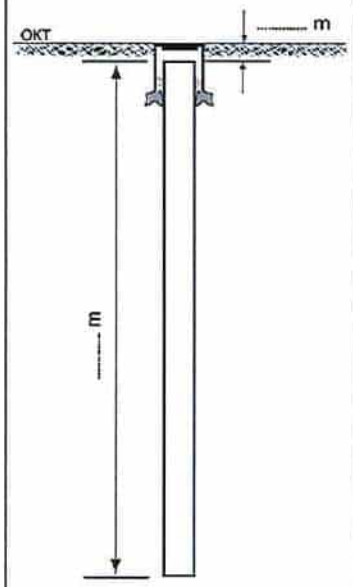
Piezo Ø: 4,5 POUCES



Bouchon d'argile	de 0,20 m' à ....1.... m'	et de ..../.... m'	à ..../.... m
Gravier filtre	de ....1.... m' à ....4.... m'	et de ..../.... m'	à ..../.... m
Matériel de forage	de ..../.... m' à ..../.... m'	et de ..../.... m'	à ..../.... m
Géotextile	de ..../.... m' à ..../.... m'	et de ..../.... m'	à ..../.... m

Bouchon de pied ....1.... pce / Couvercle ....1.... pce
Tube de protection PVC avec cadenas Ø ..../.... longeur ..../.... m'
Regard de route en fonte 5 to Ø ....250.... cm

Tube inclinomètre / Inkrex



Tube inclinomètre Ø ..... mm
Tube Inkrex o

Type de scellement:
Argile / ciment: o
Autre o.....

Equipement de micropiézo, capteurs de pression, piézo multiples, équipements spéciaux, etc, **voir feuille séparée**

Alimentation en eau du chantier

Raccordement à une hydrante ou point d'eau du MO ....1.... pce
Compteur d'eau:
Compteur à la fin du forage: ..../.... m3
Compteur au début du forage: ..../.... m3
Quantité d'eau utilisée: ..../.... m3
Conduites d'eau ....150.... m'
Pompe HP ou immergée
Installation: ..../....
Heures de service: ..../.... h
Génératrice: ..../.... h

Materiaux:

Ciment (Type)	(25kg)	....1.... Sac
Opalit	(25kg)	..../.... Sac
Bentonit	(25kg)	..../.... Sac
Gravier filtre		6 SAC fût / m3
Sable de quartz	(25kg)	..../.... Sac
Compactonit	(25kg)	....1.... Sac
Ciment Kuchler	(25kg)	..../.... Sac
Geo-textile	(m')	..../.... m'

Autre matériaux:
.....
.....
.....
.....

Caisses à carottes

....9.... m'

o vidées sur chantier
X laissées sur chantier
o transportées au dépôt
o .....

Déblais de forage:

o laissées sur chantier
X à la décharge ISR
o en décharge spéciale
o .....

Remarques:

Rapport n° 2222052.3

06.02.2024

6. février 2024

GEOTEST

Rapport n° 2222052.3

IUB Engineering SA, 1762 Givisiez

Ligne 150 : Lausanne - Genève

Renouvellement de l'enclenchement de Nyon km 33.900 à km 43.000

Rapport d'investigations géotechniques

GEOTEST SA | En Budron H11 | CH-1052 Le Mont sur Lausanne
T +41 21 731 09 20 | lausanne@geotest.ch | geotest.ch

Auteur(s)	Thème
Michael Gähwiler	Géotechnique, géologie
Supervision	**Contenu contrôlé**
Claire Sauthier	Rapport complet
Remarques	

GEOTEST SA

Claire Sauthier

Michael Gähwiler

Table des matières

1. Introduction ... 4
1.1 Projet ... 4
1.2 But de l'étude ... 4
1.3 Documentation ... 5
1.4 Liste des annexes ... 5
2. Travaux réalisés ... 6
2.1 Forages carottés ... 6
2.2 Sondages au pénétromètre dynamique ... 7
2.3 Essais en laboratoire ... 8
3. Résultats ... 9
3.1 Situation générale ... 9
3.2 Contexte géologique ... 10
3.3 Conditions hydrogéologiques ... 14
3.4 Pollution ... 15
3.5 Dangers naturels ... 15
3.6 Ruissellement ... 15
3.7 Zone sismique et classe des terrains de fondation ... 15
4. Modèle et paramètres géotechniques ... 16
4.1 Paramètres géotechniques ... 16
5. Dispositions constructives ... 17
5.1 Fondations ... 17
5.1.1 Bâtiment de service ... 17
5.2 Fouilles et terrassement ... 20
5.2.1 Bords de fouille bâtiment de service (BS) ... 20
5.2.2 Bords de fouille et méthode d'avancement passage à câble ... 20
5.3 Travaux de terrassement ... 22
5.4 Fonds de fouille ... 22
5.5 Épuisement des eaux ... 23
5.6 Qualité des matériaux excavés ... 24
5.7 Drainage et étanchéité ... 24
5.8 Réinfiltration des eaux pluviales et évacuation des eaux des installations ferroviaires ... 25
6. Recommandations relatives à la suite du projet ... 26

1. Introduction

1.1 Projet

Description

Maître de l'ouvrage :	Chemins de fer fédéraux suisses CFF Infrastructure, Projets, Région Ouest Secteur : I-AEP-PJM-RWT
Mandant :	IUB Engineering SA
Ingénieur civil :	IUB Engineering SA
Offre :	OF2222052.5 du 30.11.2023

Objet :	Ligne 150 Lausanne – Genève, km 37.034 – 37.090
Parcelle :	N° 319 (commune de Prangins)
Coordonnées moyennes :	2'508'170, 1'139'000
Altitude moyenne :	Environ 417 m
Projet :	Renouvellement de l'enclenchement de Nyon : - Nouveau bâtiment de service (BS) à Prangins - Nouveau passage à câbles souterrain

1.2 But de l'étude

La présente étude fournit les éléments suivants :

- Description de la nature et des paramètres géotechniques des terrains rencontrés, stratigraphie des terrains
- Détermination des conditions hydrogéologiques locales (niveaux d'eau, direction d'écoulement)

Établissement des recommandations constructives :

- Modèle géologique avec paramètres géotechniques
- Fondation
- Fouille et épuisement des eaux
- Qualité et réutilisation des matériaux
- Travaux de terrassement
- Possibilité d'infiltration

Le rapport fournit également des indications par rapport aux risques géologiques du site.

1.3 Documentation

Bases légales

[1] OFEFP Instruction pratique pour la protection des eaux souterraines. L'environnement pratique. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, Berne, 2004
[2] OFT – OFEV, Directive "Évacuation des eaux des installations ferroviaires", août 2018.
[3] SIA 261, "Actions sur les structures porteuses", 2020.

Bases géologiques, hydrogéologiques, géotechniques

[4] Atlas géologique de la suisse, feuille 1261 "Nyon"
[5] Portail cartographique du canton de Vaud, 08.01.2024
[6] Portail cartographique de la confédération swisstopo, 08.01.2024

Projet

[7] Plan IUB Engineering SA 04.3 : Renouvellement de l'enclenchement de Nyon du 30.11.2022
[8] Plan IUB Engineering SA 11.1 : Renouvellement de l'enclenchement de Nyon du 30.11.2022
[9] Présentations Powerpoint CFF 1162414 – NY, renouvellement de l'enclenchement du 28.09.2023, du 26.10.2023 et du 22.11.2023

1.4 Liste des annexes

Annexe 1: Plan de situation

Annexe 2 : Levers géotechniques des forages carottés

Annexe 3: Diagrammes de battage

Annexe 4: Coupes géologiques / géotechniques A-A' et B-B'

Annexe 5: Analyses en laboratoire

Annexe 6: Rapports de forage

Annexe 7: Rapport de l'essai d'infiltration (exécuté par ISR)

Annexe 8: Carte de microzonage sismique spectral de la région Nyon-Gland-Rolle

2. Travaux réalisés

Afin de compléter les documents existants, les investigations suivantes ont été réalisées :

- Étude documentaire | recherche d'archives ;
- Préparation, implantation et direction des travaux de sondage (cf. chapitre 2.1 & 2.2)
- Relevé géotechnique et géologique de tous les sondages ;
- Essai d'infiltration réalisé par l'entreprise ISR ;
- Essais en laboratoire (cf. chapitre 2.3) ;
- Mesures piézométriques du 09.01.2024 ;
- Analyse des résultats des investigations et établissement du modèle géologique ;
- Rédaction du présent rapport.

2.1 Forages carottés

Entreprise : ISR Injectobohr SA

Date d'exécution : 19.12.2023 au 20.12.2023

Situation : Annexe 1

Relevé : Annexe 2

Rapports des forages : Annexe 6

Sondage	X [MN95]	Y [MN95]	Altitude TN [msm]	Profondeur [m]	Équipement
FC01/23	2'508'160	1'138'988	Env. 416.50	10.40	Piézomètre 4.5" jusqu'à 6 m
FC02/23	2'508'187	1'138'969	Env. 418.00	10.50	Piézomètre 4.5" jusqu'à 11.60 m

L'altitude des forages carottés a été estimée sur la base des données du cadastre de la Confédération [6]. À terme, leur position (coordonnée et altitude) devrait être relevée par le géomètre de projet.

2.2 Sondages au pénétromètre dynamique

Entreprise : ISR Injectobohr SA

Date d'exécution : 21.12.2023

Situation : Annexe 1

Diagrammes de battage : Annexe 3

Sondage	X [MN95]	Y [MN95]	Altitude TN [msm]	Profondeur [m]	Remarque
SP01/23	2'508'152	1'138'986	Env. 416.50	4.00	Refus
SP02/23	2'508'166	1'138'998	Env. 416.60	7.20	Refus
SP03/23	2'508'178	1'139'010	Env. 416.50	4.60	Refus

L'altitude des sondages au pénétromètre a été estimée sur la base des données du cadastre de la Confédération [6]. À terme, leur position (coordonnée et altitude) devrait être relevée par le géomètre de projet.

2.3 Essais en laboratoire

Entreprise : TransGeo AG

Date d'exécution : 22.12.2023 au 18.01.2024

Résultats : Annexe 5

Sondage	Échantillon	Profondeur [m]	Type d'échantillon	Géologie	Type d'essais
FC01/23	FC01/23-E1	1.60 - 2.00	Sac	Alluvions récentes	Essais d'identification pour classification USCS : - Poids volumique - Teneur en eau - Granulométrie (tamisage et sédimentation) - Limites d'Atterberg
	FC01/23-E2	2.60 - 2.90	Paraffiné	Moraine remaniée	
	FC01/23-E3	3.50 - 3.80	Paraffiné	Moraine remaniée	
FC02/23	FC02/23-E1	1.50 - 2.00	Sac	Remblai	
	FC01/23-E2	3.30 - 3.55	Paraffiné	Moraine remaniée	

3. Résultats

3.1 Situation générale

Le renouvellement de l'enclenchement de Nyon concerne un tronçon ferroviaire compris entre le km 33.900 et le km 43.000 de la ligne ferroviaire 150 Lausanne-Genève. Le projet comprend la construction d'un nouveau bâtiment de service (BS) pour l'enclenchement de Nyon et un passage à câbles souterrain. Initialement prévu en gare de Nyon, les deux ouvrages ont été déplacés vers la gare de Prangins.

Le bâtiment de service (BS) est prévu sur la parcelle 319 de la commune de Prangins, bordée au nord-ouest par le chemin du Coutelet, à l'est par la rue de la gare et au sud par le chemin de la Redoute. L'accès se fait par le chemin du Coutelet. Le BS, d'une superficie d'environ 310 m^2 (41 m x 7.5 m), ne prévoit pas de niveau de sous-sol.

Le passage à câbles sous-voie est prévu sur la parcelle 319 de la commune de Prangins, entre le km 37.034 et le km 37.090 de la ligne ferroviaire 150 Lausanne-Genève. La cellule de poussée est prévue du côté nord-ouest des voies et la cellule de réception entre la voie CFF et la paroi anti-bruit longeant le chemin de la Redoute du côté sud-est de la voie CFF. La géométrie définitive de l'ouvrage n'est actuellement pas définie. Selon les informations données par le MO, l'ouvrage aura une longueur d'environ 20 m avec orientation nord-ouest – sud-est et est prévu entre 2.0 m et 3.0 m de profondeur, suivant les conditions géotechniques et hydrogéologiques effectives décrites dans le présent rapport. Son épaisseur/diamètre sera d'environ 1.0 m.

Les contraintes suivantes ont été retenues pour le projet :

- Ligne HT CFF et Romande Energie à proximité.
- Réserve de tracé sur la parcelle pour projet de future 4ème voie.
- Existence d'ouvrages protégés (maison de garde et bâtiment annexe).
- Présence d'une zone forestière au sud-ouest de la parcelle qui ne doit pas être impactée.
- Présence d'une bande entre la voie et la zone forestière protégée (végétation).
- Divers objets loués sur la parcelle (jardin, terrain de pétanque…), à épargner dans la mesure du possible.

3.2 Contexte géologique

Selon l'Atlas géologique de la Suisse [4], la parcelle concernée par le projet est cartographiée en "alluvions fluvioglaciaires grossières" sur les dépôts morainiques argilo-limoneux rhodaniens, riches en éléments alpins et molassiques.

Les forages existants situés à proximité immédiate de la parcelle révèlent la présence de remblais jusqu'à des profondeurs comprises entre 0 m et 1.10 m. Au-dessous, les alluvions grossières sablo-graveleuses à gravelo-sableuses ont une épaisseur comprise entre 0.9 m et 3.55 m. La moraine limoneuse plus ou moins argileuse remaniée / altérée est présente à partir de profondeurs comprises entre 1.10 m et 4.00 m. Dans cette couche, la compacité / consistance augmente avec la profondeur. Les dépôts morainiques compacts, respectivement durs, ont été atteint entre 5.10 m et 9.00 m de profondeur. Un forage (N° 5841, SC24), situé au sud, révèle la présence de dépôts lacustres entre 2.75 m et 7.10 m de profondeur. Les matériaux décrits dans cette couche sont comparables aux matériaux morainiques décrits dans les autres forages existants.

Conditions géologiques d'après les investigations réalisées

D'après les sondages réalisés, la succession des couches donnée ci-dessous est attendue (de haut en bas). Le plan de situation est donné à l'Annexe 1. Les relevés des forages carottés et les diagrammes de battage sont donnés à l'Annexe 2 et à l'Annexe 3. Ils ont permis d'établir les profils de l'Annexe 4.

Les dépôts lacustres décrits dans le forage SC24 (N° 5841) sont interprétés dans ce rapport comme des dépôts morainiques remaniés. La présence d'éléments grossiers (sables grossiers, graviers et pierres), parfois striés, subanguleux à subarrondis, disséminés dans une matrice limono-argileuse à finement sablo-limoneuse ferme à dure, ainsi que l'absence de stratifications et de varves, laissent penser que ces matériaux correspondent à des dépôts morainiques remaniés.

Terre végétale et remblai (R)

Les remblais ont été observés sous la terre végétale dans le forage FC01/23 et sous le coffre de la route dans le forage FC02/23.

Profondeur :
- Jusqu'à une profondeur comprise entre 1.60 m (FC01/23) et 2.70 m (FC02/23).

Matériau :
- **Sable graveleux à gravier sablo-limoneux** avec quelques petites pierres subanguleuses à subarrondies (Ømax 10 cm).

Compacité :
- Lâche à moyennement compact, localement compact.

Remarque :
- Couleur beige, localement beige-grisâtre.
- Cette couche peut présenter une hétérogénéité sur l'ensemble du site.

- Sans cohésion
- Dans FC01/23, cette couche contient de la matière organique (humique, racines d'herbe, radicelles)
- Hormis le bitume et le coffre de la route observés dans FC02/23, il n'y a pas eu de déchets anthropiques observés.

Alluvions récentes (ALL)

Les alluvions récentes ont été observées sous le remblai dans les deux forages.

Profondeur :
- Jusqu'à une profondeur comprise entre 2.30 m (FC01/23) et 2.90 m (FC02/23).

Épaisseur :
- 0.20 m (FC02/23) à 0.70 m (FC01/23)

Matériau :
- **Gravier limoneux, plus ou moins sableux** avec présence locale de pierres (Ømax 10 cm). Éléments grossiers principalement subarrondis.

Compacité :
- Lâche à moyennement compact

Remarque :
- Couleur beige
- Pas de cohésion
- Cette couche est concernée par les eaux souterraines (matériaux mouillés).

Moraine remaniée (Mar)

La moraine remaniée a été observée sous les alluvions récentes remblai dans les deux forages.

Profondeur :	–	Jusqu'à une profondeur comprise entre 5.70 m (FC01/23) et 7.00 m (FC02/23).
Épaisseur :	–	3.40 m (FC01/23) à 4.10 m (FC02/23)
Matériau :	–	**Limon plus ou moins argileux finement sableux** avec sables grossiers et graviers fins disséminés ; beige à grisâtre.
	–	**Sables fins limono-argileux** avec sables grossiers et graviers fins disséminés.
Consistance / Compacité :	–	Consistance ferme à dur / compacité lâche à moyennement compact.
Remarque :	–	Couleur beige à grisâtre.
	–	La compacité / consistance augmente avec la profondeur.
	–	La présence de blocs n'est pas exclue dans cette couche.

Moraine limono-argileuse (Mla)

La moraine limono-argileuse a été observée sous la moraine remaniée dans les deux forages.

Profondeur :	–	Jusqu'à une profondeur comprise entre 7.30 m (FC01/23) et 9.10 m (FC02/23).
Épaisseur :	–	1.60 m (FC01/23) à 2.10 m (FC02/23)
Matériau :	–	**Limon plus ou moins argileux** avec sables grossiers et graviers fins disséminés.
Consistance / Compacité :	–	Consistance dur à très dur
Remarque :	–	Couleur beige à grisâtre.
	–	La consistance augmente avec la profondeur.
	–	Veines sableuses et graveleuses (5 cm à 10 cm d'épaisseur); lâches, sans cohésion.

- La présence de blocs dans cette couche est probablement à l'origine du refus entre environ 4 m (SP01/23) et 4.60 m (SP03/23) de profondeur.

Moraine graveleuse limono-argileuse (GMgr)

La moraine graveleuse limono-argileuse a été observée sous la moraine limono-argileuse dans les deux forages.

Profondeur :
- Base de la couche > 10.40 m (FC01/23)
- Base de la couche > 11.60 m (FC02/23)

Matériau :
- **Gravier limono-argileux avec beaucoup de sables grossiers** et petites pierres subanguleuses (rarement subarrondies) disséminés.

Compacité :
- Très compacte

Remarque :
- La base de la couche n'a pas été atteinte.
- Couleur grise, légèrement beigeâtre.
- Le refus au forage FC 02/23 à une profondeur de 10 m a vraisemblablement été atteint au sommet de cette couche dans SP02/23.

3.3 Conditions hydrogéologiques

Le projet est situé en secteur üB de protection des eaux souterraines [5].

Selon les informations données par le foreur, des venues d'eau ont été observés dans le forage FC1 à environ 2.0 m de profondeur, soit dans les alluvions récentes. Les forages ont été équipés de piézomètres. Le tableau ci-dessous indique les niveau d'eau mesurés à ce jour.

Tableau 1 : mesures piézométriques : altitudes tirées du portail de la Confédération [6]

Piézomètre	**FC01/23**			**FC02/23**		
Altitude du terrain [msm]	~ 416.50			~ 418.00		
Référence (col) [m]	+0.63			-0.03		
Altitude du tube [msm]	417.13			417.97		
Profondeur tube piézométrique [m]	6 m			10 m		
Date de mesure	**mes.**[1)]	**prof.**[2)]	**alt.**[2)]	**mes.**[1)]	**prof.**[2)]	**alt.**[2)]
	[m]	**[m]**	**[msm]**	**[m]**	**[m]**	**[msm]**
09.01.2024[(3)]	2.30	1.67	414.83	3.08	3.11	414.79

1) *Mesure par rapport au haut du tube*
2) *Profondeur de la nappe par rapport au terrain naturel et altitude respective*
3) *Mesures réalisées pendant une période de précipitations*

Les alluvions récentes gravelo-sableuses et la moraine remaniée limoneuse finement sableuse sont le siège d'une nappe d'eau souterraine. D'autres circulations d'eau souterraines ne sont pas exclues. En période de précipitations, des circulations d'eau provenant des eaux de ruissellement sont très probables dans les remblais sablo-graveleux. Des accumulations provisoires d'eau sont vraisemblables sur le toit des dépôts morainiques. Dans la moraine limono-argileuse, des venues d'eau sont possibles à la faveur de veines plus perméables. Dans la moraine gravelo-limoneuse, aucune venue d'eau n'a été observée. Des circulations d'eau plus profondes dans cette couche sont possibles.

Des mesures piézométriques régulières sur une période d'une année seront nécessaires pour connaître le niveau minimal et maximal ainsi que le battement des eaux souterraines. Dans l'attente de ces données, au vu des conditions hydrogéologiques résumées dans le tableau ci-dessus et du fait que la mesure piézométrique du 9 janvier 2024 ait eu lieu pendant une période importante de précipitations, une altitude d'environ 415.50 msm peut être considérée pour ce projet.

3.4 Pollution

Les parcelles concernées par le projet ne sont pas répertoriées au cadastre des sites pollués [5].

Lors des investigations géotechniques, le relevé organoleptique n'a pas révélé de matériaux anthropiques, hormis les restes de bitume concassés lors de l'exécution du forage, ou d'autres indices de pollution.

3.5 Dangers naturels

La parcelle concernée par le projet n'est pas exposée par des dangers naturels [5].

3.6 Ruissellement

La carte de l'aléa de ruissellement [5] indique que des accumulations d'eau jusqu'à 0.10 m peuvent se former dans la zone de l'ouvrage. La construction du BS va modifier les écoulements de surface en période de précipitations. La hauteur de la lame d'eau est susceptible d'être plus importante après construction du BS.

3.7 Zone sismique et classe des terrains de fondation

Le projet est situé en zone de risque sismique Z1b [5]. Selon SIA 261 (2020) [3], la valeur de dimensionnement de l'accélération du sol $a_{g,d}$ = 0.8 m/s^2 peut être attribué au périmètre du projet.

La région de Nyon-Gland-Rolle a fait l'objet d'un microzonage sismique spectral. Au droit de la parcelle 319 de la commune de Prangins, le spectre spécifique est le S23 (Annexe 8) [5].

4. Modèle et paramètres géotechniques

4.1 Paramètres géotechniques

Sur la base des sondages réalisés et de notre expérience de sols similaires étudiés auparavant, nous proposons **les paramètres géotechniques estimés probables (moyenne probable) et extrêmes (minimales et maximales)** (SIA 267 3.3.4) comme suit :

Tableau 2 : Paramètres géotechniques estimés

	Unités	Remblai (1)	Alluvions récentes	Moraine remaniée	Moraine limono-argileuse	Moraine gravelo-sableuse
Classification USCS (2)		**GP-GC**(4) Hétérogène	**GC**, GM, GP, GW, SM, SP, SW	**CL, SM**, CL-ML, ML, SC-SM, SC	CL, CL-ML	GM, SM, GC-GM, SC-SM, GC, SC
Poids vol. apparent γ	**kN/m³**	20.0 (19.0 – 21.0)	22.0 (21.5 - 22.5)	20.5 (19.5 – 22.0)	21.5 (21 - 22)	24 (23.5 - 24)
Angle de frottement effectif ϕ**'**	**[°]**	30 (29 - 32)	31 (29 – 33)	31 (29 – 33)	33 (32 – 34)	35 (34 - 36)
Cohésion effective c'	**kN/m²**	0 (0 - 0)	0 (0 - 1)	2 (0 - 5)	10 (8 - 12)	9 (8 - 10)
Module d'élasticité (Young), E	**MN/m²**	Ne pas fonder	15 (10 - 20)	12 (8 - 20)	35 (30 - 40)	70 (60- 80)
Module de compressibilité M_{E1} (premier cycle de chargement)	**MN/m²**	Ne pas fonder	15 - 30	10 - 30	40 - 60	80 - 120
Perméabilité, k(4)	**m/s**	Variable	$1 \cdot 10^{-7}$ ($1 \cdot 10^{-5}$ - $5 \cdot 10^{-7}$)	$1 \cdot 10^{-7}$ ($5 \cdot 10^{-6}$ - $1 \cdot 10^{-9}$)	$1 \cdot 10^{-8}$ ($1 \cdot 10^{-7}$ - $1 \cdot 10^{-9}$)	$5 \cdot 10^{-7}$ ($1 \cdot 10^{-6}$ - $1 \cdot 10^{-9}$)

1) Couche hétérogène, valeurs à titre indicatif.
2) En gras, classification USCS déterminée sur la base d'essais d'identification en laboratoire.
3) L'estimation de la perméabilité ne tient ici pas compte de la présence de veines intramorainiques de gravier et/ou sable.
4) Représentatif du remblai au droit des deux sondages carottés. Une hétérogénéité des matériaux sur le reste du projet est à attendre.

5. Dispositions constructives

La conception et le dimensionnement du terrassement devront tenir compte de la voie ferrée existante et de la future 3ème voie côté nord-ouest, de la ligne haute tension, de l'environnement construit, de l'espace disponible aux limites parcellaires et des conduites souterraines.

5.1 Fondations

Compte tenu des caractéristiques du terrain, les points suivants sont à retenir :

- Le remblai n'est pas apte à reprendre de charges.
- Les alluvions récentes constituent généralement un bon terrain de fondation et sont aptes à reprendre des charges faibles à modérés. Dans le cas présent, leur épaisseur est trop faible (0.20 m à 0.70 m d'épaisseur).
- Les matériaux morainiques remaniés fermes à durs, respectivement lâches à moyennement compacts sont aptes à reprendre des charges faibles à modérées.
- Les matériaux morainiques limono-argileux durs à très durs constituent un bon terrain de fondation.
- Les matériaux morainiques gravelo-sableux très compacts constituent un excellent terrain de fondation.

5.1.1 Bâtiment de service

Le projet prévoit la construction d'un nouveau bâtiment d'environ 310 m^2 (41 m x 7.5 m) sans sous-sol.

Selon les informations données par mail par le MO [9], le nouveau BS sera fondé sur des semelles de fondations superficielles, d'une profondeur d'environ 80 cm, sur lesquelles seront installés des modules préfabriqués du bâtiment. Il aura une ossature bois. Pour ce rapport, il est admis que l'altitude de la base de la fondation soit prévue environ à 415.80 msm.

Au vu des relevés géotechniques des deux forages et des diagrammes de battage, l'assise de la fondation concerne le remblai et les alluvions récentes (Annexe 4: profil B-B'). Ces matériaux sont lâches à moyennement compacts, localement compacts. Les matériaux en remblai sont en général hétérogènes et varient rapidement d'un endroit à l'autre. Leur portance est variable. Les alluvions récentes ont une épaisseur faible, comprise entre 0.20 m et 0.70 m.

Au-dessous, les matériaux morainiques remaniés fermes à durs atteignent une épaisseur comprise entre 3.40 m (SP01/23) et 4.10 m (SP02/23). À partir de profondeurs comprises entre 7.30 m et 9.10 m, les matériaux morainiques limono-argileux deviennent durs à très durs.

Dans ces conditions géologiques, des tassements différentiels et/ou totaux sont à prévoir.

Le projet doit prévoir de fonder l'ouvrage en dessous des remblais. Une fondation dans les alluvions par l'intermédiaire de puits ou tranchées remplis de béton est envisageable, si ces sols sont en mesure de reprendre les charges et s'il est démontré que les tassements totaux et différentiels sont admissibles.

Le taux de travail admissible et les modules de réaction k_s des différents matériaux observés sont résumés dans le tableau 3 :

Tableau 3 : Taux de travail admissible et module de réaction ks

Couche de sol	**Taux de travail admissible[1] σ_{adm} [kN/m²]**	**Module de réaction K_s [MN/m³]**
Alluvions récentes graveleuses	100	15 - 30
Moraine remaniée	120	15 - 30

[1)] Cette valeur est valable pour une fondation d'une largeur minimale de 0.60 m située à une profondeur de 1.00 m.

[2)] Il s'agit d'une valeur indicative. En effet, le module de réaction n'est pas un paramètre intrinsèque du sol. Il dépend également de la géométrie de la fondation et de la présence éventuelle d'une couche de gravier compacté ou de béton maigre sous-jacente, ainsi que du taux de chargement et du phasage des travaux.

Pour une fondation superficielle, une inspection du fond de fouille par un géotechnicien est vivement conseillée afin de vérifier les conditions d'appui avant la pose de la couche de propreté. En présence de sols fins, il convient de décaper les 20 à 30 derniers centimètres avant la pose d'une couche de protection.

Remplacement/amélioration des matériaux compressibles

Si les tassements totaux et/ou différentiels ne sont pas admissibles, une solution d'amélioration par remplacement des matériaux compressibles par des matériaux graveleux (grave compactée) jusqu'aux couches portantes de la moraine remaniée ferme à dure est envisageable. La portance de ces matériaux devra être contrôlée en fond de terrassement. Un calcul de tassement devra être réalisé pour vérifier si les tassement totaux et/ou différentiels sont admissibles une fois la nouvelle couche de grave mise en place.

Si les déformations ne sont toujours pas admissibles, des fondations profondes sont nécessaires. Fondations profondes

Dans le cas où les tassements totaux ou différentiels ne sont pas admissibles, il sera nécessaire de reporter les charges en profondeur dans la moraine limono-argileuse dure à très dure, voir dans la moraine gravelo-sableuse très compacte. Le recours à des micropieux est envisageable. Leur longueur sera déterminée sur la base d'un plan de la descente de charge. Les recommandations pour le dimensionnement et l'exécution de ces ouvrages sont données ci-dessous :

Valeurs caractéristiques du frottement latéral pour des micropieux avec injections répétitives et sélectives.

Couche de sol	Micropieux
	Frottement latéral, $q_{s,k}$ [kN/m²]
Remblai sablo-graveleux	Négligé
Alluvions récentes gravelo-limoneuses	100
Moraine remaniée ferme à dure, respectivement lâche à moyennement compact	90
Moraine limono-argileuse dure à très dure	230
Moraine gravelo-sableuse très compact	300

Remarques :

- La valeur de frottement latéral indiquée ci-dessus est valable pour une méthode d'injection de type IRS (injections répétitives et sélectives).
- La capacité portante des micropieux devra être confirmée par des essais in situ (essai de charge dynamique ou statique).
- Les profilés devront être mis en place avec un dispositif de centrage afin de garantir l'enrobage de l'armature sur toute la longueur des micropieux.
- La valeur de dimensionnement $R_{a,d}$ de la résistance ultime externe d'un pieu ou micropieu est calculé en tenant compte des facteurs partiels de sécurité selon la norme SIA 267 art. 9.5.2. Pour une détermination par calcul de la résistance ultime externe, le facteur de conversion η_a doit être ≤ 0.7.

5.2 Fouilles et terrassement

5.2.1 Bords de fouille bâtiment de service (BS)

Selon les informations données par mail par le MO [9], la profondeur des terrassements est d'environ 0.80 m. Les bords de fouille concernent le remblai et les alluvions récentes. Ils se trouvent au-dessus du niveau des eaux souterraines mesurées le 9 janvier 2023 (cf. chapitre 3.3). Toutefois, seule une mesure piézométrique a été réalisée à ce jour. Des fluctuations du niveau du toit de eaux souterraines sont possibles (+/- 0.50 m). En tenant compte du niveau des eaux souterraines considérés (415.50 msm), le terrassement se trouve 30 cm au-dessus du toit des eaux souterraines.

Vu l'espace disponible aux limites parcellaires, la réalisation de **talus** est envisageable.

Type : Talus

Pente admissible du talus : 2:3 (V:H) pour une hauteur de talus inférieur à 3 m, au-dessus du niveau des eaux souterraines et en l'absence de surcharge en tête.

Remarques :

- Il convient de prévoir au minimum un drainage en pied de talus pour récolter et évacuer l'eau.
- Les possibles venues d'eau rencontrées devront être traitées ponctuellement dans les talus par la mise en place de béton caverneux. Si la base de la fondation est sous le niveau des eaux souterraines, celles-ci doivent être évacuées si possible par gravité avant le début des travaux. Si nécessaire, des pompages doivent être prévus dans des puisards judicieusement placés.
- Les talus provisoires seront protégés contre l'érosion due aux actions météorologiques par des géotextiles.
- Les talus définitifs devront être ensemencés rapidement.

5.2.2 Bords de fouille et méthode d'avancement passage à câble

Selon les informations données par l'ingénieur civil lors de la séance du 4 décembre 2023, le passage à câbles souterrain est prévu entre 2.0 m et 3.0 m de profondeur, soit sous le niveau des eaux souterraines. Il aura une longueur de 20 m.

Côté nord-ouest, il y a assez d'espace disponible pour une cellule. Un talutage est envisageable, moyennant des mesures de gestion des eaux souterraines.

Côté sud-est, la sortie est prévue entre la paroi anti-bruit et la voie CFF. L'espace disponible entre ces deux éléments est de 3 m environ (annexe 1).

Le pousse-tube battu a l'inconvénient de provoquer beaucoup de vibrations, ce qui est incompatible dans le contexte ferroviaire présent. La méthode du forage dirigé présente l'avantage de ne pas nécessiter de cellule de départ et d'arrivée. Toutefois, le rayon de courbure requis est trop important par rapport à la longueur du passage à câbles prévu (20 m).

Dans le présent contexte géologique, hydrogéologique et ferroviaire, un forage horizontal combiné à un marteau fond de trou est envisageable. La présence d'éventuels blocs morainiques pourrait entraver l'avancée d'un pousse-tube verriné.

Le forage horizontal nécessite deux cellules (départ et arrivée), d'environ 2 m x 2 m. Vu les conditions hydrogéologiques, des mesures de gestion des eaux souterraines seront nécessaires.

Type : Palplanches

Mesures particulières :

- La réalisation d'une solution de soutènement au moyen de palplanches permettra de limiter les risques susmentionnés liés à la gestion de l'eau souterraine et à l'instabilité des terrains.
- Les palplanches devront être stabilisées en tête par des butons, des clous ou des ancrages. L'étayage des palplanches peut être réduit, si la fiche sous le niveau du fond de fouille est suffisante et si la rigidité des palplanches est appropriée. La mise en œuvre d'un sous-radier bloquant permet également de stabiliser de limiter les déformations du soutènement en fond de fouille.
- La fiche devra être dimensionnée de sorte à éviter tout phénomène de soulèvement de fond de fouille ou de renard hydraulique. Pour limiter ce risque, il est recommandé de ficher les palplanches dans la couche de moraine limono-argileuse.
- Leur mise en place génère des vibrations. Une attention particulière est à observer lors du battage à proximité des fondations, conduites souterraines ou voies CFF existantes afin d'arrêter immédiatement le fonçage et prendre des mesures particulières (changement de fréquence de battage, vibrofonçage, consolidation préalable des ouvrages existants, etc.) si des déformations excessives sont constatées dans la zone d'influence.
- Pour chaque cellule, les palplanches seront disposées sur les 4 faces du terrassement pour garantir l'étanchéité de la fouille. Sur la face de départ et d'arrivée, les palplanches seront soudées au tubage pour garantir l'étanchéité de la fouille. Les éventuelles venues d'eau devront être collectés et évacués par pompage. Au besoin, des injections dans les alluvions gravelo-sableuses devront être prévues.

5.3 Travaux de terrassement

Les terrains meubles rencontrés sont exploitables normalement à la pelle mécanique. Une perte de rendement est à attendre dans les matériaux morainiques limono-argileux et en présence de blocs, présents éventuellement dans les alluvions récentes ou dans la moraine remaniée. Le cas échéant, l'utilisation d'un marteau pneumatique lourd et/ou un marteau fond de trou peut s'avérer nécessaire.

5.4 Fonds de fouille

Viabilité :

- Bonne sur le remblai, pour autant qu'il reste sablo-graveleux et qu'il ne soit pas saturé. Le cas échéant, la viabilité est médiocre.
- Bonne sur les alluvions récentes, pour autant qu'elles ne soient pas saturées. Le cas échéant, la viabilité est médiocre, en particulier selon la teneur en fine.
- Médiocre sur la moraine limono-argileuse à finement sableuse en cas de précipitations ; ces sols fins étant sensible à l'eau.
- Bonne pour les dépôts morainiques grossiers pour autant qu'ils ne soient pas saturés. Dans le cas contraire, la viabilité des sols est également médiocre.

Mesures constructives :

- Piste de chantier, protection de chantier ou plaques de route à prévoir pour le BS. Pour les cellules de départ et d'arrivée, des plaques de routes seront nécessaire suivant les machines utilisées (foreuse,…).
- La portance du fond de fouille devra être garantie pour permettre le travail des engins de chantier dans les éventuelles cellules de départ et d'arrivée nécessaires au passage à câbles.
- Mise en place d'une couche de gravier compacté ou d'une couche de propreté (béton maigre) recommandée en fond de fouille.
- En présence de sols fins, décaper les 20 à 30 derniers cm juste avant la pose de la couche de protection

5.5 Épuisement des eaux

Toutes les précautions doivent être prises pour éviter des pertes de liquide polluant dans le terrain.

Compte tenu des conditions hydrogéologiques, les alluvions récentes et la moraine remaniée sont le siège d'eau souterraine. Par conditions météorologiques défavorables, d'éventuelles venues d'eau ponctuelles dans les terrains de couverture et le remblai sont possibles lors des terrassements. Des circulations d'eau plus profondes à la faveur de veines perméables ne sont pas exclues.

Bâtiment de service (BS)

Compte tenu des caractéristiques géométriques du projet données par le MO, les bords et le fond de fouille du nouveau BS se trouvent dans le remblai et les alluvions gravelo-sableuses, qui sont le siège d'eau souterraine. Toutefois, le niveau d'eau mesuré est au-dessous de la base des fondations superficielles. Des fluctuations ne peuvent être exclues. Au besoin, ces éventuelles venues d'eau devront être traitées ponctuellement dans les talus par la mise en place de masques en béton caverneux. Au besoin, elles devront être collectées et évacuées, au moyen de drainages en pied de talus et de puisards.

Passage à câble

Compte tenu des caractéristiques géométriques du projet données par le MO, les bords et le fond de fouille du passage à câble se trouvent dans le remblai, les alluvions gravelo-sableuses et dans les dépôts morainiques remaniés, qui sont les sièges d'eau souterraine. Il sera nécessaire d'épuiser les eaux pour la réalisation du terrassement. Le niveau de la nappe pourra être abaissé momentanément et localement dans une fouille soutenue par des palplanches au moyen d'un puits filtrant équipé d'une pompe.

5.6 Qualité des matériaux excavés

Dans la mesure du possible, les matériaux d'excavations seront valorisés sur place.

Hormis le coffre de la route et le bitume concassé par l'exécution du forage (FC02/23), aucun dépôt anthropique n'a été observé dans les terrains de couverture et le remblai. Les investigations étant ponctuelles, il ne peut être exclu que d'autres secteurs de remblais contiennent des éléments anthropiques. Si le pourcentage en poids est < 1%, ils sont admissibles en décharge pour matériaux propres (décharge de type A) ou peuvent être employés sur site. Si le pourcentage en poids est compris entre 1% et 5%, ils devront être évacuée en décharge pour matériaux inertes (décharge de type B). Le cas échéant, afin de limiter le volume évacué selon cette deuxième filière, il est recommandé de procéder à un tri de matériaux d'excavation. En général, les matériaux du remblai ne peuvent être réutilisés pour des matériaux supportant des charges. Dans le cas présent et au droit des forages, ces matériaux sont sablo-graveleux à gravelo-sablo-limoneux. Ils peuvent être réutilisés pour des remblayages de fouille portants, à condition qu'ils soient compactés. Au besoin, une amélioration par apport de matériaux grossiers peut être envisageable.

Moyennant le maîtrise de leur teneur en eau, les alluvions récentes gravelo-sableuses sont réutilisables pour des remblais supportant des charges. Les pierres et blocs éventuels doivent être préalablement retirés.

Les moraines remaniée et limono-argileuse +/- saine, composées essentiellement de fines sont gélives et difficiles à mettre en œuvre. Pour pouvoir être réutilisés pour des remblayages, ces matériaux devront être stabilisés. Le cas échéant, des essais en laboratoire ou des bancs d'essai in situ permettraient de déterminer le dosage de chaux ou de chaux-ciment optimal.

La moraine de composition principalement sableuse ou graveleuse peut également être employée pour des remblayages peu à moyennent exigeants. Les éventuels pierres et blocs doivent être retirés.

Les matériaux de remblayage seront mis en œuvre par couches successives d'épaisseur limitée, correctement compactées, dans des conditions météorologiques sèches. Il est recommandé de contrôler à l'avancement des travaux la qualité du compactage au moyen d'essais de plaque.

5.7 Drainage et étanchéité

<u>Bâtiment de service (BS)</u>

La mise en place d'un drainage périphérique est recommandée pour collecter les eaux de ruissellement. L'altitude du drain périphérique restera toujours inférieure à celle du niveau inférieur du radier ou de la semelle. Les eaux de drainage non pérennes pourront être évacuées avec les eaux pluviales. En présence de fines, une couche filtrante sera mise en place sous le radier.

Passage à câbles

Le passage à câble se situe sous le niveau de la nappe. Il sera nécessaire de vérifier le risque de soulèvement de l'ouvrage (ELU type 1) ainsi que de dimensionner la conduite pour la reprise de la pression hydrostatique.

Un suivi hydrogéologique par mesures piézométriques est nécessaire pour confirmer le niveau de la nappe au droit des deux ouvrages.

5.8 Réinfiltration des eaux pluviales et évacuation des eaux des installations ferroviaires

Afin de garantir le renouvellement des eaux souterraines et de décharger les canalisations, les eaux usées non polluées provenant des toits, des routes, des chemins et des places doivent, dans la mesure du possible, être infiltrées sur place (loi fédérale sur la protection des eaux [LEaux], RS 814.20, art. 7. 2).

Selon la directive de l'évacuation des eaux des installations ferroviaires [2], les eaux de ruissellement qui s'écoulent des surfaces construites ou imperméabilisées telles que les installations ferroviaires sont des eaux à évacuer. Si elles sont polluées, elles doivent être traitées avant d'être infiltrées ou déversées dans des eaux superficielles. Le cas échéant, une autorisation est nécessaire. Si elles ne sont pas polluées, elles doivent dans la mesure du possible être infiltrées. Un déversement dans des eaux superficielles n'est autorisé que lorsque les conditions locales ne permettent pas d'infiltration.

Pour vérifier la possibilité d'infiltration des eaux de ruissellement, un essai d'infiltration était prévu dès que des matériaux grossiers au-dessous du remblai seraient rencontrés. Il a dès lors été réalisé à 2.00 m de profondeur dans le forage FC01/23, dans les alluvions récentes gravelo-sableuses. Selon le rapport d'essai de perméabilité (annexe 5) et les informations données par le foreur, les eaux ne se sont pas infiltrées, due à la limite proche (à 2.30 m de profondeur, soit 0.30 m sous la profondeur de l'essai), avec la moraine remaniée constituée essentiellement de fines, observée après l'exécution de l'essai.

L'exécution d'un deuxième essai d'infiltration a été discuté avec le MO. Le cas échéant, il aurait été réalisé dans les matériaux sablo-graveleux du remblai qui auraient pu donner un coefficient de perméabilité acceptable. Toutefois, ces matériaux varient localement rapidement. La présence de matériaux fins ne peut y être exclue. Il a été convenu de ne pas répéter cet essai.

Du fait de la faible épaisseur et de la présence de fines (classe USCS GC, 25.9% de fines selon analyse en laboratoire) dans cette couche d'alluvions grossières, ces matériaux sont peu perméables et ne permettent pas l'infiltration.

Un raccordement au réseau d'eaux claires de la commune peut être envisagé. Dans ce cas, une rétention des eaux pourrait être exigée et devra être conforme au PGEE de la commune de Prangins.

6. Recommandations relatives à la suite du projet

Les mesures de planification et de surveillance suivantes seront prévues avant et pendant la durée des travaux :

- Mesures piézométriques afin d'améliorer les connaissances du contexte hydrogéologique du site et évaluer les éventuelles variations du niveau d'eau souterraine ainsi que son niveau maximal.
- Constat des ouvrages avoisinants.
- Contrôle géométrique des déformations d'un soutènement de fouille.
- Contrôle de la résistance des clous ou ancrages si mis en œuvre.
- Contrôle des terrains mis à jour lors des travaux pour validation du modèle géotechnique.
- Contrôle du rabattement de l'eau souterraine à l'extérieur de la fouille lors du rabattement de la nappe.
- Contrôle du fond de fouille et des terrains de fondation.
- Contrôle de la résistance externe des éventuelles fondations profondes.
- Contrôle de la pollution des matériaux et validation des filières d'évacuation.
- En cas de réutilisation des matériaux en place, contrôle de la qualité des remblayages au moyen d'essais in situ.

Annexe 1: Plan de situation

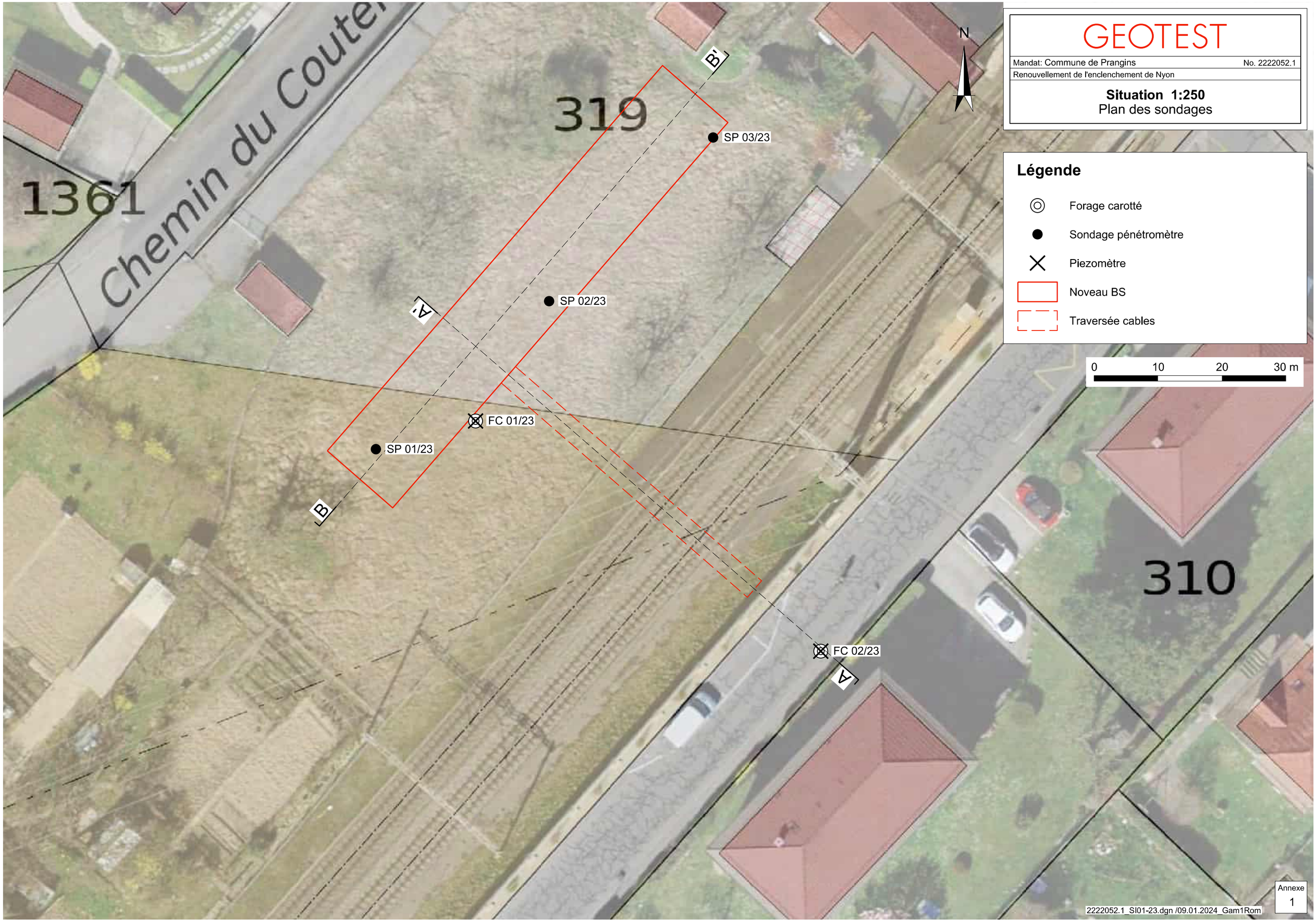
GEOTEST

Mandat: Commune de Prangins — No. 2222052.1

Renouvellement de l'enclenchement de Nyon

Situation 1:250

Plan des sondages



Légende

- Forage carotté
- Sondage pénétromètre
- Piezomètre
- Noveau BS
- Traversée cables

0 — 10 — 20 — 30 m

Annexe 1

2222052.1_Sl01-23.dgn /09.01.2024_Gam1Rom

Annexe 2 : Levers géotechniques des forages carottés

Date: 27.12.2023	Mandat No. : 2222052.3
Objet: Nyon Gare Geotechnique	
Entreprise : ISR Injectobohr SA	
Forage : Forage carotté	
Diamètre : de début: 140 mm	de fin: 116 mm
Coordonnées: 2'508'160 / 1'138'988	
Elévation du terrain: 416.50 m s.m.	Pm : 417.13 m s.m.

GEOTEST

Forage FC 01/23
1 : 50

N.eau: 09.01.2024 414.83 m s. m.

Prof.	Matériaux	Essais / Interprétation géologique
0.10	Limon peu argileux, humique, racines d'herbes, herbes, brun	Terre végétale
0.45	Gravier sablo-limoneux, radicelles, humique, sans cohésion, brun	Horizon B
1.60	Sable graveleux à gravier sableux peu limoneux avec quelques petites pierres subanguleuses (Ømax 8 cm), sans cohésion, beige	**Remblai**
2.30	Gravier moyen à grossier argileux (éléments graveleux subarrondis), moyennement compact, sans cohésion, mouillé dès 2.10m beige	**Alluvions récentes** SPT = 5/7/10 N = 17
2.60	Limon argileux avec sables et rares graviers, dur, beige	c_{up}: 230 kN/m² c_{us}: c_{up}: 400 kN/m² 92 kN/m²
2.90	Limon finement sableux avec quelques sables grossiers et graviers. Elements graveleux subanguleux, striés (matériel alpin), très ferme à dur, beige	c_{up}: 210 kN/m² c_{us}: c_{up}: 160 kN/m² 100 kN/m²
3.30	Sable (fin à grossier) gravelo-limoneux, beige	
3.50	Sable limono-argileux avec qqs sables grossiers et graviers, beige	**Moraine remaniée / altérée**
3.70	Sable fin à moyen peu limono-argileux, peu graveleux, beige	
4.00	Sable fin à moyen limono-argileux, beige	
4.10	Gravier limono-argileux peu sableux, lâche, beige-grisâtre	SPT = 3/3/4 N = 7
4.60	Sable limoneux peu argileux avec quelques graviers et rares pierres subanguleuses, lâche, beige-grisâtre	
5.70	Limon argileux avec rares graviers, sables grossiers et pierres subanguleuses, moyennement plastique, dur, gris légèrement beigeâtre	c_{up}: 240 kN/m² c_{us}: 4.37 120 kN/m² c_{up}: 267 kN/m² c_{us}: 116 kN/m² c_{up}: 263 kN/m² c_{us}: 116 kN/m²
6.00	Limon argileux avec quelques graviers subanguleux (matériel alpin), très dur, gris légèrement beigeâtre	c_{up}: 413 kN/m² c_{us}: 130 kN/m² 5.37 c_{up}: 413 kN/m² SPT = 9/14/18 N = 32
7.30	Limon argileux très peu sableux avec rares graviers et pierres subanguleuses (matériel alpin), dur à très dur, gris légèrement beigeâtre	c_{up}: 363 kN/m² c_{up}: 443 kN/m² c_{up}: 353 kN/m² c_{up}: (Refus) **Moraine limono-argileuse**
7.65	Gravier limono-argileux, très compact, très dur, gris légèrement beigeâtre	
10.40	Gravier limono-argileux avec sables grossiers et petites pierres subanguleuses, rarement subarrondies (matériel alpin), très compact, gris légèrement beigeâtre	SPT = (Refus) **Moraine gravelo-sableuse**

Equipement: +0.63 — Tube plein 1 m — 1.0 — Compactonite — 0.37 — 2.0 — Tube-crépiné 4 m — plein 1 m — Gravier filtrant 4/8 — Piézo ø 2"

c_{up} = mesure au pénétromètre de poche
c_{us} = mesure au scissomètre de poche

Relevé par: M. Gähwiler

2222052.1_FC01-23.ai / 09.01.2024 Rom

Annexe 2.1

2222052.3 Renouvellement de l'enclenchement de Nyon, Prangins

Photos Forage FC123



FC1/23

Prof. 0 - 3 m



FC1/23

Prof. 3 - 6 m



FC1/23

Prof. 6 - 9 m



FC1/23

Prof. 9 – 10.40 m

Date: 27.12.2023	Mandat No. : 2222052.3
Objet: Nyon Gare Geotechnique	
Entreprise : ISR Injectobohr SA	
Forage : Forage carotté	
Diamètre : de début: 140 mm	de fin: 116 mm
Coordonnées: 2'508'187 / 1'138'970	
Elévation du terrain: 418.00 m s.m.	Pm : 417.97 m s.m.

GEOTEST

Forage FC 02/23
1 : 50

N.eau: 09.01.2024 — 414.79 m s.m.

Prof.	Matériaux	Essais / Interprétation géologique
0.10	Enrobé bitumineux (concassé par le forage)	Route
	Gravier sablo-limoneux, radicelles, humique, sans cohésion, brun	Coffre de la route
0.50	Sable grossier très graveleux à gravie grossier avec petites pierres (Ømax 10 cm) subanguleuses à subarrondies; moyennement compact, beige	
1.00	Sable grossier très graveleux à gravie grossier avec petites pierres (Ømax 10 cm) subanguleuses à subarrondies; moyennement compact, beige légèrement grisâtre	SPT = 5/6/7 N = 13 **Remblai**
2.70	Gravier sablo-limoneux avec pierres (Ømax 10 cm); éléments grossiers subanguleux à subarrondis; beige	**Alluvions récentes**
2.90	Limon-argileux avec graviers et sables grossiers disséminés (éléments graveleux striés, matériel alpin); matrice fine peu plastique; dur; beige	c_{up}: 250 kN/m² — c_{us}: 96 kN/m² SPT = 9/10/11 N = 21 c_{up}: 210 kN/m² — c_{us}: 110 kN/m²
3.10	Limon argileux avec sables et rares graviers; dur; beige à grisâtre	c_{up}: 283 kN/m² — c_{us}: 108 kN/m² c_{up}: 240 kN/m²
3.30	Echantillon: Limon argileux; dur; beige à grisâtre	
3.55	Veine de sable fin; sans cohésion; beige	c_{up}: 240 kN/m² — c_{us}: 103 kN/m²
3.60	Limon argileux très peu sableux (fin) avec rares sables grossiers et graviers; moyennement plastique à plastique; très ferme à dur; gris légèrement beigeâtre	c_{up}: 143 kN/m² — c_{us}: 98 kN/m²
4.30	Veine sablo-graveleuse; sans cohésion; gris légèrement beigeâtre	**Moraine remaniée / altérée**
4.35	Sable limoneux avec quelques graviers; gris légèrement beigeâtre	c_{us}: 118 kN/m²
4.45	Sable fin très limono-argileux avec quelques graviers; dur; gris légèrement beigeâtre	c_{up}: 220 kN/m²
4.60	Limon argileux avec très rares sables grossiers et graviers; moyennement plastique à plastique; dur; gris peu beigeâtre	c_{up}: 210 kN/m²
5.00	Limon argileux finement sableux; très ferme à dur ; gris légèrement beigeâtre	SPT = 8/10/17 N = 27 c_{up}: 183 kN/m² — c_{us}: 97 kN/m²
5.20	Limon argileux avec rares sables grossiers et graviers fins (Ømax 2 cm); dur; gris légèrement beigeâtre	c_{up}: 240 kN/m² — c_{us}: 106 kN/m²
6.60	Limon peu argileux peu sableux (fin) avec quelques sables grossiers et graviers; peu plastique; dur; gris légèrement beigeâtre	c_{up}: 213 kN/m² c_{up}: 293 kN/m² — c_{us}: 130 kN/m²
7.00	Limon argileux avec rares sables grossiers et graviers (Ømax 5 cm); dur; gris légèrement beigeâtre	c_{up}: 377 kN/m² — c_{us}: 122 kN/m²
7.95	Limon argileux avec rares sables grossiers et graviers (Ømax 5 cm); dur à très dur; gris légèrement beigeâtre	c_{up}: 303 kN/m² — c_{us}: 114 kN/m²
9.00	Limon argileux; très dur; gris légèrement beigeâtre	c_{up}: 273 kN/m² — c_{us}: 100 kN/m² SPT = 11/12/14 N = 26 c_{up}: 293 kN/m² — c_{us}: 90 kN/m²
9.10	Gravier limono-argileux avec sables grossiers et petites pierres subanguleuses, rarement subarrondies (matériel alpin); très compact; gris légèrement beigeâtre	c_{up}: 287 kN/m² c_{up}: 335 kN/m² — c_{us}: 116 kN/m² c_{up}: 268 kN/m² c_{up}: 440 kN/m² c_{up}: 273 kN/m² **Moraine limono-argileuse** c_{up}: 285 kN/m² c_{up}: 415 kN/m² c_{up}: 220 kN/m² c_{up}: 480 kN/m² c_{up}: (Refus) **Moraine gravelo-sableuse** SPT = (Refus)
11.60		

Equipement — Piézo ø 2"

-0.03 — Tube plein 1 m — 1.0 — Compactonite — 1.03 — 2.0 — Tube-crépiné 7 m — Gravier filtrant 4/8 — 9.03 — Tube plein 2 m — 11.03

c_{up} = mesure au pénétromètre de poche
c_{us} = mesure au scissomètre de poche

Relevé par: M. Gähwiler
2222052.1_FC02-23.ai / 09.01.2024 Rom

Annexe 2.2

2222052.3 Renouvellement de l'enclenchement de Nyon, Prangins

Photos Forage FC2/23



FC2/23

Prof. 0 - 3 m



FC2/23

Prof. 3 - 6 m



FC2/23

Prof. 6 - 9 m



FC2/23

Prof. 9 – 11.55 m

Annexe 3: Diagrammes de battage

Date: **22.12.2023** Mandat No.: **2222052.1**

Objet: **Prangins, Renouvellement de l'enclenchement de Nyon**

Type: DPSH-A (ultra lourd) selon EN ISO 22476-2:2005
(non tubé, pointe 16 cm², masse 52 kg, hauteur de chute 50 cm)

F Nombre de coups après le retrait de la sonde (frottement latéral)
C Crissement pendant le retrait de la sonde (caractéristique pour le gravier)
LC Léger crissement

Altitude du terrain env.: **0.00 m s.m.** Coordonnées env.: **0 / 0**

ISR GEOTEST

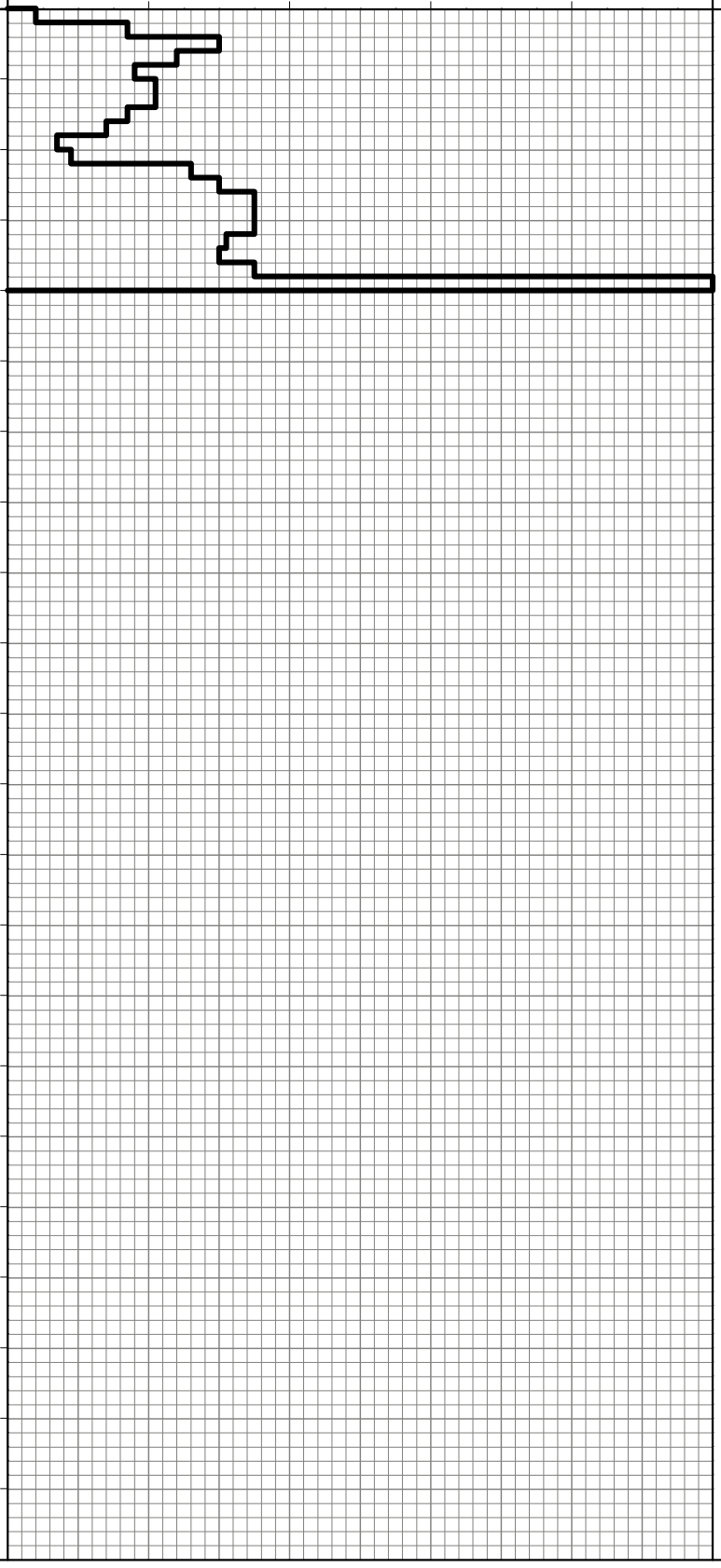
Sondage au pénétromètre SP 01/23

éch. = 1:100
Tube hors terrain: m

Piézomètre ø "

Echantillons

Profondeur [m]



Remarques

F

opérateur: **ISR SA: L. Loureso**
dessinateur: **Rom**

Date: **22.12.2023** Mandat No.: **2222052.1**

Objet: **Prangins, Renouvellement de l'enclenchement de Nyon**

Type: DPSH-A (ultra lourd) selon EN ISO 22476-2:2005
(non tubé, pointe 16 cm², masse 52 kg, hauteur de chute 50 cm)

F Nombre de coups après le retrait de la sonde (frottement latéral)
C Crissement pendant le retrait de la sonde (caractéristique pour le gravier)
LC Léger crissement

Altitude du terrain env.: **0.00 m s.m.** Coordonnées env.: **0 / 0**

ISR GEOTEST

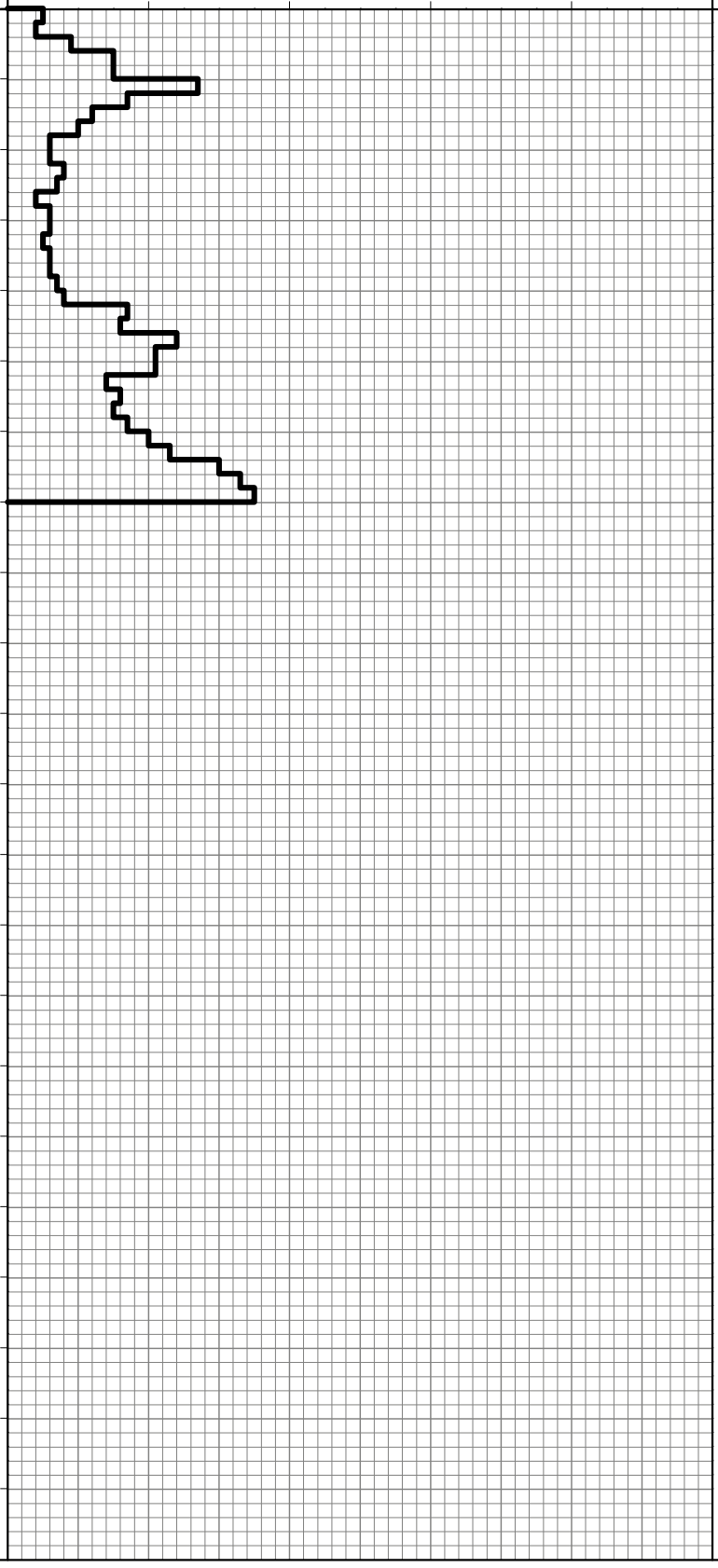
Sondage au pénétromètre T 02/23

éch. = 1:100
Tube hors terrain: m

Piézomètre ø "

Echantillons

Profondeur [m]



Remarques

F

opérateur: **ISR SA:**
L. Loureso
dessinateur: **Rom**

Date: **22.12.2023** Mandat No.: **2222052.1**

Objet: **Prangins, Renouvellement de l'enclenchement de Nyon**

Type: DPSH-A (ultra lourd) selon EN ISO 22476-2:2005
(non tubé, pointe 16 cm^2, masse 52 kg, hauteur de chute 50 cm)

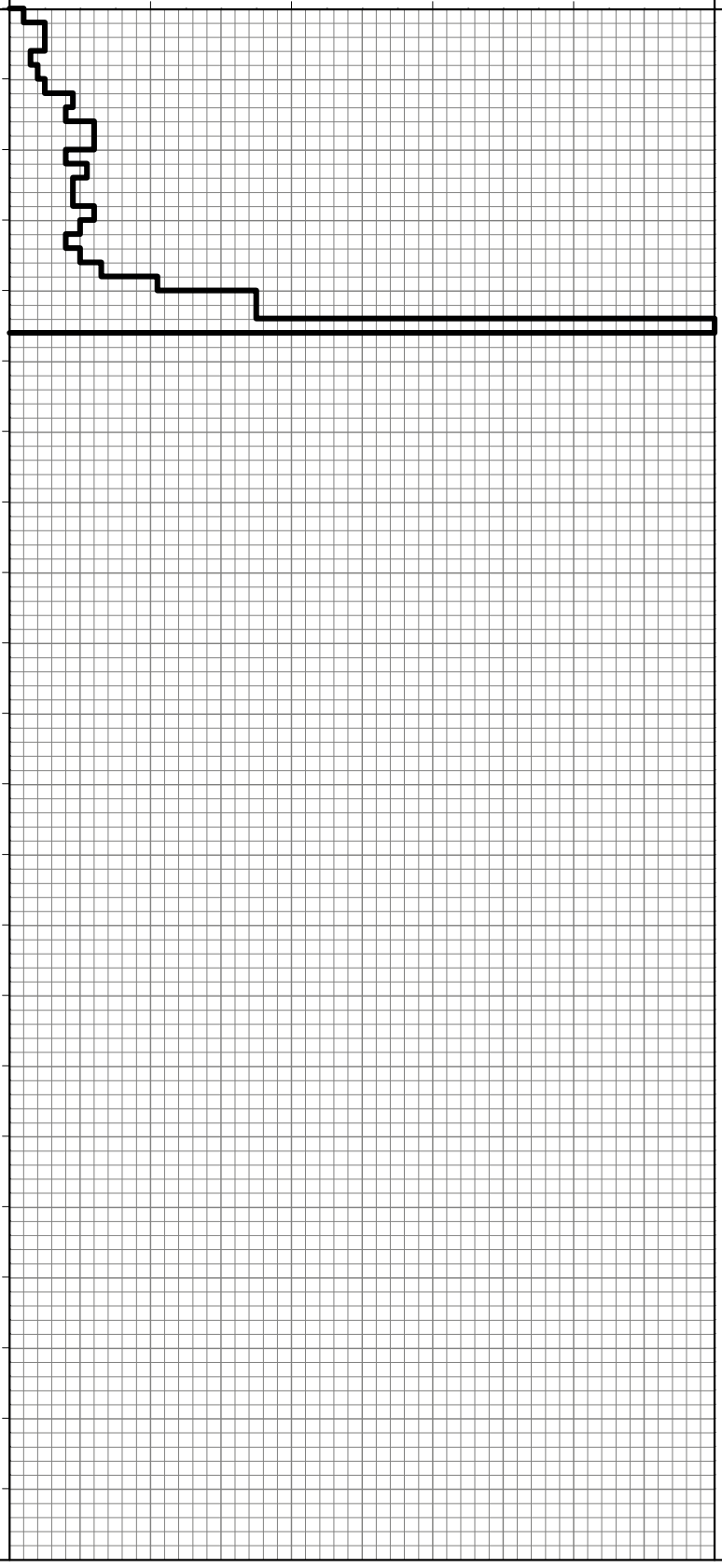
F Nombre de coups après le retrait de la sonde (frottement latéral)
C Crissement pendant le retrait de la sonde (caractéristique pour le gravier)
LC Léger crissement

Altitude du terrain env.: **0.00 m s.m.** Coordonnées env.: **0 / 0**

ISR GEOTEST

Sondage au pénétromètre SP 03/23

éch. = 1:100
Tube hors terrain: m



opérateur: **ISR SA: S. Loureso**
dessinateur: **Rom**

Annexe 4: Coupes géologiques / géotechniques A-A' et B-B'

Légende

R	Terre végétale / remblai
All	Alluvions récentes
Mar	Moraine remaniée
Mla	Moraine limono-argileuse
Mgr	Moraine gravelo-sableuse
09.01.2024	Mesure piézométrique du 9 janvier 2024

GEOTEST

Mandat: Commune de Prangins No. 2222052.1

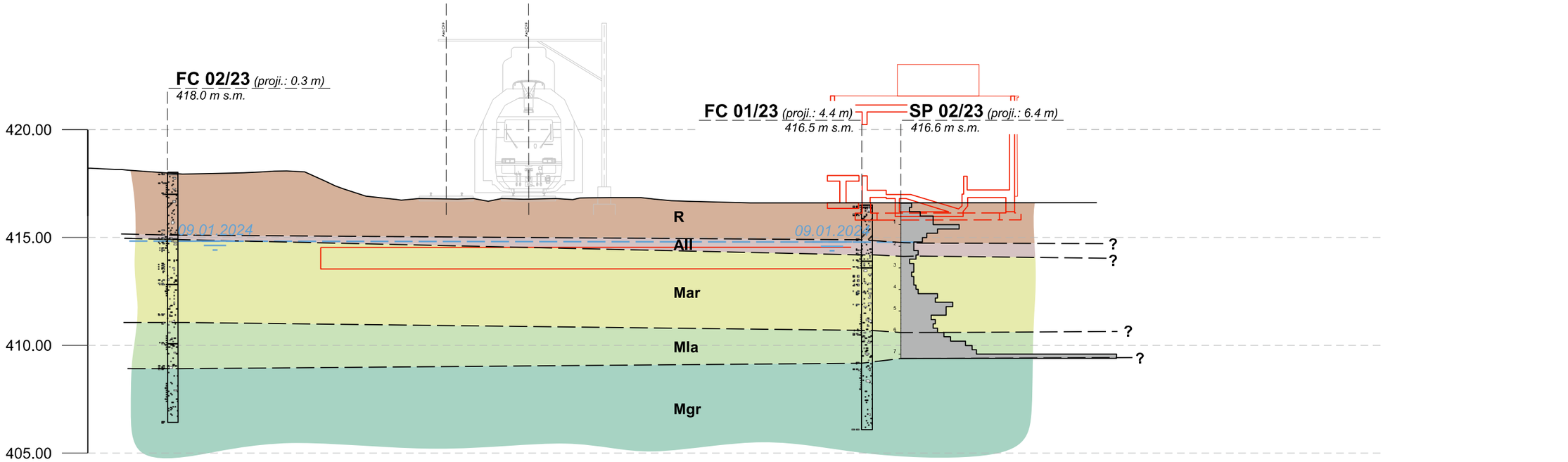
No. 2222052.1

Profil A - A' 1:200

0 2 4 6 8 10 m

SE

NW



La succession des couches géologiques a fait l'objet d'une interpolation entre les points de sondages. Il est possible que cette interprétation s'écarte des conditions réelles.

Légende

R	Terre végétale / remblai
All	Alluvions récentes
Mar	Moraine remaniée
Mla	Moraine limono-argileuse
Mgr	Moraine gravelo-sableuse
09.01.2024	Mesure piézométrique du 9 janvier 2024

GEOTEST

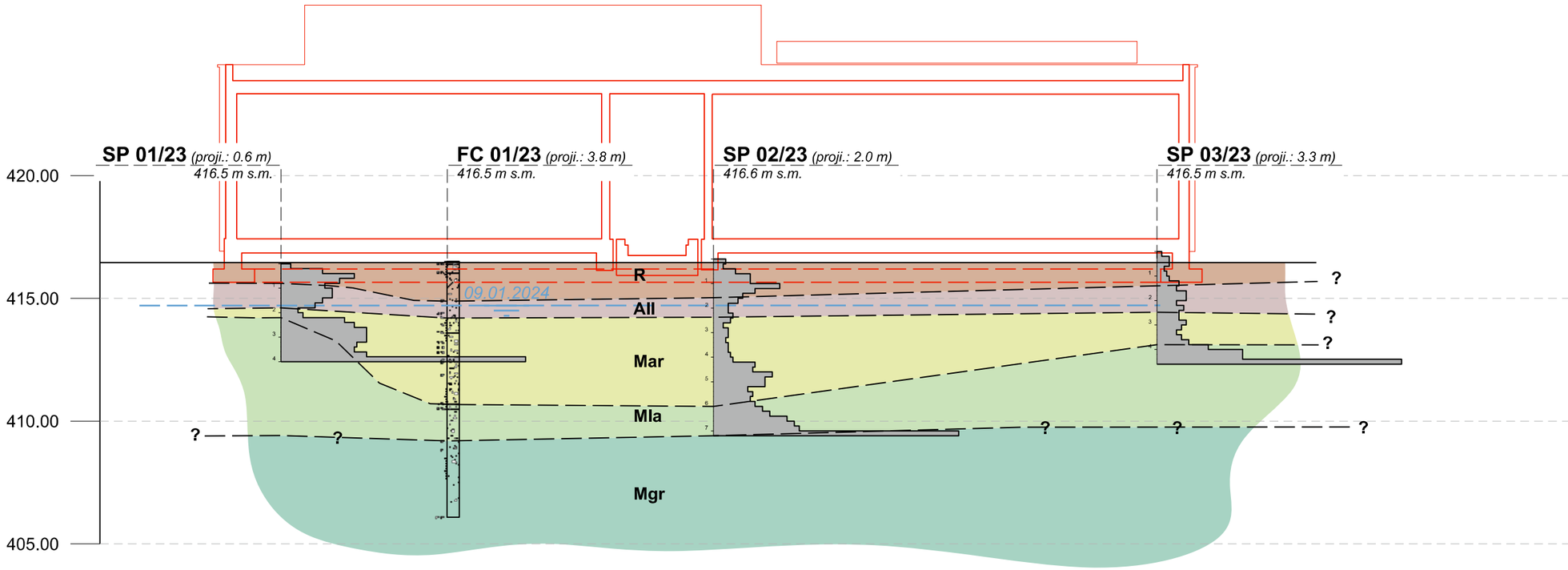
Mandat: Commune de Prangins No. 2222052.1

No. 2222052.1

Profil B - B' 1:200

0 2 4 6 8 10 m

SW NE



La succession des couches géologiques a fait l'objet d'une interpolation entre les points de sondages. Il est possible que cette interprétation s'écarte des conditions réelles.

2222052.3_POA-B.dgn /29.01.2024_Gam1Rom

Annexe 4.2

Annexe 5: Analyses en laboratoire

TransGeo AG
Dorfstrasse 10
CH-3073 Gümligen
Tél.: +41 31 964 02 16
E-mail: info@transgeo.ch, www.transgeo.ch

Rapport d'analyses
Granulats pour graves non traités / sols

Projet: 2222052 Nyon, Gare

Mandat: Geotest SA, CH-1052 Le Mont-sur-Lausanne

Mandant	**Laboratoire d'essai**	
Geotest SA	N° de rapport:	08.211-304-2
M. Michael Gähwiler	N° de mandat:	08.211
En Budron E7	Date:	18.01.2024
CH-1052 Le Mont-sur-Lausanne	Auteur:	ta
	Destinataire:	Mandant

Matériau testé / programme d'essais

Données du mandant		**Données du laboratoire**		
N° d'échantillon:	**FC1/23 - FC2/23**	Chef de projet:	fog	Visa: wy
Désignation:	**Sol**	Date de livraison:	22.12.2023 / 11.01.2024	
Lot de chantier:	2222052 Nyon, Gare	Date de début de l'essai:	03.01.2024	
Provenance:	Forages FC1/23 et FC2/23	Communication des résultats:	Document pdf au mandant	
Lieu de prélèvement:	Divers Profondeurs	Conditionnement de l'échantillon:	cf. feuille Résultats	
Mode d'excavation:	-	Classe gran. / N° de Labo:	0/X:	23.1915 - 18 / 24.0002
Date de prélèvement:	-			
Prélevé par:	Mandant			
Remarques:		Remarques		

Programme d'essais

Essai		Classe granulaire [mm]			
		0/16	0/22.4	0/45	0/X
Analyse granulométrique	*G*	-	-	-	5x
Teneur en eau	*w*	-	-	-	5x
Teneur en fines	*f*	-	-	-	5x
Coefficient d'aplatissement	*FI*	-	-	-	-
Teneur en grains concassés	*C*	-	-	-	-
Masse volum. réelle et coeff. d'absorption d'eau	P_{rd} / WA_{24}	-	-	-	-
Test Los Angeles	*LA*	-	-	-	-
Classification des composantes		-	-	-	-
Documentation photo		-	-	-	-
Analyses chimiques	*AS/ S / SS*	-	-	-	-
Essai Proctor	w_{opt}	-	-	-	-
Essais CBR	CBR, CBR_2, CBR_F	-	-	-	-
Permeabilité	*k*	-	-	-	-
Sédimentometrie		-	-	-	5x
Limites de consistance selon Atterberg	*Ip*	-	-	-	5x
Classification USCS		-	-	-	5x
Essai oedometrique		-	-	-	-
Autres essais		-	-	-	-

Remarques, essais complémentaires:

Folco Giacomini, géologue Dr sc. nat.
Chef section laboratoire

Ce rapport d'analyse comprend: 6 Pages et 0 annexes

Les essais homologués selon la norme ISO/IEC 17025 sont signalés par notre logo STS dans les rapports d'analyses.

La reproduction même partielle des rapports d'analyses n'est pas autorisée sans le consentement de TransGeo AG. Les résultats portent uniquement sur les échantillons étudiés.

Projet: 2222052 Nyon, Gare

Mandat: Geotest SA, CH-1052 Le Mont-sur-Lausanne

TransGeo Analysen und Beratung

Échantillons de sol - Terrains meubles

Matériau testé

Données du mandant

N° d'échantillon:	**FC1 - E1**
Désignation:	**Sol**
Lot de chantier:	2222052 Nyon, Gare
Provenance:	Forage FC1/23
Lieu de prélèvement:	Profondeur 1.60 - 2.00 m
Mode d'excavation:	-
Date de prélèvement:	-
Prélevé par:	Mandant
Remarques:	

Données du laboratoire

Opérateur:	sf/ta	Visa: fog
Date de livraison de l'échantillon:	11.01.2024	
Date de début de l'essai:	11.01.2024	
Communication des résultats:	Document pdf au mandant	
Conditionnement de l'échantillon:	Selon la norme	
Classe gran. / N° de Labo:	0/X: 24.0002	
Remarques:		

Tamis / dg* [mm]	Passant [M-%]
500	
400	
300	
200	
125	
90	
63	100.0
45	88.6
31.5	79.8
22.4	72.2
16	63.1
11.2	54.9
8	47.0
5.6	39.8
4	33.5
2	31.3
1	29.5
0.5	28.2
0.25	27.2
0.125	26.6
0.063	25.9
0.045	23.7
0.030	22.5
0.022	20.7
0.016	19.6
0.010	16.7
0.005	14.3
0.0030	9.8
0.0015	7.1

Granulometrie & Sédimentometrie

SN EN 933-1: 2013 SN EN ISO 17892-4: 2018

Gravier [M-% > 2mm]:	**68.7**	**Pierres + Blocs** [M-% > 63 mm]:	
		Gravier [M-% > 2mm - < 63 mm]:	**68.7**
Sable [M-% > 0.063mm - < 2mm]:	**5.4**		
Teneur en fines *f* [M-% < 0.063mm]:	**25.9**	**Argile°** [M-% < 0.002 mm]:	**8.0**

Analyses supplémentaires *w, FI*

Teneur en eau *w* [M-%]: SN EN 933-3: 2013 **9.3** **Masse totale sèche** [kg]: **6.477**

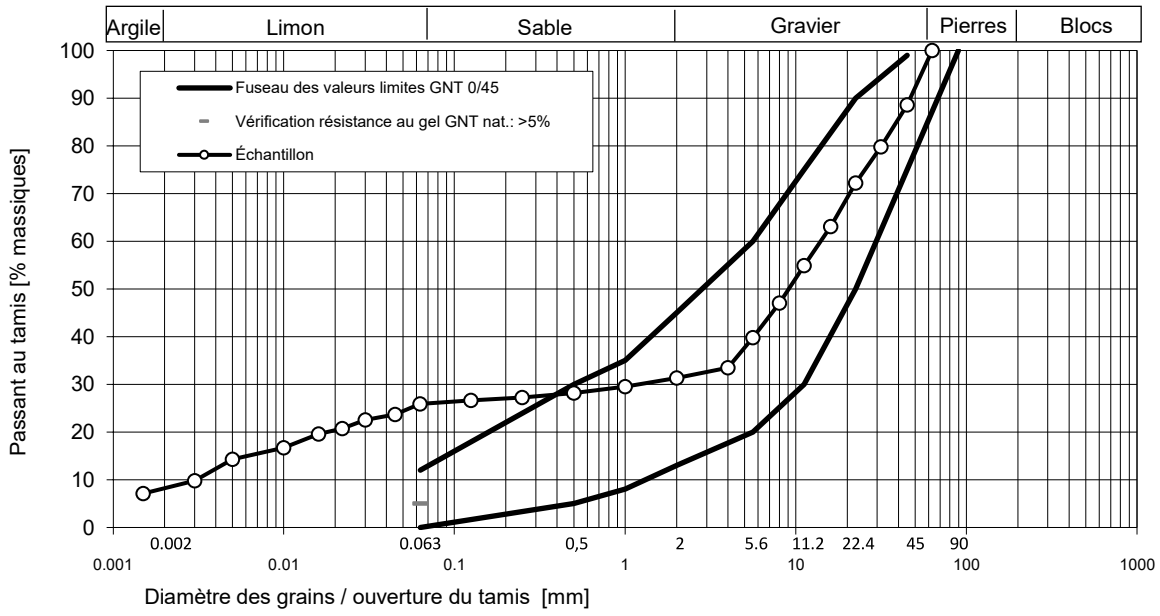
	Classe granulométrique [mm]				
	4/8	8/16	16/32	32/100	Total
Aplatissement *FI* : SN EN 1097-2: 2021	-	-	-	-	-

Limites de consistance & classification USCS

SN EN ISO 17892-12: 2023 VSS 670 004-2b - 670 008 (non valide): 1997

Limite de liquidité (Procédure Casagrande) *WL* [%]:	28.3
Limite de plasticité *Wp* [%]:	17.8
Indice de plasticité *Ip* [%]:	**10.5**
Classification (USCS):	**GC**

Remarques:



Légende: Tamis / dg*: tamis / diamètre des grains; Argile°: valeur calculée

La reproduction même partielle des rapports d'analyses n'est pas autorisée sans le consentement de TransGeo AG. Les résultats portent uniquement sur les échantillons étudiés.

Projet: 2222052 Nyon, Gare

Mandat: Geotest SA, CH-1052 Le Mont-sur-Lausanne

TransGeo Analysen und Beratung

Échantillons de sol - Terrains meubles

Matériau testé

Données du mandant

N° d'échantillon:	**FC1 - E2**
Désignation:	**Sol**
Lot de chantier:	2222052 Nyon, Gare
Provenance:	Forage FC1/23
Lieu de prélèvement:	Profondeur 2.60 - 2.90 m
Mode d'excavation:	-
Date de prélèvement:	-
Prélevé par:	Mandant
Remarques:	

Données du laboratoire

Opérateur:	sf/ta	Visa: fog
Date de livraison de l'échantillon:	22.12.2023	
Date de début de l'essai:	03.01.2024	
Communication des résultats:	Document pdf au mandant	
Conditionnement de l'échantillon:	Selon la norme	
Classe gran. / N° de Labo:	0/X:	23.1915
Remarques:		

Tamis / dg* [mm]	Passant [M-%]
500	
400	
300	
200	
125	
90	
63	
45	100.0
31.5	97.9
22.4	97.9
16	97.1
11.2	95.7
8	94.8
5.6	93.5
4	92.5
2	90.4
1	87.8
0.5	84.8
0.25	81.3
0.125	73.1
0.063	57.8
0.045	53.6
0.030	50.7
0.022	48.1
0.016	44.8
0.010	37.7
0.005	30.7
0.0030	22.6
0.0015	15.9

Granulometrie & Sédimentometrie

SN EN 933-1: 2013 SN EN ISO 17892-4: 2018

Gravier [M-% > 2mm]:	**9.6**	**Pierres + Blocs** [M-% > 63 mm]:	
		Gravier [M-% > 2mm - < 63 mm]:	**9.6**
Sable [M-% > 0.063mm - < 2mm]:	**32.6**		
Teneur en fines *f* [M-% < 0.063mm]:	**57.8**	**Argile°** [M-% < 0.002 mm]:	**18.1**

Analyses supplémentaires *w, FI*

Teneur en eau *w* [M-%]: SN EN 933-3: 2013 **14.7** **Masse totale sèche** [kg]: **6.378**

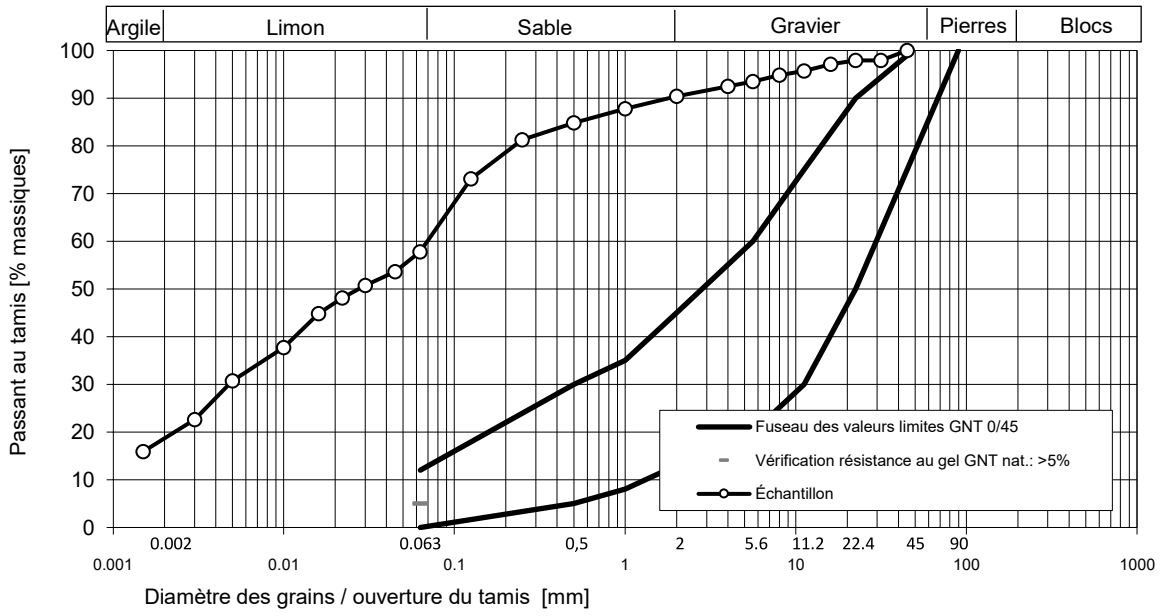
	Classe granulométrique [mm]				
	4/8	8/16	16/32	32/100	Total
Aplatissement *FI* : SN EN 1097-2: 2021	-	-	-	-	-

Limites de consistance & classification USCS

SN EN ISO 17892-12: 2023 VSS 670 004-2b - 670 008 (non valide): 1997

Limite de liquidité (Procédure Casagrande) *WL* [%]:	24.2
Limite de plasticité *Wp* [%]:	15.5
Indice de plasticité *Ip* [%]:	**8.7**
Classification (USCS):	**CL**

Remarques:



Légende: Tamis / dg*: tamis / diamètre des grains; Argile°: valeur calculée

La reproduction même partielle des rapports d'analyses n'est pas autorisée sans le consentement de TransGeo AG. Les résultats portent uniquement sur les échantillons étudiés.

Projet: 2222052 Nyon, Gare

Mandat: Geotest SA, CH-1052 Le Mont-sur-Lausanne

TransGeo Analysen und Beratung

Échantillons de sol - Terrains meubles

Matériau testé

Données du mandant

N° d'échantillon:	**FC1 - E3**
Désignation:	**Sol**
Lot de chantier:	2222052 Nyon, Gare
Provenance:	Forage FC1/23
Lieu de prélèvement:	Profondeur 3.50 - 3.80 m
Mode d'excavation:	-
Date de prélèvement:	-
Prélevé par:	Mandant
Remarques:	

Données du laboratoire

Opérateur:	sf/ta	Visa: fog
Date de livraison de l'échantillon:	22.12.2023	
Date de début de l'essai:	03.01.2024	
Communication des résultats:	Document pdf au mandant	
Conditionnement de l'échantillon:	Selon la norme	
Classe gran. / N° de Labo:	0/X:	23.1916
Remarques:		

Tamis / dg* [mm]	Passant [M-%]
500	
400	
300	
200	
125	
90	
63	
45	
31.5	100.0
22.4	99.5
16	99.2
11.2	98.8
8	98.3
5.6	97.9
4	97.3
2	96.0
1	94.0
0.5	85.7
0.25	58.3
0.125	39.7
0.063	32.8
0.045	29.8
0.030	28.3
0.022	26.4
0.016	24.1
0.010	21.0
0.005	17.0
0.0030	12.6
0.0015	8.6

Granulometrie & Sédimentometrie

SN EN 933-1: 2013 SN EN ISO 17892-4: 2018

Gravier [M-% > 2mm]:	**4.0**	**Pierres + Blocs** [M-% > 63 mm]:	
		Gravier [M-% > 2mm - < 63 mm]:	**4.0**
Sable [M-% > 0.063mm - < 2mm]:	**63.2**		
Teneur en fines *f* [M-% < 0.063mm]:	**32.8**	**Argile°** [M-% < 0.002 mm]:	**9.9**

Analyses supplémentaires *w, FI*

Teneur en eau *w* [M-%]: SN EN 933-3: 2013 **14.5** **Masse totale sèche** [kg]: **5.559**

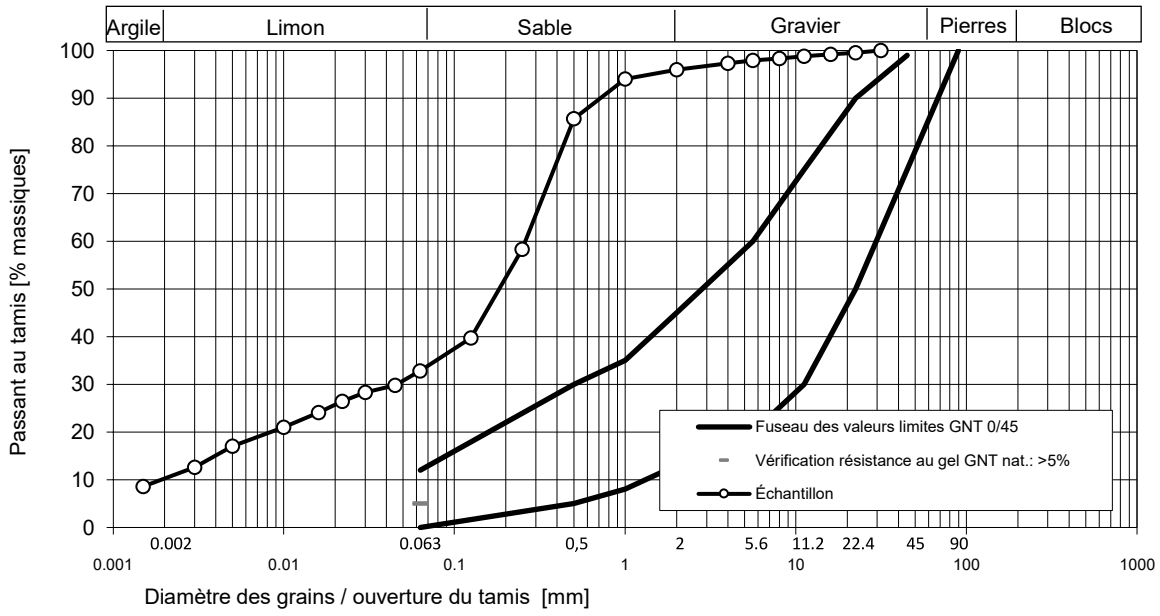
	Classe granulométrique [mm]				
	4/8	8/16	16/32	32/100	Total
Aplatissement *FI* : SN EN 1097-2: 2021	-	-	-	-	-

Limites de consistance & classification USCS

SN EN ISO 17892-12: 2023 VSS 670 004-2b - 670 008 (non valide): 1997

Limite de liquidité (Procédure Casagrande) *WL* [%]:	17.0
Limite de plasticité *Wp* [%]:	13.2
Indice de plasticité *Ip* [%]:	**3.8**
Classification (USCS):	**SM**

Remarques:



Légende: Tamis / dg*: tamis / diamètre des grains; Argile°: valeur calculée

La reproduction même partielle des rapports d'analyses n'est pas autorisée sans le consentement de TransGeo AG. Les résultats portent uniquement sur les échantillons étudiés.

Projet: 2222052 Nyon, Gare

Mandat: Geotest SA, CH-1052 Le Mont-sur-Lausanne

TransGeo Analysen und Beratung

Échantillons de sol - Terrains meubles

Matériau testé

Données du mandant

N° d'échantillon:	**FC2 - E1**
Désignation:	**Sol**
Lot de chantier:	2222052 Nyon, Gare
Provenance:	Forage FC2/23
Lieu de prélèvement:	Profondeur 1.50 - 2.00 m
Mode d'excavation:	-
Date de prélèvement:	-
Prélevé par:	Mandant
Remarques:	

Données du laboratoire

Opérateur:	ae/ta	Visa: fog
Date de livraison de l'échantillon:	22.12.2023	
Date de début de l'essai:	03.01.2024	
Communication des résultats:	Document pdf au mandant	
Conditionnement de l'échantillon:	Selon la norme	
Classe gran. / N° de Labo:	0/X:	23.1917
Remarques:		

Tamis / dg* [mm]	Passant [M-%]
500	
400	
300	
200	
125	
90	
63	100.0
45	97.1
31.5	84.9
22.4	77.9
16	69.4
11.2	60.8
8	54.5
5.6	48.1
4	42.7
2	33.7
1	23.5
0.5	12.8
0.25	8.4
0.125	6.7
0.063	5.4
0.045	4.8
0.030	4.5
0.022	4.0
0.016	3.6
0.010	3.0
0.005	2.2
0.0030	1.6
0.0015	0.9

Granulometrie & Sédimentometrie

SN EN 933-1: 2013 SN EN ISO 17892-4: 2018

Gravier [M-% > 2mm]:	**66.3**	**Pierres + Blocs** [M-% > 63 mm]:	
		Gravier [M-% > 2mm - < 63 mm]:	**66.3**
Sable [M-% > 0.063mm - < 2mm]:	**28.3**		
Teneur en fines *f* [M-% < 0.063mm]:	**5.4**	**Argile°** [M-% < 0.002 mm]:	**1.1**

Analyses supplémentaires *w, FI*

Teneur en eau *w* [M-%]: SN EN 933-3: 2013	**3.7**	**Masse totale sèche** [kg]:	**7.595**

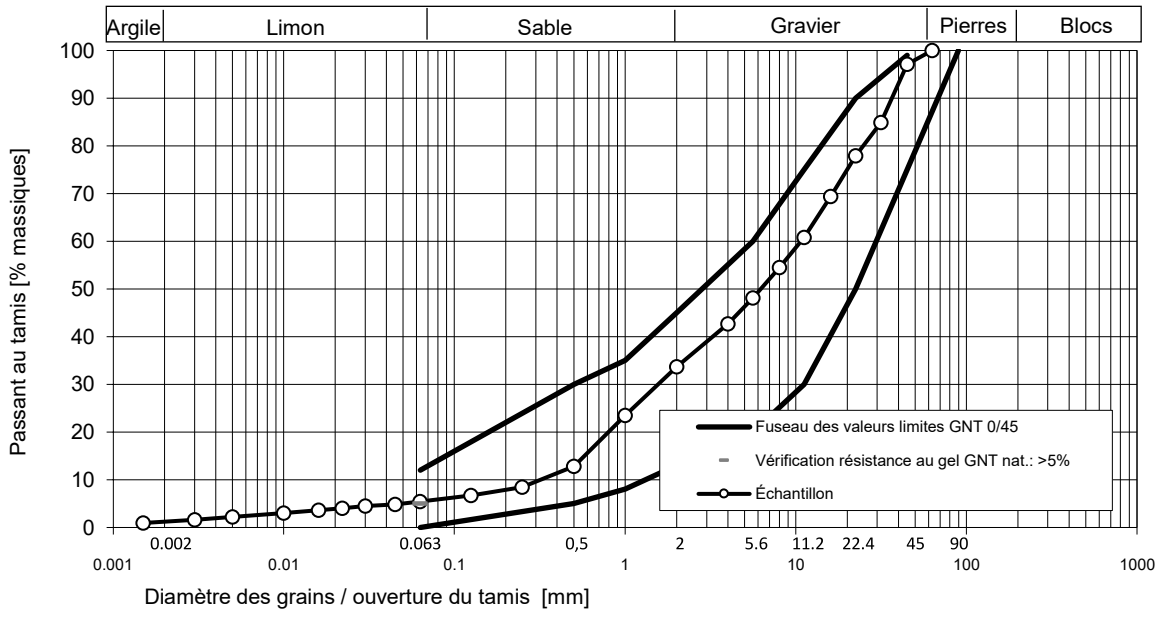
Classe granulométrique [mm]	4/8	8/16	16/32	32/100	Total
Aplatissement *FI* : SN EN 1097-2: 2021	-	-	-	-	-

Limites de consistance & classification USCS

SN EN ISO 17892-12: 2023 VSS 670 004-2b - 670 008 (non valide): 1997

Limite de liquidité (Procédure Casagrande) *WL* [%]:	21.1
Limite de plasticité *Wp* [%]:	17.0
Indice de plasticité *Ip* [%]:	**4.1**
Classification (USCS):	**GP-GC**

Remarques:



Légende: Tamis / dg*: tamis / diamètre des grains; Argile°: valeur calculée

La reproduction même partielle des rapports d'analyses n'est pas autorisée sans le consentement de TransGeo AG. Les résultats portent uniquement sur les échantillons étudiés.

Projet: 2222052 Nyon, Gare

Mandat: Geotest SA, CH-1052 Le Mont-sur-Lausanne

TransGeo Analysen und Beratung

Échantillons de sol - Terrains meubles

Matériau testé

Données du mandant

N° d'échantillon:	**FC2 - E2**
Désignation:	**Sol**
Lot de chantier:	2222052 Nyon, Gare
Provenance:	Forage FC2/23
Lieu de prélèvement:	Profondeur 3.30 - 3.55 m
Mode d'excavation:	-
Date de prélèvement:	-
Prélevé par:	Mandant
Remarques:	

Données du laboratoire

Opérateur:	ae/ta	Visa: fog
Date de livraison de l'échantillon:	22.12.2023	
Date de début de l'essai:	03.01.2024	
Communication des résultats:	Document pdf au mandant	
Conditionnement de l'échantillon:	Selon la norme	
Classe gran. / N° de Labo:	0/X:	23.1918
Remarques:		

Tamis / dg* [mm]	Passant [M-%]
500	
400	
300	
200	
125	
90	
63	
45	
31.5	
22.4	100.0
16	99.9
11.2	99.0
8	98.3
5.6	97.7
4	97.1
2	96.0
1	94.8
0.5	93.3
0.25	90.2
0.125	83.4
0.063	74.8
0.045	71.7
0.030	68.4
0.022	66.5
0.016	59.8
0.010	52.6
0.005	41.6
0.0030	31.6
0.0015	22.0

Granulometrie & Sédimentometrie

SN EN 933-1: 2013 SN EN ISO 17892-4: 2018

Gravier [M-% > 2mm]:	**4.0**	**Pierres + Blocs** [M-% > 63 mm]:	
		Gravier [M-% > 2mm - < 63 mm]:	**4.0**
Sable [M-% > 0.063mm - < 2mm]:	**21.2**		
Teneur en fines *f* [M-% < 0.063mm]:	**74.8**	**Argile°** [M-% < 0.002 mm]:	**25.2**

Analyses supplémentaires *w, Fl*

Teneur en eau *w* [M-%]: SN EN 933-3: 2013 **15.2**

Masse totale sèche [kg]: **6.032**

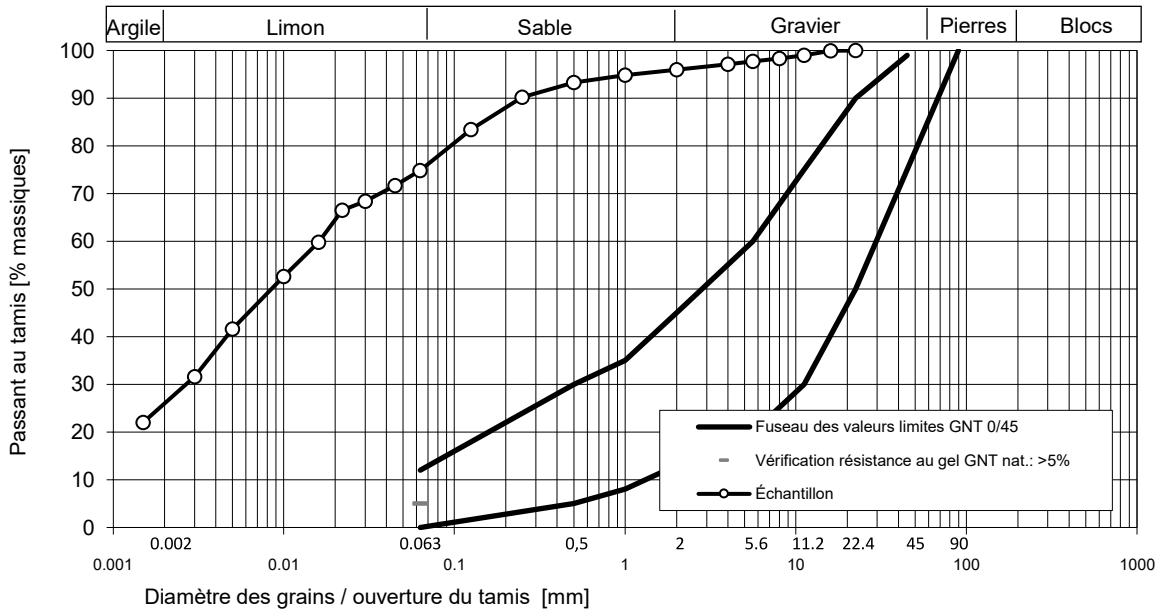
	Classe granulométrique [mm]				
	4/8	8/16	16/32	32/100	Total
Aplatissement *Fl* : SN EN 1097-2: 2021	-	-	-	-	-

Limites de consistance & classification USCS

SN EN ISO 17892-12: 2023 VSS 670 004-2b - 670 008 (non valide): 1997

Limite de liquidité (Procédure Casagrande) *WL* [%]:	25.7
Limite de plasticité *Wp* [%]:	15.2
Indice de plasticité *Ip* [%]:	**10.5**
Classification (USCS):	**CL**

Remarques:



Légende: Tamis / dg*: tamis / diamètre des grains; Argile°: valeur calculée

La reproduction même partielle des rapports d'analyses n'est pas autorisée sans le consentement de TransGeo AG. Les résultats portent uniquement sur les échantillons étudiés.

Annexe 6: Rapports de forage

ISR INJECTOBOHR SA

RAPPORT DE FORAGE

Forage n° : S1 **Rapport n° :** 1

Chantier No. 262-082 **Nom, Adresse:** PRANGINS **Foreur:** CARNILLO GIU'

Date	Profondeur OKT de m'	Profondeur OKT à m'	Symbole	Ø forage	Foré	Description des matériaux: Composante principale (par ex: sable, gravier)	Propriétés (propre, limoneux, argileux)	Compsante secondaire (riche en gravier, avec tuile)	Couleur (beige)	Indice de forabilité	Teneur en eau: moullé	humide	sec	Essais - Echantillonnage: Symb	de m'	à m'	Remarque
19-12-23	0,00	0,30	DS	140	T	TERRE VEGETAL			NOIR	1			X	SPT	2,00	2,45	5-7-10
	0,30	4,10	DS	140	T	GRAVIER			MARRON	1	X			SPT	4,00	4,45	3-3-4
	4,10	10,00	CD DI	116	N	MORENA			GRIS	3			X	SPT	6,00	6,45	9-14-19
														SPT	8,00	8,00	REFUS

RO = Rotation
DS = Rotopercussion
TR = tube revêtement
CS = Carottier simple
CD = Carottier double
HM = Cour. métal dur
DI = Cour. Diamant
♂ = Venue d'eau
J = Grundbruch
SO = Sonic

N	à l'eau
T	à sec

Indice	1	2	3
Matériaux sans cohésion	lâche	moyen	dur
Matériaux cohésifs	tendre	ferme	dur
Rocher	tendre	moyen	dur

Niveau d'eau dans le forage (OKT)	
Date / Heure	Prof. (m)
	1,80

Remarques: *(Régie, Travaux ordonnés par la BL, Météo, etc..)*

SPT = Standard-Penetration-Test
SF = Scissomètre (sonde à ailette)
PV = Essai de pompage
LT = Essai Lugeon
(I) = Dilatomètre
PR = Pressiomètre
k↓ = Essai d'eau par abaissement
k↑ = Essai d'eau par élévation
0 = Echantillon remanié
■ = Echantillon intact
BL = Echantillon de gaz

ISR INJECTOBOHR SA

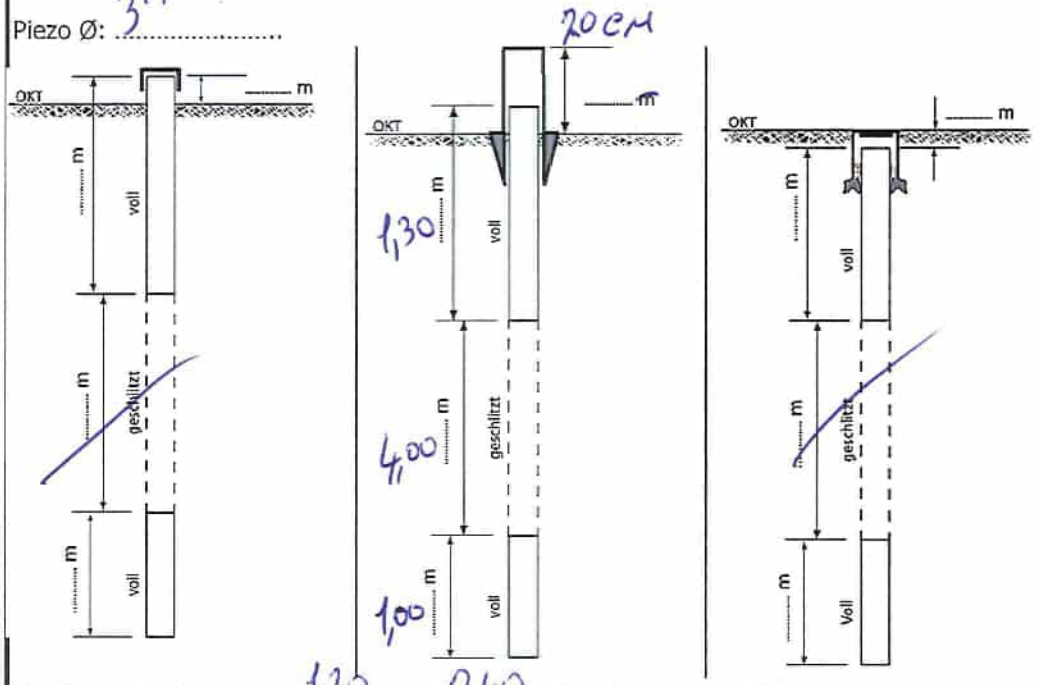
Forage n°: S1 Foreuse type: GEO 305 No. d'inventaire: .....

Déplacement du forage ..... au forage ..... / ..... m'
Profondeur totale de forage: 10,00 m' / Rocher à: ..... m'

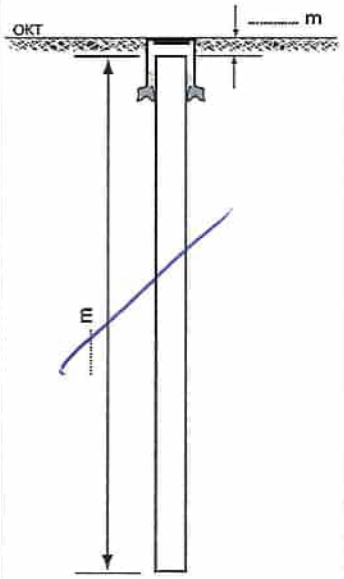
Avant-trou
Profondeur: ..... m' / Durée de réalisation ..... h

Equipement du forage

Piezo Ø: 3"



Tube inclinomètre / Inkrex



Equipement de micropiézo, capteurs de pression, piézo multiples, équipements spéciaux, etc, **voir feuille séparée**

Bouchon d'argile	de 1,20 m' à 0,40 m'	et de ..... m' à ..... m
Gravier filtre	de 10,00 m' à 1,10 m'	et de ..... m' à ..... m
Matériel de forage	de ..... m' à ..... m'	et de ..... m' à ..... m
Géotextile	de 6,30 m' à 0,50 m'	et de ..... m' à ..... m

Bouchon de pied ..... pce / Couvercle ..... pce
Tube de protection PVC avec cadenas Ø 1 longeur 1,00 m'
Regard de route en fonte 5 to Ø ..... cm

Tube inclinomètre Ø ..... mm
Tube Inkrex o

Type de scellement:
Argile / ciment: o
Autre o.....

Caisses à carottes

12,00 m'

o vidées sur chantier
x laissées sur chantier
o transportées au dépôt
o .....

Déblais de forage:

o laissées sur chantier
o à la décharge ISR
o en décharge spéciale
o .....

Remarques:

Alimentation en eau du chantier

Raccordement à une hydrante
ou point d'eau du MO ..... pce
Compteur d'eau:
Compteur à la fin du forage: m3
Compteur au début du forage: .....
Quantité d'eau utilisée: m3

Conduites d'eau ..... m'
Pompe HP ou immergée
Installation: ..... pce
Heures de service: ..... h
Génératrice: ..... h

Materiaux:

Ciment (Type)	(25kg)	1 Sac
Opalit	(25kg)	..... Sac
Bentonit	(25kg)	..... Sac
Gravier filtre		8 SAC m3
Sable de quartz	(25kg)	..... Sac
Compactonit	(25kg)	1 Sac
Ciment Kuchler	(25kg)	..... Sac
Geo-textile	(m')	..... m'

Autre matériaux:
.....
.....
.....
.....

ISR INJECTOBOHR SA

RAPPORT DE FORAGE

Forage n° : S2 Rapport n° : 2

Chantier No. 262-082 Nom, Adresse: PRANGINS Foreur: CARDILLO GIÙ

Date	Profondeur OKT de m'	Profondeur OKT à m'	Symbole	Ø forage	Foré	Description des matériaux: Composante principale (par ex: sable, gravier)	Propriétés (propre, limoneux, argileux)	Compsante secondaire (riche en gravier, avec tulle)	Couleur (beige)	Indice de forabilité	Teneur en eau: mouillé	humide	sec	Essais - Echantillonnage: Symb	de m'	à m'	Remarque
20-12-23	0,00	0,10	AVANT TROU			GOUDRON			NOIR	1			X	SPT	1,00	1,45	5-6-7
	0,10	1,30	AVANT TROU			REMBLAI	GRAVIER		MARRON	1			X	SPT	3,00	3,45	9-10-11
	1,30	3,10	DS	140	T	GRAVIER			MARRON	1			X	SPT	5,00	5,45	8-10-17
	3,10	6,50	DS	140 114	T	ARGILEUX			GRIS	1			X	SPT	7,00	7,45	11-12-14
	6,50	9,50	DS	140 114	T	MORENA			GRIS	2			X	SPT	10,00	10,08	8 CM REFUS
	9,50	11,50	C.D. DI	116	T	MORENA	CONGLOMERE		GRIS	3			X	0	1,50	2,00	
														■	3,30	3,60	

RO = Rotation
DS = Rotopercussion
TR = tube revêtement
CS = Carottier simple
CD = Carottier double
HM = Cour. métal dur
DI = Cour. Diamant
♂ = Venue d'eau
J = Grundbruch
SO = Sonic

N	à l'eau
T	à sec

Indice	1	2	3
Matériaux sans cohésion	lâche	moyen	dur
Matériaux cohésifs	tendre	ferme	dur
Rocher	tendre	moyen	dur

Niveau d'eau dans le forage (OKT)	
Date / Heure	Prof. (m)

Remarques: *(Régie, Travaux ordonnés par la BL, Météo, etc..)*

SPT = Standard-Penetration-Test
SF = Scissomètre (sonde à ailette)
PV = Essai de pompage
LT = Essai Lugeon
(I) = Dilatomètre
PR = Pressiomètre
k↓ = Essai d'eau par abaissement
k↑ = Essai d'eau par élévation
0 = Echantillon remanié
■ = Echantillon intact
BL = Echantillon de gaz

ISR INJECTOBOHR SA

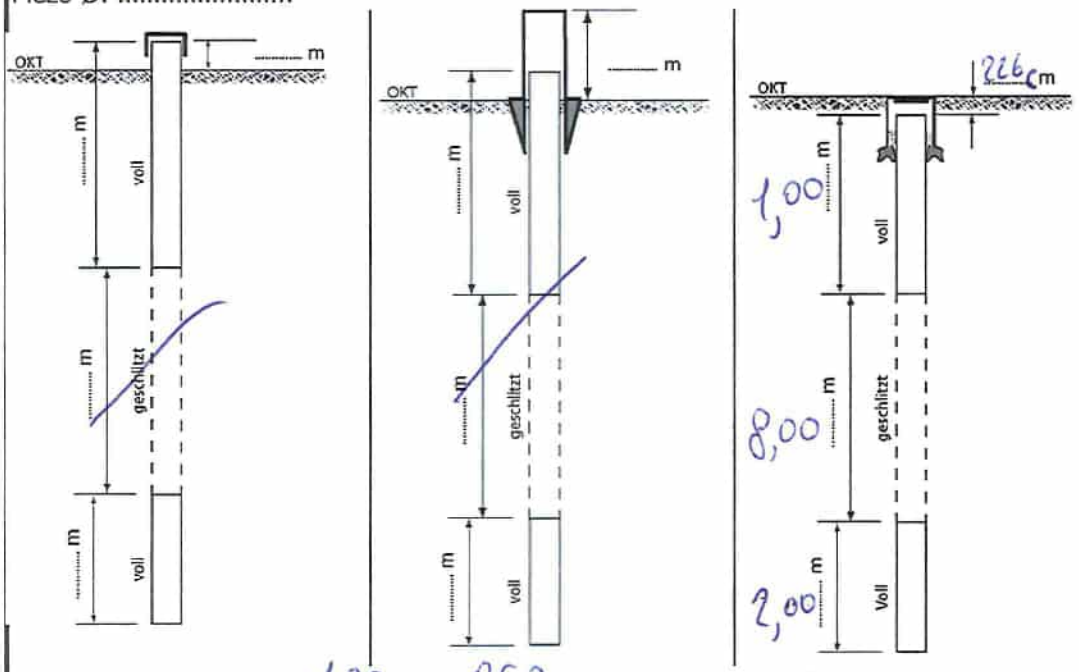
Forage n°: S2 Foreuse type: GEO 305 No. d'inventaire: .....

Déplacement du forage S1 au forage S2 / 1,500 m'
Profondeur totale de forage: 11,50 m' / Rocher à: ..... m'

Avant-trou
Profondeur: 1,30 m' / Durée de réalisation 3,50 h

Equipement du forage

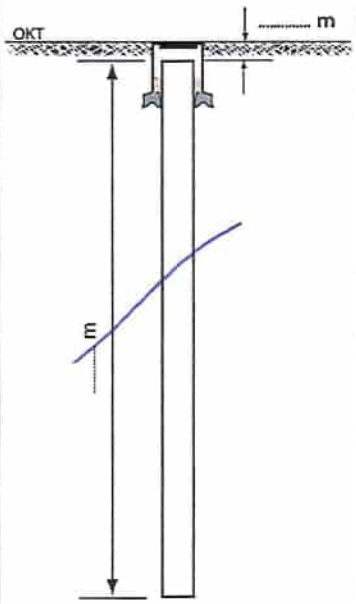
Piezo Ø: 3"



Bouchon d'argile de 1,00 m' à 0,50 m' et de ..... m' à ..... m
Gravier filtre de 11,50 m' à 9,00 m' et de ..... m' à ..... m
Matériel de forage de ..... m' à ..... m' et de ..... m' à ..... m
Géotextile de 11,00 m' à 1,00 m' et de ..... m' à ..... m

Bouchon de pied 1 pce / Couvercle 1 pce
Tube de protection PVC avec cadenas Ø ..... longueur ..... m'
Regard de route en fonte 5 to Ø ..... cm

Tube inclinomètre / Inkrex



Tube inclinomètre Ø ..... mm
Tube Inkrex o

Type de scellement:
Argile / ciment: o
Autre o.....

Equipement de micropiézo, capteurs de pression, piézo multiples, équipements spéciaux, etc, **voir feuille séparée**

Alimentation en eau du chantier

Raccordement à une hydrante ou point d'eau du MO ..... pce
Compteur d'eau:
Compteur à la fin du forage: m3
Compteur au début du forage: m3
Quantité d'eau utilisée: m3

Conduites d'eau ..... m'
Pompe HP ou immergée
Installation: ..... pce
Heures de service: ..... h
Génératrice: ..... h

Materiaux:

Ciment (Type)	(25kg)	1 Sac
Opalit	(25kg)	..... Sac
Bentonit	(25kg)	..... Sac
Gravier filtre		9 SAC / m3
Sable de quartz	(25kg)	..... Sac
Compactonit	(25kg)	1 Sac
Ciment Kuchler	(25kg)	..... Sac
Geo-textile	(m')	..... m'

Autre matériaux:
.....
.....
.....
.....

Caisses à carottes

12,00 m'

o vidées sur chantier
x laissées sur chantier
o transportées au dépôt
o .....

Déblais de forage:

o laissées sur chantier
o à la décharge ISR
o en décharge spéciale
o . .....

Remarques:

Annexe 7: Rapport de l'essai d'infiltration (exécuté par ISR)

ISR

ESSAI DE PERMEABILITE

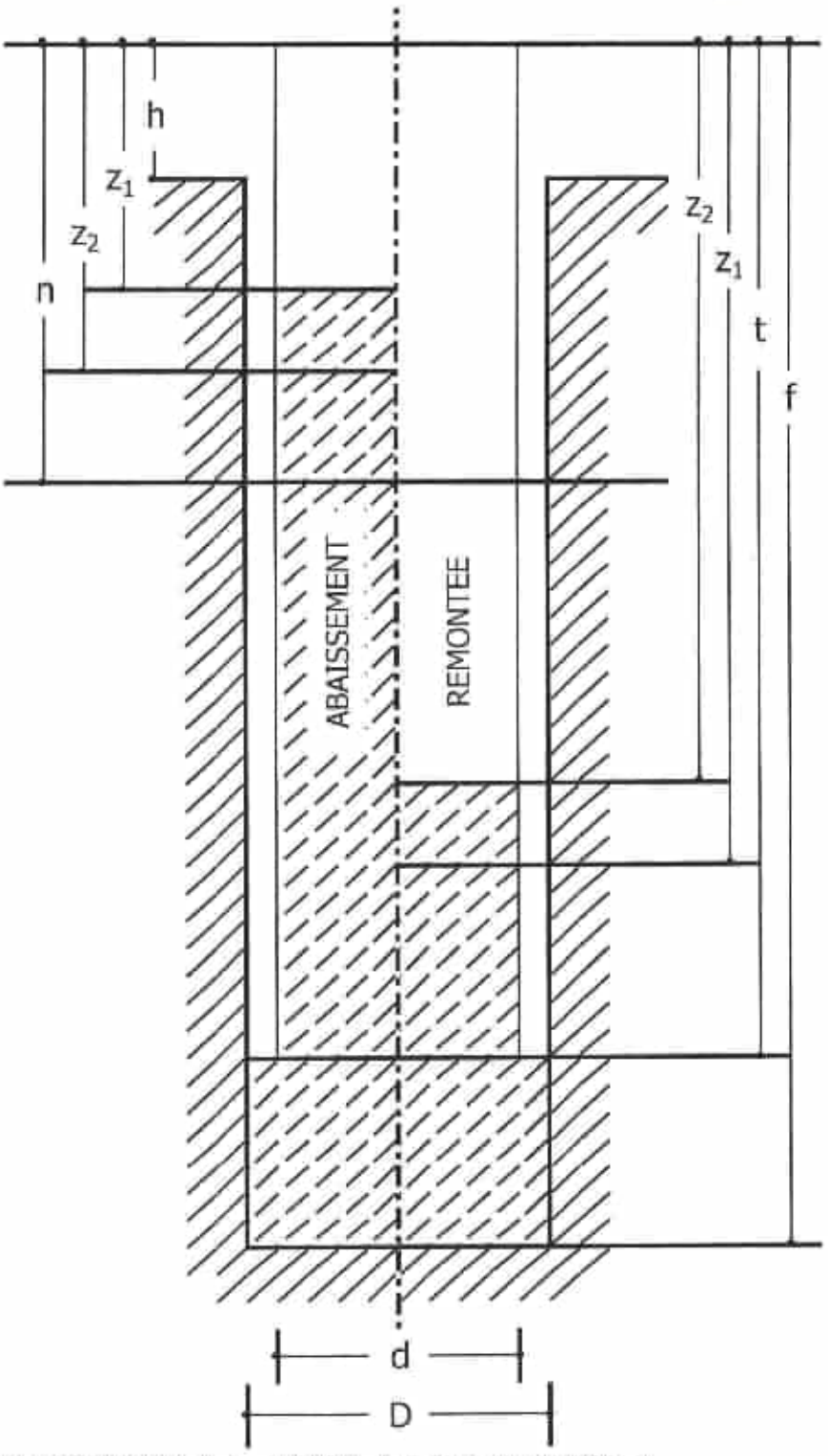
CHANTIER : PRANGINS **N° :** 262-082 **DATE :** 19-12-23

FORAGE N° : S1 **ESSAI N° :** 1 **n =** ____ m **h =** 2,00 m

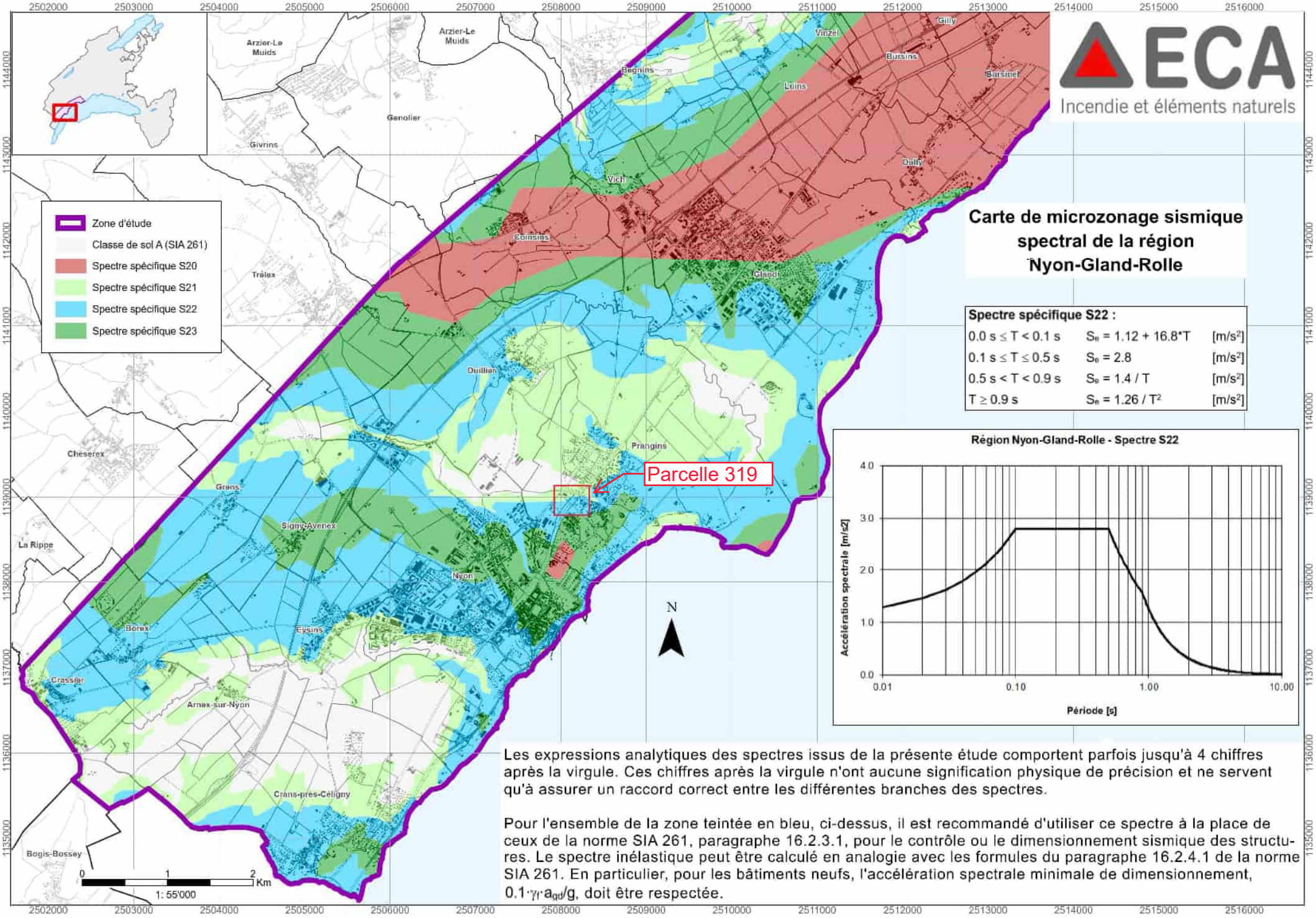
SONDEUR : CARDILLO GILI **SIGNATURE :** [signature] **D =** 140 mm **t =** 2,00 m

d = 137 mm **f =** 0,50 m

ABAISS.			REMONTEE	
n	TEMPS H	min	sec	NIVEAU z_n = m
1	0		15	
2	0		30	
3	0		45	
4	0	1		
5	0	2		
6	0	4		
7	0	6		
8	0	8		
9	0	10		
10	1	12		
11	1	14		
12	1	16		
13	1	20		
14	2	25		
15	2	30		
16	2	35		
17	2	40		
18	2	45		
19	3	50		
20	3	55		
21	3	60		
22				
23				
24				



Annexe 8: Carte de microzonage sismique spectral de la région Nyon-Gland-Rolle



Carte de microzonage sismique spectral de la région Nyon-Gland-Rolle

ECA
Incendie et éléments naturels

Spectre spécifique S22 :

$0.0\ s \le T < 0.1\ s$	$S_e = 1.12 + 16.8 \cdot T$	$[m/s^2]$
$0.1\ s \le T \le 0.5\ s$	$S_e = 2.8$	$[m/s^2]$
$0.5\ s < T < 0.9\ s$	$S_e = 1.4 / T$	$[m/s^2]$
$T \ge 0.9\ s$	$S_e = 1.26 / T^2$	$[m/s^2]$

Les expressions analytiques des spectres issus de la présente étude comportent parfois jusqu'à 4 chiffres après la virgule. Ces chiffres après la virgule n'ont aucune signification physique de précision et ne servent qu'à assurer un raccord correct entre les différentes branches des spectres.

Pour l'ensemble de la zone teintée en bleu, ci-dessus, il est recommandé d'utiliser ce spectre à la place de ceux de la norme SIA 261, paragraphe 16.2.3.1, pour le contrôle ou le dimensionnement sismique des structures. Le spectre inélastique peut être calculé en analogie avec les formules du paragraphe 16.2.4.1 de la norme SIA 261. En particulier, pour les bâtiments neufs, l'accélération spectrale minimale de dimensionnement, $0.1 \cdot \gamma_I \cdot a_{gd}/g$, doit être respectée.

Rapport n° 2222052.4

07.10.2024

7. octobre 2024

GEOTEST

Rapport n° 2222052.4

IUB Engineering SA, 1762 Givisiez

Ligne 150 : Lausanne - Genève

Renouvellement de l'enclenchement de Nyon km 33.900 à km 43.000

Complément au rapport géotechnique 2222052.3

GEOTEST SA | En Budron H11 | CH-1052 Le Mont sur Lausanne
T +41 21 731 09 20 | lausanne@geotest.ch | geotest.ch

Auteur(s)	Thème
Michael Gähwiler	Géotechnique, géologie
Supervision	**Contenu contrôlé**
Bouchra Lotfi	Note technique
Claire Sauthier	Note technique
Remarques	

GEOTEST SA





Bouchra Lotfi

Michael Gähwiler

Table des matières

1. Introduction 4
1.1 But 4
1.2 Documentation 5
1.3 Forages carottés 5
2. Résultats 6
2.1 Contexte géologique selon carte géologique et sondages d'archives 6
2.2 Conditions géologiques d'après les investigations réalisées 6
2.3 Conditions hydrogéologiques 12
2.3.1 Venues d'eau 12
2.3.2 Niveaux d'eau stabilisés 12
3. Réserve 13

Liste des annexes

Annexe 1 : Plan de situation des forages carottés FC01/23 et FC02/23 et des sondages d'archive

Annexe 2 : Tableau comparatif des descriptions lithologiques par couches de forage

Annexe 3 : Tableau comparatif des niveaux d'eau stabilisés

Annexe 4 : Levers de forage

1. Introduction

1.1 But

À la demande du mandant, un complément au rapport d'investigations géotechniques no 2222052.3 du 06 février 2024 concernant le renouvellement de l'enclenchement de Nyon nous a été commandé lors de la séance du 19 septembre 2024.

La présente étude est un complément au rapport d'investigations géotechniques GEOTEST nº 2222052.3_RP_Géotechnique_GEOTEST. Les buts de la présente étude complémentaire sont les suivants :

- La prise en compte des forages "Sondage nº 1 (S1)" et "Sondage nº 2 (S2)" réalisés dans le cadre de l'étude des fondations d'un passage inférieur sous les voies CFF à Prangins, rapport établi par le laboratoire de géotechnique De Cérenville, daté du 16 juin 1969.
- La prise en compte du sondage SC24 extrait du rapport VD 596, établi par CSD daté du 23 avril 1986.
- La reprise du contexte et du modèle géotechnique établi par GEOTEST AG de référence nº 2222052.3 en tenant compte des forages complémentaires "Sondage nº 1 (S1)", "Sondage nº 2 (S2)" et SC24 transmis par le maitre d'ouvrage le 18.09.2024. Le forage S10 présent au nord-ouest du projet de l'autre côté du chemin du Coutelet a aussi été pris en compte.
- L'analyse du contexte hydrogéologique en tenant compte des forages "Sondage nº 1 (S1)", "Sondage nº 2 (S2)" et SC24, et la comparaison des conditions hydrogéologiques avec le rapport établi par GEOTEST SA nº 2222052.3.
- Le forage S10 situé au nord-ouest du projet et disponible sur le géoportail du canton de Vaud, a aussi été pris en considération.

La présente étude d'intégration des nouveaux sondages complémentaires transmis par le maître d'ouvrage 2222052.4 et l'étude géotechnique 2222052.3 sont complémentaires et forment un ensemble indissociable.

Il nous a été demandé par la maîtrise d'ouvrage d'intégrer le sondage carotté SC24 dans l'analyse du contexte géologique et hydrogéologique. Le forage SC24 a bien été considéré dans le rapport géotechnique GEOTEST SA nº 2222052.3 (cf. ch. 3.2, [1]).

À notre connaissance, les sondages S1 et S2 ne sont pas disponibles sur le géoportail du canton de Vaud.

1.2 Documentation

Pour bien mener notre étude, nous avons disposé des documents de référence suivants :

[1] Rapport nº 2222052.3, Ligne 150 : Lausanne – Genève, Renouvellement de l'enclenchement de Nyon km 33.900 à km 43.000, Rapport d'investigations géotechniques, GEOTEST SA, 6 février 2024.
[2] Rapport sur les sondages de reconnaissance, Halte de Prangins, Suppression du passage à niveau, Laboratoire de Géotechnique H.B. De Cérenville, 16 juin 1969, Sondage nº 1 (S1) & Sondage nº 2 (S2).
[3] Forage carotté SC24, CSD Ingénieurs SA, 23 avril 1986.
[4] Géoportail du canton de Vaud.
[5] Portail cartographique de la Confédération swisstopo map.geo.admin.ch
[6] Forage carotté S10, De Cérenville Géotechnique SA, 14 octobre 1982

1.3 Forages carottés

En plus des forages carottés FC01/23 et FC02/23 réalisés par GEOTEST dans le cadre de l'étude géotechnique 2222052.3 en date du 06 février 2024, les forages carottés SC24, S1 et S2 sont analysés et pris en considération dans la présente note technique.

Les sondages pris en compte dans l'analyse du contexte géotechnique et hydrogéologique sont décrits dans le tableau suivant. L'emplacement des sondages est donné à l'Annexe 1 du présent rapport.

Sondage	X [MN95]	Y [MN95]	Altitude TN [msm]	Profondeur [m]	Équipement
FC01/23	2'508'160	1'138'988	Env. 416.50	10.40	Piézomètre 4.5" jusqu'à 6 m de profondeur
FC02/23	2'508'187	1'138'969	Env. 418.00	10.50	Piézomètre 4.5" jusqu'à 11.6 m de profondeur
SC24	2'508'176	1'138'974	417.00[2)]	8.30	Pas d'indications
S1[1)]	2'508'185	1'138'978	416.84[3)]	9.50	Piézomètre jusqu'à 6 m de profondeur
S2[1)]	2'508'170	1'138'987	416.62[3)]	9.00	Piézomètre jusqu'à 9 m de profondeur

Tableau 1 Sondages de référence considérés pour la présente étude

1) Emplacement approximatif, selon plan de situation du rapport d'archives mis à disposition par le mandant le 18.09.2024.
2) Altitude tirée du géoportail du canton de Vaud.
3) Altitude tirée du profil de forage

2. Résultats

2.1 Contexte géologique selon carte géologique et sondages d'archives

Pour rappel, selon l'Atlas géologique de la Suisse [5], la parcelle concernée par le projet est cartographiée en "alluvions fluvioglaciaires grossières" sur les dépôts morainiques argilo-limoneux rhodaniens, riches en éléments alpins et molassiques.

Les forages existants [4] situés à proximité immédiate de la parcelle révèlent la présence de remblais jusqu'à des profondeurs comprises entre 0.0 m et 1.10 m. Au-dessous, les alluvions grossières sablo-graveleuses à gravelo-sableuses avec présence locale de pierres ont une épaisseur comprise entre 0.90 (SC24) m et 3.55 m (S10). La moraine limoneuse plus ou moins argileuse remaniée / altérée est présente à partir de profondeurs comprises entre 1.10 m et 4.00 m. Dans cette couche, la compacité / consistance augmente avec la profondeur. Les dépôts morainiques limoneux +/- argileux compacts, respectivement durs, ont été atteint entre 5.10 m et 9.00 m de profondeur [3]. Un bloc (Ø inconnu) a été observé entre 6.10 m et 6.35 m de profondeur, respectivement entre 412.00 msm et 412.25 msm dans le sondage S10 [4].

Le forage N° 5841 (SC24), situé au sud (Annexe 1), révèle la présence de dépôts lacustres entre 2.75 m et 7.10 m de profondeur. Les matériaux décrits dans cette couche sont de nature sablo-limoneuse grise et contiennent des passées plus limoneuses en tête. Ces passées deviennent plus argileuses et plus graveleuses en profondeur. Cette description lithologique est comparable aux matériaux morainiques décrits dans les forages existants disponibles sur le géoportail du canton de Vaud [4].

2.2 Conditions géologiques d'après les investigations réalisées

Un plan de situation des sondages est donné à l'Annexe 1. Les relevés des forages carottés sont donnés à l'Annexe 4.

Une description lithologique par forage est donnée à l'Annexe 2 du présent rapport.

Les matériaux des dépôts lacustres décrits dans le forage SC24 (N° 5841) sont cohérents avec les matériaux morainiques remaniés observés dans les sondages FC01/23 et FC02/23.

Les forages FC01/23 et FC02/23 réalisés par GEOTEST dans le cadre de l'étude géotechnique de référence 2222052.3, ont mis en évidence la présence d'éléments grossiers (sables grossiers, graviers et pierres), parfois striés, subanguleux à subarrondis, disséminés dans une matrice limono-argileuse à finement sablo-limoneuse ferme à dure et l'absence de stratifications et de varves. Ces deux éléments ont laissé penser que ces matériaux correspondent à des dépôts morainiques remaniés [1].

Dans les levers des sondages S1 et S2, il n'y a pas d'interprétation géologique. Les descriptions lithologiques sont cohérentes avec les matériaux morainiques. Toutefois, les sondages S1 et S2 mentionnent la présence de varves sableuses qui pourraient correspondre à des dépôts lacustres.

D’après les sondages réalisés en février 2023 par GEOTEST et les données d’archives à notre disposition (sondages S1, S2 et SC4), la succession des couches donnée ci-dessous est attendue (de haut en bas). Les sondages SC24, S1 et S2 sont intégrés dans ce modèle.

Terre végétale et remblai (R)

Les remblais ont été observés sous la terre végétale dans le forage FC01/23 et sous le coffre de la route dans le forage FC02/23.

Dans les forages S1 et S2, les matériaux présents dans les premières couches de forage correspondent à des remblais.

Profondeur :
- Base de la couche : Entre 0.20 m (SC24 et S2) et 2.70 m (FC02/23).

Altitude :
- Entre 414.90 msm (FC01/23) et 416.80 msm (SC24)

Épaisseur :
- Entre 0.20 m (FC02/23) et 4.80 m (S1)

Matériau :
- **Sable graveleux à gravier sablo-limoneux** avec quelques petites pierres subanguleuses à subarrondies (Ømax 10 cm), en quantité variable.

Compacité :
- Lâche à moyennement compact, localement compact dans les forages FC01/23 et FC02/23.

Remarque :
- Couleur beige, localement beige-grisâtre.
- Cette couche peut présenter une hétérogénéité sur l’ensemble du site.
- Sans cohésion.
- Dans FC01/23, cette couche contient de la matière organique (humique, racines d'herbe, radicelles)
- Hormis le bitume et le coffre de la route observés dans FC02/23, il n'y a pas eu de déchets anthropiques observés.
- Présence de pierres et blocs possible.

Alluvions récentes (ALL) ou dépôts fluviatiles

Les alluvions récentes ont été observées sous le remblai dans les deux forages FC01/23 et FC02/23.

Dans le forage SC24, ces alluvions correspondent aux dépôts fluviatiles.

Les formations géologiques au droit des sondages S1 et S2, ne sont pas indiquées. Toutefois, la description lithologique des matériaux présents entre 2.40 m (414.44 msm) et 7.20 m (409.64 msm) dans S1 et entre 3.50 m (413.12 msm) et 7.20 m (409.42 msm) dans S2 s'apparentent à des alluvions récentes et des dépôts fluviatiles.

Profondeur :	–	Niveau supérieur de la couche : entre 0.20 m (SC24, S2) et 2.70 m (FC02/23).
	–	Base de la couche : entre 1.10 m (SC24) et 3.50 m (S2).
Altitude :	–	Niveau supérieur de la couche : entre 414.90 m (FC01/23) et 416.80 msm (SC24).
	–	Base de la couche : entre 413.12 msm (S2) et 415.90 msm (SC24).
Épaisseur :	–	0.20 m (FC02/24) à 3.30 m (S2)
Matériau :	–	**Gravier +/- limoneux, plus ou moins sableux** avec présence locale de pierres (Ømax 10 cm). Éléments grossiers principalement subarrondis.
Compacité :	–	Lâche à moyennement compact
	–	Assez compact à compact dans S1 et S2 (selon rapport).
Remarque :	–	Couleur beige
	–	Pas de cohésion
	–	Cette couche est concernée par les eaux souterraines (matériaux mouillés).
	–	Pas d'évidences de blocs dans cette couche. Présence de pierres observées dans le forage S10 [6].

Moraine remaniée (Mar) ou dépôts lacustres

Cette formation a été observée sous les alluvions récentes dans les forages FC01/23 et FC02/23.

Dans le forage SC24, elle est remaniée jusqu'à 2.75 m de profondeur (414.25 msm), puis interprétée comme dépôts lacustres jusqu'à 7.10 m de profondeur (415.90 msm). Les matériaux des dépôts lacustres décrits sont cohérents avec les matériaux morainiques remaniés décrits dans les forages FC01/23 et FC02/23.

Il n'y a pas d'interprétation géologique dans S1 et S2. Toutefois, les matériaux sont cohérents avec cette formation géologique, entre 2.40 m et 7.20 m de profondeur, respectivement entre 409.64 msm et 414.44 msm pour S1 et entre 3.50 m et 7.20 m de profondeur, respectivement entre 409.42 msm et 413.12 msm pour S2.

Profondeur :
- Niveau supérieur de la couche : entre 1.10 m (SC24) et 3.50 (S2).
- Base de la couche : entre 5.70 m (FC01/23) et 7.20 m (S1) et (S2).

Altitude :
- Niveau supérieur de la couche : entre 413.12 m (S2) et 415.90 msm (SC24).
- Base de la couche : entre 409.42 msm (S2) et 411 msm (FC02/23).

Épaisseur :
- 3.40 m (FC01/23) à 6.00 m (SC24).

Matériau :
- **Limon plus ou moins argileux finement sableux** avec sables grossiers et graviers fins disséminés ; beige à grisâtre.
- **Sables fins limono-argileux** avec sables grossiers et graviers fins disséminés.
- **Veine sablo-graveleuse +/- limono-argileuse** (10 cm à 15 cm d'épaisseur).
- ***S1 et S2 : Couches de Limon +/- argileux peu sableux*** *avec quelques graviers et* ***varves (veines) sableuses*** *et couches de* ***sable*** *(parfois fin)****,*** *localement graveleux, peu limoneux à limoneux +/- argileux, avec quelques graviers, en alternance métrique".*

Consistance / Compacité :
- Consistance ferme à dur / compacité lâche à moyennement compact.

- SC24 : moyennement compact (selon essais SPT)

Remarque :

- Couleur beige à grisâtre.
- La compacité / consistance augmente avec la profondeur.
- Varves sableuses dans S1 et S2, supposées être des veines ou horizons. Le relevé ne fait pas mention d'une alternance centimétrique des couches.
- Bien qu'aucun bloc n'ait été observée dans cette couche (y compris dans les sondages d'archive), leur présence n'est pas exclue dans cette couche.

Moraine limono-argileuse (Mla) ou moraine grise

La moraine limono-argileuse a été observée sous la moraine remaniée dans les deux forages FC01/23 et FC02/23. Elle est appelée "moraine grise" dans le forage carotté SC24 et "moraine" dans les forages S1 et S2. La base de cette couche n'a pas été atteinte dans les sondages d'archive SC24, S1 et S2.

Profondeur :

- Niveau supérieur de la couche : entre 5.70 m (FC01/23) et 7.20 (S1 et S2)
- Base de la couche : Elle est comprise entre 7.30 m (FC01) et minimum 9.50 m (S1- base de la couche non atteinte).

Altitude :

- Niveau supérieur de la couche : entre 409.42 msm (S1) et 411.00 msm (FC02/23).
- Base de la couche : entre 407.34 m (S1-base de la couche non atteinte) et 409.20 m (FC01/23).

Épaisseur :

- Entre minimum 1.20 m (SC24-base de la couche non atteinte) et minimum 2.30 m (S1-base de la couche non atteinte).

Matériau :

- **Limon plus ou moins argileux** avec sables grossiers et graviers fins disséminés.
- **Sable +/- argileux** avec quelques graviers isolés (S1).

Consistance / Compacité :

- Consistance dur à très dur, respectivement compact à très compact.

Remarque :

- Couleur beige à grisâtre.

- La consistance augmente avec la profondeur.
- Veines sableuses et graveleuses (5 cm à 10 cm d'épaisseur) ; vautrées en caisse, sans cohésion.
- La présence de blocs dans cette couche est probablement à l'origine du refus entre environ 4 m (SP01/23) et 4.60 m (SP02/23) de profondeur.
- Évidences de blocs dans le sondage S1 à 8.40 m et 9.10 m de profondeur, soit à des altitudes de 407.74 msm et 408.44 msm et dans le sondage S10 entre 6.10 m et 6.35 m (entre 412.00 msm et 412.25 msm). D'autre blocs ne sont pas exclus dans cette couche.

Moraine graveleuse limono-argileuse (GMgr)

La moraine graveleuse limono-argileuse a été observée sous la moraine limono-argileuse dans les deux forages FC01/23 et FC02/23. Elle n'a pas été identifiée dans les sondages d'archives SC24, S1 et S2.

Profondeur :
- Niveau supérieur de la couche : entre 7.30 m (FC01/23) et 9.10 (FC02/23).
- Base de la couche non atteinte : > 10.40 m (FC01/23) et > 11.60 m (FC02/23).

Altitude
- Niveau supérieur de la couche : entre 408.90 msm (FC01/23) et 409.20 msm (FC02/23).
- Base de la couche non atteinte : < 406.10 m (FC01/23) et < 406.40 m (FC02/23)

Matériau :
- **Gravier limono-argileux avec beaucoup de sables grossiers** et petites pierres subanguleuses (rarement subarrondies) disséminés.

Compacité :
- Très compacte

Remarque :
- La base de la couche n'a pas été atteinte.
- Couleur grise, légèrement beigeâtre.

- Le refus au forage FC 02/23 à une profondeur de 10 m a vraisemblablement été atteint au sommet de cette couche dans SP02/23.
- Pas d'évidences de blocs dans cette couche. Ils ne peuvent toutefois pas être exclus.

2.3 Conditions hydrogéologiques

Le projet est situé en secteur üB de protection des eaux souterraines [4].

2.3.1 Venues d'eau

Selon les informations données par le foreur, des venues d'eau ont été observés dans le forage FC01/23 à environ 2.0 m de profondeur, soit dans les alluvions récentes. Selon les rapports de forage, les matériaux morainiques remaniés ou dépôts lacustres, il n'y a pas d'évidences de circulations d'eau dans la moraine limono-argileuse et la moraine gravelo-sableuse.

Le sondage SC24 n'indique pas la présence de matériaux humides ou mouillés dans la moraine remaniée, les dépôts lacustres et la moraine grise.

Selon le rapport des sondages S1 et S2, les horizons de sables et limons en général graveleux présents dans la couche de moraine remaniée ou de dépôts lacustres sont aquifères. Toutefois, ils n'indiquent pas la présence d'eau dans cet "aquifère".

2.3.2 Niveaux d'eau stabilisés

Un tableau récapitulatif des niveaux d'eau stabilisés est donné à l'Annexe 3.

Les niveaux d'eau stabilisés dans les sondages d'archive varient entre 414.04 msm et 414.77 msm. Ils sont cohérents avec les niveaux d'eau mesurés en 2024 dans les forages FC01/23 et FC02/23, compris entre 414.54 msm et 414.89 msm.

Les alluvions récentes gravelo-sableuses et la moraine remaniée limoneuse finement sableuse sont le siège d'une nappe d'eau souterraine. D'autres circulations d'eau souterraines ne sont pas exclues. En période de précipitations, des circulations d'eau provenant des eaux de ruissellement sont très probables dans les remblais sablo-graveleux. Dans la moraine limono-argileuse, des venues d'eau sont possibles à la faveur de veines plus perméables. Dans la moraine gravelo-limoneuse, aucune venue d'eau n'a été observée. Des circulations d'eau plus profondes dans cette couche sont possibles à la faveur d'horizons plus perméables.

Des mesures piézométriques régulières sont en cours pour connaître le niveau minimal et maximal ainsi que le battement des eaux souterraines dans les alluvions et la moraine remaniée. Au vu des derniers résultats de septembre 2024, une altitude d'environ 415.50 msm peut être considérée pour ce projet.

3. Réserve

L'intégration des sondages complémentaires S1 et S2 n'a pas d'incidence sur le modèle géotechnique proposée dans le rapport 22052.3.

Les piézomètres installés dans les forages exécutés par GEOTEST (FC01 et FC02) ont tenu compte d'un projet initial avec un ouvrage allant jusqu'à une profondeur de 3 m. Les niveaux d'eau relevés sont cohérents entre eux et avec les niveaux d'eau des sondages d'archive. En particulier, les niveaux d'eau mesurés dans les deux piézomètres qui atteignent la moraine limono-argileuse (sondages FC02 et S2) ne diffèrent pas des autres niveaux d'eau mesurés dans les autres piézomètres moins profonds. Ils sont donc représentatifs de l'aquifère présent dans les alluvions et la moraine remaniée.

En l'absence de piézomètre crépiné dans la moraine gravelo-sableuse avec un bouchon d'argile, la présence de circulations d'eau ne peut y être exclue.

La situation de risque accidentel de l'interception d'une venue d'eau au pied de la fiche avec une pression hydrostatique doit être vérifiée.

GEOTEST

Mandat: Commune de Prangins — No. 2222052.1

Renouvellement de l'enclenchement de Nyon

Situation 1:250

Plan des sondages

Légende

- Forage carotté
- Sondage pénétromètre
- Piezomètre
- Noveau BS
- Traversée cables

0 — 10 — 20 — 30 m

N

1361

Chemin du Coutet

319

310

SP 03/23

SP 02/23

SP 01/23

FC 01/23

FC 02/23

A

A'

B

B'

Annexe 1

2222052.1_SI01-23.dgn /09.01.2024_Gam1Rom

Annexe 2 : Tableau comparatif des descriptions lithologiques par couches de forage

GEOTEST

Modèle géotechnique GEOTEST considérant forages carottés et sondages au pénétromètre DPSH-A

	Forage carotté SC 24 — 417.00			Sondage no 1 — 416.84			Sondage no 2 — 416.62		
Géologie	**Terre végétale et remblai**	**Profondeur Top [m]**	**Altitude Top [msm]**	**Epaisseur [m]**	**Pas d'indication sur l'interprétation géologique. Correlé par GEOTEST selon matériaux**	**Profondeur Top [m]**	**Altitude Top [msm]**	**Epaisseur [m]**	**Pas d'indication sur l'interprétation géologique. Correlé par GEOTEST selon matériaux**	**Profondeur Top [m]**	**Altitude Top [msm]**	**Epaisseur [m]**
Lithologie et compacité / consistance :	Sable graveleux à gravier sablo-limoneux avec quelques petites pierres subanguleuses à subarrondies, Lâche à moyennement compact, localement compact	0	Entre 416.50 (FC01/23) et 418 (FC02/23)	Entre 1.60 m (FC01/23) et 2.70 m (FC02/23)	Sable et gravier à peine limoneux avec pierres. Pas d'indication sur la compacité / consistance des matériaux.	0	416.84	1.10	Pas d'évidence de la présence de remblai. Terre végétale graveleuse.	0	416.62	0.20
Géologie	**Remblai**	**Profondeur Top [m]**	**Altitude Top [msm]**	**Epaisseur [m]**								
Lithologie et compacité / consistance :	Graviers grossiers et pierres. Pas d'indication sur la compacité / consistance des matériaux.	0	417.00	0.20								
Géologie	**Alluvions récentes**	**Profondeur Top [m]**	**Altitude Top [msm]**	**Epaisseur [m]**	**Dépôts fluviatiles**	**Profondeur Top [m]**	**Altitude Top [msm]**	**Epaisseur [m]**	**Pas d'indication sur l'interprétation géologique. Correlé par GEOTEST selon matériaux**	**Profondeur Top [m]**	**Altitude Top [msm]**	**Epaisseur [m]**	**Pas d'indication sur l'interprétation géologique. Correlé par GEOTEST selon matériaux**	**Profondeur Top [m]**	**Altitude Top [msm]**	**Epaisseur [m]**
Lithologie et compacité / consistance :	Gravier limoneux, plus ou moins sableux avec présence locale de pierres (Ømax 10 cm), lâche à moyennement compacte (selon diagramme de battage)	Entre 1.60 m (FC01/23) et 2.70 m (FC02/23)	Entre 414.90 (FC01/23) et 415.30 m (FC02/23)	Entre 0.20 m (FC02/23) et 0.70 m (FC01/23)	Graviers sableux propre à légèrement limoneux, localement limoneux. Pas d'indication sur la compacité / consistance des matériaux.	0.20	416.80	0.90	Graviers sableux peu limoneux. Assez compacts à compacts (pas d'indication sur la méthode de détermination de la compacité / consistance).	1.10	415.74	1.30	Graviers sableux peu limoneux. Assez compacts à compacts (pas d'indication sur la méthode de détermination de la compacité / consistance).	0.20	416.42	3.30
Géologie	**Moraine remaniée (Mar)**	**Profondeur Top [m]**	**Altitude Top [msm]**	**Epaisseur [m]**	**Moraine remaniée**	**Profondeur Top [m]**	**Altitude Top [msm]**	**Epaisseur [m]**	**Pas d'indication sur l'interprétation géologique. Correlé par GEOTEST selon matériaux**	**Profondeur Top [m]**	**Altitude Top [msm]**	**Epaisseur [m]**	**Pas d'indication sur l'interprétation géologique. Correlé par GEOTEST selon matériaux**	**Profondeur Top [m]**	**Altitude Top [msm]**	**Epaisseur [m]**
Lithologie et compacité / consistance :	- Limon plus ou moins argileux finement sableux, ferme à dur - Sables fins limono-argileux avec sables grossiers et graviers fins disséminés, lâche à moyennement compact. La compacité / consistance augmente avec la profondeur. Blocs : Pas d'évidences de la présence de blocs dans les forages FC01/23 et FC'2/23. Leur présence n'est toutefois pas esclue dans ce genre de couche.	Entre 2.30 m (FC01/23) et 2.90 m (FC02/23)	Entre 414.20 (FC01/23) et 415.10 m (FC02/23)	Entre 3.40 m (FC01/23) et 4.10 m (FC02/23)	Limon argileux avec rares cailloux, consistance moyenne à ferme. Blocs : Pas d'évidences de la présence de blocs mentionnés dans cette couche.	1.10	415.90	1.65	Alternance de : - Limon peu argileux à argileux, peu sableux avec quelques graviers isolés et varves sableuses, assez compact - Sable (parfois fin) peu limoneux à limoneux (localement argileux) avec rares graviers et traces d'argile, assez compact. Devient compact à la base de la couche. Blocs : Pas d'évidences de la présence de blocs mentionnés dans cette couche.	2.40	414.44	4.80	Selon rapport, alternance de : - Sable moyen à fin limoneux avec quelques graviers, parfois graveleux. - Limon argileux avec quelques graviers isolés et varves sableuses Devient très compact à la base de la couche. Blocs : Pas d'évidences de la présence de blocs mentionnés dans cette couche.	3.50	413.12	3.70
Géologie					**Dépôts lacustres**	2.75	414.25	4.35								
Lithologie et compacité / consistance :					Lithologies et compacités / consistances : Sables limoneux avec passes plus limono-argileuses avec graviers. Compacité hétérogène : Selon essais SPT: - N_{SPT} à ~3 m de profondeur = 24 -> moyennement compact. - N_{SPT} à ~6 m de profondeur = 14 -> moyennement compact. Blocs : Pas d'évidences de la présence de blocs mentionnés dans cette couche.											
					Moraine remaniée + dépôts lacustres	1.10	415.90	6.00								
Géologie	**Moraine limono-argileuse (Mla)**	**Profondeur Top [m]**	**Altitude Top [msm]**	**Epaisseur [m]**	**Moraine grise**	**Profondeur Top [m]**	**Altitude Top [msm]**	**Epaisseur [m]**	**Moraine**	**Profondeur Top [m]**	**Altitude Top [msm]**	**Epaisseur [m]**	**Moraine**	**Profondeur Top [m]**	**Altitude Top [msm]**	**Epaisseur [m]**
Lithologie et compacité / consistance :	Lithologies et compacités / consistances : - Limon plus ou moins argileux avec sables grossiers et graviers fins disséminés ; Consistance dur à très dure - Veines sableuses et graveleuses (5 cm à 10 cm d'épaisseur); sans cohésion Blocs : Pas d'évidence de blocs dans les forages FC01/23 et FC02/23. Toutefois, le refus des pénétromètres est probablement dû à la présence de blocs dans cette couche.	Entre 5.70 m (FC01/23) et 7.00 m (FC02/23)	Entre 410.80 (FC01/23) et 411 (FC02/23)	Entre 1.60 m (FC01/23) et 2.10 m (FC02/23)	Lithologies et compacités / consistances : - Limon argileux, localement peu graveleux, Selon description, consistance moyenne à ferme Selon essais SPT: - NSPT à 8.20 m de profondeur = 29 -> dur. Blocs : Pas d'évidence de blocs dans cette couche	7.10	409.9	>1.20	Lithologies et compacités / consistances : Sable +/- argileux avec quelques graviers isolés, compacts à très compacts Blocs : Présence de blocs	7.20	409.64	>2.30	Lithologies et compacités / consistances : Limon argileux et sableux avec graviers isolés, très compact Blocs : Pas d'évidence de blocs dans cette couche	7.20	409.42	>1.80
Géologie	**Moraine graveleuse limono-argileuse**	**Profondeur Top [m]**	**Altitude Top [msm]**	**Epaisseur [m]**	**Moraine graveleuse limono-argileuse non atteinte**	**Profondeur Top [m]**	**Altitude Top [msm]**	**Epaisseur [m]**	**Moraine graveleuse limono-argileuse non atteinte**	**Profondeur Top [m]**	**Altitude Top [msm]**	**Epaisseur [m]**	**Moraine graveleuse limono-argileuse non atteinte**	**Profondeur Top [m]**	**Altitude Top [msm]**	**Epaisseur [m]**
Lithologie et compacité / consistance :	Lithologies et compacités / consistances : Gravier limono-argileux avec beaucoup de sables grossiers et petites pierres subanguleuses (rarement subarrondies) disséminés ; très compacte	Entre 7.30 m (FC01/23) et 9.10 m (FC02/23)	Entre 408.90 (FC02/23) et 409.20 (FC01/23)	Entre > 3.10 m (FC01/23) et > 2.50 (FC02/23)	Formation géologique non identifiée				Formation géologique non identifiée				Formation géologique non identifiée			

Annexe 3 : Tableau comparatif des niveaux d'eau stabilisés

GEOTEST

Piézomètre	FC01/23				FC02/23				S1			S2			SC 24				
Altitude du terrain [msm]	~ 416.50				~ 418.00				416.84			416.62			~417.00				
Référence [m]	0.63				-0.03				0.2			0.2			Pas d'informations				
Altitude du tube [msm]	417.13				417.97				417.04			416.82			Pas d'informations				
Profondeur tube piézométrique [m]	6 m				10 m				6 m			9 m			Pas d'informations				
Date de mesure (selon profil de forage)	**Mesure**[1] **[m]**	**Profondeur**[2] **[m]**	**Altitude [msm]**	**Formation géologique concernée**	**Mesure**[1] **[m]**	**Profondeur**[2] **[m]**	**Altitude [msm]**	**Formation géologique concernée**	**Profondeur**[2] **[m]**	**Altitude [msm]**	**Formation géologique concernée**	**Profondeur**[2] **[m]**	**Altitude [msm]**	**Formation géologique concernée**	**Profondeur**[2] **[m]**	**Altitude [msm]**	**Formation géologique concernée**		
29.05.1969	-	-	-		-	-	-	-	2.80	414.04	Dépôts fluviatiles	-	-	-	-	-	-		
11.06.1969	-	-	-		-	-	-	-	2.07	414.77	Moraine remaniée	2.02	414.60	Dépôts fluviatiles	-	-	-		
?	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.40	414.60	Moraine remaniée		
09.01.2024	2.30	1.67	414.83	Moraine remaniée	3.08	3.11	414.89	Moraine remaniée	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
22.05.2024	2.47	1.84	414.66	Moraine remaniée	3.13	3.16	414.74	Moraine remaniée	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
23.09.2024	2.59	1.96	414.54	Moraine remaniée	3.37	3.40	414.60	Moraine remaniée	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
																		Altitude maximale (tous les forages)	**Altitude minimale (tous les forages)**
Altitude maximale [msm]	414.83				414.89				414.77			414.60			414.60			414.89	
Altitude minimale [msm]	414.54				414.60				414.04			414.60			414.60				414.04
Battement par forage [m]	0.29				0.29				0.73			0.00			0.00				

1) Mesure depuis référence
2) Profondeur depuis terrain naturel

LABORATOIRE DE GÉOTECHNIQUE
H. B. DE CÉRENVILLE

Lausanne, le 16 juin 1969
HD/JR - M2950

DIVISION DES TRAVAUX CFF I

SECTION DU GÉNIE CIVIL

HALTE DE PRANGINS

SUPPRESSION DU PASSAGE A NIVEAU

R A P P O R T

sur les

SONDAGES DE RECONNAISSANCE

I. INTRODUCTION

Le rapport ci-après présente les résultats des sondages et des essais demandés par la Section du génie civil de la Division des travaux CFF I, pour la reconnaissance des sols et l'étude des fondations d'un passage inférieur sous les voies CFF à Prangins au km 37.010

II. EXÉCUTION DES SONDAGES

Deux sondages ont été exécutés du 27 mai au 2 juin 1969. Leur implantation, donnée au plan de situation No 2050-1 ci-annexé, de même que leur profondeur de principe, ont été fixées par la Section du génie civil de la Division des Travaux CFF I, en accord avec notre laboratoire.

Les sondages ont été exécutés par percussion dans des cuvelages Ø 130 et 100 mm, le carottage continu étant assuré au moyen de tubes carottiers fendus Ø 100 et 75 mm.

La présence de l'eau a été contrôlée et son niveau éventuel mesuré après chaque avancement de la sonde - en principe de 1 m - lors de la perforation. Ce contrôle a également été effectué lors du retrait des cuvelages.

Des tubes piézométriques en matière plastique Ø 50 mm ont été laissés dans les trous de sondages de manière à pouvoir mesurer la variation du niveau piézométrique dans le temps.

En outre, le nombre de coups de mouton d'un poids de 100 kg - tombant d'une hauteur de 1 m - a été noté pour chaque longueur de pénétration de 10 cm des tubes carottiers.

De plus, chaque fois que la nature des sols l'a permis, les échantillons ont été soumis :

- à l'essai du pénétromètre Soiltest qui donne la valeur approximative de la résistance à la compression simple des sols argileux
- à l'essai de cisaillement au moyen du scissomètre (sonde à ailettes) Ø 16 ou 20 mm.

III. RÉSULTATS DES SONDAGES

La description des sols a été faite selon la classification USCS conformément aux normes suisses SNV No 70 005 et 70 008.

Les consistances des sols cohérents sont basées, d'accord avec Terzaghi et Peck, sur la résistance à la compression simple sur cylindre non fretté, selon le tableau ci-après :

Résistance à la compression q_u en kg/cm2	Consistance
0 - 0,1	mou
0,1 - 0,25	très tendre
0,25 - 0,5	tendre
0,5 - 0,8	assez tendre
0,8 - 1,2	moyen
1,2 - 1,8	assez ferme
1,8 - 2,5	ferme
2,5 - 4,0	très ferme
4,0 et plus	dur

A défaut d'essais en laboratoire, les résistances à la compression simple sont estimées sur la base de l'essai au pénétromètre Soiltest ou au scissomètre exécuté sur le chantier et/ou sur la base de la résistance à la pénétration des tubes carottiers.

Les compacités des sols granuleux sont estimées essentiellement sur la base de la résistance à la pénétration des tubes carottiers. On distingue les valeurs :

très lâche
lâche
peu compact
moyen
assez compact
compact
très compact

Les indications données dans les rapports de sondage sont, de gauche à droite :

a) date

b) profondeurs (les profondeurs données indiquent en principe chaque descente de l'outil ainsi que les changements de couches)

c) numérotation et description des échantillons, indications sur la consistance ou la compacité

d) résultats de l'essai au pénétromètre Soiltest en kg/cm2 (pp = essai pas possible)

e) diamètre et type de sonde :
pl = pelle
St130 = tube carottier fendu calibre 130/Ø effectif 100 mm
SR = tube carottier renforcé non fendu Ø 75 mm

f) résistance à la pénétration des tubes carottiers exprimée par le nombre de coups de mouton de 100 kg tombant d'une hauteur de 1 m pour enfoncer la sonde de 10 cm

g) cuvelages, diamètre en mm, longueur en m

h) observations, notamment : venue d'eau, niveau d'eau dans le sondage, résultats de l'essai au scissomètre en kg/cm2 abrégé ⊠ (pp = essai pas possible), numéro des échantillons non remaniés exprimé par la profondeur du début du prélèvement en m et fraction décimale du m.

Les profils des sondages sont donnés au dessin No 2050-2; les rapports détaillés de chaque sondage sont également joints au présent rapport.

Commentaires sur les résultats des sondages

Les deux sondages ont rencontré des sols de nature assez semblables, qui peuvent être résumés, grosso modo, comme suit :

- sous 1.10 m de remblai sablo-graveleux et jusqu'à 2.40m de profondeur au sondage No 1, sous 0.20 m de terre végétale graveleuse et jusqu'à 3.50 m de profondeur au sondage No 2, les sols sont constitués par des graviers sableux, peu ou pas limoneux, en général assez compacts à compacts

- en dessous et jusqu'à 7.20 m de profondeur aux deux sondages, les sols sont constitués par une alternance d'horizons de sables et limons en général graveleux, aquifères, et d'horizons de limons argileux, sableux, en général graveleux, moins perméables; la compacité de ces sols passe de moyenne à compacte, voire très compacte au sondage No 2 avec la profondeur

- en dessous et jusqu'à la fin des deux sondages, on trouve une moraine constituée de limon sableux plus ou moins argileux, avec graviers isolés, de compacité très élevée.

L'eau a été rencontrée à 3.10 m de profondeur au sondage No 1, à 2.20 m au No 2. Un relevé des niveaux piézométriques effectué le 6 juin 1969 a montré l'eau à 2.02 m de profondeur au sondage No 1 et à 2.07 m au No 2

VI. ESSAIS EN LABORATOIRE

Les échantillons non remaniés, prélevés dans les sondages, ont été soumis aux essais de :

- teneur en eau par rapport au poids de sol sec w%
- poids spécifique apparent γ en t/m3
- compression simple sur éprouvette cylindrique non frettée latéralement avec mesure de la résistance maximale à l'écrasement q_u en kg/cm2 et de l'accourcissement spécifique ε% correspondant.

Les résultats de ces essais sont les suivants :

Sond No	Ech No	Profondeur m	Teneur en eau w%	Pds spéc. apparent γ t/m3	Compression sur cylindre q_u en kg/cm2	ε%
S1	E4,6	4.65-4.90	17,0	22,3	2,31	à 30,0%
S1	E6,8	6.80-7.00	18,2	21,6	1,42	à 22,5%
S2	E6,6	6.60-6.85	15,9	2,23	2,83	à 27,3%

Commentaires

Les résultats de ces essais peuvent être commentés comme suit :

- les essais effectués sur les sables et limons alternés rencontrés dans les 2 sondages indiquent :

  des teneurs en eau moyennes à assez élevées

  des poids spécifiques apparents assez élevés à élevés

  des résistances à la compression simple sur cylindre assez élevées à élevées pour des allongements spécifiques grands

V. FONDATIONS

Sur la base de notre interprétation des sondages, de la nature des sols, de la résistance à la pénétration des tubes carottiers, des résultats des essais exécutés sur le chantier (pénétromètre Soiltest et scissomètre), des essais en laboratoire, et de notre expérience à ce jour, nous pouvons fixer les taux de travail admissibles de fondations sur semelles ou radier, pour des tassements normaux et une stabilité au poinçonnement local assurée, en terrain plat, comme suit :

Taux de travail admissibles en t/m2

Altitude	Sondage No 1 prof	t/m2	Sondage No 2 prof	t/m2
416.00	0.84	-	0.62	-
415.00	1.84	22	1.62	22
414.00	2.84	22	2.62	18
413.00	3.84	18	3.62	12
412.00	4.84	18	4.62	14
411.00	5.84	18	5.62	18
410.00	6.84	18	6.62	24
409.00	7.84	30	7.62	30
408.00	8.84	35	8.62	35

Dans le tableau, il faut inclure les remarques suivantes :

- les taux ont été établis pour des semelles de 1 m de largeur enterrées de tous côtés d'au moins 0.60 m. Pour des largeurs inférieures, il y a lieu de diminuer les taux unitaires indiqués jusqu'à concurrence de 40% pour une semelle de 0.60 m de largeur

- en revanche, pour des semelles situées dans les sables ou les graviers, dont la largeur est supérieure à 1 m, on pourra augmenter les taux unitaires jusqu'à concurrence de 20% pour des largeurs de 1.50 m et plus

- les taux indiqués sont applicables également aux contraintes induites en profondeur par une fondation située plus haut

- les taux de travail n'ont pas été établis en vue d'obtenir des tassements uniformes partout. Ces taux provoqueraient des tassements plus importants dans les sols tendres que dans les sols fermes. Si l'on veut atténuer les tassements différentiels, il y aura lieu de diminuer les contraintes sur les sols tendres en tenant compte de la dimension des surfaces chargées et des excavations.

- dans le cas d'une fondation en forme de cuve fermée on peut faire intervenir la décharge provoquée par les excavations et ajouter aux taux de travail admissibles donnés dans le tableau une partie du poids théorique des terres excavées, déduction faite de la poussée d'Archimède dans les sols immergés. Dans le but de limiter les tassements, il est prudent de n'augmenter les taux admissibles que du 60% du poids théorique excavé pour tenir compte du gonflement des sols argileux pendant la période d'excavation.

Commentaires

Etant donné la nature et la compacité des sols rencontrés, il n'y a pas de raison de se fonder à un niveau particulier. On évitera simplement de se poser sur la zone remblayée du sondage No 1, et on descendra à une profondeur supérieure à la pénétration du gel.

Si l'on adopte la solution d'un passage supérieur, il conviendra d'éviter de descendre les fondations dans la nappe phréatique, ceci pour prévenir des difficultés d'excavation sous l'eau.

VI. TERRASSEMENTS

Dans le cas d'un passage inférieur, les excavations présenteront certainement des difficultés du point de vue stabilité des talus dans les horizons sablo-limoneux peu ou pas argileux, aquifères, rencontrés dans les 2 sondages. Les calculs indiquent qu'avec un angle de frottement interne de 30°, une cohésion apparente de c = 0, 5 t/m2, et en présence de l'eau, on ne peut dépasser une pente de talus de l'ordre de 1:2 pour une profondeur d'excavation de 8 m, ce qui paraît peu réalisable vu la place à disposition.

L'exécution d'un rideau de palplanches étant exclue - impossibilité de battre sous les voies CFF - il conviendrait pour obtenir une amélioration sensible de la stabilité des talus de drainer les sols au moyen d'une enceinte de wellpoints, système susceptible de donner des résultats satisfaisants vu la nature en général sableuse des sols rencontrés. En tout état de cause, il apparaît que la faible cohésion des terrains rencontrés, alliée à la présence de l'eau près du niveau du sol, sont des éléments défavorables à la réalisation d'un passage inférieur. Ces conditions entraîneraient des dépenses excessives à notre sens, vu l'importance de l'ouvrage envisagé et la possibilité de réaliser un passage supérieur. Comme d'autre part, rien du point de vue géotechnique ne s'oppose à un passage supérieur, il semblerait raisonnable de s'acheminer vers cette solution.

Du point de vue de la dureté, les excavations ne présenteront pas de difficulté particulière jusqu'à la couche de moraine très compacte rencontrée au fond des 2 sondages et pour laquelle il faudra prévoir une plus-value de dureté. Il conviendra aussi de prévoir la présence possible de quelques blocs dans cette moraine.

Les indications et conclusions données dans le présent rapport sont basées sur notre expérience à ce jour et sur l'interprétation que, dans l'état actuel de nos connaissances, nous sommes à même de faire des résultats des sondages et des essais.

Il s'agit de renseignements conclusions et recommandations applicables à l'emplacement des sondages. Les conditions locales entre sondages ou en dehors du périmètre des sondages restent à contrôler lors de l'ouverture des fouilles.

Lausanne, le 16 juin 1969

LABORATOIRE DE GÉOTECHNIQUE
Henri B. de Cérenville

R. E. Chappuis.

Annexes:
2 rapports de sondage
1 plan de situation No 2050-1
1 profil des sondages No 2050-2

LABORATOIRE DE GÉOTECHNIQUE
H. B. DE CÉRENVILLE, INGÉNIEUR, LAUSANNE

Rapport du sondage N° 1

Emplacement Halte de Prangins — Contrat N° 2050

Intéressé CFF - DT I

Type de sondage percussion avec carottage continu — Inclinaison et azimut vertical

Situation au plan N° 2050-1 — Coordonnées — Altitude de départ 416,84 m.

Repère de niveau rail devant halte — à l'altitude 416,80 m.

Mouton 100 kg. Chute 1,00 m. ∅ des cuvelages 130 mm. ∅ des carottiers 100-75 mm.

Travail par coup 100 kgm. Sondage exécuté du 27 mai au 29 mai 1969

Conditions météorologiques beau

Zones aquifères de 3,10 m à la fin du sondage

Niveaux piézométriques (profondeur, date, heure) 2.80 m le 29.5.69 à 14h00 , 2.02 m le 6.6.69

Observations tube piézométrique de 6,00 m, non perforé 3,00 m, hors terre 0,20 m

(Date) Heure	PROFONDEUR de	PROFONDEUR à	NATURE DU TERRAIN - DÉSIGNATION GÉOTECHNIQUE Consistance ou compacité	Pénétr. Solitest	SONDE Type ∅	SONDE Résist. Pénétr.	REVÊTEMENT Long. ∅	REVÊTEMENT Résist. Pénétr.	Hydrologie - Essais spéciaux o/o récupération des carottes Echantillons non remaniés Observations
	0.00	1.10	1 - Remblai de sable et gravier à peine limoneux, avec pierres, brun	pp	pl	1	1		pas d'eau
	1.10	2.20	2 - Gravier sableux un peu limoneux, gris-brun, assez compact à compact	pp	St 130	7 18-24	2	68	pas d'eau
	2.20	2.40	3 - Idem, assez compact à compact	2,7	"	8	3	130	pas d'eau ⊠ = 0,92
	2.40	3.20	4 - Limon argileux un peu sableux a/graviers isolés et varves sableuses, gris, assez compact		"	10-12			renc.eau à 3,10 m
	3.20	3.40	5 - Idem, assez compact	pp	"	8			eau à 2.30 m
	3.40	4.00	6 - Sable un peu limoneux a/qq. graviers et traces d'argile, gris, assez compact		"	10 12	4	150	eau à 2.30 m
	4.00	5.20	7 - Limon un peu argileux a/un ou deux graviers isolés, gris, assez compact à compact	3,7	"	8-18			eau à 3,80 m ⊠ = 0,76 Ech. S1-E4,6 de 4.65-4.90 m
	5.20	5.80	8 - Idem, assez compact	2,0	"	10-12			eau à 3.10 m ⊠ = 0,80
	5.80	7.20	9 - Sable fin et limon par end. un peu argileux, gris à gris foncé, assez compact à compact	pp	"	16-20 10-16			eau à 5,10 m Ech. S1-E6,7 de 6.75-7.00 m

Implantation du sondage fixée par: — Profondeur fixée par:

Sondeur: — Classif: — Dactyl.: — Vu: — Rapp. chantier:

ERL 4.65 14000

LABORATOIRE DE GÉOTECHNIQUE
H. B. DE CÉRENVILLE, INGÉNIEUR, LAUSANNE

Rapport du sondage N° 1

Contrat No 2050

(Date) Heure	PROFONDEUR de	PROFONDEUR à	NATURE DU TERRAIN - DÉSIGNATION GÉOTECHNIQUE Consistance ou compacité	Pénétr. Solltest	SONDE Type ∅	SONDE Résist. Pénétr.	REVÊTEMENT Long. ∅	REVÊTEMENT Résist. Pénétr.	Hydrologie - Essais spéciaux o/o récupération des carottes Echantillons non remaniés Observations
	7,20	8,40	10 - Sable ±argileux a/ qq. graviers isolsé, gris foncé, compact à très compact (moraine)		SR	9-75		-100	eau à 5,50 m PV art 10
	8,40	8,70	11 - Bloc très dur		SR	160-150			eau à 6,10 m PV art 10
	8,70	9,10	12 - Limonsableux ±argileux, a/qq.graviers isolés gris foncé, très compact		SR	40-75			eau à 4,20 m PV art 10
	9,10	9,50	13 - Bloc très dur		SR	120-170			eau à 4,20 m PV art 10
	9,50		Fin du sondage						

Implantation du sondage fixée par: Profondeur fixée par:

Sondeur: CB Classif: HD Dactyl.: JR Vu: Rapp. chantier: CB

ERL 4.65 7000

LABORATOIRE DE GÉOTECHNIQUE
H. B. DE CÉRENVILLE, INGÉNIEUR, LAUSANNE

Rapport du sondage N° 2

Emplacement Halte de Prangins — Contrat N° 2050

Intéressé CFF - DT I

Type de sondage percussion avec carottage continu — Inclinaison et azimut vertical

Situation au plan N° 2050-1 — Coordonnées — Altitude de départ 416.62 m.

Repère de niveau rail devant halte — à l'altitude 416.80 m.

Mouton 100 kg. Chute 1.00 m. ∅ des cuvelages 130 mm. ∅ des carottiers 100-75 mm.

Travail par coup 100 kgm. Sondage exécuté du 30 mai au 2 juin 1969

Conditions météorologiques nuageux

Zones aquifères de 2.20 m à la fin du sondage

Niveaux piézométriques (profondeur, date, heure) 2.07 m le 6.6.1969

Observations tube piézométrique de 9.00 m, non perforé 4.00 m hors terre 0.20 m

(Date) Heure	PROFONDEUR de	PROFONDEUR à	NATURE DU TERRAIN - DÉSIGNATION GÉOTECHNIQUE Consistance ou compacité	Pénétr. Solitest	SONDE Type ∅	SONDE Résist. Pénétr.	REVÊTEMENT Long. ∅	REVÊTEMENT Résist. Pénétr.	Hydrologie - Essais spéciaux o/o récupération des carottes Echantillons non remaniés Observations
	0.00	0.20	Terre végétale graveleuse brune						
	0.20	1.10	1 - Sable graveleux olive, moyen	pp	pl		1		pas d'eau
	1.10	2.20	2 - Gravier sableux à peine limoneux, gris-brun, assez compact à compact	pp	St 130	8 14-16	2	85	pas d'eau
	2.20	3.20	3 - Idem, limoneux par end., assez compact	pp	"	8 12	3	70	rence.au à 2,20m remontée à 2.00m
	3.20	3.50	4 - Idem, moyen à assez compact	pp	"	6			eau à 2.00 m
	3.50	4.20	5 - Sable moyen à fin limoneux a/qq.graviers et traces d'argile, brun-olive, moyen	pp	"	4	4	60	eau à 2.00 m
	4.20	5.20	6 - Alternance de sable et limon un peu argileux et de gravier sableux limono-argileux, brun, moyen	pp	"	6-8	5	75	eau à 2.60 m
	5.20	6.20	7 - Sable graveleux en gén. limoneux, par end. argileux, brun à gris-brun, assez compact	pp	"	8 12	6	125	eau à 2.80 m
	6.20	7.20	8 - Limon argileux a/qq. graviers isolés et varves sableuses, gris, compact puis très compact	1,5	"	15-40			eau à 4.00 m ⊠ = 0,34 Ech. S2-E6,6 de 6.60-6.85 m

Implantation du sondage fixée par: — Profondeur fixée par:

Sondeur: Classif: Dactyl.: Vu: Rapp. chantier:

LABORATOIRE DE GÉOTECHNIQUE
H. B. DE CÉRENVILLE, INGÉNIEUR, LAUSANNE

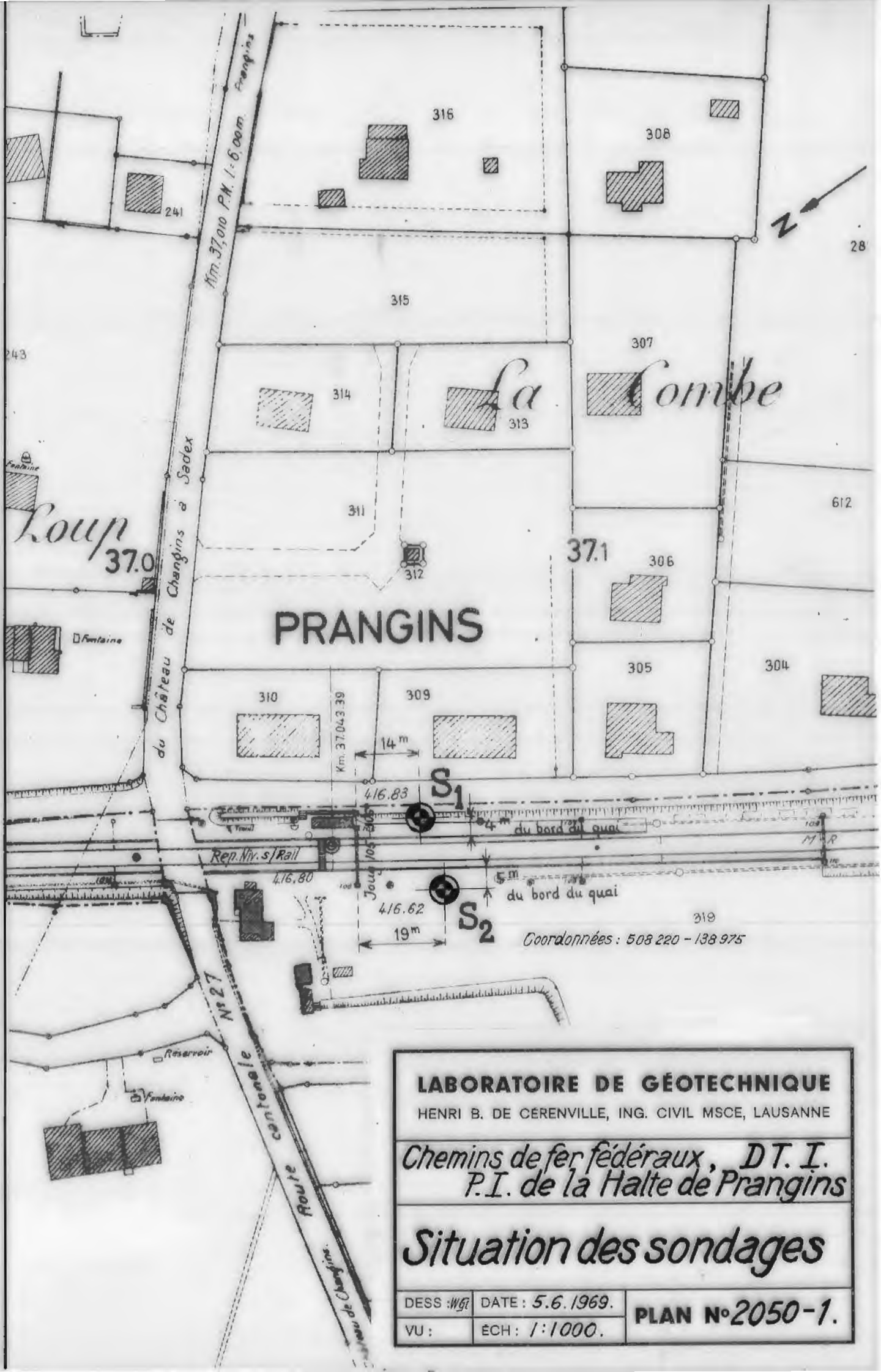
Rapport du sondage N° 2

(Date) Heure	PROFONDEUR de	PROFONDEUR à	NATURE DU TERRAIN - DÉSIGNATION GÉOTECHNIQUE Consistance ou compacité	Pénétr. Solitest	SONDE Type ∅	SONDE Résist. Pénétr	REVÊTEMENT Long. ∅	REVÊTEMENT Résist. Pénétr.	Hydrologie - Essais spéciaux o/o récupération des carottes Echantillons non remaniés Observations
	7.20	8.00	9 - Limon argileux et sableux a/graviers isolés (moraine), très compact	2,7 3,0	SR	40- 35-	125 20		eau à 4,00 m PV art 10
	8.00	8.70	10 - Idem, très compact	pp	"	30-	50-	75	eau à 4,00 m PV art 10
	8.70	9.00	11 - Idem, très compact	pp	"	40-	70		eau à 4,50 m PV art 10
	9.00		Fin du sondage						

Implantation du sondage fixée par: Profondeur fixée par:

Sondeur: CB Classif: HD Dactyl.: JR Vu: Rapp. chantier: CB

ERL 4.65 7000



LABORATOIRE DE GÉOTECHNIQUE

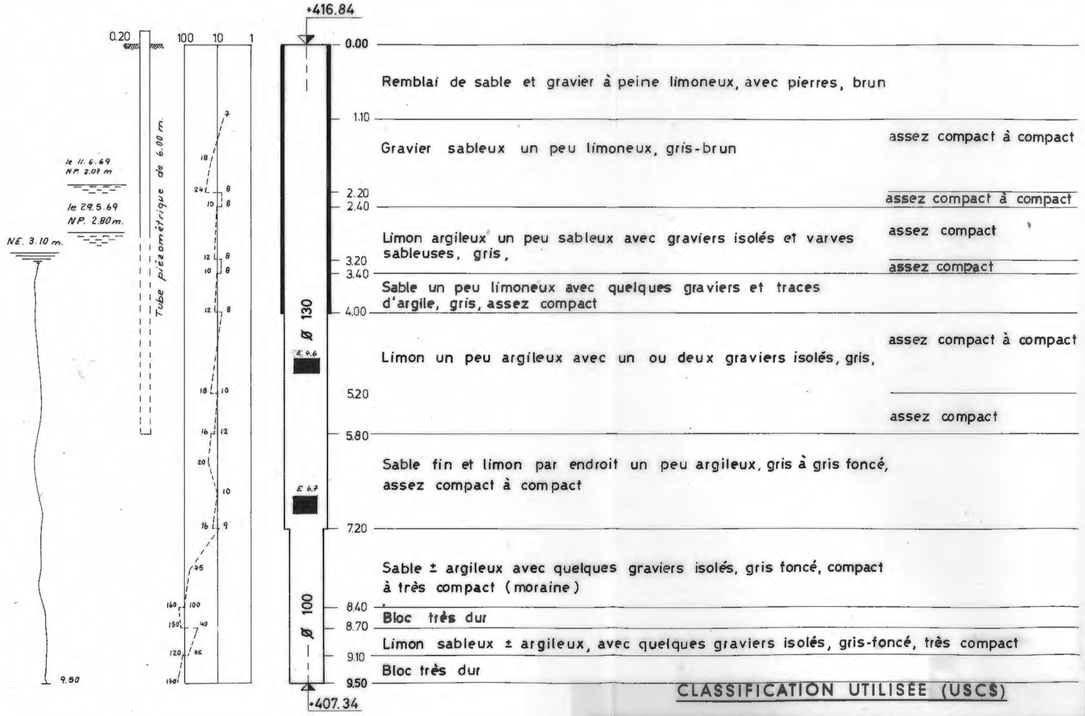
HENRI B. DE CERENVILLE, ING. CIVIL MSCE, LAUSANNE

Chemins de fer fédéraux, D.T.I.
P.I. de la Halte de Prangins

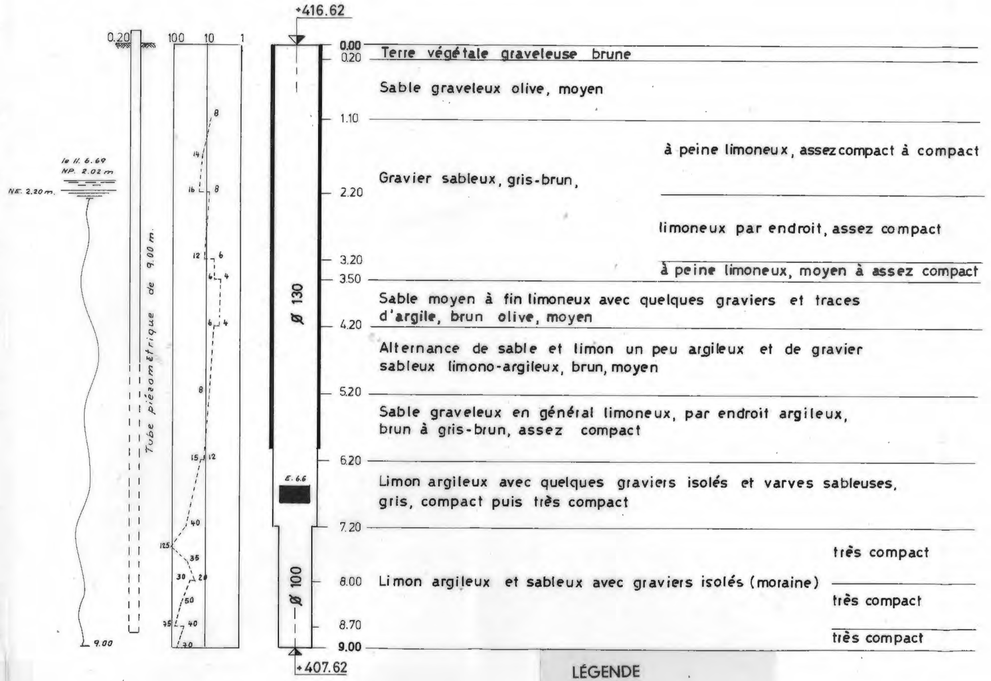
Situation des sondages

DESS : WGi	DATE : 5.6.1969.	PLAN N° 2050-1.
VU :	ÉCH : 1:1000.	

Sondage n°1



Sondage n°2



CLASSIFICATION UTILISÉE (USCS)

TRÈS PERMÉABLE			PERMÉABLE	PEU PERMÉABLE	IMPERMÉABLE
BLOCS	PIERRES	GRAVIER	SABLE	LIMON	ARGILE
200	60	2	0,06	0,002	Ø en mm

LÉGENDE

N.E. Niveau eau

N.P. Niveau piézométrique

LABORATOIRE DE GÉOTECHNIQUE
HENRI B. DE CÉRENVILLE, ING. CIVIL MSCE, LAUSANNE

Chemins de fer fédéraux - DT I
PI de la Halte de PRANGINS

Profil des sondages

DESS :	DATE : 6.6.69	PLAN N° 2050-2
VU :	ÉCH : 1:50	

RAPPORT: VD 596 ANNEXE: 2.7.

Coupe du sondage SC 24

1:50

Cote:
Coordonnées:

Maison de forage:
Date: 23.4.86

Profond.	Profil	N° Labo	Description lithologique	Géologie	Géotechn. SPT (10 20)	Remarques et Hydrologie
0.20			Graviers grossiers + pierres (↔ 10 cm) et morceaux de béton	Remblai		
0.90			Graviers sableux moyens légèrement limoneux, brunâtres sans cohésion	Dépôts fluviatiles		
1.10			Vers le bas (0.70 m) limoneux et légèrement argileux de compacité moyenne			q_p: 150 s_u: 80
			Graviers sableux moyens à grossiers gris beige sans cohésion			q_p: 450 s_u: 100
		2.15				-2.40
		2.40	Limons argileux gris beiges à gris, rares cailloux, zones plus argileuses	Moraine remaniée		
2.75			Consistance moyenne à ferme, zones sableuses jaunâtres ± fines			
			Sables limonceux gris moyen, passes plus limoneuses (4 m) ou plus argileuses grises avec gravier (4.8 m, 5.2 m et 6.0 m) Compacité hétérogène	Dépôts lacustres	7 11 13	
					5 7 7	q_p: 150 s_u: 60 - 80
7.10			Limons argileux gris, un peu graveleux Consistance moyenne à ferme passe sableuse à 7.85 m	Moraine grise		
7.90		8.00	Limons argileux gris très durs			
8.30		8.30	F I N		11 12 17	

Levé géologique: AMB

AMB

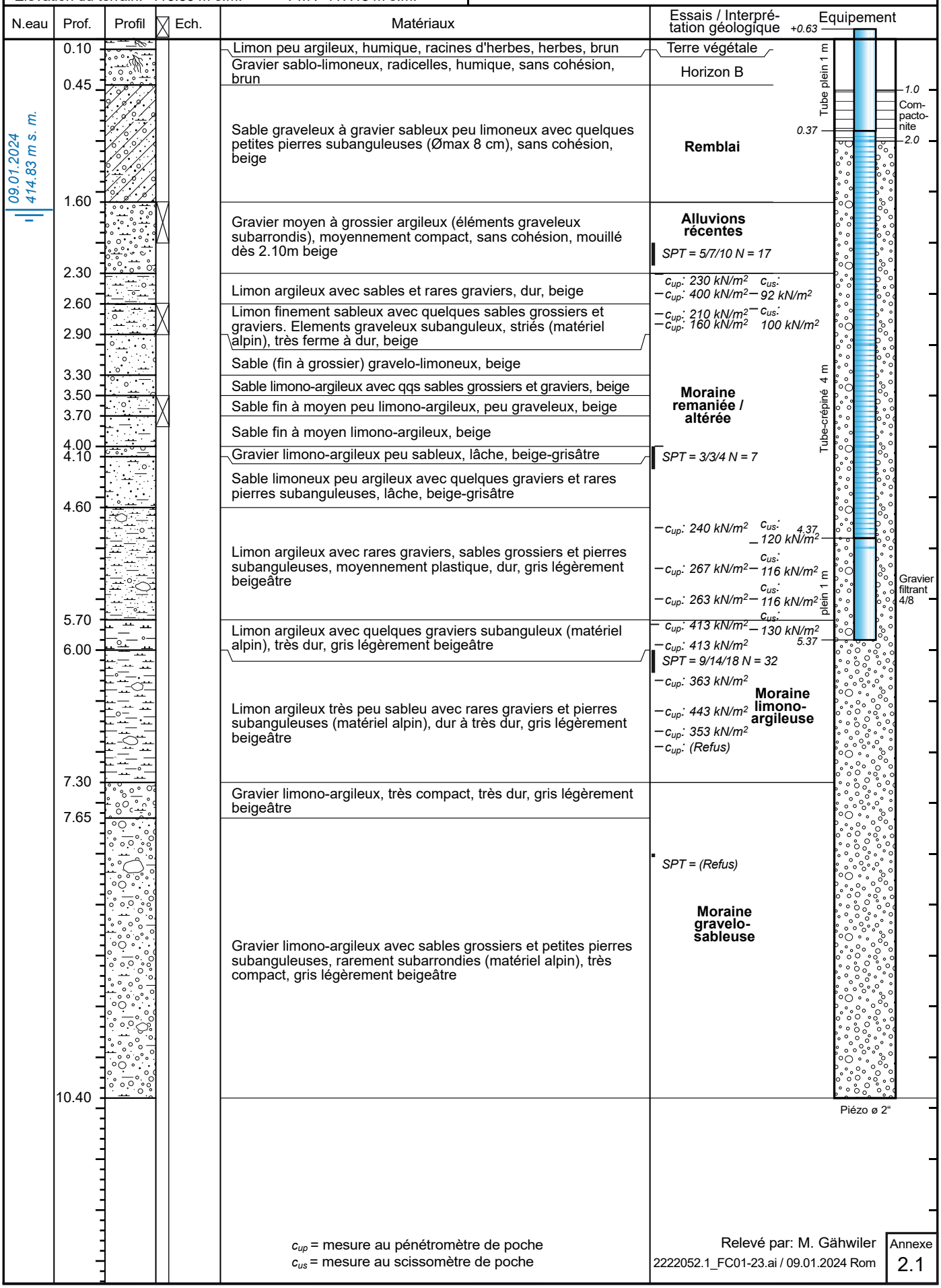
COLOMBI SCHMUTZ DORTHE S A

0 A SGD S 10
2312|3|

Date: 27.12.2023	Mandat No. : 2222052.3
Objet: Nyon Gare Geotechnique	
Entreprise : ISR Injectobohr SA	
Forage : Forage carotté	
Diamètre : de début: 140 mm	de fin: 116 mm
Coordonnées: 2'508'160 / 1'138'988	
Elévation du terrain: 416.50 m s.m.	Pm : 417.13 m s.m.

GEOTEST

Forage FC 01/23
1 : 50



c_{up} = mesure au pénétromètre de poche
c_{us} = mesure au scissomètre de poche

Relevé par: M. Gähwiler

2222052.1_FC01-23.ai / 09.01.2024 Rom

Annexe 2.1

GEOTEST

08.12.2022

2222052.3 Renouvellement de l'enclenchement de Nyon, Prangins

Photos Forage FC123



FC1/23

Prof. 0 - 3 m



FC1/23

Prof. 3 - 6 m



FC1/23

Prof. 6 - 9 m



FC1/23

Prof. 9 – 10.40 m

Date: 27.12.2023	Mandat No. : 2222052.3
Objet: Nyon Gare Geotechnique	
Entreprise : ISR Injectobohr SA	
Forage : Forage carotté	
Diamètre : de début: 140 mm	de fin: 116 mm
Coordonnées: 2'508'187 / 1'138'970	
Elévation du terrain: 418.00 m s.m.	Pm : 417.97 m s.m.

GEOTEST

Forage FC 02/23
1 : 50

09.01.2024
414.79 m s.m.

Prof.	Matériaux	Essais / Interprétation géologique
0.10	Enrobé bitumineux (concassé par le forage)	Route
	Gravier sablo-limoneux, radicelles, humique, sans cohésion, brun	Coffre de la route
0.50	Sable grossier très graveleux à gravie grossier avec petites pierres (Ømax 10 cm) subanguleuses à subarrondies; moyennement compact, beige	
1.00	Sable grossier très graveleux à gravie grossier avec petites pierres (Ømax 10 cm) subanguleuses à subarrondies; moyennement compact, beige légèrement grisâtre	SPT = 5/6/7 N = 13 **Remblai**
2.70	Gravier sablo-limoneux avec pierres (Ømax 10 cm); éléments grossiers subanguleux à subarrondis; beige	**Alluvions récentes**
2.90	Limon-argileux avec graviers et sables grossiers disséminés (éléments graveleux striés, matériel alpin); matrice fine peu plastique; dur; beige	c_{up}: 250 kN/m² — c_{us}: 96 kN/m² SPT = 9/10/11 N = 21 c_{up}: 210 kN/m² — c_{us}: 110 kN/m²
3.10	Limon argileux avec sables et rares graviers; dur; beige à grisâtre	c_{up}: 283 kN/m² — c_{us}: 108 kN/m² c_{up}: 240 kN/m²
3.30	Echantillon: Limon argileux; dur; beige à grisâtre	
3.55	Veine de sable fin; sans cohésion; beige	c_{up}: 240 kN/m² — c_{us}: 103 kN/m²
3.60	Limon argileux très peu sableux (fin) avec rares sables grossiers et graviers; moyennement plastique à plastique; très ferme à dur; gris légèrement beigeâtre	c_{up}: 143 kN/m² — c_{us}: 98 kN/m²
4.30	Veine sablo-graveleuse; sans cohésion; gris légèrement beigeâtre	**Moraine remaniée / altérée**
4.35	Sable limoneux avec quelques graviers; gris légèrement beigeâtre	c_{us}: 118 kN/m²
4.45	Sable fin très limono-argileux avec quelques graviers; dur; gris légèrement beigeâtre	c_{up}: 220 kN/m²
4.60	Limon argileux avec très rares sables grossiers et graviers; moyennement plastique à plastique; dur; gris peu beigeâtre	c_{up}: 210 kN/m²
5.00	Limon argileux finement sableux; très ferme à dur ; gris légèrement beigeâtre	SPT = 8/10/17 N = 27 c_{up}: 183 kN/m² — c_{us}: 97 kN/m²
5.20	Limon argileux avec rares sables grossiers et graviers fins (Ømax 2 cm); dur; gris légèrement beigeâtre	c_{up}: 240 kN/m² — c_{us}: 106 kN/m²
		c_{up}: 213 kN/m²
		c_{up}: 293 kN/m² — c_{us}: 130 kN/m²
		c_{up}: 377 kN/m² — c_{us}: 122 kN/m²
6.60	Limon peu argileux peu sableux (fin) avec quelques sables grossiers et graviers; peu plastique; dur; gris légèrement beigeâtre	c_{up}: 303 kN/m² — c_{us}: 114 kN/m²
7.00	Limon argileux avec rares sables grossiers et graviers (Ømax 5 cm); dur; gris légèrement beigeâtre	c_{up}: 273 kN/m² — c_{us}: 100 kN/m² SPT = 11/12/14 N = 26 c_{up}: 293 kN/m² — c_{us}: 90 kN/m²
		c_{up}: 287 kN/m²
		c_{up}: 335 kN/m² — c_{us}: 116 kN/m²
7.95	Limon argileux avec rares sables grossiers et graviers (Ømax 5 cm); dur à très dur; gris légèrement beigeâtre	c_{up}: 268 kN/m²
		c_{up}: 440 kN/m²
		c_{up}: 273 kN/m² **Moraine limono-argileuse**
		c_{up}: 285 kN/m²
		c_{up}: 415 kN/m²
		c_{up}: 220 kN/m²
9.00		
9.10	Limon argileux; très dur; gris légèrement beigeâtre	c_{up}: 480 kN/m²
		c_{up}: (Refus)
	Gravier limono-argileux avec sables grossiers et petites pierres subanguleuses, rarement subarrondies (matériel alpin); très compact; gris légèrement beigeâtre	**Moraine gravelo-sableuse** SPT = (Refus)
11.60		

Equipement Piézo ø 2"

-0.03 Tube plein 1 m
1.0 Compactonite
1.03
2.0
Tube crépiné 2 m
Gravier filtrant 4/8
9.03
Tube plein 2 m
11.03

c_{up} = mesure au pénétromètre de poche
c_{us} = mesure au scissomètre de poche

Relevé par: M. Gähwiler
2222052.1_FC02-23.ai / 09.01.2024 Rom

Annexe 2.2

2222052.3 Renouvellement de l'enclenchement de Nyon, Prangins

Photos Forage FC2/23



FC2/23

Prof. 0 - 3 m



FC2/23

Prof. 3 - 6 m



FC2/23

Prof. 6 - 9 m



FC2/23

Prof. 9 – 11.55 m

Rapport géotechnique
Gare de Nyon Sud -
km 38.15 à 39.7

SBB CFF FFS

21.16

Objet(s) :

Gare de Nyon, AS35, mise en conformité des accès aux trains n° ISP :**1161180**

Ligne 150 – Lausanne-Genève
Km 36.785 – 39.645

N°	**N° du document**	
Phase	**AVANT-PROJET**	
Statut	**1ère diffusion version définitive**	
Echelle		
Etabli	**24.06.2024**	**F. Dupray**
Contrôlé	**24.06.2024**	**F. Geiser**
Format	**A4**	

RAPPORT GEOTECHNIQUE

Gare de Nyon – Sud – Km 38.15-39.7



● Auteur du document

Pilote :

○ **Perret-Gentil SA**
Avenue des Découvertes 12 – CP
1401 Yverdon-les-Bains

Sous-traitants :

○ **GESTE ENGINEERING SA**
Rue de la Gare de Triage 5
1020 Renens

○ **Farra Zoumboulakis & associés**
Av. de l'Avant-Poste 5
1005 Lausanne

● **De Cérenville Géotechnique**
Chemin des Champs-Courbes
1024 Ecublens

○ **HKD Géomatique SA**
Chemin de la Vuarpillière 35
1260 Nyon

○ **Christe & Gygax SA**
Rue du Lac 6 – CP
1401 Yverdon-les-Bains

Le maître de l'ouvrage :

CFF SA
Infrastructure
Projet Région Ouest

Blaise Destraz

L'auteur du projet :

De Cérenville Géotechnique
Responsable opérationnel infrastructures

Fabrice Dupray

Version	Date	Etabli par	Contrôlé par	Modifications
-	03.05.2024	RN/SRA/FD	-	Diffusion version provisoire
a	24.06.2024	RN/SRA/FD	FG	1ère diffusion version définitive
b				
b				
d				

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

RAPPORT GÉOTECHNIQUE

Gare de Nyon – Sud – Km 38.15-39.7

CFF Infrastructure SA
Perret Gentil SA

RN/SRA/FD, M15'731-1
Ecublens, le 24 juin 2024

[illegible]

Impressum

Collaborateurs ayant participé à l'étude	Fonction
Dr Raphaël Normand	Géologue
Dr Sara Rachdi	Ingénieure géotechnicienne
Yannick Gingins	Géologue
Dr Fabrice Dupray	Ingénieur géotechnicien
Dr Françoise Geiser	Ingénieure géotechnicienne

Réserves

De Cérenville géotechnique S.A. confirme avoir exécuté son mandat avec la diligence requise. Les résultats et recommandations sont basés sur l'état actuel des connaissances tel qu'exposé dans le rapport et ont été obtenus conformément aux règles communément admises de la branche.

De Cérenville géotechnique S.A. admet :

- Que le mandant ou ses représentants lui ont fourni toutes les informations et documents nécessaires à l'exécution du mandat.
- Qu'il ne sera pas fait un usage partiel des données du présent rapport sans réexamen préalable et qu'elles ne seront pas utilisées pour un autre objet ou dans un autre but que celui convenu, ni adaptées à des situations modifiées.

Dans la mesure où ces conditions ne seraient pas remplies, De Cérenville géotechnique S.A. décline toute responsabilité pour les dommages qui pourraient en résulter. En outre, si un tiers fait usage des résultats du présent travail ou fonde ses décisions sur ceux-ci, De Cérenville géotechnique S.A. ne pourra être mis en cause pour les dommages qui pourraient en découler.

Suivi des modifications

Indice	Date	Auteur	Contrôle	Elément concerné	Description de la modification
	12.04.2024	RN/FD/SRA	-	Version provisoire	-
a	24.06.2024	RN/FD/SRA	FG	1ère diffusion version définitive	
b					
c					

Sommaire

Impressum 2
Réserves 2
Suivi des modifications 2
1 Introduction 5
2 Documents consultés 5
3 Informations existantes 6
3.1 Atlas géologique 6
3.2 Contexte géologique et risques identifiés 6
3.3 Sondages existants 7
4 Travaux exécutés 7
4.1 Sondages 7
4.2 Essais in situ 7
4.3 Essais en laboratoire 8
4.4 Reconnaissances environnementales 8
5 Résultats des reconnaissances 8
5.1 Résultats des sondages 8
5.2 Résultats des essais 8
5.3 Hydrogéologie 9
6 Interprétation des résultats 9
6.1 Schématisation du sous-sol 9
6.2 Caractéristiques géotechniques 11
6.3 Modèle hydrogéologique 12
7 Recommandations 12
7.1 Excavations 13
7.2 Stabilité des talus, soutènement 14
7.2.1 Talus libres 14
7.2.2 Soutènements 14
7.3 Fondations 16
7.3.1 Fondations superficielles 16
7.3.2 Fondations profondes 17
7.3.3 Remblayages pour voies de circulation 18
7.3.4 Voies ferrées sur terrain existant 19
7.4 Problèmes dus à l'eau 19

7.4.1 En phase de chantier 19
7.4.2 A l'état de service 20
7.5 Infiltration des eaux météoriques 21
7.6 Gestion environnementale des matériaux d'excavation 21
7.7 Réutilisation des matériaux d'excavation 21
7.8 Mesures de protection des sols au sens pédologique 22
7.9 Contrôles et surveillance 22
7.10 Investigations complémentaires et prestations futures 23
7.10.1 Géotechnique et travaux spéciaux 23
7.10.2 Hydrogéologie 23
7.10.3 Protection des sols 23
Liste des annexes 24

1 Introduction

CFF Infrastructure projette d'importantes améliorations dans le secteur de la gare de Nyon, sur les plans de la circulation ferroviaire et des flux voyageurs. Ces améliorations comprennent la création de voies supplémentaires, la création d'un passage inférieur supplémentaire, la création d'un nouvel accès aux quais et de nombreux murs de soutènement, pour les élargissements de plate-forme, effectués principalement par remblayage.

Le bureau Perret-Gentil SA, dont nous sommes ici le sous-traitant pour la géotechnique, a été mandaté par CFF Infrastructure SA pour la réalisation d'une étude géotechnique en lien avec ce projet. Le développement du projet et les conditions géotechniques permettent de le séparer en deux zones, la première au sud-ouest de l'Asse, qui comprend la gare et fait l'objet du présent rapport, et la seconde au nord-est de l'Asse et sur la commune de Prangins.

Nos prestations de géotechnicien-conseil pour cette phase ont consisté à piloter et interpréter les reconnaissances en termes géotechniques, géologiques et hydrogéologiques, puis à effectuer la synthèse et formuler des recommandations constructives, notamment pour les terrassements, les soutènements, les fondations, la gestion des eaux et des matériaux.

Les informations géotechniques ont été en majeure partie regroupées dans un modèle géologique 3D établi avec le logiciel RockWorks, qui concerne la zone entre les km 38.15 et 38.9.

Le présent rapport, y compris ses annexes, contient deux parties distinctes. Tout d'abord, une description des reconnaissances géotechniques et des observations qu'il a été possible de faire dans la zone étudiée. Ensuite, dès le chapitre 6, il fournit notre analyse de la situation, ainsi que nos recommandations pour le concept et la réalisation des ouvrages en contact avec le terrain.

2 Documents consultés

Dans le cadre de cette étude, nous avons consulté les documents suivants :

[1] Le Guichet cartographique cantonal du canton de Vaud ;

[2] Le site en ligne de l'Office Fédéral de la Topographie (Swisstopo) – map.geo.admin.ch ;

[3] L'Atlas Géologique de la Suisse au 1:25'000, feuille 1261 "Nyon" ;

[4] Les sondages publics à proximité du projet, obtenus via [1] ;

[5] Les sondages CFF S1 à S5, situés au Km 37.9 ;

[6] Le rapport géotechnique M2050 au km 37.05, établi par le laboratoire de géotechnique H.B. De Cérenville et daté du 16.06.1969.

[7] Le rapport géotechnique M4910 au km 37.0, établi par le laboratoire de géotechnique H.B. De Cérenville SA et daté du 01.12.1980.

[8] Le rapport géotechnique M4910 au km 36.6, établi par le laboratoire de géotechnique H.B. De Cérenville et daté du 11.01.1971

[9] Le rapport géotechnique N° 2019-070 Étude géotechnique du lit de ballast et de l'infrastructure, Prangins-Nyon km 37.100 - 39.500, établi par le bureau CSD Ingenieure, daté du 12.03.2021.

[10] Le rapport géotechnique M15'731 Gare de Nyon – Nord - km 36.9 à 38.15, réalisé par le bureau De Cérenville géotechnique SA en parallèle de ce rapport et en cours d'établissement.

3 Informations existantes

3.1 Atlas géologique

Selon la feuille 1261 "Nyon " de l'atlas géologique Suisse 1:25'000 [3] (annexe 2.1) et le Geocover de Swisstopo [2], les couches géologiques suivantes sont à attendre ;

- Dépôts artificiels (remblais) ;
    - Au droit de la vallée de l'Asse et jusqu'au km 38.34 environ ;
    - Du km 38.6 au km 38.9, constituant le sud de la gare et les remplissages des vallées du Cossy et du Corjon ;
    - Du km 39.2 au km 39.5, constituant le remplissage de la vallée du Boiron ;
    - Au km 39.65, autour du PS de Bois-Bougy ;
- Le reste du tronçon est cartographié en dépôts glaciolacustres, deltaïques ou non, et localement en alluvions fluvioglaciaires

3.2 Contexte géologique et risques identifiés

Les guichets cartographiques cantonal [1] et fédéral [2] indiquent les informations suivantes :

Tableau 1 : Contexte géologique et risques

Géotype	Fluvioglaciaire FG Moraine de fond MF Glaciolacustre GL Remblais R	Suivant la cartographie géologique décrite ci-dessus. Voir annexe 2.2
Dangers naturels	Le PI de la Morâche se situe en zone de danger moyen d'inondation La voie CFF n'est pas cadastrée en zone de danger naturel (danger non défini)	Annexe 2.3
Protection des eaux	Secteur üB sur tout le tronçon	Annexe 2.4
Zone sismique	Z1b	
Sols de fondation	S23 km 38.15-38.55 S22 km 38.55-39.3 et 39.5-39.6 S21 km 39.9-39.5 et 36.9-39.7	Selon le microzonage sismique de la région Nyon-Gland-Rolle

Sites pollués	Le tronçon ne traverse aucun site pollué cadastré. Il longe plusieurs sites pollués du km 38.2 au km 38.6	Annexe 2.4
	Contraintes légales (Oled, OSites) à respecter en cas de travaux	Voir les rapports des mandataires environnement.
Pédologie	Contraintes légales (Osols) à respecter en cas de travaux Etude pédologique à réaliser en cas d'impact sur les sols sur plus de 1'000 ml.	Voir la directive DMP 864 de l'état de Vaud

3.3 Sondages existants

De nombreux sondages existants se situent le long du tronçon. Ceux-ci ont été interprétés selon le modèle géologique défini, en ce qui concerne la lithologie. Ils sont intégrés dans le modèle 3D du site de la gare, et dans les profils géotechniques pour les zones non concernées par le modèle 3D.

4 Travaux exécutés

4.1 Sondages

18 sondages carottés d'entre 6 et 25.5 m de profondeur ont été effectués par l'entreprise ISR Injectobohr, sous la supervision d'un géologue de notre bureau, entre le 15.10.2023 et le 01.02.2024. Les sondages S105, S106, S107, S108, S109, S110, S112, S113, S115, S118, S119 et GT-S1 ont été équipés d'un piézomètre 3", crépiné entre 1 m et la moraine, pour surveiller l'évolution des eaux souterraines. Le rapport de perforation est donné à l'annexe 4.

Le plan de situation de ces sondages est fourni à l'annexe 1. L'implantation des sondages et le levé topographique a été réalisée par De Cérenville géotechnique SA.

4.2 Essais in situ

Deux types d'essais ont été effectués, soit en cours de forage, soit juste après l'extraction des carottes de sols, à savoir :

- Des essais de battage SPT ou Von Moos, réalisés par l'entreprise conformément à un programme préétabli. Les essais au pénétromètre Von Moos ont été utilisés pour les sondages d'accès difficile réalisés avec des moyens de forage légers.
- Lorsque la nature ou l'état des sols le permettait, des mesures de la résistance du sol au moyen du scissomètre de poche Geonor (cohésion non drainée c_{us}) et/ou du pénétromètre de poche Soiltest (résistance à la compression q_{up}) réalisées par le géologue chargé du levé des carottes de forage

Dix-sept essais au pénétromètre dynamique lourd type DPH (Strassentest) de 6 à 10 m de profondeur, reportés P8 à P21 et P25 à P27, ont été effectués par notre service d'essai et mesures (SEM) en sous-traitance d'ISR Injectobohr, entre le 17.10.2023 et le 24.01.2024.

Le plan de situation de ces essais est fourni à l'annexe 1.

4.3 Essais en laboratoire

Des échantillons ont été prélevés sur les carottes de forage pour des essais en laboratoire de géotechnique ; teneur en eau, masse volumique, limites d'Atterberg, granulométrie, cisaillement CD/CU et compression simple.

4.4 Reconnaissances environnementales

Les reconnaissances environnementales, qui ont pour partie utilisé les mêmes sondages, font l'objet d'un rapport distinct par un autre bureau et ne sont donc pas abordées dans le présent rapport.

5 Résultats des reconnaissances

5.1 Résultats des sondages

Les relevés des forages carottés sont fournis en annexe 6 et les photographies des carottes sont fournies en annexe 5. Des informations à propos des principes admis pour le levé et la description des sols et les roches sont données à l'annexe 3.

5.2 Résultats des essais

Par souci de clarté, les résultats des essais, in situ et / ou en laboratoire, effectués dans le cadre de l'étude ont été regroupés par identités stratigraphiques telles que décrites au chapitre 6.1. Les résultats sont synthétisés par couche géologique en annexe 8 selon le Tableau 2 ci-dessous :

Tableau 2 : Résultats des essais

Formation	Annexe
2) Remblais (2), de consistance très variable (très mou à très dur / très lâche à compact)	8.1
6b12) Retrait sableux semi-consolidé, de compacité moyenne	8.2
6b2) Retrait sableux peu consolidé, de compacité très lâche à lâche	8.3
6c12) Retrait limoneux semi-consolidé, de consistance très ferme à dure	8.4
6c2) Retrait limoneux peu consolidé, de consistance globalement molle à ferme	8.5
6e12) Retrait argileux semi-consolidé, de consistance très ferme à dure	8.6
6e2) Retrait argileux peu consolidé, de consistance molle à ferme	8.7
7d12) Moraine limono-argileuse semi-consolidée, de consistance globalement très ferme à dure	8.8
7c1) Moraine limoneuse consolidée, de consistance très dure	8.9

5.3 Hydrogéologie

Des venues d'eau souterraines ont été notifiées dans le retrait sableux (6b) et vers le sommet du retrait limoneux, où les couches sont encore entrecoupées de passages sableux plus perméables. Plusieurs sondages ont été équipés d'un tube piézométrique Ø 3" crépiné généralement à partir de 1 m et jusqu'à 1 m du fond ou du toit de la moraine limoneuse consolidée (7c1). Les mesures effectuées jusqu'à présent dans le cadre de la présente étude sont synthétisées dans l'annexe 7.3.

6 Interprétation des résultats

6.1 Schématisation du sous-sol

Les différents horizons de terrain rencontrés dans les sondages, l'interprétation des sondages existants, ainsi que la disposition indicative du projet sont représentées schématiquement sur les profils géotechniques interprétatifs de l'annexe 9, ainsi que dans le modèle géologique 3D de la région de la gare (du km 38.15 à 38.9). Précisons d'emblée que ces profils et ce modèle ne constituent qu'une tentative d'interpolation ou de projection entre des données ponctuelles, et que les réserves d'usage sont faites quant aux variations locales de la qualité du terrain entre les sondages, ainsi qu'à l'extrapolation du modèle géotechnique à l'extérieur du périmètre reconnu par les investigations, ou encore au-dessous de la profondeur reconnue. Le modèle 3D prends également en compte les sondages d'archives existants, dont la série stratigraphique a dû être réinterprétée pour correspondre à celle déterminée pour ce projet.

Compte tenu du parallèle pouvant être fait entre les terrains du projet et ceux communément rencontrés dans le bassin genevois, la classification genevoise des sols a été privilégiée pour décrire les terrains en présence. Une explication de cette classification se trouve en annexe 3.2.

Cette remarque de principe étant faite, les reconnaissances effectuées ont mis en évidence la succession stratigraphique suivante, du haut vers le bas :

- **2) Remblais** : rencontrés superficiellement dans la plupart des sondages, ils sont hétérogènes par nature et de consistance / compacité très variable (très mou à très dure, très lâche à compact). On trouve des terrains de granulométrie très diverses, allant de limons argileux (terrain naturel remanié) à des sables graveleux et jusqu'aux graviers grossiers sableux. On notera tout de même quelques zones de remblais d'épaisseurs remarquables ;
    - Km ~38.6-38.75 – Remplissage de la vallée du Cossy (e.g. S110) ; compacité moyenne
    - Km ~38.85-38.93 – Remplissage de la vallée du Corjon (e.g. S116, P14, P15) ; compacité très lâche à moyenne
    - Km ~39.2-39.5 – Remplissage de la vallée du Boiron (e.g. P17, P18) ; compacité très lâche à lâche
    - Km ~38.6-38.8 – Talus de remblais sur lequel est construit la voie (e.g. S110, S111, S112, S113) ; très compacts superficiellement dans S111 et S112, ils sont globalement plutôt lâches.
- **6b2) Retrait sableux peu consolidé** : il s'agit d'un sable limoneux de compacité très lâche à lâche, présent à une profondeur entre 2 et 7 m. On le retrouve en majeure partie côté nord, du km 38.1 à 38.5, mais également entre les deux vallées du Corjon et du Cossy, vers le km 38.8. Cette couche est majoritairement saturée, même si son sommet est parfois hors nappe. Elle est susceptible de fluer.
    - **6b12) Retrait sableux semi-consolidé** : il s'agit de la même couche, mais de compacité moyenne. On la retrouve uniquement aux alentours du km 38.9-39.1, jusqu'à une profondeur de 2 à 4 m (annexe 9.1) et dans la montée vers Eysins (annexe 9.2), jusque vers 4-4.5 m de profondeur dans tous les sondages. Sa partie inférieure est également saturée d'eau.
- **6c2) Retrait limoneux peu consolidé** : il s'agit d'un limon sableux argileux, varvé de sable, humide, de consistance globalement molle à ferme. Il se retrouve dès la base du retrait sableux (6b), dont on retrouve quelques intercalations saturées et fluentes dans les premiers mètres supérieurs. Il constitue le corps du remplissage glaciolacustre dans la partie nord du projet, jusqu'au km ~38.45, à partir duquel les terrains transitionnent latéralement vers des faciès plus argileux (6e2, voir plus bas). Il repose sur la moraine semi-consolidée (7d12, voir plus bas).
    - **6c12) Retrait limoneux semi-consolidé** : il s'agit du même faciès mais de consistance très ferme à dure. On le trouve localement à deux endroits ; du km 38.9-39.0 jusqu'à 7.0 m, et vers le km 38.4 (S105) entre 9.4 et 14 m.
- **6e2) Retrait argileux peu consolidé** : il s'agit d'une argile limoneuse, humide, de consistance molle à ferme. Il constitue le corps du remplissage glaciolacustre dans la partie sud du projet, du km 38.45 à 39.7, entre le retrait sableux 6b et la moraine 7d12.

- **6e12) Retrait argileux semi-consolidé** : il s'agit du même faciès que décrit ci-dessus mais de consistance très ferme à dure. On le retrouve uniquement dans S110 (km 38.65), entre les remblais et la moraine 7d12.

- **7d12) Moraine limono-argileuse semi-consolidée** : aussi appelée moraine aquatique, il s'agit d'un limon argileux graveleux, peu humide, de consistance très ferme à dure. On la retrouve la plupart du temps entre les terrains de retrait et la moraine consolidée 7c1, sur une épaisseur d'entre 0 et 4 m. Son toit descend globalement en direction du sud-ouest, entre 397 msm (km 38.3) et 388 msm (km 39.0).
- **7c1) Moraine limoneuse consolidée** : aussi appelée moraine de fond, il s'agit d'un limon sableux graveleux, sec, de consistance très dure. Elle constitue la base imperméable de la nappe (aquitard). Son toit est relativement plan avec une pente en direction du sud-ouest, entre 394 msm (km 38.3) et 384.5 msm (km 39.0). Elle n'a pas été reconnue au-delà du km 39.

6.2 Caractéristiques géotechniques

Sur la base de la nature des sols, des résultats des essais in situ, de notre expérience ainsi que de notre connaissance locale, les paramètres géomécaniques (valeurs caractéristiques X_k) que l'on peut recommander pour les dimensionnements géotechniques sont les suivants :

Tableau 3 : Paramètres géomécaniques caractéristiques

Formation	Poids volumique	Angle frottement effectif	Cohésion effective	Cohésion non drainée	Module d'élasticité	Perméabilité
	$\gamma_{e,k}$ [kN/m3]	φ'_k [°]	c'_k [kPa]	c_{uk} [kPa]	E [MPa]	k_{Darcy} [m/s]
Remblais	20	28 à 30	0	-	5 à 10	hétérogène
6b12	21	33 à 35	0	-	20	10^{-4} à 10^{-5}
6b2	20.5	29 à 31*	0 à 3*	-	5 à 12	10^{-5} à 10^{-7}
6c12	20.5 -22	29	10	70	25	10^{-7} à 10^{-8}
6c2	20.5	28	9	30	15	4.10^{-9}
6e12	20.5	27	13	80	15	1.10^{-9}
6e2	20.5	25	10	35	8	2.10^{-9}
7d12	22	29	8	75	25	10^{-8}
7c1	23	31	20	100	60	3.10^{-9}

**Associer la valeur de l'angle de frottement interne la plus élevée avec la valeur de cohésion la plus faible et inversement*

La détermination des valeurs caractéristiques (x_k) a été effectuée autant que possible selon les normes SIA (260 et suivantes), en nous référant à notre expérience et notre connaissance de sols similaires. Ces valeurs

caractéristiques (x_k) s'appliquent aux vérifications de la sécurité structurale et de l'aptitude au service avec, respectivement sans prise en compte des facteurs partiels γ_m (selon la SIA 267, chiffre 5.3.2.2).

Les valeurs des perméabilités sont données sur la base de notre connaissance de terrains similaires. Elles seront complétées en fonction des résultats des essais de mesure de perméabilité en cours.

6.3 Modèle hydrogéologique

La période d'observation des conditions hydrogéologiques de la parcelle étant courte par rapport aux cycles annuels et historiques, les niveaux de fluctuation extrêmes de hautes et de basses eaux sont indicatifs et constituent une interprétation dont il importe de vérifier la validité par des observations sur le plus long terme.

Cette réserve de principe étant faite, les données existantes, les observations effectuées en cours de forage et les mesures piézométriques permettent d'établir les interprétations suivantes :

- Présence d'une nappe continue au droit de l'ensemble du projet, sise dans les remblais, dépôts de retrait (6b/c/e), et dans la moraine limono-argileuse peu consolidée (7c12) ;
- L'aquiclude de cette nappe est le toit de la moraine de fond ;
- Entre les km 38.20 et 38.50, le niveau de la nappe est plutôt proche du niveau du terrain naturel, avec un niveau situé entre 403.5 et 405.0 msm, peu affecté par la présence de l'Asse au nord-est ;
- Entre les km 38.50 et 38.72 le niveau de la nappe s'abaisse jusqu'à environ 393.0 msm en raison de la présence du cours d'eau canalisé du Cossy et de l'effet drainant du PI de la Morâche ;
- Entre les km 38.72 et 38.84 le toit de la nappe est plutôt proche du niveau du terrain naturel, avec un niveau situé entre 399.0 et 400.0 msm ;
- Entre les km 38.84 et 38.93, on observe le même phénomène que pour le cours d'eau du Cossy. Cette fois, c'est le cours d'eau canalisé du Corjon qui cause un abaissement du niveau de la nappe jusqu'à une altitude d'environ 397.0 msm ;
- Entre les km 38.93 et 39.10 le niveau piézométrique semble suivre la pente du terrain naturel, avec un niveau compris entre 402.0 et 400.0 msm environ ;
- Entre les km 39.10 et 39.70, nous ne disposons pas d'assez de données pour nous prononcer, dans l'attente de recevoir le rapport final n°2222052 du bureau Geotest.

7 Recommandations

Les présentes recommandations concernent le projet tel que porté à notre connaissance, en particulier par les plans du bureau Perret-Gentil reçus le 13 mars 2024, qui sont des plans d'avant-projet. Les principaux objets projetés sont les suivants :

- Nouveau PI Viollier et rampes associées, au km 38.45
- Nouveaux accès au quai du PI Morâche, au km 38.72
- Prolongements du PI routier Morâche, au km 38.70 et du PI Voyageurs, au km 38.58
- Nouvelles voies des km 38.15 à 38.90
- Mur de soutènement du gymnase, du km 38.72 à 38.90

- Mur de soutènement entre PI, du km 38.58 à 38.70
- Mur de soutènement quai 1, du km 38.71 à 38.78
- Mâts LC, sur l'entier du tronçon
- Renouvellement de la voie, y-compris nouveaux AV, sur l'entier du tronçon. Pour ce point, on renvoie aux études spécifiques effectuées par différents mandataires sur le tronçon, et spécialement au rapport [9].

7.1 Excavations

Les fouilles les plus profondes seront atteintes pour la réalisation du nouveau passage inférieur Viollier, et pourront atteindre 8 m de profondeur. Un préterrassement réduira la profondeur effective à environ 6 m, pratiquement sur toute la longueur de l'ouvrage.
Notons aussi la fouille de l'escalier sud du PI Morâche, plus petite mais qui pourrait atteindre 10 m par rapport au niveau des voies.

Les horizons concernés par les terrassements seront les suivants : remblais (2), retrait sableux lâche (6b2), retrait limoneux peu consolidé (6c2), et dans une moindre mesure, retrait argileux peu consolidé (6e2).

Hormis de possibles horizons cimentés ou fortement compactés dans les remblais, ces terrains ne posent pas de difficulté en termes de puissance des machines. En revanche, ils sont susceptibles d'occasionner divers désordres qu'il faudra prévenir par des méthodes de travail adaptées.

Le terrassement du PI se fera vraisemblablement dans une fouille étroite encombrée d'étais, et le rendement en sera affecté.

De manière générale, il est nécessaire de prévoir des protections de talus (bâches), du fait de la sensibilité à l'eau des terrains rencontrés.

- Les remblais devront être traités selon la procédure de gestion des matériaux définie par le spécialiste, ce qui peut occasionner des pertes de rendement.
- Le retrait sableux lâche, s'il est le siège de venues d'eau, qu'elles soient naturelles ou causées par le chantier (modification des écoulements, fuites diverses sur conduites enterrées ou non…), est susceptible de fluence. On veillera donc à capter les venues d'eau à l'avancement.
- Le retrait limoneux et le retrait argileux sont sensibles à l'eau et à l'humidité atmosphérique, qui dégraderaient encore leurs déjà médiocres propriétés mécaniques. Il convient de prévoir une protection immédiate des surfaces d'assise mises à jour (superstructure ou béton de propreté). Si cette dernière condition ne peut être remplie, une interruption des terrassements 30 cm au-dessus du fond de fouille et un décapage final à l'avancement des fonds devront être prévus.

Les eaux météoriques devront être correctement collectées (puisards et cunettes) et évacuées par pompage pour permettre la progression, éviter les phénomènes de fluence, garantir la manutention des déblais ainsi que la praticabilité des fonds de fouille.

Les terrains en présence étant, sauf dans certaines zones de remblais, de mauvaise portance (S0 à S1), il convient de prévoir des pistes de chantier (matériaux d'apport sur géotextile à fonction de séparation et filtration) dument dimensionnées.

7.2 Stabilité des talus, soutènement

7.2.1 Talus libres

Pour les préterrassements (parking Viollier), qui se situeront dans les remblais et les dépôts de retrait sableux et limoneux peu consolidés, on pourra utiliser une pente de 2V:3H sans dépasser 2.5 m et sans charge en tête, en l'absence de venues d'eau.

Un seul talus libre définitif significatif dans le terrain naturel est prévu, au nord du PI Viollier, d'une hauteur future de 6 m environ. Les conditions de réalisation de ce talus sont peu propices : une nappe est présente dès environ 3 m par rapport au TN actuel, et les sols dans cette zone ont un angle de frottement faible. Une tranchée drainante à l'arrière du talus serait nécessaire pour assurer sa stabilité. Une vérification par dimensionnement ad hoc avec paramètres… devra être fait et le cas échéant des mesures de confortation complémentaires devront être envisagées

Un talus libre provisoire est envisagé pour la réalisation du mur entre PI, d'une hauteur d'environ 6 m. Sa géométrie (pente, une éventuelle berme) devra être évaluée par calcul. En fonction de la distance de la tête de talus à la voie en service la plus proche, une évaluation des déformations pourrait être nécessaire. Plus localement, des talus peuvent être envisagés pour la réalisation de certaines fondations de mur. S'ils sont en pied d'un talus existant, on veillera à effectuer un calcul de stabilité sur la hauteur totale du talus.

Les autres talus projetés sont constitués de remblais et non excavés. Pour ces ouvrages, on tiendra compte dans un premier temps du risque de poinçonnement causé par la médiocrité du terrain d'assise, particulièrement là où les couches 6c2 ou 6e2 sont affleurantes. Comme pour toutes les zones où du poids sera ajouté afin de créer des nouvelles voies, la réalisation de calculs de consolidation est nécessaire Ce point est développé au chapitre suivant « fondations ».

Dans tous les cas, des calculs de stabilité, avec prise en compte des paramètres du chapitre 6.1, restent bien entendu nécessaires pour intégrer la configuration réelle (géométrie et sollicitations extérieures). Des bermes, de minimum 1 m, sont préconisées pour limiter les hauteurs talutées en un seul versant à moins de 4 m.

Les talus devront être protégés de l'altération et érosion en prévoyant la mise en place d'un géotextile à fonction de filtration.

7.2.2 Soutènements

On différencie deux situations en ce qui concerne les soutènements : les soutènements pour la création d'ouvrages situés au-dessus du niveau de la nappe, dans les remblais ou des zones drainées par des ouvrages existants, d'une part, et d'autre part les soutènements pour les ouvrages situés sous le niveau de la nappe, soit à ce stade le nouveau PI.

Hors nappe, ou après rabattement local de la nappe pour les ouvrages drainés au stade définitif, les soutènements concerneront essentiellement les remblais, localement les dépôts de retrait. Cette situation correspond aux fouilles pour réaliser des murs de soutènement. Du fait de la sensibilité des voies aux déformations, on retiendra des soutènements ancrés, d'une rigidité adaptée à leur hauteur. Il pourra s'agir de parois berlinoises, ou micro-berlinoises, de parois de pieux, de type paroi parisienne ou pieux jointifs. Ces soutènements devront être ancrés par des tirants précontraints pour assurer la maîtrise des déformations. Si les ancrages ne sont pas

possibles et la configuration le permet, on pourra envisager des béquilles (butons à 45°), en vérifiant la déformabilité des massifs d'appui. On veillera à assurer une épaisseur de couverture suffisante pour les ancrages, en particulier pour des ancrages situés sous une voie en remblais.

Pour les soutènements du nouveau PI, le caractère fluent de varves et de lentilles rencontrées dans les sondages empêche la réalisation de soutènements similaires. Il est nécessaire de prévoir un soutènement étanche. Les ouvrages ferroviaires représentent une gêne majeure à la mise en place de palplanches et une difficulté pour la réalisation de pieux. La solution à retenir dépendra donc des possibilités de couper les voies temporairement pour mettre en place le soutènement.

Des palplanches pourront être foncées (de préférence par vérinage de manière à limiter les risques de tassement à la mise en place) sans difficulté dans le retrait (6b/c/e), possiblement avec difficultés nécessitant préforage dans la moraine peu consolidée (7c12) et très difficilement dans la moraine consolidée (préforage obligatoire). Le retrait pose des risques importants de tassements locaux, qui peuvent demeurer admissibles si l'ouvrage est fondé sur pieux et que le risque a été pris en compte pour les voies proches.

Une paroi de pieux sécants constitue, toujours si les voies peuvent être coupées provisoirement, la solution la plus sûre dans le contexte du projet. On peut utiliser cette paroi comme ouvrage de fondation définitif, si le projet le permet au niveau du concept d'étanchéité. On peut aussi construire un ouvrage indépendant à l'abri de cette enceinte.

Si les voies ne peuvent être coupées, on aura recours à des micropieux sécants (solution de dernier recours peu satisfaisante) ou à des pieux de jet-grouting armés. Notons que dans ce dernier cas, les propriétés mécaniques atteignables ne sont pas très élevées du fait de la nature des dépôts de retrait. Une paroi en béton de sol (trench-mix) peut aussi être envisagée si elle ne nécessite pas (pour des raisons statiques ou hydrauliques) de réaliser une fiche dans la moraine consolidée. Ainsi dans le cas des colonnes de jet-grouting, on envisagera le recours à une paroi double, voir triple si la double s'avérait statiquement insuffisante. Il est vivement recommandé de réaliser une cellule d'essai suffisamment grande pour définir les paramètres de jet-grouting, vérifier l'étanchéité, réaliser un essai de pompage et observer la qualité des colonnes. Des prélèvements devront être effectués pour des essais de résistance.

Pour les ouvrages sécants, il sera tenu compte des tolérances d'exécution (implantation, déviation) dans la conception.

Dans tous les cas, ces ouvrages seront de préférence étayés, sinon ancrés par des tirants précontraints, de manière à assurer la maitrise des déplacements. La position des butons tiendra compte des exigences du bétonnage et de l'étanchéité de l'ouvrage. La fiche sera dimensionnée pour les contraintes statiques et pour assurer la stabilité hydraulique de la fouille.

La pression hydraulique devra être considérée comme hydrostatique depuis le niveau piézométrique dans le retrait et dans la moraine aquatique mais la moraine est globalement sèche.

La réalisation d'ancrages précontraints, en cas de scellement nécessaire dans le retrait peu consolidé, est une tâche délicate et pouvant mener à des résistances médiocres. Une réalisation par injection répétitive et sélective (IRS au double obturateur) donne dans ces cas des résultats significativement meilleurs. On peut aussi utiliser des techniques d'ancrages scellés au jet-grouting.

Il est rappelé que la mise en place de tirants actifs ou passifs sous des fonds voisins requiert l'accord préalable des propriétaires concernés.

7.3 Fondations

Les ouvrages projetés sont dans l'ensemble des ouvrages de soutènement ou des ouvrages sous voies ferroviaires qui sont soit fortement sollicités (ELU2 pour les murs) soit fortement contraints en déformations (ELS pour le PI sous voies, et dans une moindre mesure pour les murs). Les terrains d'assise étant médiocres, le recours à des fondations profondes s'impose pour la quasi-totalité des ouvrages, à l'exception possible des murs les moins hauts ou les plus éloignés des voies, pour lesquels des semelles plus larges peuvent être réalisées. Des bâtiments de service légers pourraient aussi être concernés par des fondations superficielles.

Les ponts provisoires devront être fondés sur micropieux, tout comme certains mâts LC situés dans des talus raides ou en terrain médiocre.

7.3.1 Fondations superficielles

A ce stade du projet, on ne prévoit pas d'ouvrage majeur fondé superficiellement. Pour de petits ouvrages, on indique cependant des taux de travail possibles dans les couches rencontrées.

Pour la conception et le prédimensionnement, les taux de travail et valeurs de calcul de la contrainte de poinçonnement donnés au Tableau 4 ci-dessous peuvent être pris en compte en vérifiant la capacité portante (ELU) et le comportement au stade de service (ELS).

Tableau 4 : Taux de travail et valeurs de calcul de la contrainte de poinçonnement.

Formation géologique	σ_{adm} [kPa]	σ_d [kPa]
6c2/6e2	Ne pas fonder	
6b2	80	110
6b12	120	170
6c12	180	230
6e12	170	220

Ces contraintes ont été estimées sur la base des paramètres géomécaniques donnés au chapitre 6.2 et sont valables pour une semelle de largeur 1 m, enterrée de 60 cm au moins, soumise à des charges verticales et centrées. Pour d'autres configurations, il faudra apporter les corrections théoriques nécessaires. De plus, il est supposé que les terrains d'appui n'aient subi aucun remaniement ou altération en cours de terrassement suite aux actions atmosphériques ou de ruissellement.

Pour calculer les sollicitations et les déformations dans un radier, l'appui créé par le sol pourra être modélisé au moyen d'un module de réaction k_s [kN/m^3] qu'il s'agira de déterminer une fois la géométrie du radier et la sollicitation connues, en tenant compte des modules donnés au chapitre 6.2, de la décharge et d'une éventuelle décompression des sols. Le paramètre k_s ne correspond en effet pas à une propriété intrinsèque du sol et doit donc être déterminé au cas par cas.

Les autres ouvrages fondés superficiellement seront les fondations de mâts LC. La compacité des remblais sera évaluée selon l'emplacement afin de déterminer si une fondation standard est admissible, et dans le cas contraire, on effectuera un dimensionnement spécifique selon la méthode de Steckner. Si celui-ci ne donne pas un résultat raisonnable, ou si la pente de talus est trop forte, on recourra à des fondations profondes (4 micropieux ou pieu battu central). Notons qu'un grand nombre de nouveaux mâts seront réalisés dans des remblais nouveaux : ces derniers devront donc garantir les propriétés minimales pour les fondations standard (ϕ'>27° et ME>25 MPa). Les charges de marquise étant ponctuelles, il est peu vraisemblable qu'elles puissent être reprises superficiellement.

7.3.2 Fondations profondes

Si la reprise des sollicitations génère des concentrations d'efforts et/ou des tassements incompatibles avec des fondations superficielles, alors le recours à des fondations profondes doit être envisagé. Tenant compte de la stratigraphie, du contexte hydrogéologique, des contraintes environnementales, des exigences en matière de protection des eaux souterraines, la mise en œuvre de pieux forés tubés est recommandée.

La conception de la piste pour exécuter les pieux sera soigneusement étudiée tenant compte des machines de l'entreprise ainsi que de son retour d'expérience. Le travail sur la plateforme ferroviaire devrait limiter les besoins en termes d'épaisseur de piste ; cependant pour les accès, on veillera à la portance de la piste et aux pentes maximales admises par la foreuse en déplacement.

Du fait de la stratigraphie, il est nettement préférable d'aller fonder l'intégralité des ouvrages sur pieux dans la moraine de fond qui n'est pas excessivement profonde (en moyenne 15 m), afin de créer des pieux-colonnes.

Pour les ouvrages sur micropieux, on retiendra également des micropieux forés-tubés, à moins que les déformations prévisionnelles soient trop grandes (par exemple sous l'effet d'une grande longueur libre avant d'attendre la couche de scellement). Dans ce dernier cas, on peut envisager un scellement en jet-grouting dans lequel serait introduit le micropieu. Les micropieux gagneront aussi à être scellés dans la moraine de fond, mais pourront aussi être scellés dans la moraine semi-consolidée (7c12) si elle a une épaisseur significative. Des essais sur micropieux devront être effectués, quel que soit le scellement retenu. Pour un ouvrage définitif, une double-protection contre la corrosion serait alors nécessaire.

Tableau 5 : Paramètres d'interaction sol-pieux de type forés tubés

Formation géologique	Frottement latéral $q_{s,k}$ [kPa]	Résistance pointe $q_{p,k}$ [kPa]
6b12	35	370
6b2	20	150
6c/e-12	60 à 75	520 à 670
6c/e - 2	30	220
7d12	75	670
7c1	180	1800

Ces valeurs correspondent aux valeurs caractéristiques (xk) au sens des normes SIA (260 et suivantes), s'appliquant aux vérifications de la sécurité structurale avec la prise en compte des facteurs partiels η_a et $\gamma_{M,a}$ (selon la SIA 267, chiffre 9.5.2.2). Il est par ailleurs recommandé de discuter le choix de ces facteurs avec l'auteur de la présente étude.

Du fait des spécificités du projet, de lourds remblais seront réalisés immédiatement à l'arrière des semelles de murs de soutènement, sur des terrains compressibles, il faudra considérer du frottement négatif dans les formations peu consolidées. En effet, lorsqu'un pieu traverse un sol fortement compressible et que la contrainte verticale effective augmente (remblai, abaissement de nappe), il est possible que le sol tasse plus que le pieu avec pour conséquence le développement de frottement négatif. En première approximation, un frottement axial entre 10 et 20 kPa peut être considéré pour l'estimation du frottement négatif. Les pieux étant chargés simultanément avec le terrain adjacent, seule une simulation pourra évaluer le risque associé. En cas de remblayages conséquents, une étude détaillée par modélisation numérique pourrait s'avérer nécessaire.

Rappelons que pour des pieux fondés dans des matériaux de déformabilité très différentes, le frottement doit être négligé dans les couches comparativement lâches, ici la couche de 6b2.

Tableau 6 : Paramètres de prédimensionnement des micropieux à injection répétitive sélective (IRS)

Formation géologique	Frottement latéral $q_{s,k}^*$ [kPa]
6b12	110
6b2	70
6c/e-12	140
6c/e - 2	100
7d12	160
7c1	220

** Le forttement latéral dépend du mode et de la qualité de l'injection des micropieux (IRS)*

7.3.3 Remblayages pour voies de circulation

Le projet consiste pour une part importante en un élargissement du faisceau de voies, en particulier dans la zone allant du gymnase à la place VU. Localement, au nord-est du PI Morâche, un remblai conséquent est déjà en place, mais sur le reste du tracé, un important volume de remblais est prévu, sur une hauteur conséquente.

Ce remblai sera mis en place sur des sols compressibles, ce qui induit des tassements instantanés et des tassements différés liés à la consolidation des terrains fins saturés.

Pour ces emplacements, il sera pertinent d'effectuer un calcul de consolidation, et de prévoir si nécessaire des mesures d'accélération : préchargement, drains verticaux… On veillera à ce que les mesures mises en œuvre ne soient pas dommageables au voisinage, en évaluant l'impact sur les déformations et sur les pressions interstitielles.

Rappelons que la mise en œuvre de remblais en terrain compressible à proximité de pieux de fondation est susceptible de produire du frottement négatif. Les pieux arrière des murs de soutènement les plus éloignés des talus actuels sont particulièrement concernés par ce risque.

Ces remblais étant destinés à recevoir des voies ferrées, il est impératif que les exigences de la RTE 21110 soient atteintes au niveau de la plateforme. La stabilité des talus proviendra aussi de la qualité des matériaux mis en œuvre (granulométrie, teneur en eau…) et de leur compactage, qui devront donc être suivis dans un PAQ.

7.3.4 Voies ferrées sur terrain existant

Pour les voies qui sont renouvelées ou créées sur des terrains déjà en place, on appliquera les dispositions de la RTE 21110. On renvoie en particulier au rapport [9] qui traite spécifiquement cet aspect. De manière générale, si la portance mesurée est insuffisante, la norme VSS 40 324 propose plusieurs mesures possibles pour améliorer la portance :

- Réduction de la teneur en eau
- Recompactage
- Stabilisation
- Recours à des renforcements géosynthétiques
- Remplacement de matériaux
- Renforcement par rechargement
- Combinaison d'une ou plusieurs des mesures décrites ci-dessus

7.4 Problèmes dus à l'eau

Le site étant classé en secteur üB de protection des eaux, seules les exigences de base de l'OEaux sont requises.

7.4.1 En phase de chantier

La majeure partie des ouvrages est destinée à soutenir de nouveaux remblais, et leurs fondations sont donc situées à proximité du terrain naturel actuel (de l'ordre de 1 m à 1.5 m en dessous). Pour ces ouvrages, on devra ponctuellement traiter des venues d'eau qui se produiraient à l'ouverture des talus, par la mise en place de barbacanes, captages, épaulements drainants ou similaire. Les venues d'eau seront captées à l'avancement et les étapes de travail limitées pour permettre le terrassement.

Les terrains rencontrés étant dans l'ensemble sensibles à l'eau, météorique ou souterraine, on prévoira un système de récolte (rigoles, puisards), si besoin de pompage, qui renverra les eaux vers un dispositif de traitement (décantation et neutralisation si nécessaire) et évacuation vers EC.

Notons que côté Genève du PI Morâche, des venues d'eau ont été observées dans les remblais et même clairement au travers du parement maçonnerie de la culée. Ces éléments indiquent un drainage d'ouvrage absent ou défectueux, ou des fuites dans les drainages de voie. Ce problème de venues d'eau sera sans doute rencontré pour les ouvrages à construire de ce côté. Il devrait néanmoins pouvoir être traité sans recours à une paroi étanche.

Pour le PI Viollier, on se trouve essentiellement dans des terrains fins, saturés, localement fluents sous l'effet de venues d'eau plus marquées ou de granulométrie plus sensible, pour lesquels un soutènement étanche est indispensable. Ce soutènement sera dimensionné pour la sécurité hydraulique (profondeur de fiche) en plus de la statique. On veillera si on emploie des techniques sécantes à la continuité du recouvrement en lien avec les tolérances d'implantation et de déviation. Pour une paroi de pieux, un second rideau de jet-grouting pourrait assurer l'étanchéité, tandis que pour une paroi de jet-grouting, un double rideau sera à privilégier. La poussée hydraulique sera comptabilisée hydrostatiquement.

L'essorage in-situ des matériaux à excaver dans la fouille du PI sera difficile du fait de leur nature. Rappelons que des matériaux gorgés d'eau peuvent être refusés en décharge. Il faut envisager soit la mise en place de puits correctement dimensionnés (crépine, filtre) et démarrés relativement longtemps avant la creuse, soit une installation de ressuage intermédiaire avant évacuation. Le premier dispositif sera préféré pour gérer aussi l'abaissement de la nappe. On pourrait aussi utiliser des drains verticaux, avec ressuage ultérieur, qui maintiendraient une pression hydrostatique pendant la creuse, qu'il faudrait compléter une fois au fond de fouille par des puisards. Un suivi piézométrique à l'intérieur de la fouille permettra de valider l'efficacité du premier dispositif et permettra le contrôle du niveau piézométrique dans la partie non excavée. Un retard de diminution de la pression dans les terrains très peu perméables pourrait constituer un danger pour la stabilité de la fouille ce qui doit être contrôlé. Des piézomètres de contrôle à l'extérieur sont aussi nécessaires.

Après traitement (décantation et neutralisation si nécessaire), les eaux souterraines pompées peuvent être évacuées aux EC.

Les éventuels tirants actifs ou passifs forés sous le niveau de la nappe devront être réalisés avec des mesures constructives pour assurer une contrepression et donc la stabilité du forage.

7.4.2 A l'état de service

Comme on est en secteur de protection üB et des eaux souterraines et sous réserve que les tassements inhérents à un rabattement soient maîtrisés, il est en principe possible de prévoir un ouvrage drainé ou un ouvrage non drainé. Les PI existants sont vraisemblablement drainés et réalisés dans des remblais pour l'essentiel, ce qui n'est pas le cas du nouveau PI Viollier.

La solution drainée est généralement adaptée dans un contexte de faible alimentation en eaux de percolation et/ou si un exutoire permet l'évacuation gravitaire de ces dernières. En cas de forte alimentation en eaux souterraines et/ou en l'absence d'exutoire gravitaire, c'est généralement la solution d'ouvrage étanche qui est la mieux adaptée.

Les exigences des CFF relatives à un entretien minimal orientent le choix vers une solution étanche pour le PI Viollier. Rappelons la nécessité de contrôler que le poids de l'ouvrage est suffisant. Il importe aussi de minimiser la hauteur totale de l'ouvrage, dans les limites des normes d'usage, pour limiter les coûts et les difficultés liées à l'eau. Dans la mesure où un exutoire gravitaire est disponible à une altitude permettant d'écrêter le niveau max de la nappe, la mise en œuvre d'un drain écrêteur permettra de réduire la poussée hydraulique et de limiter la hauteur à étancher.

Les extensions des PI existants seront certainement drainées comme eux.

Les murs de soutènement devront être équipés de drains arrière afin d'éviter toute mise en pression. Ce drainage devra être équipé de pipes de rinçage pour assurer son entretien. A moins que les matériaux de remblayage soient drainants, on prévoira des briques filtrantes ou nattes drainantes derrière les ouvrages.

7.5 Infiltration des eaux météoriques

Selon la législation en vigueur, les eaux météoriques doivent être si possible réinfiltrées dans le sous-sol, ou dans tous les cas, retenues temporairement (système de rétention) avant leur évacuation vers un exutoire naturel ou vers le réseau des eaux claires.

Dans le cas présent, les terrains rencontrés ne se prêtent pas à la réinfiltration, et le niveau de nappe est parfois à faible profondeur.

Pour les drains de voie, si la voie est réalisée sur des remblais on veillera à assurer dans les remblais une perméabilité permettant de construire un drainage de type tranchée drainante (type 3), à moins que le type 1 (en talus) ou 2 (en fossé) soit localement possible pour les voies externes. Il faudra cependant s'assurer que les eaux ainsi ramenées dans les remblais ne puissent pas mettre en péril les talus ou d'autres ouvrages.

Pour les voies existantes, on renvoie au rapport [9] qui indique les perméabilités indicatives par emplacement sondé.

7.6 Gestion environnementale des matériaux d'excavation

Le lecteur est renvoyé aux rapports spécifiques à la gestion des matériaux d'excavation des bureaux CSD et Geotest.

7.7 Réutilisation des matériaux d'excavation

En accord avec l'OLED, art. 19, la valorisation des matériaux d'excavation est une obligation légale.

Les considérations géotechniques ci-après doivent être mises en parallèle avec les considérations environnementales, les deux critères devant être validés pour permettre une réutilisation.

Les matériaux sableux (6b2, 6b12) qui contiennent ici aussi des limons, pourraient, sous réserve de la maîtrise de leur teneur en eau et de leur stockage correct, être réutilisés sur le chantier pour :

- Le remblayage avec des exigences faibles au niveau portance et sous réserve de tassements admissibles (aménagements paysagers, remodelage) avec un compactage adéquat
- Comme matériaux de construction par exemple pour la fabrication de briques de terre crue, de béton de terre ou de pisé. Des essais préalables sont recommandés afin de déterminer les dosages appropriés en fonction du mode d'utilisation prévu et des contraintes architecturales et structurales du projet.

Les remblais, s'ils sont suffisamment homogènes et sablo-graveleux, et sous réserve de leur degré de pollution, pourraient aussi être réutilisés, pour des remblais à exigences faibles voire moyennes, s'ils sont compactables.

Les autres matériaux qui seront excavés (6c, 6d, 6e) ne se prêtent pas à la réutilisation, en l'absence d'ouvrages d'étanchement à réaliser.

7.8 Mesures de protection des sols au sens pédologique

Rappelons qu'il incombe au maître d'ouvrage de faire respecter les bases légales et les normes sur la protection des sols sur les chantiers au sens pédologique. La valorisation intégrale des sols est imposée par la réglementation, à moins qu'il y ait des atteintes chimiques, biologiques, anthropiques (substances étrangères) ou physiques.

Les chantiers avec une emprise sur les sols supérieure à 5'000 m2, ou supérieure à 1'000 m linéaire ou les cas particuliers doivent faire l'objet d'une étude pédologique. Le chantier prévu doit être évalué par rapport à ce critère de 1'000 m de linéaire de sols atteints.

S'il dépasse 1'000 ml de sols atteints, l'étude est à transmettre aux autorités avec la demande de permis de construire. Le suivi du projet par un spécialiste de protection des sols sur les chantiers (SPSC) est normalement exigé par les autorités cantonales et comprend un appui pour les phases de préparation, soumission, réalisation et restitution des parcelles, ainsi qu'un rapport de suivi pédologique de fin de travaux. Le rapport est destiné au maître d'ouvrage et aux autorités.

Si les sols à décaper contiennent des plantes exotiques envahissantes (néophytes) listées par l'ordonnance sur la dissémination dans l'environnement (ODE), il est conseillé de faire réaliser un relevé de terrain et une formulation des mesures de tri et d'élimination par un spécialiste. Certaines espèces de néophytes peuvent engendrer des mesures de gestion des matériaux terreux contraignantes, tel qu'une valorisation uniquement possible sur le site de prélèvement ou un besoin d'élimination en filières spécifiques.

7.9 Contrôles et surveillance

Les moyens de contrôles et surveillance seront adaptés en fonction des ouvrages projetés et des méthodes employées, conformément au chapitre 6 de la norme SIA 267.

Rappelons d'abord la nécessité d'opérer des constats avant travaux du bâti environnant. Dans le cas présent, le suivi de chantier sera basé essentiellement sur la surveillance des déformations et de l'eau.

- Mesure directe des déformations de voie, aux abords des soutènements susceptibles de se déformer (PI Viollier en particulier)
- Mesures inclinométriques, derrière les ouvrages de soutènement ou en tête des talus
- Mesures piézométriques, pour la surveillance des niveaux d'eau par rapport aux niveaux du projet.
- Suivi des tassements des remblais (tassomètres ou équivalent).

La portance des fondations profondes et leur qualité d'exécution devra être contrôlée. Pour les micropieux, des essais statiques (compression ou traction) sont possibles ainsi que des essais dynamiques (PDA). Pour les pieux forés tubés, on procèdera systématiquement à des essais d'intégrité (PIT et/ou essai sonique), et sur chaque tronçon à un ou plusieurs essais dynamiques (PDA). Du fait de la linéarité de l'ouvrage, il pourrait être difficile d'extrapoler des résultats d'essais statique de compression sur pieux, cependant cela reste la méthode d'essai la plus fiable.

7.10 Investigations complémentaires et prestations futures

7.10.1 Géotechnique et travaux spéciaux

Les études de conception et dimensionnement des soutènements devront être effectuées selon les règles de l'art. Par la suite, un suivi géotechnique devra être prévu, incluant l'interprétation des mesures de surveillance, ainsi qu'un contrôle d'exécution des travaux de blindage.

7.10.2 Hydrogéologie

Un suivi des piézomètres pendant 1 an est en cours, avec 2 cellules de mesure en continu et des mesures ponctuelles sur les autres piézomètres. Un suivi sur la zone au nord des voies et au km 39.400-39.500 est effectué par le bureau Geotest.

7.10.3 Protection des sols

Une étude et un suivi pédologique sont à prévoir si le chantier dépasse 1'000 ml cumulé de sols atteints.

> > >

Les indications et conclusions données dans le présent rapport sont basées sur notre expérience à ce jour et sur l'interprétation que, dans l'état actuel de nos connaissances, nous sommes à même de faire des résultats de sondages et d'essais. Il s'agit de renseignements, conclusions et recommandations applicables à l'emplacement des sondages ; les conditions locales entre sondages, en-dehors de leur périmètre, ou en-dessous de la profondeur atteinte, restent à contrôler ultérieurement si nécessaire.

D'autre part, on précise que les recommandations du rapport sont orientées en fonction de la règlementation actuelle et du projet tel que défini dans les documents reçus au moment de l'établissement du rapport. En conséquence, en cas de modifications importantes, ou de nouveau projet, il est vivement recommandé de prendre contact avec l'auteur du rapport, de façon à permettre la mise à jour de ce document.

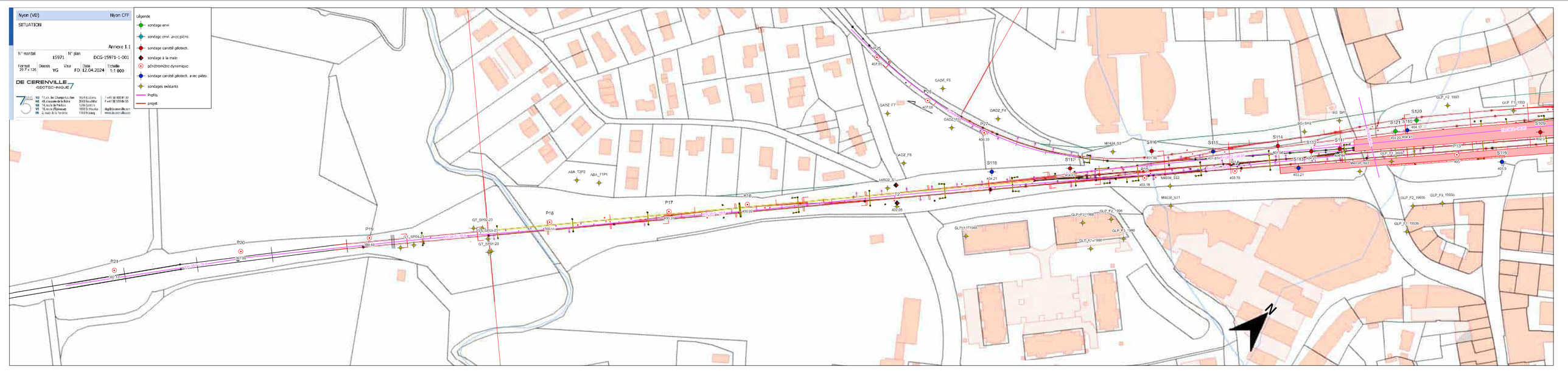
De Cérenville Géotechnique SA

Rapport établi par Dr R. Normand, géologue, Dr S. Rachdi, ingénieur géotechnicienne et Dr F. Dupray, géotechnicien.

Chavannes-près-Renens, le 24.06.2024

Liste des annexes

Annexe 1	Plan de situation de l'ouvrage et des sondages	1
Annexe 2	Informations existantes	
	- Atlas géologique 1 :25'000e	2.1
	- Geotypes et sondages existants	2.2
	- Dangers naturels	2.3
	- Protection des eaux et sites pollués	2.4
Annexe 3	Principes admis pour le levé et la description des sols et des roches	3
Annexe 4	Rapports de perforation de l'entreprise de sondages	4
Annexe 5	Photographies des sondages	5
Annexe 6	Coupes des sondages avec lithologie, stratigraphie, résultats d'essais in situ et équipement	6
Annexe 7	Essais de laboratoire	7.1
	Essais in situ	7.2
	Interprétation des essais au pénétromètre dynamique	7.3
	Mesures piézométriques	7.4
Annexe 8	Résumé synthétique par couche	8.1 à 8.9
Annexe 9	Profils géotechniques schématiques	9.1 à 9.5


Nyon (VD)
Nyon CFF
SITUATION
Annexe 1.1
N° mandat
15971
N° plan
DCG-15971-1-001
Format
29.7 x 126
Dessin
YG
Visa
FD
Date
12.04.2024
Echelle
1:1 000
DE CERENVILLE
GEOTECHNIQUE
Légende
sondage envi.
sondage envi. avec piézo.
sondage carotté géotech.
sondage à la main
pénétromètre dynamique
sondage carotté géotech. avec piézo.
sondages existants
Profils
projet
P21
P20
P19
P18
P17
P16
P25
P26
P27
S118
S117
S116
S115
S114
S113
S112
S111
S120
S121
S110
S109
S119
P13
P14
P15
P16
P17
P18
P19
P20
P21
N

Nyon (VD) Nyon CFF

SITUATION

Annexe 1.2

N° mandat	N° plan
15971	DCG-15971-1-002

Format	Dessin	Visa	Date	Echelle
29.7 x 84	YG	FD	12.04.2024	1:1 000

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

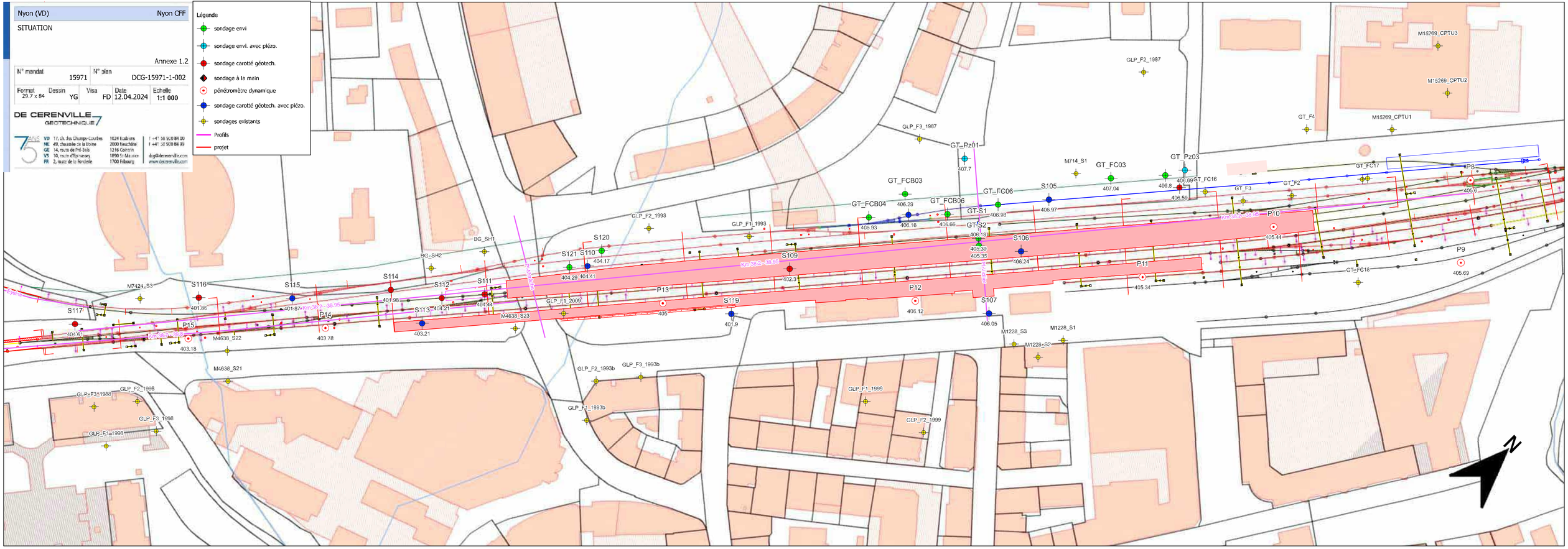
75 ANS

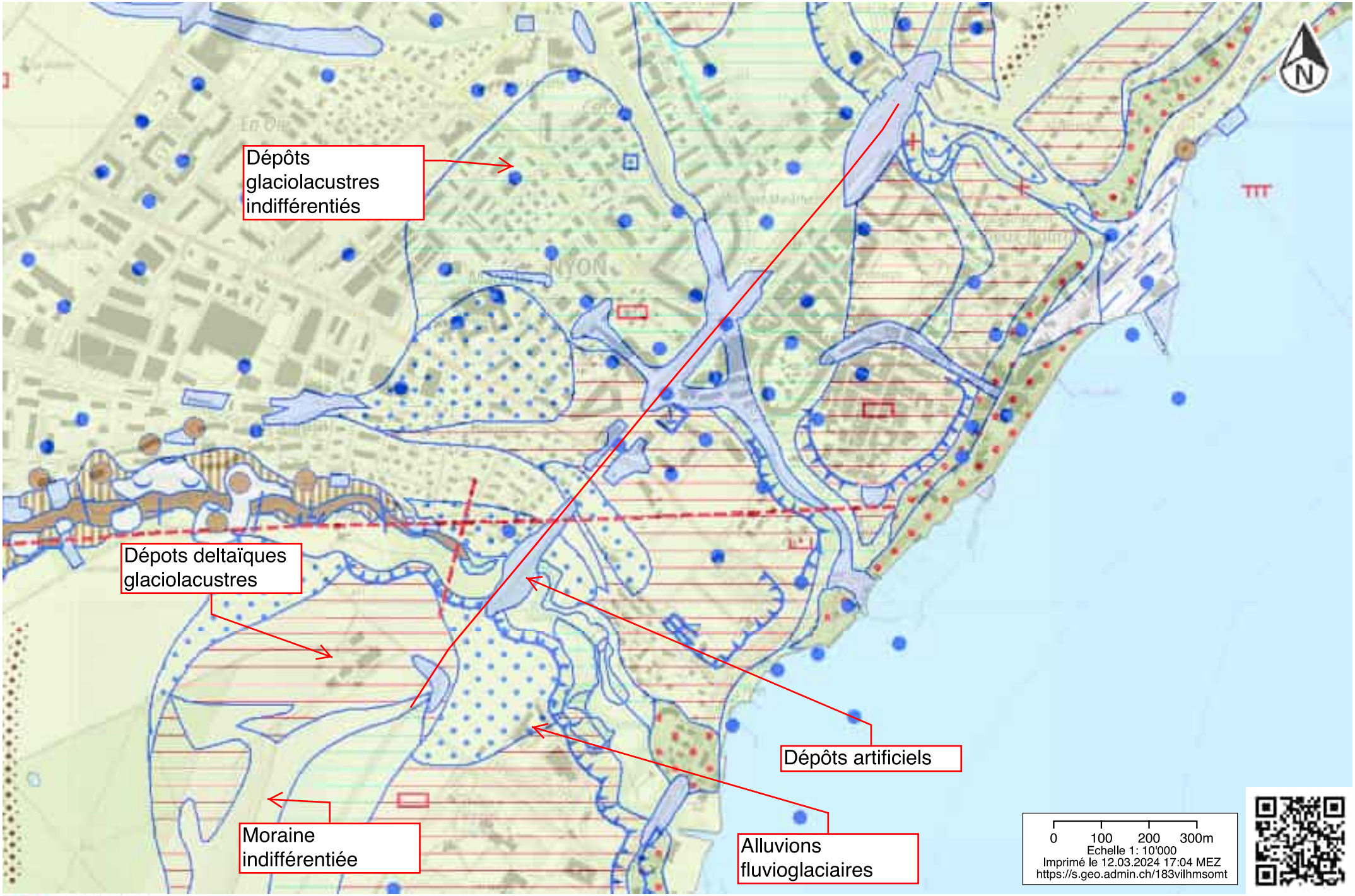
VD 17, ch. des Champs-Courbes 1024 Ecublens
NE 49, chaussée de la Boine 2000 Neuchâtel
GE 14, route de Pré-Bois 1216 Cointrin
VS 10, route d'Epinassey 1890 St-Maurice
FR 2, route de la Fonderie 1700 Fribourg

T +41 26 920 84 00
F +41 26 920 84 99
dcg@decerenville.com
www.decerenville.com

Légende

- sondage envi
- sondage envi. avec plézo.
- sondage carotté géotech.
- sondage à la main
- pénétromètre dynamique
- sondage carotté géotech. avec plézo.
- sondages existants
- Profils
- projet





www.geo.admin.ch est un portail d'accès aux informations géolocalisées, données et services qui sont mis à disposition par l'administration fédérale
Responsabilité: Malgré la grande attention qu'elles portent à la justesse des informations diffusées sur ce site, les autorités fédérales ne peuvent endosser aucune responsabilité quant à la fidélité, à l'exactitude, à l'actualité, à la fiabilité et à l'intégralité de ces informations. Droits d'auteur: autorités de la Confédération suisse. http://www.disclaimer.admin.ch/informations_juridiques.html
© swisstopo, public.geo.admin.ch

Annexe 2.2 Géotypes et sondages existants

N

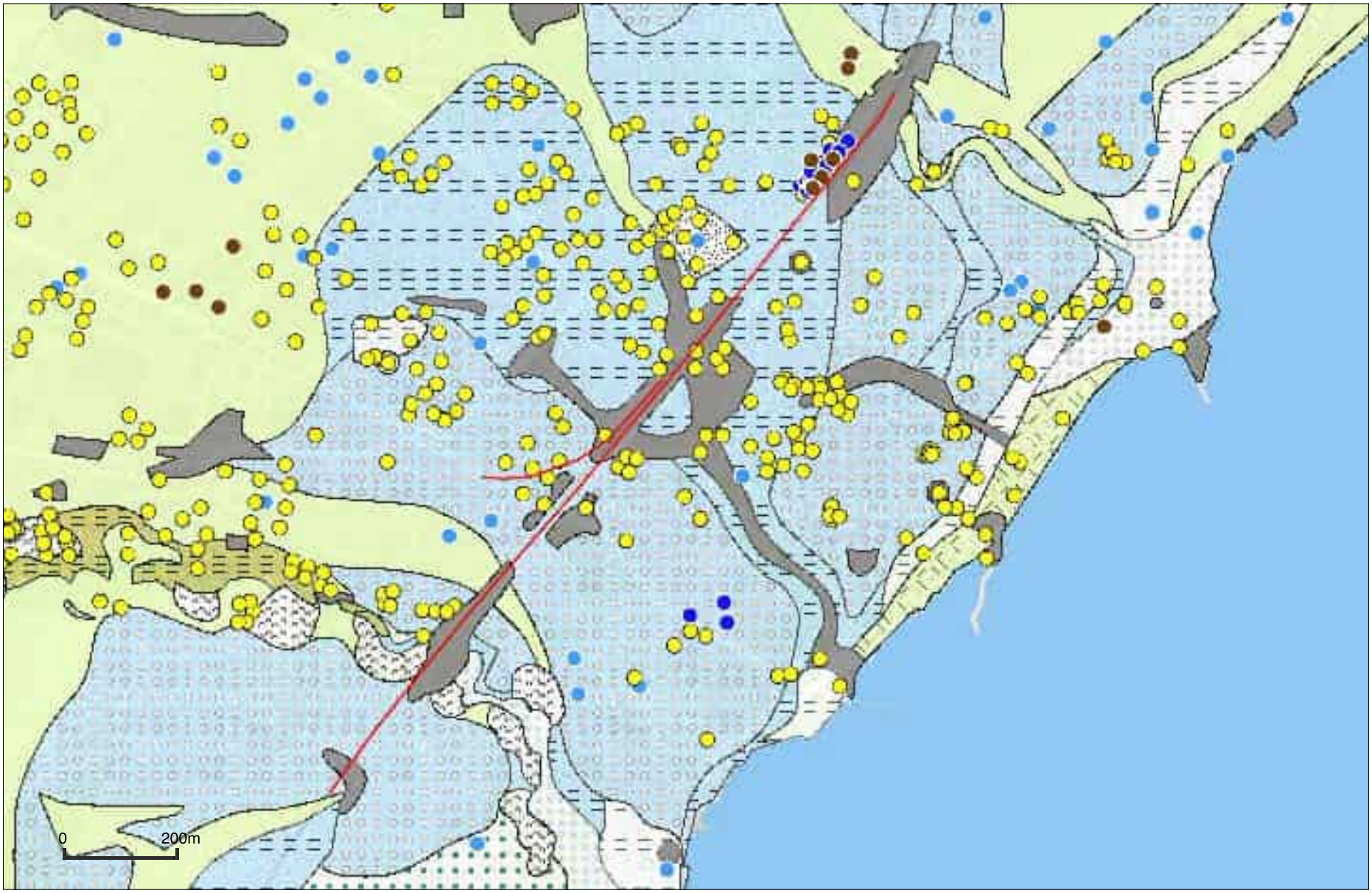
Légende:

Sondages géologiques publics

- GEOTHERMIQUE
- GEOTECHNIQUE
- GEOMATERIAUX
- EAUXMINERALES
- HYDROGEOLOGIQUE
- HYDROCARBURE
- SITESPOLLUES
- SISMIQUE
- NON SPECIFIE
- AUTRE

Carte des géotypes

- R
- CE
- E
- GT
- T
- APA
- APT
- ACA
- ACT
- LD
- LF
- CRL
- P
- MS
- MFR
- MLAT
- MF
- MA
- FG
- GL
- LO
- COM
- GR
- GRM
- MGR
- GS
- A
- M
- MC



Informations dépourvues de foi publique - Géodonnées Etat de Vaud, Office fédéral de topographie, OpenStreetMap

...

1:10000

Date: 12.03.2024

N

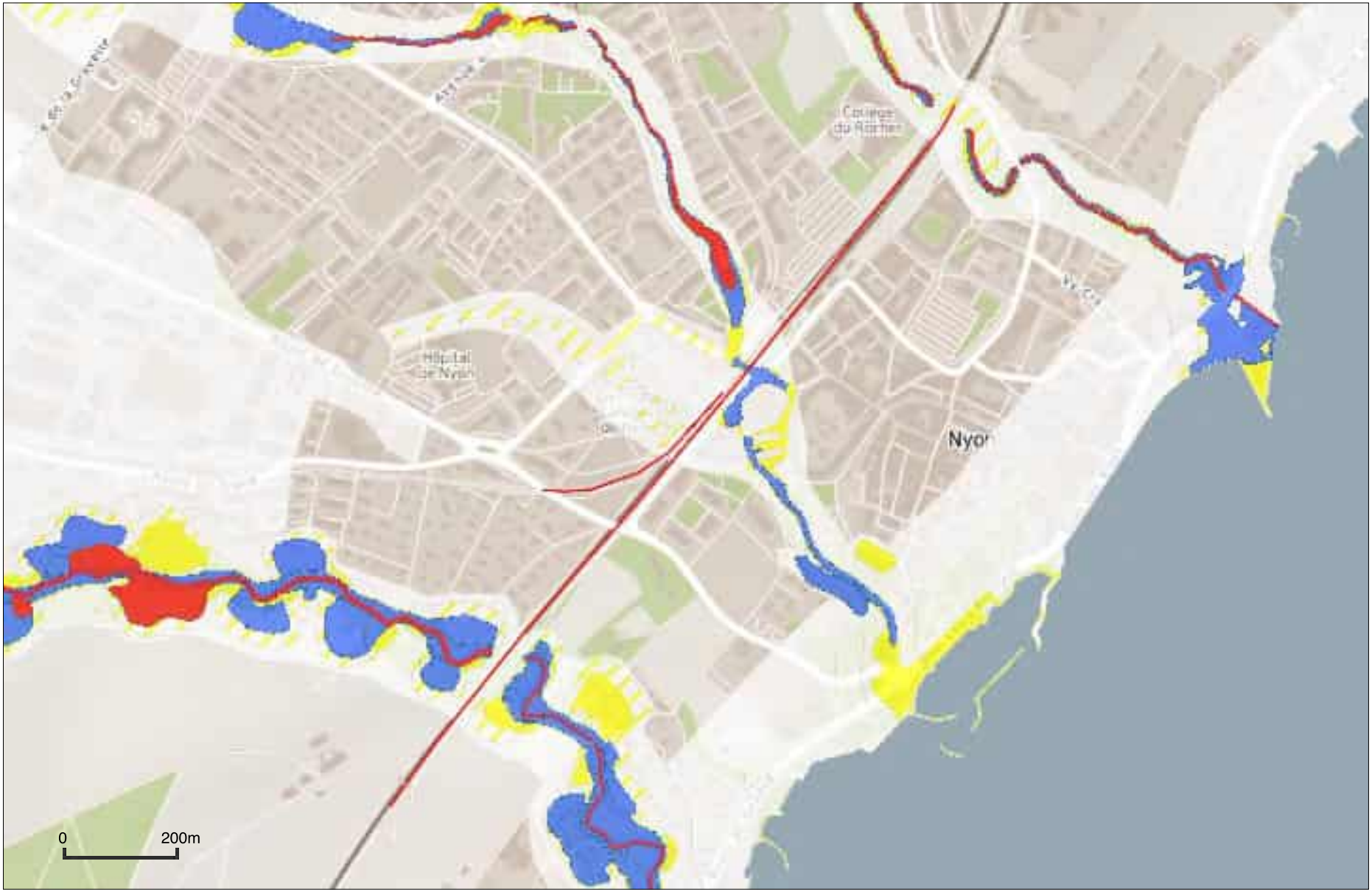
Légende:

Carte synthétique des dangers naturels

- Danger élevé
- Danger moyen
- Danger faible
- Danger imprévisible (résiduel)
- Danger nul
- En révision
- Information manquante

Secteur exposé

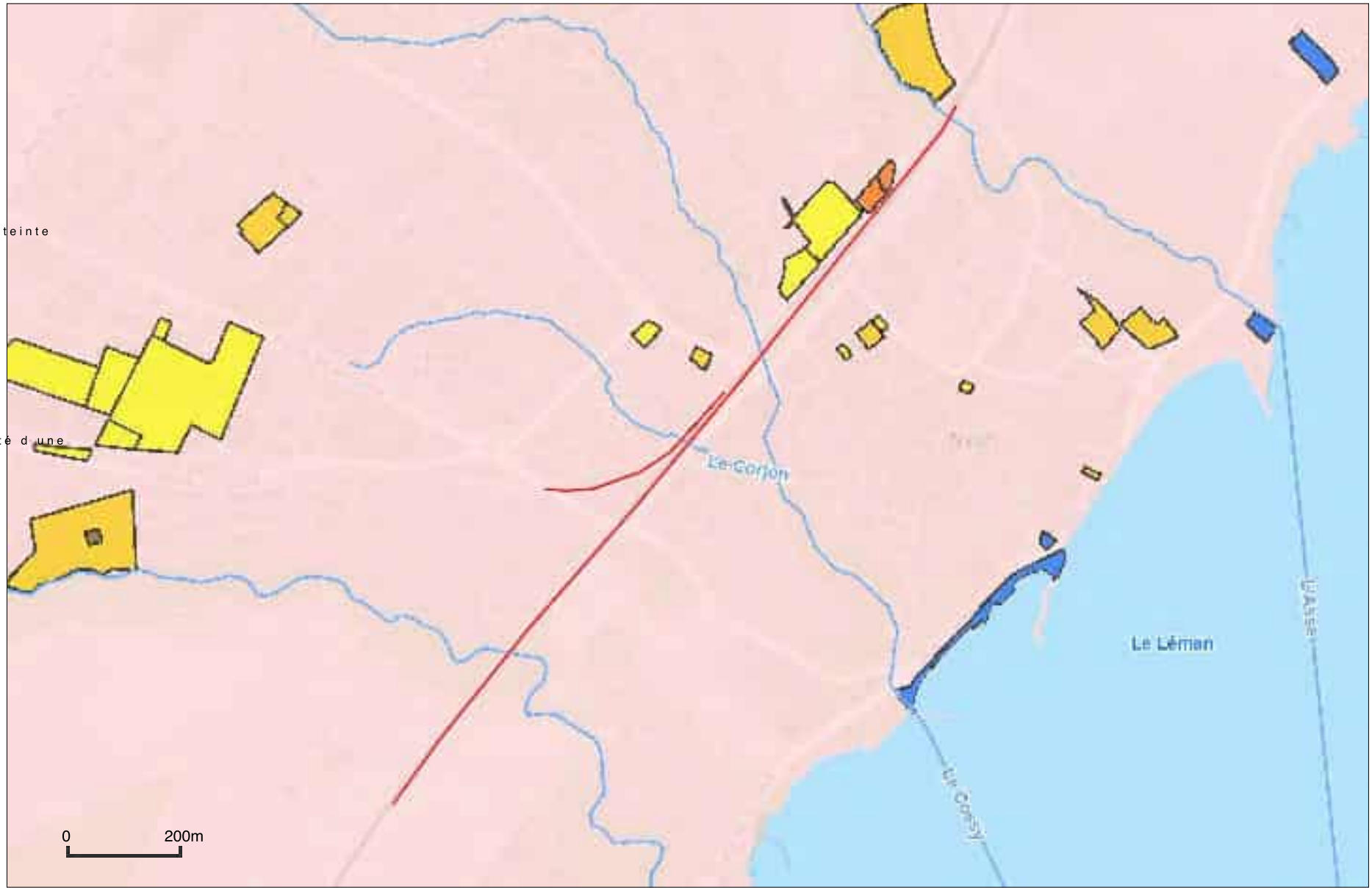
- Périmètre étudié
- En révision
- Zone à bâtir sans danger reconnu



Informations dépourvues de foi publique - Géodonnées Etat de Vaud, Office fédéral de topographie, OpenStreetMap

1:10000

Date: 12.03.2024



Légende:

Canton

Rivières

Etendues d'eau

Sites pollués

- þÿPollué, pas d atteinte nuisible ou incommodante à attendre
- Pollué, investigation nécessaire
- Pollué, ne nécessite ni surveillance ni assainissement
- Pollué, nécessite une surveillance
- Pollué, nécessite un assainissement
- þÿPollué, nécessité d une investigation non encore évaluée

Zones de protection des eaux

- S1
- S2
- S3
- Périmètre

Secteurs de protection des eaux

- S + périmètres
- Au
- üB

Informations dépourvues de foi publique - Géodonnées Etat de Vaud, Office fédéral de topographie, OpenStreetMap

1:10000

Date: 12.03.2024

Principes admis pour le levé et la description des sols

N_{SPT} L'essai de battage SPT (Standard Penetration Test) consiste conventionnellement à battre un tube carottier Ø 35/51 au moyen d'un mouton de 635 N tombant en chute libre de 0.762 m. Cet essai se fait sur trois passes successives de 15 cm; le nombre de coups de mouton pour enfoncer le carottier sur les derniers 30 cm est appelé "N_{SPT}".

Comme l'indique la norme SN 670 318-3 (2012), une pointe conique fermée est en général utilisée en Suisse en raison de la forte hétérogénéité des terrains dont les cailloux obstruent rapidement le carottier. L'expérience montre que les résultats sont peu différents lorsque les sols sont graveleux mais que dans les sols fins, $N_{SPT\ conique}$ pourrait devoir être réduit par un facteur 1.4 pour être en accord avec les autres essais in situ usuels (cus).

La norme SN 670 318-3 (2012) prévoit que le nombre NSPT soit corrigé pour tenir compte de l'énergie réellement transmise aux tiges, de la perte d'énergie liée à la longueur des tiges et de l'effet de la contrainte dues au poids des terres.

q_{dyn} L'essai de battage au pénétromètre lourd (DCG: modèle DPSH-B) consiste à battre une pointe de section 20 cm^2 au moyen d'un mouton de 63.5 kg tombant de 75 cm. La résistance du terrain est estimée en fonction du nombre de coups de mouton nécessaire pour enfoncer la pointe du pénétromètre de 20 cm, puis convertie en résistance en pointe (q_{dyn}).

$N_{V\ Moos}$ L'essai de battage au pénétromètre léger Von Moos (ou VAWE) consiste à battre des tiges de diamètre 22 mm terminées par une pointe de section 36 mm (10 cm^2) au moyen d'un mouton de 30 kg tombant de 20 cm. La résistance du terrain est estimée en fonction du nombre de coups de mouton nécessaire pour enfoncer la pointe du pénétromètre de 20 cm.

Les valeurs pénétrométriques ci-dessus devront être convenablement réduites en fonction de la profondeur de l'essai pour tenir compte de la perte d'énergie due à la longueur et au poids des tiges ainsi que de la contrainte dues au poids des terres.

CBR Indice portant californien, mesuré au pénétromètre portatif Farnell

q_{up} Résistance mesurée au pénétromètre de poche; elle est proche de la résistance à la compression simple du sol. La valeur c_{up} déduite de la résistance au pénétromètre de poche q_{up} ($c_{up} = q_{up} / 2$) est une estimation de la cohésion non drainée

c_{us} Résistance mesurée au scissomètre de poche Geonor; elle est proche de la cohésion non drainée

p_{lim} Pression limite correspondant à l'état de rupture du terrain mesurée lors de l'essai pressiométrique

La classification géologique des terrains meubles se rattache à la classification génétique proposée dans la norme VSS 70 009a (2019).

La description des sols est basée sur la norme SN EN ISO 14688-1 (2019). Celle-ci ne disposant pas (encore) d'annexe nationale, ce sont les indications de l'annexe nationale de la norme SN EN ISO 14668-2 (2004) qui sont considérées pour la classification ainsi que pour la définition de la consistance et de la compacité.

La consistance des sols cohésifs peut être estimée comme suit:

N_{SPT} [cps/30 cm]	q_{dyn} [MPa]	$N_{Von\ Moos}$ [cps/20 cm]	$CBR_{pénétro}$ [%]	Consistance	q_{up} [kPa]	c_{us} [kPa]	p_{lim} [MPa]
< 2	< 1.6	< 5	< 3	Très molle	< 25	< 13	< 0.2
2 – 4	1.6 – 3.2	5 – 8	3 – 6	Molle	25 - 50	13 - 25	0.2 – 0.4
4 – 8	3.2 – 6.4	8 – 25	6 – 8	Ferme	50 - 100	25 – 50	0.4 – 0.7
8 - 15	6.4 – 12	25 - 60	8 – 14	Très ferme	100 - 200	50 - 100	0.7 – 1.1
15 - 30	12 – 24	60 - 100	14 - 25	Dure	200 - 400	100 – 200	1.1 -1.7
30 - 50	24 – 40	100 - 150	> 25	Très dure	400 - 500	200 - 250	1.7 – 2.3

La compacité des sols granulaires peut être estimée comme suit:

N_{SPT} [cps/30 cm]	q_{dyn} [MPa]	$N_{Von\ Moos}$ [cps/20 cm]	Compacité	q_{up} [kPa]	p_{lim} [MPa]
< 4	< 3.2	< 10	Très lâche	< 20	< 0.2
4 – 10	3.2 – 8	10 – 30	Lâche	20 – 100	0.2 – 0.7
10 – 30	8 – 24	30 – 100	Moyen	100 - 300	0.7 – 1.7
30 – 50	24 – 40	100 – 200	Compact	300 - 500	1.7 – 2.5
50 - 70	40 – 56	> 200	Très compact	> 500	> 2.5

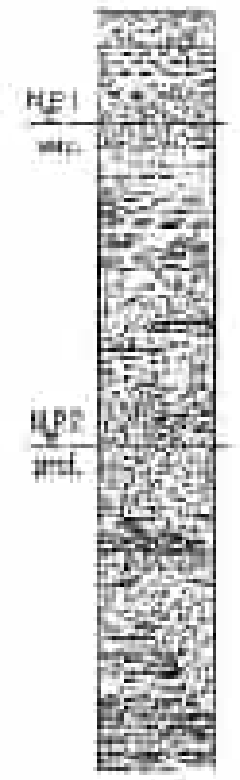
Classification des sols genevois et profil type de la cuvette genevoise

Le profil type donné ci-dessous correspond à celui donné par le professeur Adrien Jayet dans ses cours de géologie du quaternaire (avant 1960). Il a été ensuite "habillé" au plan géotechnique par A. Fontana et al. Cette classification, proposée ainsi par GADZ dans son rapport M1940, est utilisée depuis près de quarante ans avec grand succès de par le contexte géologique très restreint sur lequel elle s'applique. Hors de la cuvette genevoise il est par contre recommandé d'appliquer la terminologie géologique des terrains meubles de la norme VSS 70'009a (2019).

La classification géologique genevoise des sols du quaternaire, heureux mélange de classification stratigraphique et d'éléments génétiques, propose une détermination alpha-numérique des couches géologiques. Le principe de numérotation comprend un numéro suivi de deux indices ; le numéro renvoie à la formation géologique ou à son mode de dépôts, par ordre chronologique inverse, le premier indice alphabétique donne des indications quant à la "fraction granulométrique" (phase) déterminante et l'indice numérique donne des indications quant à la compacité et consistance de la couche. La norme SN EN ISO 14668-2 (2019) ne disposant pas (encore) d'annexe nationale, ce sont les indications de l'annexe nationale de la norme SN EN ISO 14668-2 (2004) qui sont considérées pour décrire les consistances/compacité. Les clés de numérotation sont données ci-dessous :

Npx,y	N	No de la formation				
	p	Phases:	a	graveleuse	d	limono-argileuse
			b	sableuse	e	argileuse
			c	limoneuse	f	crayeuse
				Sols grossiers	Sols fins	
	x	compacité et	1	compact et plus	dure à très dure	
		Consistance :	1-2	moyenne	très ferme	
			2	lâche à très lâche	ferme à très molle	
	y	phase	3	altérée	(molasse)	

		Couche	phase
	Terrains récents		
1	Terrains récents	1,2	
2	Terrains de couverture, sols actuels (remblais)	3	c, d, e
	Terrains holocènes	4	a, b, c
3	Eboulis, formation de pente, colluvions, limon de ruissellement	5	a, b, c, d, e, f
4	Alluvions de terrasses		
5	Dépôts ou vases lacustres, tourbe, craie lacustre	6	a, b, c, d, e
	Terrains glaciaires würmiens		
6	Formations supraglaciaires de retrait	7	c, d, e
7	Moraine à cailloux et blocaux alpins	8	a, b, c, d, e
8	Dépôts intramorainiques ou intraformationnels		
9	Cailloutis morainiques profonds ou "alluvions anciennes"		
	Terrains attribués à l'interglaciaire Riss-Wurm		
10	Interglaciaire	9	a, (b, c)
	Terrains glaciaires attribués au Riss	10	c, d, e
11	Formation de retrait	11	a, b, c, d
12	Moraine à cailloux et blocaux alpins		
13	Dépôts intramorainiques ou intraformationnels	12	c, d, e
	Substratum rocheux molassique		
14	Complexe de la Molasse grise du Chattien supérieur	14	b, c, d, e
15	Complexe de la Molasse rouge du Chattien inférieur	15	b, c, d, e



Exemples :

6d2 phase limono-argileuse de faible consistance des formations de retrait des terrains glaciaires würmiens
9a faciès graveleux des cailloutis morainiques profonds des terrains glaciaires würmiens (graviers "cimentés")
11c1 phase limoneuse préconsolidée des formations de retrait attribuées au Riss

SR INJECTOBOR SA

RAPPORT DE FORAGE

Forage n°: S 104 Rapport n°: 3

Chantier No.: 202-042 Nom, Adresse: CARE LYON Fermier: CANDIA GTM

Date	Profondeur (de/à) m	Ø forage mm	Type	Compositions des matériaux: Composants principaux	Propriétés	Compositions secondaires	Couleur	Volume m³	Forages: Cycles	Ø m/m	h/m³	Remarques
13-03-23	0,00 / 0,70	105	T	REMBLAI			MARRON	1		1,00	0,45	1-2-1
	0,70 / 1,80	105	T	ROCHER			GRIS	1		1,00	0,45	2-3-2
	1,80 / 5,20	105	T	CALCAIRE			BEIGE	1		1,00	0,45	3-4-3
	5,20 / 8,30	105	T	ARGILEUX			GRIS	1		1,00	0,45	3-4-4
	8,30 / 9,00	105	T	CALCAIRE			GRIS	1		1,00	0,45	4-5-5
14-03-23	9,00 / 12,00	105	W	ARGILEUX			GRIS	1		1,00	0,45	5-6-6

Indice: 1 = Vide / 2 = Matériaux sans cohésion / 3 = Matériaux cohérents / 4 = Rocher

Niveau d'eau dans le forage (m/T) — Date / Heure | Niv. (m)

Remarques:

SR INJECTOBOR SA — Forage n°: S 104 — Rapport n°: 3

Déplacement du forage: S 104 au forage: S 105 / 1,00 m — Profondeur totale du forage: 12,00 m / Rocher à: 7 m

Fermier type: M 965 — No. d'inventaire:

Profondeur: 12 m / Durée de réalisation: 5 h

Assemblages

Equipement du forage

Tube ø: 3"

Tube perforé / fentes

Type de raccordement:

Tube à manchettes ø: 105 mm

Tube lisse: 1

Type de raccordement:

Joints / coupe: 1

Autre:

Remarques:

Alimentation en eau du chantier

Raccordement à une hydrante
au point d'eau du MO
Compteur d'eau
Compteur à la fin du forage: m3
Compteur au début du forage: m3

Quantité d'eau utilisée: m3

Conduite d'eau
Pompe à eau immergée
Installations:
Heures de travail:
Observations:

Matériaux

Ciment / coulis	(Sac)	1 Sac
Gravier	(Sac)	Sac
Bentonite	(Sac)	Sac
Ciment filler	(Sac)	12,5 (Sac)
Sable de remplissage	(Sac)	Sac
Compresseur	(Litre)	m3
Ciment fluidifiant	(Sac)	Sac
Carburant	(Litre)	m3
Autre matériaux		

Câbles à sonnette: 21,00 m

Débits de forage: a: Rejetés sur chantier / b: à la station (p.123) / c: en décharge contrôlée / d:

Remarques:

SR INJECTOBOR SA — Forage n°: S 105 — Rapport n°: 27

Chantier No.: 202 042 Nom, Adresse: CARE LYON Fermier: CANDIA GTM

Date	Profondeur (de/à) m	Ø forage mm	Type	Compositions des matériaux: Composants principaux	Propriétés	Compositions secondaires	Couleur	Volume m³	Forages: Cycles	Ø m/m	h/m³	Remarques
13-03-23	0,00 / 0,10	105	T	REMBLAI			GRIS	1		1,00	0,45	1-2-1
	0,10 / 1,45	105	T	ROCHER	A		MARRON	1		1,00	0,45	2-3-2
	1,45 / 3,20	105	T	CALCAIRE	SABLE		BEIGE	1		1,00	0,45	2-3-3
	3,20 / 5,00	105	T	ARGILEUX			GRIS	1		1,00	0,45	3-4-4
	5,00 / 7,50	105	T	CALCAIRE			GRIS	1		1,00	0,45	4-5-5
	7,50 / 9,20	105	T	ARGILEUX			GRIS	1		1,00	0,45	5-6-6
	9,20 / 12,00	105	W	ARGILEUX	CALCAIRE		GRIS	2		1,00	0,45	6-7-7

Indice: 1 = Vide / 2 = Matériaux sans cohésion / 3 = Matériaux cohérents / 4 = Rocher

Niveau d'eau dans le forage (m/T) — Date / Heure | Niv. (m)

Remarques:

SR INJECTOBOR SA — Forage n°: S 105 — Rapport n°: 27

Déplacement du forage: S 104 au forage: S 105 / 1,00 m — Profondeur totale du forage: 12,00 m / Rocher à: 7 m

Fermier type: M 965 — No. d'inventaire: 22

Profondeur: 12 m / Durée de réalisation: 5 h

Assemblages

Equipement du forage

Tube ø: 3"

Tube perforé / fentes

Type de raccordement:

Tube à manchettes ø: 105 mm

Tube lisse: 1

Type de raccordement:

Joints / coupe: 1

Autre: 2

Remarques:

Alimentation en eau du chantier

Raccordement à une hydrante
au point d'eau du MO
Compteur d'eau
Compteur à la fin du forage: m3
Compteur au début du forage: m3

Quantité d'eau utilisée: m3

Conduite d'eau
Pompe à eau immergée
Installations:
Heures de travail:
Observations:

Matériaux

Ciment / coulis	(Sac)	1 Sac
Gravier	(Sac)	Sac
Bentonite	(Sac)	Sac
Ciment filler	(Sac)	18 (Sac)
Sable de remplissage	(Sac)	Sac
Compresseur	(Litre)	1 m3
Ciment fluidifiant	(Sac)	Sac
Carburant	(Litre)	m3
Autre matériaux		

Câbles à sonnette: 21,00 m

Débits de forage: a: Rejetés sur chantier / b: à la station (p.123) / c: en décharge contrôlée / d:

Remarques:

SOL ELECTRODRAIN SA

Forage n°: 5106 **RAPPORT DE FORAGE** Rapport n°: 1

Chantier No. 262-047 Nom, Adresse: GARE NYON Foreur: CANDIA 024

Date	Profondeur (m)	Diamètre (mm)	Type de forage	Forage (m)	Type de forage	Composants principaux	Propriétés	Compléments (nombre et)	Couleur	Nbre de fractions	Venue d'eau	Pierres	Blocs	Forage: Diam. (mm)	Forage: m	Remarques
8/10	0,00 / 0,10	DS	168	T	BOUCHON			BRUN	3				X	SPT 1,00	1,45	11-13-16
	0,10 / 2,00	DS	168	T	REMBLAI			NOIR	2				X	SPT 2,00	1,45	2-2-3
	2,00 / 3,50	DS	168	T	ARGILE	LIMONEUSE		GRIS	1		X			SPT 3,00	1,45	2-3-3
	3,50 / 5,10	DS	168	U	LIMON			GRIS	3				X	SPT 4,00	1,45	2-2-2
														SPT 5,00	1,45	3,4-4
														SPT 6,00	1,45	5,7-8
														SPT 7,00	1,45	8-8-9
														SPT 8,00	1,00	REFUS
														8	4,00	1,35
														9		
														10		

Niveau d'eau observé à forage ouvert: Date | Prof. (m)

Remarques:

SOL ELECTRODRAIN SA

Forage n°: 5108 Forage type: GEO 305 No. d'inventaire:

Déplacement du forage: ... au forage: ... / Rocher à: ... m

Profondeur totale de forage: 20,30 m / Rocher à: ... m

Aquifères: Profondeur: ... m / Durée de réalisation: ... h

Equipement du forage

Tube crépiné / fente:

Tube d'observation Ø ... mm

Tube fendu: oui

Type de crépinage: angle / slots: ... / ...

Remarques:

Matériaux: Ciment (Type) (litre) 1 sac; Objet (litre); Bentonite (litre); Graviers filtre FE 3/8 (m³); Sable de quartz (litre); Concassé 1 (litre) 1 sac; Ciment Kuchler (litre); Granulats (m³); Autres matériaux:

Caisson à carottes: 11,00 m

Cotation de forage: a visible sur chantier; b à la décharge SSI; c non-destructive ou carotté; d en décharge spéciale

Remarques:

SOL ELECTRODRAIN SA

Forage n°: 5102 **RAPPORT DE FORAGE** Rapport n°: 44

Chantier No. 262-047 Nom, Adresse: GARE NYON Foreur: CANDIA 024

Date	Profondeur (m)	Diamètre (mm)	Type de forage	Forage (m)	Type de forage	Composants principaux	Propriétés	Compléments (nombre et)	Couleur	Nbre de fractions	Venue d'eau	Pierres	Blocs	Forage: Diam. (mm)	Forage: m	Remarques
24/08	0,00 / 0,15	DS	160	T	LIMON	BRUN		NOIR	1				X	SPT 1,00	1,45	3-4-4
	0,15 / 1,10	DS	160	T	LIMON	BRUN		MARRON	1				X	SPT 2,00	1,45	3-4-5
	1,10 / 2,10	DS	168	T	SABLE			BEIGE	1				X	SPT 3,00	1,45	3-5-6
	2,10 / 4,20	DS	168	T	LIMONEUX			BEIGE	1		X			SPT 4,00	1,45	5-5-6
	4,20 / 6,00	DS	168 / 146	T	ARGILE			GRIS	1				X	SPT 5,00	1,45	6-7-9
	6,00 / 8,00	DS	146 / 106	T	LIMON			GRIS	1				X	SPT 6,00	1,45	9-11-12
	8,00 / 9,00	CAROTTE	115	U	LIMON	GRAVILLONNEUX		GRIS	2				X	SPT 7,00	1,00	REFUS

Niveau d'eau observé à forage ouvert: Date | Prof. (m)

Remarques:

SOL ELECTRODRAIN SA

Forage n°: 5105 Forage type: N 425 No. d'inventaire: 24

Déplacement du forage: 5108 au forage: 5102 / 100 m

Profondeur totale de forage: 23,20 m / Rocher à: ... m

Aquifères: Profondeur: 13,0 m / Durée de réalisation: 2,50 h

Equipement du forage

Tube crépiné / fente:

Tube d'observation Ø ... mm

Tube fendu: oui

Type de crépinage: angle / slots: ... / ...

Remarques:

Matériaux: Ciment (Type) (litre) 1 sac; Objet (litre); Bentonite (litre); Graviers filtre 24 16/8 (m³); Sable de quartz (litre); Concassé 1 (litre) 1 sac; Ciment Kuchler (litre); Granulats (m³); Autres matériaux:

Caisson à carottes: 14,00 m

Cotation de forage: a visible sur chantier; b à la décharge SSI; c non-destructive ou carotté; d en décharge spéciale

Remarques:

SBR ELECTROBOR SA

RAPPORT DE FORAGE

Forage n° 5104 — Rapport n° 1 : 21

Chantier No. 262-062 — Nom, Adresse: CAVE VIOU — Foreur: CAVUSSO SA

Dès	Profondeur (m) de	Profondeur (m) à	Ø forage	Ø tubage	Tubage récupéré	Composant principal	Propriétés	Composants secondaires	Couleur	Indice de fissuration	Venues d'eau	Pertes d'eau	Pression d'eau	Durée	Remarques
0.00	0.00	0.10	01	160	T	COUVERT			NOIR	1			N	5 MN	3-4-4
	0.10	1.20	Palier 110 mm			ROCHE	SABLE		GRISE	1				10 MN	3-4-5
	1.20	2.80	03	140	T	CARBONIFERE			NOIR	1		X		5 MN	3-3-4
	2.80	4.00	03	140	T	ARGILLE			BRUN	1				10 MN	3-7-8
	11.00	13.00	03	110	N	MARNE	COMPACTE		GRIS	3				5 MN	36-42-48
														5 MN	REFUS
														5 MN	REFUS
														1 MN	18.60 18.85

XO = Fondation
SE = Remplissage
CH = Sable stabilisateur
CT = Coulis de ciment
CB = Coulis + Bentonite
HB = Chaux, ciment, bentonite
SE = Chaux Standard
I = Abandonné
RC = Rejet

T = Tubage
S = Sec

Indice	1	2	3
Matériaux sans cohésion	Mèche	Tricône	Dur
Matériaux cohésifs	Tarière	Tricône	Dur
Rocher	Tarière	Marteau	Dur

Niveaux d'eau dans le forage (DNT) — Date / Heure — Prof. (m)

Remarques: (Pour "Venues d'eau", "Pertes d'eau", "Pression d'eau", "Durée", voir codes ci-dessus)

BF = Bloc de fondation
SF = Semelle filante
PF = Pieu de fondation
CT = Clou Lutgeon
TT = Tirant
PR = Paroi berlinoise
FL = Fouille
RI = Drain, tranchée d'infiltration
SI = Infiltration
BT = Bloc de fondation tubé
= Excavation à sec
= Excavation de gaz

SBR ELECTROBOR SA — Forage n°: 5104 — Foreur (pelle): M 495 — No d'inventaire: 21

Déplacement du forage 1 au forage 2 : 60,00 m
Profondeur totale de forage: 18,00 m / Roche à: — m

Arrêt(s) de: Profondeur: 1,20 m / Durée de stabilisation: 1,40 h

Emplacement du forage

Pieux Ø: 3"

Type de carottier: / Forage

Type de tubage: / Ø: / Type de sabot: / Type de couronne: / Type de battage:

Longueur de pieux: 1 m / Quantité: 1 pc

Tube à injection PVC avec garniture Ø: — mm / Longueur: — m

Rapport de mélange eau/forte à ce jour: 1,2 : 1

Consommation à contrôler

18,00 m

- x Vidage sur chantier
- Vidage sur chantier
- x Transportée au dépôt

Déblais de forage

- x Restent sur chantier
- x à la décharge DP
- x en décharge spéciale

Remarques:

Alimentation en eau de chantier

Raccordement à une hydrante ou autre (Nbre de Ø): — mm
Canalisation d'eau: — mm
Canalisation à la fin du forage: — m
Canalisation au début du forage: — m
Quantité d'eau utilisée: — m³
Dans une cuve: — m³
Forage n° de la rampe: —
Poids total: — kg
Nombre de camions: — t
Consommation: — t

Matériaux

Ciment (Type)	(kg)	1 to
Coulis	(litres)	— to
Bentonite	(kg)	— to
Graviers (Ø)		15 - 30 mm
Sable ou gravier	(litres)	1 to
Compactonit	(kg)	1 to
Ciment Carbide	(litres)	— to
Gaz acétylène	(m³)	— m³

Autres matériaux:

SBR ELECTROBOR SA

RAPPORT DE FORAGE

Forage n° 5105 — Rapport n° : —

Chantier No. 262-062 — Nom, Adresse: CAVE VIOU — Foreur: CAVUSSO SA

Dès	Profondeur (m) de	Profondeur (m) à	Ø forage	Ø tubage	Tubage récupéré	Composant principal	Propriétés	Composants secondaires	Couleur	Indice de fissuration	Venues d'eau	Pertes d'eau	Pression d'eau	Durée	Remarques
0.00	0.00	0.60	110	160	T	BETON	ARME	COUVERT	GRIS	4				5 MN	3-3-4
	0.60	1.10	Palier 110 mm			ROCHE			GRISE	1				5 MN	3-6-4
	1.10	4.60	03	110	T	ARGILLE			GRISE					10 MN	4-5-6
	11.00	14.00	03	110	N	MARNE	COMPACTE							5 MN	5-9-11
														5 MN	REFUS
														5 MN	REFUS

XO = Fondation
SE = Remplissage
CH = Sable stabilisateur
CT = Coulis de ciment
CB = Coulis + Bentonite
HB = Chaux, ciment, bentonite
SE = Chaux Standard
I = Abandonné
RC = Rejet

T = Tubage
S = Sec

Indice	1	2	3
Matériaux sans cohésion	Mèche	Tricône	Dur
Matériaux cohésifs	Tarière	Tricône	Dur
Rocher	Tarière	Marteau	Dur

Niveaux d'eau dans le forage (DNT) — Date / Heure — Prof. (m)

Remarques: (Pour "Venues d'eau", "Pertes d'eau", "Pression d'eau", "Durée", voir codes ci-dessus)

BF = Bloc de fondation
SF = Semelle filante
PF = Pieu de fondation
CT = Clou Lutgeon
TT = Tirant
PR = Paroi berlinoise
FL = Fouille
RI = Drain, tranchée d'infiltration
SI = Infiltration
BT = Bloc de fondation tubé
= Excavation à sec
= Excavation de gaz

SBR ELECTROBOR SA — Forage n°: 5105 — Foreur (pelle): M 495 — No d'inventaire: —

Déplacement du forage 5104 au forage 5105 : 100 m
Profondeur totale de forage: 16,00 m / Roche à: — m

Arrêt(s) de: Profondeur: 1,20 m / Durée de stabilisation: 1,30 h

Emplacement du forage

Pieux Ø:

Type de carottier: / Forage

Type de tubage: / Ø: / Type de sabot: / Type de couronne: / Type de battage:

Longueur de pieux: 1 m / Quantité: 1 pc

Tube à injection PVC avec garniture Ø: — mm / Longueur: — m

Rapport de mélange eau/forte à ce jour: 1,1 : 1

Consommation à contrôler

18,00 m

- x Vidage sur chantier
- Vidage sur chantier
- x Transportée au dépôt

Déblais de forage

- x Restent sur chantier
- x à la décharge DP
- x en décharge spéciale

Remarques:

DÉPLACÉ

Alimentation en eau de chantier

Raccordement à une hydrante ou autre (Nbre de Ø): — mm
Canalisation d'eau: — mm
Canalisation à la fin du forage: — m
Canalisation au début du forage: — m
Quantité d'eau utilisée: — m³
Dans une cuve: — m³
Forage n° de la rampe: —
Poids total: — kg
Nombre de camions: — t
Consommation: — t

Matériaux

Ciment (Type)	(kg)	1 to
Coulis	(litres)	— to
Bentonite	(kg)	— to
Graviers (Ø)		15 - 30 mm
Sable ou gravier	(litres)	1 to
Compactonit	(kg)	1 to
Ciment Carbide	(litres)	— to
Gaz acétylène	(m³)	— m³

Autres matériaux:

GBR INJECTOGROUT SA — Forage n°: S.110 — **RAPPORT DE FORAGE** — Rapport n°: 12

Chantier No.: 262-062 — Nom, Adresse: CAVE NYON — Foreur: CANNELLA Gio

Date	Profondeur (m) de / à	Carottage	Ø forage	Type	Description des terrains: Caractéristiques principales	Propriétés	Compléments éventuels	Couleur	Venue d'eau	Essais: Type	de m	à m	Remarques
04-11-15	0,00 / 0,10	05	140	T	TERRE VEGETAL			NOIR		SPT	1,00	1,45	5-7-8
	0,10 / 1,40	05	140	T	REMBLAI			MARRON		SPT	3,00	3,45	5-6-8
	1,40 / 5,00	05	116	T	MOLLASSE	GRESEUSE		GRIS		SPT	5,00	5,45	5-7-7
	5,00 / 7,00	05	116	T	MOLLASSE	CONGLOMERAT		GRIS		SPT	7,00	7,45	4-5-6
										SPT	10,00	10,45	6-8-8
										SPT	11,00	11,45	8-8-9
										SPT	16,00	16,45	41-48-49
										SPT	17,00	17,00	REFUS
											18,00	18,40	
											18,00	18,25	

Légende: EC = Ecrasés; EB = Rabattement; TA = Tube annelé; CO = Carottier ouvert; CD = Carottier double; HP = Clin. hydraulique; TE = Clin. électrique; V = Vibrofonçage; NT = Tricône

Ø	à (m)
140	
116	

Indice	1	2	3
Matériaux sans cohésion	Mètre	moyen	lâche
Matériaux cohérents	Mètre	ferme	mou
Rocher	Mètre	moyen	altéré

Remarques:

SPT = Standard Penetration Test; SP = Sondabilité (sondé à refus); RV = Essai de pompage; CT = Essai Lugeon; DS = Diagraphies; RS = Rabattement; PL = Prise d'échantillon; PD = Essai Pulsa en diagonale; E = Echantillon carotté; P = Echantillon intact; C = Carottage sec; H = Carottage hydraulique

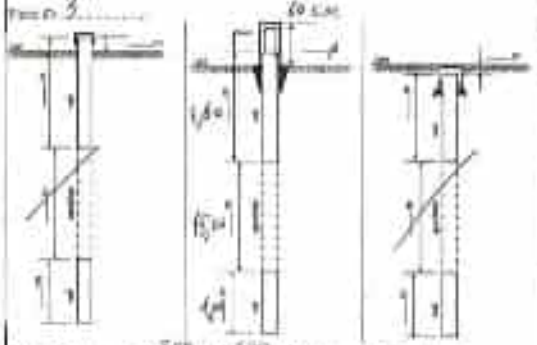
GBR INJECTOGROUT SA — Forage n°: S.110 — Foreuse type: N 445 — Nb. d'interventions: 12

Déplacement du forage: 5 m au forage S.110 : 300 m
Profondeur totale de forage: 24,00 m / Rocher: ... m

Arrivée: ... / Profondeur: ... m / Durée de mise station: ... h

Equipement du forage

Tube n°: 3"



Tube crépiné / fente: ...

Equipement de protection, repères de niveau, plaque signalétique, cadenas, etc.

Equipement de protection PVC avec cadenas: 1 / Longueur: 4,00 m

Longueur de manchette à bille 5 to O: ... m

Coulage à sacrifice: 24,00 m

Matériaux: ...

Gâchage du forage: a. Utilisation sur chantier; b. Apport de forage; c. Eau de décharge spéciale

Remarques: ...

Alimentation en eau du chantier

Raccordement à une hydrante: ...
Compteur d'eau: ...
Compteur à la fin du forage: ...
Compteur au début du forage: ...
Quantité d'eau utilisée: ...
Conduite d'eau: ...
Pression de service: ...
Installation: ...
Heures de service: ...
Remarques: ...

Matériaux:

Ciment (type): ... (kg): 1
Sable: (litre): ...
Gravier: (2kg): ...
Gravier fillers: 15 SMB
Sable de quartz: (litre): ...
Compactonil: (litre): 1
Ciment Portland: (litre): ...
Gaz inerte: (m³): ...
Autres matériaux: ...

GBR INJECTOGROUT SA — **RAPPORT DE FORAGE** — Forage n°: S.111 — Rapport n°: 2

Chantier No.: 262-062 — Nom, Adresse: Cave de Nyon — Foreur: Cannella

Date	Profondeur (m) de / à	Carottage	Ø forage	Type	Description des terrains: Caractéristiques principales	Propriétés	Compléments éventuels	Couleur	Venue d'eau	Essais: Type	de m	à m	Remarques
	0,00 / 0,40	05	140	T	Gazon					V	0,00	0,40	
	0,40 / 4,00	0	0	0	Remblais de la Cave						0,00		
	4,00 / 6,40	0	116	T	Molasse						4,00		
	6,40 / 8,00	0	0	0	Argile						6,40		
	8,00 / 12,00	CO	116	N	Molasse						8,00		
	12,00 / 18,00	TR	116	N							12,00		
											18,00		
											2		

Légende: EC = Ecrasés; EB = Rabattement; TA = Tube annelé; CO = Carottier ouvert; CD = Carottier double; HP = Clin. hydraulique; TE = Clin. électrique; V = Vibrofonçage; NT = Tricône

Ø	à (m)
140	
116	

Indice	1	2	3
Matériaux sans cohésion	dense	moyen	dur
Matériaux cohérents	dense	ferme	dur
Rocher	dense	moyen	dur

Remarques:

SPT = Standard Penetration Test; SP = Sondabilité (sondé à refus); RV = Essai de pompage; CT = Essai Lugeon; DS = Diagraphies; RS = Rabattement; PL = Prise d'échantillon; PD = Essai Pulsa en diagonale; E = Echantillon carotté; P = Echantillon intact; C = Carottage sec; H = Carottage hydraulique

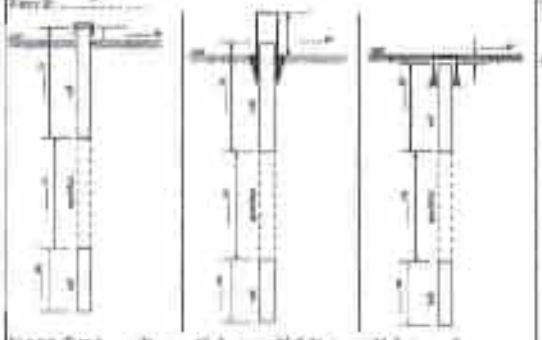
GBR INJECTOGROUT SA — Forage n°: S.111 — Foreuse type: Rotary Schramm — Nb. d'interventions: ...

Déplacement du forage: ... m au forage ... / ... m
Profondeur totale de forage: ... m / Rocher: ... m

Arrivée: ... / Profondeur: ... m / Durée de mise station: ... h

Equipement du forage

Tube n°: 1



Tube crépiné / fente: ...

Equipement de protection, repères de niveau, plaque signalétique, cadenas, etc.

Tube PVC ouvert: ... m

Tube plein: ...

Type de remblaiement: ...

Coulis: ...

Coulage à sacrifice: 22 m

Matériaux: ...

Gâchage du forage: a. Utilisation sur chantier; b. Apport de forage; c. Eau de décharge spéciale

Remarques: ...

Alimentation en eau du chantier

Raccordement à une hydrante: 1
Compteur d'eau: ...
Compteur à la fin du forage: ...
Compteur au début du forage: ...
Quantité d'eau utilisée: ...
Conduite d'eau: 2cm
Pression de service: ...
Installation: ...
Heures de service: ...
Remarques: ...

Matériaux:

Ciment (type): ... (kg): ...
Sable: (2kg): ...
Gravier: (1kg): ...
Gravier fillers: ...
Sable de quartz: (litre): ...
Compactonil: (litre): ...
Ciment Portland: (litre): ...
Gaz inerte: (m³): ...
Autres matériaux: 25 sacs à 25 kg

SR ELECTRODRILL SA

RAPPORT DE FORAGE

Forage n°: S 112 Rapport n°: 3

Chantier No. 202 042 Nom, Adresse: Cave de Rigaz Forsur: Grandvillard

Date	Profondeurs (m)		Diamètre (mm)	Δ Profondeur (m)	Δ Temps (min)	Description principale	Propriétés	Description secondaire	Couleur	Volume (m³)	Tubage	Niveau d'eau	Venue d'eau	Pertes d'eau	Outils	Vitesse (m/min)	Avancement (m)	Remarques
	0.00	0.30	116	0.30	1	Terre végétale			brune						V	1 min	0.30	
	0.30	2.00	116	1.70	3	Limon sableux à graviers			brun						V	3 min	1.70	
	2.00	4.50	116	2.50	5	Limon graveleux			brun						V	5 min	2.50	
	4.50	6.30	116	1.80	4	Gravier			gris						V	4 min	1.80	
	6.30	7.70	116	1.40	3	Limon graveleux			brun						V	3 min	1.40	

Venue d'eau dans le forage (Cm): Remarques:

Nature	1	2	3
Stabilité parois latérales	Bonne	Moyenne	Mauvaise
Stabilité du fond	Bonne	Moyenne	Mauvaise
Pierres	Bonne	Moyenne	Mauvaise

N = Normal
T = Tubé

Abréviations: AD = Alluvions Modernes; TV = Limon argileux; CG = Cailloutis glaciaire; GM = Gravier limoneux; MP = Grès molassique; TC = Dalle Tertiaire; P = Limon; TO = Tuf

SR ELECTRODRILL SA

Forage n°: S 112 Foreuse type: Sondeuse/Marteau No. d'immatriculation:

Emplacement du forage: ... au forage ... / ... m

Profondeur totale de forage: ... m / Rocher à: ... m

Arrêt à: ... Profondeur: ... m / Durée de mise hors service: ... h

Equipement du forage

Tube PE: ...

Tube PVC perforé ø PVC avec manchon Ø ... Bétonné ... m

Tubage ø ... m à ... m et de ... m à ... m

Tube PVC plein ø ... m de ... m à ... m

Tube PVC perforé ø ... m de ... m à ... m

Tube métallique / Divers

Tube métallique Ø ... mm

Tube PVC plein ø

Tube de soutènement

Angle / Latéral: ...

Fond: ...

Alimentation en eau du chantier

Raccordement à une hydrante au point d'eau de HC

Compteur d'eau

Compteur à la sortie du forage

Compteur au départ du forage

Quantité d'eau utilisée

Conduites d'eau

Pompe HP ou immergée

Diamètre (Ø)

Nombre de tuyaux

Longueur

Matériaux

Ciment (type)	(sac)	... kg
Gravier	(Mg)	... kg
Bentonite	(Sac)	... kg
Graviers filtre		... kg / m
Billes de bentonite	(sac)	... kg
Compactonite	(Sac)	... kg
Ciment injection	(Mg)	... kg
Bétonnière	(m³)	... m³

Autre matériaux:

Cuttings à gravière: ... m

Déblais de forages:
- à déblayer sur chantier
- à transporter au décharge

Remarques:

SR ELECTRODRILL SA

RAPPORT DE FORAGE

Forage n°: S 113 Rapport n°: ...

Chantier No. 252-048 Nom, Adresse: CAVE NIDAU Forsur: GRANDVILLARD

Date	Profondeurs (m)		Diamètre (mm)	Δ Profondeur (m)	Δ Temps (min)	Description principale	Propriétés	Description secondaire	Couleur	Volume (m³)	Tubage	Niveau d'eau	Venue d'eau	Pertes d'eau	Outils	Vitesse (m/min)	Avancement (m)	Remarques
24.9.19	0.00	0.30	110	0.30	1	TERRE VEGETALE			GRIS	3					V	1 min	0.30	0-0.3
	0.30	0.40	110	0.10	1	TERRE GRAVEUSE			GRIS	1					V	1 min	0.10	0.3-0.4
	0.40	2.10	110	1.70	3	GRAVIER			GRIS	4					V	3 min	1.70	0.4-2.1
	2.10	5.40	110	3.30	6	GRAVIER			GRIS	9					V	6 min	3.30	2.1-5.4
	5.40	15.50	110	10.10	20	GRAVIER			GRIS	27					V	20 min	10.10	5.4-15.5
	15.50	22.40	110	6.90	14	GRAVIER	GRANITIQUE		GRIS	19					V	14 min	6.90	15.5-22.4

Venue d'eau dans le forage (Cm): Remarques:

Nature	1	2	3
Stabilité parois latérales	Bonne	Moyenne	Mauvaise
Stabilité du fond	Bonne	Moyenne	Mauvaise
Pierres	Bonne	Moyenne	Mauvaise

N = Normal
T = Tubé

Abréviations: AD = Alluvions Modernes; TV = Limon argileux; CG = Cailloutis glaciaire; GM = Gravier limoneux; MP = Grès molassique; TC = Dalle Tertiaire; P = Limon; TO = Tuf

SR ELECTRODRILL SA

Forage n°: S 113 Foreuse type: LUMEZA No. d'immatriculation:

Emplacement du forage S 113 au forage S 111 / S 100 m

Profondeur totale de forage 22,40 m / Rocher à: / m

Arrêt à: Profondeur: / Durée de mise hors service: h

Equipement du forage

Tube PE: ...

Tube PVC perforé ø PVC avec manchon Ø ... Bétonné ... m

Tubage ø 116 m à 0,30 m et de ... m à ... m

Tube PVC plein ø 110 de 0,30 m à 7,00 m et de ... m à ... m

Tube PVC perforé ø 110 de 7,00 m à 22,40 m et de ... m à ... m

Tube métallique / Divers

Tube métallique Ø ... mm

Tube PVC plein ø

Tube de soutènement

Angle / Latéral: ...

Fond: ...

Alimentation en eau du chantier

Raccordement à une hydrante au point d'eau de HC

Compteur d'eau

Compteur à la sortie du forage

Compteur au départ du forage

Quantité d'eau utilisée

Conduites d'eau

Pompe HP ou immergée

Diamètre (Ø)

Nombre de tuyaux

Longueur

Matériaux

Ciment (type)	(Sac)	1 sac
Gravier	(Mg)	... kg
Bentonite	(Sac)	... sac
Graviers filtre		48 Sac
Billes de bentonite	(sac)	... kg
Compactonite	(Sac)	1 sac
Ciment injection	(Mg)	... kg
Bétonnière	(m³)	... m³

Autre matériaux:

Cuttings à gravière: 24,60 m

Déblais de forages:
- à déblayer sur chantier
- à transporter au décharge

Remarques:

RAPPORT DE FORAGE

Forage n° 4/16 — Rapport n° 1 : _____

Chantier No. 2E8.047 — Nom, Adresse: Vuarrens — Parcours: Lausanne-Yverdon

Date	Profondeur (m) de	à	Diamètre	N° forage	Observations relatives aux terrains traversés: Couches de graviers	Venues d'eau: Profondeur	Venues d'eau: Observations	Niveau statique: Date	Niveau statique: m/s	Niveau statique: m/f	Observations
10.10	0.00	7.00	15	163	T	Graviers		Graviers	Sable	7							8-2-3
14.10	7.00	9.00	15	160	T		Argile	Graviers		2							3-3-9
11.10	9.00	9.50	15	164	T	Argile			Sable	7							2-2-3
11.10	9.50	20.00	15	164	T	Argile		Graviers		2							3-3-9
																	6-9-11
																	22-23-24
																	1-21-25

KD = Forage
EE = Forage carotté
TT = Tube métallique
CS = Cuvelage simple
CD = Cuvelage double
MF = Clou métallique
EC = Croix (Barrette)
P = Piézomètre
SD = Sondage

S = 5 Pièces
B = 5 cm

Mesures	1	2	3
Température (eau artésienne)	Début	12 h 01	24 h
Température (ambiante)	Heure	Heure	Heure
Pluviomètre	Quantité	1/2 pluie	pluie

Mesures avec sonde à forage (GHT) — Date / Heure — Prof. (m) — Remarques

SPT = Standard Penetration Test
Ss = Sondage à la tarière
Ps = Prise d'échantillon
T = Tube fendu
[ ] = Crépines
PA = Piézomètre à corde vibrante
C] = Piézomètre à cordes
Pi = Piézomètre à tube ouvert
D = Déviation horizontale
B = Niveau d'eau / puits
A = Arrêt de travail pour gel

Forage n° 5/16 — Travaux type: Drainage — No. d'investigation: _____

Déplacement du forage: de forage 4 à forage 5 — Profondeur totale du forage: 20 m / Rayon R: 2 m

Accès: Profondeur: 2 m / Centre de l'habitation: 6 m

Déplacement du forage

Plan 3

Tube métallique / Liner

Tube multicouches PE

Type de protection

Remarques

Coupe à remplir: 21 m

Débits du forage: à l'obturateur sur chantier; après la fouille (20); par décharge artésienne

Alimentation en eau du chantier: Raccordement à une habitation; Compteur; Compteur à la fin du forage; Compteur au début du forage; Quantité d'eau utilisée; Date début travaux; Durée totale; Mesure de contrôle; Observations

Matériaux: Gravier (type); Gravier (grain); Sable; Bentonite; Ciment; Sable de quartz; Compactonit; Ciment; Ciment Sulfaté; Granulats; Autre matériau

---

RAPPORT DE FORAGE

Forage n° 3/16 — Rapport n° 1 : _____

Chantier No. 2E8.047 — Nom, Adresse: Vuarrens — Parcours: Lausanne-Yverdon

Date	Profondeur (m) de	à	Diamètre	N° forage	Observations relatives aux terrains traversés: Couches de graviers	Venues d'eau: Profondeur	Venues d'eau: Observations	Niveau statique: Date	Niveau statique: m/s	Niveau statique: m/f	Observations
9.10	0.00	6.00	15	162	T					7							8-2-4
17.10	6.00	8.00	15	160	T	Sable	Graviers			2							3-3-6
7.10	8.00	9.00	15	160	T	Limons				1							2-2-3
9.10	9.00	9.50	15	160	T	Argile	Limons			1							3-3-6
10.10	9.50	20.00	15	160	T	Argile				2							3-3-9
9.10	0.00	20.00	15	174	T	Argile		Graviers									
																	21-21-21

KD = Forage
EE = Forage carotté
TT = Tube métallique
CS = Cuvelage simple
CD = Cuvelage double
MF = Clou métallique
EC = Croix (Barrette)
P = Piézomètre
SD = Sondage

S = 5 Pièces
B = 5 cm

Mesures	1	2	3
Température (eau artésienne)	Début	Début	Début
Température (ambiante)	Heure	Heure	Heure
Pluviomètre	Quantité	Quantité	Quantité

Mesures avec sonde à forage (GHT) — Date / Heure — Prof. (m) — Remarques

SPT = Standard Penetration Test
Ss = Sondage à la tarière
Ps = Prise d'échantillon
T = Tube fendu
[ ] = Crépines
PA = Piézomètre à corde vibrante
C] = Piézomètre à cordes
Pi = Piézomètre à tube ouvert
D = Déviation horizontale
B = Niveau d'eau / puits
A = Arrêt de travail pour gel

Forage n° 2/15 — Travaux type: Drainage — No. d'investigation: _____

Déplacement du forage: de forage 1 à forage 2, 30 m — Profondeur totale du forage: 24 m / Rayon R: 2 m

Accès: Profondeur: 2 m / Centre de l'habitation: 6 m

Déplacement du forage

Plan 3

Tube multicouches PE

Type de protection

Remarques

Coupe à remplir: 21 m

Débits du forage: à l'obturateur sur chantier; après la fouille (20); par décharge artésienne

Alimentation en eau du chantier: Raccordement à une habitation; Compteur; Compteur à la fin du forage; Compteur au début du forage; Quantité d'eau utilisée; Date début travaux; Durée totale; Mesure de contrôle; Observations

Matériaux: Gravier (type); Gravier (grain); Sable; Bentonite; Ciment; Sable de quartz; Compactonit; Ciment; Ciment Sulfaté; Granulats; Autre matériau

RAPPORT DE FORAGE

Forage n° S 116 Rapport n° 2

Chantier No. 222-042 Nom, Adresse: GARE NORD Parcours: CAROUGE GARE

Date	Profondeur (m) de	à	Carottes	Ø forage	Pose
13.06	0.00	27.10	03	140	T
14.06	27.10	51.30	03	140	T
15.06	51.30	70.30	03	140	T
16.06	70.30	85.20	03	140	T
19.06	85.20	97.20	03	140	T
20.06	97.20	111.20	03	140	T
21.06	111.20	124.20	03	140	T
22.06	124.20	127.20	03	140	T

Matériaux mis en place

Composants principaux	Propriétés	Composants secondaires	Couleur	Volume m³
Béton			Gris	0.10
Béton			Gris	0.10
Béton			Gris	0.10
Béton			Gris	0.10
Béton			Gris	0.10
Béton			Gris	0.10
Béton			Gris	0.10
Béton			Gris	0.10

Coupe - Echantillonnage

Date	Heure	Niveau (m)

Remarques: APM M 1.10 - M 1.90; M 3.10 - M 3.90; M 4.20 - M 4.90

Indice	1	2	3
Matériaux sans cohésion	Sable moyen	Gravier	Blocs
Matériaux cohérents	Limon	Argile	
Divers			

N = Nature
T = Type

Forage n°: S 116 Parcours type: A 465 No. d'inventaire:

Déplacement du forage: 0.0 m au forage: 0.0 / 0.0 m
Profondeur totale du forage: 127.20 m / Refus à: m

Aménagements

Profondeur: m / Durée de réalisation: h

Implantation du forage

Aménagements au sous du chantier

Matériaux

Coupe à l'arrière

Utilisation du forage

Remarques:

RAPPORT DE FORAGE

Forage n°: S 117 Rapport n°: 1

Chantier No.: 222'042 Nom, Adresse: Gare de Genève Parcours: Genève

Date	Profondeur (m) de	à	Carottes	Ø forage	Pose
23.06	0.00	6.50	C5	146	T
24.06	6.50	8.00	C	146	T
25.06	8.00	10.00	C	146	T
26.06	10.00	12.00	C	146	T
27.06	12.00	15.00	TR	146	T

Matériaux mis en place

Composants principaux	Propriétés	Composants secondaires	Couleur	Volume m³
Béton			Gris	2.0
Béton			Gris	2.0
Béton			Gris	2.0
Béton			Gris	2.0
Béton			Gris	2.0

Coupe - Echantillonnage

Date	Heure	Niveau (m)

Remarques:

Indice	1	2	3
Matériaux sans cohésion	Sable	Gravier	Blocs
Matériaux cohérents	Limon	Argile	
Divers			

N = Nature
T = Type

Forage n°: S 117 Parcours type: Genève / Rouge No. d'inventaire:

Déplacement du forage: au forage: / m

Profondeur totale du forage: m / Refus à: m

Aménagements

Profondeur: m / Durée de réalisation: h

Implantation du forage

Aménagements au sous du chantier

Matériaux

Coupe à l'arrière

Utilisation du forage

Remarques:

SA FUSCOBOHR SA

Forage n°: S118

RAPPORT DE FORAGE

Rapport n°: 23

Chantier No.: 262-042

Nom, Adresse: CAFÉ VIOU

Foreur: CARDICO GRU

Date	Profondeur (m) de	Profondeur (m) à	Ø forage	Ø tubage	Type	Description des matériaux : Composante principale	Figurée	Composante secondaire	Couleur	Valeur au test	Venue d'eau	Niveau statique	Débit	Stade : Début forage : Jour	Mois	An	Remarques
16-11-15	0,00	0,10	D5	140	T	TERRE VÉGÉTAL			NOIR	1			X	15	11	15	8-9-10
	0,10	2,00	D3	140	T	SABLE			BEIGE	1			X	15	11	15	9-9-10
	2,00	6,10	D3	140	T	CALCAIRE			MARRON	1	X			16	11	15	11-11-12
	6,10	9,00	D3	140	T	ARGILEUX			GRIS	1			X	17	11	15	8-8-9
	9,00	11,60	D3	140	T	MOLASSE			GRIS	1			X	17	11	15	9-9-9
	11,60	15,00	D3	140	N	CALCAIRE	GRANULÉE		GRIS	1			X	17	11	15	9-9-9

Niveau d'eau dans le forage (NEF)	Date (jj.mm.aa)

Date	1	2	3
Visibilité sous tubage	claire	trouble	
Visibilité du fond	limite	limite	
Heure			

Remarques: 15,55 - 12,60 / 10,50 - 11,00 / 6,10 - 4,55

SA FUSCOBOHR SA

Forage n°: S118

Foreuse type: M 465

No. d'inventaire: 23

Déplacement du forage: S105 au forage S118 : 1000 m

Profondeur totale du forage: 25,00 m / Rocher à: m

Avant-trou: Profondeur: m / Diamètre: mm

Equipement du forage

Tubes: 3"

Tubes intermédiaires / Crépine

Tube extracteur Ø mm

Type de cimentation:

Nature du sol: m

Epaisseur de remblayage, cimentation, etc. non visibles extérieurement

Colonne à caractère

23,00 m

Débits du forage:

Remarques:

Alimentation en eau du chantier

Raccordement à une hydrante: oui / non

Compteur d'eau:

Compteur à la fin du forage: m3

Compteur au début du forage: m3

Quantité d'eau utilisée: m3

Contrôle d'eau:

Pompe N° à immersion:

Intervention: pm

Heures de service: h

Observations:

Diamètre (Tube): (mm) 3 po

Outils: (Dia) mm

Benne à: (mm) Kg

Volume d'eau: 22.500 l

Sortie de carotte: (Dia) po

Compresseur: (Dia) 1 po

Diamètre Marteau: (mm) mm

Géophysique: (m) m

Autres matériaux:

SA FUSCOBOHR SA

Forage n°: S119

RAPPORT DE FORAGE

Rapport n°: 1

Chantier No.: 262-042

Nom, Adresse: CAFÉ VIOU

Foreur: CARDICO GRU

Date	Profondeur (m) de	Profondeur (m) à	Ø forage	Ø tubage	Type	Description des matériaux : Composante principale	Figurée	Composante secondaire	Couleur	Valeur au test	Venue d'eau	Niveau statique	Débit	Stade : Début forage : Jour	Mois	An	Remarques
23-11-15	0,00	0,25	D3	140	T	TERRE VÉGÉTALE			NOIR	2			X	17	11	15	3-3-5
	0,25	1,00	D3	140	T	LIMON			MARRON	1			X	17	11	15	3-3-4
	1,00	4,60	D3	140 / 114	T	ARGILEUX			GRIS	1			X	17	11	15	4-4-5
	4,60	11,60	D3	114	T	MOLASSE			GRIS	1			X	17	11	15	5-5-10
	11,60	13,50	D3 / D5	114	T	CALCAIRE	GRANULÉE		GRIS	1			X	17	11	15	4-4-5 NEF
														17	11	15	NEF
														2,25	3,00		
														12,00	12,50		

Niveau d'eau dans le forage (NEF)	Date (jj.mm.aa)

Date	1	2	3
Visibilité sous tubage	claire	trouble	
Visibilité du fond	limite	limite	
Heure			

Remarques:

SA FUSCOBOHR SA

Forage n°: S119

Foreuse type: 30

No. d'inventaire:

Déplacement du forage S118 au forage S119 : 100 m

Profondeur totale du forage: 25,50 m / Rocher à: m

Avant-trou: Profondeur: 1,30 m / Diamètre: 2,20 m

Equipement du forage

Tubes: 3"

Tubes intermédiaires / Crépine

Tube extracteur Ø mm

Type de cimentation:

Nature du sol: m

Epaisseur de remblayage, cimentation, etc. non visibles extérieurement

Colonne à caractère

19,20 m

Débits du forage:

Remarques:

Alimentation en eau du chantier

Raccordement à une hydrante: oui / non

Compteur d'eau:

Compteur à la fin du forage: m3

Compteur au début du forage: m3

Quantité d'eau utilisée: m3

Contrôle d'eau:

Pompe N° à immersion:

Intervention: pm

Heures de service: h

Observations:

Diamètre (Tube): (mm) 4 po

Outils: (Dia) mm

Benne à: (mm) Kg

Volume d'eau: 44.500 l

Sortie de carotte: (Dia) 4 po

Compresseur: (Dia) 4 po

Diamètre Marteau: (mm) mm

Géophysique: (m) m

Autres matériaux:

SR INJECTODRILL SA

Forage n°: 5120

RAPPORT DE FORAGE

Rapport n°: 1

Chantier No.: 262-042

Nom, Adresse: CAVE NIOX

Fureur: CARDILLO JEAN

Date	Profondeur (m) de	à	Ø forage	Ø tubage	Type	Composants principaux	Propriétés	Composants secondaires	Couleur	Volume en litres	Essais Lugeon (L)	Essais Lefranc (L)	Eau (L)	Observations
19.05	0.00	1.15	D1	160	T	[illegible]			BRUN	1				
	0.00	9.00	D1	160	T	[illegible]	GRAVEUX		BRUN	1				

Index	1	2	3
Matériaux sans cohésion	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Matériaux cohérents	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Roche	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Niveau d'eau dans le forage (NTF)

Date / Heure | Prof. (m)

Remarques:

SR INJECTODRILL SA

Forage n°: 5120

Foreuse type: 30

No. d'inventaire:

Déplacement du forage 5119 au forage 5121 : 25.00 m

Profondeur totale de forage: 9.00 m / Rocher à: ..... m

Avant-trou

Profondeur: ..... m / Durée de réalisation: ..... h

Redressement du forage

Tube lisse ø ..... mm

Tube lisse perforé ø ..... mm

Tube d'extrémité ø ..... mm

Tube de soutènement

Type: .....

ø ext.: .....

Remarques:

Abréviations et lieu du chantier

Raccordement à une fracture

ou point d'eau ou ND: ..... pm

Carottier: 116/91

Carottier à la fin du forage: ..... m

Carottier au début du forage: ..... m

Quantité d'eau consommée: ..... m³

Carottier total: ..... m

Forage HP au terrassement

Traité béton: ..... pm

Niveau de service: ..... h

Abréviations: ..... h

Matériaux:

Ciment (Type)	(25kg)	..... kg
Chaux	(25kg)	..... kg
Bentonite	(25kg)	..... kg
Eau		6.240 m³
Sable ou gravier	(25kg)	..... kg
Adjuvant(s)	(Litre)	..... kg
Ciment Sulfate	(25kg)	..... kg
Gaz-lance	(m³)	..... m³

Autre matériaux:

Cavités sous dalle: 0.00 m

Cotes sur chantier:

Implantation sur chantier:

Investigations au préalable:

Dalles en forage:

Avant le forage (1):

Après le forage (2):

Après décharge maximale (3):

SR INJECTODRILL SA

Forage n°: 5123

RAPPORT DE FORAGE

Rapport n°: 1

Chantier No.: 262-042

Nom, Adresse: CAVE NIOX

Fureur: CARDILLO JEAN

Date	Profondeur (m) de	à	Ø forage	Ø tubage	Type	Composants principaux	Propriétés	Composants secondaires	Couleur	Volume en litres	Essais Lugeon (L)	Essais Lefranc (L)	Eau (L)	Observations
20-021	0.00	0.15	D1	160	T	[illegible]			BRUN	1				
	0.15	9.00	D1	146	T	[illegible]	GRAVEUX		GRIS BRUN	1				

Index	1	2	3
Matériaux sans cohésion	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Matériaux cohérents	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Roche	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Niveau d'eau dans le forage (NTF)

Date / Heure | Prof. (m)

Remarques:

SR INJECTODRILL SA

Forage n°: 5123

Foreuse type: 30

No. d'inventaire:

Déplacement du forage 5122 au forage 5124 : 25.00 m

Profondeur totale de forage: 9.00 m / Rocher à: ..... m

Avant-trou

Profondeur: ..... m / Durée de réalisation: ..... h

Redressement du forage

Tube lisse ø ..... mm

Tube lisse perforé ø ..... mm

Tube d'extrémité ø ..... mm

Tube de soutènement

Type: .....

ø ext.: .....

Remarques:

Abréviations et lieu du chantier

Raccordement à une fracture

ou point d'eau ou ND: ..... pm

Carottier: 116/91

Carottier à la fin du forage: ..... m

Carottier au début du forage: ..... m

Quantité d'eau consommée: ..... m³

Carottier total: ..... m

Forage HP au terrassement

Traité béton: ..... pm

Niveau de service: ..... h

Abréviations: ..... h

Matériaux:

Ciment (Type)	(25kg)	..... kg
Chaux	(25kg)	..... kg
Bentonite	(25kg)	..... kg
Eau		6.240 m³
Sable ou gravier	(25kg)	..... kg
Adjuvant(s)	(Litre)	..... kg
Ciment Sulfate	(25kg)	..... kg
Gaz-lance	(m³)	..... m³

Autre matériaux:

Cavités sous dalle: 0.00 m

Cotes sur chantier:

Implantation sur chantier:

Investigations au préalable:

Dalles en forage:

Avant le forage (1):

Après le forage (2):

Après décharge maximale (3):

IGR INJECTODOHR SA — Forage n°: GT.61 — **RAPPORT DE FORAGE** — Rapport n° : .....

Chantier No. 261-062 — Nom, Adresse: CAVE VIOR — Foreur: MARCELLO GIM

Date	Profondeur (m) de	Profondeur (m) à	Ø forage	Ø tubage	Type	Description — Composants principaux	Description — Propriétés	Description — Composants secondaires	Description — Classe	Venue d'eau (l/min)	Temps (min)	Outils — Diamètre	Outils — de n°	Outils — à n°	Remarques
10.04.19	0.00	0.20	115	140	T	TERRE VEGETALE			A1B1R	1		115P	1.00	1.15	3-4-5
	0.20	0.80	115	140	T	CALCAIRE			J1B1R	1		115P	3.00	3.55	2-3-4
	0.80	1.80	115	140	T	CALCAIRE	FISSURE		J1B1R	1		115P	3.00	3.55	2-3-5
	1.80	6.40	115	140	T	ARGILE VERT	CALCAIRE		CM3	1	X	115P	10.00	10.55	6-7-7
	6.40	11.00	115	140	T	ARGILE	CALCAIRE		CM3	5		115P	11.00	11.45	9-8-10
												115P	11.00	11.45	10-10-10 EQUIPEMENT
												115P	11.00	11.00	REFUS
												1135	11.35	11.50	
												1150	11.50	11.58	
												115P	11.00	11.45	4-4-4

N = Non — T = Tube

Nature	1	2	3
Végétation sans cohésion	Sable	Limon	Gravier
Végétation cohésive	Argile	Terre	Blocs
Rocher	Roche	Tuyau	Dalle

Niveau d'eau dans le forage (NE): Date / Heure — Prof. (m)

Remarques:

IGR INJECTODOHR SA — Forage n°: GT.62 — Plaquette type: N 965 — No. d'inventaire: .....

Déplacement du forage 1 (m) au forage GT.61 / 11.0 m — Profondeur totale du forage: 21.00 m / Nombre de: 2 n°

Equipement du forage

Type D: 3"

Tube d'injection / Drains

Tube d'injection D ..... mm — Tube fileté: x — Type de scellement: — Aire: 2 .....

Distance à cavités: 11.00 m

Distance du forage: o visible sur chantier / implantée sur chantier / à transporter au dépôt

Remarques:

Alimentations au sein du chantier

Raccordement à une hydrante au point d'accès PIC ..... mm — Compteur d'eau: ..... — Compteur à la fin du forage: ..... m — Compteur accessible au forage: ..... m — Quantité d'eau utilisée: ..... l — Conditions d'eau: ..... — Pompe fixe ou immergée: ..... — Installation: ..... — Hauteur de remontée: ..... m — Observations: .....

Matériaux:

Ciment Type	(Sac)	1 Sac
Gaz®	(Kg)	..... Kg
Bentonite	(Kg)	..... Kg
Gravier fillre		16.5 m³
Sable de quartz	(Sac)	..... Kg
Compactrol®	(Sac)	1 Sac
Ciment Kocher	(Sac)	..... Kg
Gaz Sandia	(m³)	..... m³

Autre matériaux: .....

IGR INJECTODOHR SA — **RAPPORT DE FORAGE** — Forage n° GT.S02 — Rapport n° : 4

Chantier No. 261-062 — Nom, Adresse: CAVE VIOR — Foreur: CARDILLO GIM

Date	Profondeur (m) de	Profondeur (m) à	Ø forage	Ø tubage	Type	Description — Composants principaux	Description — Propriétés	Description — Composants secondaires	Description — Classe	Venue d'eau (l/min)	Temps (min)	Outils — Diamètre	Outils — de n°	Outils — à n°	Remarques
17.04.19	0.00	2.60	115	140	T	CALCAIRE			CB1S	3		3			
	2.60	9.00	115	140	T	CALCAIRE			J1B1R	1		3			
	9.00	15.00	115	140	T	ARGILE VERT			CM3	1		3			

N = Non — T = Tube

Nature	1	2	3
Végétation sans cohésion	Sable	Limon	Gravier
Végétation cohésive	Argile	Terre	Blocs
Rocher	Roche	Tuyau	Dalle

Niveau d'eau dans le forage (NE): Date / Heure — Prof. (m)

Remarques:

IGR INJECTODOHR SA — Forage n°: GT.S02 — Plaquette type: LUMIERA — No. d'inventaire: .....

Déplacement du forage 3 (m) au forage GT.S02 / 5 (m) — Profondeur totale du forage: 21.00 m / Nombre de: ..... m

Equipement du forage

Type D: .....

Tube d'injection / Drains

Tube d'injection D ..... mm — Tube fileté: x — Type de scellement: — Aire: 2 .....

Distance à cavités: 6.00 m

Distance du forage: o visible sur chantier / implantée sur chantier / à transporter au dépôt

Remarques:

Alimentations au sein du chantier

Raccordement à une hydrante au point d'accès PIC ..... mm — Compteur d'eau: ..... — Compteur à la fin du forage: ..... m — Compteur accessible au forage: ..... m — Quantité d'eau utilisée: ..... l — Conditions d'eau: ..... — Pompe fixe ou immergée: ..... — Installation: ..... — Hauteur de remontée: ..... m — Observations: .....

Matériaux:

Ciment Type	(Sac)	..... Kg
Gaz®	(Kg)	..... Kg
Bentonite	(Kg)	..... Kg
Gravier fillre		5.5 m³
Sable de quartz	(Sac)	..... Kg
Compactrol®	(Sac)	..... Kg
Ciment Kocher	(Sac)	..... Kg
Gaz Sandia	(m³)	..... m³

Autre matériaux: .....

SBR ELECTROSONDES SA

RAPPORT DE FORAGE

Forage n° 6713 Rapport n° : 1

Chantier No. 202.443 Nom, Adresse : Cour de Saint-Pierre

Foreur : Sondeur

Date	Profondeurs (m) de	à	Ø forage	Type	Divers forages réalisés : Composants principaux	Propriétés	Composants secondaires	Couleur	Poids ou barrette	Divers : Forage	Tubage	Pompage	Durée	m³	Remarques
	0.00	4.50	65	146	T	Remblai									
	4.50	12.00	"	143	T	sable									
	12.00	18.00	"	213	T	sable									
	18.00	18.00	"	"	"	sable à nombreux blocaux									
	18.00	20.00	"	"	"	sable gris									
	20.00	20.00	TR	145	T										

Types : 1 à 3 fois

Mesures	1	2	3
Diamètre sans colmatage	Riche	moyen	cor
Diamètre colmaté	Sondé	Bons	cor
Sondé	Sondé	moyen	cor

Mesures d'eau dans le forage (DBT) :

Date / Heure	Prof. (m)

Remarques :

SBR ELECTROSONDES SA

Forage n°: 6713 Forage type: Sondage/Piezo No. d'inventaire :

Soubassement du forage ... m / Forage ... / ... m

Profondeur totale de forage : ... m / Rocher à ... m

Profondeur : ... m / Durée de réalisation : ... h

Equipement du forage

Tube crépiné PVC / Inox

Tube crépiné PVC non crépiné Ø ... mm

Type de colmatage

Cotes : ...

Remarques :

Aménagements aux abords du chantier

Raccordement aux réseaux :

Compteur d'eau :

Compteur à la tête du forage :

Compteur au débit du forage :

Matériaux :

Observations :

SBR ELECTROSONDES SA

Forage n°: 6713 Forage type: Sondage Piezo No. d'inventaire :

Soubassement du forage ... m / Forage ... m

Profondeur totale de forage : ... m / Rocher à ... m

Profondeur : ... m / Durée de réalisation : ... h

Equipement du forage

Tube crépiné PVC non crépiné Ø ... mm

Type de colmatage

Cotes : ...

Remarques :

Aménagements aux abords du chantier

Raccordement aux réseaux :

Compteur d'eau :

Compteur à la tête du forage :

Compteur au débit du forage :

Matériaux :

Observations :

SBR ELECTROSONDES SA

RAPPORT DE FORAGE

Forage n° 6713.03 Rapport n° : 1

Chantier No. 202.443 Nom, Adresse : Cour de Saint-Pierre

Foreur : Sondeur

Date	Profondeurs (m) de	à	Ø forage	Type	Divers forages réalisés : Composants principaux	Propriétés	Composants secondaires	Couleur	Poids ou barrette	Divers : Forage	Tubage	Pompage	Durée	m³	Remarques
2e-Ø8"	0.00	4.50	03	140	T	Remblai									
	4.50	12.00	03	140	T	Sable fin									
	12.00	18.00	03	140	T	Sable fin									

Types : 1 à 3 fois

Mesures	1	2	3
Diamètre sans colmatage	Riche	moyen	cor
Diamètre colmaté	Sondé	Bons	cor
Sondé	Sondé	moyen	cor

Mesures d'eau dans le forage (DBT) :

Date / Heure	Prof. (m)

Remarques :

SBR ELECTROSONDES SA

Forage n°: 6713.03 Forage type: Sondage No. d'inventaire :

Soubassement du forage 18.00 m au total 18.00 m

Profondeur totale de forage : 18.00 m / Rocher à ... m

Profondeur : ... m / Durée de réalisation : ... h

Equipement du forage

Tube crépiné PVC non crépiné Ø ... mm

Type de colmatage

Cotes : 6.00 m

Remarques :

Aménagements aux abords du chantier

Raccordement aux réseaux :

Compteur d'eau :

Compteur à la tête du forage :

Compteur au débit du forage :

Matériaux :

Observations :

SBI INJECTOBOHR SA

RAPPORT DE FORAGE

Forage n° : 25F06 Rapport n° : 12

Chantier No. 262-048

Nom, Adresse : CAVE NYON

Forage : CANIVEAU 25-06

Date	Profondeur (m) de	Profondeur (m) à	Ø forage (mm)	Type	Composition principale (selon ordre prédéfini)	Propriétés	Composition secondaire (selon ordre prédéfini)	Couleur	Dureté de la roche	Venue d'eau	Perte totale	Débit (l/min)	Temps (min) / Consommation (kg/m)	Remarques
12.09	0.00	2.00	115	RO	CAILLASSE			GRISE	4					

Indice	1	2	3
Matériaux sans cohésion	Sèche	moyen	dur
Matériaux cohérents	humide	ferme	dur
Rocher	altérée	moyen	dur

N : 0 Nuit
T : 0 Jour

Arrivée d'eau dans le forage (DFF) — Niveau d'eau dans le forage (NFF)

Remarques :

SBI INJECTOBOHR SA

Forage n° : 25F06 Forage type : 2465 No. d'inventaire : 13

Déplacement du forage ... au forage 25F07 ... m'

Profondeur totale de forage : 2.00 m / Rocher à : ... m'

Profondeur : ... m' / Durée de réalisation : ... h

Equipement du forage

Tube d'injection PVC avec valves Ø ... longueur ... m

Tube de protection PVC avec collerette Ø ... longueur ... m

Niveau d'eau : ... m' / Date : ...

Type de tête de forage :

Type de cuvelage :

Remarques :

Aménagements en vue du chantier

Raccordement à une hydrante

au réseau d'eau potable (PE) : ... mm

Compteur d'eau :

Longueur à la fin du forage : ... m'

Longueur au début du forage : ... m'

Quantité d'eau utilisée : ... m'

Consommation d'eau : ... m'

Pression HP au raccordement :

Installation :

Heures de travail : ... h

Générateur : ... h

Matériaux :

Ciment (Type)	(kg)	...	(kg)
Sable	(litres)	...	(litres)
Bentonite	(litres)	...	(litres)
Eau de gâchage	(litres)	2'000	(litres)
Boîte de carotte	(pcs)	...	(pcs)
Compensateur	(litres)	...	(kg)
Ciment injection	(litres)	...	(kg)
Gaz acétylène	(m³)	...	(m³)

Autres matériaux :

SBI INJECTOBOHR SA

Forage n° : 25F06 Rapport n° : 12

Chantier No. 262-048

Nom, Adresse : CAVE NYON

Forage : CANIVEAU 25-06

Date	Profondeur (m) de	Profondeur (m) à	Ø forage (mm)	Type	Composition principale (selon ordre prédéfini)	Propriétés	Composition secondaire (selon ordre prédéfini)	Couleur	Dureté de la roche	Venue d'eau	Perte totale	Débit (l/min)	Temps (min) / Consommation (kg/m)	Remarques
12.09	0.00	0.10	115	T	COUVERTURE			NOIR	1					
	0.10	1.00	115	RO	ROCHE			JAUNE	1					
	1.00	2.00	115	T	CAILLASSE			GRISE	1					

Indice	1	2	3
Matériaux sans cohésion	Sèche	moyen	dur
Matériaux cohérents	humide	ferme	dur
Rocher	altérée	moyen	dur

N : 0 Nuit
T : 0 Jour

Arrivée d'eau dans le forage (DFF) — Niveau d'eau dans le forage (NFF)

Remarques :

SBI INJECTOBOHR SA

Forage n° : 25F06 Forage type : 2465 No. d'inventaire : 12

Déplacement du forage ... au forage 25F07 ... m'

Profondeur totale de forage : 2.00 m / Rocher à : ... m'

Profondeur : ... m' / Durée de réalisation : ... h

Equipement du forage

Tube d'injection PVC avec valves Ø ... longueur ... m

Tube de protection PVC avec collerette Ø ... longueur ... m

Niveau d'eau : ... m' / Date : ...

Type de tête de forage :

Type de cuvelage :

Remarques :

Aménagements en vue du chantier

Raccordement à une hydrante

au réseau d'eau potable (PE) : ... mm

Compteur d'eau :

Longueur à la fin du forage : ... m'

Longueur au début du forage : ... m'

Quantité d'eau utilisée : ... m'

Consommation d'eau : ... m'

Pression HP au raccordement :

Installation :

Heures de travail : ... h

Générateur : ... h

Matériaux :

Ciment (Type)	(kg)	...	(kg)
Sable	(litres)	...	(litres)
Bentonite	(litres)	...	(litres)
Eau de gâchage	(litres)	1'500	(litres)
Boîte de carotte	(pcs)	...	(pcs)
Compensateur	(litres)	...	(kg)
Ciment injection	(litres)	...	(kg)
Gaz acétylène	(m³)	...	(m³)

Autres matériaux :

SBR PLEISTOCENE SA

RAPPORT DE FORAGE

Forage n° BTFC803 Rapport n° : 02

Chantier No. 262-042 Nom, Adresse: GARE NYON Foreur: CARUSSO SA

Date	Profondeur (m)		Tubage	Ø forage	Type	Description des matériaux: Composante principale	Propriétés	Composante secondaire	Couleur	Indice de densité	Prélèvements: N°	Type	Essais - Divers forages: Essai	De (m)	A (m)	Remarques
08.APR	0.00	0.40	03	140	T	REMBLAI			NOIR	L			X			
	0.40	1.40	03	140	T	SABLE			BRUN	1			X			
	1.40	2.00	03	140	T	LIMONEUX			GRIS	1			X			

Tube: 1 Tube, 2 Inclin.

Indice	1	2	3
Venue(s) sous-jacente(s)	Roche	moyen	dur
Venue(s) constatée	tendre	ferme	dur
Nombre	tendre	moyen	dur

Niveau d'eau dans le forage (NF): Date / Heure: | (m): | Remarques:

BR PLEISTOCENE SA

Forage n° BTFC803 Foreur, type: N 465 No. d'inventaire: 03

Déplacement du forage: BTFC804 au forage BTFC803 : 20 m

Profondeur totale du forage: 2.00 m / Rocher à: nf

Profondeur: nf / Durée de réalisation: h

Déplacement du forage

Tube (Ø): ...

Tube de protection PVC avec crépines Ø: ... longueur: ... m

Longueur de tuyau de forage à la surface: ... cm

Tube de protection Ø: ... mm

Tube plein: ...

Type de tête de forage: ...

Type: ...

Remarques:

Alimentation en eau du chantier

Raccordement à une hydrante

ou puits d'eau du SIC: ... mm

Compteur d'eau:

Longueur à la fin du forage: ... m

Longueur au début du forage: ... m

Quantité d'eau utilisée: ... m³

Obstacles divers:

Temps de mise en service: ... h

Installation: ... mm

Heures de service: ... h

Démontage: ... h

Matériaux:

Ciment (type)	(100g)	... kg
Gravier	(10kg)	... kg
Sable	(20kg)	... kg
Bentonite		1 Sac (25 kg)
Tuiles de couverts	(10kg)	... kg
Compactonit	(1kg)	... kg
Ciment fluidifiant	(10kg)	... kg
Gaz carbure	(1Pc)	... Pc

Autres matériaux:

Charges à caractère: 3.00 m

x = tubes sur chantier

x tubes sur chantier

x transportés au dépôt

Dépôts de Forages:

x tubes sur chantier

x à la décharge DZR

x en décharge spéciale

Remarques:

SBR PLEISTOCENE SA

RAPPORT DE FORAGE

Forage n° BTFC804 Rapport n° : 04

Chantier No. 262-042 Nom, Adresse: GARE NYON Foreur: CARUSSO SA

Date	Profondeur (m)		Tubage	Ø forage	Type	Description des matériaux: Composante principale	Propriétés	Composante secondaire	Couleur	Indice de densité	Prélèvements: N°	Type	Essais - Divers forages: Essai	De (m)	A (m)	Remarques
08.APR	0.00	0.90	03	140	T	REMBLAI			NOIR	1			X			
	0.90	1.90	03	140	T	LIMONEUX			BRUN	1			X			
	1.90	3.00	03	140	T	LIMONEUX			GRIS	1			X			

Tube: 1 Tube, 2 Inclin.

Indice	1	2	3
Venue(s) sous-jacente(s)	Roche	moyen	dur
Venue(s) constatée	tendre	ferme	dur
Nombre	tendre	moyen	dur

Niveau d'eau dans le forage (NF): Date / Heure: | (m): | Remarques:

SBR PLEISTOCENE SA

Forage n° BTFC804 Foreur, type: N 465 No. d'inventaire: 04

Déplacement du forage: BTFC804 au forage BTFC804 : 50 m

Profondeur totale du forage: 3.00 m / Rocher à: nf

Profondeur: nf / Durée de réalisation: h

Déplacement du forage

Tube (Ø): ...

Tube de protection PVC avec crépines Ø: ... longueur: ... m

Longueur de tuyau de forage à la surface: ... cm

Tube de protection Ø: ... mm

Tube plein: ...

Type de tête de forage: ...

Type: ...

Remarques:

Alimentation en eau du chantier

Raccordement à une hydrante

ou puits d'eau du SIC: ... mm

Compteur d'eau:

Longueur à la fin du forage: ... m

Longueur au début du forage: ... m

Quantité d'eau utilisée: ... m³

Obstacles divers:

Temps de mise en service: ... h

Installation: ... mm

Heures de service: ... h

Démontage: ... h

Matériaux:

Ciment (type)	(100g)	... kg
Gravier	(10kg)	... kg
Sable	(20kg)	... kg
Bentonite		2 Sac (25 kg)
Tuiles de couverts	(10kg)	... kg
Compactonit	(1kg)	... kg
Ciment fluidifiant	(10kg)	... kg
Gaz carbure	(1Pc)	... Pc

Autres matériaux:

Charges à caractère: 3.00 m

x = tubes sur chantier

x tubes sur chantier

x transportés au dépôt

Dépôts de Forages:

x tubes sur chantier

x à la décharge DZR

x en décharge spéciale

Remarques:

SA ELECTRODRILL SA

Forage n° 1 **RAPPORT DE FORAGE** Rapport n° 1

Chantier No. 262-062 Nom, Adresse: GARE NYON Foreur: CARDILLO GIM

Date	Profondeur (m) de	Profondeur (m) à	Diamètre	N forage	Description des terrains: Composants principaux	Particules	Composants secondaires	Couleur	Odeur ou humidité	Venues d'eau	Niveau statique	Observations
04.03	0.00	0.40	03	140	T	REMBLAI		NOIR	1			
	0.40	1.40	03	140	T	ALLUVIONS		JAUNE	1			
	1.40	3.00	03	140	T	CALCAIRE	SABLE	JAUNE	1			

Niveau d'eau dans le forage (OFT): Date / Heure — Prof. (m)

Remarques:

Matériaux de remblayage et d'obturation: 1: Bois / Bentonite / Ciment; 2: Bois / Bentonite / Ciment; 3: Bois / Bentonite / Ciment

Déplacement du forage ..... au forage 1 (1.5 m) ..... m²
Profondeur totale de forage: 3.00 m² / Rocher à: ..... m

Arrêt tou... m² / Durée de réalisation ..... h

Profondeur: ...

Equipement du forage

Piézo Ø: .....

Tube crépiné Ø ..... mm

Tube plein Ø .....

Tube de protection PVC avec packers Ø ..... longueur ..... m²

Cabanon à carottes: 3.00 m²

Outils de forage: à tricônes sur chantier; à la décharge (D); à ..... sur chantier

Remarques:

Alimentation en eau du chantier

Raccordement à une borne: ...

Compteur d'eau: ...

Compteur à la fin du forage: ...

Compteur au début du forage: ...

Quantité d'eau utilisée: ...

Couleur de l'eau: ...

Pompe (Type, remarques): ...

Installation: ...

Heures de pompe: ...

Observations: ...

Matériaux:

Ciment (Type)	(litres)	...	fcc
Gravier	(litres)	...	fcc
Sable	(litres)	...	fcc
Granulats	(litres)	3.3	fcc
Tube de garde	(litres)	...	fcc
Carburant	(litres)	...	fcc
Graisse	(litres)	...	fcc
Gas-bottle	(m³)	...	m³

Autre matériaux: ...

SA ELECTRODRILL SA

Forage n° 1 **RAPPORT DE FORAGE** Rapport n° 2

Chantier No. 262-062 Nom, Adresse: GARE NYON Foreur: CARDILLO GIM

Date	Profondeur (m) de	Profondeur (m) à	Diamètre	N forage	Description des terrains: Composants principaux	Particules	Composants secondaires	Couleur	Odeur ou humidité	Venues d'eau	Niveau statique	Observations
04.03	0.00	0.40	03	140	T	REMBLAI		NOIR	1			
	0.40	1.20	03	140	T	SABLE	LIMONEUX	JAUNE	1			
	1.20	3.00	03	140	T	LIMONEUX		JAUNE	1			

Niveau d'eau dans le forage (OFT): Date / Heure — Prof. (m)

Remarques:

Matériaux de remblayage et d'obturation: 1: Bois / Bentonite / Ciment; 2: Bois / Bentonite / Ciment; 3: Bois / Bentonite / Ciment

Déplacement du forage 1 (1.5 m) au forage 2 (1.5 m) / 6.00 m²
Profondeur totale de forage: 3.00 m² / Rocher à: ..... m

Arrêt tou... m² / Durée de réalisation ..... h

Profondeur: ...

Equipement du forage

Piézo Ø: .....

Tube crépiné Ø ..... mm

Tube plein Ø .....

Tube de protection PVC avec packers Ø ..... longueur ..... m²

Cabanon à carottes: 3.00 m²

Outils de forage: à tricônes sur chantier; à la décharge (D); à ..... sur chantier

Remarques:

Alimentation en eau du chantier

Raccordement à une borne: ...

Compteur d'eau: ...

Compteur à la fin du forage: ...

Compteur au début du forage: ...

Quantité d'eau utilisée: ...

Couleur de l'eau: ...

Pompe (Type, remarques): ...

Installation: ...

Heures de pompe: ...

Observations: ...

Matériaux:

Ciment (Type)	(litres)	...	fcc
Gravier	(litres)	...	fcc
Sable	(litres)	...	fcc
Granulats	(litres)	3.3	fcc
Tube de garde	(litres)	...	fcc
Carburant	(litres)	...	fcc
Graisse	(litres)	...	fcc
Gas-bottle	(m³)	...	m³

Autre matériaux: ...

SSI INJECTOGROUT SA

RAPPORT DE FORAGE

Forage n° [illegible] Rapport n° 16

Chantier No. 267-042 Nom, Adresse GARE UPON Parcelle: CARRIERE GIL

Date	Profondeur (m)	Ø forage (mm)	Type	Composants principaux	Propriétés	Composants secondaires	Classe	Volume (m³)	Observations	Durée (min)	Qté (m³)	Pression (bar)	Remarques
07.11	0.00-2.00	152	T	CONTROL			SOL	1				3	
	2.00-3.25	152	T	REMBLAI			REMBLAI	1				3	
	3.25-3.40	152	T	SABLE			GRAVIER	1				2	
	3.40-4.00	152	T	GRAVIER	ARGILEUX		GRAVIER	1				2	

Légende: A = Additifs; BE = Barrage existant; CH = Coulis chimique; CI = Coulis de ciment; CR = Coulis de remplissage; M = Mortier; P = Pieux; PC = Coulis de protection; R = Rideau; T = Tout venant

N	Type
1	Simple
2	Double

Critère	1	2	3
Matériaux sans cohésion / Matériaux cohérents / Rocher	lâche / tendre / fissuré	moyen / ferme / moyen	dur / dur / dur

Niveau d'eau dans le forage (DFT)

Date / Heure	Prof. (m)

Remarques:

Légende: AP = Abaissement de pression; AR = Arrêt; AT = Arrêt technique; B = Bouchon; C = Coulis; CC = Coulis de compensation; D = Déplacement; E = Eau; F = Fissuration; FC = Fissure colmatée; FO = Fissure ouverte; G = Gonflement; H = Hydrofraise; I = Injection; IC = Injection de contrôle; IP = Injection préliminaire; L = Lavage; M = Mesure; P = Pression; PC = Pression de contrôle; R = Refus; RE = Reprise; S = Soutènement; T = Tubage; V = Volume

---

SSI INJECTOGROUT SA

Forage n° [illegible] Forage type: N 46 S No. d'injection: 16

Déplacement du forage [illegible] au forage [illegible] m

Profondeur totale de forage: 6.00 m / Rocher à: 4.00 m

Profondeur / Durée de réalisation ... h

Equipement du forage

Tube à manchettes / Lisse

Tube manchette Ø ... mm

Tube lisse ...

Type de coulis de gaine

Agent de gaine ...

Joint ...

Remarques:

Alimentation en eau du chantier

Raccordement à une hydrante au point situé à (m) ... m

Compteur d'eau:

Compteur à la fin du forage ... m

Compteur au début du forage ... m

Quantité d'eau utilisée ... m³

Conduite d'eau ...

Pression HP au manomètre ...

Installation ... bar

Heures de service ... h

Gardiennage ... h

Matériaux:

Ciment (type)	(kg)	1	(t)
Sable	(t)		(t)
Gravier	(t)		(t)
Eau de forage		5	(m³)
Eau du réseau	(m³)	8	(m³)
Ciment chimique	(kg)		(kg)
Eau (chimique)	(m³)		(m³)

Autres matériaux:

SSI INJECTOGROUT SA

RAPPORT DE FORAGE

Forage n° [illegible] Rapport n° 44

Chantier No. 262-042 Nom, Adresse GARE HAUT Parcelle: CARRIERE GIL

Date	Profondeur (m)	Ø forage (mm)	Type	Composants principaux	Propriétés	Composants secondaires	Classe	Volume (m³)	Observations	Durée (min)	Qté (m³)	Pression (bar)	Remarques
06.11	0.00-0.70	152	T	REMBLAI			SOL	1				1	
	0.70-2.10	152	T	REMBLAI			REMBLAI	1				1	
	2.10-3.00	152	T	GRAVIER			GRAVIER	1				2	
	3.00-4.00	152	T	GRAVIER	ARGILEUX		GRAVIER	1				2	

Légende: A = Additifs; BE = Barrage existant; CH = Coulis chimique; CI = Coulis de ciment; CR = Coulis de remplissage; M = Mortier; P = Pieux; PC = Coulis de protection; R = Rideau; T = Tout venant

N	Type
1	Simple
2	Double

Critère	1	2	3
Matériaux sans cohésion / Matériaux cohérents / Rocher	lâche / tendre / fissuré	moyen / ferme / moyen	dur / dur / dur

Niveau d'eau dans le forage (DFT)

Date / Heure	Prof. (m)

Remarques:

Légende: AP = Abaissement de pression; AR = Arrêt; AT = Arrêt technique; B = Bouchon; C = Coulis; CC = Coulis de compensation; D = Déplacement; E = Eau; F = Fissuration; FC = Fissure colmatée; FO = Fissure ouverte; G = Gonflement; H = Hydrofraise; I = Injection; IC = Injection de contrôle; IP = Injection préliminaire; L = Lavage; M = Mesure; P = Pression; PC = Pression de contrôle; R = Refus; RE = Reprise; S = Soutènement; T = Tubage; V = Volume

---

SSI INJECTOGROUT SA

Forage n° [illegible] Forage type: U 46 S No. d'injection: 46

Déplacement du forage [illegible] au forage [illegible] 1.00 m

Profondeur totale de forage: 6.00 m / Rocher à: 4 m

Profondeur / Durée de réalisation ... h

Equipement du forage

Tube à manchettes / Lisse

Tube manchette Ø ... mm

Tube lisse ...

Type de coulis de gaine

Agent de gaine ...

Joint ...

Remarques:

Alimentation en eau du chantier

Raccordement à une hydrante au point situé à (m) ... m

Compteur d'eau:

Compteur à la fin du forage ... m

Compteur au début du forage ... m

Quantité d'eau utilisée ... m³

Conduite d'eau ...

Pression HP au manomètre ...

Installation ... bar

Heures de service ... h

Gardiennage ... h

Matériaux:

Ciment (type)	(kg)	1	(t)
Sable	(t)		(t)
Gravier	(t)		(t)
Eau de forage		3.5	(m³)
Eau du réseau	(m³)	7	(m³)
Ciment chimique	(kg)		(kg)
Eau (chimique)	(m³)		(m³)

Autres matériaux:

S104 0-3 m



S104 3-6 m



S104 6-9 m



S104 9-12 m



S104 12-15 m



S104 15-18 m



S104 18-20 m



S105 0-3 m



S105 3-6m



S105 6-9m



S105 9-12m



S105 12-15 m



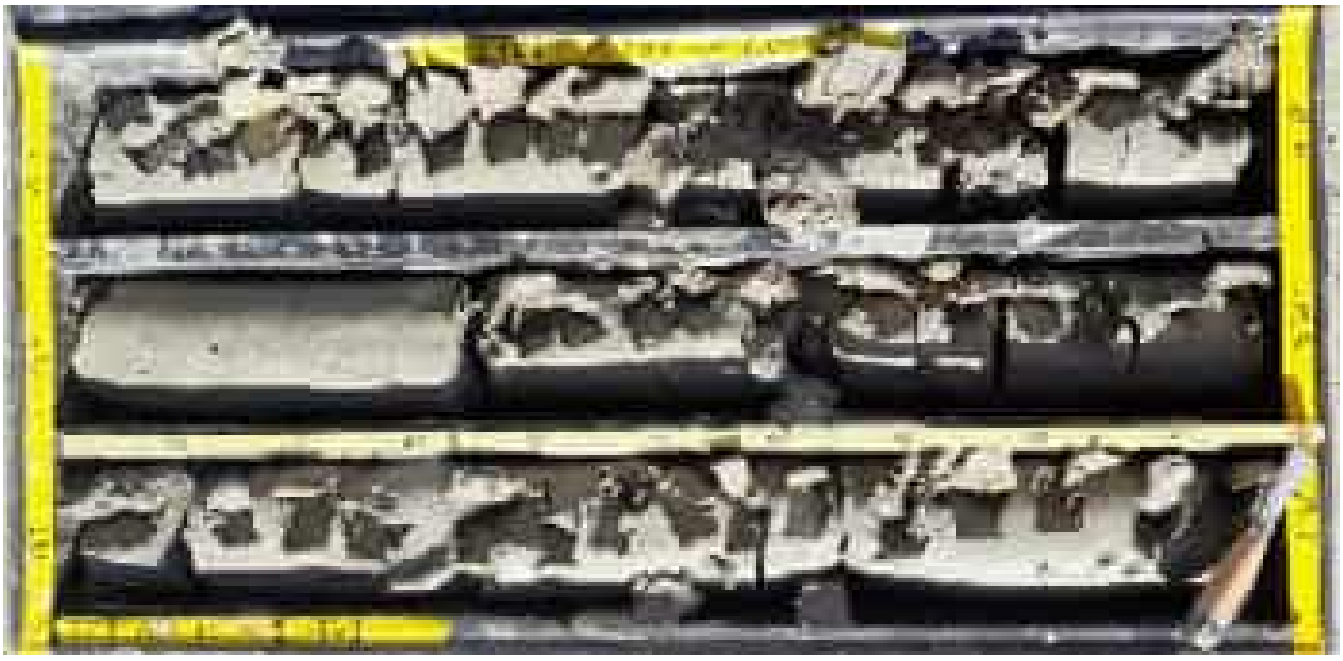
S105 15-20 m



S106 0-3 m



S106 3-6m



S106 6-9m



S106 9-12m



S106 12-15m



S106 15-18m



S106 18-20.3m



S107 0-3 m



S107 3-6 m



S107 6-9 m



S107 9-12 m



S107 12-15 m



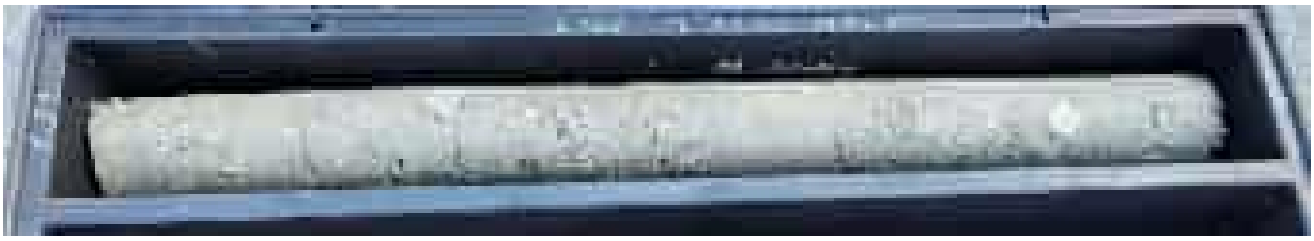
S107 15-18 m



S107 18-21m



S107 21-22m



S108 0-3m



S108 3-6m



S108 6-9m



S108 9-12m



S108 12-15m



S108 15-18m



S109 0-3 m



S109 3-6 m



S109 6-9 m



S109 9-12 m



S109 12-15 m



S109 15-16 m



S110 0-3 m



S110 3-6 m



S110 6-9 m



S1 9-12 m



S110 12-15 m



S110 15-18 m



S110 18-20 m



S111 0-3 m



S111 3-6 m



S111 6-9 m



S111 9-12 m



S111 12-15 m



S111 15-17 m



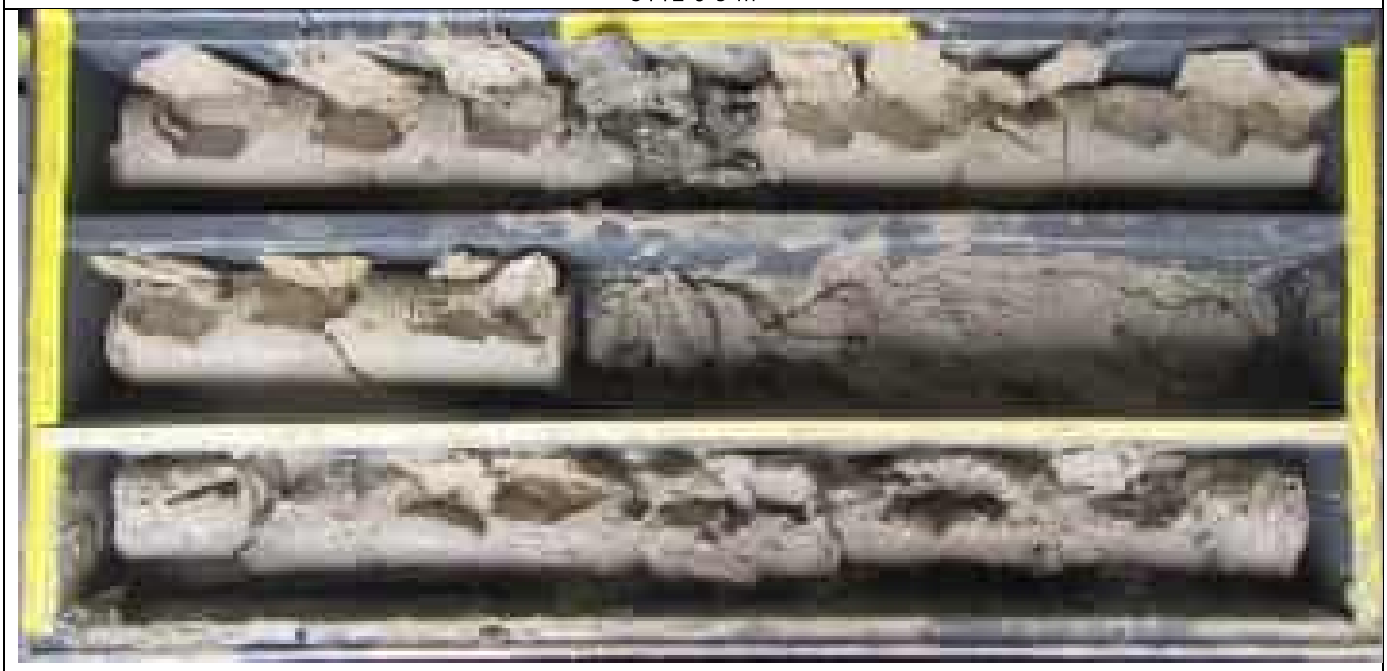
S112 0-3 m



S112 3-6 m



S112 6-9 m



S112 9-12 m



S112 12-15 m



S112 15-17.3 m



S11217.3-20 m



S112 20-21m



S113 0-3 m



S113 3-6 m



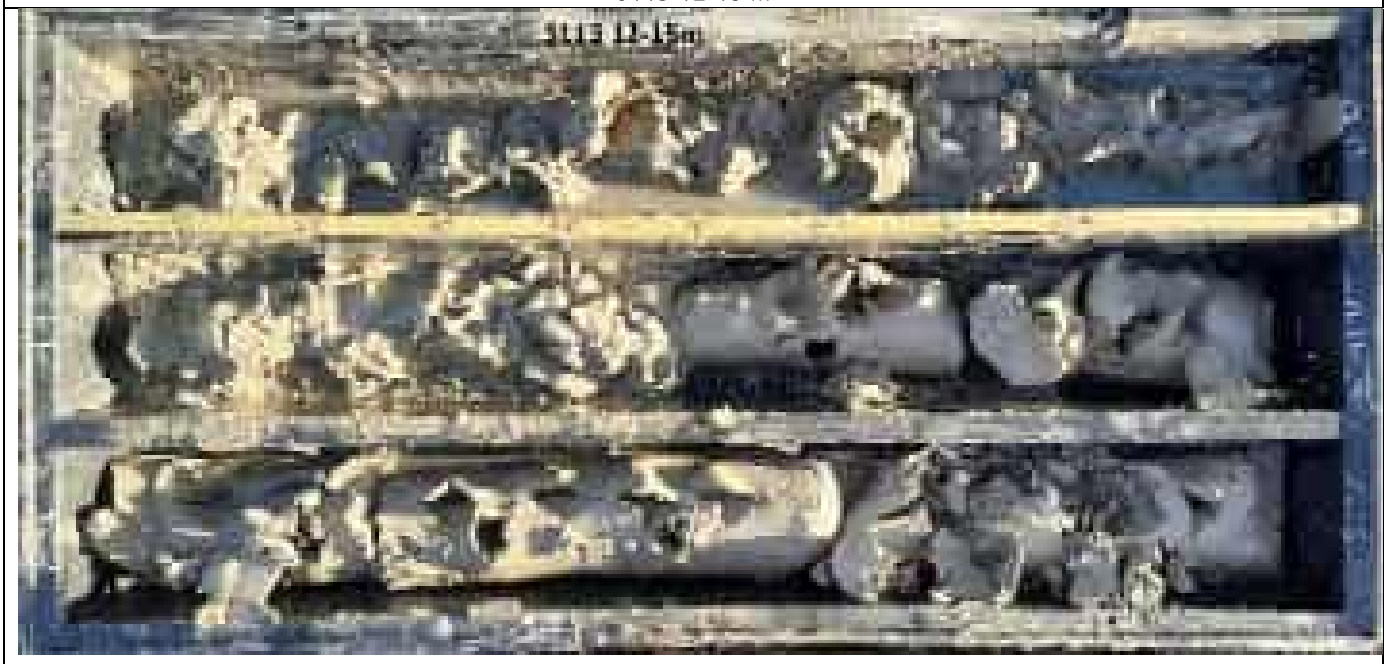
S113 6-9 m



S113 9-12 m



S113 12-15 m



S113 15-18 m



S113 18-21 m



S113 21-22m



S114 0-3 m



S114 3-6 m



S114 6-9 m



S114 9-12 m



S114 12-15 m



S114 15-18 m



S114 18-20 m



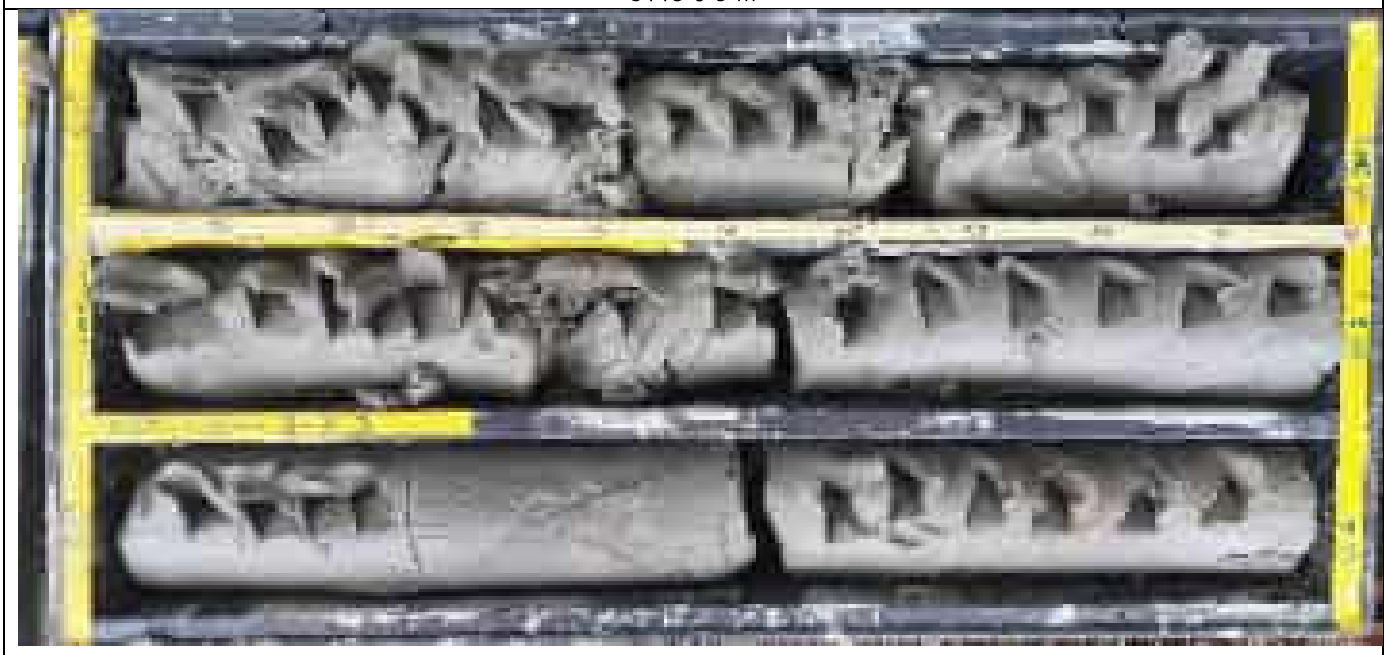
S115 0-3 m



S115 3-6 m



S115 6-9 m



S115 9-12 m



S115 12-15 m



S115 15-18 m



S115 18-20 m



S116 0-3 m



S116 3-6 m



S116 6-9 m



S116 9-12 m



S116 12-15 m



S116 15-18 m



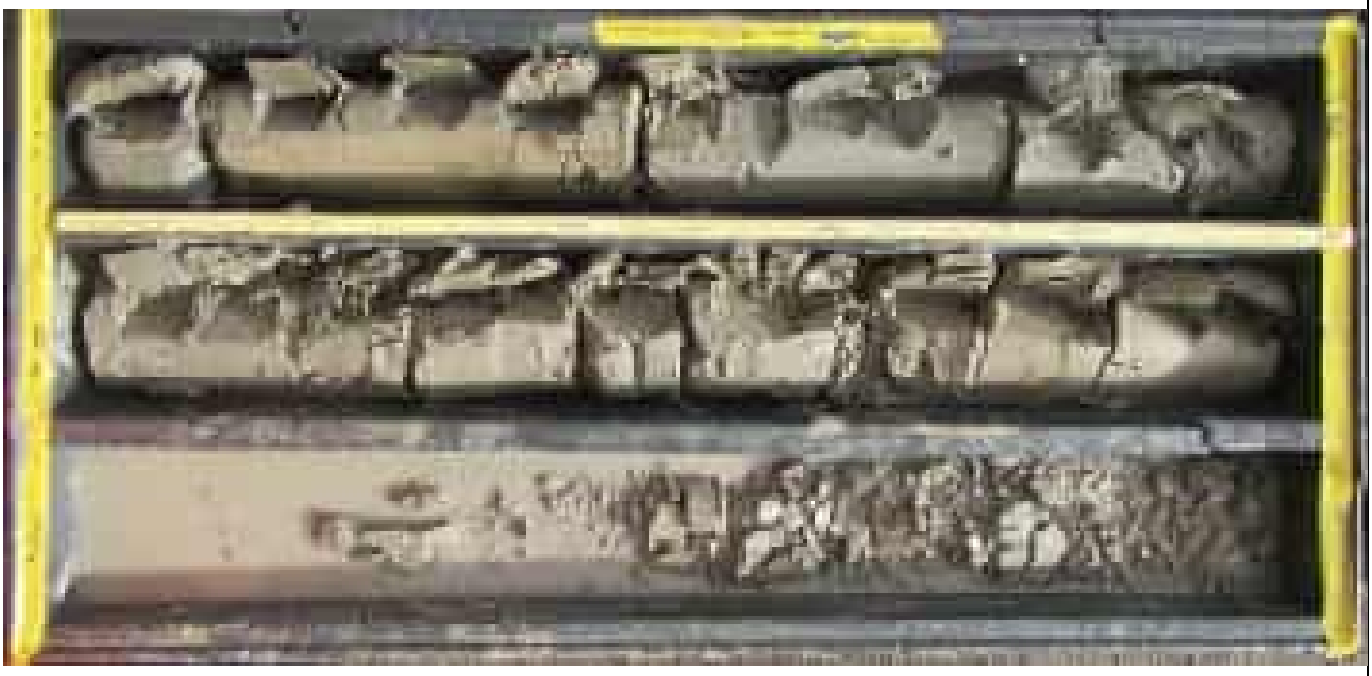
S116 18-20 m



S117 0-3 m



S117 3-6 m



S117 6-9 m



S117 9-12 m



S117 12-15 m



S117 15-18 m



S117 18-21 m



S117 21-24 m



S118 0-3 m



S118 3-6 m



S118 6-9 m



S118 9-12 m



S118 12-15 m



S118 15-18 m



S118 18-21 m



S118 21-24 m



S118 24-25.5 m



S119 0-3 m



S119 3-6 m



S119 6-9 m



S119 9-12 m



S119 12-15 m



S119 15-18 m



GT-S1 0-3 m



GT-S1 3-6 m



GT-S1 6-9 m



GT-S1 9-12 m



GT-S1 12-15 m



GT-S1 15-18 m



GT-S1 18-21 m



GT-S3 0-3 m



GT-S3 3-6 m



DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

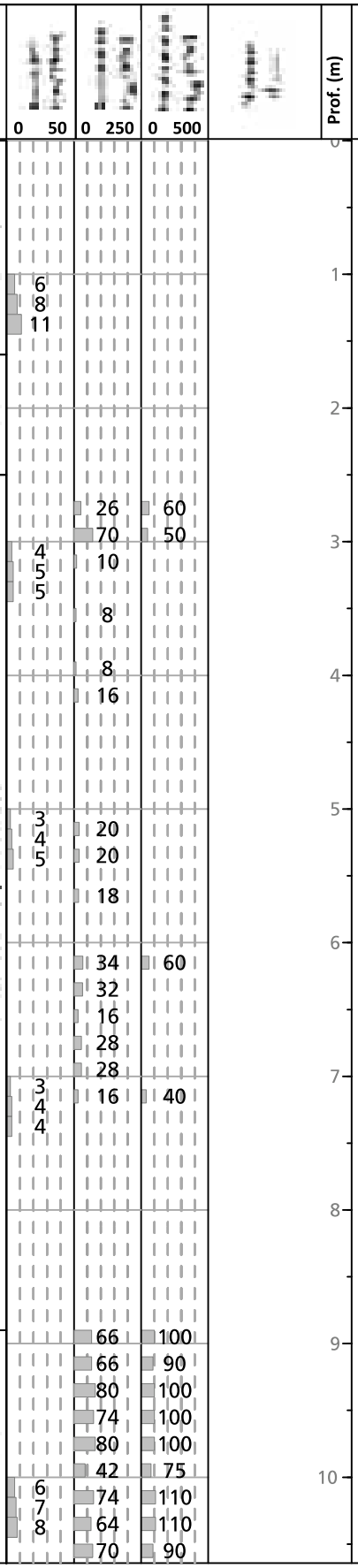
Annexe 6.1

Sondage : **S104**
X / Est : 2507562.87
Y / Nord : 1137875.10
Z [msm] : 406.59

Longueur [m] : 20
Date : 26.10.2023 au 27.10.2023
Type : Carotté
Forage : ISR, Cardillo
Inclinaison : 0 °
Echelle : 1 : 50
Relevé : YG / DCG SA

Mandat : 15731
Client: CFF
Etude : Gare de Nyon

Altitude	Profondeur (m)	Échantillons	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Stratigraphie
406	0.7		0.00 - 0.07 : Enrobé bitumineux 0.07 - 0.70 : Grave grossière, subanguleuse, sableuse, quelques cailloux, beige clair, sèche, sans cohésion	
	1		Limon gravelo-sableux, très peu argileux, brun foncé, sec, cohésif, débris de terre cuite <5, >1% poids	
	1.6		Grave sablo-limoneuse, brun-beige, humide à saturée, sans cohésion, compacité moyenne	
405	2.5		Sable moyen, peu limoneux, beige, saturé, sans cohésion	
404	3		Limon très argileux, peu graveleux, très peu sableux, beige, humide, cohésif, localement varvé, molle à très ferme	
	3.3		Limon très argileux, sableux, beige, humide à saturé, cohésif, consistance très molle	
403	4.2		Argile limoneuse, grise, humide à saturée, cohésive, consistance très molle à très ferme - couches millimétriques à centimétriques de limon sableux beige	
402	4.8		Sable très limoneux, peu argileux, beige, saturé, sans cohésion	
	5.5		Argile limoneuse, très peu sableuse, grise et gris-beige, humide, cohésive, consistance molle à très ferme	
401	5.8		Limon très argileux, gris-beige, avec couches milli- à centimétriques de sable fin limoneux beige, humide à saturé, cohésif, consistance molle	
	6		Sable fin, limoneux, beige, saturé, sans cohésion	
400	7.2		Alternances déci- à pluridécimétriques d'argile limoneuse gris-beige et de limon argileux varvé de sable fin, gris-beige, humide à saturé, cohésif, consistance molle à ferme	
	7.5		Sable moyen, limoneux, beige-gris, saturé, sans cohésion, compacité lâche	
399	8		Alternances centi- à pluricentimétriques de sable limoneux beige-gris, et de limon argileux gris, saturé, +/- cohésif	
398	8.9		Sable moyen à fin, limoneux, beige-gris, saturé, sans cohésion	
397			Limon argileux, peu graveleux, très peu sableux, rares cailloux, gris-beige, peu humide, cohésif, consistance freme à dure	
396				



Prof. (m) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Equipement

Forage

Tubage

Cavité simple à sec 0.0 - 5.5 m

Cavité simple à sec 5.5 - 11.4 m

Echantillon paraffiné

Echantillon en vrac

* 6b2) Retrait sableux peu consolidé
** 7d12) Moraine limono-argileuse semi-consolidée

Niveau d'eau
Venue d'eau
Perte d'eau
Humidité

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Annexe 6.1

Sondage :	**S104**	Longueur [m] :	*20*
X / Est :	*2507562.87*	Date :	*26.10.2023* au *27.10.2023*
Y / Nord :	*1137875.10*	Type :	*Carotté*
Z [msm] :	*406.59*	Forage :	*ISR, Cardillo*
Mandat :	*15731*	Inclinaison :	*0 °* Echelle : *1 : 50*
Client:	*CFF*	Relevé :	*YG / DCG SA*
Etude :	*Gare de Nyon*		

Altitude	Profondeur (m)	Échantillons	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Stratigraphie	0 50	0 250	0 500	Prof. (m)	Equipement	Forage	Tubage
395						64	110	11			
						60	80				
						64	90				
						70	100				
						100	160				
						130	170	12			
						134	200				
	12.5					86	170				
394			Limon gravelo-sableux, peu argileux, quelques cailloux, gris-beige, sec, cohésif, consistance dure à très dure - éléments alpins: gneiss			136	310				
							500	13			
					39		500				
					44		500				
					49		500				
393							500	14			
							500				
							500				
392							500				
							500	15			
							500				
391							500				
							500	16			
					50		500				
390							500				
							500	17			
							500				
389							500				
							500	18			
							500				
388							500				
							500	19			
					50		500				
387							500				
	20						500	20			

Echantillon paraffiné

Echantillon en vrac

* 6b2) Retrait sableux peu consolidé

** 7d12) Moraine limono-argileuse semi-consolidée

Niveau d'eau

Venue d'eau

Perte d'eau

Humidité

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Annexe 6.1

Sondage :	**S105**	Longueur [m] :	*20*
X / Est :	*2507519.085*	Date :	*13.11.2023* au *14.11.2023*
Y / Nord :	*1137822.448*	Type :	*Carotté*
Z [msm] :	*406.97*	Forage :	*ISR, Cardillo*
Mandat :	*15731*	Inclinaison :	*0 °* Echelle : *1 : 50*
Client:	*CFF*	Relevé :	*RN / DCG SA*
Etude :	*Gare de Nyon*		

Altitude	Profondeur (m)	Échantillons	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Stratigraphie	0 50	0 250	0 500		Prof. (m)	Equipement	Forage	Tubage
	0.8		5 cm ; enrobé bitumineux Grave limono-sableuse Brun, humide, non-cohésif Grave anguleuse jusqu'à 1 caillou à 0.35 m									
406	1.35		Grave très sablo-limoneuse Beige clair, humide / saturé, presque cohésif Graviers plutôt arrondis, moyens		4 5 5		125 175 150	1.35-3.45 m saturé 15.11.23 : 2.07 m 21.11.23 : 2.29 m	1			
405	2.2		Sable très limono-argileux Beige clair, saturé, cohésif. Peu plastique à plastique (selon teneur en sable / argile) Localement gris clair				175		2			
404	3.45		Sable limoneux, argileux Beige clair, saturé, non cohésif Fluent, en soupe en caisse		3 3 3		100		3			
403			Limon argileux très sableux Gris, humide, cohésif. Plastique Varvé de sable beige foncé Localement non varvé (plus argileux), plastique Mesures qup = passages plus sableux Mesures cus = passages plus argileux			20	25 25 25 25		4			
402			3.7-4.0 m ; plus argileux, peu sableux 5.0-5.3 m ; plus argileux, peu sableux		2 3 3	27	25 25 25		5			
401						22	25		6			
400			6.5-6.8 m ; plus argileux, peu sableux			25 34	25 25		7			
	7.5		7.1-7.5 m ; plus argileux, peu sableux		3 4 4	30 30	25 25					
399			Idem, consistance meilleure 7.5-7.6 m ; banc de sable moyen limoneux				175 125		8			
398	9.4		8.4-8.6 m ; banc de sable moyen limoneux			80	300 150 250 150		9			
397	10.4		Limon très sableux peu argileux Beige foncé, saturé, semi-cohésif. Non plastique Susceptible de fluer, avachi en caisse		7 8 10		150 300 200		10			
			Limon sableux argileux				150					

Edit-Note

■ Echantillon paraffiné

□ Echantillon en vrac

Niveau d'eau

Venue d'eau

Perte d'eau

Humidité

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Annexe 6.1

Sondage : **S105**
X / Est : 2507519.085
Y / Nord : 1137822.448
Z [msm] : 406.97

Longueur [m] : 20
Date : 13.11.2023 au 14.11.2023
Type : Carotté
Forage : ISR, Cardillo
Inclinaison : 0 °
Echelle : 1 : 50
Relevé : RN / DCG SA

Mandat : 15731
Client: CFF
Etude : Gare de Nyon

Altitude	Profondeur (m)	Description lithologique / Nature du terrain
396	11.0	Gris, peu humide, cohésif. Peu plastique
		Limon sableux argileux Gris, peu humide, cohésif. Peu plastique Rares graviers isolés Consistance meilleure Varvé de sable beige foncé
395	12	
		Limon argileux peu sableux Gris, peu humide, cohésif. Plastique Homogène. Rares graviers isolés
394		Sableux vers 12.9-13.2 m
393	14.1	
		Limon sableux graveleux, peu argileux Beige foncé, très peu humide, cohésif. Non plastique Graviers hétérométriques, alpins, anguleux et arrondis
392		
391		
390		
389		
388		
387	20	

Stratigraphie

Prof. (m)	0 50	0 250	0 500
11		50	125
		85	200
		70	200
12		64	175
		66	150
		70	150
		85	150
13	9		
	10	65	125
	11	59	125
		60	100
14		80	150
			500
			500
			500
15			500
			500
			500
16	50		
			500
			500
			500
17			500
			500
			500
18			500
			500
			500
19	50		
			500
			500
20			500

Equipement

Forage

Tubage

Edit-Note

Echantillon paraffiné
Echantillon en vrac

Niveau d'eau
Venue d'eau
Perte d'eau
Humidité

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Annexe 6.1

Sondage : **S106**
X / Est : *2 507 527.97*
Y / Nord : *1 137 793.02*
Z [msm] : *406.24*

Longueur [m] : *20.3*
Date : *15.10.2023* au *16.10.2023*
Type : *Carotté*
Forage : *ISR, Cardillo*
Inclinaison : *0 °* Echelle : *1 : 50*
Relevé : *RN / DCG SA*

Mandat : *15731*
Client: *CFF*
Etude : *Gare de Nyon*

Altitude	Profondeur (m)	Échantillons	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Stratigraphie	0 50	0 250	0 500	Prof. (m)	Equipement	Forage	Tubage
406			Enrobé bitumineux (quai)					0			
			Grave sableuse Gris / brun, sec, non cohésif Grave grossière. Pas de débris anthropiques 0.1-0.5 m : plus limoneux		11 13 16			1			
405	1,5										
			Limon sableux argileux Beige foncé, humide, cohésif Deviens progressivement moins sableux vers le bas 2.0-2.3 ; saturé, fluent, en vrac / soupe en caisse				175	2			
404	2,4										
			Limon argileux très sableux Gris foncé, peu humide à humide, cohésif. Plastique. Couche à corps limono-argileux ferme, avec, éparpillés sur toute la hauteur, - varves sableuses milimètriques, beige foncé, non cohésives - niveaux pluricentimétriques de limons sableux humides, très fermes (qup = 150-200, cus pas possible)			28 22	25 25	3			
403						35 30 31	50 50 100	4			
402			Les mesures qup et cus sont faites sur le corps limono-argileux "sab" indique des passses trop sableuses pour mesure cus 3.7-3.85 m ; niveau de sable grossier humide				75				
						31 36	50 30	5			
401					2 3 3	30 34 30	50 50 50	6			
400						37 sab sab	50 50 75	7			
399			7.2-7.45 m ; niveau de limon sableux saturé, fluent, en vrac / soupe en caisse		2 2 2	39 sab	75 100 125	8			
398						57 46 50	75 75 100	9			
397			9.6-10.0 m : plus sableux, humide, avachi en caisse		3 4 4	56 50 sab	150 150 sab	10			
396	10.45					60 54	100 125				

2-2.3 m; saturé / fluent

21.11.23 : 2.23 m

7.2-7.45 m; saturé / fluent

Echantillon paraffiné

Echantillon en vrac

* 6b2) Retrait sableux peu consolidé

Niveau d'eau
Venue d'eau
Perte d'eau
Humidité

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Annexe 6.1

Sondage :	**S106**	Longueur [m] :	*20.3*
X / Est :	*2 507 527.97*	Date :	*15.10.2023* au *16.10.2023*
Y / Nord :	*1 137 793.02*	Type :	*Carotté*
Z [msm] :	*406.24*	Forage :	*ISR, Cardillo*
Mandat :	*15731*	Inclinaison :	*0 °* Echelle : *1 : 50*
Client:	*CFF*	Relevé :	*RN / DCG SA*
Etude :	*Gare de Nyon*		

Altitude	Profondeur (m)	Échantillons	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Stratigraphie	0 50	0 250	0 500	Prof. (m)	Equipement	Forage	Tubage
395			Limon argileux peu graveleux, peu sableux Gris foncé, peu humide, cohésif. Plastique Légèrement varvé. Graviers éparpillés, isolés Consistance meilleure		5 7 8	60 82 78 75	100 150 125 125	11			
394			12.0 m ; varves sableuses 12.25-12.6 m ; varves sableuses			62 75 70	125 125 125	12			
393						85 92 100	150 150 200	13			
392	14.8					130 105	225 150	14			
391			Limon sableux graveleux, argileux Gris, peu humide, cohésif. Non plastique Graviers hétérométriques alpins, anguleux à arrondis Localement plus argileux Altéré avant 15 m (consistance moindre)		50		225 500 500 500	15			
390							500 500 500	16			
389							500 500 500	17			
388							500 500 500	18			
387							500 500 500	19			
386	20.3						500	20			

Echantillon paraffiné

Echantillon en vrac

* 6b2) Retrait sableux peu consolidé

Niveau d'eau

Venue d'eau

Perte d'eau

Humidité

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Annexe 6.1

Sondage : **S107**
X / Est : 2 507 539.59
Y / Nord : 1 137 758.11
Z [msm] : 406.06

Longueur [m] : 22
Date : 20.11.2023 au 22.11.2023
Type : Carotté
Forage : ISR, Cardillo
Inclinaison : 0 ° Echelle : 1 : 50
Relevé : RN / DCG SA

Mandat : 15731
Client: CFF
Etude : Gare de Nyon

Altitude	Profondeur (m)	Échantillons	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Stratigraphie
406			Grave peu sableuse Brun, sec, non cohésif. Anguleux, grossier	
	0.6 0.65		Limon sableux argileux. Brun foncé, peu humide, cohésif. Débris brique 10%	
405			Sable limoneux peu argileux Beige clair, humide, non cohésif	
	1.8		idem, saturé Fluent, en soupe en caisse	
404	2.4		Limon sableux argileux Beige clair, humide à saturé, semi-cohésif. Peu plastique à plastique (selon teneur en argile) 2.4-2.5 m ; plus argileux	
403	3.5		Sable limoneux peu argileux Beige clair, saturé, non cohésif Fluent, en soupe en caisse	
402	4.3		Limon argileux sableux Gris, humide, cohésif. Plastique Varvé de sable beige foncé	
401	5.5		Niveau de sable fin/moyen limoneux, semi-cohésif, humide, avachi en caisse qup = 150-200 kPa	
	5.8		idem 4.3-5.5 m	
400	7		Niveau de sable fin/moyen limoneux, semi-cohésif, humide, avachi en caisse	
399	7.1		idem 4.3-5.5 m, mais argile limoneuse	
	8		Niveau de sable fin/moyen limoneux, semi-cohésif, humide, avachi en caisse	
398	8.3		idem 4.3-5.5 m	
397	9.25		Limon argileux sableux Gris, peu humide, cohésif. Plastique à très plastique varvé de sable beige foncé	
396			9.9-10.3m ; varvé de sable beige foncé, sec	

Stratigraphie 0 50	0 250	0 500	Prof. (m)	Equipement	Forage	Tubage
			0			
			1			
			2			
	60	50				
		100				
3 4 4		125	3			
		100				
			4			
		100				
	35	25				
	30	25				
3 4 5	30	25	5			
	35					
	42					
	35	20	6			
	60	75				
	50	50				
5 5 6		10	7			
		10				
		10				
			8			
	44	100				
	54	100				
			9			
	44	100				
	50	80				
	48	110				
			10			
5 5 6	38	50				
		25				

1.8-4.3 m ; saturé

Edit-Note

Echantillon paraffiné
Echantillon en vrac

Niveau d'eau
Venue d'eau
Perte d'eau
Humidité

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Annexe 6.1

Sondage : **S107**
X / Est : 2 507 539.59
Y / Nord : 1 137 758.11
Z [msm] : 406.06

Longueur [m] : 22
Date : 20.11.2023 au 22.11.2023
Type : Carotté
Forage : ISR, Cardillo
Inclinaison : 0 °
Echelle : 1 : 50
Relevé : RN / DCG SA

Mandat : 15731
Client: CFF
Etude : Gare de Nyon

Altitude	Profondeur (m)	Échantillons	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Stratigraphie
395			11.1 m ; varvé de sable beige foncé, sec	
			11.5 m ; varvé de sable beige foncé, sec	
394			11.9-12.3 m ; varvé de sable beige foncé, sec	
	12.75			
393			Limon argileux peu graveleux Gris, peu humide, cohésif. Plastique Graviers fins peu abondants, isolés	
392	14.4			
391			Idem, plus graveleux Graviers épars, alpins et molassiques, fins et moyens Stratifié	
390				
389	17.45			
388			Limon sableux graveleux, argileux Gris, peu humide, cohésif. Non plastique Graviers hétérométriques alpins, anguleux à arrondis	
387				
386				
385				

Prof. (m)	0 50	0 250	0 500
11		30	75
		48	110
		48	100
12		72	125
		75	175
		64	100
		70	150
13	6		
	7	60	160
	9		
		70	125
14			
		55	110
		80	150
		85	175
15			
		48	110
		54	100
		110	175
16	9		
	11	86	200
	12		
		92	225
		88	225
17			500
		84	200
			500
18			500
			500
			500
19	50		
			500
			500
			500
20			
			500
			500
			500
21			
			500

Equipement : Crépine double paroi Ø 114 mm

Forage / Tubage : Ø 146 mm

Edit-Note

Echantillon paraffiné

Echantillon en vrac

Niveau d'eau
Venue d'eau
Perte d'eau
Humidité

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Annexe 6.1

Sondage : **S107**
X / Est : *2 507 539.59*
Y / Nord : *1 137 758.11*
Z [msm] : *406.06*

Longueur [m] : *22*
Date : *20.11.2023* au *22.11.2023*
Type : *Carotté*
Forage : *ISR, Cardillo*
Inclinaison : *0 °* Echelle : *1 : 50*
Relevé : *RN / DCG SA*

Mandat : *15731*
Client: *CFF*
Etude : *Gare de Nyon*

Altitude	Profondeur (m)	Échantillons	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Stratigraphie	0 50	0 250	0 500	Prof. (m)	Equipement	Forage	Tubage
	22						500 500	22			

Edit-Note

Echantillon paraffiné
Echantillon en vrac

Niveau d'eau
Venue d'eau
Perte d'eau
Humidité

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Annexe 6.1

Sondage : **S108**
X / Est : 2507472.89
Y / Nord : 1137764.87
Z [msm] : 406.16

Longueur [m] : 18
Date : 09.11.2023 au 10.11.2023
Type : Carotté
Forage : ISR, Cardillo
Inclinaison : 0 °
Echelle : 1 : 50
Relevé : YG / DCG SA

Mandat : 15731
Client: CFF
Etude : Gare de Nyon

Altitude	Profondeur (m)	Échantillons	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Stratigraphie	0 50	0 250	0 500	Prof. (m)	Equipement	Forage	Tubage
406			Enrobé bitumineux					0			
	0.75		Cailloux subanguleux, et grave sableuse, peu limoneuse, beige-brun, sec, sans cohésion, qques débris de terre cuite								
405			Sable fin, gravelo-limoneux, beige-gris, peu humide, sans cohésion					1			
	1.7		Sable fin, limoneux, beige, saturé, sans cohésion								
	2.1		Sable fin, très limoneux, et limon sableux, beige, saturé, sans cohésion					2			
404	2.3		Limon argileux à très argileux, +/- sableux, gris-beige, saturé, cohésif, consistance molle			22					
	2.75		Limon sableux, gris, saturé, fluent								
403	3.2		Limon peu sablo-argileux, gris-beige, saturé, fluent, consistance ferme à très ferme		3 4 4			3			
	3.65		Argile limoneuse grise, varvée de sable fin limoneux, rares graviers, beige-gris, humide, cohésive, consistance molle à très ferme - couche de sable fin très limoneux, gris-beige, de 4.7 à 4.8 m			14 20 34 26					
402								4			
401					3 4 5	24 34		5			
	5.75		Limon peu sablo-argileux, beige-gris, humide, peu cohésif, consistance très ferme			20					
	6		Argile limoneuse grise, varvée de sable fin limoneux, rares graviers, beige-gris, humide, cohésive, consistance molle à ferme			54	160	6			
400						36 18 28 20					
399					3 3 4	24		7			
	7.55 7.65		Sable fin, limoneux, beige-gris, saturé, sans cohésion, fluent			28	50				
	8		Limon sableux, beige-gris, saturé, peu à pas cohésif, consistance ferme				60	8			
398			Limon très argileux, varvé de sable fin, gris-beige, humide à saturé, cohésif, consistance ferme				50				
	9					34	50				
397			Sable fin très limoneux, gris-beige, saturé, sans cohésion - couches de limon très argileux gris entre 9.3 et 9.4 m et 9.6 et 9.7 m			34		9			
	9.9		Limon argileux, peu gravelo-sableux, gris, humide, cohésif, consistance ferme à dure		9 7 8	58 78 68	60 110 90	10			

* 6b2) Retrait sableux peu consolidé

Echantillon paraffiné
Echantillon en vrac

Niveau d'eau
Venue d'eau
Perte d'eau
Humidité

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Annexe 6.1

Sondage : **S108**
X / Est : 2507472.89
Y / Nord : 1137764.87
Z [msm] : 406.16

Longueur [m] : 18
Date : 09.11.2023 au 10.11.2023
Type : Carotté
Forage : ISR, Cardillo
Inclinaison : 0 °
Echelle : 1 : 50
Relevé : YG / DCG SA

Mandat : 15731
Client: CFF
Etude : Gare de Nyon

Altitude	Profondeur (m)	Échantillons	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Stratigraphie
395	11.4			
	13		Limon argileux, peu gravelo-sableux, beige-gris, humide, cohésif, consistance ferme à dure	
393	18		Limon gravelo-sableux, quelques cailloux, peu argileux, beige-gris, sec, cohésif, consistance très dure - éléments anguleux - 1 bloc de gneiss de 14.65 à 14.85 m	

Prof. (m)	Equipement	Forage	Tubage
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			

0 50	0 250	0 500
	70	80
	62	90
		75
	62	90
	68	80
	62	75
	80	70
	58	90
	86	300
	72	100
	80	120
	86	130
36		500
42		500
48		500
		500
		500
		500
		500
		500
		500
		500
		500
50		500
		500
		500
		500
		500
		500

Echantillon paraffiné
Echantillon en vrac

* 6b2) Retrait sableux peu consolidé

Niveau d'eau
Venue d'eau
Perte d'eau
Humidité

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Annexe 6.1

Sondage :	**S109**	Longueur [m] :	*16*
X / Est :	*2507449*	Date :	*03.12.2023* au *07.12.2023*
Y / Nord :	*1137701*	Type :	*Carotté*
Z [msm] :	*402.3*	Forage :	*ISR, Cardillo*
Mandat :	*15731*	Inclinaison :	*0 °* Echelle : *1 : 50*
Client:	*CFF*	Relevé :	*YG / DCG SA*
Etude :	*Gare de Nyon*		

Altitude	Profondeur (m)	Échantillons	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Stratigraphie	0 50	0 250	0 500	Prof. (m)	Equipement	Forage	Tubage
402			- 0.00-0.04 m: enrobé - 0.04-0.65 m: béton, avec armature					0			
	0.65		Limon gravelo-sableux, peu argileux, gris-beige, humide, cohésif								
	0.8		Argile limoneuse, très peu sableuse, gris-beige, humide, cohésive, consistance molle à ferme			30		1			
401						32	40				
						22					
						26		2			
						42					
400	2.4		Limon peu argileux, très peu sableux, beige-gris, humide à saturé, cohésif, consistance molle à très ferme			24					
	2.6		Argile limoneuse, très peu sableuse, rares graviers, gris-beige, localement varvée, humide, cohésive, consistance ferme à très ferme - couches de limon peu argileux, beige, de 4.1 à 4.2 m et de 4.75 à 4.80 m			24	100				
						46					
						34	40	3			
399					3 3 3	34					
						36					
						50		4			
398						34	140				
						26					
						54					
	5					34	40	5			
397			Limon peu argileux, très peu sableux, beige-gris, saturé, peu à pas cohésif, fluent, consistance ferme à très ferme		3 4 4						
	6.1		Alternances centimétriques à pluricentimétriques de limon argileux, peu sableux, beige-gris, et d'argile limoneuse, avec de rares graviers, grise, humide, cohésive, consistance molle à très ferme			40		6			
396						34	30				
						40	50				
						28	90	7			
					4 5 6		90				
395						30	60				
	7.6		Limon argileux, très peu sableux, beige-gris, saturé, peu cohésif, consistance molle à ferme			44	50				
							50				
	8		Argile limoneuse, très peu gravelo-sableuse, gris-beige, humide, cohésive, consistance molle à très ferme				70	8			
394						56	50				
						58	50				
						50	70				
						50	50				
						50	50	9			
393						34					
						58	50				
						56	50				
						60	60	10			
	10.2		Limon très argileux, graveleux, peu sableux, beige-gris, humide, cohésif, consistance ferme à dure		7 9 11	56	75				
392						80	90				
	10.6					74	120				

Edit-Note

■ Echantillon paraffiné

□ Echantillon en vrac

Niveau d'eau

Venue d'eau

Perte d'eau

Humidité

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Annexe 6.1

Sondage :	**S109**	Longueur [m] :	*16*
X / Est :	*2507449*	Date :	*03.12.2023* au *07.12.2023*
Y / Nord :	*1137701*	Type :	*Carotté*
Z [msm] :	*402.3*	Forage :	*ISR, Cardillo*
Mandat :	*15731*	Inclinaison :	*0 °* Echelle : *1 : 50*
Client:	*CFF*	Relevé :	*YG / DCG SA*
Etude :	*Gare de Nyon*		

Altitude	Profondeur (m)	Échantillons	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Stratigraphie	0 50	0 250	0 500	Prof. (m)	Equipement	Forage	Tubage
391			Limon gravelo-argileux, peu sableux, gris-beige, peu humide, cohésif, consistance ferme à dure - éléments anguleux, 1 caillou alpin (roche verte)			74 84 98 100 74 90 78 92 124 146 156 240	120 100 150 130 120 140 100 110 180 225 200 500	11			
390	12.8							12			
389			Limon gravelo-sableux, peu argileux, quelques cailloux, gris-beige, sec, cohésif, consistance très dure - éléments anguleux		50		500 500 500 500 500 500 500 500 500 500 500 500	13			
388								14			
387	16							15			
								16			

Edit-Note

■ Echantillon paraffiné

□ Echantillon en vrac

Niveau d'eau

Venue d'eau

Perte d'eau

Humidité

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Annexe 6.10

Sondage : **S110**
X / Est : 2507373.28
Y / Nord : 1137627.40
Z [msm] : 404.41

Longueur [m] : 20
Date : 31.10.2021 au 01.11.2023
Type : Carotté
Forage : ISR, Cardillo
Inclinaison : 0 °
Echelle : 1 : 50
Relevé : YG / DCG SA

Mandat : 15731
Client: CFF
Etude : Gare de Nyon

Altitude	Profondeur (m)	Échantillons	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Stratigraphie	0 50	0 250	0 500	Prof. (m)	Equipement	Forage	Tubage
	0.3		Grave sableuse, peu limoneuse, brune, racines, humide								
404	0.6		Sable gravelo-limoneux, brun, humide, sans cohésion								
	1.6		Grave moyenne à grossière, arrondie, sableuse, peu limoneuse, brun à brun foncé, humide, sans cohésion, compacité moyenne		5 7 8						
403	2.5		Grave moyenne à grossière, subarrondie, sablo-limoneuse, quelques cailloux, beige-gris, humide, sans cohésion								
402	3		Grave grossière, arrondie, sableuse, quelques cailloux, peu limoneuse, gris-brun, humide, sans cohésion, rares débris de terre cuite								
	4		Grave grossière, subanguleuse, sablo-limoneuse, brun-beige, humide, sans cohésion, quelques débris de terre cuite, compacité moyenne		5 8 8						
401	4.8		Sable fin, limoneux, beige, humide, sans cohésion - couche gris-noir vers 4.1 m, présence de scories								
	5.2		Grave sableuse, peu limoneuse, beige et brun-gris, humide, sans cohésion, compacité moyenne		5 7 7						
400	6		Grave petite à moyenne, subarrondie, sableuse, peu limoneuse, brun-gris, humide, sans cohésion, compacité moyenne								
	6.8		Grave moyenne à grossière, subarrondie, sableuse, peu limoneuse, gris-noir, nombreuses scories, quelques débris de terre cuite								
399	8		Grave sableuse, peu limoneuse, gris-brun, humide, sans cohésion, compacité moyenne - nombreux débris de céramique blanche, quelques débris de terre cuite		4 5 6						
	9		Limon gravelo-argileux, peu sableux, beige-gris, peu humide, cohésif, consistance ferme à très ferme			62 52 88 84 70	90 70 90 110 120				
398	9.4		Limon gravelo-argileux, peu sableux, beige, peu humide, cohésif, consistance ferme à très ferme			78 56	80 125				
	10		Grave sablo-limoneuse, peu argileuse, grise et brun-roux, peu humide, peu cohésive								
397			Limon très argileux, peu graveleux, très peu sableux, gris-beige, peu humide, cohésif, consistance ferme à dure		6 8 8	68 138	170 200				

24.11.23
394.87
msm
eau de
forage?

* 7d12) Moraine limono-argileuse semi-consolidée

Echantillon paraffiné
Echantillon en vrac

Niveau d'eau
Venue d'eau
Perte d'eau
Humidité

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Annexe 6.10

Sondage : **S110**
X / Est : 2507373.28
Y / Nord : 1137627.40
Z [msm] : 404.41

Longueur [m] : 20
Date : 31.10.2021 au 01.11.2023
Type : Carotté
Forage : ISR, Cardillo
Inclinaison : 0 ° Echelle : 1 : 50
Relevé : YG / DCG SA

Mandat : 15731
Client: CFF
Etude : Gare de Nyon

Altitude	Profondeur (m)	Échantillons	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Stratigraphie
393			- localement stratifié	
392	13.3			
391			Limon gravelo-argileux, peu sableux, rares cailloux, gris-beige, peu humide, cohésif, consistance molle à dure	
390				
389	15.5			
388			Limon gravelo-sableux, peu argileux, quelques cailloux alpins (gneiss), gris-beige, sec, cohésif, consistance dure à très dure - éléments anguleux	
387				
386				
385	20			

Prof. (m)	0 50	0 250	0 500
11		192	370
		78	120
		86	170
		92	170
		50	100
12		158	180
		142	130
		114	140
		76	100
13	7		
	8	84	120
	9	106	110
		96	120
		96	140
14		106	140
		130	170
		110	160
		38	200
15		154	40
			200
		196	370
			310
			500
16	41		
	48		500
	49		500
			500
			500
17			500
			500
			500
			500
			500
18			500
			500
			500
			500
			500
19	50		500
			500
			500
			500
20			500

Equipement: Chambre de tir

Forage: 0 – 15.5 m

Tubage: 0 – 15.5 m

Echantillon paraffiné

Echantillon en vrac

* 7d12) Moraine limono-argileuse semi-consolidée

Niveau d'eau
Venue d'eau
Perte d'eau
Humidité

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Annexe 6.1

Sondage : **S111**
X / Est : 2 507 345.72
Y / Nord : 1 137 578.96
Z [msm] : 404.44

Longueur [m] : 21.4
Date : 16.10.2023 au 18.10.2023
Type : Carotté
Forage : ISR, Cardillo
Inclinaison : 0 °
Echelle : 1 : 50
Relevé : RN / DCG SA

Mandat : 15731
Client: CFF
Etude : Gare de Nyon

Altitude	Profondeur (m)	Échantillons	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Stratigraphie	0 50	0 250	0 500	Prof. (m)	Equipement	Forage	Tubage
404	1.0		Ballast : Grave anguleuse grossière Gris, sec, non cohésif								
			Grès en poudre et morceaux (carottier simple)		100						
403	2										
	2.3		Limon argileux très sableux Beige foncé, saturé, semi-cohésif								
402	2.55		Sable limoneux. Beige foncé, peu humide, non cohésif.								
	2.65		Limon sableux graveleux. Noir, sec, cohésif								
	2.8		Limon très sableux graveleux Beige foncé à légèrement ocre, sec, cohésif				75				
					100						
			Limon argileux sableux, graveleux Gris, peu humide, cohésif. Plastique Présence ponctuelles de niveaux riches en graviers et saturés.				200				
401							175				
			Début de passes systématiquement altérées (par l'eau). cus difficile (alteration + graviers)				125				
400						80	125				
					5 6						
399							125				
							125				
398							100				
							75				
					3 8	50	125				
397											
						80	150				
						65	125				
396	8.45					120	175				
			Limon argileux peu sableux Beige foncé, peu humide, cohésif. Peu plastique Varves sableuses			190	325				
			9.0-9.35 m : Graveleux et saturé			190	300				
395						120	200				
	9.75					110	175				
			Argile limoneuse, sableuse Gris, humide, cohésif. Plastique à très plastique beige foncé avant 10.5 m Varves sableuses localement. Rares graviers isolés			55	75				
					10 12	50	50				
394						35	50				

Très humide

* Von Moos = cps/20 cm

Echantillon paraffiné
Echantillon en vrac

Niveau d'eau
Venue d'eau
Perte d'eau
Humidité

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Annexe 6.1

Sondage : **S111**
X / Est : 2 507 345.72
Y / Nord : 1 137 578.96
Z [msm] : 404.44

Longueur [m] : 21.4
Date : 16.10.2023 au 18.10.2023
Type : Carotté
Forage : ISR, Cardillo
Inclinaison : 0 ° Echelle : 1 : 50
Relevé : RN / DCG SA

Mandat : 15731
Client: CFF
Etude : Gare de Nyon

Altitude	Profondeur (m)	Échantillons	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Stratigraphie	0 50	0 250	0 500	Prof. (m)	Equipement	Forage	Tubage
393			10.3-10.7 m ; niveau de sable moyen, humide 11.4-11.5 : niveau de sable moyen, humide 11.9m : varvé localement 12.1 m : varvé localement 12.5 m : varvé localement 12.7 m : varvé localement		38 26 26 35 33 35 38	50 50 30 30 0 75 25	11 12 13			
392											
391					8 10	25 35	50				
390			13.7 m : varvé localement 14.6 m : varvé localement 14.75 m : varvé localement			37 30 34	30 40 40	14			
389						30	40	15			
388	17		dès 16.7 m ; plus graveleux et de consistance meilleure		24 36	26 40 42 40 50 75	50 50 75 75 100 150	16 17			
387			Limon sableux graveleux, peu argileux Gris-brun, sec, cohésif. Non plastique Graviers hétérométriques alpins, anguleux				500	18			
386							500				
385							500	19			
384							500	20			
	21.4						500	21			

Echantillon paraffiné
Echantillon en vrac

* Von Moos = cps/20 cm

Niveau d'eau
Venue d'eau
Perte d'eau
Humidité

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Annexe 6.1

Sondage : **S112**
X / Est : 2507331.26
Y / Nord : 1137561.68
Z [msm] : 404.21

Longueur [m] : 21
Date : 19.10.23 au 24.10.23
Type : Carotté
Forage : ISR, Serratrice
Inclinaison : 0 ° Echelle : 1 : 50
Relevé : YG / DCG SA

Mandat : 15731
Client: CFF
Etude : Gare de Nyon

Altitude	Profondeur (m)	Échantillons	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Stratigraphie	0 50	0 250	0 500	Prof. (m)	Equipement	Forage	Tubage
404	0.25		Grave grossière, anguleuse, grise, sans cohésion					0			
			Grave grossière, anguleuse, sableuse, peu limoneuse, grise, sans cohésion								
	0.8		Grave moyenne, subanguleuse, très sableuse, beige-gris, sans cohésion								
	1				100			1			
403			Grave sablo-limoneuse, brun-gris, peu humide, sans cohésion, 1 débris de céramique								
	1.9										
	2.2		Sable très limoneux, peu graveleux, brun et beige, humide, peu cohésif, consistance molle				30	2			
402	2.45		Limon gravelo-argileux, peu sableux, gris, loc. beige, peu humide, cohésif, consistance ferme à très ferme			44 80	90 130				
	3		Sable gravelo-limoneux, brun-beige et gris, humide, peu à pas cohésif, couche limono-argileuse entre 2.6 et 2.7 m		100	110 50 88 74	200 90 100 175 130	3			
401			Limon gravelo-argileux, peu sableux, gris, loc. beige, peu humide, cohésif, consistance ferme à dure								
	3.8										
	4.25		Sable gravelo-limoneux, brun-beige, humide, peu à pas cohésif, compacité moyenne					4			
400	4.7		Limon gravelo-sableux, peu argileux, gris-beige, humide, peu cohésif								
			Limon gravelo-argileux, peu sableux, gris, loc. beige, peu humide, cohésif, consistance ferme à très ferme - couche brun foncé vers 5.9 m, matière organique?		1 3	46 86 50	80 130	5			
399	6										
	6.25		Limon très sableux, peu argileux, rares graviers, beige, humide à saturé, peu cohésif					6			
398			Limon peu sablo-argileux, beige et gris-beige, humide, cohésif, consistance molle à dure			46 106	140 270				
					4 8	22 72	70 150	7			
397	7.4										
	8		Argile limono-sableuse, beige, humide, cohésive, carotte remaniée, récupérée?					8			
396			Limon argileux, peu sableux, beige, humide, cohésif, carotte remaniée, récupérée?								
	9										
			Argile limoneuse, beige-gris, humide, cohésive, consistance très molle à molle - quelques dropstones vers 9.1 m			12 16		9			
395											
					8 8	10 12 12		10			
394	10.8										

Echantillon paraffiné
Echantillon en vrac

* Von Moos = cps/20 cm
** 7d12) Moraine limono-argileuse semi-consolidée

Niveau d'eau
Venue d'eau
Perte d'eau
Humidité

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Annexe 6.1

Sondage :	**S112**	Longueur [m] :	*21*
X / Est :	*2507331.26*	Date :	*19.10.23* au *24.10.23*
Y / Nord :	*1137561.68*	Type :	*Carotté*
Z [msm] :	*404.21*	Forage :	*ISR, Serratrice*
Mandat :	*15731*	Inclinaison :	*0 °* Echelle : *1 : 50*
Client:	*CFF*	Relevé :	*YG / DCG SA*
Etude :	*Gare de Nyon*		

Altitude	Profondeur (m)	Échantillons	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Stratigraphie	0 50	0 250	0 500	Prof. (m)	Equipement	Forage	Tubage
			Limon argileux, peu sableux, gris et beige-gris, humide, stratifié, localement varvé, cohésif, consistance molle à ferme			16, 32		11			
393	11.2		Argile limoneuse, grise et beige-gris, humide, cohésive, consistance molle à ferme			34, 34	40				
	11.9		Limon argileux, peu sableux, gris et beige-gris, humide, cohésif, consistance ferme			36, 24	60	12			
392	12		Argile limoneuse, très peu sableuse, grise et beige-gris, humide, cohésive, consistance molle à ferme - varves vers 14.1 et 14.3 m			22, 18		13			
391					15, 16	26, 16, 22, 26		14			
390						38, 34, 16, 28					
	14.9		Limon très argileux, graveleux, peu sableux, gris-beige, humide, cohésif, consist. molle à ferme			22	40	15			
389	15		Argile limoneuse, grise et beige-gris, humide, cohésive, consistance molle			40, 18, 18					
	15.6		Limon gravelo-argileux, peu sableux, gris-beige, humide, cohésif, consistance ferme à très ferme			16, 66	75, 90	16			
388	16.5				10, 38	64, 56	80, 80				
	16.75		Bloc de gneiss très dur								
387			Limon gravelo-sableux, quelques cailloux, peu argileux, gris, sec, cohésif, consistance très ferme à très dure - graviers anguleux, alpins			60	320, 180, 500, 500, 500	17			
386							500, 500, 500	18			
385							500, 500, 500	19			
384							500, 500, 500	20			
	21							21			

■ Echantillon paraffiné

□ Echantillon en vrac

* Von Moos = cps/20 cm

** 7d12) Moraine limono-argileuse semi-consolidée

Niveau d'eau

Venue d'eau

Perte d'eau

Humidité

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Annexe 6.1

Sondage :	**S113**	Longueur [m] :	*22*
X / Est :	*2 507 333.37*	Date :	*11.12.2023* au *14.12.2023*
Y / Nord :	*1 137 545.09*	Type :	*Carotté*
Z [msm] :	*403.21*	Forage :	*ISR, Cardillo*
Mandat :	*15731*	Inclinaison :	*0 °* Echelle : *1 : 50*
Client:	*CFF*	Relevé :	*RN / DCG SA*
Etude :	*Gare de Nyon*		

Altitude	Profondeur (m)	Échantillons	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Stratigraphie	0 50	0 250	0 500	Prof. (m)	Equipement	Forage	Tubage
403	1		Horizon A : Limon sableux argileux, graveleu Brun foncé, peu humide, non-cohésif. Grumeleux Racines, branches. 5 cm de couverture de branches au sommet localement compacté, surtout dès 0.5 m					0			
402	1,5		Limon très graveleux, sableux, argileux Brun, humide, cohésif localement. Graviers grossiers		4 5			1			
	2		Idem, peu graveleux. Cohésif, peu plastique				125 150	2			
401	3		Limon argileux sableux, graveleux Beige-gris, humide, cohésif. Plastique			50 90	200 100 175				
400	4		Limon argileux très graveleux Gris, humide, cohésif. Graviers arrondis, parfois en couches subhorizontales graveleuses, peu cohésives. e.g. ; 3-3.1 m, 3.5-3.7 m		5 6	90 50	125 125 150	3			
399	4,9		Limon argileux, très sableux, graveleux Gris, humide, cohésif. Plastique Graviers épars, arrondis 4.15-4.25 m et 4.6-4.8m : Niveaux décimétriques de sable grossier			75	150	4			
398	6,4		Argile limoneuse peu graveleuse Gris, saturé, cohésif ? Remanié au forage		3 3			5			
397	7		Limon argileux peu sableux Gris, peu humide, cohésif. Plastique Varves sableuses			55 55	125 150	6			
396	7,5		Argile limoneuse très peu graveleuse Gris, humide, cohésif. Très plastique Niveaux organiques noirâtre, aspect mousseux		2 3			7			
395			Argile limoneuse très peu graveleuse, très peu sableuse Gris, humide, cohésif. Très plastique Rares graviers isolés 1-2 varves sableuse (très rares) 7-11.8 m : boudiné - remanié par le forage 12-13.5 m : boudiné - remanié par le forage					8			
394								9			
393					2 3			10			

Echantillon paraffiné

Echantillon en vrac

* Von Moos = cps/20 cm

** 7d12) Moraine limono-argileuse semi-consolidée

Niveau d'eau

Venue d'eau

Perte d'eau

Humidité

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Annexe 6.1

Sondage :	**S113**	Longueur [m] :	22
X / Est :	2 507 333.37	Date :	11.12.2023 au 14.12.2023
Y / Nord :	1 137 545.09	Type :	Carotté
Z [msm] :	403.21	Forage :	ISR, Cardillo
Mandat :	15731	Inclinaison :	0 °
Client:	CFF	Echelle :	1 : 50
Etude :	Gare de Nyon	Relevé :	RN / DCG SA

Altitude	Profondeur (m)	Échantillons	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Stratigraphie	0 50	0 250	0 500	Prof. (m)	Equipement	Forage	Tubage
392								11			
391						25		12			
390					3 3	33		13			
389						15 24 21		14			
388	15.5					24 26	60	15			
	16		Argile limoneuse peu graveleuse, très peu sableuse Gris-beige, humide, cohésif			48 56	60 70				
387	16.7		Limon graveleux argileux, peu sableux Gris-brun, peu humide, cohésif		11 14	102 118	170 130	16			
	16.9		Bloc de Gneiss			138 230	230 430				
386			Limon graveleux sableux, peu argileux Gris-brun, sec, cohésif. Quelques cailloux. Eléments anguleux et alpins				500 500 500 500 500	17			
385							500 500 500 500 500	18			
384					100		500 500 500	19			
383							500 500 500	20			
382					100		500	21			

■ Echantillon paraffiné

□ Echantillon en vrac

* Von Moos = cps/20 cm

** 7d12) Moraine limono-argileuse semi-consolidée

Niveau d'eau

Venue d'eau

Perte d'eau

Humidité

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Annexe 6.1

Sondage : **S113**
X / Est : *2 507 333.37*
Y / Nord : *1 137 545.09*
Z [msm] : *403.21*

Longueur [m] : *22*
Date : *11.12.2023* au *14.12.2023*
Type : *Carotté*
Forage : *ISR, Cardillo*
Inclinaison : *0 °* Echelle : *1 : 50*
Relevé : *RN / DCG SA*

Mandat : *15731*
Client: *CFF*
Etude : *Gare de Nyon*

Altitude	Profondeur (m)	Échantillons	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Stratigraphie	0 50	0 250	0 500	Prof. (m)	Equipement	Forage	Tubage
	22						500 500 500 500	22			

Echantillon paraffiné
Echantillon en vrac

* Von Moos = cps/20 cm
** 7d12) Moraine limono-argileuse semi-consolidée

Niveau d'eau
Venue d'eau
Perte d'eau
Humidité

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

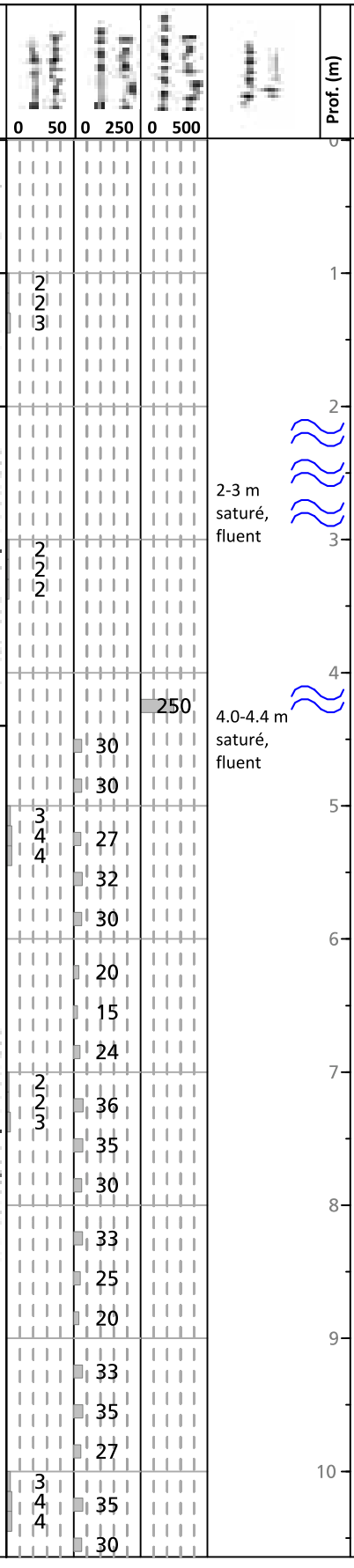
Annexe 6.1

Sondage : **S114**
X / Est : 2 507 309.39
Y / Nord : 1 137 545.93
Z [msm] : 401.98

Longueur [m] : 20
Date : 16.10.2023 au 17.10.2023
Type : Carotté
Forage : ISR, Cardillo
Inclinaison : 0 ° Echelle : 1 : 50
Relevé : RN / DCG SA

Mandat : 15731
Client: CFF
Etude : Gare de Nyon

Altitude	Profondeur (m)	Échantillons	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Stratigraphie
			0-0.05 m : Enrobé bitumineux Grave sableuse Gris, sec, non cohésif. Gravier grossier arrondi	
	0.7		Sable graveleux Gris, sec, non cohésif	
401	1.0		Sable limoneux peu argileux Beige, peu humide, non cohésif	
400	2		Limon très sableux argileux Beige, saturé, semi-cohésif Fluent, avachi en caisse 3-4 m ; plus cohésif. 3.8-4.0 m ; plus argileux 4-4.4 m ; saturé, fluent, avachi en caisse (soupe), varvé	
399				
398	4.4		Argile limoneuse Gris, humide, cohésif. Très plastique Globalement homogène avec quelques varves sableuses, beige, sèches, ponctuelles	
397				
396			6.0-6.3 m : varvé localement	
395			7.1 m : varvé localement	
394			7.9 m : varvé localement	
393			9.25 m : varvé localement	
			9.5 m : varvé localement	
392			10.3-10.4 m : varvé localement	



* Retrait sableux peu consolidé

Echantillon paraffiné
Echantillon en vrac

Niveau d'eau
Venue d'eau
Perte d'eau
Humidité

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Annexe 6.1

Sondage : **S114**
X / Est : *2 507 309.39*
Y / Nord : *1 137 545.93*
Z [msm] : *401.98*

Longueur [m] : *20*
Date : *16.10.2023* au *17.10.2023*
Type : *Carotté*
Forage : *ISR, Cardillo*
Inclinaison : *0 °* Echelle : *1 : 50*
Relevé : *RN / DCG SA*

Mandat : *15731*
Client: *CFF*
Etude : *Gare de Nyon*

Altitude	Profondeur (m)	Échantillons	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Stratigraphie	0 50	0 250	0 500	Prof. (m)	Equipement	Forage	Tubage
391			10.9 m : varvé localement			26		11			
						37					
			11.3 m : varvé localement								
			11.5 m : varvé localement			29					
390			11.8 m : varvé localement			36		12			
			12.1 m : varvé localement			45	75				
	12.4					35	100				
			Limon argileux graveleux Gris, humide, cohésif. Plastique Graviers épars, isolés			45	125				
389					6			13			
					9		125				
					11						
						80	125				
388						60	175	14			
						120	225				
						130	240				
387						116	250	15			
	15.6						450				
							300				
			Limon sableux graveleux, argileux Gris, sec, cohésif. Non plastique Graviers hétérométriquesalpins et molassiques				500				
386					22			16			
					25		500				
					27						
							500				
385							500	17			
							500				
							500				
384							500	18			
							500				
							500				
383							500	19			
					17						
					21		500				
					25						
							500				
382	*20*						500	20			

Echantillon paraffiné

Echantillon en vrac

* Retrait sableux peu consolidé

Niveau d'eau
Venue d'eau
Perte d'eau
Humidité

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

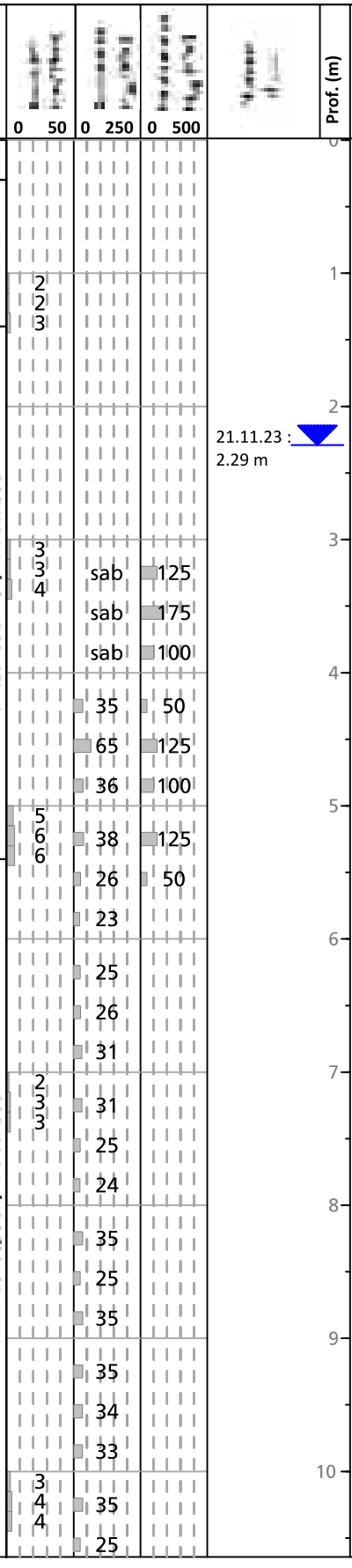
Annexe 6.1

Sondage : **S115**
X / Est : 2 507 276.11
Y / Nord : 1 137 506.38
Z [msm] : 401.87

Longueur [m] : 20
Date : 17.10.2023 au 19.10.2023
Type : Carotté
Forage : ISR, Lourenço
Inclinaison : 0 ° Echelle : 1 : 50
Relevé : RN / DCG SA

Mandat : 15731
Client: CFF
Etude : Gare de Nyon

Altitude	Profondeur (m)	Échantillons	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Stratigraphie
	0.3		0-0.08 m : Enrobé bitumineux Sable graveleux. Beige, peu humide, non cohésif. Gaviers anguleux grossiers	
401			Sable limoneux Beige, peu humide, non cohésif.	
	1.4			
400			Limon très sableux argileux Beige, humide, cohésif. Non plastique Stratifié	
399				
398	4.0			
			Limon argileux sableux Gris, peu humide, cohésif. Plastique. Varvé de sable	
397	5.4			
396			Argile limoneuse peu sableuse Gris, humide, cohésif. Très plastique Localement varvé de sable	
			6.1 m, 6.25 m : localement varvé	
395			7.1 m : localement varvé	
394			7.9 m : localement varvé	
393			9.1 m : localement varvé 9.2 m : localement varvé	
			9.4 m : localement varvé	
392			9.7 m : localement varvé	



Echantillon paraffiné
Echantillon en vrac

* Remblais
** Retrait sableux peu consolidé
*** Moraine limono-argileuse semi-consolidée

Niveau d'eau
Venue d'eau
Perte d'eau
Humidité

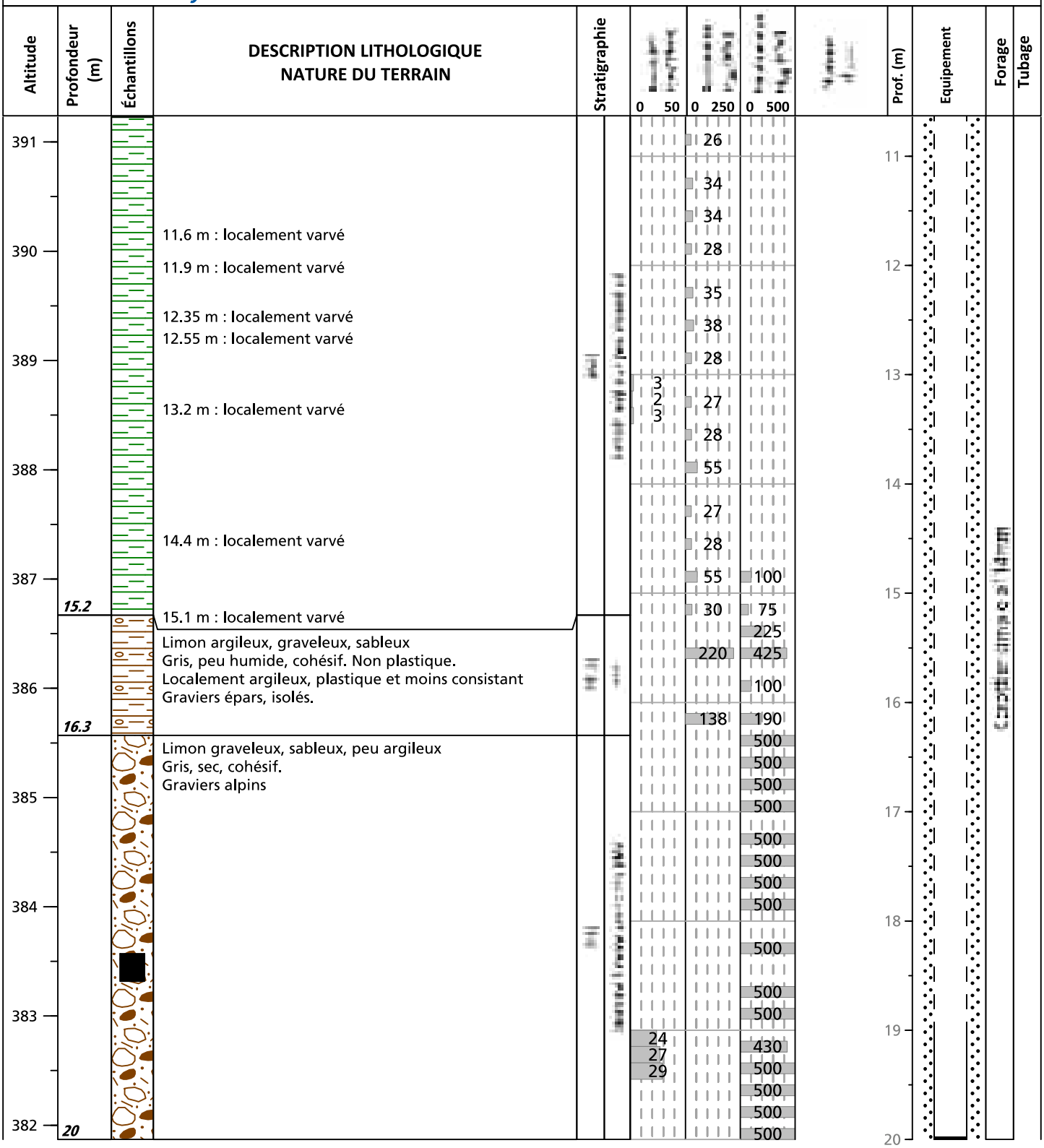
DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Annexe 6.1

Sondage : **S115**
X / Est : 2 507 276.11
Y / Nord : 1 137 506.38
Z [msm] : 401.87

Longueur [m] : 20
Date : 17.10.2023 au 19.10.2023
Type : Carotté
Forage : ISR, Lourenço
Inclinaison : 0 °
Echelle : 1 : 50
Relevé : RN / DCG SA

Mandat : 15731
Client: CFF
Etude : Gare de Nyon



Echantillon paraffiné
Echantillon en vrac

* Remblais
** Retrait sableux peu consolidé
*** Moraine limono-argileuse semi-consolidée

Niveau d'eau
Venue d'eau
Perte d'eau
Humidité

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Annexe 6.1

Sondage : **S116**
X / Est : 2507241.40
Y / Nord : 1137472.11
Z [msm] : 401.86

Longueur [m] : 20
Date : 23.10.2023 au 24.102023
Type : Carotté
Forage : ISR, Cardillo
Inclinaison : 0 °
Echelle : 1 : 50
Relevé : YG / DCG SA

Mandat : 15731
Client: CFF
Etude : Gare de Nyon

Altitude	Profondeur (m)	Échantillons	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Stratigraphie	Prof. (m)	Equipement	Forage	Tubage
	0.2		Sable gravelo-limoneuse, brun foncé, humide, racines					
401	1.1		Grave grossière, subarrondie, sableuse, très peu limoneuse, quelques cailloux, peu humide, sans cohésion - morceaux de terre cuite et béton (> 5% poids)		1			
	1.55		Grave sablo-limoneuse, beige-brun, humide, sans cohésion, quelques débris de terre cuite, compacité moyenne					
400	2		Sable moyen, peu graveleux, très peu limoneux, beige, sec, sans cohésion		2			
	2.2		Sable graveleux, peu limoneux, brun foncé, sans cohésion					
			Echantillon APM					
399	2.9		Sable graveleux, peu limoneux, brun foncé, sans cohésion, 2 morceaux de métal à 3.0 m		3			
	3.8		Grave moyenne à grossière, quelques cailloux, peu sablo-limoneuse, brun-gris, humide, sans cohésion, compacité moyenne					
398	4.1		Grave moyenne, arrondie, très imoneuse, sableuse, brun-beige, humide, peu à pas cohésive		4			
397	5.55		Sable grossier, graveleux, très peu limoneux, beige foncé, humide à saturé, sans cohésion, compacité moyenne		5			
396	6.4		Sable moyen à grossier, gravelo-limoneux, gris, humide à saturé, sans cohésion		6			
	6.7		Limon gravelo-sableux, très peu argileux, brun-gris et gris, humide, peu cohésif, consistance molle, matière organique brune en décomposition					
395			Sable graveleux, peu limoneux, beige et gris-beige, saturé, sans cohésion, compacité moyenne		7			
394					8			
393	9		Limon argileux, peu sableux, brun-gris et gris-beige, humide, cohésif, consistance molle à très ferme, un peu de matière organique		9			
	9.3							
	9.6		Grave très limoneuse, sableuse, peu argileuse, gris-beige, humide, peu cohésive					
392	10.1		Grave anguleuse, très limoneuse, sableuse, beige, humide, peu cohésive		10			
	10.7		Limon argileux, peu gravelo-sableux, beige et gris-beige, humide, cohésif, consistance ferme à dure - couche sableuse de 10.35 à 10.45 m					

0 50: 6, 8, 10 | 9, 11, 12 | 4, 4, 6 | 4, 5, 5 | 7, 9, 11
0 250: 54, 20 | 74, 70
0 500: 30 | 120, 50 | 110, 90

Edit-Note

Echantillon paraffiné
Echantillon en vrac

Niveau d'eau
Venue d'eau
Perte d'eau
Humidité

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Annexe 6.1

Sondage : **S116**
X / Est : 2507241.40
Y / Nord : 1137472.11
Z [msm] : 401.86

Longueur [m] : 20
Date : 23.10.2023 au 24.102023
Type : Carotté
Forage : ISR, Cardillo
Inclinaison : 0 ° Echelle : 1 : 50
Relevé : YG / DCG SA

Mandat : 15731
Client: CFF
Etude : Gare de Nyon

Altitude	Profondeur (m)	Échantillons	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Stratigraphie	0 50	0 250	0 500	Prof. (m)	Equipement	Forage	Tubage
391	11		Limon gravelo-sableux, peu argileux, beige et gris-beige, humide, peu cohésif, remanié?			72	110	11			
			Argile limoneuse, très peu sableuse, quelques graviers isolés, beige et gris-beige, humide, cohésive, consistance molle à dure			62	75				
390						66	80	12			
						58	80				
						56	50				
						58	60				
						82	100				
389						72	90	13			
						32					
						34					
					6	32	50				
					7	32	30				
388					8	30		14			
						34					
						22					
387								15			
	15.5		Limon gravelo-argileux, peu sableux, gris foncé, peu humide, cohésif, consistance dure				220				
	15.75		Limon gravelo-sableux, peu argileux, gris foncé, sec, cohésif, consistance très dure				500				
386							500	16			
					50		500				
							500				
385							500	17			
							500				
							500				
384							500	18			
							500				
							500				
383							500	19			
					50		500				
							500				
382	20						500	20			

Echantillon paraffiné
Echantillon en vrac

Edit-Note

Niveau d'eau
Venue d'eau
Perte d'eau
Humidité

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Annexe 6.1

Sondage : **S117**
X / Est : 2507205.37
Y / Nord : 1137416.60
Z [msm] : 404.61

Longueur [m] : 24
Date : 24.10.2023 au 27.10.2023
Type : Carotté
Forage : ISR, Cardillo
Inclinaison : 0 °
Echelle : 1 : 50
Relevé : YG / DCG SA

Mandat : 15731
Client: CFF
Etude : Gare de Nyon

Altitude	Profondeur (m)	Échantillons	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Stratigraphie
404	0.25		Grave sablo-limoneuse, beige-brun, racines, humide, sans cohésion	
	0.4		Sable graveleux, peu limoneux, beige et gris-beige, racines, humide, sans cohésion	
	0.8		Sable moyen, peu limoneux, beige, humide, sans cohésion, oxydation vers 0.7 m	
403			Limon sableux, peu graveleux, très peu argileux, beige, saturé, sans cohésion	
	2.5			
402			Limon argileux, peu gravelo-sableux, gris, humide, cohésif	
	3.1			
401			Limon argileux, peu gravelo-sableux, gris, avec couches millimétriques de sable fin, beige, humide, cohésif, consistance ferme à dure	
	4.2		Sable fin, limoneux, beige-gris, avec couches pluri-millimétriques de limon argileux gris, humide, peu à pas cohésif, compacité moyenne	
	4.6			
400			Sable fin, limoneux, beige-gris, humide à saturé, sans cohésion, stratifié, compacité moyenne	
399				
398	6.7		Sable fin, limoneux, beige-gris, avec couches pluri-millimétriques de limon argileux gris, humide, peu à pas cohésif, compacité moyenne	
	7.2			
397			Limon argileux, gris, varvé de sable fin, beige, humide, cohésif, consistance molle à très ferme	
	8			
			Limon très sableux, beige-gris, saturé, peu à pas cohésif, consistance molle à ferme	
	8.55			
396	8.75		Limon argileux, gris, varvé de sable fin, beige, humide, cohésif, consistance ferme	
	9		Limon très sableux, beige-gris, saturé, peu à pas cohésif, consistance ferme à très ferme	
	9.3			
			Limon très argileux, peu sableux, beige-gris, humide, cohésif	
395			Argile limoneuse, très peu sableuse, gris-beige, humide, cohésive, localement stratifiée, consistance molle à ferme - couche de limon sableux, peu argileux, beige, de 9.75 à 9.90 m	
394				

0 50	0 250	0 500
10		
12		
3	58	120
4	74	90
	118	200
	130	190
	122	230
	110	180
		140
		170
4		
4		
		110
		160
9		
10		
		180
	36	50
	32	50
		50
	34	75
	40	190
	32	90
	38	30
	34	75
	24	
5	14	
6	44	40

Prof. (m): 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Equipement: Cimentation sur 1 m

Forage: Carotté diamètre 131 mm

Tubage: Ø 110 mm

Echantillon paraffiné
Echantillon en vrac

* Von Moos = cps/20 cm
** Remblais

Niveau d'eau
Venue d'eau
Perte d'eau
Humidité

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Annexe 6.1

Sondage : **S117**
X / Est : 2507205.37
Y / Nord : 1137416.60
Z [msm] : 404.61

Longueur [m] : 24
Date : 24.10.2023 au 27.10.2023
Type : Carotté
Forage : ISR, Cardillo
Inclinaison : 0 °
Echelle : 1 : 50
Relevé : YG / DCG SA

Mandat : 15731
Client: CFF
Etude : Gare de Nyon

Altitude	Profondeur (m)	Échantillons	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Stratigraphie
393				
392				
391				
390				
389				
	16.2			
	16.6		Limon très argileux, peu gravelo-sableux, gris, humide, cohésif, consistance ferme	
388			Limon gravelo-argileux, peu sableux, gris, humide, cohésif, consistance molle à dure	
387				
386				
385				
	20.1			
384			Limon gravelo-sableux, peu argileux, quelques cailloux, gris-beige, sec, cohésif, consistance très dure - éléments alpins (gneiss, serpentinite)	

0 50	0 250	0 500
	40	40
	42	60
	34	
	32	30
	32	
	40	
	30	
	20	
	16	
	34	
	38	
	42	
10		
12	20	
	20	
	36	
	36	
	30	
	28	
	36	
	42	
	34	
	16	
	32	
	32	
13		
13	42	50
	48	70
		50
	64	80
	50	90
	60	70
	56	60
	42	70
	60	50
	106	110
	88	90
54		
60		
	40	40
	48	70
	52	75
		500
		500
		500
		500

Prof. (m)
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21

Equipement | Forage | Tubage

Echantillon paraffiné
Echantillon en vrac

* Von Moos = cps/20 cm
** Remblais

Niveau d'eau
Venue d'eau
Perte d'eau
Humidité

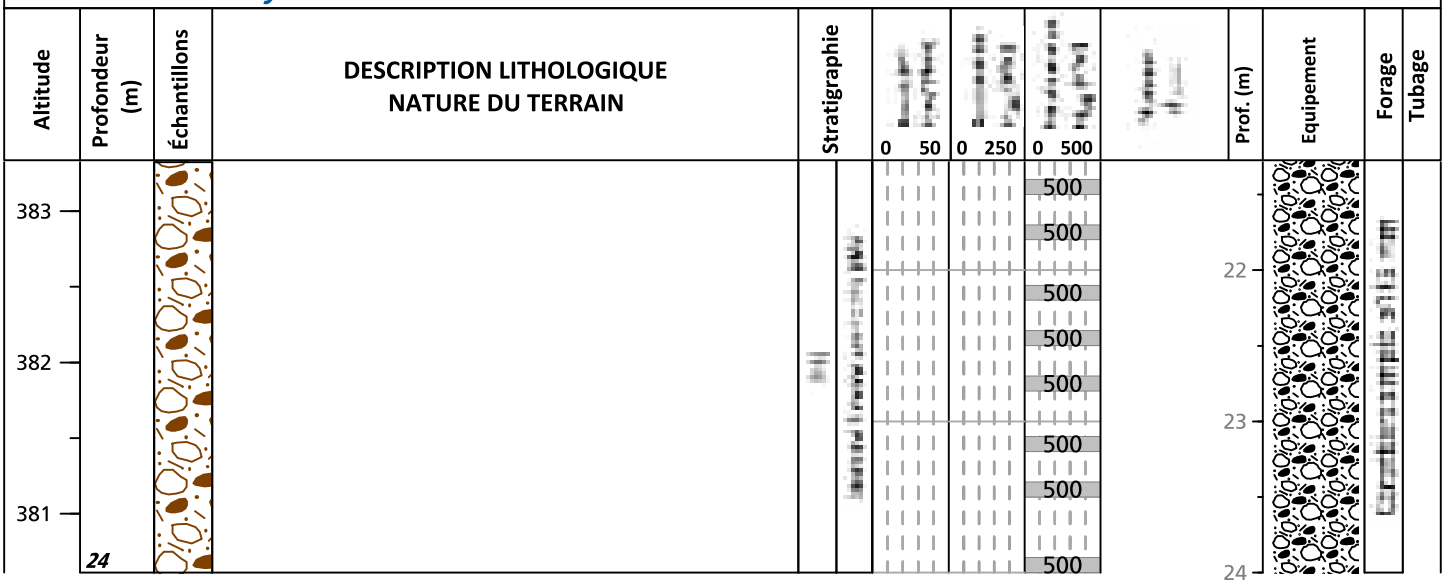
DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Annexe 6.1

Sondage : **S117**
X / Est : 2507205.37
Y / Nord : 1137416.60
Z [msm] : 404.61

Longueur [m] : 24
Date : 24.10.2023 au 27.10.2023
Type : Carotté
Forage : ISR, Cardillo
Inclinaison : 0 °
Echelle : 1 : 50
Relevé : YG / DCG SA

Mandat : 15731
Client: CFF
Etude : Gare de Nyon



Echantillon paraffiné
Echantillon en vrac

* Von Moos = cps/20 cm
** Remblais

Niveau d'eau
Venue d'eau
Perte d'eau
Humidité

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Annexe 6.1

Sondage : **S118**
X / Est : 2507163.29
Y / Nord : 1137370.78
Z [msm] : 404.21

Longueur [m] : 25.5
Date : 16.11.2023 au 17.11.2023
Type : Carotté
Forage : ISR, Cardillo
Inclinaison : 0 ° Echelle : 1 : 50
Relevé : YG / DCG SA

Mandat : 15731
Client: CFF
Etude : Gare de Nyon

Altitude	Profondeur (m)	Échantillons	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Stratigraphie
404	0.3		Limon gravelo-sableux, peu argileux, brun, humide, racines	
	1		Sable moyen, graveleux, très peu limoneux, beige, humide, sans cohésion, rares racines	
403			Sable moyen à fin, limoneux, beige, humide à saturé, sans cohésion, compacité moyenne	
402	2.3		Sable fin, très limoneux, beige, saturé, sans cohésion, localement stratifié, compacité lâche à moyenne	
401	3.7		Limon très sableux, peu argileux, beige, saturé, peu cohésif, traces d'oxydation, consistance molle à ferme	
	4		Limon argileux, peu gravelo-sableux, gris foncé et gris-beige, peu humide, cohésif, +/- stratifié, consistance très ferme	
400	4.25		Limon argileux, peu gravelo-sableux, gris foncé, peu humide, cohésif, avec couches millimétriques de sable fin limoneux, consistance très ferme à dure	
399				
398	6.3		Limon finement sableux, peu argileux, gris-beige, localement gris foncé, humide à saturé, peu cohésif, consistance ferme à très ferme	
	6.5		Sable fin, très limoneux, gris-beige, saturé, sans cohésion	
	6.8		Limon très sableux, très peu argileux, gris-beige, saturé, peu cohésif, consistance molle à dure	
397	7.5		Limon argileux, peu sableux, gris foncé et gris-beige, humide, cohésif, consistance ferme	
	7.9		Argile limoneuse, très peu gravelo-sableuse, gris-beige, humide, cohésive, consistance ferme à très ferme	
396	8.3		Limon sableux, peu gravelo-argileux, gris-beige, humide à saturé, peu cohésif, consistance ferme à très ferme	
395	9.4		Argile limoneuse, très peu gravelo-sableuse, grise, localement gris-beige, humide, cohésive, consistance molle à très ferme - dropstone à 15.7 m	
394				

0 50	0 250	0 500
7		
9		
10		
3		
4		
6		
	32	70
		40
		150
	108	310
	146	300
11	178	300
13		225
14	88	200
	88	170
	100	180
	104	150
	40	190
		110
		80
		50
7		80
8		80
9	38	75
	40	80
	56	75
	36	
	32	
		100
	36	
	26	
	40	60
	36	60
	34	30
4		
4	42	40
5	46	

24.11.23
401.93
msm

Prof. (m) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Equipement | Forage | Tubage

Edit-Note

Echantillon paraffiné
Echantillon en vrac

Niveau d'eau
Venue d'eau
Perte d'eau
Humidité

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Annexe 6.1

Sondage : **S118**
X / Est : 2507163.29
Y / Nord : 1137370.78
Z [msm] : 404.21

Longueur [m] : 25.5
Date : 16.11.2023 au 17.11.2023
Type : Carotté
Forage : ISR, Cardillo
Inclinaison : 0 °
Echelle : 1 : 50
Relevé : YG / DCG SA

Mandat : 15731
Client: CFF
Etude : Gare de Nyon

Altitude	Profondeur (m)	Échantillons	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Stratigraphie
393				
392				
391				
390				
389				
	15.8			
388			Limon gravelo-argileux, peu sableux, gris, humide, cohésif, consistance très ferme à dure - localement stratifié	
387				
	18.25			
386			Argile limoneuse, graveleuse, peu sableuse, grise, humide, cohésive, consistance ferme	
	19			
385			Limon gravelo-argileux, peu sableux, gris, humide, cohésif, consistance ferme à dure	
	19.7			
384			Limon gravelo-sableux, quelques cailloux, peu argileux, gris, sec, cohésif, consistance très dure - éléments alpins: granite, gneiss - éléments anguleux	
383				

0 50	0 250	0 500
	34	
	42	
	40	
	40	
	46	50
	34	
	32	
3		
4		
4	42	
	40	
	40	40
	50	50
	54	60
	52	
	52	70
	50	75
	33	110
7		
7	82	80
8	100	100
	90	110
	94	160
	98	150
	84	120
	76	100
	66	120
		80
	26	70
	44	60
9		
10	62	70
11	62	80
	100	110
		500
		500
		500
		500
50		500

Prof. (m)	Equipement	Forage	Tubage
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			

Edit-Note

Echantillon paraffiné
Echantillon en vrac

Niveau d'eau
Venue d'eau
Perte d'eau
Humidité

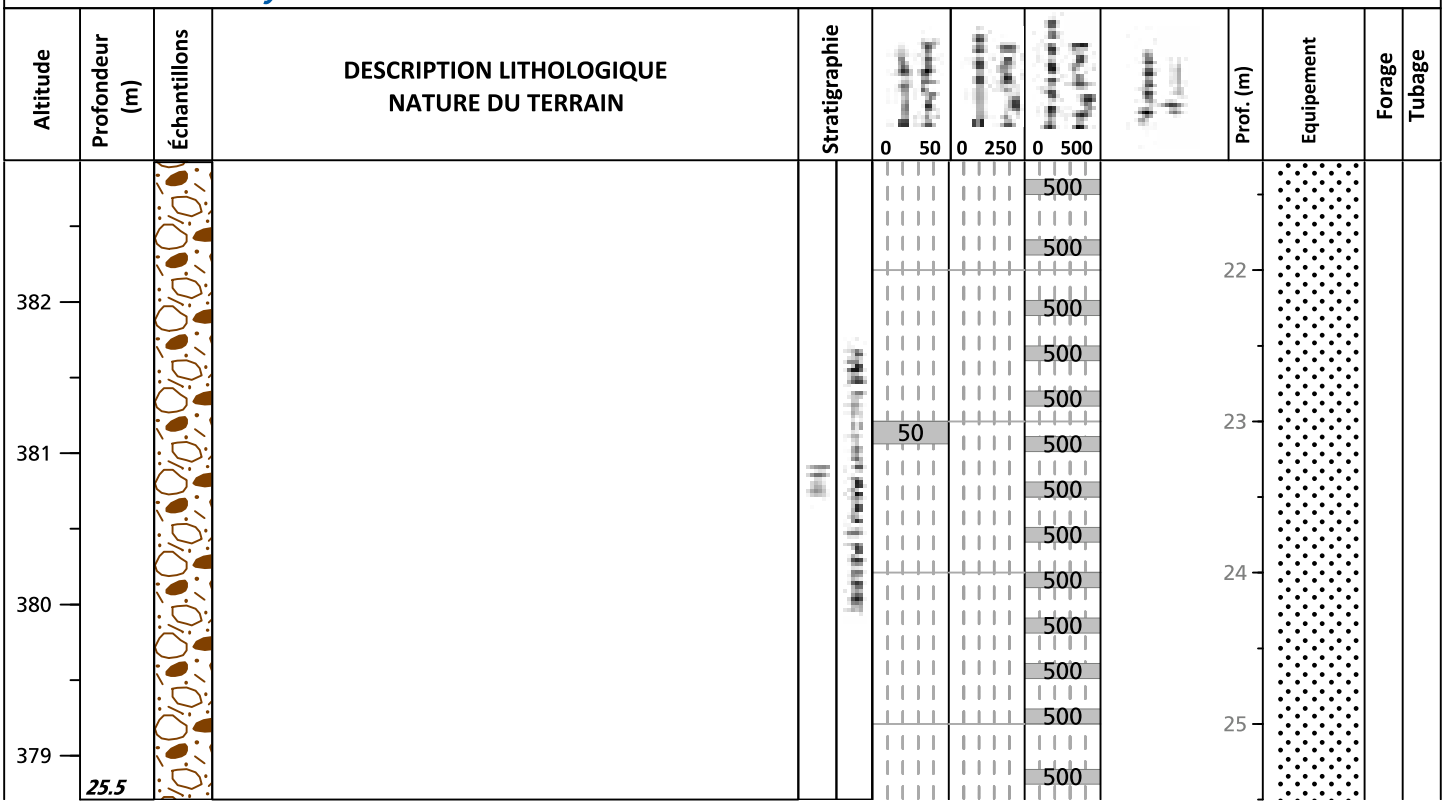
DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Annexe 6.1

Sondage : **S118**
X / Est : *2507163.29*
Y / Nord : *1137370.78*
Z [msm] : *404.21*

Longueur [m] : *25.5*
Date : *16.11.2023* au *17.11.2023*
Type : *Carotté*
Forage : *ISR, Cardillo*
Inclinaison : *0 °* Echelle : *1 : 50*
Relevé : *YG / DCG SA*

Mandat : *15731*
Client: *CFF*
Etude : *Gare de Nyon*



Edit-Note

Echantillon paraffiné
Echantillon en vrac

Niveau d'eau
Venue d'eau
Perte d'eau
Humidité

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Annexe 6.1

Sondage : **S119**
X / Est : 2507444.1
Y / Nord : 1137662.81
Z [msm] : 401.90

Longueur [m] : 17.9
Date : 23.11.2023 au 24.11.2023
Type : Carotté
Forage : ISR, Cardillo
Inclinaison : 0 ° Echelle : 1 : 50
Relevé : YG / DCG SA

Mandat : 15731
Client: CFF
Etude : Gare de Nyon

Altitude	Profondeur (m)	Échantillons	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Stratigraphie	0 50	0 250	0 500	Prof. (m)	Equipement	Forage	Tubage
401	1.1		0.00-0.12 m: Enrobé 0.12-1.10 m: Grave anguleuse, sableuse, peu limoneuse, beige foncé, sèche, sans cohésion, 1 débris de plastique								
	1.7		Limon argileux, peu sableux, gris-beige et beige-olive, saturé, cohésif, stratifié, consistance molle à ferme			24 26 34	30 80				
400	2		Limon très sableux, peu argileux, beige-gris, saturé, peu cohésif, consistance ferme								
	2.2		Limon argileux, peu sableux, beige et gris, humide, cohésif, stratifié, consistance ferme à très ferme			50 36 40 42	80				
399			Argile limoneuse, très peu sableuse, rares graviers, gris-beige, humide, cohésive, consistance molle à très ferme - localement varvée - 1 caillou à 4.5 m - couche de sable fin peu limoneux beige à 5.7 m		3 5 5	48 52 36 28 30	30 50				
398						22 36 36 34	25 50 50				
397					3 3 4	40 30 24 32	50 30				
	5.8										
396	6		Sable fin, très limoneux, beige, saturé, sans cohésion								
			Argile limoneuse, très peu sableuse, rares graviers, gris-beige, humide, cohésive, consistanceferme - localement varvée - couche de limon sableux, peu argileux, saturé, de 6.8 à 6.9 m			30 32 24 32					
395	7.2				4 4 5	38 40 48 60 48	70 40 60 40				
394			Argile limoneuse, peu graveleuse, très peu sableuse, gris-beige, humide, cohésive, consistance molle à dure			68 54 70 62 74	70 80 140 75 100				
393						58 66	75 100				
392					7 9 10	60 56 66	80 70 90				
	10.7										

Edit-Note

Echantillon paraffiné
Echantillon en vrac

Niveau d'eau
Venue d'eau
Perte d'eau
Humidité

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Annexe 6.1

Sondage : **S119**

X / Est : *2507444.1*

Y / Nord : *1137662.81*

Z [msm] : *401.90*

Longueur [m] : *17.9*

Date : *23.11.2023* au *24.11.2023*

Type : *Carotté*

Forage : *ISR, Cardillo*

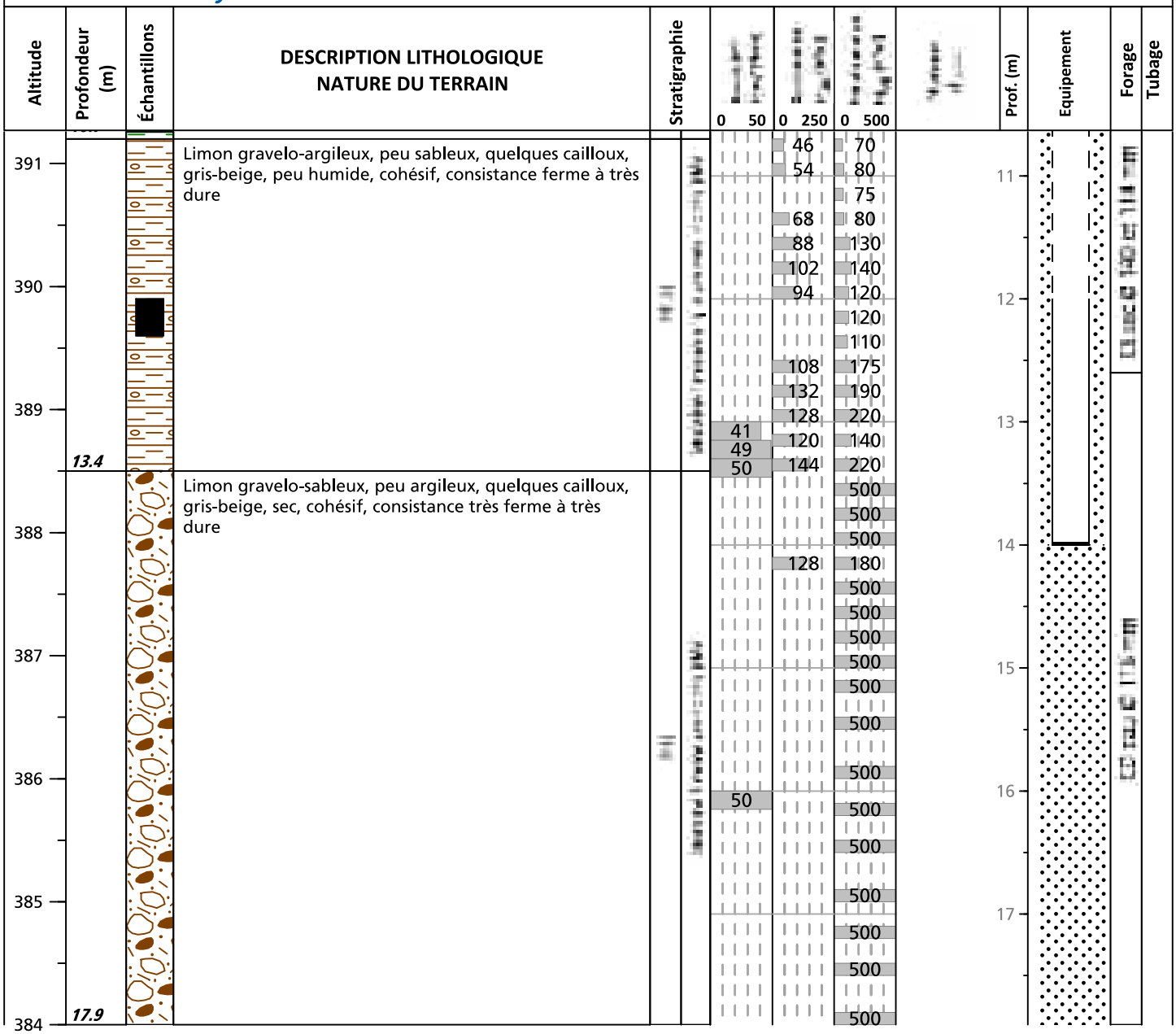
Inclinaison : *0 °* Echelle : *1 : 50*

Relevé : *YG / DCG SA*

Mandat : *15731*

Client: *CFF*

Etude : *Gare de Nyon*



Edit-Note

Echantillon paraffiné

Echantillon en vrac

Niveau d'eau

Venue d'eau

Perte d'eau

Humidité

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Annexe 6.2

Sondage :	**GT-S1**	Longueur [m] :	*21*
X / Est :	*2507444.10*	Date :	*30.10.2023* au *31.10.2023*
Y / Nord :	*1137662.81*	Type :	*Carotté*
Z [msm] :	*406.18*	Forage :	*ISR, Cardillo*
Mandat :	*15731*	Inclinaison :	*0 °* Echelle : *1 : 50*
Client:	*CFF*	Relevé :	*YG / DCG SA*
Etude :	*Gare de Nyon*		

Altitude	Profondeur (m)	Échantillons	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Stratigraphie	0 50	0 250	0 500	Prof. (m)	Equipement	Forage	Tubage
406	0.2		Horizon A: grave sablo-limoneuse, brune, racines, humide				80	0			
	0.6		Grave très limoneuse, sableuse, brune et beige, humide, peu cohésive, consist. de la matrice ferme, qq débris d'enrobé et un él. métall.				110				
405			Limon sableux, peu argileux, beige, saturé, peu à pas cohésif, consistance ferme à très ferme		3 4 5	72	80 80 100 70	1			
404	2.3		Limon sableux, peu argileux, gris, saturé, peu à pas cohésif					2			
	2.8		Limon argileux, varvé de sable fin, gris foncé et beige, humide à saturé, cohésif, consistance molle à très ferme - couches centimétriques de sable fin limoneux, beige			38	50				
403					2 3 4	34 30 26		3			
402						26 24 30		4			
401					4 4 4	24 20		5			
400						28 14 30		6			
399	7.2		Sable fin, limoneux, gris-beige, saturé, sans cohésion		2 2 3	50		7			
	7.8		Limon très argileux, varvé de sable fin, gris-beige, humide à saturé, cohésif, consistance molle à très ferme			80 40	140 50	8			
398	8.6		Sable fin, limoneux, gris-beige, saturé, sans cohésion								
	9		Limon argileux, peu sableux, gris-beige, humide à saturé, cohésif, consistance ferme à très ferme - couche de sable fin, limoneux, beige, de 9.4 à 9.7 m		4 4 4	46	120 110	9			
397											
396					6 7 7	78 62 40	110 110 60	10			

Edit-Note

■ Echantillon paraffiné

□ Echantillon en vrac

Niveau d'eau

Venue d'eau

Perte d'eau

Humidité

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Annexe 6.2

Sondage :	**GT-S1**	Longueur [m] :	*21*
X / Est :	*2507444.10*	Date :	*30.10.2023* au *31.10.2023*
Y / Nord :	*1137662.81*	Type :	*Carotté*
Z [msm] :	*406.18*	Forage :	*ISR, Cardillo*
Mandat :	*15731*	Inclinaison :	*0 °* Echelle : *1 : 50*
Client:	*CFF*	Relevé :	*YG / DCG SA*
Etude :	*Gare de Nyon*		

Altitude	Profondeur (m)	Échantillons	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Stratigraphie	0 50	0 250	0 500	Prof. (m)	Equipement	Forage	Tubage
	10.9		Limon argileux, peu gravelo-sableux, gris-beige, humide à saturé, cohésif, consistance molle à dure			40, 58	60, 70				
395						94, 92, 102, 54	130, 140, 110, 90	11			
394						30, 30, 36, 88	90, 50, 75	12			
393	13.2		Limon gravelo-argileux, peu sableux, gris-beige, humide à saturé, cohésif, consistance ferme à dure		7, 8, 10	72, 80, 46, 50	100, 80	13			
392	14.4		Limon gravelo-sableux, peu argileux, gris-beige, sec, cohésif, consistance très dure				500, 500, 500	14			
391							500, 500, 500	15			
390					39, 47, 50		500, 500, 500	16			
389							500, 500, 500	17			
388							500, 500, 500	18			
387					50		500, 500, 500	19			
386							500, 500, 500	20			
	21						500	21			

Edit-Note

■ Echantillon paraffiné

□ Echantillon en vrac

Niveau d'eau

Venue d'eau

Perte d'eau

Humidité

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Annexe 6.2

Sondage : **GT-S3**
X / Est : *2 507 510.34*
Y / Nord : *1 137 779.48*
Z [msm] : *405.35*

Longueur [m] : *6*
Date : *15.10.2023* au *15.10.2023*
Type : *Carotté*
Forage : *ISR, Serratrice*
Inclinaison : *0 °* Echelle : *1 : 50*
Relevé : *RN / DCG SA*

Mandat : *15731*
Client: *CFF*
Etude : *Gare de Nyon*

Altitude	Profondeur (m)	Échantillons	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Stratigraphie	0 50	0 250	0 500	Prof. (m)	Equipement	Forage	Tubage
405	0.5		Ballast : Grave anguleuse grossière. Gris, sec, non cohésif					0			
	1		Sable limoneux Beige foncé,sec, semi-cohésif (se désagrège sous pression) Sable majoritairement moyen					1			
404	1.9		Limon sableux argileux Beige foncé, peu humide, cohésif. Limon sableux à passages plus argileux / plus plastique					2			
403			Limon argileux très sableux Gris foncé, peu humide à humide, cohésif. Plastique. Couche à corps limono-argileux ferme, avec, éparpillés sur toute la hauteur, - varves sableuses milimètriques, beige foncé, non cohésives - niveaux pluricentimétriques de limons sableux humides, très fermes (qup = 125-200, cus pas possible) Les mesures qup et cus sont faites sur le corps limono-argileux			30 30 20 10 10	150 75 75 25 25 0 0	3			
402	4							4			
401	4.5		Sable limoneux. Beige, saturé, fluent En vrac / soupe en caisse				25				
400	6		idem 1.9-4.0 m			30 30 45 30	50 75 50 50 25	5			
								6			

4-4.5 m ; Saturé / fluent

Echantillon paraffiné
Echantillon en vrac

* 2) Remblais
** 6b2) Retrait sableux peu consolidé

Niveau d'eau
Venue d'eau
Perte d'eau
Humidité

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Rapport d'essais en laboratoire — Rapp.EL. 15731-2

Client

Laboratoire : CTE Laboratoire
Resp. labo : -
Adresse : Avenue de l'
Ville : 2065 Samaden

Mandant

Bearbeiter : CTE Ingénieurs Conseils
Resp. labo : -
Adresse : Rue de la Gare 3
Ville : 7500 Saint-Moritz

Echantillons

Provenance échantillon : Forage
Auteur du prélèvement : DC Géotechnique SA
Date de prélèvement : Octobre 2023 - février 2024
Conditions de prélèvement : Carottes congelées
Date de réception échantillon : 7.12.2023
Conditions de conservation : Congélateur, température entre -18°C et -20°C, sous plastique

Programme de mesures

Auteur du programme d'essais : S. Perrin, DCE SA
Liste des essais sélectionnés pour la détermination de la courbe granulométrique :
- Granulométrie par tamisage [SN EN ISO 17892-4]
- Granulométrie par sédimentation [SN EN ISO 17892-4]
- Analyse granulométrique par tamisage [SN EN ISO 17892-4]
- Limites d'Atterberg [SN EN ISO 17892-12]
- Détermination de la teneur en eau [SN EN ISO 17892-1]
- Détermination de la densité des particules solides [SN EN ISO 17892-3]
- Détermination de la densité sèche et de la porosité [SN EN ISO 17892-3]
- Détermination de la teneur en matière organique par calcination [SN EN ISO 17892-4]
- Détermination de la teneur en carbonates [SN EN ISO 17892-4]
- Détermination de la teneur en sulfates [SN EN ISO 17892-4]
- Détermination de la teneur en chlorures [SN EN ISO 17892-4]
- Détermination de la teneur en sels solubles [SN EN ISO 17892-4]
- Détermination de la teneur en matière organique [SN EN ISO 17892-4]
- Détermination de la teneur en carbonates [SN EN ISO 17892-4]
- Détermination de la teneur en sulfates [SN EN ISO 17892-4]
- Détermination de la teneur en chlorures [SN EN ISO 17892-4]
- Détermination de la teneur en sels solubles [SN EN ISO 17892-4]

Remarques (toutes autres remarques nécessaires pour l'interprétation des résultats)

- [illegible] grains de diamètre [illegible] mm [illegible] pour une masse de [illegible] g [illegible]
- [illegible] grains de diamètre [illegible] mm [illegible] pour une masse de [illegible] g [illegible]
- [illegible] grains de diamètre [illegible] mm [illegible] pour une masse de [illegible] g [illegible]

Annexes

- [illegible]
- [illegible]
- [illegible]
- [illegible]
- [illegible]
- [illegible]
- [illegible]

Courgenay près Bonfol, le 24.01.2024

DC GEROMILLE GEOTECHNIQUE SA

[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]

[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]

[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]

DE CERENVILLE
Géotechnique SA

Notation des résultats d'essais - symboles de mécanique des sols

(selon norme SN 670 300)

Caractérisation des échantillons:

C_p	Courbe granulométrique
C	Courbe cumulative
D	Diamètre du grain
D_{max}	Diamètre maximal
d	Profondeur

Caractéristiques d'état:

w	Teneur en eau [%]
ρ	Masse volumique du sol [g/cm³]
ρ_d	Masse volumique du sol sec [g/cm³]
ρ_s	Masse volumique des particules solides [g/cm³]
e	Indice des vides [-]
n	Porosité [-]
S_r	Degré de saturation [%]
w_L	Limite de liquidité d'Atterberg [%]
w_P	Limite de plasticité d'Atterberg [%]
I_P	Indice de plasticité d'Atterberg [%]
I_L	Indice de liquidité d'Atterberg [%]
Fp	Essai non possible, terrain trop cohérent
VB	Valeur de bleu de méthylène, colorant [g] par [kg] de la fraction 0/2mm
OH	Indice d'hydrocarbures (perte au feu sur matière organique) [%]

Granulométrie:

$\varphi_{x\ de}$	Diamètre auquel correspond x% (par exemple 10 %) resp. la x% (par exemple 60%) de la masse du sol en [mm]
d_{max}	Diamètre maximal des grains [mm]
C_{cg}	Coefficient de courbure [-]
C_{ug}	Coefficient d'uniformité [-]

Résistance mécanique:

φ_a	Angle de frottement apparent [°] (essai non drainé, rapide, UU ou CU)
c_a	Cohésion apparente [kPa]
φ'	Angle de frottement effectif [°] (essai consolidé, drainé, lent, CD)
c'	Cohésion effective [kPa]
φ_r	Angle de frottement résiduel [°]
c'_r	Cohésion résiduelle [kPa]
c_u	Cohésion non drainée [kPa]
réf. inj.	Référence à un échantillon injecté à la résine
c_{pi}	Résistance au pénétromètre de poche [kPa]
q_u	Résistance à la compression simple [MPa]
ε_f	Accourcissement spécifique à la valeur q_u [%]
q_t	Essai de traction indirecte (essai brésilien) sur cube [MPa]
q_s	résistance dynamique de pointe [MPa]
I_s	indice de résistance de l'essai de résistance ponctuel (point isolé) sur carotte [MPa]
$I_{s(50)}$	indice de résistance de l'essai de résistance ponctuel (point isolé) sur carotte corrigé à la distance de 50 mm, sur carotte [MPa]

DE CERENVILLE
géotechnique

Compressibilité

m_v	Coefficient de compressibilité [m²/MN]
	Indice 0-1 = de 0 à 0.1 [MPa]; 1-2 = de 0.1 à 0.2 [MPa]
C_c	Indice de compression [-]
C_s	Indice de gonflement [-]
c_v	Coefficient de consolidation [m²/s]
σ'_{vf}	Contrainte verticale effective appliquée à l'éprouvette (en place)
σ'_p	Contrainte verticale effective de préconsolidation
σ_g	Pression de gonflement

Compactage

w_{opt}	Teneur en eau optimale (Proctor) [%]
$\rho_{s,opt}$	Masse volumique optimale du sol sec [kg/m³]
$S_{r,opt}$	Degré de saturation correspondant à l'optimum de Proctor [%]
W_c	Energie de compactage [kN/m³]
CBR	Coefficient CBR immédiatement après compactage [%]
CBR_s	Coefficient CBR selon ASTM (saturé) [%]
CBR_{ss}	Coefficient CBR avec le pénétromètre [%]

Autres généralités constamment utilisées

k	Coefficient de perméabilité [m/s]
M_v ou E_v	Module de compressibilité à l'essai de plaque M_v et E_v [MPa]
E	Module d'élasticité [MPa] (module de Young)

Correspondances avec les anciennes unités

1 [kg/cm²]	= 10 [t/m²]	= 98.1 [kN/m²] ou [kPa] = 0.0981 [MN/m²] ou [N/mm²]
1 [kg/cm²]	= 1 [t/m²]	= 9.81 [kN/m²]
1 [kg/m]	= 9.81 [N/m]	= 9.81 [J]

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Sondage n°									
Prof. de l'échantillon									
Nature									
Référence échantillon									
Teneur en eau		%							
Masse volumique humide		kN/m³							
Masse volumique sèche		kN/m³							
Indice des vides									
Porosité		%							
Degré de saturation		%							
Limite de liquidité		%							
Limite de plasticité		%							
Indice de plasticité									
Passant à 80 µm		%							
Passant à 2 mm		%							
Valeur au bleu		g/100g							
Sable équivalent		%							
Proctor normal - densité sèche max		kN/m³							
Proctor normal - teneur en eau optimale		%							
Proctor modifié - densité sèche max		kN/m³							
Proctor modifié - teneur en eau optimale		%							
CBR immédiat		%							
CBR après immersion		%							
Gonflement		%							
Pression de gonflement		kPa							
Cisaillement rectiligne - cohésion		kPa							
Cisaillement rectiligne - angle de frottement		°							
Cisaillement triaxial - cohésion		kPa							
Cisaillement triaxial - angle de frottement		°							
Compressibilité - pression de préconsolidation		kPa							
Compressibilité - indice de compression									
Compressibilité - indice de gonflement									
Compressibilité - coefficient de consolidation		m²/s							
Perméabilité		m/s							
Los Angeles									
Micro-Deval									
Gel-dégel									
Autre									
Autre									

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Tableau E. 15781.2				Tableau récapitulatif des résultats des essais de laboratoire							
Prélèvements	Identification										
	Caractéristiques physiques										
	Granulométrie										

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Tableau n° : 15781.2			Tableau récapitulatif des résultats des essais de laboratoire							
Nature	Identification	Sondage n°	5.5	5.7	5.7	15.4	5.7	5.5	5.6	5.3
		Echantillon n°	2.11	2.12	5.12	8.13	2.18	5.14	2.14	5.14
		Prof. de [m]	6.40	3.55	3.65	9.35	18.70	5.60	6.45	9.85
		à [m]	6.55	3.85	10.25	9.60	19.00	6.00	7.25	9.95
		Classification GTR (Etat hydrique)	A1 h2	A1 h3	B5 h3	A1 h3	A1 h3	B5 h3	A1 h3	A1 h3
P200	Granulométrie	Passant à 80 µm [%]	14	13	49	21	11	13 (2)	14	13
P80		w [%]	18.2	13.2	24.8	20.5	9.6	23.7	27.1	25.6
P02		γ_h [kN/m³]	2.19	2.22	2.05	2.11	2.28	1.96	2.07	2.12
P01		γ_d [kN/m³]	1.85	1.96	1.64	1.75	2.08	1.55	1.63	1.68
		A [kN/m³]								
		B [-]								
		C [%]								
VBS		S [m²/g]						Sans objet	Sans objet	
P80	Caractérisation	Argile (< 2 µm) [%]	22	22	35	29	18	32	32	29
		Argile + Limon fin (< 80 µm) [%]	37	38	77	57	31	74	82	87
		Limon total (2 µm à 2 mm) [%]	67	57	64	54	48	68	63	58
P25		Limon fin (2 µm à 80 µm) [%]	15	16	42	28	13	42	50	58
		Sable total (80 µm à 2 mm) [%]	1	5		13	2	0	0	0
		Gravier (2 mm à 20 mm) [%]	0	0	0	3	0	0	0	0
		Blocs (> 20 mm) [%]	0	0	0	0	0	0	0	0
		Silex [cm]	0	22	11	29	32	18	3	3
P80	Limites d'Atterberg	w_L [%]	33.3	30.9	52.3	45.3	27.9	53.8	50.1	59.1
		w_P [%]	18.3	17.5	17.8	16.7	14.9	16.5	19.8	19.7
		I_P [%]	14.9	13.3	34.5	28.6	13.0	37.4	31.3	39.4
P07	Proctor	w_{OPN} [kN/m³]								
		γ_{dOPN} [-]								
P01		w_{OPM} [kN/m³]								
		γ_{dOPM} [-]								
		w_{OPM} [kN/m³]								
P11		γ_{dOPM} [-]				19.7			17.7	17.7
		w_{OPM} [kN/m³]				19.1			11.3	11.1
P30		C_b [kN/m³]								
P77		γ_{dOPM} [kN/m³]							9.18	9.5
P09	Cisaillement	φ'_{pic} (0 à 0,1 MPa) [° pic]								
		φ'_{pic} (0,1 à 0,2 MPa) [° pic]								
		C'_{pic} [kN/m³]							0.136	0.148
		C'_{ult} [kN/m³]							0.021	0.024
P17	Essais spéciaux	Essai [-]					0.19			
		Essai [-]					22.0			
P12 / P48		Essai [-]								
		Essai [-]								
		Essai [-]								
P13	Gonflement	σ_{gonf} [kN/m³]								
		ε_{gonf} [%]								
P15	Gel-dégel	GEL [-] [%]								
		GEL [-] [%]								
P84	Agressivité	Essai [-]								
		ρ_s [g/cm³]								
		ρ_d [g/cm³]								
		Essai [-]								
		Essai [-] [%]								
		Essai [-] [%]								
	Autre	Essai [-]								
		Essai [-]								

Les résultats ne concernent que l'échantillon soumis à l'essai. Ils ne peuvent être utilisés à des fins publicitaires sans l'autorisation écrite du laboratoire.
Tableau E.1 (NF EN ISO 17892-1)

Version du 28/11/2024

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Tableau 1											

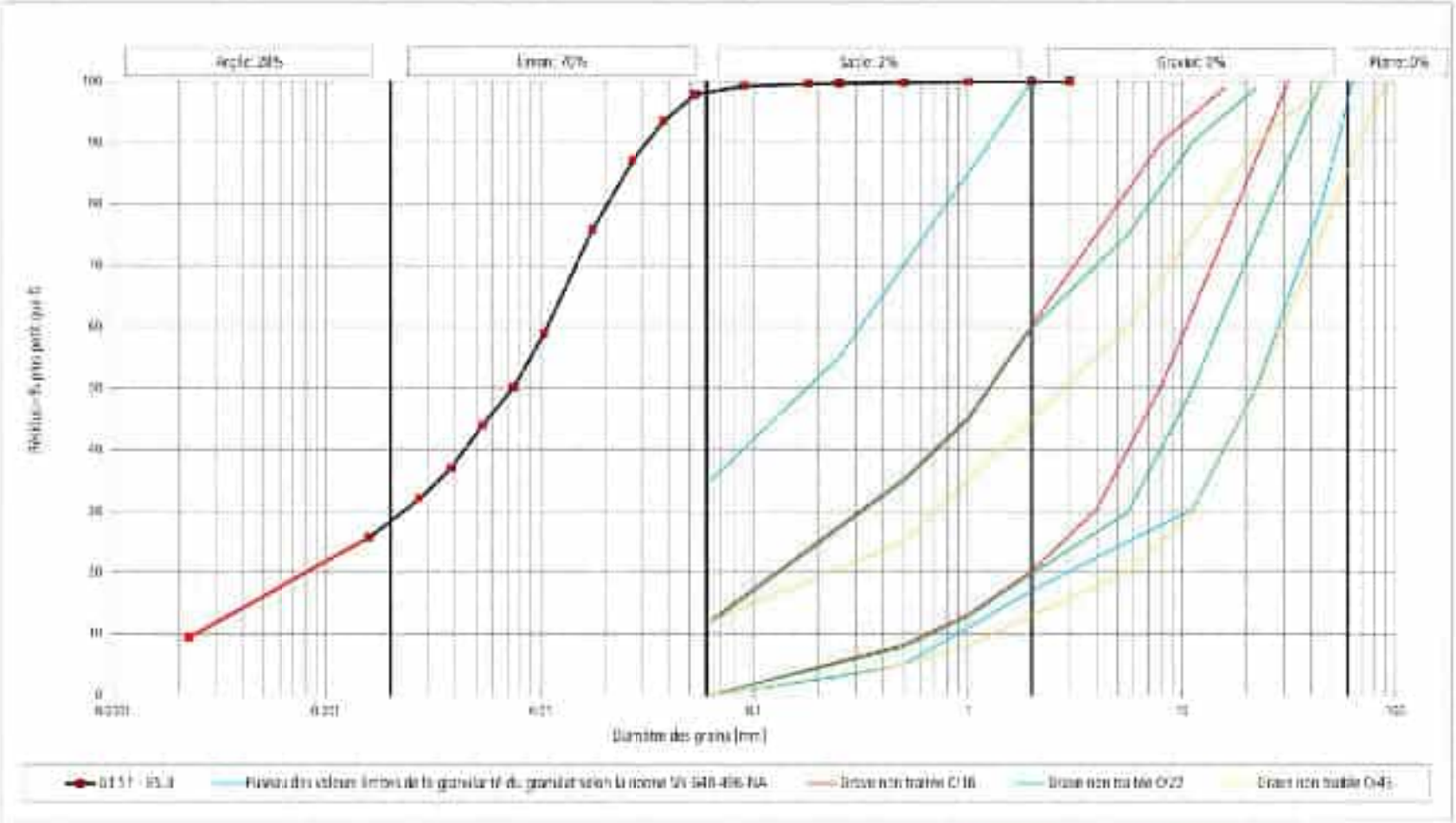
DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Essai n° : 15781.2				Tableau récapitulatif des résultats							
Prélèvement	Identification	Granulométrie		12.5							
				2.19							
			[-]	12.89							
			[-]	12.38							
				57							
[100]				21							
[101]	Caractéristiques physiques		[%]	16.4							
[102]			[kN/m³]	2.2							
			[kN/m³]	1.85							
[103]			[kN/m³]								
			[-]								
			[%]								
[112]			[m²/g]								
[106]	Classification		[%]	73							
			[%]	3							
			[%]	22							
[105]			[%]	1							
			[%]	1							
			[%]	0							
			[kN/m³]	2							
[110]	Limites d'Atterberg		[%]	25.7							
			[%]	15.5							
			[%]	10.2							
[107]	Compactage		[kN/m³]								
			[-]								
[108]			[kN/m³]								
			[-]								
			[kN/m³]								
[109]			[-]								
			[m²/kN]								
[130]			[kPa]								
[131]			[kPa]								
[109]	Oedométrie		[m²/kN]								
			[m²/kN]								
			[-]								
			[-]								
[117]	Cisaillement		[kPa]								
			[°]								
[112]			[kPa]								
[118]			[°]								
			[kPa]								
[113]	Gonflement		[kPa]								
			[%]								
[114]	CBR		[%]								
			[%]								
[---]	Corrosivité		[-]								
			[-]								
			[m²/g]								
			[%]								
			[%]								
	Autre										

Rapp.EL05X6.15731-2	Analyse granulométrique par tamisage et sédimentométrie	DE CERENVILLE

Mandat n°:	5731-2	Provenance:	Nyon	Sondage n°:	GT51	Profondeur:	5.10 - 5.50	m	Echantillon n°: 5.3
Masse humide:	g	Masse sèche:	1075.80 g	$\Delta\theta_{max}$:	8 mm	ρ_s:	2.7	cm^3	

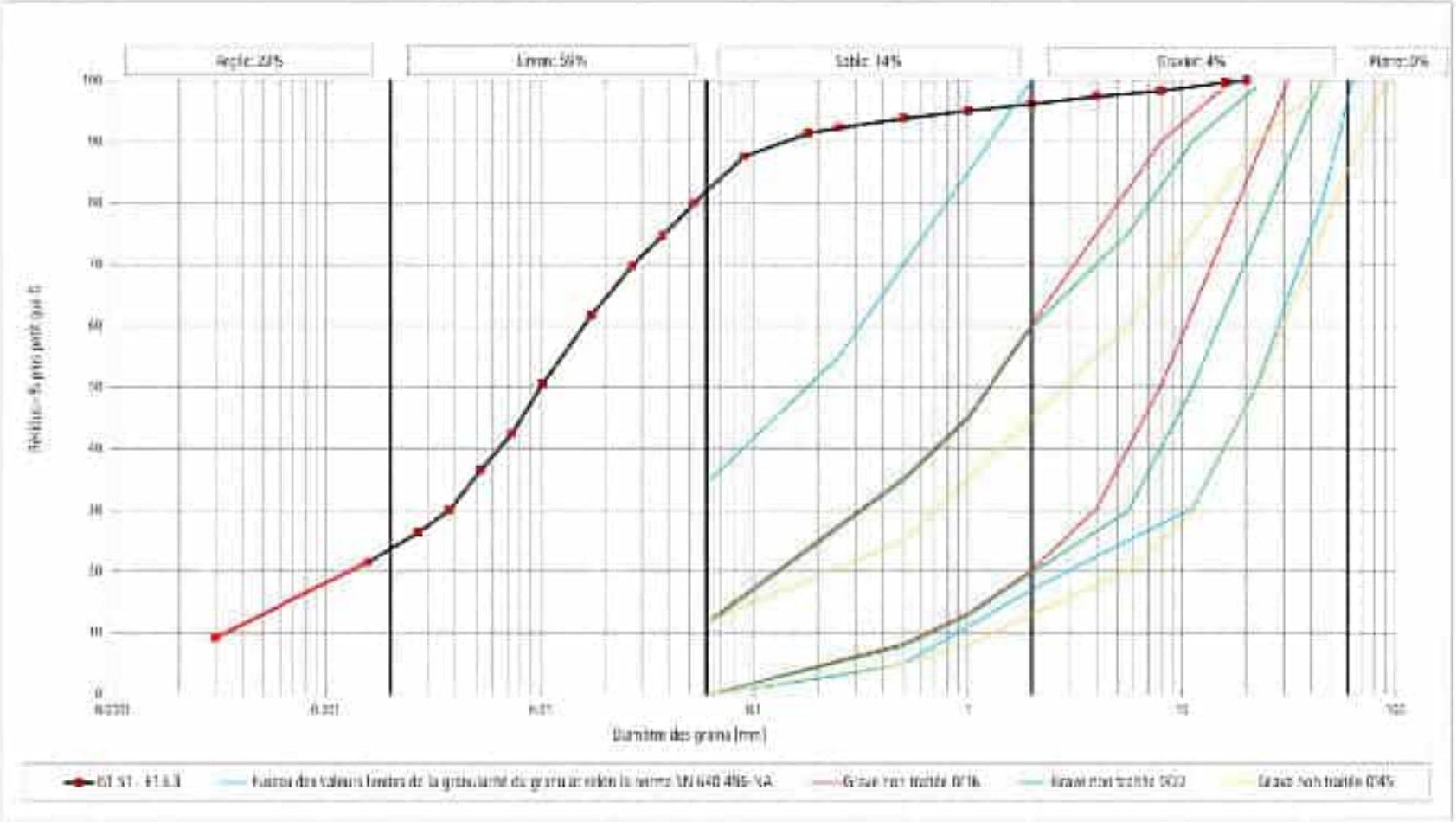


D85	0.079 mm	D60	0.011 mm	D50	0.0074 mm	D30	0.0029 mm	D15	0.00045 mm	D10	0.00024 mm
C_{u10} [-]	45.3	C_{u10} [-]	2.0	Perméabilité estimée selon Hazen	5.85-10 m/s						

Reproduction partielle interdite sans l'accord de De Cérenville Géotechnique SA - Le rapport ne concerne que l'objet soumis à l'essai

Rapp.EL05/06.15731-2	Analyse granulométrique par tamisage et sédimentométrie	DE CERENVILLE

Mandat n°:	5731-2	Provenance:	Nyon	Sondage n°:	ST31	Profondeur:	13.25 - 13.50 m	Echantillon n°:	13.3
Masse humide:	- g	Masse sèche:	1034.94 g	d_{max}:	20 mm	ρ_s:	2.7 cm^3		

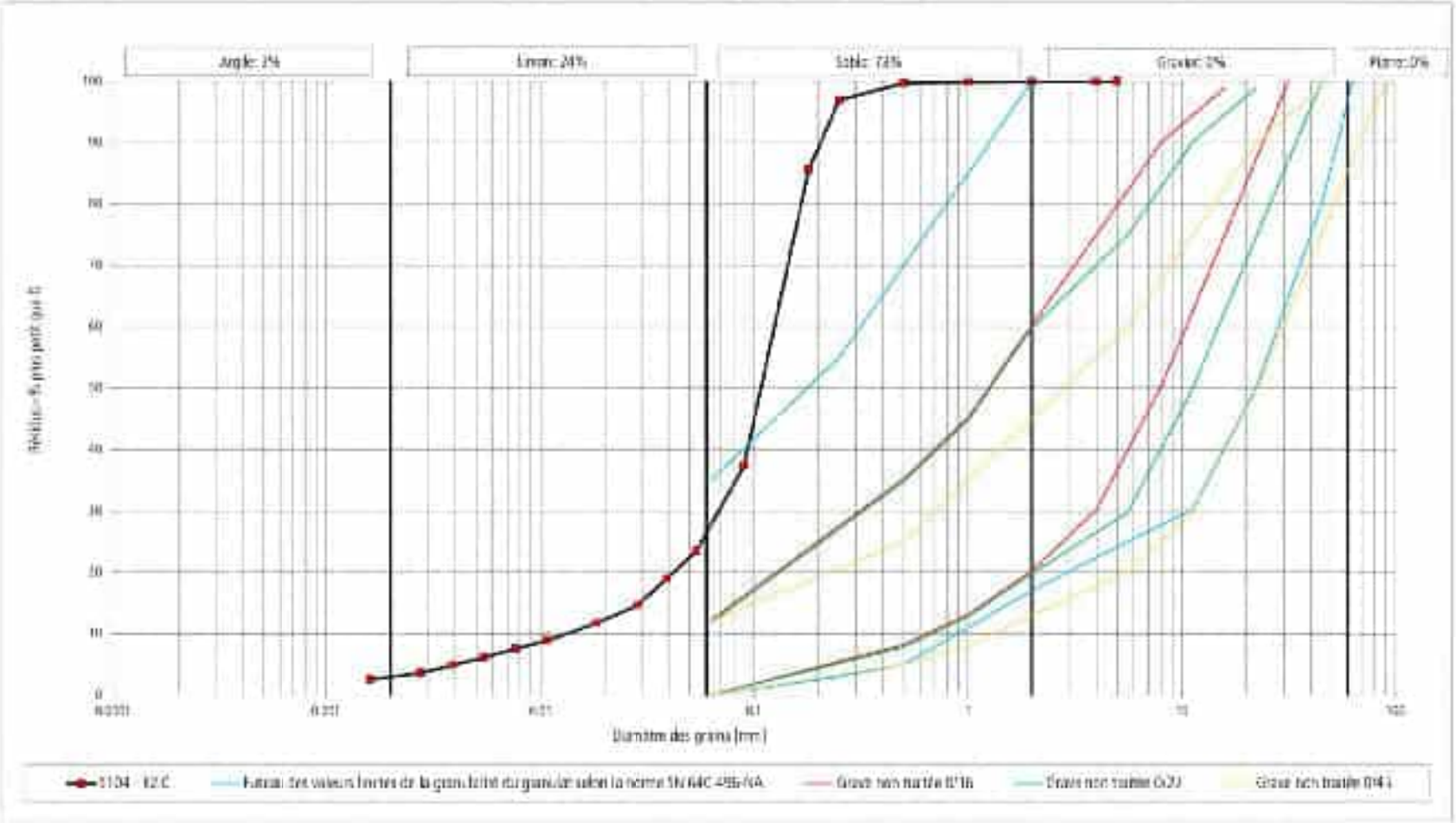


D85	0.077 mm	D60	0.016 mm	D50	0.010 mm	D30	0.0038 mm	D15	0.00065 mm	D10	0.00032 mm
C_{ad} [-]	50.2	C_{ad} [-]	2.7	Perméabilité assimilée selon Hazen	1.CE-09 m/s						

Reproduction partielle interdite sans l'accord de De Cérenville Géotechnique SA - Le rapport ne concerne que l'objet soumis à l'essai

Rapp.EL05/06.15731-2	Analyse granulométrique par tamisage et sédimentométrie	DE CERENVILLE

Mandat n°:	5731-2	Provenance:	Nyon	Sondage n°:	S104	Profondeur:	2.00 - 2.30 m	Echantillon n°:	2.C
Masse humide:	g	Masse sèche:	1142.35 g	d_{max}:	5 mm	ρ_s:	2.7 cm^3		

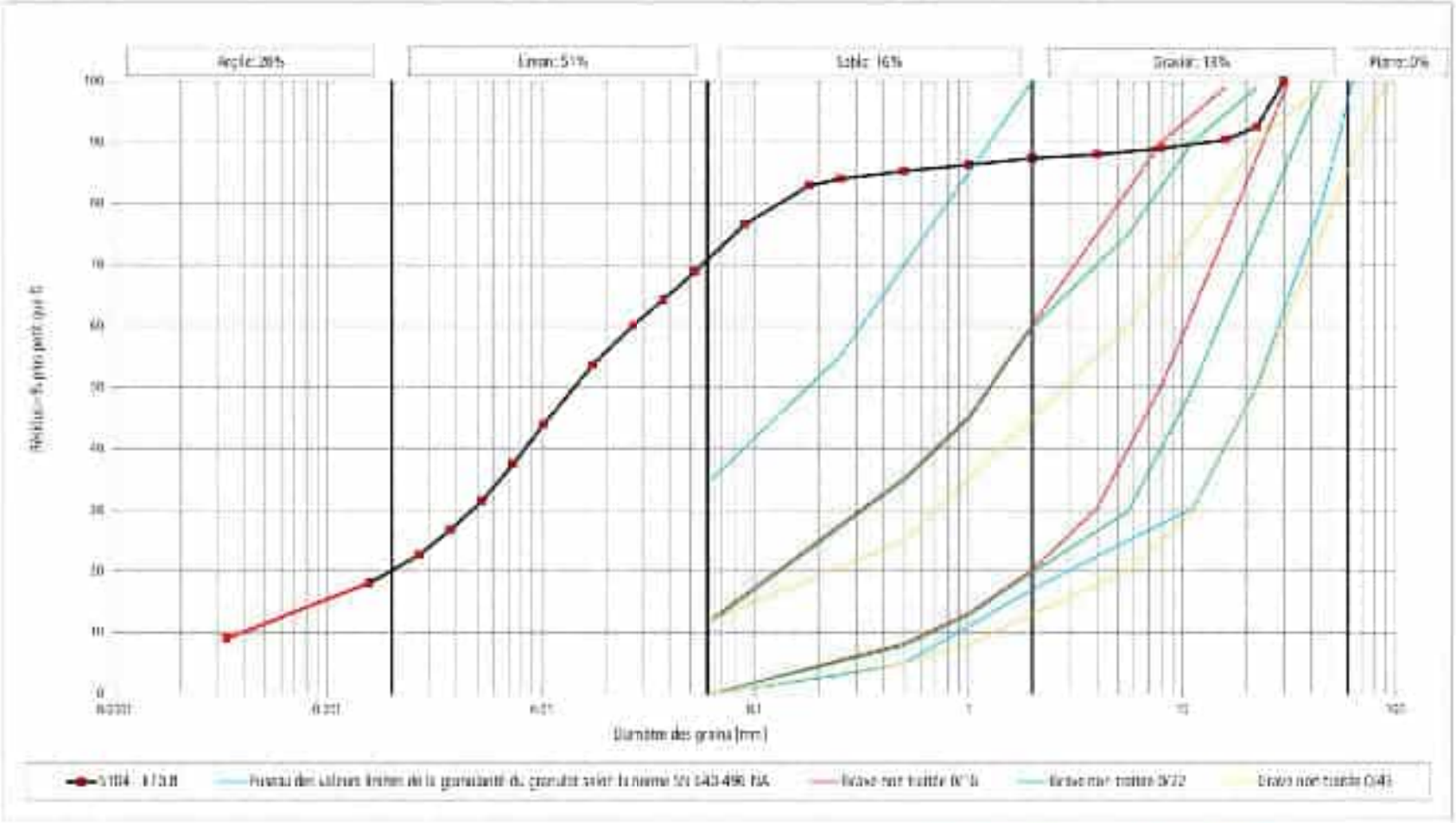


D85	0.179 mm	D60	0.137 mm	D50	0.114 mm	D30	0.069 mm	D15	0.023 mm	D10	0.019 mm
C_{ud} [-]	10.2	C_{cd} [-]	2.8	Perméabilité estimée selon Hazen	1.7E-06 m/s						

Reproduction partielle interdite sans l'accord de De Cérenville Géotechnique SA - Le rapport ne concerne que l'objet soumis à l'essai

Rapp.EL05/06.15731-2	Analyse granulométrique par tamisage et sédimentométrie	DE CERENVILLE

Mandat n°:	5731-2	Provenance:	Nyon	Sondage n°:	3104	Profondeur:	10.25 - 11.00 m	Echantillon n°:	10.8
Masse humide:	g	Masse sèche:	1263.02 g	d_{max}:	80 mm	ρ_s:	2.7 cm^3		

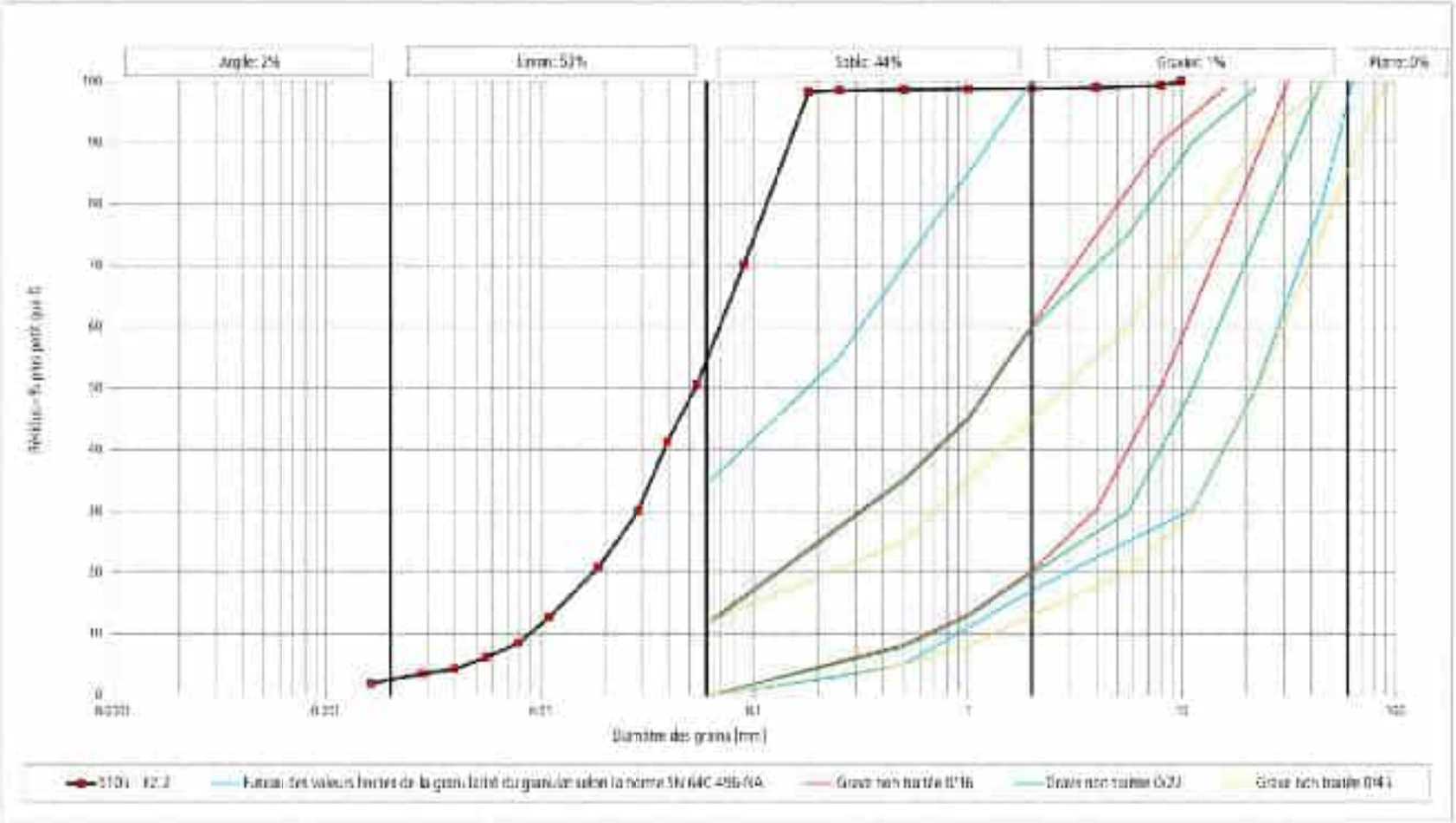


D85	0.443 mm	D60	0.027 mm	D50	0.019 mm	D30	0.0048 mm	D15	0.0003 mm	D10	0.0004 mm
C_{u} [-]	56.9	C_{c} [-]	2.2	Perméabilité estimée selon Hazen	1.05-09 m/s						

Reproduction partielle interdite sans l'accord de De Cérenville Géotechnique SA - Le rapport ne concerne que l'objet soumis à l'essai

Rapp.EL05/06.15731-2	Analyse granulométrique par tamisage et sédimentométrie	DE CERENVILLE

Mandat n°:	5731-2	Provenance:	Nyon	Sondage n°:	S105	Profondeur:	2.20 - 2.45 m	Echantillon n°:	2.2
Masse humide:	g	Masse sèche:	1115.98 g	d_{max}:	10 mm	ρ_s:	2.7 cm^3		

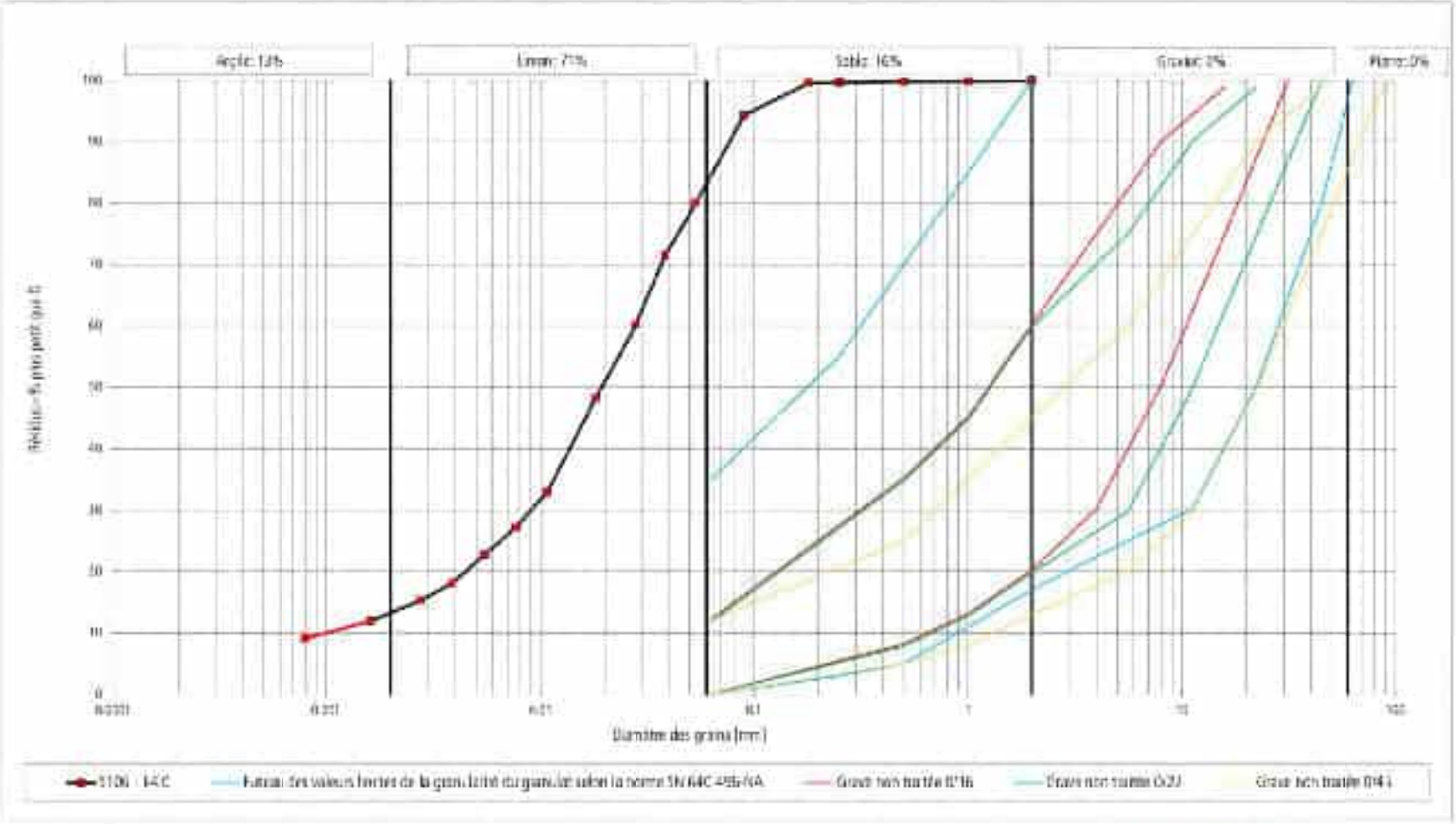


D85	0.137 mm	D60	0.069 mm	D50	0.059 mm	D30	0.029 mm	D15	0.016 mm	D10	0.0089 mm
C_{ud} [-]	7.8	C_{cd} [-]	1.3	Perméabilité assimilée, selon Hazen	7.5E-07 m/s						

Reproduction partielle interdite sans l'accord de De Cérenville Géotechnique SA - Le rapport ne concerne que l'objet soumis à l'essai

Rapp.EL05/06.15731-2	Analyse granulométrique par tamisage et sédimentométrie	DE CERENVILLE

Mandat n°:	5731-2	Provenance:	Nyon	Sondage n°:	S106	Profondeur:	4.00 - 4.35 m	Echantillon n°:	4.C
Masse humide:	g	Masse sèche:	109C.47 g	$\varnothing_{max}$:	2 mm	ρ_s:	2.7 cm³		

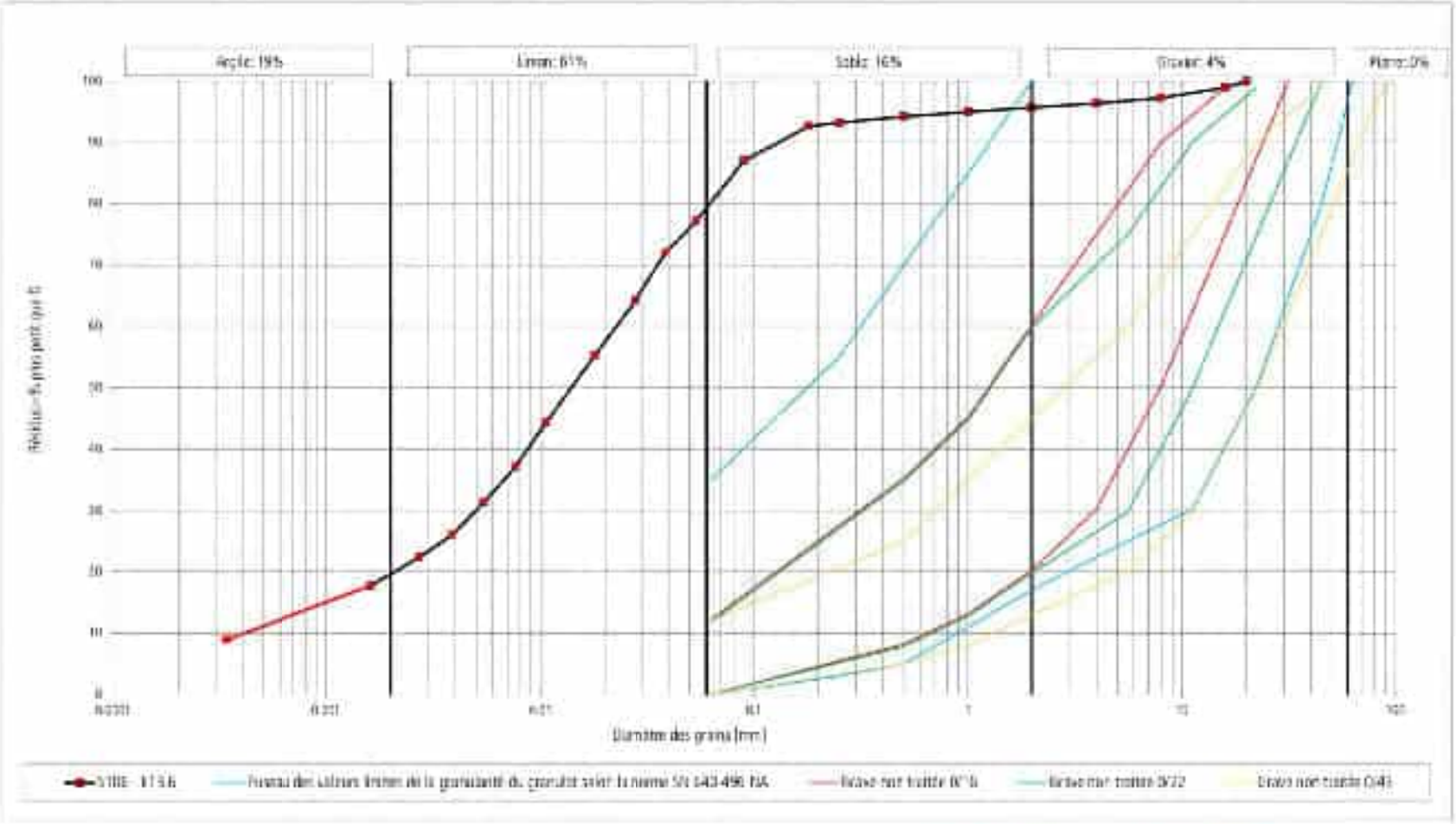


D85	0.064 mm	D60	0.028 mm	D50	0.019 mm	D30	0.0053 mm	D15	0.0027 mm	D10	0.0019 mm
C_{ud} [-]	27.8	C_{cd} [-]	2.6	Perméabilité estimée selon Hazen	1 CE-08 m/s						

Reproduction partielle interdite sans l'accord de De Cérenville Géotechnique SA - Le rapport ne concerne que l'objet soumis à l'essai

Rapp.EL05/06.15731-2	Analyse granulométrique par tamisage et sédimentométrie	DE CERENVILLE

Mandat n°:	5731-2	Provenance:	Nyon	Sondage n°:	31.06	Profondeur:	13.80 - 13.90	m	Ensemble n°:	33.6
Masse humide:	g	Masse sèche:	1724.17 g	$d\%_{max}$:	20 mm	p_c:	2.7	cm^3		

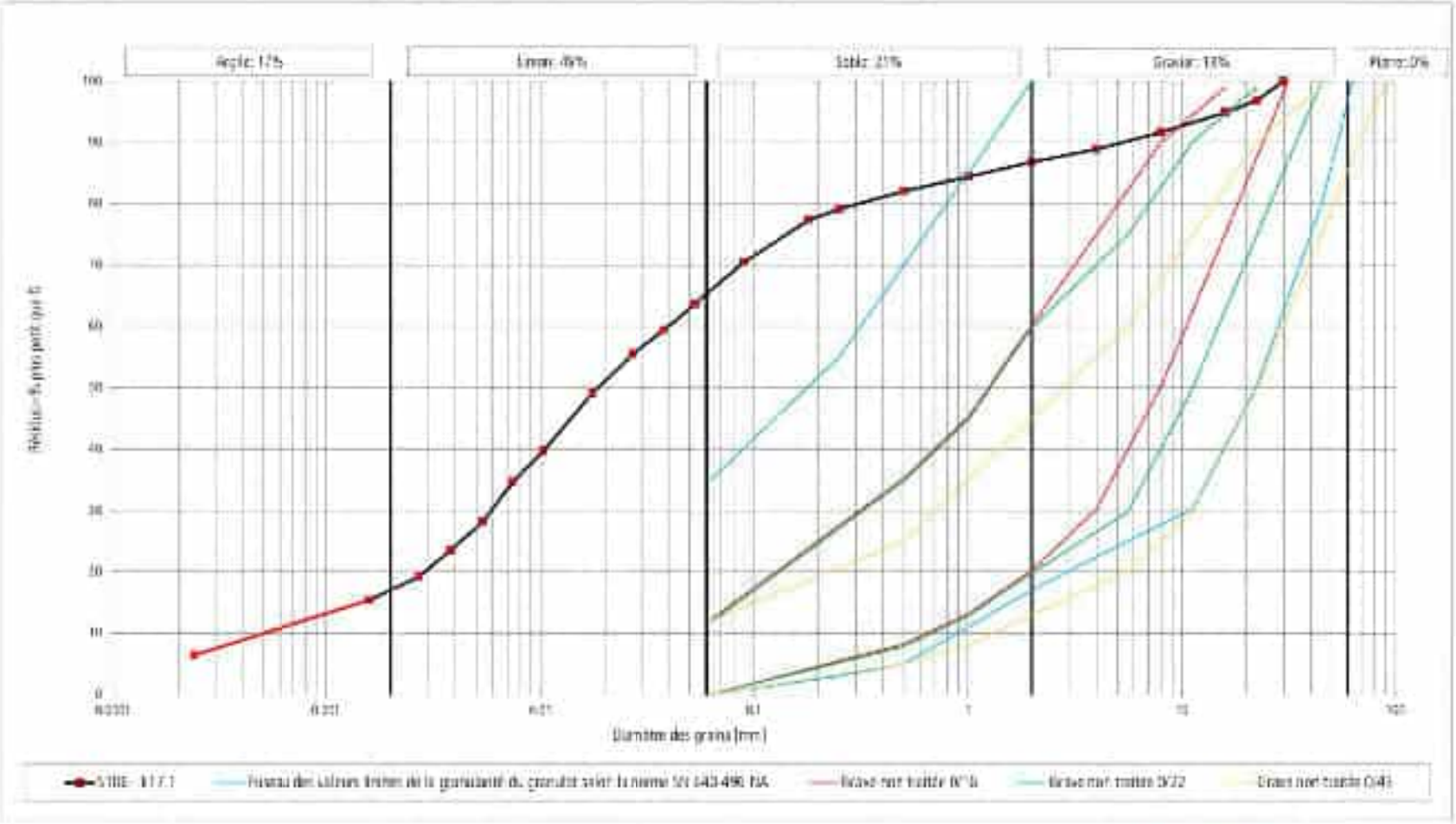


D85	0.082 mm	D60	0.077 mm	D50	0.014 mm	D30	0.0055 mm	D15	0.0010 mm	D10	0.0004 mm
C_{ub} [-]	23.8	C_{cr} [-]	2.8	Perméabilité estimée selon Hazen	1.05-09 m/s						

Reproduction partielle interdite sans l'accord de De Cérenville Géotechnique SA - Le rapport ne concerne que l'objet soumis à l'essai

Rapp.EL05/06.15731-2	Analyse granulométrique par tamisage et sédimentométrie	DE CERENVILLE

Mandat n°:	5731-2	Provenance:	Nyon	Sondage n°:	5108	Profondeur:	17.10 - 17.45	m	Ensemble n°:	17.1	
Masse humide:	g	Masse sèche:	1685.61	g	d_{max}	dC	mm	ρ_s	2.7	cm^3	

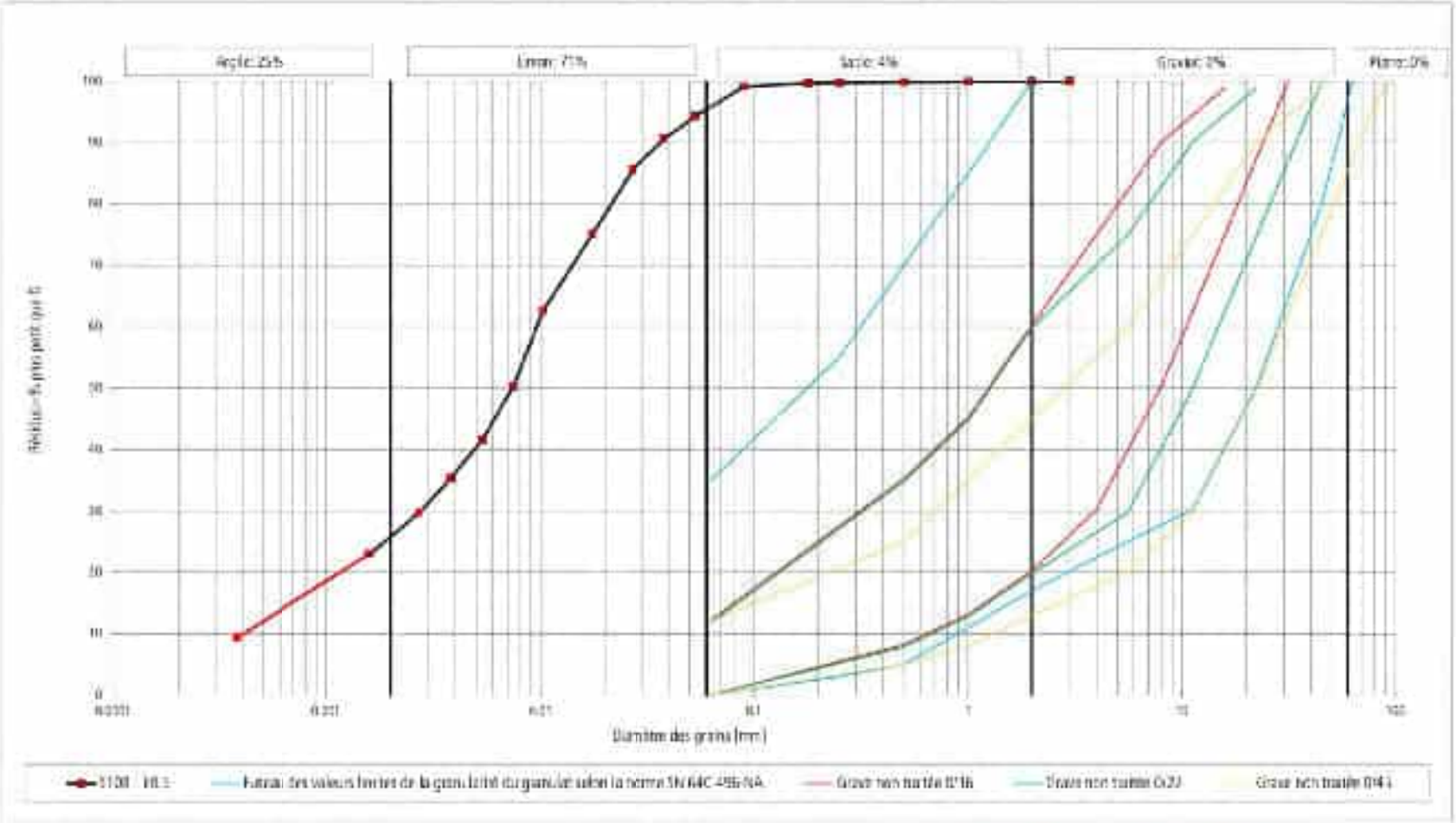


D85	1.738 mm	D60	0.040 mm	D50	0.015 mm	D30	0.0059 mm	D15	0.0015 mm	D10	0.0005 mm
C_{ud} [-]	80	C_{cd} [-]	1.7	Perméabilité estimée selon classe	2.15 09 m/s						

Reproduction partielle interdite sans l'accord de De Cérenville Géotechnique SA - Le rapport ne concerne que l'objet soumis à l'essai

Rapp.EL05/06.15731-2	Analyse granulométrique par tamisage et sédimentométrie	DE CERENVILLE

Mandat n°:	5731-2	Provenance:	Nyon	Sondage n°:	5108	Profondeur:	8.50 - 8.85 m	Echantillon n°:	8.5
Masse humide:	g	Masse sèche:	1111.95 g	$\varnothing_{max}$:	3 mm	ρ_s:	2.7 cm^3		

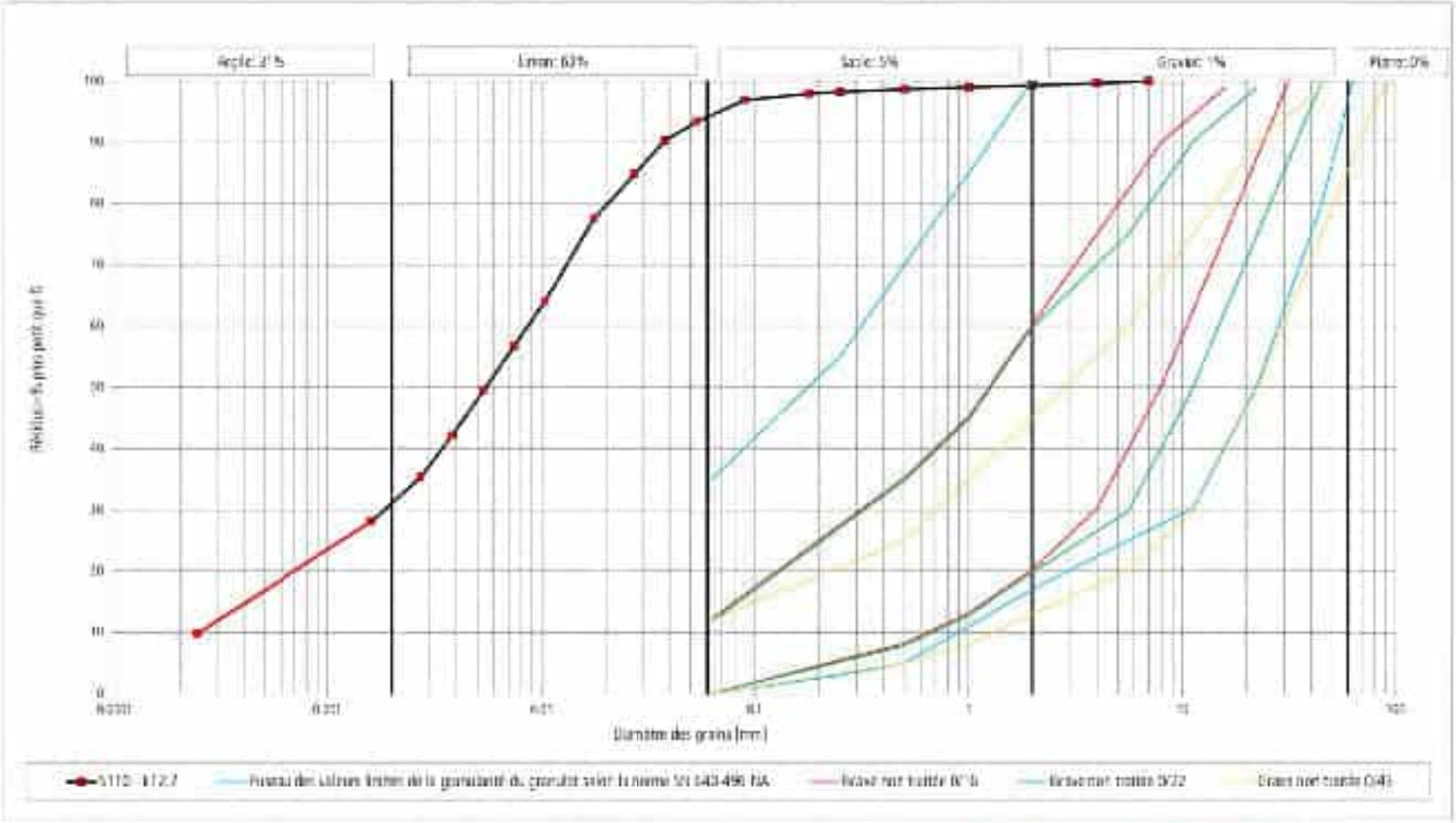


D85	0.075 mm	D60	0.0097 mm	D50	0.0074 mm	D30	0.0038 mm	D15	0.0003 mm	D10	0.0004 mm
$C_{u,c}$ [-]	24.2	$C_{u,c}$ [-]	2.0	Perméabilité estimée selon Hazen	1.05-09 m/s						

Reproduction partielle interdite sans l'accord de De Cérenville Géotechnique SA - Le rapport ne concerne que l'objet soumis à l'essai

Rapp.EL05/06.15731-2	Analyse granulométrique par tamisage et sédimentométrie	DE CERENVILLE

Mandat n°:	5731-2	Provenance:	Nyon	Sondage n°:	5110	Profondeur:	12.65 - 12.90 m	Echantillon n°:	12.7
Masse humide:	g	Masse sèche:	1167.38 g	$d\%_{max}$:	7 mm	ρ_s:	2.7 cm^3		

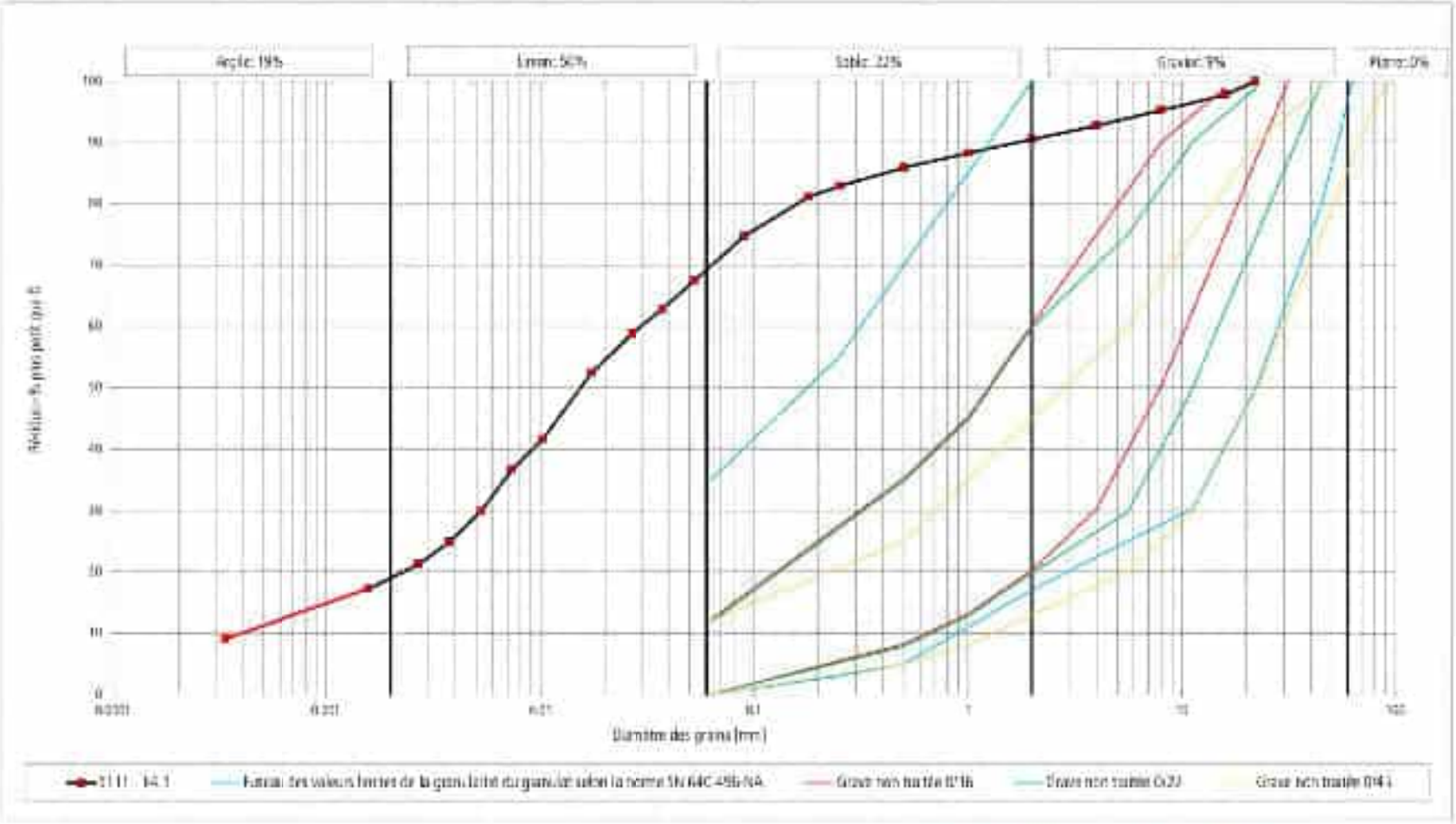


D85	0.078 mm	D60	0.0096 mm	D50	0.0055 mm	D30	0.0019 mm	D15	0.0004 mm	D10	0.0023 mm
C_{ud} [-]	34.4	C_{cd} [-]	1.7	Perméabilité estimée selon Hazen	6.3E-10 m/s						

Reproduction partielle interdite sans l'accord de De Cérenville Géotechnique SA - Le rapport ne concerne que l'objet soumis à l'essai

Rapp.EL05/06.15731-2	Analyse granulométrique par tamisage et sédimentométrie	DE CERENVILLE

Mandat n°:	15731-2	Provenance:	Nyon	Sondage n°:	3111	Profondeur:	4.05 - 4.20	m	Echantillon n°:	4.1	
Masse humide:	g	Masse sèche:	1338.32	g	$\varnothing_{max}$	22	mm	ρ_s	2.7	cm^3	

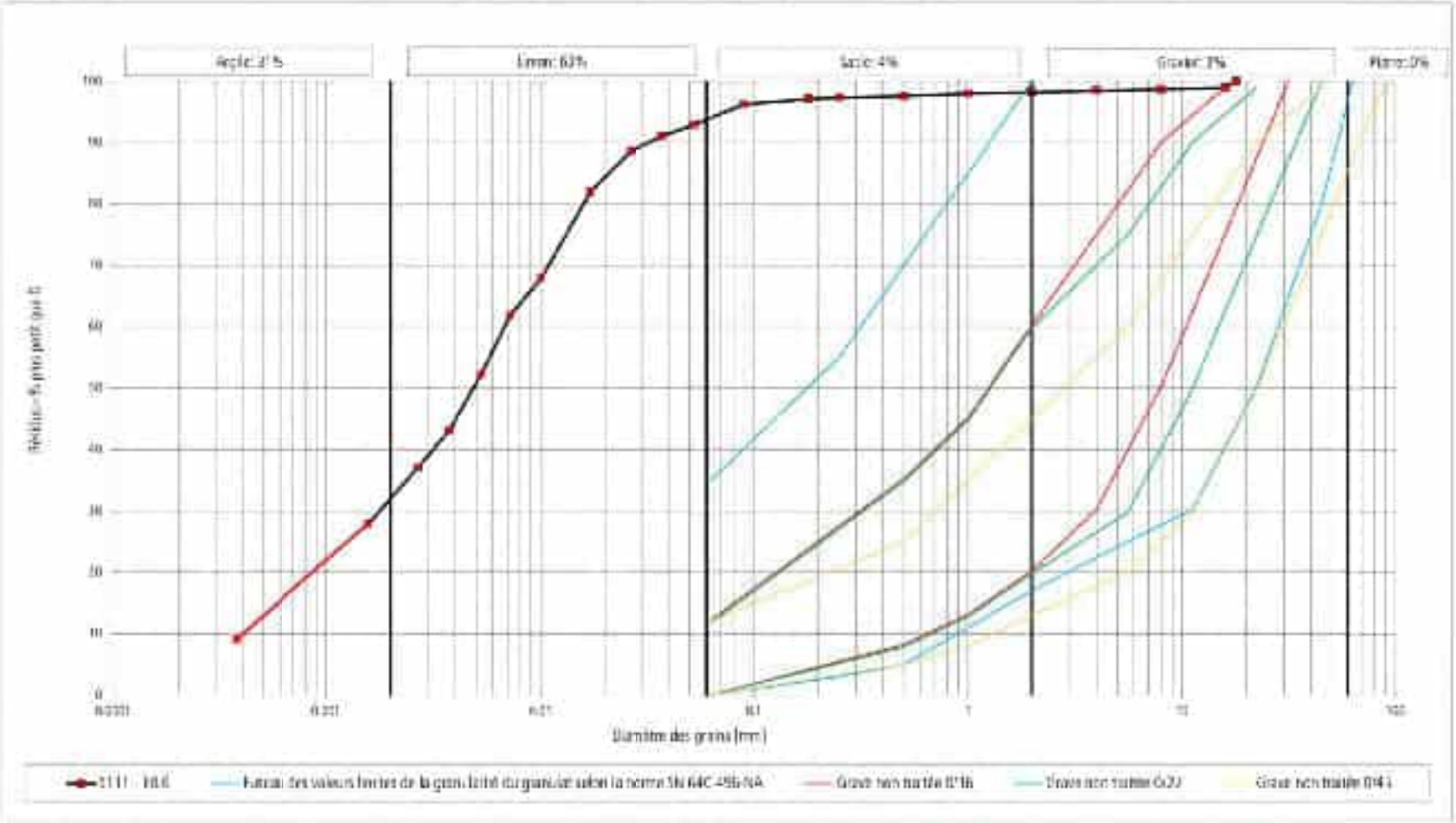


D85	0.424 mm	D60	0.079 mm	D50	0.016 mm	D30	0.0055 mm	D15	0.0010 mm	D10	0.0004 mm
C_{ud} H	22.3	C_{cd} H	2.4	Perméabilité estimée selon Hazen	1.05-09 m/s						

Reproduction partielle interdite sans l'accord de De Cérenville Géotechnique SA - Le rapport ne concerne que l'objet soumis à l'essai

Rapp.EL05/06.15731-2	Analyse granulométrique par tamisage et sédimentométrie	DE CÉRENVILLE

Mandat n°:	5731-2	Provenance:	Nyon	Sondage n°:	3111	Profondeur:	8.60 - 8.90 m	Echantillon n°:	8.6
Masse humide:	g	Masse sèche:	1041.24 g	d_{max}:	16 mm	p_0:	2.7 cm²		

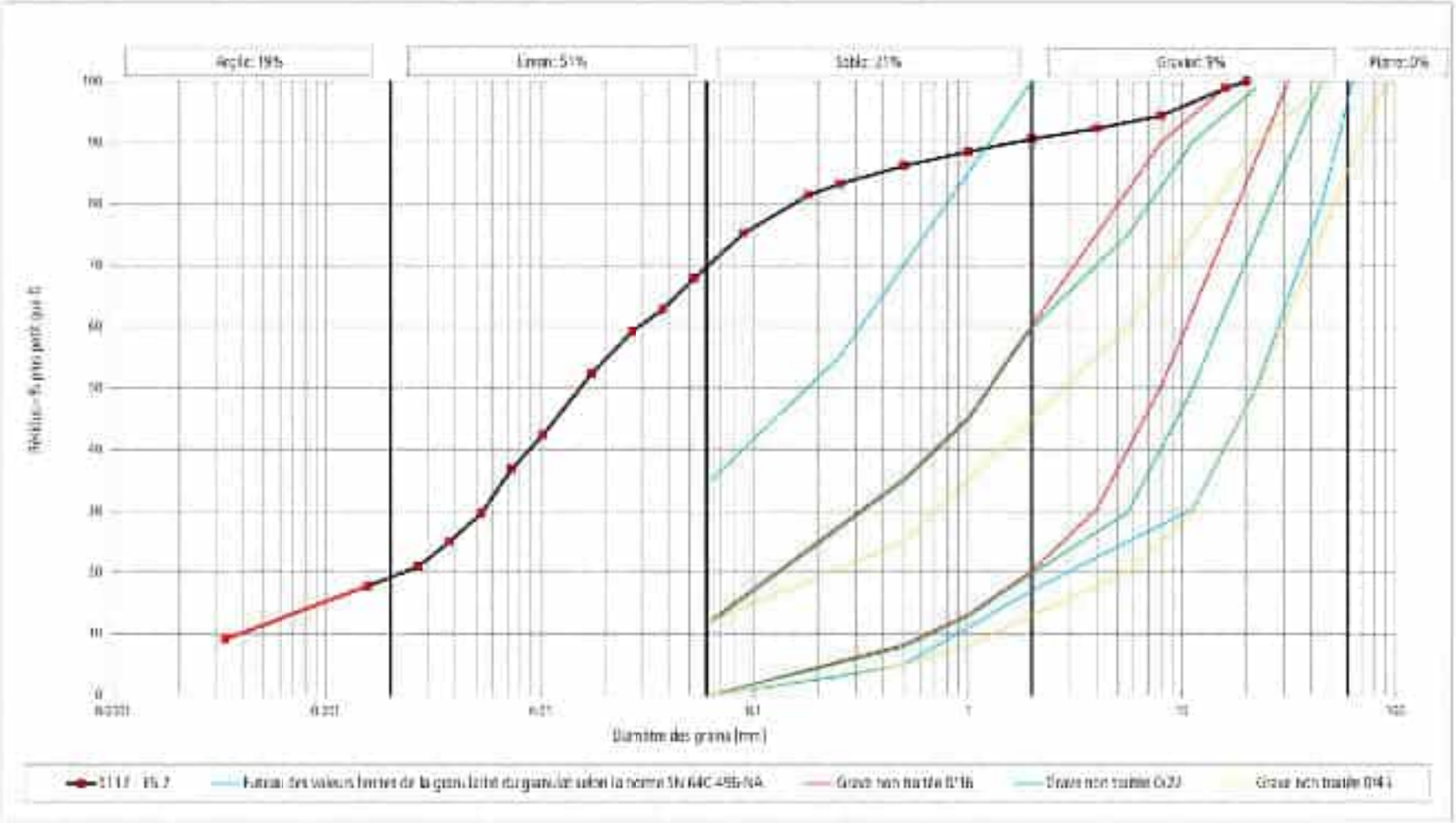


D85	0.079 mm	D60	0.0068 mm	D50	0.0045 mm	D30	0.0018 mm	D15	0.0005 mm	D10	0.0004 mm
$C_{u,H}$	17.8	$C_{c,H}$	1.2	Perméabilité estimée selon Hazen	1.05-09 m/s						

Reproduction partielle interdite sans l'accord de De Cérenville Géotechnique SA - Le rapport ne concerne que l'objet soumis à l'essai

Rapp.EL05/06.15731-2	Analyse granulométrique par tamisage et sédimentométrie	DE CÉRENVILLE

Mandat n°:	5731-2	Provenance:	Nyon	Sondage n°:	3112	Profondeur:	5.65 - 5.90	m	Ensemble n°:	5.3	
Masse humide:		g	Masse sèche:	1050.1	g	d_{max}:	20	mm	p_0:	2.7	cm^3

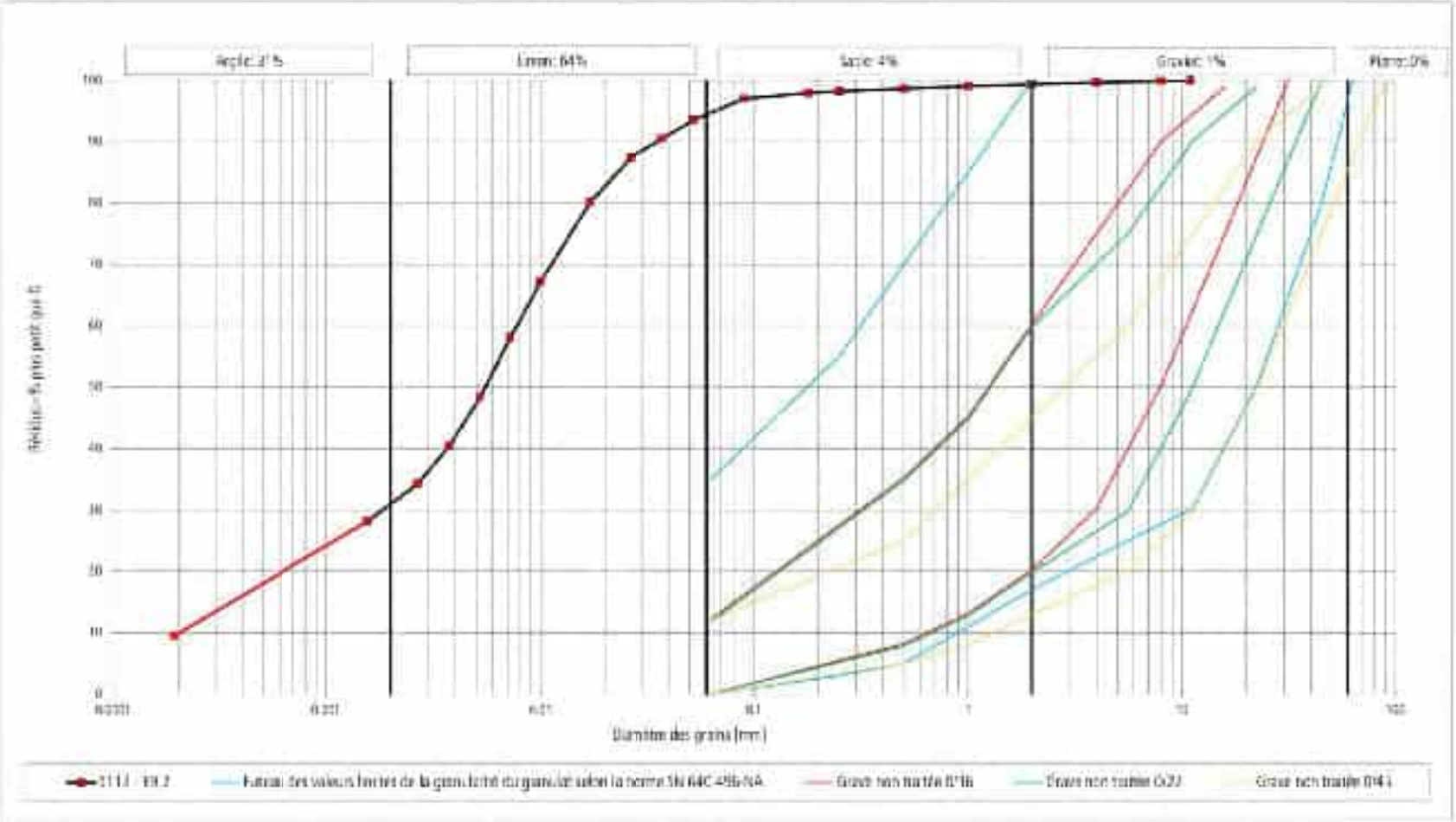


D85	0.497 mm	D60	0.079 mm	D50	0.016 mm	D30	0.0264 mm	D15	0.0010 mm	D10	0.0004 mm
C_{ud} H	23.1	C_{ud} H	2.5	Perméabilité estimée selon Hazen	1.05-09 m/s						

Reproduction partielle interdite sans l'accord de De Cérenville Géotechnique SA - Le rapport ne concerne que l'objet soumis à l'essai

Rapp.EL05/06.15731-2	Analyse granulométrique par tamisage et sédimentométrie	DE CERENVILLE

Mandat n°:	5731-2	Provenance:	Nyon	Sondage n°:	3112	Profondeur:	8.65 - 10.00 m	Echantillon n°:	9.7
Masse humide:	g	Masse sèche:	1117.24 g	d_{max}:	11 mm	ρ_s:	2.7 cm^3		

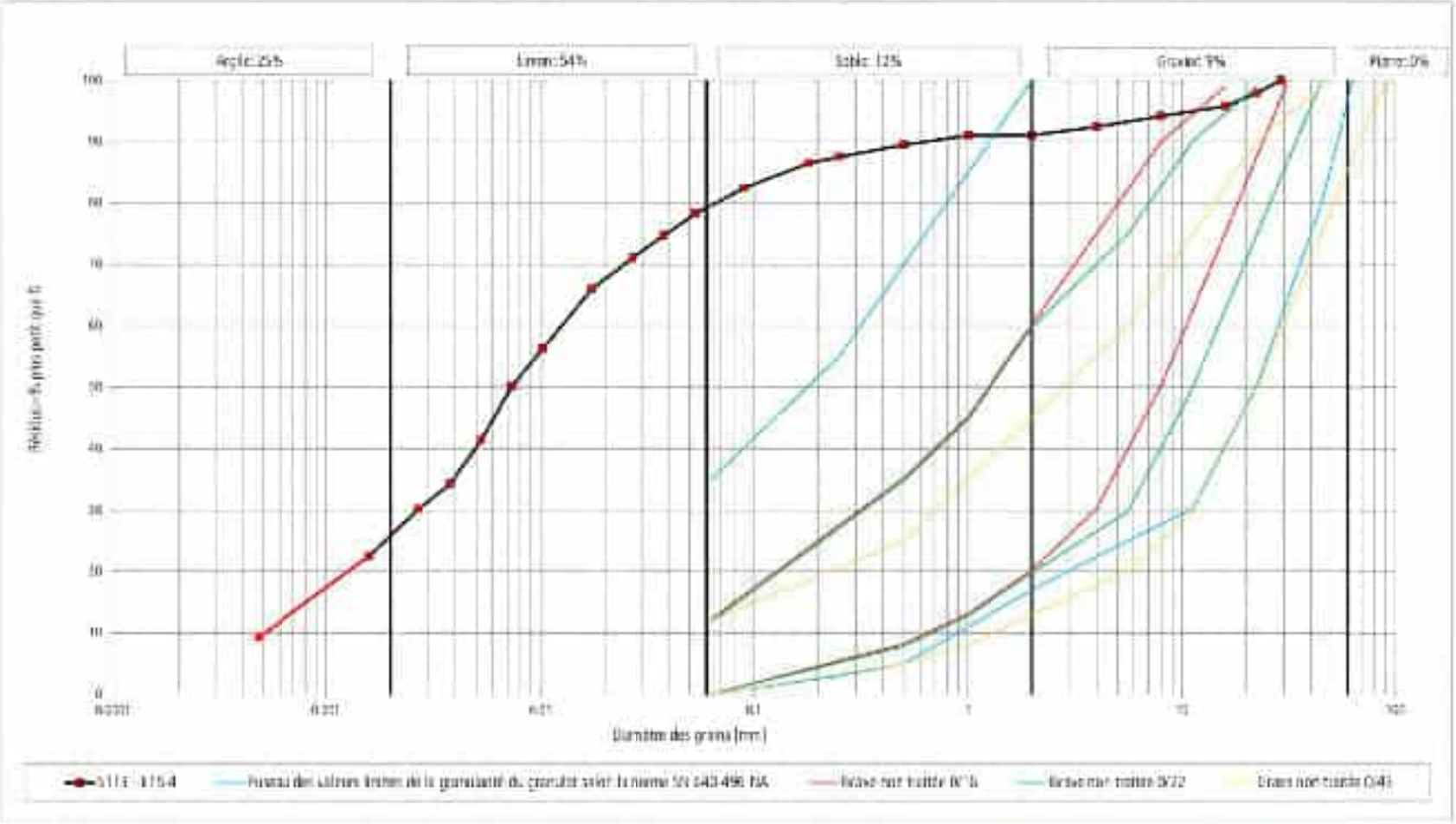


D85	0.072 mm	D60	0.0028 mm	D50	0.0056 mm	D30	0.0039 mm	D15	0.00036 mm	D10	0.0003 mm
C_{ud} [-]	39.2	C_{cd} [-]	2.3	Perméabilité estimée selon Hazen	4.0E-10 m/s						

Reproduction partielle interdite sans l'accord de De Cérenville Géotechnique SA - Le rapport ne concerne que l'objet soumis à l'essai

Rapp.EL05/06.15731-2	Analyse granulométrique par tamisage et sédimentométrie	DE CERENVILLE

Mandat n°:	5731-2	Provenance:	Nycn	Sondage n°:	3113	Profondeur:	15.35 - 15.60 m	Echantillon n°:	15.4
Masse humide:	g	Masse sèche:	1333 g	d_{max}:	25 mm	ρ_s:	2.7 cm^3		

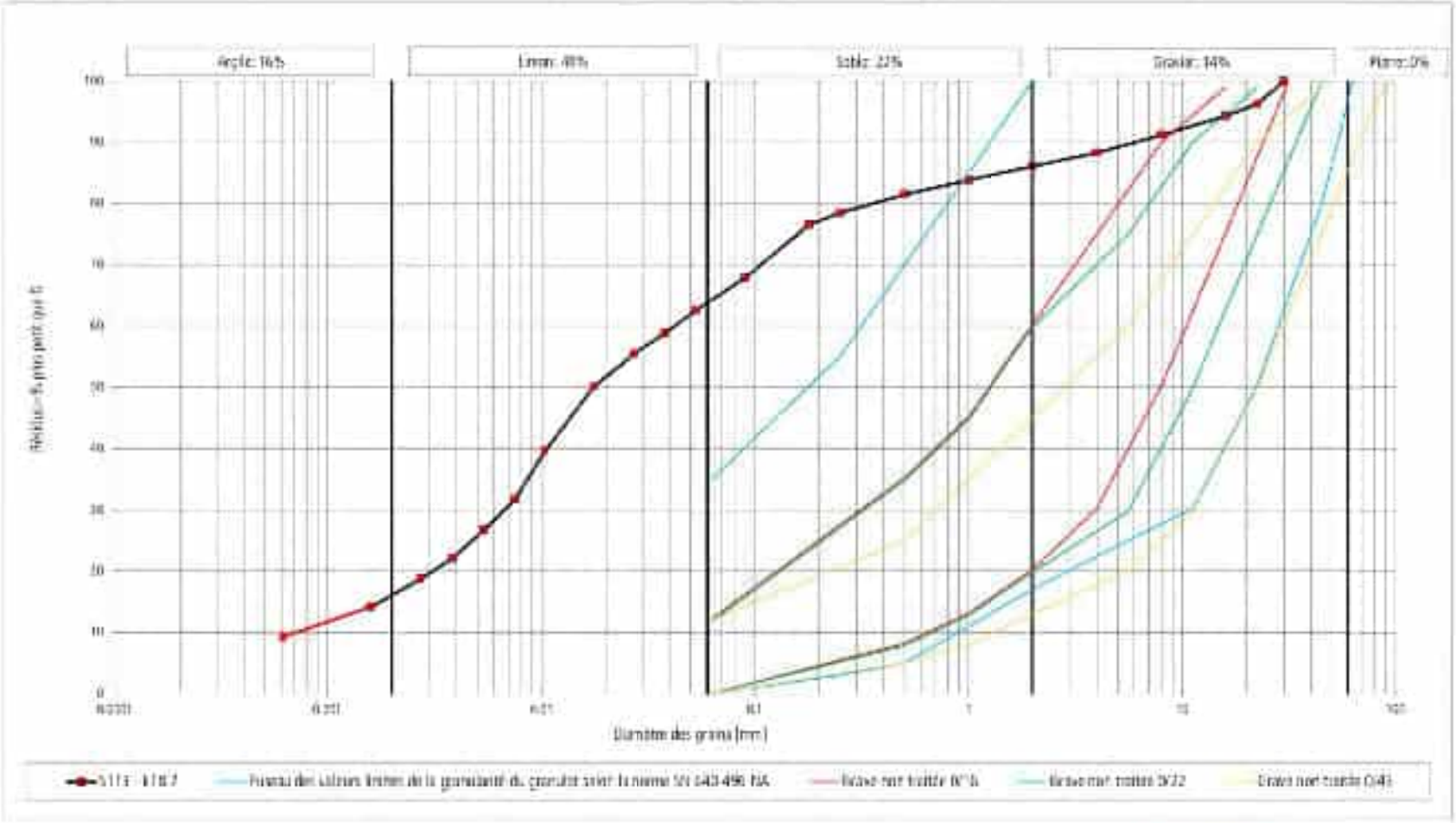


D85	0.146 mm	D60	0.013 mm	D50	0.0079 mm	D30	0.0027 mm	D15	0.0006 mm	D10	0.0005 mm
C_{ud} H	23.8	C_{uc} H	1.0	Perméabilité estimée selon Hazen	3.0E-09 m/s						

Reproduction partielle interdite sans l'accord de De Cérenville Géotechnique SA - Le rapport ne concerne que l'objet soumis à l'essai

Rapp.EL05/06.15731-2	Analyse granulométrique par tamisage et sédimentométrie	DE CERENVILLE

Mandat n°:	5731-2	Provenance:	Nyon	Sondage n°:	3113	Profondeur:	18.20 - 19.00 m	Echantillon n°:	18.2
Masse humide:	g	Masse sèche:	3500 g	$d\%_{max}$:	30 mm	ρ_s:	2.7 cm^3		

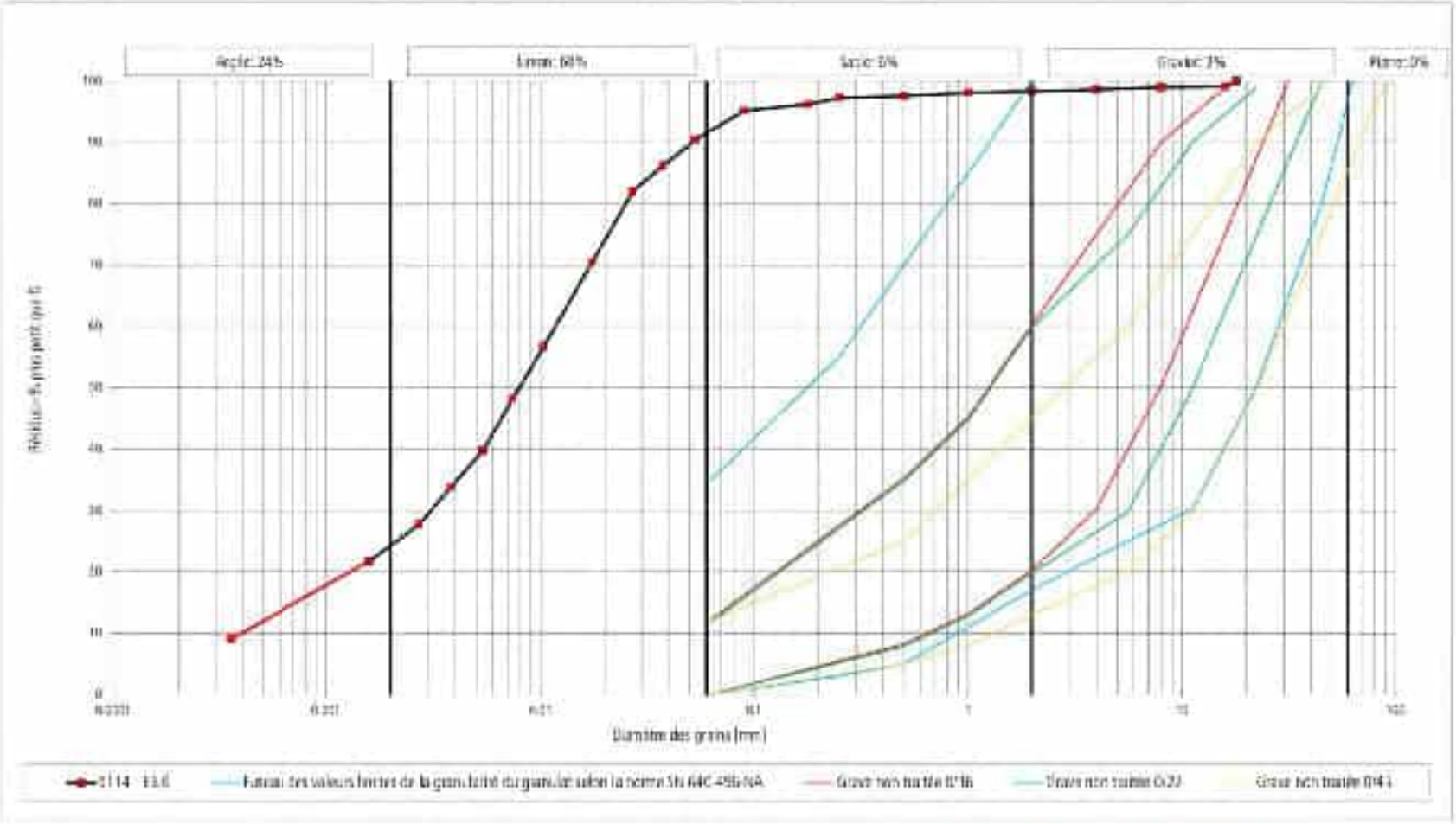


D85	1.588 mm	D60	0.047 mm	D50	0.017 mm	D30	0.0069 mm	D15	0.0017 mm	D10	0.0007 mm
C_{ud} H	38.6	C_{ud} H	1.6	Perméabilité estimée selon Hazen	4.5E-09 m/s						

Reproduction partielle interdite sans l'accord de De Cérenville Géotechnique SA - Le rapport ne concerne que l'objet soumis à l'essai

Rapp.EL05/06.15731-2	Analyse granulométrique par tamisage et sédimentométrie	DE CÉRENVILLE

Mandat n°:	5731-2	Provenance:	Nyon	Sondage n°:	5114	Profondeur:	3.80 - 4.00	m	Echantillon n°:	3.6	
Masse humide:	g	Masse sèche:	1036.88	g	$d\%_{max}$:	18	mm	ρ_s:	2.7	cm^3	

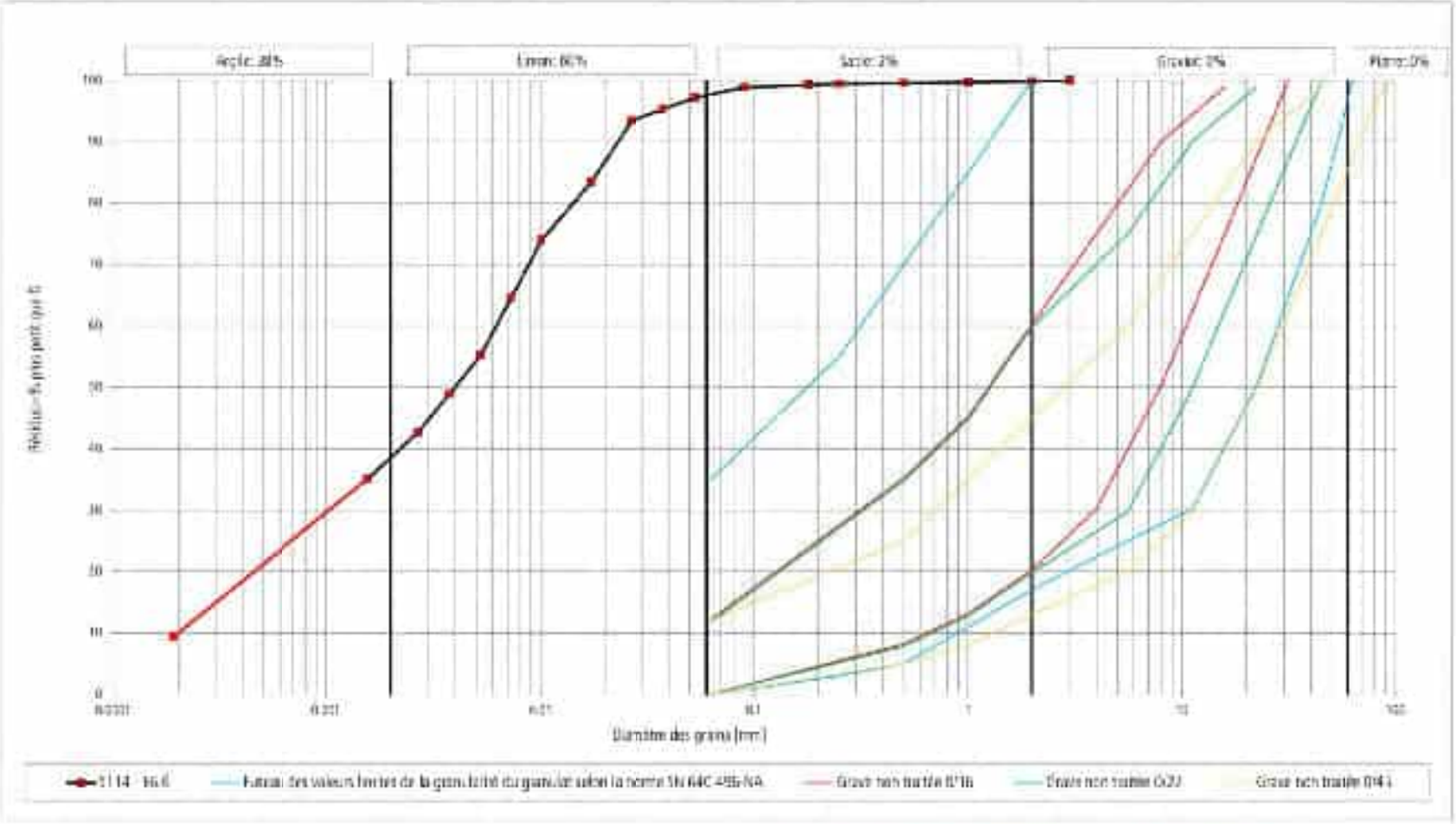


D85	0.034 mm	D60	0.017 mm	D50	0.0086 mm	D30	0.0031 mm	D15	0.0003 mm	D10	0.0004 mm
C_{u5} 14	20	C_{u6} 14	2.0	Perméabilité estimée selon Hazen	1.05-09 m/s						

Reproduction partielle interdite sans l'accord de De Cérenville Géotechnique SA - Le rapport ne concerne que l'objet soumis à l'essai

Rapp.EL05/06.15731-2	Analyse granulométrique par tamisage et sédimentométrie	DE CERENVILLE

Mandat n°:	5731-2	Provenance:	Nyon	Sondage n°:	5114	Profondeur:	6.80 - 7.00 m	Echantillon n°:	6.6
Masse humide:	g	Masse sèche:	682.53 g	d_{max}:	4 mm	ρ_s:	2.7 cm^3		

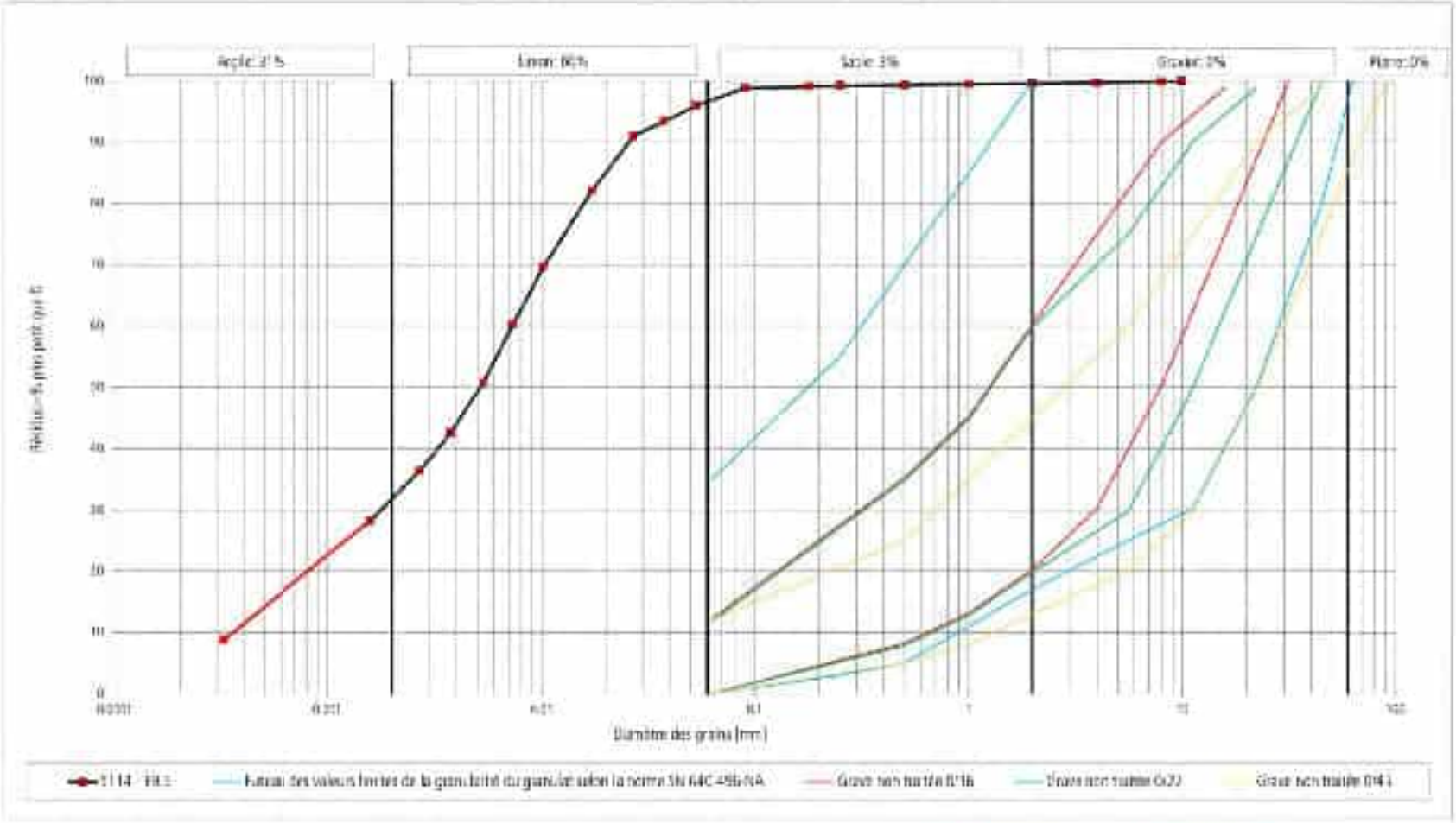


D85	0.018 mm	D60	0.0067 mm	D50	0.0040 mm	D30	0.0013 mm	D15	0.0003 mm	D10	0.0003 mm
C_{u} [-]	20.3	C_{c} [-]	1.0	Perméabilité estimée selon Hazen	4.0E-10 m/s						

Reproduction partielle interdite sans l'accord de De Cérenville Géotechnique SA - Le rapport ne concerne que l'objet soumis à l'essai

Rapp.EL05/06.15731-2	Analyse granulométrique par tamisage et sédimentométrie	DE CERENVILLE

Mandat n°:	5731-2	Provenance:	Nyon	Sondage n°:	S114	Profondeur:	9.50 - 9.80 m	Echantillon n°:	9.5
Masse humide:	g	Masse sèche:	776.2 g	d_{max}:	10 mm	ρ_s:	2.7 cm^3		

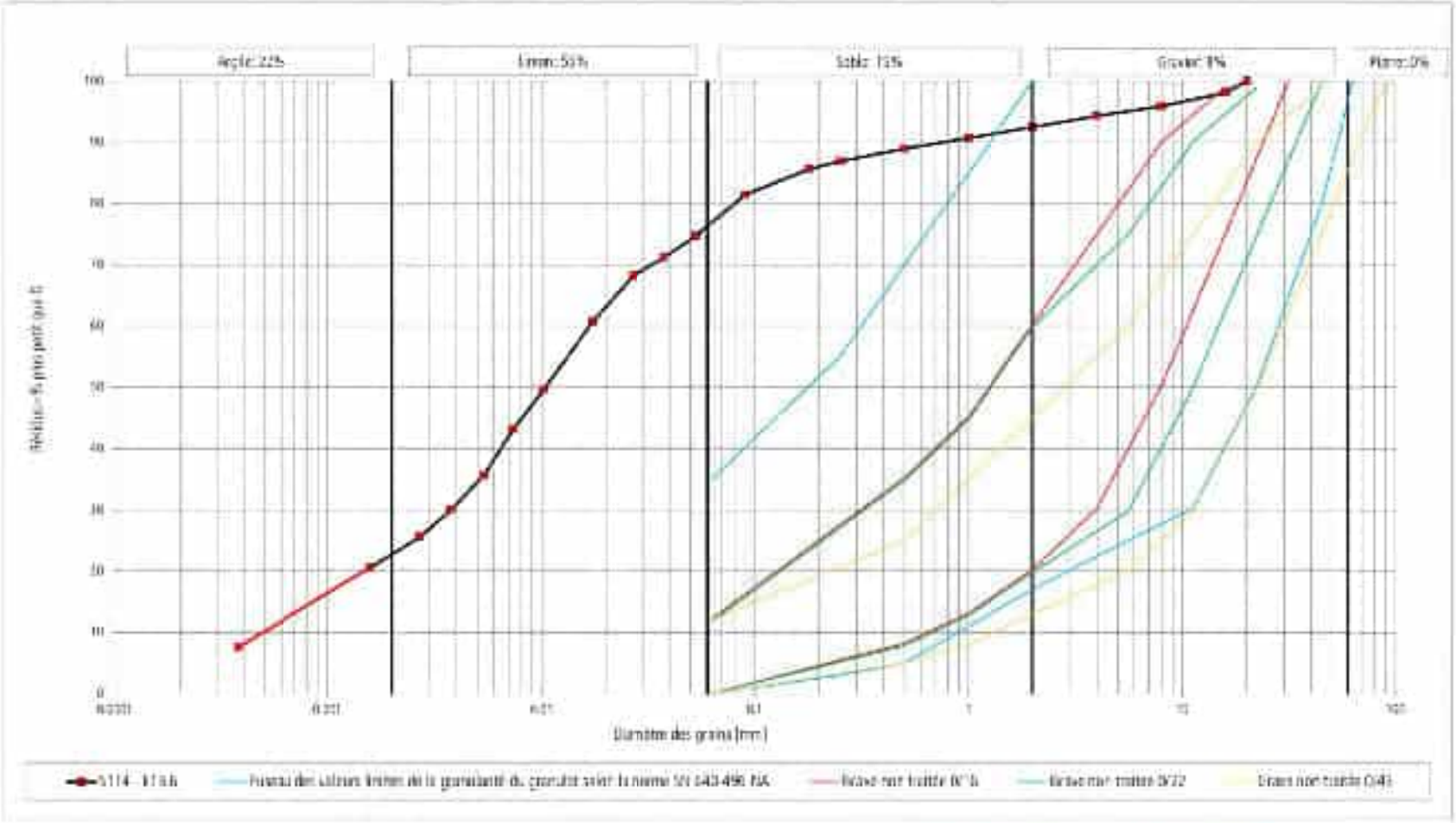


D85	0.029 mm	D60	0.0073 mm	D50	0.0052 mm	D30	0.0018 mm	D15	0.00054 mm	D10	0.0036 mm
C_{u} [-]	20.2	C_{c} [-]	1.2	Perméabilité estimée selon Hazen	1.3E-09 m/s						

Reproduction partielle interdite sans l'accord de De Cérenville Géotechnique SA - Le rapport ne concerne que l'objet soumis à l'essai

Rapp.EL05/06.15731-2	Analyse granulométrique par tamisage et sédimentométrie	DE CERENVILLE

Mandat n°:	5731-2	Provenance:	Nycn	Sondage n°:	S114	Profondeur:	13.80 - 13.90 m	Ensemble n°:	13.6
Masse humide:	g	Masse sèche:	969.92 g	$\varnothing_{max}$:	20 mm	ρ_s:	2.7 cm^3		

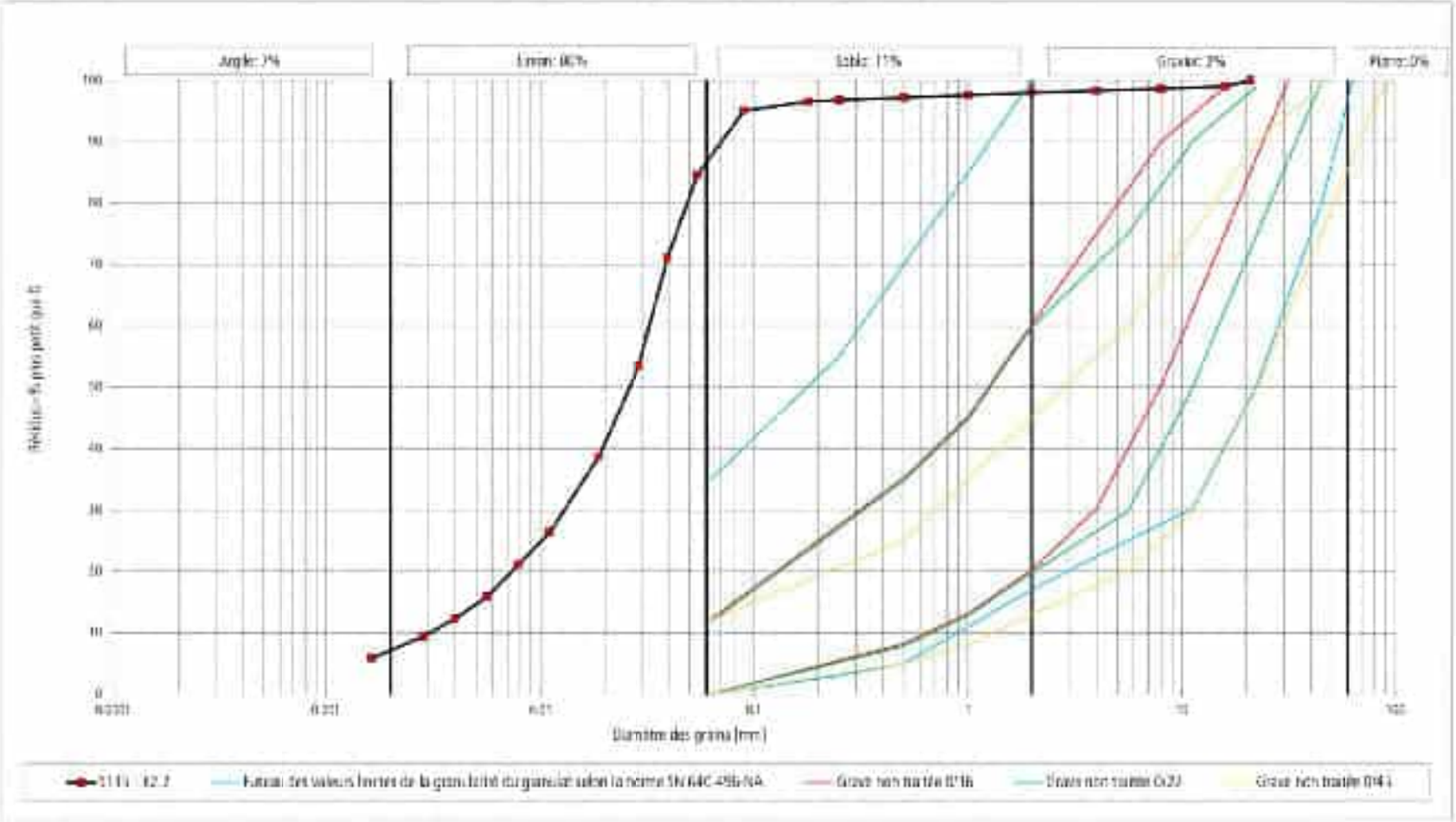


D85	0.168 mm	D60	0.017 mm	D50	0.010 mm	D30	0.0038 mm	D15	0.0003 mm	D10	0.0005 mm
C_{ud} [-]	34.3	C_{cd} [-]	1.7	Perméabilité estimée selon Hazen	2.4E-09 m/s						

Reproduction partielle interdite sans l'accord de De Cérenville Géotechnique SA - Le rapport ne concerne que l'objet soumis à l'essai

Rapp.EL05/06.15731-2	Analyse granulométrique par tamisage et sédimentométrie	DE CÉRENVILLE

Mandat n°:	5731-2	Provenance:	Nyon	Sondage n°:	5115	Profondeur:	2.20 - 3.00 m	Ensemble n°:	2.7
Masse humide:	g	Masse sèche:	1244.52 g	$\varnothing_{max}$:	27 mm	ρ_s:	2.7 cm^3		

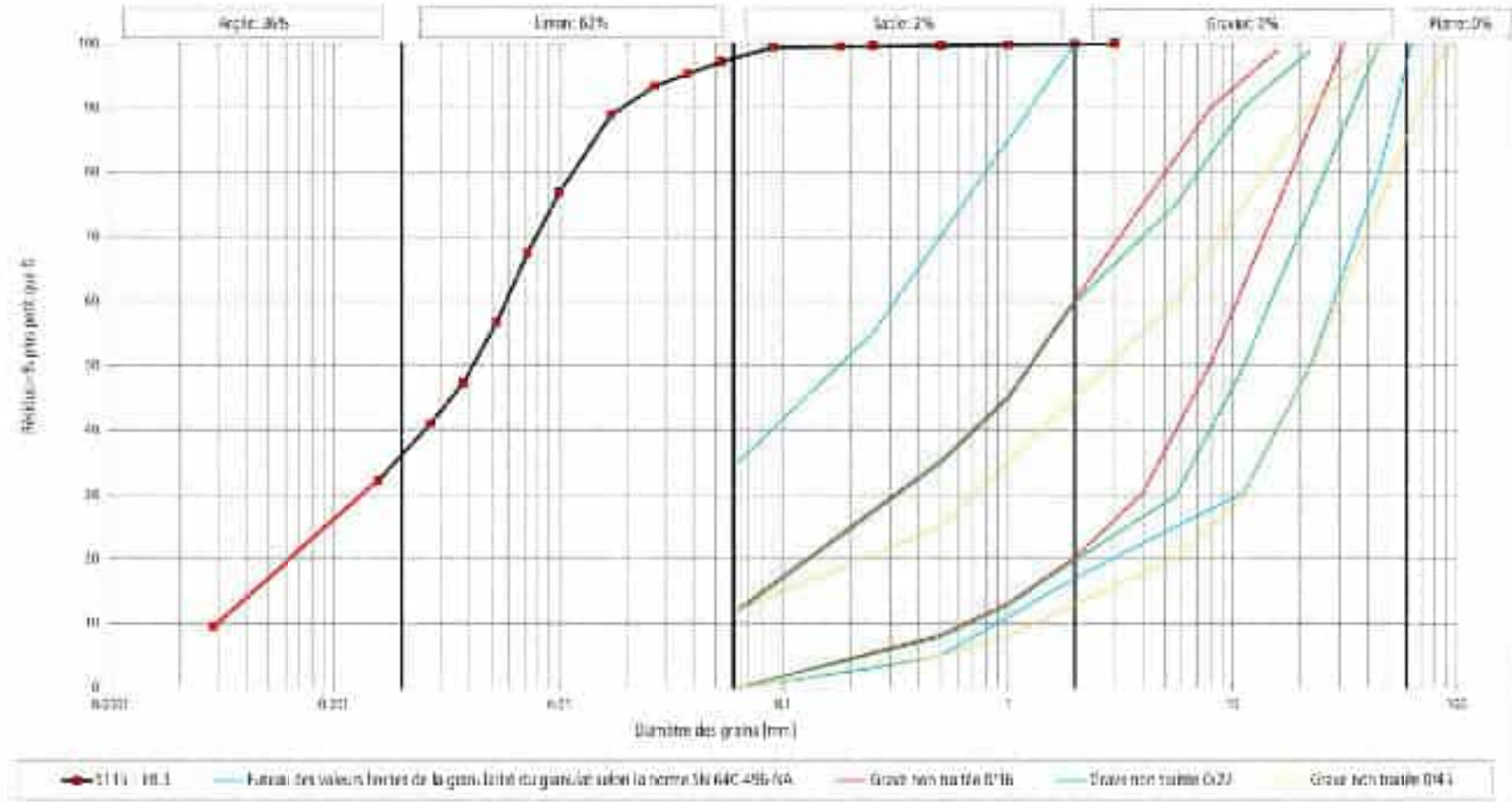


D85	0.056 mm	D60	0.037 mm	D50	0.036 mm	D30	0.018 mm	D15	0.0053 mm	D10	0.0031 mm
C_{ud} [-]	10.4	C_{cd} [-]	1.8	Perméabilité essentielle selon Hazen	9.5E-08 m/s						

Reproduction partielle interdite sans l'accord de De Cérenville Géotechnique SA - Le rapport ne concerne que l'objet soumis à l'essai

Rapp.EL05/06.15731-2	Analyse granulométrique par tamisage et sédimentométrie	DE CÉRENVILLE

Mandat n°:	5731-2	Provenance:	Nyon	Sondage n°:	5115	Profondeur:	8.30 - 8.50 m	Echantillon n°:	8.3
Masse humide:	g	Masse sèche:	982.94 g	d_{max}:	5 mm	p_0:	2.7 cm²		

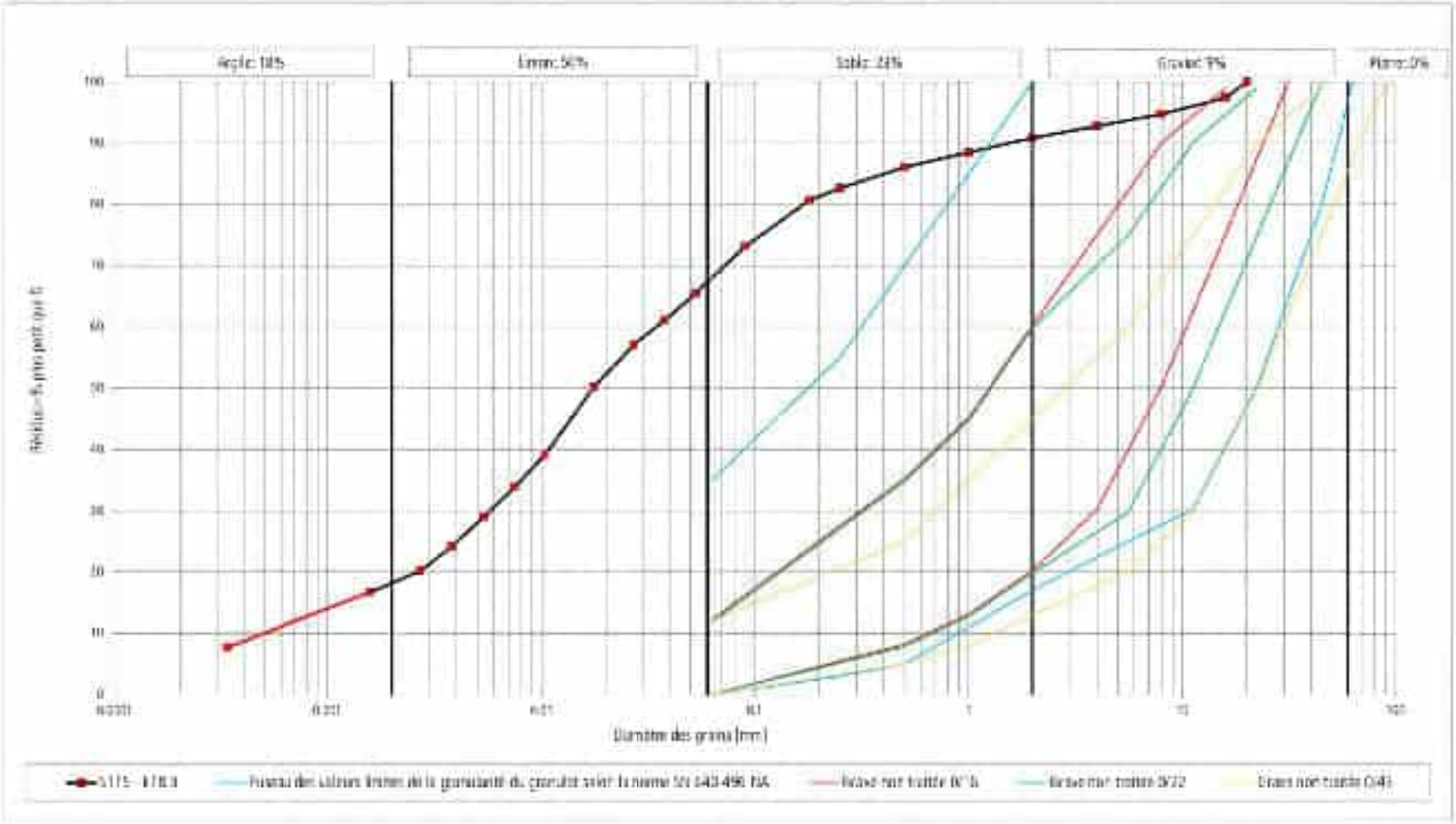


D85	0.015 mm	D60	0.0058 mm	D50	0.0041 mm	D30	0.0034 mm	D15	0.0044 mm	D10	0.0009 mm
C_{ub} [-]	18.3	C_{cr} [-]	1.2	Perméabilité estimée selon Hazen	8.0E-10 m/s						

Reproduction partielle interdite sans l'accord de De Cérenville Géotechnique SA - Le rapport ne concerne que l'objet soumis à l'essai

Rapp.EL05/06.15731-2	Analyse granulométrique par tamisage et sédimentométrie	DE CERENVILLE

Mandat n°:	5731-2	Provenance:	Nyon	Sondage n°:	3115	Profondeur:	18.30 - 18.55 m	Echantillon n°:	18.3
Masse humide:	g	Masse sèche:	819.92 g	$\varnothing_{max}$:	20 mm	ρ_s:	2.7 cm^3		

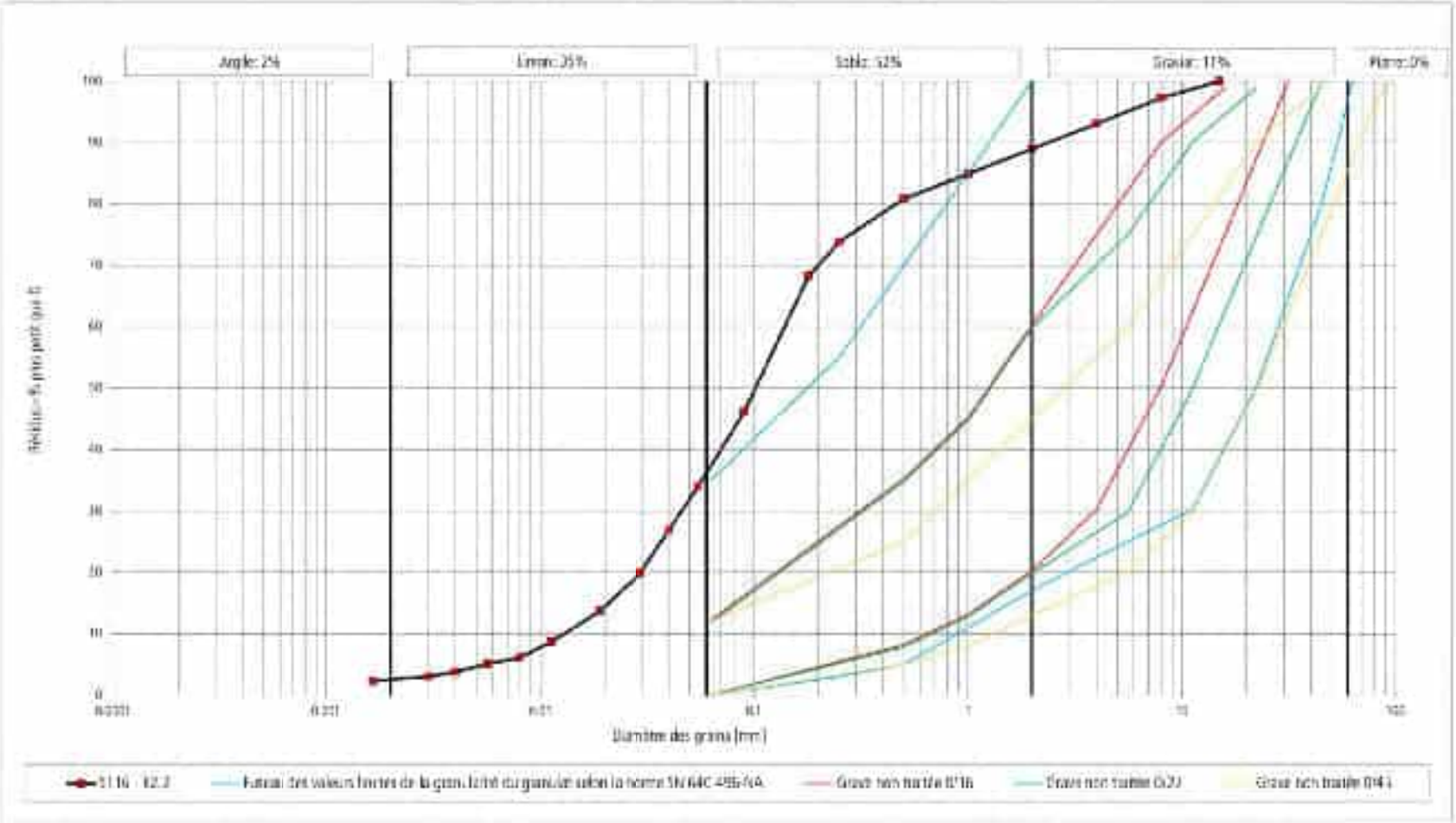


D85	0.479 mm	D60	0.094 mm	D50	0.013 mm	D30	0.0098 mm	D15	0.0016 mm	D10	0.0005 mm
C_{u1} [-]	58.0	C_{u2} [-]	2.0	Perméabilité estimée selon Hazen	2.15-09 m/s						

Reproduction partielle interdite sans l'accord de De Cérenville Géotechnique SA - Le rapport ne concerne que l'objet soumis à l'essai

Rapp.EL05/06.15731-2	Analyse granulométrique par tamisage et sédimentométrie	DE CERENVILLE

Mandat n°:	5731-2	Provenance:	Nyon	Sondage n°:	3116	Profondeur:	2.20 - 2.60	m	Echantillon n°:	2.2	
Masse humide:	g	Masse sèche:	1756.61	g	d_{max}:	15	mm	ρ_s:	2.7	cm^3	

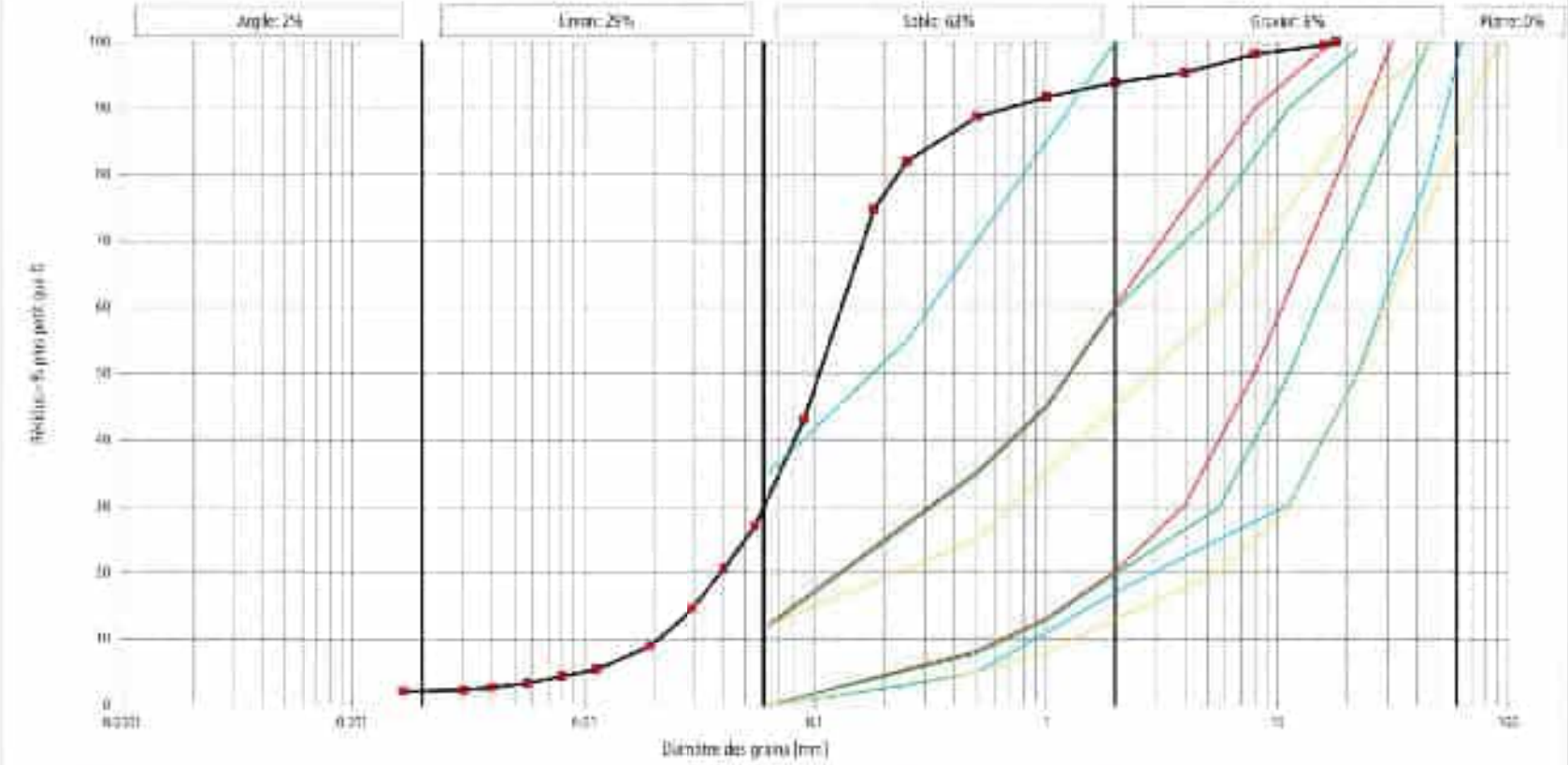


D85	1.017 mm	D60	0.146 mm	D50	0.106 mm	D30	0.045 mm	D15	0.021 mm	D10	0.019 mm
C_{ud} [-]	11.0	C_{ud} [-]	1.1	Perméabilité assimilée selon Hazen	1.8E-06	m/s					

Reproduction partielle interdite sans l'accord de De Cérenville Géotechnique SA - Le rapport ne concerne que l'objet soumis à l'essai

Rapp.EL05/06.15731-2	Analyse granulométrique par tamisage et sédimentométrie	DE CERENVILLE

Mandat n°:	5731-2	Provenance:	Nyon	Sondage n°:	3116	Profondeur:	7.20 - 7.90 m	Echantillon n°:	7.2
Masse humide:	g	Masse sèche:	2112.04 g	d_{max}:	10 mm	p_0:	2.7 cm³		

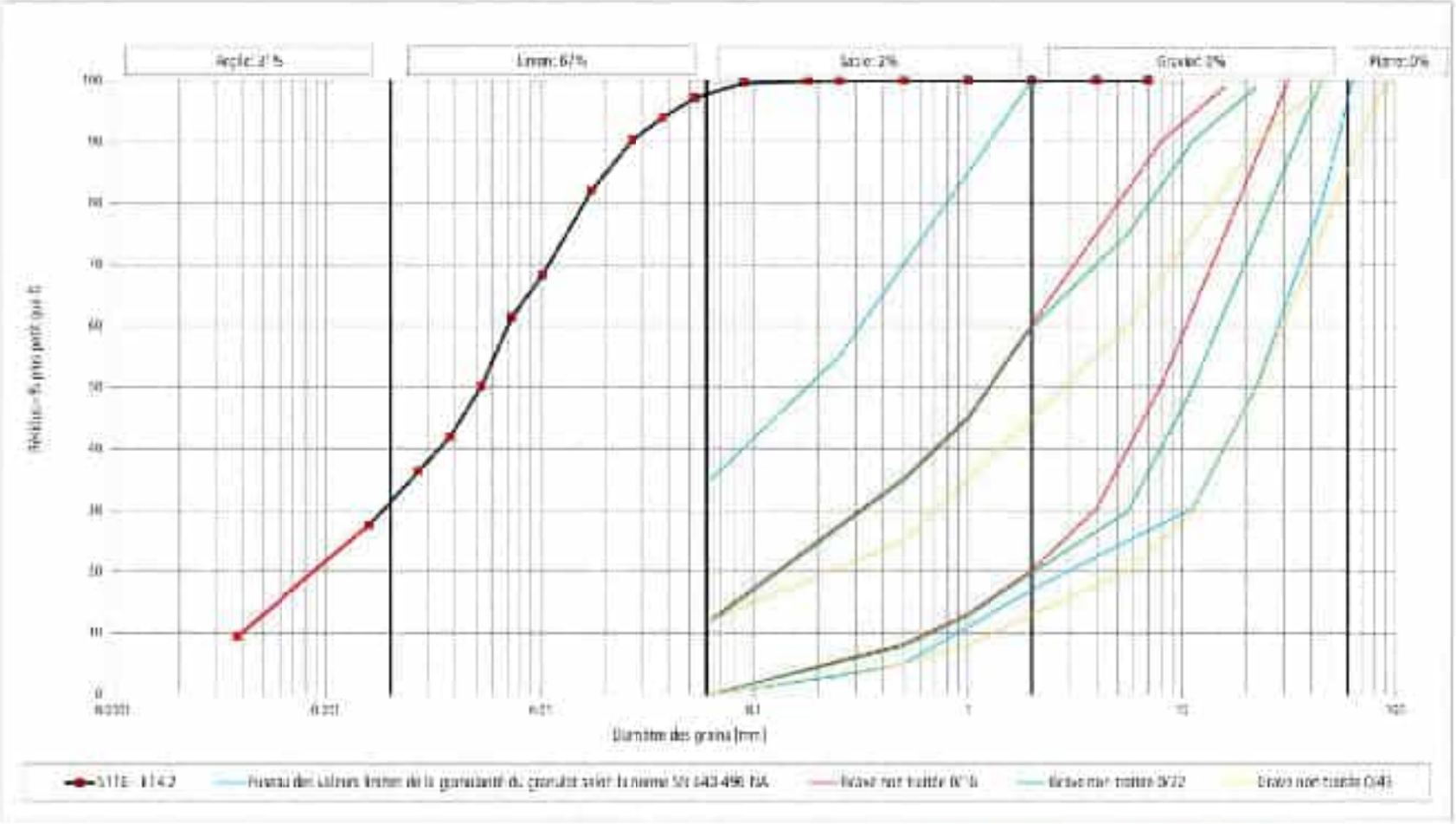


D85	0.663 mm	D60	0.138 mm	D50	0.110 mm	D30	0.063 mm	D15	0.030 mm	D10	0.021 mm
C_{ad} [-]	6.5	C_{ch} [-]	1.2	Perméabilité estimée selon Hazen	4.1E-06 m/s						

Reproduction partielle interdite sans l'accord de De Cérenville Géotechnique SA - Le rapport ne concerne que l'objet soumis à l'essai

Rapp.EL05/06.15731-2	Analyse granulométrique par tamisage et sédimentométrie	DE CERENVILLE

Mandat n°:	5731-2	Provenance:	Nyon	Sondage n°:	5118	Profondeur:	14.20 - 14.90 m	Echantillon n°:	14.2
Masse humide:	g	Masse sèche:	908.4 g	$\varnothing_{max}$:	7 mm	ρ_s:	2.7 cm^3		

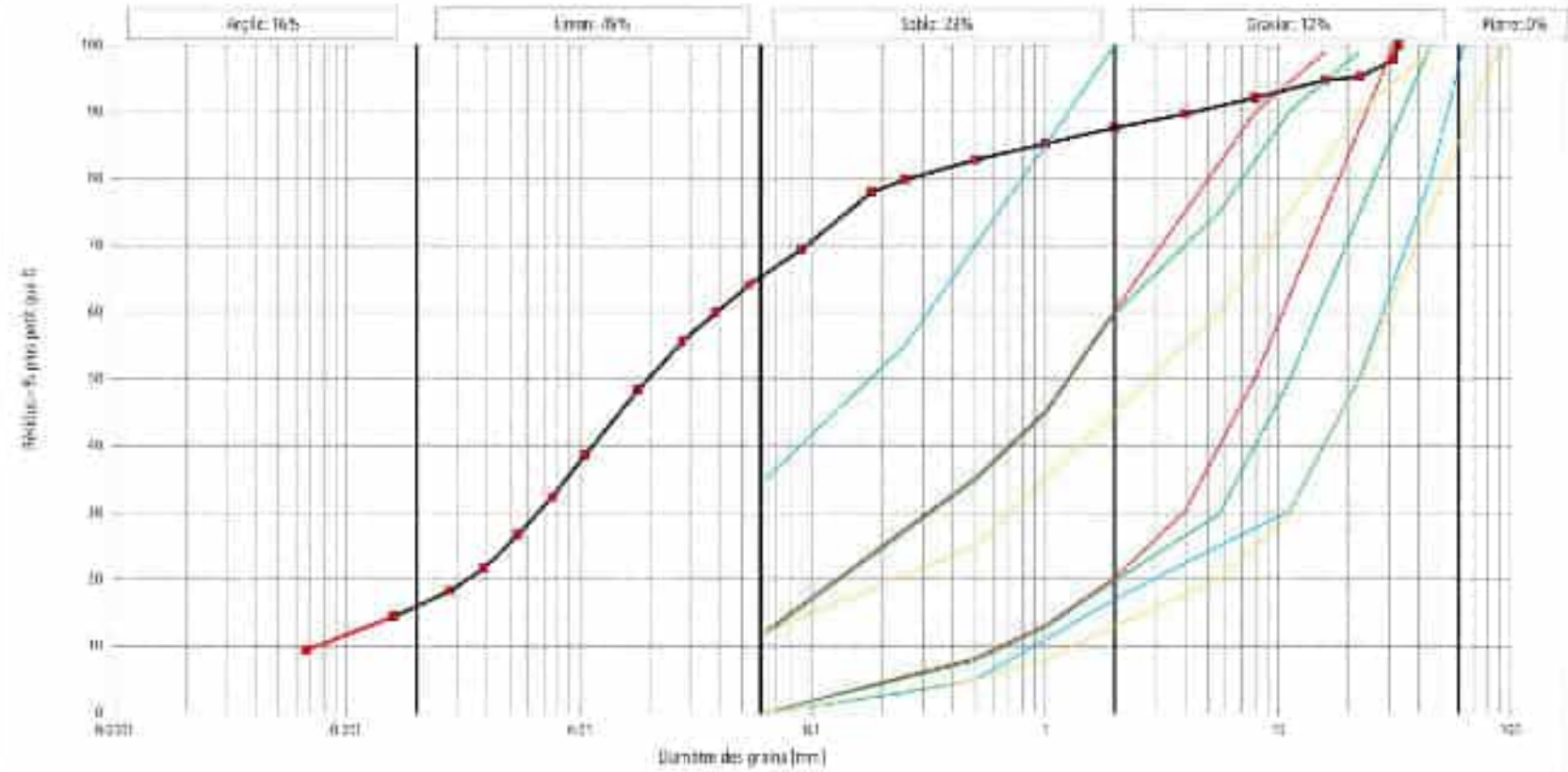


D85	0.029 mm	D60	0.0070 mm	D50	0.0058 mm	D30	0.0019 mm	D15	0.0005 mm	D10	0.0004 mm
C_{ud} [-]	17.5	C_{cd} [-]	1.3	Perméabilité estimée selon Hazen	1.05-09 m/s						

Reproduction partielle interdite sans l'accord de De Cérenville Géotechnique SA - Le rapport ne concerne que l'objet soumis à l'essai

Rapp.EL05/06.15731-2	Analyse granulométrique par tamisage et sédimentométrie	DE CERENVILLE

Mandat n°:	5731-2	Provenance:	Nyon	Sondage n°:	31.16	Profondeur:	17.62 - 18.05 m	Ensemble n°:	17.6
Masse humide:	g	Masse sèche:	3383 g	d_{max}:	63 mm	p_0:	2.7 cm²		

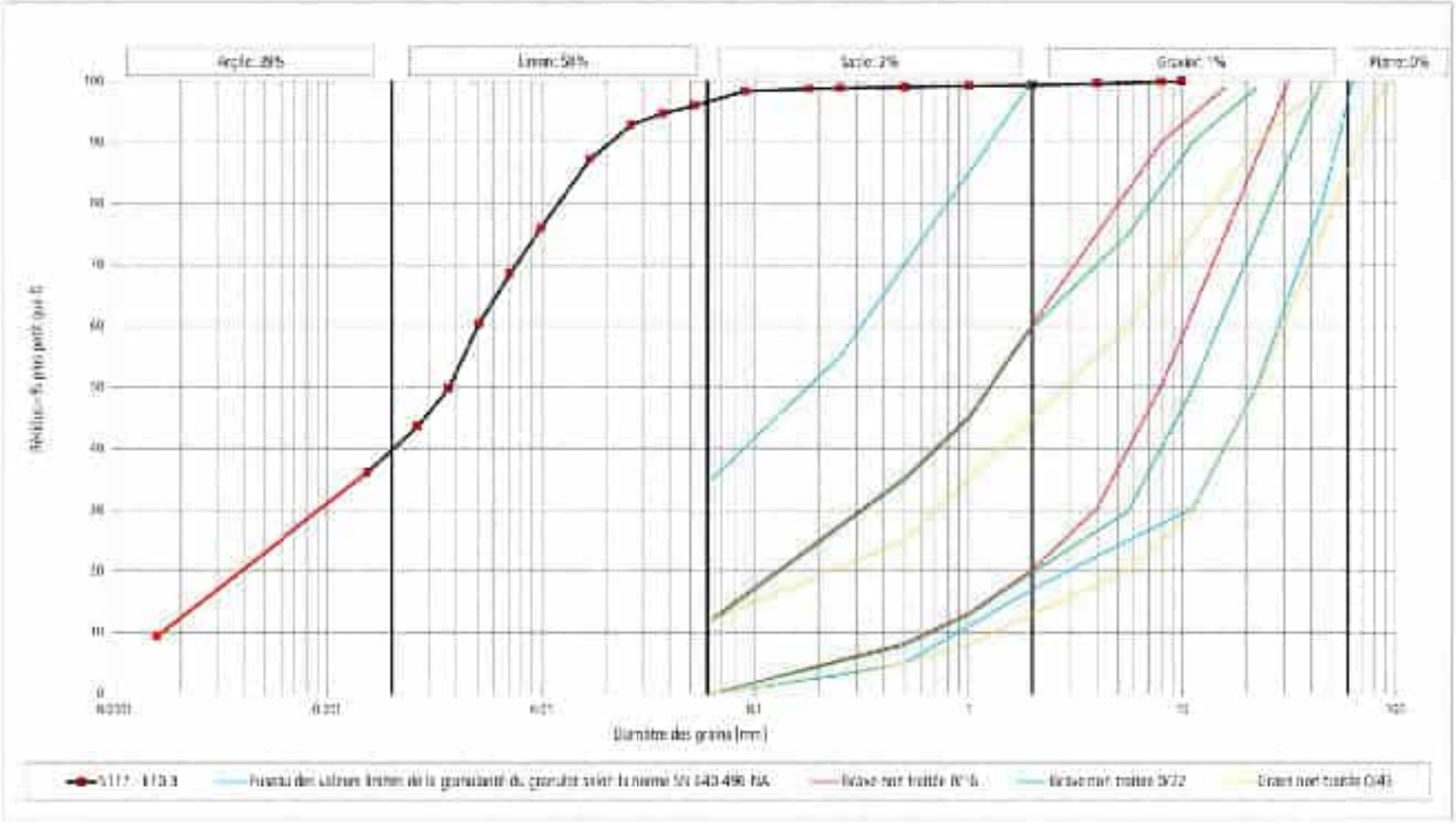


D85	0.347 mm	D60	0.099 mm	D50	0.015 mm	D30	0.0068 mm	D15	0.0018 mm	D10	0.0073 mm
$C_{u,H}$	13.4	$C_{c,H}$	1.5	Perméabilité estimée selon Hazen	5.3E-09 m/s						

Reproduction partielle interdite sans l'accord de De Cérenville Géotechnique SA - Le rapport ne concerne que l'objet soumis à l'essai

Rapp.EL05/06.15731-2	Analyse granulométrique par tamisage et sédimentométrie	DE CÉRENVILLE

Mandat n°:	5731-2	Provenance:	Nyon	Sondage n°:	3117	Profondeur:	10.32 - 10.60 m	Ensemble n°:	10.3
Masse humide:	g	Masse sèche:	1298.14 g	$\varnothing_{max}$:	10 mm	ρ_s:	2.7 cm^3		

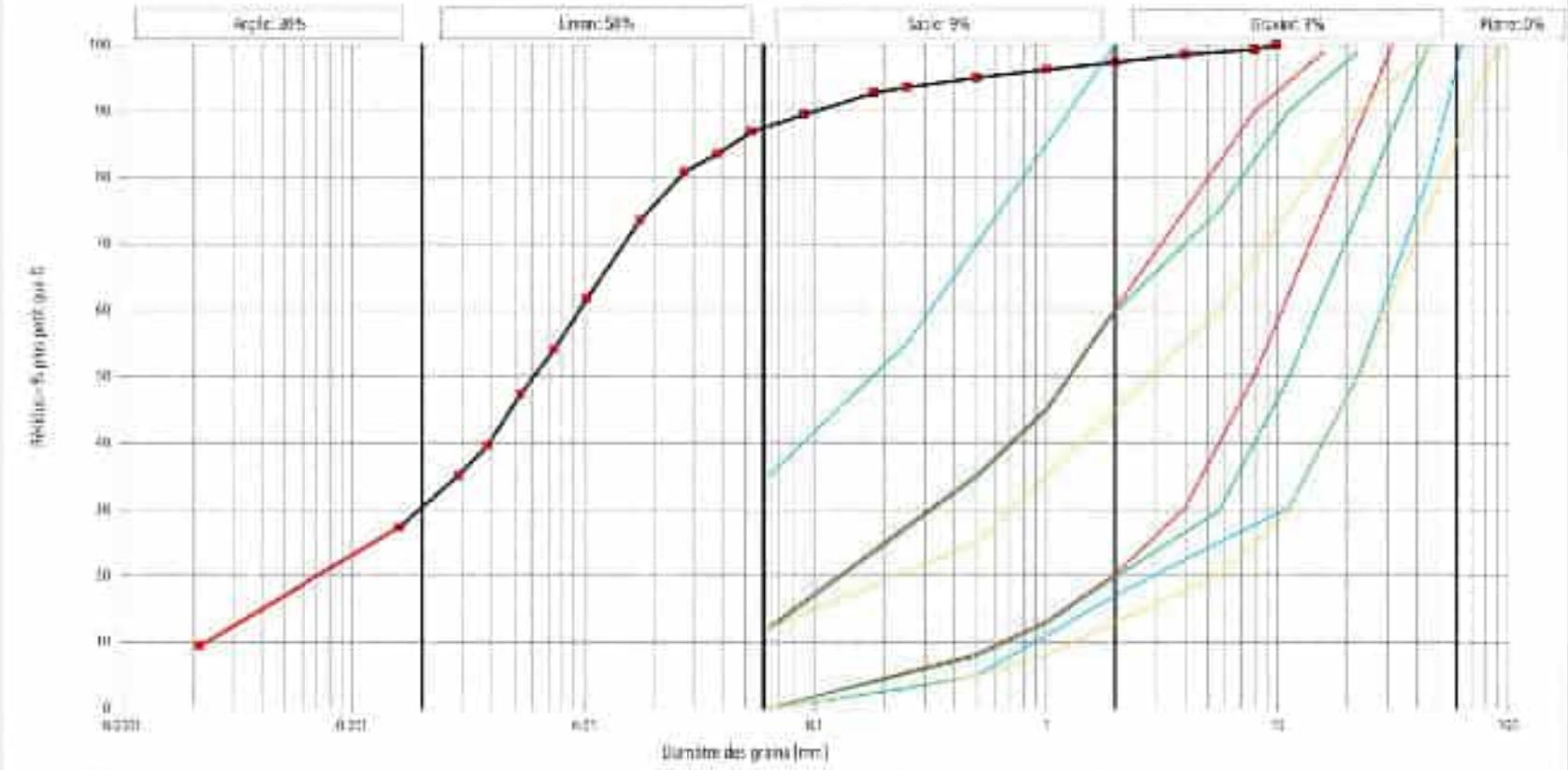


D85	0.015 mm	D60	0.0057 mm	D50	0.0037 mm	D30	0.00029 mm	D15	0.00025 mm	D10	0.00016 mm
C_{ub} [-]	31.6	C_{cr} [-]	1.0	Perméabilité estimée selon Hazen	2.05-10 m/s						

Reproduction partielle interdite sans l'accord de De Cérenville Géotechnique SA - Le rapport ne concerne que l'objet soumis à l'essai

Rapp.EL05/06.15731-2	Analyse granulométrique par tamisage et sédimentométrie	DE CÉRENVILLE

Mandat n°:	5731-2	Provenance:	Nycn	Sondage n°:	3117	Profondeur:	19.60 - 19.80	m	Echantillon n°:	19.6	
Masse humide:	g	Masse sèche:	1264.39	g	$\varnothing_{max}$:	10	mm	ρ_s:	2.7	cm^3	

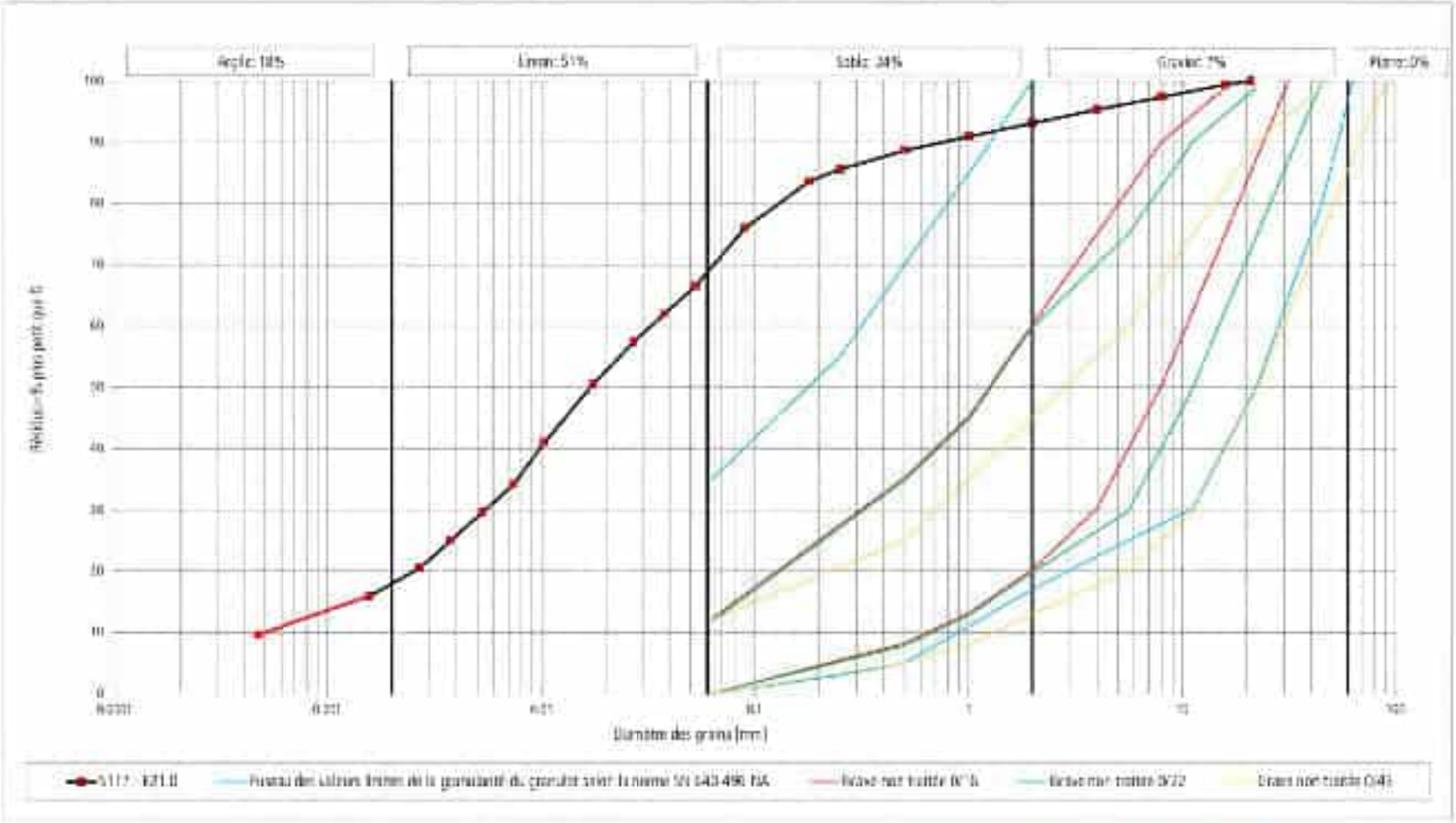


D85	0.044 mm	D60	0.0056 mm	D50	0.0060 mm	D90	0.0233 mm	D95	0.05041 mm	D10	0.0023 mm
C_{ud} [-]	47.8	C_{cr} [-]	1.8	Perméabilité estimée selon Hazen	5.3E-10 m/s						

Reproduction partielle interdite sans l'accord de De Cérenville Géotechnique SA - Le rapport ne concerne que l'objet soumis à l'essai

Rapp.EL05/06.15731-2	Analyse granulométrique par tamisage et sédimentométrie	DE CERENVILLE

Mandat n°:	5731-2	Provenance:	Nyon	Sondage n°:	S117	Profondeur:	21.00 - 21.30 m	Echantillon n°:	21.0
Masse humide:	g	Masse sèche:	1075.37 g	d_{max}:	21 mm	p_0:	2.7 cm²		

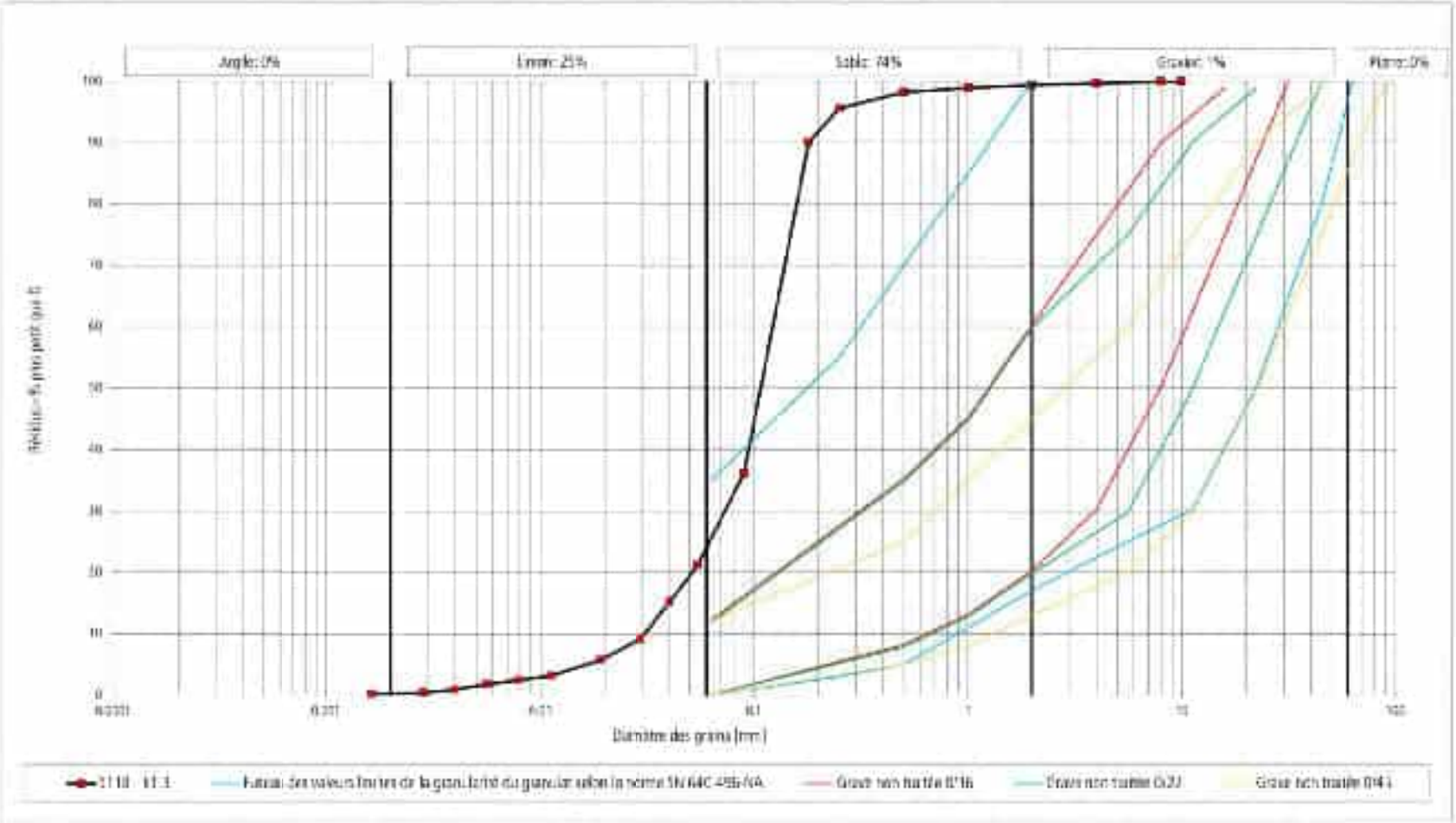


D85	0.779 mm	D60	0.037 mm	D50	0.017 mm	D30	0.0064 mm	D15	0.0014 mm	D10	0.0005 mm
C_{ub} H	57.8	C_{cr} H	1.7	Perméabilité estimée selon Hazen	3.0E-08 m/s						

Reproduction partielle interdite sans l'accord de De Cérenville Géotechnique SA - Le rapport ne concerne que l'objet soumis à l'essai

Rapp.EL05/06.15731-2	Analyse granulométrique par tamisage et sédimentométrie	DE CERENVILLE

Mandat n°:	5731-2	Provenance:	Nyon	Sondage n°:	3118	Profondeur:	1.30 - 2.00	m	Echantillon n°:	1.3	
Masse humide:	g	Masse sèche:	1245.34	g	d_{max}:	10	mm	n_0:	2.7	cm^3	

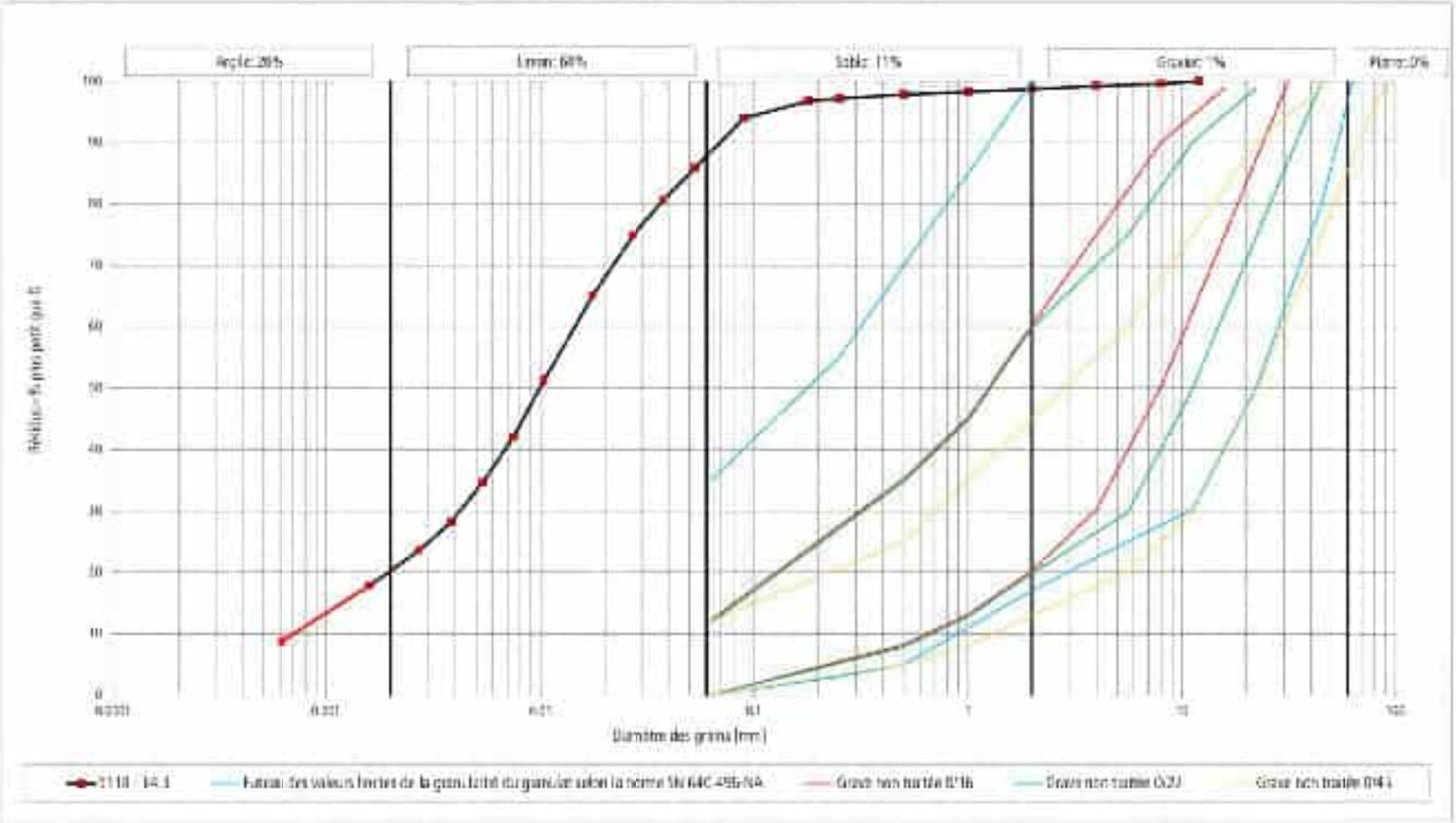


D85	0.172 mm	D60	0.138 mm	D50	0.113 mm	D30	0.072 mm	D15	0.043 mm	D10	0.031 mm
C_{ad} [-]	4.2	C_{cr} [-]	1.3	Perméabilité estimée selon Hazen	9.7E-06	m/s					

Reproduction partielle interdite sans l'accord de De Cérenvil le Géotechnique SA - Le rapport ne concerne que l'objet soumis à l'essai

Rapp.EL05/06.15731-2	Analyse granulométrique par tamisage et sédimentométrie	DE CÉRENVILLE

Mandat n°:	5731-2	Provenance:	Nyon	Sondage n°:	3118	Profondeur:	4.10 - 4.55	m	Echantillon n°:	4.3	
Masse humide:	g	Masse sèche:	1910.31	g	d_{max}	12	mm	p_0	2.7	cm^2	

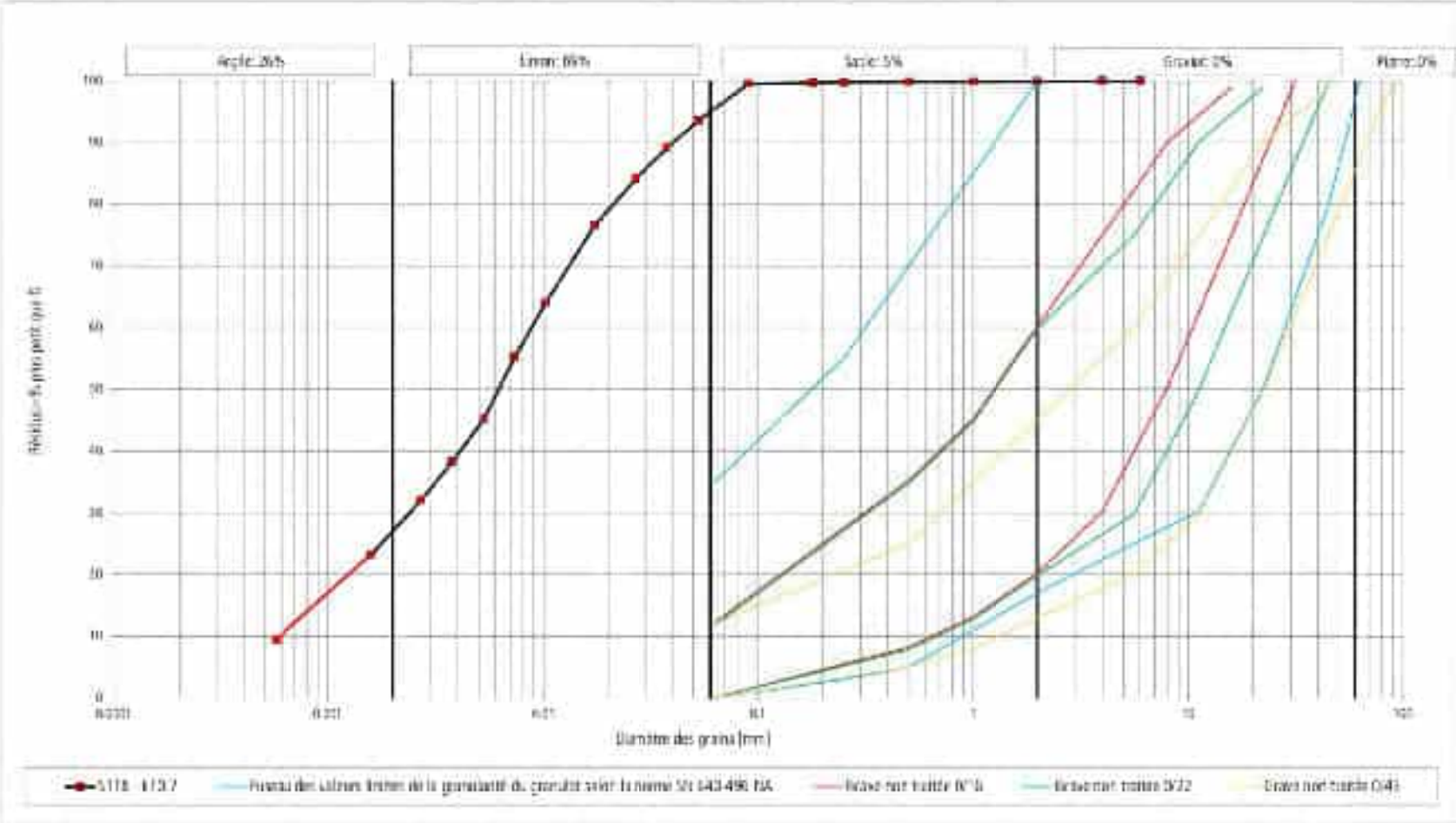


D85	0.053 mm	D60	0.015 mm	D50	0.0095 mm	D30	0.0042 mm	D15	0.0012 mm	D10	0.0007 mm
C_{ud} [-]	21.4	C_{cd} [-]	1.7	Perméabilité estimée selon Hazen	4.5E-08	m/s					

Reproduction partielle interdite sans l'accord de De Cérenville Géotechnique SA - Le rapport ne concerne que l'objet soumis à l'essai

Rapp.EL05/06.15731-2	Analyse granulométrique par tamisage et sédimentométrie	DE CERENVILLE

Mandat n°:	5731-2	Provenance:	Nyon	Sondage n°:	3118	Profondeur:	10.67 - 11.00 m	Echantillon n°:	10.7
Masse humide:	g	Masse sèche:	1102.88 g	$d\%_{max}$:	6 mm	p_c:	2.7 cm^3		

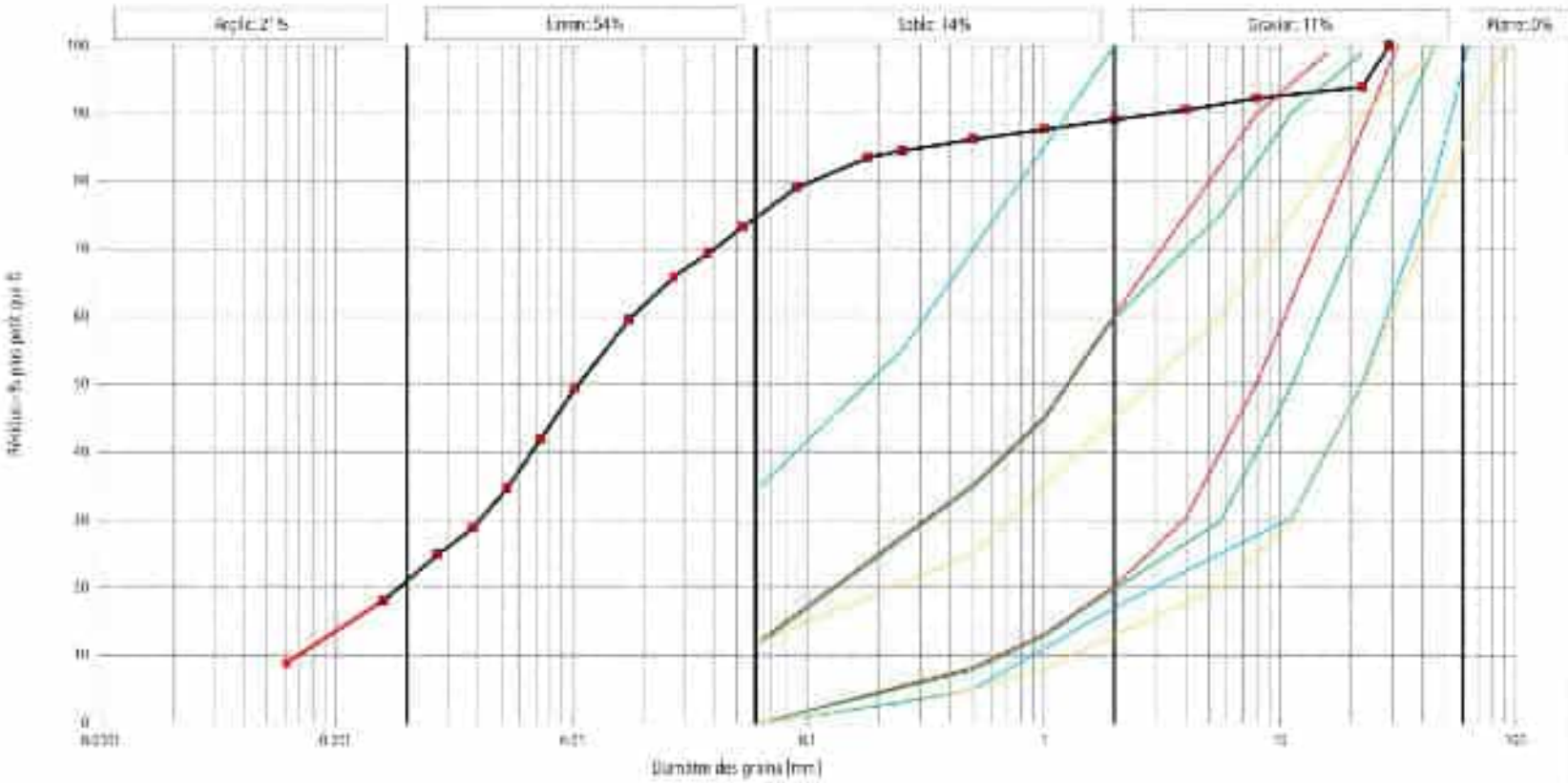


D85	0.079 mm	D60	0.0099 mm	D50	0.0061 mm	D30	0.0029 mm	D15	0.0003 mm	D10	0.0005 mm
C_{ud} [-]	14.8	C_{cd} [-]	1.0	Perméabilité estimée selon Hazen	3.0E-09 m/s						

Reproduction partielle interdite sans l'accord de De Cérenville Géotechnique SA - Le rapport ne concerne que l'objet soumis à l'essai

Rapp.EL05/06.15731-2	Analyse granulométrique par tamisage et sédimentométrie	DE CERENVILLE

Mandat n°:	5731-2	Provenance:	Nyon	Sondage n°:	5118	Profondeur:	16.25 - 17.00	m	Ecrantillon n°:	16.8	
Masse humide:	g	Masse sèche:	1523.34	g	d_{max}:	25	mm	p_0:	2.7	cm^2	

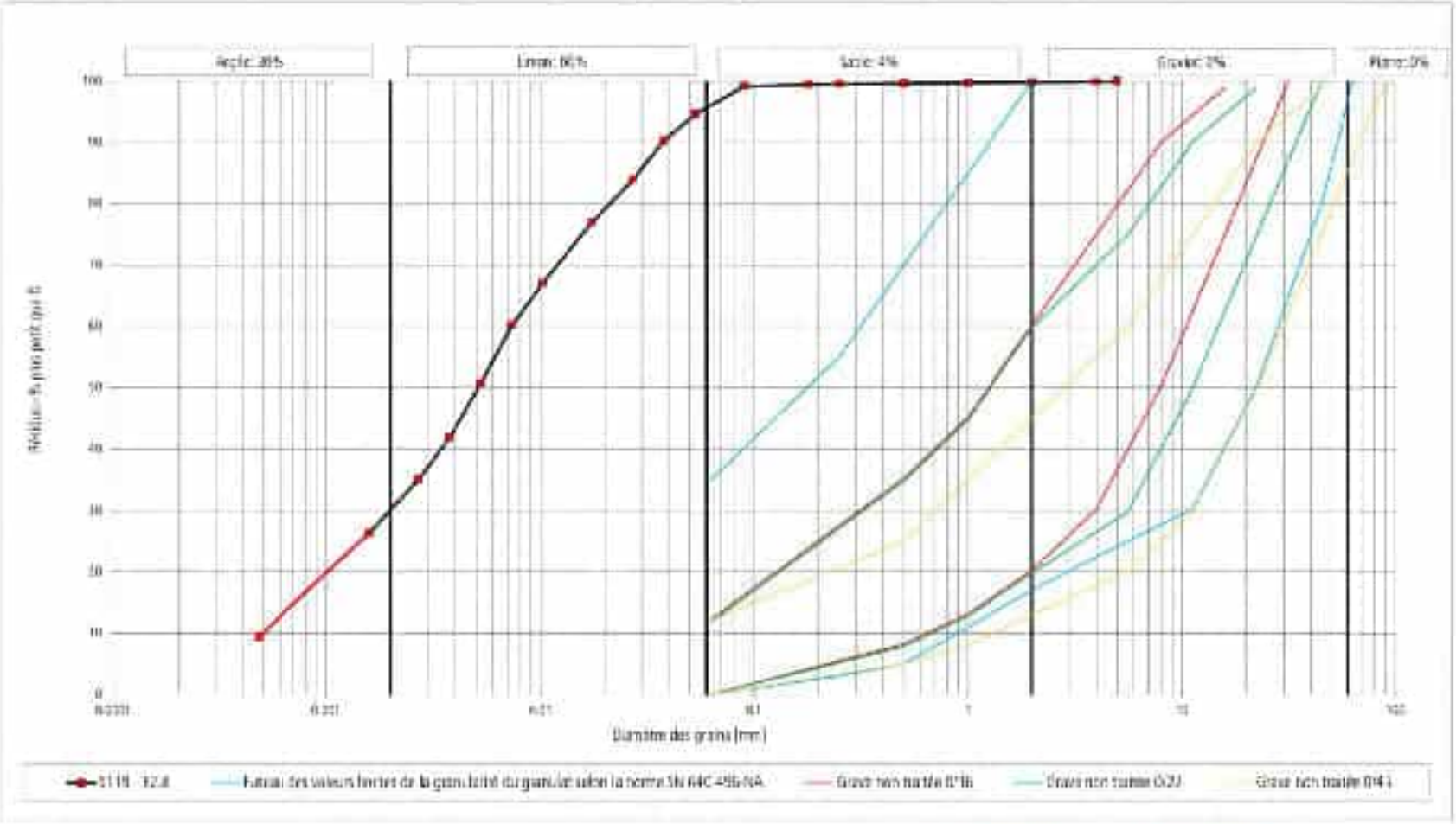


D85	0.076 mm	D60	0.018 mm	D50	0.011 mm	D30	0.0041 mm	D15	0.0012 mm	D10	0.0007 mm
C_{ub} H	25.4	C_{cr} H	1.3	Perméabilité estimée selon Hazen	4.5E-09	m/s					

Reproduction partielle interdite sans l'accord de De Cérenville Géotechnique SA - Le rapport ne concerne que l'objet soumis à l'essai

Rapp.EL05/06.15731-2	Analyse granulométrique par tamisage et sédimentométrie	DE CÉRENVILLE

Mandat n°:	5731-2	Provenance:	Nyon	Sondage n°:	3119	Profondeur:	2.25 - 3.00 m	Echantillon n°:	2.2
Masse humide:	g	Masse sèche:	119C31 g	d_{max}:	5 mm	ρ_s:	2.7 cm^3		

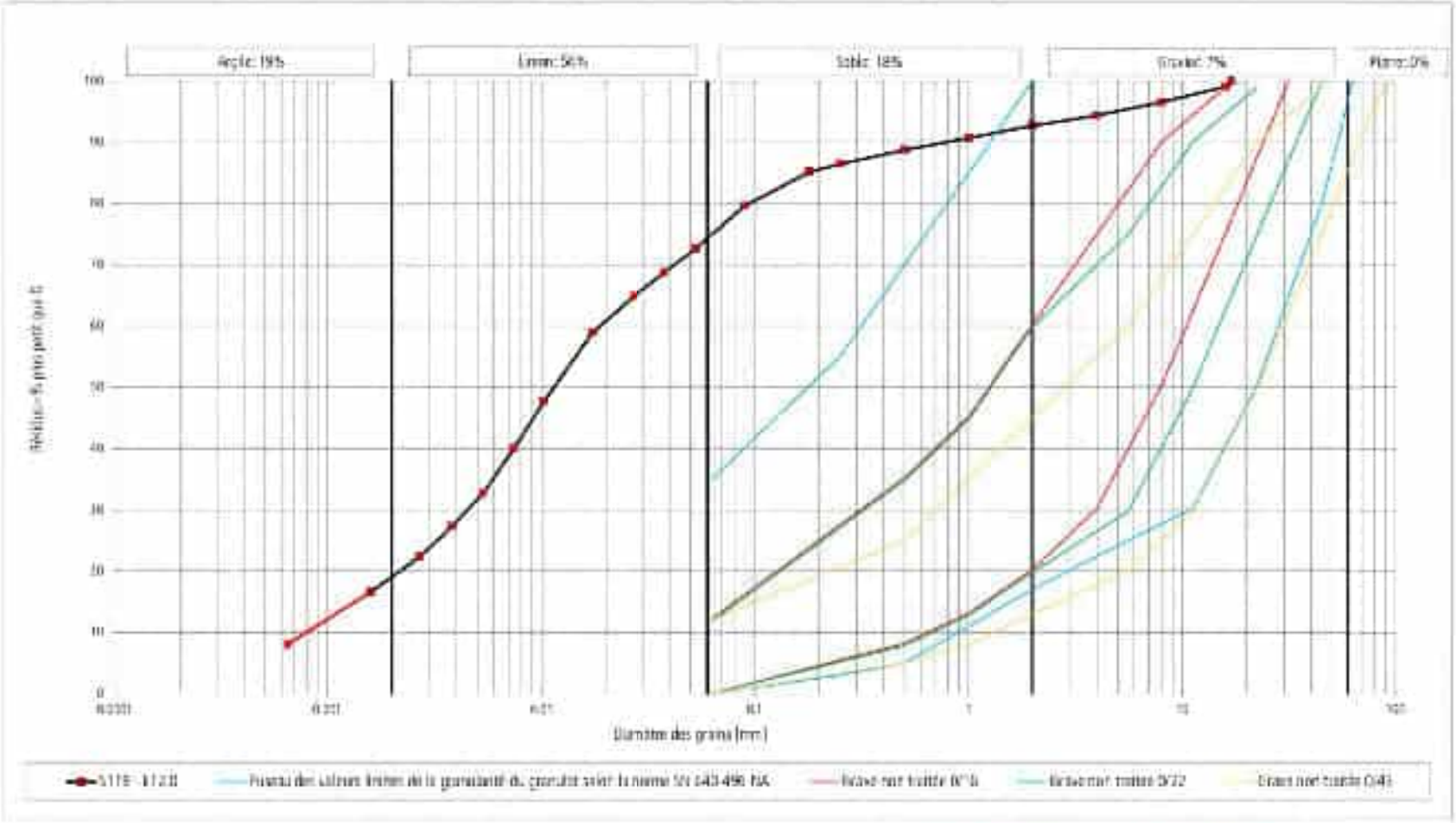


D85	0.078 mm	D60	0.0073 mm	D50	0.0051 mm	D30	0.0033 mm	D15	0.0002 mm	D10	0.0005 mm
$C_{u,H}$	14.6	$C_{c,H}$	1.1	Perméabilité estimée selon Hazen	2.15-09 m/s						

Reproduction partielle interdite sans l'accord de De Cérenville Géotechnique SA - Le rapport ne concerne que l'objet soumis à l'essai

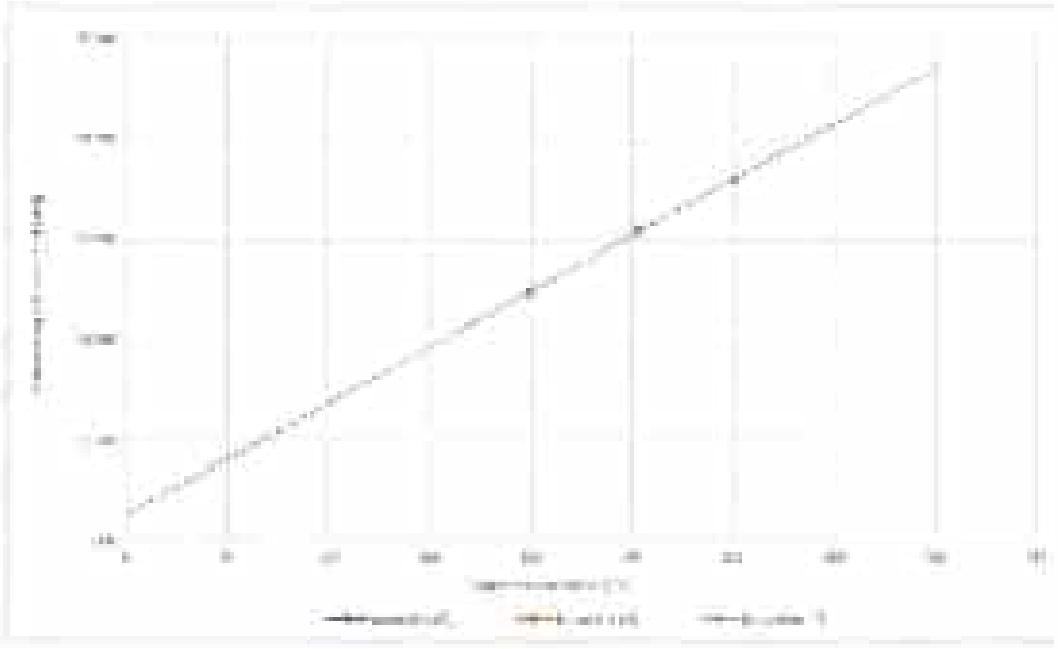
Rapp.EL05/06.15731-2	Analyse granulométrique par tamisage et sédimentométrie	DE CERENVILLE

Mandat n°:	15731-2	Provenance:	Nyon	Sondage n°:	3119	Profondeur:	12.00 - 12.30	m	Ensemble n°:	12.0	
Masse humide:	g	Masse sèche:	1502.95	g	$\varnothing_{max}$:	17	mm	ρ_s:	2.7	cm^3	



D85	0.177 mm	D60	0.019 mm	D50	0.012 mm	D30	0.0046 mm	D15	0.0014 mm	D10	0.0008 mm
C_{ub} [-]	23.2	C_{cr} [-]	1.4	Perméabilité estimée selon Hazen	6.4E-09 m/s						

Reproduction partielle interdite sans l'accord de De Cérenville Géotechnique SA - Le rapport ne concerne que l'objet soumis à l'essai



[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

[illegible]	[illegible]	[illegible]	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

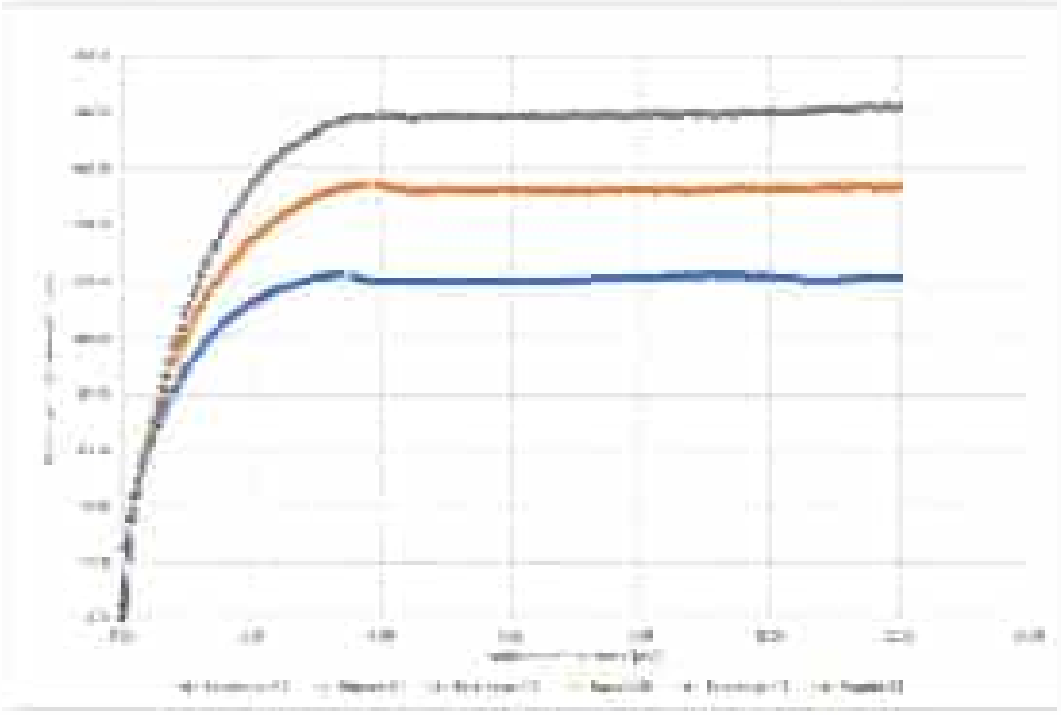
[illegible]
[illegible]

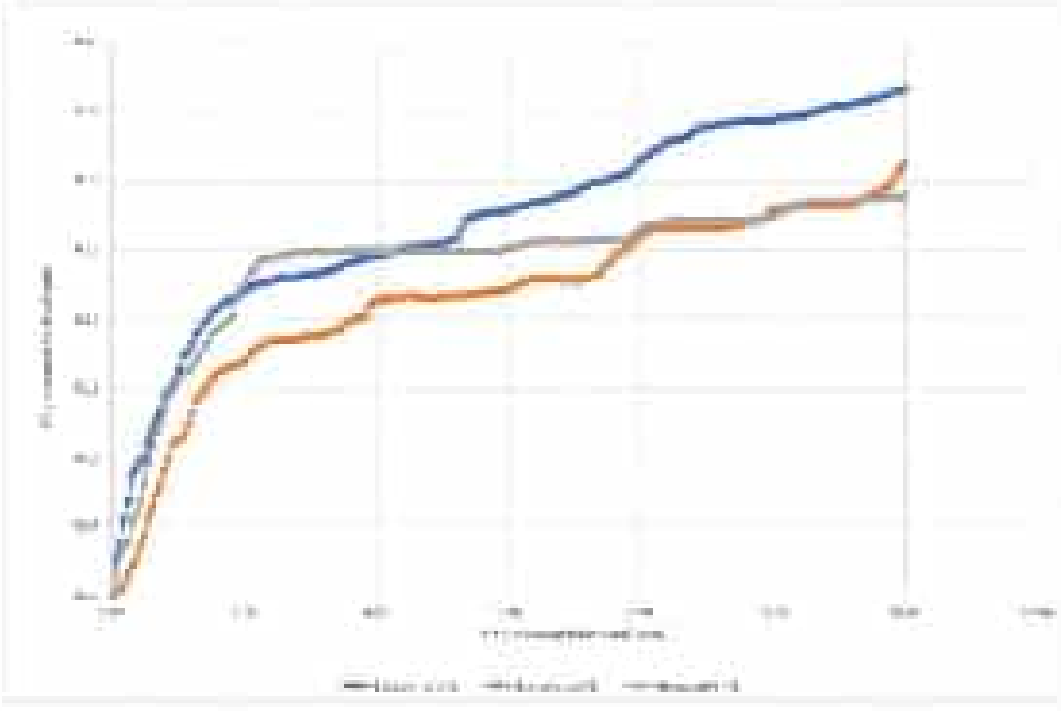
[illegible]

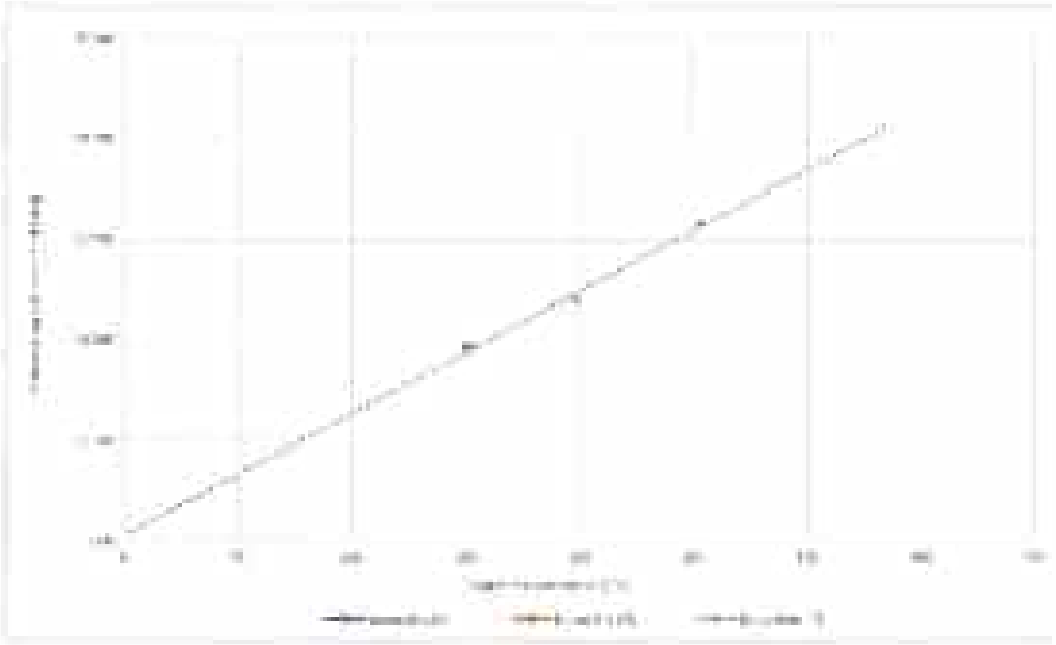
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
1	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
2	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
4	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

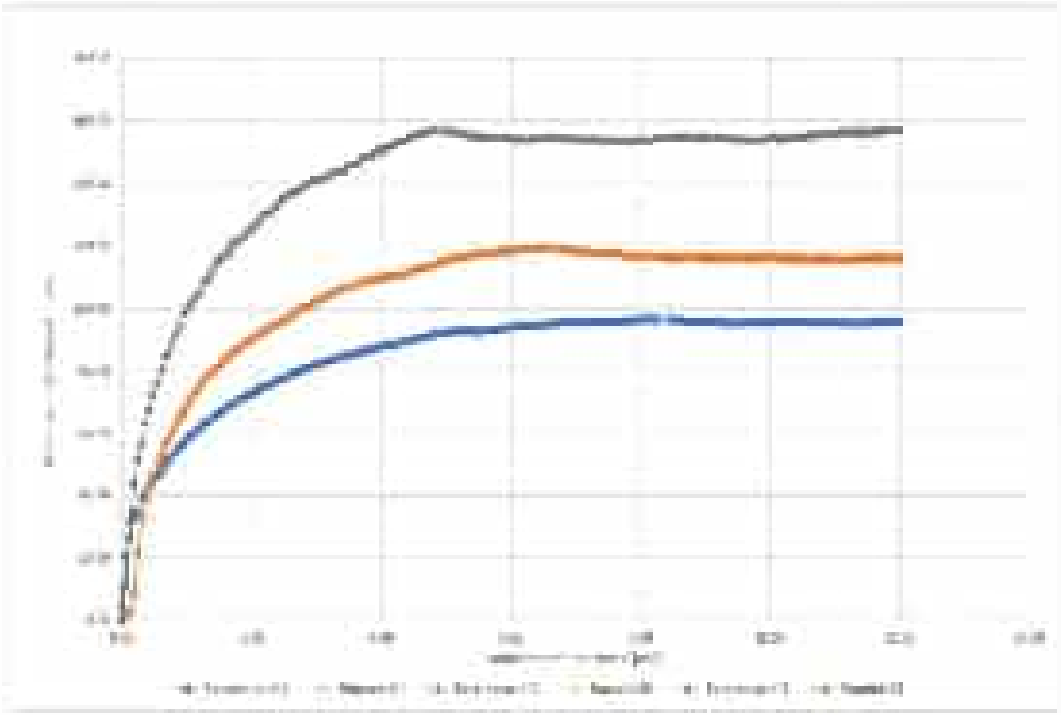
[illegible]

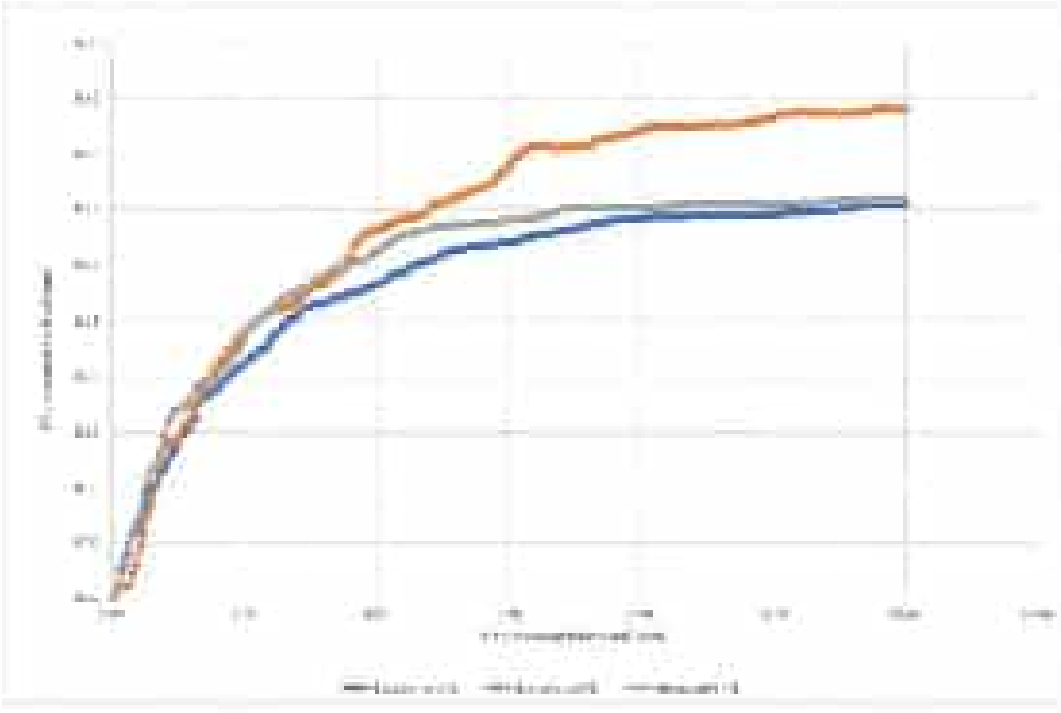
[illegible]

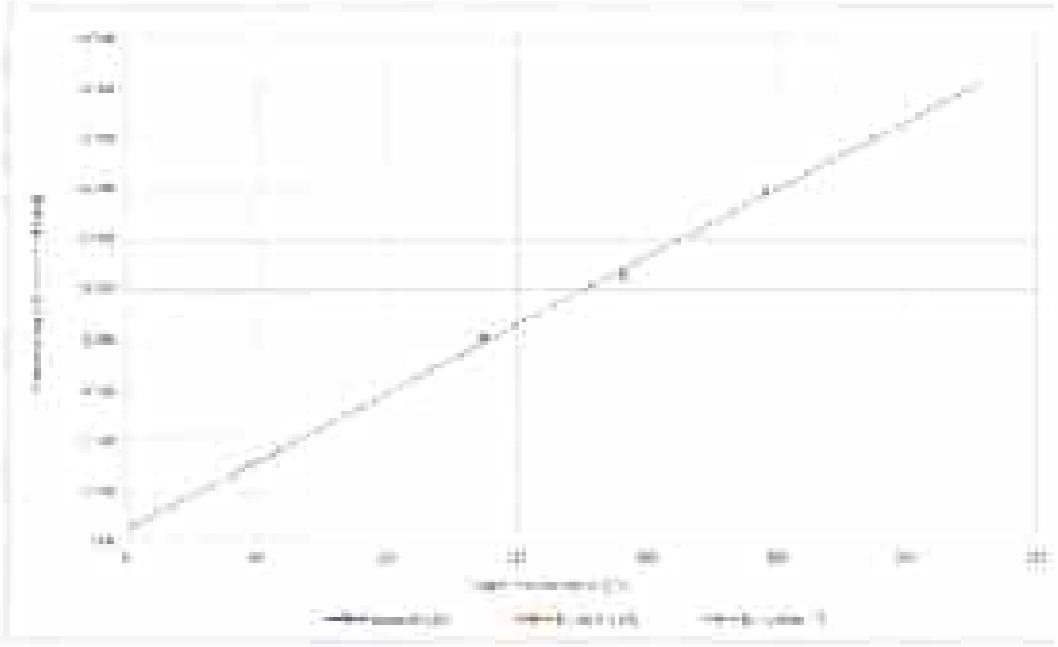


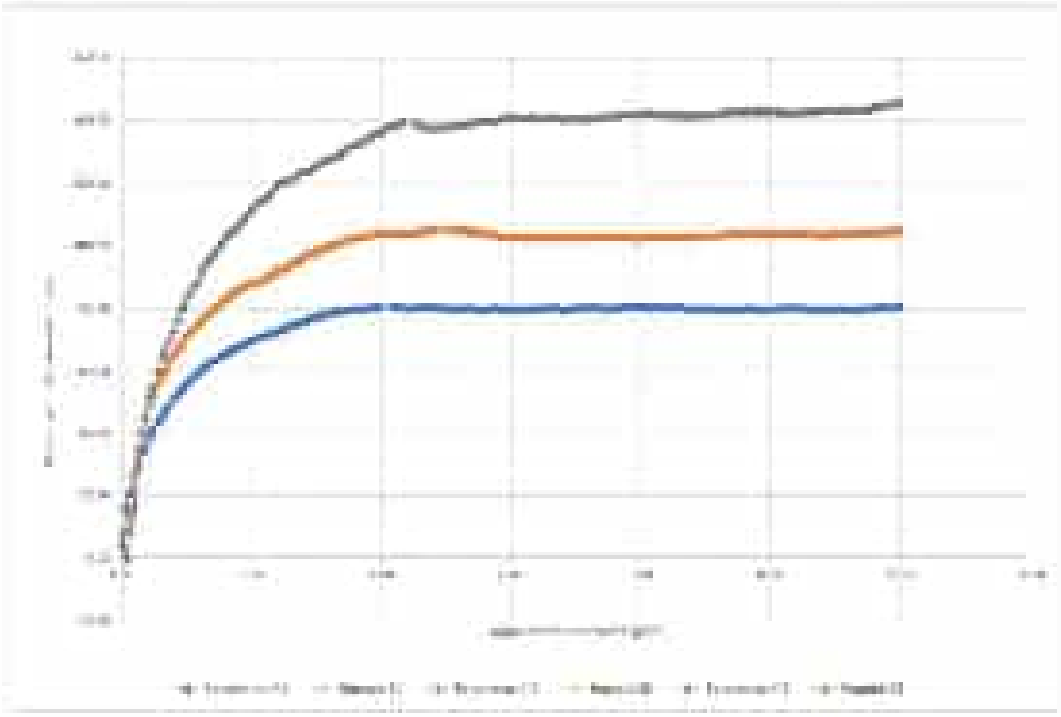


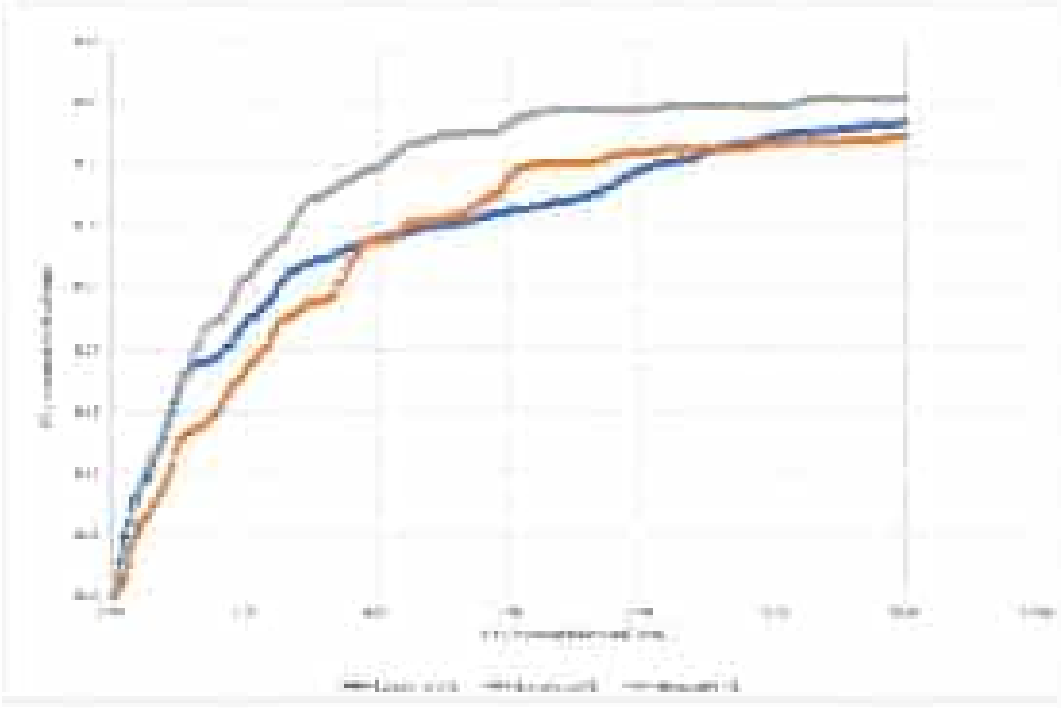


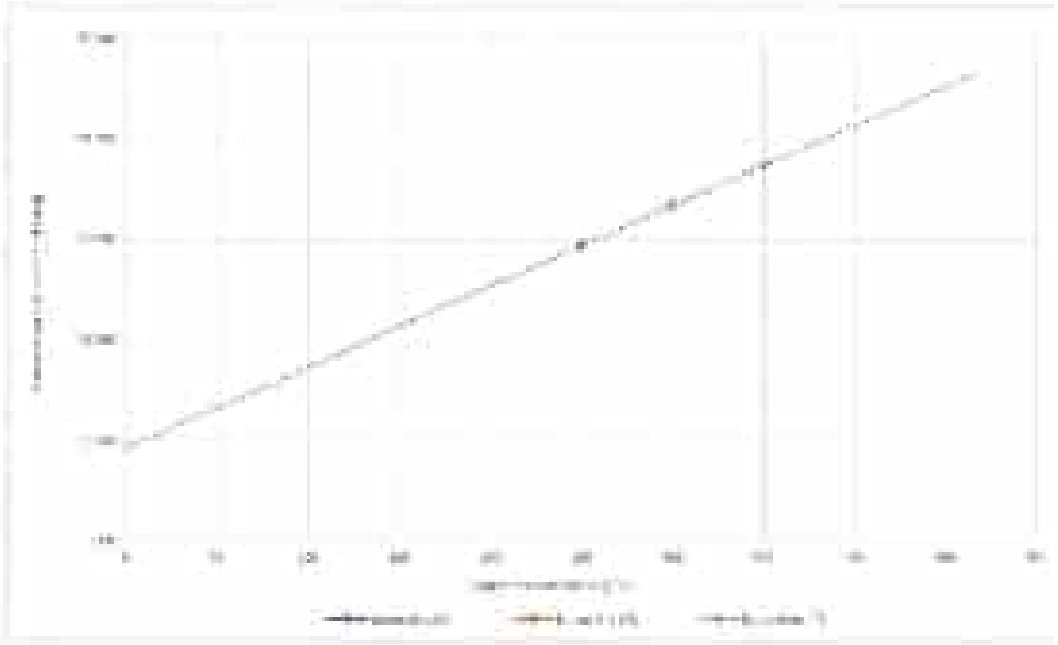












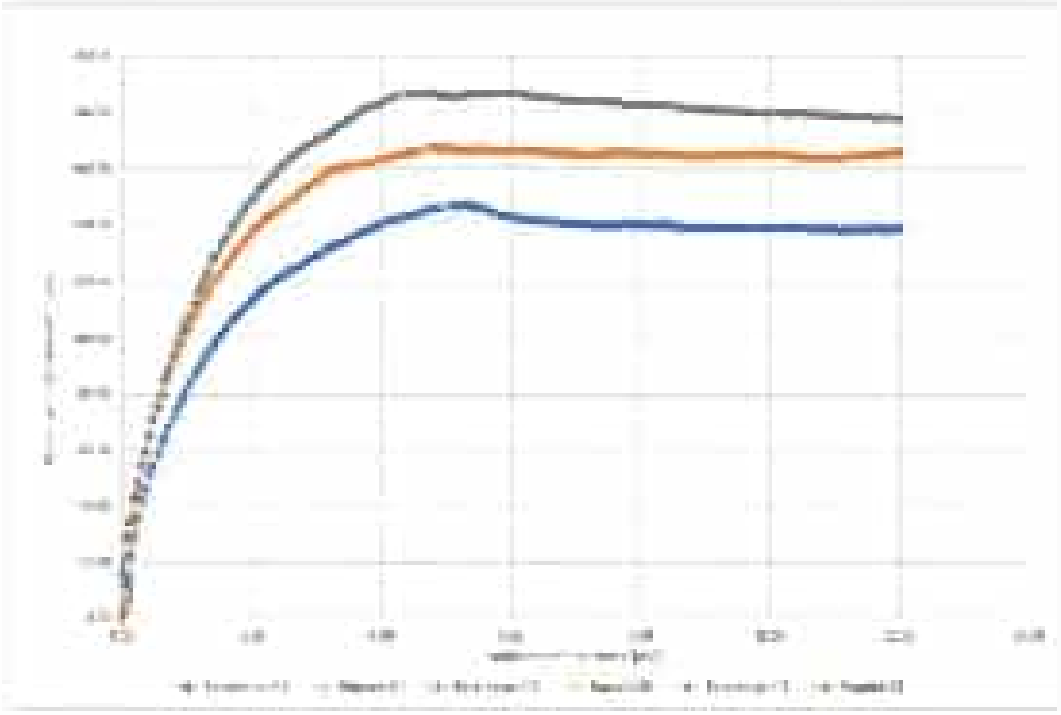
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

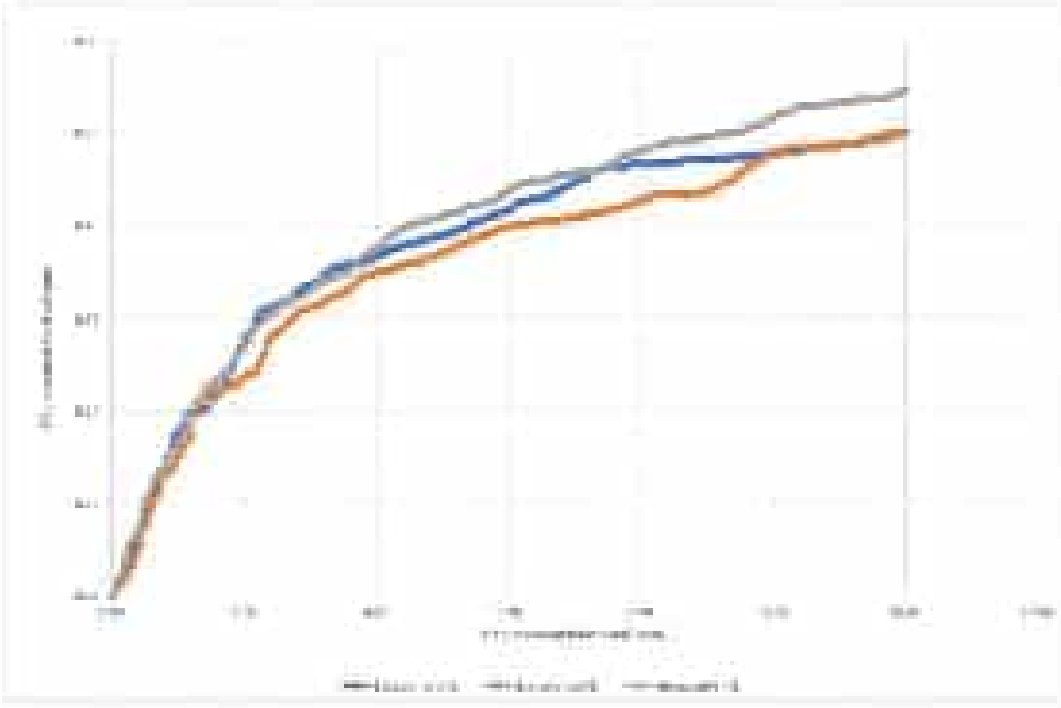
[illegible]	[illegible]	[illegible]	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

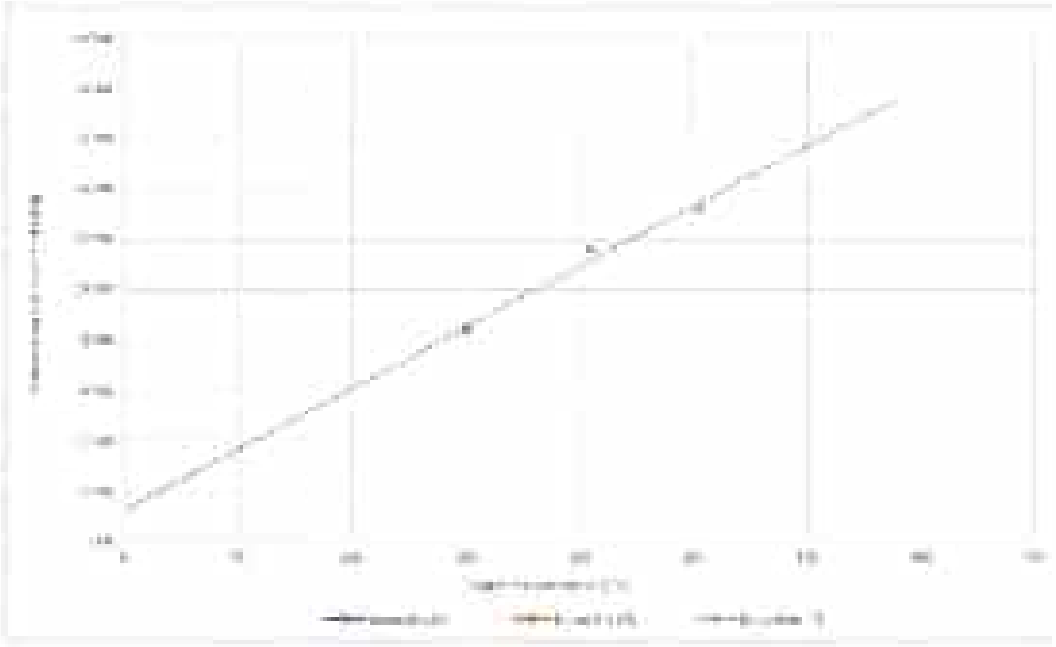
[illegible]
[illegible]

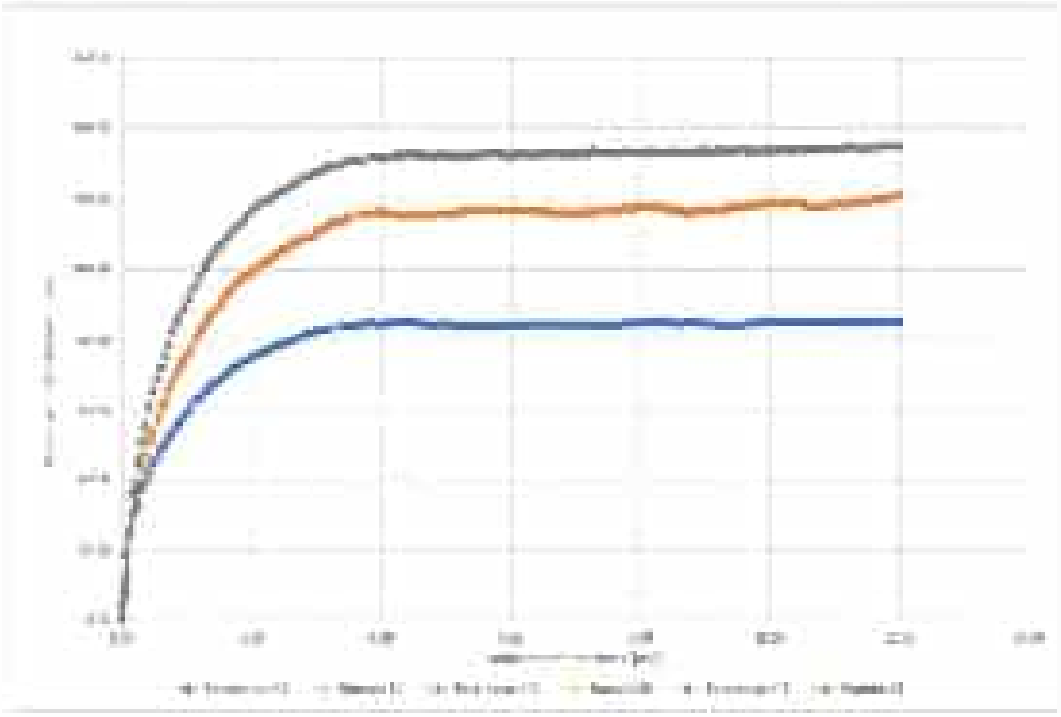
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

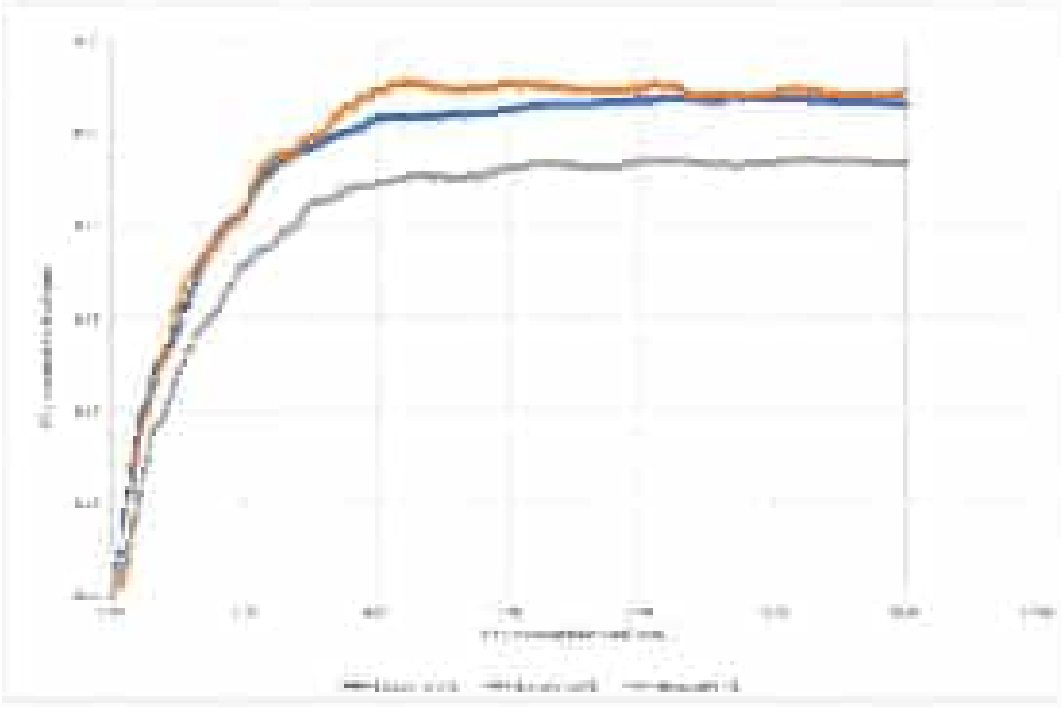
[illegible]

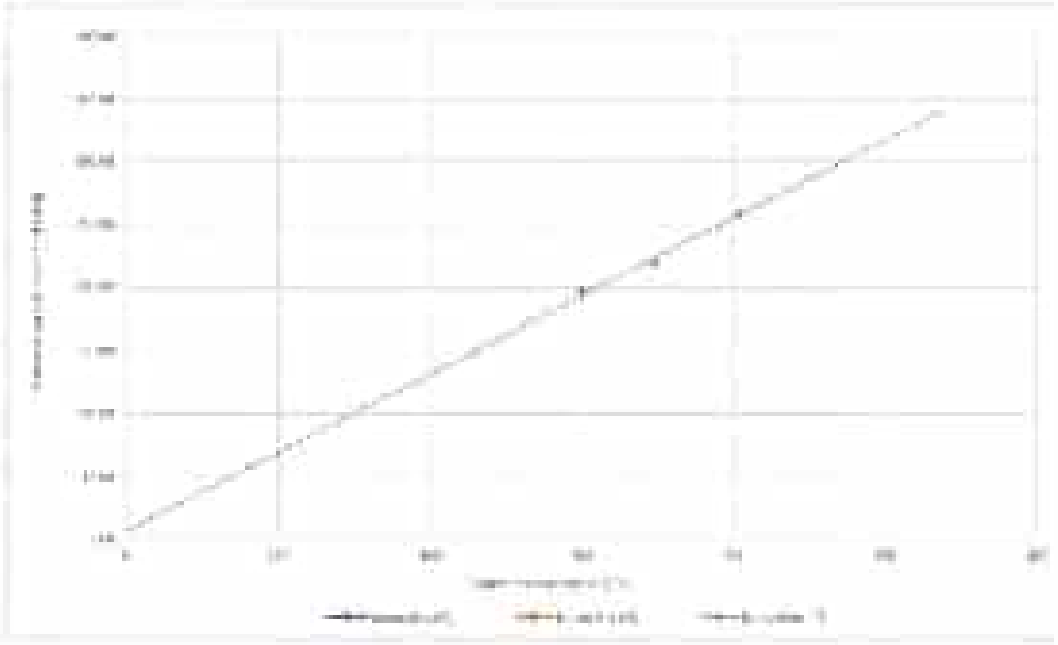


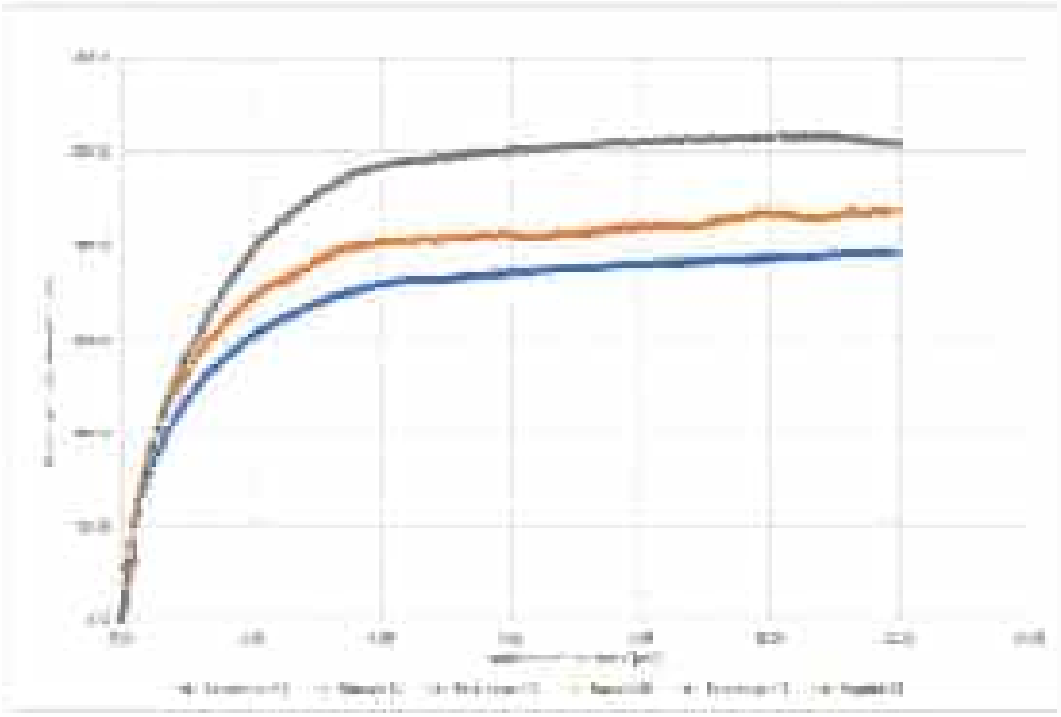


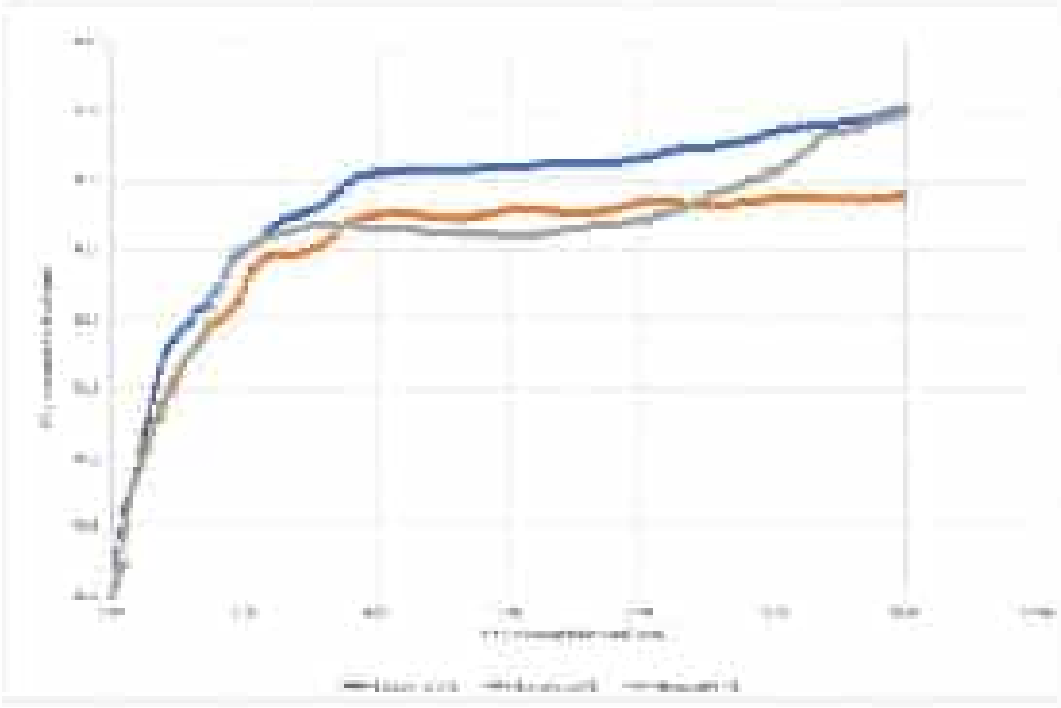


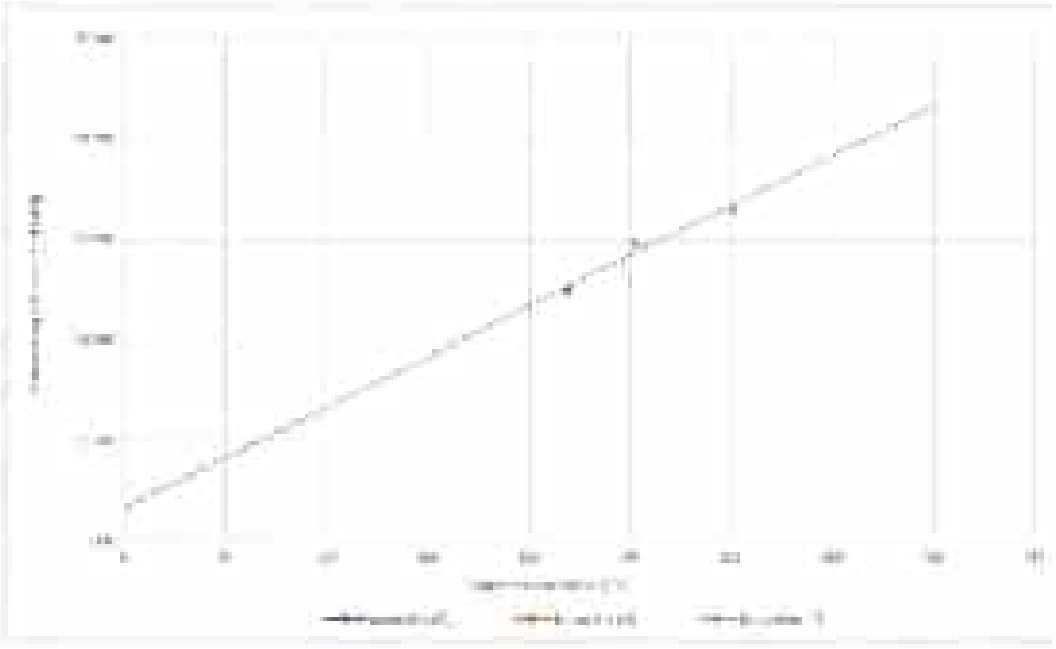


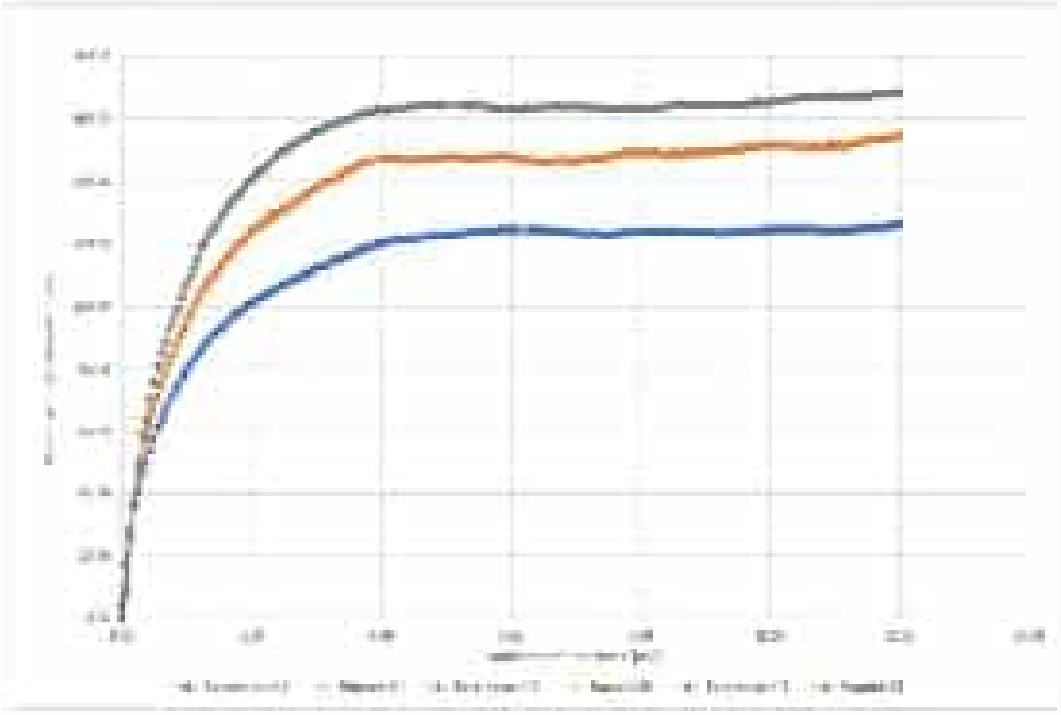


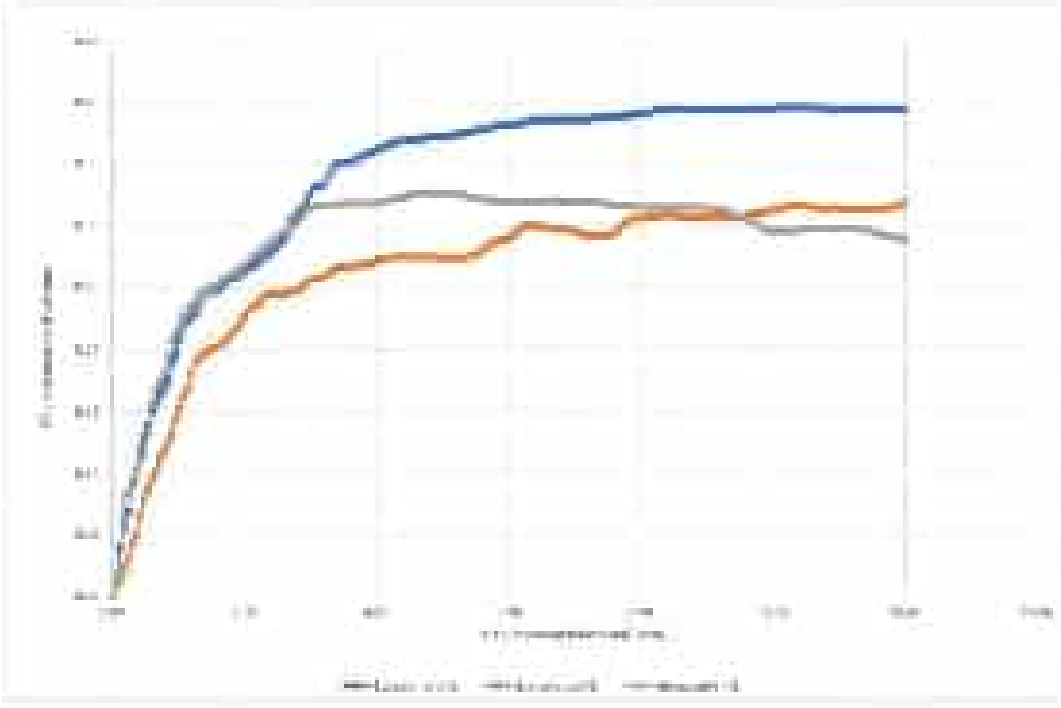












Rapp.EL11.15731-2	**Compression simple**	DE GERENVILLE

Mandat: 15731-2	Date: 23.09.2024
Provenance: Nord	Lieu: Fond L14.2
Sondage: 5113	Description: [illegible]

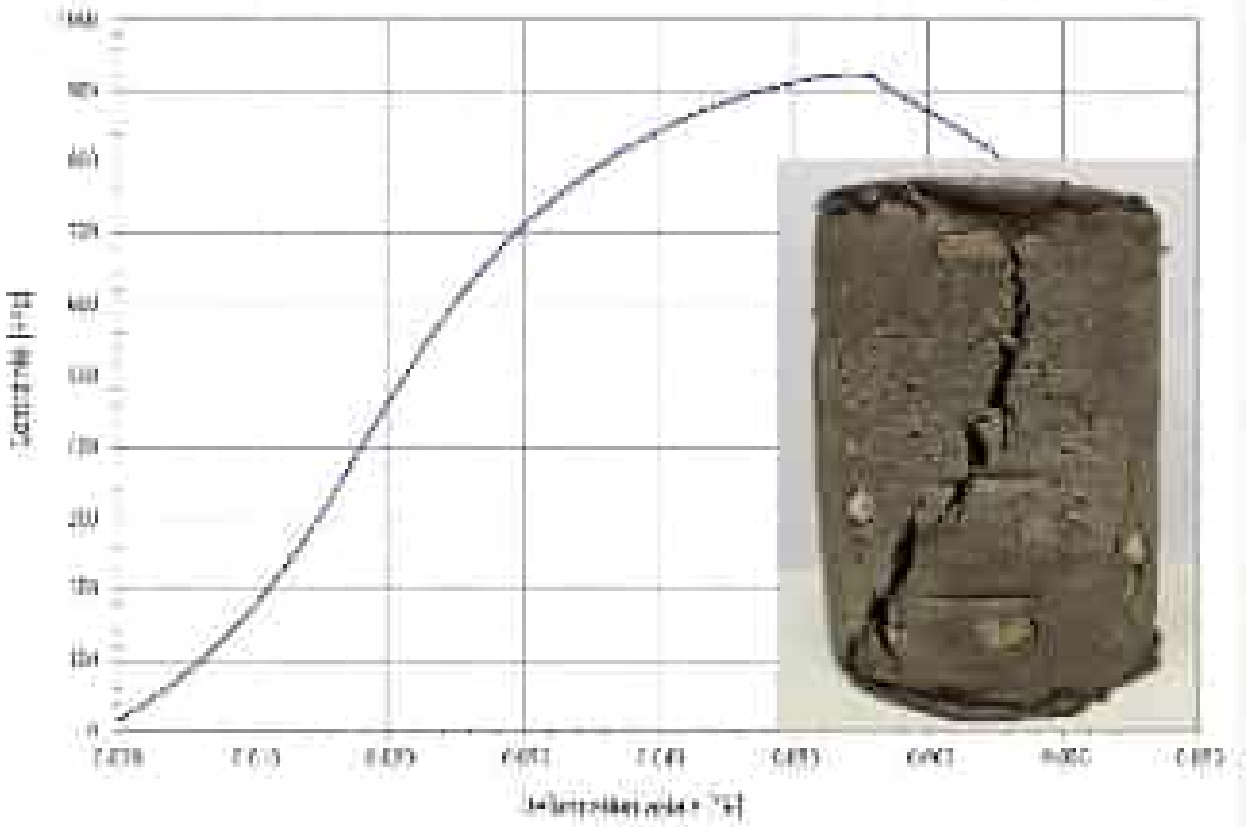
Caractéristiques de l'éprouvette	
h_0	100 mm
D_0	50 mm
M_0	[illegible] g

V_0	[illegible] m^3
γ_0	[illegible] t/m^3
γ_d	[illegible] t/m^3
ω_0	[illegible]
$\Delta\omega_{max}$	[illegible]
Remarques	Colis

Résultats de l'essai		
Vitesse d'écrasement: 0,5 mm/min		
[illegible]	0,5	% de l'éprouvette
P_0	[illegible]	kN
$\Delta\sigma_0$	[illegible]	mm

q_u =	[illegible]	MPa
σ_{max} =	23,1	MPa
ε_{max} =	0,054	[illegible]

Mode de rupture



Reproduction complète interdite sans l'accord de De Gerenville Geotechnique SA
Le rapport ne concerne que l'objet soumis à l'essai

Rapp.EL11.15731-2	**Compression simple**	DE GERENVILLE

Mandat: 15731-2	Date: 02.03.2024
Provenance: Nord	Lieu d'ess: L17.6
Sondage: S-13	Réalisé par: AB

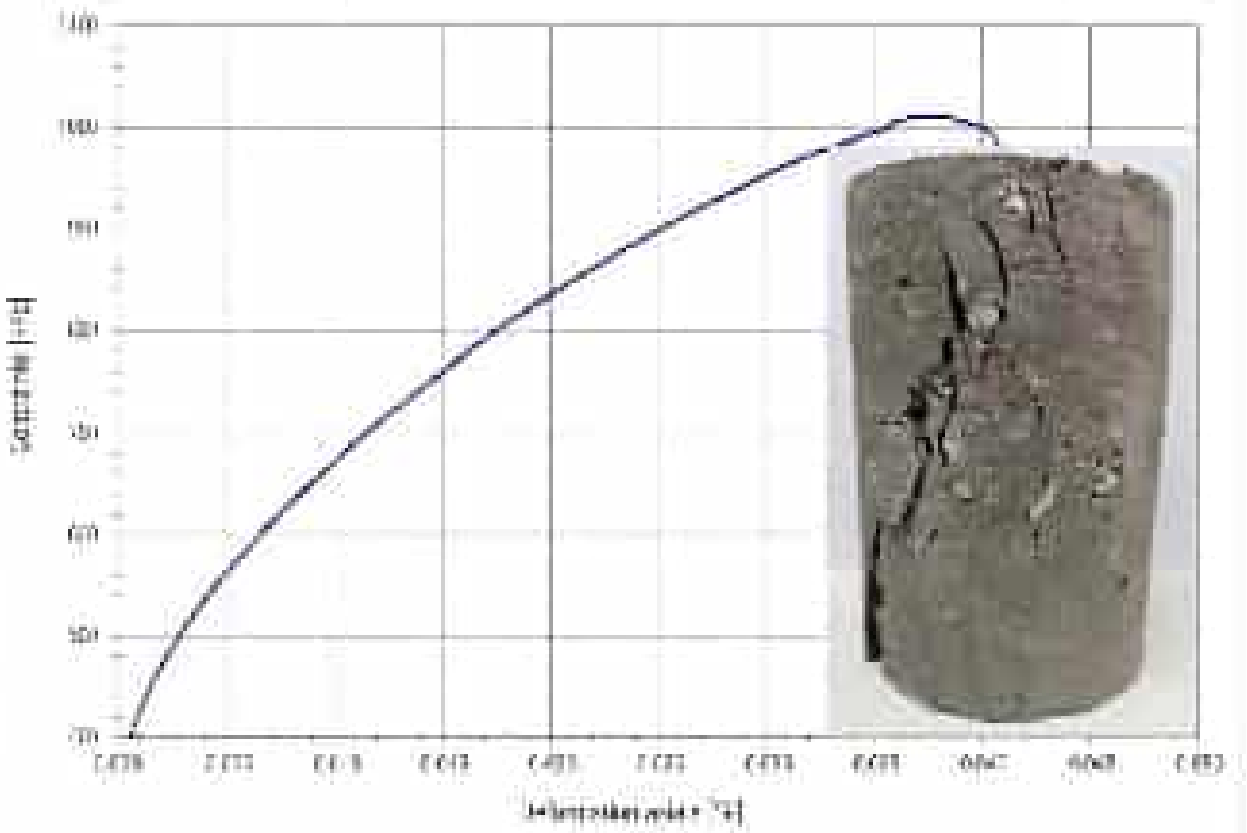
Caractéristiques de l'éprouvette	
h	1.06 mm
D	50 mm
M	3765.08 g

ρ_d	0.0380104 g/m³
ρ_s	2.557 g/m³
ρ_w	2.555 g/m³
ω	9.2 %
$\Delta\rho_{ind}$	0.1 mm
Remarquement	Colle

Résultats de l'essai		
Vitesse d'écrasement: 1.00 mm/min		
$\dot{\varepsilon}_{ult}$	0.5	% par min
P_{ult}	6.17824	kN
Δt_{ult}	0.021324	mm

q_u =	1.01	MPa
E_{ult} =	967.1	MPa
ε_{ult} =	0.032	[illegible]

Mode de rupture



Reproduction complète interdite sans l'accord de De Gerenville Géotechnique SA
Le rapport ne concerne que l'objet soumis à l'essai

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Essai triaxial en conditions consolidé drainé - selon CEN ISO/TS 17892-9 — EL21

N° Affaire 16731.2	Site Nyon	Profondeur 5.30 - 5.60	N° Carotte GT 01
Date essai 15.02.2024	Opérateur Gare		N° Echantillon ES.3

Classification LPC 15

GL	

Propriétés initiales des éprouvettes

N°	Type	h_0 [mm]	D_0 [mm]	ω [%]
CID1	éprouvette	76	38	13.9
CID2	éprouvette	76	38	14.1
CID3	éprouvette	76	38	13.8

Remarques éventuelles

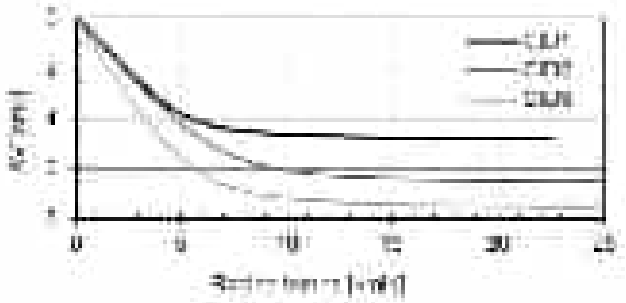
Type de matériau constituant l'échantillon

Type de drainage mis en place — Indépendamment mesure de la pression

Vitesse de cisaillement 0.002 mm/min

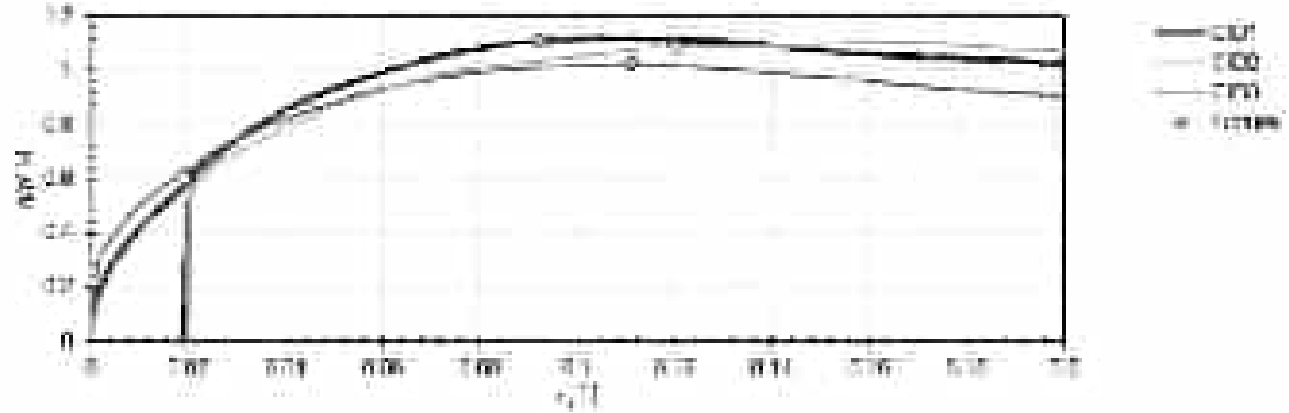
Saturation par circulation d'eau sous [illegible]

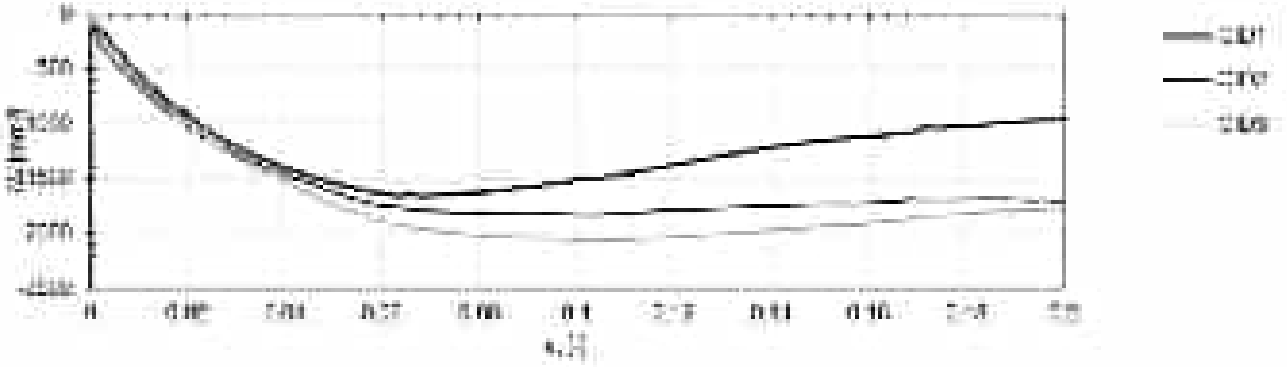
Consolidation



N°	B value [-]	ω_f [%]	$H_f - H_0$ [mm]	ε_{1f} [%]	ε_{vf} [%]
CID1	0.92	13.9	-0.3	-0.4	1.5
CID2	0.93	14.1	12.1	15.9	7.6
CID3	0.92	13.8	12.7	16.7	4.6

Résultats : courbes expérimentales





Expérimentateur
SHA

Contrôle
JLB

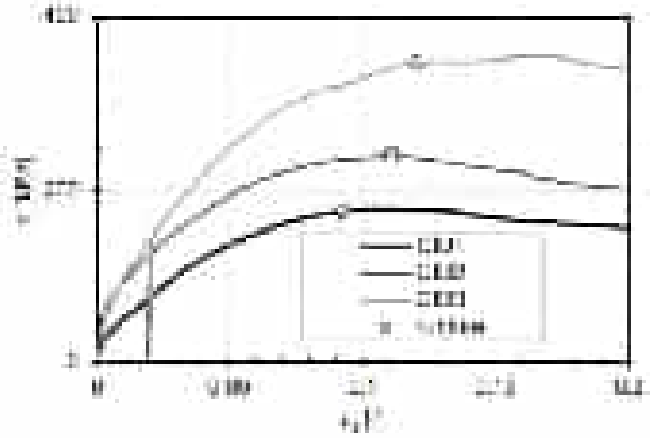
Remarques
Sable limoneux fin ; présence de racines

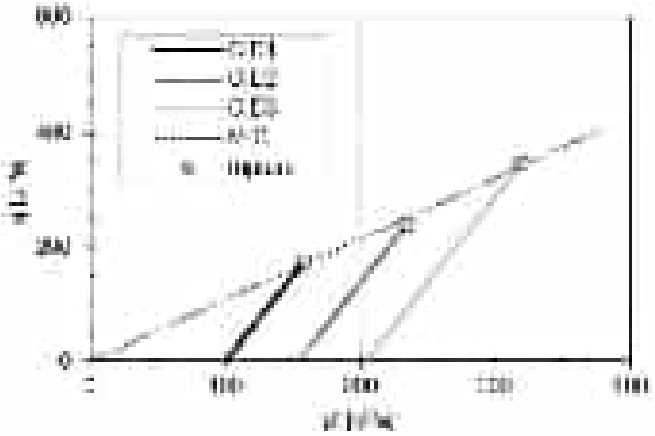
DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

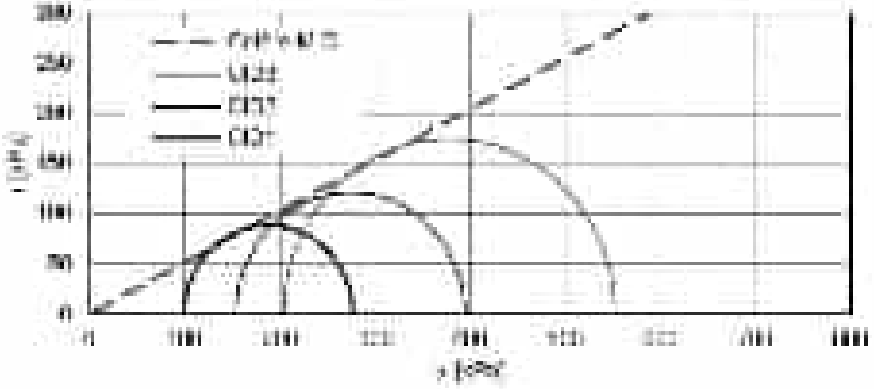
Essai triaxial en conditions consolidé drainé - EL21
(selon CEN ISO/TS 17892-9)

N° Affaire	Ouvrage	Profondeur	N° Sondage
18731-2	Nyon	5.30 - 5.59	GT S1
Date relevé	**Ouvrage**		**N° Essai Mini**
15.02.2024	Gare		E5.3

Chaussée n° 1 - Mixte Cadeau







N°	$\sigma_{1,0}$ [kPa]	$\sigma_{3,0}$ [kPa]	$\Delta u_{1,0}$ [kPa]	$E_{1,0}$ [kPa]	$E_{3,0}$ [kPa]
CID1	176.4	156.8	0.0	53258	3408
CID2	271.3	234.3	0.0	74023	5057
CID3	348.1	320.0	0.0	185229	5457

Critère de Mohr-Coulomb

$\varphi' =$ 27.0 [°] $\sigma_c =$ 3.18 [°]

$c' =$ 0.5 [kPa] $\sigma_c =$ 13.70 [kPa]

Ing. / Resp.
SHA

Contrôle
JG

Remarques
Faible remaniement ; présence de varves

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Essai triaxial en conditions consolidé drainé - EL21
(selon CEN ISO/TS 17892-9)

N° Affaire	Ouvrage	Profondeur	N° Sondage
18731-2	Nyon	5.30 - 5.59	GT S1
Date réalisé	**Ouvrage**		**N° Essai Mini**
15.02.2024	Gare		E5.3

Dimensionnement : Diagramme



CD1 σ'_3 =100kPa

CD2 σ'_3 =181kPa

CD3 σ'_3 =281kPa

Fig. / Page
SRA

Contrôle
JG

Remarques
Faible remaniement ; présence de varves

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Essai triaxial en conditions consolidé drainé - EL21
(selon CEN ISO/TS 17892-9)

N° dossier	Titre	Profondeur	N° Ouvrage
18731-2	Nyon	4.00 - 4.05	S106
Date	**Ouvrage**		**N° Echantillon**
15.01.2024	Gare		E4.0

Classification USCS

CL ML

Propriétés initiales des éprouvettes

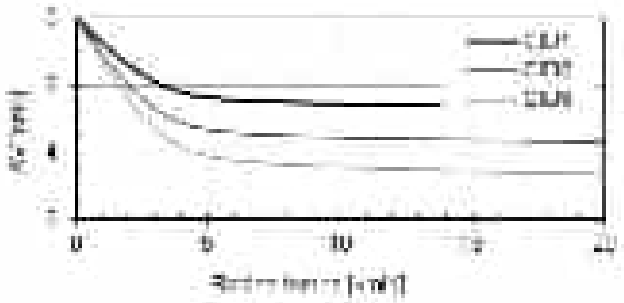
N°	Type	H_0 [mm]	D_0 [mm]	ρ [kN/m³]
CID1	[illegible]	76	38	[illegible]
CID2	[illegible]	76	38	[illegible]
CID3	[illegible]	76	38	[illegible]

Paramètres d'essai

Type de mesure de la contrainte [illegible]
Type de drainage consolidation : [illegible]

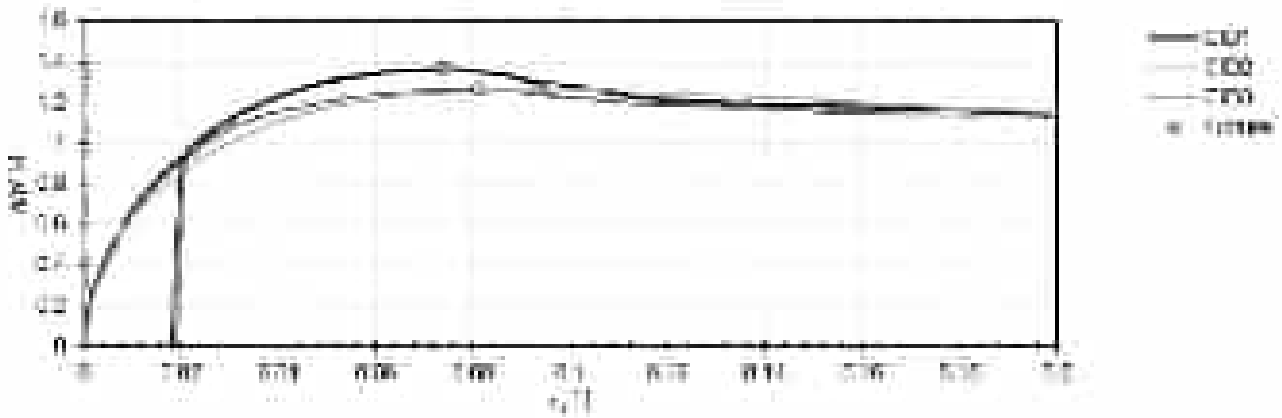
[illegible]

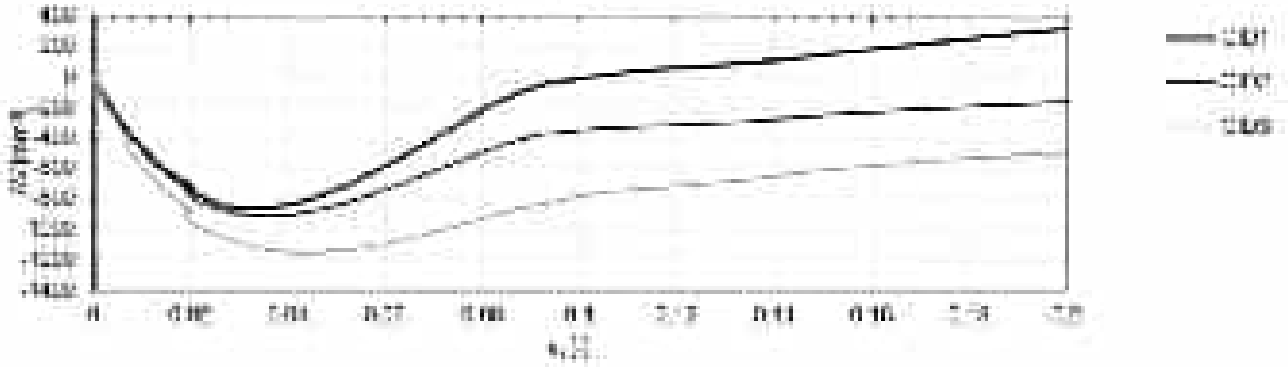
Consolidation



N°	B-valeur [-]	$\sigma_{1,0}^{\text{eff}}$ [kPa]	$H_0-\Delta H_0$ [mm]	$\sigma_{1,0}$ [%]	$\varepsilon_{1,0}$ [%]
CID1	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
CID2	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
CID3	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Cisaillement : courbes expérimentales





Expérimentateur	Contrôle
SRA	JG

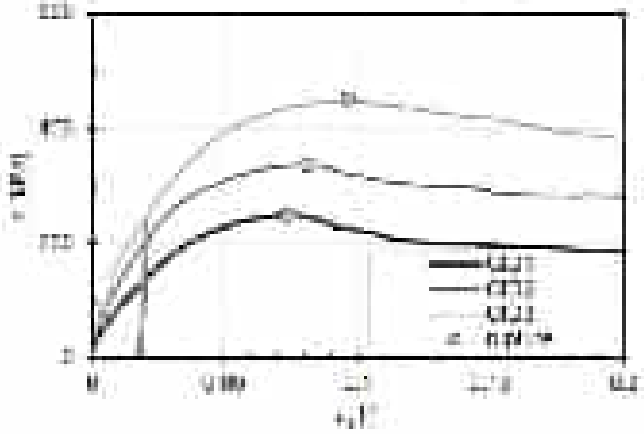
Remarques
Fiable remarquement

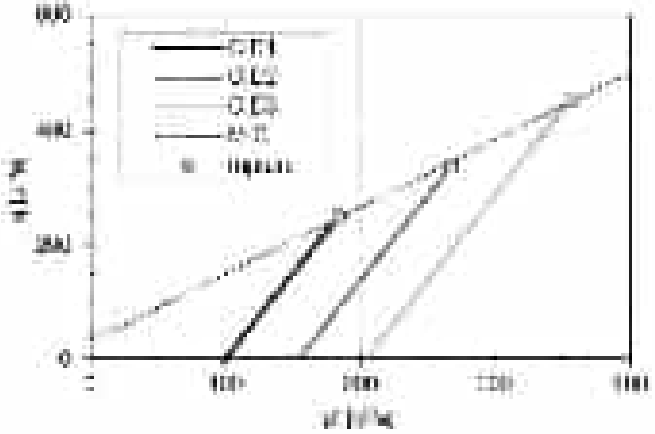
DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

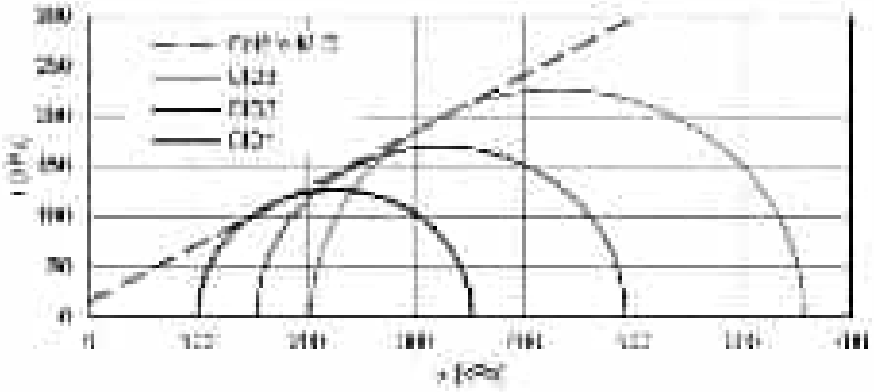
Essai triaxial en conditions consolidé drainé - EL21
(selon CEN ISO/TS 17892-9)

N° Affaire	Ouvrage	Profondeur	N° Sondage
18731-2	Nyon	4.00 - 4.35	S106
Date réalisé	**Ouvrage**		**N° Essai (Bin)**
15.01.2024	Gare		E4.0

Chaussée (n°) - Réalisation







N°	$\sigma_{1,0}$ [kPa]	$\sigma_{3,0}$ [kPa]	$\Delta u_{1,0}$ [kPa]	$E_{1,0}$ [kPa]	$E_{3,0}$ [kPa]
CIO1	252.3	184.3	0.0	76438	9848
CIO2	307.7	267.9	0.0	107011	11037
CIO3	453.3	353.1	0.0	121858	12715

Critère de Mohr-Coulomb

$\varphi' =$ **29.5** [°] $\sigma_c =$ 2.00 [°]

$c' =$ **15.2** [kPa] $\sigma_c =$ 10.00 [kPa]

Ing. - Resp.
SHA

Contrôle
JG

Remarques
Faible remaniement

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Essai triaxial en conditions consolidé drainé - EL21
(selon CEN ISO/TS 17892-9)

N° Affaire	Ouvrage	Profondeur	N° Sondage
18731-2	Nyon	4.00 - 4.35	S106
Date réalisé	**Ouvrage**		**N° Essai (Bin)**
15.01.2024	Gare		E4.0

Description de l'échantillon




CID1 σ'_3 =101kPa




CID2 σ'_3 =101kPa




CID3 σ'_3 =201kPa

Ing. / Resp.
SRA

Créateur
JB

Remarques
Faible remaniement

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Essai triaxial en conditions consolidé drainé - EL21
(selon CEN ISO/TS 17892-9)

Réf. Dossier	Titre	Profondeur	N° Carrage
16731-2	Nyon	13.00 - 13.00	S106
Date de l'essai	**Chantage**		**N° Echantillon**
24.01.2024	Gare		E13.6

Classification USCS

CL

Propriétés initiales des éprouvettes

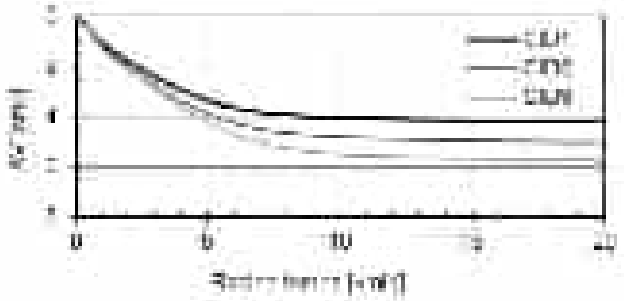
N°	Type	H_0 [mm]	D_0 [mm]	ρ [kN/m³]
CID1	[illegible]	76	38	[illegible]
CID2	[illegible]	76	38	[illegible]
CID3	[illegible]	76	38	[illegible]

Paramètres d'essai

Type de mesure de la contrainte
Type de drainage consolidation : [illegible]

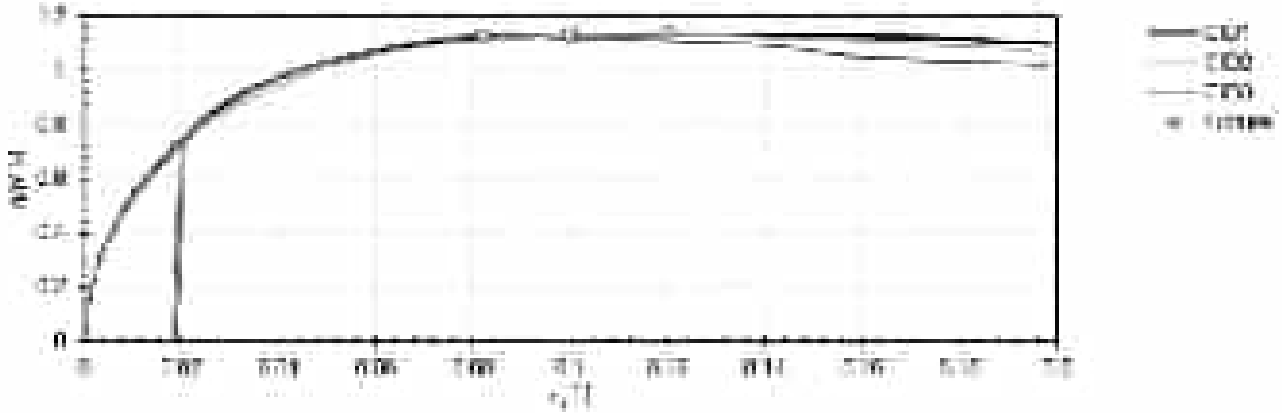
Vitesse de cisaillement 0.0009 mm/min
Adaptation [illegible]

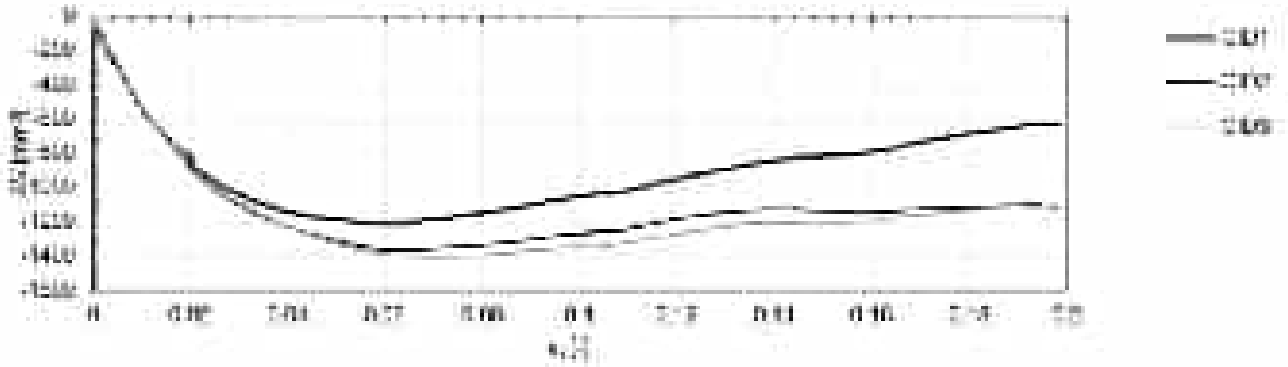
Consolidation



N°	B-valeur [-]	σ_{ij}^{eff} [kPa]	$H_0-\Delta H_0$ [mm]	ε_{ij} [%]	ε_{ij} [%]
CID1	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
CID2	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
CID3	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Cisaillement : courbes expérimentales





Expérimentateur
SRA

Contrôleur
JB

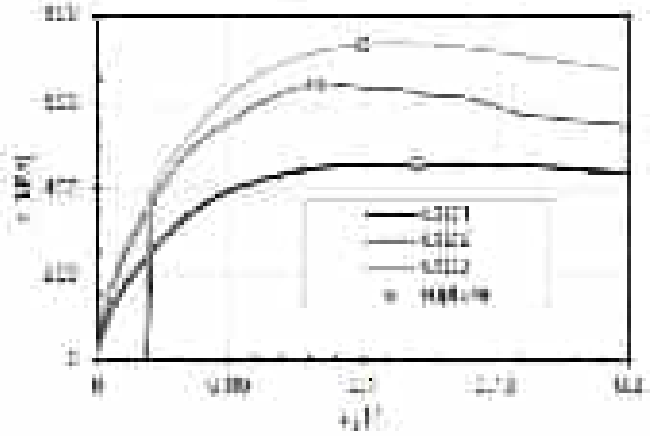
Remarques
Faible remaniement

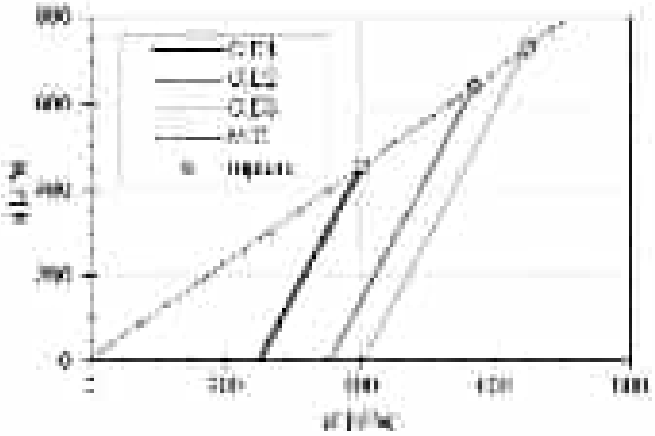
DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

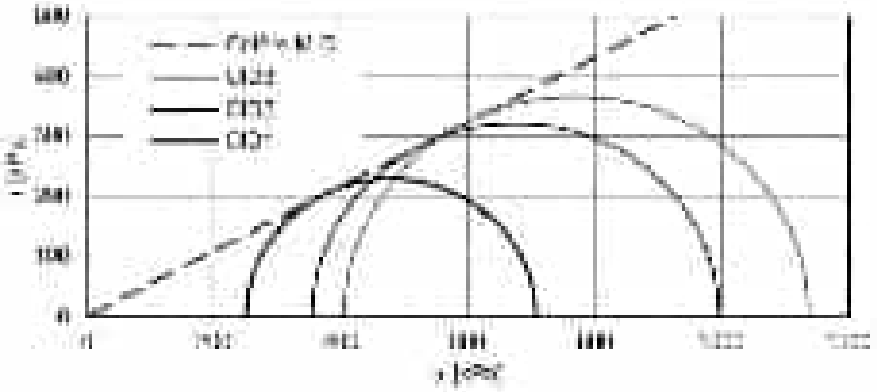
Essai triaxial en conditions consolidé drainé - EL21
(selon CEN ISO/TS 17892-9)

N° Affaire	Ouvrage	Profondeur	N° Sondage
18731-2	Nyon	13.00 - 13.90	S106
Date visuel	**Ouvrage**		**N° Dossier/Mois**
24.01.2024	Gare		E13.6

Usage : [illegible]







N°	$\sigma_{1,0}$ [kPa]	$\sigma_{3,0}$ [kPa]	$\Delta u_{1,0}$ [kPa]	$E_{1,0}$ [kPa]	$E_{3,0}$ [kPa]
CID1	486.3	400.3	0.0	137840	13848
CID2	672.2	567.1	0.0	165200	15032
CID3	753.3	645.5	0.0	170214	10118

Critère de Mohr-Coulomb

$\varphi' =$ 28.2 [°] $\sigma_{\varphi'} =$ 0.12 [°]

$c' =$ 2.3 [kPa] $\sigma_{c'} =$ 1.16 [kPa]

Ing. Bureau
SHA

Contrôle
JG

Remarques
Faible remaniement

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Essai triaxial en conditions consolidé drainé - EL21
(selon CEN ISO/TS 17892-9)

N° Affaire	Ville	Profondeur	N° Sondage
18731-2	Nyon	13.00 - 13.90	S106
Date visité	**Ouvrage**		**N° Échantillon**
24.01.2024	Gare		E13.6

Environnement d'origine : Lac




CID1 σ'_3 =251kPa




CID2 σ'_3 =351kPa




CID3 σ'_3 =401kPa

Ing. / Stage
SRA

Calculateur
JB

Remarques
Faible remaniement

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Essai triaxial en conditions consolidé drainé - EL21
(selon CEN ISO/TS 17892-9)

Réf. Dossier	Titre	Réf. Sondage	N° Sondage
18731-2	Nyon	8.00 - 8.05	S106
Date	**Chantier**		**N° Échantillon**
29.02.2024	Gare		E8.5

Classification USCS

CL

Propriétés initiales des éprouvettes

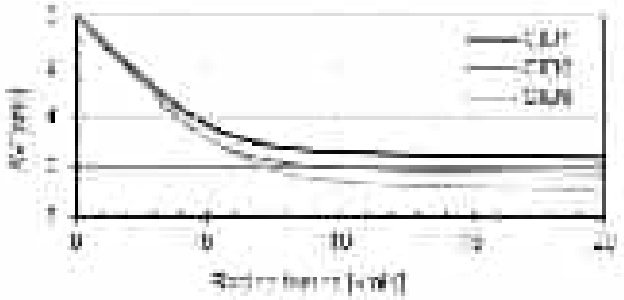
N°	Type	H_0 [mm]	D_0 [mm]	γ [kN/m³]
CID1	[illegible]	76	38	[illegible]
CID2	[illegible]	76	38	19.0
CID3	[illegible]	76	38	[illegible]

Paramètres d'essai

Type de mesure de la pression [illegible]
Type de drainage consolidation : [illegible]

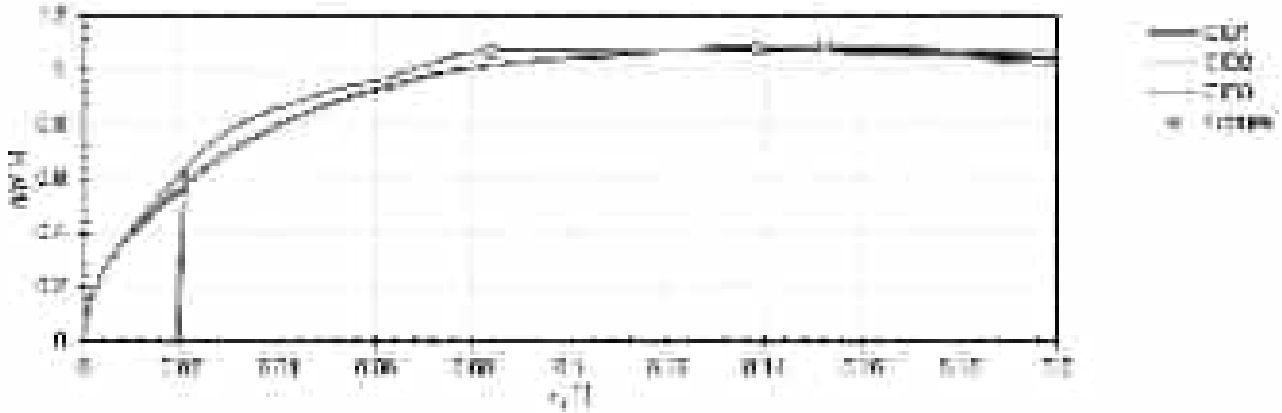
Vitesse de cisaillement 0.0009 mm/min
Adaptation [illegible]

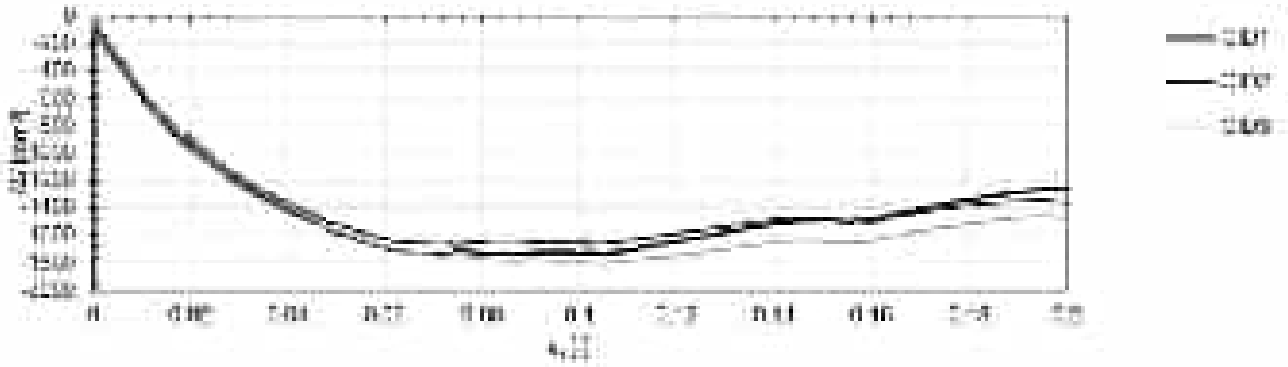
Consolidation



N°	B-valeur [-]	σ_{ij}^{eff} [kPa]	$H_0-\Delta H_0$ [mm]	ε_{ij} [%]	ε_{ij} [%]
CID1	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
CID2	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
CID3	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Graphique de sources expérimentales





Interprétation
SRA

Contrôle
JG

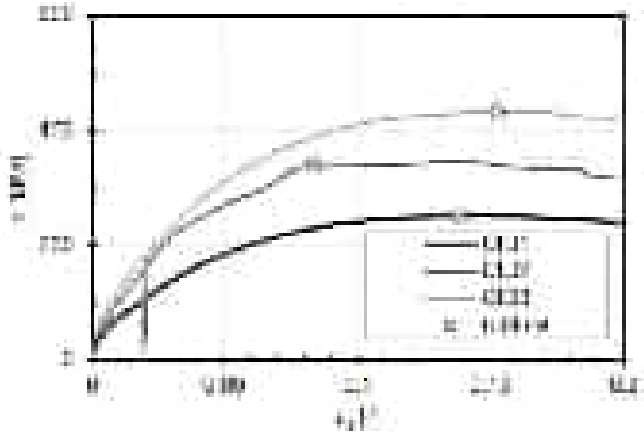
Résultats
Faible remaniement

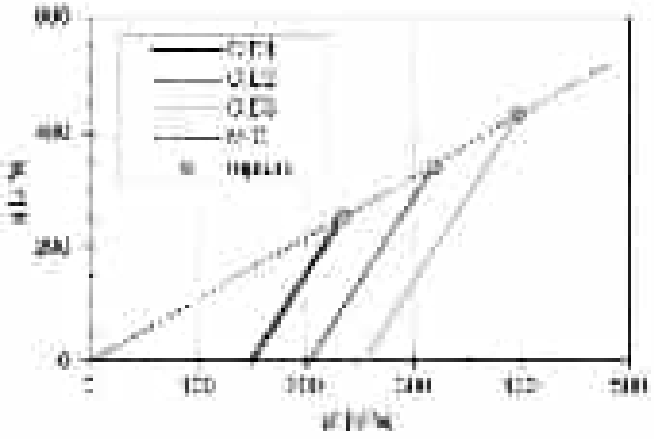
DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

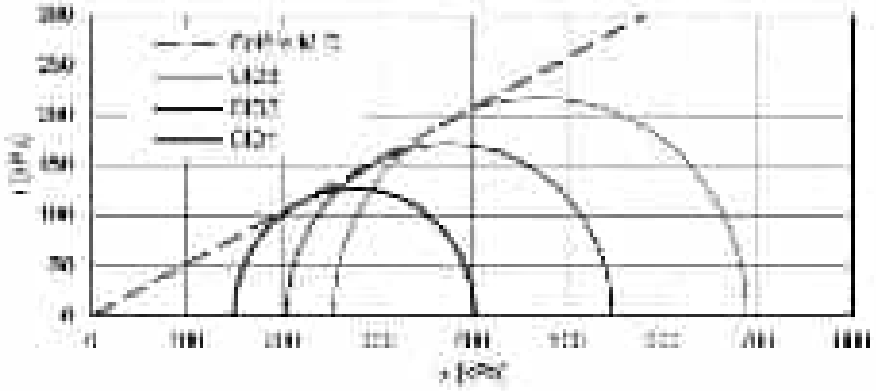
Essai triaxial en conditions consolidé drainé - EL21
(selon CEN ISO/TS 17892-9)

N° Affaire	Ouvrage	Prélèvement	N° Sondage
18731-2	Nyon	8.60 - 8.85	S106
Date réalisé	**Ouvrage**		**N° Essai (Min)**
29.02.2024	Gare		E9.5

Chaussée (n°1) - Mixte Chaussée







N°	$\sigma_{1,0}$ [kPa]	$\sigma_{3,0}$ [kPa]	$\Delta u_{1,0}$ [kPa]	$E_{1,0}$ [kPa]	$E_{3,0}$ [kPa]
CIO1	[illegible]	[illegible]	0.0	[illegible]	[illegible]
CIO2	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
CIO3	[illegible]	[illegible]	0.0	[illegible]	[illegible]

Critère de Mohr-Coulomb

$\varphi' =$ 27.3 [°] $\sigma_c =$ 0.14 [°]

$c' =$ 0.0 [kPa] $\sigma_t =$ - [kPa]

Ing. / Resp.	Contrôle
SHA	JG

Remarques
Faible remaniement

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Essai triaxial en conditions consolidé drainé - EL21
(selon CEN ISO/TS 17892-9)

N° Affaire	Ville	Profondeur	N° Sondage
18731-2	Nyon	8.60 - 8.85	S106
Date relevé	**Ouvrage**		**N° Essai (Min)**
29.02.2024	Gare		E9.5

Description de l'échantillon



CID1 σ'_3 =150kPa



CID2 σ'_3 =201kPa



CID3 σ'_3 =251kPa

Ing. / Resp.
SRA

Créateur
JB

Remarques
Faible remaniement

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Essai triaxial en conditions consolidé drainé - EL21
(selon CEN ISO/TS 17892-9)

Réf. Dossier	Titre	Prof. Sondage	N° Sondage
16731-2	Nyon	18.30 - 18.60	S113
Date essai	**Opérateur**		**N° Essai Mini**
29.04.2024	Gare		E15.4

Classification USCS

CL

Propriétés initiales des éprouvettes

N°	Type	H_0 [mm]	D_0 [mm]	γ [kN/m³]
CID1	Mixte	76	38	20.0
CID2	Mixte	76	38	20.0

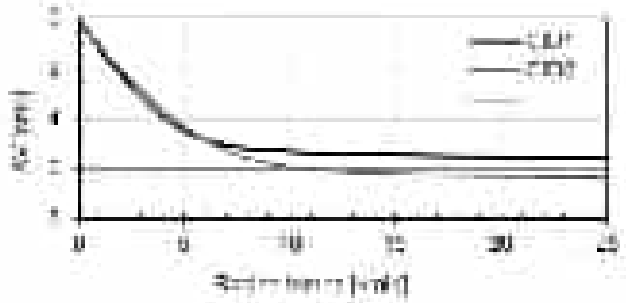
Paramètres d'essai

Type de mesure de la pression : Type de drainage consolidation : Intégralement, parties de la surface

Vitesse de cisaillement : 0.0009 mm/min

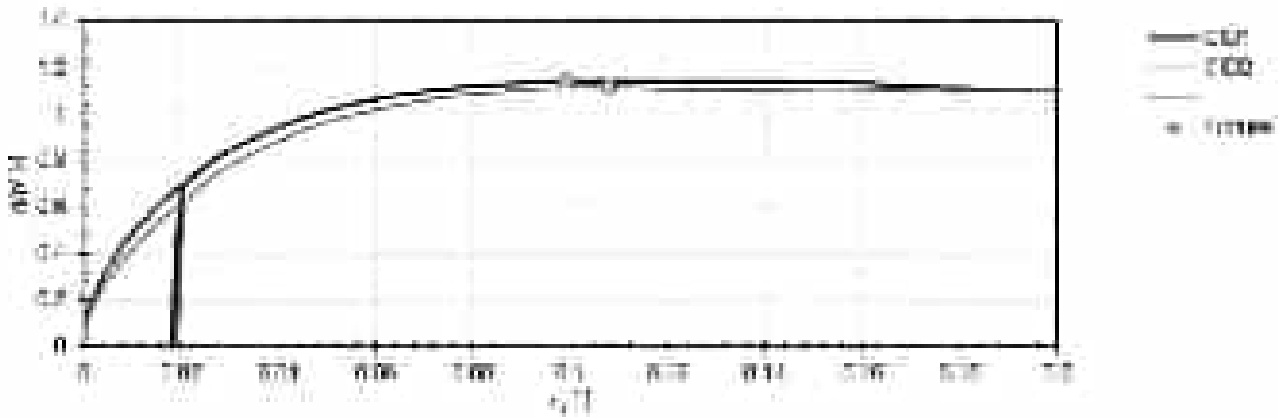
Adaptation proportionnelle : $\Delta\sigma_1/\Delta\sigma_3$ (%)

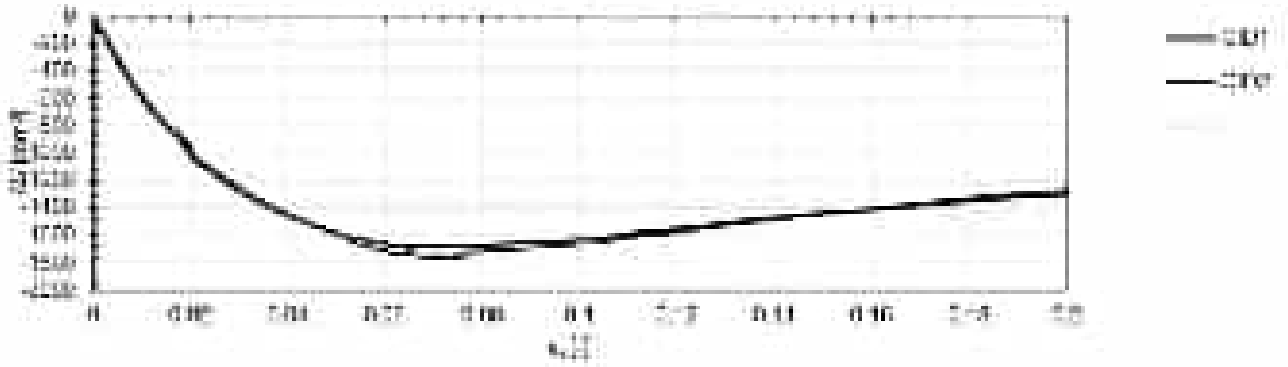
Consolidation



N°	B-valeur [-]	$\sigma_{1,0}^{cyc}$ [kPa]	$H_0-\Delta H_0$ [mm]	$\varepsilon_{1,0}$ [%]	$\varepsilon_{3,0}$ [%]
CID1	0.22	200	74.6	2.1	6.3
CID2	0.33	101	74.1	2.4	7.5

Cisaillement : Sources expérimentales





Expérimentateur	Contrôle
SRA	JG

Résultats

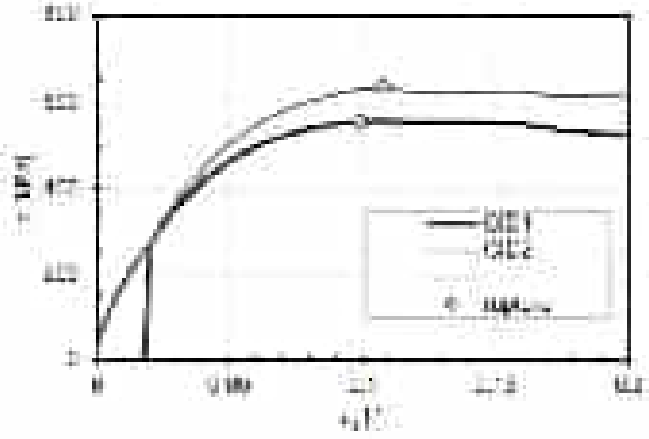
Fortement remanié (présence de graviers) ; résultats donnés sur 2 éprouvettes

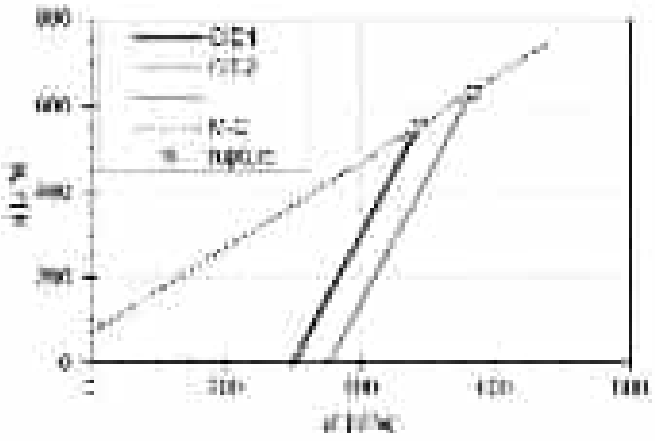
DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

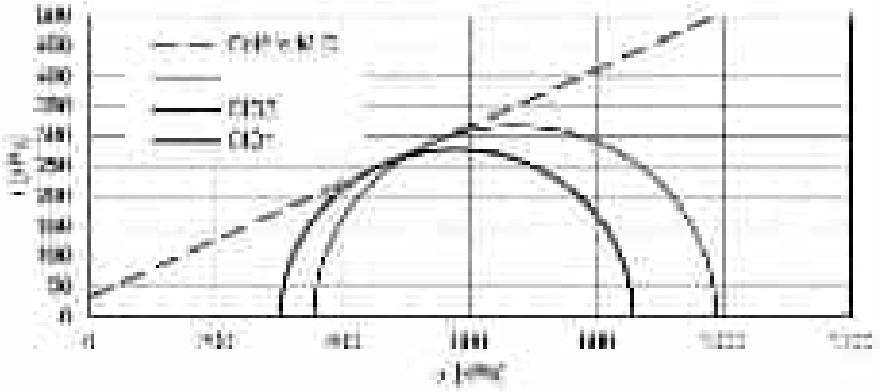
Essai triaxial en conditions consolidé drainé - EL21
(selon CEN ISO/TS 17892-9)

N° Affaire	Ville	Prof. Mesure	N° Sondage
18731-2	Nyon	18.30 - 18.60	S113
Date mesure	**Ouvrage**		**N° Essai Mat**
29.04.2024	Gare		E15.4

Chaussée 1 - Mixte Cimentée







N°	$\sigma_{c\,m}$ [kPa]	$\sigma_{c\,m}$ [kPa]	$\Delta u_{c\,m}$ [kPa]	$E_{c\,m}$ [kPa]	$E_{c\,m}$ [kPa]
CIE1	565.5	400.3	0.0	10/2517	13218
CIE2	604.5	565.5	0.0	10/2690	13673

Critère de Mohr-Coulomb

$\varphi' =$ **25.3** [°] $\sigma_c =$ - [°]

$c' =$ **33.5** [kPa] $\sigma_c =$ - [kPa]

Ing. Resp.	Opérateur
BRA	JG

Remarques
Fortement remanié (présence de gravier) ; résultats donnés sur 2 éprouvettes

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Essai triaxial en conditions consolidé drainé - EL21
(selon CEN ISO/TS 17892-9)

N° Affaire	Ouvrage	Prof. Ouvrage	N° Sondage
18731-2	Nyon	18.30 - 18.60	S113
Date réalisé	**Ouvrage**		**N° Essai Bleu**
29.04.2024	Gare		E15.4

Description : Sable et Gravier



CD1 σ'_3 =301kPa

CD2 σ'_3 =351kPa

σ'_3 44

Ing. / Bureau	Cadre de
SRA	JB

Remarques :
Fortement remanié (présence de graviers) ; résultats donnés sur 2 éprouvettes

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Essai triaxial en conditions consolidé drainé - EL21
(selon CEN ISO/TS 17892-9)

Réf. dossier	Titre	Profondeur	N° Ouvrage
18731-2	Nyon	6.60 - 7.00	S114
Date essai	**Ouvrage**		**N° Essai Mini**
14.11.2023	Gare		E5.6

Classification USCS

CM

Propriétés initiales des éprouvettes

N°	Type	H_0 [mm]	D_0 [mm]	γ [kN/m³]
CID1	Mixte	76	38	13.8
CID2	Mixte	76	38	13.8
CID3	Mixte	76	38	13.7

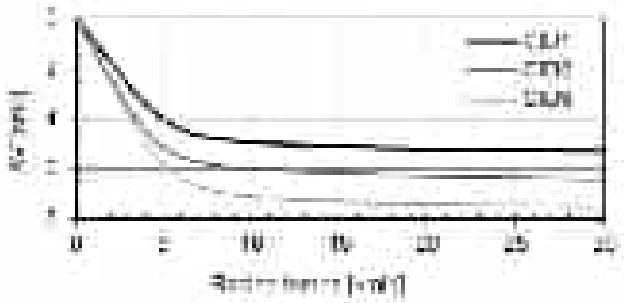
Paramètres d'essai

Type de mesure de la pression : Type de drainage consolidation : Intégralement, contrôle de la pression

Vitesse de cisaillement 0.0009 mm/min

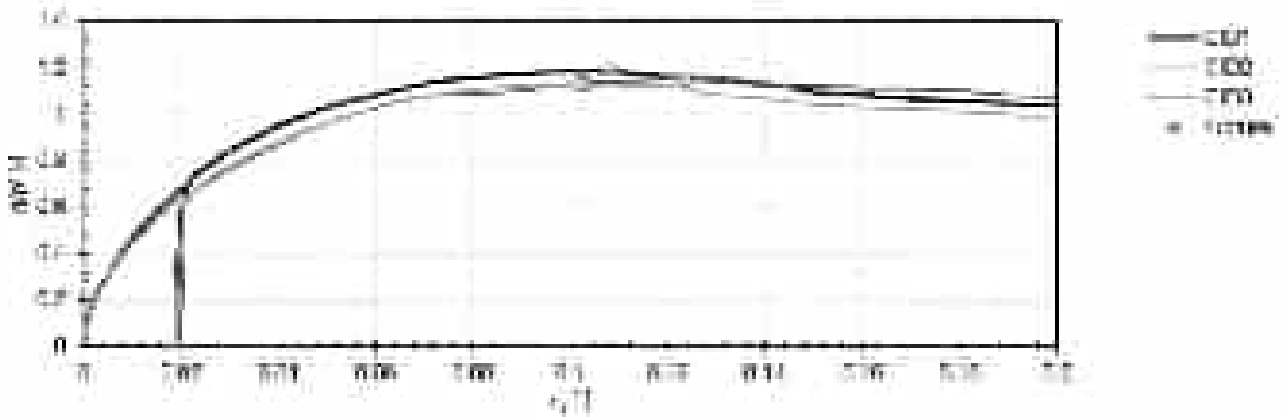
Adaptation des pressions [kPa]: 2.0 [C]

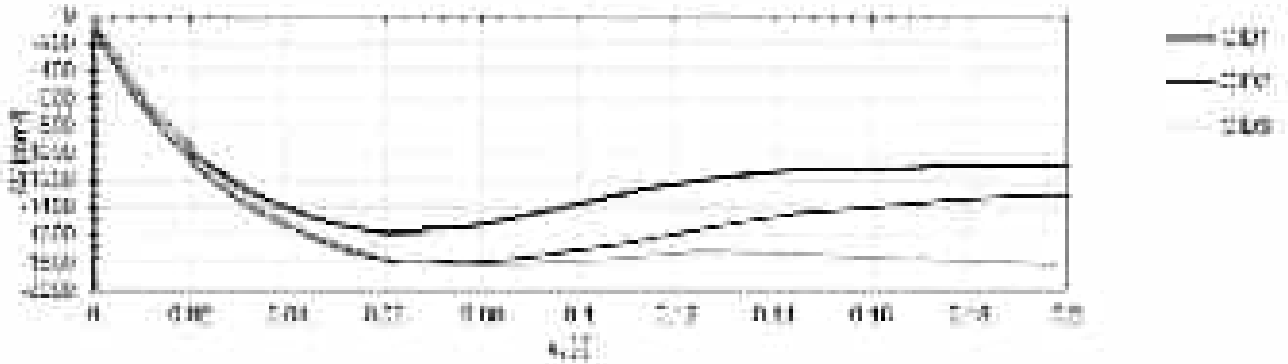
Consolidation



N°	B-valeur [-]	σ_{ij}^{ref} [kPa]	$H_0-\Delta H_0$ [mm]	ε_{ij} [%]	ε_{ij} [%]
CID1	0.22	100	74.4	2.1	6.2
CID2	0.22	200	74.1	2.5	7.5
CID3	0.22	200	74.1	2.9	4.7

Qualité de la surface expérimentale





Expérimentateur
SRA

Contrôle
JG

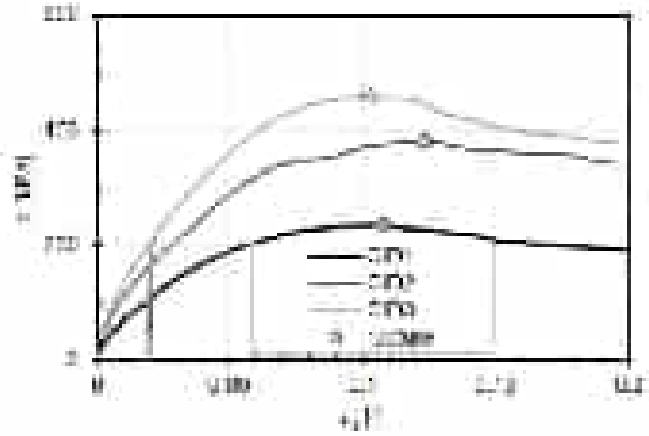
Résultats
Fiable remaniement

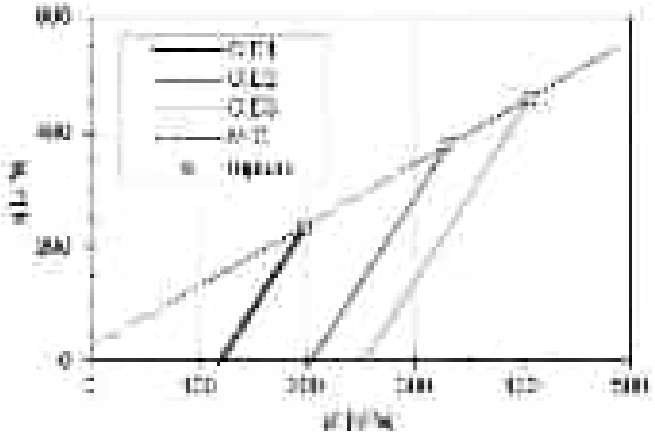
DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

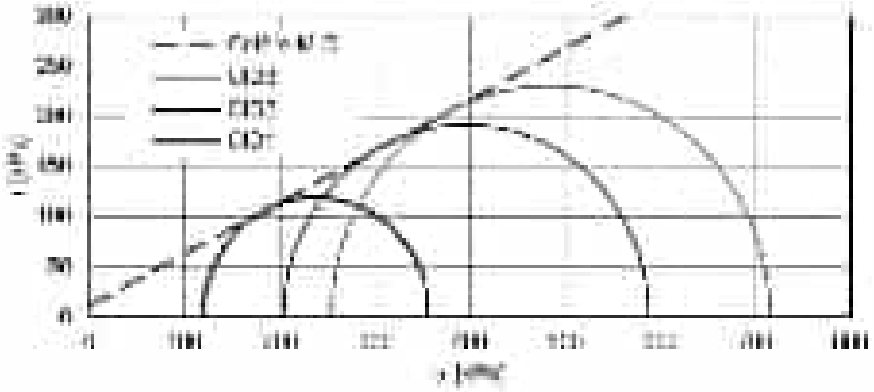
Essai triaxial en conditions consolidé drainé - EL21
(selon CEN ISO/TS 17892-9)

N° Affaire	Ville	Profondeur	N° Sondage
18731-2	Nyon	6.60 - 7.00	S114
Date mise	**Ouvrage**		**N° Essai (Bin)**
14.11.2023	Gare		E6.6

Classification - Mise en Contrôle







N°	σ_{vo} [kPa]	σ_{vo} [kPa]	Δu_{vo} [kPa]	E_v [kPa]	E_{vo} [kPa]
CID1	387.3	193.3	0.0	55428	3838
CID2	387.2	391.2	0.0	81737	7027
CID3	481.3	487.8	0.0	103958	5429

Critère de Mohr-Coulomb

$\varphi' =$ **27.2** [°] $\sigma_\varphi =$ 0.55 [°]

$c' =$ **11.2** [kPa] $\sigma_c =$ 3.14 [kPa]

Ing. Resp.
SHA

Contrôle
JG

Remarques
Faible remaniement

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Essai triaxial en conditions consolidé drainé - EL21
(selon CEN ISO/TS 17892-9)

N° Affaire	Ville	Profondeur	N° Sondage
18731-2	Nyon	6.60 - 7.00	S114
Date réalisé	**Ouvrage**		**N° Essai (Bin)**
14.11.2021	Gare		E6.6

Dimensionnement d'origine : 1 kPa




CID1 σ'_3 =121kPa




CID2 σ'_3 =201kPa




CID3 σ'_3 =251kPa

Ing. / Stage
SRA

Calculateur
JG

Remarques
Faible remaniement

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Essai triaxial en conditions consolidé drainé - EL21
(selon CEN ISO/TS 17892-9)

Réf. dossier	Titre	Profondeur	N° Ouvrage
18731-2	Nyon	2.70 - 3.00	S115
Date essai	**Ouvrage**		**N° Essai/Mo**
01.02.2024	Gare		E2.7

Classification USCS

CL ML

Propriétés initiales des éprouvettes

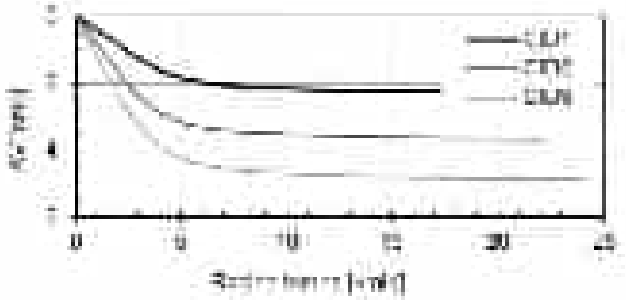
N°	Type	H_0 [mm]	D_0 [mm]	σ [kN/m²]
CID1	[illegible]	76	38	[illegible]
CID2	[illegible]	76	38	[illegible]
CID3	[illegible]	76	38	[illegible]

Paramètres d'essai

Type de mesure de la pression [illegible]
Type de drainage consolidation : [illegible]

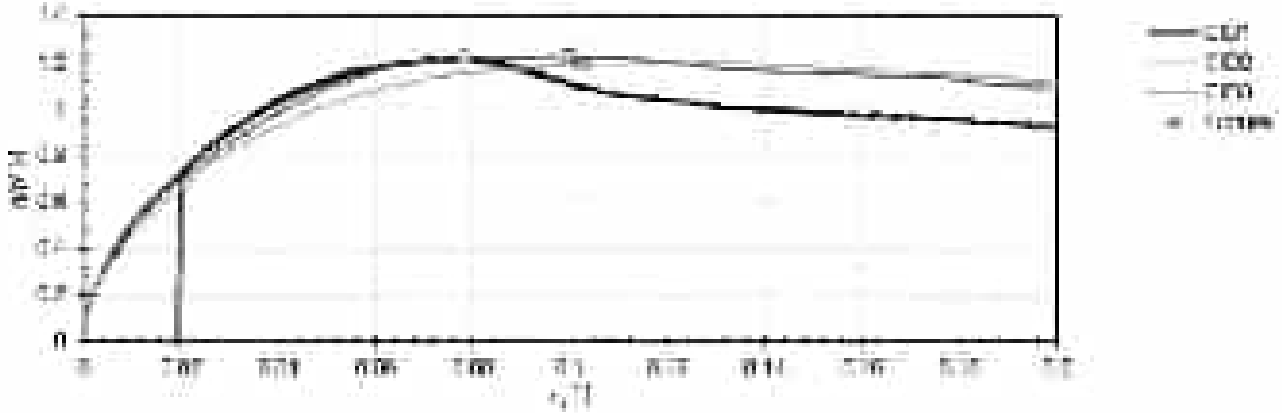
Vitesse de cisaillement 0.005 mm/min
Adaptation [illegible]

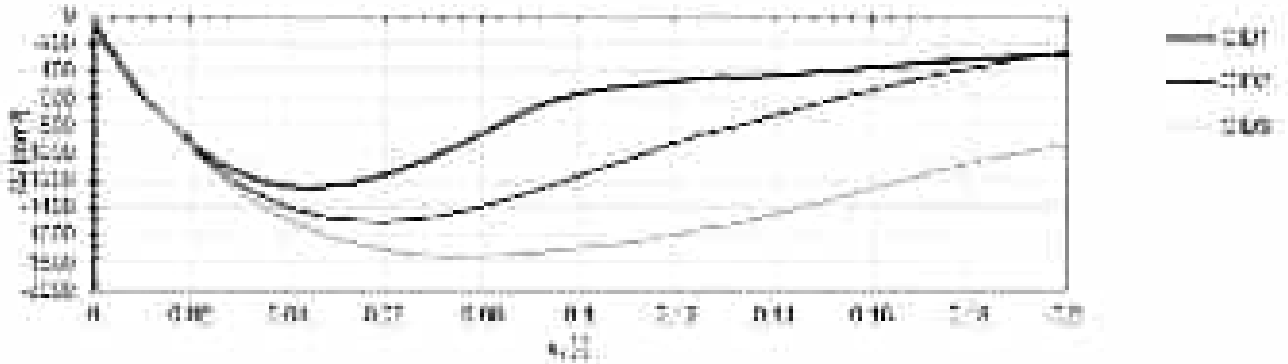
Consolidation



N°	B-valeur [-]	σ_{ij}^{eff} [kPa]	$H_0-\Delta H_0$ [mm]	ε_{ij} [%]	ε_{ij} [%]
CID1	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
CID2	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
CID3	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Cisaillement : courbes expérimentales





Réalisation	Contrôle
SRA	JG

Résultats

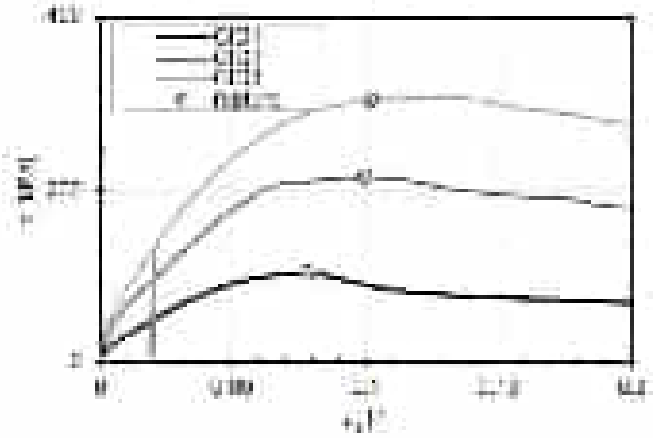
Fiablement remarqué / présence de petites varves / cursature

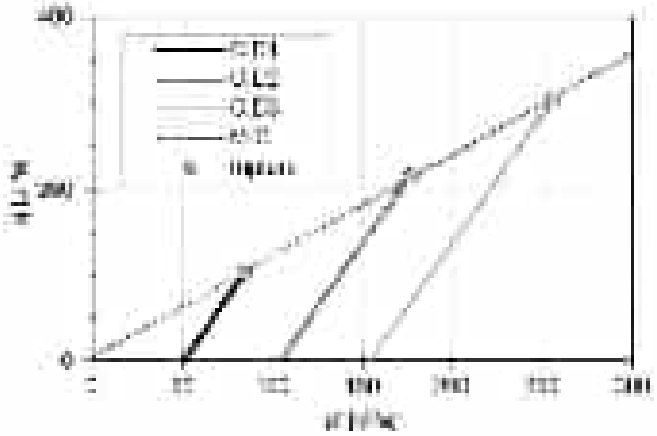
DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

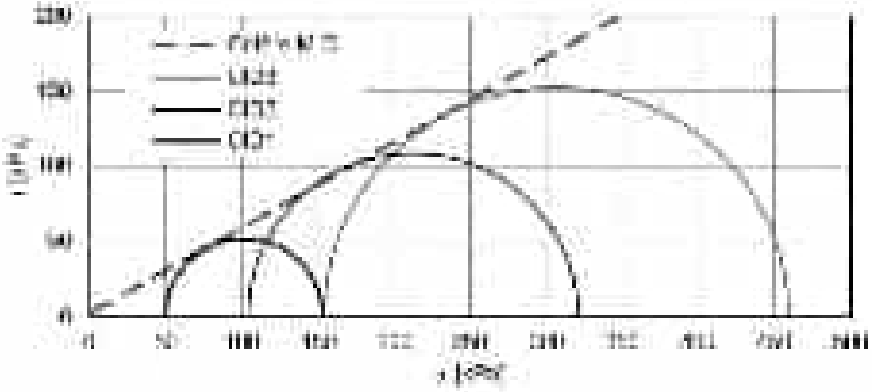
Essai triaxial en conditions consolidé drainé - EL21
(selon CEN ISO/TS 17892-9)

N° Affaire	Ville	Profondeur	N° Sondage
18731-2	Nyon	2.70 - 3.00	S115
Date essai	**Ouvrage**		**N° Essai Bin**
01.02.2024	Gare		E2.7

Essai [illegible] - [illegible]







N°	$\sigma_{1,0}$ [kPa]	$\sigma_{3,0}$ [kPa]	$\Delta u_{0,0}$ [kPa]	$F_{1,0}$ [kPa]	$E_{0,0}$ [kPa]
CID1	103.4	84.5	7.0	46880	2330
CID2	215.9	165.3	0.0	85720	4052
CID3	385.5	255.5	0.0	91205	5147

Critère de Mohr-Coulomb

φ' =	29.5 [°]	σ_v =	1.00 [°]
c' =	2.5 [kPa]	σ_c =	3.23 [kPa]

Ing. / Resp.	Contrôle
SHA	JG

Remarques
Faiblement remarié / présence de petites varves / cursaturé

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Essai triaxial en conditions consolidé drainé - EL21
(selon CEN ISO/TS 17892-9)

N° Affaire	Ville	Profondeur	N° Sondage
18731-2	Nyon	2.70 - 3.00	S115
Date réalisé	**Ouvrage**		**N° Essai 2Bis**
01.02.2024	Gare		E2.7

Description / Origine / Aide




CD1 σ'_3 =51kPa




CD2 σ'_3 =101kPa




CD3 σ'_3 =151kPa

Ing. / Rédig.
SRA

Contrôle
JG

Remarques
Faiblement remanié / présence de petites varves / surcaturé

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Essai triaxial en conditions consolidé drainé - EL21
(selon CEN ISO/TS 17892-9)

Réf. dossier	Tracé	Profondeur	N° Sondage
16731-2	Nyon	2.70 - 3.00	S119
Date de réf.	**Chantage**		**N° Échantillon**
11.04.2024	Gare		E2.8

Classification USCS

CL

Propriétés initiales des éprouvettes

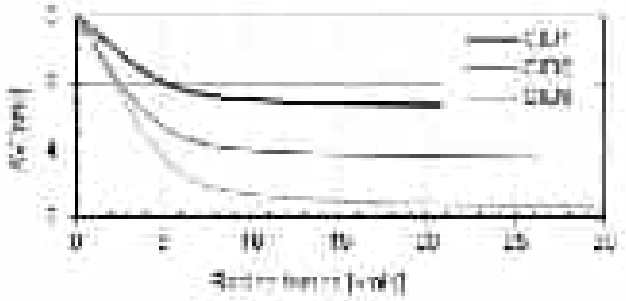
N°	Type	H_0 [mm]	D_0 [mm]	γ [kN/m³]
CID1	Mixte	76	38	13.8
CID2	Mixte	76	38	13.8
CID3	Mixte	76	38	13.8

Paramètres d'essai

Type de mesure de la contrainte
Type de drainage consolidation : Intégralement, parties de la surface

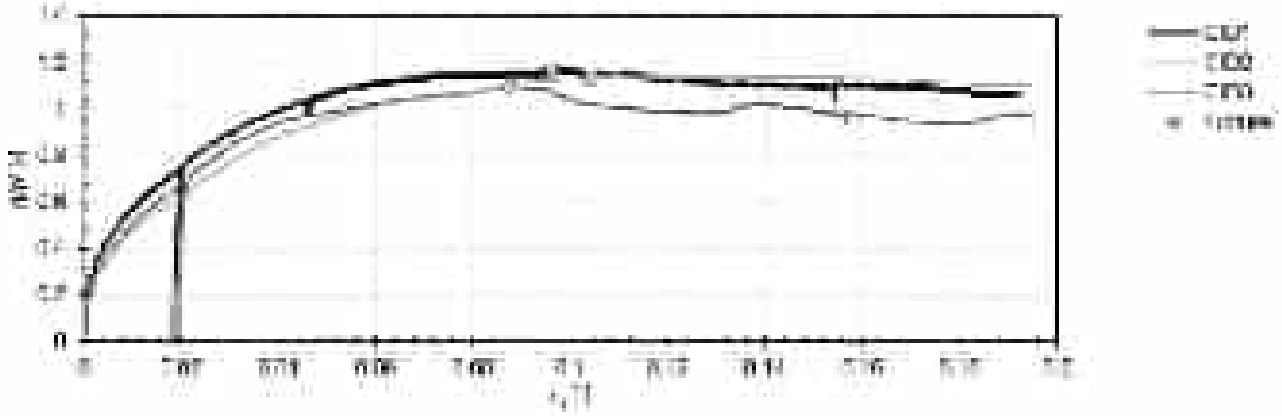
Vitesse de cisaillement 0.0008 mm/min
Adaptation [illegible]

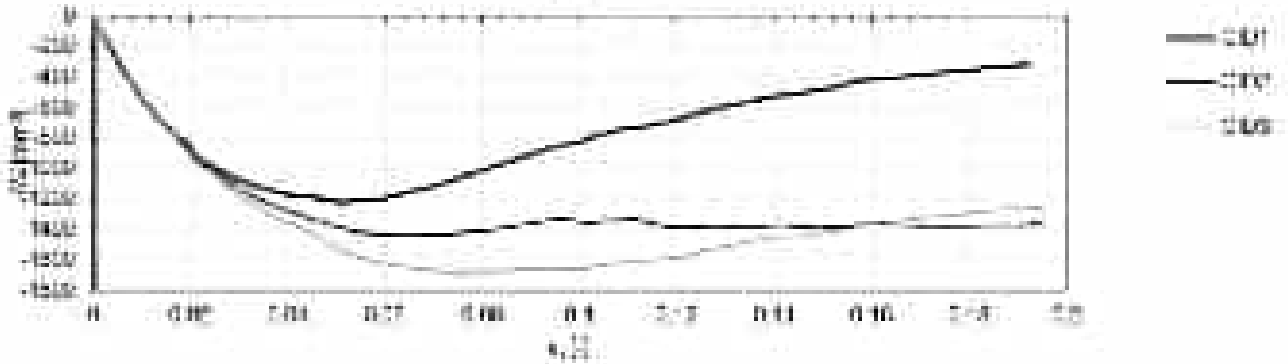
Consolidation



N°	B-valeur [-]	σ_{ij}^{ref} [kPa]	$H_0-\Delta H_0$ [mm]	ε_{ij} [%]	ε_{ij} [%]
CID1	0.22	80	79.5	0	3.1
CID2	0.22	101	74.5	1.6	4.9
CID3	0.21	151	81.5	2.2	6.6

Graphiques des sources expérimentales





Expérience
SRA

Contrôle
JG

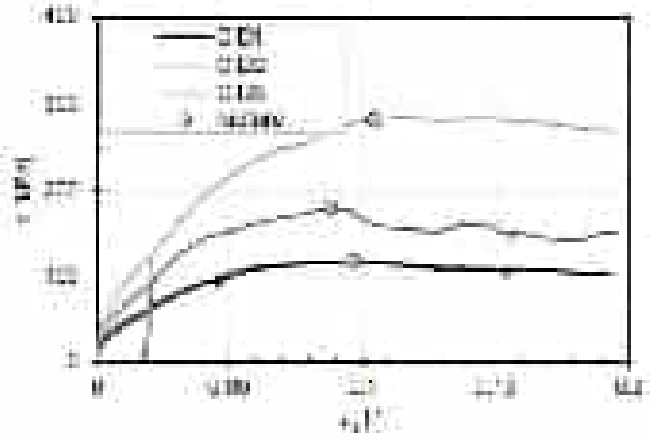
Remarques
Fiable remarquement

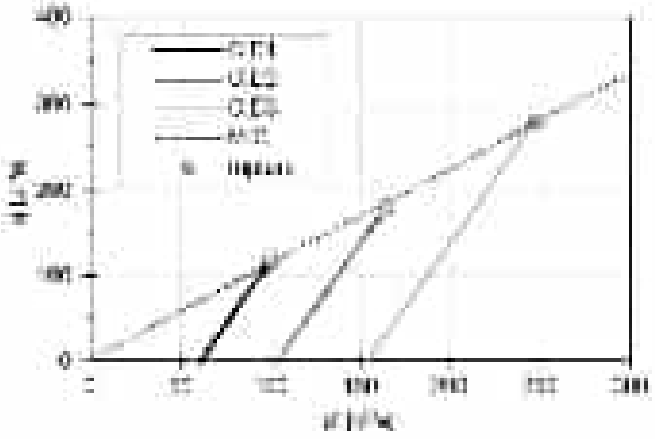
DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

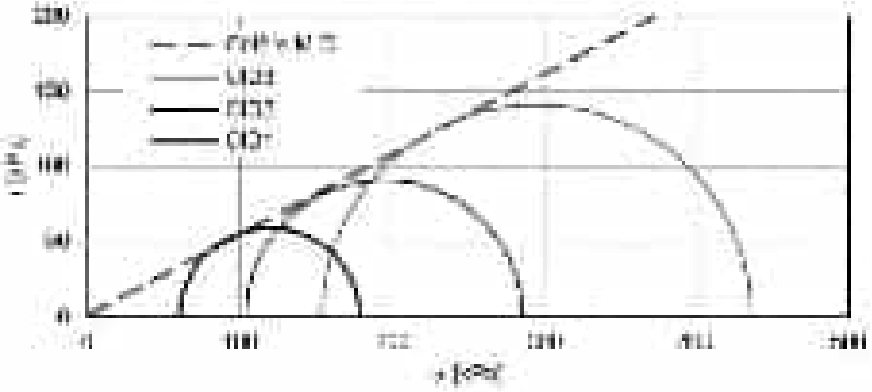
Essai triaxial en conditions consolidé drainé - EL21
(selon CEN ISO/TS 17892-9)

N° Affaire	Cadre	Profondeur	N° Sondage
18731-2	Nyon	2.75 - 3.00	S119
Date visité	**Ouvrage**		**N° Essai (Bin)**
11.04.2024	Gare		E2.8

Essai [illegible] - [illegible]







N°	σ_{cp} [kPa]	σ_{cm} [kPa]	Δu_{cm} [kPa]	E_{cp} [kPa]	E_{cm} [kPa]
CID1	117.5	100.2	0.0	3.0868	3032
CID2	101.5	101.5	0.0	67140	4513
CID3	282.3	245.3	0.0	70808	5819

Critère de Mohr-Coulomb

$\varphi' =$ **26.1** [°] $\sigma_c =$ 1.66 [°]

$c' =$ **1.4** [kPa] $\sigma_c =$ 5.25 [kPa]

Ing. Resp.	Contrôle
SHA	JG

Remarques
Faible remaniement

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Essai triaxial en conditions consolidé drainé - EL21
(selon CEN ISO/TS 17892-9)

N° Affaire	Ville	Profondeur	N° Sondage
18731-2	Nyon	2.75 - 3.00	S119
Date visité	**Ouvrage**		**N° Essai (Bin)**
11.04.2024	Gare		E2.8

Description : Limon et Gravier



CD1 σ'_3 =60kPa

CD2 σ'_3 =101kPa

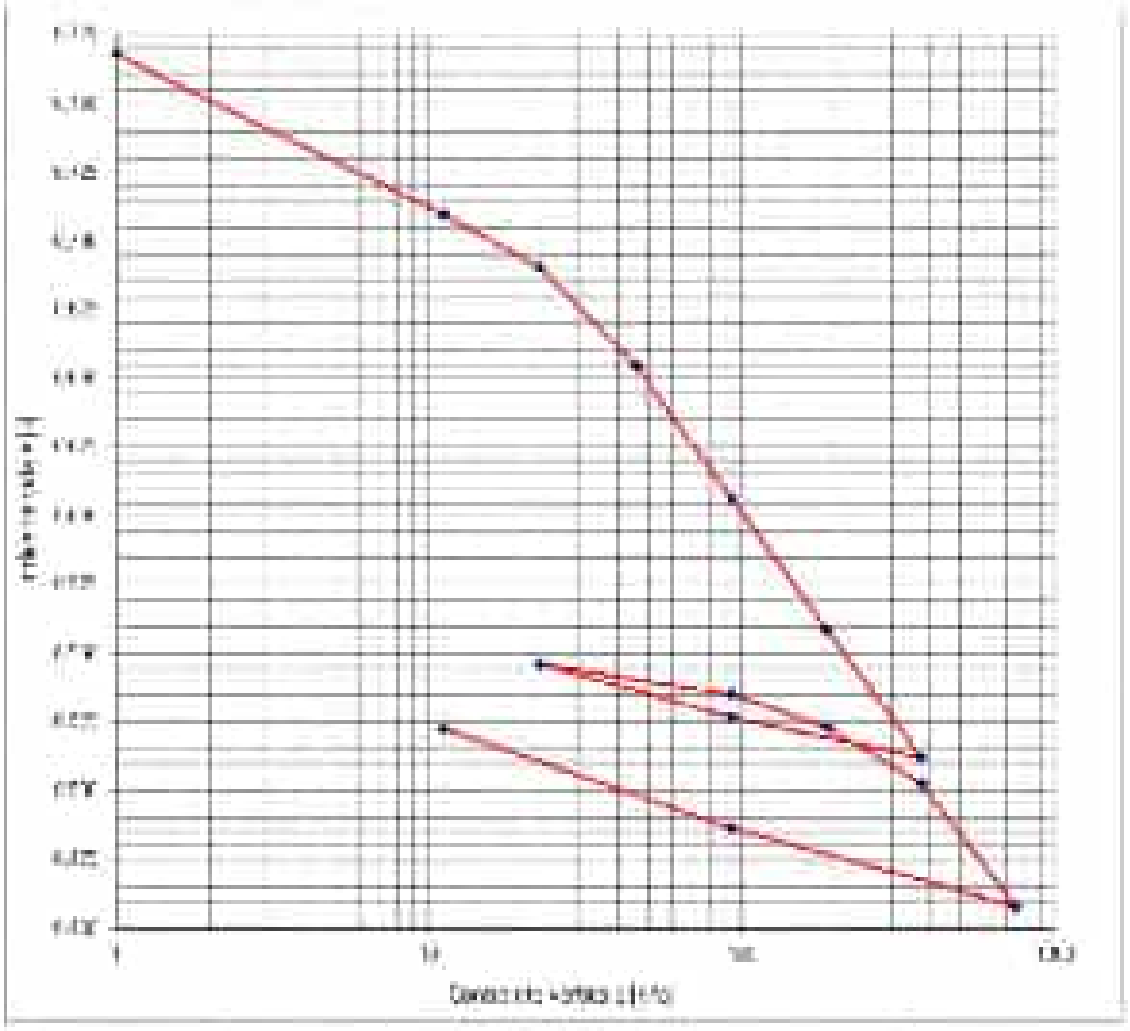
CD3 σ'_3 =151kPa

Ing. / Rédig.
SRA

Contrôle
JG

Remarques
Faible remaniement

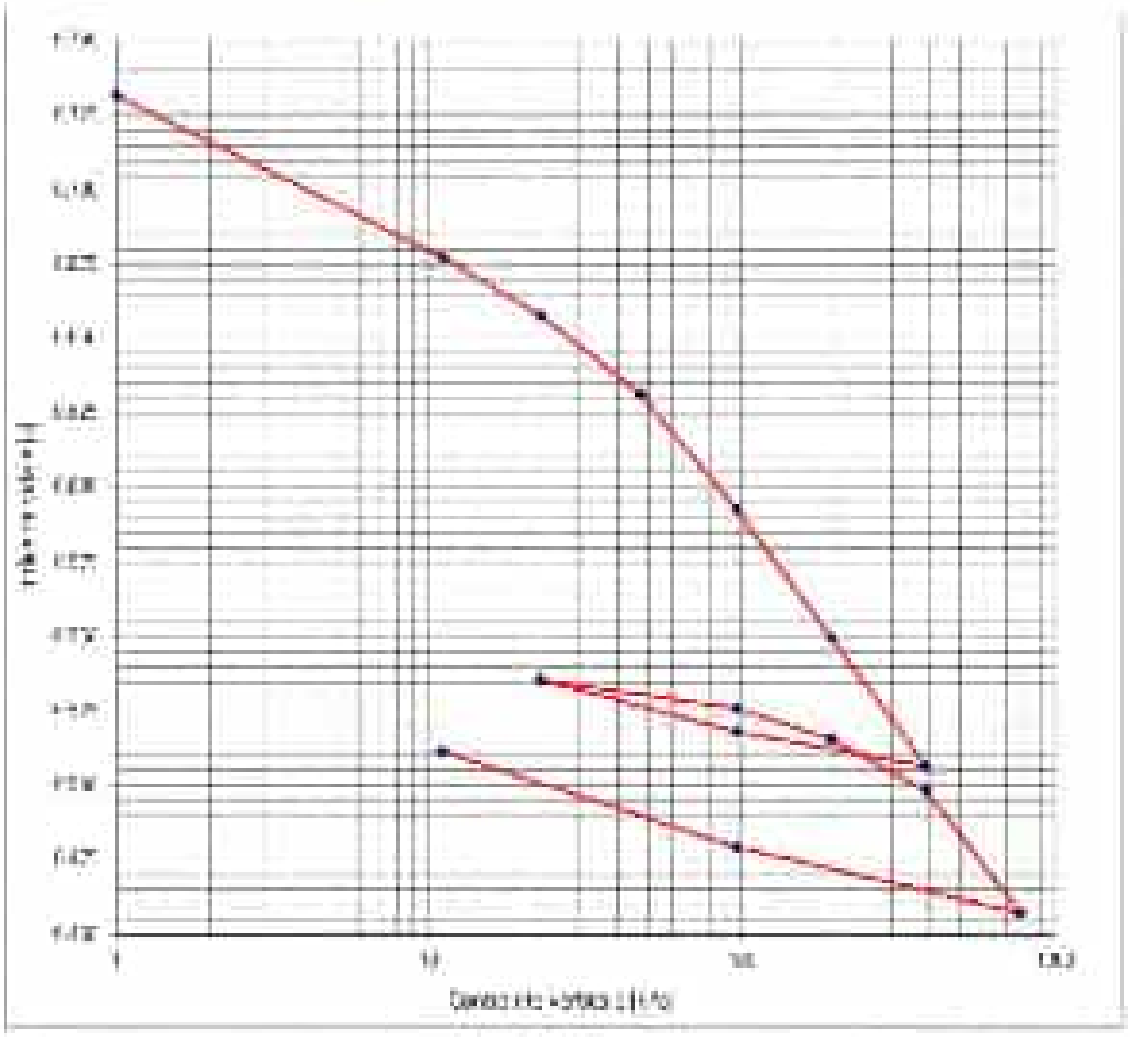
BL03	Essai oedométrique	DE CERENVILLE



Paramètres d'essai : Température moyenne : 12°C

- Résultats non exploités pour la détermination de l'apparent

BL03	Essai oedométrique	DE CERENVILLE



Remarques : Température moyenne : 22°C
- Résultats non exploitables pour la détermination de l'indice de compression

Page 2/2	Dossier n° 23	Rapport n° 23

DE CERENVILLE

Rapp. EIS 15731

Client

Raison sociale :	[illegible]
Nom, prénom :	[illegible]
Adresse :	[illegible]
Ville :	[illegible]

Mandant

Raison sociale :	[illegible]
Nom, prénom :	[illegible]
Adresse :	[illegible]
Ville :	[illegible]

Site

Lieu de réalisation :	[illegible]
Nom de l'ouvrage :	[illegible]

Programme de mesures

Auteur du programme de mesures :	[illegible]
Dates des mesures :	[illegible]
Opérateur :	[illegible]

Liste des essais sur la parcelle (avec mention de la norme en vigueur) :

- Essai de pénétrocôtre dynamique lourd (DPL) [illegible]

Remarques

[illegible]

- Un sondage, et un [illegible] ont été réalisés sur le [illegible] (mesure à [illegible] sur le premier, et à [illegible] sur le second).
- Un sondage [illegible] ont été réalisés sur le [illegible] (mesure à [illegible] sur le premier).

[illegible]

Annexes

- Liste des sondages [illegible]
- Tableaux et [illegible] (30 pages)

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE SA

[illegible]

[illegible]

DE CERENVILLE

Notation des résultats d'essais - symboles de mécanique des sols

(selon norme SN 670 300)

Prélèvement échantillon

C	Carotte prélevée
C	Carotte non prélevée
CT	Carottier triple
SP	Spt statique
-	Autre

Caractéristiques d'état

w	Teneur en eau [%]
ρ	Poids volumique humide [kN/m³]
ρ_d	Poids volumique sec [kN/m³]
ρ_s	Poids volumique des particules solides [kN/m³]
e	Indice des vides [-]
n	Porosité [-]
S_r	Degré de saturation en [%]
w_L	Limite de liquidité d'Atterberg [%]
w_P	Limite de plasticité d'Atterberg [%]
I_P	Indice de plasticité d'Atterberg [%]
I_C	Indice de consistance d'Atterberg [%]
I_D	Indice de densité [-]
w_{opt}	Teneur en eau optimale de compactage [%]
$\gamma_{d,max}$	Densité sèche maximale de compactage [kN/m³]

Granulométrie

$d_{x,dx}$	Diamètre auquel x% [%] resp. dx% [%] du matériau est inférieur [mm]
d_{min}	Diamètre minimum des grains [mm]
C_U	Coefficient de courbure [-]
C_{uc}	Coefficient d'uniformité [-]

Résistance mécanique

φ_u	Angle de frottement apparent [°] (essai triaxial rapide, UU ou CU)
c_u	Cohésion apparente [kPa]
φ'	Angle de frottement effectif [°] (essai triaxial de drainé, lent, CD)
c'	Cohésion effective [kPa]
φ_R	Angle de frottement résiduel [°]
c_R	Cohésion résiduelle [kPa]
c_p	Cohésion de pointe [kPa]
c_m	Résistance au cisaillement [kPa]
ε_{1f}, ε_{3f}	Déformation angulaire à rupture [%]
σ_D	Résistance à la compression simple [kPa]
σ_3	Résistance à la compression triaxiale [kPa]
ε	Accroissement spécifique à la déformation [%]
σ_1	Essai de traction indirecte (essai brésilien) [MPa]
σ_3	Résistance de traction de pointe [kPa]
I_s	Indice de résistance de l'essai de résistance ponctuelle (Point Load Test) non corrigé [MPa]
$I_{s(50)}$	Indice de résistance de l'essai de résistance ponctuelle (Point Load Test) corrigé dans le diamètre de référence de 50 mm [MPa]

DE CERENVILLE
GEOTECHNIQUE

Compressibilité:

m_v	Coefficient de compressibilité [m/VN]
	Indice 0-1 = ce 0.1 à 0.1 [MPa], 1-2 = ce 0.1 à 0.2 [MPa]
C_c	Indice de compression [-]
C_s	Indice de gonflement [-]
c_v	Coefficient de consolidation [m/s]
σ'_{vo}	Contrainte verticale effective appliquée à l'Ep ouverte (en place)
σ'_p	Contrainte verticale effective de préconsolidation
σ_p	Pression de gonflement

Compactage:

w_{opt}	Teneur en eau optimale (Proctor) [%]
$\rho_{d,opt}$	Valeur volumique optimale du sol sec [t/m³]
$\delta_{d,opt}$	Degré de saturation correspondant à l'optimum de Proctor [%]
W_c	Chemin de compactage [MPa⁻¹]
CBR_i	Coefficient CBR immédiatement après compactage [%]
CBR_s	Coefficient CBR avec ASTV (saturé) [%]
CBR_{ep}	Coefficient CBR avec le pénétromètre [%]

Autres symboles couramment utilisés:

k	Coefficient de perméabilité [m/s]
V_c ou V_p	Vitesse de compressibilité à l'essai de plaque V_c et K_s [VPa]
λ	Vitesse d'élasticité [Mesi] (module de Young)

Correspondances avec les anciennes unités:

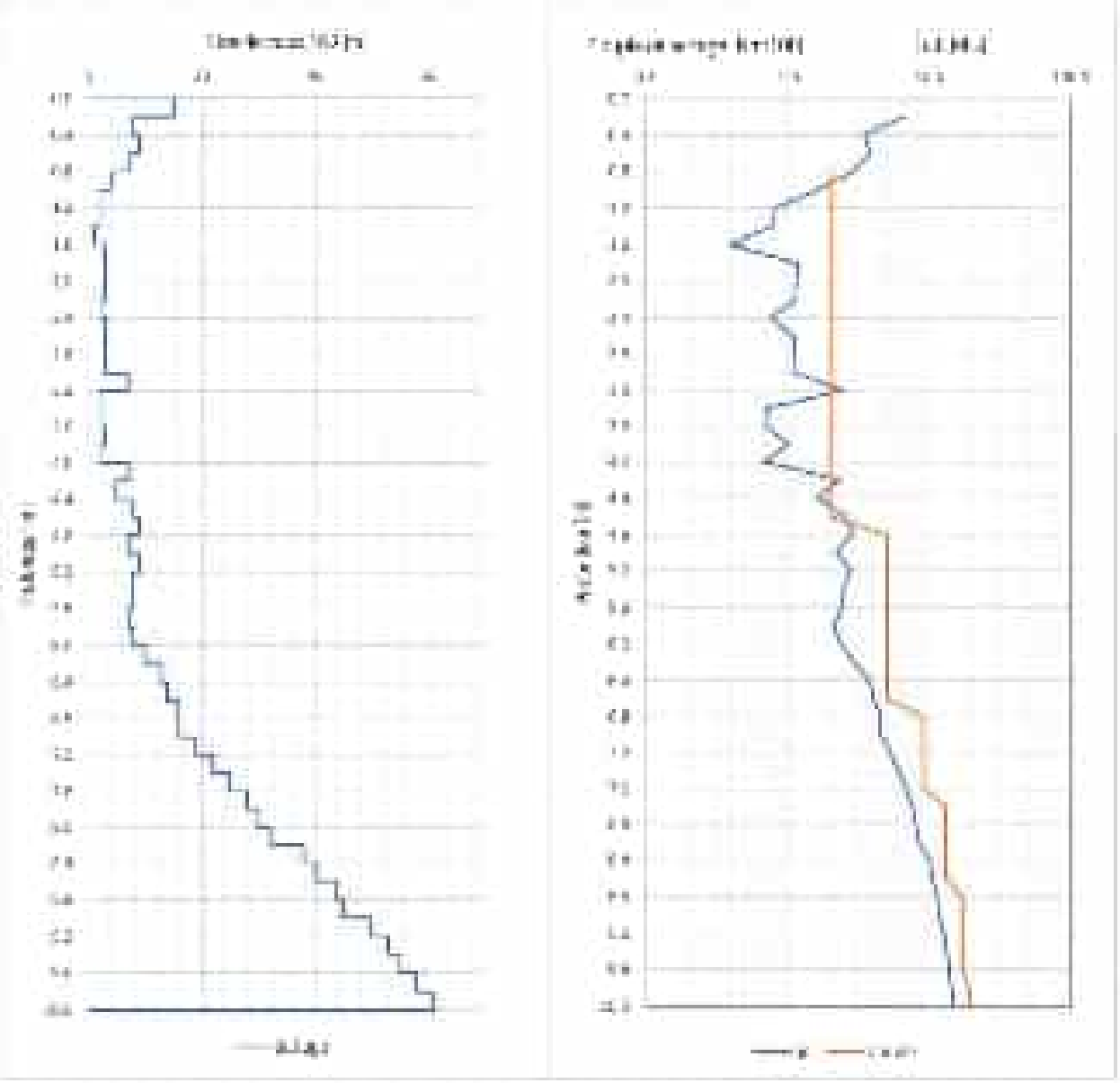
1 [kg/cm²]	= 10 [kN/m²]	= 98.1 [kN/m²] ou [kPa] = 0.0981 [MN/m²] ou [N/mm²]
1 [kg/cm²]	= 1 [kN/m²]	= 9.81 [kN/m²]
1 [kg/m]	= 9.81 [N/m]	= 0.01 [N]

[illegible]	Pénétromètre dynamique	DE CERENVILLE [illegible]

[illegible]

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
[illegible]	[illegible]			

[illegible]



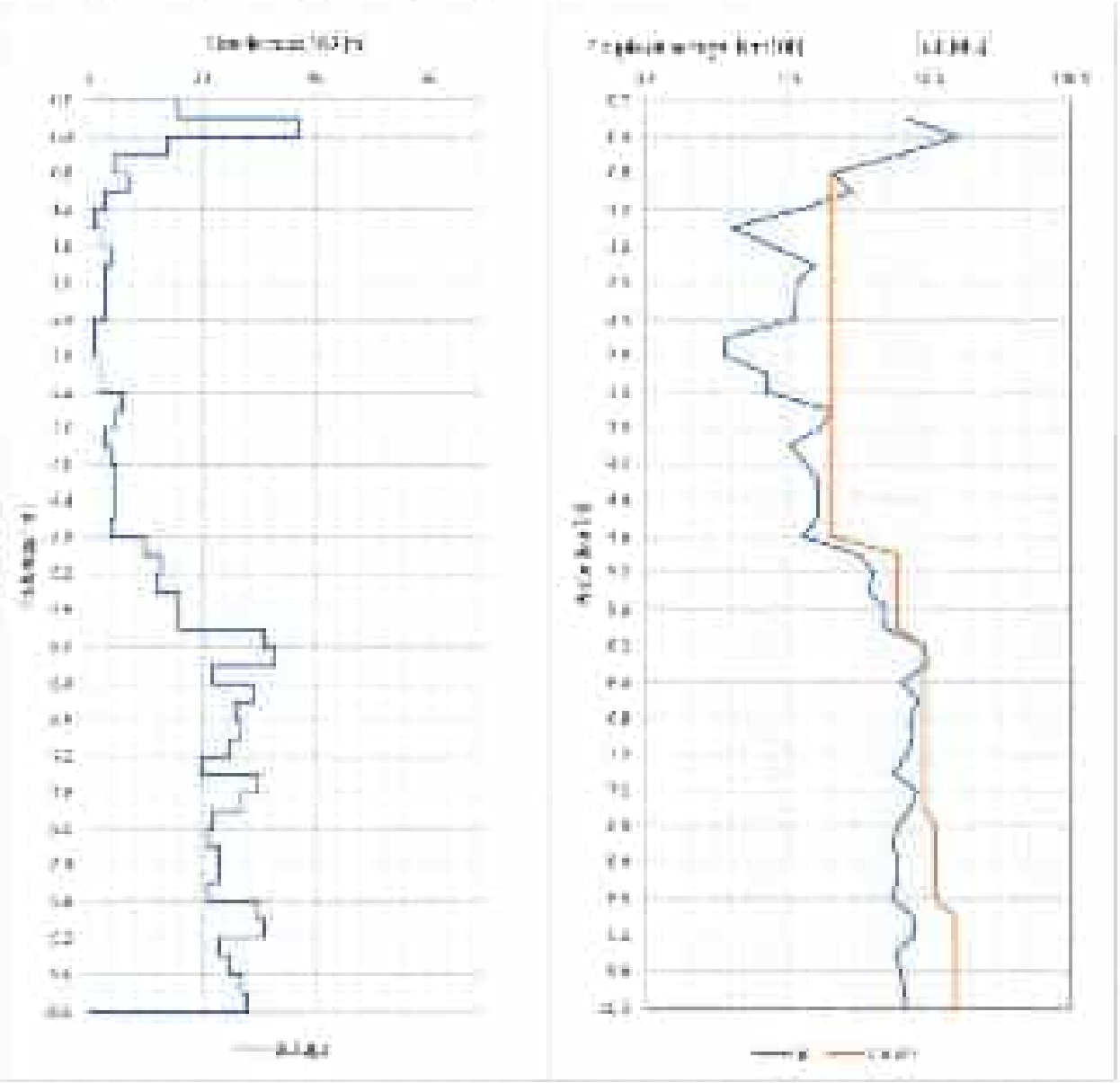
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]

[illegible]	Pénétromètre dynamique	DE CERENVILLE [illegible]

[illegible]

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
[illegible]	[illegible]			

[illegible]

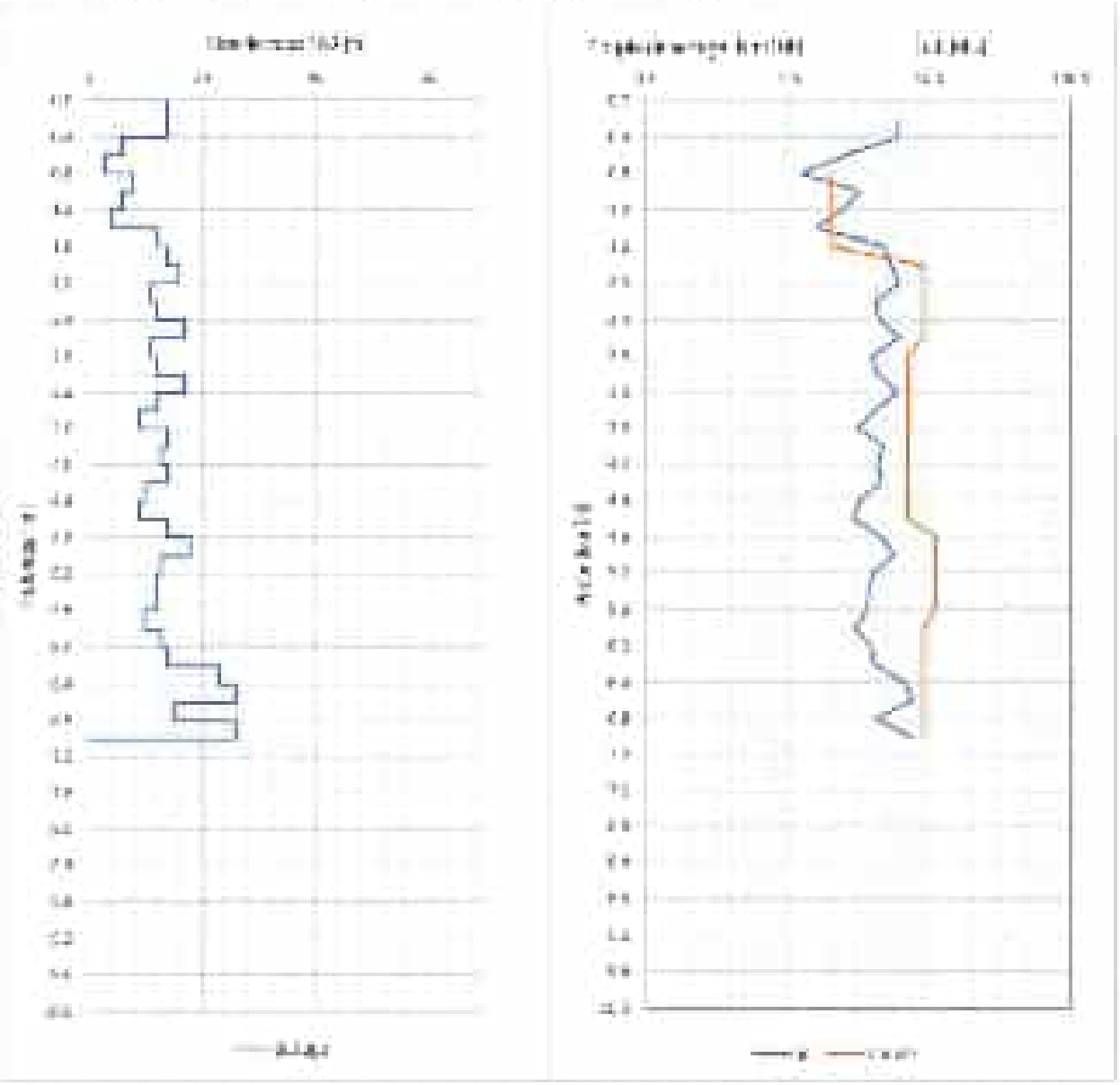


[illegible]	Pénétromètre dynamique	DE CERENVILLE [illegible]

[illegible]

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
[illegible]	[illegible]			

[illegible]



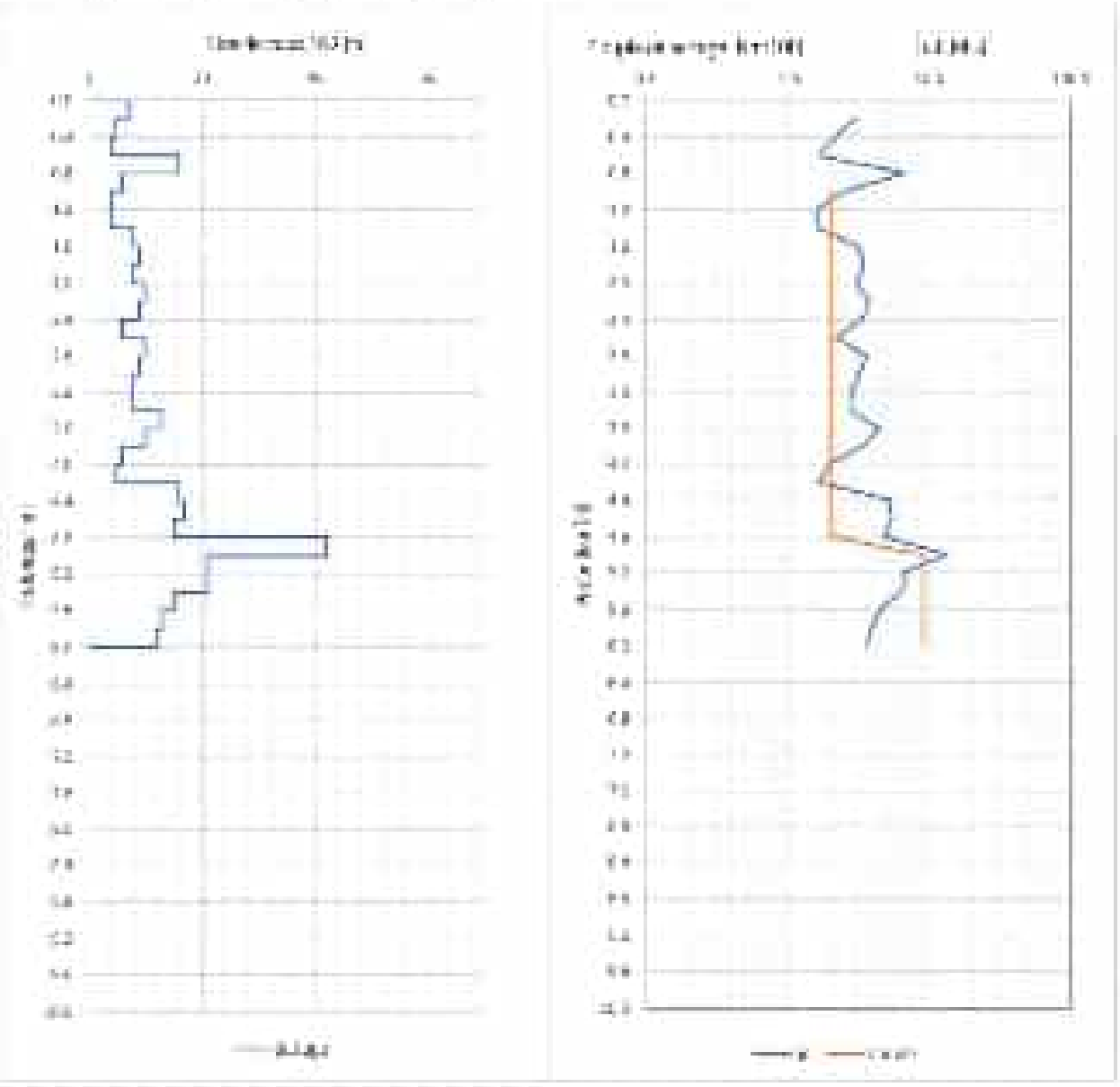
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]

[illegible]	Pénétromètre dynamique	DE CERENVILLE [illegible]

[illegible]	[illegible]	Date	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
		[illegible]	[illegible]
		[illegible]	[illegible]

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
[illegible]	[illegible]			

[illegible]

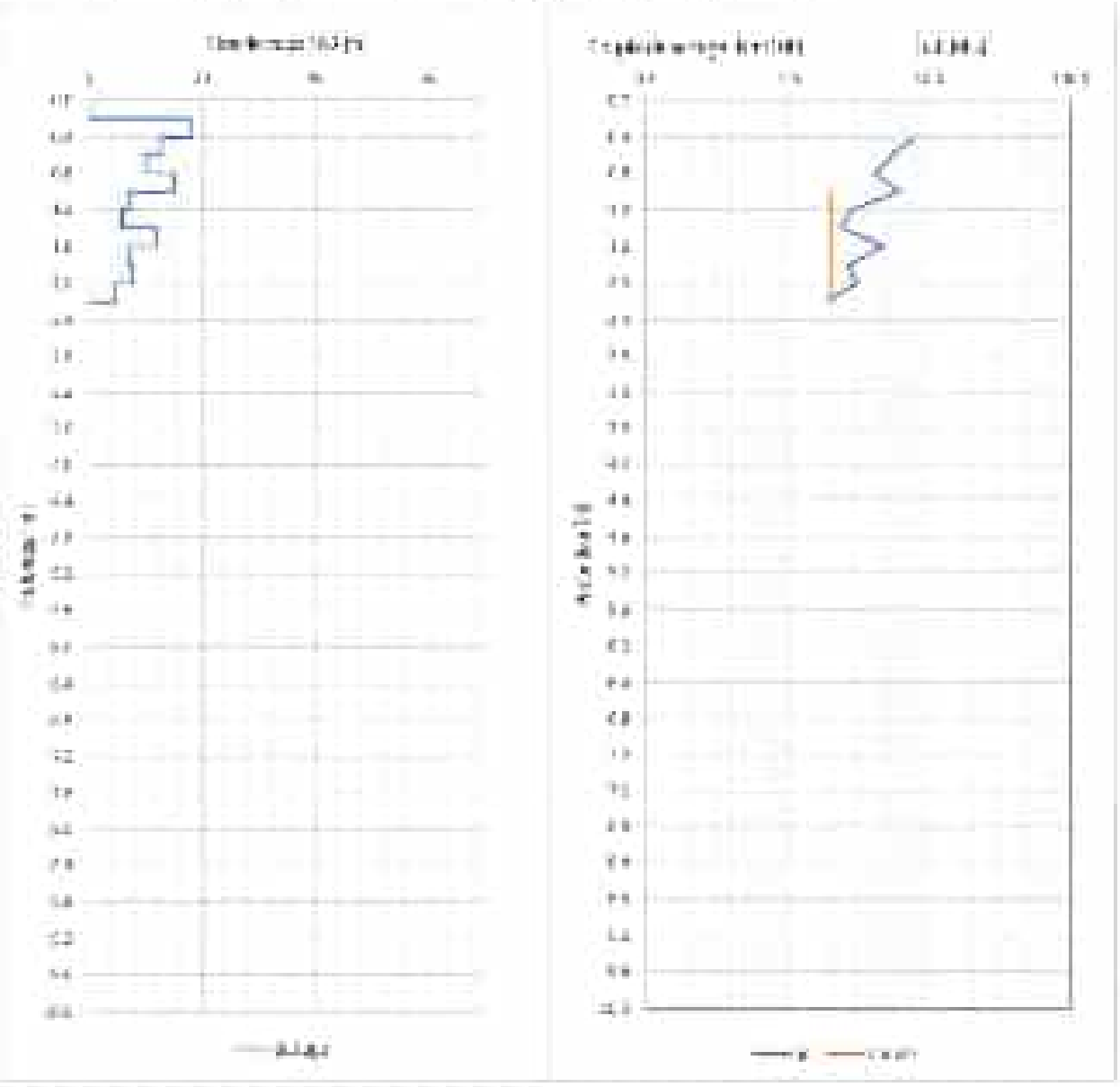


[illegible]	Pénétromètre dynamique	DE CERENVILLE [illegible]

[illegible]

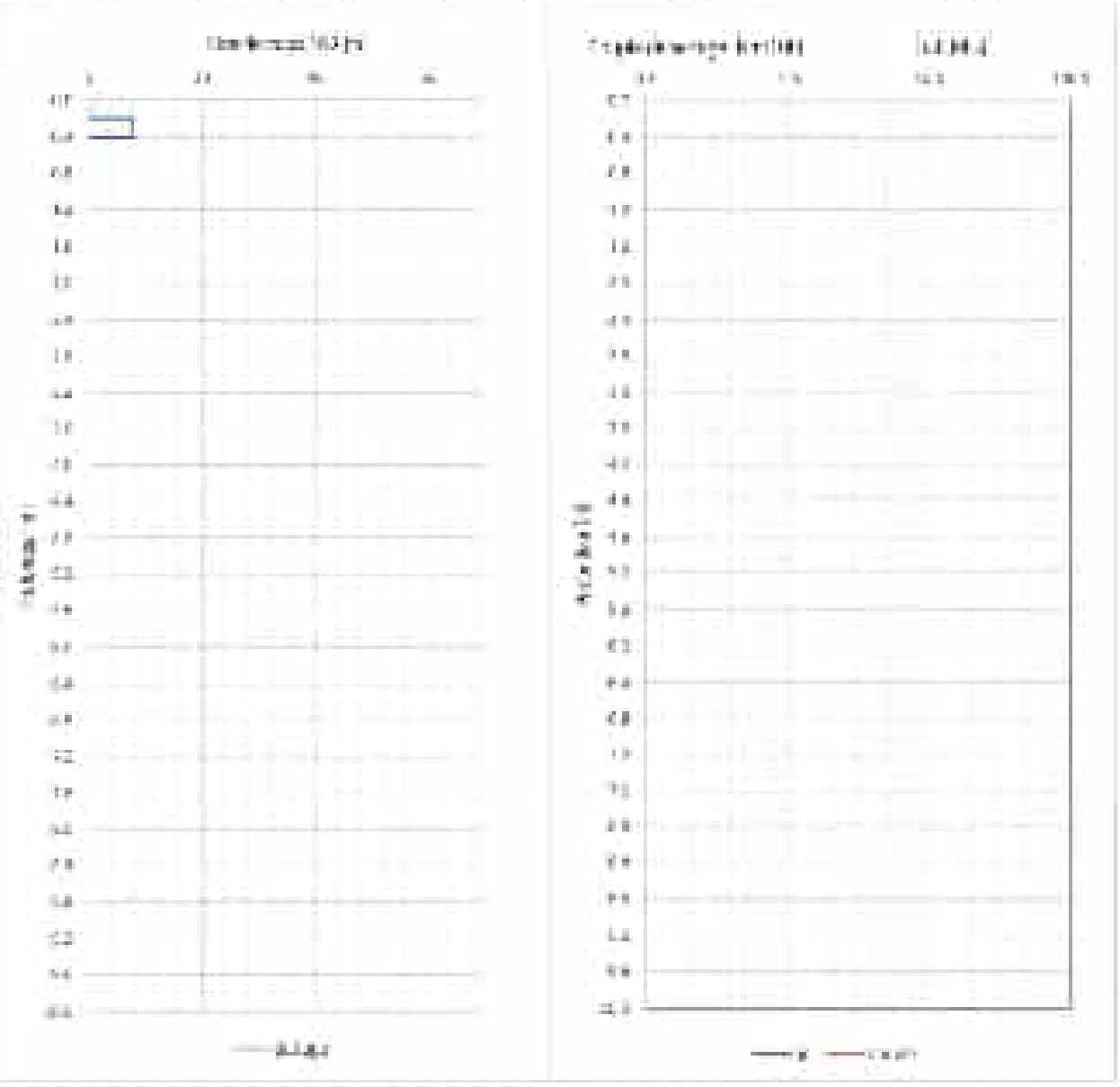
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
[illegible]	[illegible]			

[illegible]

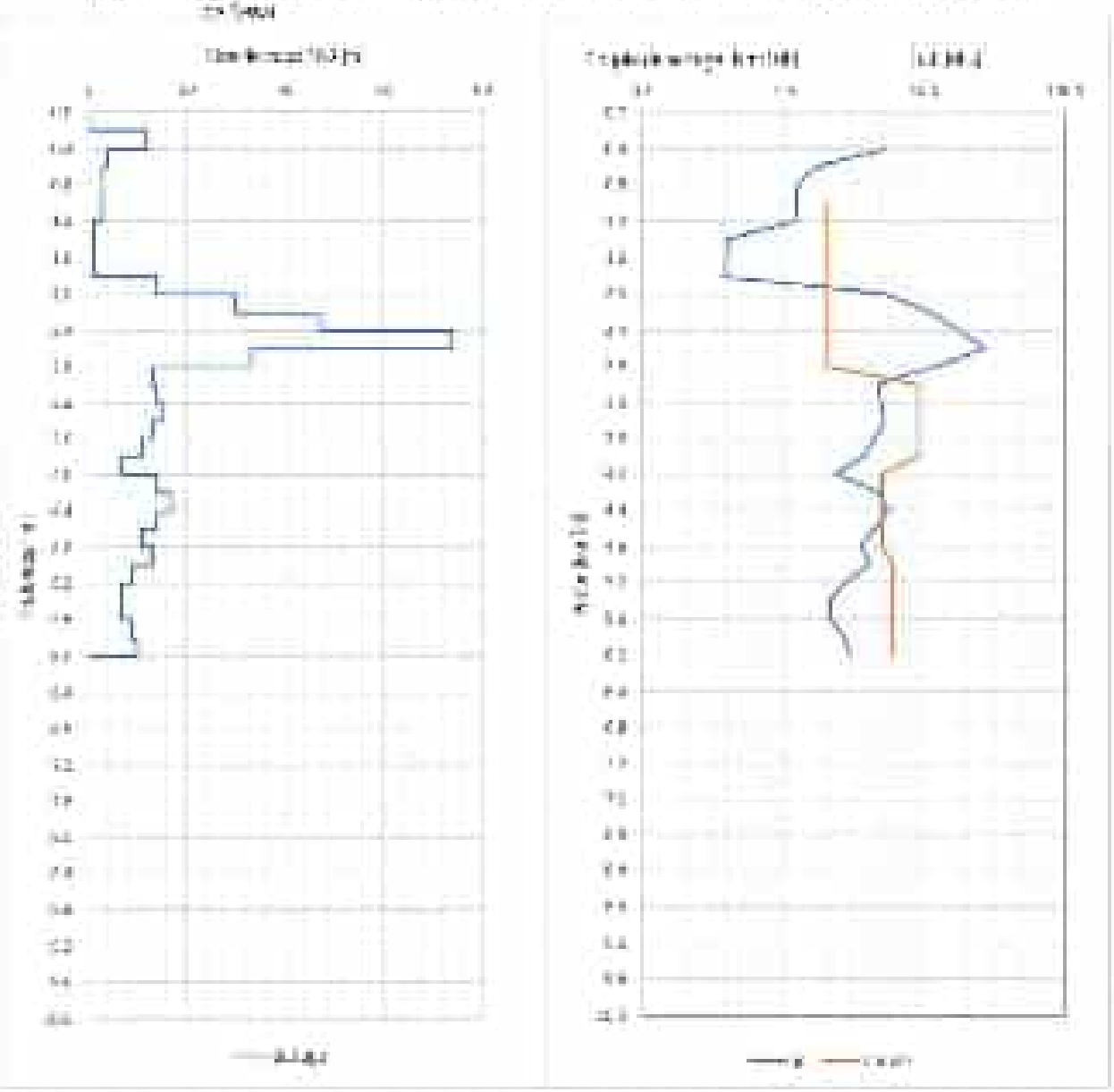


[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]

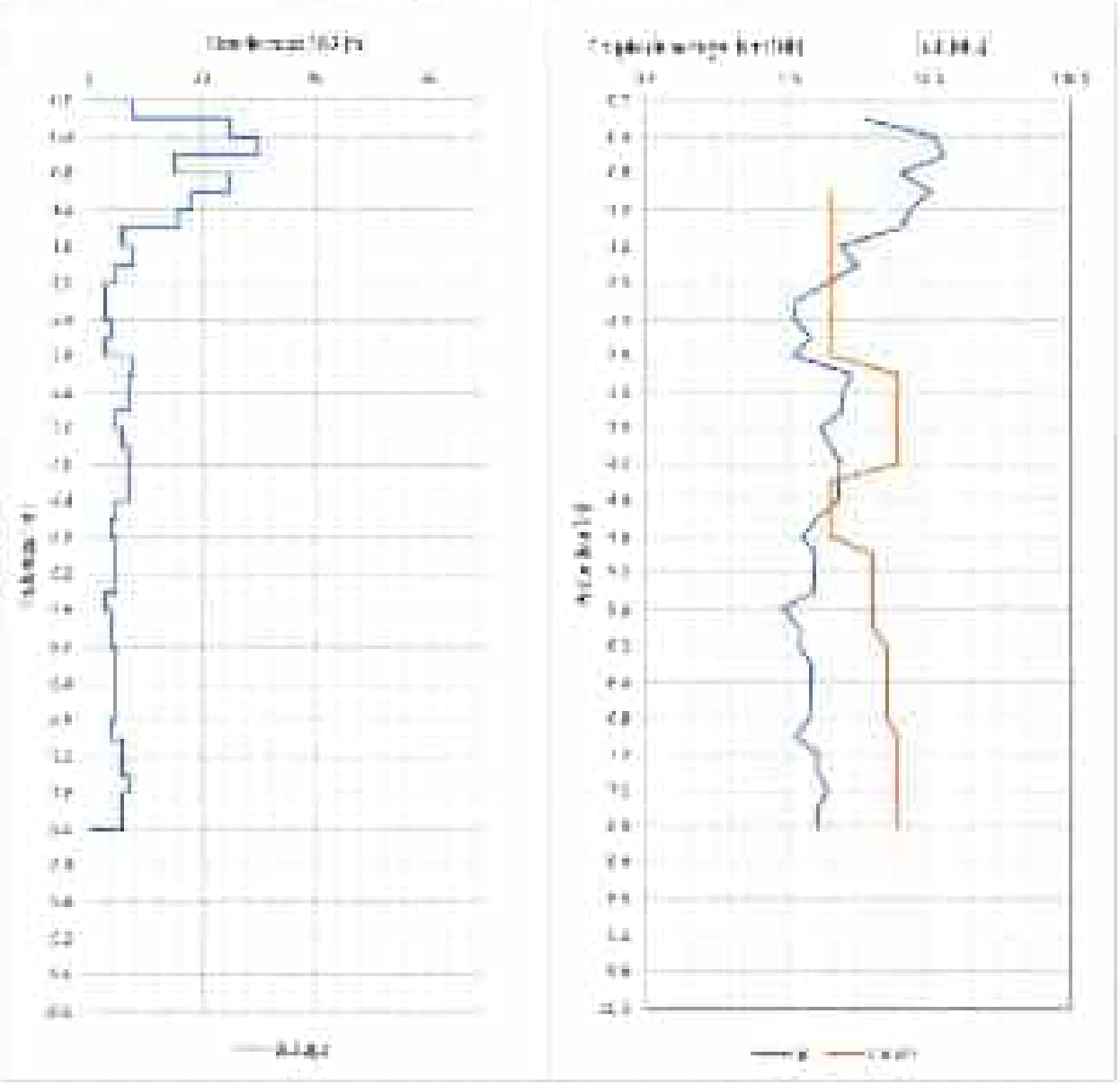
	Pénétromètre dynamique	DE CERBEVILLE



	Pénétromètre dynamique	DE CERBEVILLE



	Pénétromètre dynamique	

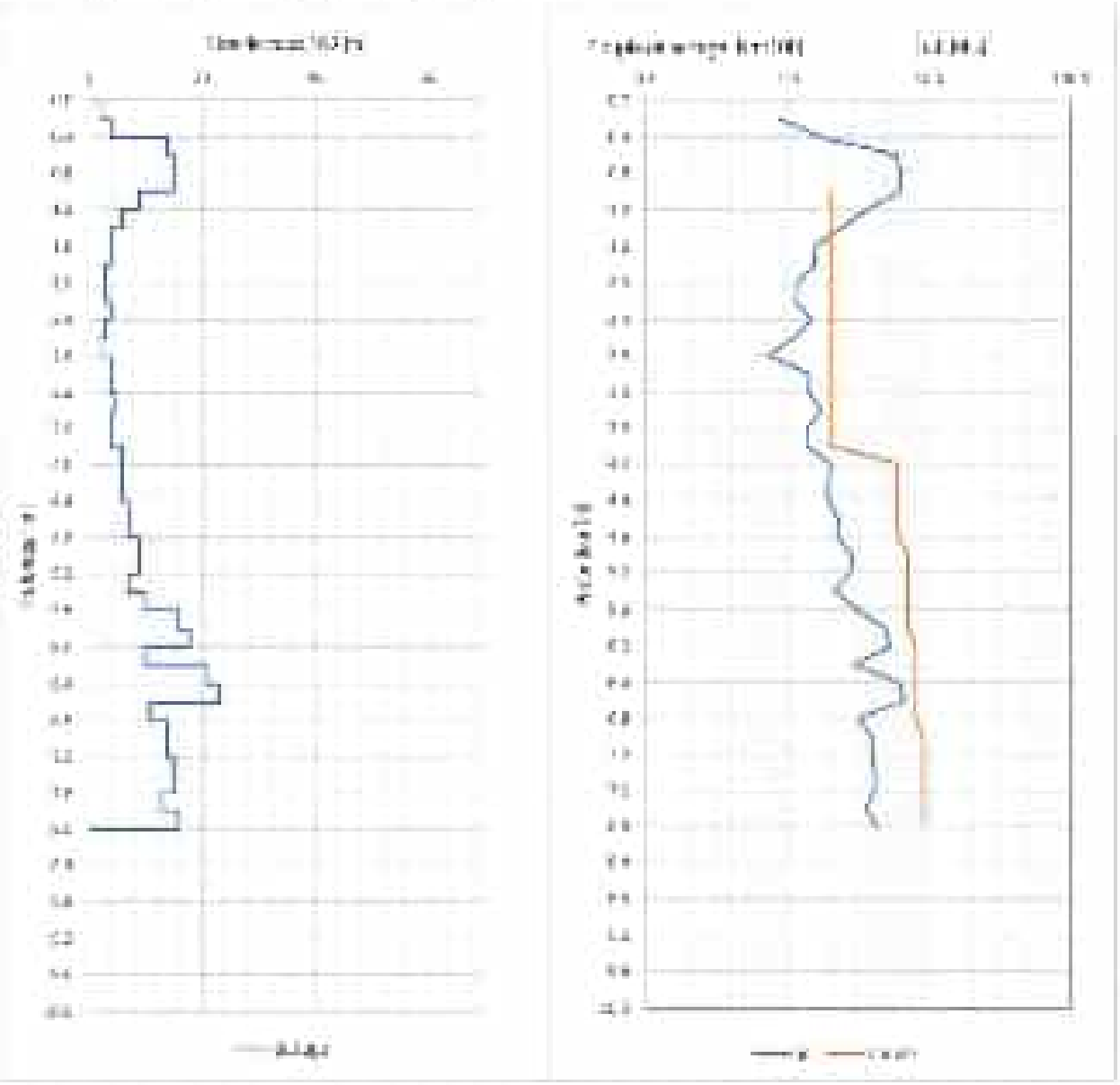


[illegible]	Pénétromètre dynamique	DE CERENVILLE [illegible]

[illegible]

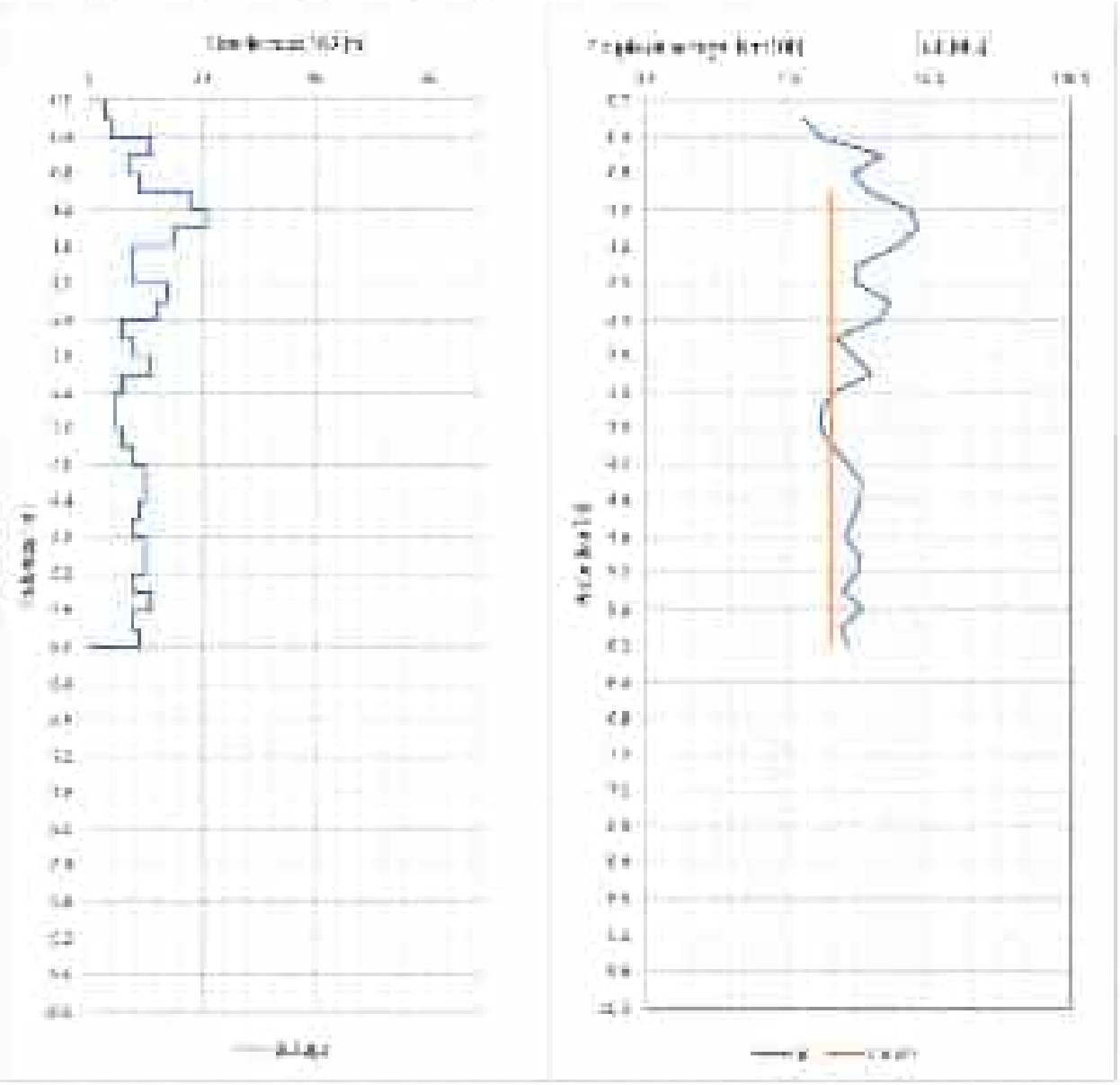
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
[illegible]	[illegible]			

[illegible]



[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]

	Pénétromètre dynamique	DE CERBEVILLE

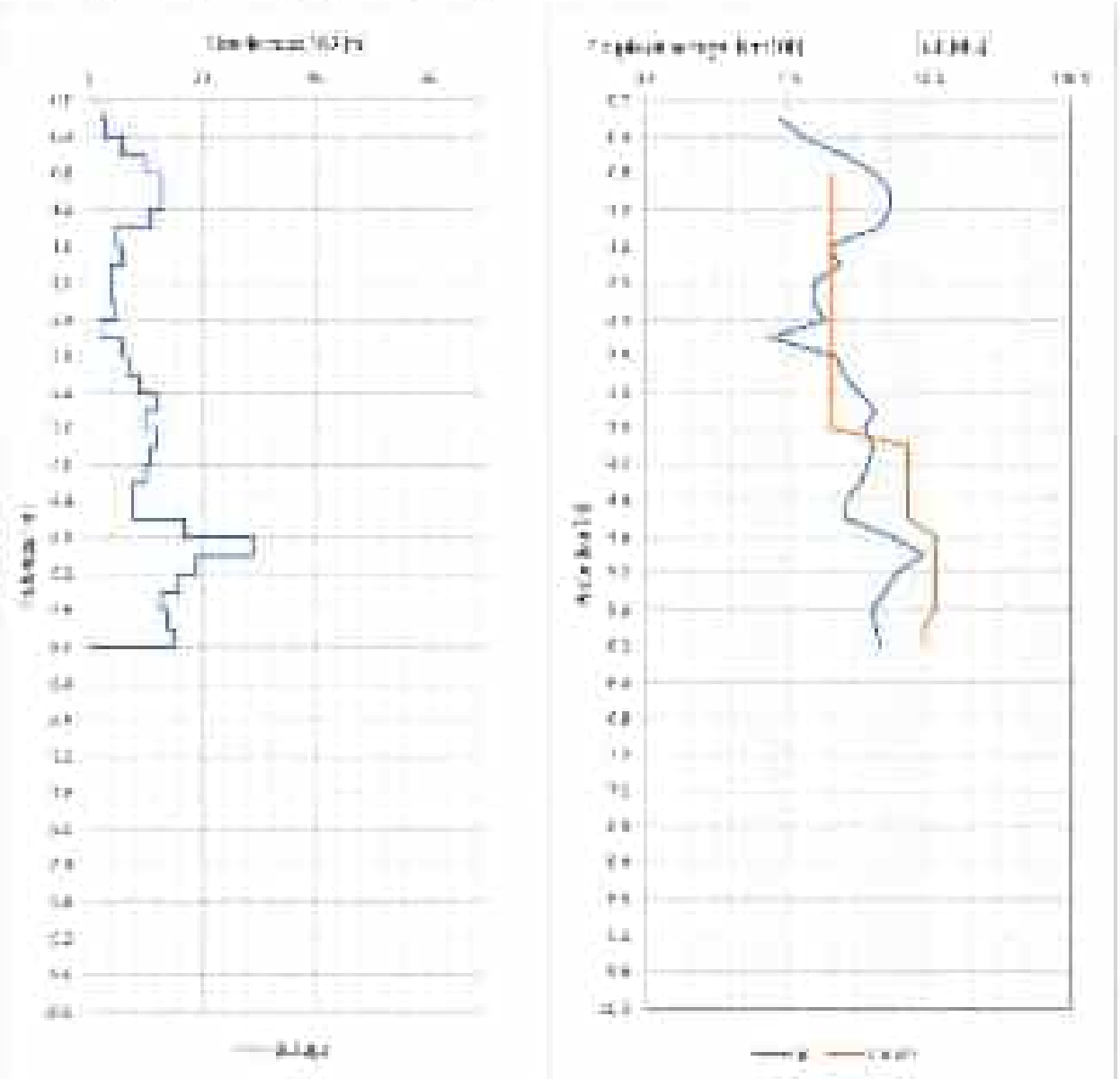


[illegible]	Pénétromètre dynamique	DE CERENVILLE [illegible]

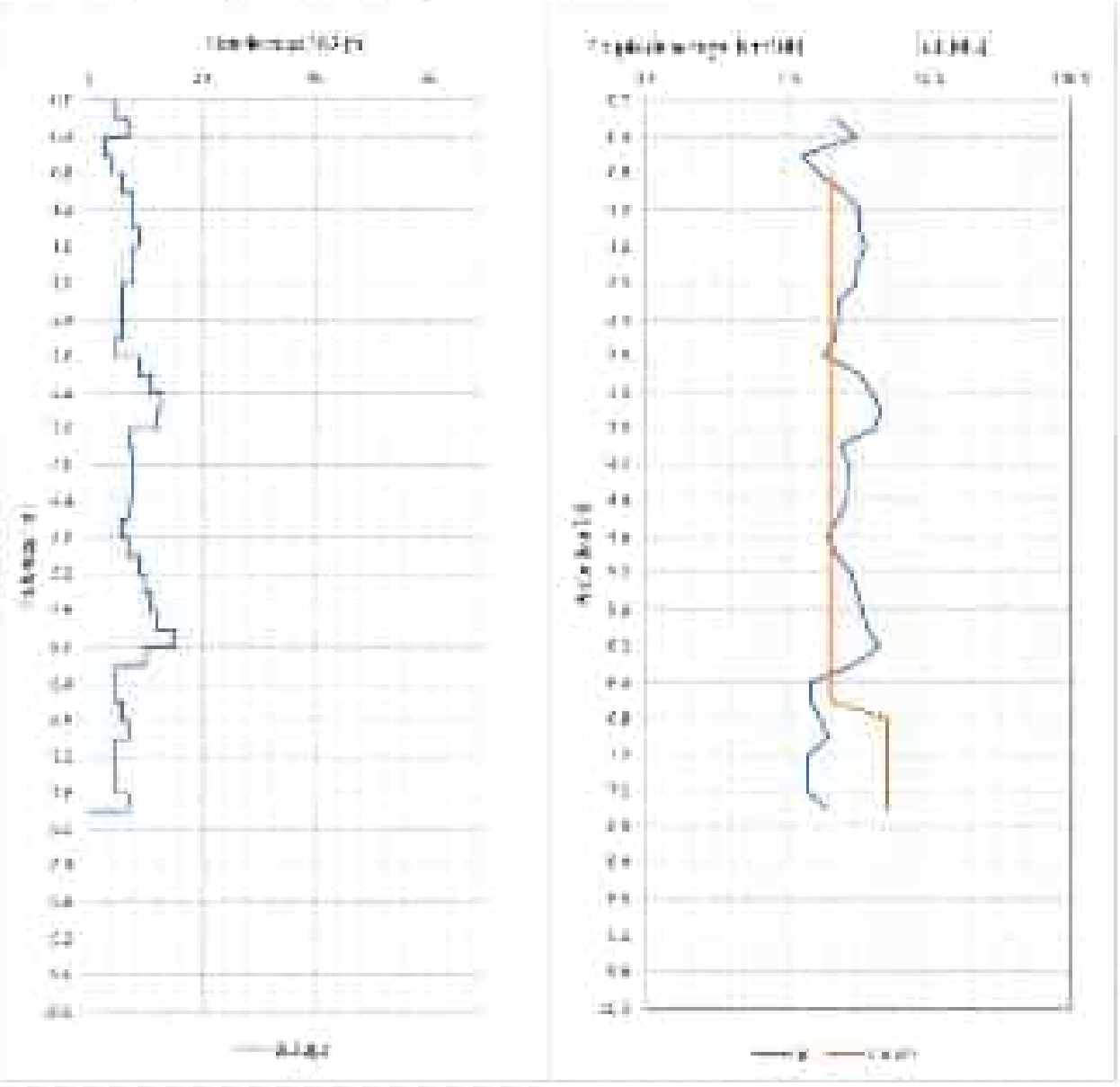
[illegible]

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]			

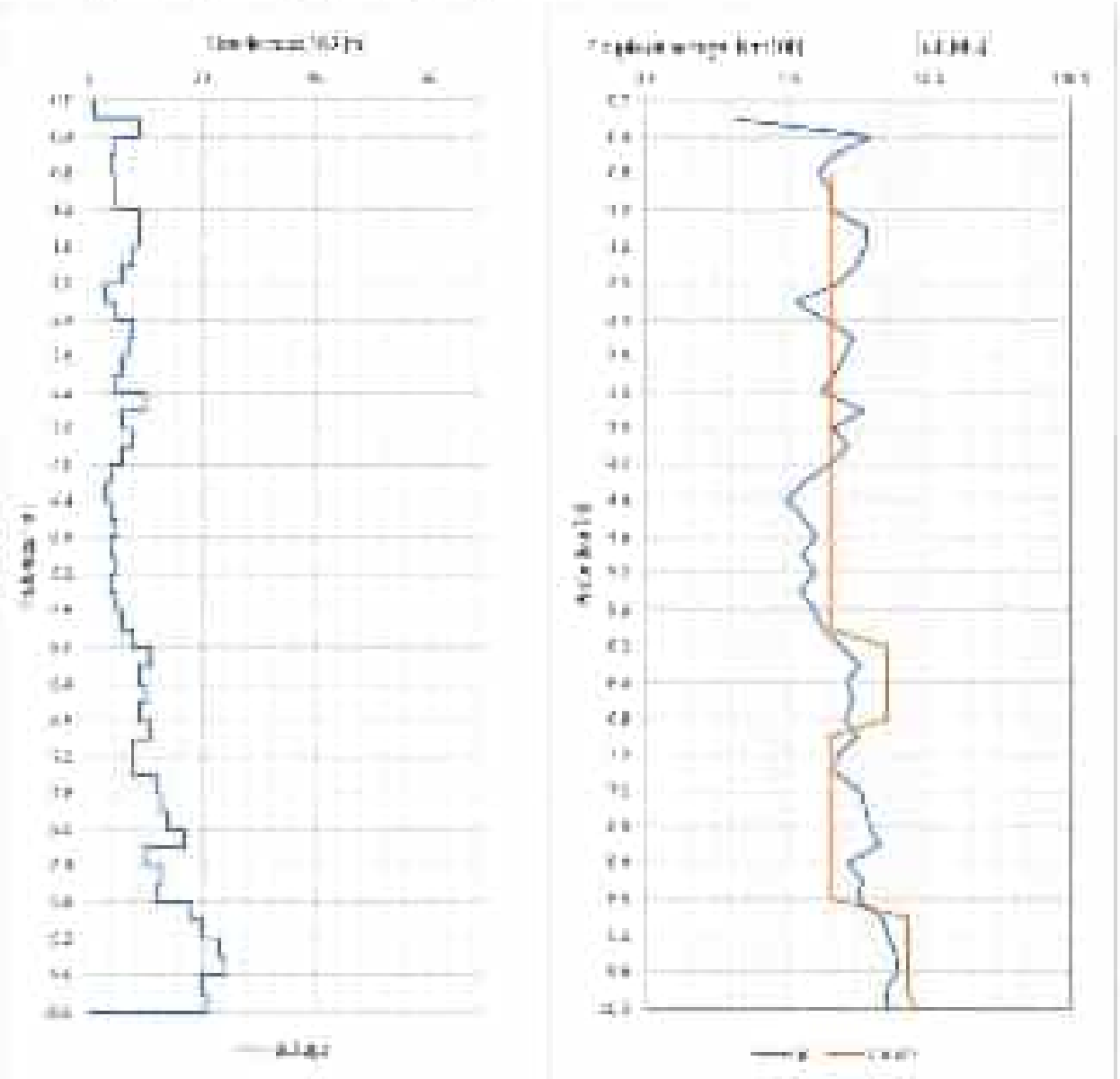
[illegible]



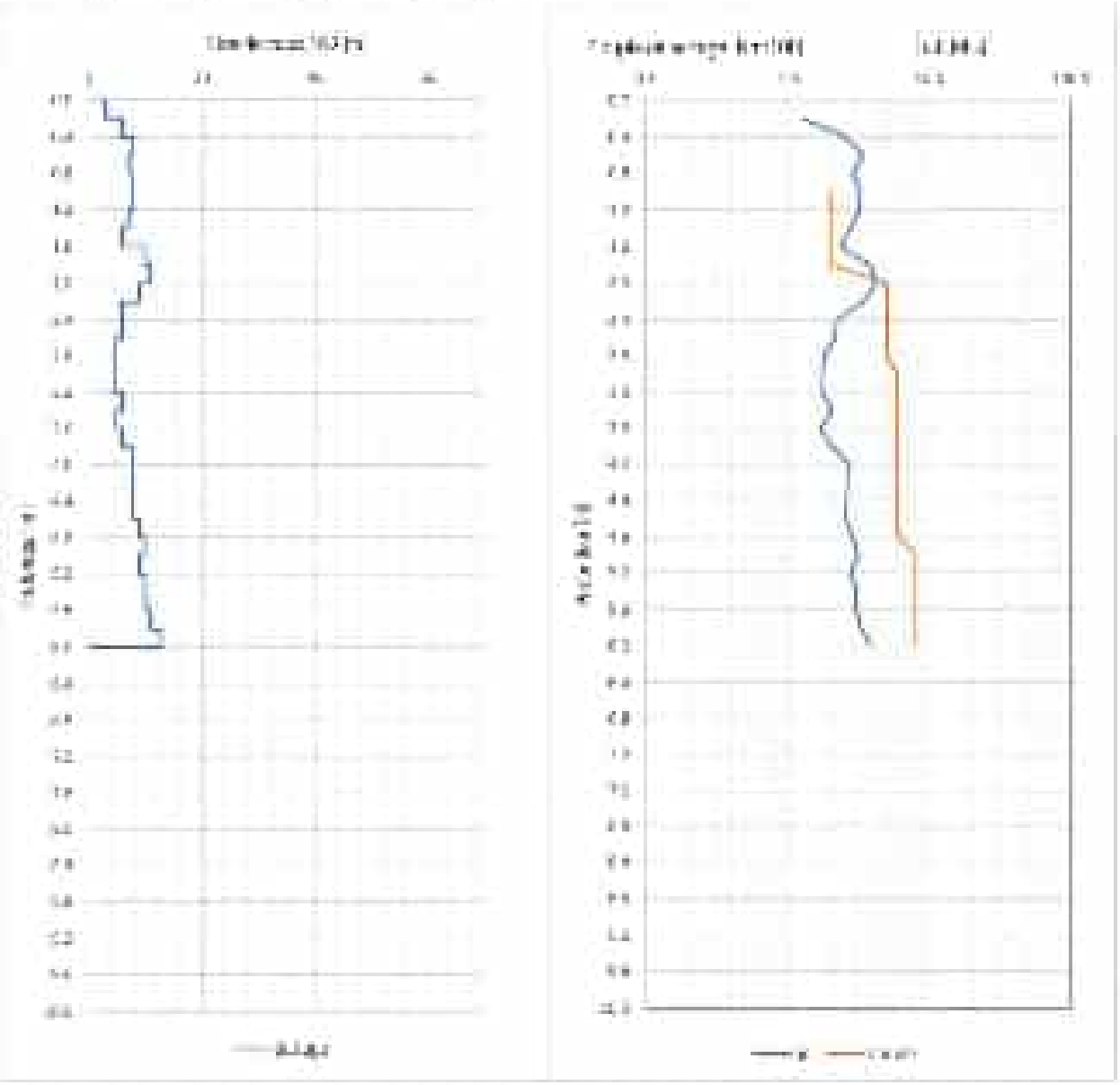
	Pénétromètre dynamique	DE CERENVILLE



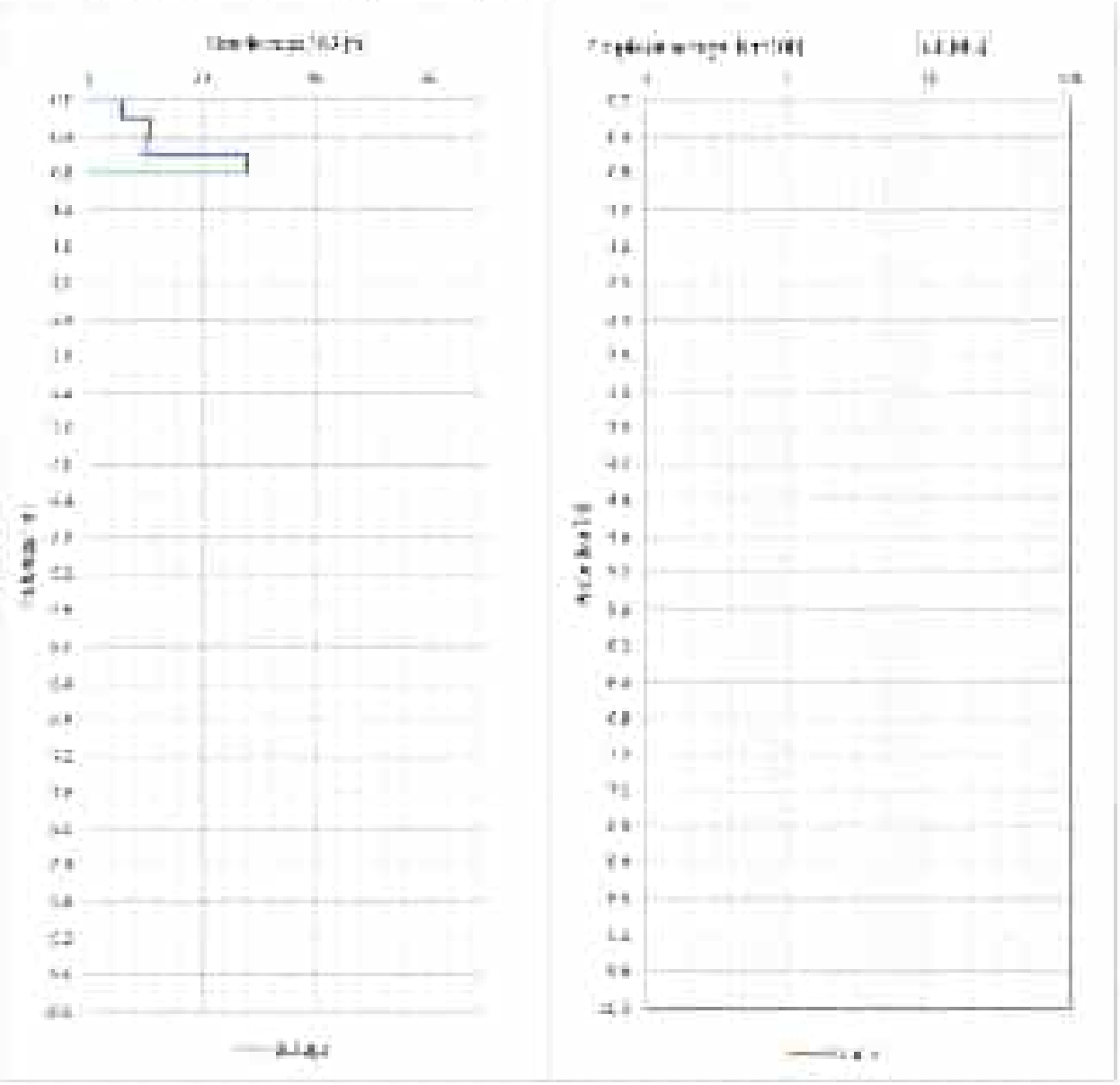
	Pénétromètre dynamique	



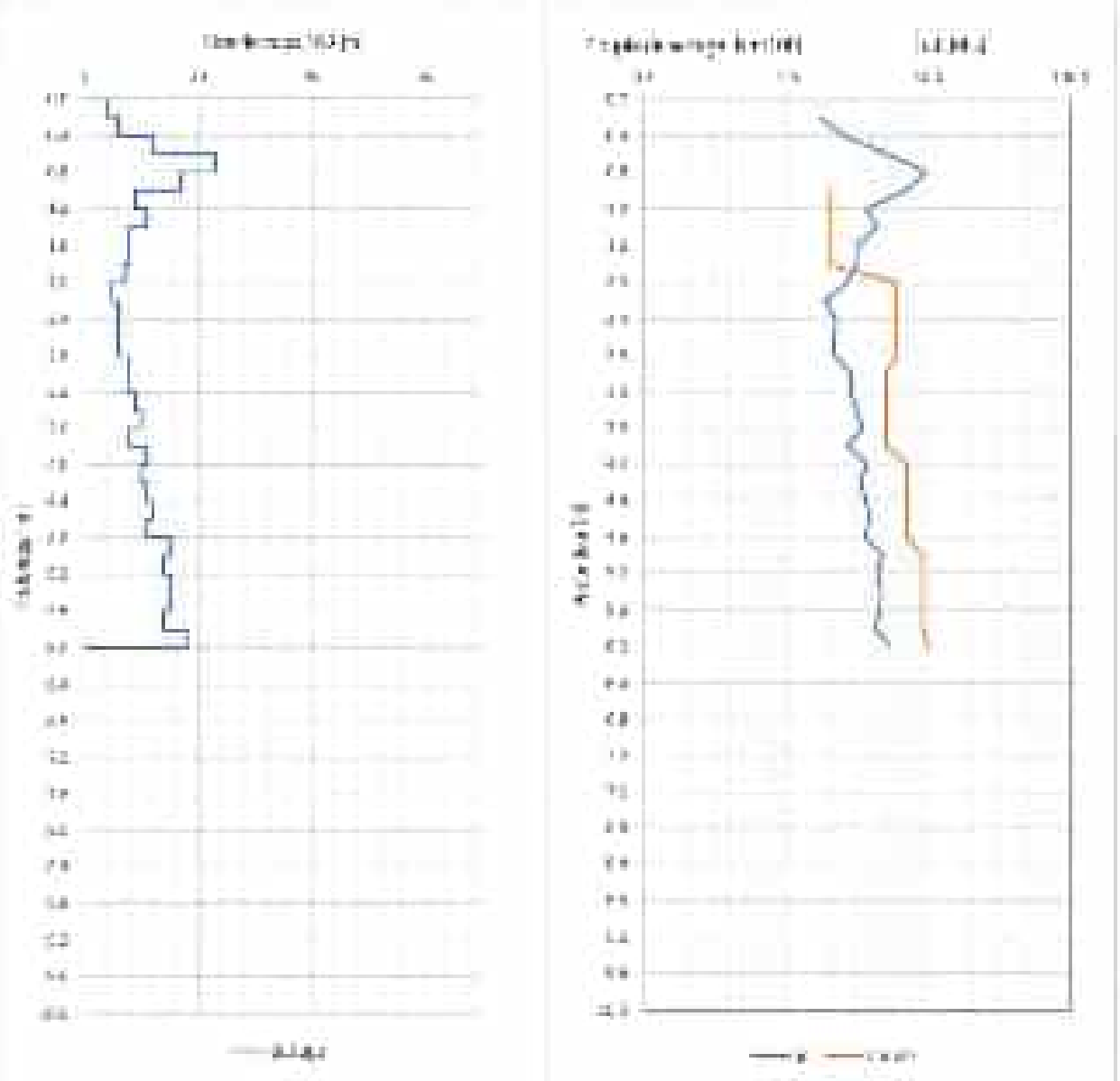
	Pénétromètre dynamique	DE CERBEVILLE



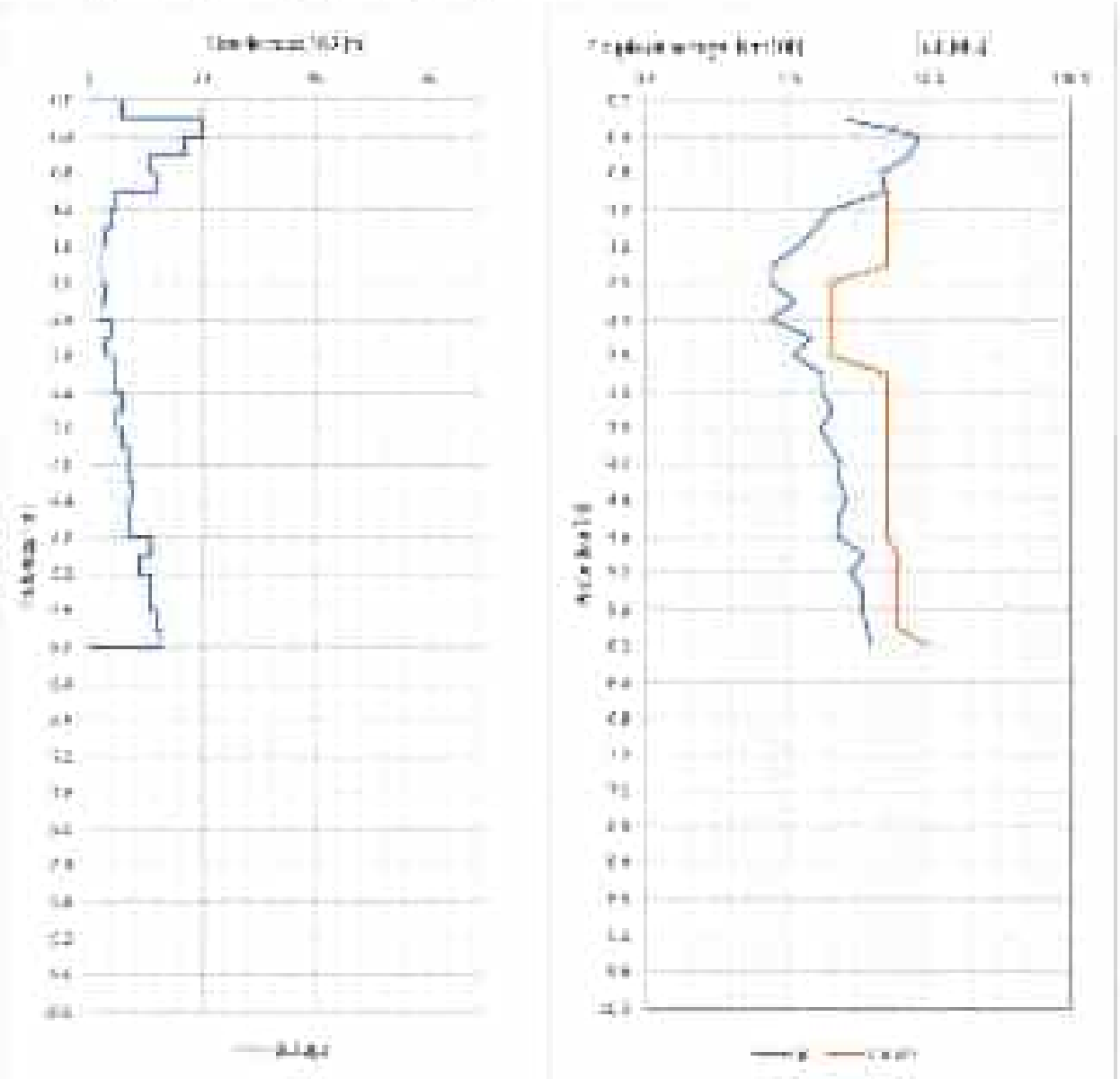
	Pénétromètre dynamique	DE CERGNEUX



	Pénétromètre dynamique	DE CERGNEUX



	Pénétromètre dynamique	DE CERGNEUX

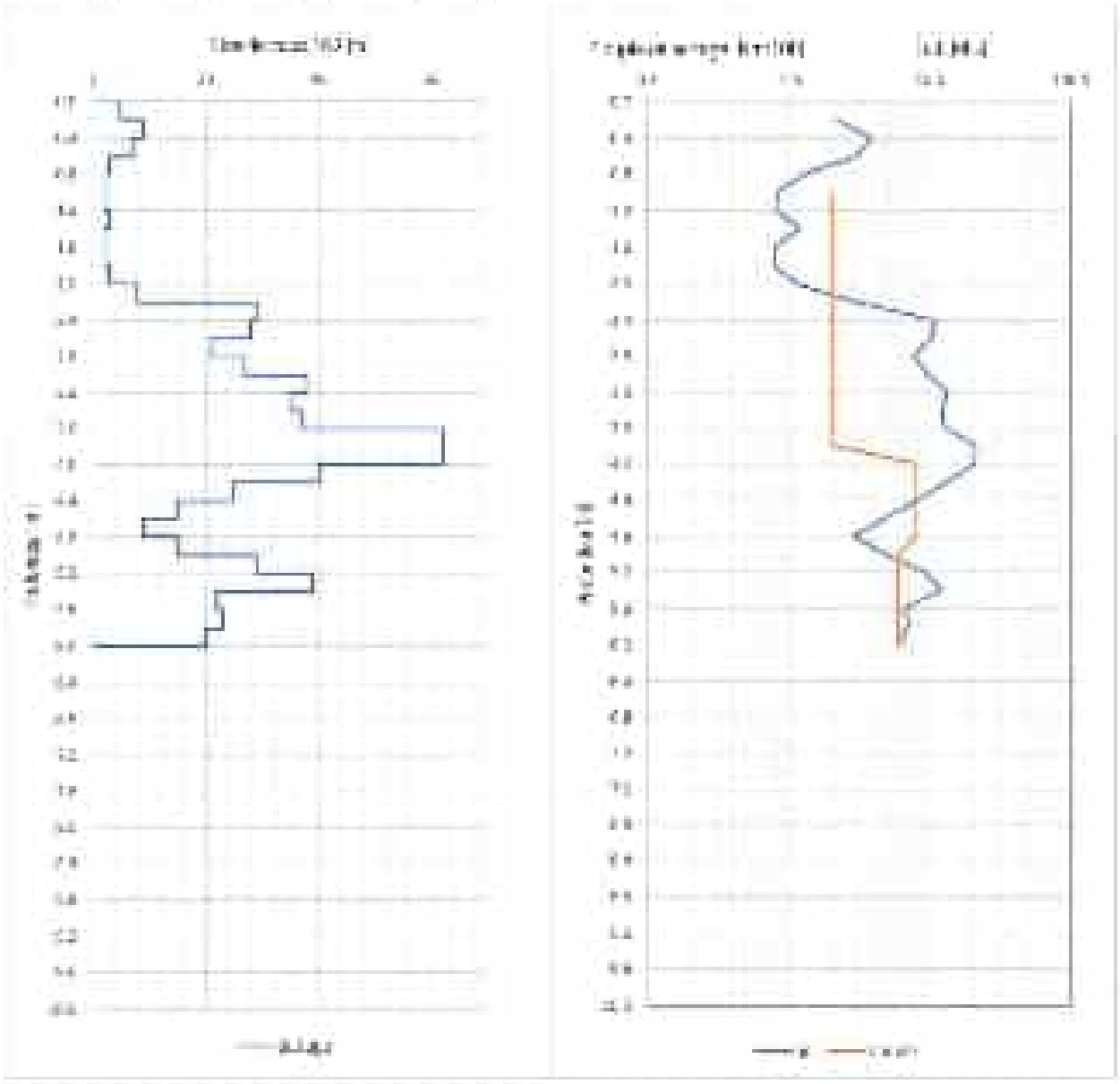


[illegible]	Pénétromètre dynamique	DE CERENVILLE [illegible]

[illegible]

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
[illegible]	[illegible]			

[illegible]



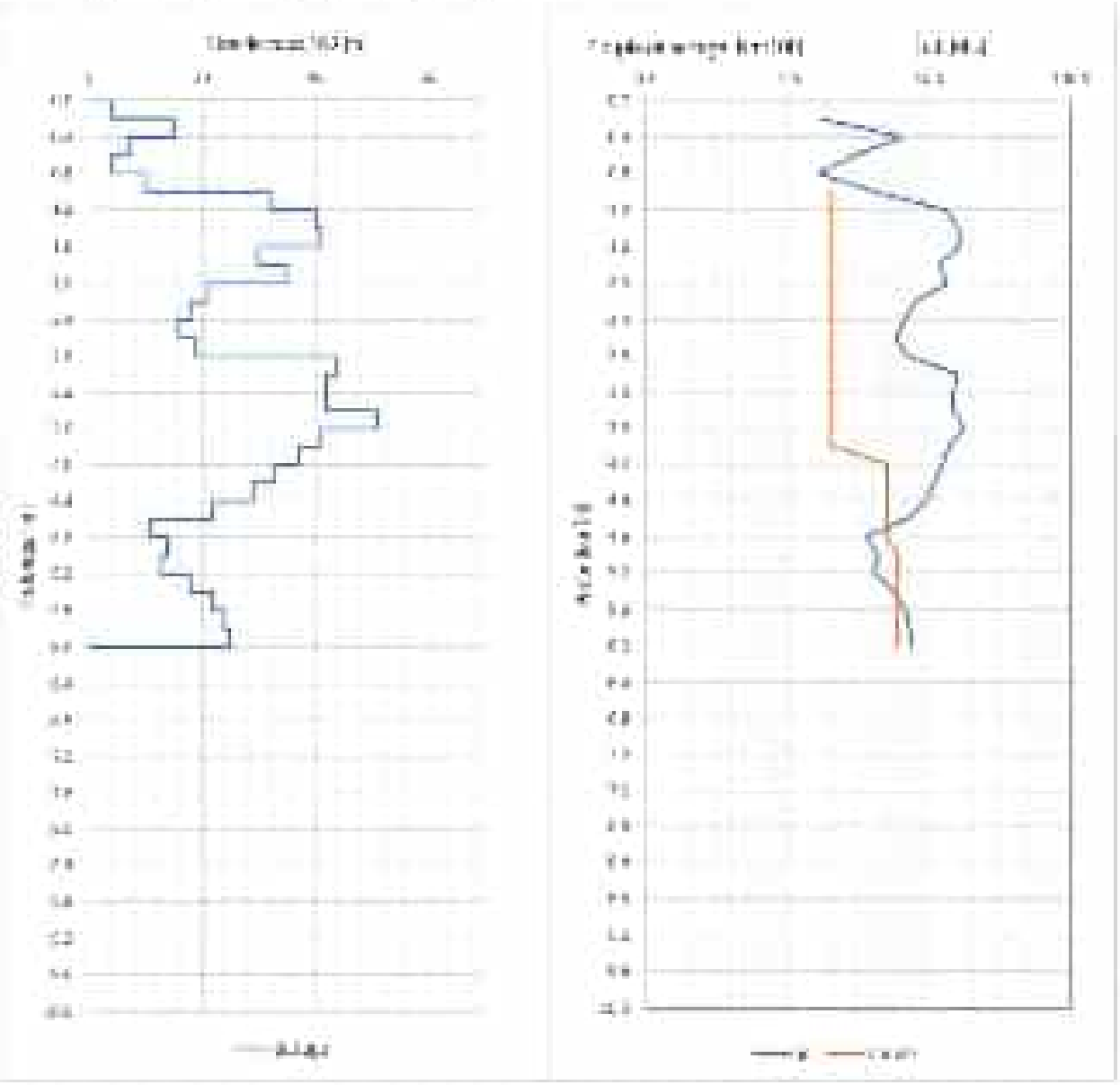
[illegible]

[illegible]	Pénétromètre dynamique	DE CERENVILLE [illegible]

[illegible]

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
[illegible]	[illegible]			

[illegible]



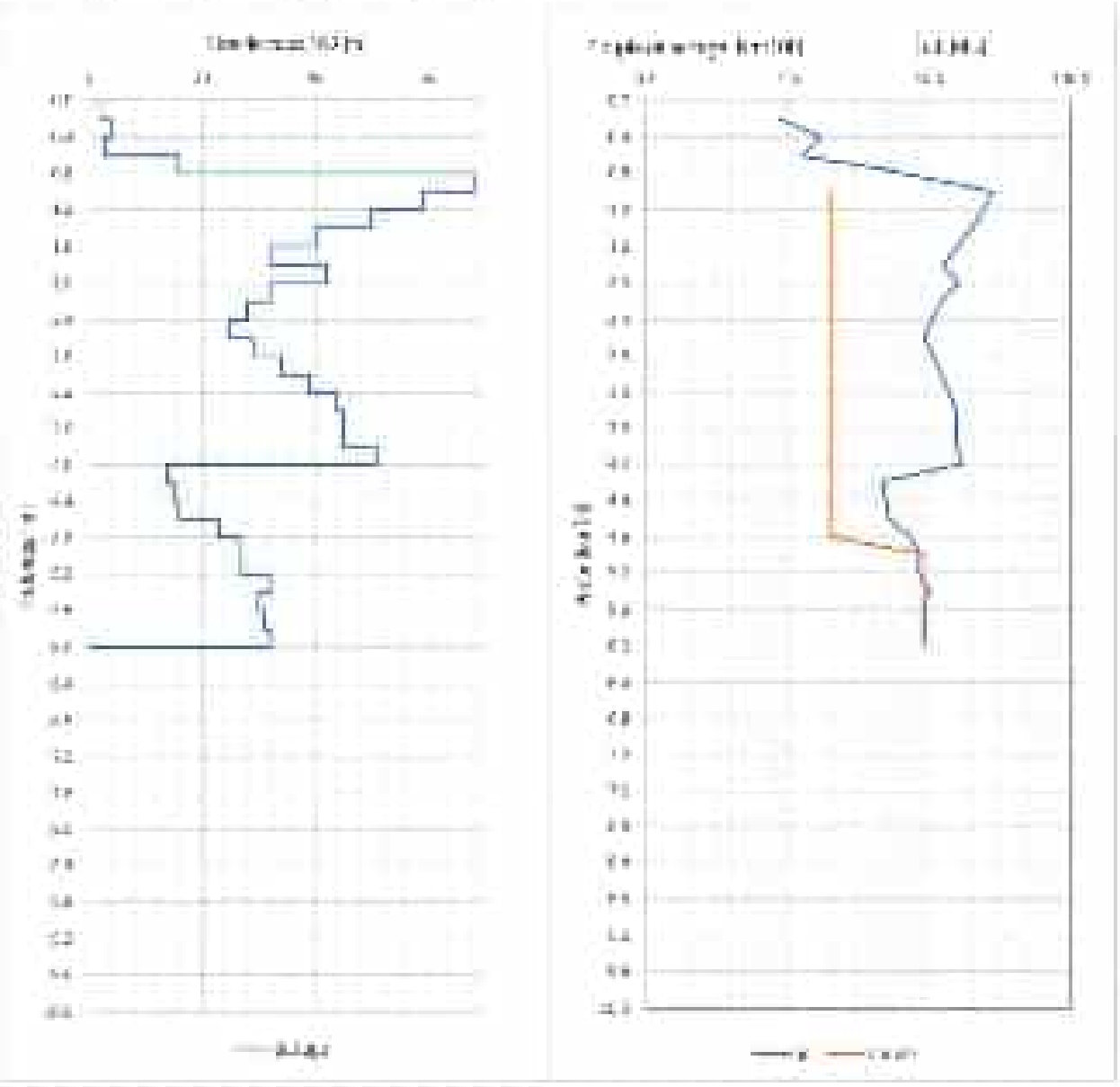
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]

[illegible]	Pénétromètre dynamique	DE CERENVILLE [illegible]

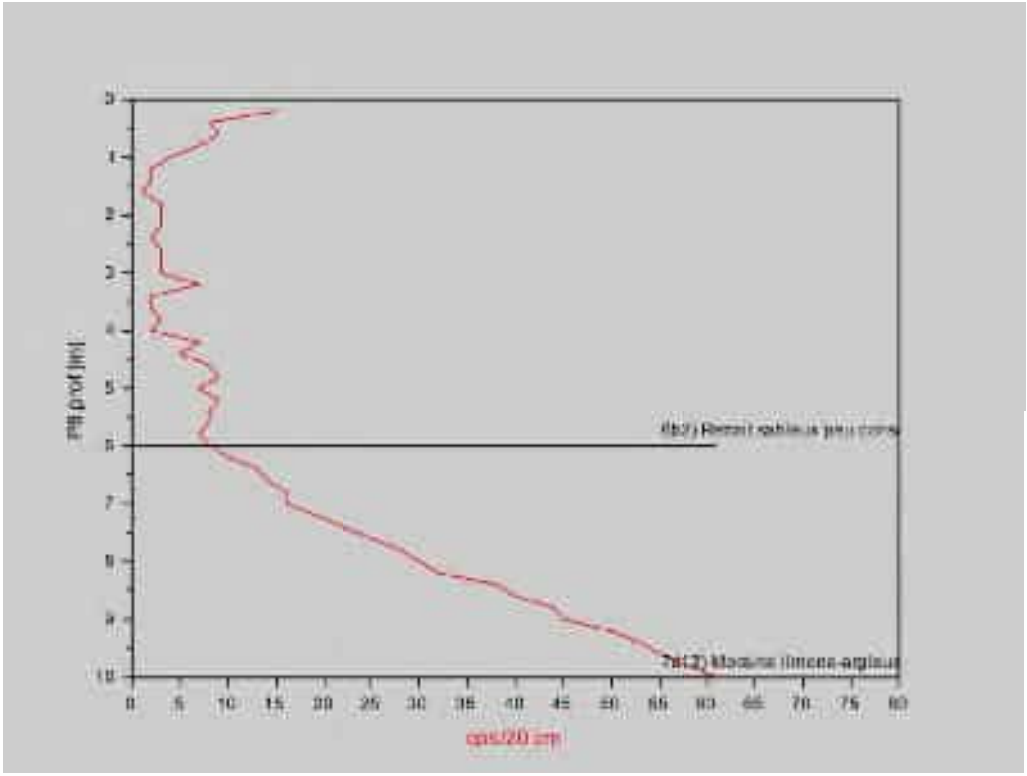
[illegible]

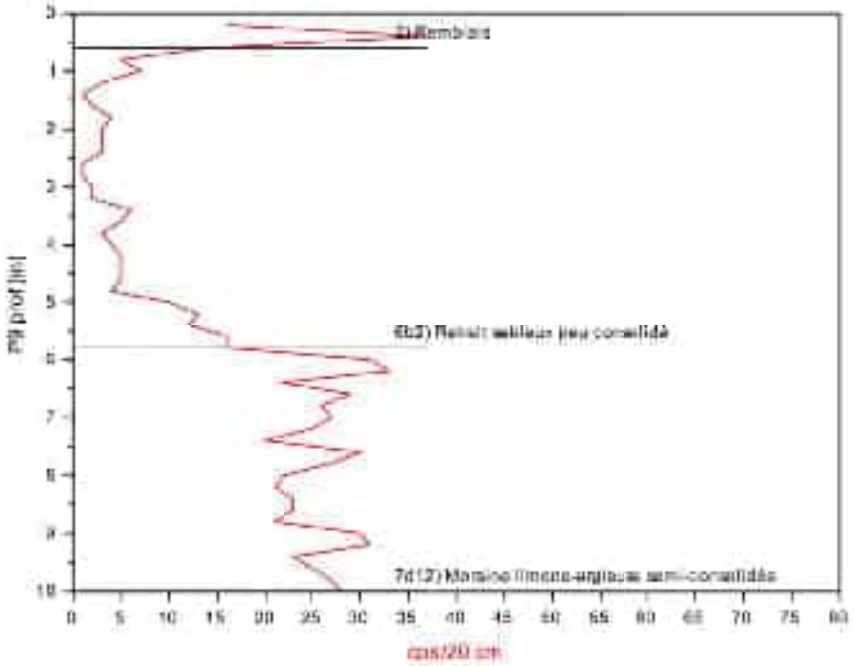
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
[illegible]	[illegible]			

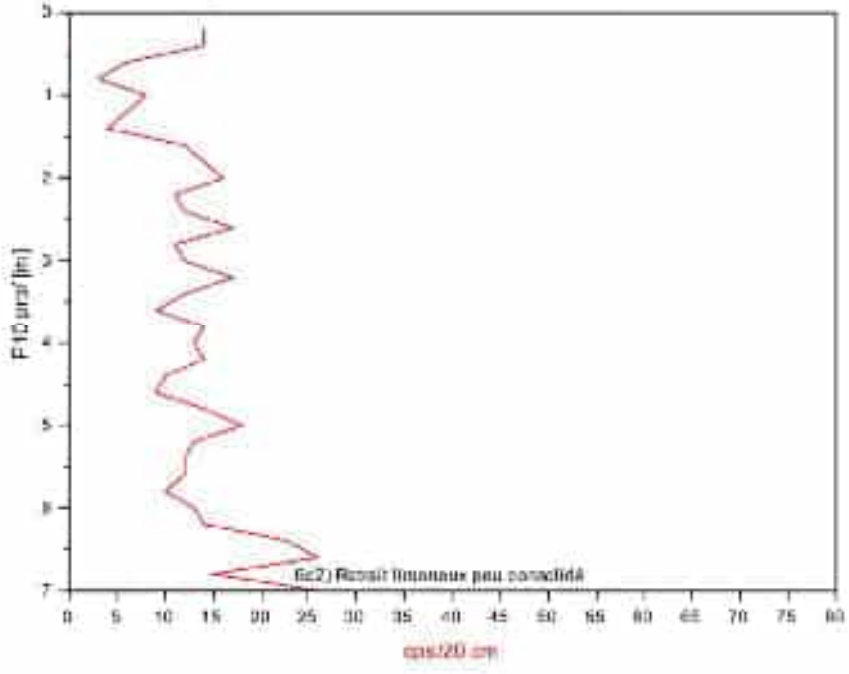
[illegible]

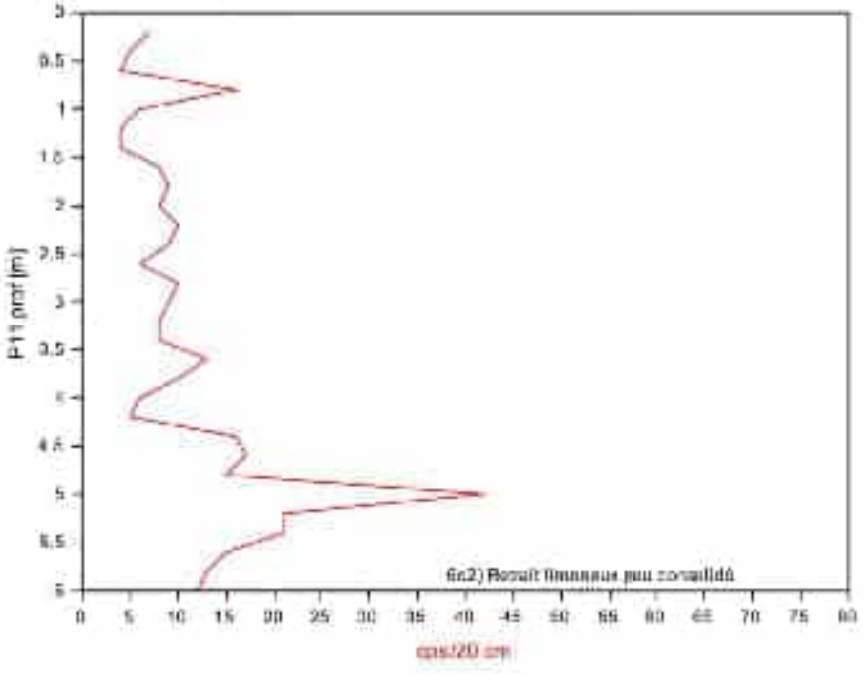


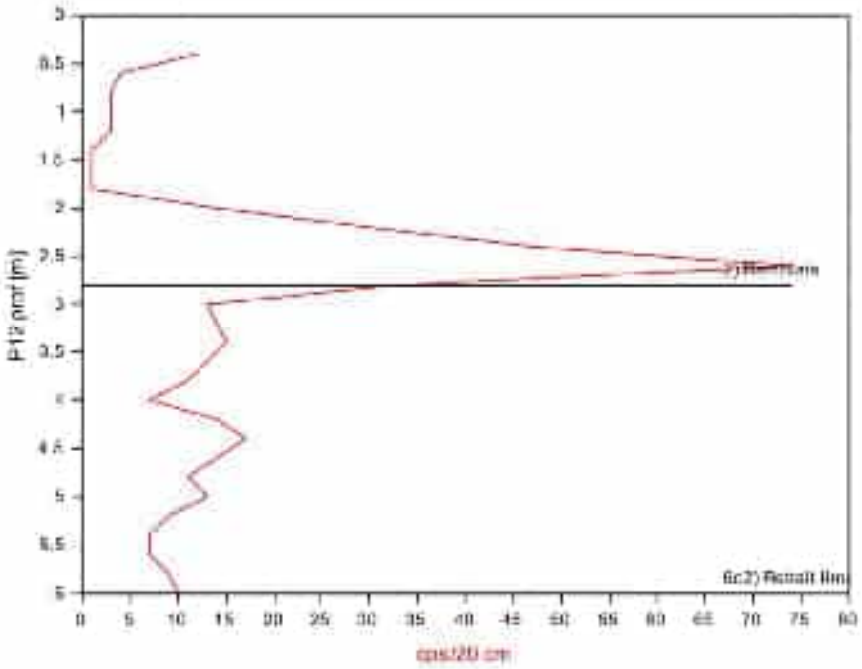
[illegible]

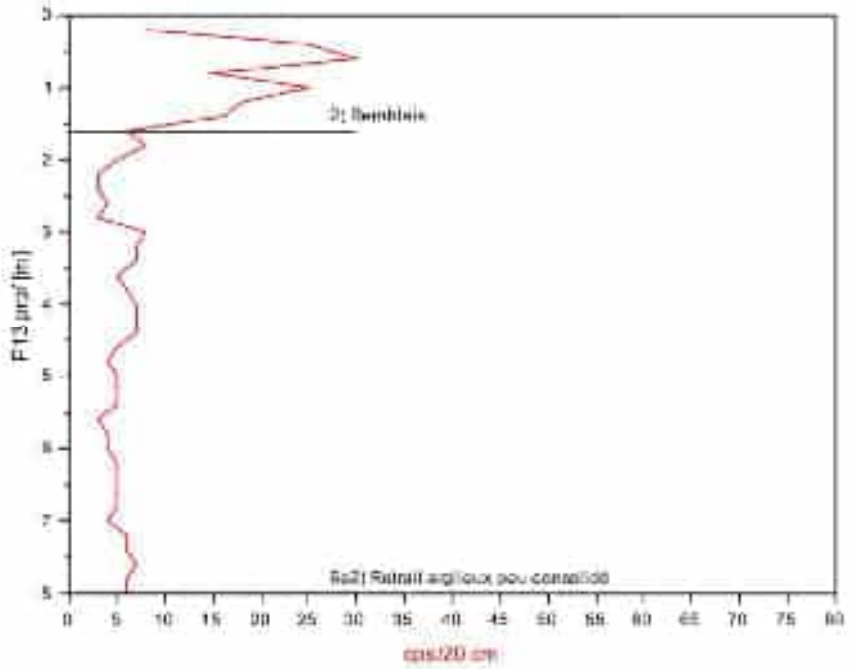

P9 prof [m]
6b2) Retrait sableux peu consolidé
7d(2) Marnes limons-argileux
cps/20 cm

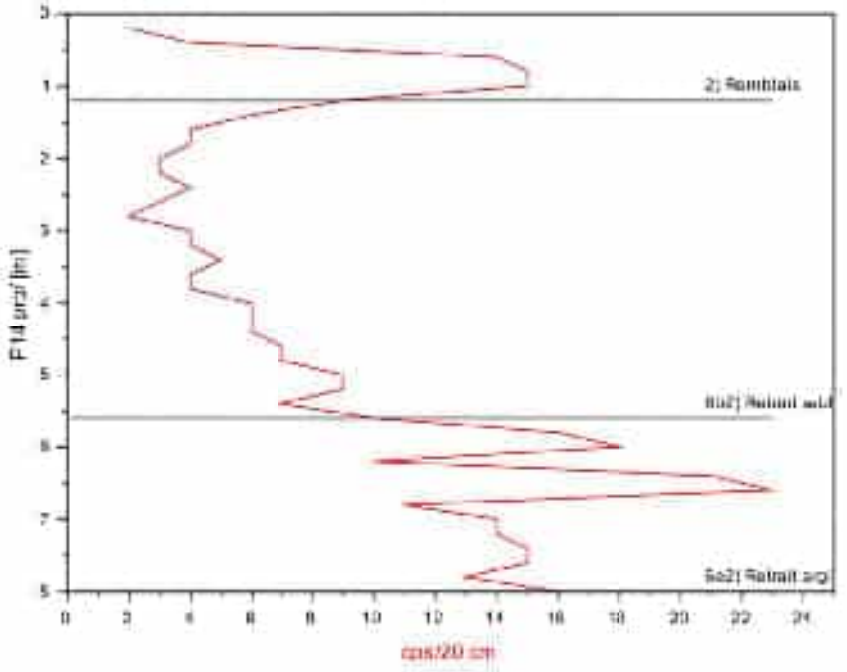

P9 prof [m]
6b2) Retrait sableux peu consolidé
7d(2) Marnes limons-argileux semi-consolidés
cps/20 cm

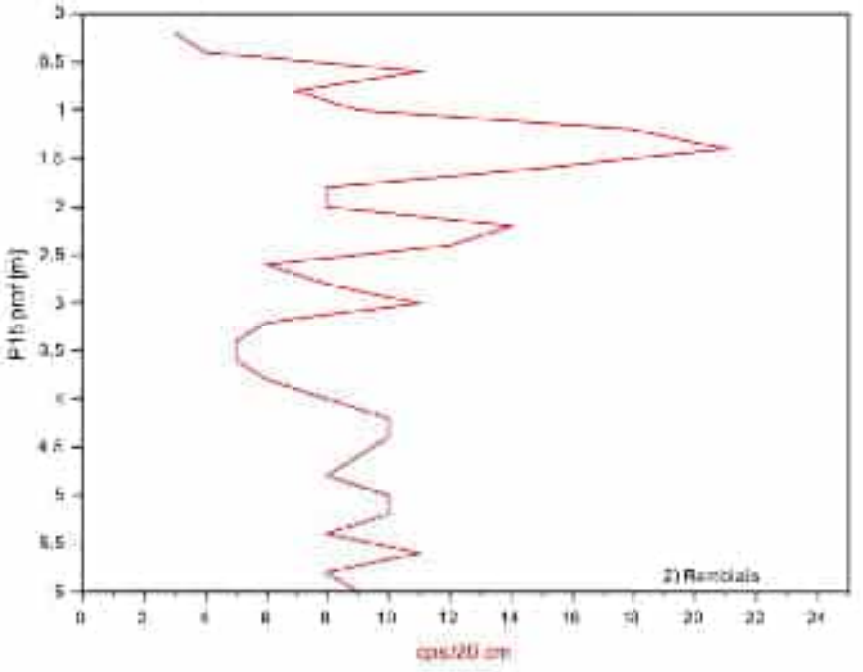

P10 prof [m]
6c2) Retrait limoneux peu consolidé
cps/20 cm

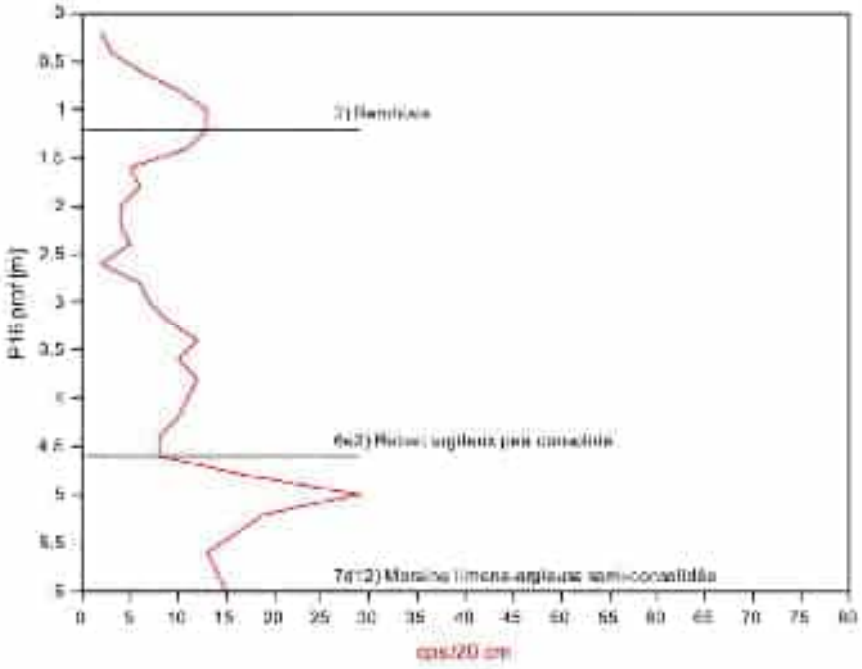

P11 prof [m]
6c2) Retrait limoneux peu consolidé
cps/20 cm

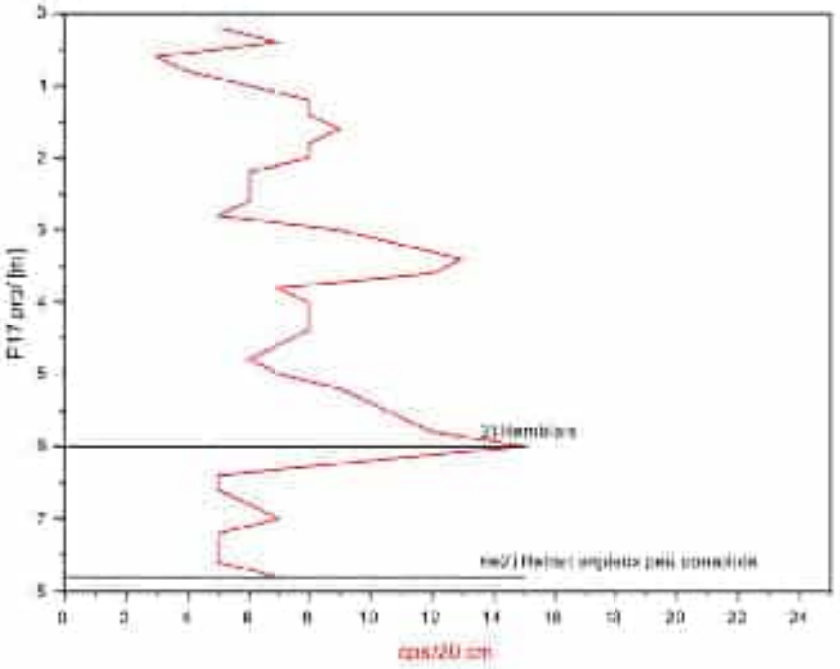

P12 prof [m]
6c2) Remblai lim
cps/20 cm

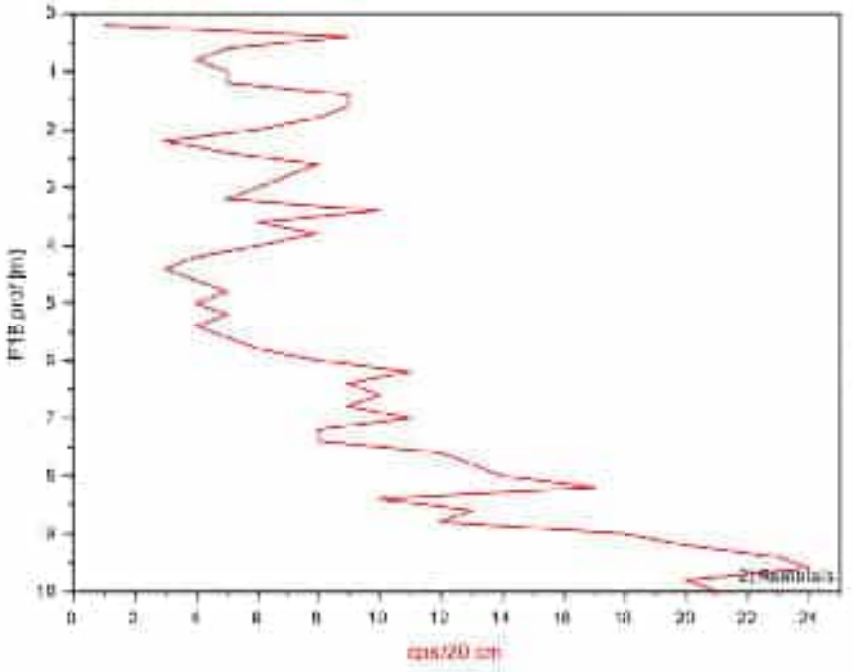

P13 prof [m]
3) Remblais
6a2) Remblai argileux peu consolidé
cps/20 cm

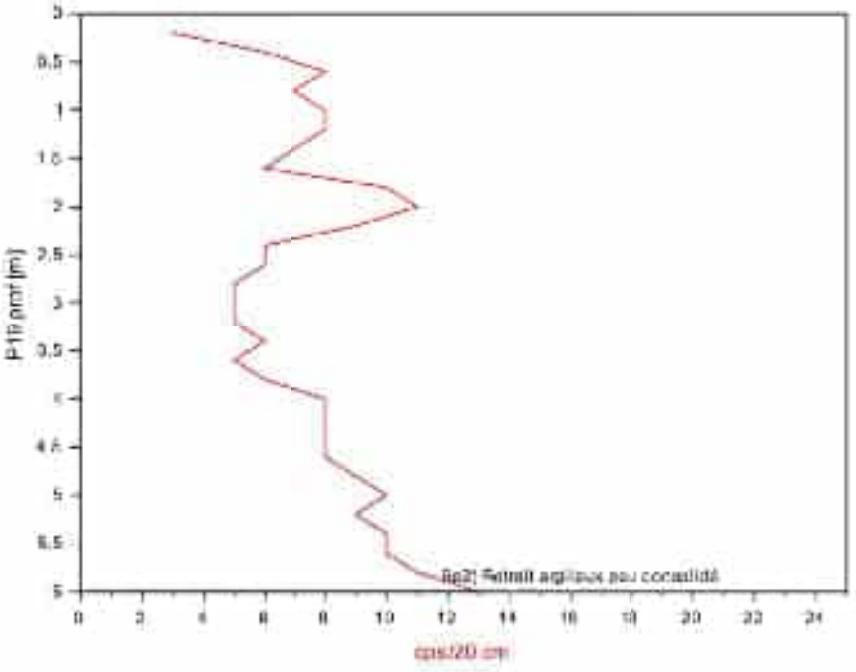

P14 prof [m]
2) Remblais
6a2) Remblai argileux
cps/20 cm

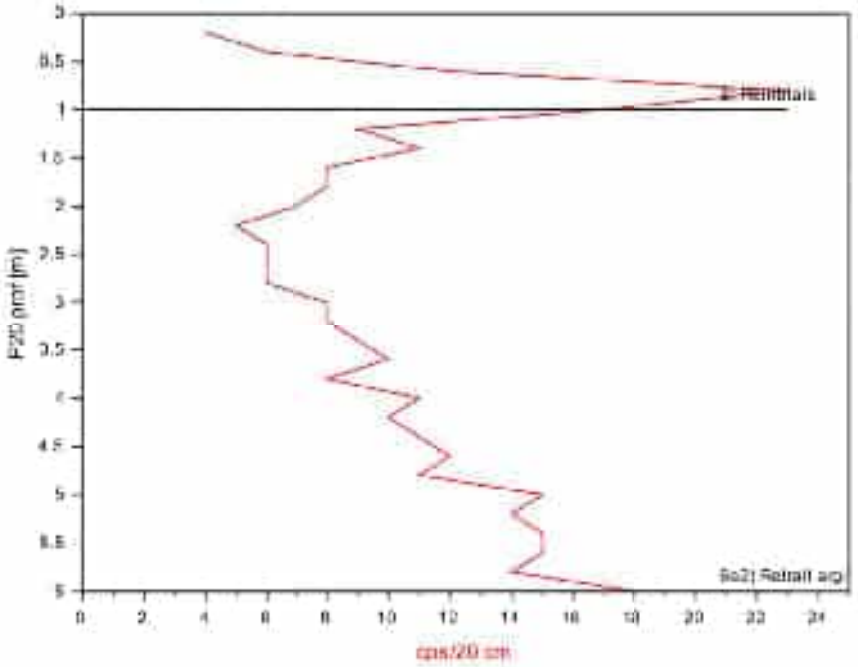

P15 prof [m]
2) Remblais
cps/20 cm

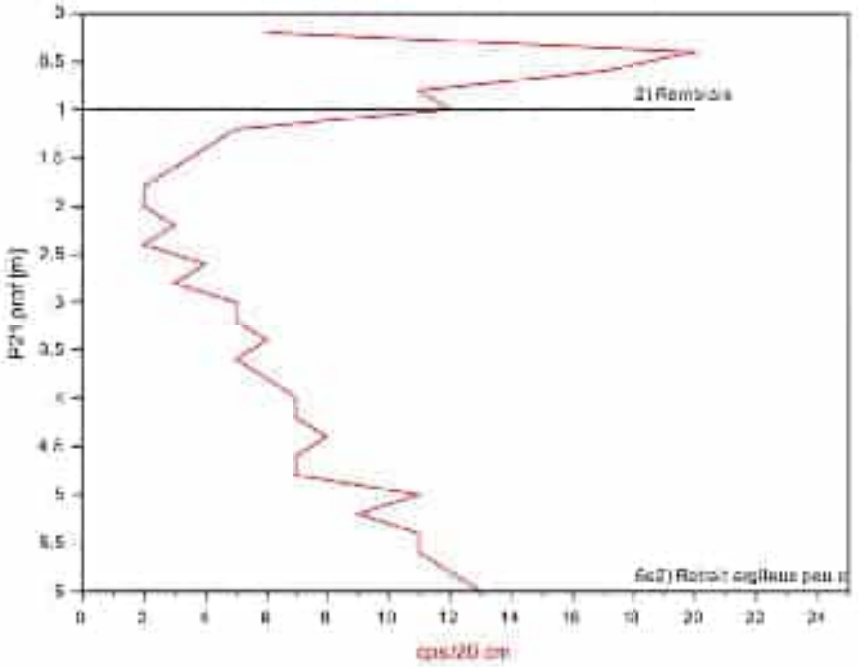

P16 prof (m)
cps/20 cm

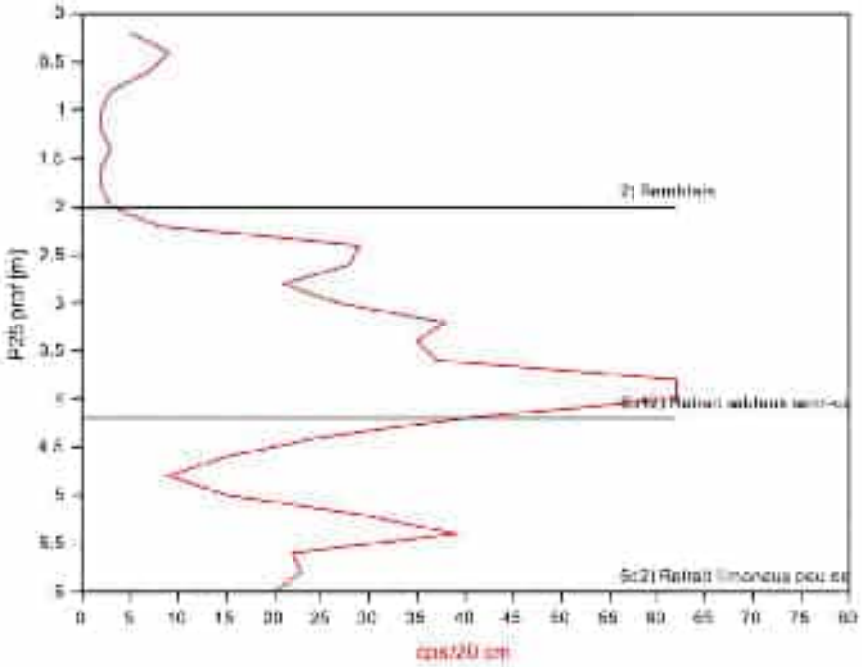

P17 prof (m)
cps/20 cm

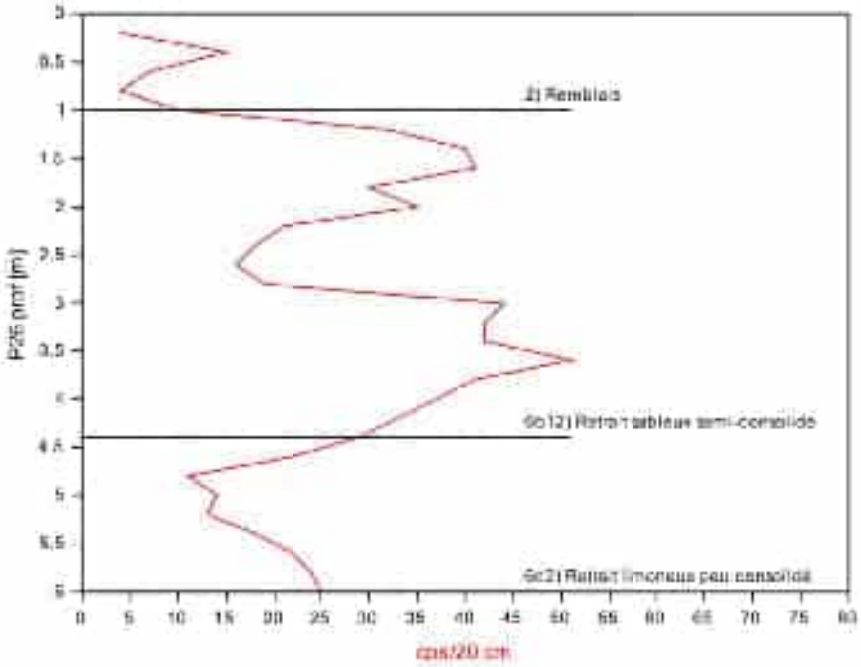

P18 prof (m)
cps/20 cm

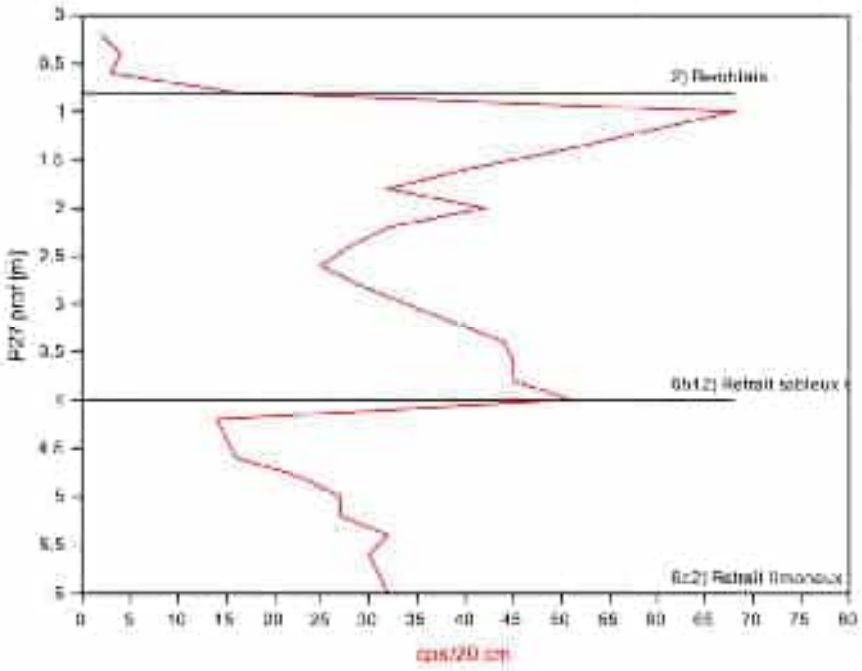

P19 prof (m)
cps/20 cm


P20.prnf (m)
cps/20 cm


P21.prnf (m)
cps/20 cm


P25.prnf (m)
cps/20 cm


P26.prnf (m)
cps/20 cm


P27 prof [m]
cps/20 cm
2) Remblais
6b1.2) Retrait sableux
6c2) Retrait limoneux

Annexe 7.4	Niveaux piézométriques	DE CERENVILLE

Mandat n°: **15731** Site: **Nyon CFF**

Sondage	GT-S1	S101	S103	S105	S106	S107	S108	S109	S110	S113	S115	S118	S119
Profondeur crépine [m]	1.5 - 14.5	1 - 14	1 - 14	1 - 15	1 - 19	1 - 9	1 - 14	1 - 12	2 - 17	1 - 16	2 - 19	1 - 18	1 - 12
Altitude terrain [m]	406.18	410.37	409.94	406.97	406.24	406.06	406.16	402.3	404.41	403.21	401.87	404.21	401.9
H_{sol} [m]		0.45	0.41						0.64	1.35		0.71	
$\varnothing_{int}$ du tube [mm]	3"	3"	3"	3"	3"	3"	3"	3"	3"	3"	3"	3"	3"
Date de pose	31.10.2023			14.11.2023	16.10.2023	22.11.2023	10.11.2023	07.12.2023	01.11.2023	14.12.2023	19.10.2023	17.11.2023	24.11.2023
Remarques													
Dates des mesures													
19.02.1904				2.07									
21.11.2023				2.29	2.23						1.66		
24.11.2023				2.44	2.33	2.7	2.45		9.54		1.73	2.28	
22.03.2024	2.45	0.79	0.07	2.55	2.29	2.78	2.43	1.25	10.08	5.73	1.65	2.84	1.02
01.05.2024		0.77	0.28										
Dates des mesures													
19.02.1904				404.9									
21.11.2023				404.68	404.01						400.21		
24.11.2023				404.53	403.91	403.36	403.71		394.87		400.14	401.93	
22.03.2024	403.73	409.58	409.87	404.42	403.95	403.28	403.73	401.05	394.33	397.48	400.22	401.37	400.88
01.05.2024		409.60	409.66										

Formation géologique : 2) Remblais

Classe USCS CL / CM

Essais in situ			Nb essais	Min	Max	Moyenne	Ecart type	Compacité/ Consistance
Essai	abbr.	unité						
Pénétromètre de poche	q_{up}	[kPa]	47	30	325	130	57	Ferme à très ferme
Scissomètre de poche	c_{us}	[kPa]	32	20	190	80	37	Très ferme
Essai SPT	N_{SPT}	[cps/30cm]	9	10	23	15	4	Très ferme à dur / Compacité moyenne
Pénétromètre dyn très lourd DPSH-B (Apafor100)	qd	[MPa]						
Pénétromètre dyn lourd DPH (Strassentest)*	qd	[cps/20cm]	175	2	24	8	8	**
Pénétromètre Von Moos	$N_{VonMoos}$	[cps/20cm]	9	3	100	48	47	Très mou à très dur / très lache à compact
CPTU - résistance en pointe	q_c	[MPa]						
CPTU - frottement latéral	f_s	[MPa]						
Essais de plaque dynamique	E_{vd}	[MN]						** Très mou à très ferme / très lâche à comp. Moy.
Essais de plaque statique	ME	[MPa]						
Essai CBR	CBR	[%]						

Essais en laboratoire - ROCHE			Nb essais	Valeur(s)
Essai	abbr.	unité		
Teneur en eau	w	[%]		
Masse volumique de la roche	ρ	[t/m^3]		
Résistance à la compression simple	σ_c	[MPa]		
Module d'elasticité (à 50% de la contrainte)	E_{50}	[MPa]		
Résistance à la traction (brésilien)	σ_t	[MPa]		
Résistance à l'essai ponctuel	I_s	[MPa]		
Abrasivité	Index ICA	[-]		

*Min et Max = q5% et q95%

Essais en laboratoire - SOL			Nb essais	Valeur(s)
Essai	abbr.	unité		
Teneur en eau	w	[%]	5	15.0 ± 3.9
Masse volumique du sol	ρ	[t/m^3]	5	2.1 ± 0.1
Masse volumique du sol sec	ρ_d	[t/m^3]	5	1.8 ± 0.1
Masse volumique particules solides	ρ_s	[t/m^3]		
Teneur en matière organique	LOI	[%]		
Limite de liquidité d'Atterberg	w_L	[%]	4	26.0 ± 6.3
Limite de plasticité d'Atterberg	w_P	[%]	4	15.8 ± 2.0
Indice de plasticité d'Atterberg	I_P	[%]	4	10.2 ± 4.7
Granulométrie	Argile	[%]	5	14.6 ± 12.5
	Limon	[%]	5	45.6 ± 13.6
	Sable	[%]	5	32.4 ± 24.3
	Gravier	[%]	5	7.4 ± 3.5
	Pierre	[%]	5	0
	Ø max	[mm]	5	19 ± 3
Perméabilité selon Hazen	k	[m/s]		
Angle de frottement apparent	ϕ_u	[°]		
Cohésion apparente	c_u	[kPa]		
Angle de frottement effectif	ϕ'	[°]		
Cohésion effective	c'	[kPa]		
Contrainte apparente	σ_u	[kPa]		
Contrainte effective	σ'	[kPa]		
Indice de compressibilité	C_c	[-]		
Indice de gonflement	C_s	[-]		
Résistance à la compression simple	σ_c	[MPa]		

Formation géologique : 6b12) Retrait sableux semi-consolidé

Classe USCS SM

Essais in situ								
Essai	abbr.	unité	Nb essais	Min	Max	Moyenne	Ecart type	Compacité/ Consistance
Pénétromètre de poche	q_{up}	[kPa]	2	40	70	55	15	non représentatif
Scissomètre de poche	c_{us}	[kPa]	1	32	32	32	0	
Essai SPT	N_{SPT}	[cps/30cm]	2	10	19	15	5	Compacité Moyenne
Pénétromètre dyn très lourd DPSH-B (Apafor100)	q_d	[MPa]						
Pénétromètre dyn lourd DPH (Strassentest)*	q_d	[cps/20cm]	44	17	62	34	13	Compacité Moyenne
Pénétromètre Von Moos	$N_{VonMoos}$	[cps/20cm]	1	12	12	12	0	Lâche
CPTU - résistance en pointe	q_c	[MPa]						
CPTU - frottement latéral	f_s	[MPa]						
Essais de plaque dynamique	E_{vd}	[MN]						
Essais de plaque statique	ME	[MPa]						
Essai CBR	CBR	[%]						

Essais en laboratoire - ROCHE				
Essai	abbr.	unité	Nb essais	Valeur(s)
Teneur en eau	w	[%]		
Masse volumique de la roche	ρ	[t/m^3]		
Résistance à la compression simple	σ_c	[MPa]		
Module d'elasticité (à 50% de la contrainte)	E_{50}	[MPa]		
Résistance à la traction (brésilien)	σ_t	[MPa]		
Résistance à l'essai ponctuel	I_s	[MPa]		
Abrasivité	Index ICA	[-]		

*Min et Max = q5% et q95%

Essais en laboratoire - SOL				
Essai	abbr.	unité	Nb essais	Valeur
Teneur en eau	w	[%]	1	22,2
Masse volumique du sol	ρ	[t/m^3]	1	2,1
Masse volumique du sol sec	ρ_d	[t/m^3]	1	1,7
Masse volumique particules solides	ρ_s	[t/m^3]		
Teneur en matière organique	LOI	[%]		
Limite de liquidité d'Atterberg	w_L	[%]		
Limite de plasticité d'Atterberg	w_P	[%]		
Indice de plasticité d'Atterberg	I_P	[%]		
Granulométrie	Argile	[%]	1	0
	Limon	[%]	1	25
	Sable	[%]	1	74
	Gravier	[%]	1	1
	Pierre	[%]	1	0
	Ø max	[mm]	1	10
Perméabilité selon Hazen	k	[m/s]	1	10^{-5}
Angle de frottement apparent	ϕ_u	[°]		
Cohésion apparente	c_u	[kPa]		
Angle de frottement effectif	ϕ'	[°]		
Cohésion effective	c'	[kPa]		
Contrainte apparente	σ_u	[kPa]		
Contrainte effective	σ'	[kPa]		
Indice de compressibilité	Cc	[-]		
Indice de gonflement	Cs	[-]		
Résistance à la compression simple	σ_c	[MPa]		

Formation géologique : 6b2) Retrait sableux peu consolidé

Classe USCS SM / ML

Essais in situ								
Essai	abbr.	unité	Nb essais	Min	Max	Moyenne	Ecart type	Compacité/ Consistance
Pénétromètre de poche	q_{up}	[kPa]	16	50	175	135	36	non représentatif
Scissomètre de poche	c_{us}	[kPa]	1	60	60	60	0	
Essai SPT	N_{SPT}	[cps/30cm]	9	4	10	6	2	Lâche
Pénétromètre dyn très lourd DPSH-B (Apafor100)	qd	[MPa]						
Pénétromètre dyn lourd DPH (Strassentest)*	qd	[cps/20cm]	78	1	13	4	3	Très lâche à lâche
Pénétromètre Von Moos	$N_{VonMoos}$	[cps/20cm]	2	4	10	7	3	
CPTU - résistance en pointe	q_c	[MPa]						
CPTU - frottement latéral	f_s	[MPa]						
Essais de plaque dynamique	E_{vd}	[MN]						
Essais de plaque statique	ME	[MPa]						
Essai CBR	CBR	[%]						

Essais en laboratoire - ROCHE				
Essai	abbr.	unité	Nb essais	Valeur(s)
Teneur en eau	w	[%]		
Masse volumique de la roche	ρ	[t/m^3]		
Résistance à la compression simple	σ_c	[MPa]		
Module d'elasticité (à 50% de la contrainte)	E_{50}	[MPa]		
Résistance à la traction (brésilien)	σ_t	[MPa]		
Résistance à l'essai ponctuel	I_s	[MPa]		
Abrasivité	Index ICA	[-]		

*Min et Max = q5% et q95%

Essais en laboratoire - SOL				
Essai	abbr.	unité	Nb essais	Valeur(s)
Teneur en eau	w	[%]	2	22.4 - 18.2
Masse volumique du sol	ρ	[t/m^3]	2	2.1
Masse volumique du sol sec	ρ_d	[t/m^3]	2	1.7 - 1.8
Masse volumique particules solides	ρ_s	[t/m^3]		
Teneur en matière organique	LOI	[%]		
Limite de liquidité d'Atterberg	w_L	[%]		
Limite de plasticité d'Atterberg	w_P	[%]		
Indice de plasticité d'Atterberg	I_P	[%]		
Granulométrie	Argile	[%]	2	2 à 3
	Limon	[%]	2	24 à 53
	Sable	[%]	2	44 à 73
	Gravier	[%]	2	0 à 1
	Pierre	[%]	2	0
	Ø max	[mm]	2	5 à 10
Perméabilité selon Hazen	k	[m/s]	2	1.7 e-6 - 7.9 e-7
Angle de frottement apparent	ϕ_u	[°]		
Cohésion apparente	c_u	[kPa]		
Angle de frottement effectif	ϕ'	[°]		
Cohésion effective	c'	[kPa]		
Contrainte apparente	σ_u	[kPa]		
Contrainte effective	σ'	[kPa]		
Indice de compressibilité	Cc	[-]		
Indice de gonflement	Cs	[-]		
Résistance à la compression simple	σ_c	[MPa]		

Formation géologique : 6c12) Retrait limoneux semi-consolidé

Classe USCS CL

Essais in situ								
Essai	abbr.	unité	Nb essais	Min	Max	Moyenne	Ecart type	Compacité/ Consistance
Pénétromètre de poche	q_{up}	[kPa]	37	90	310	183	58	Très ferme à dur
Scissomètre de poche	c_{us}	[kPa]	26	40	178	88	31	
Essai SPT	N_{SPT}	[cps/30cm]	3	18	27	22	4	
Pénétromètre dyn très lourd DPSH-B (Apafor100)	qd	[MPa]						
Pénétromètre dyn lourd DPH (Strassentest)*	qd	[cps/20cm]						
Pénétromètre Von Moos	$N_{VonMoos}$	[cps/20cm]	1	4	4	4	0	non représentatif
CPTU - résistance en pointe	q_c	[MPa]						
CPTU - frottement latéral	f_s	[MPa]						
Essais de plaque dynamique	E_{vd}	[MN]						
Essais de plaque statique	ME	[MPa]						
Essai CBR	CBR	[%]						

Essais en laboratoire - ROCHE				
Essai	abbr.	unité	Nb essais	Valeur(s)
Teneur en eau	w	[%]		
Masse volumique de la roche	ρ	[t/m^3]		
Résistance à la compression simple	σ_c	[MPa]		
Module d'elasticité (à 50% de la contrainte)	E_{50}	[MPa]		
Résistance à la traction (brésilien)	σ_t	[MPa]		
Résistance à l'essai ponctuel	I_s	[MPa]		
Abrasivité	Index ICA	[-]		

*Min et Max = q5% et q95%

Essais en laboratoire - SOL				
Essai	abbr.	unité	Nb essais	Valeur(s)
Teneur en eau	w	[%]	1	16.1
Masse volumique du sol	ρ	[t/m^3]	1	2.21
Masse volumique du sol sec	ρ_d	[t/m^3]	1	1.90
Masse volumique particules solides	ρ_s	[t/m^3]		
Teneur en matière organique	LOI	[%]		
Limite de liquidité d'Atterberg	w_L	[%]	1	23.7
Limite de plasticité d'Atterberg	w_P	[%]	1	15.8
Indice de plasticité d'Atterberg	I_P	[%]	1	7.9
Granulométrie	Argile	[%]	1	20
	Limon	[%]	1	68
	Sable	[%]	1	11
	Gravier	[%]	1	1
	Pierre	[%]	1	0
	Ø max	[mm]	1	12
Perméabilité selon Hazen	k	[m/s]		
Angle de frottement apparent	ϕ_u	[°]		
Cohésion apparente	c_u	[kPa]		
Angle de frottement effectif	ϕ'	[°]		
Cohésion effective	c'	[kPa]		
Contrainte apparente	σ_u	[kPa]		
Contrainte effective	σ'	[kPa]		
Indice de compressibilité	C_c	[-]		
Indice de gonflement	C_s	[-]		
Résistance à la compression simple	σ_c	[MPa]		

Formation géologique : 6c2) Retrait limoneux peu consolidé

Classe USCS CL / CL-ML

Essais in situ								
Essai	abbr.	unité	Nb essais	Min	Max	Moyenne	Ecart type	Compacité/ Consistance
Pénétromètre de poche	q_{up}	[kPa]	110	0	190	68	41	Mou à ferme
Scissomètre de poche	c_{us}	[kPa]	118	8	80	35	15	
Essai SPT	N_{SPT}	[cps/30cm]	19	4	17	9	3	Ferme à très ferme
Pénétromètre dyn très lourd DPSH-B (Apafor100)	q_d	[MPa]						
Pénétromètre dyn lourd DPH (Strassentest)*	q_d	[cps/20cm]	108	4	31	13	8	Mou à très ferme
Pénétromètre Von Moos	$N_{VonMoos}$	[cps/20cm]	15	4	14	9	2	
CPTU - résistance en pointe	q_c	[MPa]						
CPTU - frottement latéral	f_s	[MPa]						
Essais de plaque dynamique	E_{vd}	[MN]						
Essais de plaque statique	ME	[MPa]						
Essai CBR	CBR	[%]						

Essais en laboratoire - ROCHE				
Essai	abbr.	unité	Nb essais	Valeur(s)
Teneur en eau	w	[%]		
Masse volumique de la roche	ρ	[t/m^3]		
Résistance à la compression simple	σ_c	[MPa]		
Module d'elasticité (à 50% de la contrainte)	E_{50}	[MPa]		
Résistance à la traction (brésilien)	σ_t	[MPa]		
Résistance à l'essai ponctuel	I_s	[MPa]		
Abrasivité	Index ICA	[-]		

*Min et Max = q5% et q95%

Essais en laboratoire - SOL				
Essai	abbr.	unité	Nb essais	Valeur(s)
Teneur en eau	w	[%]	5	23.6 ± 3.8
Masse volumique du sol	ρ	[t/m^3]	5	2.06 ± 0.07
Masse volumique du sol sec	ρ_d	[t/m^3]	5	1.67 ± 0.11
Masse volumique particules solides	ρ_s	[t/m^3]		
Teneur en matière organique	LOI	[%]		
Limite de liquidité d'Atterberg	w_L	[%]	5	23.1 ± 3.3
Limite de plasticité d'Atterberg	w_P	[%]	5	15.6 ± 1.2
Indice de plasticité d'Atterberg	I_P	[%]	5	7.5 ± 2.6
Granulométrie	Argile	[%]	5	19.4± 9.0
	Limon	[%]	5	72.0 ± 4.6
	Sable	[%]	5	7.8 ± 5.7
	Gravier	[%]	5	0.8 ± 1.1
	Pierre	[%]	5	0
	Ø max	[mm]	5	9 ± 9
Perméabilité selon essai ⊥ - //	k	[m/s]	2	3.5-4.5 E-9
Angle de frottement apparent	ϕ_u	[°]		
Cohésion apparente	c_u	[kPa]		
Angle de frottement effectif	ϕ'	[°]	4	28.4 ± 1.4
Cohésion effective	c'	[kPa]	4	9 ± 5
Contrainte apparente	σ_u	[kPa]		
Contrainte effective	σ'	[kPa]		
Indice de compressibilité	C_c	[-]		
Indice de gonflement	C_s	[-]		
Résistance à la compression simple	σ_c	[MPa]		

Formation géologique : 6e12) Retrait argileux semi-consolidé

Classe USCS CM

Essais in situ			Nb essais	Min	Max	Moyenne	Ecart type	Compacité/ Consistance
Essai	abbr.	unité						
Pénétromètre de poche	q_{up}	[kPa]	13	100	370	163	67	Très ferme à dur
Scissomètre de poche	c_{us}	[kPa]	13	50	192	112	44	
Essai SPT	N_{SPT}	[cps/30cm]	2	16	17	17	1	Dur
Pénétromètre dyn très lourd DPSH-B (Apafor100)	qd	[MPa]						
Pénétromètre dyn lourd DPH (Strassentest)*	qd	[cps/20cm]						
Pénétromètre Von Moos	$N_{VonMoos}$	[cps/20cm]						
CPTU - résistance en pointe	q_c	[MPa]						
CPTU - frottement latéral	f_s	[MPa]						
Essais de plaque dynamique	E_{vd}	[MN]						
Essais de plaque statique	ME	[MPa]						
Essai CBR	CBR	[%]						

Essais en laboratoire - ROCHE			Nb essais	Valeur(s)
Essai	abbr.	unité		
Teneur en eau	w	[%]		
Masse volumique de la roche	ρ	[t/m^3]		
Résistance à la compression simple	σ_c	[MPa]		
Module d'elasticité (à 50% de la contrainte)	E_{50}	[MPa]		
Résistance à la traction (brésilien)	σ_t	[MPa]		
Résistance à l'essai ponctuel	I_s	[MPa]		
Abrasivité	Index ICA	[-]		

*Min et Max = q5% et q95%

Essais en laboratoire - SOL			Nb essais	Valeur(s)
Essai	abbr.	unité		
Teneur en eau	w	[%]	1	18,8
Masse volumique du sol	ρ	[t/m^3]	1	2,15
Masse volumique du sol sec	ρ_d	[t/m^3]	1	1,81
Masse volumique particules solides	ρ_s	[t/m^3]		
Teneur en matière organique	LOI	[%]		
Limite de liquidité d'Atterberg	w_L	[%]	1	31,9
Limite de plasticité d'Atterberg	w_P	[%]	1	16,9
Indice de plasticité d'Atterberg	I_P	[%]	1	15
Granulométrie	Argile	[%]	1	31
	Limon	[%]	1	63
	Sable	[%]	1	5
	Gravier	[%]	1	1
	Pierre	[%]	1	0
	Ø max	[mm]	1	7
Perméabilité selon Hazen	k	[m/s]		
Angle de frottement apparent	ϕ_u	[°]		
Cohésion apparente	c_u	[kPa]		
Angle de frottement effectif	ϕ'	[°]	1	28,9
Cohésion effective	c'	[kPa]	1	13,7
Contrainte apparente	σ_u	[kPa]		
Contrainte effective	σ'	[kPa]		
Indice de compressibilité	Cc	[-]		
Indice de gonflement	Cs	[-]		
Résistance à la compression simple	σ_c	[MPa]		

Formation géologique : 6e2) Retrait argileux peu consolidé

Classe USCS CM / CL

Essais in situ								
Essai	abbr.	unité	Nb essais	Min	Max	Moyenne	Ecart type	Compacité/ Consistance
Pénétromètre de poche	q_{up}	[kPa]	117	0	150	65	30	Mou à ferme
Scissomètre de poche	c_{us}	[kPa]	258	10	106	37	14	
Essai SPT	N_{SPT}	[cps/30cm]	18	5	20	10	4	ferme à très ferme
Pénétromètre dyn très lourd DPSH-B (Apafor100)	q_d	[MPa]						
Pénétromètre dyn lourd DPH (Strassentest)*	q_d	[cps/20cm]	150	3	15	7	4	Mou à ferme
Pénétromètre Von Moos	$N_{VonMoos}$	[cps/20cm]	12	3	16	8	4	
CPTU - résistance en pointe	q_c	[MPa]						
CPTU - frottement latéral	f_s	[MPa]						
Essais de plaque dynamique	E_{vd}	[MN]						
Essais de plaque statique	ME	[MPa]						
Essai CBR	CBR	[%]						

Essais en laboratoire - ROCHE				
Essai	abbr.	unité	Nb essais	Valeur(s)
Teneur en eau	w	[%]		
Masse volumique de la roche	ρ	[t/m^3]		
Résistance à la compression simple	σ_c	[MPa]		
Module d'elasticité (à 50% de la contrainte)	E_{50}	[MPa]		
Résistance à la traction (brésilien)	σ_t	[MPa]		
Résistance à l'essai ponctuel	I_s	[MPa]		
Abrasivité	Index ICA	[-]		

*Min et Max = q5% et q95%

Essais en laboratoire - SOL				
Essai	abbr.	unité	Nb essais	Valeur(s)
Teneur en eau	w	[%]	9	24.9 ± 2.0
Masse volumique du sol	ρ	[t/m^3]	9	2.04 ± 0.03
Masse volumique du sol sec	ρ_d	[t/m^3]	9	1.63 ± 0.005
Masse volumique particules solides	ρ_s	[t/m^3]		
Teneur en matière organique	LOI	[%]		
Limite de liquidité d'Atterberg	w_L	[%]	9	30.5 ± 3.0
Limite de plasticité d'Atterberg	w_P	[%]	9	18.7 ± 0.9
Indice de plasticité d'Atterberg	I_P	[%]	9	11.9 ± 3.0
Granulométrie	Argile	[%]	9	31.9 ± 4.9
	Limon	[%]	9	62.9 ± 4.8
	Sable	[%]	9	4.0 ± 3.2
	Gravier	[%]	9	1.2 ± 2.9
	Pierre	[%]	9	0
	Ø max	[mm]	9	9.3 ± 8.0
Perméabilité selon Hazen	k	[m/s]		
Angle de frottement apparent	ϕ_u	[°]		
Cohésion apparente	c_u	[kPa]		
Angle de frottement effectif	ϕ'	[°]	8	26.8 ± 2.7
Cohésion effective	c'	[kPa]	8	16.5 ± 16.0
Contrainte apparente	σ_u	[kPa]		
Contrainte effective	σ'	[kPa]		
Indice de compressibilité	C_c	[-]	2	0.143 - 0.156
Indice de gonflement	C_s	[-]	2	0.024 - 0.031
Résistance à la compression simple	σ_c	[MPa]		

Formation géologique : 7d12) Moraine limono-argileuse semi-consolidée

Classe USCS CL

Essais in situ			Nb essais	Min	Max	Moyenne	Ecart type	Compacité/ Consistance
Essai	abbr.	unité						
Pénétromètre de poche	q_{up}	[kPa]	156	40	>450	134	72	Très ferme
Scissomètre de poche	c_{us}	[kPa]	144	16	220	81	32	
Essai SPT	N_{SPT}	[cps/30cm]	11	15	22	18	3	Dur
Pénétromètre dyn très lourd DPSH-B (Apafor100)	q_d	[MPa]						
Pénétromètre dyn lourd DPH (Strassentest)*	q_d	[cps/20cm]	48	13	57	25	12	Très ferme à dur
Pénétromètre Von Moos	$N_{VonMoos}$	[cps/20cm]	3	14	60	37	19	
CPTU - résistance en pointe	q_c	[MPa]						
CPTU - frottement latéral	f_s	[MPa]						
Essais de plaque dynamique	E_{vd}	[MN]						
Essais de plaque statique	ME	[MPa]						
Essai CBR	CBR	[%]						

Essais en laboratoire - ROCHE			Nb essais	Valeur(s)
Essai	abbr.	unité		
Teneur en eau	w	[%]		
Masse volumique de la roche	ρ	[t/m^3]		
Résistance à la compression simple	σ_c	[MPa]		
Module d'elasticité (à 50% de la contrainte)	E_{50}	[MPa]		
Résistance à la traction (brésilien)	σ_t	[MPa]		
Résistance à l'essai ponctuel	I_s	[MPa]		
Abrasivité	Index ICA	[-]		

*Min et Max = q5% et q95%

Essais en laboratoire - SOL			Nb essais	Valeur(s)
Essai	abbr.	unité		
Teneur en eau	w	[%]	7	16.7 ± 1.5
Masse volumique du sol	ρ	[t/m^3]	7	2.19 ± 0.03
Masse volumique du sol sec	ρ_d	[t/m^3]	7	1.88 ± 0.05
Masse volumique particules solides	ρ_s	[t/m^3]		
Teneur en matière organique	LOI	[%]		
Limite de liquidité d'Atterberg	w_L	[%]	7	25.2 ± 2.0
Limite de plasticité d'Atterberg	w_P	[%]	7	15.9 ± 1.2
Indice de plasticité d'Atterberg	I_P	[%]	7	9.2 ± 1.0
Granulométrie	Argile	[%]	7	22.0 ± 3.8
	Limon	[%]	7	56.3 ± 3.4
	Sable	[%]	7	14.6 ± 2.8
	Gravier	[%]	7	7.1 ± 3.8
	Pierre	[%]	7	0
	Ø max	[mm]	7	10 à 30
Perméabilité selon Hazen	k	[m/s]		
Angle de frottement apparent	ϕ_u	[°]		
Cohésion apparente	c_u	[kPa]		
Angle de frottement effectif	ϕ'	[°]	2	28.2 - 31.8
Cohésion effective	c'	[kPa]	2	2.3 - 8.0
Contrainte apparente	σ_u	[kPa]		
Contrainte effective	σ'	[kPa]		
Indice de compressibilité	C_c	[-]		
Indice de gonflement	C_s	[-]		
Résistance à la compression simple	σ_c	[MPa]		

Formation géologique : 7c1) Moraine limoneuse consolidée

Classe USCS CL

Essais in situ			Nb essais	Min	Max	Moyenne	Ecart type	Compacité/ Consistance
Essai	abbr.	unité						
Pénétromètre de poche	q_{up}	[kPa]	286	180	>450	494	39	Très dur
Scissomètre de poche	c_{us}	[kPa]	6	60	240	155	62	non représentatif
Essai SPT	N_{SPT}	[cps/30cm]	25	36	>100	92	18	Très dur
Pénétromètre dyn très lourd DPSH-B (Apafor100)	qd	[MPa]						
Pénétromètre dyn lourd DPH (Strassentest)*	qd	[cps/20cm]						
Pénétromètre Von Moos	$N_{VonMoos}$	[cps/20cm]	2	100	>100	100	0	Très dur
CPTU - résistance en pointe	q_c	[MPa]						
CPTU - frottement latéral	f_s	[MPa]						
Essais de plaque dynamique	E_{vd}	[MN]						
Essais de plaque statique	ME	[MPa]						
Essai CBR	CBR	[%]						

Essais en laboratoire - ROCHE			Nb essais	Valeur(s)
Essai	abbr.	unité		
Teneur en eau	w	[%]		
Masse volumique de la roche	ρ	[t/m^3]		
Résistance à la compression simple	σ_c	[MPa]	2	0.96 - 1.05
Module d'elasticité (à 50% de la contrainte)	E_{50}	[MPa]	2	23 - 167
Résistance à la traction (brésilien)	σ_t	[MPa]		
Résistance à l'essai ponctuel	I_s	[MPa]		
Abrasivité	Index ICA	[-]		

*Min et Max = q5% et q95%

Essais en laboratoire - SOL			Nb essais	Valeur(s)
Essai	abbr.	unité		
Teneur en eau	w	[%]	5	9.7 ± 0.5
Masse volumique du sol	ρ	[t/m^3]	5	2.35 ± 0.02
Masse volumique du sol sec	ρ_d	[t/m^3]	5	2.14 ± 0.02
Masse volumique particules solides	ρ_s	[t/m^3]		
Teneur en matière organique	LOI	[%]		
Limite de liquidité d'Atterberg	w_L	[%]	5	22.1 ± 1.0
Limite de plasticité d'Atterberg	w_P	[%]	5	14.7 ± 0.5
Indice de plasticité d'Atterberg	I_P	[%]	5	7.5 ± 0.5
Granulométrie	Argile	[%]	5	17 ± 1.0
	Limon	[%]	5	49.4 ± 1.1
	Sable	[%]	5	22.6 ± 1.1
	Gravier	[%]	5	11.0 ± 2.9
	Pierre	[%]	5	0
	Ø max	[mm]	5	27 ± 6
Perméabilité selon Hazen	k	[m/s]		
Angle de frottement apparent	ϕ_u	[°]		
Cohésion apparente	c_u	[kPa]		
Angle de frottement effectif	ϕ'	[°]		
Cohésion effective	c'	[kPa]		
Contrainte apparente	σ_u	[kPa]		
Contrainte effective	σ'	[kPa]		
Indice de compressibilité	Cc	[-]		
Indice de gonflement	Cs	[-]		
Résistance à la compression simple	σ_c	[MPa]		

Légende

- 2) Remblais et/ou Terre végétale
- 6b12) Retrait sableux semi-consolidé
- 6b2) Retrait sableux peu consolidé
- 6c12) Retrait limoneux semi-consolidé
- 6c2) Retrait limoneux peu consolidé
- 6e2) Retrait argileux peu consolidé
- 7d12) Moraine limono-argileuse peu consolidée
- 7c1) Moraine limoneuse consolidée
- 17 / 15 N Von Moos
- 17 NSPT
- Venues d'eau
- 01.09.20 / 634.45 Niveau piézométrique

1:2000

1:200

Sud-Ouest — **Nord-Est**

Vallée remblayée du Boiron — Vallée remblayée du Corjon — Vallée remblayée du Cossy

PS de Bois-Bougy — PS de Martavaux — Le Cossy — Rue de la Morâche

km 39.8 — km 39.7 — km 39.6 — km 39.5 — km 39.4 — km 39.3 — km 39.2 — km 39.1 — km 39.0 — km 38.9 — km 38.8 — km 38.7

410 msm — 405 msm — 400 msm — 395 msm — 390 msm — 385 msm — 380 msm

P21 397.12 msm — P20 397.89 msm — P19 398.48 msm — GT-CB02-23 398.62 msm — GT-CB03-23 398.86 msm — P18 399.55 msm — P17 400.31 msm — P16 400.92 msm — M4832 S1 402.25 msm — GLP-F1-1988 406.8 msm (proj. -35 m) — S118 0.3 404.21 msm — S117 404.61 msm (proj. -10 m) — M7424 S3 401.6 msm (proj. 20 m) — S116 401.86 msm (proj. 15 m) — P15 403.18 msm — S115 401.87 msm (proj. 10 m) — P14 403.78 msm — S114 401.98 msm (proj. 10 m) — S113 ~403 msm — S112 404.21 msm — S111 404.44 msm

Profil aval vallée du Boiron de Nyon

CFF	Gare de Nyon
Profil Géotechnique	
Km 38.7-39.8	
	Annexe 9.1
N° mandat: **15'731-1**	N° plan: -
Format: **70x29.7cm**	Dessin: **RN**
Visa: **SRA**	Date: **21.03.2024**
Echelle: **Voir coupe**	

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

VD 47, ch. des Champs Courbes 1024 Ecublens
NE 49, chaussée de la Boine 2000 Neuchâtel
GE 14, route de Pré-bois 1215 Genève
VS 43, rue de la Dixence 1950 Sion
FR 14, avenue de la Gare 1700 Fribourg

T +41 58 900 84 00
CHE-105.765.127 TVA
dcg@decerenville.com
www.decerenville.com

CFF — **Gare de Nyon**

Profil Géotechnique
Montée vers Eysins

Annexe 9

N° mandat	N° plan
15'731-1	**-**

Format	Dessin	Visa	Date	Echelle
A3	**RN**	**SRA**	**21.03.2024**	**Voir coupe**

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

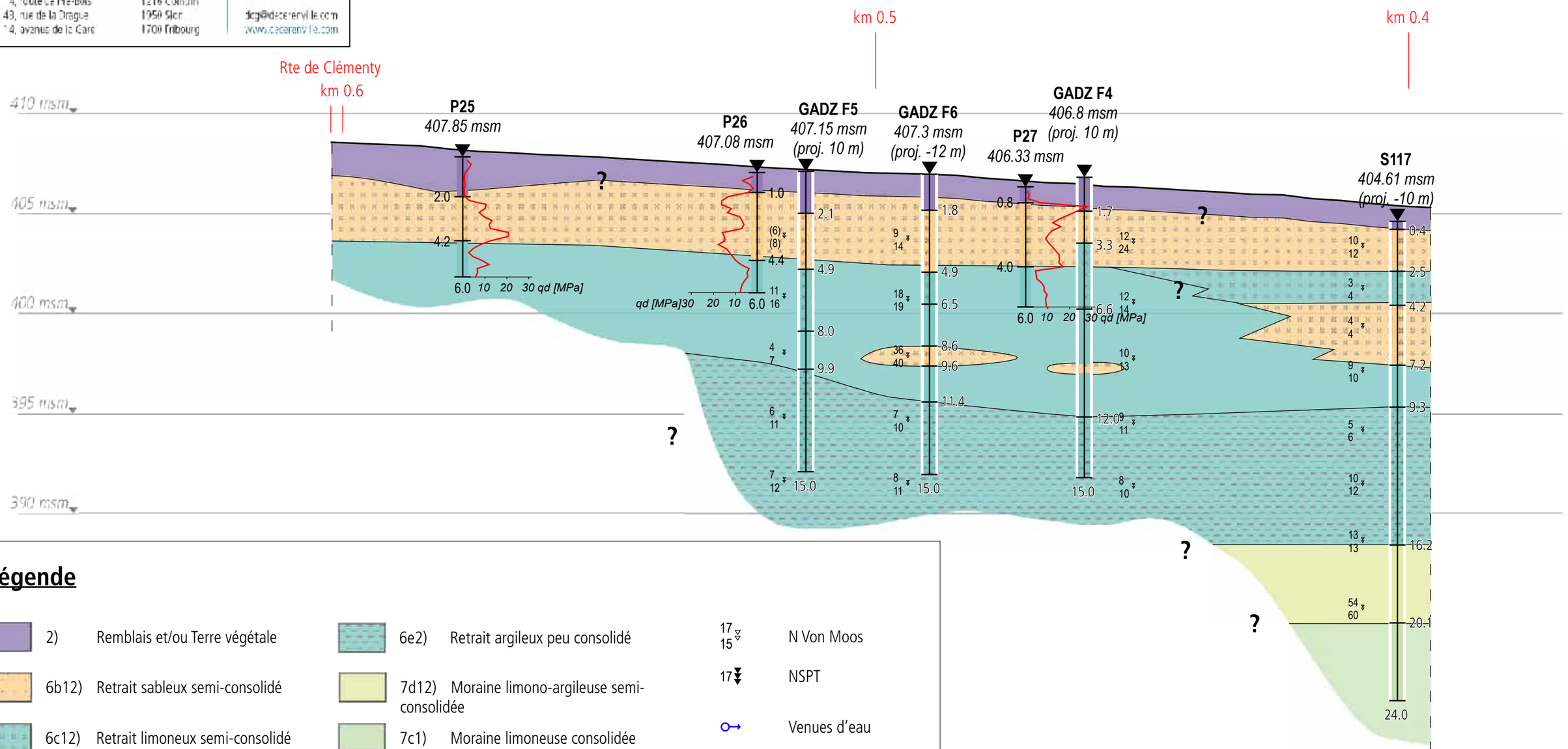
VD 17, ch. des Champs-Courbes 1024 Ecublens
NE 49, chaussée de la Boine 2000 Neuchâtel
GE 14, route du Pré-Bois 1216 Cointrin
VS 43, rue de la Drague 1950 Sion
FR 14, avenue de la Gare 1700 Fribourg

T +41 58 900 84 00
CHE-105.766.127 TVA
dcg@decerenville.com
www.decerenville.com

1:750

1:200

Sud-Ouest **Nord-Est**



Légende

2)	Remblais et/ou Terre végétale	6e2)	Retrait argileux peu consolidé
6b12)	Retrait sableux semi-consolidé	7d12)	Moraine limono-argileuse semi-consolidée
6c12)	Retrait limoneux semi-consolidé	7c1)	Moraine limoneuse consolidée
6c2)	Retrait limoneux peu consolidé		

17/15 N Von Moos

17 NSPT

Venues d'eau

01.09.20 / 634.45 Niveau piézométrique

CFF	Gare de Nyon

Profil Géotechnique
PI Morâche

Annexe 9.3

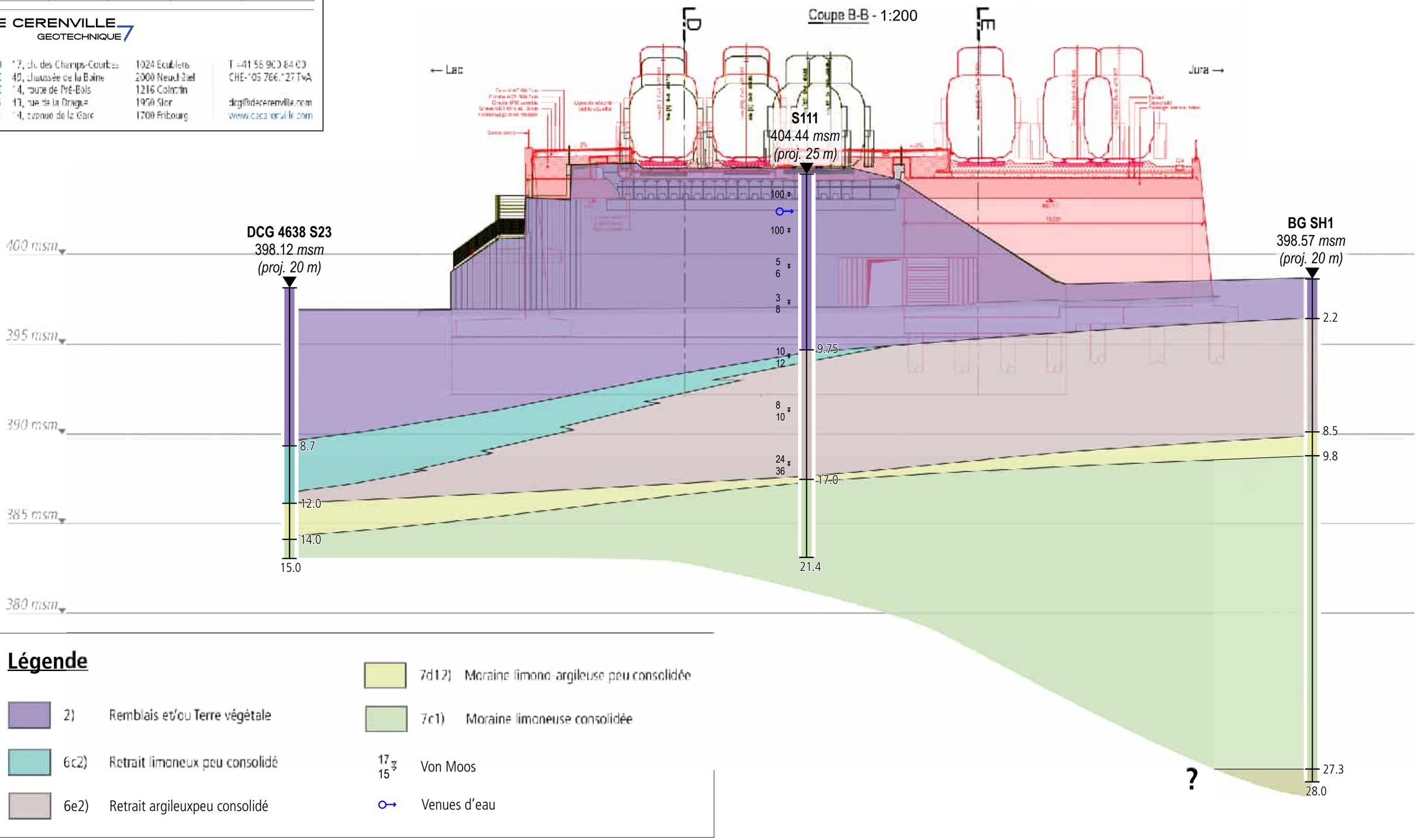
N° mandat	N° plan
15'731-1	**-**

Format	Dessin	Visa	Date	Echelle
A3	**RN**	**SRA**	**21.03.2024**	**1:200**

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

VD 17, ch. des Champs-Courbes 1024 Ecublens T +41 58 900 84 00
NE 40, chaussée de la Boine 2000 Neuchâtel CHE-105.766.127 TVA
GE 14, route de Pré-Bois 1216 Cointrin
VS 13, rue de la Drague 1950 Sion dcg@dce-renville.com
FR 14, avenue de la Gare 1700 Fribourg www.dce-renville.com

Coupe B-B - 1:200



Légende

2)	Remblais et/ou Terre végétale	7d12)	Moraine limono-argileuse peu consolidée
6c2)	Retrait limoneux peu consolidé	7c1)	Moraine limoneuse consolidée
6e2)	Retrait argileuxpeu consolidé	17 / 15	Von Moos
			Venues d'eau

CFF	Gare de Nyon

Profil Géotechnique
PI Viollier

Annexe 9.4

N° mandat		N° plan		
15'731-1		-		
Format	Dessin	Visa	Date	Echelle
50x29.7cm	RN	SRA	25.03.2024	1:200

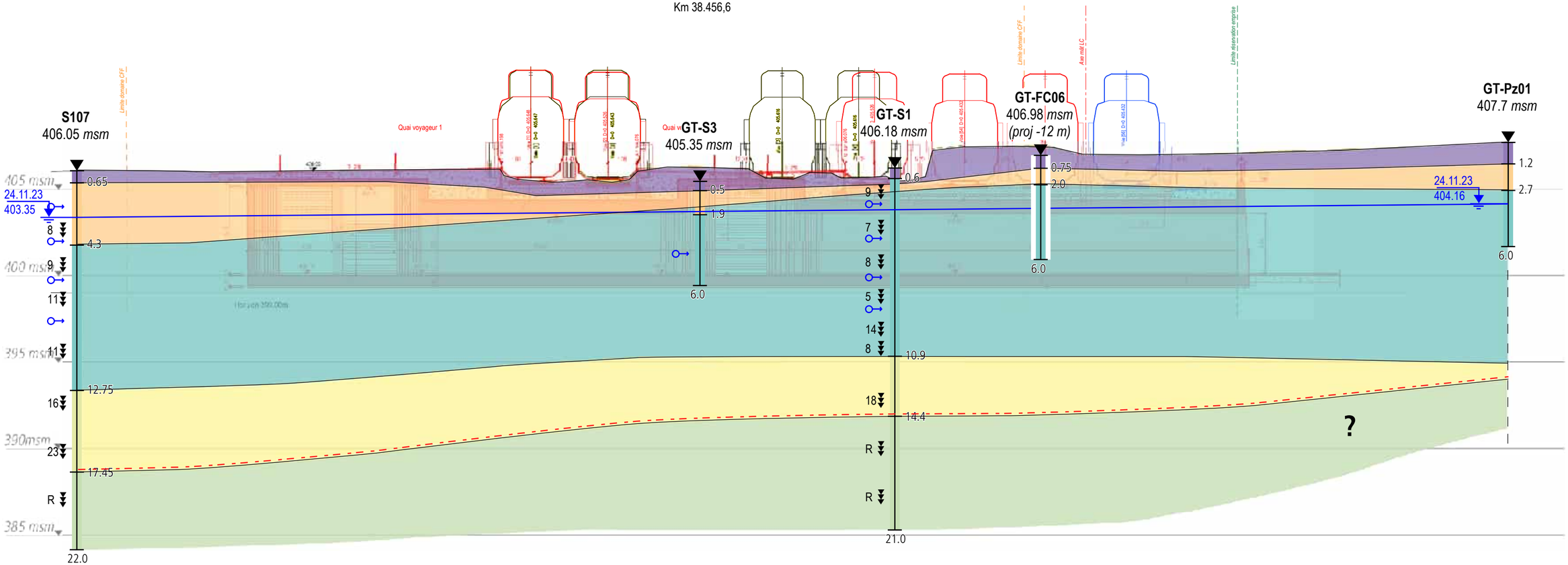
DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

VD 17, ch. des Champs-Courbes 1024 Ecublens T +41 58 900 84 00
NE 40, chaussée de la Boine 2000 Neuchâtel CHE-105.766.127 TVA
GE 14, route de Pré-Bois 1216 Cointrin
VS 13, rue de la Dranse 1950 Sion dcg@decerenville.com
FR 41, avenue de la Gare 1700 Fribourg www.decerenville.com

Légende

- 2) Remblais et/ou Terre végétale
- 6b2) Retrait sableux peu consolidé
- 6c2) Retrait limoneux peu consolidé
- 7d12) Moraine limono-argileuse peu consolidée
- 7c1) Moraine limoneuse consolidée
- 17 NSPT
- Venues d'eau
- 01.09.20 634.45 Niveau piézométrique
- Niveau de la nappe (observé)
- Niveau de la nappe (supposé)
- Base de la nappe

PROFIL PT30 1:200
PI Viollier - Coupe à l'axe
Km 38.456,6



CFF	Gare de Nyon

Profil Géotechnique
Km 38.2-38.95

Annexe 9.5

N° mandat		N° plan		
15'731-1		-		
Format	Dessin	Visa	Date	Echelle
87.5x29.7cm	RN	FD	28.03.2024	Voir coupe

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

VD 17, ch. des Champs-Courbes 1024 Ecublens
NE 89, chaussée de la Boine 2000 Neuchâtel
GE 14, route de Pré-Bois 1216 Cointrin
VS 43, rue de la Dixence 1950 Sion
FR 14, avenue de la Gare 1700 Fribourg

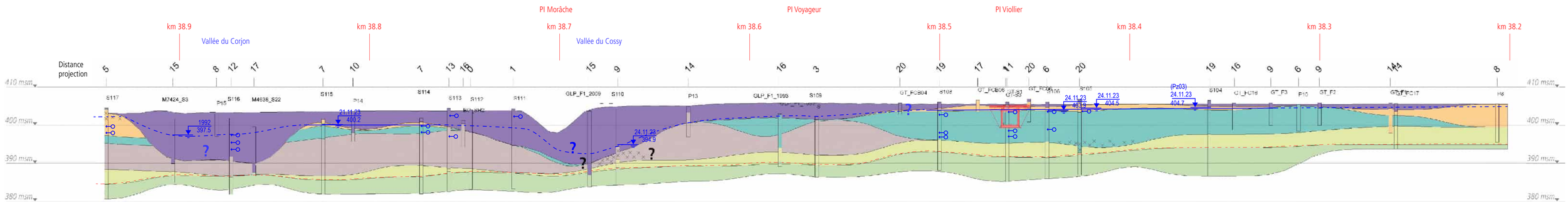
T +41 58 900 84 00
CHE-105.786.127 TVA
dc@decerenville.com
www.cerenville.com

1:1000
1:500

Légende

2)	Remblais et/ou Terre végétale	6c2)	Retrait limoneux peu consolidé	17 / 15	N Von Moos
6b12)	Retrait sableux semi-consolidé	6e12)	Retrait argileux semi-consolidé	17	NSPT
6b2)	Retrait sableux peu consolidé	6e2)	Retrait argileux peu consolidé		
6c12)	Retrait limoneux semi-consolidé	7d12)	Moraine limono-argileuse peu consolidée		
		7c1)	Moraine limoneuse consolidée		

Venues d'eau
01.09.20 / 634.45 — Niveau piézométrique
Niveau de la nappe (observé)
Niveau de la nappe (supposé)
Base de la nappe



Rapport géotechnique
Gare de Nyon Nord -
km 36.6 à 38.15

SBB CFF FFS

21.17

Objet(s) :

Gare de Nyon, AS35, mise en conformité des accès aux trains n° ISP :**1161180**

Ligne 150 – Lausanne-Genève
Km 36.785 – 39.645

N°	**N° du document**	
Phase	**AVANT-PROJET**	
Statut	**1ère diffusion version définitive**	
Echelle		
Etabli	**24.06.2024**	**F. Dupray**
Contrôlé	**24.06.2024**	**F. Geiser**
Format	**A4**	

RAPPORT GÉOTECHNIQUE

Gare de Nyon – Nord – Km 36.6-38.15



● Auteur du document

Pilote :

○ **Perret-Gentil SA**
Avenue des Découvertes 12 – CP
1401 Yverdon-les-Bains

Sous-traitants :

○ **GESTE ENGINEERING SA**
Rue de la Gare de Triage 5
1020 Renens

○ **Farra Zoumboulakis & associés**
Av. de l'Avant-Poste 5
1005 Lausanne

● **De Cérenville Géotechnique**
Chemin des Champs-Courbes
1024 Ecublens

○ **HKD Géomatique SA**
Chemin de la Vuarpillière 35
1260 Nyon

○ **Christe & Gygax SA**
Rue du Lac 6 – CP
1401 Yverdon-les-Bains

Le maître de l'ouvrage :

CFF SA
Infrastructure
Projet Région Ouest

Blaise Destraz

L'auteur du projet :

De Cérenville Géotechnique
Responsable opérationnel infrastructures

Fabrice Dupray

Version	Date	Etabli par	Contrôlé par	Modifications
-	03.05.2024	RN/SRA/FD	-	Diffusion version provisoire
a	24.06.2024	RN/SRA/FD	FG	1ère diffusion version définitive
b				
b				
d				

DE CERENVILLE
GEOTECHNIQUE

RAPPORT GÉOTECHNIQUE

Gare de Nyon – Nord – Km 36.6-38.15

CFF Infrastructure SA
Perret Gentil SA

RN/SRA/FD, M15'731-1
Ecublens, le 24.06.2024

membre sia

VD 17, ch. des Champs-Courbes 1024 Ecublens
NE 49, chaussée de la Boine 2000 Neuchâtel
GE 16, route de Pré-Bois 1216 Cointrin
VS 43, rue de la Dranse 1950 Sion
FR 14, avenue de la Gare 1700 Fribourg

T +41 58 900 84 00
CHE 105.766.127 TVA

dcg@decerenville.com
www.decerenville.com

Impressum

Collaborateurs ayant participé à l'étude	Fonction
Dr Raphaël Normand	Géologue
Yannick Gingins	Géologue
Dr Fabrice Dupray	Géotechnicien
Dr Sara Rachdi	Ingénieure géotechnicienne
Dr Françoise Geiser	Ingénieure géotechnicienne

Réserves

De Cérenville géotechnique S.A. confirme avoir exécuté son mandat avec la diligence requise. Les résultats et recommandations sont basés sur l'état actuel des connaissances tel qu'exposé dans le rapport et ont été obtenus conformément aux règles communément admises de la branche.

De Cérenville géotechnique S.A. admet :

- Que le mandant ou ses représentants lui ont fourni toutes les informations et documents nécessaires à l'exécution du mandat.
- Qu'il ne sera pas fait un usage partiel des données du présent rapport sans réexamen préalable et qu'elles ne seront pas utilisées pour un autre objet ou dans un autre but que celui convenu, ni adaptées à des situations modifiées.

Dans la mesure où ces conditions ne seraient pas remplies, De Cérenville géotechnique S.A. décline toute responsabilité pour les dommages qui pourraient en résulter. En outre, si un tiers fait usage des résultats du présent travail ou fonde ses décisions sur ceux-ci, De Cérenville géotechnique S.A. ne pourra être mis en cause pour les dommages qui pourraient en découler.

Suivi des modifications

Indice	Date	Auteur	Contrôle	Elément concerné	Description de la modification
	03.05.2024	RN/SRA/FD	-	Version provisoire	-
a	24.06.2024	RN/SRA/FD	FG	1ère diffusion version définitive	
b					
c					

Sommaire

Impressum 2
Réserves 2
Suivi des modifications 2
1 Introduction 5
2 Documents consultés 5
3 Informations existantes 6
3.1 Atlas géologique 6
3.2 Contexte géologique et risques identifiés 6
3.3 Sondages existants 7
4 Travaux exécutés 7
4.1 Sondages 7
4.2 Essais in situ 7
4.3 Essais en laboratoire 8
4.4 Reconnaissances environnementales 8
5 Résultats des reconnaissances 8
5.1 Observations sur le terrain 8
5.2 Résultats des sondages 8
5.3 Résultats des essais 8
5.4 Hydrogéologie 9
5.5 Pollutions 9
5.5.1 Pollutions physiques 9
6 Interprétation des résultats 9
6.1 Schématisation du sous-sol 9
6.2 Caractéristiques géotechniques 10
6.3 Modèle hydrogéologique 11
7 Recommandations 11
7.1 Excavations 12
7.2 Stabilité des talus, soutènement 12
7.2.1 Talus libres 12
7.2.2 Soutènements 13
7.3 Fondations 13
7.3.1 Fondations superficielles 13
7.3.2 Fondations profondes 14

7.3.3 Voies ferrées sur terrain existant 15
7.4 Problèmes dus à l'eau 16
7.4.1 En phase de chantier 16
7.4.2 A l'état de service 16
7.5 Infiltration des eaux météoriques 17
7.6 Gestion environnementale des matériaux d'excavation 17
7.7 Réutilisation des matériaux d'excavation 17
7.8 Mesures de protection des sols au sens pédologique 17
7.9 Contrôles et surveillance 18
7.10 Investigations complémentaires et prestations futures 18
7.10.1 Géotechnique et travaux spéciaux 18
7.10.2 Hydrogéologie 18
7.10.3 Protection des sols 18
Liste des annexes 20

1 Introduction

CFF Infrastructure projette d'importantes améliorations dans le secteur de la gare de Nyon, sur les plans de la circulation ferroviaire et des flux voyageurs. Ces améliorations comprennent la création de voies supplémentaires, la création d'un passage inférieur supplémentaire, la création d'un nouvel accès aux quais et de nombreux murs de soutènement, pour les élargissements de plate-forme, effectués principalement par remblayage.

Le bureau Perret-Gentil SA, dont nous sommes ici le sous-traitant pour la géotechnique, a été mandaté par CFF Infrastructure SA pour la réalisation d'une étude géotechnique en lien avec ce projet. Le développement du projet et les conditions géotechniques permettent de le séparer en deux zones, la première au sud-ouest de l'Asse, comprend la gare et les voies en direction de Genève, et la seconde au nord-est de l'Asse et sur la commune de Prangins, fait l'objet de ce rapport.

Nos prestations de géotechnicien-conseil pour cette phase ont consisté à piloter et interpréter les reconnaissances en termes géotechniques, géologiques et hydrogéologiques, puis à effectuer la synthèse et formuler des recommandations constructives, notamment pour les terrassements, les soutènements, les fondations, la gestion des eaux et des matériaux.

Le présent rapport, y compris ses annexes, contient deux parties distinctes. Tout d'abord, une description des reconnaissances géotechniques et des observations qu'il a été possible de faire dans la zone étudiée. Ensuite, dès le chapitre 6, il fournit notre analyse de la situation, ainsi que nos recommandations pour le concept et la réalisation des ouvrages en contact avec le terrain.

2 Documents consultés

Dans le cadre de cette étude, nous avons consulté les documents suivants :

[1] Le Guichet cartographique cantonal du canton de Vaud ;

[2] Le site en ligne de l'Office Fédéral de la Topographie (Swisstopo) – map.geo.admin.ch ;

[3] L'Atlas Géologique de la Suisse au 1:25'000, feuille 1261 "Nyon" ;

[4] Les sondages publics à proximité du projet, obtenus via [1] ;

[5] Les sondages CFF S1 à S5, situés au Km 37.9 ;

[6] Le rapport géotechnique M2050 au km 37.05, établi par le laboratoire de géotechnique H.B. De Cérenville et daté du 16.06.1969.

[7] Le rapport géotechnique M4910 au km 37.0, établi par le laboratoire de géotechnique H.B. De Cérenville SA et daté du 01.12.1980.

[8] Le rapport géotechnique M4910 au km 36.6, établi par le laboratoire de géotechnique H.B. De Cérenville et daté du 11.01.1971

[9] Le rapport géotechnique N° 2019-070 Étude géotechnique du lit de ballast et de l'infrastructure, Prangins-Nyon km 37.100 - 39.500, établi par le bureau CSD Ingenieure, daté du 12.03.2021.

[10] Le rapport géotechnique provisoire M15'731 Gare de Nyon km 38.15-39.8, réalisé par le bureau De Cérenville géotechnique SA en parallèle de ce rapport et daté du 15.04.2024.

3 Informations existantes

3.1 Atlas géologique

Selon la feuille 1261 "Nyon " de l'atlas géologique Suisse 1:25'000 [3] (annexe 2.1) et le Geocover de Swisstopo [2], les couches géologiques suivantes sont à attendre:

- Des dépôts glaciolacustres deltaïques dès le km 36.6 jusqu'au km 36.8 ;
- Des alluvions fluvioglaciaires sont ensuite cartographiées jusqu'au km 37.4 ;
- La moraine indifférenciée est cartographiée à proximité des voies entre le km 37.3 et 37.6 ;
- Puis, en direction du sud, des dépôts glaciolacustres indifférenciés, jusqu'à la vallée de l'Asse (km 38.0) ;
- Au droit de la vallée de l'Asse, un comblement en remblais.

3.2 Contexte géologique et risques identifiés

Les guichets cartographiques cantonal [1] et fédéral [2] indiquent les informations suivantes :

Tableau 1 : Contexte géologique et risques

Géotype	Fluvioglaciaire FG Moraine de fond MF Glaciolacustre GL Remblais R	Suivant la cartographie géologique décrite ci-dessus. Voir annexe 2.2
Dangers naturels	Seules les traversées des rivières sont cartographiées en zone de danger résiduel d'inondation. Le reste du tronçon se trouve hors du périmètre de danger naturel (danger non défini)	Annexe 2.3
Protection des eaux	Secteur üB sur tout le tronçon	Annexe 2.4
Zone sismique	Z1b	
Sols de fondation	S21 km 36.6-37.0 S22 km 37.0-37.7 S23 km 37.7-38.15	Selon le microzonage sismique de la région Nyon-Gland-Rolle

Sites pollués	Le tronçon ne traverse aucun site pollué Il longe un site pollué situé à l'ouest de la voie entre le km 37.4 et 37.65	Annexe 2.4
	Contraintes légales (Oled, OSites) à respecter en cas de travaux	Voir les rapports des mandataires environnement
Pédologie	Contraintes légales (Osols) à respecter en cas de travaux Etude pédologique à réaliser en cas d'impact sur les sols sur plus de 1'000 ml.	Voir la directive DMP 864 de l'état de Vaud

3.3 Sondages existants

De nombreux sondages existant se situent le long du tronçon. Ceux-ci ont été interprétés selon le modèle géologique défini, en ce qui concerne la lithologie.

4 Travaux exécutés

4.1 Sondages

3 sondages carottés de 15 m de profondeur, reportés S101 à S103, ont été effectués par l'entreprise ISR Injectobohr, sous la supervision d'un géologue de notre bureau, entre le 22.01 et le 31.01.2023. Les sondages S101 et S103 ont été équipés d'un piézomètre 3", crépiné entre 1 et 14 m, pour surveiller l'évolution des eaux souterraines. Le rapport de perforation est donné à l'annexe 4.

Le plan de situation de ces sondages est fourni à l'annexe 1. L'implantation des sondages et le levé topographique a été réalisée par De Cérenville géotechnique SA.

4.2 Essais in situ

Deux types d'essais ont été effectués, soit en cours de forage, soit juste après l'extraction des carottes de sols, à savoir :

- Des essais de battage Von Moos, réalisés par l'entreprise conformément à un programme préétabli
- Lorsque la nature ou l'état des sols le permettait, des mesures de la résistance du sol au moyen du scissomètre de poche Geonor (cohésion non drainée cus) et/ou du pénétromètre de poche Soiltest (résistance à la compression qup) réalisées par le géologue chargé du levé des carottes de forage

Dix essais au pénétromètre dynamique lourd type DPH (Strassentest) de 4 à 10 m de profondeur, reportés P1 à P7 et P22 à P24, ont été effectués par notre service d'essai et mesures (SEM), entre le 15.10 et le 04.12.2023.

Le plan de situation de ces essais est fourni à l'annexe 1.

4.3 Essais en laboratoire

Six échantillons ont été prélevés sur les carottes de forage pour des essais en laboratoire de géotechnique ; teneur en eau, masse volumique, limites d'Atterberg, granulométrie, cisaillement CD/CU et compression simple.

4.4 Reconnaissances environnementales

Les reconnaissances environnementales font l'objet d'un rapport distinct par un autre bureau et ne sont donc pas abordées dans le présent rapport.

5 Résultats des reconnaissances

5.1 Observations sur le terrain

Depuis Prangins, la voie ferrée est d'abord en plaine (parfois avec un talus amont côté lac), puis passe en tranchée pour la majeure partie du secteur, avant de franchir la vallée de l'Asse sur un important remblai (jusqu'à 20 m de haut).

5.2 Résultats des sondages

Les relevés des forages carottés sont fournis en annexe 6 et les photographies des carottes sont fournies en annexe 5. Des informations à propos des principes admis pour le levé et la description des sols et les roches sont données à l'annexe 3.

5.3 Résultats des essais

Par souci de clarté, les résultats des essais, in situ et / ou en laboratoire, effectués dans le cadre de l'étude ont été regroupés par identités stratigraphiques telles que décrites au chapitre 6.1. Les résultats sont synthétisés par couche géologique en annexe 8 selon le Tableau 2 ci-dessous :

Tableau 2 : Résultats des essais

Formation	Annexe
2) Remblais, de consistance très molle à molle, compacité très lâche	8.1
2) Remblais de la vallée de l'Asse, de consistance très molle à molle, compacité très lâche	8.2
6a) Retrait graveleux, de compacité moyenne	8.3
6c2) Retrait limoneux peu consolidé, de consistance molle à ferme	8.4
7d12) Moraine limono-argileuse semi-consolidée, de consistance globalement ferme à dure	8.5
7c1) Moraine limoneuse consolidée, de consistance très dure	8.6

5.4 Hydrogéologie

Aucune venue d'eau n'a été notifiée lors des forages. Les sondages S101 et S103 ont été équipés d'un tube piézométrique Ø 3" crépiné entre 1 et 14 m. Les mesures effectuées dans le cadre de la présente étude sont résumées dans le Tableau 3 ci-après :

Tableau 3 : Mesures piézométriques

Sondage (altitude)	S101 (410.37 msm)		S103 (409.94 msm)	
	Profondeur [m]	Altitude [msm]	Profondeur [m]	Altitude [msm]
22.03.2024	0.79	409.58	0.07	409.87
01.05.2024	0.77	409.60	0.28	409.66

5.5 Pollutions

5.5.1 Pollutions physiques

Les sondages réalisés n'ont pas montré de présence de pollutions physique dans les remblais.

6 Interprétation des résultats

6.1 Schématisation du sous-sol

Les différents horizons de terrain rencontrés dans les sondages, l'interprétation des sondages existants, ainsi que la disposition indicative du projet sont représentées schématiquement sur le profil géotechnique interprétatif de l'annexe 9. Précisons d'emblée que ce profil ne constitue qu'une tentative d'interpolation ou de projection entre des données ponctuelles, et que les réserves d'usage sont faites quant aux variations locales de la qualité du terrain entre les sondages, ainsi qu'à l'extrapolation du modèle géotechnique à l'extérieur du périmètre reconnu par les investigations, ou encore au-dessous de la profondeur reconnue. Les sondages sont parfois espacés de plusieurs dizaines de mètres.

Compte tenu du parallèle pouvant être fait entre les terrains du projet et ceux communément rencontrés dans le bassin genevois, la classification genevoise des sols a été privilégiée pour décrire les terrains en présence. Une explication de cette classification se trouve en annexe 3.2.

Cette remarque de principe étant faite, les reconnaissances effectuées ont mis en évidence la succession stratigraphique suivante, du haut vers le bas :

- **2) Remblais** : rencontrés superficiellement dans la plupart des sondages, ils sont hétérogènes par nature et de consistance, respectivement compacité, ferme, respectivement lâche. On trouve des terrains de granulométrie très diverses, allant de limons argileux (terrain naturel remanié) à des sables graveleux et jusqu'aux graviers grossiers sableux.

  On notera tout de même une zone de remblais d'épaisseur remarquable, la vallée de l'Asse, dont les terrains sont également de consistance, respectivement compacité, ferme, respectivement lâche, selon les essais au pénétromètre effectués in situ. L'épaisseur des remblais peut être supposé comme étant

égale au remplissage de la vallée, dont le profil topographique à l'aval des voies va jusqu'à 20 m sous l'altitude de la voie.

- **6a) Retrait graveleux :** aussi appelés **alluvions fluvioglaciaires**, il s'agit d'un gravier sableux de compacité moyenne. On le trouve dans les sondages historiques entre les km 37.0 et 37.1, directement sous les remblais et jusqu'à maximum 3.5 m de profondeur. Puis, il est interprété dans les pénétromètres P1 à P3, qui montrent une couche de compacité meilleure, jusqu'à 1.2 à 2.2 m de profondeur. Nous l'interprétons également au km 36.6-37.6, sur la base de P24, jusqu'à 1.6 m de profondeur. Les niveaux piézométriques indiquent que sa base est saturée.
- **6c2) Retrait limoneux peu consolidé :** il s'agit d'un limon sableux argileux, varvé de sable, humide, de consistance globalement ferme. On le retrouve au nord de la vallée de l'Asse, jusqu'au km 37.9 environ. Puis, du km 37.6 au km 36.6, on le trouve jusqu'au toit de la moraine semi-consolidée (7d12, voir plus bas).
- **7d12) Moraine limono-argileuse semi-consolidée** : aussi appelée **moraine aquatique**, il s'agit d'un limon argileux graveleux, peu humide, de consistance globalement très ferme (passages fermes parfois de plusieurs mètres). On la retrouve entre les terrains de retrait et la moraine consolidée 7c1. Son toit se situe globalement vers 411 msm, entre les km 36.6 et 37.9, avec un surcreusement local d'environ 3 m au km 36.95. Son toit intercepte la topographie de la voie vers le km 37.6, où elle devient donc superficielle. Entre le km 37.9 et 38.0, elle plonge sous la vallée de l'Asse.
- **7c1) Moraine limoneuse consolidée** : aussi appelée **moraine de fond**, il s'agit d'un limon sableux graveleux, sec, de consistance très dure. Elle constitue la base imperméable de la nappe (aquiclude). Son toit se situe vers 408 msm au km 37.0, puis il plonge en direction de Genève, pour se retrouver vers 398 msm au nord de la vallée de l'Asse.

6.2 Caractéristiques géotechniques

La détermination des valeurs caractéristiques (x_k) a été effectuée autant que possible selon les normes SIA (260 et suivantes), en nous référant à notre expérience et notre connaissance de sols similaires. Ces valeurs caractéristiques (x_k) s'appliquent aux vérifications de la sécurité structurale et de l'aptitude au service avec, respectivement sans prise en compte des facteurs partiels γ_m (selon la SIA 267, chiffre 5.3.2.2).

Sur la base de la nature des sols, des résultats des essais in situ, de notre expérience ainsi que de notre connaissance locale, les paramètres géomécaniques (valeurs caractéristiques X_k) que l'on peut recommander pour les dimensionnements géotechniques sont les suivants :

Tableau 4 : Paramètres géomécaniques caractéristiques

Formation	Poids volumique	Angle frottement effectif	Cohésion effective	Cohésion non drainée	Module d'élasticité	Perméabilité
	$\gamma_{e,k}$ [kN/m3]	φ'_k [°]	c'_k [kPa]	c_{uk} [kPa]	E [MPa]	k_{Darcy} [m/s]
Remblais	20	28 à 30	0	-	5 à 8	variable
6a	21	35 à 37	0	-	25	1×10^{-3} à 1×10^{-4}
6c2	20.5	26 à 28*	0 à 9*	30	15	1×10^{-7} à 1×10^{-9}
7d12	22	30	10	80	25	1×10^{-8}
7c1	23	31	20	120	60	3×10^{-9}

** Associer la valeur de l'angle de frottement interne la plus élevée avec la valeur de cohésion la plus faible et inversement*

† Le module d'élasticité indiqué est une gamme moyenne sur le site. Des variations locales à la baisse ou à la hausse sont possibles, pouvant concerner des dizaines de mètres.

6.3 Modèle hydrogéologique

La période d'observation des conditions hydrogéologiques de la parcelle étant courte par rapport aux cycles annuels et historiques, les niveaux de fluctuation extrêmes de hautes et de basses eaux sont indicatifs et constituent une interprétation dont il importe de vérifier la validité par des observations sur le plus long terme.

Cette réserve de principe étant faite, la présence de niveaux piézométriques historiques au sein des retraits graveleux et limoneux (6a et 6c2), aux alentours du PI de Prangins, indiquent la présence d'une nappe. Sur la base des relevés historiques, on peut supposer que son altitude se situe aux alentours de 414.5 msm, mais elle plonge, conjointement à la topographie, en direction du sud à partir du km 37.1. La voie étant en tranchée dans le terrain naturel, elle draine probablement la nappe des terrains alentours à l'est et à l'ouest, dont la topographie et le niveau piézométrique est plus élevé (voir KF5879 S1).

Aux alentours du projet du mur des orchidées (km 37.75-37.9), le niveau piézométrique dans S101 et S103 est légèrement supérieur à celui de la voie et du talus la bordant. Il s'agit a priori de circulations dans des horizons plus perméables de la moraine aquatique (7d12). Ces venues d'eau sont vraisemblablement en charge, du fait des niveaux mesurés supérieurs au niveau de la voie (aussi dans les sondages historiques CFF-S2 à S5). Leur productivité devrait rester faible selon les observations dans les 9 sondages réalisés dans ces terrains (couches sableuses parfois saturées, une seule venue d'eau signalée).

La moraine limoneuse consolidée (7c1) constitue l'aquiclude imperméable.

7 Recommandations

Les présentes recommandations concernent le projet tel que porté à notre connaissance, en particulier par les plans du bureau Perret-Gentil reçus le 13 mars 2024, qui sont des plans d'avant-projet. Les principaux objets projetés sont les suivants :

- Mur de soutènement des orchidées, du km 37.73 à 37.90

- Mâts LC, sur l'entier du tronçon
- Renouvellement de la voie, y-compris nouveaux AV, sur l'entier du tronçon. Pour ce point, on renvoie aux études spécifiques effectuées par différents mandataires sur le tronçon, et spécialement au rapport [9].

7.1 Excavations

Les fouilles concerneront le mur de soutènement des orchidées, qui devra atteindre une profondeur d'environ 1 m sous la voie, et les fouilles pour fondations de mâts LC, qui sont des fouilles ponctuelles de 1.5 à 2.7 m de profondeur.

Le mur de soutènement sera a priori entièrement excavé dans la moraine aquatique (7d12), de dureté moyenne, mais au sein de laquelle on ne peut exclure la présence de blocs.

Pour les mâts, on rencontrera le retrait graveleux (6a), le retrait limoneux (6c2), la moraine aquatique (7d12) et les remblais (2).

Hormis de possibles horizons cimentés ou fortement compactés dans les remblais, ces terrains ne posent pas de difficulté en termes de puissance des machines. En revanche, ils sont susceptibles d'occasionner divers désordres qu'il faudra prévenir par des méthodes de travail adaptées.

Les remblais d'abord devront être traités selon la procédure de gestion des matériaux définie par le spécialiste, ce qui peut occasionner des pertes de rendement.

Le retrait limoneux et la moraine aquatique sont sensibles à l'eau et à l'humidité atmosphérique, qui dégraderaient encore leurs propriétés mécaniques. Il convient de prévoir une protection immédiate des surfaces d'assise mises à jour (superstructure ou béton de propreté). Si cette dernière condition ne peut être remplie, une interruption des terrassements 30 cm au-dessus du fond de fouille et un décapage final à l'avancement des fonds devront être prévus.

Les eaux météoriques devront être correctement collectées (puisards et cunettes) et évacuées par pompage pour permettre la progression, éviter les phénomènes de fluence, garantir la manutention des déblais ainsi que la praticabilité des fonds de fouille. D'éventuelles strates saturées ou venues d'eau découvertes à l'excavation devront être traitées par la mise en place de barbacanes voire de drains subhorizontaux.

Les terrains en présence étant, sauf dans certaines zones de remblais, de mauvaise portance (S0 à S1), il convient de prévoir des pistes de chantier (matériaux d'apport sur géotextile à fonction de séparation et filtration) dument dimensionnées. La zone de travail pour le mur des orchidées présente une classe de portance S2, ce qui nécessite le dimensionnement d'une piste en cas d'utilisation de machines lourdes (par ex. foreuse de pieux)

7.2 Stabilité des talus, soutènement

7.2.1 Talus libres

Le projet ne prévoit pas de talus libre. Si les évolutions de projet devaient en nécessiter, on prendra pour des talus dans le retrait graveleux ou la moraine aquatique une pente de 2V:3H, tandis qu'on ne dépassera pas 30° dans le retrait limoneux et les remblais. Ces valeurs sont pour des talus d'une hauteur maximale de 3 m, en l'absence de venues d'eau et sans surcharge.

Dans tous les cas, des calculs de stabilité, avec prise en compte des paramètres du chapitre 6.1, restent bien entendu nécessaires pour intégrer la configuration réelle (géométrie et sollicitations extérieures).

Les talus devront être protégés de l'altération et érosion en prévoyant la mise en place d'un géotextile à fonction de filtration.

Une réserve devrait être prévue pour la mise en place d'épaulements ou massifs filtrants raccordés sur des puisards, gravitairement ou avec pompage, au cas où des venues d'eau auraient lieu durant le terrassement ou par la suite.

7.2.2 Soutènements

Le recours à des soutènements provisoires sera nécessaire pour la réalisation du mur de soutènement des orchidées. Cet ouvrage ne soutenant pas de voie ou de bâtiment, et se situant hors nappe, le recours à une paroi gunitée clouée conviendra.

Alternativement, une paroi berlinoise pourrait convenir pour réduire les emprises, mais sera plus compliquée à réaliser (foreuse à mât vertical en tête de talus). Dans tous les cas, on dimensionnera convenablement les pistes provisoires pour l'accès des machines, ou on recourra à des moyens portés (par exemple : foreuse sur engin de levage). Le soutènement devra être ancré au moyen de tirants passifs ou précontraints. Ses caractéristiques (position des appuis, rigidité) seront définies au moyen des calculs de vérification ad hoc ELU2, ELS2 et ELU3.

On veillera à la mise en place d'un drainage efficace pour éviter la mise en pression de la paroi, par des barbacanes correctement réalisées, voire par des drains subhorizontaux en cas de venue d'eau importante.

Il est rappelé que la mise en place de tirants actifs ou passifs sous des fonds voisins requiert l'accord préalable des propriétaires concernés

7.3 Fondations

Le mur projeté a une hauteur d'environ 6 m et est immédiatement surmonté par un talus à 2V:3H d'environ 6 m supplémentaires. Il s'agit donc d'un ouvrage fortement sollicité. Le terrain d'assise est de portance moyenne, aussi faudra-t-il étudier deux options : une large semelle superficielle d'une part, et des fondations profondes d'autre part, pour arriver à une solution optimale, en intégrant dans le premier cas le surcoût d'une plus grande fouille.

Pour les mâts LC, on indique plus bas les zones vérifiant les critères minimaux pour fondations standardes et celles où des calculs spécifiques sont nécessaires, pour déterminer si des fondations profondes ou agrandies sont nécessaires.

7.3.1 Fondations superficielles

Au niveau d'assise du mur de soutènement, les sols attendus sont de la moraine aquatique (7d12), un sol très ferme à dur.

Pour la conception et le prédimensionnement, les taux de travail et valeurs de calcul de la contrainte de poinçonnement donnés au Tableau 5 ci-dessous peuvent être pris en compte en vérifiant la capacité portante (ELU) et le comportement au stade de service (ELS).

Tableau 5 : Taux de travail et valeurs de calcul de la contrainte de poinçonnement.

Formation géologique	σ_{adm} [kPa]	σ_d [kPa]
Remblais 2	Ne pas fonder	
Retrait limoneux 6c2*	50	75
Moraine aquatique 7d12	150	200

** Pour mémoire, ne pas fonder d'ouvrages de soutènement.*

Ces contraintes ont été estimées sur la base des paramètres géomécaniques donnés au chapitre 6.2 et sont valables pour une semelle de largeur 1 m, enterrée de 60 cm au moins, soumise à des charges verticales et centrées. Pour d'autres configurations, il faudra apporter les corrections théoriques nécessaires. De plus, il est supposé que les terrains d'appui n'aient subi aucun remaniement ou altération en cours de terrassement suite aux actions atmosphériques ou de ruissellement.

Les autres ouvrages fondés superficiellement seront les fondations de mâts LC. Les ouvrages fondés dans le retrait graveleux vérifient les conditions géotechniques pour fondations standard, à moins d'une présence d'eau avérée ou de la proximité immédiate d'une couche moins compétente. La compacité des remblais ou du retrait limoneux sera évaluée selon l'emplacement afin de déterminer si une fondation standard est admissible, et dans le cas contraire, on effectuera un dimensionnement spécifique selon la méthode de Steckner. Si celui-ci ne donne pas un résultat raisonnable, ou si la pente de talus est trop forte, on recourra à des fondations profondes (4 micropieux ou pieu central, par exemple battu).

7.3.2 Fondations profondes

Si la reprise des sollicitations génère des concentrations d'efforts et/ou des tassements incompatibles avec des fondations superficielles, alors le recours à des fondations profondes doit être envisagé. Tenant compte de la stratigraphie, du contexte hydrogéologique, des contraintes environnementales, des exigences en matière de protection des eaux souterraines, la mise en œuvre de pieux de type foré tubé est recommandée, voire nécessaire pour pénétrer la moraine de fond (7c1).

La conception de la piste pour exécuter les pieux sera soigneusement étudiée tenant compte des machines de l'entreprise ainsi que de son retour d'expérience. Le travail sur la plateforme ferroviaire devrait limiter les besoins en termes d'épaisseur de piste, cependant pour les accès, on veillera à la portance de la piste et aux pentes maximales admises par la foreuse en déplacement.

Du fait de la stratigraphie, il est à priori préférable d'aller fonder l'intégralité des ouvrages sur pieux dans la moraine de fond (7c1) qui n'est pas excessivement profonde (en moyenne 15 m), afin de créer des pieux-colonnes.

Des micropieux gagneront aussi à être scellés dans cette couche, mais pourront aussi être scellés dans la moraine semi-consolidée (7d12) si elle a une épaisseur suffisante. Pour les micropieux, on retiendra des micropieux forés-tubés.

Tableau 6 : Paramètres caractéristiques d'interaction sol-pieux de type forés tubés

Formation géologique	Frottement latéral $q_{s,k}$ [kPa]	Résistance pointe $q_{p,k}$ [kPa]
6a	50	600*
6c2	40	400*
7d12	75	670
7c1	180	1800

** Ne pas arrêter les pieux dans ces couches superficielles*

Tableau 7 : Paramètres caractéristiques pour les micropieux à injection répétitive sélective (IRS)

Formation géologique	Frottement latéral $q_{s,k}$ * [kPa]
6a	100
6c2	100
7d12	160
7c1	220

** Le forttement latéral dépend du mode et de la qualité de l'injection des micropieux (IRS)*

Ces valeurs correspondent aux valeurs caractéristiques (xk) au sens des normes SIA (260 et suivantes), s'appliquant aux vérifications de la sécurité structurale avec la prise en compte des facteurs partiels η_a et $\gamma_{M,a}$ (selon la SIA 267, chiffre 9.5.2.2). Il est par ailleurs recommandé de discuter le choix de ces facteurs avec l'auteur de la présente étude.

Rappelons que pour des pieux fondés dans des matériaux de déformabilité très différentes, le frottement doit être négligé dans les couches comparativement molles, ici la couche de 6c2.

7.3.3 Voies ferrées sur terrain existant

Pour les voies qui sont renouvelées ou créées sur des terrains déjà en place, on appliquera les dispositions de la RTE 21110. On renvoie en particulier au rapport [9] qui traite spécifiquement cet aspect. Pour la zone en tranchée où le faisceau de voies est élargi, on rencontrera la moraine aquatique 7d12 dont la portance devrait être S1 ou S2, soit exprimée en M_{E1}, en moyenne de 15 MPa. Des renforcements locaux doivent donc être prévus, par ex. par stabilisation à la chaux, au vu de la nature du matériau.

De manière générale pour le renouvellement, si la portance mesurée est insuffisante, la norme VSS 40 324 propose plusieurs mesures possibles pour améliorer la portance :

- Réduction de la teneur en eau
- Recompactage
- Stabilisation
- Recours à des renforcements géosynthétiques

- Remplacement de matériaux
- Renforcement par rechargement
- Combinaison d'une ou plusieurs des mesures décrites ci-dessus

7.4 Problèmes dus à l'eau

Le site étant classé en secteur üB de protection des eaux, seules les exigences de base de l'OEaux sont requises.

7.4.1 En phase de chantier

Le niveau piézométrique mesuré à l'emplacement du futur mur des orchidées est élevé, mais provient vraisemblablement de venues d'eau de faible intensité, mais sous pression, dans des veines plus perméables de la moraine aquatique (7d12). Ces veines se trouvaient sous le niveau de terrassement au droit des sondages. Le suivi piézométrique en cours permettra de mieux juger des risques associés à ces venues d'eau sous pression, dont le débit est en tout état de cause très faible. On limitera en tout cas les profondeurs de terrassement pour limiter les risques associés.

De telles veines restent néanmoins possibles plus haut. En particulier, on ne peut exclure des venues d'eau au toit de la moraine aquatique, à la limite avec les terrains de couverture (non reconnus dans la présente étude, mais identifiés dans les sondages historiques).
On devra ponctuellement traiter ces éventuelles venues d'eau en cours de chantier, par la mise en place de barbacanes ou, pour des intercalations plus productives, qui ont par exemple été observées localement dans le sondage CFF-S5, par drains subhorizontaux.
Ces venues d'eau devraient toutefois être globalement faibles et par conséquent permettre la réalisation d'un soutènement non étanche.

Les terrains rencontrés étant dans l'ensemble sensibles à l'eau, météorique ou souterraine, on prévoira en fond de fouille un système de récolte (rigoles, puisards), si besoin de pompage, qui renverra les eaux vers un dispositif de traitement (décantation et neutralisation si nécessaire) et évacuation vers EC.

7.4.2 A l'état de service

Les murs de soutènement devront être équipés de drains arrière afin d'éviter toute mise en pression. Ce drainage devra être équipé de pipes de rinçage pour assurer son entretien. A moins que les matériaux de remblayage soient drainants, on prévoira des briques filtrantes ou nattes drainantes derrière les ouvrages.

Pour les drains de voie, si la voie est réalisée sur des remblais on veillera à assurer dans les remblais une perméabilité permettant de construire un drainage de type tranchée drainante (type 3), à moins que le type 1 (en talus) ou 2 (en fossé) soit localement possible pour les voies externes. Il faudra cependant s'assurer que les eaux ainsi ramenées dans les remblais ne puissent pas mettre en péril les talus ou d'autres ouvrages.

Pour les voies existantes, on renvoie au rapport [9] qui indique les perméabilités indicatives par emplacement sondé.

7.5 Infiltration des eaux météoriques

Selon la législation en vigueur, les eaux météoriques doivent être si possible réinfiltrées dans le sous-sol, ou dans tous les cas, retenues temporairement (système de rétention) avant leur évacuation vers un exutoire naturel ou vers le réseau des eaux claires.

Dans le cas présent généralement les terrains rencontrés ne se prêtent pas à la réinfiltration, et le niveau de nappe est parfois à faible profondeur.
Localement la zone située sur le retrait graveleux, soit des km 37.0 à 37.150, fait exception pour autant que le niveau de la nappe ne soit pas trop haut.

7.6 Gestion environnementale des matériaux d'excavation

Le lecteur est renvoyé aux rapports spécifiques à la gestion des matériaux d'excavation des bureaux CSD et Geotest.

7.7 Réutilisation des matériaux d'excavation

En accord avec l'OLED, art. 19, la valorisation des matériaux d'excavation est une obligation légale.

Les considérations géotechniques ci-après doivent être mises en parallèle avec les considérations environnementales, les deux critères devant être validés pour permettre une réutilisation.

Les matériaux graveleux (6a) peuvent être réutilisés pour divers usages : remblayages, couche de fondation, modelage paysager, drainage. Ils ne devraient toutefois pas être excavés dans des volumes importants.

Les remblais, s'ils sont suffisamment homogènes et sablo-graveleux, et sous réserve de leur degré de pollution, pourraient aussi être réutilisés, pour des remblais à exigences faibles voire moyennes, s'ils sont compactables.

L'essentiel des matériaux qui seront excavés (moraine aquatique 7d12 et retrait würmien limoneux 6c2) ne se prêtent pas à la réutilisation directe, mais pourraient être réutilisés après stabilisation. Une étude spécifique du liant et du dosage adapté serait nécessaire en cas d'intérêt.

7.8 Mesures de protection des sols au sens pédologique

Rappelons qu'il incombe au maître d'ouvrage de faire respecter les bases légales et les normes sur la protection des sols sur les chantiers au sens pédologique. La valorisation intégrale des sols est imposée par la réglementation, à moins qu'il y ait des atteintes chimiques, biologiques, anthropiques (substances étrangères) ou physiques.

Les chantiers avec une emprise sur les sols supérieure à 5'000 m2, ou supérieure à 1'000 m linéaire ou les cas particuliers doivent faire l'objet d'une étude pédologique. Le chantier prévu doit être évalué par rapport à ce critère de 1'000 m de linéaire de sols atteints.

S'il dépasse 1'000 ml de sols atteints, l'étude est à transmettre aux autorités avec la demande de permis de construire. Le suivi du projet par un spécialiste de protection des sols sur les chantiers (SPSC) est normalement exigé par les autorités cantonales et comprend un appui pour les phases de préparation, soumission, réalisation et restitution des parcelles, ainsi qu'un rapport de suivi pédologique de fin de travaux. Le rapport est destiné au maître d'ouvrage et aux autorités.

Si les sols à décaper contiennent des plantes exotiques envahissantes (néophytes) listées par l'ordonnance sur la dissémination dans l'environnement (ODE), il est conseillé de faire réaliser un relevé de terrain et une formulation des mesures de tri et d'élimination par un spécialiste. Certaines espèces de néophytes peuvent engendrer des mesures de gestion des matériaux terreux contraignantes, tel qu'une valorisation uniquement possible sur le site de prélèvement ou un besoin d'élimination en filières spécifiques.

7.9 Contrôles et surveillance

Les moyens de contrôles et surveillance seront adaptés en fonction des ouvrages projetés et des méthodes employées, conformément au chapitre 6 de la norme SIA 267.

Rappelons d'abord la nécessité d'opérer des constats avant travaux du bâti environnant (ici seule la dépendance n°1125 semble dans la zone d'influence du projet). Dans le cas présent, le suivi de chantier sera basé essentiellement sur la surveillance des déformations et de l'eau.

- Mesures inclinométriques, derrière les ouvrages de soutènement ou en tête des talus
- Mesures piézométriques, pour la surveillance des niveaux d'eau par rapport aux niveaux du projet.

La portance des fondations profondes et leur qualité d'exécution devra être contrôlée. Pour les pieux forés tubés, on procèdera systématiquement à des essais d'intégrité (PIT et/ou essai sonique), et sur chaque tronçon à un ou plusieurs essais dynamiques (PDA). Du fait de la linéarité de l'ouvrage, il pourrait être difficile d'extrapoler des résultats d'essais statiques de compression sur pieux, cependant cela reste la méthode d'essai la plus fiable. Si des micropieux sont retenus, des essais de traction sont à réaliser pour confirmer le frottement axial mobilisable par couche.

7.10 Investigations complémentaires et prestations futures

7.10.1 Géotechnique et travaux spéciaux

Les études de conception et dimensionnement des soutènements devront être effectuées selon les règles de l'art. Par la suite, un suivi géotechnique devra être prévu, incluant l'interprétation des mesures de surveillance, ainsi qu'un contrôle d'exécution des travaux de blindage.

7.10.2 Hydrogéologie

Un suivi des 2 piézomètres S101 et S103 pendant 1 an est en cours, à raison d'une mesure mensuelle.

7.10.3 Protection des sols

Une étude et un suivi pédologique sont à prévoir si le chantier dépasse 1'000 ml cumulé de sols atteints.

>>>

Les indications et conclusions données dans le présent rapport sont basées sur notre expérience à ce jour et sur l'interprétation que, dans l'état actuel de nos connaissances, nous sommes à même de faire des résultats de sondages et d'essais. Il s'agit de renseignements, conclusions et recommandations applicables à l'emplacement des sondages ; les conditions locales entre sondages, en-dehors de leur périmètre, ou en-dessous de la profondeur atteinte, restent à contrôler ultérieurement si nécessaire.

D'autre part, on précise que les recommandations du rapport sont orientées en fonction de la règlementation actuelle et du projet tel que défini dans les documents reçus au moment de l'établissement du rapport. En conséquence, en cas de modifications importantes, ou de nouveau projet, il est vivement recommandé de prendre contact avec l'auteur du rapport, de façon à permettre la mise à jour de ce document.

De Cérenville Géotechnique SA

Rapport établi par Dr Raphaël Normand, géologue et Dr Fabrice Dupray, géotechnicien.

Chavannes-près-Renens, le 24.06.2024

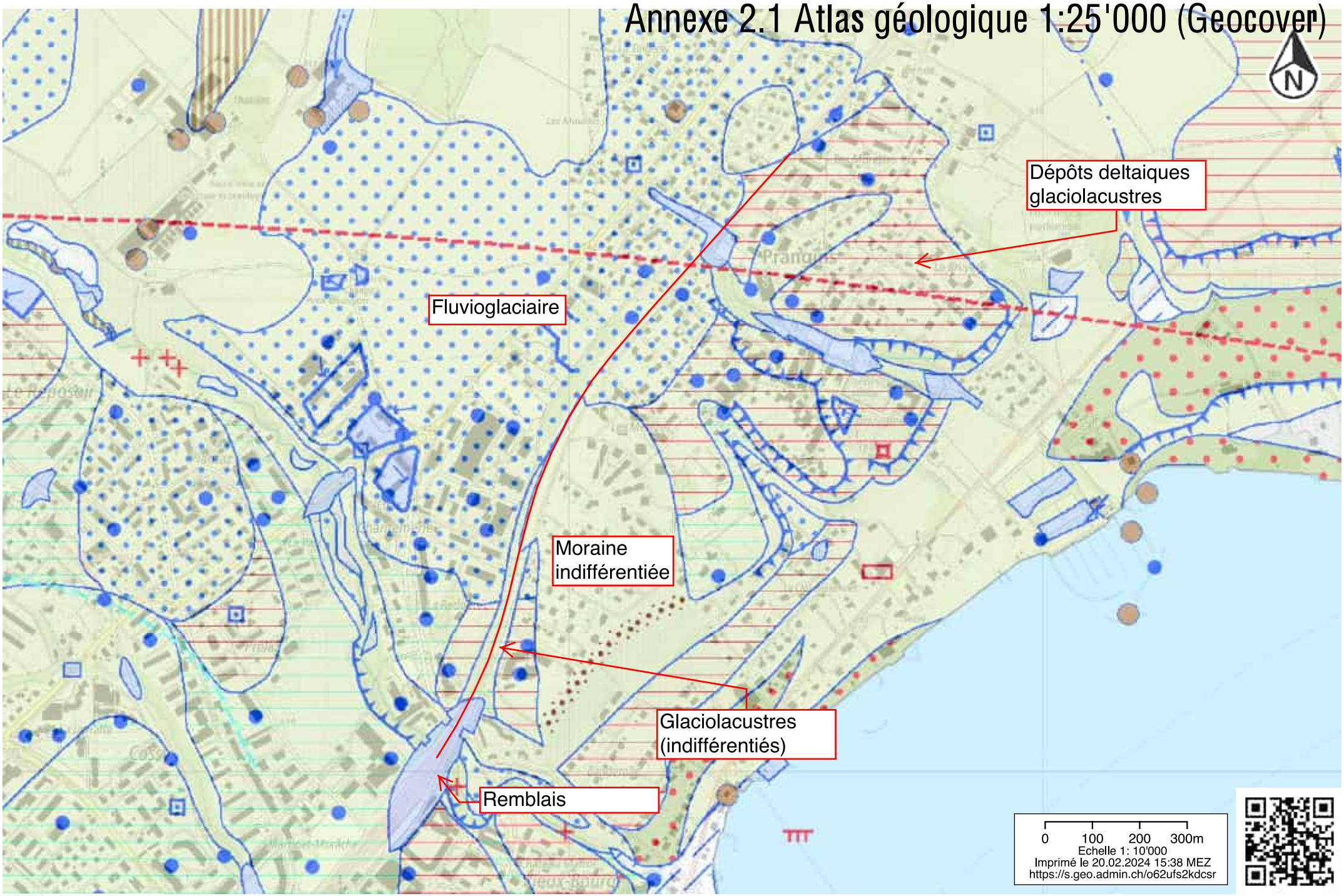
P:\01-Mandats ICOS\ICOS\15731 Nyon (VD) Gare CFF\g. ICOS\1. Rapports\2024.06.24 - 15731 - NORD Gare de Nyon km 36.6-38.1\2024.06.24 - 15731 - Rapport géotechnique Gare de Nyon Nord.docx

Liste des annexes

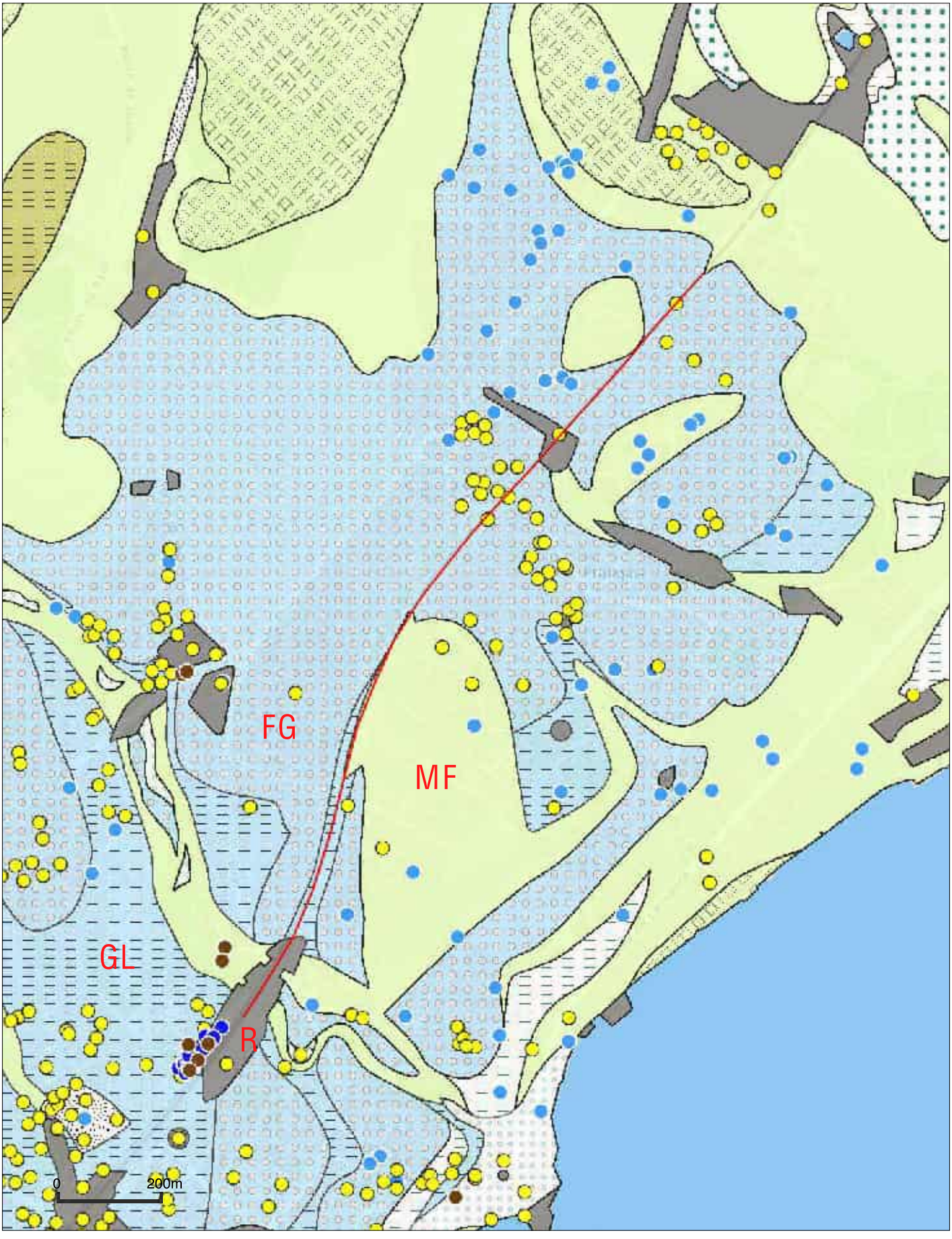
Annexe 1	Plan de situation de l'ouvrage et des sondages	1
Annexe 2	Informations existantes	
	- Atlas géologique 1 :25'000e	2.1
	- Geotypes et sondages publics	2.2
	- Dangers naturels	2.3
	- Protection des eaux et sites pollués	2.4
Annexe 3	Principes admis pour le levé et la description des sols et des roches	3.1
Annexe 4	Rapports de perforation de l'entreprise de sondages	4
Annexe 5	Photographies des sondages	5
Annexe 6	Coupes des sondages avec lithologie, stratigraphie, résultats d'essais in situ et équipement	6
Annexe 7	Essais de laboratoire	7.1
	Essais in situ	7.2
	Interprétation des essais au pénétromètre dynamique	7.3
Annexe 8	Résumé synthétique par couche	8.1 à 8.6
Annexe 9	Profil géotechnique schématique	9


Yvon (VD)
Yvon CFF
SITUATION
Annexe 1
N° marché
15971
N° plan
DCG-15971-1-003
Format
594 x 420
Dessin
YC
Vérif.
Date
FD, 03.05.2024
Echelle
1:1 000
DE CERENVILLE
GEOTECHNIQUE
Légende
sondage endommagé
sondage endo. avec pièz.o.
sondage carotté géotech.
sondage à la main
pénétromètre dynamique
sondage carotté géotech. avec pièz.o.
sondage contesté
Profils
projet
P1
P2
P3
P4
P5
P6
P7
P8
P9
P10
P11
P12
P13
P14
P15
P16
P17
P18
P19
P20
P21
P22
P23
S101
S102
S103
S104
S105
S106
S107
S108
S109
S110
S111
S112
S113
S114
S115
S116
S117
S118
S119
S120
S121
S122
S123
S124
S125
S126
S127
S128
S129
S130
S131
S132
S133
S134
S135
S136
S137
S138
S139
S140
S141
S142
S143
S144
S145
S146
S147
S148
S149
S150
S151
S152
S153
S154
S155
S156
S157
S158
S159
S160
S161
S162
S163
S164
S165
S166
S167
S168
S169
S170
S171
S172
S173
S174
S175
S176
S177
S178
S179
S180
S181
S182
S183
S184
S185
S186
S187
S188
S189
S190
S191
S192
S193
S194
S195
S196
S197
S198
S199
S200
S201
S202
S203
S204
S205
S206
S207
S208
S209
S210
S211
S212
S213
S214
S215
S216
S217
S218
S219
S220
S221
S222
S223
S224
S225
S226
S227
S228
S229
S230
S231
S232
S233
S234
S235
S236
S237
S238
S239
S240
S241
S242
S243
S244
S245
S246
S247
S248
S249
S250
S251
S252
S253
S254
S255
S256
S257
S258
S259
S260
S261
S262
S263
S264
S265
S266
S267
S268
S269
S270
S271
S272
S273
S274
S275
S276
S277
S278
S279
S280
S281
S282
S283
S284
S285
S286
S287
S288
S289
S290
S291
S292
S293
S294
S295
S296
S297
S298
S299
S300
S301
S302
S303
S304
S305
S306
S307
S308
S309
S310
S311
S312
S313
S314
S315
S316
S317
S318
S319
S320
S321
S322
S323
S324
S325
S326
S327
S328
S329
S330
S331
S332
S333
S334
S335
S336
S337
S338
S339
S340
S341
S342
S343
S344
S345
S346
S347
S348
S349
S350
S351
S352
S353
S354
S355
S356
S357
S358
S359
S360
S361
S362
S363
S364
S365
S366
S367
S368
S369
S370
S371
S372
S373
S374
S375
S376
S377
S378
S379
S380
S381
S382
S383
S384
S385
S386
S387
S388
S389
S390
S391
S392
S393
S394
S395
S396
S397
S398
S399
S400
S401
S402
S403
S404
S405
S406
S407
S408
S409
S410
S411
S412
S413
S414
S415
S416
S417
S418
S419
S420
S421
S422
S423
S424
S425
S426
S427
S428
S429
S430
S431
S432
S433
S434
S435
S436
S437
S438
S439
S440
S441
S442
S443
S444
S445
S446
S447
S448
S449
S450
S451
S452
S453
S454
S455
S456
S457
S458
S459
S460
S461
S462
S463
S464
S465
S466
S467
S468
S469
S470
S471
S472
S473
S474
S475
S476
S477
S478
S479
S480
S481
S482
S483
S484
S485
S486
S487
S488
S489
S490
S491
S492
S493
S494
S495
S496
S497
S498
S499
S500
S501
S502
S503
S504
S505
S506
S507
S508
S509
S510
S511
S512
S513
S514
S515
S516
S517
S518
S519
S520
S521
S522
S523
S524
S525
S526
S527
S528
S529
S530
S531
S532
S533
S534
S535
S536
S537
S538
S539
S540
S541
S542
S543
S544
S545
S546
S547
S548
S549
S550
S551
S552
S553
S554
S555
S556
S557
S558
S559
S560
S561
S562
S563
S564
S565
S566
S567
S568
S569
S570
S571
S572
S573
S574
S575
S576
S577
S578
S579
S580
S581
S582
S583
S584
S585
S586
S587
S588
S589
S590
S591
S592
S593
S594
S595
S596
S597
S598
S599
S600
S601
S602
S603
S604
S605
S606
S607
S608
S609
S610
S611
S612
S613
S614
S615
S616
S617
S618
S619
S620
S621
S622
S623
S624
S625
S626
S627
S628
S629
S630
S631
S632
S633
S634
S635
S636
S637
S638
S639
S640
S641
S642
S643
S644
S645
S646
S647
S648
S649
S650
S651
S652
S653
S654
S655
S656
S657
S658
S659
S660
S661
S662
S663
S664
S665
S666
S667
S668
S669
S670
S671
S672
S673
S674
S675
S676
S677
S678
S679
S680
S681
S682
S683
S684
S685
S686
S687
S688
S689
S690
S691
S692
S693
S694
S695
S696
S697
S698
S699
S700
S701
S702
S703
S704
S705
S706
S707
S708
S709
S710
S711
S712
S713
S714
S715
S716
S717
S718
S719
S720
S721
S722
S723
S724
S725
S726
S727
S728
S729
S730
S731
S732
S733
S734
S735
S736
S737
S738
S739
S740
S741
S742
S743
S744
S745
S746
S747
S748
S749
S750
S751
S752
S753
S754
S755
S756
S757
S758
S759
S760
S761
S762
S763
S764
S765
S766
S767
S768
S769
S770
S771
S772
S773
S774
S775
S776
S777
S778
S779
S780
S781
S782
S783
S784
S785
S786
S787
S788
S789
S790
S791
S792
S793
S794
S795
S796
S797
S798
S799
S800
S801
S802
S803
S804
S805
S806
S807
S808
S809
S810
S811
S812
S813
S814
S815
S816
S817
S818
S819
S820
S821
S822
S823
S824
S825
S826
S827
S828
S829
S830
S831
S832
S833
S834
S835
S836
S837
S838
S839
S840
S841
S842
S843
S844
S845
S846
S847
S848
S849
S850
S851
S852
S853
S854
S855
S856
S857
S858
S859
S860
S861
S862
S863
S864
S865
S866
S867
S868
S869
S870
S871
S872
S873
S874
S875
S876
S877
S878
S879
S880
S881
S882
S883
S884
S885
S886
S887
S888
S889
S890
S891
S892
S893
S894
S895
S896
S897
S898
S899
S900
S901
S902
S903
S904
S905
S906
S907
S908
S909
S910
S911
S912
S913
S914
S915
S916
S917
S918
S919
S920
S921
S922
S923
S924
S925
S926
S927
S928
S929
S930
S931
S932
S933
S934
S935
S936
S937
S938
S939
S940
S941
S942
S943
S944
S945
S946
S947
S948
S949
S950
S951
S952
S953
S954
S955
S956
S957
S958
S959
S960
S961
S962
S963
S964
S965
S966
S967
S968
S969
S970
S971
S972
S973
S974
S975
S976
S977
S978
S979
S980
S981
S982
S983
S984
S985
S986
S987
S988
S989
S990
S991
S992
S993
S994
S995
S996
S997
S998
S999
S1000
N

Annexe 2.1 Atlas géologique 1:25'000 (Geocover)



www.geo.admin.ch est un portail d'accès aux informations géolocalisées, données et services qui sont mis à disposition par l'administration fédérale
Responsabilité: Malgré la grande attention qu'elles portent à la justesse des informations diffusées sur ce site, les autorités fédérales ne peuvent endosser aucune responsabilité quant à la fidélité, à l'exactitude, à l'actualité, à la fiabilité et à l'intégralité de ces informations. Droits d'auteur: autorités de la Confédération suisse. http://www.disclaimer.admin.ch/informations_juridiques.html
© swisstopo, public.geo.admin.ch



Informations dépourvues de foi publique - Géodonnées Etat de Vaud, Office fédéral de topographie, OpenStreetMap

1:10000

Date: 20.02.2024

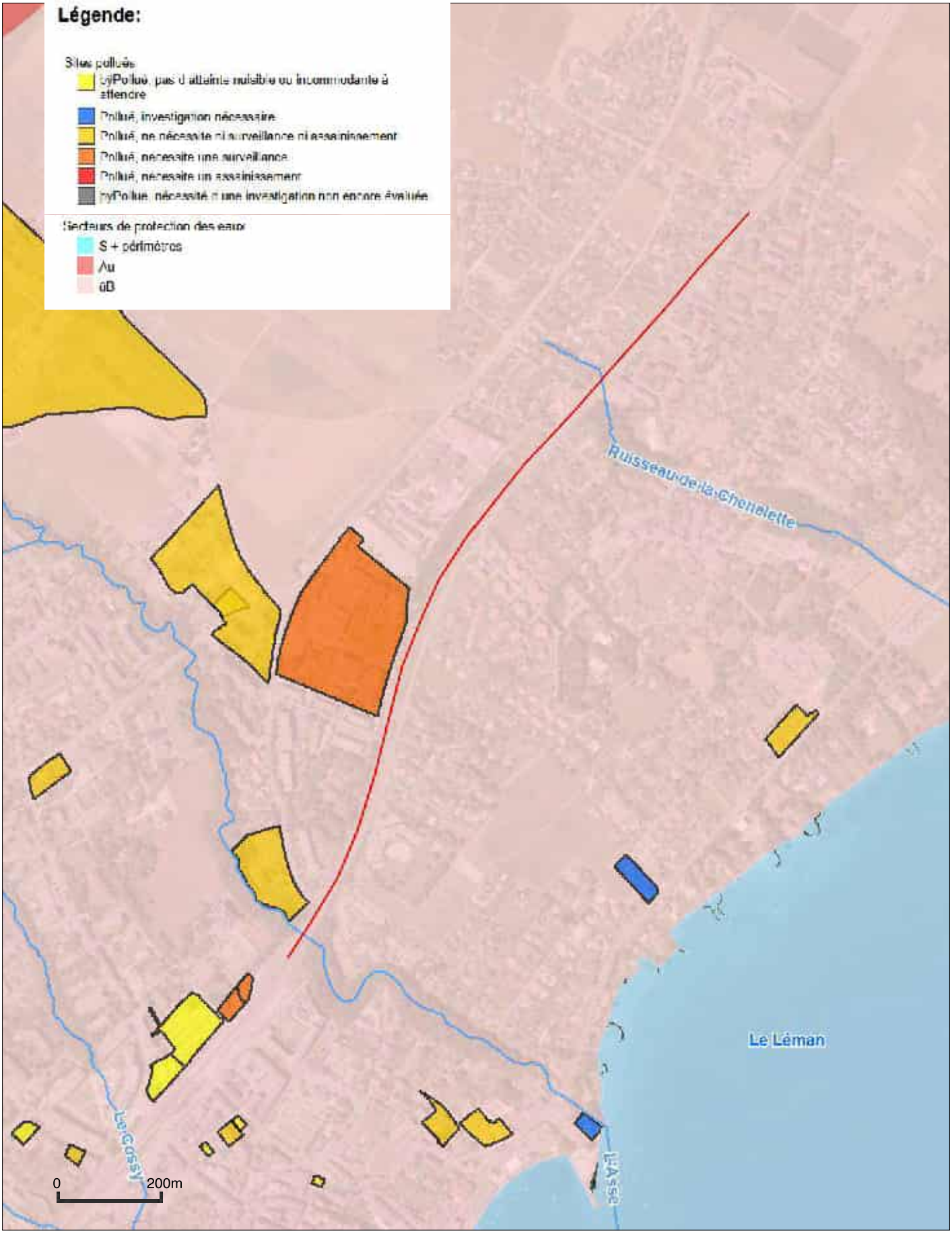
Guichet cartographique cantonal



Informations dépourvues de foi publique - Géodonnées Etat de Vaud, Office fédéral de topographie, OpenStreetMap

1:10000

Date: 20.02.2024



Informations dépourvues de foi publique - Géodonnées Etat de Vaud, Office fédéral de topographie, OpenStreetMap

1:10000

Date: 20.02.2024

Principes admis pour le levé et la description des sols

N_{SPT} L'essai de battage SPT (Standard Penetration Test) consiste conventionnellement à battre un tube carottier Ø 35/51 au moyen d'un mouton de 635 N tombant en chute libre de 0.762 m. Cet essai se fait sur trois passes successives de 15 cm; le nombre de coups de mouton pour enfoncer le carottier sur les derniers 30 cm est appelé "N_{SPT}".

Comme l'indique la norme SN 670 318-3 (2012), une pointe conique fermée est en général utilisée en Suisse en raison de la forte hétérogénéité des terrains dont les cailloux obstruent rapidement le carottier. L'expérience montre que les résultats sont peu différents lorsque les sols sont graveleux mais que dans les sols fins, $N_{SPT\ conique}$ pourrait devoir être réduit par un facteur 1.4 pour être en accord avec les autres essais in situ usuels (cus).

La norme SN 670 318-3 (2012) prévoit que le nombre NSPT soit corrigé pour tenir compte de l'énergie réellement transmise aux tiges, de la perte d'énergie liée à la longueur des tiges et de l'effet de la contrainte dues au poids des terres.

q_{dyn} L'essai de battage au pénétromètre lourd (DCG: modèle DPSH-B) consiste à battre une pointe de section 20 cm^2 au moyen d'un mouton de 63.5 kg tombant de 75 cm. La résistance du terrain est estimée en fonction du nombre de coups de mouton nécessaire pour enfoncer la pointe du pénétromètre de 20 cm, puis convertie en résistance en pointe (q_{dyn}).

$N_{V\ Moos}$ L'essai de battage au pénétromètre léger Von Moos (ou VAWE) consiste à battre des tiges de diamètre 22 mm terminées par une pointe de section 36 mm (10 cm^2) au moyen d'un mouton de 30 kg tombant de 20 cm. La résistance du terrain est estimée en fonction du nombre de coups de mouton nécessaire pour enfoncer la pointe du pénétromètre de 20 cm.

Les valeurs pénétrométriques ci-dessus devront être convenablement réduites en fonction de la profondeur de l'essai pour tenir compte de la perte d'énergie due à la longueur et au poids des tiges ainsi que de la contrainte dues au poids des terres.

CBR Indice portant californien, mesuré au pénétromètre portatif Farnell

q_{up} Résistance mesurée au pénétromètre de poche; elle est proche de la résistance à la compression simple du sol. La valeur c_{up} déduite de la résistance au pénétromètre de poche q_{up} ($c_{up} = q_{up} / 2$) est une estimation de la cohésion non drainée

c_{us} Résistance mesurée au scissomètre de poche Geonor; elle est proche de la cohésion non drainée

p_{lim} Pression limite correspondant à l'état de rupture du terrain mesurée lors de l'essai pressiométrique

La classification géologique des terrains meubles se rattache à la classification génétique proposée dans la norme VSS 70 009a (2019).

La description des sols est basée sur la norme SN EN ISO 14688-1 (2019). Celle-ci ne disposant pas (encore) d'annexe nationale, ce sont les indications de l'annexe nationale de la norme SN EN ISO 14668-2 (2004) qui sont considérées pour la classification ainsi que pour la définition de la consistance et de la compacité.

La consistance des sols cohésifs peut être estimée comme suit:

N_{SPT} [cps/30 cm]	q_{dyn} [MPa]	$N_{Von\ Moos}$ [cps/20 cm]	$CBR_{pénétro}$ [%]	Consistance	q_{up} [kPa]	c_{us} [kPa]	p_{lim} [MPa]
< 2	< 1.6	< 5	< 3	Très molle	< 25	< 13	< 0.2
2 – 4	1.6 – 3.2	5 – 8	3 – 6	Molle	25 - 50	13 - 25	0.2 – 0.4
4 – 8	3.2 – 6.4	8 – 25	6 – 8	Ferme	50 - 100	25 – 50	0.4 – 0.7
8 - 15	6.4 – 12	25 - 60	8 – 14	Très ferme	100 - 200	50 - 100	0.7 – 1.1
15 - 30	12 – 24	60 - 100	14 - 25	Dure	200 - 400	100 – 200	1.1 -1.7
30 - 50	24 – 40	100 - 150	> 25	Très dure	400 - 500	200 - 250	1.7 – 2.3

La compacité des sols granulaires peut être estimée comme suit:

N_{SPT} [cps/30 cm]	q_{dyn} [MPa]	$N_{Von\ Moos}$ [cps/20 cm]	Compacité	q_{up} [kPa]	p_{lim} [MPa]
< 4	< 3.2	< 10	Très lâche	< 20	< 0.2
4 – 10	3.2 – 8	10 – 30	Lâche	20 – 100	0.2 – 0.7
10 – 30	8 – 24	30 – 100	Moyen	100 - 300	0.7 – 1.7
30 – 50	24 – 40	100 – 200	Compact	300 - 500	1.7 – 2.5
50 - 70	40 – 56	> 200	Très compact	> 500	> 2.5

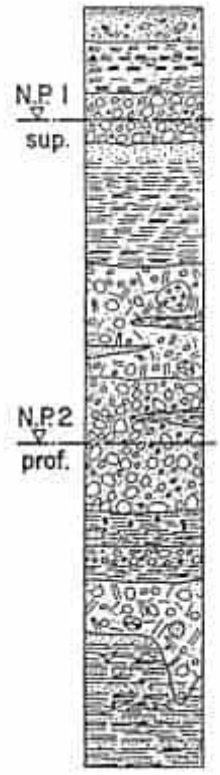
Classification des sols genevois et profil type de la cuvette genevoise

Le profil type donné ci-dessous correspond à celui donné par le professeur Adrien Jayet dans ses cours de géologie du quaternaire (avant 1960). Il a été ensuite "habillé" au plan géotechnique par A. Fontana et al. Cette classification, proposée ainsi par GADZ dans son rapport M1940, est utilisée depuis près de quarante ans avec grand succès de par le contexte géologique très restreint sur lequel elle s'applique. Hors de la cuvette genevoise il est par contre recommandé d'appliquer la terminologie géologique des terrains meubles de la norme VSS 70'009a (2019).

La classification géologique genevoise des sols du quaternaire, heureux mélange de classification stratigraphique et d'éléments génétiques, propose une détermination alpha-numérique des couches géologiques. Le principe de numérotation comprend un numéro suivi de deux indices ; le numéro renvoie à la formation géologique ou à son mode de dépôts, par ordre chronologique inverse, le premier indice alphabétique donne des indications quant à la "fraction granulométrique" (phase) déterminante et l'indice numérique donne des indications quant à la compacité et consistance de la couche. La norme SN EN ISO 14668-2 (2019) ne disposant pas (encore) d'annexe nationale, ce sont les indications de l'annexe nationale de la norme SN EN ISO 14668-2 (2004) qui sont considérées pour décrire les consistances/compacité. Les clés de numérotation sont données ci-dessous :

Npx,y	N	No de la formation				
	p	Phases:	a	graveleuse	d	limono-argileuse
			b	sableuse	e	argileuse
			c	limoneuse	f	crayeuse
				<u>Sols grossiers</u>	<u>Sols fins</u>	
	x	compacité et	1	compact et plus	dure à très dure	
		Consistance :	1-2	moyenne	très ferme	
			2	lâche à très lâche	ferme à très molle	
	y	phase	3	altérée	(molasse)	

		Couche	phase
	Terrains récents		
1	Terrains récents	1,2	
2	Terrains de couverture, sols actuels (remblais)	3	c, d, e
	Terrains holocènes	4	a, b, c
3	Eboulis, formation de pente, colluvions, limon de ruissellement	5	a, b, c, d, e, f
4	Alluvions de terrasses		
5	Dépôts ou vases lacustres, tourbe, craie lacustre	6	a, b, c, d, e
	Terrains glaciaires würmiens		
6	Formations supraglaciaires de retrait	7	c, d, e
7	Moraine à cailloux et blocaux alpins	8	a, b, c, d, e
8	Dépôts intramorainiques ou intraformationnels		
9	Cailloutis morainiques profonds ou "alluvions anciennes"		
	Terrains attribués à l'interglaciaire Riss-Wurm		
10	Interglaciaire	9	a, (b, c)
	Terrains glaciaires attribués au Riss	10	c, d, e
11	Formation de retrait	11	a, b, c, d
12	Moraine à cailloux et blocaux alpins		
13	Dépôts intramorainiques ou intraformationnels	12	c, d, e
	Substratum rocheux molassique		
14	Complexe de la Molasse grise du Chattien supérieur	14	b, c, d, e
15	Complexe de la Molasse rouge du Chattien inférieur	15	b, c, d, e



Exemples :

6d2 phase limono-argileuse de faible consistance des formations de retrait des terrains glaciaires würmiens
9a faciès graveleux des cailloutis morainiques profonds des terrains glaciaires würmiens (graviers "cimentés")
11c1 phase limoneuse préconsolidée des formations de retrait attribuées au Riss

Annexe 4

ISR INJECTOBOHR SA

RAPPORT DE FORAGE

Forage n° : S101 **Rapport n° :** 1

Chantier No. 262-047 **Nom, Adresse:** GARE NYON **Foreur:** CARDILLO GIU

Date	Profondeur OKT de m'	Profondeur OKT à m'	Symbole	Ø forage	Foré	Description des matériaux: Composante principale (par ex: sable, gravier)	Propriétés (argile, limoneux, argileux)	Composante secondaire (riche en gravier, avec toile)	Couleur (beige)	Indice de forabilité	Teneur en eau: mouillé	humide	sec	Essais - Echantillonnage: Symb	de m'	à m'	Remarque
22-01-24	0,00	0,30	RO	140	T	TERRE VEGETAL			NOIR	1			X	VM	1,00	1,40	9-10
	0,30	4,00	RO	140	T	MORENA			GRIS	2			X	VM	3,00	3,40	8-10
	4,00	10,50	RO	140 114	T	MORENA			GRIS	2			X	VM	5,00	5,40	9-9
	10,50	15,00	CD DI	116	N	MORENA	CONGOMERE		GRIS	3			X	VM	7,00	7,40	9-11
														VM	10,00	10,40	12-13
														VM	13,00	13,00	REFUS
														■	4,50	4,66	
														■	13,70	14,00	

RO = Rotation
DS = Rotopercussion
TR = tube revêtement
CS = Carottier simple
CD = Carottier double
HM = Cour. métal dur
DI = Cour. Diamant
σ = Venue d'eau
I = Grundbruch
SD = Sonic

N	à l'eau
T	à sec

Indice	1	2	3
Matériaux sans cohésion	lâche	moyen	dur
Matériaux cohésifs	tendre	ferme	dur
Rocher	tendre	moyen	dur

Niveau d'eau dans le forage (OKT)	
Date / Heure	Prof. (m)

Remarques: (Régie, Travaux ordonnés par le Ré, Nibles, etc.)

SPT = Standard-Penetration-Test
SF = Scissomètre (sonde à ailette)
PV = Essai de pompage
LT = Essai Lugeon
[I] = Dilatomètre
PR = Pressiomètre
$k_{\downarrow}$ = Essai d'eau par abaissement
$k_{\uparrow}$ = Essai d'eau par élévation
0 = Echantillon remanié
■ = Echantillon intact
DL = Echantillon de gaz

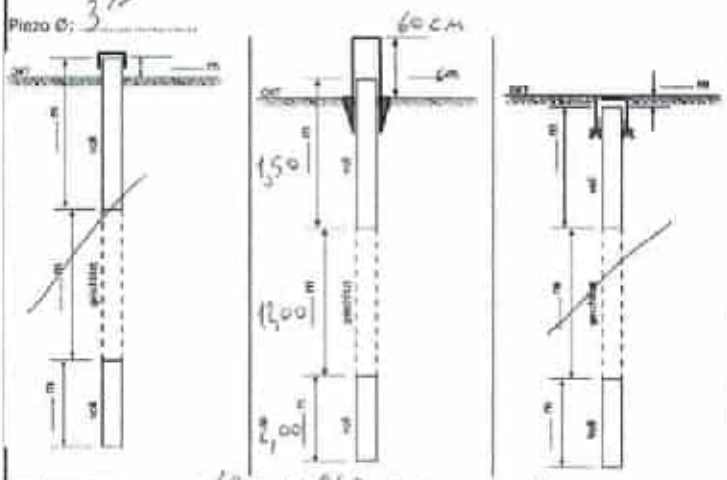
ISR INJECTOBOHR SA **Forage n°:** S101 Foreuse type: LUMEZA No. d'inventaire: .....

Déplacement du forage ..... au forage ..... / ..... m'
Profondeur totale de forage: 15,00 m' / Rocher à: ..... m'

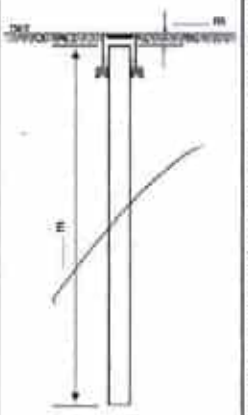
Avant-trou
Profondeur: ..... m' / Durée de réalisation ..... h

Equipement du forage

Piezo Ø: 3"



Tube inclinomètre / Inkrex



Equipement de micropiézo, capteurs de pression, piézo multiples, équipements spéciaux, etc, **voir feuille séparée**

Bouchon d'argile de 1,00 m' à 0,40 m' et de ..... m' à ..... m
Gravier filtre de 15,00 m' à 1,00 m' et de ..... m' à ..... m
Matériel de forage de ..... m' à ..... m' et de ..... m' à ..... m
Géotextile de ..... m' à ..... m' et de ..... m' à ..... m
Bouchon de pied ..... pce / Couvercle ..... pce
Tube de protection PVC avec cadenas Ø 1 longeur 1,00 m'
Regard de route en fonte 5 to Ø ..... cm

Tube inclinomètre Ø ..... mm
Tube Inkrex o

Type de scellement:
Argile / ciment: o
Autre o.....

Caisses à carottes
15,00 m'
o vidées sur chantier
X laissées sur chantier
o transportées au dépôt
o .....

Déblais de forage:
o laissées sur chantier
o à la décharge ISR
o en décharge spéciale
o .....

Remarques:

Alimentation en eau du chantier

Raccordement à une hydrante ou point d'eau du MO ..... pce
Compteur d'eau:
Compteur à la fin du forage: m3
Compteur au début du forage: m3
Quantité d'eau utilisée: m3
Conduites d'eau ..... m'
Pompe HP ou immergée
Installation: ..... pce
Heures de service: ..... h
Génératrice: ..... h

Materiaux:

Ciment (Type)	(25kg)	1 Sac
Opalit	(25kg)	..... Sac
Bentonit	(25kg)	..... Sac
Gravier filtre		11 SAC m3
Sable de quartz	(25kg)	..... Sac
Compactonit	(25kg)	1 Sac
Ciment Kuchler	(25kg)	..... Sac
Geo-textile	(m')	..... m'

Autre matériaux:

Annexe 4

ISR INJECTOBOHR SA

RAPPORT DE FORAGE

Forage n° : S102 **Rapport n° :** 2

Chantier No. 262-047 **Nom, Adresse:** GARE NYON **Foreur:** CARDILLO GIU

Date	Profondeur OKT de m'	Profondeur OKT à m'	Symbole	Ø forage	Foré	Description des matériaux: Composante principale (par ex. sable, gravier)	Propriétés (moyen, limoneux, argileux)	Composante secondaire (riche en gravier, avec sable)	Couleur (beige)	Indice de forabilité	Teneur en eau: mouillé	humide	sec	Essais - Echantillonnage: Symb	de m'	à m'	Remarque
25-01-24	0,00	0,30	RO	140	T	TERRE VEGETAL			NOIR	1			X	UM	1,00	1,40	4-4
	0,30	1,80	RO	140	T	ROMBLAY			MARRON	1			X	UM	3,00	3,40	5-6
	1,80	6,50	RO	140	T	MORENA	ARGILEUX		GRIS	1			X	UM	5,00	5,40	4-6
	6,50	10,50	RO	140 114	T	MORENA	ARGILEUX		GRIS	1			X	UM	7,00	7,40	6-7
	10,50	15,00	CS	116	N	MORENA	CONGLOMERE		GRIS	2			X	UM	10,00	10,40	11-13
														UM	13,00	13,00	REFUS
														■	4,35	4,69	

RO = Rotation
OS = Rotopercussion
TR = tube revêtement
CS = Carottier simple
CD = Carottier double
HM = Cour. métal dur
DI = Cour. Diamant
↓ = Venue d'eau
J = Grundbruch
SO = Sonic

N	à l'eau
T	à sec

Indice	1	2	3
Matériaux sans cohésion	lâche	moyen	dur
Matériaux cohésifs	tendre	ferme	dur
Rocher	tendre	moyen	dur

Niveau d'eau dans le forage (OKT)	
Date / Heure	Prof. (m)

Remarques: (Aigle, Travaux entamés par le BL, Hélide, etc.)

SPT = Standard-Penetration-Test
SF = Scissomètre (sonde à ailette)
PV = Essai de pompage
LT = Essai Lugeon
(I) = Dilatomètre
PR = Pressiomètre
k↓ = Essai d'eau par abaissement
k↑ = Essai d'eau par élévation
0 = Echantillon remanié
■ = Echantillon intact
BL = Echantillon de gaz

ISR INJECTOBOHR SA

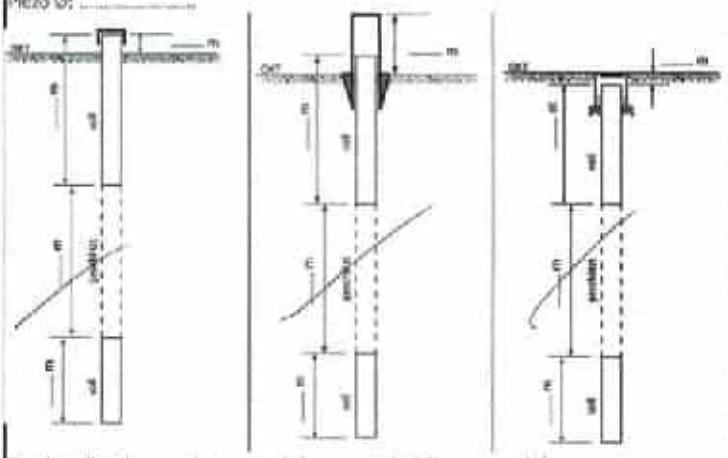
Forage n°: S102 Foreuse type: LUMEZA No. d'inventaire: .....

Déplacement du forage 101 au forage 102 / 50 m'
Profondeur totale de forage: ..... m' / Rocher à: ..... m'

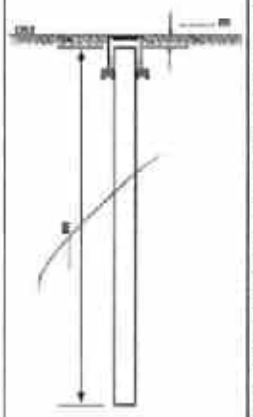
Avant-trou
Profondeur: ..... m' / Durée de réalisation ..... h

Equipement du forage

Piezo Ø: .....



Tube inclinomètre / Inkrex



Equipement de micropiézo, capteurs de pression, piézo multiples, équipements spéciaux, etc, **voir feuille séparée**

Bouchon d'argile de ..... m' à ..... m' et de ..... m' à ..... m
Gravier filtre de 12,00 m' à 12,00 m' et de ..... m' à ..... m
Matériel de forage de 15,00 m' à 17,00 m' et de ..... m' à ..... m
Géotextile de ..... m' à ..... m' et de ..... m' à ..... m

Bouchon de pied ..... pce / Couvercle ..... pce
Tube de protection PVC avec cadenas Ø ..... longeur ..... m'
Regard de route en fonte 5 to Ø ..... cm

Tube inclinomètre Ø ..... mm
Tube Inkrex o

Type de scellement:
Argile / ciment: o
Autre: o .....

Caisses à carottes

15,00 m'

o vidées sur chantier
x laissées sur chantier
o transportées au dépôt
o .....

Déblais de forage:

o laissées sur chantier
o à la décharge ISR
o en décharge spéciale
o .....

Remarques:

Alimentation en eau du chantier

Raccordement à une hydrante ou point d'eau du MO ..... pce
Compteur d'eau:
Compteur à la fin du forage: m3
Compteur au début du forage: m3
Quantité d'eau utilisée: m3
Conduites d'eau ..... m'
Pompe HP ou immergée
Installation: ..... pce
Heures de service: ..... h
Génératrice: ..... h

Materiaux:

Ciment (Type)	(25kg)	..... Sac
Opalit	(25kg)	..... Sac
Bentonit	(25kg)	..... Sac
Gravier filtre		12 Sac m3
Sable de quartz	(25kg)	..... Sac
Compactonit	(25kg)	..... Sac
Ciment Kuchler	(25kg)	..... Sac
Geo-textile	(m²)	..... m²

Autre matériaux:

ISR INJECTOBOHR SA

RAPPORT DE FORAGE

Forage n° : S103 Rapport n° : 3

Chantier No. 262-042 Nom, Adresse: GARE NYON Foreur: CARDILLO GIU

Date	Profondeur OKT de m'	Profondeur OKT à m'	Symbole	Ø forage	Fond	Description des matériaux: Composante principale (par ex: sable, gravier)	Propriétés (argileux, limoneux, anguleux)	Composante secondaire (sèche ou graveleux, avec boue)	Couleur (Gaigo)	Indice de forabilité	Teneur en eau: naturelle	humide	H	Essais - Echantillonnage: Symb	de m'	à m'	Remarque
29-04-24	0,00	0,30	RO	140	T	TERRE VEGETAL			MARRON	1			X	VM	1,00	1,40	8-9
	0,30	2,00	RO	140	T	MORENA	ARGILEUX		GRIS	1			X	VM	3,00	3,40	4-5
	2,00	12,50	RO	140 144	T	MORENA	ARGILEUX		GRIS	2			X	VM	5,00	5,40	4-4
	12,50	15,00	CD 121	116	N	MORENA	CAILLOUTEUX		GRIS	3			X	VM	7,00	7,40	6-7
														VM	10,00	10,20	7-8 REFUS
														VM	13,00	13,00	REFUS

RO = Rotation
DS = Rotopercussion
TR = tube revêtement
CS = Carottier simple
CD = Carottier double
DM = Cour. métal dur
DI = Cour. diamant
= Venue d'eau
= Grundwasser
SO = Sonic

N	à l'eau
T	5 sec

Indice	1	2	3
Matériaux sans cohésion	lâche	moyen	dur
Matériaux cohésifs	tendre	ferme	dur
Rocher	tendre	moyen	dur

Niveau d'eau dans le forage (OKT)	
Date / Heure	Prof. (m)

Remarques: (Hydro, Pannes endommag. sur le BL, Météo, etc...)

SPT = Standard-Penetration-Test
SF = Scissomètre (sonde à ailette)
PV = Essai de pompage
LT = Essai Lugeon
(I) = Dilatomètre
PR = Pressiomètre
K↓ = Essai d'eau par abaissement
K↑ = Essai d'eau par élévation
= Echantillon remanié
= Echantillon intact
BL = Echantillon de gaz

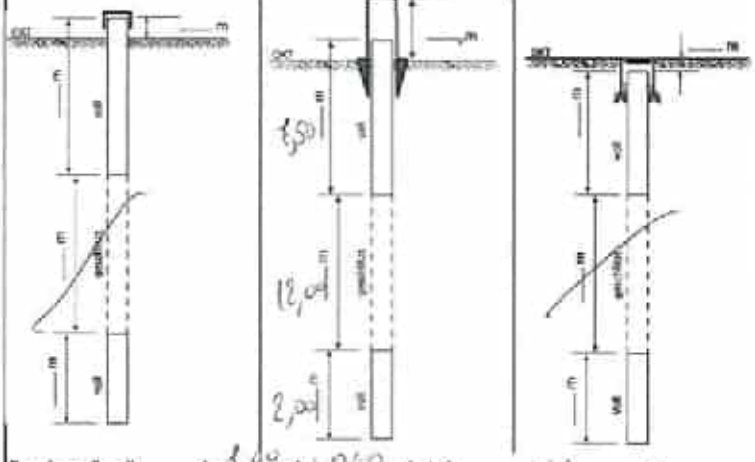
ISR INJECTOBOHR SA **Forage n°:** S103 Foreuse type: LUMEZA No. d'inventaire: .....

Déplacement du forage S102 au forage S103 / 5.0 m'
Profondeur totale de forage: 15,00 m' / Rocher à: ..... m'

Avant-trou
Profondeur: ..... m' / Durée de réalisation ..... h

Equipement du forage

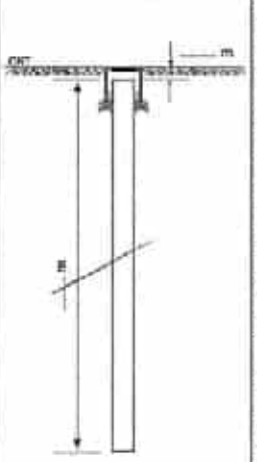
Piezo Ø: 3"



Bouchon d'argile de 1,00 m' à 0,50 m' et de ..... m' à ..... m
Gravier filtre de 15,00 m' à 1,00 m' et de ..... m' à ..... m
Matériel de forage de ..... m' à ..... m' et de ..... m' à ..... m
Géotextile de ..... m' à ..... m' et de ..... m' à ..... m

Bouchon de pied ..... pce / Couvercle ..... pce
Tube de protection PVC avec cadenas Ø 1 longueur 1,00 m'
Regard de route en fonte S to Ø ..... cm

Tube inclinomètre / Inkrex



Tube inclinomètre Ø ..... mm
Tube Inkrex o

Type de scellement:
Argile / ciment: o
Autre: o .....

Equipement de micropiézo, capteurs de pression, piézo multiples, équipements spéciaux, etc. **voir feuille séparée**

Alimentation en eau du chantier

Raccordement à une hydrante ou point d'eau du MO ..... pce
Compteur d'eau:
Compteur à la fin du forage: m3
Compteur au début du forage: m3
Quantité d'eau utilisée: m3
Conduites d'eau ..... m'
Pompe HP ou immergée
Installation: ..... pce
Heures de service: ..... h
Génératrice: ..... h

Matériaux:

Ciment (Type)	(25kg)	1 Sac
Opalit	(25kg)	..... Sac
Bentonit	(25kg)	..... Sac
Gravier filtre		12,5 to m3
Sable de quartz	(25kg)	..... Sac
Compactonit	(25kg)	1 Sac
Ciment Kuchler	(25kg)	..... Sac
Geo-textile	(m')	..... m'

Autre matériaux:

Caisses à carottes
15,00 m'
o vidées sur chantier
x laissées sur chantier
o transportées au dépôt
o .....

Déblais de forage:
o laissées sur chantier
o à la décharge ISR
o en décharge spéciale
o .....

Remarques:

S101 0-3 m



S101 3-6 m



S101 6-9 m



S101 9-12 m



S101 12-15 m



S102 0-3 m



S102 3-6 m



S102 6-9 m



S102 9-12 m



S102 12-15 m



S103 0-3 m



S103 3-6 m



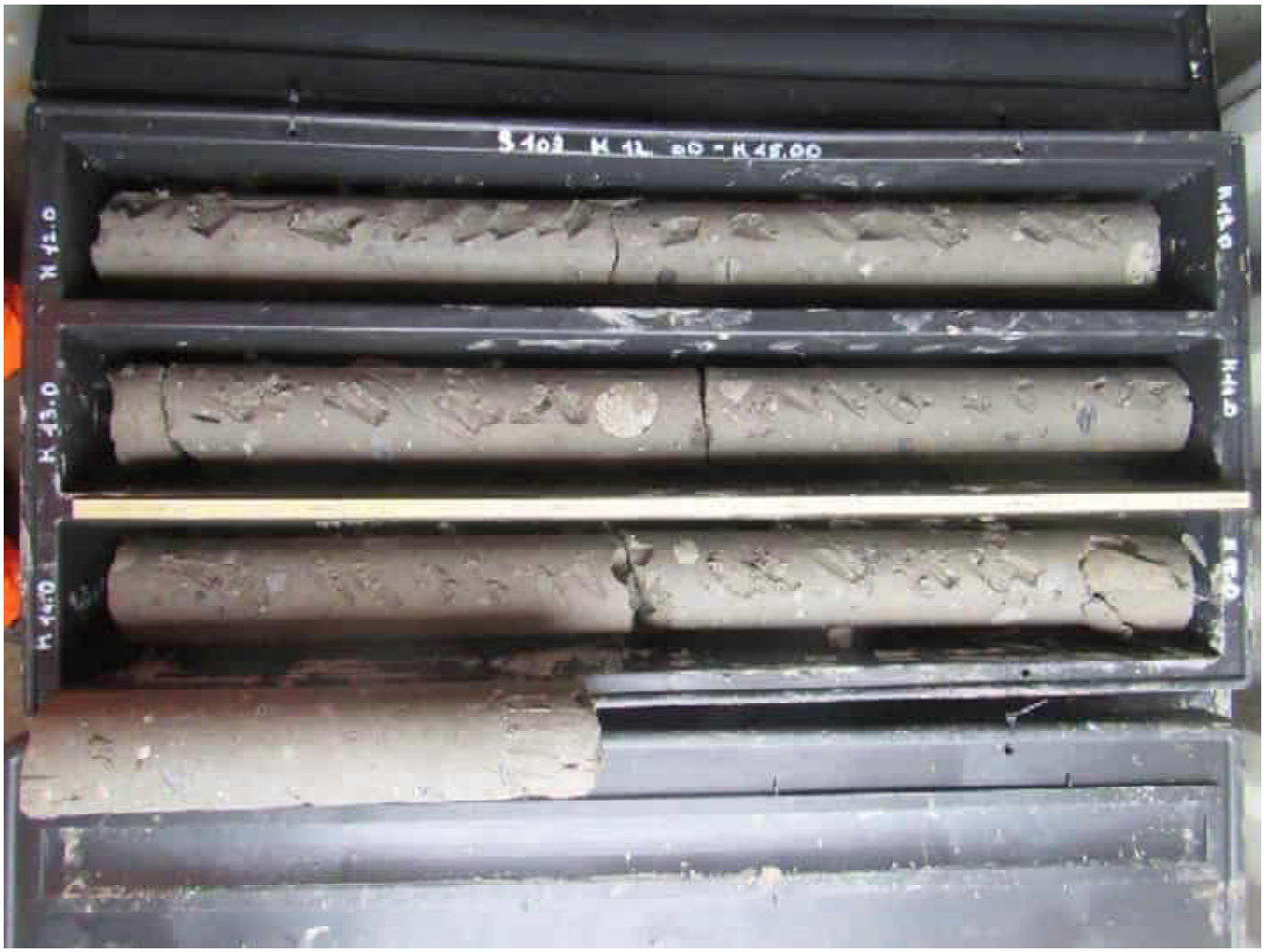
S103 6-9 m



S103 9-12 m



S103 12-15 m



DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Annexe 6.1

Sondage :	**S101**	Longueur [m] :	*15*
X / Est :	*2507869.308*	Date :	*22.01.2024* au *24.01.2024*
Y / Nord :	*1138390.697*	Type :	*Carotté*
Z [msm] :	*410.37*	Forage :	*ISR, Cardillo*
Mandat :	*15731*	Inclinaison :	*0 °* Echelle : *1 : 50*
Client:	*CFF*	Relevé :	*RN / DCG SA*
Etude :	*Gare de Nyon*		

Altitude	Profondeur (m)	Échantillons	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Stratigraphie	Essais SPT (cps/15cm) 0 50	Scissomètre (c_{us} [kPa]) 0 250	Pénétromètre (q_{up} [kPa]) 0 500	Niveaux d'eau	Prof. (m)	Equipement	Forage	Tubage
410	0.3 / 0.45		Horizon A : Limon argileux peu graveleux. Brun foncé, humide, cohésif. Grumeleux	2) T.V.	Von Moos*	90	150 / 450	Sondage sec	0	Piézo ø3"	Carottier simple ø140 mm	ø 140 mm
			Horizon B : Limon argileux peu graveleux. Brun, humide, cohésif				450					
			Horizon B. Idem, ocre									
409	1.4		Limon sableux argileux graveleux. Gris, sec, cohésif. Non plastique Cus = trop cassant		9 / 10		375 / 375 / 325		1			
408			Limon argileux sableux, graveleux Gris, peu humide, cohésif. Peu plastique Graviers hétérométriques, quelques cailloux, origine alpine et molassique (altérés) Sans structure particulière			110	300 / 275 / 300		2			
407					8 / 10	84 / 105 / 105	200 / 225 / 225		3			
406		■				124 / 130	280 / 275 / 300		4		Carottier simple ø114 mm	
405				7d12) Moraine limono-argileuse semi-consolidée	9 / 9	125 / 116 / 116	225 / 275 / 250		5			
404						105 / 102 / 115	225 / 250 / 250		6			
403					9 / 11	110 / 75 / 90	250 / 250 / 230		7			
402						85 / 110 / 100	225 / 200 / 200		8			
401						108 / 136 / 132	200 / 250 / 225		9			
400	10.75				12 / 13	140 / 152	280 / 275		10			

* Von Moos = cps/20 cm

■ Echantillon paraffiné

□ Echantillon en vrac

Niveau d'eau

Venue d'eau

Perte d'eau

Humidité

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Annexe 6.1

Sondage :	**S101**	Longueur [m] :	*15*
X / Est :	*2507869.308*	Date :	*22.01.2024* au *24.01.2024*
Y / Nord :	*1138390.697*	Type :	*Carotté*
Z [msm] :	*410.37*	Forage :	*ISR, Cardillo*
Mandat :	*15731*	Inclinaison :	*0 °* Echelle : *1 : 50*
Client:	*CFF*	Relevé :	*RN / DCG SA*
Etude :	*Gare de Nyon*		

Altitude	Profondeur (m)	Échantillons	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Stratigraphie	Essais SPT (cps/15cm) 0 50	Scissomètre (c_{us} [kPa]) 0 250	Pénétromètre (q_{up} [kPa]) 0 500	Niveaux d'eau	Prof. (m)	Equipement	Forage	Tubage
399			Limon sableux graveleux peu argileux Gris, très peu humide, cohésif. Non plastique. Graviers hétérométriques, jusqu'à cailloux, origine alpine	7c1) Moraine limoneuse consolidée	100		450, 500, 500, 500, 500, 500, 500, 500, 500, 500, 500, 500		11, 12, 13, 14, 15		Carottier double ø116 mm	
398												
397												
396	15											

Echantillon paraffiné

Echantillon en vrac

* Von Moos = cps/20 cm

Niveau d'eau

Venue d'eau

Perte d'eau

Humidité

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Annexe 6.1

Sondage : **S102**
X / Est : 2507855.692
Y / Nord : 1138342.289
Z [msm] : 411.07

Longueur [m] : 15
Date : 24.01.2024 au 25.01.2024
Type : Carotté
Forage : ISR, Cardillo
Inclinaison : 0 °
Echelle : 1 : 50
Relevé : RN / DCG SA

Mandat : 15731
Client: CFF
Etude : Gare de Nyon

Altitude	Profondeur (m)	Échantillons	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Stratigraphie
411	0,25		Sable limoneux graveleux Beige-Brun, peu humide, non cohésif	2) Remblais
			Sable graveleux peu limoneux Beige, peu humide, non cohésif Graviers arrondis, plutôt fins et parfois moyens	
410	2		Limon argileux sableux, peu graveleux Gris, peu humide, cohésif. Peu plastique Graviers hétérométriques, origine alpine et molassique (altérés) Sans structure particulière	7c12) Moraine limono-argileuse semi-consolidée
409				
408				
407				
406				
405	6,6		Idem, plus sableux, surtout entre 6.6 et 7.0 m Présence de lentilles sableuses	
404	8		idem 2.0-6.6 m	
403				
402	9,6		Idem, plus graveleux Consistance meilleure	
401	10,45		Idem, humide	

Essais SPT (cps/15cm) 0 50	Scissomètre (c_{us} [kPa]) 0 250	Pénétromètre (q_{up} [kPa]) 0 500
Von Moos*		
4		
4		
	140	225
	110	200
	84	175
5		
6	50	200
	90	175
	70	150
	80	150
	90	100
	60	125
4		
6	60	125
	58	125
	62	100
	42	100
	54	100
	65	100
6		
7	62	125
	65	125
	60	150
	72	125
	50	100
	60	100
	70	175
	80	200
	94	250
11		
13	108	200
	36	50

Niveaux d'eau

Prof. (m): 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Equipement: Carottier simple ø140 mm; Carottier simple ø114 mm

Forage: ø 140 mm

Tubage

* Von Moos = cps/20 cm

Echantillon paraffiné
Echantillon en vrac

Niveau d'eau
Venue d'eau
Perte d'eau
Humidité

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Annexe 6.1

Mandat : 15731
Client: CFF
Etude : Gare de Nyon

Sondage : **S102**
X / Est : 2507855.692
Y / Nord : 1138342.289
Z [msm] : 411.07

Longueur [m] : 15
Date : 24.01.2024 au 25.01.2024
Type : Carotté
Forage : ISR, Cardillo
Inclinaison : 0 ° Echelle : 1 : 50
Relevé : RN / DCG SA

Altitude	Profondeur (m)	Échantillons	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Stratigraphie
400	11			
	11.5		Limon graveleux sableux, peu argileux Gris, peu humide, cohésif.	7c1) Moraine limoneuse consolidée
399			Limon graveleux, sableux peu argileux Gris, peu humide, cohésif. Graviers anguleux jusqu'à quelques cailloux, quelques éléments alpins	
398				
397	15			

Essais SPT (cps/15cm) 0 50 : 100

Scissomètre (c_{us} [kPa]) 0 250 : 110, 256

Pénétromètre (q_{up} [kPa]) 0 500 : 120, 400, 500, 500, 500, 500, 500, 500, 500, 500, 500, 500, 500, 500, 500

Niveaux d'eau

Prof. (m) : 11, 12, 13, 14, 15

Equipement : Carottier double ø116 mm

Forage

Tubage

* Von Moos = cps/20 cm

Echantillon paraffiné
Echantillon en vrac

Niveau d'eau
Venue d'eau
Perte d'eau
Humidité

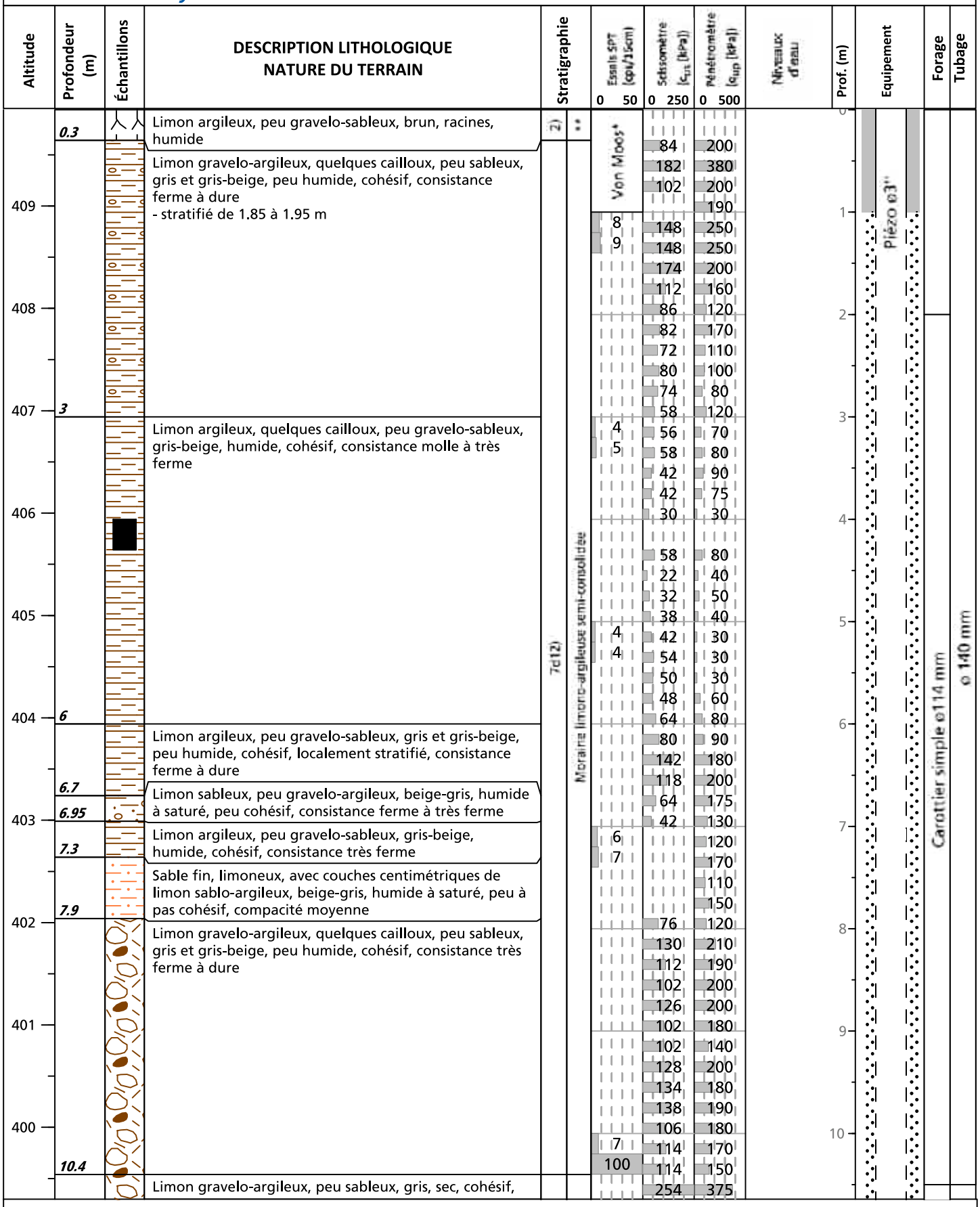
DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Annexe 6.1

Mandat : 15731
Client: CFF
Etude : Gare de Nyon

Sondage : **S103**
X / Est : 2507842.54
Y / Nord : 1138300.26
Z [msm] : 409.94

Longueur [m] : 15.4
Date : 29.01.2024 au 31.01.2024
Type : Carotté
Forage : ISR, Cardillo
Inclinaison : 0 °
Echelle : 1 : 50
Relevé : RN / DCG SA



Echantillon paraffiné
Echantillon en vrac

* Von Moos = cps/20 cm
** Terre végétale

Niveau d'eau
Venue d'eau
Perte d'eau
Humidité

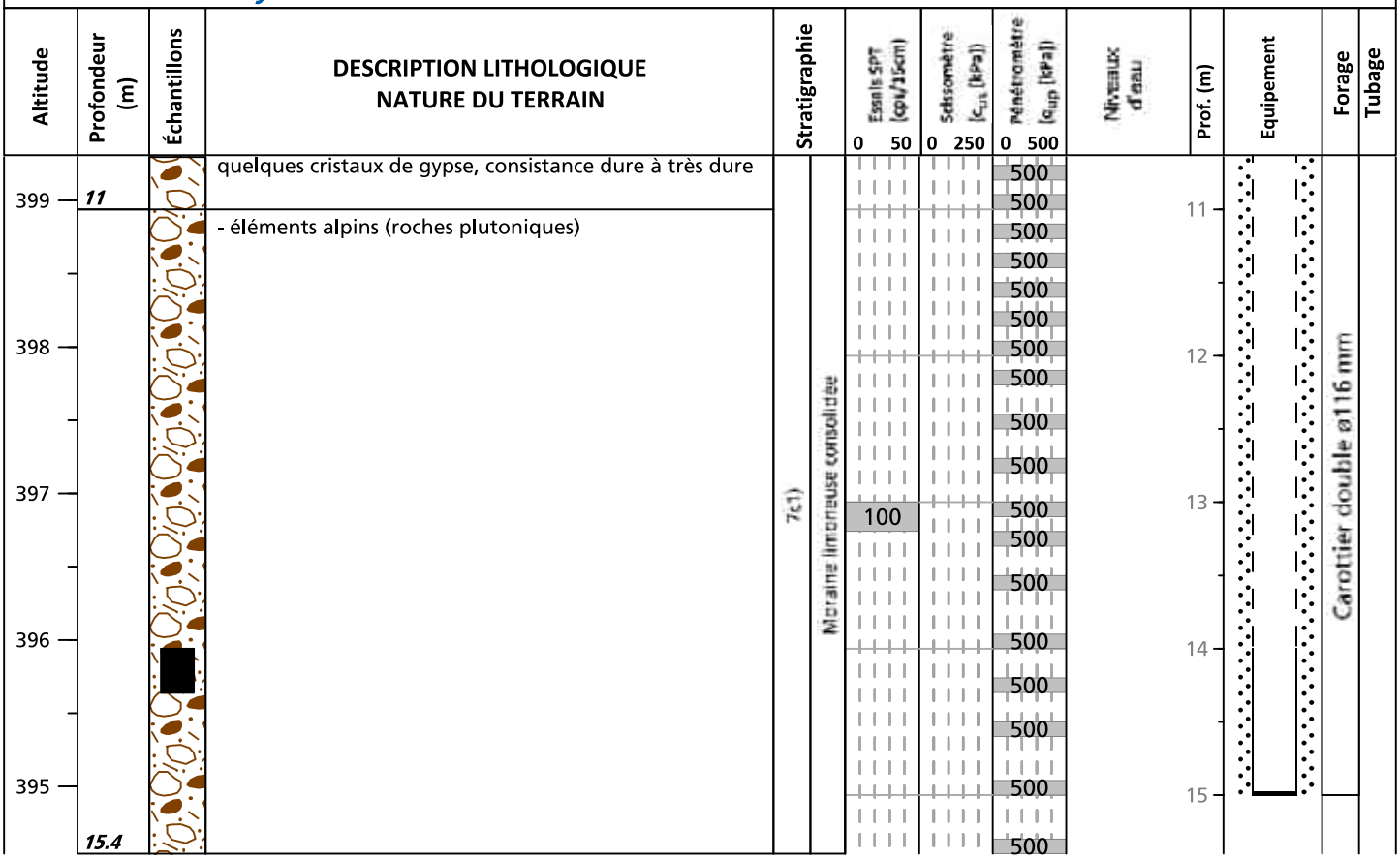
DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Annexe 6.1

Mandat : 15731
Client: CFF
Etude : Gare de Nyon

Sondage : **S103**
X / Est : 2507842.54
Y / Nord : 1138300.26
Z [msm] : 409.94

Longueur [m] : 15.4
Date : 29.01.2024 au 31.01.2024
Type : Carotté
Forage : ISR, Cardillo
Inclinaison : 0 °
Echelle : 1 : 50
Relevé : RN / DCG SA



Echantillon paraffiné
Echantillon en vrac

* Von Moos = cps/20 cm
** Terre végétale

Niveau d'eau
Venue d'eau
Perte d'eau
Humidité

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Rapport d'essais en laboratoire — Rapp.EL. 15731-2

Client

Raison sociale :	CFF Créanciers
Nom, prénom :	-
Adresse :	Poststrasse 6
Ville :	3000 Berne 65

Mandant

Raison sociale :	CFF Infrastructure Projets
Nom, prénom :	-
Adresse :	Rue de la Gare de Triage 5
Ville :	1020 Renens

Echantillons

Provenance géographique :	Nyon
Auteur des prélèvements :	ISR Injectobohr SA
Date de prélèvement :	Octobre 2023 - Janvier 2024
Conditions de prélèvement :	Sondages carottés
Date de réception des échantillons :	17.10.2023
Conditionnement des échantillons :	Carottes paraffinées et non paraffinées, tubes APM, vrac, sacs plastique

Programme de mesures

Auteure du programme d'essais : S. Rachdi, DCG SA

Liste des essais commandés (avec mention de la norme en vigueur) :

- Classification USCS (SN 670 004-2b-NA)
- Teneur en eau (EN ISO 17892-1)
- Masse volumique apparente (EN ISO 17892-2)
- Analyse granulométrique par sédimentométrie (EN ISO 17892-4)
- Analyse granulométrique par tamisage (EN ISO 17892-4)
- Limites d'Atterberg (EN ISO 17892-12)
- Cisaillement direct consolidé et drainé (EN ISO 17892-10)
- Compression simple (VSS 70 352a)

Remarques (Ecarts aux normes, conditions particulières de travail, représentativité des échantillons, etc.)

- S103 E4.0 : gravier de diamètre 56 [mm] pour une masse de 164 [g] ôté

Annexes

- Liste des symboles utilisés (2 p.)
- Tableau EL.15731-2, tableau des résultats d'essais (1 p.)
- Rapp.EL05/EL06.15731-2, courbe(s) granulométrique(s) (4 p.)
- Rapp.EL18.15731-2, résultats et droite(s) de cisaillement consolidé et drainé (4 p.)
- Rapp.EL11.15731-2, résultats et courbe(s) de déformation (1 p.)

Ecublens, le 13.05.2024

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE SA

Paul-Henri Marguet (Qualified Signature) 2024.05.14 07:45:54 +02'00'

Fabrice Dupray (Qualified Signature) 2024.05.13 15:07:11 +02'00'

Reproduction partielle interdite sans autorisation

membre sia

VD 3, pl. de la Bourse aux Fleurs 1022 Chavannes-près-Renens
NE 49, chaussée de la Boine 2000 Neuchâtel
GE 14, route de Pré-Bois 1216 Cointrin
VS 43, rue de la Dixence 1950 Sion
FR 14, avenue de la Gare 1700 Fribourg

T +41 58 900 84 00
CHE-105.756.127 TVA

dcg@decerenville.com
www.decerenville.com

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Notation des résultats d'essais - symboles de mécanique des sols

(selon norme SN 670 300)

Conditionnement des échantillons:

CP	Carotte paraffinée
C	Carotte non paraffinée
VR	Echantillon en vrac
SP	Sac plastique
B	Bidon

Caractéristiques d'état:

w	Teneur en eau [%]
ρ	Masse volumique du sol [t/m³]
ρ_d	Masse volumique du sol sec [t/m³]
ρ_s	Masse volumique des particules solides [t/m³]
e	Indice de vide [-]
n	Porosité [-]
S_r	Degré de saturation [%]
w_L	Limite de liquidité d'Atterberg [%]
w_P	Limite de plasticité d'Atterberg [%]
I_P	Indice de plasticité d'Atterberg [%]
I_L	Indice de liquidité d'Atterberg [%]
Pp	Essai pas possible, teneur en sable trop élevée
MB	Valeur de bleu de méthylène, colorant [g] par [kg] de la fraction 0/2mm
LOI	« Loss On Ingnition » (perte au feu), teneur en matière organique [%]

Granulométrie:

d_{10}, d_{60}	Diamètre au-dessous duquel se trouve le 10 [%], resp. le 60 [%] de la masse du sol sec [mm]
d_{max}	Diamètre maximum des grains [mm]
C_{cc}	Coefficient de courbure [-]
C_{cu}	Coefficient d'uniformité [-]

Résistance mécanique:

ϕ_u	Angle de frottement apparent [°] (essai non drainé, rapide, UU ou CU)
c_u	Cohésion apparente [kPa]
ϕ'	Angle de frottement effectif [°] (essai consolidé, drainé, lent, CD)
c'	Cohésion effective [kPa]
ϕ'_R	Angle de frottement résiduel [°]
c'_R	Cohésion résiduelle [kPa]
c_r	Cohésion remaniée [kPa]
c_{LS}	Résistance au scissomètre [kPa]
déf. ang.	Déformation angulaire à la valeur c_{LS} [°]
q_{up}	Résistance au pénétromètre de poche [kPa]
q_u	Résistance à la compression simple [MPa]
ε	Accourcissement spécifique à la valeur q_u [%]
q_t	Essai de traction indirecte (essai brésilien) (sur roche) [MPa]
q_d	Résistance dynamique de pointe [MPa]
I_s	Indice de résistance de l'essai de résistance ponctuel (Point Load Test) (sur roche) [MPa]
$I_{s(50)}$	Indice de résistance de l'essai de résistance ponctuel (Point Load Test) correspondant à un diamètre de 50[mm] (sur roche) [MPa]

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE 7

Compressibilité:

m_v	Coefficient de compressibilité [m²/MN] Indice 0-1 = de 0 à 0.1 [MPa]; 1-2 = de 0.1 à 0.2 [MPa]
C_c	Indice de compression [ ]
C_s	Indice de gonflement [-]
c_v	Coefficient de consolidation [m²/s]
σ'_{v0}	Contrainte verticale effective appliquée à l'éprouvette (en place)
σ'_p	Contrainte verticale effective de préconsolidation
σ_q	Pression de gonflement

Compactage:

w_{opt}	Teneur en eau optimale (Proctor) [%]
$\rho_{d\,opt}$	Masse volumique optimale du sol sec [t/m³]
$S_{r\,opt}$	Degré de saturation correspondant à l'optimum de Proctor [%]
W_c	Energie de compactage [MJ/m³]
CBR_1	Coefficient CBR immédiatement après compactage [%]
CBR_2	Coefficient CBR selon ASTM (saturé) [%]
CBR_{2p}	Coefficient CBR avec le pénétromètre [%]

Autres symboles couramment utilisés:

k	Coefficient de perméabilité [m/s]
M_E ou E_V	Module de compressibilité à l'essai de plaque M_E et E_V [MPa]
E	Module d'élasticité [MPa] (module de Young)

Correspondances avec les anciennes unités:

1 [kg/cm²] = 10 [t/m²] = 98.1 [kN/m²] ou [kPa] = 0.0981 [MN/m²] ou [N/mm²]
1 [kg/dm³] = 1 [t/m³] = 9.81 [kN/m³]
1 [kg·m] = 9.81 [N·m] = 9.81 [J]

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Date: 13.05.2024
Chantier: Gare - S101 à S103, Nyon

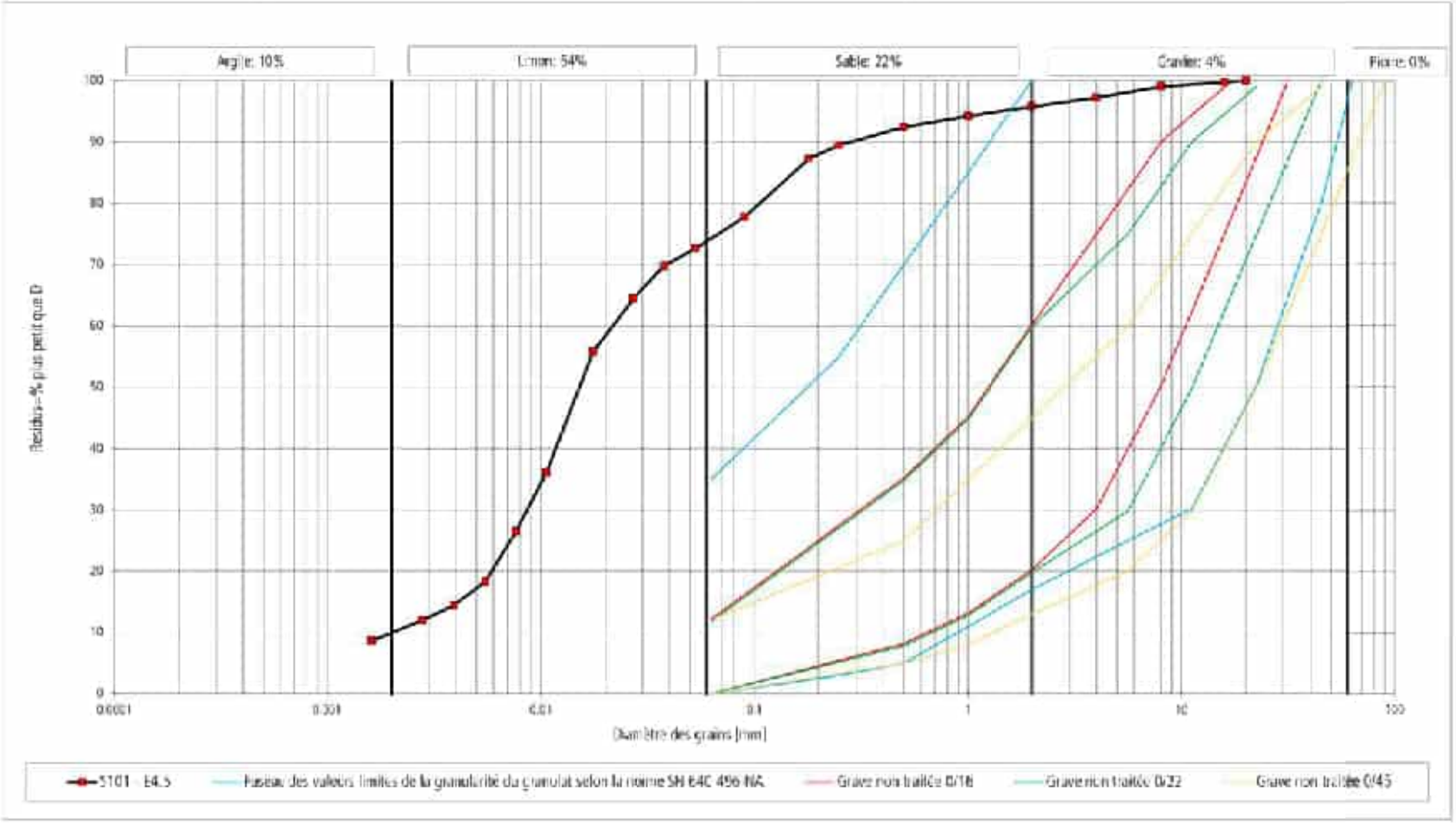
Tableau.EL. 15731-7				Tableau récapitulatif des essais en laboratoire							
Mode opératoire	Echantillon	Echantillon n°		4.5	13.7	4.4	12.7	4.0	14.0		
		Sondage n°		S101	S101	S102	S102	S103	S103		
		prof.: de	[m]	4.50	13.70	4.35	12.70	4.00	14.00		
		à	[m]	4.66	14.00	4.69	13.00	4.30	14.30		
		Conditionnement échantillon		CP	CP	CP	C / SP	C / SP	C / SP		
EL00		Classification USCS		CL		CL	CL	CL			
EL01	Caractéristiques de l'état du sol	w	[%]	14.9		14.1	7.8	15.5			
EL02		ρ	[t/m^3]	2.23		2.24	2.34	2.22			
		ρ_d	[t/m^3]	1.94		1.97	2.17	1.92			
EL03		ρ_s	[t/m^3]								
		e	[-]								
		S_r	[%]								
EL24		LOI	[%]								
EL06	Granulométrie	Argile et limon < 0.063 [mm]	[%]	74		69	71	71			
		Argile < 0.002 [mm]	[%]	10		16	17	15			
		Limon 0.002 à 0.06 [mm]	[%]	64		53	54	56			
EL05		Sable 0.06 à 2 [mm]	[%]	22		20	20	19			
		Gravier 2 à 60 [mm]	[%]	4		11	9	10			
		Pierre > 60 [mm]	[%]	0		0	0	0			
		Ø max	[mm]	20		43	27	22			
EL04	Limites Atterberg	w_L	[%]	23.8		24.4	23.1	22.7			
		w_P	[%]	16.5		15.5	15.5	14.4			
		I_P	[%]	7.3		8.9	7.6	8.3			
EL07	Cisaillement	c_{us} pic	[kPa]								
		déformation angulaire	[°]								
		c_{us} résiduel	[kPa]								
EL08		ϕ_u	[°]								
		c_u	[kPa]								
EL18		ϕ'	[°]			30.1		31.5			
		c'	[kPa]			14.8		8.1			
EL20		σ_0	[kPa]								
EL21		σ'	[kPa]								
EL09	Oedomètre	m_v 0 - 0.1 [MPa]	[m^2/MN]								
		m_v 0.1 - 0.2 [MPa]	[m^2/MN]								
		c_c	[-]								
		c_s	[-]								
EL11	Résistance	q_u compression simple	[MPa]				1.20				
		E à 50 [%] q_u	[MPa]				58.50				
EL12		q_t traction indirecte	[MPa]								
EIS08		I_s Point Load Test	[MPa]								
		$I_{s(50)}$ P. L. T. Ø 50 [mm]	[MPa]								
EL13	Proctor	$\rho_{d\,opt}$	[t/m^3]								
		w_{opt}	[%]								
EL14	CBR	CBR_1 à 2.54 [mm]	[%]								
		CBR_1 à 5.08 [mm]	[%]								
EL15 EL17	Stabilisation	Dosage	[%]								
		w_{opt}	[%]								
		ρ	[t/m^3]								
		q_u 7 jours	[MPa]								
		q_u 28 jours	[MPa]								
	Autre	Sous-traitance									
		Remarque									

Le rapport ne concerne que les échantillons soumis à l'essai.
Reproduction partielle interdite sans autorisation.
Tableau.EL (reRT, RQ) - V. 3.3

Ecublens, le 13.05.2024

Rapp.EL05/06.15731-2	Analyse granulométrique par tamisage et sédimentométrie	DE CERENVILLE Géotechnique

Mandat n°:	15731-2	Provenance:	Nyon		Sondage n°:	S101	Profondeur:	4.50 - 4.65	m	Echantillon n°:	4.5
Masse humide :	-	g	Masse sèche:	2544.62	g	$\varnothing_{max}$	20	mm	ρ_s	2.7	t/m³

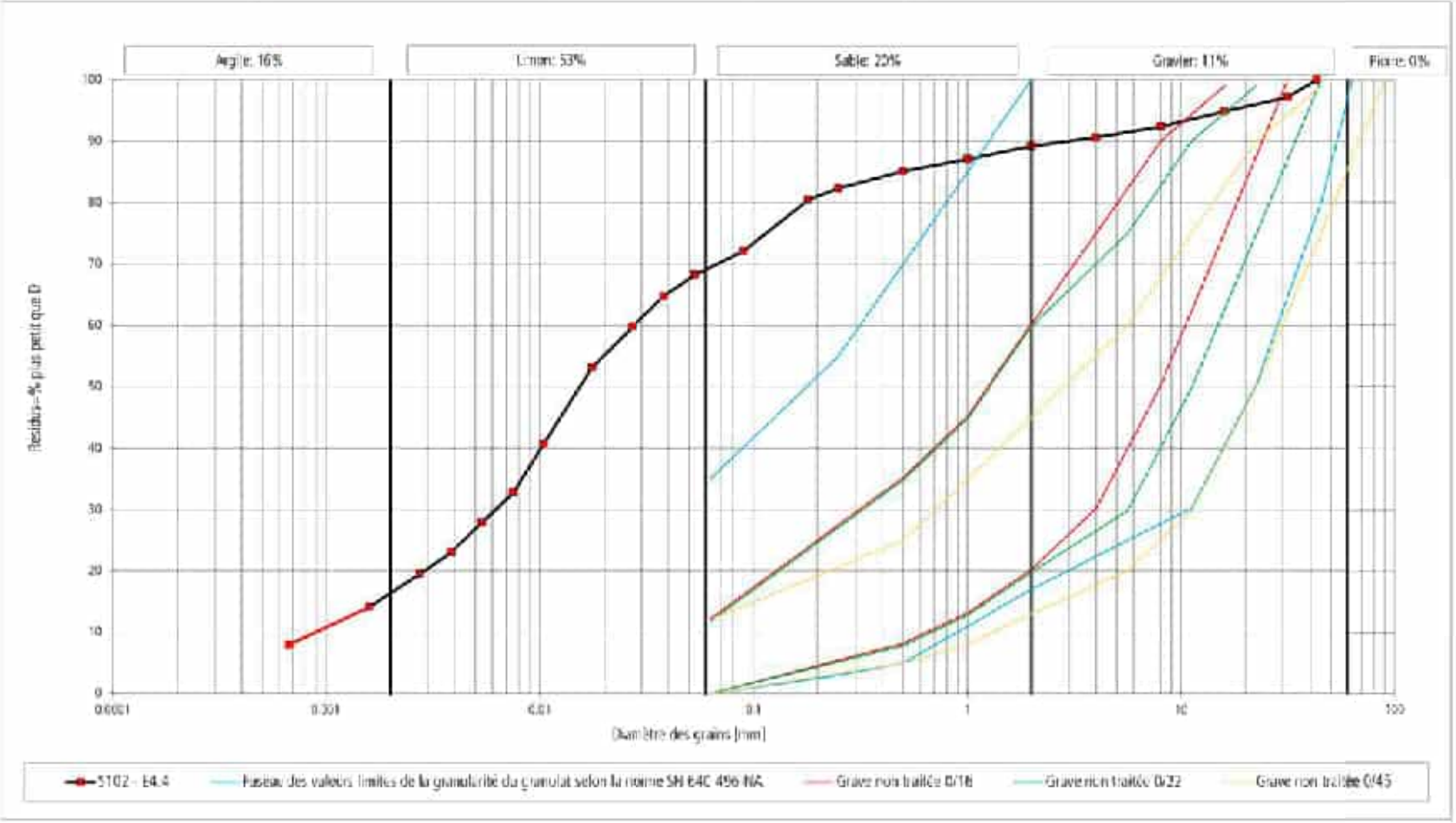


D85	0.158 mm	D60	0.022 mm	D50	0.016 mm	D30	0.0087 mm	D15	0.0042 mm	D10	0.0020 mm
C_u [-]	11.1	C_c [-]	1.7	Perméabilité estimée, selon Hazen:		4.0E-08 m/s					

Reproduction partielle interdite sans l'accord de De Cérenville Géotechnique SA - Le rapport ne concerne que l'objet soumis à l'essai

Rapp.EL05/06.15731-2	Analyse granulométrique par tamisage et sédimentométrie	DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Mandat n°:	15731-2	Provenance:	Nyon	Sondage n°:	S102	Profondeur:	4.35 - 4.69	m	Echantillon n°:	4.4
Masse humide :	-	g	Masse sèche:	2930.3	g	$\varnothing_{max}$	43	mm	ρ_s	2.7	t/m³

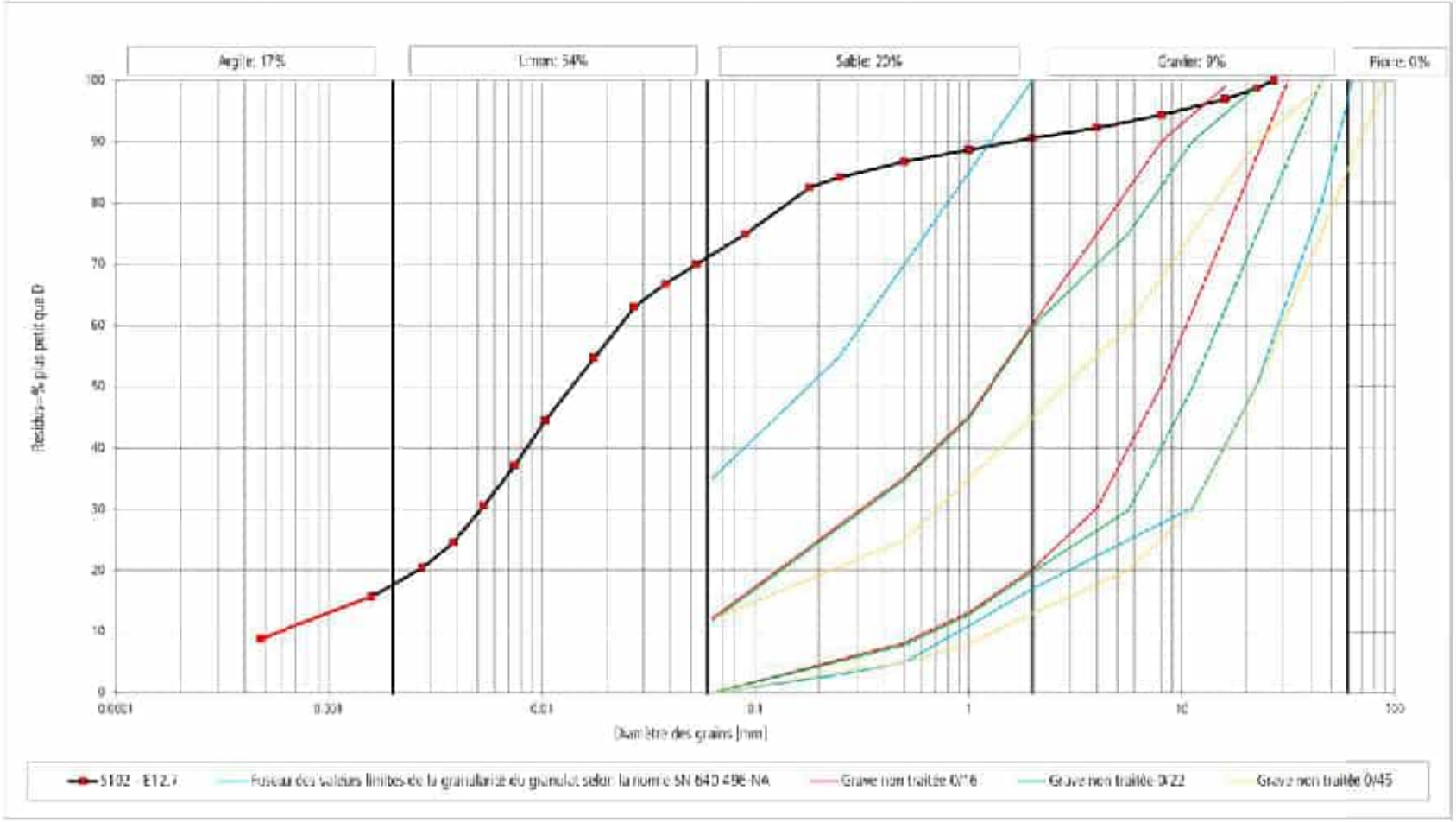


D85	0.483 mm	D60	0.028 mm	D50	0.016 mm	D30	0.0062 mm	D15	0.0015 mm	D10	0.0009 mm
C_u [-]	30.7	C_c [-]	1.5	Perméabilité estimée, selon Hazen		8.1E-09 m/s					

Reproduction partielle interdite sans l'accord de De Cérenville Géotechnique SA - Le rapport ne concerne que l'objet soumis à l'essai

Rapp.EL05/06.15731-2	Analyse granulométrique par tamisage et sédimentométrie	DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Mandat n°:	15731-2	Provenance:	Nyon	Sondage n°:	S102	Profondeur:	12.70 - 13.00	m	Echantillon n°:	12.7
Masse humide :	-	g	Masse sèche:	3245.16	g	$\varnothing_{max}$	27	mm	ρ_s	2.7	t/m^3

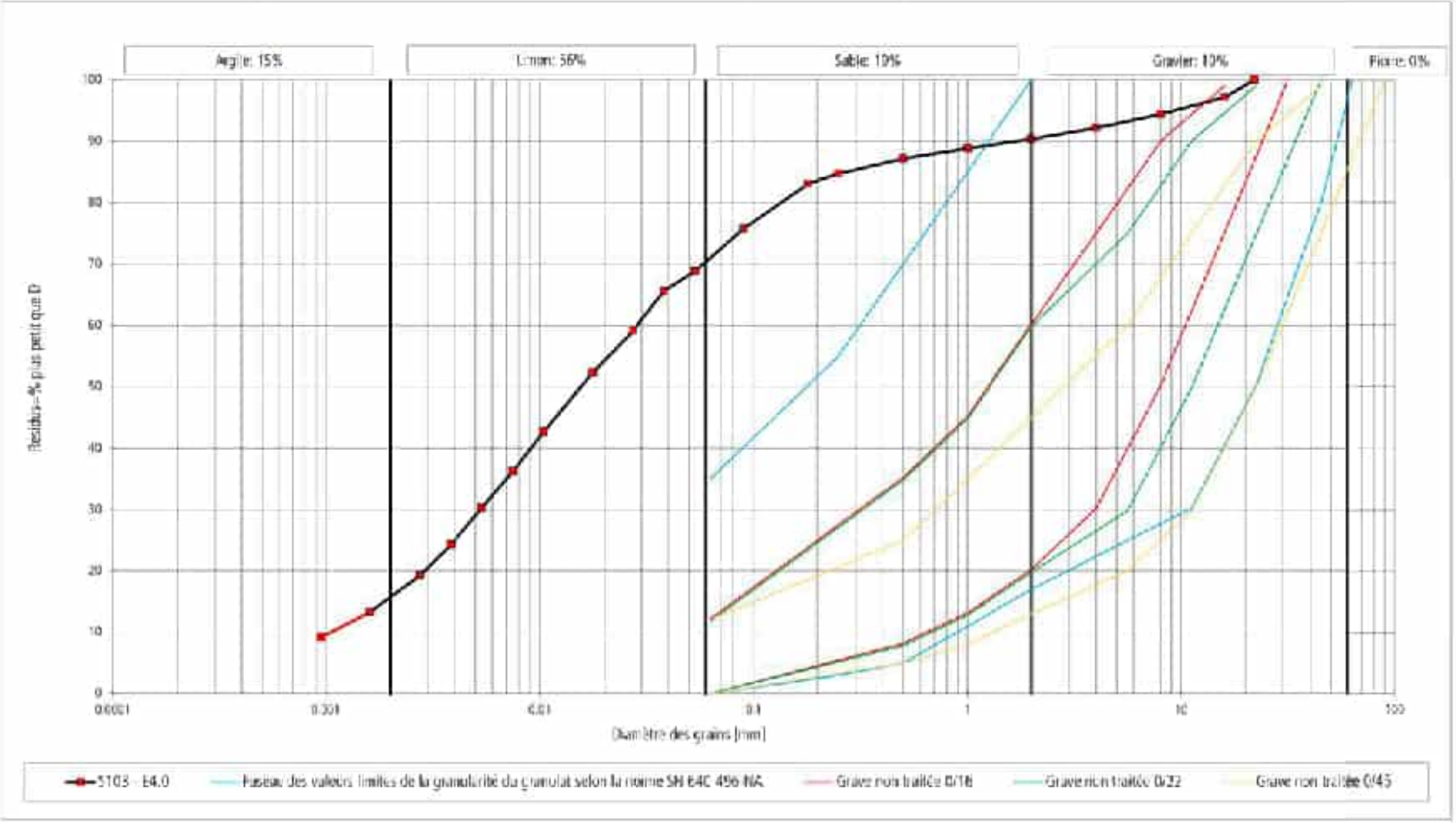


D85	0.329 mm	D60	0.022 mm	D50	0.014 mm	D30	0.0052 mm	D15	0.0015 mm	D10	0.0006 mm
C_u [-]	36.7	C_c [-]	2.1	Perméabilité estimée, selon Hazen		3.8E-09	m/s				

Reproduction partielle interdite sans l'accord de De Cérenville Géotechnique SA - Le rapport ne concerne que l'objet soumis à l'essai

Rapp.EL05/06.15731-2	Analyse granulométrique par tamisage et sédimentométrie	DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Mandat n°:	15731-2	Provenance:	Nyon	Sondage n°:	S103	Profondeur:	4.00 - 4.30	m	Echantillon n°:	4.0
Masse humide :	-	g	Masse sèche:	2010	g	$\varnothing_{max}$	22	mm	ρ_s	2.7	t/m³



D85	0.283 mm	D60	0.029 mm	D50	0.016 mm	D30	0.0053 mm	D15	0.0019 mm	D10	0.0011 mm
C_u [-]	26.5	C_c [-]	0.9	Perméabilité estimée, selon Hazen		1.2E-03 m/s					

Reproduction partielle interdite sans l'accord de De Cérenville Géotechnique SA - Le rapport ne concerne que l'objet soumis à l'essai

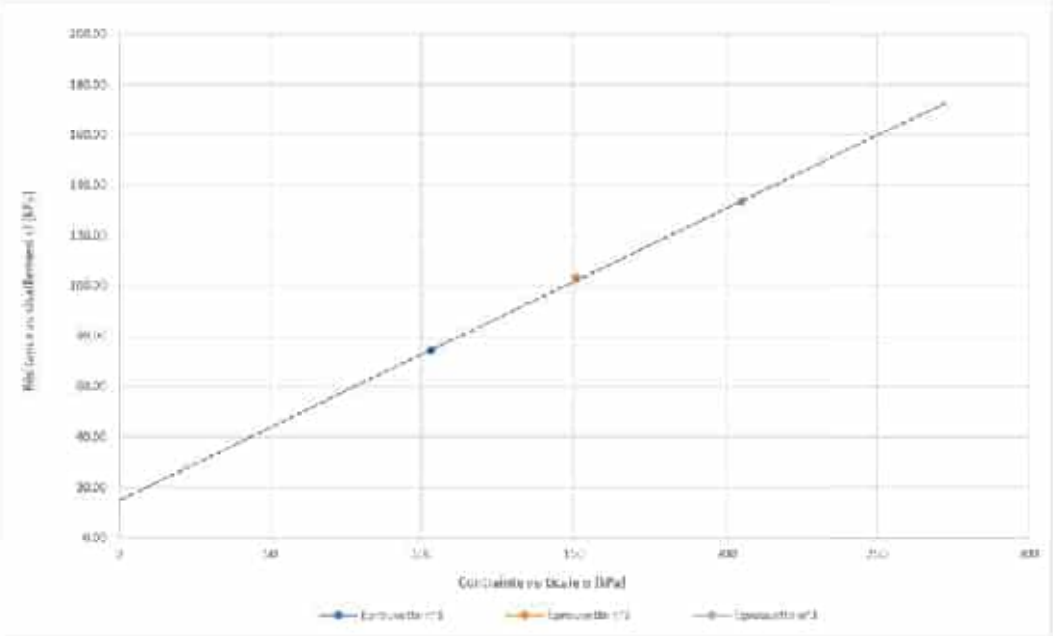
6149 / 18	Cisaillement direct à la boîte	DE CERENVILLE géotechnique

Mandat: 15731-1 Provenance: Nyon Date d'essai: 19.02.2024

Sondage: S102 Echantillon: E5.1 Exécuté par: JG

Teneur:	14.1 %	Perte:	-
γ_d initiale:	2.24 [t/m3]	Sr:	-
γ initiale:	1.97 [t/m3]	Mass volumique:	2.7 [t/m3]

Nature du sol
Limon peu sableux avec graviers



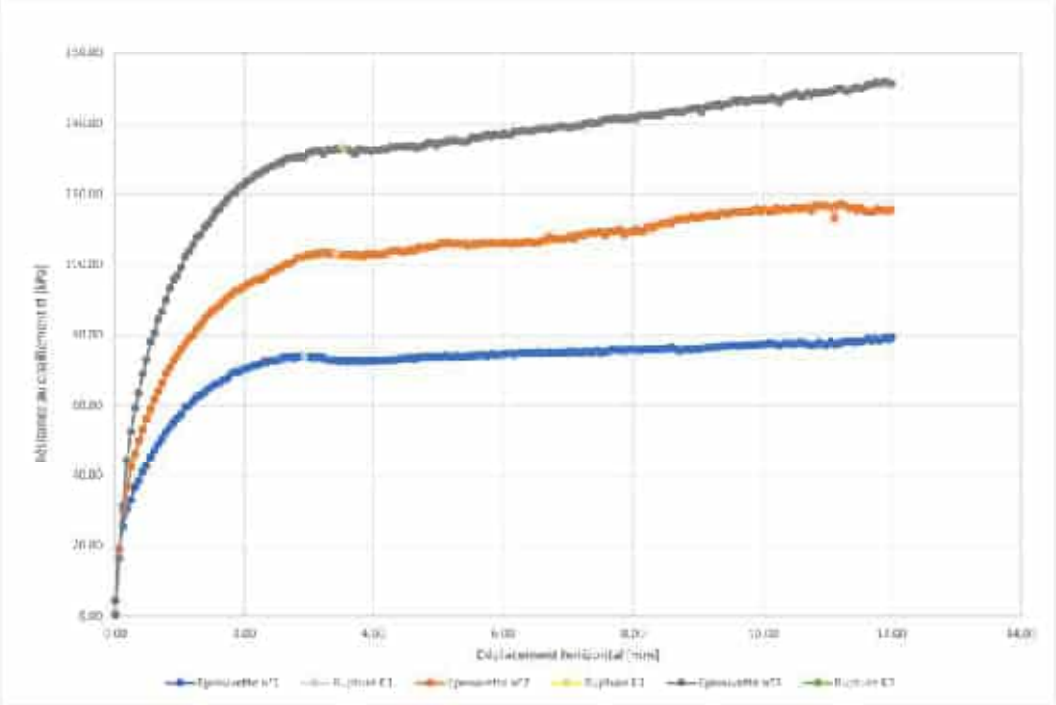
Paramètres d'essai: - vitesse de cisaillement: 0.045 [mm/min]
- essai effectué sur une éprouvette immergée
- type consolidé drainé
- remarques: aucune

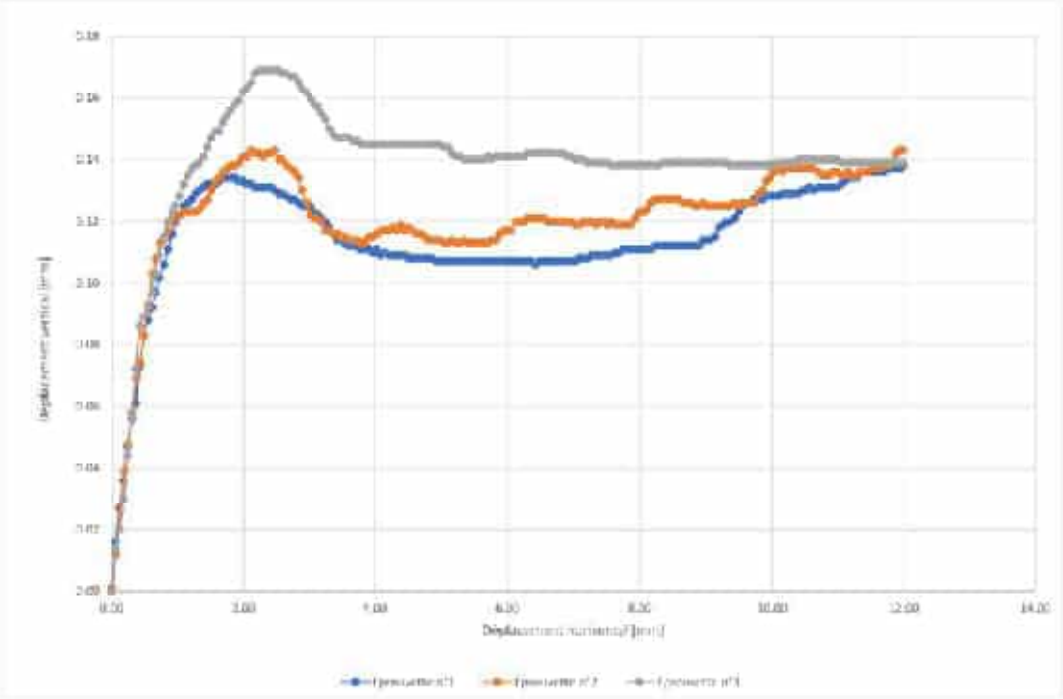
Eprouvette n°	Hauteur initiale [mm]	Largeur [mm]	Remaniement	Contrainte verticale [kPa]	Résistance τ [kPa]	Déplacement horizontal à la rupture [mm]	Ø max des grains [mm]
1	20	60	aucun	103	73.90	2.54	6
2	20	60	aucun	150.7	109.41	3.41	6
3	20	60	aucun	205.2	133.13	3.51	4

Cohésion interne effective c' [kPa]: 14.6
Angle de frottement interne φ' [°]: 30.1

Reproduction partielle interdite sans l'accord de De Cerenville Géotechnique SA – Le rapport ne concerne que l'objet soumis à l'essai

EL08 / 18	Cisaillement direct à la boîte	DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE





Reproduction partielle interdite sans l'accord de De Cerenville Géotechnique SA - Le rapport ne concerne que l'objet soumis à l'essai

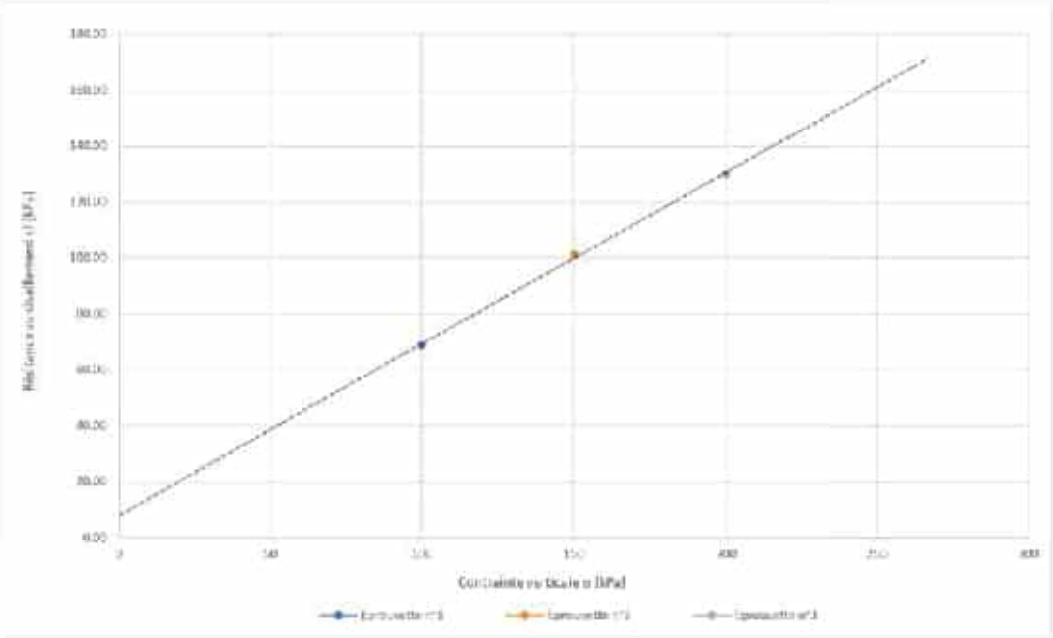
6149 / 18	Cisaillement direct à la boîte	DE CERENVILLE Géotechnique

Mandat: 15731-1 Provenance: Nyon Date d'essai: 01.05.2024

Sondage: S103 Echantillon: E4.2 Exécuté par: CSA

Teneur:	15.1 %	Fines:	-
γ_d initiale:	2.22 [t/m3]	Sr:	-
γ initiale:	1.92 [t/m3]	Mass volumique:	2.7 [t/m3]

Nature du sol
Limon sablo-argileux



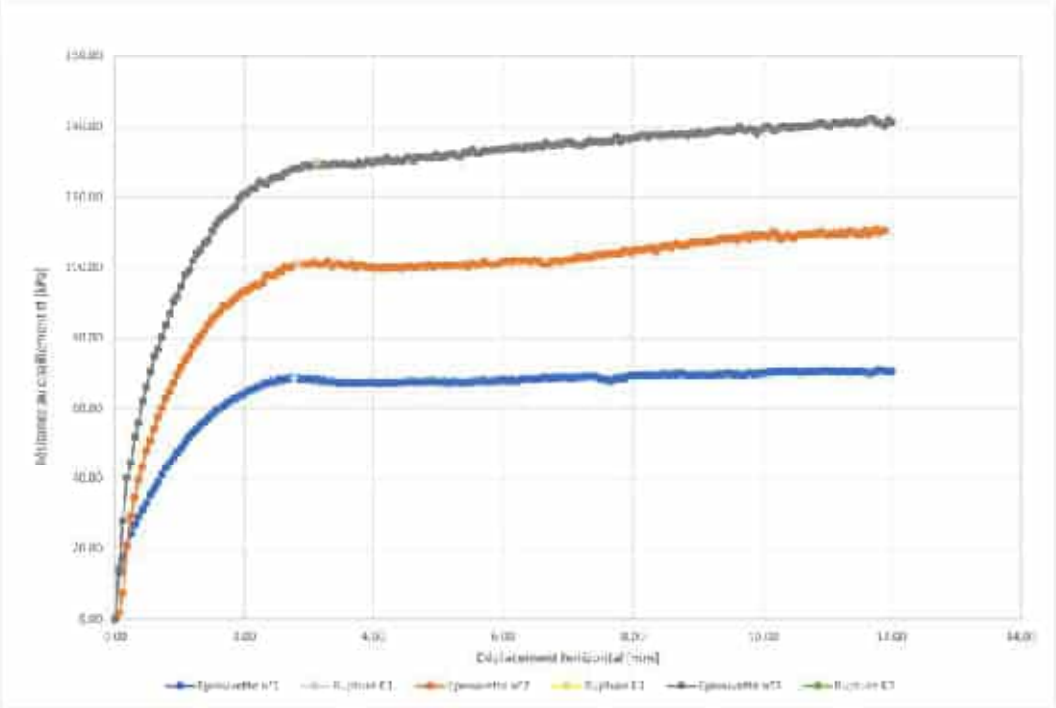
Paramètres d'essai: - vitesse de cisaillement: 0.060 [mm/min]
- essai effectué sur des éprouvettes immergées
- type consolidé drainé
- remaniement: aucun

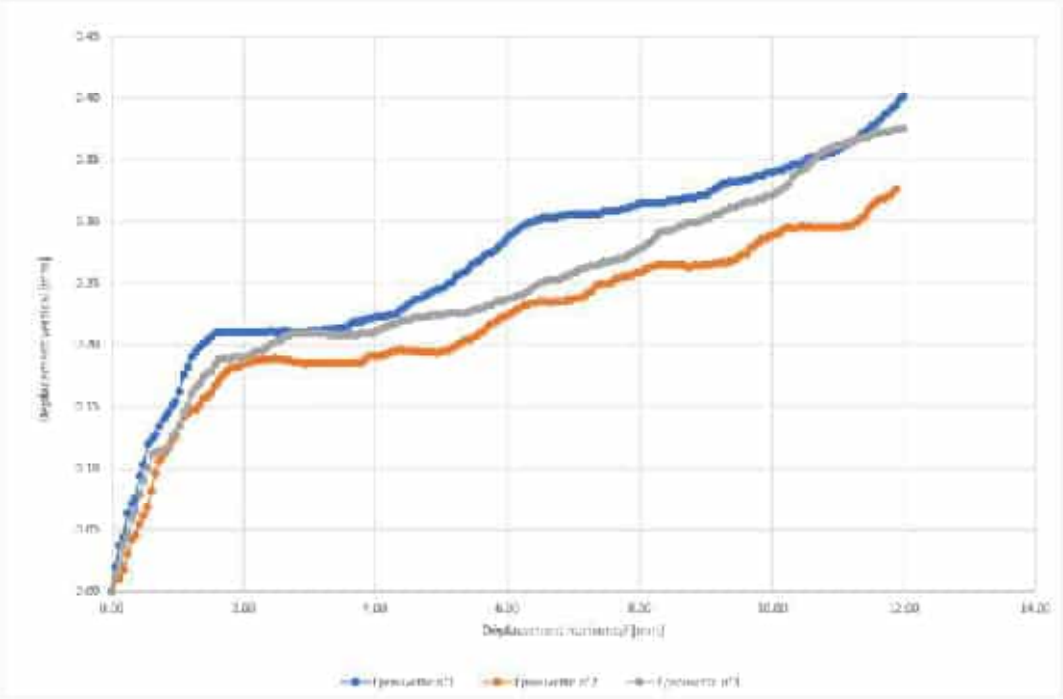
Eprouvette n°	Hauteur initiale [mm]	Largeur [mm]	Remaniement	Contrainte verticale [kPa]	Résistance τ [kPa]	Déplacement horizontal à la rupture [mm]	Ø max des grains [mm]
1	20	60	aucun	100	98.71	2.77	<1
2	20	60	aucun	150	101.16	2.84	2
3	20	60	aucun	200	129.83	3.13	3

Cohésion interne effective c' [kPa]: 8.1
Angle de frottement interne φ' [°]: 31.5

Reproduction partielle interdite sans l'accord de De Cerenville Géotechnique SA – Le rapport ne concerne que l'objet soumis à l'essai

ELOB / 18	Cisaillement direct à la boîte	DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE





Reproduction partielle interdite sans l'accord de De Cerenville Géotechnique SA - Le rapport ne concerne que l'objet soumis à l'essai

Rapp.EL11.15731-2	**Compression simple**	DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Mandat: 15731-2	Date: 23.02.2024
Provenance: Nyon	Echantillon: E12.7
Sondage: S102	Exécuté par: AH

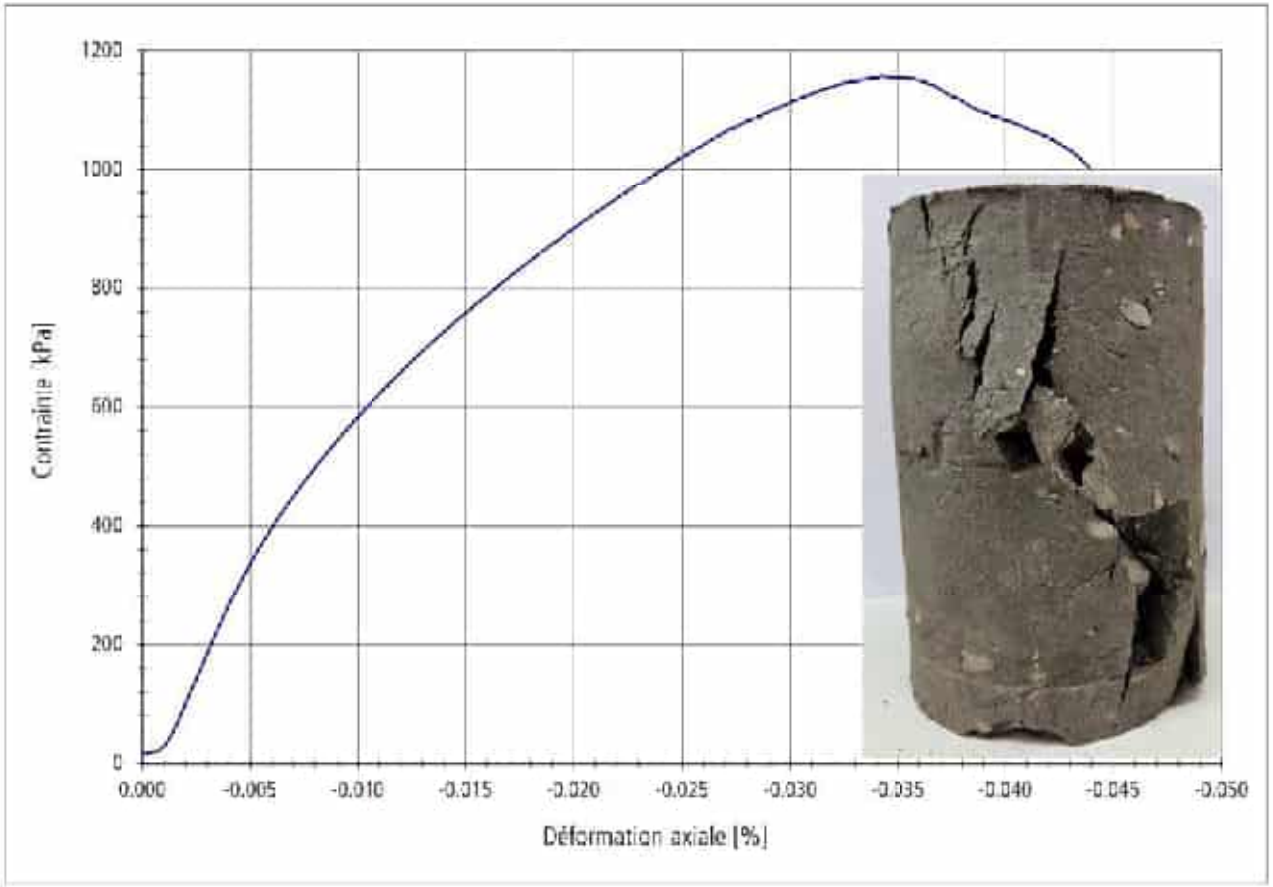
Caractéristiques de l'éprouvette	
h:	183 mm
∅:	90 mm
M:	2913.03 g

V:	0.001164196 m^3
$\rho_\square$:	2.502 t/m^3
ρ_d:	2.322 t/m^3
w:	7.8 %
$\varnothing_{max}$:	27 mm
Remaniement:	Scié

Résultats de l'essai		
Vitesse d'écrasement:	0.90 mm/min	
soit:	0.5	% de h/min
P:	7.35912037	kN
Δh_p	6.27008728	mm

q_u =	**1.20**	**MPa**
$E_{50\%}$ =	**58.5**	**MPa**
ε_{max}=	**-0.034**	**[]**

Moraine de fond



Reproduction partielle interdite sans l'accord de De Cérenville Géotechnique SA
Le rapport ne concerne que l'objet soumis à l'essai

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Rapp.EIS. 15731

Client

Raison sociale :	ISR Injectobohr SA
Nom, prénom :	Jacques Mottaz
Adresse :	Route de St-Marcel 17
Ville :	1373 Chavornay

Mandant

Raison sociale :	ISR Injectobohr SA
Nom, prénom :	Jacques Mottaz
Adresse :	Route de St-Marcel 17
Ville :	1373 Chavornay

Site

Localisation :	Nyon
Nom de l'ouvrage :	Gare CFF

Programme de mesures

Auteur du programme de mesures :	Fabrice Dupray, DCG SA
Dates des mesures	15.10.2023 - 25.01.2024
Opérateur :	LP / LPG / ISR

Liste des essais commandés (avec mention de la norme en vigueur) :

- Essai au pénétromètre dynamique lourd (NF P 94-115)

Remarques (Ecarts aux normes, conditions particulières de travail, essais sous-traités, etc.)

- Un second, et un troisième point a été réalisé sur le P12 (refus à 2.20m sur le premier, et à 0.40m sur le second).
- Un second point a été réalisé sur le P20 (tiges déviées à 0.80m sur le premier).

Note : Le Service d'Essais et Mesures (SEM) de De Cérenville Géotechnique SA n'est pas responsable de la pose et du fonctionnement des équipements qu'il n'a pas installés.

Annexes

- Liste des symboles utilisés (2 pages)
- Tableau(x) et graphique(s) d'essais de pénétration (30 pages)

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE SA

Paul-Henri Marguet (Qualified Signature) 2024.02.12 08:10:49+01'00'

Laurent Perret-Gentil (Qualified Signature) 2024.02.09 17:15:12+01'00'

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE 7

Notation des résultats d'essais - symboles de mécanique des sols
(selon norme SN 670 300)

Conditionnement des échantillons:

CP	Carotte paraffinée
C	Carotte non paraffinée
VR	Echantillon en vrac
SP	Sac plastique
B	Bidon

Caractéristiques d'état:

w	Teneur en eau [%]
ρ	Masse volumique du sol [t/m³]
ρ_d	Masse volumique du sol sec [t/m³]
ρ_s	Masse volumique des particules solides [t/m³]
e	Indice de vide [-]
n	Porosité [-]
S_r	Degré de saturation [%]
w_l	Limite de liquidité d'Atterberg [%]
w_p	Limite de plasticité d'Atterberg [%]
I_p	Indice de plasticité d'Atterberg [%]
I_l	Indice de liquicité d'Atterberg [%]
Pp	Essai pas possible, teneur en sable trop élevée
MB	Valeur de bleu de méthylène, colorant [g] par [kg] de la fraction 0/2mm

Granulométrie:

d_{10}, d_{60}	Diamètre au-dessous duquel se trouve le 10 [%], resp. le 60 [%] de la masse du sol sec [mm]
d_{max}	Diamètre maximum des grains [mm]
C_c	Coefficient de courbure [-]
C_U	Coefficient d'uniformité [-]

Résistance mécanique:

ϕ_u	Angle de frottement apparent [°] (essai non drainé, rapide, UU ou CU)
c_u	Cohésion apparente [kPa]
ϕ'	Angle de frottement effectif [°] (essai consolidé, drainé, lent, CD)
c'	Cohésion effective [kPa]
ϕ'_R	Angle de frottement résiduel [°]
c'_R	Cohésion résiduelle [kPa]
c_r	Cohésion remaniée [kPa]
c_{VS}	Résistance au scissomètre [kPa]
déf. ang.	Déformation angulaire à la valeur c_{VR} [°]
q_{up}	Résistance au pénétromètre de poche [kPa]
q_u	Résistance à la compression simple [MPa]
ε	Accourcissement spécifique à la valeur q_u [%]
q_t	Essai de traction indirecte (essai brésilien) (sur roche) [MPa]
q_d	Résistance dynamique de pointe [MPa]
I_s	Indice de résistance de l'essai de résistance ponctuel (Point Load Test) (sur roche) [MPa]
$I_{s(50)}$	Indice de résistance de l'essai de résistance ponctuel (Point Load Test) correspondant à un diamètre de 50[mm] (sur roche) [MPa]

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE 7

Compressibilité:

m_v	Coefficient de compressibilité [m²/MN] Indice 0-1 = de 0 à 0.1 [MPa]; 1-2 = de 0.1 à 0.2 [MPa]
C_c	Indice de compression [-]
C_s	Indice de gonflement [-]
c_v	Coefficient de consolidation [m²/s]
σ'_{v0}	Contrainte verticale effective appliquée à l'éprouvette (en place)
σ'_p	Contrainte verticale effective de préconsolidation
σ_g	Pression de gonflement

Compactage:

w_{opt}	Teneur en eau optimale (Proctor) [%]
$\rho_{d\,opt}$	Masse volumique optimale du sol sec [t/m³]
$S_{r\,opt}$	Degré de saturation correspondant à l'optimum de Proctor [%]
W_c	Energie de compactage [MJ/m³]
CBR_1	Coefficient CBR immédiatement après compactage [%]
CBR_2	Coefficient CBR selon ASTM (saturé) [%]
CBR_{2p}	Coefficient CBR avec le pénétromètre [%]

Autres symboles couramment utilisés:

k	Coefficient de perméabilité [m/s]
M_E ou E_v	Module de compressibilité à l'essai de plaque M_E et E_v [MPa]
E	Module d'élasticité [MPa] (module de Young)

Correspondances avec les anciennes unités:

1 [kg/cm²] = 10 [t/m²] = 98.1 [kN/m²] ou [kPa] = 0.0981 [MN/m²] ou [N/mm²]
1 [kg/dm³] = 1 [t/m³] = 9.81 [kN/m³]
1 [kg·m] = 9.81 [N·m] = 9.81 [J]

Rapp.EIS06.15731	Pénétromètre dynamique	DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Mandat: 15731 Localisation: Nyon Date: 30.10.2023

Essai n°: P1 Ouvrage/profil: Gare CFF Opérateur: LP + ISR

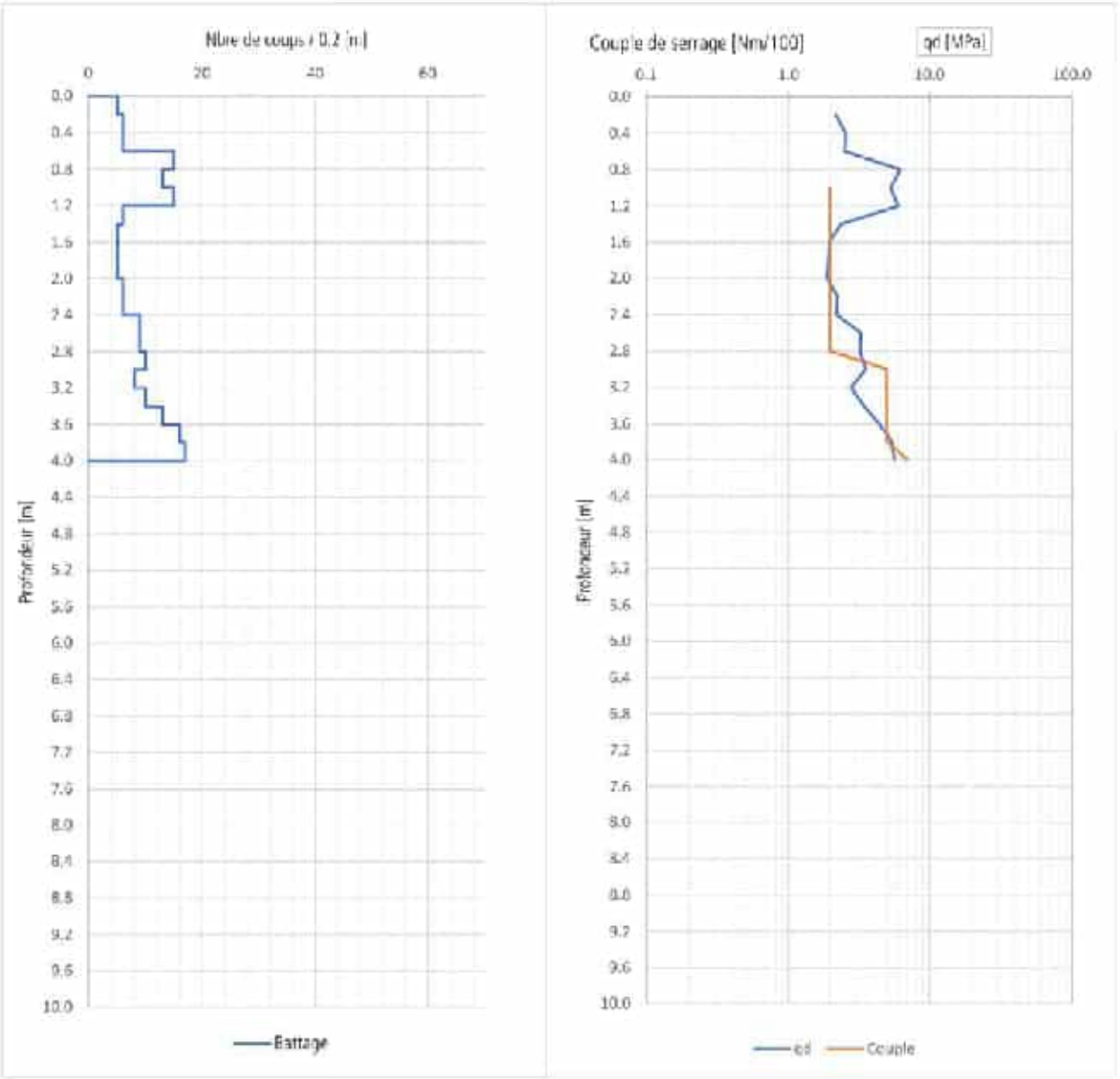
Météo: Beau

Température: 13.0°C

Appareillage: DPH Strassentest Type de pointe: Pointe fixe

pointes	*0.7kg*	*20 cm2*	*45°*
tiges	*Ø 32mm*	*1m*	*6kg*
mouton	*52.0kg*	*2.93*	*15.095*
chute	*0.5m*		

Observation(s): Profondeur demandée atteinte, arrêt de l'essai



Reproduction partielle interdite sans l'accord de De Cérenville Géotechnique SA
Le rapport ne concerne que l'objet soumis à l'essai

Rapp.EIS06.15731	Pénétromètre dynamique	DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Mandat: 15731 Localisation: Nyon Date: 30.10.2023

Essai n°: P2 Ouvrage/profil: Gare CFF Opérateur: LP + ISR

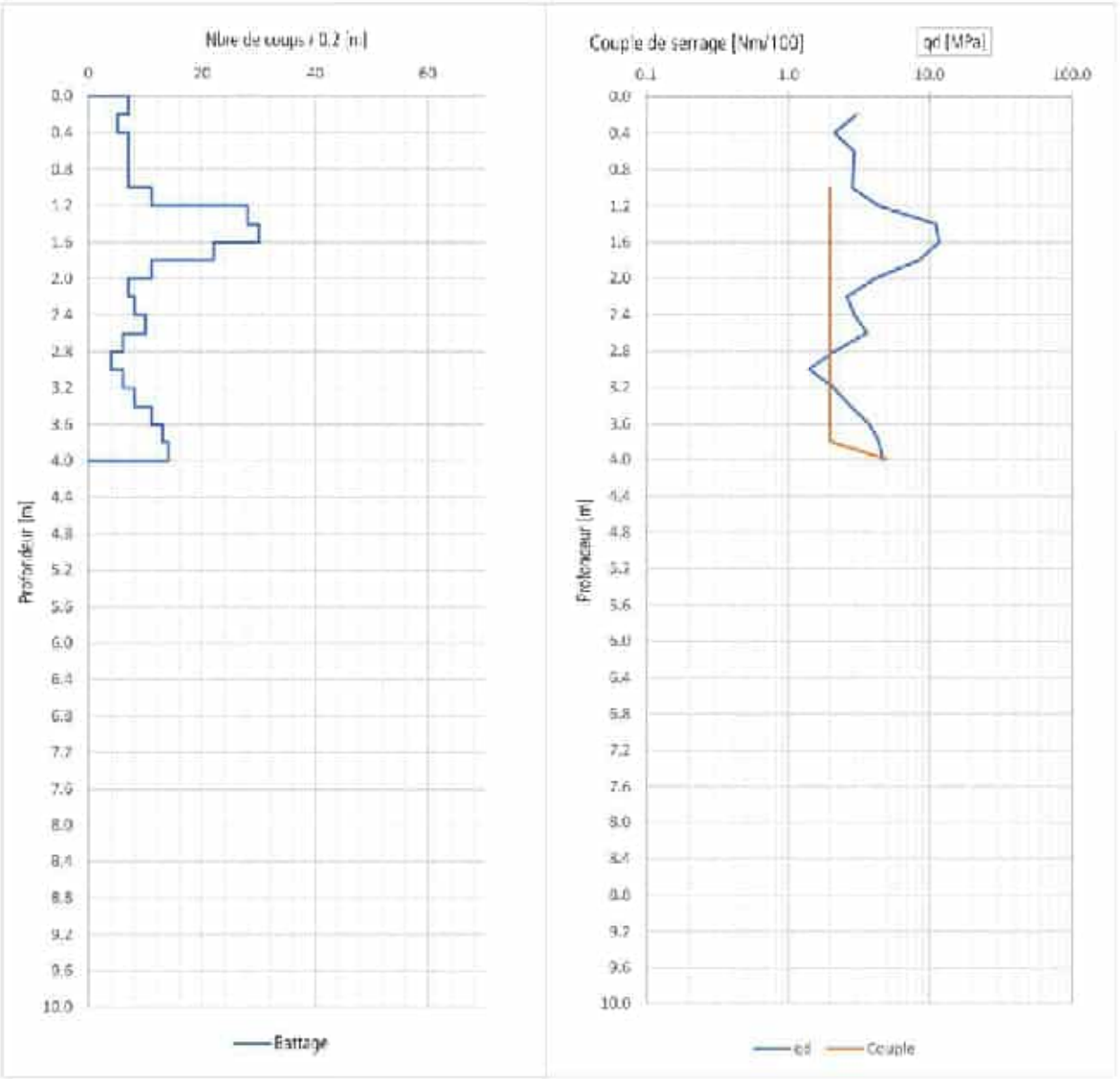
Météo: Beau

Température: 13.0°C

Appareillage: DPH Strassentest Type de pointe: Pointe fixe

pointes	*0.7kg*	*20 cm2*	*45°*
tiges	*Ø 32mm*	*1m*	*6kg*
mouton	*52.0kg*	*2.93*	*15.095*
chute	*0.5m*		

Observation(s): Profondeur demandée atteinte, arrêt de l'essai



Reproduction partielle interdite sans l'accord de De Cérenville Géotechnique SA
Le rapport ne concerne que l'objet soumis à l'essai

Rapp.EIS06.15731	Pénétromètre dynamique	DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Mandat: 15731 Localisation: Nyon Date: 30.10.2023

Essai n°: P3 Ouvrage/profil: Gare CFF Opérateur: LP + ISR

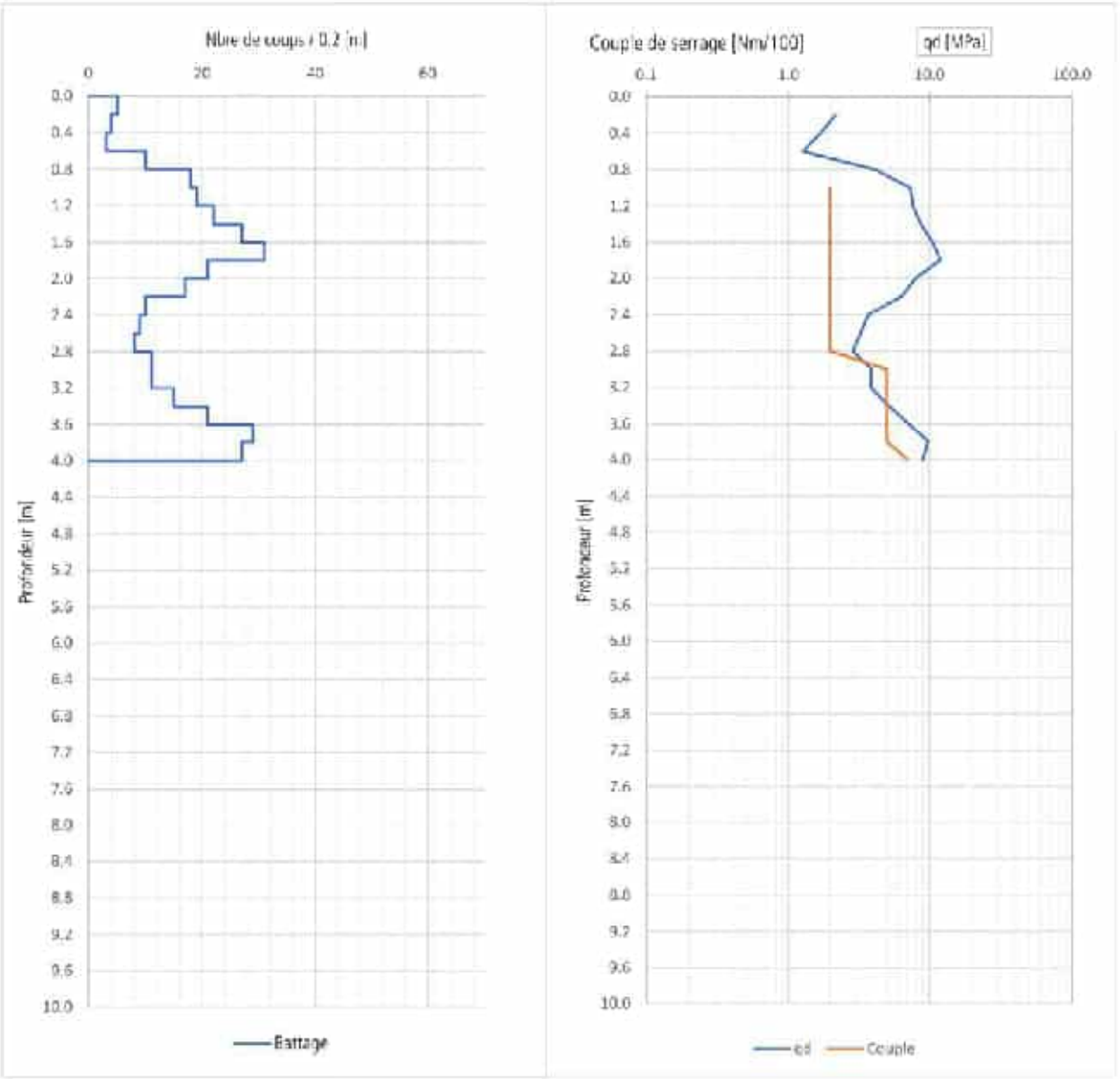
Météo: Beau

Température: 13.0°C

Appareillage: DPH Strassentest Type de pointe: Pointe fixe

pointes	*0.7kg*	*20 cm2*	*45°*
tiges	*Ø 32mm*	*1m*	*6kg*
mouton	*52.0kg*	*2.93*	*15.095*
chute	*0.5m*		

Observation(s): Profondeur demandée atteinte, arrêt de l'essai



Reproduction partielle interdite sans l'accord de De Cérenville Géotechnique SA
Le rapport ne concerne que l'objet soumis à l'essai

Rapp.EIS06.15731	Pénétromètre dynamique	DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Mandat: 15731 Localisation: Nyon Date: 04.12.2023

Essai n°: P4 Ouvrage/profil: Gare CFF Opérateur: LPG + ISR

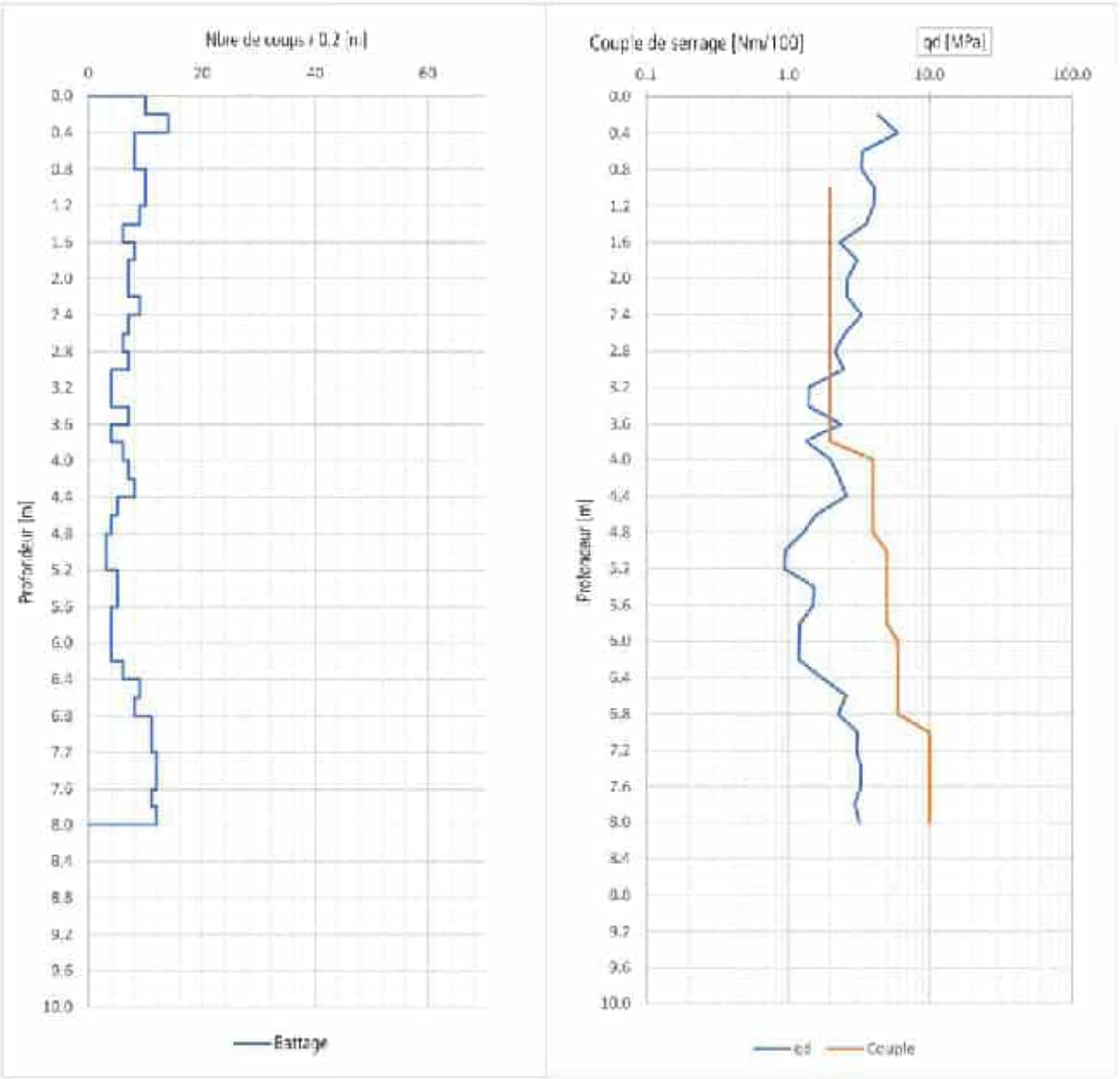
Météo: Beau

Température: -2.0°C

Appareillage: DPH Strassentest Type de pointe: Pointe fixe

pointes	*0.7kg*	*20 cm2*	*45°*
tiges	*Ø 32mm*	*1m*	*6kg*
mouton	*52.0kg*	*2.93*	*15.095*
chute	*0.5m*		

Observation(s): Profondeur demandée atteinte, arrêt de l'essai



Reproduction partielle interdite sans l'accord de De Cérenville Géotechnique SA
Le rapport ne concerne que l'objet soumis à l'essai

Rapp.EIS06.15731	Pénétromètre dynamique	DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Mandat: 15731 Localisation: Nyon Date: 16.10.2023

Essai n°: P5 Ouvrage/profil: Gare CFF Opérateur: LP + ISR

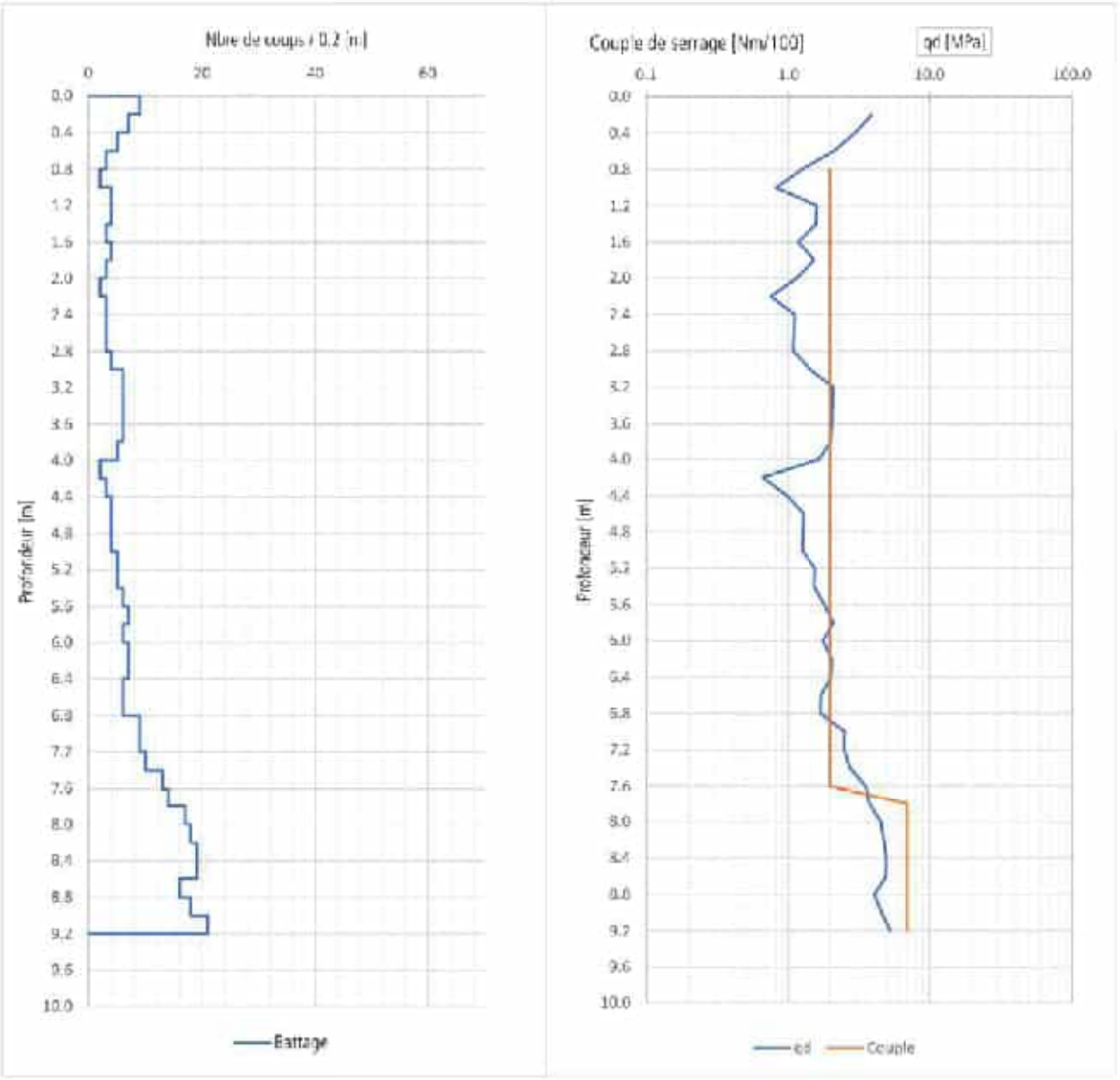
Météo: Beau

Température: 10.0°C

Appareillage: DPH Strassentest Type de pointe: Pointe fixe

pointes	*0.7kg*	*20 cm2*	*45°*
tiges	*Ø 32mm*	*1m*	*6kg*
mouton	*52.0kg*	*2.93*	*15.095*
chute	*0.5m*		

Observation(s): 4 coups pour 2 cm puis refus net (triple rebond du mouton) à 9.22m



Reproduction partielle interdite sans l'accord de De Cérenville Géotechnique SA
Le rapport ne concerne que l'objet soumis à l'essai

Rapp.EIS06.15731	Pénétromètre dynamique	DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Mandat: 15731 Localisation: Nyon Date: 16.10.2023

Essai n°: P6 Ouvrage/profil: Gare CFF Opérateur: LP + ISR

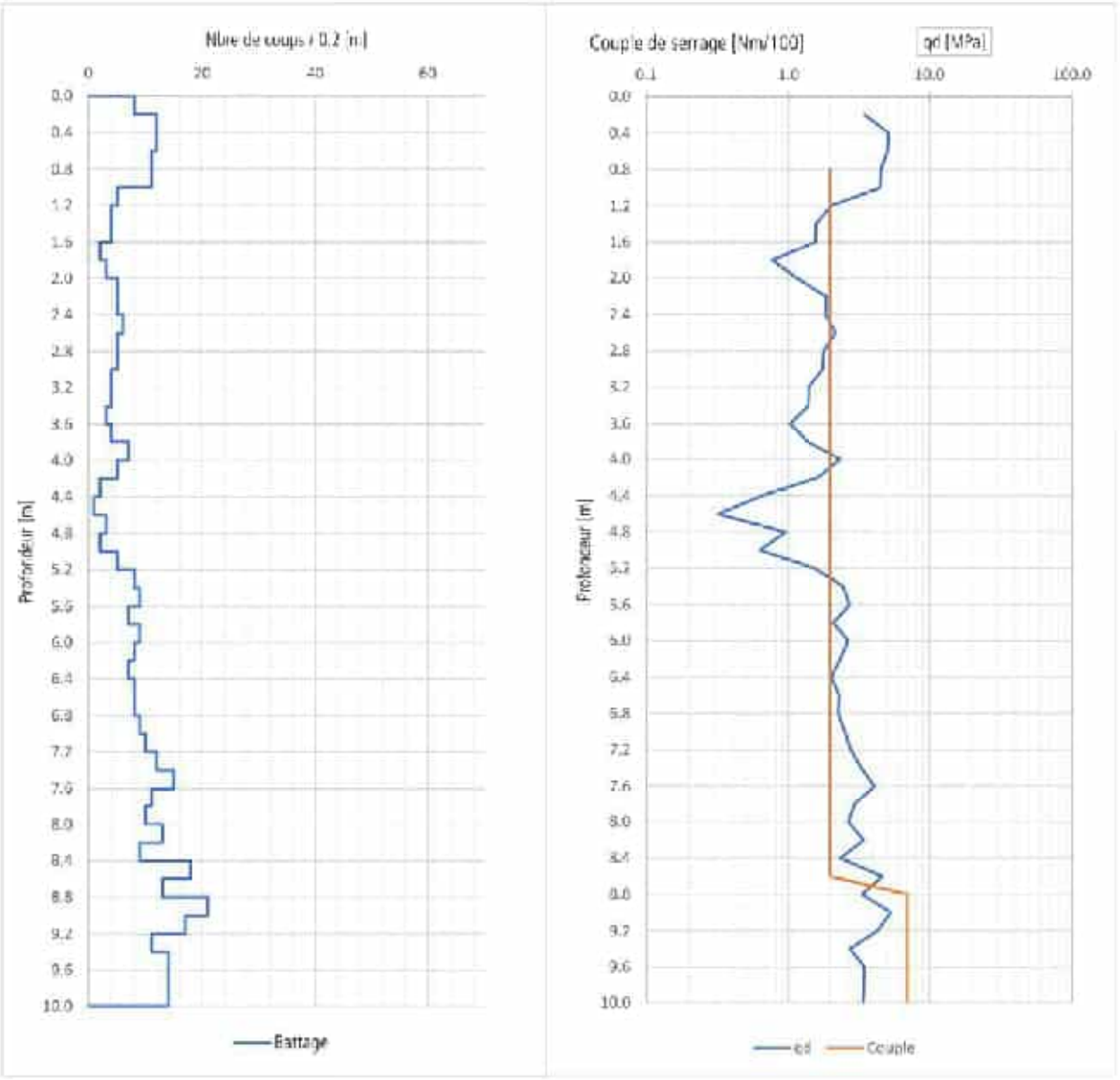
Météo: Beau

Température: 10.0°C

Appareillage: DPH Strassentest Type de pointe: Pointe fixe

pointes	*0.7kg*	*20 cm2*	*45°*
tiges	*Ø 32mm*	*1m*	*6kg*
mouton	*52.0kg*	*2.93*	*15.095*
chute	*0.5m*		

Observation(s): Profondeur demandée atteinte, arrêt de l'essai



Reproduction partielle interdite sans l'accord de De Cérenville Géotechnique SA
Le rapport ne concerne que l'objet soumis à l'essai

Rapp.EIS06.15731	Pénétromètre dynamique	DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Mandat: 15731 Localisation: Nyon Date: 04.12.2023

Essai n°: P7 Ouvrage/profil: Gare CFF Opérateur: LPG + ISR

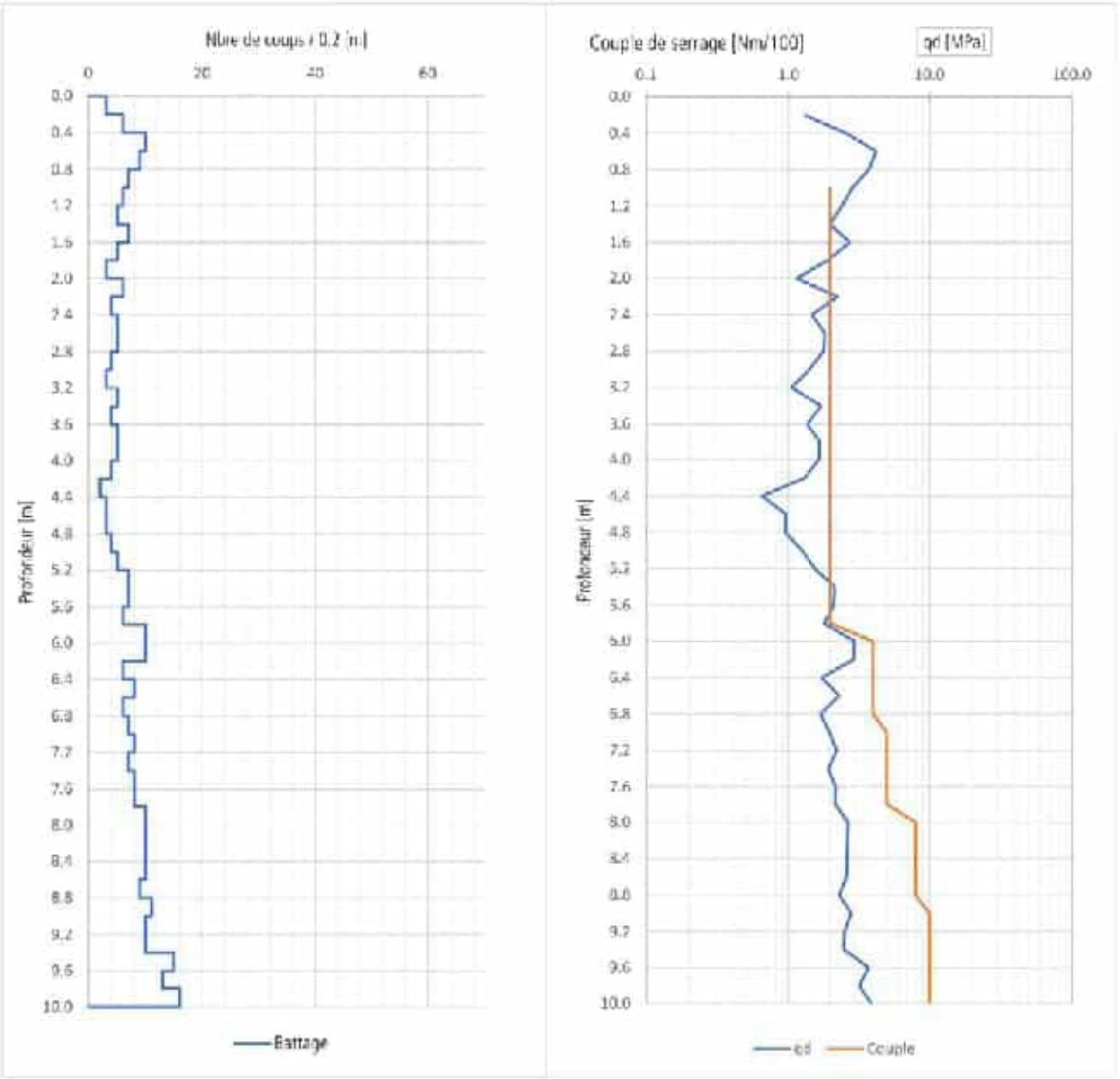
Météo: Beau

Température: -2.0°C

Appareillage: DPH Strassentest Type de pointe: Pointe fixe

pointes	*0.7kg*	*20 cm2*	*45°*
tiges	*Ø 32mm*	*1m*	*6kg*
mouton	*52.0kg*	*2.93*	*15.095*
chute	*0.5m*		

Observation(s): Profondeur demandée atteinte, arrêt de l'essai



Reproduction partielle interdite sans l'accord de De Cérenville Géotechnique SA
Le rapport ne concerne que l'objet soumis à l'essai

Rapp.EIS06.15731	Pénétromètre dynamique	DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Mandat: 15731 Localisation: Nyon Date: 15.12.2023

Essai n°: P22 Ouvrage/profil: Gare CFF Opérateur: LP + ISR

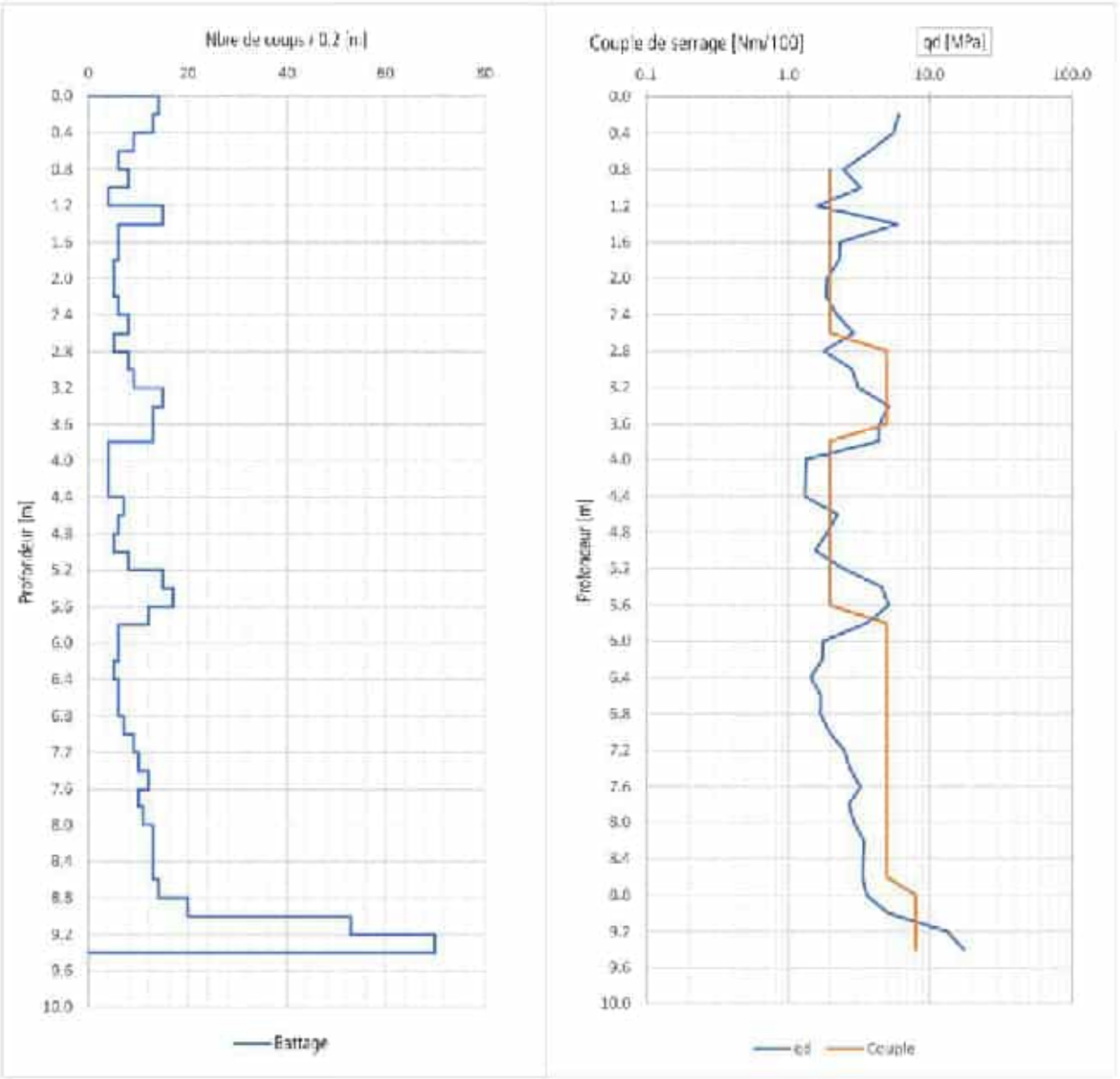
Météo: Beau

Température: 10.0°C

Appareillage: DPH Strassentest Type de pointe: Pointe fixe

pointes	*0.7kg*	*20 cm2*	*45°*
tiges	*Ø 32mm*	*1m*	*6kg*
mouton	*52.0kg*	*2.93*	*15.095*
chute	*0.5m*		

Observation(s): Terrain trop dur, arrêt de l'essai 59.40m



Reproduction partielle interdite sans l'accord de De Cérenville Géotechnique SA
Le rapport ne concerne que l'objet soumis à l'essai

Rapp.EIS06.15731	Pénétromètre dynamique	DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Mandat: 15731 Localisation: Nyon Date: 15.12.2023

Essai n°: P23 Ouvrage/profil: Gare CFF Opérateur: LP + ISR

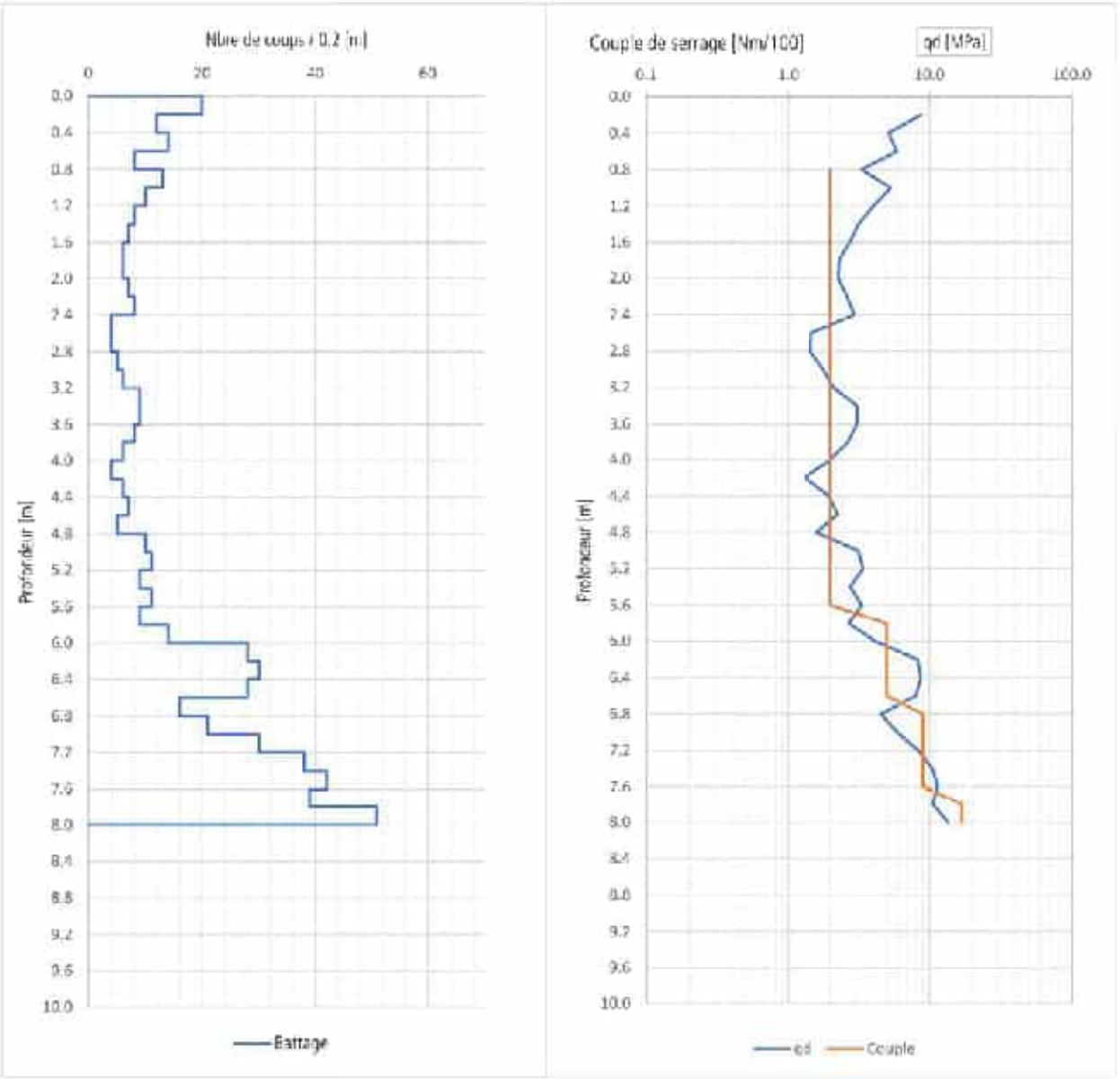
Météo: Beau

Température: 10.0°C

Appareillage: DPH Strassentest Type de pointe: Pointe fixe

pointes	*0.7kg*	*20 cm2*	*45°*
tiges	*Ø 32mm*	*1m*	*6kg*
mouton	*52.0kg*	*2.93*	*15.095*
chute	*0.5m*		

Observation(s): Profondeur demandée atteinte, arrêt de l'essai



Reproduction partielle interdite sans l'accord de De Cérenville Géotechnique SA
Le rapport ne concerne que l'objet soumis à l'essai

Rapp.EIS06.15731	Pénétromètre dynamique	DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Mandat: 15731 Localisation: Nyon Date: 15.12.2023

Essai n°: P24 Ouvrage/profil: Gare CFF Opérateur: LP + ISR

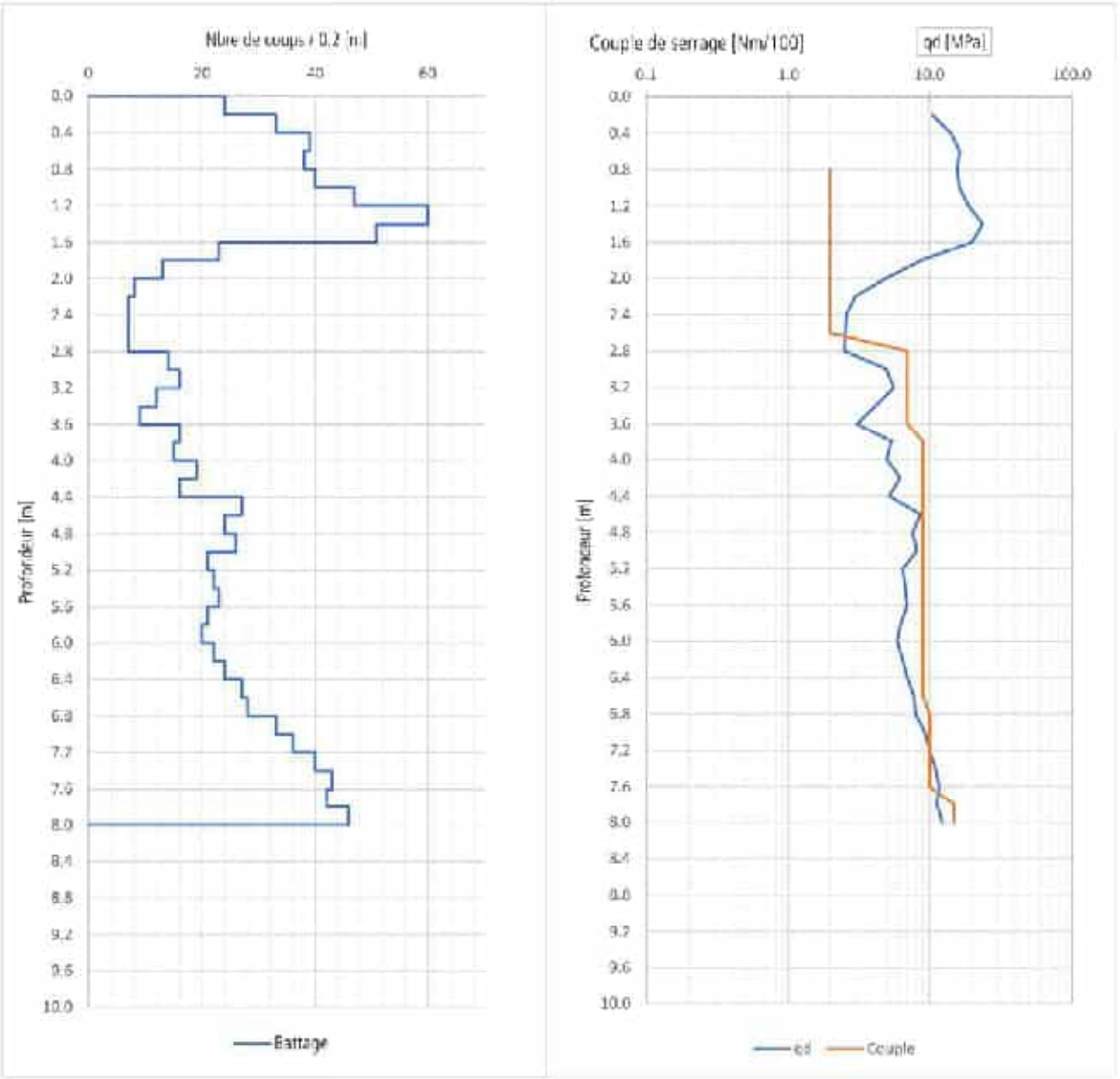
Météo: Beau

Température: 10.0°C

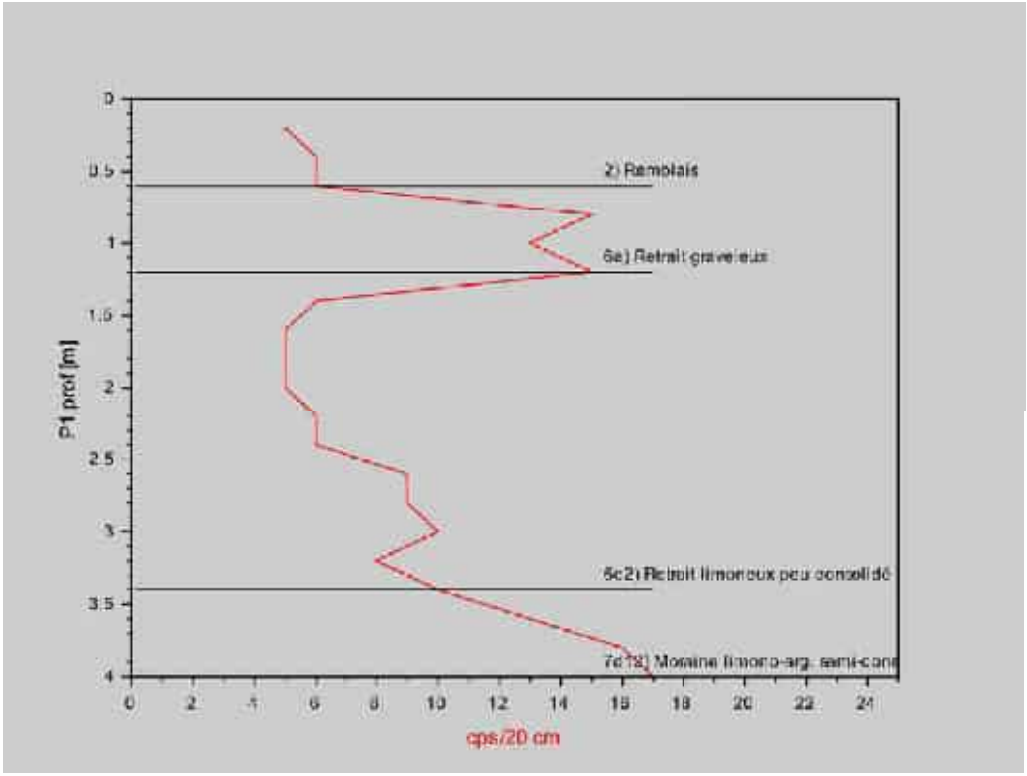
Appareillage: DPH Strassentest Type de pointe: Pointe fixe

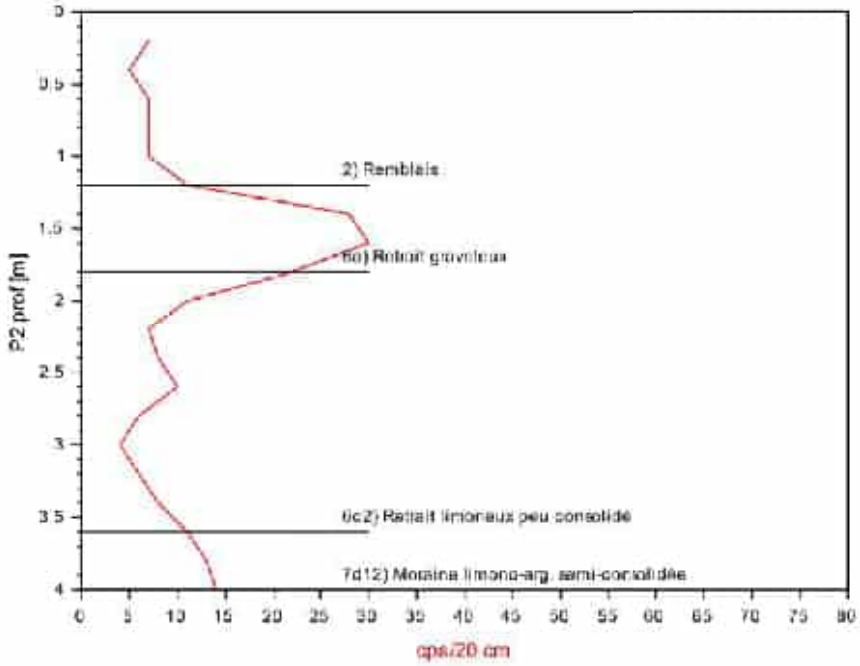
pointes	*0.7kg*	*20 cm2*	*45°*
tiges	*Ø 32mm*	*1m*	*6kg*
mouton	*52.0kg*	*2.93*	*15.095*
chute	*0.5m*		

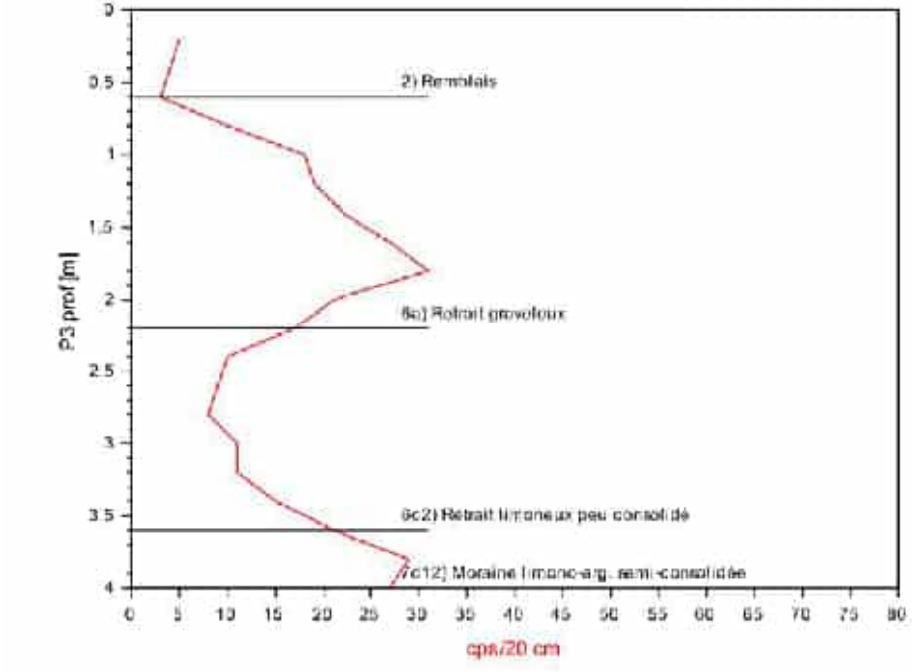
Observation(s): Profondeur demandée atteinte, arrêt de l'essai

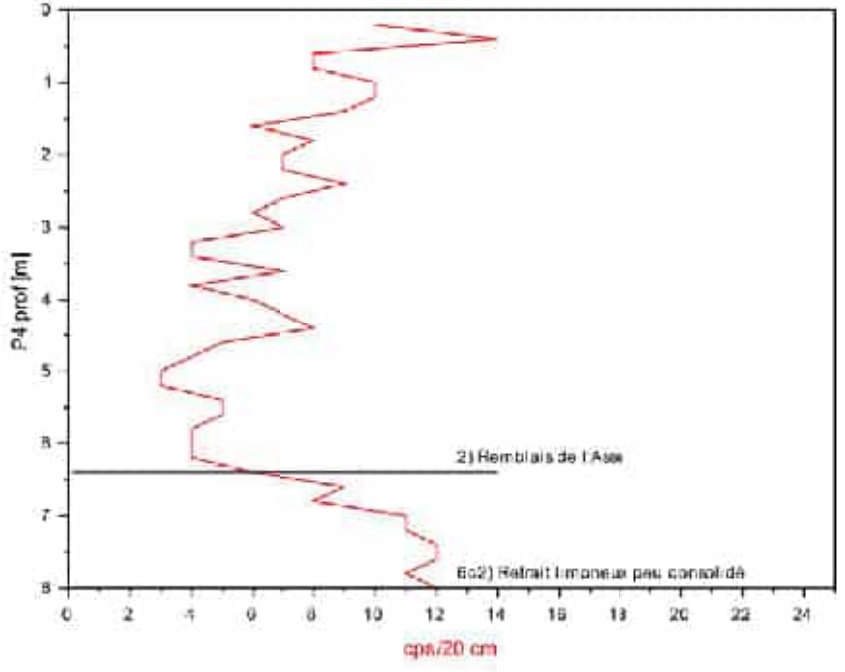


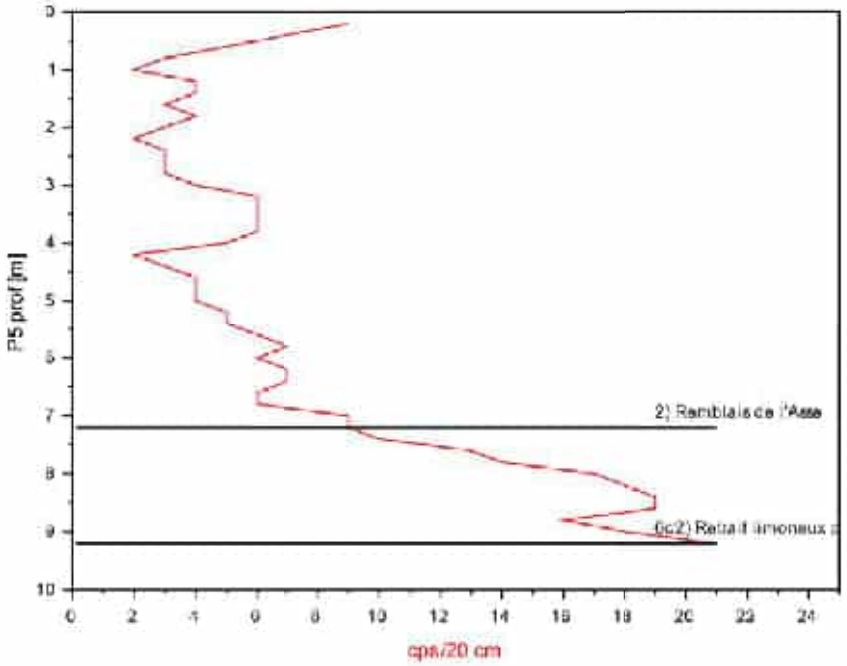
Reproduction partielle interdite sans l'accord de De Cérenville Géotechnique SA
Le rapport ne concerne que l'objet soumis à l'essai

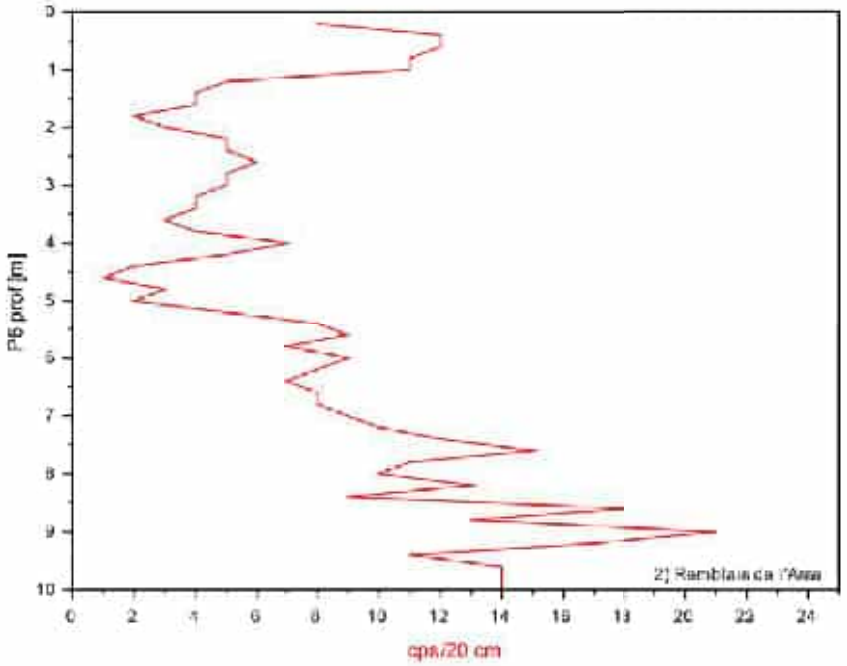

P1 prof [m]
2) Remblais
6a) Retrait graveleux
6c2) Retrait limoneux peu consolidé
7d12) Moraine limono-arg. semi-cons
cps/20 cm

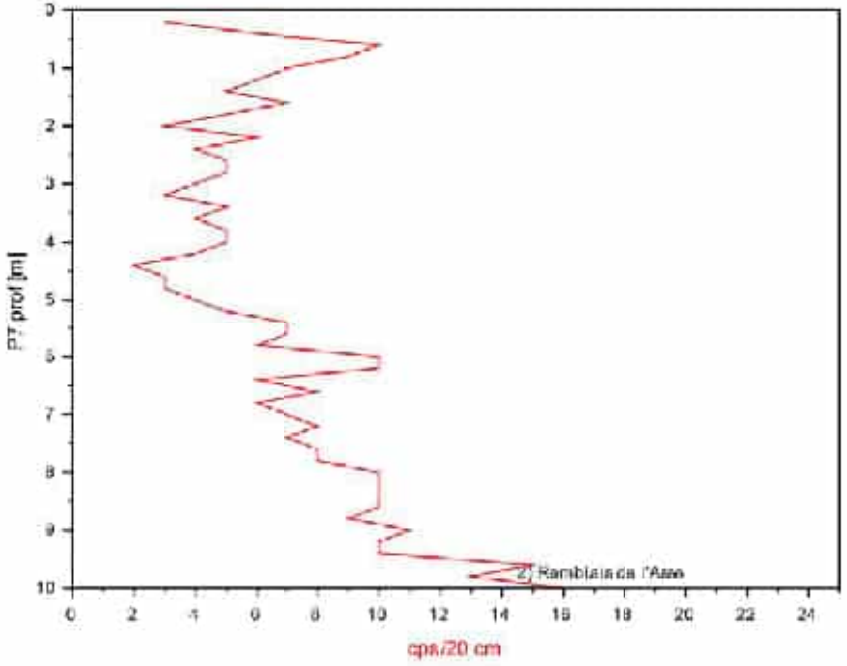

P2 prof [m]
2) Remblais
6a) Retrait graveleux
6c2) Retrait limoneux peu consolidé
7d12) Moraine limono-arg. semi-consolidée
cps/20 cm

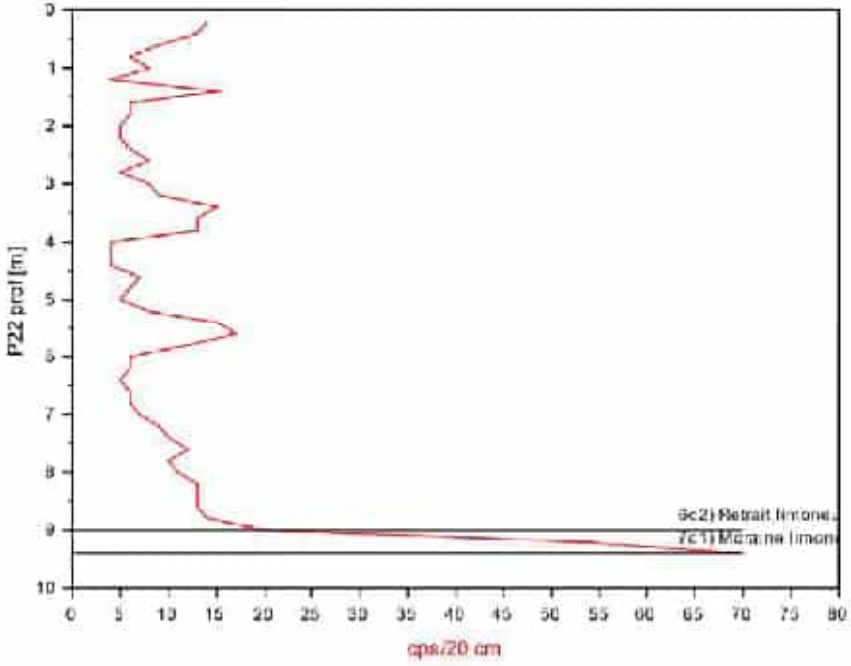

P3 prof [m]
2) Remblais
6a) Retrait graveleux
6c2) Retrait limoneux peu consolidé
7c12) Moraine limono-arg. semi-consolidée
cps/20 cm

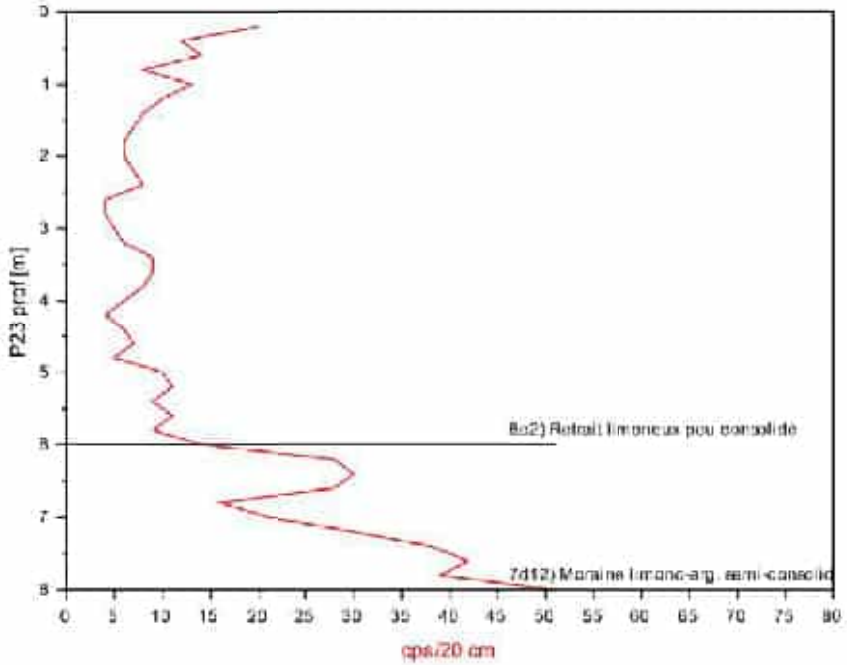

P4 prof [m]
2) Remblais de l'Aisne
6c2) Retrait limoneux peu consolidé
cps/20 cm

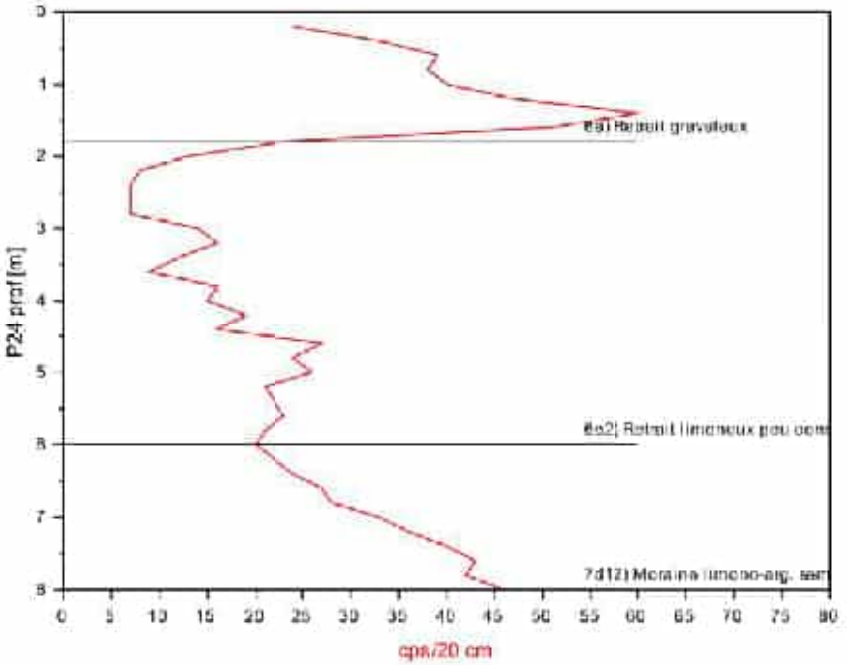

P5 prof [m]
2) Remblais de l'Asse
6c2) Retrait limoneux
cps/20 cm


P6 prof [m]
2) Remblais de l'Asse
cps/20 cm


P7 prof [m]
2) Remblais de l'Asse
cps/20 cm


P22 prof [m]
6c2) Retrait limone
7c1) Moraine limon
cps/20 cm


P23 prof [m]
8a2) Retrait limoneux peu consolidé
7d12) Moraine limono-arg. semi-consolid
qps/20 cm


P24 prof [m]
8a1) Retrait gravelleux
8a2) Retrait limoneux peu cons
7d12) Moraine limono-arg. ser
qps/20 cm

Formation géologique : 2) Remblais

Essais in situ			Nb essais	Min	Max	Moyenne	Ecart type	Compacité/ Consistance
Essai	abbr.	unité						
Pénétromètre de poche	q_{up}	[kPa]						
Scissomètre de poche	c_{us}	[kPa]						
Essai SPT	N_{SPT}	[cps/30cm]						
Pénétromètre dyn très lourd DPSH-B (Apafor100)	qd	[MPa]						
Pénétromètre dyn lourd DPH (Strassentest)	N_{20}	[cps/20cm]	12	3	11	6	2	Lâche / Ferme
Pénétromètre Von Moos	$N_{VonMoos}$	[cps/20cm]	1	4	4	4	0	Très lâche / mou
CPTU - résistance en pointe	q_c	[MPa]						
CPTU - frottement latéral	f_s	[MPa]						
Essais de plaque dynamique	E_{vd}	[MN]						
Essais de plaque statique	ME	[MPa]						
Essai CBR	CBR	[%]						

Essais en laboratoire - ROCHE			Nb essais	Valeur(s)
Essai	abbr.	unité		
Teneur en eau	w	[%]		
Masse volumique de la roche	ρ	[t/m^3]		
Résistance à la compression simple	σ_c	[MPa]		
Module d'elasticité (à 50% de la contrainte)	E_{50}	[MPa]		
Résistance à la traction (brésilien)	σ_t	[MPa]		
Résistance à l'essai ponctuel	I_s	[MPa]		
Abrasivité	Index ICA	[-]		

Essais en laboratoire - SOL			Nb essais	Valeur(s)
Essai	abbr.	unité		
Teneur en eau	w	[%]		
Masse volumique du sol	ρ	[t/m^3]		
Masse volumique du sol sec	ρ_d	[t/m^3]		
Masse volumique particules solides	ρ_s	[t/m^3]		
Teneur en matière organique	LOI	[%]		
Limite de liquidité d'Atterberg	w_L	[%]		
Limite de plasticité d'Atterberg	w_P	[%]		
Indice de plasticité d'Atterberg	I_P	[%]		
Granulométrie	Argile	[%]		
	Limon	[%]		
	Sable	[%]		
	Gravier	[%]		
	Pierre	[%]		
	Ø max	[mm]		
Perméabilité selon Hazen	k	[m/s]		
Angle de frottement apparent	ϕ_u	[°]		
Cohésion apparente	c_u	[kPa]		
Angle de frottement effectif	ϕ'	[°]		
Cohésion effective	c'	[kPa]		
Contrainte apparente	σ_u	[kPa]		
Contrainte effective	σ'	[kPa]		
Indice de compressibilité	Cc	[-]		
Indice de gonflement	Cs	[-]		
Résistance à la compression simple	σ_c	[MPa]		

Formation géologique : 2) Remblais de la valée de l'Asse

Essais in situ			Nb essais	Min	Max	Moyenne	Ecart type	Compacité/ Consistance
Essai	abbr.	unité						
Pénétromètre de poche	q_{up}	[kPa]						
Scissomètre de poche	c_{us}	[kPa]						
Essai SPT	N_{SPT}	[cps/30cm]						
Pénétromètre dyn très lourd DPSH-B (Apafor100)	$_{qd}$	[MPa]						Lâche / Ferme
Pénétromètre dyn lourd DPH (Strassentest)	N_{20}	[cps/20cm]	168	1	21	7	4	
Pénétromètre dyn léger DPL (Kodiak)	$_{qd}$	[MPa]						
CPTU - résistance en pointe	q_c	[MPa]						
CPTU - frottement latéral	f_s	[MPa]						
Essais de plaque dynamique	E_{vd}	[MN]						
Essais de plaque statique	ME	[MPa]						
Essai CBR	CBR	[%]						

Essais en laboratoire - ROCHE			Nb essais	Valeur(s)
Essai	abbr.	unité		
Teneur en eau	w	[%]		
Masse volumique de la roche	ρ	[t/m^3]		
Résistance à la compression simple	σ_c	[MPa]		
Module d'elasticité (à 50% de la contrainte)	E_{50}	[MPa]		
Résistance à la traction (brésilien)	σ_t	[MPa]		
Résistance à l'essai ponctuel	I_s	[MPa]		
Abrasivité	Index ICA	[-]		

Essais en laboratoire - SOL			Nb essais	Valeur(s)
Essai	abbr.	unité		
Teneur en eau	w	[%]		
Masse volumique du sol	ρ	[t/m^3]		
Masse volumique du sol sec	ρ_d	[t/m^3]		
Masse volumique particules solides	ρ_s	[t/m^3]		
Teneur en matière organique	LOI	[%]		
Limite de liquidité d'Atterberg	w_L	[%]		
Limite de plasticité d'Atterberg	w_P	[%]		
Indice de plasticité d'Atterberg	I_P	[%]		
Granulométrie	Argile	[%]		
	Limon	[%]		
	Sable	[%]		
	Gravier	[%]		
	Pierre	[%]		
	Ø max	[mm]		
Perméabilité selon Hazen	k	[m/s]		
Angle de frottement apparent	ϕ_u	[°]		
Cohésion apparente	c_u	[kPa]		
Angle de frottement effectif	ϕ'	[°]		
Cohésion effective	c'	[kPa]		
Contrainte apparente	σ_u	[kPa]		
Contrainte effective	σ'	[kPa]		
Indice de compressibilité	$_{Cc}$	[-]		
Indice de gonflement	$_{Cs}$	[-]		
Résistance à la compression simple	σ_c	[MPa]		

Formation géologique : 6a) Retrait graveleux

Essais in situ			Nb essais	Min	Max	Moyenne	Ecart type	Compacité/ Consistance
Essai	abbr.	unité						
Pénétromètre de poche	q_{up}	[kPa]						
Scissomètre de poche	c_{us}	[kPa]						
Essai SPT	N_{SPT}	[cps/30cm]						
Pénétromètre dyn très lourd DPSH-B (Apafor100)	q_d	[MPa]						
Pénétromètre dyn lourd DPH (Strassentest)	N_{20}	[cps/20cm]	23	10	60	28	13	Compacité moyenne
Pénétromètre Von Moos	$N_{VonMoos}$	[cps/20cm]						
CPTU - résistance en pointe	q_c	[MPa]						
CPTU - frottement latéral	f_s	[MPa]						
Essais de plaque dynamique	E_{vd}	[MN]						
Essais de plaque statique	ME	[MPa]						
Essai CBR	CBR	[%]						

Essais en laboratoire - ROCHE			Nb essais	Valeur(s)
Essai	abbr.	unité		
Teneur en eau	w	[%]		
Masse volumique de la roche	ρ	[t/m^3]		
Résistance à la compression simple	σ_c	[MPa]		
Module d'elasticité (à 50% de la contrainte)	E_{50}	[MPa]		
Résistance à la traction (brésilien)	σ_t	[MPa]		
Résistance à l'essai ponctuel	I_s	[MPa]		
Abrasivité	Index ICA	[-]		

Essais en laboratoire - SOL			Nb essais	Valeur(s)
Essai	abbr.	unité		
Teneur en eau	w	[%]		
Masse volumique du sol	ρ	[t/m^3]		
Masse volumique du sol sec	ρ_d	[t/m^3]		
Masse volumique particules solides	ρ_s	[t/m^3]		
Teneur en matière organique	LOI	[%]		
Limite de liquidité d'Atterberg	w_L	[%]		
Limite de plasticité d'Atterberg	w_P	[%]		
Indice de plasticité d'Atterberg	I_P	[%]		
Granulométrie	Argile	[%]		
	Limon	[%]		
	Sable	[%]		
	Gravier	[%]		
	Pierre	[%]		
	Ø max	[mm]		
Perméabilité selon Hazen	k	[m/s]		
Angle de frottement apparent	ϕ_u	[°]		
Cohésion apparente	c_u	[kPa]		
Angle de frottement effectif	ϕ'	[°]		
Cohésion effective	c'	[kPa]		
Contrainte apparente	σ_u	[kPa]		
Contrainte effective	σ'	[kPa]		
Indice de compressibilité	C_c	[-]		
Indice de gonflement	C_s	[-]		
Résistance à la compression simple	σ_c	[MPa]		

Formation géologique : 6c2) Retrait limoneux peu consolidé

Essais in situ			Nb essais	Min	Max	Moyenne	Ecart type	Compacité/ Consistance
Essai	abbr.	unité						
Pénétromètre de poche	q_{up}	[kPa]						
Scissomètre de poche	c_{us}	[kPa]						
Essai SPT	N_{SPT}	[cps/30cm]						
Pénétromètre dyn très lourd DPSH-B (Apafor100)	q_d	[MPa]						
Pénétromètre dyn lourd DPH (Strassentest)	N_{20}	[cps/20cm]	137	4	27	10	5	Ferme
Pénétromètre Von Moos	$N_{VonMoos}$	[cps/20cm]						
CPTU - résistance en pointe	q_c	[MPa]						
CPTU - frottement latéral	f_s	[MPa]						
Essais de plaque dynamique	E_{vd}	[MN]						
Essais de plaque statique	ME	[MPa]						
Essai CBR	CBR	[%]						

Essais en laboratoire - ROCHE			Nb essais	Valeur(s)
Essai	abbr.	unité		
Teneur en eau	w	[%]		
Masse volumique de la roche	ρ	[t/m^3]		
Résistance à la compression simple	σ_c	[MPa]		
Module d'elasticité (à 50% de la contrainte)	E_{50}	[MPa]		
Résistance à la traction (brésilien)	σ_t	[MPa]		
Résistance à l'essai ponctuel	I_s	[MPa]		
Abrasivité	Index ICA	[-]		

Essais en laboratoire - SOL			Nb essais	Valeur(s)
Essai	abbr.	unité		
Teneur en eau	w	[%]		
Masse volumique du sol	ρ	[t/m^3]		
Masse volumique du sol sec	ρ_d	[t/m^3]		
Masse volumique particules solides	ρ_s	[t/m^3]		
Teneur en matière organique	LOI	[%]		
Limite de liquidité d'Atterberg	w_L	[%]		
Limite de plasticité d'Atterberg	w_P	[%]		
Indice de plasticité d'Atterberg	I_P	[%]		
Granulométrie	Argile	[%]		
	Limon	[%]		
	Sable	[%]		
	Gravier	[%]		
	Pierre	[%]		
	Ø max	[mm]		
Perméabilité selon Hazen	k	[m/s]		
Angle de frottement apparent	ϕ_u	[°]		
Cohésion apparente	c_u	[kPa]		
Angle de frottement effectif	ϕ'	[°]		
Cohésion effective	c'	[kPa]		
Contrainte apparente	σ_u	[kPa]		
Contrainte effective	σ'	[kPa]		
Indice de compressibilité	C_c	[-]		
Indice de gonflement	C_s	[-]		
Résistance à la compression simple	σ_c	[MPa]		

Formation géologique : 7d12) Moraine limono-argileuse semi-consolidée

Classe USCS CL

Essais in situ			Nb essais	Min	Max	Moyenne	Ecart type	Compacité/ Consistance
Essai	abbr.	unité						
Pénétromètre de poche	q_{up}	[kPa]	109	30	450	178	86	Très ferme à dur
Scissomètre de poche	c_{us}	[kPa]	96	22	182	90	34	
Essai SPT	N_{SPT}	[cps/30cm]						
Pénétromètre dyn très lourd DPSH-B (Apafor100)	q_d	[MPa]						
Pénétromètre dyn lourd DPH (Strassentest)	N_{20}	[cps/20cm]	29	13	51	29	11	Très ferme à dur
Pénétromètre Von Moos	$N_{VonMoos}$	[cps/20cm]	27	4	13	8	3	Ferme
CPTU - résistance en pointe	q_c	[MPa]						
CPTU - frottement latéral	f_s	[MPa]						
Essais de plaque dynamique	E_{vd}	[MN]						
Essais de plaque statique	ME	[MPa]						
Essai CBR	CBR	[%]						

Essais en laboratoire - ROCHE			Nb essais	Valeur(s)
Essai	abbr.	unité		
Teneur en eau	w	[%]		
Masse volumique de la roche	ρ	[t/m^3]		
Résistance à la compression simple	σ_c	[MPa]		
Module d'elasticité (à 50% de la contrainte)	E_{50}	[MPa]		
Résistance à la traction (brésilien)	σ_t	[MPa]		
Résistance à l'essai ponctuel	I_s	[MPa]		
Abrasivité	Index ICA	[-]		

Essais en laboratoire - SOL			Nb essais	Valeur(s)
Essai	abbr.	unité		
Teneur en eau	w	[%]	3	14.1-15.5
Masse volumique du sol	ρ	[t/m^3]	3	2.22-2.24
Masse volumique du sol sec	ρ_d	[t/m^3]	3	1.92-1.97
Masse volumique particules solides	ρ_s	[t/m^3]		
Teneur en matière organique	LOI	[%]		
Limite de liquidité d'Atterberg	w_L	[%]	3	22.7-24.4
Limite de plasticité d'Atterberg	w_P	[%]	3	14.4-16.5
Indice de plasticité d'Atterberg	I_P	[%]	3	7.3-8.9
Granulométrie	Argile	[%]	3	10-16
	Limon	[%]	3	53-64
	Sable	[%]	3	20-22
	Gravier	[%]	3	4-11
	Pierre	[%]	3	0
	Ø max	[mm]	3	20-43
Perméabilité selon Hazen	k	[m/s]	3	~1x10^{-8}
Angle de frottement apparent	ϕ_u	[°]		
Cohésion apparente	c_u	[kPa]		
Angle de frottement effectif	ϕ'	[°]	2	30.1 / 31.5
Cohésion effective	c'	[kPa]	2	14.8 / 8.1
Contrainte apparente	σ_u	[kPa]		
Contrainte effective	σ'	[kPa]		
Indice de compressibilité	C_c	[-]		
Indice de gonflement	C_s	[-]		
Résistance à la compression simple	σ_c	[MPa]		

Formation géologique : 7c1) Moraine limoneuse consolidée

Classe USCS CL

Essais in situ			Nb essais	Min	Max	Moyenne	Ecart type	Compacité/ Consistance
Essai	abbr.	unité						
Pénétromètre de poche	q_{up}	[kPa]	49	375	>450	494	23	Très dur
Scissomètre de poche	c_{us}	[kPa]	2	254	256	255	1	Très dur
Essai SPT	N_{SPT}	[cps/30cm]						
Pénétromètre dyn très lourd DPSH-B (Apafor100)	q_d	[MPa]						
Pénétromètre dyn lourd DPH (Strassentest)	N_{20}	[cps/20cm]	3	20	70	48	21	Dur à très dur
Pénétromètre Von Moos	$N_{VonMoos}$	[cps/20cm]	4	100	100	100	0	Très dur
CPTU - résistance en pointe	q_c	[MPa]						
CPTU - frottement latéral	f_s	[MPa]						
Essais de plaque dynamique	E_{vd}	[MN]						
Essais de plaque statique	ME	[MPa]						
Essai CBR	CBR	[%]						

Essais en laboratoire			Nb essais	Valeur(s)
Essai	abbr.	unité		
Teneur en eau	w	[%]		
Masse volumique de la roche	ρ	[t/m^3]		
Résistance à la compression simple	σ_c	[MPa]	1	1.2
Module d'elasticité (à 50% de la contrainte)	E_{50}	[MPa]	1	58.5
Résistance à la traction (brésilien)	σ_t	[MPa]		
Résistance à l'essai ponctuel	I_s	[MPa]		
Abrasivité	Index ICA	[-]		

Essais en laboratoire - SOL			Nb essais	Valeur(s)
Essai	abbr.	unité		
Teneur en eau	w	[%]	1	7.8
Masse volumique du sol	ρ	[t/m^3]	1	2.34
Masse volumique du sol sec	ρ_d	[t/m^3]	1	2.17
Masse volumique particules solides	ρ_s	[t/m^3]		
Teneur en matière organique	LOI	[%]		
Limite de liquidité d'Atterberg	w_L	[%]		
Limite de plasticité d'Atterberg	w_P	[%]		
Indice de plasticité d'Atterberg	I_P	[%]		
Granulométrie	Argile	[%]	1	17
	Limon	[%]	1	54
	Sable	[%]	1	20
	Gravier	[%]	1	9
	Pierre	[%]	1	0
	Ø max	[mm]	1	27
Perméabilité selon Hazen	k	[m/s]	1	$3x10^{-9}$
Angle de frottement apparent	ϕ_u	[°]		
Cohésion apparente	c_u	[kPa]		
Angle de frottement effectif	ϕ'	[°]		
Cohésion effective	c'	[kPa]		
Contrainte apparente	σ_u	[kPa]		
Contrainte effective	σ'	[kPa]		
Indice de compressibilité	Cc	[-]		
Indice de gonflement	Cs	[-]		
Résistance à la compression simple	σ_c	[MPa]		

CFF	Gare de Nyon

Profil Géotechnique
Km 36.6-38.15

Annexe 9

N° mandat	N° plan
15'731-1	-

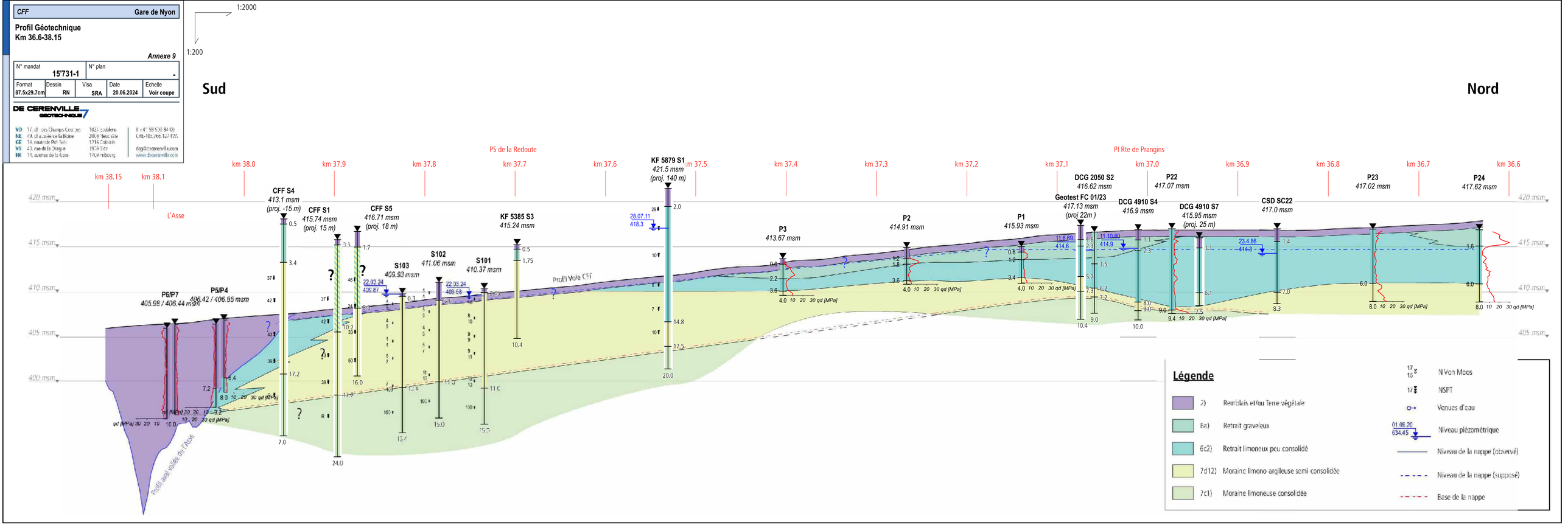
Format	Dessin	Visa	Date	Echelle
87.5x29.7cm	RN	SRA	20.06.2024	Voir coupe

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

VD 17, chemin des Champs-Courbes 1024 Ecublens
NE 49, chaussée de la Boine 2000 Neuchâtel
GE 14, route de Prés-Faits 1216 Cointrin
VS 43, rue de la Drague 1950 Sion
FR 14, avenue de la Gare 1700 Fribourg

T +41 58 930 84 00
CHE-105.766.127 TVA

dcg@decerenville.com
www.decerenville.com



Note hydrogéologique
2222052.2

Note

30 septembre 2025

GEOTEST

Affaire :	**2222052 Renouvellement de l'enclenchement de Nyon**
Concerne :	Ouvrage "Mur bacs à fleurs"
Auteur :	Michael Gähwiler
Supervision :	Claire Sauthier

Objet : clarification du niveau de la nappe au droit de l'ouvrage "Murs bacs à fleur", Ligne 150, tronçon Km : 33.750 – 47.100, Km 37.748

Liste des annexes :

Annexe 1 : Plan de situation [6]
Annexe 2 : Mesures piézométriques [7]

PROVISOIRE

1. But

Dans le cadre de la procédure d'approbation des plans (PAP) du projet "Mur bacs à fleurs" prévu au Km 37.748 la ligne 150 Lausanne – Genève (2'507'860 / 1'138'143), il nous a été demandé de clarifier le niveau de la nappe sur la base de la documentation existante.

2. Documents consultés

[1] Atlas géologique de la Suisse, feuille 1261 "Nyon", y compris notice explicative
[2] Guichet cartographique de la Confédération swisstopo, état le 30.09.2025
[3] Guichet cartographique du canton de Vaud, notamment sondages géologiques disponibles, état le 30.09.2025
[4] Classification des sols genevois
[5] Plan de situation et coupe CFF nº 12.303.02, transmis par l'ingénieur, datés du 20.02.2025
[6] Rapport géotechnique Gare de Nyon – Nord – Km 36.6-38.15, De Cerenville Géotechnique SA, daté du 24.06.2024
[7] Mémoire hydrogéologique, Nyon – Gare CFF, De Cerenville Géotechnique SA, daté du 20.06.2025

Afin de clarifier le niveau d'eau, les données issues des investigations géotechniques et hydrogéologiques suivantes ont été consultées au droit du futur mur bacs à fleurs :

- Exécution du forage S101, S102, S103 [5]

- Suivi hydrogéologique sur S101 et S103 [6]

D'après la carte géologique [1], l'emplacement du projet est situé dans un vallon cartographié en "Dépôts glaciolacustres fins", déposés sur des alluvions fluvioglaciaires grossières, puis sur les "dépôts morainiques rhodaniens (riche en éléments alpins et molassiques)". L'ouvrage se situe à proximité de dépôts glaciolacustres grossiers (faciès deltaiques)" cartographiés à moins de 50 m au sud.

D'après les forages S101, S102 et S103 et le rapport géotechnique, la succession stratigraphique est la suivante [6] :

- Terre végétale et Remblai (classe 2) jusqu'à maximum 2 m de profondeur

- Moraine limono-argileuse semi-consolidée (classe 7d12) ; moraine "aquatique" jusqu'à maximum 11 m de profondeur

- Moraine limoneuse consolidée (classe 7c1) ; moraine de fond

Vu les conditions hydrogéologiques décrites dans le rapport géotechnique [6], aucune venue d'eau n'a été notifiée lors de l'exécution des forages carottés S101, S102 et S103. Les mesures piézométriques réalisés le 22 mars 2024 et le 1 mai 2025 dans les sondages S101 et S103 varient de 409.58 msm et 409.87 msm [6].

Sondage (altitude)	S101 (410.37 msm)		S103 (409.94 msm)	
	Profondeur [m]	Altitude [msm]	Profondeur [m]	Altitude [msm]
22.03.2024	0.79	409.58	0.07	409.87
01.05.2024	0.77	409.60	0.28	409.66

Figure 1 : mesures piézométriques S101 et S103 [6]

Les résultats du suivi piézométrique réalisé entre le 18.03.2024 et mars 2025 dans les forages S101 et S103 [7] sont donnés à l'annexe 2. D'après eux, les niveaux d'eau maximaux varient entre ~408.4 msm (S101) et ~409.9 msm (S103) ; (valeurs approximatives car données brutes non fournies). De manière générale, les deux séries de résultats de mesures sont cohérentes d'une part entre elles et d'autre part avec les mesures décrites dans le rapport géotechnique. Avec un battement de maximum 1.20 m, les mesures restent relativement constantes. Elles sont également cohérentes avec les données de précipitations.

PROVISOIRE

L'altitude de ces mesures étant donnée à très faible profondeur et au-dessus des rails CFF au droit de l'ouvrage, ces résultats piézométriques ne sont pas représentatifs d'un niveau d'eau dans le terrain mais d'une pression d'eau dans la couche morainique. En effet, il semble que la moraine limono-argileuse semi-consolidée contienne localement des veines limono-sableuses et sablo-limoneuses perméables faisant l'objet de circulations d'eau souterraine en charge, observées entre 6.70 msm et 6.95 msm, ainsi qu'entre 7.30 et 7.90 msm dans le forage S103.

La base des fondations de l'ouvrage, prévues à 1.70 m de profondeur (mur en L) et à 3.40 m de profondeur (banquette horizontale) se trouve dans la moraine limono-argileuse semi-consolidée.

Au droit de l'ouvrage, il est possible qu'une telle veine soit présente et interceptée par la fondation de l'ouvrage. Dans tous les cas, il s'agira de faibles venues d'eau. Afin de couvrir une telle situation accidentelle, un facteur de sécurité de 1 doit être considéré pour le dimensionnement de l'ouvrage.

PROVISOIRE

Légende

402.4 / 404.85 Niveaux d'eau minimaux et maximaux par zone

Sondages carottés équipés de piézomètres

Emplacement approximatif
Ouvrage "Mur bacs à fleurs"

S101

409.37

409.7

409.1

S103

409.94

Km 36.6 - 38.15

Nyon (VD) — Nyon CFF

Plan de situation : Nord

Annexe 1.2

N° mandat	N° plan
15731	-

Format	Dessin	Visa	Date	Echelle
A3	CBE	FD	30.04.2025	1:1 500

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE — membre sia

VD 3, Place de la Bourse-aux-Fleurs 1022 Chavannes-près-Renens
NE 29, Rue de L'Ecluse 2000 Neuchâtel
GE 14, Route de Pré-Bois 1216 Cointrin
VS 43, Rue de la Drague 1950 Sion
FR 14, Avenue de la Gare 1700 Fribourg

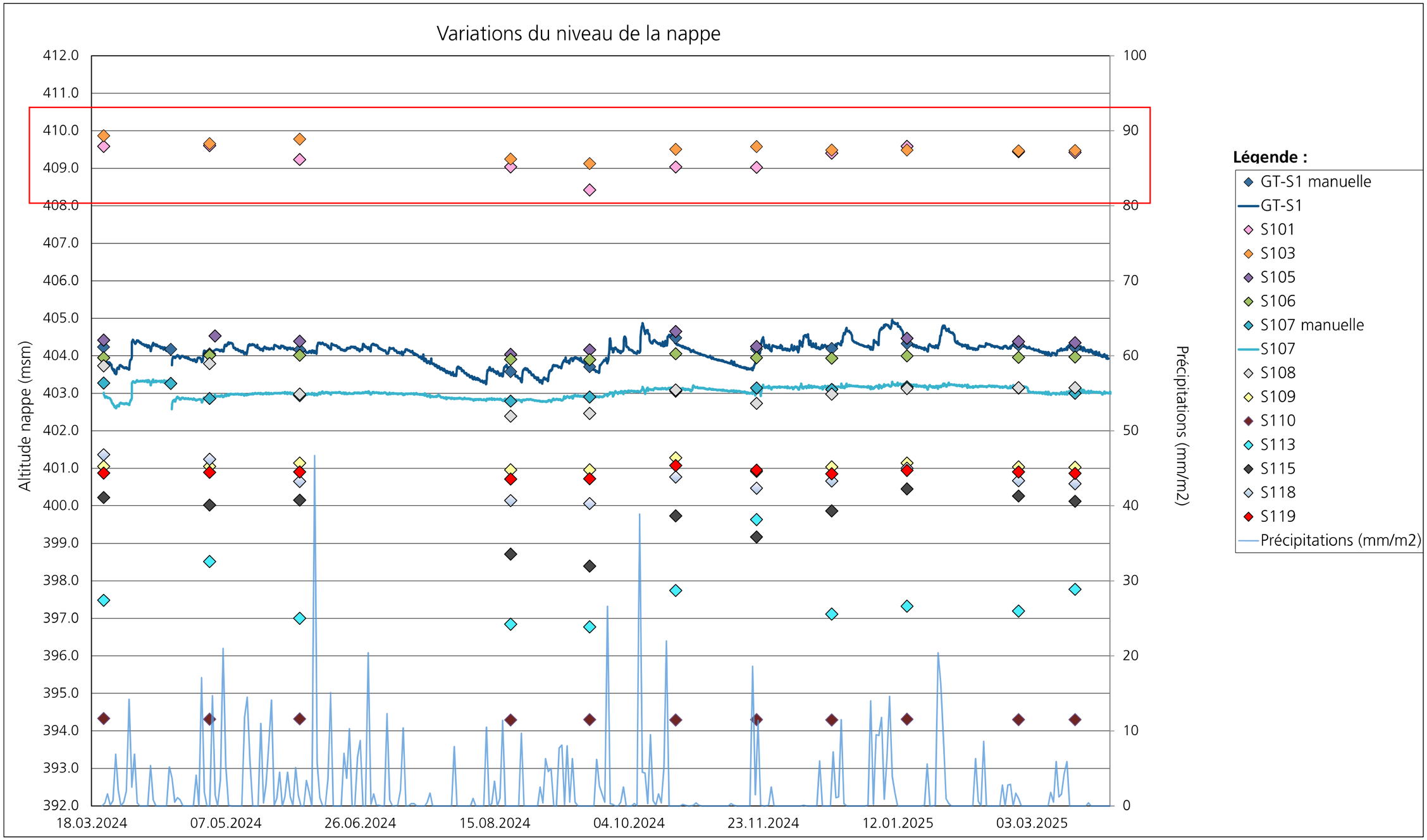
www.decerenville.com > Tél.: +41 58 900 84 00 > Fax: +41 58 900 84 99

Rapp.MIS06.08 **Mesures de niveau d'eau avec cellule de pression et mesures piézométriques**

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

Mandat: 15731 **Site:** Nyon CFF

Dernier relevé manuel : 19.03.2025
Dernier relevé automatique : 31.03.2025



Reproduction partielle interdite sans l'accord de De Cérenville Géotechnique SA - Le rapport ne concerne que l'objet soumis à la mesure

Chavannes-près-Renens, le 07.04.2025

Prise de position Geotest sur le retour de la SIOP

Gerber Marc

De: Claire Sauthier <Claire.Sauthier@geotest.ch>
Envoyé: lundi, 6 octobre 2025 11:10
À: Gerber Marc
Cc: Chappuis Claude; Morel Aimé; Michael Gähwiler
Objet: RE: Nyon: suite de la séance du vendredi 03.10

Bonjour Monsieur Gerber,

J'espère que vous avez bien reçu mon message vocal de vendredi après-midi.

Vous trouverez ci-dessous une synthèse des informations que nous vous avons transmises oralement lors de nos divers échanges.

Mur de KV, fondation sur pieux de faible diamètre

- L'analyse du sondage au pénétromètre dynamique lourd P14 a permis de déterminer des valeurs moyennes du frottement latéral $q_{s,k}$ et de point $q_{p,k}$ qui permettent de confirmer les dimensions des pieux prévus à ce jour à l'état limite ultime.
- Le facteur η_a de 0.9 ne peut être utilisé que si la capacité portante est vérifiée au moyen d'essais in situ.
- Il convient de tenir compte du fait que pour modéliser les résistances au frottement latéral et en pointe dans la couche de dépôts du retrait argileux peu consolidés 6e2, un tassement des pieux est à prévoir.
- Les modélisations numériques comprenant une étude de sensibilité sur les paramètres géotechniques ainsi que les essais in situ permettront de mieux appréhender le comportement de l'ouvrage à l'état de service et à l'état limite ultime. La longueur de pieux sera adaptée en conséquence. Si les pieux doivent atteindre la moraine, sous réserve des calculs de stabilité, leur nombre pourra être réduit.
- A titre informatif :
    - Notre analyse indique un frottement latéral un peu plus important , mais une résistance en pointe plus faible que le calcul avec Lang&Huder. Si un facteur η_a de 0.7 est pris en compte, la longueur de pieux doit être augmentée de 2 m.
    - Le diamètre de 280 mm est un diamètre de forage peu standard. Les entreprises proposeront a priori des diamètres plus importants dont il pourra être tenu compte lors du projet d'exécution.
    - L'appréciation de la capacité portante externe réalisée par l'experte tient compte d'injections répétitives et sélectives qui ne sont pas cohérentes avec la méthode d'exécution des pieux, d'où vraisemblablement la demande supplémentaire des CFF.

Mur bac à fleurs

- Les piézomètres présents dans les sondages S101 et S103 indiquent des niveaux piézométriques en lien avec les circulations d'eau interceptées dans la moraine. Dans le cas présent, ils n'indiquent pas un niveau d'eau dans le terrain, mais le fait qu'il y a des circulations d'eau sous pression dans la moraine.
- Il n'est pas nécessaire de considérer un niveau d'eau souterraine pour le dimensionnement de cet ouvrage provisoire. Pour les travaux provisoires, nous confirmons la possibilité de faire une paroi clouée. Les venues d'eau seront captées par des barbacanes dont la position pourra être adaptée aux observations in situ. Au besoin des forages drainants peuvent aussi être réalisés. Un suivi des déformations du soutènement provisoire est vivement recommandé.
- L'ouvrage définitif devra être doté d'un masque drainant sous la fondation, dont l'eau pourra être captée gravitairement par le drainage prévu à l'arrière de la semelle du mur. L'objectif est de capter d'éventuelles circulations d'eau, sous pression, qui pourraient être interceptées à la base de l'ouvrage. Une vérification de la reprise des sous-pressions d'eau par l'ouvrage, en situation accidentelle en cas de défaillance du système de drainage, est à réaliser. Pour ce faire, il peut être considéré le niveau maximal mesuré à ce jour.

Nous espérons que ces données vous permettront de finaliser votre réponse à la SIOP. Nous vous saurions gré de nous tenir informer de la suite du projet et des résultats des études numériques et des essais in situ. Dans l'intervalle, nous restons à disposition pour toute information complémentaire.

Bonne journée et meilleures salutations

Claire Sauthier

CLAIRE SAUTHIER

CHEFFE DE PROJET SENIOR
DR. ÈS SCIENCES, INGÉNIEURE CIVILE DIPL. EPF

GEOTEST SA
EN BUDRON H11 / 1052 LE MONT-SUR-LAUSANNE
T +41 21 731 09 24
Absente les mercredis

www.geotest.ch
claire.sauthier@geotest.ch

Sondages publics utilisés

KARAKAS & FRANCAIS SA

Ing. civils et géologues spécialisés en géotechnique
Lausanne (VD) Petit-Lancy (GE) Martigny (VS)

Sondage S21

Nyon - Elargissement PS CFF la redoute.

Date d'exécution : 09 03 2010

Altitude : 418.02 m/mer **Coordonnées :** 507'902 / 138'413 **ECHELLE** 1/50 **Levé par :** OC

Altitude / Epais.	Prof.	Hydro.	PROFIL	USCS ou RQD	SPT	Qu (kpa)	Su (kpa)	w (%)	γ(kN/m3)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE	GEOLOGIE
0.30	0.00					200				*Limon sableux très graveleux avec cailloux, brun terreux. Présence de radicelles. Faiblement cohésif. Peu humide.*	TV
417.72 2.00	0.30					250 300 250 300 200 250				*Remblai terreux : sable limoneux légèrement argileux graveleux, de couleur ocre. Avec de nombreux cailloux de nature diverse. Sol cohésif et légèrement humide. Pas d'élément antthropique. Consistance ferme à dure.*	Remblai
415.72 1.80	2.30									*Sable graveleux avec cailloux, pulvérulent en caisse. Légèrement humide.*	Moraine graveleuse
413.92	4.10					300 350 400				*Argile limoneuse peu graveleuse, de couleur beige brun.Présence de quelques débris molasiques. Consistance ferme à dure.*	Moraine altérée
413.42 8.40	4.60			CM	4 6 8 9 13 15	300 350 400 100 150 120 250 150 100 75 200 150 200 225 200 200 175 175 100 100 200 250 220 350 250 300 350 200 150 175 150 160 170 160 150 170 20		18.0 15.4	20.6 21.5	*Argile limoneuse avec quelques rares graviers, gris foncé. Graviers plus nombreux à partir de 7m de profondeur. Présence de quelques cailloux et quelques petits débris molassiques. Sol cohésif, peu humide. Consistance ferme à dure avec des passages de consistance moyenne.*	Moraine

Nyon - Elargissement PS CFF la redoute.

Date d'exécution : 09 03 2010

Altitude : 418.02 m/mer **Coordonnées :** 507'902 / 138'413 **ECHELLE** 1/50 **Levé par :** OC

Altitude / Epais.	Prof.	Hydro.	PROFIL	USCS ou RQD	SPT	Qu (kpa)	Su (kpa)	w (%)	γ(kN/m3)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE	GEOLOGIE
8.40						250 200		15.1	21.5	*Argile limoneuse avec quelques rares graviers, gris foncé. Graviers plus nombreux à partir de 7m de profondeur. Présence de quelques cailloux et quelques petits débris molassiques. Sol cohésif, peu humide. Consistance ferme à dure avec des passages de consistance moyenne.*	Moraine
406.02	12.00				4 6 9					*Hydrogéologie :* *Pas de venue d'eau*	

KARAKAS & FRANCAIS SA	Ing. civils et géologues spécialisés en géotechnique Lausanne (VD) Petit-Lancy (GE) Martigny (VS)	Sondage S1

Commune de Nyon - Novartis Consumer Health SA

Extension du bâtiment 22

Date d'exécution : 28-29.07.2011

Altitude : 421.50 m/mer Coordonnées : 507'799 / 138'634 ECHELLE 1/50 Levé par : RD

Altitude / Epais.	Prof.	Hydro.	PROFIL	USCS ou RQD	SPT	Qu (kpa)	Su (kpa)	w (%)	γ (kN/m3)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE	GEOLOGIE
0.35	0.00									*Enrobé et gravier anguleux peu limoneux avec du sable. Pulvérulent.*	Coffre
421.15 1.65	0.35									*Gravier peu arrondi peu limoneux avec du sable.Pulvérulent. Gris clair à beige.*	Remblai
419.50	2.00	▽W			13 17 12					*Sable limoneux avec du gravier arrondi. Faible cohésion. Humide. Beige.*	
	2.80 2.95					75	56			*Sable fin limoneux. Faible cohésion.* *Limon peu argileux avec peu de sable et quelques petits graviers arrondis. Consistance ferme. Humide. Beige.*	
	3.85					75 100	21			*Limon finement sableux. Faible cohésion. Consistance molle à ferme.*	
	4.60				3 3 4	175	80			*Limon peu argileux avec peu de sable varvé. Consistance très ferme au sommet à molle à la base. Très humide. Grise.*	
	5.25					25	28	19.5	20.6	*Limon argileux avec un peu de passes sableuses. Consistance molle à ferme. Gris.*	
	6.20					75 50 75	59 38 35			*Alternance de limon argileux de consistance molle à ferme et de sable fin limoneux avec peu de cohésion. Très peu de petit gravier. Quelques passes très molles et un peu vautrées. Humide. Gris.*	
12.75						25	15				Dépôts glacio-lacustres
					3 6 4	50 50	40 22				
						25	12				
						25	7				
						25	15	17.1	21.1		
	9.80									*Limon peu argileux de consistance ferme à parfois molle. Quelques traces de matière organique. Humide. Gris.*	
					4 5 3	25	38				
	10.60					50	28			*Sable limoneux avec un peu de passes de limon argileux. Varvé. Peu de cohésion à consistance molle.*	

Commune de Nyon - Novartis Consumer Health SA

Extension du bâtiment 22

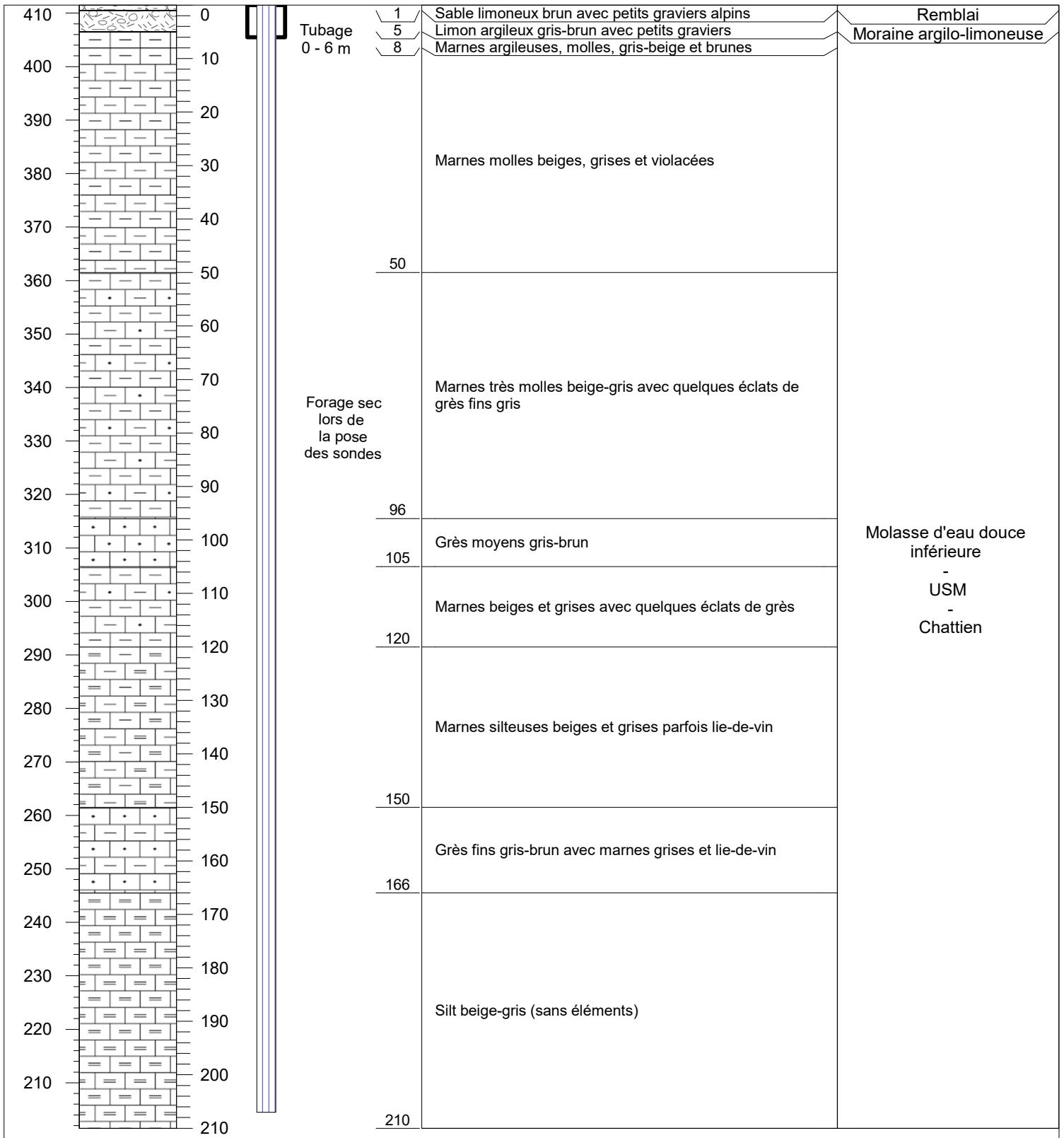
Date d'exécution : 28-29.07.2011

Altitude : 421.50 m/mer | Coordonnées : 507'799 / 138'634 | ECHELLE 1/50 | Levé par : RD

Altitude / Epais.	Prof.	Hydro.	PROFIL	USCS ou RQD	SPT	Qu (kpa)	Su (kpa)	w (%)	γ (kN/m3)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE	GEOLOGIE
12.75	11.45					25	48			*Sable très limoneux varvé. Consistance ferme. Humide. Gris.*	Dépôts glacio-lacustres
						275	20				
	11.90					25	72			*Limon argileux avec quelques fins bancs de sable limoneux. Consistance ferme à molle. Humide. Gris.*	
						25	70				
	13.20				3	25	20			*Limon argileux avec un peu de sable à la base. Consistance molle. Un peu vautré entre 13.45 et 13.70 m. Humide. Gris.*	
	13.70				3 4	25	34			*Limon argileux avec un peu de sable. Consistance molle. Humide. Gris.*	
						25	36				
						25	30				
406.75 2.4	14.75				2 4 6	125	73	18.8	20.1	*Limon argileux avec un peu de petit gravier anguleux. Consistance ferme à très ferme. Passe molle entre 15.10 et 15.25 m. Humide. Gris.*	Moraine non consolidée
						75	58				
						100	70				
						250	125				
404.35 2.85	17.15					425	210	10.6	22.5	*Limon argileux avec un peu de sable et du gravier anguleux. Consistance très ferme à dure. Peu humide. Gris.*	Moraine consolidée
						275					
	17.80					450	225			*Limon argileux avec un peu de sable et du gravier anguleux. Consistance dure à très dure. Peu humide à sec.*	
						450	225				
						450	225				
						450	225				
401.50	20.00									*Hydrogéologie :* *Venue d'eau à 2.20 m* *Niveau piézométrique le 28.07.11 à 3.20 m*	

Relevé de forage pour sondes géothermiques

N° MANDAT : **2360_O Crans-près-Céligny**	1299 Crans	Type : forage destructif
Autorisation n° : **CAMAC 202654**	Chemin du Bochet 2	Nb de forages et profondeur : 3 x 200 m
Date des travaux : 03.07 - 10.07.2023	Parcelle n° 373	Technique de forage : MFT + PDC
Cote terrain : 411,5 m.s.m.	Requérant :	Entreprise de forage :
Coordonnées : 2.505.930 / 1.135.570	FERLA Louis	AGTAN SA

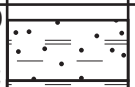


Aquageo Sàrl | www.aquageo.ch | info@aquageo.ch
1510 Moudon | 2001 Neuchâtel | 1616 Attalens

AQUAGEO

Géologue : YG Date du rapport : 17.07.2023
Echelle : 1:1000

MANDAT : 132 A	**Coupe lithologique du sondage**	
Type : forage destructif But : géothermique Echantillons : chaque 2 m	1197 Prangins (VD) Ch. des Jacquines parc. n°: 553	Cote: 424 m.s.m Coord.: 508 570 / 139 570 Ech: 1:500
Entreprise de forage: Augsburger (A 8847)	Maître de l'ouvrage: Mme GREMAUD	Géologue : L. Savoy Date : 07-10.07.2009

Prof. [m]	Profil	Piézo, hydro	Description lithologique	Géologie, remarques
0 – 4			Argile limoneuse beige, un peu de graviers	Moraine würmienne - Quaternaire
4 – 6			Argile beige, peu de petits graviers	
6 – 8			Argile silteuse beige	
8 – 10			Argile grise	
10 – 18			Argile limoneuse grise	
18 – 20			Marnes calcaires grises	Molasse d'eau douce inférieure - USM - Chattien
20 – 34			Marnes silteuses grises claires	
34 – 38			Marnes indurées grises	
38 – 150		*tubage 0-16 m*	Marnes silteuses, parfois grès fins, beiges à beiges claires, localement argileuses et bigarées	

Hydro-Geol Sàrl
CH-2000 Neuchâtel - CH 1228 Plan-les-Ouates / Genève - CH-1510 Moudon
Tél. : +41 (0) 32 724 45 08
Fax : +41 (0) 21 566 77 10
E-mail : info@hydro-geol.ch
Web www.hydro-geol.ch

RAPPORT: VD 596

ANNEXE 2.4.

Coupe du sondage SC 17

1:100

Cote:

Coordonnées:

Maison de forage:

Date: 25.5.80

Profond.	Profil	N° Labo	Description lithologique	Géologie	Géotechn. SPT (10 20)	Remarques et Hydrologie
0.40			Terre végétale brune, argileuse avec un peu de gravier	TV		
			Limons ± argileux beiges tachetés avec un peu de graviers arrondis et anguleux rhodaniens (↔ 3 cm) Consistance généralement ferme, quelques passes plus tendres 3.00 - 3.70 m : passes limono-sableuses 5.00 m : zone humide consistance molle 5.80 m : passe sableuse	Moraine beige	14 14 13	q_p: 125 - 450 s_u: 35 - 90 q_p: 350 - 500 s_u: 60 - 90 3.00 - 3.70 q_p: 50 - 150 s_u: 20 - 40 q_p: 350 - 400
		4.0 4.25				
6.30			Limons argileux grisâtres tachetés avec un peu de graviers anguleux et arrondis (↔ 5 cm) Compacité élevée	Moraine grise de fond	12 17 15	q_p: 250 s_u: 80 - 100 q_p: 400 s_u: >100
		6.80 9.05			6 9 10	q_p: 250 s_u: 80 q_p: 450 s_u: >100
		10.10 10.35			7 10 14	
		12.85 13.10				
		14.10			8 16 15	
14.40		14.40	F I N			

Levé géologique AMP

COLOMBI SCHMUTZ DORTHE S A

A SGD S 52123

ok tabl.
AP

MANDAT L 439 P Prangins - Quartier Trembley **ANNEXE**

A 3443

Coupe du sondage

M. Kneubühler

Ech.: 1 : 1000

Cote 410 m.s.m.
Coordonnées 508 150/138 576

Maison de forage Augsburger
Date 08.12.2005

Prof. ml	Profil	Piézo, Hydro Niveau d'eau	Description lithologique	Remarques, Mesures, Géologie
0			Limon argileux, rares gravillons gris	Alluvions lacustres type Seeton
6			2 blocs et gravier	
8			Limon argileux très rares gravillons gris foncé seeton	
26			Limon un peu argileux avec du sable et du gravier, quelques blocs gris foncé	Moraine
52			Marnes argileuses bigarrées aubergines	Molasse du Chattien
68			Marnes argileuses brun roux ou beiges	
88			Marnes argileuses lie de vin à beige	
125				

HYDROGEOLOGIE - GEOTECHNIQUE - ENVIRONNEMENT - Georges SCHMUTZ - Ingénieur Géologue REG
L'Arenaz - Rte de Sassel - 1523 Granges-près-Marnand
Tél.026 / 668 01 60 Fax 026 / 668 01 61
E-mail : geoschmutz@bluewin.ch Portable 079 / 460 80 90
Ch. du Schönberg 1 -1700 Fribourg
Tél. 026 / 481 21 23

ABA-GEOL SA

VD06348

SONDAGE (tarière mécanique et pénétromètre dynamique)

CLIENT : JRM Architecture
SONDAGE : T1P1
COMMUNE : Nyon
COORDONNEES : 2506949 / 1137144 / 391.87 [m.s.m]

Altitude relevée au GPS (préc. ±5 cm)

GEOLOGIE
HYDROGEOLOGIE
GEOTECHNIQUE
ENVIRONNEMENT
INFO@ABAGEOL.CH
WWW.ABAGEOL.CH

Géologue : Mélanie Yersin
Dessiné par : LC
Contrôlé par : MY
Date : 23.11.2020
Entr. forage : ABA-GEOL SA
Diam. forage : 0.1

Pénétromètre lourd
Poids du mouton [kg]: 50
Sonde Seditech
Hauteur de chute [m]: 0.5
Surface de la pointe [cm2]: 12

Niv. après retr. tiges [m]:
Sec à 6.10 m TN

PROFONDEUR [m]	ALTITUDE [m.s.m]	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE	GEOTYPE	STRATIGRAPHIE	VENUES D'EAU/ZONES SAT.	EQUIPEMENT PIEZOM.	NIV. D'EAU STAB./DATE 6 23.11.2020	Prof. pén. [nb cps/20 cm] Battage (10 30 50)	Rebattage (10 30 50)
0		0.0 - 0.4 m Terre végétale composée de limon avec beaucoup de sable très fin, rares graviers, peu humide	Tv	Tv				2, 4	
		0.4 - 1.3 m Limon avec du sable très fin et quelques graviers anguleux à subanguleux, cohésif, brun, peu humide	FG	Fluvio-glaciaire				2, 4, 3, 3	
1								2	
		1.3 - 2.5 m Limon argileux avec peu de sable très fin, rares graviers cohésif, beige gris, peu humide à sec						4, 7, 6	
2	390						PVC 1"1/4	9, 10	
		2.5 - 6.1 m Argile peu limoneuse avec rares graviers arrondis à subarrondis, très cohésif, gris, sec à peu humide	MF	Moraine				13, 12, 12	
3								14, 16, 16	9, 11, 13
	388							19, 19	18, 18
4								25, 30, 33, 37, 35	
5							PVC 1"1/4	40, 41, 43, 43, 43	25, 30, 34, 37, 37
6	386								

Début sondage

PHOTO

Fin sondage



HORS-SOL [m]: 0.9

Compilé le: 01.12.2020

SBB CFF FFS

11.01.01

Infrastructure Projets
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - ecol.ch

LIGNE 150 : Lausanne - Genève
km 33.750 à km 47.100

LIGNE 159 : Nyon - Eysins
km 0.000 à km 0.640

Canton : Vaud

Commune : Nyon

Echelle: 1:500

Format: 2520 x 594

N° Plan: Nyon-Ersatzmenschement_PPV_210225

PAP – Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement
Plan de projet de voies
Remplacement des heurtoirs V50, V68 et V33
Pose d'un AV de déraillement sur la voie 74
AV de déraillement uniquement les changements



CFF SA
Infrastructure Projets

CFF SA
Géomatique Projets

Blaise Dolmar
Chef de projet principal
+41 21 345 xx xx

Pierre Kunzy
Chef de projet
+41 21 345 xx xx

SBB CFF FFS

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	17.03.22	ts	fs	-	Version initiale
2	31.05.22	ts	fs	-	Modification suite à la mise en service de la voie 40 et modification de la voie 42 de 10 à 15 m
3	01.07.22	ts	fs	-	Remplacement voie 5
4	03.07.25	ts	fs	-	Remplacement voie 5

Légende

- Installations existantes
- Nouvelles installations
- Installations à supprimer
- Zone de fauchage devant respecter les tolérances de réception
- Zone de fauchage pour raccordement
- Rail existant
- Poutrelle béton existante avec trous pour piquetage
- Rail neuf
- Plaque / semelle en tôle soudée thermique

Vitesse de la Gare de Triage 5: 15.07.2017 (voie 5)

Vitesse d'étude de projet

Tronçon	V. tec. actuel	V. projet	V. conc.	V. projet
23 aiguillon 23	40 km/h	40 km/h	40 km/h	40 km/h
23 suppression du nuisible	40 km/h	40 km/h	40 km/h	40 km/h
5	60 km/h	60 km/h	60 km/h	60 km/h
5 aiguillon 58	40 km/h	40 km/h	40 km/h	40 km/h
74 aiguillon 73	40 km/h	40 km/h	40 km/h	40 km/h

Index modifications

1 Version initiale

2 Révision pk suite à la mise en service de la voie 40 et modification de la voie 42 de 10 à 15 m

3 Remplacement voie 5

4 Remplacement voie 5

Avant-Projet

Non-conde
A-Proj. 01.12.2021 PI, index 2
A-Proj. 17.03.22 PI, index 3
A-Proj. 11.05.22 PI, index 4
CHF 0.10

SBB CFF FFS

NYON

Plan de projet de voies 1 : 500

Renouvellement de l'enclenchement
Remplacement des heurtoirs V50, V68 et V33
Pose d'un AV de déraillement sur la voie 74 (AV de déraillement uniquement les changements)

Plan n° Nyon-Ersatzmenschement_PPV_210225

Index	Date	Dessiné	Vérif.	Approuvé	Visa
1	17.03.22	ts			
2	31.05.22	ts	fs	-	
3	01.07.22	ts	fs	-	
4	03.07.25	ts	fs	-	

Ligne(s) : 150 - 159 km 37.9 - 38.7 0.00m - 0.500 Format: 594 x 841

CFF, Infrastructure
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens

Propriété de la société CFF SA. Tous droits réservés. Ce document ne peut être ni copié ni transmis à des tiers sans l'autorisation écrite de la société CFF SA. Property of CFF SA. All rights reserved. This document may not be copied or transmitted to third parties without the written permission of CFF SA.

SBB CFF FFS

11.01.02

CFF Infrastructure Projets
Place de la Gare 12 / Postfach
Rue de la Gare de Triage 6 / CP
1020 Renens - www.cff.ch

LIGNE 150 : Lausanne - Genève - LIGNE 159 : Nyon - Eysins
km 33.750 à km 47.100 km 0.000 à km 0.640

Canton : Vaud
Commune : Nyon

Echelle 1:500
Format 2520 x 594
N° Plan Nyon-Encleinchement_PPV_210225

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement
Plan des espaces de sécurité
Remplacement des heurtoirs V50, V68 et V33
Pose d'un AV de déraillement sur la voie 74



CFF SA
Infrastructure Projets

CFF SA
Géomatique Projets

Blaise Dumas
Ingénieur de projet
+41 58 xxx xx xx

Pierre Humpe
Ingénieur de projet
+41 58 xxx xx xx

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	dd.mm.yy	xx	xx		Notes initiales

SBB CFF FFS
CFF Infrastructure Projets
Place de la Gare 12 / Postfach
1020 Renens

Légende:

- Installations existantes
- Installations modifiées
- Installations supprimées
- Zone de tournage devant rapporter les informations de reception
- Point de tournage sans voie d'évitement
- Point de tournage
- Séparation de protection existante
- Nouvelle séparation de protection
- Espaces de sécurité selon CR 16.3 (dégagement de service)
- Espaces de sécurité selon CR 16.4 (pour activités d'exploitation de la valeur optimale
- Espaces de sécurité selon CR 16.5 (pour activités d'exploitation)
- Espaces de sécurité selon CR 16.7 (pour activités d'exploitation) utilisation de la valeur optimale
- Cadastre des bâtiments existants
- Avenue d'espaces de sécurité

Vitesse d'étude de projet

Tronçon	v_{tc} existi.	v_{tc} projet	v_{ct} existi.	v_{ct} projet
23 environ 23	40 km/h	40 km/h	40 km/h	40 km/h
50 suppression du numéro	40 km/h	40 km/h	40 km/h	40 km/h
0	60 km/h	60 km/h	60 km/h	60 km/h
38 environ 38	40 km/h	40 km/h	40 km/h	40 km/h
74 environ 73	40 km/h	40 km/h	40 km/h	40 km/h

Le plan des espaces de sécurité fait partie intégrante du dossier PAP.
Il est destiné à l'usage interne des CFF pour la qualification des mandats par les commanditaires.
Il ne doit pas être utilisé pour des clarifications concernant la sécurité dans le domaine ferroviaire.

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

11.01.03

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100
Ligne : 159 km : 0.000 - 0.640

Canton : Vaud
Commune : Nyon

Echelle	Format
-	A4

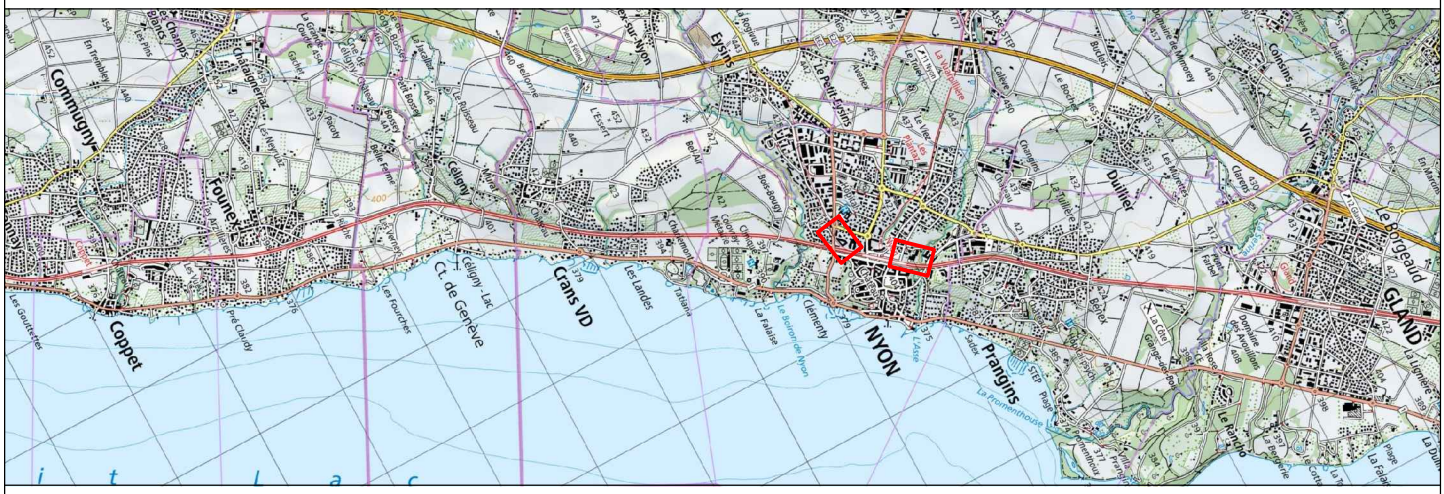
N° Plan
-

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Tracé

LISTE DYNAMIQUE



CFF SA
Infrastructure Projets

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

CFF SA
Géomatique Projets

Patrick Kamga
Chef de projet
I-AEP-ENG-GEO-RWT

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	03.08.2022	KP	Pt		Version initiale
2	01.12.2022	KP	Pt		Modification situation et PL V50
3	13.12.2023	KP	Pt		Modification situation et PL 74 Modification du numéro de l'AV41
4					

Km 38.336 - 38.267 LISTE DYNAMIQUE voie 50 TopoRail 8.7

ATTENTION: Cette liste est seulement une aide au contrôle du comportement dynamique du véhicule
(toutes les valeurs limites dépassées ne peuvent être signalées automatiquement).
L'appréciation du non-respect éventuel d'une valeur limite de tracé est de la pleine responsabilité de l'examinateur.

Explications de la liste: voir aide de Toporail

***** Écartement normal *****

Kilom.	Elément		Valeurs normales			Longueurs partielles		Valeurs au début					did	Q	N	Ve	Appareils de voies	
	T	Long.	dnorm	Longueur		(Dynamique)		(AV)	Rayon	Vit.	d	id	id1	did	Gauch	dd	NS	No Type Rayon (WA-WE)
	y	totale	Début	Plan.	Norm.	Longueur		Long.					±id2	/dt		/dt		
km	p	m	mm	m	m	m	s	m	m	km/h	mm	mm	mm	mm/s	°/oo	mm/s		(1-2)= br.principale
	e					Valeurs limites normales				(160)	(122)		(50)	55	2.0	50		(3-4)= br.principale
						Valeurs limites maximales				(180)	(130)			90	2.5	60		(x-y)= br.secondaire
	D	21.01			*11.1*	14.20	1.3	14.20	0	40	0							
						6.81	0.6	6.81		40	0			22	2.0	22		
								Fin »		40	-14	-14						
38.315													27					
	C	19.65	*-15*		*11.1*	7.31	0.7	7.31	-700	40	-14	13		22	2.0	22		
						12.35	1.1	12.35		40	-28	-1		12	1.0	12		
								Fin »		40	-41	-14						
38.296													27					
	D	28.36			*11.1*	28.36	2.6	2.65	0	40	-41	-41		16	1.4	16		
								Fin »		40	-37	-37						
								25.71		40	-37	-37						NY 23/16N BS 185c (2-1)
								Fin »		40	0							NY 23/16N
38.267																		

Km 38.906 - 39.085 LISTE DYNAMIQUE voie 74 TopoRail 8.7

ATTENTION: Cette liste est seulement une aide au contrôle du comportement dynamique du véhicule
(toutes les valeurs limites dépassées ne peuvent être signalées automatiquement).
L'appréciation du non-respect éventuel d'une valeur limite de tracé est de la pleine responsabilité de l'examinateur.

Explications de la liste: voir aide de Toporail

***** Écartement normal *****

Kilom.	Elément		Valeurs normales			Longueurs partielles		Valeurs au début					did	Q	N	Ve	Appareils de voies	
	T	Long.	dnorm	Longueur		(Dynamique)		(AV)	Rayon	Vit.	d	id	id1	did	Gauch	dd	NS	No Type Rayon (WA-WE)
	y	totale	Début	Plan.	Norm.	Longueur		Long.					±id2	/dt		/dt		
km	p	m	mm	m	m	m	s	m	m	km/h	mm	mm	mm	mm/s	°/oo	mm/s		(1-2)= br.principale
	e					Valeurs limites normales				(160)	(122)	(50)	55	2.0	50		(3-4)= br.principale
						Valeurs limites maximales				(180)	(130)		90	2.5	60		(x-y)= br.secondaire
	C	102.88	*37*	*11.1*		102.88	9.3	102.88	278	40	38	30						
39.002																		
	R	20.00	*37*	*1.5*	*1.5*	20.00	1.8	20.00	278	40	38	30		4	0.7	8		
39.018																		
	C	91.73	*34*	*11.1*		91.73	8.3	53.08	309	40	24	37						
								Fin »		40	24	37						
								14.25		40	24	37						EYSI 41 CHG 300 (2-1)
								Fin »		40	24	37						EYSI 41
								24.40		40	24	37						
39.085																		

SBB CFF FFS

CFF Infrastructure / Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 2, 1020 Renens - www.cff.ch

11.02.01

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud
Commune : Nyon, Prangins

Echelle	Format
1 : 500 / 1 : 50	147 x 89.1

N° Plan: 2013250000.11.02.01

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Modification des chambres de drainage
km 37.200 - 37.900



CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Dentraz
Chef de projet général
I-NDP-LEMAN

Anne Morel
Auteur de projet

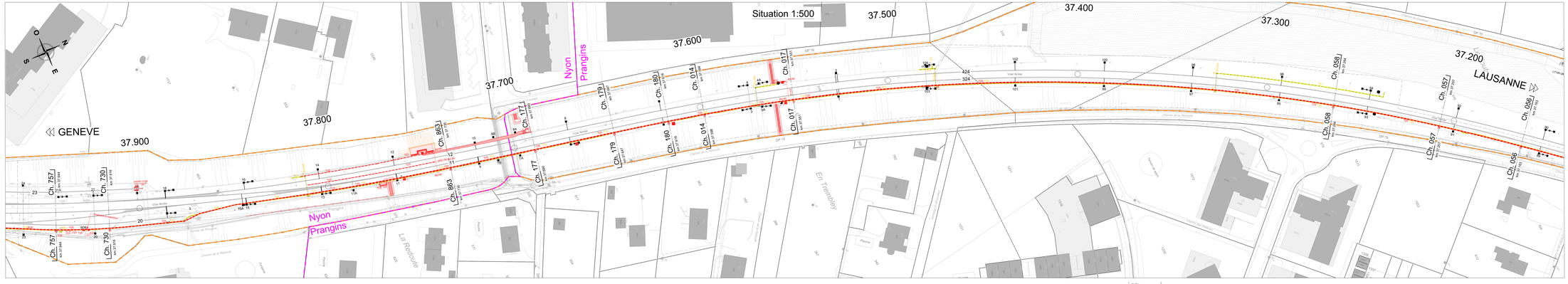
IM Engineering | IUB Engineering

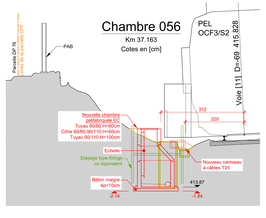
	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	01.10.2024	sch	aic		Création du plan
2	19.12.2024	jbr	aic		Corrections suite au contrôle SuperJar
3					
4					

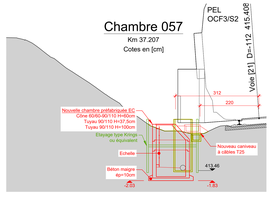
LEGENDE

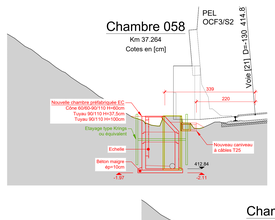
- Elément existant à conserver
- Elément existant à démolir
- Elément projeté
- Installations nouvelles sans fonction statique définitive
- Elément provisoire
- Niveau du fond de fouille par rapport au TN
- Limite de parcelle CFF existante
- traversée à câbles à démolir
- Caniveau à démolir T23
- Caniveau projeté T25
- traversée à câbles nouvelle
- Limite communale

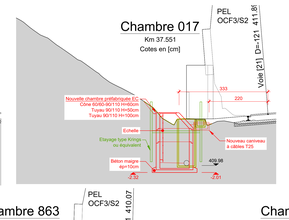
Situation 1:500

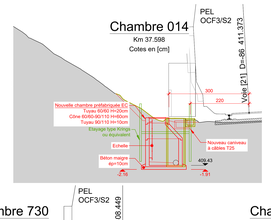


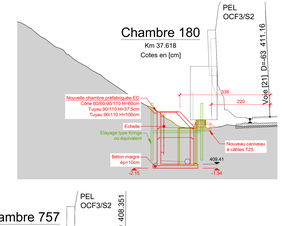


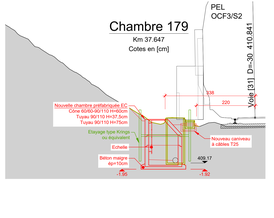


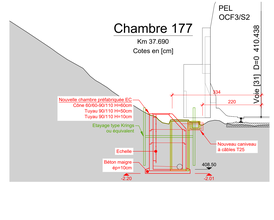


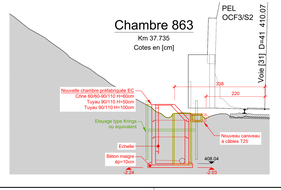


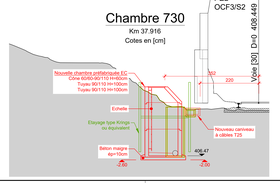


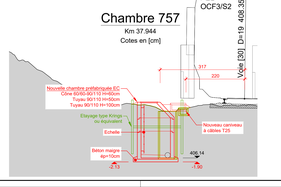












SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

11.04.01

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100
Ligne : 159 km : 0.000 - 0.640

Canton : Vaud
Commune : Nyon

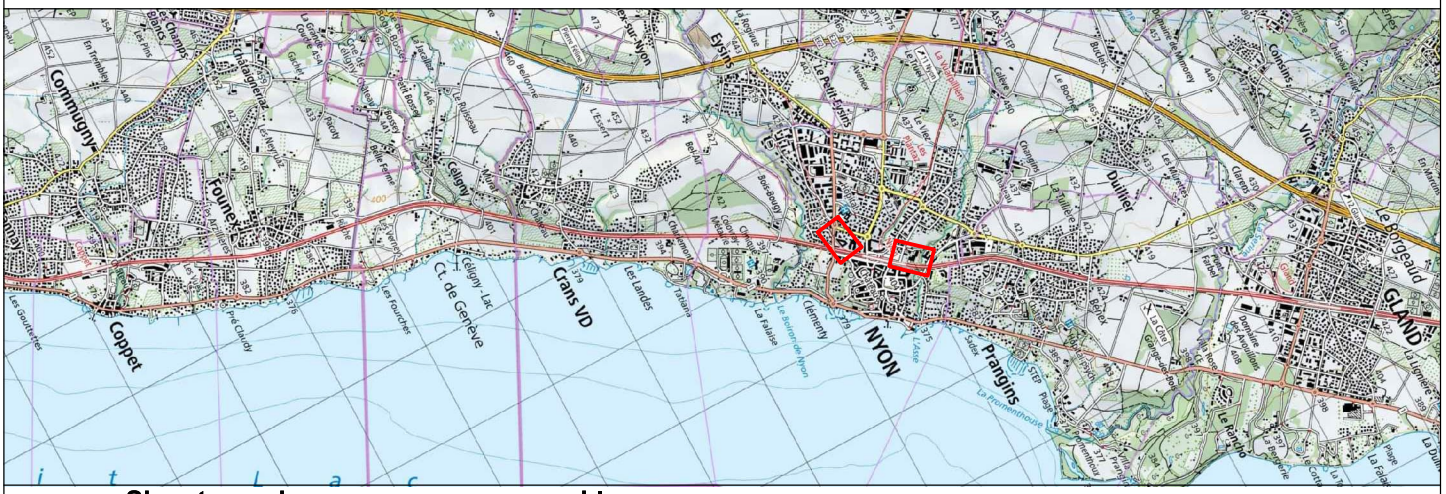
Echelle	Format
-	A4

N° Plan
-

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

SIOP A VOIE FERREE ET GEOMATIQUE



Signatures des personnes responsables :
A1. ☒ Signatures originales dans le document B. ○ Signature ci dessous
Ci-dessous :
A2. ☒ Signatures des personnes pro forma

CFF SA	CFF SA	CFF SA
Infrastructure Projets	Infrastructure Projets	Voie Ferrée Projets
Blaise Destraz Chef de projet général I-AEP-LEM-NY	Patrick Kamga Chef de projet I-AEP-ENG-GEO-RWT	Stéphane Koessler Chef de projet I-AEP-ENG-FB-RWT-PL1

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	23.09.2024	pka,sko,dle	bde		
2	15.04.2025	pka,sko,dle	bde		
3					
4					

SBB CFF FFS

Numéro ISP	1162414	1163699.3-000.24	FB 1162414
Tronçon / Gare:	**NY =**		
Objet:	**Projet AS35**		
	AS35 NY : Renouvellement de l'ENC		
Ligne, Km de voie:	Ligne 150, LS-GE/	Km: 35 - 41	
PAP :	oui		
Examen CE par ON ou OD :	non		
Chef de projet général:	DESTRAZ Blaise		

SIOP A Voie ferrée — Dossier de documents

1. Elaboration du projet et SIOP A

Installation:	Organisation:	Nom / prénom:	dérogation en cas particulier	Date:	Visa:
Géométrie de la voie et types d'AV	I-AEP-ENG-GEO-RWT	Kamga Patrick	non	10.03.2025	
Système et matériel de superstructure / heurtoirs	I-AEP-ENG-FB-RWT-PL1	Le David	non	18.02.2025	
Infrastructure et évacuation des eaux	I-AEP-ENG-FB-RWT-PL1	DESTRAZ Blaise	non	25.07.2024	

2. Examen SIOP A par les responsables de processus partiel

Installation:	Responsable processus:	Nom / prénom:	dérogation en cas particulier	Date:	Visa:
Géométrie de la voie et types d'AV	I-NAT-FW-TAFB-TRP	Lépinard Guy Theimer Patrick		17.03.2025	
Système et matériel de superstructure / heurtoirs	I-NAT-FW-TAFB-TRP	Aleinikov Dimitri (évtl. Schulz Olaf) / Thomas Schiess		15.04.2025	
Infrastructure et évacuation des eaux	I-NAT-FW-TAFB-UGT	Jordan David Gerber Kilian		14.04.2025	
Retour au chef de projet	I-AEP-ENG-FB-RWT-PL1		Date souhaitée	11.04.2025	
			Date effective:		

3. Annonce SIOP B à I-VU-UEW

	Nom/ prénom:		Date:	Visa:
Mandat et Controlling des SIOP B				

Lieu, date
Renens,

Unité organisationnelle responsable
I-AEP-ENG-FB-RWT-PL1

Carlos Gonçalves
Chef de groupe VF
I-AEP-ENG-FB-RWT-PL1

Le David
Chef de projet
I-AEP-ENG-FB-RWT-PL1

Table des matières

AS35 NY : Renouvellement de l'ENC
1162414

Nb documents	Désignation du document	
1	**Checkliste A 101**	Géométrie de la voie et types d'AV
1	**Checkliste A 103**	Système et matériel de superstructure / heurtoirs
1	**Checkliste A 104**	Infrastructure et évacuation des eaux
1	**Tabelle: " SIOP A, contrôles de sécurité effectués"**	
	Concept de travail / renouvellement de la voie	
1	**Rapport de sécurité NY-EYSI**	
	Cahier des charges OFT (suite à PAP)	
1	**Liste avec date ou année de pose des appareils de voie**	
2	**Plan de projet de voie**	
-	**Listing dynamique (tronçon d'accélération, augmentation de V, dérogation)**	
1	**Plan SAZ (Concept de signalisation, plan ETCS L2, etc.) lors de projets multidisciplinaires ou augmentations de vitesse**	
2	**Schéma de voies sans joint**	
	Plan de situation 1:500 / 1:1'00	
	Profil normal caractéristique	
	Profil en travers	
	Profil en long du système d'évacuation des eaux	

SIOP A - contrôles de sécurité effectués, 1ère partie

	Installation	Rapp. expert	Resp. processus partiel / SIOP A	No.CL	Date	Nom/Prénom	signature resp.proc.partiel	Remarque/Correction de l'examen SIOP A
x	**Voie ferrée**							
x	Géométrie de la voie et types d'AV		I-AT-FW-TAFB	A101	17.03.25	Lépinard Guy Theimer Patrick	G. Lépinard	oui / (non)
x	Syst., mat. de superstruct./heurtoirs		I-AT-FW-TAFB	A103	15.04.25	Aleinikov Dimitri (évtl. Schulz Olaf)		oui / (non)
x	Infrastructure et évacuation des eaux		I-AT-FW-TAFB	A104	14.04.25	Jordan David Gerber Kilian	D. Jordan	(oui) / non
	Examen de conformité STI Voie ferrée conformément à la STI INF 1299/2014 (y compris les modifications 2019/776) selon l'annexe 7 OCF en tenant compte des spécificités suisses correspondantes sur la base de l'examen SIOP Voie ferrée.							
x	Géométrie de la voie et des AV							
x	Syst., mat. de superstruct./heurtoirs							
	Si, dans le projet, des approbations en cas particuliers ont été soumises, le respect de la STI INF a été concrètement contrôlé lors de la dérogation.							
	Les exigences de la STI INF relatives aux valeurs limites de voie ferrée en exploitation ne font pas partie de la SIOP A Voie ferrée. Après l'achèvement de la SIOP B, la conformité peut être garantie, car ces points sont satisfaits si les prescriptions de construction et d'entretien des CFF en vigueur sont respectées. Lorsqu'une SIOP Voie ferrée est achevée avec succès, les exigences de la STI sont donc remplies en tenant compte des spécificités suisses.							
☐	**Génie civil**							
☐	Remblais et soutènements	1) ☐	I-AT-IU	A202				
☐	Tunnels et galeries	1) ☐	I-AT-IU	A203				
☐	Quais/inst. destinées au public	1) ☐	I-AT-IU	A204				
☐	Ouvrages de protection (avalanches/chutes de pierres)	1) ☐	I-AT-IU	A205				
☐	Ponts	1) ☐	I-AT-IU	A301				
☐	Couvertures de voie/marquises	1) ☐	I-AT-IU	A302				
☐	**Installations de sécurité**							
☐	Déroulement du processus		I-AT-SAZ	A400				

1) Si rapport expert exécuté -> marquer d'une croix

Projet: AS35 NY : Renouvellement de l'ENC

Numéro I:116414

Numéro ISP	**1162414**
Tronçon / Gare:	**NY =**
Objet:	**Projet AS35** **AS35 NY : Renouvellement de l'ENC**
Ligne, Km de voie:	**Ligne 150, LS-GEAP** **Km 35 - - 41**
Chef de projet général:	DESTRAZ Blaise

SIOP A Voie ferrée

Géométrie de la voie et types d'AV

Examen	Bases	Nom/ Prénom	Date	Signature
Géométrie de la voie et types d'AV				
Rampes de dévers	I-22046 FB 400-0080 AB-EBV, Art. 17N			
Dévers réglementaires				
Longueurs de courbes de raccordement				
Longueurs des alignements				
intermédiaires				
Raccordements verticaux				
Rayons				
Types d'AV		Kamga Patrick	10.03.2025	APKJ
RADN / Signalisation				
Correction nécessaire/applicable?	non			
Accord avec PJ-SLT		Kamga Patrick	10.03.2025	

2ème signature (examinateur):	Pache Thierry, le 10.03.2025	
Plan de projet de voie (no du plan)	Nyon-Enclenchement_PPV_21022025	
Index / Date	c	20.02.2025
Listing comportement dynamique	non	
Plan SAZ (nouv inst, augm vitesse)	oui	

Remarques AEP-ENG-GEO

Les valeurs-limites en cas normal selon R I-22046 et DE-OCF chiffre 17N sont respectées.

Remarques NAT-FW-TAFB

NAT-FW-TAFB: Ligne VN oui / (non) VN selon RADN, ETCS L2 en ordre: oui / non

Numéro ISP	**1162414**
Tronçon / Gare:	**NY =**
Objet:	**Projet AS35** **AS35 NY : Renouvellement de l'ENC**
Ligne, Km de voie:	**Ligne 150, LS-G** **Km 35 - - 41**
Projektleiter:	DESTRAZ Blaise

SIOP A Voie ferrée

Système et matériel de superstructure, Heurtoirs

	Examen	Bases
oui	Rails	I-22211, SN EN 13674
oui	Attaches de rail	Genre de pose CFF, SN EN 13146, SN EN 13481
oui	Semelles élastiques	I-22211 FB 400-0507
oui	Traverses	I-22211, SN EN 13230
oui	Semelles de traverse	FB 400-0507
oui	Classe de ballast	RTE 21110
oui	Voies sans joints	RTE 22041
oui	Extrémités de voie (heurtoirs, dimensionnement)	DE-OCF art. 35
non	Passages à niveau et divers (choix du système)	RTE 25931 FB 400-0203
non	Voie sans ballast	SN EN 16432, DE-OCF art. 31
non	Voie avec fixation directe	PlaIngB
non	Contre-rail / rail de guidage	DE-OCF art. 26
non	Appareils de dilatation	I-22069
non	Interaction pont-voie	I-22068
non	Ponts provisoires	RTE 21690
non	Système ressort-masse	DE-OCF art. 31, FB 400-0060
non	Transitions de voie ferrée (calcul de fléchissement)	FB 400-0060
non	Chemins latéraux / pour le personnel	I-50227
non	GIVE dans DfA pour les AV effectué	

Nom/ Prénom	Date	Signature
Le David	18.02.2025	
Koessler Stéphane	05.09.2022	

↑ à remplir par AEP

Remarques

AV 41 : Pose planifiée en 2028

18.02.2025 - LD : Mise en place d'un rail de guidage modèle 4 de plan type 12109 sur la V.3

18.02.2025 - KS : pas de modification des notes de calcul des heurtoirs

15.04.2025, DA:
Bemerkungen auf den Plänen beachten!

Numéro ISP	**1162414**	
Tronçon / Gare:	**NY =**	
Objet:	**Projet AS35** **AS35 NY : Renouvellement de l'ENC**	
Ligne, Km de voie:	**Ligne 150, LS-GEAP**	**Km 35 - - 41**
Chef de projet général:	DESTRAZ Blaise	

SIOP A Fahrbahn

Infrastructure et évacuation des eaux

	Examen		Nom/ Prénom	Date	Signature
oui	**Rapport géotechnique n°**	**2019070**			
non	**ou/et études dans le lit de ballast**	**→ annexer svp**			
non	**ou/et investigation du terrain naturel**				
	groupe(s) de charges des voies E1 - E4; N1 - N4	**E1-E4**			
non	Plusieurs mesures de construction: ajouter concept				
non	Criblage / Remplacement du ballast sans traitement de la couche de base; Limitation de profondeur des travaux à partir du NSR du projet:				
non	Remplacement du ballast avec traitement de la couche de base (indication de la pente et évtl. abaissement)	DE-OCF Normes SN R RTE 21110 Directives NAT	DESTRAZ Blaise	25.07.2024	B.Dest
non	Tapis sous ballast				
non	Assainissement de l'infrastructure (profils types, en travers, plan de situation/concept)				
non	Evacuation des eaux de la voie ferrée (profils types, en travers, en long, évtl. résultats d'essai d'infiltration)				
non	Banquettes (mesures, matériaux) Fixations de la banquette (encart: profil type)				
non	Transitions voie ferrée (remblayage, matériaux de remplissage, profils en long, profils en travers)				
non	Passage à niveau (dimensionnement de l'infrastructure; profil en travers)				

↑ à remplir par AEP

Remarques

Epaisseur du lit de ballast respectée (pleine voie)?	oui	Justification en cas d'infériorité; km:
Epaisseur du lit de ballast respectée (sur infrastructure rigide)?	oui	En cas d'infériorité, joindre le formulaire
Écart par rapport au rapport géotechnique	non	Justification des écarts / risques acceptés:

Remarque de l'équipe projet :

18.02.2025 - KS : Pas de modification ou adaptation de la partie A104 dans cette version de la SIOP

Traversées câbles secondaires (km 33.900 à km 43.000)

Indiquer sur coupes le type d'infrastructure (PSS, AC RAIL ou autre) présent aujourd'hui. Indiquer que la fouille doit être comblée avec des matériaux compactés par couches et non sensibles aux tassements.

DJ 14.04.2025

SBB CFF FFS
Infrastructure

Voie ferrée **FB 1144XXX**
SIOP effectuée par I-VU-UEW
Annonce pour contrôle

Tronçon/gare:	**Musterhausen = Kirchbrunnen**
Numéro ISP:	###
Objet:	☐ Projet AS35 ☐ Projet 20XX
	AS35 NY : Renouvellement de l'ENC
Ligne	Ligne 150, LS-GEAP
KM	km: 35.000 - 41

Projet:
Description des travaux: Schotterreinigung

Partie d'objet: Fahrbahn

Délais/Examinateur:
Examen d'ouvrage
Date de à
Entreprise (Examinateur)
SIOP B
Date souhaitée de à
Date souhaitée de à
Examinateur CFF AG (I-VU-UEW)
Mise en service

Documents soumis à l'examen:
SIOP A
Les documents sont disponibles dès le:
SIOP B
Les documents sont disponibles dès le:

Mesures nécessaires: Interdiction / Marche lente / Canceller l'aiguille / etc.

Contrôle Profil d'espace libre né
☐ Oui = CL B805
☐ Non

Comptabilisation:
Numéro d'ordre / Élément PSP ###

Mandataire:
Nom: Chef de projet User-ID: U217313
Date: Téléphone:

Remarques:

SIOP B - contrôles de sécurité effectués, 1ère partie

	Installations	1) Rappo contrôle	Resp. processus partiel	SIOP B	CL Nr.	ate	I-AT-UEW / I-AT-SAL-SIH Nom/Prénom	Signature
☐	**Voie Ferrée**							
☐	Géométrie de la voie et types d'AV		I-AT-FW	I-AT-UEW	B101			
☐	Syst., mat. de superstruct./heurtoirs		I-AT-FW	I-AT-UEW	B103			
☐	Infrastructure et évacuation des eaux		I-AT-FW	I-AT-UEW	B104			
☐	**Génie Civil**							
☐	Remblais et soutènements		I-AT-IU	I-AT-IU	B202			
☐	Tunnels et galeries		I-AT-IU	I-AT-IU	B203			
☐	Quais et installations publiques		I-AT-IU	I-AT-IU	B204			
☐	Protections contre les chutes (avalanches et chutes de pières)		I-AT-IU	I-AT-IU	B205			
☐	Passages supérieurs et ponts		I-AT-IU	I-AT-IU	B301			
☐	Couvertures des voies et des quais		I-AT-IU	I-AT-IU	B302			
☐	**Installation de sécurité**							
☐	Stellwerk-/ Blocksysteme		I-AT-SAZ	I-AT-SAL	B401			
☐	Automatisation de l'exploitation		I-AT-SAL	I-AT-SAL	B402			
☐	Passages à niveau		I-AT-SAL	I-AT-SAL	B403			
☐	**Nature et espaces verts**							
☐	Espaces verts		EB-SK	UE-VS	B901			
☐	Forêts et bandes de sécurité		EB-SK	UE-VS	B902			

Projekt: AS35 NY : Renouvellement de l'ENC

ISP-Nr. 1162414

Numéro ISP:	**1162414**		
Objet:	**Projet AS35** **AS35 NY : Renouvellement de l'ENC**		
Tronçon/ Km de voie:	**Ligne 150, LS-GEAP**	**Km**	**35 - - 41**
Chef de projet:	DESTRAZ Blaise		

SIOP B Voie ferrée

Géométrie de la voie et types d'AV

Examen	Bases	Nom/ Prénom	Date	Signature
Voies				
Rampes de dévers				
Dévers réglementaires				
Longueurs de courbes de raccordement	R I-22070			
Longueurs des alignements intermédiaires	Messdiagramme			
Raccordements verticaux				
Rayons				
Appareils de voie				
Leit- und Rillenweite				
Durchgangsweite	R220.66			
Zungenanschlagstollen				
Lichtraumprofil	cf. CL B805			

Remarques
Decision: a) Autorisation d'exploiter CFF peut être accordée b) Autorisation d'exploiter CFF peut être accordée sous conditions c) Autorisation d'exploiter CFF ne peut pas être accordée Justification decision b ou c:

ISP Nummer	**1162414**	
Objekt:	**Projet AS35** **AS35 NY : Renouvellement de l'ENC**	
Linie / Bahn-Km:	**Ligne 150, LS-GEAP**	**Km 35 - - 41**
Projektleiter:	DESTRAZ Blaise	

SIOP B Voie ferrée

Système et matériel de superstructure, Heurtoirs

Examen	Bases	Nom/ Prénom	Date	Signature
Fixations	R I-22211			
Types de rails				
Types de traverses				
Schéma de pose des VSJ	R220.41			
Appareils de dilatation	R I-22068			
Ballast	R RTE 21110			
Schotterprofil				
Gleisabschluss	Übersicht und Verwendung von Gleis-abschlüssen			
Fahrdrahtlage				
Abstände von Einbauten	R RTE 20012	Heurtoirs		
		--> joindre au fichier		
Lichtraumprofil	cf. CL B805			

Remarques
Decision: a) Autorisation d'exploiter CFF peut être accordée b) Autorisation d'exploiter CFF peut être accordée sous conditions c) Autorisation d'exploiter CFF ne peut pas être accordée Justification decision b ou c:

ISP Nummer	**1162414**	
Objekt:	**Projet AS35** **AS35 NY : Renouvellement de l'ENC**	
Linie / Bahn-Km:	**Ligne 150, LS-GEAP**	**Km 35 - - 41**
Projektleiter:	DESTRAZ Blaise	

SIOP B Voie ferrée

Infrastructure et évacuation des eaux

Examen	Bases	Nom/ Prénom	Date	Signature
Couche de base (d'étanchéité bitumineuse)				
Couche de base et de fondation				
Plate forme				
Type d'évacuation des eaux	DE-OCF			
Qualité du ballast	Normes SN			
Qualité de la couche d'étanchéité	R RTE 21110			
Qualité de la grave (PSS ou non traitée)	directives d'AT			
Profil en large caractéristique				
Construction/ largeur de la banquette				

Remarques
Decision: a) Autorisation d'exploiter CFF peut être accordée b) Autorisation d'exploiter CFF peut être accordée sous conditions c) Autorisation d'exploiter CFF ne peut pas être accordée Justification decision b ou c:

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

11.04.02

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100
Ligne : 159 km : 0.000 - 0.640

Cantons : Vaud, Genève

Communes : Gland, Prangins, Nyon, Crans (VD), Céligny

Echelle	Format
-	A4

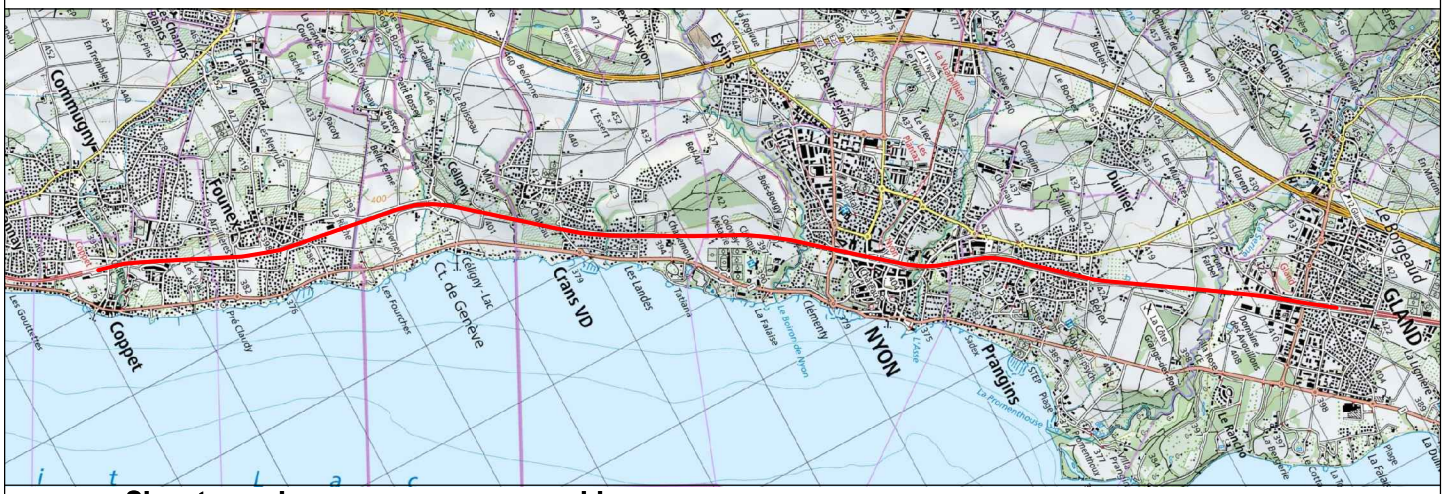
N° Plan: -

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Divers (SIOPA,...)

SIOP A PROFIL D'ESPACE LIBRE



Signatures des personnes responsables :

A1. ☒ Signatures originales dans le document B. ○ Signature ci dessous

Ci-dessous :

A2. ☒ Signatures des personnes pro forma

CFF SA
Infrastructure Projets

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

CFF SA
Infrastructure Projets

Sophie Minon
Chef de projet général adjoint
I-AEP-LEM-MOR

SBB CFF FFS
CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	21.03.2025	tous	pbu		
2					
3					
4					

SIOP A
Check-list A PEL/A805

Profil d'espace libre
Entraxes

SBB CFF FFS

Numéro ISP	1162414		
Objet	NY, ren. enclenchement pour programme AS		
Tronçon/km de voie	Ligne 150, km 37.75 à 43.0		
Gabarit et profil d'espace libre déterminants et gabarit pantographe selon le profil d'exigences	OCF 3 / S2 Euro		
Canton/commune	Vaud, Genève / Gland, Prangins, Nyon Crans (VD), Céligny		
Chef·fe de projet	Destraz Blaise		
PAP ☑ Oui ☐ Non			
☑ L'exhaustivité et l'exactitude du projet ont été contrôlées	Date	20.01.2024	Signature B. Destraz
☑ Tous les domaines concernés ont été contrôlés			
☐ Approbation enregistrée dans la liste, dossier de documents			
Remarques			

selon DE OCF/R RTE 20012

Service spécialisé	Valeur nominale respectée?	Fonction	Nom/prénom	Date	Signature	Information sur les distances critiques
☑ **Géomatique**	☑ Oui ☐ Non	IS	Kamga Patrick	04.09.2024		
entraxe existantes		4 yeux	Pache Thierry	04.09.2024		
☑ **Voie ferrée**	☑ Oui ☐ Non	IS	Koessler Stéphane	26.08.2024		
Extrémité de voie		4 yeux	Le David	27.08.2024		
☑ **Courant de traction**	☑ Oui ☐ Non	IS	Raemy Guy	29.08.2024	G. Raemy	
Zone du pantographe Mâts de la ligne de contact, y c. pièces ra Hauteur du fil de contact, réserve de rele		4 yeux	Richard Liard	29.08.2024		
☑ **Câbles**	☑ Oui ☐ Non	IS	Andreoli Daria	04.09.2024	D.Andreoli	
Chambre à câbles, distributeurs de câble Montées de câbles		4 yeux	Pizzonia giuseppe	07.09.2024	Giuseppe Pizzonia	
☑ **Installations de sécurité et contrôle de la marche des trains**	☐ Oui ☑ Non	IS	Durdzinski Pawel	17.12.2024		Un cas d'empiètement ponctuel du PEL en gare et trois mâts à < 3.50 m de l'axe de la pleine voie sans empiètement du PEL.
Signaux, cages de signalisation Armoire d'appareils, etc.		4 yeux	Jean-Marie Becker	17.12.2024	J-M. Becker	
☑ **Génie civil**	☑ Oui ☐ Non	IS	Minon Sophie	09.01.2025	S. Minon	
Quais Murs de soutènement Protection contre les chocs Écrans antibruit Quais de chargement Installation d'approvisionnement en eau		4 yeux	Blaise Destraz	15.01.2025	B.Destraz	Pas de distances critiques
☐ **Tunnel**	☐ Oui ☐ Non	IS	Minon Sophie	27.08.2024	S. Minon	Pas concerné
Profil du tunnel Réserve de relevage Banquettes		4 yeux	Blaise Destraz	27.08.2024	B. Destraz	
☑ **Structures porteuses**	☑ Oui ☐ Non	IS	Minon Sophie	27.08.2024	S. Minon	Pas concerné
Bordures et garde-corps de pont		4 yeux	Blaise Destraz	27.08.2024	B. Destraz	
☑ **Accès au chemin de fer et bâtimen**	☑ Oui ☐ Non	IS	Iannone Desmeules Tiziana	06.09.2024		Pas concerné
Marquises avec éléments d'information		4 yeux	Di Stasi Cirillo Daniella	06.09.2024		
☑ **Installations techniques**	☑ Oui ☐ Non	IS	Maret Romain	05.09.2024		
Mobilier de quai, etc.		4 yeux	Philippe Biavati	06.09.2024		
☑ **Chauffage des aiguilles**	☑ Oui ☐ Non	IS	Rey David	27.08.2024		
Cabines techniques, etc.		4 yeux	Schürch Daniele	28.08.2024		

Abréviations IS = Ingénieur·e spécialisé·e, 4-yeux= vérification à 4 yeux

Attribution des responsabilités: voir réglementation SIOP A Profil d'espace libre
Les installations provisoires doivent être déclarées par le service exécutant lors de la phase d'exécution au moyen du formulaire 4207.

Remarques SIOP contrôleur·euse PEL

☑ PEL valeurs nominales respecté

☐ PEL valeurs spéciales respecté

PEL valeurs spéciales **pas** respecté

Examen de conformité STI Profil d'espace libre conformément à la STI INF 1299/2014 (y compris les modifications 2019/776) selon l'annexe 7 OCF en tenant compte des spécificités suisses correspondantes sur la base de l'examen SIOP Profil d'espace libre.
Les exigences de la STI INF relatives aux valeurs limites de Profil d'espace libre en exploitation ne font pas partie de la SIOP A Profil d'espace libre. Après l'achèvement de la SIOP B, la conformité peut être garantie, car ces points sont satisfaits si les prescriptions de construction et d'entretien des CFF en vigueur sont respectées.
Lorsqu'une SIOP Profil d'espace libre est achevée avec succès, les exigences de la STI sont donc remplies en tenant compte des spécificités suisses.

	Brunisholz Patrick	21.03.2025	

Remarque sur les distances critiques - Service Installations de sécurité et marche des trains

Désignation de la distance critique (p. ex. numéro de mât /numéro de voie /km/etc.)	Remarques sur les plans	Justification de la valeur nominale insuffisante (IS)	Appréciation de la personne chargée du contrôle SIOP A PEL	
			Valeur spéciale respectée? oui/non	Remarques
Km 34.067, mât C5, voies 4 et 5	-	La fondation existante et le nouveau pied du signal empiètent ponctuellement l'espace pour le dégagement d'évacuation - obstacle franchissable, n'entrave pas l'évacuation du train.	oui	le profil en travers est dessiné en valeur nominale.
Km 35.300, mât P861	-	L'axe du mât à 3.20 m de l'axe de la voie au lieu de 3.50 m (RTE 20012 §6.9.4) en raison de la limite de la parcelle CFF. Pas d'empiètement dans le PEL.	oui	
Km 41.276, mât P774	-	L'axe du mât à 3.20 m de l'axe de la voie au lieu de 3.50 m (RTE 20012 §6.9.4) en raison de la paroi anti-bruit. Pas d'empiètement dans le PEL.	oui	
Km 42.006, mât P776	-	L'axe du mât à 3.20 m de l'axe de la voie au lieu de 3.50 m (RTE 20012 §6.9.4) pour éviter le talus. Pas d'empiètement dans le PEL.	oui	

SBB CFF FFS

12.201.01

CFF Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud
Commune : Prangins

Echelle	Format
1:100 / 1:50 1:20 / 1:2	2100x446

N° Plan
201325000.12.201.01

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

TRAVERSEE PRINCIPALE - SITUATION, COUPE



CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Rose Overez
Chef de projet général
LAVP-LEB/IM

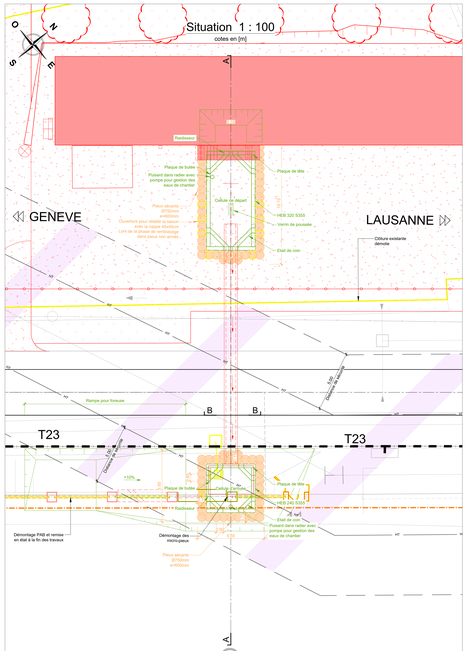
Arnet Muriel
Auteur de projet

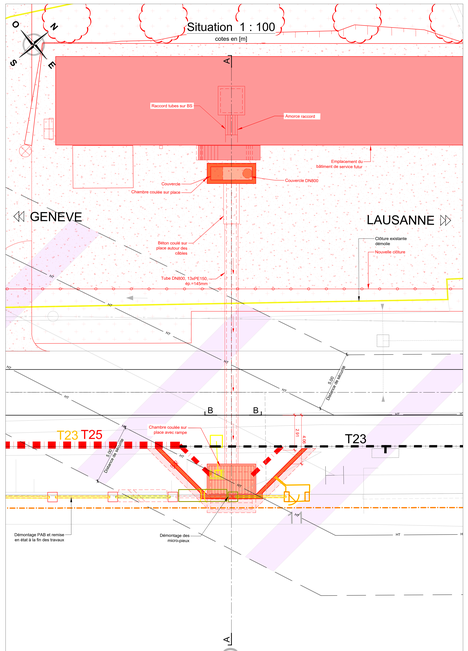
IM Engineering | IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chb.	Modifications
1	08.10.24	lvb	mge		
2	19.12.24	lvb	mge		Modifications suite aux remarques de l'expert
3	28.01.25	jhn	sar		Modifications suite aux remarques de l'expert
4	26.06.25	eng	mgh		Modifications suite aux remarques de la DGF

LEGENDE

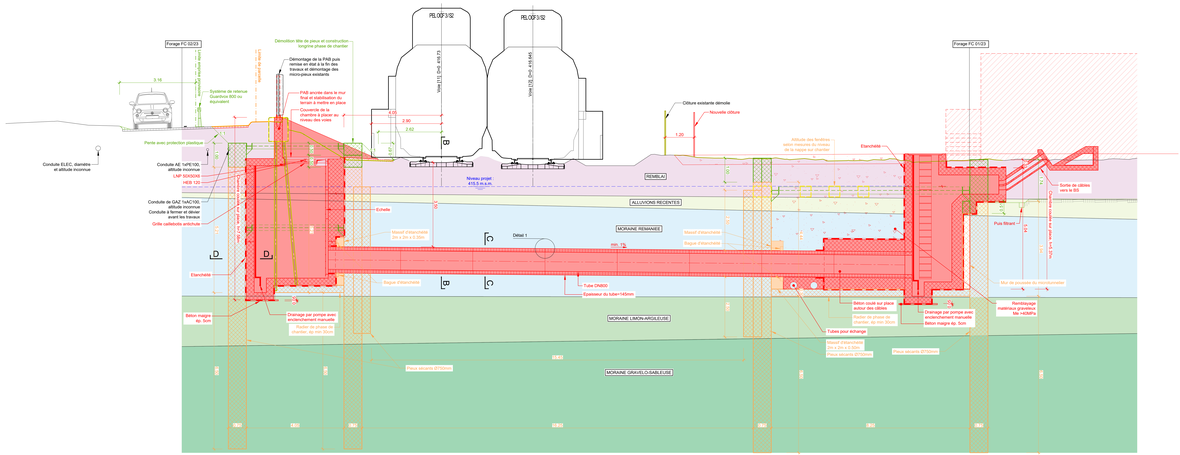
- Elément existant à conserver
- Elément existant à démolir
- Elément projeté - étape en cours
- Elément sans fonction statique permanente
- Elément projeté - étape provisoire
- Limite de parcelle CFF
- Zone de sécurité HT
- Etanchéité
- Caniveau existant à démolir
- Caniveau projeté





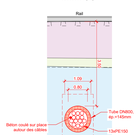
Coupe A - A 1 : 50

cotes en [m]



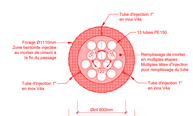
Coupe B - B 1 : 50

cotes en [m]



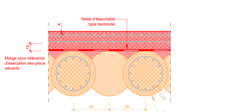
Coupe C - C 1 : 20

cotes en [mm]



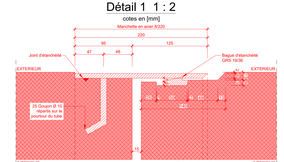
Coupe D - D 1 : 20

cotes en [cm]



Détail 1 1 : 2

cotes en [mm]



SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

12.201.02

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud

Commune : Prangins

Echelle	Format
-	A4

N° Plan

-

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Traversée principale

CONVENTION D'UTILISATION



Signatures des personnes responsables :

A1. ☒ Signatures originales dans le document B. ○ Signature ci dessous

Ci-dessous :

A2. ☒ Signatures des personnes pro forma

CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

Aimé Morel
Auteur de projet

IM Engineering | IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	16.09.2024	mge	mo		Version initiale
2	08.10.2024	mge	mo		Selon retour expertise
3	05.12.2024	mge	mo		Selon retour expertise
4	02.07.2025	mge	mo		Selon retour SIOP

Avant-propos

Une convention d'utilisation distincte doit être établie pour chaque type d'installation. Un regroupement de différents types d'installations est possible, mais requiert l'accord préalable d'I-NAT-BT-IB.

Le document doit être vérifié et complété à chaque phase de projet considérée. Les modifications doivent être effectuées directement dans le document original selon le code de couleurs suivant :

- Avant-projet : noir
- Projet de construction/mise à l'enquête : vert
- Projet d'exécution : rose

Afin de pouvoir identifier les modifications au premier coup d'œil, il convient en outre de remplir la liste des révisions.

Liste des révisions des modifications spécifiques au projet

Chapitre	Modifications

Journal des modifications du modèle de document

Version	4.2
Dernière modification	01.03.2024
Dernière modification par	(I-NAT-BT-IB)
Modification de Version 4.1	Actualisation bases (chap.2)

Table des matières

1	**Objectifs généraux relatifs à l'utilisation**	**5**
1.1	Projet de construction	5
1.2	Composants et ouvrages existants	6
1.3	Indications sur les dispositions contractuelles actuelles et futures concernant la propriété et l'entretien	6
1.4	Maîtrise d'ouvrage	6
1.5	Délimitations	6
1.6	Exigences d'utilisation	6
1.7	Durée d'utilisation	7
2	**Bases**	**8**
2.1	Bases spécifiques au projet	8
2.2	Bases légales	8
2.3	Normes	8
2.4	Exigences et réglementations spécifiques aux CFF et aux chemins de fer	10
3	**Environnement et exigences de tiers**	**12**
3.1	Effets sur l'environnement	12
3.2	Aspect foncier	13
3.3	Gabarits d'espace libre	13
3.4	Exigences fonctionnelles	13
4	**Besoins de l'exploitation et de l'entretien**	**14**
4.1	Exigences concernant l'aptitude au service	14
4.2	Accès aux différentes parties d'ouvrage	14
4.3	Remplacement des pièces d'usure et interchangeabilité de certains éléments	14
4.4	Conduite de la circulation pour les inspections et interventions futures	14
4.5	Surveillance	14
4.6	Entretien des drainages, des canalisations et des conduites	14
5	**Prescriptions particulières du maître de l'ouvrage**	**15**
5.1	Construction robuste et durable	15
5.2	Matériaux	15
5.3	Exigences à l'étanchéité	15
5.4	Exigences aux surfaces de béton apparent	15
5.5	Produits/systèmes	16
5.6	Mesures relatives à la protection contre les courants électriques	16
5.7	Concept d'entretien dans le cadre de l'exploitation ferroviaire	16
5.8	Conception et esthétique	16
5.9	Déviation du trafic durant les travaux de construction	16
5.10	Jalons du programme de chantier	16
5.11	Classe d'ouvrage	16
6	**Objectifs de protection et risques particuliers**	**17**
6.1	Exigences de sécurité	17
6.2	Tassements	17
6.3	Mesures de protection de l'environnement	17
6.4	Risques sismiques	17
6.5	Actions chimiques	18
6.6	Choc contre la PAB	18
6.7	Risque de présence de blocs de grande dimension	18
6.8	Incendie	19
6.9	Explosion	19
6.10	Autres actions exceptionnelles : hautes eaux, chutes de pierres, avalanches, etc.	19

7 Conditions particulières relatives à l'exécution des travaux 20
7.1 Viabilisation du chantier, accès, site d'installation 20
7.2 Conditions particulières de tiers 20
7.3 Conditions particulières résultant de l'exploitation ferroviaire 20
8 Signatures 21

1 Objectifs généraux relatifs à l'utilisation

L'étude de projet et l'exécution se fondent sur les lois, les normes SIA, VSA, SSIGE et VSS en vigueur, ainsi que sur la réglementation CFF (règlements, instructions, directives) pour les projets liés à l'exploitation ferroviaire

1.1 Projet de construction

Le projet de mise en conformité de la gare de Nyon, les successions serrées en gare de Nyon et le distancement à 2 minutes sur la ligne Lausanne - Genève, ainsi que la mesure BCM demandant des nouvelles diagonales à 90km/h côté Genève, prévoient de nouvelles fonctionnalités. Ces dernières nécessitent le renouvellement de l'enclenchement actuel, construit en 1977 et qui arrive en fin de vie en 2031.

L'enclenchement sera déplacé du bâtiment de la gare à un bâtiment préfabriqué. De plus, de nouveaux signaux IS sont prévus sur l'ensemble du tronçon entre Gland et Céligny. Dans le cadre de ces mesures, une modification des infrastructures à câbles est nécessaire.

La présente convention d'utilisation concerne donc les travaux de construction de la nouvelle traversée à câbles en dehors du site de la gare de Nyon. Les travaux incluent les éléments suivants :

- Paroi de pieux sécants pour les fouilles de chaque côté de la voie, stabilisées par des longrines métalliques. La partie supérieure sera retirée, afin de ne pas impacter l'infrastructure routière ou ferroviaire. La partie inférieure sera laissée en place.
- Une chambre définitive de chaque côté des voies pour permettre le passage des câbles
- Une traversée en béton réalisée par un microtunnelier

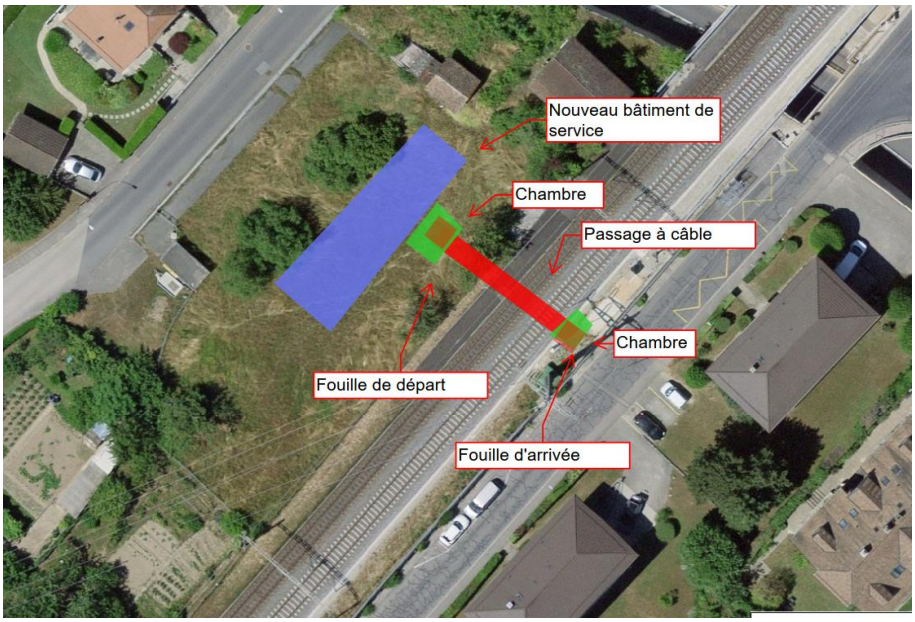


Figure 1: Situation de la traversée

La traversée à implémenter est située au point kilométrique ferroviaire 37.064. Sur la situation suivante est représenté schématiquement la zone d'exécution de la nouvelle traversée à câbles.

1.2 Composants et ouvrages existants

Nom du composant ou de l'ouvrage	Année de construction	Type d'ouvrage	Ligne DfA XXX et km (de à)	N ° IPID
Paroi anti-bruit	2016	PAB	Km 36.306-37.191	

Tableau 1: ouvrage existant

1.3 Indications sur les dispositions contractuelles actuelles et futures concernant la propriété et l'entretien

Néant

1.4 Maîtrise d'ouvrage

Chemin de fer fédéraux suisses CFF SA

I-NAT-PAG-BAM-RWT
Rue de la gare de triage 5
1020 Renens

1.5 Délimitations

Néant

1.6 Exigences d'utilisation

1.6.1 Géométrie

La nouvelle traversée franchira perpendiculairement les voies au km 37.034. La traversée sera composée d'un tube de diamètre nominal DN 800mm illustré ci-dessous :

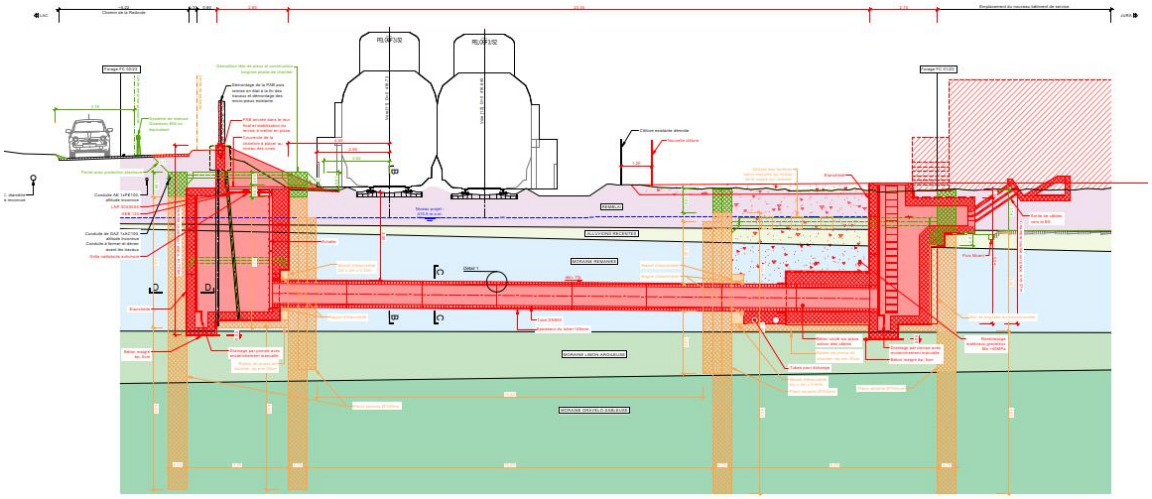


Figure 2: Coupe de la traversée principale

Sa longueur est d'environ 23.3m entre les deux chambres et sera réalisée avec la méthode d'avancement du microtunnelier à une profondeur minimale de 3.5 m aux croisements des voies existantes. Une pente longitudinale de 1% sera garantie afin de garantir l'écoulement des eaux éventuelles d'infiltration. La méthode du microtunnelier est en mesure de garantir une pente sur cette distance.

Deux chambres d'accès sont prévues dans l'axe de la traversée. Les chambres seront équipées d'un système d'évacuation des eaux adéquat.

La fonction principale de l'ouvrage est de concrétiser et de garantir l'installation des tubes sous les voies CFF afin de permettre le nouvel Enclenchement de Nyon en reliant les dispositifs de signalisation et sécurité au nouveau Bâtiment de Service en dehors de la gare.

1.6.2 Utilisation : charges utiles, vitesses, volume du trafic

Ouvrages ou parties d'ouvrage existants si conservés :

- Vitesses de pleine voie : 140 km/h
- Volume du trafic actuel : >30'000 TBC/jour

1.6.3 Changements d'affectations pour les parois antibruit

Aucun changement d'affectation n'est prévu pour les parois antibruit. La mise en place de signaux, marquages et panneaux n'est généralement par envisagée (à l'exception, par exemple, des marquages et panneaux d'information sur les portes de secours et de maintenance). Les divergences doivent être définies dans l'annexe dans la base du projet.

1.7 Durée d'utilisation

Les durées d'utilisation prévues pour les différentes parties de l'ouvrage seront les suivantes :

Partie d'ouvrage	Durée d'utilisation
Chambres : structure porteuse	100 ans
Chambre : système d'évacuation des eaux	10 ans
Traversée	100 ans
Paroi de pieux sécants	Fonction de stabilisation pendant les travaux, la partie inférieure est laissée en place dans le sol mais sans fonction statique permanente
Longrines métalliques	Fonction de stabilisation pendant les travaux
Mur de poussée du microtunnelier	Fonction pendant l'avancement du microtunnelier, mais laissé en place au contact de la chambre sans fonction statique permanente
Massif et bague d'étanchéité	Fonction d'étanchéité pendant et après les travaux

Tableau 2: Durée de vie des parties d'ouvrage

Le concept de surveillance de l'ouvrage doit permettre de garantir le contrôle de l'ouvrage dans des conditions favorables.

2 Bases

Les parties grisées ne sont pas utilisées dans ce projet.

2.1 Bases spécifiques au projet

- Avant-projet
- Rapport géologique effectué, avec carte du microzonage sismique
- Rapport géologique complété avec les sondages existants et description lithologique
- Dossier d'ouvrage réalisé de la paroi anti-bruit
- Plans de la ligne haute tension

2.2 Bases légales

[1]	DE-OCF	Dispositions d'exécution de l'ordonnance sur les chemins de fer dans leur version applicable à la date de signature du contrat
[2]	LCdF	Loi sur les chemins de fer
[3]	Directive Sécurité sismique des installations ferroviaires OFT	
[4]	Directive Protection contre le bruit des installations ferroviaires OFT	
[5]	Directive Exigences de sécurité pour les tunnels ferroviaires existants OFT	
[6]	Leitfaden Passive Schutzmassnahmen auf Strassenbrücken über Gleisanlagen OFT	
[7]	Directives et instructions cantonales	
[8]	LDAI, ODAI,	Loi fédérale sur les denrées alimentaires et les objets usuels, ordonnance sur les denrées alimentaires
[9]	LEaux, OEaux	Loi fédérale sur la protection des eaux, ordonnance sur la protection des eaux

2.3 Normes

[10]	SIA 118	(2013)	Conditions générales pour l'exécution des travaux de construction
[11]	SIA 118/262	(2018)	Conditions générales pour la construction en béton
[12]	SIA 190	(2017)	Canalisations
[13]	SIA 260	(2013)	Bases pour l'élaboration des projets de structures porteuses
[14]	SIA 261	(2020)	Actions sur les structures porteuses
[15]	SIA 261/1	(2020)	Spécifications complémentaires
[16]	SIA 262	(2013)	Construction en béton
[17]	SIA 262/1	(2019)	Spécifications complémentaires
[18]	SIA 262.051+A2	(2022)	Béton – Spécification, performances, production et conformité
[19]	SIA 2042	(2022)	Prévention des désordres dus à la réaction alcalis-granulats (RAG) dans les ouvrages en béton
[20]	SIA 263	(2013)	Construction en acier
[21]	SIA 263/1	(2020)	Spécifications complémentaires

[22]	SN EN 1090-1	(2011)	Exécution des structures en acier et des structures en aluminium – Partie 1
[23]	SN EN 1090-2	(2018)	Exécution des structures en acier et des structures en aluminium – Partie 2
[24]	SN EN 1090-3	(2019)	Exécution des structures en acier et des structures en aluminium – Partie 3
[25]	SIA 264	(2014)	Construction mixte acier-béton
[26]	SIA 264/1	(2014)	Spécifications complémentaires
[27]	SIA 265	(2021)	Construction en bois
[28]	SIA 265/1	(2018)	Spécifications complémentaires
[29]	SIA 266	(2015)	Maçonnerie
[30]	SIA 266/1	(2015)	Spécifications complémentaires
[31]	SIA 266/2	(2012)	Maçonnerie en pierre naturelle
[32]	SIA 267	(2013)	Géotechnique
[33]	SIA 267/1	(2013)	Spécifications complémentaires
[34]	SIA 269	(2011)	Bases pour la maintenance des structures porteuses
[35]	SIA 269/1 - 7	(2011)	Maintenance des structures porteuses
[36]	SIA 269/8	(2017)	Maintenance des structures porteuses - Séismes
[37]	SIA 270	(2014)	Étanchéité et évacuation des eaux – Bases générales et délimitations
[38]	SIA 272	(2009)	Étanchéité et drainage d'ouvrages enterrés et souterrains
[39]	SIA 274	(2021)	Etanchéité des joints dans la construction - Conception et exécution
[40]	SIA 281	(2017)	Lés d'étanchéité en matière synthétique, bitumineux ou argileux
[41]	SIA 197	(2023)	Projets de tunnels - Bases générales
[42]	SIA 197/1	(2019)	Projets de tunnels - Tunnels ferroviaires
[43]	SIA 195	(2019)	Fonçage de tubes
[44]	SIA 2053	(2020)	Constructions en pierres sèches naturelles : Technique de construction, conservation et écologie
[45]	SN 640 570	(2017)	Protection contre le bruit aux abords des routes et des voies de chemin de fer
[46]	NF EN 1295-1	(2019)	Calcul de résistance mécanique des canalisations enterrées sous diverses conditions de charge - Partie 1
[47]	Suva 44006	(2020)	Conception des garde-corps sur les accès permanents aux machines
[48]	Suva 44066	(2023)	Travaux sur les toits
[49]	Suva 1416	(2004)	Règles relatives aux travaux exécutés à l'intérieur de réservoirs et dans des locaux exigus
[50]	Suva 44062	(2023)	La sécurité lors de travaux dans des puits, des fosses ou des canalisations

[51]	Suva 1796	(2022)	Ordonnance sur la sécurité et la protection de la santé des travailleurs dans les travaux de construction
[52]	SN-EN 50122-1	(2022)	Bahnanwendungen – Ortsfeste Anlagen – Elektrische Sicherheit, Erdung und Rückleitung – Teil Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag (Mesures de protection contre les chocs électriques)

2.4 Exigences et réglementations spécifiques aux CFF et aux chemins de fer

[53]	Règlements CFF		Instructions et fiches
[54]	PAIngB	(2019)	Guide pour l'élaboration de projets en génie civil Ponts (parties A et B)
[55]	PAIngT		Projektierungsassistent – Tunnelaerodynamik
[56]	PAIngT		Projektierungsassistent Ingenieurbau – Tunnel-
[57]			Instandsetzung
[58]	PVIngDU		Projektierungsvorgaben Ingenieurbau - Durchlässe
[59]	PVIngS Partie 1	(2021)	Directive d'étude de projets de génie civil – ouvrages de soutènement - Partie 1 - Construction Nouvelle
[60]	PVIngS Partie 2		Directive d'étude de projets de génie civil – ouvrages de soutènement - Partie 2 - Remise en état de la maçonnerie en pierre naturelle
[61]	PVIngS Partie 3	(2022)	Projektierungsvorgaben Ingenieurbau Stützbauwerke – Teil 3 – Instandsetzung von Stützbauwerken
[62]	PAIngE Partie 1		Instandsetzung und Nutzungsänderung von Erdbauwerken
[63]	PAIngE Partie 2		Neubau und Erweiterung von Erdbauwerken
[64]	Directive de conception des ponts	(2023)	Directive de conception des ponts CFF Infrastructure
[65]	I-50219	(2021)	Ouvrages ancrés de façon permanente
[66]	ASTRA 12006	(2008)	Actions de chutes de pierres sur les galeries de protection (CFF + OFROU)
[67]	ASTRA 12007	(2007)	Actions d'avalanches sur les galeries de protection (CFF + OFROU)
[68]	ASTRA 12010	(2007)	Dispositions pour garantir la durabilité des câbles de précontrainte dans les ouvrages d'art (CFF + OFROU)
[69]	I-50009	(2024)	Surveillance des installations de technique ferroviaire à proximité de chantier
[70]	R RTE 20012	(2022)	Profil d'espace libre, voie normale
[71]	D RTE 22040	(2009)	Guide pratique de la voie ferrée Écartement normal
[72]	D RTE 27900	(2021)	Manuel des conducteurs de retour de courant et des mises à terre
[73]	R RTE 21110	(2015)	Infrastructure et ballast, voie normale (et voie métrique)

[74] R I-20014 (2013) Protection des monuments historiques : gestion des objets dignes de protection dans le cadre de projets CFF

[75] Prescriptions d'exécution et de qualité CFF (PEQ) et programmes de contrôle (PC)

- Structures porteuses en béton
- Étanchéité des ouvrages
- Protection anticorrosion des ponts métalliques
- « Geländer im Publikumsbereich » (garde-corps en zone public)
- Parois antibruit
- Évacuation des eaux de la voie ferrée
- Structures porteuses en acier
- Étanchéité du tunnel
- Évacuation des eaux des tunnels
- Ancrages permanents en sol et en rocher
- Ponts-dalles en tôles fortes
- Bordures de quai préfabriquées
- Installations d'approvisionnement en eau
    - Points d'eau / Robinets
    - Bornes hydrantes
    - Conduites
    - Armatures

[76] Guide de la protection des surfaces en béton, 7 mars 2007 1er décembre 2015

[77] FAQ « Comment doit être réalisée la mise à la terre des ponts de chemin de fer et selon quels principes faut-il sectionner ou non les systèmes de mise à la terre » 1er mars 2010, Dr Markus Büchler

[78] Répertoire des systèmes de tension autorisés : SIA 262 – Register Spannsysteme

[79] Factsheet protections anti-chute (pour entretien espaces verts)

[80] Plan schématique des catégories de ligne sismiques ESK

[81] BZU B23 Guide de planification – Garde-corps, main courantes et clôtures (pour les espaces public), version 3-1, 21.07.2023

[82] FB 400-0060 Assistant de planification, Transitions voie ferrée CFF

3 Environnement et exigences de tiers

3.1 Effets sur l'environnement

3.1.1 Développement durable

Par souci de développement durable, le choix des matériaux pour la réalisation des nouveaux ouvrages, que ce soit au niveau des ouvrages ou des infrastructures (conduites, canalisations, enrobés, matériaux de remblais, etc.), se portera, dans la mesure du possible et d'un point de vue technique et/ou financier, sur ceux présentant le plus faible impact écologique.

D'autre part, lors de la réalisation des travaux, toutes les mesures seront mises en place afin de respecter les lois et ordonnances relatives à la protection de l'environnement.

3.1.2 Protection des eaux

Les exigences légales et normatives concernant la protection des eaux devront être respectées. Toute mesure prise, définitive ou provisoire, pendant l'entretien ou l'exploitation, sera adaptée aux secteurs ou zones de protection éventuelles des eaux dans lesquels se trouvent les ouvrages.

Dans le cas de cette étude, la traversée se trouve entièrement sur un secteur de protection des eaux üB. Par ce fait, l'ouvrage se trouve en dehors des zones de protection des eaux critique.



Figure 3: Zone de protection des eaux

3.1.3 Déchets et sites contaminés

La région où la traversée et le bâtiment de services seront construits n'est pas classée comme zone polluée.

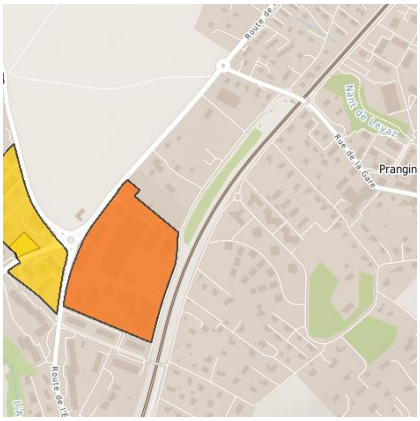


Figure 4: Zone des sites pollués

3.2 Aspect foncier

La nouvelle traversée se situe sur le domaine OFROU (parcelle n°319) comme illustré dans la figure 5. Cependant, les travaux vont impacter la parelle DP 76, notamment les pieux sécants mis en place pour la cellule d'arrivée.



Figure 5 – Parcelles concernant l'entourage de l'ouvrage.

3.3 Gabarits d'espace libre

Les travaux devront s'effectuer proches des voies. Cependant, les pieux sécants ne rentrent pas dans le profil d'espace libre de la voie.

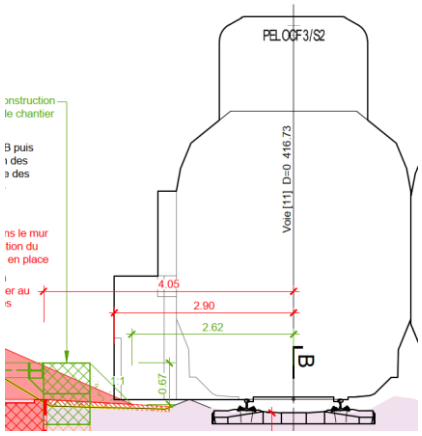


Figure 5: Impact des travaux côté lac

3.4 Exigences fonctionnelles

Les travaux doivent garantir l'exécution de la traversée, composée d'un tube en béton DN 800 mm contenant 13 PE 150.

Les chambres d'accès aux tubes devront permettre un accès facilité au personnel CFF et être disposées de part et d'autre de la traversée. Les chambres seront équipées d'échelles avec système de sécurité.

Des mesures constructives seront prises pour garantir l'étanchéité des joints de bétonnage, des parois extérieures et de la dalle de couverture (étanchéité extérieure).

4 Besoins de l'exploitation et de l'entretien

4.1 Exigences concernant l'aptitude au service

En termes de fissuration des éléments de construction en béton armé, les points suivants sont à observer :

Toutes les parties d'ouvrage soumises à des projections directes d'eau salées doivent respecter un niveau d'exigence élevée en matière de fissuration (SIA 262 art. 4.4.2.2.6). Les chambres ont une exigence élevée en termes d'étanchéité, ce qui nécessite un niveau d'exigence élevé en matière de fissuration (PEQ structures porteuses en béton art. 3.1.6). Pour les autres parties d'ouvrage, on appliquera le niveau d'exigence accrue (SIA 262 art. 4.4.2.2.5).

La cure du béton doit être tout particulièrement soignée.

Les détails constructifs du béton armé seront soignés afin de limiter la fissuration et d'éviter les infiltrations ainsi que la corrosion des éléments métalliques visibles.

4.2 Accès aux différentes parties d'ouvrage

L'exécution de la traversée à Nyon nécessite de prendre en compte la problématique de l'accès aux différentes parties des ouvrages, du maintien en exploitation des ouvrages en question et des éventuelles perturbations occasionnées sur d'autres installations.

Il s'agit de tenir compte des aspects suivants :

- Sécurisation de la zone de travail ;
- Mise à disposition de tout le matériel permettant l'accès aux zones d'entretien ;
- Nécessité de réaliser une partie des interventions dans des heures nocturnes, si les restrictions de trafic sont trop importantes.

4.3 Remplacement des pièces d'usure et interchangeabilité de certains éléments

Les chambres d'accès à la traversée doivent permettre les interventions de maintenance sur les câbles. Des ouvertures de visite des chambres garantiront cet accès en tout temps. Les ouvertures seront équipées de couvercles types CFF.

4.4 Conduite de la circulation pour les inspections et interventions futures

Les largeurs des voies, selon l'Ordonnance sur la construction et l'exploitation des chemins de fer, doivent être respectées lors des travaux et lors de l'exploitation normale.

4.5 Surveillance

La surveillance doit permettre de juger de l'état de l'ouvrage dans le temps. La conception de l'ouvrage doit nécessiter une maintenance aussi limitée que possible.

Les activités de surveillance devront être précisées dans le plan de surveillance relatif aux murs. Des seuils d'avertissement et d'alarme devront être définis.

Le dispositif de surveillance fait partie intégrante de l'ouvrage et doit être maintenu en tout temps. La fréquence des mesures sera revue périodiquement à la lumière des résultats obtenus.

4.6 Entretien des drainages, des canalisations et des conduites

Le système de drainage par pompe avec enclenchement manuel doit pouvoir être visité à tout moment. Le plan d'entretien détermine les fréquences.

5 Prescriptions particulières du maître de l'ouvrage

5.1 Construction robuste et durable

En raison des conditions d'exploitation, les CFF accordent une grande importance à la robustesse et à la durabilité des ouvrages afin de limiter les travaux d'entretien. Les PEQ des CFF (structures porteuses en acier, protection contre la corrosion, Structures porteuses en béton, installations d'approvisionnement en eau, installations d'évacuation des eaux usées, drainages, etc.) sont indispensables pour répondre aux exigences énoncées. Ceci doit être pris en compte lors du choix du système et des matériaux.

Les déplacements admis durant la phase de chantier doivent permettre d'éviter un déplacement significatif de la voie, les valeurs limites des voies étant données dans la base de projet. La distance entre la voie et la première paroi de pieux sécants étant de 2.9m, une valeur limite de déplacement horizontal des pieux sécants de 20mm est considéré dans ce projet.

5.2 Matériaux

Les matériaux utilisés pour la construction du nouvel ouvrage et du renforcement seront déterminés afin de respecter les conditions suivantes :

- Une durabilité permettant de garantir la durée d'utilisation des ouvrages ou des éléments d'ouvrage, notamment le béton résistant à la RAG, au gel-dégel et aux sels de déverglaçage
- La surveillance des matériaux ou des éléments constructifs doit pouvoir être assurée
- La facilité de mise en place des matériaux doit être assurée, ceci permettant de garantir une bonne exécution et par là d'assurer la qualité de l'ouvrage
- La notion de développement durable dans le choix des matériaux doit être considérée

5.3 Exigences à l'étanchéité

Les exigences relatives à la classe d'étanchéité sont spécifiées selon le tableau ci-dessous :

Ouvrage/Composant	**Classe d'étanchéité selon SIA 272**	**Mesures**
Chambres	1	Conception de l'armature, étanchéité de joints
Traversée	1	Vérification de la qualité des connections

Tableau 3: Classes d'étanchéité

5.4 Exigences aux surfaces de béton apparent

Le mur en dessus de la chambre côté Lac est un béton apparent, ainsi que la partie supérieure de la chambre nord coulée sur place. Les couvercles de la chambre nord et de la chambre sud sont les couvercles standards selon le catalogue CFF.

Ouvrage/Composant	Classes de béton apparent (CBA) selon SIA 118/262	Types de coffrages selon SIA 118/262
Mur de la chambre sud et nord	CBA 2	Type 4.1

Tableau 4: Classe de béton apparent et type de coffrage requis

5.5 Produits/systèmes

- Les chambres seront coulées sur place.
- Un système de drainage par pompe avec enclenchement manuel est installé au fond de la chambre
- Une étanchéité sera mise en place autour des chambres afin de limiter les venues d'eau, ainsi que des détails d'étanchéité autour de la traversée

5.6 Mesures relatives à la protection contre les courants électriques

Etant donné la proximité des voies, un courant vagabond sera considéré comme présent. Ainsi, une mise à terre de la traversée, ainsi que des différents éléments provisoires et définitifs, devra être mise en place.

La présence d'une ligne à haute tension oblige de mettre en place une gestion des courants électriques durant la phase de chantier et une attention particulière aux travaux du côté Lac. La ligne haute tension devra être déclenchée lors de la mise en place des pieux sécants.

Le concept général de mise à terre est défini dans le document 14.06.01 « Concept général de mise à terre".

5.7 Concept d'entretien dans le cadre de l'exploitation ferroviaire

Le trafic sera maintenu durant toute la durée des travaux d'entretiens des différentes parties de l'ouvrage. L'entretien devra tenir compte des contraintes liées au trafic ferroviaire.

5.8 Conception et esthétique

La conception et la réalisation du nouvel ouvrage doit permettre d'assurer la sécurité structurale pour les situations de risques considérées, de garantir une durabilité suffisante pour la durée d'utilisation prévue de l'ouvrage ou partie d'ouvrage, de permettre son entretien et sa surveillance.

Concernant l'esthétique, en accord avec le MO, aucune mesure particulière ne sera prise en compte.

5.9 Déviation du trafic durant les travaux de construction

Une gestion du trafic devra être mise en place sur le chemin de la Redoute. Des nuits d'interdiction du trafic seront nécessaire pour la mise en place des pieux sécants. Ces nuits doivent être coordonnées avec la commune. Durant la journée, aucune déviation du trafic n'est à prévoir.

Afin d'assurer la sécurité des ouvriers et des voyageurs, les travaux se feront de nuit avec interdiction de la voie la plus proche.

5.10 Jalons du programme de chantier

La réalisation des travaux sera à partir du printemps 2029.

5.11 Classe d'ouvrage

Due l'importance des tubes à l'étude, la traversée appartient à la classe d'ouvrage II selon la norme SIA 261.

6 Objectifs de protection et risques particuliers

6.1 Exigences de sécurité

La sécurité des usagers de la voie ferroviaire, des tiers et des autres voies de circulation (routes d'accès, chemins piétons, etc.…) doit être garantie en tout temps.

Les exigences et les mesures de sécurité ferroviaire doivent être respectées.

6.2 Tassements

Les exigences liées au tassement sont indiquées dans la réglementation des CFF I-50009 « Surveillance des installations de technique ferroviaire à proximité de chantier ». Les limites de déplacement horizontales et verticales des voies, ainsi que leur gauchissement, sont indiquées dans le tableau ci-dessous. Ces valeurs sont données pour une vitesse de la voie à l'état final de 140 km/h, ainsi que la phase de poussée du tube à 80 km/h.

Vr<80 km/h	Valeur d'alerte	Valeur d'intervention	Valeur d'intervention immédiate
Gauchissement	2.5‰	3.5‰	4‰
Tassement vertical	9 mm	12 mm	16 mm
Déplacement horizontal	9 mm	12 mm	14 mm
120 km/h<Vr<160 km/h	Valeur d'alerte	Valeur d'intervention	Valeur d'intervention immédiate
Gauchissement	2‰	2.5‰	3‰
Tassement vertical	4 mm	6 mm	10 mm
Déplacement horizontal	4 mm	6 mm	8 mm
Pylônes	Valeur de précaution	Valeur d'intervention	Valeur d'intervention immédiate
Différence d'inclinaison	2 mm/m	5 mm/m	10 mm/m
Affaissement	20 mm	25 mm	30 mm
Déplacement	10 mm	15 mm	20 mm

Tableau 5: Limites de déplacement et de gauchissement des voies

Les périodes d'interdictions et de réduction des vitesses d'exploitation des lignes ferroviaires pendant les travaux seront coordonnées avec les services CFF.

Un plan de surveillance est établi dans le document « Concept de surveillance et d'alarme selon réglementation I-50009 ». Ce dernier définira, en complément aux valeurs précitées, le type et la fréquence des contrôles de la voie, la zone de surveillance et autres paramètres décrits dans la réglementation I-50009.

6.3 Mesures de protection de l'environnement

Se référer au chapitre 3.1 du présent document.

6.4 Risques sismiques

Les chambres et la traversée sont des ouvrages enterrés à une faible profondeur. La traversée n'étant pas liée de manière ferme aux chambres, un déplacement n'engendre pas de contraintes élevées dans la structure. Selon la SIA 267, article 7.2.3, la vérification au séisme des chambres peut être négligée. Le type de sol considéré est de classe C, la zone sismique Z1b, et la classe d'ouvrage II. Ainsi :

$$\gamma_f a_{g,d} S = 1.2 * 1.45 * 0.8 \ {}^{m}/_{s^2} = 1.39 < 1.5$$

Le sol est considéré comme ne présentant pas de risques de liquéfaction, de compactage, ou de perte de sa résistance au cisaillement. Ainsi, le risque sismique est négligé, que ce soit durant la phase de chantier ou d'exploitation.

6.5 Actions chimiques

L'utilisation de chasse-neiges et de sel de déverglaçage doit être prise en compte. Les éléments de construction doivent posséder une résistance et une durabilité adéquate vis-à-vis des agressions extérieures.

L'éventuelle présence dans les eaux souterraines d'agents chimiques agressifs pour les bétons (sulfates p.ex.) et l'acier (chlorures p.ex.) est à considérer. Le danger résultant doit être écarté à l'aide de mesures constructives.

6.6 Choc contre la PAB

Se référer au dossier de la PAB, document 12.904.02.

6.7 Risque de présence de blocs de grande dimension

Suivant la discussion avec les géotechniciens, la présence de blocs de dimension importante est improbable. Des blocs de grande dimension n'ont pas été observé dans la couche géologique traversée, mais ne peuvent être exclus.

Le projet prévoit l'engagement d'un microtunnelier capable de traverser des blocs ou formations rocheuses plus compactes. La résistance des roches que la tête de microtunnelier est en mesure de traverser dépend du choix de la tête mise en place.

Concept microtunnelier et détail tête de coupe avec concasseur conique et évacuation par pompe de marinage :



Figure 6: Fonctionnement du microtunnelier



Figure 7: Tête de microtunnelier

En lien avec des discussions faites avec des entreprises, deux types de tête peuvent être envisagées :

- Tête prévue pour sol morainique (tête mixte) : ces têtes de microtunnelier sont équipées de couteaux d'abattage et de molettes qui permettent le concassage de blocs rocheux. Cet équipement permet d'avancer dans des roches rencontrées présentant une résistance inférieure à 50 MPa.
- Tête prévue pour des roches : ces têtes de microtunnelier peuvent avancer tant que les roches rencontrées ont une résistance supérieure à 50 MPa mais inférieure à 100 MPa

La deuxième tête présentée a l'avantage de pouvoir traverser des roches plus résistantes. Cependant, la vitesse d'avancement en est significativement réduite. La tête mixte semble la plus appropriée au sol observé, car elle permet de traverser des blocs et présente une meilleure vitesse d'avancement. Cette option couvre le risque de blocs isolés sur l'axe de forage.

Afin de réduire le risque de rencontrer un bloc de grande taille à l'axe de la traversée, l'option d'un pré-forage destructif horizontal, exécuté à avant l'engagement du microtunnelier, a été évalué. Cette option n'a pas été retenue pour les raisons suivantes :

- Le forage destructif ne permet pas de gérer les eaux du terrain. Aucune contrepression ne contrebalance la pression hydrostatique. Ces travaux de forage peuvent provoquer un drainage des eaux du terrain et initier un tassement du sol (que ce soit par l'écoulement de l'eau engendré par ces forages dans la cellule de départ ou par la déstructuration du sol naturel)
- Le diamètre des forages horizontaux présentant un diamètre inférieur à celui du microtunnelier, la reconnaissance sur l'axe de forage ne sera que partielle. Il serait alors nécessaire de mettre en place au moins 3 forages horizontaux pour réduire de manière significative le risque de présence de blocs rocheux.
- Ces forages horizontaux ne permettent pas d'estimer la dimension des blocs rencontrés, ce qui ne permet pas d'indiquer si ce bloc sondé pourrait être géré par la tête du microtunnelier. La rencontre d'un bloc par le préforage pourrait initier une révision complète du projet de base et la recherche d'un autre axe de forage. Les travaux engagés sur le projet de base seraient alors perdus avec un impact sur la planification et les coûts très important.

Le risque de présence d'un bloc de dimension importante et de résistance supérieure à ce que la tête mixte arrive à traverser est restreint. La planification dans le dossier d'appel d'offres d'un microtunnelier équipé d'une tête de forage mixte offre suffisamment de garantie pour une traversée mécanique des obstacles rocheux. La solution d'un préforage présente des risques qu'il est préférable de ne pas activer et n'est pas retenue dans le cadre de cette étude.

6.8 Incendie

Les risques liés à l'incendie sont acceptés par le Maître d'Ouvrage.

6.9 Explosion

Les risques liés à l'explosion de véhicules sont acceptés par le Maître d'Ouvrage. Pour la partie liée à la chambre de la traversée, une pompe EX respectant les exigences de prévention des explosions sera utilisée. Sinon, en dehors des explosions de véhicules, il n'y a pas de risque d'explosion identifié.

6.10 Autres actions exceptionnelles : hautes eaux, chutes de pierres, avalanches, etc.

Les risques liés au vandalisme sont acceptés par le Maître d'Ouvrage.

7 Conditions particulières relatives à l'exécution des travaux

La réalisation de la traversée principale se déroulera sur une durée d'environ une semaine. La réalisation des travaux en une seule et unique étape est préférée.

7.1 Viabilisation du chantier, accès, site d'installation

Une installation de chantier est prévue du côté nord des voies. Pour accéder au chantier du puit de réception, la paroi anti-bruit sera retirée. Un espace sera pris sur le chemin de la Redoute. Les emprises estimées sont indiquées sur le document suivant :

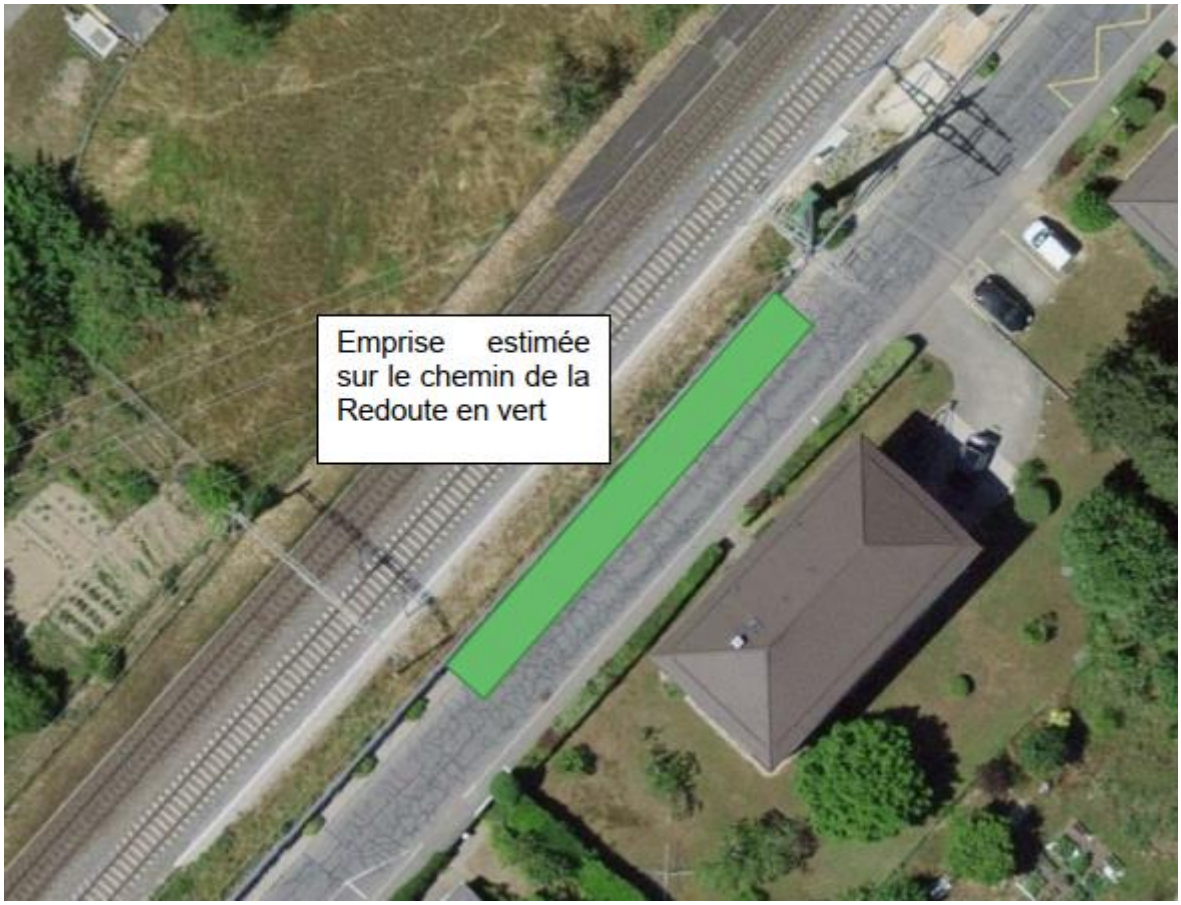


Figure 8: emprise de chantier

7.2 Conditions particulières de tiers

Le passage du bus et du trafic particulier sur le chemin de la Redoute devra être garantis durant toute la durée des travaux. Ainsi, une voie de circulation d'une largeur de 3.5m sera accessible pendant le chantier. Le trafic durant le chantier empiétera sur le trottoir existant.

7.3 Conditions particulières résultant de l'exploitation ferroviaire

Durant l'avancement de la traversée, un ralentissement à 80 km/h est prévu sur les deux voies. Plusieurs nuits d'interdiction de la voie côté Lac sont prévues pour la mise en place de la cellule d'arrivée côté Lac et de la chambre côté Lac.

8 Signatures

33 Mise à l'enquête

Maîtrise d'ouvrage :	Date	Signature
Chemins de fer fédéraux suisses CFF		
Infrastructure		
Responsable : Sophie Minon		
Rue : Rue de la Gare de Triage 5		
Lieu : 1020 Renens	……..	……..

Auteur du projet :	Date	Signature
Nom : IUB Engineering SA		
Responsable : Aimé Morel		
Rue : Rte André Piller 33a		
Lieu : 1762 Givisiez	…….	……..

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

12.201.03

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud

Commune : Prangins

Echelle	Format
-	A4

N° Plan

-

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Traversée principale

BASE DE PROJET



Signatures des personnes responsables :

A1. ☒ Signatures originales dans le document B. ○ Signature ci dessous

Ci-dessous :

A2. ☒ Signatures des personnes pro forma

CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

Aimé Morel
Auteur de projet

IM Engineering | IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	16.09.2024	mge	mo		Version initiale
2	08.10.2024	mge	mo		Selon retour expertise
3	05.12.2024	mge	mo		Selon retour expertise
4	03.07.2024	mge	mo		Selon retour SIOP

Avant-propos

Une base du projet distincte doit être établie pour chaque type d'installation. Un regroupement de différents types d'installations est possible et vaut p. ex. l'alimentation en eau, le drainage, les ponts, les tunnels et galeries (incl. tranchées couvertes), les écrans antibruit, les murs de soutènement, les ouvrages en terre. Ceci doit toutefois être défini au préalable en concertation avec I-NAT-BT-IB.

Le document doit être vérifié et complété à chaque phase de projet considérée. Les modifications doivent être effectuées directement dans le document original selon le code de couleurs suivant :

- Avant-projet : noir
- Projet de construction/mise à l'enquête : vert
- Projet d'exécution : rose

Afin de pouvoir comprendre les modifications au premier coup d'œil, la liste des révisions doit être remplie.

Liste des révisions des modifications spécifiques au projet :

Chapitre	Modifications

Journal des modifications du modèle de document

Version	4.2
Dernière modification	01.03.2024
Dernière modification par	I-NAT-BT-IB
Modification de Version 4.1	Mis à jour et corrections

Table des matières

1	**Généralités**	**4**
1.1	Introduction	4
1.2	Description du projet	4
1.3	Croquis du projet, plans d'ensemble	5
1.4	Délimitation	6
1.5	Durée d'utilisation	6
1.6	Objectifs de protection	6
2	**Bases**	**7**
2.1	Bases spécifiques du projet	7
2.2	Bases légales	7
2.3	Normes	7
2.4	Exigences et réglementations spécifiques aux CFF et aux chemins de fer	7
3	**Conditions géotechniques et modèle de sol de fondation**	**8**
3.1	Conditions géologiques	8
3.1.1	Profils géologiques	8
3.2	Conditions hydrogéologiques	14
3.3	Choix du coefficient de poussée des terres	14
4	**Concept de la structure**	**15**
4.1	Système statique	15
4.1.1	Conditions d'appuis	17
4.2	Modèle de dimensionnement	18
4.3	Degré de conformité	18
4.4	Matérialisation	19
4.4.1	Composants et ouvrages existants	19
4.4.2	Nouveaux composants et ouvrages à réaliser	19
5	**Actions**	**20**
5.1	Pour des ouvrages existants : actions actualisées selon SIA 269/1	20
5.2	Pour des ouvrages à réaliser : actions selon la norme SIA 261	20
5.2.1	Actions permanentes, non actualisées	20
5.2.2	Actions variables, non actualisées	22
5.2.3	Actions exceptionnelles, non actualisé	24
6	**Sécurité structurale**	**26**
6.1	Etat de la construction	26
6.2	Etat final (phase d'utilisation définitive)	27
7	**Aptitude au service**	**28**
7.1	Etat de la construction (phase de construction)	28
7.2	Etat final (phase d'utilisation définitive)	29
8	**Durabilité**	**30**
9	**Risques acceptés**	**30**
10	**Signatures**	**31**

1 Généralités

1.1 Introduction

La présente base de projet porte sur le projet « Renouvellement de l'enclenchement de Nyon » Le présent document regroupe les principales hypothèses et les situations de risque pertinentes pour l'état de construction et l'état de service.

La base du projet sert de point de départ pour la définition de la construction de la traversée à câbles, des processus de construction, des analyses sur la sécurité structurale ainsi que pour le choix des matériaux de constructions.

La présente base du projet repose sur la convention d'utilisation « 12.201.02 *_CU_Traversée à câbles ».* Les objectifs d'utilisation et les prescriptions de la maîtrise d'ouvrage sont consignés dans la convention d'utilisation et ne seront pas répétés dans la base du projet.

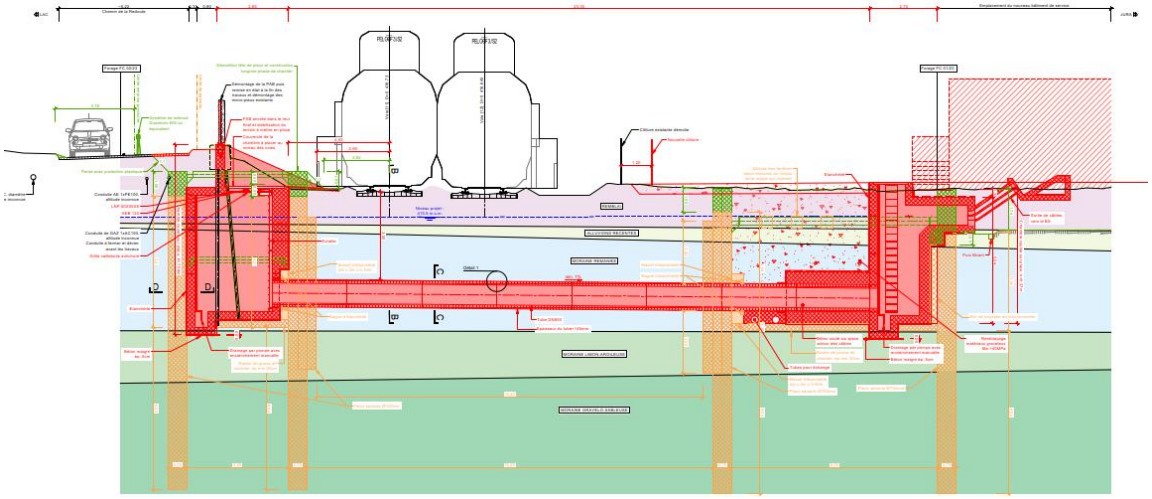


Figure 1: Coupe de la traversée principale

1.2 Description du projet

La description du projet figurant dans la convention d'utilisation est également valable pour la base du projet et sera complétée et spécifiée ici.

La traversée à implémenter est situé au point kilométrique ferroviaire 37.064 Sur la situation suivante est représenté schématiquement la zones d'exécution de la nouvelle traversée à câbles. Deux chambres d'accès sont prévues de part et d'autre des voies, dont une permettra la liaison avec le bâtiment de service. La distance entre chambres est d'environ 23.3m et le tube en béton aura un diamètre nominal de 800mm. Une pente de 1% est prévue.

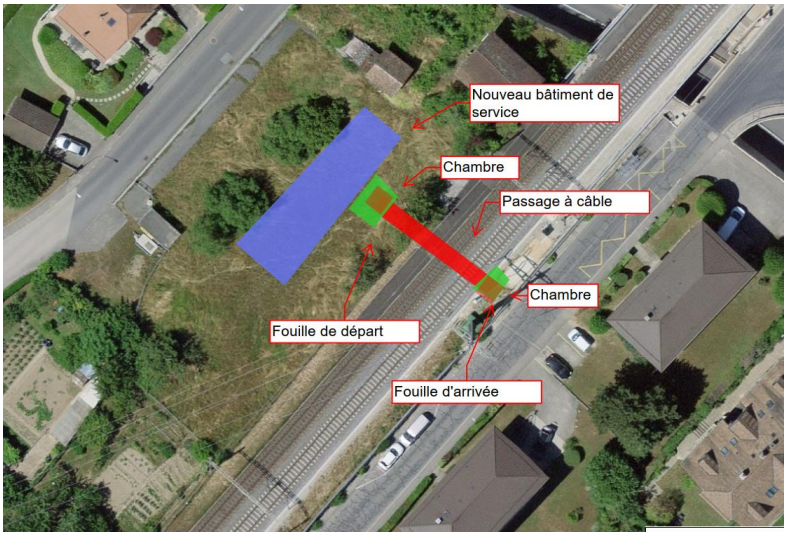


Figure 2: Situation de la traversée

Les dimensions des différents éléments sont :

Elément	Hauteur [mm]	Largeur [mm]	Longueur [mm]	Epaisseur [mm]	Temporalité
Chambre Lac	5300-6800	4050	4050	300-650	Permanent
Chambre Jura	5370	2700	4050	300	Permanent
Paroi de pieux sécants Lac	12210	5500	5950	750	En dessous de 1m du terrain naturel : laissé de manière permanente, mais sans fonction statique
Paroi de pieux sécants Jura	12240	5500	10150	750	En dessous de 1m du terrain naturel : permanent
Traversée	1090mm	1090mm	20000	145	Permanent
Longrines métalliques et étais de coin	-	-	-	-	Temporaire

Tableau 1: dimensions des éléments

La partie supérieure des parois de pieux sécants sera retirée afin de ne pas impacter l'infrastructure ferroviaire ou routière. La partie inférieure sera laissée en place, mais n'a pas de fonction statique.

1.3 Croquis du projet, plans d'ensemble

Voir le plans 12.201.01_Plan du microtunnelier

1.4 Délimitation

Voir convention d'utilisation

1.5 Durée d'utilisation

Voir convention d'utilisation

1.6 Objectifs de protection

Voir convention d'utilisation

2 Bases

2.1 Bases spécifiques du projet

- Avant-projet
- Rapport géologique effectué, avec carte du microzonage sismique
- Rapport géologique, avec log des sondages existants et description lithologique
- Dossier d'ouvrage réalisé de la paroi anti-bruit
- Plans de la ligne haute tension

2.2 Bases légales

Voir convention d'utilisation

2.3 Normes

Voir convention d'utilisation

2.4 Exigences et réglementations spécifiques aux CFF et aux chemins de fer

Voir convention d'utilisation

3 Conditions géotechniques et modèle de sol de fondation

3.1 Conditions géologiques

Couche du sol		**Position [altitude en mètres]**	**Épaisseur [m]**	**USCS**	**Valeurs caractéristiques du sol de fondation**	
N°	Remblai	416.5-418	1.6-2.7	GP-GC (hétérogène)	φ'_k = 30 ° γ = 20 kN/m³ c'_k = 0 kN/m²	E = - kN/m³ ME1 : - kN/m² Perméabilité : variable
N°	Alluvions récentes	414.9-415.3	0.2-0.7	GC, GM, GP, GW, SM, SP, SW	φ'_k = 31 ° γ = 22 kN/m³ c'_k = 0 kN/m²	E = 15 MN/m³ ME1 : 15-30 MN/m² Perméabilité : 10^{-7}
N°	Moraine remaniée	414.2-415.1	3.4-4.1	CL, SM, CL-ML, ML, SC-SM, SC	φ'_k = 31 ° γ = 20.5 kN/m³ c'_k = 2 kN/m²	E = 12 MN/m³ ME1 : 10-30 MN/m² Perméabilité : 10^{-7}
N°	Moraine limono-argileuse	410.8-411	1.6-2.1	CL, CL-ML	φ'_k = 33 ° γ = 21.5 kN/m³ c'_k = 10 kN/m²	E = 35 MN/m³ ME1 : 40-60 MN/m² Perméabilité : 10^{-8}
N°	Moraine gravelo-sableuse	409.2-408.9	Limite non mesurée	GM, SM, GC-GM, SC-SM, GC, SC	φ'_k = 35 ° γ = 24 kN/m³ c'_k = 9 kN/m²	E = 70 kN/m³ ME1 : 80-120 MN/m² Perméabilité : $5*10^{-7}$

Tableau 2: conditions géologiques

3.1.1 Profils géologiques

Selon les différents sondages, le sol sur place aura une constitution similaire à celle détaillée sur la Figure 4.

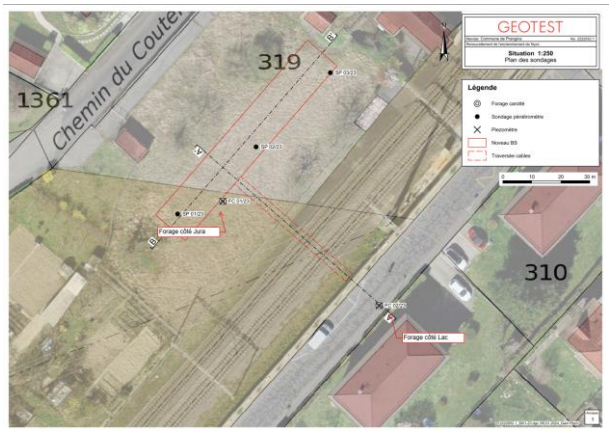


Figure 3 : Sondages géologiques réalisés en décembre 2023

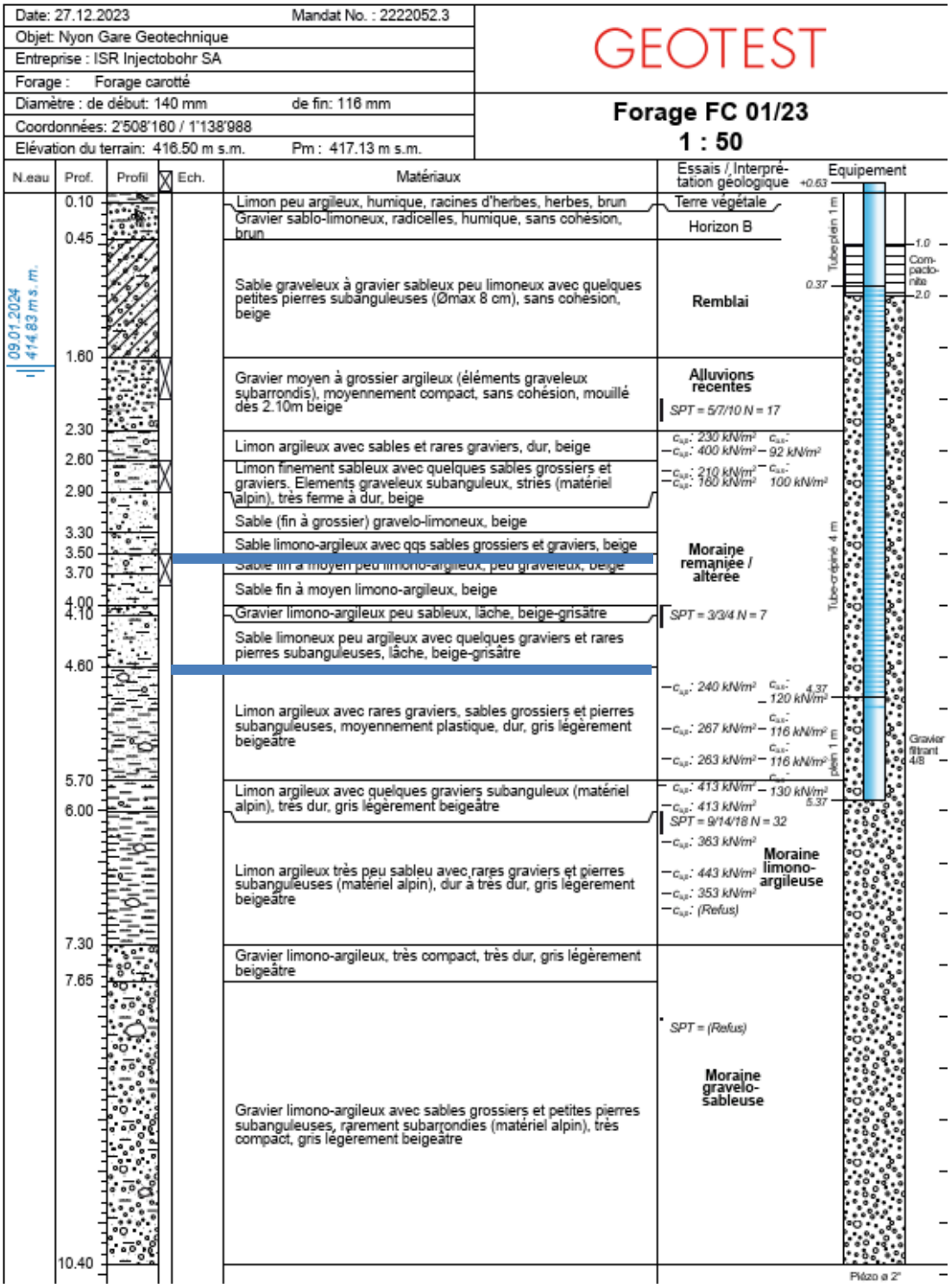


Figure 4 : Fiche de sondage et profil côté Jura. Position de la traversée indiquée en bleu

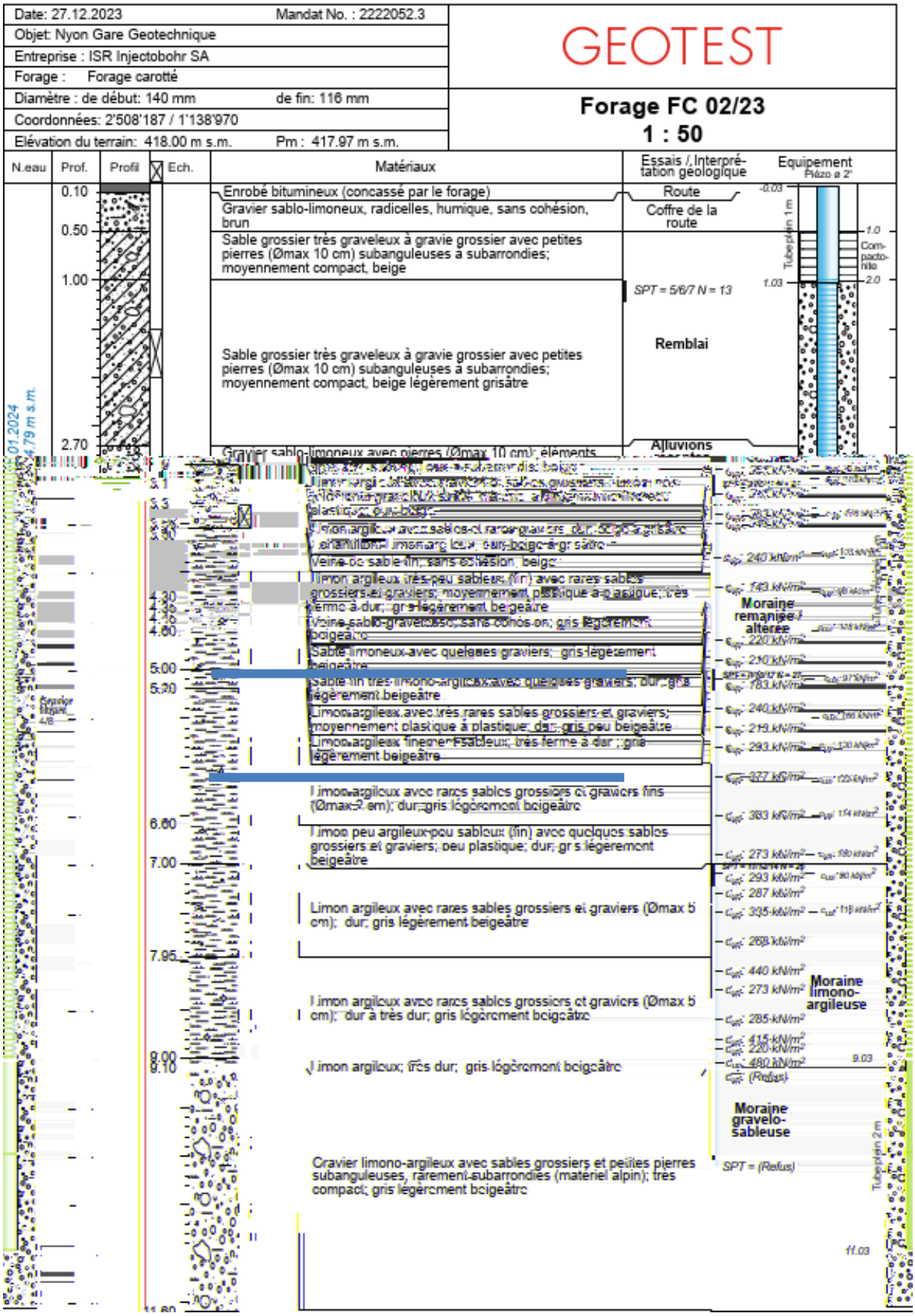


Figure 5: Fiche de sondage et profil côté Lac. Position de la traversée indiquée en bleu

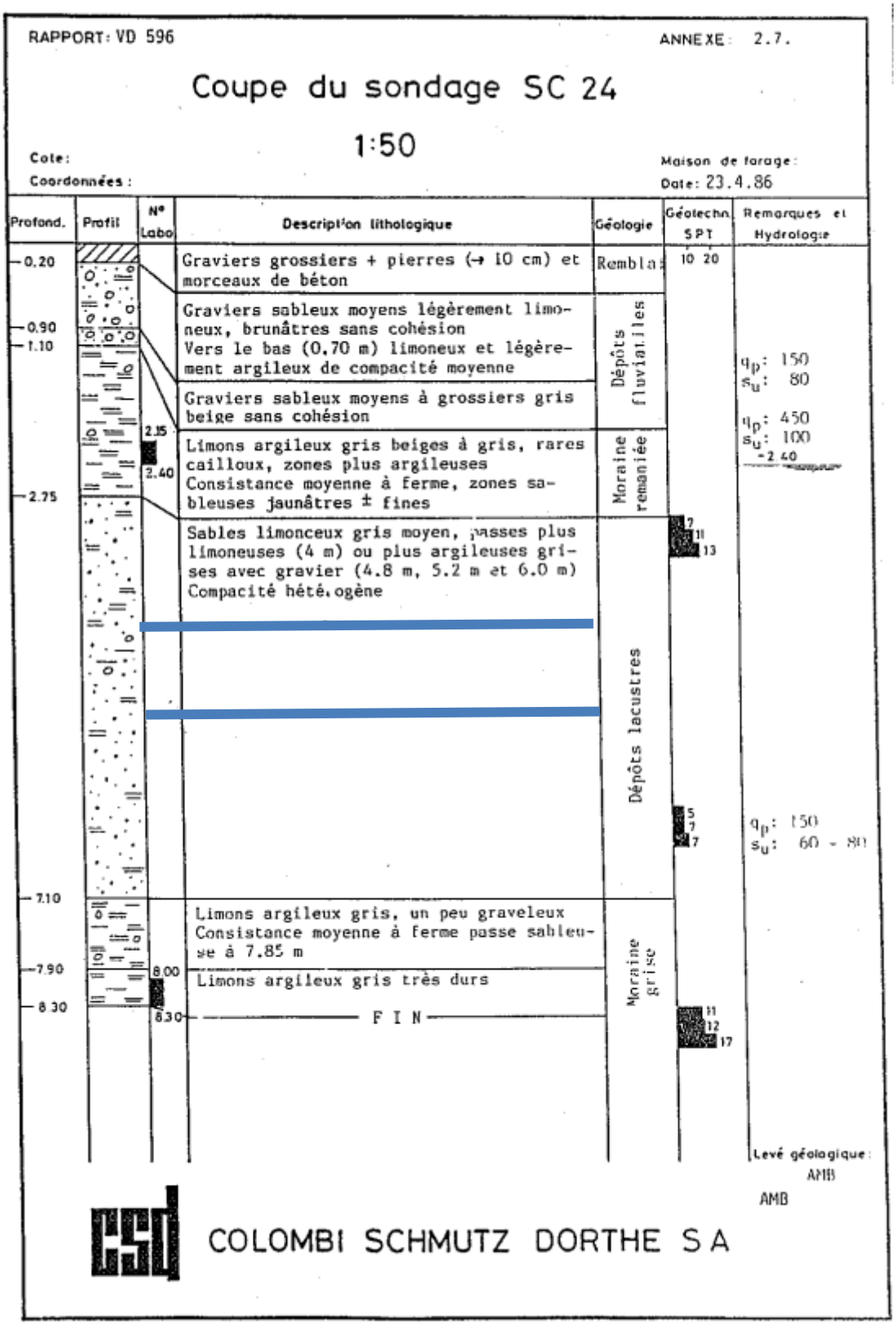


Figure 6: Sondage de CSD ingénieurs,1986. Position de la traversée indiquée en bleu

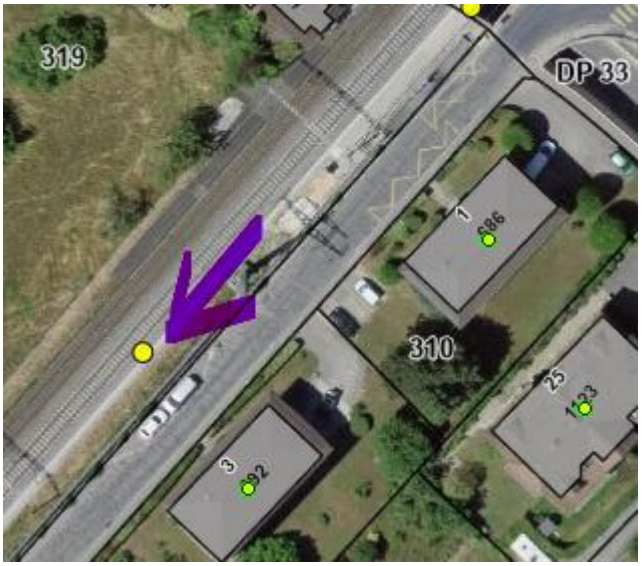


Figure 7: Lieu du sondage de CSD

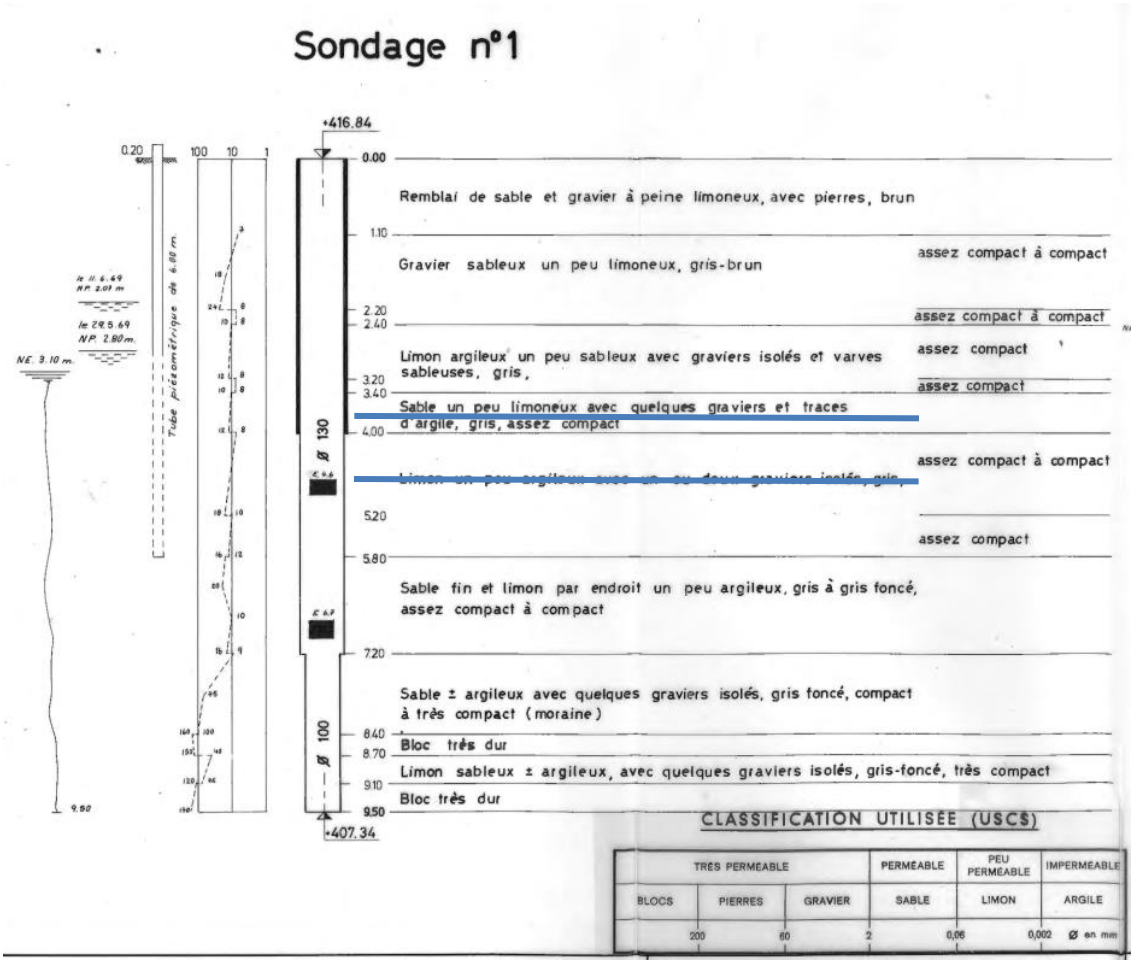


Figure 8: Log de sondage côté lac, 1969. Position de la traversée indiquée en bleu

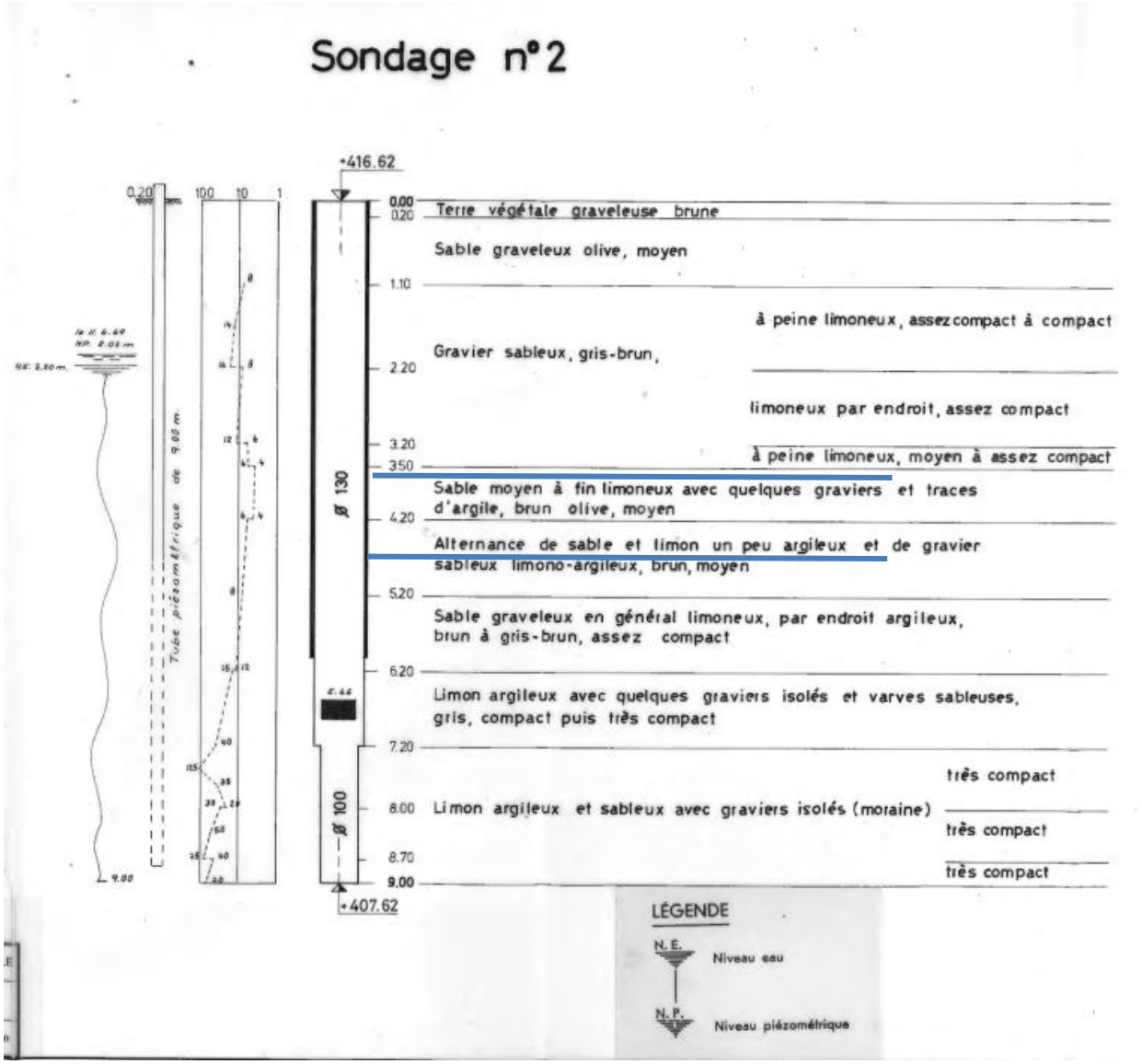


Figure 9: Log des sondages côté Jura, 1969. Position de la traversée indiquée en bleu



Figure 10: Lieu des sondages

L'interprétation des profils existants est faite par Géotest.

3.2 Conditions hydrogéologiques

La hauteur d'eau a été mesurée le 9 janvier 2024 à une élévation d'environ 414.9 m. Un suivi piézométrique est en cours. Le dernier niveau d'eau mesuré indique un niveau d'eau de 414.6m. Cependant, il a été recommandé de considérer la hauteur d'eau de 415.5 comme niveau d'eau pour le projet. La traversée se trouvant en dessous du niveau d'eau mesuré, la présence d'une nappe d'eau doit être prise en considération pour la traversée et les chambres.

3.3 Choix du coefficient de poussée des terres

Le choix du coefficient de poussée des terres s'effectue selon la norme SIA 261, chiffre 4.3 et le tableau 1 et la SIA 267, chiffre 12.4.3.

Ouvrage ou partie d'ouvrage	**Justificatif de la sécurité structurale**	**Justificatif de l'aptitude au service**
Stabilisation de fouille (Pieux sécants, longrines, etc.)	Poussée active majorée	Poussée des terres au repos avec K0
Chambres	Poussée des terres au repos avec K0	Poussée des terres au repos avec K0
Traversée	Poussée des terres au repos avec K0	Poussée des terres au repos avec K0

Tableau 3: Coefficient de poussée prise en compte

4 Concept de la structure

4.1 Système statique

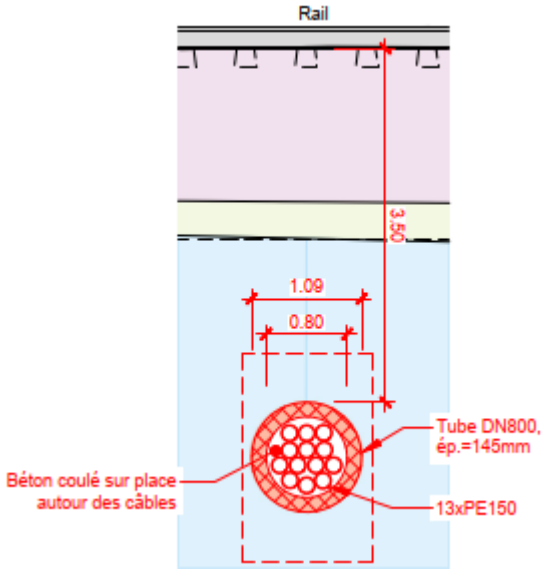


Figure 11: coupe de la traversée

La traversée à câble est un tube sous pression extérieure. La charge n'est pas uniforme sur toute sa hauteur.

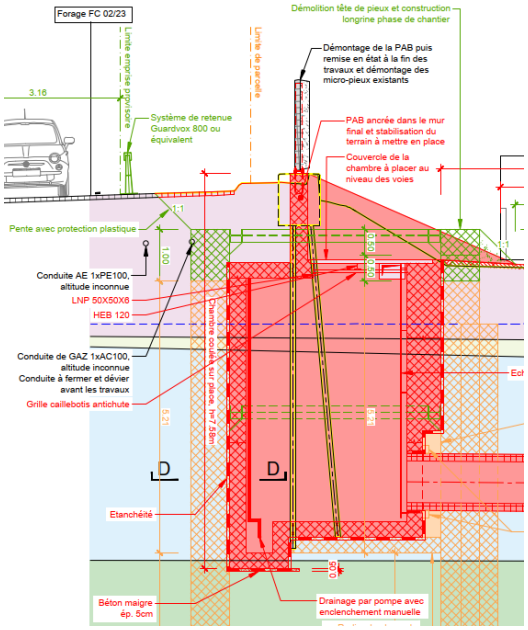
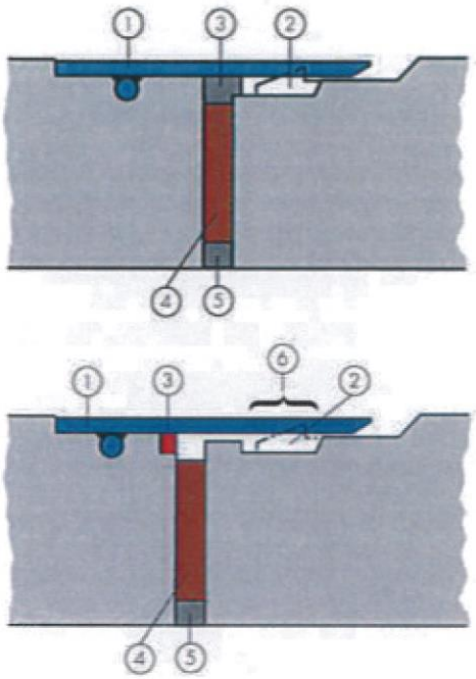


Figure 12: coupe de la chambre Lac

Entre les différents segments du tube, un joint sera mis en place pour éviter un écoulement à travers du tube. Un joint standard sera utilisé.



■ Abb. 17 Mit Kammerdichtung
1. Stahlmanschette
2. Arbeitsdichtung
3. Kittfuge
4. Druckübertragungsring
5. Innendichtung
6. Kammer

■ Fig. 17 Avec joint à chambre
1. Manchette en acier
2. Joint de travail
3. Joint de mastic
4. Anneau de transmission des poussées
5. Etanchéité intérieure
6. Chambre

Figure 13: Détail usuel des joints de tubes de microtunnelier

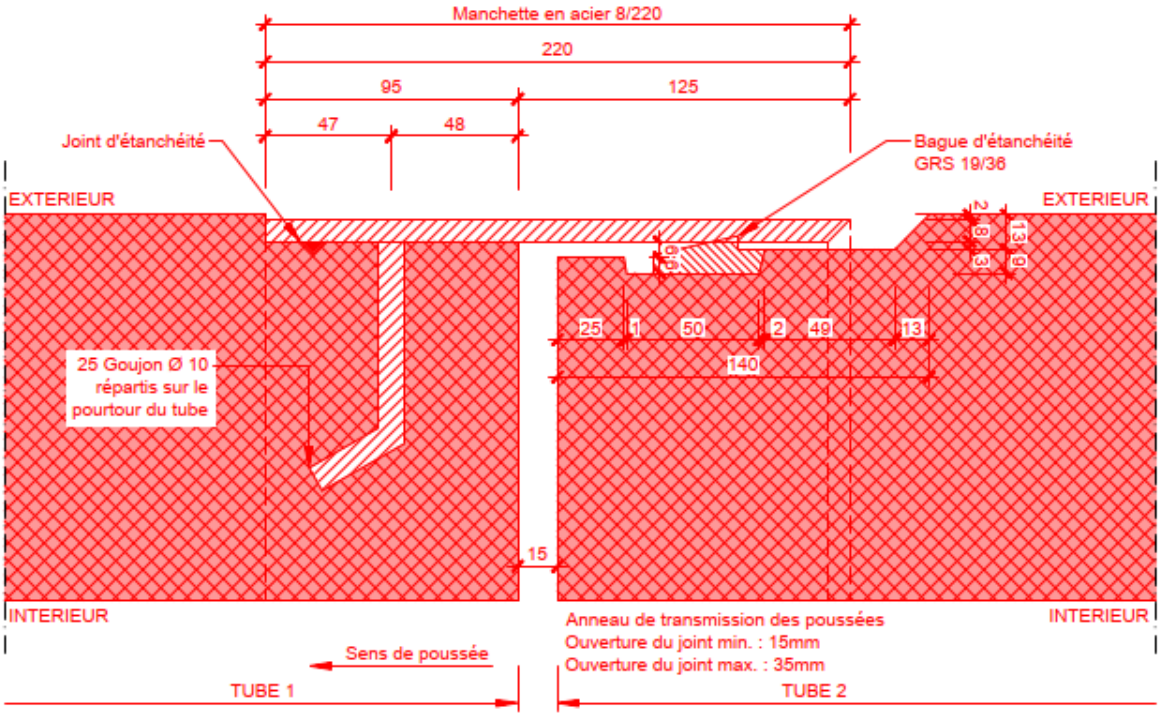


Figure 14: Joint prévu entre tubes

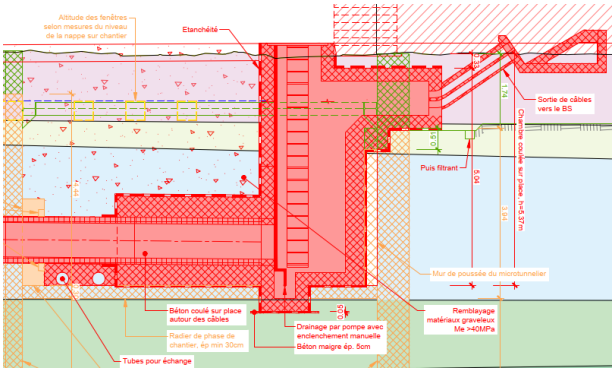


Figure 15: Coupe chambre Jura

Les chambres sont construites au contact de la paroi de pieux sécants. Cependant, le modèle statique des chambres ne dépend pas de cette paroi de pieux sécants. La charge de sol ou de la nappe d'eau appliquée à la chambre est donc modélisée comme si les pieux sécants étaient absents. Les pieux sécants ne sont pas dimensionnés pour reprendre les différentes charges sur le long terme, mais seulement durant le chantier. Il s'agit d'un modèle conservateur de la sécurité globale, mais qui permet de s'assurer de la résistance statique des chambres soit garantie sur le long terme

Les pieux sécants sont fichés dans le sol et étayées à plusieurs niveaux.

4.1.1 Conditions d'appuis

Les pieux sécants fichées ne sont pas considérés comme encastrées, mais comme appuyées contre le sol et stabilisé via un système d'étayage. Plusieurs longrines métalliques sont mises en place, stabilisées par des étais de coin. Elles reposent sur des éléments métalliques qui seront encastrés dans les pieux sécants, afin de supporter le poids propre des longrines. Un radier de phase chantier va aider à stabiliser l'ouvrage.

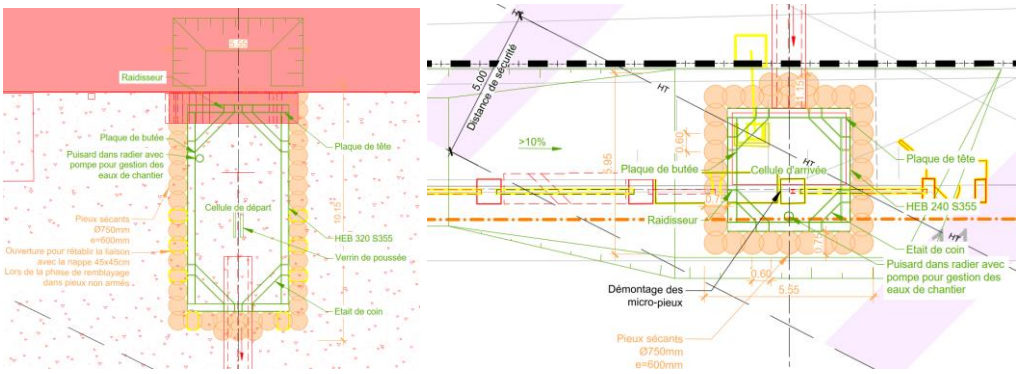


Figure 16: Situation des fouilles, Jura à gauche et lac à droite

4.2 Modèle de dimensionnement

Le dimensionnement des ouvrages sera réalisé conformément aux normes et directives en vigueur. La vérification du modèle des chambres s'effectue à l'état limite de type 2, à la fatigue et à l'état limite de service.

Elément	Vérification statique	Critères	Modèle
Pieux sécants et étayage	Vérification des éléments de structure (efforts et résistance internes)	Charges et vérification selon normes SIA Déplacement maximal	Larix 9 et Statik 9 Eléments poutres et coques
Chambres	Vérification des éléments de structure (efforts et résistance internes)	Charges et vérification selon normes SIA Déplacement maximal Fatigue	Axis VM X7 et Larix 9 Eléments poutres et coques (murs et radier)
Tubes	Vérification des éléments de structure (efforts et résistance internes)	Charges et vérification selon normes SIA Efforts dans les armatures	Axis VM X7 et Larix 9 Eléments coques

Tableau 4: modèle de dimensionnement

4.3 Degré de conformité

Non applicable

4.4 Matérialisation

4.4.1 Composants et ouvrages existants

Non applicable

4.4.2 Nouveaux composants et ouvrages à réaliser

Les matériaux utilisés pour la construction de la traversée à câbles sont :

Matériau Désignation	Ouvrage ou partie d'ouvrage	Valeurs de dimensionnement	Valeurs caract.	Remarques
Béton				
XC4, XD2a, XF3 CL 0.1 D_{max} 32 C30/37	Chambre	f_{cd} = 20 MPa τ_{cd} = 1.1 MPa E_{cd} = 33 GPa ε_{c1d} =2 ‰ ε_{c2d} = 3 ‰	f_{ck} = 30 MPa f_{ctm} = 2.7 MPa E_{ck} = 33 GPa γ_{ck} =25 kN/m^3 $\varphi(t,t_0)$ = 1.1	Valeurs issues de la SIA 262
XC4, XF2 CL 0.1 D_{max} 16 C50/60	Traversée	f_{cd} = 28 MPa τ_{cd} = 1.4 MPa E_{cd} = 33 GPa ε_{c1d} =2 ‰ ε_{c2d} = 3 ‰	f_{ck} = 50 MPa f_{ctm} = 2.6 MPa E_{ck} = 33 GPa γ_{ck} =25 kN/m^3 $\varphi(t,t_0)$ = 1.1	Valeurs issues de la SIA 262
Type de béton P4 CL 0.1 D_{max} 32 C20/25 Consist. F5	Pieux sécants	f_{cd} = 13.5 MPa τ_{cd} = 0.9 MPa E_{cd} = 20 GPa ε_{c1d} =2 ‰ ε_{c2d} = 3 ‰	f_{ck} = 20 MPa f_{ctm} = 2.2 MPa E_{ck} = 20 GPa γ_{ck} =25 kN/m^3 $\varphi(t,t_0)$ = 1.1	Valeurs issues de la SIA 262
Acier d'armature				
B500B	Chambre, traversée et pieux sécants	f_{sd} =435 MPa E_s =210 GPa k_s = 1.08 ε_{ud} = 45 ‰	f_{sk} =500 MPa k_s = 1.08 γ_{sk} = 78.5kN/m^3 ε_{uk} = 50 ‰	Valeurs issues de la SIA 262
Acier de construction				
S355	Longrines métalliques et étais de coin	E = 210 GPa G =81 GPa f_u = 485.7 MPa f_y = 338.1 MPa	E = 210 GPa G = 81 GPa f_u = 510 MPa f_y = 355 MPa	SN EN 1090 SIA 263

Tableau 5: propriétés des matériaux

Pour la connexion entre la PAB et la chambre côté Lac, se référer à la base de projet, document 12.904.03.

Lors des calculs pour la traversée, les caractéristiques d'un béton de type C30/37 sont utilisé pour être conservateur. De la bentonite est utilisée comme élément de lubrification lors de l'avancement du tube béton. Après avoir terminé l'avancement des tubes béton, du mortier sera injecté pour remplacer la bentonite.

Le tube sera rempli de mortier une fois les câbles mis en place.

5 Actions

5.1 Pour des ouvrages existants : actions actualisées selon SIA 269/1

Pas applicable

5.2 Pour des ouvrages à réaliser : actions selon la norme SIA 261

5.2.1 Actions permanentes, non actualisées

Etat de construction (phase de construction)

Deux fouilles seront faites à l'endroit des chambres avec des pieux sécants. Les charges décrites ici sont applicables aux fouilles et au microtunnelier lors de l'avancement.

Action	Mesures/ Traitement ultérieur	Hypothèse pour le dimensionnement
Poids propre		
• Béton	Dimensionnement/ calcul statique	Poids propre du béton : γ_G = 25 kN/m^3
• Acier d'armature passive	Dimensionnement/ calcul statique	Poids propre de l'acier d'armature passive : γ_S = 78,5 kN/m^3
• Acier de construction	Dimensionnement/ calcul statique	Poids propre de l'acier de construction : γ_S = 78,5 kN/m^3
Poids propre des éléments non porteurs		
• Lit de ballast	Dimensionnement/ calcul statique	La hauteur du ballast n'a pas été mesurée. Elle est estimée à 30cm. γ = 18 kN/m^3 Poids propre du ballast : 5.4kN/m^2 (incl. réserve)
• Traverse en béton	Dimensionnement/ calcul statique	2,8 kN/pièce = env. 4,8 kN/m de voie
• Rail	Dimensionnement/ calcul statique	UIC 60 avec petits fers = env. 1,7 kN/m de voie
Poussée des terres, pression hydraulique, tassements		Poussée des terres active majorée, répartition rectangulaire de la poussée des terres à partir du bord supérieur du ballast jusqu'au fond de fouille
• Sous l'effet de charge permanentes	Dimensionnement/ calcul statique	$e_h = K_U * z * \gamma$ $K_U = (K_0+K_a)*0.5$ Pour le calcul des pieux sécants $K_U = K_0$ Pour le calcul du frottement le long du tube $K_U = K_p$ Pour la charge au front du microtunnelier lors de l'avancement γ selon les couches décrites dans le rapport géotechnique
• Sous l'effet du poids propre des éléments non-porteurs	Dimensionnement/ calcul statique	$e_h = K_U * q$ $K_U = (K_0+K_a)*0.5$

Action	Mesures/ Traitement ultérieur	Hypothèse pour le dimensionnement
Pression hydraulique	Dimensionnement/ calcul statique	Poids volumétrique de l'eau : $\gamma_{w,k}$ = 10 kN/m^3

Tableau 6: Actions permanentes

Etat final (phase d'utilisation définitive)

Action	Mesures/ Traitement ultérieur	Hypothèse pour le dimensionnement
Poids propre		
• Béton	Dimensionnement/ calcul statique	Poids propre du béton : γ_G = 25 kN/m^3
• Acier d'armature passive	Dimensionnement/ calcul statique	Poids propre de l'acier d'armature passive : γ_S = 78,5 kN/m^3
• Acier de construction	Dimensionnement/ calcul statique	Poids propre de l'acier de construction : γ_S = 78,5 kN/m^3
Poids propre des éléments non porteurs		
• Lit de ballast	Dimensionnement/ calcul statique	La hauteur du ballast n'a pas été mesurée. Elle est estimée à 30cm. γ = 18 kN/m^3 Poids propre du ballast : 5.4kN/m^2 (incl. réserve) 2,8 kN/pièce = env. 4,8 kN/m de voie UIC 60 avec petits fers = env. 1,7 kN/m de voie
• Traverses en béton	Dimensionnement/ calcul statique	2,8 kN/pièce = env. 4,8 kN/m de voie
• Rails	Dimensionnement/ calcul statique	UIC 60 avec petits fers = env. 1,7 kN/m de voie
• Bâtiment de service	Dimensionnement/ calcul statique	La charge du bâtiment de service est estimée à 122 kN/m' sous la semelle linéaire du bâtiment de service
• Paroi anti-bruit	Dimensionnement/ calcul statique	La densité de la partie phono-absorbante a été estimée comme comparable au béton. Le poids est estimé à 12 kN/m
• **Poussée des terres contre les murs p.ex. à proximité de rampes/ d'escaliers/ de murs de soutènement/ de portails de tunnels**		Poussée au repos selon DE-OCF et SIA 267, répartition en triangle de la poussée des terres à partir du bord supérieur du ballast jusqu'au bord inférieur de la fondation.
• Sous l'effet de charges permanentes (p. ex. remblai (pression de compactage))	Dimensionnement/ calcul statique	$e_h = K_M * z * \gamma$ $K_M = K_0$ γ selon les couches décrites dans le rapport géotechnique
• Sous l'effet du poids propre des éléments non-porteurs	Dimensionnement/ calcul statique	$e_h = K_M * q$

Action	Mesures/ Traitement ultérieur	Hypothèse pour le dimensionnement
• **Pression hydraulique**	Dimensionnement/ calcul statique	Poids volumétrique de l'eau : $\gamma_{w,k}$ = 10 kN/m^3
• **Tassements**	Dimensionnement/ calcul statique	Différences de tassement : $\Delta s \leq 4$ mm

Tableau 7: actions permanentes

5.2.2 Actions variables, non actualisées

Etat de la construction (phase de construction)

Action	Mesures/ Traitement ultérieur	Hypothèse pour le dimensionnement
Trafic ferroviaire	Dimensionnement/ calcul statique	Charges selon le modèle 1
Trafic routier	Dimensionnement/ calcul statique	Charges selon le modèle au chiffre 10.2.2.8, SIA 261
Poussée des terres résultant des charges dues au trafic ferroviaire	Dimensionnement/ calcul statique	$e_h = K_U * q$ $K_U = (K_0+K_a) *0.5$

Tableau 8: Actions variables

Etat final (phase d'utilisation définitive)

Action	Mesures/ Traitement ultérieur	Hypothèse pour le dimensionnement
Trafic ferroviaire		
• Charge due au trafic		
LM1	Dimensionnement/ calcul statique	q_k = 150 kN/m Q=250 kN α = 1,33 ψ=1.67 ψred=1.42
• Forces dues au démarrage et au freinage		Longueur *l* = 22.7 m Pour *l* < 300 m et constructions particulières selon SIA 261, chiffre 11.2.2
LM1	Dimensionnement/ calcul statique	QA_k = 33*l=726 kN (<1000 KN) QB_k = 35*l=825 kN α = 1,33

Action	**Mesures/ Traitement ultérieur**	**Hypothèse pour le dimensionnement**
• Forces de lacet • Fatigue pour structures porteuses avec plusieurs voies, cf. PAIngB	Vérifications théoriques/calcul statique Dimensionnement/ calcul statique	Ecartement normal : $QS_{k,act}$ = 80 kN (SIA 269/1, chap. 11) LM 1: Q_k = 4 * 250 kN q_k = 80 kN/m α = 1,00, Φ = 1.42 Facteurs de charge pour la résistance à la fatigue : Lλ=Ltot=22.7m λ1 = 0.67, λ2 = 1.2, λ3 = 1, λ4 = 1.4 λtot=1.1
Poussée des terres résultant des charges dues au trafic ferroviaire	Vérification théorique/ calcul statique	
• **Contre les murs de soutènement**		$e_h = K_M * q_k * α$, ave K_M = K0 LM 1 : q_k = 52 kN/m^2 α, cf. «Coefficients du modèle de charges dues au trafic ferroviaire» (ci-dessous) q_k: Charge verticale (selon DE-OCF relatives à l'art. 26) Largeur 3,0 m, 0,7 m sous NSR avec Φ = 1,00 (SIA 261, chiffre 11.2.1.5)
Charges de vent	Dimensionnement/ calcul statique	Voir dossier de la PAB, 12.904 Charge sur la PAB, qui se transmette à la chambre côté Lac

Tableau 9: Actions variables

Coefficients du modèle de charges dues au trafic ferroviaire :

Coefficient de classification :

Sécurité structurale

α = 1,33 pour LM 1 et LM 2, y compris valeurs correspondantes des forces dues au démarrage/au freinage, de la force centrifuge, de la force de lacet et de la poussée des terres résultant de la charge due au trafic ferroviaire ainsi que modèles de charge due au déraillement 1 et 2.

α = 1,00 pour LM 3

α = 1,00 pour ouvrages en terre et murs de soutènement pour les forces de lacet (la répartition des forces de lacet doit être prise en compte selon le PVIngS - partie 1).

Fatigue : α = 1,00

Aptitude au service :

α = 1,33 pour gauchissements sous LM 1 et LM 2, y compris forces centrifuges correspondantes

α = 1,00 pour flèches sous LM 1 et LM 2, y compris forces centrifuges correspondantes

α = 1,00 pour ripages relatifs dans le sens vertical pour extrémités de superstructures derrière les culées sous LM 1 et LM 2

Coefficient dynamique :

Les actions statiques des modèles de charge 1, 2 et 3 selon la catégorie de ligne seront multipliées par le coefficient dynamique Φ.

Pour la poussée des terres due aux charges du trafic ferroviaire, le coefficient dynamique de la charge verticale de remplacement (selon DE-OCF relatives à l'art. 26) Φ peut être négligé (selon la norme SIA 261, chiffre 11.2.1.5).

Les valeurs des forces dues au démarrage/au freinage, de la force centrifuge, de la force de lacet, de même que les modèles de charges dues au déraillement 1 et 2 ne seront pas multipliés par Φ.

5.2.3 Actions exceptionnelles, non actualisé

Etat de la construction (phase de construction)

Pas applicable, car le chantier est de courte durée.

Etat final (phase d'utilisation définitive)

Action	Mesures/ Traitement ultérieur	Hypothèse pour le dimensionnement
Séisme	Dimensionnement/ calcul statique Mesures constructives selon la norme SIA 261, chiffre 16.4	Zone sismique : Z1b→ a_{gd} = 0.8 m/s^2 Microzonage : la traversée à câbles se trouve à la limite entre le spectre spécifique S22 et S23. Classe de terrain de fondation : C Classe d'ouvrage : II Les chambres entrent dans le cas de la SIA 267 au chiffre 7.2.3 comme un mur avec un terrain horizontal des deux côtés. On a : $\gamma_f a_{g,d} S = 1.2 * 0.8\,{}^{m}/_{s^2} * 1.45 = 1.39 < 1.5$ Le séisme n'est pas un cas de charge déterminant dans le cas d'une chambre.
Déraillement	Dimensionnement/calcul statique Mesures constructives selon la SIA 261, chiffre 11.5.2	La chambre côté Lac sera vérifiée au déraillement avec le modèle 2, soit une charge linéaire mise à côté de la chambre. Cela impacte les armatures en place. Les charges sont : q_k = 220 kN/m α = 1,33 ψ=1.00 La traversée à câbles sera vérifiée au déraillement avec le modèle 1, soit des charges concentrées et linéaire, avec

Action	**Mesures/ Traitement ultérieur**	**Hypothèse pour le dimensionnement**
		q_k = 110 kN/m Q=350 kN α = 1,33 ψ=1.00

Tableau 10 : actions exceptionnelles

6 Sécurité structurale

Les preuves de la sécurité structurale doivent être apportées selon les dispositions des normes SIA 260, 261, 262, 267 et 269.

6.1 Etat de la construction

Situation de risque/dimensionnement		**État limite**	**Cas de charge**	**Coefficients (SIA 260)**
Légende : LE= action prépondérante, ST= action permanente, BE= action concomitante				
A	Trafic ferroviaire provisoire	A1: État limite type 1 (stabilité globale)	LE: Trafic ferroviaire, LM1, LM2, catégorie de ligne LM3 ST: Poids propre Charges permanentes, poids propre des éléments non-porteurs BE: Trafic routier	 γ_Q = 1,45 γ_Q = 1,45 γ_G = 1.1 ψ_0 = 0.7
		A2: état limite type 2 (résistance du support)	LE: Trafic ferroviaire LM1, LM2, catégorie de ligne LM3 ST: Poids propre Charges permanentes, poids propre des éléments non-porteurs BE: Trafic routier	 γ_Q = 1,45 γ_Q = 1,20 γ_G = 1.35 ψ_0 = 0.7
		A3: état limite type 3 (résistance du sol de fondation)	LE: Trafic ferroviaire LM1, LM2, catégorie de ligne LM3 ST: Poids propre Charges permanentes, poids propre des éléments non-porteurs BE: trafic routier	 γ_Q = 1,45 γ_Q = 1,20 γ_G = 1 ψ_0 = 0.7

Tableau 11: coefficients à l'ELU

6.2 Etat final (phase d'utilisation définitive)

Situation de risque/dimensionnement		État limite	Cas de charge	Coefficients
Légende : LE= action prépondérante, ST= action permanente, BE= action concomitante				
A	Trafic ferroviaire provisoire	A1: état limite type 1 (stabilité globale)	LE: Trafic ferroviaire LM1, LM2, catégorie de ligne LM3 ST: Poids propre Charges permanentes, poids propre des éléments non-porteurs BE: trafic routier	γ_Q = 1,45 γ_Q = 1,45 γ_G = 1.1
		A2: état limite type 2 (résistance du support)	LE: Trafic ferroviaire LM1, LM2, catégorie de ligne LM3 ST: Poids propre Charges permanentes, poids propre des éléments non-porteurs BE: trafic routier vent	γ_Q = 1,45 γ_Q = 1,20 γ_G = 1.35 ψ_0 = 0.7 ψ_0 = 0.6
		A3: état limite type 3 (résistance du sol de fondation)	LE: Trafic ferroviaire LM1, LM2, catégorie de ligne LM3 ST: Poids propre Charges permanentes, poids propre des éléments non-porteurs BE: trafic routier	γ_Q = 1,25 γ_Q = 1,25 γ_G = 1,00
		A4: état limite type 4 (résistance à la fatigue)	LE: Trafic ferroviaire LM1, catégorie de ligne ST: Poids propre Charges permanentes, poids propre des éléments non-porteurs BE: -	γ_Q = 1,45 γ_G = 1,00

Tableau 12: coefficients à l'ELU

7 Aptitude au service

La justification de l'aptitude au service doit être apportée selon la norme SIA 260, chap. 4.4.4.

7.1 Etat de la construction (phase de construction)

Elément constructif : pieux sécants

Situation de risque/dimensionnement		**État limite/limites d'utilisation**	**Cas de charge**	**Coefficients**
Légende : LE= action prépondérante, ST= action permanente, BE= action concomitante				
I	Trafic ferroviaire	Déplacement maximal de la paroi de pieux sécants Flèche : w≤20mm Gauchissement α ≤ 1.0 mrad/m	Fréquent : LE: Charge utile ST: Poids propre Charges permanentes, poids propre des éléments non-porteurs BE: Trafic routier	$\psi = 1$ Aucun coefficient $\psi_0 = 0.7$

Tableau 13: coefficients à l'ELS

Le déplacement de la paroi de pieux sécant sert à limiter les risques de tassement de la voie. Le tassement des voies est surveillé et les mesures spécifiques décrit dans le document de surveillance des voies.

7.2 Etat final (phase d'utilisation définitive)

Situation de risque/ dimensionnement		**État limite/limites d'utilisation**	**Cas de charge**	**Coefficients**
Légende : LE= action prépondérante, ST= action permanente, BE= action concomitante				
IV	Trafic ferroviaire	**IVa: bon fonctionnement**. Déplacement horizontal u ≤ h/300 Rarement : u ≤ h/500: équipements avec comportement fragile Fréquent : u ≤ h/500: équipements avec comportement ductile	Fréquent : LE: Charge utile ST: Poids propre Charges permanentes, poids propre des éléments non-porteurs BE: Trafic routier	$\psi_0 = 1$ Aucun coefficient $\psi_1 = 0.5$
		IVb: aspect - déplacement horizontal u ≤ h/300	Quasi-permanent : ST: Poids propre Charges permanentes, poids propre des éléments non-porteurs BE: Trafic routier	Aucun coefficient $\psi_2 = 0.3$
		IVc: durabilité - Limitation des largeurs de fissures Exigences : élevées comme PEQ Structures_porteuses_en_béton	Vérification de la contrainte selon SIA 262, chiffre 4.4.2	

Tableau 14: coefficients à l'ELS

8 Durabilité

Les exigences en matière de durabilité doivent être respectées pour tous les composants de l'ouvrage, selon les règles de l'art et exigences stipulées dans la convention d'utilisation.

La fissuration doit être limitée afin de garantir une étanchéité de l'ouvrage ainsi que sa durabilité.

Exigences	Mesures	Traitement ultérieur
Classe d'étanchéité 1 selon SIA 272	Le taux d'armature mis en place doit garantir de pouvoir limiter l'ouverture des fissures Une imperméabilisation de la surface du béton sera mise en place.	• Programme de contrôle • Contrôles d'exécution
Drainage	Un système de drainage, enclenché manuellement, sera installé dans les chambres.	• Plan de surveillance et d'entretien
Protection contre la corrosion de l'armature	Enrobage de l'armature de 40mm pour les chambres et la traversée Enrobage de l'armature de 90mm pour les pieux sécants Étanchéité voie ferrée selon SIA 262, tableau 18 Mise à terre	• Programme de contrôle • Contrôles d'exécution
Protection contre la corrosion de la structure en béton	Système de protection contre la corrosion PEQ CFF Une mise à terre sera mise en place pour la situation de courants vagabonds	• Programme de contrôle • Documents d'appel d'offres • Contrôles d'exécution
Limitation des fissures	Armature minimale Classes de cure NBK 4 selon SIA 262 tableau 22 Étapes de bétonnage Sorte de béton etc.	• Dimensionnement • Programme de contrôle • Contrôles d'exécution
Fatigue	La rupture à la fatigue de la traversée ou des chambres doit être évitée	• Dimension appropriée des éléments • Taux d'armature minimale
Tassement	Le tassement des voies ainsi que les déplacements horizontaux et le gauche doivent être limités durant la phase de chantier ou durant la durée de vie de la traversée	• Ecart vertical minimal entre la traversée et les voies • Stabilisation de fouille suffisante

Tableau 15: exigences

9 Risques acceptés

Les risques acceptés sont documentés dans la convention d'utilisation.

10 Signatures

Auteur du projet :	Date	Signature
Nom : IUB Engineering SA		
Responsable : Aimé Morel		
Rue : Rte André Piller 33a		
Lieu : 1762 Givisiez	…….	……..

Auteur du projet :	Date	Signature
Nom : IUB Engineering SA		
Responsable : Emilie Simonin		
Rue : Rte André Piller 33a		
Lieu : 1762 Givisiez	…….	……..

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

12.201.04

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud
Commune : Prangins

Echelle	Format
-	A4

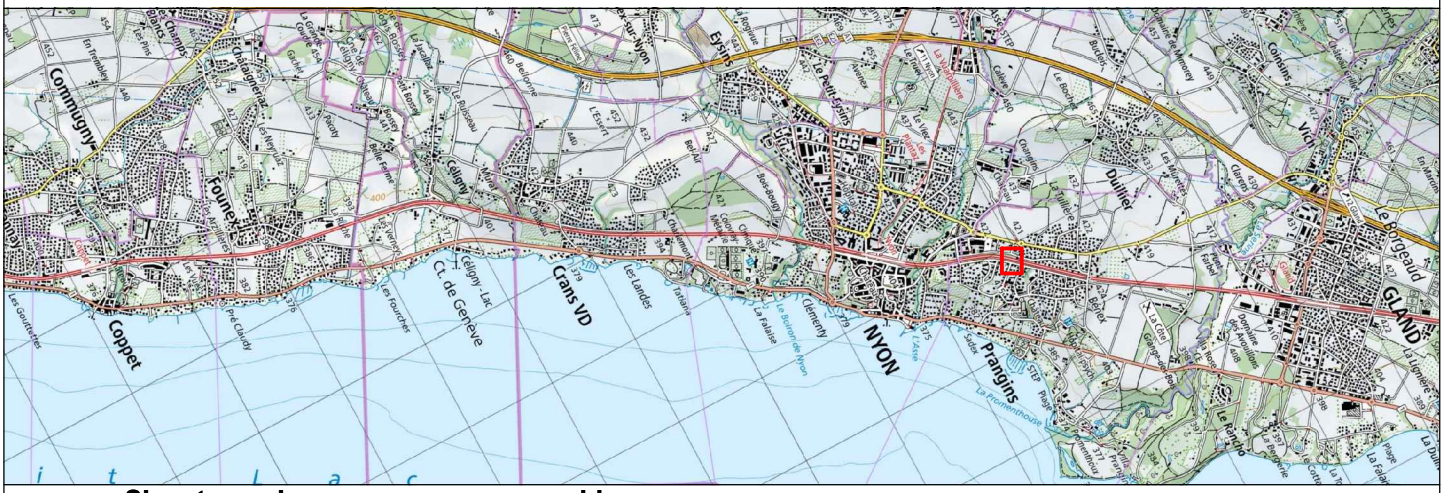
N° Plan
-

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Traversée principale

RAPPORT TECHNIQUE



Signatures des personnes responsables :
A1. ☒ Signatures originales dans le document B. ○ Signature ci dessous
Ci-dessous :
A2. ☒ Signatures des personnes pro forma

CFF SA
Infrastructure Projets

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

Groupement IUB-IM

Aimé Morel
Auteur de projet

IM Engineering | IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	07.04.2024	mge	mo		Version initiale
2	08.10.2024	mge	mo		Selon retour expertise
3	19.12.2024	mge	mo		Selon retour expertise
4	03.07.2025	mge	mo		Selon retour SIOP

Table des matières

Table des matières		2
1	Introduction	4
2	Contexte géotechnique	4
2.1	Données géotechniques	7
2.2	Données hydrogéologiques	7
3	Méthodes d'avancement	8
3.1	Méthodes rejetées	8
3.1.1	Fouille ouverte	8
3.1.2	Forage guidé	8
3.1.3	Pousse-tube battu	9
3.2	Méthodes considérées dans cette analyse	9
3.2.1	Pousse-tube vériné	9
3.2.2	Microtunnelier	10
4	Comparaisons des méthodes d'avancement	11
4.1	Installation de chantier	11
4.2	Vitesse d'avancement	11
4.3	Coûts attendus	11
4.4	Emprise des cellules de départ et d'arrivée	12
4.5	Conditions géologiques	12
4.6	Tassements	13
4.7	Distance maximale	13
5	Choix de la méthode	13
5.1	Considérations additionnelles	13
6	Tube	14
7	Parois de pieux sécants	17
8	Stabilisation des fouilles	22
9	Chambres	23
10	Installation de chantier	25
11	Risques admis	26
11.1	Risque durant la phase de construction	26
11.1.1	Abaissement de la nappe	26
11.1.2	Blocage lors de l'avancement du tube	26
11.1.3	Ecrasement des tubes	26
11.1.4	Electrocution	26
11.1.5	Accident	26
11.1.6	Instabilité mât ligne haute tension	27

11.2 Risques lors de la phase définitive 27
11.2.1 Déformations long terme importantes 27
11.2.2 Déraillement 27
11.2.3 Séisme 27
11.2.4 Chute 27
12 Signatures 28
13 Annexe 29

1 Introduction

Le projet de renouvellement de l'enclenchement de Nyon nécessite la création d'un nouveau bâtiment de service. Celui-ci est implanté à Prangins, du côté Jura. L'infrastructure à câbles existante et projetée se trouvant du côté Lac, une liaison est nécessaire sous les voies afin de faire transiter les câbles.

Une chambre sera construite de chaque côté des voies. La traversée sera connectée aux deux chambres. 12 câbles PE 150 doivent transiter sous les voies. Un tube de diamètre nominal 800mm a été choisis, car il permet, selon les directives CFF, de faire transiter 13 PE 150. Le passage à câbles fait 23.3m entre les deux chambres, et sera à une profondeur de 3.5m en dessous des voies. Cela permet de garantir le critère d'une profondeur de 3x le diamètre extérieur.

2 Contexte géotechnique

Une étude géotechnique a été réalisée en décembre 2023. Elle s'est suivie de mesures piézométriques en 2024. Les données obtenues sont les suivantes :

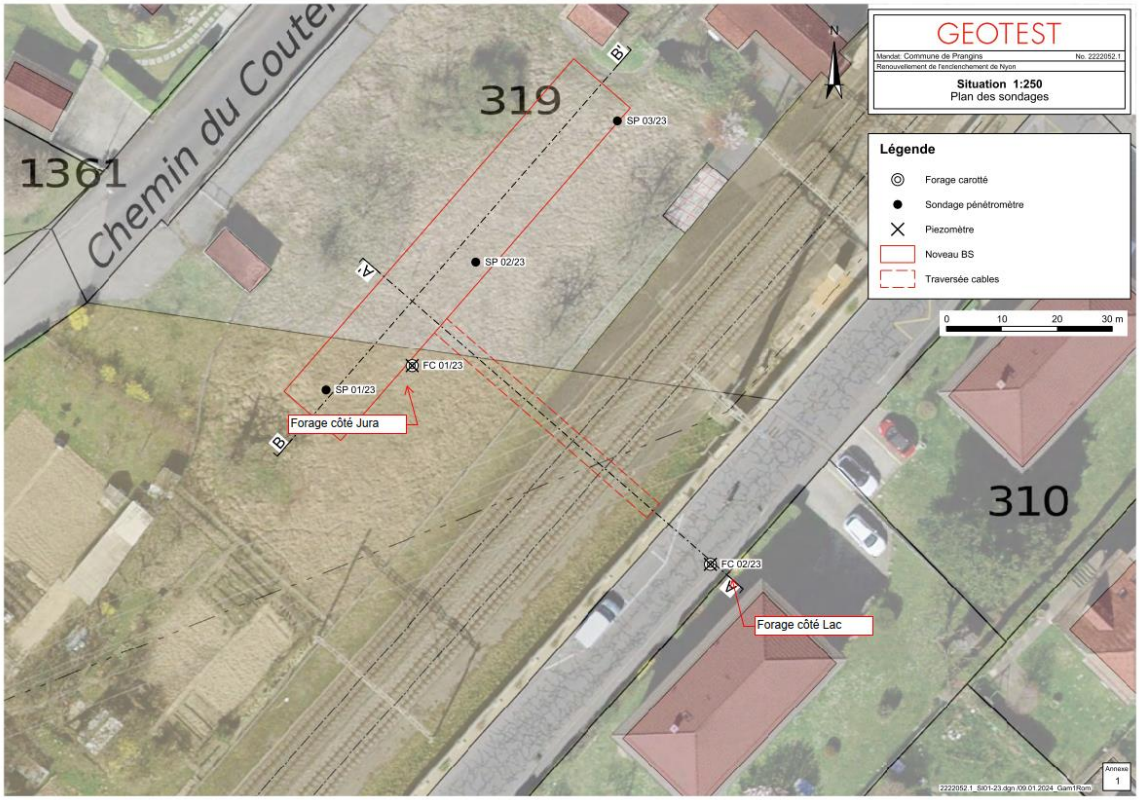


Figure 1: Position des sondages

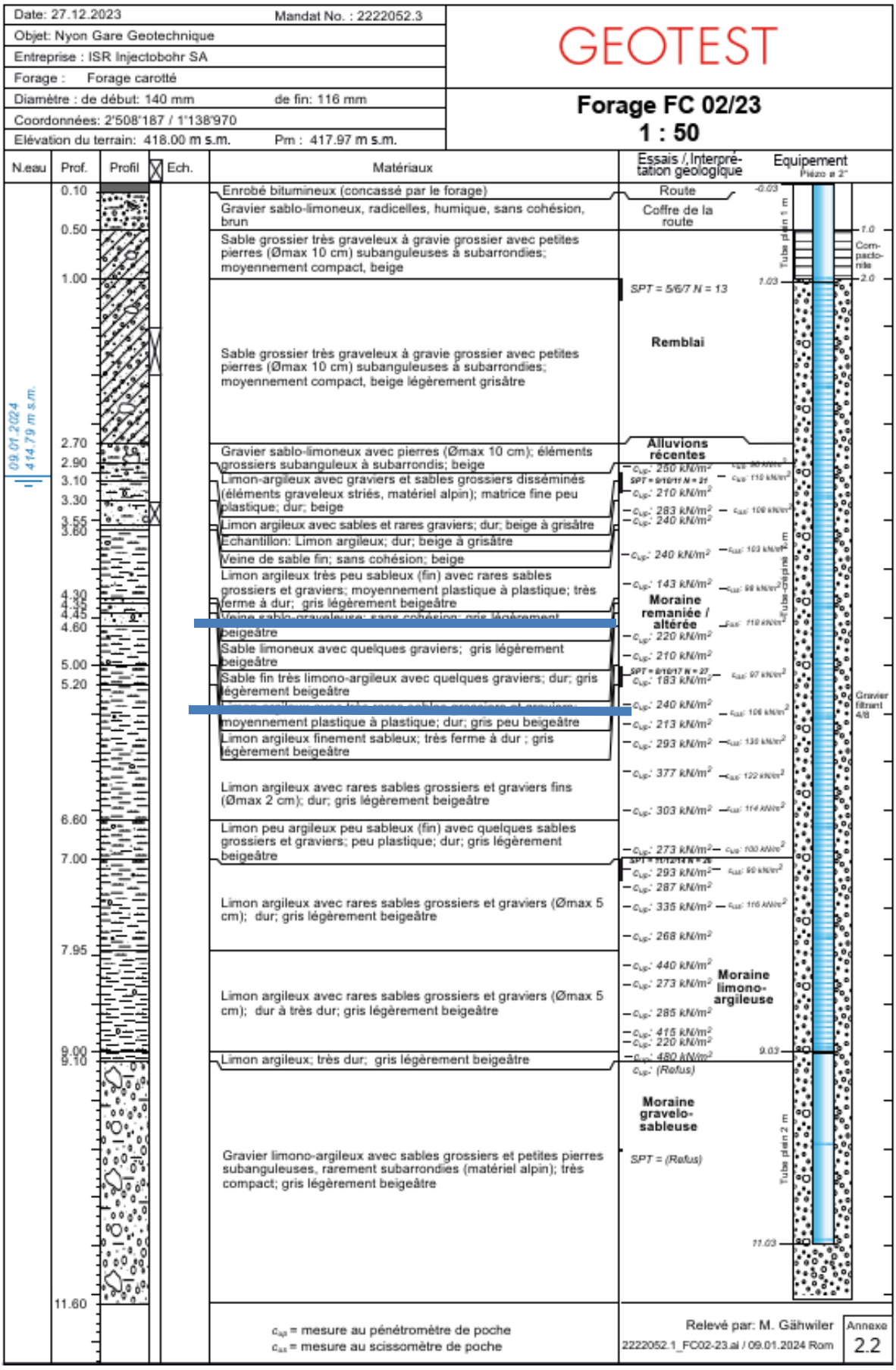


Figure 2: Forage côté Lac

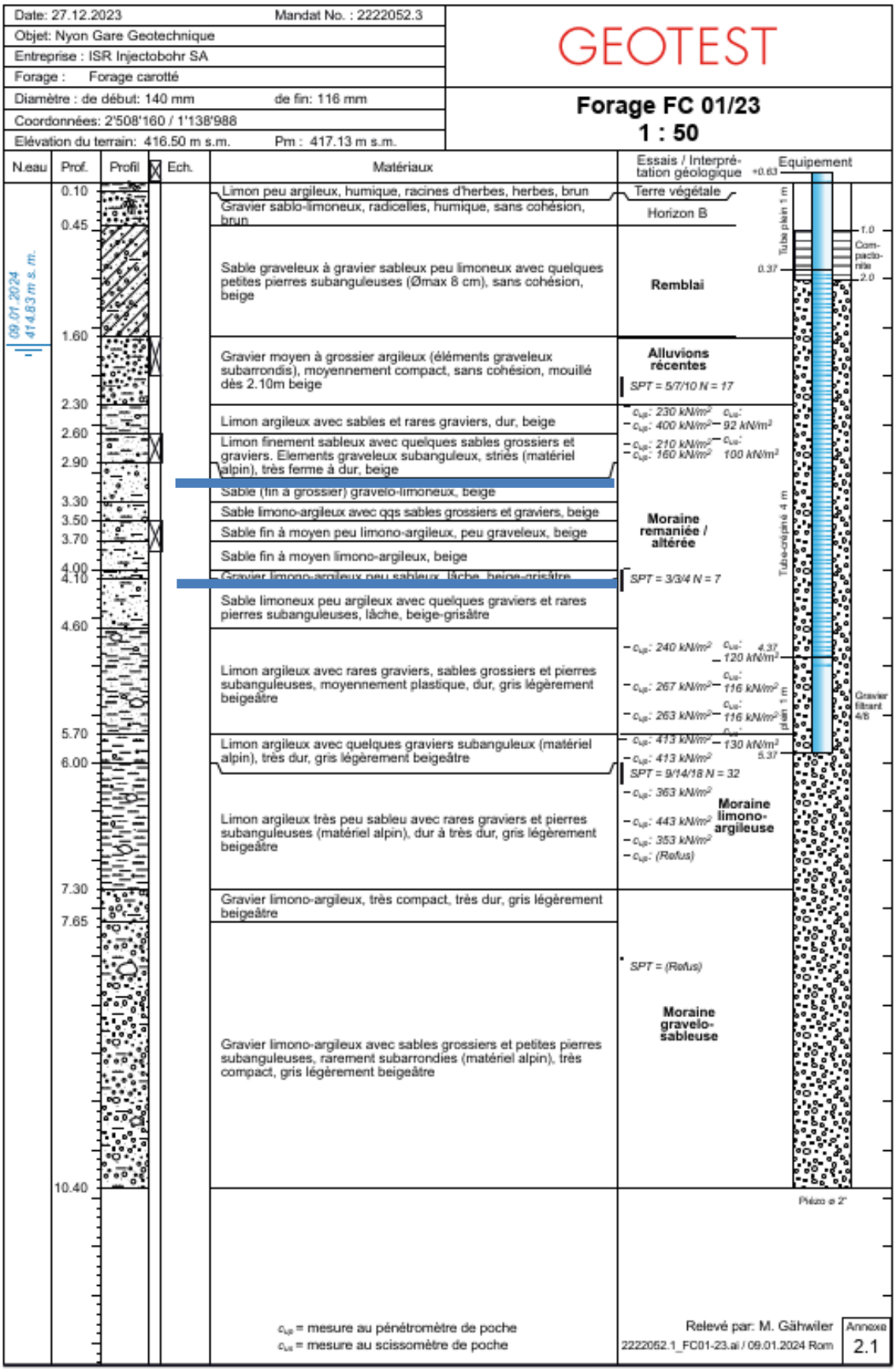


Figure 3: Forage côté Jura

2.1 Données géotechniques

Les deux forages ont été effectués à l'endroit du passage à câbles, et ont permis d'identifier les couches géologiques principales suivantes :

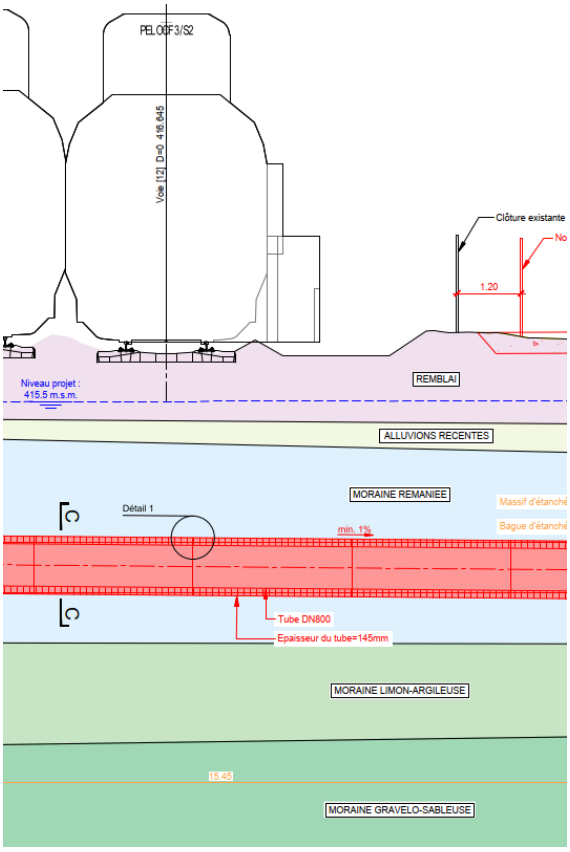


Figure 4: Coupe des couches géotechniques

Les paramètres géotechniques des couches sont donnés dans le tableau suivant :

Nom	Remblai	Alluvions récentes	Moraine remaniée	Moraine limono-argileuse	Moraine gravelo-sableuse
Abréviation	R	All	Mar	Mla	Mgr
Densité [kN/m3]	20	22	20.5	21.5	24
Angle de frottement [°]	30	31	31	33	35
Cohésion [kPa]	0	0	2	10	9

Tableau 1: paramètres géotechniques

La traversée à câbles sera intégralement dans la couche de moraine remaniée. Les pieux sécants seront fichés jusqu'au niveau de la moraine gravelo-sableuse. L'étude géotechnique n'a révélé aucun indice de pollution du sol. La présence de bloc n'est pas exclue.

2.2 Données hydrogéologiques

Un suivi piézométrique est en cours actuellement. La hauteur d'eau la plus haute est mesurée à la cote de 414.9m , soit environ 2m au-dessus de la traversée. Ainsi, la traversée se situe en dessous du niveau de la nappe. La hauteur d'eau prise pour le projet, selon la recommandation du rapport géotechnique, est de 415.5m.

3 Méthodes d'avancement

Plusieurs méthodes d'avancement sont envisageables pour réaliser une traversée sous les voies ferroviaires en service (tubes métalliques, en béton ou d'autres matériaux). Les caractéristiques de ces diverses méthodes d'exécution ont été considérées dans le cadre de ce projet, et plusieurs options ont été écartées d'office. Les raisons de leur rejet ou de leur conservation sont présentées dans ce chapitre. Les méthodes rejetées d'office sont :

- La fouille ouverte
- Le forage guidé
- Le pousse-tube battu

Deux méthodes ont été considérées dans notre analyse. Leurs avantages et désavantages ont été comparés et présentés dans la suite de ce rapport. Ces deux méthodes sont :

- Le pousse-tube vériné
- Le microtunnelier

Le choix s'est porté sur le microtunnelier. Les raisons du choix sont présentées plus loin.

3.1 Méthodes rejetées

3.1.1 Fouille ouverte

La fouille ouverte a présente le problème de nécessiter la fermeture des voies à l'endroit de la fouille. Cette solution a pu être considéré dans une phase précédente, car il était possible de garantir une exploitation du trafic pendant le chantier. Cette méthode est notamment utilisée lorsque des éléments proches de la surface doivent être mis en place, surtout si ces travaux peuvent être combinés à d'autres travaux sur les voies.

Cependant, le projet s'est décalé jusqu'à l'endroit actuel, avec deux voies distantes d'environ 3.8m. Cette méthode nécessiterait d'interrompre le trafic pendant toute la phase de chantier. Une fermeture totale pendant toute la période de mise en place du tube n'est pas une situation qui est tolérée du point de vue de l'exploitation

3.1.2 Forage guidé

Cette méthode utilise une tête de forage qui va forer avec un diamètre inférieur au diamètre final sur une distance pouvant être importante. La tête pourra être guidée depuis la surface et permet de contourner des obstacles. Lorsque la tête arrive à la fouille d'arrivée, elle pourra forer le diamètre désiré et de tirer le tuyau sur la distance prévue.

Cette méthode a été rejetée en raison du risque de tassement associé à cette méthode. En effet, lors du forage avant la mise en place de la traversée, le sol est uniquement soutenu par de la bentonite. Avec un diamètre de 800mm, le risque de tassement est trop important pour pouvoir considérer le forage guidé.

Figure 5 Fonçage par jet hydraulique

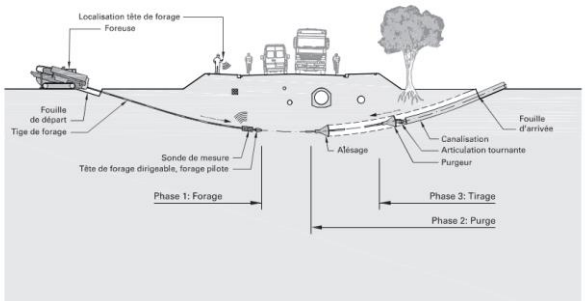


Figure 5: exemple de forage guidé, tiré de la norme SIA 195

3.1.3 Pousse-tube battu

Le pousse-tube battu fonctionne sur le principe du battage d'un tube dans le sol depuis la fouille de départ. La poussée se fait avec un mouton qui va permettre au tube d'avancer. Le sol est retiré au fur et à mesure de l'avancement du tube, ou alors laissé dans le tube et retiré à la fin des travaux d'avancement.

Les deux principales raisons du rejet de cette méthode sont que les vibrations induites ont été jugées trop nuisibles par rapport aux quartiers, et que les risques de tassements seraient trop importants au niveau des voies.

3.2 Méthodes considérées dans cette analyse

A partir de ce moment, lorsqu'un pousse-tube est évoqué sans contexte autour, on parlera du pousse-tube vériné, et non pas d'un pousse-tube battu.

3.2.1 Pousse-tube vériné

Le pousse-tube vériné se base sur un système similaire au pousse-tube battu. La principale différence réside dans la méthode appliquée pour l'avancement du tube dans le terrain qui prévoit la poussée des tubes par un système de vérinage. La pression de poussée est répartie sur un massif d'appui à l'arrière de la fouille.

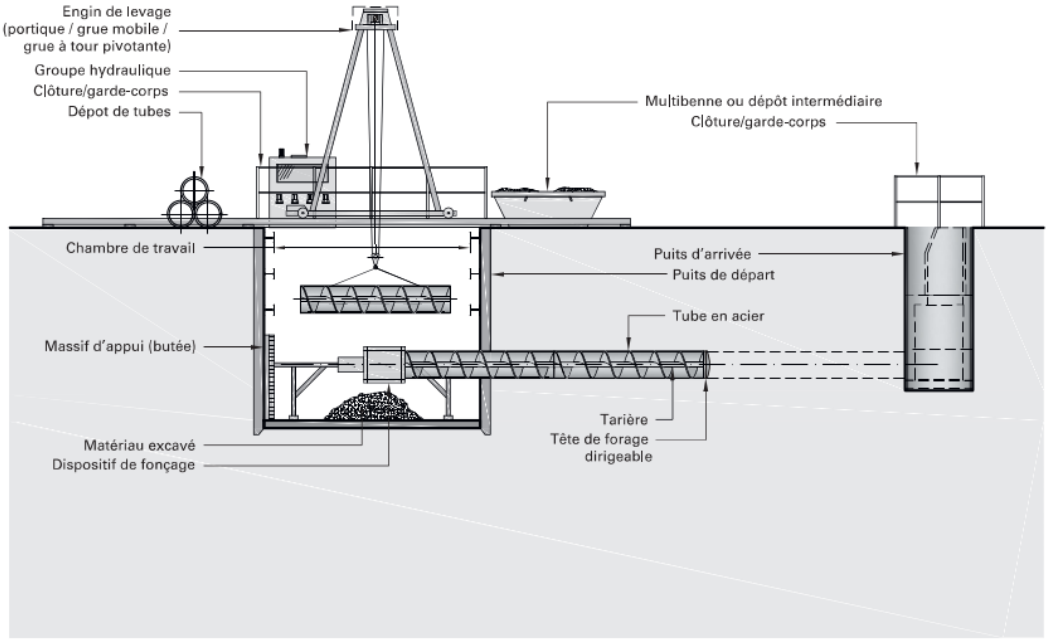


Figure 6: exemple de pousse-tube vériné, tiré de la norme SIA 195

Le système de vérinage permet de guider le tube qui est poussé, permettant de garantir une meilleure précision que le pousse-tube battu. Les vibrations induites par le poussage du tube sont négligeables.

Les tubes mis en place sont généralement en acier, et ont une longueur de 6m. Lorsqu'un tube a été poussé, le tube suivant est descendu dans le puit de départ et soudé au tube précédent pour établir la continuité du dispositif.

La tarière va ensuite retirer le sol au fur et à mesure de l'avancement du tube. Une gestion des matériaux excavés doit ainsi être effectuée.

3.2.2 Microtunnelier

Cette méthode consiste équiper le front d'attaque du forage par une tête de coupe dirigeable, fixée à l'avant d'un train de tubes poussés par des vérins. De la même manière que précédemment, un tube est descendu et fixé aux tubes précédents, puis ils sont vérinés. Les tubes sont généralement constitués de tubes en béton armé et préfabriqués d'usine. Livré avec une longueur de 3m, ils s'emboîtent par l'intermédiaire d'une ceinture métallique qui équipe la tête des tubes de poussée.

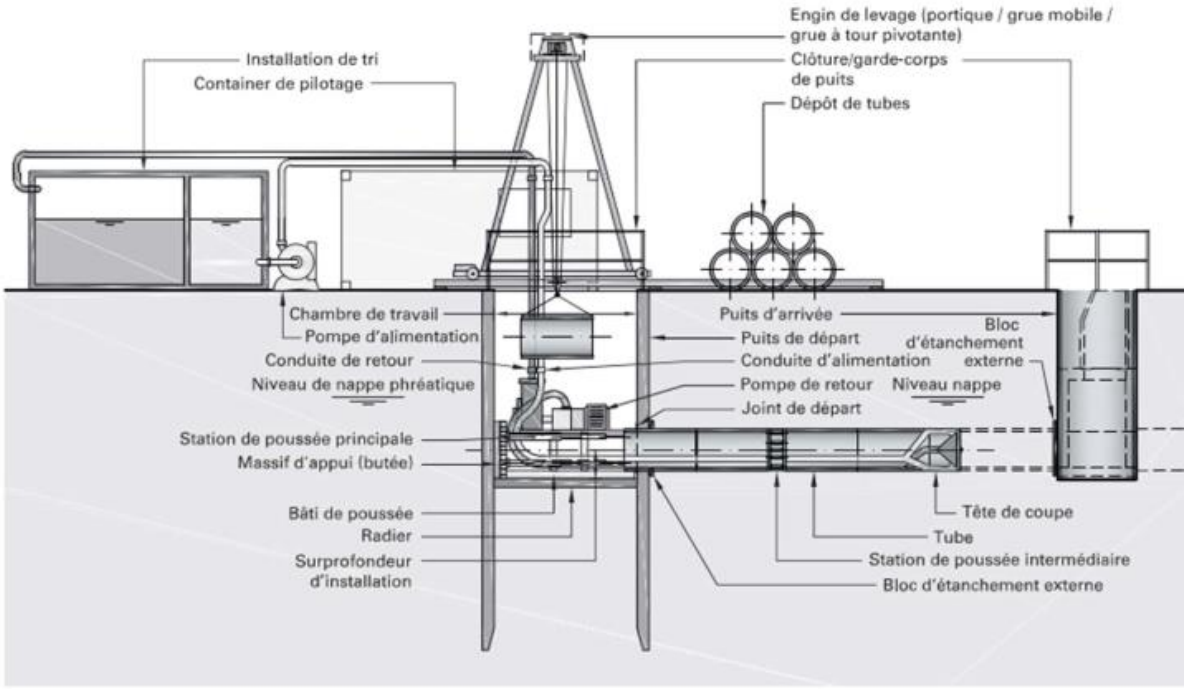


Figure 7: Exemple de microtunnelier, tiré de la norme SIA 195

Pour réduire la poussée des vérins, une lubrification de la face externe des tubes est réalisée par une injection de boue de bentonite qui comble la différence de diamètre de la tête de coupe et du fût des tubes béton. La bentonite s'injecte par l'avant du microtunnelier et par des valves d'injection prévue dans et tubes (si nécessaire). La pression de bentonite permet de compenser la poussée des eaux du terrain, maintienne le niveau de la nappe et empêche la migration de ces eaux et le lessivage du terrain.

Le sol est retiré au fur et à mesure de l'avancement du microtunnelier, via la tête de coupe équipée des équipements de marinage.

4 Comparaisons des méthodes d'avancement

Plusieurs raisons ont poussé au choix du microtunnelier. Les éléments de comparaison sont présentés ici.

4.1 Installation de chantier

Le microtunnelier a besoin de bentonite pour lubrifier le sol autour. Cela nécessite une gestion de chantier conséquente, car il faut mettre en place tout le système de stockage de la bentonite et son traitement. Ce n'est pas le cas du pousse-tube.

Également, l'installation de chantier du pousse-tube nécessite moins de temps, dans les 5 jours, alors que l'installation de chantier du microtunnelier nécessite environ entre 7 et 8 jours.

Le véhicule servant pour descendre les tubes sera globalement similaire dans les deux cas, et fera dans les 20 tonnes.

4.2 Vitesse d'avancement

La vitesse attendue pour les deux systèmes sont les suivants :

- Microtunnelier : 8-10m par tranche de travail
- Pousse-tube : 6m par tranche de travail

La tranche de travail dure 8 heures, et inclue la descente du tube, la connexion entre le tube descendu et le tube déjà mis en place, la poussée, la gestion du sol retiré, la gestion de l'eau qui sera entrée dans la fouille, etc.

Lors de travaux de nuit, il peut être estimé que la vitesse effective sera de moitié.

Le microtunnelier est ainsi légèrement plus intéressant que le pousse-tube. Cependant, sur la distance que l'on a, la différence est moins importante.

4.3 Coûts attendus

La différence de coûts entre le microtunnelier et le pousse-tube va grandement varier. Cette différence de prix n'est pas due principalement aux matériaux constituant le tube, car les deux peuvent être dans le même ordre de prix. Cependant, en prenant tout en compte, le prix d'un microtunnelier peut facilement coûter deux fois plus cher que le pousse-tube sur une distance aussi courte.

Pour un microtunnelier, une estimation du prix tourne autour de 400'000 à 500'000 frs pour une distance entre chambres d'environ 23.3 m. Pour un pousse-tube, une indication grossière indique un prix de 2500 frs/m, ce prix incluant la mise en place de l'installation de chantier.

Dans le cas du pousse-tube, plusieurs aspects peuvent réduire la différence de prix par rapport à un microtunnelier. En effet, si une stabilisation plus importante du sol est nécessaire, la différence de prix va se réduire.

4.4 Emprise des cellules de départ et d'arrivée

Les dimensions des cellules de départ et d'arrivée vont varier selon le système considéré. Ainsi, l'emprise faite au sol va changer selon le système mis en place. Les dimensions obtenues sont les suivantes :

Méthode d'avancement	Cellule de départ	Cellule d'arrivée
Microtunnelier	6m*3m	4m*2m
Pousse-tube	10m*3m	3m*3m

Tableau 2: Taille minimale des cellules

La plus grande dimension est donnée dans le sens de la poussée du tube. Le pousse-tube nécessite ainsi une plus grande emprise pour la cellule de départ. Cependant, dans la situation de la traversée à câble, la dimension de la cellule de départ n'est pas un élément prépondérant. Cela est dû au fait qu'aucun élément ne rentre en conflit avec les fouilles de départ.

La taille de la cellule d'arrivée est plus déterminante, car l'espace entre les rails et la route est plus limitée. Dans ce contexte, un microtunnelier est légèrement plus péjorant, car cela laisse moins d'espace pour le chantier qui se passera derrière. Cependant, il est possible de prendre une emprise plus grande sur le chemin de la Redoute. Ainsi, l'emprise des cellules de départ et d'arrivée n'est pas limitante.

4.5 Conditions géologiques

Le microtunnelier peut être utilisé dans une diversité de sols qui est plus grande que le pousse-tube. En effet, il lui est possible d'avancer dans des roches significativement plus dures. Les conditions géologiques présentes sur place permettent la planification des deux méthodes considérées.

Cependant, étant donné la couche de sable graveleux et de limon sableux, le risque lié à un écoulement d'eau sous les voies a été jugé comme trop important. Cela est dû à une impossibilité d'éviter les venues d'eau au travers du pousse-tube.

Le microtunnelier permet de limiter ce problème. Ce dispositif permet d'exercer une contre-pression via son système d'injection de bentonite. Ainsi, l'impact d'une lentille d'eau dans la région sableuse peut être limité et le risque d'un tassement réduit.

La présence de blocs de dimension importante est improbable. Des blocs de grande dimension n'ont pas été observé dans la couche géologique traversée, mais ne peuvent être exclus.

Le projet prévoit l'engagement d'un micro-tunnelier équipé d'une tête de forage mixte capable de traverser des blocs ou formations rocheuses plus compactes.





Concept microtunnelier et détail tête de coupe avec concasseur conique et évacuation par pompe de marinage:

4.6 Tassements

La gestion du tassement des voies est un point clé lors du passage sous les voies CFF. Dans ce point de vue, les deux solutions présentent l'avantage d'avoir des tassements limités. En effet, pendant l'avancement, le tube peut être utilisé comme structure porteuse pour les pressions du sol.

Le risque de tassement est moins important pour le microtunnelier que pour le pousse-tube, notamment du fait de sa gestion plus adéquate de l'eau. Le microtunnelier possède des avantages, qui sont plus importants dans des zones plus perméables.

4.7 Distance maximale

La distance maximale de chaque méthode n'a pas d'importance dans ce projet. En effet, la longueur entre les pieux sécants est de l'ordre de 15m. Ainsi, toutes les méthodes abordées peuvent amplement faire cette distance. Ainsi, la distance n'est pas un choix limitant.

5 Choix de la méthode

Suite à la discussion avec l'experte des CFF, la solution du microtunnelier a été mis en avant. En effet, cette méthode permet de réduire les risques liés à des tassements des voies, notamment avec la géologie locale.

Un plan de surveillance des voies est mis en place. Les détails sont indiqués dans le document Rapport de surveillance et d'alarme selon réglementation I-50009.

5.1 Considérations additionnelles

Comme les pieux sécants constituent une enceinte de fouille étanche, et que des massifs d'étanchéités avec bague d'étanchéités seront ajoutés, il n'est pas prévu de procéder à des injections dans le sol pour étanchéifier la couche de moraine remaniée. Les risques de soulèvement du sol et des voies seraient trop grands.

La gestion des différentes phases de poussée doit prendre en compte le fait qu'une trop grande durée entre l'arrêt d'avancement d'un tube et l'avancement du tube suivant risque d'engendrer un blocage du tube. Ainsi, le temps entre l'avancement de deux sections doit prendre en compte ce risque. Dans le cas d'un blocage, la force à mettre en place sur la butée deviendra plus importante. Cela impactera plus fortement la fouille nord, sur laquelle la butée se fait pour le microtunnelier.

Le dimensionnement de la paroi de pieux sécants et des éléments métalliques de soutènement de la fouille doit ainsi prendre en compte dans le dimensionnement le problème des efforts induits par la poussée mises en place par le microtunnelier. Lors des prochaines phases, lorsque la machine de poussée sera déterminée, on prendra la charge maximale de cette machine pour la vérification de la paroi de pieux sécants.

Pour la mise en place des pieux sécants, la place disponible entre la route et les lignes à haute tension est de 15.5m environ. Un terrassement est prévu, augmentant la place verticale pour les machines. Cependant, durant la durée des travaux, les lignes de haute-tension devront être déclenchées.

La tête de microtunnelier choisie est la tête mixte, qui est adaptée à des sols morainiques. Cette tête permet de traverser des sols et des roches jusqu'à une résistance de 50 MPa. Dans le cas d'un sol plus résistant, il serait nécessaire de mettre en place une tête spécifique aux roches, qui peut avancer jusqu'à une résistance de 100MPa. Cependant, la vitesse d'avancement en est significativement réduite.

6 Tube

La traversée à câble sera composée d'un tube en béton armé. Le diamètre intérieur est dépendant du nombre de câbles qui devront être mis en place.

Ainsi, avec les 12 PE 150 prévus pour le raccordement du Bâtiment de service, le choix s'est porté sur une traversée unique avec un diamètre nominal de D=800mm.

Avec ce tube normalisé, il est même possible de l'équiper d'un PE 150 supplémentaire. Un tube d'épaisseur standard a été considéré, ce qui fait un diamètre intérieur de 800mm et un diamètre extérieur d= 1090mm.

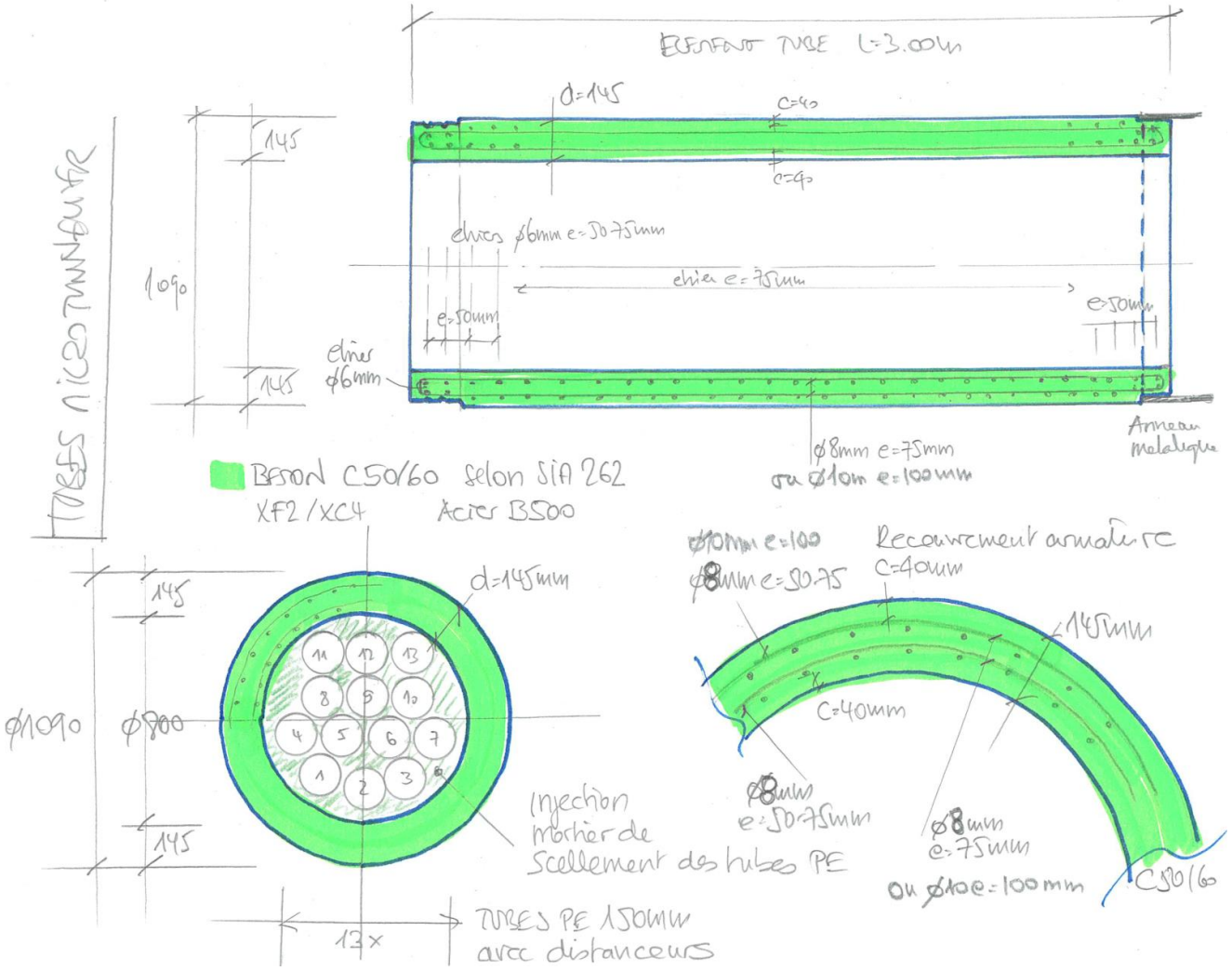


Figure 8: Croquis tubes en béton armé C50/60

La tête du microtunnelier présentant un diamètre externe de Dmax=1110 mm, il existe un léger écart entre le forage et le tube. Cet espace sera injecté de boue de bentonite durant la phase d'avancement du chantier. Cette bentonite a une fonction lubrificatrice.

La longueur des tubes qui seront mis en place sera de 3m, ce qui nous donne 7 tubes béton à insérer.

Les vérifications se sont portées sur les points suivants :

- Vérification à l'état limite ultime
- Vérification à l'état limite de service
- Vérification au déraillement

La vérification à l'état limite ultime se fait au niveau entre les voies. Ainsi, les charges des deux voies de trafic se superposent. Le modèle 1 a été utilisé. La vérification au déraillement se fait avec la charge de modèle 1.

La vérification à l'état limite de service se fait en vérifiant que la contrainte dans les armatures ne dépasse pas la valeur indiquée par la SIA 262 et mise dans la base de projet.

Dans le cas de la vérification à la fatigue, le tube sera rempli de mortier. Ainsi, la rigidité apportée par le mortier et les câbles diminueront significativement les efforts dans le tube. Ainsi, la fatigue peut être négligée.

Lors de la mise en place du tube de diamètre nominal 800, les câbles pourront être tirés dans la chambre. Ils seront tirés d'une chambre à l'autre, raison pour laquelle il faut laisser suffisamment de place derrière la traversée pour la mise en place des câbles.

Après la poussé du tube, le tube béton sera prolongé jusqu'à la chambre. Un bétonnage sera effectué autour du tube. Entre ce bétonnage et la paroi de pieux sécants, un support en béton sera effectué (Figure 10: Croquis du concept de bétonnage autour du tube, coupe). Cela permet d'éviter que le tube ne doive reprendre un cas de charge défavorable durant la phase chantier et faciliter la mise en place des différents éléments.

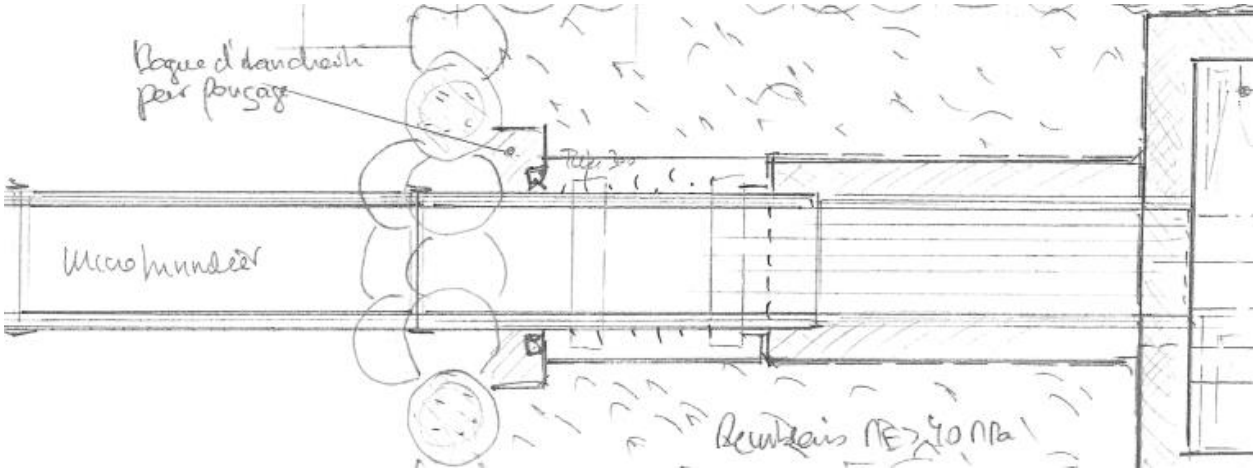


Figure 9: Croquis du concept de bétonnage autour des tubes, situation

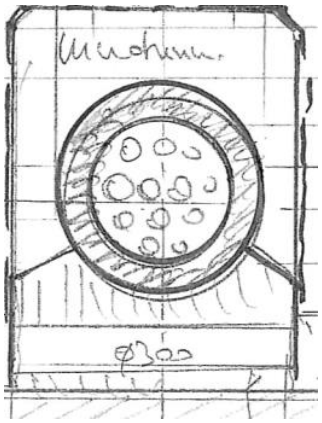
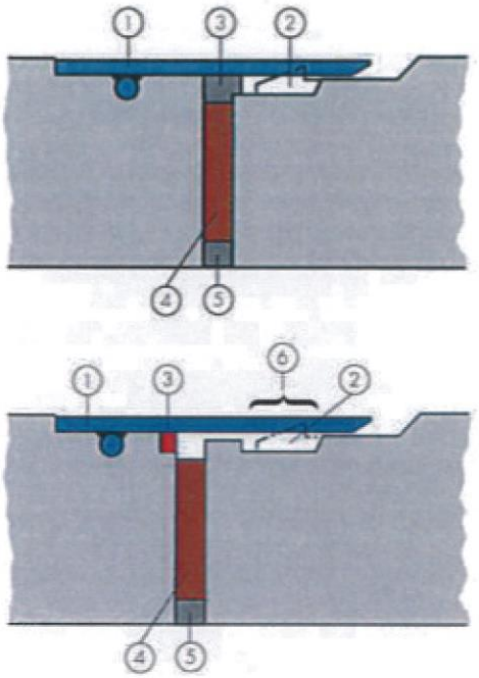


Figure 10: Croquis du concept de bétonnage autour du tube, coupe

Entre chaque tube, un joint d'étanchéité sera mis en place. Le modèle suivant peut être utilisé :



■ Abb. 17 Mit Kammerdichtung
1. Stahlmanschette
2. Arbeitsdichtung
3. Kittfuge
4. Druckübertragungsring
5. Innendichtung
6. Kammer

■ Fig. 17 Avec joint à chambre
1. Manchette en acier
2. Joint de travail
3. Joint de mastic
4. Anneau de transmission des poussées
5. Etanchéité intérieure
6. Chambre

Figure 11: Détail usuel des joints de tubes de microtunnelier

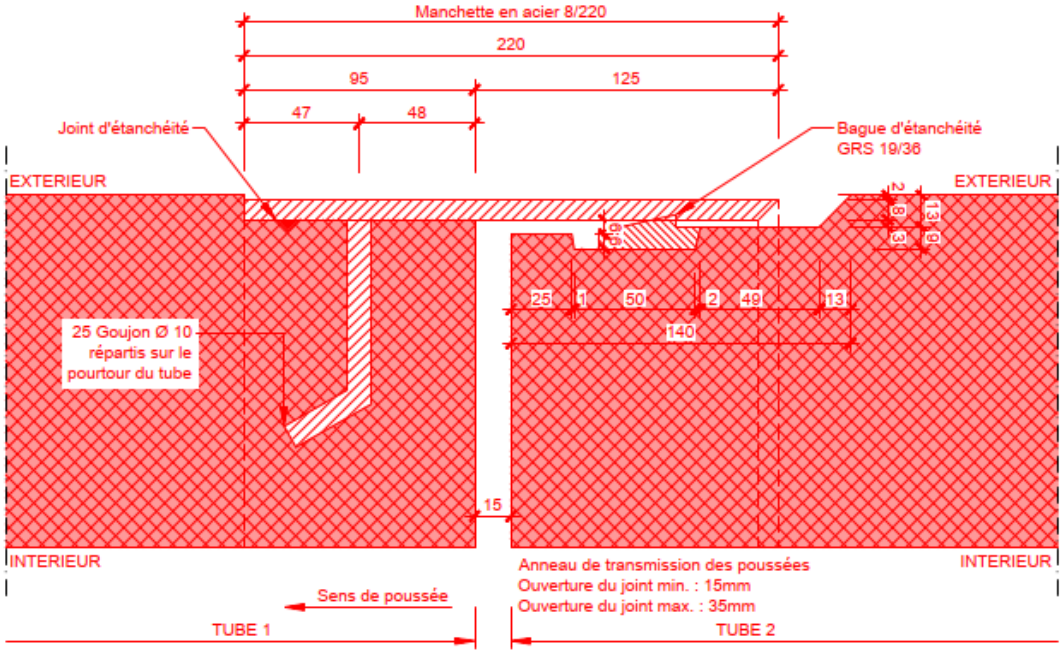


Figure 12: Joint prévu entre tubes

Pour garantir une étanchéité autour du tube, il est possible de mettre des collerettes à angle droit à la connexion entre le tube et les pieux sécants, ainsi que des éléments hydrogonflant. Cela permet de limiter la venue d'eau à travers le tube et à l'intérieur des chambres.

7 Parois de pieux sécants

Les cellules de départ et d'arrivée sont constituées de pieux sécants. Ces éléments devront offrir une imperméabilité à la fouille, afin d'éviter une venue d'eau. Ils seront stabilisés par des niveaux de longrines métalliques, qui serviront à rigidifier la structure et permettre de mettre en place la fouille, ainsi qu'un radier en fond de fouille. L'exécution des pieux sécants se fera avec un forage tubé. Afin d'éviter le renard hydraulique, les forages pour les pieux sécants seront faits sous eau. Le bétonnage des pieux sécants sera également fait sous eau.

Un radier de phase de chantier sera installé. Ce radier servira de support aux machines pour la poussée du tube, ainsi que de stabilisation des pieux sécants durant les différentes phases de travaux.

Afin de limiter la venue d'eau dans les fouilles lors de l'avancement du microtunnelier, une double paroi de pieux sécants est mise en place à l'endroit où le microtunnelier traversent l'enceinte de fouille. Un élément massif sera mis en place à l'intérieur de la fouille, avec une bague d'étanchéité, ce qui permettra de garantir l'étanchéité lors de l'avancement du microtunnelier. Les pieux que traverse le microtunnelier ne seront pas entièrement armés.

La fouille du côté Lac englobe la position de la PAB. Ainsi, pour permettre le chantier du côté Lac, la PAB sera retirée et déplacée. Les fondations PAB adjacentes à la fouille seront détruites pour permettre les travaux, et seront reconstruits après les travaux. La fouille se situe à l'endroit d'une fondation en micropieux de la PAB. Ainsi, cette fondation devra être retirée pour permettre la mise en place de la fouille. Les micropieux en place ne rentrent pas en conflit avec les pieux sécants. Le mur de la chambre est placé sous la PAB, et permettra d'ancrer la PAB. Ainsi, une continuité est faite jusqu'en haut pour le mur sud. Les micropieux existants ne rentrent pas en conflit avec la paroi de pieux.

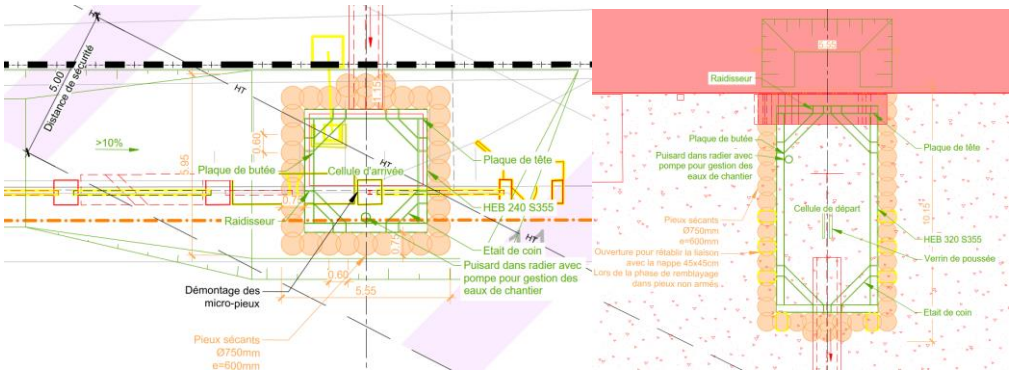


Figure 13: schéma des pieux sécants

Les pieux sécants seront mis en place lors d'interdiction de voies. Ainsi, le système de sécurité mis en place devra prendre en compte le risque de tassement des voies lors du forage des pieux sécants.

La dimension des pieux sécants a été choisie afin d'offrir une rigidité suffisante lors des différentes phases de chantier pour limiter les déplacements observés dans la fouille. Le choix des sections est fait selon le diamètre des machines de forages.

Deux cas de charge permettent de conclure à un choix des sections de pieux :

- Cas de charge avant la mise en place du radier de la phase chantier : durant cette phase, le déplacement doit être limité afin de permettre que le radier puisse reprendre les charges
- Cas de charge durant l'avancement du tube : durant cette phase, une hauteur de minimum 2.5m doit être garantit entre le radier et la longrine métallique, afin de

mettre en place le massif de butée du microtunnelier. Le déplacement durant cette phase doit être limité.

Les phases prévues pour l'installation des pieux sont décrites de manière schématique :

- La conduite de gaz sous le chemin de la Redoute devra être vidée afin de ne pas poser de problèmes lors des travaux. Sa position exacte pouvant varier légèrement, il sera nécessaire de faire un sondage pour confirmer sa position. Comme il est prévu de placer le pieux sécant à l'endroit de cette conduite, il sera nécessaire de la dévier. Cela devra être fait avant les autres travaux.
- La ligne haute tension devra être déclenchée pendant les travaux. La ligne de contact devra également être déclenchée lors des interdictions de voies pour les travaux.

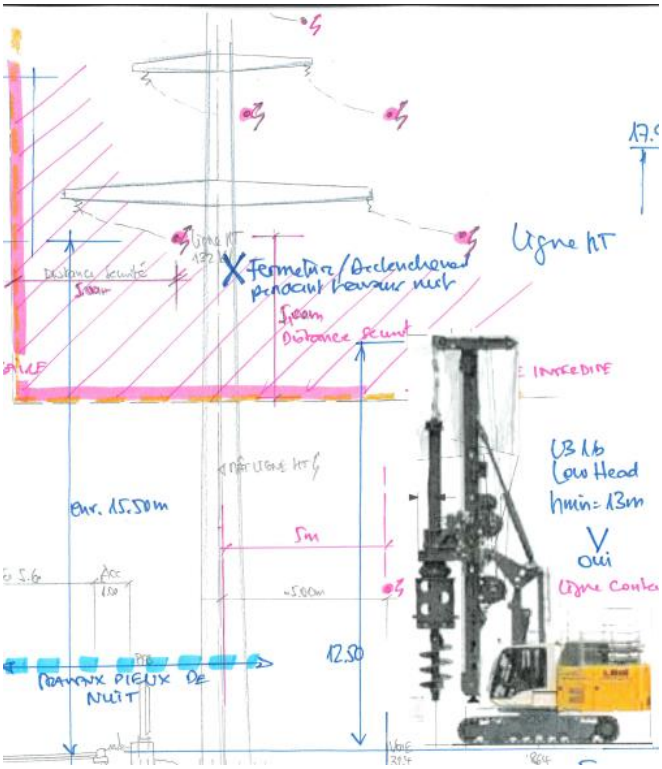


Figure 14: Place disponible pour les machines sous les lignes hautes tension

- Un terrassement sera effectué pour permettre la mise en place d'une plateforme de forage. Un accès de chantier doit ainsi permettre l'accès aux machines. Une pente de 10% sera mise en place.
- La largeur de la piste de chantier sera de 4m en haut et 6m au niveau de la plateforme de forage. La pente des talus créés sera de 1 :1, et un gunitage sera effectué localement pour éviter un lavage du sol en place.
- La paroi de pieux sécants sera mise en place. Sur les six pieux sécants que le microtunnelier traverse dans chaque fouille, seul un sera partiellement armé. L'armature de celui-ci devra s'arrêter au-dessus du niveau du microtunnelier. Pour les autres pieux, un sur deux sera armé.

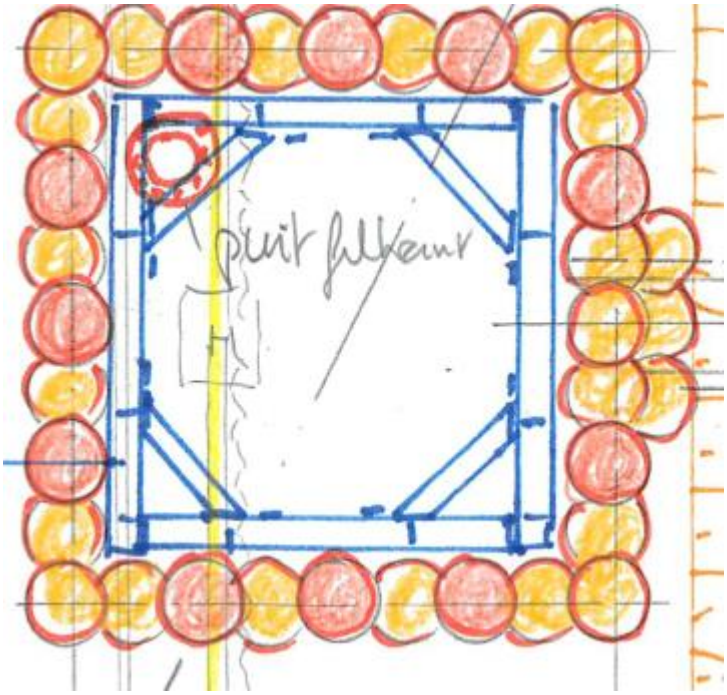


Figure 15: Croquis pieux sécants, avec pieux armés indiqués en rouge

- Une longrine en béton est effectuée au-dessus des pieux sécants de la fouille coté lac du côté ferroviaire pour permettre la mise en place du niveau d'étayage supérieure au-dessus du niveau de la chambre.

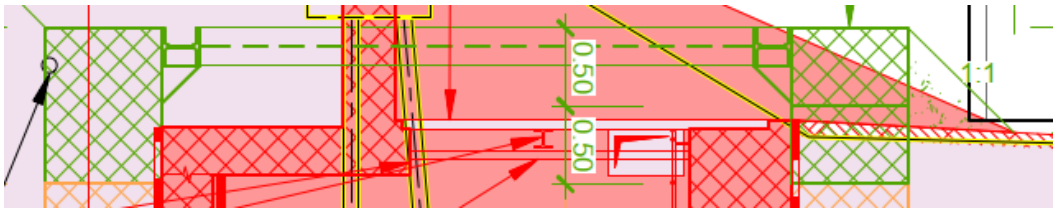


Figure 16: Longrine en béton au-dessus des pieux sécants

- Le terrassement est fait jusqu'à la profondeur nécessaire pour mettre le niveau d'étayage dans la fouille. Les supports métalliques des longrines vont se connecter aux pieux sécants.
- Après la pose de la dernière longrine métallique, la fouille est faite jusqu'à la profondeur requise, pour mettre en place un radier de phase de chantier de minimum 30 cm.
- Dans la cellule de départ, un massif d'appui de 2.5m de haut et 4m de large sera mis en place du côté Jura. La longrine devra donc être positionnée en dessus de ce niveau

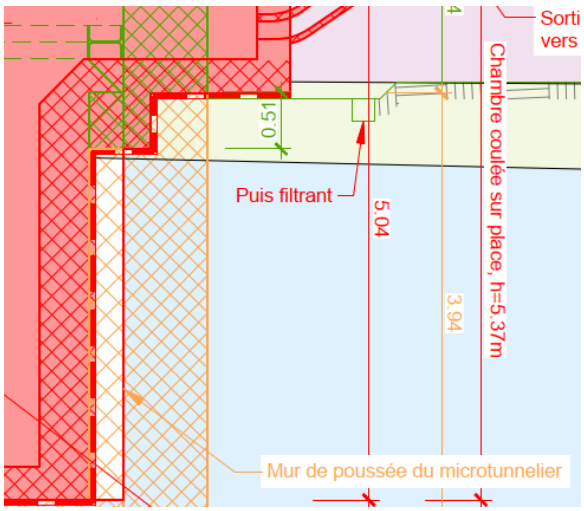


Figure 17: Massif de poussée dans la cellule de départ

- Dans les deux cellules, un massif permettant de garantir l'étanchéité sera mis en place. La dimension actuellement retenue de ces massifs est de 35 cm dans la cellule de départ et 50 cm dans la cellule d'arrivée. Une bague d'étanchéité sera mise en place, afin de pouvoir mettre en place la pression de bentonite et limiter la venue d'eau dans les cellules de départ et d'arrivée.

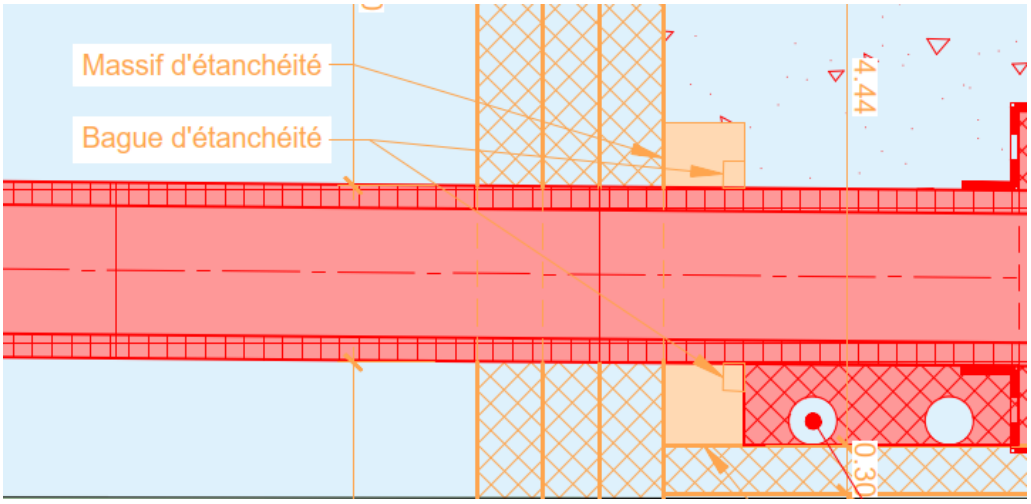


Figure 18: bague d'étanchéité, cellule de départ

- Après le passage du microtunnelier, les chambres seront construites. Le retirement des longrines pour permettre la construction de la chambre est différente pour les deux fouilles :
  - Pour la fouille côté Lac, le niveau intérieur de longrines métalliques sera retiré, le niveau supérieur étant laissé en place pour permettre la construction de la chambre.
  - Pour la chambre côté Jura, le système de longrine devra être retiré pour permettre la mise en place de la chambre. La chambre sera ainsi principalement construite sans aucun aucunes longrines dans la cellule de départ.

Une sécurisation de la piste de chantier et de la plateforme se fera par un guardwox 800 ou équivalent. Pour garantir une largeur de trafic de 3.5m, il sera nécessaire de mettre en place du bitume contre le trottoir pour permettre aux véhicules larges de passer.

Dans les phases suivantes, selon les caractéristiques spécifiques des machines choisies par l'entrepreneur, une vérification de la disponibilité des places devra s'avérer nécessaire.

Les dimensions prises actuellement et la vérification faite découle de la supposition d'une machine LB16 Low Head selon la fiche technique de Liebherr. Également, lorsque la machine de poussée du microtunnelier sera choisie par l'entreprise, une vérification de la paroi de pieux sécants avec la charge maximale possible devra être effectuée.

Afin d'éviter de bloquer le mouvement de la nappe, et d'éviter que l'espace entre les pieux sécants et la chambre côté Jura ne se remplisse complètement d'eau, l'écoulement de l'eau à travers les pieux sécants à la fin des travaux doit être garantit. Les pieux sécants non armés seront percés lors du remblayage, afin de garantir un écoulement à l'intérieur de la fouille. Un drainage horizontal avec des matériaux graveleux sera mis en place.

Les pieux sécants devront être découpées sur le dernier mètre au minimum, afin de permettre les autres travaux, et d'éviter d'impacter les infrastructures de voies, de la route ou du bâtiment de service.

Lors de la mise en place des pieux sécants, il est nécessaire de faire attention aux lignes à haute tension qui existent à cet endroit. Elles seront désenclenchées pendant les travaux, car il n'est pas possible de garantir la distance minimale de sécurité entre les lignes et les engins de chantier. Il y a ainsi une hauteur de 15.5m entre le premier câble et le niveau de la route. Les engins de chantier utilisés doivent pouvoir garantir de rentrer dans ce gabarit. Il est ainsi nécessaire de prendre en compte

8 Stabilisation des fouilles

La stabilisation des fouilles est faite par des longrines métalliques et des étais de coin. Ces éléments forment une ceinture qui permettent de limiter les déplacements de la fouille.

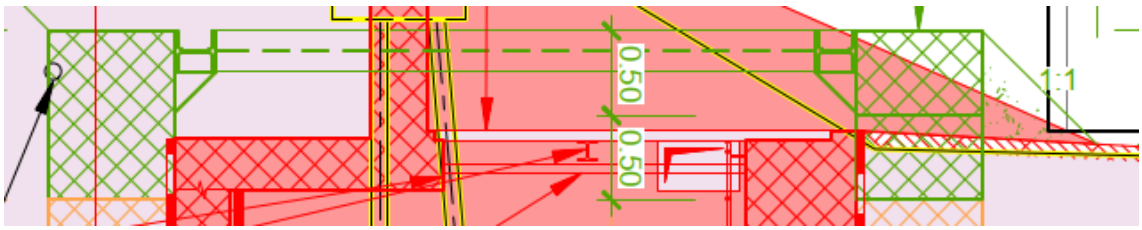


Figure 19: Schéma des longrines métalliques

L'utilisation de butons n'a pas été considérée, car il est nécessaire de laisser suffisamment de place pour pouvoir descendre ou remonter les machines et les tubes. Utiliser des butons nécessiterait de mettre en place une fouille significativement plus large.

Le choix des longrines est déterminé par sa rigidité pour la cellule côté Jura. En effet, une structure moins rigide aurait amené à des déplacements trop élevés. Du côté Lac, il s'agit surtout de la résistance interne, car la fouille est plus petite et ainsi les déplacements sont moins importants.

Les étais de coins sont vérifiés en vérifiant la charge axiale. Les sections des étais de coin sont les mêmes entre les deux fouilles, afin de limiter les risques de problèmes de commande des différents éléments.

9 Chambres

Les chambres sont situées de chaque côté de la voie. Les dimensions ont été prises afin de permettre de permettre la descente des câbles et de laisser suffisamment de place afin qu'une personne puisse descendre et mettre en place les câbles. Selon les informations connues à ce stade, le rayon de courbure minimal à respecter pour les câbles fait 0.55m.

Lors de la mise en place de la chambre Lac, le niveau d'étayage inférieur doit être retiré pour permettre la mise en place de la chambre. Le niveau supérieur sera gardé pour limiter les déplacements de la chambre. La chambre sera construite en plusieurs étapes.

La chambre du côté Jura sera construite en contact avec la paroi de pieux sécants vers le bâtiment de service. Cependant, la chambre ne fait pas toute la longueur de la cellule, ce qui signifie que pour la partie côté lac des pieux sécants, la vérification doit être faite avec la charge maximale lorsque la longrine métallique sera retirée.

La chambre Lac doit être dimensionnée pour reprendre la charge de déraillement. Cela nécessite un taux d'armature supérieur à l'état observé à l'ELU, notamment par la nécessité de prendre des armatures d'effort tranchant. Bien qu'il s'agisse d'un cas peu probable, cela permet de s'assurer que dans la chambre sera en mesure de résister à une telle charge.

Les chambres seront étanches, avec une qualité du béton et des exigences élevées. Une étanchéité extérieure sera mise en place. Ainsi, la venue d'eau à l'intérieur se fera presque exclusivement par des eaux météorologiques, ce qui veut dire que la venue d'eau sera sporadique. Il a été estimé actuellement qu'une pompe à enclenchement manuel pourra être mis en place pour gérer les venues d'eau dans les chambres. Cela permettra de ne pas mettre en place de la redondance dans le système de pompe, ni de capteurs, et cela réduit le risque de problèmes techniques nécessitant deux pompes par chambre.

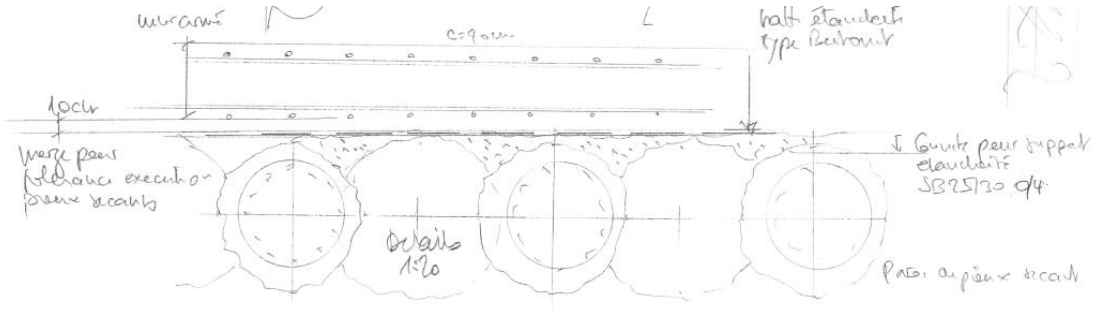


Figure 20: Détails de l'étanchéité des chambres

Le mur de la chambre Lac va monter jusqu'au sommet du chemin, et servira de support à la PAB. Ainsi, un détail de connexion similaire entre le mur de la chambre et le mur projeté pourra être mis en place.

Un caniveau sera mis en place pour amener les câbles jusqu'à la chambre côté Lac. Ainsi, une ouverture dans les murs sera à mettre en place. Une échelle sera mise en place dans les chambres pour descendre à l'intérieur.

Pour le remblayage du côté Jura, la chambre est placée juste à côté de la paroi de pieux sécants. Ainsi, la majeure partie du remblayage se fait entre la chambre et les pieux sécants côté lac. Le remblayage sera fait avec des matériaux graveleux compactable en couche de maximum 30cm. Les matériaux devront avoir un MEmin de 40MPa. Le sol excavé pourra être utilisé pour le remblayage, selon les caractéristiques observées. Certaines couches du sol y sont plus adaptées selon l'analyse géotechniques. Le choix d'utiliser le matériau excavé pour le remblayage sera pris sur place.

Un couvercle spécifique pour chaque chambre sera mis en place. Pour la chambre côté Lac, il n'y a pas d'exigence fortes en termes de charges que le couvercle doit reprendre. A l'inverse, pour la chambre côté Jura, les couvercles installés doivent être de type D400, car il n'est pas exclu que des véhicules viendront proches de la chambre.

Dans la chambre côté Lac, des plaques de recouvrement non praticables avec ou sans trous seront installés. Cela permettra de retirer simplement ces éléments. Ces éléments reposeront sur le mur en béton et sur un HEA 120 au centre de la chambre. Un caillebotis de protection anti-chute sera installé afin d'éviter la chute des personnes lorsque les plaques de recouvrement sont retirées.

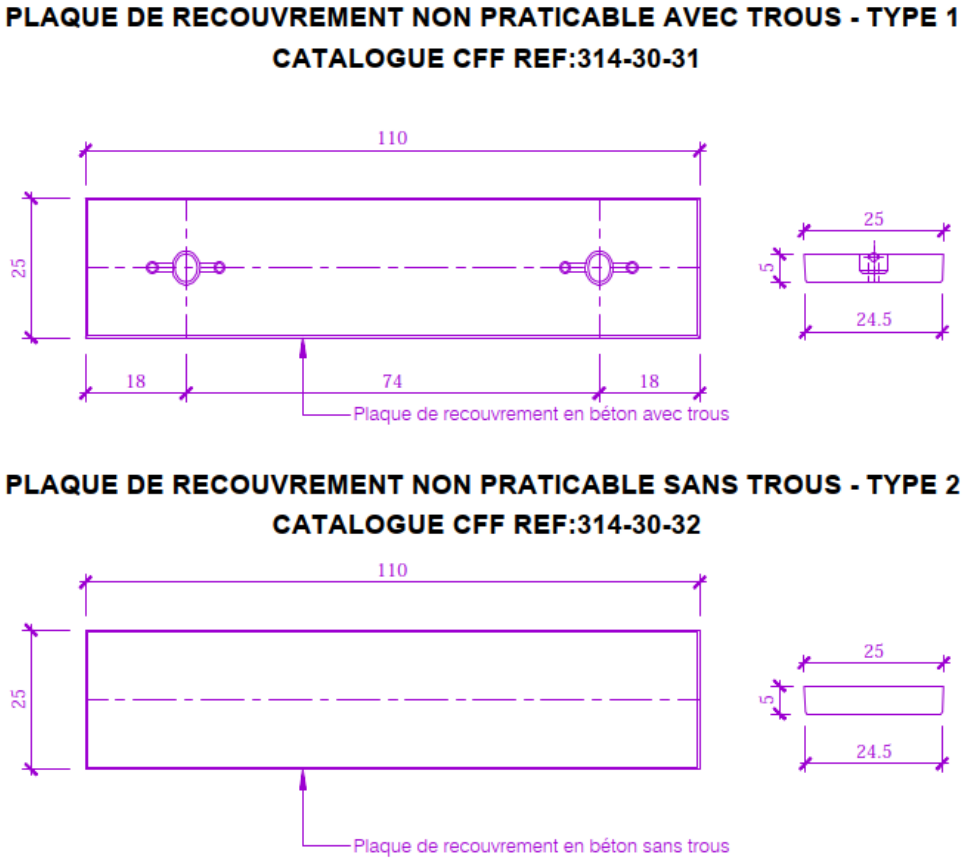


Figure 21: Exemple type de plaque de recouvrement, chambre côté Lac

Pour la chambre nord, un couvercle de chambre carré sera installé pour permettre la descente de câbles. Comme il s'agit d'un élément massif, il ne sera pas possible à une personne d'ouvrir pour accéder à la chambre. Ainsi, il est prévu d'ajouter un couvercle de vue rond, de type DN800 en fonte. Ces éléments ayant un poids avoisinant les 80kg, il pourra être ouvert par deux personnes.

La construction de la chambre côté lac se fera de nuit, avec fermeture de voie.

Le détail des chambres est visible sur le plan de la traversée, le plan « 12.201.201_Traversée principale ».

10 Installation de chantier

Un espace est nécessaire pour l'installation de chantier. Ainsi, la place à occuper dépend des paramètres suivants :

- Place de stockage pour les tubes de béton avant la mise en place de la traversée
- Place pour la machine servant à descendre les tubes bétons
- Place pour le stockage et les machines servant au traitement des boues et à la circulation de la bentonite
- Installations électriques

Il a été estimé que la superficie nécessaire pour les différents éléments de chantier prendra une superficie de 350 m^2 au total. Cet espace pourra être pris en partie sur la position finale du bâtiment de service. La position définitive de l'installation de chantier sera déterminée dans des phases ultérieures.

Pour les travaux nécessaires à la mise en place des pieux sécants de la cellule de réception, le trafic routier devra être interrompus pendant les nuits où les forages sont effectués. Il y a 35 pieux sécants à effectuer pour la fouille côté Lac. En fonction du rythme de chantier, il faudra prévoir jusqu'à une douzaine de nuits de travaux avec interdiction de trafic. Le trafic peut être maintenu pendant la journée, car un espace d'au moins 3.5m est garantis, avec un décalage partiel sur le trottoir. Les nuits d'interdiction de trafic devront être coordonnées avec la commune. Pendant les chantiers, la ligne haute tension et la ligne de contact devront être déclenchées.

Un terrassement sera effectué pour permettre l'accès de la foreuse à la place de chantier. Le terrassement se fera par une paroi gunitée, avec une pente 1:1.

11 Risques admis

11.1 Risque durant la phase de construction

11.1.1 Abaissement de la nappe

Etant donné l'exigence en termes d'étanchéité des chambres et des détails mis en place sur le tube, il n'est pas attendu à ce que la nappe soit abaissée de manière significative, que ce soit durant la phase de chantier ou durant la phase d'exploitation de la traversée. La contrepression de bentonite permet d'éviter un écoulement d'eau à travers du tube du microtunnelier, et le massif et bague d'étanchéité permet d'éviter, ou tout du moins de limiter, l'écoulement d'eau sur l'extérieur du tube. La fiche des pieux sécants est dimensionnée pour éviter le risque de renard hydraulique.

Ainsi, il n'y a pas de risque de tassement des bâtiments ou de la voie due à un abaissement de la nappe.

11.1.2 Blocage lors de l'avancement du tube

Dans le contexte des travaux de microtunneliers, il est possible pour différentes raisons que le microtunnelier soit bloqué avant d'atteindre la cellule d'arrivée. Dans ce cas de figure, deux solutions existent :

- Le trafic ferroviaire est interrompu, et une excavation est effectuée pour récupérer le microtunnelier.
- Abandonner le microtunnelier et refaire les travaux à côté de l'endroit actuellement prévu avec une nouvelle machine

Pour une traversée de diamètre plus importants (au minimum un diamètre intérieur de 1500mm), il est possible d'accéder à la tête du microtunnelier. Ce n'est pas un cas envisageable dans notre situation, car le tube choisis a un diamètre intérieur de 800mm.

La tête de microtunnelier choisie est une tête mixte. Comme décrit dans la convention d'utilisation, cette tête permet de mieux gérer le risque de blocs de dimension importante. Le risque d'avoir le microtunnelier bloqué n'est pas un risque jugé important dans le contexte géotechnique.

11.1.3 Ecrasement des tubes

Le risque d'écrasement des tubes durant la phase chantier, soit avant que le tube ne soit intégralement rempli, peut être négligé. En effet, le trafic ferroviaire aura une vitesse réduite pendant l'avancement du tube, et un trafic plus important n'est pas attendu.

Après le remplissage du tube, la flexion sera réduite avec le remplissage du tube. Ainsi, le risque d'écrasement du tube lors de l'exploitation est négligeable.

11.1.4 Electrocution

Etant donné la présence de lignes haute tension et de la ligne de contact lors des travaux, des précautions doivent être mises en place. Ainsi, durant les travaux, les lignes LC et les lignes de contact sont déclenchées, notamment lors de la mise en place des pieux sécants.

11.1.5 Accident

Pendant la phase de chantier, des mesures de sécurité doivent être mises en place. Des mesures seront prévues pendant la prochaine phase.

11.1.6 Instabilité mât ligne haute tension

Les travaux de la chambre côté lac se font très proches de la fondation de la ligne haute tension. Une surveillance du mât est prévue pour vérifier le déplacement pendant les travaux. Dans le cas où le déplacement dépasse les valeurs limites, des mesures décrites dans le plan de surveillance peuvent être mises en place.

11.2 Risques lors de la phase définitive

11.2.1 Déformations long terme importantes

Une déformation à long terme lors de l'exploitation est négligée. En effet, il n'y a pas de changement significatif des aspects géotechniques globaux, et il n'est pas attendu à ce que la nappe s'abaisse suite aux travaux.

Sans informations sur un changement des charges de trafic sur ce secteur, il n'y a pas de raisons de considérer une déformation du sol sur le long terme.

11.2.2 Déraillement

Le déraillement est un risque qui n'a pas été pris en compte pendant la phase de chantier, mais qui a été pris en compte pendant l'exploitation de la traversée. Le tube a été vérifié au cas de charge de déraillement. Etant donné la réserve statique à l'ELU, il n'y a pas de problème dû au déraillement sur le tube.

Le déraillement a été considéré pour prendre en compte une surcharge sur le mur de la chambre sud. Ainsi, les armatures ont été dimensionnées pour reprendre la charge due au déraillement d'un train à proximité. Un choc sur la chambre dû au déraillement du train n'a pas été considéré dans l'analyse statique.

11.2.3 Séisme

Selon la norme SIA 267, les chambres sont dans un cas où le séisme peut être négligé. Ainsi, les chambres et la traversée ne sont pas vérifiées au séisme.

Pour la connexion entre la chambre et la PAB, se référer au dossier 12.904.

11.2.4 Chute

Afin d'éviter une chute dans la chambre lors de l'ouverture des couvercles, une grille caillebotis anti-chute a été prévue dans la chambre.

12 Signatures

33 Mise à l'enquête

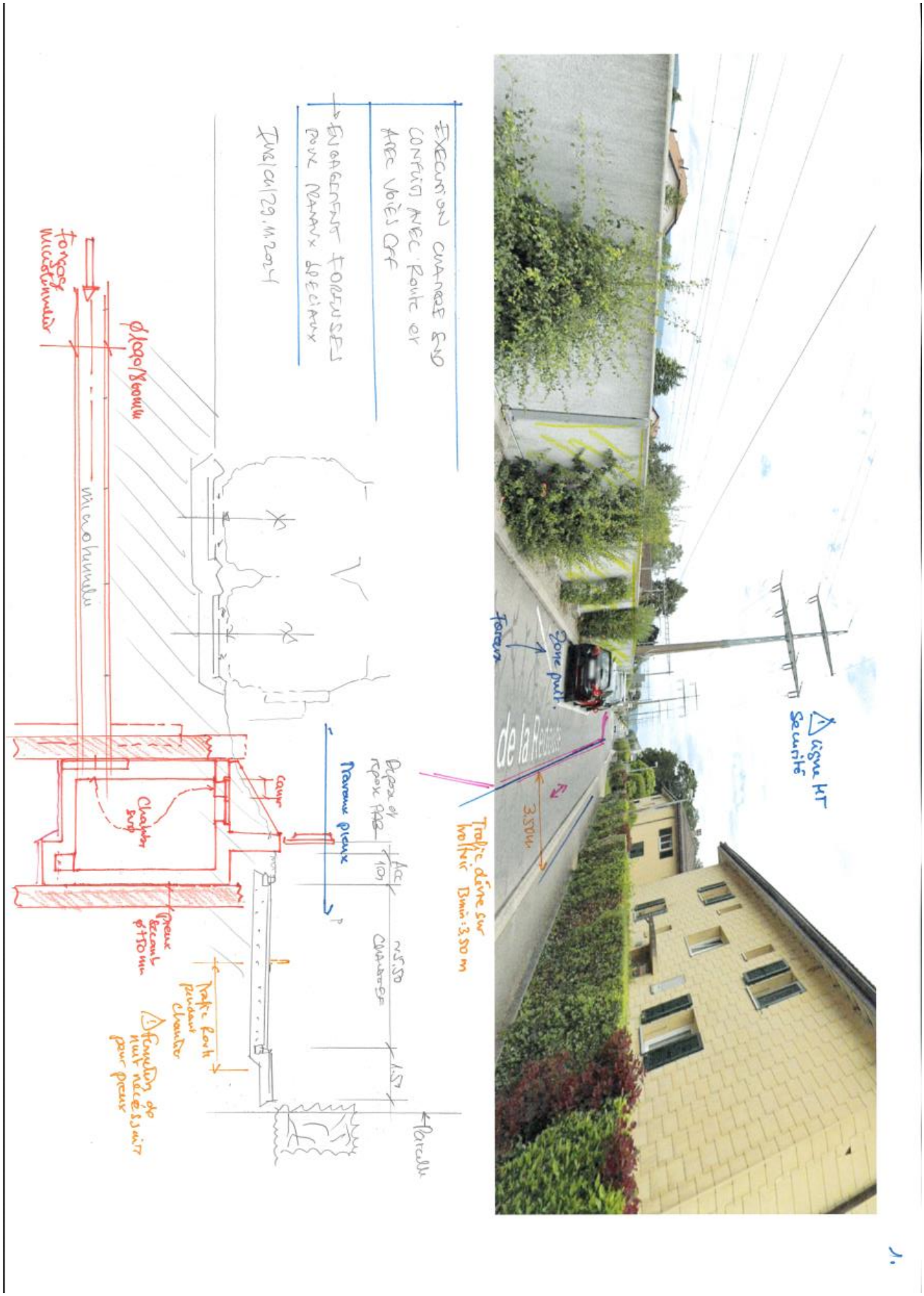
Auteur du projet :	Date	Signature
Nom : IUB Engineering SA		
Responsable : Aimé Morel		
Rue : Rte André Piller 33a		
Lieu : 1762 Givisiez	…….	……..

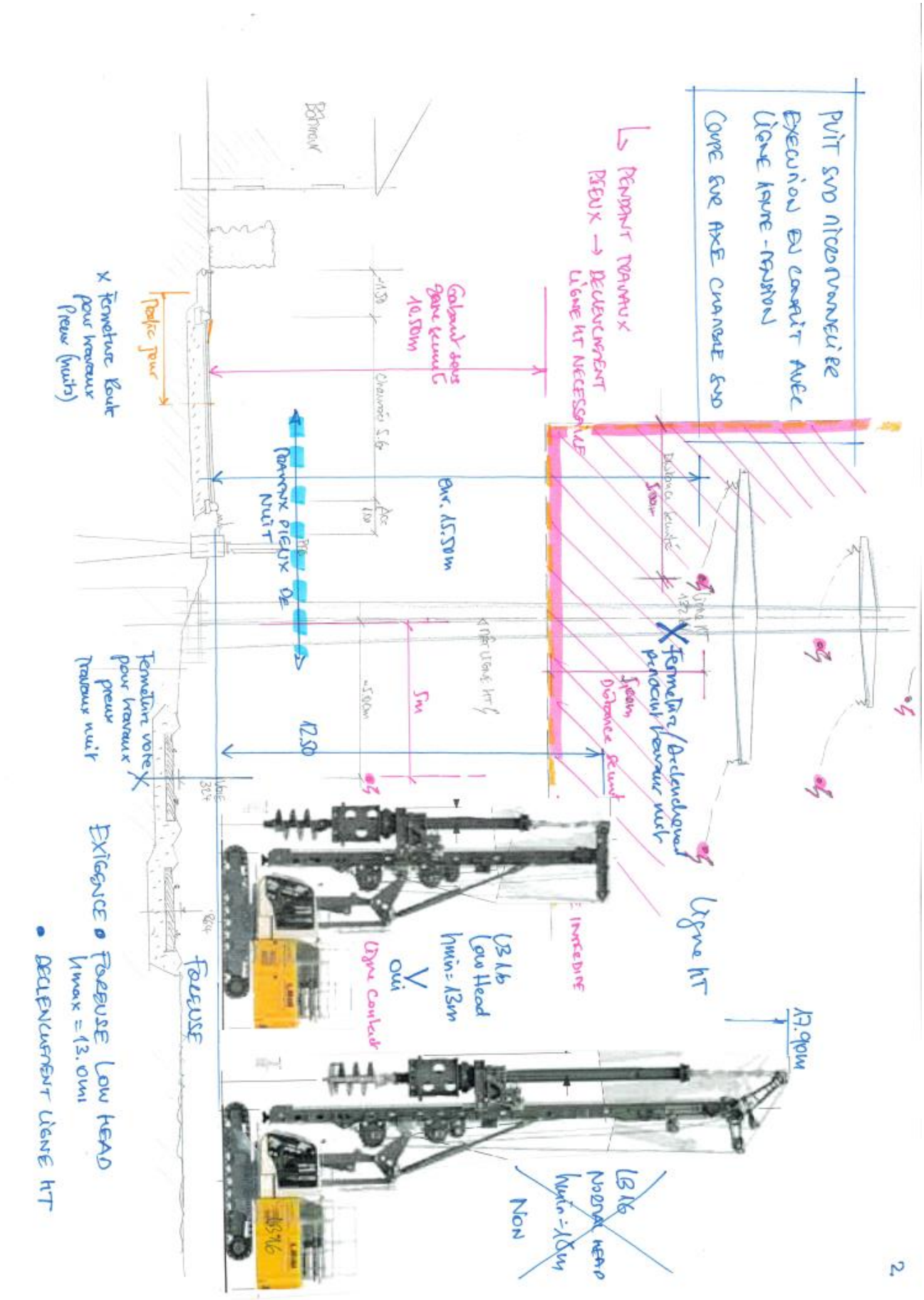
Auteur du projet :	Date	Signature
Nom : IUB Engineering SA		
Responsable : Emilie Simonin		
Rue : Rte André Piller 33a		
Lieu : 1762 Givisiez	…….	……..

13 Annexe

Une annexe à ce document a été créé afin de présenter les concepts de surveillance qui sera mis en place durant l'exécution de la traversée. Dans le document « XX_Concept de surveillance et d'alarme selon réglementation I-50009 » sont présentés les limites de déplacement et de gauche, ainsi que la procédure lors du dépassement des limites indiquées.

Les croquis qui suivent permettent de considérer les travaux nécessaires pour la cellule d'arrivée.


EXECUTION CHAMBRE END
CONFLIT AVEC ROUTE ET
AVEC VOIES CFF
ENGAGEMENT FORENSES
POUR MANAUX SPECIAUX
Forens
Zone puit
de la Redoute
3.50m
Trafic dévié sur trottoir Bmin:3.50 m
Ligne HT Securité
Parcelle
Chambre sup
Travaux preux
Trafic Route pendant chantier
Fonction de nuit nécessaire pour preux


PUIT SUD NICOLAVARIELLE
EXECUTION EN CONFLIT AVEC
LIGNE HAUTE - TENSION
COUPE SUR AXE CHAMBRE SUD
PENDANT TRAVAUX
PIEUX → DECLENCHEMENT
LIGNE HT NECESSAIRE
Talus Jour
Talus Jour
Galerie sous gare Lausanne
10.50m
Chaussée S.16
Bâtiment
Bâtiment
Barrière
Barrière
Barrière

LIEBHERR

Technische Daten Drehbohrgerät

LB 16-180

Litronic

Abmessungen

Grundgerät LB 16 und LB 16 Low Head

Technische Daten LB 16

Gesamthöhe	17.83 m
Max. Ziehkraft abgestützt	200 kN
Mäklerneigung stufenlos und unabhängig voneinander verstellbar	± 8°
Querneigung	5°
Neigung nach vorne	15°
Neigung nach hinten	

Dienstgewicht LB 16

Gesamtgewicht mit 600 mm 3-Steg-Bodenplatten — 52.8 t

Die Dienstgewichte beinhalten das Trägergerät LB 16 (mit Bohrantrieb und Kellystange MD 20/3/24) und 6.0 t Ballast, ohne Anbauteile für Verrohrungsmaschine.

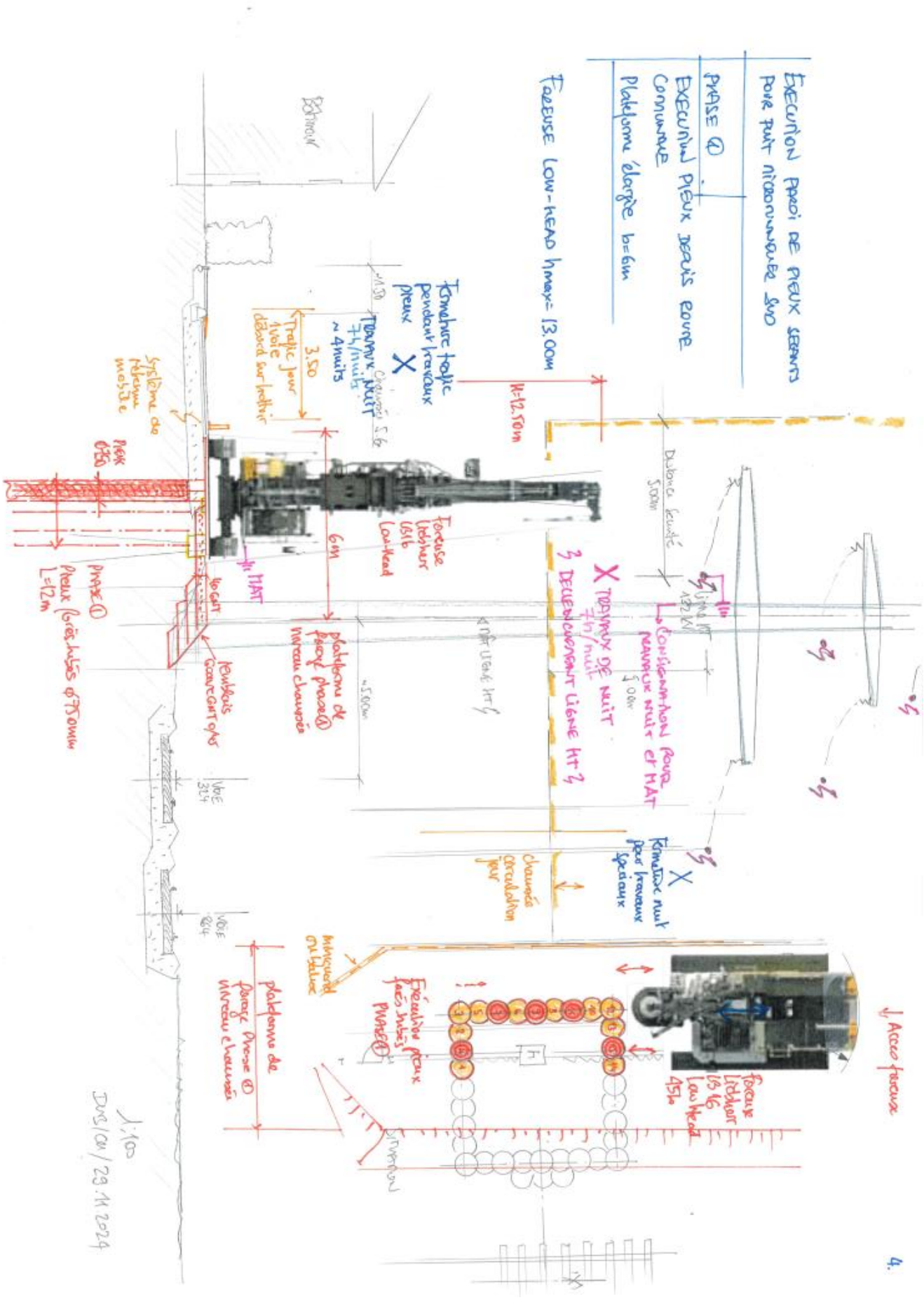
Technische Daten LB 16 Low Head

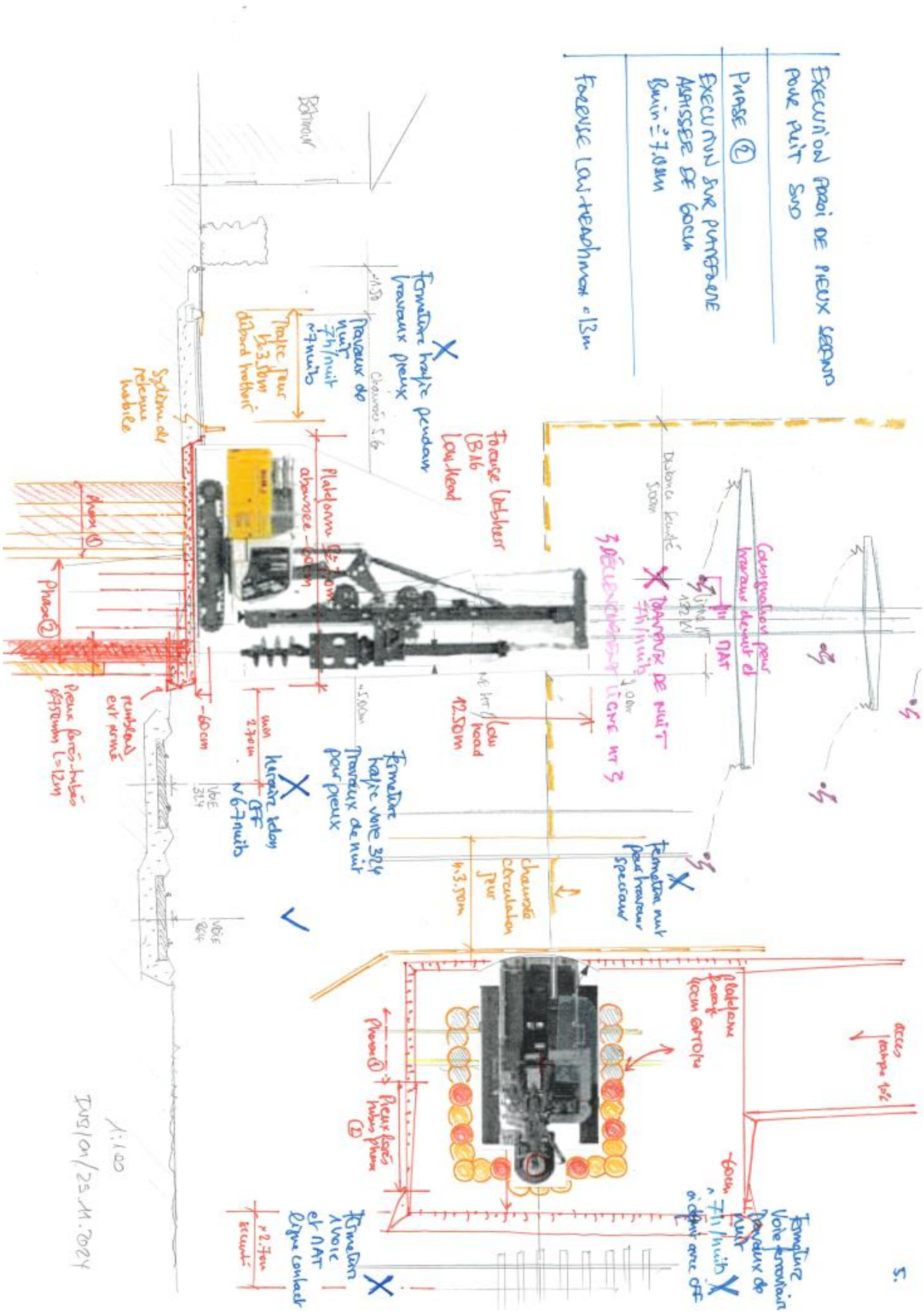
Gesamthöhe	12.47 m
Max. Ziehkraft abgestützt	200 kN
Mäklerneigung stufenlos und unabhängig voneinander verstellbar	± 8°
Querneigung	5°
Neigung nach vorne	15°
Neigung nach hinten	

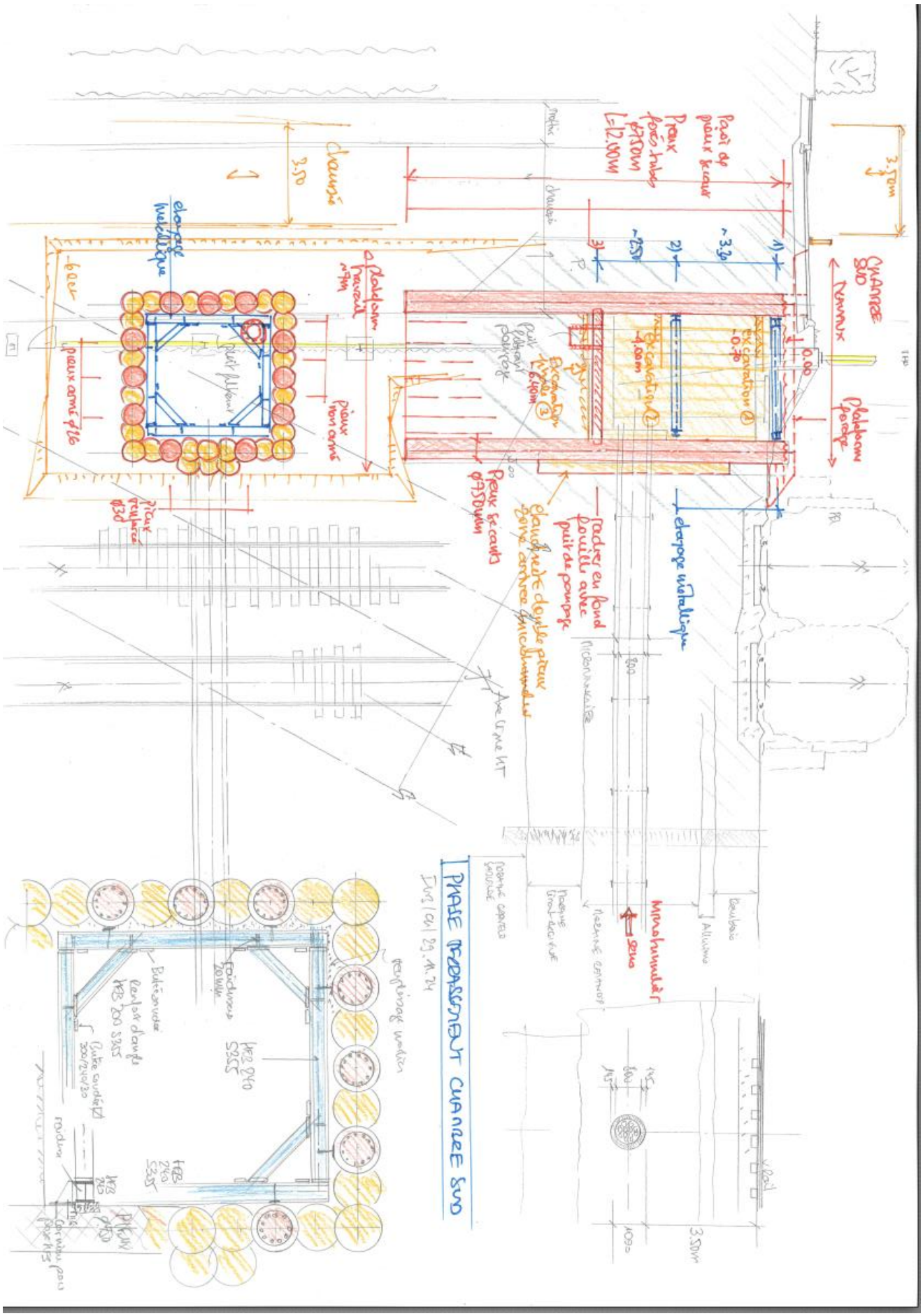
Dienstgewicht LB 16 Low Head

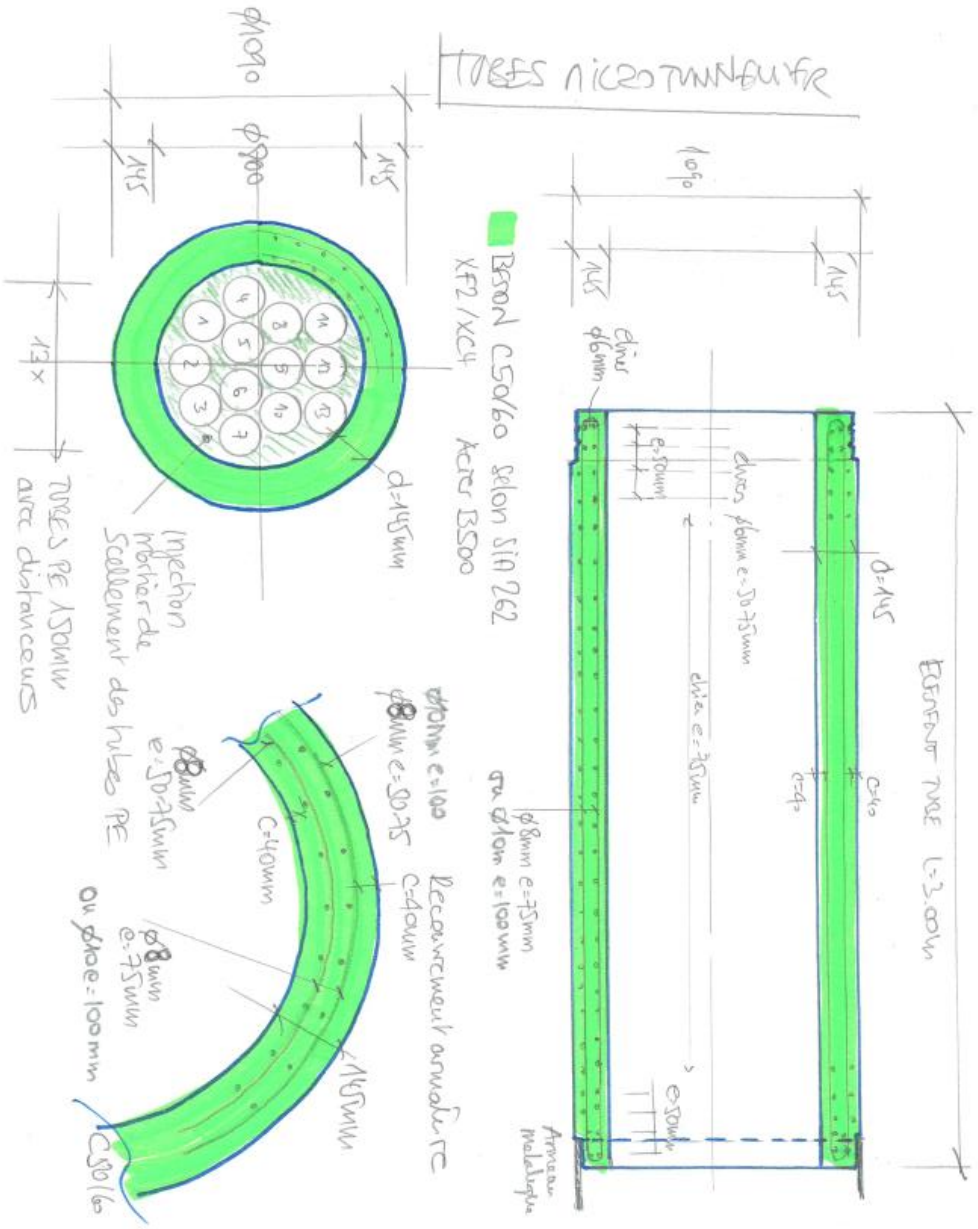
Gesamtgewicht mit 600 mm 3-Steg-Bodenplatten — 50.8 t

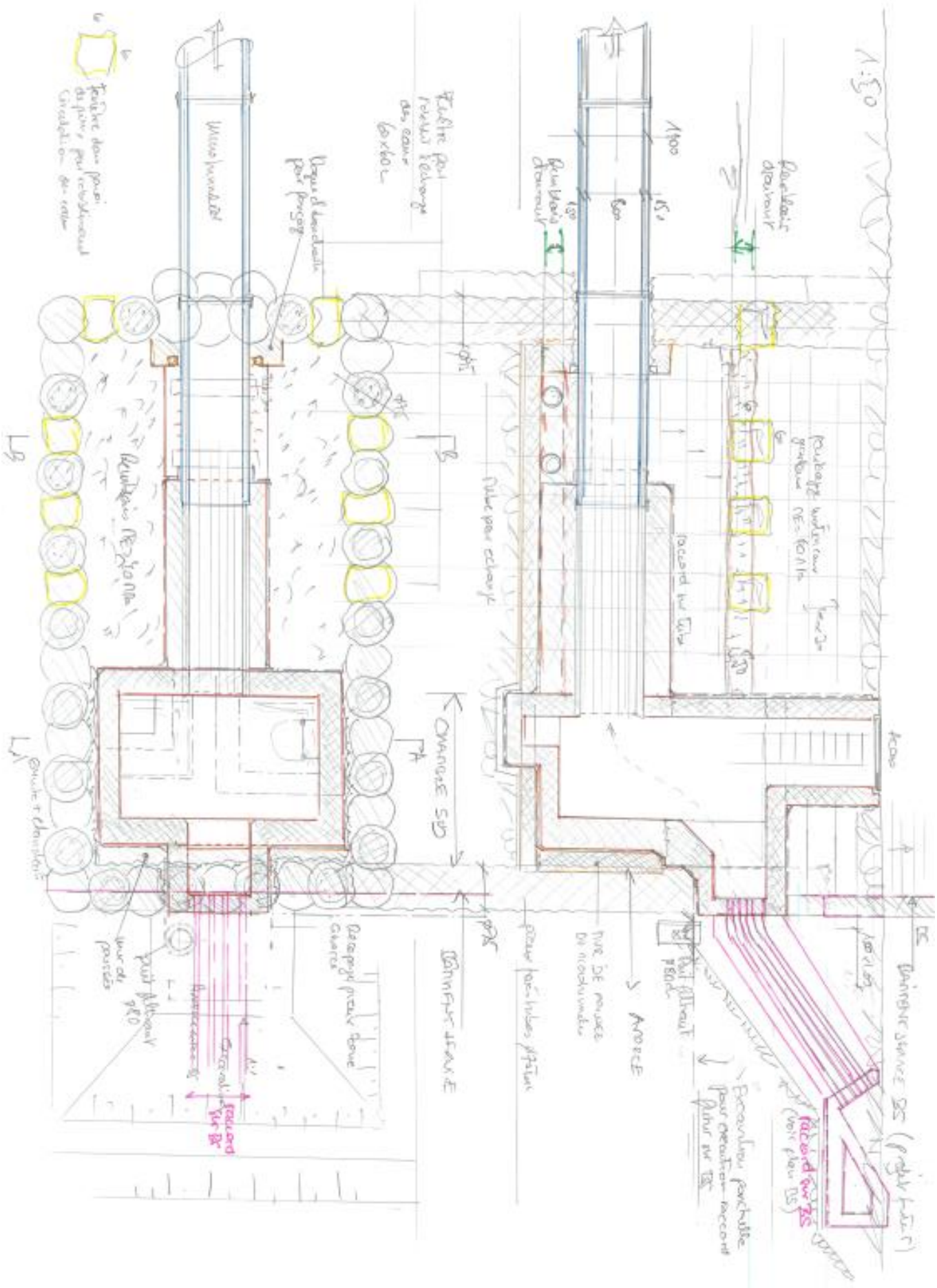
Die Dienstgewichte beinhalten das Trägergerät LB 16 (mit Bohrantrieb und Kellystange MD 20/3/15) und 6.0 t Ballast, ohne Anbauteile für Verrohrungsmaschine.

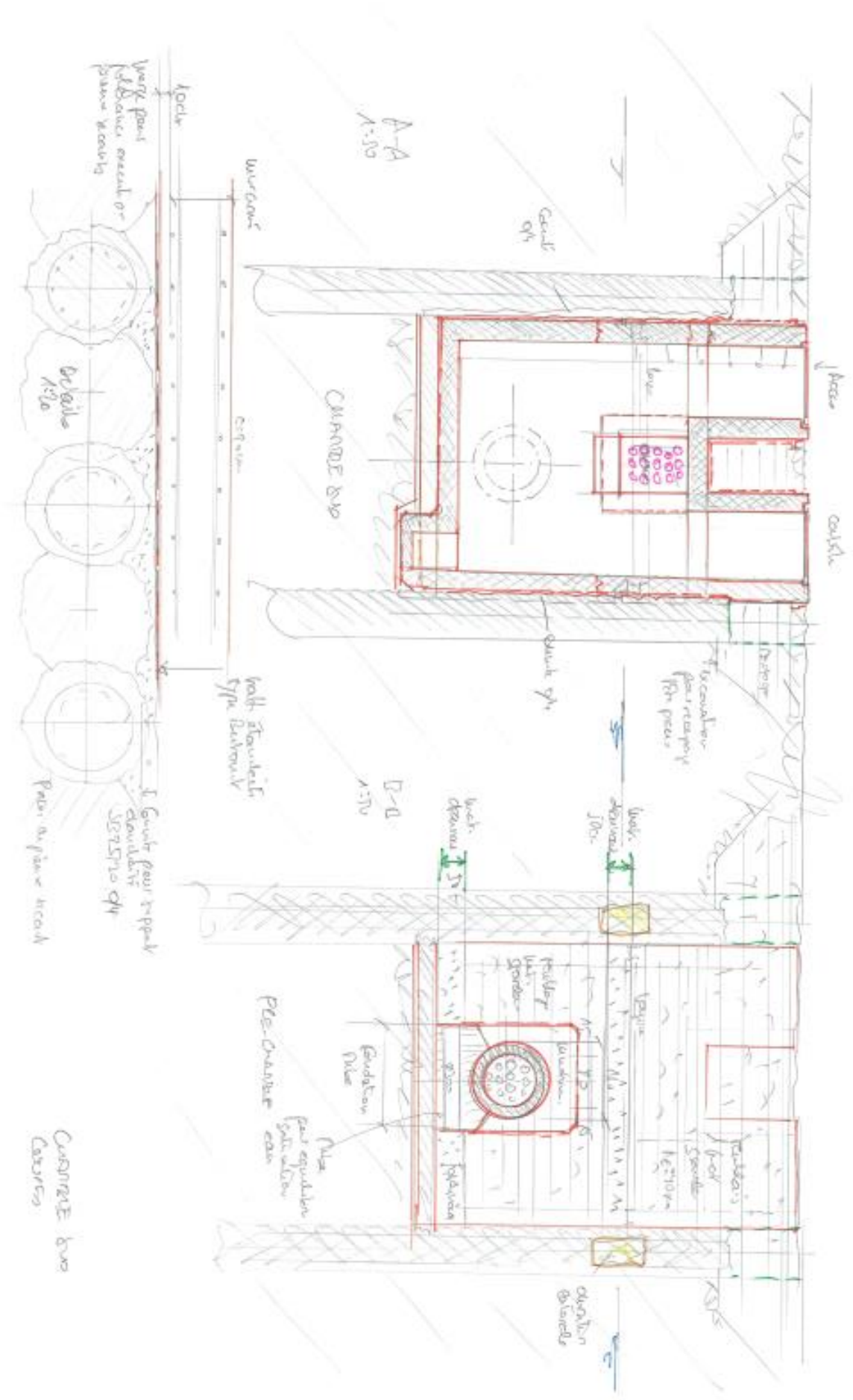

EXECUTION PAROI DE PIEUX SECANTS POUR PUIT MICROTUNNELIER SUD
PHASE ①
EXECUTION PIEUX DEPUIS ROUTE COMMUNALE
Plateforme élargie b=6m
FOREUSE LOW-HEAD hmax= 13.00m
H=12.50m
Fermeture trafic pendant travaux pieux
TRAVAUX NUIT 7h/nuits ~4nuits
3.50
Trafic jour 1voie débord sur trottoir
Système de réserve mobile
PIEUX
6m
Foreuse Liebherr LB16 Low-Head
MAT
PHASE ① Pieux forés-tubés ø750mm L=12m
Remblais Gravegnt 0/45
plateforme de forage phase ① niveau chaussée
TRAVAUX DE NUIT 7h/nuit
DECLENCHEMENT LIGNE HT 3
CONSIGNATION POUR TRAVAUX NUIT ET MAT
Fermeture nuit pour travaux spéciaux
chaussée circulation jour
Exécution pieux forés tubés PHASE ①
plateforme de forage phase ① niveau chaussée
Foreuse Liebherr LB 16 Low Head 45to
Accès foreuse
DVS/CM/29.11.2024
4.


EXECUTION PAROI DE PIEUX SECANTS PUIT SUD
PHASE ①
EXECUTION SUR PLATEFORME ABAISSEE DE 60CM
Emin = 7.00m
FOREUSE LAW-HEADHAMMER Ø 1.2m
Fermeture Voie 324 Travaux de nuit pour pieux
Fermeture Voie 324 Travaux de nuit pour travaux spéciaux
Fermeture Voie 324 Travaux de nuit pour pieux
Fermeture Voie 324 Travaux de nuit pour pieux
Fermeture Voie 324 Travaux de nuit pour pie


PHASE TERRASSEMENT CHAMBRE SUD
Chambre Sud
Chambre
Palplanches
Puits de pompage
Excavation
Excavation ①
Excavation ②
Excavation ③
Pieux forés
Pieux sécants
Pieux armés
Pieux tangents
Etançon
Etançons métalliques
Radier en fond de fouille avec puits de pompage
Paroi de pieux sécants
Paroi de pieux tangents
Paroi clouée double paroi
Zone ancrée
Micro-tunnelier
Machine
Réception
Rails
Sens
Ø1500mm
Ø1250mm
Ø1200mm
Ø1000mm
Ø800mm
Ø600mm
HEB 240 S355
HEB 200 S355
Plaque d'appui
Raidisseur
Boulonnage
Soudure
Rondins
Remblai
Ancrage
Tirant
Tube manchette
Coupe
Vue en plan
Vue latérale
Vue de face
Echelle
Cotes
Niveau
Terrain naturel
Fond de fouille
Mur
Dalle
Radier
Semelle
Fondation
Béton
Armature
Acier
Tube
Profilé
Boulon
Soudure
Assemblage
Détail
Plan
Section
Elévation
Perspective
Isométrie
Schéma
Légende
Titre
Date
Auteur
Version
Révision
Projet
Dossier
Fichier
Référence
Numéro
Page
Feuille
Format
Orientation
Marge
Cadre
Tableau
Liste
Nomenclature
Quantité
Poids
Matière
Qualité
Traitement
Peinture
Galvanisation
Protection
Corrosion
Inspection
Contrôle
Essai
Mesure
Tolérance
Ajustement
Montage
Démontage
Transport
Manutention
Levage
Grue
Treuil
Câble
Chaîne
Crochet
Anneau
Palan
Vérin
Hydraulique
Pneumatique
Électrique
Mécanique
Thermique
Chimique
Nucléaire
Optique
Acoustique
Vibration
Bruit
Sécurité
Risque
Danger
Accident
Incident
Urgence
Secours
Évacuation
Signalisation
Balisage
Éclairage
Ventilation
Chauffage
Climatisation
Eau
Air
Gaz
Vapeur
Huile
Graisse
Carburant
Déchet
Recyclage
Environnement
Impact
Étude
Rapport
Note
Calcul
Hypothèse
Résultat
Conclusion
Recommandation
Référence
Norme
Règlement
Loi
Autorisation
Permis
Enquête
Consultation
Concertation
Information
Communication
Presse
Média
Internet
Site
Web
Email
Téléphone
Fax
Courrier
Lettre
Adresse
Contact
Client
Maître d'ouvrage
Maître d'œuvre
Entreprise
Sous-traitant
Fournisseur
Prestataire
Partenaire
Collaborateur
Équipe
Réunion
Séance
Compte rendu
Procès-verbal
Décision
Action
Suivi
Contrôle
Validation
Approbation
Signature
Date
Lieu
Heure
Durée
Délai
Planning
Calendrier
Jalon
Étape
Phase
Tâche
Ressource
Budget
Coût
Facture
Paiement
Devis
Offre
Appel d'offres
Marché
Contrat
Avenant
Garantie
Assurance
Responsabilité
Litige
Arbitrage
Médiation
Tribunal
Juge
Avocat
Notaire
Huissier
Expert
Témoin
Preuve
Document
Archive
Bibliothèque
Base de données
Logiciel
Application
Système
Réseau
Serveur
Poste de travail
Imprimante
Scanner
Photocopieur
Fax
Téléphone
Email
Internet
Site
Web
Page
Lien
Hyperlien
Navigateur
Moteur de recherche
Mot-clé
Recherche
Résultat
Filtre
Tri
Affichage
Impression
Export
Import
Sauvegarde
Restauration
Mise à jour
Version
Révision
Historique
Journal
Log
Erreur
Bug
Correction
Test
Validation
Déploiement
Installation
Configuration
Paramètre
Option
Préférence
Profil
Utilisateur
Mot de passe
Identifiant
Authentification
Autorisation
Droit
Rôle
Groupe
Équipe
Service
Département
Direction
Entreprise
Organisation
Structure
Hiérarchie
Responsable
Chef
Manager
Coordinateur
Assistant
Secrétaire
Technicien
Ingénieur
Architecte
Géomètre
Géologue
Hydrologue
Météorologue
Climatologue
Biologiste
Écologue
Archéologue
Historien
Géographe
Cartographe
Topographe
Photographe
Vidéaste
Graphiste
Designer
Artiste
Musicien
Écrivain
Poète
Journaliste
Éditeur
Imprimeur
Relieur
Libraire
Bibliothécaire
Archiviste
Documentaliste
Traducteur
Interprète
Professeur
Enseignant
Étudiant
Élève
Apprenti
Stagiaire
Bénévole
Volontaire
Citoyen
Habitant
Riverain
Voisin
Famille
Ami
Collègue
Partenaire
Client
Fournisseur
Prestataire
Sous-traitant
Concurrent
Public
Privé
Association
Fondation
Coopérative
Syndicat
Parti
Gouvernement
Commune
Canton
Confédération
Europe
Monde


TUBES MICROTUNNELIER
Beton C50/60 selon SIA 262
XF2 / XC4 Acier B500
TUBES PE AVEC DISTANCEURS
Injection mortier de scellement des tubes PE
Recouvrement annulaire RC
ELEMENT TYPE L=3.00m





SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

XX

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud

Commune : Prangins

Echelle	Format
-	A4

N° Plan

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Traversée principale

CONCEPT DE SURVEILLANCE ET D'ALARME SELON REGLEMENTATION I-50'009



Groupement IUB-IM

Emilie Simonin
Auteur de projet

Groupement IUB-IM

Aimé Morel
Auteur de projet

IM Engineering | IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	08.05.2024	mge	mo		Version initiale
2	26.06.2024	mge	mo		Mise à jour méthode d'avancement
3	08.10.2024	mge	mo		Selon retour expertise
4	05.12.2024	mge	mo		Selon retour expertise

Table des matières

Table des matières		0
1	Glossaire	1
2	Généralités	2
2.1	Description du projet	2
2.2	Bases et délimitations	3
2.3	Généralités	3
2.3.1	Bases spécifiques au projet et aux CFF	3
2.3.2	Normes et directives	3
2.3.3	Délimitation	3
3	Mises en danger	4
3.1	Mises en danger	4
4	Surveillance	5
4.1	Généralité	5
4.2	Période et étendue de la surveillance	6
4.3	Responsabilité de la réalisation	6
4.4	Enregistrement des preuves. Mesure 0	6
4.5	Enregistrement des preuves. Mesure finale	6
4.6	Enregistrement des preuves. Mesures intermédiaires	7
5	Surveillance de la voie ferrée et des appareils de voies	8
5.1	Zones de surveillance	8
5.2	Paramètres de contrôles	8
5.3	Valeurs limites	10
5.4	Dispositifs de mesure	11
6	Surveillance de la nappe et du terrain	12
6.1	Zone de surveillance	12
6.2	Paramètres de contrôle	12
6.3	Valeurs limites	12
6.4	Dispositifs de mesure	13
7	Alarme/intervention	14
7.1	Généralité	14
7.2	Niveaux d’alarmes	14
7.2.1	Valeur de précaution	14
7.2.2	Valeurs d’intervention	14
7.2.3	Valeur d’intervention immédiate	14
7.3	Principe de base	15
7.4	Rôle de la DGT-CFF et/ou de son remplaçant	15
7.5	Rôle du mandataire (sur demande de la DGT-CFF et/ou de son remplaçant) :	15
7.6	Procédure d’alarme	16

1 Glossaire

Abréviation	Désignation
VP	Valeur de précaution
VI	Valeur d'intervention
VII	Valeur d'intervention immédiate
CEO	Centre d'exploitation de la région ouest
OMC	Centre de gestion technique (service de piquet pour les dérangements)
DGT	Direction générale des travaux
DLT	Direction locale des travaux
CPr	Chef de projet
APr	Auteur de projet
TEZ	Centre technique
TMMO	Tâches de mensuration du maître d'ouvrage
CC	Chef circulation des trains

2 Généralités

2.1 Description du projet

Le projet de mise en conformité de la gare de Nyon, les successions serrées en gare de Nyon et le distancement à 2 minutes sur la ligne Lausanne - Genève, ainsi que la mesure BCM demandant des nouvelles diagonales à 90km/h côté Genève, prévoient de nouvelles fonctionnalités. Ces dernières nécessitent le renouvellement de l'enclenchement actuel, construit en 1977 et qui arrive en fin de vie en 2031.

L'enclenchement sera déplacé du bâtiment de la gare à un bâtiment préfabriqué. De plus, de nouveaux signaux IS sont prévus sur l'ensemble du tronçon entre Gland et Céligny. Dans le cadre de ces mesures, une modification des infrastructures à câbles est nécessaire.

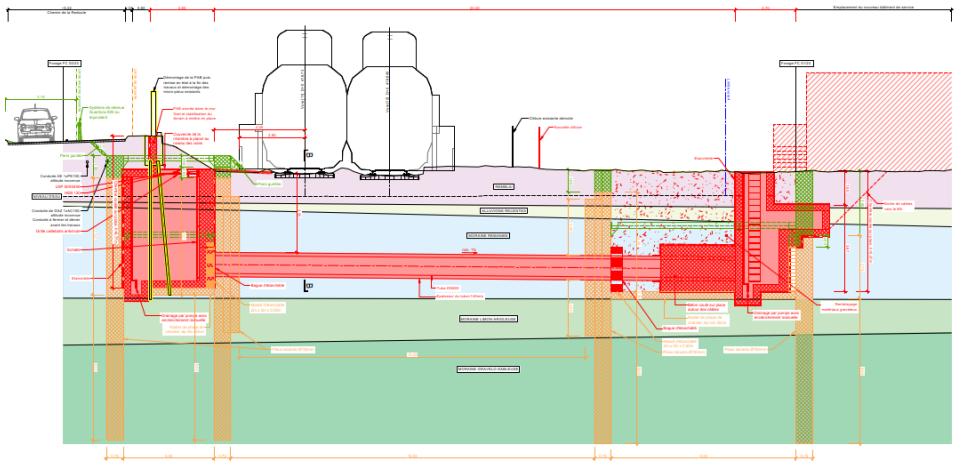


Figure 1: Coupe de la traversée à câbles principale

Les pieux sécants s'effectuant à une distance de moins de 3m des voies du côté Lac, cela présente un risque au matériel ferroviaire, notamment un risque de gauche et de déplacement horizontal. Des interdictions de voies de nuit pendant la mise en place des fouilles et des chambres seront mises en place sur la voie côté lac et une réduction de la vitesse de circulation des trains à 80 km/h sera mise en place pendant la poussée du tube.

On déploiera un système mixte composé d'une station totale et de chaines inclinométriques. Cette composition permet un intervalle de mesure plus faible. La position d'un des rails pour chaque voie est mesuré toutes les 30 minutes par la station totale. Le devers et le gauche sont mesurés toutes les minutes par les chaines inclinométriques (inclinomètres transversaux).

2.2 Bases et délimitations

2.3 Généralités

La surveillance a pour objectif de garantir l'exploitation ferroviaire par rapport à d'éventuelles mises en danger (déformation de la voie et des lignes de contact). Elle considère les principaux risques et présente les points forts de la surveillance.

2.3.1 Bases spécifiques au projet et aux CFF

Les documents servant de base sont les suivants :

- I50'009 « Surveillance des installations de technique ferroviaire à proximité de chantiers », 2024
- R-RTE 20600 « Sécurité lors de travaux sur les installations électriques ferroviaires », 2012
- R-RTE 20100 « Sécurité lors de travaux sur et aux abords des voies », 2012
- R-RTE 22040 « Guide pratique de la voie ferrée Ecartement normal »

Toutes les mesures géométriques doivent être rattachés au réseau des points fixes des CFF.

2.3.2 Normes et directives

Les normes et directives SIA pertinentes doivent être respectées.

2.3.3 Délimitation

Le présent concept de surveillance et d'alarme ne remplace pas le dispositif de sécurité.

3 Mises en danger

3.1 Mises en danger

Lors de l'exécution d'une traversée avec un microtunnelier, plusieurs mécanismes permettent de contrôler les affaissements du terrain et en conséquence la déformation des voies :

- Contrôle volumétrique du terrain évacué, face au volume théorique
- Contrôle de la poussée sur les vérins (via manomètre) et contrôle de l'historique de poussée
- Venue d'eau à travers le microtunnelier et/ou fluidification du terrain
- Vérification du niveau de la nappe avec des mesures piézométriques, soit en continu, soit avec des mesures régulières
- Contrôle de la déviation du forage (mise en place de ficelle en début de forage de part et d'autre de la machine ou mesures avant la pose du prochain segment de tube avec un laser
- Contrôle de la déformation du terrain entre la cellule de départ et la voie par des témoins

Bien que la réalisation de la traversée au moyen du microtunnelier permet de fortement réduire le risque d'affaissement, une surveillance des voies en continu est réalisée au moyen d'un système mixte d'une station totale et de chaines inclinométriques, avec niveau d'alarme automatique en fonction des déformations. La déviation latérale du tube lors de la poussée doit être contrôlée afin d'éviter un écart important entre la disposition théorique du tube et la disposition définitive.

Durant la mise en place de la fouille et de la chambre du côté Lac, une surveillance des voies en continu est réalisée de la même manière, afin de réduire le risque d'affaissement. La surveillance du niveau de la nappe se fera également durant la phase d'avancement du tube.

Les risques pour les éléments environnants sont que les travaux vont causer des tassements locaux ou des instabilités. Ces problèmes de stabilité de terrain seront observés lors des mesures faites sur les pylônes ou le mât des câbles à haute tension.

4 Surveillance

4.1 Généralité

L'objectif du plan de surveillance géométrique de la voie est de permettre le contrôle des déformations des voies, de manière que la circulation des trains soit maintenue en toute sécurité dans les tronçons affectés par les travaux. Les pylônes de la ligne de contact seront surveillés afin que la sécurité des différents éléments de la ligne de contact.

Le système permet de mesurer les critères suivants :

- Mesures directes sur les 2 fils de rail à observer
- Précision suffisante
- Absence de redondance
- Simplicité d'analyse

Pour ce projet, par état de mesures chaque prisme sera mesuré 2 fois dans les 2 positions de la lunette (soit 4 mesures au total). Ces mesures sont ensuite soumises à une compensation par les moindres carrés et les valeurs aberrantes sont rejetées.

Pour qu'une mesure soit conservée et publiée, il faut au minimum que les trois quarts des mesures soient homogènes. En cas de dépassement des tolérances, une mesure est écartée du calcul et ne déclenchera pas de fausses alarmes. De plus, il y a un trigger de 3 valeurs hors-tolérance avant qu'une alarme soit envoyée, une mesure imprécise isolée ne provoquera pas d'alarmes

Type de surveillance	Méthodes	Avantages/ Inconvénients
Manuelle	Règle à dévers	Avantages : - Simple - En tout temps - Peu couteux - Adapté aux travaux ponctuels (exemple : creuse aux abords des voies durant une nuit) Inconvénients : - besoin de MEX - non adapté aux travaux de longue durée
	Contrôle manuel de cibles	Avantages : - pas de MEX nécessaire au relevé - intervention du géomètre en temps voulu Inconvénients : - besoin de MEX pour installer les cibles - Dépôt de poussières de freins sur cibles probable - impossible de mesurer la déformation instantanée
Automatique	Contrôle automatique avec théodolite	Avantages : - Mesures absolues - Mesure en continu, résultats instantanés - Pas besoin de MEX pour effectuer les mesures - Economique pour les travaux de longue durée - Adapté au longues zones (éventuellement plusieurs stations)

		Inconvénients : - Besoin de MEX pour poser les cibles - Nombreuses fausses alarmes (si une cible bouge) - Dépôt de poussières de freins sur cibles probable - A déposer en cas de bourrage de la voie
	Contrôle automatique avec chaines	Avantages : - Pas besoin de MEX pour effectuer les mesures - Site internet simple, lecture facile des résultats - Mesure en continu, résultats instantanés. - Peu couteux - Economique pour les travaux de longue durée Inconvénients : - Besoin de MEX pour poser les chaines - Mesures en relatif - Longueur de 50 à 100m max

4.2 Période et étendue de la surveillance

Les travaux sont prévus à partir du printemps 2029. La durée de chantier est d'environ 4 mois.

Le système doit être opérationnel pendant toute la réalisation des travaux.

4.3 Responsabilité de la réalisation

Les travaux du forage horizontal sont sous la responsabilité de l'entreprise GC.

4.4 Enregistrement des preuves. Mesure 0

L'objectif de cette mesure zéro est :

- Enregistrer la situation actuelle avant travaux afin de déterminer les gauches et les flèches verticales et horizontales existantes
- Déterminer les valeurs de références afin d'être intégrées dans le système de surveillance

Procédure :

- Les points repères seront posés dans un délai de 7 jours avant le démarrage des travaux ;
- Un relevé des voies à la latte à deux prismes (selon I 50009) sera effectué au moment de l'installation du système ;

4.5 Enregistrement des preuves. Mesure finale

Une mesure géométrique sera réalisée après les travaux, ainsi qu'un contrôle du devers. La dernière mesure s'effectuera au plus tôt quatre semaines après l'achèvement effectif des travaux.

4.6 Enregistrement des preuves. Mesures intermédiaires

Les fichiers de relevés géométriques de la situation "Zéro" et des relevés suivants, ainsi que de la situation « Finale » seront transmis aux CFF afin d'être archivés.

Les positions et styles de repères (prismes ou inclinomètre, ...) seront photographiés et protocolés dans un dossier GEOvis 4.0.

Le géomonitoring sera exploitable sous forme graphique via une plateforme informatique.

5 Surveillance de la voie ferrée et des appareils de voies

5.1 Zones de surveillance

La zone de surveillance des voies s'étend, au minimum, 10m avant et 10m après la zone de travaux.

5.2 Paramètres de contrôles

Les contrôles spécifiques suivants sont prévus :

Elément mesuré	Type de mesure	Section / points de mesure	Précision
Voie : Gauche	Mensuration géodésique avec ensemble de cibles relevées par tachéomètre automatisé ou chaînes inclinométriques automatisées. Latte à dévers (ponctuellement).	4.8 m (Toutes les 8 traverses)	+/- 0.5 ‰
Voie : Flèche verticale	Mensuration géodésique avec ensemble de cibles relevées par tachéomètre automatisé ou chaînes inclinométriques automatisées.	4.8 m (Toutes les 8 traverses)	+/- 2 mm
Voie : Flèche horizontale	Mensuration géodésique avec ensemble de cibles relevées par tachéomètre automatisé.	4.8 m (Toutes les 8 traverses)	+/-- 2 mm

Les figures ci-dessous illustres les mesures relatives aux voies :

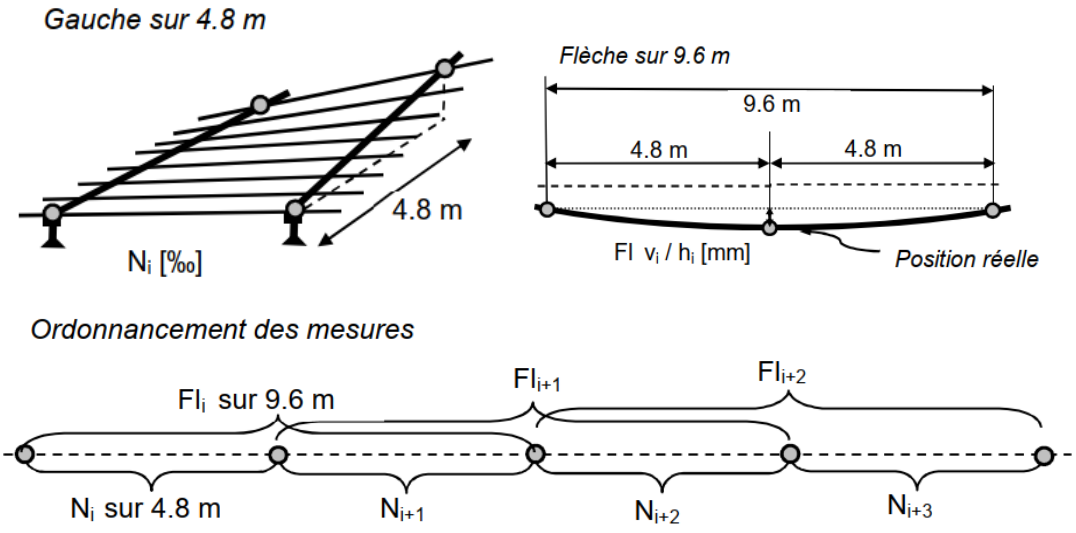


Figure 2: schémas du gauche et de la flèche, ainsi que de l'ordonnance des mesures, tirés de la réglementation CFF I50'009

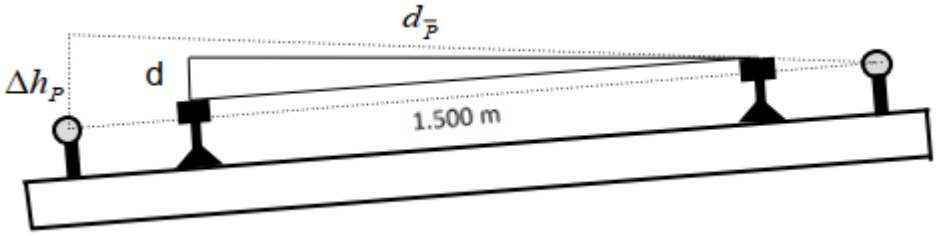


Figure 3: Points d'observation de la traverse pour le dévers

Au niveau des mâts et pylônes, les contrôles spécifiques suivants sont prévus :

Elément mesuré	Type de mesure	Section / points de mesure	Précision
Différence d'inclinaison	Mensuration géodésique avec ensemble de cibles relevées par tachéomètre automatisé	Chaque pylône dans la zone de risque	+/- 0.5 ‰
Affaissement	Mensuration géodésique avec ensemble de cibles relevées par tachéomètre automatisé.	Chaque pylône dans la zone de risque	+/- 2 mm
Déplacement	Mensuration géodésique avec ensemble de cibles relevées par tachéomètre automatisé.	Chaque pylône dans la zone de risque	+/-- 2 mm

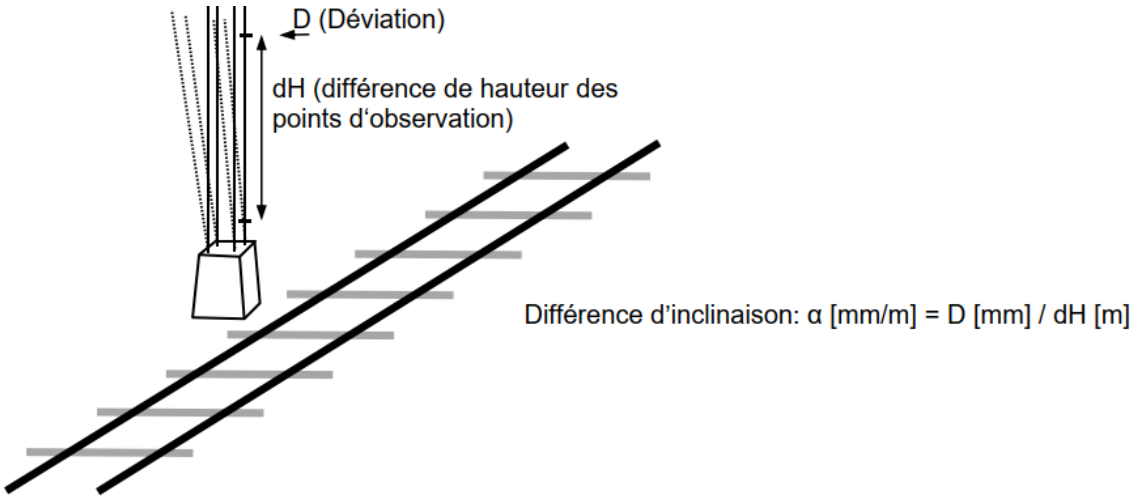


Figure 4: Méthode de calcul pour la différence d'inclinaison selon le I-50'009

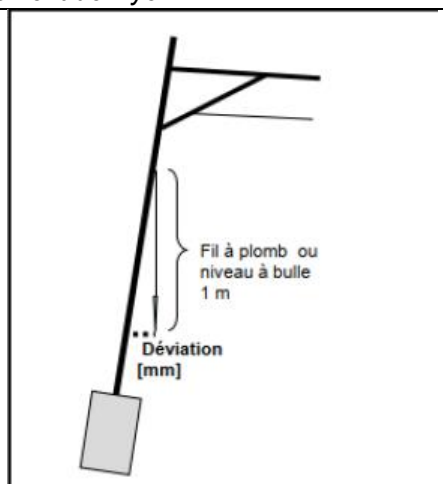


Figure 5: Méthode de mesure pour l'inclinaison du pylône

5.3 Valeurs limites

Les valeurs limites des paramètres définis au chapitre précédent sont résumées dans les tableaux suivants selon la réglementation CFF I-50009 :

Phase travaux des fouilles ou chambres, vitesse : 120 km/h <VR<160 km/h				
Voie		Valeur de précaution	Valeur d'intervention	Valeur d'intervention immédiate
Gauche	‰	2	2.5	3
Flèche vert.	mm	4	6	10
Flèche horiz.	mm	4	6	8
Phase travaux de la traversée, vitesse : VR<80 km/h				
Voie		Valeur de précaution	Valeur d'intervention	Valeur d'intervention immédiate
Gauche	‰	2.5	3.5	4
Flèche vert.	mm	9	12	16
Flèche horiz.	mm	9	12	14

Durant la poussée du tube, la limite de vitesse est de 80 km/h. Durant la phase de travaux pour les fouilles ou les chambres, la voie du côté Lac est fermée durant les travaux de nuit, mais la sécurité durant la journée doit être garantie.

Phase travaux de la traversée, toutes vitesse				
Pylônes		Valeur de précaution	Valeur d'intervention	Valeur d'intervention immédiate
Différence d'inclinaison	mm/m	2	5	10
Affaissement	mm	20	25	30
Déplacement	mm	10	15	20

Les valeurs données pour les pylônes sont à suivre dans le cas où le fil de contact se trouve en position prévue avant le début des travaux. Dans le cas contraire, les valeurs réduites à appliquer doivent être déterminés par le service spécialisé compétent I-AEP-ENG-FS avec consultation de I-VU-UEW.

5.4 Dispositifs de mesure

La méthode de surveillance proposée est un système mixte composé d'une station totale et de chaines inclinométriques. Dans le tableau ci-dessous sont comparés la solution composée de deux stations totales et la solution recommandée dans ce document, avec en rouge les conditions défavorables et en vert les conditions favorables.

	Deux stations totales	Mix station totale et chaines inclinométriques	Commentaire
Conditions météorologiques			En cas de brouillard, pluie et/ou neige, les prismes ne sont parfois pas mesurés
Poussière de freins			**Deux stations totales** Les prismes sont orientés dans le sens inverse de la circulation des trains et donc protégés **Chaines** Les inclinomètres qui mesures les gauches ne sont pas impactés par les poussières de frein
Fréquence de mesures			Les chaines inclinométriques peuvent fournir un gauche et une flèche « provisoire » par minute, et les flèches définitives toutes les 30 minutes Les témoins entre la fouille nord et les voies seront mesurées une fois par heure pendant la durée des travaux d'avancement du microtunnelier. Une fois l'avancement terminé, les vérifications se feront quatre fois par jour.
Système certifié par CFF pour respecter la réglementation I-50009			Les chaines inclinométriques ont été validées officiellement par les CFF
Coûts			Le mix station totale et chaines inclinométriques est plus avantageux et offre une fiabilité accrue dans la continuité des mesures

Un contrôle visuel des voies (1x/semaine) sera effectué par les I-AEP. Les mesures peuvent être complétées occasionnellement par un contrôle au moyen de règles à devers.

6 Surveillance de la nappe et du terrain

6.1 Zone de surveillance

Les piézomètres actuellement mis en place seront utilisés pour la surveillance du niveau de la nappe. Cela permettra de vérifier l'évolution de la nappe dans la zone impactée par les travaux. La surveillance liée au microtunnelier se fera dans ou autour de la cellule de départ. La surveillance du terrain se fera entre la cellule de départ et les voies.

6.2 Paramètres de contrôle

Les paramètres de contrôle seront les suivants :

Elément mesuré	Type de mesure	Section / points de mesure
Nappe	Abaissement significatif de la nappe d'eau	Piézomètres installés
Terrain de fondation	Ecart entre l'alimentation de bentonite et le retour de bentonite, selon la vitesse d'avancement	Fouille de départ
	Tassement du terrain entre la cellule de départ et des voies	Témoins mis en place
Bentonite	Pression de la bentonite au fur et à mesure de l'avancement du microtunnelier	Fouille de départ / emprise de chantier

Le niveau de pression de la bentonite lors de l'avancement du microtunnelier sera contrôlé par l'entreprise. La quantité d'eau et de sol retiré à mesure de l'avancement sera contrôlé afin d'évaluer le risque d'affaissement du sol au niveau des voies.

Le niveau de la nappe sera suivi de manière continue ou ponctuelle avec mesures régulières, afin de vérifier le niveau d'eau au cours des travaux.

6.3 Valeurs limites

Les valeurs limites liées au niveau de pression de la bentonite et de la différence entre la quantité de terrain enlevé et la valeur théorique sont à considérer avec l'entreprise. En effet, cela pourra dépendre de la machine utilisée et des paramètres de sol à l'endroit de la traversée.

En cas de dépassement des valeurs limite, l'opérateur pourra fermer les vannes by-pass instantanément. L'arrêt du microtunnelier pourra ainsi être actionné à tout moment. En cas d'arrêt du microtunnelier, l'entreprise contacte immédiatement les DLT. Dans le cas d'un blocage, les vannes by-pass se couperont automatiquement et une alarme sera déclenchée en cas de sous-marinage.

Les valeurs limites de l'abaissement de la nappe dépendront du suivi en cours à l'endroit de la traversée. En effet, si la nappe n'est pas abaissée en dessous du niveau minimal habituel de la nappe, cela ne causera pas de problèmes de tassement au niveau des voies.

Pour la vérification du tassement du sol, les valeurs limites prises seront les mêmes que le tassement des voies. En effet, cela permet d'anticiper la réaction du sol lors du passage du microtunnelier au passage des voies.

Phase travaux de la traversée, toutes vitesse				
Témoins		Valeur de précaution	Valeur d'intervention	Valeur d'intervention immédiate
Flèche vert.	mm	4	6	10

6.4 Dispositifs de mesure

Les mesures de l'abaissement de la nappe se fera via les piézomètres en place ou d'autres installés avant les travaux.

Les mesures faites pour le microtunnelier sont ceux mis à disposition par l'entreprise.

La vérification du déplacement des témoins se fera via une station totale.

7 Alarme/intervention

7.1 Généralité

L'alarme et le fait que les protagonistes soient joignables doivent être assurées à chaque instant du processus de construction.

Durant toute la période des travaux, il faut s'assurer que l'alarme puisse être donnée et que les participants au projet soient atteignables.

Des informations transmises par courriel et SMS pour les niveaux valeur d'intervention et valeur d'intervention immédiate doivent être quittancées par le destinataire.

7.2 Niveaux d'alarmes

Selon I-50009

7.2.1 Valeur de précaution

- Si la valeur de précaution est dépassée, les participants au projet (direction des travaux, chef de projet, responsables d'installation I-VU-UEW) doivent en être prévenus.
- Décision de la direction des travaux et du chef de projet de CFF.
- Mesures possibles : raccourcissement des intervalles de mesure, observation de l'évolution.

7.2.2 Valeurs d'intervention

- Si la valeur d'intervention est dépassée, les participants au projet (direction des travaux, chef de projet, responsables d'installation de I-VU-UEW) doivent convenir des mesures à prendre.
- Procédure à suivre : décision de la direction des travaux et du chef de projet CFF en accord avec les responsables d'installation de I-VU-UEW. La mise en œuvre des mesures définies relève de la responsabilité de la direction des travaux et du chef de projet des CFF
- Mesures possibles : raccourcissement des intervalles de mesure, correction/ protection des voies et des installations de courant de traction et de câbles, réduction de vitesse, changement de méthode de construction, planification de mesures (p. ex : bourrage)

7.2.3 Valeur d'intervention immédiate

- Si la valeur d'intervention immédiate est dépassée, il est possible que la sécurité de l'exploitation ne soit plus garantie.
    - Des mesures immédiates doivent être prises.
- Procédure à suivre : la direction des travaux doit demander l'intervention d'un spécialiste de la voie ferrée ou du responsable des installations (I-VU-UEW) pour prendre des décisions sur les mesures.
    - Information au CC, puis alarme de l'OMC et du CE selon le schéma d'alarme, respectivement le dispositif de sécurité. La mise en œuvre des mesures définies relève de la responsabilité de la direction des travaux et du chef de projet CFF
- Mesures possibles : arrêt des travaux, correction/protection des voies et des installations de courant de traction et de câbles, réduction de vitesse, interdiction de pleine voie ou changement de méthode de construction.

- Le projet et les méthodes d'exécution seront modifiés
- Un bourrage intermédiaire pendant les travaux sera nécessaire s'il existe un risque pour la circulation des trains

Le système automatique mis en place par le mandataire géomètre doit fonctionner en permanence.

Pour le mandataire géomètre, un service de piquet est exigé avec un délai d'intervention de 4 heures pour rétablir le système si les mesures ne sont pas transmises. Par ailleurs, si le système est perturbé par de nombreux dérangements, une intervention doit être menée dans un délai de 48 heures pour rétablir le fonctionnement normal.

7.3 Principe de base

- Les alarmes sont transmises par SMS de façon automatisée à un groupe de personne défini dans l'analyse de risque et/ou le concept de surveillance des voies
- En cas d'alarmes, seules les personnes mentionnées comme telles prennent les décisions quant à la sécurité de la circulation des trains. Il s'agit en principe de la DGT-CFF et de son remplaçant
- Le Mandataire doit être disponible en tout temps afin de répondre aux demandes de la DGT-CFF et/ou de son remplaçant

7.4 Rôle de la DGT-CFF et/ou de son remplaçant

- Contrôler la validité de l'alarme en se basant sur les courbes de la plateforme de visualisation des déformations ;
- Si nécessaire, ordonner un ralentissement ou l'arrêt de la circulation des trains
- Si nécessaire, faire intervenir le service de piquet (OMC) ;
- En cas d'alarme atteignant une valeur d'intervention et sans possibilité de vérification sur place (soir, nuit ou week-end), appeler le Chef circulation et ordonner une marche à vue, avec quittancement d'un éventuel défaut ressenti.
    - Si pas de constatation, demander un passage à 40 km/h avec également quittancement d'un éventuel défaut ressenti ;
- En cas de doute, faire intervenir le service de piquet (OMC) ;

7.5 Rôle du mandataire (sur demande de la DGT-CFF et/ou de son remplaçant) :

- Ordonner immédiatement l'arrêt des travaux
- Concevoir et ordonner des constructions nécessaires à la correction du défaut
- Etudier avec ENTR des méthodologies de travaux alternatives pour ne pas réitérer les inconvénients subits

7.6 Procédure d'alarme

Il y a lieu d'appliquer le schéma d'alarme déterminant.

L'annonce ne doit pas être quittancée au niveau VP. Elle doit être quittancée au niveau VI et VII.

La procédure en cas de dépassement des valeurs d'intervention et d'intervention immédiate est résumée dans le tableau suivant :

Valeur de précaution dépassée	Valeur d'intervention dépassée	Valeur d'intervention immédiate dépassée
Contrôle des mesures Informer I-VU_UEW et la DLT au plus vite	Contrôle des mesures Avertir I-VU_UEW et la DLT au plus vite en précisant le défaut DGT met en place des mesures nécessaires à la sécurité d'exploitation en accord avec les responsables d'installation d'I-VU-UEW	Contrôle des mesures Avertir I-VU_UEW et la DLT au plus vite en précisant le défaut DGT engage des mesures immédiates afin de garantir la sécurité de l'exploitation DLT ordonne l'arrêt des travaux en cours
Revue de projet Mesures constructives Augmentation de la fréquence des mesures	Revue de projet Mesures constructives	Arrêt du chantier Mesures immédiates Modification du projet

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

12.201.05

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud

Commune : Prangins

Echelle	Format
-	A4

N° Plan

-

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Traversée principale

NOTE DE CALCUL - FOUILLES ET CHAMBRES



Signatures des personnes responsables :

A1. ☒ Signatures originales dans le document B. ○ Signature ci dessous

Ci-dessous :

A2. ☒ Signatures des personnes pro forma

CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

Aimé Morel
Auteur de projet

IM Engineering | IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	08.05.2024	mge	mo		Version initiale
2	08.10.2024	mge	mo		Selon retour expertise
3	05.12.2024	mge	mo		Selon retour expertise
4	03.07.2025	mge	mo		Selon retour SIOP

Table des matières

1	**Introduction**	**3**
2	**Résumé des sections**	**3**
3	**Bases générales**	**4**
3.1	Normes	4
3.2	Logiciels	4
3.3	Bases relatives au projet	4
4	**Géologie et hydrogéologie**	**5**
4.1	Géologie	5
4.2	Hydrogéologie	6
5	**Matériaux**	**7**
5.1	Acier	7
5.2	Béton	7
5.3	Acier d'armature	7
6	**Géométrie**	**8**
6.1	Fouilles	8
6.2	Chambres	8
6.3	Paroi anti-bruit	9
7	**Modélisation**	**11**
7.1	Fouille	11
7.2	Longrines	16
7.3	Chambres	17
8	**Actions**	**19**
8.1	Actions permanentes	19
8.2	Actions variables	22
8.3	Cas de charge exceptionnel	28
8.4	Combinaison de charge	34
9	**Vérification au renard hydraulique**	**36**
9.1	Fouille sud	36
9.2	Fouille nord	37
10	**Fouille d'excavation Sud**	**38**
10.1	Vérification à l'ELS	38
10.2	Vérification à l'ELU	39
11	**Fouille d'excavation Nord**	**47**
11.1	Vérification à l'ELS	47
11.2	Vérification à l'ELU	48
11.3	Vérification lors de la poussée du microtunnelier	55
12	**Chambre Sud Etat final**	**57**
12.1	Armature minimale	57
12.2	Etat limite ultime type 2	59
12.3	Cas exceptionnel déraillement	72
12.4	Etat limite de service	75
12.5	Fatigue	77
12.6	Connection entre la PAB et la chambre sud	78
12.7	Poussée d'Archimède	78
13	**Chambre nord Etat final**	**80**
13.1	Armature minimale	80
13.2	Vérification du couvercle de la chambre nord	81
13.3	Vérification de la chambre	84
14	**Signatures**	**90**

1 Introduction

Afin de mettre en place le nouvel enclanchement de Nyon, une traversée de câbles doit être mise en place. Elle se composera d'une conduite en béton de diamètre nominal de 800mm, ce qui permettra la traversée de 13 PE 150. Le tube sera rempli de béton ou de pâte de ciment.

Cette note de calcul se concentre sur les fouilles qui seront mises en place pour permettre l'avancée du tube en béton, des chambres qui seront créées de chaque côté de la traversée, des pieux sécants utilisés pour la mise en place des fouilles, et stabilisé avec des longrines métalliques.

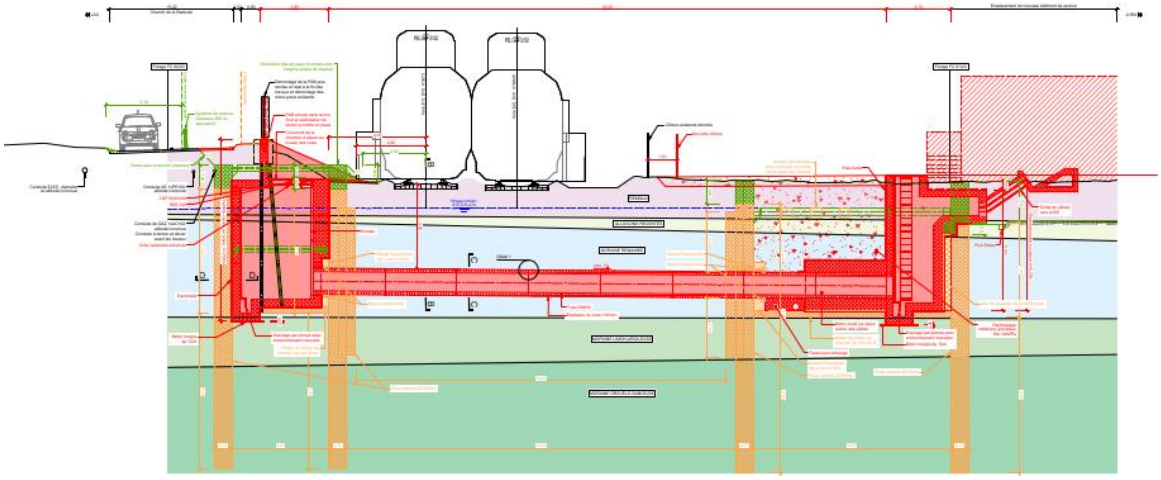


Figure 1: Coupe de la traversée

2 Résumé des sections

Eléments	Section prise
Pieux sécants	Diamètre 750mm, écart de 600mm, C20/25
Longrines fouille sud	HEB 240, S355
Longrine fouille nord	HEB 320, S355
Etais de coin	HEB 240, S355
Béton pour chambres	300mm-750mm, C30/37
Béton pour pieux sécants	C20/25
Armatures	Chambre nord : Φ22, s150mm, B500B, Chambre sud : Φ22, s150mm, B500B Étriers, Φ12 s150 mm, B500B
Boulons	M20, classe 8.8

Tableau 1: Résumé des sections

Le choix des pieux sécants s'est porté notamment pour garantir que le microtunnelier passera à travers 3 pieux non ou partiellement armés.

3 Bases générales

3.1 Normes

Les normes suivantes ont été utilisés comme base pour les vérifications statiques :

- SIA 260 Bases pour l'élaboration des projets de structures porteuses, 2003
- SIA 261 Actions sur les structures porteuses, 2020
- SIA 261/1 Actions sur les structures porteuses, Spécifications complémentaires, 2020
- SIA 262 Construction en béton, 2013
- SIA 262/1 Construction en béton-Spécifications complémentaires, 2013
- SIA 263 Construction en acier, 2013
- SIA 263/1 Construction en acier-Spécifications complémentaires, 2013
- SIA 267 Géotechnique, 2013
- SIA 267/1 Géotechnique-Spécifications complémentaires, 2013
- SN EN 1993-1-4 Eurocodes 3 Calcul des structures en acier partie 1-4 : Règles générales-Règles supplémentaires pour les aciers inoxydables

3.2 Logiciels

- Larix 9
- Fagus 9
- Statik 9
- AxisVM X7

3.3 Bases relatives au projet

Rapport géotechnique, GEOTEST, 06.02.2024

Rapport géotechnique, GEOTEST, 07.10.2024 avec logs des sondages existants

Plan de la traversée

4 Géologie et hydrogéologie

4.1 Géologie

Une étude géologique a été réalisée entre 2023 et 2024. L'emplacement des deux forages est indiqué sur le plan suivant :

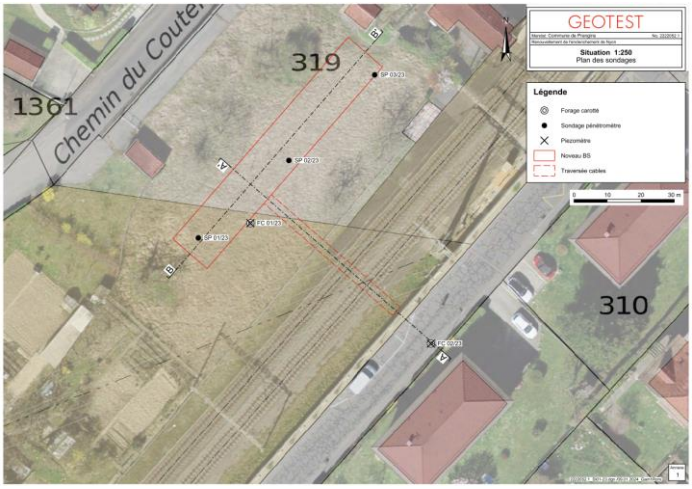


Figure 2: Position des forages géologiques

Les deux forages sont ainsi dans la proximité immédiate du lieu où la traversée sera effectuée.

Les résultats de cette analyse ont donné les résultats suivants, avec entre parenthèses les valeurs maximales et minimales, et les valeurs estimées probables.

Géologie	Poids volumique apparent [kN/m^3]	Angle de frottement [°]	Cohésion c' [kPa]
Remblais	20 (19-21)	30 (29-32)	0
Alluvions récentes	22 (21.5-322.5)	31 (29-33)	0 (0-1)
Moraine remaniée	20.5 (19.5-22)	31 (29-33)	2 (0-5)
Moraine limono-argileuse	21.5 (21-22)	33 (32-34)	10 (8-12)
Moraine gravelo-sableuse	24 (23.5-24)	35 (34-36)	9 (8-10)

Tableau 2: Paramètres géotechniques

Le modèle de sol fait à partir du rapport de Géotest a été indiqué sur le plan. Cependant, des sondages plus anciens ont été effectués. Les logs de forage sont indiqués dans la base de projet.

4.2 Hydrogéologie

Le niveau d'eau a été mesuré le 9 janvier 2024 aux deux forages, avec un niveau d'eau à une hauteur d'eau à 414.9m. Le niveau d'eau le 23 septembre 2024 est d'environ 414.6m. La traversée sera ainsi dans la nappe d'eau. Le niveau d'eau considéré pour le projet, selon la recommandation faite dans l'analyse géotechnique, est de 415.5m.

Les mesures de la perméabilité des couches géologiques ont permis de trouver les valeurs estimées suivantes :

Géologie	Perméabilité [m/s]
Remblais	Variable
Alluvions récentes	10^{-7}
Moraine remaniée	10^{-7}
Moraine limono-argileuse	10^{-8}
Moraine gravelo-sableuse	10^{-7}

Tableau 3: perméabilité des couches

Il est estimé que des accumulations d'eau sont probables sur le toit de des couches morainiques. Dans la couche de moraine limono-argileuses, des veines plus perméables seraient en mesure de permettre des venues d'eau. La nappe phréatique se situe entre la couche d'alluvions récentes et la couche de moraine remaniée.

Aucune venue d'eau n'a été observée dans la moraine gravelo-sableuse. Cependant, un suivi spécifique à cette couche devrait être fait pour négliger le risque de renard hydraulique. Il n'est en effet pas impossible qu'une couche plus perméable n'existe au niveau du pied des pieux sécants.

5 Matériaux

5.1 Acier

Pour tous les éléments d'étayage, les caractéristiques sont prises de la SIA 263.

La qualité d'acier exigée est S355 pour les éléments d'étayage.

Partie d'ouvrage	Type	f_{sk}	f_{sd}	E_s
Stabilisation de fouille	S355	355 N/mm^2	338.1 N/mm^2	210'000N/mm^2

Partie d'ouvrage	Type	f_{yb}	f_{ub}	ε_u	E_s
Boulons	Classe 8.8	640 N/mm^2	800 N/mm^2	12%	210'000 N/mm^2

Tableau 4: Caractéristiques de l'acier utilisé

5.2 Béton

Les caractéristiques du béton sont prises selon la SIA 262, ainsi que des exigences décrites dans le PEQ structures porteuses en béton.

Parties d'ouvrage	Classes de béton	Classes exposition	Diam. du grain max.	Classes teneur chl.	Classes consis.	Enrobage minimal
Chambres	C30/37	XC4, XD2a, XF3	32 [mm]	Cl 0.10	C3	40 [mm]

Tableau 5: Caractéristiques du béton pour la chambre

Partie d'ouvrage	Sorte de béton	Classe de béton	Diam. du grain max.	Classes teneur chl.	Consistance	Enrobage
Pieux sécants	P4	C20/25	32 [mm]	Cl 0.10	F5	90 [mm]

Tableau 6: Caractéristiques du béton pour les pieux sécants

5.3 Acier d'armature

Partie d'ouvrage	Type	f_{sk}	f_{sd}	ε_{ud}	E_s
Chambres	B500B	500 N/mm^2	435 N/mm^2	0.045 %	205'000N/mm^2

Tableau 7: Caractéristiques de l'acier d'armature utilisé

6 Géométrie

La géométrie des fouilles et des chambres peut être vu sur le plan de la traversée. Les données suivantes sont considérées :

6.1 Fouilles

Les fouilles sont faites de chaque côté de la traversée. La fouille de départ, côté Jura, aura une dimension extérieure de 10.15m*5.55m, avec un espace de travail de 8.25m*4.05m. La fouille de réception, du côté Lac, aura une dimension extérieure de 5.95m*5.55m, avec une dimension intérieure de 4.05m*4.05m.

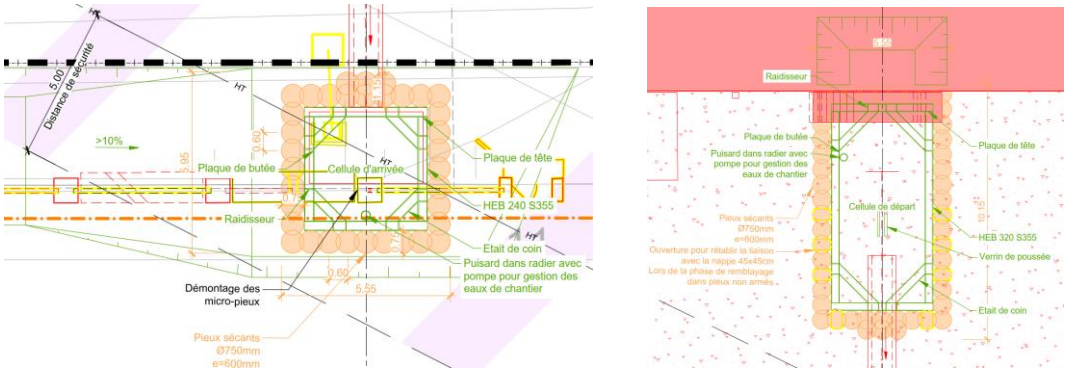


Figure 3: Fouilles Lac à gauche et Jura à droite

6.2 Chambres

La chambre sud sera disposée de manière que le mur soit en continuité avec la PAB, dont deux panneaux viendront s'ancrer dans le mur. La chambre va être bétonnée en contact avec les pieux sécants. Une couche de béton devra être posée entre la chambre et les pieux sécants à cause des imperfections géométriques lors de la mise ne place de la paroi de pieux sécants. Ainsi, l'armature minimale doit prendre en compte cette surépaisseur.

La chambre côté Jura aura le couvercle juste à côté des escaliers du bâtiment de service. La chambre s'agrandis sous le sol afin de permettre la mise en place des câbles jusqu'au bâtiment de service.

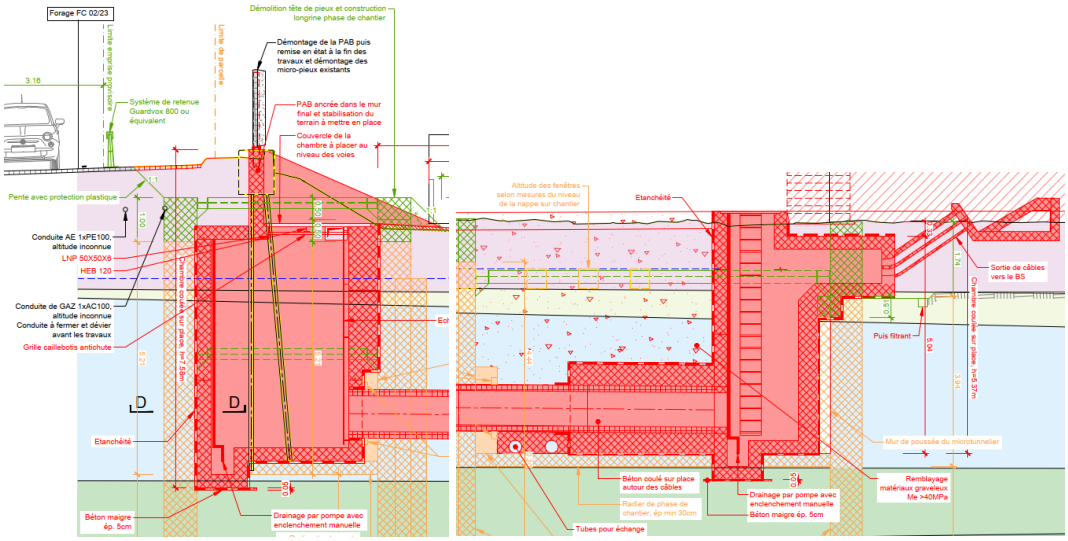


Figure 4: Chambres sud à gauche et nord à droite

6.3 Paroi anti-bruit

La paroi anti-bruit située à proximité du passage à câbles est située sur des micropieux. L'écart entre les appuis est de 5m. La hauteur de la paroi au-dessus du sol est de 1.8m.

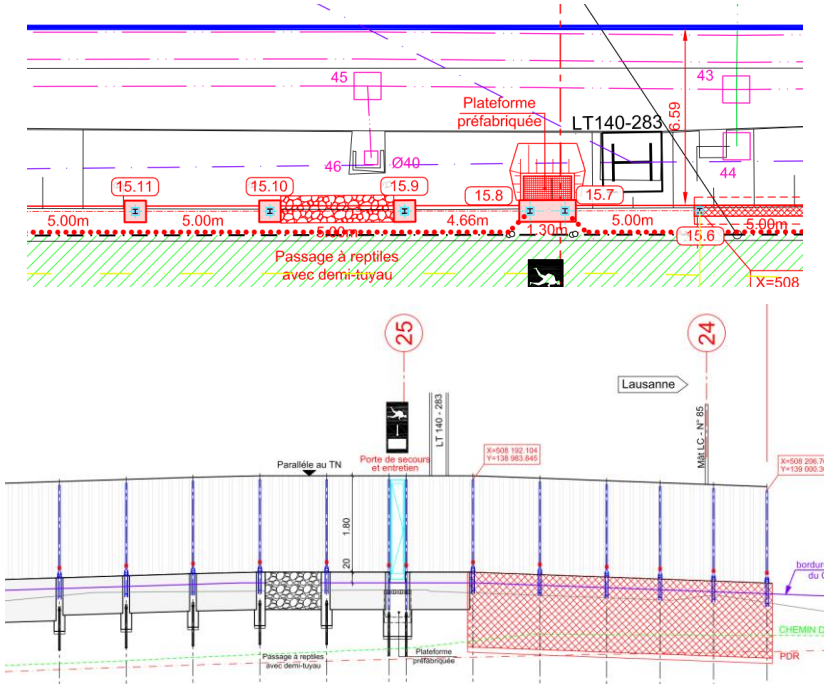


Figure 5: Situation et profil de la PAB

La paroi anti-bruit est composée d'un élément en béton et d'une structure phono-absorbante en béton. Elle est représentée de la façon ci-dessous.

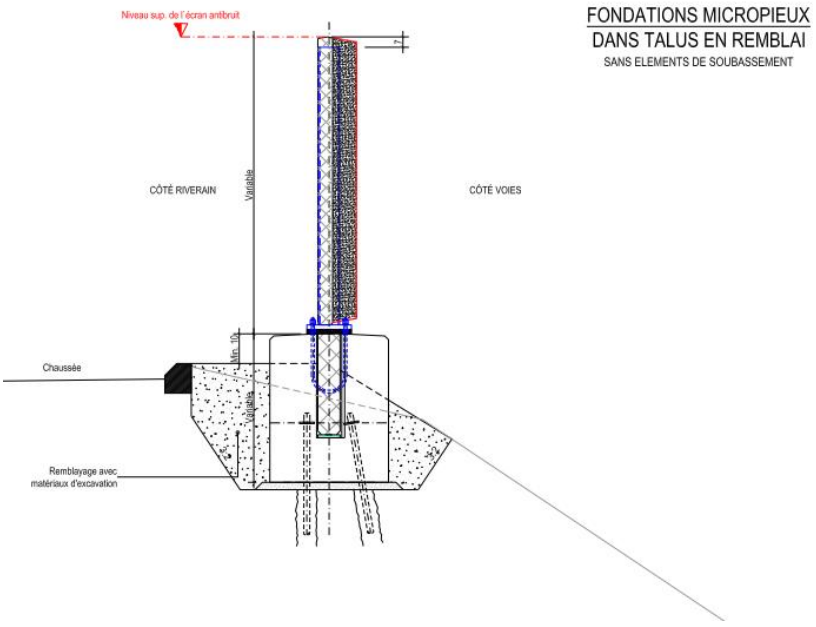


Figure 6: Coupe de la PAB

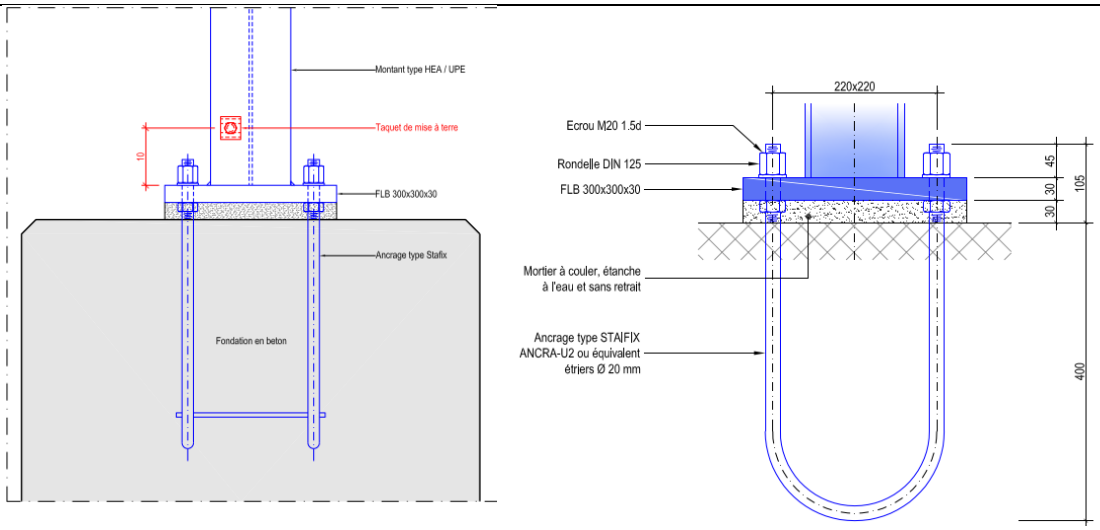


Figure 7: Détail de connexion entre la PAB et la fondation existante

Le détail de la connexion sera repris tel quel. L'écart entre les boulons est de 22cm.

7 Modélisation

7.1 Fouille

Les fouilles ont été modélisées sur LARIX 9. La rigidité de la paroi a été prise en considérant des pieux de 750mm tous les 600mm. L'inertie a été obtenue en modélisant la paroi de pieux sur Fagus :

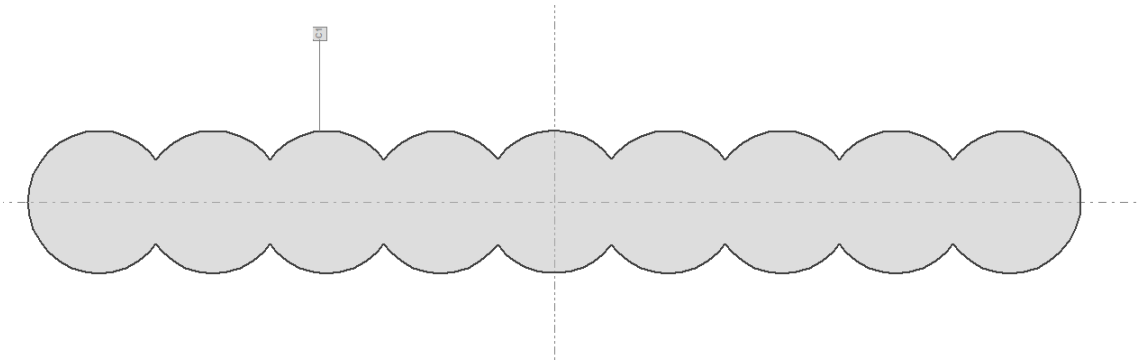


Figure 8: Paroi de 9 pieux sécants, longueur 5.55m

	Aire		Moment d'inertie		Centre G, angle			Masse	
	[m²]		[m⁴]		[m]				[kg/m]
Ax	**3,5922**	Ix	0,338317	ys	-0,00			M_{Sct}	8980.6
Ay	(=Ax)	**Iy**	**0,134381**	zs	0,00				
Az	(=Ax)	**Iz**	**8,940640**	β	0. [°]				

Figure 9: Caractéristiques de la section totale

Ainsi, l'inertie totale de cette structure est de 0.134 m^4, soit $1.34*10^{11}$ mm^4. L'inertie par mètre est donc de $2.41*10^{10}$ mm^4/m.

Ainsi, la rigidité est de :

$$EI = 2.41 * 10^{10}\, {mm^4}/{m} * 20'000\, {N}/{mm^2} = 482'000\, {kNm^2}/{m}$$

La structure étant très rigide, les appuis ont été modélisés comme des absolument rigide. Pour la vérification à l'ELS, le déplacement de la fouille en considérant des appuis rigides a été additionnée au déplacement des longrines une fois la charge appliquée.

7.1.1 Fouille Sud

Deux niveaux d'étayage par des longrines métalliques ont été modélisés sur les pieux sécants.

Un radier de chantier sera mis en place pour la construction. Ainsi, le pied des pieux sécants sera stabilisé après la mise en place du béton. Les appuis ont été modélisés comme fixe, avec le déplacement avant leur mise en place calculé par Larix. Le déplacement dû à la flexibilité du système de longrine a été ajouté à postériori.

La fouille se fait en plusieurs étapes. Les différentes étapes sont décrites point par point, avec les profondeurs indiquées du côté ferroviaire.

La fiche sera faite en prenant en compte la longueur totale due au risque de renard hydraulique, ce qui nécessite une fiche de 6m de long.

7.1.1.1 Etape 1

Une longrine sera mise en place en tête des pieux sécants, afin de placer le premier niveau de longrine en dessus du niveau du couvercle de la chambre.

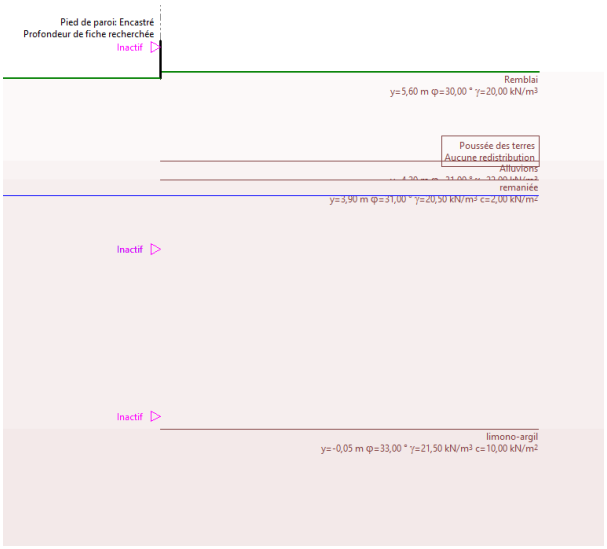


Figure 10: étape 1 de la fouille sud

7.1.1.2 Etape 2

Après la pose de la première longrine, le terrassement se fait jusqu'à la profondeur de 3.3m. Ainsi, la deuxième longrine pourra être mise en place à 2.8m depuis le fond de fouille.

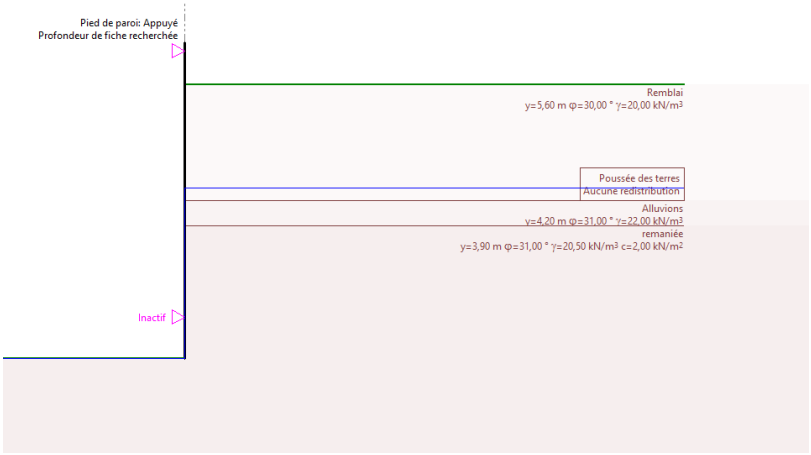


Figure 11: étape 2 de la fouille sud

7.1.1.3 Etape 3

Après la mise en place de la deuxième longrine, la fouille se fait jusqu'à la profondeur de 5.6m, afin de mettre en place le radier de chantier

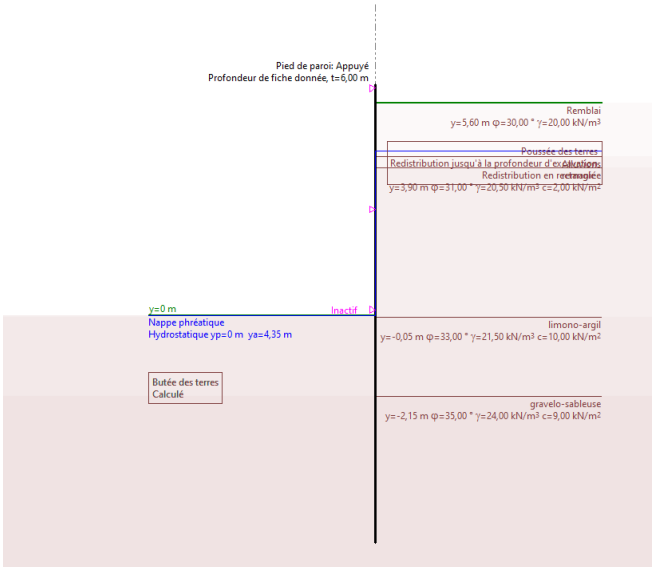


Figure 12: étape 3 de la fouille sud

7.1.1.4 Etape 4

Un radier de chantier sera mis en place pendant la durée des travaux. Ainsi, la structure sera rigidifiée pendant la phase d'avancement du tube.

7.1.1.5 Etape 5

Une fois l'avancement du tube complété, le niveau inférieur de longrine sera retiré et la chambre pourra être mis en place.

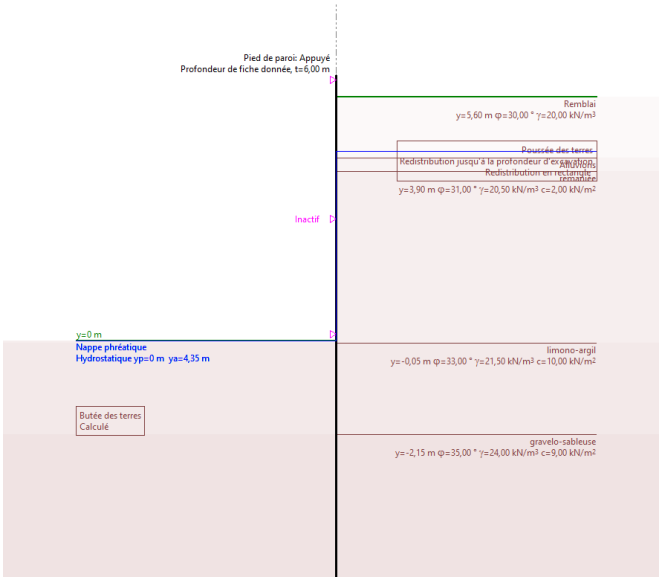


Figure 13: Etape 5 de la fouille sud

7.1.1.6 Etape 6

La longrine supérieure est retirée afin de permettre le bétonnage du mur qui se connectera à la PAB et permettra la remise en place de la route.

7.1.2 Fouille Nord

Un niveau d'étayage par des longrines métalliques a été modélisé sur les pieux sécants.

Un radier de chantier sera mis en place pour la construction. Ainsi, le pied des pieux sécants sera stabilisé après la mise en place du béton. Les appuis ont été modélisés comme fixe, avec le déplacement avant leur mise en place calculé par Larix. Le déplacement dû à la flexibilité du système de longrine a été ajouté à postériori.

La fouille se fait en plusieurs étapes. Les différentes étapes sont décrites point par point, avec les profondeurs indiquées du côté ferroviaire.

La fiche sera faite en prenant en compte la longueur totale due au risque de renard hydraulique, ce qui nécessite une fiche de 6.5m de long.

7.1.2.1 Etape 1

Les pieux sécants sont mis en place, et le terrassement se fera jusqu'à une profondeur de 3.4m, ce qui permet de mettre en place le premier niveau d'étayage à 2.8m du fond de fouille.

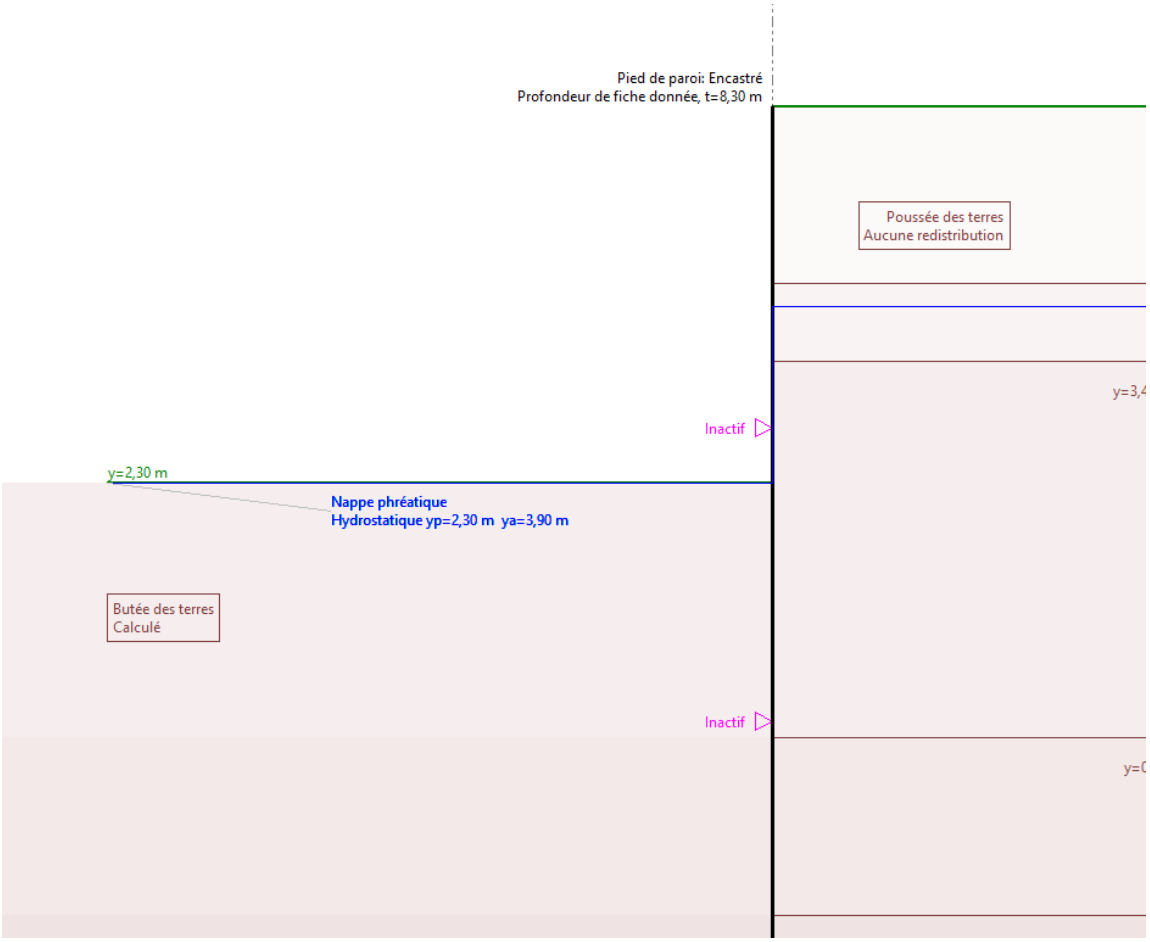


Figure 14: Etape 1 de la fouille nord

7.1.2.2 Etape 2

Après la pose de la première longrine, le terrassement se fait jusqu'à la profondeur de 5.7m, ce qui permet la mise en place du radier de phase chantier.

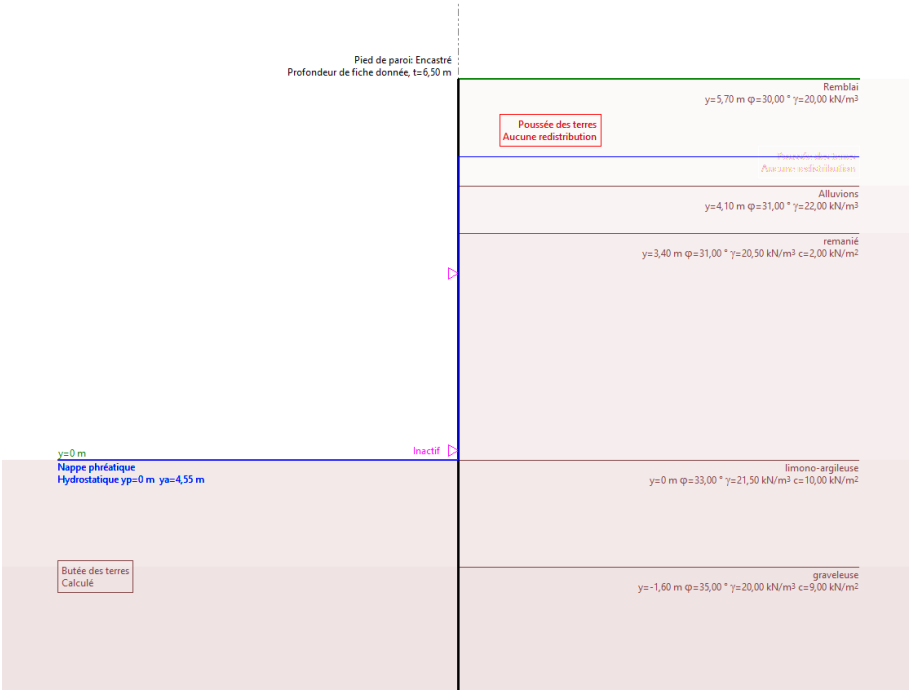


Figure 15: Etape 2 de la fouille nord

7.1.2.3 Etape 3

Après la mise en place du radier, le microtunnelier pourra être mis en place.

7.1.2.4 Etape 4

Après l'avancement du microtunnelier, la chambre pourra être mise en place. Après la construction de la chambre, un remblayage pourra être fait afin de reprendre des charges horizontales. Le niveau de longrine sera retiré, et le remblayage pourra être fait jusqu'au sommet de la fouille.

7.2 Longrines

Les longrines ont été modélisées avec le modèle statik9. Les charges sont reprises du dimensionnement des parois de pieux sécants, et sont insérées dans le programme.

On obtient les systèmes suivants :

Fouille Nord

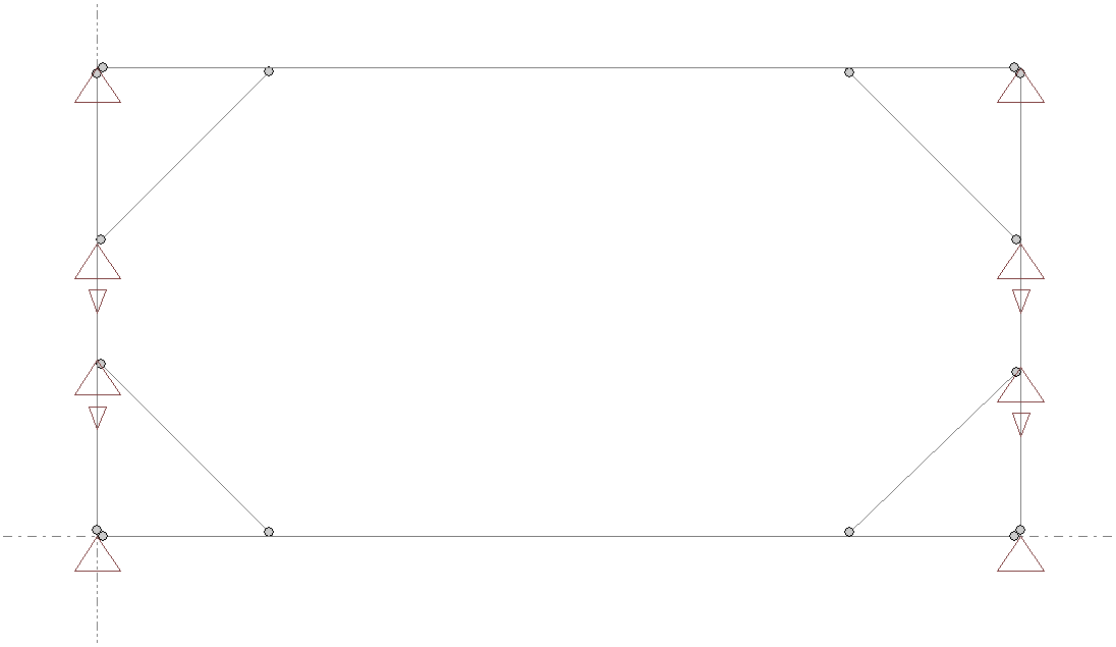


Figure 16: système statique des longrines côté Jura

Des appuis ont été modélisés dans la largeur, car les pieux sécants vont reprendre la charge en compression. Ainsi, un déplacement des pieux sécants dû à la charge du système de longrines est négligé.

Fouille Sud

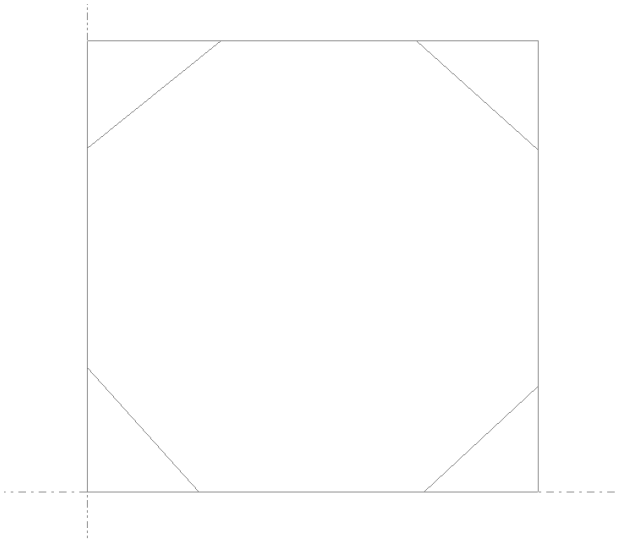


Figure 17: Système statique des longrines côté lac

7.3 Chambres

7.3.1 Chambre sud

La chambre a été modélisée de la sorte :

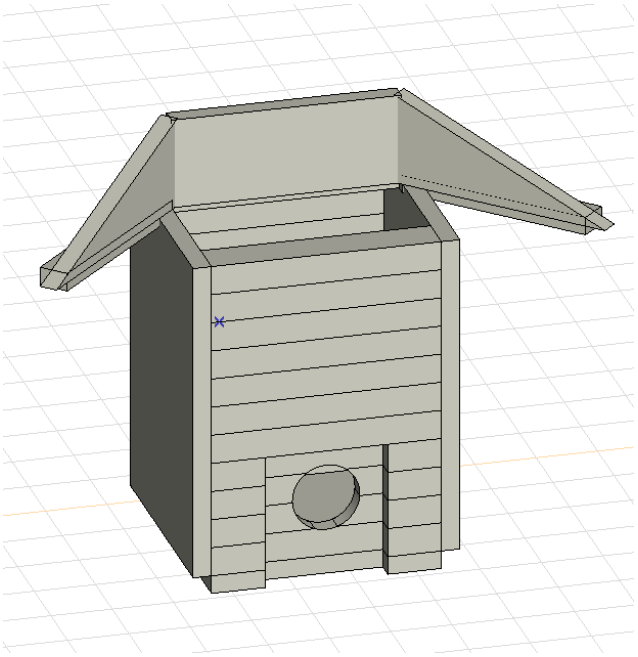


Figure 18: modélisation de la chambre

Des appuis surfaciques ont été modélisés sur chaque côté. Ces appuis ont été modélisés afin de reprendre des charges principalement perpendiculairement à leur direction.

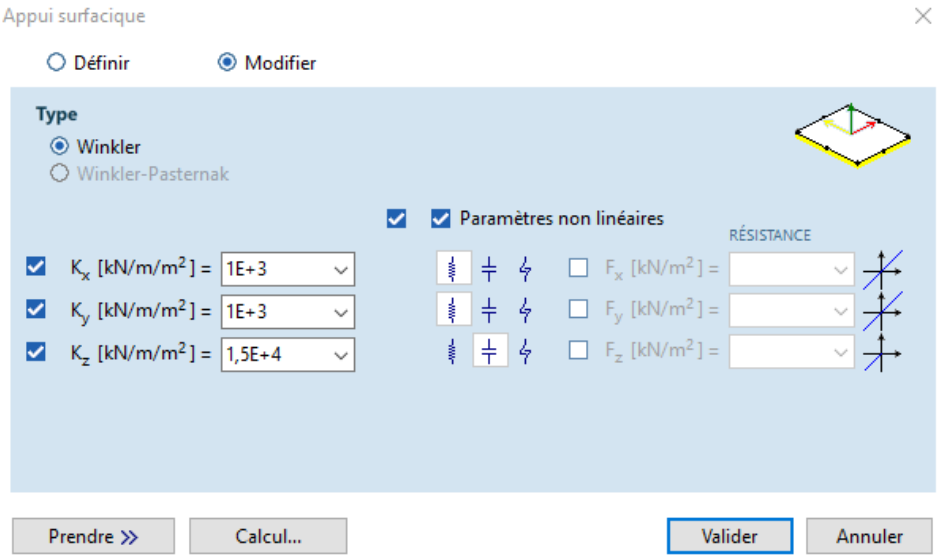


Figure 19:: Paramètres d'appui

La rigidité hors plan a été mise à 15'000 kN/m^2, alors que la rigidité en plan a été mise à une valeur plus faible. Cela permet d'éviter une trop grande participation des appuis par frottement.

Pour le couvercle de la chambre, les mêmes armatures que pour la chambre nord ont été modélisées. De manière simplifiée, une dimension de 3m par 3m a été estimée.

7.3.2 Chambre nord

La chambre nord a été modélisée de la façon suivante :

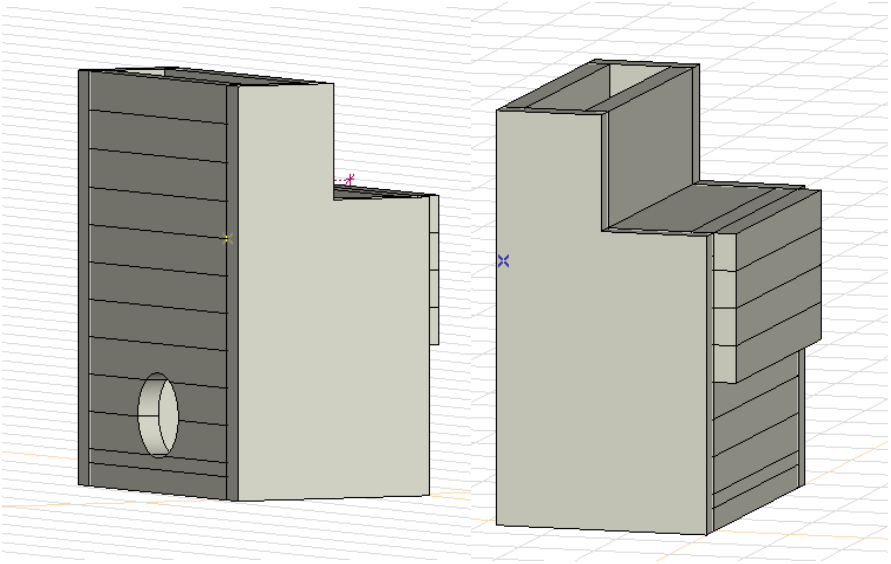


Figure 20: modélisation de la chambre nord

La partie supérieure est modélisée plus large, car la sortie de câble sera mise en place à cet endroit.

Le couvercle a été modélisé avec les ouvertures nécessaires pour les couvercles de chambre :

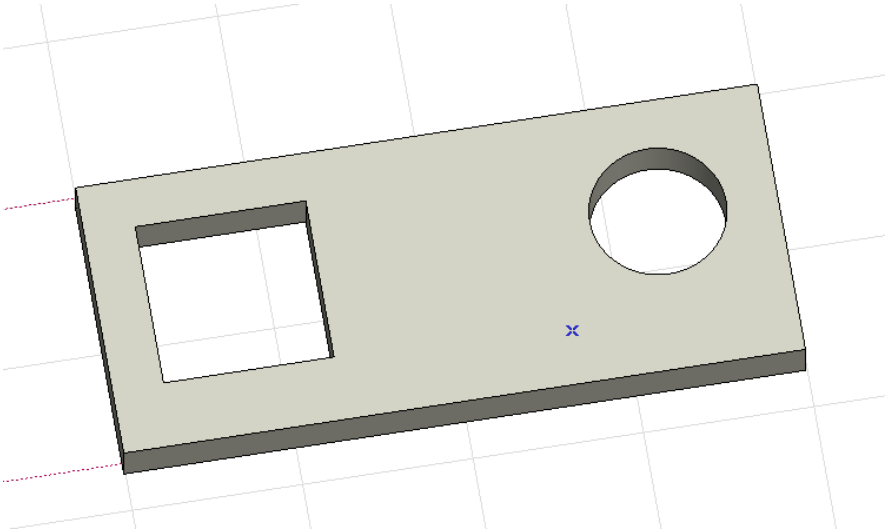


Figure 21: modélisation du couvercle

8 Actions

L'action du séisme n'a pas été considéré, car l'ouvrage est enterré, et on peut considérer que les chambres ne se déforment pas dû à l'action du sol autour. Également, le tube n'est pas connecté de manière suffisamment rigide aux chambres pour devoir prendre en compte les efforts engendrés entre les deux chambres.

8.1 Actions permanentes

Les actions permanentes dans le dossier sont le poids propre des matériaux et du sol, la poussée d'eau. La modélisation sera faite en modélisant la surface avec les appareils ferroviaires comme du sol.

8.1.1 Pieux sécants

Le poids propre des pieux est négligé dans les vérifications. L'effet du sol dans la vérification de la paroi pieux sécants à l'ELU est la pression active majorée des terres. Le ballast, ayant une densité plus faible que le sol, est négligé, et le sol est modélisé jusqu'au niveau du rail.

8.1.2 Longrines

Les longrines sont posées sur des supports métalliques qui sont fixés aux pieux sécants ou à une longrine béton. Ainsi, le poids propre n'est pas déterminant dans la modélisation des longrines.

8.1.3 Chambres

Le poids propre de la chambre est modélisé lors de la vérification sur AXIS. L'effet du sol dans la vérification de la chambre est la pression au repos. Le ballast, ayant une densité plus faible que le sol, est négligé, et le sol est modélisé jusqu'au niveau du rail. La poussée de terre a été modélisée sur Larix, et a été adapté à la vérification de la chambre. On a ainsi les pressions suivantes :

8.1.3.1 Chambre sud

La poussée des terres agit comme ci-dessous sur les chambres :

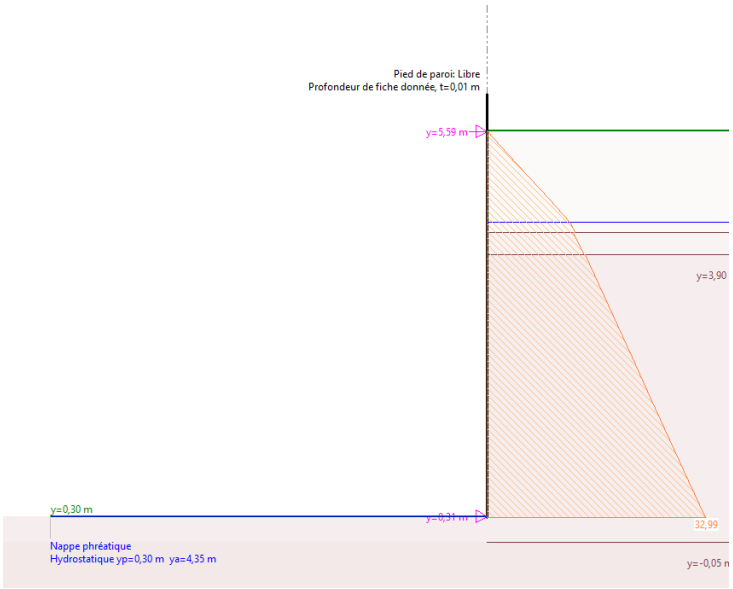


Figure 22: Poussée des terres, côté ferroviaire

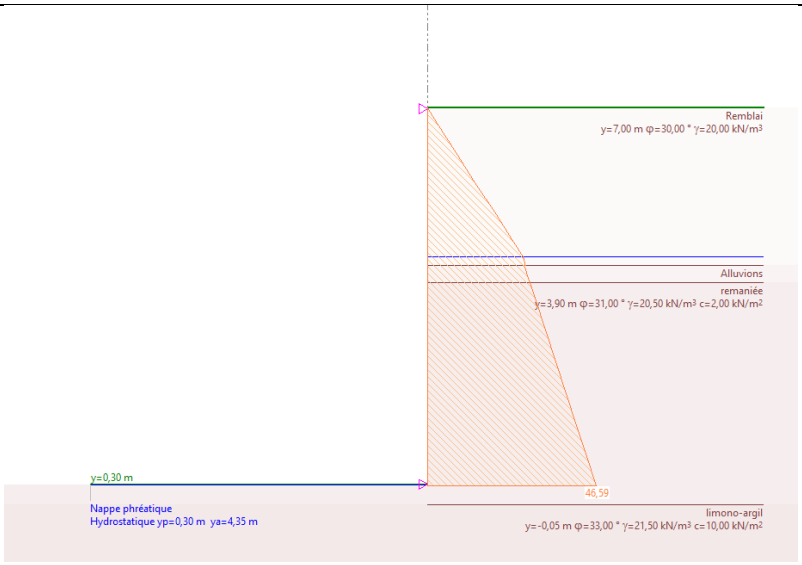


Figure 23: Poussée des terres sur la chambre sud, côté routier

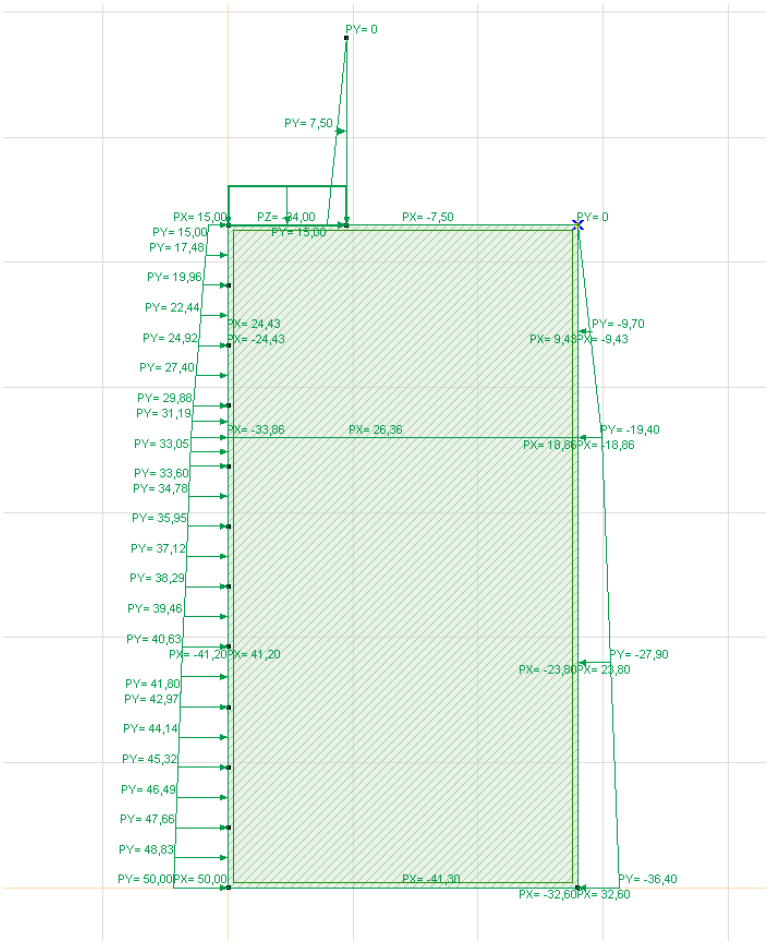


Figure 24: modélisation de la poussée des terres sur Axis

8.1.3.2 Chambre nord

La poussée de terre aux repos a été modélisée via Larix V7 et est de la sorte :

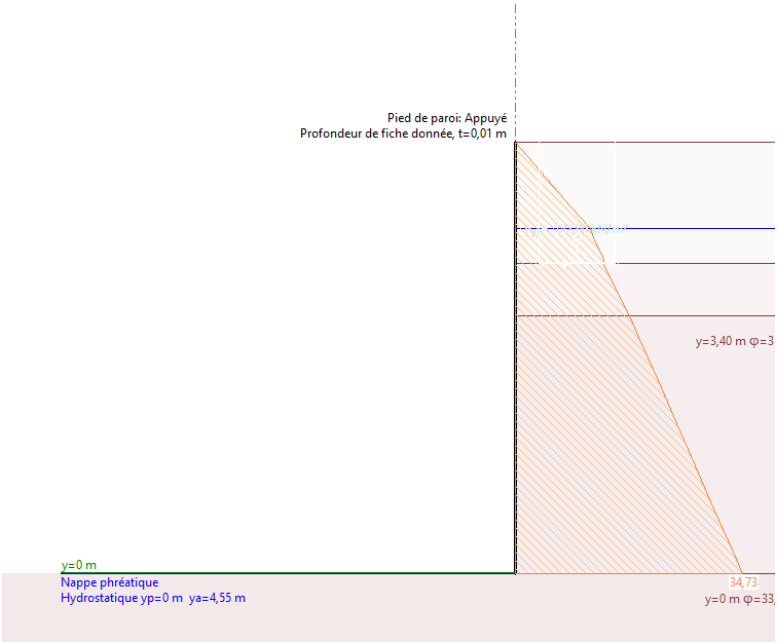


Figure 25: Poussée des terres sur la chambre nord

On modélisera une charge qui varie linéairement entre 0 kN/m^2 et 10 kN/m^2 à une distance de 1m du sommet, puis linéairement entre10 kN/m^2 et 34.73 kN/m^2.

8.1.4 Bâtiment de service

Le bâtiment de service a été modélisé dans le cadre du dimensionnement des fondations de ce bâtiment. Le bâtiment repose sur des semelles linéaires. Ainsi, les charges modélisées donnent une force à l'ELU de 171 kN/m'. Ainsi, une charge de 171/1.4 =122 kN/m' est prise en compte. Cette charge est répartie sur une largeur de 1m, soit :

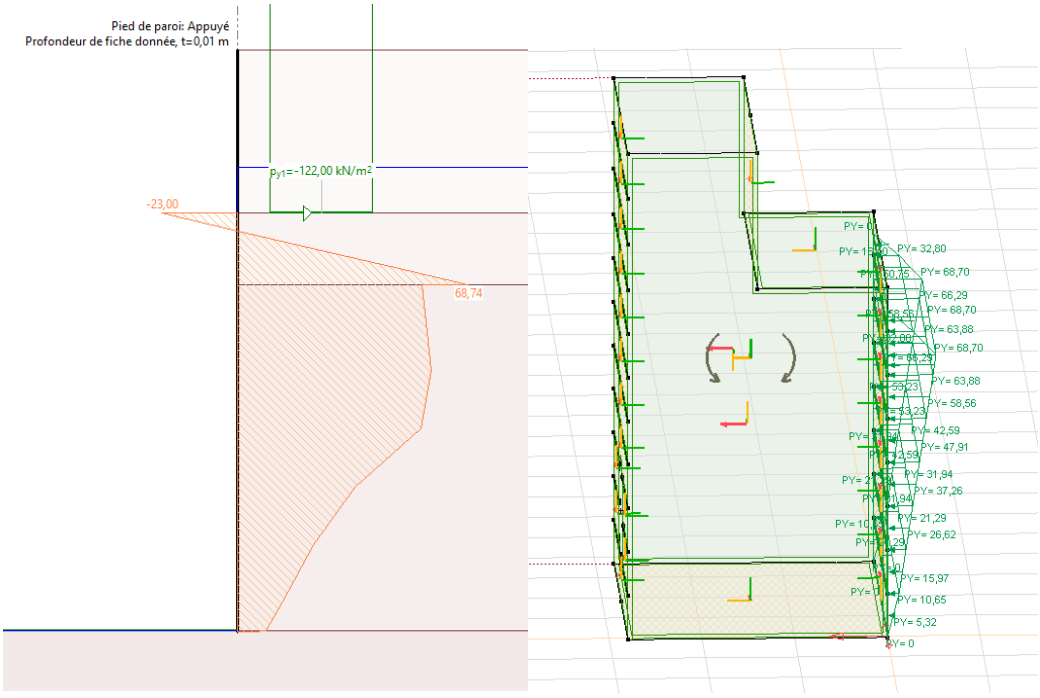


Figure 26: Poussée des terres dues au bâtiment de service

8.1.5 PAB

L'élément en béton a une épaisseur de 10cm. Ainsi, la charge transmise par la PAB verticalement est de :

$$N_{Ed} = V\gamma_c = 0.1m * 1.8m * 25\frac{kN}{m^3} = 4.5\frac{kN}{m}$$

Les éléments phono-absorbants sont en béton. Selon des indications obtenues, une valeur pour une paroi anti-bruit de type béton avec une face absorbante est de 4 kN/m^2. Ainsi, vu que la hauteur est de 1.8m, la charge longitudinale est de

$$N_{Ed} = 1.8m * 4\frac{kN}{m^2} = 7.2\frac{kN}{m}$$

La charge verticale totale est donc de

$$N_{Tot,Ed} = 7.2\frac{kN}{m} + 4.5\frac{kN}{m} = 11.7\frac{kN}{m}$$

8.2 Actions variables

Les actions variables considérées dans ce projet sont des charges de chantier, des charges ferroviaires et des charges routières. Les charges ferroviaires et routières doivent être prises en compte dans la vérification de la fouille et chambre sud, alors que les charges de chantier doivent être prises en compte pour la vérification de la fouille et de la chambre nord. Pour la fouille d'arrivée, des charges de chantier, routier et ferroviaire doivent être pris en compte.

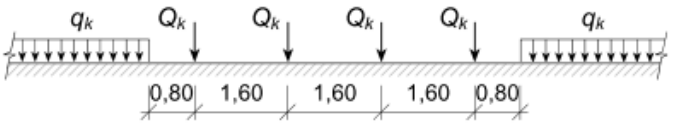
8.2.1 Trafic ferroviaire, charges verticales

Pour le trafic ferroviaire, le modèle de charge 1 sera pris en compte, avec comme charge de vérification la charge concentrée qui sera répartie proche de la paroi de pieux sécants. La charge est répartie sur une largeur de 3m et une longueur de 1.6m, dont le centre est à une distance de 2.9 m de la fouille d'arrivée et à une profondeur de 0.7m.

Cette charge sera multipliée par le facteur α=1.33. Dans le cas du calcul statique des pieux sécants ou de la chambre à câble, le facteur de coefficient dynamique peut être négligé.

Cela donne la charge suivante :

Modèle de charge 1



$$q_{ferroviaire} = \alpha\frac{Q_{Ed}}{A} = 1.33 * \frac{250\ kN}{3m * 1.6m} = 69.3\frac{kN}{m^2}$$

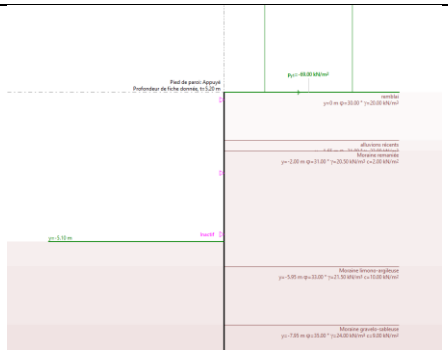


Figure 27: Modélisation des charges ferroviaires, fouille sud

Dans le cas du calcul à la fatigue, le coefficient α vaut 1. Cela donne une charge de

$$q_{ferroviaire} = \alpha \frac{Q_{Ed}}{A} = 1.0 * \frac{250\ kN}{3m * 1.6m} = 52.1 \frac{kN}{m^2}$$

8.2.2 Trafic ferroviaire, charges horizontales

Les charges dues au démarrage et freinage, travaillant dans le sens longitudinal des voies, n'impactent pas la chambre ou la fouille. Ainsi, elles n'impactent pas la vérification statique d'une chambre ou d'une fouille. La force de lacet, dans ce contexte, n'impacte pas la vérification statique.

Lors des vérifications des chambres, la poussée au repos est prise, alors que pour la fouille, la poussée active majorée est prise. La poussée des terres a été modélisée comme ci-dessous :

Chambre sud

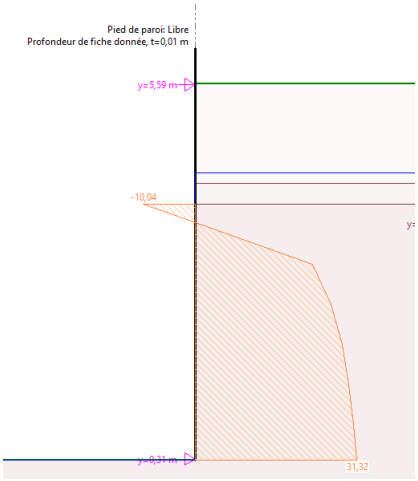


Figure 28: Modélisation de la charge horizontale sur la chambre

Ainsi, la charge commence à une profondeur de 2.45m, progresse linéairement jusqu'à 23 kN/m^2 à 3m, puis entre 23 et 31.3 kN/m^2. La charge ferroviaire étant plus éloigné de la chambre que des pieux sécants, la charge est plus faible. Cependant, il s'agit là d'une estimation conservatrice.

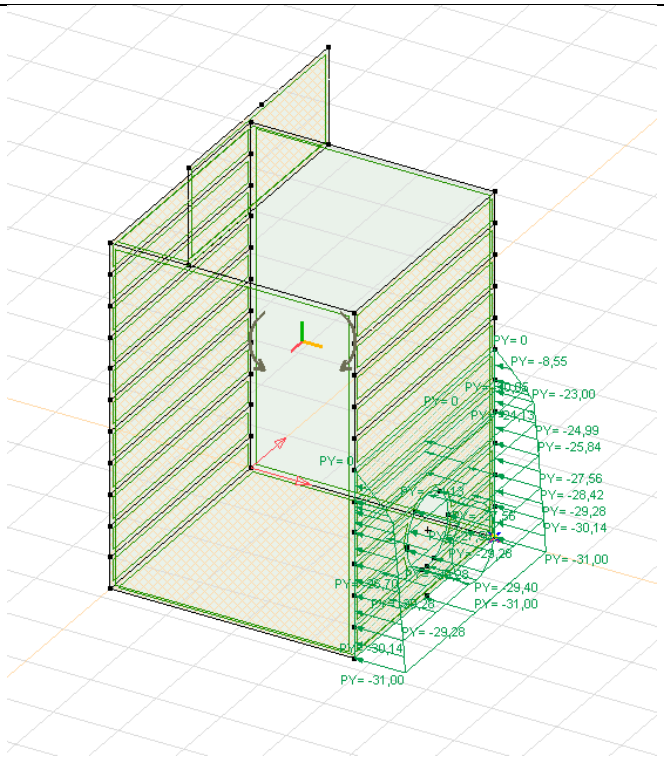


Figure 29: Modélisation de la charge horizontale sur la chambre

Fouille sud

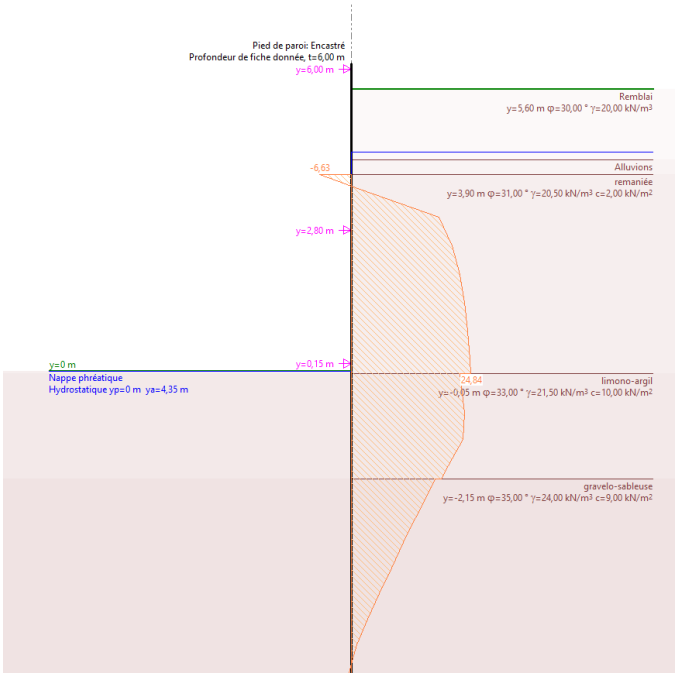


Figure 30: Modélisation de la charge horizontale sur la fouille

Fatigue

Les répartitions des charges seront les mêmes que celles indiquées précédemment. Cependant, comme le facteur α vaut 1, la charge est réduite d'un quart par rapport à celles indiquées ci-dessus. Ainsi, dans la modélisation, un facteur 0.75 a été modélisé.

8.2.3 Trafic routier

Pour le trafic routier, le modèle de charge du point 10.2.2.8 sera utilisé. Ainsi, en supposant une distance minimale entre le trafic et les pieux sécants de 1m (en considérant qu'un accès plus proche sera empêché durant la phase de chantier), on trouve une charge q=14.2 kN/m^2. Cette charge sera superposée à la charge de chantier sur une partie du tronçon.

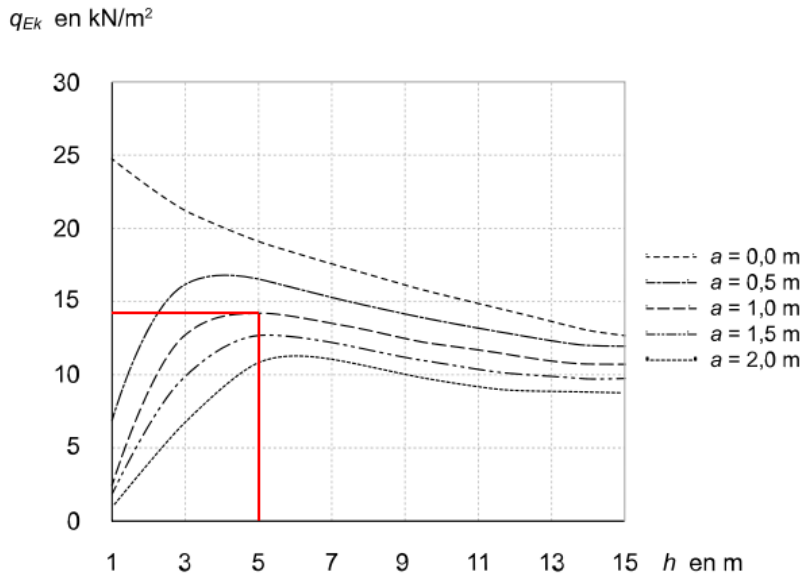


Tableau 8: Charge sur les pieux sécants

Pour l'état final de la chambre, la chambre se situe en dessous de la route. Ainsi, avec la courbe de distance 0, on obtient une charge de 19 kN/m^2.

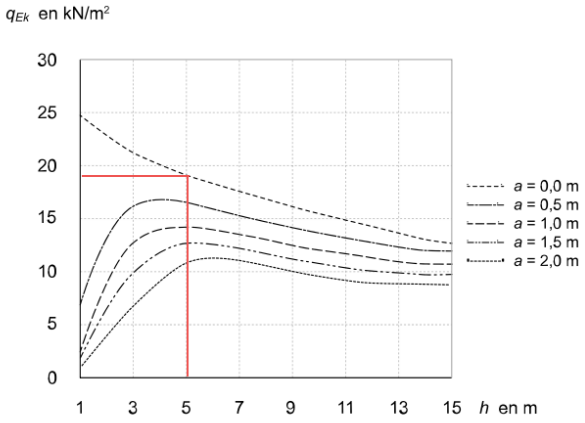


Tableau 9: Charge sur la chambre

On obtient la poussée suivante :

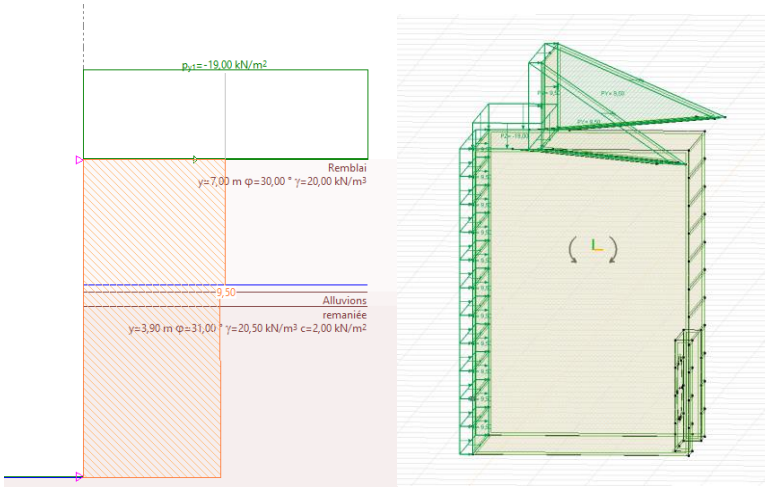


Figure 31: modélisation des charges routières

8.2.4 Trafic motorisé lié au bâtiment de service

La charge de trafic utilisée dans cette vérification est la charge de catégorie G du tableau 8 de la SIA 261 :

G	Surfaces de stationnement et surfaces accessibles aux véhicules de 3,5 t à 16 t	Rampes d'accès, zones de livraison, zones accessibles aux véhicules du service du feu	5 3)	90 3) 4)

Figure 32: Charges de trafic

La charge concentrée se répartit sur deux surfaces de 200mm*200mm distantes de 1.8m, soit une charge de

$Q=90/0.2*0.2*2=1125$ kN/m^2

$q=5$ kN/m^2

Cette charge sera appliquée sur la surface du couvercle de la chambre nord. Une charge de 5 kN/m^2 est modélisée sur tout le mur pour prendre en compte la charge de chantier due au bâtiment de service et des véhicules liés à l'utilisation de celui-ci.

8.2.5 Charges de chantier

Les charges de chantier considérées sont une charge répartie de 10 kN/m^2. Pour la chambre, cela donne une pression horizontale de 5 kN/m^2 sur la chambre.

Cette charge sera appliquée conjointement à la charge de trafic à la fouille sud, ou comme effort répartie sur la chambre nord

8.2.6 Cas de charge de vent

La PAB va reprendre une charge de vent, qui sera transmise sur le mur de la chambre sud. Ainsi, la charge à reprendre est la suivante :

$$q_p = c_h q_{p0}$$

Selon la SIA 261, annexe E, Nyon se trouve dans la zone générale avec une intensité de vent de 0.9 kN/m^2.

Comme la région autour de la paroi antibruit n'est pas une zone densément construite, la catégorie de terrain III a été pris (localité, milieu rural). Ainsi, on trouve le paramètre suivant :

$$c_h = 1.6[\left(\frac{z}{z_g}\right)^{\alpha} + 0.375]^2$$

Le coefficient α est de 0.23 et zg est de 450m. Comme la structure n'est pas haute, la hauteur à prendre en compte dans les calculs est de 5m selon la SIA 261. Ainsi, on obtient :

$$c_h = 1.6[\left(\frac{5}{450}\right)^{0.23} + 0.375]^2 = 0.85$$

Ainsi, la charge de vent est de

$$q_p = 0.85 * 0.9 \ {}^{kN}/_{m^2} = 0.77 \, {}^{kN}/_{m^2}$$

$$q_k = q_p * c_d * c_{red} * c_{f1} = 0.77 \, {}^{kN}/_{m^2} * 1.5 * 0.8 * 1.0 = 0.92 \, {}^{kN}/_{m^2}$$

La charge est appliquée au niveau de la PAB. L'écart entre les montants est de 5m.

Ainsi, à la connexion entre la paroi anti-bruit et le mur de la chambre, on obtient les efforts suivants :

La charge est appliquée au niveau de la PAB. L'écart entre les montants est de 5m.

Ainsi, à la connexion entre la paroi anti-bruit et le mur de la chambre, on obtient les efforts suivants :

$$V_{Ed} = q_p * h * l = 5m * 1.8m * 0.92 \, {}^{kN}/_{m^2} = 8.3 \, kN$$

$$M_{Ed} q_p * h * l * \frac{h}{2} = 0.92 \, {}^{kN}/_{m^2} * 5m * 1.8m * 0.9m = 7.5 \, kNm$$

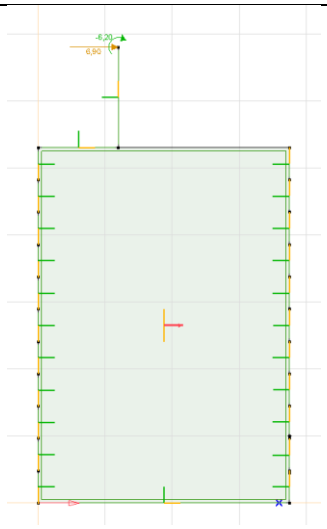


Figure 33: Charge due au vent sur la chambre sud

8.3 Cas de charge exceptionnel

8.3.1 Déraillement

Cette action sera modélisée dans la vérification de la chambre côté lac. Les pieux sécants étants des structures temporaires, ils n'auront pas besoin d'être vérifiée au déraillement.

Les deux modèles de déraillement sont les suivants :

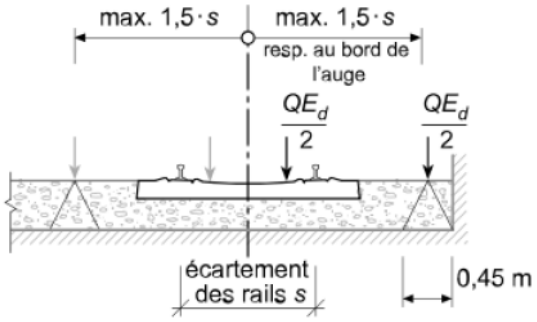


Figure 34: Modèle de déraillement 1

Avec QEd=350 kN et qEd=110 kN/m, avec la même répartition des charges que le modèle 1 ferroviaire.

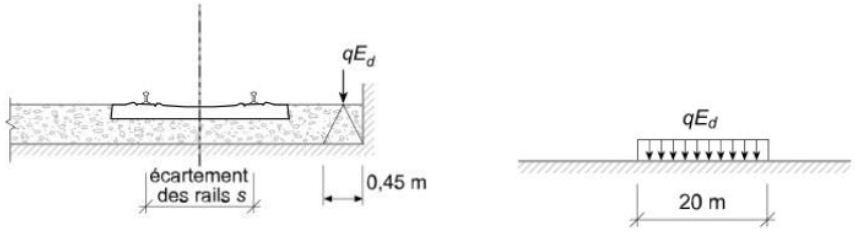


Figure 35: modèle de déraillement 2

Avec

l>20m : qEd=145 kN/m

l<6.4m: qEd=220 kN/m

Le modèle 1 est utilisé pour l'ELU type 2 pour les cas où les véhicules ferroviaires demeurent dans l'emprise des voies sur le tablier du pont, et le modèle 2 pour l'ELU type 1 ou 2 dans le cas où les véhicules ferroviaires restent en équilibre sur le bord du pont et chargent le bord du tablier.

Le coefficient dynamique est égal à 1, et le coefficient α=1.33.

Le modèle 2 sera utilisé pour la vérification de la stabilité des chambres. La charge se répartissant au niveau du sol sur une largeur de 0.45m, on obtient la charge suivante :

$$q_{acc,déra} = \alpha \frac{q_{Ed}}{d} = 1.33 * \frac{220}{0.45} = 650 \frac{kN}{m^2}$$

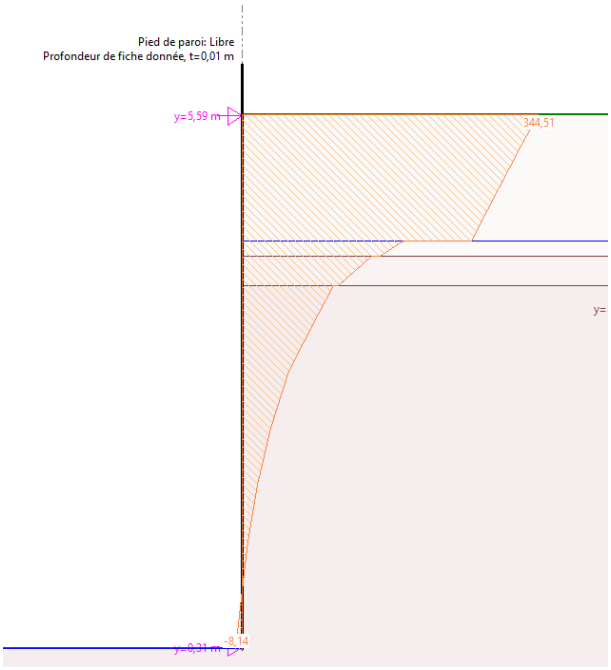


Figure 36: Poussée des terres sur la chambre

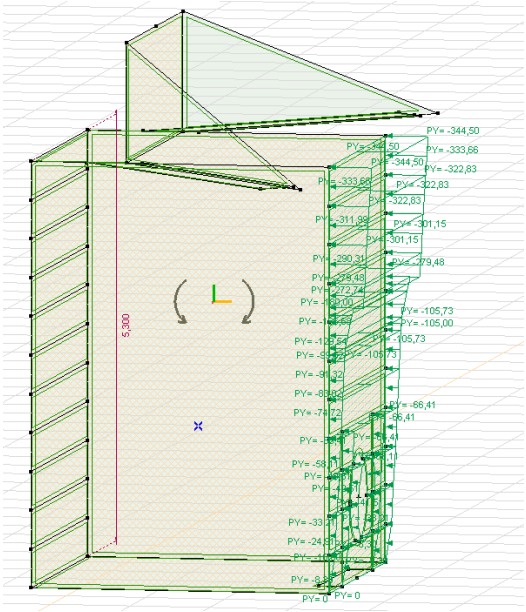


Figure 37: mise en place des charges sur la chambre

8.3.2 Poussée du vérin pour l'avancement de la traversée

Lors de la mise en place de la traversée par le moyen du microtunnelier, la charge du vérin sera répartie sur une butée du côté nord. Cette charge peut être calculée en prenant en compte le frottement sur le tube et la résistance du sol en face de la machine. Cette force dépend du frottement du terrain le long du tube, et de la pression contre la tête du microtunnelier.

Le frottement dépend des charges appliquées autour de la traversée. Les charges appliquées sont :

- Le poids propre du terrain
- La charge de trafic ferroviaire
- La charge de chantier.

8.3.2.1 Charges de terrain

La hauteur moyenne du terrain est de 3.5m. En prenant en compte la charge réduite due à la présence d'eau, on obtient la charge verticale sur le tube ainsi :

$$q_{v,sol} = 1m * 20\ {}^{kN}/_{m^3} + 0.3m * \left(20\ {}^{kN}/_{m^3} - 10\,{}^{kN}/_{m^3}\right) +$$
$$0.45m * \left(22\ {}^{kN}/_{m^3} - 10\,{}^{kN}/_{m^3}\right) + 1.75m * \left(20.5\ {}^{kN}/_{m^3} - 10\,{}^{kN}/_{m^3}\right)$$
$$q_{v,sol} = 46.8\,{}^{kN}/_{m^2}$$

8.3.2.2 Charge ferroviaire

La charge concentrée ferroviaire est trop pessimiste comme charge permanente lors de la poussée. Les charges de modèle 3 seront ainsi prises. Cela nous donne ainsi :

q_v=150 kN/m *q_{red}=150 kN/m*1.42=213 kN/m

La répartition des charges ferroviaires s'effectue de la sorte :

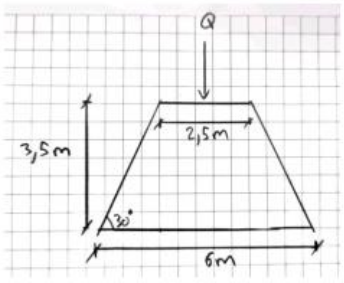


Figure 38: Répartition des charges ferroviaires

La charge est répartie sur une distance de 6m en dessous de chaque voie. Les deux voies étant séparées de 3.8m, la largeur efficace de la charge est de 9.3m. Ainsi, on obtient la charge suivante :

$$q_{v,rail} = \frac{213\,\frac{kN}{m} * 2}{9.3\ m} = 45.8\ kN/m^2$$

8.3.2.3 Charge de chantier

La charge de chantier est appliquée sur toute la surface sur laquelle les charges de chantier ne sont pas mises. Elle vaut 10 kN/m^2. Elle sera donc appliquée sur une longueur de 7m.

$$q_{v,chantier} = 10\ kN/m^2$$

8.3.2.4 Effet de la nappe

La charge de l'eau est négligée, car le frottement entre le tube et l'eau est considéré comme nul. L'impact de l'eau est donc de réduire la charge verticale du sol sur le tube et donc d'impacter le frottement entre le terrain et le tube.

8.3.2.5 Effort de poussée en tête

La poussée en tête dépend de plusieurs paramètres, qu'il s'agisse du diamètre de forage, de la machine utilisée, et de la nature du terrain.

Le diamètre de forage est de 1110mm, on a ainsi une surface de front de

$$A = \pi \frac{d^4}{4} = 0.97\ m^2$$

On considérera une poussée passive devant la tête du microtunnelier. Ainsi, en prenant une hauteur moyenne de 4m, on trouve la pression verticale suivante :

$$\sigma_v = 1m * 20\ {}^{kN}/_{m^3} + 0.3m * \left(20\ {}^{kN}/_{m^3} - 10\,{}^{kN}/_{m^3}\right) +$$

$$0.45m * \left(22\ {}^{kN}/_{m^3} - 10\,{}^{kN}/_{m^3}\right) + 2.25m * \left(20.5\ {}^{kN}/_{m^3} - 10\,{}^{kN}/_{m^3}\right)$$

$$\sigma_v = 52\,{}^{kN}/_{m^2}$$

$$\sigma_h = K_p \sigma_v + 2c'\sqrt{K_p}$$

$$K_p = tan^2\left(45° + \frac{\Phi'}{2}\right) = tan^2\left(45° + \frac{31}{2}\right) = 3.1$$

$$\sigma_h = 3.1 * 52\,{}^{kN}/_{m^2} + 2 * 2\,{}^{kN}/_{m^2}\sqrt{3.1} = 161.2\,{}^{kN}/_{m^2} + 7\,{}^{kN}/_{m^2} = 168.2\ {}^{kN}/_{m^2}$$

8.3.2.6 Charges totales

La charge totale appliquée sur le tube est donc la suivante :

A l'endroit du rail : $q_{v,tot1} = q_{v,sol} + q_{v,rail} = 46.8\,{}^{kN}/_{m^2} + 45.8\,{}^{kN}/_{m^2} = 92.6\,{}^{kN}/_{m^2}$

En dehors des rails :

$$q_{v,tot2} = q_{v,sol} + q_{v,chantier} = 46.8\,{}^{kN}/_{m^2} + 10\,{}^{kN}/_{m^2} = 56.8\,{}^{kN}/_{m^2}$$

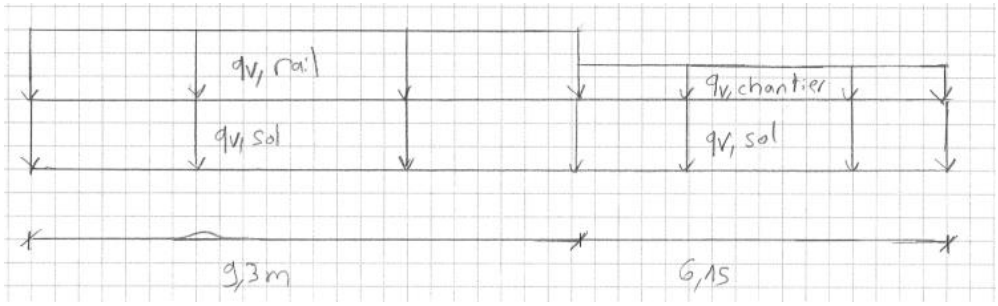


Figure 39: Charge verticale appliquée

On peut calculer le frottement total appliqué au tube lors de l'avancement du tube. On obtient la charge, séparé selon les tronçons, en prenant en compte l'effet de l'eau :

Section ferroviaire :

$$n = D_{ext} * 2 * (q_v + K0 * q_v) = 1.09m * 2 * \left(92.6\,{}^{kN}/_{m^2} + 0.5 * 92.6\,{}^{kN}/_{m^2}\right) = 302.8\,kN/m$$

Section restante :

$$n = D_{ext} * 2 * (q_v + K0 * q_v) = 1.09m * 2 * \left(56.8\,{}^{kN}/_{m^2} + 0.5 * 56.8\,{}^{kN}/_{m^2}\right) = 186\,kN/m$$

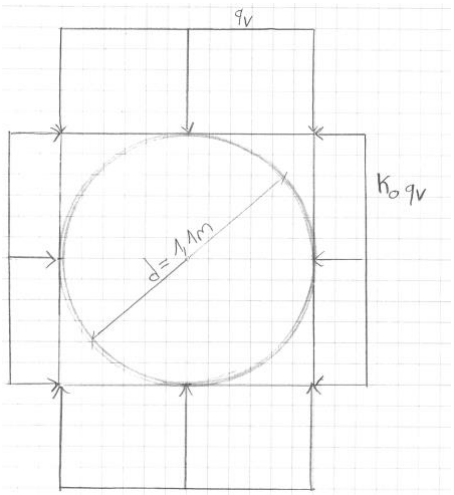


Figure 40: Charge appliquée autour du tube

Le frottement peut ainsi être calculé ainsi :

$$F = nl\mu + \sigma_h = 0.3 * \left(302.8\frac{kN}{m} * 9.3m + 186\frac{kN}{m} * 6.15m\right) + 168.2\,{}^{kN}/_{m^2} = 1356\,kN$$

Avec μ=0.3 le coefficient de frottement entre le sol et le tube.

En répartissant cette charge sur une largeur de 4m de large et 2.5m de haut, on obtient ainsi la charge :

$$q = \frac{1356\,kN}{4m * 2.5m} = 135.6\,kN/m^2$$

Cette charge est mise en place sur le sol de la fouille nord après la mise en place du radier de chantier.

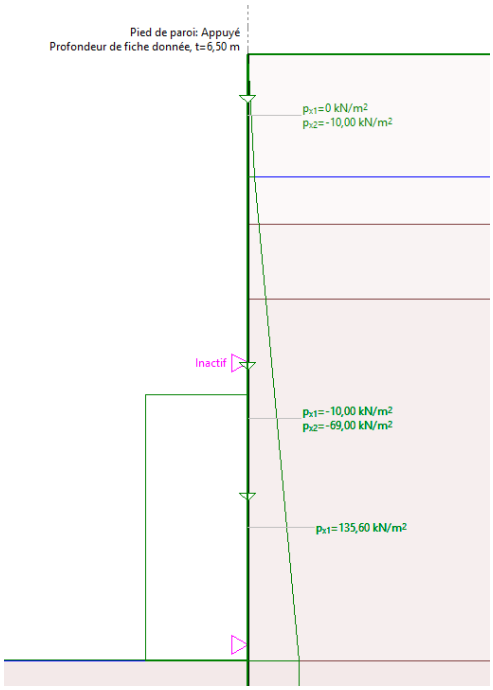


Figure 41: Poussée par le vérin

8.4 Combinaison de charge

Les vérifications faites sont indiquées avec le trafic ferroviaire comme charge prépondérante. Dans le cas de la vérification des chambres et des fouilles à l'ELU, les charges prises en compte n'ont pas d'effet bénéfique. Ainsi, les coefficients les plus hauts sont pris. La vérification est faite selon le principe de la SIA 260. Les coefficients de réductions sont les suivants :

Charges	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Pression des terre	0.7	0.7	0.7
Pression hydraulique	0.7	0.4	0.4
Charges ferroviaires	1	1	0
Charges de chantier	0.75	0.75	0
Charges routières	0.75	0.75	0
Charges permanentes	1	1	1
Vent	0.6	0.5	0

Tableau 10: Coefficients de réduction

$$E_d = E\{\gamma_G G_k,\ \gamma_P P_k,\ \gamma_{Q1} Q_{k1},\ \psi_{0i} Q_{ki},\ X_d,\ a_d\}$$

Charges	SR1 (ELU type 2)	SR2 (ELU type 2)	SR3 (ELU type 4)
Pression des terre	1.35	1.35	1
Pression hydraulique	1.2	1.2	1
Charges ferroviaires	1.45	1	1.45
Charges de chantier	0.7	1.5	1
Charges routières	0.7	1.5	1
Poids propre	1.35	1.35	1
Vent	0.6	0.6	1

Tableau 11: Combinaison de charge

La poussée du vérin sur les pieux sécants est considérée comme un cas de charge exceptionnel, tout comme le cas de charge du déraillement à proximité de la chambre.

Charges	Poussée	Déraillement
Pression des terre	1	1
Pression hydraulique	1	1
Charges de chantier	1	0
Charges ferroviaires	0	0
Charges routières	0	0
Poids propre	1	1
Poussée de vérin	1	0
Vent	1	0
Séisme	0	0
Déraillement	0	1

Tableau 12: Combinaison de charge exceptionnelle

Les vérifications suivantes sont faites :

- cas de charge rares

$$E_d = E\{G_k, P_k, Q_{k1}, \psi_{0i}Q_{ki}, X_d, a_d\}$$

- cas de charge fréquents

$$E_d = E\{G_k, P_k, \psi_{11}Q_{k1}, \psi_{2i}Q_{ki}, X_d, a_d\}$$

- cas de charge quasi permanents

$$E_d = E\{G_k, P_k, \psi_{2i}Q_{ki}, X_d, a_d\}$$

On obtient ainsi les coefficients suivants :

Charge	Cas de charge rare	Cas de charge fréquent	Cas de charge quasi-permanent
Poids propre de la structure	1	1	1
Poussée des terres	1	1	1
Pression hydraulique	1	1	1
Charges ferroviaires	1	1	0
Charges routières	0.7	0.3	0.3
Vent	0.6	0	0

Tableau 13: Combinaison de charge à l'ELS

9 Vérification au renard hydraulique

Selon les sondages faits, aucun écoulement n'a été observé dans la couche de moraine gravelo-sableuse. Cependant, comme le suivi piézométrique n'a pas suivi de manière spécifique la présence d'eau dans ce niveau, il n'est pas impossible d'obtenir un écoulement localisé. Ainsi, le renard hydraulique doit être vérifié.

9.1 Fouille sud

Selon la SIA 267, on doit garantir que :

$$\gamma_{G,sup} S_k \leq \gamma_{G,inf} G_{EK}$$

Avec, dans le cas d'une perte de charge d'un côté :

G_{EK} le poids propre du sol soumis à la poussée d'Archimède

$$G_{EK} = (\gamma_{sat} - \gamma_w) bt$$

Avec b la largeur considérée et t la profondeur des pieux sécants sous le niveau de fouille

$\gamma_{G,inf}$=0.9

$\gamma_{G,sup}$=1.6, car il s'agit d'un sol limoneux ou finement sableux.

$$S_k = \gamma_w bhw$$

Avec h_w la différence de hauteur entre la nappe d'eau du côté amont et le fond de fouille, et t la profondeur de la fiche en dessous du fond de fouille. On obtient une différence de hauteur d'eau de :

$$h_w = 4.4m$$

Cela nous donne la solution suivante :

$$1.6\gamma_w bhw \leq 0.9(\gamma_{sat} - \gamma_w) bt$$

On a une couche de moraine limono-argileuse avec un poids volumique de 21.5 kN/m^3 sur 2m, et une couche de moraine gravelo-sableuse avec un poids volumique de 24 kN/m^3. Ainsi, on obtient :

$$\frac{1.6}{0.9}\gamma_w hw \leq 2m * (21.5\ kN/m^3 - 10\ kN/m^3) + (t-2) * (24\ kN/m^3 - 10\ kN/m^3)$$

$$\frac{\frac{1.6}{0.9} 10 \frac{kN}{m3} * 4.4m - 23\ kN/m^2}{(24\frac{kN}{m^2} - 10\frac{kN}{m^2})} = 3.9m \leq (t-2)$$

$$t \geq 5.9m$$

Ainsi, dès que la fiche fait au minimum 6m, il n'y a pas de problème de renard hydraulique.

9.2 Fouille nord

Selon la SIA 267, on doit garantir que :

$$\gamma_{G,sup} S_k \leq \gamma_{G,inf} G_{EK}$$

Avec, dans le cas d'une perte de charge d'un côté :

G_{EK} le poids propre du sol soumis à la poussée d'Archimède

$$G_{EK} = (\gamma_{sat} - \gamma_w) bt$$

Avec b la largeur considérée et t la profondeur des pieux sécants sous le niveau de fouille

$\gamma_{G,inf}$=0.9

$\gamma_{G,sup}$=1.6, car il s'agit d'un sol limoneux ou finement sableux.

$$S_k = \gamma_w bhw$$

Avec h_w la différence de hauteur entre la nappe d'eau du côté amont et le fond de fouille, et t la profondeur de la fiche en dessous du fond de fouille. On obtient une différence de hauteur d'eau de :

$$h_w = 4.6m$$

Cela nous donne la solution suivante :

$$1.6\gamma_w bhw \leq 0.9(\gamma_{sat} - \gamma_w) bt$$

On a une couche de moraine limono-argileuse avec un poids volumique de 21.5 kN/m^3 sur 2m, et une couche de moraine gravelo-sableuse avec un poids volumique de 24 kN/m^3. Ainsi, on obtient :

$$\frac{1.6}{0.9}\gamma_w hw \leq 1.6m * (21.5\ kN/m^3 - 10\ kN/m^3) + (t - 1.6) * (24\ kN/m^3 - 10\ kN/m^3)$$

$$\frac{\frac{1.6}{0.9} 10 \frac{kN}{m3} * 4.6m - 18.4\ kN/m^2}{(24\frac{kN}{m^2} - 10\frac{kN}{m^2})} = 4.5m \leq (t - 1.6)$$

$$t \geq 6.1m$$

Ainsi, dès que la fiche fait au minimum 6.5m, il n'y a pas de problème de renard hydraulique.

10 Fouille d'excavation Sud

10.1 Vérification à l'ELS

10.1.1 Déplacement du côté ferroviaire

Le déplacement doit à chaque étape être limité afin d'éviter un tassement des voies ou un décalage horizontal de ces voies. Le déplacement maximal qu'il est possible d'admettre est de 20mm. Le déplacement des voies devra être respecté.

Le déplacement maximal observé étant inférieur au centimètre, la limite de déplacement est respectée.

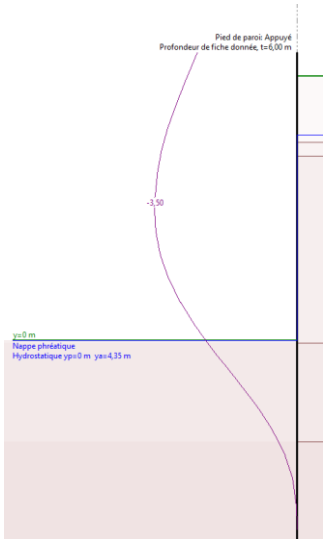


Figure 42: Déplacement de la paroi de pieux sécants sud côté ferroviaire

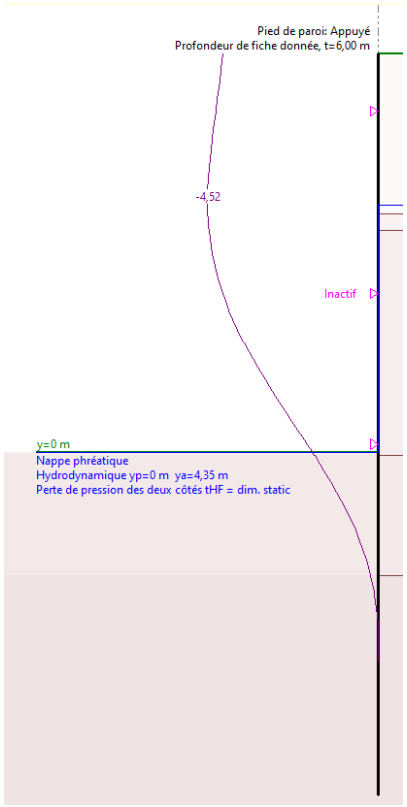


Figure 43: Déplacement de la paroi de pieux sécants sud côté routier

10.2 Vérification à l'ELU

10.2.1 Pieux sécants côté ferroviaire

On obtient les efforts internes suivants :

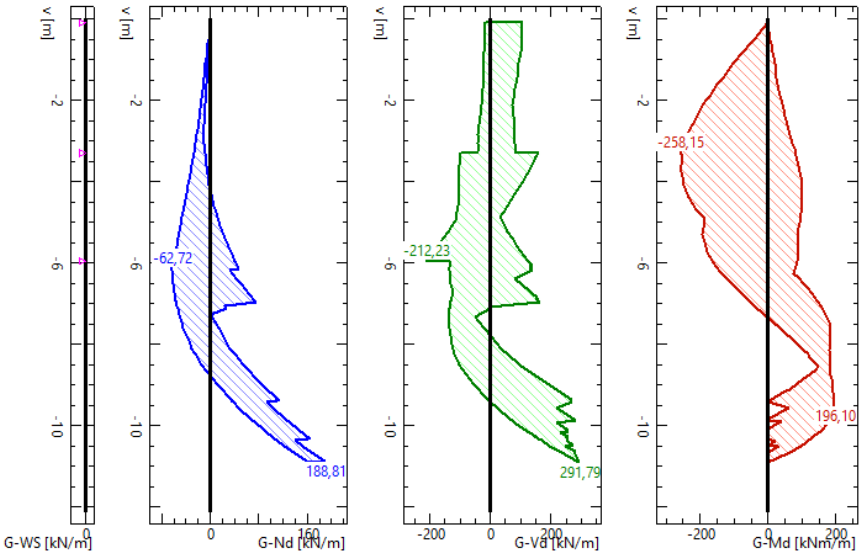


Figure 44: Efforts internes

Cependant, le moment de flexion est ainsi dans le cas où l'appui intermédiaire est enlevé pour permettre la construction de la chambre sud.

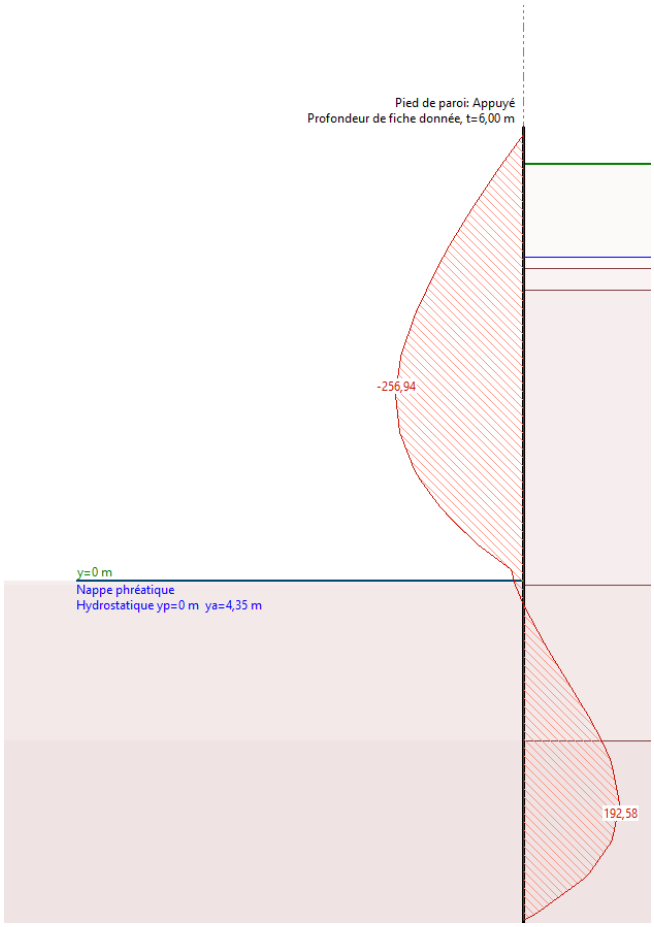


Figure 45: Diagramme de moment déterminant

Si la longrine métallique n'est pas retirée avant la construction de la partie inférieure, et que la chambre permet de reprendre une partie des charges de poussée extérieure, le diagramme des moments déterminant devient ainsi celui-ci :

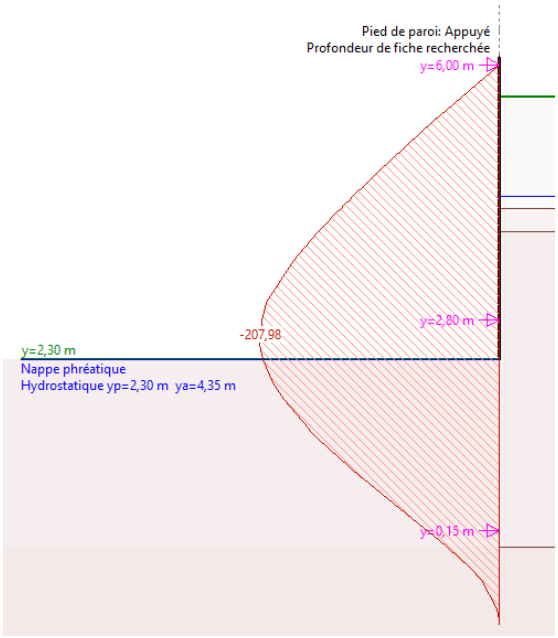


Figure 46: Moment de flexion avant l'activation du deuxième niveau de longrine

Le pieux le plus critique est celui à côté du passage du microtunnelier. En effet, il reprend la moitié de la charge des trois pieux traversés par le microtunnelier.

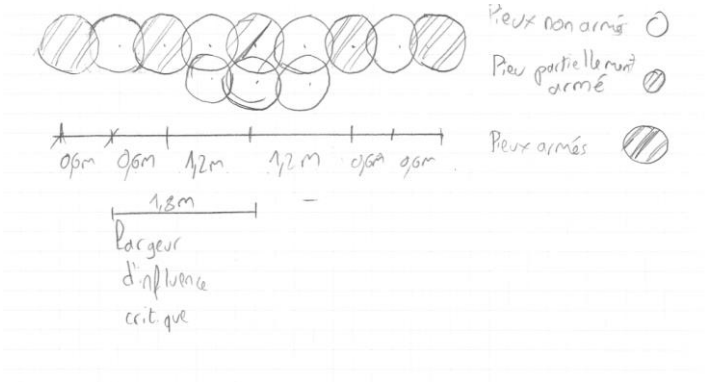


Figure 47: largeur d'influence pour les efforts internes de pieux

Ainsi, on obtient la charge suivante :

$$M_{Ed} = 257 \frac{kNm}{m} * 1.8m = 463\ kNm$$

Ainsi, en estimant des armatures Φ30, e150mm, et un enrobage de 90mm, cela nous donne le système suivant :

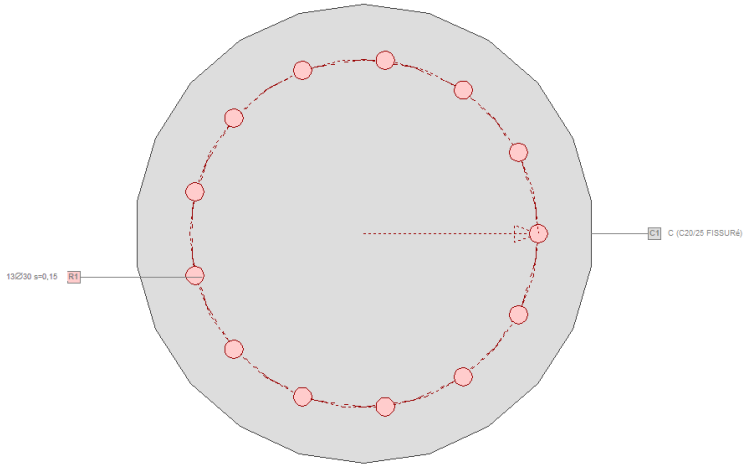


Figure 48: Schéma d'armature des pieux sécants

☑ **Sollicitations / Taux d'exploitation: eff(M,N)=0.52 admissible**

No	AP	P	Flexion et effort normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	eff(M,N) [-]	Effort tranchant et torsion V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	eff(V,T) [-]	Section complète eff(M,N,V,T) [-]
1	!ELU		0,0	463,0	0	0,52					

☑ **Paramètres d'analyse !ELU Norme: SIA**

ID	σ-ε-Diagramme c	s	p	M	Déf. limite ε_{c1d} [‰]	ε_{c2d} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm²]	Facteurs de résistance γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Divers α [-]	φ [-]
!ELU	4/0	1	1	1	-2.	-3.	20.		1.5	1.15	1.15	1.05	45.	0.

☑ **Contraintes et dilatations extrêmes**

Nom	Classe	y_q [m]	z_q [m]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
C1	C20/25 FISSURé	0.	0.37	-3.	-13.3	1.50
C1	C20/25 FISSURé	0.	-0.37	5.9	0.	1.50
R1	B500B	0.03	0.28	-1.9	-389.9	1.15
R1	B500B	0.03	-0.28	4.8	434.8	1.15

☑ **État limite "!ELU"**

Efforts intérieurs N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Élongation et courbures ε_x [‰]	χ_y [km⁻¹]	χ_z [km⁻¹]	Rigidités N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm²]	M_z/χ_z [kNm²]
0.	887.4	0.	1,5	11,9	-0,1	22.94	74588.75	22.54

☐ Efforts internes comme un couple de forces :

Figure 49: Taux d'utilisation

Il serait possible de mettre en place des Φ26, mais la sécurité accordée par les Φ30 permet d'avoir une réserve de résistance plus intéressante.

10.2.2 Pieux sécants côté route

Les efforts internes sont les suivants :

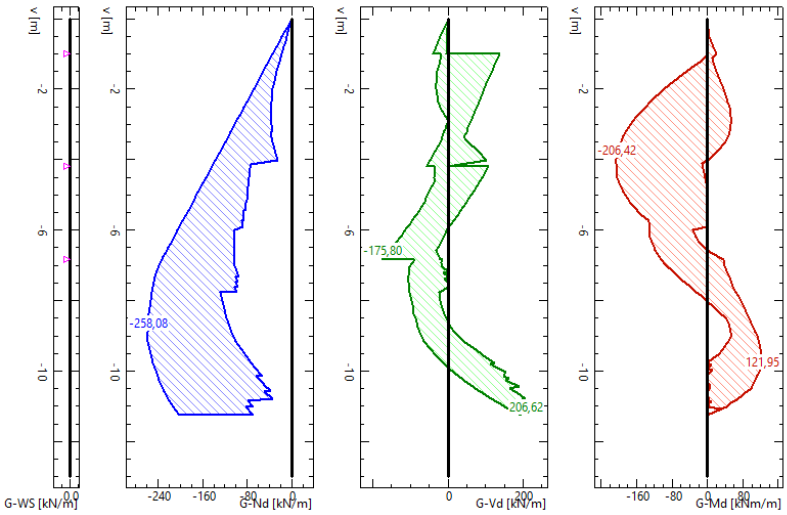


Figure 50: Efforts internes

Ainsi, on obtient la charge suivante :

$$M_{Ed} = 206.4\frac{kNm}{m} * 1.2m = 247.7\ kNm$$

Ainsi, en estimant des armatures Φ30, e150mm, cela nous donne le système suivant :

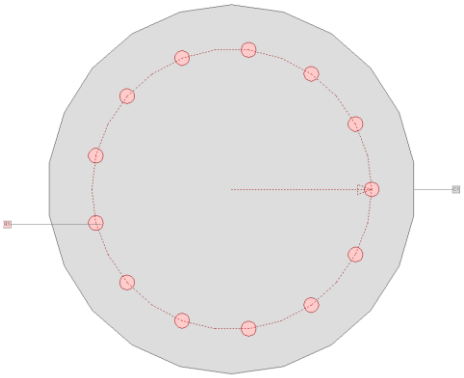


Figure 51: Schéma d'armature du pieu

☑ **Sollicitations / Taux d'exploitation: eff(M,N)=0.28 admissible**

No	AP	P	Flexion et effort normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	eff(M,N) [-]	Effort tranchant et torsion V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	eff(V,T) [-]	Section complète eff(M,N,V,T) [-]
1	!ELU		0,0	247,7	0	0,28					

☑ **Paramètres d'analyse !ELU Norme: SIA**

ID	σ-ε-Diagramme c	s	p	M	Déf. limite ε_{c1d} [‰]	ε_{c2d} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm²]	Facteurs de résistance γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Divers α [-]	φ [-]
!ELU	4/0	1	1	1	-2.	-3.	20.		1.5	1.15	1.15	1.05	45.	0.

☑ **Contraintes et dilatations extrêmes**

Nom	Classe	y_q [m]	z_q [m]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
C1	C20/25 FISSURé	0.	0.37	-3.	-13.3	1.50
C1	C20/25 FISSURé	0.	-0.37	5.9	0.	1.50
R1	B500B	0.03	0.28	-1.9	-389.9	1.15
R1	B500B	0.03	-0.28	4.8	434.8	1.15

☑ **État limite "!ELU"**

Efforts intérieurs N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Élongation et courbures ε_κ [‰]	χ_y [km⁻¹]	χ_z [km⁻¹]	Rigidités N/ε_κ [kN]	M_y/χ_y [kNm²]	M_z/χ_z [kNm²]
0.	887.4	0.	1,5	11,9	-0,1	22.94	74588.75	22.54

Figure 52: Taux d'utilisation

Ainsi, les pieux sécants du côté routier sont surdimensionnés. Il s'agit en effet des pieux du côté ferroviaire qui sont plus critiques, car l'écartement et le moment de flexion sont plus conséquents.

En mettant un taux d'armature plus faibles, soit des Φ22, e150mm, on obtient les paramètres suivants :

☑ **Sollicitations / Taux d'exploitation: eff(M,N)=0.47 admissible**

No	AP	P	Flexion et effort normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	eff(M,N) [-]	Effort tranchant et torsion V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	eff(V,T) [-]	Section complète eff(M,N,V,T) [-]
1	!ELU		0	247,7	0	0,47					

☑ **Paramètres d'analyse !ELU Norme: SIA**

ID	σ-ε-Diagramme c	s	p	M	Déf. limite ε_{c1d} [‰]	ε_{c2d} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm²]	Facteurs de résistance γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Divers α [-]	φ [-]
!ELU	4/0	1	1	1	-2.	-3.	20.		1.5	1.15	1.15	1.05	45.	0.

☑ **Contraintes et dilatations extrêmes**

Nom	Classe	y_q [m]	z_q [m]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
C1	C20/25 FISSURé	0.	0.38	-3.	-13.3	1.50
C1	C20/25 FISSURé	0.	-0.38	8.	0.	1.50
R1	B500B	0.03	0.28	-1.7	-339.	1.15
R1	B500B	0.03	-0.28	6.6	434.8	1.15

☑ **État limite "!ELU"**

Efforts intérieurs N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Élongation et courbures ε_κ [‰]	χ_y [km⁻¹]	χ_z [km⁻¹]	Rigidités N/ε_κ [kN]	M_y/χ_y [kNm²]	M_z/χ_z [kNm²]
0.	531.8	0.	2,5	14,6	0,0	6.22	36335.49	22.41

Figure 53: Taux d'utilisation

Ainsi, il est possible de mettre en place cette répartition des armatures, avec les micropieux du côté de la traversée avec des armatures longitudinales ayant une armature plus grande que les autres pieux. La répartition des pieux armés contre non armés peut être vue ainsi :

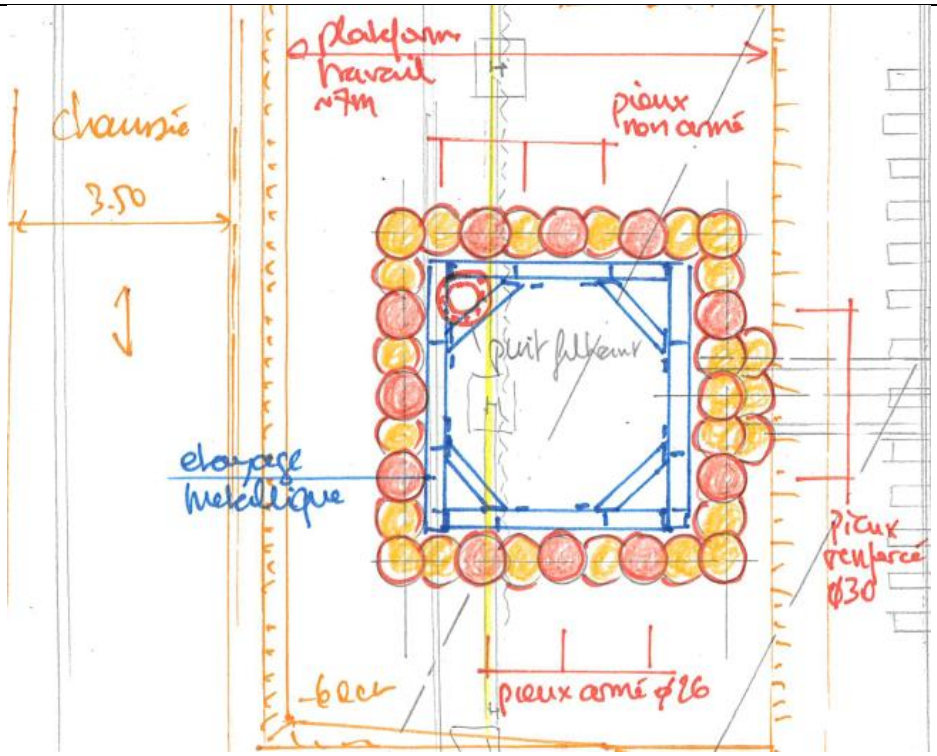


Figure 54: schéma des pieux sécants

10.2.3 Longrines et étais de coin

Les charges reprises sont calculées dans le modèle Larix et valent à l'ELU, en kN par mètre linéaire :

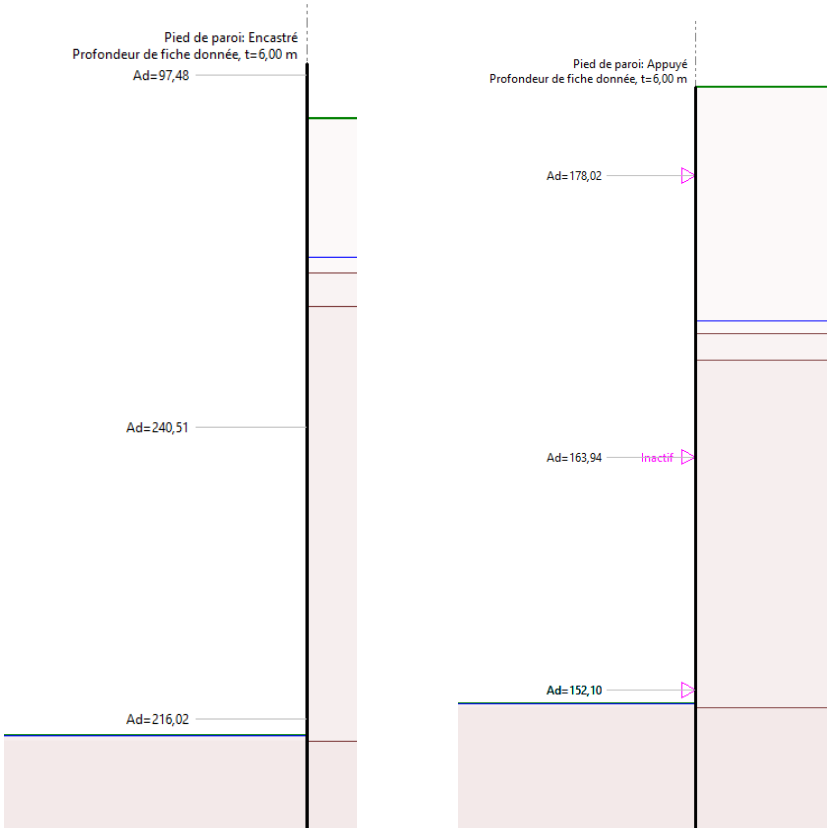


Figure 55: Efforts dans les longrines, à gauche du côté ferroviaire, à droite du côté routier

Le modèle généré afin de vérifier les efforts statiques sont ainsi indiqués dans le modèle suivant :

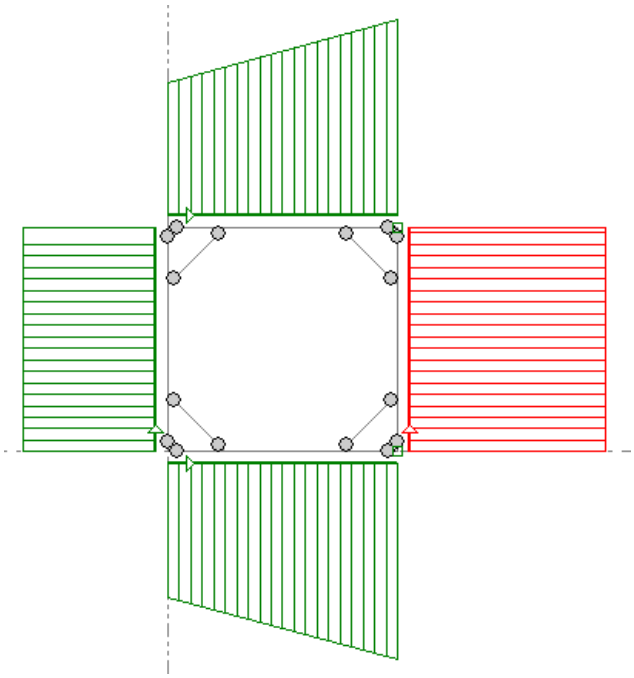


Figure 56: Charges appliquées

Les efforts internes sont ainsi :

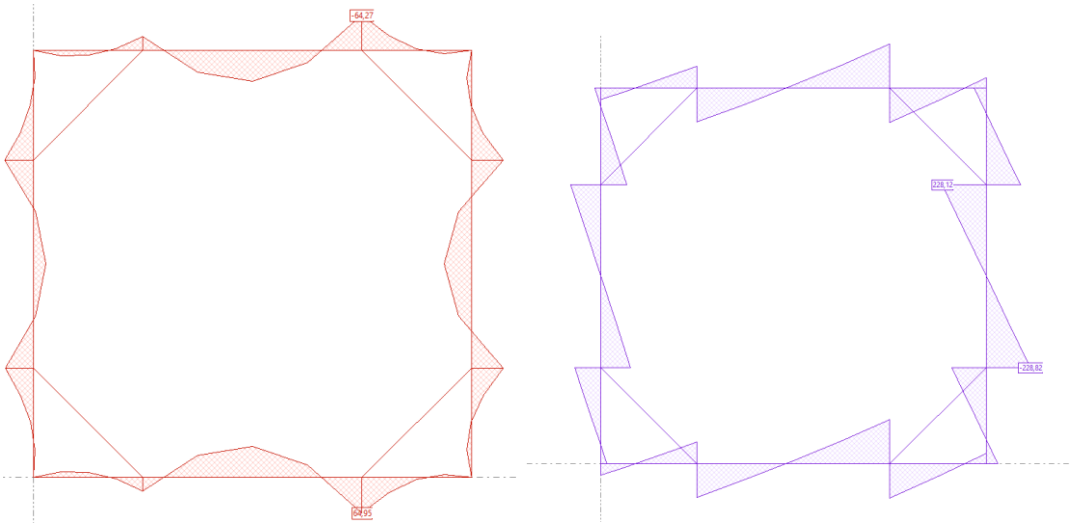


Figure 57: Moment de flexion à gauche, et effort tranchant à droite

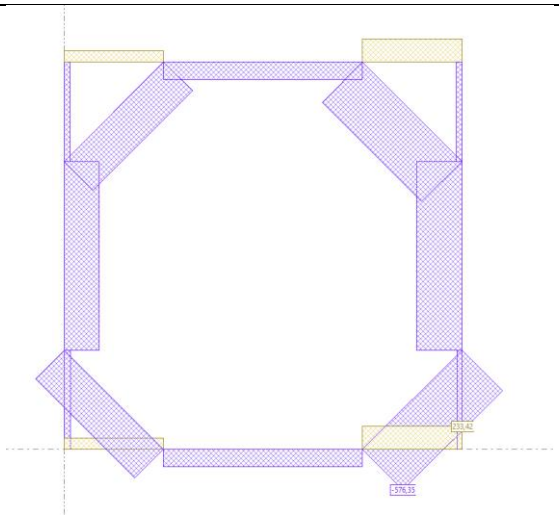


Figure 58: Effort axial dans les longrines

Ainsi, la vérification suivante peut être faite :

Med=65 kNm Ved=229 kN Ned=233 kN

Comme $\frac{V_{ed}}{V_{rd}} = \frac{229\ kN}{645\ kN} < 0.5$, il n'y a pas d'interaction à considérer entre l'effort tranchant et le moment de flexion.

En considérant une longueur de flambage de 2.3m, et un HEB 240, on obtient :

$$\frac{N_{Ed}}{N_{K,Rd}} + \frac{1}{1-\frac{N_{Ed}}{N_{cr}}}\frac{\omega M_{y,Ed}}{M_{D,Rd}} = \frac{233\ kN}{2509kN} + \frac{1}{1-\frac{233\ kN}{14586kN}}\frac{1*65\ kNm}{317kNm} = 0.09 + 0.21 = 0.3$$

Un HEB 240 est ainsi suffisant pour reprendre les efforts internes.

Les étais de coin reprennent un effort axial de :

Ned=689 kN

Ainsi, en prenant une longueur de flambage de 1.5m et en se basant sur la SZS C4/06, on peut prendre un HEB 160, ce qui donne une résistance de $N_{K,rd}$ =1092 kN.

11 Fouille d'excavation Nord

11.1 Vérification à l'ELS

Le déplacement maximal autorisé est de 20mm. La marge pourrait être plus grande, mais il a été préféré de ne pas dépasser 20mm, même pour la cellule de départ.

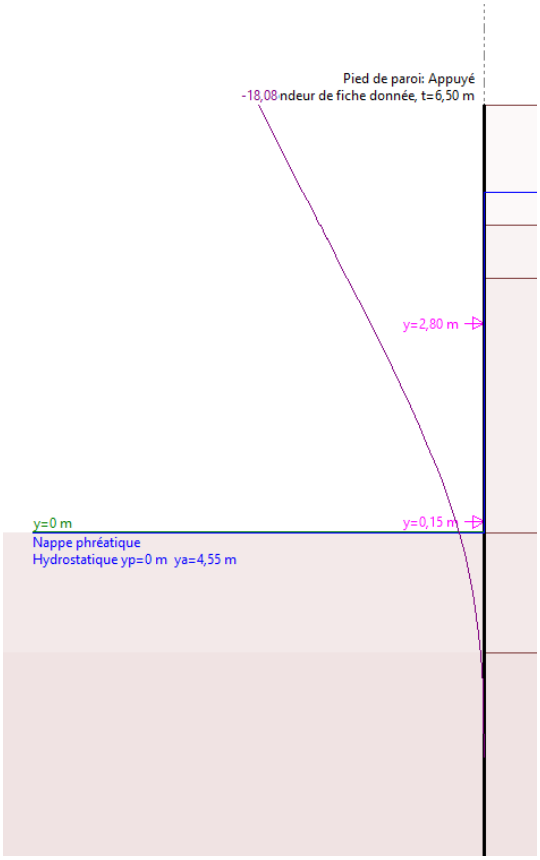


Figure 59: Déplacement maximal calculé

11.2 Vérification à l'ELU

11.2.1 Pieux sécants

Les pieux sécants sont vérifiés à l'endroit du passage du microtunnelier. En effet, comme pour la fouille sud, il s'agit de l'endroit avec la largeur d'influence critique. Les efforts internes sont les suivants :

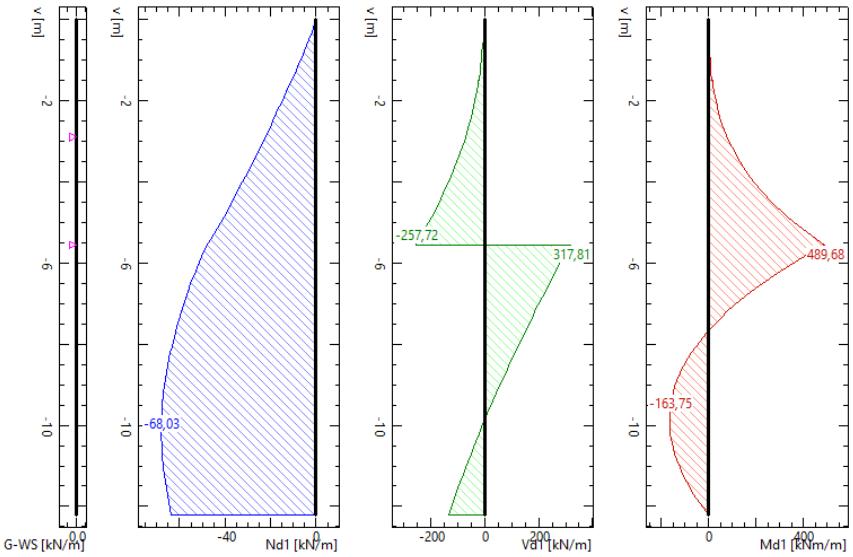


Figure 60: efforts internes, étape 3

Cet effort de flexion maximal est donné dans l'étape 3, lorsque l'on enlève les longrines pour permettre la construction de la chambre. Sans cela, l'effort maximal est observé lors de la mise en place du radier de phase chantier

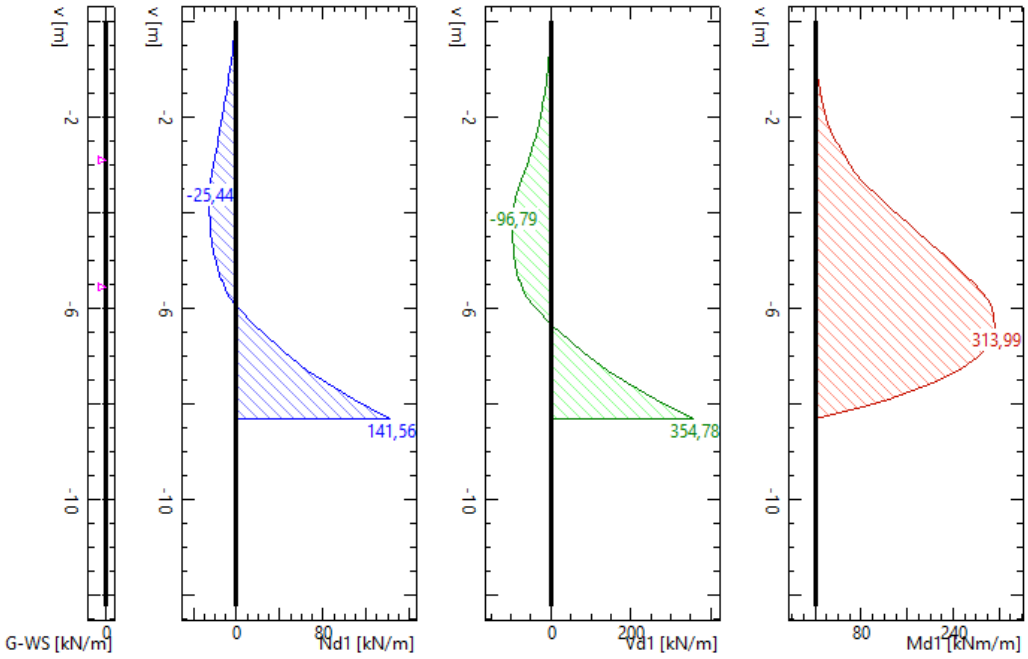


Figure 61: Efforts internes, Etape 5

Ainsi, le moment de flexion à reprendre est de :

$$M_{Ed} = 490 \frac{kNm}{m} * 1.8m = 882\ kNm$$

Ainsi, en vérifiant la structure sur Fagus, on obtient :

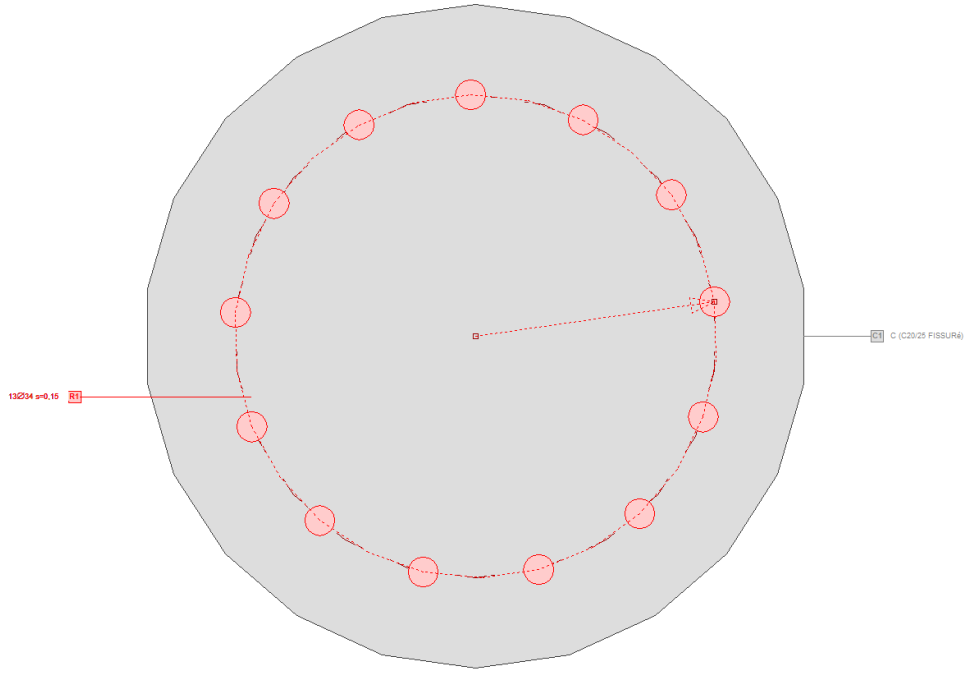


Figure 62: Schéma d'armature du pieu

☑ **Sollicitations / Taux d'exploitation: eff(M,N)=0.84 admissible**

No	AP	P	Flexion et effort normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	eff(M,N) [-]	Effort tranchant et torsion V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	eff(V,T) [-]	Section complète eff(M,N,V,T) [-]
1	!ELU		0,0	882,0	0	0,84					

☑ **Paramètres d'analyse !ELU Norme: SIA**

ID	σ-ε-Diagramme c	s	p	M	Déf. limite ε_{c1d} [‰]	ε_{c2d} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm²]	Facteurs de résistance γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Divers α [-]	φ [-]
!ELU	4/0	1	1	1	-2.	-3.	20.		1.5	1.15	1.15	1.05	45.	0.

☑ **Contraintes et dilatations extrêmes**

Nom	Classe	y_q [m]	z_q [m]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
C1	C20/25 FISSURé	0.	0.37	-3.	-13.3	1.50
C1	C20/25 FISSURé	0.	-0.37	5.2	0.	1.50
R1	B500B	-0.01	0.27	-1.9	-387.5	1.15
R1	B500B	-0.06	-0.27	4.	434.8	1.15

☑ **État limite "!ELU"**

Efforts intérieurs N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Élongation et courbures ε_x [‰]	χ_y [km-1]	χ_z [km-1]	Rigidités N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm²]	M_z/χ_z [kNm²]
0.	1051.8	0.	1,1	10,9	0,0	6.58	96771.99	162.84

Figure 63: Taux d'utilisation des pieux sécants

Ainsi, avec 13 Φ34e150, il est possible de garantir la stabilité des pieux sécants.

Pour les pieux sécants restant, le moment de dimensionnement devient donc :

$$M_{Ed} = 433\frac{kNm}{m} * 1.2m = 520\ kNm$$

☑ **Sollicitations / Taux d'exploitation: eff(M,N)=0.98 admissible**

No	AP	P	Flexion et effort normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	eff(M,N) [-]	Effort tranchant et torsion V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	eff(V,T) [-]	Section complète eff(M,N,V,T) [-]
1	!ELU		0	520,0	0	0,98					

☑ **Paramètres d'analyse !ELU Norme: SIA**

ID	σ-ε-Diagramme c	s	p	M	Déf. limite ε_{c1d} [‰]	ε_{c2d} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm²]	Facteurs de résistance γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Divers α [-]	φ [-]
!ELU	4/0	1	1	1	-2.	-3.	20.		1.5	1.15	1.15	1.05	45.	0.

☑ **Contraintes et dilatations extrêmes**

Nom	Classe	y_q [m]	z_q [m]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
C1	C20/25 FISSURé	0.	0.38	-3.	-13.3	1.50
C1	C20/25 FISSURé	0.	-0.38	8.	0.	1.50
R1	B500B	0.03	0.28	-1.7	-339.	1.15
R1	B500B	0.03	-0.28	6.6	434.8	1.15

☑ **État limite "!ELU"**

Efforts intérieurs N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Élongation et courbures ε_x [‰]	χ_y [km⁻¹]	χ_z [km⁻¹]	Rigidités N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm²]	M_z/χ_z [kNm²]
0.	531.8	0.	2,5	14,6	0,0	6.22	36335.49	22.41

Figure 64: Taux d'utilisation, Φ 22

Ainsi, des armatures Φ22e15 sont limites. Ainsi, en prenant des Φ26, on a le taux d'utilisation suivant :

☑ **Sollicitations / Taux d'exploitation: eff(M,N)=0.74 admissible**

No	AP	P	Flexion et effort normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	eff(M,N) [-]	Effort tranchant et torsion V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	eff(V,T) [-]	Section complète eff(M,N,V,T) [-]
1	!ELU		0,0	520,0	-	0,74					

\- : Calcul à la flexion simple autour de l'axe Y !

☑ **Paramètres d'analyse !ELU Norme: SIA**

ID	σ-ε-Diagramme c	s	p	M	Déf. limite ε_{c1d} [‰]	ε_{c2d} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm²]	Facteurs de résistance γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Divers α [-]	φ [-]
!ELU	4/0	1	1	1	-2.	-3.	20.		1.5	1.15	1.15	1.05	45.	0.

☑ **Contraintes et dilatations extrêmes**

Nom	Classe	y_q [m]	z_q [m]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
C1	C20/25 FISSURé	0.	0.38	-3.	-13.3	1.50
C1	C20/25 FISSURé	0.	-0.38	6.8	0.	1.50
R1	B500B	0.03	0.28	-1.8	-369.3	1.15
R1	B500B	0.03	-0.28	5.6	434.8	1.15

☑ **État limite "!ELU"**

Efforts intérieurs N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Élongation et courbures ε_x [‰]	χ_y [km⁻¹]	χ_z [km⁻¹]	Rigidités N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm²]	M_z/χ_z [kNm²]
-0.1	700.7	-3.	1,9	13,0	0	30.2	53831.87	69274.56

☐ Efforts internes comme un couple de forces :

Figure 65:Taux d'utilisation, Φ 26

11.2.2 Longrines et étais de coin

Les charges sur les longrines et les étais de coin ont été calculées avec des appuis considérés comme fixes. En effet, en limitant le déplacement admis et la charge que le sol est en mesure de reprendre, la charge admise est conservatrice. On obtient ainsi les efforts suivants :

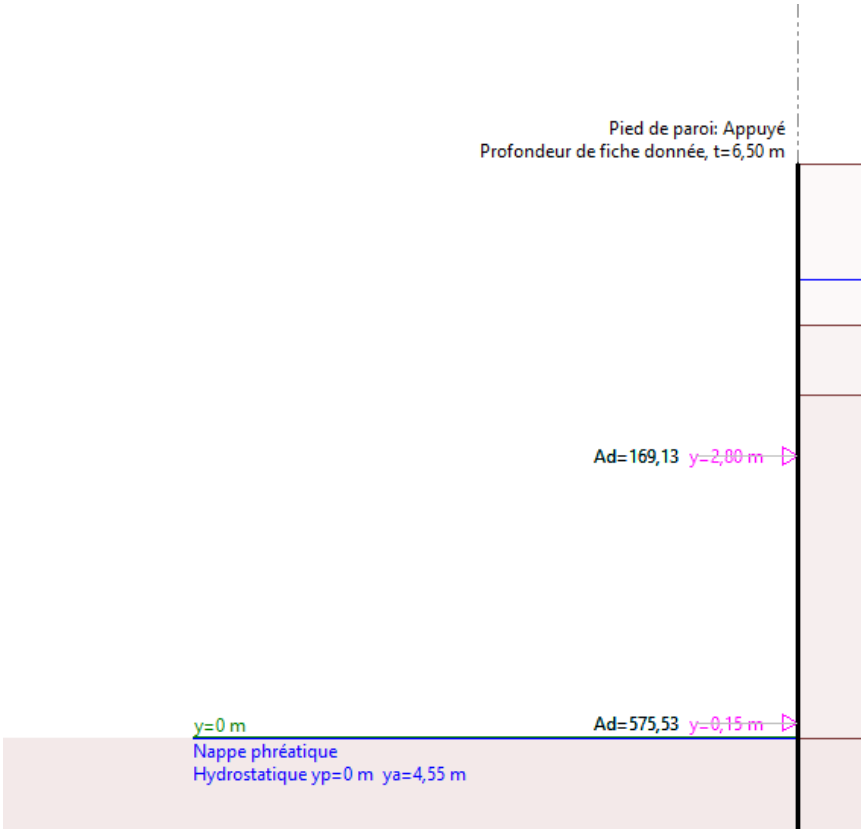


Figure 66: Efforts dans les longrines

Ainsi, une charge constante de 169 kN a été modélisée sur la structure.

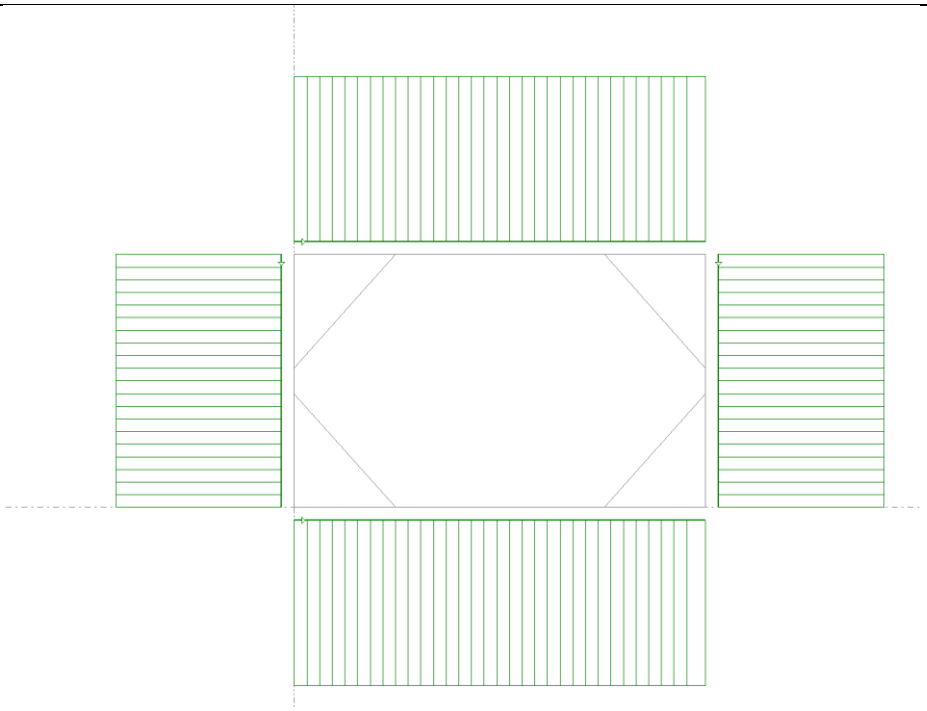


Figure 67: Charges appliquées

On obtient ainsi les efforts internes suivants :

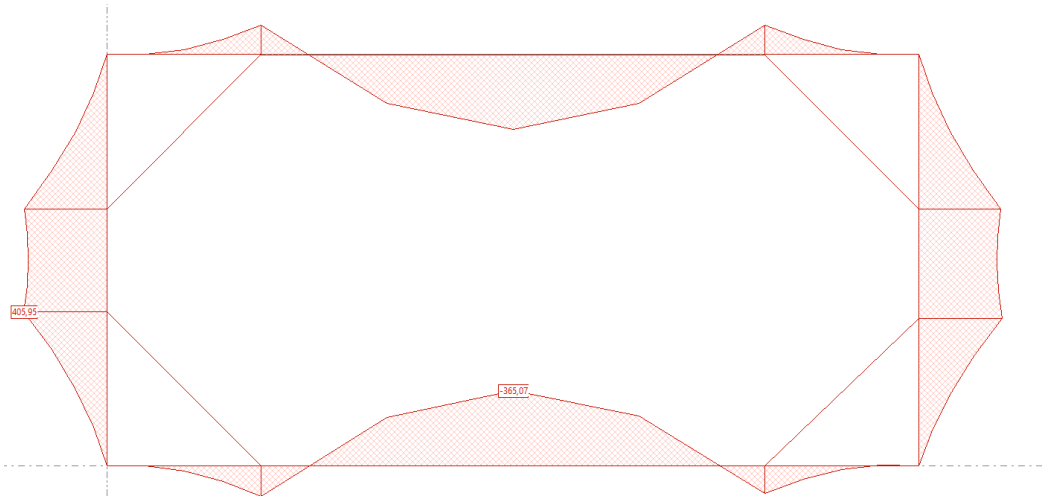


Figure 68: Moments de flexion

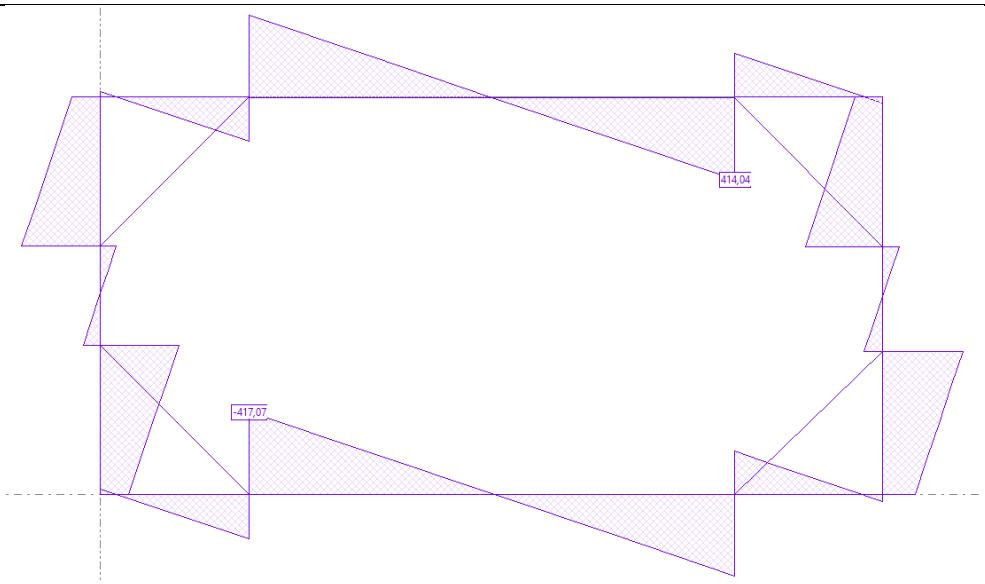


Figure 69: Effort tranchant

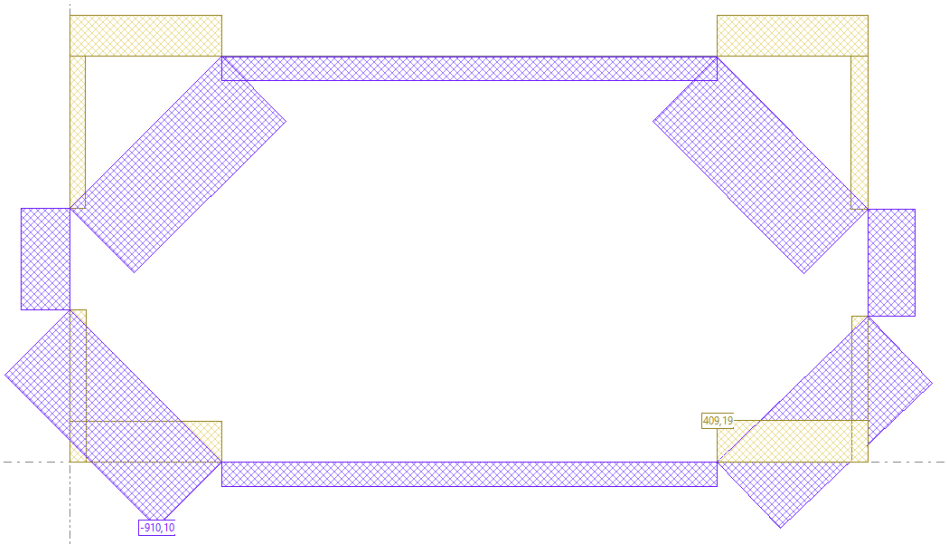


Figure 70: Effort axial

Les longrines dans le sens longitudinal pourront être amenées à reprendre des charges de machines pour terrasser à l'intérieur de la fouille. Ainsi, en ajoutant une charge ponctuelle de 10 kN, on obtient le moment suivant :

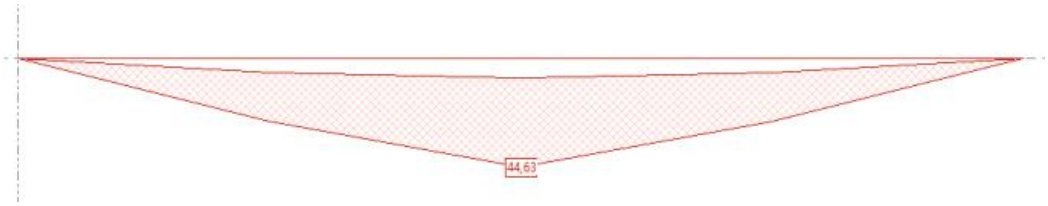


Figure 71: moment dû aux charges de chantier

On a donc les efforts internes suivants pour des HEB 300 :

My,ed=365 kNm du côté Jura

Mz,ed=45 kNm

Ved=417 kN

Ned=-246 kN

Comme $\frac{V_{ed}}{V_{rd}} < 0.5$ pour un HEB 300 S355, il n'y a pas d'interaction à considérer avec l'effort tranchant.

On a :

Ny,cr=20'867 kN

Nz,cr=7'097 kN

En considérant une longueur de flambage de 6m, et un HEB 300, on obtient :

Type d'acier	S355
Courbe de flambage	b
Longueur de flambage Lk	5000 mm
Aire de section A	16100 mm^2
Rayon de giration i	130
Résistance au flambage Nk,rd	3138 kN

Tableau 14: Données sur la section

$$\frac{N_{Ed}}{N_{K,Rd}} + \frac{1}{1-\frac{N_{Ed}}{N_{cr}}}\frac{\omega M_{y,Ed}}{M_{D,Rd}} + \frac{1}{1-\frac{N_{Ed}}{N_{cr}}}\frac{\omega M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}}$$

$$= \frac{246\ kN}{3138kN} + \frac{1}{1-\frac{246\ kN}{20'867kN}}\frac{1*365\ kNm}{539kNm} + \frac{1}{1-\frac{246\ kN}{7097kN}}\frac{1*44\ kNm}{294.2kNm} = 0.08 + 0.68 + 0.16$$

$$= 0.92$$

Comme l'on est assez limite, on passe à un HEB 320.

Dans la partie plus courte, on a un moment de 406 kNm. Ainsi, on peut calculer la résistance suivante :

My,ed=406 kNm du côté Jura

Ved=400 kN

Ned=-480 kN

Ainsi, on a:

$$\frac{480}{2764} + \frac{1}{1-\frac{480}{159695}}\frac{406}{656} = 0.17 + 0.62 = 0.79 < 1$$

Pour les étais de coin, on a les charges suivantes :

$$N_{Ed} = 910\ kN$$

Pour un élément d'une longueur de 2.26m, avec un HEB 180, on obtient :

$$N_{K,Rd} = 1102\ kN > N_{Ed}$$

Ainsi, si l'on prend des sections plus grandes comme étais de coin, la sécurité est garantie.

11.3 Vérification lors de la poussée du microtunnelier

Une fois la charge modélisée sur Larix, la charge de la poussée du sol et de la butée du sol a été adaptée afin que le sol en amont des pieux sécants puisse reprendre une charge plus grande que la poussée active majorée. En effet, la poussée en amont est plus proche de la poussée passive.

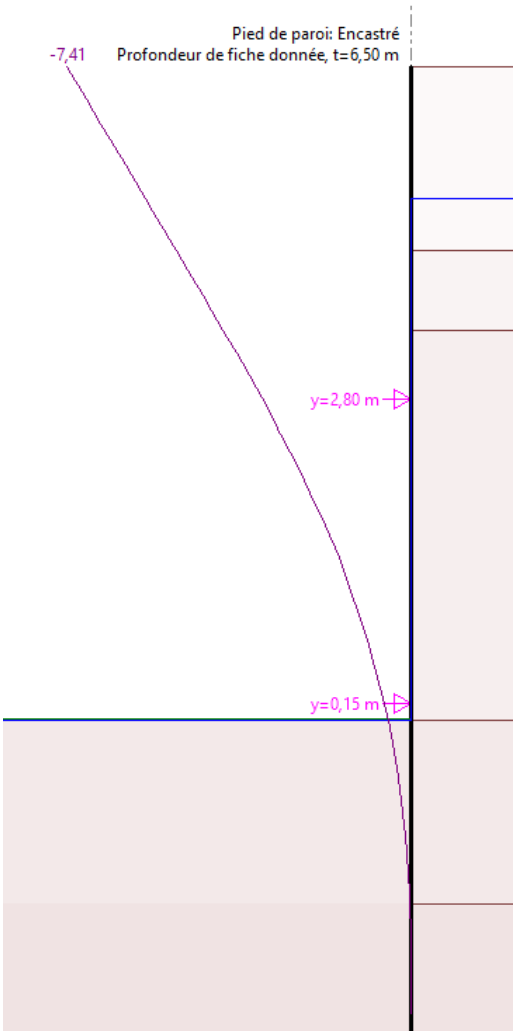


Figure 72: Déplacement calculé

Ainsi, le déplacement est négligeable. Un modèle plus poussé de résistance du terrain permettrait de vérifier le déplacement de la structure en prenant en compte le bon coefficient de poussée des terres, qui se situe entre la poussée au repos et la poussée passive.

Les efforts internes sont les suivants :

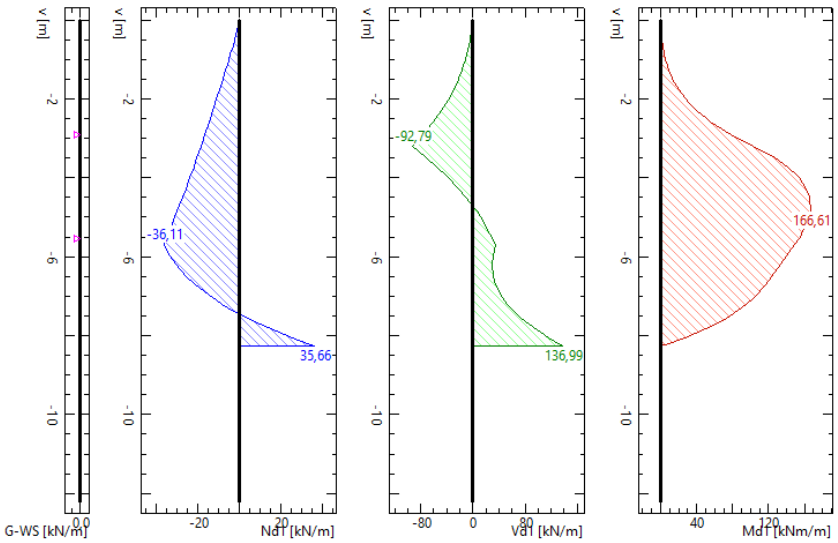


Figure 73: Efforts interne

Ainsi, le moment de dimensionnement est de

$$M_{Ed} = 166.6 \frac{kNm}{m} * 1.2m = 200\ kNm$$

Ainsi, les efforts internes générés par la poussée appliquée par le vérin sur le mur ne sont pas un cas de charge déterminant pour les pieux sécants et peuvent être repris par les armatures en place.

12 Chambre Sud Etat final

12.1 Armature minimale

Les murs qui sont prévus pour la chambre font 30cm. Cependant, lorsqu'on inclut tout le bétonnage qui doit être effectué pour placer la chambre (à cause d'imperfections géométriques lors du bétonnage des pieux sécants), il est nécessaire de prévoir une surépaisseur de béton de 15cm, ce qui nous donne une épaisseur de béton de 45cm. Ainsi, on obtient :

$$k_t = \frac{1}{1+0.5t} = \frac{1}{1+0.5*0.45} = 0.82$$

$$f_{ctd} = k_t f_{ctm} = 0.82 * 2.9\ N/mm^2 = 2.38\ N/mm^2$$

$$f_{ctd} = 2.42 \frac{N}{mm^2} \text{ pour un C30/37}$$

$$\sigma_{s,adm} = \sqrt{\frac{9E_s f_{ctm} w_{nom}}{\Phi_s}} = \sqrt{\frac{9 * 205000 \frac{N}{mm^2} * 2.9 \frac{N}{mm^2} * 0.2}{22\ mm}} = 220.5\ N/mm^2$$

$$A = \frac{f_{ctd}}{\sigma_{s,adm}} \cdot h = \frac{2.38 \cdot 450}{220.5} = \frac{4860\ mm^2}{m} \rightarrow \boldsymbol{2\ nappes\ \emptyset 22\ e = 150mm\ (5'060\ mm^2/m)}$$

Cela donne un taux d'armature de 1.27%, soit plus que les 0.6% exigés par la SIA 262.

Le moment résistant que cela apporte est donc :

$$x_{pl} = \frac{A_s f_{sd}}{b f_{cd}} = \frac{2530 * 435}{1000 * 20} = 55\ mm$$

Pour la première direction :

$$M_{rd} = A_s f_{sd} d = 2530 * 435 * \left(300 - 40 - \frac{22}{2} - \frac{55}{2}\right) = 243.8\ kNm/m$$

Pour la seconde direction :

$$M_{rd} = A_s f_{sd} d = 2530 * 435 * \left(300 - 40 - 22 - \frac{22}{2} - \frac{55}{2}\right) = 219.6\ kNm/m$$

Dans la partie traversée par la traversée, le mur a une épaisseur de 65cm. Ainsi, on obtient :

$$k_t = \frac{1}{1+0.5t} = \frac{1}{1+0.5*0.65} = 0.76$$

$$f_{ctd} = k_t f_{ctm} = 0.76 * 2.9\ N/mm^2 = 2.20 N/mm^2$$

$$f_{ctd} = 2.33 \frac{N}{mm^2} \text{ pour un C30/37}$$

$$\sigma_{s,adm} = \sqrt{\frac{9 E_s f_{ctm} w_{nom}}{\Phi_s}} = \sqrt{\frac{9 * 205000 \frac{N}{mm^2} * 2.9 \frac{N}{mm^2} * 0.2}{22\ mm}} = 220.5\ N/mm^2$$

$$A = \frac{f_{ctd}}{\sigma_{s,adm}} \cdot h = \frac{2.2 \cdot 650}{220.5} = \frac{6'480\ mm^2}{m} \rightarrow \boldsymbol{3\ nappes\ \emptyset 22\ e = 150mm\ (7590\ mm^2/m)}$$

Le moment résistant que cela apporte est donc :

$$x_{pl} = \frac{A_s f_{sd}}{b f_{cd}} = \frac{2530 * 435}{1000 * 20} = 55\ mm$$

Pour la première direction :

$$M_{rd} = A_s f_{sd} d = 2530 * 435 * \left(650 - 40 - \frac{22}{2} - \frac{55}{2}\right) = 629\ kNm/m$$

Pour la seconde direction :

$$M_{rd} = A_s f_{sd} d = 2530 * 435 * \left(650 - 40 - 22 - \frac{22}{2} - \frac{55}{2}\right) = 604.7\ kNm/m$$

12.2 Etat limite ultime type 2

12.2.1 Mur 1

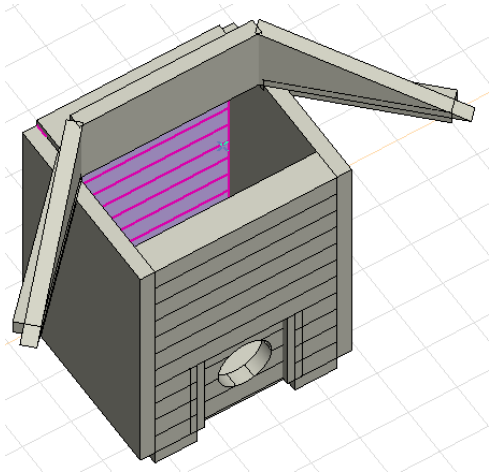


Figure 74: Mur 1

Moment de flexion

Les moments de flexion dans les murs sont ainsi :

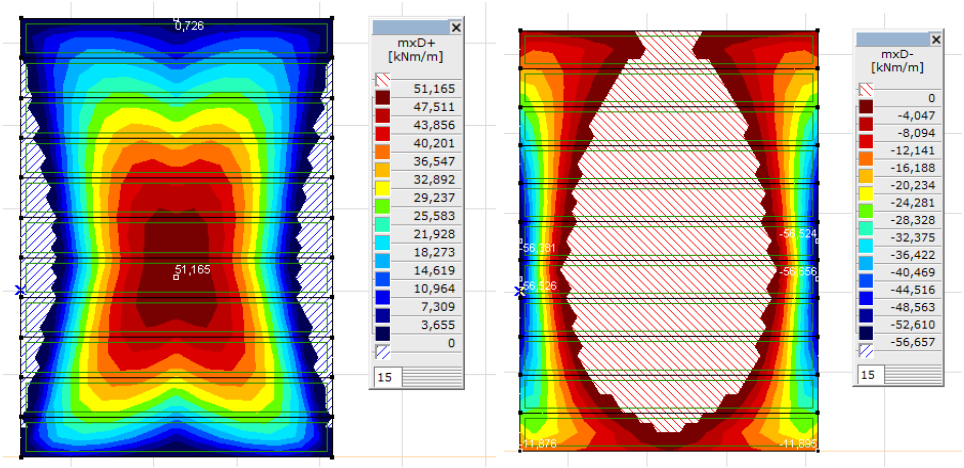


Figure 75: mxD+ à gauche et myD- à droite

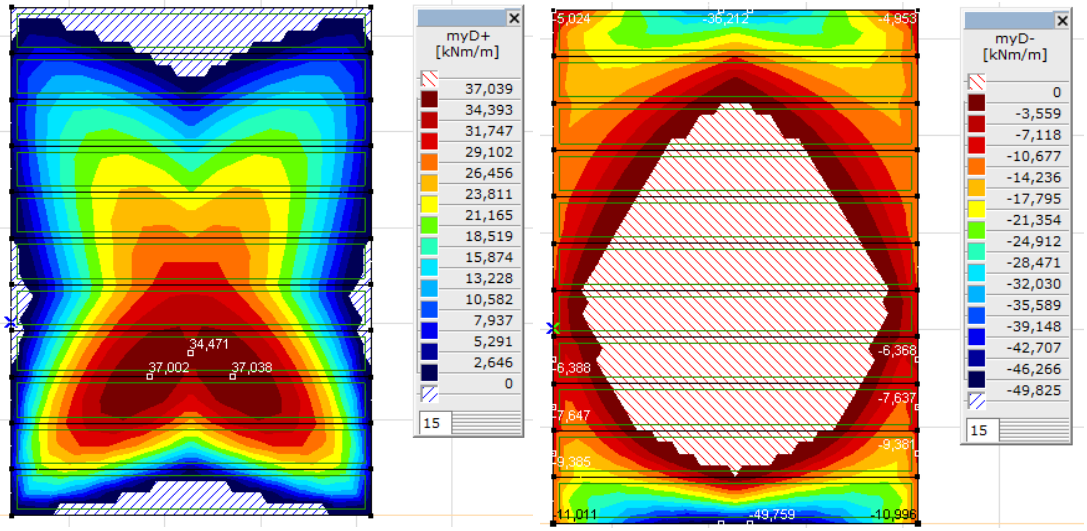


Figure 76: myD+ à gauche et myD- à droite

Le moment déterminant est donc mxD- avec 60.4 kNm/m.

Les efforts de flexion étant inférieurs à la résistance donnée par l'armature minimale de mrd=219.6 kNm/m, il n'y a pas de problème de flexion. Le taux de conformité est donc de

$$n = \frac{219.6 \ {}^{kNm}/_{m}}{60.4 \ {}^{kNm}/_{m}} = 3.6$$

Effort tranchant

L'effort tranchant maximal observé sur ce mur est de 147.2 kN/m. Le moment de flexion MxD- maximal observé à cet endroit est de -44.8 kNm.

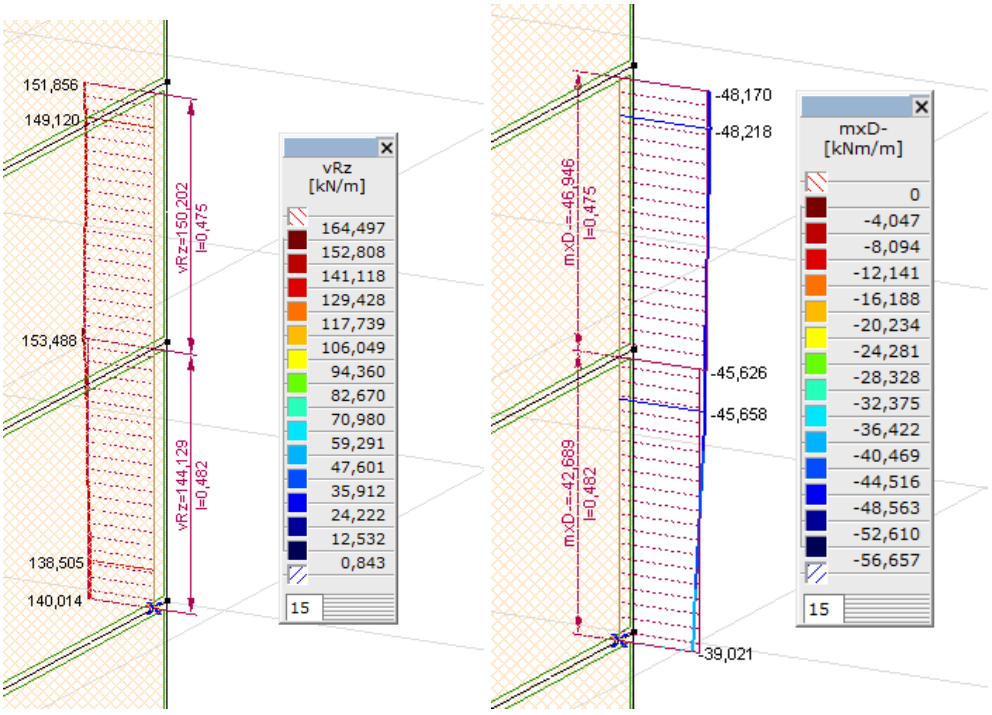


Figure 77: effort tranchant maximal à gauche et moment de flexion associé à droite

La résistance à l'effort tranchant est donnée par :

$$V_{rd} = k_d \tau_{cd} d_v$$

$$d_v = 239mm, \tau_{cd} = 1.1 \frac{N}{mm^2}$$

$$k_d = \frac{1}{1 + \varepsilon_v d k_g}$$

$$k_g = \frac{48}{16 + D_{max}} = \frac{48}{16 + 32} = 1$$

$$\varepsilon_v = \frac{f_{sd}}{E_s} \frac{M_{ed}}{M_{rd}} = \frac{435}{205'000} \frac{44.8}{219.6} = 4.3 * 10^{-4}$$

$$k_d = \frac{1}{1 + 4.3 * 10^{-4} * 233 * 1} = 0.91$$

$$V_{rd} = k_d \tau_{cd} d_v = 0.91 * 1.1 * 233 = 233.2kN$$

Ainsi, il n'y a pas de problèmes d'effort tranchant.

12.2.2 Mur 2

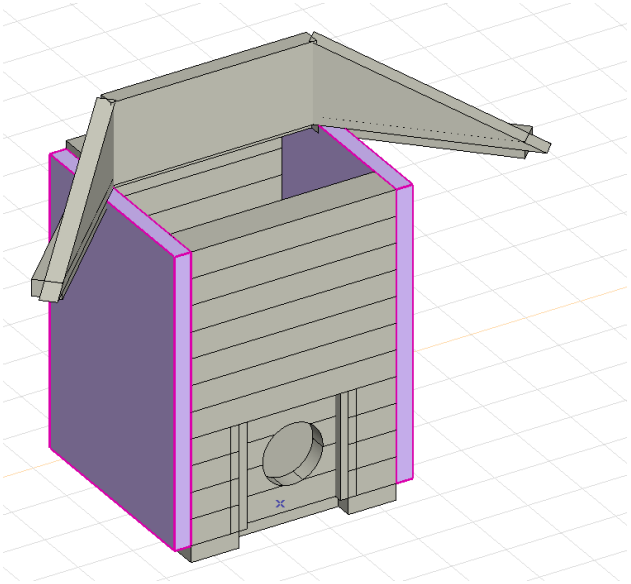


Figure 78: mur 2

Moment de flexion

Les moments de flexion dans les murs sont ainsi :

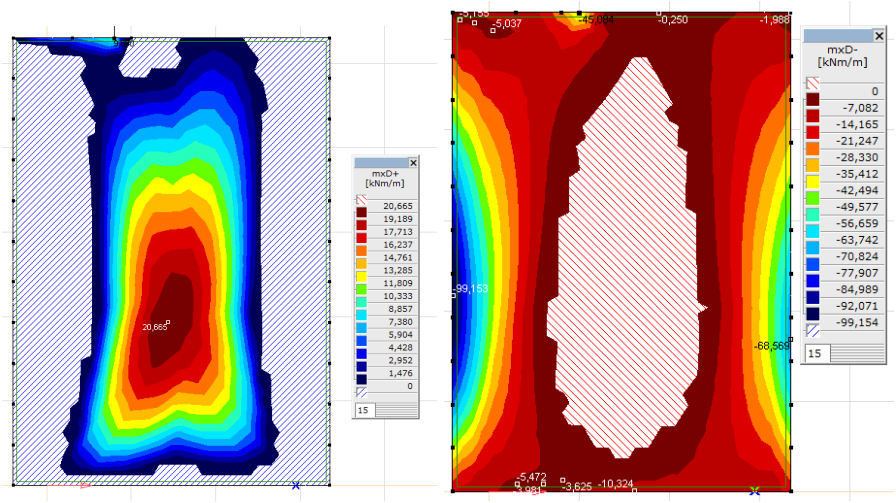


Figure 79: mxD+ à gauche et mxD- à droite

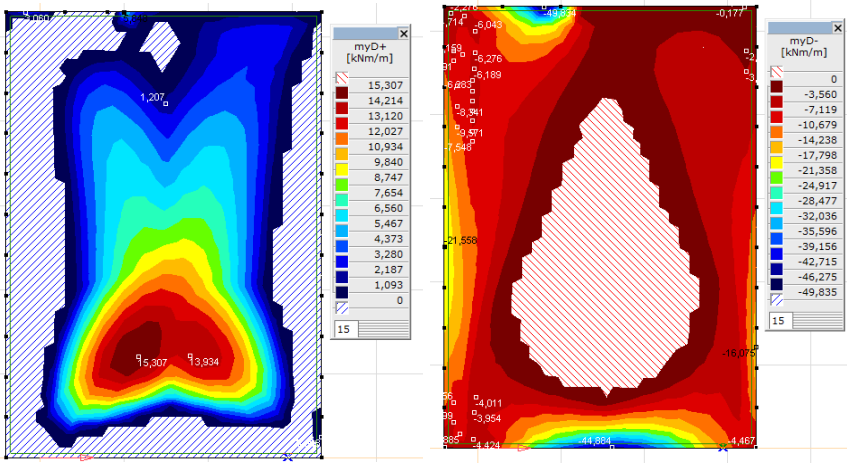


Figure 80: myD+ à gauche et myD- à droite

Le moment déterminant est donc mxD- avec 105 kNm/m.

Les efforts de flexion étant inférieurs à la résistance donnée par l'armature minimale de mrd=219.6 kNm/m, il n'y a pas de problème de flexion. Le taux de conformité est donc de

$$n = \frac{219.6 \ {kNm}/{m}}{105 \ {kNm}/{m}} = 2.09$$

Effort tranchant

L'effort tranchant maximal observé sur ce mur est de 131 kN/m. Le moment de flexion MxD- maximal observé à cet endroit est de -77 kNm.

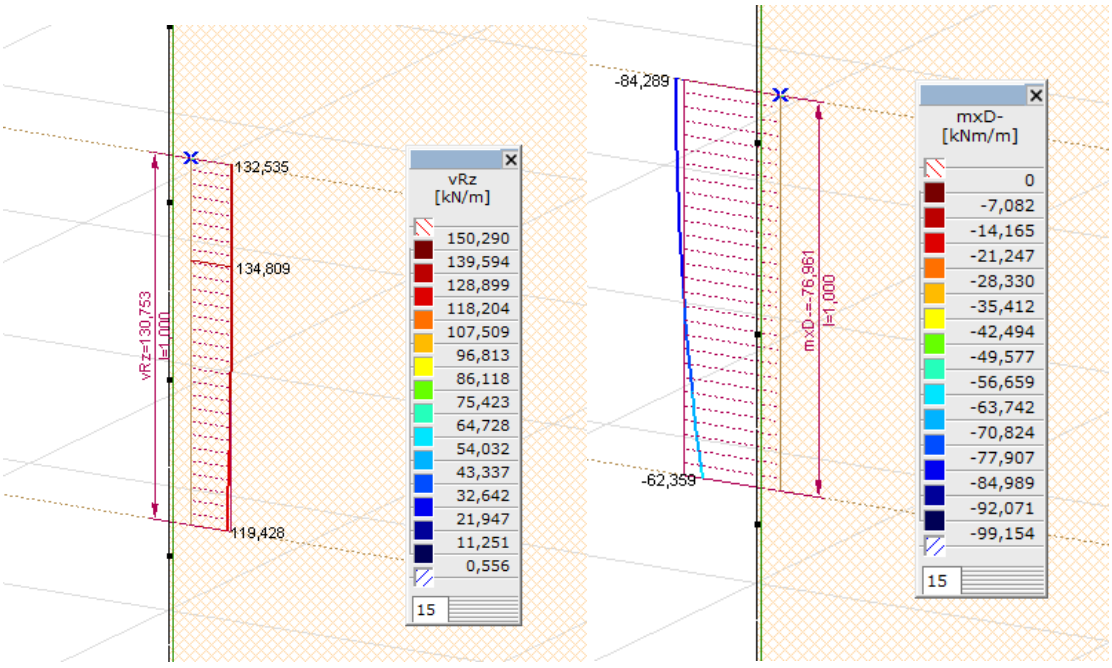


Figure 81: effort tranchant maximal à gauche et moment de flexion associé à droite

La résistance à l'effort tranchant est donnée par :

$$V_{rd} = k_d \tau_{cd} d_v$$

$$d_v = 243mm, \tau_{cd} = 1.1 \frac{N}{mm^2}$$

$$k_d = \frac{1}{1 + \varepsilon_v d k_g}$$

$$k_g = \frac{48}{16 + D_{max}} = \frac{48}{16 + 32} = 1$$

$$\varepsilon_v = \frac{f_{sd}}{E_s}\frac{M_{ed}}{M_{rd}} = \frac{435}{205'000}\frac{77}{219.6} = 7.4 * 10^{-4}$$

$$k_d = \frac{1}{1 + 7.4 * 10^{-4} * 233 * 1} = 0.85$$

$$V_{rd} = k_d \tau_{cd} d_v = 0.85 * 1.1 * 233 = 217.8kN$$

Ainsi, il n'y a pas de problèmes d'effort tranchant.

12.2.3 Mur 3

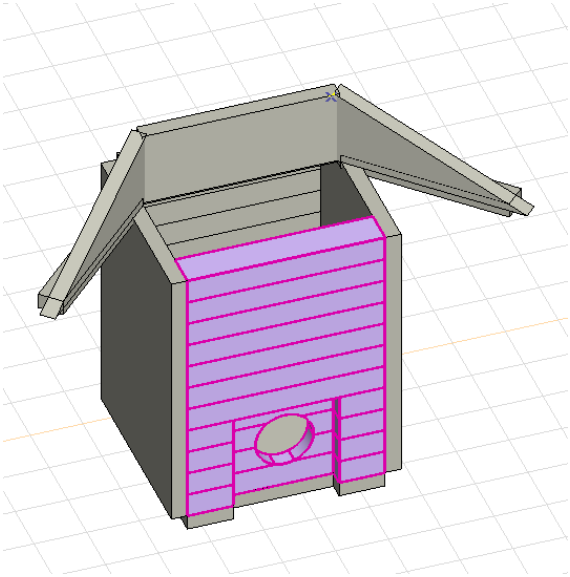


Figure 82: mur 3

Moment de flexion

Les moments de flexion dans les murs sont ainsi :

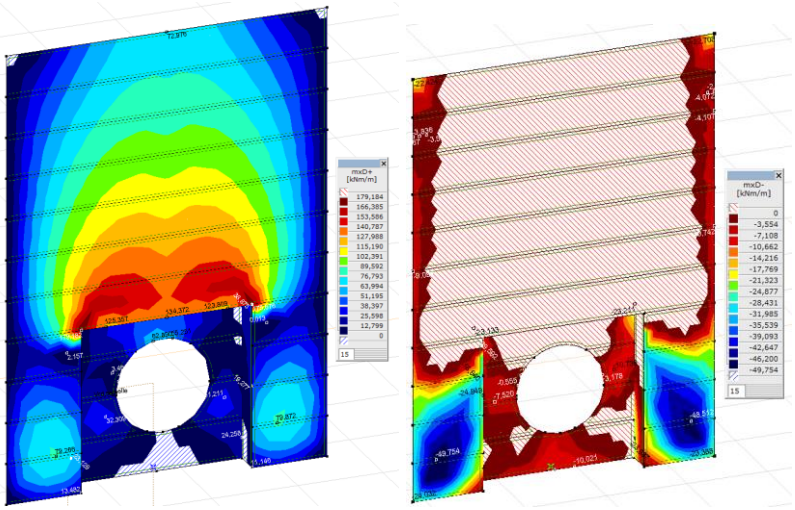


Figure 83: mxD+ à gauche et mxD- à droite

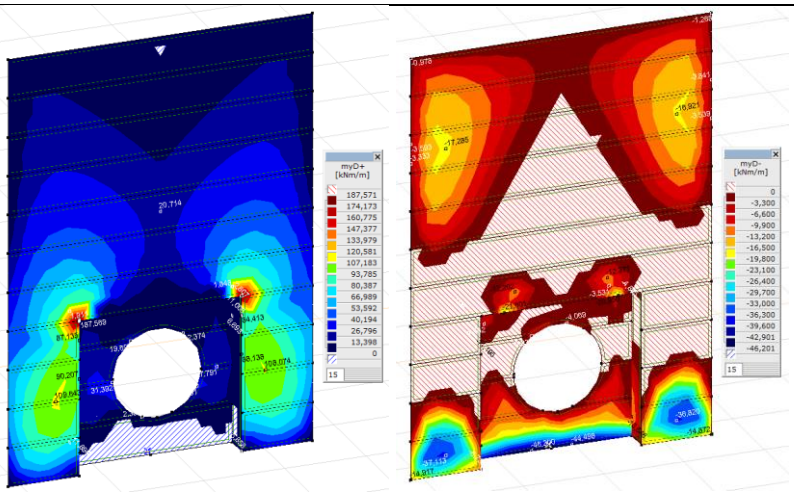


Figure 84: myD+ à gauche et myD- à droite

Le moment déterminant est donc mxD+ avec 197 kNm/m.

Les efforts de flexion étant inférieurs à la résistance donnée par l'armature minimale de mrd=604.7 kNm/m, il n'y a pas de problème de flexion. Le taux de conformité est donc de :

$$n = \frac{604.7 \ {kNm}/{m}}{197 \ {kNm}/{m}} = 3.07$$

Le moment est plus important dans les zones de 65cm d'épaisseur. Cependant, le moment résistant y est plus élevé. Ainsi, le moment maximal dans ces zones y étant de 169 kNm, l'augmentation de la résistance à la flexion y est considérée comme suffisante.

Effort tranchant

En répartissant la charge, on obtient V=345.6 kN/m et Md=83.8 kNm/m

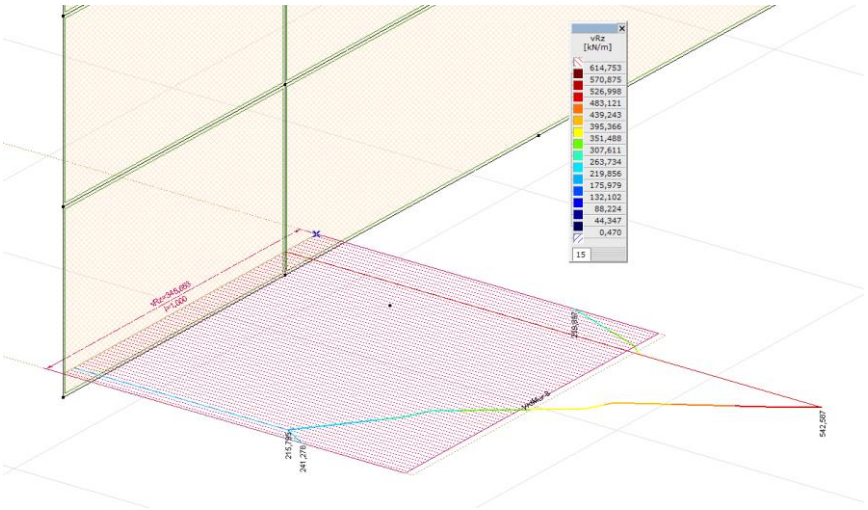


Figure 85: Efforts tranchant maximal

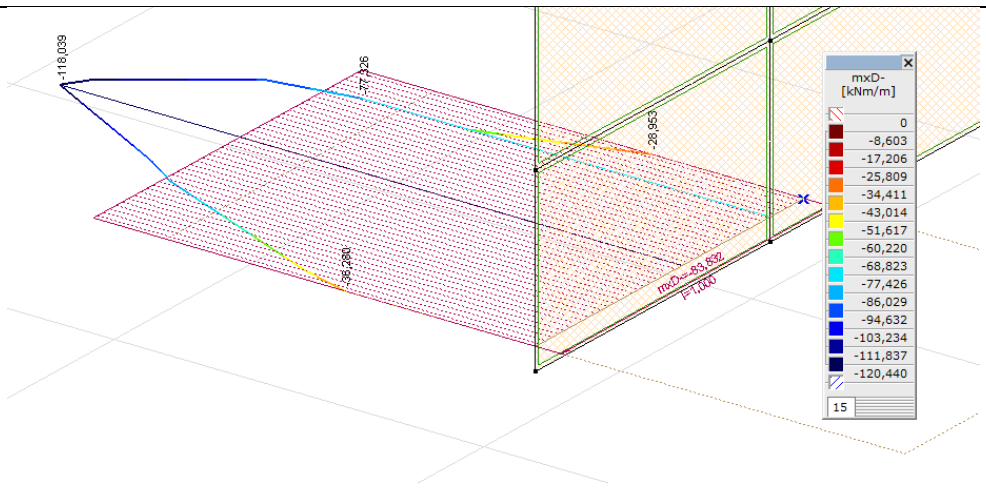


Figure 86: moment associé

La résistance à l'effort tranchant est donnée par :

$$V_{rd} = k_d \tau_{cd} d_v$$

$$d_v = 243mm, \tau_{cd} = 1.1 \frac{N}{mm^2}$$

$$k_d = \frac{1}{1 + \varepsilon_v d k_g}$$

$$k_g = \frac{48}{16 + D_{max}} = \frac{48}{16 + 32} = 1$$

$$\varepsilon_v = \frac{f_{sd}}{E_s} \frac{M_{ed}}{M_{rd}} = \frac{435}{205'000} \frac{83.8}{604.7} = 2.9 * 10^{-4}$$

$$k_d = \frac{1}{1 + 2.9 * 10^{-4} * 577 * 1} = 0.86$$

$$V_{rd} = k_d \tau_{cd} d_v = 0.86 * 1.1 * 577 = 545.8kN$$

Ainsi, il n'y a pas besoin d'armature d'effort tranchant.

12.2.4 Mur 4

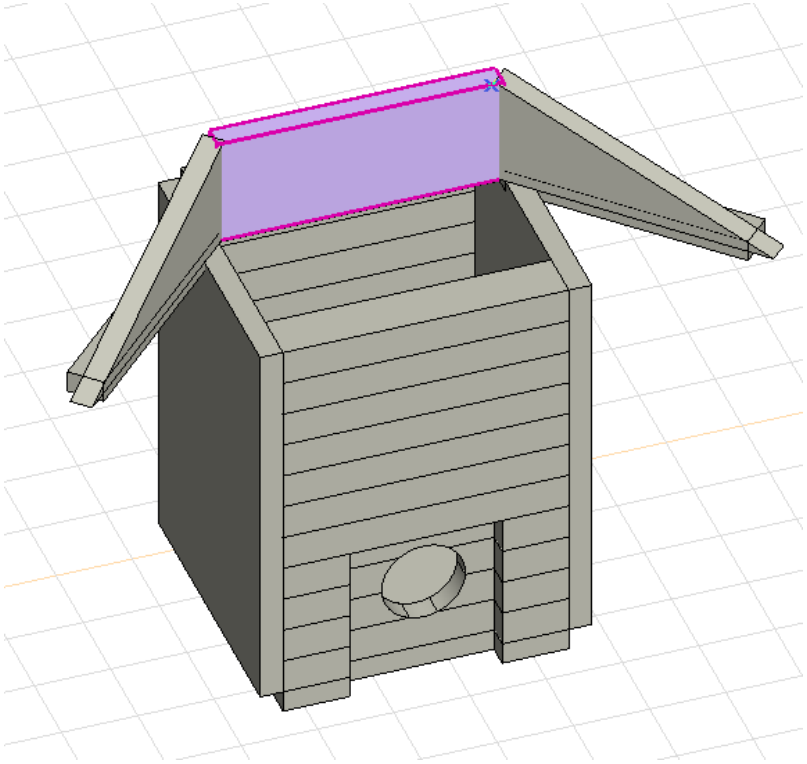


Figure 87: mur 4

Moment de flexion

Les moments de flexion dans les murs sont ainsi :

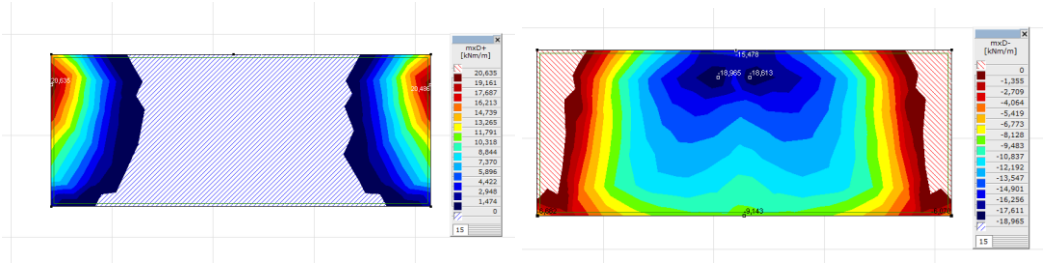


Figure 88: mxD+ à gauche et mxD- à droite

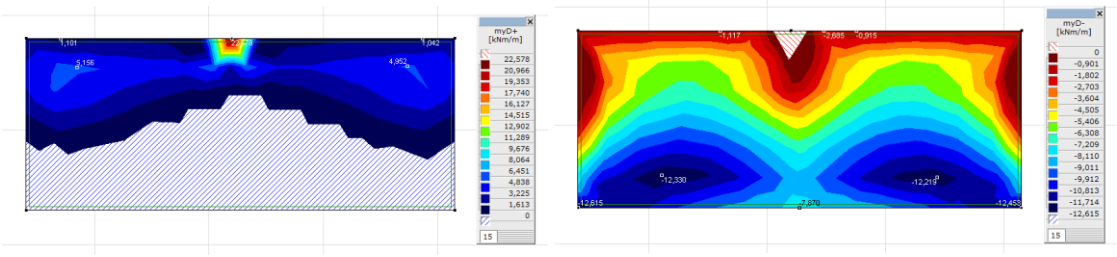


Figure 89: myD+ à gauche et myD- à droite

Les efforts de flexion étant inférieurs à la résistance donnée par l'armature minimale de mrd=219.6 kNm/m, il n'y a pas de problème de flexion. Le taux de conformité est donc de

$$n = \frac{219.6\ {kNm}/{m}}{22\ {kNm}/{m}} = 10$$

Effort tranchant

L'effort tranchant maximal observé sur ce mur est de 44.9 kN/m. Le moment de flexion MxD- maximal observé à cet endroit est de 24 kNm.

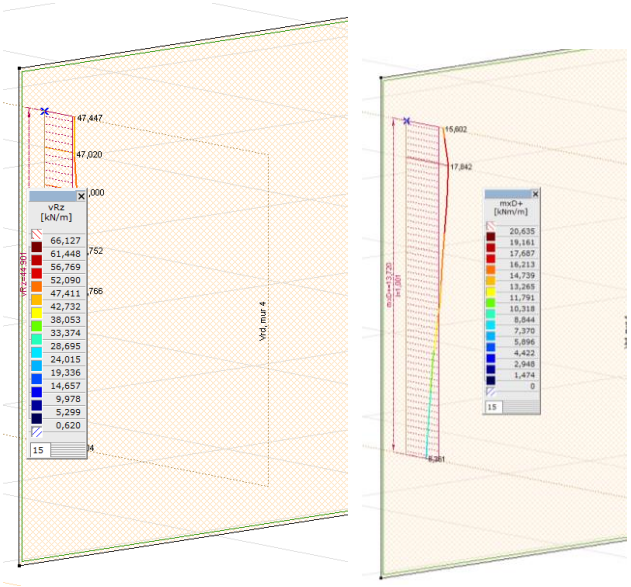


Figure 90: Effort tranchant à gauche, et moment de flexion associé à droite

La résistance à l'effort tranchant est donnée par :

$$V_{rd} = k_d \tau_{cd} d_v$$

$$d_v = 243mm, \tau_{cd} = 1.1 \frac{N}{m^2 m}$$

$$k_d = \frac{1}{1 + \varepsilon_v d k_g}$$

$$k_g = \frac{48}{16 + D_{max}} = \frac{48}{16 + 32} = 1$$

$$\varepsilon_v = \frac{f_{sd}}{E_s} \frac{M_{ed}}{M_{rd}} = \frac{435}{205'000} \frac{55.8}{219.6} = 5.4 * 10^{-4}$$

$$k_d = \frac{1}{1 + 5.4 * 10^{-4} * 233 * 1} = 0.89$$

$$V_{rd} = k_d \tau_{cd} d_v = 0.89 * 1.1 * 233 = 228.1kN$$

Ainsi, il n'y a pas besoin d'armature d'effort tranchant.

12.2.5 Radier

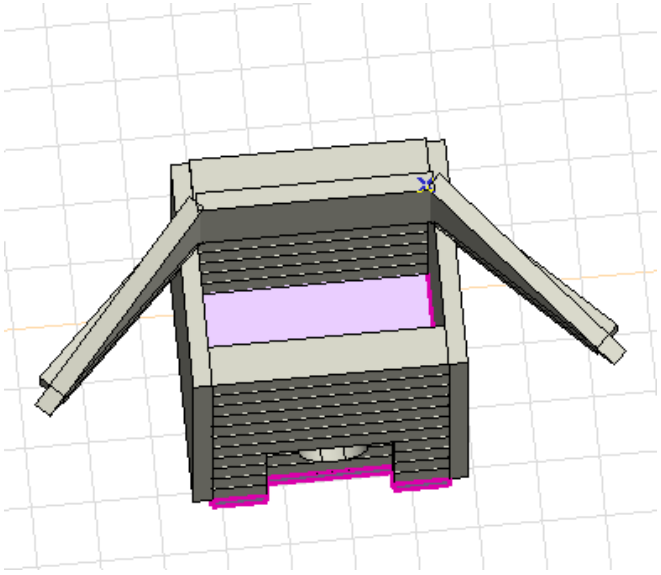


Figure 91: radier

Moment de flexion

Les moments de flexion dans les murs sont ainsi :

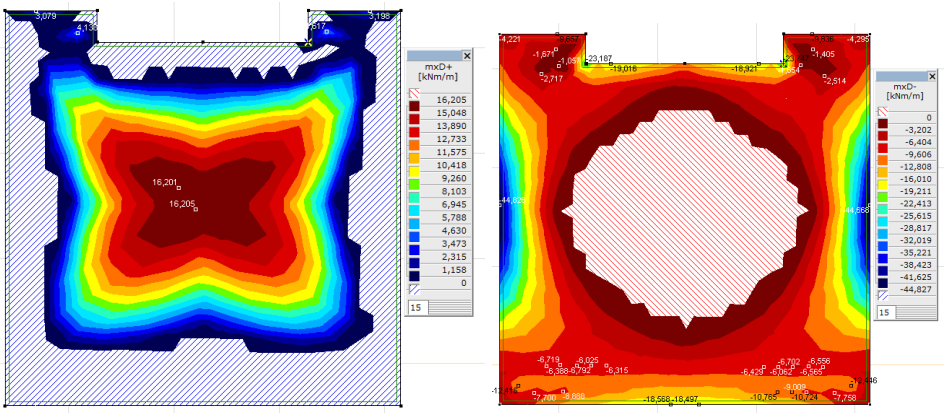


Figure 92: mxD+ à gauche et mxD- à droite

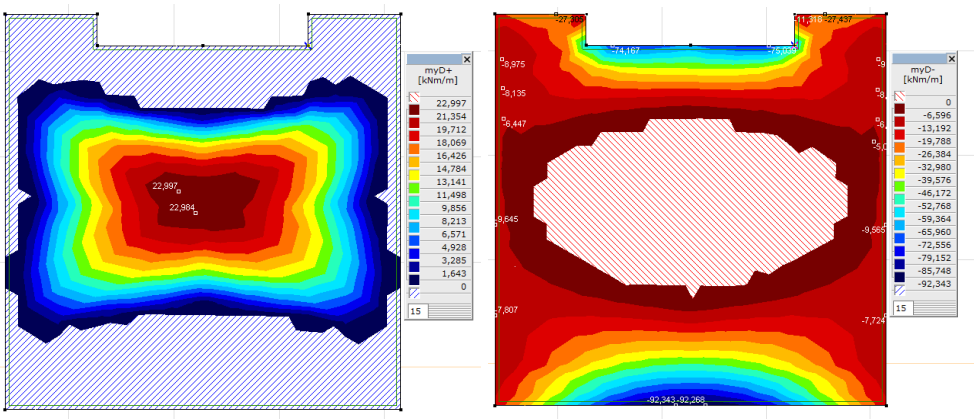


Figure 93: myD+ à gauche et myD- à droite

Le moment déterminant est donc myD- avec 147.6 kNm/m. Comme il s'agit d'une pointe, l'effort déterminant est inférieur si l'on répartit la charge.

Les efforts de flexion étant inférieurs à la résistance donnée par l'armature minimale de mrd=219.6 kNm/m, il n'y a pas de problème de flexion. Le taux de conformité est donc de

$$n = \frac{219.6 \ {kNm}/{m}}{147.6 \ {kNm}/{m}} = 1.49$$

Effort tranchant

L'effort tranchant maximal observé sur le radier est de 144.3 kN/m. Le moment de flexion MxD- maximal observé à cet endroit est de 55.8 kNm.

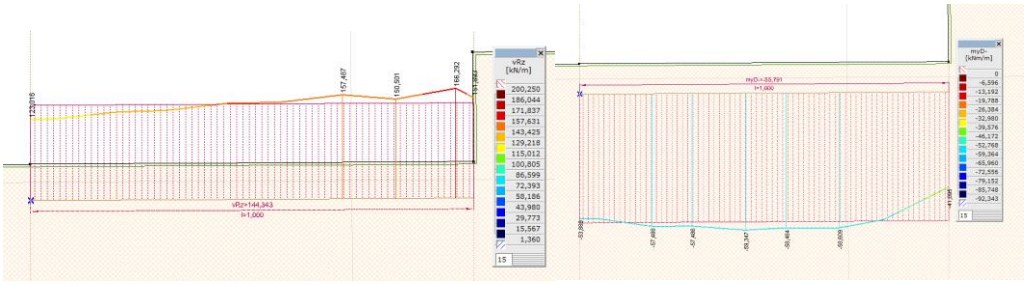


Figure 94: Effort tranchant à gauche, et moment de flexion associé à droite

La résistance à l'effort tranchant est donnée par :

$$V_{rd} = k_d \tau_{cd} d_v$$

$$d_v = 243mm, \tau_{cd} = 1.1 \frac{N}{mm^2}$$

$$k_d = \frac{1}{1 + \varepsilon_v d k_g}$$

$$k_g = \frac{48}{16 + D_{max}} = \frac{48}{16 + 32} = 1$$

$$\varepsilon_v = \frac{f_{sd}}{E_s} \frac{M_{ed}}{M_{rd}} = \frac{435}{205'000} \frac{55.8}{219.6} = 5.4 * 10^{-4}$$

$$k_d = \frac{1}{1 + 5.4 * 10^{-4} * 233 * 1} = 0.89$$

$$V_{rd} = k_d \tau_{cd} d_v = 0.89 * 1.1 * 233 = 228.1 \ kN$$

Ainsi, il n'y a pas besoin d'armature d'effort tranchant.

12.3 Cas exceptionnel déraillement

Les efforts obtenus dans le cas de déraillement sont les suivants :

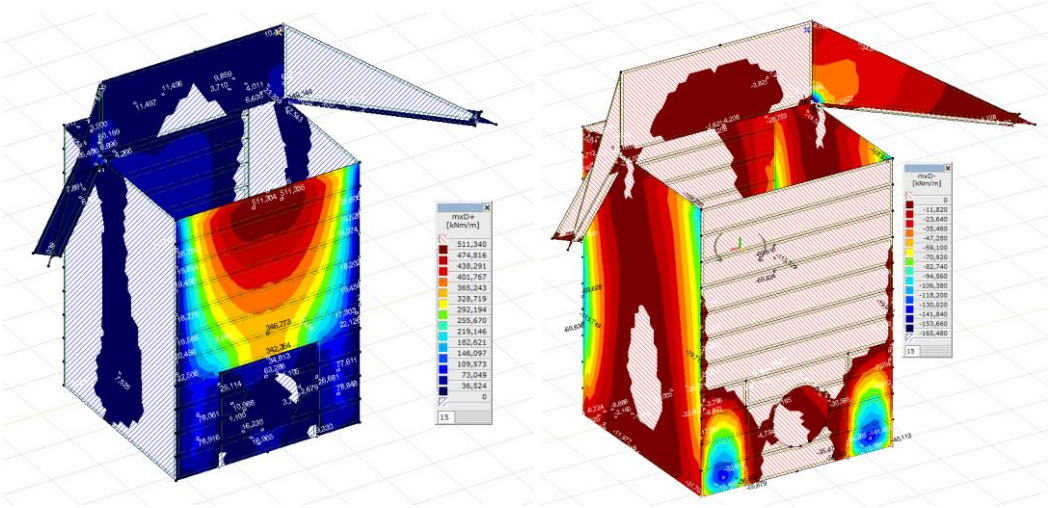


Figure 95: mxD+ à gauche et mxD- à droite

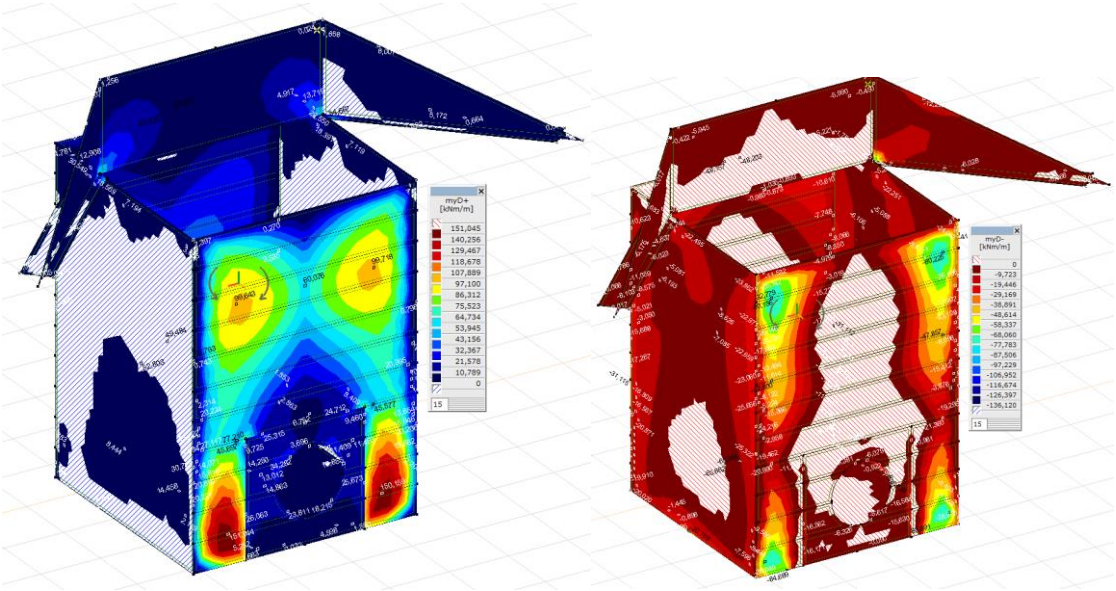


Figure 96: myD+ à gauche et myD- à droite

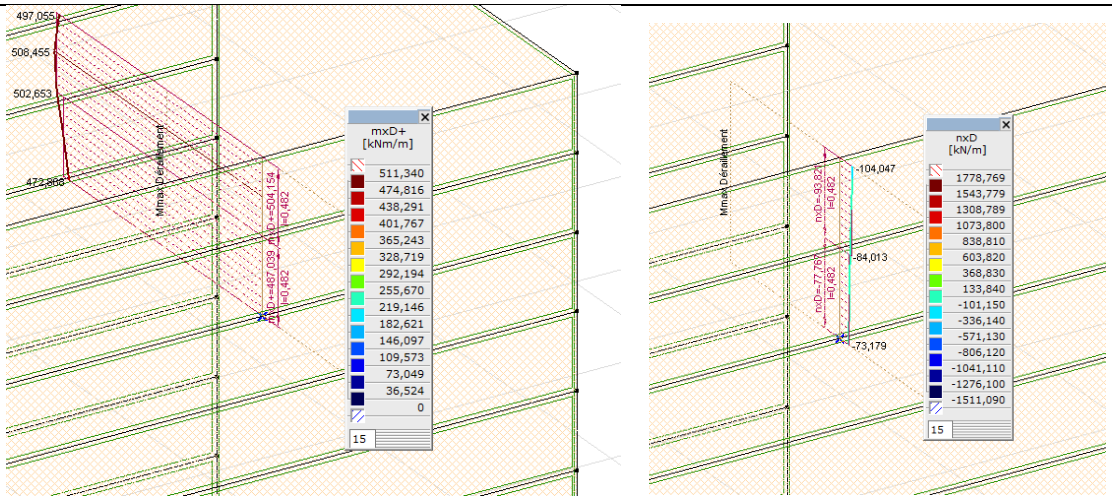


Figure 97: moment répartit mxD+ à gauche et effort axial à droite

$$n = \frac{604.7\ {kNm}/{m}}{496\ {kNm}/{m}} = 1.22 > 1$$

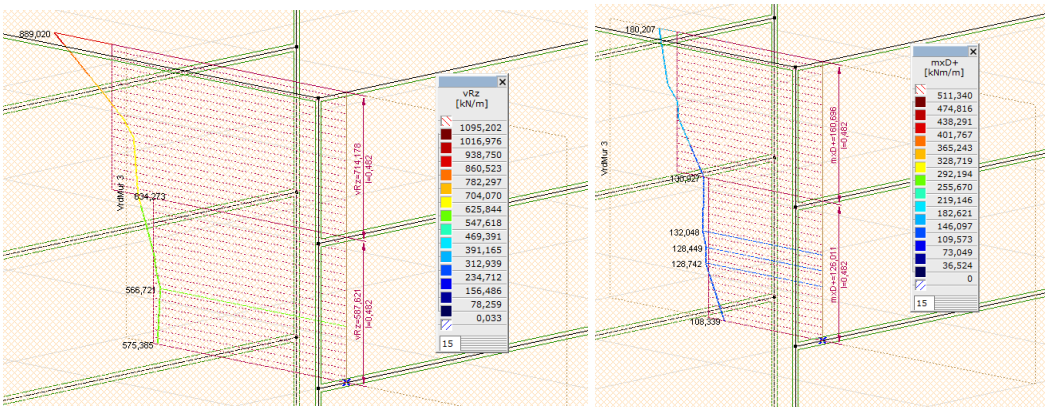


Figure 98: Effort tranchant maximal à gauche et moment de flexion associé

L'effort tranchant maximal observé sur ce mur est de 650.9 kN/m. Le moment de flexion MxD- maximal observé à cet endroit est de 143.35 kNm/m.

La résistance à l'effort tranchant est donnée par :

$$V_{rd} = k_d \tau_{cd} d_v$$

$$d_v = 243mm, \tau_{cd} = 1.1 \frac{N}{mm^2}$$

$$k_d = \frac{1}{1 + \varepsilon_v d k_g}$$

$$k_g = \frac{48}{16 + D_{max}} = \frac{48}{16 + 32} = 1$$

$$\varepsilon_v = \frac{f_{sd}}{E_s} \frac{M_{ed}}{M_{rd}} = \frac{435}{205'000} \frac{143.4}{604.7} = 5 * 10^{-4}$$

$$k_d = \frac{1}{1 + 5 * 10^{-4} * 577 * 1} = 0.78$$

$$V_{rd} = k_d \tau_{cd} d_v = 0.78 * 1.1 * 577 = 495.1\ kN$$

Il est donc nécessaire de mettre en place des armatures d'effort tranchant.

On a ainsi :

$$V_{rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{sd} \cot(\alpha)$$

$$V_{rd,c} = b_w z\, k_c f_{cd} \sin(\alpha) \cos(\alpha)$$

En estimant un écartement des armatures de 150mm, α=45° et z=190.5 mm (selon calcul du moment résistant), on obtient que

$$A_{sw} \geq \frac{V_{Ed,s} * s}{z f_{sd} \cot(\alpha)} = \frac{650.9\ kN * 150mm}{549.5mm * 435\ {}^{N}/_{mm^2} * 1} = 408.5\ {}^{mm^2}/_{m}$$

$$V_{rd,c} = 1000mm * 549.5\ mm * \ 0.55 * 20\ {}^{N}/_{mm^2} * 0.707 * 0.707 = 3021\ kN$$

Ainsi, on peut de mettre en place des armatures d'effort tranchant de Φ8 s150 mm, soit une quantité d'armature de A_{sw}=670 mm^2.

12.4 Etat limite de service

12.4.1 ELS rare

Les éléments de la chambre étants ductiles, il n'y a pas d'exigence à l'ELU rare.

12.4.2 ELS fréquent

Le déplacement observé est inférieur à 5mm. Ainsi, la condition w<L/500=14mm est garantie.

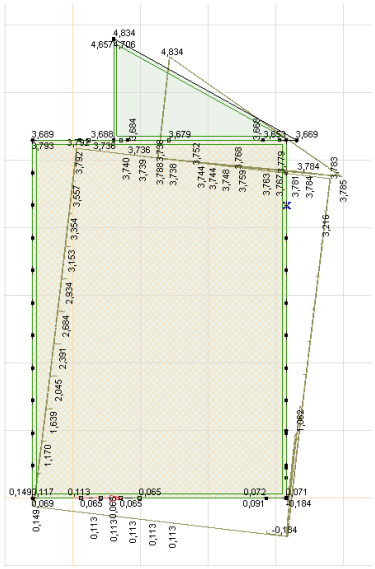


Figure 99: Déplacements calculés

12.4.3 ELS quasi-permanent

Les déplacements sont de l'ordre du millimètre. Ainsi, la condition w<L/300=23.3mm est garantie.

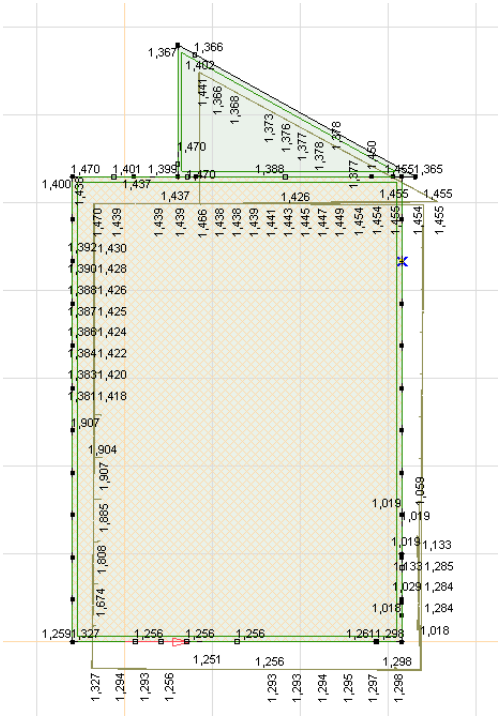


Figure 100: Déplacements calculés

12.4.4 Contrôle de la fissuration

Les exigences sont élevées en termes de contrôle des fissures. Ainsi, lors du cas de charge ELS fréquent, la limite des efforts à admettre dans les barres d'armatures est de 435N/mm²-80N/mm²=355N/mm².

Selon la correction 262-C1 de 2017, la contrainte admissible est corrigée et est proportionnelle à f_{ctm}, les valeurs de la figure 31 étant donnée pour un béton C30/37. Les valeurs peuvent être calculée ainsi aux endroits où l'armature minimale est mise en place :

$$\sigma_{s,adm} = \sqrt{\frac{9E_s f_{ctm} w_{nom}}{\Phi_s}} = \sqrt{\frac{9 * 205000 \frac{N}{mm^2} * 2.9 \frac{N}{mm^2} * 0.2}{18\ mm}} = 243.8\ N/mm^2$$

Les efforts maximaux atteints lors de l'ELS sont les suivants :

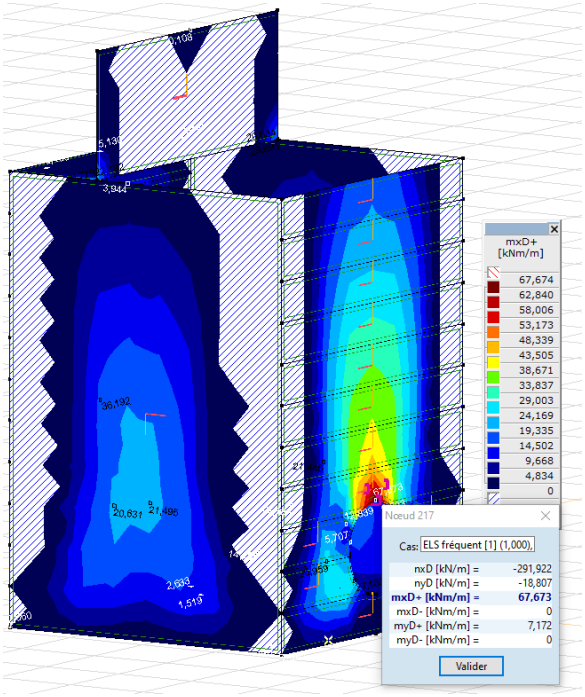


Tableau 15: Efforts internes pour la fissuration, cas fréquent

Les efforts sont obtenus dans le mur 1 à l'ELS fréquent et à l'ELS quasi-permanent.

Ainsi, la contrainte appliquée dans les aciers d'armatures est :

ELS fréquent :

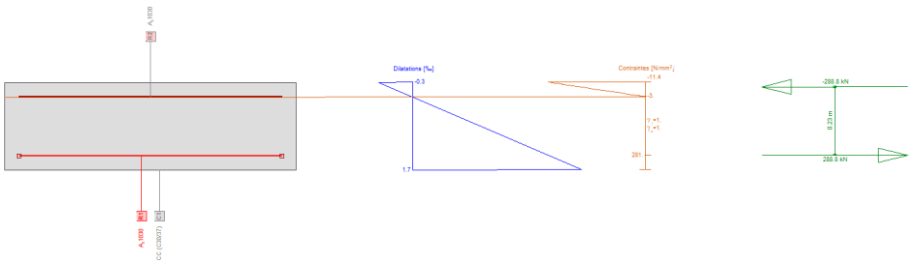


Figure 101: Efforts internes

On a donc la contrainte dans les armatures de σ=281 N/mm²<355 N/mm²=fsd-80 N/mm². Il n'y a donc pas de problèmes d'ouverture de fissure.

12.5 Fatigue

La sécurité structurale à la fatigue est vérifiée lorsque la différence de contrainte dans les armatures en place ne dépasse pas la valeur ci-dessous :

$$\Delta\sigma_{sd,D} = 0.8 * \Delta\sigma_{sd,fat} = 0.8 * 145\ {}^{N}/_{mm^2} = 116\,{}^{N}/_{mm^2}$$

La différence de moment maximale acceptable avec l'armature due au déraillement sur la chambre est de :

$$\Delta M_{Ed} = A_s \Delta\sigma_{sd,D} z$$

$$= 3040mm^2 * 116\,{}^{N}/_{mm^2} * \left(300mm - 40mm - 26mm - \frac{26}{2}mm - \frac{17.6}{2}mm\right)$$

$$\Delta M_{Ed} = 74.8\ \text{kNm}$$

La plus grosse différence de moment est de 10 kNm. La différence de contrainte est donc de :

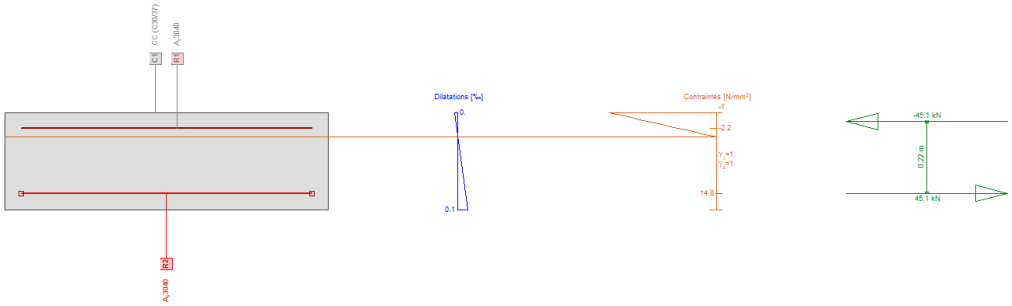


Figure 102: Efforts internes

Ainsi, la contrainte maximale est de 14.8 N/mm^2<116 N/mm^2.

12.6 Connection entre la PAB et la chambre sud

Pour les détails de la connexion entre la PAB et le mur de la chambre sud, voir la note de calcul du dossier spécifique à la PAB, document 12.904.04.

Les efforts sur le mur sont les suivants :

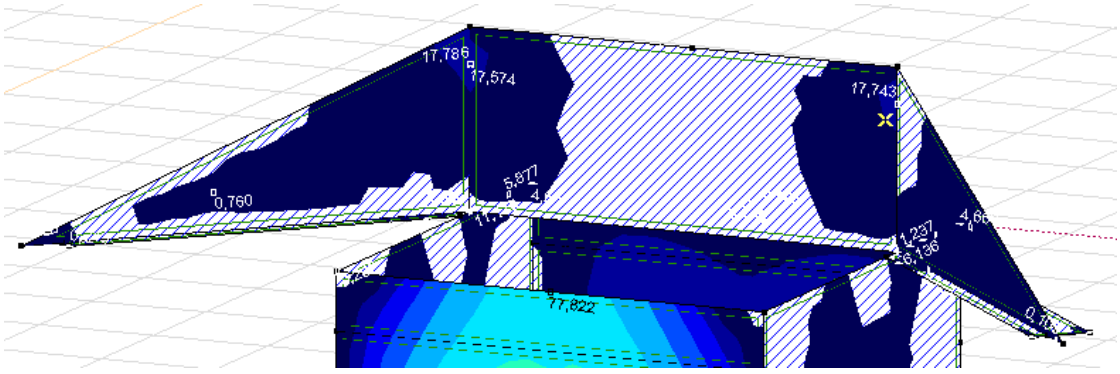


Figure 103: mxD+

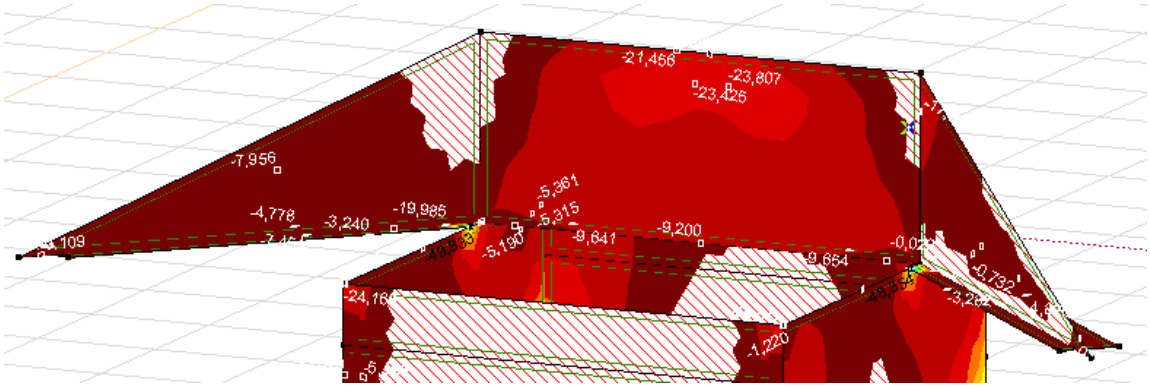


Figure 104: mxD-

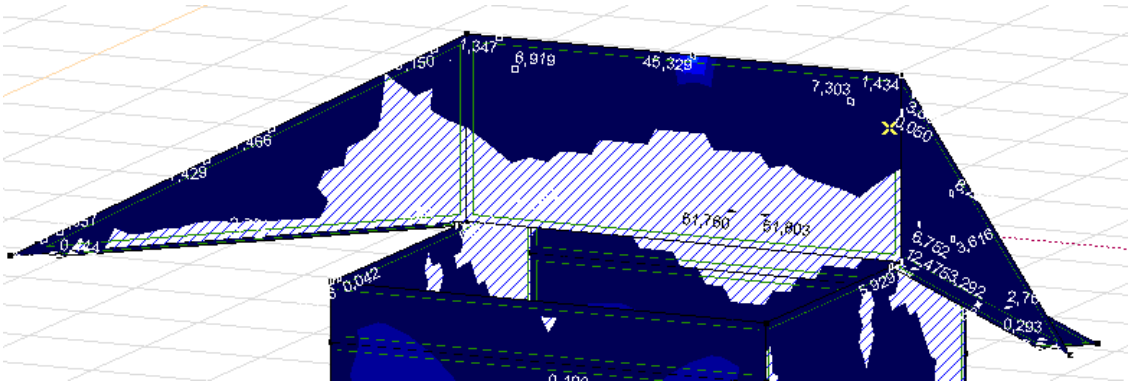


Figure 105: myD+

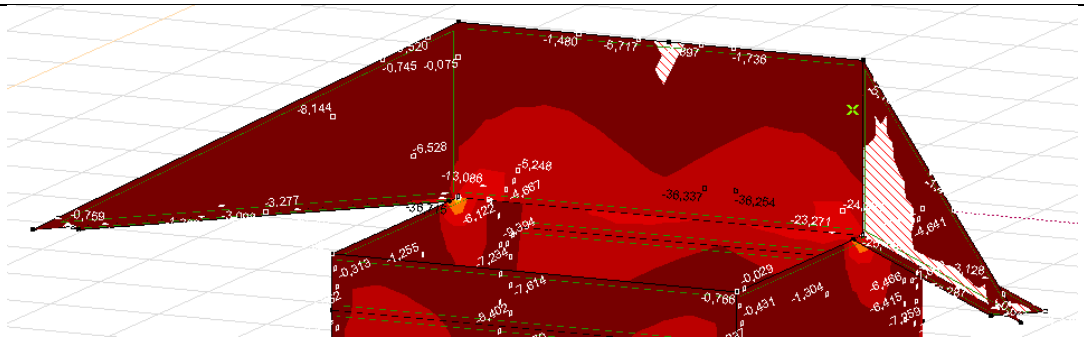


Figure 106: myD-

Ainsi, le moment de flexion maximal est à l'endroit de la connexion avec la PAB, soit un moment de myD+=45.3 kNm/m. Ce moment est significativement plus faible que le moment dû à l'armature minimale de 219.6 kNm/m.

12.7 Poussée d'Archimède

Dans le cas où la chambre serait entourée d'eau, il est nécessaire de s'assurer que la chambre ne monte pas. La poussée d'Archimède étant dépendante du volume d'eau déplacé, on obtient :

$$A = 16.9\,m^2$$

$$Q_{eau} = l\gamma_w A = 4.05m * 10\ {}^{kN}/_{m^3} * 16.9\,m^2 = 685\,kN$$

Pour le volume de béton mis en place, on obtient :

$$V = 2 * 21.6m^2 * 0.3m + 6.5m^2 * 0.3m = 35.39m^3$$

Ainsi, le poids du béton est de

$$G_{béton} = 35.39m^3 * 25\ {}^{kN}/_{m^3} = 884.75\,kN$$

En prenant le poids du sol au-du béton, on obtient :

$$G_{sol} = 1.2m * 4.05m * 1.5m * 20\ {}^{kN}/_{m^3} = 145.8\,kN$$

Ainsi, la charge totale est de :

$$G_{total} = 884.8\,kN + 145.8\,kN = 1030.6\,kN$$

On a ainsi :

$$\gamma_{sup} Q_{eau} = 1.2 * 685\,kN = 822\,kN < \gamma_{inf} G_{total} = 0.9 * 1030\,kN = 927kN$$

Ainsi, il n'y a pas de problème dû à la poussée d'Archimède

13 Chambre nord Etat final

La chambre nord a la même profondeur que la chambre sud. Actuellement, aucun train ne circule suffisamment proche pour exercer une influence sur la chambre. Cependant, le projet de 4e voie implique de vérifier si la chambre résistera aux efforts induits par les charges ferroviaires.

La vérification se fera ainsi en deux phases : durant la première phase, la chambre sera modélisée avec les charges prévues avant la construction de la 4e voie. Durant la seconde phase, on reprendra les vérifications faites pour la chambre sud, et on reprendra la même épaisseur de chambre. Ainsi, seul le cas de charge avec le bâtiment de service sera vérifié.

13.1 Armature minimale

Les exigences étant identiques entre la chambre sud et la chambre nord, on utilisera le même taux d'armature, soit des Φ22, e150mm. Cela nous donne ainsi la résistance suivante :

$$x_{pl} = \frac{A_s f_{sd}}{b f_{cd}} = \frac{2530 * 435}{1000 * 20} = 55\ mm$$

Pour la première direction :

$$M_{rd} = A_s f_{sd} d = 2530 * 435 * \left(300 - 40 - \frac{22}{2} - \frac{55}{2}\right) = 243.8\ kNm/m$$

Pour la seconde direction :

$$M_{rd} = A_s f_{sd} d = 2530 * 435 * \left(300 - 40 - 22 - \frac{22}{2} - \frac{55}{2}\right) = 219.6\ kNm/m$$

Dans la partie vers le bâtiment de service, on augmente la dimension du mur, ce qui nous donne une épaisseur de 75cm. Le moment résistant que cela apporte est donc :

Pour la première direction :

$$M_{rd} = A_s f_{sd} d = 2530 * 435 * \left(750 - 40 - \frac{22}{2} - \frac{55}{2}\right) = 739\ kNm/m$$

Pour la seconde direction :

$$M_{rd} = A_s f_{sd} d = 2530 * 435 * \left(750 - 40 - 22 - \frac{22}{2} - \frac{55}{2}\right) = 649.5\ kNm/m$$

13.2 Vérification du couvercle de la chambre nord

13.2.1 Etat limite ultime type 2

Le couvercle de la chambre va devoir reprendre les efforts suivants :

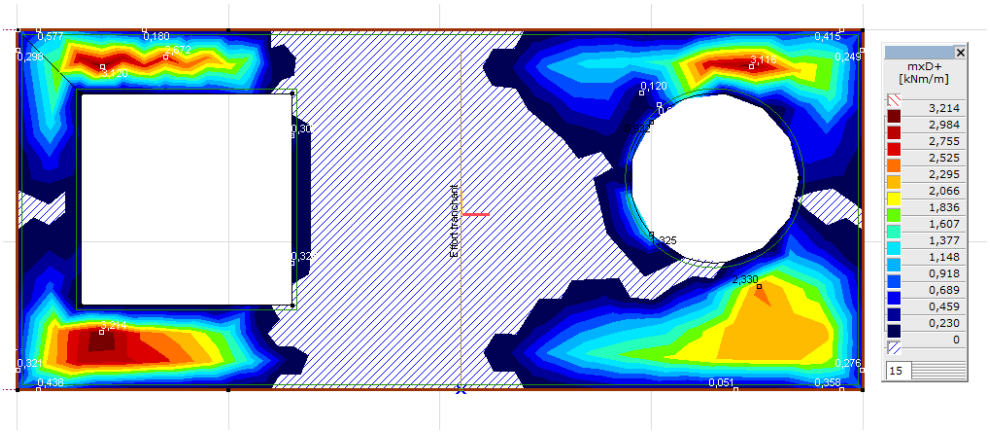


Figure 107: mxD+

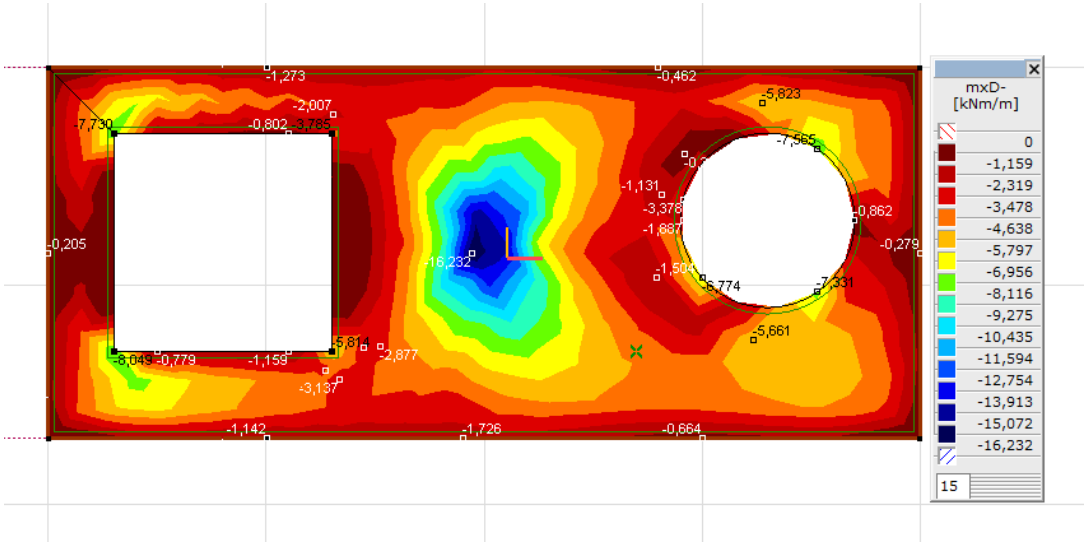


Figure 108: mxD-

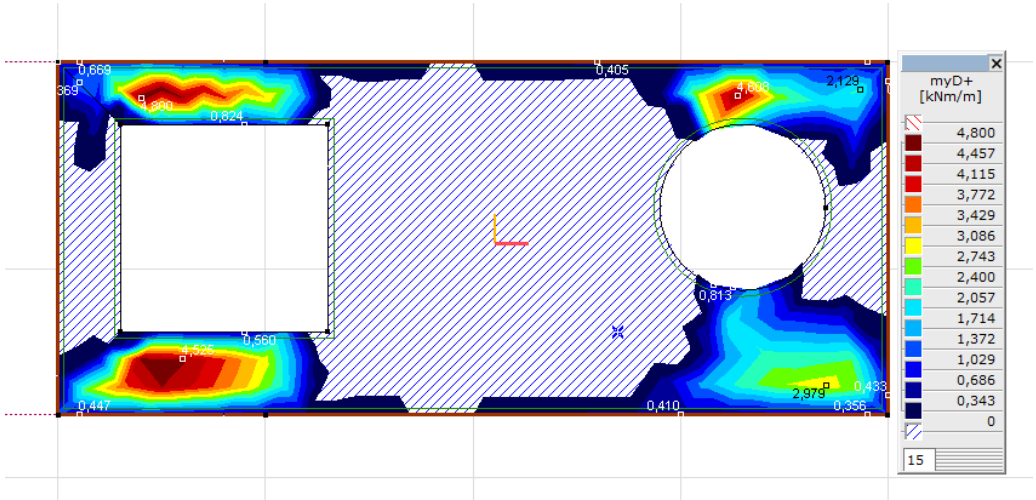


Figure 109: myD+

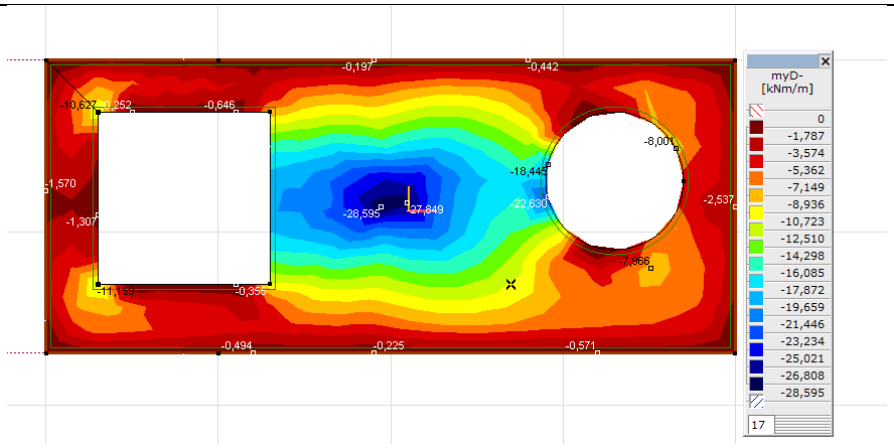


Figure 110:myD-

Ainsi, avec l'armature minimale calculée pour la chambre sud, le moment résistant de 219.6 kNm est plus que suffisant pour reprendre ces charges.

L'effort tranchant maximal est de :

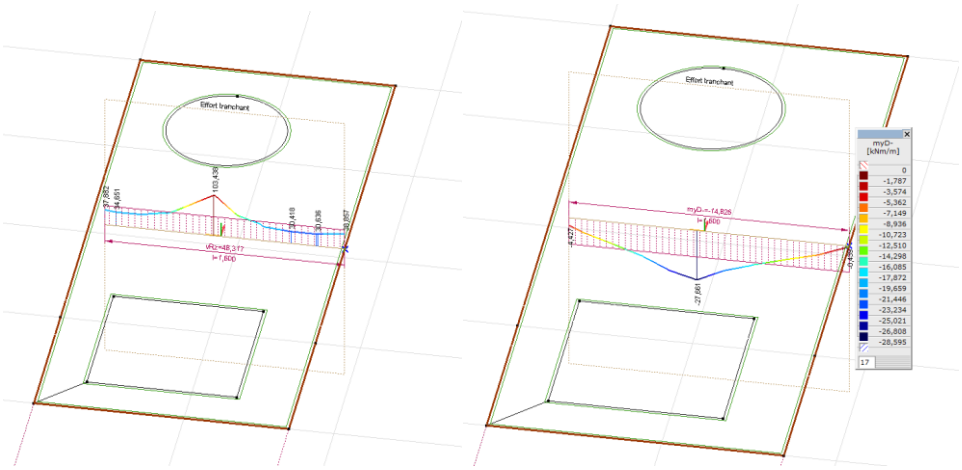


Figure 111: Effort tranchant maximal à gauche et moment associé à droite

On obtient ainsi la charge de dimensionnement suivante : Ved=48.3 kN/m. Le moment de flexion associé est de Med=14.83 kNm/m.

On a la vérification suivante :

$$V_{rd} = k_d \tau_{cd} d_v$$

$$d_v = 263mm, \tau_{cd} = 1.1 \frac{N}{mm^2}$$

$$k_d = \frac{1}{1 + \varepsilon_v d k_g}$$

$$k_g = \frac{48}{16 + D_{max}} = \frac{48}{16 + 32} = 1$$

$$\varepsilon_v = \frac{f_{sd}}{E_s} \frac{M_{ed}}{M_{rd}} = \frac{435}{205'000} \frac{14.8}{219.6} = 1.4 * 10^{-4}$$

$$k_d = \frac{1}{1 + 1.4 * 10^{-4} * 227 * 1} = 0.97$$

$$V_{rd} = k_d \tau_{cd} d_v = 0.97 * 1.1 * 227 = 242.2\ kN$$

Ainsi, il n'y a pas de problèmes d'efforts tranchants.

13.2.2 Etat limite de service

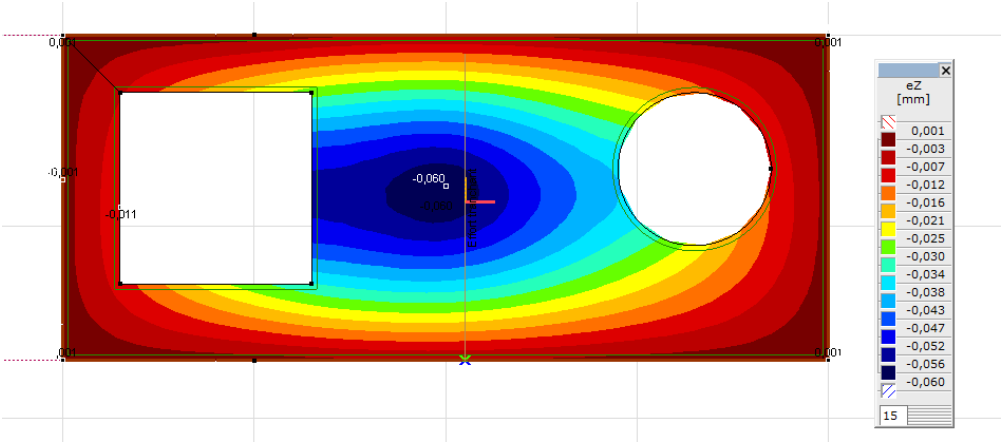


Figure 112: Déplacement vertical

Le déplacement vertical étant négligeable, l'état limite de service est garanti.

13.2.3 Fatigue

La sécurité structurale à la fatigue est vérifiée lorsque la différence de contrainte dans les armatures en place ne dépasse pas la valeur ci-dessous :

$$\Delta\sigma_{sd,D} = 0.8 * \Delta\sigma_{sd,fat} = 0.8 * 145\ {}^{N}/_{mm^2} = 116\ {}^{N}/_{mm^2}$$

L'effort de flexion maximal observé est de 16.3 kNm. Ainsi, on obtient les efforts suivants dans les armatures :

Sollicitations

No	AP	P	Flexion et effort normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Effort tranchant et torsion V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	Remarques -
1	!ELS		0	16,3	0				

Paramètres d'analyse !ELS Norme: SIA

ID	σ-ε-Diagramme c	s	Déf. limite ε_{c1d} [‰]	ε_{c2d} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm²]	Facteurs de résistance γ_c [-]	γ_s [-]	Divers α [-]	φ [-]
!ELS	1/0	1				200.	1.	1.	45.	0.

Contraintes et dilatations extrêmes

Nom	Classe	y_q [m]	z_q [m]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
C1	C30/37	1.	0.3	-0.1	-2.	1.00
C1	C30/37	1.	0.	0.2	0.	1.00
R2	B500B	0.95	0.25	0.	-3.3	1.00
R1	B500B	0.95	0.05	0.2	34.4	1.00

Contraintes calculées dans la section homogène (matériau linéaire)

Nom	Pondération	y_q [m]	z_q [m]	σ_{elas} [N/mm²]	
C1	1.	1.	0.3	-1.1	
C1	1.	1.	0.	1.1	

État au dernier pas d'itération

Efforts intérieurs N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Élongation et courbures ε_x [‰]	χ_y [km⁻¹]	χ_z [km⁻¹]	Rigidités N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm²]	M_z/χ_z [kNm²]
0.	16.3	0.	0,1	0,9	-0,0	455.44	18062.89	24.76

☐ Efforts internes comme un couple de forces :
☐ Calcul des fissures

Tableau 16: Efforts dans les armatures

Ainsi, il n'y a pas de problème de fatigue.

13.3 Vérification de la chambre

13.3.1 Etat limite ultime type 2

Les efforts maximaux observés dans la chambre sont :

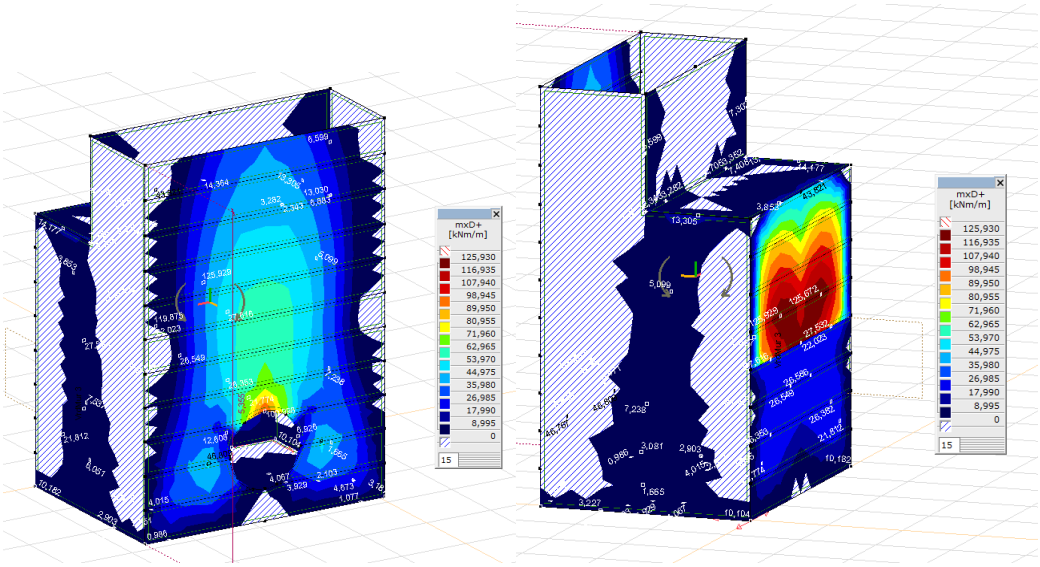


Figure 113: mxD+

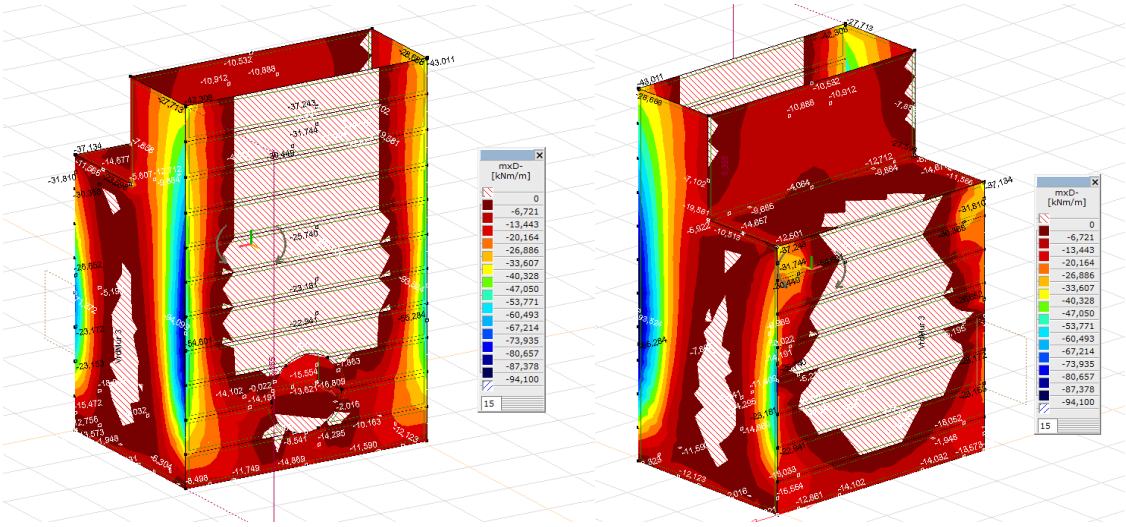


Figure 114: mxD-

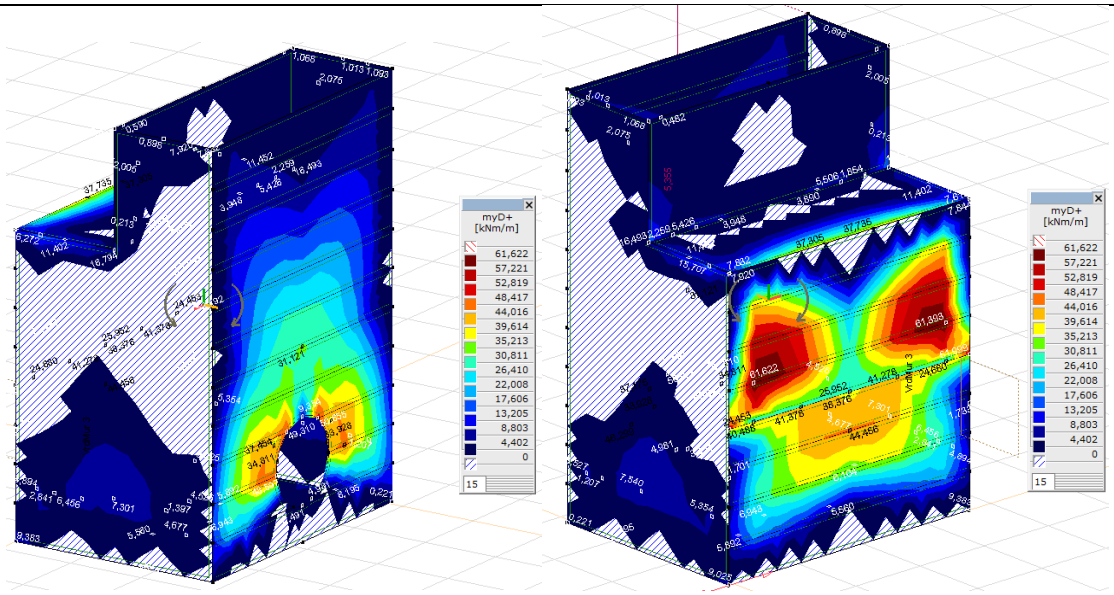


Figure 115: myD+

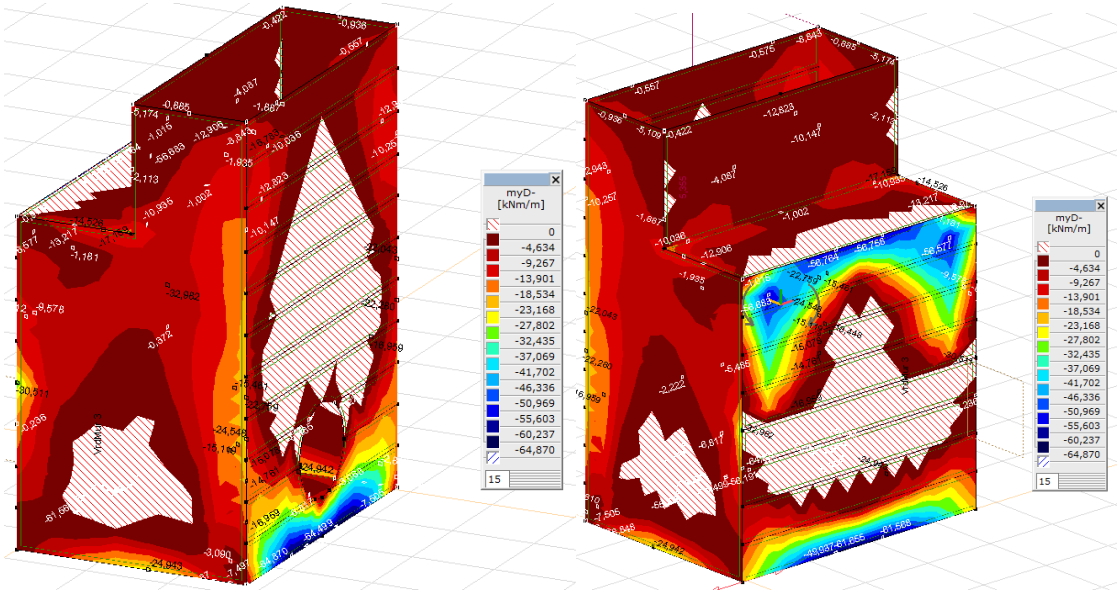


Figure 116: myD-

Ainsi, le moment maximal est mxD+ avec 125.9 kNm/m. Ainsi, le moment est plus faible que la résistance donnée par l'armature minimale calculée pour la chambre sud, soit 219.6 kNm/m.

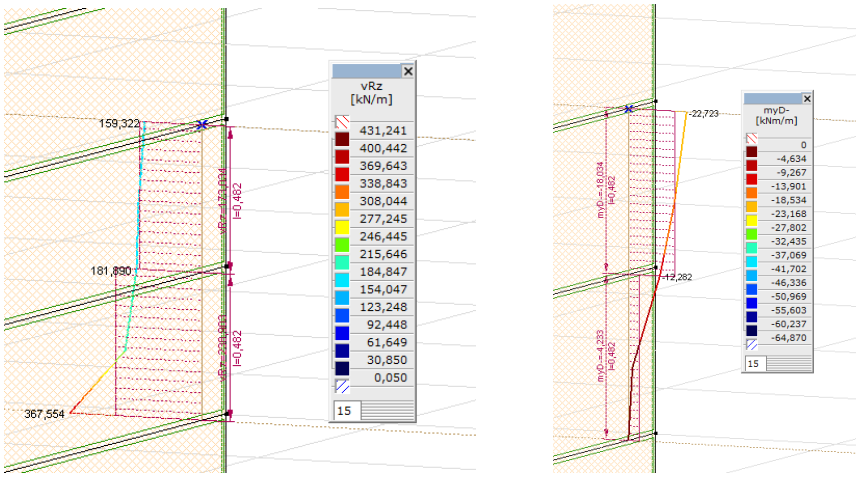


Figure 117: Effort tranchant maximal à gauche et moment associé à droite

L'effort tranchant a été mesuré à une distance de dv/2. On obtient ainsi la charge de dimensionnement suivante : Ved=206 kN/m. Le moment de flexion associé est de Med=18 kNm/m.

On a la vérification suivante :

$$V_{rd} = k_d \tau_{cd} d_v$$

$$d_v = 263mm, \tau_{cd} = 1.1 \frac{N}{mm^2}$$

$$k_d = \frac{1}{1 + \varepsilon_v d k_g}$$

$$k_g = \frac{48}{16 + D_{max}} = \frac{48}{16 + 32} = 1$$

$$\varepsilon_v = \frac{f_{sd}}{E_s} \frac{M_{ed}}{M_{rd}} = \frac{435}{205'000} \frac{18}{219.6} = 1.7 * 10^{-4}$$

$$k_d = \frac{1}{1 + 1.7 * 10^{-4} * 227 * 1} = 0.96$$

$$V_{rd} = k_d \tau_{cd} d_v = 0.96 * 1.1 * 227 = 239.7\ kN$$

Ainsi, il n'y a pas besoin d'armature d'effort tranchant.

Dans le cas de la mise en place du trafic ferroviaire sur la quatrième voie, dont la distance à la chambre n'est pas connue précisément, on pourra obtenir des efforts similaires aux charges à l'ELU pour la chambre sud. Ainsi, avec l'armature minimale pour garantir l'étanchéité, soit une résistance à la flexion de 219.6 kNm/m, il sera amplement possible de reprendre la charge maximale de flexion observée de 197 kNm/m.

13.3.2 Etat limite de service

La déformation verticale est suffisamment faible pour que le cas de figure w<l/350 est garanti. Les exigences sont élevées en termes de contrôle des fissures. Ainsi, lors du cas de charge ELS fréquent, la limite des efforts à admettre dans les barres d'armatures est de 435N/mm^2-80N/mm^2=355N/mm^2, et de 219N/mm^2 dans le cas de charge ELS quasi-permanent, selon la figure 31 de la SIA 262.

Selon la correction 262-C1 de 2017, la contrainte admissible est corrigée et est proportionnelle à f_{ctm}, les valeurs de la figure 31 étant donnée pour un béton C30/37. Les valeurs peuvent être calculée ainsi :

$$\sigma_{s,adm} = \sqrt{\frac{9E_s f_{ctm} w_{nom}}{\Phi_s}} = \sqrt{\frac{9 * 210000 \frac{N}{mm^2} * 3.2 \frac{N}{mm^2} * 0.2}{14\ mm}} = 293.9\ \frac{N}{mm^2}$$

Charge	ELS fréquent	ELS quasi-permanent
Med	15 kNm/m	11.3 kNm/m
Ved	44.3 kN/m	32.1 kN/m
Ned	0	0

Tableau 17: Efforts internes

On a ainsi que :

ELS fréquent : σ=62.6 N/mm^2<355 N/mm^2 donc pas de problèmes de fissuration

ELS quasi-permanent : σ=47.2 N/mm^2<293.9 N/mm^2 donc pas de problèmes de fissuration.

Le déplacement observé est le suivant :

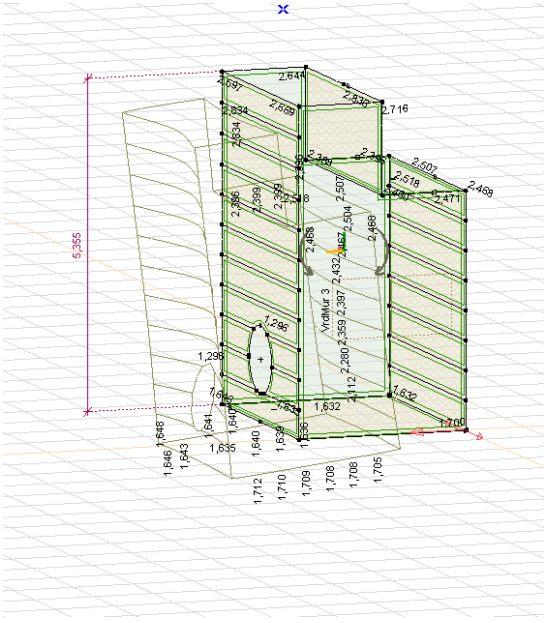


Figure 118: Déplacement à l'ELS fréquent

Ainsi, le déplacement est inférieur à la limite de l/500=10.8mm.

13.3.3 Fatigue

La sécurité structurale à la fatigue est vérifiée lorsque la différence de contrainte dans les armatures en place ne dépasse pas la valeur ci-dessous :

$$\Delta\sigma_{sd,D} = 0.8 * \Delta\sigma_{sd,fat} = 0.8 * 145\ {}^{N}/_{mm^2} = 116\ {}^{N}/_{mm^2}$$

Les contraintes limites obtenues dans les différentes parties de la structure sont :

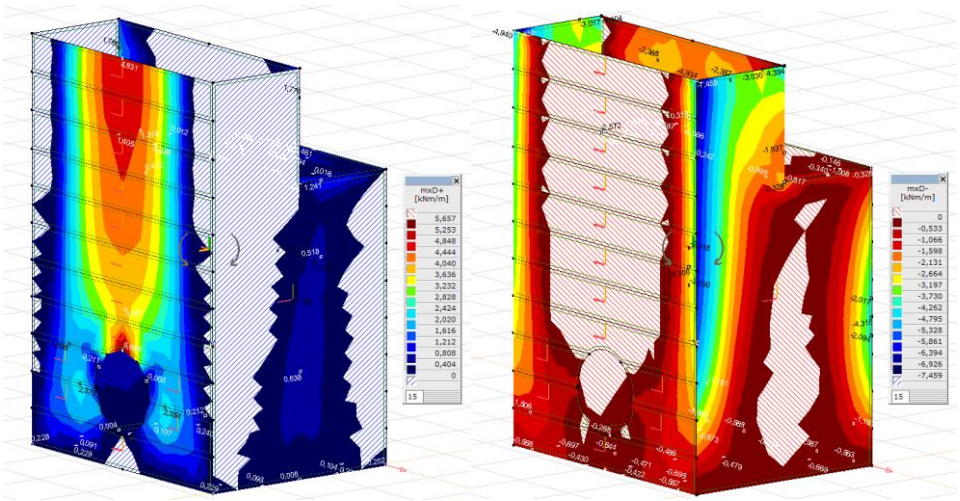


Figure 119: mxD+ à gauche et mxD- à droite

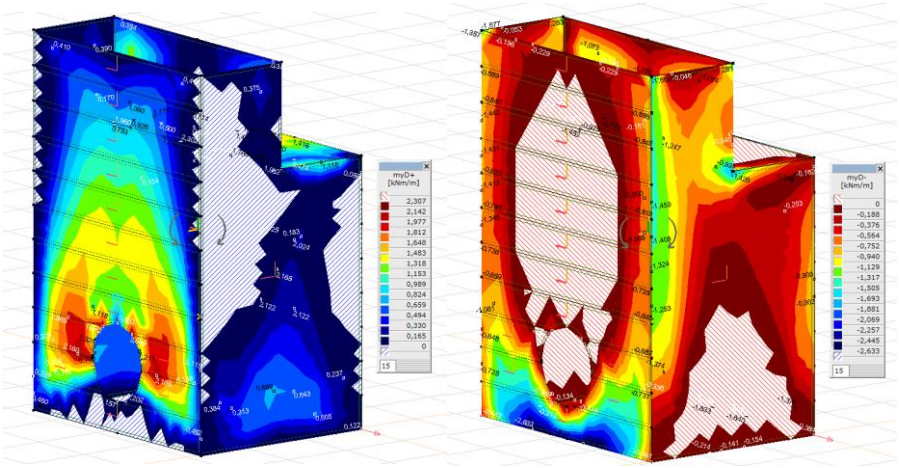


Figure 120: myD+ à gauche et myD- à droite

Ainsi, la vérification la plus critique est :

ΔM=7.5 kNm

En modélisant la structure sur Fagus, on obtient, avec la quantité minimale d'armature, une contrainte de :

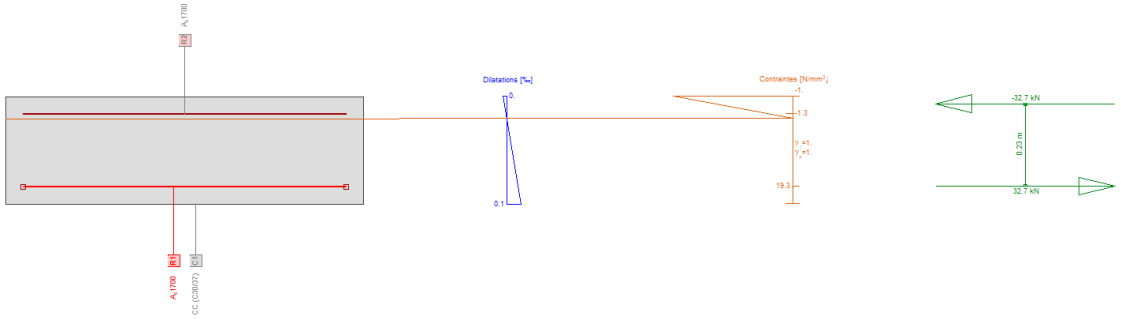


Figure 121: Contraintes à la fatigue

Il n'y a ainsi pas de problèmes de fatigue.

13.3.4 Poussée d'Archimède

Dans le cas où la chambre serait entourée d'eau, il est nécessaire de s'assurer que la chambre ne monte pas. La poussée d'Archimède étant dépendante du volume d'eau déplacé, on obtient :

$$A = 11.2\ m^2$$

$$Q_{eau} = l\gamma_w A = 4.05m * 10\ {}^{kN}/_{m^3} * 11.2\ m^2 = 453.6\ kN$$

Pour le volume de béton mis en place, on obtient :

$$V = 2 * 13m^2 * 0.3m + 2 * 3.45m * 5.35m * 0.3m + 1m * 3.45m * 0.3m = 19.9m^3$$

Ainsi, le poids du béton est de

$$G_{béton} = 19.9m^3 * 25\ {}^{kN}/_{m^3} = 497.5\ kN$$

En prenant le poids du sol au-du béton, on obtient :

$$G_{sol} = 1m * 4.05m * 1.5m * 20\ {}^{kN}/_{m^3} = 121.5\ kN$$

Ainsi, la charge totale est de :

$$G_{total} = 121.5\ kN + 497.5\ kN = 619\ kN$$

On a ainsi :

$$\gamma_{sup} Q_{eau} = 1.2 * 453.6\ kN = 544.3\ kN < \gamma_{inf} G_{total} = 0.9 * 619\ kN = 557.1\ kN$$

Ainsi, il n'y a pas de problème dû à la poussée d'Archimède

14 Signatures

Auteur du projet :	Date	Signature
Nom : IUB Engineering SA		
Responsable : Aimé Morel		
Rue : Rte André Piller 33a		
Lieu : 1762 Givisiez	…….	……..

Auteur du projet :	Date	Signature
Nom : IUB Engineering SA		
Responsable : Emilie Simonin		
Rue : Rte André Piller 33a		
Lieu : 1762 Givisiez	…….	……..

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

12.201.06

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud
Commune : Prangins

Echelle	Format
-	A4

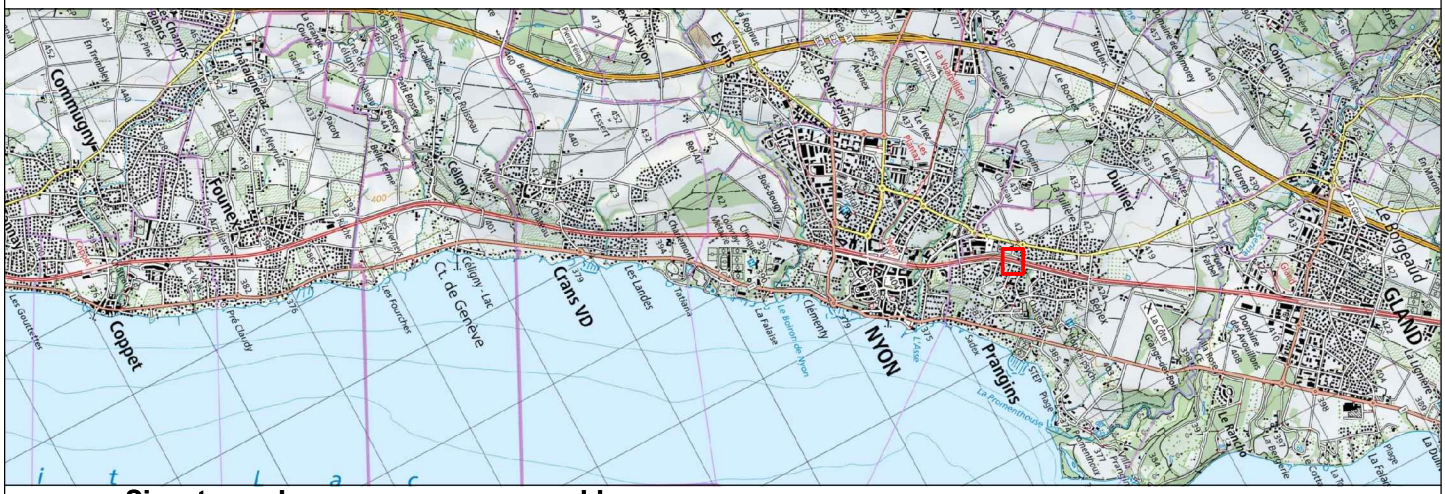
N° Plan
-

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Traversée principale

NOTE DE CALCUL - TRAVERSEE



Signatures des personnes responsables :
A1. ☒ Signatures originales dans le document B. ○ Signature ci dessous
Ci-dessous :
A2. ☒ Signatures des personnes pro forma

CFF SA
Infrastructure Projets

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

Groupement IUB-IM

Aimé Morel
Auteur de projet

IM Engineering | IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	08.05.2024	mge	mo		Version initiale
2	08.10.2024	mge	mo		Selon retour expertise
3	05.12.2024	mge	mo		Selon retour expertise
4	02.07.2025	mge	mo		Selon retour SIOP

Table des matières

1	**Introduction**	**3**
2	**Résumé**	**3**
3	**Bases générales**	**4**
3.1	Normes	4
3.2	Logiciels	4
3.3	Bases relatives au projet	4
4	**Géologie et hydrogéologie**	**5**
4.1	Géologie	5
4.2	Hydrogéologie	5
5	**Matériaux**	**6**
5.1	Béton	6
5.2	Acier d'armature passive	6
6	**Actions**	**7**
6.1	Actions permanentes	7
6.2	Actions variables	8
6.2.1	Trafic ferroviaire, charges verticales	8
6.2.2	Trafic ferroviaire, charges horizontales	9
6.3	Action accidentelle : déraillement	9
6.4	Action accidentelle : séisme	11
6.5	Combinaison de charge	11
7	**Modélisation**	**13**
8	**Vérification à l'ELU**	**14**
8.1	Armature minimale	14
8.2	Résultats	15
8.3	Vérification à l'interaction N+M	15
8.4	Vérification à l'effort tranchant	18
9	**Vérification à la fatigue**	**20**
10	**Cas de charge déraillement**	**22**
11	**Etat limite de service**	**23**
11.1	ELS quasi-permanent	23
11.2	ELS fréquent	24
11.3	Poussée d'Archimède	25
12	**Principe d'armature**	**25**
13	**Signatures**	**26**

1 Introduction

Afin de mettre en place le nouvel enclanchement de Nyon, une traversée de câbles doit être mise en place. Elle se composera d'une conduite en béton de diamètre nominal de 800mm, et d'un diamètre extérieur de 1090mm, ce qui permettra la traversée de 13 PE 150. Elle sera remplie de béton ou ciment, ce qui accentue sa rigidité.

Cette note de calcul sera utilisée pour les différentes vérifications liées au tube utilisés.

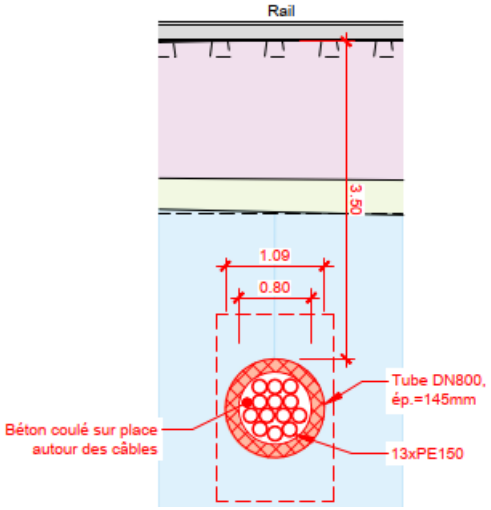


Figure 1: Profil type de la traversée

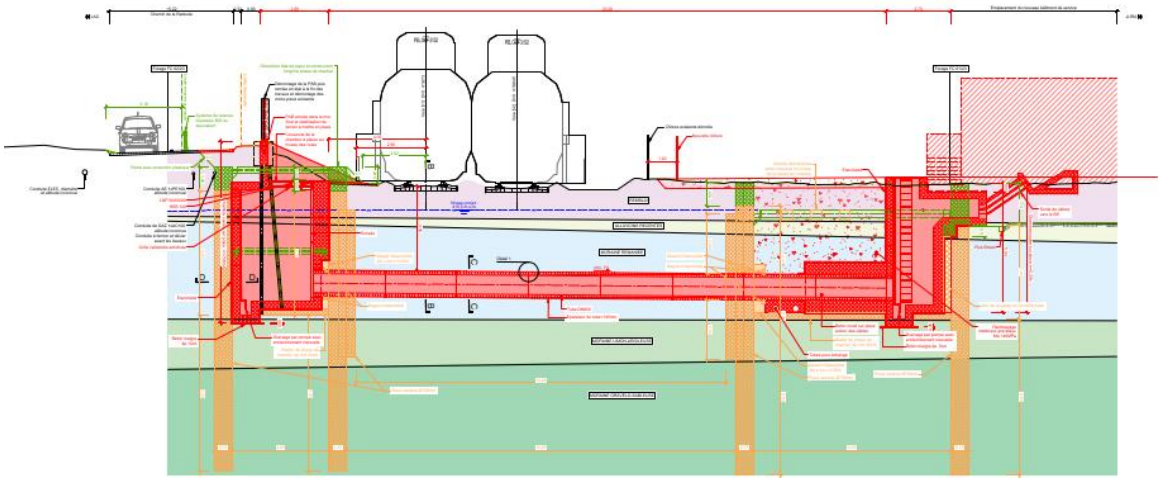


Figure 2: Profil en long de la traversée principale

2 Résumé

Cas de charge	Paramètres	Commentaire
ELU	Epaisseur : 145mm Armature : 26 Φ10	L'épaisseur du tube est une épaisseur standard de tubes pour microtunnelier de diamètre nominal de 800mm

Tableau 1:Cas de charge déterminant et épaisseur requise

3 Bases générales

3.1 Normes

Les normes suivantes ont été utilisés comme base pour les vérifications statiques :

- SIA 260 Bases pour l'élaboration des projets de structures porteuses, 2003
- SIA 261 Actions sur les structures porteuses, 2020
- SIA 261/1 Actions sur les structures porteuses, Spécifications complémentaires, 2020
- SIA 262 Construction en béton, 2013
- SIA 262/1 Construction en béton-Spécifications complémentaires, 2013
- SIA 263 Construction en acier, 2013
- SIA 263/1 Construction en acier-Spécifications complémentaires, 2013
- SIA 267 Géotechnique, 2013
- SIA 267/1 Géotechnique-Spécifications complémentaires, 2013
- SN EN 1993-1-4 Eurocodes 3 Calcul des structures en acier partie 1-4 : Règles générales-Règles supplémentaires pour les aciers inoxydables

3.2 Logiciels

- Larix 9
- Fagus 9
- Statik 9
- AxisVM X7

3.3 Bases relatives au projet

Rapport géotechnique, GEOTEST, 06.02.2024

Rapport géotechnique, GEOTEST, 07.10.2024

Plan de la traversée

4 Géologie et hydrogéologie

4.1 Géologie

Une étude géologique a été réalisée entre 2023 et 2024. L'emplacement des deux forages est indiqué sur le plan suivant :

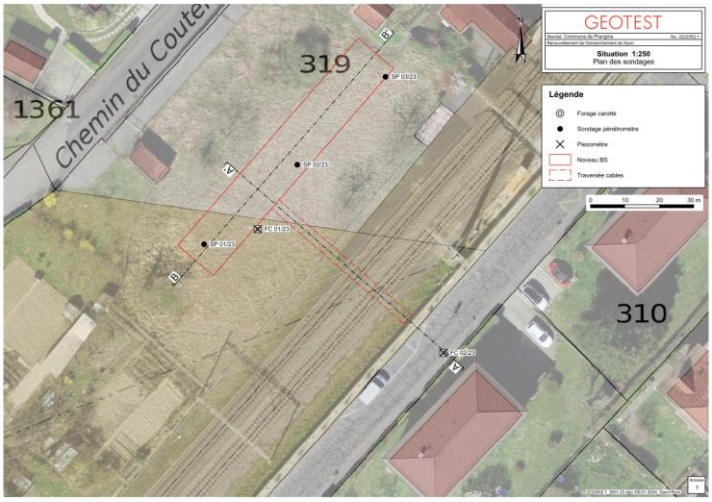


Figure 3: Position des forages géologiques

Les deux forages sont ainsi dans la proximité immédiate du lieu où la traversée sera effectuée. Les résultats de cette analyse ont donné les résultats suivants, avec entre parenthèses les valeurs maximales et minimales, et les valeurs estimées probables.

Géologie	Poids volumique apparent [kN/m^3]	Angle de frottement [°]	Cohésion c' [kPa]
Remblais	20 (19-21)	30 (29-32)	0
Alluvions récentes	22 (21.5-322.5)	31 (29-33)	0 (0-1)
Moraine remaniée	20.5 (19.5-22)	31 (29-33)	2 (0-5)
Moraine limono-argileuse	21.5 (21-22)	33 (32-34)	10 (8-12)
Moraine gravelo-sableuse	24 (23.5-24)	35 (34-36)	9 (8-10)

Tableau 2: Résumé géologique

4.2 Hydrogéologie

Le niveau d'eau le plus haut a été mesuré le 9 janvier 2024 aux deux forages, avec un niveau d'eau à une hauteur d'eau à 414.9m, soit 1.7m en dessous de la surface. La traversée sera ainsi dans la nappe d'eau. La hauteur d'eau recommandée pour le projet est de 415.5m, soit 2.6m au-dessus de la traversée.

La pression hydraulique sera prise en compte pour la charge mise en place sur la traversée.

5 Matériaux

5.1 Béton

Selon la SIA 262, les valeurs de calculs pour le béton du tube sont les suivants :

Type	Résistance à la compression f_{cd} [N/mm^2]	Limite d'écoulement τ_{cd} [N/mm^2]	Module d'élasticité E_s [N/mm^2]
C30/37	20	1.1	33'000

Tableau 3: Type de béton utilisé

Caractéristiques du béton pour le tube :

- Classe d'exposition : XC4, XF2
- Type de béton admis pour la vérification statique : C30/37
- Type de béton admis pour la construction de la traversée : C50/60
- Diamètre maximal du granulat : D_{max} 16

La résistance finale du tube sera plus élevée. Cependant, les valeurs admises ici sont conservatrices.

5.2 Acier d'armature passive

Selon la SIA 262, l'acier d'armature aura les caractéristiques suivantes :

Type	f_{sk}	f_{sd}	ε_{ud}	E_s
B500B	500 N/mm^2	435 N/mm^2	0.045 %	205'000N/mm^2

Tableau 4: Paramètres d'acier d'armature

6 Actions

6.1 Actions permanentes

Les actions permanentes dans le dossier sont le poids propre des matériaux et du sol, la poussée d'eau et le poids propre du matériel ferroviaire.

Les paramètres du sol sont indiqués dans le chapitre précédent.

Le ballast ayant une densité moindre au sol, un modèle simplifié dans lequel toute la hauteur sera modélisé par du terrain sera utilisé.

La traversée à câbles se situe à 3.5m en dessous des voies. En prenant en compte le terrain avoisinant, ainsi que la surcharge due au matériel ferroviaire, on modéliser le sol comme étant à 3.8m de la traversée. Ainsi, la charge déjaugée de terrain qui s'applique au sommet de la traversée est de :

$$q_{sol,sup} = 1m * 20\ {}^{kN}/_{m^3} + 0.3m * \left(20\,{}^{kN}/_{m^3} - 10\ {}^{kN}/_{m^3}\right) + 0.4m * (22\,{}^{kN}/_{m^3} - 10\ {}^{kN}/_{m^3}) + 1.8m * (20.5\,{}^{kN}/_{m^3} - 10\ {}^{kN}/_{m^3}) = 64.7\ kN/m^2$$

La pression horizontale est celle de la pression au repos, soit

$$q_{h,sup} = K0\ q_{sol} = 0.5 * 64.7\ {}^{kN}/_{m^2} = \ 32.4\ {}^{kN}/_{m^2}$$

Le bas du tube se trouvant à 1.1m en dessous du tube, on trouve ainsi les charges verticales et horizontales suivantes :

$$q_{sol,inf} = 1m * 20\ {}^{kN}/_{m^3} + 0.3m * \left(20\,{}^{kN}/_{m^3} - 10\ {}^{kN}/_{m^3}\right) + 0.4m * (22\,{}^{kN}/_{m^3} - 10\ {}^{kN}/_{m^3}) + 2.9m * (20.5\,{}^{kN}/_{m^3} - 10\ {}^{kN}/_{m^3}) = 76.3\ {}^{kN}/_{m^2}$$

La pression horizontale est celle de la pression au repos, soit

$$q_{h,inf} = K0\ q_{sol} = 0.5 * 76.3\,{}^{kN}/_{m^2} = \ 38.2\ {}^{kN}/_{m^2}$$

Pour calculer la pression d'eau sur la traversée, la nappe se situe à une hauteur de 2.6m au-dessus de la canalisation. Ainsi, la pression d'eau sur la traversée sera entre 26 kN/m^2 et 37 kN/m^2.

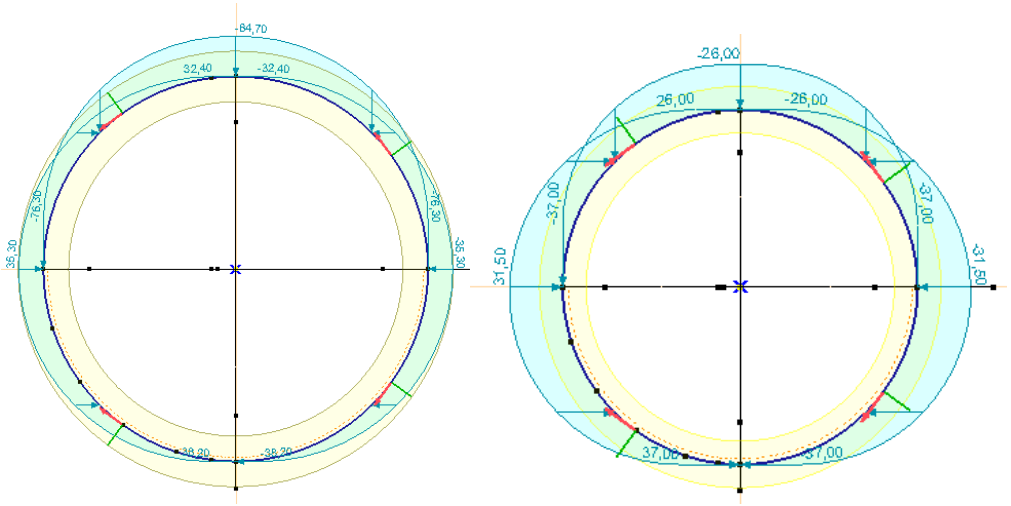


Figure 4: Charges due à la pression du sol à gauche, et de l'eau à droite

6.2 Actions variables

6.2.1 Trafic ferroviaire, charges verticales

Les actions variables considérées dans ce projet sont les charges ferroviaires. Comme les traverses sont légèrement plus basses que le niveau du terrain, la distance entre la traversée et les charges ferroviaires est de 3.5m.

Pour le trafic ferroviaire, le modèle de charge 1 sera pris en compte, avec comme vérification la charge concentrée qui sera répartie sur une distance de 1.6m. Ainsi, on trouve une charge de 156.25 kN/m. Cette charge se répartit sur une largeur de 2.5m au niveau des voies, et va ensuite diffuser dans le sol avec un angle de 30°. Ainsi, à une profondeur de 3.5m, la charge se répartit sur une largeur de

$$l = 2.5m + 2 * \sin(30°) * 3.5m = 6m$$

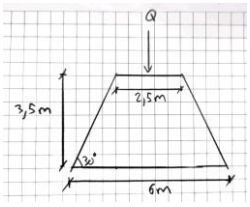


Figure 5: Répartition des charges ferroviaire

Entre les deux voies, la charge de chaque voie se superpose. On obtient ainsi :

$$q = 2 * \frac{156.25 \frac{kN}{m}}{6m} = 52.1\ kN/m^2$$

Dans le calcul statique de la traversée à câble, le coefficient dynamique sera pris comme : Φ=1.67. Ce coefficient sera réduit selon la formule :

$$\Phi_{red} = \Phi - \frac{h-1}{10} = 1.67 - \frac{3.5-1}{10} = 1.42$$

A l'ELU type 2, cette charge sera multipliée par le facteur α=1.33. On obtient ainsi une charge de :

$$q_{k,elu} = \Phi_{red} \alpha\ q = 1.42 * 1.33 * 52.1 = 98.4\ kN/m^2$$

La charge horizontale due au trafic ferroviaire, en prenant en compte l'effet hydraulique, peut être estimée ainsi :

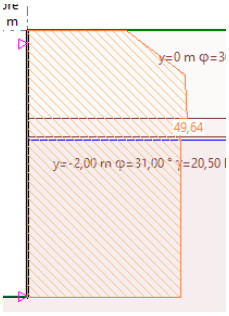


Tableau 5: Charge horizontale due au trafic ferroviaire

Avec une pression au niveau de la traversée de 47.5 kN/m^2.

A la fatigue, on considère le coefficient α=1.0. On obtient ainsi la charge de :

$$q_{k,f} = \Phi_{red} \alpha\ q = 1.42 * 1.0 * 52.1 = 74\ kN/m^2$$

Ainsi, de manière analogue à précédemment, la charge horizontale due au trafic ferroviaire

6.2.2 Trafic ferroviaire, charges horizontales

On prend les forces dues au démarrage et au freinage. Dans le cas du tube, la force de lacet n'est pas une force prépondérante au point de vue des autres charges, et n'impacte ainsi pas le dimensionnement de la traversée.

La longueur de la structure est de 0.8m longitudinalement aux voies. Ainsi, la charge appliquée à la structure est, selon la SIA 261 :

Démarrage: 33*l=0.8m*33=26.4 kN

Freinage: 20*l=0.8m*20=16 kN

Les charges étant particulièrement faibles en relation avec les autres charges appliquées, elles n'ont pas d'influence sur la vérification statique de la traversée. Cela est dû au fait que la charge se répartira sur une surface de plusieurs mètres carrés, rendant les charges anecdotiques.

6.3 Action accidentelle : déraillement

Les charges de déraillement doivent être prises en compte dans la modélisation de la traversée.

Les deux modèles de déraillement sont les suivants :

Modèle 1 :

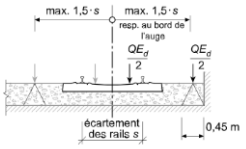


Figure 6: Déraillement modèle 1 de la SIA 261

Avec QEd=350 kN et qEd=110 kN/m, avec la même répartition des charges que le modèle 1 ferroviaire.

Modèle 2 :

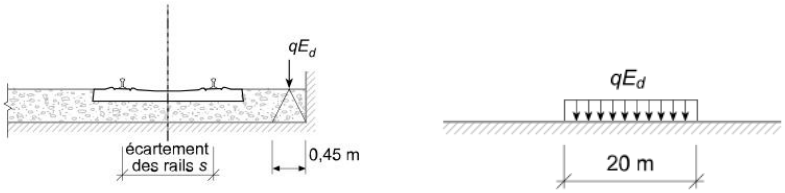


Figure 7: Déraillement modèle 2 de la SIA 261

Avec

l>20m : qEd=145 kN/m

l<6.4m: qEd=220 kN/m

Le modèle 1 est utilisé pour l'ELU type 2 pour les cas où les véhicules ferroviaires demeurent dans l'emprise des voies sur le tablier du pont, et le modèle 2 pour l'ELU type 1 ou 2 dans le cas où les véhicules ferroviaires restent en équilibre sur le bord du pont et chargent le bord du tablier.

Ainsi, pour le dimensionnement de la traversée, le modèle 1 sera utilisé. Le coefficient dynamique est égal à 1.0, le coefficient α=1.33. Ainsi, en prenant en compte la force concentrée répartie sur une distance de 1.6m, on obtient la charge suivante :

$$q_{Ed} = \alpha \frac{Q_{Ed}}{2 * 1.6m} = 1.33 * \frac{350\ kN}{2 * 1.6m} = 145.5 \frac{kN}{m}$$

La charge est répartie sur une surface de 0.45m au niveau du sol, ce qui donne une charge surfacique de

$$q_{accidentel} = \frac{q_{Ed}}{0.45m} = \frac{145.5 \frac{kN}{m}}{0.45m} = 323 \frac{kN}{m^2}$$

La charge se répartit sur une distance de

$$l = 0.45 + 2 * \sin(30°) * 3.5m = 3.95m$$

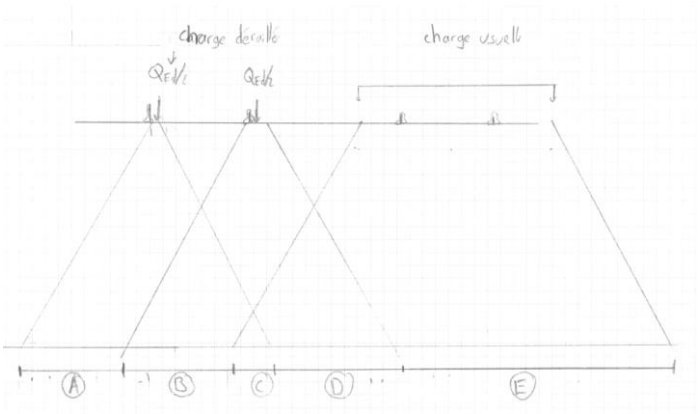


Figure 8: Diffusion des charges dans le cas de déraillement

La vérification se fait dans la partie C du schéma ci-dessus. En effet, c'est à cet endroit que le tube va avoir les charges verticales les plus élevées. On a ainsi les deux charges du déraillement qui se superposent, et on reste dans le cône de diffusion des charges de la deuxième voie. La charge de trafic de trafic de la voie d'à côté doit être ajoutée, ce qui nous donne une charge verticale totale de

$$q_{accidentel,d} = \frac{q_{accidentel}}{3.95m} + q_{trafic} = 2 * \frac{145.5kN/m}{3.95\ m} + \frac{52.1}{2} \frac{kN}{m^2} = 62.9 \frac{kN}{m^2}$$

L'effet de la pression du sol dû au déraillement est calculé ainsi :

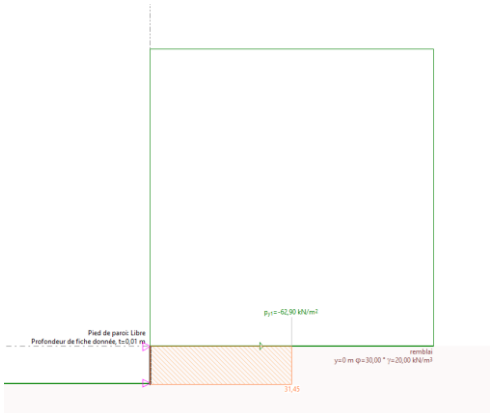


Figure 9: Pression horizontales du déraillement

La pression de la charge ferroviaire est donc de 31.45 kN/m^2.

6.4 Action accidentelle : séisme

Le séisme est négligé dans cette vérification. En effet, le tube n'est pas connecté aux deux chambres de manière rigide aux chambres. Ainsi, il n'y aura pas d'efforts de traction important dans le tube.

6.5 Combinaison de charge

Vérification à l'ELU :

Les charges ferroviaires sont prépondérantes. La pression horizontale, ayant un impact bénéfique, est réduite. De par ce fait, on obtient les valeurs suivantes :

Charge	ELU type 2	ELU type 4
Pression de terre	0.8	1
Poids propre	1.35	1
Pression hydraulique	0.9	1
Charge ferroviaire	1.45	1.45

Tableau 6: Combinaison de charge à l'ELU

Pour la vérification au séisme, on a les valeurs suivantes :

Charge	Séisme
Pression de terre	1
Poids propre	1
Pression hydraulique	1
Charge ferroviaire	0
Charges sismiques	1

Tableau 7: Combinaison de charge au séisme

Pour la vérification au déraillement, on a les valeurs suivantes :

Charge	Déraillement
Pression de terre	1
Poids propre	1
Pression hydraulique	1
Charge ferroviaire normale	1
Charge ferroviaire déraillée	1

Tableau 8: Combinaison de charge au déraillement

Pour la vérification à l'état limite de service, on a ainsi les coefficients suivants :

– cas de charge rares

$E_d = E\{G_k, P_k, Q_{k1}, \psi_{0i}Q_{ki}, X_d, a_d\}$

– cas de charge fréquents

$E_d = E\{G_k, P_k, \psi_{11}Q_{k1}, \psi_{2i}Q_{ki}, X_d, a_d\}$

– cas de charge quasi permanents

$E_d = E\{G_k, P_k, \psi_{2i}Q_{ki}, X_d, a_d\}$

Charge	ELS fréquent	ELS rare
Pression de terre	1	1
Poids propre	1	1
Pression hydraulique	1	1
Charge ferroviaire	0.7	1

Tableau 9: Combinaison de charge à l'ELS

7 Modélisation

La traversée a été modélisée sur Axis VM7. La structure a été modélisée avec un diamètre intérieur de 800mm et une épaisseur de 145mm, par un élément d'un mètre composé de 4 sections de cercles. Ces dimensions découlent des fiches techniques accessibles pour les tailles standards de tubes pour les machines AVN800XC.

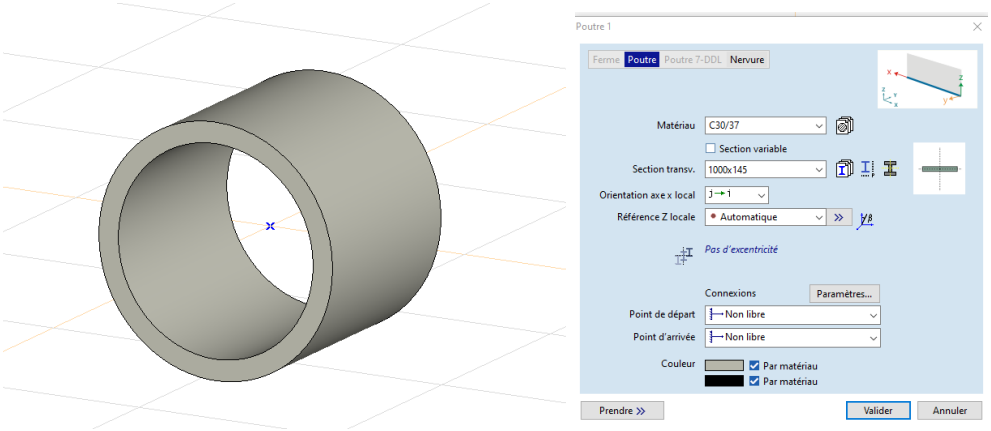


Figure 10: Paramètres du tube

Les appuis ont été modélisé sous le tube afin de ne reprendre les charges qu'en compression, avec la rigidité du sol donné par le rapport géotechnique.

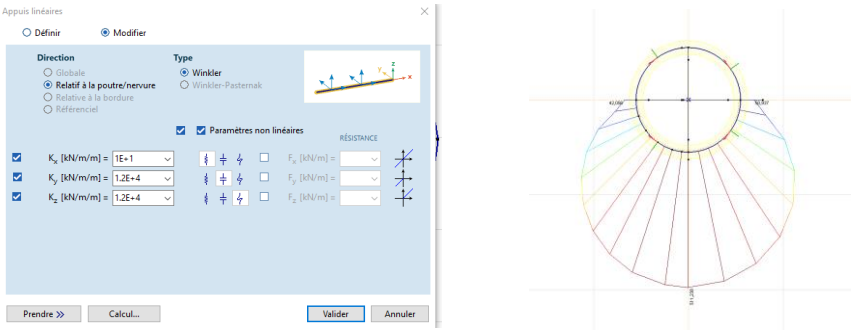


Figure 11: Paramètres d'appui et exemple de reprise des charges

8 Vérification à l'ELU

8.1 Armature minimale

En suivant la SIA 262, on garantira un taux d'armature de 0.6% longitudinalement. Il sera ainsi nécessaire de mettre en place l'armature suivante :

As=0.006*Ac=0.006*π*(1090^2-800^2) =2583mm^2

Chaque nappe doit donc reprendre 1291mm^2, ce qui équivaut à 28 Φ8

Le périmètre de la nappe inférieure longitudinalement peut être estimée à 2790mm. Ainsi, en prenant des Φ8 e 100mm, soit 28 barres par nappe, ce qui donne un taux d'armature de : As =2*28*50.3mm^2=8048 mm^2. Cela donne un taux d'armature extérieur de 447.4 mm^2/m et un taux d'armature intérieur de 504.8 mm^2/m.

Pour les armatures dans l'autre direction, l'écart entre les armatures sera de 100mm. En utilisant des Φ8 e 100mm, on obtient donc pour chaque nappe :

As=503 mm^2/m

Lorsque le béton atteint la limite à la traction, on a les paramètres suivants :

$$f_{ctd} = k_t f_{ctm}$$

$$f_{ctm} = 2.9\ {}^{N}/_{mm^2}$$

$$k_t = \frac{1}{1+0.5t} = \frac{1}{1+0.5*0.145m} = 0.93$$

$$f_{ctd} = 0.93 * 2.9\ {}^{N}/_{mm^2} = 2.7\,{}^{N}/_{mm^2}$$

Le moment de flexion est donc de :

$$M_{ed} = f_{ctd} * W_{el} = f_{ctd} * \frac{bh^2}{6} = 2.7 * \frac{1000 * 145^2}{6} = 9.46\ kNm$$

Dans le cas où l'apparition de la traction se fait dans toute la section, on a la vérification suivante :

$$k_t = \frac{1}{1+0.5t} = \frac{1}{1+0.5*0.145m} = 0.93$$

$$f_{ctd} = 0.93 * 2.9\ {}^{N}/_{mm^2} = 2.7\,{}^{N}/_{mm^2}$$

Ainsi, la traction est de :

$$T_{ed} = A_c f_{ctd} = 1000mm * 145mm * 2.7\,{}^{N}/_{mm^2} = 391.5\ kN/m$$

La traction que peuvent reprendre les deux nappes d'armatures Φ8 e100, de manière transversale, sont de :

$$T_{rd} = A_s f_{sd} = 2 * 503\ {}^{mm^2}/_{m}\ * 435\,{}^{N}/_{mm^2} = 437.6\ kN/m$$

La traction que peut reprendre l'armature longitudinale est donc de :

$$T_{rd} = A_s f_{sd} = (504.8\ {}^{mm^2}/_{m} + 447.4\,{}^{mm^2}/_{m})\ * 435\,{}^{N}/_{mm^2} = 414.2\ kN/m$$

Ainsi, l'armature minimale mise en place permet de reprendre les charges.

8.2 Résultats

Les efforts obtenus sont les suivants :

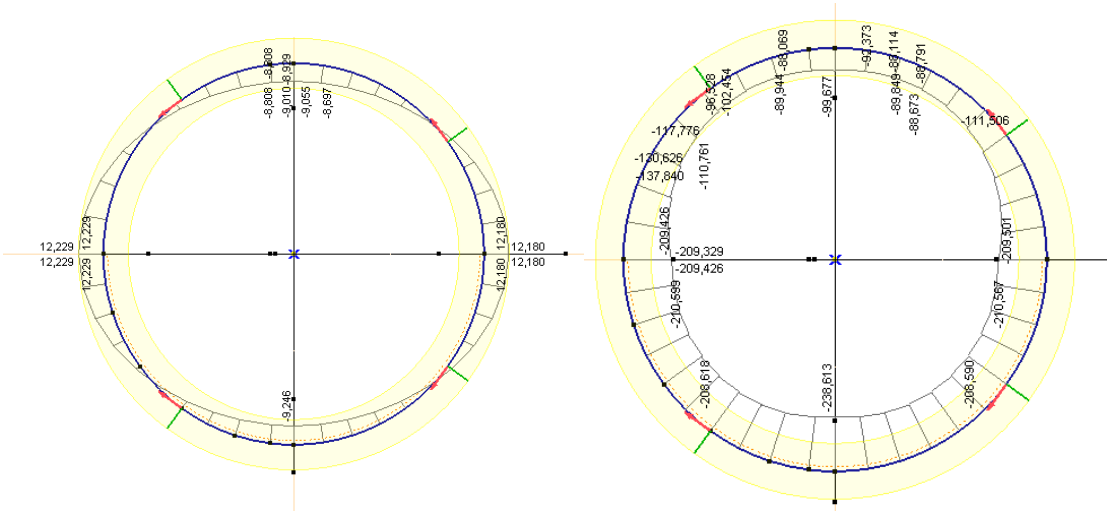


Figure 12: Moment de flexion à gauche, et effort axial à droite

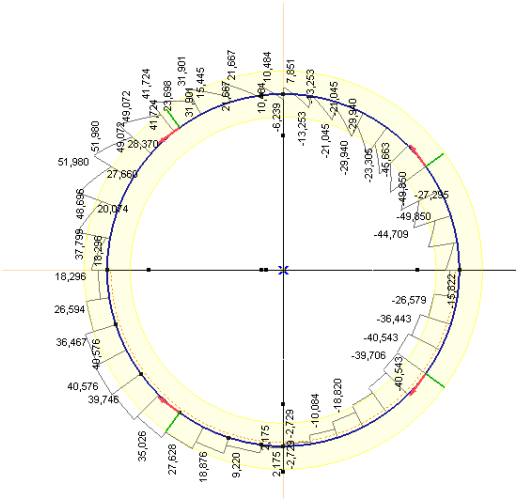


Figure 13: Effort tranchant

Bord supérieur de la traversée :

Ned=-99.7 kN/m

Med= -9 Nm/m

Ved, max=52 kN/m

Bord latéral de la traversée

Ned=-209.3 kN/m

Med= 12.2 kNm/m

8.3 Vérification à l'interaction N+M

On prendra un enrobage des armatures de 40mm. Ainsi, on obtient les valeurs suivantes d'armatures nécessaires :

$$M_{rd} = A_s f_{sd} z > M_{ed}$$

$$A_s > \frac{M_{ed}}{f_{sd} * 0.81h} = \frac{12.2\ kNm}{435\ {}^{N}/_{mm^2} * 0.81 * 145mm} = 238.8\ mm^2$$

On pourra ainsi prendre du Φ8 e 100, avec As=503 mm². Ainsi, on obtient la résistance suivante :

$$d = 145mm - 40mm - 4mm = 101mm$$

$$x_{pl} = \frac{A_s f_{sd}}{b f_{cd}} = \frac{503mm^2 * 435\ {}^{N}/_{mm^2}}{1000mm * 20\ {}^{N}/_{mm^2}} = 10.9mm$$

$$z = d - \frac{x_{pl}}{2} = 95.5\ mm$$

$$M_{rd} = A_s f_{sd} z = 503\ mm^2 * 435\ {}^{N}/_{mm^2} * 95.5\ mm = 20.9\ kNm > M_{ed}$$

On a le taux d'armature suivant :

$$p_w = \frac{A_s}{b * h} = \frac{503mm^2}{1000mm * 145mm} = 0.345\%$$

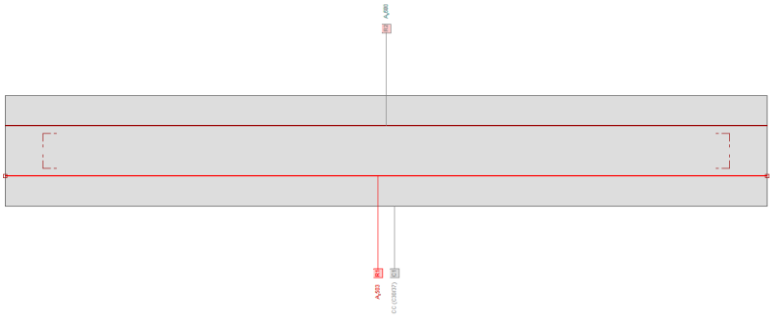


Figure 14: Structure lors de la vérification Fagus

On obtient ainsi un taux d'exploitation de 0.21

☑ **Sollicitations / Taux d'exploitation: eff(M,N)=0.21 admissible**

No	AP	P	Flexion et effort normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	eff(M,N) [-]	Effort tranchant et torsion V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	eff(V,T) [-]	Section complète eff(M,N,V,T) [-]
1	!ELU		-209,3	12,2	0	0,21					

☑ **Paramètres d'analyse !ELU Norme: SIA**

ID	σ-ε-Diagramme c	s	p	M	Déf. limite ε_{c1d} [‰]	ε_{c2d} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm²]	Facteurs de résistance γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Divers α [-]	φ [-]
!ELU	4/0	1	1	1	-2.	-3.	20.		1.5	1.15	1.15	1.05	45.	0.

☑ **Contraintes et dilatations extrêmes**

Nom	Classe	y_q [m]	z_q [m]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
C1	C30/37	0.	0.15	-3.	-20.	1.50
C1	C30/37	1.	0.	3.8	0.	1.50
R2	B500B	0.	0.11	-1.1	-231.9	1.15
R1	B500B	1.	0.04	1.9	390.6	1.15

☑ **État limite "!ELU"**

Efforts intérieurs N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Élongation et courbures ε_κ [‰]	χ_y [km⁻¹]	χ_z [km⁻¹]	Rigidités N/ε_κ [kN]	M_y/χ_y [kNm²]	M_z/χ_z [kNm²]
-1002.4	58.4	0.	0,4	46,7	-0,0	2590489.04	1250.64	39516.11

☐ Efforts internes comme un couple de forces :

Figure 15: taux d'exploitation du béton, N=-209.3 kN, M=12.2 kNm

En fixant l'effort axial à 0kN, on obtient le taux d'exploitation de 0.42

☑ **Sollicitations / Taux d'exploitation: eff(M,N)=0.46 admissible**

No	AP	P	Flexion et effort normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	eff(M,N) [-]	Effort tranchant et torsion V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	eff(V,T) [-]	Section complète eff(M,N,V,T) [-]
1	!ELU		0	12,2	0	0,46					

☑ **Paramètres d'analyse !ELU Norme: SIA**

ID	σ-ε-Diagramme c	s	p	M	Déf. limite ε_{c1d} [‰]	ε_{c2d} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm²]	Facteurs de résistance γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Divers α [-]	φ [-]
!ELU	4/0	1	1	1	-2.	-3.	20.		1.5	1.15	1.15	1.05	45.	0.

☑ **Contraintes et dilatations extrêmes**

Nom	Classe	y_q [m]	z_q [m]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
C1	C30/37	1.	0.15	-3.	-20.	1.50
C1	C30/37	0.	0.	14.8	0.	1.50
R2	B500B	0.	0.11	1.9	391.2	1.15
R1	B500B	0.	0.04	9.9	434.8	1.15

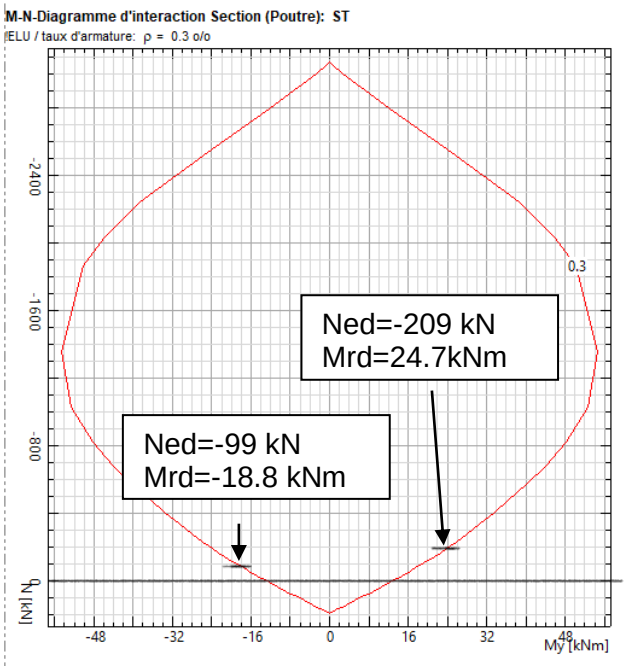
☑ **État limite "!ELU"**

Efforts intérieurs N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Élongation et courbures ε_x [‰]	χ_y [km⁻¹]	χ_z [km⁻¹]	Rigidités N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm²]	M_z/χ_z [kNm²]
0.	26.4	0.	5,9	122,7	-0,0	4.86	215.18	36236.6

☐ Efforts internes comme un couple de forces :

Figure 16: Taux d'exploitation, N=0 kN, M=12.2 kNm

Le taux d'armature prise étant de 0.345%, on obtient le diagramme d'interaction suivant :



8.4 Vérification à l'effort tranchant

L'effort tranchant à reprendre est de 53.4 kN. Les efforts sont les suivants :

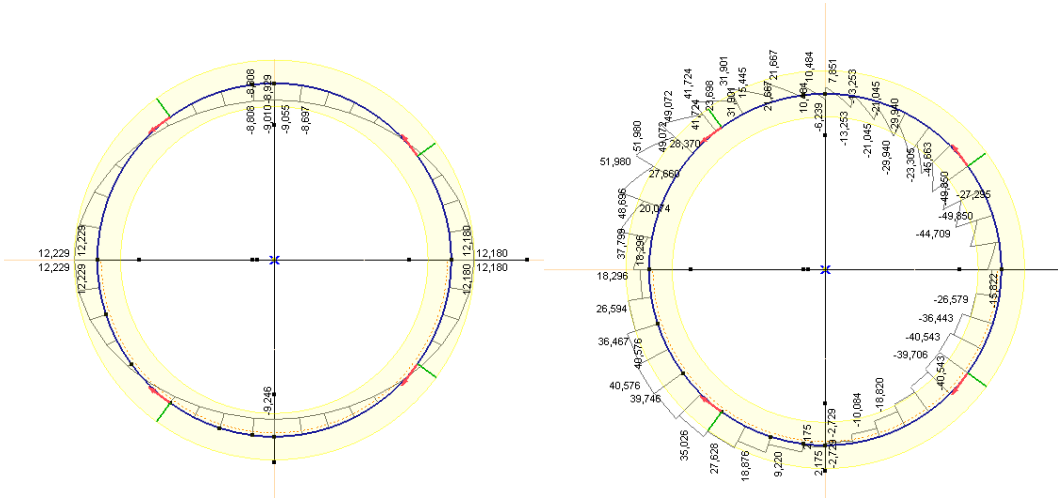


Figure 17: Moment de flexion à gauche, effort tranchant à droite

La résistance au moment de flexion est la suivante :

Bord supérieur du tube : mrd=-18.8 kNm

Bord latéral du tube : mrd=24.7 kNm

On obtient ainsi les vérifications suivantes :

Bord du tube :

$$V_{rd} = k_d \tau_{cd} d_v$$

$$d_v = 101mm, \tau_{cd} = 1.1 \frac{N}{mm^2}$$

$$k_d = \frac{1}{1 + \varepsilon_v d k_g}$$

$$k_g = \frac{48}{16 + D_{max}} = \frac{48}{16 + 16} = 1.5$$

$$\varepsilon_v = \frac{f_{sd}}{E_s} \frac{M_{ed}}{M_{rd}} = \frac{435}{205'000} \frac{12.2}{24.7} = 1 * 10^{-3}$$

$$k_d = \frac{1}{1 + 1 * 10^{-3} * 101 * 1.5} = 0.87$$

$$V_{rd} = k_d \tau_{cd} d_v = 0.87 * 1.1 * 101 = 96.7\ kN > V_{ed}$$

Ainsi, il n'y a pas besoin d'armature d'effort tranchant.

Sommet du tube :

$$V_{rd} = k_d \tau_{cd} d_v$$

$$d_v = 101mm, \tau_{cd} = 1.1 \frac{N}{mm^2}$$

$$k_d = \frac{1}{1 + \varepsilon_v d k_g}$$

$$k_g = \frac{48}{16 + D_{max}} = \frac{48}{16 + 16} = 1.5$$

$$\varepsilon_v = \frac{f_{sd}}{E_s} \frac{M_{ed}}{M_{rd}} = \frac{435}{205'000} \frac{9.1}{18.8} = 1 * 10^{-3}$$

$$k_d = \frac{1}{1 + 1 * 10^{-3} * 101 * 1.5} = 0.87$$

$$V_{rd} = k_d \tau_{cd} d_v = 0.87 * 1.1 * 101 = 96.7\ kN > V_{ed}$$

Ainsi, il n'y a pas besoin d'armature d'effort tranchant.

9 Vérification à la fatigue

Les efforts obtenus à la fatigue sont les suivants :

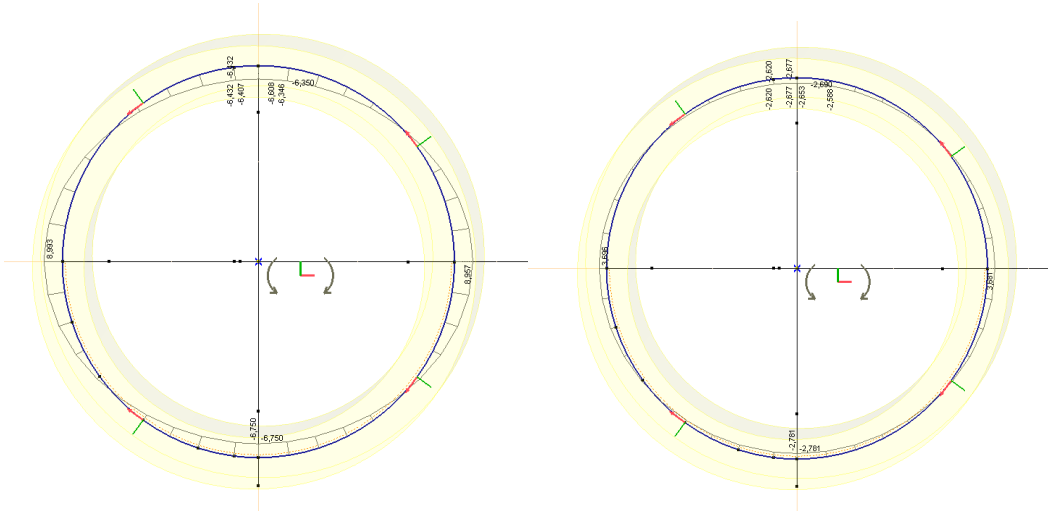


Figure 18: Moments de flexion à la fatigue, avec charge ferroviaire à gauche et sans charge ferroviaire à droite

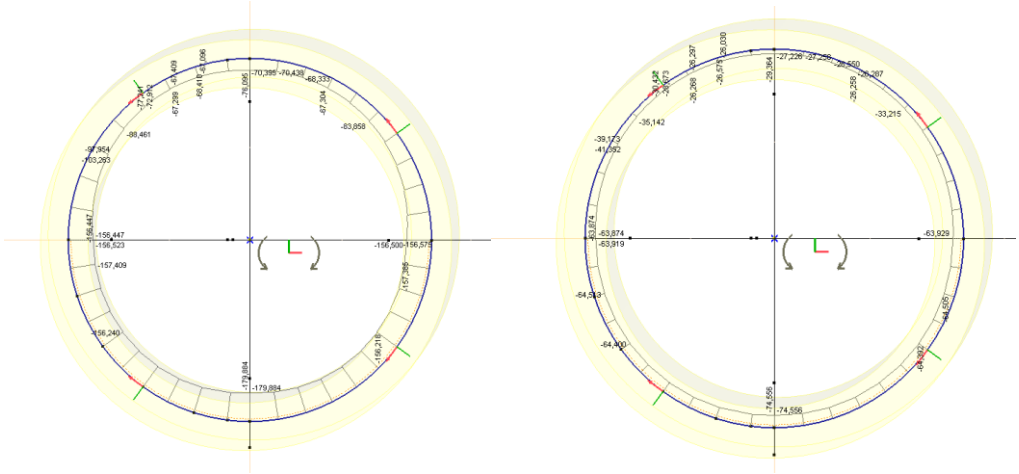


Figure 19: Effort axial dans le tube à la fatigue, avec charges ferroviaire à gauche et sans charges ferroviaires à droite

On obtient ainsi :

	Fatigue sup	Fatigue inf	Différence de contraintes
Bord du tube	M_{ed}=8.9 kNm	M_{ed}=3.7 kNm	ΔM_{ed}=5.2 kNm
	N_{ed}=-156.5 kN	N_{ed}=-63.9 kN	ΔN_{ed}=-92.6 kN
Surface inférieure	M_{ed}=-6.8 kNm	M_{ed}=-2.8 kNm	ΔM_{ed}=-4 kNm
	N_{ed}=-180 kN	N_{ed}= -74.6 kN	ΔN_{ed}=-105.4 kN

Il est ainsi possible de calculer les efforts dans les armatures avec ces niveaux de contraintes. Ainsi, on obtient les efforts suivants :

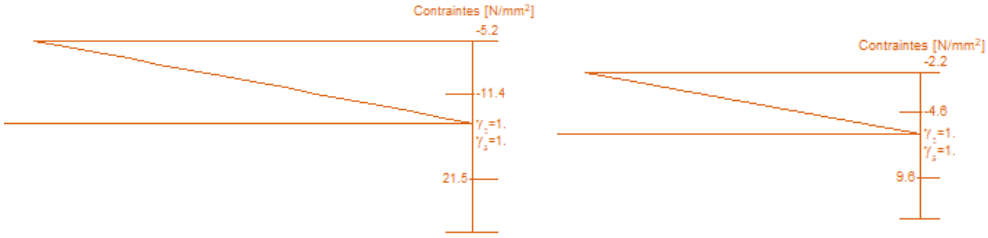


Figure 20: Contraintes à la fatigue au bord latéral du tube, maximal à gauche et minimal à droite

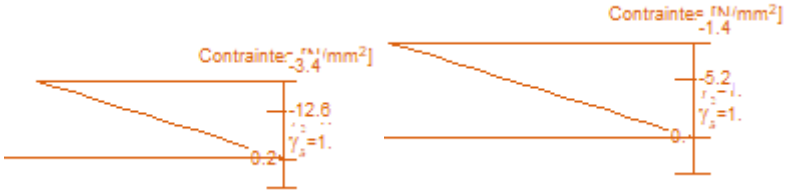


Figure 21: Contrainte à la fatigue au bord inférieur du tube, maximal à gauche et minimal à droite

Les différences de contraintes sont ainsi de 11.9 N/mm² pour les bords latéraux et de 7.4 N/mm² pour le bord inférieur.

La sécurité structurale à la fatigue est vérifiée lorsque la différence de contrainte dans les armatures en place ne dépasse pas la valeur ci-dessous :

$$\Delta\sigma_{sd,D} = 0.8 * \Delta\sigma_{sd,fat} = 0.8 * 145\ {}^{N}/_{mm^2} = 116\ {}^{N}/_{mm^2}$$

Les efforts étant significativement plus faible que cette limite. Ainsi, il n'y a pas de problème de fatigue.

10 Cas de charge déraillement

Les efforts internes obtenus sont les suivants :

On a ainsi les valeurs de dimensionnement :

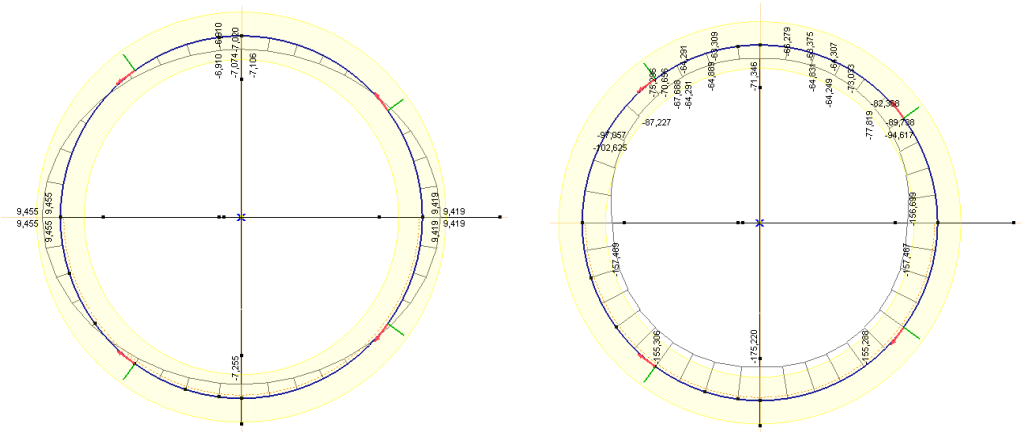


Figure 22: Moment de flexion à gauche, effort axial à droite

Sommet de la traversée :	Côté de la traversée
Ned=-71.4 kN/m	Ned=-156.6 kN/m
Med=-7.1 kNm/m	Med= 9.5 kNm/m

Le cas de charge de déraillement n'est pas la situation de risque prépondérant. Ainsi, étant donné la vérification à l'ELU, la section résistera à la charge appliquée.

11 Etat limite de service

La limite de contrainte mise en place pour contrôler l'ouverture des fissures. Ces valeurs sont les suivantes, selon la SIA 262 :

Valeur selon corrective C1 de la norme SIA 262

Objectifs	Exigences		
	normales	accrues	élevées
Eviter une défaillance fragile lorsque f_{ctd} est atteint	$\sigma_s \le f_{sd}$	$\sigma_s \le f_{sd}$	$\sigma_s \le f_{sd}$
Eviter l'écoulement plastique de l'armature pour les cas de charge fréquents selon SIA 260	-	$\sigma_s \le f_{sd}$-80 N/mm²	$\sigma_s \le f_{sd}$-80 N/mm²
Limiter l'ouverture des fissures (sous déformations imposées ou entravées, resp. pour les cas de charge quasi permanents selon SIA 260) lorsque f_{ctd} est atteint [1)]	$\sigma_s \le f_{sd}$	$\sigma_s \le \sigma_{s,adm}$ pour w_{nom} = 0,5 mm	$\sigma_s \le \sigma_{s,adm}$ pour w_{nom} = 0,2 mm

1) ***Pour des niveaux de sollicitation au-delà de la fissuration, une armature minimale supérieure à celle obtenue avec l'éq. (100a) est nécessaire pour respecter l'ouverture nominale des fissures exigée ; le cas échéant, elle est à déterminer avec des modèles de calcule avancés.***

Cas de charge fréquent

$$\sigma_{s.adm} = f_{sd} - 80 = 435 - 80 = 355\ N/mm^2$$

Cas de charge quasi-permanent

$$\sigma_{s,adm} = \sqrt{\frac{9 \cdot E_s \cdot f_{ctm} \cdot w_{nom}}{\emptyset_s}} \le f_{sd}$$

Contraintes maximales admissibles pour exigences accrues

Pour $10\ e = \ 100\ \ \sigma_{s,adm} = \sqrt{\frac{9 \cdot E_s \cdot f_{ctm} \cdot w_{nom}}{\emptyset_s}} = \sqrt{\frac{9 \cdot 205'000 \cdot 4.1 \cdot 0{,}2}{10}} = 389\ N/mm^2$

11.1 ELS quasi-permanent

Pour le calcul des efforts du retrait du béton, une épaisseur moyenne de h = 145 mm est admis :

$$h = 145\ mm$$

$$f_{ctm} = 4.1\ N/mm^2$$

$$k_t = \frac{1}{1 + 0.5 \cdot h} = \frac{1}{1 + 0.5 \cdot 0.145} = 0.93 \rightarrow\ f_{ctd} = k_t \cdot f_{ctm} = 3.8\ N/mm^2$$

$$A_s = \frac{f_{ctd}}{\sigma_{s,adm}} \cdot h = \frac{3.8 \cdot 145}{389} = \frac{1416\ mm^2}{m} \rightarrow \mathbf{2\ nappes\ \emptyset 10\ e = 100mm\ (1570\ mm^2/m)}$$

Ainsi, il faut mettre des Φ10 e150mm pour garantir la résistance à la traction du béton dans le cas d'apparition de traction. Pour l'armature longitudinale, on peut mettre 28 Φ10, ce qui donne un taux d'armature de A_s=1486 mm²/m.

Pour l'armature longitudinale, on obtient :

$$A_s = \frac{f_{ctd}}{\sigma_{s,adm}} \cdot A_c = \frac{3.8\ N/mm^2}{389\ N/mm^2} * 430'477 mm^2 = 4'205 mm^2$$

$\rightarrow\ \mathbf{2\ x 28 \emptyset 10\ (4396\ mm^2/m)}$

11.2 ELS fréquent

Les efforts internes à l'ELS fréquent sont de :

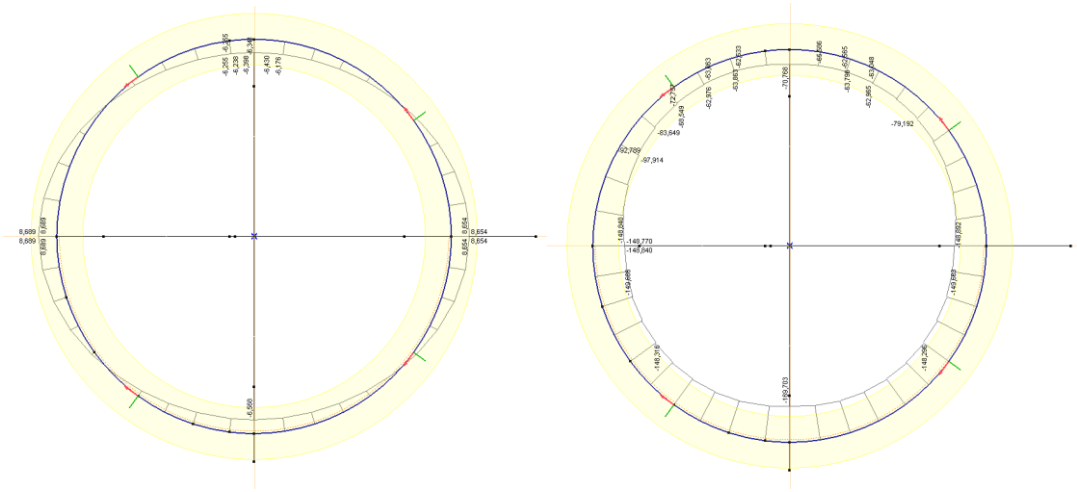


Figure 23: Moment de flexion à gauche, et effort axial à droite

Moment de flexion Effort axial

On obtient donc les efforts suivants :

Bord supérieur de la traversée :	Bord latéral de la traversée
Ned=-70.5 kN/m	Ned=-148.8 kN/m
Med= -6.4 kNm/m	Med= 8.7 kNm/m

En modélisant la structure sur Fagus, on obtient les contraintes suivantes sur les armatures :

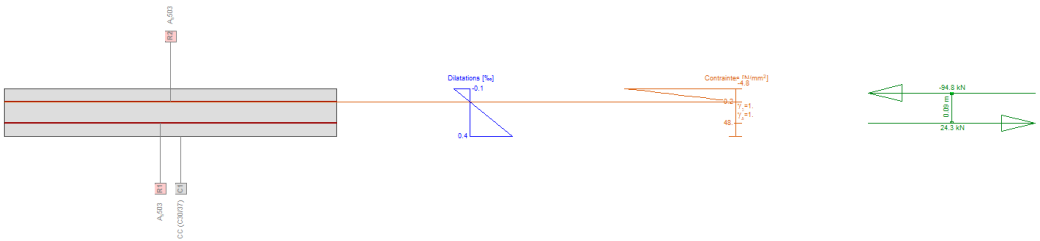


Figure 24: Efforts à l'ELS fréquent, sommet du tube

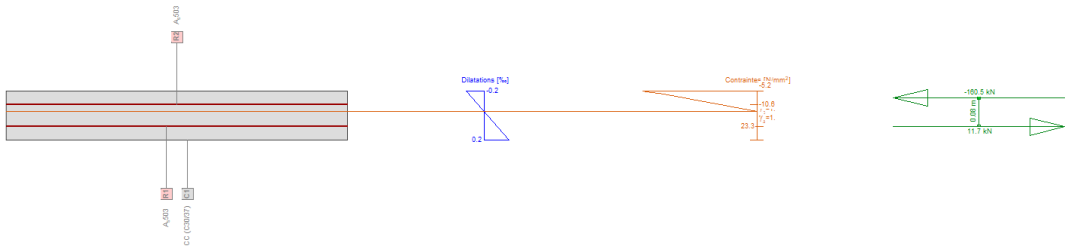


Figure 25: Efforts à l'ELS fréquent, bord latéral du tube

Avec une contrainte de 48 N/mm^2 dans les armatures, on est largement en dessous des contraintes maximales de 292 N/mm2.

11.3 Poussée d'Archimède

Afin de garantir que le tube en béton ne remonte pas dû à la poussée des eaux, la vérification à la poussée d'Archimède doit être faite. On a ainsi l'effort suivant :

Poussée d'Archimède :

$$W = \gamma_w A_s = 10\frac{kN}{m^3} * \pi * \frac{0.8^2}{4} m^2 = 5kN/m$$

Le poids du sol en dessus de la structure, réduite par l'effet de la nappe, est multipliée par 0.8 car son effet est bénéfique. La charge est de :

$$G = 0.8 * 3.5m * 10\frac{kN}{m^3} * 0.8m = 22.4\frac{kN}{m}$$

Ainsi, il n'y a pas de problème de soulèvement de la traversée dû à la poussée d'Archimède.

12 Principe d'armature

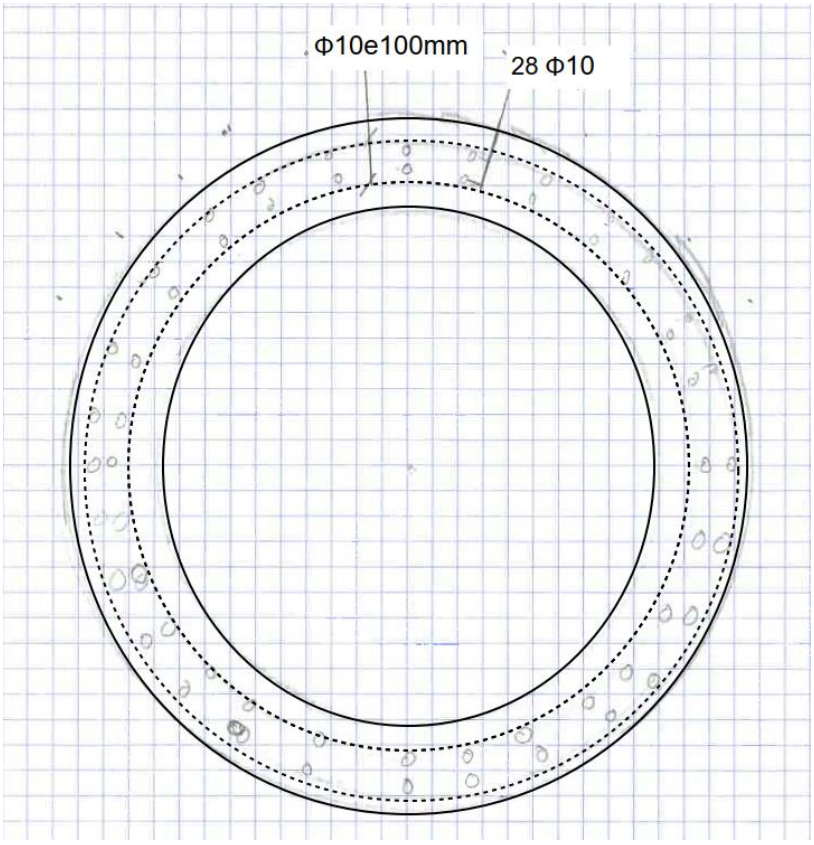


Figure 26: Schéma d'armature

13 Signatures

Auteur du projet :	Date	Signature
Nom : IUB Engineering SA		
Responsable : Aimé Morel		
Rue : Rte André Piller 33a		
Lieu : 1762 Givisiez	…….	……..

Auteur du projet :	Date	Signature
Nom : IUB Engineering SA		
Responsable : Emilie Simonin		
Rue : Rte André Piller 33a		
Lieu : 1762 Givisiez	…….	……..

SBB CFF FFS
CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

12.201.08

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud
Commune : Prangins

Echelle	Format
-	A4

N° Plan
-

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Traversée principale

RAPPORT D'EXAMEN



Signatures des personnes responsables :
A1. ☒ Signatures originales dans le document B. ○ Signature ci dessous
Ci-dessous :
A2. ☒ Signatures des personnes pro forma

CFF SA Infrastructure Projets	CFF SA Infrastructure Projets
Blaise Destraz Chef de projet général I-AEP-LEM-NY	Sophie Minon Chef de projet général adjoint I-AEP-LEM-MOR

SBB CFF FFS
CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	11.11.2024	fge	fge		Version initiale
2					
3					
4					

DE CERENVILLE GEOTECHNIQUE

RAPPORT D'EXAMEN

variante microtunnelier-pieux sécants

Prangins – traversée à câbles enclenchement Nyon

Mandant :	CFF Infrastructures, S. Minon
Experte :	De Cérenville Géotechnique SA, F. Geiser
Mandataire :	IUB, A. Morel
Géotechnicien :	Geotest SA

FG, M 16228
Chavannes-près-Renens, le 11 novembre 2024

membre sia

VD 3, pl. de la Bourse aux Fleurs 1022 Chavannes-près-Renens
NE 49, chaussée de la Boine 2000 Neuchâtel
GE 14, route de Pré-Bois 1216 Cointrin
VS 43, rue de la Drague 1950 Sion
FR 14, avenue de la Gare 1700 Fribourg

T +41 58 900 84 00
CHE-105.766.127 TVA

dcg@decerenville.com
www.decerenville.com

Sommaire

1	Mandat		3
2	Bases vérifiées		3
	2.1	Normes	3
	2.2	Documents examinés	3
3	Etendue de l'examen		5
	3.1	Objets examinés	5
	3.2	Liste des pièces examinées	5
4	Méthode d'examen générale		5
5	Mises au point durant l'examen		5
6	Résultats de l'examen		6
	6.1 [28]	Prise de position sur le rapport d'examen du 5.9.24	6
	6.2	Rapport géotechnique [27]	6
	6.3	Concept	6
	6.4	Rapport technique [21]	7
	6.5	Convention d'utilisation [23]	7
	6.6	Base de projet [24]	7
	6.7	Notes de calcul fouille [25]	8
		6.7.1 Examen global	8
		6.7.2 Remarques détaillées	9
	6.8	Notes de calcul tube [26]	10
	6.9	Plan	10
	6.10	Concept de surveillance [16]	10
7	Conclusion		11

1 Mandat

- Mandant : CFF Infrastructure SA/ I-AEP-PJM-RWT-T3
- Mandat : Examen géotechnique – projet de construction traversée sous voies sans tranchées à Prangins, yc fouilles de départ et d'arrivée
- Auteur du projet : Groupement IUB-IM, noté IUB par la suite
- Début contrat expert : 01.02.2024
- Base du contrat : Examen selon directive OCI-CF : Directive - Organismes de contrôle indépendant - Chemin de fer. 1.07.2013

Auto-déclaration de la compétence professionnelle par l'experte :

L'experte, auteure de ce document, déclare :

- Posséder la compétence professionnelle requise conformément à la directive OCI-CF, chiffre 6 et s'estime apte à effectuer les examens nécessaires.
- Avoir effectué les examens personnellement avec le soutien d'ingénieurs chez De Cérenville Géotechnique SA pour deuxième avis.
- N'avoir fourni à aucun moment pendant les phases précédentes du projet des prestations en rapport avec l'objet examiné.

2 Bases vérifiées

2.1 Normes

L'examen vérifie la conformité aux normes et réglementation en vigueur en Suisse, dont :

- Les normes SIA, en particulier SIA 260, SIA 261, SIA 262, SIA 263 et SIA267
- Les prescriptions légales DE-OCF, OCF, LCdF et Dir. OCI-CF
- Les prescriptions d'exécution et de qualité (PEQ)

2.2 Documents examinés

Un premier dossier a été remis le 10 mai 2024 et comprenait :

[1] 03_Rapport de sécurité_08.05.24, IUB SA

[2] 03_Rapport technique Traversée_08.05.24, IUB SA

[3] 06.4_Plan du pousse-tube_08.05.24, IUB SA

[4] 11.4.4_CU_Traversée à câbles_08.05.2024, IUB SA

[5] 11.5.4_BP_Traversée à câbles_08.05.24, IUB SA

[6] 21.1_Rapport géotechnique, 06.02.24, Geotest SA

[7] 21.3Note de calcul Fouilles et chambres_08.05.24, IUB SA

[8] 21.3Note de calcul Tube_08.05.24, IUB SA

[9] Présentation powerpoint faite lors de la séance de démarrage du 7.5.2024, IUB SA

Suite aux premiers échanges et à l'abandon de la solution initiale (pousse-tube à 3.5 m de profondeur), une nouvelle version a été transmise le 26.06.2025, avec les pièces suivantes :

[10] 03_Rapport technique Traversée_26.06.24, IUB SA

[11] 06.4_Plan du microtunnelier, 20.06.2024, IUB SA

[12] 11.4.4_CU_Traversée à câbles_26.06.2024, IUB SA

[13] 11.5.4_BP_Traversée à câbles_26.06.24, IUB SA

[14] 21.3Note de calcul Fouilles et chambres_26.06.24, IUB SA

[15] 21.3Note de calcul Tube_26.06.24, IUB SA

[16] 21.4_Concept de surveillance et d'alarme selon réglementation I-5009_26.06.24, IUB SA

A cela s'ajoute les échanges par mail :

[17] Mail DCG du 5.06.2024 – prise de position experte sur la solution en pousse-tube

[18] Mail DCG du 11.07.2024 – demandes de précision de l'experte à IUB

[19] Mail IUB du 19.08.2024 - réponses IUB aux questions du mail [18]

Ce dossier a fait l'objet du rapport d'examen :

[20] Rapport d'examen – Prangins – traversée à câbles – 5.9.24 - De Cérenville Géotechnique SA

Suite à ce rapport, une nouvelle version de dossier a été transmise le 12.10.2024, avec les pièces suivantes :

[21] 12.201.04_Rapport technique_traversée principale_8.10.24, IUB SA

[22] 12.201.01_Plan du microtunnelier, 8.10.2024, IUB SA

[23] 12.201.02_CU_Traversée principale, 8.10.24, IUB SA

[24] 12.201.03_BP_Traversée principale, 8.10.24, IUB SA

[25] 12.201.05 Note de calcul Fouilles et chambres, 8.10.24, IUB SA

[26] 12.201.06 Note de calcul – Traversée, 8.10.24, IUB SA

[27] XX_Concept de surveillance et d'alarme selon réglementation I-5009, 8.1024, IUB SA

[28] 10.05_Rapport géotechnique – Geotest – 9.10.24

[29] 12.201.09_Prise de position sur le rapport d'examen– 8.10.24, IUB SA

Nous avons également consulté les documents suivants.

[A] – Technischer Bericht – Standardisierte Rohrstatik – SBB Infrastruktur – 22.11.2018

[B] – Mails entre CFF (S. Minon) et IUB concernant le retour de Berne pour le pousse-tube, 25.3.2024

[C] – Mail des CFF (S. Minon) relayant extrait de l'expert voie ferrée de la SIOP, 20.8.2024

[D] – Rapport géotechnique – gare de Nyon – km 36.6-38.15, 24.06.24, De Cérenville, 24.06.24

3 Etendue de l'examen

3.1 Objets examinés

Le présent rapport se concentre sur la faisabilité de la variante au niveau du tube (microtunnelier) et des fouilles de départ et d'arrivée et sur les dimensions générales.

3.2 Liste des pièces examinées

L'ensemble des pièces d'IUB a été examiné. Pour ce qui est du rapport géotechnique, il ne fait pas l'objet du présent examen et n'a servi que de document de base pour la compréhension du projet.

4 Méthode d'examen générale

La méthodologie adoptée pour l'analyse des différents documents est la suivante :

- Prise de connaissance de l'ensemble des documents (initiaux et complémentaires)
- Analyse de la faisabilité et des risques en lien avec la méthode choisie
- Pointages des éléments structuraux (fouilles et tube)

Globalement, les documents qui ont été remis manquent de clarté et de linéarité. Ils auraient dû faire l'objet d'une correction interne poussée chez les APR. Leur lecture et compréhension dans le détail est difficile vus les nombreuses imprécisions, erreurs, mauvais choix de termes techniques, raccourcis et parfois incohérences entre les documents.

Nous avons fait une liste non exhaustive de certains points au chapitre 6.7.2 pour la note de calcul des fouilles [25]. Pour les autres documents, nous n'avons pas poursuivi.

Sous ces conditions, le détail des documents est donc difficilement vérifiable dans son ensemble.

Au final pour l'expertise, l'accent a été mis sur la vérification du concept et des dimensions générales par pointage des ordres de grandeur des objets.

Charge 1 : Pour l'étape suivante, un document complet et cohérent devra être établi par les APR.

5 Mises au point durant l'examen

Il n'y a pas eu de nouvelle mise au point durant cette phase.

6 Résultats de l'examen

Les résultats de l'examen sont repris par type de documents et/ou thèmes.

6.1 Rapport géotechnique [27]

Comme mentionné, le présent rapport d'examen ne concerne pas le rapport géotechnique. A noter toutefois que le rapport a été mis à jour en intégrant les sondages comme demandé. Les APR estiment que ces sondages confirment les données précédentes et n'induisent pas de modifications.

Pour la couche de moraine remaniée, traversée par le microtunnelier, il est noté : «bien qu'aucun bloc n'ait été observé dans cette couche, leur présence n'est pas exclue ».

6.2 Prise de position sur le rapport d'examen du 5.9.24 [28]

Concernant la prise de position 1.3 (risque d'interception de blocs par le microtunnelier et conséquences), nous n'avons pas compris à quoi correspond une résistance de 60 ou 100 MPa (pas clair). Toutefois, il ressort de la prise de position des APR, que le risque de bloc de taille importante est considéré comme « pas probable », mais ne peut être totalement exclu selon le géotechnicien (voir §6.1 du présent rapport).

Si le risque paraît effectivement faible, voire très faible au vu des données de sondages disponibles, les conséquences seraient très coûteuses. On pourrait éventuellement prévoir un forage destructif horizontal préalable depuis les fouilles pour s'assurer de la non-interception de blocs.

Ce risque doit donc être décrit dans la convention d'utilisation et faire l'objet d'une approbation par les CFF (charge 2).

Concernant la prise de position 1.6 concernant la paroi de pieux, le terme « fouille » est à remplacer par « fiche ». Cela étant dit, il est indiqué dans ce chapitre qu'il est prévu de forer les pieux sous eau. Nous en « déduisons » que le forage sera tubé, ce qui est impératif.

6.3 Concept

Le concept a été modifié par rapport au dossier de juin 2024 avec la réalisation des fouilles en parois de pieux sécants de part et d'autre de la traversée en lieu et place de palplanches. Pour la traversée, la variante en microtunnelier est maintenue.

Ces choix constructifs permettent de régler les problèmes de traversée des parois des fouilles avec le microtunnelier. De plus, pour les soutènements de fouille, l'interception des couches compactes de moraines n'est plus problématique avec le recours à des pieux forés.

Enfin les APR ont pu valider avec des entreprises les choix constructifs en lien avec le forage par microtunnelier dans le contexte de sols potentiellement fluents.

Le concept général est validé.

6.4 Rapport technique [21]

Concernant la partie traversée en microtunnelier, il n'y a pas de modifications par rapport aux documents précédents. Il n'y a donc pas de remarques particulières pour ce point.

Quelques points sont toutefois relevés pour les fouilles :

- Le rapport technique (§5.1) indique qu'il faut dimensionner les fouilles pour les efforts induits par le microtunnelier. Ce point n'est pas traité clairement et dans son entier dans la note de calcul (voir présent rapport § 6.7.1).
- Le rapport indique la nécessité de démonter la PAB qui se trouve dans l'emprise de la fouille Sud. Cette PAB est fondée sur micropieux. Il faudra faire figurer les fondations sur les plans et s'assurer qu'il n'y a pas de conflits avec la paroi de pieux (recommandation 1).
- Concernant les talus provisoires nécessaires à la réalisation de la piste de chantier, selon notre compréhension ils ne dépassent pas 50 cm et une pente à 1/1 est correcte. Par contre un gunitage ne sert à rien et ne participe pas à la stabilité.
- Pour ce qui est des matériaux de remblayage entre les pieux et les chambres, les documents (rapport technique et plan) indiquent des boulets et des galets (??). Pour la fouille Sud, il est envisageable de recourir à des boulets. Pour la fouille Nord, cela n'est pas nécessaire, il serait préférable (en terme de coût et dans un esprit un peu plus durable) de réutiliser partiellement le matériau d'excavation (recommandation 2).
- Enfin le rapport technique indique que l'écoulement de la nappe doit être rétabli et indique qu'il faut « percer » les pieux. L'écoulement se fait logiquement probablement en direction du lac et n'est donc pas fortement impacté par la traversée. De plus, le projet se trouve en secteur üB des eaux et est de dimension restreinte. Cette décision de rétablissement de la nappe a-t-elle été demandée ? Ce point devra être précisé (recommandation 3).

6.5 Convention d'utilisation [23]

Il faut faire figurer le risque bloc comme déjà indiquée (charge 2) dans la convention d'utilisation.

6.6 Base de projet [24]

- Le béton pour la traversée est désigné, C50/60, avec f_{ck}=25 MPa et au final le calcul est fait avec un béton C30/35.
- Chapitre 7.1 : ELS pieux sécants, les valeurs indiquées sont standards, mais finalement ce qui importe c'est le tassement/gauchissement au niveau des voies qui lui doit être limité conformément aux prescriptions des CFF
- La phrase « seule une mesure piézométrique a été effectuée » est erronée. Il y a d'autres mesures et d'autres données. Il est juste que la valeur du 9 janvier correspond au niveau le plus haut mesuré. Mais on peut noter que les APR considèrent un niveau à 414.8 msm, alors que le niveau maximal mesuré le 9 janvier est à 414.9 msm. De plus, le rapport géotechnique recommande une niveau de projet vers

415.5 msm. Ce niveau doit être considéré à minima comme situation de projet accidentel. Il faut vérifier l'éventuelle incidence en particulier sur les fiches. (charge 3)

6.7 Notes de calcul fouilles [25]

6.7.1 Examen global

Nous avons pointé les résultats du dimensionnement des pieux pour la fouille Sud (côté CFF), avec le logiciel aux modules de réaction élastoplastique Rido.

Les déplacement sont faibles (<1cm, côté voies) et ce sans tenir compte du fait que la rigidité réelle du système est plus importante en lien avec la double paroi de pieux dans la zone située à l'aval des voies.

Par contre, nos pointages indiquent des efforts nettement plus faibles que ceux de la note de calcul [25]. Une partie s'explique par le choix de la rigidité du soutènement (voir ci-dessous)*, pour le solde il est difficile d'appréhender d'où viennent les différences avec les informations disponibles (pas de fichiers de données, indiquant l'ensemble des hypothèses, surcharges etc, uniquement des enveloppes d'efforts et de déplacements, etc)

*Pour le calcul de la paroi de pieu, la rigidité est surestimée, pour différentes raisons :
- Il est recommandé de dimensionner avec un module fissuré pour l'élasticité (par exemple 20'000 N/mm2)
- Le calcul de l'inertie est faux, les pieux se recoupent, il ne peut donc pas y avoir l'inertie complète de tous les pieux qui soit prise en compte.
- De plus selon notre expérience, si on procède à un calcul plus poussé de la section (calcul Fagus tenant compte de l'armature et de la fissuration), l'inertie est nettement plus faible que ($\pi D^2/64$) en entier.

Recommandation 4 : les dimensionnements des pieux doivent être repris en corrigeant les rigidités et en vérifiant les hypothèses de calcul.

Pour ce qui est du calcul des armatures, il n'est pas possible de savoir quel enrobage a été considéré ni si un facteur η_i a été considéré. Le détermination des armatures est faite pour les pieux les plus sollicités soit ceux qui se trouvent directement au bord de la traversée. La même armature est ensuite considérée pour l'ensemble des pieux, ce qui est très sécuritaire.

Recommandation 5 Une optimisation de l'armature des pieux est possible contrairement à ce qui est noté à la page 51. Il n'est pas nécessaire de prévoir l'armature maximale correspondant aux pieux situés en bord de traversée pour tous les pieux, quand bien même pour réduire les risques d'erreur sur chantier, on limitera le nombre de types de cages différents.

Cas de charge : poussée du vérin (§8.3.1)

Le calcul de la poussée du vérin sur les pieux est confus (voir aussi §6.7.2 du présent rapport). Quelle méthode est choisie ? pourquoi μ=0.3 ? il existe plusieurs approches dans la littérature…

A priori, selon nos pointages, la valeur absolue obtenue par les APR est prudente pour ce type de sols.

Au final, il semblerait que ce cas de charge n'ait pas été vérifié dans la note de calcul… Comme déjà mentionné dans [20], dans une phase ultérieure, il faudra vérifier que les pieux de la fouille Nord puissent reprendre la force en lien avec la capacité maximale effective de vérinage (recommandation 6).

Vérification lors de la poussée du microtunnelier (§10.3) – fouille Sud.

Ce chapitre est incompréhensible. A quoi cela correspond-il dans les autres documents, tels que la base de projet ? Que veut-on vérifier ? pourquoi diminuer la butée ? A noter qu'au final, les efforts obtenus pour ce cas sont déterminants pour le calcul de l'armature alors même ils sont peu plausibles.

Charge 4 : clarifier et, si nécessaire, refaire ce dimensionnement.

Béton des chambres (radiers et murs)

Aucune vérification par pointage n'a été faite pour ce qui est du béton et plus particulièrement l'armature (hors mandat expertise).

- Au niveau des hypothèses, la pression au repos est considéré, ce qui est juste.
- Les dimensions générales paraissent raisonnables.
- On peut remarquer dans un souci d'optimisation de l'armature que le cas de charge déraillement mériterait d'être reconsidéré. En effet, Les modèles de la norme ont été développés pour des tabliers de pont et ne devraient à notre sens même pas être appliqués pour des ouvrage enterrés (recommandation 7).

6.7.2 Remarques détaillées

Ci-joint une liste non exhaustives de remarques en lien avec la note de calcul des fouilles :

Situation des sondages Figure 2	Quitte à ajouter les anciens sondages dans ce document, autant les faire figurer en situation. Mais ce n'est pas forcément dans ce document que doivent figurer des sondages
Légende figure 6 P10	Droite et gauche inversé
Kz p19-20	15'000 ou 10'000 ? contradictoire Unité fausse kN/m2/m
Bâtiment de service P23	Faute de plans et/ou croquis, difficile à comprendre ; la poussée est-elle vraiment en kN/m et pas en kPa ? Pourquoi la force agit-elle sur l'ensemble des côtés latéraux ?
Pour la fouille admis Ka P26	Sur d'autres documents (BP par exemple) c'est la poussée active majorée : est-ce une erreur ?
Répartition des contraintes horizontales sous charge ferroviaire P26	Pas clair ni visible, c'est une hypothèse de type Boussinesq ? c'est issu de Larix ou calculé à la main ? on retrouverait 2x environ 31 kPa à 0m alors qu'annoncé Ko pour chambre et Ka pour fouille
Figure 33	Cette fois il semblerait que l'hypothèse de la poussée liée à la route = Caquot (avant semble différent -pour le train) – dur à suivre - des schémas mains plutôt que des phrases, ce serait mieux.
§8.3.1	Pourquoi parle-t-on de résistance du sol non drainé ? Le terme qv est utilisé successivement pour différentes charges, et ce même à l'intérieur de la même équation (des indices seraient utiles) Pourquoi passe-t-on de 77. 3 à 80,3 kPa ? Pourquoi l'expression n'est-elle pas la même pour la section ferroviaire et le solde (une fois * π /2 et une fois *2) Mais dans le calcul chiffré pas de π/2…

	De plus un schéma permettrait de comprendre le modèle de charge admis, plutôt que d'essayer de le deviner. Enfin cette charge calculée ne semble avoir jamais été utilisée pour les vérifications…
Tableau 12	Pourquoi laisser des combinaisons qui ne sont pas vérifiées pour les pieux (séisme, déraillement, vent…)
P 43 « Il s'agit en effet des pieux du côté routier qui sont plus critiques, car l'écartement est plus important »	Pas compris, l'écartement est le même et il n'y pas de passage de microtunnelier sur ce côté
8.3.1 charge du vérin Paragraphe : «Une fois la charge modélisée,… »	Paragraphe incompréhensible, de quelle charge parle-t-on ? pour la fouille sud ? des charges adaptées sur la base de quelles hypothèses ? lors de la sortie du tunnelier ? comment ont été définis ces points ?
8.3.2 séisme	Pourquoi décrire une charge qui est admise négligée dans la convention d'utilisation ?
P51 Il n'est pas possible d'optimiser plus la structure actuellement	Faux, on peut et doit le faire ultérieurement
P 54 –55	mélange HEB300 et HEB320 mélange longueur de flambage 4m et 6m

6.8 Notes de calcul tube [26]

Il n'y a pas de réelles modifications par rapport à la note de calcul précédente. (voir [20]).

- A noter qu'il n'est pas possible de visualiser la façon dont les charges sont appliquées sur les tubes et donc difficile de vérifier les hypothèses de calcul.
- Comme indiqué précédemment, nous estimons que le cas déraillement n'est pas pertinent pour un ouvrage enterré. A noter aussi que le chapitre 6.4 sur le cas de charge séisme est inutile puisque ce risque est admis négligé dans la convention d'utilisation.
- Nous avons effectué un pointage des dimensions du tube pour le cas de base sous charges ferroviaires en phase travaux, en nous appuyant sur le document [A] et en faisant des adaptations en lien avec la présence de la nappe. L'épaisseur de béton est considérée comme suffisante.
- Au stade définitif, le tube est rempli de ciment et la sécurité structurale augmente donc sensiblement.

6.9 Plan

Le plan doit être complété et rendu plus lisible (cotes manquantes, éléments existants comme par exemple les micropieux, niveaux absolus, étayage, etc.) – recommandation 8

6.10 Concept de surveillance [16]

Les risques sont bien énumérés et le principe des éléments à surveiller est décrit dans le rapport.

Il ne semble pas y avoir de mesures en surface hors de la zone des rails. Or cette zone est traversée en premier et un suivi permet une observation avant de passer sous les trains. Il serait donc utile d'intégrer un suivi de cette zone dans le concept (recommandation 9).

7 Conclusion

Le concept et les dimensions générales des fouilles et du tube sont validés.

Par contre l'ensemble des charges et recommandations devront être prises en considération pour les phases ultérieures du projet.

Les prochains documents devront faire l'objet d'une relecture/correction interne plus poussée avant diffusion externe.

> > >

De Cérenville Géotechnique SA

pp FGeiser

Rapport établi par Dr Françoise Geiser, Dr ing. civil EPFL

Chavannes-près-Renens, le 11 novembre 2024

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

12.201.09

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud

Commune : Prangins

Echelle	Format
-	A4

N° Plan

-

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Traversée principale

PRISE DE POSITION SUR LE RAPPORT D'EXAMEN



Signatures des personnes responsables :

A1. ☒ Signatures originales dans le document B. ○ Signature ci dessous

Ci-dessous :

A2. ☒ Signatures des personnes pro forma

CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

Aimé Morel
Auteur de projet

IM Engineering | IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	08.10.2024	mge	mo		Version initiale
2	05.12.2024	mge	mo		Selon retour expertise
3					
4					

Table des matières

1 Expertise 3
1.1 Charges 3
1.2 Recommandations 3
2 Signatures 5

1 Expertise

1.1 Charges

1.1.1 Pour l'étape suivante, un document complet et cohérent devra être établi par les APR

Le document a été complété et clarifié.

1.1.2 Il faut faire apparaître le risque de blocs de taille importante dans la convention d'utilisation

La présence de blocs de taille importante a été décrite dans la convention d'utilisation. La tête de microtunnelier recommandée y a été décrite, soit une tête de microtunnelier mixte.

1.1.3 Le niveau de projet de la nappe doit être de 415.5m, au minima comme un risque accidentel

La nappe a été considérée à l'altitude de 414.5m, et les calculs ont été refaits avec cette hauteur d'eau.

1.1.4 Clarifier et, si nécessaire, refaire le dimensionnement de la poussée du microtunnelier

Le calcul a été clarifié, notamment avec la hauteur d'eau 415.5m et ajoutée dans le calcul de la cellule de départ (nord). La référence à cette vérification pour la cellule sud a été supprimée.

1.2 Recommandations

1.2.1 Faire figurer les fondations de la PAB sur les plans et s'assurer qu'il n'y a pas de conflit avec la paroi de pieux

Les micropieux ont été représentés pour la cellule de départ. Il n'y a pas de conflit avec la paroi de pieux.

1.2.2 Pour la fouille Nord, il serait préférable de réutiliser partiellement le matériau d'excavation

Le matériau d'excavation sera utilisé selon les caractéristiques observées.

1.2.3 Le rétablissement de la nappe a-t-elle été demandée ? Ce point doit être précisé

Le percement des pieux sécants doit être fait afin d'éviter que l'espace entre les pieux sécants ne se remplissent entièrement d'eau. Cela évite également de bloquer le mouvement de la nappe.

1.2.4 Le dimensionnement des pieux doit être repris en corrigeant la rigidité et en vérifiant les hypothèses de calcul

L'inertie a été recalculée, mais ne change pas beaucoup. Le module d'élasticité a été adapté et a été mis à 20'000 N/mm^2. Les calculs ont été adaptés en fonction de ces nouveaux paramètres, que ce soit dans le modèle Larix ou Fagus.

1.2.5 Il n'est pas nécessaire de prévoir l'armature maximale correspondant aux pieux situés en bord de traversée pour tous les pieux

Une optimisation a été faite, avec des armatures différentes selon les pieux du côté de la traversée et les pieux du côté opposé.

1.2.6 Dans une phase ultérieure, il faudra vérifier que les pieux de la fouille nord puissent reprendre la force en lien avec la capacité maximale effective de vérinage

Cette vérification n'a pas été faite dans cette étape, car la caractéristique de la machine n'est pas actuellement connue. Ce sera une vérification à effectuer lorsque la machine aura été choisis.

1.2.7 Le cas de charge de déraillement mériterait d'être reconsidéré. En effet, les modèles de la norme ont été développés pour des tabliers de pont et ne devraient à notre sens même pas être appliqués pour des ouvrages enterrés

Le cas de charge de déraillement est un cas déterminant pour les armatures dans le mur de la chambre sud. En effet, les moments de flexion et les efforts tranchants induisent des armatures plus élevées que les charges à l'ELU. Cependant, cette vérification a été effectuée pour s'assurer que la chambre puisse résister à une telle configuration.

1.2.8 Le plan doit être complété et rendu plus lisible (cotes manquantes, éléments existants comme par exemple les micropieux, niveaux absolus, étayage, etc.)

Le plan a été adapté et des informations complémentaires ont été ajoutées (cotes, étayage, etc.).

1.2.9 Il serait utile d'intégrer un suivi de la zone en surface hors de la zone des rails dans le concept de surveillance

Le concept de surveillance a été complétée pour inclure la vérification de la zone entre la cellule de départ et les voies par l'ajout de témoins qui seront contrôlés à intervalles réguliers.

2 Signatures

Auteur du projet :	Date	Signature
Nom : IUB Engineering SA		
Responsable : Aimé Morel		
Rue : Rte André Piller 33a		
Lieu : 1762 Givisiez	…….	……..

Auteur du projet :	Date	Signature
Nom : IUB Engineering SA		
Responsable : Emilie Simonin		
Rue : Rte André Piller 33a		
Lieu : 1762 Givisiez	…….	……..

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

12.201.10

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud

Commune : Prangins

Echelle	Format
-	A4

N° Plan

-

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Traversée principale

EVALUATION / CONTRÔLE TECHNIQUE INTERNE



Signatures des personnes responsables :

A1. ☒ Signatures originales dans le document B. ○ Signature ci dessous

Ci-dessous :

A2. ☒ Signatures des personnes pro forma

CFF SA
Infrastructure Projets

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

CFF SA
Infrastructure Projets

Sophie Minon
Chef de projet général adjoint
I-AEP-LEM-MOR

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	31.03.2025	fsa	smi		Version initiale
2					
3					
4					

Numéro ISP:	**1162414**
Objet:	**Nyon, renouvellement de l'enclenchement / traversée à câbles**
Tronçon/km de voie:	**Ligne 150, km 37.064**
Canton/commune:	Vaud / Prangins
Chef de projet:	Blaise Destraz

SIOP A
Ouvrages d'art

Tunnels et tranchées couvertes (y compris tunnels spéciaux et galeries)

	Documents contrôlés	Date du document	Version du document	Bases respectées
X	**Convention d'utilisation**	**05.12.2024**	**3**	**DE-OCF**
X	**Base de projet**	**05.12.2024**	**3**	**STI-SRT**
X	**Calculs statiques**	**05.12.2024**	**4**	
☐	**Calculs aérodynamiques**			**Normes SIA 197-198, 260 sq. SIA 195 pour les microtunnels**
X	**Rapport géotechnique**	**07.01.2025**	**2**	
X	**Plans du projet de construction**	**19.12.2024**	**2**	
X	**Rapport d'examen d'expert**	**20.01.2025**	**4**	
X	**Rapport technique**	**05.12.2024**	**4**	**Réglementation CFF/RTE**
X	**Rapport de sécurité**	**05.12.2024**	**4**	
☐				
☐				
☐				

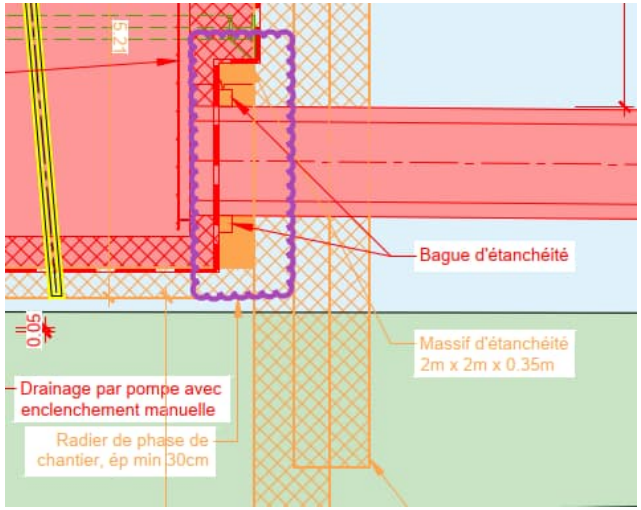
Réalisation SIOP A confirmée

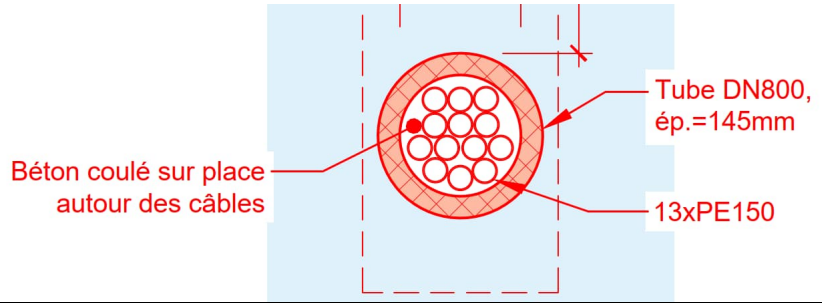
Date	Nom/prénom	Signature
	Ingénieur spécialisé AEP-LEM	
28.01.2025	**Minon Sophie**	

Date	Nom/prénom	Signature
	Alexandre Michon Chargé du contrôle de la conformité aux exigences réglementaires (Porteur de Compétences AEP-PJM)	

Charges/conditions relatives au projet de construction		
N°	Description	Mise à jour du dossier vérifiée [Date/signature]
	Les charges sont répertoriées dans les rapports d'expertises se trouvant en annexes de ce document. Elles ont été traitées au fur et à mesure de l'évolution du projet par l'auteur de projet, IUB. Le porteur de compétence Alexandre Michon et la spécialiste GC Sophie Minon ont suivi et coordonnés les multiples échanges entre l'experte Mme Geiser du bureau DeCerenville et l'auteur de projet IUB. Des points d'arrêt pour contrôle ont été effectués lors de l'émission des différentes version du rapport d'expertise. L'ensemble des charges a été pris en compte par l'auteur de projet IUB et fait partie du dossier transmis à la SIOP.	 05.12.2024
	Mail daté du 25.03.2024 de la spécialiste IB Sophie Minon à l'auteur de projet IUB qui liste les conditions de Federica Sandrone (I-NAT-BT-IB) pour la bonne constitution du dossier à remettre à la SIOP.	 05.12.2024
	Le rapport final V4 d'expertise, n'amène pas de prise de position de l'auteur de projet. La prise de position est le projet soumis à la SIOP qui comprend l'intégration de toutes les charges émises lors des précédentes versions de l'expertise.	 05.12.2024

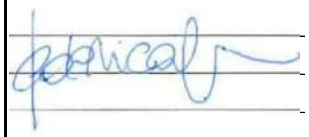
Charges/conditions relatives au projet d'exécution		
N°	Description	Prise de position sur la mise en œuvre des charges/conditions
1	Afin de détecter au plus tôt tout aléa géotechnique, la DLT et l'entreprise veilleront à l'établissement d'un PV de suivi d'avancement te que décrit dans le §5.5.2 de la SIA 195. Pour ce faire il conviendra de définir, avant le début des travaux, entre l'entreprise et la DLT les valeurs seuils des principaux paramètres de fonctionnement (pression de boue, forces sur les vérins, débits, volume d'excavation…) et définir les mesures à prendre en cas d'anomalies	

Charges/conditions relatives au projet d'exécution		
N°	Description	Prise de position sur la mise en œuvre des charges/conditions
2	Une attention particulière devra être accordée lors du positionnement et de l'emboitement des batteries de câble pour éviter d'éventuels problèmes d'injection (cf écrasement des tubes lors du remplissage du microtunnelier des SIE de Crissier)	
3	Il conviendra de vérifier avec l'entreprise adjudicataire que l'épaisseur de la bague et du massif d'étanchéité projetés est compatible avec les caractéristiques du microtunnelier finalement retenu. Comment a été dimensionnée la bague intérieure ? Sera-t-elle vraiment démolie ? Si oui comment sera-t-elle reconstruite ? 	
4	Le type d'étanchéité prévu entre les pieux et le béton des chambres n'est pas clair. Il faut prévoir un béton de lissage sur les pieux si on souhaite coller une étanchéité LBP -> agrandir la cellule ? Voir également remarque suivante.	
5	CU - §5.1 : la limite de déformation horizontale des pieux fixée à 20 mm doit être justifiée. En effet les valeurs de base à considérer sont celles fixées dans le règlement I-50009 et il convient de vérifier que les déplacements / tassements obtenus par calcul sont conformes avec les exigences du règlement I-50009.	

Charges/conditions relatives au projet d'exécution		
N°	Description	Prise de position sur la mise en œuvre des charges/conditions
	- Une classe d'étanchéité 1 est-elle vraiment nécessaire et conforme avec les dispositions constructives prévues ? La reprise des charges de fatigue par le coulis d'injection doit être fixée dans la CU, pour autant que les épaisseurs de coulis autour des gaines soient suffisantes pour reprendre les poussées (voir épaisseurs minimales préconisées par le PVIngDU pour les tuyaux en béton non armé)	
	NdC fouille : Seuls les pieux armés sont vérifiés. Or les pieux traversés par le microtunnelier ne sont pas armés en partie basse et doivent donc faire l'objet d'une justification. D'autre part la bague d'étanchéité en béton doit également être justifiée (cf problèmes rencontrés lors du microtunnelier SEIC à Gland)	
	NdC traversée : Aucun calcul à la fatigue n'est réalisé car il est admis que le coulis de remplissage entre les gaines et le tuyau béton permet de reprendre les charges à long terme. D'après la coupe BB le volume à disposition entre les 13PE150 est très faible et il n'est pas raisonnable d'admettre que le béton autour des gaines est capable de reprendre les efforts pour les raisons ci-dessous : - l'épaisseur de béton théorique est très inférieure à l'épaisseur minimale de béton non armé prévu par le PVIngDU, à savoir au minimum 150 mm - étant donné le peu de place à disposition et la longueur à injecter, il semble impossible de garantir un correct remplissage des vides  	

Charges/conditions relatives au projet d'exécution		
N°	Description	Prise de position sur la mise en œuvre des charges/conditions
	Étant donnés les taux d'exploitation obtenus, l'armature prévue est probablement capable de reprendre les sollicitations de fatigue. Par contre l'armature des tuyaux sollicités par les charges ferroviaires devra être ligaturée à la main. L'électrosoudage ainsi que l'électroforgeage sont proscrits car ils conduisent à de très mauvais détails à la fatigue.	
	Les concepts de surveillance et de mesure devront être approuvés par le service spécialisé I-AEP Géomatique, notamment le type d'installations retenue pour assurer le suivi automatique (seuls certains systèmes disponibles sur le marché sont acceptés par les CFF) Les services / personnes mentionnés au §7.6 devront être capables de traiter les alarmes 24h/24, 7j/7. Le centre d'exploitation devrait être impliqué lors du dépassement de la valeur d'intervention et de la valeur d'intervention immédiate. Tel que proposé par l'expert, étant donné que la cellule de poussée est relativement éloignée de la première voie à traverser il serait utile d'instrumenter une section située aux abords des voies pour s'assurer avant d'amorcer le franchissement au droit des voies que les déformations obtenues sont conformes avec les estimations et les seuils fixés.	

Tabelle SIOP A - Durchgeführte Sicherheitsprüfungen

	Anlage[1]	SV-bericht	Subprozess-verantw.	SIOP A	CL Nr.	Datum	Vorname / Name	Unterschrift
☐	**Fahrbahn**							
☐	Gleis- und Weichengeometrie		I-NAT-BT-FB-TRP	I-NAT-BT-FB-TRP	A101			
☐	Weichenheizungen		I-NAT-BST	I-NAT-BST	A102			
☐	Oberbausystem/-material und Gleisabschlüsse		I-NAT-BT-FB-OBA	I-NAT-BT-FB-OBA	A103			
☐	Unterbau		I-NAT-BT-FB-UB	I-NAT-BT-FB-UB	A104			
☒	**Kunstbauten (Ingenieurbau)** Link Plattform							
☐	Erd- und Stützbauwerke	☐[2]	I-NAT-BT-IB	I-NAT-BT-IB	A202			
☒	Tunnel und Galerien	☒[2]	I-NAT-BT-IB	I-NAT-BT-IB	A203	31.03.2025	Federica Sandrone*	
☐	Brücken (ohne PU/Pa im Bhfs-Bereich)	☐[2]	I-NAT-BT-IB	I-NAT-BT-IB	A204		*voir charges en annexe	
☐	Schutzbauten (Naturgefahren)	☐[2]	I-NAT-BT-IB	I-NAT-BT-IB	A205			
☐	Lärmschutzwände	☐[2]	I-NAT-BT-IB	I-NAT-BT-IB	A206			
☐	Wasserversorgung	☐[2]	I-NAT-BT-IB	I-NAT-BT-IB	A208			
☐	Abwasserentsorgung	☐[2]	I-NAT-BT-IB	I-NAT-BT-IB	A 209			
☐	**Bahnzugang** (xiat001@sbb.ch & Link Plattform Kunstbauten)							
☐	Perron- und Publikumsanlagen	☐[2]	I-NAT-BT-BZU	I-NAT-BT-BZU	A301			
☐	Gleis- und Perronübderdachung	☐[2]	I-NAT-BT-BZU	I-NAT-BT-BZU	A302			
☐	Brücken (als PU/Pa im Bhfs-Bereich)	☐[2]	I-NAT-BT-BZU	I-NAT-BT-BZU	A304			
		☐[2]		I-NAT-BT-IB	A304			
☐	**Sicherungsanlagen**							
☐	Prozessablauf		I-NAT-BST	I-NAT-BST	A400			
☐	**Zugbeeinflussung**							
☐	Aussensignalisierung		I-NAT-BST	I-NAT-BST				
☐	Führerstandsignalisierung		I-NAT-BST	I-NAT-BST				
☐	**Lichtraumprofil**							
☐	Gemäss Checkliste		I-NAT-BT-TNZ		[3]			

[1] Die Bezeichnungen auf Stufe Anlageart werden bei der Anpassung der Prüfunterlagen und Checklisten vorgenommen

[2] Falls Sachverständigenbericht erstellt wurde → ankreuzen

[3] Verweis auf entsprechend zu prüfende Checklisten

Projekt: Linie 150, km 037.064 - Nyon, renouvellement de l'enclenchement

ISP-Nr. 1162414

Auflagen SIOP A 203
DfA Linie 150, km 037.064
Nyon, renouvellement de l'enclenchement, ISP-Nr. 1162414

Autor(en)	Federica Sandrone (I-NAT-BT-IB)
Ort, Datum, Zeit	Bern, 31.03.2025
Remarques	Les fouilles pour les puits de départ et arrivé ont étées également vérifiées dans le cadre de cette SIOPA
	Ces remarques completent les charges déjà émises par l'ing. vérifiecateur, l'ing. Spécialiste et le porteur des compétences
	(X) : remarques concernant la qualité du document / dossier

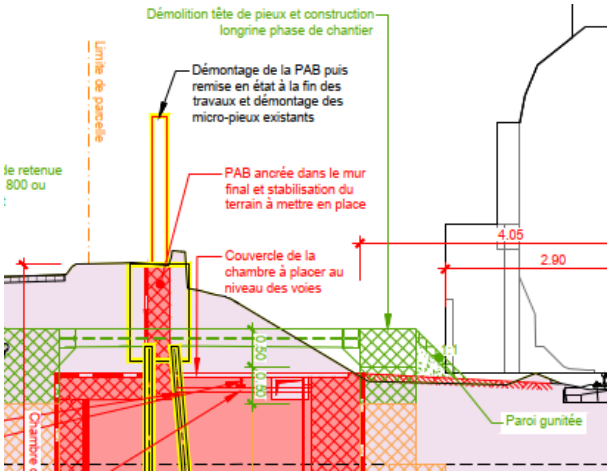
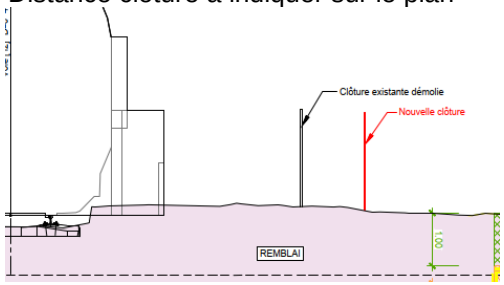
Auflagen / Charges

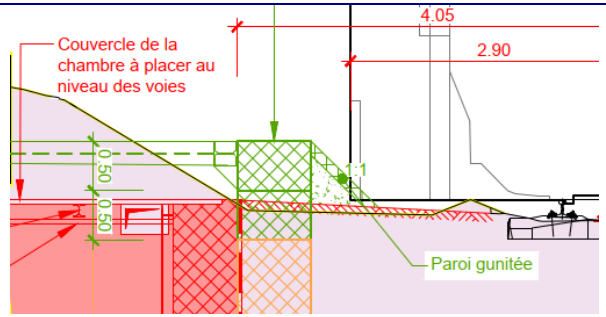
<table>
<tr><th>Nr.</th><th>Kapitel Nr./Plan Nr.</th><th>Beschreibung</th><th>PGV</th><th>Ausf.</th></tr>
<tr><td>1</td><td>General</td><td>– Une SIOP A 206 est nécessaire pour la modification prévue de la paroi antibruit (PAB).
<table>
<tr><th>Nom du composant ou de l'ouvrage</th><th>Année de construction</th><th>Type d'ouvrage</th><th>Ligne DfA XXX et km (de à)</th><th>N ° IPID</th></tr>
<tr><td>Paroi anti-bruit</td><td>2016</td><td>PAB</td><td>Km 36.306-37.191</td><td></td></tr>
</table>
Tableau 1: ouvrage existant
– Pour ce qui concerne les rapports d'expertises : afin de permettre un correct suivi des charges émises, les différents documents doivent être mis en ordre de dates, les charges doivent être numérotés et les réponses doivent être validées par l'expert. Les vérifications de pointage faite par l'expert devraient être mieux documentées, afin de pouvoir les fournir à l'OFT le cas échéant.
– Rapport de sécurité : il manque une liste des risques et des mesures préconisés. Cette analyse qualitative doit être présente soit dans le rapport technique soit dans la BP.
– La BP ne doit pas être signé par le MO, seul le ADP doit signer la BP.</td><td>X</td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>General</td><td>– Les risques admis / à vérifier doivent être distinguées entre phase de construction et phase définitive
– Le concept d'étanchéité / drainage est à vérifier – simplifier. Les exigences sont à discuter avec les responsables. La nécessité d'une pompe dans chacune des chambres est à vérifier. La durée de vie de pompes fixes étant très limitée et le besoin en entretien plutôt important, dans la mesure du possible il faut prévoir un écoulement naturel de l'éventuelle eau d'infiltration / condensation vers la</td><td></td><td>X</td></tr>
</table>

SBB AG
Ingenieurbau
Hilfikerstrasse 3 · 3000 Bern · Schweiz

		chambre sous le bâtiment technique afin de permettre de réduire le nombre d'installations. Un pompage / curage de puis l'extérieur est en principe à favoriser. Le concept d'étanchéité de la traversé (joints entre les éléments en béton) sous nappe est à détailler. La gestion des infiltrations d'eau météoriques par les couvercles des chambres est à améliorer en prévoyant en surface une pente favorisant un écoulement naturel de l'eau.		
3	General	– Vérifier la citation du règlement I-50009 qui ne semble pas être indiquée correctement dans tous les documents (p.ex. CU Chap. 2.4, 6.2, etc.) – Le plan ne semble pas être cohérent avec les indications de la note de calcul et de la durée de vie des éléments, en particulier vérifier les couleurs utilisés pour les parois de pieux – Le niveau de la nappe (selon BP Chap. 3.1.1 et Chap. 3.2) doit être indiquée sur le plan – Il faut garantir une cohérence entre la CU, la BP et le plan (concept statique des chambres, fonction des parois des pieux) et vérifier que les éléments indiqués dans la BP (tableau chap. 4.4.2) soient aussi indiqués dans la CU et visibles sur le plan. – La nécessité de percement de pieux sécants avant la réalisation de la chambre étanche n'est pas claire. Si une demande spécifique du canton a été fait dans ce sens cette exigence doit être indiqué dans la CU. La faisabilité du système décrit (percement plus mise en place d'une couche drainante doit être vérifiée et le cas échéant correctement dessiné dans le plan	(X)	
4	CU	– Chap. 1.6.1 Possibilité de garantir une pente longitudinale de 1% est vérifier en fonction de la méthode d'excavation choisie. – Chap. 1.6.2 Le volume et le type de trafic devrait être connu – Chap. 1.7 : Tableau 2 : o tous les éléments y compris les éléments provisoires doivent être listés avec leur durée de vie. Spécifier durée de vie des parois de pieux sécants (=structure porteuse ?) o Vérifier la durée de vie indiqué pour le système d'évacuation d'eau des chambres (= pompes à enclenchement manuel) : 50 ans est surestimé – Chap. 2.3 o La norme SIA 195 doit être rajoutée comme norme de référence pour la réalisation du pousse tube. La norme SIA 198 n'est pas relevant à cet effet o La norme 272 a été révisé en 2024 la nouvelle version doit être prise en compte – Chap. 2.4 : Le règlement I-20036 s'applique seulement aux tunnels ferroviaires. – Chap. 4.6 et 5.5 : Réviser les chapitres en principe il n'y a pas vraiment de système de drainage indiqué dans le plan fourni ni en surface ni en souterrains seuls deux pompes à enclenchement manuel pour l'évacuation de l'eau des chambres sont prévues.		X

		– Chap. 5.4 : vérifier les exigences par rapport aux matériaux / dimensions etc. admis pour les couvercles de chambres avec les services responsables. – Chap. 6.4 : dans ce chapitre il faut spécifier la classe d'ouvrage par rapport aux risques sismiques. Si la traversée est considérée indépendante par rapport aux chambres il faut spécifier/vérifier comme le détail d'étanchéité entre les éléments sera réglé. En principe le risque sismique pour ce type d'ouvrage peut être négligé aux sens de l'article Art.7.2.3 de la norme SIA 267. – Chap. 6.6 : préciser à quelle partie d'ouvrage on se réfère (chambre ou paroi antibruit). Pour ce qui concerne la PAB voir remarque #1. – Chap. 6.9 : Le risque incendie n'est pas mentionnée, doit être pris en compte et vérifié. Le cas échéant, selon exigences des services responsables, un système de détection dans les chambres doit être prévu. Pour ce qui concerne l'explosion on ne parle pas forcément d'explosion d'un véhicule. La classe d'exigence pour cette installation doit être vérifiée avec les services responsables.		
5	BP	– Chap. 1.2 Tableau 1 : vérifier la description des éléments / rajouter les éléments manquants dans la CU (p. ex. parois de pieux) indiquer leur fonction (temporaire ou définitive) et vérifier que cette indication soit cohérente avec ce qui est dessiné dans le plan. – Chap. 3.3.& 4.1. le concept statique doit être mieux clarifié, en particulier il faut spécifier si les pieux sécants ont une fonction définitive. – Chap. 4.4.2 : o Vérifier la nécessité de guniter le talus au niveau de la route (pente 1 :1 hauteur limitée) o Vérifier le choix du type de Béton pour le pieux en fonction de leur fonction (temporaire ou définitive) selon PEQ – Chap. 5.2.1 Tableau 6 spécifier les cas des charges par élément (fouilles / traversée) – Chap. 5.2.2 Tableau 9 Charges de vent : préciser où sont-elles à prendre en compte en théorie à rendre en compte pour les éléments exposés au vent et non pas des éléments enterrés. – Chap. 5.2.3 Tableau 10 o Séisme : en principe les chambres sont à traiter selon SIA 267 Art.7.2.3 comme un mur avec un terrain horizontal des deux côtés, donc en principe ($\gamma_f a_{g,d} S \leq 1{,}5$ m/s^2) cas pas dimensionnant, à vérifier o Déraillement : compte tenu de la couverture n'est pas dimensionnant pour la traversée. Spécifier où il reste dimensionnant et pour quelle raison.		X
6	Plan 12.201.01	– Voir aussi remarque générale : pour quelle raison les pieux sont dessinés en jaune ? ils ne seront en principe pas démantelés (mis à part la partie supérieure) / code de couleur à vérifier	(X)	

		– Détail à améliorer est ce que le talus existant sera reconstruit ? cela ne semble pas possible autrement on ne peut pas garantir l'accès à la chambre, vérifier / corriger. Ce détail est aussi déterminant pour le calcul de stabilité de la fondation de la nouvelle paroi antibruit.  – Les mesures suivantes sont à indiquer sur le plan o Distance clôture à indiquer sur le plan  o Hauteur de la « paroi gunitée » et distance entre le pied du talus provisoire et l'axe de la voie		

		 ○ Hauteur de la nappe		
7	Plan 12.201.01	– Détailler comme sera assuré l'étanchéité des joints entre les différents éléments en béton de la traversée. – -Détailler l'élément de fondation de la PAB une fois reconstruite. – Prévoir un concept de gestion de l'eau pour les phases d'excavations des fouilles.		X
8	Rapport technique	– Chap. 5 : pour le choix définitif du microtunnelier, vérifier si un changement de la tête est possible en cours de réalisation – Chap. 6 : ○ Spécifier si la bentonite a seulement une fonction lubrifiante ou de remplissage à long terme / rajouter cet élément dans la BP La tête du microtunnelier présentant un diamètre externe de Dmax=1110 mm, il existe un léger écart entre le forage et le tube. Cet espace sera injecté de boue de bentonite durant la phase d'avancement du chantier. ○ Clarifier le matériel de remplissage du tube : mortier ou ciment vérifier la cohérence avec BP ○ Clarifier le système de joints entre les tubes / rajouter cet élément dans la BP		X

SBB CFF FFS

12.202.01

INF Infrastructure / Projets Suisse
Fabrikstr.8 Postfach CH-3000 Bern www.sbb.ch

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud

Communes : Gland, Prangins, Nyon, Crans (VD)

Echelle: 1 : 100

Format: 252 x 52.4

2013250000.12.202.01

PRO 12 - Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Traversées secondaires

Plan de profil en travers



CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement ILB-IM

Dept Nord
Chef de projet général
Joël Gerber

Avant-Projet
Ingénieur général

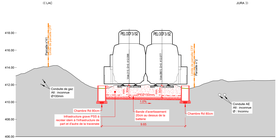
	Date	Aut.	Contr.	Chk	Modifications
1	15.04.2022	xxx	xxx	xxx	Edition du soir
0	31.12.2021	xxx	xxx	xxx	Création selon la norme SysTrack
A	31.12.2021	xxx	xxx	xxx	Création selon la norme SIA

IM Engineering IUB Engineering

LEGENDE

- Element existant à conserver
- Element existant à démolir
- Element projeté
- Limite de parcelle CFF
- Element projeté

COUPE BA
Km 35.303
(selon sit.1)


LAC
JURA
Route de Lausanne
Ruisseau de Vich
Ruisseau de Vich
Ruisseau de Vich

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

12.201.11

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud

Commune : Prangins

Echelle	Format
-	A4

N° Plan

-

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Traversée principale

PRISE DE POSITION SUR LE CONTROLE TECHNIQUE INTERNE



Signatures des personnes responsables :

A1. ☒ Signatures originales dans le document B. ○ Signature ci dessous

Ci-dessous :

A2. ☒ Signatures des personnes pro forma

CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

Aimé Morel
Auteur de projet

IM Engineering | IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	01.07.2025	mge	mo		Version initiale
2					
3					
4					

Table des matières

1	**Remarques générales**	**2**
2	**Charges relatives au projet d'exécution**	**3**
2.1	Charge 1	3
2.2	Charge 2	3
2.3	Charge 3	4
2.4	Charge 4	4
2.5	Charge 5, Convention d'utilisation	5
2.6	Note de calcul fouille	6
2.7	Note de calcul fouille	7
2.8	Concept de surveillance	8
3	**Charges relatives à la PAP**	9
3.1	Charge 1, Général	9
3.2	Charge 2, Général	10
3.3	Charge 3, Général	11
3.4	Charge 4, Convention d'utilisation	12
3.5	Charge 5, Base de projet	14
3.6	Charge 6, Plan 12.201.01	15
3.7	Charge 7, Plan 12.201.01	15
3.8	Charge 8, Rapport technique	16
4	**Signatures**	**17**

1 Remarques générales

Les remarges du rapport technique interne (SIOP) sont repris dans le format suivant :

Charge de la SIOP	Prise de position de l'APR

Les charges et prises de position sont séparées entre les charges relatives au projet d'exécution et les charges qui peuvent être traitées avant PAP. Certaines charges relatives au projet d'exécution n'ont pas de numéro de charge, mais une indication par rapport à un chapitre spécifique. Il est indiqué à quelle partie du dossier les charges font référence.

2 Charges relatives au projet d'exécution

2.1 Charge 1

Charge de la SIOP	Prise de position
Afin de détecter au plus tôt tout aléa géotechnique, la DLT et l'entreprise veilleront à l'établissement d'un PV de suivi d'avancement te que décrit dans le §5.5.2 de la SIA 195. Pour ce faire il conviendra de définir, avant le début des travaux, entre l'entreprise et la DLT les valeurs seuils des principaux paramètres de fonctionnement (pression de boue, forces sur les vérins, débits, volume d'excavation…) et définir les mesures à prendre en cas d'anomalies	Cela sera pris en compte lors de la phase 51

2.2 Charge 2

Charge de la SIOP	Prise de position
Afin de détecter au plus tôt tout aléa géotechnique, la DLT et l'entreprise veilleront à l'établissement d'un PV de suivi d'avancement te que décrit dans le §5.5.2 de la SIA 195. Pour ce faire il conviendra de définir, avant le début des travaux, entre l'entreprise et la DLT les valeurs seuils des principaux paramètres de fonctionnement (pression de boue, forces sur les vérins, débits, volume d'excavation…) et définir les mesures à prendre en cas d'anomalies	Le détail de positionnement des câbles est conforme aux dispositions CFF 3003-05, p. 31. Le minimum de tubes demandé par CAB étant de 12 PE150, mais une disposition de 13 tubes est possible pour un diamètre DN 800. Le risque d'écrasement des tubes PE pendant l'injection du mortier de remplissage sera pris en compte dans le projet d'exécution et des mesures particulières seront prévues dans l'appel d'offres : injection réalisée en plusieurs étapes (réduction pression hydrostatique), utilisation de multiples tubes d'injection afin de mieux répartir le mortier et d'obtenir un meilleur remplissage. Un maillage de distanceurs et fixateurs des tubes permettra également le remplissage régulier du mortier d'injection. Un essai de convenance de ces injections sera également organisé sur le chantier pour s'assurer des conditions de remplissage du microtunnelier.

2.3 Charge 3

Charge de la SIOP	Prise de position
Il conviendra de vérifier avec l'entreprise adjudicataire que l'épaisseur de la bague et du massif d'étanchéité projetés est compatible avec les caractéristiques du microtunnelier finalement retenu.	Le détail des bagues d'étanchéité est directement calibré par l'entreprise en charge des travaux du tunnelier. Le dispositif est de ce fait compatible avec la technologie de fonçage des tubes béton. Cette exigence fera toutefois l'objet d'une attention particulière dans le dossier d'appel d'offres (plans et Conditions Particulières). Les détails constructifs de ce dispositif sera confirmé par l'entreprise dans le cadre de la procédure d'appel d'offres.
Comment a été dimensionnée la bague intérieure ? Sera-t-elle vraiment démolie ? Si oui comment sera-t-elle reconstruite ?	La bague intérieure et le massif d'étanchéité ne sont pas des éléments qui ont été dimensionnés, mais qui ont été repris de documents techniques des entreprises spécialisées (technique microtunnelier).Le massif d'étanchéité et la bague d'étanchéité ne sont pas démolis mais restent en place. Ce dispositif offre une sécurité supplémentaire sur les migrations des eaux d'infiltration mais n'ont pas d'utilité au stade final des travaux. L'étanchéité de la chambre de tirage (natte de bentonite, joints hydrogonflant) sera indépendante de ce dispositif.

2.4 Charge 4

Charge de la SIOP	Prise de position
Le type d'étanchéité prévu entre les pieux et le béton des chambres n'est pas clair. Il faut prévoir un béton de lissage sur les pieux si on souhaite coller une étanchéité LBP -> agrandir la cellule ? Voir également remarque suivante.	Le type d'étanchéité est décrit dans le rapport technique au chapitre 9. Après la phase de terrassement, un béton projeté de lissage fin 0/4 sera mis en œuvre contre la paroi des pieux sécants. Ce dispositif de lissage de la géométrie permettra de plaquer les nattes de bentonite (natte hydrogonflante) sur une surface plane, avant l'exécution des murs de la chambre. Le plan a été complété et un détail spécifique documente cet aménagement technique.

2.5 Charge 5, Convention d'utilisation

Charge de la SIOP	Prise de position
- §5.1 : la limite de déformation horizontale des pieux fixée à 20 mm doit être justifiée. En effet les valeurs de base à considérer sont celles fixées dans le règlement I-50009 et il convient de vérifier que les déplacements /tassements obtenus par calcul sont conformes avec les exigences du règlement I-50009.	Le règlement I-50009 limite les déformations horizontales d'un écran de soutènement en bordure de voie à la valeur maximale de 9mm pour une vitesse des convois de 80km/h. Pour la chambre côté Lac, située à proximité directe des voies en service, cette exigence est respectée dans le dimensionnement des pieux et du soutènement de la fouille d'excavation. En ce qui concerne la chambre Nord, qui est réalisée à plus de 10m de l'axe des voies, cette exigence de la I-50009 est jugée comme trop restrictive. Le système de butonnage des pieux a été optimisé pour permettre la suppression d'un élément de stabilisation et accélérer la phase de terrassement. Le calibrage du soutènement a été réalisé sur une déformation horizontale des pieux inférieure à 20mm. La distance importante aux voies justifie l'optimisation du concept de terrassement.
- Une classe d'étanchéité 1 est-elle vraiment nécessaire et conforme avec les dispositions constructives prévues ?	La convention d'utilisation demande pour ces chambres une classe d'étanchéité de type 1 (complètement sec, absence de taches humides sur les murs et l'intrados de la chambre) . Ce choix est fait dans le but de garantir des chambres de tirage de chaque côté du microtunnelier protégées des venues d'eaux. La natte d'étanchéité combinée aux joints hydrogonflant sur les reprises de bétonnage permet d'atteindre cette exigence. Passer à la classe d'étanchéité 2 n'apporte pas de gains substantiels sur le projet. L'économie sur quelques joints d'étanchéité n'est pas significative.
La reprise des charges de fatigue par le coulis d'injection doit être fixée dans la CU, pour autant que les épaisseurs de coulis autour des gaines soient suffisantes pour reprendre les poussées (voir épaisseurs minimales préconisées par le PVIngDU pour les tuyaux en béton non armé)	Les tubes préfabriqués sont armés d'une forte armature radiale destinée à sécuriser l'ouvrage avant son remplissage de mortier. Le calcul à la fatigue a été ajouté à la note de calcul. Ce complément démontre que le critère fatigue des armatures radiales des tubes du microtunnelier est garanti (même en considérant une injection imparfaite du microtunnelier). Il n'est de ce fait pas nécessaire de prendre en compte la rigidité accrue du coulis d'injection pour satisfaire au critère de la résistance à la fatigue

2.6 Note de calcul fouille

Charge de la SIOP	Prise de position
Seuls les pieux armés sont vérifiés. Or les pieux traversés par le microtunnelier ne sont pas armés en partie basse et doivent donc faire l'objet d'une justification.	Les trois pieux que le microtunnelier traverse ne peuvent pas être armés, car cela empêcherait le passage du microtunnelier. Pour cette raison, une double rangée de pieux sécants a été mise en place pour pouvoir répartir la charge du sol par un effet arche guidant les efforts vers les voiles latéraux des pieux adjacents. Ces pieux armés doivent reprendre une charge plus importante (report par effet de voile des poussées sur le bloc double rangée). Ces sollicitations sont prises en compte dans le calcul et justifient leur taux d'armature plus élevé.
D'autre part la bague d'étanchéité en béton doit également être justifiée (cf problèmes rencontrés lors du microtunnelier SEIC à Gland)	Nous ne connaissons pas la difficulté rencontrée lors des travaux à Gland. Ces bagues d'étanchéité constituent toutefois des éléments constitutifs du système de mise en œuvre des microtunneliers. Elles sont liées à la technique de chaque fournisseur et entreprise spécialisée. Cette bague est nécessaire pour assurer, lors du passage de la chambre de poussage vers le tarrain naturel, l'étanchéité de cette transition et éviter ainsi le drainage du terrain et un éventuel tassement suite à un abaissement du niveau de la nappe. Il n'est techniquement pas possible d'éviter ce dispositif. Merci de nous informer de la problématique de Gland. Nous intègrerons en phase d'appel d'offres les instructions et exigences techniques qui permettront d'éliminer tout risque sur ces équipements.

2.7 Note de calcul fouille

Charge de la SIOP	Prise de position
Aucun calcul à la fatigue n'est réalisé car il est admis que le coulis de remplissage entre les gaines et le tuyau béton permet de reprendre les charges à long terme. D'après la coupe BB le volume à disposition entre les 13PE150 est très faible et il n'est pas raisonnable d'admettre que le béton autour des gaines est capable de reprendre les efforts pour les raisons ci-dessous : - l'épaisseur de béton théorique est très inférieure à l'épaisseur minimale de béton non armé prévu par le PVIngDU, à savoir au minimum 150 mm - étant donné le peu de place à disposition et la longueur à injecter, il semble impossible de garantir un correct remplissage des vides Étant donnés les taux d'exploitation obtenus, l'armature prévue est probablement capable de reprendre les sollicitations de fatigue. Par contre l'armature des tuyaux sollicités par les charges ferroviaires devra être ligaturée à la main. L'électrosoudage ainsi que l'électroforgeage sont proscrits car ils conduisent à de très mauvais détails à la fatigue.	Le calcul à la fatigue du tube a été ajouté. La fatigue ne pose aucun problème. Les exigences de mise en place des armatures seront indiquées dans les documents spécifiques de l'appel d'offres aux entreprises. Les ligatures des cages d'armatures seront exigées pour toute partie de l'ouvrage et toute soudure de ces armatures sera proscrite.

2.8 Concept de surveillance

Charge de la SIOP	Prise de position
Les concepts de surveillance et de mesure devront être approuvés par le service spécialisé I-AEP Géomatique, notamment le type d'installations retenue pour assurer le suivi automatique (seuls certains systèmes disponibles sur le marché sont acceptés par les CFF)	Les concepts de surveillance seront revus et coordonnés avec I-AEP Géomatique dès le démarrage de la phase 41 et l'établissement des documents d'appel d'offres. Le type de surveillance (automatisée ou manuelle), le matériel engagé pour ces contrôles, ainsi que les valeurs limite de ces surveillance (alarme, surveillance accrue et mesure d'intervention immédiate) seront définies.
Les services / personnes mentionnés au §7.6 devront être capables de traiter les alarmes 24h/24, 7j/7. Le centre d'exploitation devrait être impliqué lors du dépassement de la valeur d'intervention et de la valeur d'intervention immédiate.	Ces points seront revus lors d'une prochaine phase. Un service de piquet sera mis en place et réagira aux suivis et contrôles des voies, en respect du concept de surveillance défini dans l'appel d'offres.
Tel que proposé par l'expert, étant donné que la cellule de poussée est relativement éloignée de la première voie à traverser il serait utile d'instrumenter une section située aux abords des voies pour s'assurer avant d'amorcer le franchissement au droit des voies que les déformations obtenues sont conformes avec les estimations et les seuils fixés.	Une surveillance du terrain sur l'espace entre la cellule de poussée et le passage sous les voies en service est une bonne proposition. Cela permet de confirmer l'ordre des valeurs du tassement et d'anticiper le passage sous voies. Ces vérifications seront évoquées dans le concept de surveillance, et clarifiée avec I-AEP Géomatique lors de la préparation de l'appel d'offres (phase 41).

3 Charges relatives à la PAP

3.1 Charge 1, Général

Charge de la SIOP	Prise de position
Une SIOP A 206 est nécessaire pour la modification prévue de la paroi anti-bruit (PAB).	Un dossier spécifique relatif à cette PAB a été documenté et soumis à une SIOP séparée.
Pour ce qui concerne les rapports d'expertises : afin de permettre un correct suivi des charges émises, les différents documents doivent être mis en ordre de dates, les charges doivent être numérotés et les réponses doivent être validées par l'expert. Les vérifications de pointage faite par l'expert devraient être mieux documentées, afin de pouvoir les fournir à l'OFT le cas échéant.	Le projet du microtunnelier a fait l'objet d'une première expertise avec un rapport préliminaire établi par l'experte en date du 11 novembre 2024. Les remarques et demandes de clarifications ont été traitées et documentées dans un rapport de réponse aux charges de l'expert. Ce dossier optimisé et complété, transmis le 19 décembre 2024, a fait l'objet d'un second contrôle de l'experte. Le rapport d'examen final, transmis en date du 20 janvier 2024, valide sans remarques le projet optimisé du microtunnelier. Pour la phase de consultations de l'OFT, seul le rapport d'examen final importe. Il sera inclu aux documents de la PAP sans renvenir sur les phases de développement de projet qui n'interreseront pas l'OFT.
Rapport de sécurité : il manque une liste des risques et des mesures préconisés. Cette analyse qualitative doit être présente soit dans le rapport technique soit dans la BP.	Un chapitre dans le rapport technique a été ajouté avec les risques identifiés et les mesures indiquées.
La BP ne doit pas être signé par le MO, seul le ADP doit signer la BP.	La signature du MO dans la base de projet a été retirée

3.2 Charge 2, Général

Charge de la SIOP	Prise de position
Les risques admis / à vérifier doivent être distinguées entre phase de construction et phase définitive	L'analyse des risques documentée en chap 11 du rapport technique a été séparée entre les phases de construction et l'exploitation en phase définitive.
Le concept d'étanchéité / drainage est à vérifier – simplifier. Les exigences sont à discuter avec les responsables. La nécessité d'une pompe dans chacune des chambres est à vérifier. La durée de vie de pompes fixes étant très limitée et le besoin en entretien plutôt important, dans la mesure du possible il faut prévoir un écoulement naturel de l'éventuelle eau d'infiltration / condensation vers la chambre sous le bâtiment technique afin de permettre de réduire le nombre d'installations. Un pompage / curage de puis l'extérieur est en principe à favoriser. Le concept d'étanchéité de la traversé (joints entre les éléments en béton) sous nappe est à détailler. La gestion des infiltrations d'eau météoriques par les couvercles des chambres est à améliorer en prévoyant en surface une pente favorisant un écoulement naturel de l'eau.	Le concept d'étanchéité de classe 1 est prévu pour limiter toute infiltration des eaux à l'intérieur des chambres projetées. Ces chambres sont toutefois réalisées à une profondeur importante qui ne permet pas de raccordement sur un exutoire extérieur. De plus, le radier de ces chambres est positionné dans la nappe. Il devient dès lors impossible de créer un écoulement naturel des éventuelles eaux d'infiltration vers un exutoire accessible. Equiper les chambres de pompes permettant l'évacuation des eaux d'infiltration (également des eaux de condensation sous certaines conditions de température) est la solution la plus simple pour gérer ce projet. Même si une liaison entre les deux chambres avec un écoulement ouvert au-travers des tubes du microtunnelier est techniquement envisageable, nous déconseillons de laisser des eaux transiter à l'intérieur de la batterie du microtunnelier injectée sur son profil par le mortier de scellement des tubes PE. Une conduite de transfert des eaux est à notre avis une source de problèmes futurs dans une zone non inspectable. L'injection totale du microtunnelier est une garant de sécurité et de durabilité. Si l'objectif de cette remarque est de limiter le nombre de pompe en service, nous conseillons d'évaluer, avec les auteurs de cette remarque et les responsables des installations et de leur entretien, de l'engagement uniquement en cas de nécessité des pompes de vidange. Un système de surveillance placé à l'intérieur du puit de récolte des eaux permettra d'annoncer une éventuelle accumulation d'eaux d'infiltration ou de condensation. Il sera alors possible d'engager par des pompes mobiles et provisoire l'assèchement de cette chambre. Ce point pourra être discutée en phase 41, en vue de l'élaboration des documents d'appel d'offres.

3.3 Charge 3, Général

Charge de la SIOP	Prise de position
Vérifier la citation du règlement I-50009 qui ne semble pas être indiquée correctement dans tous les documents (p.ex. CU Chap. 2.4, 6.2, etc.)	La citation du règlement I-50009 a été corrigée dans les documents
Le plan ne semble pas être cohérent avec les indications de la note de calcul et de la durée de vie des éléments, en particulier vérifier les couleurs utilisés pour les parois de pieux	Les pieux sécants sont laissés de manière permanentes dans le sol, mais n'ont pas de rôle statique pour le dimensionnement des chambres. Les pieux sont indiqués en orange dans le sol, et la légende est clarifiée pour indiquer que ces pieux n'ont pas de fonction statique
Le niveau de la nappe (selon BP Chap. 3.1.1 et Chap. 3.2) doit être indiquée sur le plan	La nappe est indiquée, et l'altitude considérée pour ce projet a été rajoutée
Il faut garantir une cohérence entre la CU, la BP et le plan (concept statique des chambres, fonction des parois des pieux) et vérifier que les éléments indiqués dans la BP (tableau chap. 4.4.2) soient aussi indiqués dans la CU et visibles sur le plan.	Une revue des pièces du dossier a été réalisée pour éviter les incohérences et uniformiser les descripitifs statique et conceptuel du projet. Entre autres, la fonction de la paroi de pieux a été clarifiée, que ce soit dans la base de projet, convention d'utilisation et le plan.
La nécessité de percement de pieux sécants avant la réalisation de la chambre étanche n'est pas claire. Si une demande spécifique du canton a été fait dans ce sens cette exigence doit être indiqué dans la CU. La faisabilité du système décrit (percement plus mise en place d'une couche drainante doit être vérifiée et le cas échéant correctement dessiné dans le plan	Le percement des pieux sécants n'est pas une demande spécifique, mais permet d'éviter que l'espace confiné entre les pieux sécants ne se remplissent d'eau sans permettre un écoulement vers l'extérieur. On évite ainsi de piéger les eaux de pluies à l'intérieur du confinement des pieux. L'ouverture de fenêtres dans les pieux non armés permet de rétablir un écoulement naturel dans la zone remblai et favorise les échanges entre l'intérieur des pieux et le terrain naturel. Pour faciliter les migrations des eaux de pluie vers ces exutoires sur le terrain naturel, une couche de matériaux graveleux de haute perméabilité sera mise en œuvre lors du remblayage de la chambre, à hauteur de ces fenêtres. Ces fenêtres sont documentées dans le plan d'ensemble de cette chambre.

3.4 Charge 4, Convention d'utilisation

Charge de la SIOP	Prise de position
Chap. 1.6.1 Possibilité de garantir une pente longitudinale de 1% est vérifier en fonction de la méthode d'excavation choisie.	Le microtunnelier est en mesure de garantir une pente de 1% sur cette distance. Les consultations techniques des entreprises spécialisées le confirment. La tête de coupe étant montée sur des vérins, il est possible de corriger la course du microtunnelier et de respecter cette exigence qui sera documentée dans les documents de l'appel d'offres (phase 41).
Chap. 1.6.2 Le volume et le type de trafic devrait être connu	Le volume de trafic a été indiqué: >30'000 TBC/j. Si un volume de trafic plus précis est nécessaire, il sera demandé au service compétent des CFF
Chap. 1.7 : Tableau 2 : o tous les éléments y compris les éléments provisoires doivent être listés avec leur durée de vie. Spécifier durée de vie des parois de pieux sécants (=structure porteuse ?) o Vérifier la durée de vie indiqué pour le système d'évacuation d'eau des chambres (=pompes à enclenchement manuel) : 50 ans est surestimé	Les différents éléments provisoires ont été ajoutés au document la durée d'utilisation du système d'évacuation des eaux a été adaptée à une durée plus courte (10 ans)
Chap. 2.3 o La norme SIA 195 doit être rajoutée comme norme de référence pour la réalisation du pousse tube. La norme SIA 198 n'est pas relevant à cet effet o La norme 272 a été révisé en 2024 la nouvelle version doit être prise en compte – Chap. 2.4 : Le règlement I-20036 s'applique seulement aux tunnels ferroviaires.	Les normes utilisées ont été corrigées et complétées
Chap. 4.6 et 5.5 : Réviser les chapitres en principe il n'y a pas vraiment de système de drainage indiqué dans le plan fourni ni en surface ni en souterrains seuls deux pompes à enclenchement manuel pour l'évacuation de l'eau des chambres sont prévues.	Les indications sur le système de drainage ont été corrigées et clarifiées.

Charge de la SIOP	Prise de position
Chap. 5.4 : vérifier les exigences par rapport aux matériaux / dimensions etc. admis pour les couvercles de chambres avec les services responsables.	Les couvercles sont pris du catalogue des CFF. Le chapitre a été clarifié en ce sens.
Chap. 6.4 : dans ce chapitre il faut spécifier la classe d'ouvrage par rapport aux risques sismiques. Si la traversée est considérée indépendante par rapport aux chambres il faut spécifier/vérifier comme le détail d'étanchéité entre les éléments sera réglé. En principe le risque sismique pour ce type d'ouvrage peut être négligé aux sens de l'article Art.7.2.3 de la norme SIA 267.	Le risque sismique a été complémentée pour faire référence à cet article de la SIA 267
Chap. 6.6 : préciser à quelle partie d'ouvrage on se réfère (chambre ou paroi antibruit). Pour ce qui concerne la PAB voir remarque #1.	Le chapitre 6.6 fait référence à l'ouvrage de la PAB (objet d'une SIOP séparée). Les documents de cette PAB précisent les conditions de choc sur cet ouvrage.
Chap. 6.9 : Le risque incendie n'est pas mentionnée, doit être pris en compte et vérifié. Le cas échéant, selon exigences des services responsables, un système de détection dans les chambres doit être prévu. Pour ce qui concerne l'explosion on ne parle pas forcément d'explosion d'un véhicule. La classe d'exigence pour cette installation doit être vérifiée avec les services responsables.	La convention d'utilisation précise que le risque d'incendie dans ces chambres est un risque accepté (voir chapitre 6.8). Modifier ce postulat nécessiterait une discussion avec les équipes et responsables de projet. La problématique de l'incendie engage plutôt l'exploitation des conduites industrielles que la structure elle-même. La proposition d'accepter ce risque semble toutefois réaliste et proportionnée. Si ce risque devait être intégré au projet, des équipements de surveillance et des dispositifs d'extinction des feux devront être intégrés au projet. Pour le risque d'explosion, le cas d'explosion de la pompe de vidange a été ajouté. Des pompes spécifiques limitant ce risque d'explosion seront prévues en appel d'offres. Aucune autre configuration de type explosion n'ont été identifiées. Ces différents cas pourront être discuté avec les services responsables durant la phase prochaine de planification.

3.5 Charge 5, Base de projet

Charge de la SIOP	Prise de position
Chap. 1.2 Tableau 1 : vérifier la description des éléments / rajouter les éléments manquants dans la CU (p. ex. parois de pieux) indiquer leur fonction (temporaire ou définitive) et vérifier que cette indication soit cohérente avec ce qui est dessiné dans le plan.	La fonction des pieux sécants a été clarifiée, afin d'indiquer que les pieux sont laissés de manière permanente sans fonction statique
Chap. 3.3.& 4.1. le concept statique doit être mieux clarifié, en particulier il faut spécifier si les pieux sécants ont une fonction définitive.	Le concept statique a été clarifié pour indiquer que les pieux sécants ne sont pas prévus pour la stabilité long-terme de la chambre
Chap. 4.4.2 : o Vérifier la nécessité de guniter le talus au niveau de la route (pente 1 :1 hauteur limitée) o Vérifier le choix du type de Béton pour le pieux en fonction de leur fonction (temporaire ou définitive) selon PEQ	o Le gunitage de la pente avait pour principale fonction de protéger le terrain des conditions extérieures. Le projet a été adapté, et une protection plastique sera mise en place o Les pieux ayant une fonction limitée dans le temps, bien qu'ils soient laissés dans le sol, la qualité de béton indiquée découle des indications des PEQ structures porteuses en béton pour des pieux d'une durée d'utilisation inférieure à 50 ans sous l'eau
Chap. 5.2.1 Tableau 6 spécifier les cas des charges par élément (fouilles / traversée)	En ce qui concerne le tableau 6, les charges ont été clarifiées pour le calcul des pieux sécants et pour l'avancement du microtunnelier
Chap. 5.2.2 Tableau 9 Charges de vent : préciser où sont-elles à prendre en compte en théorie à rendre en compte pour les éléments exposés au vent et non pas des éléments enterrés.	Le tableau a été complété pour faire référence au dossier de la PAB pour la charge de vent
Chap. 5.2.3 Tableau 10 o Séisme : en principe les chambres sont à traiter selon SIA 267 Art.7.2.3 comme un mur avec un terrain horizontal des deux côtés, donc en principe ($\gamma_f a_{g,d} S \leq 1{,}5\ m/s^2$) cas pas dimensionnant, à vérifier o Déraillement : compte tenu de la couverture n'est pas dimensionnant pour la traversée. Spécifier où il reste dimensionnant et pour quelle raison.	Le cas de charge du séisme a été complémenté pour reprendre l'article 7.2.3 de la SIA 267, article qui permet de négliger la vérification au séisme pour la traversée principale. Le déraillement a été pris en compte pour le calcul d'armature de la chambre côté Lac, bien qu'il s'agisse d'un cas extrême

3.6 Charge 6, Plan 12.201.01

Charge de la SIOP	Prise de position
Voir aussi remarque générale : pour quelle raison les pieux sont dessinés en jaune ? ils ne seront en principe pas démantelés (mis à part la partie supérieure) / code de couleur à vérifier	Les micropieux ont été indiqués en jaune, car à l'endroit de la chambre, ils sont retirés et non remplacés. Les pieux sécants ont été dessinés en orange, car ils sont laissés en place et n'ont pas de fonction statique. La légende a été clarifiée
Détail à améliorer est ce que le talus existant sera reconstruit ? cela ne semble pas possible autrement on ne peut pas garantir l'accès à la chambre, vérifier / corriger. Ce détail est aussi déterminant pour le calcul de stabilité de la fondation de la nouvelle paroi antibruit.	Le talus à l'endroit de la chambre n'est pas remplacé pour permettre l'accès à la chambre. Le talus aux autres endroits sera remis en place
Les mesures suivantes sont à indiquer sur le plan o Distance clôture à indiquer sur le plan o Hauteur de la « paroi gunitée » et distance entre le pied du talus provisoire et l'axe de la voie o Hauteur de la nappe	o La distance entre la cloture existante et la cloture future est ajoutée o La hauteur du talus et sa distance à l'axe de la voie est ajoutée o l'altitude de la nappe est ajoutée

3.7 Charge 7, Plan 12.201.01

Charge de la SIOP	Prise de position
Détailler comme sera assuré l'étanchéité des joints entre les différents éléments en béton de la traversée.	Les joints entre les tubes de béton sont réalisés selon un détail standardisé qui est issu de la technique des microtunneliers. Ce détail constructif a été ajouté au dossier, notamment dans le rapport technique. Ces instructions seront complétées dans les plans de détail de la phase appel d'offres (phase 41).
Détailler l'élément de fondation de la PAB une fois reconstruite.	La fondation du PAB a été ajouté, et plus d'informations sont documentées dans le plan du dossier spécifique de la PAB
Prévoir un concept de gestion de l'eau pour les phases d'excavations des fouilles.	Un système de pompage sera mis en place durant la phase de chantier

3.8 Charge 8, Rapport technique

Charge de la SIOP	Prise de position
Chap. 5 : pour le choix définitif du microtunnelier, vérifier si un changement de la tête est possible en cours de réalisation	La tête du microtunnelier n'est pas en mesure d'être changée en cours de réalisation. Lors des travaux de la fouille, selon le sol rencontré, il est possible de priviligier une tête de micotunnelier. Le choix actuel s'est porté sur une tête mixte, qui est en mesure de concilier vitesse d'avancement et résistance du sol traversé. Cette tête mixte permet le franchissement de blocs ou obstacle. Une analyse des risques a calibré le choix de ce type de tête d'abattage. Cependant, lors de l'avancement du microtunnelier, il n'est pas possible de changer la tête de forage.
Chap. 6 : o Spécifier si la bentonite a seulement une fonction lubrifiante ou de remplissage à long terme / rajouter cet élément dans la BP o Clarifier le matériel de remplissage du tube : mortier ou ciment vérifier la cohérence avec BP o Clarifier le système de joints entre les tubes / rajouter cet élément dans la BP	o La bentonite a pour fonction de lubrification des tubes du microtunnelier pendant les travaux de fonçage. La base de projet a été complétée. Lorsque la poussée des tubes béton est terminée, un mortier d'injection sera mis en oeuvre par l'intermédiaire de buses spécifiques prévues dans les tubes du microtunnelier (à espacement défini). Le mortier d'injection substituera la bentonite. o Du mortier est mis en place. Cela a été clarifié dans la BP et le RT o Les joints entre les tubes ont été explicités dans le rapport technique.

4 Signatures

Auteur du projet :	Date	Signature
Nom : IUB Engineering SA		
Responsable : Aimé Morel		
Rue : Rte André Piller 33a		
Lieu : 1762 Givisiez	…….	……..

Auteur du projet :	Date	Signature
Nom : IUB Engineering SA		
Responsable : Emilie Simonin		
Rue : Rte André Piller 33a		
Lieu : 1762 Givisiez	…….	……..

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

12.303.01

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud
Commune : Nyon

Echelle	Format
1:100 / 1:50	126 x 44.6

N° Plan: 201325000.12.303.01

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Mur de soutènement de KV

PLAN DE SITUATION ET COUPE



CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Destraz
Chef de projet général
I.AEPI.LEM-NY

Aimé Morel
Auteur de projet

IM Engineering | IUB Engineering

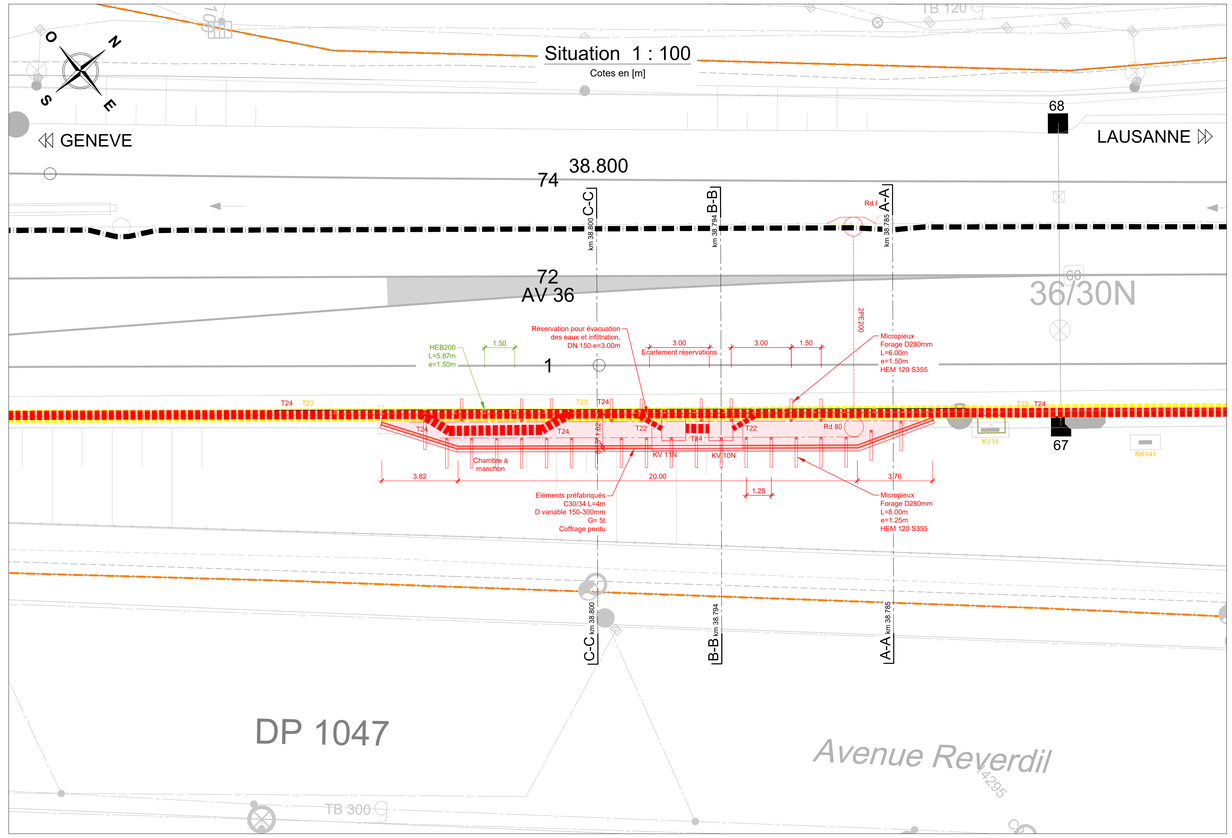
	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
2	18.12.2024	ara	mge		Correction suite au contrôle SuperUser
3	02.04.2025	ara	mge		Modification des micropieux
4	06.08.2025	nma	mge		Modifications suite au retour de la SIOP
5	07.10.2025	arg	mge		Modifications suite au retour de la SIOP

LEGENDE

- Elément existant à conserver
- Elément existant à démolir
- Elément projeté
- Installations nouvelles sans fonction statique définitive
- Béton coulé en place
- Béton préfabriqué
- Ballast
- Limite de parcelle CFF existante
- Caniveau ou traversée à câbles
- Elément provisoire
- Elément en bois

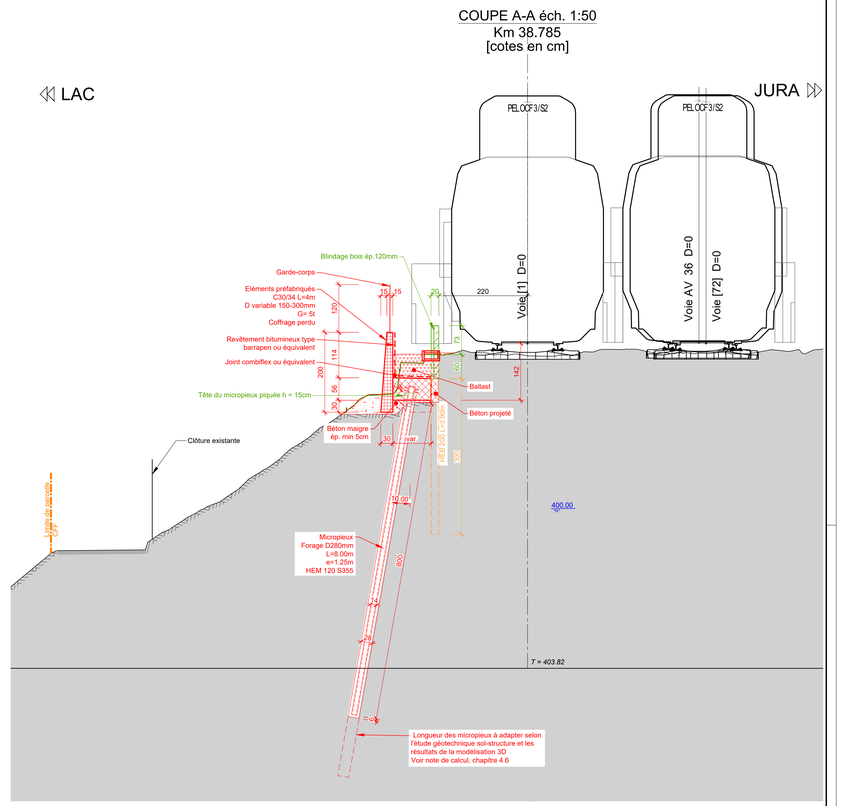
Situation 1 : 100

Cotes en [m]



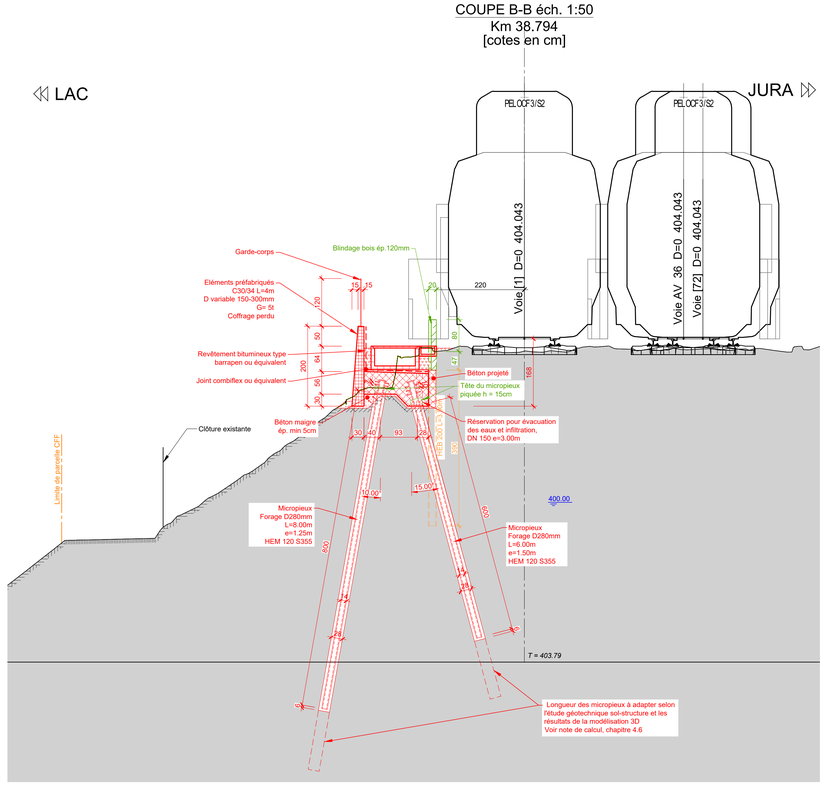
COUPE A-A échelle 1:50

Km 38.785
[cotes en cm]



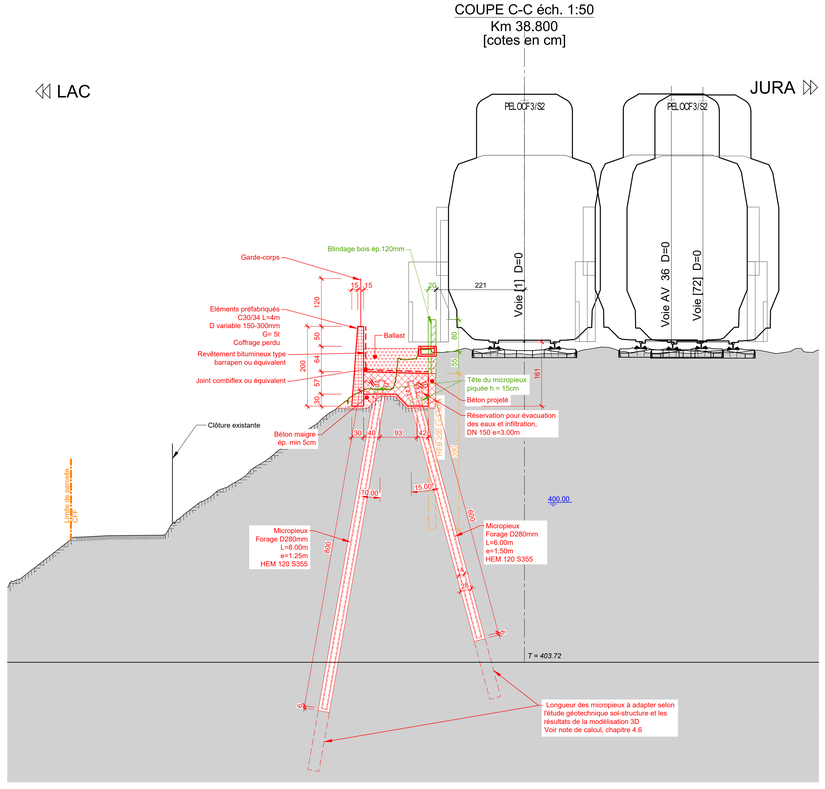
COUPE B-B échelle 1:50

Km 38.794
[cotes en cm]



COUPE C-C échelle 1:50

Km 38.800
[cotes en cm]



SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

12.303.02

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud
Commune : Nyon

Echelle 1:100 | Format 630 x 59.4

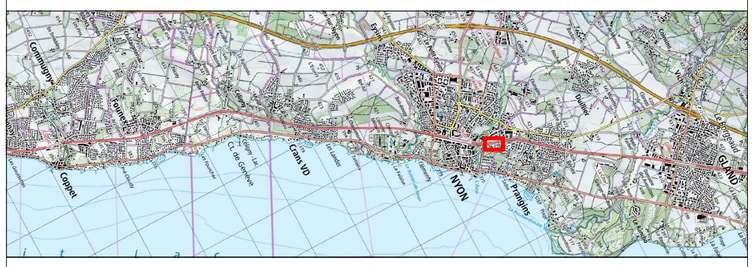
N° Plan 201325000.12.303.02

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Mur bacs à fleurs

PLAN DE SITUATION ET COUPE



CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

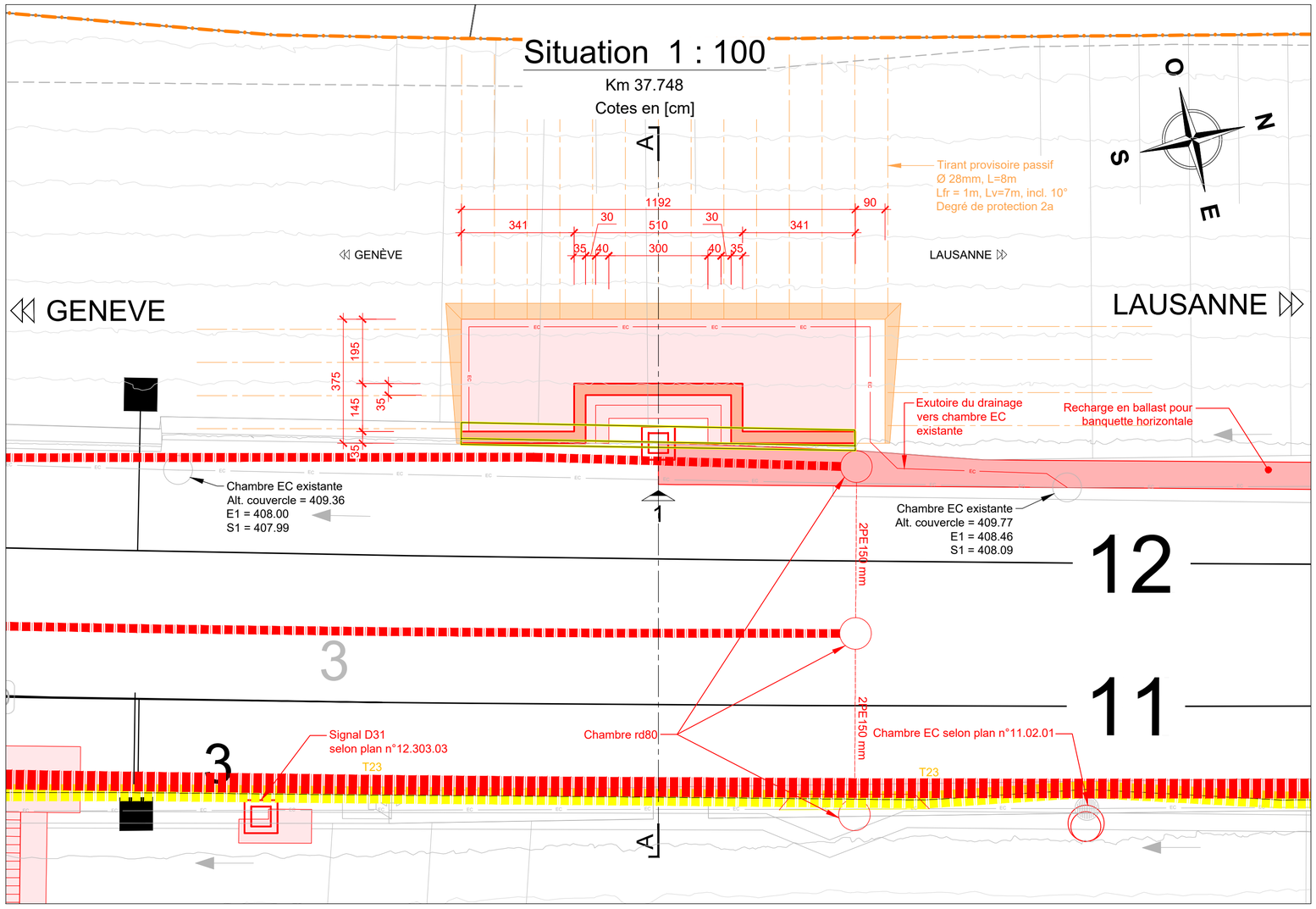
Aimé Morel
Auteur de projet

IM Engineering | IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	13.09.24	tch	asi		
2	18.12.24	ara	mge		Correction suite au contrôle SuperUser
3	20.02.25	arg	mge		Adaptations suite au retour de l'expert indépendant
4	06.10.25	arg	mge		Adaptations suite aux remarques de la SIOP

Situation 1 : 100

Km 37.748
Cotes en [cm]

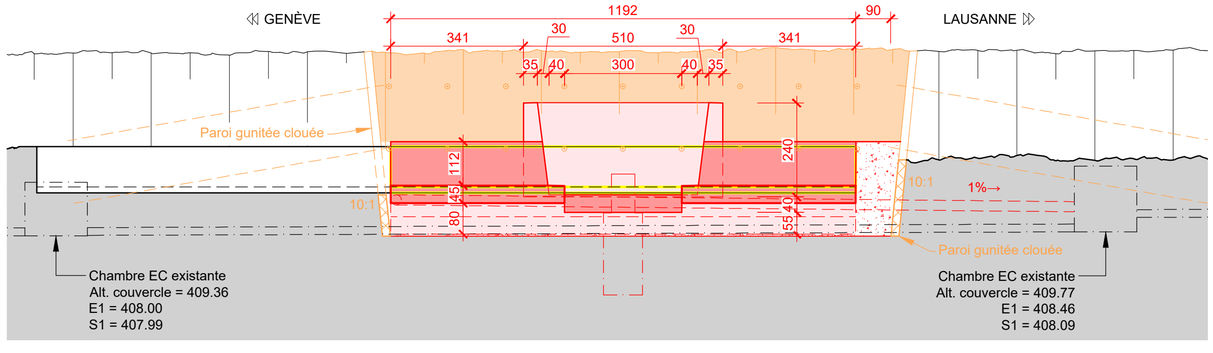


LEGENDE

- Elément existant à conserver
- Elément existant à démolir
- Elément projeté
- Installations nouvelles sans fonction statique définitive
- Limite de parcelle CFF existante
- Traversée à câbles nouvelle
- Caniveau existant à démolir
- Caniveau projeté

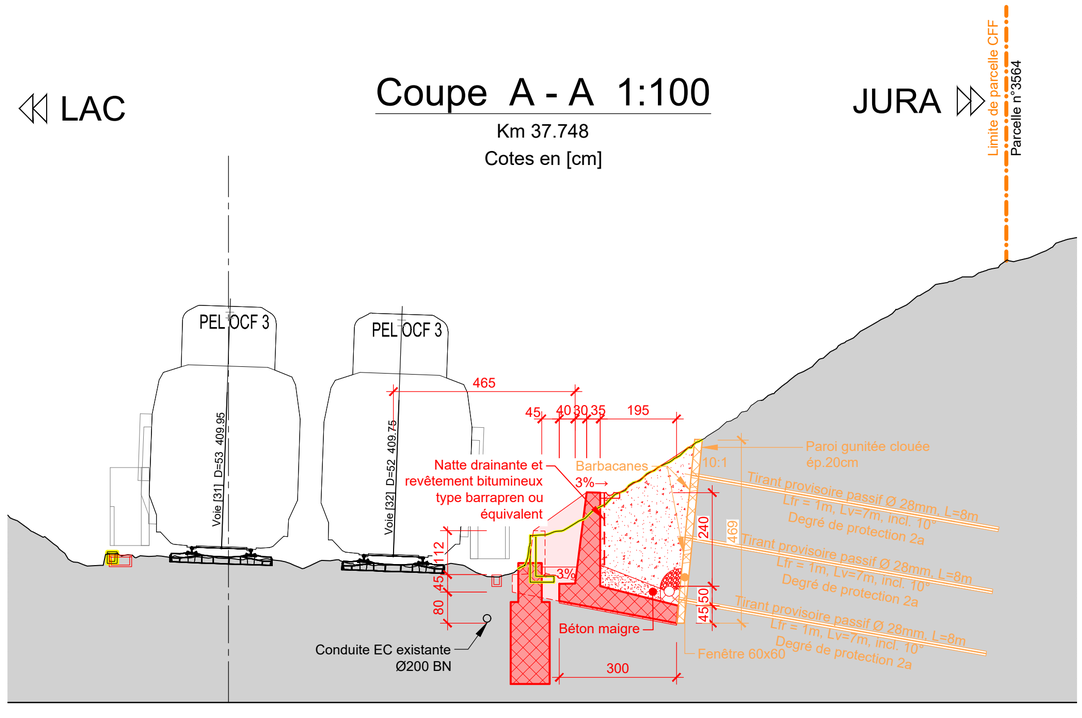
Elévation 1 1:100

cotes en [cm]



Coupe A - A 1:100

Km 37.748
Cotes en [cm]



SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

12.303.04

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud

Communes : Prangins, Nyon, Crans (VD)

Echelle	Format
-	A4

N° Plan

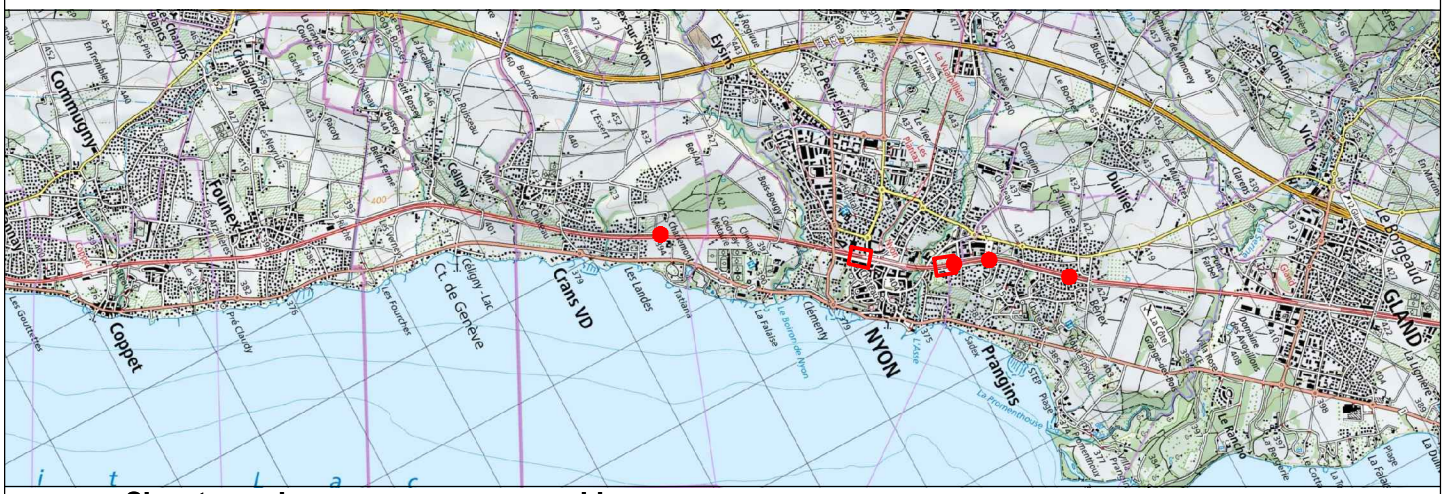
-

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Ouvrages de soutènement

CONVENTION D'UTILISATION



Signatures des personnes responsables :

A1. ☒ Signatures originales dans le document B. ○ Signature ci dessous

Ci-dessous :

A2. ☒ Signatures des personnes pro forma

CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

Aimé Morel
Auteur de projet

IM Engineering | IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	13.09.2024	mge	mo		
5	03.04.2025	mge	mo		
6	08.08.2025	mge	mo		
7	08.10.2025	mge	mo		

Avant-propos

Une convention d'utilisation distincte doit être établie pour chaque type d'installation. Un regroupement de différents types d'installations est possible, mais requiert l'accord préalable d'I-NAT-BT-IB.

Le document doit être vérifié et complété à chaque phase de projet considérée. Les modifications doivent être effectuées directement dans le document original selon le code de couleurs suivant :

- Avant-projet : noir
- Projet de construction/mise à l'enquête : vert
- Projet d'exécution : rose

Afin de pouvoir identifier les modifications au premier coup d'œil, il convient en outre de remplir la liste des révisions.

Liste des révisions des modifications spécifiques au projet

Chapitre	Modifications

Journal des modifications du modèle de document

Version	4.2
Dernière modification	01.03.2024
Dernière modification par	(I-NAT-BT-IB)
Modification de Version 4.1	Actualisation bases (chap.2)

Table des matières

1 Objectifs généraux relatifs à l'utilisation 4
1.1 Projet de construction 4
1.2 Composants et ouvrages existants 5
1.3 Indications sur les dispositions contractuelles actuelles et futures concernant la propriété et l'entretien 5
1.4 Maîtrise d'ouvrage 5
1.5 Délimitations 5
1.6 Exigences d'utilisation 6
1.7 Durée d'utilisation 12

2 Bases 13
2.1 Bases spécifiques au projet 13
2.2 Bases légales 13
2.3 Normes 14
2.4 Exigences et réglementations spécifiques aux CFF et aux chemins de fer 15

3 Environnement et exigences de tiers 17
3.1 Effets sur l'environnement 17
3.2 Aspect foncier 23
3.3 Gabarits d'espace libre 25
3.4 Exigences fonctionnelles 25

4 Besoins de l'exploitation et de l'entretien 26
4.1 Exigences concernant l'aptitude au service 26
4.2 Accès aux différentes parties d'ouvrage 26
4.3 Remplacement des pièces d'usure et interchangeabilité de certains éléments 26
4.4 Conduite de la circulation pour les inspections et interventions futures 26
4.5 Surveillance 26
4.6 Entretien des drainages, des canalisations et des conduites 26

5 Prescriptions particulières du maître de l'ouvrage 27
5.1 Construction robuste et durable 27
5.2 Matériaux 27
5.3 Exigences à l'étanchéité 27
5.4 Exigences aux surfaces de béton apparent 27
5.5 Produits/systèmes 28
5.6 Mesures relatives à la protection contre les courants électriques 29
5.7 Concept d'entretien dans le cadre de l'exploitation ferroviaire 29
5.8 Conception et esthétique 29
5.9 Déviation du trafic durant les travaux de construction 29
5.10 Jalons du programme de chantier 30
5.11 Classe d'ouvrage 30

6 Objectifs de protection et risques particuliers 31
6.1 Exigences de sécurité 31
6.2 Tassements 31
6.3 Mesures de protection de l'environnement 31
6.4 Risques sismiques 32
6.5 Actions chimiques 32
6.6 Explosion 32
6.7 Géotechnique 32
6.8 Autres actions exceptionnelles : hautes eaux, chutes de pierres, avalanches, etc. 32

7 Conditions particulières relatives à l'exécution des travaux 33
7.1 Viabilisation du chantier, accès, site d'installation 33
7.2 Conditions particulières de tiers 33
7.3 Conditions particulières résultant de l'exploitation ferroviaire 33

8 Signatures 34

1 Objectifs généraux relatifs à l'utilisation

L'étude de projet et l'exécution se fondent sur les lois, les normes SIA, VSA, SSIGE et VSS en vigueur, ainsi que sur la réglementation CFF (règlements, instructions, directives) pour les projets liés à l'exploitation ferroviaire

1.1 Projet de construction

Le projet de mise en conformité de la gare de Nyon, les successions serrées en gare de Nyon et le distancement à 2 minutes sur la ligne Lausanne - Genève, ainsi que la mesure BCM demandant des nouvelles diagonales à 90km/h côté Genève, prévoient de nouvelles fonctionnalités. Ces dernières nécessitent le renouvellement de l'enclenchement actuel, construit en 1977 et qui arrive en fin de vie en 2031.

Le renouvellement de l'enclenchement implique notamment la création de nouveaux signaux SAZ, ainsi que de nouvelles infrastructures à câbles. La réalisation de ces éléments a un impact sur les talus existants dont la stabilité doit être assurée, grâce aux différents objets traités dans la présente convention d'utilisation.

Ces objets sont les suivants :

1.1.1 Mur de soutènement de KV (km 38.783 – km 38.811)

Actuellement, à l'extrémité du quai 1 de la gare de Nyon côté Genève, l'infrastructure ferroviaire, assez étroite, est soutenue par des Bafix. Dans le cadre du projet de l'enclenchement, des caniveaux plus larges ainsi que des KV d'une certaine largeur seront installés. Ces installations nécessitent une largeur plus importante que ce que permettent les Bafix actuels. Un soutènement doit donc être prévu pour ces éléments.

Un rehaussement de la voie de 50cm est prévu dans un projet tiers. Le soutènement de KV prend en compte ce rehaussement futur.

1.1.2 Mur bacs à fleurs (km 37.748)

Au km 37.748, du côté Jura des voies, une fondation SAZ est prévue. Cette dernière est en conflit avec le mur actuel. Le mur doit donc être adapté afin que la fondation puisse être réalisée. Un espace libre de 70cm derrière la fondation sera garanti, afin de permettre le passage entre le mur et la fondation.

1.1.3 Fondations SAZ

Deux fondations SAZ seront placées dans un talus au km 39.400. Comme la pente du talus est raide, une vérification additionnelle doit être réalisée afin de garantir que les dimensions choisies des fondations sont suffisantes pour garantir la stabilité de l'installation.

De plus, une fondation, située à l'extrémité du quai 1 de la gare de Nyon côté Genève au km 38.761, doit également être vérifiée du fait de la pente du talus.

1.1.4 Escaliers de service

Des escaliers de services, en fibres, seront mise en place sur les talus afin de faciliter l'accès aux voies et aux signaux SAZ. Ces escaliers étants installés dans des pentes raides, il est nécessaire de s'assurer que leur mise en place ne péjore pas la stabilité des talus.

Les escaliers sont prévus aux endroits suivants :

- Km 36.399 : côté Lac
- Km 37.560 : côté Lac et Jura
- Km 37.691 : côté Jura
- Km 37.768 : côté Lac
- Km 40.973 : côté Jura

1.2 Composants et ouvrages existants

Liste des ouvrages existants :

Nom du composant ou de l'ouvrage	Année de construction	Type d'ouvrage	Ligne DfA 100 et km (de à)	N ° IPID
Mur bacs à fleurs	inconnue	Mur de soutènement	37.742 à 37.763	inconnu
Parois antibruit	inconnue	PAB	41.276	inconnu

1.3 Indications sur les dispositions contractuelles actuelles et futures concernant la propriété et l'entretien

Néant

1.4 Maîtrise d'ouvrage

Chemin de fer fédéraux suisses CFF SA

I-NAT-PAG-BAM-RWT
Rue de la gare de triage 5
1020 Renens

1.5 Délimitations

Néant

1.6 Exigences d'utilisation

1.6.1 Géométrie

1.6.1.1 Mur de soutènement de KV

Figure 1: Situation du mur de soutènement de KV

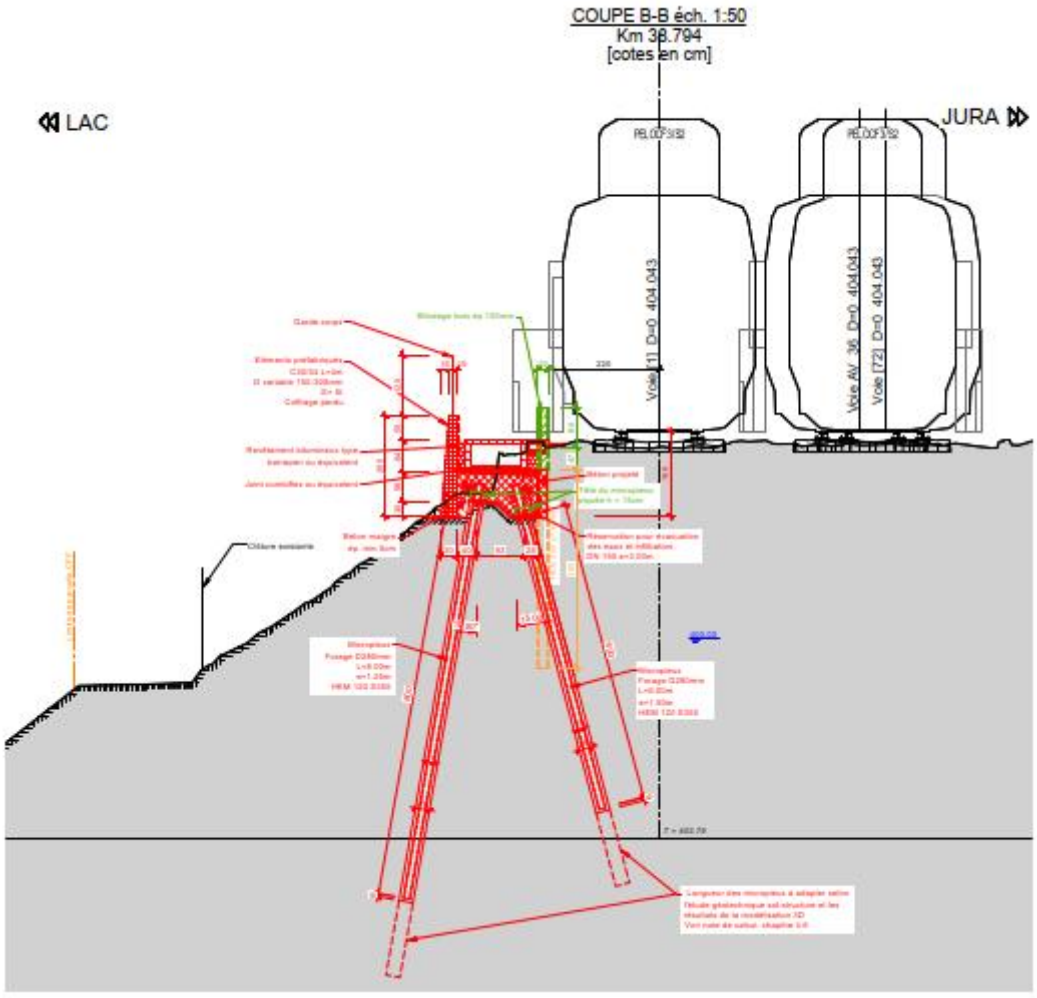


Figure 2: Coupe type mur de soutènement de KV, km 38.794

1.6.1.2 Mur bacs à fleurs

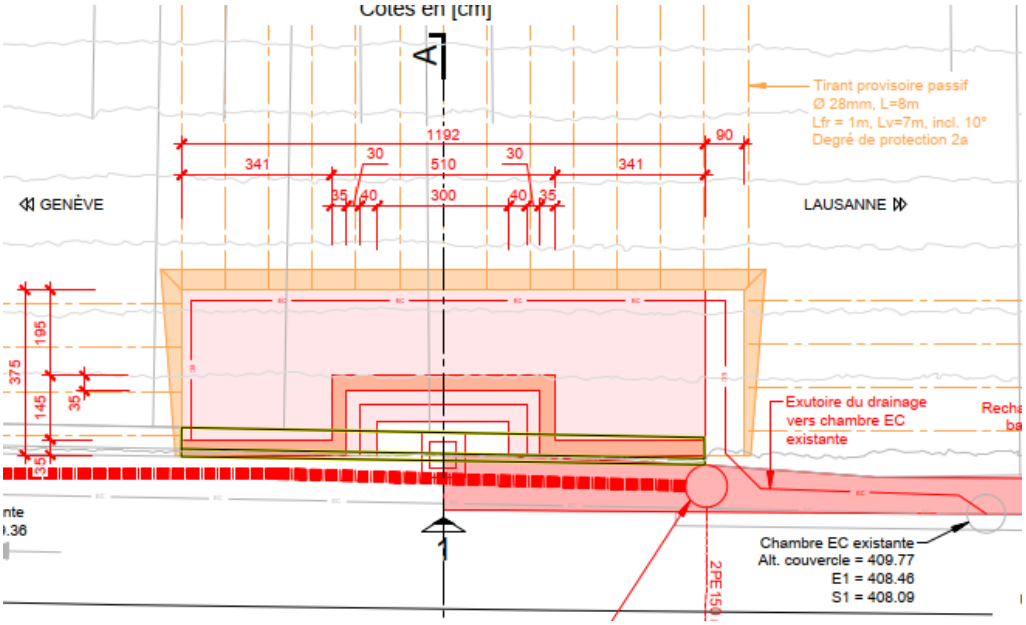


Figure 3: Situation du mur de soutènement bacs à fleurs

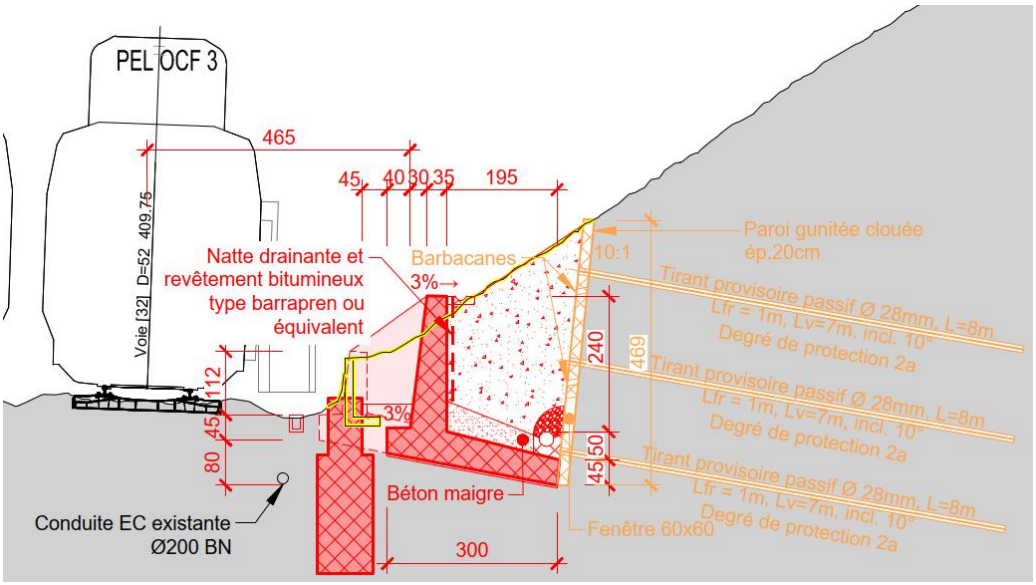


Figure 4: Coupe type mur bacs à fleur, km 37.748

1.6.1.3 Fondations SAZ

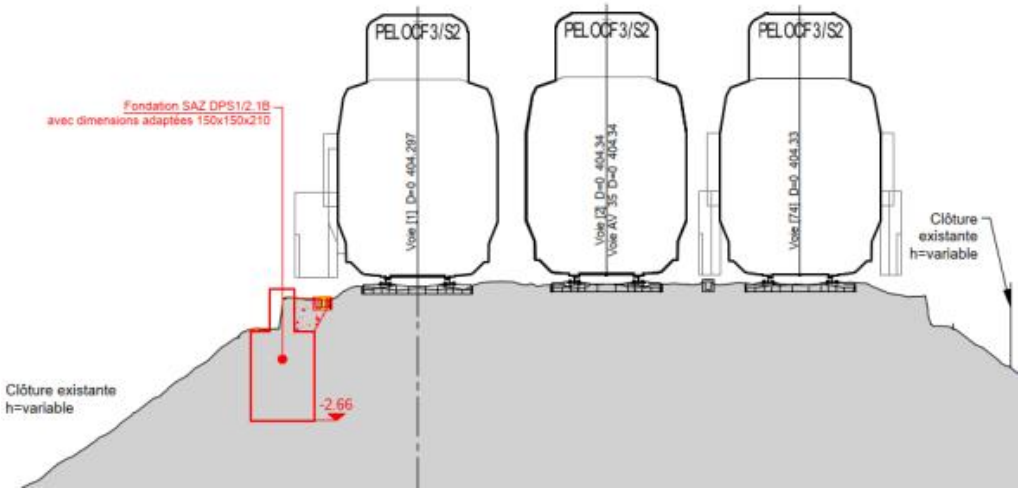


Figure 5: Fondation située au km 38.761

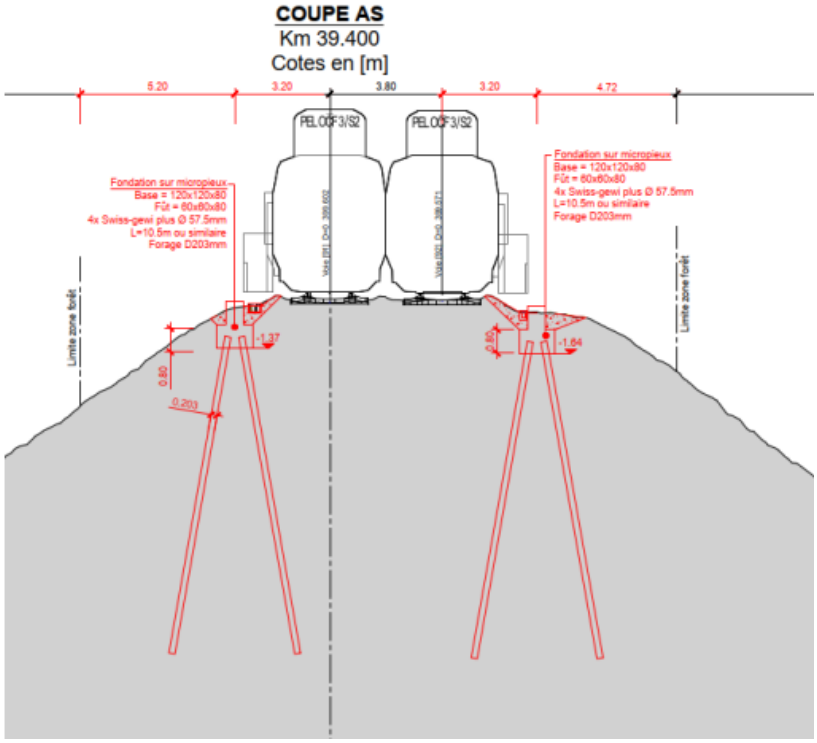


Figure 6: Coupe des fondations SAZ avec micropieux, km 39.400

1.6.1.4 Escaliers de service

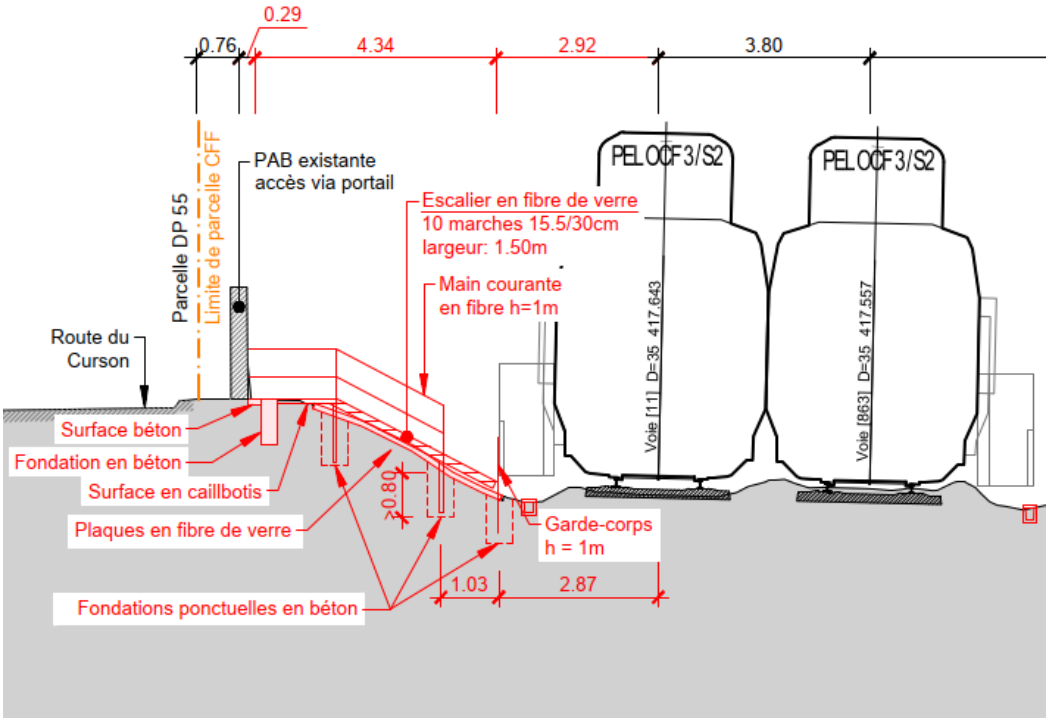


Figure 7: Escalier de service, situé au km 36.399

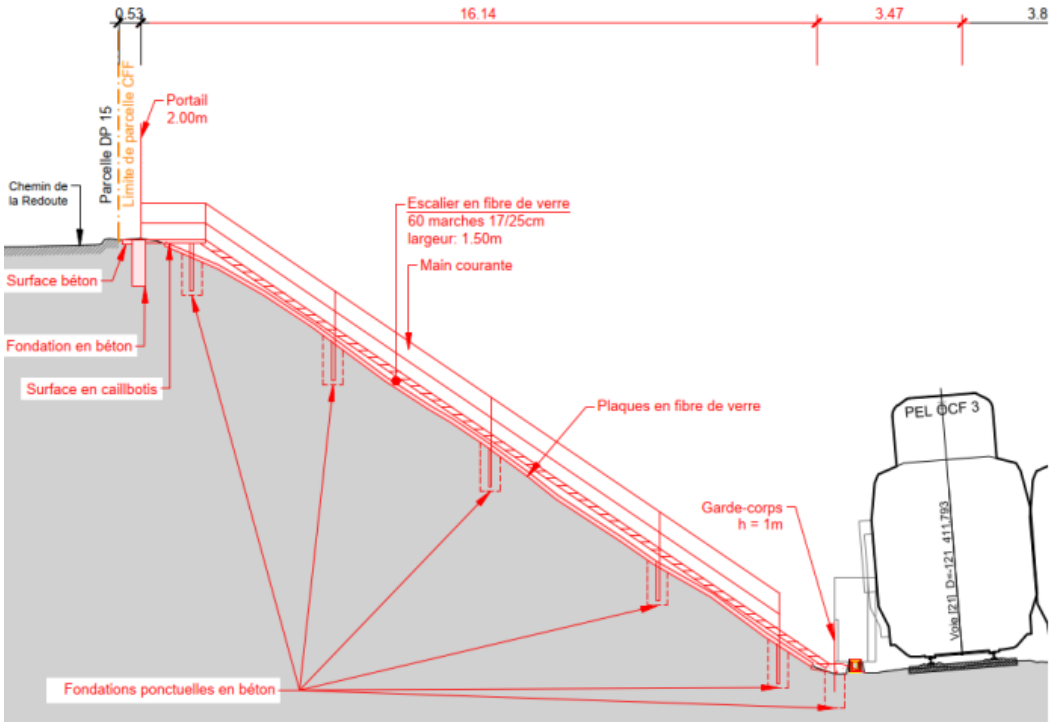


Figure 8: Escalier de service, situé au km 37.560, côté Lac

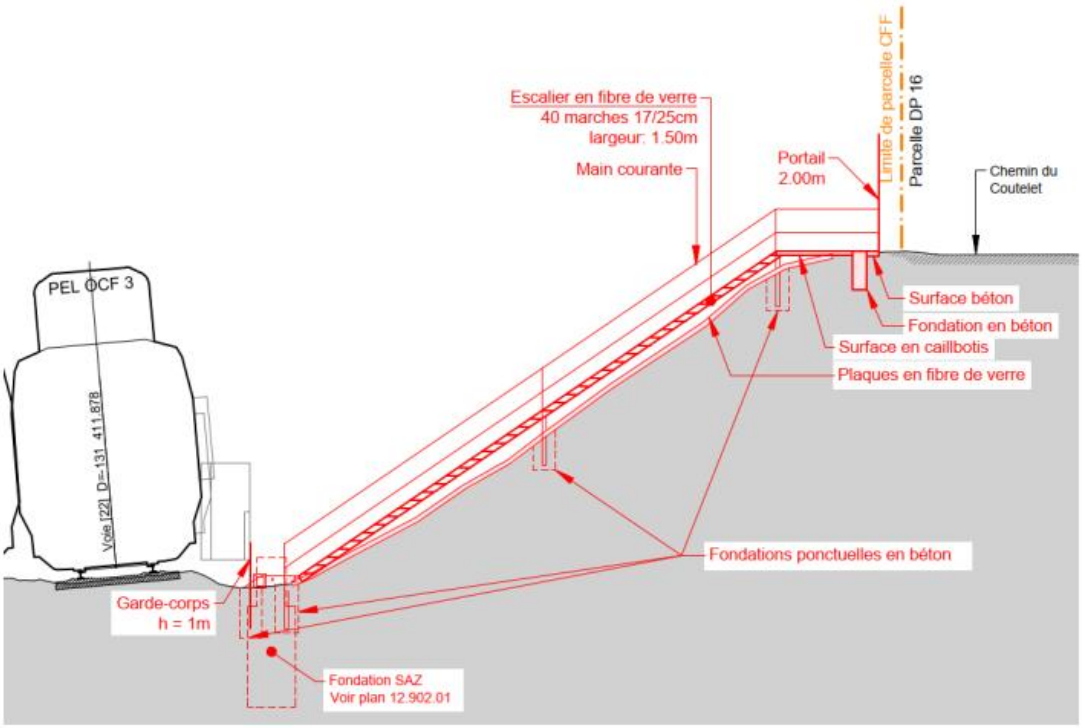


Figure 9: Escalier de service, situé au km 37.560, côté Jura

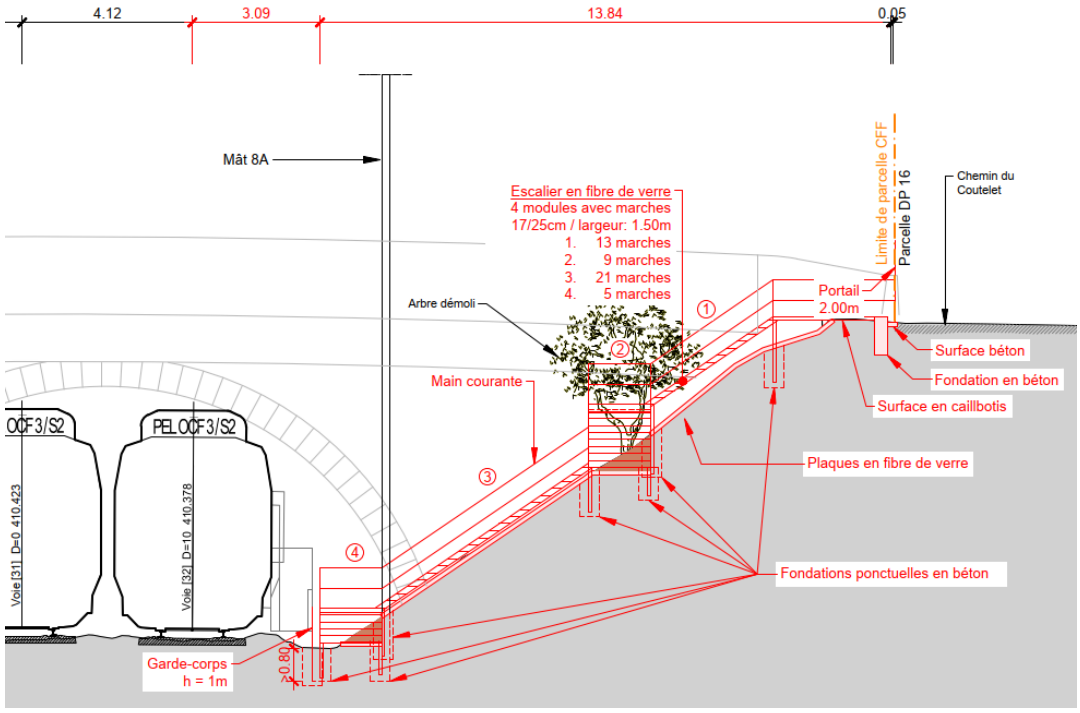


Figure 10: Escalier de service, situé au km 37.691

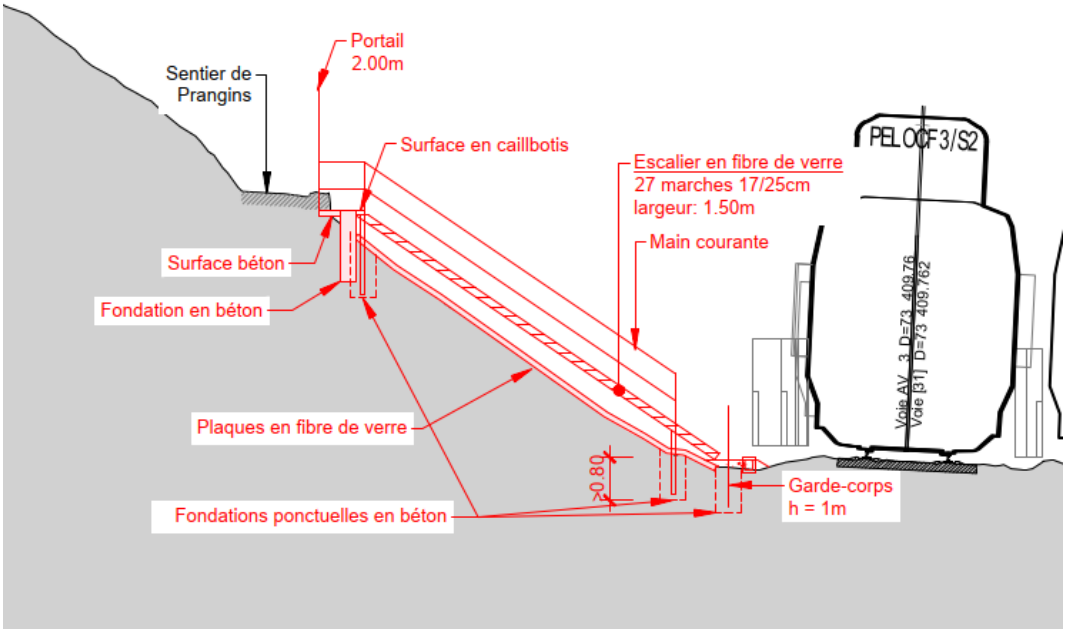


Figure 11: Escalier de service, situé au km 37.768

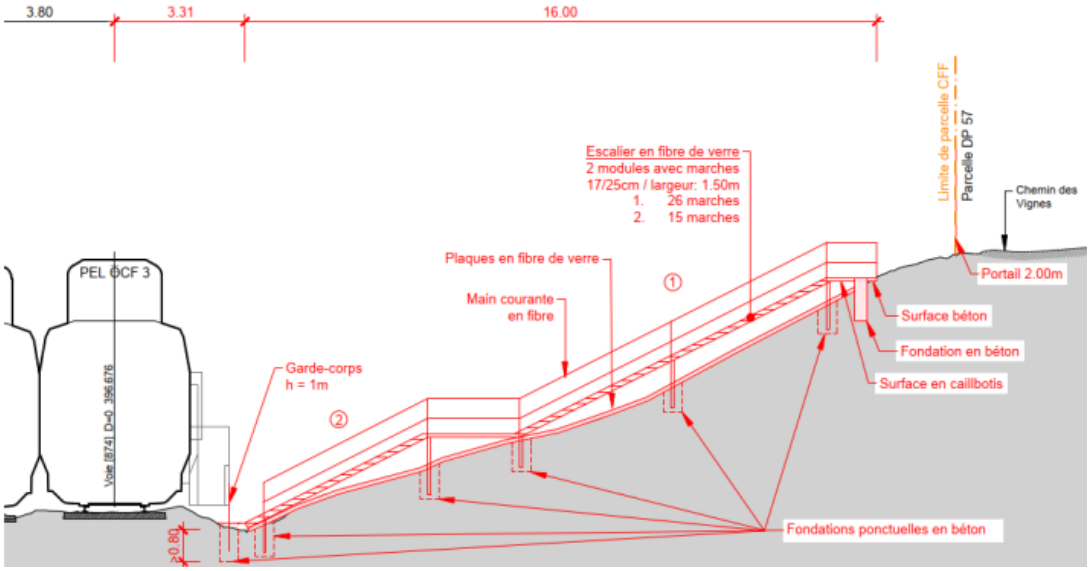


Figure 12: Escalier de service, situé au km 40.973

1.6.2 Utilisation : charges utiles, vitesses, volume du trafic

Vitesses de pleine voie : 140 km/h

Volume du trafic actuel : >30'000 TBC/jour

1.6.3 Changements d'affectations

Aucun changement d'affectation n'est prévu actuellement.

1.7 Durée d'utilisation

Nouveaux composants et ouvrages à réaliser selon les normes SIA :

Partie d'ouvrage	Durée d'utilisation
Soutènement de KV	
- Structure porteuse	100 ans
- Micropieux	100 ans
- Système d'évacuation des eaux	100 ans
- Microberlinoise	2 ans
Mur bac à fleur	
- Structure porteuse	100 ans
- Drainage	50 ans
- Paroi clouée	2 ans
Fondations SAZ	
- Structure porteuse	100 ans
- Micropieux	100 ans
Escaliers de service	
- Fondations (d'escaliers)	80 ans
- Escaliers et protections antichute	50 ans

Tableau 1: durée de vie des parties d'ouvrage

Le concept de surveillance de l'ouvrage doit permettre de garantir le contrôle de l'ouvrage dans des conditions favorables.

2 Bases

Les parties grisées ne sont pas utilisées dans ce projet.

2.1 Bases spécifiques au projet

1. Rapport géologique de la gare de Nyon, De Cerenville, 24.06.2024, rapport définitif pour les km 38.15-39.8, rapport définitif pour les km 36.6–38.15, disponible en annexe de la base de projet, document 12.303.05
2. Rapport géotechnique, Geotest, 07.01.2025
3. Sondage de Karakas & Français SA, Nyon Elargissement du pont de la Redoute, 09.03.2010, numéro de sondage 11138
4. Sondage de Karakas & Français SA, Commune de Nyon – Novartis Consumer Health SA Extension du bâtiment 22, 28-29.07.2011, numéro de sondage 16955
5. Sondage de Aquageo Sarl, forage géothermique, 03.07.2023, numéro de sondage 47033
6. Sondage de Hydro-Géo Environnement, forage géothermique, 10.07.2009, numéro sondage 12153
7. Sondage de CSD Ingénieurs SA, Etude géotechnique ligne d'électricité entre Prangins et Glands, 25.04.1986, numéro de sondage 5804
8. Sondage de Ingéo Schmutz Georges, forage géothermique, 08.12.2005, numéro de sondage 320
9. Sondage ABA-GEOL SA-VD, étude géotechnique, 23.11.2020, numéro de sondage 38892
10. Rapport hydrogéologique, Geotest, 02.10.2025
11. Prise de position, Geotest, 06.10.2025
12. Plans du projet de la gare
13. Plans de la phase 32
14. Plans PAP PbE21 Gland -Nyon voie 323 Mesures contre les intrusions de tiers, 07.07.21

Les numéros de sondage indiqués pour les sondages publics sont ceux indiqués sur le service cartographique du canton de Vaud.

2.2 Bases légales

[1]	DE-OCF	Dispositions d'exécution de l'ordonnance sur les chemins de fer dans leur version applicable à la date de signature du contrat
[2]	LCdF	Loi sur les chemins de fer
[3]	Directive Sécurité sismique des installations ferroviaires OFT	
[4]	Directive Protection contre le bruit des installations ferroviaires OFT	
[5]	Directive Exigences de sécurité pour les tunnels ferroviaires existants OFT	
[6]	Leitfaden Passive Schutzmassnahmen auf Strassenbrücken über Gleisanlagen OFT	
[7]	Directives et instructions cantonales	
[8]	LDAl, ODAl,	Loi fédérale sur les denrées alimentaires et les objets usuels, ordonnance sur les denrées alimentaires
[9]	LEaux, Oeaux	Loi fédérale sur la protection des eaux, ordonnance sur la protection des eaux

2.3 Normes

[10]	SIA 118	(2013)	Conditions générales pour l'exécution des travaux de construction
[11]	SIA 118/262	(2018)	Conditions générales pour la construction en béton
[12]	SIA 190	(2017)	Canalisations
[13]	SIA 260	(2013)	Bases pour l'élaboration des projets de structures porteuses
[14]	SIA 261	(2020)	Actions sur les structures porteuses
[15]	SIA 261/1	(2020)	Spécifications complémentaires
[16]	SIA 262	(2013)	Construction en béton
[17]	SIA 262/1	(2019)	Spécifications complémentaires
[18]	SIA 262.051+A2	(2022)	Béton – Spécification, performances, production et conformité
[19]	SIA 2042	(2022)	Prévention des désordres dus à la réaction alcalis-granulats (RAG) dans les ouvrages en béton
[20]	SIA 263	(2013)	Construction en acier
[21]	SIA 263/1	(2020)	Spécifications complémentaires
[22]	SIA 264	(2014)	Construction mixte acier-béton
[23]	SIA 264/1	(2014)	Spécifications complémentaires
[24]	SIA 267	(2013)	Géotechnique
[25]	SIA 267/1	(2013)	Spécifications complémentaires
[26]	SIA 269	(2011)	Bases pour la maintenance des structures porteuses
[27]	SIA 269/1 – 7	(2011)	Maintenance des structures porteuses
[28]	SIA 269/8	(2017)	Maintenance des structures porteuses – Séismes
[29]	SIA 270	(2014)	Étanchéité et évacuation des eaux – Bases générales et délimitations
[30]	SIA 272	(2009)	Étanchéité et drainage d'ouvrages enterrés et souterrains
[31]	SIA 274	(2021)	Etanchéité des joints dans la construction – Conception et exécution
[32]	SIA 281	(2017)	Lés d'étanchéité en matière synthétique, bitumineux ou argileux
[33]	SIA 198	(2004)	Travaux souterrains – Exécution
[34]	SN 640 570	(2017)	Protection contre le bruit aux abords des routes et des voies de chemin de fer
[35]	Suva 44006	(2020)	Conception des garde-corps sur les accès permanents aux machines
[36]	Suva 44066	(2023)	Travaux sur les toits
[37]	Suva 1416	(2004)	Règles relatives aux travaux exécutés à l'intérieur de réservoirs et dans des locaux exigus
[38]	Suva 44062	(2023)	La sécurité lors de travaux dans des puits, des fosses ou des canalisations

[39] Suva 1796 (2022) Ordonnance sur la sécurité et la protection de la santé des travailleurs dans les travaux de construction

[40] SN-EN 50122-1 (2022) Bahnanwendungen – Ortsfeste Anlagen – Elektrische Sicherheit, Erdung und Rückleitung – Teil Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag (Mesures de protection contre les chocs électriques)

2.4 Exigences et réglementations spécifiques aux CFF et aux chemins de fer

[41] Règlements CFF Instructions et fiches

[42] PAIngB (2019) Guide pour l'élaboration de projets en génie civil Ponts (parties A et B)

[43] PVIngS Partie 1 (2021) Directive d'étude de projets de génie civil – ouvrages de soutènement – Partie 1 – Construction Nouvelle

[44] I-500009 (2024) Surveillance des installations de technique ferroviaire à proximité de chantier

[45] R RTE 20012 (2022) Profil d'espace libre, voie normale

[46] D RTE 22040 (2009) Guide pratique de la voie ferrée Écartement normal

[47] D RTE 27900 (2021) Manuel des conducteurs de retour de courant et des mises à terre

[48] R RTE 21110 (2015) Infrastructure et ballast, voie normale (et voie métrique)

[49] R I-20014 (2013) Protection des monuments historiques : gestion des objets dignes de protection dans le cadre de projets CFF

[50] R I-20036 (2020) Mesures d'autosauvetage dans les tunnels

[51] Calcul de la poussée sur le garde-ballast, 2009

[52] Prescriptions d'exécution et de qualité CFF (PEQ) et programmes de contrôle (PC)

- Structures porteuses en béton
- Étanchéité des ouvrages
- Protection anticorrosion des ponts métalliques
- « Geländer im Publikumsbereich » (garde-corps en zone public)
- Parois antibruit
- Évacuation des eaux de la voie ferrée
- Structures porteuses en acier
- Étanchéité du tunnel
- Évacuation des eaux des tunnels
- Ancrages permanents en sol et en rocher
- Ponts-dalles en tôles fortes
- Bordures de quai préfabriquées
- Installations d'approvisionnement en eau
    - Points d'eau / Robinets
    - Bornes hydrantes
    - Conduites

- Armatures

[53] Guide de la protection des surfaces en béton, 7 mars 2007 1er décembre 2015

[54] FAQ « Comment doit être réalisée la mise à la terre des ponts de chemin de fer et selon quels principes faut-il sectionner ou non les systèmes de mise à la terre » 1er mars 2010, Dr Markus Büchler

[55] Répertoire des systèmes de tension autorisés : SIA 262 – Register Spannsysteme

[56] Factsheet protections anti-chute (pour entretien espaces verts)

[57] Plan schématique des catégories de ligne sismiques ESK

[58] BZU B23 Guide de planification – Garde-corps, main courantes et clôtures (pour les espaces public), version 3-1, 21.07.2023

[59] FB 400-0060 Assistant de planification, Transitions voie ferrée CFF

3 Environnement et exigences de tiers

3.1 Effets sur l'environnement

3.1.1 Développement durable

Par souci de développement durable, le choix des matériaux pour la réalisation des nouveaux ouvrages, que ce soit au niveau des ouvrages ou des infrastructures (conduites, canalisations, enrobés, matériaux de remblais, etc.), se portera, dans la mesure du possible et d'un point de vue technique et/ou financier, sur ceux présentant le plus faible impact écologique.

D'autre part, lors de la réalisation des travaux, toutes les mesures seront mises en place afin de respecter les lois et ordonnances relatives à la protection de l'environnement.

3.1.2 Mur de soutènement de KV

3.1.2.1 Protection des eaux

Les exigences légales et normatives concernant la protection des eaux devront être respectées. Toute mesure prise, définitive ou provisoire, pendant l'entretien ou l'exploitation, sera adaptée aux secteurs ou zones de protection éventuelles des eaux dans lesquels se trouvent les ouvrages.

Le mur de soutènement de KV se trouve uniquement dans un secteur de protection des eaux üB comme illustré dans la figure ci-dessous. Par ce fait, l'ouvrage se trouve en dehors des zones de protection des eaux critique.



Figure 13: Plan des zones de protection des eaux. Source : guichet cartographique du canton de Vaud.

3.1.2.2 Déchets et sites contaminés

Aucune pollution n'est recensée au droit de l'ouvrage.



Figure 14: Plan des sites potentiellement pollués. Source : guichet cartographique du canton de Vaud.

3.1.2.3 Protection du patrimoine, archéologie

Aucun objet d'intérêt n'est recensé au droit de l'ouvrage.



Figure 15: Plan des bâtiments protégés. Source : guichet cartographique du canton de Vaud.

3.1.3 Mur bacs à fleurs

3.1.3.1 Protection des eaux

Les exigences légales et normatives concernant la protection des eaux devront être respectées. Toute mesure prise, définitive ou provisoire, pendant l'entretien ou l'exploitation, sera adaptée aux secteurs ou zones de protection éventuelles des eaux dans lesquels se trouvent les ouvrages.

Le mur de soutènement bacs à fleurs se trouve uniquement dans un secteur de protection des eaux üB comme illustré dans la figure ci-dessous. Par ce fait, l'ouvrage se trouve en dehors des zones de protection des eaux critique.



Figure 16: Plan des zones de protection des eaux. Source : guichet cartographique du canton de Vaud.

3.1.3.2 Déchets et sites contaminés

Aucune pollution n'est recensée au droit de l'ouvrage.

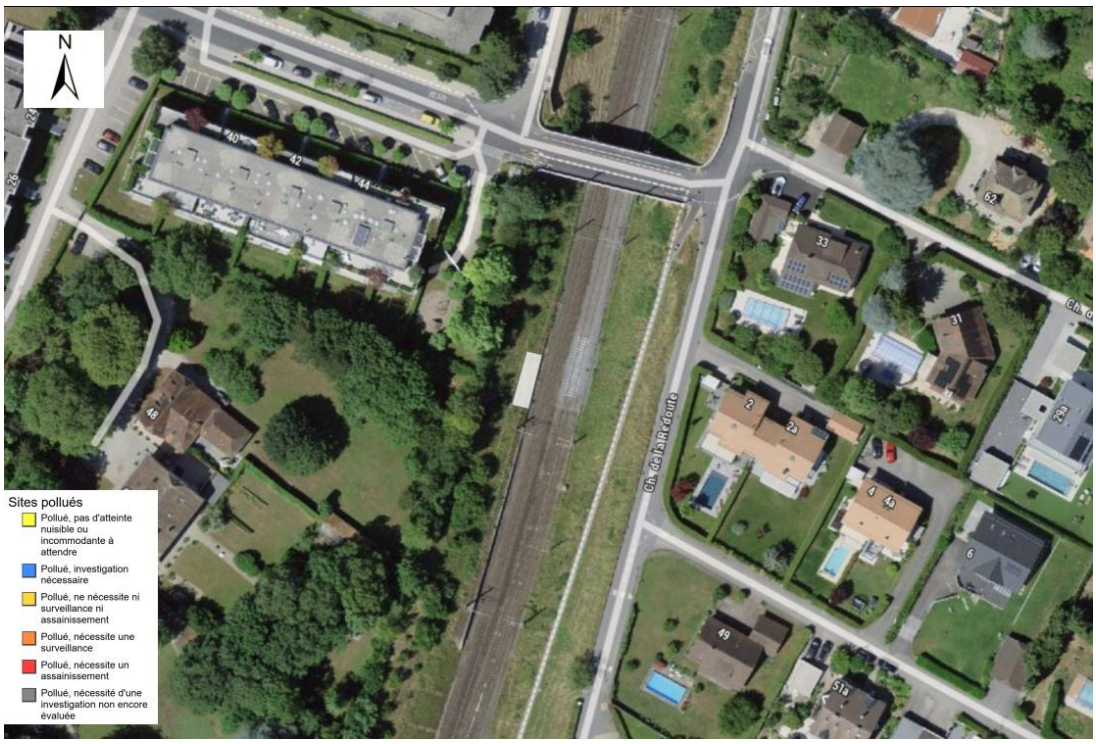


Figure 17: Plan des sites potentiellement pollués. Source : guichet cartographique du canton de Vaud.

3.1.3.3 Protection du patrimoine, archéologie

Aucun objet d'intérêt n'est recensé au droit de l'ouvrage. Les objets visibles sur la Figure 18 ne donnent pas directement sur l'ouvrage.

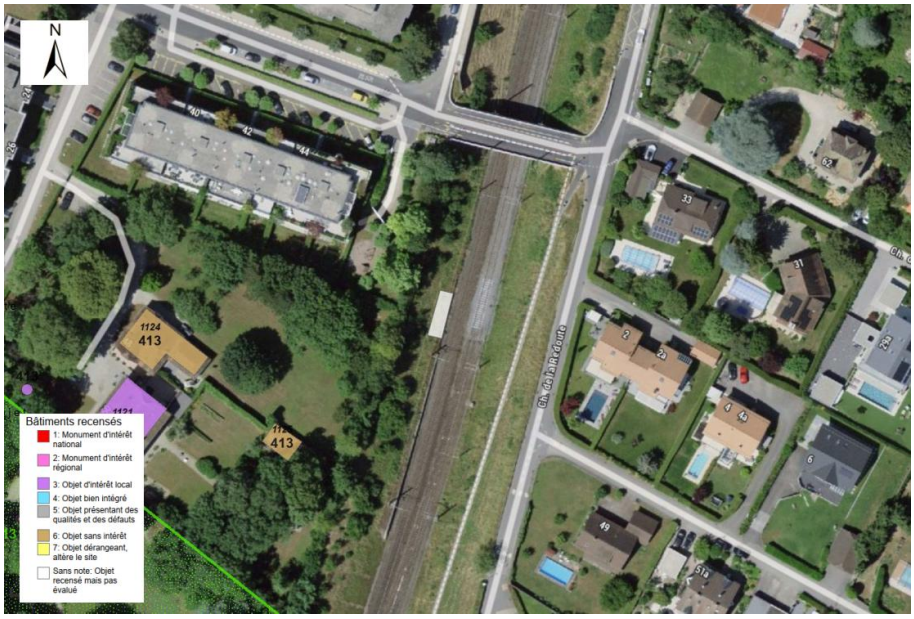


Figure 18: Plan des bâtiments protégés. Source : guichet cartographique du canton de Vaud.

3.1.4 Fondations SAZ

3.1.4.1 Protection des eaux

Les exigences légales et normatives concernant la protection des eaux devront être respectées. Toute mesure prise, définitive ou provisoire, pendant l'entretien ou l'exploitation, sera adaptée aux secteurs ou zones de protection éventuelles des eaux dans lesquels se trouvent les ouvrages.

Les fondations SAZ situées au km 39.400 se trouvent uniquement dans un secteur de protection des eaux üB comme illustré dans la figure ci-dessous. Il en va de même pour la fondation située au km 38.761, comme illustré dans la Figure 13. Par ce fait, les ouvrages se trouvent en dehors des zones de protection des eaux critique.



Figure 19: Plan des zones de protection des eaux. Source : guichet cartographique du canton de Vaud.

3.1.4.2 Déchets et sites contaminés

Aucune pollution n'est recensée au droit des fondations, comme illustré dans la Figure 14 et la Figure 20.



Figure 20: Plan des sites potentiellement pollués. Source : guichet cartographique du canton de Vaud.

3.1.4.3 Protection du patrimoine, archéologie

Aucun objet d'intérêt n'est recensé au droit des fondations, comme illustré dans la Figure 15 et la Figure 21.



Figure 21: Plan des bâtiments protégés. Source : guichet cartographique du canton de Vaud

3.1.5 Escaliers de service

3.1.5.1 Protection des eaux

Les exigences légales et normatives concernant la protection des eaux devront être respectées. Toute mesure prise, définitive ou provisoire, pendant l'entretien ou l'exploitation, sera adaptée aux secteurs ou zones de protection éventuelles des eaux dans lesquels se trouvent les ouvrages.

Les escaliers se trouvent uniquement dans un secteur de protection des eaux üB comme illustré dans la figure ci-dessous. Par ce fait, escaliers se situent en dehors des zones de protection des eaux critique.



Figure 22: Plan des zones de protection des eaux. Source : guichet cartographique du canton de Vaud.

3.1.5.2 Déchets et sites contaminés

Ainsi, seuls les travaux au km 37.556 seront fait à côté d'une zone avec pollution. La zone est décrite comme polluée et nécessitant une surveillance, cela étant dû à la présence de produits pharmaceutiques. Bien que les travaux ne se situent pas sur la parcelle polluée, une attention particulière doit être respectée lors de l'exécution des travaux. Des indications sont incluses dans le rapport technique pour indiquer les mesures mises en place.



Figure 23: Plan des sites potentiellement pollués. Source : guichet cartographique du canton de Vaud.

3.1.5.3 Protection du patrimoine, archéologie

Aucun objet d'intérêt n'est recensé au droit des murs.

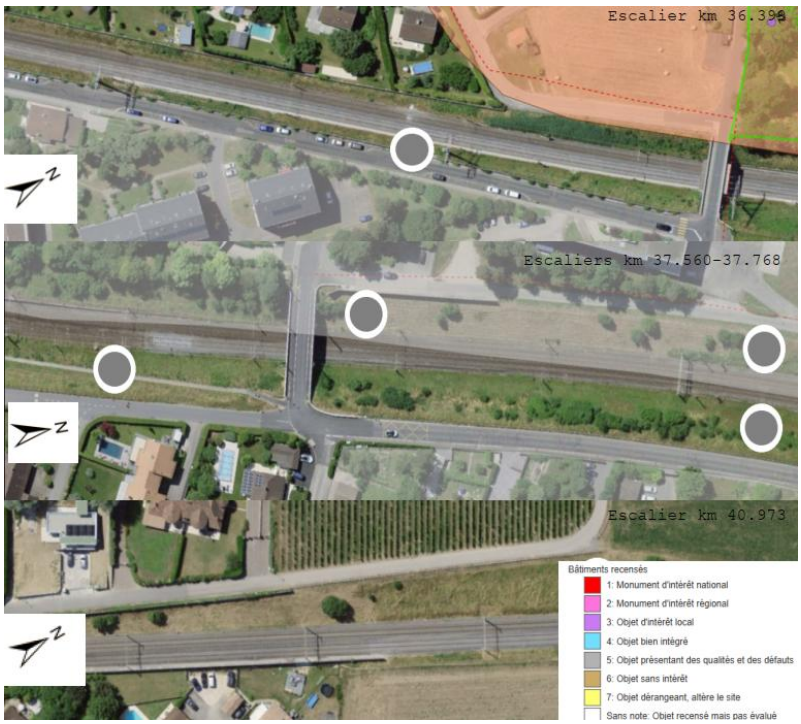


Figure 24: Plan des bâtiments protégés. Source : guichet cartographique du canton de Vaud.

3.2 Aspect foncier

3.2.1 Mur de soutènement de KV

Le mur de soutènement de KV se situe sur le domaine CFF (Parcelle n°561, Nyon) comme illustré dans la Figure 25.



Figure 25: Parcelles concernant l'entourage de l'ouvrage. Source : guichet cartographique du canton de Vaud¨

3.2.2 Mur bacs à fleurs

Le mur bacs à fleurs se situe sur le domaine CFF (Parcelle n°653, Nyon) comme illustré dans la Figure 26.



Figure 26: Parcelles concernant l'entourage de l'ouvrage. Source : guichet cartographique du canton de Vaud

3.2.3 Fondations SAZ

La fondation située au km 38.761 se situe sur le domaine CFF (Parcelle n°561, Nyon) comme illustré dans la Figure 25.

Les fondations situées au km 39.400 se situent sur le domaine CFF (Parcelle n°1221, Nyon) comme illustré dans la Figure 27.

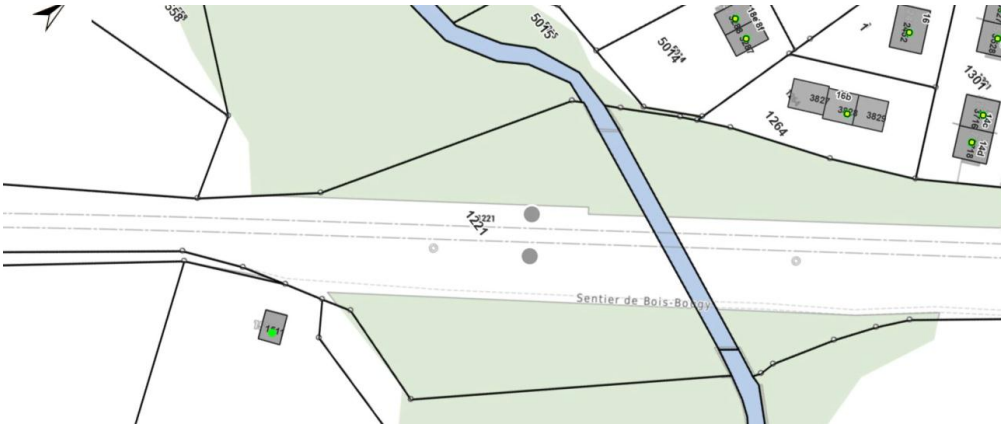


Figure 27: Parcelles concernant l'entourage de l'ouvrage. Source : guichet cartographique du canton de Vaud

3.2.4 Escaliers de service

Tous les escaliers de service se trouvent sur le domaine ferroviaire. Comme illustré sur la Figure 28, les escaliers sont situés sur les parcelles CFF suivantes :

- Km 36.399 : 71 (commune de Prangins)
- Km 37.555- 37.691 : 319 (commune de Prangins)

- Km 37.768 : 653 (commune de Nyon)
- Km 40.973 : 281 (commune de Crans VD)

Lors des travaux, des emprises provisoires sont prévue, car des portails devront mis en place dans les clôtures. Ces dernières étant situées en limites de parcelle, les travaux pourraient légèrement empiéter sur des parcelles de tiers, qui sont toutes des DP.

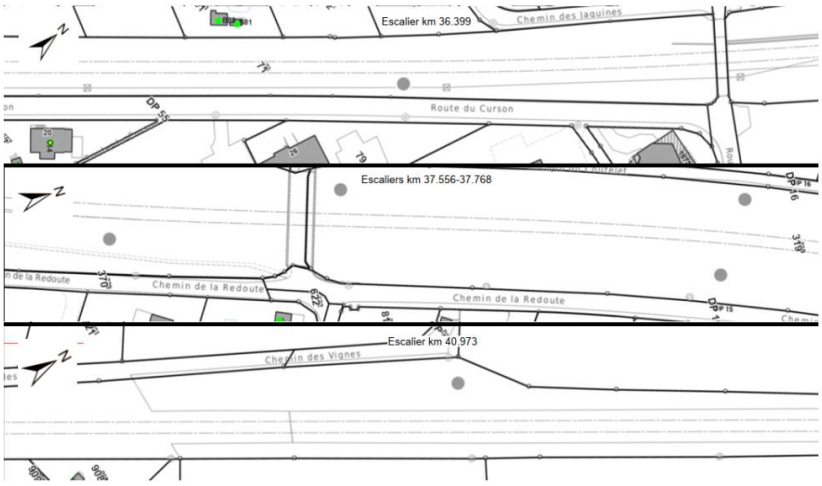


Figure 28: Parcelles concernant l'entourage de l'ouvrage. Source : guichet cartographique du canton de Vaud

3.3 Gabarits d'espace libre

Les travaux de construction n'auront pas d'incidence sur le gabarit ferroviaire. Après la fin des travaux, le profil type respectera les distances de sécurité minimales établies dans les ordonnances sur la construction et exploitation des chemins de fer.

3.4 Exigences fonctionnelles

Les travaux doivent permettre la réalisation des éléments à câbles, des fondations SAZ ainsi que le passage des personnes le long et jusqu'aux voies. Les ouvrages doivent pouvoir être observés en tout temps.

4 Besoins de l'exploitation et de l'entretien

4.1 Exigences concernant l'aptitude au service

En termes de fissuration des éléments de construction en béton armé, les points suivants sont à observer :

En matière de fissuration, on appliquera le niveau d'exigence accrue (SIA 262 art. 4.4.2.2.5).

La cure du béton doit être tout particulièrement soignée.

Les détails constructifs du béton armé seront soignés afin de limiter la fissuration et d'éviter les infiltrations ainsi que la corrosion des éléments métalliques visibles.

4.2 Accès aux différentes parties d'ouvrage

L'exécution des ouvrages nécessite de prendre en compte la problématique de l'accès aux différentes parties des ouvrages, du maintien en exploitation des ouvrages en question et des éventuelles perturbations occasionnées sur d'autres installations.

Il s'agit de tenir compte des aspects suivants :

- Sécurisation de la zone de travail ;
- Mise à disposition de tout le matériel permettant l'accès aux zones d'entretien ;
- Nécessité de réaliser une partie des interventions dans des heures nocturnes, si les restrictions de trafic sont trop importantes.

4.3 Remplacement des pièces d'usure et interchangeabilité de certains éléments

Les ouvrages mis en place doivent permettre les interventions de maintenance sur les installations à câbles, ainsi que sur les fondations SAZ et les murs de soutènement.

4.4 Conduite de la circulation pour les inspections et interventions futures

Les largeurs des voies, selon l'Ordonnance sur la construction et l'exploitation des chemins de fer, doivent être respectées lors des travaux et lors de l'exploitation normale.

4.5 Surveillance

La surveillance doit permettre de juger de l'état de l'ouvrage dans le temps. La conception de l'ouvrage doit nécessiter une maintenance aussi limitée que possible.

La surveillance des voies et des pylônes est décrite dans le document 12.303.XX_Concept de surveillance et d'alarme selon réglementation I-50009. Le concept de surveillance du talus est décrit dans le rapport technique. Ces éléments se concentrent sur la surveillance des ouvrages avant, durant, et pendant une durée de temps après les travaux. Il n'y a pas de surveillance à long terme des talus de prévu.

Le dispositif de surveillance fait partie intégrante de l'ouvrage et doit être maintenu en tout temps. La fréquence des mesures sera revue périodiquement à la lumière des résultats obtenus.

4.6 Entretien des drainages, des canalisations et des conduites

La visite et le curage des drainages et canalisations doivent être possibles. Le plan d'entretien détermine les fréquences. Le plan d'entretien n'est pas établi à ce stade du projet.

5 Prescriptions particulières du maître de l'ouvrage

5.1 Construction robuste et durable

En raison des conditions d'exploitation, les CFF accordent une grande importance à la robustesse et à la durabilité des ouvrages afin de limiter les travaux d'entretien. Les PEQ des CFF (structures porteuses en acier, protection contre la corrosion, Structures porteuses en béton, installations d'approvisionnement en eau, installations d'évacuation des eaux usées, drainages, etc.) sont indispensables pour répondre aux exigences énoncées. Ceci doit être pris en compte lors du choix du système et des matériaux.

Les déplacements admis durant la phase de chantier doivent permettre d'éviter un déplacement significatif de la voie, les valeurs limites des voies étant données dans la base de projet.

5.2 Matériaux

Les matériaux utilisés pour la construction des nouveaux ouvrages et du renforcement seront déterminés afin de respecter les conditions suivantes :

- Une durabilité permettant de garantir la durée d'utilisation des ouvrages ou des éléments d'ouvrage, notamment le béton résistant à la RAG
- La surveillance des matériaux ou des éléments constructifs doit pouvoir être assurée
- La facilité de mise en place des matériaux doit être assurée, ceci permettant de garantir une bonne exécution et par là d'assurer la qualité de l'ouvrage
- La notion de développement durable dans le choix des matériaux doit être considérée

5.3 Exigences à l'étanchéité

Les exigences relatives à la classe d'étanchéité sont spécifiées selon le tableau ci-dessous :

Ouvrage/Composant	**Classe d'étanchéité selon SIA 272**	**Mesures**
Tous les ouvrages en béton	2	Conception de l'armature, étanchéité de joints

Tableau 2 : Classes d'étanchéité

5.4 Exigences aux surfaces de béton apparent

Les murs de soutènements ayant du béton apparent, les exigences sont décrites ici :

Ouvrage/Composant	Classes de béton apparent (CBA) selon SIA 118/262	Types de coffrages selon SIA 118/262
Mur de soutènement Surfaces visibles	CBA 2	Type 4
Mur de soutènement Surface non visible	CBA 1	Type 1

Tableau 3 : Classe de béton apparent et type de coffrage requis

5.5 Produits/systèmes

5.5.1 Mur de soutènement de KV (km 38.794)

- Une microberlinoise sera mise en place pour permettre de stabiliser le ballast et les voies lors de l'excavation pour permettre la création du mur. Des forages sont effectués pour permettre la mise en place de montants métalliques, avec un bétonnage sur la longueur de la fiche. Le blindage supérieur de la microberlinoise est composé d'un élément en bois, qui peut ainsi être retiré simplement après le bétonnage du mur de KV.
- Des micropieux seront mis en place durant des nuits d'interdiction de trafic. Ces micropieux serviront de support au mur de soutènement et stabilisera le terrain
- Une partie du mur de soutènement sera préfabriqué ou fabriqués dans les zones d'emprise. Ils seront posés le long des voies afin de servir de coffrage perdu. Des barres d'armatures en attente seront ainsi mises en place afin de permettre la mise en place des armatures dans le béton coulé sur place et d'assurer la continuité entre les deux éléments.
- Un système d'évacuation des eaux est mis en place dans le mur de soutènement pour éviter l'accumulation d'eau au-dessus de la semelle du mur de KV. Une pente est faite sur la semelle pour éviter l'accumulation d'eau. Il s'agit d'un système d'évacuation des eaux permettant d'éviter un écoulement sur les infrastructures ferroviaires.
- Un garde-corps sera mis en place sur le mur de KV afin d'éviter une chute des personnes devant passer sur l'ouvrage. Il est prévu de le faire en fibres de verre.
- Une étanchéité des

5.5.2 Mur de soutènement bacs à fleurs (km 37.748)

- Le terrassement du terrain sera fait en prenant en compte les contraintes de sécurité du talus. Cela sera fait par une paroi gunité clouée.
- Le mur de soutènement existant sera retiré sur la partie des travaux.
- Le nouveau mur de soutènement sera mis en place.
- Le remblayage sera fait derrière le mur de soutènement.
- Le mur existant sera retiré. Aucune connexion ne sera mise en place entre le nouveau mur de soutènement et le mur existant.
- Une fondation sera construite à l'avant du mur construit. Une distance de 70cm entre la paroi du mur et la fondation doit être garantie.
- Le système de drainage derrière le mur bac à fleur est prévu pour se raccorder au drainage existant. Dans le cas où aucun système de drainage n'est trouvé derrière le mur existant, le drainage devra se raccorder aux chambres EC.
- Des nattes drainantes pourront être ajoutées à l'arrière du mur. Des protections des joints pourront être ajoutés lors de la prochaine phase.

5.5.3 Fondation SAZ

Fondation km 38.761

- Réalisation d'une fondation avec des dimensions adaptées.

Fondations km 39.400

- Mise en place de micropieux Swiss-gewi plus diamètre 57.5mm.

- Création d'une fondation des deux côtés des voies.

5.5.4 Escaliers de service

- Des escaliers sont prévus à divers endroits du talus entre Coppet et Gland.
- Des fondations seront mises en place dans le talus.
- Des plaques en fibres de verres seront mises en place afin d'éviter à la végétation les entraves.
- Un palier caillebotis et des marches seront mis en place.

5.6 Mesures relatives à la protection contre les courants électriques

Etant donné la proximité des voies, un courant vagabond sera considéré comme présent. Ainsi, une mise à terre des ouvrages, des éléments provisoires et définitifs, devra être mise en place.

Le concept général de mise à terre est défini dans le document 14.06.01 Concept général de mise à terre.

5.7 Concept d'entretien dans le cadre de l'exploitation ferroviaire

L'entretien des ouvrages cités dans la présente convention d'utilisation devra tenir compte des contraintes liées au trafic ferroviaire. Dans le cas où des interdictions de voies s'avèrent nécessaire, une partie de l'entretien peut être planifié de nuit, afin d'éviter de trop gros impacts sur l'horaire.

Il n'y a pas de concept spécifique à un ouvrage mentionné dans la présente convention d'utilisation. Le concept d'entretien pour les différents ouvrages sera mis en place lors d'une prochaine phase.

5.8 Conception et esthétique

La conception et la réalisation des nouveaux ouvrages doit permettre d'assurer la sécurité structurale pour les situations de risques considérées, de garantir une durabilité suffisante pour la durée d'utilisation prévue de l'ouvrage ou partie d'ouvrage, de permettre son entretien et sa surveillance.

Concernant l'esthétique, en accord avec le MO, aucune mesure particulière ne sera prise en compte.

5.9 Déviation du trafic durant les travaux de construction

5.9.1 Mur de soutènement de KV (km 38.794)

Aucune déviation du trafic routier n'est envisagée pendant la phase de chantier pour le mur de soutènement. Une interdiction de la voie adjacente est planifiée lors des phases de travaux nécessitant un empiétement dans le PEL.

5.9.2 Mur de soutènement bacs à fleurs (km 37.748)

Aucune déviation du trafic routier n'est envisagée pendant la phase de chantier pour le mur de soutènement. Une interdiction de la voie adjacente est planifiée lors des phases de travaux nécessitant un empiétement dans le PEL.

5.9.3 Fondation SAZ

Une interdiction de la voie adjacente est planifiée lors de la réalisation des fondations SAZ.

Le chemin piéton le long des voies au km 39.4 sera utilisé pour le stockage de matériel et de machines pour les travaux de fondation IS. Ainsi, le passage pédestre va être impacté.

5.9.4 Escaliers de service

Le sentier de Prangins sera impacté entre les passages supérieurs de la route de l'Etraz et du Chemin de la Redoute. Cela est notamment dû aux travaux des escaliers au km 37.748.

Les travaux pour les escaliers du km 37.560 vont prendre une emprise sur le chemin de la Redoute et le chemin du Coutelet. Cependant, le trafic ne sera pas interrompu sur ces parcelles.

Afin d'assurer la sécurité des ouvriers et des voyageurs, des mesures de protection seront mises en place entre la zone des travaux et la voie ferroviaire.

5.10 Jalons du programme de chantier

Les différents ouvrages seront réalisés à partir de début 2029.

5.11 Classe d'ouvrage

Afin de garantir la sécurité du rail, la structure appartient à la classe d'ouvrage II selon la norme SIA 261.

6 Objectifs de protection et risques particuliers

6.1 Exigences de sécurité

La sécurité des usagers de la voie ferroviaire, des tiers et des autres voies de circulation (routes d'accès, chemins piétons, etc.…) doit être garantie en tout temps.

Les exigences et les mesures de sécurité ferroviaire doivent être respectées.

6.2 Tassements

Les exigences liées au tassement sont indiquées dans la réglementation des CFF I-50009 « Surveillance des installations de technique ferroviaire à proximité de chantier ». Les limites de déplacement horizontales et verticales des voies, ainsi que leur gauchissement, sont indiquées dans le tableau ci-dessous. Ces valeurs sont données pour une vitesse de la voie à l'état final de 140 km/h, et pour une vitesse entre 65 et 80 km/h pour la phase de chantier du mur de KV, où une diminution de la vitesse sera mise en place. Dans le cas où la limitation de vitesse sera de moins de 65 km/h, ces valeurs pourront être modifiées, mais restent conservatrices.

Phase de chantier mur de KV, vitesse VR<80 km/h				
Voie		Valeur de précaution	Valeur d'intervention	Valeur d'intervention immédiate
Gauche	‰	2.5	3.5	4.0
Flèche vert.	mm	9	12	16
Flèche horiz.	mm	9	12	14
Phase finale, après les travaux, vitesse : 120 km/h <VR<160 km/h				
Voie		Valeur de précaution	Valeur d'intervention	Valeur d'intervention immédiate
Gauche	‰	2	2.5	3
Flèche vert.	mm	4	6	10
Flèche horiz.	mm	4	6	8
Pylônes		Valeur de précaution	Valeur d'intervention	Valeur d'intervention immédiate
Différence d'inclinaison	mm/m	2	5	10
Affaissement	mm	20	25	30
Déplacement	mm	10	15	20

Tableau 4: Limites de déplacement et de gauchissement des voies

Les périodes d'interdictions et de réduction des vitesses d'exploitation des lignes ferroviaires pendant les travaux seront coordonnées avec les services CFF.

Un plan de surveillance est établi dans le document « 12.303.xx_Concept de surveillance et d'alarme selon réglementation I-5009». Ce dernier définit, en complément aux valeurs précitées, le type et la fréquence des contrôles de la voie, la zone de surveillance et autres paramètres décrits dans la réglementation I-50009.

6.3 Mesures de protection de l'environnement

Se référer au chapitre 3.1 du présent document.

6.4 Risques sismiques

Le risque sismique sur le talus a été pris en compte pour le mur de soutènement de KV et le mur bac à fleur.

6.5 Actions chimiques

Les différents ouvrages se situent loin des routes. Ainsi, il est possible de négliger l'interaction entre ces structures et le sel de déverglaçage.

L'éventuelle présence dans les eaux souterraines d'agents chimiques agressifs pour les bétons (sulfates p.ex.) et l'acier (chlorures p.ex.) est à considérer. Le danger résultant doit être écarté à l'aide de mesures constructives.

6.6 Explosion

Les risques liés à l'explosion de véhicules sont acceptés par le Maître d'Ouvrage.

6.7 Géotechnique

Plusieurs ouvrages ou parties d'ouvrages sont faits dans de la moraine. Ainsi, une présence de blocs dans cette zone est à prendre en compte. Les mesures prises sont indiquées dans la base de projet et le rapport technique.

Lors des phases ultérieures, les paramètres géotechniques seront réévalués avec le géologue. Des sondages additionnels pourront être effectués s'ils sont jugés nécessaires.

6.8 Autres actions exceptionnelles : hautes eaux, chutes de pierres, avalanches, etc.

Les risques liés au vandalisme sont acceptés par le Maître d'Ouvrage.

7 Conditions particulières relatives à l'exécution des travaux

7.1 Viabilisation du chantier, accès, site d'installation

Les objectifs particuliers du MO sont les suivants :

- Le trafic ferroviaire doit être maintenu durant toute la durée des travaux
- Respect des gabarits et du PEL OCF 3 durant les travaux

Comme mentionné au §5.9, lorsque des travaux nécessite un empiétement dans le PEL de la voie adjacente, cette dernière sera interdite. Afin de limiter l'impact sur le trafic voyageur, les travaux nécessitants une interdiction de voie et un déclenchement de la ligne de contact seront réalisés de nuit.

7.2 Conditions particulières de tiers

Néant.

7.3 Conditions particulières résultant de l'exploitation ferroviaire

La mise en place des murs, du ballast, des fondations et des chambres se fera durant des périodes d'interdiction de voie. Le concept de sécurité pendant la mise en place des différents ouvrages doit être géré.

Lors des travaux pour le mur de KV, une paroi berlinoise est mise en place pour soutenir le terrain et le ballast pendant la durée des travaux. Pour garantir la sécurité des trains lors du passage à côté, la vitesse sera réduite. Il est estimé actuellement que la vitesse maximale sera de 80 km/h, mais elle pourra être plus faible.

8 Signatures

33 Mise à l'enquête

Maîtrise d'ouvrage :	Date	Signature
Chemins de fer fédéraux suisses CFF		
Infrastructure		
Responsable : Sophie Minon		
Rue : Rue de la Gare de Triage 5		
Lieu : 1020 Renens	……..	……..

Auteur du projet :	Date	Signature
Nom : IUB Engineering SA		
Responsable : Aimé Morel		
Rue : Rte André Piller 33a		
Lieu : 1762 Givisiez	…….	……..

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

12.303.05

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud

Communes : Prangins, Nyon, Crans (VD)

Echelle	Format
-	A4

N° Plan

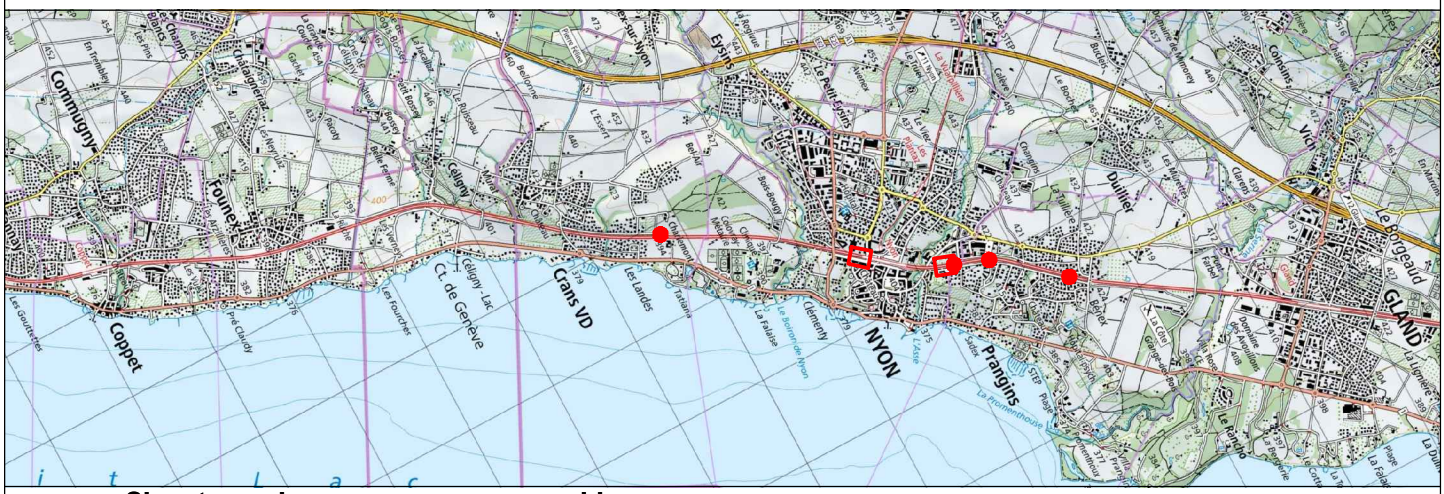
-

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Ouvrages de soutènement

BASE DE PROJET



Signatures des personnes responsables :

A1. ☒ Signatures originales dans le document B. ○ Signature ci dessous

Ci-dessous :

A2. ☒ Signatures des personnes pro forma

CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

Aimé Morel
Auteur de projet

IM Engineering | IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	13.09.24	mge	mo		
5	03.04.25	mge	mo		Modification des micropieux de kv
6	08.08.25	mge	mo		Selon retour SIOP
7	08.10.25	mge	mo		Selon retour SIOP

Avant-propos

Une base du projet distincte doit être établie pour chaque type d'installation. Un regroupement de différents types d'installations est possible et vaut p. ex. l'alimentation en eau, le drainage, les ponts, les tunnels et galeries (incl. tranchées couvertes), les écrans antibruit, les murs de soutènement, les ouvrages en terre. Ceci doit toutefois être défini au préalable en concertation avec I-NAT-BT-IB.

Le document doit être vérifié et complété à chaque phase de projet considérée. Les modifications doivent être effectuées directement dans le document original selon le code de couleurs suivant:

- Avant-projet: noir
- Projet de construction/mise à l'enquête: vert
- Projet d'exécution: rose

Afin de pouvoir comprendre les modifications au premier coup d'œil, la liste des révisions doit être remplie.

Liste des révisions des modifications spécifiques au projet :

Chapitre	Modifications

Journal des modifications du modèle de document

Version	4.2
Dernière modification	01.03.2024
Dernière modification par	I-NAT-BT-IB
Modification de Version 4.1	Mis à jour et corrections

Table des matières

1 Généralités 5
1.1 Introduction 5
1.2 Description du projet 5
1.2.1 Mur de soutènement de KV (km 38.783 – km 38.811) 5
1.2.2 Mur bacs à fleurs (km 37.748) 6
1.2.3 Fondations SAZ 6
1.2.4 Escaliers de service 6
1.3 Croquis du projet, plans d'ensemble 7
1.4 Délimitation 7
1.5 Durée d'utilisation 7
1.6 Objectifs de protection 7
2 Bases 8
2.1 Bases spécifiques du projet 8
2.2 Bases légales 8
2.3 Normes 8
2.4 Exigences et réglementations spécifiques aux CFF et aux chemins de fer 8
3 Conditions géotechniques et modèle de sol de fondation 9
3.1 Conditions géologiques et hydrogéologiques 9
3.1.1 Murs de soutènement de KV 9
3.1.2 Mur bacs à fleurs 12
3.1.3 Fondations SAZ 14
3.1.4 Escaliers de service 16
3.1.5 Conditions particulières 23
3.2 Choix du coefficient de poussée des terres 23
3.3 Facteurs partiels utilisés 23
4 Concept de la structure 24
4.1 Système statique 24
4.1.1 Mur de soutènement de KV 24
4.1.2 Mur bacs à fleurs 24
4.1.3 Fondation SAZ 24
4.1.4 Escaliers de service 24
4.1.5 Conditions d'appuis 24
4.2 Modèle de dimensionnement 25
4.3 Degré de conformité 25
4.4 Matérialisation 25
4.4.1 Composants et ouvrages existants 25
4.4.2 Nouveaux composants et ouvrages à réaliser 26
5 Actions 28
5.1 Pour des ouvrages existants : actions actualisées selon SIA 269/1 28
5.2 Pour des ouvrages à réaliser : actions selon la norme SIA 261 28

5.2.1 Actions permanentes, non actualisées 28
5.2.2 Actions variables, non actualisées 30
5.2.3 Actions exceptionnelles, non actualisé 32
5.3 Pour des ouvrages à réaliser : Actions sur les fondations SAZ 33
5.3.1 Actions permanentes, non actualisées 33
5.3.2 Actions variables, non actualisées 33
6 Sécurité structurale 34
6.1 Etat de la construction 34
6.1.1 Microberlinoise du mur de KV 34
6.1.2 Paroi clouée du mur bac à fleur 35
6.1.3 Fondation SAZ 35
6.1.4 Escalier de service 35
6.2 Etat final (phase d'utilisation définitive) 36
6.2.1 Mur de soutènement de KV 36
6.2.2 Mur bac à fleur 37
6.2.3 Fondation SAZ 38
6.2.4 Escalier de service 39
7 Aptitude au service 40
7.1 Etat de la construction (phase de construction) 40
7.2 Etat final (phase d'utilisation définitive) 41
7.2.1 Mur de KV 41
7.2.2 Mur bac à fleur 42
7.2.3 Fondation SAZ 43
7.2.4 Escalier de service 43
8 Durabilité 44
9 Risques acceptés 45
10 Signatures 46

1 Généralités

1.1 Introduction

La présente base de projet porte sur des ouvrages de soutènements de talus dans le cadre du projet de renouvellement de l'enclenchement de Nyon. Elle recouvre également deux fondations SAZ dont la stabilité doit être contrôlée. Le présent document regroupe les principales hypothèses et les situations de risque pertinentes pour l'état de construction et l'état de service.

La base du projet sert de point de départ pour la définition des différents murs de soutènements, fondations SAZ et escaliers de service, des processus de construction, des analyses sur la sécurité structurale ainsi que pour le choix des matériaux de constructions.

La présente base du projet repose sur la convention d'utilisation « 12.303.04_Ouvrages de soutènement_Convention d'utilisation » datée du 07.04.2025. Les objectifs d'utilisation et les prescriptions de la maîtrise d'ouvrage sont consignés dans la convention d'utilisation et ne seront pas répétés dans la base du projet.

1.2 Description du projet

La description du projet figurant dans la convention d'utilisation est également valable pour la base du projet et sera complétée et spécifiée ici.

1.2.1 Mur de soutènement de KV (km 38.783 – km 38.811)

Les dimensions des différents éléments sont :

Elément	Hauteur [m]	Largeur [m]	Longueur [m]	Epaisseur [mm]	Temporalité
Mur de soutènement	2.00	2.00	27.58	variable	Permanent
Chambre KV	0.60	1.20	-	-	Permanent
Chambre T24	0.25	0.45	-	-	Permanent
Micropieux	-	-	8	280	Permanent
HEM 120	0.14	0.126	8.3	-	Permanent
Microberlinoise	-	0.2	5.17		Temporaire
HEB 200	0.2	0.2	5.17	-	Temporaire

Tableau 1: Dimensions du mur de soutènement de KV

Les micropieux proposés ont des forages de diamètre 280mm, avec un HEM120 S355. Des forages de diamètre 340mm sont prévus pour les montants de la microberlinoise.

1.2.2 Mur bacs à fleurs (km 37.748)

Les dimensions du mur sont les suivantes :

Elément	Hauteur [m]	Largeur [m]	Longueur [m]	Epaisseur [m]	Temporalité
Mur de soutènement	2.4	4.2	11.92	0.35-0.65	Permanent
Paroi gunité clouée	4.7	Variable selon situation	13.8	0.2	Temporaire
Clou	-	-	8	28mm	Temporaire

Tableau 2: Dimension du mur bacs à fleurs

Le diamètre de forage des clous est de 120mm.

1.2.3 Fondations SAZ

Les fondations SAZ ont été vérifiées et dimensionnées en raison de la forte pente rencontrée. Il s'agit des fondations suivantes :

- Km 38.761 : Fondation H1 DPS 1/2.1B avec dimensions modifiées
- Km 39.400 : Fondations I81 sur micropieux

Les dimensions des fondations sont les suivantes :

Elément	Hauteur [m]	Largeur [m]	Longueur [m]	Epaisseur [m]	Temporalité
Fondation 38.761 (socle)	2.10	1.50	1.50	-	Permanent
Fondation 38.761 (fût)	1.00	0.60	0.60	-	Permanent
Fondations 39.400 (socle)	0.80	1.2	1.2	-	Permanent
Fondations 39.400 (fût)	0.8	0.60	0.60	-	Permanent
Micropieux 39.400	-	-	10.50	203mm	Permanent
Barre Swiss-gewi plus	-	-	10.5	57.5mm	Permanent

Tableau 3: Dimensions des fondations SAZ

1.2.4 Escaliers de service

Elément	Hauteur [m]	Largeur [m]	Longueur [m]	Epaisseur [m]	Temporalité
Fondations	0.80	0.60	0.60	-	Permanent
Escaliers	Variable	1.50m	Variable	Variable	Permanent

Tableau 4: Dimensions des escaliers de service

1.3 Croquis du projet, plans d'ensemble

Voir les extraits présents dans la convention d'utilisation et les plans suivants :

- 12.303.01_Soutènement de KV - Plan de situation et coupes
- 12.303.02_Mur bacs à fleurs - Plan de situation et coupes
- 12.902.01_Fondations SAZ - Profils en travers km 33.923 - 38.191
- 12.902.02_Fondations SAZ - Profils en travers km 38.208 - 42.006
- 12.903.01_Escaliers de service-Profils en travers

1.4 Délimitation

Voir convention d'utilisation

1.5 Durée d'utilisation

Voir convention d'utilisation

1.6 Objectifs de protection

Voir convention d'utilisation

2 Bases

2.1 Bases spécifiques du projet

Voir convention d'utilisation

2.2 Bases légales

Voir convention d'utilisation

2.3 Normes

Voir convention d'utilisation

2.4 Exigences et réglementations spécifiques aux CFF et aux chemins de fer

Voir convention d'utilisation

3 Conditions géotechniques et modèle de sol de fondation

3.1 Conditions géologiques et hydrogéologiques

3.1.1 Murs de soutènement de KV

Sondages 113 De Cérenville



Figure 1: Situation des sondages autour de la gare de Nyon

La situation des ouvrages a été indiquées approximativement en bleu sur la situation

Couche du sol		**Position [altitude en mètres]**	**Épaisseur [m]**	**Valeurs caractéristiques du sol de fondation**	
N°1	Terre végétale	403.2	1		
N°2	Remblai	402.2	3.9	φ'_k = 28-30 ° γ = 20 kN/m³ c'_k = 0 kN/m²	E = 5-10 MN/m² ME1 : - kN/m² Perméabilité : -
N°3	Retrait argileux peu consolidé	398.3	11.1m	φ'_k = 25 ° γ = 20.5 kN/m³ c'_k = 10 kN/m²	E = 8 MN/m² ME1 : - kN/m² Perméabilité : $2*10^{-9}$
N°4	Moraine limono-argileuse semi-consolidée	387.2	0.7m	φ'_k = 29 ° γ = 22 kN/m³ c'_k = 8 kN/m²	E = 25 MN/m² ME1 : - kN/m² Perméabilité : 10^{-8}
N°5	Moraine limoneuse consolidée	386.5	5.1	φ'_k = 31 ° γ = 23 kN/m³ c'_k = 20 kN/m²	E = 60 MN/m² ME1 : - kN/m² Perméabilité : $3*10^{-9}$

Tableau 5: Couches et paramètres géotechniques, mur de KV

Sondage 114 de Cérenville

Couche du sol		**Position [altitude en mètres]**	**Épaisseur [m]**	**Valeurs caractéristiques du sol de fondation**	
N°1	Remblai	401.98	1m	φ'_k = 28-30 ° γ = 20 kN/m³ c'_k = 0 kN/m²	E = 5-10 MN/m² ME1 : - kN/m² Perméabilité : -
N°2	Retrait sableux peu consolidé	400.98	1m	φ'_k = 29-31 ° γ = 20 kN/m³ c'_k = 0-3 kN/m²	E = 5-12 MN/m² ME1 : - kN/m² Perméabilité : 10^{-5}-10^{-7}
N°3	Retrait limoneux peu consolidé	399.98	2.2m	φ'_k = 28 ° γ = 20 kN/m³ c'_k = 9 kN/m²	E = 15 MN/m² ME1 : - kN/m² Perméabilité : $4*10^{-9}$
N°4	Retrait argileux peu consolidé	397.58	8m	φ'_k = 25 ° γ = 20.5 kN/m³ c'_k =10 kN/m²	E = 8 MN/m² ME1 : - kN/m² Perméabilité : $2*10^{-9}$
N°5	Moraine limono-argileuse semi-consolidée	389.58	3.2m	φ'_k = 29 ° γ = 22 kN/m³ c'_k = 8 kN/m²	E = 25 MN/m² ME1 : - kN/m² Perméabilité : 10^{-8}
N°6	Moraine limoneuse consolidée	386.38	4.6	φ'_k = 31 ° γ = 23 kN/m³ c'_k = 20 kN/m²	E = 60 MN/m² ME1 : - kN/m² Perméabilité : $3*10^{-9}$

Tableau 6: Couches et paramètres géotechniques, mur de KV

Dans la note de calcul 12.303.06, une rétroanalyse a été effectuée pour calculer l'angle de frottement nécessaire pour garantir la stabilité du talus à l'état existant. L'angle du remblai a donc été modifié en conséquence.

Le log de forage et des informations complémentaires peuvent être trouvées dans le rapport de De Cérenville, présent dans le document 10.05 Rapport Géotechnique.

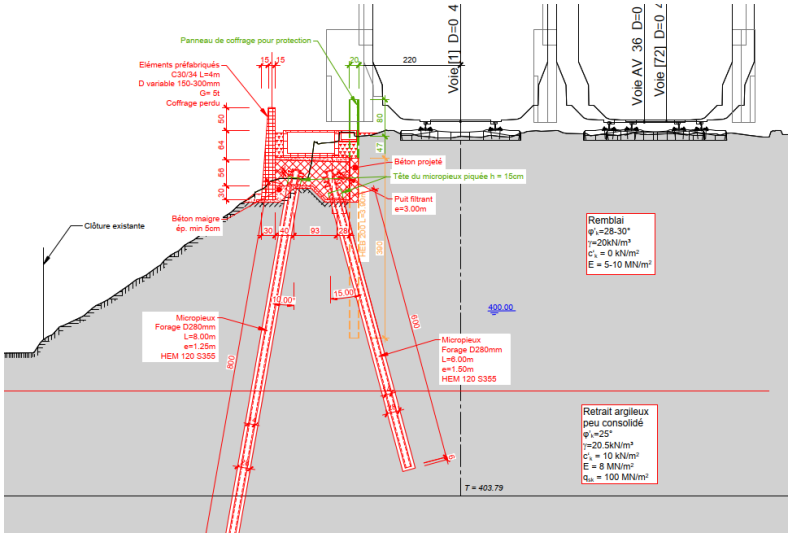


Figure 2: Paramètres géotechniques selon le sondage S113

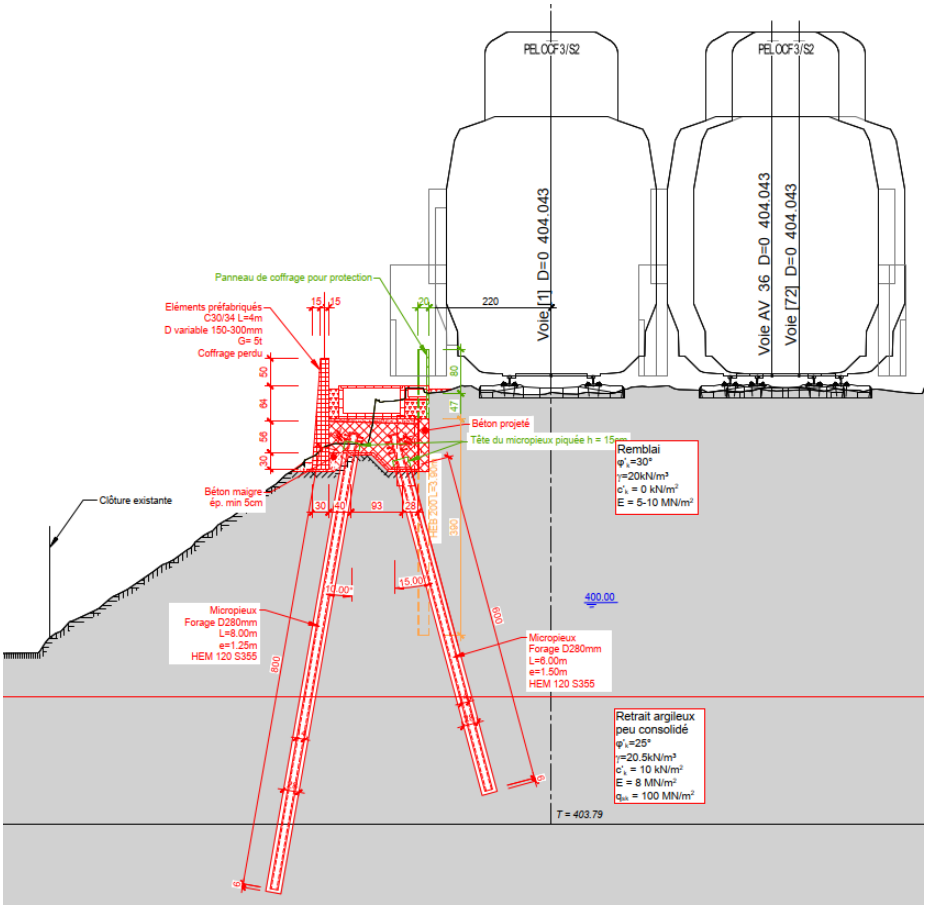


Figure 3: Paramètres géotechniques selon le sondage S114

Le toit de la nappe proche du terrain naturel, entre 399 et 400m. Un niveau de 400 msm a été considéré pour le projet.

3.1.2 Mur bacs à fleurs

Sondage km 37.748

Aucun sondage depuis le haut du talus n'a été effectué. Les sondages se situent le long de la voie. Cependant, un sondage de l'autre côté du talus existe et est public :

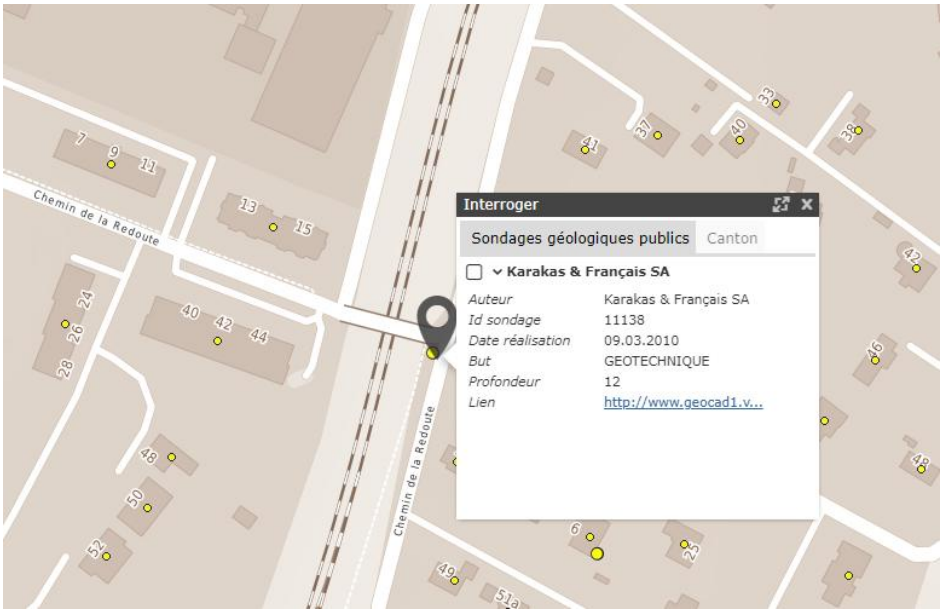


Figure 4: Position du sondage proche du km 37.748

Le sondage indique une couche de remblai, et plusieurs types de moraines. L'analyse de De Cérenville rapproche ces couches d'un retrait graveleux d'une moraine limono-argileuse semi-consolidée. Ainsi, les paramètres associés à ces couches ont été utilisées. Bien que le sondage ait été effectué de l'autre côté des voies, il a été supposé que les conditions étaient proches.

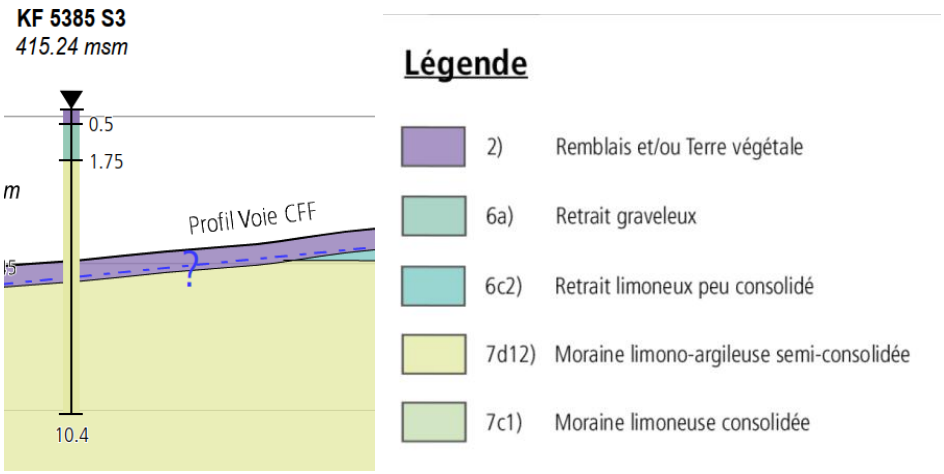


Figure 5: Coupe géotechnique

Couche du sol		Position [altitude en mètres]	Épaisseur [m]	Valeurs caractéristiques du sol de fondation	
N°1	Remblai	415.24	0.5	φ'_k = 28-30 ° γ = 20 kN/m³ c'_k = 0 kN/m²	E = 5-8 MN/m² ME1 : - kN/m² Perméabilité : -
N°2	Retrait graveleux	414.74	1.25	φ'_k = 35-37 ° γ = 21 kN/m³ c'_k = 0 kN/m²	E = 25 MN/m² ME1 : - kN/m² Perméabilité : 10^{-3}-10^{-4}
N°3	Moraine limono-argileuse semi-consolidée	413.49	8.65 minimum	φ'_k = 30 ° γ = 22 kN/m³ c'_k = 10 kN/m²	E =25 MN/m² ME1 : - kN/m² Perméabilité : 10^{-8}

Tableau 7: Paramètres géotechniques, mur bac à fleur

En regardant les sondages faits le long de la voie (sondage 101 notamment), on voit qu'il y a du remblai sur les 45 premiers centimètres, mais qu'en dessous on retombe rapidement sur la moraine limono-argileuse remaniée. Ainsi, le pied du mur de soutènement reposera sur la couche de moraine.

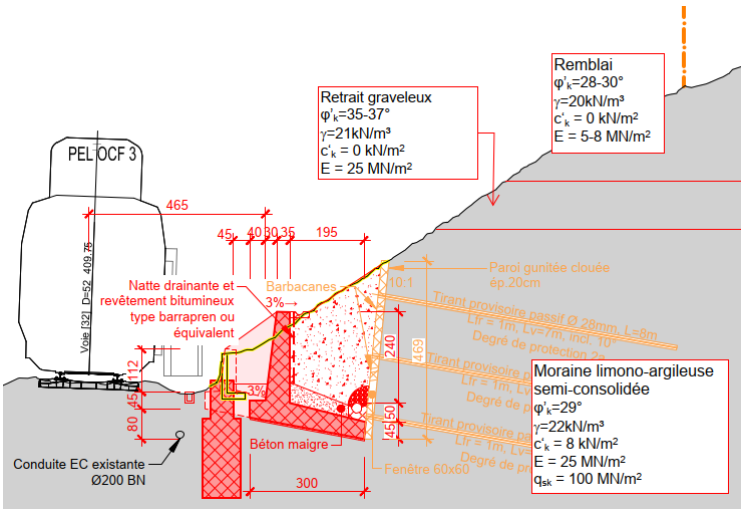


Figure 6: Coupe géotechnique du mur bac à fleur

Selon les données hydrogéologiques obtenues par Geotest, le niveau d'eau maximal varie entre une altitude de 408.4 et 409.9m selon les sondages, avec un battement maximum de 1.2m. L'analyse faite par Geotest est que la moraine limono-argileuse présente à l'endroit du mur contient des veines perméables avec une circulation d'eau souterraine en charge.

Des barbacanes seront placées dans les parties de la paroi clouées afin d'éviter de bloquer l'eau à cet endroit et d'avoir une augmentation de la poussée d'eau derrière la paroi clouée.

Dans le cas où une veine perméable se situe à l'arrière de la paroi clouée, l'eau pourra se diffuser dans la zone remblayée. Un drainage sera mis en place pour permettre d'éviter une accumulation d'eau à l'arrière du mur de soutènement.

3.1.3 Fondations SAZ

Le terrain mentionné au §3.1.1 est également valable pour la fondation SAZ H1 située au km 38.761.

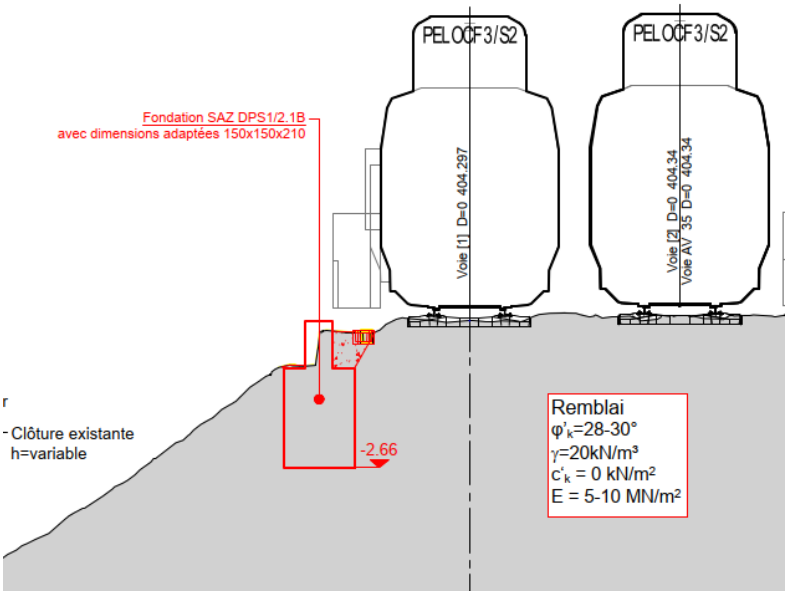


Figure 7: Modèle géotechnique pour la fondation km 38.761

Le toit de la nappe proche du terrain naturel, entre 399 et 400m, soit sous la fondation.

Le log de forage et des informations complémentaires peuvent être trouvées dans le rapport de De Cérenville, présent dans le document 10.05 Rapport Géotechnique.

<u>Sondages km 39.400 Géotest</u>

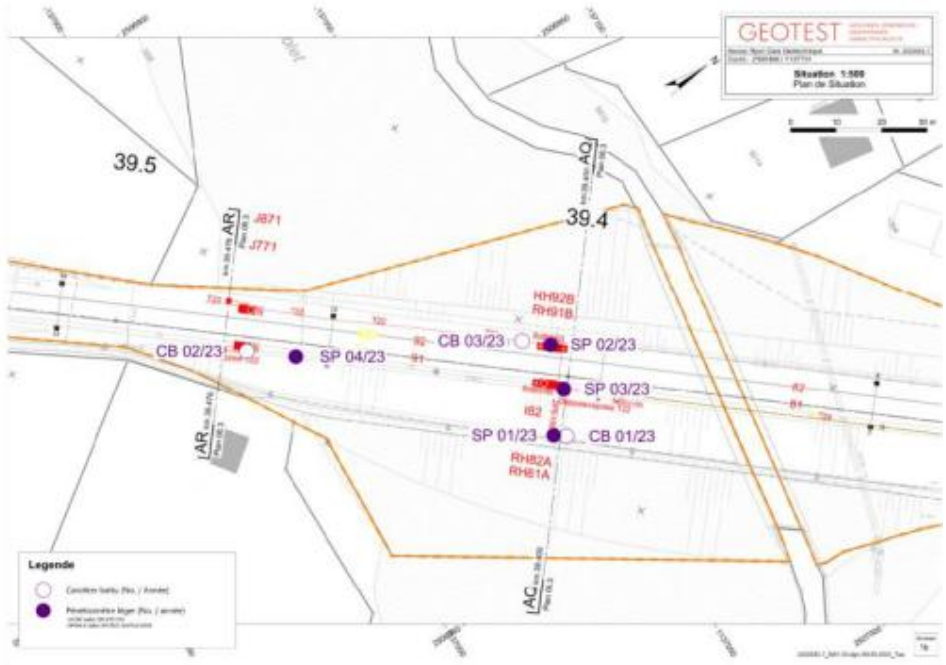


Figure 8: Situation des sondages au km 39.4

Couche du sol		Position [altitude en mètres]	Épaisseur [m]	USCS	Valeurs caractéristiques du sol de fondation	
N°1	Remblai	398.9	>10m Potentiel-lement 20m	Hétéro-gène	φ'_k = 30 ° γ = 20 kN/m³ c'_k = 0 kN/m²	E = 3 MN/m² (pour calcul de tassement) ME1 : - kN/m² Perméabilité : -

Tableau 8: conditions géologiques, fondation SAZ

Les conditions géologiques décrites pour le talus au km 39.4 indiquent que le remblai est un mauvais sol pour les fondations. Ils indiquent également que le risque de tassement est élevé, ainsi qu'un déplacement horizontal. Les micropieux sont une solution mise en avant dans le cas de problèmes de portance des fondations IS, avec un facteur de conversion suivant : η_a <0.7.

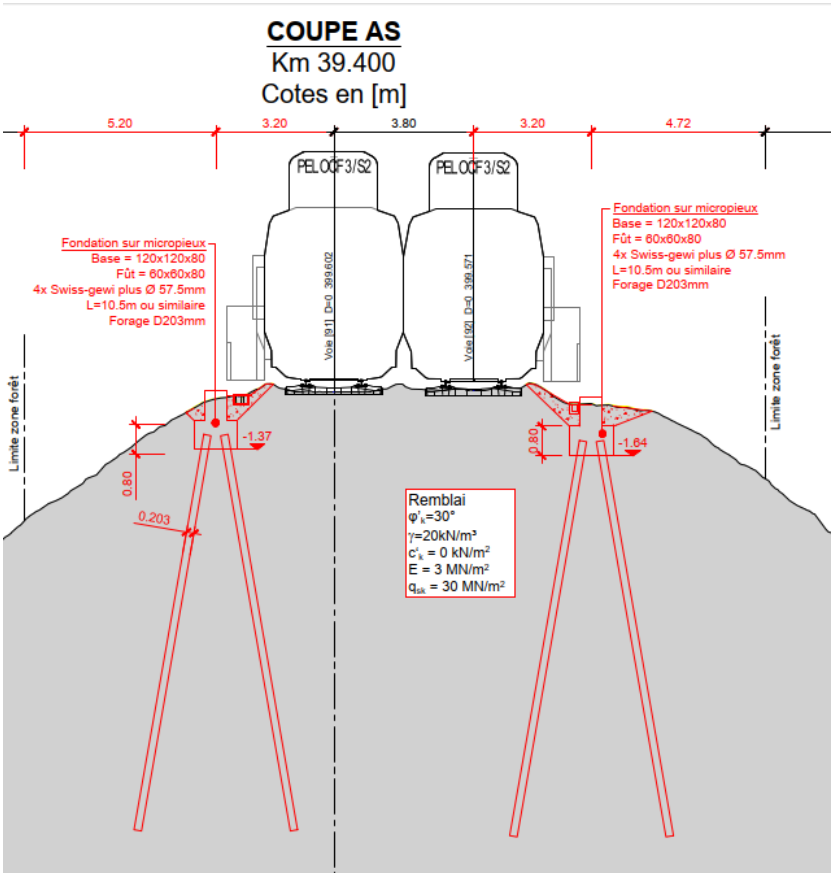


Figure 9: Paramètres géotechniques, km 39.400

Les conditions hydrogéologiques au km 39.400 indiquent que le niveau d'eau se situe à une altitude de 385.87m. Aucun relevé piézométrique n'a été effectué à cet endroit. Cependant, des accumulations d'eau provisoires ont été jugées vraisemblables dans le remblai. Des mesures piézométriques étaient jugées nécessaires. L'étude de de Cérenville ne dispose pas des résultats définitifs pour cette zone. Selon les conditions actuelles, les micropieux ne rentrent pas dans la nappe au km 39.400.

Plus d'informations peuvent être obtenues dans le rapport de Geotest, présent dans le document 10.05 Rapport Géotechnique.

Sondage			
Numéro de sondage	38892	Réf. interne	T1P1
Coordonnée x [m]	2506949.00	Date de réalisation	23.11.2020
Coordonnée y [m]	1137144.00	Profondeur [m]	6.10
Altitude z [m]	391.87	Diamètre [mm]	
Type de sondage	Tarière	Mode de forage	
Azimut du forage (0° = Nord, 90° = Est) [°]	0.0	Angle du forage (90° = vertical) [°]	90.0
Code SIA 261		Hauteur de la nappe [en m.s.m]	385.87
Date du relevé de la hauteur de la nappe	23.11.2020	Profondeur toit du rocher	-9999.00
Forage utilisé pour la carte du toit du rocher		Avec test de réponse thermique (TRT)	
Avec essai de pompage		Avec essai d'infiltration	
Avec essai géotechnique (in situ / labo)	Oui	Avec inclinomètre	

Figure 10: Sondage à proximité



Figure 11: Lieu du sondage pour le niveau de la nappe

3.1.4 Escaliers de service

Pour pouvoir modéliser de manière simple la stabilité de talus aux endroits des escaliers de service, il faut considérer le type de terrain depuis le haut du talus.

Aucune nappe n'a été considérée dans la vérification des escaliers de service. Plus d'informations peuvent être trouvées dans les rapports présents dans le document 10.05 Rapport géotechnique.

3.1.4.1 Km 36.399

Au km 36.399, il existe un sondage non loin qui décrit le terrain comme de la moraine beige. Un autre sondage existe plus proche, décrivant le terrain comme de la moraine würmienne. Ainsi, on utilisera les paramètres suivants :

Couche du sol		Position [altitude en mètres]	Épaisseur [m]	Valeurs caractéristiques du sol de fondation	
N°1	Moraine grise	418.02	2.3	φ'_k = 30 ° γ = 22 kN/m³ c'_k =10 kN/m²	E = 25 MN/m² ME1 : - kN/m² Perméabilité : -

Tableau 9: Paramètres géotechniques, escalier de service

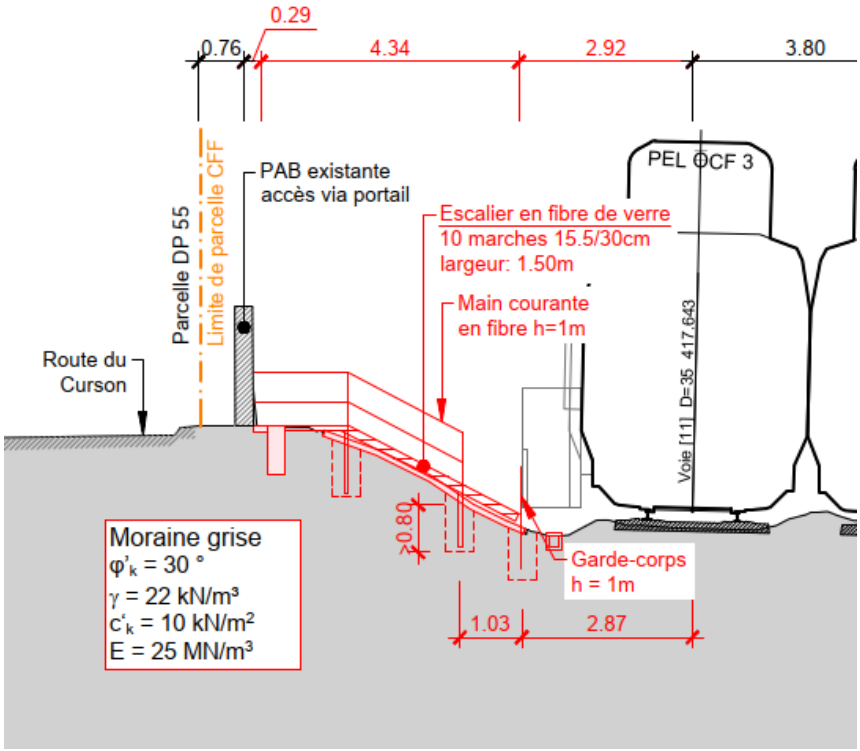


Figure 12: Paramètres géotechniques

3.1.4.2 Km 37.560

Au km 37.560, les sondages sont plus éloignés du talus. Les sondages disponibles sont les suivants :



Figure 13: Lieux des sondages à proximité du km 37.560

En utilisant le sondage côté Jura des voies, l'analyse géotechnique décrit le terrain comme suit :

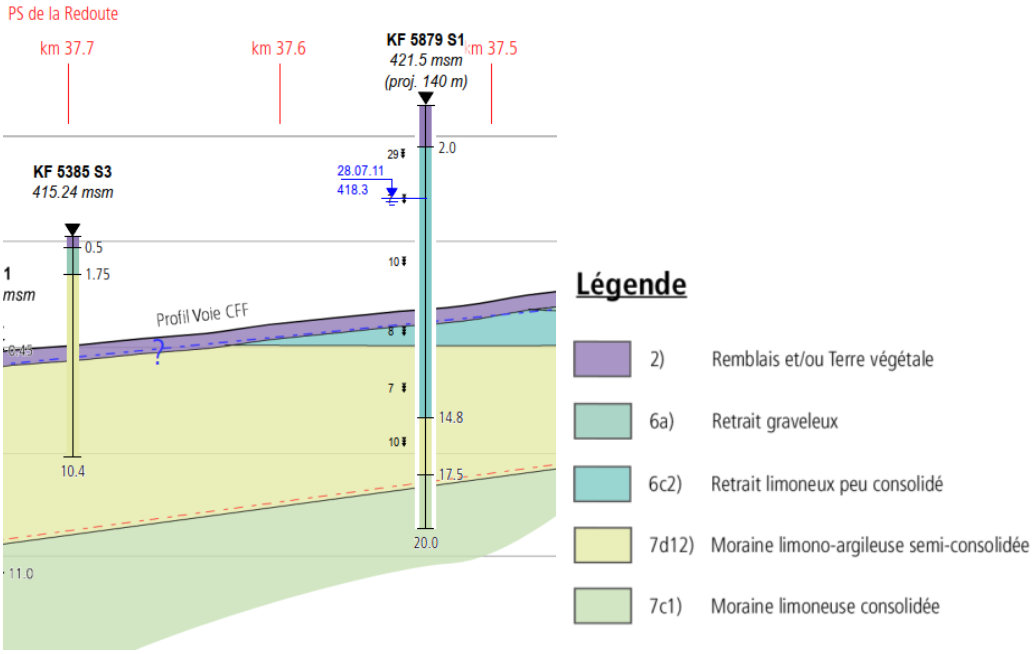


Figure 14: Analyse géotechnique km 37.560

Les sondages étant assez éloignés, il y a plusieurs incertitudes sur le sol effectivement à cet endroit. En effet, le sondage KF 5385 S21 est tout autant éloigné de l'endroit de l'escalier que le sondage KF 5879 S1.

Si l'on prend les éléments plus représentatifs du sondage KF 5385 S21, on obtient les données suivantes :

Couche du sol		**Position [altitude en mètres]**	**Épaisseur [m]**	**Valeurs caractéristiques du sol de fondation**	
N°1	Remblai	415.2	0.5	φ'_k = 28-30 ° γ = 20 kN/m³ c'_k =0 kN/m²	E = 5-8 MN/m² ME1 : - kN/m² Perméabilité : -
N°2	Retrait limoneux	414.7	1.25	φ'_k = 26-28 ° γ = 20.5 kN/m³ c'_k =0-9 kN/m²	E = 15 MN/m² ME1 : - kN/m² Perméabilité : 10^{-7}-10^{-9}
N°3	Moraine limono-argileuse semi-consolidée	413.45	>8.25	φ'_k = 30 ° γ = 22 kN/m³ c'_k =10 kN/m²	E = 25 MN/m² ME1 : - kN/m² Perméabilité : 10^{-8}

Tableau 10: Paramètres géotechniques, escalier de service

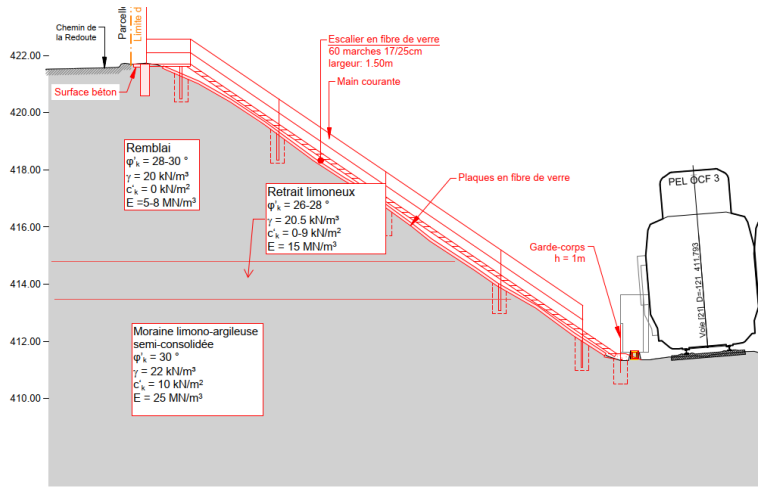


Figure 15: Paramètres géotechniques, km 37.560 côté Lac, modèle 1

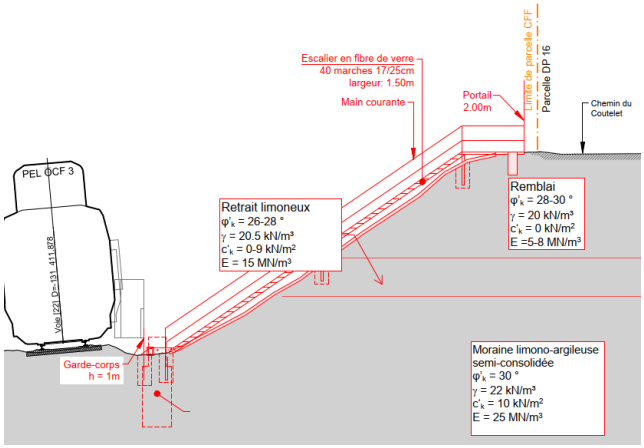


Figure 16: Paramètres géotechniques km, 37.560 côté Jura, modèle 1

Dans le cas contraire, on aura plutôt le type de sol suivant :

Couche du sol		**Position [altitude en mètres]**	**Épaisseur [m]**	**Valeurs caractéristiques du sol de fondation**	
N°1	Remblai	421.5	2	φ'_k = 28-30 ° γ = 20 kN/m³ c'_k =0 kN/m²	E = 5-8 MN/m² ME1 : - kN/m² Perméabilité : -
N°2	Retrait limoneux	419.5	12.8	φ'_k = 26-28 ° γ = 20.5 kN/m³ c'_k =0-9 kN/m²	E = 15 MN/m² ME1 : - kN/m² Perméabilité : 10^{-7}-10^{-9}

Tableau 11: Paramètres géotechniques, escalier de service

L'angle de frottement minimal doit être pris avec la cohésion maximale, et inversement.

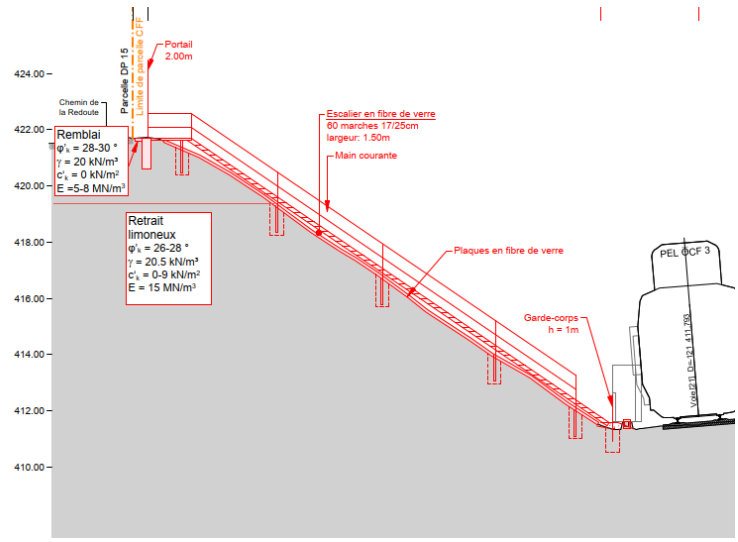


Figure 17: Paramètres géotechniques, km 37.560 côté Lac, modèle2

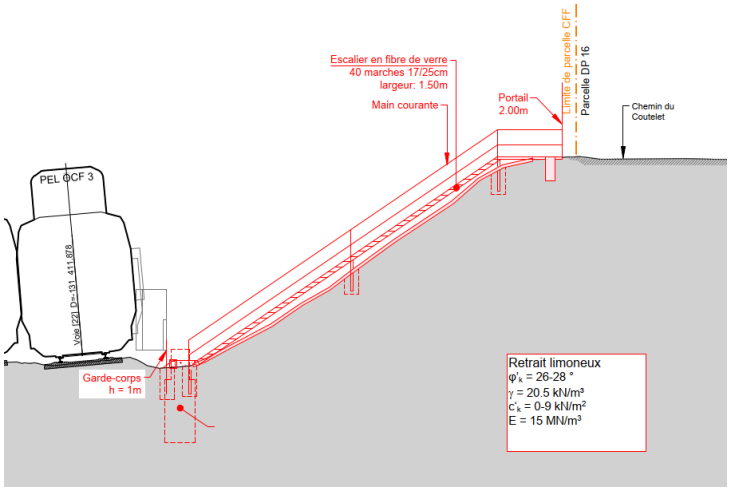


Figure 18: Paramètres géotechniques, km 37.560 côté Jura, modèle 2

3.1.4.3 Km 37.691 et 37.768

Pour l'escalier au km 37.768, il est possible d'utiliser les mêmes résultats que pour le mur bac à fleur. Au km 36.691, le même sondage sera utilisé, car il est estimé que l'on se situe suffisamment proche pour que cela soit applicable.

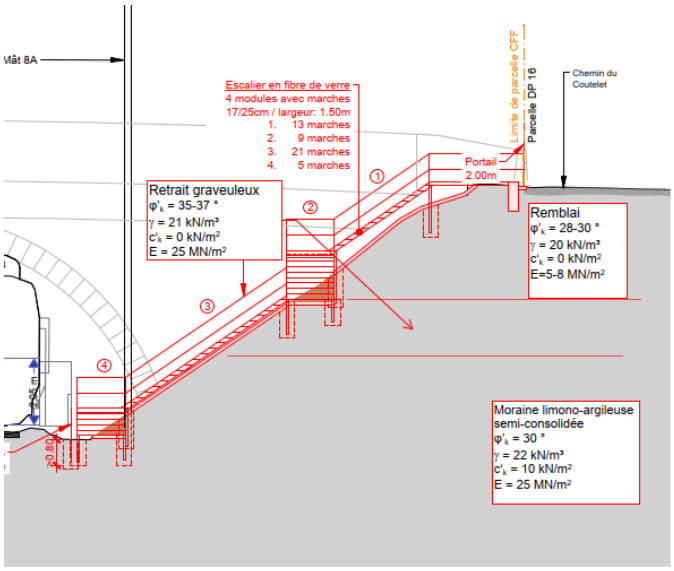


Figure 19: Paramètres géotechniques km 37.691

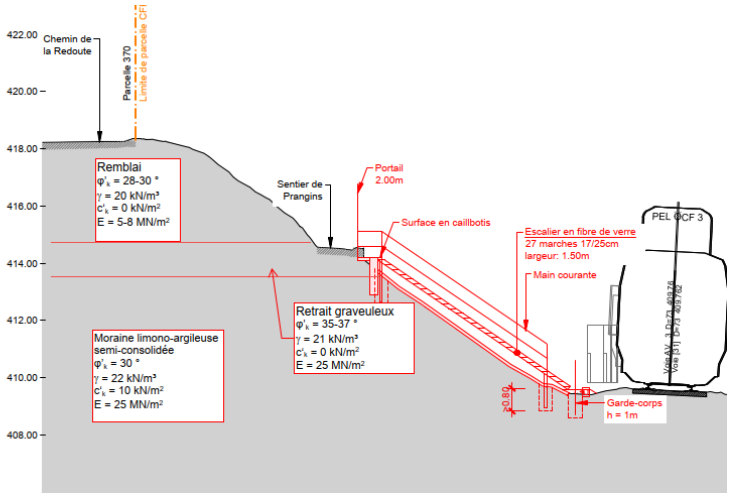


Figure 20: Paramètres géotechniques km 37.768

3.1.4.4 Km 40.973

Autour du km 40.973, il y a de nombreux sondages, mais plusieurs sont trop bas. Ainsi, on peut prendre le sondage suivant :



Figure 21: Lieu du sondage km 40.9

Les types de sols décrits en dessous du rail est du remblai, de la moraine argilo-limoneuse, et de la molasse d'eau douce. D'autres études géotechniques proches décrivent la couche de molasse d'eau comme de la moraine de fond. Cette couche est donc similaire la moraine limoneuse consolidée.

Couche du sol		**Position [altitude en mètres]**	**Épaisseur [m]**	**Valeurs caractéristiques du sol de fondation**	
N°1	Moraine limoneuse consolidée	403	Inconnue	φ'_k = 31 ° γ = 23 kN/m³ c'_k = 20 kN/m²	E = 60 MN/m² ME1 : - kN/m² Perméabilité : $3*10^{-9}$

Tableau 12: Paramètres géotechniques, escalier de service

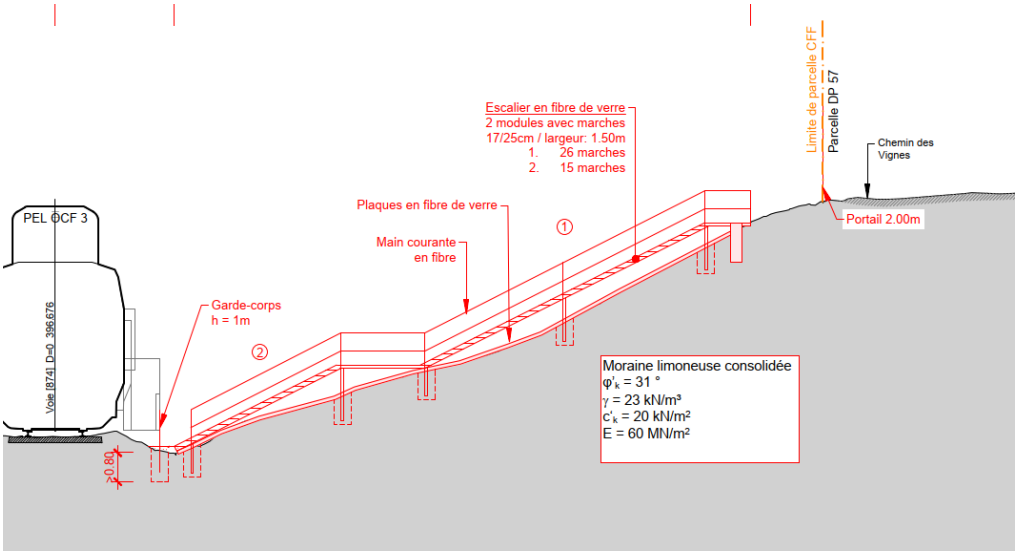


Figure 22: Paramètres géotechniques km 40.973

3.1.5 Conditions particulières

Plusieurs ouvrages ou parties d'ouvrages sont mises en place dans une couche de moraine. Ainsi, la présence de blocs est à prévoir. Des mesures sont indiquées dans le rapport technique pour prendre en compte ce risque.

3.2 Choix du coefficient de poussée des terres

Le choix du coefficient de poussée des terres s'effectue selon la norme SIA 261, chiffre 4.3 et le tableau 1 et la SIA 267, chiffre 12.4.3.

Ouvrage ou partie d'ouvrage	**Justificatif de la sécurité structurale**	**Justificatif de l'aptitude au service**
Stabilité globale de l'ouvrage	Poussée des terres active majorée, avec K=0.5*(K0+Ka)	Poussée des terres au repos avec K0

Tableau 13: Coefficient de poussée prise en compte

3.3 Facteurs partiels utilisés

Les facteurs partiels sont utilisés, selon la norme SIA 267 :

Paramètres de terrain	En général	Après rétroanalyse
Charge volumique du sol ou de la roche γ	γ_γ=1.0	γ_γ=1.0
Tangente de l'angle de frottement interne tan(φ)	γ_φ=1.2	γ_φ=1.1
Cohésion effective c'	$\gamma_{c'}$=1.5	$\gamma_{c'}$=1.3
Cohésion apparente cu	γ_{cu}=1.5	γ_{cu}=1.3
Résistance à la compression uniaxiale	γ_{qu}=1.5	γ_{qu}=1.3
Clou de sol/élément adhérent	1.35	1.35
Résistance au cisaillement	1.35	1.35

Tableau 14: Facteurs partiels

4 Concept de la structure

4.1 Système statique

4.1.1 Mur de soutènement de KV

Le mur de soutènement fonctionnera en redistribuant la charge verticale totale sur des micropieux qui seront mis en place dans le terrain. Des forages permettront la mise en place des micropieux. Les dimensions internes et le taux d'armature sont pris pour garantir une résistance au moment de flexion, notamment le moment en pied du mur de soutènement.

Les micropieux fonctionneront en compression pour réduire la charge verticale. Ils travailleront par cisaillement dans le sol.

4.1.2 Mur bacs à fleurs

Le mur de soutènement a été dimensionné pour pouvoir reprendre les charges du talus sur la fondation. Cependant, vu la longueur relativement courte du mur, une partie des charges pourra être reprise par les deux parties perpendiculaires aux voies, notamment en actionnant le poids du terrain au-dessus de la semelle. Ainsi, la structure fonctionne comme un élément massif.

4.1.3 Fondation SAZ

Km 38.761 :

Le talus situé au km 38.61 ne respectant pas les exigences minimales pour l'implantation d'une fondation SAZ type, un dimensionnement est nécessaire. Un agrandissement de la fondation est suffisant. La mise en place de micropieux n'est donc pas nécessaire.

km 39.400 :

Le talus situé au km 39.400 ne respectant pas les exigences des CFF pour les fondations standards, une vérification est nécessaire pour garantir la stabilité des fondations SAZ.

Les fondations reposeront sur des micropieux pour permettre la mise en place des éléments de l'ouvrage.

4.1.4 Escaliers de service

Les escaliers de services sont prévus préfabriqués en fibre de verre. Cela a l'avantage de considérer une structure légère et rapidement installée, par rapport à des escaliers en béton. De plus, les structures en fibre de verre sont avantageuses en ce qui concerne la mise à terre. Il est prévu que les escaliers soient positionnés sur des petites fondations ponctuelles. Une couche de béton maigre sera mise en place sous l'escalier pour empêcher la pousse en dessous de ces derniers et un entretien compliqué.

4.1.5 Conditions d'appuis

Les murs de soutènements sont posés soit sur une couche de remblai, soit sur une couche de moraine. Le poids du sol ou du ballast sur les murs accordent une plus grande stabilité au glissement du mur. Le mur au km 38.79 est également stabilisé par les pieux qui seront mis en place.

Les pieux sont considérés comme ayant un appui linéaire le long du pieux, qui les stabilisent et qui engendre des efforts axiaux, tranchant et des moments de flexion.

4.2 Modèle de dimensionnement

Le dimensionnement des ouvrages sera réalisé conformément aux normes et directives en vigueur. La vérification des murs s'effectue à l'état limite de type 2, au séisme et à l'état limite de service.

Elément	Vérification statique	Critères	Modèle
Murs de soutènement	Vérification des éléments de structure (efforts et résistance internes) Vérification de la stabilité du ballast	Charges et vérification selon normes SIA Déplacement maximal	Axis VM X7 et Larix 9 Eléments poutres et coques
Pieux et micro-pieux	Vérification des éléments de structure (efforts et résistance internes) Vérification de la stabilité du talus	Charges et vérification selon normes SIA Déplacement maximal	Axis VM X7 et Larix 9 Eléments poutres et coques
Fondations	Vérification de la stabilité globale	Charges et vérification selon normes SIA et documents CFF	Axis VM X7 et Larix 9 et DC fondation Eléments poutres et coques

Tableau 15: modèle de dimensionnement

4.3 Degré de conformité

Non applicable

4.4 Matérialisation

4.4.1 Composants et ouvrages existants

Non applicable

4.4.2 Nouveaux composants et ouvrages à réaliser

Les matériaux utilisés pour les différents ouvrages sont :

Matériau **Désignation**	**Ouvrage ou partie d'ouvrage**	**Valeurs de dimensionnement**	**Valeurs caract.**	**Remarques**
Béton				
XC4, XD3, XF3 CL 0.1 D_{max} 32 C30/37 NPK D	Mur de soutènement	f_{cd} = 20 MPa τ_{cd} = 1.1 MPa E_{cd} = 33 GPa ε_{c1d} =2 ‰ ε_{c2d} = 3 ‰	f_{ck} = 30 MPa f_{ctm} = 2.9 MPa E_{ck} = 33 GPa γ_{ck} =25 kN/m^3 $\varphi(t,t_0)$ = 1.1	Valeurs issues de la SIA 262
XC4, XD3, XF2 CL 0.1 D_{max} 32 C30/37 NPK D	Fondation SAZ	f_{cd} = 20 MPa τ_{cd} = 1.1 MPa E_{cd} = 33 GPa ε_{c1d} =2 ‰ ε_{c2d} = 3 ‰	f_{ck} = 30 MPa f_{ctm} = 2.9 MPa E_{ck} = 33 GPa γ_{ck} =25 kN/m^3 $\varphi(t,t_0)$ = 1.1	Valeurs issues de la SIA 262 et des exigences CFF
XC2 CL 0.1 Dmax 16 C25/30	Micropieux	f_{cd} = 16.5 MPa τ_{cd} = 1.0 MPa E_{cd} = 20 GPa ε_{c1d} =2 ‰ ε_{c2d} = 3 ‰	f_{ck} = 25 MPa f_{ctm} = 2.6 MPa E_{ck} = 20 GPa γ_{ck} =25 kN/m^3 $\varphi(t,t_0)$ = 1.1	Valeurs issues de la SIA 262
XC2 CL 0.1 Dmax 16 C25/30	Paroi gunitée	f_{cd} = 16.5 MPa τ_{cd} = 1.0 MPa E_{cd} = 20 GPa ε_{c1d} =2 ‰ ε_{c2d} = 3 ‰	f_{ck} = 25 MPa f_{ctm} = 2.6 MPa E_{ck} = 20 GPa γ_{ck} =25 kN/m^3 $\varphi(t,t_0)$ = 1.1	Valeurs issues de la SIA 262
Béton P4 CL 0.1 Dmax 16 C20/25	Pieux microberlinoise	f_{cd} = 20 MPa τ_{cd} = 1.1 MPa E_{cd} = 33 GPa ε_{c1d} =2 ‰ ε_{c2d} = 3 ‰	f_{ck} = 30 MPa f_{ctm} = 2.9 MPa E_{ck} = 33 GPa γ_{ck} =25 kN/m^3 $\varphi(t,t_0)$ = 1.1	Valeurs issues de la SIA 262 et des exigences CFF
Acier d'armature				
B500B	Mur de soutènement	f_{sd} =435 MPa E_s =205 GPa k_s = 1.08 ε_{ud} = 45 ‰	f_{sk} =500 MPa k_s = 1.08 γ_{sk} = 78.5kN/m^3 ε_{uk} = 50 ‰	Valeurs issues de la SIA 262
B500B	Fondation SAZ	f_{sd} =435 MPa E_s =205 GPa k_s = 1.08 ε_{ud} = 45 ‰	f_{sk} =500 MPa k_s = 1.08 γ_{sk} = 78.5kN/m^3 ε_{uk} = 50 ‰	
B500B	Clous	f_{sd} =435 MPa E_s =205 GPa k_s = 1.08 ε_{ud} = 45 ‰	f_{sk} =500 MPa k_s = 1.08 γ_{sk} = 78.5kN/m^3 ε_{uk} = 50 ‰	

Acier de construction				
HEM 120, S355	Micropieux du mur de KV	E = 210 GPa G =81 GPa f_u = 485 MPa f_y = 338 MPa	E = 210 GPa G = 81 GPa f_u = 510 MPa f_y = 355 MPa	SN EN 1090 SIA 263
HEB 200, S355	Montants microberlinoise	E = 210 GPa G =81 GPa f_u = 485 MPa f_y = 338 MPa	E = 210 GPa G = 81 GPa f_u = 510 MPa f_y = 355 MPa	SN EN 1090 SIA 263
Bois de blindage				
Panneaux C16 épaisseur 120mm	Blindage supérieur de la microberlinoise	*E=5333 GPa* f_{md}=9.4MPa $f_{w,td}$=5.5MPa τ_d*=1.5MPa*	$f_{w,m,k}$*=16MPa* E_{ck}*=8GPa*	*SIA 265*

Tableau 16: propriétés des matériaux

Les paramètres des escaliers d'accès qui seront mis dans le talus seront à clarifier dans les phases prochaines.

Les escaliers seront faits en fibre de verre. Le garde-corps du mur de KV sera également fait en fibre de verre.

Pour le système d'étanchéité de joints, on appliquera un revêtement bitumineux de type barrapen ou équivalent sur la surface en béton enterrée.

5 Actions

5.1 Pour des ouvrages existants : actions actualisées selon SIA 269/1

Pas applicable

5.2 Pour des ouvrages à réaliser : actions selon la norme SIA 261

5.2.1 Actions permanentes, non actualisées

Etat de construction (phase de construction)

Un garde ballast est mis en place pour la construction du mur de soutènement au km 38.794, une stabilisation de talus est faite au km 37.748

Action	**Mesures/ Traitement ultérieur**	**Hypothèse pour le dimensionnement**
Poids propre		
• Béton	Dimensionnement/ calcul statique	Poids propre du béton : γ_G = 25 kN/m^3
• Acier d'armature passive	Dimensionnement/ calcul statique	Poids propre de l'acier d'armature passive : γ_S = 78,5 kN/m^3
• Acier de construction	Dimensionnement/ calcul statique	Poids propre de l'acier de construction : γ_S = 78,5 kN/m^3
Poids propre des éléments non porteurs		
• Lit de ballast	Dimensionnement/ calcul statique	La hauteur maximale du ballast est estimée à 1.5m. γ = 18 kN/m^3 Poids propre du ballast : 27kN/m^2 (incl. réserve)
• Traverse en béton	Dimensionnement/ calcul statique	2,8 kN/pièce = env. 4,8 kN/m de voie
• Rail	Dimensionnement/ calcul statique	UIC 60 avec petits fers = env. 1,7 kN/m de voie
Poussée des terres, pression hydraulique, tassements		Poussée des terres active majorée, répartition triangulaire de la poussée des terres à partir du bord supérieur du ballast jusqu'au bord inférieur de la fondation
• Sous l'effet de charge permanentes	Dimensionnement/ calcul statique	$e_h = K_U * z * \gamma$ $K_U = 0.5*(K_0+K_a)$ γ selon les couches décrites dans le rapport géotechnique
• Sous l'effet du poids propre des éléments non-porteurs	Dimensionnement/ calcul statique	$e_h = K_U * q$ $K_U = 0.5*(K_0+K_a)$
Pression hydraulique	Dimensionnement/ calcul statique	Poids volumétrique de l'eau : $\gamma_{w,k}$ = 10 kN/m^3

Tableau 17: Actions permanentes, phase de construction

Etat final (phase d'utilisation définitive)

Action	Mesures/ Traitement ultérieur	Hypothèse pour le dimensionnement
Poids propre		
• Béton	Dimensionnement/ calcul statique	Poids propre du béton : γ_G = 25 kN/m^3
• Acier d'armature passive	Dimensionnement/ calcul statique	Poids propre de l'acier d'armature passive : γ_S = 78,5 kN/m^3
• Acier de construction	Dimensionnement/ calcul statique	Poids propre de l'acier de construction : γ_S = 78,5 kN/m^3
• Escalier d'accès	Dimensionnement/ calcul statique	La charge a été estimée à 2.5 kN/m^2
Poids propre des éléments non porteurs		
• Lit de ballast	Dimensionnement/ calcul statique	La hauteur du ballast n'a pas été mesurée. Elle est estimée à 30cm. γ = 18 kN/m^3 Poids propre du ballast : 7.2kN/m^2 (incl. réserve) 2,8 kN/pièce = env. 4,8 kN/m de voie UIC 60 avec petits fers = env. 1,7 kN/m de voie
• Traverses en béton	Dimensionnement/ calcul statique	2,8 kN/pièce = env. 4,8 kN/m de voie
• Rails	Dimensionnement/ calcul statique	UIC 60 avec petits fers = env. 1,7 kN/m de voie
• Bâtiment de service	Dimensionnement/ calcul statique	La charge du bâtiment de service est pour l'instant inconnue. Ella a été estimée à 45 kN/m^2
• **Poussée des terres contre les murs p.ex. à proximité de rampes/ d'escaliers/ de murs de soutènement/ de portails de tunnels**		Poussée active majorée selon DE-OCF et SIA 267, répartition en triangle de la poussée des terres à partir du bord supérieur du ballast jusqu'au bord inférieur de la fondation.
• Sous l'effet de charges permanentes (p. ex. remblai (pression de compactage))	Dimensionnement/ calcul statique	$e_h = K_M * z * \gamma$ $K_M = 0.5*(K_0+K_a)$ ELU $K_M = K_0$ ELS γ selon les couches décrites dans le rapport géotechnique
• Sous l'effet du poids propre des éléments non-porteurs	Dimensionnement/ calcul statique	$e_h = K_M * q$
• **Pression hydraulique**	Dimensionnement/ calcul statique	Poids volumétrique de l'eau : $\gamma_{w,k}$ = 10 kN/m^3
• **Tassements**	Dimensionnement/ calcul statique	Différences de tassement : $\Delta s \leq 4$ mm

Tableau 18: actions permanentes, état final

5.2.2 Actions variables, non actualisées

Etat de la construction (phase de construction)

Action	**Mesures/ Traitement ultérieur**	**Hypothèse pour le dimensionnement**
Trafic ferroviaire	Dimensionnement/ calcul statique	Charge selon la SIA 261
Force de lacet	Dimensionnement/ calcul statique	Force appliquée durant la phase de construction QS_k=80 kN
Poussée des terres résultant des charges dues au trafic ferroviaire	Dimensionnement/ calcul statique	$e_h = K_U * q$ $K_U = 0.5 (K_0 + K_a)$ ELS K_U = K0 ELS

Tableau 19: Actions variables, phase construction

Etat final (phase d'utilisation définitive)

Action	**Mesures/ Traitement ultérieur**	**Hypothèse pour le dimensionnement**
Trafic ferroviaire		
• Charge due au trafic		
LM1	Dimensionnement/ calcul statique	q_k = 150 kN/m Q=250 kN α = 1,33 ψ=1 (mur de soutènement)
• Forces dues au démarrage et au freinage		Longueur *l* = 22.7 m Pour *l* < 300 m et constructions particulières selon SIA 261, chiffre 11.2.2
LM1	Dimensionnement/ calcul statique	QA_k = 33*l=726 kN (<1000 KN) QB_k = 35*l=825 kN α = 1,33
• Forces de lacet	Vérifications théoriques/calcul statique	Ecartement normal: $QS_{k,act}$ = 100 kN (SIA 261)
• **Trafic routier**	Dimensionnement/ calcul statique	Q_k = 300 kN/essieu q_k = 9 kN/m^2
• **Trafic non motorisé**	Dimensionnement/ calcul statique	q=4 k N/m^2

Action	Mesures/ Traitement ultérieur	Hypothèse pour le dimensionnement
Poussée des terres résultant des charges dues au trafic ferroviaire • **Contre les murs de soutènement**	Vérification théorique/ calcul statique	ELU $e_h = K_M * z * \gamma$ $K_M = 0.5*(K_0+K_a)$ ELS $e_h = K_M * z * \gamma$ $K_M = K_0$ LM 1 : q_k = 52 kN/m^2 α, cf. «Coefficients du modèle de charges dues au trafic ferroviaire» (ci-dessous) q_k: Charge verticale (selon DE-OCF relatives à l'art. 26) Largeur 3,0 m, 0,7 m sous NSR avec Φ = 1,00 (SIA 261, chiffre 11.2.1.5)

Tableau 20: Actions variables

Coefficients du modèle de charges dues au trafic ferroviaire :

Coefficient de classification :

Sécurité structurale

α = 1,33 pour LM 1 et LM 2, y compris valeurs correspondantes des forces dues au démarrage/au freinage, de la force centrifuge, de la force de lacet et de la poussée des terres résultant de la charge due au trafic ferroviaire ainsi que modèles de charge due au déraillement 1 et 2.

α = 1,00 pour LM 3

α = 1,00 pour ouvrages en terre et murs de soutènement pour les forces de lacet (la répartition des forces de lacet doit être prise en compte selon le PVIngS - partie 1).

Aptitude au service :

α = 1,33 pour gauchissements sous LM 1 et LM 2, y compris forces centrifuges correspondantes

α = 1,00 pour flèches sous LM 1 et LM 2, y compris forces centrifuges correspondantes

α = 1,00 pour ripages relatifs dans le sens vertical pour extrémités de superstructures derrière les culées sous LM 1 et LM 2

Coefficient dynamique :

Les actions statiques des modèles de charge 1, 2 et 3 selon la catégorie de ligne seront multipliées par le coefficient dynamique Φ.

Pour la poussée des terres due aux charges du trafic ferroviaire, le coefficient dynamique de la charge verticale de remplacement (selon DE-OCF relatives à l'art. 26) Φ eut être négligé (selon la norme SIA 261, chiffre 11.2.1.5).

Les valeurs des forces dues au démarrage/au freinage, de la force centrifuge, de la force de lacet, de même que les modèles de charges dues au déraillement 1 et 2 ne seront pas multipliés par Φ.

5.2.3 Actions exceptionnelles, non actualisé

Etat de la construction (phase de construction)

Pas applicable, car le chantier est de courte durée.

Etat final (phase d'utilisation définitive)

Action	Mesures/ Traitement ultérieur	Hypothèse pour le dimensionnement
Séisme	Dimensionnement/ calcul statique Mesures constructives selon la norme SIA 261, chiffre 16.4	Zone sismique : Z1b→ a_{gd} = 0.8 m/s^2 Classe de terrain de fondation : C Classe d'ouvrage : II La stabilité du talus au droit des interventions a été vérifiée pour le mur de soutènement des KV, ainsi que la stabilité du mur bac à fleur. La stabilité du terrain n'a pas été vérifié aux autres endroits. Les structures ne se situent pas dans un cas où la vérification au séisme peut être négligé selon la SIA 267, 7.2.3. En effet, on a $\gamma_f a_{g,d} S = 1.2 * 0.8 \frac{m}{s^2} * 1.45 = 1.39 > 1.1$ pour un cas avec un terrain non-horizontal
Déraillement	Dimensionnement/calcul statique Mesures constructives selon la SIA 261, chiffre 11.5.2	La stabilité du garde-ballast ne sera pas vérifié au déraillement de type 2. q_k = 110 kN/m Q=350 kN α = 1,33 ψ=1.00 Le cas de charge de déraillement est un cas extrême. Une vérification a été effectuée au. Cependant, toutes les combinaisons de charges et de placement n'ont pas été vérifiées, car il est considéré qu'en cas de déraillement, le risque que les wagons tombent en bas du talus entrainerait des vérifications trop extrêmes
Poussée d'eau sur le mur bac à fleur	Dimensionnement/calcul statique Mesures constructives selon la SIA 261, chiffre 11.5.2	La stabilité est vérifiée dans le cas d'une poussée d'eau sous la semelle du mur en cas de construction sur une zone plus perméable qui ne pourrait pas être drainé par le système de drainage mis en place. La poussée d'eau est donnée avec comme pression sous la fondation la différence de hauteur selon le niveau d'eau équivalent à cet endroit.

Tableau 21 : actions exceptionnelles

5.3 Pour des ouvrages à réaliser : Actions sur les fondations SAZ

Les actions utilisées dans ce projet proviennent des documents fournis par les CFF. Il s'agit du document « Standard-SA-Betonfundamente, zulässige Lasten, charakteristische Werte». Ce document donne les charges pour les différents types de fondations. Une vérification séparée est faite entre les charges parallèles aux voies et les charges perpendiculaires aux voies. Dans chaque vérification, on doit faire une vérification avec les charges verticales maximales et minimale.

Les deux fondations vérifiées dans ce projet doivent reprendre les charges des fondations types suivantes :

- Fondation H1, km 38.761 : Charges d'un DPS 1/2.1B
- Fondation I81, km 39.400 : Charges du DPS 1/2.1B

5.3.1 Actions permanentes, non actualisées

Actions		Valeur
Charge verticale		V_{max}=9.8 kN V_{min}=0 kN
Charge horizontale	Parallèle aux voies	0 kN
	Perpendiculaire aux voies	0 kN
Moment de flexion	Parallèle aux voies	0 kNm
	Perpendiculaire aux voies	3.5 kNm
Moment de torsion		0 kNm

Tableau 22: Charges permanentes DPS 1/2.1B

5.3.2 Actions variables, non actualisées

Actions		Valeur
Charge verticale		0 kN
Charge horizontale	Parallèle aux voies	7.3 kN
	Perpendiculaire aux voies	4.1 kN
Moment de flexion	Parallèle aux voies	32.1 kNm
	Perpendiculaire aux voies	15.2 kNm
Moment de torsion		5.6 kNm

Tableau 23: Actions variables DPS 1/2.1B

6 Sécurité structurale

Les preuves de la sécurité structurale doivent être apportées selon les dispositions des normes SIA 260, 261, 262, 267 et 269.

6.1 Etat de la construction

6.1.1 Microberlinoise du mur de KV

Situation de risque/dimen-sionnement		État limite	Cas de charge	Coeffi-cients (SIA 260)
Légende : LE= action prépondérante, ST= action permanente, BE= action concomitante				
A	Trafic ferroviaire provisoire	A1: État limite type 1 (stabilité glo-bale)	LE: Trafic ferroviaire, LM1, LM2, catégorie de ligne LM3	 γ_Q = 1,45 γ_Q = 1,45
			ST: Poids propre Charges permanentes, poids propre des éléments non-porteurs	$\gamma_{G,sup}$ = 1.1 $\gamma_{G,inf}$ = 0.8
			BE: -	ψ_0 = -
		A2: état limite type 2 (résistance du support)	LE: Trafic ferroviaire LM1, LM2, catégorie de ligne LM3	 γ_Q = 1,45 γ_Q = 1,20
			ST: Poids propre Charges permanentes, poids propre des éléments non-porteurs	$\gamma_{G,sup}$ = 1.35 $\gamma_{G,inf}$ = 0.8
			BE: -	ψ_0 = -
		A3: état limite type 3 (résistance du sol de fondation)	LE: Trafic ferroviaire LM1, LM2, catégorie de ligne LM3	 γ_Q = 1,25 γ_Q = 1,25
			ST: Poids propre Charges permanentes, poids propre des éléments non-porteurs	γ_G = 1
			BE: -	ψ_0 = -

Tableau 24: coefficients à l'ELU, microberlinoise au droit du mur de KV

6.1.2 Paroi clouée du mur bac à fleur

Situation de risque/dimen-sionnement		État limite	Cas de charge	Coeffi-cients (SIA 260)
Légende : LE= action prépondérante, ST= action permanente, BE= action concomitante				
A	Trafic ferroviaire provisoire	A1: État limite type 1 (stabilité glo-bale)	LE: Poussée des terres	γ_Q = 1.35
			ST: Poids propre Charges permanentes, poids propre des éléments non-porteurs	$\gamma_{G,sup}$ = 1.1 $\gamma_{G,inf}$ = 0.9
			BE: -	ψ_0 = -
		A2: état limite type 2 (résistance du support)	LE: Poussée des terres	γ_Q = 1.35
			ST: Poids propre Charges permanentes, poids propre des éléments non-porteurs	$\gamma_{G,sup}$ = 1.35 $\gamma_{G,inf}$ = 0.8
			BE: -	ψ_0 = -
		A3: état limite type 3 (résistance du sol de fondation)	LE: Poussée des terres	γ_Q = 1
			ST: Poids propre Charges permanentes, poids propre des éléments non-porteurs	γ_G = 1
			BE: -	ψ_0 = -

Tableau 25: coefficients à l'ELU, paroi clouée au droit du mur bac à fleur

6.1.3 Fondation SAZ

Aucune vérification n'est faite durant la phase de construction

6.1.4 Escalier de service

Aucune vérification n'est faite durant la phase de construction

6.2 Etat final (phase d'utilisation définitive)

6.2.1 Mur de soutènement de KV

Situation de risque/dimension-nement		État limite	Cas de charge	Coefficients
Légende : LE= action prépondérante, ST= action permanente, BE= action concomitante				
A	Trafic ferroviaire provisoire	A1: état limite type 1 (stabilité glo-bale)	LE: Trafic ferroviaire LM1, LM2, catégorie de ligne LM3 ST: Poids propre Charges permanentes, poids propre des éléments non-porteurs BE: Trafic piéton sur caniveaux à câbles	γ_Q = 1,45 γ_Q = 1,45 $\gamma_{G,sup}$ = 1.1 $\gamma_{G,inf}$ = 0.9 γ_G = 1.35
		A2: état limite type 2 (résistance du support)	LE: Trafic ferroviaire LM1, LM2, catégorie de ligne LM3 ST: Poids propre Charges permanentes, poids propre des éléments non-porteurs BE: Trafic piéton sur caniveaux à câbles	γ_Q = 1,45 γ_Q = 1,2 $\gamma_{G,sup}$ = 1.35 $\gamma_{G,inf}$ = 0.8 γ_G = 1.35
		A3: état limite type 3 (résistance du sol de fondation)	LE: Trafic ferroviaire LM1, LM2, catégorie de ligne LM3 ST: Poids propre Charges permanentes, poids propre des éléments non-porteurs BE: Trafic piéton sur caniveaux à câbles	γ_Q = 1,25 γ_Q = 1,25 γ_G = 1,00 γ_G = 1
B	Trafic ferroviaire déraillé Exceptionnel	B1: état limite type 3 (résistance du sol de fondation)	LE: Déraillement ST: Poids propre Charges permanentes, poids propre des éléments non-porteurs BE: -	γ_Q = 1.00 γ_G = 1,00 γ_G = -
C	Séisme Exceptionnel	Cas exceptionnel Séisme	LE: Charge sismique ST: Poids propre Charges permanentes, poids propre des éléments non-porteurs BE: Charge ferroviaire	γ_Q = 1.00 γ_G = 1,00 γ_G = 0.3

Tableau 26: coefficients à l'ELU, mur de KV

6.2.2 Mur bac à fleur

Situation de risque/dimension-nement		État limite	Cas de charge	Coefficients
Légende : LE= action prépondérante, ST= action permanente, BE= action concomitante				
A	Trafic ferroviaire provisoire	A1: état limite type 1 (stabilité glo-bale)	LE: Poussée des terres ST: Poids propre Charges permanentes, poids propre des éléments non-porteurs BE: -	γ_Q = 1.35 $\gamma_{G,sup}$ = 1.1 $\gamma_{G,inf}$ = 0.9 γ_G = -
		A2: état limite type 2 (résistance du support)	LE: Poussée des terres ST: Poids propre Charges permanentes, poids propre des éléments non-porteurs BE: -	γ_Q = 1.35 $\gamma_{G,sup}$ = 1.35 $\gamma_{G,inf}$ = 0.8 γ_G = -
		A3: état limite type 3 (résistance du sol de fondation)	LE: Poussée des terres ST: Poids propre Charges permanentes, poids propre des éléments non-porteurs BE: -	γ_Q = 1.00 γ_G = 1,00 γ_G = -
B	Poussée d'eau sous la semelle Cas exception-nel	B1 : état limite type 1 (résistance du support)	LE: Poussée d'eau sous la semelle ST: Poids propre Charges permanentes, poids propre des éléments non-porteurs BE: -	γ_Q = 1.00 γ_G = 1,00 γ_G = -
		B2 : état limite type 2 (résistance du support)	LE: Poussée d'eau sous la semelle ST: Poids propre Charges permanentes, poids propre des éléments non-porteurs BE: -	γ_Q = 1.00 γ_G = 1,00 γ_G = -
C	Séisme Cas exception-nel	C1 : état limite type 1 (résistance du support)	LE: Charges sismiques ST: Poids propre Charges permanentes, poids propre des éléments non-porteurs BE: -	γ_Q = 1.00 γ_G = 1,00 γ_G = -
		C2 : état limite type 2 (résistance du support)	LE: Charges sismiques ST: Poids propre Charges permanentes, poids propre des éléments non-porteurs BE: -	γ_Q = 1.00 γ_G = 1,00 γ_G = -

Tableau 27: coefficients à l'ELU, mur bac à fleur

6.2.3 Fondation SAZ

Situation de risque/dimension-nement		État limite	Cas de charge	Coefficients
Légende : LE= action prépondérante, ST= action permanente, BE= action concomitante				
A	Trafic ferroviaire provisoire	A1: état limite type 1 (stabilité glo-bale)	LE: Charge variable pour fondation SAZ ST: Poids propre Charges permanentes, poids propre des éléments non-porteurs BE: -	γ_Q = 1.5 $\gamma_{G,sup}$ = 1.1 $\gamma_{G,inf}$ = 0.9 γ_G = -
		A2: état limite type 2 (résistance du support)	LE: Charge variable pour fondation SAZ ST: Poids propre Charges permanentes, poids propre des éléments non-porteurs BE: -	γ_Q = 1.5 $\gamma_{G,sup}$ = 1.35 $\gamma_{G,inf}$ = 0.8 γ_G = -
		A3: état limite type 3 (résistance du sol de fondation)	LE: Charge variable pour fondation SAZ ST: Poids propre Charges permanentes, poids propre des éléments non-porteurs BE: -	γ_Q = 1.3 γ_G = 1,00 γ_G = -

Tableau 28: coefficients à l'ELU, fondation SAZ

6.2.4 Escalier de service

Situation de risque/dimension-nement		État limite	Cas de charge	Coefficients
Légende : LE= action prépondérante, ST= action permanente, BE= action concomitante				
A	Trafic ferroviaire provisoire	A1: état limite type 1 (stabilité glo-bale)	LE: Trafic piéton ST: Poids propre Charges permanentes, poids propre des éléments non-porteurs BE: Trafic routier	γ_Q = 1.5 $\gamma_{G,sup}$ = 1.1 $\gamma_{G,inf}$ = 0.9 γ_G = 1.5
		A2: état limite type 2 (résistance du support)	LE: Charge variable pour fondation SAZ ST: Poids propre Charges permanentes, poids propre des éléments non-porteurs BE: Trafic routier	γ_Q = 1.5 $\gamma_{G,sup}$ = 1.35 $\gamma_{G,inf}$ = 0.8 γ_G = 1.5
		A3: état limite type 3 (résistance du sol de fondation)	LE: Charge variable pour fondation SAZ ST: Poids propre Charges permanentes, poids propre des éléments non-porteurs BE: Trafic routier	γ_Q = 1.3 γ_G = 1,00 γ_G = 1.3

Tableau 29: coefficients à l'ELU, escaliers de service

7 Aptitude au service

La justification de l'aptitude au service doit être apportée selon la norme SIA 260, chap. 4.4.4.

7.1 Etat de la construction (phase de construction)

Seule la microberlinoise est vérifiée à l'ELS durant la phase de construction.

Situation de risque/dimen-sionnement		État limite/limites d'utilisation	Cas de charge	Coeffi-cients
Légende : LE= action prépondérante, ST= action permanente, BE= action concomitante				
I	Trafic ferro-viaire	Déplacement maximal de la Mi-croberlinoise Flèche : w≤20mm Gauchissement α ≤ 1.0 mrad/m Déplacements des voies pendant les travaux VR<80 km/h Horizontal : Surveillance : 9mm Intervention : 12mm Intervention immédiate : 14mm Gauche : Surveillance : 2.5‰ Intervention : 3.5‰ Intervention immédiate : 4.0‰ Déplacements des voies à la fin des travaux 120 km/h<VR<160 km/h Horizontal : Surveillance : 4mm Intervention : 6mm Intervention immédiate : 8mm Gauche : Surveillance : 2.0‰ Intervention : 2.5‰ Intervention immédiate : 3.0‰	Fréquent : LE: Charge utile ST: Poussée des terres ST: Poids propre Charges permanentes, poids propre des élé-ments non-porteurs BE: Trafic piéton sur cani-veaux à câbles	 $\psi = 1$ $\psi = 1$ $\psi = 1$ $\psi_0 = 0.7$

Tableau 30: coefficients à l'ELS

7.2 Etat final (phase d'utilisation définitive)

7.2.1 Mur de KV

Situation de risque/ dimensionnement		État limite/limites d'utilisation	Cas de charge	Coefficients
Légende : LE= action prépondérante, ST= action permanente, BE= action concomitante				
IV	Trafic ferroviaire	**IVa: bon fonctionnement**. Déplacement horizontal u ≤ h/300 Rarement : u ≤ h/500: équipements avec comportement fragile Fréquent : u ≤ h/500: équipements avec comportement ductile u ≤ h/300: utilisation et exploitation	Fréquent : LE: Charge ferroviaire	ψ_0 = 1
			ST: Poussée des terres	ψ_1= 0.7
			ST: Poids propre Charges permanentes, poids propre des éléments non-porteurs	Aucun coefficient
			BE: -	Aucun coefficient
		IVb: aspect - déplacement horizontal u ≤ h/300	Quasi-permanent : ST: Poussée des terres	ψ_1= 0.7
			ST: Poids propre Charges permanentes, poids propre des éléments non-porteurs	Aucun coefficient
			BE: -	Aucun coefficient
		IVc: durabilité - Limitation des largeurs de fissures Exigences : accrues	Vérification de la contrainte selon SIA 262, chiffre 4.4.2	

Tableau 31: coefficients à l'ELS, mur de KV

Les charges de piéton, considérés comme charges de bâtiment de type H, ont ψ_0, ψ_1 et ψ_2 sont de 0. Ainsi, ils ne sont pas pris en compte à l'aptitude de service.

7.2.2 Mur bac à fleur

Situation de risque/ dimensionnement		État limite/limites d'utilisation	Cas de charge	Coefficients
Légende : LE= action prépondérante, ST= action permanente, BE= action concomitante				
IV	Trafic ferroviaire	**IVa: bon fonctionnement**. Déplacement horizontal u ≤ h/300 Rarement : u ≤ h/500: équipements avec comportement fragile Fréquent : u ≤ h/500: équipements avec comportement ductile u ≤ h/300: utilisation et exploitation	Fréquent : LE: -	Aucun coefficient
			ST: Poids propre Charges permanentes, poids propre des éléments non-porteurs	Aucun coefficient
			BE: -	Aucun coefficient
		IVb: aspect - déplacement horizontal u ≤ h/300	Quasi-permanent : LE: -	Aucun coefficient
			ST: Poids propre Charges permanentes, poids propre des éléments non-porteurs	Aucun coefficient
			BE: -	Aucun coefficient
		IVc: durabilité - Limitation des largeurs de fissures Exigences : accrues	Vérification de la contrainte selon SIA 262, chiffre 4.4.2	

Tableau 32: coefficients à l'ELS, mur bac à fleur

7.2.3 Fondation SAZ

Situation de risque/ dimensionnement		État limite/limites d'utilisation	Cas de charge	Coefficients
Légende : LE= action prépondérante, ST= action permanente, BE= action concomitante				
IV	Charges sur fondations SAZ	**Inclinaison admissible** 1 :100	Fréquent : LE: Charges variables ST: Poussée des terres ST: Poids propre Charges permanentes, poids propre des éléments non-porteurs	 ψ_0 = 1 ψ_1= 0.7 Aucun coefficient
		Fondations sur pieux - **Inclinaison admissible** 1 :100 - **Déplacement admissible** +/- 20mm perpendiculairement ou parallèlement aux voies	Fréquent : LE: Charges variables ST: Poussée des terres ST: Poids propre Charges permanentes, poids propre des éléments non-porteurs	 ψ_0 = 1 ψ_1= 0.7 Aucun coefficient

Tableau 33: Aptitude au service des fondations SAZ

7.2.4 Escalier de service

Les escaliers et le talus à l'endroit des escaliers ne sont pas vérifiés à l'ELS.

8 Durabilité

Les exigences en matière de durabilité doivent être respectées pour tous les composants de l'ouvrage, selon les règles de l'art et exigences stipulées dans la convention d'utilisation.

La fissuration doit être limitée afin de garantir une étanchéité de l'ouvrage ainsi que sa durabilité.

Exigences	Mesures	Traitement ultérieur
Classe d'étanchéité 2 selon SIA 272	Le taux d'armature mis en place doit garantir de pouvoir limiter l'ouverture des fissures Une imperméabilisation de la surface du béton sera mise en place. Des combiflex sur les joints et de l'enduit bitumineux barrapren seront utilisés	• Programme de contrôle • Contrôles d'exécution
Drainage	Un système de drainage sera derrière le mur de soutènement bac à fleur pour éviter une accumulation d'eau derrière le mur Une natte drainante sera mise en place à l'arrière du mur bac à fleur Des réservations sont mises dans la semelle du mur de KV pour permettre l'écoulement de l'eau	• Plan de surveillance et d'entretien
Protection contre la corrosion de l'armature	Enrobage de l'armature de 40mm selon SIA 262, tableau 18 Mise à terre	• Programme de contrôle • Contrôles d'exécution
Protection contre la corrosion de la structure en acier	Système de protection contre la corrosion PEQ CFF Une épaisseur minimale de ciment ou de béton sera mise en place pour protéger la structure Une mise à terre sera mise en place pour la situation de courants vagabonds	• Programme de contrôle • Documents d'appel d'offres • Contrôles d'exécution
Limitation des fissures	Armature minimale Classes de cure NBK 4 selon SIA 262 tableau 22 Étapes de bétonnage Sorte de béton etc.	• Dimensionnement • Programme de contrôle • Contrôles d'exécution
Tassement	Le tassement des voies ainsi que les déplacements horizontaux et le gauche doivent être limités durant la phase de chantier ou durant la durée des ouvrages	• Ecart minimal entre les éléments et la voie • Stabilisation lors des travaux à prévoir

Tableau 34: exigences

Pour les micropieux avec barre centrale Swiss-gewi de la fondation SAZ, il est nécessaire de prendre un degré de protection 3a. L'utilisation d'une gaine est standard pour ce genre de section. L'épaisseur du coulis de ciment ou mortier dans le micropieu est garantie, car la limitation de la longueur des micropieux implique un diamètre de forage suffisant pour respecter l'exigence du degré de protection 3a, mais l'utilisation d'une gaine permet de garantir la durabilité des barres Swiss-gewi plus.

Pour les micropieux du mur de KV, l'utilisation de section métalliques plus importante découle de deux points distincts :

- Le moment d'encastrement au droit du mur de KV

- La résistance au droit du cercle de glissement.

Le choix de la section s'est fait suite aux décisions des CFF. Le HEM 120 mis en avant a un degré de conformité plus que suffisant pour garantir la stabilité du talus et reprendre le moment de flexion au droit de la semelle du mur de KV. La réserve de flexion au droit de la semelle du mur de KV est très importante. La réserve donnée par la section au droit du cercle de glissement est également importante.

Le risque de corrosion du micropieu, ou au moins dans la zone fléchie, peut être considéré comme minime, selon le retour de l'experte du 23.05.2025. En effet, le mur de KV ne se situe pas dans un terrain contaminé, sans sel de déverglaçage, et le courant vagabond n'est pas considéré comme critique à cet endroit. Ainsi, une protection plus faible que pour des micropieux avec barre unique est envisageable.

Le degré de protection 1 exige une épaisseur de coulis de ciment ou de mortier de minimum 20mm. Pour garantir une certaine protection, 45mm sont prévus entre l'extérieur du micropieu et le HEM 120. Cette épaisseur est ainsi similaire à celle mise en place pour le degré de protection 3a.

Micropieux	Degré de protection	Exigences de la SIA 267 pour le degré de protection exigé
Mur de KV	1	20mm de mortier ou de coulis de ciment entre l'armature de traction et la paroi de forage
Fondations SAZ	3a	Gaine plastique nervurée ou ondulée, fermée à son extrémité inférieure 40mm de mortier ou de coulis de ciment entre la gaine et la paroi de forage Espace entre l'armature de traction et la gaine remplie de mortier ou de coulis de ciment d'une épaisseur de : • Min. 5mm pour une fabrication industrielle • Min. 20mm pour une fabrication sur chantier

Tableau 35: Protection contre la corrosion des micropieux

Pour la mise en place de la paroi clouée du mur bac à fleur, les clous doivent avoir un degré de protection 2a selon la SIA 267.

9 Risques acceptés

Les risques acceptés sont documentés dans la convention d'utilisation.

10 Signatures

Auteur du projet :	Date	Signature
Nom : IUB Engineering SA		
Responsable : Aimé Morel		
Rue : Rte André Piller 33a		
Lieu : 1762 Givisiez	…….	……..

Auteur du projet :	Date	Signature
Nom : IUB Engineering SA		
Responsable : Emilie Simonin		
Rue : Rte André Piller 33a		
Lieu : 1762 Givisiez	…….	……..

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

12.303.06

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud

Commune : Prangins, Nyon, Crans (VD)

Echelle	Format
-	A4

N° Plan

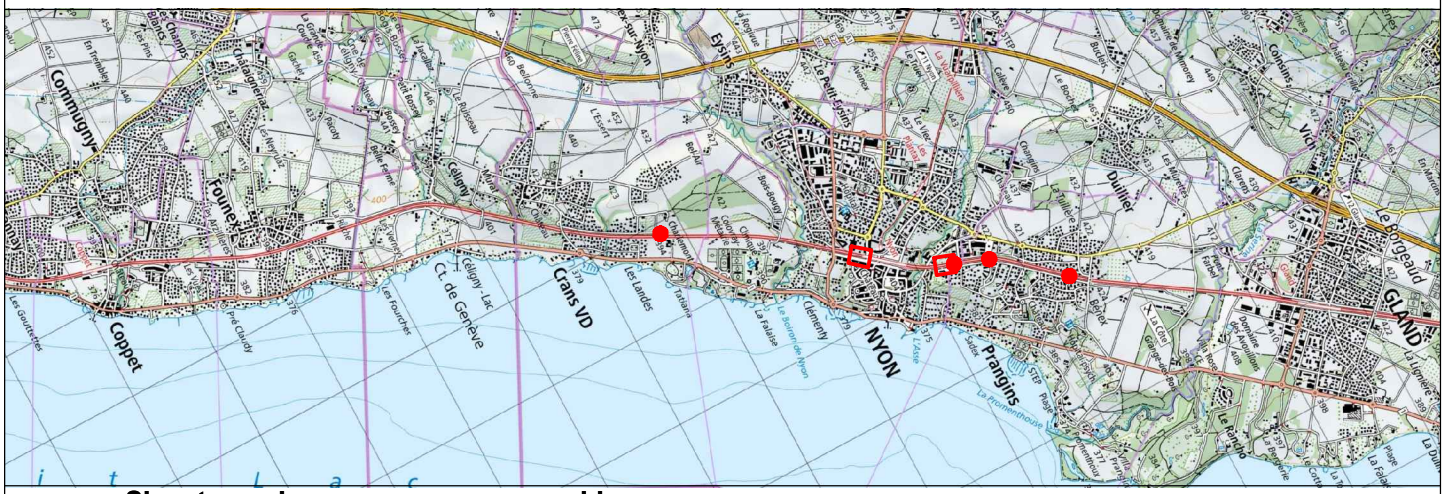
-

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Ouvrages de soutènement

NOTE DE CALCUL



Signatures des personnes responsables :

A1. ☒ Signatures originales dans le document B. ○ Signature ci dessous

Ci-dessous :

A2. ☒ Signatures des personnes pro forma

CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

Aimé Morel
Auteur de projet

IM Engineering | IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	13.09.2024	mge	mo		
4	03.04.25	mge	mo		Modification des micropieux de kv
5	08.08.25	mge	mo		Selon retour SIOP
6	08.10.25	mge	mo		Selon retour SIOP

Table des matières

1	Résumé	5
2	Introduction	6
2.1	Mur de soutènement de KV	6
2.2	Mur bacs à fleurs	8
2.3	Fondations SAZ	9
2.4	Escaliers d'accès	10
3	Bases générales	11
3.1	Normes	11
3.2	Logiciels	11
3.3	Bases relatives au projet	11
4	Soutènement des KV	12
4.1	Géologie et hydrogéologie	12
4.1.1	Géologie	12
4.1.2	Hydrogéologie	13
4.2	Modélisation	13
4.3	Matériaux	18
4.3.1	Acier	18
4.3.2	Béton	18
4.3.3	Acier d'armature	18
4.3.4	Bois	18
4.4	Actions	19
4.4.1	Actions permanentes	19
4.4.2	Actions variables	20
4.4.3	Actions accidentelles	25
4.4.4	Combinaison de charges	27
4.5	Dimensionnement	28
4.5.1	Microberlinoise	28
4.5.2	Mur de soutènement des KV	33
4.5.3	Micropieux	45
4.6	Complément	58
5	Mur de soutènement bacs à fleurs	59
5.1	Géologie et hydrogéologie	59
5.1.1	Géologie	59
5.1.2	Hydrogéologie	59
5.2	Modélisation	59
5.2.1	Mur bacs à fleur	59

5.2.2	Paroi clouée	60
5.3	Matériaux	61
5.3.1	Acier d'armature	61
5.4	Actions	62
5.4.1	Poussée des terres	62
5.4.2	Charge de compactage	66
5.4.3	Cas de charge sismiques	67
5.4.4	Poussée d'eau sous la semelle	71
5.4.5	Combinaisons de charge	71
5.5	Dimensionnement	73
5.5.1	Paroi clouée	73
5.5.2	Mur bacs à fleur	79
6	Fondations SAZ	97
6.1	Géologie et hydrogéologie	97
6.2	Matériaux	97
6.3	Modélisation	97
6.3.1	Fondation H1, km 38.761	97
6.3.2	Fondation I81, km 39.400	100
6.4	Actions	101
6.4.1	Fondation H1, km 38.761	101
6.4.2	Fondation I81, km 39.400	102
6.4.3	Combinaisons de charge	102
6.5	Dimensionnement	102
6.5.1	Fondation H1, km 38.761	102
6.5.2	Fondation I81, km 39.400	104
6.6	Durabilité des micropieux de la fondation SAZ	107
7	Escaliers de service	108
7.1	Géologie et hydrogéologie	108
7.2	Matériaux	108
7.3	Modélisation	108
7.3.1	KM 36.399	108
7.3.2	Km 37.560	109
7.3.3	Km 37.691	110
7.3.4	Km 37.768	111
7.3.5	Km 40.973	112
7.4	Actions	112
7.4.1	Actions permanentes	112
7.4.2	Actions variables	112

7.5	Dimensionnement	113
7.5.1	Km 36.399	113
7.5.2	Km 37.560 côté Jura	114
7.5.3	Km 37.560 côté Lac	115
7.5.4	Km 37.691	117
7.5.5	Km 37.768	118
7.5.6	Km 40.973	119
8	Conclusion	120
9	Annexes	120
10	Signatures	121

1 Résumé

La note de calcul porte sur la vérification des points suivants :

- Mur de soutènement de KV
- Mur bacs à fleurs
- Diverses fondations SAZ
- Escaliers d'accès

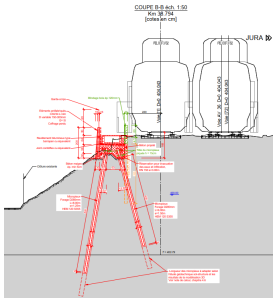


Figure 1: Mur de soutènement KV

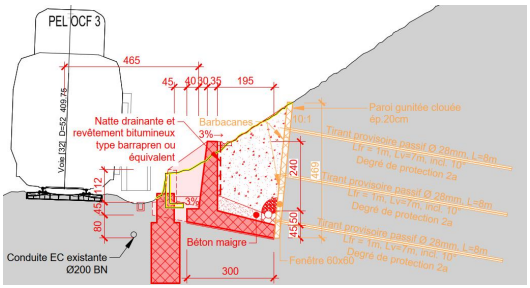


Figure 2: Mur de soutènement bacs à fleurs

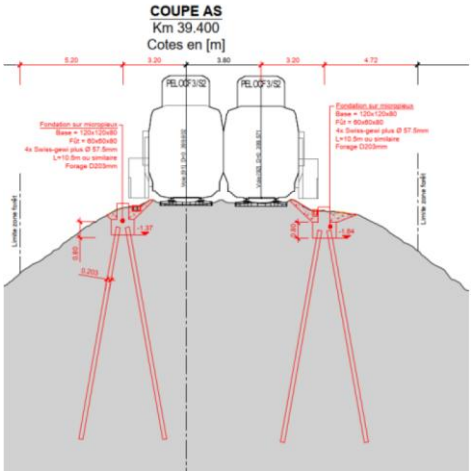


Figure 3: Fondation SAZ sur micropieux

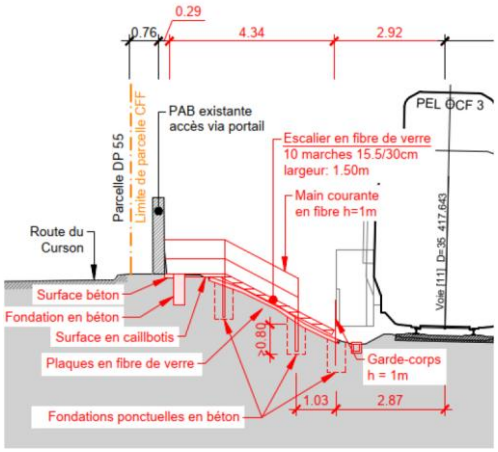


Figure 4: Escaliers d'accès

Le mur de soutènement KV repose sur des micropieux d'une longueur de 8m. Le forage pour les micropieux est de 280mm. Un HEM 120 S355 sera utilisé dans ces micropieux.

Le mur bacs à fleurs fait 3m de large au centre et 11.92m de long. La paroi gunitée clouée fait 4.7m de haut et 13.8m de long dans la partie supérieure.

Pour les fondations SAZ, la fondation H1 a une dimension spéciale de 1.5m*1.5m*2.1m, alors que la fondation I81 repose sur des micropieux d'une longueur de 10.5m et de diamètre de forage de 203mm.

La stabilité du talus après la mise en place des escaliers a été calculée. A un endroit, la stabilité du talus n'est pas garantie. Cependant, la pose des escaliers ne péjore pas la stabilité du terrain, et la principale cause de cette instabilité est le trafic routier au-dessus du talus. Des sondages additionnels pourront être faits dans les phases ultérieurs s'ils sont jugés nécessaires.

2 Introduction

Le projet de mise en conformité de la gare de Nyon, les successions serrées en gare de Nyon et le distancement à 2 minutes de la ligne Lausanne – Genève, ainsi que la mesure BCM demandant des nouvelles diagonales à 90 km/h côté Genève, prévoient de nouvelles fonctionnalités. Ces dernières nécessitent le renouvellement de l'enclenchement actuel, construit en 1977 et qui arrive en fin de vie en 2031.

L'enclenchement sera déplacé du bâtiment de la gare à un bâtiment préfabriqué. De plus, de nouveaux signaux SAZ sont prévus sur l'ensemble du tronçon entre Gland et Céligny. Dans le cadre de ces mesures, une modification des infrastructures à câbles est nécessaire.

La note de calcul couvre divers types de structures, qui sont décrits dans divers sous-chapitres.

2.1 Mur de soutènement de KV

Entre le km 37.783 et le km 38.811, l'infrastructure à câble et les voies sont soutenues par des BAFIX. Dans le cadre du projet de l'enclenchement, des caniveaux plus larges ainsi que des KV seront installés. Ces installations nécessitent une emprise plus importante que ce que permettent les Bafix actuels. Un mur de soutènement doit donc être prévu pour ces éléments.

Dans le cadre du projet de mise en conformité de la gare de Nyon, il est actuellement prévu de rehausser la voie de 50cm. Le soutènement des KV prend en compte ce rehaussement futur.

Une coupe représentative a été effectuée. Cette coupe a été faite au km 38.761. Elle a été considérée comme représentative du tronçon d'intervention.

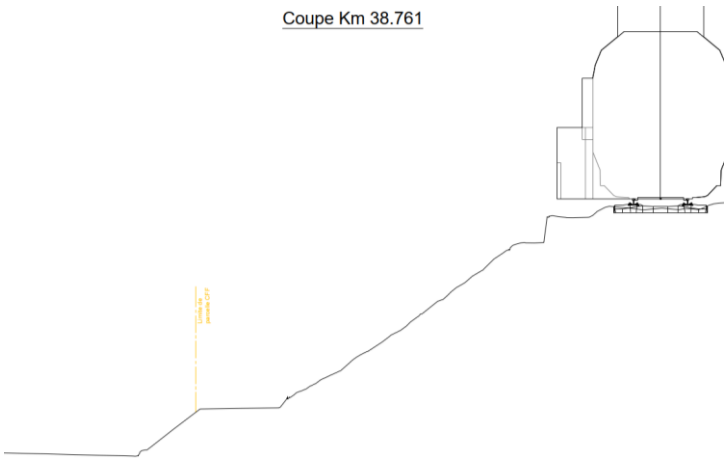


Figure 5: Coupe au km 38.761, avec voie 1 et avenue Reverdil

Une différence d'altitude de 5.6m est mesurée entre le plan de roulement et le chemin en aval. Une réserve de hauteur est prévue pour prendre en compte le potentiel rehaussement du plan de roulement :

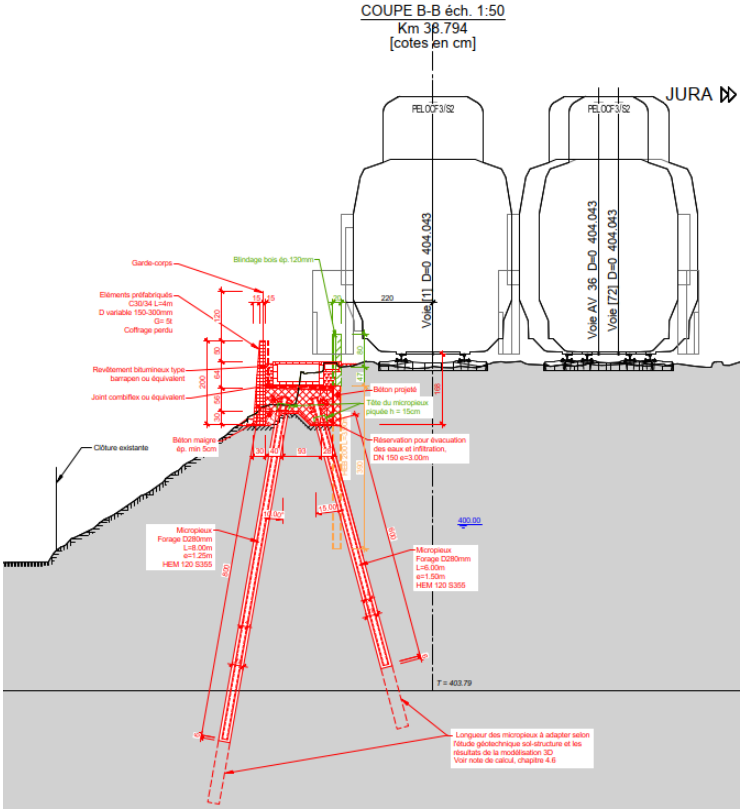


Figure 6: Coupe des éléments projetés

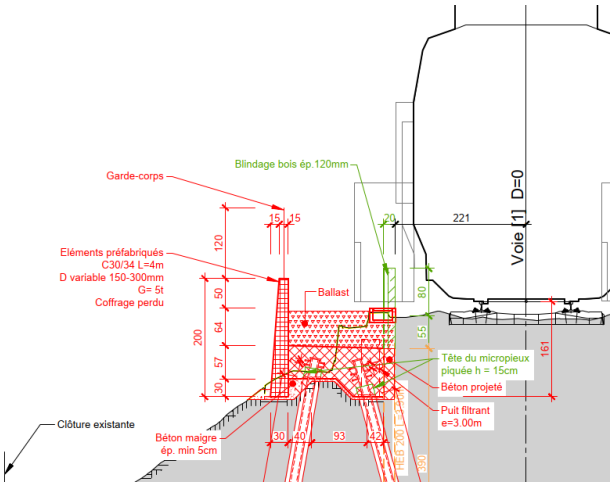


Figure 7: Coupe en dehors des chambres

Les structures en béton mises en place vont reposer sur le remblai et va ainsi remplacer une partie du ballast. Ainsi, une structure provisoire sera mise en place pour retenir le ballast pendant la mise en place du mur de soutènement, qui devra être dimensionné. La stabilité globale de l'ouvrage, notamment la stabilité externe du talus, doit également être vérifiée.

2.2 Mur bacs à fleurs

Au km 37.748, une nouvelle fondation SAZ doit être mise en place. Cette fondation rentre en conflit avec le mur de soutènement existant, qui devra être remplacé par un mur bacs à fleurs. Ce nouvel ouvrage de soutènement permettra la mise en place de la fondation et garantir une place suffisante à l'arrière de la fondation pour le passage d'une personne. Ainsi, un terrassement sera fait derrière, avec stabilisation du talus, afin de permettre la mise en place d'un mur coulé sur place. La place à garantir entre le mur et la fondation est de 70cm au niveau du sol, afin de permettre le passage entre le mur et la fondation.

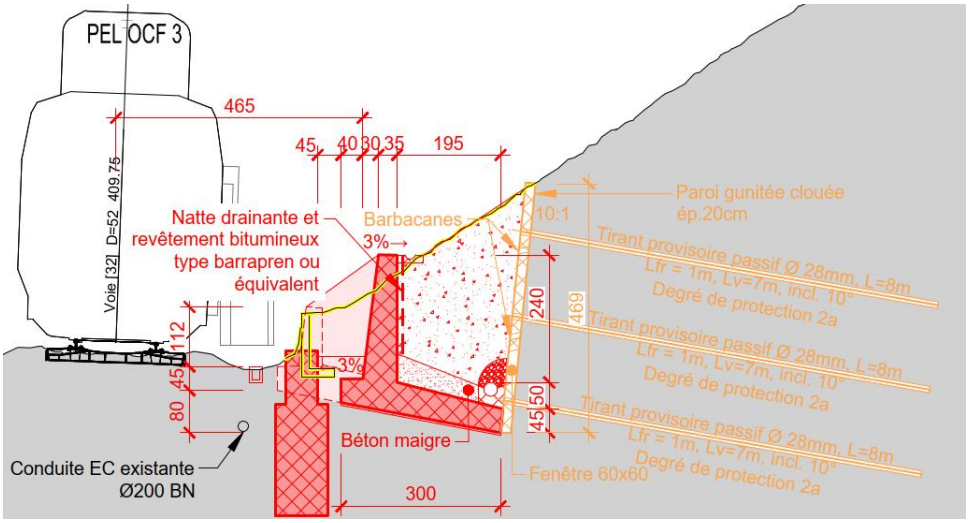


Figure 8: Coupe de la section

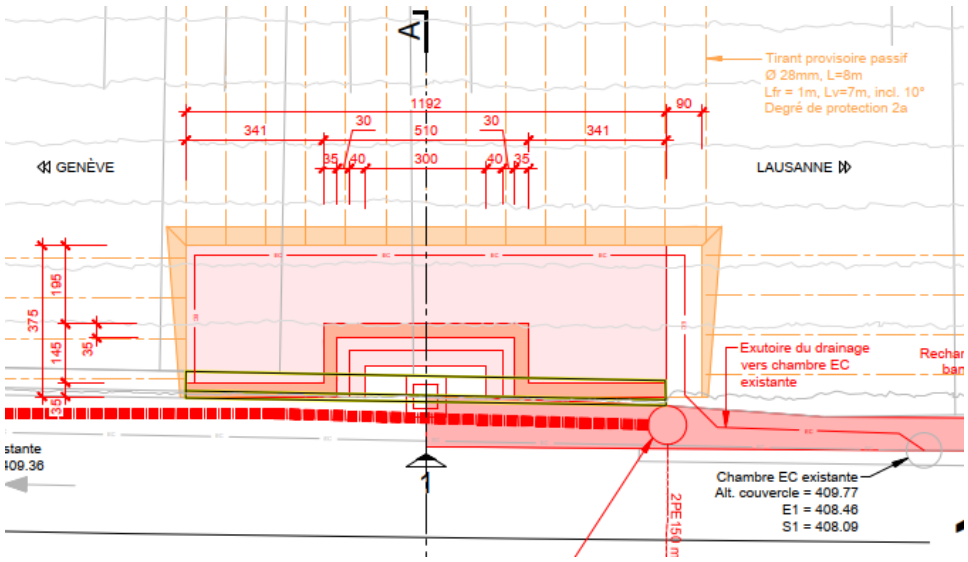


Figure 9: Situation

2.3 Fondations SAZ

Plusieurs fondations SAZ devront être vérifiées. Il s'agit des fondations suivantes :

- H1, Km 38.761
- I81, Km 39.400

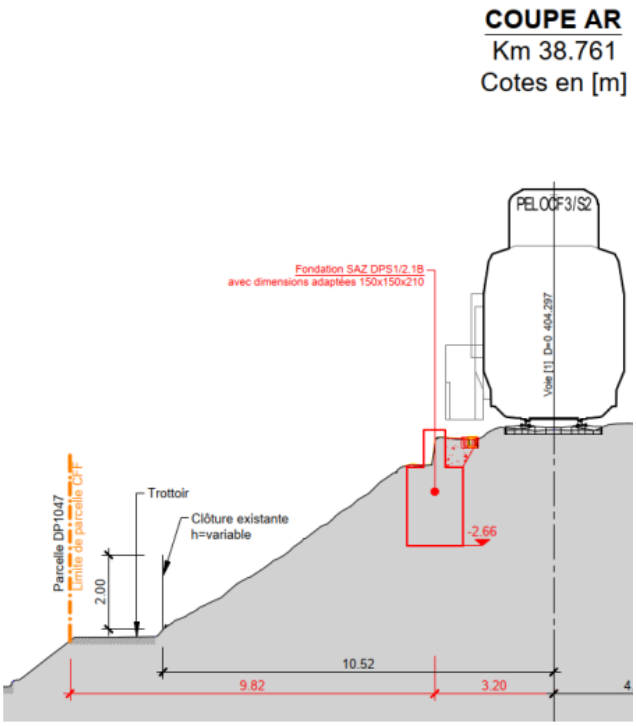


Figure 10: Fondations SAZ au km 38.761

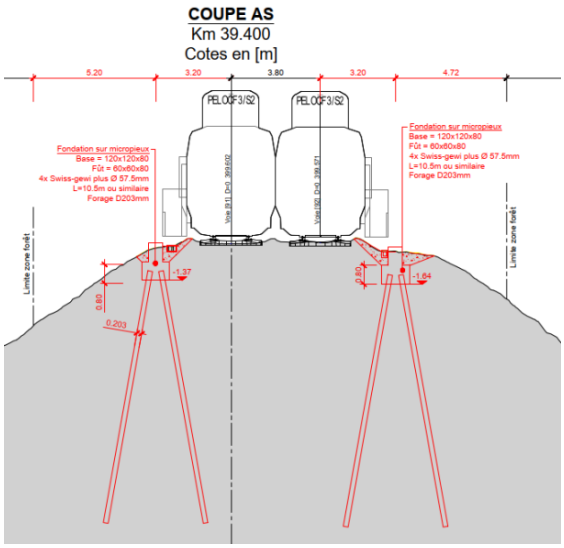


Figure 11: Coupe des fondations prévues au km 39.400

2.4 Escaliers d'accès

Des escaliers d'accès en fibre de verre seront mis en place sur les différents talus afin de permettre l'accès à la voie ferrée. Ainsi, il est nécessaire de vérifier que la mise en place de ces escaliers ne péjore pas de manière significative la stabilité de talus.

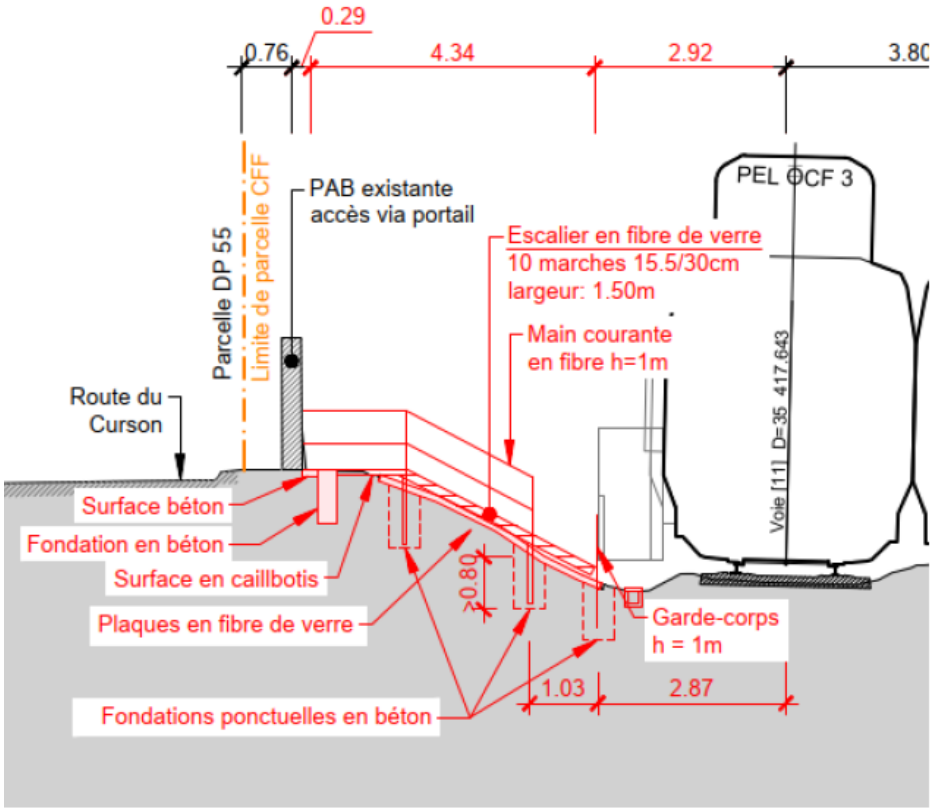


Figure 12: Concept d'escalier d'accès aux voies au km 36.399

3 Bases générales

3.1 Normes

Les normes utilisées pour la vérification du talus sont indiquées dans la convention d'utilisation.

3.2 Logiciels

- Larix 9
- Axis V7
- DC Foundation
- DC Pieux
- Fagus

3.3 Bases relatives au projet

Les bases relatives au projet peuvent être trouvées dans la base de projet ou la convention d'utilisation

4 Soutènement des KV

4.1 Géologie et hydrogéologie

4.1.1 Géologie

Dans le cadre du projet de la gare de Nyon, une campagne de sondages, qui vient compléter les données existantes, a été organisée par le bureau De Cérenville. Les paramètres géotechniques utilisés dans le présent document proviennent de leur rapport géotechnique. Le sondage S113 est utilisé comme étant représentatif pour le mur de soutènement :



Figure 13: Position du sondage considéré

Les informations peuvent être trouvées dans la base de projet, document 12.303.04, ou dans le rapport géotechnique. Suite à la rétroanalyse faite au chapitre 4.5.3.5, les paramètres considérés pour le talus sont :

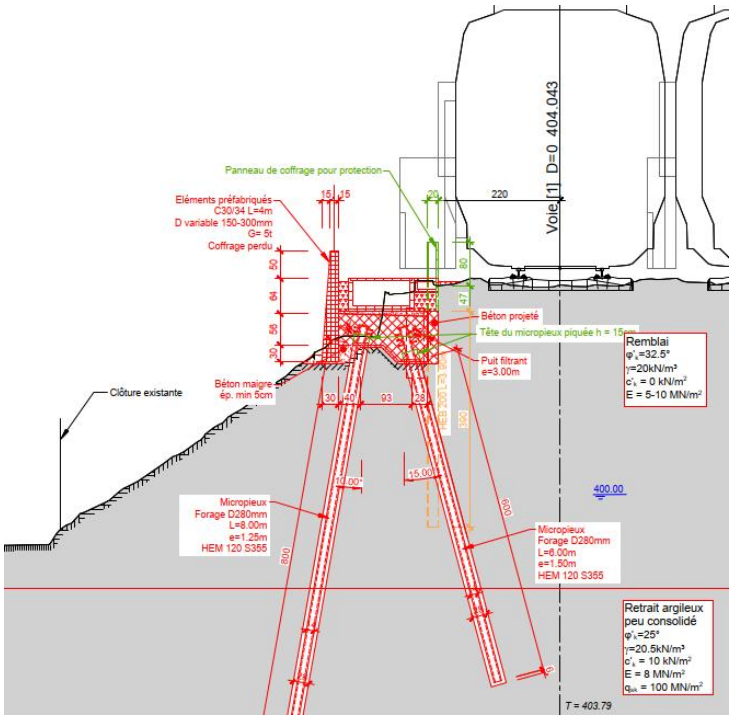


Figure 14: Paramètres géotechniques utilisés pour la stabilité de terrain

Dans le calcul simplifié du calcul 4.5.1.1, un angle de frottement du remblai de 30° a été considéré.

4.1.2 Hydrogéologie

Le niveau de la nappe se situe entre 399 et 400m, soit légèrement plus haut que le niveau du trottoir selon le rapport de De Cérenville.

4.2 Modélisation

Les chambres KV et les caniveaux à câbles auront les dimensions suivantes :

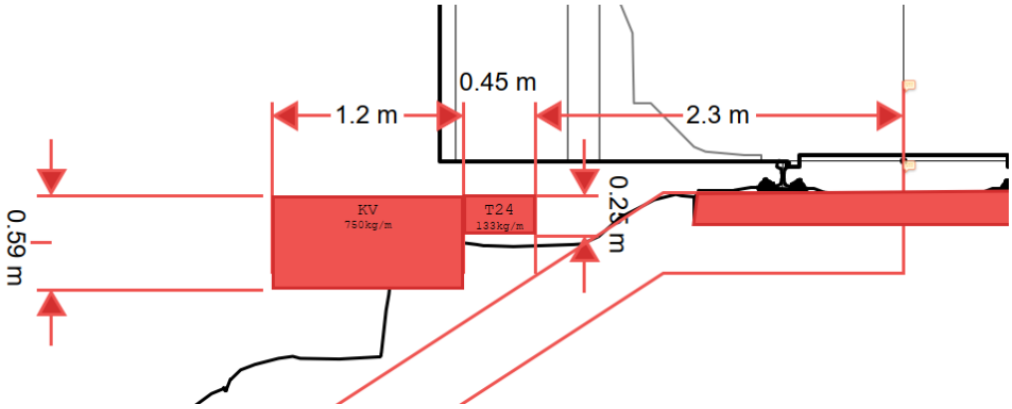


Figure 15: Dimensions et dispositions des nouveaux élément

Le mur de soutènement aura donc la forme suivante :

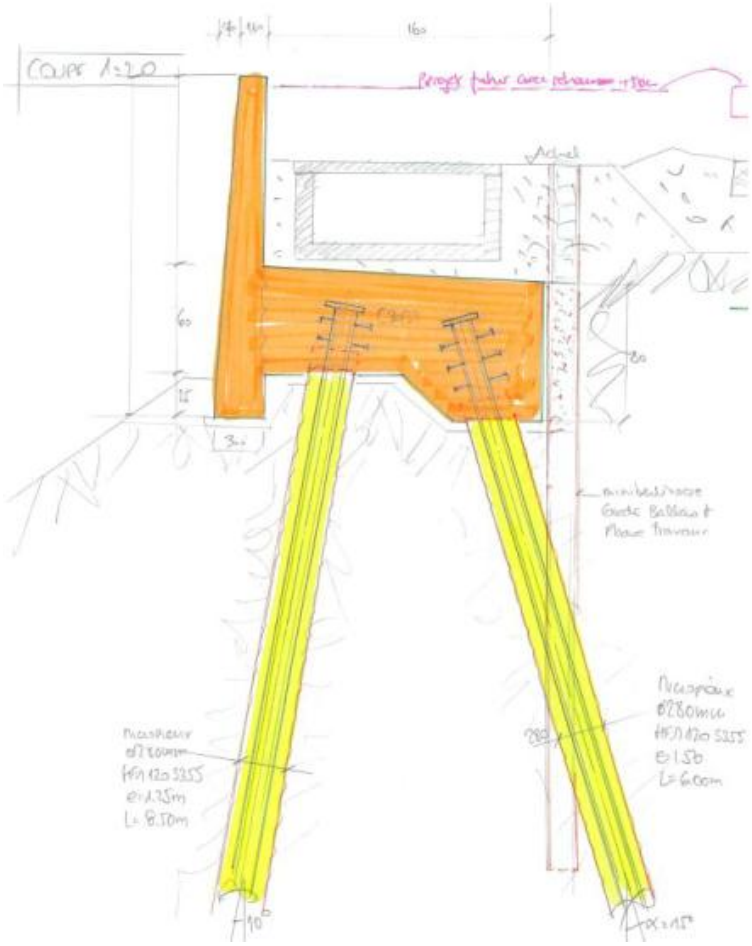


Figure 16: Mur de soutènement KV

Le mur de soutènement sera mis en place de la façon suivante :

- Une microberlinoise sera installée le long des voies, afin de stabiliser le ballast durant les travaux et garantir la stabilité de la voie lors de passages de train. Un forage sera effectué pour permettre la mise en place des montants
- Un terrassement sera fait le long des voies et la microberlinoise complétée. Elle servira de coffrage perdu pour la semelle du mur
- Les micropieux seront mis en place, avec la longueur suffisante en dehors du sol pour qu'ils puissent rentrer dans la semelle
- La tête de pieux sera piquée sur une certaine longueur avant le bétonnage de la semelle du mur

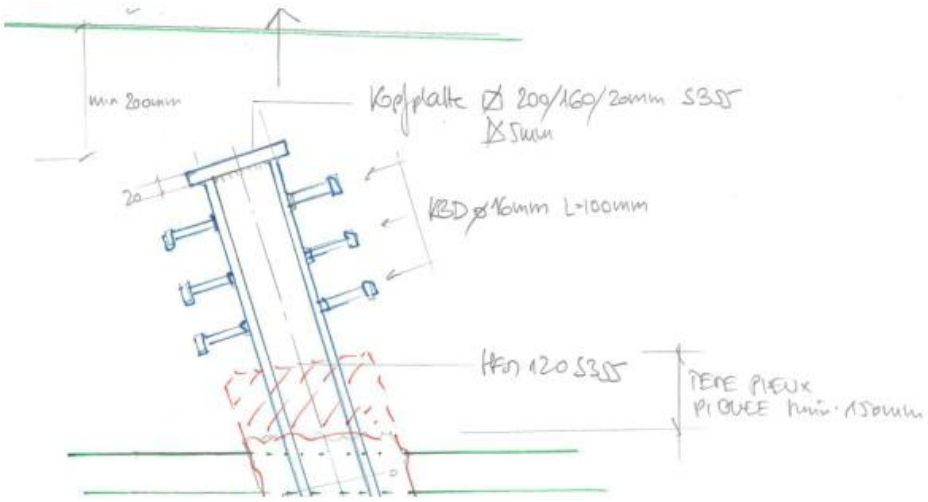


Figure 17: Détail de la tête du micropieu et du HEM 120 au niveau de la semelle du mur de KV

- Les éléments en béton préfabriqués seront installés. Lors du bétonnage de la semelle, ils serviront de coffrage perdu. Ces éléments n'étant pas auto stable, notamment dû au vent, l'entreprise devra prendre les mesures nécessaires pour stabiliser ces éléments, notamment suite au bétonnage de la semelle du mur.
- Le bétonnage de la semelle pourra être effectué
- La partie de la microberlinoise en dessus de la semelle pourra être retirée, avec sciage des sections métalliques
- Le ballast pourra être mis en place sur toute la longueur du mur et les caniveaux à câbles et chambres KV installées.

Deux modèles sont générés :

- Modèle Larix pour la vérification de la stabilité externe
- Modèle Axis afin de vérifier les efforts internes

Le modèle généré sur Larix est le suivant :

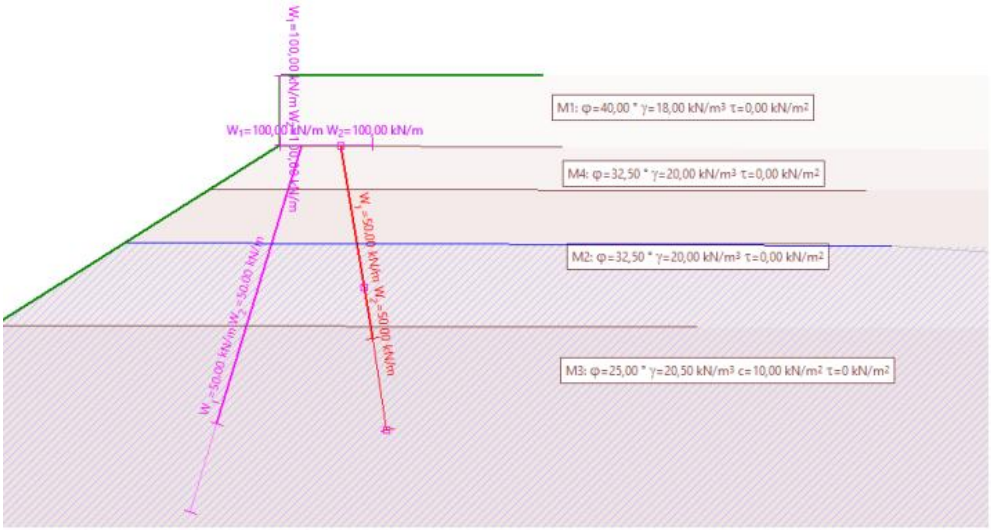


Figure 18: Modèle Larix mis en place

Les centres des cercles de rupture et les lignes coercitives ont été placées afin d'estimer la stabilité du talus. Une stabilisation du terrain via des pieux est dimensionnée. Les deux pieux résistent par leur effort tranchant. La stabilité du talus repose sur l'effet goujon des pieux de petite dimension.

Si des HEM 120 sont utilisés, on a les données suivantes :

$$V_{Rd} = 0.8\frac{f_y A_v}{\sqrt{3}\gamma_{M1}} = 0.8\frac{355\,{}^{N}/_{mm^2} * 2117mm^2}{1.05 * \sqrt{3}} = 330\ kN$$

Ainsi, par mètre, on obtient :

$$V_{Rd} = \frac{330\ kN}{1.25m} = 264\ kN/m$$

La modélisation de la structure sur Axis est de la forme suivante :

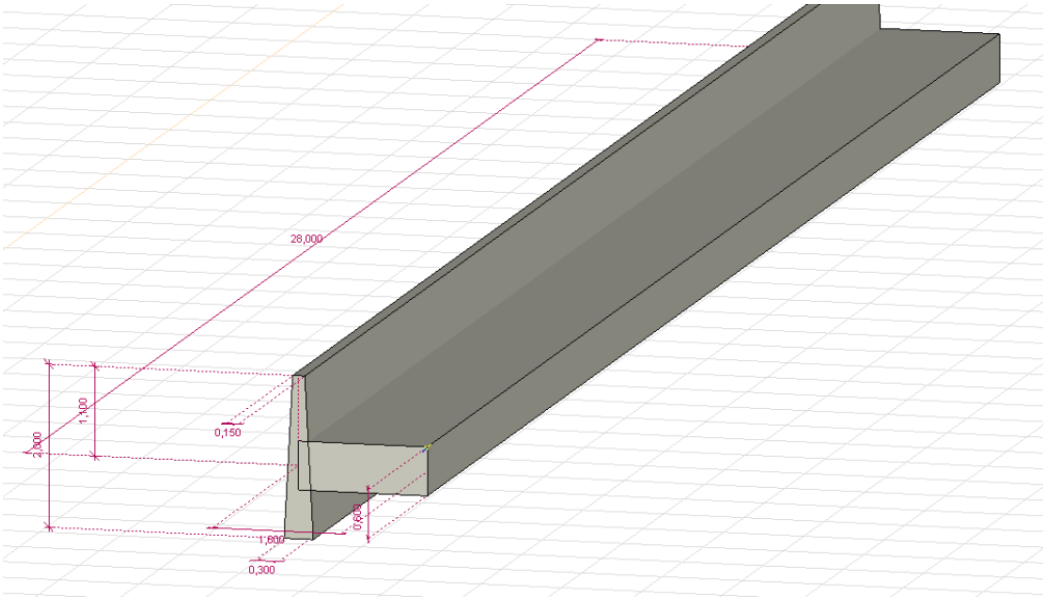


Figure 19: Modèle Axis mis en place

Pour la microberlinoise, la structure est modélisée sur Larix de cette façon :

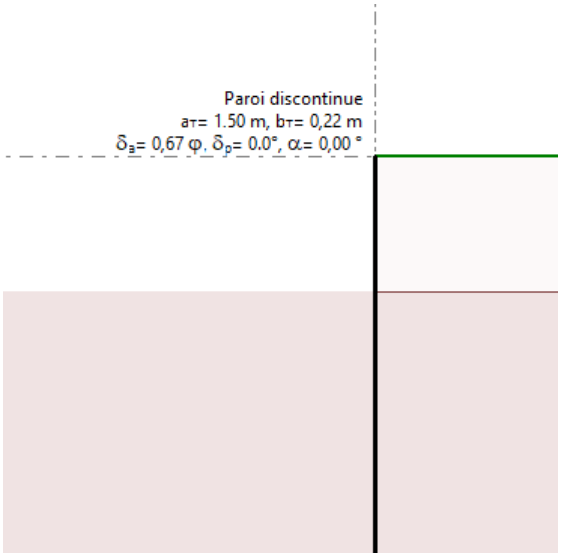


Figure 20: modèle Larix

La rigidité des montants métalliques a été modélisé de cette manière :

$$\frac{EI}{d} = \frac{210'000\,{}^{N}/_{mm^2} * 57 * 10^6 mm^4}{1.5m} = 7980\ kNm^2/m$$

Les montants ont été modélisés avec une longueur de fiche de 3m. Une réduction de la largeur participante du sol a été considéré par Larix, selon la limite de Weissenbach :

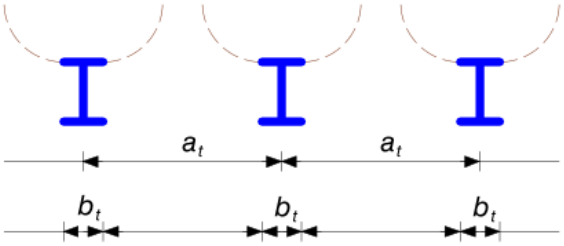


Figure 21: Modèle Larix pour la limitation de la largeur participante

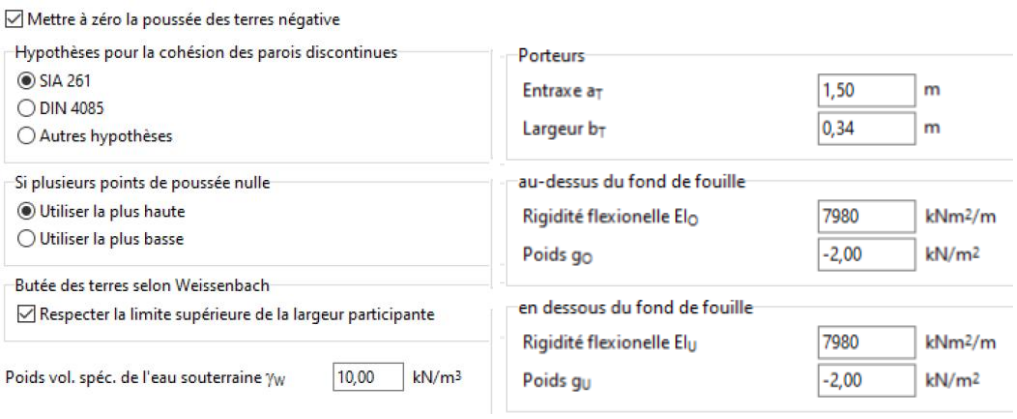


Figure 22: Rigidité des montants et écart pour la limite de Weissenbach

Ainsi, le sol est modélisé avec une réduction de la largeur participante.

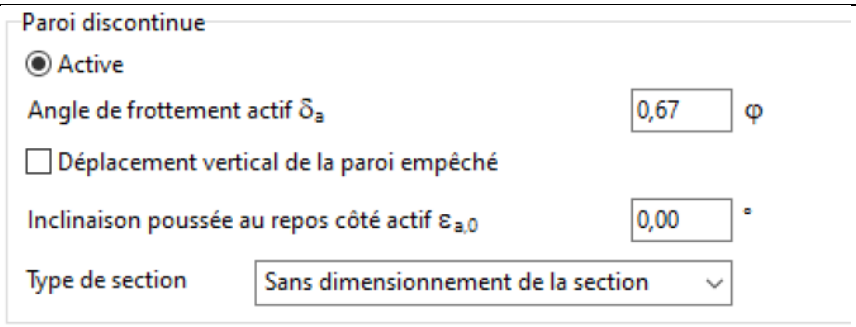


Figure 23: Modèle de calcul pour la paroi

La poussée active majorée a été prise en compte dans le modèle, en prenant en compte 50% de la part de la poussée au repos r.

Paramètres de calcul

Nom	ÉL U 1	ÉL U 2	ÉL U 2a	ÉL U 3	ÉL S	Global	
Part de la poussée au repos r		0,50			1,00	0	-
Poussée minimale		0			0	0	kN/m²
Coefficient de redistribution des poussées						1,30	-
Renard hydraulique $\gamma_{G,inf}$	0,90						-
Renard hydraulique $\gamma_{G,sup}$	1,60						-
Renard hydraulique $\gamma_{R,HG}$						2,00	-
Coeff. du modèle p. l'équilibre horiz.		1,50			1,50	1,50	-
Fact. d'augmentation p. efforts inté. γ_L						1,50	-
Fact. p. la résist. interne des pieux η_i		0,80				0,80	-

Figure 24: Paramètres de modélisation

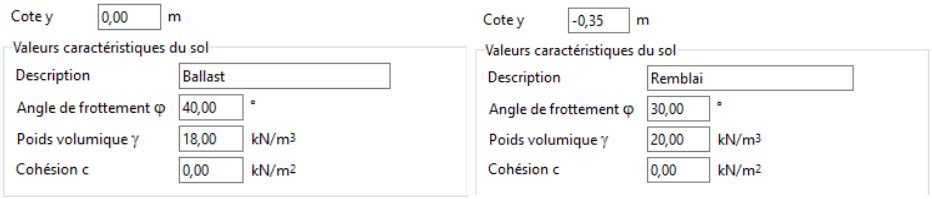


Figure 25: Matériaux modélisés dans Larix

4.3 Matériaux

Les matériaux suivants sont utilisés pour la structure :

4.3.1 Acier

Partie d'ouvrage	Type	fy_k	f_{sd}	E_s
HEM 120	S355	355 N/mm^2	338.1 N/mm^2	210'000 N/mm^2
HEB 200	S355	355 N/mm^2	338.1 N/mm^2	210'000 N/mm^2

Tableau 1: Propriétés des micropieux

4.3.2 Béton

Parties d'ouvrage	Classes de béton	Classes exposition	Diam. du grain max.	Classes teneur chl.	Classes consis.	Enrobage minimal
Mur de soutènement	C30/37	XC4, XD3, XF2	32 [mm]	Cl 0.10	C3	40 [mm]
Micropieux	C25/30	XC2	16 [mm]	Cl 0.10	C3	40 [mm]
Paroi gunitée	C25/30	XC2	16 [mm]	Cl 0.10	C3	40 [mm]
Pieux de la microberlinoise	C20/25	Type P4	16 [mm]	Cl 0.10	F5	28 [mm]

Tableau 2: Propriété du béton

Le béton des pieux de la microberlinoise va être mis en place pour permettre de rigidifier la structure.

4.3.3 Acier d'armature

Partie d'ouvrage	Type	f_{sk}	f_{sd}	ε_{ud}	E_s
Mur de soutènement	B500B	500 N/mm^2	435 N/mm^2	0.045 %	205'000N/mm^2

Tableau 3: Propriété de l'acier d'armature

4.3.4 Bois

Partie d'ouvrage	Type	f_{mk}	f_{md}	E_s
Blindage de la microberlinoise	C16	16 N/mm^2	9.4 N/mm^2	8'000N/mm^2

4.4 Actions

4.4.1 Actions permanentes

Les actions permanentes qui agissent sur la structure sont le poids propre et le poids propre non porteur. Ils peuvent être généralisés de la sorte :

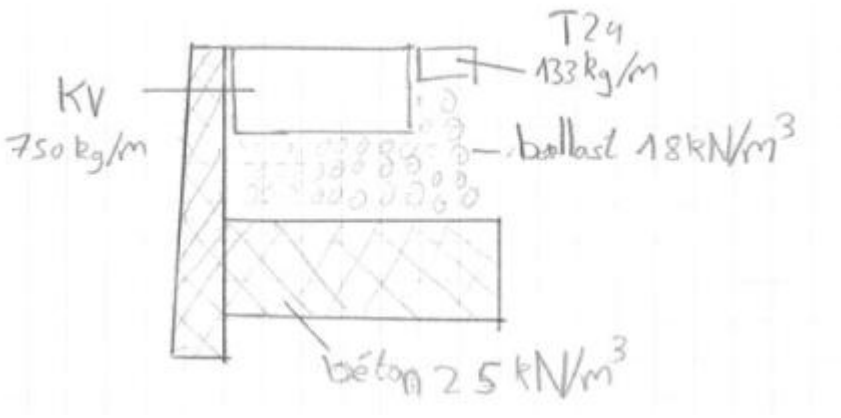


Figure 26: Poids propre des éléments porteurs et non porteurs

Lors de la modélisation de la sécurité externe, le poids des micropieux est négligé.

Lors de la vérification du mur de KV, les poussées suivantes sont modélisées sur la structure :

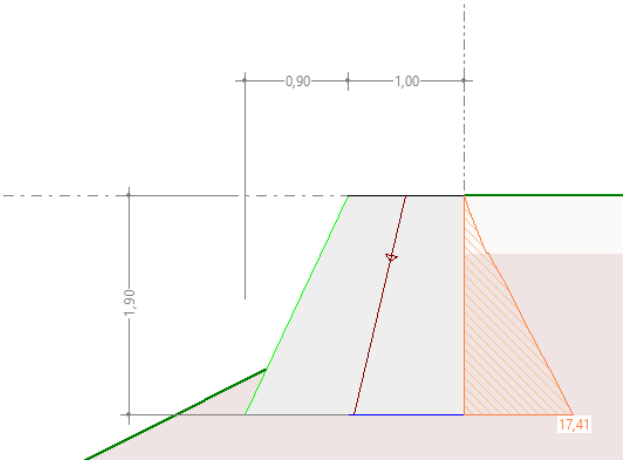


Figure 27: Poussée des terres sur le mur de KV

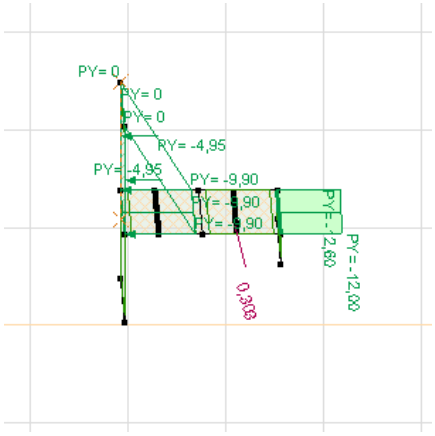


Figure 28: Poussée des terres sur le mur de KV

La poussée du ballast sur le mur en béton est prise avec la poussée au repos, ce qui nous donne la valeur suivante :

$$K_0 = 1 - \sin(\Phi') = 1 - \sin(40) = 0.35$$

Lors de la vérification de la stabilité du talus après les travaux, la charge représentée par le mur de soutènement, le ballast utilisé et les chambres, a été contré par une force ajoutée en dessous du niveau du mur. En effet, ces charges iront directement dans les micropieux, et n'impacteront pas la stabilité du talus après travaux, comme montré ci-dessous :

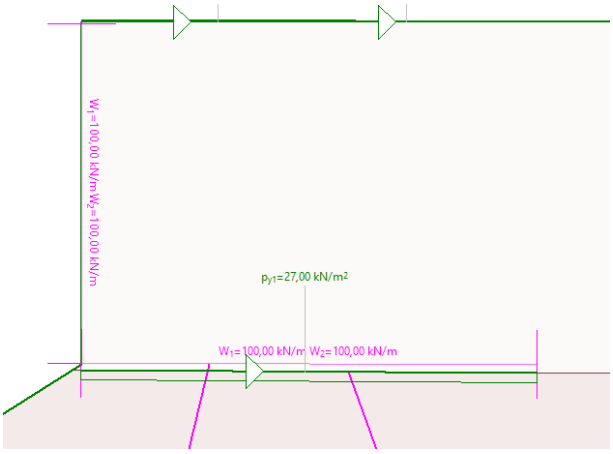


Figure 29: Déjaugement du poids propre du terrain sur les micropieux

4.4.2 Actions variables

Les actions variables considérées pour ce projet sont les suivantes :

4.4.2.1 Charges ferroviaires

Pour la vérification de la microberlinoise, on utilisera le guide pour les blindages temporaires à proximité des voies. Ce document sépare le terrain en plusieurs zones :

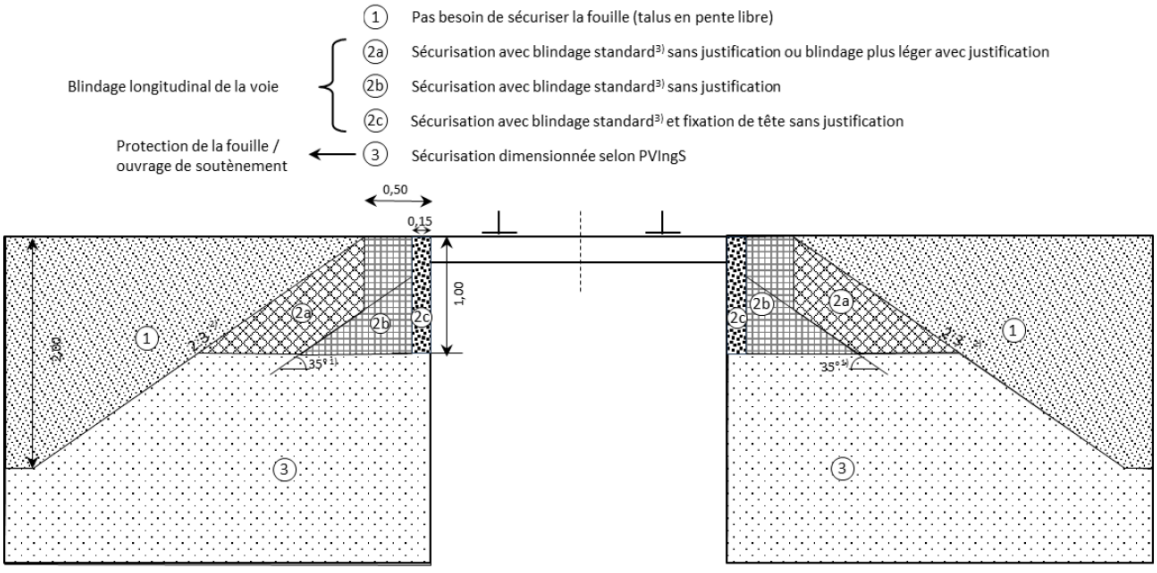


Figure 30: Zones définies lors de la stabilisation de talus

La séparation entre les zones 2a, 2b, 2c et la zone 3 est définie selon la profondeur d'excavation. La hauteur d'excavation dans le cas de la microberlinoise étant de plus de 1m depuis le niveau de la traverse, on se situe dans la zone 3.

Une sécurisation faite selon le PVingS est donc effectuée.

La charge est mise à partir de 70cm de la paroi, et est modélisée sur 3m de large. La valeur mise en place est calculée ainsi :

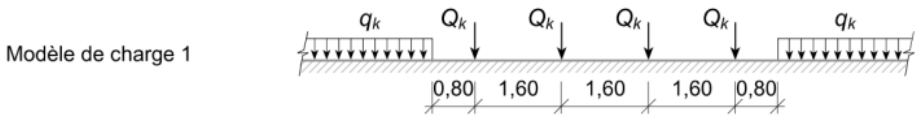


Figure 31: modèle de charge ferroviaire

Avec Q_k=250 kN et q_k=80 kN/m. Il est nécessaire d'utiliser le facteur α=1.33 pour la charge de dimensionnement du mur de KV. Pour la vérification de la microberlinoise, qui est une structure temporaire, il est possible d'utiliser α=1.00. Le coefficient dynamique n'est pas considéré dans cette situation. La charge sera répartie sur une largeur de 3m.

On obtient ainsi la charge suivante pour la vérification du talus :

$$q_{k,ferro,kv} = \alpha \frac{Q_k}{b} = 1.33 * \frac{250\ kN}{1.6m * 3m} = 69.3\ {}^{kN}/_{m^2}$$

$$q_{k,ferro,microberlinoise} = \alpha \frac{Q_k}{b} = 1.00 * \frac{250\ kN}{1.6m * 3m} = 52.1\ {}^{kN}/_{m^2}$$

Dans un modèle suivant la SIA 261, on peut modéliser la charge de la manière suivante :

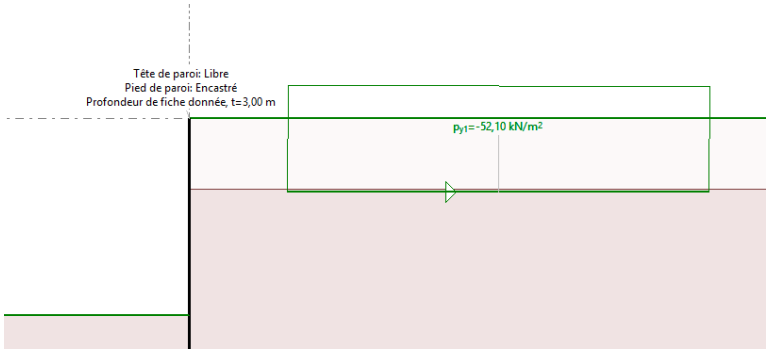


Figure 32: Modélisation de la charge ferroviaire dans le calcul de la stabilité de la microberlinoise

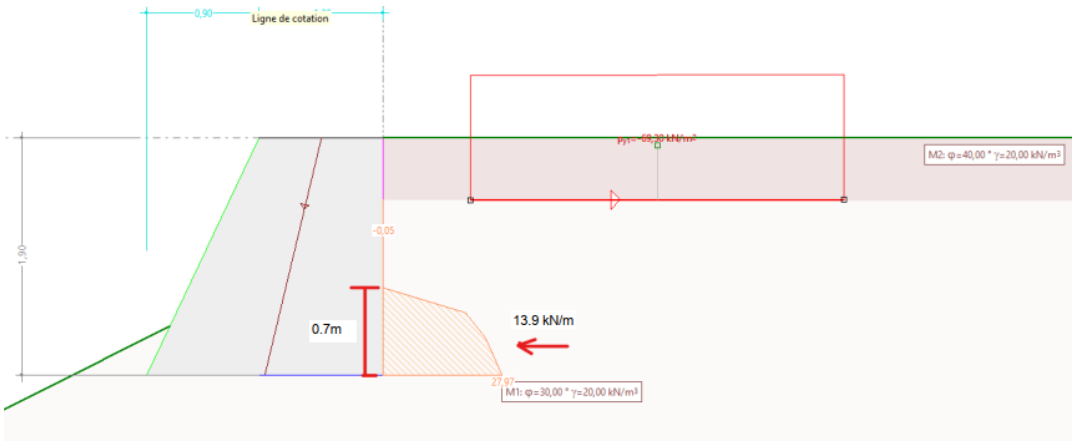


Figure 33: Poussée sur le mur de KV

La charge ferroviaire sur le mur de KV est donc simplifiée pour ne s'appliquer que sur la semelle.

Pour la vérification de la poussée sur le mur de KV, un modèle simplifié a été mis en place pour calculer la poussée des terres et la charge ferroviaire sur le mur.

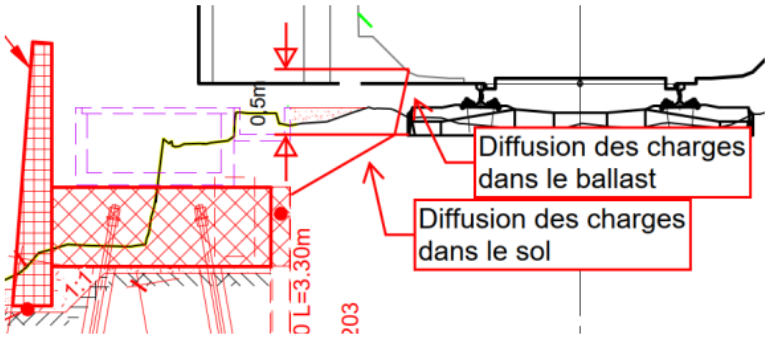


Figure 34: Répartition des charges ferroviaires

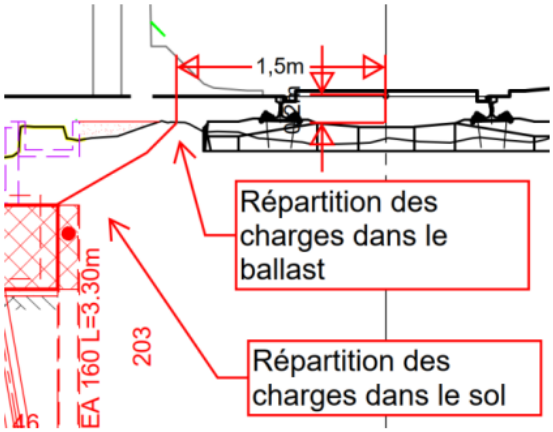


Figure 35: Répartition de la poussée au repos de la poussée au repos des charges ferroviaires

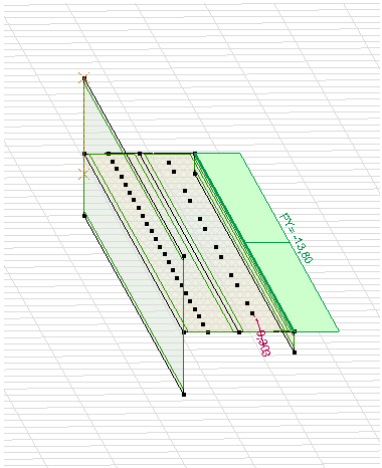


Figure 36: Poussée due aux charges ferroviaires

Il faut également considérer la force de lacet, qu'elle soit sur la microberlinoise et le mur de KV. On a ainsi les charges suivantes, avec la force de lacet sur la microberlinoise à prendre de la SIA 269

$$QS_{k,kv} = 100\ kN$$

$$QS_{k,microberlinoise} = 80\ kN$$

La répartition des charges de la force de lacet peut être déterminée ainsi :

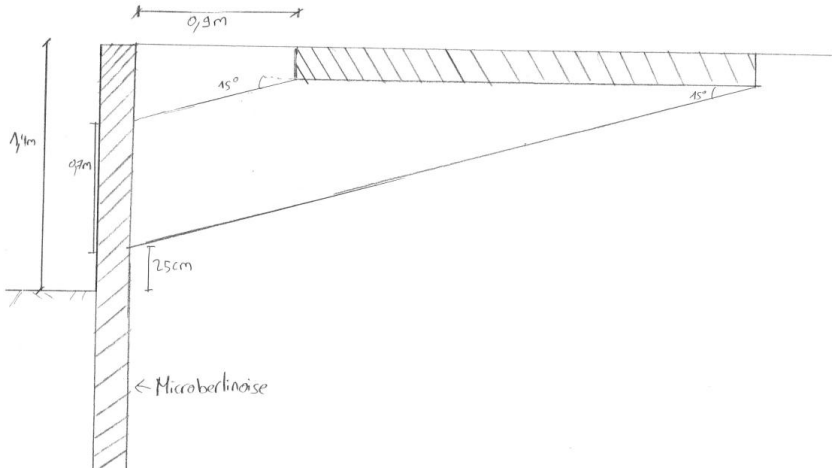


Figure 37: Répartition des charges verticalement

En considérant que la force de lacet se diffuse sur une longueur de 8m dû à la rigidité du système rail/traverses, puis à 45° dans le sol sur les 90cm entre la traverse et la microberlinoise, la surface sur laquelle la charge de lacet est transmise est de 9.8m*0.7m, soit 6.9m^2. On a ainsi une charge de

$$q_{lacet,microberlinoise} = \frac{80\ kN}{6.9\ m^2} = 11.6\ {}^{kN}/_{m^2}$$

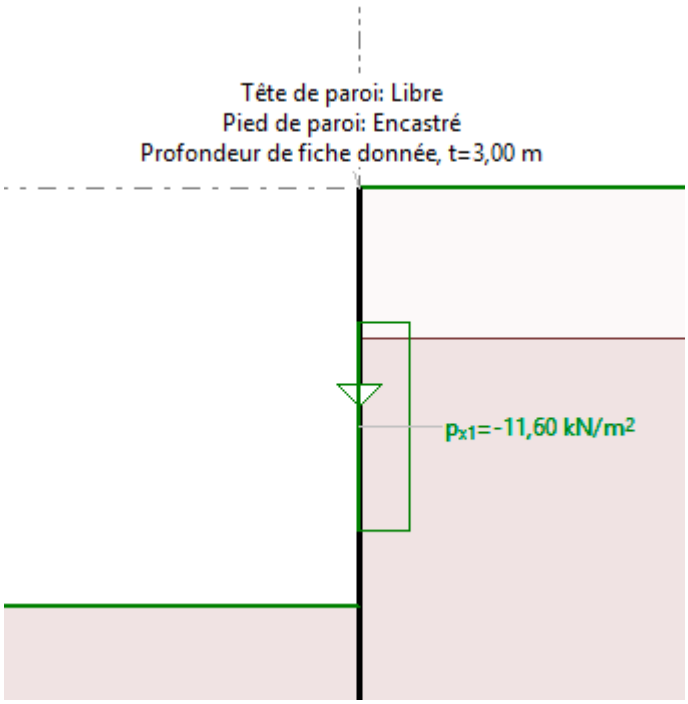


Figure 38: Modélisation charge sur microberlinoise

Lors de la modélisation de la force de lacet, on modélisera cette charge comme se transmettant dans la semelle, sur une largeur de 9.8m :

$$q_{lacet,kv} = \frac{100\ kN}{9.8\ m} = 10.2\ {}^{kN}/_{m}$$

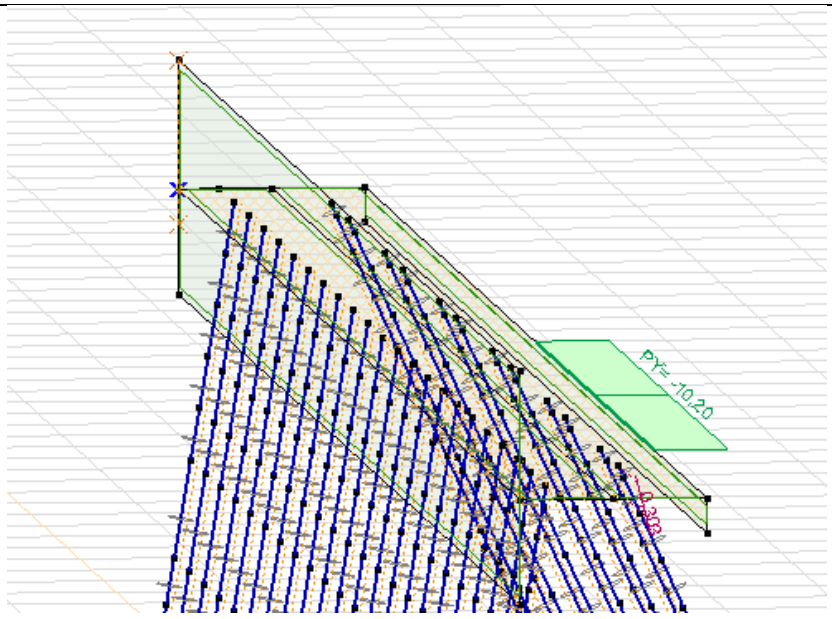


Figure 39: Force de lacet sur le mur de KV

Lors d'une phase prochaine, une modélisation tri-dimensionnelle sera faite. Ainsi, la distribution de la force de lacet pourra être modélisée de manière plus précise, et les hypothèses faites confirmées.

4.4.2.2 Charge de trafic piéton sur les caniveaux à câbles

Les caniveaux à câbles étant des structures aux abords des voies, il est estimé que les charges appliquées sont faibles, car il n'y a pas beaucoup de trafic. Ainsi, le modèle de charge des bâtiments H est utilisé, qui correspond à une toiture uniquement accessible pour des travaux d'entretien.

On a ainsi les charges suivantes :

$$q_{Ed} = 0.4 \ {}^{kN}/_{m^2}$$

$$Q_{Ed} = 1 \ kN$$

Selon la SIA 261, la charge concentrée et la charge répartie ne doivent pas être combinés entre eux. La charge concentrée est donc utilisée pour les vérifications.

Si l'on inclue les charges au sommet du mur, on obtient la charge utile suivante :

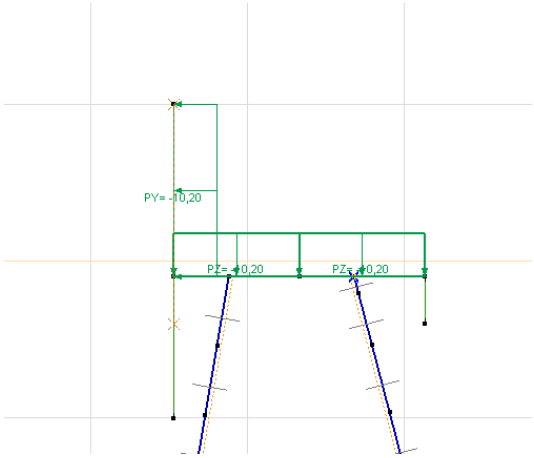


Figure 40: Charge utile appliquée à la PAB

4.4.3 Actions accidentelles

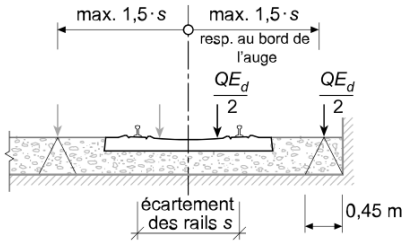
Les actions accidentelles suivantes sont considérées :

4.4.3.1 Déraillement

Dans le cas de charge de déraillement, on utilisera le modèle 1. En effet, il est estimé que le cas du modèle 2 est trop défavorable, car dans cette situation, le train déraille complètement et sort de la zone d'influence du talus.

Modèle de charge due au déraillement 1

Répartition longitudinale selon la figure 13 (modèle de charge 1)



Modèle de charge due au déraillement			
1		2 Longueur de la structure porteuse $l \geq 20$ m	2 Longueur de la structure porteuse $l \leq 6{,}4$ m
qE_d en kN/m	QE_d en kN	qE_d en kN/m	qE_d en kN/m
110	350	145	220

Figure 41: Charges de déraillement selon la SIA 261

Le coefficient Φ est égal à 1 dans le cas d'un déraillement. On utilisera α=1.33, ce qui nous donne :

$$q_{Ed} = \frac{350\ kN * 1.33}{1.6m} = 290.9 \frac{kN}{m}$$

La charge étant répartie en deux points, on obtient ainsi :

$$q_{Ed} = \frac{290.9 \frac{kN}{m}}{2 * 0.45m} = 323\ kN/m^2$$

La charge est donc modélisée de la forme sur Larix :

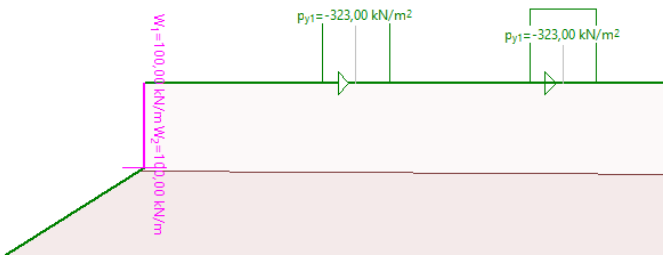


Figure 42: Charges de déraillement

Dans la situation après travaux, la charge direction lac se situe au-dessus du mur de soutènement. Il est ainsi possible de déjauger la charge de la manière suivante :

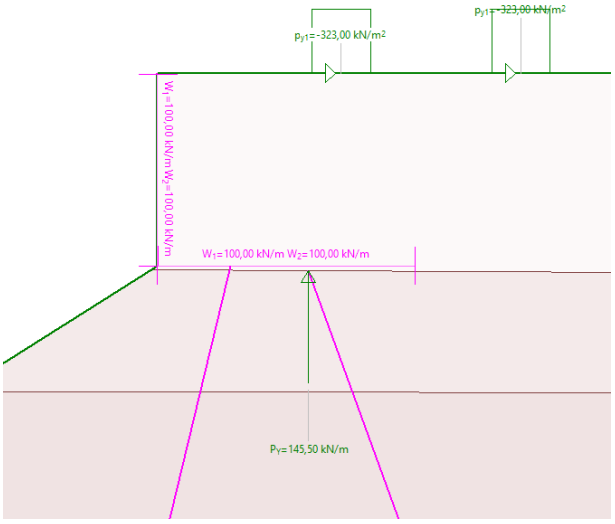


Figure 43: Charge de déraillement partiellement déjaugée

La charge insérée permet de compenser la moitié de la charge de déraillement. Ainsi, seule la moitié de la charge participera dans l'instabilité du talus.

4.4.3.2 Séisme

La charge sismique a été modélisée de la façon suivante :

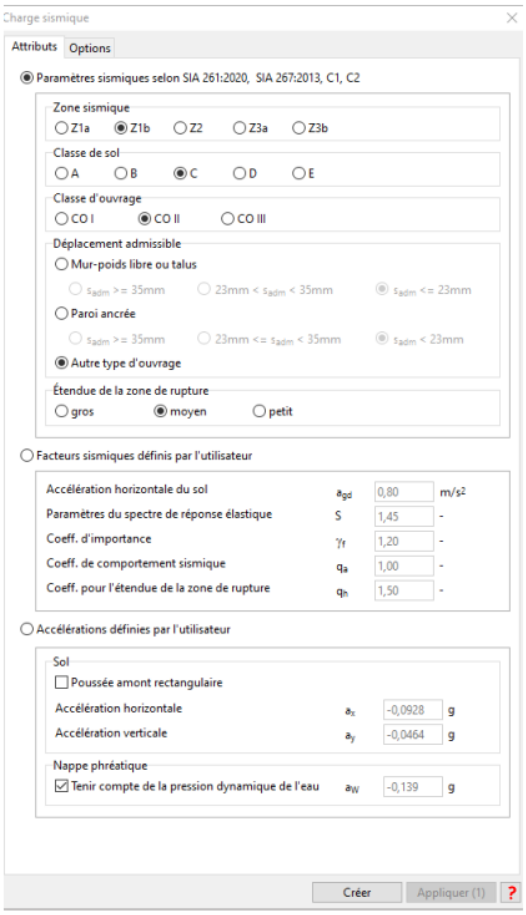


Figure 44: Charge sismique mise en place

4.4.4 Combinaison de charges

4.4.4.1 Facteurs partiels géotechniques :

Paramètres du terrain	Symboles	Facteurs partiels
Charge volumique du sol	γe	1
Tangente de l'angle de frottement	tan(Φ')	1.1
Cohésion effective	c'	1.3
Résistance à la compression	q_U	1.5

Tableau 4: Facteurs partiels

Les facteurs partiels de l'angle de frottement et de la cohésion ont été réduits jusqu'aux valeurs minimales de la SIA 267, car l'angle de frottement et la cohésion interne sont confirmés par rétroanalyse du talus.

4.4.4.2 Microberlinoise

Pour la vérification de la microberlinoise, on pourra supposer les charges suivantes :

ELU		ELS	
Charge	ELU type 2	Charge	
Poids propre	1.35	Poids propre	1
Poussée des terres	1.35	Poussée des terres	1
Charge ferroviaire	1.45	Charge ferroviaire	1
Force de lacet	1.45	Force de lacet	1

Tableau 5: Combinaison de charges pour microberlinoise

4.4.4.3 Mur de soutènement

ELU		ELS	
Charge	ELU type 2	Charge	
Poids propre	1.35	Poids propre	1
Poussée des terres	1.35	Poussée des terres	1
Force de lacet	1.45	Force de lacet	1
Charge ferroviaire	1.45	Charge ferroviaire	1
Trafic piéton	1.5	Trafic piéton	0

Tableau 6: Combinaison de charges ELU/ELS

4.4.4.4 Talus

La vérification du talus au droit du mur de KV se fait dans le cas du trafic actuel, futur et dans le cas d'un déraillement et d'un séisme.

ELU	
Charge	ELU type 3
Poids propre et charge de terre	1
Charge ferroviaire	1.25
Trafic piéton	1.3

Tableau 7: Combinaison de charge pour la vérification du talus

Cas exceptionnel		
Charge	Déraillement	Séisme
Poids propre	1	1
Poussée des terres	1	1
Charge ferroviaire déraillée	1	0
Charge ferroviaire normale	0	0.3
Trafic piéton	0	0

Tableau 8: Combinaison de charges cas exceptionnel

4.5 Dimensionnement

4.5.1 Microberlinoise

4.5.1.1 Calcul simplifié

Le calcul simplifié repose sur les charges suivantes :

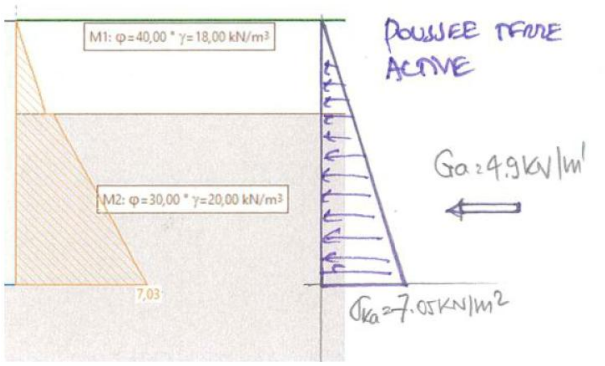


Figure 45: Poussée de terre active

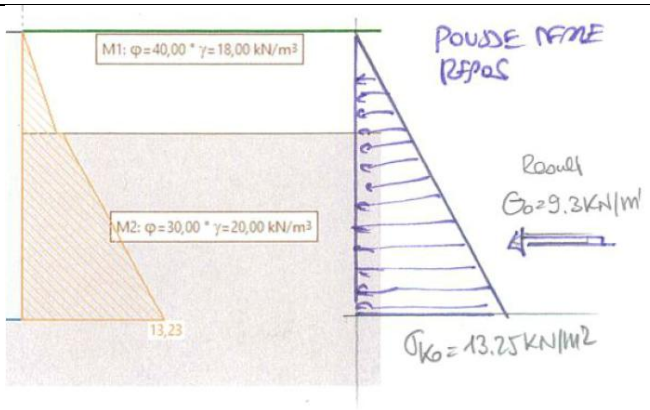


Figure 46: Poussée des terres au repos

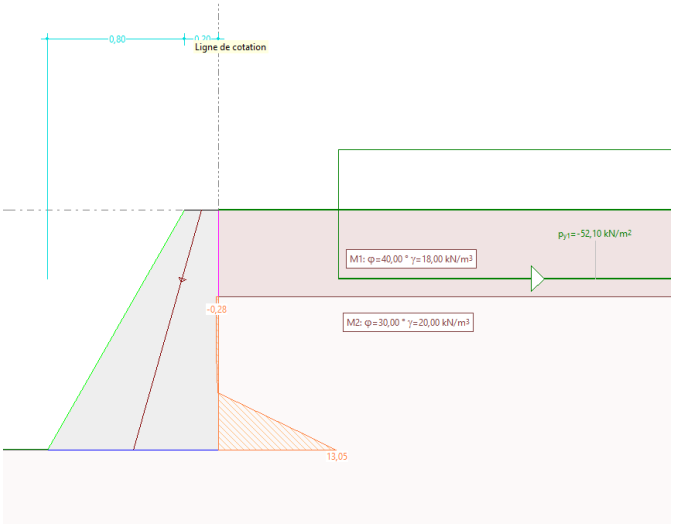


Figure 47: Charge ferroviaire active

La poussée active due aux charges ferroviaires est donc de 2.28 kN/m

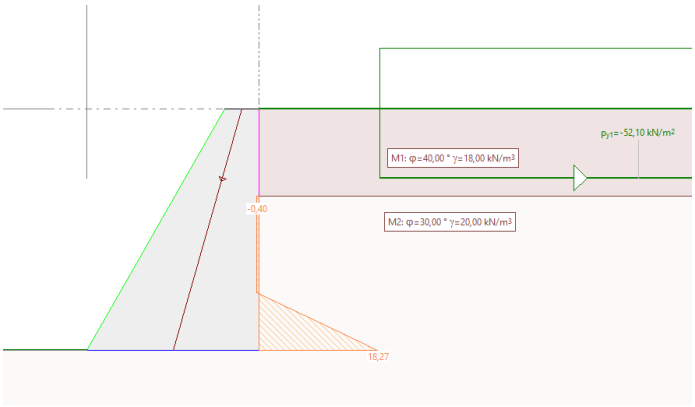


Figure 48: Charge ferroviaire repos

La poussée au repos due aux charges ferroviaires est donc de 3.2 kN/m.

La force de lacet est de

$$\frac{80\ kN}{9.8\ m} = 8.2\ {}^{kN}/_{m'}$$

Ainsi, on a :

$$E_{hd,a} = 1.35 * 4.9\ {}^{kN}/_{m'} + 1.45 * 2.28\ {}^{kN}/_{m'} = 9.9\ {}^{kN}/_{m'}$$

$$E_{hd,0} = 1.35 * 9.3\,{}^{kN}/_{m'} + 1.45 * 3.2\,{}^{kN}/_{m'} = 17.2\ {}^{kN}/_{m'}$$

La poussée que doit reprendre chaque poteau est donc de :

$$Q_{hd} = 1.5m * (\frac{17.2\ {}^{kN}/_{m'} + 9.9\,{}^{kN}/_{m'}}{2} + 8.2\,{}^{kN}/_{m'}) = 32.6\,{}^{kN}/_{poteau}$$

Ainsi, en prenant une poussée passive du côté aval, la résistance accordée par le sol est de :

$$F = \left(K_p - K_a\right) * \gamma * l * \frac{l}{2} * (1 + 2\tan(\phi))d$$

L'angle de frottement effectif est de 25.7°, et le diamètre d=0.34m. Ainsi, la poussée active et passive est de :

$$K_p = tan^2\left(45 + \frac{\varphi}{2}\right) = 2.5$$

$$K_a = tan^2\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right) = 0.4$$

$$F = (2.5 - 0.4) * 20 * \frac{l^2}{2}(1 + 2\tan(25.7°)) * 0.34 = 14\ l^2$$

Ainsi, la longueur nécessaire pour reprendre la force est de :

$$l = \sqrt{\frac{32.6\,{}^{kN}/_{poteau}}{14}} = 1.53m$$

Si l'on considère la poussée des charges ferroviaires sur la longueur de la fiche, on peut ajouter la charge active augmentée de :

$$p_{fer,fiche} = 1m * \frac{18.3\,{}^{kN}/_{m^2} + 13.1\,{}^{kN}/_{m^2}}{2} l = 15.7l$$

Ainsi, la longueur nécessaire pour reprendre la charge totale passe à 2.2m. Ainsi, en prenant une marge, on donnera une longueur de 3m aux fiches.

4.5.1.2 ELU

Les efforts internes obtenus de Larix sont les suivants :

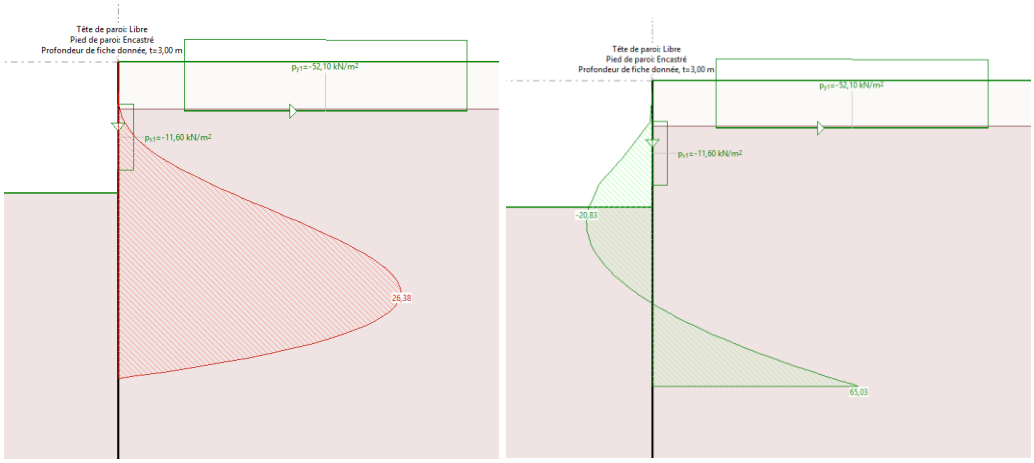


Figure 49: Moment de flexion à gauche et effort tranchant à droite

Il serait possible d'utiliser un HEB 200, S355, ce qui nous donne la résistance suivante, selon la table S5/05 :

$$M_{Rd} = 217.2\ kNm$$

Ainsi :

$$\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{1.5m * 26.4\ kNm/m}{217.2\ kNm} = 0.18$$

La pression du sol que la gunite doit reprendre est de 26.8 kN/m^2.

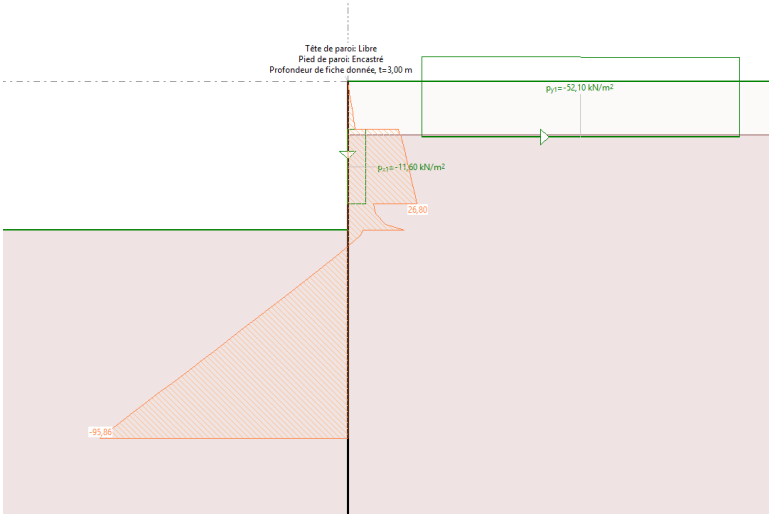


Figure 50: Pression sur les soutènements

La distance sur laquelle le béton doit reprendre les charges est de 980mm.

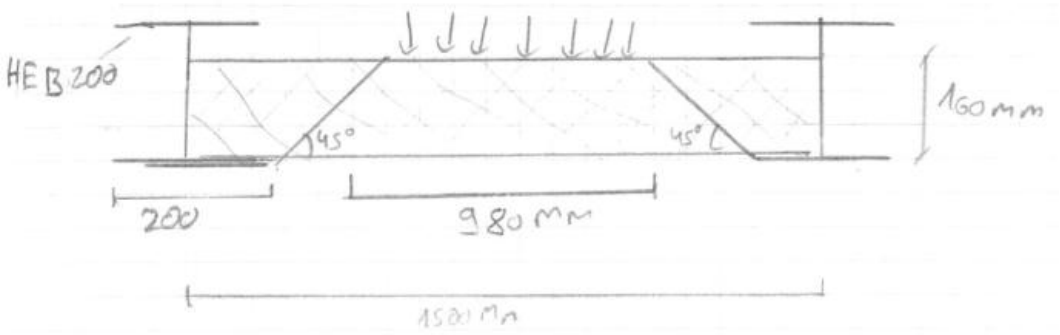


Figure 51: schéma de reprise des charges sur le béton

Cela donne donc un moment de flexion de :

$$M_{ed} = \frac{26.8\ \frac{kN}{m} * 0.98^2 m^2}{8} = 3.2 kNm$$

Avec un K335 d'armature, soit As=335 mm^2/m, on obtient :

d=160-30-4=126mm

$$x_{pl} = \frac{335mm^2 * 435\ {}^{N}/_{mm^2}}{1000mm * 20\ {}^{N}/_{mm^2}} = 7.3mm$$

$$M_{rd} = 335mm^2 * 435\ {}^{N}/_{mm^2} * (126mm - 0.5 * 7.3mm) = 17.8\ kN$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{3.2\ kNm}{17.8\ kNm} = 0.18$$

4.5.1.3 ELS

La valeur standard de déplacement proche des voies est de 20mm. Cependant, pour garantir la sécurité du trafic, le déplacement sera comparé aux valeurs de précaution et d'intervention, telles que décrites dans le concept de surveillance et d'alarme, ainsi que la convention d'utilisation. Avec un écart de 1.5m pour des HEB 200, on obtient le déplacement suivant :

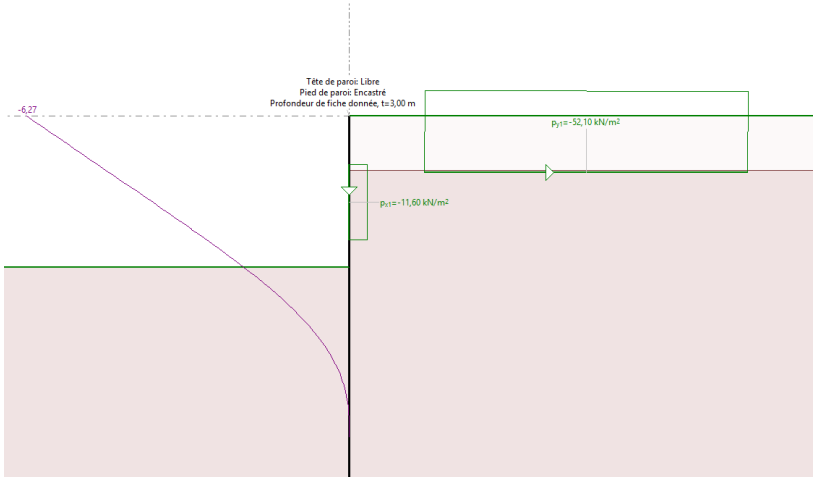


Figure 52: Déplacement modélisé pour un HEB 200

Le déplacement est de 6.3mm. Cependant, une rigidité plus grande due au béton pour les trois mètres de fiches n'a pas été prise en compte. Le déplacement sera ainsi plus faible. Pour un trafic dont la vitesse a été limitée à 80 km/h, le déplacement horizontal de précaution est de 9mm. Ainsi, selon ce modèle, il n'y a pas de risque sur le trafic ferroviaire.

Le déplacement sera calculé de manière plus précise lors de la mise en place du modèle sol-structure lors de la phase prochaine. Cela pourra confirmer le choix de la section métallique et vérifier le déplacement de la microberlinoise et du ballast à l'arrière.

4.5.1.4 Stabilité du terrain

Suite à la mise en place de la microberlinoise, il est nécessaire de vérifier la stabilité du terrain après le terrassement. Ainsi, on obtient la vérification suivante :

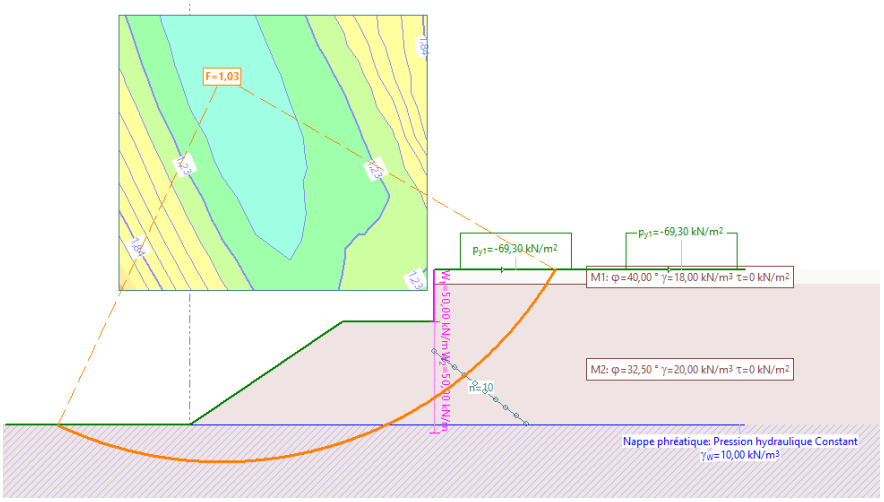


Figure 53: Degré de conformité du talus suite au terrassement

La résistance accordée par les montants a été limitée à 50 kN/m, dû à la faible profondeur de ces éléments. Ainsi, la sécurité du talus est garantie

4.5.2 Mur de soutènement des KV

Lors de la construction, l'élément en béton préfabriqué n'est pas auto stable. Ainsi, l'entreprise devra mettre en place des supports provisoires pour garantir la stabilité de l'ouvrage durant toutes les phases de construction.

4.5.2.1 Fissuration de la semelle – exigence accrue

Il est nécessaire de calculer le taux d'armature minimal :

Selon la convention d'utilisation, le niveau d'exigence est considéré comme accru.

Valeur selon corrective C1 de la norme SIA 262

Valeur selon corrective C1 de la norme SIA 262

Objectifs	Exigences		
	normales	accrues	élevées
Eviter une défaillance fragile lorsque f_{ctd} est atteint	$\sigma_s \le f_{sd}$	$\sigma_s \le f_{sd}$	$\sigma_s \le f_{sd}$
Eviter l'écoulement plastique de l'armature pour les cas de charge fréquents selon SIA 260	-	$\sigma_s \le f_{sd}$-80 N/mm^2	$\sigma_s \le f_{sd}$-80 N/mm^2
Limiter l'ouverture des fissures (sous déformations imposées ou entravées, resp. pour les cas de charge quasi permanents selon SIA 260) lorsque f_{ctd} est atteint [1)]	$\sigma_s \le f_{sd}$	$\sigma_s \le \sigma_{s,adm}$ pour w_{nom} = 0,5 mm	$\sigma_s \le \sigma_{s,adm}$ pour w_{nom} = 0,2 mm

1) ***Pour des niveaux de sollicitation au-delà de la fissuration, une armature minimale supérieure à celle obtenue avec l'éq. (100a) est nécessaire pour respecter l'ouverture nominale des fissures exigée ; le cas échéant, elle est à déterminer avec des modèles de calcule avancés.***

Figure 54: Extrait de la corrective C1 de la norme SIA 262

Pour le cas de déformations entravées ou imposées relatives aux cas de charges quasi permanents, le correctif de la norme présente un tableau (valable pour des valeurs de f_{ctm} = 2.9 N/mm2, béton C30/37) indiquant les contraintes admissibles selon le diamètre d'armature

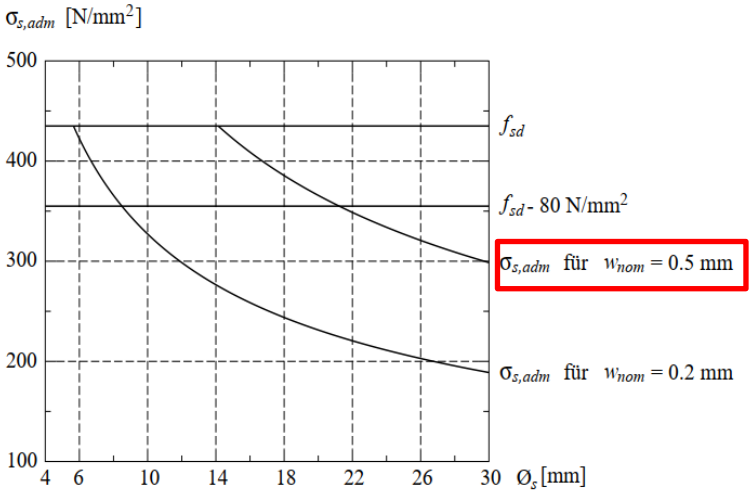


Figure 55: Extrait de la corrective C1 de la norme SIA 262

Ce tableau respecte l'équation suivante, issue du correctif C1 au chapitre 4.4.2.3.4 :

$$\sigma_{s,adm} = \sqrt{\frac{9 \cdot E_s \cdot f_{ctm} \cdot w_{nom}}{\emptyset_s}} \leq f_{sd}$$

Contraintes maximales admissibles pour exigences accrues

Pour un $\Phi 20\ e = 150$ $\sigma_{s,adm} = \sqrt{\frac{9 \cdot E_s \cdot f_{ctm} \cdot w_{nom}}{\emptyset_s}} = \sqrt{\frac{9 \cdot 205'000 \cdot 2{,}9 \cdot 0{,}5}{20}} = 365\ N/mm^2$

Armature minimale

Pour le calcul des efforts du retrait de la semelle, une épaisseur moyenne de h = 600 mm est admis :

$$h = 600\ mm$$

$$f_{ctm} = 2.9\ N/mm^2$$

$$k_t = \frac{1}{1 + 0.5 \cdot h} = \frac{1}{1 + 0.5 \cdot 0.6} = 0.77 \rightarrow\ f_{ctd} = k_t \cdot f_{ctm} = 2.2\ N/mm^2$$

$$A = \frac{f_{ctd}}{\sigma_{s,adm}} \cdot h = \frac{2.2 \cdot 600}{366} = \frac{3606\ mm^2}{m} \rightarrow \mathbf{2\ nappes\ \emptyset 20\ e = 150mm\ (4180\ mm^2/m)}$$

Ainsi, l'armature à utiliser pour la semelle sont des Φ20 e 150mm

Le moment résistant accordé à la semelle est donc calculé ainsi :

d=600mm-40mm-10mm=550mm

$$x_{pl} = \frac{2090mm^2 * 435\ {}^{N}/_{mm^2}}{1000mm * 20\ {}^{N}/_{mm^2}} = 45.5\ mm$$

$$M_{rd} = 2090mm^2 * 435\ {}^{N}/_{mm^2} * (550mm - 0.5 * 45.5mm) = 479.3\ kNm$$

4.5.2.2 Fissuration de du mur – exigence accrue

Pour le mur, on a une épaisseur de 300mm.

Pour un $\Phi 14e = 150$ $\sigma_{s,adm} = \sqrt{\frac{9 \cdot E_s \cdot f_{ctm} \cdot w_{nom}}{\emptyset_s}} = \sqrt{\frac{9 \cdot 205'000 \cdot 2{,}9 \cdot 0{,}5}{14}} = 437\ N/mm^2$

$$h = 300\ mm$$

$$f_{ctm} = 2.9\ N/mm^2$$

$$k_t = \frac{1}{1 + 0.5 \cdot h} = \frac{1}{1 + 0.5 \cdot 0.3} = 0.87 \rightarrow\ f_{ctd} = k_t \cdot f_{ctm} = 2.5\ N/mm^2$$

$$A = \frac{f_{ctd}}{\sigma_{s,adm}} \cdot h = \frac{2.5 \cdot 300}{435} = \frac{1724mm^2}{m} \rightarrow \mathbf{2\ nappes\ \emptyset 14\ e = 150mm\ (2060\ mm^2/m)}$$

d=250mm-40mm-10mm=200mm

$$x_{pl} = \frac{1030mm^2 * 435\ {}^{N}/_{mm^2}}{1000mm * 20\ {}^{N}/_{mm^2}} = 22.4\ mm$$

$$M_{rd} = 1030\ mm^2 * 435\ {}^{N}/_{mm^2} * (200mm - 0.5 * 22.4\ mm) = 84.6\ kNm$$

4.5.2.3 ELU

Le mur de KV a été dimensionné avec le modèle à l'ELU.

4.5.2.3.1 Mur

Les moments de flexion sont les suivants :

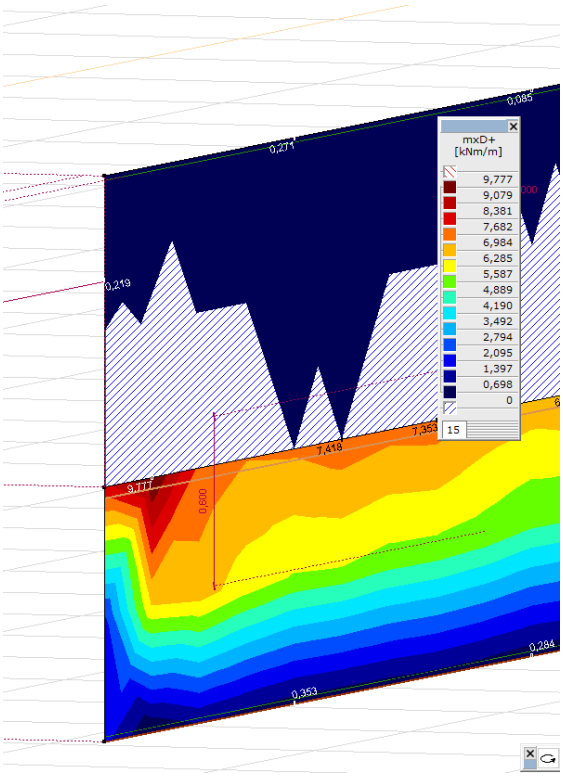


Figure 56: Moment de flexion mxD+

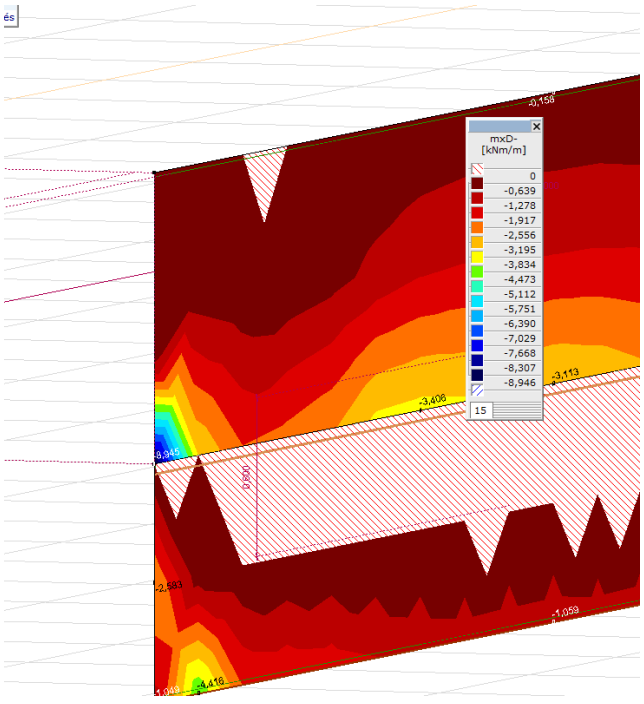


Figure 57: Moment de flexion mxD- répartit

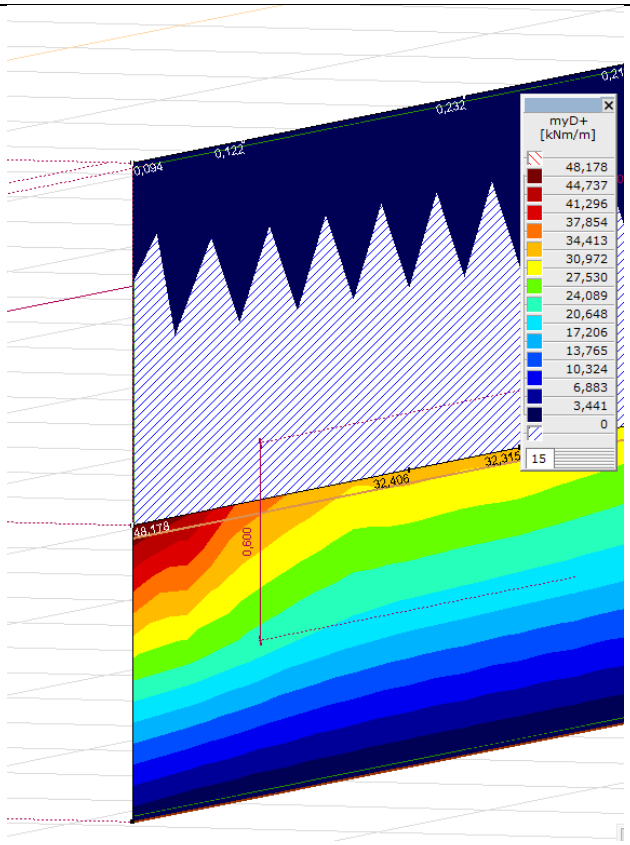


Figure 58: Moment de flexion myD+

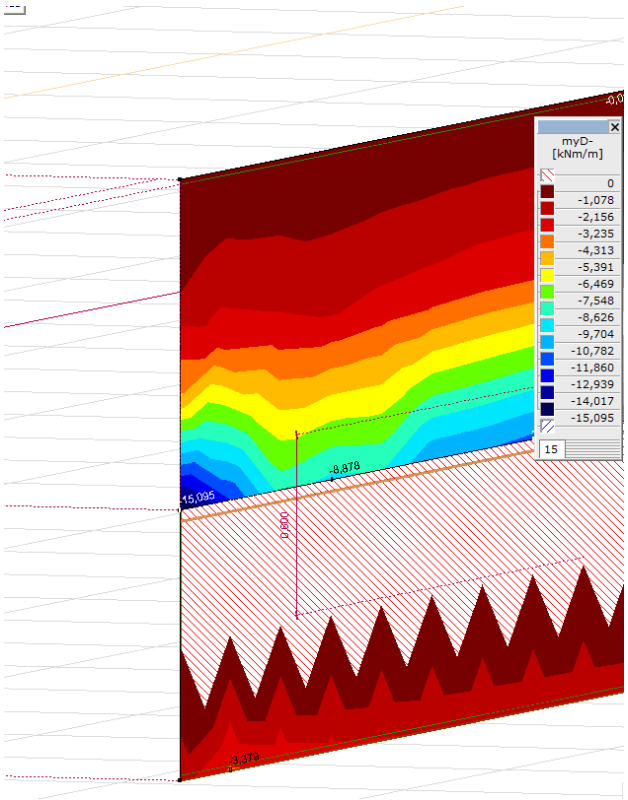


Figure 59: Moment de flexion myD-

Les moments de flexion dans le mur sont plus faibles que le moment de résistance accordé par l'armature minimale. Il n'y a ainsi pas de problèmes liés à la flexion.

4.5.2.3.2 Semelle

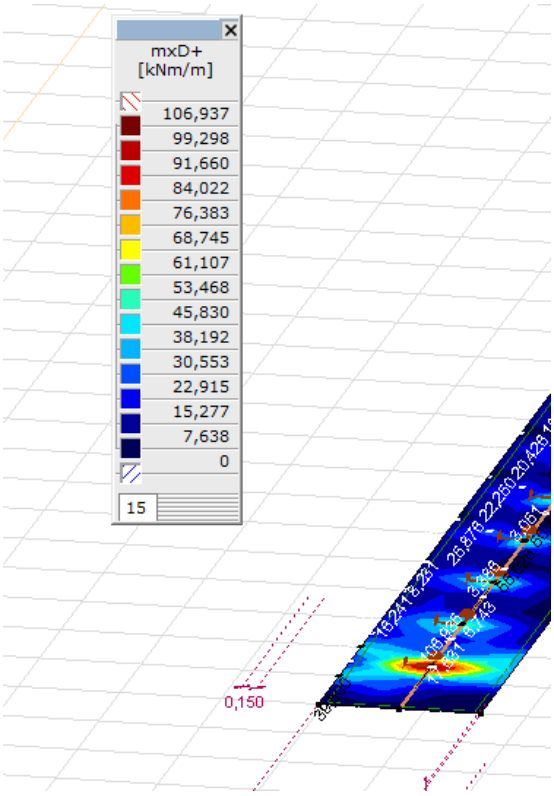


Figure 60: Moment de flexion mxD+

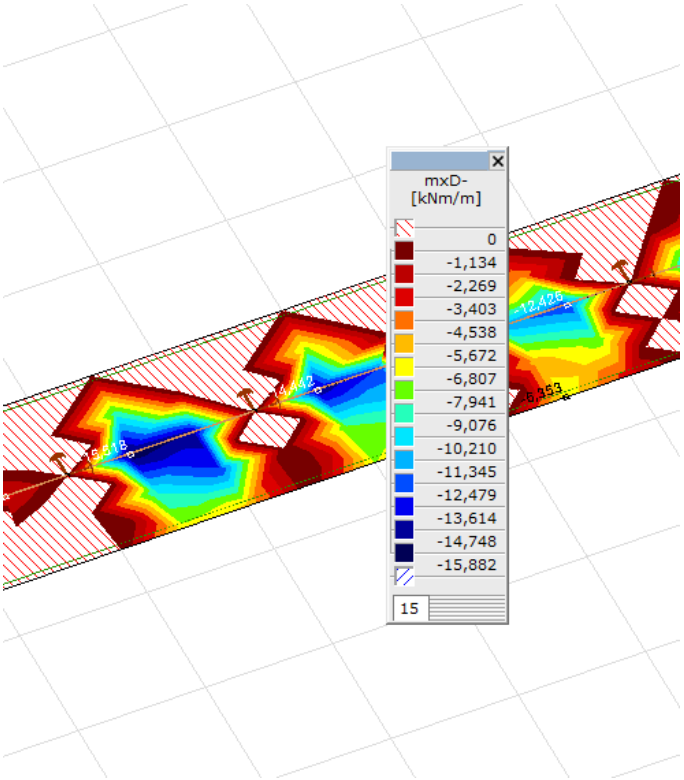


Figure 61: Moment de flexion mxD-

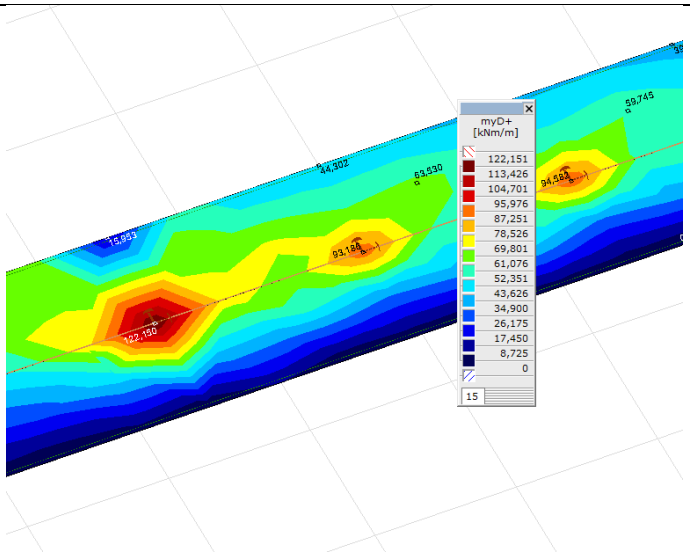


Figure 62: Moment de flexion myD+

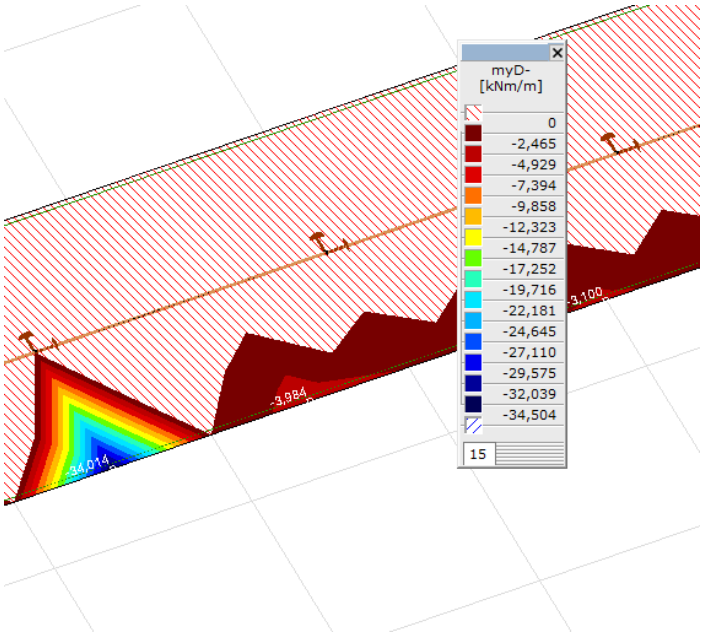


Figure 63: Moment de flexion myD-

Ainsi, le moment de flexion est plus faible que la résistance donnée par l'armature minimale.

4.5.2.4 ELS

4.5.2.4.1 Mur

Les charges à l'ELS sont les suivantes :

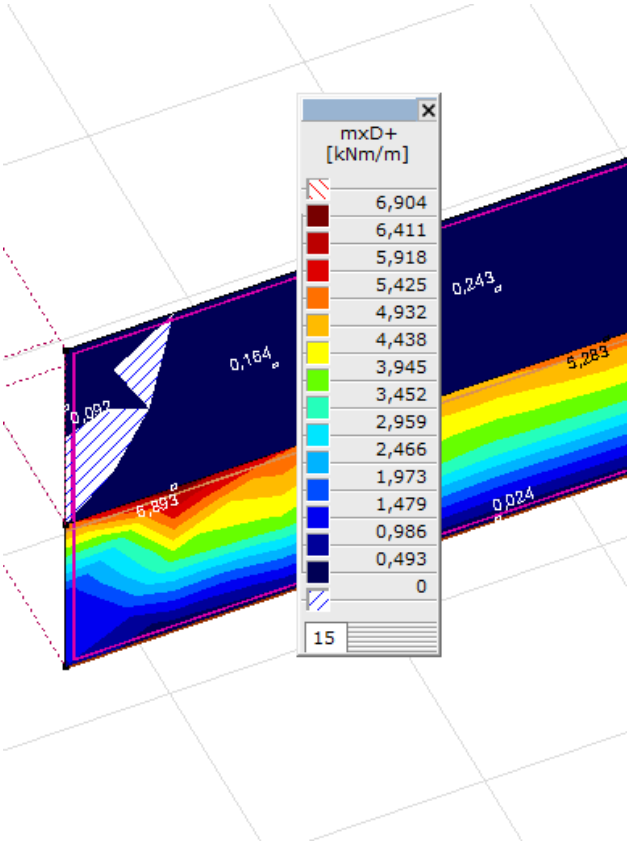


Figure 64: Moment de flexion mxD+

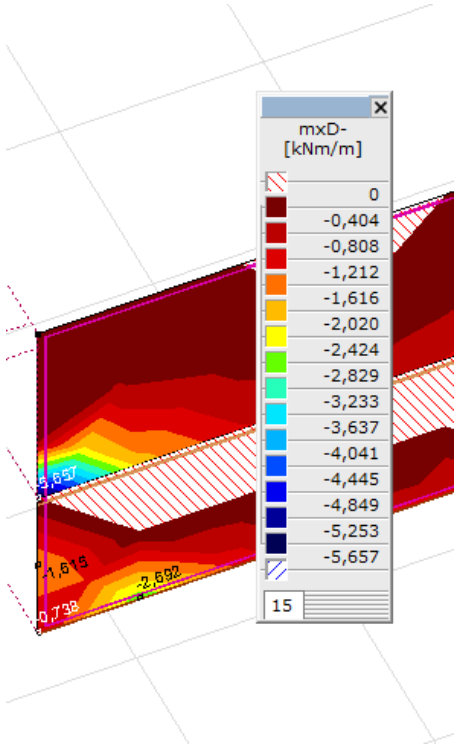


Figure 65: Moment de flexion mxD-

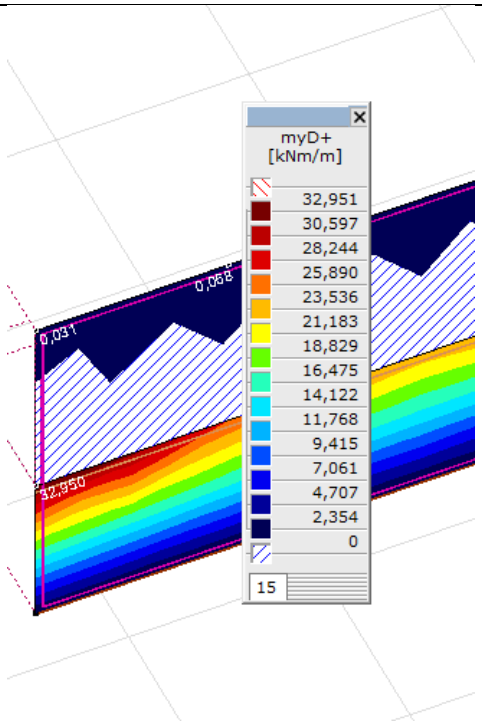


Figure 66: Moment de flexion myD+

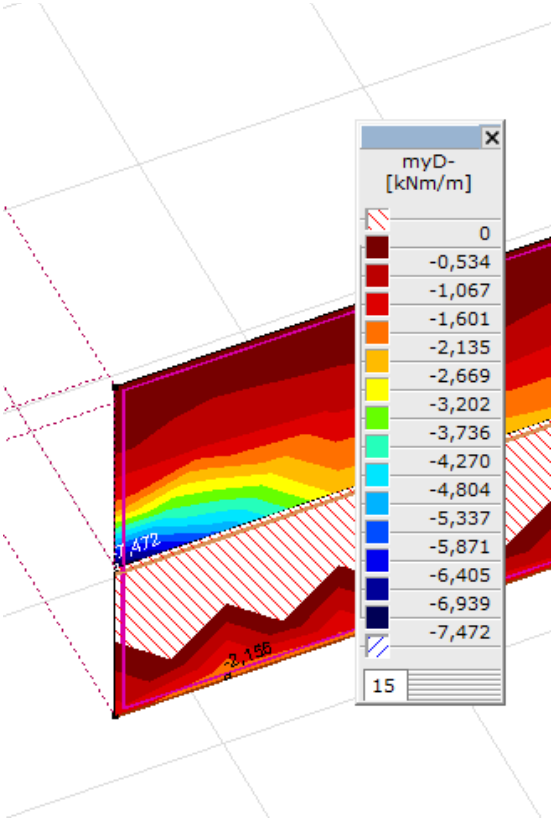


Figure 67: Moment de flexion myD-

Le moment de flexion maximal est donc de 32 kNm. Ainsi, on obtient la contraint suivante dans les armatures :

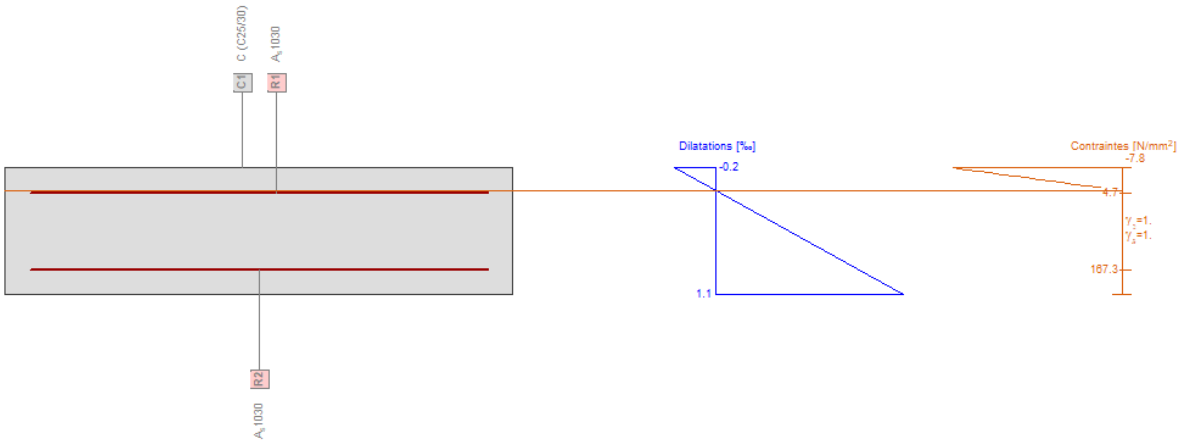


Figure 68: Contraintes à l'ELS dans le mur

Avec une contrainte maximale de 167.3 N/mm^2 dans les armatures, il n'y a pas de problèmes de fissuration.

4.5.2.4.2 Semelle

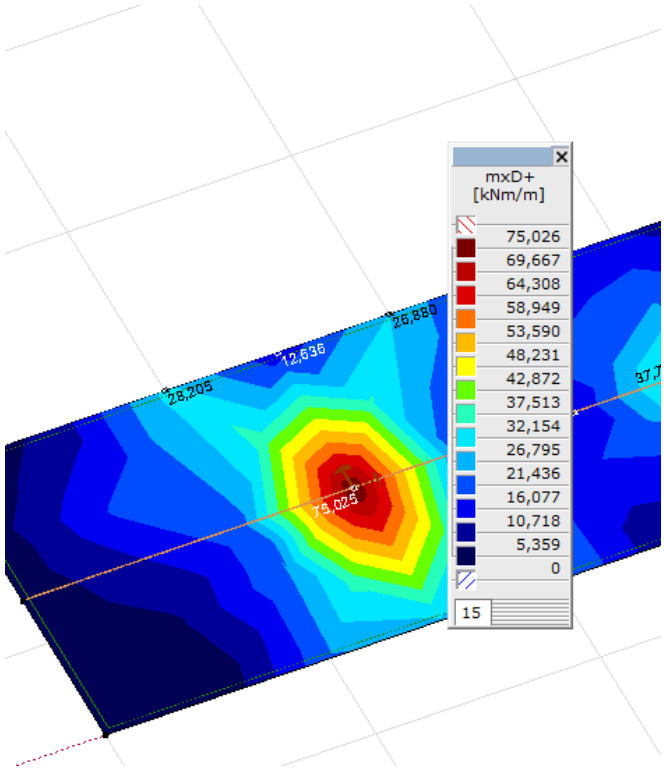


Figure 69: Moment de flexion mxD+

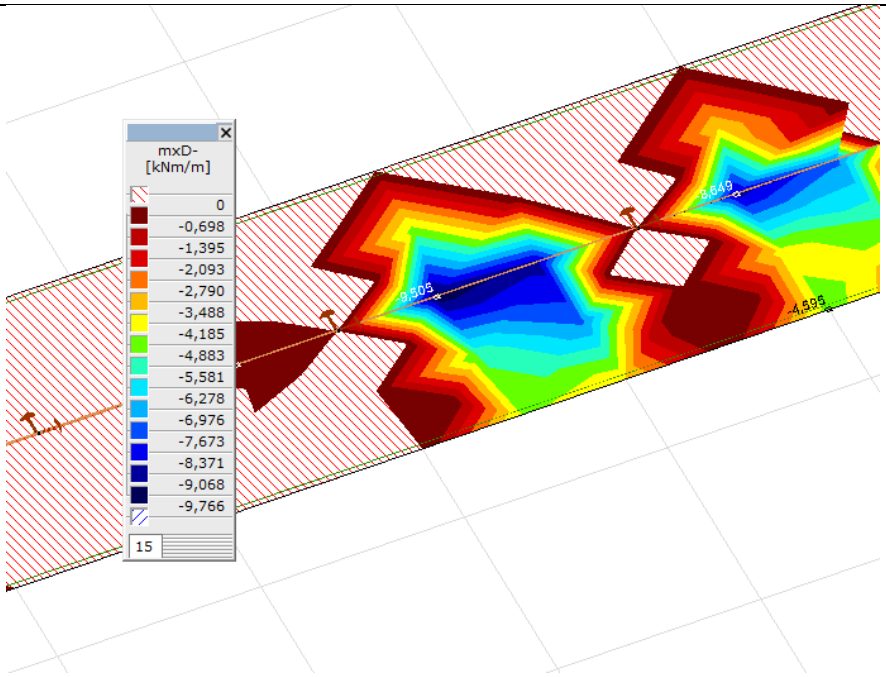


Figure 70: Moment de flexion mxD-

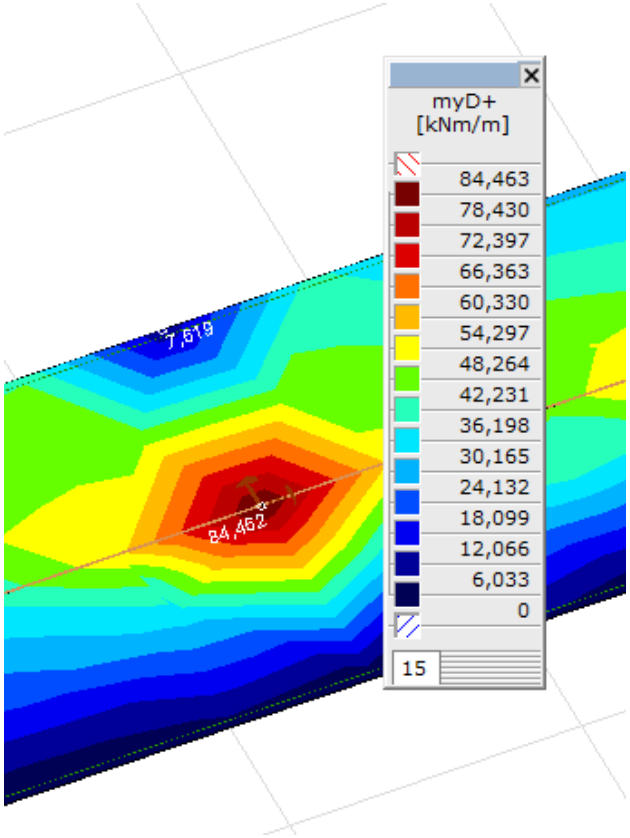


Figure 71:Moment de flexion myD+

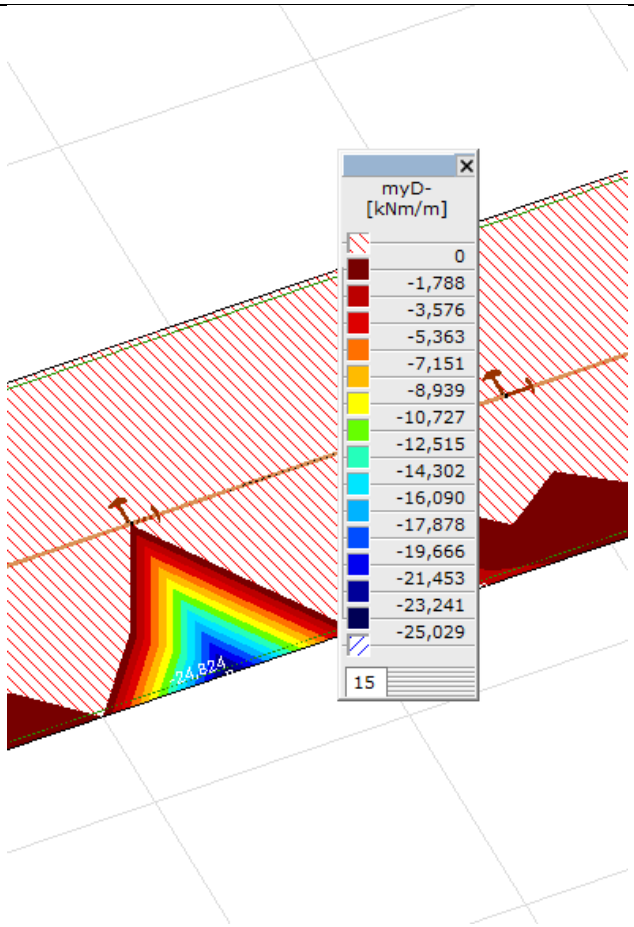


Figure 72: Moment de flexion myD-

Ainsi, le moment de flexion maximal à l'ELS est de 84 kNm. Ainsi, en modélisant la structure sur Fagus, on obtient :

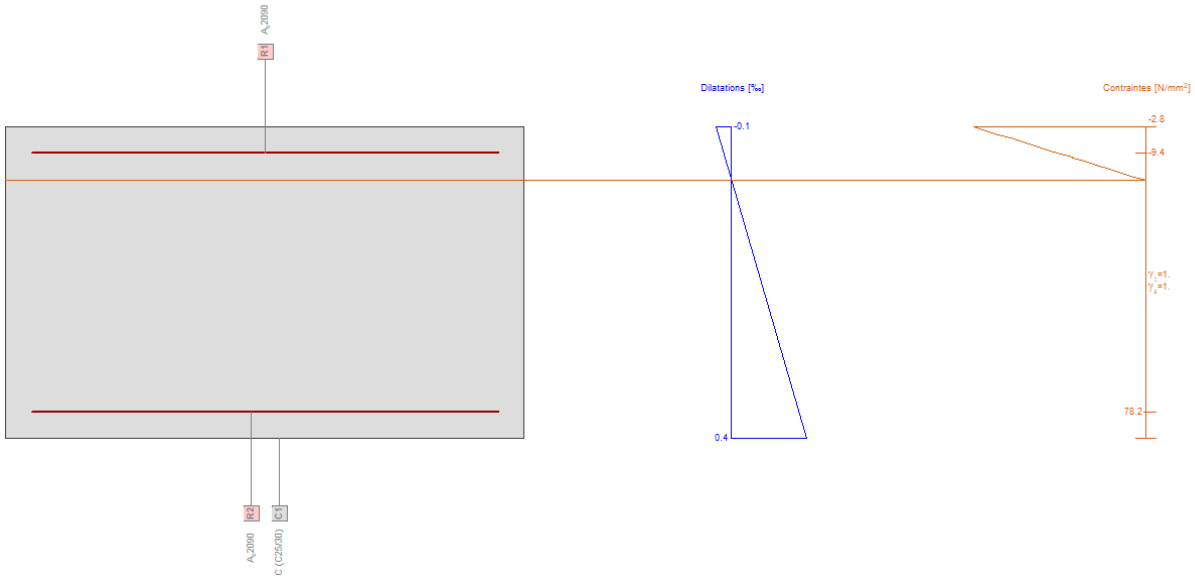


Figure 73: contraintes dans la semelle

Ainsi, les contraintes dans l'armature de la semelle sont en dessous de la limite imposée. Il n'y a ainsi pas de problème de fissuration.

Comme on est très proche de la limite, il est préférable d'augmenter la taille d'armature utilisée. Cela signifie mettre en place des Φ 16^e150, soit A_s=1340 mm^2. Le schéma d'armature se situe également dans les annexes

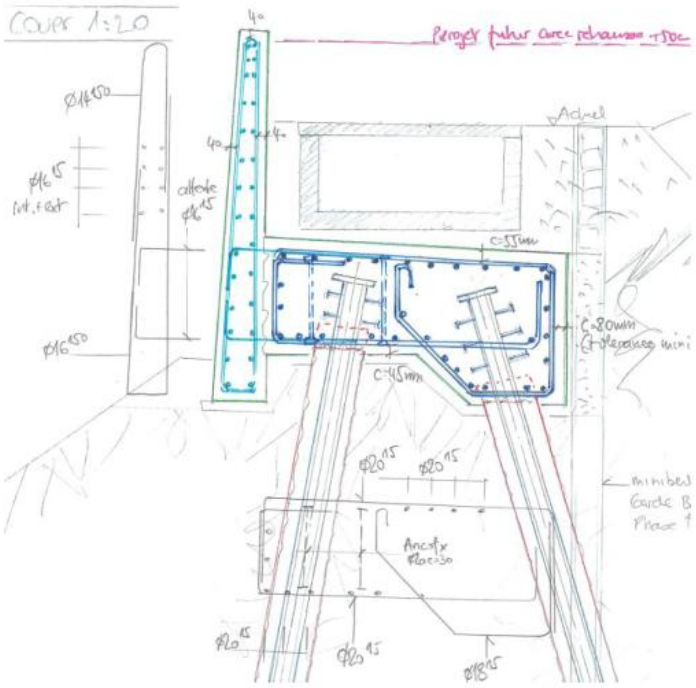


Figure 74: Schéma d'armature

4.5.3 Micropieux

4.5.3.1 Durabilité des micropieux

Les indications liées à la protection contre la corrosion des micropieux du mur de KV sont décrites dans le rapport technique, document 12.303.07 au chapitre 6.2.

4.5.3.2 Calcul simplifié

La charge verticale permanente au-dessus des micropieux est :

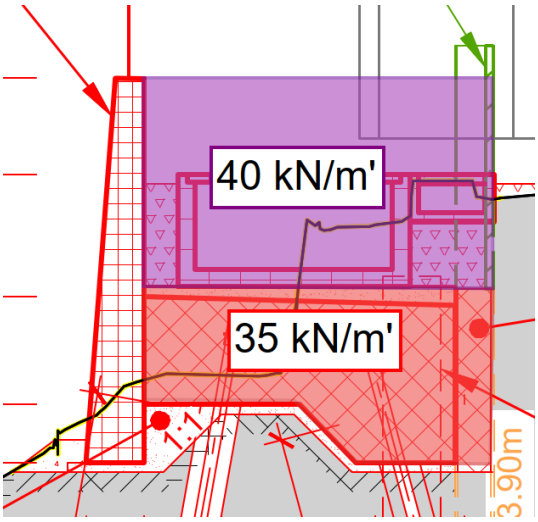


Figure 75: Charges verticales sur les micropieux

La charge verticale est de 75 kN/m'. La charge horizontale est de 17 kN/m' pour la poussée des sols, avec une excentricité de 25cm par rapport à l'axe neutre de la fondation. La charge horizontale est de 13 kN/m' pour la poussée due à la charge ferroviaire, avec une excentricité de 5cm par rapport à l'axe neutre de la fondation.

Ainsi, le moment de flexion dû aux charges verticales est de :

$$M_{ek} = 16.5\ {}^{kN}/_{m'} * 0.25m + 13\ {}^{kN}/_{m'} * 0.05m + 10.2\ {}^{kN}/_{m'} * 0.05m = 6\ {}^{kNm}/_{m'}$$

$$M_{ed} = 1.35 * 16.5\ {}^{kN}/_{m'} * 0.25m + 1.45 * 13\ {}^{kN}/_{m'} * 0.05m + 1.45 * 10.2\ {}^{kN}/_{m'} * 0.05m = 7.25\ {}^{kNm}/_{m'}$$

L'effort horizontal est de :

$$V_{ek} = 16.5\ {}^{kN}/_{m'} + 13\ {}^{kN}/_{m'} + 10.2\ {}^{kN}/_{m'} = 39.7\ {}^{kN}/_{m'}$$

$$V_{ed} = 1.35 * 16.5\ {}^{k}/_{m'} + 1.45 * 13\ {}^{kN}/_{m'} + 1.45 * 10.2\ {}^{kN}/_{m'} = 55.9\ {}^{kN}/_{m'}$$

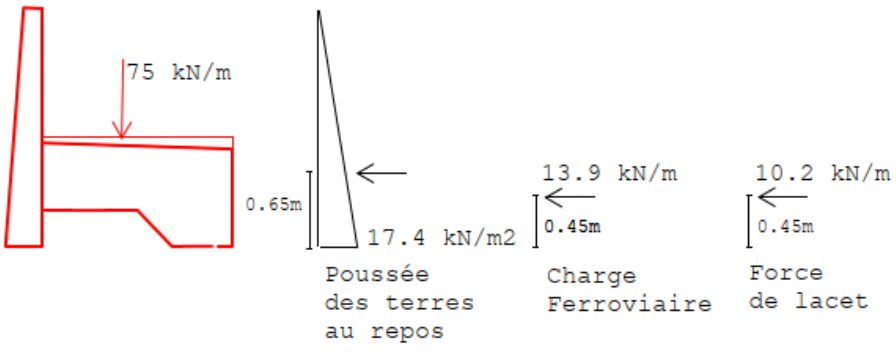


Figure 76: Efforts sur la structure

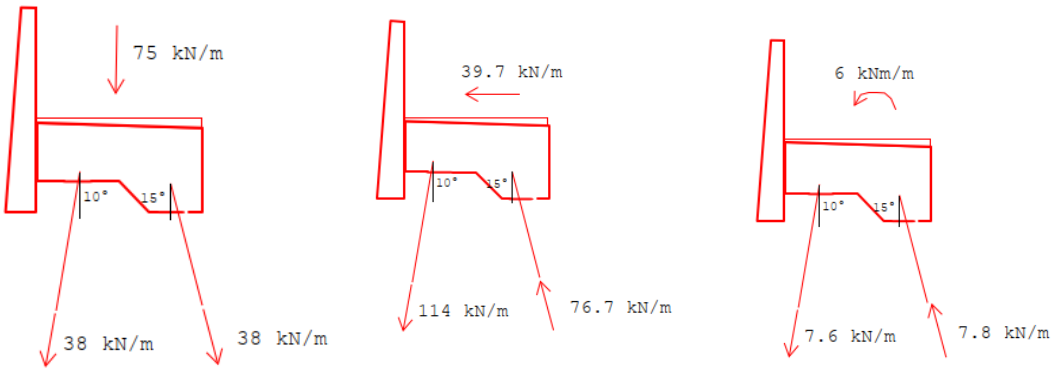


Figure 77: Efforts dans les micropieux à l'ELS

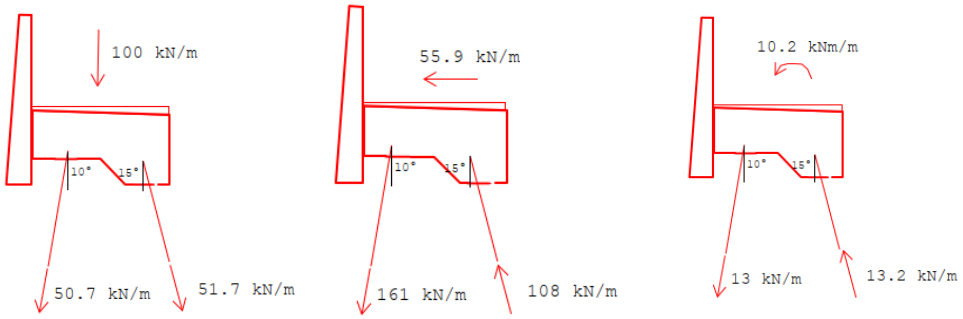


Figure 78: Efforts dans les micropieux à l'ELU

Ainsi, on obtient les charges à l'ELU sur les micropieux :

$$N_{max} = 50.7\frac{kN}{m'} + 161\frac{kN}{m'} + 13\frac{kN}{m'} = 224.7\frac{kN}{m'}(compression)$$

$$N_{min} = +51.7\frac{kN}{m'} - 108\frac{kN}{m'} - 13.2\frac{kN}{m'} = -70\frac{kN}{m'}\ (traction)$$

La majorité des contraintes axiales est donc due aux efforts tranchants repris en compression et traction dans les micropieux.

Les pieux aval (en compression) sont disposés tous les 1.25m, alors que les pieux amonts (en traction) sont disposés tous les 1.5m. Ainsi, les efforts réels dans les micropieux sont :

$$N_{compression} = 1.25m * 224.7\frac{kN}{m'} = 280.9\ {}^{kN}/_{micropieux}$$

$$N_{traction} = 1.5m * -70\frac{kN}{m'} = -105\ {}^{kN}/_{micropieux}$$

4.5.3.3 Résistance interne

Les efforts internes des micropieux sont les suivants :

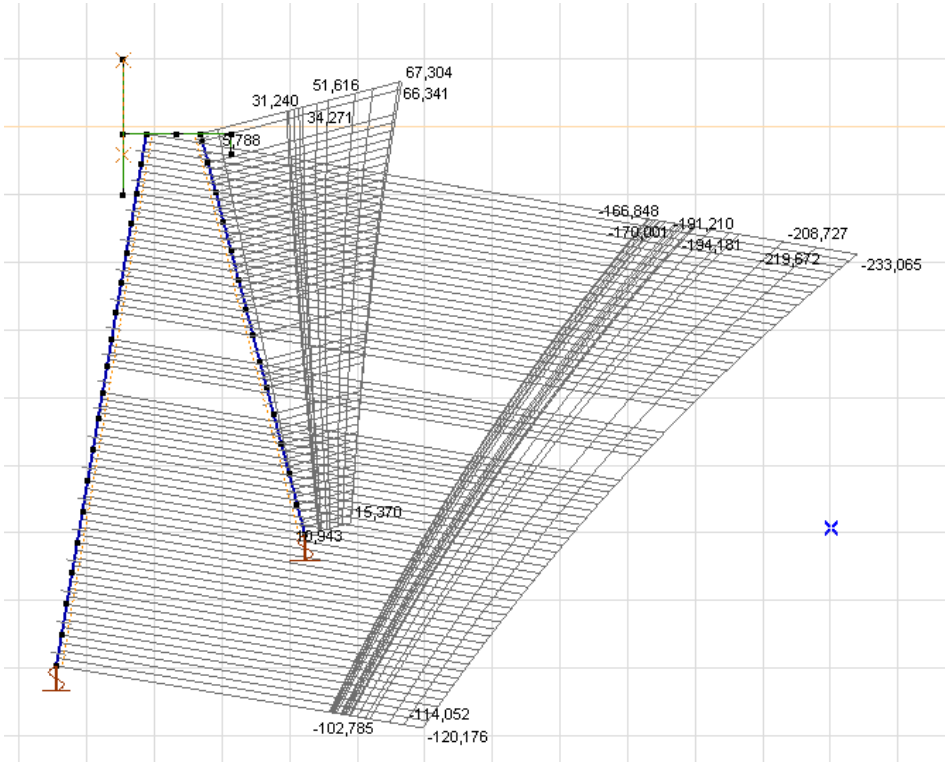


Figure 79: Compression dans les micropieux

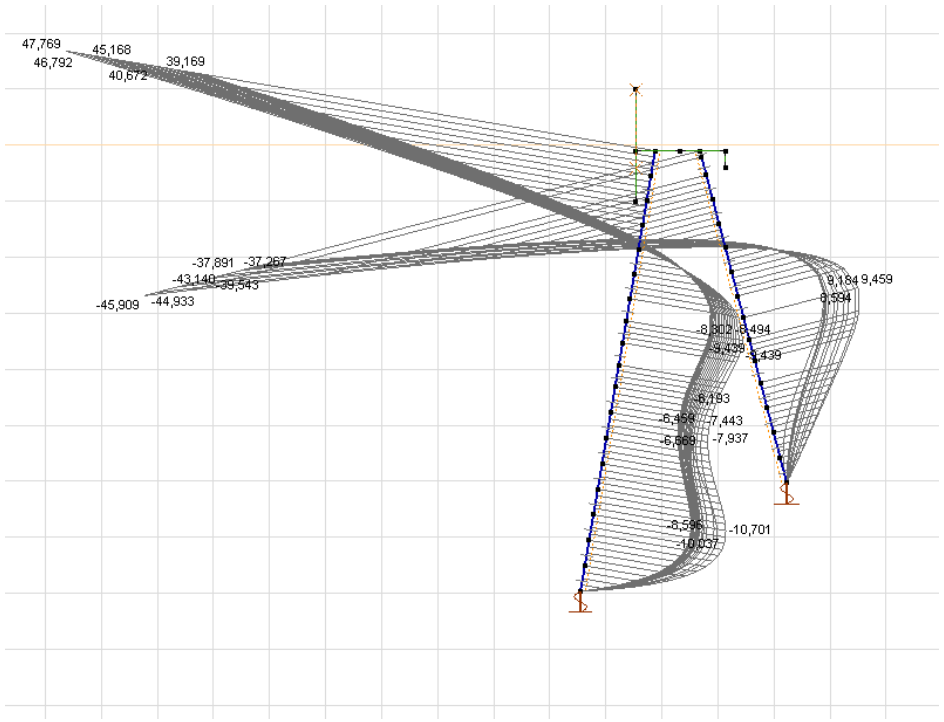


Figure 80: Moment de flexion dans les micropieux

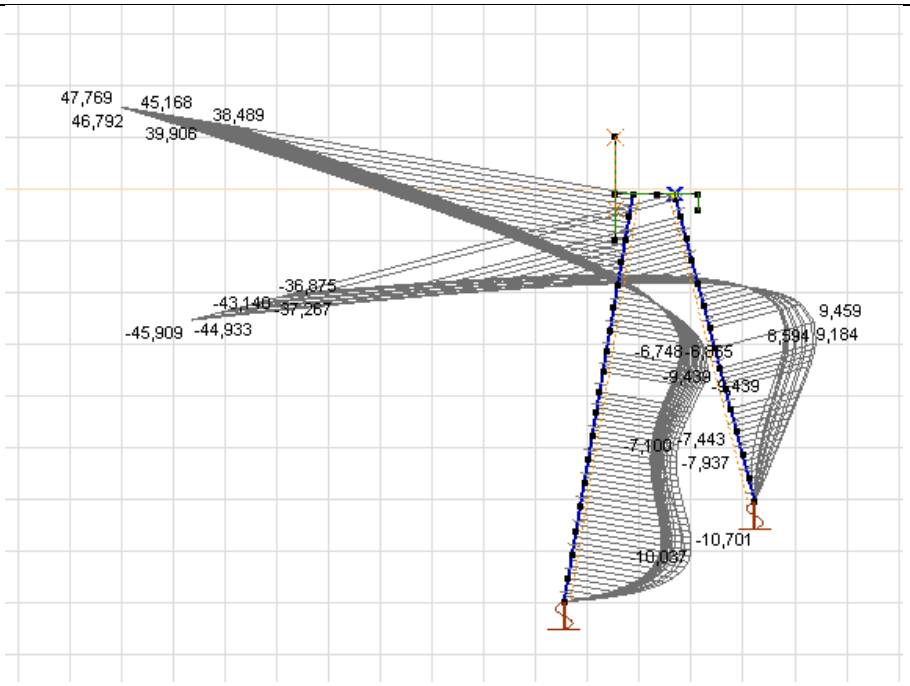


Figure 81: Effort tranchant dans les micropieux

Ainsi, les micropieux du côté Lac reprennent une charge de compression importante, alors que les micropieux du côté Jura ont une légère charge de compression. A 30cm du bord supérieur, soit à l'endroit où le micropieu sort du mur, le moment de flexion est de 15.8 kNm. On obtient :

$$N_{compression,max} = -233.1 \ {}^{kN}/_{micropieux}$$

$$N_{compression,min} = 67 \ {}^{kN}/_{micropieux}$$

Ainsi, on peut prendre le système avec un diamètre de forage de 280mm, ce qui nous donne les valeurs suivantes :

7

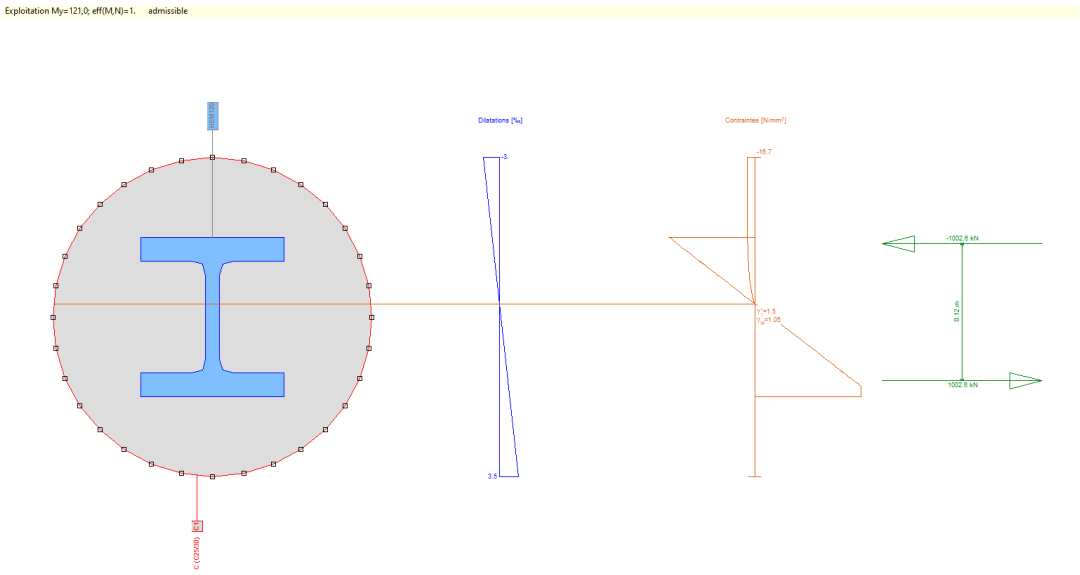


Figure 82: Résistance à la flexion, micropieux avec HEM 120 S355 dans l'axe fort

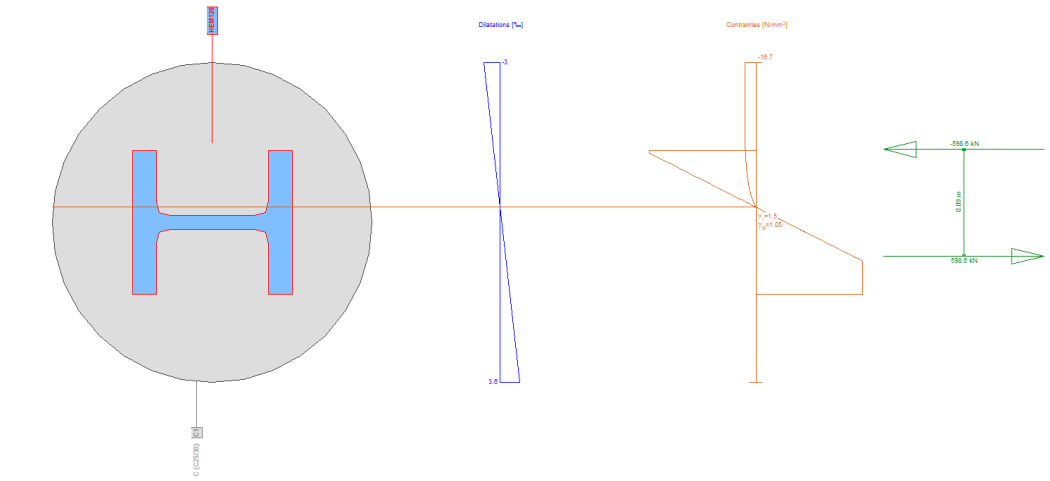


Figure 83: Résistance à la flexion, micropieux avec HEM 120 S355 dans l'axe faible

$$n_{HEM,axe\ fort} = \frac{121\ kNm}{47.8\ kNm} = 2.5$$

$$n_{HEM,axe\ faible} = \frac{56\ kNm}{47.8\ kNm} = 1.2$$

Ainsi, les micropieux avec un HEB 120 S355 ont une marge à l'effort interne du côté faible. Si les pieux sont placés dans la bonne direction, en utilisant l'axe fort du HEM, il y a une marge suffisante en termes de moment de flexion. Une optimisation est possible lors d'une phase future. Ces éléments permettent cependant d'avoir une marge suffisante au niveau de l'encastrement. Ainsi, il est actuellement prévu d'utiliser ce type d'élément métallique.

Au niveau de l'effort tranchant entre les pieux et le mur, la résistance d'un HEM 120 est de 413 kN. Ainsi :

$$n_{HEM,V} = \frac{413\ kNm}{47.8\ kNm} = 8.6$$

4.5.3.4 Résistance externe

Une fois la section déterminée, on peut déterminer la résistance externe. On calculera la résistance ainsi :

$$Résistance\ au\ frottement: Q_m = UhK\sigma_z \tan(\delta)$$

On considérera pour le calcul $K\tan(\delta) = 0.4$ et U le pourtour du micropieu.

$$Résistance\ de\ pointe: Q_s = A\left(cN_c + \sigma_z N_q\right)X$$

Avec A l'aire du micropieux, c la cohésion, N_c et N_q des facteurs de portance du sol, et X un facteur dépendant du paramètre du sol et de la géométrie du pieux. On pourra ainsi prendre le facteur X de 2.3

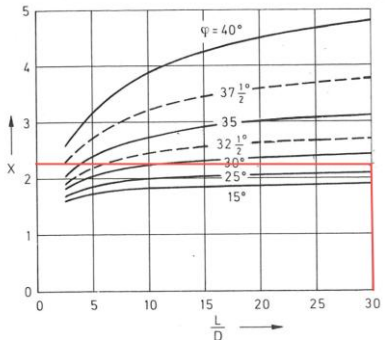


Figure 84: facteur x

Si l'on prend :

$$\varphi = \arctan\left(\frac{\tan(\Phi)}{1.1}\right) = \arctan\left(\frac{\tan 25}{1.1}\right) = 23°$$

$$N_q = e^{\pi \tan(\varphi)} tan^2\left(45° + \frac{\varphi}{2}\right) = e^{\pi \tan(23)} tan^2\left(45° + \frac{23}{2}\right) = 3.79 * 2.28 = 8.64$$

$$N_c = \frac{(N_q - 1)}{\tan(\varphi)} = \frac{(8.64 - 1)}{\tan(23)} = 18$$

La cohésion effective y est de

$$c' = \frac{10\ {}^{kN}/_{m^2}}{1.3} = 7.7\ {}^{kN}/_{m^2}$$

A une profondeur de 6m, on obtient la charge verticale suivante :

$$\sigma_v = 3.8m * 20\ {}^{kN}/_{m^3} + 1.6m * 10\,{}^{kN}/_{m^3} = 92\,{}^{kN}/_{m^2}$$

A une profondeur de 8m, on obtient la charge verticale suivante :

$$\sigma_v = 3.8m * 20\ {}^{kN}/_{m^3} + 4.6m * 10\,{}^{kN}/_{m^3} = 122\,{}^{kN}/_{m^2}$$

Pour un micropieu de diamètre 280mm, on obtient :

$$U = \pi d = 0.880m$$

$$A = \pi \frac{d^2}{4} = 0.062m^2$$

Ainsi, la résistance de pointe est de :

$$Q_s = 0.062\ m^2 \left(7.7\ {}^{kN}/_{m^2} * 18 + 122\,{}^{kN}/_{m^2} * 8.64\right) 2.3 = 170.1kN$$

Pour la résistance sur le manteau, on prendra la longueur du micropieu en dessous de la ligne de glissement, ce qui nous donne une longueur de 6m. Il sera possible de prendre un facteur K=1, ce qui fait que le facteur ktan(Φ) vaut 0.42. La résistance au frottement est de :

$$Q_m = 0.88m * 0.42 * 6m * 92\,{}^{kN}/_{m^2} = 204\ kN$$

Ainsi, la résistance totale est de

$$R_k = Q_s + Q_m = 374.1kN$$

La résistance selon la SIA 269 est donc de :

$$R_d = \frac{0.9R_k}{1.3} = 259\ kN$$

On a donc un degré de conformité de :

$$n = \frac{259\ kN}{233.1\ kN} = 1.11$$

Ainsi, dans la vérification externe, on a une marge suffisante en utilisant un diamètre de 280mm. Si l'on se base sur le calcul simplifié, avec un effort normal accru dû à l'effort tranchant, il sera nécessaire de prolonger les micropieux. Dans une optique d'optimisation de l'écartement des micropieux, qui est proposée dans une phase suivante en se basant sur un modèle sol-structure, la longueur des micropieux devra être adaptée. Ainsi, une prolongation des micropieux est envisageable.

Il est également envisageable de modifier l'angle des micropieux amonts, jusqu'à un angle de 25°. Avec un angle plus important, cela permettra de mieux reprendre les charges horizontales par ce micropieu. Cela pourra améliorer la stabilité globale et limiter les déplacements. Bien que la marge en termes de moment de flexion soit suffisante, la réduction du moment d'encastrement et du moment dû à la stabilisation du terrain sont bénéfiques pour la durabilité des micropieux.

Si l'on utilise la traction calculée au chapitre 4.5.3.2, on obtient une traction de 70 kN.

A une profondeur de 5m, on obtient la charge verticale suivante :

$$\sigma_v = 3.8m * 20\ {}^{kN}/_{m^3} + 0.6m * 10\ {}^{kN}/_{m^3} = 82\ {}^{kN}/_{m^2}$$

Ainsi :

$$Résistance\ au\ frottement: Q_m = UhK\sigma_z \tan(\delta)$$

$$Q_m = 0.88m * 0.42 * 5m * 82\ {}^{kN}/_{m^2} = 151.5\ kN$$

$$R_d = \frac{0.9R_k}{1.6} = 85.2kN$$

Ainsi, la résistance à la traction est garantie.

Lors de la modélisation sol-structure de la phase prochaine, la vérification externe devra être adaptée en prenant en compte les résultats obtenus. Ainsi, la longueur pourra être prolongée.

4.5.3.5 Stabilité du talus

Le talus actuel est renforcé par des micropieux. Ces micropieux vont couper les lignes de ruptures, et ainsi garantir la résistance du talus. En modélisant le talus actuel, il est possible de confirmer les valeurs du rapport géotechnique en mettant les facteurs de sécurité de l'angle de frottement et de la cohésion à 1.0 :

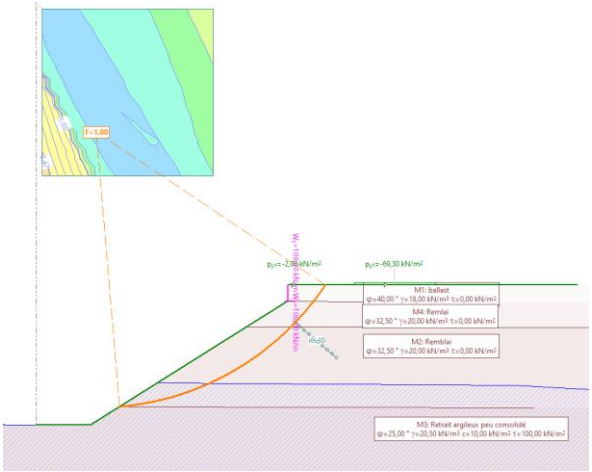


Figure 85: Degré de conformité actuelle

Ainsi, pour garantir la stabilité du talus à l'état actuel, il faut prendre un angle de frottement de 32.5°. Cet angle sera utilisé pour la suite du projet sur le remblai, et mettre les coefficients de sécurité à 1.1 pour l'angle de frottement et 1.3 pour la cohésion.

Après rehaussement du talus de 50cm, la sécurité n'est pas garantie :

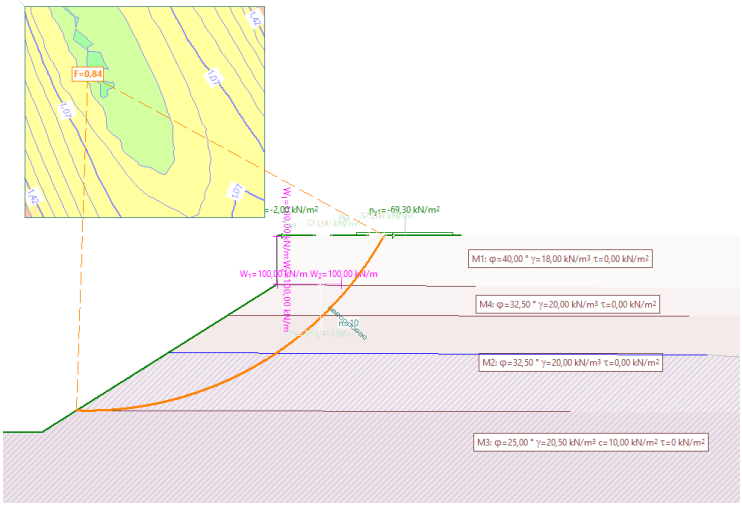


Figure 86: Degré de conformité après travaux, sans micropieux

Dans le cas de mise en place des micropieux, le facteur limitant est la résistance externe du micropieu. Avec une répartition de charge, il est possible de considérer que la largeur de terrain à l'arrière du micropieu qui puisse reprendre la charge est de :

$$d(1 + \tan(\varphi)) = 0.2m(1 + \tan(27.7)) = 0.3m$$

Les micropieux allant d'une profondeur de 1.7m à 9.7m sous la surface du sol, la charge verticale du sol varie entre 34 kN/m^2 à 141 kN/m^2. Ainsi, avec un facteur K=3, la poussée passive varie entre 102 kN/m^2 et 423 kN/m^2. Sachant que les micropieux sont mis en place tous les 1.25m, on trouve ainsi la résistance externe du sol, qui peut être calculée ainsi :

$$q = \frac{\sigma_p d}{e}$$

Avec σ_p la poussée passive, d la largeur d'influence et e l'écart entre micropieux. Ainsi, la résistance externe du micropieu varie de 24.5 kN/m à 101.5 kN/m. En considérant que les deux derniers mètres servent à reprendre la charge horizontale dans le sol :

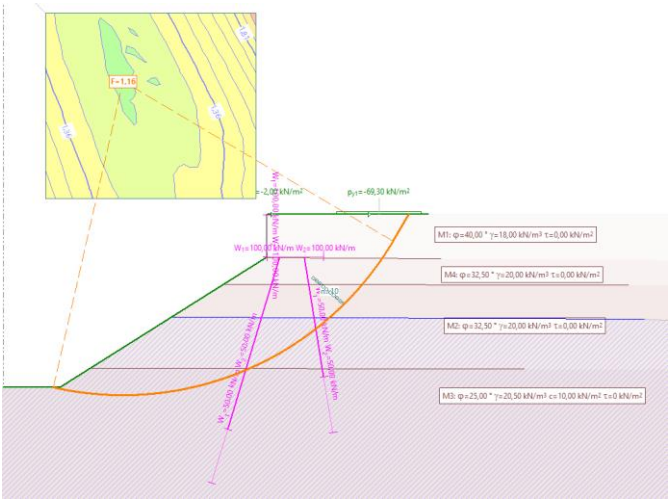
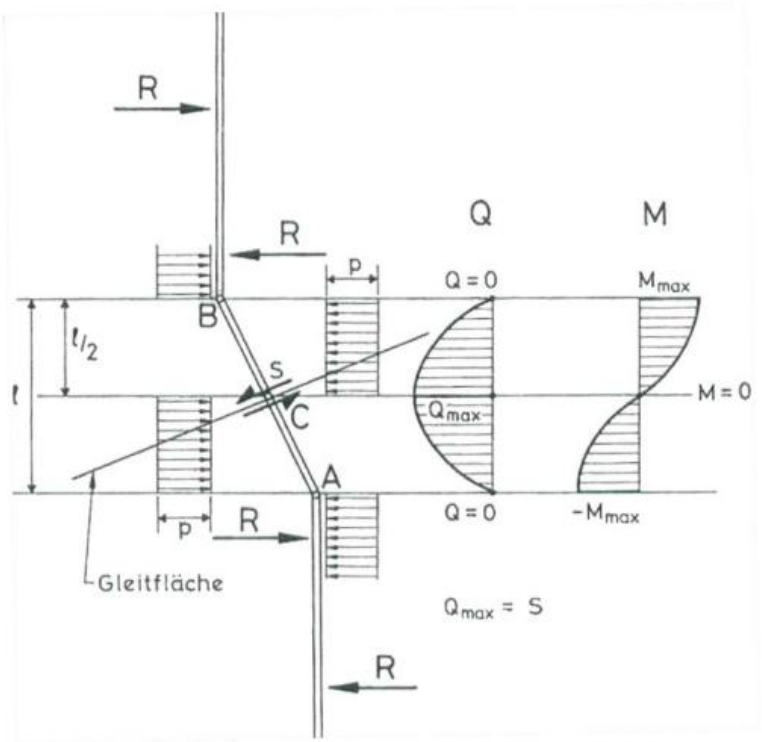


Figure 87: Sécurité du talus après mise en place des micropieux

Pour vérifier les différents types de section de manière plus claire, le modèle de calcul suivant a été utilisé :



La force de cisaillement au point C est de

$$S = p\frac{l}{2}$$

$$M = p\frac{l^2}{8}$$

On peut ainsi trouver, indépendamment de la longueur :

$$S = \sqrt{2pM}$$

$$S_{Rd} = \sqrt{2pM_{Rd}}$$

Une section constituée d'un forage de diamètre 280mm et un HEM 120 S355 est utilisée pour la vérification.

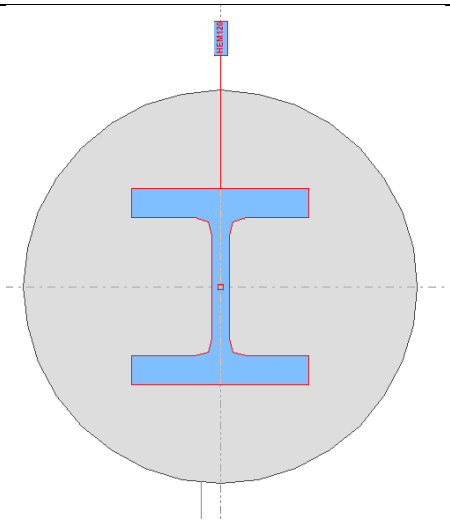


Figure 88: Sections retenue

La résistance interne de chaque élément est calculée avec les facteurs partiels suivants : γ_c=1.5 pour le béton, γ_a=1.05 pour le HEM 120 et γ_s=1.15 pour l'acier d'armature et le Swiss-gewi plus. La résistance au cisaillement calculée dans Larix aura un facteur de résistance de 1.3 lors de la vérification. La réserve est suffisamment grande pour que l'impact soit très limité.

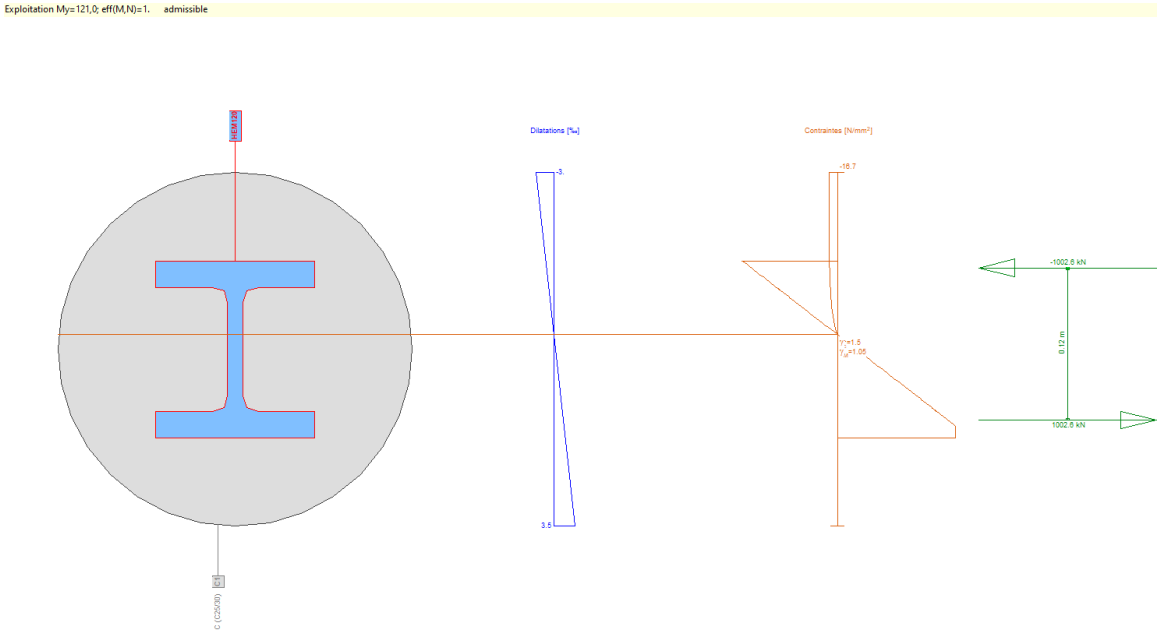


Figure 89: Résistance à la flexion du micropieu avec HEM 120

La pression limite du sol est de

$$p = d_q * d * K_0 * q * N_q$$

Le diamètre d est de 0.28m pour les deux micropieux.

L'angle de frottement caractéristique de 30° sera utilisé.

$$N_q = e^{\pi \tan(\varphi')} \tan\left(45° + \frac{\varphi'}{2}\right)^2 = e^{\pi \tan(30)} \tan(60)^2 = 18.4$$

Pour la pression du sol q, le cercle de glissement est pris à environ 2m (cercle de glissement limite après travaux) en dessous du mur de soutènement des KV, qui est à 1.7m du sol. Ainsi, une profondeur t de 3.7m est utilisée pour les calculs.

On obtient ainsi :

$$q = \gamma * t = 20\ {}^{kN}/_{m^3} * 3.7 = 74\ {}^{kN}/_{m^2}$$

$$d_q = 1 + 0.035 * \tan(\varphi') * (1 - \sin(\varphi'))^2 * \arctan\left(\frac{t}{d}\right)$$

$$d_q = 1 + 0.035 * \tan(30) * (1 - \sin(30))^2 * \arctan\left(\frac{3.7m}{0.280m}\right) = 1.43$$

$$K_0 = 1 - \sin(\varphi') = 1 - \sin(30) = 0.5$$

On obtient ainsi :

Elément		HEM 120
Diamètre des éléments	d	0.28m
Terme de profondeur	d_q	1.43
Coefficient de pression des terres au repos	K_0	0.5
Pression verticale	q	74 kN/m^2
Facteur de portance	N_q	18.4
Capacité portante du sol	p	273 kN/m^2
Résistance à la flexion du pieu	M_{Rd}	121 kNm dans l'axe fort 56 kNm dans l'axe faible
Résistance au cisaillement du pieux	S_{Rd}	257 kN dans l'axe fort 175 kN dans l'axe faible
Espacement des pieux	A	1.25m aval 1.5m amont
Résistance au cisaillement par mètre	s_{Rd}	205 kN/m max 117 kN/m min

.

Pour le pieu avec un HEB 120 S355, seule la section métallique travaille à l'effort tranchant. On a donc :

$$V_{rd} = \frac{f_y A_v}{\sqrt{3} * \gamma_a} = \frac{355\ {}^{N}/_{mm^2} * 2115 mm^2}{\sqrt{3} * 1.05} = 413\ kN$$

Avec ces paramètres, on obtient les degrés de conformités suivantes :

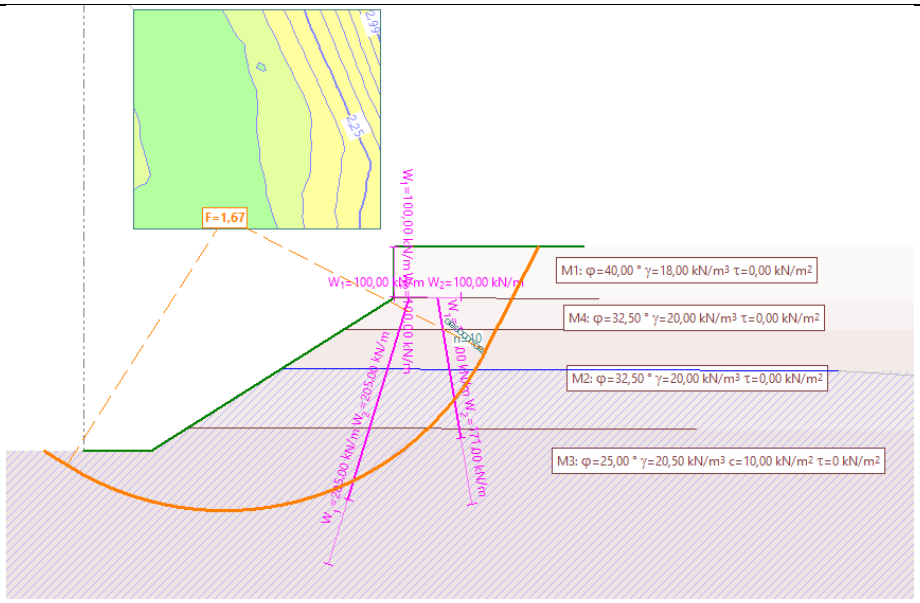


Figure 90: Degré de conformité à l'EL3, section avec HEM 120

Dans le cas de séisme ou de déraillement, la conformité du talus avec des HEM 120 en est garantie.

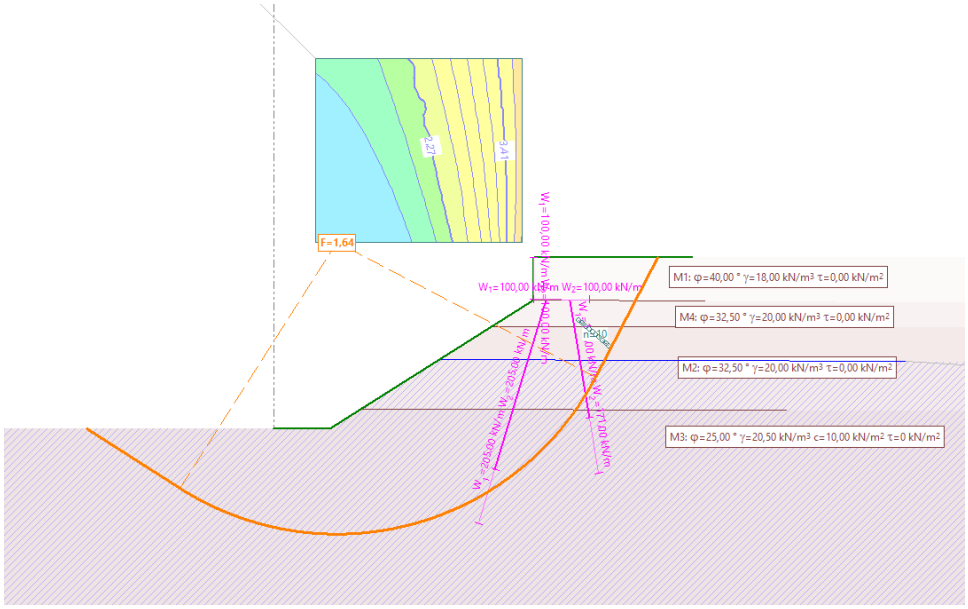


Figure 91: Degré de conformité dans le cas de charge sismique, HEM 120

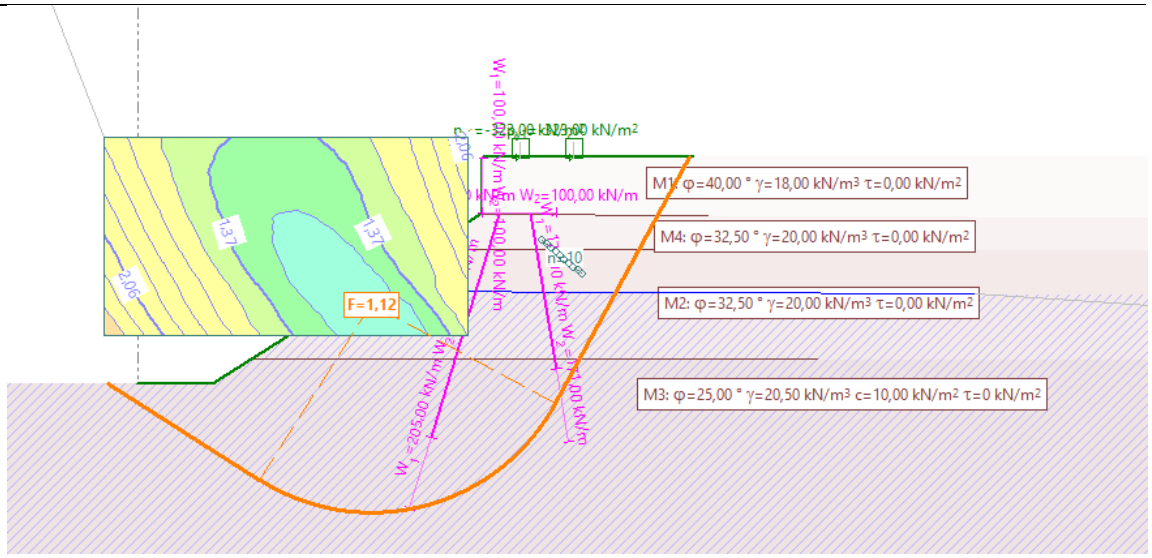


Figure 92: Degré de conformité dans le cas de charge de déraillement

Dans le cas de charge d'un déraillement, une partie de la charge ira via les micropieux dans le terrain. Cependant, dans le cercle de glissement modélisé passe en dessous du clou du côté lac. Ainsi,

4.5.3.6 Choix de la section

La section de micropieu choisie est celle avec un diamètre de forage de 280mm et un HEM 120 S355. Cette section permet de garantir une résistance suffisante, notamment une résistance à l'encastrement dans la semelle du mur de KV. Ainsi, il n'y a pas de risque d'avoir une rupture des micropieux, tout en garantissant une résistance suffisante à l'effort tranchant à la ligne de rupture.

4.6 Complément

Un modèle sol-structure a été proposé pour la phase suivante pour pouvoir confirmer les résultats par un modèle tri-dimensionnel. Ce modèle pourra complémenter les résultats sur la stabilité de la microberlinoise et de la déformation de la structure, ainsi que clarifier les charges lors des différentes étapes du terrassement et des travaux aux bords des voies.

Ce modèle permettra de mieux prendre en compte la stabilité du talus, qu'il s'agisse de la situation actuelle ou de la situation future, avec rehaussement du talus et travaux du mur de soutènement des KV. Les résultats de ce modèle permettront de déterminer de manière plus précise les charges sur les micropieux, qu'il s'agisse de la fonction de stabilisation du terrain ou de la reprise des charges du mur de KV. Cela nous indiquera si une prolongation des micropieux est nécessaire.

Une modification envisageable du modèle est d'augmenter l'angle des micropieux par rapport à la verticale. Il est envisageable de modifier l'inclinaison des micropieux amonts jusqu'à 25°. Ainsi, la sécurité du talus et la résistance interne et externe en seront améliorées. La modification des micropieux avals fera partie de cette optimisation.

La section la plus résistante, soit le micropieu de diamètre 280mm et un HEM 120, a été retenu à ce stade de l'analyse. Une optimisation dans une phase future permettra de disposer les micropieux différemment, avec un écart différent possible. Cela pourra être fait avec les résultats de l'analyse sol-structure. La longueur des micropieux devra être modifiée en conséquence, ainsi que le calcul de la stabilité de terrain.

Les variantes qui ont été considérées à ce stade figurent peuvent être vues dans les annexes, avec les effets sur la stabilité que ces solutions permettent.

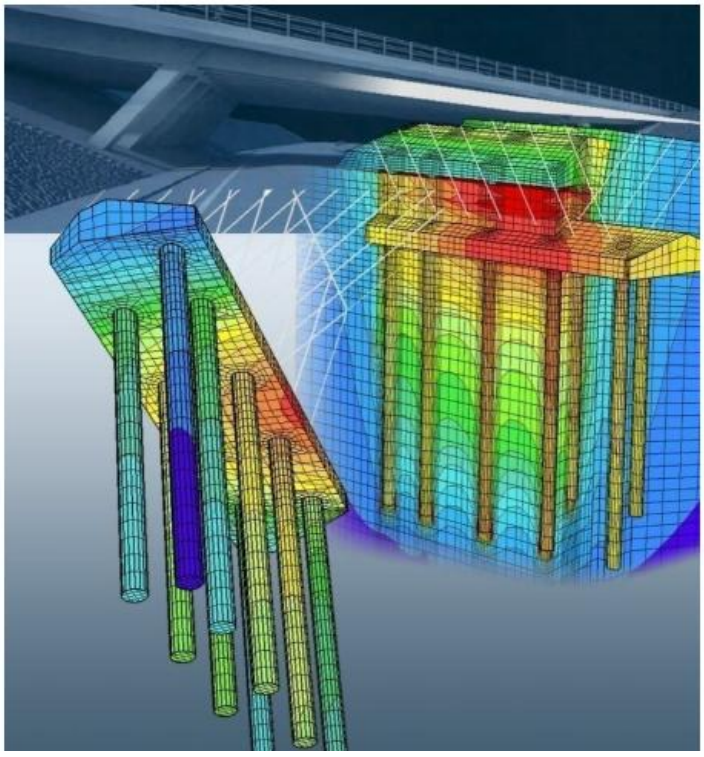


Figure 93: Exemple de modélisation de pieux avec Z-soil

5 Mur de soutènement bacs à fleurs

5.1 Géologie et hydrogéologie

5.1.1 Géologie

Le type de terrain modélisé est ci-dessous. Les logs de forage et les informations complémentaires peuvent être obtenus dans la base de projet ou dans les bases spécifiques au projet.

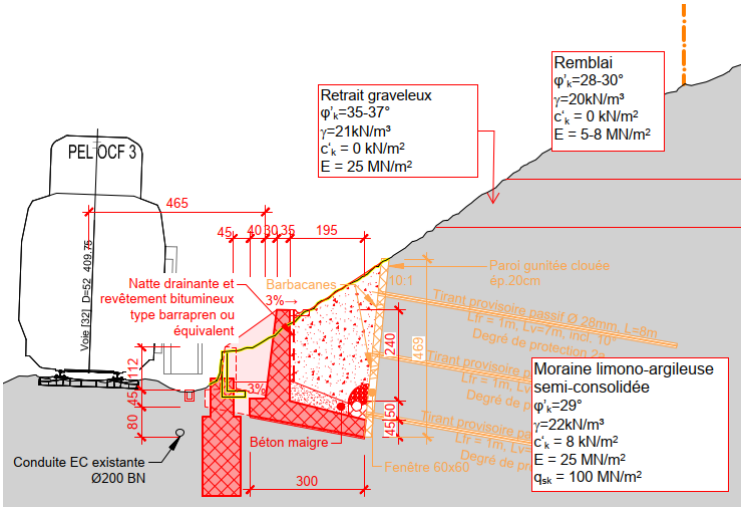


Figure 94: Modèle géotechnique au droit du mur bac à fleur

5.1.2 Hydrogéologie

Le niveau d'eau décrit est plus haut que le mur. Il peut s'agir de venues d'eau locales dans des couches plus perméables. Ainsi, un drainage devra être installé derrière le mur.

5.2 Modélisation

Le mur de soutènement et la paroi gunitée clouée auront les dimensions suivantes :

5.2.1 Mur bacs à fleur

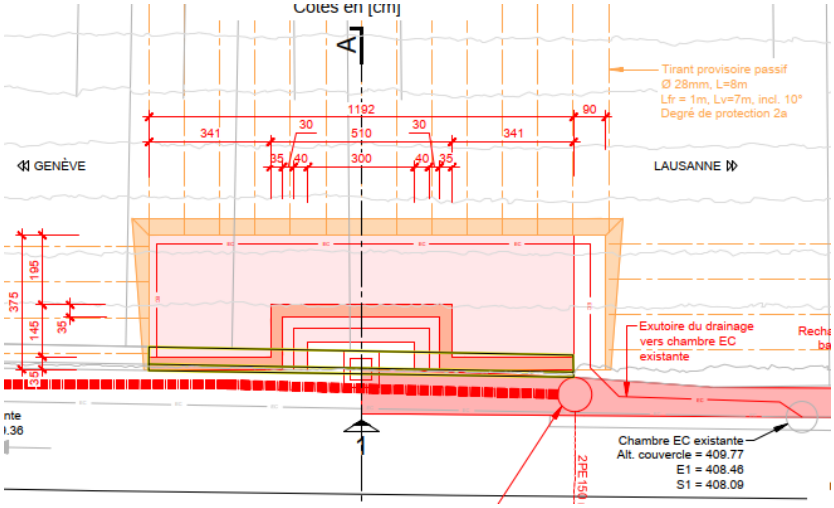


Figure 95: situation du mur bacs à fleur

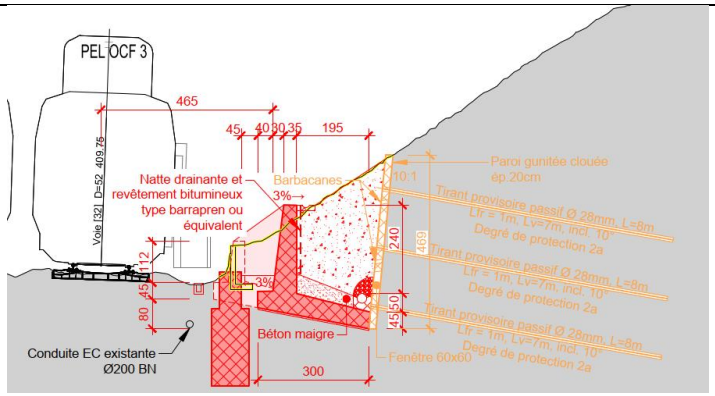


Figure 96: Coupe mur bacs à fleur

Les clous sont une mesure de stabilisation temporaire, afin de permettre la stabilisation de l'ouvrage.

Le mur a donc été modélisé de la façon suivante :

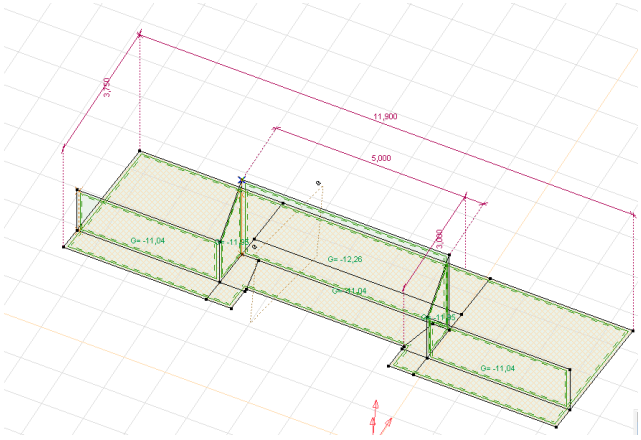


Figure 97: Modélisation sur Axis

5.2.2 Paroi clouée

La hauteur du mur est de 4.69m. Trois niveaux de clous ont été modélisés. Le diamètre de forage des clous a été pris en compte afin de garantir la stabilité du terrain pendant le forage.

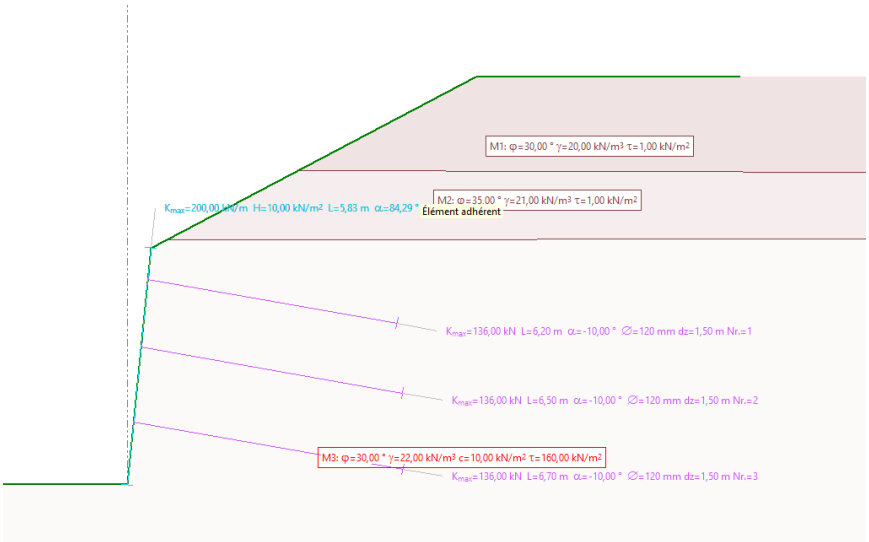


Figure 98: Modèle de la paroi clouée

Une distance verticale de 1.6m entre chaque niveau de clou a été mise en place.

Le frottement latéral pour le clou a été repris du tableau 7 de l'analyse géotechnique, qui caractérise le frottement latéral pour micropieux à injection répétitive sélective. Ainsi, pour la couche de moraine limono-argileuse, on a le coefficient de frottement de 160kPa. Des essais de traction permettront de confirmer la résistance externe et la disposition des clous sera modifié en conséquence.

5.3 Matériaux

Le béton et les barres d'armatures seront similaires aux matériaux décrits au chapitre 0. Les clous auront les mêmes caractéristiques que les barres d'armatures.

Pour le béton projeté, il s'agit d'une structure temporaire. On prendra les valeurs suivantes :

Parties d'ouvrage	Classes de béton	Classes exposition	Diam. du grain max.	Classes teneur chl.	Classes consis.	Enrobage minimal
Mur de soutènement	C30/37	XC4, XD3, XF2	32 [mm]	Cl 0.10	C3	40 [mm]
Micropieux	C25/30	XC2	16 [mm]	Cl 0.10	C3	40 [mm]
Paroi gunitée	C25/30	XC2	16 [mm]	Cl 0.10	C3	40 [mm]

Tableau 9: caractéristiques des matériaux

5.3.1 Acier d'armature

Partie d'ouvrage	Type	f_{sk}	f_{sd}	ε_{ud}	E_s
Mur de soutènement et clous	B500B	500 N/mm^2	435 N/mm^2	0.045 %	205'000N/mm^2

Tableau 10: Caractéristiques des matériaux

5.4 Actions

5.4.1 Poussée des terres

Le mur étant à la fois loin de la route et n'ayant pas de charges utiles à considérer, seules les charges permanentes sont prises en compte dans les calculs. Il n'y a ainsi pas de fatigue à considérer pour ce mur.

La pente étant conséquente, Larix n'est pas adapté pour retrouver les charges de poussées sans modification du modèle. Ainsi, pour générer les charges dues à la pente, on modélisera la structure ainsi :

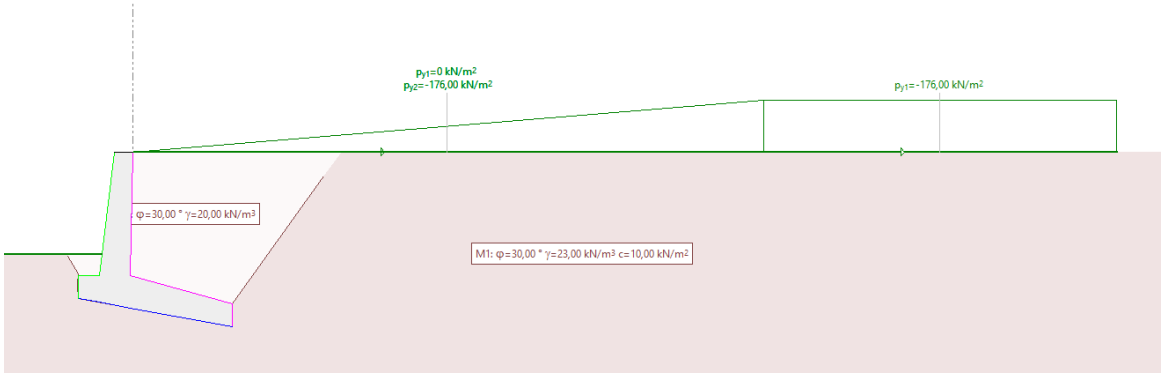


Figure 99: Charge verticales dues à la pente du talus

La poussée du sol sur le mur central est :

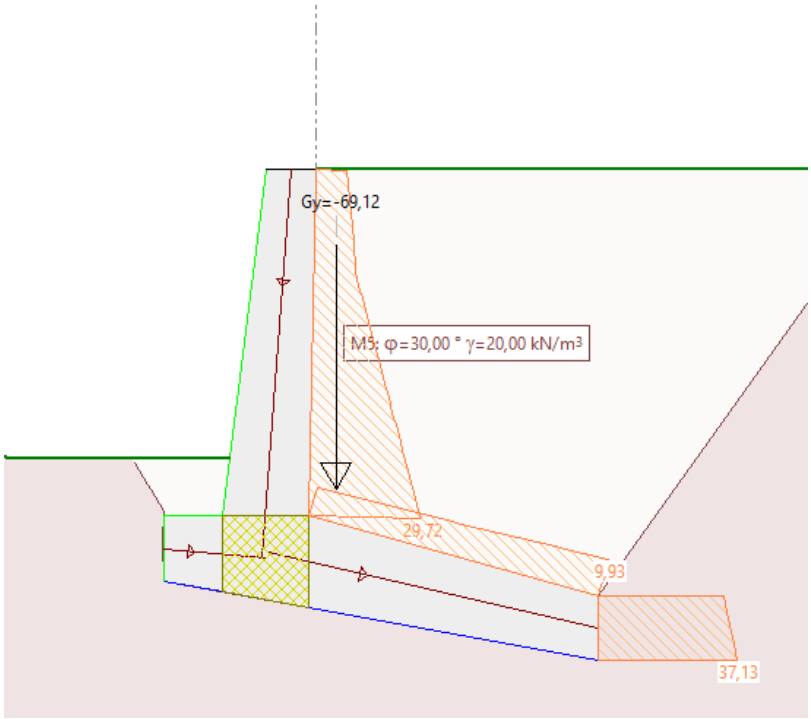


Figure 100: Poussée active horizontale

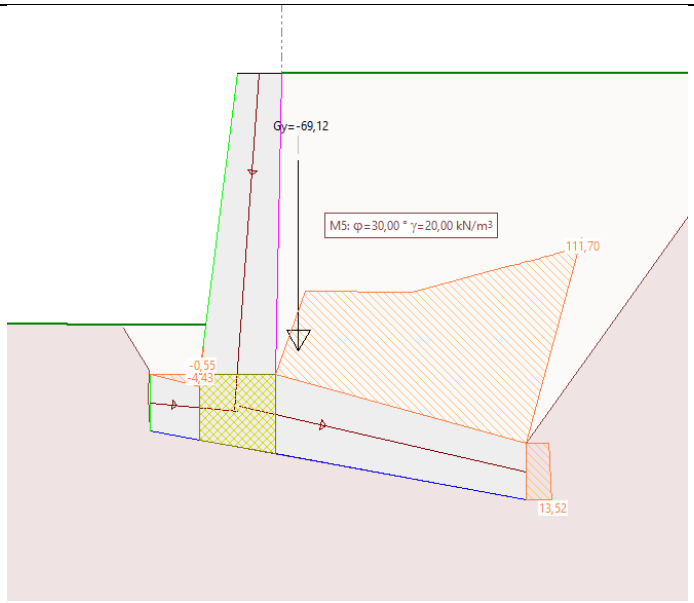


Figure 101: Poussée active verticale

La charge verticale étant de 46 kN/m² juste en dessus de la semelle, le coefficient de poussée des terres active est de

$$k_a = \frac{29.7 \ {kN}/{m^2}}{46 \ {kN}/{m^2}} = 0.64$$

Dans le cas où la pente du terrain est égale à l'angle de frottement du terrain φ, et en prenant le paramètre on peut trouver le coefficient de poussée des terres de :

$$k_a = \frac{cos^2(\varphi + \alpha)}{cos^2(\alpha)\cos(\delta - \alpha)\left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta)\sin(\varphi - \beta)}{\cos(\delta - \alpha)\cos(\alpha + \beta)}}\right]^2}$$

$$= \frac{cos^2(30)}{\cos(20)\left[1 + \sqrt{\frac{\sin(50)\sin(10)}{\cos(20)\cos(30)}}\right]^2} = \frac{0.75}{2.24} = 0.8$$

$$k_{a,h} = k_a \cos(\delta - \alpha) = 0.8 * \cos({}^2/_3 * 30) = 0.75$$

En prenant l'angle de frottement effectif (avec le facteur de sécurité de 1.2), on trouve ainsi un coefficient de 0.85.

Ainsi, la poussée est un peu plus faible que la poussée maximale possible.

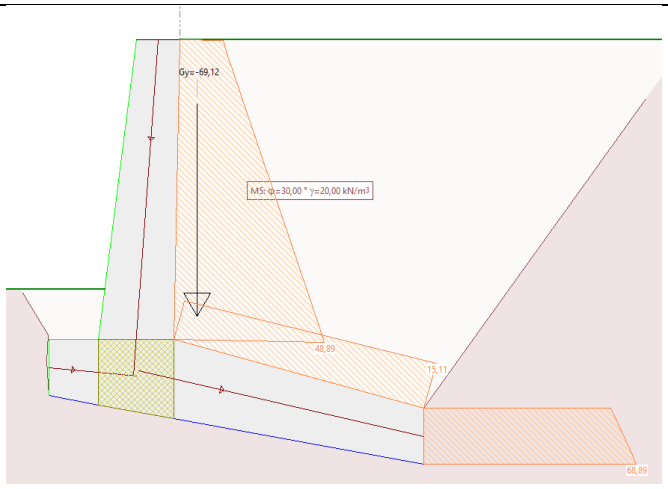


Figure 102: Poussée au repos horizontal

Sur les petits murs, la charge est de :

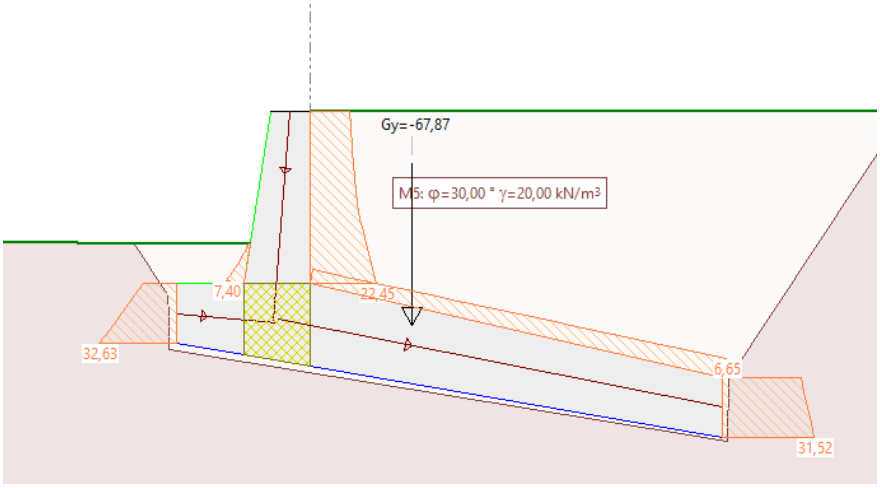


Figure 103: Poussée active horizontale sur les murs latéraux

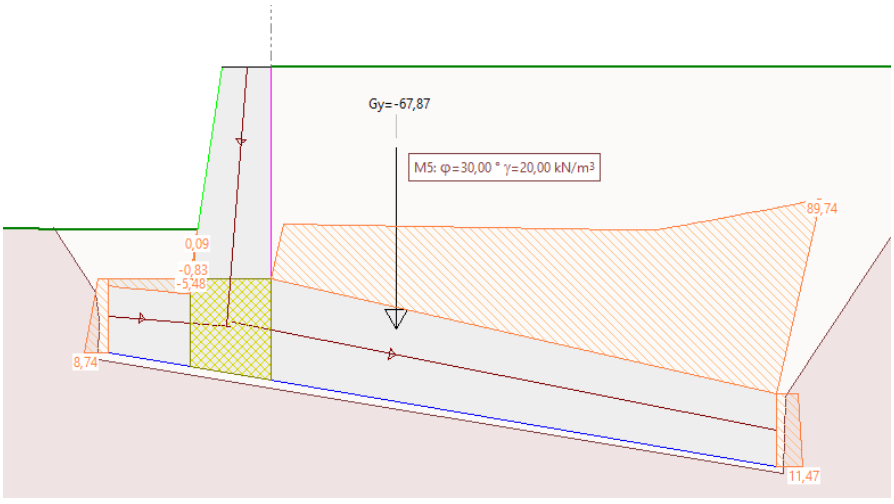


Figure 104: Poussée active verticale sur les murs latéraux

Ainsi, le coefficient de poussée est de :

$$k_a = \frac{22.4\ {}^{kN}/_{m^2}}{25.4\ {}^{kN}/_{m^2}} = 0.88$$

Ainsi, on est en dessus du maximum calculé précédemment. Cependant, il s'agit d'un cas conservateur, cette poussée sera donc conservée.

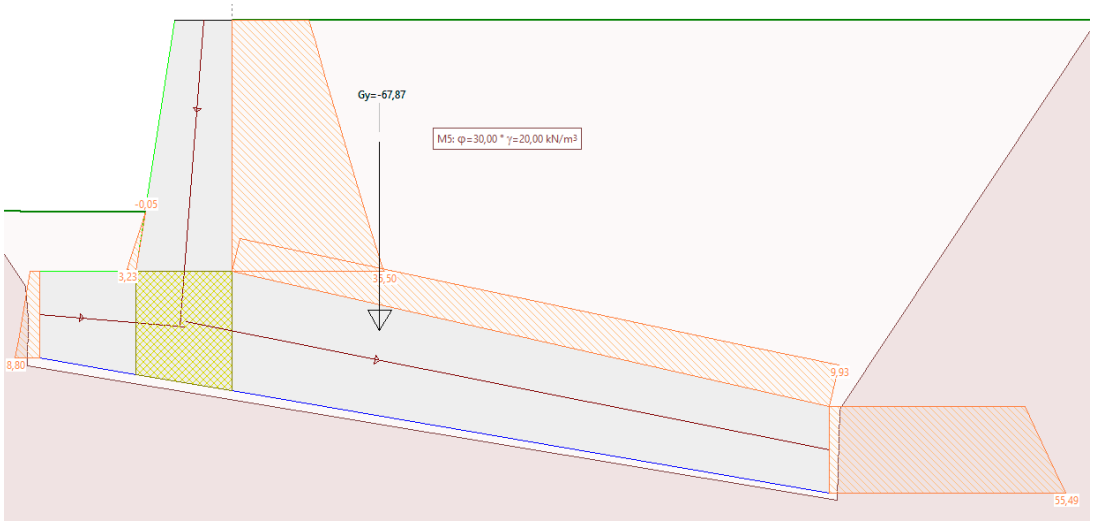


Figure 105: Poussée au repos horizontale

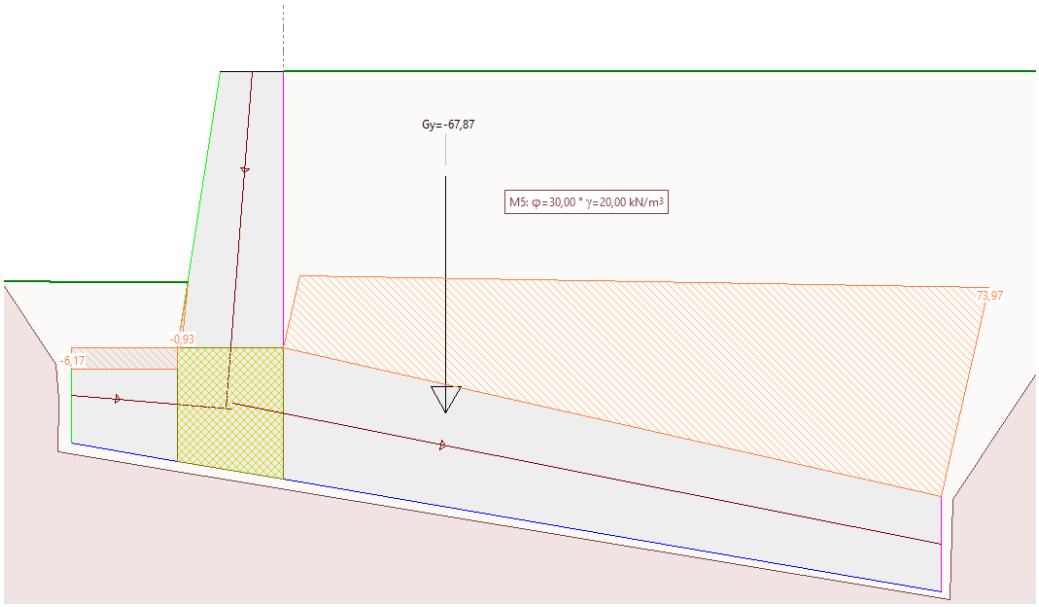


Figure 106: Poussée au repos vertical

Ainsi, il faut représenter une charge de 50 kN/m^2*0.45m=22.5 kN/m le long de la semelle

La charge appliquée à l'ELU est la poussée active majorée, soit la moyenne entre la charge active et la charge passive.

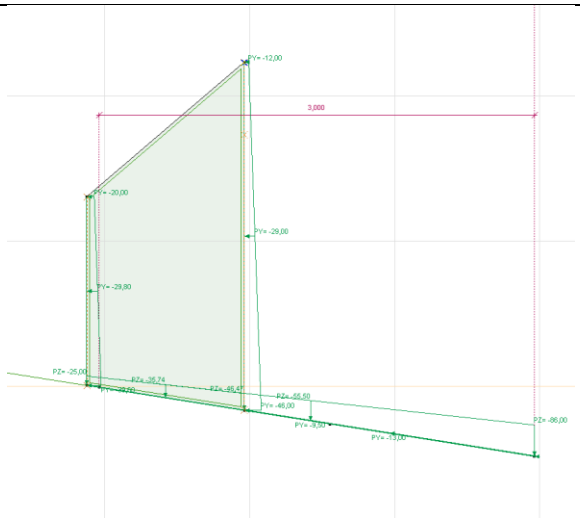


Figure 107: Poussée au repos modélisée

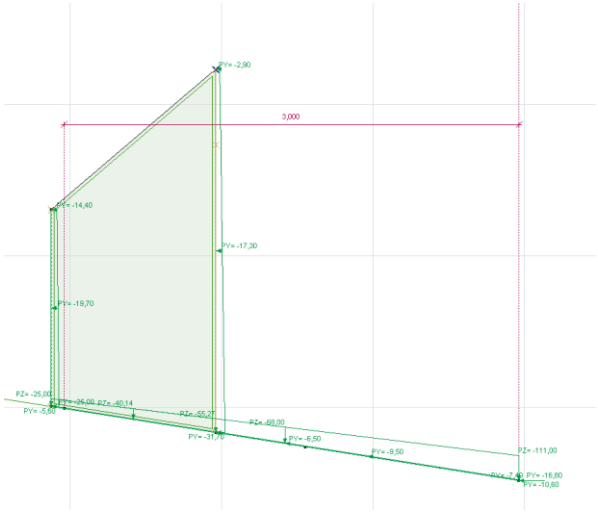


Figure 108: Poussée active modélisée

5.4.2 Charge de compactage

La charge de compactage a été pris du document PVIngS partie 1. En considérant que les plaques auront un poids inférieur à 250kg, on obtient le système suivant :

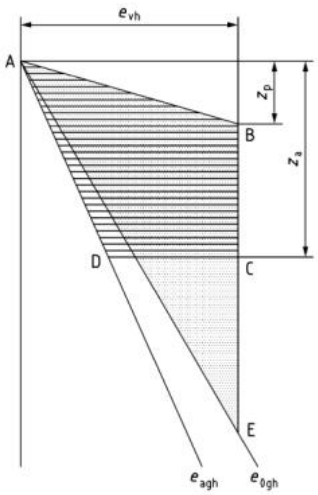


Figure 109: Charges de compactage

Avec e_{vh}=15 kN/m², za de 2.4m, et la hauteur zp calculé ainsi :

$$z_p = \frac{e_{vh}}{\gamma K_p} = \frac{15\ {}^{kN}/_{m^2}}{20\ {}^{kN}/_{m^2}\ 2.88} = 0.26m$$

Cette charge a été modélisée de manière linéaire entre 15 kN/m² et 0 kN/m², dans le cas de l'ELU. La réduction de la hauteur a été négligée, car c'est conservateur.

Comme la poussée des terres est déjà présente, la charge totale mise en place a été réduite de la sorte :

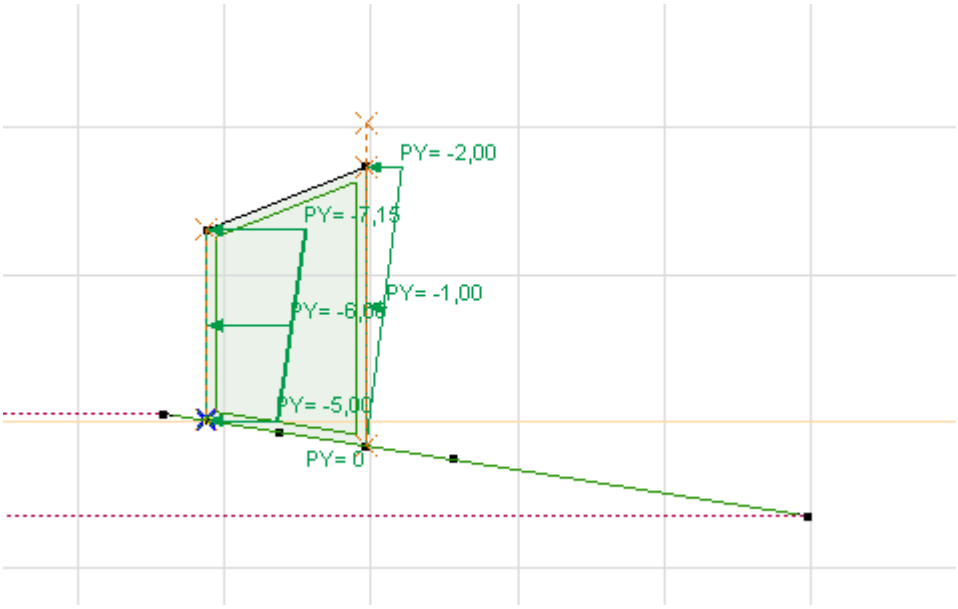


Figure 110: Charge de compactage

5.4.3 Cas de charge sismiques

Les charges sismiques ont été ajoutées sur Larix, afin d'avoir une estimation des charges de poussée du sol sur le mur. Ainsi, on peut obtenir la poussée totale suivante sur le mur dans le cas de charge sismique :

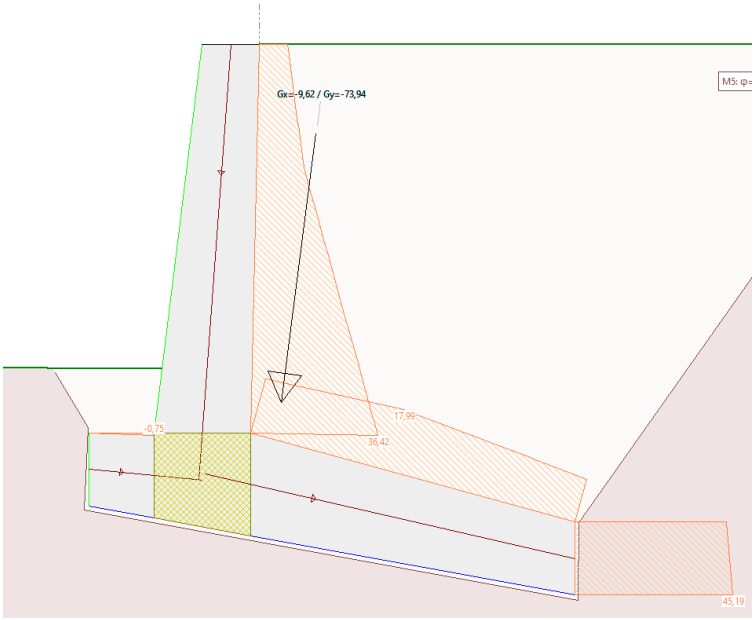


Figure 111: poussée active horizontales du sol avec charges sismiques

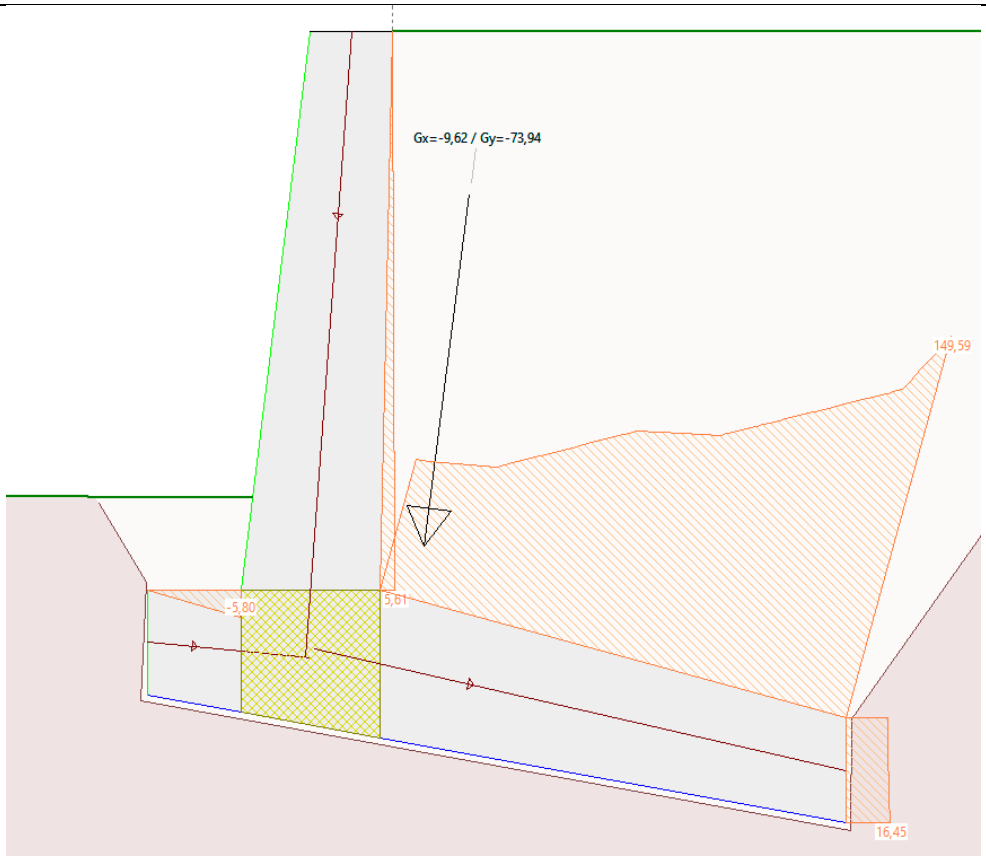


Figure 112: Poussée active verticale due aux charges sismiques

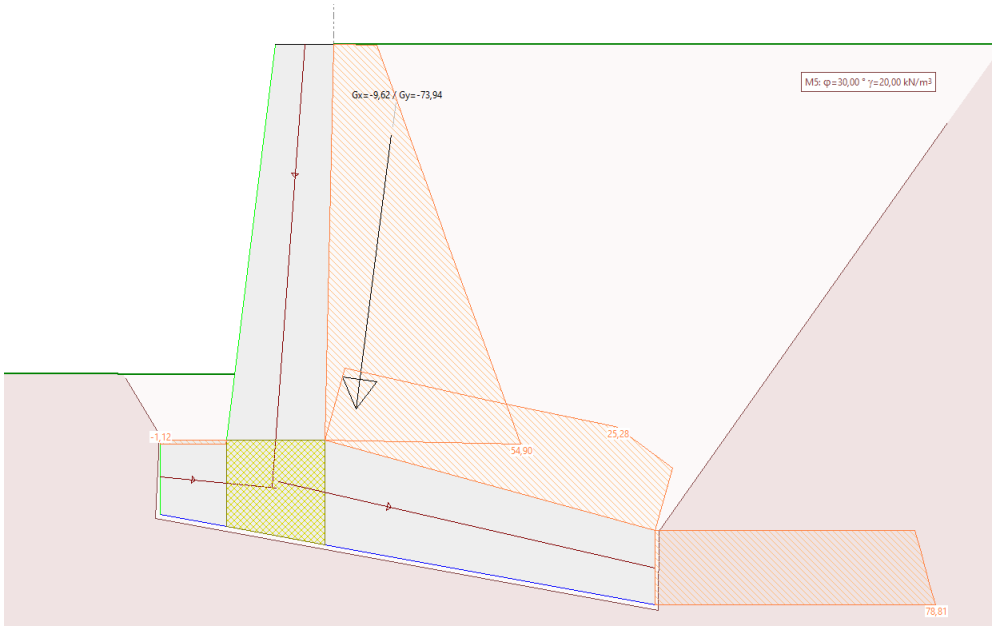


Figure 113: Poussée au repos due aux charges sismiques

Sur les parties latérales, on obtient :

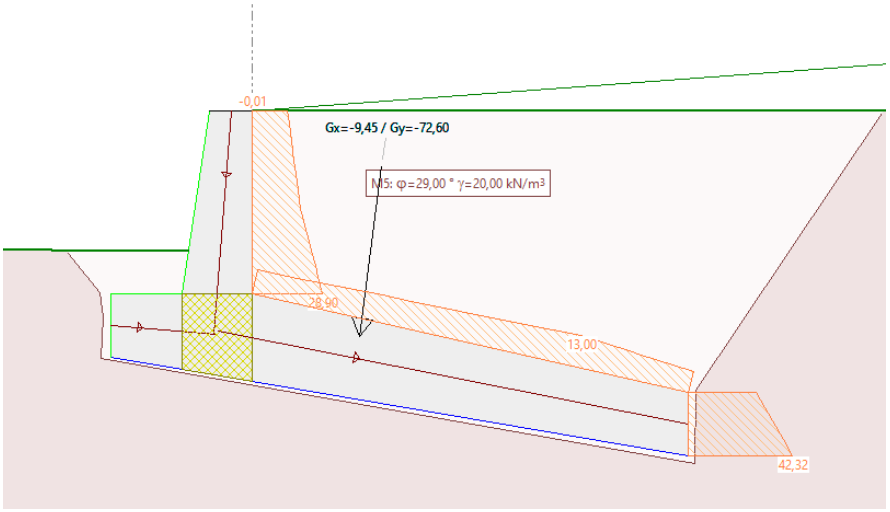


Figure 114: Poussée active horizontale avec charges sismiques

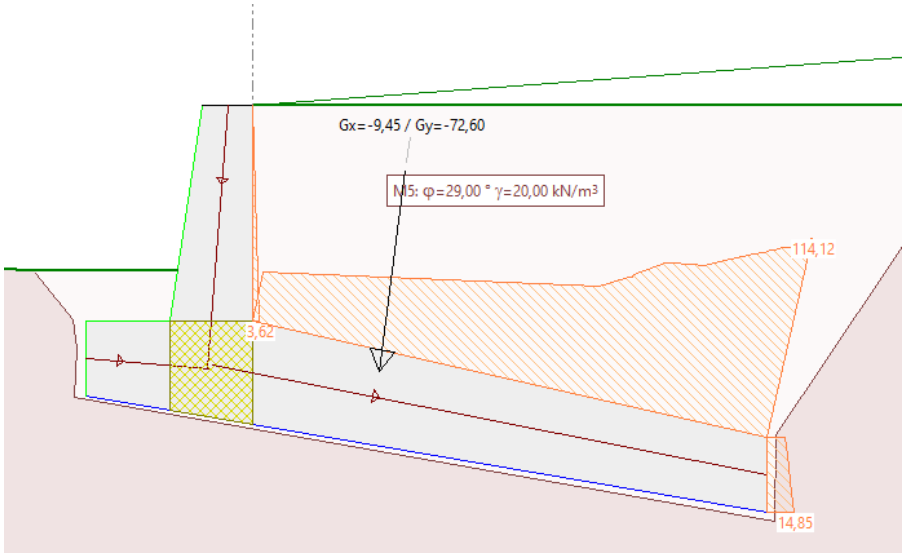


Figure 115: Poussée active verticale avec charges sismiques

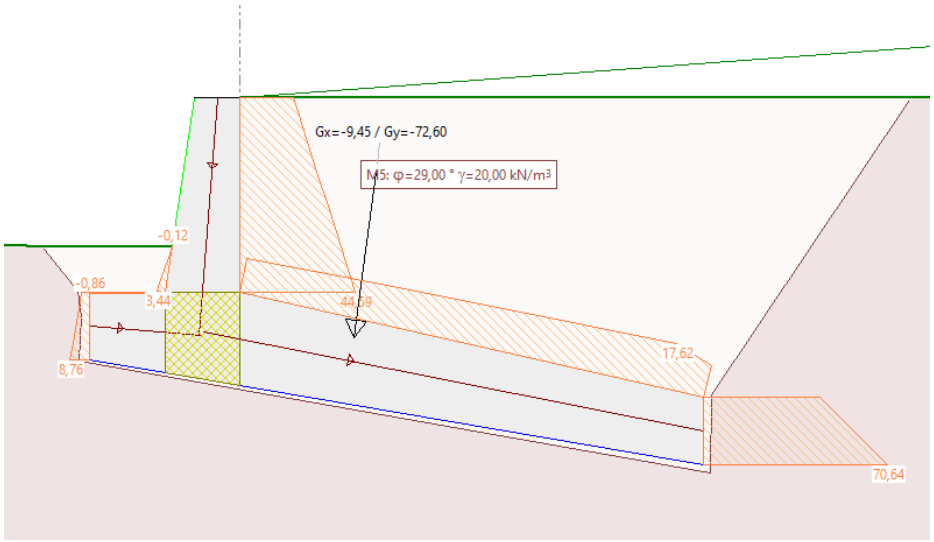


Figure 116: Poussée au repos horizontale avec charges sismiques

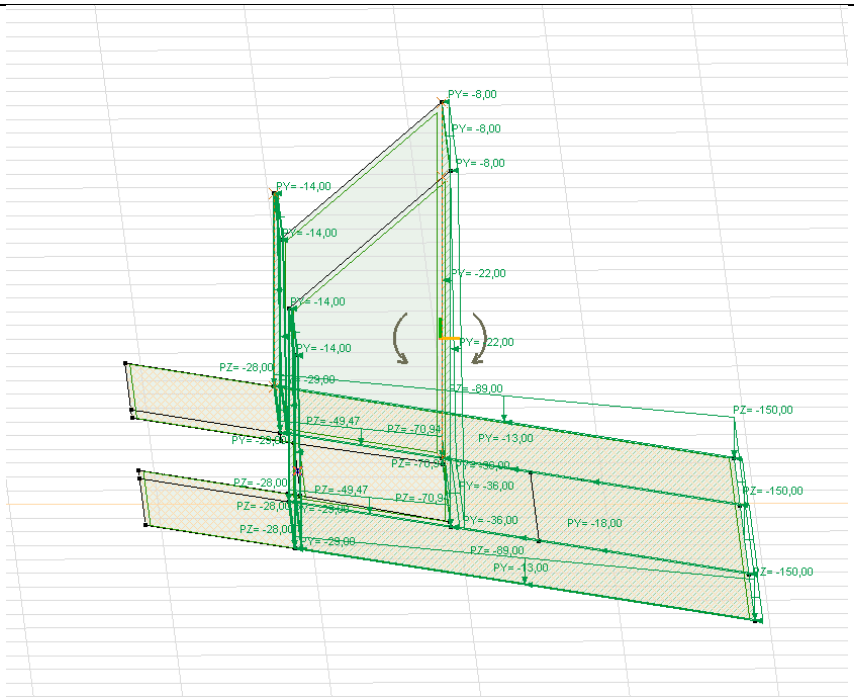


Figure 117: Charge sismique, poussée active

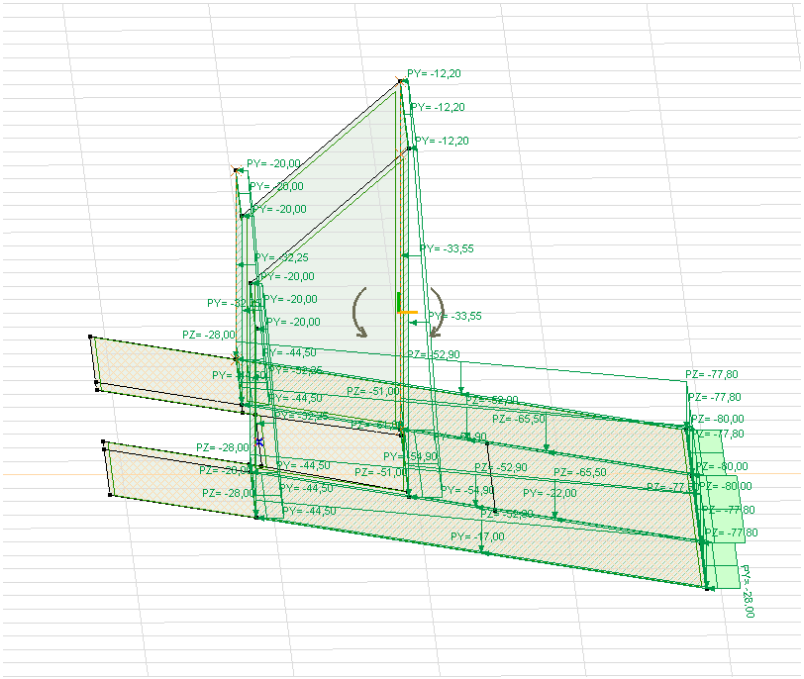


Figure 118: Charge sismiques, poussée au repos

5.4.4 Poussée d'eau sous la semelle

Le niveau d'eau équivalent maximal est de 409.9. La semelle du mur a une altitude variant de 408.85 msm à 408.05msm environ. Ainsi, la différence d'altitude est de 1.05m au minimum et 1.85m au maximum. On a la charge suivante :

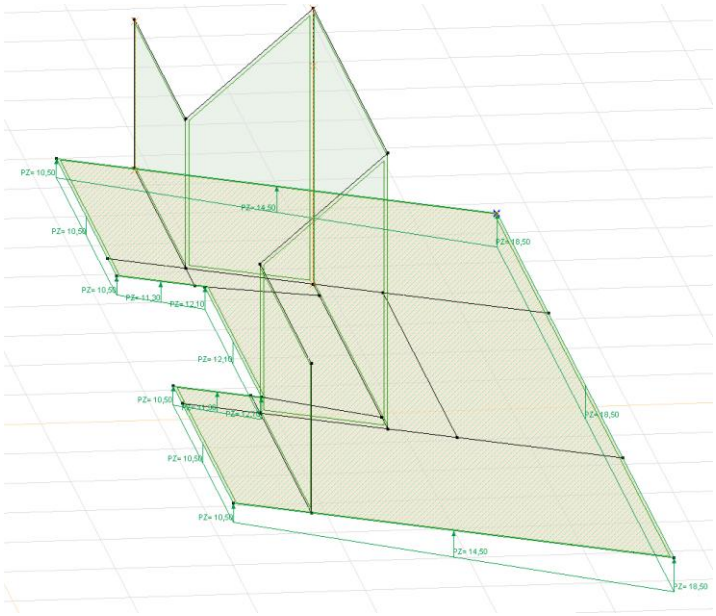


Figure 119: Poussée d'eau sous la semelle

5.4.5 Combinaisons de charge

La combinaison suivante a été utilisée pour la vérification au glissement et de poinçonnement du sol :

Action	Combinaison
Poids propre porteur et non porteur	1
Autres charges permanentes	1.35

La combinaison suivante a été utilisée pour la vérification au renversement

Action	Combinaison
Poids propre porteur et non porteur	0.9
Autres charges permanentes	1.35

Pour la résistance interne, la charge suivante a été modélisée :

Action	Combinaison
Poids propre porteur et non porteur	1.35
Autres charges permanentes	1.35

Pour l'impact du séisme, la charge suivante a été modélisée :

Action	Combinaison
Poids propre porteur et non porteur	1
Poussée du sol	1
Action sismique	1

A l'ELS, la combinaison suivante est prise :

Action	Combinaison
Poids propre porteur et non porteur	1
Poussée du sol	1

Lors de la vérification avec la poussée d'eau sous la semelle, on utilisera :

Action	Combinaison
Poids propre porteur et non porteur	1
Poussée du sol	1
Poussée d'eau	1

5.5 Dimensionnement

5.5.1 Paroi clouée

La paroi clouée sert à stabiliser le terrain pendant l'excavation. La résistance a été prise avec une valeur de 160 kN/m^2, soit le frottement contre un micropieux dans cette couche.

En considérant un diamètre de forage de 120mm, on obtient ainsi la longueur minimale nécessaire pour stabiliser le talus à l'ELU type 3 :

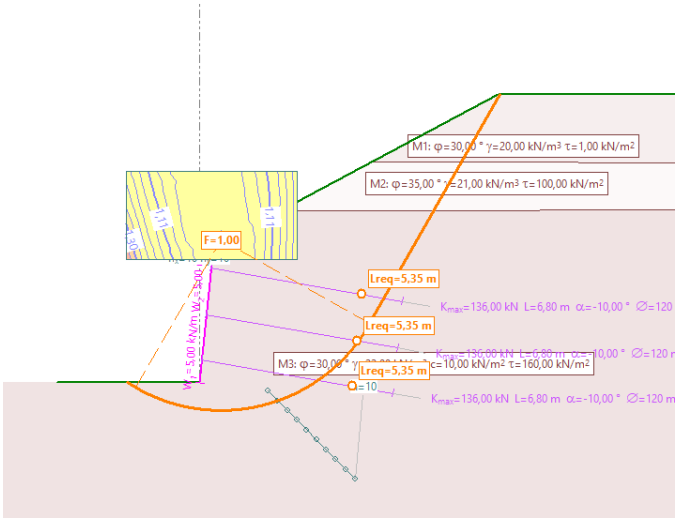


Figure 120: Longueur des clous minimale

Ainsi, la longueur minimale pour reprendre la charge est de 5.32m. Lorsque l'on met la longueur de clous sur 8m, on n'a aucun problème pour garantir la stabilité de la paroi gunitée.

Lorsque l'on regarde des cercles de rupture plus grands, on obtient la sécurité au glissement du mur suivant :

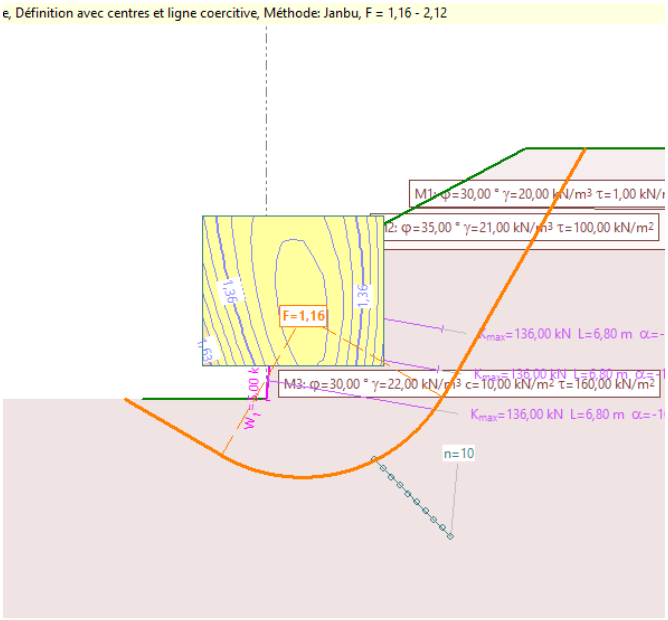


Figure 121: Degrés de conformité en dehors de l'influence des clous

Pour la résistance interne et externe des clous, on a les efforts suivants :

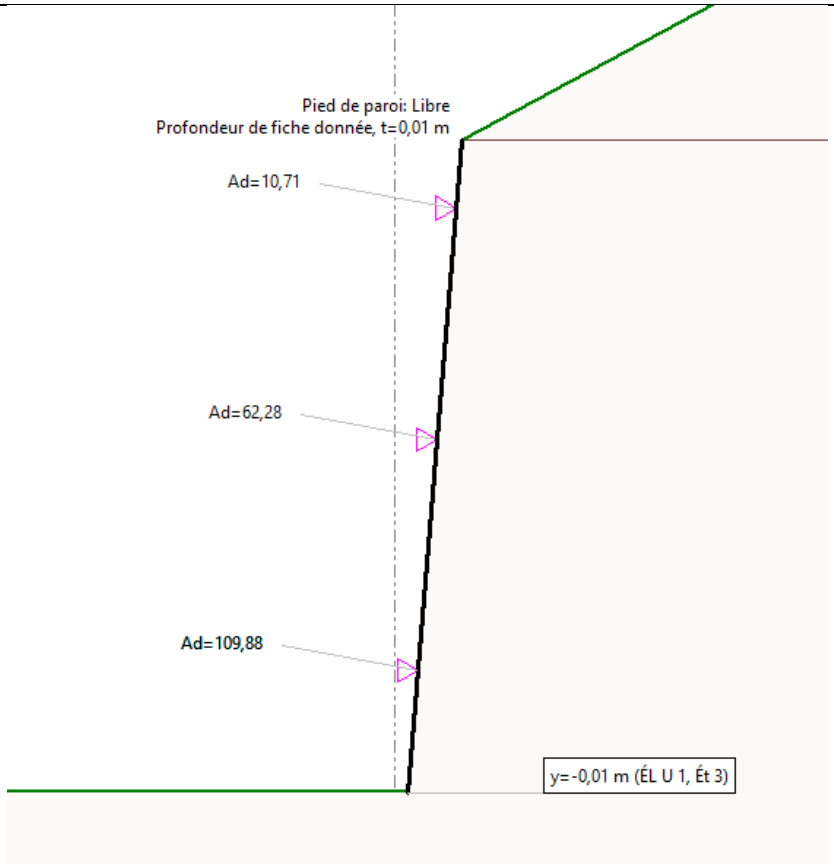


Figure 122: Charge reprise par les clous

Ainsi, à l'ELU, la charge maximale reprise par les clous est de 109.9 kN/m. Avec un écart de clou de 1.5m, la charge maximale est de 164.9 kN.

La résistance externe peut être calculée ainsi :

$$R_d = \frac{\pi d l q_{sk}}{\gamma_M} = \frac{\pi * 0.12m * l * 160\ {}^{kN}/_{m^2}}{1.35} = 44.7\ {}^{kN}/_{m} * l$$

Ainsi, la longueur l nécessaire pour reprendre la charge est de :

$$l = \frac{164.9\ kN}{44.7\ {}^{kN}/_{m}} = 3.69m$$

Ainsi, en estimant que le clou inférieur ait une longueur libre de 4m, la résistance externe est garantie si le clou fait 8m. Cela est similaire pour les deux clous supérieurs, car même si l'on estime une longueur libre de 6m, la résistance externe y serait de 89.4 kN, soit plus que la charge reprise par les clous supérieurs.

Du point de vue de la résistance interne, on a donc :

$$R_d = \frac{A_s f_{sd}}{\gamma_M} = \frac{A_s * 435\ {}^{N}/_{mm^2}}{1.35} = A_s * 322.2\ {}^{N}/_{mm^2}$$

Ainsi, il faut une section métallique de

$$A_s \geq \frac{164.9\ kN}{322.2\ {}^{N}/_{mm^2}} = 511.8\ mm^2$$

Ainsi, il est possible de prendre une barre d'armature de 28mm, soit 615.8 mm^2

Les efforts verticaux dans la gunite sont ainsi de :

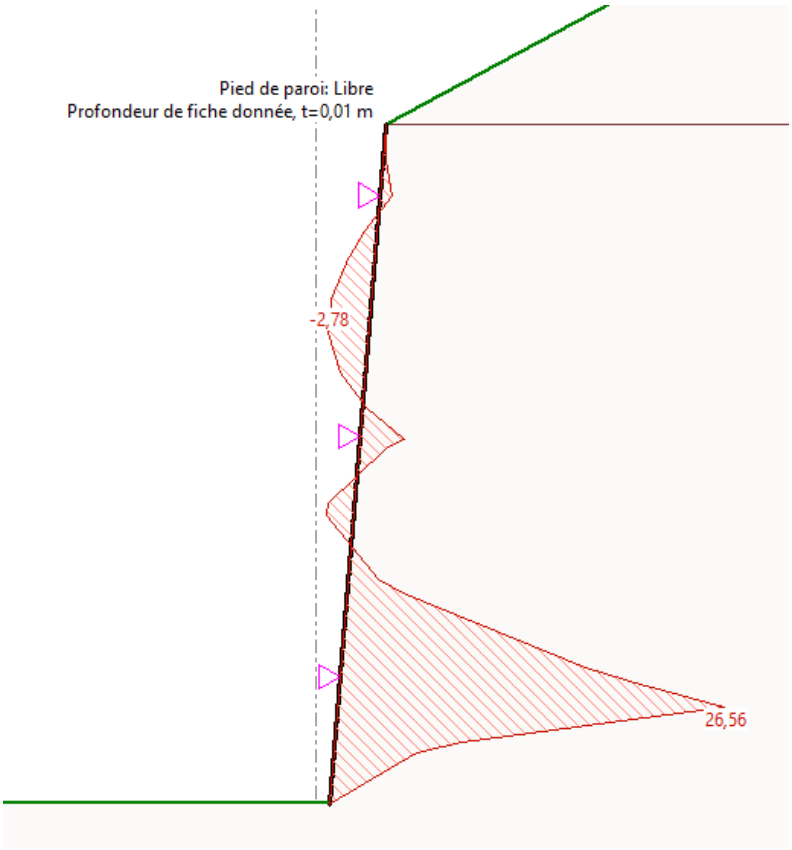


Figure 123: Moment de flexion dans la gunite

Ainsi, le moment de dimensionnement est de 26.6 kNm. En prenant une épaisseur de 200mm, et un treillis d'armature K335 de chaque côté comme type d'armature, on a les paramètres suivants :

$$d = 200mm - 30mm - 4mm = 166mm$$

$$x_{pl} = \frac{A_s f_{sd}}{b f_{cd}} = \frac{335mm^2 * 435\,{}^{N}/_{mm^2}}{1000mm * 16.5\,{}^{N}/_{mm^2}} = 8.83mm$$

$$M_{Rd} = A_s f_{sd}\left(d - \frac{x_{pl}}{2}\right) = 335mm^2 * 435\,{}^{N}/_{mm^2} * (166mm - 4.42mm) = 23.55\frac{kNm}{m}$$

Ainsi, ce taux d'armature n'est pas suffisant pour entièrement reprendre le moment.

Une répartition des moments de flexion est ainsi faite, avec une largeur bc=b/2=0.75m. Ainsi, les deux bandes latérales font 0.375m et reprennent 12.5% du moment global chacune. Les deux bandes intermédiaires font 0.1875m, et reprennent 12.5% du moment global chacune. La bande centrale fait 0.375m et reprend 50% du moment global.

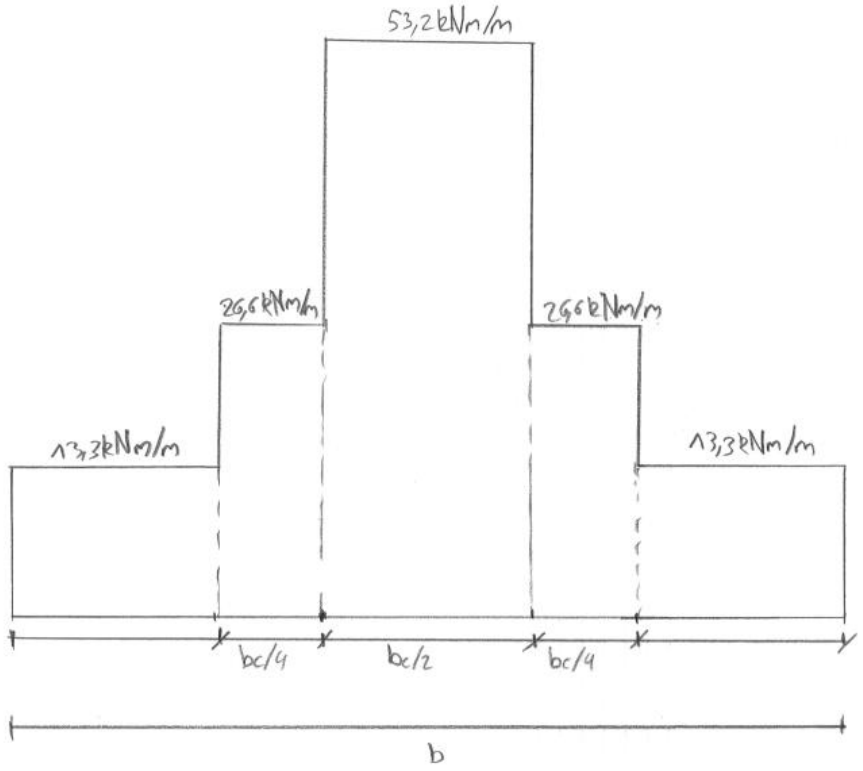


Figure 124: Répartition des moments de flexion de la paroi gunitée clouée

Ainsi, il faut rajouter des armatures dans la section centrale et les deux sections intermédiaires. Pour les sections intermédiaires, en ajoutant un Φ8, soit

$$A_s = 50.3mm * \frac{1m}{0.1875m} + 335\,{}^{mm^2}/_{m} = 603\ {}^{mm^2}/_{m}$$

$$x_{pl} = \frac{A_s f_{sd}}{b f_{cd}} = \frac{603mm^2/m * 435\,{}^{N}/_{mm^2}}{1000mm * 16.5\,{}^{N}/_{mm^2}} = 15.9mm$$

$$M_{Rd} = A_s f_{sd}\left(d - \frac{x_{pl}}{2}\right) = 603mm^2 * 435\,{}^{N}/_{mm^2} * (163mm - 7.95mm) = 40.7kNm/m$$

Ainsi, la résistance est suffisante en ajoutant un Φ8 dans cette partie. Afin de simplifier la mise en place, des Φ12 seront ajoutées.

Pour la partie centrale, si l'on rajoute deux Φ12, on obtient :

$$A_s = 2 * 113mm * \frac{1m}{0.375m} + 335\,{}^{mm^2}/_{m} = 938\ {}^{mm^2}/_{m}$$

$$x_{pl} = \frac{A_s f_{sd}}{b f_{cd}} = \frac{938mm^2/m * 435\,{}^{N}/_{mm^2}}{1000mm * 16.5\,{}^{N}/_{mm^2}} = 24.7mm$$

$$M_{Rd} = A_s f_{sd}\left(d - \frac{x_{pl}}{2}\right) = 938mm^2 * 435\,{}^{N}/_{mm^2} * (163mm - 24.7mm) = 56.4kNm/m$$

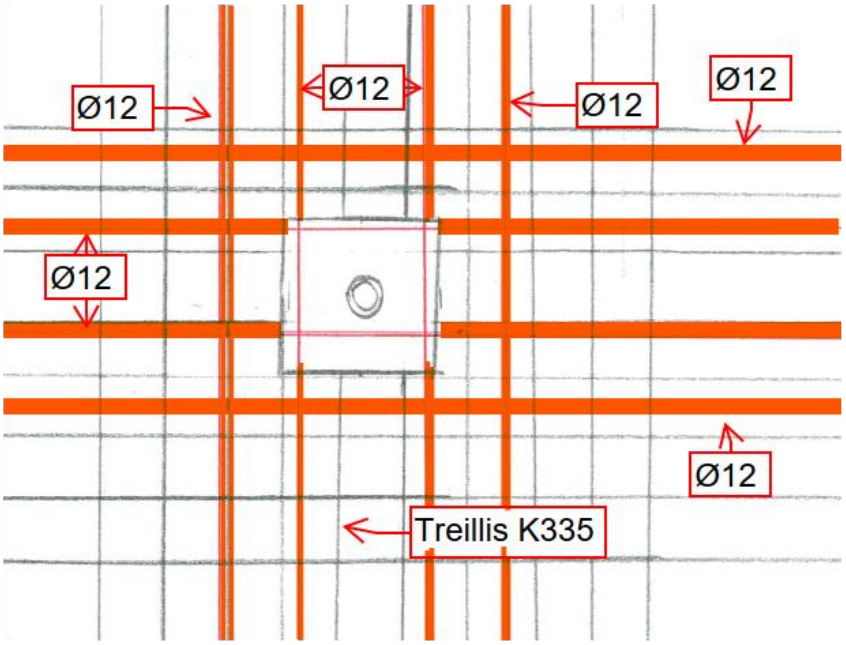


Figure 125: Schéma d'armature autour du clou inférieur

Ainsi, le taux de conformité au niveau central est de

$$n = \frac{56.4\ kNm/m}{53.2\ kNm/m} = 1.06$$

Le clou reprenant une charge de 109.9 kN, il faut vérifier la paroi gunitée au poinçonnement. Ainsi, en considérant que le clou ne diminue pas la hauteur statique de la paroi gunitée, on obtient que d_v=d.

En prenant une section de contrôle circulaire à une distance 0.5d=83mm du clou, on a une longueur U=π*(2*0.5*0.166mm+120mm)=0.9m. On prendra un coefficient de réduction k_e=0.9, en considérant que l'on se situe dans la situation similaire à des colonnes intérieures. Ainsi, u=0.9m*0.9=0.81m

La résistance au poinçonnement est de

$$V_{rd,c} = k_r \tau_{cd} d_v u$$

$$\tau_{cd} = 1.0\ {}^{N}/_{mm^2}, u = 810mm, d_v = 166mm$$

$$k_r = \frac{1}{0.45 + 0.18\psi d k_g}$$

$$k_g = \frac{48}{16 + D_{max}} = \frac{48}{32} = 1.5$$

$$\psi = 1.5 \frac{r_s}{d} \frac{f_{sd}}{E_s} \left(\frac{m_{sd}}{m_{rd}}\right)^{3/2}$$

En prenant la simplification que le facteur $\frac{m_{sd}}{m_{rd}} = 1$, on obtient :

$$\psi = 1.5 \frac{0.22 * 1500mm}{166mm} \frac{435\ {}^{N}/_{mm^2}}{205000\ {}^{N}/_{mm^2}} = 6.3 * 10^{-3}$$

$$k_r = \frac{1}{0.45 + 0.18 * 6.3 * 10^{-3} * 166 * 1.5} = 1.36 < 2$$

$$V_{rd,c} = 1.36 * 1.0\ {}^{N}/_{mm^2} * 166mm * 810mm = 183\ kN > 109.9\ kN$$

Comme le facteur $\frac{m_{sd}}{m_{rd}}$ a été mis à 1.0, la résistance au poinçonnement définitive sera plus élevée.

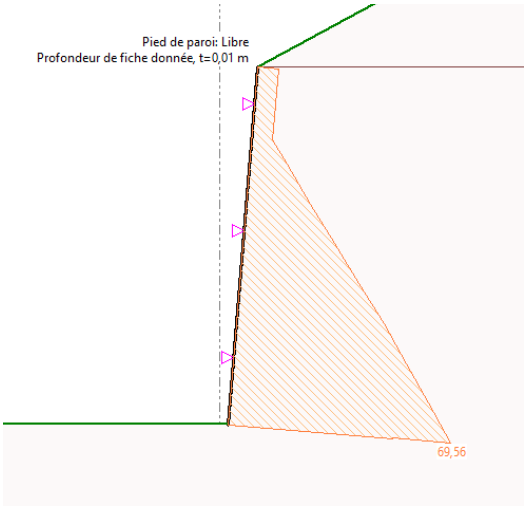


Figure 126: Poussée des terres sur la paroi gunitée

Ainsi, le moment horizontal entre deux clous serait de

$$M_{Ed} = \frac{ql^2}{12} = \frac{69.5\ {}^{kN}/_{m^2} * 1.5m^2 * 1m}{12} = 16.6\frac{kNm}{m}$$

Ainsi, le moment horizontal est inférieur à la résistance donnée par le treillis K335.

Pour l'effort tranchant, la répartition des efforts est de :

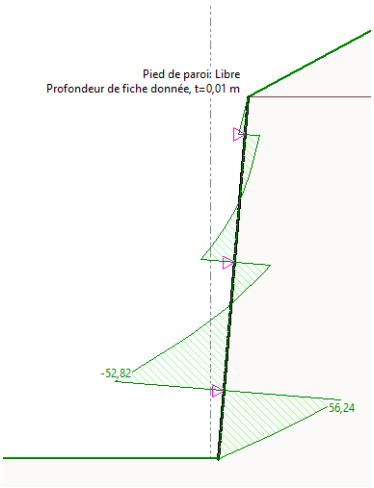


Figure 127: Effort tranchant

La résistance aux efforts tranchants est :

$$V_{rd} = k_d \tau_{cd} d_v$$

$$\tau_{cd} = 1.0\ {}^{N}/_{mm^2}\ \ d_v = 166mm$$

$$k_d = \frac{1}{1 + \varepsilon d k_g}$$

$$k_g = \frac{48}{16 + D_{max}} = \frac{48}{32} = 1.5$$

Si les moments résistants sont plus grands que les efforts, soit

$$\frac{m_d}{m_R} = 1$$

On obtient :

$$\varepsilon = \frac{f_{sd}}{E_s} * 1 = 2.12 * 10^{-3}$$

$$k_d = \frac{1}{1 + 2.12 * 10^{-3} * 166mm * 1.5} = \frac{1}{1.53} = 0.65$$

Ainsi, on obtient une résistance aux efforts tranchants de :

$$V_{rd} = 0.65 * 1.0 \, {}^{N}/_{mm^2} * 166mm = 107.9 \, kN$$

Ainsi, la résistance aux efforts tranchants est garantie.

5.5.2 Mur bacs à fleur

5.5.2.1 Renversement

La réaction d'appui verticale est :

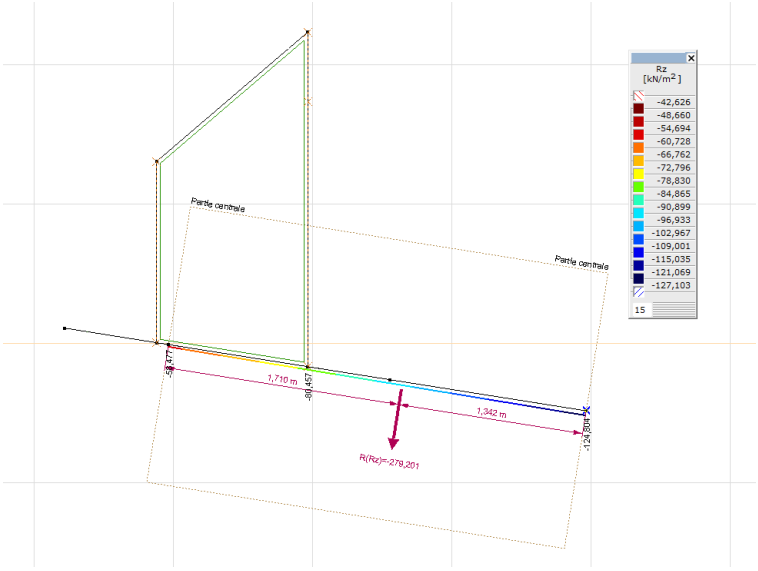


Figure 128: Réaction d'appui perpendiculaire, partie centrale

La largeur totale est de 1.71m+1.342m=3.05m. Le centre de charge est donc à 0.19m du centre de la semelle.

Ainsi, sur la partie centrale, l'excentricité est de 0.21m. Ainsi, avec une section considérée comme rectangulaire, on obtient la vérification suivante, selon la SIA 267:

$$(\frac{0m}{11.8m})^2 + (\frac{0.19m}{3.05m})^2 = 0.0039 < \frac{1}{9} = 0.11$$

Ainsi, il n'y a pas de risque de déversement.

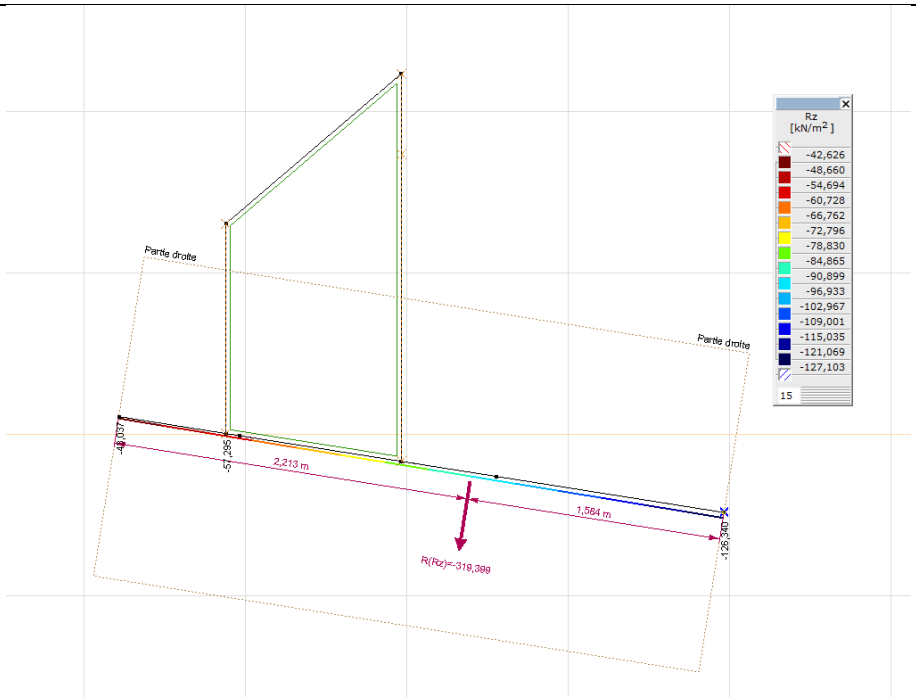


Figure 129: Réaction d'appui perpendiculaire, partie externe

La largeur totale est de 2.213m+1.584m=3.797m. Le centre de charge est donc à 0.31m du centre de la semelle.

Ainsi, sur les parties externes, l'excentricité est de 0.31m. Ainsi, avec une section considérée comme rectangulaire, on obtient la vérification suivante, selon la SIA 267:

$$(\frac{0m}{11.8m})^2 + (\frac{0.31m}{3.797m})^2 = 0.007 < \frac{1}{9} = 0.11$$

Ainsi, il n'y a pas de risque de déversement.

5.5.2.2 Glissement

La semelle reprend des charges perpendiculaires et parallèle. Pour la vérification au glissement, la vérification s'est faite selon la manière suivante :

$$R_d = \frac{1}{1.2}\left(q_{perpendiculaire,moyen} tan(\delta_d) + A'c\right)$$

Avec $q_{perpendiculaire,moyen}$ la charge moyenne reprise par la semelle perpendiculairement.

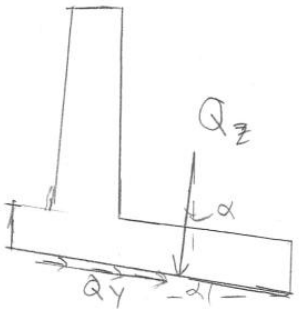


Figure 130: Reprise des charges par la semelle

Ainsi, on a

$$q_{perpendiculaire,moyen} = \frac{Q_z}{A_{semelle}}$$

Ainsi, la charge répartie perpendiculairement à la semelle et dans la longueur de la semelle sont :

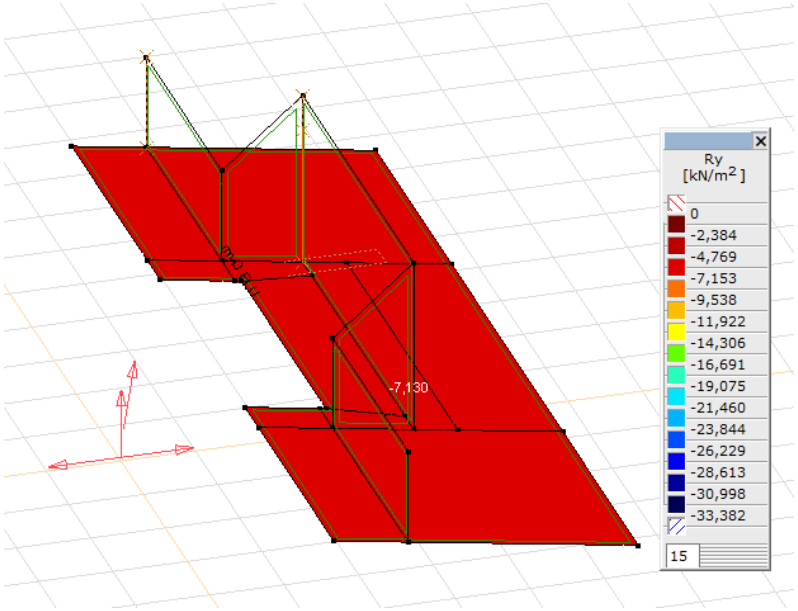


Figure 131: Effort de frottement reprise par la semelle

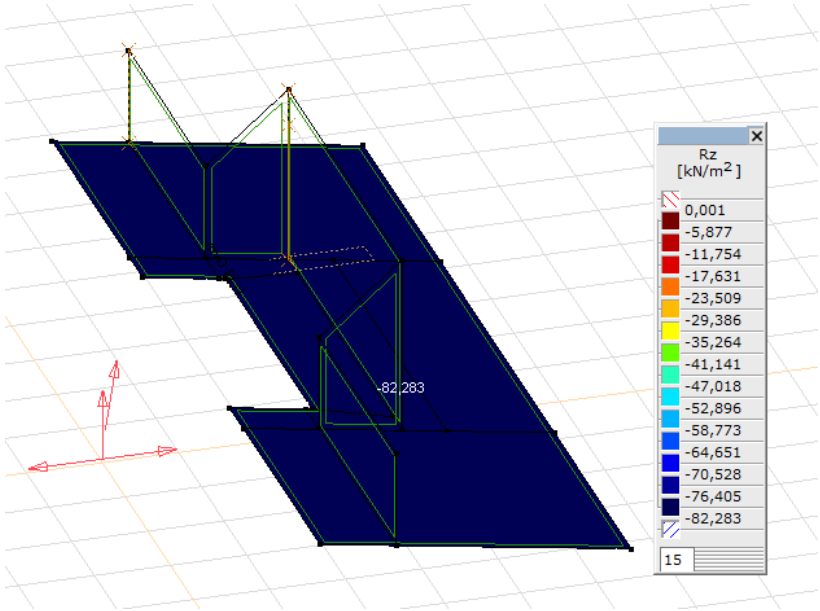


Figure 132: Charges perpendiculaire à la semelle

Ainsi, on obtient la vérification suivante :

$$R_d = \frac{1}{1.2}\left(82.3\,{}^{kN}/_{m^2} * \frac{\tan\left(\frac{2}{3} * 30°\right)}{1.2}\right) = 20.8\,{}^{kN}/_{m^2}$$

Ainsi, la résistance au glissement de 20.8 kN/m² est plus grande que la charge déstabilisante au glissement de 7.13 kN/m². Ainsi, le facteur de sécurité au glissement est de :

$$n = \frac{20.8\,{}^{kN}/_{m^2}}{7.13\,{}^{kN}/_{m^2}} = 2.92$$

Ainsi, avec les dimensions données, la résistance au glissement est garantie.

5.5.2.3 Poinçonnement

La pression au sol est de :

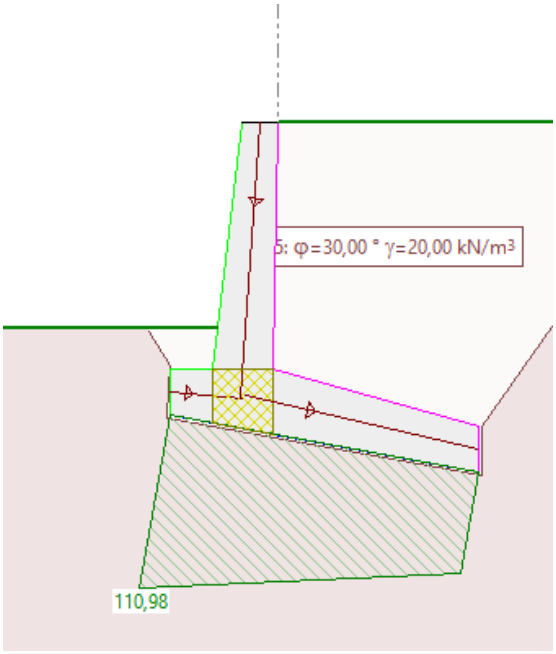


Figure 133: Pression sous la semelle

En ce qui concerne la vérification au poinçonnement du sol, la vérification peut être faite de la sorte :

Il nous faut calculer le poids propre du mur de soutènement et du sol reposant sur la semelle.

La charge totale verticale est de 2178 kN, alors que la charge horizontale est de 1000 kN. En répartissant sur une largeur de 8m, on obtient les charges réparties suivantes :

Q=272.3 kN

H=125 kN

Il faudra faire une vérification avec 0.8Qk et une vérification avec 1.35Qk.

Pour le calcul de l'excentricité, on peut calculer cela de la sorte :

0.8Qk

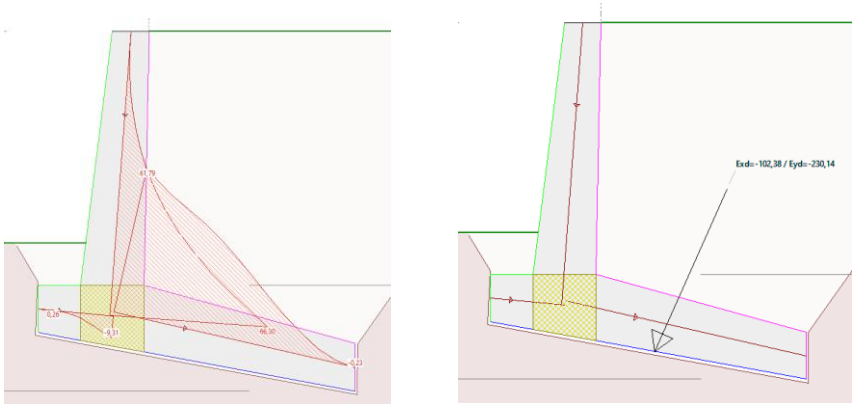


Figure 134: Moment de flexion à gauche, effort horizontaux et verticaux sous la semelle à droite

Ainsi, l'excentricité est de

$$e = \frac{M}{V} = \frac{66.3\ {}^{kNm}/_{m}}{230.1\ {}^{kN}/_{m}} = 0.29m$$

Qd [kN]	E [m]
230.1	0.29

Tableau 11: Charges appliquées

On obtient ainsi les paramètres suivants :

$$b' = 3.0m - 2 * 0.29m = 2.42m$$

$$Nq = e^{\pi \tan(\varphi)} tan^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2}\right) = 11.5$$

$$Nc = (Nq - 1)\cot(\varphi) = 21.8$$

$$N\gamma = 1.8 * (Nq - 1)\tan(\varphi) = 9.08$$

La semelle est rectangulaire, donnant les facteurs suivants :

$$s_q = 1 + \frac{b'}{l}\sin(\varphi) = 1.21$$

$$s_c = \frac{s_q N_q - 1}{N_q - 1} = 1.23$$

$$s_\gamma = 1 - 0.3\frac{b'}{l} = 0.86$$

Etant donné la charge horizontale importante, il faut insérer les facteurs suivants

$$i_q = (1 - \frac{H}{V + A' * c * \cot(\varphi)})^m = 0.69$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_c \tan(\varphi)} = 0.66$$

$$i_\gamma = (1 - \frac{H}{V + A' * c * \cot(\varphi)})^{(m+1)} = 0.52$$

$$H = composante\ horizontale\ de\ la\ force\ agissant\ sur\ la\ semelle$$

$$V = composante\ verticale\ de\ la\ force\ agissant\ sur\ la\ semelle$$

H=102.4 kN/m

V=230.1 kN/m

La semelle étant inclinée d'environ 9.2 degrés, on a les paramètres suivants :

$$b_q = (1 - \alpha \tan(\Phi')) = 0.85$$

$$b_c = b_q - \frac{(1 - b_q)}{Nctan(\Phi')} = 0.84$$

$$b_\gamma = b_q = 0.85$$

$$q_p = cN_c s_c i_c b_c + qN_q s_q i_q b_q + \frac{1}{2}\gamma b N_\gamma s_\gamma i_\gamma b_\gamma = 344.6\ kN/m^2$$

On obtient ainsi la résistance suivante :

$$Qp = q_p * b' = 835\ kN/m$$

Ainsi, la résistance du sol est supérieure à la charge verticale.

<u>1.35Qk</u>

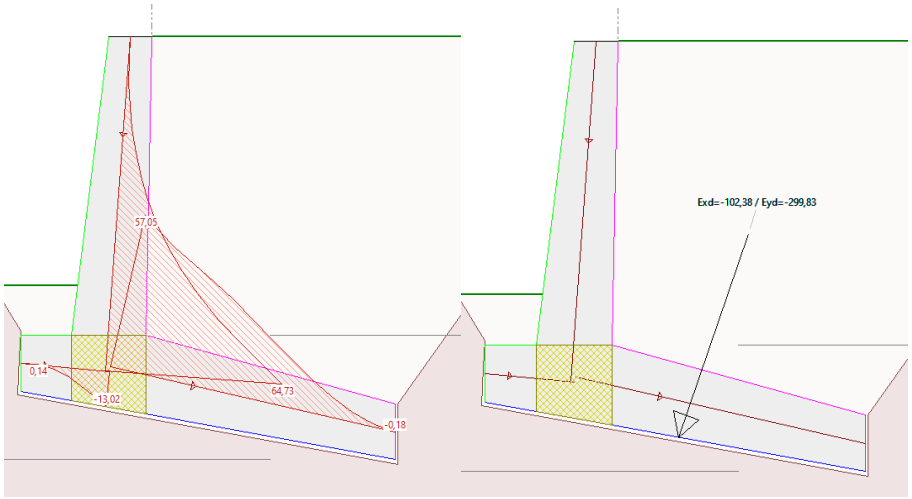


Figure 135: Moment de flexion à gauche, effort horizontaux et verticaux sous la semelle à droite

$$e = \frac{M}{V} = \frac{64.7\ {}^{kNm}/_{m}}{299.8\ {}^{kN}/_{m}} = 0.22m$$

Qd [kN]	E [m]
299.8	0.22

Tableau 12: Charges appliquées

On obtient ainsi les paramètres suivants :

$$b' = 3.0m - 2 * 0.22m = 2.56m$$

$$Nq = e^{\pi \tan(\varphi)} tan^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2}\right) = 11.5$$

$$Nc = (Nq - 1)\cot(\varphi) = 21.8$$

$$N\gamma = 1.8 * (Nq - 1)\tan(\varphi) = 9.08$$

La semelle est rectangulaire, donnant les facteurs suivants :

$$s_q = 1 + \frac{b'}{l}\sin(\varphi) = 1.22$$

$$s_\gamma = 1 - 0.3\frac{b'}{l} = 1.24$$

$$s_c = \frac{s_q N_q - 1}{N_q - 1} = 0.85$$

Etant donné la charge horizontale importante, il faut insérer les facteurs suivants

$$i_q = (1 - \frac{H}{V + A' * c * \cot(\varphi)})^m = 0.74$$

$$i_\gamma = (1 - \frac{H}{V + A' * c * \cot(\varphi)})^{(m+1)} = 0.72$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_c \tan(\varphi)} = 0.58$$

$$H = composante\ horizontale\ de\ la\ force\ agissant\ sur\ la\ semelle$$

$$V = composante\ verticale\ de\ la\ force\ agissant\ sur\ la\ semelle$$

H=102.4 kN/m

V=299.8 kN/m

La semelle étant inclinée d'environ 9.2 degrés, on a les paramètres suivants :

$$b_q = (1 - \alpha \tan(\Phi')) = 0.85$$

$$b_c = b_q - \frac{(1 - b_q)}{Nctan(\Phi')} = 0.84$$

$$b_\gamma = b_q = 0.85$$

$$q_p = cN_c s_c i_c b_c + qN_q s_q i_q b_q + \frac{1}{2}\gamma b N_\gamma s_\gamma i_\gamma b_\gamma = 384.1\ kN/m^2$$

On obtient ainsi la résistance suivante :

$$Qp = q_p * b' = 986.6 kN/m$$

Ainsi, la résistance du sol est supérieure à la charge verticale.

La limite donnée dans l'analyse géotechnique étant de 150 kN/m^2, il n'y a pas de problèmes dues aux charges sur le sol.

5.5.2.4 Fissuration de la semelle – exigence accrue

Il est nécessaire de calculer le taux d'armature minimal :

Selon la convention d'utilisation, le niveau d'exigence est considéré comme accru.

Objectifs	Exigences		
	normales	accrues	élevées
Eviter une défaillance fragile lorsque f_{ctd} est atteint	$\sigma_s \le f_{sd}$	$\sigma_s \le f_{sd}$	$\sigma_s \le f_{sd}$
Eviter l'écoulement plastique de l'armature pour les cas de charge fréquents selon SIA 260	-	$\sigma_s \le f_{sd}$-80 N/mm²	$\sigma_s \le f_{sd}$-80 N/mm²
Limiter l'ouverture des fissures (sous déformations imposées ou entravées, resp. pour les cas de charge quasi permanents selon SIA 260) lorsque f_{ctd} est atteint [1)]	$\sigma_s \le f_{sd}$	$\sigma_s \le \sigma_{s,adm}$ pour w_{nom} = 0,5 mm	$\sigma_s \le \sigma_{s,adm}$ pour w_{nom} = 0,2 mm

1) ***Pour des niveaux de sollicitation au-delà de la fissuration, une armature minimale supérieure à celle obtenue avec l'éq. (100a) est nécessaire pour respecter l'ouverture nominale des fissures exigée ; le cas échéant, elle est à déterminer avec des modèles de calcule avancés.***

Figure 136: Extrait de la corrective C1 de la norme SIA 262

Pour le cas de déformations entravées ou imposées relatives aux cas de charges quasi permanents, le correctif de la norme présente un tableau (valable pour des valeurs de f_{ctm} = 2.9 N/mm2, béton C30/37) indiquant les contraintes admissibles selon le diamètre d'armature

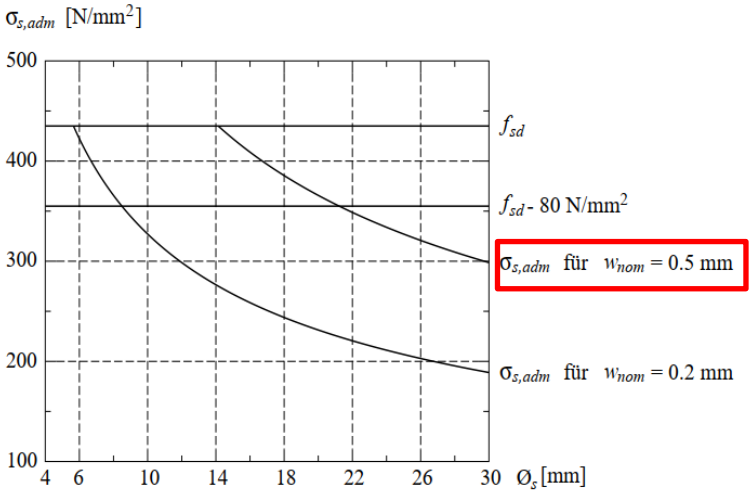


Figure 137: Extrait de la corrective C1 de la norme SIA 262

Ce tableau respecte l'équation suivante, issue du correctif C1 au chapitre 4.4.2.3.4 :

$$\sigma_{s,adm} = \sqrt{\frac{9 \cdot E_s \cdot f_{ctm} \cdot w_{nom}}{\emptyset_s}} \le f_{sd}$$

Contraintes maximales admissibles pour exigences accrues

Pour un $\Phi 16\ e = 150$ $\sigma_{s,adm} = \sqrt{\frac{9 \cdot E_s \cdot f_{ctm} \cdot w_{nom}}{\emptyset_s}} = \sqrt{\frac{9 \cdot 205'000 \cdot 2{,}9 \cdot 0{,}5}{16}} = 409\ N/mm^2$

Armature minimale

Pour le calcul des efforts du retrait de la semelle, une épaisseur moyenne de h = 450 mm est admis :

$$h = 450\ mm$$
$$f_{ctm} = 2.9\ N/mm^2$$

$$k_t = \frac{1}{1 + 0.5 \cdot h} = \frac{1}{1 + 0.5 \cdot 0.45} = 0.82 \rightarrow \ f_{ctd} = k_t \cdot f_{ctm} = 2.4 \ N/mm^2$$

$$A = \frac{f_{ctd}}{\sigma_{s,adm}} \cdot h = \frac{2.4 \cdot 450}{409} = \frac{2640 \ mm^2}{m} \rightarrow \boldsymbol{2 \ nappes \ \emptyset 20 \ e = 150mm \ (2680 \ mm^2/m)}$$

Ainsi, l'armature à utiliser pour la semelle sont des Φ16e 150mm

Le moment résistant accordé à la semelle est donc calculé ainsi :

d=450mm-40mm-8mm=402mm

$$x_{pl} = \frac{1340mm^2 * 435 \, {}^{N}/_{mm^2}}{1000mm * 20 \, {}^{N}/_{mm^2}} = 29 \ mm$$

$$M_{rd} = 1340mm^2 * 435 \, {}^{N}/_{mm^2} * (402mm - 0.5 * 29m) = 226 \ kNm$$

5.5.2.5 Fissuration de du mur – exigence accrue

Pour le mur, on a une épaisseur de 600 mm en bas du mur.

$$\sigma_{s,adm} = \sqrt{\frac{9 \cdot E_s \cdot f_{ctm} \cdot w_{nom}}{\emptyset_s}} \leq f_{sd}$$

Contraintes maximales admissibles pour exigences accrues

Pour un $\Phi 20 \ e = \ 150 \ \ \sigma_{s,adm} = \sqrt{\frac{9 \cdot E_s \cdot f_{ctm} \cdot w_{nom}}{\emptyset_s}} = \sqrt{\frac{9 \cdot 205'000 \cdot 2{,}9 \cdot 0{,}5}{20}} = 365 \ N/mm^2$

Armature minimale

Pour le calcul des efforts du retrait de la semelle, une épaisseur moyenne de h = 600 mm est admis :

$$h = 600 \ mm$$

$$f_{ctm} = 2.9 \ N/mm^2$$

$$k_t = \frac{1}{1 + 0.5 \cdot h} = \frac{1}{1 + 0.5 \cdot 0.6} = 0.77 \rightarrow \ f_{ctd} = k_t \cdot f_{ctm} = 2.2 \ N/mm^2$$

$$A = \frac{f_{ctd}}{\sigma_{s,adm}} \cdot h = \frac{2.2 \cdot 600}{366} = \frac{3606 \ mm^2}{m} \rightarrow \boldsymbol{2 \ nappes \ \emptyset 20 \ e = 150mm \ (4180 \ mm^2/m)}$$

Ainsi, l'armature à utiliser pour la semelle sont des Φ20 e 150mm

Le moment résistant accordé à la semelle est donc calculé ainsi :

d=600mm-40mm-10mm=550mm

$$x_{pl} = \frac{2090mm^2 * 435 \, {}^{N}/_{mm^2}}{1000mm * 20 \, {}^{N}/_{mm^2}} = 45.5 \ mm$$

$$M_{rd} = 2090mm^2 * 435 \, {}^{N}/_{mm^2} * (550mm - 0.5 * 45.5mm) = 479.3 \ kNm$$

5.5.2.6 Efforts à l'ELU

Les efforts maximaux observés sont les suivants :

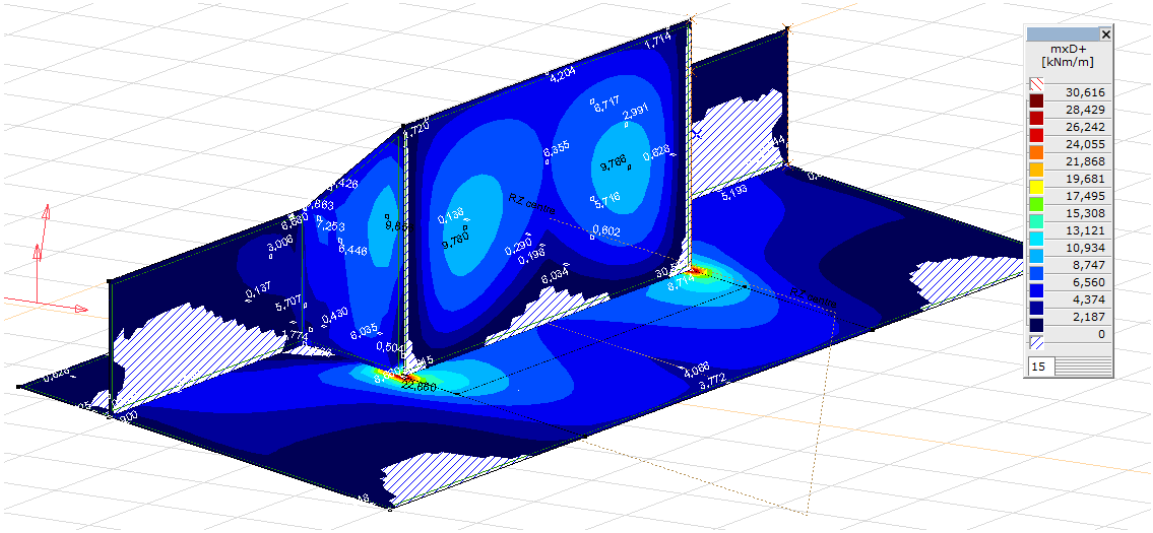


Figure 138: Moment de flexion MxD+

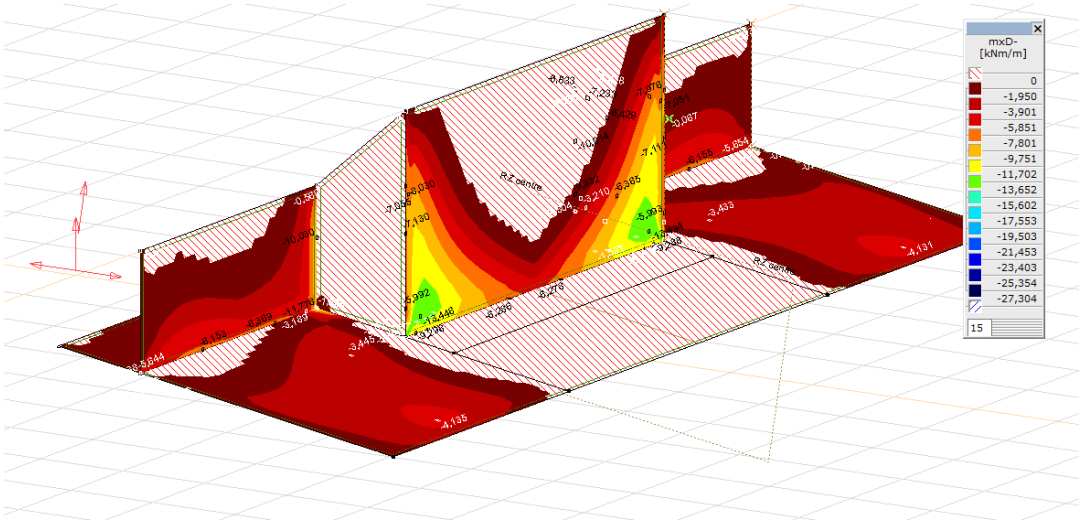


Figure 139: Moment de flexion MxD-

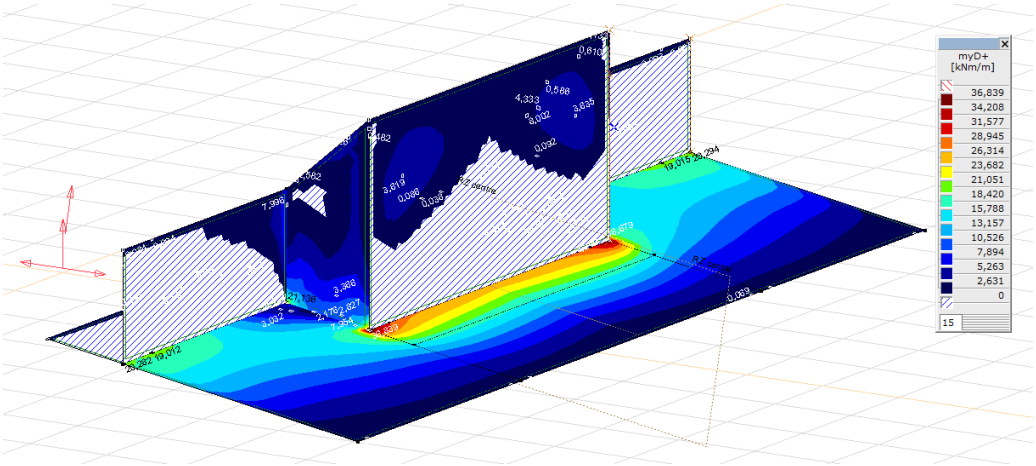


Figure 140: moment de flexion myD+

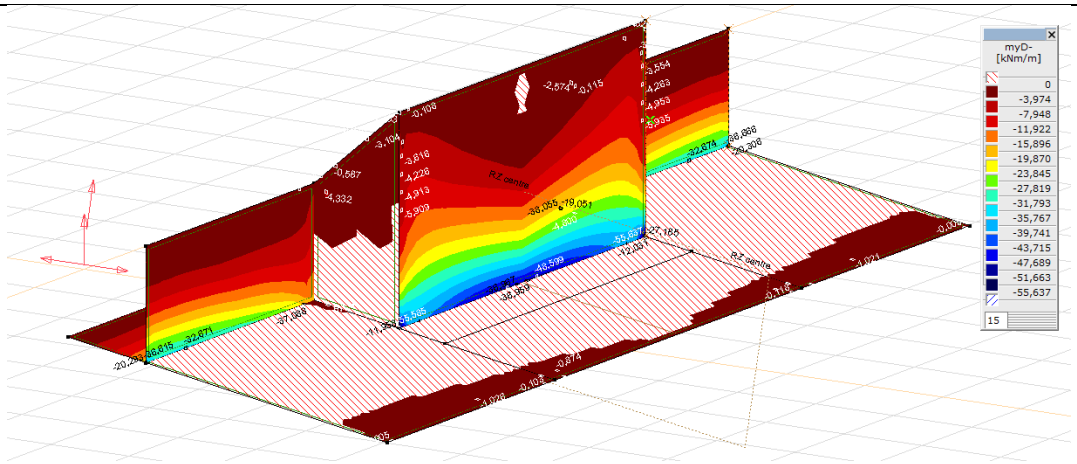


Figure 141: Moment de flexion MyD-

Le moment maximal est donc de 55 kNm.

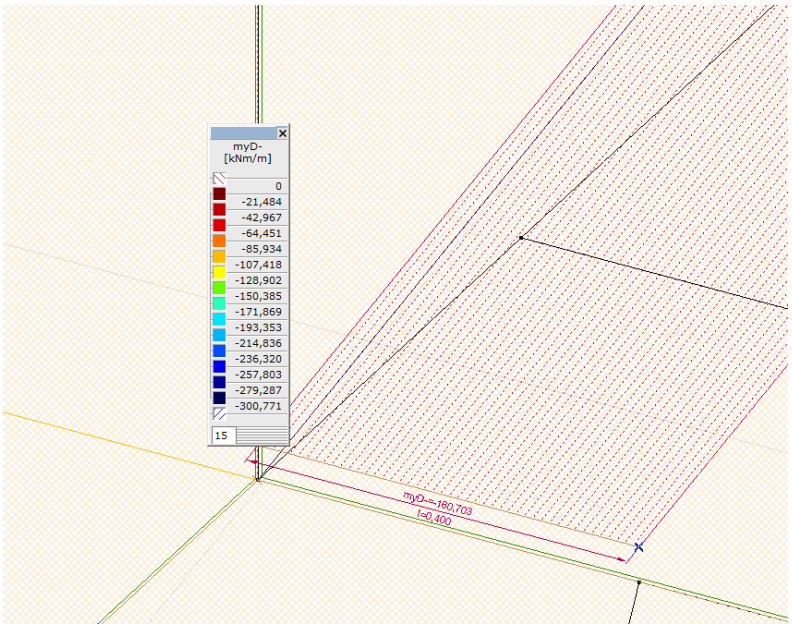


Figure 142: myD- répartit

Ainsi, il n'y a pas de problèmes de moments de flexion.

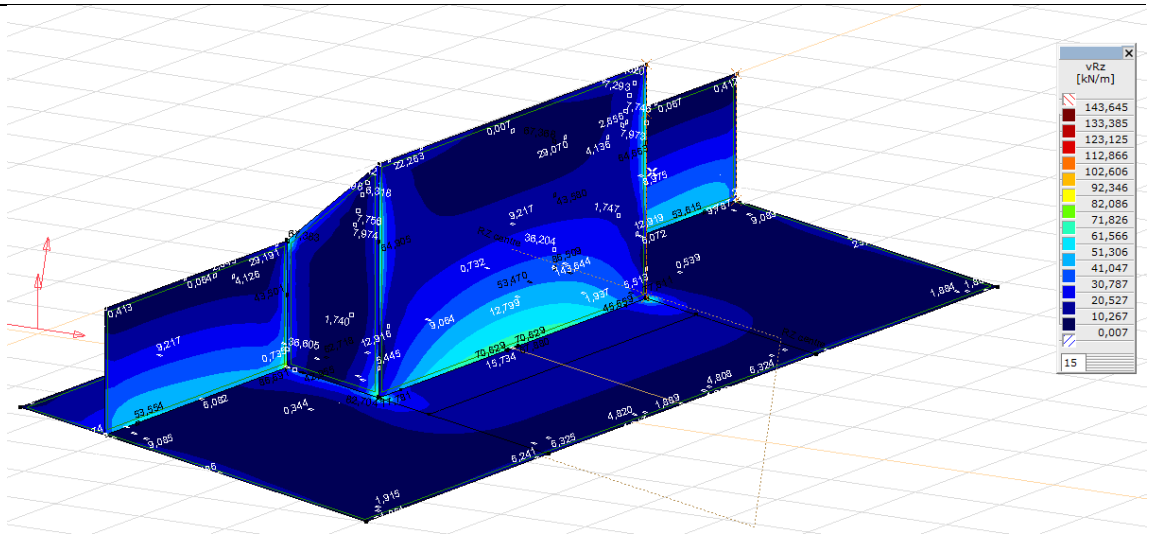


Figure 143: Effort tranchant

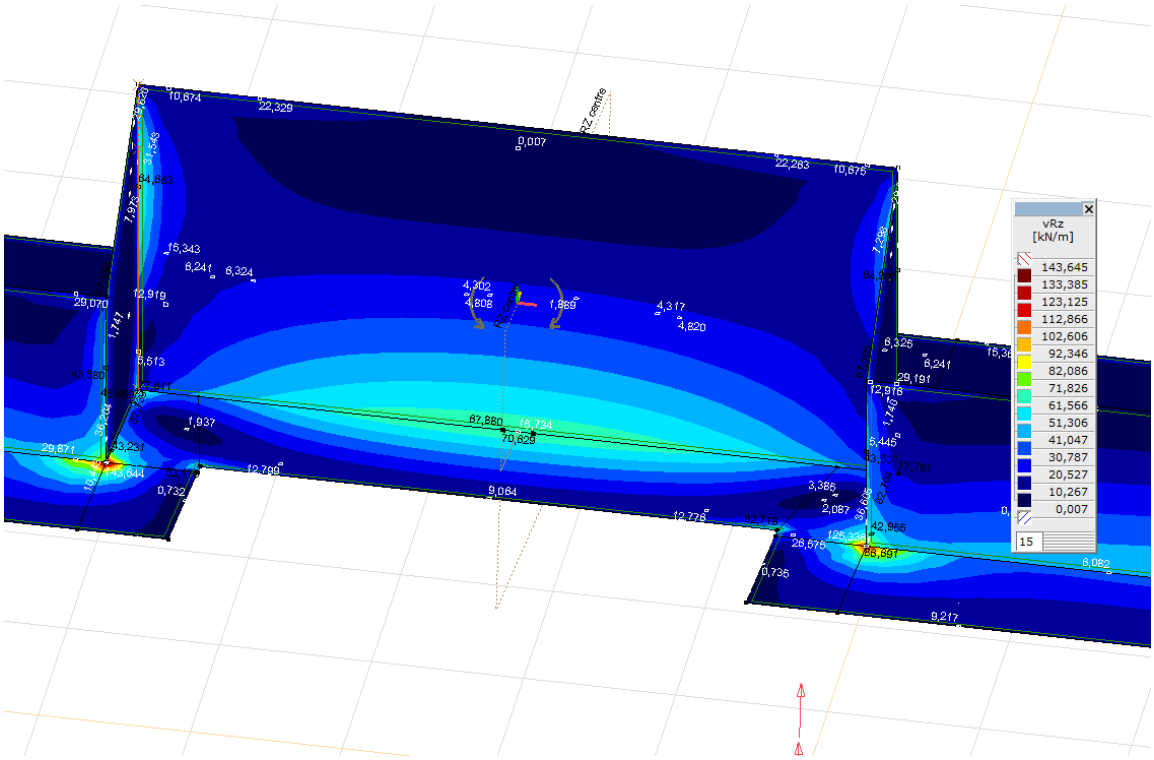


Figure 144: Effort tranchant

L'effort tranchant à vérifier est de 143 kN.

La résistance aux efforts tranchants est ainsi, pour le mur :

$$M_{rd} = 1340mm^2 * 435\,{}^{N}/_{mm^2} * (252mm - 0.5 * 29m) = 138.7\ kNm$$

$$V_{rd} = k_d \tau_{cd} d_v$$

$$d_v = 252mm, \tau_{cd} = 1.1 \frac{N}{mm^2}$$

$$k_d = \frac{1}{1 + \varepsilon_v d k_g}$$

$$k_g = \frac{48}{16 + D_{max}} = \frac{48}{16 + 32} = 1$$

Dans le cas où l'on ne peut pas exclure des déformations de l'armature de flexion :

$$\varepsilon_v = \frac{f_{sd}}{E_s}\frac{M_{ed}}{M_{rd}} = 1.5 * \frac{435}{205'000} = 3.2 * 10^{-3}$$

$$k_d = \frac{1}{1 + 3.2 * 10^{-3} * 352 * 1} = 0.47$$

$$V_{rd} = k_d \tau_{cd} d_v = 0.47 * 1.1 * 352 = 182\ kN$$

Ainsi, il n'y a pas besoin d'armature d'effort tranchant.

5.5.2.7 Séisme

5.5.2.7.1 Renversement

La réaction d'appui verticale est de :

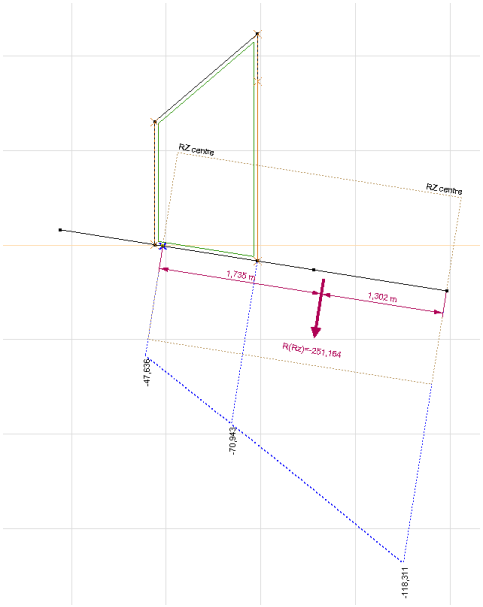


Figure 145: Réaction d'appui verticale de la semelle, partie centrale

La largeur totale est de 1.735m+1.302m=3.037m. Le centre de charge est donc à 0.3m du centre de la semelle.

Ainsi, sur les parties externes, l'excentricité est de 0.22m. Ainsi, avec une section considérée comme rectangulaire, on obtient la vérification suivante, selon la SIA 267:

$$(\frac{0m}{11.8m})^2 + (\frac{0.22m}{3.037m})^2 = 0.005 < \frac{1}{9} = 0.11$$

Ainsi, il n'y a pas de risque de déversement sur la partie centrale.

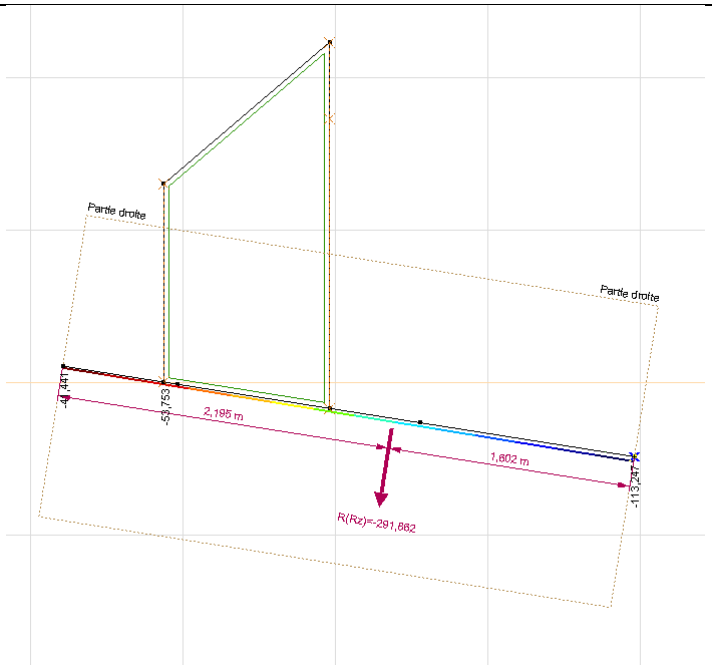


Figure 146: Réaction d'appui verticale de la semelle, partie externe

La largeur totale est de 2.195m+1.602m=3.797m. Le centre de charge est donc à 0.3m du centre de la semelle.

Ainsi, sur les parties externes, l'excentricité est de 0.3m. Ainsi, avec une section considérée comme rectangulaire, on obtient la vérification suivante, selon la SIA 267:

$$(\frac{0m}{11.8m})^2 + (\frac{0.3m}{3.797m})^2 = 0.006 < \frac{1}{9} = 0.11$$

Ainsi, il n'y a pas de risque de déversement.

5.5.2.7.2 Glissement

Selon la SIA 267, article 8.5.1.6, la résistance à court terme doit être calculée avec la cohésion apparente du matériau c_u. Comme la semelle est construite sur la couche de moraine, selon le rapport géotechnique, on a que $c_{u,k}$ vaut 80 kN. Ainsi, au renversement, on obtient :

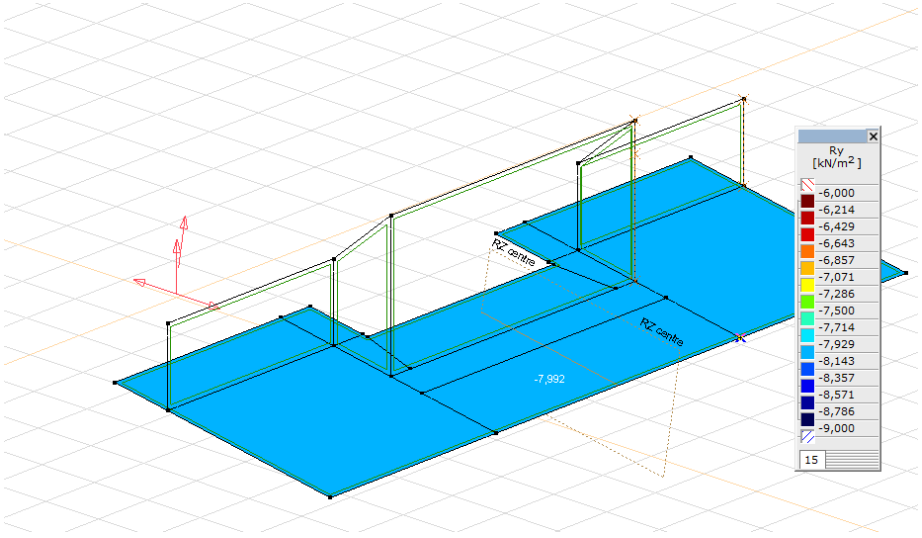


Figure 147: Charge de glissement moyenne

Ainsi, la charge parallèle aux semelles est de 7.9 kN/m^2.

$$R_d = \frac{1}{1.2}(A' c_u) = \frac{1}{1.2}\left(A' \frac{c_k}{1.5}\right) = \frac{1}{1.2}\left(\frac{80\ {}^{kN}/_{m^2}}{1.5}\right) = 44\ {}^{kN}/_{m^2}$$

Dans le cas où il faut reprendre la charge avec uniquement les charges sur la semelle, on obtient :

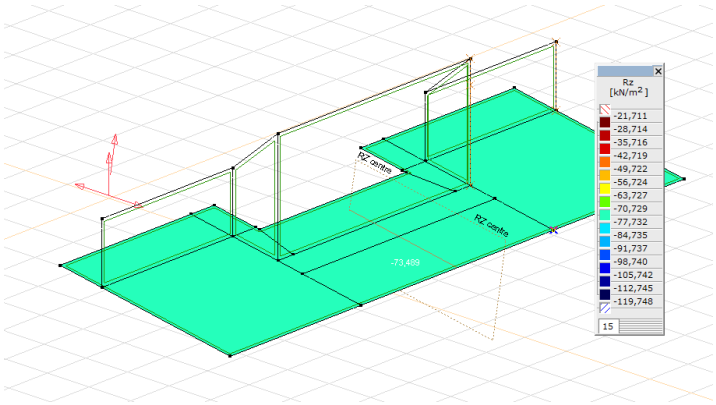


Figure 148: Charges perpendiculaire à la semelle

$$R_d = \frac{1}{1.2}\left(73.5\ {}^{kN}/_{m^2} * \frac{\tan\left(\frac{2}{3} * 30°\right)}{1.2}\right) = 18.6\ {}^{kN}/_{m^2}$$

$$R_d = 18.6\ {}^{kN}/_{m^2} > 12\ {}^{kN}/_{m^2}$$

Ainsi, il n'y a pas de problèmes de glissement lors d'un séisme.

Si l'on considère un angle de frottement résiduel de 20° suite au séisme, cela nous donne :

$$R_d = \frac{1}{1.2}\left(73.5\ {}^{kN}/_{m^2} * \frac{\tan\left(\frac{2}{3} * 20°\right)}{1.2}\right) = 12.1\ {}^{kN}/_{m^2}$$

$$R_d = 12.1\ {}^{kN}/_{m^2} > 12\ {}^{kN}/_{m^2}$$

5.5.2.8 ELS

Le déplacement horizontal du mur est :

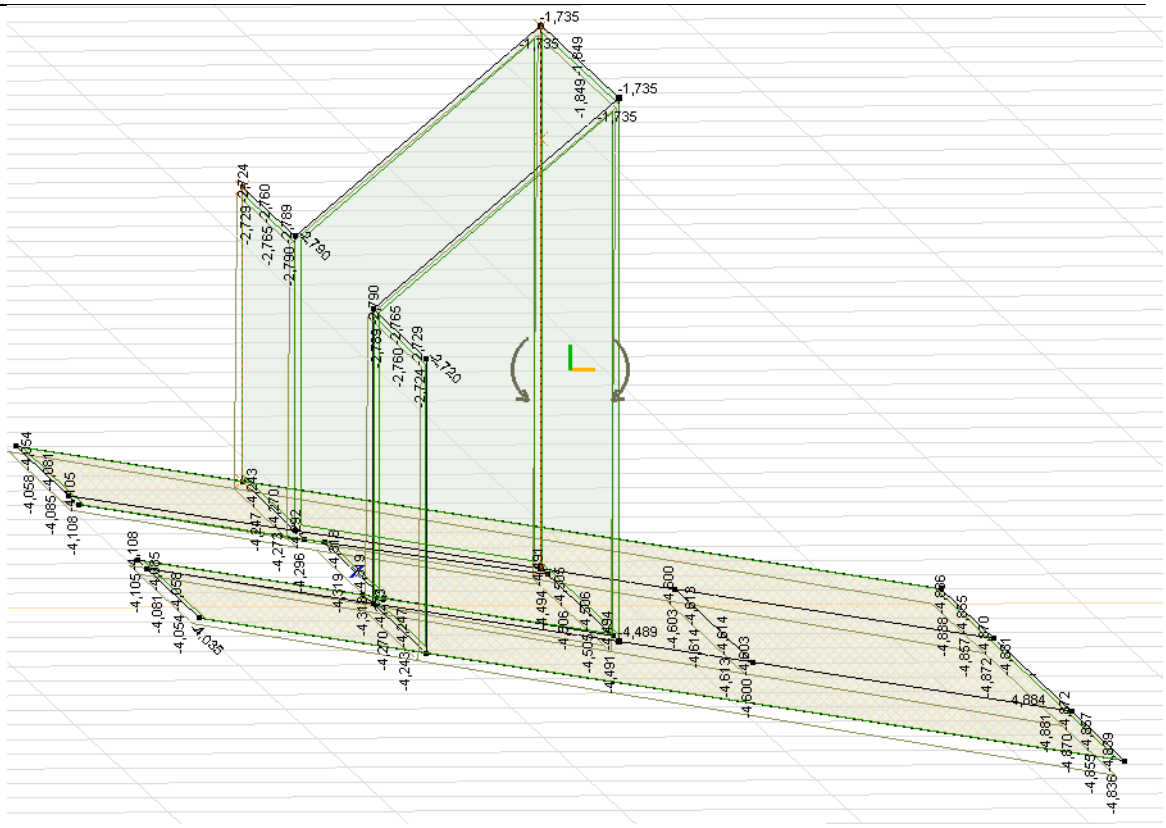


Figure 149: Déplacement du mur bac à fleur à l'ELS

Ainsi, avec un déplacement de moins de 4mm, il n'y a aucun problème de déformation de l'ouvrage.

5.5.2.9 Poussée d'eau sous la semelle

5.5.2.9.1 Renversement

La réaction d'appui verticale est de :

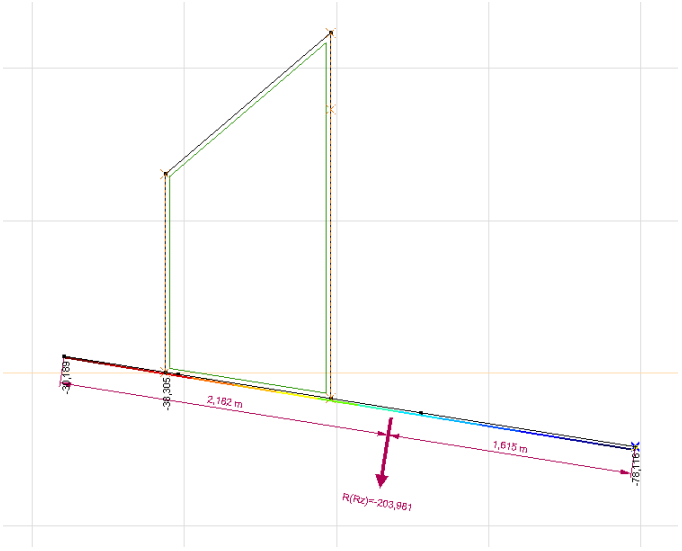


Figure 150: Réaction d'appui verticale de la semelle, partie externe

La largeur totale est de 2.182m+1.615m=3.797m. Le centre de charge est donc à 0.3m du centre de la semelle.

Ainsi, sur les parties externes, l'excentricité est de 0.28m. Ainsi, avec une section considérée comme rectangulaire, on obtient la vérification suivante, selon la SIA 267:

$$(\frac{0m}{11.8m})^2 + (\frac{0.28m}{3.797m})^2 = 0.005 < \frac{1}{9} = 0.11$$

Ainsi, il n'y a pas de risque de déversement.

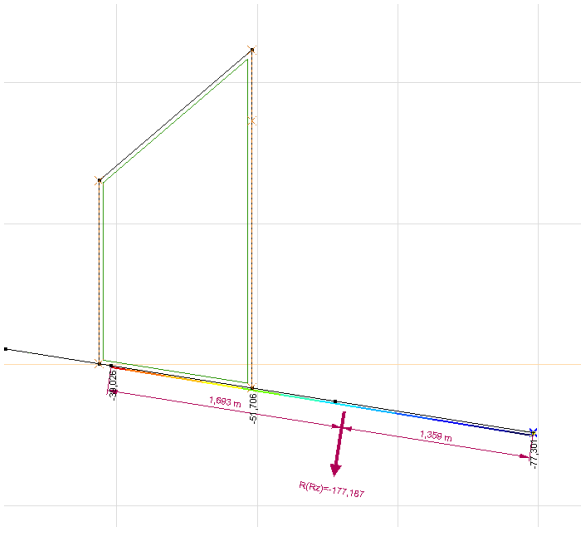


Figure 151: Réaction d'appui verticale de la semelle, partie centrale

La largeur totale est de 1.693m+1.359m=3.052m. Le centre de charge est donc à 0.3m du centre de la semelle.

Ainsi, sur les parties externes, l'excentricité est de 0.17m. Ainsi, avec une section considérée comme rectangulaire, on obtient la vérification suivante, selon la SIA 267:

$$(\frac{0m}{11.8m})^2 + (\frac{0.17m}{3.052m})^2 = 0.003 < \frac{1}{9} = 0.11$$

Ainsi, il n'y a pas de risque de déversement sur la partie centrale.

5.5.2.9.2 Glissement

On a les efforts suivants sous la semelle :

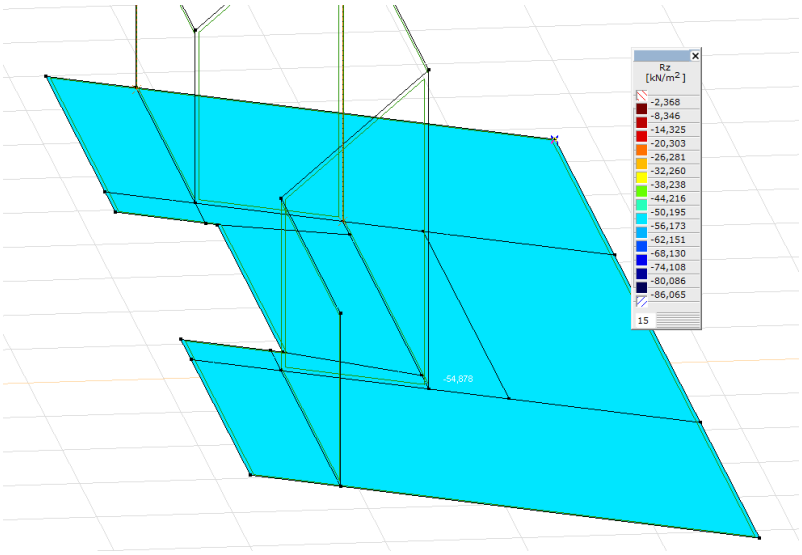


Figure 152: Effort vertical moyen sous la semelle

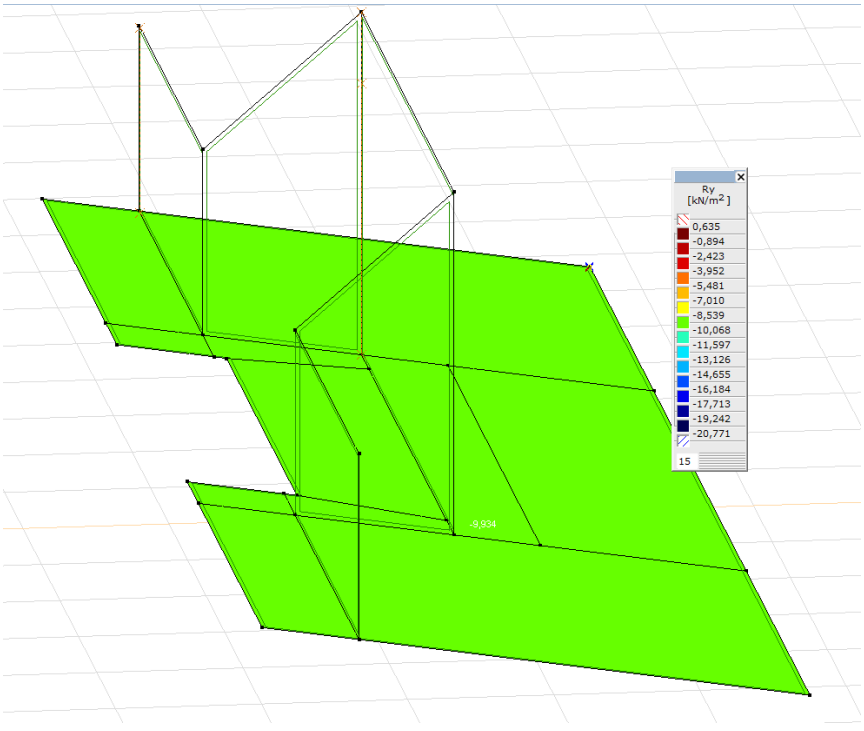


Figure 153: Effort horizontal moyen sous la semelle

$$R_d = \frac{1}{1.2}\left(54.9\,{}^{kN}/_{m^2} * \frac{\tan\left(\frac{2}{3} * 30°\right)}{1.2}\right) = 13.9\,{}^{kN}/_{m^2}$$

$$R_d = 13.9\,{}^{kN}/_{m^2} > 12\,{}^{kN}/_{m^2}$$

6 Fondations SAZ

Deux fondations SAZ doivent être vérifiées :

- H1, Km 38.761
- I81, Km 39.400

6.1 Géologie et hydrogéologie

La géologie considérée pour la fondation H1 au km 38.761 est la même que pour le mur de KV. Pour la fondation I81 au km 39.4, il est possible de considérer les données du sondage de Geotest à cet endroit.

Les données géotechniques et hydrogéologiques peuvent être obtenues dans la base de projet, document 12.303.05 au chapitre 3.1.3.

6.2 Matériaux

Les matériaux utilisés sont les mêmes que ceux décrits dans le chapitre 4.3. Ils sont également indiqués dans la base de projet, document 12.303.05, au chapitre 4.4.

6.3 Modélisation

6.3.1 Fondation H1, km 38.761

La fondation prévue à cet endroit est une fondation DPS1.3/3,0B.

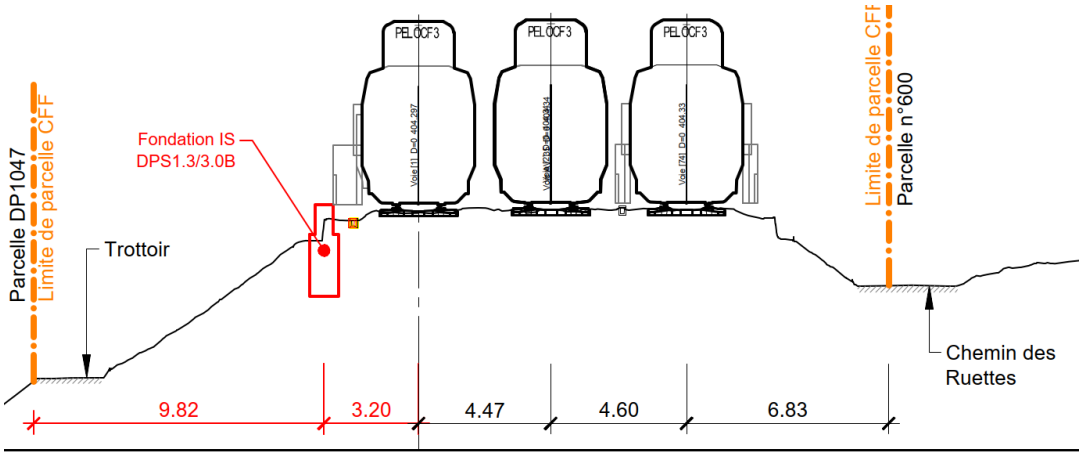


Figure 154: Coupe au km 38.761

La fondation prévue initialement par les CFF a les dimensions suivantes :

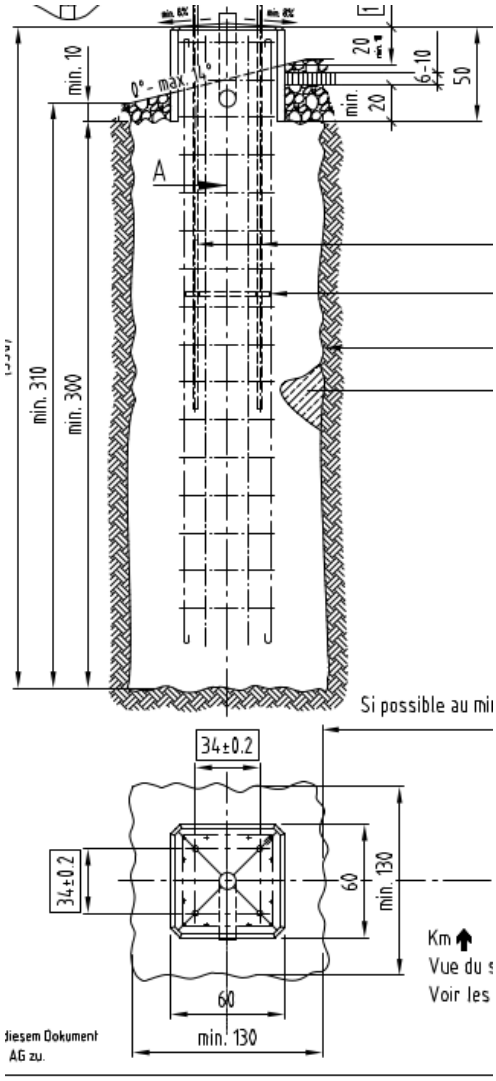


Figure 155: dimensions de la fondation DPS 1.3/3.0B

La fondation a donc a été modélisé des manières suivantes :

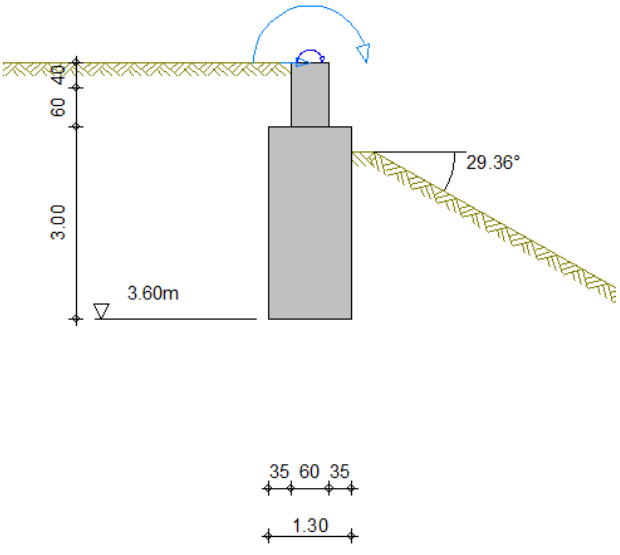


Figure 156: Modélisation avec une fondation DPS 1.3/3.0B

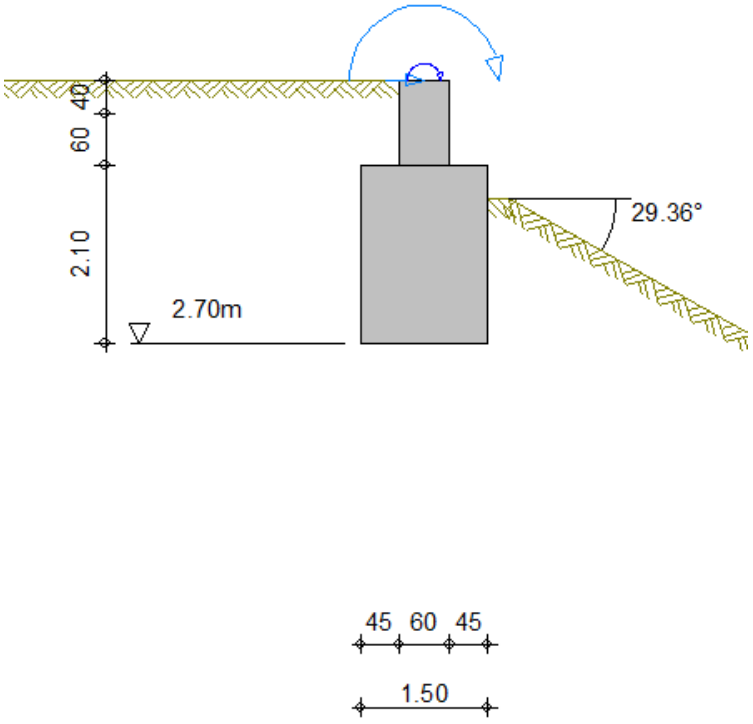


Figure 157: Modélisation alternative proposée

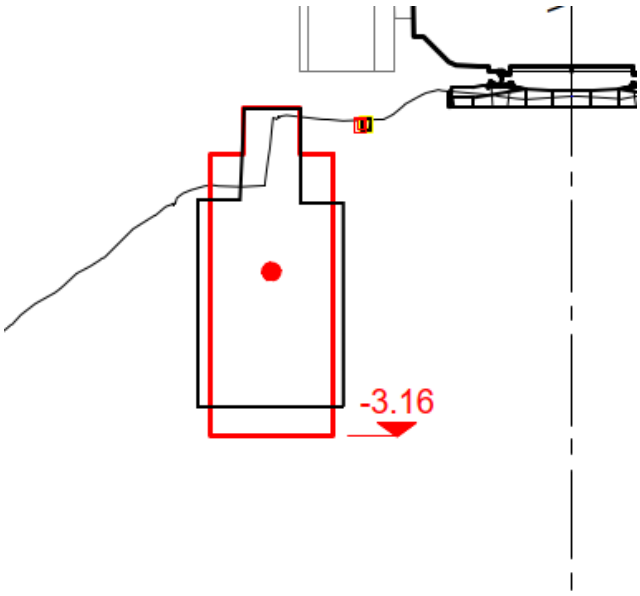


Figure 158: Fondation initiale en rouge et fondation prévue en noir

6.3.2 Fondation I81, km 39.400

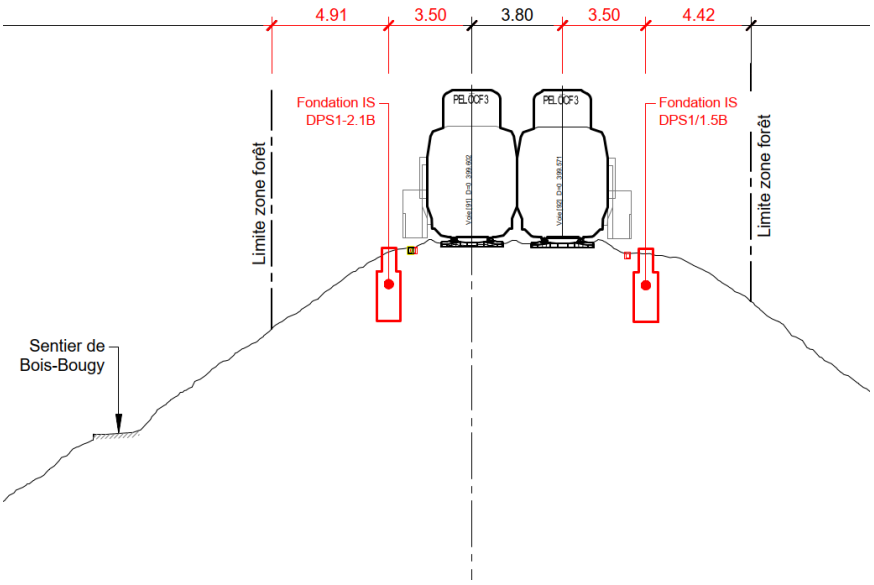


Figure 159: Coupe au km 39.400

La fondation DPS1-2.1B a les dimensions suivantes :

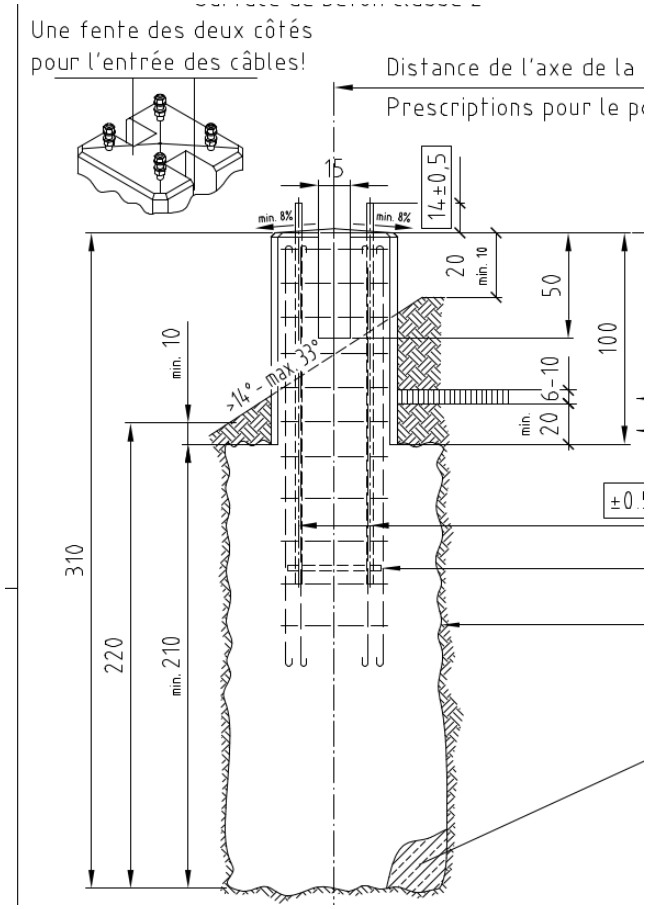


Figure 160: Dimensions de la fondation DPS1/2.1B

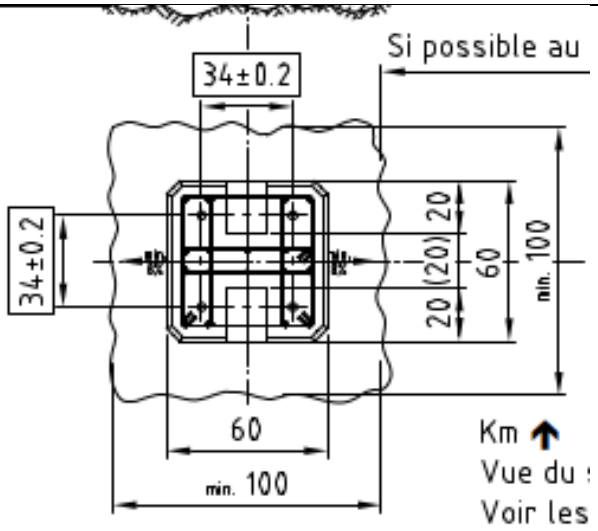


Figure 161: Dimensions de la fondation DPS1/2.1B

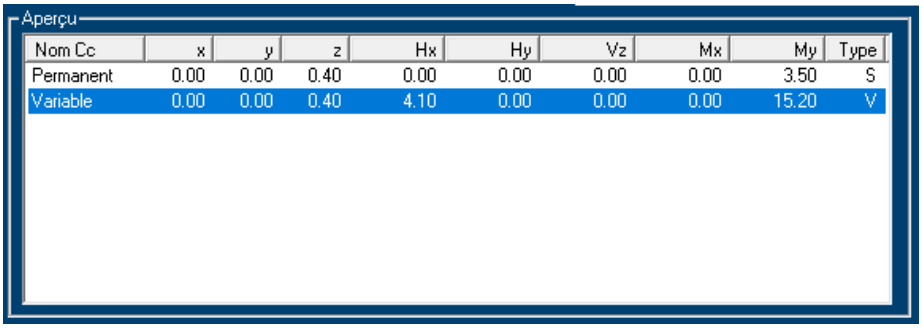
6.4 Actions

Les actions suivantes sont prévues :

6.4.1 Fondation H1, km 38.761

Bien qu'il s'agisse d'une fondation type DPS 1.3/3.0B, les charges considérées sont celles d'un DPS1/2.1B

Actions			Valeur
Charge verticale	Permanente		0-9.8 kN
Charge horizontale	Parallèle aux voies	Variables	7.3 kN
	Perpendiculaire aux voies	Variables	4.1 kN
Moment de flexion	Parallèle aux voies	Permanent	0 kNm
		Variable	32.1 kNm
	Perpendiculaire aux voies	Permanent	3.5 kNm
		Variable	15.2 kNm
Moment de torsion		Variable	5.6 kNm


Aperçu

Nom Cc	x	y	z	Hx	Hy	Vz	Mx	My	Type
Permanent	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	3.50	S
Variable	0.00	0.00	0.40	4.10	0.00	0.00	0.00	15.20	V

Figure 162: Charges appliquées à la fondation H1 DC Foundation

6.4.2 Fondation I81, km 39.400

Actions			Valeur
Charge verticale	Permanente		0-9.8 kN
Charge horizontale	Parallèle aux voies	Variables	7.3 kN
	Perpendiculaire aux voies	Variables	4.1 kN
Moment de flexion	Parallèle aux voies	Permanent	0 kNm
		Variable	32.1 kNm
	Perpendiculaire aux voies	Permanent	3.5 kNm
		Variable	15.2 kNm
Moment de torsion		Variable	5.6 kNm

6.4.3 Combinaisons de charge

La combinaison de charge suivante est utilisée pour vérifier la stabilité de l'élément :

Charges	ELU 1		ELU 2	
	Cas 1	Cas 2	Cas 1	Cas 2
Charges verticales	1.1	0.9	1.35	0.8
Autres charges permanentes	1.1	1.1	1.35	1.35
Charges Variables	1.5	1.5	1.5	1.5

6.5 Dimensionnement

6.5.1 Fondation H1, km 38.761

La fondation a été modélisée selon la théorie de Steckner. La pente actuelle du terrain est de 35°, soit plus raide que l'angle de frottement. Comme il n'est pas possible de modéliser la structure avec une telle pente sur DC Foundation, la hauteur du terrain aval a été adaptée afin que le volume effectif de terrain devant la fondation soit globalement la même. Ainsi, la hauteur réduite de terrain a été calculé de la manière suivante :

H1 : hauteur effective avec un angle à 35°

H1=2.2m

H2 : hauteur effective avec un angle à 35°.

$$V1 = H1 * \frac{H1}{\tan(35°)} * 0.5 = 3.45m^2$$

$$V2 = V1 = H2 * \frac{H2}{\tan(30°)} * 0.5$$

$$H2 = \sqrt{V1 * \tan(30) * 2} = 2m$$

Figure 163: Résultats de DC Foundation

En modélisant la structure avec un DPS 1.3/3.0B, on obtient le degré de conformité suivant :

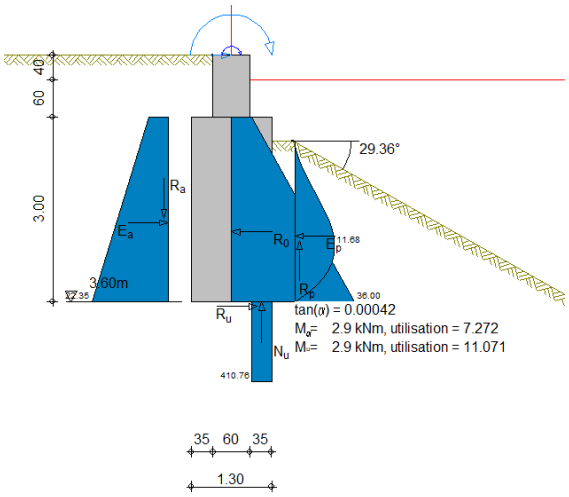


Figure 164: degré de conformité d'un DPS 1.3/3.0B

La section proposée ne permet pas de reprendre les charges appliquées. Ainsi, il est nécessaire de mettre en place une section plus profonde. On obtient ainsi :

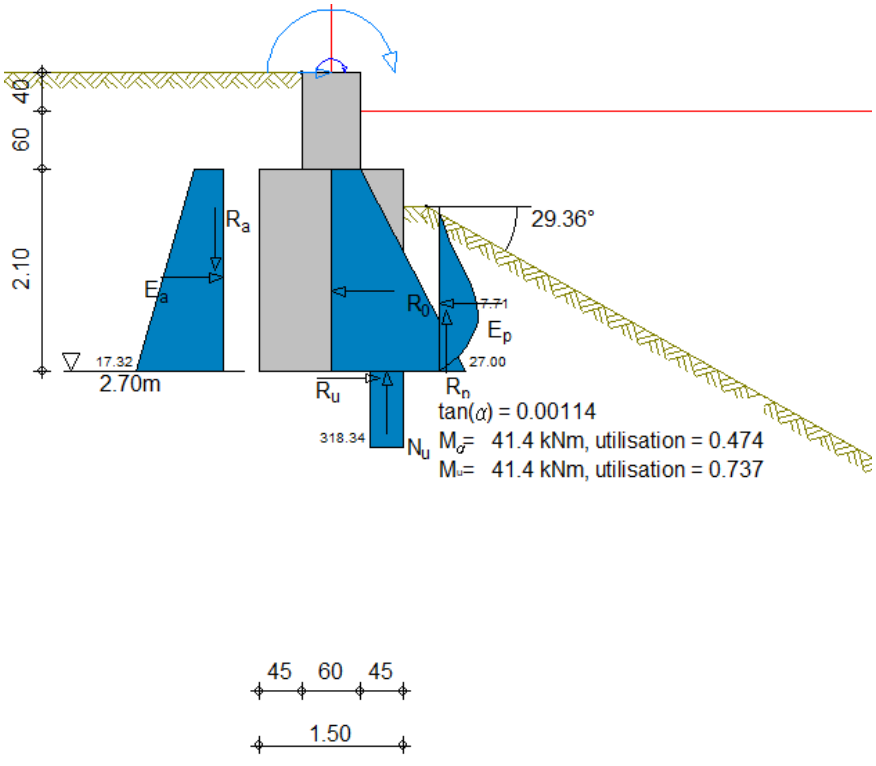


Figure 165: Taux d'utilisation pour les charges perpendiculaires aux voies

Cette section résiste également aux charges parallèles aux voies :

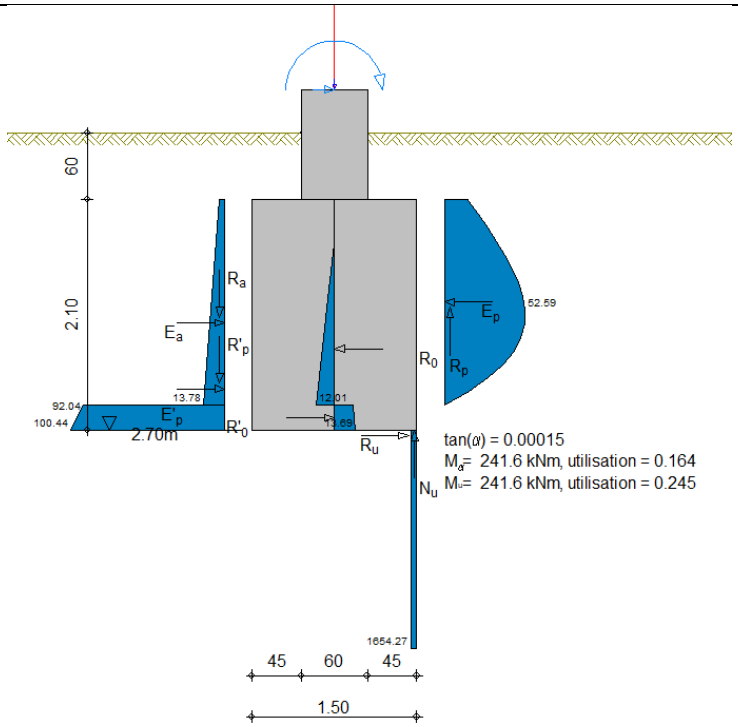


Figure 166: Taux d'utilisation pour les charges parallèles aux voies

6.5.2 Fondation I81, km 39.400

Les charges sont reprises du document CFF. Ces charges sont retransmises au sommet de la fondation. Le système est donc de la sorte :

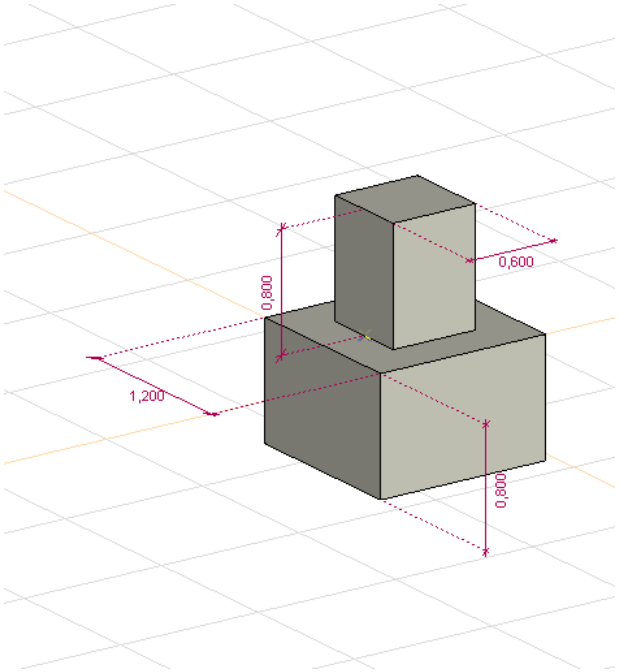


Figure 167: Fondation I81

La fondation repose sur 4 micropieux. Les charges que reprennent les fondations sont ainsi de la sorte :

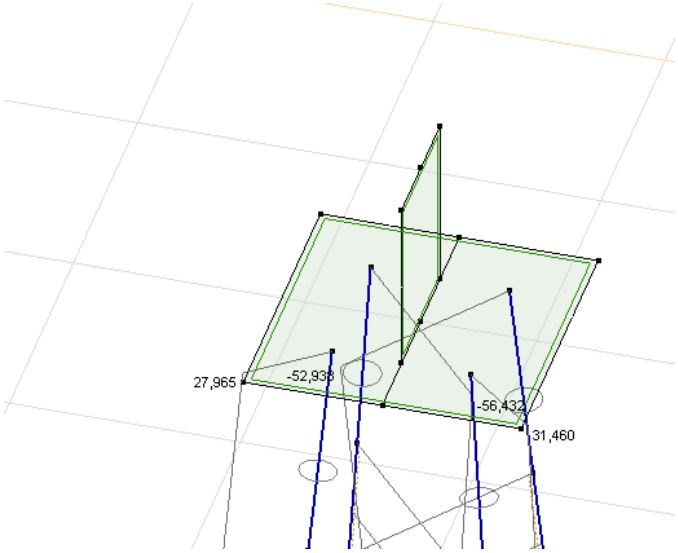


Figure 168: Effort axial sur les micropieux

Cas de charge		Compression	Traction
Parallèle au voie	1	-64.2 kN	26.2 kN
	2	-56.4 kN	34 kN
Perpendiculaire aux voies	1	-46. kN	7 kN
	2	-35.3 kN	12.6 kN

Tableau 13: charges observées pour les micropieux

La charge de dimensionnement à la compression est de 64.2 kN et la charge en traction de 34 kN. Avec un angle de 10° des micropieux, ils sont concourants juste en dessus de la fondation. Ainsi, en modélisant le micropieu sur DC Foundation, on obtient les données suivantes :

Vérification de la portance externe selon EL type 2

Nécessaire: Longueur de pieu L = 6.96 m

Vérification pour frottement longitudinal:
$P_d + G_d = E_d$ = 71.75 kN
R_d = 71.75 kN
E_d/R_d = 1.00 = 1.00 ***** Vérification remplie *****

Frottement latéral permissible:

Couche	l [m]	exist.q_s [MN/m²]	Force de frottement Q_d [kN]
Remblai	6.96	0.016	71.75

Figure 169: Vérification à la compression d'un micropieu de 0.203m de diamètre

Vérification de la portance externe selon EL type 2

Nécessaire: Longueur de pieu L = 3.78 m

Vérification pour frottement longitudinal:

$P_d + G_d = E_d$	=	-31.61 kN
R_d	=	31.61 kN
E_d/R_d = 1.00 = 1.00		*** Vérification remplie ***

Frottement latéral permissible:

Couche	l [m]	exist.q_s [MN/m²]	Force de frottement Q_d [kN]
Remblai	3.78	0.013	31.61

Figure 170: Vérification à la traction d'un micropieu de 0.203m de diamètre

La valeur de frottement latérale a été déterminée de la sorte :

$$q_{s,d} = \frac{0.7 * q_{s,d}}{\gamma_{M,a}}$$

$$En\ traction: q_{s,d} = \frac{0.7 * 30\ {}^{kN}/_{m^2}}{1.6} = 13.1\ {}^{kN}/_{m^2}$$

$$En\ compression: q_{s,d} = \frac{0.7 * 30\ {}^{kN}/_{m^2}}{1.3} = 16.2\ {}^{kN}/_{m^2}$$

Ainsi, une longueur minimale de 6.95m doit être mise en place. Une longueur libre doit être prise en compte pour que les charges se transmettent en dessous du cercle de glissement.

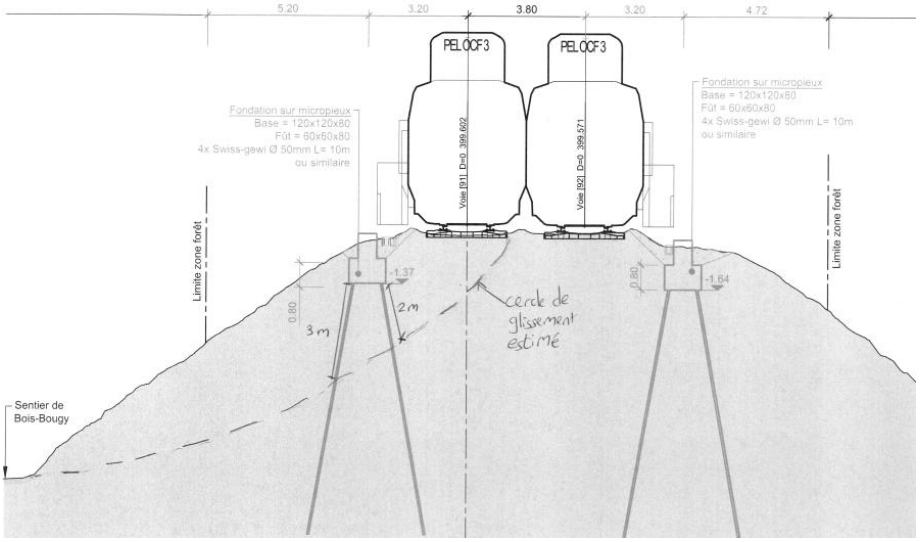


Figure 171: ligne de glissement estimée

Ainsi, il est nécessaire d'ajouter 3m d'espace libre en dessous de la fondation pour que les charges verticales soient en dessous de la ligne de glissement. La longueur des micropieux totale sera donc de 10m. Par sécurité, on prendra une longueur de 10.5m.

La résistance interne du micropieu de 57.5mm serait de :

$$N_{rd} = A_s f_{sd} * 0.8 = 2597\ mm^2 * 536\ {}^{N}/_{mm^2} * 0.8 = 1113.6\ kN$$

Ainsi, la résistance interne est suffisante pour reprendre les charges de compression et traction.

En ce qui concerne la résistance interne, le moment de flexion est de 2.3 kNm, qui est combiné avec un effort axial de 34 kNm en traction.

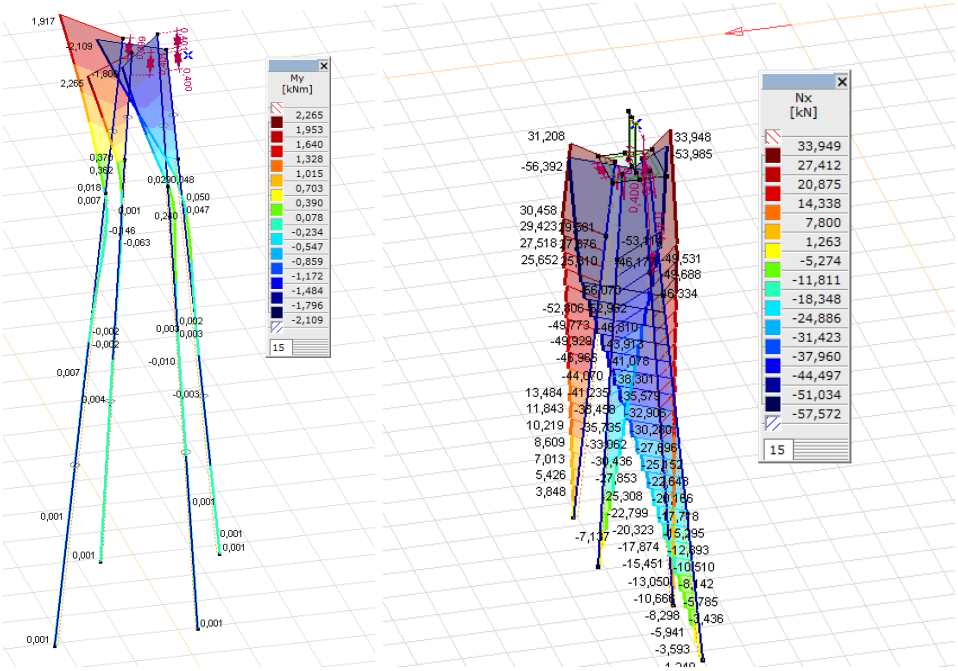


Figure 172: Moment de flexion déterminant à gauche et effort axial à droite

Ainsi, le taux d'utilisation est de 0.17 :

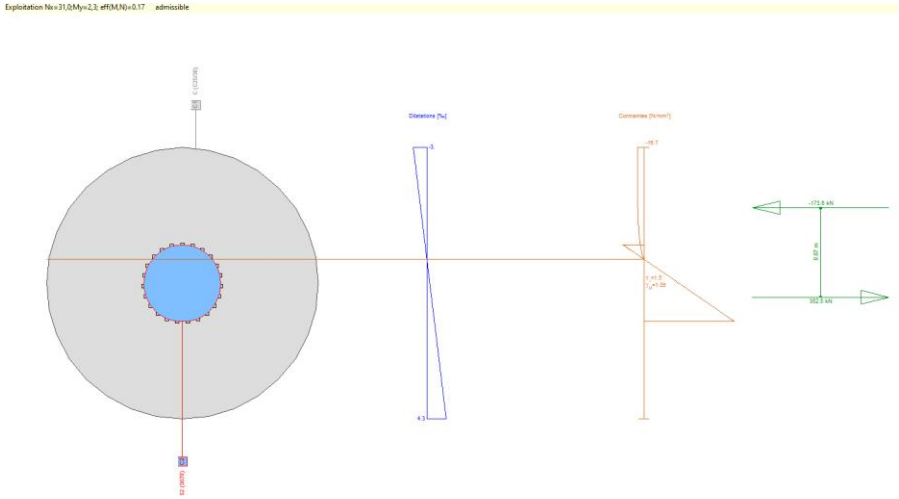


Figure 173: Taux d'utilisation de la section

Ainsi, le taux de conformité est de

$$n = \frac{1}{0.17} = 5.9 > 1$$

La résistance aux efforts internes et externes est suffisante pour reprendre les charges.

Le schéma d'armature de la fondation est mis en annexe de ce document.

6.6 Durabilité des micropieux de la fondation SAZ

Le degré de protection des micropieux est indiqué dans le document 12.303.07 Rapport technique. Une série d'exigence est indiquée dans la norme SIA 267 au point 11.6.3.2.

7 Escaliers de service

7.1 Géologie et hydrogéologie

La géologie et l'hydrogéologie pour chaque ouvrage est indiquée dans la base de projet, document 12.303.05, au chapitre 3.1.4.

7.2 Matériaux

Les escaliers sont faits en fibre de verre.

7.3 Modélisation

Les différents talus ont été modélisés, et les charges ajoutées. On obtient ainsi les différents talus :

7.3.1 KM 36.399

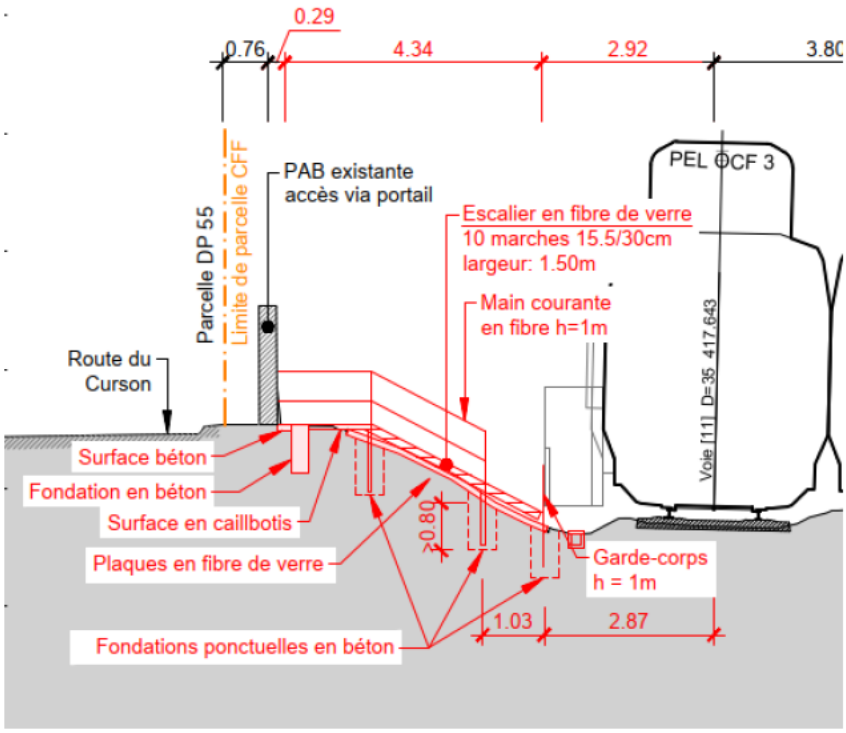


Figure 174 : Coupe au km 36.399

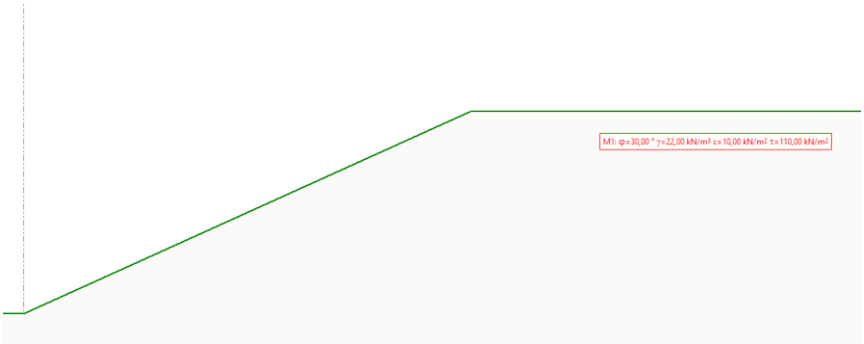


Figure 175: Modélisation du talus

7.3.2 Km 37.560

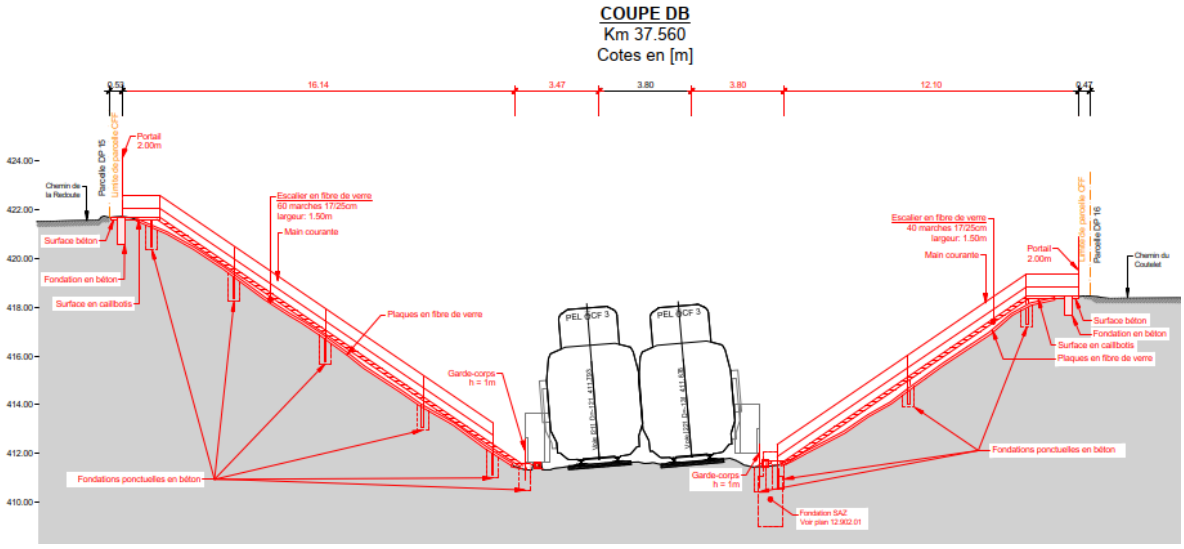


Figure 176: Coupe au km 37.560

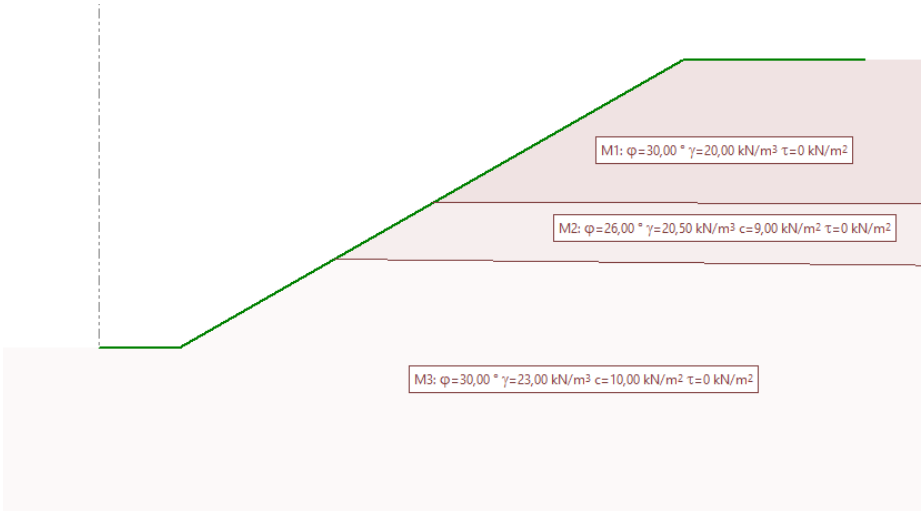


Figure 177: Modélisation du talus côté Jura

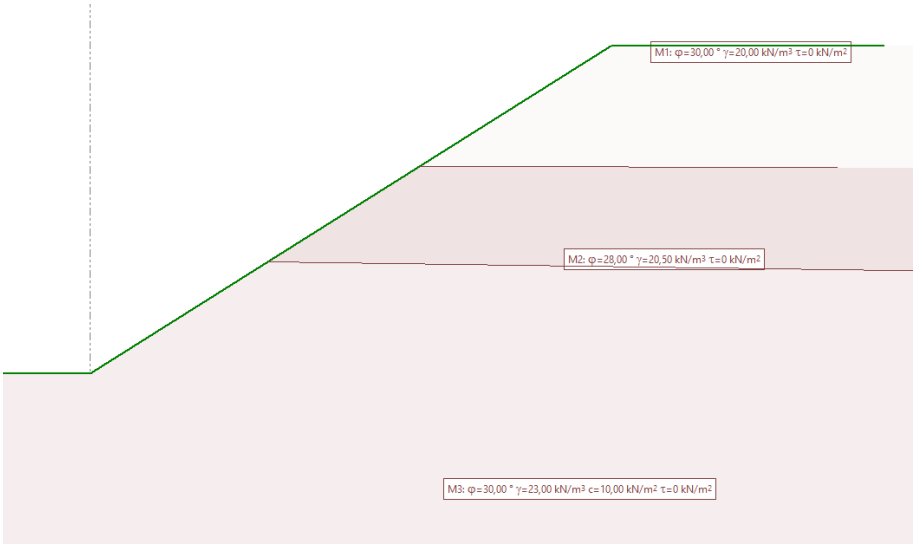


Figure 178: Modélisation du talus côté Lac

7.3.3 Km 37.691

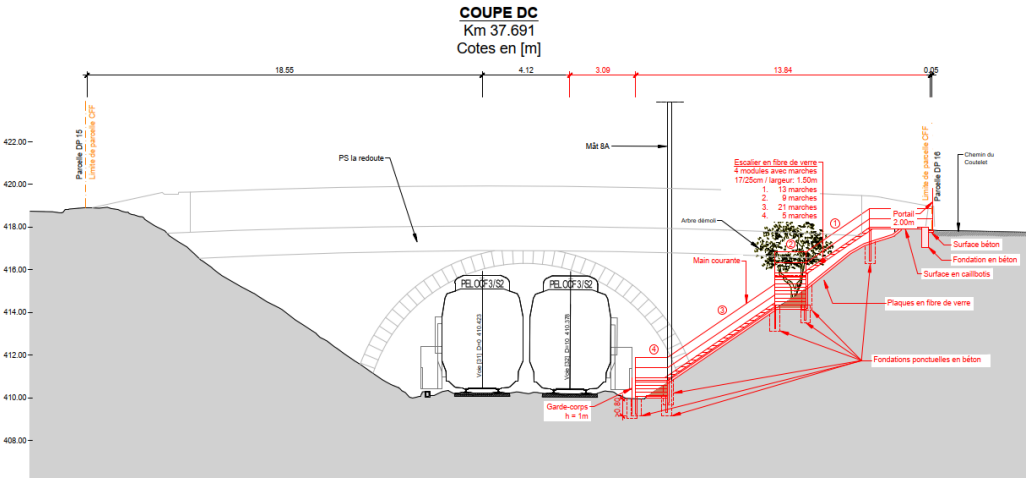


Figure 179: Coupe au km 37.691

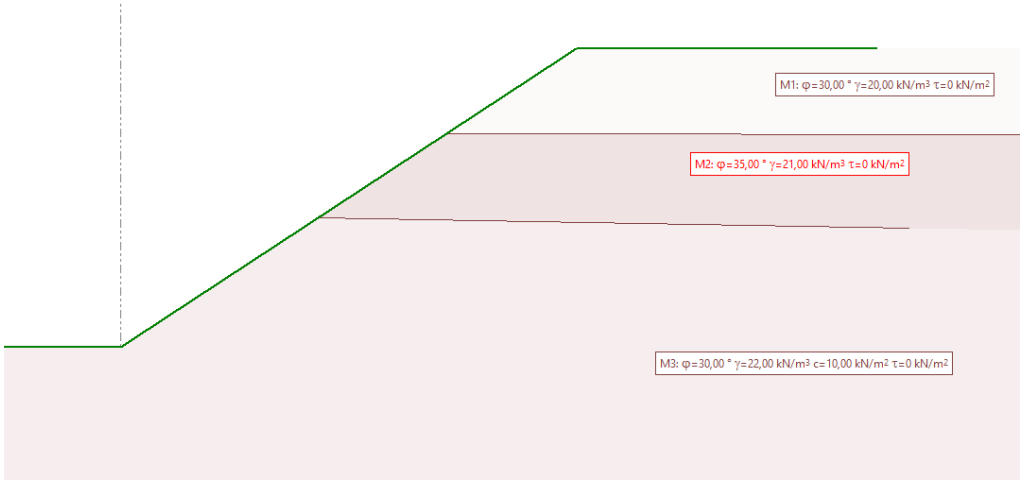


Figure 180: Modélisation du talus

7.3.4 Km 37.768

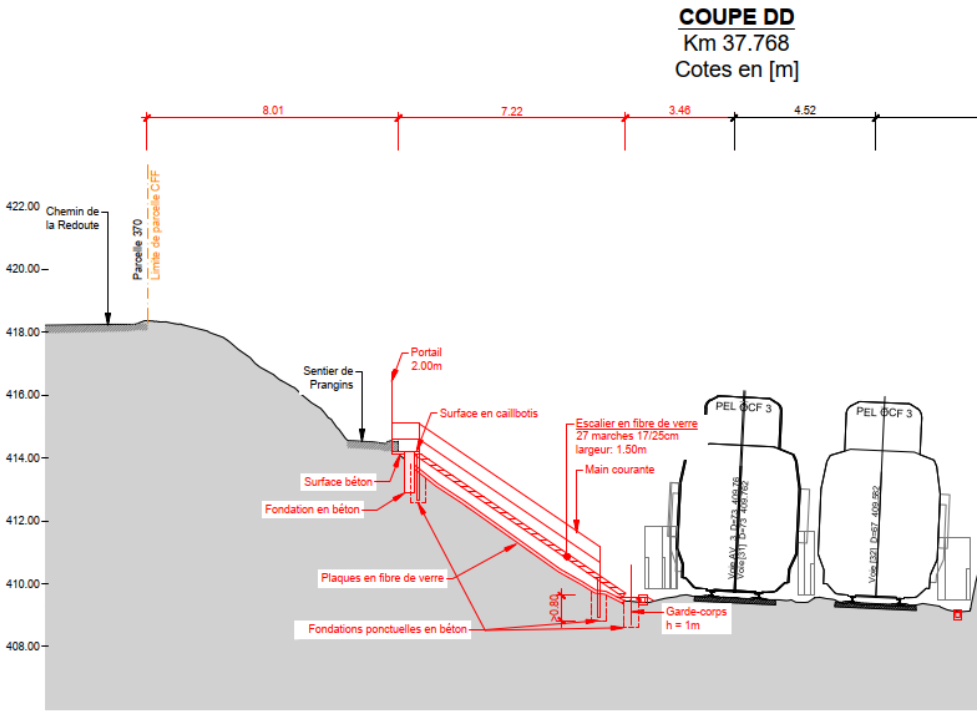


Figure 181: Coupe au km 37.768

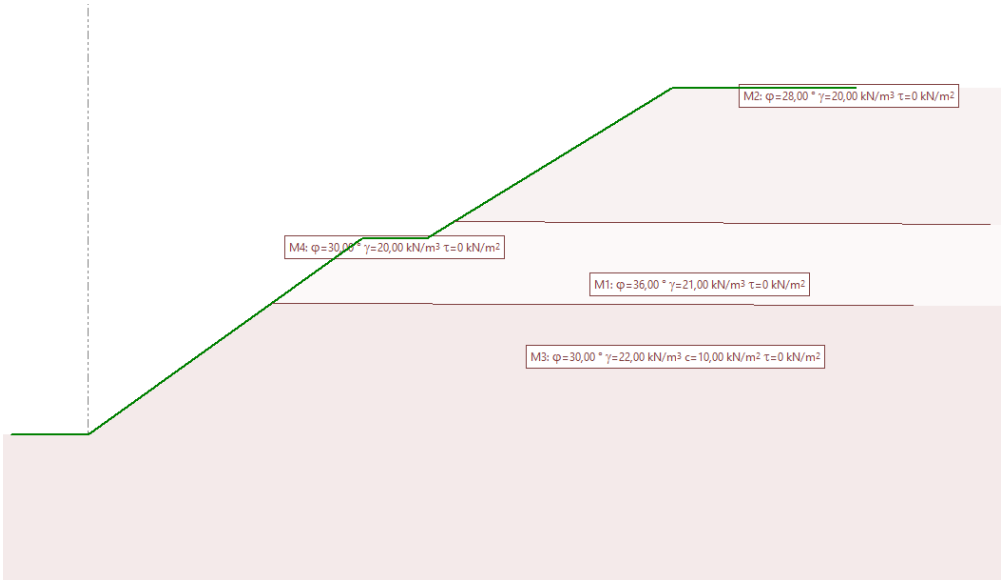


Figure 182: Modélisation du talus

7.3.5 Km 40.973

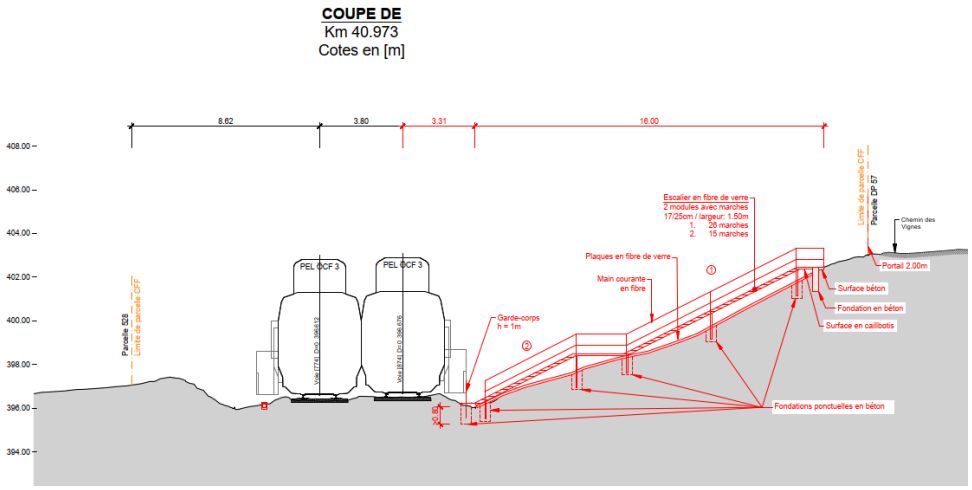


Figure 183: Coupe au km 40.973

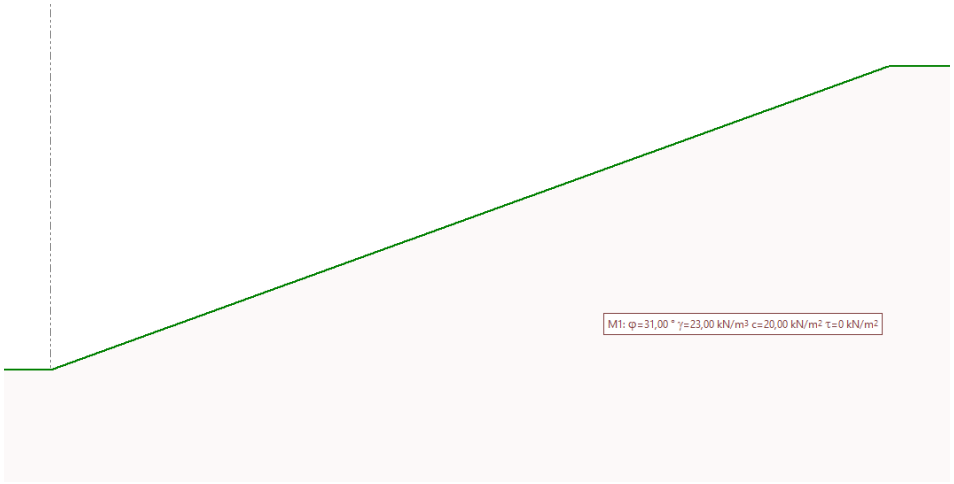


Figure 184: Modélisation du talus

7.4 Actions

7.4.1 Actions permanentes

Les charges de l'escalier ont été estimées à 2.5 kN/m.

7.4.2 Actions variables

7.4.2.1 Trafic routier

Le trafic routier est composé d'une charge répartie de 9 kN/m^2 et d'une charge concentrée de Q=300 kN/essieux.

La charge concentrée est répartie sur une largeur de 0.4m. Les deux essieux étant séparés de 1.2m, il est possible de calculer transformer la charge concentrée en une charge linéaire :

$$q_k = \frac{\alpha Q}{2d} = \frac{0.9 * 300\ kN}{2 * 1.2m} = 112.5 \frac{kN}{m}$$

7.4.2.2 Trafic piéton

On considérera une charge de 4 kN/m^2.

7.5 Dimensionnement

La stabilité du terrain a été modélisé à chaque escalier. La stabilité a été vérifiée sur Larix avec la méthode de Krey. Ainsi, on obtient les résultats suivants :

7.5.1 Km 36.399

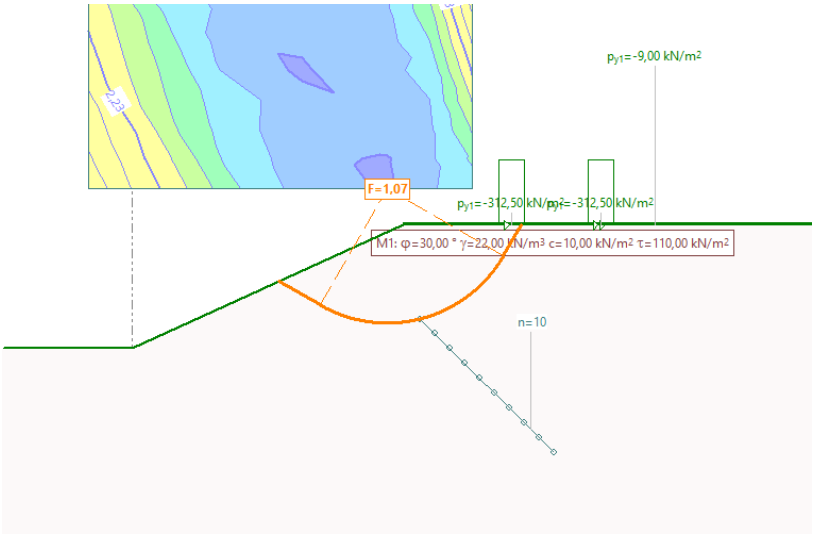


Figure 185: Stabilité de terrain avant les travaux

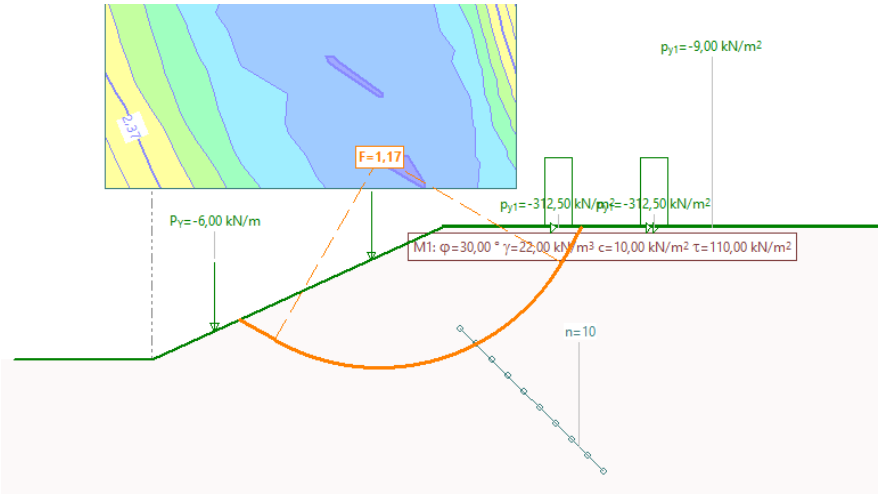


Figure 186: Stabilité du terrain après travaux

Ainsi, le talus est stable après la mise en place de l'escalier. Il y a suffisamment de réserve pour ne pas avoir de problèmes de conformité. L'augmentation du degré de conformité est dû aux charges d'escalier qui auraient tendance à améliorer la stabilité de l'ouvrage.

7.5.2 Km 37.560 côté Jura

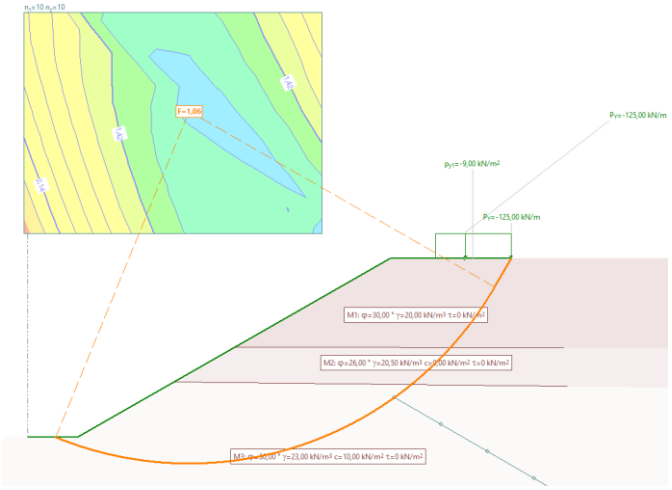


Figure 187: Stabilité du talus avant travaux

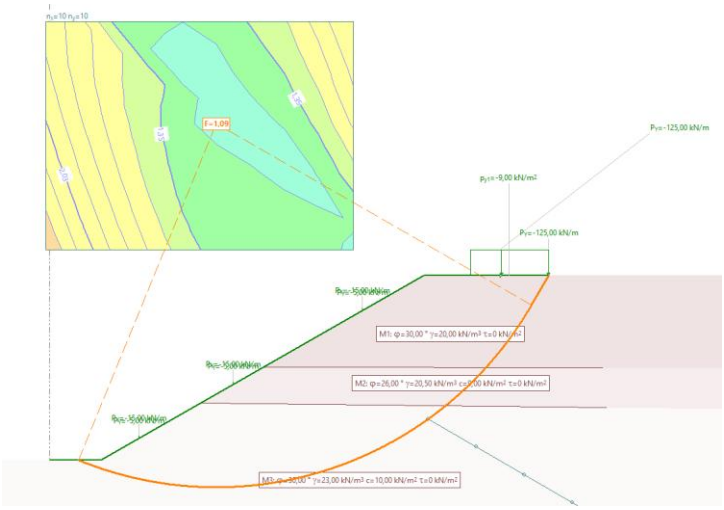


Figure 188: Stabilité du talus après travaux

Dans le cas où le sol est plus proche du retrait limoneux, on obtient le degré de conformité suivant :

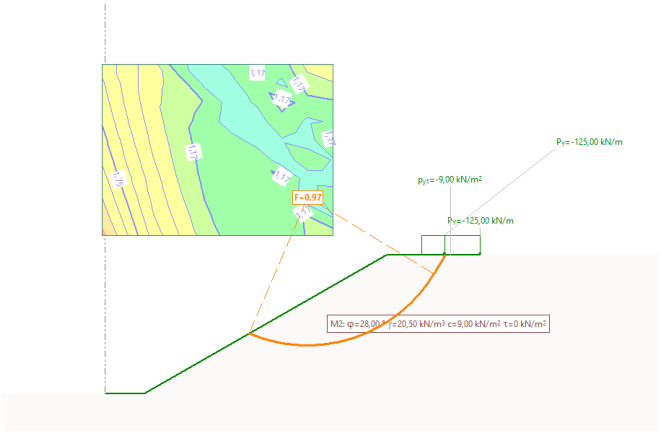


Figure 189: Stabilité du talus avant travaux

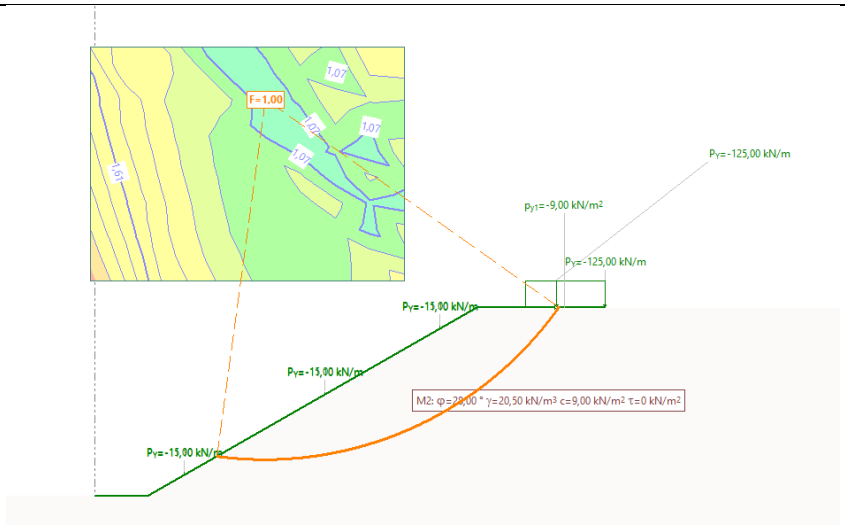


Figure 190: Degré de conformité après travaux

Ainsi, la mise en place des escaliers tend à améliorer la sécurité de l'ouvrage. Cela indique que la mise en place de l'ouvrage ne péjore pas la sécurité du talus.

7.5.3 Km 37.560 côté Lac

Dans le cas où le sol est plus proche du retrait limoneux, la stabilité du talus ne peut pas être confirmée :

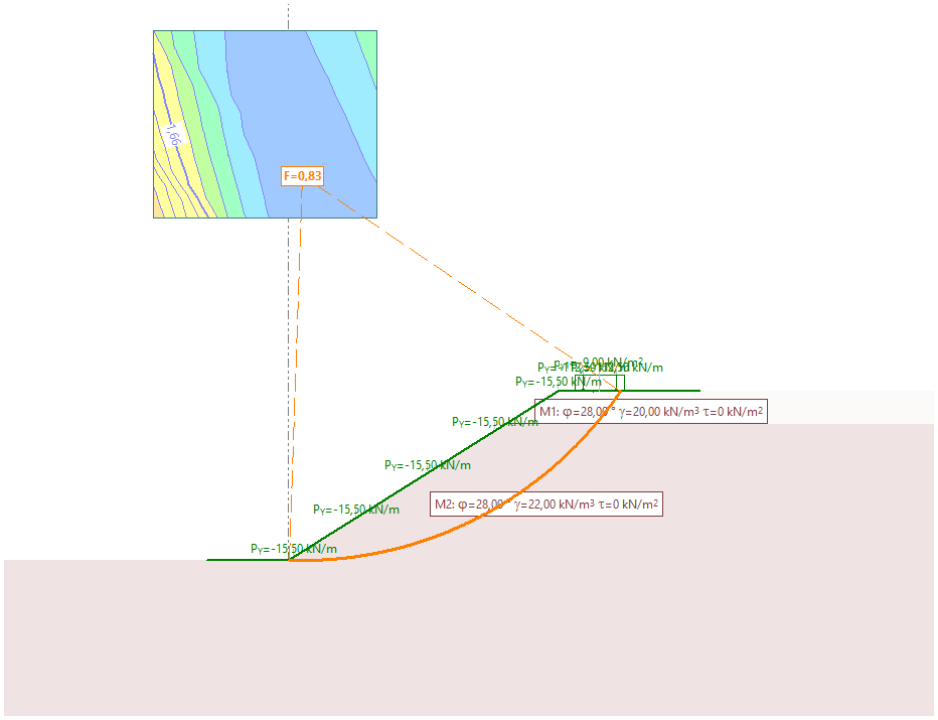


Figure 191: Stabilité du talus après mise en place des escaliers

Cependant, comme le talus existant tient, le sol est donc plus proche de la moraine limoneuse que du retrait limoneux. Cependant, la stabilité du talus actuel dépend fortement de la charge de trafic.

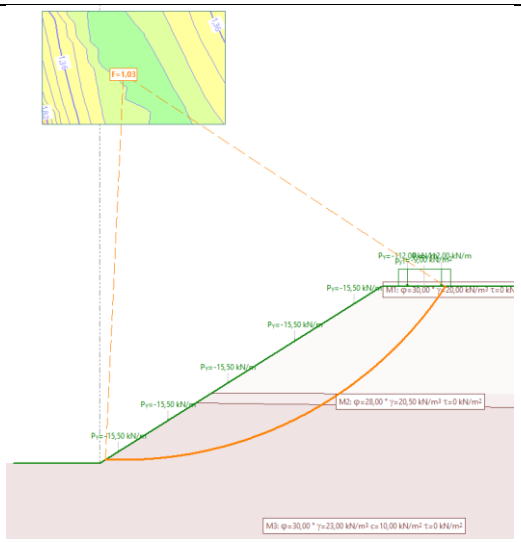


Figure 192: Degré de conformité du talus avec les charges routières

La hauteur réelle de la couche de remblai est incertaine. En effet, cette hauteur de remblai est donnée depuis le sentier entre la route et les voies. Ainsi, en dessus de 415 m, il se peut qu'il s'agisse d'un meilleur sol.

En faisant une analyse de sensibilité, on peut voir que l'action ayant le plus grand impact sont les charges routières.

Situation	Degré de conformité
Talus sans charges utiles	1.19
Charges d'escalier sans trafic routier	1.18
Trafic routier et escalier	1.00
Trafic routier à 70% et escalier	1.03

Tableau 14: analyse de sensibilité

Si l'on suppose que la couche de remblai est plus faible, et que l'on peut décaler les autres couches vers le haut, on obtient le degré de conformité suivant :

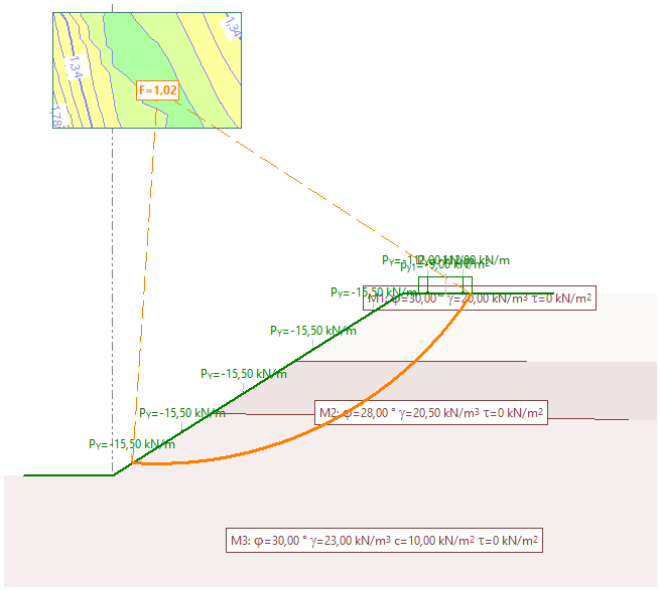


Figure 193: Degré de conformité en cas d'une couche de remblai plus faible

Ainsi, avec une meilleure connaissance du sol, qu'il s'agisse du type de sol ainsi que de la hauteur réelle des différentes couches, un degré de conformité suffisant pourra être obtenu.

Lors des phases ultérieures, le besoin de sondages géotechniques additionnels sera discuté. Des sondages pourront être faits s'ils sont jugés nécessaires. Lors de la phase d'exécution, le type de sol sera observé, et des mesures appropriées seront prises en fonction du sol observé.

7.5.4 Km 37.691

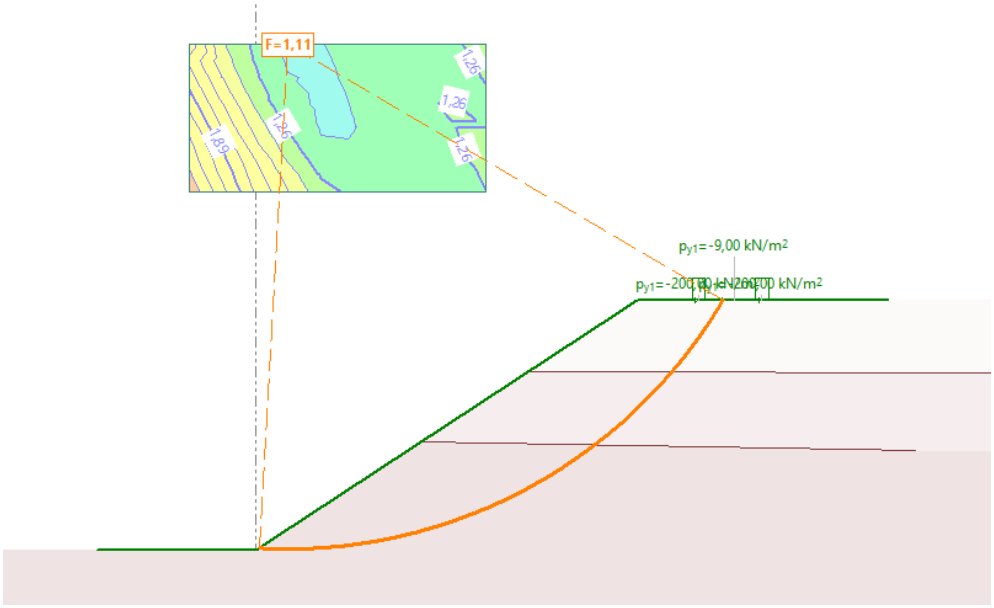


Figure 194: Stabilité du talus avant les travaux

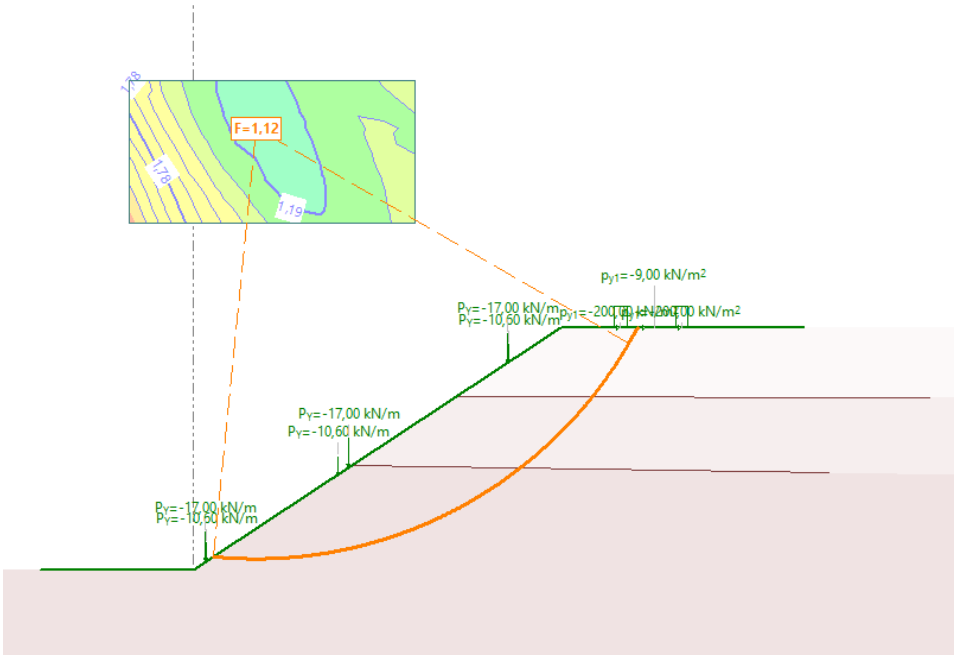


Figure 195: Stabilité du talus après les travaux

Le degré de conformité est suffisant pour garantir la stabilité de l'ouvrage après les travaux. En effet, la stabilité du talus n'est pas modifiée entre avant et après les travaux.

7.5.5 Km 37.768

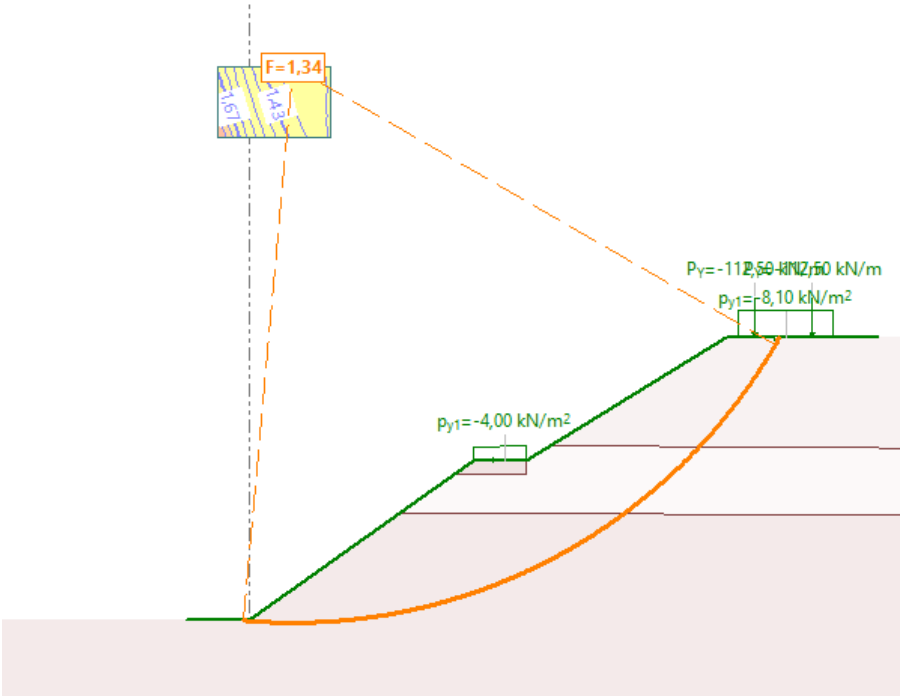


Figure 196: Stabilité du talus avant les travaux

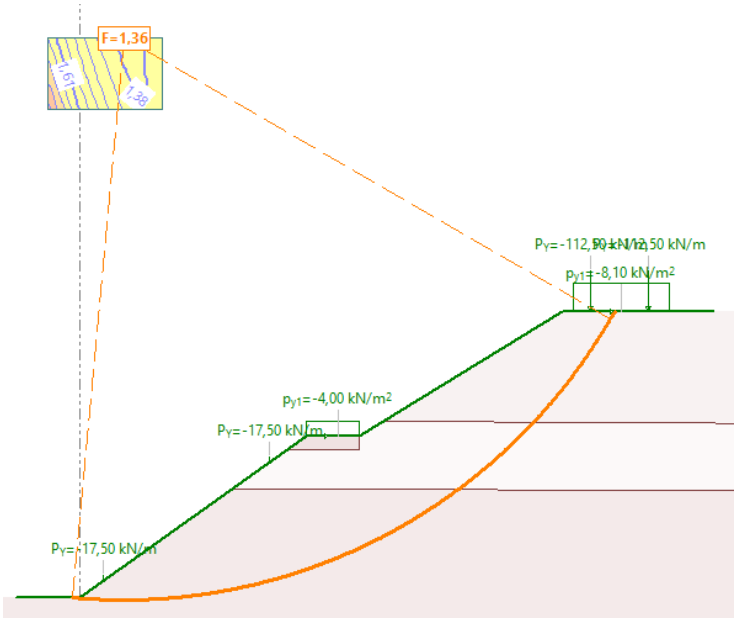


Figure 197: Stabilité du talus après les travaux

Ainsi, la stabilité du talus est garantie. En effet, il n'y a qu'une différence très faible dans la stabilité du talus entre avant et après les travaux.

7.5.6 Km 40.973

Le terrain étant suffisamment bon à proximité, il n'y a pas de problème de stabilité du talus, soit avant ou après la pose de l'escalier :

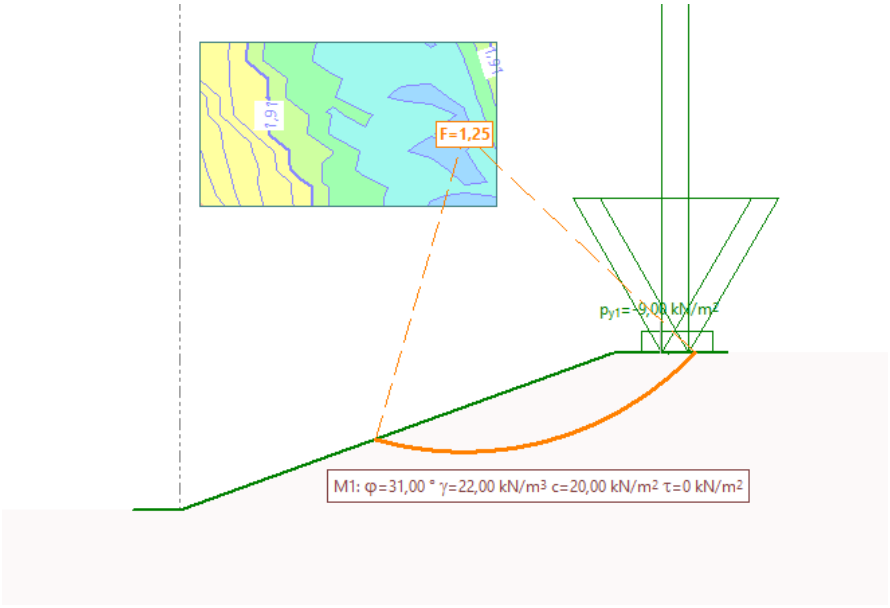


Figure 198: Stabilité du talus avant les travaux

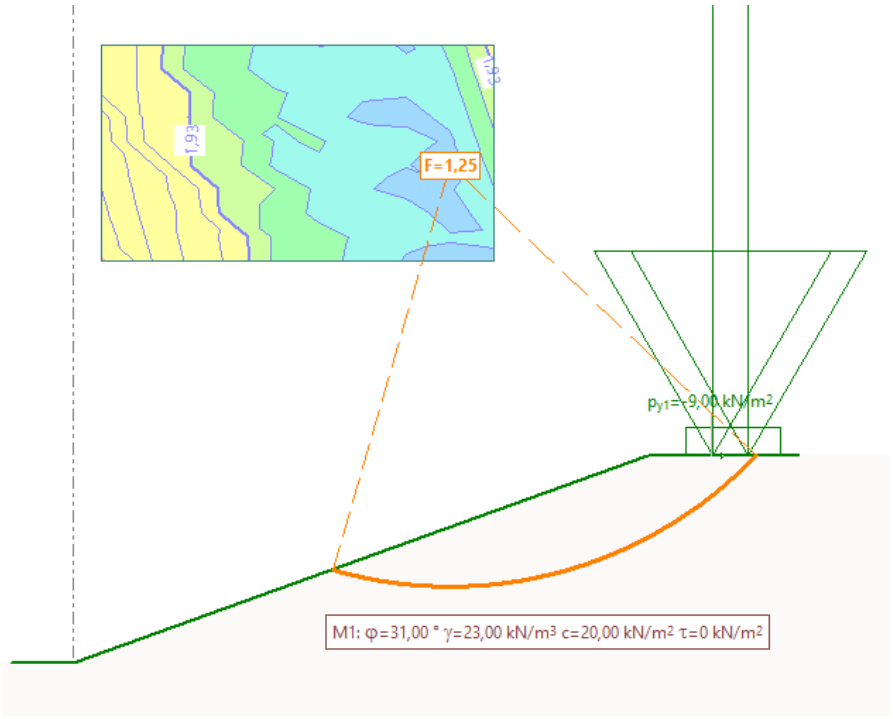


Figure 199: Stabilité du talus après les travaux

Ainsi, la stabilité du talus est garantie après les travaux, car elle ne change presque pas entre la situation avant la mise en place de l'escalier et la situation définitive.

8 Conclusion

Cette note de calcul a permis de déterminer les dimensions des différents éléments. Cependant, il y a une forte incertitude sur les paramètres géotechniques. En effet, les études géotechniques ne couvrent pas tous les ouvrages. De nombreux segments n'ont pas de sondage à proximité. Les conditions hydrogéologiques ne sont également pas connues de manière suffisante.

Les dimensions des différents ouvrages sont à même de changer en fonction des conditions géotechniques observés sur place.

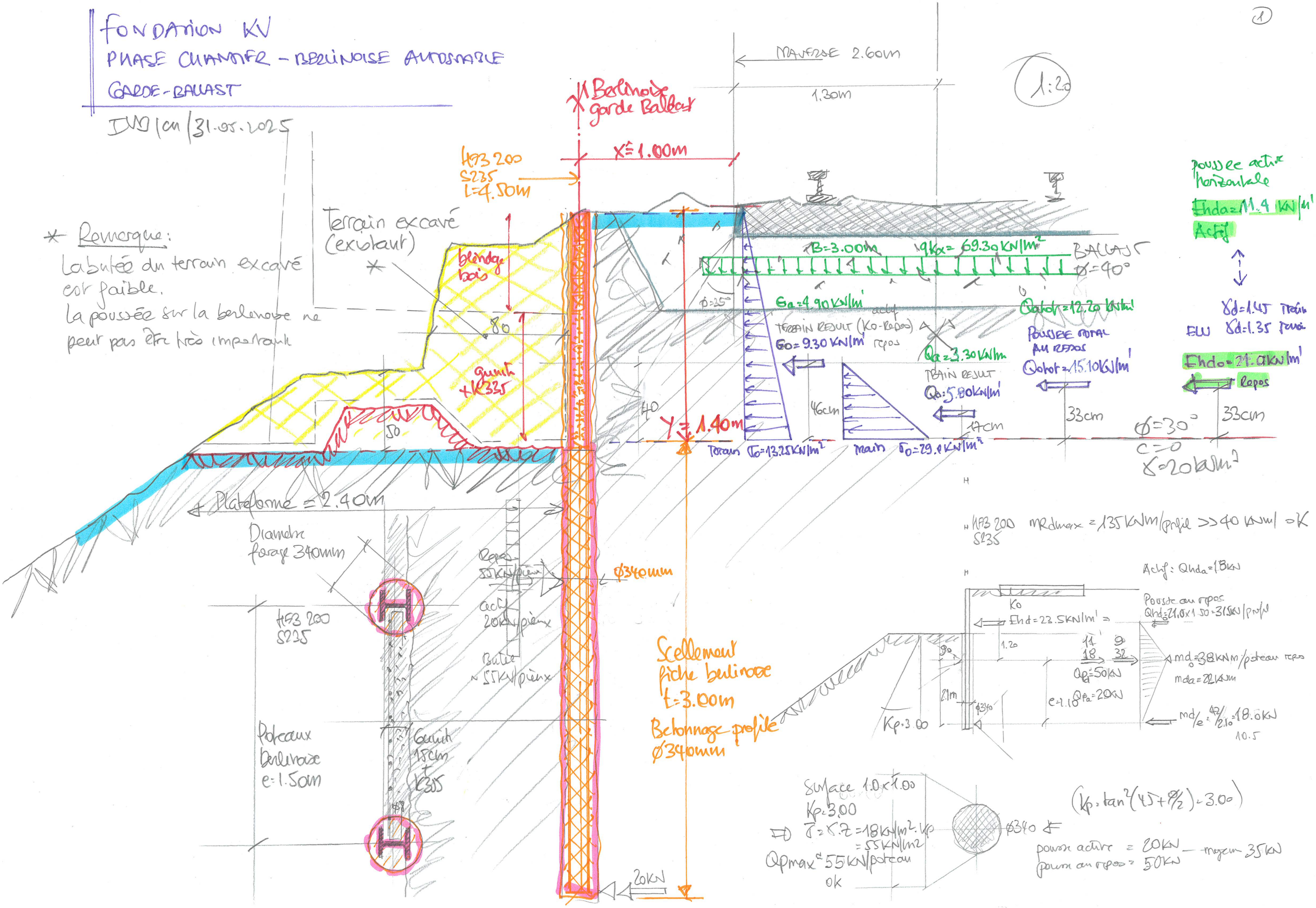
La stabilité du terrain au droit des escaliers est bien plus impactée par le trafic routier au sommet du talus que l'ajout des charges des escaliers.

9 Annexes

En annexe de ce document sont mis les documents transmis à l'expertise pour le calcul simplifié du mur de KV, qu'il s'agisse de la microberlinoise et des micropieux.

FONDATION KV
PHASE CHANTIER - BERLINOISE AUTOSTABLE
GARDE-BALLAST

IVJ/cm/31.05.2025



* Remarque:
La butée du terrain excavé est faible.
La poussée sur la berlinoise ne peut pas être très importante

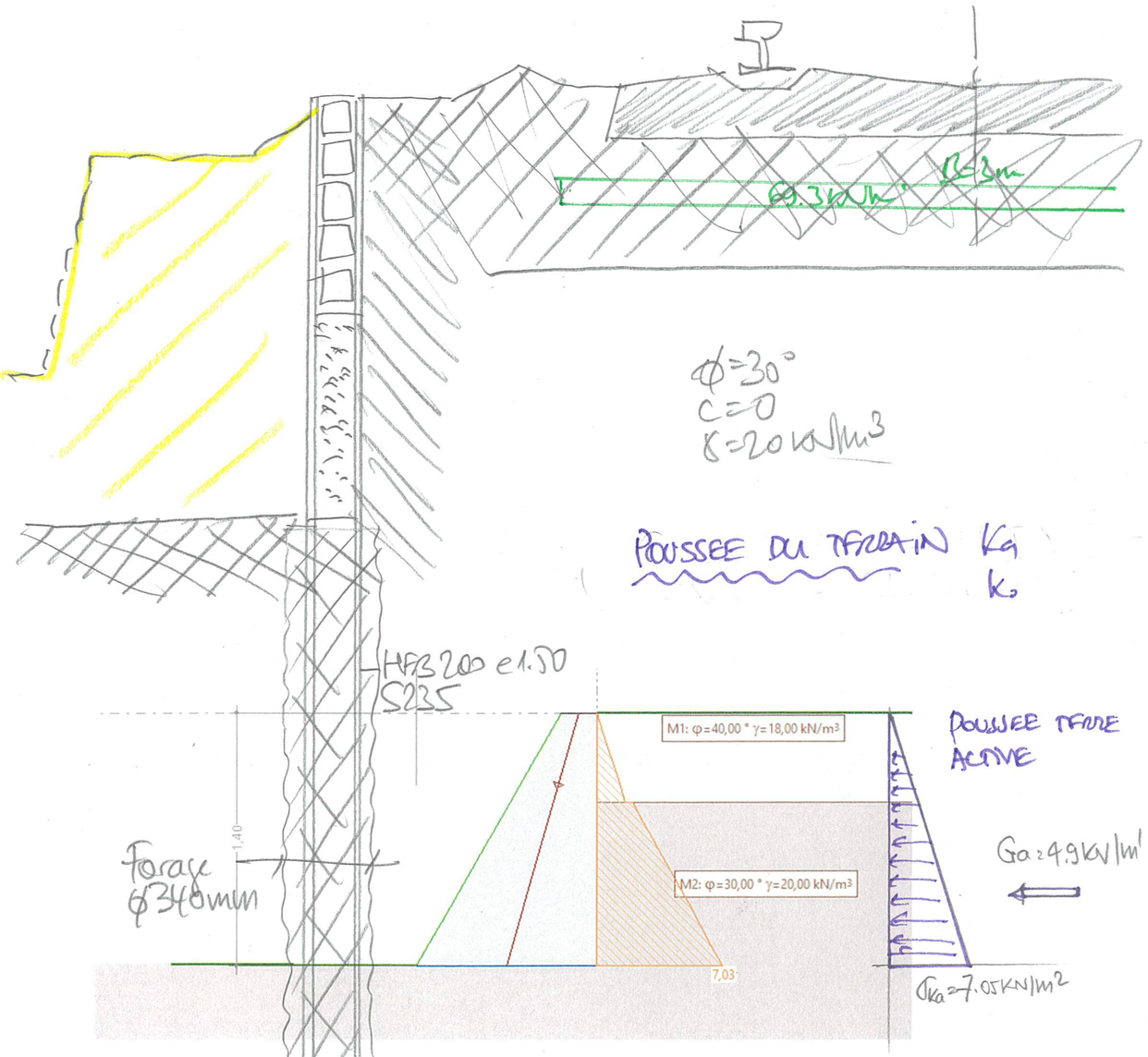


Figure 4: Charge de sol poussée active

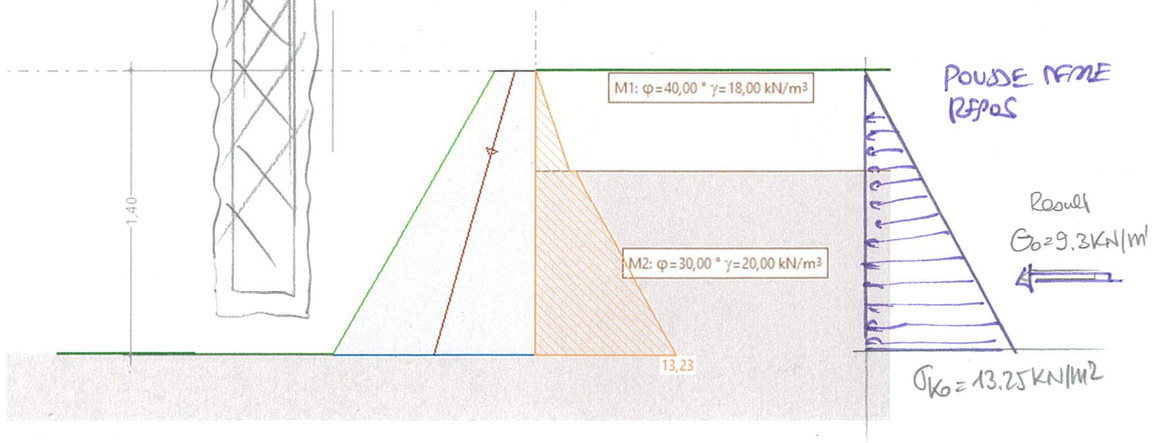
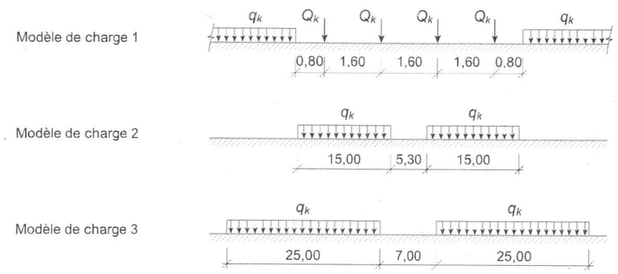


Figure 5: Charge de sol poussée au repos

ACTION CHARGE MAIN SUR ECRAN BERLINOISE
GARDE - BALLAST PHASE CHANTIER

(2)

Figure 13 Modèles de charge sur les lignes ferroviaires à voie normale (dimensions en m)



Modèle de charge	Q_k en kN	q_k en kN/m
1	250	80
2	–	133
3	–	150

Tableau 13 Valeurs caractéristiques des charges dues au trafic ferroviaire à voie normale

SNCF 261 - LGV Qmax = 250KN e=1.60m
qmax = 250/1.6 = 156.2KN/m
qxmax = 1.33.156.2 = 208KN/m'

CHARGE TRAFIC MAIN
Repartition sur
b=3m à 0.40m profond.
qkx=69.30

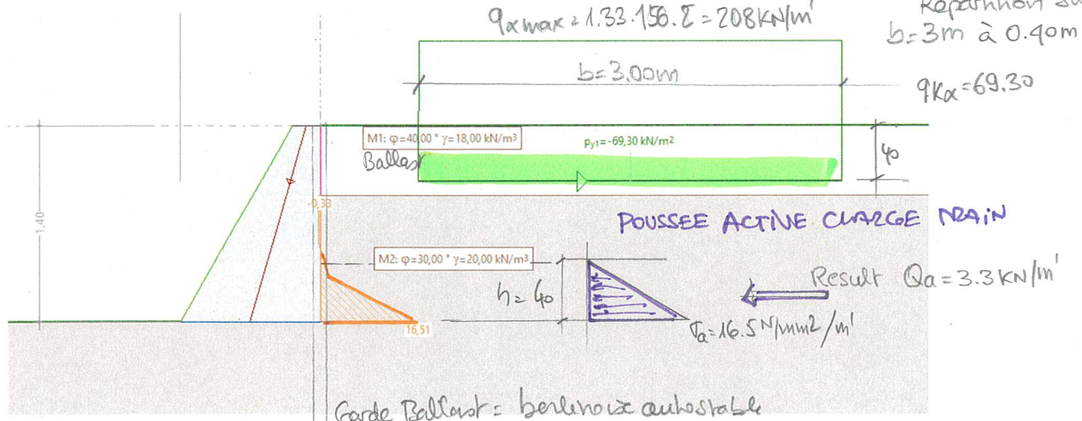


Figure 6: Charge ferroviaire, poussée active

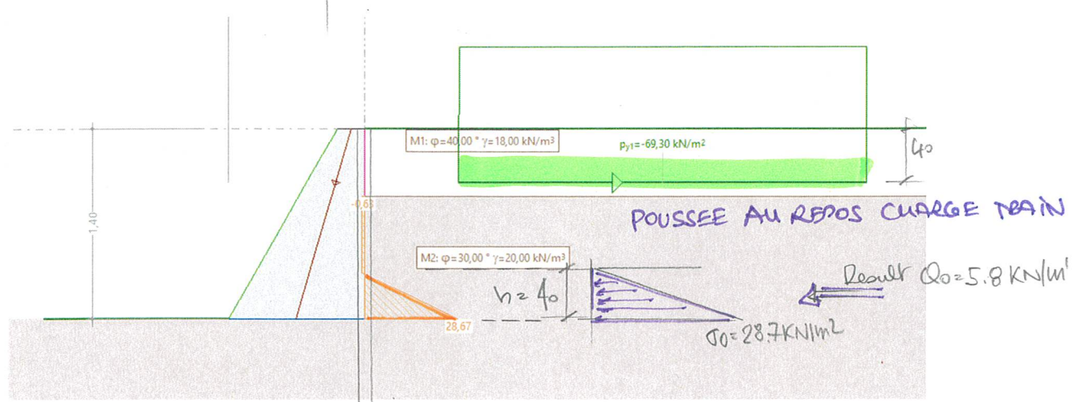
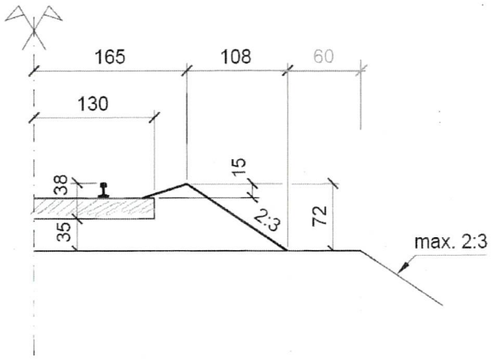


Figure 7: Charges ferroviaires, poussée au repos

DIRECTIVE CFF
ACTION SUR GARDE-BALLAST



Hypothèses :
- Ballast: φ_k = 40°, γ_k = 18kN/m³
- Couche de fondation: φ_k = 33°, γ_k = 22kN/m³
- Traverse en béton, d = 22cm
- Pente transversale infrastructure 0%

Figure 1 : Profil normal de la voie sur lequel est basé le calcul de la poussée

4 Calcul de la poussée sur l'étayage de ballast

La position visible du pied du garde-ballast (profondeur d'excavation admise sous la face inférieure de la traverse) est indiquée sur la figure 2 :

Figure 2 : Position visible du garde-ballast

La valeur de la poussée E_{hd} en fonction de la position visible du garde-ballast peut être déterminée à l'aide de la figure 3.

En cas de dépassement du domaine de validité du diagramme, fais foi:
- x > 1.43m: E_{hd} est valable pour x = 1.43m
- y > 1.00m: se reporter à la norme SIA 261 et resp. 267. Toute fois, pour les profondeurs de peu > 1.00m, l'auteur du projet peut, avec l'accord du responsable de projet des CFF et selon les conditions cadres, bénéficier d'une marge de manœuvre calculée quant à une extrapolation du diagramme.

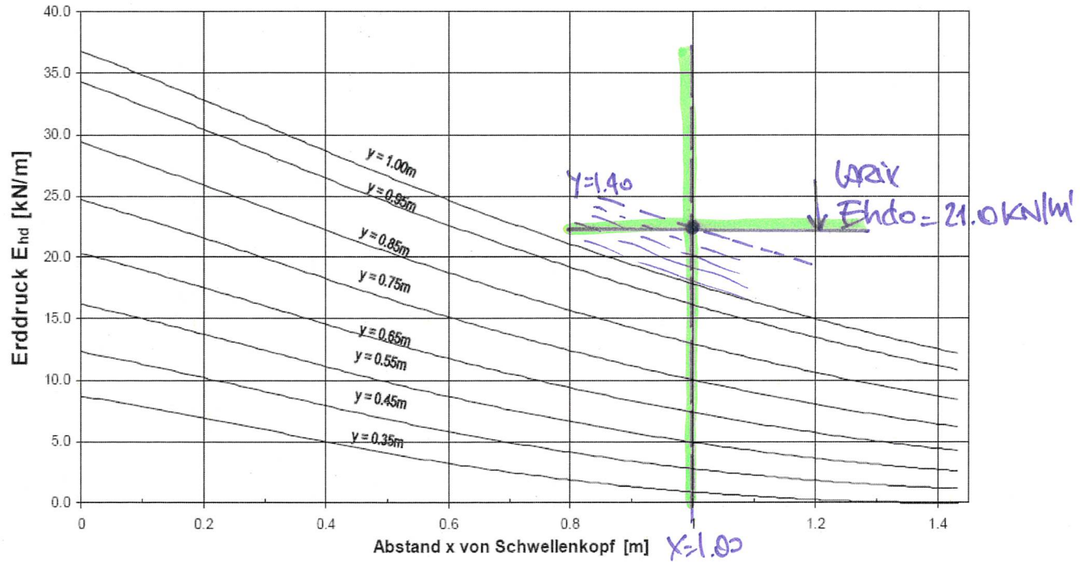
© SA CFF

COMPARATIF CALCUL LARIX
AVEC CHARGE DIRECTIVE GARDE-BALLAST CFF

Berlinoise KV : X=1.00m
Y=1.40m

OUVRAGE HORS DIRECTIVE

Action Ehdhor selon calcul LARIX Ehdo = 21 KN/m'
HYPOTHESES AU REPOS



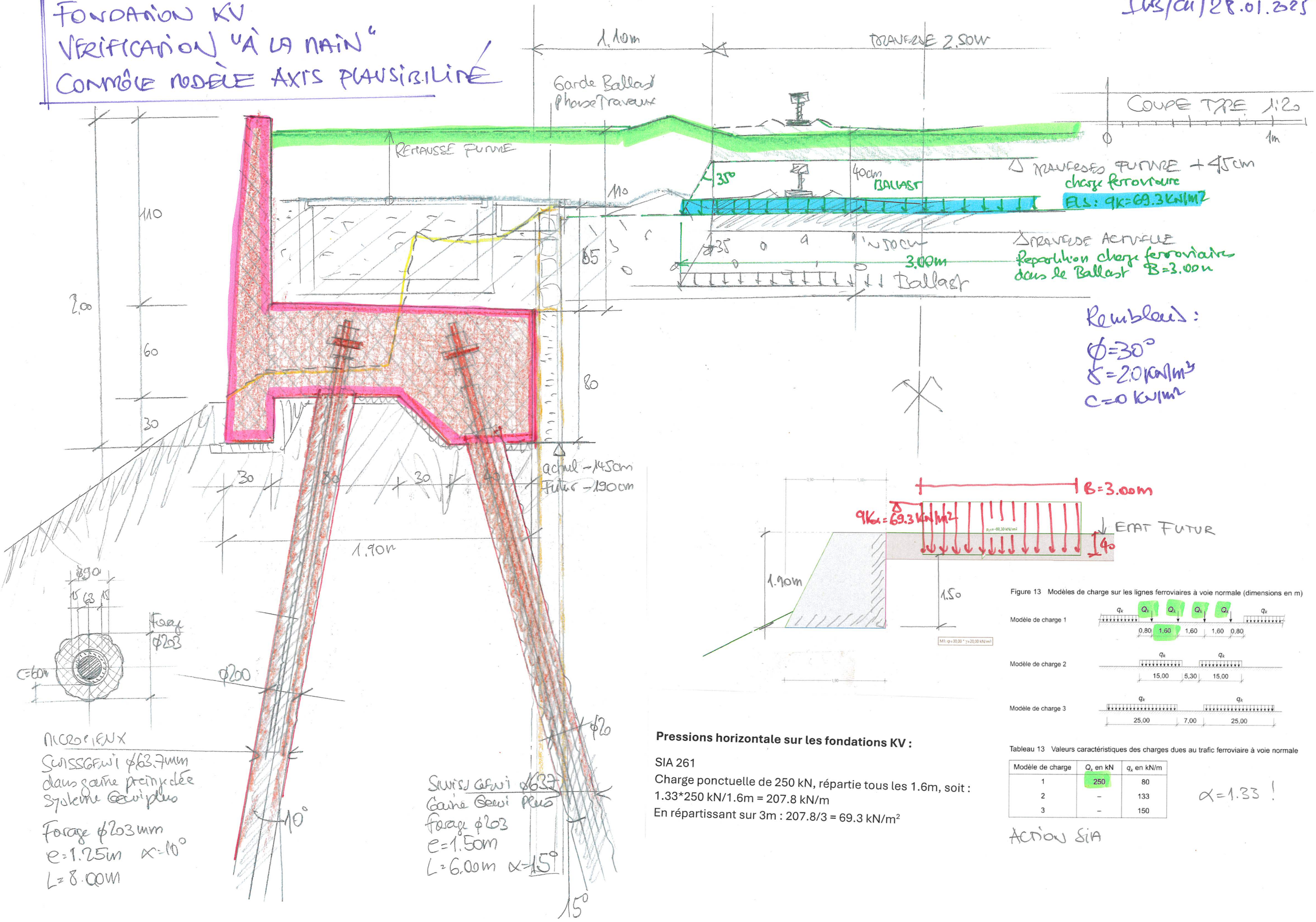
y: sichtbarer Fusspunkt der Schotterhalterung ab UK Schwelle

Abbildung 3: Bemessungsdiagramm zur Ermittlung des Druckes auf Schotterhalterungen

LA MASSELLE CONFIRME L'ORDRE DE GRANDEUR DE LA CHARGE AU REPOS SUR L'ECRAN DE LA BERLINOISE

FONDATION KV
VÉRIFICATION "À LA MAIN"
CONTRÔLE MODÈLE AXIS PLAUSIBILITÉ

IVB/cal/28.01.2025 1.



Pressions horizontale sur les fondations KV :

SIA 261
Charge ponctuelle de 250 kN, répartie tous les 1.6m, soit :
1.33*250 kN/1.6m = 207.8 kN/m
En répartissant sur 3m : 207.8/3 = 69.3 kN/m²

Figure 13 Modèles de charge sur les lignes ferroviaires à voie normale (dimensions en m)

Tableau 13 Valeurs caractéristiques des charges dues au trafic ferroviaire à voie normale

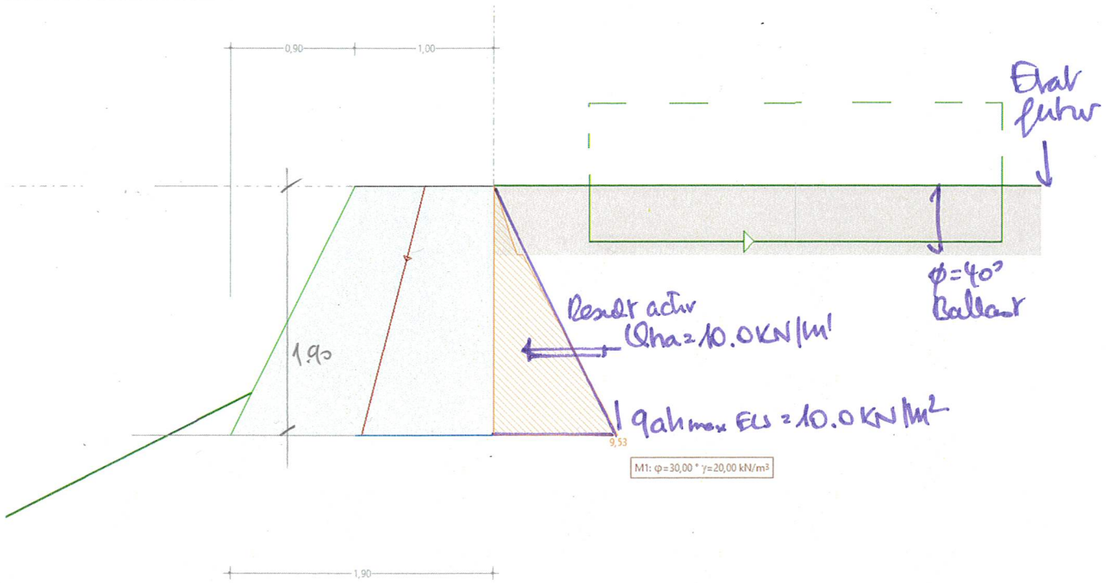
Modèle de charge	Q_k en kN	q_k en kN/m
1	250	80
2	–	133
3	–	150

$\alpha = 1.33$!

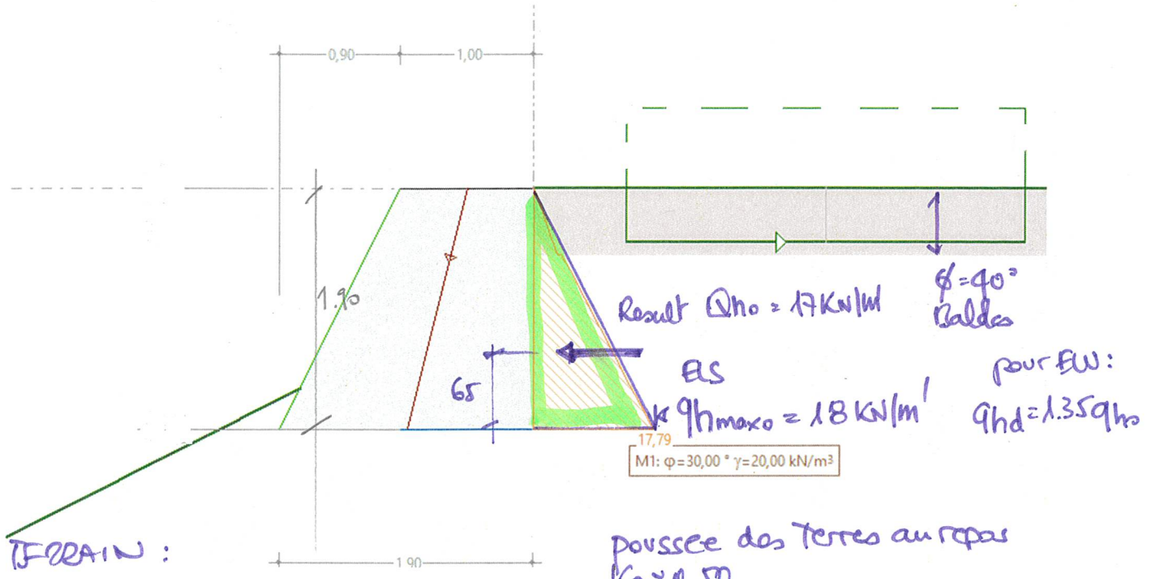
Action SIA

Efforts horizontaux sur le bloc de fondation – Poussée du terrain

Poussée active ELS :

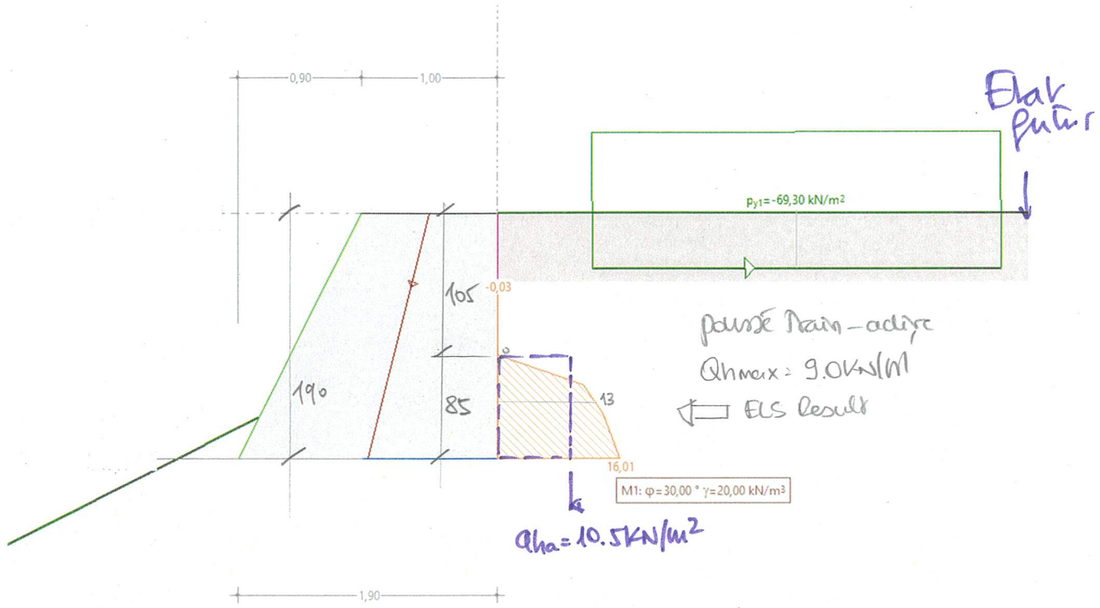


Poussée au repos ELS :



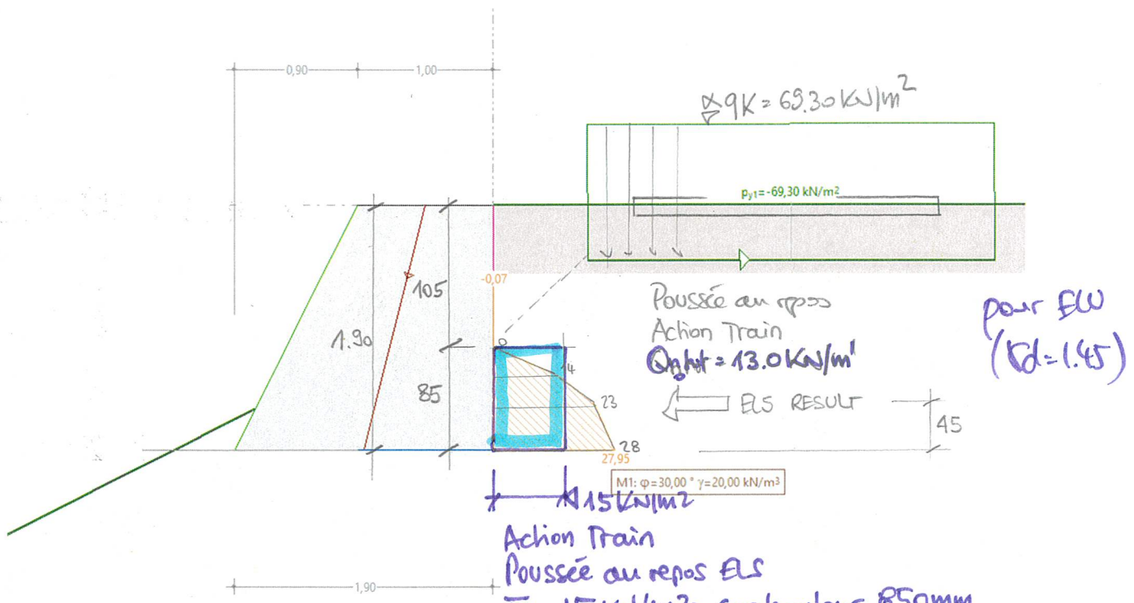
Action de la charge ferroviaire :

Poussée active ELS



La charge commence à 1.04m de profondeur

Poussée au repos ELS

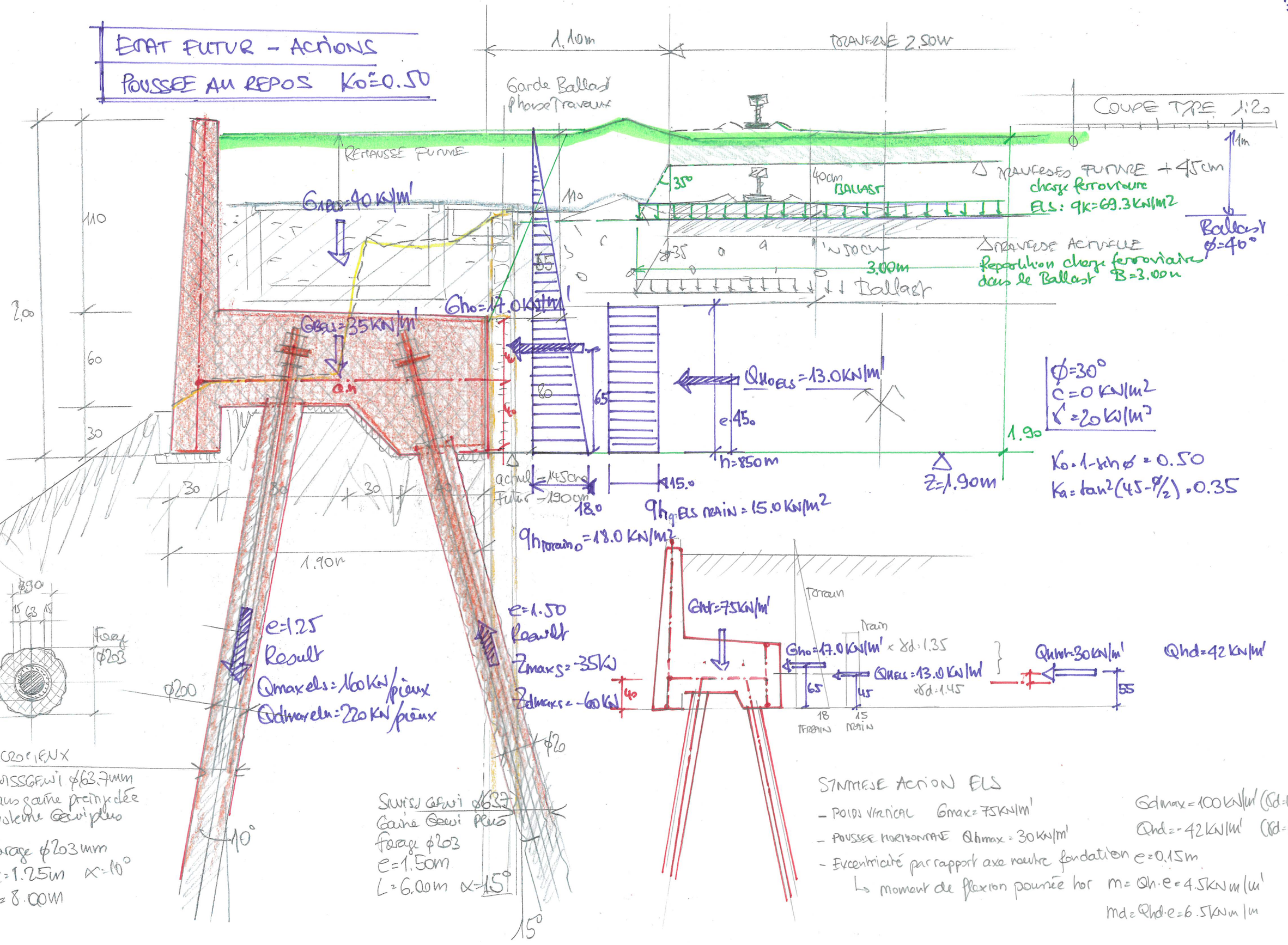


La charge commence à 1.04m de profondeur

TRAIN :

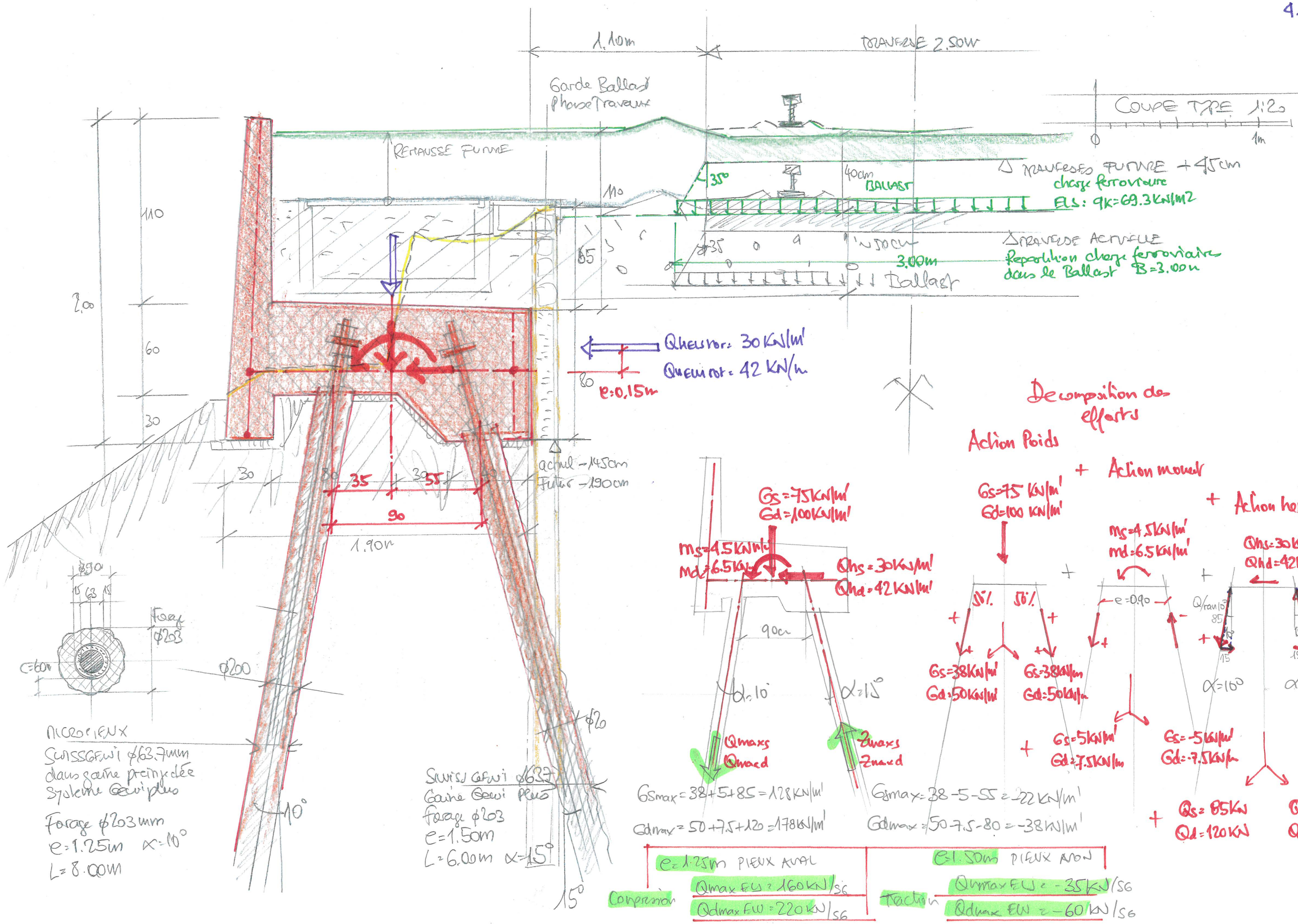
Poussée au repos admis pour dimensionnement

ETAT FUTUR - ACTIONS
POUSSEE AU REPOS $K_0 = 0.50$



SYNTHESE ACTION ELS

- POIDS VERTICAL $G_{max} = 75$ KN/m' — $G_{dmax} = 100$ KN/m' ($\gamma_d = 1.35$)
- POUSSEE HORIZONTALE $Q_{hmax} = 30$ KN/m' — $Q_{hd} = 42$ KN/m' ($\gamma_d = 1.45$)
- Excentricité par rapport axe neutre fondation $e = 0.15$m
  - ↳ Moment de flexion poussée hor $m = Q_h \cdot e = 4.5$ KN m/m'
    $m_d = Q_{hd} \cdot e = 6.5$ KN m/m'



e=1.25m PIEUX AVAL		e=1.50m PIEUX AVON	
Compression	Qmax ELS = 160KN/SG	Traction	Qmax ELS = -35KN/SG
	Qdmax ELU = 220KN/SG		Qdmax ELU = -60KN/SG

CALCUL "À LA MAIN"
ETAT FUTUR
RESISTANCE EXTERNE PIEUX

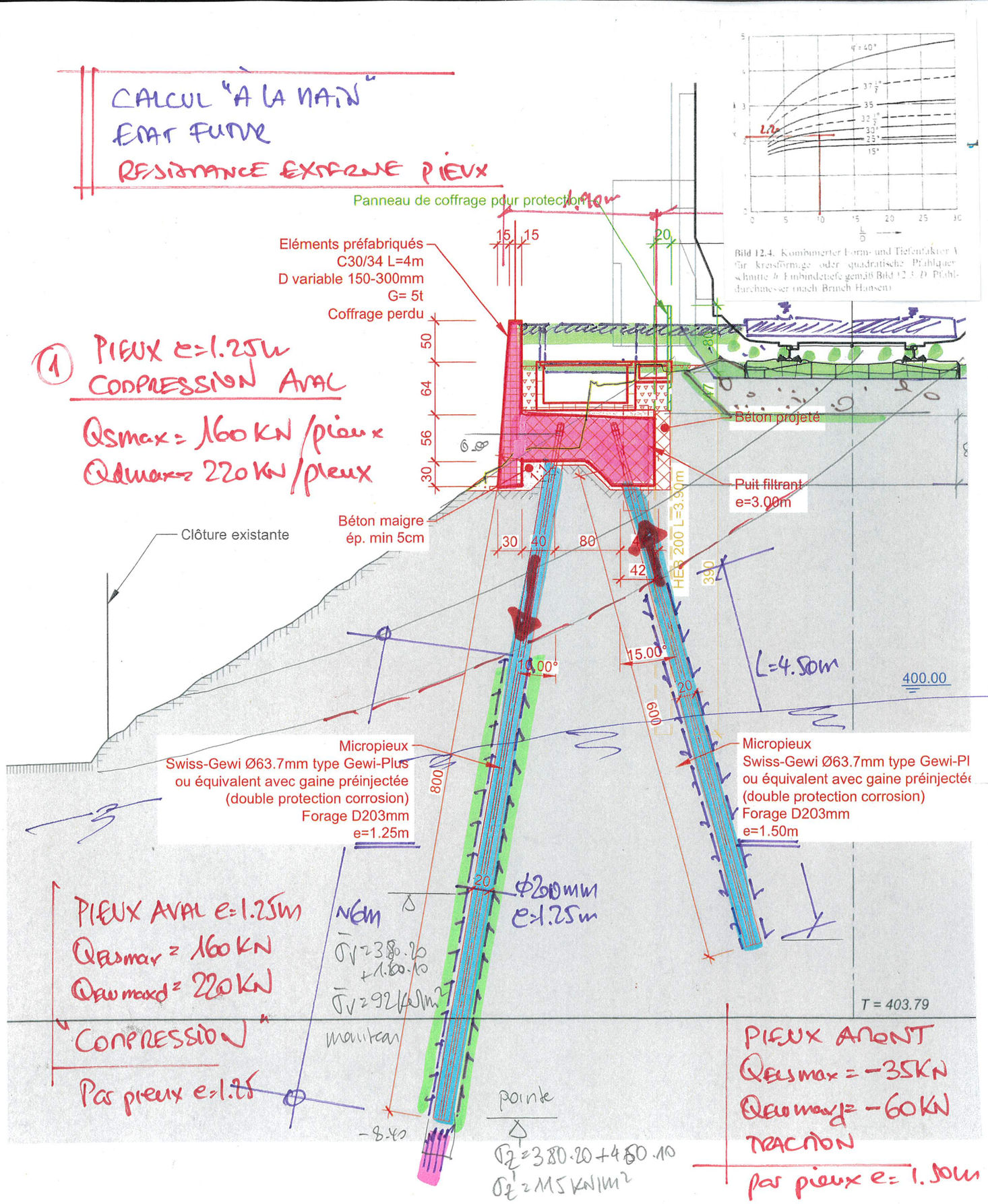


Bild 12.4. Kombinierter Form- und Tiefenfaktor A für kreisförmige oder quadratische Pfahlquerschnitte b. Einbindetiefe gemäß Bild 12.3. D Pfahldurchmesser (nach Brinch Hansen)

① PIEUX e=1.25m
COMPRESSION AVAL

Qsmax = 160 KN / pieux
Qdmax = 220 KN / pieux

PIEUX AVAL e=1.25m
QELSmax = 160 KN
QELUmaxd = 220 KN
"COMPRESSION"
Par pieux e=1.25

N6m
$\bar{\sigma}_v = 3.80 \cdot 20 + 1.60 \cdot 10$
$\bar{\sigma}_v = 92$ KN/m²
manteau

pointe
$\sigma_z' = 3.80 \cdot 20 + 4.60 \cdot 10$
$\sigma_z' = 115$ KN/m²

PIEUX AMONT
QELSmax = −35KN
QELUmaxd = −60KN
TRACTION
par pieux e= 1.50m

PIEUX COMPRESSION AVAL

(5)

$Q_{Rdmax} = Q_{sd} + Q_{md}$ (Pointe, manteau) "LANG + FUNDER"

POINTE Q_{sd} Ø200mm = $A(cN_{cd} + \sigma_v' \cdot N_q) X$

$X_d = 2.20$
$L/D = 50$ Ø200 → $A = 0.0315$ m²
$\phi_d = 27.5$ (Ø K = 32° zone profonde)
$N_{qd} = 13.90$
$Z = 8.0$m $\sigma_z' = 3.80 \cdot \gamma' + 4.60 \cdot \gamma_w' = 122$ KN/m²

pointe a -8m
$Q_{sdmax} = 0.0315(122 \cdot 13.90) \cdot 2.20 = 120$ KN

manteau $Q_{md} = U h \cdot K \bar{\sigma}_z \tan\phi_d$
$U = \pi \cdot D = 0.63$ m²/m' $L_{mantel} = 6$m $= h$
$\bar{\sigma}_v = 3.80 \cdot 20 + 1.60 \cdot 10 = 92$ KN/m²
Micropieux avec réinjection après scellement gravitaire
K = 1.00 (nachinjektion
$K \tan\phi_d = 0.52$
manteau 6m
$Q_{md} = 0.63 \cdot 6m \cdot 0.52 \cdot 92$ KN/m² = 180 KN

PAR PIEUX : $Q_{sd} + Q_{md} = 120 + 180 = 300$ KN

$R_{admax} = \frac{\eta_a \cdot R_{akd}}{\gamma_{Ra}} = \frac{0.90 \cdot 300}{1.30} = 210$ KN/PIEUX

$\eta_a = 0.90$ (calcul en retour stabilité)
$\gamma_{Ra} = 1.30$

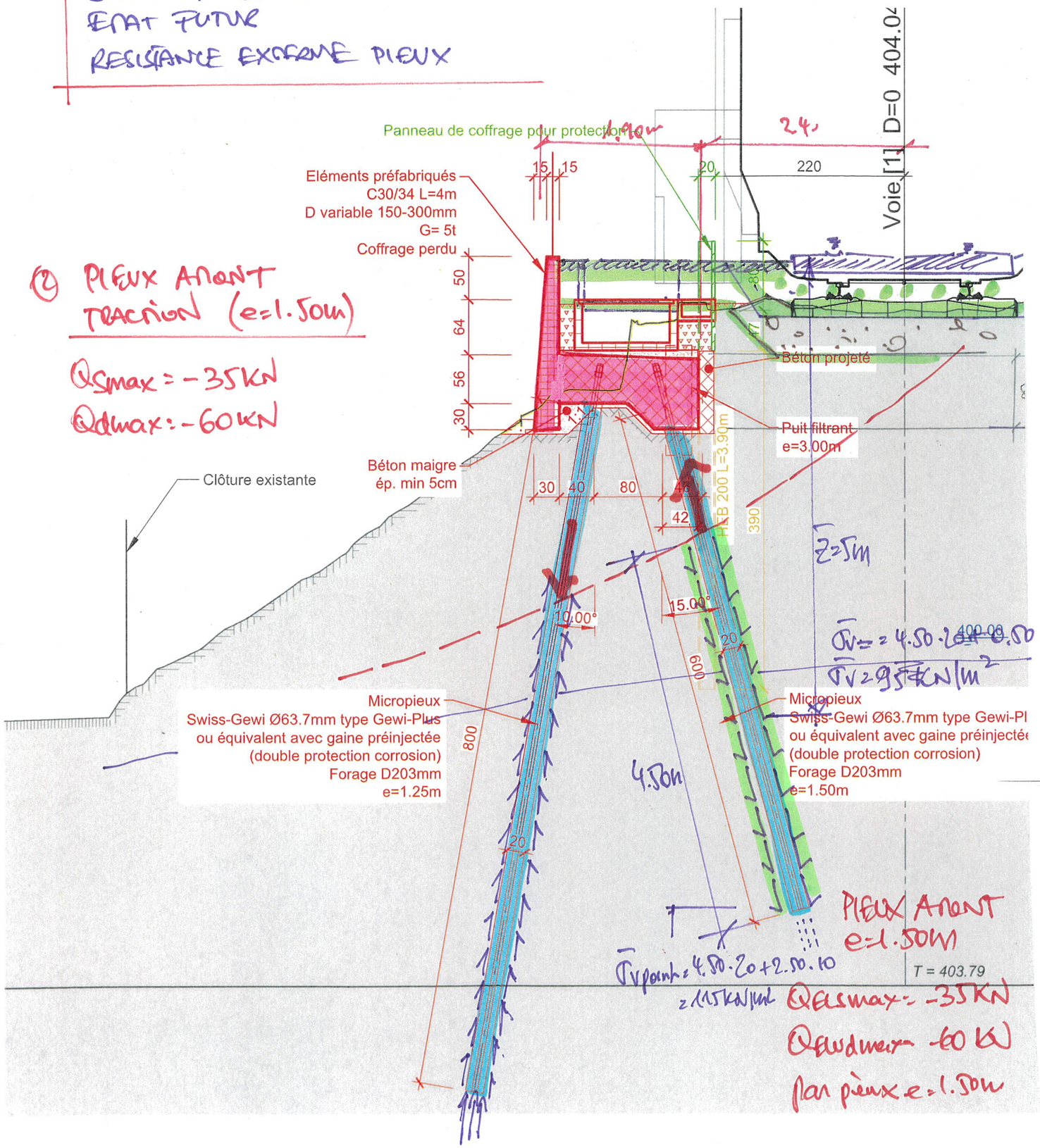
Rdmax calcul main L=8m Rd=220 KN
Resistance max compression Radmax = 210 KN
→ Prolongation pieux de 50cm !
↳ OPTIMISATION AVEC ZSoil

CALCUL A LA MAIN
ETAT FUTUR
RESISTANCE EXTREME PIEUX

② PIEUX AMONT TRACTION (e=1.50m)

$Q_{Smax} = -35KN$

$Q_{dmax} = -60KN$



PIEUX TRACTION AVAL

FROTTEMENT LATERAL :

$Q_{ud} = U \cdot h \cdot K_{sz} \cdot \tan\phi_d$ $\quad \phi d = 27.5°$

$U = \pi \cdot D = 0.63 m^2/m'$

$L_{mantel} = 4.50m$

Micropieux avec système injection (après scellement gravitaire)

$K = 1.00$

$K \tan\phi d : 0.52$ $\quad \bar{\sigma}v = 95KN/m^2$

$Q_{ud} = 0.63 \cdot 4.50 \cdot 0.52 \cdot 95 KN/m^2 = 140 KN$

$$Z_{adhax} = \frac{\eta a \cdot Z_{ak}}{\gamma_{Ra}} = \frac{0.90 \cdot 140}{1.30} = 95KN/pieux$$

$\eta = 0.90$ (calcul en retour)

$\gamma_{Ra} = 1.30$

Traction maximale $Z_d : 60KN < Z_{adm} = 95KN$

TRACTION OK

Si compression

$Q_{Sd} = A(CNcd \cdot \bar{\sigma}v \cdot Nq) \times$

$Q_{Sd} : 0.035 (115 \cdot 13.90) 2.20 = 110 KN$

$Q_{ak\,max} = Q_{sd} + Q_{ud} : 110KN + 95KN = 200KN$

$$Q_{adm\,ax} = \frac{\eta a \cdot Q_{ak}}{\gamma_{Ra}} = \frac{0.90 \cdot 200}{1.30} = 140 KN$$

OK POUR POIDS PROPRE

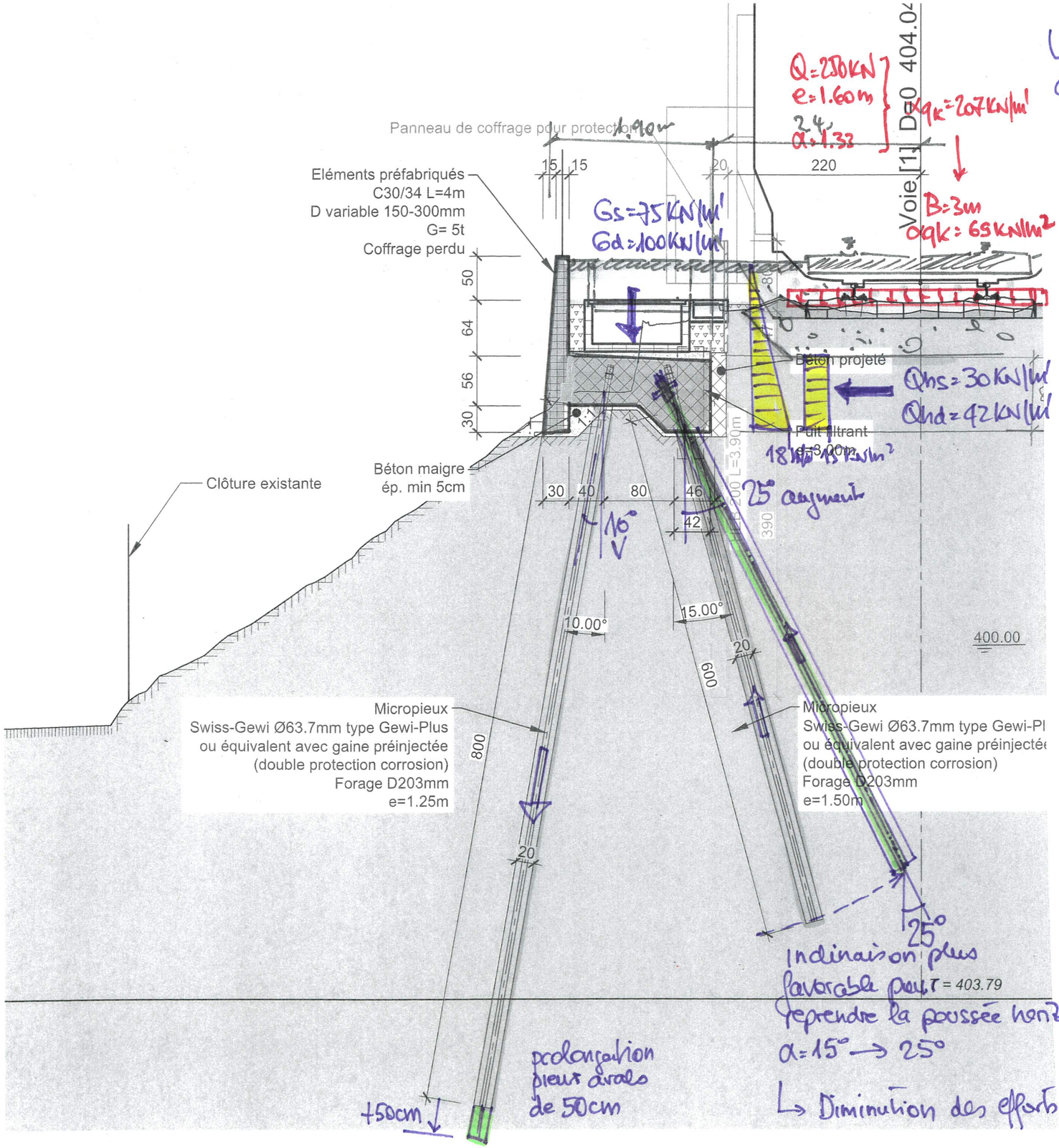
SYNTHÈSE MODÈLE MAIN

Le calcul simplifié démontre l'équilibre du système de fondation des KV avec les charges :

- poussée du terrain au repos $K_0 = 0.50$
- Action Main - $q_{1k} = 69\ KN/m^2$ sur B=3m au repos K_0

PROPOSITION D'OPTIMISATION POUR LES PHASES SOUMISSION (phase 41)

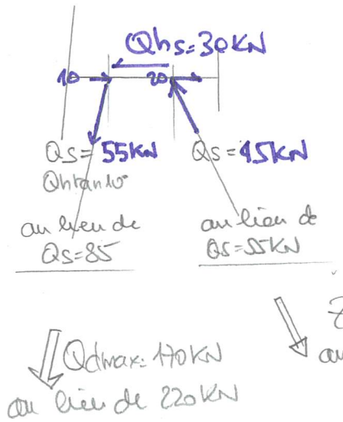
À ÉTUDIER EFFET AVEC MODÈLE SOL-STRUCTURE DE TYPE Z-SOIL (PHASE 41)



- Prolongation pieux aval + 50cm (est pas necessaire selon calcul Z-Soil)

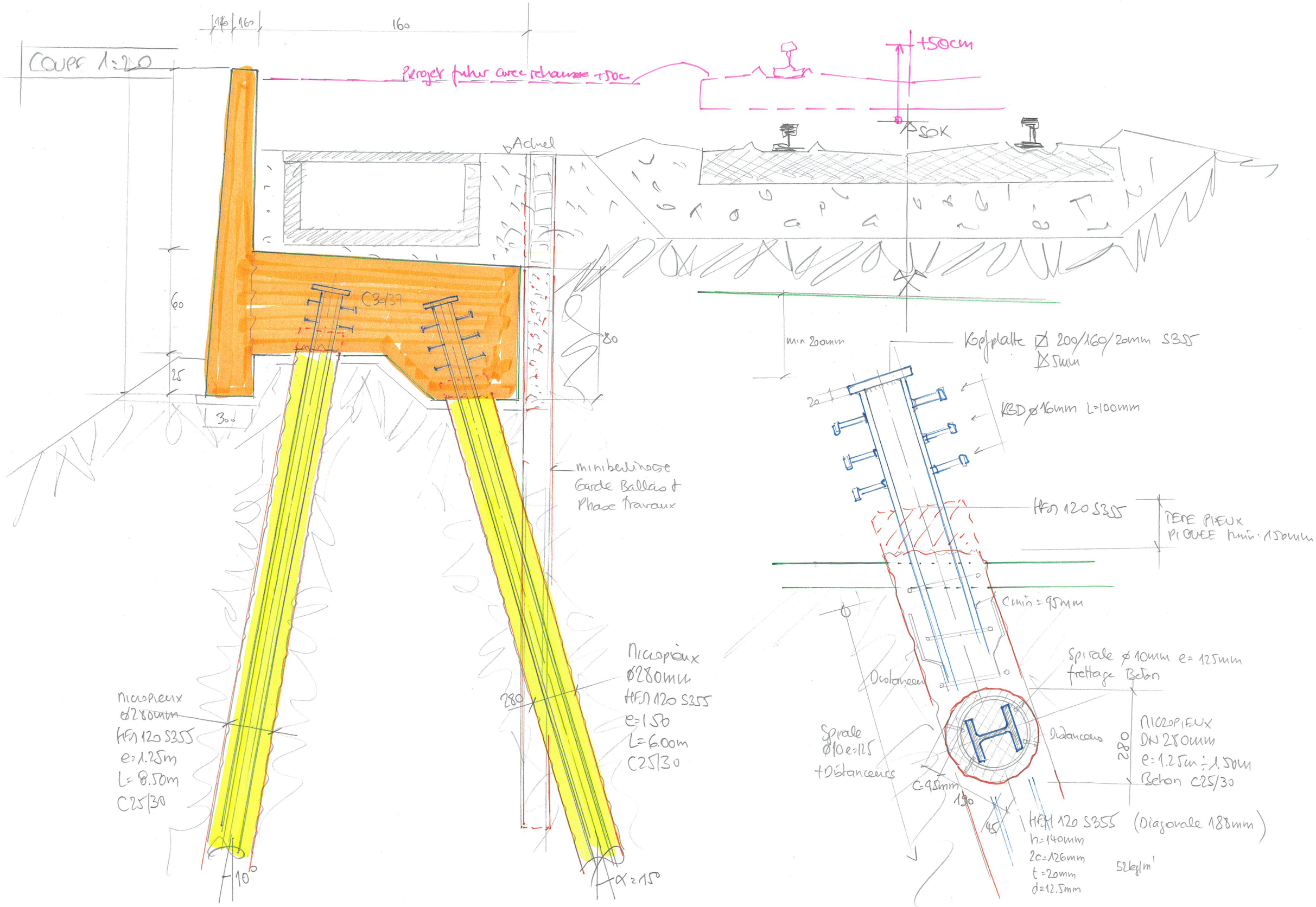
- Inclinaison à 25° des pieux amont

Cela permet de sécuriser plus efficacement la poussée horizontal

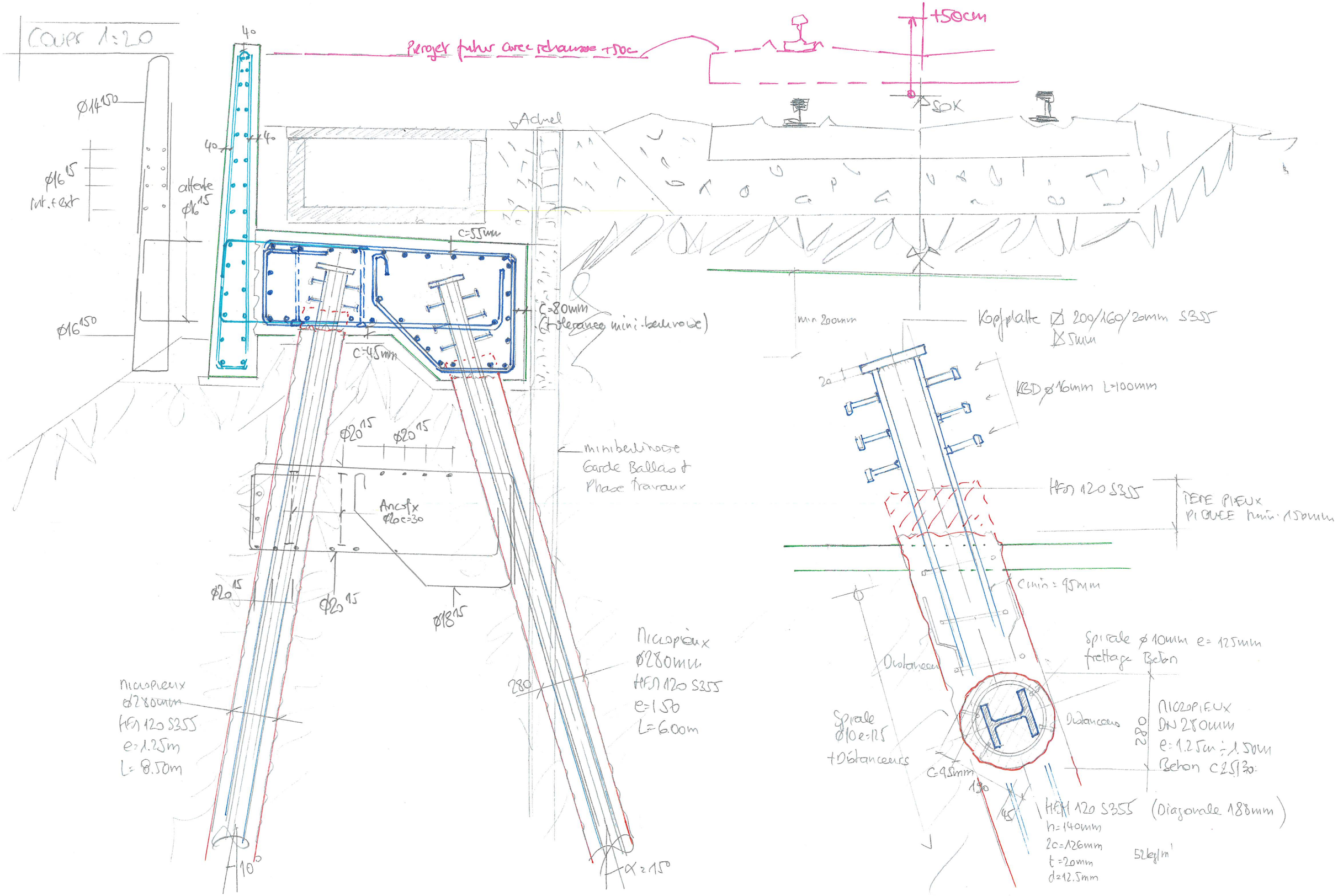


EFFET POSITIF INCLINAISON pieux amont

ÉLABORATION MODÈLE SOL-STRUCTURE 3D EN PHASE 41



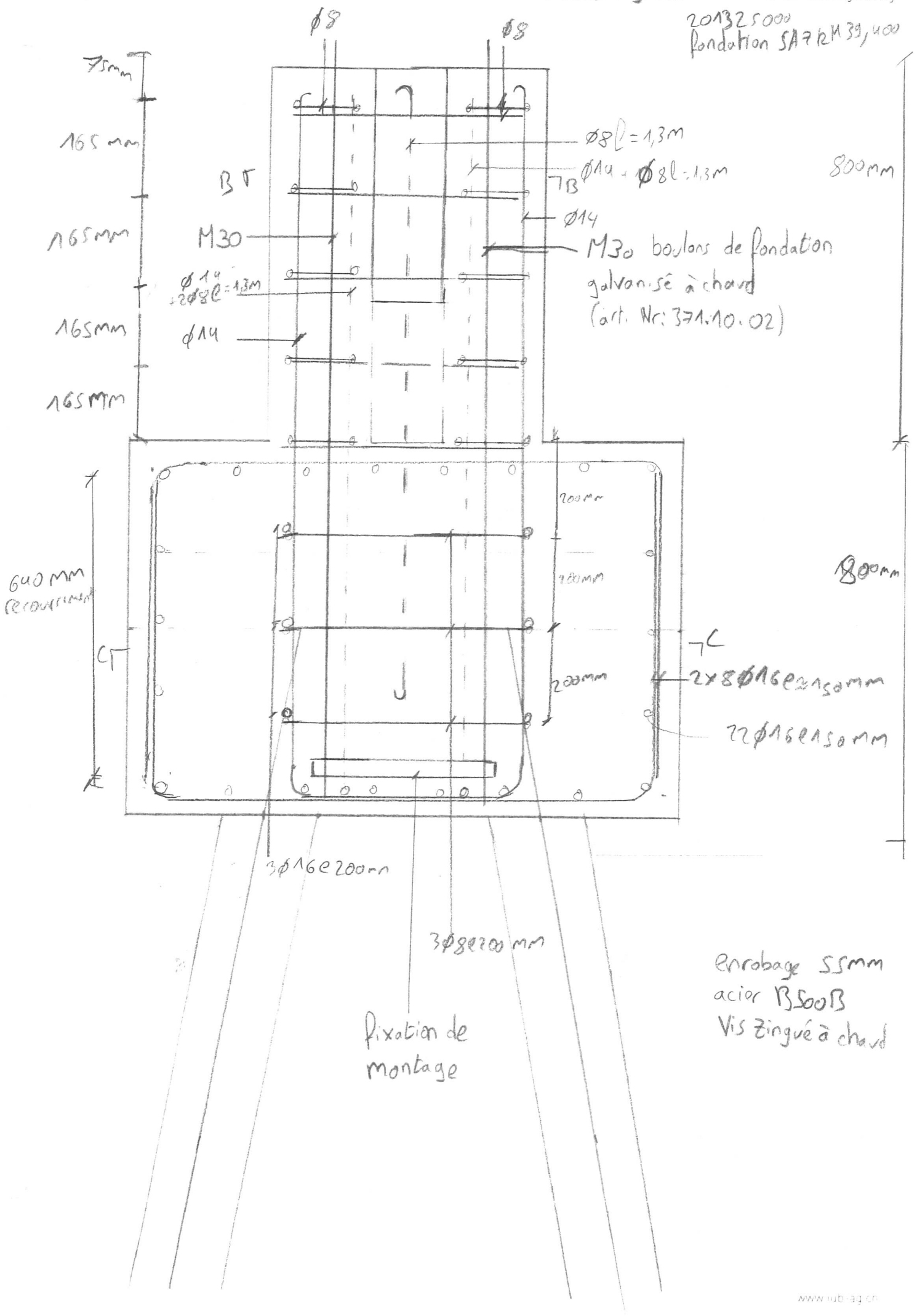
COUPE 1:20
160
160
160
Projet futur avec rehausse +50c
+50cm
SOK
Achel
60
25
300
80
C3/37
min 200mm
Kopfplatte ⌀ 200/160/20mm S355
⌀ 5mm
20
KBD ⌀ 16mm L=100mm
HEM 120 S355
TETE PIEUX
PIQUEE tmin: 150mm
Cmin = 95mm
Spirale ⌀ 10mm e= 125mm
frettage Beton
Distanceur
Spirale
⌀10 e=125
+Distanceurs
Distanceurs
280
MICROPIEUX
DN 280mm
e: 1.25m ÷ 1.50m
Beton C25/30
C=95mm
190
45
HEM 120 S355 (Diagonale 188mm)
h=140mm
2c=126mm
t=20mm
d=12.5mm
52kg/m'
minibetonnage
Garde Ballast
Phase travaux
Micropieux
⌀280mm
HEM 120 S355
e=1.50
L=6.00m
C25/30
280
Micropieux
⌀280mm
HEM 120 S355
e=1.25m
L=8.50m
C25/30
10°
α=15°



Coupe 1:20
Projet futur avec rehausse +50c
+50cm
SOK
Ø14 150
Ø16 15
int.+ext
attente Ø16 15
Ø16 150
40
Achiel
c=55mm
c=80mm
(tolerance mini-bellinoise)
c=45mm
Ø20 15
Ø20 15
Ancofx
Ø20 e=30
Ø20 15
Ø20 15
Ø18 15
minibellinoise
Garde Ballast
Phase Travaux
Micropieux
Ø280mm
HEM 120 S355
e=1.25m
L=8.50m
Micropieux
Ø280mm
HEM 120 S355
e=1.50
L=6.00m
280
10°
α=15°
min 200mm
Kopfplatte ☐ 200/160/20mm S355
☒ 5mm
20
KBD Ø16mm L=100mm
HEM 120 S355
TETE PIEUX
PIQUEE min 150mm
c min = 95mm
Spirale Ø10mm e=125mm
frettage Beton
Distanceur
Spirale
Ø10 e=125
+Distanceurs
Distanceurs
280
MICROPIEUX
DN 280mm
e=1.25m ÷ 1.50m
Beton C25/30
c=95mm
190
45
HEM 120 S355 (Diagonale 188mm)
h=140mm
2c=126mm
t=20mm
d=12.5mm
52kg/m'

Objekt coupe AA Datum, Name 26.03.2025 mge Seite

IUB Engineering



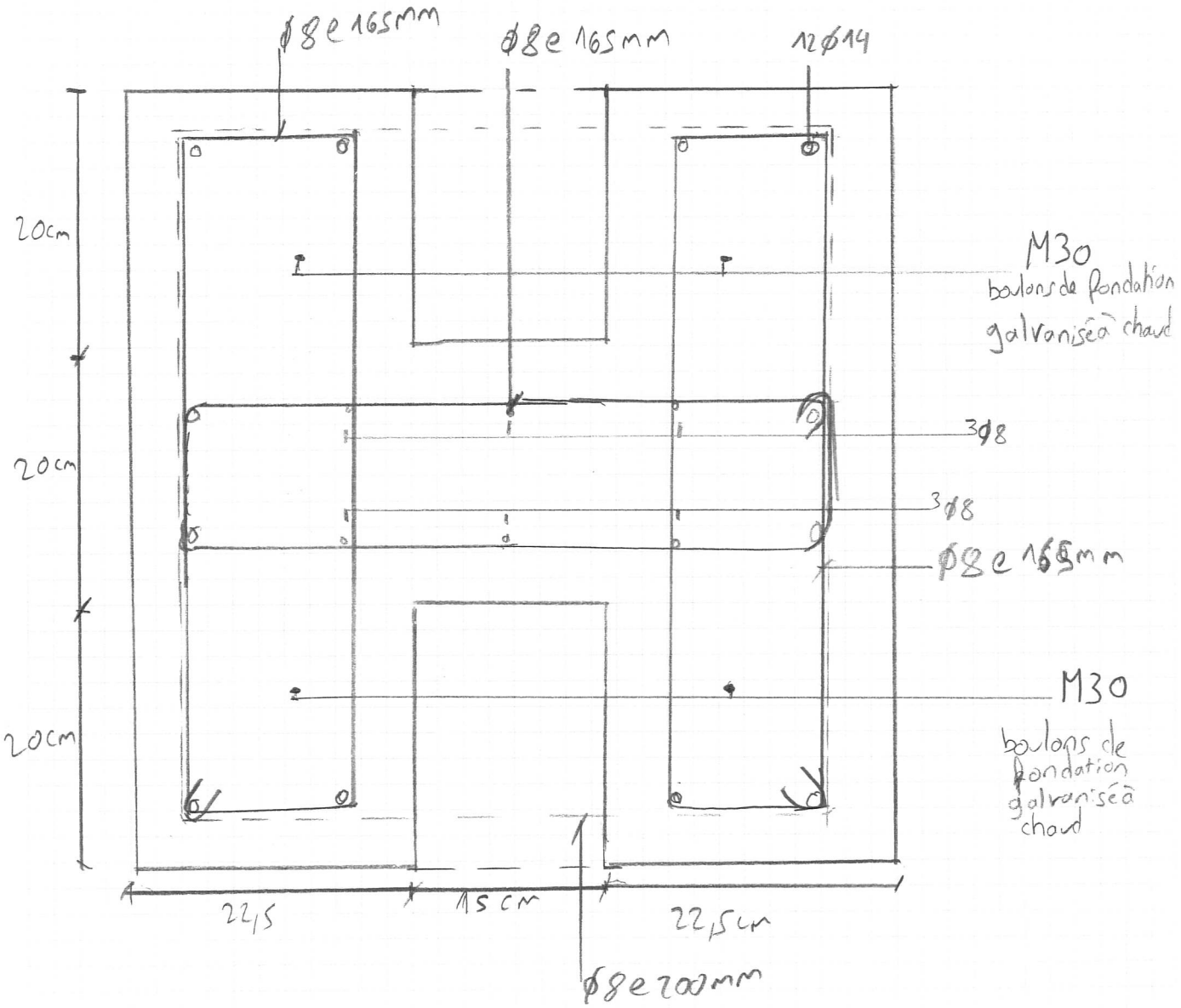
www.iub-eng.ch

Objekt: coupe B-B

Datum, Name: 20.03.2025 fondation SAE km 39'400

Seite: 26.03.2025 mge

IUB Engineering



enrobage 55mm
acier B500B
Vis zingué à chaud

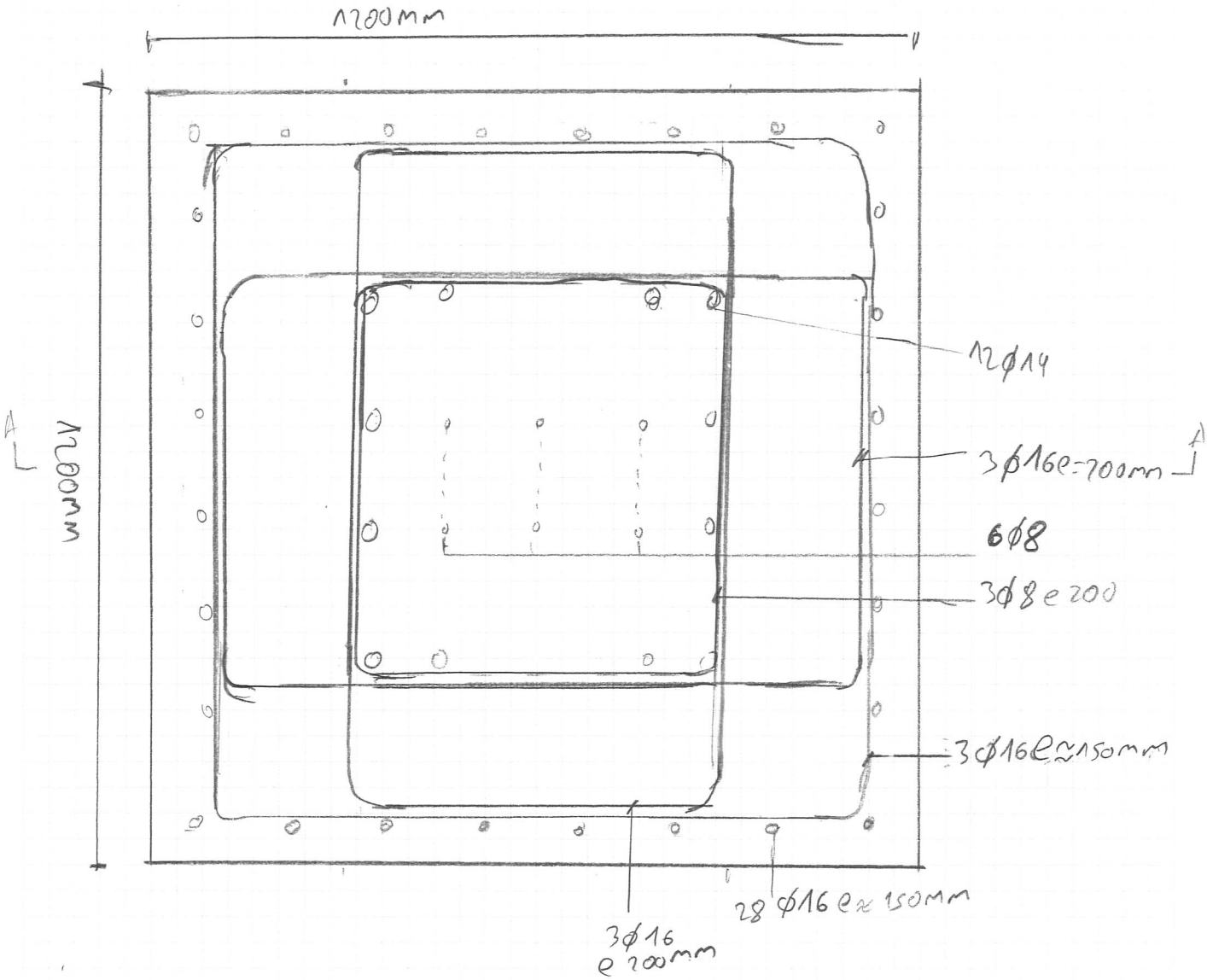
Objekt Coupe CC

Datum, Name 201325 000 Fondation SAZ km 39'400

Seite

IUB Engineering

26.03.2025 mge



enrobage 55mm
acier B500B
Vis Zingué à chaud

10 Signatures

Auteur du projet :	Date	Signature
Nom : IUB Engineering SA		
Responsable : Aimé Morel		
Rue : Rte André Piller 33a		
Lieu : 1762 Givisiez	…….	……..

Auteur du projet :	Date	Signature
Nom : IUB Engineering SA		
Responsable : Emilie Simonin		
Rue : Rte André Piller 33a		
Lieu : 1762 Givisiez	…….	……..

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

12.303.07

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud

Communes : Prangins, Nyon. Crans (VD)

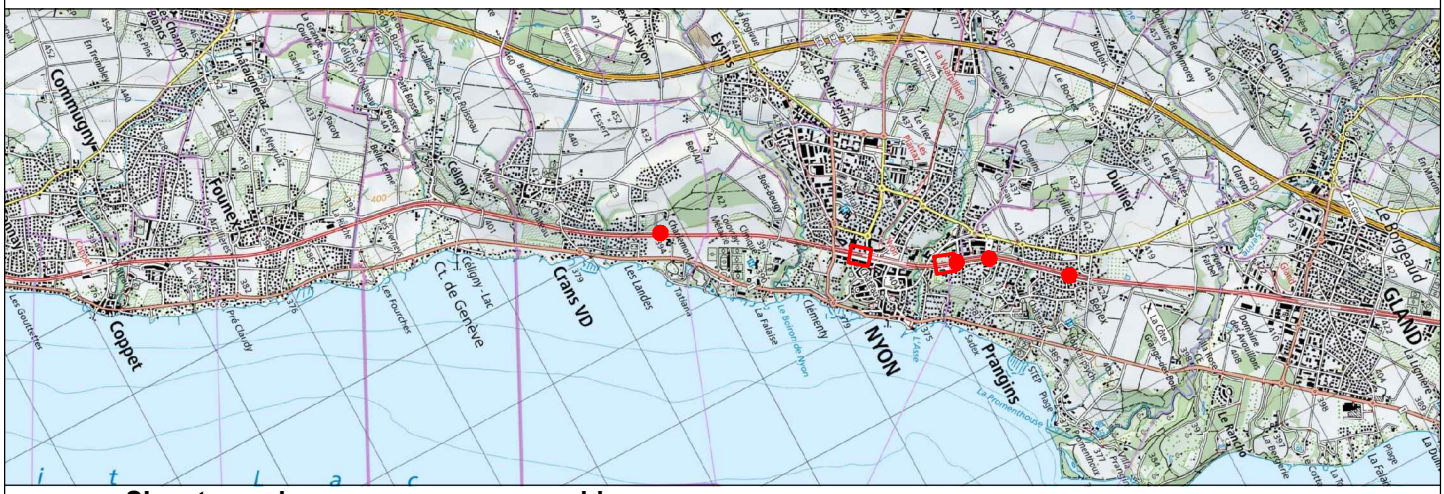
Echelle	Format
-	A4

N° Plan

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Ouvrages de soutènement
RAPPORT TECHNIQUE



Signatures des personnes responsables :
A1. ☒ Signatures originales dans le document B. ○ Signature ci dessous
Ci-dessous :
A2. ☒ Signatures des personnes pro forma

CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

Aimé Morel
Auteur de projet

IM Engineering | IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	13.09.24	mge	mo		
2	16.06.25	mge	mo		Selon retour expertise
3	08.08.25	mge	mo		Selon retour SIOP
4	08.10.25	mge	mo		Selon retour SIOP

Table des matières

1	Introduction	2
1.1	Mur de soutènement de KV (km 38.783 – km 38.811)	2
1.2	Mur bacs à fleurs (km 37.748)	2
1.3	Fondations SAZ	2
1.4	Escaliers de service	2
1.5	Données géotechniques	3
2	Mur de soutènement de KV (38.794)	4
2.1	Microberlinoise	5
2.2	Mur de soutènement définitif	5
3	Mur bacs à fleurs (km 37.748)	7
4	Fondations SAZ	9
5	Escaliers de service	11
6	Considérations additionnelles	12
6.1	Travaux	12
6.2	Micropieux	12
6.2.1	Micropieux du mur de KV	12
6.2.2	Micropieux de la fondation SAZ	13
6.3	Clous de la paroi gunitée clouée	13
6.4	Risques considérés	13
6.5	Surveillance de l’ouvrage	13
6.6	Site polluée	15
7	Signatures	16

1 Introduction

Le projet de mise en conformité de la gare de Nyon, les successions serrées en gare de Nyon et le distancement à 2 minutes sur la ligne Lausanne - Genève, ainsi que la mesure BCM demandant des nouvelles diagonales à 90km/h côté Genève, prévoient de nouvelles fonctionnalités. Ces dernières nécessitent le renouvellement de l'enclenchement actuel, construit en 1977 et qui arrive en fin de vie en 2031.

Le renouvellement de l'enclenchement implique notamment la création de nouveaux signaux SAZ, ainsi que de nouvelles infrastructures à câbles. La réalisation de ces éléments a un impact sur les talus existants dont la stabilité doit être assurée, grâce aux différents objets traités dans le présent document.

Ces objets sont les suivants :

1.1 Mur de soutènement de KV (km 38.783 – km 38.811)

Actuellement, à l'extrémité du quai 1 de la gare de Nyon côté Genève, l'infrastructure ferroviaire, assez étroite, est soutenue par des Bafix. Dans le cadre du projet de l'enclenchement, des caniveaux plus larges ainsi que des KV, d'une certaine largeur seront installés. Ces installations, nécessitent une largeur plus importante que ce que permettent les Bafix actuels. Un soutènement doit donc être prévu pour ces éléments.

Un rehaussement de la voie de 50cm est actuellement prévu dans un projet tiers. Le soutènement de KV prend en compte ce rehaussement futur.

1.2 Mur bacs à fleurs (km 37.748)

Au km 37.748, du c ôté Jura des voies, une fondation SAZ est prévue. Cette dernière en conflit avec le mur actuel. Ce dernier doit donc être adapté afin que la fondation puisse être réalisée. Un espace libre de 70cm derrière la fondation sera garanti, afin de permettre le passage entre le mur et la fondation.

1.3 Fondations SAZ

Deux fondations SAZ seront placées dans un talus au km 39.400. Comme la pente du talus est raide, une vérification additionnelle doit être réalisée afin de garantir que les dimensions choisies des fondations sont suffisantes pour garantir la stabilité de l'installation.

De plus, une fondation, située à l'extrémité du quai 1 de la gare de Nyon côté Genève au km 38.761, doit également être vérifiée du fait de la pente du talus.

1.4 Escaliers de service

Les escaliers sont prévus aux endroits suivants :

- Km 36.339 : côté Lac
- Km 37.560 : côté Lac et Jura
- Km 37.691 : côté Jura
- Km 37.768 : côté Lac
- Km 40.973 : côté Jura

1.5 Données géotechniques

Des sondages géotechniques sont disponibles pour les différents endroits considérés. Les rapports géotechniques ont été mis dans le document 10.05 Rapports géotechniques.

En ce qui concerne la stabilité de talus pour les escaliers, un endroit n'a pas de bonnes données pour la disposition local du sol. En effet, les études de de Cérenville ne contiennent pas de sondages depuis le haut du talus. Ainsi, les résultats pourraient changer avec des sondages supplémentaires.

En ce qui concerne les fondations SAZ au km 39.4, le talus existant à une pente d'environ 35°, alors que le remblai mesuré a un angle de frottement de 30°. Cela a un impact sur la stabilité des fondations, notamment dans le calcul d'une fondation standard SAZ. Des variabilités du sol sont possible. Des essais de chargement devront ainsi être faits afin de s'assurer de la qualité du sol effectivement à disposition. La nature effective des terrains pour les fondations SAZ devra être contrôlé pour vérifier les hypothèses.

Une rétroanalyse a été effectuée pour estimer les paramètres de sol pour le mur de soutènement des KV. L'angle de frottement a ainsi été déterminé par modélisation de la structure. Ainsi, les paramètres de sol changent légèrement de l'analyse géotechnique.

Des sondages additionnels pourront être effectués lors des phases ultérieures s'ils sont jugés nécessaire. Une discussion sera faite avec le géologue pour juger du besoin de données géotechniques supplémentaires pour les différents ouvrages.

Des essais pour confirme les hypothèses prises pour les micropieux du mur de KV seront effectués. Les calculs seront revus en fonction des résultats. Une prise de position a été prise sur les calculs de ces micropieux par Geotest. Cette prise de position se trouve dans le document 10.05.

2 Mur de soutènement de KV (38.794)

Le mur de soutènement au km 38.794 qui servira de soutènement aura les dimensions suivantes :

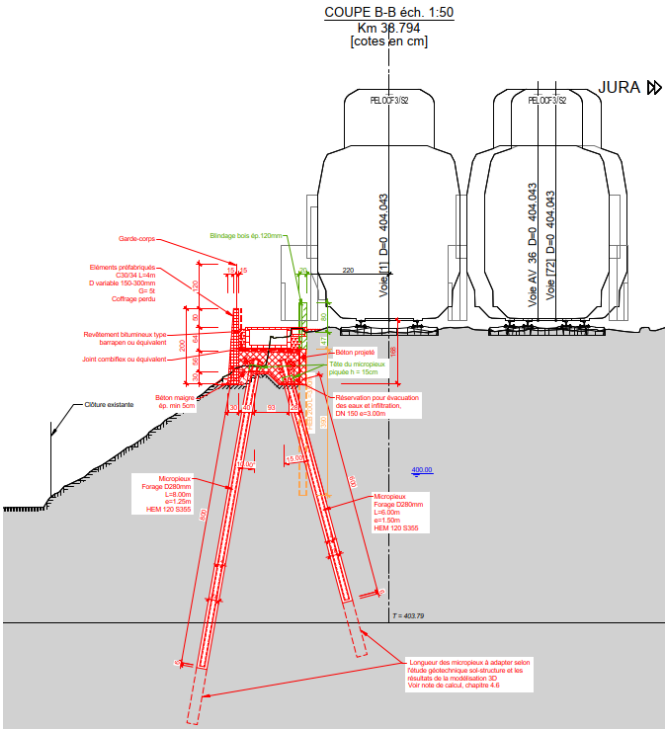


Figure 1: Coupe type mur de soutènement de talus

Il sera posé à 2.35m de l'axe de la voie existante. Cela permettra au caniveau à câbles à être disposé à 2.2m de l'axe de la voie et de la chambre d'être disposé à côté. Les dimensions acceptées de ces éléments sont les suivants :

Elément	Largeur	Hauteur	Charge
Caniveau	0.45m	0.25m	133 kg/m
Chambre	1.2m	0.6m	750 kg/m

Dans le cadre du projet tiers de la gare de Nyon, le niveau des voies est prévu d'être surélevé de 50cm. Les caniveaux à câbles et la chambre seront également surélevés. Ainsi, le mur prend en compte ces aspects finaux.

Afin de stabiliser la structure verticalement, ainsi que pour permettre de stabiliser le talus, des micropieux vont être mis en place. La structure métallique utilisée est un HEB 200 S355, qui permet de garantir la sécurité à la flexion et au cisaillement.

La partie gauche du mur de soutènement sera fabriqué dans une des zones d'installation de chantier et mise en place durant le chantier. Il servira de support au béton coulé sur place et de coffrage perdu. Les armatures pourront être fixées aux attentes.

Afin de stabiliser la zone de travaux et permettre le passage de trains durant les travaux, une microberlinoise sera installée afin de servir de stabiliser le ballast et d'offrir une sécurité lors du passage d'une personne au niveau du ballast. Cette structure sera retirée à la fin des travaux. Les travaux seront faits depuis l'espace de la plateforme ferroviaire.

2.1 Microberlinoise

Cette structure devra être mise en place avant d'effectuer les autres travaux. La paroi est mise en place pour soutenir le ballast pendant la durée des travaux, ainsi que de permettre une sécurité de la zone de chantier. Elle se compose de montants métalliques HEB 200. La procédure sera donc ainsi :

- Forage pour les HEB 200 et mise en place des HEB, incluant le bétonnage des de la partie inférieure au niveau de terrassement.
- Terrassement en une fois ou en plusieurs étapes. Sur la partie inférieure en contact avec la semelle, une paroi en béton projetée armée sera mise en place pour retenir le ballast et répartir les charges jusqu'aux montants. Le restant de la hauteur aura un blindage en bois qui servira la même fonction.
- Pendant la mise en place du mur définitif, cette structure doit garantir la stabilité du trafic.
- Quand le mur aura été réalisé, les éléments en bois sont retirés et les montants métalliques sciés au-dessus du béton. Ainsi, la partie inférieure des HEB 200 restera dans le sol et donnera une sécurité supplémentaire au talus.

Le blindage en béton projeté sera fait sur la hauteur prévue de la semelle du mur de soutènement. La partie supérieure de la microberlinoise sera faite avec des éléments en bois. Cela permettra de retirer de manière plus rapide la partie supérieure de la microberlinoise. Le blindage en béton au niveau de la semelle du mur sera utilisé comme coffrage et ne sera ainsi pas retirée. La partie en béton projeté est dimensionné pour reprendre les charges ferroviaires.

Pendant la durée des travaux du mur de soutènement des KV, la vitesse du trafic ferroviaire sera réduite. La vitesse maximale n'est actuellement pas connue, mais elle est estimée à 80km/h. Ainsi, le déplacement de la microberlinoise peut être comparé aux valeurs d'intervention et de précaution.

2.2 Mur de soutènement définitif

Le mur en béton qui sera positionné pour le soutènement définitif sera composé de deux parties. La partie avale sera mise en place soit en atelier soit dans les zones d'installation de chantier. Elle permettra de stabiliser le béton coulé sur place tout en servant de coffrage perdu et permettant de mettre en place les armatures. La procédure pour la mise en place des éléments sont ainsi les suivants :

- Dans une des zones d'installation de chantier, on préparera l'élément de support. Le moment de fabrication devra être coordonné en fonction des dates prévues pour le bétonnage du mur. Le mur préfabriqué aura des fers en attente pour pouvoir lier cet élément et la semelle qui sera coulée sur place.
- Un terrassement sera effectué en aval du garde-ballast provisoire
- Le forage est fait pour la mise en place des micropieux. La dimension extérieure est de 280mm.
- Les micropieux sont mis en place. Les sections métalliques devront sortir suffisamment pour pouvoir s'ancrer dans la semelle
- La partie avale du mur sera installée et la stabilité de l'élément garantie dans le sol. Les armatures de l'élément bétonné sur place seront mises en place
- Un bétonnage aura lieu
- Après avoir retiré la microberlinoise, le ballast sera mis en place sur toute la longueur du mur
- Le caniveau à câble et la chambre pourront être installées

Des garde-corps seront installés sur le mur, afin d'éviter une chute lors du passage sur cet ouvrage.

Les micropieux sont mis en place depuis les voies existantes. Leur mise en place ne rentre pas en conflit avec les lignes LC. Comme les travaux seront faits lors d'interdiction de voie, le gabarit pour la mise en place des micropieux sera garanti.

Les micropieux ont un effet de stabilisation du talus. Les micropieux proposés permettent de trouver un degré de conformité suffisant.

Un modèle sol-structure a été proposé pour la prochaine phase, afin de confirmer les résultats du calcul de stabilité du talus existant et de mieux prendre en compte la résistance des micropieux et la stabilité induite par ces éléments. Ces points, ainsi que les alternatives proposées, sont mis en annexe de la note de calcul.

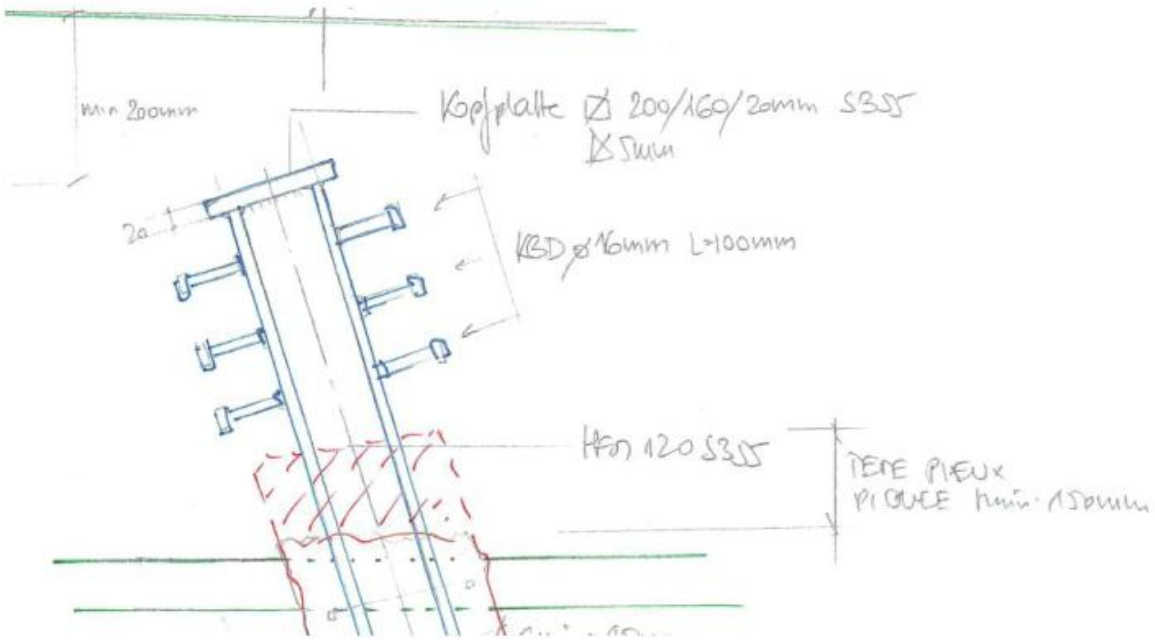


Figure 2: Connexion entre le micropieu et le mur de KV

Des réservations ont été prévues dans la semelle pour permettre l'écoulement de l'eau sans que cela n'impacte l'infrastructure ferroviaire.

3 Mur bacs à fleurs (km 37.748)

Une fondation SAZ doit être installée à l'endroit du mur existant. Ainsi, un nouvel ouvrage de soutènement doit être installé afin de permettre la mise en place de la fondation. Le mur existant à cet endroit sera retiré sur une partie du tronçon.

Un terrassement va devoir être fait dans le terrain afin de permettre la construction du nouveau mur de soutènement. Ainsi, une paroi gunitée clouée sera mise en place.

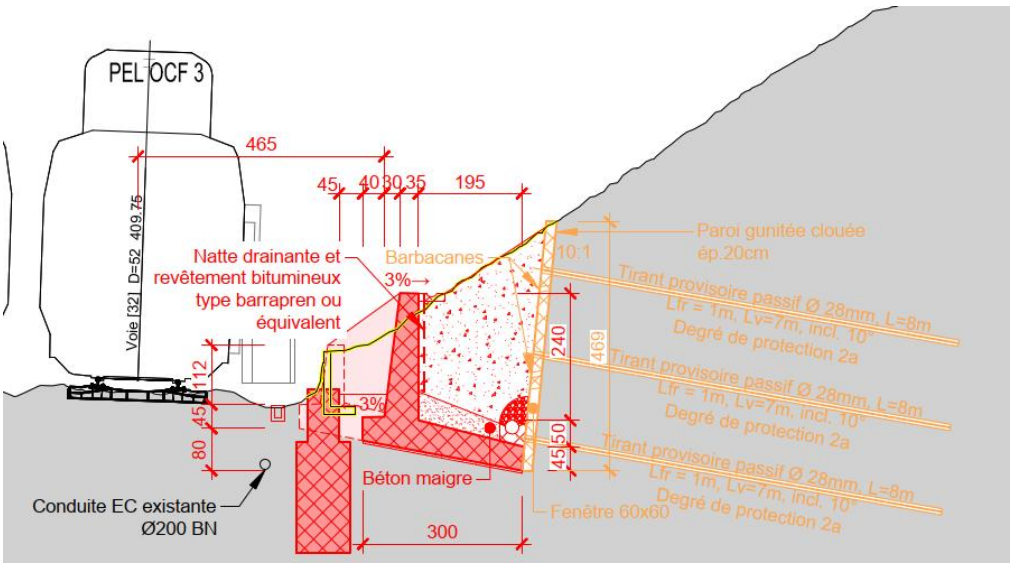


Figure 3: Coupe type du mur bacs à fleurs

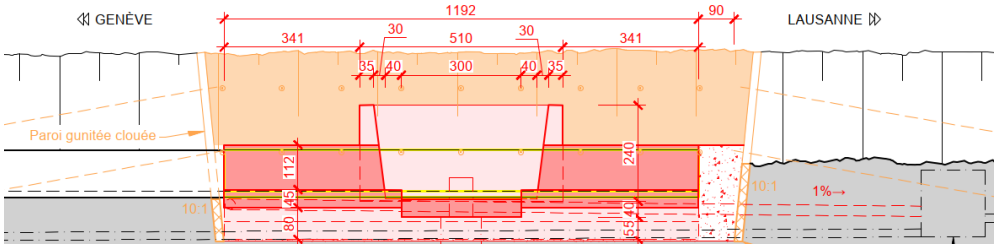


Figure 4: Elévation du mur bac à fleur



Figure 5: Photo du mur de soutènement actuel

Les considérations suivantes sont de mesure :

- Les caractéristiques du mur existant ne sont pas connues. L'altitude de la fondation du mur ainsi que ses paramètres sont incertaines. Ainsi, il n'est pas actuellement prévu de faire une continuité dans la semelle du mur. Un joint entre les murs sera réalisé
- Un écart de 70cm entre le mur et la fondation doit être respectée afin de permettre le passage des personnes entre ces deux objets
- Une considération de l'écoulement de l'eau derrière le mur doit être faite. En effet, à cet endroit, des écoulements sont possibles dans des couches plus perméables. Ainsi, il est attendu à ce que de l'eau vienne derrière le mur. Le drainage de l'eau devra se connecter au mur existant. Dans le cas où cela n'est pas possible, le drainage devra être fait jusqu'au réseau EC qui se situe entre le mur et la voie.

La mise en place du mur de soutènement suivra ainsi les procédures suivantes :

- Terrassement du talus. La méthode actuellement prévue est une paroi gunitée clouée.
  - Le terrassement se fera en plusieurs étapes. Il est actuellement prévu de mettre au moins 3 étapes
  - La pente sera gunitée sur une épaisseur de 20cm
  - Des clous provisoires seront mis en place. Leur longueur et leur disposition dépend des paramètres de sol donnés dans le rapport géotechnique.
- Démolition du mur existant à l'endroit prévu pour la construction du nouveau mur.
- Mise en place des armatures et bétonnage de la semelle du mur.
- Mise en place des armatures et bétonnage du mur.
- Mise en place de la fondation SAZ
- Remblayage du talus et retirement des clous.

Ainsi, la fondation SAZ sera mise en place avant le remblayage du talus. Cela permet d'éviter d'avoir des charges additionnelles lors de la fouille liée à la fondation SAZ. En cas de charges trop importantes, un étayage de cette fouille devra être mis en place.

Le nouveau mur construit devra se lier au mur existant. Cependant, la semelle du mur existant étant inconnue, seule la face du côté Lac sera jointe avec le mur.

4 Fondations SAZ

km 38.761 :

Fondation, située à l'extrémité du quai 1 de la gare de Nyon côté Genève au km 38.761, doit être vérifiée du fait de la pente du talus, très importante à cet endroit.

Après dimensionnement, une augmentation de la taille de la fondation prévue suffit à garantir la stabilité de cette dernière.

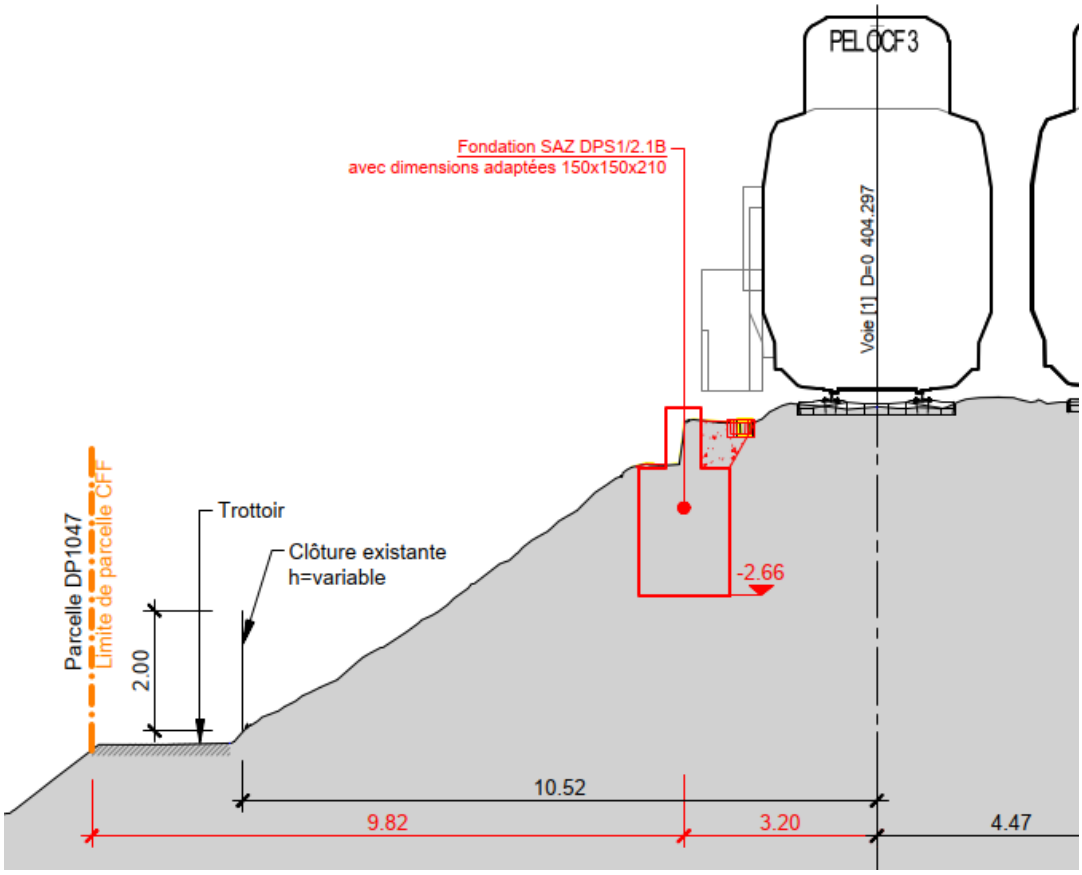


Figure 6: Coupe au droit de la fondation SAZ, située au km 38.761

Les travaux seront faits depuis la voie.

km 39.400:

Des fondations SAZ vont devoir être placé dans le talus existant. La pente actuelle du talus est assez raide. Le rapport géologique indique que le coefficient de déformation n'est pas atteint. Également, la pente du talus est d'environ 35 degrés côté lac, et 32 degrés côté Jura, ce qui rend nécessaire une vérification des fondations.

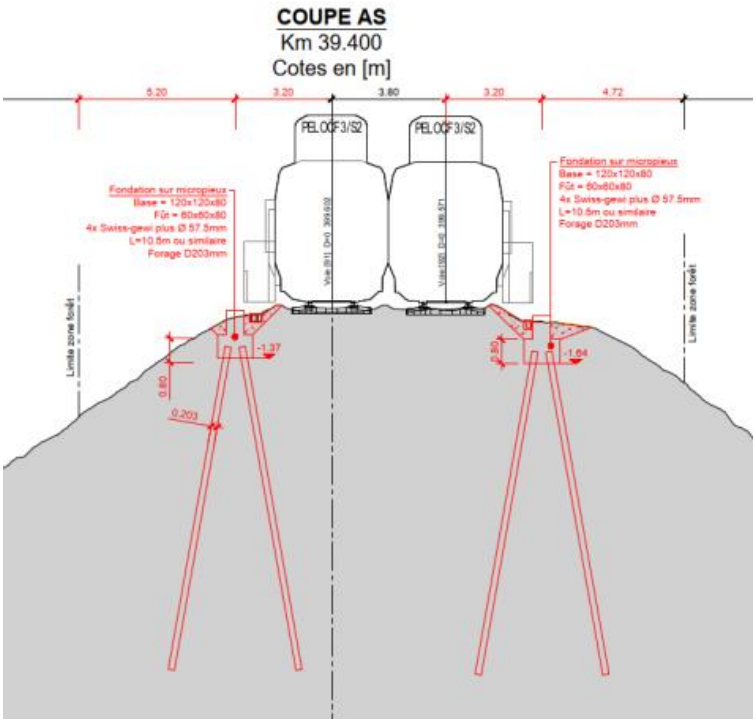


Figure 7: coupe au droit des fondations SAZ, km 39.400

Il a été choisi de mettre en place des micropieux sous les fondations. La dimension de la fondation est donc changée, afin de permettre la mise en place des micropieux et une efficacité plus grande de ces micropieux.

Le frottement latéral des micropieux est donné par l'étude géotechnique, et est à 30 kN/m^2. Il est estimé que les micropieux seront dans du remblai sur toute la longueur. Ainsi, il n'est pas attendu à ce qu'ils arrivent dans une zone plus ferme avec des changements importants du frottement latéral. Un diamètre de forage de 203mm sera effectué, avec une barre Swiss-gewi plus de diamètre 57.5mm.

Les travaux seront effectués depuis la voie. Les machines de chantier et les matériaux seront acheminés depuis l'emprise en bas du talus, avec le chemin d'accès suivant :

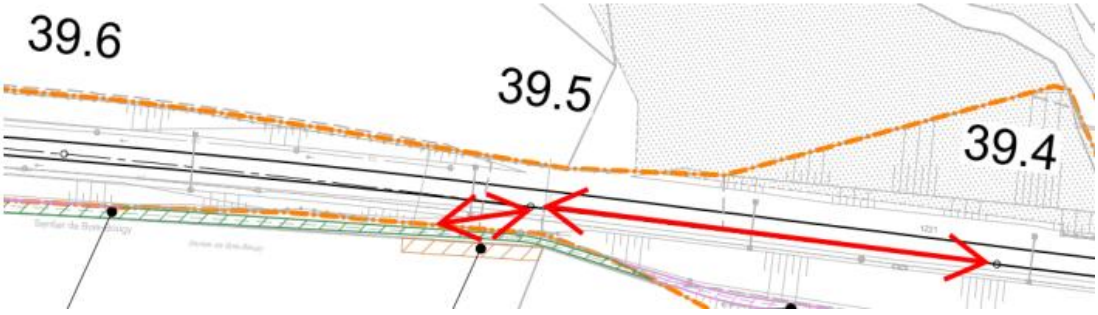


Figure 8: Chemin d'accès pour les travaux au km 39.400

5 Escaliers de service

Les escaliers de services sont prévus préfabriqués en fibre de verre. Le garde-corps et la main courante seront également en fibre de verre. Cela a l'avantage de considérer une structure légère et rapidement installée, par rapport à des escaliers en béton.

De plus, les structures en fibre de verre sont avantageuses en ce qui concerne la mise à terre. Le portail devra être mis à terre. Le concept de mise à terre est décrit dans le document 14.06.01_Concept général de mise à terre.

Il est prévu que les escaliers soient positionnés sur des petites fondations ponctuelles. Ces fondations seront mises en place avec une profondeur minimale de 80cm, afin de se trouver dans la zone hors gel. Une couche de béton maigre sera mise en place sous l'escalier pour empêcher l'arrivée de végétation en dessous de ces derniers et faciliter l'entretien.

La réalisation de l'ouvrage sera faite depuis la parcelle des CFF. Des emprises sur les routes en dehors des parcelles CFF ont été faites à proximité des différents endroits prévus pour les escaliers. Ces emprises sont suffisamment proches pour pouvoir acheminer les matériaux sur place. Les travaux se feront soit depuis la voie soit depuis le haut du talus.

S'ils sont actuellement inexistants, des portails d'accès seront créés dans les clôtures ou PAB, afin de garantir l'accès aux escaliers. Afin d'éviter au maximum d'éventuels accidents, une main courante est prévue sur les escaliers. De plus, un garde-corps sera installé en bas des escaliers afin de stopper toute chute éventuelle avant d'arriver sur les voies.

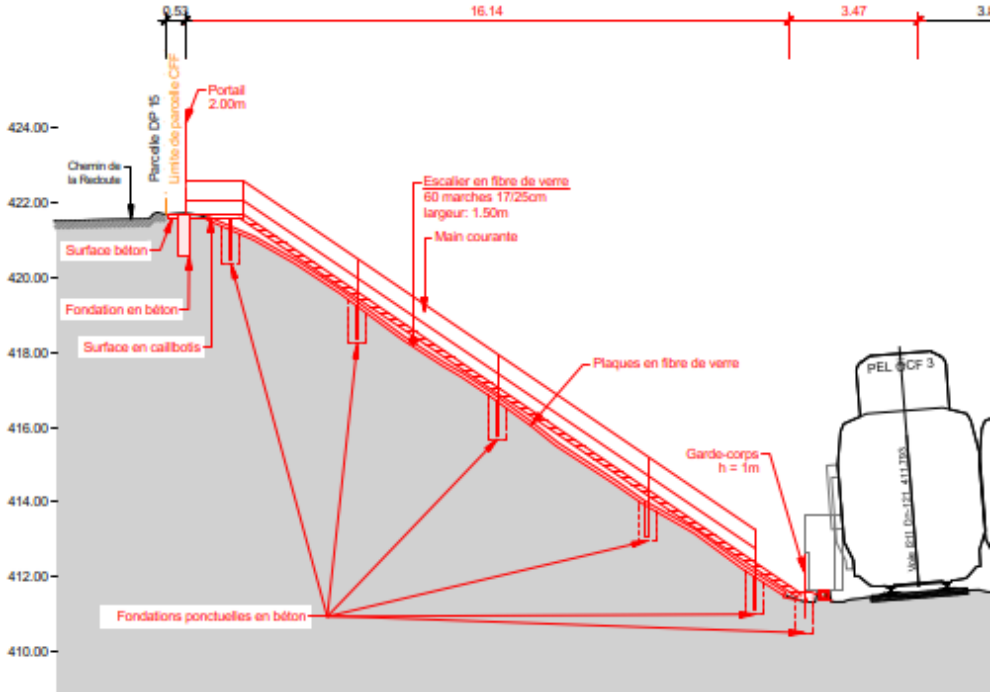


Figure 9: Coupe type de l'un des escaliers prévus

Lors de travaux à proximité de la PAB, afin de ne pas poser d'instabilité sur la structure, les panneaux de la PAB adjacents aux travaux pourront être retirés temporairement si nécessaire. Ces panneaux seront remis en place après les travaux à proximité.

6 Considérations additionnelles

6.1 Travaux

Les travaux nécessitants une interdiction des voies seront faits de nuit. Les chantiers seront effectués à partir de début 2029. Les lignes de contacts devront être déclenchées pour permettre les travaux. Les micropieux ne rentrent pas en conflit avec les lignes de contact. Tous les travaux seront prévus depuis les voies ou depuis l'autre extrémité du talus.

Lors des travaux dans la moraine, pour prendre en compte la présence de blocs dans la couche de moraine, deux mesures doivent être prises :

- Considérations logistiques pour les machines à prévoir
- Marges sur le planning dans le cas de travaux dans la couche de moraine.

Lors des travaux, il sera nécessaire de prévoir des machines permettant de faire les travaux dans le cas où un bloc est présent dans la couche de moraine.

Dans le cas de présence de blocs, la durée des travaux sera allongée. Ainsi, la durée prévisible pour les travaux doit être adapté en conséquence.

6.2 Micropieux

6.2.1 Micropieux du mur de KV

Le diamètre prévu des forages des micropieux pour le mur de KV est de 280mm. Les micropieux arrivent au niveau de la nappe. Cependant, la résistance externe des micropieux prend en compte la nappe existante.

Le degré de protection utilisé pour les micropieux avec un HEM 120 est le degré 1. En effet, le risque de corrosion pour une telle structure est plus faible que pour une barre Swiss-Gewi. Ainsi, la protection est adaptée. 40mm de mortiers sont garantis entre le HEM120 et le bord de forage, ce qui est plus grand que les 20mm exigés pour le degré 1. Cette épaisseur est équivalente à l'épaisseur exigée pour un degré de protection 3a, ce qui permet de se placer du côté de la sécurité.

En considérant un degré 3a, il faudra ainsi mettre en place les mesures suivantes :

- Gaine plastique nervurée ou ondulée, fermée à son extrémité inférieure
- Au moins 40 cm de mortier ou de coulis de ciment entre l'armature de traction et la paroi de forage
- Un espace de min. 5mm entre l'armature de traction et la gaine remplie de mortier ou de coulis de ciment, dans le cas d'une fabrication industrielle

Comme il y a une réserve notable dans la résistance de l'élément, une optimisation dans une phase future pour prendre une section métallique plus petite est possible. L'enrobage de la section métallique pourra donc être améliorée.

Le degré 3b est interdit si un risque de courant vagabond est trop élevé. Si le risque est évité avec la mise à terre, le degré 3b inclue l'utilisation d'acier inoxydable de la classe de résistance à la corrosion 3 ou plus, ainsi qu'une couche de 20mm de mortier ou de coulis de ciment entre la gaine et la paroi de forage.

Les micropieux doivent pénétrer le béton d'au moins 100mm. Cette contrainte est respectée.

6.2.2 Micropieux de la fondation SAZ

Les micropieux doivent garantir une double protection contre la corrosion. Un scellement avec minimum 40mm de mortier devra être mis autour des éléments métalliques. Le diamètre de forage sera de 203mm pour la fondation au km 39.400, avec un Swiss-gewi plus de diamètre 57.5mm. Il s'agit du degré de protection 3a. En effet, avec le courant vagabond qui est attendu à proximité des voies CFF, la classe d'ouvrage II et une durée d'utilisation de plus de 5 ans, la norme SIA 267 exige un degré de 3, et n'autorise pas le degré de protection 3b à cause du courant vagabond.

Pour le km 39.4, une nappe existe. La seule indication disponible indique qu'elle se situe à une altitude de 385.87m. Il n'y a ainsi pas de conflit actuellement avec les micropieux installés à cet endroit. Cependant, si des mesures piézométriques signalent une altitude de la nappe plus élevée, il pourra être nécessaire de considérer un allongement des micropieux. Un suivi est en cours. Cependant, sans données supplémentaires, seule la mesure existante peut être considérée pour le niveau de la nappe à proximité.

6.3 Clous de la paroi gunitée clouée

Les clous de la paroi clouée du mur bac à fleur sont des éléments temporaires qui permettent la mise en place du mur. Selon la norme SIA 267, pour des ouvrages de durée de vie inférieure à 5 ans, avec des risques de courant vagabond élevés, un degré de protection 2a sera mis en place. Cela inclue :

- Une gaine plastique nervurée ou ondulée, fermée à son extrémité inférieure
- Au moins 20mm de mortier ou de coulis de ciment entre l'armature de traction et la paroi de forage
- Un espace entre l'armature de traction et la gaine remplie de mortier ou de coulis de ciment de 20m pour une fabrication sur chantier et de 5mm pour une fabrication industrielle

6.4 Risques considérés

Les principaux risques à considérer pour la sécurité du talus sont les suivants :

- Séisme
- Déraillement

En cas de séisme, la sécurité de l'ouvrage au km 38.794 a été vérifiée sur Larix. Cependant, la sécurité du talus en dehors de la zone d'intervention n'a pas été vérifiée. Une vérification du talus dans sa globalité n'entre pas dans le cadre de ce document.

La résistance au séisme a été vérifiée sur Axis pour le mur bac à fleur. La résistance du mur est garantie au glissement et au renversement.

Le cas de déraillement a été vérifié au km 38.794. Cependant, la sécurité du talus dans sa globalité en cas de déraillement ne fait pas partie de cette analyse, et représente un cas de risque extrême. En effet, en cas de déraillement, il est attendu que le train sortira de l'emprise du talus. Ainsi, une sécurisation complète de la structure dans tous les cas de déraillement n'est pas plausible.

Les fondations SAZ et les escaliers de service étant des ouvrages ponctuels, la vérification au séisme ne fait pas de sens pour la stabilité du talus.

6.5 Surveillance de l'ouvrage

Le document 12.303.xx_Concept de surveillance et d'alarme selon réglementation I-50009 indique le concept de surveillance des voies durant les travaux. Ainsi, il est nécessaire d'indiquer le concept de surveillance pour les autres ouvrages impactés par les travaux.

La surveillance des talus se fera pour les murs de soutènement à KV et bac à fleur. En effet, pour les fondations SAZ et les escaliers de service, l'impact est très localisé. La stabilité globale du talus n'en est pas modifiée.

Les pylônes devront être surveillés. Les détails sont donnés dans le document 12.303.xx _Concept de surveillance et d'alarme selon réglementation I-50009. Les valeurs limites sont décrites dans le Tableau 1.

Pylônes		Valeur de précaution	Valeur d'intervention	Valeur d'intervention immédiate
Différence d'inclinaison	mm/m	2	5	10
Affaissement	mm	20	25	30
Déplacement	mm	10	15	20

Tableau 1: Valeurs limites pour les pylônes

La surveillance des pylônes permet également d'avoir des informations sur la stabilité du talus. Ainsi, si plusieurs pylônes présentent des signes d'affaissement ou d'inclinaison, la stabilité du talus doit être questionnée.

La vérification de la stabilité du talus se fera également par la mise en place d'un inclinomètre. Cet inclinomètre se situera en amont de l'ouvrage. Cela signifie que pour le mur de soutènement des KV, cet inclinomètre se situe entre la microberlinoise et la voie.

Les valeurs limites des inclinomètres sont les suivantes :

Terrain		Valeur de précaution	Valeur d'intervention	Valeur d'intervention immédiate
Déplacement au couronnement	mm	50	80	100

Ces inclinomètres peuvent être laissés en place après les travaux, et pourra servir pour la vérification de la stabilité du talus à plus long terme. Après la mesure finale, il faudra le protéger en mettant en place une installation en dessus, ce qui permettra d'y accéder.

La longueur des inclinomètres devra être d'au moins 8m, et cela aux deux murs.

Des points de visées seront installés sur la partie supérieure de la paroi gunitée du mur bac à fleur. Des mesures pourront être faites, avec un intervalle de mesure d'une fois par semaine. Cela permettra de vérifier le déplacement de la paroi gunitée. Des extensomètres pourront également être installés afin de donner plus d'information sur la paroi gunitée. Cependant, ce dernier point est facultatif.

Les différents systèmes de surveillance devront être installés de nuit avant les autres travaux afin de permettre les mesures de l'état initial. Les inclinomètres devront être installés dans un délai de 7 jours avant le démarrage des travaux. La surveillance devra être faite jusqu'au moins quatre semaines après la fin des travaux.

La procédure à respecter lors du dépassement des valeurs limites est la suivante :

Valeur de précaution dépassée	Valeur d'intervention dépassée	Valeur d'intervention immédiate dépassée
Contrôle des mesures Informer I-VU-UEW et la DLT au plus vite	Contrôle des mesures Avertir I-VU-UEW et DLT au plus vite en précisant le défaut CFF-PJ met en place des mesures nécessaires à la sécurité d'exploitation en accord avec les responsables d'installation d'I-VU-UEW	Contrôle des mesures Avertir I-VU-UEW et DLT au plus vite en précisant le défaut CFF-PJ engage des mesures immédiates afin de garantir la sécurité de l'exploitation DLT ordonne l'arrêt des travaux en cours
Revue de projet Mesures constructives Augmentation de la fréquence des mesures	Revue de projet Mesures constructives	Arrêt du chantier Mesures immédiates Modification du projet

Tableau 2: Procédure lors du dépassement des valeurs limites

6.6 Site polluée

Lors des travaux pour des escaliers de service, au km 37.556, la zone de l'autre côté de la route est considérée comme polluée. Les travaux prévus n'impliquent aucun impact sur la zone polluée, et ne se font que du côté CFF, soit une zone qui n'est pas décrite comme polluée.

Dans le cas où une zone polluée devait être impactée par les travaux, une gestion spécifique des sols sera mise en place, pour permettre la mise en place d'une filière vers une décharge appropriée.

7 Signatures

Auteur du projet :	Date	Signature
Nom : IUB Engineering SA		
Responsable : Aimé Morel		
Rue : Rte André Piller 33a		
Lieu : 1762 Givisiez	…….	……..

Auteur du projet :	Date	Signature
Nom : IUB Engineering SA		
Responsable : Emilie Simonin		
Rue : Rte André Piller 33a		
Lieu : 1762 Givisiez	…….	……..

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

12.303.xx

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud

Commune : Prangins, Nyon, Crans (VD)

Echelle	Format
-	A4

N° Plan

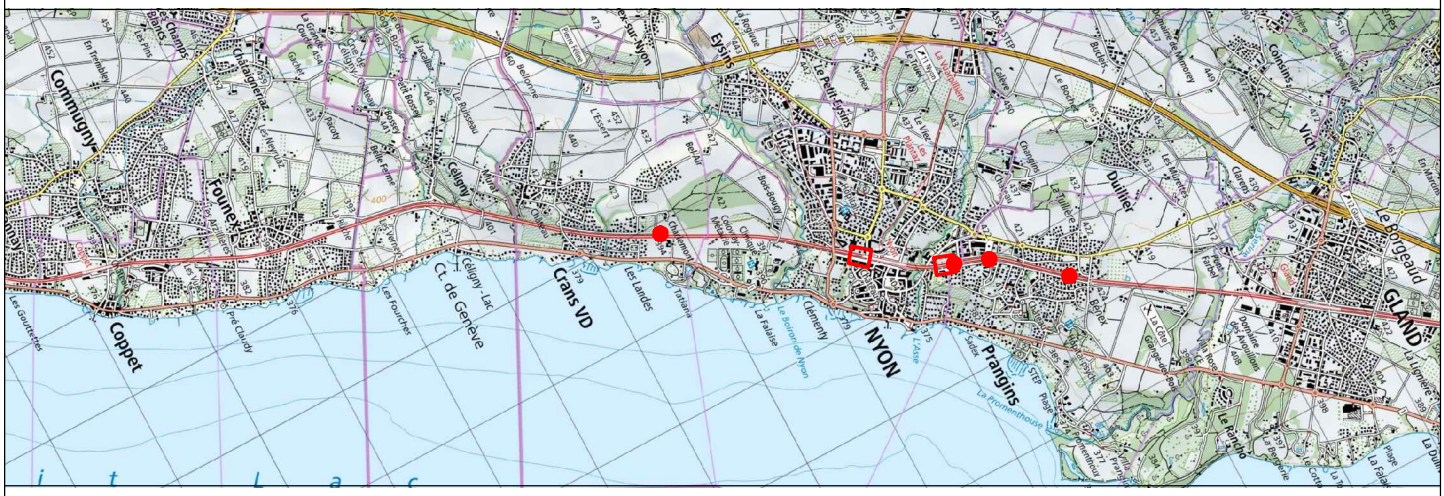
-

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Ouvrages de soutènement

CONCEPT DE SURVEILLANCE ET D'ALARME SELON REGLEMENTATION I-50'009



A1. ☒ Signatures originales dans le document B. ○ Signature ci dessous

CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

Aimé Morel
Auteur de projet

IM Engineering | IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	13.09.24	mge	mo		
2	18.12.24	mge	mo		Selon premier retour expertise
3	20.02.25	mge	mo		Selon retour expertise
4					

Table des matières

1	Glossaire	1
2	Généralités	2
2.1	Description du projet	2
2.2	Bases et délimitations	3
2.2.1	Bases spécifiques au projet et aux CFF	3
2.2.2	Normes et directives	3
2.2.3	Délimitation	3
3	Mises en danger	3
3.1	Généralités	3
3.2	Mises en danger	3
4	Surveillance	4
4.1	Généralité	4
4.2	Période et étendue de la surveillance	6
4.3	Responsabilité de la réalisation	6
4.4	Enregistrement des preuves. Mesure 0	6
4.5	Enregistrement des preuves. Mesure finale	6
4.6	Enregistrement des preuves. Mesures intermédiaires	6
5	Surveillance de la voie ferrée	7
5.1	Zones de surveillance	7
5.2	Paramètres de contrôles	7
5.3	Valeurs limites	8
5.4	Dispositifs de mesure	9
6	Alarme/intervention	10
6.1	Généralité	10
6.2	Niveaux d’alarmes	10
6.2.1	Valeur de précaution	10
6.2.2	Valeurs d’intervention	10
6.2.3	Valeur d’intervention immédiate	11
6.3	Principe de base	11
6.4	Rôle de la DGT-CFF et/ou de son remplaçant	11
6.5	Rôle du mandataire (sur demande de la DGT-CFF et/ou de son remplaçant) :	12
6.6	Procédure d’alarme	12

1 Glossaire

Abréviation	Désignation
VP	Valeur de précaution
VI	Valeur d'intervention
VII	Valeur d'intervention immédiate
CEO	Centre d'exploitation de la région ouest
OMC	Centre de gestion technique (service de piquet pour les dérangements)
DGT	Direction générale des travaux
DLT	Direction locale des travaux
CPr	Chef de projet
APr	Auteur de projet
TEZ	Centre technique
TMMO	Tâches de mensuration du maître d'ouvrage
CC	Chef circulation des trains
CE	Centre d'exploitation

2 Généralités

2.1 Description du projet

Le projet de mise en conformité de la gare de Nyon, les successions serrées en gare de Nyon et le distancement à 2 minutes sur la ligne Lausanne - Genève, ainsi que la mesure BCM demandant des nouvelles diagonales à 90km/h côté Genève, prévoient de nouvelles fonctionnalités. Ces dernières nécessitent le renouvellement de l'enclenchement actuel, construit en 1977 et qui arrive en fin de vie en 2031.

Le renouvellement de l'enclenchement implique notamment la création de nouveaux signaux SAZ, ainsi que de nouvelles infrastructures à câbles. La réalisation de ces éléments a un impact sur les talus existants dont la stabilité doit être assurée, grâce aux différents objets traités dans la présente convention d'utilisation.

Ces objets sont les suivants :

- Actuellement, à l'extrémité du quai 1 de la gare de Nyon côté Genève, l'infrastructure ferroviaire, assez étroite, est soutenue par des Bafix. Dans le cadre du projet de l'enclenchement, des caniveaux plus larges ainsi que des KV, d'une certaine largeur seront installés. Ces installations, nécessitent une largeur plus importante que ce que permettent les Bafix actuels. Un soutènement doit donc être prévu pour ces éléments.

  Dans le cadre du projet de mise en conformité de la gare de Nyon, il est actuellement prévu de rehausser la voie de 50cm. Le soutènement de KV prend en compte ce rehaussement futur.

- Au km 37.748, du côté Jura des voies, une fondation SAZ est prévue. Cette dernière est en conflit avec le mur actuel. Ce dernier doit donc être adapté afin que la fondation puisse être réalisée. Un espace libre de 70cm derrière la fondation sera garanti, afin de permettre le passage entre le mur et la fondation.

- Deux fondations SAZ seront placées dans un talus au km 39.400. Comme la pente du talus est raide, une vérification additionnelle doit être réalisée afin de garantir que les dimensions choisies des fondations sont suffisantes pour garantir la stabilité de l'installation.

  De plus, une fondation, située à l'extrémité du quai 1 de la gare de Nyon côté Genève au km 38.761, doit également être vérifiée du fait de la pente du talus.

- Des escaliers de services, en fibres, seront mise en place sur les talus afin de faciliter l'accès aux voies et aux signaux SAZ. Ces escaliers étants installés dans des pentes raides, il est nécessaire de s'assurer que leur mise en place ne péjore pas la stabilité des talus. Les escaliers sont prévus aux km 36.339, 37.556, 37.560, 37.691, 37.768 et 40.973

On déploiera un système mixte composé d'une station totale et de chaines inclinométriques. Cette composition permet un intervalle de mesure plus faible. La position d'un des rails pour chaque voie est mesuré toutes les 30 minutes par la station totale. Le devers et le gauche sont mesurés toutes les minutes par les chaines inclinométriques (inclinomètres transversaux).

2.2 Bases et délimitations

2.2.1 Bases spécifiques au projet et aux CFF

Les documents servant de base sont les suivants :

- I50'009 « Surveillance des installations de technique ferroviaire à proximité de chantiers », 2024
- R-RTE 20600 « Sécurité lors de travaux sur les installations électriques ferroviaires », 2012
- R-RTE 20100 « Sécurité lors de travaux sur et aux abords des voies », 2012
- R-RTE 22040 « Guide pratique de la voie ferrée Ecartement normal »

Toutes les mesures géométriques doivent être rattachés au réseau des points fixes des CFF.

2.2.2 Normes et directives

Les normes et directives SIA pertinentes doivent être respectées.

2.2.3 Délimitation

Le présent concept de surveillance et d'alarme ne remplace pas le dispositif de sécurité.

3 Mises en danger

3.1 Généralités

La surveillance a pour objectif de garantir l'exploitation ferroviaire par rapport à d'éventuelles mises en danger (déformation de la voie). Elle considère les principaux risques et présente les points forts de la surveillance.

3.2 Mises en danger

Lors de l'exécution des murs de soutènement, plusieurs situations de risque peuvent survenir. Ainsi, les vérifications suivantes peuvent être mises en place :

- Volume de ballast mis en place par rapport au ballast théorique
- Ecoulement du terrain et déplacement des micropieux avant la mise en place des autres éléments
- Déplacements des éléments de stabilisation provisoires
- Contrôle du niveau de la voie

Une surveillance des voies en continu est réalisée au moyen d'un système mixte d'une station totale et de chaines inclinométriques, avec niveau d'alarme automatique en fonction des déformations.

4 Surveillance

4.1 Généralité

L'objectif du plan de surveillance géométrique de la voie et des mâts est de permettre le contrôle des déformations des éléments, de manière que la circulation des trains soit maintenue en toute sécurité dans les tronçons affectés par les travaux.

Le système permet de mesurer les critères suivants :

- Mesures directes sur les 2 fils de rail à observer
- Précision suffisante
- Absence de redondance
- Simplicité d'analyse

Pour ce projet, par état de mesures chaque prisme sera mesuré 2 fois dans les 2 positions de la lunette (soit 4 mesures au total). Ces mesures sont ensuite soumises à une compensation par les moindres carrés et les valeurs aberrantes sont rejetées.

Pour qu'une mesure soit conservée et publiée, il faut au minimum que les trois quarts des mesures soient homogènes. En cas de dépassement des tolérances, une mesure est écartée du calcul et ne déclenchera pas de fausses alarmes. De plus, il y a un trigger de 3 valeurs hors-tolérance avant qu'une alarme soit envoyée, une mesure imprécise isolée ne provoquera pas d'alarmes

Type de surveillance	Méthodes	Avantages/ Inconvénients
Manuelle	Règle à dévers	Avantages : - Simple - En tout temps - Peu couteux - Adapté aux travaux ponctuels (exemple : creuse aux abords des voies durant une nuit) Inconvénients : - besoin de MEX - non adapté aux travaux de longue durée
	Contrôle manuel de cibles	Avantages : - pas de MEX nécessaire au relevé - intervention du géomètre en temps voulu Inconvénients : - besoin de MEX pour installer les cibles - Dépôt de poussières de freins sur cibles probable - impossible de mesurer la déformation instantanée
Automatique	Contrôle automatique avec théodolite	Avantages : - Mesures absolues - Mesure en continu, résultats instantanés - Pas besoin de MEX pour effectuer les mesures - Economique pour les travaux de longue durée - Adapté au longues zones (éventuellement plusieurs stations) Inconvénients : - Besoin de MEX pour poser les cibles - Nombreuses fausses alarmes (si une cible bouge) - Dépôt de poussières de freins sur cibles probable - A déposer en cas de bourrage de la voie
	Contrôle automatique avec chaines	Avantages : - Pas besoin de MEX pour effectuer les mesures - Site internet simple, lecture facile des résultats - Mesure en continu, résultats instantanés. - Peu couteux - Economique pour les travaux de longue durée Inconvénients : - Besoin de MEX pour poser les chaines - Mesures en relatif - Longueur de 50 à 100m max

4.2 Période et étendue de la surveillance

Les travaux sont prévus à partir de début 2029.

4.3 Responsabilité de la réalisation

Les travaux des différents ouvrages sont sous la responsabilité de l'entreprise GC.

4.4 Enregistrement des preuves. Mesure 0

L'objectif de cette mesure zéro est :

- Enregistrer la situation actuelle avant travaux afin de déterminer les gauches et les flèches verticales et horizontales existantes
- Déterminer les valeurs de références afin d'être intégrées dans le système de surveillance

Procédure :

- Les points repères seront posés dans un délai de 7 jours avant le démarrage des travaux ;
- Un relevé des voies à la latte à deux prismes (selon I 50009) sera effectué au moment de l'installation du système ;

4.5 Enregistrement des preuves. Mesure finale

Une mesure géométrique sera réalisée après les travaux, ainsi qu'un contrôle du devers. La dernière mesure s'effectuera au plus tôt quatre semaines après l'achèvement effectif des travaux.

4.6 Enregistrement des preuves. Mesures intermédiaires

Les fichiers de relevés géométriques de la situation "Zéro" et des relevés suivants, ainsi que de la situation « Finale » seront transmis aux CFF afin d'être archivés.

Les positions et styles de repères (prismes ou inclinomètre, ..) seront photographiés et protocolés dans un dossier GEOvis 4.0.

Le géomonitoring sera exploitable sous forme graphique via une plateforme informatique.

5 Surveillance de la voie ferrée

5.1 Zones de surveillance

La zone de surveillance des voies s'étend, au minimum, 10m avant et 10m après la zone de travaux.

5.2 Paramètres de contrôles

Les contrôles spécifiques suivants sont prévus :

Elément mesuré	Type de mesure	Section / points de mesure	Précision
Voie : Gauche	Mensuration géodésique avec ensemble de cibles relevées par tachéomètre automatisé ou chaînes inclinométriques automatisées. Latte à dévers (ponctuellement).	4.8 m (Toutes les 8 traverses)	+/- 0.5 ‰
Voie : Flèche verticale	Mensuration géodésique avec ensemble de cibles relevées par tachéomètre automatisé ou chaînes inclinométriques automatisées.	4.8 m (Toutes les 8 traverses)	+/- 2 mm
Voie : Flèche horizontale	Mensuration géodésique avec ensemble de cibles relevées par tachéomètre automatisé.	4.8 m (Toutes les 8 traverses)	+/-- 2 mm

Les figures ci-dessous illustres les mesures relatives aux voies :

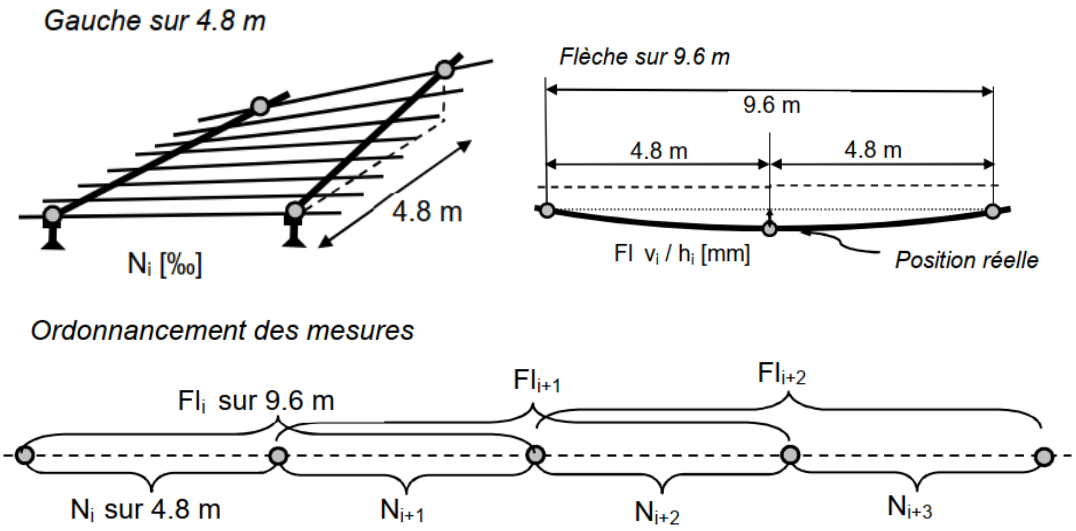


Figure 1: schémas du gauche et de la flèche, ainsi que de l'ordonnance des mesures, tirés de la réglementation CFF I50'009

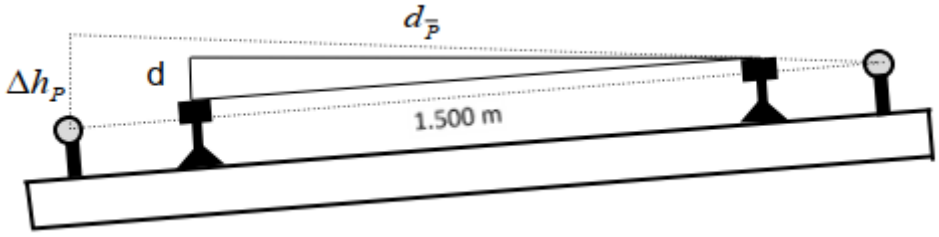


Figure 2: Points d'observation de la traversée pour le dévers

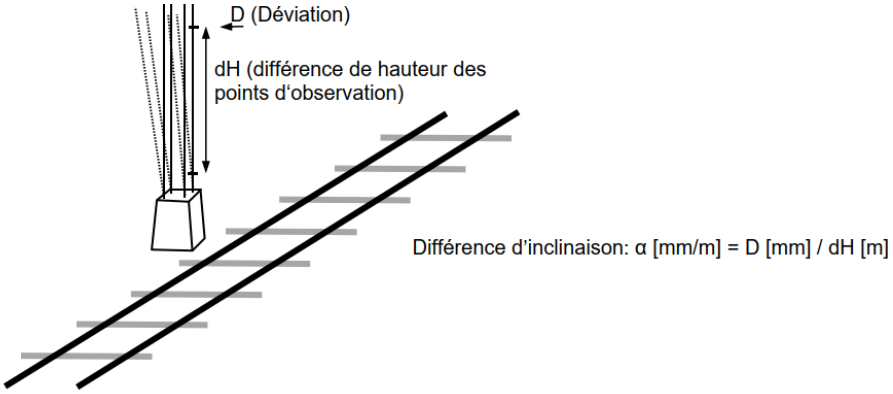


Figure 3: Méthode de calcul pour la différence d'inclinaison selon le I-50'009

5.3 Valeurs limites

Les valeurs limites des paramètres définis au chapitre précédent sont résumées dans les tableaux suivants selon la réglementation CFF I-50009 :

Phase de chantier mur de KV, vitesse VR<80 km/h				
Voie		Valeur de précaution	Valeur d'intervention	Valeur d'intervention immédiate
Gauche	‰	2.5	3.5	4.0
Flèche vert.	mm	9	12	16
Flèche horiz.	mm	9	12	14
Phase finale, après les travaux, vitesse : 120 km/h <VR<160 km/h				
Voie		Valeur de précaution	Valeur d'intervention	Valeur d'intervention immédiate
Gauche	‰	2	2.5	3
Flèche vert.	mm	4	6	10
Flèche horiz.	mm	4	6	8
Pylônes		Valeur de précaution	Valeur d'intervention	Valeur d'intervention immédiate
Différence d'inclinaison	mm/m	2	5	10
Affaissement	mm	20	25	30
Déplacement	mm	10	15	20

Les valeurs données pour les pylônes sont à suivre dans le cas où le fil de contact se trouve en position prévue avant le début des travaux. Dans le cas contraire, les valeurs réduites à appliquer doivent être déterminés par le service spécialisé compétent I-AEP-ENG-FS avec consultation de I-VU-UEW

La pose des caniveaux se faisant de nuit, les voies à côté seront fermées. Ainsi, il n'y a pas de réduction de vitesse à estimer. Cependant, la sécurité doit être garantie lors de la reprise du trafic en journée.

Lors de la surélévation des voies et des caniveaux, ainsi que pour la construction du mur de KV, la voie modifiée sera fermée. Une réduction de la vitesse sera mise en place pour garantir la sécurité lors du passage de trains à proximité de la paroi berlinoise pendant la durée des travaux.

5.4 Dispositifs de mesure

La méthode de surveillance proposée est un système mixte composé d'une station totale et de chaines inclinométriques. Dans le tableau ci-dessous sont comparés la solution composée de deux stations totales et la solution recommandée dans ce document, avec en rouge les conditions défavorables et en vert les conditions favorables.

	Deux stations totales	Mix station totale et chaines inclinométriques	Commentaire
Conditions météorologiques			En cas de brouillard, pluie et/ou neige, les prismes ne sont parfois pas mesurés
Poussière de freins			**Deux stations totales** Les prismes sont orientés dans le sens inverse de la circulation des trains et donc protégés **Chaines** Les inclinomètres qui mesures les gauches ne sont pas impactés par les poussières de frein
Fréquence de mesures			Les chaines inclinométriques peuvent fournir un gauche et une flèche « provisoire » par minute, et les flèches définitives toutes les 30 minutes
Système certifié par CFF pour respecter la réglementation I-50009			Les chaines inclinométriques ont été validées officiellement par les CFF
Coûts			Le mix station totale et chaines inclinométriques est plus avantageux et offre une fiabilité accrue dans la continuité des mesures

Un contrôle visuel des voies (1x/semaine) sera effectué par les I-AEP. Les mesures peuvent être complétées occasionnellement par un contrôle au moyen de règles à devers.

6 Alarme/intervention

6.1 Généralité

L'alarme et le fait que les protagonistes soient joignables doivent être assurées à chaque instant du processus de construction.

Durant toute la période des travaux, il faut s'assurer que l'alarme puisse être donnée et que les participants au projet soient atteignables.

Des informations transmises par courriel et SMS pour les niveaux valeur d'intervention et valeur d'intervention immédiate doivent être quittancées par le destinataire.

6.2 Niveaux d'alarmes

Selon I-50009

6.2.1 Valeur de précaution

- Si la valeur de précaution est dépassée, les participants au projet (direction des travaux, chef de projet, responsables d'installation I-VU-UEW) doivent en être prévenus.
- Décision de la direction des travaux et du chef de projet de CFF.
- Mesures possibles : raccourcissement des intervalles de mesure, observation de l'évolution.

6.2.2 Valeurs d'intervention

- Si la valeur d'intervention est dépassée, les participants au projet (direction des travaux, chef de projet, responsables d'installation de I-VU-UEW) doivent convenir des mesures à prendre.
- Procédure à suivre : décision de la direction des travaux et du chef de projet CFF en accord avec les responsables d'installation de I-AT-UEW. La mise en œuvre des mesures définies relève de la responsabilité de la direction des travaux et du chef de projet des CFF
- Mesures possibles : raccourcissement des intervalles de mesure, correction/ protection des voies et des installations de courant de traction et de câbles, réduction de vitesse, changement de méthode de construction, planification de mesures (p. ex : bourrage)

6.2.3 Valeur d'intervention immédiate

- Si la valeur d'intervention immédiate est dépassée, il est possible que la sécurité de l'exploitation ne soit plus garantie.
    - Des mesures immédiates doivent être prises.
- Procédure à suivre : la direction des travaux doit demander l'intervention d'un spécialiste de la voie ferrée ou du responsable des installations (I-VU-UEW) pour prendre des décisions sur les mesures.
    - Information au CC, puis alarme de l'OMC et du CE selon le schéma d'alarme, respectivement le dispositif de sécurité. La mise en œuvre des mesures définies relève de la responsabilité de la direction des travaux et du chef de projet CFF
- Mesures possibles : arrêt des travaux, correction/protection des voies et des installations de courant de traction et de câbles, réduction de vitesse, interdiction de pleine voie ou changement de méthode de construction.
    - Le projet et les méthodes d'exécution seront modifiés
    - Un bourrage intermédiaire pendant les travaux sera nécessaire s'il existe un risque pour la circulation des trains

Le système automatique mis en place par le mandataire géomètre doit fonctionner en permanence.

Pour le mandataire géomètre, un service de piquet est exigé avec un délai d'intervention de 4 heures pour rétablir le système si les mesures ne sont pas transmises. Par ailleurs, si le système est perturbé par de nombreux dérangements, une intervention doit être menée dans un délai de 48 heures pour rétablir le fonctionnement normal.

6.3 Principe de base

- Les alarmes sont transmises par SMS de façon automatisée à un groupe de personne défini dans l'analyse de risque et/ou le concept de surveillance des voies
- En cas d'alarmes, seules les personnes mentionnées comme telles prennent les décisions quant à la sécurité de la circulation des trains. Il s'agit en principe de la DGT-CFF et de son remplaçant
- Le Mandataire doit être disponible en tout temps afin de répondre aux demandes de la DGT-CFF et/ou de son remplaçant

6.4 Rôle de la DGT-CFF et/ou de son remplaçant

- Contrôler la validité de l'alarme en se basant sur les courbes de la plateforme de visualisation des déformations ;
- Si nécessaire, ordonner un ralentissement ou l'arrêt de la circulation des trains
- Si nécessaire, faire intervenir le service de piquet (OMC) ;
- En cas d'alarme atteignant une valeur d'intervention et sans possibilité de vérification sur place (soir, nuit ou week-end), appeler le Chef circulation et ordonner une marche à vue, avec quittancement d'un éventuel défaut ressenti.
    - Si pas de constatation, demander un passage à 40 km/h avec également quittancement d'un éventuel défaut ressenti ;
- En cas de doute, faire intervenir le service de piquet (OMC) ;

6.5 Rôle du mandataire (sur demande de la DGT-CFF et/ou de son remplaçant) :

- Ordonner immédiatement l'arrêt des travaux
- Concevoir et ordonner des constructions nécessaires à la correction du défaut
- Etudier avec ENTR des méthodologies de travaux alternatives pour ne pas réitérer les inconvénients subits

6.6 Procédure d'alarme

Il y a lieu d'appliquer le schéma d'alarme déterminant.

L'annonce ne doit pas être quittancée au niveau VP. Elle doit être quittancée au niveau VI et VII.

La procédure en cas de dépassement des valeurs d'intervention et d'intervention immédiate est résumée dans le tableau suivant :

Valeur de précaution dépassée	Valeur d'intervention dépassée	Valeur d'intervention immédiate dépassée
Contrôle des mesures Informer I-VU-UEW et la DLT au plus vite	Contrôle des mesures Avertir I-VU-UEW et DLT au plus vite en précisant le défaut CFF-PJ met en place des mesures nécessaires à la sécurité d'exploitation en accord avec les responsables d'installation d'I-VU-UEW	Contrôle des mesures Avertir I-VU-UEW et DLT au plus vite en précisant le défaut CFF-PJ engage des mesures immédiates afin de garantir la sécurité de l'exploitation DLT ordonne l'arrêt des travaux en cours
Revue de projet Mesures constructives Augmentation de la fréquence des mesures	Revue de projet Mesures constructives	Arrêt du chantier Mesures immédiates Modification du projet

SBB CFF FFS
CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

12.303.08

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud
Commune : Prangins, Nyon, Crans (VD)

Echelle	Format
-	A4

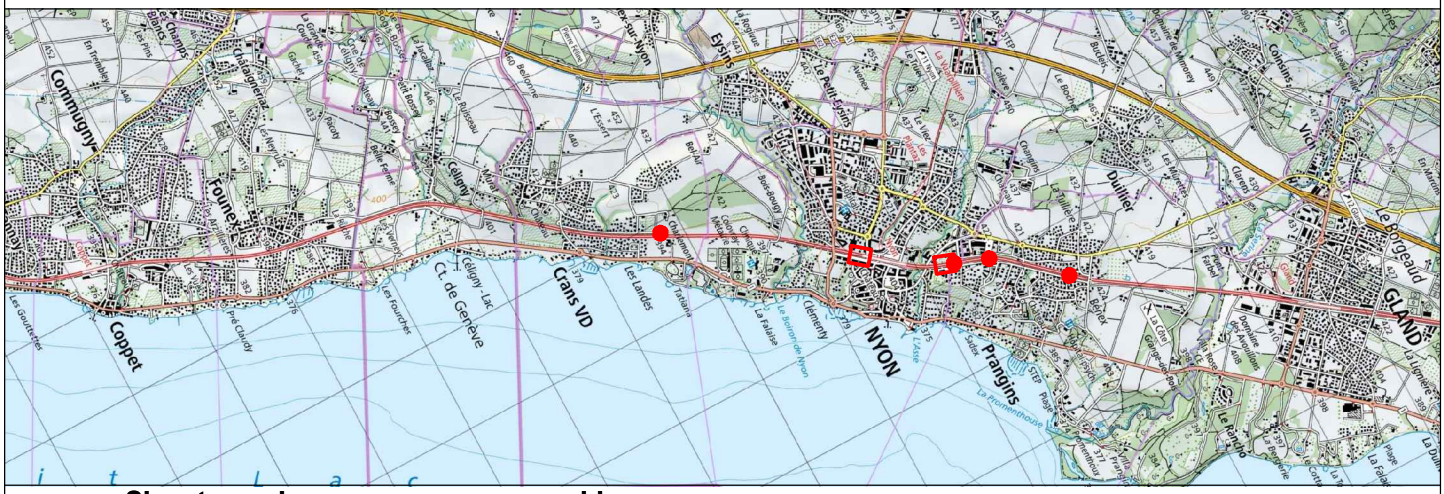
N° Plan
-

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Ouvrages de soutènement

RAPPORT D'EXAMEN



Signatures des personnes responsables :
A1. ☒ Signatures originales dans le document B. ○ Signature ci dessous
Ci-dessous :
A2. ☒ Signatures des personnes pro forma

CFF SA
Infrastructure Projets

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

CFF SA
Infrastructure Projets

Sophie Minon
Chef de projet général adjoint
I-AEP-LEM-MOR

SBB CFF FFS
CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	11.02.2025	fge	fge		Version initiale
2	23.05.2025	fge	fdu/fma		Suite à la prise de position de l'ARP
3					
4					

DE CERENVILLE
GEOTECHNIQUE

Charges - recommandations:
mise à jour suite à la prise de position des auteurs de projet sur le rapport d'examen

Prangins –enclenchement Nyon – ouvrages de soutènements

Mandant :	CFF Infrastructures, S. Minon
Experte :	De Cérenville Géotechnique SA, F. Geiser
Mandataire :	IUB, A. Morel
Géotechnicien :	Geotest SA – De Cérenville Géotechnique SA

FG, M 16'228
Chavannes-près-Renens, le 23 mai 2025

membre sia

VD 3, pl. de la Bourse aux Fleurs 1022 Chavannes-près-Renens
NE 29, rue de l'Ecluse 2000 Neuchâtel
GE 14, route de Pré-Bois 1216 Cointrin
VS 43, rue de la Drague 1950 Sion
FR 5, passage du Cardinal 1700 Fribourg

T +41 58 900 84 00
CHE-105.766.127 TVA

dcg@decerenville.com
www.decerenville.com

Sommaire

1	Introduction	3
2	Base de projet	3
3	Berlinoise	3
4	Mur des KV	4
5	Mur bac à fleur	6
6	Fondations SAZ	7

1 Introduction

Suite à notre rapport d'examen [1], les auteurs de projet ont remis un document [2] avec leurs prises de position sur les charges et recommandations que nous avons émises.

[1] 012.303.08_ Rapport d'examen, De Cérenville Géotechnique SA (DCG) du 11.2.2025

[2] 12.303.09_Prise de position sur le rapport d'examen, IUB, du 3.4.2025

Le présent rapport apporte les commentaires de l'experte sur ce nouveau document [2]. A noter que pour y répondre, nous avons consulté l'ensemble du nouveau dossier d'IUB daté du 3 avril 2025 (en particulier la base de projet, la convention d'utilisation, les plans et la note de calcul), mais sans rentrer dans le détail de toutes les vérifications, afin de pouvoir prendre position. Aucun nouveau calcul comparatif n'a été effectué.

Pour simplifier la lecture :

- En noir, la copie des charges et recommandations issues du rapport DCG [1]
- En bleu, la copie de la prise de position IUB [2]
- En vert, les nouveaux commentaires DCG

2 Base de projet

Charge 1 : clarifier et compléter la base de projet. En particulier pour chaque objet, choisir une ou deux coupes-types à l'échelle, avec représentation de la stratigraphie choisie, du niveau piézométrique et des paramètres considérés pour le projet (au minimum γ, φ, c et E ou équivalent et d'autres comme q_{sk} si pertinent pour la note de calcul, avec les facteurs partiels considérés).

Les aspects suivants ont été complétés :
Les charges SAZ ont été ajoutées à la base de projet Le critère de déplacement de voie a été ajouté
Le critère de tassement des fondations n'est pas un élément que les exigences CFF sur les fondations SAZ traitent. Ainsi, ce sujet n'est pas pris en compte. Les exigences portent sur les déplacements horizontaux et la rotation des fondations ont été ajoutées.
Les stratigraphies avec les paramètres de sols considérés ont été ajoutées pour les différents éléments.

Ok - à noter qu'il y a une erreur de frappe sur l'unité des modules d'élasticité des sols (MN/m^2 et pas kN/m^2)

3 Berlinoise

Recommandation 1 : La paroi ne monte pas jusqu'au niveau des voies, les derniers 55 cm étant décrits comme panneau de coffrage. Il est recommandé de la poursuivre jusqu'en haut.

La raison de la mise en place des panneaux de coffrage, qui servent la même fonction que la paroi au niveau de la semelle du mur, est de faciliter le retirement des parties en dessus du niveau du mur. Si la paroi est prolongée sur toute la hauteur, le retirement des éléments en est plus compliqué.

Ok, ce point doit être étudié et précisé pour la phase suivante, les plans actuels ne sont pas très détaillés. D'une manière ou d'une autre, ce coffrage doit être tenu : une façon simple pourrait à notre avis consister à prolonger les profilés et prévoir un boisage.

Charge 2 : impératif de vérifier les possibles incidences au niveau des voies CFF, de les comparer aux valeurs limites de la coupe la plus critique avec une approche valable à l'ELS, qui inclut également une petite étude paramétrique.

Lors des travaux, la vitesse sera réduite. Les déplacements limites lors des travaux a été complétés dans les différents documents. Le déplacement modélisé est inférieur à la valeur de précaution. Cependant, les déplacements pourront être confirmés grâce au modèle sol-structure dans la phase suivante. Le choix des sections métalliques et du diamètre de forage pourra être adapté pour garantir que le déplacement des voies ne pose pas de risque lors du passage des trains.

Ok, la charge reste valable, mais la vérification à l'ELS peut être complétée à la phase suivante. Des mesures constructives supplémentaires devront être prises si nécessaire (c'est-à-dire si le déplacement/gauche prédit dépasse la valeur de précaution).

4 Mur des KV

Charge 3 : s'il est envisagé d'en rester au système limité à 2 rangées de micropieux tel que présenté par l'APR, il s'agira de déterminer, de manière plus explicite et exhaustive que les quelques indications de la note de calcul, les sollicitations du système (flexion des micropieux, actions sur le terrain et interactions/effets sur la stabilité EL3 du talus CFF et les déformations de la plate-forme)

Si ces effets se révèlent non admissibles, revoir le concept (par exemple, dédoubler la rangée aval des micropieux avec 2 inclinaisons alternées et un point d'intersection à mi-hauteur de la semelle, maintien de la rangée amont, mais en disposition verticale) et reprendre tous les dimensionnements concernés.

Le système actuel prend en compte des effets flexionnels dû à l'excentricité des charges. En effet, une vérification est faite avec des moments de flexion non négligeables. Le mur de KV permet de bien transmettre les efforts dans les micropieux.

Le détail des micropieux a été modifié, avec des détails de connexion entre le micropieu et le mur de KV.

Un modèle sol-structure tri-dimensionnel sera mis en place lors de la prochaine phase. Ce modèle permettra de mieux estimer des efforts sur les micropieux, ce qui permettra de juger la pertinence d'ajouter des micropieux additionnels, voire de mettre une rangée entière supplémentaire. Les déplacements du mur de KV, l'interaction entre micropieux, terrain et stabilité EL3 pourront être considérée de manière plus précise.

S'il s'avère pertinent de modifier le concept de la structure suite à ce modèle, il est possible de modifier la structure proposée, ainsi qu'une optimisation des espacements des micropieux et de la longueur des micropieux qui permettront de mieux reprendre les efforts internes, garantir la stabilité du talus, et de limiter les déplacements du mur de KV.

Le passage à un profilé HEM120 au lieu d'un GEWI permettant effectivement d'augmenter significativement la possibilité de reprendre des moments au niveau des micropieux. Les vérifications actuelles ne suffisent pas pour évaluer le système dans son ensemble de façon complète (avis détaillé dans [1]). A noter que la

possibilité de modifier l'angle des micropieux amont est évoquée dans la note de calcul, pour mieux reprendre les charges horizontales, ce qui constitue à notre sens une piste d'optimisation de la solution intéressante.

Un modèle 3D avec interaction sol-structure à la phase suivante permettra effectivement d'évaluer le système dans sa globalité. Un soin particulier devra être dédié à la définition des données, conditions de bord, interaction sol-structure, choix des paramètres etc., puis à l'analyse et à la compréhension des résultats (participation du sol, ELS, EL2 et EL3).

Charge 4 : quelle que soit la solution retenue, les réflexions sur la durabilité des micropieux doivent y être intégrées. Pour augmenter la durabilité, avec des GEWI, il faut « annuler » les moments au maximum.

Si l'on accepte un part de de flexion au niveau du plan de glissement, il faut se prononcer sur le risque de fissuration et corrosion. En cas de dérogation aux directives CFF, cela doit être mentionnée dans la convention d'utilisation et approuvée par les CFF. De plus des mesures constructives sont impératives et doivent être décrites par les APR (couplages, détail en tête, etc.).

La convention d'utilisation a été complémentée pour inclure la dérogation au PVIngS partie 1. Une modification de la section a été faite pour mieux reprendre les charges du projet. Différents aspects sont présentés dans les annexes de la note de calcul. Des détails de la tête des micropieux ont été ajoutés sur le plan, ainsi que dans les annexes de la note de calcul.

Au niveau de la corrosion un degré de protection 3a est prévu par les auteurs de projets. D'un point de vue constructif, sur la base de notre expérience, la mise en place d'une gaine sur un profilé n'est pas réaliste. Ce serait envisageable avec un ROR.
On peut aussi questionner la nécessité d'une protection 3a pour un ouvrage de classe II, avec un risque de corrosion, à notre sens, minime, en tout cas dans la zone fléchie nécessitant protection : on pourrait dans ce cas prévoir une simple protection du profilé avec du coulis de ciment/mortier selon la SIA267. Dans ce cas, nous préconiserions toutefois de garder une marge au niveau de l'enrobage et au niveau de l'épaisseur d'acier, par rapport au minimum exigé par la norme.

Charge 5 : Les vérifications de la résistance externe des micropieux seront mises à jour

La vérification a été adaptée, en prenant en compte la modélisation simplifiée envoyée. La vérification définitive des micropieux pourra être faite suite au modèle sol-structure qui sera effectué lors de la prochaine phase. Un prolongement des micropieux est possible, en fonction des charges obtenues par ce modèle sol-structure.

Ok. La longueur participante a été modifiée en ne prenant en compte que la longueur sous le cercle de glissement, ce qui est adéquat. La méthode de calcul n'est à notre sens pas usuelle, mais les ordres de grandeurs sont plausibles.
A noter qu'au niveau constructif, des mesures doivent être prises pour que les micropieux ne surchargent pas le sol au-dessus du plan de glissement (distinguer une longueur libre et une longueur de scellement sur les plans et pour les phases ultérieures)

Charge 6 : pour l'EL3, il faut dans la mesure du possible limiter le besoin d'un « effet goujon » des micropieux pour la situation future (+ 50 cm). De plus, il faut reporter au maximum les charges sous les cercles de glissement critique.

Suite à un échange avec les CFF, il en ressort que « Le PVIngS partie 1 interdit effectivement de considérer l'effet goujon pour des micropieux. Cette interdiction vient du fait qu'en principe la résistance à la flexion des micropieux est faible. S'il est démontré que les micropieux résistent au cisaillement et à la flexion, cet effet goujon peut être accepté ».

La section des micropieux a été modifiée, en prenant en compte des aspects de résistance à la flexion et à l'effort tranchant. Ainsi, à la place d'utiliser des barres Swiss-gewi plus de diamètre 63.5mm, une section d'acier HEM 120 S355 est mise en avant. Ainsi, une sécurité suffisante peut être mise en place.

La résistance externe des micropieux prend en compte la longueur pour être en dessous du cercle de glissement.

Ok (voir aussi charges précédentes). Le modèle 3D devra être utilisé dans la phase suivante pour vérifier les efforts dans les micropieux, au niveau du plan de glissement (EL3).

5 Mur bac à fleur

Recommandation 2 : Le rang de clou le plus haut est court et ne participe pas à la stabilité. Il est recommandé de prolonger ce rang de clou (longueur totale : min 8m)

Les clous sont prolongés à 8m. la stabilité est déjà garantie par calcul, mais avec 8m, on reste dans l'emprise des CFF, et l'on améliore la sécurité

Ok

Charge 7 : Dans note de calcul : clous Φ28, et dans plans, clous Φ20. Le plan doit être mis à jour

Le plan a été corrigé

Ok

Charge 8 : vérifier le dimensionnement de la gunite et mettre à jour le plan.

L'épaisseur du mur sera mise à jour sur le plan

Un treillis K335 est mis en place de chaque côté, ce qui donne la même résistance au moment de flexion de chaque côté

Un renfort est prévu au niveau du clou inférieur, soit 4Φ12 en croix autour du clou inférieur

Ok

6 Fondations SAZ

Recommandation 3 : Un certain nombre de fondations SAZ sont prévues dans le cadre de ce projet, seules deux sont vérifiées dans la note de calcul. Les APR estiment que pour les autres fondations les critères minimaux (voir exigences CFF) pour les fondations sont remplis. Il est recommandé de reporter les données stratigraphiques et géotechniques disponibles sur toutes les coupes pour vérifier la plausibilité de cette hypothèse. En phase exécution, la conformité des fonds de fouille avec les critères minimaux devra bien entendu être vérifiée

Seules les fondations situées dans les talus les plus critiques ont été vérifiées. Une vérification systématique n'a pas été effectuée dans cette phase. En effet, des exigences de sol pour les fondations SAZ ne sont pas homologuées comme elles le sont pour les fondations LC. Une vérification plus globale des conditions de sol est possible lors de la prochaine phase. Il est envisagé de faire appel à un géologue pour pouvoir traiter plus finement de ces paramètres.

Ok

Charge 11 : en phase réalisation, il faudra vérifier la nature effective des terrains de fondations sous la semelle, et leur portance effective. Le cas échéant, il faudra prendre des mesures constructives si les sols sont hétérogènes et/ou ne correspondent pas aux hypothèses admises pour le calcul

Lors des phases suivantes, des mesures constructives pourront être proposées pour prendre en compte la nature effective du terrain. En phase d'exécution, une prise en compte de la qualité effective du sol sera faite, et des modifications pourront être faites.

Ok

Recommandation 4: évaluer de façon simple l'impact à l'EL3 et juger s'il est suffisamment faible pour être considéré comme acceptable.

Des vérifications supplémentaires pourront être faites pour évaluer l'impact des fondations SAZ

Ok

Charge 12 : comme pour la charge 3, déterminer les sollicitations en tenant compte de l'interaction sol-structure (flexion des micropieux, actions sur le terrain et ses conséquences sur la stabilité EL3 du talus CFF et les déformations de la plate-forme). Si nécessaire envisager d'ajouter des micropieux ou de modifier le type de micropieux.

Les aspects d'efforts internes ont été ajoutés. Les micropieux ont été modifiés selon la condition de stabilité externe. La résistance interne est suffisamment grande pour reprendre les efforts modélisés.

Le modèle reste simple, mais les micropieux sont quasi concourants.
A noter que la figure 172 montre une diminution de l'effort normal sur toute la longueur du micropieu, ce qui en toute rigueur n'est pas cohérent avec le report des charges sous le niveau du cercle de glissement (voir charge 14). Comme le couple d'effort (NM) en tête sur lequel se base le calcul de résistance interne est maximal, cela ne devrait pas avoir d'incidence significative.

Charges 13 : les aspects durabilités doivent être traités pour les micropieux

Le système de protection des micropieux contre la corrosion a été rappelé, ce qui permet de protéger les micropieux. Pour les micropieux de la fondation, les moments sont très faibles, ce qui fait que des problèmes de fissuration ne sont pas critiques. Une protection contre la corrosion de type 3a est prévue pour les micropieux.

Ok

Charge 14 : à l'EL3 reporter les charges sous les cercles de glissement critiques, soit adapter les longueurs libres en conséquence et prolonger les micropieux.

La longueur et le diamètre de forage ont été adaptés, en ne prenant en compte que la longueur en dessous du cercle de glissement.

Idem charge 5

Charge 15 : le concept de surveillance devra être complété pour la phase suivante (phases provisoires, inclinomètres, contrôle des micropieux, vérification des clous, etc.)

Le concept de surveillance sera complété pour prendre en compte plus d'aspects, comme le contrôle des éléments de stabilisation, lors des phases suivantes.

Ok

> > >

De Cérenville Géotechnique SA

FABRICE DUPRAY 2025.05.23 13:46:53+02'00'

FRÉDÉRIC MAYORAZ 2025.05.23 13:57:14+02'00'

Rapport établi par Dr Françoise Geiser, Dr ing. civil EPFL

Chavannes-près-Renens, le 23 mai 2025

P:\01-Mandats ICOS\ICOS\16228 Prangins (VD) CFF Traversée à cables\g. ICOS\1. Rapports\Nyon talus kv-SAZ-murbacfleur-escaliers\2025.05.12_16228_ Rapport_talus Nyon_prisespositions.docx

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

12.201.09

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud

Commune : Prangins

Echelle	Format
-	A4

N° Plan

-

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Traversée principale

PRISE DE POSITION SUR LE RAPPORT D'EXAMEN



Signatures des personnes responsables :

A1. ☒ Signatures originales dans le document B. ○ Signature ci dessous

Ci-dessous :

A2. ☒ Signatures des personnes pro forma

CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

Aimé Morel
Auteur de projet

IM Engineering | IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	08.10.2024	mge	mo		Version initiale
2	05.12.2024	mge	mo		Selon retour expertise
3					
4					

Table des matières

1 Base de projet 2
2 Berlinoise 2
3 Mur des KV 3
4 Mur bac à fleur 4
5 Fondations SAZ 5
6 Annexes 6
7 Signatures 9

Les remarques de l'experte du 23 mai 2025 à la prise de position de l'APR sont indiquées en noir, selon l'ouvrage associé et en suivant l'ordre mis dans l'expertise du 11 février 2025.

La prise de position sur les dernières remarques de l'experte est indiquée en bleu et en italique afin de la distinguer des remarques de l'experte.

1 Base de projet

Charge 1 : Ok - à noter qu'il y a une erreur de frappe sur l'unité des modules d'élasticité des sols (MN/m2 et pas kN/m2)

L'unité a été corrigée dans le tableau des paramètres géotechniques et dans les coupes types.

2 Berlinoise

Recommandation 1 : Ok, ce point doit être étudié et précisé pour la phase suivante, les plans actuels ne sont pas très détaillés. D'une manière ou d'une autre, ce coffrage doit être tenu : une façon simple pourrait à notre avis consister à prolonger les profilés et prévoir un boisage

Ce point sera traité lors de la phase suivante. Des considérations techniques seront ajoutées

Charge 2 : Ok, la charge reste valable, mais la vérification à l'ELS peut être complétée à la phase suivante. Des mesures constructives supplémentaires devront être prises si nécessaire (c'est-à-dire si le déplacement/gauche prédit dépasse la valeur de précaution).

Ce point sera traité lors de la phase suivante. Dans le cas où le déplacement estimé est trop important, des mesures seront prises.

3 Mur des KV

Charge 3 : Le passage à un profilé HEM120 au lieu d'un GEWI permettant effectivement d'augmenter significativement la possibilité de reprendre des moments au niveau des micropieux. Les vérifications actuelles ne suffisent pas pour évaluer le système dans son ensemble de façon complète (avis détaillé dans [1]). A noter que la possibilité de modifier l'angle des micropieux amont est évoquée dans la note de calcul, pour mieux reprendre les charges horizontales, ce qui constitue à notre sens une piste d'optimisation de la solution intéressante
Un modèle 3D avec interaction sol-structure à la phase suivante permettra effectivement d'évaluer le système dans sa globalité. Un soin particulier devra être dédié à la définition des données, conditions de bord, interaction sol-structure, choix des paramètres etc., puis à l'analyse et à la compréhension des résultats (participation du sol, ELS, EL2 et EL3).

Nous prenons note de l'acceptation du modèle 3D lors de la prochaine phase, qui permet de mieux prendre en compte les différents aspects du modèle proposé. Une attention particulière sera faite pour ce modèle.

Charge 4 : Au niveau de la corrosion un degré de protection 3a est prévu par les auteurs de projets. D'un point de vue constructif, sur la base de notre expérience, la mise en place d'une gaine sur un profilé n'est pas réaliste. Ce serait envisageable avec un ROR.
On peut aussi questionner la nécessité d'une protection 3a pour un ouvrage de classe II, avec un risque de corrosion, à notre sens, minime, en tout cas dans la zone fléchie nécessitant protection : on pourrait dans ce cas prévoir une simple protection du profilé avec du coulis de ciment/mortier selon la SIA267. Dans ce cas, nous préconiserions toutefois de garder une marge au niveau de l'enrobage et au niveau de l'épaisseur d'acier, par rapport au minimum exigé par la norme.

Le degré de protection 3a et l'utilisation d'une gaine n'est pas réaliste pour le profilé prévu. Une annexe à la prise de position sur le rapport d'expertise indique de manière plus claire la réponse à cette charge.
Voir en annexe de ce rapport

Charge 5 : Ok. La longueur participante a été modifiée en ne prenant en compte que la longueur sous le cercle de glissement, ce qui est adéquat. La méthode de calcul n'est à notre sens pas usuelle, mais les ordres de grandeurs sont plausibles.
A noter qu'au niveau constructif, des mesures doivent être prises pour que les micropieux ne surchargent pas le sol au-dessus du plan de glissement (distinguer une longueur libre et une longueur de scellement sur les plans et pour les phases ultérieures)

La vérification des efforts au niveau du plan de glissement sera faite avec le modèle 3D. Ainsi, ce point sera complété lors de la prochaine phase

Charge 6 : Ok (voir aussi charges précédentes). Le modèle 3D devra être utilisé dans la phase suivante pour vérifier les efforts dans les micropieux, au niveau du plan de glissement (EL3).

La vérification des efforts au niveau du plan de glissement sera faite avec le modèle 3D. Ainsi, ce point sera complété lors de la prochaine phase

4 Mur bac à fleur

Recommandation 2 : Ok

Point réglé

Charge 7 : Ok

Point réglé

Charge 8 : Ok

Point réglé

5 Fondations SAZ

Recommandation 3 : Ok

Point réglé

Charge 11 : Ok

Point réglé

Recommandation 4: Ok

Point réglé

Charge 12 : Le modèle reste simple, mais les micropieux sont quasi concourants.
A noter que la figure 172 montre une diminution de l'effort normal sur toute la longueur du micropieu, ce qui en toute rigueur n'est pas cohérent avec le report des charges sous le niveau du cercle de glissement (voir charge 14). Comme le couple d'effort (NM) en tête sur lequel se base le calcul de résistance interne est maximal, cela ne devrait pas avoir d'incidence significative.

La résistance externe est établie avec une longueur libre prenant en compte le cercle de glissement. Pour la résistance interne, le modèle est généré sans reprise d'effort dans la partie supérieure. La différence d'effort axial est négligeable sur le premier tronçon (pour un clou, on passe de 31.21 kN à 30.46 kN, alors que l'effort axial baisse significativement plus vite sur le reste du tronçon, pour un autre clou, l'évolution sur le premier tronçon passe de -56.4 kN à -56.07 kN). La longueur n'ayant pas été calculée à travers Axis, cette légère diminution n'influence aucunement la vérification à la résistance interne ou externe.
Cette remarque sera prise en compte dans le calcul de détail de la phase ultérieure.

Charges 13 : Ok

Point réglé

Charge 14 : Idem charge 5

Le plan sera complété lors de la prochaine phase pour distinguer la longueur libre et la longueur de scellement

Charge 15 : Ok

Point réglé

6 Annexes

Cette annexe permet d'expliquer de manière plus claire les choix faits pour les micropieux du mur de KV.
Le mur de KV est prévu pour permettre la mise en place de la chambre à KV. L'emplacement des nouvelle chambres KV se trouve à l'amont d'un talus. Un muret de soutènement sur des micropieux a été prévu à cet effet pour permettre la pose des nouveaux équipements.

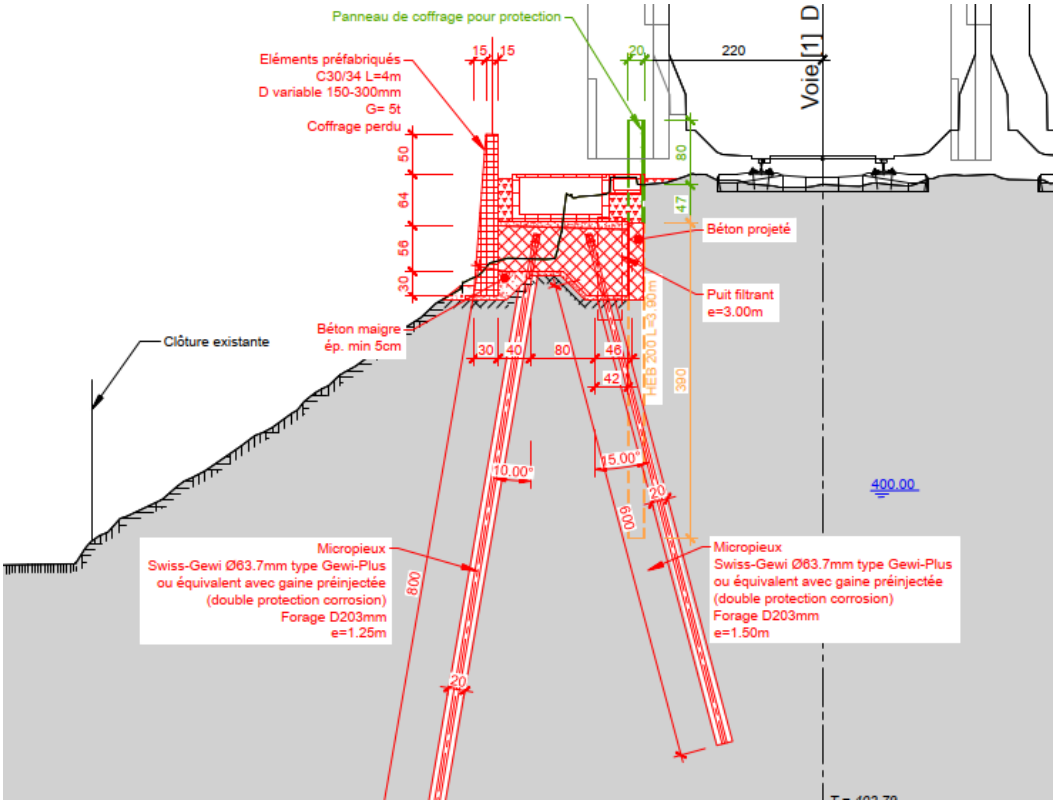


Figure 1: Mur de KV envoyé à l'expertise

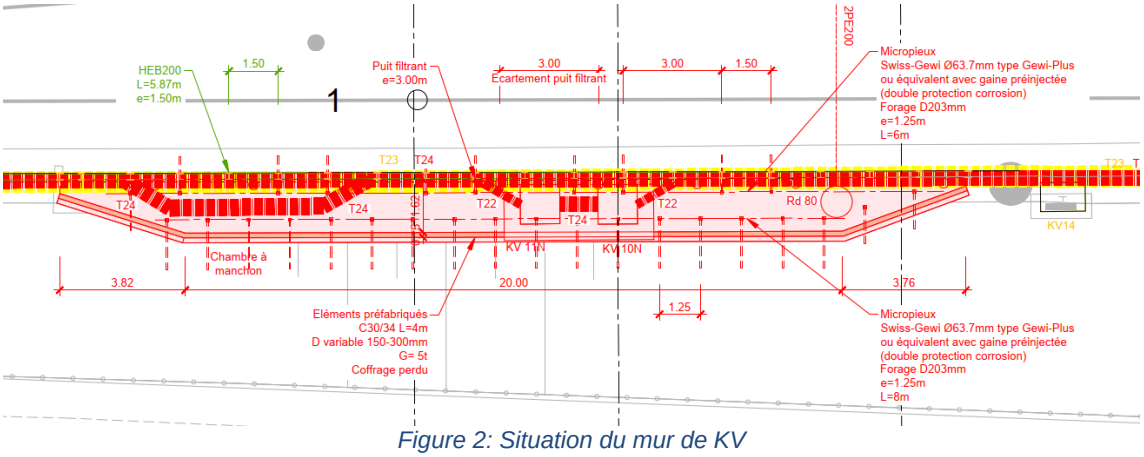


Figure 2: Situation du mur de KV

Le mur de KV repose sur les micropieux, qui retransmettent la charge dans le terrain. La longueur des micropieux est déterminée pour que les charges se transmettent sous la ligne de glissement. La géométrie du mur et la résistance interne dépendent d'un projet tiers dans lequel une élévation du niveau de la voie de 50cm est prévue. Ainsi, la stabilité du talus est impactée par la surcharge future, et elle doit être garantie suite aux travaux fait pour la construction du mur de KV.

La longueur et l'écart entre les micropieux a évolué à la suite des discussions avec les CFF pour pouvoir mieux prendre en compte la résistance que les micropieux accordent au terrain.

Initialement, des micropieux de type Swiss-Gewi à double protection contre la corrosion ont été planfiés (diamètre de forage de 203mm et une barre centrale Swiss-gewi plus Φ63.7mm). Cette solution a été transmise pour expertise en date du 20 février 2025.

Pour cette solution, un degré de protection 3a a été exigée dans le rapport technique. En effet, il s'agit d'un degré de protection qui permet de garantir la durabilité de ce genre de micropieux en respect de la norme SIA267.

Extrait de la norme :

Tableau 6 : Degrés de protection pour tirants passifs

Durée d'utilisation prévue		courte (≤ 5 ans)			longue (> 5 ans)		
Classe d'ouvrage (norme SIA 261)		I	II	III	I	II	III
Risque de corrosion	Risque de corrosion minime	0	1	1	1	1	2
	Risque de corrosion moyen (p. ex. : sel de déverglaçage, sols fins, matière organique dans le sol)	1	1	2	2	2	3
	Risque de corrosion élevé (p. ex. : courants vagabonds critiques, sites contaminés)	2 [1)]	2 [1)]	x [2)]	2 [1)]	3 [1)]	x [2)]

[1)] Voir chiffre 11.6.3.2.1
[2)] Non recommandé pour les tirants passifs

Figure 3: Degré de protection exigé pour les tirants selon la SIA 267

Ainsi, pour une classe d'ouvrage II, le degré de protection 3 permet de garantir que la durabilité des micropieux. Les classes d'exigences sont les suivantes :

11.6.3.2.1 Dans le cas d'emploi de mortier ou de coulis de ciment comme enrobage, la protection contre la corrosion consistera à prendre les dispositions suivantes en fonction des degrés de protection selon le tableau 6 :

Degré 0 : aucune disposition particulière

Degré 1 : au moins 20 mm de mortier ou de coulis de ciment entre l'armature de traction et la paroi du forage

Degré 2a : – gaine plastique nervurée ou ondulée, fermée à son extrémité inférieure
– au moins 20 mm de mortier ou de coulis de ciment entre la gaine et la paroi du forage
– espace entre armature de traction et gaine rempli de mortier ou de coulis de ciment d'une épaisseur de
- min. 5 mm pour une fabrication industrielle
- min. 20 mm pour une fabrication sur chantier

Degré 2b : – utilisation d'acier inoxydable de la classe de résistance à la corrosion 1 ou plus
– au moins 20 mm de mortier ou de coulis de ciment entre la gaine et la paroi du forage.

Degré 3a : semblable au degré 2a, mais avec une épaisseur de mortier ou de coulis de ciment d'au moins 40 mm entre la gaine et la paroi du forage.

Degré 3b : – utilisation d'acier inoxydable de la classe de résistance à la corrosion 3 ou plus
– au moins 20 mm de mortier ou de coulis de ciment entre la gaine et la paroi du forage.

Les degrés de protection 2b et 3b ne seront pas appliqués lorsqu'un danger de courants vagabonds critique existe ou est à prévoir.

Figure 4: Degrés de protection selon la SIA 267

Suite à l'expertise, la stabilisation du terrain par des micropieux, et notamment des micropieux équipés de Swiss-gewi, a été remis en question. En effet, cela contrevient au document PVIngS partie 1 sur l'effet de goujon des micropieux.

Afin de tenir compte des exigences techniques mentionnée dans le PVIngS et éviter la mobilisation de l'effet goujons de micropieux de type Swiss-Gewi, il a été convenu avec le maître de l'ouvrage de réaliser la stabilisation du talus par l'intermédiaire de micropieux de diamètre 280mm, équipés de profilés métalliques lourds de type HEM 120 S355.

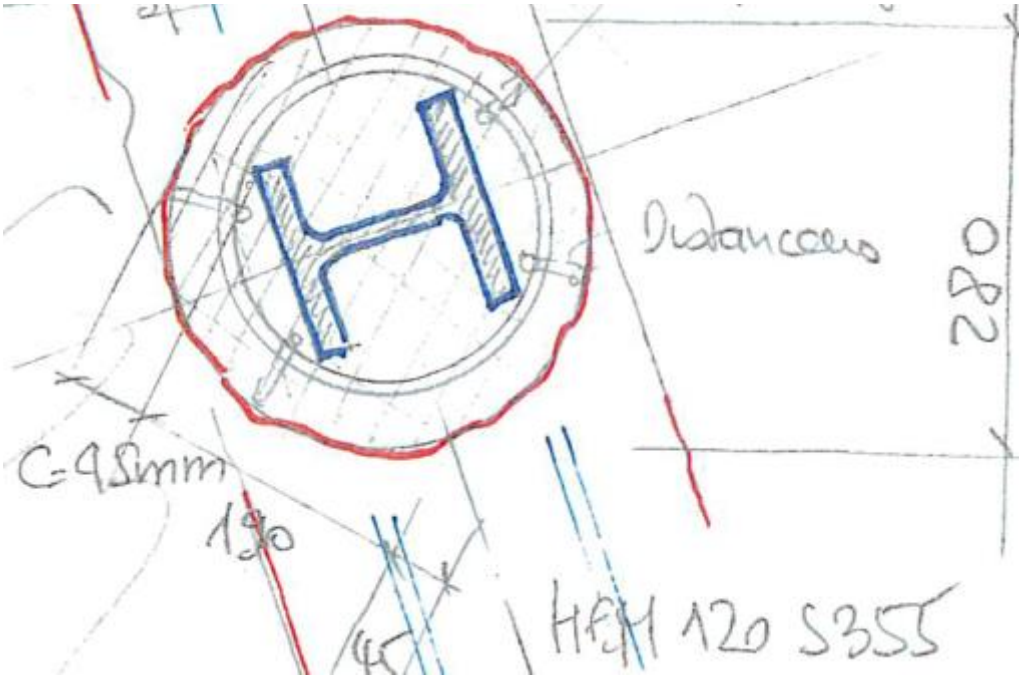


Figure 5: Section choisie

Avec ce type de micropieux HEM, le degré de protection à mettre en place doit être réévalué. En effet, la mise en place d'une gaine de protection autour du HEM 120 n'est pas réaliste. Le terrain n'est pas contaminé, et l'utilisation de sels de déverglaçage n'est pas prévu à cet endroit.

Selon les indications de l'experte, une protection avec du coulis de ciment ou mortier peut être proposée. Cela est équivalent à un degré de protection 1.

Le système proposé prévoit un enrobage des profilés HEM par au minimum 45mm de béton. Cet enrobage de béton dépasse l'exigence de la norme SIA267 qui n'exige que 20mm.

Le système de micropieux type HEM120 enrobé de 45mm de béton couvre les exigences d'un degré de protection contre la corrosion de degré 1. La section métallique du profilé HEM est protégée de manière adéquate.

Ces spécifications relatives aux micropieux de type profilés métalliques lourds HEM ont été mises à jour dans la Convention d'Utilisation et la Base de Projet.

7 Signatures

Auteur du projet :	Date	Signature
Nom : IUB Engineering SA		
Responsable : Aimé Morel		
Rue : Rte André Piller 33a		
Lieu : 1762 Givisiez	…….	……..

Auteur du projet :	Date	Signature
Nom : IUB Engineering SA		
Responsable : Emilie Simonin		
Rue : Rte André Piller 33a		
Lieu : 1762 Givisiez	…….	……..

SBB CFF FFS
CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

12.303.10

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud
Commune : Prangins, Nyon, Crans (VD)

Echelle	Format
-	A4

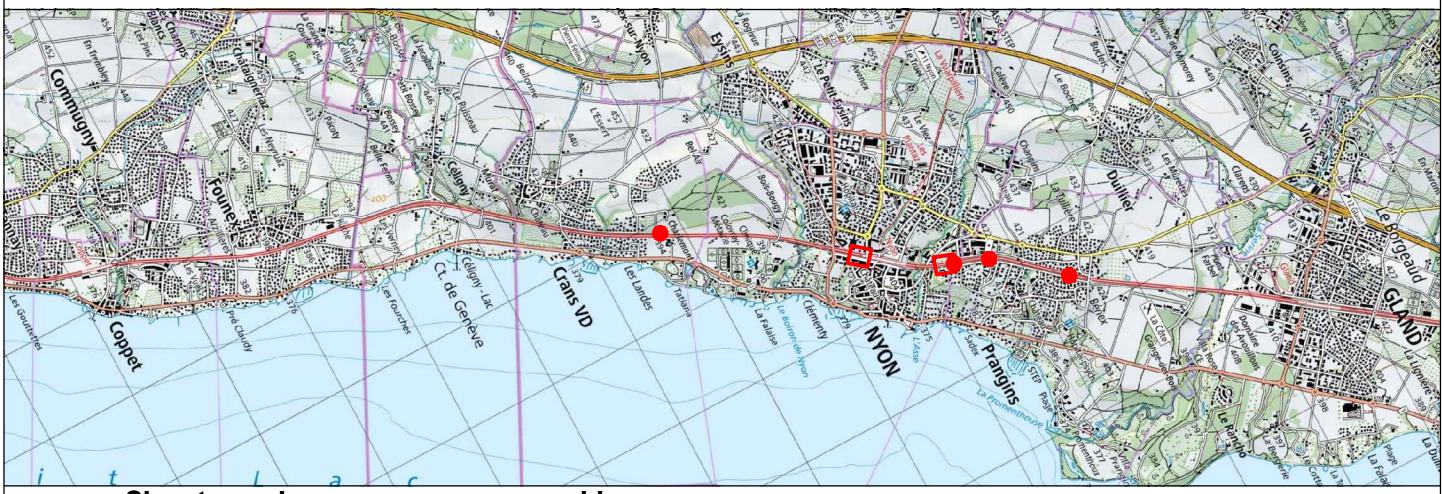
N° Plan
-

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Ouvrages de soutènement

EVALUATION /CONTRÔLE TECH. INT. (EX. SIOP A)



Signatures des personnes responsables :
A1. ☒ Signatures originales dans le document B. ○ Signature ci dessous
Ci-dessous :
A2. ☒ Signatures des personnes pro forma

CFF SA
Infrastructure Projets

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

CFF SA
Infrastructure Projets

Sophie Minon
Chef de projet général adjoint
I-AEP-LEM-MOR

SBB CFF FFS
CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	17.09.2025	fch/cse	fch/cse		
2					
3					
4					

Tabelle SIOP A - Durchgeführte Sicherheitsprüfungen

	Anlage[1]	SV-bericht	Subprozess-verantw.	SIOP A	CL Nr.	Datum	Vorname / Name	Unterschrift
☐	**Fahrbahn**							
☐	Gleis- und Weichengeometrie		I-NAT-BT-FB-TRP	I-NAT-BT-FB-TRP	A101			
☐	Weichenheizungen		I-NAT-BST	I-NAT-BST	A102			
☐	Oberbausystem/-material und Gleisabschlüsse		I-NAT-BT-FB-OBA	I-NAT-BT-FB-OBA	A103			
☐	Unterbau		I-NAT-BT-FB-UB	I-NAT-BT-FB-UB	A104			
☐	**Kunstbauten (Ingenieurbau)** Link Plattform							
x	Erd- und Stützbauwerke	x [2]	I-NAT-BT-IB	I-NAT-BT-IB	A202	17.09.2025	Fabian Christener /	
☐	Tunnel und Galerien	☐ [2]	I-NAT-BT-IB	I-NAT-BT-IB	A203		Cornelia Selzer	avec charges
☐	Brücken (ohne PU/Pa im Bhfs-Bereich)	☐ [2]	I-NAT-BT-IB	I-NAT-BT-IB	A204			
☐	Schutzbauten (Naturgefahren)	☐ [2]	I-NAT-BT-IB	I-NAT-BT-IB	A205			
☐	Lärmschutzwände	☐ [2]	I-NAT-BT-IB	I-NAT-BT-IB	A206			
☐	Wasserversorgung	☐ [2]	I-NAT-BT-IB	I-NAT-BT-IB	A208			
☐	Abwasserentsorgung	☐ [2]	I-NAT-BT-IB	I-NAT-BT-IB	A 209			
☐	**Bahnzugang** (xiat001@sbb.ch & Link Plattform Kunstbauten)							
☐	Perron- und Publikumsanlagen	☐ [2]	I-NAT-BT-BZU	I-NAT-BT-BZU	A301			
☐	Gleis- und Perronübderdachung	☐ [2]	I-NAT-BT-BZU	I-NAT-BT-BZU	A302			
☐	Brücken (als PU/Pa im Bhfs-Bereich)	☐ [2]	I-NAT-BT-BZU	I-NAT-BT-BZU	A304			
		☐ [2]		I-NAT-BT-IB	A304			
☐	**Sicherungsanlagen**							
☐	Prozessablauf		I-NAT-BST	I-NAT-BST	A400			
☐	**Zugbeeinflussung**							
☐	Aussensignalisierung		I-NAT-BST	I-NAT-BST				
☐	Führerstandsignalisierung		I-NAT-BST	I-NAT-BST				
☐	**Lichtraumprofil**							
☐	Gemäss Checkliste		I-NAT-BT-TNZ		[3]			

[1] Die Bezeichnungen auf Stufe Anlageart werden bei der Anpassung der Prüfunterlagen und Checklisten vorgenommen

[2] Falls Sachverständigenbericht erstellt wurde → ankreuzen

[3] Verweis auf entsprechend zu prüfende Checklisten

Projekt: Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

ISP-Nr. 1162414

Charges SIOP A 202
DfA Linie 150, km 33.750 – 47.100
Nyon – Renouvellement de l'enclenchement, ISP-Nr. 1162414

Autor(en)	F. Christener, C. Selzer
Ort, Datum, Zeit	Bern, 17.9.2025
Kopie an	Zineb Fenni
Remarques	(X) concerne la qualité du dossier (sans impact sur la sécurité), à mettre à jour avant envoi à l'OFT et bonne prise en compte à vérifier par AEP

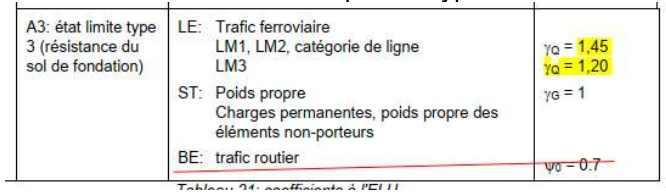
Liste des documents vérifiés:

- 12.303.01 Soutènement de KV - Plan de situation et coupes
- 12.303.02_Mur bacs à fleurs - Plan de situation et coupes
- 12.303.04_Ouvrages de soutènement_Convention d'utilisation
- 12.303.05_Ouvrages de soutènement_Base de projet
- 12.303.06_Ouvrages de soutènement_Note de calcul
- 12.303.08_Ouvrages de soutènement_Rapport d'examen
- 12.303.10_Ouvrages de soutènement_Contrôle technique interne
- 12.902.01_Fondations SAZ - Profils en travers km 33.923 - 38.191
- 12.902.02_Fondations SAZ - Profils en travers km 38.208 - 42.006
- 12.903.01_Escaliers de service - Profils en travers

SBB AG
Ingenieurbau
Hilfikerstrasse 3 · 3000 Bern · Schweiz

Auflagen / Charges

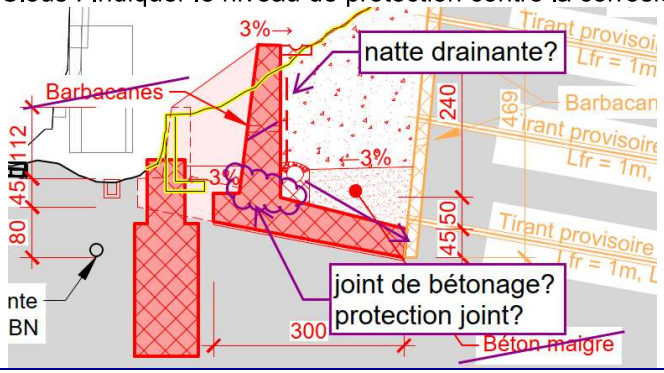
Nr.	Kapitel Nr./Plan Nr.	Beschreibung	PAP	Exe.
1	12.303.04 CU	– Chap. 1.2: Tous les ouvrages existants, y compris les ouvrages en terre concernés, doivent être répertoriés. L'IPID et les classes d'état doivent être indiqués.	(X)	
		– Chap. 1.6.2 : Informations quant au trafic actuel et futur ainsi que pour la future vitesse à clarifier et à compléter.	(X)	
		– Chap. 1.7 :		
		○ La nécessité des « puits filtrants » est à clarifier avec NAT-BT-FB-UB (David Jordan) en prenant en compte la situation future. Tous les documents sont à mettre à jour à la suite de la décision prise. Concerne aussi le chap. 5.5.1.		X
		○ Mur « bac à fleur » : drainage et sa durée de vie à compléter.	(X)	
		○ Les ouvrages provisoires et leur durée de vie sont également à mentionner.	(X)	
		– Chap. 2.1 : Préciser les rapports qui ont servi de base et ne pas utiliser une description générale du style « rapports géologiques publics ».	(X)	
		– Chap. 2.3 & 2.4 : Enlever les documents qui ne sont pas pertinents pour le présent projet (couleur de police grise).	(X)	
		– Chap. 5.2 : La nécessité de résistance au gel-dégel est à revoir vu que les ouvrages se trouvent loin de routes. Mettre à jour le chap. 6.5 quant à ceci (sels de déverglaçage).		X
		– Chap. 5.4 : CBA et type de coffrage à définir pour les surfaces non visibles (exigence moins élevée que pour les surfaces visibles)		X
		– Chap. 5.5 : Compléter la description des soutènements provisoires dans les chapitres respectifs du chap. 1. Considérer les charges 4 et 5 pour les plans. Préciser les produits / systèmes pour les ouvrages.	(X)	
		– Chap. 6.6 : L'incendie n'est pas un risque accepté (un recouvrement suffisant est à prévoir).	(X)	
2	12.303.05 BP	– Chap. 1.2.1 : Tableau 1 : compléter la paroi clouée.	(X)	
		– Chap. 2.1 : Voir charge pour chap. 2.1 de la CU. De manière générale les bases ne sont pas à répéter dans la CU.	(X)	
		– Chap. 3.1 &3.2 :		
		○ La BP doit regrouper les paramètres géotechniques et les éventuels niveaux d'eau qui sont confirmés par un géologue/géotechnicien et ne pas consister en une analyse des sondages. Le modèle géologique/géotechnique admis est à confirmer par le géologue du projet.		X

		○ Les paramètres pour dimensionner les clous et les pieux (confirmés par le géologue du projet) sont à compléter dans la BP. – Chap. 4.4.2 : ○ Spécifier le type de béton (NPK). ○ Compléter les informations quant aux clous. ○ Spécifier les éventuels systèmes prévus pour le drainage des ouvrages, protection anti-chute,…(liste non exhaustive). ○ Tableau 14 : HEB 120 doit être corrigé. Conformément au plan / à la statique, un HEB 200 est prévu (microberlinoise). – Chap. 5.2.2: ○ Général : éliminer les charges qui ne s'appliquent pas pour les ouvrages du présent projet (e.g. charge de trafic,…) ○ Tableau 15 : Compléter la force de lacet (phase de construction selon SIA 269). ○ Tableau 16 : Pour l'état final la force de lacet selon SIA 261 est à considérer. ○ Tableau 17 : Le document PS-IB 05/07 n'est plus valable. Les actions doivent être déterminées conformément à la norme SIA 260ff. Le « Guide blindages temporaires à proximité des voies » doit être pris en compte. ○ Tableau 19: Vérifier les critères sismiques selon SIA 267 7.2.3 dans la statique. – Chap. 6 : ○ Les cas de charge doivent être définis par ouvrage (mur KV, mur bac à fleurs, berlinoise, paroi clouée,…) et ne doivent considérer que les charges qui s'appliquent pour l'ouvrage en question. Les cas de charges définis dans la BP doivent correspondre avec les cas de charge analysés dans la ndc. ○ Tableau 21: Les coefficients pour le type GZ 3 doivent être corrigés.  – Chap. 7 : Les cas de charge doivent être définis par ouvrage (mur KV, mur bac à fleurs, berlinoise, paroi clouée,…) et ne doivent considérer que les charges qui s'appliquent pour l'ouvrage en question. Les cas de charges définis dans la BP doivent correspondre avec les cas de charge analysés dans la ndc.	(X) (X) (X) (X) (X) (X) X (X) (X)	X X

		– Chap. 8 : o Clarifier ce qui est prévue par « imperméabilisation » (par type d'ouvrage). Pour les murs qui ne sont pas situé en-dessous d'une nappe phréatique, une étanchéité au niveau des joint (e.g. Combiflex ©) est normalement suffisante. o Clarifier « étanchéité voie ferrée » ou supprimer si ne pas pertinent pour les ouvrages du présent dossier.		X X
3	12.303.06 NdC	– Général (concerne avant tout les chap. 2, 3, 4) : Pour les répétitions des sujets déjà compris dans la CU et la BP les charges déjà fait sous 1 et 2 s'appliquent et ne sont pas répétés pour la ndc. Dans les ndc des répétions des sujets traités dans la BP et CU sont de manière générale à éviter. Compléter les informations qui ne sont pas déjà mentionnés dans la BP ou le RT dans les documents respectifs. – Chap. 3.2 & Chap. 4.4.2 : Le document « Calcul de la poussée sur le garde-ballast, norme CFF » (D I-FW-PS-IB 05/07) a été retiré. Il est à éliminer des bases et ne doit pas être considérer dans les calculs) : – Chap. 4.3 & Chap. 5.3 : o Transférer/compléter les informations dans la BP. o Vérifier le d_{max} du béton d'enrobage pour les micropieux et pieux de la berlinoise. – Chap. 4.4.1 : o Il n'est pas clair si la poussée horizontale des terres en amont du mur KV sera considérée. A préciser et à considérer si pas déjà fait. o Il n'est pas clair pourquoi la poussée au repos du ballast est considérée dans les calculs. – Chap. 4.4.2.1 : o Pour des structures temporaires le coefficient α est égal à 1.0 (à considérer dans les calculs de la berlinoise, chap. 4.5.1) - Chap. 4.4.4 /5.4.4 : o Compléter / transférer les combinaisons de charges dans la BP et ne pas répéter dans la ndc. Les cas de charges doivent être défini de manière pertinente (avec uniquement les charges qui s'appliquent pour l'ouvrage en question) pour chaque type d'ouvrage et ne doivent pas consister en une copie de la norme pour des cas générales. o Tableau 7 : Considérer un facteur partiel de 1.45 pour la charge ferroviaire o Chap. 5.4.4 : Les facteur partiels (ELU2 : glissement) sont à vérifier et à considérer selon les exigences de la norme 260 tableau 1.	(X) (X) (X) (X) (X) (X) (X) (X)	 X X

		○ Chap. 4.4.4.4 & 4.5.3.2 : Vérifier que les pieux puissent reprendre le cisaillement à l'interface pieux – structure (vérification « glissement »).		X
		- Chap. 4.5.1.1 :		
		○ Il n'est pas clair si les poussées sur l'écran montrées dans les extraits Larix comprennent déjà un facteur partiel ou pas. A préciser et si déjà considéré ne pas remajorer encore une fois lors de la détermination de la poussée active-majorée.		X
		○ Il n'est pas clair si la force de lacet a été considérée dans les calculs. À préciser.	X	
		- Chap. 4.5.1.3 : La flèche et le gauche doivent aussi rester dans les limites admissibles. A vérifier.		X
		- Chap. 4.5.2 / 5.5.2 :		
		○ La ndc ne montre pas quelles charges ont effectivement été introduites dans le modèle, il n'est donc pas possible de vérifier si toutes les charges ont été considérées et appliquées correctement (avant tout la force de lacet). A compléter. De plus, les résultats globaux ne sont pas documentés et doivent être complétés (par exemple dans l'annexe).	(X)	
		- Chap. 4.5.3.2 : Il n'est pas clair pourquoi les efforts à reprendre par les pieux sont calculés par un calcul simplifié et ne pas tirés du calcul Axis. Les hypothèses quant aux sujets suivants sont à expliquer : poussée des terres au repos, facteur partiels compris dans les poussées du calculs Larix.	(X)	
		- Chap. 4.5.3.4 : Les valeurs géomécaniques pour déterminer la résistance externe (frottement latéral, résistance de pointe) sont à indiquer par le géologue du projet. Celui-ci doit aussi confirmer la valeur η_a à considérer dans les calculs pour la phase de dimensionnement des pieux. Pour le cas en question (diamètre 280 avec armature HEM120 et pointe dans le terrain meuble) il semble tout à fait justifié de considérer une résistance de pointe. Mais la valeur de base est à confirmer par le géologue du projet.	(X)	
		- Chap. 5.1.2 (informations à transférer dans la BP): Niveau d'une éventuelle nappe phréatique à clarifier avec le géologue du projet afin de valider les exigences quant à des mesures d'étanchéité et la pertinence d'une paroi clouée.	(X)	
		- Chap. 5.4.		
		○ Considérer un modèle Larix qui représente la géométrie correcte du talus pour s'assurer que la poussée des terres et le coefficient de poussée des terres sont considérés correctement dans le modèle (sans devoir faire des calculs à la main et des hypothèses, simplifier la lecture et compréhensibilité des calculs). NB : les coefficients de poussée de terre sont déterminés avec les paramètres caractéristiques et ne pas avec des paramètres de dimensionnement.		X
		○ La vérification à l'ELU 3 du mur est à compléter.		X

		○ Globalement, le muret semble largement surdimensionné. A optimiser pour l'exécution. - Chap. 5.5.1 : Ne pas vérifié de la part de NAT-BT-IB. Les phases de construction sont aussi à considérer (efforts internes et externe des clous). Tenir compte de la charge 2 au sujet du chap. 3.1/3.2 . - Chap. 5.5.2.2 : ○ A expliquer pourquoi en plus des facteurs partiels un facteur modèle de 1.2 semble être considéré pour la vérification au glissement. ○ A l'interface semelle-sol aucune cohésion ne doit être considéré pour la vérification au glissement (SIA 267 §8.4.1.2). - Chap. 6 : Ne pas vérifié de la part de NAT-BT-IB. Les mêmes remarques générales que pour les chapitres précédents s'appliquent. - Chap. 7 : Les mêmes remarques générales que pour les chapitres précédents s'appliquent. - Chap. 7/8 : Les calculs de stabilité sont à interpréter avec prudence car la charge des escaliers a un effet stabilisant dans les calculs. La sécurité a été augmentée numériquement par l'ajout des escaliers, ce qui n'est pas le cas dans la réalité. Les calculs montrent toutefois qu'à l'état actuel les talus sont stables et les escaliers n'ont pas d'influence négative sur leur stabilité. Il est essentiel que les fondations isolées des escaliers soient fondées dans des couches aptes pour des fondations superficielles (dimensionnement à l'ELU et ELS selon exigences de la SIA 267 pour des fondations superficielles). Pendant l'exécution, il faut veiller à ce que les fondations soient réalisés suffisamment profondes (pas dans la couche de sol superficielle).	(X) (X)	X X X X X
4	12.303.01 Soutènement de KV - Plan de situation et coupes	- Compléter les couches géologiques et le niveau d'eau (max, moyen). - Nécessité des « puits filtrants » à clarifier (voir charge 1, chap 1.7). - Préciser le type de garde-corps (exigence CFF : Type A ou Type C). - Étanchéité joint entre les éléments à prévoir. 		X X X X

5	12.303.02_Mur bacs à fleurs - Plan de situation et coupes	- Compléter les couches géologiques et le niveau d'eau (max, moyen). - Fondation SAZ à réaliser avant le mur. - Il ne faut pas réaliser des barbacanes dans le mur en plus d'une conduite de drainage. - Placer le drainage au point le plus bas derrière le mur et éviter le béton maigre sur la semelle du mur. - Indiquer la natte drainante. - Selon nécessite (si présence d'une nappe phréatique, dans le cas d'une nappe phréatique position du drain à revoir pour ne pas abaisser le niveau de nappe) indiquer les mesures quant à l'étanchéité (limiter à une étanchéité au niveau des joints si pas de nappe phréatique présente). - Vérifier la nécessité d'une protection anti-chute avec UEW-NAT. - Clous : Indiquer le niveau de protection contre la corrosion (clouage provisoire !!). 		X X X X X X X X
6	12.903.01_Escaliers de service - Profils en travers	- Compléter les couches géologiques et le niveau d'eau (max, moyen). - La profondeur d'encastrement minimale doit être respectée pour toutes les fondations. - Pendant l'exécution, il faut veiller à ce qu'aucune fondation ne soit coulée dans la couche de revêtement. Si la couche de sol superficielle est plus épaisse à certains endroits, les fondations doivent être réalisées à une plus grande profondeur.		X X X
7	Exécution	- Pour le mur KV un nombre suffisant d'essais pieux sont à prévoir et à documenter. Si les résultats ne devaient pas confirmer les hypothèses admis dans les calculs, des mesures adéquates sont à réaliser pour garantir la stabilité de l'ouvrage. Tous les documents relatifs aux essais, à l'interprétation des essais et les éventuelles mesures sont à joindre à la documentation de l'ouvrage construit.		X

Numéro ISP:	**1162414**
Objet:	**Nyon, renouvellement de l'enclenchement / stabilité de talus**
Tronçon / km de voie:	**Ligne 150 / KM 33.750 - 47.100**
Canton / commune:	Vaud / Prangins / Nyon
Chef de projet:	Blaise Destraz

SIOP A
Ouvrages d'art

Ouvrages de soutènement et ouvrages en terre

Documents contrôlés		Date du document	Version du document	Bases respectées
☒	**Convention d'utilisation**	**03.04.2025**	**4**	**DE-OCF**
☒	**Base de projet**	**16.06.2025**	**5**	**STI-INF**
☒	**Calculs statiques**	**03.04.2025**	**4**	
☒	**Rapport géotechnique**	**07.01.2025**	**2**	**Normes SIA 260 sq.**
☒	**Plans du projet de construction**	**01/02/04. 2025**	**2-5**	
☒	**Rapport d'examen d'expert**	**23.05.2025**	**1**	**Réglementation CFF/RTE**
☒	**Prise de position mandataire**	**16.06.2025**	**3**	
☒	**Validation expert**	**23.05.2025**	**1**	
☒	**Rapport technique**	**16.06.2025**	**5**	
☒	**Rapport de sécurité**	**20.02.2025**	**3**	

Réalisation SIOP A confirmée

Date	Nom/prénom	Signature
15.09.2025	**Ingénieur spécialisé AEP-LEM** **Minon Sophie**	Signé numériquement par Minon Sophie DN : cn=Minon Sophie, c=CH, o=SBB, email=sophie.minon@sbb.ch Raison : J'approuve ce document Emplacement : Renens Date : 2025.09.16 10:10:59 +02'00'
Date	**Fenni Zineb**	**Signature**
15.09.2025	**Chargé(e) du contrôle de la conformité aux exigences réglementaires (Porteur de Compétences AEP-PJM)**	**Zineb FENNI** Signé numériquement par Zineb FENNI Raison : Cheffe de projets T5 Date : 2025.09.15 20:07:41 +02'00'

Charges/conditions relatives au projet de construction		
N°	Description	Mise à jour du dossier vérifiée [Date/signature]
1	**Convention d'utilisation** Chapitre 2.1 - Dans les Bases Spécifiques du projet, il manque le rapport géotechnique de Geotest. Ou alors fournir rapports DCG pour la SIOP en lieu et place de ce dernier. - Il serait plus facile de retrouver les rapports en mentionnant leurs numéros. Chapitre 4 - Supprimer le paragraphe sur l'exigence de fissuration pour des ouvrages soumis à des projections directes d'eau salée, car hors sujet. Chapitre 5.5.1 - Il est question d'un système de drainage derrière le mur de soutènement KV, or aucun drainage n'est présenté ni sur les plans ni dans la base de projet ou la note de calculs. - Il manquerait la présentation de la berlinoise provisoire, au même titre que la paroi clouée est présentée pour le mur bac à fleurs.	
2	**Rapport technique** Chapitre 2 - Le panneau de coffrage en partie supérieure de berlinoise n'est mentionné ou visible que sur les plans. Il n'en est fait mention nulle part ailleurs, la suite du document indiquant qu'un blindage bois est prévu en partie supérieure de la berlinoise. Chapitre 2 - Page 5 : la berlinoise sert de garde-ballast et non de garde-corps comme mentionné dans le texte. Chapitre 3 - Préciser le type d'étayage ou de blindage imaginé pour la tenue des parois de la fouille de fondation.	

Charges/conditions relatives au projet de construction		
N°	Description	Mise à jour du dossier vérifiée [Date/signature]
	Chapitre 4 - Par cohérence avec les descriptions précédentes, indiquer le type de profilés retenu pour les micropieux de fondation. Chapitre 6.2.2 - Dito remarque ci-avant.	
3	**Base de projet** Chapitre 1.1 - Ajouter « fondations SAZ » dans l'introduction car pas uniquement des ouvrages de soutènement. Tableau 1 - Dans la case épaisseur pour les micropieux tandis que dans le tableau 3 est indiqué le diamètre d'armature des micropieux Chapitre 2.1 - La dernière version du rapport géotechnique Geotest n'est pas mentionnée. - Il est fait références aux rapports DCG qui ne sont pas fournis dans le cadre de la SIOP. - Il serait plus facile de retrouver les rapports en mentionnant leurs numéros. Chapitre 3.1.1 - Remplir ou supprimer la colonne de la classification USCS. - Renvoyer à la rétroanalyse dans la note de calcul pour obtenir cet angle de frottement. Chapitre 4.4.2 - Il manque dans le tableau 12 le bois de blindage et le béton en fiche de la berlinoise.	
4	**Note de calcul**	

Charges/conditions relatives au projet de construction		
N°	Description	Mise à jour du dossier vérifiée [Date/signature]
	Chapitre 1 - HEM 120 et non pas HEB 120 pour les micropieux du mur KV. - La largeur de 11.92m du mur bac à fleur est différente des 13.8m donnés dans la BP. - Les dénominations des fondations SAZ données diffèrent de celles de la BP. Chapitre 2.1 - Le mur de soutènement KV se situe entre les KM 38.783 et 38.811 selon la BP. Incohérence. Chapitre 3.3 - Le rapport géotechnique Geotest n'est pas mentionné. Les rapports DCG doivent être fournis dans le dossier SIOP Chapitre 4.1 - Fournir une coupe de l'ouvrage avec les niveaux stratigraphiques et la lithologie retenus. Cela est essentiel pour la clarté des vérifications menées dans la suite. Surtout que d'un tableau à l'autre les numéros de formations changent. Chapitre 4.2 - Préciser que l'entreprise étayera les éléments préfabriqués en attendant leur liaisonnement à la semelle après coulage et prise du béton. Chapitre 4.3 - Ils manquent le bois et le béton de fiche de la berlinoise. Chapitre 4.5.1.1 et 4.5.1.2 - Afin de mieux appréhender les valeurs présentées dans ce calcul simplifié, il est nécessaire de fournir une coupe avec les niveaux stratigraphiques et niveaux de soutènement. - Attention dans le calcul de la butée, il n'est pas pris en compte la largeur réduite sur laquelle cette dernière s'applique du fait de la discontinuité du soutènement. - Prendre en compte le coefficient de poussée active majoré. - Quel facteur de sécurité avons-nous avec ce calcul de fiche simplifié ?	

Charges/conditions relatives au projet de construction		
N°	Description	Mise à jour du dossier vérifiée [Date/signature]
	- Résumé : l'approche de calcul de la fiche est trop simplifiée, elle ne tient pas compte de la butée réduite, de la poussée majorée ou de la contre-butée. Il faut présenter les vérifications faites sur Larix (entrées et sorties). Chapitre 4.5.1.3 - Quels sont les coefficients de réaction considérés pour l'estimation des déplacements attendus du soutènement ? Chapitre 4.5.3.3 - Faire la vérification avec le diamètre de forage prévu et présenté dans les plans qui est de 280mm. Chapitre 4.5.3.4 - Attention, on ne considère pas de résistance en pointe pour des micropieux. - Attention, dans le cadre du calcul fourni, eta A doit être pris égal à 0.7 et non 0.9. - Les calculs de résistance externe doivent être repris et la longueur de micropieux adaptée. - Peut-on ajouter par principe la vérification de la traction même si pas déterminante ? ou l'indiquer par une phrase ? - Diamètre de 280mm et non barre, page 55. Figure 39 - Diagramme des poussées au repos et non pas des poussées passives Chapitre 4.5.3.5 - Figure 83 : poussée modélisée pour un micropieux en phi 200 alors qu'un phi 280 est retenu selon calculs résistance externe. Chapitre 5.2.2 - Confirmer qu'une injection répétitive et sélective est vraiment envisageable pour ces clous, avec obturateurs doubles et plusieurs réinjections ? sinon revoir le qs considéré à la baisse. Chapitre 6.6 - Erreur unité sur mortier entre armature et paroi de forage - Préciser clairement quel degré pour quel ouvrage, comme dans la BP.	

Charges/conditions relatives au projet de construction		
N°	Description	Mise à jour du dossier vérifiée [Date/signature]
5	**Plans** **Soutènement de KV** - Le panneau de coffrage dessiné sur le plan n'apparait dans aucun autre document : il faut soit rester cohérent et dessiner une berlinoise qui remonte avec un blindage bois en tête, soit justifier l'utilisation de ces panneaux vis-à-vis des poussées et de la liaison avec la berlinoise qui serait sous-jacente. - Que sont ces puits filtrants définitifs prévus à l'aval de la berlinoise et quelle est leur utilité ? ils ne sont pas mentionnés dans les rapports. - Indiquer quelques niveaux pertinents en m.s.m : ouvrages et niveaux de terrassements, ou a minima utiliser la même cotation que le plan de fondations SAZ - Légende : ajouter les figurés utilisés pour béton, ballast, etc.	

Charges/conditions relatives au projet d'exécution		
N°	Description	Prise de position sur la mise en œuvre des charges/conditions
1	**Convention d'utilisation** Chapitre 3.1.5.2 - Préciser ce qu'il est concrètement prévu lors de l'exécution des travaux à proximité directe de la zone polluée.	
2	**Note de calcul** Chapitre 6.5.2 - Le calcul fourni pour les micropieux diffère de celui du mur KV. Il serait judicieux de conduire les justifications de la même manière par souci de cohérence.	
3	**Plans** Il serait pertinent de présenter une vue en plan avec les fondations SAZ sur micropieux pour voir leur disposition en plan.	

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

12.303.11

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud

Commune : Prangins, Nyon, Crans (VD)

Echelle	Format
-	A4

N° Plan

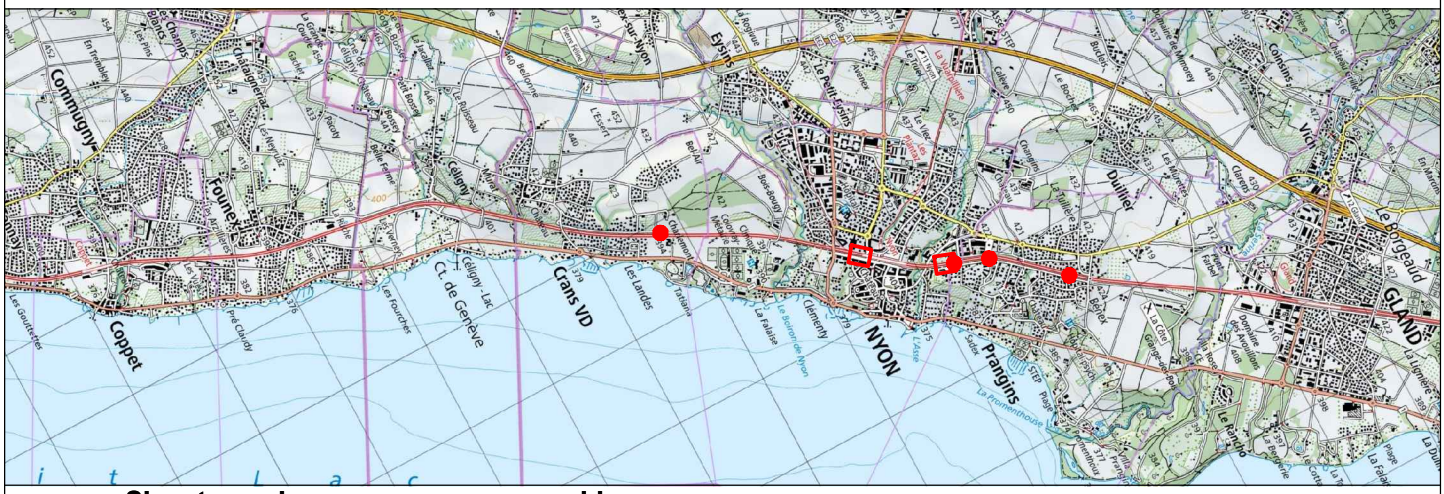
-

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Ouvrages de soutènement

Prise de position sur le contrôle technique interne



Signatures des personnes responsables :

A1. ☒ Signatures originales dans le document B. ○ Signature ci dessous

Ci-dessous :

A2. ☒ Signatures des personnes pro forma

CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

Aimé Morel
Auteur de projet

IM Engineering | IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	08.10.2025	mge	mo		Version initiale
2					
3					
4					

Table des matières

1	Remarques générales	2
2	Charges de la SIOP	3
2.1	Charge 1, Convention d'utilisation	3
2.2	Charge 2, Base de projet	4
2.3	Charge 3, Note de calcul	6
2.4	Charge 4, Soutènement de KV – Plan de situation et coupes	10
2.5	Charge 5, Mur bacs à fleurs – Plan de situation et coupes	10
2.6	Charge 6, Escaliers de service - Profils en travers	11
2.7	Charge 7, Exécution	11
3	Charges du contrôle de qualité aux exigences réglementaires	12
3.1	Charges relatives au projet de construction	12
3.1.1	Charge 1, Convention d'utilisation	12
3.1.2	Charge 2, Rapport technique	13
3.1.3	Charge 3, Base de projet	14
3.1.4	Charge 4, Note de calcul	15
3.1.5	Charge 5, Plans	17
3.2	Charges relatives au projet d'exécution	18
3.2.1	Charge 1, Convention d'utilisation	18
3.2.2	Charge 2, Note de calcul	18
3.2.3	Charge 3, Plans	18
4	Signatures	19

1 Remarques générales

Les remarges du rapport technique interne (SIOP) sont repris dans le format suivant :

Chapitre	Charge de la SIOP	Prise de position

Il est indiqué à quelle partie du dossier les charges font référence. La prise de position est mise en couleur bleu

2 Charges de la SIOP

2.1 Charge 1, Convention d'utilisation

Chapitre	Charge de la SIOP	Prise de position	avant la PAP
1.2	Tous les ouvrages existants, y compris les ouvrages en terre concernés, doivent être répertoriés. L'IPID et les classes d'état doivent être indiqués.	Les ouvrages concernés par notre projet ont été identifiés. Le numéro IPID sera complété ultérieurement pour ces ouvrages en collaboration avec les CFF.	X
1.6.2	Informations quant au trafic actuel et futur ainsi que pour la future vitesse à clarifier et à compléter	La vitesse de projet identifiée est de 120 km/h. Le trafic actuel a été indiqué comme >30'000 TBC/jour. Des compléments d'informations pourront être complétés ultérieurement.	x
1.7	La nécessité des « puits filtrants » est à clarifier avec NAT-BT-FB-UB (David Jordan) en prenant en compte la situation future. Tous les documents sont à mettre à jour à la suite de la décision prise. Concerne aussi le chap. 5.5.1	Le terme de puis filtrants est potentiellement inadapté pour ce qui est mis en place. Le plan et le dossier ont été modifiés pour indiquer une réservation pour l'évacuation de l'eau.	
	Mur « Bac à fleur » : drainage et sa durée de vie à compléter	Le chapitre a été complété	x
	Les ouvrages provisoires et leur durée de vie sont également à mentionner	La durée de vie des ouvrages provisoires a été ajoutées dans ce chapitre	X
2.1	Préciser les rapports qui ont servi de base et ne pas utiliser une description générale du style « rapports géologiques publics »	Les rapports ont été nommés individuellement	X
2.3 & 2.4	Enlever les documents qui ne sont pas pertinents pour le présent projet (couleur de police grise)	Les documents non pertinents ont été supprimés	X
5.2	La nécessité de résistance au gel-dégel est à revoir vu que les ouvrages se trouent loin des routes. Mettre à jour le chap. 6.5 quant à ceci (sels de déverglaçage)	Le chapitre a été adapté	
5.4	CBA et type de coffrage à définir pour les surfaces non visibles (exigence moins élevée que pour les surfaces visibles)	Les exigences ont été ajoutées pour les surfaces non-visibles	
5.5	Compléter la description des soutènements provisoires dans les chapitres respectifs du chap. 1. Considérer les charges 4 et 5 pour les plans. Préciser les produits/systèmes pour les ouvrages.	Le chapitre 5.5 a été complété	X
6.6	L'incendie n'est pas un risque accepté (un recouvrement est à prévoir)	Le risque d'incendie a été retiré des risques acceptés par le maitre d'ouvrage. L'enrobage et les recouvrements d'armatures sont suffisants pour la résistance au feu de l'ouvrage.	X

2.2 Charge 2, Base de projet

Chapitre	Charge de la SIOP	Prise de position	avant la PAP
1.2.1	Tableau 1 : compléter la paroi clouée	La paroi clouée figure au chapitre 1.2.2	X
2.1	Voir la charge pour chap 2.1 de la C. de manière générale les bases ne sont pas à répéter dans la CU	Le chapitre a été modifié en conséquence.	X
3.1 & 3.2	La BP doit regrouper les paramètres géotechniques et les éventuels niveaux d'eau qui sont confirmés par un géologue/géotechnicien et ne pas consister en une analyse des sondages. Le modèle géologique/géotechnique admis est à confirmer par le géologue du projet	Lors d'une prochaine phase, un modèle contenant les paramètres géotechniques et les niveaux de la nappe pourra être mis en place en lien avec le géologue/géotechnicien pour les différents ouvrages.	
	Les paramètres pour dimensionner les clous et les pieux (confirmés par le géologue du projet) sont à compléter dans la BP	Les paramètres à considérer pour les pieux et les clous pourront être confirmés par le géologue/géotechnicien lors d'une prochaine phase. Les paramètres utilisés ont été indiqués dans les coupes par ouvrages.	
4.4.2	Spécifier le type de béton (NPK)	Les indications pour le béton ont été complété	X
	Compléter les informations quant aux clous	Les informations ont été complétées	x
	Spécifier les éventuels systèmes prévus pour le drainage des ouvrages, protection anti-chute, … (liste non exhaustve)	Le chapitre a été complété	x
	Tableau 14 : HEB120 doit être corrigé. Conformément au plan / à la statique, un HEB 200 est prévu (microberlinoise)	Le tableau a été corrigé en ce sens	x
5.2.2	Général : éliminer les charges qui ne s'appliquent pas pour les ouvrages du présent projet (e.g. charges de trafic)	Les charges de trafic routier sont utilisées dans la vérification de la stabilité des talus à l'endroit où les escaliers de service seront placés. Le chapitre a été adapté pour inclure les remarques, notamment en ce qui concerne la force de lacet.	x
	Tableau 15 : Compléter la force de lacet phase de construction selon SIA 269)	La force de lacet à été ajoutée aux charges variables lors de la phase de construction	x
	Tableau 16 : Pour l'état final la force de lacet selon SIA 261 est à considérer	La force de lacet a été ajoutée	x
	Tableau 17 : Le document PS-IB 05/07 n'est plus valable. Les actions doivent être déterminées conformément à la norme SIA 260f. Le « Guide blindages temporaires à proximité des voies » doit être pris en compte	Les références à l'ancienne norme ont été retirées.	x
	Tableau 19 : Vérifier les critères sismiques selon SIA 267 7.2.3 dans la statique	Le tableau a été complété avec cette vérification. La norme ne permet pas de négliger le séisme (car plus sévère avec un terrain non-horizontal)	

Chapitre	Charge de la SIOP	Prise de position	avant la PAP
6	Les cas de charge doivent être définis par ouvrage (mur KV, mur bac à fleurs, berlinoise, paroi clouée, ...) et ne doivent considérer que les charges qui s'appliquent pour l'ouvrage en question. Les cas de charges définis dans la BP doivent correspondre avec les cas de charge analysés dans la ndc	Un cas de charge par ouvrage a été ajouté	X
	Tableau 21 : les coefficients pour le type GZ 3 doivent être corrigés	Les coefficients ont été adaptés	X
7	Les cas de charge doivent être définis par ouvrage (mur KV, mur bac à fleurs, berlinoise, paroi clouée, ...) et ne doivent considérer que les charges qui s'appliquent pour l'ouvrage en question. Les cas de charges définis dans la BP doivent correspondre avec les cas de charges analysés dans la ndc	Un cas de charge par ouvrage a été ajouté	X
8	Clarifier ce qui est prévue par « imperméabilisation » (par type d'ouvrage). Pour les murs qui ne sont pas situé en-dessous d'une nappe phréatique, une étanchéité au niveau des joints (e.g. Combiflex) est normalement suffisante	La partie a été clarifiée	
	Clarifier *étanchéité voie ferrée » ou supprimer si ne pas pertinent pour les ouvrages du présent dossier	Le terme a été supprimé	

2.3 Charge 3, Note de calcul

Chapitre	Charge de la SIOP	Prise de position	avant la PAP
Général Avant tout chap. 2,3,4	Pour les répétitions des sujets déjà accomplis dans la CU et la BP les charges déjà fait sous 1 et 2 s'appliquent et ne sont pas répétés pour la ndc. Dans les ndc des répétitions des sujets traités dans la BP et CU sont de manière générale à éviter. Compléter les informations qui ne sont pas déjà mentionnés dans la BP ou le RT dans les documents respectifs	La note de calcul a été adaptée pour ne pas inclure trop d'informations déjà présentes dans la BP, comme par exemple les indications géotechniques. Les charges et combinaisons ont été gardées dans la note de calcul pour mieux permettre la compréhension des calculs.	X
Chap 3.2 et 4.4.2	Le document « Calcul de la poussée sur le garde ballast, norme CFF » (DI-FW-PS-IB 05/07) a été retiré. Il est à éliminer des bases et ne doit pas être considérés dans les calculs	Le document a été retiré de la note de calcul.	x
4.3 & 5.3	Transférer/compléter les informations dans la BP	Les informations ont été complétées dans la BP	x
	Vérifier le d_{max} du béton d'enrobage pour les micropieux et pieux de la berlinoise	Le d_{max} a été modifié	x
4.4.1	Il n'est pas clair si la poussée horizontale des terres en amont du mur KV sera considérée. A préciser et à considérer si pas déjà fait	La poussée des terres est prise en compte dans la vérification du mur de KV	x
	Il n'est pas clair pourquoi la poussée au repos du ballast est considérée dans les calculs	Le ballast a une influence sur la stabilité du mur de KV ainsi que des efforts internes qui s'y appliquent. La poussée au repos est utilisée notamment pour la vérification des efforts dans les micropieux	x
4.4.2.1	Pour des structures temporaires le coefficient α est égal à 1.0 (à considérer dans les calculs de la berlinoise, chap 4.5.1)	La vérification a été adaptée pour la microberlinoise	
4.4.4/5.4.4	Compléter / transférer les combinaisons de charges dans la BP et ne pas répéter dans la ndc. Les cas de charges doivent être défini de manière pertinente (avec uniquement les charges qui s'appliquent pour l'ouvrage en question) pour chaque type d'ouvrage et ne doivent pas consister en une copie de la norme pour des cas générales	Les informations ont été complétées dans la BP et la note de calcul a été adaptée en ce sens	x
	Tableau 7 : Considérer un facteur partiel de 1.45 pour la charge ferroviaire	Le tableau a été corrigé en ce sens	x
	Chap 5.4.4 : Les facteurs partiels (ELU2 : glissement) sont à vérifier et à considérer selon les exigences de la norme 260 tableau 1	La norme SIA 267 permet d'utiliser un coefficient de 1 lors de la vérification au glissement pour les charges permanentes	
	Chap : 4.4.4.4&4.5.3.2 : Vérifier que les pieux puissent reprendre le cisaillement à l'interface pieux-structure (vérification « glissement »	La vérification du cisaillement entre les pieux et le mur de KV a été ajoutée	

Chapitre	Charge de la SIOP	Prise de position	avant la PAP
4.5.1.1	Il n'est pas clair si les poussées sur l'écran montrées dans les extraits Larix comprennent déjà un facteur partiel ou pas. A préciser et si déjà considéré ne pas remajorer encore une fois lors de la détermination de la poussée active-majorée	Les facteurs partiels ne sont pas mis dans les efforts tels qu'indiqués.	
	Il n'est pas clair si la force de lacet a été considérée dans les calculs. A préciser	La force de lacet a été ajoutée aux charges, et les vérifications refaites suite à cela.	x
4.5.1.3	La flèche et le gauche doivent aussi rester dans les limites admissibles. A vérifier	La flèche et le gauche seront des aspects que le modèle Zsoil est en mesure de bien mieux considérer que le modèle simplifié sur Larix. Ainsi, ces deux paramètres pourront être vérifiés suite à l'élaboration du modèle Zsoil	
4.5.2/5.5.2	La ndc ne montre pas quelles charges ont effectivement été introduites dans le modèle, il n'est donc pas possible de vérifier si toutes les charges ont été considérées et appliquées correctement (avant tout la force de lacet). A compléter. De plus, les résultats globaux ne sont pas documentés et doivent être complétés (par exemple dans l'annexe)	La modélisation des charges sur les différents modèles a été ajoutée au chapitre 4.4 afin d'indiquer de quelle manière les modèles intègrent ces charges. La vérification du mur de soutènement et des pieux de petits diamètres se font à l'ELU type 2. Le talus se vérifie à l'ELU type 2, au séisme et au déraillement	X
4.5.3.2	Il n'est pas clair pourquoi les efforts à reprendre par les pieux sont calculés par un calcul simplifié et ne pas tirés du calcul Axis. Les hypothèses quant aux sujets suivants sont à expliquer : poussée des terres au repos, facteur partiels compris dans les poussées du calcul Larix	Le calcul simplifié donne une borne supérieure à la charge que les éléments doivent reprendre. Le calcul a été adapté pour prendre en compte les résultats d'Axis. Il est nécessaire de reprendre la poussée des terres au repos pour prendre en compte la charge avant tout déplacement dans la structure. Les charges reprises de Larix sont les charges caractéristiques, soit sans tous les facteurs partiels.	X
4.5.3.4	Les valeurs géomécaniques pour déterminer la résistance externe (frottement latéral, résistance de pointe) sont à indiquer par le géologue du projet. Celui-ci doit aussi confirmer la valeur η_a à considérer dans les calculs pour la phase de dimensionnement des pieux. Pour le cas en question (diamètre 280 avec armature HEM120 et pointe dans le terrain meuble) il semble tout à fait justifié de considérer une résistance de pointe. Mais la valeur de base est à confirmer par le géologue du projet	Une prise de position par la géotechnicienne a été demandée. Ce rapport se situe dans la pièce 10.05 Rapport géotechnique.	X
5.1.2	(Informations à transférer dans la BP) : Niveau d'une éventuelle nappe phréatique à clarifier avec le géologue du projet afin de valider les exigences quant à des mesures d'étanchéité et la pertinence d'une paroi clouée	Les mesures prises sur le site sont représentatives d'une pression d'eau dans la couche morainique. Des couches plus perméables sont à prévoir lors de la construction du mur bac à fleur.	X

Chapitre	Charge de la SIOP	Prise de position	avant la PAP
5.4	Considérer un modèle Larix qui représente la géométrie correcte du talus pour s'assurer que la poussée des terres et le coefficient de poussée des terres sont considérées correctement dans le modèle (sans devoir faire des calculs à la main et des hypothèses, simplifier la lecture et compréhension des calculs). NB : Les coefficients de poussée de terre sont déterminés avec les paramètres caractéristiques et ne pas avec des paramètres de dimensionnement	Le modèle Larix est peu adapté pour des talus dont les pentes sont très proches ou supérieures à l'angle de frottement, même avec des sols cohésifs. Ainsi, un modèle équivalent a été mis en place. Il sera possible de vérifier la représentativité du modèle lors d'une prochaine phase.	
	La vérification à l'ELU 3 du mur est à compléter	Lors des prochaines phases, avec l'optimisation demandée pour l'exécution (voir point suivant), la vérification à l'EL3 du mur bac à fleur pourra être ajoutée	
	Globalement, le muret semble largement surdimensionné. A optimiser pour l'exécution	Lors des prochaines phases, il sera possible d'optimiser la géométrie de l'ouvrage	
5.5.1	Ne pas vérifié de la part de NAT-BT-IB. Les phases de construction sont à considérer (efforts internes et externe des clous). Tenir compte de la charge 2 au sujet du chap. 3.1/3.2	Suite aux informations complètes par ouvrages qu'il sera possible de mettre en place en collaboration avec le géologue et géotechnicien du groupement lors d'une phase ultérieure, les paramètres de calcul pour les clous pourront être confirmés, avec les phases de construction.	
5.5.2.2	A expliquer pourquoi en plus des facteurs parties un facteur modèle 1.2 semble être considéré pour la vérification au glissement	Deux facteurs partiels distincts sont considérés : un facteur partiel spécifique au modèle selon la norme SIA 267 8.5.2.1 et un facteur partiel spécifique à la tangente de l'angle de frottement. Les deux sont de 1.2, mais sont présents pour des raisons différentes.	
	A l'interface semelle-sol aucune cohésion ne doit être considéré pour la vérification au glissement (SIA 267 §8.4.1.2)	Le calcul a été modifié pour ne pas inclure la cohésion dans cette vérification	
6	Ne pas vérifié de la part de NAT-BT-IB. Les mêmes remarques générales que pour les chapitres précédents s'appliquent	Les indications spécifiques au degré de protection des micropieux ont été retirées et la note de calcul fait référence au rapport technique dans ce chapitre. Les charges et combinaisons de charges dans la note de calcul sont importants pour la compréhension du document en tant que tel, bien qu'il s'agisse d'un rappel à la base de projet. Le chapitre spécifique aux données géotechniques fait maintenant référence à la base de projet.	x

Chapitre	Charge de la SIOP	Prise de position	avant la PAP
7	Les mêmes remarques générales que pour les chapitres précédents s'appliquent	Les charges et combinaisons de charges dans la note de calcul sont importants pour la compréhension du document en tant que tel, bien qu'il s'agisse d'un rappel à la base de projet. Le chapitre spécifique aux données géotechniques fait maintenant référence à la base de projet.	X
7/8	Les calculs de stabilité sont à interpréter avec prudence, car la charge des escaliers a un effet stabilisant dans les calculs. La sécurité a été augmentée numériquement par l'ajout des escaliers, ce qui n'est pas le cas dans la réalité. Les calculs montrent toutefois qu'à l'état actuel les talus sont stables et les escaliers n'ont pas d'influence négative sur leur stabilité. Il est essentiel que les fondations isoles des escaliers soient fondées dans des couches aptes pour les fondations superficielles (dimensionnement à l'ELU et ELS selon les exigences de la SIA 267 pour des fondations superficielles) Pendant l'exécution, il faut veiller à ce que les fondations soient réalisés suffisamment profondes (pas de couche de sol superficielle)	Dans une prochaine phase, les paramètres géotechniques utilisés lors de la vérification seront à confirmer avec le géologue/géotechnicien (charge 2, chapitre 3.1 & 3.2). Le premier but de ce chapitre est de montrer que les escaliers de service n'ont pas d'effet particulièrement important sur la stabilité des talus dans lesquels ils sont placés. Les spécifications relatives aux fondations des escaliers de service (mise en place pour qu'ils soient dans une couche suffisamment profonde, p. ex) pourront être ajoutés lors d'une prochaine phase.	

2.4 Charge 4, Soutènement de KV – Plan de situation et coupes

Charge de la SIOP	Prise de position
Compléter les couches géologiques et le niveau d'eau (max, moyen)	Les informations géologiques et hydrogéologiques pourront être ajoutées au plan lors d'une prochaine phase
Nécessiter des « puits filtrants » à clarifier (voir charge 1, chap. 1.7)	Le système de drainage mis en place permet l'écoulement de l'eau sans impacter l'infrastructure ferroviaire. Il a été modifié sur le plan pour indiquer qu'il s'agit d'une réservation pour permettre l'écoulement de l'eau.
Préciser le type de garde-corps (exigence CFF : Type A ou Type C)	Le type de garde-corps sera précisé lors d'une prochaine phase
Etanchéité joint entre les éléments à prévoir	Ce point a été clarifié sur le plan et dans le dossier

2.5 Charge 5, Mur bacs à fleurs – Plan de situation et coupes

Charge de la SIOP	Prise de position
Compléter les couches géologiques et le niveau d'eau (max, moyen)	Les informations géologiques et hydrogéologiques pourront être ajoutées au plan lors d'une prochaine phase
Fondation SAZ à réaliser avant le mur	Le programme des travaux devra prendre en compte cette contrainte.
Il ne faut pas réaliser des barbacanes dans le mur en plus d'une conduite de drainage	Les barbacanes sont retirées du plan.
Placer le drainage au point le plus bas derrière le mur et éviter le béton maigre sur la semelle du mur	Le drainage a été déplacé pour pouvoir mieux prendre en compte les besoins à l'arrière du mur
Indiquer la natte drainante	La natte drainante à l'arrière du mur a été ajoutée au plan
Selon nécessité (si présence d'une nappe phréatique, dans le cas d'une nape phréatique position du drain à revoir pour ne pas abaisser le niveau de la nappe) indiquer les mesures quant à l'étanchéité (limiter à une étanchéité au niveau des joints si pas de nappe phréatique présente)	Selon le rapport, il ne s'agit pas d'une nappe mais d'eau sous pression dans une veine perméable. Le drainage prévu permet d'éviter une pression d'eau derrière le mur. Vu les risques de présence d'eau, il n'est pas possible de se limiter à une étanchéité des joints.
Vérifier la nécessité d'une protection anti-chute avec UEW-NAT	Une coordination avec UEW-NAT pourra être faite lors de la prochaine phase au sujet d'une protection anti-chute
Clous : indiquer le niveau de protection contre la corrosion (clouage provisoire !!)	Les informations liées à la protection contre la corrosion ont été ajoutées au plan

2.6 Charge 6, Escaliers de service - Profils en travers

Charge de la SIOP	Prise de position
Compléter les couches géologiques et le niveau d'eau (max, moyen)	Les informations géologiques et hydrogéologiques pourront être ajoutées au plan lors d'une prochaine phase
La profondeur minimale doit être respectée pour toutes les fondations	La profondeur minimale sera respectée.
Pendant l'exécution, il faut veiller à ce qu'aucune fondation ne soit coulée dans la couche de revêtement. Si la couche de sol superficielle est plus épaisse à certains endroits, les fondations doivent être réalisées à une plus grande profondeur	Lors des travaux, il sera possible de s'adapter en fonction de la géologie observée sur place. Ainsi, les fondations pourront se mettre en dessous de la couche superficielle de sol.

2.7 Charge 7, Exécution

Charge de la SIOP	Prise de position
Pour le mur KV un nombre suffisant d'essais pieux sont à prévoir et à documenter. Si les résultats ne devaient pas confirmer les hypothèses admis dans les calculs, des mesures adéquates sont à réaliser pour garantir la stabilité de l'ouvrage. Tous les documents relatifs aux essais, à l'interprétation des essais et les éventuelles mesures sont à joindre à la documentation de l'ouvrage construit	Des tests de portance des pieux sont prévu. Le programme des travaux devra prendre en compte un temps suffisant pour permettre des essais et la prise en compte des résultats. Les résultats des essais seront jointes à la documentation de l'ouvrage construit.

3 Charges du contrôle de qualité aux exigences réglementaires

3.1 Charges relatives au projet de construction

3.1.1 Charge 1, Convention d'utilisation

Chapitre	Charge de la SIOP	Prise de position
2.1	Dans les bases spécifiques du projet, il manque le rapport géotechnique de Geotest. Ou alors fournir rapports DCG pour la SIOP en lieu et place de ce dernier	Le rapport de Geotest a été mis à jour Les rapports de De Cérenville ont été ajouté au document 10.5 Rapport Géotechniques
	Il serait plus facile de retrouver les rapports en mentionnant les numéros	Une numérotation a été mise en place pour les bases générales.
4	Supprimer le paragraphe sur l'exigence de fissuration pour des ouvrages soumis à des projections directes d'eau salée, car hors sujet	Le paragraphe a été supprimé
5.5.1	Il est question d'un système de drainage derrière le mur de soutènement KV, or aucun drainage n'est présenté ni sur les plans ni dans la base de projet ou la note de calculs.	L'évacuation de l'eau du mur de KV a été clarifié dans le dossier et sur le plan
	Il manquerait la présentation de la berlinoise provisoire, au même titre que la paroi clouée est présentée pour le mur bac à fleurs.	La microberlinoise a été ajoutée au chapitre 5.5.1

3.1.2 Charge 2, Rapport technique

Chapitre	Charge de la SIOP Relatives au projet de construction	Prise de position
2	Le panneau de coffrage en partie supérieure de berlinoise n'est mentionné ou visible que sur les plans. Il n'en est fait mention nulle part ailleurs, la suite du document indiquant qu'un blindage bois est prévu en partie supérieure de la berlinoise.	Un blindage en bois sera mis en place. Les indications dans le rapport technique, le plan et la base de projet ont été mises à jour selon cette indication
2	Page 5 : la berlinoise sert de garde-ballast et non de garde-corps comme mentionné dans le texte.	Cette partie a été modifiée pour clarifier la fonction de la microberlinoise
3	Préciser le type d'étayage ou de blindage imaginé pour la tenue des parois de la fouille de fondation	La mise en place de la paroi gunitée clouée a été clarifiée dans ce chapitre
4	Par cohérence avec les descriptions précédentes, indiquer le type de profilés retenu pour les micropieux de fondation.	Le type de profilé a été ajouté
6.2.2	Dito remarque ci-avant.	Le type de profilé a été ajouté

3.1.3 Charge 3, Base de projet

Chapitre	Charge de la SIOP Relatives au projet de construction	Prise de position
1.1	Ajouter « fondations SAZ » dans l'introduction car pas uniquement des ouvrages de soutènement.	L'inclusion des fondations SAZ a été ajoutée au chapitre 1.1
Tableau 1	Dans la case épaisseur pour les micropieux tandis que dans le tableau 3 est indiqué le diamètre d'armature des micropieux	Le tableau 3 a été modifié pour clarifier les indications d'épaisseur
2.1	La dernière version du rapport géotechnique Geotest n'est pas mentionnée.	Le rapport de Geotest a été mis à jour
	Il est fait références aux rapports DCG qui ne sont pas fournis dans le cadre de la SIOP.	Les rapports ont été ajoutés au document 10.5 Rapport géotechnique
	Il serait plus facile de retrouver les rapports en mentionnant leurs numéros	Une numérotation a été mise en place pour les bases générales.
3.1.1	Remplir ou supprimer la colonne de la classification USCS	La colonne a été supprimée
	Renvoyer à la rétroanalyse dans la note de calcul pour obtenir cet angle de frottement	Le paragraphe a été modifié pour renvoyer à la rétroanalyse de la note de calcul.
4.4.2	Il manque dans le tableau 12 le bois de blindage et le béton en fiche de la berlinoise	Les indications liées à la microberlinoise ont été complétées dans la base de projet, qu'il s'agisse des exigences du blindage en bois ou du béton au niveau des fiches.

3.1.4 Charge 4, Note de calcul

Chapitre	Charge de la SIOP	Prise de position
1	HEM 120 et non pas HEB 120 pour les micropieux du mur KV	Le chapitre 1 a été corrigé
	La largeur de 11.92m du mur bac à fleur est différente des 13.8m donnés dans la BP	La largeur du mur est consistante entre les documents. La largeur de 13.8m est la largeur au sommet de la paroi gunitée clouée qui permet de construire le mur bac à fleur
	Les dénominations des fondations SAZ données diffèrent de celles de la BP	La dénomination a été clarifiée pour indiquer les fondations H1 et I81 dans les deux documents
2.1	Le mur de soutènement KV se situe entre les KM 38.783 et 38.811 selon la BP. Incohérence	Les indications ont été corrigées dans la note de calcul
3.3	Le rapport géotechnique Geotest n'est pas mentionné. Les rapports DCG doivent être fournis dans le dossier SIOP.	Le rapport de Geotest a été mis à jour. Les rapports de De Cérenville ont été ajoutés au document 10.5 Rapport géotechnique
4.1	Fournir une coupe de l'ouvrage avec les niveaux stratigraphiques et la lithologie retenus. Cela est essentiel pour la clarté des vérifications menées dans la suite. Surtout que d'un tableau à l'autre les numéros de formations changent	La coupe a été ajoutée
4.2	Préciser que l'entreprise étayera les éléments préfabriqués en attendant leur liaisonnement à la semelle après coulage et prise du béton	L'étayage a été clarifié pour indiquer que l'étayage devra être fait durant le bétonnage de la semelle du mur
4.3	Ils manquent le bois et le béton de fiche de la berlinoise.	Les matériaux de la microberlinoise ont été ajoutés à ce chapitre
4.5.1.1 et 4.5.1.2	Afin de mieux appréhender les valeurs présentées dans ce calcul simplifié, il est nécessaire de fournir une coupe avec les niveaux stratigraphiques et niveaux de soutènement.	La coupe a été ajoutée
	Attention dans le calcul de la butée, il n'est pas pris en compte la largeur réduite sur laquelle cette dernière s'applique du fait de la discontinuité du soutènement.	Le calcul a été adapté pour réduire la largeur effective
	Prendre en compte le coefficient de poussée active majoré.	Le coefficient de poussée majorée a été utilisé
	Quel facteur de sécurité avons-nous avec ce calcul de fiche simplifié ?	La vérification de la stabilité du talus après le terrassement du côté aval de la microberlinoise a été ajoutée. La vérification interne et externe de la microberlinoise est présente dans la note de calcul
	Résumé : l'approche de calcul de la fiche est trop simplifiée, elle ne tient pas compte de la butée réduite, de la poussée majorée ou de la contre-butée. Il faut présenter les vérifications faites sur Larix (entrées et sorties).	Le calcul simplifié donne une estimation de la fiche nécessaire. Les vérifications faites sur Larix permettent de prendre en compte la limitation de la butée, ainsi que de la poussée majorée. Les efforts appliqués à la microberlinoise ont été repris du chapitre 4.4, et les sorties ont été montrées dans le rapport
4.5.1.3	Quels sont les coefficients de réaction considérés pour l'estimation des déplacements attendus du soutènement ?	Les coefficients ont été calculés par Larix. Le modèle de calcul a été indiqué dans le chapitre 4.2. Les matériaux modélisés ont été ajoutés.

Chapitre	Charge de la SIOP	Prise de position
4.5.3.3	Faire la vérification avec le diamètre de forage prévu et présenté dans les plans qui est de 280mm.	Le diamètre de forage mis en place pour les trois armatures ou le HEM 120 est de 280mm. Pour le micropieu avec barre Swiss-gewi, un diamètre de forage de 203mm avait été considéré. Les références à la barre Swiss-gewi a été supprimé de ce chapitre.
4.5.3.4	Attention, on ne considère pas de résistance en pointe pour des micropieux.	La longueur des micropieux a été considéré comme plausible par l'experte dans son dernier rapport. Suite à l'élaboration du modèle sol-structure dans la phase suivante, la longueur des micropieux pourra être adapté. Un calcul différent pourra être mis en place qui ne dépendra pas de la résistance de pointe.
	Attention, dans le cadre du calcul fourni, eta A doit être pris égal à 0.7 et non 0.9.	Un chargement dynamique sera mis en place lors de future phase pour vérifier la capacité de chargement sur micropieux et ainsi confirmer la longueur calculée. Suivant les résultats, un nouveau calcul pourra être effectué, avec un coefficient plus faible
	Les calculs de résistance externe doivent être repris et la longueur de micropieux adaptée.	Suite à l'élaboration du modèle sol-structure, la vérification des micropieux du mur sera mise à jour pour prendre en considération les nouveaux résultats. La longueur des micropieux sera adaptée en conséquence et la vérification de la résistance externe sera faite pour tenir compte des différentes remarques
	Peut-on ajouter par principe la vérification de la traction même si pas déterminante ? ou l'indiquer par une phrase ?	La résistance à la traction a été ajoutée
	Diamètre de 280mm et non barre, page 55.	Le terme a été corrigé
Figure 39	Diagramme des poussées au repos et non pas des poussées passives	La correction a été mise en place
4.5.3.5	Figure 83 : poussée modélisée pour un micropieux en phi 200 alors qu'un phi 280 est retenu selon calculs résistance externe.	La figure 83 représentait une vérification des efforts acceptable pour un micropieu de diamètre 203mm avec barre centrale Swiss-Gewi. Ce type de micropieu a été rejeté en faveur du micropieu avec montant métallique HEM. Ainsi, les références à la structure avec Swiss-gewi a été supprimée de la note de calcul afin de clarifier la compréhension
5.2.2	Confirmer qu'une injection répétitive et sélective est vraiment envisageable pour ces clous, avec obturateurs doubles et plusieurs réinjections ? sinon revoir le qs considéré à la baisse.	Une injection répétitive et sélective a été choisie pour la mise en place des clous. Un essai d'arrachement sera mis en place pour confirmer la résistance externe des clous. Dans le cas où la résistance externe est inférieure à celle prévue, la disposition des clous sera modifiée, par exemple en ajoutant une rangée de clous ou en réduisant l'écart entre les clous

Chapitre	Charge de la SIOP	Prise de position
6.6	Erreur unité sur mortier entre armature et paroi de forage	L'unité a été corrigée en ce sens
	Préciser clairement quel degré pour quel ouvrage, comme dans la BP.	Le chapitre 6.6 est lié au chapitre spécifique aux fondations SAZ (chapitre 6). Cela a été clarifié dans le chapitre 6.6 et le chapitre 4.5.3.1.

3.1.5 Charge 5, Plans

Document	Charge de la SIOP	Prise de position
Soutènement de KV	Le panneau de coffrage dessiné sur le plan n'apparait dans aucun autre document : il faut soit rester cohérent et dessiner une berlinoise qui remonte avec un blindage bois en tête, soit justifier l'utilisation de ces panneaux vis-à-vis des poussées et de la liaison avec la berlinoise qui serait sous-jacente	Un blindage en bois sera mis en place. Les indications dans le rapport technique, le plan et la base de projet ont été mises à jour selon cette indication
	Que sont ces puits filtrants définitifs prévus à l'aval de la berlinoise et quelle est leur utilité ? ils ne sont pas mentionnés dans les rapports	Les puits filtrants permettent à l'eau de plus facilement s'écouler et d'éviter une accumulation d'eau au-dessus de la semelle du mur de KV. La convention d'utilisation a été modifiée en ce sens
	Indiquer quelques niveaux pertinents en m.s.m : ouvrages et niveaux de terrassements, ou a minima utiliser la même cotation que le plan de fondations SAZ	Le plan du mur de KV a été modifié en conséquence
	Légende : ajouter les figurés utilisés pour béton, ballast, etc.	Le plan du mur de KV a été modifié en conséquence
	Il serait pertinent de présenter une vue en plan avec les fondations SAZ sur micropieux pour voir leur disposition en plan.	La situation peut être vue sur le plan 04.09 Situation km 39.200-km 39.900l

3.2 Charges relatives au projet d'exécution

3.2.1 Charge 1, Convention d'utilisation

Chapitre	Charge de la SIOP	Prise de position
3.1.5.2	Préciser ce qu'il est concrètement prévu lors de l'exécution des travaux à proximité directe de la zone polluée	Les travaux ne sont pas prévus dans une zone polluée. Un complément au rapport technique indique la démarche dans le cas de travaux dans une zone polluée.

3.2.2 Charge 2, Note de calcul

Chapitre	Charge de la SIOP	Prise de position
6.5.2	Le calcul fourni pour les micropieux diffère de celui du mur KV. Il serait judicieux de conduire les justifications de la même manière par souci de cohérence.	Une approche complémentaire pourra être mise en place lors d'une phase ultérieure Un essai de traction sera prévu pour confirmer les hypothèses mises en place

3.2.3 Charge 3, Plans

Chapitre	Charge de la SIOP	Prise de position
	Il serait pertinent de présenter une vue en plan avec les fondations SAZ sur micropieux pour voir leur disposition en plan.	La situation peut être vue sur le plan 04.09 Situation km 39.200-km 39.900l

4 Signatures

Auteur du projet :	Date	Signature
Nom : IUB Engineering SA		
Responsable : Aimé Morel		
Rue : Rte André Piller 33a		
Lieu : 1762 Givisiez	…….	……..

Auteur du projet :	Date	Signature
Nom : IUB Engineering SA		
Responsable : Emilie Simonin		
Rue : Rte André Piller 33a		
Lieu : 1762 Givisiez	…….	……..

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

12.603.01

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud
Commune : Prangins

Echelle	Format
1:200	1050x446

N° Plan
201325000.12.603.01

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement
Bâtiment de service
AMENAGEMENTS EXTERIEUR - SITUATION



CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

Aimé Morel
Auteur de projet

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	07.10.24	ara	asi		Création du plan
2	24.01.2025	ara	asi		Corrections suite au contrôle SuperUser
3	06.06.2025	ara	asi		Mise à jour bâtiment de service, env.
4					

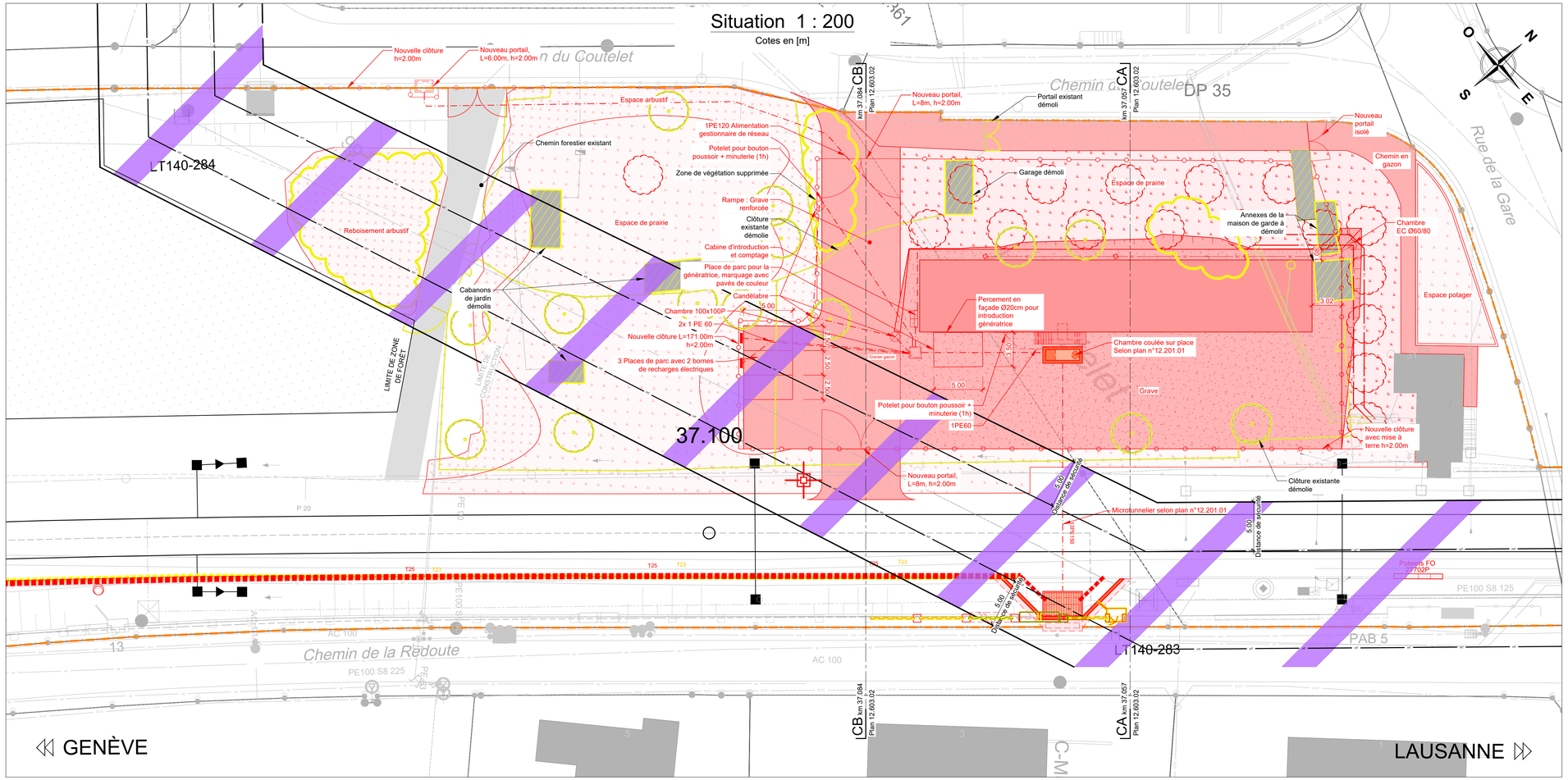
IM Engineering | IUB Engineering

LEGENDE

- Elément existant à conserver
- Elément existant à démolir
- Elément projeté - étape en cours
- Espace de prairie projeté
- Grave projeté
- Limite de parcelle CFF existante
- Bâtiment de service projeté
- Chemin existant
- Zone de sécurité ligne HT
- Espace arbustif projeté
- Gravier gazon projeté

Situation 1 : 200

Cotes en [m]



SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

12.603.02

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud
Commune : Prangins

Echelle	Format
1:100	840x297

N° Plan
201325000.12.603.02

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Bâtiment de service km 37.100

AMENAGEMENT EXTERIEURS - PROFILS EN TRAVERS



CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

Aimé Morel
Auteur de projet

IM Engineering | IUB Engineering

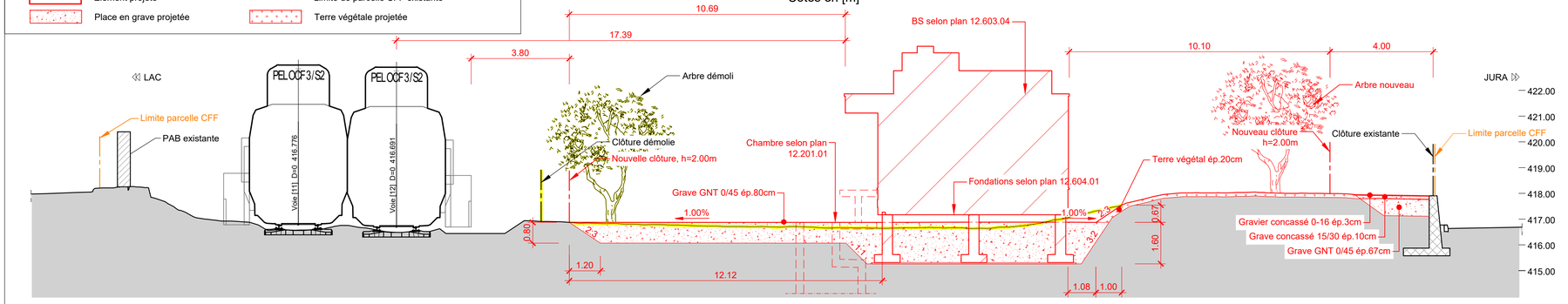
	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	04.10.2024	ara	asi		Création du plan
2	20.01.2025	ara	asi		Corrections suite au contrôle SuperUser
3	10.06.2025	ara	asi		Mise à jour bâtiment de service
4					

LEGENDE

- Elément existant à conserver
- Elément existant à démolir
- Elément projeté
- Place en grave projetée
- Enrobé existant
- Béton coulé en place
- Limite de parcelle CFF existante
- Terre végétale projetée

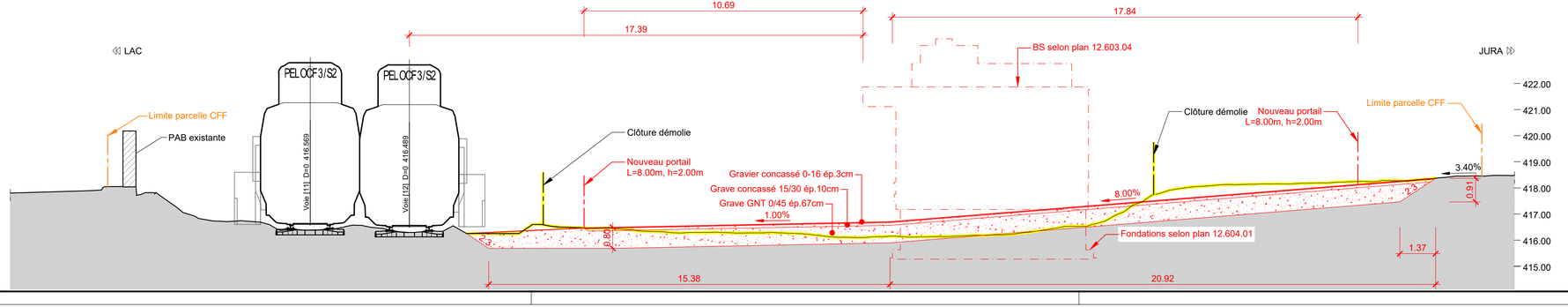
Coupe CA

Km 37.057
Côtes en [m]



Coupe CB

Km 37.084
Côtes en [m]



SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

12.603.03

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud
Commune : Prangins

Echelle	Format
1:100	126 x 45

N° Plan
201325000.12.603.03

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Bâtiment de service

PLAN ET COUPES - BS


Prangins
Nyon
Gland
Crassier
Coppet
Versoix
Genève
Divonne-les-Bains
Thoiry
Ferney-Voltaire
Gex
Saint-Genis-Pouilly
Meyrin
Vernier
Lancy
Carouge
Onex
Bernex
Cartigny
Avully
Confignon
Chancy
Aire-la-Ville
Satigny
Russin
Dardagny
Bellevue
Céligny
Crans-près-Céligny
Arnex-sur-Nyon
Bassins
Duillier
Vich
Borex
Chéserex
Eysins
Arzier
Le Vaud
Saint-Cergue
Le Muids
Le Grand-Saconnex
Pregny-Chambésy
Collex-Bossy
Bellevue
Genthod
Versoix
Commugny
Mies
Tannay
Chavannes-de-Bogis
Bogis-Bossey
Crassier
Coinsins
Vinzel
Begnins
Gingins

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

12.603.04

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud
Commune : Prangins

Echelle	Format
1:100	126 x 45

N° Plan
201325000.12.603.04

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement
Bâtiment de service
PLAN DE PROTECTION CONTRE LE FEU



CFF SA
Infrastructure Projets

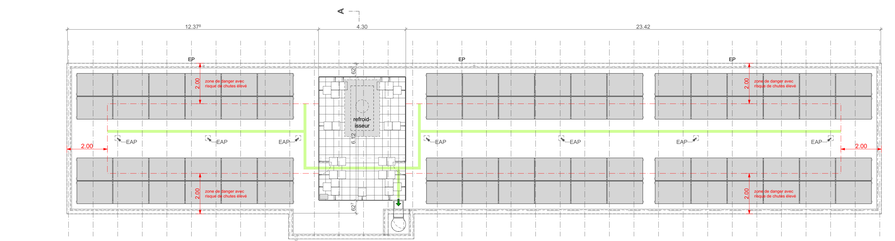
Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

CFF SA
Bâtiment Projets

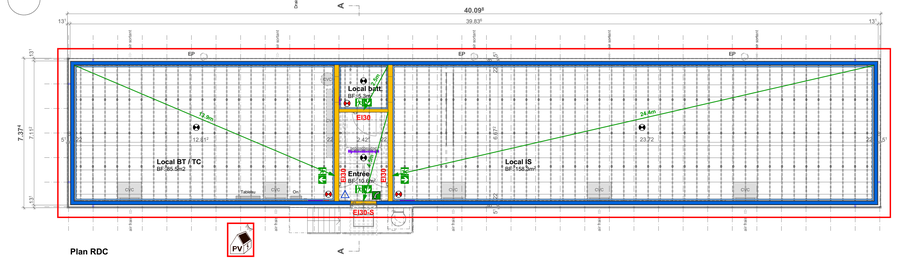
Tiziana Iannone Desmeules
Chef de projet
I-AEP-ENG-BZT-RWT-BAT

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	02.12.2019	rm	-		
8	29.01.2025	rm			
9	03.02.2025	rm			
10	14.04.2025	rm			

SBB CFF FFS
CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch



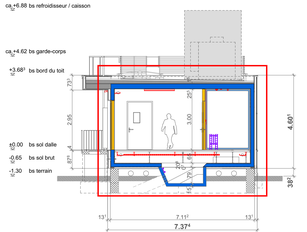
Vue du toit



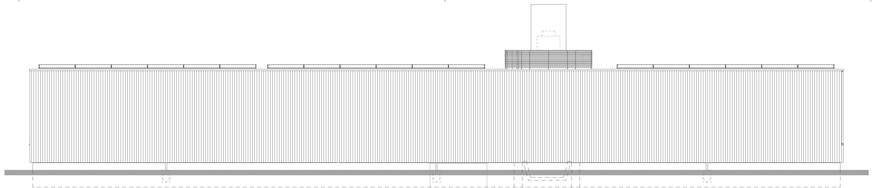
Plan RDC

Légende: Protection contre le feu

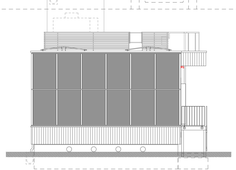
- Voie d'évacuation horiz.
- Long. de voie d'évacuation
- Sortie de secours
- Résistance au feu REI60
- RF1
- Résistance au feu EI30 (meuble résistant au retour de flamme pour plancher)
- Secteur dédecteur de fumée / DI
- Panneau d'issue de secours lumineux
- Fermeture d'urgence SN EN 179
- Extincteur
- Luminaire de secours, portable
- Secteur de luminaires de secours



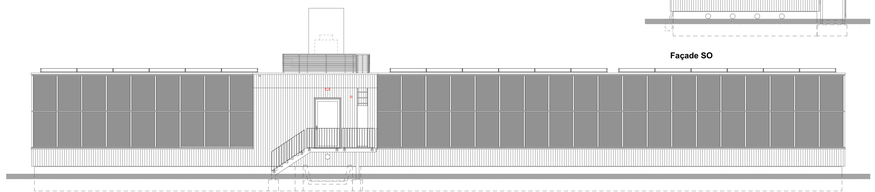
Coupe A - A



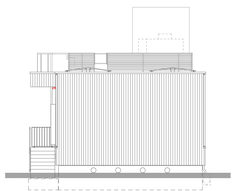
Façade NO



Façade SO



Façade SE



Façade NE

SBB CFF FFS
CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

12.603.05

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud
Commune : Prangins

Echelle	Format
-	A4

N° Plan
-

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Bâtiment de service

CONVENTION D'UTILISATION



Signatures des personnes responsables :
A1. ☒ Signatures originales dans le document B. ○ Signature ci dessous
Ci-dessous :
A2. ☒ Signatures des personnes pro forma

CFF SA
Infrastructure Projets

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

CFF SA
Infrastructure Projets

Tiziana Iannone Desmeules
Chef de projet
I-AEP-ENG-BZT-RWT-BAT

SBB CFF FFS
CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	17.12.2024	Jro	Pli		
2					
3					
4					

Convention d’utilisation

pour les bâtiments ferroviaires en bois à Nyon (BTG H)

Version

du 14.04.2025

© CFF SA

Table des matières

Table des matières **2**

1. Objectifs généraux de l'utilisation **3**
1.1. Descriptif du projet et utilisation prévue 3
1.2. Propriétaire/maîtrise d'ouvrage 3
1.3. Informations concernant les conditions de propriété et d'entretien 3
1.4. Délimitations 3
1.5. Durée d'utilisation prévue 4
1.6. Géométrie 4

2. Utilisation **5**
2.1. Définitions complémentaires concernant l'utilisation 5

3. Principes de base **6**
3.1. Bases spécifiques au projet 6
3.2. Bases légales 6
3.3. Normes 6
3.4. Prescriptions et règlements des CFF et spécifiques aux chemins de fer 7

4. Environnement et exigences de tiers **8**
4.1. Site 8
4.2. Accès et parking 8
4.3. Alimentation électrique 8
4.4. Eau du toit 8
4.5. Fondations 8
4.6. Postes de travail 8

5. Besoins d'exploitation et d'entretien **9**
5.1. Exigences relatives à l'aptitude au service 9

6. Prescriptions particulières de la maîtrise d'ouvrage **10**
6.1. Construction robuste et durable 10
6.2. Recyclabilité 10
6.3. Produits/systèmes 10
6.4. Aptitude au service 10

7. Objectifs de protection et risques particuliers **11**
7.1. Informations générales 11
7.2. Dangers naturels 11
7.3. Séisme 11
7.4. Protection contre les incendies 12
7.5. Chocs 12
7.6. Effraction et sabotage 12
7.7. Mise à la terre 12
7.8. Normes et directives générales 12

8. Signature **13**

© CFF SA

1. Objectifs généraux de l'utilisation

1.1. Descriptif du projet et utilisation prévue

De nombreux bâtiments ferroviaires sont construits dans le cadre de l'automatisation croissante et du renouvellement de la technique des postes d'enclenchement. Il sert à abriter les installations de sécurité, les installations de télécommunication de technique ferroviaire, les installations de chauffage des aiguilles, la commande du courant de traction et les installations d'alimentation électrique. La répartition géographique des installations est décrite dans la réglementation CFF I-50156 Standard de sécurité des bâtiments et locaux de technique ferroviaire (Lien).

L'objectif des CFF est de pouvoir réagir rapidement et efficacement aux besoins des différents sites grâce à un système modulaire standardisé, tout en limitant les coûts de planification et de construction.

L'emplacement du bâtiment doit être prévu de manière à ne pas empiéter sur d'autres installations. Si un empiétement est inévitable dans le périmètre du projet en raison de circonstances extérieures, il faut veiller à le réduire au minimum.

Les indications relatives au sol de fondation, aux canalisations dans le périmètre du projet et au drainage doivent être clarifiées et définies en fonction du site.

1.2. Propriétaire/maîtrise d'ouvrage

Propriétaire/maîtrise d'ouvrage et acheteur des bâtiments de technique ferroviaire :

Chemins de fer fédéraux suisses CFF SA
Infrastructure, Design du réseau, Installations et technologie
Installations d'accueil et bâtiments
Trüsselstrasse 2
CH 3000 Berne 65

1.3. Informations concernant les conditions de propriété et d'entretien

Les informations concernant les conditions de propriété et d'entretien contractuelles existantes/nouvelles sont définies au cas par cas.

1.4. Délimitations

La présente convention d'utilisation se rapporte uniquement à la structure porteuse et à l'équipement technique du bâtiment de technique ferroviaire. Les indications concernant les mesures de construction sont décrites dans le concept du bâtiment.

La convention d'utilisation ne concerne pas les fondations qui doivent être définies par le maître d'ouvrage.
Le transfert de charge est indiqué dans le dossier de statique établi et le maître d'ouvrage doit veiller à sa bonne prise en compte.

© CFF SA

1.5. Durée d'utilisation prévue

Compte tenu de l'importance du bâtiment et de son influence sur l'environnement, la durée d'utilisation prévue est fixée comme suit:

Composant	Années d'utilisation
Structure porteuse en bois	75
Étanchéité de la toiture	25
Façade en bois	25
Revêtement intérieur en plaques de plâtre fibré	25
Modules photovoltaïques sur la façade	25
Constructions métalliques (garde-corps, échelle, protection antichute, autres)	50
Fondations, escaliers et plateformes en béton	80

1.6. Géométrie

Avec ce système modulaire, il faut pouvoir adapter la taille en fonction de la longueur du bâtiment. Ce système doit permettre de mettre en œuvre les exigences relatives à la surface pour l'équipement d'exploitation.

Dimensions intérieures:

- Module (Grille): 1'212 mm
- Profondeur intérieure: 6'672 mm
- Longueur intérieure: selon la base du plan
- Hauteur libre du faux plancher à partir du bord inférieur du faux plancher: 3000 mm
- Hauteur libre sous les panneaux de faux plancher: 610 mm

Dimensions extérieures:
La longueur extérieure totale d'un bâtiment ferroviaire est déterminée par les exigences des services spécialisés des CFF et la grille de référence sélectionnée. La longueur du bâtiment doit être déterminée à l'aide de la grille de référence.

- Module (Grille): 1'212 mm
- Profondeur extérieure: 7'374 mm
- Longueur extérieure: selon la base du plan
- Hauteur du bâtiment à partir du terrain jusqu'au bord du toit: 4'983 mm
- Hauteur du bâtiment à partir du terrain jusqu'au bord supérieur des installations CVC: 8'180 mm
  (Uniquement si le refroidissement est effectué par une machine frigorifique)

La desserte du bâtiment ferroviaire s'effectue via l'escalier en béton de la plate-forme d'entrée. La plate-forme d'entrée est protégée par un auvent.

© CFF SA

2. Utilisation

2.1. Définitions complémentaires concernant l'utilisation

2.1.1. Utilisation convenue

Les charges utiles admissibles pour les parties de construction et les ouvrages à construire sont attribuées comme suit, conformément à la norme SIA 261 et aux directives du maître d'ouvrage:

Surface utile	**Cat.**	**Charges utiles**	
		Qk [kN/m2]	**Qk [kN]**
Entretien des toits	H	0.4	1,0 **1)**
Locaux intérieurs	E	8,0	15.0 **1)**
Accès	E	8,0	15.0 **1)**

Les données correspondent aux valeurs de charge/unités caractéristiques: 1,0 kN/m² = 100 kg/m²
Légende: 1) les charges concentrées ne doivent pas être prises en compte simultanément avec les charges de surface.

2.1.2. Charges statiques des éléments non porteurs

Les charges statiques maximales résultantes des constructions non porteuses du plancher et du toit, ainsi que des cloisons non porteuses, sont limitées comme suit:

Composant	**Construction**	**Charges**
		q_k [kN/m2]
Toit plat CVC	Appareils CVC	2.8
	Dalles de jardin (40 mm)	0.9
	Lit de gravillons (50 mm)	1.0
	Étanchéité + isolation en pente (60 – 220 mm)	0.2
	Lamellé-collé horizontal (240 mm)	1.2
	Plaque de plâtre fibré (15 mm)	0.2
Toit plat PV	Modules PV avec sous-construction	0.4
	Gravier/substrat extensif (90 mm)	1.8
	Étanchéité + isolation en pente (60 – 220 mm)	0.2
	Lamellé-collé horizontal (240 mm)	1.2
	Plaque de plâtre fibré (15 mm)	0.2
Faux plancher	Faux plancher avec plaque de support minérale (rf1)	0,6
Sol	Plaque de plâtre fibré (15 mm)	0.2
	Lamellé-collé horizontal (160 mm)	0,8
	Panneau en aggloméré de bois et ciment (18 mm)	0.2

Les données correspondent aux valeurs de charge/unités caractéristiques: 1,0 kN/m² = 100 kg/m²

2.1.3. Évacuation des eaux

Les toitures plates présentent une pente minimale de 1,5% pour garantir l'évacuation des eaux. Même en cas de déformation, une pente suffisante est garantie (prise en compte au niveau de la statique).

© CFF SA

3. Principes de base

3.1. Bases spécifiques au projet

- Manuel de planification BTG H avec description de toutes les étapes
- I-50156 Standard de sécurité des bâtiments et locaux de technique ferroviaire
- I-50200 Bâtiments pour la technique ferroviaire – Conditions ambiantes pour les locaux de technique ferroviaire

3.2. Bases légales

- DE-OCF (Dispositions d'exécution de l'ordonnance sur les chemins de fer dans la version en vigueur au moment de la conclusion du contrat)
- LCdF (loi sur les chemins de fer)
- Directive Sécurité sismique des installations ferroviaires (2020)
- LEaux, OEaux (loi fédérale sur la protection des eaux, ordonnance sur la protection des eaux)

3.3. Normes

- SIA 118 (2013) Conditions générales pour l'exécution des travaux de construction
- SIA 118/262 (2018) Conditions générales relatives aux constructions en béton
- SIA 260 (2013) Bases pour l'élaboration des projets de structures porteuses
- SIA 261 (2020) Action sur les structures porteuses
- SIA 261/1 (2020) Spécifications complémentaires
- SIA 262 (2013) Construction en béton
- SIA 262/1 (2013) Spécifications complémentaires
- SIA 262.051+A1 (2018) Béton – Définition, propriétés, fabrication et conformité
- SIA 2042 (2012) Prévention de la réaction alcalis-granulats (RAG) des ouvrages en béton
- SIA 265 (2021) Construction en bois
- SIA 265/1 (2009) Spécifications complémentaires
- SIA 269 (2011) Bases pour la maintenance des structures porteuses
- SIA 269/1 - 7 (2011) Maintenance des structures porteuses
- SIA 269/8 (2018) Maintenance des structures porteuses - Séismes
- SIA 270 (2014) Étanchéités et évacuations des eaux – Bases générales et délimitations

© CFF SA

- SIA 274 (2010) (2010) Étanchéité des joints dans la construction – Conception et exécution
- SUVA 44006 (2017) Conception des garde-corps sur les accès permanents aux machines
- SUVA 44066 (2017) Travaux sur les toits
- SUVA 1796 (2005) 832.311.141 Ordonnance sur la sécurité et la protection de la santé des travailleurs dans les travaux de construction
- SN EN 50122-1 (2017) Applications ferroviaires – Installations fixes – Sécurité électrique, mise à la terre et circuit de retour – Partie 1. Mesures de protection contre les chocs électriques
- SIA 2062 (2022) Photovoltaïque intégré et attenant au bâtiment

3.4. Prescriptions et règlements des CFF et spécifiques aux chemins de fer

- Règlements CFF Instructions et fiches
- W BAU GD 40/92 (1992) Aménagement des ouvrages de génie civil
- R RTE 20012 (2022) Profil d’espace libre, voie normale
- D RTE 22040 (2009) Guide pratique de la voie ferrée, écartement normal
- D RTE 27900 (2014) Manuel des conducteurs de retour de courant et des mises à terre
- Prescriptions d’exécution et de qualité CFF (PEQ) et programmes de contrôle (PC)
    - Étanchéité d’ouvrages
    - Garde-corps situés dans les zones accessibles au public
    - Nature
- FAQ Guide de la protection des surfaces de béton
- Factsheet protections antichute
- CFF BZU B23 Manuel de planification Protection antichute et main courante, août 2017, version 1.0

© CFF SA

4. Environnement et exigences de tiers

4.1. Site

La statique du bâtiment ferroviaire BTG est conçue pour un emplacement jusqu'à une hauteur de (y compris la majoration de hauteur) 900 m au-dessus du niveau de la mer.

4.2. Accès et parking

En règle générale, les bâtiments de technique ferroviaire disposent d'un accès routier pour l'équipe d'entretien et de deux places de parking. De même, une voie d'accès au chantier est généralement nécessaire pour le montage du bâtiment. Ces accès doivent être réalisés par le projet concerné.

4.3. Alimentation électrique

Les bâtiments de technique ferroviaire présentent en général un raccordement au réseau électrique local afin d'assurer l'alimentation électrique des installations techniques des bâtiments ainsi que la redondance. Les négociations avec chaque usine sont coordonnées par le projet en question.

4.4. Eau du toit

L'évacuation de l'eau du toit prévue dans le cadre du présent projet doit également être garantie au sein du projet traité. L'interface est le niveau de la dalle de sol.

4.5. Fondations

Les fondations sont également planifiées selon les prescriptions du projet, y compris la vérification de la résistance du sol de fondation. Toutes les autres constructions nécessaires comme les ouvrages de protection ou les murs de soutènement relèvent également de la responsabilité du projet traité.

4.6. Postes de travail

Aucun poste de travail permanent n'est autorisé dans les bâtiments ferroviaires. En cas de panne, les tables de travail permettent d'intervenir rapidement et de procéder aux réparations. Par conséquent, le bâtiment n'a pas besoin de lumière du jour, de climatisation de confort ou d'installations sanitaires.

© CFF SA

5. Besoins d'exploitation et d'entretien

5.1. Exigences relatives à l'aptitude au service

Dans la mesure du possible, les bâtiments de technique ferroviaire doivent être préfabriqués dans l'atelier. Cela pose certains problèmes en matière de logistique des chantiers, mais la qualité des constructions s'en trouve améliorée et la pose accélérée.

Étage	Composant	Exigence	Remarque
Toit/rez-de-chaussée	Éléments relatifs au toit et au plancher	Limitation de la flèche	Réversible w ≤ L/350 [2) 3)] Aspect w ≤ L/300
-	Éléments de construction situés en dessous et au-dessus des surfaces en verre	Limitation de la flèche	Irréversible w ≤ L/500 [1)] Flèche w ≤ 10 mm
Sol	Éléments de sol	Respect de la fréquence propre et des exigences en termes de rigidité	Calcul selon P. Hamm et A. Richter [4)]

Légende: 1) Flèche admissible des éléments incorporés et revêtements à caractère fragile (verre, plâtre, etc.), avec L = portée
2) Flèche admissible des éléments incorporés et revêtements à caractère ductile (bois, métal, etc.)
3) Flèche admissible concernant l'utilisation et l'exploitation due aux actions variables (charge utile, neige, etc.)
4) Règles de calcul des vibrations des plafonds en bois d'après l'état actuel de la technique.

© CFF SA

6. Prescriptions particulières de la maîtrise d'ouvrage

6.1. Construction robuste et durable

En raison des conditions d'exploitation, les CFF accordent une grande importance à la robustesse et à la durabilité des ouvrages afin de limiter les travaux d'entretien.

6.2. Recyclabilité

L'ensemble du bâtiment doit être conçu selon une approche modulaire afin qu'il puisse être intégralement désassemblé lors du démantèlement. Les éléments individuels doivent être remplaçables/réparables, et les matériaux doivent se prêter au tri lors du démantèlement en vue de leur réutilisation, si possible, ou de leur recyclage/valorisation. Aucun matériau composite ni collé ne doit être utilisé, seulement des matériaux adaptés au tri sont admis.

6.3. Produits/systèmes

Le BTG est construit à partir d'éléments en bois préfabriqués posés sur des semelles filantes bétonnées sur place.

Les éléments en acier doivent être traités contre la corrosion et conçus dans une optique de durabilité.

6.4. Aptitude au service

6.4.1. Exigences

L'utilisation convenue est garantie sans restrictions pendant toute la durée de vie et même sous l'action de la neige et du vent.

Les exigences courantes générales en matière d'aptitude au service de bâtiments correspondent aux normes pertinentes de la SIA.

6.4.2. Mesures

Les exigences en matière d'aptitude au service sont garanties par des mesures de conception, matériaux, ainsi que par des mesures de dimensionnement et d'exécution. Ces mesures sont décrites en détail dans la base du projet.

© CFF SA

7. Objectifs de protection et risques particuliers

7.1. Informations générales

Pour les impacts généraux, tels que les charges propres, les charges appliquées, les charges d'exploitation, la neige et le vent, les objectifs de protection conformes aux normes sont applicables, ainsi que les coefficients de sécurité et de résistance habituels selon la norme SIA 260.

- L'enveloppe des bâtiments n'est pas en contact avec la terre afin d'être protégée de l'eau stagnante. L'entrée est située à 80 cm au-dessus du niveau du terrain.
- Autres dangers naturels tels que les inondations, les avalanches, les chutes de pierres et de glace, les glissements de terrain, les coulées de boue, de terre, etc. sont exclues ou, le cas échéant, traitées par chaque projet lors de la création d'ouvrages de protection.

7.2. Dangers naturels

Comme le bâtiment ferroviaire peut être construit sur divers sites présentant des conditions-cadres différentes concernant les dangers naturels du type neige et vent, seuls les paramètres mentionnés ci-après sont pris en compte. Ces paramètres doivent être contrôlés dans chaque projet et, le cas échéant, être adaptés aux conditions locales.

Neige		**Norme SIA 261 chiffre 5**
Altitude	mètres	700
Altitude supplémentaire	m	200
Charge de neige sur la toiture q_k	[kN/m2]	2.4
Vent		**Norme SIA 261 chiffre 6**
Coefficient du profil de répartition	(niv.)	IIa

7.3. Séisme

Selon la directive de l'OFT: «Sécurité sismique des installations ferroviaires» du 1er décembre 2020, paragraphe 3.2. Exigences minimales pour la classe d'ouvrage, aucun élément de l'infrastructure ferroviaire ne figure dans la classe d'ouvrage III. Les bâtiments construits dans la zone Z3a-Z3b doivent être réévalués.

Séisme		**Norme SIA 261 chiffre 16**
Classe d'ouvrage	---	II
Zone sismique	---	Z2
Classe de terrain de fondation	--	E

© CFF SA

7.4. Protection contre les incendies

- Les exigences de la classe REI60 s'appliquent aux éléments porteurs.
- Les surfaces intérieures des murs porteurs extérieurs doivent satisfaire aux exigences de la classe RF1.
- La surface de la façade doit répondre aux exigences de la classe RF3, la couche sous-jacente à celle RF1.

7.5. Chocs

Les déraillements, collisions, sorties de route de véhicules, sont gérés par le projet selon les DE-OCF. Des mesures de protection peuvent être mises en œuvre.

7.6. Effraction et sabotage

Les effets exceptionnels sur la structure porteuse à la suite d'une effraction ou un acte de sabotage n'ont pas été pris en compte. La destruction délibérée et les explosions sont considérées comme des risques acceptables et ne sont pas mesurées.

7.7. Mise à la terre

- Les gaines de câble à leur entrée dans le bâtiment sont mises à la terre de manière centralisée.
- Le HPAS doit être placé dans le local technique du bâtiment.
- Les gaines de câbles, les tuyaux métalliques et les éventuels armatures en acier doivent être reliés par des connexions courtes à la HPAS ou à la PAS.
- La HPAS (Barre principale d'équipotentialité) est équipée d'un rail de terre de 2 m, avec des canaux grillagés des deux côtés et 80 raccordements de câbles.
- La PAS (Barre d'équipotentialité secondaire) est équipée d'un rail de terre de 1 à 2 m, avec des canaux grillagés des deux côtés et 20 à 60 raccordements de câbles.
- La KSS (Barre de mise à la terre pour les équipements spécifiques) est équipée de deux rails de terre de 1,5 m et d'un canal grillagé central, avec un total de 100 raccordements de câbles.
- La mise à la terre du faux plancher, la mise à la terre du bâtiment et les mises à la terre des installations techniques doivent être acheminées séparément vers les rails de mise à la terre correspondants.
- La PAS est mise à la terre sur la HPAS à l'aide de deux câbles de 25 mm².
- La KSS est mise à la terre sur la HPAS à l'aide de deux câbles de 50 mm².
- Les mises à la terre sont réalisées conformément aux directives de l'instruction "D RTE 27900 – « Manuel des conducteurs de retour de courant et des mises à terre».

7.8. Normes et directives générales

L'étude de projet comprend la conception, l'analyse structurale et le dimensionnement de la structure porteuse, à l'exclusion des fondations et de

© CFF SA

l'excavation, et s'appuie notamment sur les normes SIA 260 à SIA 274 (édition 2021) relatives aux structures porteuses.

8. Signature

Berne, le 14.04.2025

Suppléance du maître d'ouvrage CFF



Philippe Lieb
Infrastructure I Installations et technologie
CFF Infrastructure

Sarnen, le 14.04.2025

Auteur du projet



Jürg Rothenbühler
Responsable
Premoco System AG

© CFF SA

SBB CFF FFS
CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

12.603.06

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud
Commune : Prangins

Echelle	Format
-	A4

N° Plan
-

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Bâtiment de service

BASE DE PROJET



Signatures des personnes responsables :
A1. ☒ Signatures originales dans le document B. ○ Signature ci dessous
Ci-dessous :
A2. ☒ Signatures des personnes pro forma

CFF SA
Infrastructure Projets

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

CFF SA
Infrastructure Projets

Tiziana Iannone Desmeules
Chef de projet
I-AEP-ENG-BZT-RWT-BAT

SBB CFF FFS
CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	14.04.2025	Jro	Pli		
2					
3					
4					

Base du projet

pour le bâtiment de technique ferroviaire en bois à Nyon

Version

du 14.04.2025

© CFF SA

Table des matières

Table des matières **2**

1. Généralités **3**
1.1. Introduction 3
1.2. Description du projet 3
1.3. Délimitation 3
1.4. Durée d'utilisation 3

2. Principes de base **4**
2.1. Bases spécifiques au projet 4
2.2. Plans 4
2.3. Bases légales 4
2.4. Normes 4
2.5. Prescriptions et règlements des CFF et spécifiques aux chemins de fer 4

3. Concept de la structure **5**
3.1. Système statique 5
3.2. Système d'appui 5
3.3. Modèle de dimensionnement 5

4. Impacts **6**
4.1. Impacts permanentes 6
4.2. Impacts variables 6
4.3. Impacts accidentels 7

5. Sécurité structurale **8**

6. Durabilité **8**

7. Risques acceptés **9**
7.1. Pendant la phase de construction 9
7.2. Pendant la phase d'exploitation 9

8. Signature **9**

© CFF SA

1. Généralités

1.1. Introduction

Le présent document s'applique aux bâtiments ferroviaires des CFF construits en bois (BTG H). Ce document regroupe les principales hypothèses et les situations de risque pertinentes pour l'état de fonctionnement.

La base du projet permet de définir les travaux de construction nouvelle, les processus de construction, les analyses sur la sécurité structurale ainsi que le choix des matériaux de construction.

La présente base de projet repose sur la convention d'utilisation du 14. Avril 2025. Les objectifs d'utilisation et les prescriptions de la maîtrise d'ouvrage sont consignés dans la convention d'utilisation et ne seront pas répétés dans la base du projet. La présente base de projet concerne uniquement la construction en bois et le socle. La fondation ainsi que les considérations hydrologiques et géologiques n'en font pas partie et doivent être traitées en tenant compte des spécificités de l'objet.

1.2. Description du projet

La description du projet figurant dans la convention d'utilisation est également valable pour la base du projet et sera complétée et spécifiée ici.

La présente base de projet porte sur les bâtiments ferroviaires en bois. Ces derniers sont conçus de manière modulaire avec une profondeur intérieure fixe et une longueur variable.

D'autres spécifications doivent être définies en fonction du site.

La machine frigorifique avec l'aéroréfrigérant est installée sur le toit. La diffusion de chaleur est assurée par un aéroréfrigérant air-eau. Celui-ci est livré sous forme de module individuel avec la machine frigorifique et est installé sur le toit. L'émission de froid est assurée par un évaporateur eau-eau. L'installation frigorifique fonctionne au propane (R290).

L'accès au toit est sécurisé par une porte de condamnation verrouillable en tôle striée afin d'empêcher toute montée non autorisée. La crinoline protège les personnes autorisées contre les chutes lorsqu'elles utilisent l'échelle. Pour les inspections visuelles des autres surfaces du toit, des points d'ancrage individuels sont prévus. La plateforme et l'escalier sont sécurisés par un garde-corps.

1.3. Délimitation

Voir la convention d'utilisation

1.4. Durée d'utilisation

Voir la convention d'utilisation

© CFF SA

2. Principes de base

2.1. Bases spécifiques au projet

Voir la convention d'utilisation

2.2. Plans

- Plan du projet de construction 1:100 avec plan, coupe + façades
- Plan de protection incendie et d'évacuation 1:100

2.3. Bases légales

Voir convention d'utilisation

2.4. Normes

Voir convention d'utilisation

2.5. Prescriptions et règlements des CFF et spécifiques aux chemins de fer

Voir convention d'utilisation

© CFF SA

3. Concept de la structure

3.1. Système statique

Le système structural est composé d'éléments de plancher en bois massif. Ils reposent sur trois semelles filantes. Sur les plans statique et structurel, les éléments en bois sont reliés par des plaques au niveau de leurs joints verticaux.

La toiture est également en bois massif. Une poutre à une travée s'étend sur la largeur normalisée du bâtiment. Comme pour les éléments du plancher, les éléments du toit sont reliés par des plaques sur les plans statique et structurel, au niveau de leurs joints verticaux.

Les murs porteurs sont matérialisés par des cloisons à ossature isolée. Une plaque supplémentaire est prévue à l'intérieur pour stabiliser les murs. Elle permet le renforcement longitudinal et transversal du bâtiment, conformément aux exigences statiques. Aucun percement n'est autorisé sur la partie courte du mur.

Les murs intérieurs structurant l'espace sont également conçus avec des cloisons à ossature isolés et ont une fonction porteuse et de contreventement.

À l'intérieur du bâtiment, le sol et les murs sont recouverts d'une plaque de plâtre fibré pour des raisons de protection contre les incendies.

3.2. Système d'appui

L'appui vertical est assuré par des détails de construction en bois standardisés, adaptés aux forces appliquées. La répartition de la charge des forces horizontales s'effectue par le biais d'une traverse de montage ancrée dans la fondation.

3.3. Modèle de dimensionnement

Le dimensionnement des éléments porteurs se fait à l'aide de tableaux de calcul (Excel). Aucune autre modélisation n'est utilisée.

© CFF SA

4. Impacts

4.1. Impacts permanentes

Impact	Mesures/ Traitement ultérieur	Hypothèses de calcul	
Toit plat CVCA	Vérification théorique/ calcul statique	Appareils CVC	2,8 kN/m^2
		Dalles de jardin (40 mm) + lit de gravillons (50 mm) Étanchéité + isolation de la pente (60 - 220 mm)	1,8 kN/m^2
		Bois lamellé-collé couché (240 mm) Plaque de plâtre (15 mm)	1,4 kN/m^2
		Total g+a	**6,0 kN/m^2**
Toit plat PV	Vérification théorique/ calcul statique	Modules PV avec sous-construction	0,4 kN/m^2
		Gravier/substrat extensif (90 mm) Étanchéité + isolation en pente (60 - 220 mm)	2,0 kN/m^2
		Bois lamellé-collé couché (240 mm) Plaque de plâtre (15 mm)	1,4 kN/m^2
		Total g+a	**3,8 kN/m^2**
Sol[1]	Vérification théorique/ calcul statique	Faux plancher	0,6 kN/m^2
		Plaque de plâtre armé de fibres (15 mm) Bois lamellé-collé couché (240 mm) Panneau en aggloméré de ciment (18 mm)	1,1 kN/m^2
		Total g+a	**1,7 kN/m^2**

1) Les charges calculées sont inférieures aux 8kN/m2 prévus par le maître d'ouvrage. Elles sont donc déterminantes pour le dimensionnement du sol.

4.2. Impacts variables

Impact	Mesures/ Traitement ultérieur	Hypothèses de calcul	
Neige	Vérification théorique/ calcul statique	Hauteur de référence h0	900 m
		Coefficient d'exposition Ce	1.0
		Coefficient de forme de toiture	0,8
		Charge de neige sur la toiture qk	2,4 kN/m^2
Vent	Vérification théorique/ calcul statique	Valeur de référence de la pression dynamique q_{p0}	0,9 kN/m2
		Catégorie de terrain, grande plaine	IIa
		Coefficient du profil de répartition ch	1.1
		Pression dynamique qk	1,0 kN/m2

© CFF SA

4.3. Impacts accidentels

Impact	Mesures/ Traitement ultérieur	Hypothèses de calcul	
Séisme	Vérification théorique/ calcul statique Mesures constructives selon la norme SIA 261, chiffre 16.4	Zone sismique: Z2 agd Classe du sol de fondation E Classe d'ouvrage II Facteur de signification γ_f Les bâtiments construits dans la zone Z3a-Z3b doivent être réévalués.	1,00 m/s2 E II 1.2
Incendie	Vérification théo-rique/détail		
Collisions	Risque accepté		
Explosion	Risque accepté		
Glissements de terrain/coulées de boue/chute de pierres	Risque accepté		
Crue	Risque accepté		

© CFF SA

5. Sécurité structurale

La vérification de la sécurité structurale s'effectue conformément à la norme SIA 260, chap. 4.4.3, aux dispositions des normes SIA 260, 261, 262, 265 et 269 et à la situation de dimensionnement.

Situation de risque/dimensionnement		**État-limite/aptitude au service**	**Cas de charge**	**Coefficients**
I	Trafic ferroviaire provisoire	**Ia: sécurité structurale du toit**	Neige comme action prépondérante	γ_G = 1.35 γ_S = 1.50
I	Trafic ferroviaire provisoire	**Ia: sécurité structurale du sol**	Charge utile comme action prépondérante	γ_G = 1.35 γ_Q = 1.50
		Ib: aspect du sol -- Flèche w ≤ l/300	Quasi permanent Permanent + fluage pris en considération	γ_G = 1.35 γ_Q = 1.50 ψ_0 = 1,00 ψ_1 = 0,90 ψ_2 = 0,80
		Ib: L/350 plancher ductile -- Flèche w ≤ l/350	Fréquemment	γ_G = 0,60 γ_A = 1,60 γ_Q = 1.38
		Ib: aspect du toit -- Flèche w ≤ l/300	Quasi permanent Permanent + fluage pris en considération	γ_G = 1,60 γ_S = 0,00 ψ_0 = 0,93 ψ_1 = 0,72 ψ_2 = 0,00
		Ib: L/350 toit ductile -- Flèche w ≤ l/350	Fréquemment	γ_G = 0,60 γ_A = 1,60 γ_Q = 0.72

6. Durabilité

Voir convention d'utilisation

© CFF SA

7. Risques acceptés

7.1. Pendant la phase de construction

Mêmes risques que pendant la phase d'exploitation.

7.2. Pendant la phase d'exploitation

Les risques suivants sont pris en compte par chaque projet et mis en œuvre conformément au concept correspondant:

- collision avec un véhicule ferroviaire
- sorties de route de véhicules
- crues
- glissements de terrain/coulées de boue/chute de pierres

Les risques suivants sont acceptés:

- détérioration volontaire
- explosions

Voir aussi convention d'utilisation

8. Signature

Berne, le 14.04.2025

Suppléance du maître d'ouvrage CFF



Philippe Lieb
Infrastructure I Installations et technologie
CFF Infrastructure

Sarnen, le 14.04.2025

Auteur du projet



Jürg Rothenbühler
Responsable
Premoco System AG

© CFF SA

SBB CFF FFS
CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

12.603.07

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud
Commune : Prangins

Echelle	Format
-	A4

N° Plan
-

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Bâtiment de service

NOTE DE CALCUL



Signatures des personnes responsables :
A1. ☒ Signatures originales dans le document B. ○ Signature ci dessous
Ci-dessous :
A2. ☒ Signatures des personnes pro forma

CFF SA Infrastructure Projets	CFF SA Infrastructure Projets
Blaise Destraz Chef de projet général I-AEP-LEM-NY	Tiziana Iannone Desmeules Chef de projet I-AEP-ENG-BZT-RWT-BAT

SBB CFF FFS
CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	17.06.2025	Eme	JR		
2					
3					
4					

holzbautechnikburch

Note de calcul Bâtiment ferroviaire en bois



Preuve établie par :
Holzbautechnik Burch AG
Elia Merzaghi, Holzbauingenieur
Brünigstrasse 88
6060 Sarnen

Resume

REGLEMENTS ET DOCUMENTS 3
Calcul du toit 4
Calcul du sol 10
Calcul du linteaux 15
Charge du vent 20
Charge sismique 22
Calcul Mur longitudinal séisme 24
Calcul Mur pignon séisme 26
Calcul mur transversal intérieur séisme 28
Calcul tirants d'appuis mur extérieur 33
Calcul plaques d'ancrage mur transversal 35
Calcul des plaques de seuil / éléments de sol / éléments muraux 39
Plan de répartition des charges 46

REGLEMENTS ET DOCUMENTS

Convention d'utilisation 30.01.2025
Base de projet 30.01.2025

Normes SIA 260 (2021), SIA 261 (2021), SIA 263 (2021), SIA 265 (2021)

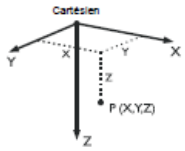
Calcul du toit

Toit en poutres en bois lamellé-collé, qualité industrielle. Épaisseur 240 mm.
Classe de résistance GL24h, résistance à la flexion 16 N/mm², module d'élasticité 11'500 N/mm².
Toutes les vérifications selon SIA 265 sont remplies.

MODÈLE - DONNÉES DE BASE

	Général	Nom du modèle	:	BTG H Dach
		Type de modèle	:	2D-XZ (ux/uz/φy)
		Direction positive de l'axe global Z	:	Vers le bas
		Classification des cas de charge et combinaisons	:	Selon la norme : SIA 260 + SIA 265 (Holz) Annexe Nationale : Aucune
		☒ Créer les combinaisons automatiquement	:	☒ Combinaisons de résultat
	Options	☐ Utiliser la règle CQC		
		☐ Activer le modèle CAO/BIM		
		Gravitation standard		
		g	:	10.00 m/s²

1.1 NŒUDS



Nœud n°	Nœud de réf.	Système de coordonnées	Coordonnées du nœud X [m]	Z [m]	Commentaire
1	-	Cartésien	33.400	0.000	Supporté
2	-	Cartésien	40.600	0.000	Supporté
5	-	Cartésien	33.400	4.000	Supporté
6	-	Cartésien	40.600	4.000	Supporté
9	-	Cartésien	42.200	4.000	
10	-	Cartésien	33.400	8.000	Supporté
11	-	Cartésien	40.600	8.000	Supporté
14	-	Cartésien	42.200	8.000	
15	-	Cartésien	35.500	8.000	Supporté

1.2 MATÉRIAUX

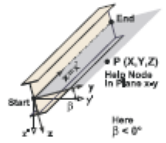
Matér. n°	Module E [kN/cm²]	Module G [kN/cm²]	Poids spécif. γ [kN/m³]	Coef. thermique α [1/°C]	Coefficient partiel γ_M [-]	Modèle du matériau
3	Normales Brettschichtholz GL24h Neu | SIA 265:2012-01					
	1150.00	50.00	5.00	5.00E-06	1.50	Isotrope linéairement élastique
	Benutzerdefiniertes Material					

1.3 SECTIONS



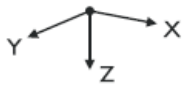
Section n°	Matér. n°	I_t [cm⁴] A [cm²]	I_y [cm⁴] A_y [cm²]	I_z [cm⁴] A_z [cm²]	Axes princip. α [°]	Rotation α' [°]	Dimensions totales [mm] Largeur b	Hauteur h
1	H-Rechteck 1000/240							
	3	2400.00	115200.00	2000.00	0.00	0.00	1000.0	240.0

1.7 BARRES



Barre n°	Type de barre	Nœud Début	Nœud Fin	Rotation Type	Rotation β [°]	Section Début	Section Fin	Articul. n° Début	Articul. n° Fin	Exc. n°	Div. n°	Longueur L [m]	
1	Poutre	1	2	Angle	0.00	1	1	-	-	-	-	7.200	X
2	Poutre	5	6	Angle	0.00	1	1	-	-	-	-	7.200	X
3	Poutre	10	15	Angle	0.00	1	1	-	-	-	-	2.100	X
13	Poutre	6	9	Angle	0.00	1	1	-	-	-	-	1.600	X
16	Poutre	15	11	Angle	0.00	1	1	-	-	-	-	5.100	X
19	Poutre	11	14	Angle	0.00	1	1	-	-	-	-	1.600	X

1.8 APPUIS NODAUX



Appui n°	Nœud n°	Rotation [°] aut. Y	Appui ou ressort [kN/m] [kNm/rad] u_X	u_Z	φ_Y	Commentaire
1	1,2,5,6,10,11,15	0.00	☒	☒	☐	

2.1 CAS DE CHARGE

Cas de charge	Description du cas de charge	Catégorie d'action	Poids propre - Facteur en direction activé	X	Y	Z	SIA 260 + SIA 265 Durée de charge
CC1	Poids propre	Permanente	☒	0.000		1.000	Permanente
CC3	Neige	Neige / glace	☐				Court terme

2.1.1 CAS DE CHARGE - PARAMÈTRES DE CALCUL

Cas de charge	Description du cas de charge	Paramètres de calcul
CC1	Poids propre	Méthode de l'analyse : ◉ Analyse géométriquement linéaire
		Activer les facteurs de rigidité de : : ☒ Sections (facteur pour J, I_y, I_z, A, A_y, A_z)
		: ☒ Barres (facteur pour GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)
CC3	Neige	Méthode de l'analyse : ◉ Analyse géométriquement linéaire
		Activer les facteurs de rigidité de : : ☒ Sections (facteur pour J, I_y, I_z, A, A_y, A_z)
		: ☒ Barres (facteur pour GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)

2.6 COMBINAISONS DE RÉSULTATS

Com. de de rés.	Combin. de résultats	Chargement
CR1		1.35*CC1/s
CR2		1.35*CC1/s + 1.5*CC3/s
CR3		1.6*CC1/s
CR4		1.6*CC1/s + CC3/s
CR5		1.6*CC1/s
CR6		1.6*CC1/s + 0.72*CC3/s
CR7		1.6*CC1/s
CR8	GZT Typ 2 - Grundkombination	CR1/s ou CR2/s
CR9	GZG - Charakteristisch / Selten	CR3/s ou CR4/s
CR10	GZG - Häufig	CR5/s ou CR6/s
CR11	GZG - Quasi-ständig	CR7/s

CC1
Poids propre

3.2 CHARGES DE BARRE

CC1: Poids propre

n°	Référence à	Sur les barre n°	- Type	- Distrib.	- Direction	Référence Longueur	Paramètres de charge Symbole	Valeur	Unité
3	Barres	1-3,13,16, 19	Force	Uniforme	Z	Longueur réelle	p	2.600	kN/m
9	Barres	3,16	Force	Uniforme	Z	Longueur réelle	p	2.800	kN/m

CC3
Neige

3.2 CHARGES DE BARRE

CC3: Neige

n°	Référence à	Sur les barre n°	- Type	- Distrib.	- Direction	Référence Longueur	Paramètres de charge Symbole	Valeur	Unité
1	Barres	1-3,13,16, 19	Force	Uniforme	Z	Longueur réelle	p	2.400	kN/m

4.0 RÉSULTATS - RÉSUMÉ

	Description	Valeur	Unité	Commentaire
	CC1 - Poids propre			
	Somme des charges selon X	0.00	kN	
	Somme des forces d'appui selon X	0.00	kN	
	Somme des charges selon Z	114.40	kN	
	Somme des forces d'appui selon Z	114.40	kN	Écart 0.00%
	Résultante des réactions autour de X	0.00	kNm	Au centre de gravité du modèle (X:37.57, Y:0.00, Z:4.26 m)
	Résultante des réactions autour de Y	11.45	kNm	Au centre de gravité du modèle
	Résultante des réactions autour de Z	0.00	kNm	Au centre de gravité du modèle
	Déplacement max. selon X	0.0	mm	
	Déplacement max en direction Z	10.3	mm	Barre n° 1, x: 3.600 m
	Déplacement vectoriel max.	10.3	mm	Barre n° 1, x: 3.600 m
	Rotation max. autour de Y	-4.5	mrad	Barre n° 1, x: 0.000 m
	Méthode de l'analyse	Linéaire		Analyse géométriquement linéaire
	Réduction de la rigidité multipliée par coefficient	☐		
	Nombre d'incrément de charge	1		
	Nombre d'itérations	1		
	CC3 - Neige			
	Somme des charges selon X	0.00	kN	
	Somme des forces d'appui selon X	0.00	kN	
	Somme des charges selon Z	59.52	kN	
	Somme des forces d'appui selon Z	59.52	kN	Écart 0.00%
	Résultante des réactions autour de X	0.00	kNm	Au centre de gravité du modèle (X:37.57, Y:0.00, Z:4.26 m)
	Résultante des réactions autour de Y	0.00	kNm	Au centre de gravité du modèle
	Résultante des réactions autour de Z	0.00	kNm	Au centre de gravité du modèle
	Déplacement max. selon X	0.0	mm	
	Déplacement max en direction Z	6.5	mm	Barre n° 1, x: 3.600 m
	Déplacement vectoriel max.	6.5	mm	Barre n° 1, x: 3.600 m
	Rotation max. autour de Y	-2.8	mrad	Barre n° 1, x: 0.000 m
	Méthode de l'analyse	Linéaire		Analyse géométriquement linéaire
	Réduction de la rigidité multipliée par coefficient	☐		
	Nombre d'incrément de charge	1		
	Nombre d'itérations	1		
	Résumé			
	Déplacement max. selon X	0.0	mm	
	Déplacement max en direction Z	10.3	mm	CC1, Barre n° 1, x: 3.600 m
	Déplacement vectoriel max.	10.3	mm	CC1, Barre n° 1, x: 3.600 m
	Rotation max. autour de Y	-4.5	mrad	CC1, Barre n° 1, x: 0.000 m
	Nombre d'éléments finis 1D (éléments de barre)	6		
	Nombre de nœuds du maillage EF	9		
	Nombre d'équations	27		
	Nombre max d'itérations	100		
	Divisions des barres pour les résultats de barres	10		
	Divisions des barres de câbles, de fondations ou des barres coniques	10		
	Activer la rigidité de cisaillement (A-y, A-z) des barres	☒		

Autres paramètres	Nombre max d'itérations	: 100
	Nombre de divisions pour les résultats de la barre	: 10
	Division de barre, câbles, fondation et barres coniques	: 10
	Nombre de division de barres pour la recherche des valeurs maximales	: 10
Options	☒ Activer la rigidité de cisaillement des barres (Ay, Az)	
	☒ Modifier la contrainte (matériau, sections, barres, cas de charge et combinaisons)	
	☒ Appliquer les actions de charge de température/de déformation sans modification de rigidité	
Précision et tolérance	☐ Modifier les paramètres par défaut	

4.3 SECTIONS - EFFORTS INTERNES

Barre n°	CC/CO	Nœud n°	Position x [m]	Forces [kN] N		V_z		Moments M_y [kNm]	
	Section n° 1: H-Rechteck 1000/240								
1	CC1	MAX N	0.000	▷ 0.00		13.68		0.00	
1	CC1	MIN N	0.000	▷ 0.00		13.68		0.00	
16	CC1	MAX V_z	0.000	0.00	▷	18.63		-14.07	
16	CC1	MIN V_z	5.100	0.00	▷	-15.03		-4.86	
1	CC1	MAX M_y	3.600	0.00		0.00	▷	24.62	
3	CC1	MIN M_y	2.100	0.00		-13.63	▷	-14.07	

4.3 SECTIONS - EFFORTS INTERNES

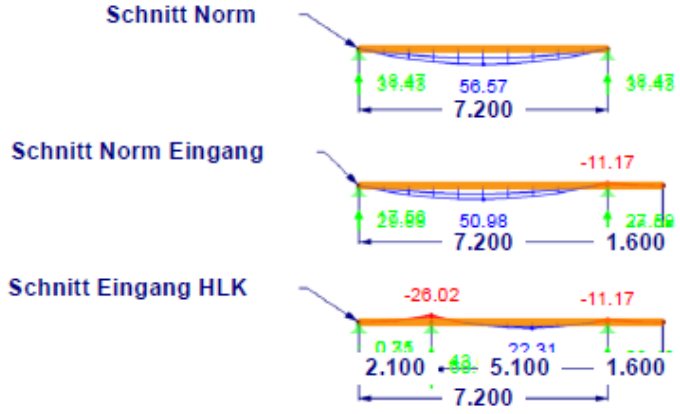
Combinaisons de résultats

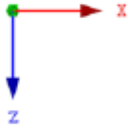
Barre n°	CR	Nœud n°	Position x [m]		Forces [kN] N		V_z		Moments M_y [kNm]		Cas de ch. corresp.
	Section n° 1: H-Rechteck 1000/240										
1	CR1		0.000	MAX N	▷ 0.00		18.47		0.00		CC 1
1	CR1		0.000	MIN N	▷ 0.00		18.47		0.00		CC 1
16	CR4		0.000	MAX V_z	0.00	▷	36.25		-27.19		CC 1,3
2	CR2		7.200	MIN V_z	0.00	▷	-32.98		-11.17		CC 1,3
1	CR2		3.600	MAX M_y	0.00		0.00	▷	56.57		CC 1,3
3	CR4		2.100	MIN M_y	0.00		-26.56	▷	-27.19		CC 1,3

EFFORTS INTERNES M_y, LAGERREAKTIONEN

CR8 : GZT Typ 2 - Grundkombination
Schnittgrößen M-y
Lagerreaktionen[kN]
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Sens opposé à l'axe Y





Max M-y: 56.57, Min M-y: -26.02 [kNm]
Max P-X: 0.00, Min P-X: 0.00 kN
Max P-Z: 60.34, Min P-Z: 0.31 kN

3.943 m

1.1.1 DONNÉES DE BASE

Barres à vérifier :			Tout
Vérification selon la norme :			SIA 265:2012 + SIA 265-C1:2012
Vérification de l'état limite ultime Combinaisons de résultats à vérifier :		CR8	GZT Typ 2 - Grundkombination
Vérification de l'état limite de service Combinaisons de résultats à vérifier :		CR10 CR11	GZG - Häufig GZG - Quasi-ständig

1.2 MATÉRIAUX

Mat. n°	Description	Commentaire
3	Normales Brettschichtholz GL24h Neu | SIA 265-2012	Benutzerdefiniertes Material

1.3.1 SECTIONS

Sect. n°	Mat. n°	Section Description [mm]	Vérification max. Rapport	Commentaire
1	3	H-Rechteck 1000/240	1.03	

1.4 DURÉE DE CHARGE ET CLASSE DE SERVICE

CC/CO/CR	CC, CO ou CR Description	Type de cas de charge
LF1	Eigengewicht	Permanente
LF3	Schnee	Neige / glace
EK1	1.35*LF1/s	-
EK2	1.35*LF1/s + 1.5*LF3/s	-
EK5	1.6*LF1/s	-
EK6	1.6*LF1/s + 0.72*LF3/s	-
EK11	GZG - Quasi-ständig	-

Classe de service CLSE
Classe de service 1 : Identique pour toutes barres/ensembles de barres

1.5 LONGUEURS EFFICACES - BARRES

Barre n°	Flambem Possible	Flambement autour de l'axe Possible	$k_{cr,y}$	$L_{cr,y}$ [m]	Flambement autour de l'axe Possible	$k_{cr,z}$	$L_{cr,z}$ [m]	Déversement Possible	Définir L_{cr} / M_{cr}	L_{cr} [m] / M_{cr} [kNm]
1	☒	☒	1.000	7.200	☒	1.000	7.200	☒	comme la longueur de la barre	7.200
2	☒	☒	1.000	7.200	☒	1.000	7.200	☒	comme la longueur de la barre	7.200
3	☒	☒	1.000	2.100	☒	1.000	2.100	☒	comme la longueur de la barre	2.100
13	☒	☒	1.000	1.600	☒	1.000	1.600	☒	comme la longueur de la barre	1.600
16	☒	☒	1.000	5.100	☒	1.000	5.100	☒	comme la longueur de la barre	5.100
19	☒	☒	1.000	1.600	☒	1.000	1.600	☒	comme la longueur de la barre	1.600

1.9 ÉTAT LIMITE DE SERVICE

n°	Référence à	Barres/Ensembles n°	Longueur de référence Manuel.	L [m]	Direct.	Imperfection en arc $w_{0,y}$[mm]	$w_{0,z}$[mm]	Type de poutre
1	Barre	1	☐	7.200	y; z	0.0	0.0	Poutre
2	Barre	2	☐	7.200	y; z	0.0	0.0	Poutre
3	Barre	3	☐	2.100	y; z	0.0	0.0	Poutre
5	Barre	16	☐	5.100	y; z	0.0	0.0	Poutre

2.4 VÉRIFICATION PAR BARRE

Barre n°	Position x [m]	CC/CO/CR	Vérification		Vérificati n°	Description
1	Section n° 1 - H-Rechteck 1000/240					
	0.000	EK2	0.11	≤ 1	111)	Résistance de la section - Cisaillement à cause de l'effort tranchant Vz selon 4.2.5.1
	3.600	EK2	0.37	≤ 1	151)	Résistance de la section - Flexion uniaxiale selon 4.2.3.1
	0.000	EK5	0.00	≤ 1	400)	État limite de service - Déformations négligeables
	3.600	EK6	1.03	> 1	402)	État limite de service - Situation de projet fréquente selon 4.6 (21) - Travée interne, direction z
	3.600	EK11	0.69	≤ 1	403)	État limite de service - Situation de projet quasi permanente selon 4.6 (22) - Travée interne, direction z
2	Section n° 1 - H-Rechteck 1000/240					
	7.200	EK2	0.11	≤ 1	111)	Résistance de la section - Cisaillement à cause de l'effort tranchant Vz selon 4.2.5.1
	3.600	EK2	0.33	≤ 1	151)	Résistance de la section - Flexion uniaxiale selon 4.2.3.1
	0.000	EK5	0.00	≤ 1	400)	État limite de service - Déformations négligeables
	3.600	EK6	0.91	≤ 1	402)	État limite de service - Situation de projet fréquente selon 4.6 (21) - Travée interne, direction z
	3.600	EK11	0.61	≤ 1	403)	État limite de service - Situation de projet quasi permanente selon 4

2.4 VÉRIFICATION PAR BARRE

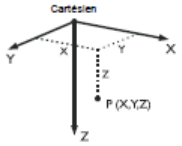
Barre n°	Position x [m]	CC/CO/ CR	Vérification		Vérificati n°	Description
						4.6 (22) - Travée interne, direction z
3	Section n° 1 - H-Rechteck 1000/240					
	0.000	EK1	0.00	≤ 1	100)	Résistance de la section - Effort interne négligeable
	2.100	EK2	0.09	≤ 1	111)	Résistance de la section - Cisaillement à cause de l'effort tranchant Vz selon 4.2.5.1
	2.100	EK2	0.17	≤ 1	151)	Résistance de la section - Flexion uniaxiale selon 4.2.3.1
	0.000	EK5	0.00	≤ 1	400)	État limite de service - Déformations négligeables
	1.470	EK6	0.04	≤ 1	402)	État limite de service - Situation de projet fréquente selon 4.6 (21) - Travée interne, direction z
	1.470	EK11	0.03	≤ 1	403)	État limite de service - Situation de projet quasi permanente selon 4.6 (22) - Travée interne, direction z
13	Section n° 1 - H-Rechteck 1000/240					
	1.600	EK2	0.00	≤ 1	100)	Résistance de la section - Effort interne négligeable
	0.000	EK2	0.05	≤ 1	111)	Résistance de la section - Cisaillement à cause de l'effort tranchant Vz selon 4.2.5.1
	0.000	EK2	0.07	≤ 1	151)	Résistance de la section - Flexion uniaxiale selon 4.2.3.1
16	Section n° 1 - H-Rechteck 1000/240					
	0.000	EK2	0.12	≤ 1	111)	Résistance de la section - Cisaillement à cause de l'effort tranchant Vz selon 4.2.5.1
	0.000	EK2	0.17	≤ 1	151)	Résistance de la section - Flexion uniaxiale selon 4.2.3.1
	0.000	EK5	0.00	≤ 1	400)	État limite de service - Déformations négligeables
	2.550	EK6	0.29	≤ 1	402)	État limite de service - Situation de projet fréquente selon 4.6 (21) - Travée interne, direction z
	2.550	EK11	0.21	≤ 1	403)	État limite de service - Situation de projet quasi permanente selon 4.6 (22) - Travée interne, direction z
19	Section n° 1 - H-Rechteck 1000/240					
	1.600	EK2	0.00	≤ 1	100)	Résistance de la section - Effort interne négligeable
	0.000	EK2	0.05	≤ 1	111)	Résistance de la section - Cisaillement à cause de l'effort tranchant Vz selon 4.2.5.1
	0.000	EK2	0.07	≤ 1	151)	Résistance de la section - Flexion uniaxiale selon 4.2.3.1

Calcul du sol

Sol en poutres en bois lamellé-collé, qualité industrielle. Épaisseur 160 mm.
Classe de résistance GL24h, résistance à la flexion 16 N/mm², module d'élasticité 11'500 N/mm².
Toutes les vérifications selon SIA 265 sont remplies.

MODÈLE - DONNÉES DE BASE

Général	Nom du modèle	:	BTG H Boden
	Type de modèle	:	2D-XZ (ux/uz/φy)
	Direction positive de l'axe global Z	:	Vers le bas
	Classification des cas de charge et combinaisons	:	Selon la norme : SIA 260 + SIA 265 (Holz) Annexe Nationale : Aucune
	☒ Créer les combinaisons automatiquement	:	☒ Combinaisons de résultat
Options	☐ Utiliser la règle CQC		
	☐ Activer le modèle CAO/BIM		
	Gravitation standard		
	g	:	10.00 m/s²



1.1 NŒUDS

Nœud n°	Nœud de réf.	Système de coordonnées	Coordonnées du nœud X [m]	Z [m]	Commentaire
3	-	Cartésien	0.000	0.000	Supporté
4	-	Cartésien	7.200	0.000	Supporté
17	-	Cartésien	3.600	0.000	Supporté
20	-	Cartésien	10.000	0.000	Supporté
21	-	Cartésien	12.600	0.000	Supporté

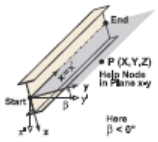
1.2 MATÉRIAUX

Matér. n°	Module E [kN/cm²]	Module G [kN/cm²]	Poids spécif. γ [kN/m³]	Coef. thermique α [1/°C]	Coefficient partiel γ_M [-]	Modèle du matériau
3	Normales Brettschichtholz GL24h Neu | SIA 265:2012-01					
	1150.00	50.00	5.00	5.00E-06	1.50	Isotrope linéairement élastique
	Benutzerdefiniertes Material					



1.3 SECTIONS

Section n°	Matér. n°	I_t [cm⁴] / A [cm²]	I_y [cm⁴] / A_y [cm²]	I_z [cm⁴] / A_z [cm²]	Axes princip. α [°]	Rotation α' [°]	Dimensions totales [mm] Largeur b	Hauteur h
2	H-Rechteck 1000/160							
	3	1600.00	34133.34	1333.33	0.00	0.00	1000.0	160.0



1.7 BARRES

Barre n°	Type de barre	Nœud Début	Nœud Fin	Rotation Type	Rotation β [°]	Section Début	Section Fin	Articul. n° Début	Articul. n° Fin	Exc. n°	Div. n°	Longueur L [m]	
4	Poutre	3	17	Angle	0.00	2	2	-	-	-	-	3.600	X
7	Poutre	17	4	Angle	0.00	2	2	-	-	-	-	3.600	X
17	Poutre	20	21	Angle	0.00	2	2	-	-	-	-	2.600	X

1.8 APPUIS NODAUX



Appui n°	Nœud n°	Rotation [°] aut. Y	Appui ou ressort [kN/m] [kNm/rad] u_X	u_Z	φ_Y	Commentaire
1	3,4,17,20,21	0.00	☒	☒	☐	

2.1 CAS DE CHARGE

Cas de charge	Description du cas de charge	Catégorie d'action	Poids propre - Facteur en direction activé	X	Y	Z	SIA 260 + SIA 265 Durée de charge
CC1	Poids propre	Permanente	☒	0.000		1.000	Permanente
CC2	Charge utile	Imposée - catégorie E : aires de stockage	☐				Long terme

Holzbautechnik Burch AG
Brünigstrasse 88 · 6060 Sarnen · 041 666 76 86
Moosmattstrasse 29 · 6005 Luzern · 041 310 48 03
burch@holzbautechnik.ch · holzbautechnik.ch

2.1.1 CAS DE CHARGE - PARAMÈTRES DE CALCUL

Cas de charge	Description du cas de charge	Paramètres de calcul
CC1	Poids propre	Méthode de l'analyse : ⦿ Analyse géométriquement linéaire Activer les facteurs de rigidité de : : ☒ Sections (facteur pour J, I_y, I_z, A, A_y, A_z) : ☒ Barres (facteur pour GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)
CC2	Charge utile	Méthode de l'analyse : ⦿ Analyse géométriquement linéaire Activer les facteurs de rigidité de : : ☒ Sections (facteur pour J, I_y, I_z, A, A_y, A_z) : ☒ Barres (facteur pour GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)

2.6 COMBINAISONS DE RÉSULTATS

Com. de de rés.	Combin. de résultats	Chargement
CR1		1.35*CC1/s
CR2		1.35*CC1/s + 1.5*CC2/s
CR3		1.6*CC1/s
CR4		1.6*CC1/s + 1.48*CC2/s
CR5		1.6*CC1/s
CR6		1.6*CC1/s + 1.38*CC2/s
CR7		1.6*CC1/s
CR8		1.6*CC1/s + 1.28*CC2/s
CR9	GZT Typ 2 - Grundkombination	CR1/s ou CR2/s
CR10	GZG - Charakteristisch / Selten	CR3/s ou CR4/s
CR11	GZG - Häufig	CR5/s ou CR6/s
CR12	GZG - Quasi-ständig	CR7/s ou CR8/s

CC1
Poids propre

3.2 CHARGES DE BARRE

CC1: Poids propre

n°	Référence à	Sur les barre n°	- Type	- Distrib.	- Direction	Référence Longueur	Paramètres de charge Symbole	Valeur	Unité
4	Barres	4,7,17	Force	Uniforme	Z	Longueur réelle	p	1.250	kN/m

CC2
Charge utile

3.2 CHARGES DE BARRE

CC2: Charge utile

n°	Référence à	Sur les barre n°	- Type	- Distrib.	- Direction	Référence Longueur	Paramètres de charge Symbole	Valeur	Unité
1	Barres	4,7,17	Force	Uniforme	Z	Longueur réelle	p	8.000	kN/m

4.0 RÉSULTATS - RÉSUMÉ

	Description	Valeur	Unité	Commentaire
	CC1 - Poids propre			
	Somme des charges selon X	0.00	kN	
	Somme des forces d'appui selon X	0.00	kN	
	Somme des charges selon Z	20.09	kN	
	Somme des forces d'appui selon Z	20.09	kN	Écart 0.00%
	Résultante des réactions autour de X	0.00	kNm	Au centre de gravité du modèle (X:5.64, Y:0.00, Z:0.00 m)
	Résultante des réactions autour de Y	0.00	kNm	Au centre de gravité du modèle
	Résultante des réactions autour de Z	0.00	kNm	Au centre de gravité du modèle
	Déplacement max. selon X	0.0	mm	
	Déplacement max en direction Z	0.5	mm	Barre n° 4, x: 1.440 m
	Déplacement vectoriel max.	0.5	mm	Barre n° 4, x: 1.440 m
	Rotation max. autour de Y	-0.5	mrad	Barre n° 4, x: 0.000 m
	Méthode de l'analyse	Linéaire		Analyse géométriquement linéaire
	Réduction de la rigidité multipliée par coefficient	☐		
	Nombre d'incrément de charge	1		
	Nombre d'itérations	1		
	CC2 - Charge utile			
	Somme des charges selon X	0.00	kN	
	Somme des forces d'appui selon X	0.00	kN	
	Somme des charges selon Z	78.40	kN	
	Somme des forces d'appui selon Z	78.40	kN	Écart 0.00%
	Résultante des réactions autour de X	0.00	kNm	Au centre de gravité du modèle (X:5.64, Y:0.00, Z:0.00 m)
	Résultante des réactions autour de Y	0.00	kNm	Au centre de gravité du modèle
	Résultante des réactions autour de Z	0.00	kNm	Au centre de gravité du modèle
	Déplacement max. selon X	0.0	mm	
	Déplacement max en direction Z	2.1	mm	Barre n° 4, x: 1.440 m
	Déplacement vectoriel max.	2.1	mm	Barre n° 4, x: 1.440 m
	Rotation max. autour de Y	-2.1	mrad	Barre n° 4, x: 0.000 m
	Méthode de l'analyse	Linéaire		Analyse géométriquement linéaire
	Réduction de la rigidité multipliée par coefficient	☐		
	Nombre d'incrément de charge	1		
	Nombre d'itérations	1		
	Résumé			
	Déplacement max. selon X	0.0	mm	
	Déplacement max en direction Z	2.1	mm	CC2, Barre n° 4, x: 1.440 m
	Déplacement vectoriel max.	2.1	mm	CC2, Barre n° 4, x: 1.440 m
	Rotation max. autour de Y	-2.1	mrad	CC2, Barre n° 4, x: 0.000 m
	Nombre d'éléments finis 1D (éléments de barre)	3		
	Nombre de nœuds du maillage EF	5		
	Nombre d'équations	15		
	Nombre max d'itérations	100		
	Divisions des barres pour les résultats de barres	10		
	Divisions des barres de câbles, de fondations ou des barres coniques	10		
	Activer la rigidité de cisaillement (A-y, A-z) des barres	☒		

Autres paramètres	Nombre max d'itérations	: 100
	Nombre de divisions pour les résultats de la barre	: 10
	Division de barre, câbles, fondation et barres coniques	: 10
	Nombre de division de barres pour la recherche des valeurs maximales	: 10
Options	☒ Activer la rigidité de cisaillement des barres (Ay, Az)	
	☒ Modifier la contrainte (matériau, sections, barres, cas de charge et combinaisons)	
	☒ Appliquer les actions de charge de température/de déformation sans modification de rigidité	
Précision et tolérance	☐ Modifier les paramètres par défaut	

4.3 SECTIONS - EFFORTS INTERNES

Barre n°	CC/CO	Noeud n°	Position x [m]	Forces [kN] N	Forces [kN] V_z	Moments M_y [kNm]
	Section n° 2: H-Rechteck 1000/160					
4	CC1	MAX N	0.000	0.00	2.78	0.00
4	CC1	MIN N	0.000	0.00	2.78	0.00
7	CC2	MAX V_z	0.000	0.00	17.95	-12.79
4	CC2	MIN V_z	3.600	0.00	-17.95	-12.79
4	CC2	MAX M_y	1.440	0.00	-0.67	7.33
4	CC2	MIN M_y	3.600	0.00	-17.95	-12.79

4.3 SECTIONS - EFFORTS INTERNES

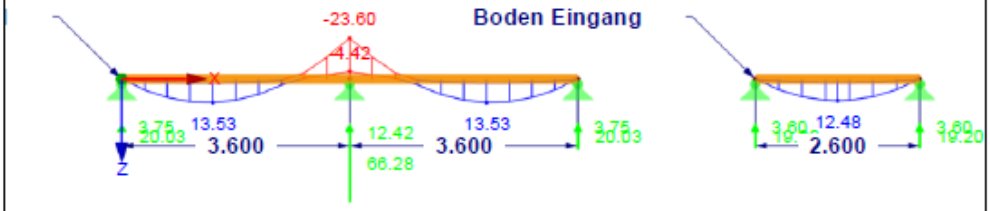
Combinaisons de résultats

Barre n°	CR	Noeud n°	Position x [m]		Forces [kN] N	Forces [kN] V_z	Moments M_y [kNm]	Cas de ch. corresp.
	Section n° 2: H-Rechteck 1000/160							
4	CR1		0.000	MAX N	0.00	3.75	0.00	CC 1
4	CR1		0.000	MIN N	0.00	3.75	0.00	CC 1
7	CR4		0.000	MAX V_z	0.00	33.93	-24.17	CC 1,2
4	CR4		3.600	MIN V_z	0.00	-33.93	-24.17	CC 1,2
4	CR4		1.440	MAX M_y	0.00	-1.27	13.85	CC 1,2
4	CR4		3.600	MIN M_y	0.00	-33.93	-24.17	CC 1,2

EFFORTS INTERNES M_y, LAGERREAKTIONEN

CR9 : GZT Typ 2 - Grundkombination
Schnittgrößen M-y
Lagerreaktionen[kN]
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Sens opposé à l'axe Y



Max M-y: 13.53, Min M-y: -23.60 [kNm]
Max P-X': 0.00, Min P-X': 0.00 kN
Max P-Z': 66.28, Min P-Z': 3.60 kN

2.055 m

Holzbautechnik Burch AG
Brünigstrasse 88 • 6060 Sarnen • 041 666 76 86
Moosmattstrasse 29 • 6005 Luzern • 041 310 48 03
burch@holzbautechnik.ch • holzbautechnik.ch

1.1.1 DONNÉES DE BASE

Barres à vérifier :			Tout
Vérification selon la norme :			SIA 265:2012 + SIA 265-C1:2012
Vérification de l'état limite ultime Combinaisons de résultats à vérifier :		CR9	GZT Typ 2 - Grundkombination
Vérification de l'état limite de service Combinaisons de résultats à vérifier :		CR11 CR12	GZG - Häufig GZG - Quasi-ständig

1.2 MATÉRIAUX

Mat. n°	Description	Commentaire
3	Normales Brettschichtholz GL24h Neu | SIA 265-2012	Benutzerdefiniertes Material

1.3.1 SECTIONS

Sect. n°	Mat. n°	Section Description [mm]	Vérification max. Rapport	Commentaire
2	3	H-Rechteck 1000/160	0.36	

1.4 DURÉE DE CHARGE ET CLASSE DE SERVICE

CC/CO/CR	CC, CO ou CR Description	Type de cas de charge
LF1	Eigengewicht	Permanente
LF2	Nutzlast	Imposée - catégorie E : aires de stockage
EK1	1.35*LF1/s	-
EK2	1.35*LF1/s + 1.5*LF2/s	-
EK5	1.6*LF1/s	-
EK6	1.6*LF1/s + 1.38*LF2/s	-
EK7	1.6*LF1/s	-
EK8	1.6*LF1/s + 1.28*LF2/s	-

Classe de service CLSE
Classe de service 1 : Identique pour toutes barres/ensembles de barres

1.5 LONGUEURS EFFICACES - BARRES

Barre n°	Flambem Possible	Flambement autour de l'axe Possible	$k_{cr,y}$	$L_{cr,y}$ [m]	Flambement autour de l'axe Possible	$k_{cr,z}$	$L_{cr,z}$ [m]	Déversement Possible	Définir L_{cr} / M_{cr}	L_{cr} [m] / M_{cr} [kNm]
4	☒	☒	1.000	3.600	☒	1.000	3.600	☒	comme la longueur de la barre	3.600
7	☒	☒	1.000	3.600	☒	1.000	3.600	☒	comme la longueur de la barre	3.600
17	☒	☒	1.000	2.600	☒	1.000	2.600	☒	comme la longueur de la barre	2.600

1.9 ÉTAT LIMITE DE SERVICE

n°	Référence à	Barres/Ensembles n°	Longueur de référence Manuel.	L [m]	Direct.	Imperfection en arc $w_{0,y}$[mm]	$w_{0,z}$[mm]	Type de poutre
1	Barre	4	☐	3.600	y; z	0.0	0.0	Poutre
2	Barre	7	☐	3.600	y; z	0.0	0.0	Poutre
3	Barre	17	☐	2.600	y; z	0.0	0.0	Poutre

2.4 VÉRIFICATION PAR BARRE

Barre n°	Position x [m]	CC/CO/CR	Vérification		Vérificati n°	Description
4	Section n° 2 - H-Rechteck 1000/160					
	3.600	EK2	0.17	≤ 1	111)	Résistance de la section - Cisaillement à cause de l'effort tranchant Vz selon 4.2.5.1
	3.600	EK2	0.35	≤ 1	151)	Résistance de la section - Flexion uniaxiale selon 4.2.3.1
	0.000	EK5	0.00	≤ 1	400)	État limite de service - Déformations négligeables
	1.440	EK6	0.36	≤ 1	402)	État limite de service - Situation de projet fréquente selon 4.6 (21) - Travée interne, direction z
	1.440	EK8	0.29	≤ 1	403)	État limite de service - Situation de projet quasi permanente selon 4.6 (22) - Travée interne, direction z
7	Section n° 2 - H-Rechteck 1000/160					
	0.000	EK2	0.17	≤ 1	111)	Résistance de la section - Cisaillement à cause de l'effort tranchant Vz selon 4.2.5.1
	0.000	EK2	0.35	≤ 1	151)	Résistance de la section - Flexion uniaxiale selon 4.2.3.1
	0.000	EK5	0.00	≤ 1	400)	État limite de service - Déformations négligeables
	2.160	EK6	0.36	≤ 1	402)	État limite de service - Situation de projet fréquente selon 4.6 (21) - Travée interne, direction z
	2.160	EK8	0.29	≤ 1	403)	État limite de service - Situation de projet quasi permanente selon 4.6 (22) - Travée interne, direction z
17	Section n° 2 - H-Rechteck 1000/160					
	0.000	EK2	0.10	≤ 1	111)	Résistance de la section - Cisaillement à cause de l'effort tranchant Vz selon 4.2.5.1
	1.300	EK2	0.18	≤ 1	151)	Résistance de la section - Flexion uniaxiale selon 4.2.3.1
	0.000	EK5	0.00	≤ 1	400)	État limite de service - Déformations négligeables
	1.300	EK6	0.32	≤ 1	402)	État limite de service - Situation de projet fréquente selon 4.6 (21) - Travée interne, direction z
	1.300	EK8	0.26	≤ 1	403)	État limite de service - Situation de projet quasi permanente selon 4.6 (22) - Travée interne, direction z

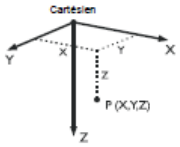
Calcul du linteaux

Linteau mur de séparation en bois lamellé-collé, qualité industrielle. Épaisseur 120/520 mm.
Linteau porte en bois lamellé-collé, qualité industrielle. Épaisseur 160/200 mm.
Classe de résistance GL24h, résistance à la flexion 16 N/mm², module d'élasticité 11'500 N/mm².
Toutes les vérifications selon SIA 265 sont remplies.

MODÈLE - DONNÉES DE BASE

	Général	Nom du modèle	:	BTG H Stürze
		Type de modèle	:	2D-XZ (ux/uz/φy)
		Direction positive de l'axe global Z	:	Vers le bas
		Classification des cas de charge et combinaisons	:	Selon la norme : SIA 260 + SIA 265 (Holz) Annexe Nationale : Aucune
		☒ Créer les combinaisons automatiquement	:	☒ Combinaisons de résultat
	Options	☐ Utiliser la règle CQC		
		☐ Activer le modèle CAO/BIM		
		Gravitation standard		
		g	:	10.00 m/s²

1.1 NŒUDS



Nœud n°	Nœud de réf.	Système de coordonnées	Coordonnées du nœud X [m]	Coordonnées du nœud Z [m]	Commentaire
22	-	Cartésien	0.000	0.000	Supporté
23	-	Cartésien	2.500	0.000	Supporté
24	-	Cartésien	6.000	0.000	Supporté
25	-	Cartésien	7.500	0.000	Supporté

1.2 MATÉRIAUX

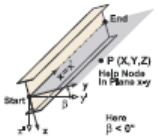
Matér. n°	Module E [kN/cm²]	Module G [kN/cm²]	Poids spécif. γ [kN/m³]	Coef. thermique α [1/°C]	Coefficient partiel γ_M [-]	Modèle du matériau
3	Normales Brettschichtholz GL24h Neu | SIA 265:2012-01					
	1150.00	50.00	5.00	5.00E-06	1.50	Isotrope linéairement élastique
	Benutzerdefiniertes Material					

1.3 SECTIONS



Section n°	Matér. n°	I_t [cm⁴] A [cm²]	I_y [cm⁴] A_y [cm²]	I_z [cm⁴] A_z [cm²]	Axes princip. α [°]	Rotation α' [°]	Dimensions totales [mm] Largeur b	Hauteur h
4	H-Rechteck 120/520							
	3	624.00	140608.00	520.00	0.00	0.00	120.0	520.0
5	H-Rechteck 160/200							
	3	320.00	10666.67	266.67	0.00	0.00	160.0	200.0

1.7 BARRES



Barre n°	Type de barre	Nœud Début	Nœud Fin	Rotation Type	Rotation β [°]	Section Début	Section Fin	Articul. n° Début	Articul. n° Fin	Exc. n°	Div. n°	Longueur L [m]	
20	Poutre	22	23	Angle	0.00	4	4	-	-	-	-	2.500	X
21	Poutre	24	25	Angle	0.00	5	5	-	-	-	-	1.500	X

1.8 APPUIS NODAUX



Appui n°	Nœud n°	Rotation [°] aut. Y	Appui ou ressort [kN/m] [kNm/rad] u_X	u_Z	φ_Y	Commentaire
1	22-25	0.00	☒	☒	☐	

2.1 CAS DE CHARGE

Cas de charge	Description du cas de charge	Catégorie d'action	Poids propre - Facteur en direction activé	X	Y	Z	SIA 260 + SIA 265 Durée de charge
CC1	Poids propre	Permanente	☒	0.000		1.000	Permanente
CC3	Neige	Neige / glace	☐				Court terme

Holzbautechnik Burch AG
Brünigstrasse 88 • 6060 Sarnen • 041 666 76 86
Moosmattstrasse 29 • 6005 Luzern • 041 310 48 03
burch@holzbautechnik.ch • holzbautechnik.ch

2.1.1 CAS DE CHARGE - PARAMÈTRES DE CALCUL

Cas de charge	Description du cas de charge	Paramètres de calcul		
CC1	Poids propre	Méthode de l'analyse	: ◉	Analyse géométriquement linéaire
		Activer les facteurs de rigidité de :	: ☒	Sections (facteur pour J, I_y, I_z, A, A_y, A_z)
			: ☒	Barres (facteur pour GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)
CC3	Neige	Méthode de l'analyse	: ◉	Analyse géométriquement linéaire
		Activer les facteurs de rigidité de :	: ☒	Sections (facteur pour J, I_y, I_z, A, A_y, A_z)
			: ☒	Barres (facteur pour GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)

2.6 COMBINAISONS DE RÉSULTATS

Com. de de rés.	Combin. de résultats	Chargement
CR1		1.35*CC1/s
CR2		1.35*CC1/s + 1.5*CC3/s
CR3		1.6*CC1/s
CR4		1.6*CC1/s + CC3/s
CR5		1.6*CC1/s
CR6		1.6*CC1/s + 0.72*CC3/s
CR7		1.6*CC1/s
CR8	GZT Typ 2 - Grundkombination	CR1/s ou CR2/s
CR9	GZG - Charakteristisch / Selten	CR3/s ou CR4/s
CR10	GZG - Häufig	CR5/s ou CR6/s
CR11	GZG - Quasi-ständig	CR7/s

CC1
Poids propre

3.2 CHARGES DE BARRE

CC1: Poids propre

n°	Référence à	Sur les barre n°	- Type	- Distrib.	- Direction	Référence Longueur	Paramètres de charge Symbole	Valeur	Unité
5	Barres	20	Force	Uniforme	Z	Longueur réelle	p	32.260	kN/m
6	Barres	21	Force	Uniforme	Z	Longueur réelle	p	21.110	kN/m

CC3
Neige

3.2 CHARGES DE BARRE

CC3: Neige

n°	Référence à	Sur les barre n°	- Type	- Distrib.	- Direction	Référence Longueur	Paramètres de charge Symbole	Valeur	Unité
2	Barres	20	Force	Uniforme	Z	Longueur réelle	p	11.190	kN/m
3	Barres	21	Force	Uniforme	Z	Longueur réelle	p	9.640	kN/m

Holzbautechnik Burch AG
Brünigstrasse 88 • 6060 Sarnen • 041 666 76 86
Moosmattstrasse 29 • 6005 Luzern • 041 310 48 03
burch@holzbautechnik.ch • holzbautechnik.ch

4.0 RÉSULTATS - RÉSUMÉ

	Description	Valeur	Unité	Commentaire
	CC1 - Poids propre			
	Somme des charges selon X	0.00	kN	
	Somme des forces d'appui selon X	0.00	kN	
	Somme des charges selon Z	113.33	kN	
	Somme des forces d'appui selon Z	113.33	kN	Écart 0.00%
	Résultante des réactions autour de X	0.00	kNm	Au centre de gravité du modèle (X:2.54, Y:0.00, Z:0.00 m)
	Résultante des réactions autour de Y	-26.81	kNm	Au centre de gravité du modèle
	Résultante des réactions autour de Z	0.00	kNm	Au centre de gravité du modèle
	Déplacement max. selon X	0.0	mm	
	Déplacement max en direction Z	2.0	mm	Barre n° 20, x: 1.250 m
	Déplacement vectoriel max.	2.0	mm	Barre n° 20, x: 1.250 m
	Rotation max. autour de Y	-2.4	mrad	Barre n° 21, x: 0.000 m
	Méthode de l'analyse	Linéaire		Analyse géométriquement linéaire
	Réduction de la rigidité multipliée par coefficient	☐		
	Nombre d'incrément de charge	1		
	Nombre d'itérations	1		
	CC3 - Neige			
	Somme des charges selon X	0.00	kN	
	Somme des forces d'appui selon X	0.00	kN	
	Somme des charges selon Z	42.44	kN	
	Somme des forces d'appui selon Z	42.44	kN	Écart 0.00%
	Résultante des réactions autour de X	0.00	kNm	Au centre de gravité du modèle (X:2.54, Y:0.00, Z:0.00 m)
	Résultante des réactions autour de Y	-24.61	kNm	Au centre de gravité du modèle
	Résultante des réactions autour de Z	0.00	kNm	Au centre de gravité du modèle
	Déplacement max. selon X	0.0	mm	
	Déplacement max en direction Z	0.7	mm	Barre n° 21, x: 0.750 m
	Déplacement vectoriel max.	0.7	mm	Barre n° 21, x: 0.750 m
	Rotation max. autour de Y	-1.1	mrad	Barre n° 21, x: 0.000 m
	Méthode de l'analyse	Linéaire		Analyse géométriquement linéaire
	Réduction de la rigidité multipliée par coefficient	☐		
	Nombre d'incrément de charge	1		
	Nombre d'itérations	1		
	Résumé			
	Déplacement max. selon X	0.0	mm	
	Déplacement max en direction Z	2.0	mm	CC1, Barre n° 20, x: 1.250 m
	Déplacement vectoriel max.	2.0	mm	CC1, Barre n° 20, x: 1.250 m
	Rotation max. autour de Y	-2.4	mrad	CC1, Barre n° 21, x: 0.000 m
	Nombre d'éléments finis 1D (éléments de barre)	2		
	Nombre de nœuds du maillage EF	4		
	Nombre d'équations	12		
	Nombre max d'itérations	100		
	Divisions des barres pour les résultats de barres	10		
	Divisions des barres de câbles, de fondations ou des barres coniques	10		
	Activer la rigidité de cisaillement (A-y, A-z) des barres	☒		

Autres paramètres	Nombre max d'itérations	:	100
	Nombre de divisions pour les résultats de la barre	:	10
	Division de barre, câbles, fondation et barres coniques	:	10
	Nombre de division de barres pour la recherche des valeurs maximales	:	10
Options	☒ Activer la rigidité de cisaillement des barres (Ay, Az)		
	☒ Modifier la contrainte (matériau, sections, barres, cas de charge et combinaisons)		
	☒ Appliquer les actions de charge de température/de déformation sans modification de rigidité		
Précision et tolérance	☐ Modifier les paramètres par défaut		

4.3 SECTIONS - EFFORTS INTERNES

Barre n°	CC/CO	Nœud n°	Position x [m]	Forces [kN] N		V_z	Moments M_y [kNm]	
	Section n° 4: H-Rechteck 120/520							
20	CC1	MAX N	0.000	0.00	▷	40.71	0.00	
20	CC1	MIN N	0.000	0.00	▷	40.71	0.00	
20	CC1	MAX V_z	0.000	0.00	▷	40.71	0.00	
20	CC1	MIN V_z	2.500	0.00	▷	-40.71	0.00	
20	CC1	MAX M_y	1.250	0.00		0.00	▷ 25.45	
20	CC3	MIN M_y	0.000	0.00		13.99	▷ 0.00	
	Section n° 5: H-Rechteck 160/200							
21	CC1	MAX N	0.000	0.00	▷	15.95	0.00	
21	CC1	MIN N	0.000	0.00	▷	15.95	0.00	
21	CC1	MAX V_z	0.000	0.00	▷	15.95	0.00	
21	CC1	MIN V_z	1.500	0.00	▷	-15.95	0.00	
21	CC1	MAX M_y	0.750	0.00		0.00	▷ 5.98	
21	CC1	MIN M_y	0.000	0.00		15.95	▷ 0.00	

4.3 SECTIONS - EFFORTS INTERNES

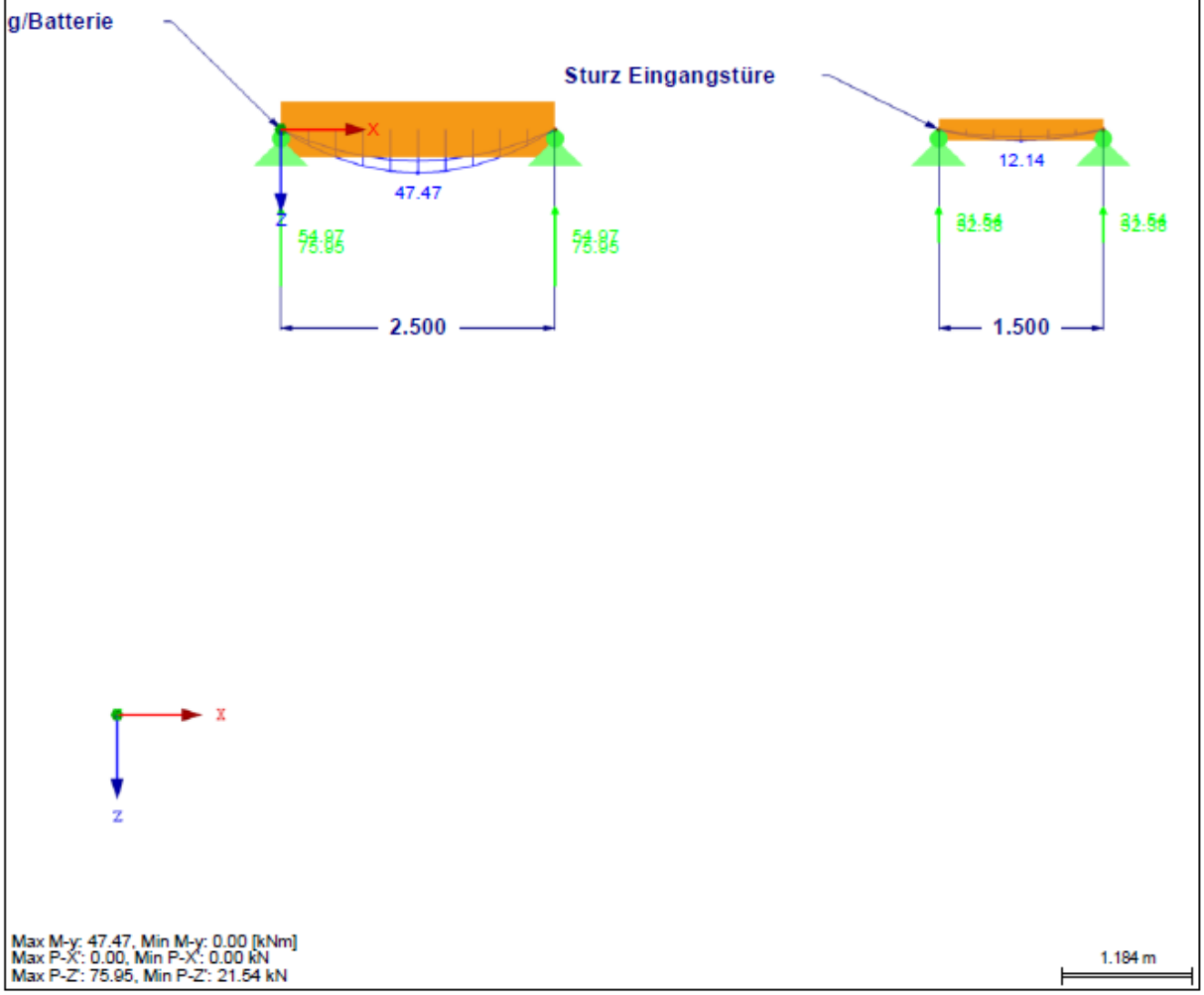
Combinaisons de résultats

Barre n°	CR	Nœud n°	Position x [m]		Forces [kN] N		V_z	Moments M_y [kNm]		Cas de ch. corresp.
	Section n° 4: H-Rechteck 120/520									
20	CR1		0.000	MAX N	▷ 0.00		54.97	0.00		CC 1
20	CR1		0.000	MIN N	▷ 0.00		54.97	0.00		CC 1
20	CR4		0.000	MAX V_z	0.00	▷	79.13	0.00		CC 1,3
20	CR4		2.500	MIN V_z	0.00	▷	-79.13	0.00		CC 1,3
20	CR4		1.250	MAX M_y	0.00		0.00	▷ 49.46		CC 1,3
20	CR1		0.000	MIN M_y	0.00		54.97	▷ 0.00		CC 1
	Section n° 5: H-Rechteck 160/200									
21	CR1		0.000	MAX N	▷ 0.00		21.54	0.00		CC 1
21	CR1		0.000	MIN N	▷ 0.00		21.54	0.00		CC 1
21	CR4		0.000	MAX V_z	0.00	▷	32.75	0.00		CC 1,3
21	CR4		1.500	MIN V_z	0.00	▷	-32.75	0.00		CC 1,3
21	CR4		0.750	MAX M_y	0.00		0.00	▷ 12.28		CC 1,3
21	CR3		0.000	MIN M_y	0.00		25.52	▷ 0.00		CC 1

EFFORTS INTERNES M_y, LAGERREAKTIONEN

CR8 : GZT Typ 2 - Grundkombination
Schnittgrößen M-y
Lagerreaktionen[kN]
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Sens opposé à l'axe Y



Holzbautechnik Burch AG
Brünigstrasse 88 • 6060 Sarnen • 041 666 76 86
Moosmattstrasse 29 • 6005 Luzern • 041 310 48 03
burch@holzbautechnik.ch • holzbautechnik.ch

1.1.1 DONNÉES DE BASE

Barres à vérifier :		Tout
Vérification selon la norme :		SIA 265:2012 + SIA 265-C1:2012
Vérification de l'état limite ultime Combinaisons de résultats à vérifier :	CR8	GZT Typ 2 - Grundkombination
Vérification de l'état limite de service Combinaisons de résultats à vérifier :	CR10 CR11	GZG - Häufig GZG - Quasi-ständig

1.2 MATÉRIAUX

Mat. n°	Description	Commentaire
3	Normales Brettschichtholz GL24h Neu | SIA 265-2012	Benutzerdefiniertes Material



1.3.1 SECTIONS

Sect. n°	Mat. n°	Section Description [mm]	Vérification max. Rapport	Commentaire
4	3	H-Rechteck 120/520	1.01	
5	3	H-Rechteck 160/200	0.84	

1.4 DURÉE DE CHARGE ET CLASSE DE SERVICE

CC/CO/CR	CC, CO ou CR Description	Type de cas de charge
LF1	Eigengewicht	Permanente
LF3	Schnee	Neige / glace
EK1	1.35*LF1/s	-
EK2	1.35*LF1/s + 1.5*LF3/s	-
EK5	1.6*LF1/s	-
EK6	1.6*LF1/s + 0.72*LF3/s	-
EK11	GZG - Quasi-ständig	-

Classe de service CLSE
Classe de service 1 : Identique pour toutes barres/ensembles de barres

1.5 LONGUEURS EFFICACES - BARRES

Barre n°	Flambem Possible	Flambement autour de l'axe Possible	$k_{cr,y}$	$L_{cr,y}$ [m]	Flambement autour de l'axe Possible	$k_{cr,z}$	$L_{cr,z}$ [m]	Déversement Possible	Définir L_{cr} / M_{cr}	L_{cr} [m] / M_{cr} [kNm]
20	☒	☒	1.000	2.500	☒	1.000	2.500	☒	comme la longueur de la barre	2.500
21	☒	☒	1.000	1.500	☒	1.000	1.500	☒	comme la longueur de la barre	1.500

1.9 ÉTAT LIMITE DE SERVICE

n°	Référence à	Barres/Ensembles n°	Longueur de référence Manuel.	L [m]	Direct.	Imperfection en arc $w_{0,y}$[mm]	$w_{0,z}$[mm]	Type de poutre
1	Barre	20	☐	2.500	y; z	0.0	0.0	Poutre
2	Barre	21	☐	1.500	y; z	0.0	0.0	Poutre

2.4 VÉRIFICATION PAR BARRE

Barre n°	Position x [m]	CC/CO/CR	Vérification		Vérificati n°	Description
20	Section n° 4 - H-Rechteck 120/520					
	0.000	EK2	1.01	> 1	111)	Résistance de la section - Cisaillement à cause de l'effort tranchant Vz selon 4.2.5.1
	1.250	EK2	0.55	≤ 1	151)	Résistance de la section - Flexion uniaxiale selon 4.2.3.1
	1.250	EK2	0.55	≤ 1	311)	Stabilité - Flexion uniaxiale autour de l'axe y sans compression selon 4.2.9
	0.000	EK5	0.00	≤ 1	400)	État limite de service - Déformations négligeables
	1.250	EK6	0.52	≤ 1	402)	État limite de service - Situation de projet fréquente selon 4.6 (21) - Travée interne, direction z
	1.250	EK11	0.38	≤ 1	403)	État limite de service - Situation de projet quasi permanente selon 4.6 (22) - Travée interne, direction z
21	Section n° 5 - H-Rechteck 160/200					
	0.000	EK2	0.84	≤ 1	111)	Résistance de la section - Cisaillement à cause de l'effort tranchant Vz selon 4.2.5.1
	0.750	EK2	0.71	≤ 1	151)	Résistance de la section - Flexion uniaxiale selon 4.2.3.1
	0.750	EK2	0.71	≤ 1	311)	Stabilité - Flexion uniaxiale autour de l'axe y sans compression selon 4.2.9
	0.000	EK5	0.00	≤ 1	400)	État limite de service - Déformations négligeables
	0.750	EK6	0.72	≤ 1	402)	État limite de service - Situation de projet fréquente selon 4.6 (21) - Travée interne, direction z
	0.750	EK11	0.51	≤ 1	403)	État limite de service - Situation de projet quasi permanente selon 4.6 (22) - Travée interne, direction z

Charge du vent

Les charges sismiques sont déterminantes.
On renonce à un dimensionnement des murs et des raccords avec le cas de charge vent.

Charges de vent selon SIA 261 (2020)

Nom du projet:	**BTG H**				
Numéro du projet:	**24077**				
Date:	**27.11.2024**				
Responsable du traitement:	**EM**				
Charge du vent	1.1		q_{p0}	1.1 kN/m2	
Catégorie de terrain	IIa		C_h	1.06	
Hauteur du bâtiment (h)	4.600 m				
Longueur local BT/TC (d)	9.175 m				
Longueur entée (d)	2.420 m				
Longueur local IS (d)	27.530 m				
Longueur du bâtiment (d)	40.215 m				
Profondeur du bâtiment (b)	7.490 m				
Facteurs $C_{red,0°}$	1.63		$C_{red,0°}$	0.90	
Facteurs $C_{red,90°}$	8.74		$C_{red,90°}$	0.82	
Tableau choisi	59a		$C_{f1,0°}$	0.90	
			$C_{f2,0°}$	0.00	
			$C_{f3,0°}$	-0.45	
			$C_{f1,90°}$	0.00	
			$C_{f2,90°}$	0.95	
			$C_{f3,90°}$	-0.33	
Force horizontale totale 0	R_d	48.8 kN	Incl. coefficients de sécurité		
Force horizontale totale 9	R_d	252.2 kN	Incl. coefficients de sécurité		
Force de soulèvement tot	R_d	-116.0 kN	Incl. coefficients de sécurité		
Largeur d'influence ou force du vent 90° (1/2 des forces du vent sur les fondations - 1/2 sur le toit)					
Mur extérieur local BT/TC		4.983 m	15.6 kN		
Mur de séparation local BT/TC		5.948 m	18.6 kN		
Mur de séparation local IS		15.125 m	47.4 kN		
Mur extérieur local IS		14.160 m	44.4 kN		

Valeurs de dimensionnement mur longitudinal							
Longueur du mur 4 pcs.			9.175 m				
Force sur le mur			12.2 kN				
Charge de cisaillement par mur			1.33 kN/m				
Normes sismiques prédominantes!							
Valeurs de dimensionnement mur pignon							
Longueur du mur			7.490 m				
Force sur le mur			44.4 kN				
Charge de cisaillement par mur			5.93 kN/m				
Normes sismiques prédominantes!							
Valeurs de dimensionnement mur transversal maximal							
Longueur entée			5.000 m				
Force sur le mur			47.4 kN				
Charge de cisaillement par mur			9.49 kN/m				
Normes sismiques prédominantes!							

Holzbautechnik Burch AG
Brünigstrasse 88 • 6060 Sarnen • 041 666 76 86
Moosmattstrasse 29 • 6005 Luzern • 041 310 48 03
burch@holzbautechnik.ch • holzbautechnik.ch

Charge sismique

Charges sismiques selon la méthode de la force équivalente SIA 261,				
Nom du projet:	**BTG H**			
Numéro du projet:	**24077**			
Date:	**27.11.2024**			
Responsable du traitement:	**EM**			
Zone sismique	Z2		a_{gd}	1.0 m/s2
Classe de terrain	E		S	1.7
			T_b	0.09
			T_c	0.25
			T_d	2
Classe d'ouvrage	2		γ_f	1.2
Coefficient de comportemer	3			3
Hauteur du bâtiment (h)	3.90 m		(Distance axes sol-toit)	
Longueur Local BT/TC (d)	9.175 m			
Longueur Entée (d)	2.420 m			
Longueur Local IS (d)	27.530 m			
Longueur du bâtiment (d)	40.215 m			
Largeur de bâtiment (d)	7.49 m			
Poids propre+surcharge (Pl	1.90 kN/m2	301.2 m2	572.3 kN	
Charge utile Sol (μ=0.8)	8.00 kN/m2	301.2 m2	1927.7 kN	
Poids propre mur extérieur	1.50 kN/m2	372.1 m2	558.1 kN	
Poids propre mur intérieur	0.70 kN/m2	58.4 m2	40.9 kN	
Poids propre+surcharge toit	3.80 kN/m2	301.2 m2	1144.6 kN	
Poids total			4243.7 kN	
En raison de la haute rigidité	T=Zone Plateux			
Sd (facteur de force équivale	17%			
	Gewicht (kN)			
Sol + 1/2 des murs	2799.6 kN		Directement dans les fondations	
Toit + 1/2 des murs	1444.1 kN		Charges du toit	
Force de remplacement				
Sol directement dans les fondations		485.1 kN		
Toit + Mur		250.3 kN		
Force totale		735.4 kN		

Largeur d'influence			
		Sur fondations	Sur toit
Mur extérieur Local BT/TC	4.983 m	91.1 kN	31.0 kN
Mur de séparation Local BT/	5.948 m	108.8 kN	37.0 kN
Mur de séparation Local IS	15.125 m	276.6 kN	94.1 kN
Mur extérieur Local IS	14.160 m	258.9 kN	88.1 kN

Valeurs de dimensionnement mur longitudinal (forces de la force équivalente toit)	
Longueur du mur 4 pcs.	9.175 m
Force sur le mur	62.6 kN
Charge de cisaillement par mur	6.82 kN/m
Dimensionnement mur longitudinal selon anne	ok

Valeurs de dimensionnement mur pignon (forces de la force équivalente toit)	
Longueur du mur extérieur	7.490 m
Force sur le mur	88.1 kN
Charge de cisaillement par mur	11.76 kN/m
Dimensionnement mur transversal selon anne	ok

Valeurs de dimensionnement mur transversal intérieur (forces de la	
Force sur le mur	94.1 kN
Dimensionnement mur transversal selon anne	ok

Holzbautechnik Burch AG
Brünigstrasse 88 • 6060 Sarnen • 041 666 76 86
Moosmattstrasse 29 • 6005 Luzern • 041 310 48 03
burch@holzbautechnik.ch • holzbautechnik.ch

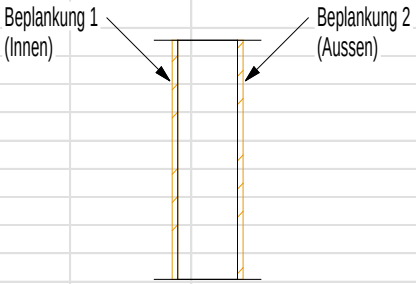
Calcul Mur longitudinal séisme

Toutes les vérifications selon SIA 265 et SIA 265/1 sont remplies.

Dimensionnement des éléments muraux

Nom du projet:	**BTG H**
Numéro du projet:	**24077**
Date:	**28.11.2024**
Responsable du traitement:	**EM**
Élément de constructio	**Mur longitudinal séisme**

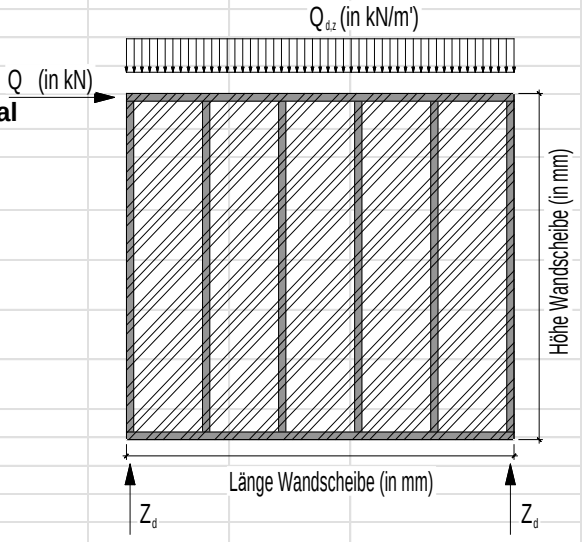
Structure du mur:



Revêtement 1	OSB 15 mm	
Connexion 1	Klammer 1.53, Abstand 100 mm	
Nombre de rangée	1	
Revêtement 2	Gipsfaserplatte 15 mm	
Connexion 2	Klammer 1.53, Abstand 60 mm	
Nombre de rangée	1	

Forces au niveau de sécurité => avec coefficients de sécurité !!!

$Q_{d,x}$	62.60 kN
$Q_{d,z}$	18.75 kN/m'



Dimensions du panneau mural

Longueur du panneau mural	9175 mm
Hauteur du panneau mural	3650 mm
Distance entre les nervures	625 mm
Largeur de la nervure de bord	160 mm
Largeur de la nervure intérieure	60 mm
Hauteur de la nervure	160 mm

Forces résultantes

(Z_d)	19.04 kN	Dimensionnement du tirant (z.B. KR-Winkel oder HTT)
Vérification de flambement de la nervure de bord	30.76 kN	Dimensionnement de la nervure de bord (vérification du flambement)
Flux de cisaillement	6.82 kN/m	Dimensionnement de l'assemblage par cisaillement (z.B. Winkel 105 oder Winkel 90/48/3
Flux de cisaillement dans la panneau 1	2.75 kN/m	Dimensionnement du revêtementet et agrafage parement intérieur
Flux de cisaillement dans la panneau 2	4.07 kN/m	Dimensionnement du revêtement et agrafage parement extérieur
Force verticale nervure intérieure	11.72 kN	Dimensionnement pression transversale

Vérifications

Vérification Revêtement 1

Résistance Revêtement 1		Force sur Revêtement 1		
3.40 kN/m	>	2.75 kN/m	81%	Vérification réussie
				Connexion déterminante

Vérification Revêtement 2

Résistance Revêtement 2		Force sur Revêtement 2		
5.67 kN/m	>	4.07 kN/m	72%	Vérification réussie
				Connexion déterminante

Flambement de la nervure de bord

Résistance de la nervure de bord		Force normale		
131.72 kN	>	30.76 kN	23%	Vérification réussie

Pression d'appui de la nervure de bord

Résistance de la nervure de bord		Force normale		
46.08 kN	>	30.76 kN	67%	Vérification réussie

Pression d'appui de la nervure de bord (grandes indentations)

Résistance de la nervure de bord		Force normale		
74.24 kN	>	30.76 kN	41%	Vérification réussie

Pression d'appui de la nervure intérieure

Résistance de la nervure intérieure		Force normale		
22.08 kN	>	11.72 kN	53%	Vérification réussie

Pression d'appui de la nervure intérieure (grandes indentations)

Résistance de la nervure intérieure		Force normale		
27.84 kN	>	11.72 kN	42%	Vérification réussie

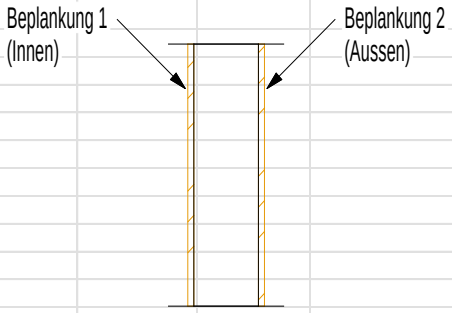
Calcul Mur pignon séisme

Toutes les vérifications selon SIA 265 et SIA 265/1 sont remplies.

Dimensionnement des éléments muraux

Nom du projet:	**BTG H**
Numéro du projet:	**24077**
Date:	**28.11.2024**
Responsable du traitement:	**EM**
Élément de constructio	**Mur pignon séisme**

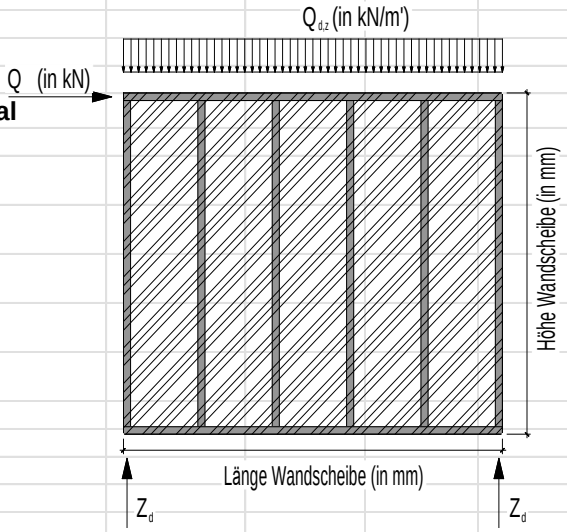
Wandaufbau:



Revêtement 1	OSB 15 mm	
Connexion 1	Klammer 1.53, Abstand 50 mm	
Nombre de rangée		1
Revêtement 2	Gipsfaserplatte 15 mm	
Connexion 2	Klammer 1.53, Abstand 40 mm	
Nombre de rangée		1

Forces au niveau de sécurité => avec coefficients de sécurité !!!

$Q_{d,x}$	88.10 kN
$Q_{d,z}$	2.00 kN/m'



Dimensions du panneau mural

Longueur du panneau mural	7490 mm
Hauteur du panneau mural	3650 mm
Distance entre les nervures	625 mm
Largeur de la nervure de bord	160 mm
Largeur de la nervure intérieure	60 mm
Hauteur de la nervure	160 mm

Forces résultantes

Ancrage des forces de traction (Z_d)	42.31 kN	Dimensionnement du tirant (z.B. KR-Winkel oder HTT)
Vérification de flambement de la nervure de bord	43.56 kN	Dimensionnement de la nervure de bord (vérification du flambement)
Flux de cisaillement	11.76 kN/m	Dimensionnement de l'assemblage par cisaillement (z.B. Winkel 105 oder Wi
Flux de cisaillement revêtement 1	4.74 kN/m	Dimensionnement du revêtementet et agrafage parement intérieur
Flux de cisaillement revêtement 2	7.02 kN/m	Dimensionnement du revêtement et agrafage parement extérieur
Force verticale sur la nervure intérieure	1.25 kN	Dimensionnement pression transversale

Vérifications

Vérification Revêtement 1

Résistance Revêtement 1		Force sur Revêtement 1		
6.80 kN/m	>	4.74 kN/m	70%	Vérification réussie
				Connexion déterminante

Vérification Revêtement 2

Résistance Revêtement 2		Force sur Revêtement 2		
8.50 kN/m	>	7.02 kN/m	83%	Vérification réussie
				Connexion déterminante

Flambement de la nervure de bord

Résistance de la nervure de bord		Force normale		
131.72 kN	>	43.56 kN	33%	Vérification réussie

Pression d'appui de la nervure de bord

Résistance de la nervure de bord		Force normale		
46.08 kN	>	43.56 kN	95%	Vérification réussie

Pression d'appui de la nervure de bord (grandes indentations)

Résistance de la nervure de bord		Force normale		
74.24 kN	>	43.56 kN	59%	Vérification réussie

Pression d'appui de la nervure intérieure

Résistance de la nervure intérieure		Force normale		
22.08 kN	>	1.25 kN	6%	Vérification réussie

Pression d'appui de la nervure intérieure (grandes indentations)

Résistance de la nervure intérieure		Force normale		
27.84 kN	>	1.25 kN	4%	Vérification réussie

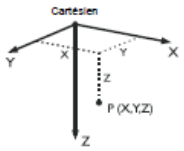
Calcul mur transversal intérieur séisme

Le contreventement du mur transversal intérieur est constitué d'une structure en treillis, car une réservation pour le passage des câbles de 1500 mm est nécessaire au-dessus du sol.

Toutes les vérifications selon SIA 265 et SIA 265/1 sont remplies.

MODÈLE - DONNÉES DE BASE

	Général	Nom du modèle	:	BTG H Querwand
		Type de modèle	:	2D-XZ (ux/uz/φy)
		Direction positive de l'axe global Z	:	Vers le bas
		Classification des cas de charge et combinaisons	:	Selon la norme : SIA 260 + SIA 265 (Holz) Annexe Nationale : Aucune
		☒Créer les combinaisons automatiquement	:	☒Combinaisons de résultat
	Options	☐ Utiliser la règle CQC		
		☐ Activer le modèle CAO/BIM		
		Gravitation standard		
		g	:	10.00 m/s²



1.1 NŒUDS

Nœud n°	Nœud de réf.	Système de coordonnées	Coordonnées du nœud X [m]	Z [m]	Commentaire
27	-	Cartésien	0.000	0.000	Supporté
28	-	Cartésien	2.000	-3.600	
29	-	Cartésien	4.000	0.000	Supporté

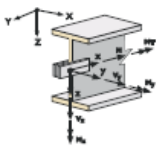
1.2 MATÉRIAUX

Matér. n°	Module E [kN/cm²]	Module G [kN/cm²]	Poids spécif. γ [kN/m³]	Coef. thermique α [1/°C]	Coefficient partiel γ_M [-]	Modèle du matériau
3	Normales Brettschichtholz GL24h Neu | SIA 265:2012-01					
	1150.00	50.00	5.00	5.00E-06	1.50	Isotrope linéairement élastique
	Benutzerdefiniertes Material					



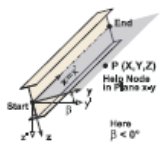
1.3 SECTIONS

Section n°	Matér. n°	I_t [cm⁴] A [cm²]	I_y [cm⁴] A_y [cm²]	I_z [cm⁴] A_z [cm²]	Axes princip. α [°]	Rotation α' [°]	Dimensions totales [mm] Largeur b	Hauteur h
6	H-Rechteck 160/200							
	3	320.00	10666.67	266.67	0.00	0.00	160.0	200.0



1.4 ARTICULATIONS DE BARRE

Articul. n°	Référence référence	Articulation / Ressort [kN/m] [kNm/rad] u_x	u_z	φ_y	Commentaire
1	Local x,y,z	☐	☐	☒	
	Non-linéarité	-	-	-	



1.7 BARRES

Barre n°	Type de barre	Nœud Début	Fin	Rotation Type	β [°]	Section Début	Fin	Articul. n° Début	Fin	Exc. n°	Div. n°	Longueur L [m]	
23	Poutre	27	28	Angle	0.00	6	6	-	1	-	-	4.118	XZ
24	Poutre	28	29	Angle	0.00	6	6	-	-	-	-	4.118	XZ

1.8 APPUIS NODAUX

Appui n°	Nœud n°	Rotation [°] aut. Y	Appui ou ressort [kN/m] [kNm/rad] u_X	u_Z	φ_Y	Commentaire
1	27,29	0.00	☒	☒	☐	



2.1 CAS DE CHARGE

Cas de charge	Description du cas de charge	Catégorie d'action	Poids propre - Facteur en direction activé	X	Y	Z	SIA 260 + SIA 265 Durée de charge
CC1	Erdbeben	Séisme	☐				Instantanée

2.1.1 CAS DE CHARGE - PARAMÈTRES DE CALCUL

Cas de charge	Description du cas de charge	Paramètres de calcul		
CC1	Erdbeben	Méthode de l'analyse	: ⦿	Analyse géométriquement linéaire
		Activer les facteurs de rigidité de :	: ☒	Sections (facteur pour J, I_y, I_z, A, A_y, A_z)
			: ☒	Barres (facteur pour GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)

2.1.4 CAS DE CHARGE - PARAMÈTRES POUR LA RÈGLE CQC

Cas de charge	Description du cas de charge	Fréquence angulaire [rad	Amortissement de Lehr [-
CC1	Erdbeben	1.00	0.000

3.1 CHARGES NODALES - PAR COMPOSANT - SYSTÈME DE COORDONNÉES

CC1: Erdbeben

CC1
Erdbeben

n°	Sur nœuds n°	Système de coordonnées	Force [kN] P_X / P_U	P_Z / P_W	Moment M_Y / M_V [kNm]
1	28	0 | Global XYZ	94.100	0.000	0.000

Holzbautechnik Burch AG
Brünigstrasse 88 • 6060 Sarnen • 041 666 76 86
Moosmattstrasse 29 • 6005 Luzern • 041 310 48 03
burch@holzbautechnik.ch • holzbautechnik.ch

4.0 RÉSULTATS - RÉSUMÉ

	Description	Valeur	Unité	Commentaire
	CC1 - Erdbeben			
	Somme des charges selon X	94.10	kN	
	Somme des forces d'appui selon X	94.10	kN	Écart 0.00%
	Somme des charges selon Z	0.00	kN	
	Somme des forces d'appui selon Z	0.00	kN	
	Résultante des réactions autour de X	0.00	kNm	Au centre de gravité du modèle (X:2.00, Y:0.00, Z:-1.80 m)
	Résultante des réactions autour de Y	-169.38	kNm	Au centre de gravité du modèle
	Résultante des réactions autour de Z	0.00	kNm	Au centre de gravité du modèle
	Déplacement max. selon X	2.2	mm	
	Déplacement max en direction Z	-0.0	mm	
	Déplacement vectoriel max.	2.2	mm	
	Rotation max. autour de Y	-0.5	mrad	Barre n° 23, x: 0.000 m
	Méthode de l'analyse	Linéaire		Analyse géométriquement linéaire
	Réduction de la rigidité multipliée par coefficient	☐		
	Nombre d'incrément de charge	1		
	Nombre d'itérations	1		
	Résumé			
	Nombre d'éléments finis 1D (éléments de barre)	2		
	Nombre de nœuds du maillage EF	3		
	Nombre d'équations	9		
	Nombre max d'itérations	100		
	Divisions des barres pour les résultats de barres	10		
	Divisions des barres de câbles, de fondations ou des barres coniques	10		
	Activer la rigidité de cisaillement (A-y, A-z) des barres	☒		

Autres paramètres	Nombre max d'itérations	:	100
	Nombre de divisions pour les résultats de la barre	:	10
	Division de barre, câbles, fondation et barres coniques	:	10
	Nombre de division de barres pour la recherche des valeurs maximales	:	10
Options	☒ Activer la rigidité de cisaillement des barres (Ay, Az)		
	☒ Modifier la contrainte (matériau, sections, barres, cas de charge et combinaisons)		
	☒ Appliquer les actions de charge de température/de déformation sans modification de rigidité		
Précision et tolérance	☐ Modifier les paramètres par défaut		

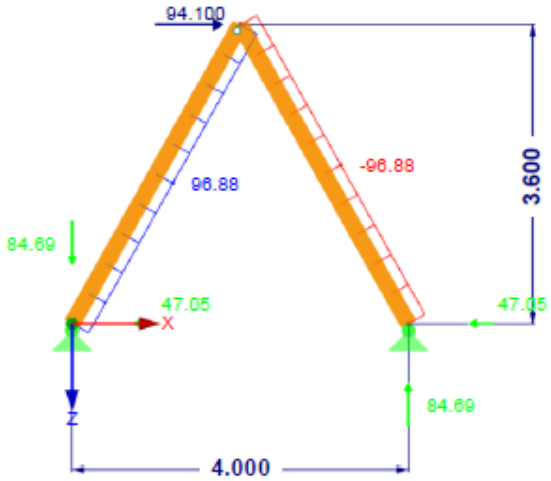
4.3 SECTIONS - EFFORTS INTERNES

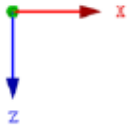
Barre n°	CC/CO	Nœud n°	Position x [m]	Forces [kN] N	V_z	Moments M_y [kNm]
	Section n° 6: H-Rechteck 160/200					
23	CC1	MAX N	0.000	▷ 96.88	0.00	0.00
24	CC1	MIN N	0.000	▷ -96.88	0.00	0.00
24	CC1	MAX V_z	0.000	-96.88	▷ 0.00	0.00
23	CC1	MIN V_z	0.000	96.88	▷ 0.00	0.00
23	CC1	MAX M_y	0.000	96.88	0.00	▷ 0.00
24	CC1	MIN M_y	0.000	-96.88	0.00	▷ 0.00

EFFORTS INTERNES N, LAGERREAKTIONEN

CC1 : Erdbeben
Belastung [kN]
Schnittgrößen N
Lagerreaktionen[kN]

Sens opposé à l'axe Y





Max N: 96.88, Min N: -96.88 [kN]
Max P-X': 47.05, Min P-X': 47.05 kN
Max P-Z': 84.69, Min P-Z': -84.69 kN

1.605 m

Holzbautechnik Burch AG
Brünigstrasse 88 • 6060 Sarnen • 041 666 76 86
Moosmattstrasse 29 • 6005 Luzern • 041 310 48 03
burch@holzbautechnik.ch • holzbautechnik.ch

HOLZ Pro
CA1

1.1.1 DONNÉES DE BASE

Barres à vérifier :			Tout
Vérification selon la norme :			SIA 265:2012 + SIA 265-C1:2012
Vérification de l'état limite ultime Cas de charge à vérifier :		CC1	Erdbeben

1.2 MATÉRIAUX

Mat. n°	Description	Commentaire
3	Normales Brettschichtholz GL24h Neu | SIA 265-2012	Benutzerdefiniertes Material

1.3.1 SECTIONS

Sect. n°	Mat. n°	Section Description [mm]	Vérification max. Rapport	Commentaire
6	3	H-Rechteck 160/200	0.34	

1.4 DURÉE DE CHARGE ET CLASSE DE SERVICE

CC/CO/ CR	CC, CO ou CR Description	Type de cas de charge
LF1	Erdbeben	Séisme

Classe de service CLSE
Classe de service 1 : Identique pour toutes barres/ensembles de barres

1.5 LONGUEURS EFFICACES - BARRES

Barre n°	Flambem Possible	Flambement autour de l'axe Possible	$k_{cr,y}$	$L_{cr,y}$ [m]	Flambement autour de l'axe Possible	$k_{cr,z}$	$L_{cr,z}$ [m]	Déversement Possible	Définir L_{cr} / M_{cr}	L_{cr} [m] / M_{cr} [kNm]
23	☐	☒	1.000	4.118	☒	1.000	4.118	☐	comme la longueur de la barre	4.118
24	☐	☒	1.000	4.118	☒	1.000	4.118	☐	comme la longueur de la barre	4.118

1.9 ÉTAT LIMITE DE SERVICE

n°	Référence à	Barres/Ensembles n°	Longueur de référence Manuel.	L [m]	Direct.	Imperfection en arc $w_{0,y}$[mm]	$w_{0,z}$[mm]	Type de poutre
1	Barre	1	☐	6.700	y; z	0.0	0.0	Poutre
2	Barre	2	☐	6.700	y; z	0.0	0.0	Poutre
3	Barre	3	☐	2.100	y; z	0.0	0.0	Poutre
4	Barre	4	☐	3.350	y; z	0.0	0.0	Poutre
5	Barre	5	☐	1.675	y; z	0.0	0.0	Poutre
6	Barre	7	☐	3.350	y; z	0.0	0.0	Poutre
7	Barre	8	☐	3.350	y; z	0.0	0.0	Poutre
8	Barre	13	☐	1.600	y; z	0.0	0.0	Porte-à-faux en fin de barre
9	Barre	16	☐	4.600	y; z	0.0	0.0	Poutre
10	Barre	19	☐	1.600	y; z	0.0	0.0	Porte-à-faux en fin de barre
11	Barre	17	☐	2.600	y; z	0.0	0.0	Poutre
12	Barre	20	☐	2.500	y; z	0.0	0.0	Poutre
13	Barre	21	☐	1.500	y; z	0.0	0.0	Poutre
14	Barre	6	☐	2.000	y; z	0.0	0.0	Poutre
15	Barre	18	☐	1.800	y; z	0.0	0.0	Poutre

2.4 VÉRIFICATION PAR BARRE

Barre n°	Position x [m]	CC/CO/ CR	Vérification		Vérificati n°	Description
23	Section n° 6 - H-Rechteck 160/200					
	0.000	LF1	0.18	≤ 1	101)	Résistance de la section - Traction parallèle au fil selon 4.2.1.1
24	Section n° 6 - H-Rechteck 160/200					
	0.000	LF1	0.15	≤ 1	102)	Résistance de la section - Compression parallèle au fil selon 4.2.2.1
	0.000	LF1	0.34	≤ 1	303)	Stabilité - Compression axiale selon 4.2.8 - Flambement autour des deux axes

Holzbautechnik Burch AG
Brünigstrasse 88 · 6060 Sarnen · 041 666 76 86
Moosmattstrasse 29 · 6005 Luzern · 041 310 48 03
burch@holzbautechnik.ch · holzbautechnik.ch

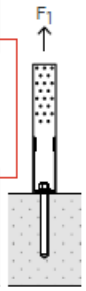
Calcul tirants d'appuis mur extérieur

Choisi :
VHT340 mm avec ancrage M16/195 pour les murs longitudinaux
VHT540 avec rondelle VHTW50L et ancrage M20/400 pour les murs pignons

STATISCHE WERTE | ZUGVERBINDUNG - HOLZ-BETON

WHT340 - mit und ohne Unterlegscheibe WHTW50

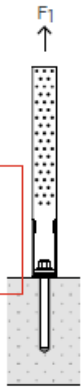
Konfiguration	$R_{1,K}$ HOLZ				$R_{1,K}$ STAHL		$R_{1,d}$ BETON					
	Befestigung Löcher Ø5			$R_{1,k\ timber}$	$R_{1,k\ steel}$		$R_{1,d\ uncracked}$		$R_{1,d\ cracked}$		$R_{1,d\ seismic}$	
	Typ	Ø x L	n_v				VIN-FIX 5.8 Ø x L		HYB-FIX 5.8 Ø x L		HYB-FIX 8.8 Ø x L	
		[mm]	[Stk.]	[kN]	[kN]	γ_{steel}	[mm]	[kN]	[mm]	[kN]	[mm]	[kN]
• Vollausnagelung • Unterlegscheibe WHTW50 • Anker M16	Ankernagel LBA	Ø4,0 x 40	20	**31,4**	**63,4**	γ_{M2}	M16 x 195	**36,5**	M16 x 195	**48,3**	M16 x 245 M16 x 195	**24,3** **18,4**
		Ø4,0 x 60	20	**38,6**								
	LBS Schrauben	Ø5,0 x 40	20	**31,4**								
		Ø5,0 x 50	20	**38,6**								
• Teilausnagelung • Unterlegscheibe WHTW50 • Anker M16	Ankernagel LBA	Ø4,0 x 40	14	**22,0**	**63,4**	γ_{M2}	M16 x 195	**36,5**	M16 x 195	**48,3**	M16 x 245 M16 x 195	**24,3** **18,4**
		Ø4,0x 60	14	**27,0**								
	LBS Schrauben	Ø5,0 x 40	14	**22,0**								
		Ø5,0 x 50	14	**27,0**								
• Vollausnagelung • ohne Unterlegscheibe • Anker M16	Ankernagel LBA	Ø4,0 x 40	20	**31,4**	**42,0**	γ_{M0}	M16 x 160	**30,7**	M16 x 160	**38,9**	M16 x 245 M16 x 195	**24,6** **19,6**
		Ø4,0 x 60	20	**38,6**								
	LBS Schrauben	Ø5,0 x 40	20	**31,4**								
		Ø5,0 x 50	20	**38,6**								
• Teilausnagelung • ohne Unterlegscheibe • Anker M16	Ankernagel LBA	Ø4,0 x 40	14	**22,0**	**42,0**	γ_{M0}	M16 x 160	**30,7**	M16 x 160	**38,9**	M16 x 245 M16 x 195	**24,6** **19,6**
		Ø4,0x 60	14	**27,0**								
	LBS Schrauben	Ø5,0 x 40	14	**22,0**								
		Ø5,0 x 50	14	**27,0**								



Für Längswände

WHT540 - mit Unterlegscheibe WHTW50L (M20)

Konfiguration	$R_{1,K}$ HOLZ				$R_{1,K}$ STAHL		$R_{1,d}$ BETON					
	Befestigung Löcher Ø5			$R_{1,k\ timber}$	$R_{1,k\ steel}$		$R_{1,d\ uncracked}$		$R_{1,d\ cracked}$		$R_{1,d\ seismic}$	
	Typ	Ø x L	n_v				VIN-FIX 5.8 Ø x L		HYB-FIX 5.8 Ø x L		HYB-FIX 8.8 Ø x L	
		[mm]	[Stk.]	[kN]	[kN]	γ_{steel}	[mm]	[kN]	[mm]	[kN]	[mm]	[kN]
• Vollausnagelung • Unterlegscheibe WHTW50L • Anker M20	Ankernagel LBA	Ø4,0 x 40	45	**70,7**	**63,4**	γ_{M2}	M20 x 330 M20 x 245	**81,2** **58,0**	M20 x 330 M20 x 245	**100,6** **71,9**	M20 x 495 M20 x 330	**55,3** **38,7**
		Ø4,0 x 60	45	**86,9**								
	LBS Schrauben	Ø5,0 x 40	45	**70,7**								
		Ø5,0 x 50	45	**86,9**								
• Teilausnagelung • Unterlegscheibe WHTW50L • Anker M20	Ankernagel LBA	Ø4,0 x 40	29	**45,5**	**63,4**	γ_{M2}	M20 x 330 M20 x 245	**81,2** **58,0**	M20 x 330 M20 x 245	**100,6** **71,9**	M20 x 495 M20 x 330	**55,3** **38,7**
		Ø4,0 x 60	29	**56,0**								
	LBS Schrauben	Ø5,0 x 40	29	**45,5**								
		Ø5,0 x 50	29	**56,0**								



Für Giebelwände

Holzbautechnik Burch AG
Brünigstrasse 88 · 6060 Sarnen · 041 666 76 86
Moosmattstrasse 29 · 6005 Luzern · 041 310 48 03
burch@holzbautechnik.ch · holzbautechnik.ch

Calcul plaques d'ancrage mur transversal

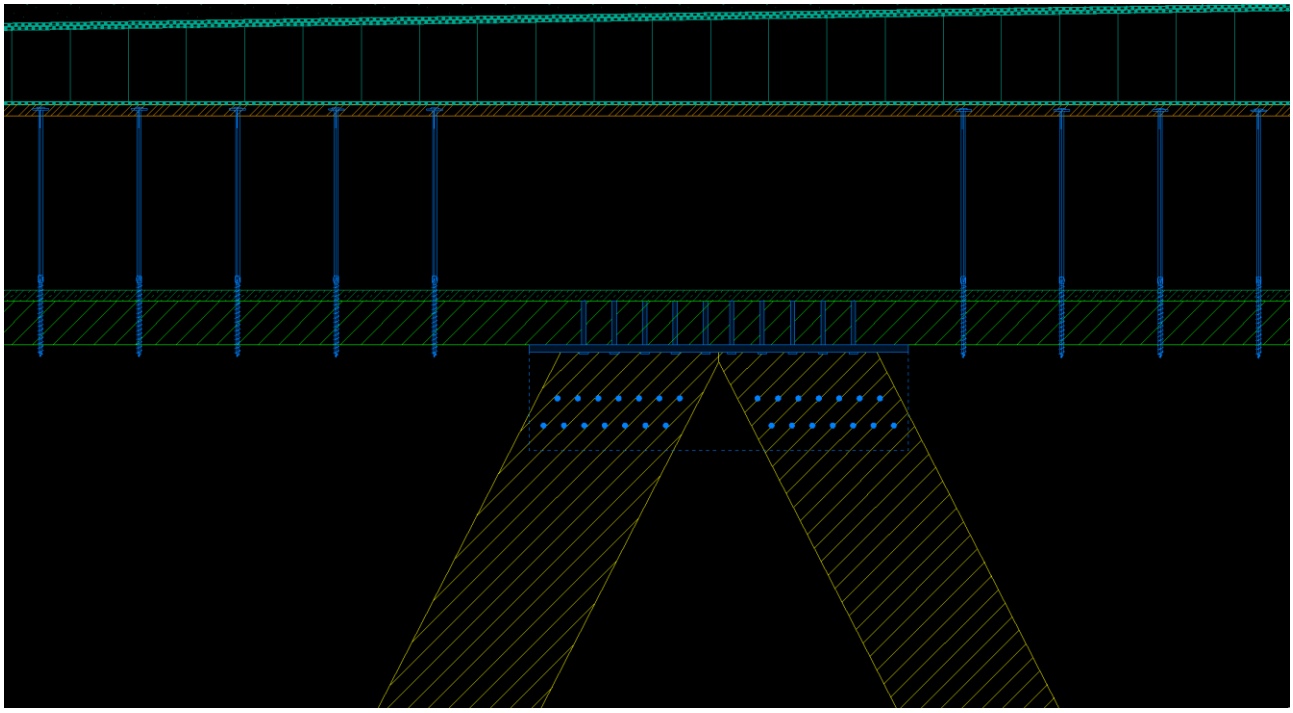
Les forces de cisaillement du toit sont transmises au cadre par des vis.
Résistance par vis en cas de séisme (augmentation de la résistance selon SIA 265, 2.2.6).
Vis en bois 8x320 mm : 1.43 kN x 1.4 = 2.0 kN

⇨ 94.01 kN / 2.0 kN = 47 vis

Résistance par clous annelés en cas de séisme (augmentation de la résistance selon SIA 265, 2.2.6).
Clous annelés 6x100 mm avec plaque en acier, 3.02 kN x 1.4 = 4.2 kN

Les forces de cisaillement du cadre sont transmises à la plaque en acier par des clous annelés.
⇨ 94.01 kN / 4.5 kN = 22 clous annelés par plaque en acier

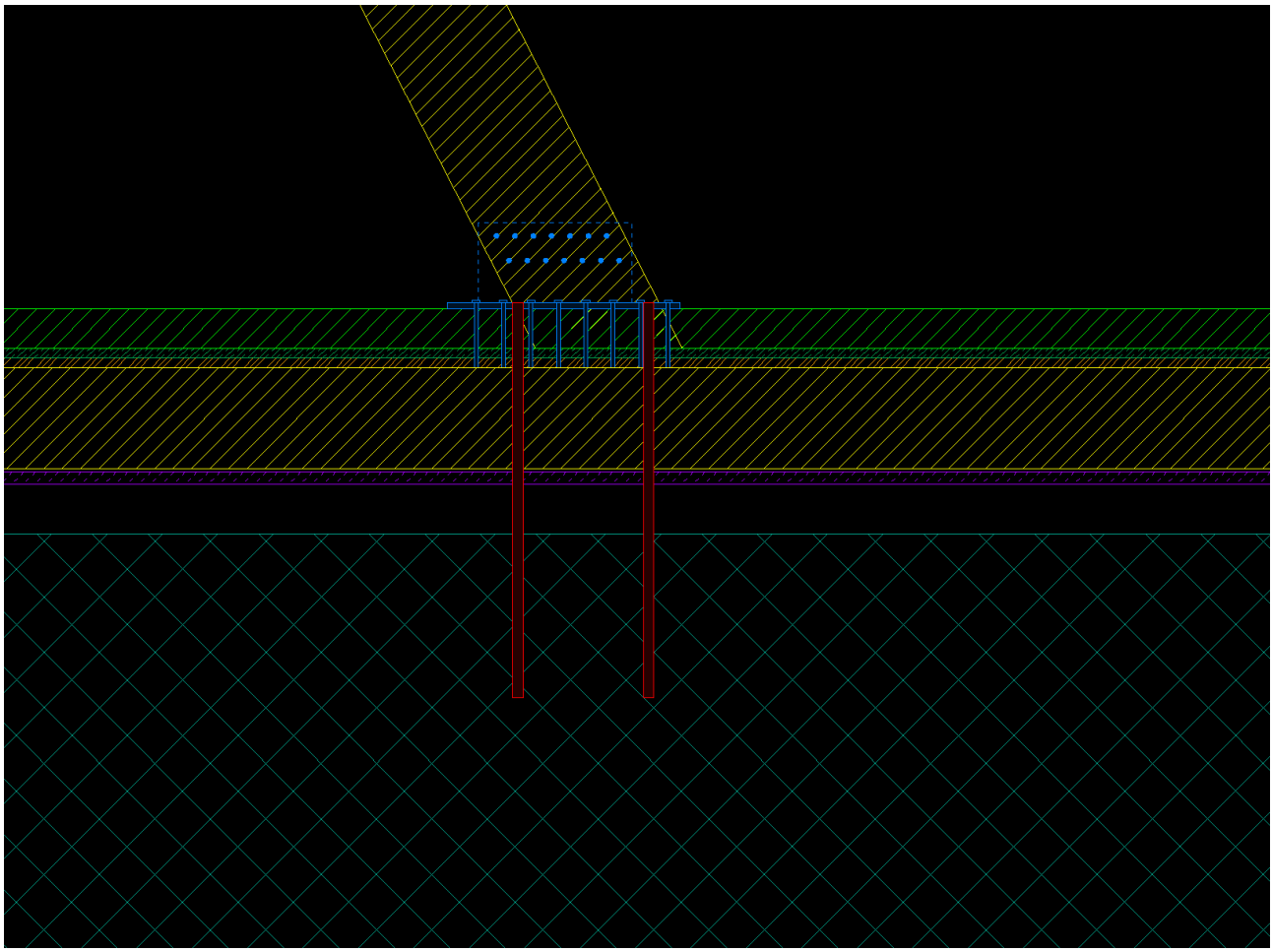
Les forces de traction des entretoises sont transmises au sabot en acier par des clous annelés.
⇨ 96.88 kN / 4.5 kN = 24 clous annelés par entretoise



Les forces de cisaillement de la plaque en acier sont transmises au sol par des clous annelés.
⇨ 47.05 kN / 4.5 kN = 12 clous annelés par plaque en acier

Les forces de traction du mur transversal sont fixées au fondement par des tiges d'ancrage.
Voir dimensionnement “HIT-HY 200-A V3 + HAS-U 8.8 M16”

Holzbautechnik Burch AG
Brünigstrasse 88 • 6060 Sarnen • 041 666 76 86
Moosmattstrasse 29 • 6005 Luzern • 041 310 48 03
burch@holzbautechnik.ch • holzbautechnik.ch



Holzbautechnik Burch AG
Brünigstrasse 88 · 6060 Sarnen · 041 666 76 86
Moosmattstrasse 29 · 6005 Luzern · 041 310 48 03
burch@holzbautechnik.ch · holzbautechnik.ch

Hilti PROFIS Engineering 3.1.10

www.hilti.ch

Société:		Page:	1
Adresse:		Prescripteur:	
Tel I Fax:	|	E-mail:	
Design:	Beton - 31. Okt. 2024	Date:	28.01.2025
Sous projet I Pos. N°:			

Commentaires du spécificateur:

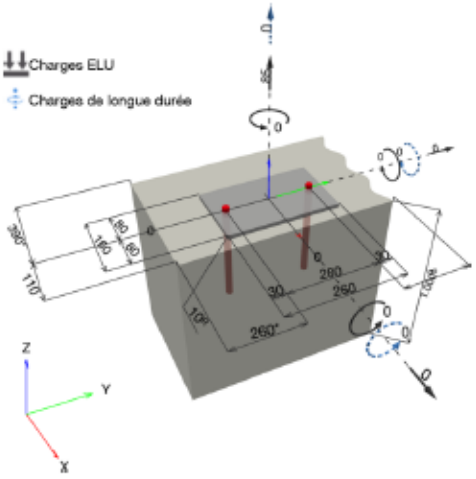
1 Données d'entrée



Type et diamètre de la cheville:	**HIT-HY 200-A V3 + HAS-U 8.8 M16**
Période de retour (durée de vie en années):	50
Code d'article:	2223884 HAS-U 8.8 M16x300 (accessoire de pose) / 2378172 HIT-HY 200-A V3 (Scellement chimique)
Specification text:	Hilti HAS-U 8.8 Gewindestange with HIT-HY 200-A V3 Injektionssystem with 227 mm embedment hef, M16, Stahl galvanisiert, Hammerbohren installation per ETA 19/0601
Profondeur d'implantation effective:	$h_{ef,act}$ = 227,0 mm ($h_{ef,limit}$ = - mm)
Matériau:	8.8
Homologation:	ETA 19/0601
Délivré I Validité:	29.01.2024 | -
Méthode de calcul:	Méthode de calcul EN 1992-4, Produits chimiques
Montage avec écartement:	e_b = 0,0 mm (sans écartement); t = 10,0 mm
Platine[R] :	l_x x l_y x t = 160,0 mm x 260,0 mm x 10,0 mm; (Epaisseur de platine recommandée: non calculé)
Profil:	pas de profil
Matériau de base:	Béton non fissuré béton, C30/37, $f_{c,cyl}$ = 30,00 N/mm²; h =1 000,0 mm, Temp. court/long: 40/20 °C, Coefficient de sécurité matériel partiel personnalisé γ_c = 1,500
Installation:	**Hammer drilled hole, condition d'installation: sec**
Renforcement:	Pas de renforcement ou distance entre armatures>= 150 mm (tous Ø) ou >= 100 mm (Ø <= 10 mm) Pas de renforcement de bord longitudinal

[R] - Le calcul de la cheville est réalisé avec l'hypothèse d'une platine rigide.

Géométrie [mm] & Charges [kN, kNm]



Les données d'entrée et les résultats doivent être vérifiés quant aux conditions existantes et leur plausibilité!
PROFIS Engineering (c) 2003-2025, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti est une marque déposée de Hilti AG, Schaan

1.1 Combinaison de charges

Cas	Description	Forces [kN] / Moment [kNm]	Sismique	Feu	Util. max. Cheville [%]
1	Kombination 1	N = 85,000; V_x = 0,000; V_y = 0,000; M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000; N_{sus} = 0,000; $M_{x,sus}$ = 0,000; $M_{y,sus}$ = 0,000;	non	non	100

Hilti PROFIS Engineering 3.1.10

www.hilti.ch

Société: | Page: 3
Adresse: | Prescripteur:
Tel I Fax: | E-mail:
Design: Beton - 31. Okt. 2024 | Date: 28.01.2025
Sous projet I Pos. N°:

2 Preuve I Utilisation (Cas prépondérants)

		Valeurs de calcul [kN]		Utilisation	
Charge	**Méthode de calcul**	**Charge**	**Capacité**	**β_N / β_V [%]**	**Statut**
Traction	Rupture par cône de béton	85,000	85,129	100 / -	OK
Cisaillement	-	-	-	- / -	NA

Charge	β_N	β_V	α	Utilisation $\beta_{N,V}$ [%]	Statut
Charges combinées traction et cisaillement	-	-	-	-	NA

3 Avertissements

- Pour plus de détails, messages ou avertissements, se reporter à la note de calcul détaillée!

La fixation remplit les critères de conception !

Calcul des plaques de seuil / éléments de sol / éléments muraux

Résistance par ancrage en cas de séisme (augmentation de la résistance selon SIA 265, 2.2.6).
Vis à béton type MMS 12x140 mm:
4 kN x 1.4 = 5.6 kN

Résistance par vis en cas de séisme (augmentation de la résistance selon SIA 265, 2.2.6).
Vis en bois 8x220 mm:
1.43 kN x 1.4 = 2.0 kN

Résistance par clous annelés en cas de séisme (augmentation de la résistance selon SIA 265, 2.2.6).
Clous annelés 6x100 mm avec plaque en acier (forces horizontales mur transversal)
3.02 kN x 1.4 = 4.2 kN

Murs longitudinaux

Vis à béton pour plaque de seuil : 735.4 kN / 5.6 kN = 132 pcs.
- Répartition sur 110 m' de plaques de seuil : espacement 830 mm

Vis pour sol dans plaque de seuil : 735.4 kN / 2 kN = 368 pcs.
- Répartition sur 110 m' de plaques de seuil : espacement 300 mm

Vis pour plaque de seuil mur sur éléments de sol : 250.3 kN / 2 kN = 125 pcs.
- Répartition sur 80 m' de plaques de seuil : espacement 640 mm

Murs pignons

Vis à béton pour plaque de seuil : 258.9 kN / 5.6 kN = 46 pcs.
- Répartition sur 7.5 m' de plaques de seuil : espacement 160 mm

Vis pour sol dans plaque de seuil : 258.9 kN / 2 kN = 130 pcs.
- Répartition sur 7.5 m' de plaques de seuil : espacement 2 rangées à 110 mm

Vis pour plaque de seuil mur sur éléments de sol : 88.1 kN / 2 kN = 44 pcs.
- Répartition sur 7.5 m' de plaques de seuil : espacement 170 mm

Murs transversaux

Vis à béton pour plaque de seuil : 276.6 kN / 5.6 kN = 49 pcs.
- Répartition sur 7.5 m' de plaques de seuil : espacement 150 mm

Vis pour sol dans plaque de seuil : 276.6 kN / 2 kN = 139 pcs.
- Répartition sur 7.5 m' de plaques de seuil : espacement 2 rangées à 100 mm

Holzbautechnik Burch AG
Brünigstrasse 88 • 6060 Sarnen • 041 666 76 86
Moosmattstrasse 29 • 6005 Luzern • 041 310 48 03
burch@holzbautechnik.ch • holzbautechnik.ch

HECO®- HCS

Désignation de projet

Ouvrier elia.merzaghi

numéro du project

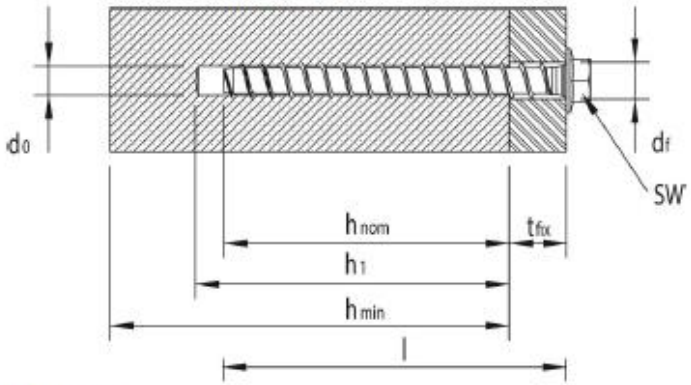
1. Vue d'ensemble des articles

MMS-plus SS 12 x 140/65

Matériau	Acier galvanisé
Taille de filetage	Ø 12 mm
Profondeur de vissage h_{nom}	75 mm
Profondeur de trou de perçage h_1	85 mm
Profondeur d'ancrage h_{ef}	57 mm
Diamètre intérieur d_0	10 mm
Numéro d'homologation valide	ETA-15/0784
Diamètre de trou traversant d_f	14.5 mm



N° d'article (Article cheville)	48415
Longueur de cheville L	140 mm
Epaisseur maximale de pièce à fixer $t_{fix,max}$	65 mm
Unité d'emballage	25 Pièce
Méthode de calcul	EN 1992-4: 2019-04



2. Données d'entrée

Socle d'ancrage

État du béton	Fissuré
Épaisseur de pièce	h = 500 mm
Classe de résistance du béton	C30/37
Résistance caractéristique du béton à la compression	$f_{ck,cyl}$ /$f_{ck,cube}$ = 30.00 N/mm²/37.00 N/mm²
armature	25 mm
Armature de surface	Béton armé normal
Armature de bord	Pas d'armature de bord
Armature contre fissures	Inexistant
Procédé de perçage	Perçage au marteau

Pièce de montage additionnelle en bois

Géométrie	Largeur L_z: 160 mm | Longueur L_y: 200 mm | Epaisseur t: 60 mm
Classe de résistance	C24
Classe d'utilisation	NK1
Durée d'action de la charge	Permanent
Rondelle Ø	50 mm
Mesures de construction (ancrage Bulldog)	Oui

Groupe de chevilles

Géométrie	Disposition: 1 Cheville
Excentricité	e_y: 0 mm | e_z: 0 mm
Trou oblong	Pas de trou oblong
Flexion de cheville	Non

Profilé de raccord

Profilé	Pas de profilé
Excentricité	e_y: 0 mm | e_z: 0 mm

Charges

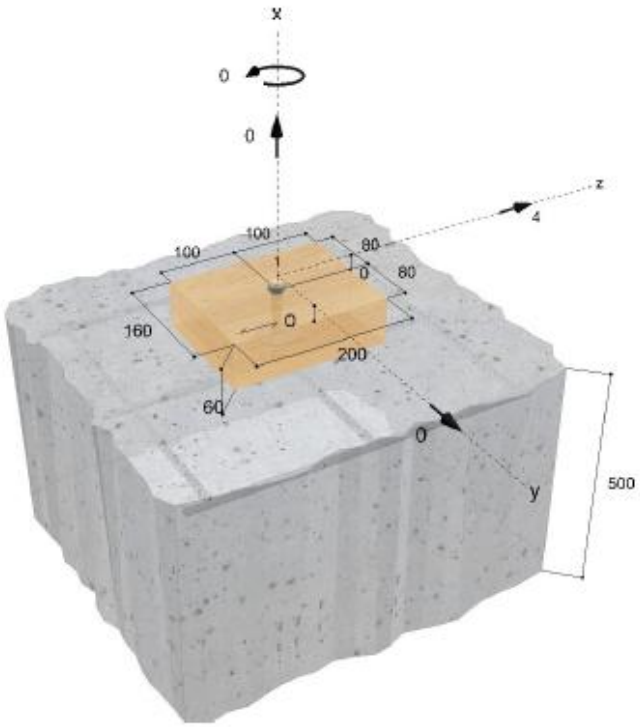
Type d'action de la charge	Statique / quasi-statique

Contraintes de mesure

N_d	V_{yd}	V_{zd}	M_{xd}	M_{yd}	M_{zd}
0.00 kN	0.00 kN	4.00 kN	0.00 kNm	0.00 kNm	0.00 kNm

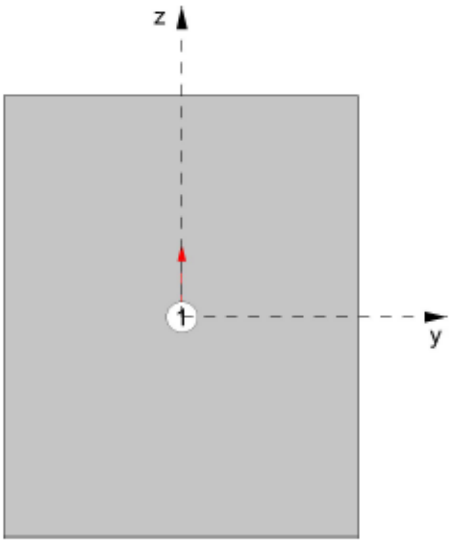
Géométrie

Longueur en [mm] | Forces en [kN] | Moment en [kNm]



3. Forces de cheville résultantes

Numéro de cheville	Force de traction	Effort tranchant	Effort tranchant y	Effort tranchant z
1	0.00 kN	4.00 kN	0.00 kN	4.00 kN
Somme	0.00 kN	4.00 kN	0.00 kN	4.00 kN



4. Vérifications - Contrainte transversale

4.1 Défaut d'acier sans bras de levier - Contrainte transversale

$\beta_{V,s}$	=	$V^h_{Ed} / V_{Rd,s}$	
V^h_{Ed}	=	4.00 kN	Valeur de mesure
$V_{Rd,s}$	=	$V_{Rk,s} / \gamma_{Ms}$	EN 1992-4, 7.2.2.1
$V^0_{Rk,s}$	=	24.10 kN	Homologation
$V_{Rk,s}$	=	$k_7 \cdot V^0_{Rk,s}$	EN 1992-4, 7.2.2.3.1 (7.35)
k_7	=	1.00	Homologation
$V_{Rk,s}$	=	24.10 kN	Homologation
γ_{Ms}	=	1.25	Homologation
$V_{Rd,s}$	=	19.28 kN	
$\beta_{V,s}$	=	**0.21**	Degré d'utilisation

4.2 Éclatement du béton (Groupe de chevilles) - Contrainte transversale

		1	Chevilles normatives
$\beta_{V,cp}$	=	$V^g_{Ed} / V_{Rd,cp}$	
V^g_{Ed}	=	4.00 kN	Valeur de mesure
$V_{Rd,cp}$	=	$V_{Rk,cp} / \gamma_{Mc}$	EN 1992-4, 7.2.2.1
$V_{Rk,cp}$	=	$k_8 \cdot N_{Rk,c}$	EN 1992-4, 7.2.2.4 (7.39a)
k_8	=	1.00	Homologation
$N_{Rk,c}$	=	$N^0_{Rk,c} \cdot A_{c,N} / A^0_{c,N} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{MN}$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.1)

$N^0_{Rk,c}$	=	$k_1 \cdot f'_c{}^{0.50} \cdot h_{ef}{}^{1.50}$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.2)
k_1	=	7.70	Homologation
f_{ck}	=	30.00 N/mm²	EN 1992-4, 7.2.1.4
h_{ef}	=	57 mm	Homologation
$c_{cr,N}$	=	86 mm	Homologation
$s_{cr,N}$	=	171 mm	Homologation
$N^0_{Rk,c}$	=	18.15 kN	
$A_{c,N}$	=	29241 mm²	EN 1992-4, 7.2.1.4 (3)
$A^0_{c,N}$	=	$s_{cr,N}^2$ = 29241 mm²	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.3)
$\psi_{s,N}$	=	$0.70 + 0.30 \cdot c / c_{cr,N} \leq 1.00$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.4)
c	=	∞ mm	
$\psi_{s,N}$	=	1.0000	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.4)
$\psi_{re,N}$	=	1.0000	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.5)
$\psi_{ec,V}$	=	$\psi_{ec,V,y} \cdot \psi_{ec,V,z}$	
$\psi_{ec,V}$	=	1.0000	
$\psi_{M,N}$	=	1.0000	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.7)
$N_{Rk,c}$	=	18.15 kN	
$V_{Rk,cp}$	=	1.00 · 18.15 kN = 18.15 kN	
γ_{Mc}	=	1.50	EN 1992-4, 4.4.2.1
$V_{Rd,cp}$	=	12.10 kN	
$\beta_{V,cp}$	=	**0.33**	Degré d'utilisation

4.3 Contrainte perpendiculaire à la direction de l'axe - Contrainte transversale

$\beta_{V,t}$	=	$F_{v,Ed} / F_{v,Rd}$	
$F_{v,Ed}$	=	4.00 kN	Valeur de mesure
$f_{h,0,k}$	=	$0.082 \cdot (1 - 0.01 \cdot d) \cdot \rho_k$	EN 1995-1-1, (8.32)
	=	25.26 N/mm²	
k_{90}	=	1.53	EN 1995-1-1, (8.33)
$f_{h,\alpha,k}$	=	$f_{h,0,k} / (k_{90} \cdot \sin(\alpha)^2 + \cos(\alpha)^2)$	EN 1995-1-1, (8.31)
	=	25.26 N/mm²	
$M_{y,Rk}$	=	$0.3 \cdot f_{u,k} \cdot d^{2.6}$	EN 1995-1-1, (8.30)
	=	0.0576 kNm	
$F_{v,Rk,1}$	=	18.18 kN	EN 1995-1-1, (8.10) (c)
$F_{v,Rk,2}$	=	8.85 kN	EN 1995-1-1, (8.10) (d)
$F_{v,Rk,3}$	=	9.61 kN	EN 1995-1-1, (8.10) (e)
$F_{v,Rk}$	=	$\text{Min}(F_{v,Rk,1}; F_{v,Rk,2}; F_{v,Rk,3})$	EN 1995-1-1, (8.10)
	=	8.85 kN	
$F_{v,Rd}$	=	$F_{v,Rk} \cdot k_{mod} / \gamma_M$	
	=	4.09 kN	
$\beta_{V,t}$	=	**0.98**	Degré d'utilisation

L'ancrage a été vérifié avec succès

5. Décalage

5.1 Décalage à court terme

		1	Cheville normative
δ_N	=	$N / N_0 \cdot \delta_{N0}$	Homologation
N	=	N_{Ed} / 1.40 = 0.00 kN / 1.400.00 kN	Valeur de mesure
N_0	=	5.70 kN	Homologation
δ_{N0}	=	0.05 mm	Homologation
δ_N	=	0.00 mm	
δ_V	=	$V / V_0 \cdot \delta_{V0}$	Homologation
V	=	V_{Ed} / 1.40 = 4.00 kN / 1.402.86 kN	Valeur de mesure
V_0	=	12.00 kN	Homologation
δ_{V0}	=	0.18 mm	Homologation
δ_V	=	0.04 mm	
δ_{NV}	=	$(\delta_N^2 + \delta_V^2)^{0.50}$ = 0.04 mm	

5.2 Décalage à long terme

		1	Cheville normative
δ_N	=	$N / N_0 \cdot \delta_{N\infty}$	Homologation
N	=	N_{Ed} / 1.40 = 0.00 kN / 1.400.00 kN	Valeur de mesure
N_0	=	5.70 kN	Homologation
$\delta_{N\infty}$	=	0.07 mm	Homologation
δ_N	=	0.00 mm	
δ_V	=	$V / V_0 \cdot \delta_{V\infty}$	Homologation
V	=	V_{Ed} / 1.40 = 4.00 kN / 1.402.86 kN	Valeur de mesure
V_0	=	12.00 kN	Homologation
$\delta_{V\infty}$	=	0.27 mm	Homologation
δ_V	=	0.06 mm	
δ_{NV}	=	$(\delta_N^2 + \delta_V^2)^{0.50}$ = 0.06 mm	

6. Notes

Information de calcul:

Pour la vérification de la capacité des paliers d'ancrage, nous nous référons aux documents suivants :
- Évaluation technique européenne des fixations (ETA-15/0784)

- EN 1992-4: 2019-04

Le calcul repose sur les hypothèses suivantes :
- la qualité estimée des matériaux de construction est prouvée
- des fixations du même type et de mêmes dimensions doivent être appliquées lors de la fixation des groupes d'ancrage

l'élément bois n'est pas vérifié

La vérification de l'action locale des forces dans le fond d'ancrage est apportée, la transmission des forces dans la construction doit être prouvée séparément.
Le dimensionnement est effectué sur la base de nombreuses valeurs caractéristiques spécifiques à la cheville. En cas de remplacement de la cheville ou de modification des valeurs d'entrée, un nouveau dimensionnement est nécessaire. Les conditions ou dispositions de l'évaluation technique européenne (ETA-15/0784) doivent être respectées.

Le diamètre de trou de passage est comparable au diamètre de perçage dans le béton.
Le dimensionnement est réalisé selon : EN 1995-1-1/A2 (2014-07) & DIN EN 1995-1-1/NA (2013-08).

Extrait de : Tableau de construction en bois «HBT1», 2021

Valeurs de dimensionnement des résistances au cisaillement Rd en kN par vis et joint de cisaillement pour bois massif, bois massif abouté ou bois lamellé-collé C24

Durch-messer	Holzdicke t		Einschraub-tiefe s		effektive Gewinde-länge l_{ef}	Abscherwiderstand		Mindestabstände [5] [7]					
	erf. Dicke [1]	Mind.-dicke	erf. Tiefe [1]	Mind.-tiefe	Mindestlänge	Holz-Holz R_d [2] [3] [4] [8]	Stahl-Holz R_d [2] [3] [4] [8]	Schraube-Schraube		beanspr. Rand		unbeanspr. Rand	
								∥	⊥	∥	⊥	∥	⊥
d	$9d$	$7d$	$9d$	$6d$	$6d$			$10d$	$5d$	$13d$	$8d$	$7{,}5d$	$8d$ ($4d$) [6]
mm	mm	mm	mm	mm	mm	kN	kN	mm	mm	mm	mm	mm	mm
6	54	42	54	36	36	**0,89**	**1,10**	60	30	78	48	45	48 (24)
7	63	49	63	42	42	**1,14**	**1,42**	70	35	91	56	53	56 (28)
8	72	56	72	48	48	**1,43**	**1,77**	80	40	104	64	60	64 (32)
10	90	70	90	60	60	**2,06**	**2,56**	100	50	130	80	75	80 (40)
12	108	84	108	72	72	**2,79**	**3,46**	120	60	156	96	90	96 (48)

Valeurs de dimensionnement des résistances au cisaillement Rd en kN par clou pour connexions acier-bois

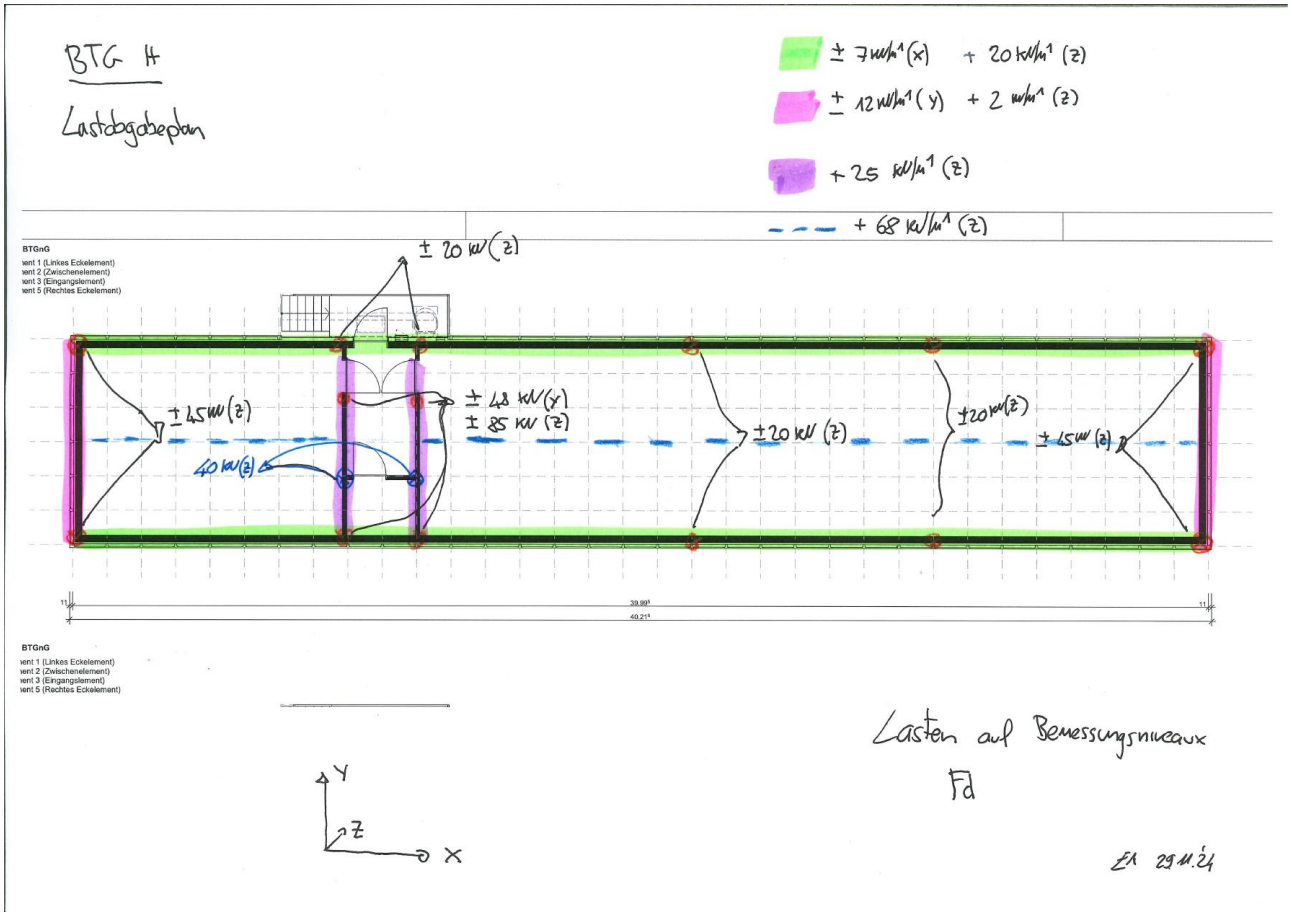
Durch-messer	Übliche Nagel-längen	Abscherwiderstand [3] [5] [10]					Mindestabstände [5] [9]					
		Einschlagtiefe $s = 9d$			$s = 12d$		Nagel-Nagel		beanspr. Rand		unbeanspr. Rand	
		s	$R_{k,9d,d}$ [1] [4]	$R_{90,d}$ [1]	s	$R_{k,12d,d}$ [2] [4]	∥	⊥	∥	⊥	∥	⊥
d	l	$9d$			$12d$		$10d$/$12d$ [7]	$5d$	$15d$	$10d$	$7d$/$9d$ [7]	$10d$ ($5d$) [8]
mm	mm	mm	kN	kN	mm	kN	mm	mm	mm	mm	mm	mm
4,0	40, 50, 60	36	1,19	1,15	48	1,45	40	20	60	40	28	40 (20)
6,0	60, 80, 100	54	2,47	2,29	72	3,02	72	30	90	60	54	60 (30)

Holzbautechnik Burch AG
Brünigstrasse 88 · 6060 Sarnen · 041 666 76 86
Moosmattstrasse 29 · 6005 Luzern · 041 310 48 03
burch@holzbautechnik.ch · holzbautechnik.ch

Plan de répartition des charges

Le plan de répartition des charges est établi pour chaque projet, car la longueur des bâtiments a une influence significative sur les charges sismiques. La position des murs longitudinaux de contreventement et des murs transversaux est également variable, car l'introduction des conduites dépend du projet.

Voici un exemple de plan de répartition des charges.



SBB CFF FFS
CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

12.603.08

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud
Commune : Prangins

Echelle	Format
-	A4

N° Plan
-

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Bâtiment de service

Blendtool



Signatures des personnes responsables :
A1. ☒ Signatures originales dans le document B. ○ Signature ci dessous
Ci-dessous :
A2. ☒ Signatures des personnes pro forma

CFF SA
Infrastructure Projets

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

CFF SA
Infrastructure Projets

Tiziana Iannone Desmeules
Chef de projet
I-AEP-ENG-BZT-RWT-BAT

SBB CFF FFS
CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	17.06.2025	Eme	JR		
2					
3					
4					

Kanton Bern
Canton de Berne

BLENDTOOL v1.2.1

Auter du document

premoco SYSTEM AG
Lindenhof 6 | PF 1028 | 6061 Sarnen
T +41 41 660 96 56
info@premoco.ch | www.premoco.ch

Christian Imfeld
Premoco System AG

Token

JTVCJTVCNDYuMzk2MDkxJTJDNi4yNDQ2NDQlMkMyMjElMkM4NyUyQyUyMjQxNi43JTIyJTJDMi41JTJDNy40JTJDMy42JTJDNSUyQy0zMCUyQzMwJTJDMjAyNCU1RCUyQyU1QiU1QjAlMkM0Ni4zOTU5NyUyQzYuMjQ1MjQ1JTJDJTIyNDE4LjMlMjIlMkMxMCU1RCUyQyU1QjElMkM0Ni4zOTU3MTQlMkM2LjI0NDg3MiUyQyUyMjQxOC4yJTIyJTJDMTA1NUQlMkMlNUIyJTJDNDYuMzk2MzEyJTJDNi4yNDQyNjYlMkMlMjI0MjAuNSUyMiUyQzglNUQlNUQlNUQ=

Input

Emission

Breitengrad [°]	Längengrad [°]	Azimut [°]	Neigungswinkel [°]	Höhe über Grund [m]	Terrainhöhe [m]	Länge [m]	Breite [m]	Bündelaufweitung [°]	Relevanzbereich minimal [°]	Relevanzbereich maximal [°]	Jahr
46.396091	6.244644	221	87	2.5	416.7	7.4	3.6	5	-30	30	2024

Immission

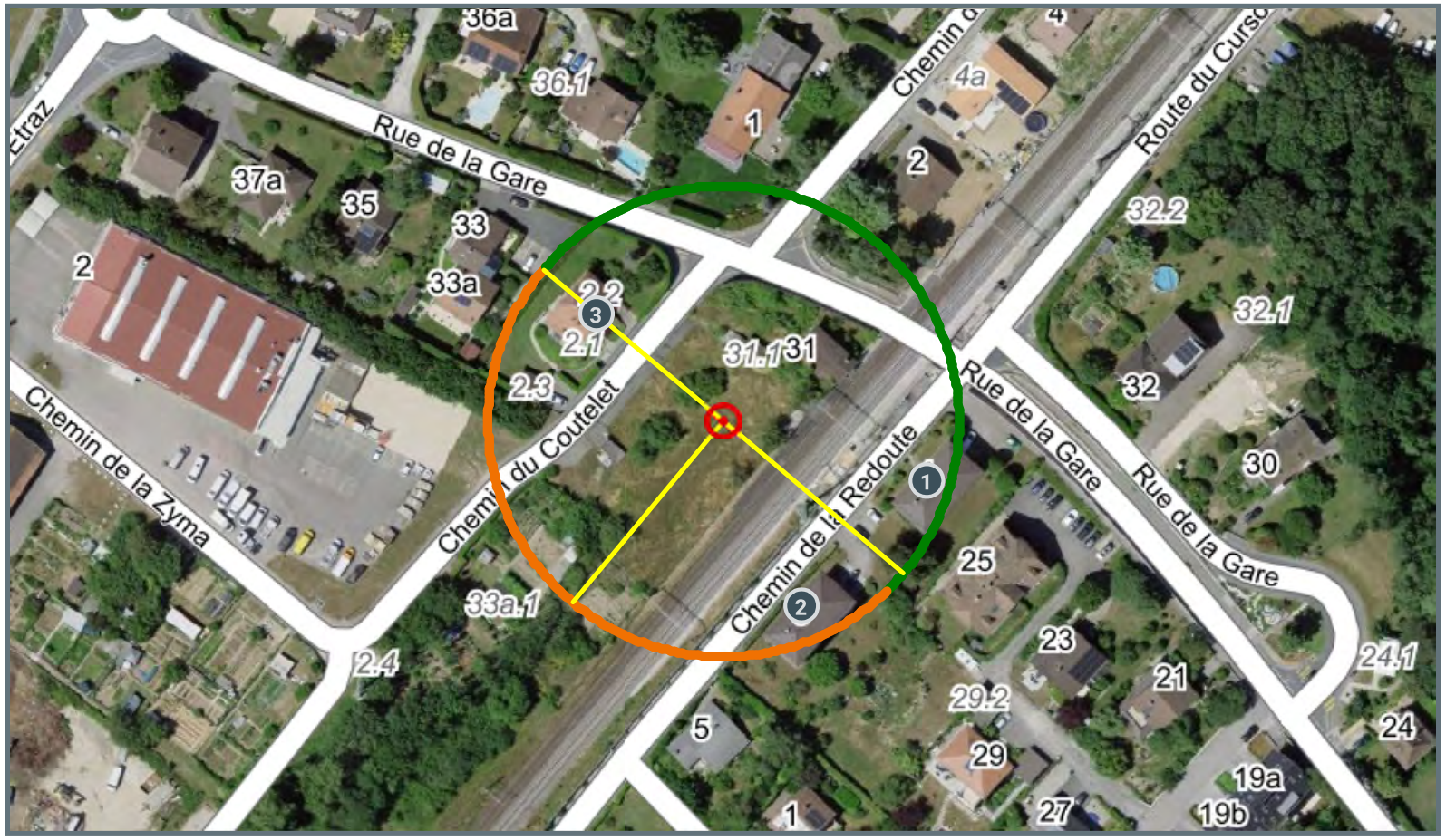
ID	Breitengrad [°]	Längengrad [°]	Höhe über Grund [m]	Terrainhöhe [m.ü.M.]
1	46.39597	6.245245	10	418.3
2	46.395714	6.244872	10	418.2
3	46.396312	6.244266	8	420.5

Analyse

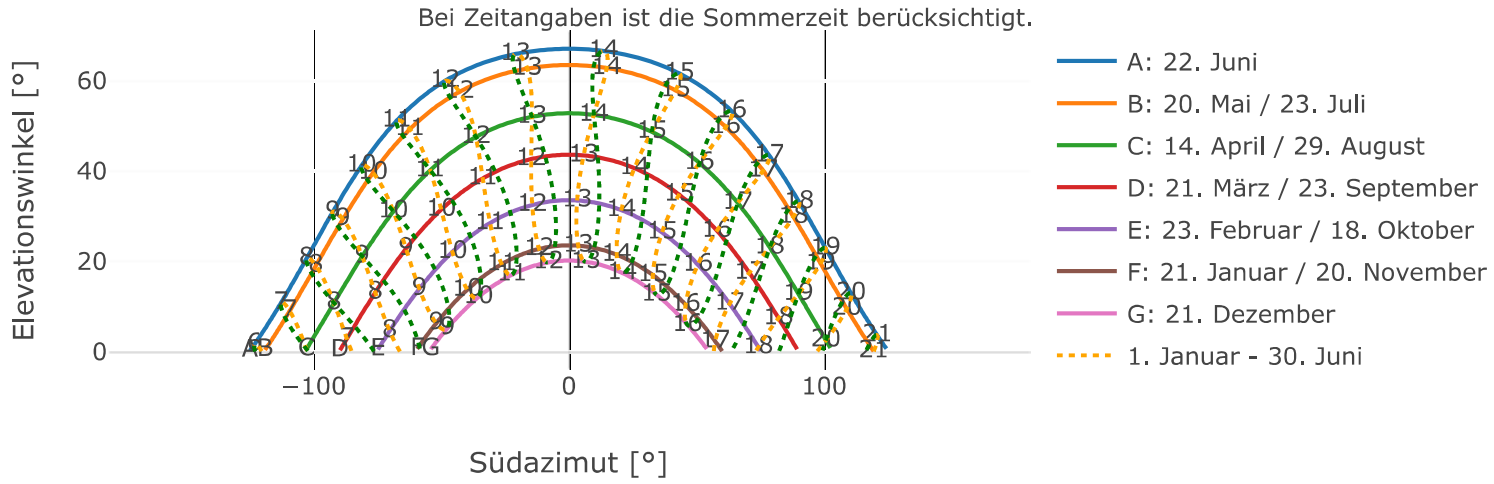
Doppelblendung [°]	Anfangsdatum	Enddatum	Von [min]	Bis [min]
20	01.01	31.12	0	960

Output

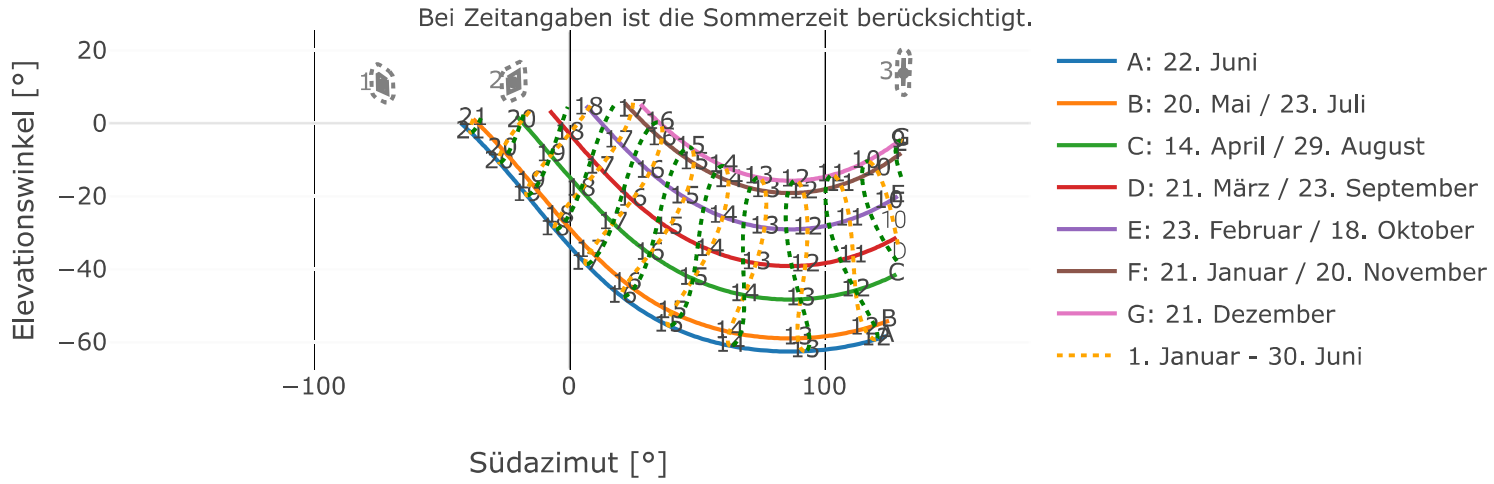
Karte



Sonnenstand



Reflexion


Bei Zeitangaben ist die Sommerzeit berücksichtigt.
Elevationswinkel [°]
20
0
−20
−40
−60
−100
0
100
Südazimut [°]
A: 22. Juni
B: 20. Mai / 23. Juli
C: 14. April / 29. August
D: 21. März / 23. September
E: 23. Februar / 18. Oktober
F: 21. Januar / 20. November
G: 21. Dezember
1. Januar - 30. Juni

Tabelle

Immission	Fläche [m²]	Entfernung [m]	Verhältnis Dimension/Entfernung	Sichtwinkel [°]	Anzahl Tage mit weniger als 30 Minuten Blenddauer	Anzahl Tage mit 30 bis 60 Minuten Blenddauer	Anzahl Tage mit grösser 60 Minuten Blenddauer	Blenddauer [h] pro Jahr	Risiko Indikator
1	26.64	48.14	0.1709	9.77	0.00	0.00	0.00	0.00	
2	26.64	45.43	0.1811	10.35	0.00	0.00	0.00	0.00	
3	26.64	38.06	0.2162	12.34	0.00	0.00	0.00	0.00	

Zur Interpretation der Färbungen der Werte und des Risiko Indikator finden Sie im Help, Kapitel "Tabelle", weitere Informationen.
Tabelle und Risiko Indikator stellen lediglich eine vereinfachte, schnell lesbare Beurteilung der Situation dar und sind aufgrund nicht miteinbezogener Parameter (Wetter, Horizont, Sichtschutz, Doppelblendung etc.) nicht verbindlich.

Analyse

Kanton Bern
Canton de Berne

BLENDTOOL v1.2.1

Token

JTVCJTVCNDYuMzk2MDkxJTJDNi4yNDQ2NDQlMkMxMzElMkM4NyUyQyUyMjQxNi43JTIyJTJDMi41JTJDMzQlMkMzLjYlMkM1JTJDLTMwJTJDMzAlMkMyMDI0JTVEJTJDJTVCJTVCMCUyQzQ2LjM5NTk3JTJDNi4yNDUyNDUlMkMlMjI0MTguMyUyMiUyQzEwJTVEJTJDJTVCMSUyQzQ2LjM5NTcxNCUyQzYuMjQ0ODcyJTJDJTIyNDE4LjIlMjIlMkMxMCU1RCUyQyU1QjIlMkM0Ni4zOTYzMTIlMkM2LjI0NDI2NiUyQyUyMjQyMC41JTIyJTJDOCU1RCU1RCU1RA==

Input

Emission

Breitengrad [°]	Längengrad [°]	Azimut [°]	Neigungswinkel [°]	Höhe über Grund [m]	Terrainhöhe [m]	Länge [m]	Breite [m]	Bündelaufweitung [°]	Relevanzbereich minimal [°]	Relevanzbereich maximal [°]	Jahr
46.396091	6.244644	131	87	2.5	416.7	34	3.6	5	-30	30	2024

Immission

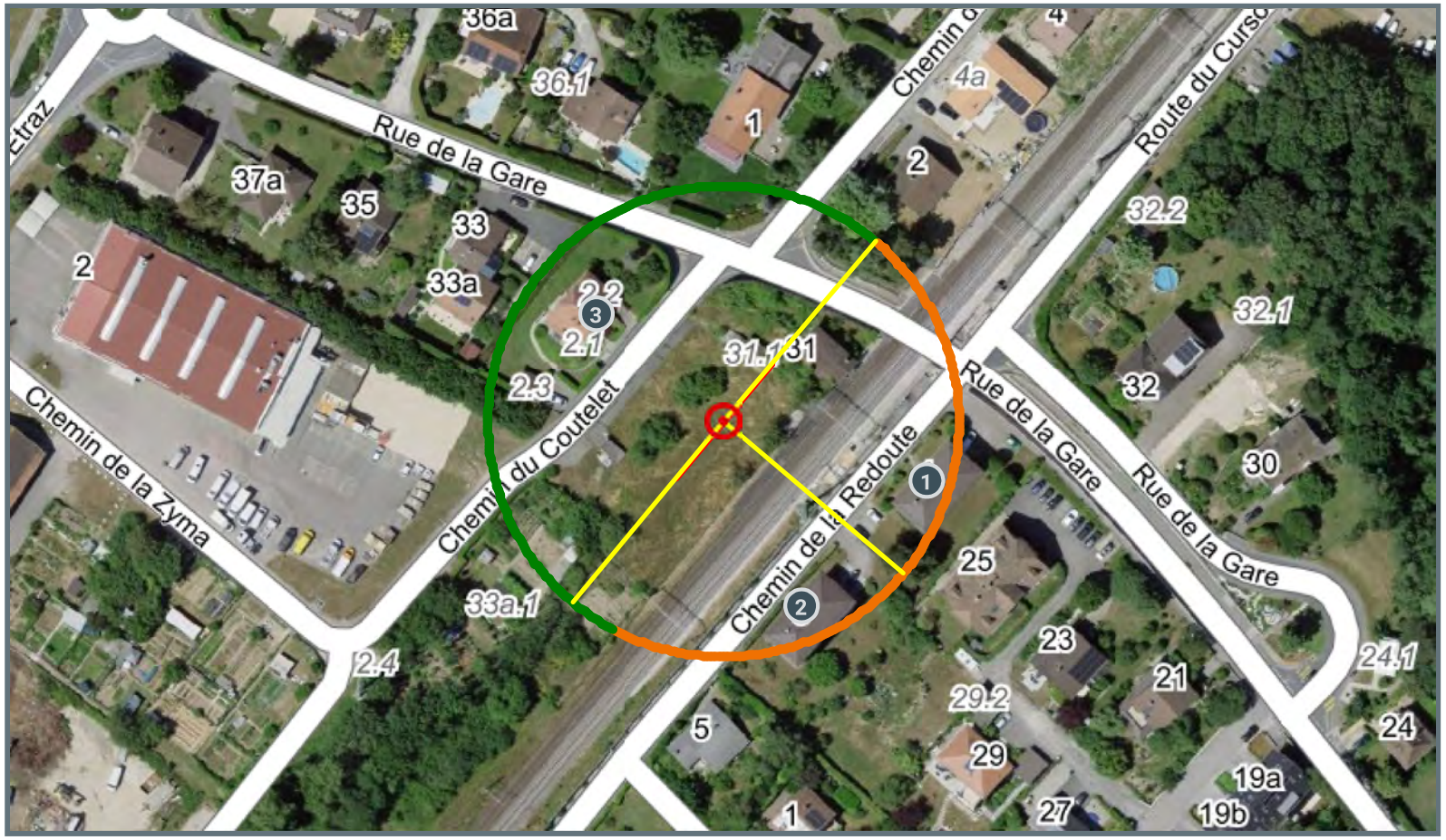
ID	Breitengrad [°]	Längengrad [°]	Höhe über Grund [m]	Terrainhöhe [m.ü.M.]
1	46.39597	6.245245	10	418.3
2	46.395714	6.244872	10	418.2
3	46.396312	6.244266	8	420.5

Analyse

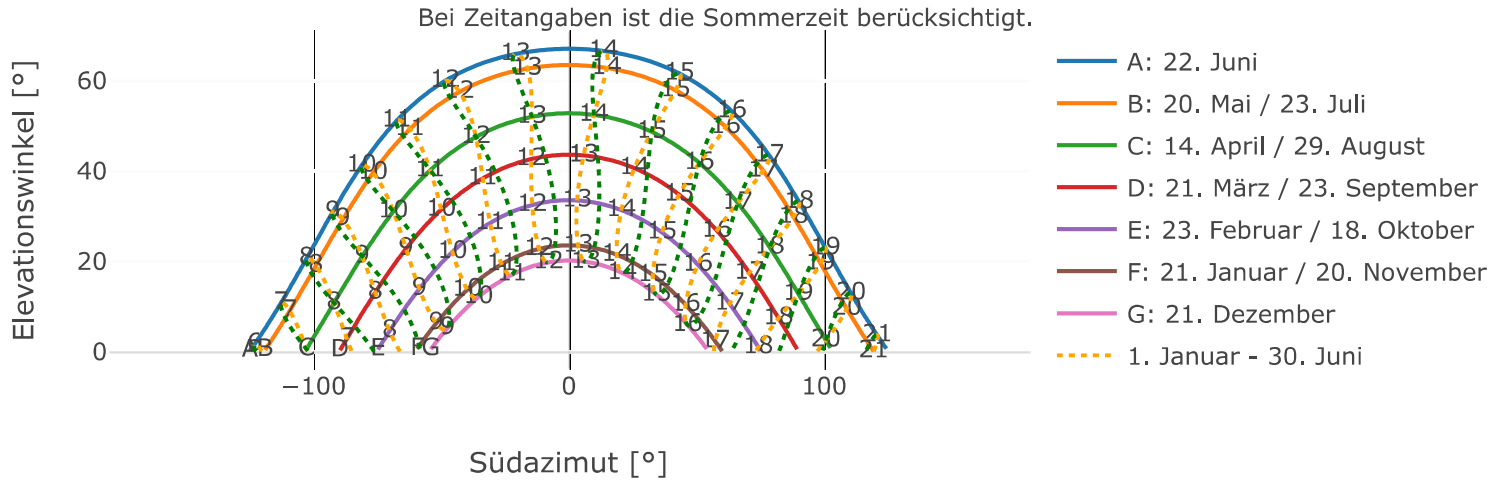
Doppelblendung [°]	Anfangsdatum	Enddatum	Von [min]	Bis [min]
20	01.01	31.12	0	960

Output

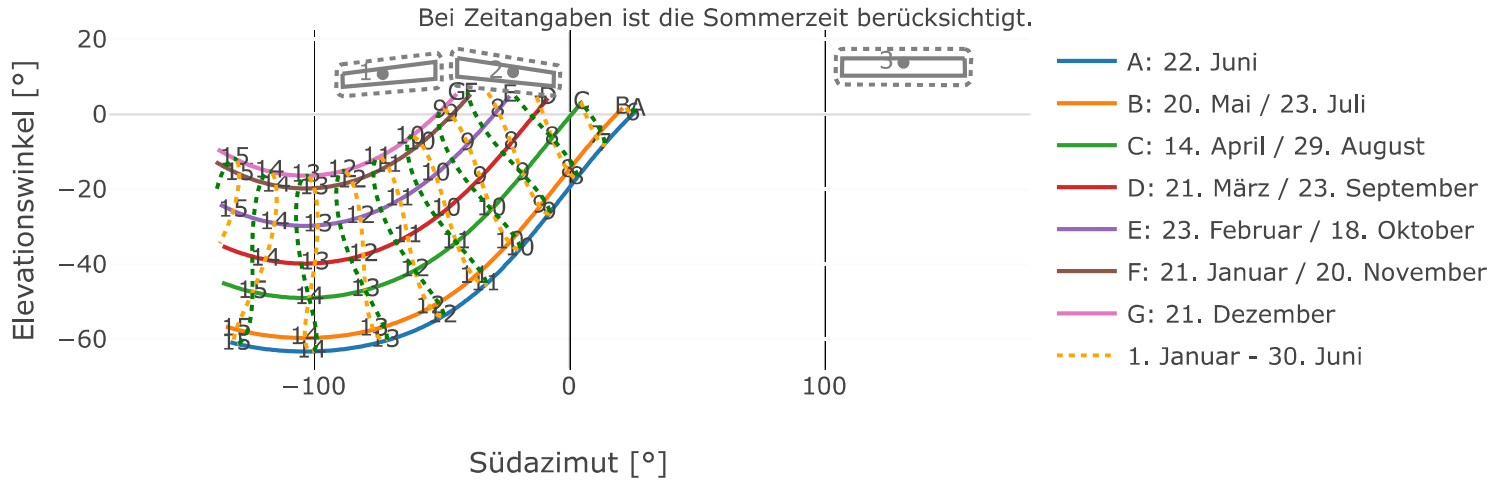
Karte



Sonnenstand



Reflexion


Bei Zeitangaben ist die Sommerzeit berücksichtigt.
Elevationswinkel [°]
20
0
−20
−40
−60
−100
0
100
Südazimut [°]
A: 22. Juni
B: 20. Mai / 23. Juli
C: 14. April / 29. August
D: 21. März / 23. September
E: 23. Februar / 18. Oktober
F: 21. Januar / 20. November
G: 21. Dezember
1. Januar - 30. Juni

Tabelle

Immission	Fläche [m²]	Entfernung [m]	Verhältnis Dimension/Entfernung	Sichtwinkel [°]	Anzahl Tage mit weniger als 30 Minuten Blenddauer	Anzahl Tage mit 30 bis 60 Minuten Blenddauer	Anzahl Tage mit grösser 60 Minuten Blenddauer	Blenddauer [h] pro Jahr	Risiko Indikator
1	122.40	48.14	0.7102	39.10	0.00	0.00	0.00	0.00	
2	122.40	45.43	0.7526	41.24	0.00	0.00	0.00	0.00	
3	122.40	38.06	0.8982	48.37	0.00	0.00	0.00	0.00	

Zur Interpretation der Färbungen der Werte und des Risiko Indikator finden Sie im Help, Kapitel "Tabelle", weitere Informationen.
Tabelle und Risiko Indikator stellen lediglich eine vereinfachte, schnell lesbare Beurteilung der Situation dar und sind aufgrund nicht miteinbezogener Parameter (Wetter, Horizont, Sichtschutz, Doppelblendung etc.) nicht verbindlich.

Analyse

Kanton Bern
Canton de Berne

BLENDTOOL v1.2.1

Token

JTVCJTVCNDYuMzk2MDkxJTJDNi4yNDQ2NCUyQzMxMSUyQzEwJTJDJTIyNDE2LjclMjIlMkM0Ljc1JTJDMzIlMkMyJTJDNSUyQy0zMCUyQzMwJTJDMjAyNCU1RCUyQyU1QiU1QjAlMkM0Ni4zOTU5NyUyQzYuMjQ1NDUlMkMlMjI0MTguMiUyMiUyQzEwJTVEJTJDJTVCMSUyQzQ2LjM5NTcxNCUyQzYuMjQ0ODcyJTJDJTIyNDE4LjAlMjIlMkMxMCU1RCU1RCU1RA==

Input

Emission

Breitengrad [°]	Längengrad [°]	Azimut [°]	Neigungswinkel [°]	Höhe über Grund [m]	Terrainhöhe [m]	Länge [m]	Breite [m]	Bündelaufweitung [°]	Relevanzbereich minimal [°]	Relevanzbereich maximal [°]	Jahr
46.396091	6.24464	311	10	4.75	416.7	32	2	5	-30	30	2024

Immission

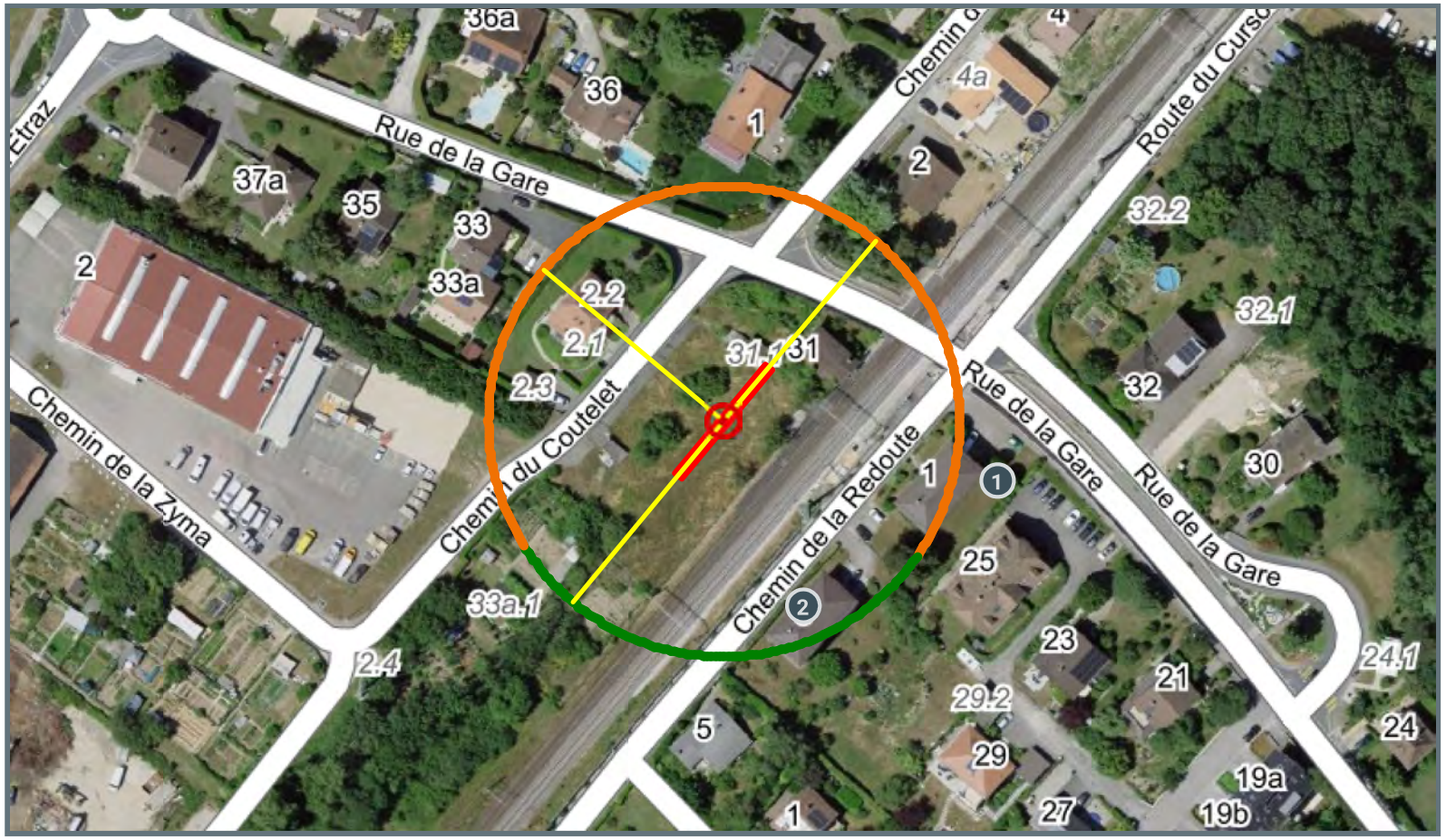
ID	Breitengrad [°]	Längengrad [°]	Höhe über Grund [m]	Terrainhöhe [m.ü.M.]
1	46.39597	6.24545	10	418.2
2	46.395714	6.244872	10	418.2

Analyse

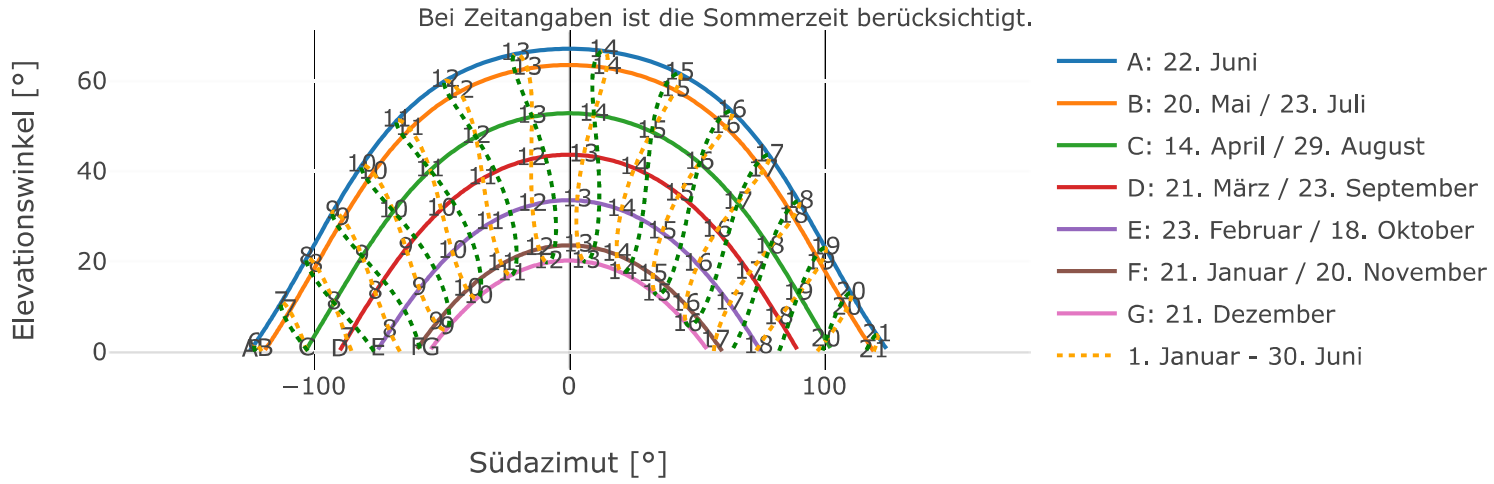
Doppelblendung [°]	Anfangsdatum	Enddatum	Von [min]	Bis [min]
20	01.01	31.12	0	960

Output

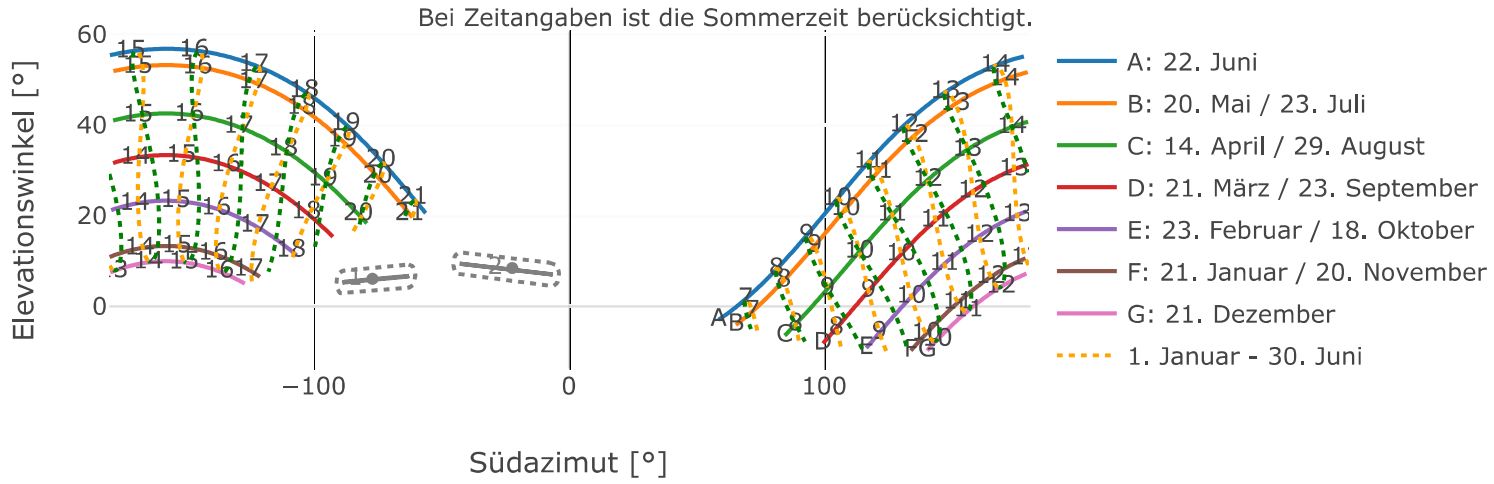
Karte



Sonnenstand



Reflexion



Tabelle

Immission	Fläche [m²]	Entfernung [m]	Verhältnis Dimension/Entfernung	Sichtwinkel [°]	Anzahl Tage mit weniger als 30 Minuten Blenddauer	Anzahl Tage mit 30 bis 60 Minuten Blenddauer	Anzahl Tage mit grösser 60 Minuten Blenddauer	Blenddauer [h] pro Jahr	Risiko Indikator
1	64.00	63.74	0.5031	28.24	0.00	0.00	0.00	0.00	
2	64.00	45.55	0.7039	38.78	0.00	0.00	0.00	0.00	

Zur Interpretation der Färbungen der Werte und des Risiko Indikator finden Sie im Help, Kapitel "Tabelle", weitere Informationen.
Tabelle und Risiko Indikator stellen lediglich eine vereinfachte, schnell lesbare Beurteilung der Situation dar und sind aufgrund nicht miteinbezogener Parameter (Wetter, Horizont, Sichtschutz, Doppelblendung etc.) nicht verbindlich.

Analyse

Kanton Bern
Canton de Berne

BLENDTOOL v1.2.1

Token

JTVCJTVCNDYuMzk2MDkxJTJDNi4yNDQ2NCUyQzEzMSUyQzEwJTJDJTIyNDE2Ljc|MjIlMkM0Ljc1JTJDMzIlMkMyJTJDNSUyQy0zMCUyQzMwJTJDMjAyNCU1RCUyQyU1QiU1QjAlMkM0Ni4zOTU5NyUyQzYuMjQ1NDU|MkM|MjI0MTguMiUyMiUyQzEwJTVEJTJDJTVCMSUyQzQ2LjM5NTcxNCUyQzYuMjQ0ODcyJTJDJTIyNDE4LjIlMjIlMkMxMCU1RCU1RCU1RA==

Input

Emission

Breitengrad [°]	Längengrad [°]	Azimut [°]	Neigungswinkel [°]	Höhe über Grund [m]	Terrainhöhe [m]	Länge [m]	Breite [m]	Bündelaufweitung [°]	Relevanzbereich minimal [°]	Relevanzbereich maximal [°]	Jahr
46.396091	6.24464	131	10	4.75	416.7	32	2	5	-30	30	2024

Immission

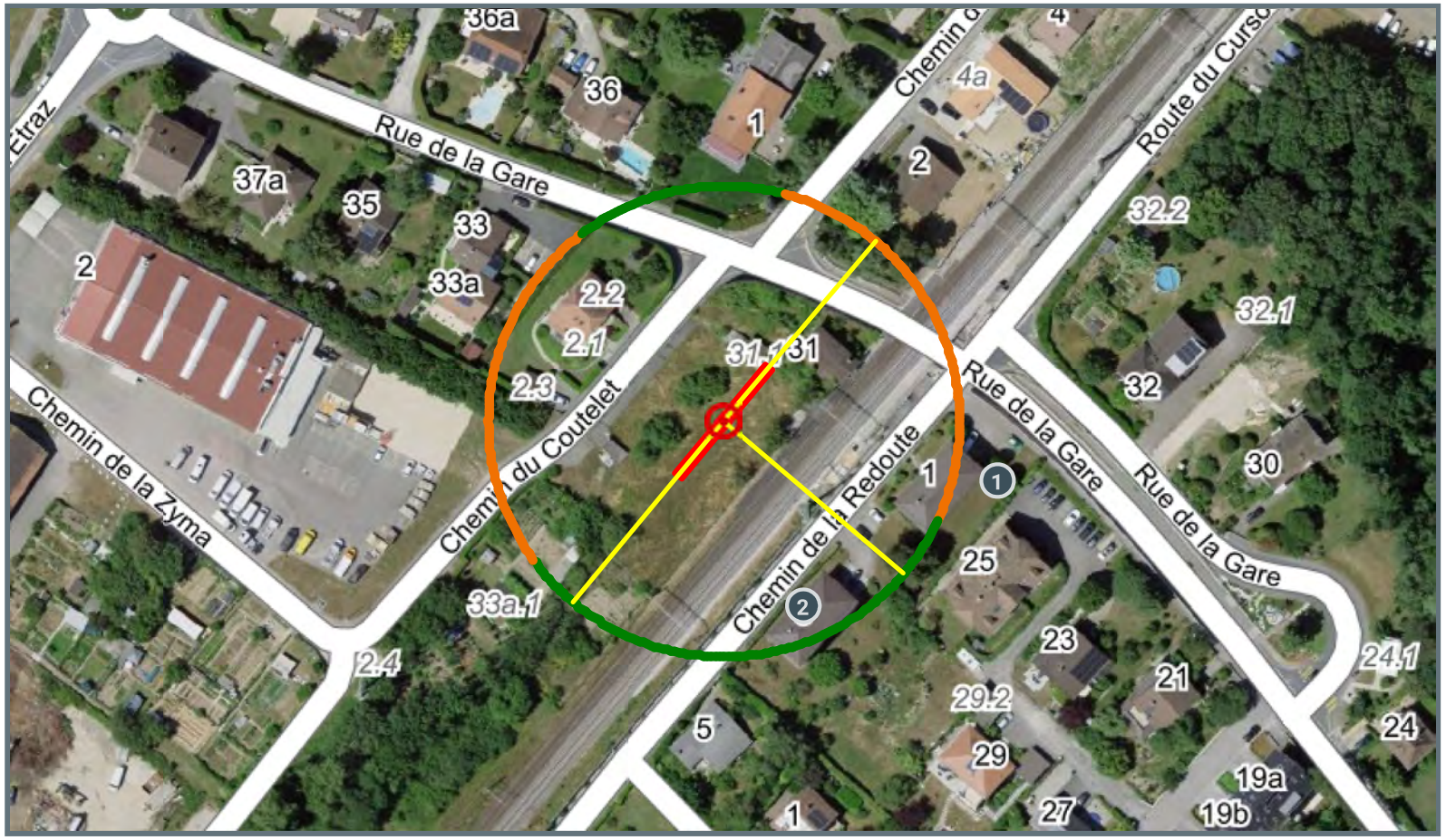
ID	Breitengrad [°]	Längengrad [°]	Höhe über Grund [m]	Terrainhöhe [m.ü.M.]
1	46.39597	6.24545	10	418.2
2	46.395714	6.244872	10	418.2

Analyse

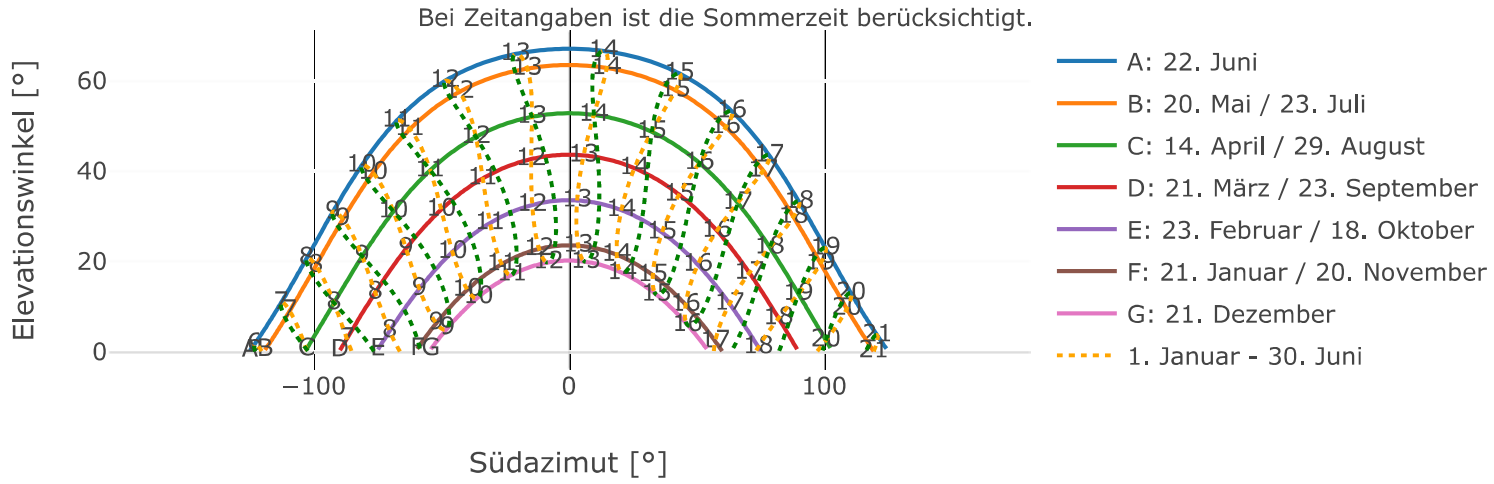
Doppelblendung [°]	Anfangsdatum	Enddatum	Von [min]	Bis [min]
20	01.01	31.12	0	960

Output

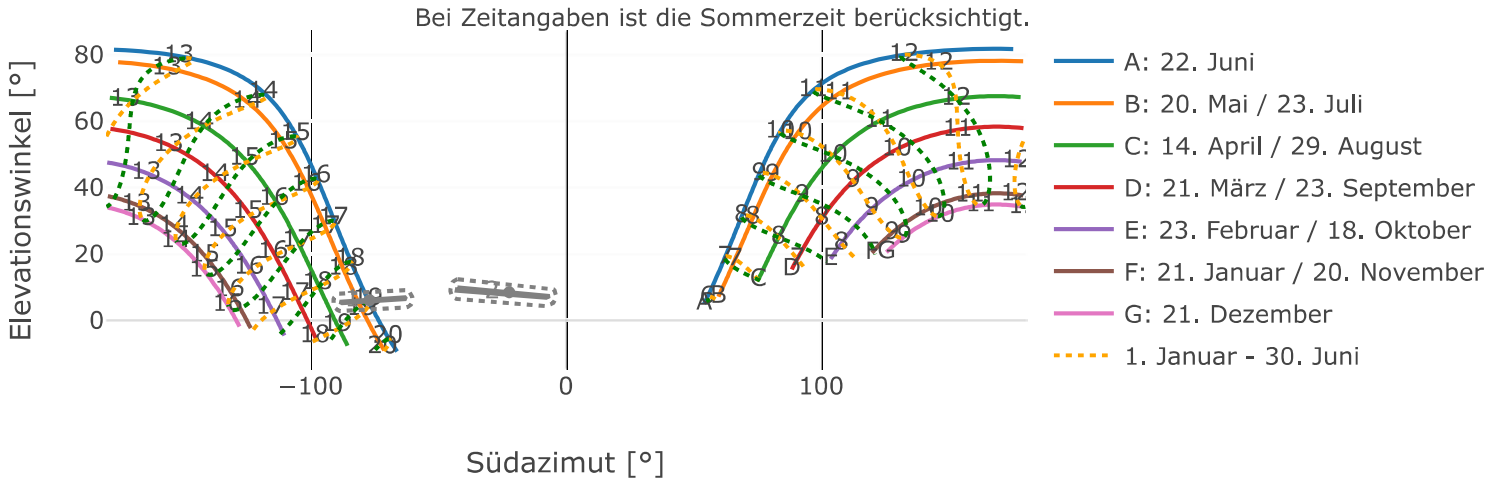
Karte



Sonnenstand



Reflexion



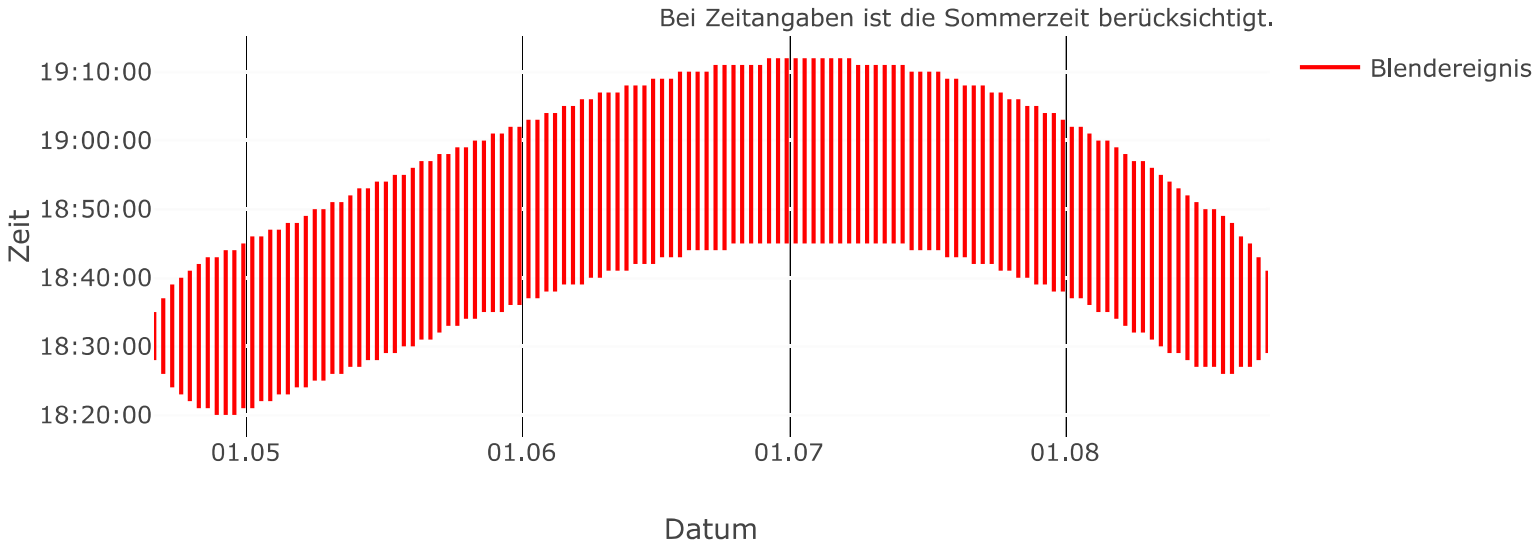
Tabelle

Immission	Fläche [m²]	Entfernung [m]	Verhältnis Dimension/Entfernung	Sichtwinkel [°]	Anzahl Tage mit weniger als 30 Minuten Blenddauer	Anzahl Tage mit 30 bis 60 Minuten Blenddauer	Anzahl Tage mit grösser 60 Minuten Blenddauer	Blenddauer [h] pro Jahr	Risiko Indikator
1	64.00	63.74	0.5031	28.24	126.00	0.00	0.00	51.93	^
2	64.00	45.55	0.7039	38.78	0.00	0.00	0.00	0.00	—

Zur Interpretation der Färbungen der Werte und des Risiko Indikator finden Sie im Help, Kapitel "Tabelle", weitere Informationen.
Tabelle und Risiko Indikator stellen lediglich eine vereinfachte, schnell lesbare Beurteilung der Situation dar und sind aufgrund nicht miteinbezogener Parameter (Wetter, Horizont, Sichtschutz, Doppelblendung etc.) nicht verbindlich.

Analyse

Viewpoint 1



SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

12.604.01

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud
Commune : Prangins

Echelle 1:100 / 1:50
Format 105x54
N° Plan 201325000.12.604.01

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement
Bâtiment de service - Fondations
Situation et coupes



CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

Aimé Morel
Auteur de projet

IM Engineering | IUB Engineering

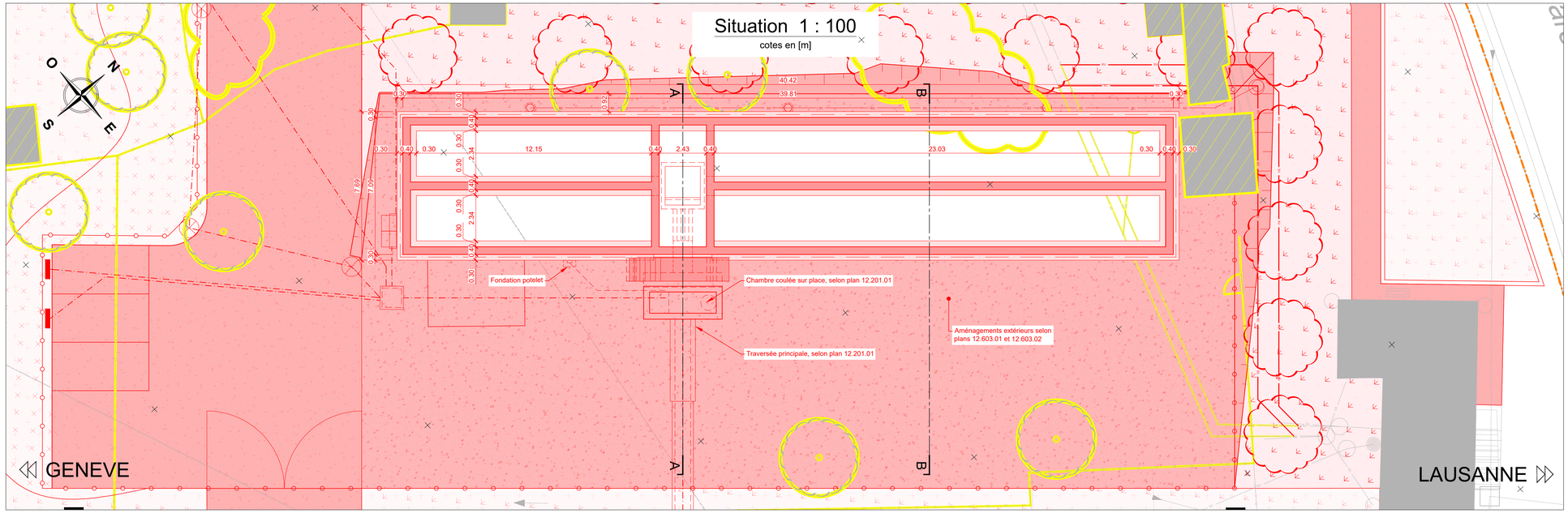
	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	07.10.2024	ara	asi		Création du plan
2	20.01.2025	ara	asi		Corrections suite au contrôle SuperUser
3	18.06.2025	ara	asi		Modification des dimensions du BS
4					

LEGENDE

- Elément existant à conserver
- Elément existant à démolir
- Elément projeté - étape en cours
- Béton préfabriqué
- Grave projeté
- Béton maigre
- Béton coulé en place
- Béton en vue
- Installations provisoires
- Installations nouvelles sans fonction statique définitive

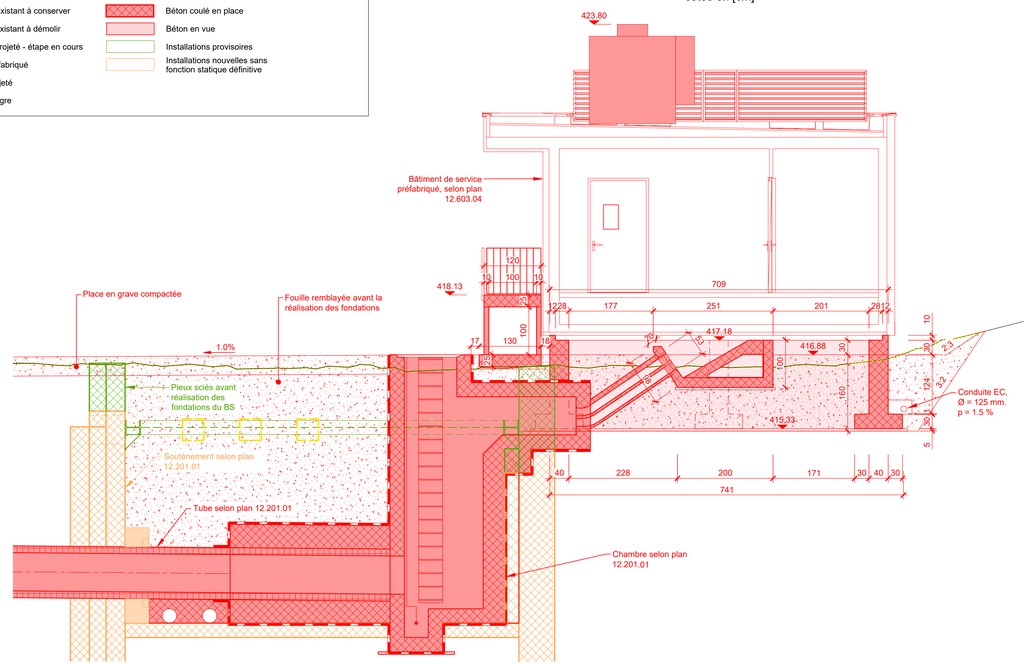
Situation 1 : 100

cotes en [m]



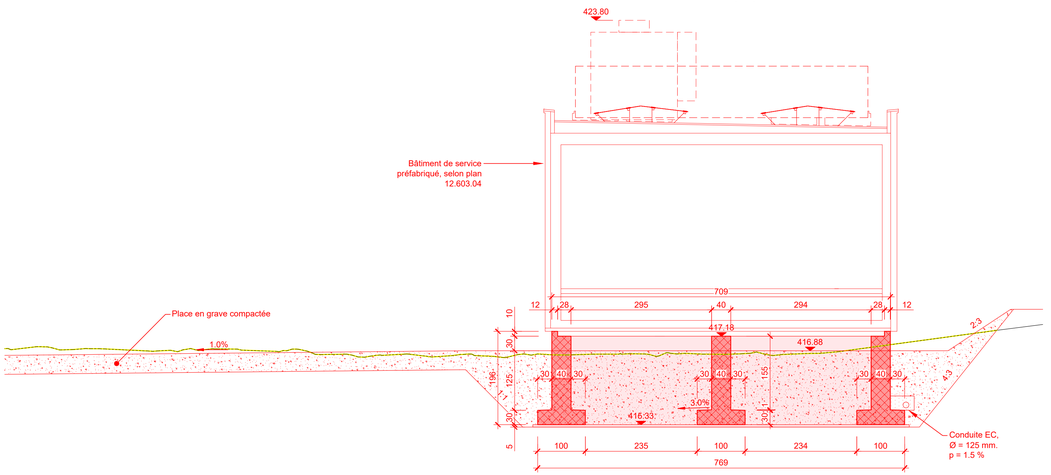
Coupe A - A 1 : 50

cotes en [cm]



Coupe B - B 1 : 50

cotes en [cm]



SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

12.604.03

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud

Commune : Prangins

Echelle	Format
-	A4

N° Plan: -

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Bâtiment de service - Fondations

BASE DE PROJET



Signatures des personnes responsables :

A1. ☒ Signatures originales dans le document B. ○ Signature ci dessous

Ci-dessous :

A2. ☒ Signatures des personnes pro forma

CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

Aimé Morel
Auteur de projet

IM Engineering | IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	16.12.2024	aaf	mo		Version initiale
2	01.10.2024	mge	mo		Version PAP
3	12.06.2025	asi	mo		Mise à jour dimensions BS
4					

Avant-propos

Une base du projet distincte doit être établie pour chaque type d'installation. Un regroupement de différents types d'installations est possible, mais requiert l'accord préalable d'I-AT-KBN.

Le document doit être vérifié et complété à chaque phase de projet considérée. Les modifications doivent être effectuées directement dans le document original selon le code de couleurs suivant :

- Avant-projet : noir
- Projet de construction/mise à l'enquête : vert
- Projet d'exécution : rose

Afin de pouvoir identifier les modifications au premier coup d'œil, il convient en outre de remplir la liste des révisions.

Liste des révisions des modifications spécifiques au projet :

Date	Chapitre	Modification
16.12.22		Version initiale
01.10.24		Adaptation de la position et dimensions du BS, rapport géologique

Journal des modifications du modèle de document

Version	4.2
Dernière modification	01.03.2024
Dernière modification par	I-NAT-BT-IB
Modification de Version 4.1	Mis à jour et corrections

Table des matières

1	**Généralités**	**4**
1.1	Introduction	4
1.2	Description du projet	4
1.3	Croquis du projet, plans d'ensemble	4
1.4	Délimitation	4
1.5	Durée d'utilisation	5
1.6	Objectifs de protection	5
2	**Bases**	**6**
2.1	Bases spécifiques du projet	6
2.2	Bases légales	6
2.3	Normes	6
2.4	Exigences et réglementations spécifiques aux CFF et aux chemins de fer	6
3	**Conditions géotechniques et modèle de sol de fondation**	**7**
3.1	Conditions géologiques	7
3.2	Conditions hydrogéologiques	10
4	**Concept de la structure**	**11**
4.1	Système statique	11
4.2	Matérialisation	12
5	**Actions**	**13**
5.1	Actions permanentes	13
5.2	Actions variables	13
5.3	Actions accidentelles	14
6	**Sécurité structurale**	**15**
7	**Aptitude au service**	**15**
8	**Durabilité**	**15**
8.1	Gestion des eaux	15
9	**Risques acceptés**	**15**
10	**Signatures**	**15**

1 Généralités

La convention d'utilisation « 12.604.02_Bâtiment de service_Fondations_Convention d'utilisation» sert de base au présent document.

1.1 Introduction

Le projet de mise en conformité de la gare de Nyon, les successions serrées en gare de Nyon et le distancement à 2 minutes sur la ligne Lausanne - Genève, ainsi que la mesure BCM demandant des nouvelles diagonales à 90km/h côté Genève, prévoient de nouvelles fonctionnalités. Ces dernières nécessitent le renouvellement de l'enclenchement actuel, construit en 1977 et qui arrive en fin de vie en 2031.

Dans le cadre de ce renouvellement, l'enclenchement sera déplacé du bâtiment de la gare à un bâtiment préfabriqué. Ce document sert de complément à la base de projet pour le nouveau bâtiment de service.

Il constitue un complément pour la partie fondations du BS. Le dimensionnement du BS est de la responsabilité du préfabriquant et fait l'objet d'un document indépendant.

1.2 Description du projet

Le bâtiment de service, nommé par la suite « BS » est situé vers Prangins, entre les km 37.048 et 37.088.

Il vient en remplacement de l'ancien BS 03, actuellement situé sur le quai 1.

Le nouveau BS doit être mis en service préalablement au projet de la gare de Nyon.



Figure 1: Localisation de l'ouvrage

1.3 Croquis du projet, plans d'ensemble

Voir pièce 12.604.01 du présent dossier.

1.4 Délimitation

Voir convention d'utilisation (pièce n° 12.604.02 du présent dossier PAP)

1.5 Durée d'utilisation

Voir convention d'utilisation (pièce n° 12.604.02 du présent dossier PAP)

1.6 Objectifs de protection

Voir convention d'utilisation (pièce n° 12.604.02 du présent dossier PAP)

2 Bases

2.1 Bases spécifiques du projet

Voir convention d'utilisation (pièce n° 12.604.02 du présent dossier PAP)

2.2 Bases légales

Voir convention d'utilisation (pièce n° 12.604.02 du présent dossier PAP)

2.3 Normes

Voir convention d'utilisation (pièce n° 12.604.02 du présent dossier PAP)

2.4 Exigences et réglementations spécifiques aux CFF et aux chemins de fer

Voir convention d'utilisation (pièce n° 12.604.02 du présent dossier PAP)

3 Conditions géotechniques et modèle de sol de fondation

3.1 Conditions géologiques

Les conditions géologiques du sol sont décrites dans le rapport géotechnique sont obtenues du rapport géologique. Elles sont décrites dans la base de projet.

La base des fondations sera située minimum 80 cm sous le terrain naturel final pour éviter tout risque de désordre lié au gel / dégel.

Les fondations seront dimensionnées en fonction des charges induites par le BS et au regard de la capacité portante du terrain en place.

La capacité portante du sol sera définie en phase de projet de construction et reprendra les conclusions du rapport géotechnique réalisé pour la gare de Nyon.

3.1.1 Profils géologiques

Selon les différents sondages, le sol sur place aura une constitution similaire à celle détaillée sur le profil de sondage.

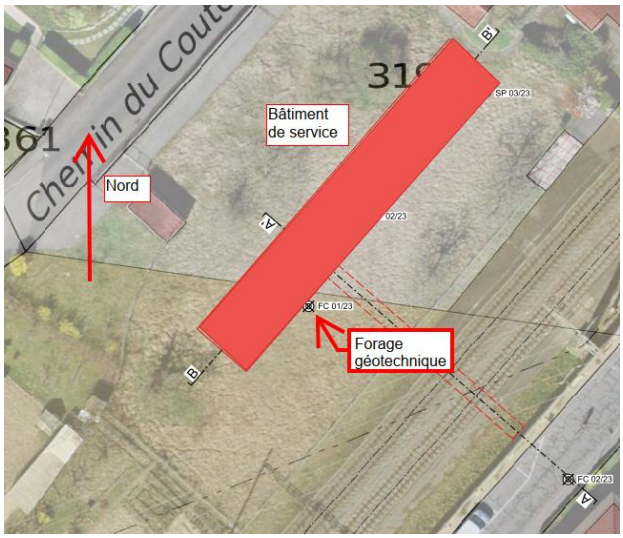


Figure 2 : Sondages géologiques réalisés en 2023

Couche géologique	Epaisseur de la couche	Poids volumique [kN/m^3]	Angle de frottement [°]	Cohésion interne c' [kN/m^2]	Module de compressibilité Me [MN/m^2]
Remblai	1.6m	20	30	0	Ne pas fonder
Alluvions récentes	0.7m	22	31	0	15-30
Moraine remaniée	3.4m	20.5	31	2	10-30
Moraine limono-argileuse	1.6	21.5	33	10	40-60
Moraine gravelo-sableuse	Profondeur non connue	24	35	9	80-120

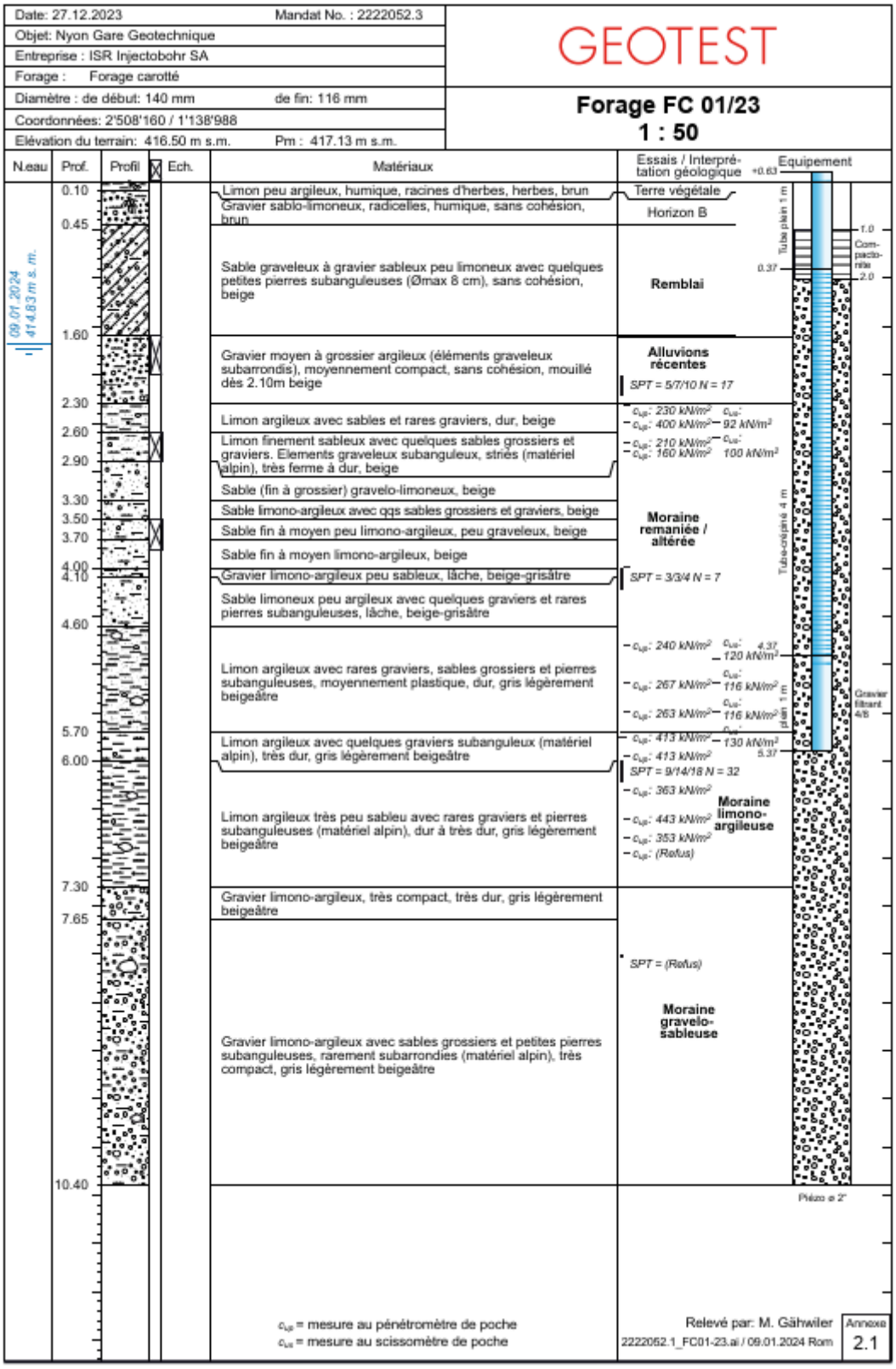


Figure 3 : Fiche de sondage et profil

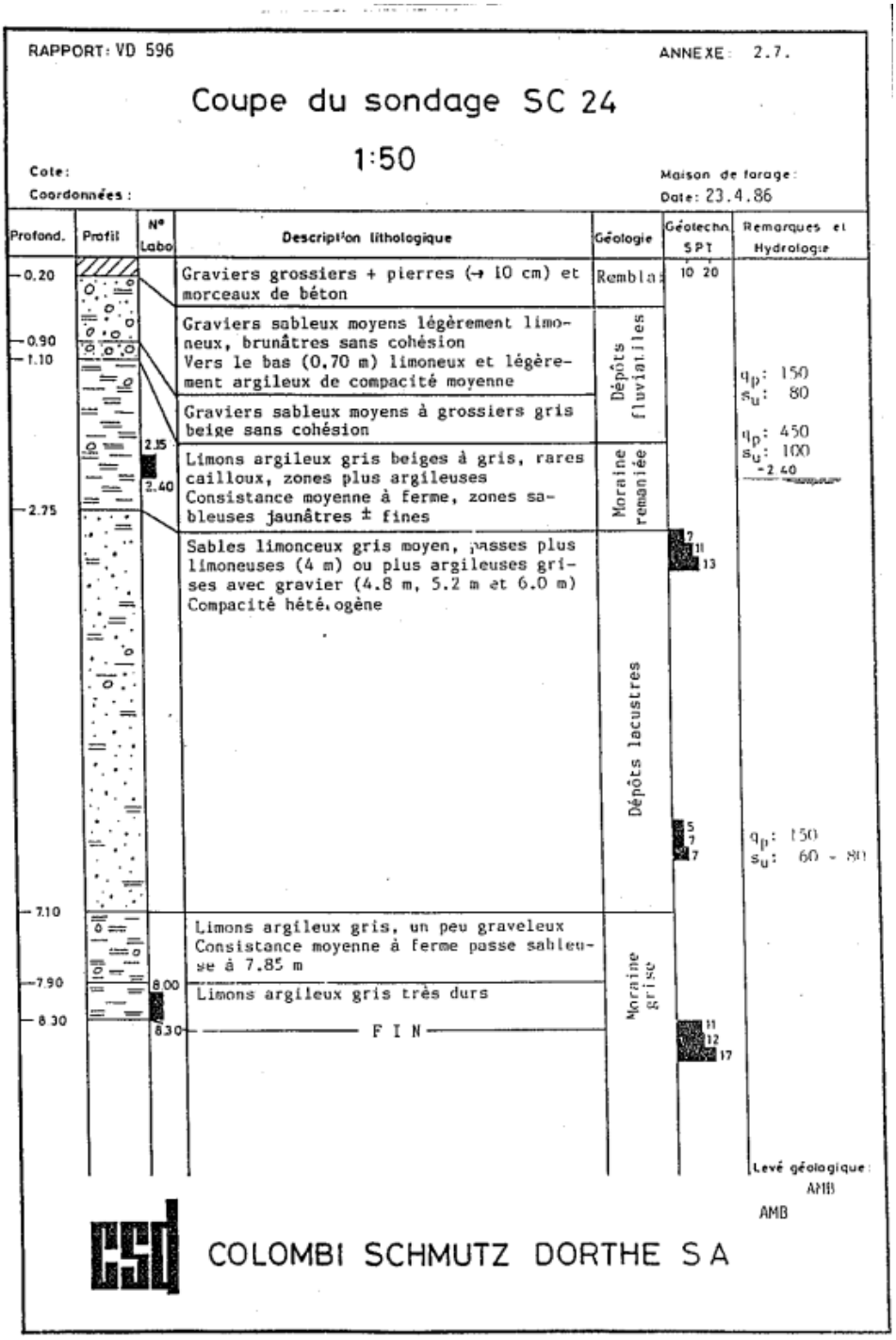


Figure 2: Sondage déjà fait à proximité

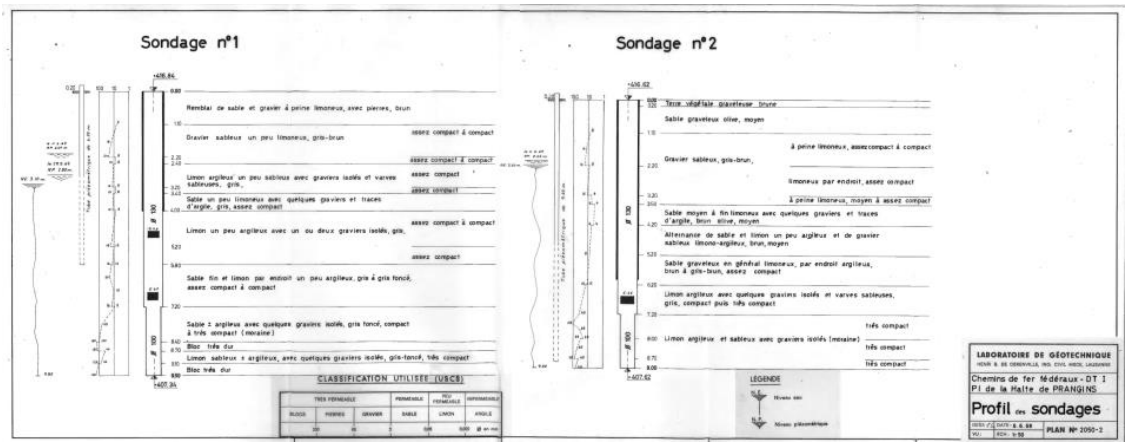


Figure 3: Sondage préalablement effectué à proximité

Les sondages déjà faits confirment la hauteur de la nappe. L'analyse de ces couches est faite par le géologue.

3.2 Conditions hydrogéologiques

Selon le rapport géotechnique, le niveau piézométrique de la nappe se situe vers 1.6m de profondeur. Un suivi piézométrique est en cours. Il est supposé à ce stade que la nappe ne viendra pas plus haut.

4 Concept de la structure

4.1 Système statique

Le BS repose sur 3 fondations linéaires sur lesquelles le bâtiment transmet les descentes de charges, comme illustré dans la figure ci-dessous.

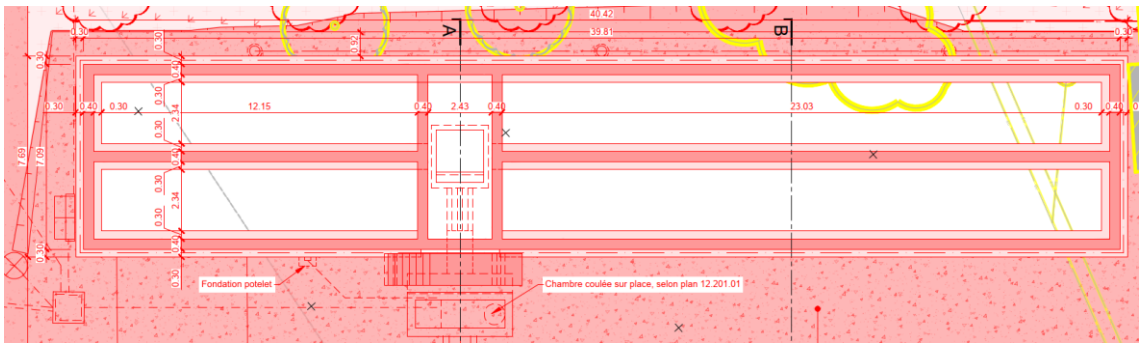


Figure 4 : Situation des fondations du nouveau BS

Le BS est considéré comme un élément cadre rigide, et le contreventement est assuré par le préfabriquant. Le BS transmet aux fondations les efforts horizontaux tels que le vent et le séisme. Les dimensions des modules des pièces seront (L x P x H) :

- 7.37m x 1.21 x 4.60m

Le BS de la gare de Nyon sera composé de 33 modules, soit une dimension de (L x P x H) : 7.37m x 40.10 m x 4.60 m.

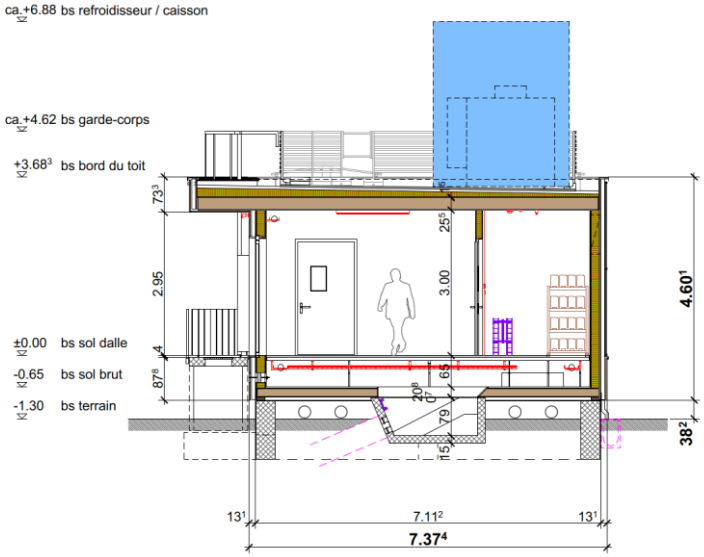


Figure 5 : Coupe transversale du nouveau BS

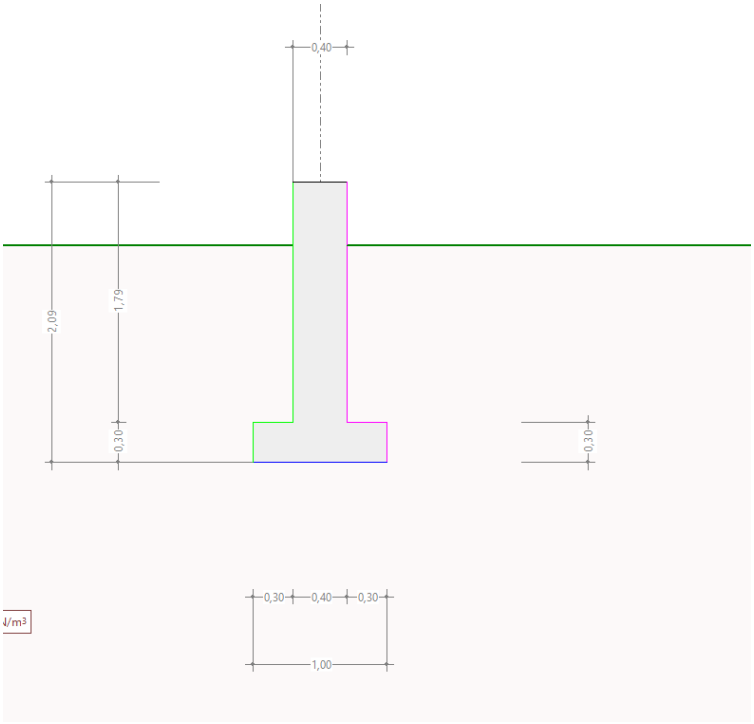


Figure 6 : Coupe et dimensions de la semelle dimensionné

4.2 Matérialisation

4.2.1 Nouveaux composants et ouvrages à réaliser

Les matériaux utilisés pour la construction des fondations du bâtiment de service sont :

Elément	Matériaux	Valeurs Caractéristiques [N/mm²]	Valeurs de dimensionnement
Béton armé des fondations	NPK F C30/37	f_{ck} = 30 f_{ctm} = 2.9 T_{ck} = 1.65 E_{cm} = 33'000	f_{cd} = 20 N/mm² T_{cd} = 1.10 N/mm² C_{nom} = 40 mm
Acier d'armature fondations	B500B	f_{sk} = 500 E_s = 205'000	f_{sd} = 435 N/mm²

Tableau 1: Matériaux utilisés

La fissuration est un phénomène normal et nécessaire au fonctionnement du béton armé. Les fondations ne participant pas au système d'étanchéité du BS, il est par conséquent admis une fissuration avec des exigences normales (selon SIA 262).

Le type de coffrage (selon SIA 262) des fondations sera de type 2.

Etant donné qu'une surface d'accès aux véhicules en grave entourera le BS, des sels de déverglaçage seront éventuellement projetés sur les fondations. Par conséquent, la sorte de béton mise en œuvre (selon SIA 162) sera NPK F, avec une résistance moyenne aux sels de déverglaçage.

La mise à terre du BS et des fondations est définie dans le plan 14.06.02 Concept de mise à terre BS.

5 Actions

5.1 Actions permanentes

Action	Mesures/ Traitement ultérieur	Hypothèse pour le dimensionnement
Poids propre		
• Béton armé	Vérification théorique/ calcul statique	Poids propre du béton : γ_G = 25 kN/m³
• Bois	Vérification théorique/ calcul statique	Poids propre du bois : γ_G = 3.8 kN/m³
Poids propre des éléments non porteurs		
• Revêtement intérieur	Vérification théorique/ calcul statique	Poids propre du revêtement :γ_G = 1 kN/m²
• Double plancher	Vérification théorique/ calcul statique	Poids propre du double plancher :γ_G = 1 kN/m²
• Revêtement des murs	Vérification théorique/ calcul statique	Poids propre du revêtement :γ_G = 0.57 kN/m²
• Système de ventilation	Vérification théorique/ calcul statique	Poids propre du système :γ_G = 2.7 kN/m²
• Revêtement toiture	Vérification théorique/ calcul statique	Poids propre du revêtement :γ_G = 2.581 kN/m²

Tableau 2: Actions permanentes

5.2 Actions variables

Action	Mesures/ Traitement ultérieur	Hypothèse pour le dimensionnement
Neige	Vérification théorique/ calcul statique	Hauteur de référence h_0 = niveau de la mer +416.5 m, Coefficient d'exposition C_e =1 q_k = 1. kN/m²
Charges utiles		
• Intérieur du BS	Vérification théorique/ calcul statique	q_k = 8.00 kN/m² Q_k = 3.00 kN
• Toiture	Vérification théorique/ calcul statique	q_k = 0.40 kN/m²
Vent	Dimensionnement/ calcul statique	Valeur de référence de la pression dynamique q_{p0} = 0.9 kN/m² Catégorie de terrain = III Coefficient du profil de répartition c_h = 0.85 q_p = 0.77 kN/m²

Tableau 3: Actions variables

5.3 Actions accidentelles

Le séisme est la seule action accidentelle pris en compte pour les fondations du bâtiment de service. On considère que le bâtiment reprend la charge sismique S22 du microzonage sismique. Ainsi, on a S_e=2.8 m/s^2, a_g=0.8 m/s^2, et q=1.5 pour une structure en bois.

Action	Mesures/ Traitement ultérieur	Hypothèse pour le dimensionnement
Séisme	Dimensionnement/ calcul statique Mesures constructives selon la norme SIA 261, chiffre 16.4	Zone sismique : Z…→ a_{gd} = 0.8 m/s^2 Classe de terrain de fondation : C Classe d'ouvrage[1]: II Coefficient de comportement q = 1.5

[1] Les écarts par rapport à la classe d'ouvrage selon la directive OFT doivent être justifiés de manière compréhensible. Pour les ouvrages de soutènement, les exigences selon PVIngS - partie 1 s'appliquent, de plus le cas de charge statique est déterminant si les critères selon SIA 267 chap. 7.2.3 sont remplies. Cela s'applique aussi aux constructions en terre. Pour les tunnels, on distingue la construction minière (classe d'ouvrage I) et la construction à tranchées couvertes (classe d'ouvrage II). Pour les tunnels miniers, il faut tout de même justifier la classe d'ouvrage I, il faut en outre vérifier si, par analogie aux ouvrages de soutènement SIA 267 chap. 7.2.3 peut être appliqué.

6 Sécurité structurale

Les preuves de la sécurité structurale doivent être apportées selon les dispositions des normes SIA 260 et 261, 262, 267 et 269.

7 Aptitude au service

La justification de l'aptitude au service doit être apportée selon la norme SIA 260, chap. 4.4.4.

8 Durabilité

8.1 Gestion des eaux

Les eaux de toiture seront récoltées en façade. Celles-ci seront acheminées et raccordées à la chambre existante collectrice EC dont l'exutoire est l'Asse. Une pente minimale de 1.5% de ces collecteurs sera garantie.

9 Risques acceptés

Les risques acceptés sont documentés dans la convention d'utilisation.

10 Signatures

Auteur du projet :	Date	Signature
Nom : IUB Engineering SA		
Responsable : Aimé Morel		
Rue : Rte André Piller 33a		
Lieu : 1762 Givisiez	…….	……..

Auteur du projet :	Date	Signature
Nom : IUB Engineering SA		
Responsable : Emilie Simonin		
Rue : Rte André Piller 33a		
Lieu : 1762 Givisiez	…….	……..

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

12.604.02

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud
Commune : Prangins

Echelle	Format
-	A4

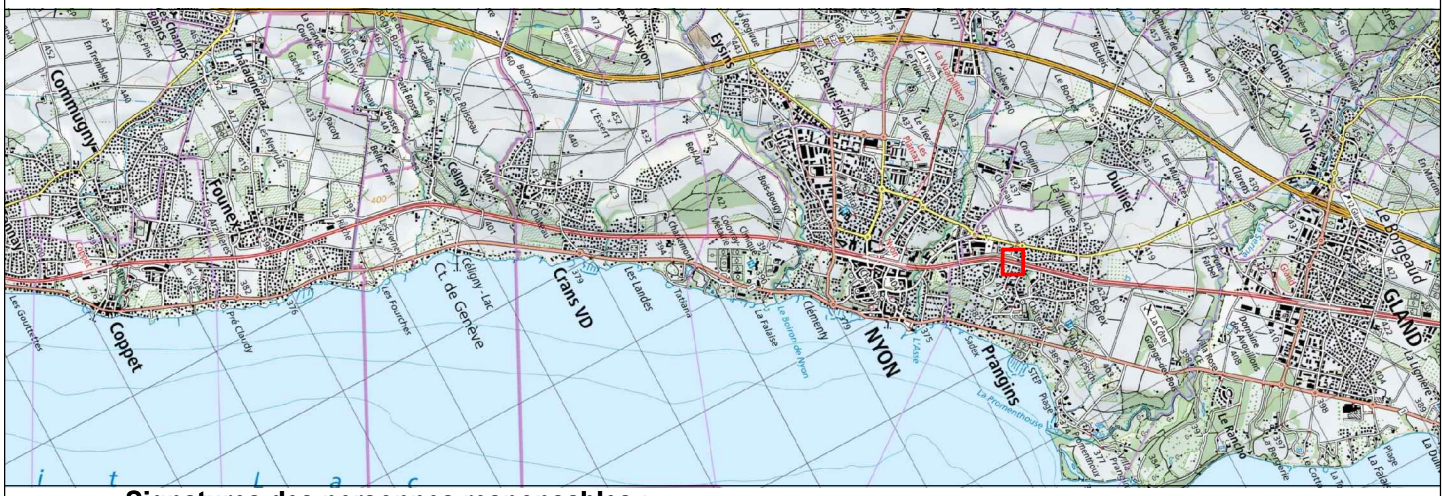
N° Plan
-

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Bâtiment de service - Fondations

CONVENTION D'UTILISATION



Signatures des personnes responsables :
A1. ☒ Signatures originales dans le document B. ○ Signature ci dessous
Ci-dessous :
A2. ☒ Signatures des personnes pro forma

CFF SA
Infrastructure Projets

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

Groupement IUB-IM

Aimé Morel
Auteur de projet

IM Engineering | IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	16.12.2022	aaf	mo		Version initiale
2	01.10.2024	mge	mo		Version PAP
3	12.06.2025	asi	mo		Mise à jour dimensions BS
4					

Avant-propos

Une convention d'utilisation distincte doit être établie pour chaque type d'installation. Un regroupement de différents types d'installations est possible, mais requiert l'accord préalable
d'I-NAT-BT-IB.

Le document doit être vérifié et complété à chaque phase de projet considérée. Les modifications doivent être effectuées directement dans le document original selon le code de couleurs suivant :

- Avant-projet : noir
- Projet de construction/mise à l'enquête : vert
- Projet d'exécution : rose

Afin de pouvoir identifier les modifications au premier coup d'œil, il convient en outre de remplir la liste des révisions.

Liste des révisions des modifications spécifiques au projet

Chapitre	Modifications

Journal des modifications du modèle de document

Version	4.2
Dernière modification	01.03.2024
Dernière modification par	(I-NAT-BT-IB)
Modification de Version 4.1	Actualisation bases (chap. 2)

Table des matières

1. Objectifs généraux relatifs à l'utilisation 4
1.1. Projet de construction 4
1.2. Composants et ouvrages existants 5
1.3. Indications sur les dispositions contractuelles actuelles et futures concernant la propriété et l'entretien 5
1.4. Maîtrise d'ouvrage 5
1.5. Délimitations 5
1.6. Exigences d'utilisation 5
1.7. Durée d'utilisation 6

2. Bases 7
2.1. Bases spécifiques au projet 7
2.2. Bases légales 7
2.3. Normes 7
2.4. Exigences et réglementations spécifiques aux CFF et aux chemins de fer 9

3. Environnement et exigences de tiers 11
3.1. Effets sur l'environnement 11
3.2. Protection du patrimoine, archéologie 12
3.3. Aspect foncier 12

4. Besoins de l'exploitation et de l'entretien 13

5. Prescriptions particulières du maître d'ouvrage 13
5.1. Construction robuste et durable 13
5.2. Exigences a l'étanchéité 13
5.3. Exigences aux surfaces de béton apparent 13
5.4. Produits/systèmes 13
5.5. Mesures relatives à la protection contre les courants électriques 13
5.6. Concept d'entretien dans le cadre de l'exploitation ferroviaire 13

6. Objectifs de protection et risques particuliers 14
6.1. Exigences de sécurité 14
6.2. Courants vagabonds 14
6.3. Actions chimiques 14
6.4. Incendie 14
6.5. Explosion 14
6.6. Autres actions exceptionnelles : hautes eaux, chutes de pierres, avalanches, etc. 14

7. Conditions particulières relatives à l'exécution des travaux 14
7.1. Viabilisation du chantier, accès, site d'installation 14
7.2. Conditions particulières de tiers 14
7.3. Conditions particulières résultant de l'exploitation ferroviaire 14

8. Signatures 15

1. Objectifs généraux relatifs à l'utilisation

L'étude de projet et l'exécution se fondent sur les lois, les normes SIA, VSA, SSIGE et VSS en vigueur, ainsi que sur la réglementation CFF (règlements, instructions, directives) pour les projets liés à l'exploitation ferroviaire

1.1. Projet de construction

1.1.1. Situation

Le bâtiment de service, nommé par la suite « BS » est situé vers Prangins, entre les km 37.048 et 37.088

Il vient en remplacement de l'ancien BS 03, actuellement situés sur le quai 1.

Le nouveau BS doit être mis en service préalablement au projet de la gare de Nyon.

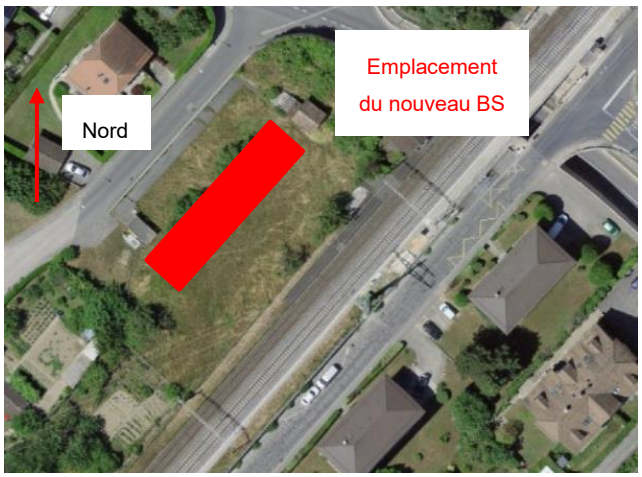


Figure 1: Localisation de l'ouvrage

1.1.2. Gestion des eaux

Les eaux de toiture seront récoltées en façade. Celles-ci seront acheminées vers le collecteur d'eaux claires de la nouvelle place logistique VU via des collecteurs enterrés. Elles rejoindront le réseau d'eau claire vers la maison de garde. Une pente minimale de 1.5% de ces collecteurs sera garantie.

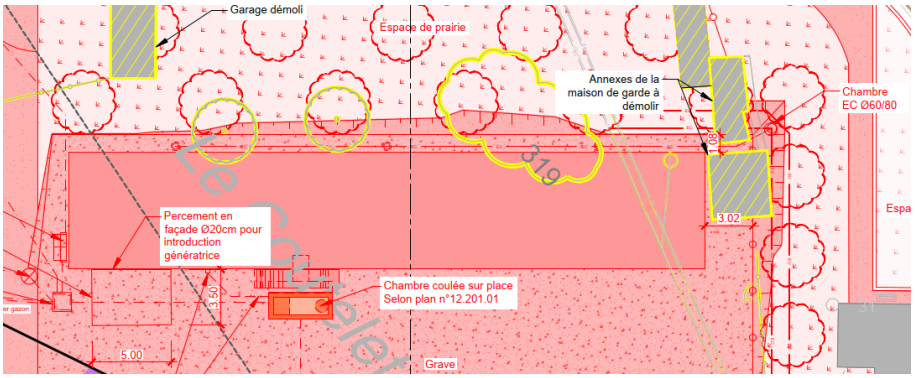


Figure 2 : Principe de gestion des eaux du nouveau BS

1.2. Composants et ouvrages existants

Tous les éléments existants situés dans l'environ immédiat des fondations du BS seront démolis. Les éléments connus à ce jour sont les suivants :

- Arbres et autre végétation à l'endroit du bâtiment de service
- Annexes de la maison de garde
- Garage et cabanons de jardins
- Clôtures

1.3. Indications sur les dispositions contractuelles actuelles et futures concernant la propriété et l'entretien

Néant

1.4. Maîtrise d'ouvrage

Chemin de fer fédéraux suisses CFF SA
I-NAT-PAG-BAM-RWT
Rue de la gare de triage 5
1020 Renens

1.5. Délimitations

Pour limiter la durée de chaque intervention, un regard est prévu à chaque descente de toiture ainsi qu'à chaque croisement de collecteurs EP.

L'utilisation convenue est garantie sans restriction pendant toute la durée d'utilisation même sous l'effet de la neige et du vent.

1.6. Exigences d'utilisation

1.6.1. Géométrie

Le futur BS est composé de trois parties, pour une dimension totale de 40.10m*7.37m*4.98m (largeur, profondeur, hauteur hors caisson).

Les fondations présenteront une distribution périmétral sous le bâtiment et une travée centrale sera ajoutée au milieu dans la direction longitudinale.

Les longueurs globales des semelles filantes (à l'axe) sont : 39.41m x 6.69m. La travée centrale s'arrête de part et d'autre du prisme d'introduction des câbles.

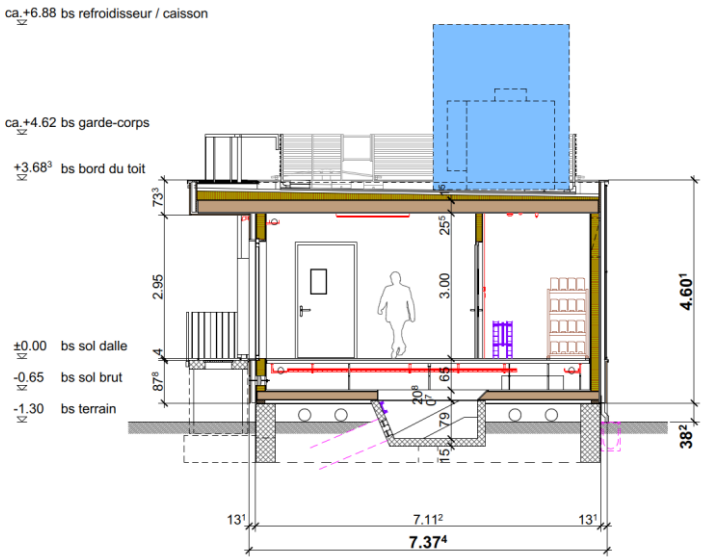


Figure 3 : Localisation de l'ouvrage (Coupe transversale du nouveau BS)

1.6.2. Utilisation

Les fondations seront dimensionnées en fonction des charges induites par le BS et au regard de la capacité portante du terrain en place.

Le descriptif et l'utilisation prévue du BS figure dans la convention d'utilisation spécifique de ce dernier.

La base des fondations sera située minimum 80 cm sous le terrain naturel final pour éviter tout le risque de désordre lié au gel / dégel.

1.7. Durée d'utilisation

La durée d'utilisation prévue des fondations est fixée à 100 ans.

2. Bases

2.1. Bases spécifiques au projet

Néant

2.2. Bases légales

[1]	DE-OCF	Dispositions d'exécution de l'ordonnance sur les chemins de fer en Suisse dans leur version applicable à la date de signature du contrat
[2]	LCdF	Loi fédérale sur les chemins de fer
[3]	Directive Sécurité sismique des installations ferroviaires OFT	
[4]	Directive Protection contre le bruit des installations ferroviaires OFT	
[5]	Directive Exigences de sécurité pour les tunnels ferroviaires existants OFT	
[6]	Leitfaden Passive Schutzmassnahmen auf Strassenbrücken über Gleisanlagen OFT	
[7]	Directives et instructions cantonales	
[8]	LDAI, ODAI,	Loi fédérale sur les denrées alimentaires et les objets usuels,ordonnance sur les denrées alimentaires (pour installations d'eaux)
[9]	LEaux, OEaux	Loi fédérale sur la protection des eaux, ordonnance sur la protection des eaux

2.3. Normes

[10]	SIA 118	(2013)	Conditions générales pour l'exécution des travaux de construction
[11]	SIA 118/262	(2018)	Conditions générales pour la construction en béton
[12]	SIA 190	(2017)	Canalisations
[13]	SIA 260	(2013)	Bases pour l'élaboration des projets de structures porteuses
[14]	SIA 261	(2020)	Actions sur les structures porteuses
[15]	SIA 261/1	(2020)	Spécifications complémentaires
[16]	SIA 262	(2013)	Construction en béton
[17]	SIA 262/1	(2019)	Spécifications complémentaires
[18]	SIA 262.051+A2	(2022)	Béton – Spécification, performances, production et conformité
[19]	SIA 2042	(2022)	Prévention des désordres dus à la réaction alcalis-granulats (RAG) dans les ouvrages en béton
[20]	SIA 263	(2013)	Construction en acier
[21]	SIA 263/1	(2020)	Spécifications complémentaires
[22]	SN EN 1090-1	(2011)	Exécution des structures en acier et des structures en aluminium – Partie 1
[23]	SN EN 1090-2	(2018)	Exécution des structures en acier et des structures en aluminium – Partie 2

[24] SN EN 1090-3 (2019) Exécution des structures en acier et des structures en aluminium – Partie 3
[25] SIA 264 (2014) Construction mixte acier-béton
[26] SIA 264/1 (2014) Spécifications complémentaires
[27] SIA 265 (2021) Construction en bois
[28] SIA 265/1 (2018) Spécifications complémentaires
[29] SIA 266 (2015) Maçonnerie
[30] SIA 266/1 (2015) Spécifications complémentaires
[31] SIA 266/2 (2012) Maçonnerie en pierre naturelle
[32] SIA 267 (2013) Géotechnique
[33] SIA 267/1 (2013) Spécifications complémentaires
[34] SIA 269 (2011) Bases pour la maintenance des structures porteuses
[35] SIA 269/1 – 7 (2011) Maintenance des structures porteuses
[36] SIA 269/8 (2017) Maintenance des structures porteuses - Séismes
[37] SIA 270 (2014) Étanchéité et évacuation des eaux - Bases générales et délimitations
[38] SIA 272 (2009) Étanchéité et drainage d'ouvrages enterrés et souterrains
[39] SIA 274 (2021) Etanchéité des joints dans la construction - Conception et exécution
[40] SIA 281 (2017) Lés d'étanchéité en matière synthétique, bitumineux ou argileux
[41] SIA 197 (2023) Projets de tunnels - Bases générales
[42] SIA 197/1 (2019) Projets de tunnels - Tunnels ferroviaires
[43] SIA 198 (2004) Travaux souterrains – Exécution
[44] SIA 2053 (2020) Constructions en pierres sèches naturelles : Technique de construction, conservation et écologie
[45] SN 640 570 (2017) Protection contre le bruit aux abords des routes et des voies de chemin de fer
[46] NF EN 1295-1 (2019) Calcul de résistance mécanique des canalisations enterrées sous diverses conditions de charge- Partie 1
[47] Suva 44006 (2020) Conception des garde-corps sur les accès permanents aux machines
[48] Suva 44066 (2023) Travaux sur les toits
[49] Suva 1416 (2004) Règles relatives aux travaux exécutés à l'intérieur de réservoirs et dans des locaux exigus
[50] Suva 44062 (2023) La sécurité lors de travaux dans des puits, des fosses ou des canalisations
[51] Suva 1796 (2022) Ordonnance sur la sécurité et la protection de la santé des travailleurs dans les travaux de construction
[52] SN-EN 50122-1 (2022) Bahnanwendungen – Ortsfeste Anlagen – Elektrische Sicherheit, Erdung und Rückleitung – Teil 1:

Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag (Mesures de protection contre les chocs électriques)

2.4. Exigences et réglementations spécifiques aux CFF et aux chemins de fer

[53]	Règlements CFF		Instructions et fiches
[54]	PAIngB		Guide pour l'élaboration de projets en génie civil – Ponts (parties A et B)
[55]	PAIngT		Projektierungsassistent – Tunnelaerodynamik
[56]	PAIngT		Projektierungsassistent Ingenieurbau – Tunnel-Instandsetzung
[57]	PVIngDU		Projektierungsvorgaben Ingenieurbau - Durchlässe
[58]	PVIngS Partie 1		Directive d'étude de projets de génie civil – ouvrages de soutènement - Partie 1 - Construction Nouvelle
[59]	PVIngS Partie 2		Directive d'étude de projets de génie civil – ouvrages de soutènement - Partie 2 - Remise en état de la maçonnerie en pierre naturelle
[60]	PVIngS Partie 3		Projektierungsvorgaben Ingenieurbau Stützbauwerke Teil 3 – Instandsetzung von Stützbauwerken
[61]	PAIngE Partie 1		Instandsetzung und Nutzungsänderung von Erdbauwerken
[62]	PAIngE Partie 2		Neubau und Erweiterung von Erdbauwerken
[63]	Directive de conception des ponts		
		(2023)	Directive de conception des ponts CFF Infrastructure
[64]	I-50219	(2021)	Ouvrages ancrés de façon permanente
[65]	ASTRA 12006	(2008)	Actions de chutes de pierres sur les galeries de protection (CFF + OFROU)
[66]	ASTRA 12007	(2007)	Actions d'avalanches sur les galeries de protection (CFF + OFROU)
[67]	ASTRA 12010	(2007)	Dispositions pour garantir la durabilité des câbles de précontrainte dans les ouvrages d'art (CFF + OFROU)
[68]	R RTE 20012	(2022)	Profil d'espace libre, voie normale
[69]	D RTE 22040	(2009)	Guide pratique de la voie ferrée Écartement normal
[70]	D RTE 27900	(2021)	Manuel des conducteurs de retour de courant et des mises à terre
[71]	R RTE 21110	(2015)	Infrastructure et ballast, voie normale (et voie métrique)
[72]	R I-20014	(2013)	Protection des monuments historiques : gestion des objets dignes de protection dans le cadre de projets CFF
[73]	R I-20036	(2020)	Mesures d'autosauvetage dans les tunnels
[74]	Prescriptions d'exécution et de qualité CFF (PEQ) et programmes de contrôle (PC)		

- Structures porteuses en béton
- Étanchéité des ouvrages
- Protection anticorrosion des ponts métalliques

- « Geländer im Publikumsbereich » (garde-corps en zone public)
- Parois antibruit
- Évacuation des eaux de la voie ferrée
- Structures porteuses en acier
- Étanchéité du tunnel
- Évacuation des eaux des tunnels
- Ancrages permanents en sol et en rocher
- Ponts-dalles en tôles fortes
- Bordures de quai préfabriquées
- Installations d'approvisionnement en eau
    - Points d'eau / Robinets
    - Bornes hydrantes
    - Conduites
    - Armatures

[75] Guide de la protection des surfaces en béton, 7 mars 2007
1er décembre 2015

[76] FAQ «Comment doit être réalisée la mise à la terre des ponts de chemin de fer et selon quels principes faut-il sectionner ou non les systèmes de mise à la terre» 1er mars 2010, Dr Markus Büchler

[77] FAQ « Drainage de ponts – Plan normalisés bouche d'entrée », 01.06.2022

[78] FAQ « Grillages à neige » protection contre la chute de neige des ponts
1er avril 2017, L. d'Egidio

[79] Répertoire des systèmes de tension autorisés : SIA 262 – Register Spannsysteme

[80] Factsheet protections anti-chute (pour entretien espaces verts)

[81] Plan schématique des catégories de ligne sismiques ESK

[82] BZU B23 Guide de planification – Garde-corps, main courantes et clôtures (pour les espaces public), version 3-1, 21.07.2023

[83] EB-IB 02/03 Location de surfaces sous les ponts des CFF, 1er mai 2003

[84] FB 400-0060 Assistant de planification, Transitions voie ferrée CFF

[85] www.empa.ch/zulassungsstelle

[86] www.swisstopo.ch

3. Environnement et exigences de tiers

3.1. Effets sur l'environnement

3.1.1. Développement durable

Par souci de développement durable, le choix des matériaux pour la réalisation des nouveaux ouvrages, que ce soit au niveau des ouvrages ou des infrastructures (conduites, canalisations, enrobés, matériaux de remblais, etc.), se portera, dans la mesure du possible et d'un point de vue technique et/ou financier, sur ceux présentant le plus faible impact écologique.

D'autre part, lors de la réalisation des travaux, toutes les mesures seront mises en place afin de respecter les lois et ordonnances relatives à la protection de l'environnement.

3.1.2. Protection des eaux

Les exigences légales et normatives concernant la protection des eaux devront être respectées. Toute mesure prise, définitive ou provisoire, pendant l'entretien ou l'exploitation, sera adaptée aux secteurs ou zones de protection éventuelles des eaux dans lesquels se trouvent les ouvrages.

Dans le cas de cette étude, les fondations du BS se trouvent entièrement sur un secteur de protection des eaux üB comme illustré dans la figure ci-dessous. Par ce fait, l'ouvrage se trouve en dehors des zones de protection des eaux critique.

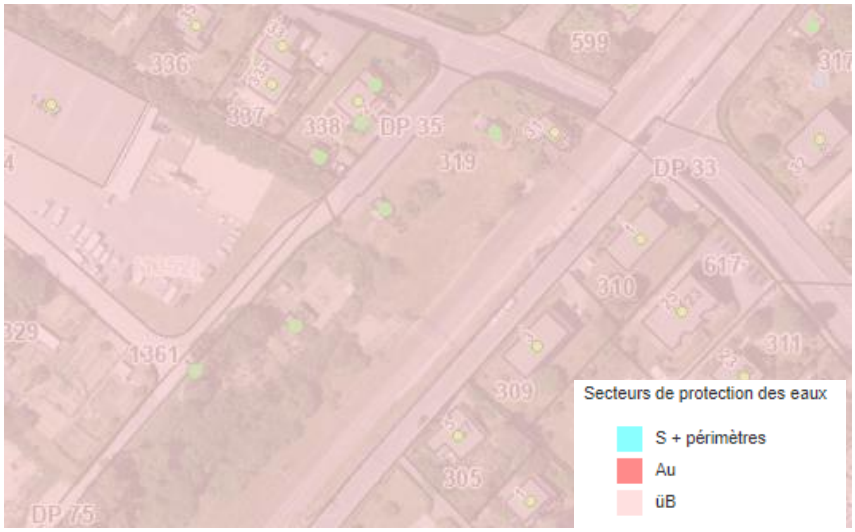


Figure 3 : Plan des zones de protection des eaux. Source : guichet cartographique du canton de Vaud.

3.1.3. Déchets et sites contaminés

La place du bâtiment de service ne se situe pas en zone polluée. Ainsi, il n'y a pas de mesures additionnelles à prendre en compte.

3.2. Protection du patrimoine, archéologie

La maison de garde, qui se situe à côté du bâtiment de service direction Prangins doit être maintenue.



Figure 5 : Localisation du château d'eau existant.

3.3. Aspect foncier

Le nouveau BS se situe sur le domaine CFF (parcelle n°319) comme illustré dans la figure 5.



Figure 6 – Parcelles concernant l'entourage de l'ouvrage. Source : guichet cartographique du canton

4. Besoins de l'exploitation et de l'entretien

Les fondations ne nécessitent pas de travaux d'entretien.

5. Prescriptions particulières du maître d'ouvrage

5.1. Construction robuste et durable

En raison des conditions d'exploitation, les CFF accordent une grande importance à la robustesse et à la durabilité des ouvrages afin de limiter les travaux d'entretien. Les PEQ des CFF (structures porteuses en acier, protection contre la corrosion, Structures porteuses en béton, installations d'approvisionnement en eau, installations d'évacuation des eaux usées, drainages, etc.) sont indispensables pour répondre aux exigences énoncées. Ceci doit être pris en compte lors du choix du système et des matériaux.

5.2. Exigences a l'étanchéité

Néant

5.3. Exigences aux surfaces de béton apparent

Néant

5.4. Produits/systèmes

Néant

5.5. Mesures relatives à la protection contre les courants électriques

Les mises à la terre sont réalisées conformément aux consignes de l'instruction „D RTE 27900 „Manuel des mises à la terre". Les mesures sont décrites au document 14.06.02 Concept de mise à terre.

5.6. Concept d'entretien dans le cadre de l'exploitation ferroviaire

Néant

6. Objectifs de protection et risques particuliers

6.1. Exigences de sécurité

La sécurité des usagers de la voie ferroviaire, des tiers et des autres voies de circulation (routes d'accès, chemins piétons, etc.…) doit être garantie en tout temps.

Les exigences et les mesures de sécurité ferroviaire doivent être respectées.

6.2. Courants vagabonds

La possibilité de la présence de courants vagabonds doit être évaluée en fonction des installations et des tiers présents à proximité des ouvrages (CFF, Lignes HT enterrées, etc.). Si cette présence ne peut être exclue, les mesures adéquates visant à la protection des ouvrages et de ses éléments devront être mises en place.

6.3. Actions chimiques

L'utilisation de chasse-neiges et de sel de déverglaçage doit être prise en compte. Les éléments de construction doivent posséder une résistance et une durabilité adéquate vis-à-vis des agressions extérieures.

L'éventuelle présence dans les eaux souterraines d'agents chimiques agressifs pour les bétons (sulfates p.ex.) et l'acier (chlorures p.ex.) est à considérer. Le danger résultant doit être écarté à l'aide de mesures constructives.

6.4. Incendie

Les risques liés à l'incendie sont acceptés par le Maître d'Ouvrage.

6.5. Explosion

Les risques liés à l'explosion de véhicules sont acceptés par le Maître d'Ouvrage.

6.6. Autres actions exceptionnelles : hautes eaux, chutes de pierres, avalanches, etc.

Les risques liés au vandalisme sont acceptés par le Maître d'Ouvrage.

7. Conditions particulières relatives à l'exécution des travaux

7.1. Viabilisation du chantier, accès, site d'installation

Les fondations du BS seront réalisées dans la zone d'installation de chantier. L'accès se fait via le chemin du Coutelet.

7.2. Conditions particulières de tiers

Néant.

7.3. Conditions particulières résultant de l'exploitation ferroviaire

Néant

8. Signatures

33 Mise à l'enquête

Maîtrise d'ouvrage :	Date	Signature
Chemins de fer fédéraux suisses CFF		
Infrastructure		
Responsable : Sophie Minon		
Rue : Rue de la Gare de Triage 5		
Lieu : 1020 Renens	……..	……..

Auteur du projet :	Date	Signature
Nom : IUB Engineering SA		
Responsable : Aimé Morel		
Rue : Rte André Piller 33a		
Lieu : 1762 Givisiez	…….	……..

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

12.604.04

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud
Commune : Nyon

Echelle	Format
-	A4

N° Plan
-

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Bâtiment de service - Fondations

NOTE DE CALCUL



Signatures des personnes responsables :
A1. ☒ Signatures originales dans le document B. ○ Signature ci dessous
Ci-dessous :
A2. ☒ Signatures des personnes pro forma

CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

Aimé Morel
Auteur de projet

IM Engineering | IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	01.10.2024	mge	mo		Version initiale
2	12.06.2025	asi	mo		Mise à jour dimensions BS
3					
4					

Avant-propos

Une note de calcul d'utilisation distincte doit être établie pour chaque type d'installation. Un regroupement de différents types d'installations est possible, mais requiert l'accord préalable d'I-NAT-BT-IB.

Le document doit être vérifié et complété à chaque phase de projet considérée. Les modifications doivent être effectuées directement dans le document original selon le code de couleurs suivant :

- Avant-projet : noir
- Projet de construction/mise à l'enquête : vert
- Projet d'exécution : rose

Afin de pouvoir identifier les modifications au premier coup d'œil, il convient en outre de remplir la liste des révisions.

Liste des révisions des modifications spécifiques au projet :

Date	Chapitre	Modification
01.10.2024		Version initiale

Journal des modifications du modèle de document

Version	1.0
Dernière modification	01.10.2024
Dernière modification par	Marc Gerber
Archivage	…

Table des matières

1	**Introduction**	**4**
2	**Documents de référence**	**4**
3	**Données générales**	**5**
3.1	Objet du document	5
3.2	Situation géographique	5
3.3	Documents de base	6
4	**Géologie et hydrogéologie**	**7**
4.1	Géologie	7
4.2	Hydrogéologie	7
5	**Descriptif de l'ouvrage**	**7**
5.1	Présentation de l'ouvrage	7
5.2	Système porteur	8
5.3	Dimensions principales	9
6	**Matériaux**	**10**
7	**Actions pour le dimensionnement**	**11**
7.1	Aperçu	11
7.2	Actions permanentes	11
7.3	Actions variables	14
7.4	Charges exceptionnelles	16
8	**Combinaisons critiques**	**18**
8.1	Coefficients de réduction	18
8.2	Facteur de charge	18
8.3	Vérification de la sécurité structurale	19
8.4	Vérification de l'état limite de service	19
8.5	Vérification au séisme	20
9	**Modèle de calcul**	**21**
9.1	Modèle coques	21
9.2	Conditions d'appui	21
10	**Dimensionnement des semelles de fondation**	**22**
10.1	Cas de charge 1	22
10.2	Cas de charge 2	24
10.3	ELS	25
10.4	Séisme	26
11	**Signatures**	**29**

1 Introduction

Le présent document s'applique aux fondations du nouveau bâtiment de service (BS) des CFF à la Gare de Nyon. Son but est de démontrer le bon fonctionnement structural des fondations.

L'étude de projet et l'exécution se fondent sur les lois, les normes SIA, VSA, SSIGE et VSS en vigueur, ainsi que sur la réglementation CFF (règlements, instructions, directives) pour les projets liés à l'exploitation ferroviaire.

La convention d'utilisation *« 12.604.02_Bâtiment de service _Fondations_Convention d'utilisation»* et la base du projet « 12.604.03_Bâtiment de service_Fondations_Base de projet» servent de base au présent document.

2 Documents de référence

En plus des documents cités ci-dessus, cette note est basée sur les documents suivants:

- Pièce n° 12.603.05_Bâtiment de service_Convention d'utilisation

- Pièce n° 12.603.06_Bâtiment de service_Base de projet

3 Données générales

3.1 Objet du document

La présente note de calcul a pour but de vérifier le prédimensionnement des fondations du futur ouvrage en considérant les actions des normes SIA 260 et suivantes qui tiennent compte des charges et résistances pour les nouveaux ouvrages.

La note de calcul sera complétée lors des phases suivantes.

L'ouvrage en question est le futur bâtiment de services localisé à la gare de Nyon.

3.2 Situation géographique

L'ouvrage se situe à Nord-est de la gare de Nyon comme illustré ci-dessous.

Le nouveau BS doit être mis en service préalablement au projet de la gare de Nyon.

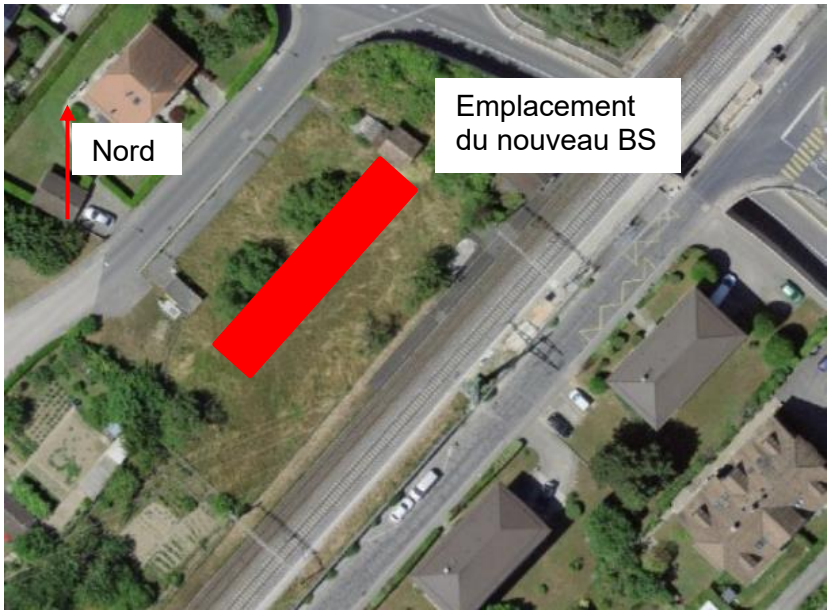


Figure 1: Localisation de l'ouvrage

3.3 Documents de base

3.3.1 Normes, directives et documentations

Les démarches et études doivent être menées dans le respect des normes et directives suivantes (liste non exhaustive) :

Normes SIA relatives à la vérification de l'ouvrage et à de nouveaux éléments	
SIA 260	Bases pour l'élaboration des projets de structures porteuses, 2013
SIA 261	Actions sur les structures porteuses, 2014
SIA 261/1	Actions sur les structures porteuses – Spécifications complémentaires, 2013
SIA 262	Construction en béton, 2013
SIA 262/2	Construction en béton – Spécifications complémentaires, 2013
SIA 267	Géotechnique, 2013
SIA 267/1	Géotechnique – Spécifications complémentaires, 2013

Tableau 1: Normes utilisées

3.3.2 Logiciels

Les études ont été menées à l'aide des logiciels informatiques suivants :

- AXIS VM X5
- FAGUS 7

4 Géologie et hydrogéologie

L'étude géotechnique faite par Geotest en février 2024 donne les paramètres du sol et de la nappe à l'endroit de la traversée à câbles et du bâtiment de service.

4.1 Géologie

Couche géologique	Epaisseur de la couche	Poids volumique [kN/m^3]	Angle de frottement [°]	Cohésion interne c' [kN/m^2]	Module de compressibilité Me [MN/m^2]
Remblai	1.6m	20	30	0	Ne pas fonder
Alluvions récentes	0.7m	22	31	0	15-30
Moraine remaniée	3.4m	20.5	31	2	10-30
Moraine limono-argileuse	1.6	21.5	33	10	40-60
Moraine gravelo-sableuse	Profondeur non connue	24	35	9	80-120

Tableau 2: Paramètres géologiques

4.2 Hydrogéologie

La nappe telle que mesurée se situe à l'intérieur des alluvions récentes. Ainsi, du moment que les travaux se font dans le remblai, la nappe n'est pas atteinte.

5 Descriptif de l'ouvrage

5.1 Présentation de l'ouvrage

5.1.1 Données générales de l'ouvrage

Les données générales de l'ouvrage sont décrites ci-dessous :

Dénomination	Fondations du nouveau bâtiment de services de la gare de Nyon	
Situation	Canton	Vaud (VD)
	Commune	Prangins
	Kilomètre de la voie ferrée	37.074 km
	Coordonnées X, Y (MN95)	E: 2508159.506; N: 1138998.086
	Altitude TN	416.5 m

Tableau 3: Données de l'ouvrage

5.1.2 Données techniques

Utilisation	Installations de sécurité et de techniques ferroviaires,
Système statique	Dalle continue appuyée sur 3 fondations
Fondations	Semelles filantes
Géométrie	Rectiligne
Longueur totale	40.10 [m]
Largeur totale	7.37 [m]
Surface totale	297.5 [m^2]

Tableau 4: Données techniques

Nota : Les dimensions ci-dessus sont plus petites de quelques cm par rapport à la modélisation du BS présentée dans le document. Cela est dû à une modification en cours de phase du bâtiment. Ces modifications étant mineurs et non déterminantes, le modèle et les extraits présentés dans le présent document n'ont pas été mis à jour.

5.2 Système porteur

Le BS repose sur 3 fondations linéaires sur lesquelles le bâtiment transmet les descentes de charges.

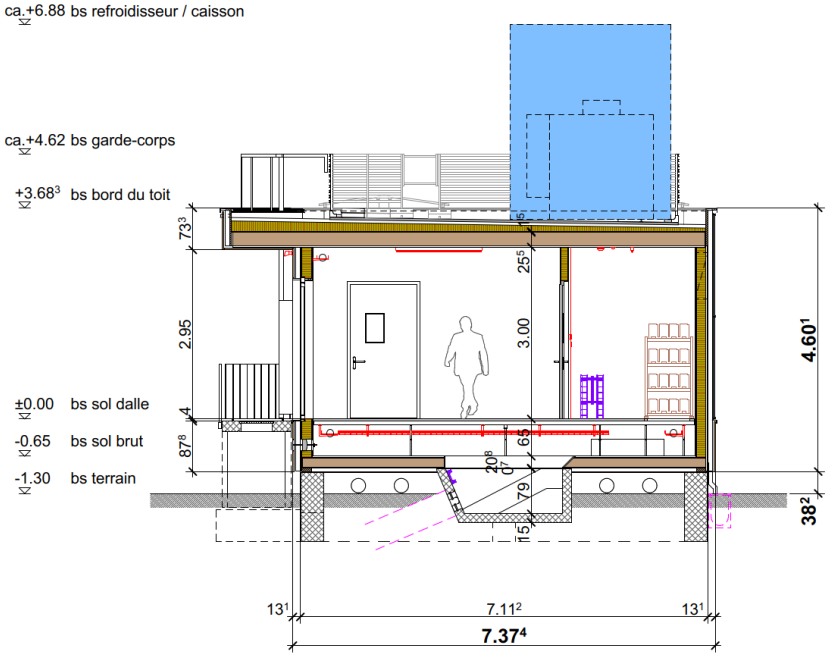


Figure 2: Coupe du bâtiment de service

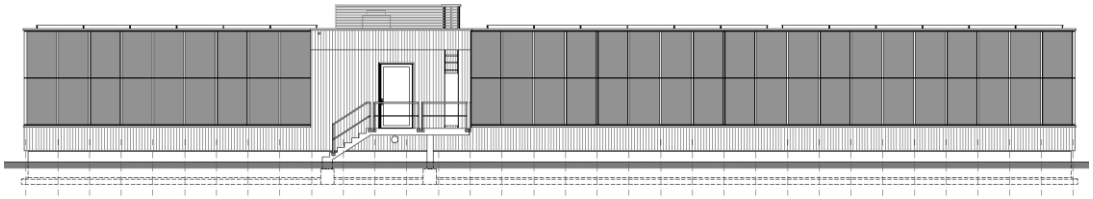


Figure 3: Elévation du bâtiment de service

Le BS est considéré comme un élément cadre rigide, et le contreventement est assuré par le préfabriquant. Le BS transmet aux fondations les efforts horizontaux tels que le vent et le séisme.

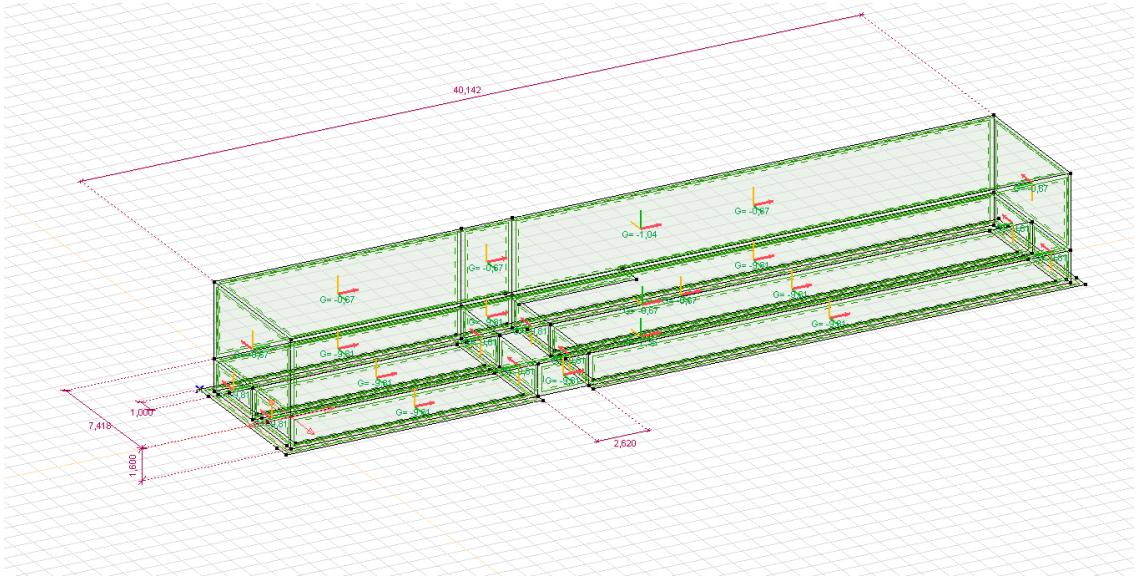


Figure 4: Dimensions du bâtiment modélisé

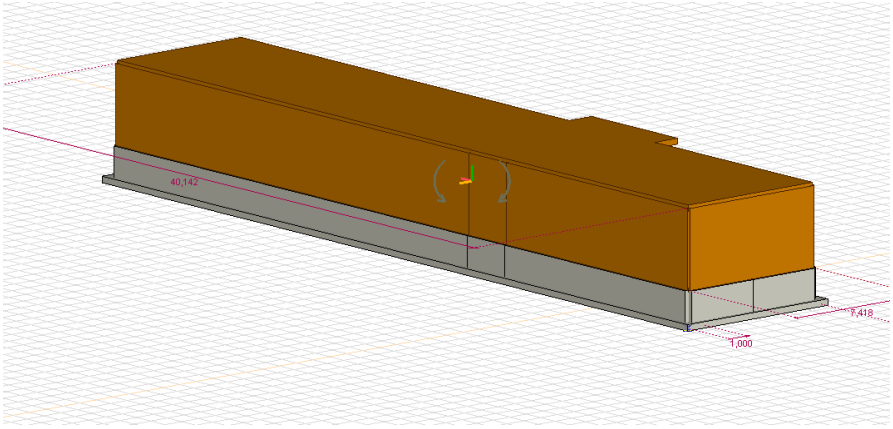


Figure 5: Modélisation de l'ouvrage

5.3 Dimensions principales

Les épaisseurs suivantes ont été estimées pour les différentes parties de l'ouvrage :

Partie d'ouvrage	Epaisseur	Matériau
Fondation	40cm	Béton
Dalle du BS	18cm	Bois
Mur du BS	18cm	Bois
Toit du BS	28cm	Bois

Tableau 5: Dimensions des éléments modélisés

6 Matériaux

Les matériaux utilisés pour la construction des fondations du bâtiment de service sont :

Elément	Matériaux	Valeurs Caractéristiques [N/mm^2]	Valeurs de dimensionnement
Béton armé des fondations	NPK F C30/37	f_{ck} = 30 f_{ctm} = 2.9 T_{ck} = 1.65 E_{cm} = 33'000	f_{cd} = 20 N/mm^2 T_{cd} = 1.10 N/mm^2 C_{nom} = 40 mm
Acier d'armature fondations	B500B	f_{sk} = 500 E_s = 205'000	f_{sd} = 435 N/mm^2

Tableau 6: Caractéristiques des matériaux

Le bâtiment est construit en bois, avec une charge estimée à 3.8 kN/m^3.

7 Actions pour le dimensionnement

7.1 Aperçu

Les actions à considérer dans le dimensionnement de l'ouvrage, se basant sur la norme SIA 261, sont les suivantes :

- *Poids propre porteur :* éléments appartenant à la structure porteuse de l'ouvrage ;
- *Poids propre non porteur :* éléments n'appartenant pas à la structure porteuse de l'ouvrage ;
- *Charges utiles :* pour l'exploitation du bâtiment et pour l'entretien de la toiture ;
- Neige.

Les actions suivantes n'ont pas été prises en compte pour le prédimensionnement des fondations :

- Vent ;
- Séisme.

7.2 Actions permanentes

7.2.1 Poids propre porteur (PPP)

Types de charge	Valeurs caractéristiques
Eléments en bois	g_k = 3.8 [kN/m^3]

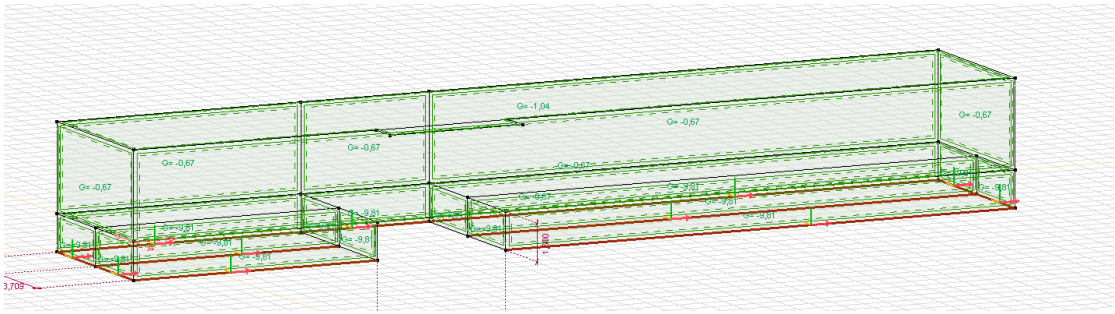


Figure 6: Disposition du poids propre

Tableau 7: Poids propre porteur

7.2.2 Poids propre non porteur (PPNP)

Divers éléments sont compris dans les charges non porteuses du plancher. Ils incluent :

- Le double plancher, soit 1.0 kN/m^2.
- Le système de ventilation, soit 1.5 kN/m^2.
- Une plaque de plâtre de 15mm, soit 0.18 kN/m^2.
- Un panneau Duripanel de 18mm, soit 0.22 kN/m^2.

Cela donne une charge verticale de 2.9 kN/m^2.

Divers éléments sont compris dans les charges non porteuses des murs. Ils incluent :

- Une plaque de plâtre de 15m, soit 0.18 kN/m^2
- Un panneau OSB3, soit 0.12 kN/m^2
- Un panneau en fibre de bois de 30mm, soit 0.06 kN/m^2
- Revêtement en bois de 21mm, soit 0.11 kN/m^2

Cela donne une charge verticale de 0.57 kN/m^2.

Divers éléments sont compris dans les charges non porteuses du toit. Ils incluent :

- Couche de gravier et plaques de ciment, 120mm tot, soit 2.32 kN/m^2
- Imperméabilisation et autres éléments 0.49 kN/m^2
- Le système de ventilation, soit 2.7 kN/m^2

Cela donne une charge verticale de 2.81 kN/m^2 sur tout le toit et 5.51 kN/m^2 à l'endroit du système de ventilation. La ventilation sur le toit a une taille de 6.5m*1.5m. Les panneaux autour ont été négligés.

Types de charge	Valeurs caractéristiques
Revêtement intérieur	$g_{k,1}$ = 2.9 [kN/m^2]

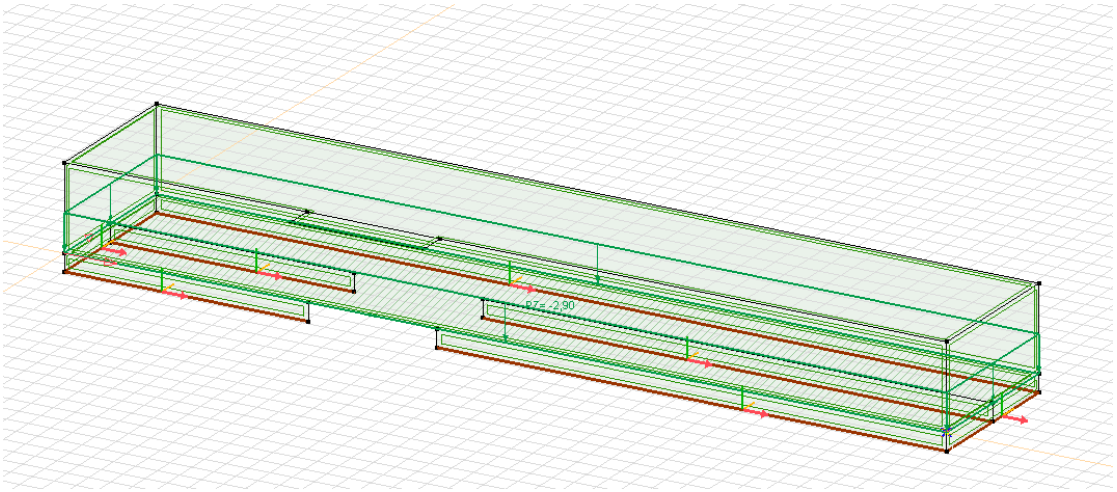


Figure 4 : Disposition de la charge du revêtement intérieur

Revêtement toiture	$g_{k,2}$ = 2.75 [kN/m^2]

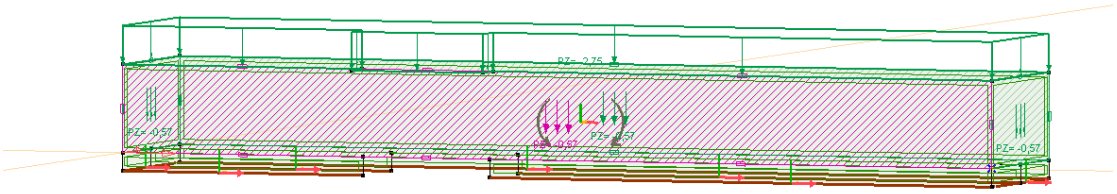


Figure 5 : Disposition du revêtement du toit

Charge système CVC	$g_{k,2}$ = 2.70 [kN/m^2]

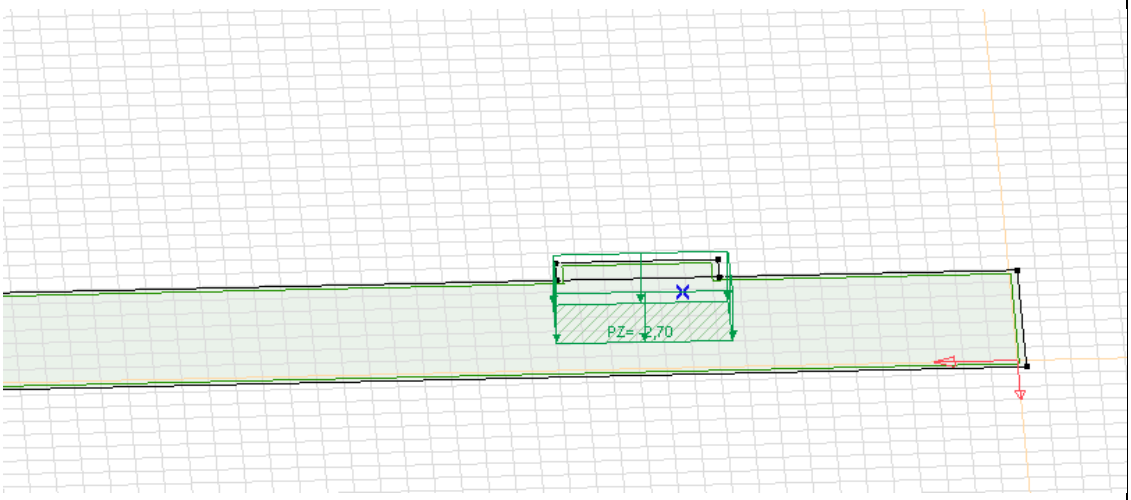


Figure 7: Disposition des charges du système CVC

Tableau 8: Poids propre non porteur

7.3 Actions variables

7.3.1 Charges utiles

La charge utile à l'intérieur du bâtiment a été considérée à 8 kN/m^2. Cela se base sur le document « 12.603.07_Bâtiment de service_Note de calcul ». On considère que la catégorie E de la SIA 261, soit une surface d'entreposage et de fabrication, sera applicable au bâtiment de service. La charge concentrée et répartie travaillent ainsi en même temps.

La charge utile applicable sur le toit est la catégorie H de la SIA 261. La charge concentrée et répartie ne travaillent pas ensemble.

Types de charge	Valeurs caractéristiques
Intérieur	$q_{k,1}$ = 8.0 [kN/m^2]
	$Q_{k,1}$ = 15.0 [kN]

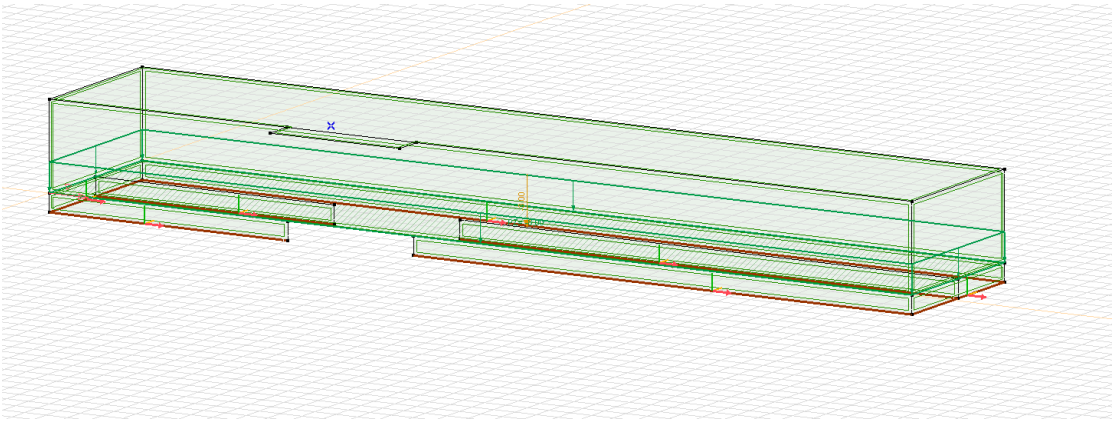


Figure 8: Disposition de la charge utile intérieure

Extérieur	$q_{k,1}$ = 0.4 [kN/m^2]
	$Q_{k,1}$ = 1.0 [kN]

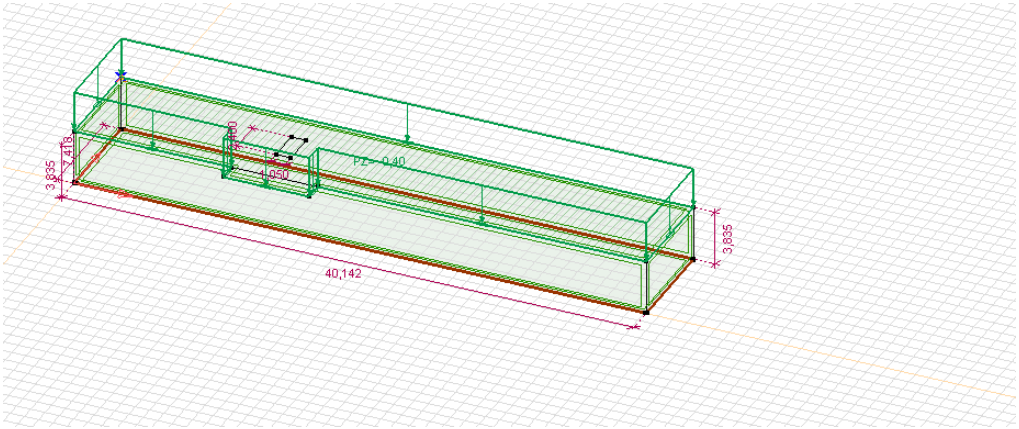


Figure 9: Disposition de la charge utile extérieure

Tableau 9: Charges utiles

7.3.2 Charges dues à la neige

La charge due à la neige a été modélisée ainsi :

$$q_k = \mu_i C_e C_T s_k$$

$$s_k = \left[1 + \left(\frac{h_0}{350}\right)^2\right] * 0.4 \geq 0.9\ {}^{kN}/_{m^2}$$

$$s_k = \left[1 + \left(\frac{416.5m}{350}\right)^2\right] * 0.4 = 0.97\ {}^{kN}/_{m^2}$$

$$q_k = 1 * 1 * 1 * s_k = {}^{kN}/_{m^2}$$

La valeur μ_1 a été mise à 1 selon la figure 4 au chapitre 5.4 de la SIA 261.

Types de charge	Valeurs caractéristiques
Eléments en béton armé	q_k = 1.0 [kN/m^3]

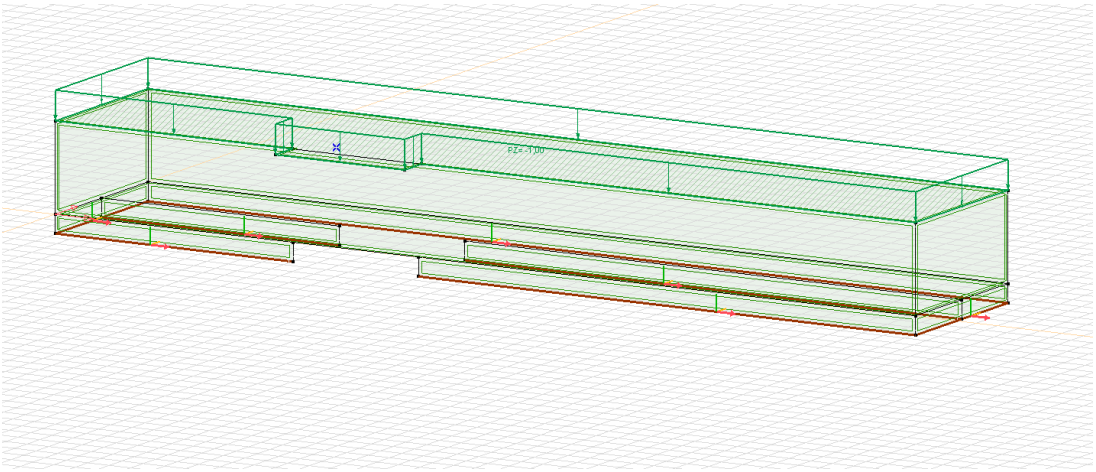


Figure 10: Disposition de la charge de neige

Tableau 10: Charge de neige

7.3.3 Charge de vent

La charge de vent applicable est de :

$$q_p = c_h q_{p0}$$

$$c_h = 1.6\left[\left(\frac{Z}{Z_g}\right)^{\alpha_r} + 0.375\right]^2 = 1.6\left[\left(\frac{5m}{450m}\right)^{0.23} + 0.375\right]^2 = 0.85$$

La pression dynamique est de q_{p0}=0.9 kN/m^2. Ainsi, on obtient :

$$q_p = 0.85 * 0.9 = 0.765\ {}^{kN}/_{m^2}$$

7.4 Charges exceptionnelles

La charge exceptionnelle à considérer est le séisme. La charge permanente et la charge utile intérieure doivent être considérées comme charges présentes lors du séisme. Ainsi, on obtient la charge verticale de 7700 kN.

La carte du microzonage nous donne la courbe sismique à considérer :

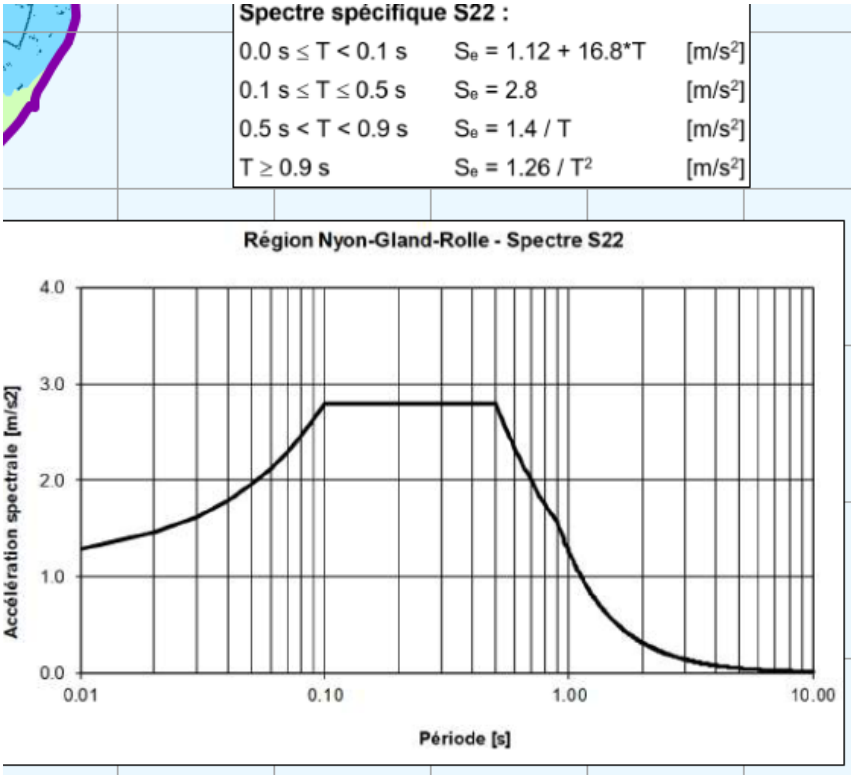


Figure 11: Résultats du microzonage

Ainsi, en prenant la partie supérieure de la courbe, on obtient S_e=2.8 m/s^2. Ainsi, on peut prendre la charge sismique suivante :

$$S_d = 2.5\gamma_f \frac{a_{gd}}{g}\frac{S}{q} = 1.2\frac{S_e}{qg} = 1.2\frac{2.8}{1.5 * 9.8}\frac{m}{s^2} = 0.23\frac{m}{s^2}$$

Ainsi, on peut prendre la charge de remplacement de

$$F = S_d M = 0.23 * 7700\ kN = 1771\ kN$$

Ainsi, on trouve une charge répartie le long du toit de

$$f = \frac{1771kN}{40.142m} = 44.1\ kN/m$$

Ainsi, on trouve la charge horizontale suivante :

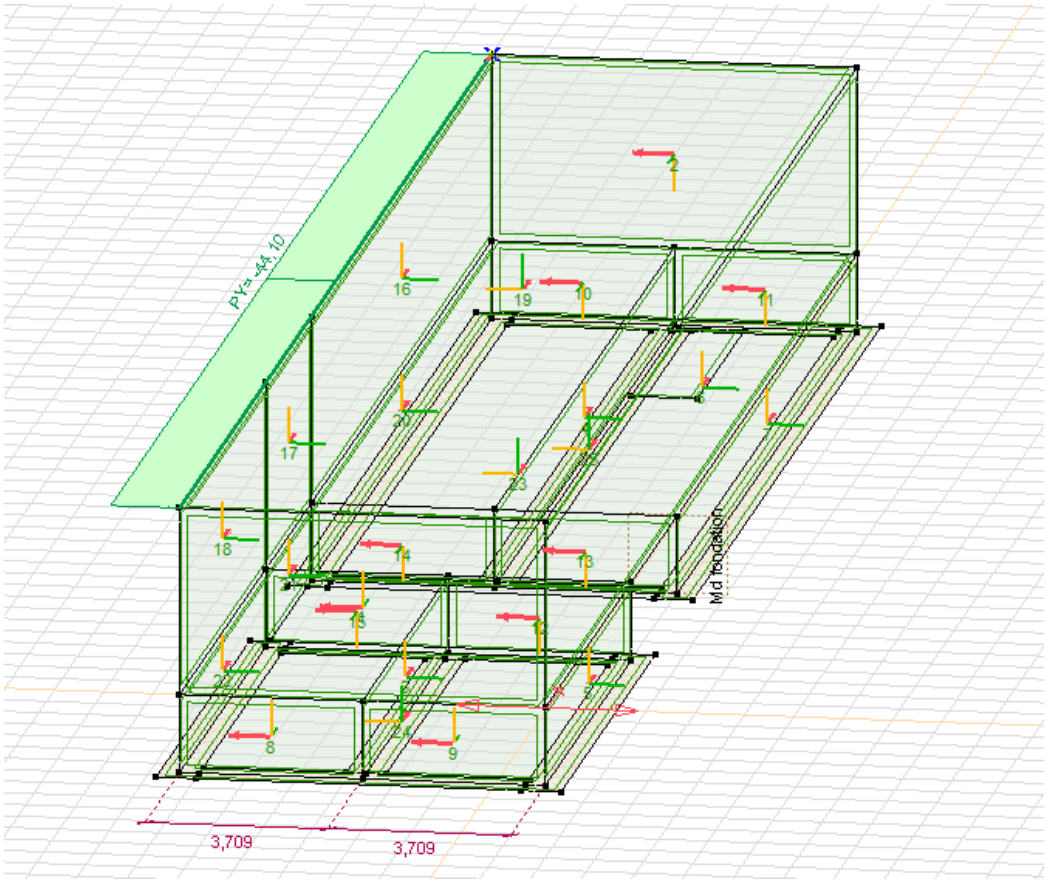


Figure 12: Charge sismique

8 Combinaisons critiques

8.1 Coefficients de réduction

Les coefficients de réduction à utiliser sont les suivants :

Action	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Charge utile intérieure	1	0.9	0.8
Charge utile extérieure	0	0	0
Charge de neige	0.86	0.4	0
Charge de vent	0.6	0.5	0

Tableau 11: Coefficients de réduction

8.2 Facteur de charge

Les facteurs de charge à utiliser pour la sécurité structurale sont les suivants :

Actions	γ_F	Etat-limite		
		Type 1	Type 2	Type 3
Actions permanentes				
Avec effet défavorable	$\gamma_{G,\,sup}$	1.10	1.35	1
Avec effet favorable	$\gamma_{G,\,inf}$	0.90	0.80	1
Actions variables				
Action variable prépondérante	γ_Q	1.5	1.5	1.3
Actions du terrain de fondation				
Charge de terre				
Avec effet défavorable	$\gamma_{G,\,sup}$	1.10	1.35	1
Avec effet favorable	$\gamma_{G,\,inf}$	0.90	0.80	1
Poussée des terres				
Avec effet défavorable	$\gamma_{G,Q,\,sup}$	1.35	1.35	1
Avec effet favorable	$\gamma_{G,Q,\,inf}$	0.80	0.70	1
Pression hydraulique				
Avec effet défavorable	$\gamma_{G,Q,\,sup}$	1.05	1.20	1
Avec effet favorable	$\gamma_{G,Q,\,inf}$	0.95	0.9	1

Tableau 12: Facteurs de charge

8.3 Vérification de la sécurité structurale

Les combinaisons de charges sont conformes aux exigences des articles §4.4.3.4 de la norme SIA 260 (éd. 2013), soit :

- Situations de projet durables et transitoires :

$$E_{d,act} = E\{\gamma_G\ G_k;\ \gamma_P\ P_k; \gamma_{Q1}\ Q_{k1}; \psi_{0i}\ Q_{ki};\ X_d;\ a_d\}$$

Ce qui donne le tableau suivant comme combinaison des charges :

Situations de risque	Dénomination du cas de charge	Etat-limite types	Actions permanentes		Actions prépondérantes		Actions concomitantes		Actions concomitantes	
			Actions	γ_G	Action	γ_Q	Actions	ψ_0	Actions	ψ_0
U1	Charge utile	2	PPP + PPNP	1.35	Charges utiles intérieure	1.50	Neige	0.86	Vent	0.6
U2	Charge de vent	2	PPP + PPNP	0.8	Vent	1.5	Charges utiles catégorie E	0.8	-	-

Tableau 13: Combinaison de charge ELU

8.4 Vérification de l'état limite de service

Les combinaisons de charges sont les suivantes :

– cas de charge rares

$E_d = E\{G_k, P_k, Q_{k1}, \psi_{0i}Q_{ki}, X_d, a_d\}$

– cas de charge fréquents

$E_d = E\{G_k, P_k, \psi_{11}Q_{k1}, \psi_{2i}Q_{ki}, X_d, a_d\}$

– cas de charge quasi permanents

$E_d = E\{G_k, P_k, \psi_{2i}Q_{ki}, X_d, a_d\}$

On obtient ainsi :

Situations de risque	Dénomination du cas de charge	Etat-limite types	Actions permanentes		Actions prépondérantes		Actions concomitantes		Actions concomitantes	
			Actions	γ_G	Action	γ_Q	Actions	ψ_{ii}	Actions	ψ_{ii}
U1	ELS rare	2	PPP + PPNP	1	Charges utiles intérieure	1	Neige	0.86	Vent	0.6
U2	ELS fréquent	2	PPP + PPNP	1	Charges utiles intérieure	0.9	Neige	0	Vent	0
U3	ELS quasi-permanent	2	PPP + PPNP	1	Charges utiles intérieure	0.8	Neige	0	Vent	0

Tableau 14: Combinaison de charge ELS

8.5 Vérification au séisme

Lors de la vérification au séisme, nous avons la combinaison de charges suivantes :

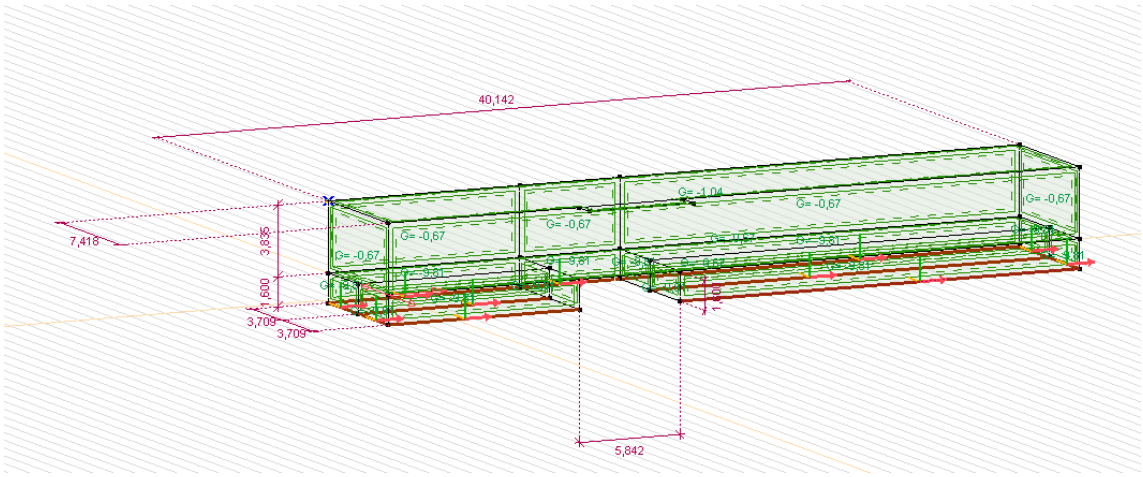
Situations de risque	Dénomination du cas de charge	Etat-limite types	Actions permanentes		Actions prépondérantes		Actions concomitantes	
			Actions	γ_G	Action	γ_Q	Actions	ψ_{ii}
U1	ELU	2	PPP + PPNP	1	Charge sismique	1	Charge utile intérieure	0.8

Tableau 15: Combinaison de charge au séisme

9 Modèle de calcul

9.1 Modèle coques

L'ouvrage a été modélisé à l'aide de coques afin de prendre en considération la rigidité de chaque composant de la structure. Ceci permet d'avoir une répartition plus correcte des efforts entre les différents éléments.


40,142
7,418
3,835
1,600
3,709
3,709
5,842
G= -0,67
G= -1,04
G= -0,67
G= -0,67
G= -0,67

10 Dimensionnement des semelles de fondation

10.1 Cas de charge 1

Une semelle de 1m de large a été supposée pour les calculs. Le sol étant remplacé, la charge se diffusera sur une surface plus grande, garantissant que la pression sera réduite.

10.1.1 Pression sous le sol à l'ELU

Selon le modèle de dimensionnement les réactions verticales au niveau des fondations pour le ELU seront les suivantes :

Il est possible de calculer la résistance du sol sous les fondations

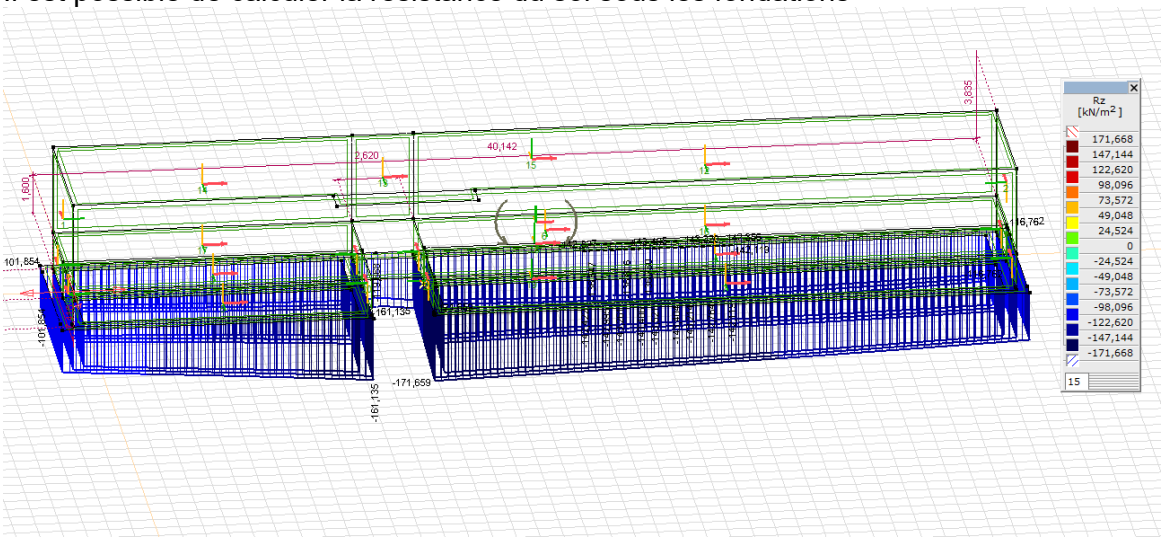


Figure 14: Effort verticaux sous la fondation

Ainsi, la charge verticale est de 171 kN/m^2. En faisant une vérification du terrain, avec une longueur de fondation de 11m et une largeur de 1m, et en réduisant l'angle de frottement à 25°, on trouve une résistance de 335.1 kN/m^2. Un moment de 34.2 kNm a été supposé. La pression sur la section réduite étant de 285 kN/m^2, on a une largeur suffisante pour résister à la charge

			N	s	i	b	g	f
	c	0,00	20,72	1,03	1,00	1	1	1
	q	348,98	10,66	1,02	1,00	1	1	1
	gama	53,19	9,01	0,98	1,00	1	1	1
	qrk=	402,17						
285	qrd=	335,14						

Figure 15: Résultats du calcul de la résistance du sol

Le terrain est donc en mesure de reprendre les efforts à l'ELU.

10.1.2 Résistance interne

Les moments maximaux sont trouvés dans le coin d'une fondation, ce qui engendre des concentrations de contraintes. Ainsi, les efforts pris à une distance dv/2 du bord donnent les contraintes suivantes :

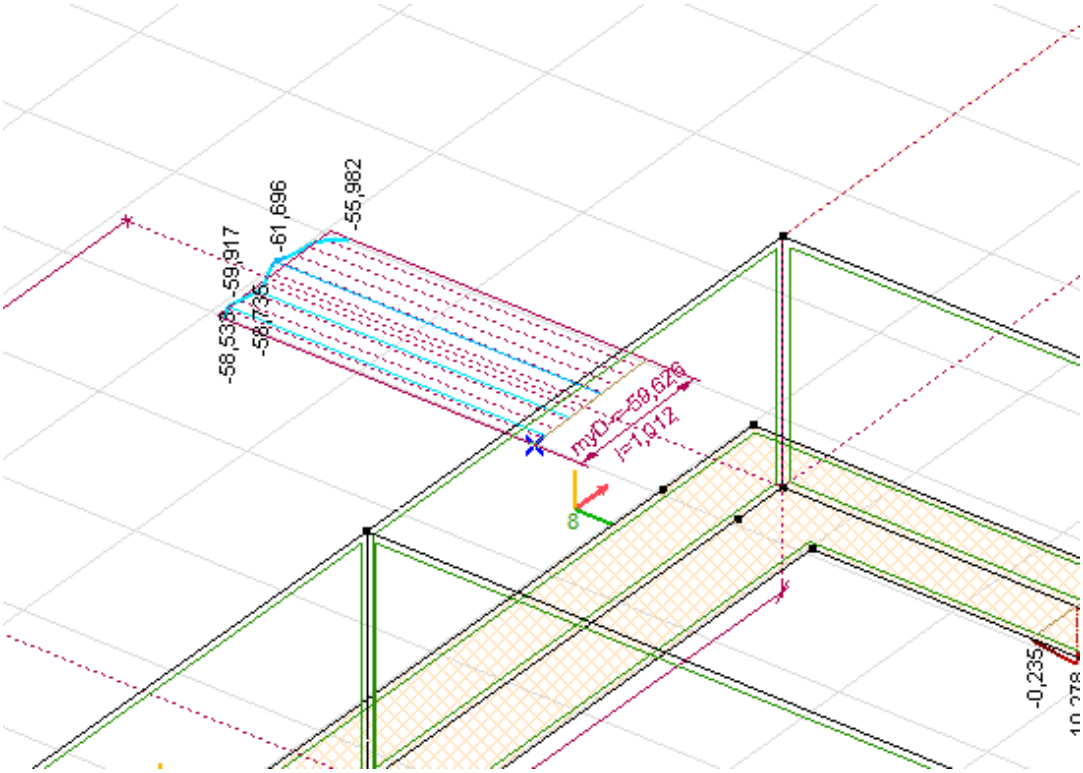


Figure 16: Moment de flexion

Ainsi, en mettant des armatures Φ12, e150mm, on obtient

$$d = 300mm - 50mm - 5mm = 245mm$$

$$x_{pl} = \frac{A_s f_{sd}}{b f_{cd}} = \frac{754mm^2 * 435\ {}^{N}/_{mm^2}}{1000mm * 20\ {}^{N}/_{mm^2}} = 16.4mm$$

$$M_{Rd} = A_s f_{sd}\left(d - \frac{x_{pl}}{2}\right) = 754mm^2 * 435\ {}^{N}/_{mm^2} * (245mm - 8.2mm) = 77.7\ kNm$$

Ainsi, une telle armature peut reprendre ces charges.

10.2 Cas de charge 2

La vérification de ce cas de charge permettra de dimensionner le bâtiment au glissement. Ainsi, on obtient les pressions suivantes :

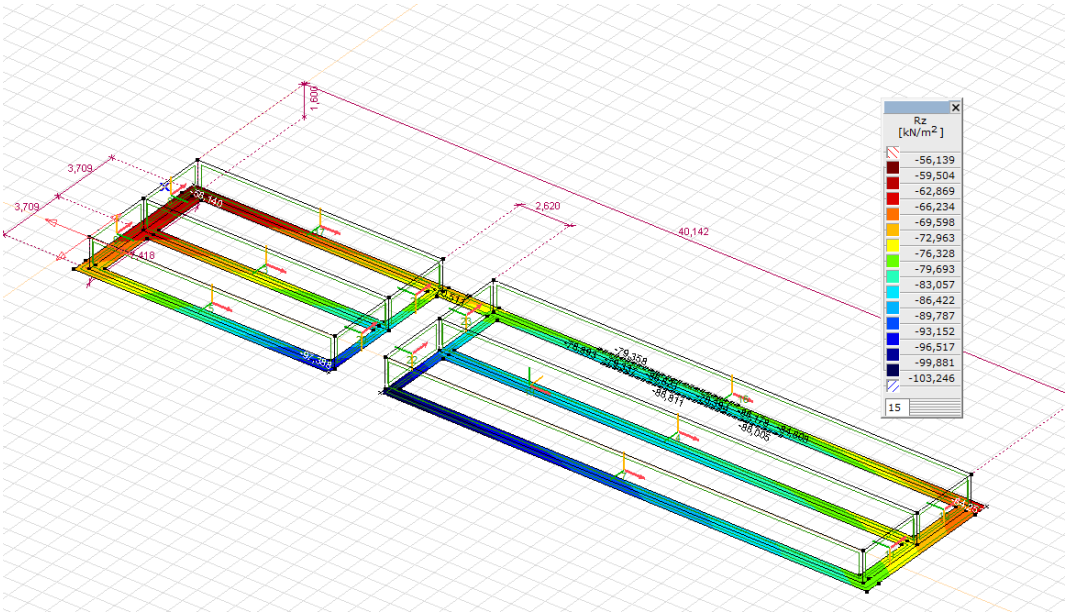


Figure 17: charges verticales sur les appuis

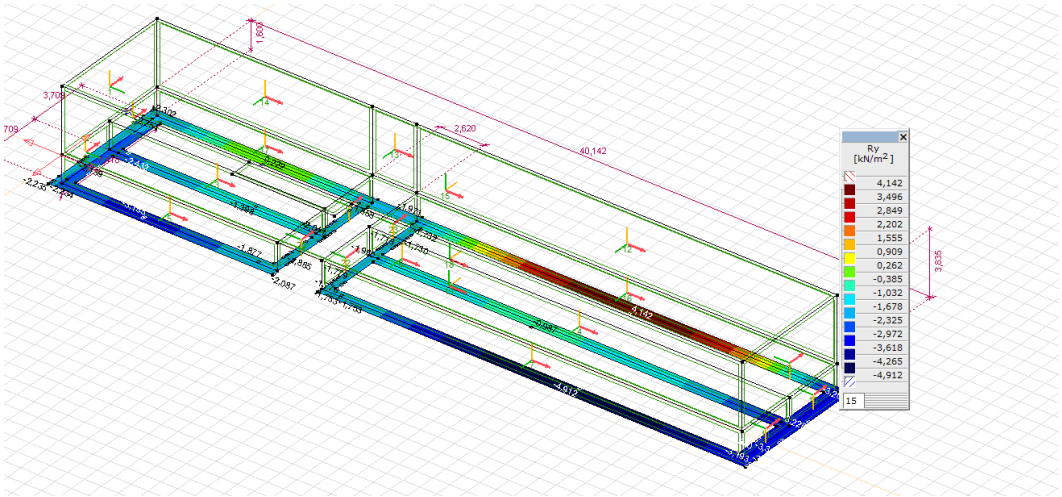


Figure 18: Charges horizontales sur les appuis

La valeur moyenne de la charge horizontale est de 1.6 kN/m^2, alors que la charge verticale est de 79 kN/m^2. Si seules les semelles transversales devaient reprendre la charge de vent, on aurait une charge horizontale de 15 kN/m^2.

La résistance au glissement peut être calculé ainsi, selon la SIA 267 :

$$R_d = \frac{1}{\gamma_R}\left(E_{N,d}\tan(\delta_d)\right) = \frac{1}{1.2}\left(79\frac{kN}{m^2}\frac{\tan\left({}^2/_3 * 30°\right)}{1.2}\right) = 21\frac{kN}{m^2} > 1.6\frac{kN}{m^2}$$

Ainsi, il n'y a pas de problème de glissement.

Pour ce qui est du renversement, l'excentricité est négligeable dans ce cas :



Figure 19: Coupe des charges verticales en travers des fondations

10.3 ELS

A l'ELS, la charge verticale sous le radier est de 90 kN/m^2. Ainsi, si les fondations viennent se poser sur la couche d'alluvions récentes, on se situe en dessous de la limite de travail admissible pour cette couche. Ainsi, la pression limite à l'ELS est garantie.

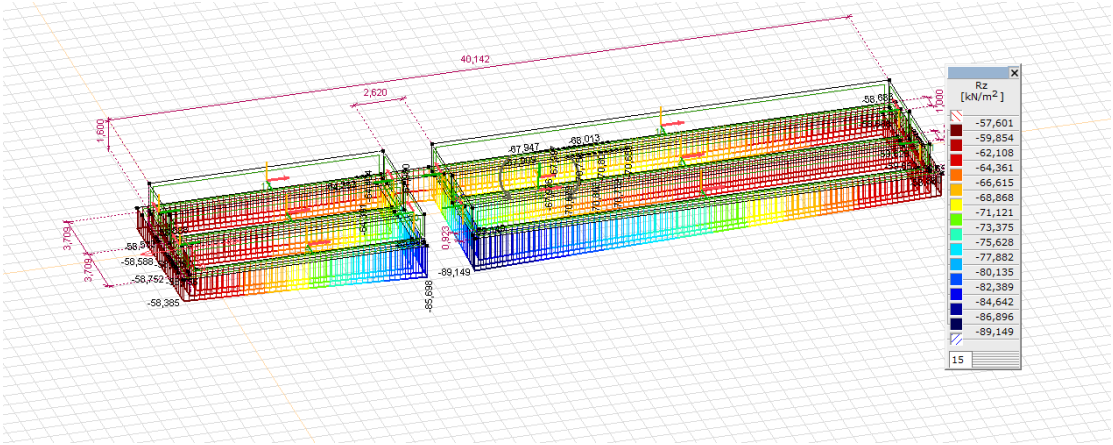


Figure 20: Charge verticale à l'ELS

En termes de tassements, on obtient un déplacement vertical de 5mm, et un tassement différentiel d'1 millimètre. Ainsi, le tassement est faible et le tassement différentiel est jugé comme négligeable.

L'armature minimale mise dans les fondations peut être estimée de la façon suivante :

Les exigences dans les fondations en termes de fissuration sont normales. Ainsi, la limite de contrainte selon la SIA 262 C2 est de f_{sd}. Ainsi, le taux minimal d'armature est de :

Pour le calcul des efforts du retrait dans la fondation, une épaisseur moyenne de h = 400 mm est admis :

$$h = 400\ mm$$
$$f_{ctm} = 2.9\ N/mm^2$$
$$k_t = \frac{1}{1 + 0.5 \cdot h} = \frac{1}{1 + 0.5 \cdot 0.4} = 0.83 \rightarrow\ f_{ctd} = k_t \cdot f_{ctm} = 2.41\ N/mm^2$$
$$A = \frac{f_{ctd}}{\sigma_{s,adm}} \cdot h = \frac{2.41 \cdot 400}{435} = \frac{2216\ mm^2}{m} \rightarrow \boldsymbol{2\ nappes\ \emptyset 16\ e = 150mm\ (2680\ mm^2/m)}$$

Ainsi, l'armature à utiliser pour la semelle sont des Φ16e 150mm

Le moment résistant accordé dans les fondations est donc calculé ainsi :

d=400mm-50mm-8mm=342mm

$$x_{pl} = \frac{1340mm^2 * 435\,{}^{N}/_{mm^2}}{1000mm * 20\,{}^{N}/_{mm^2}} = 29mm$$

$$M_{rd} = 1340mm^2 * 435\,{}^{N}/_{mm^2} * (342mm - 0.5 * 29mm) = 190\ kNm$$

Pour le calcul des efforts du retrait dans la semelle, une épaisseur moyenne de h = 300 mm est admis :

$$h = 300\ mm$$
$$f_{ctm} = 2.9\ N/mm^2$$
$$k_t = \frac{1}{1 + 0.5 \cdot h} = \frac{1}{1 + 0.5 \cdot 0.3} = 0.87 \rightarrow\ f_{ctd} = k_t \cdot f_{ctm} = 2.52\ N/mm^2$$
$$A = \frac{f_{ctd}}{\sigma_{s,adm}} \cdot h = \frac{2.52 \cdot 300}{435} = \frac{1738\,mm^2}{m} \rightarrow \boldsymbol{2\ nappes\ \emptyset 14\ e = 150mm\ (2060\,mm^2/m)}$$

Ainsi, l'armature à utiliser pour la semelle sont des Φ16e 150mm

Le moment résistant accordé dans les fondations est donc calculé ainsi :

d=400mm-50mm-7mm=343mm

$$x_{pl} = \frac{1030mm^2 * 435\,{}^{N}/_{mm^2}}{1000mm * 20\,{}^{N}/_{mm^2}} = 22.4mm$$

$$M_{rd} = 1030mm^2 * 435\,{}^{N}/_{mm^2} * (343mm - 0.5 * 22.4mm) = 148\ kNm$$

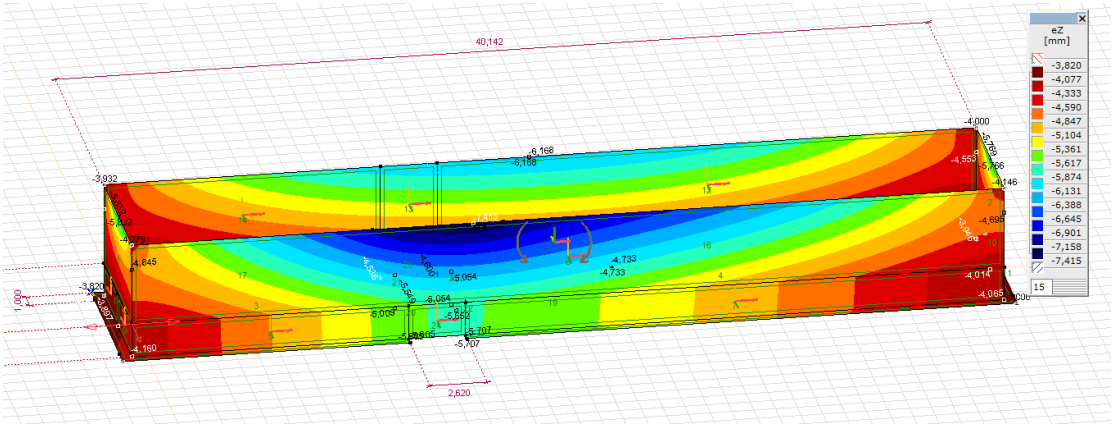


Figure 21: Déplacement vertical

Le déplacement des fondations est de l'ordre de 5mm. Ainsi, le tassement est suffisamment faible. La différence de tassement est de l'ordre de 2mm, et n'est ainsi pas un problème.

10.4 Séisme

Lors du séisme, il est nécessaire de s'assurer que les fondations pourront reprendre les charges horizontales insérées sur le bâtiment. Ainsi, on obtient les données suivantes :

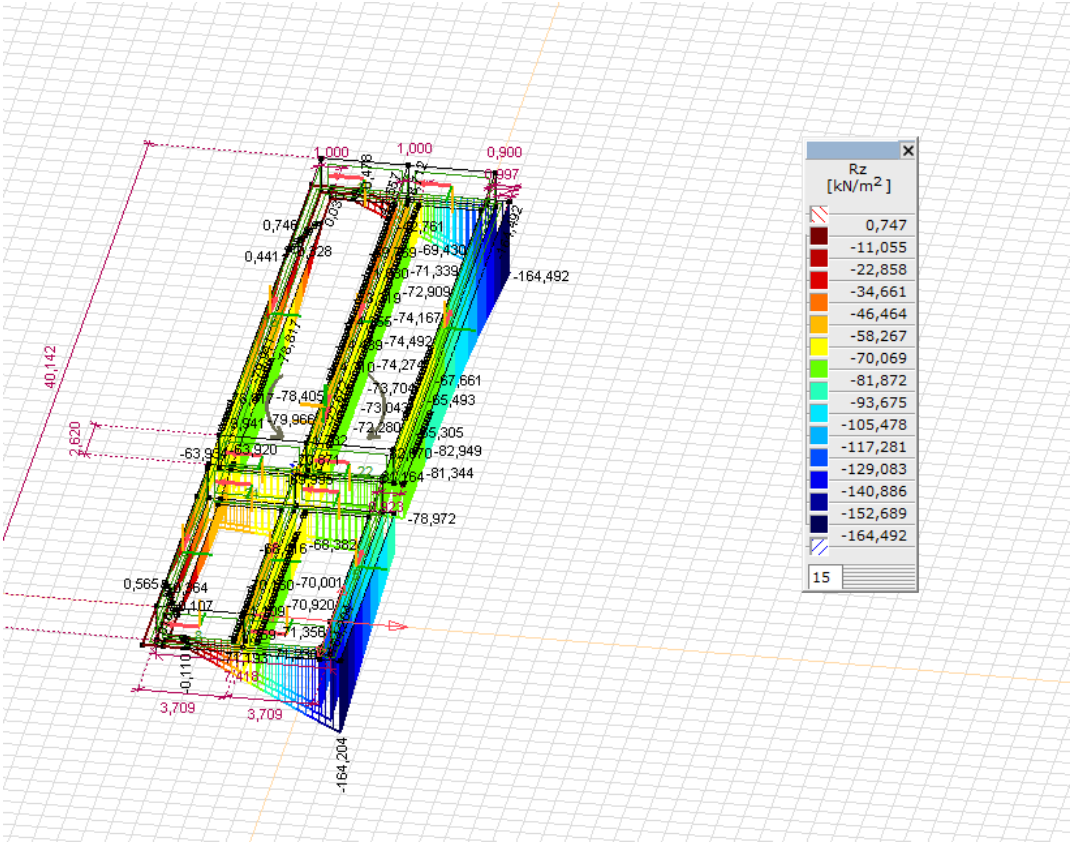


Figure 22: Charge verticale

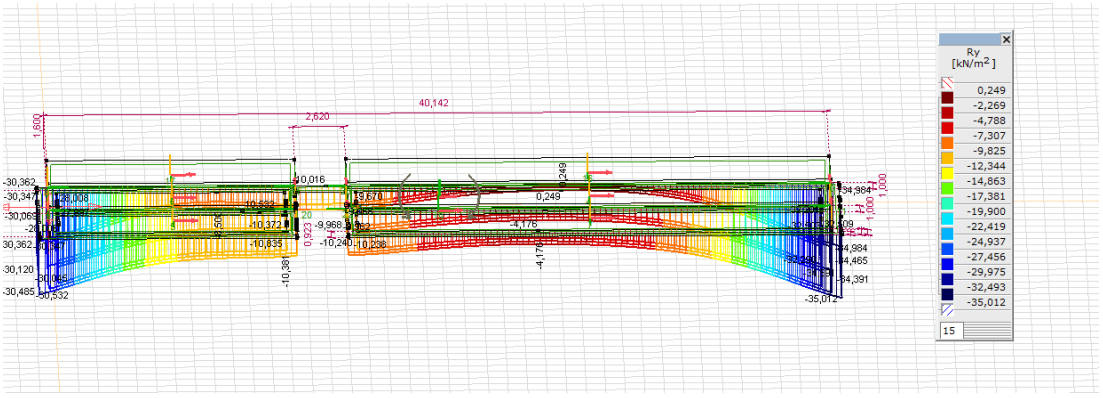


Figure 23: Charge horizontale

La charge horizontale moyenne est de 13.2 kN/m², alors que la charge verticale moyenne est de 65.2 kN/m². Ainsi, on obtient la vérification suivante :

$$R_d = \frac{1}{\gamma_R}\left(E_{N,d}\tan(\delta_d)\right) = \frac{1}{1.2}\left(65.2\frac{kN}{m^2}\frac{\tan\left({}^2/_3 * 30°\right)}{1.2}\right) = 16.5\frac{kN}{m^2} > 13.2\frac{kN}{m^2}$$

Ainsi, si l'on prend en compte la butée sur la fondation, la résistance augmente substantiellement, et la vérification est garantie.

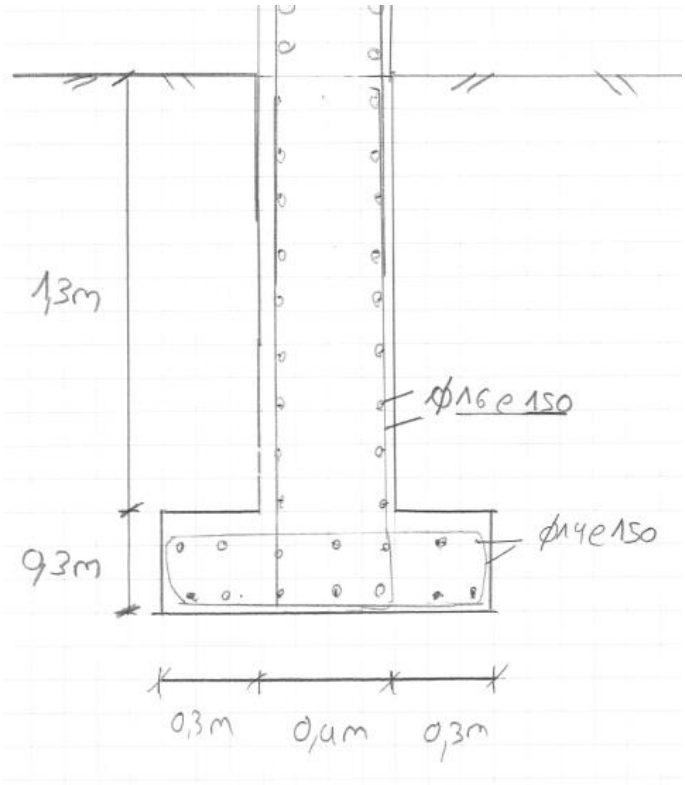


Figure 24: Schéma d'armature de la fondation

11 Signatures

Auteur du projet :	Date	Signature
Nom : IUB Engineering SA		
Responsable : Aimé Morel		
Rue : Rte André Piller 33a		
Lieu : 1762 Givisiez	…….	……..

Auteur du projet :	Date	Signature
Nom : IUB Engineering SA		
Responsable : Emilie Simonin		
Rue : Rte André Piller 33a		
Lieu : 1762 Givisiez	…….	……..

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

12.901.01

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud
Commune : Nyon

Echelle	Format
1 : 200	44.6 x 126

N° Plan
201325000.12.901.01

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement
Zone de déraillement km 0.380 à 0.590
Situation



CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

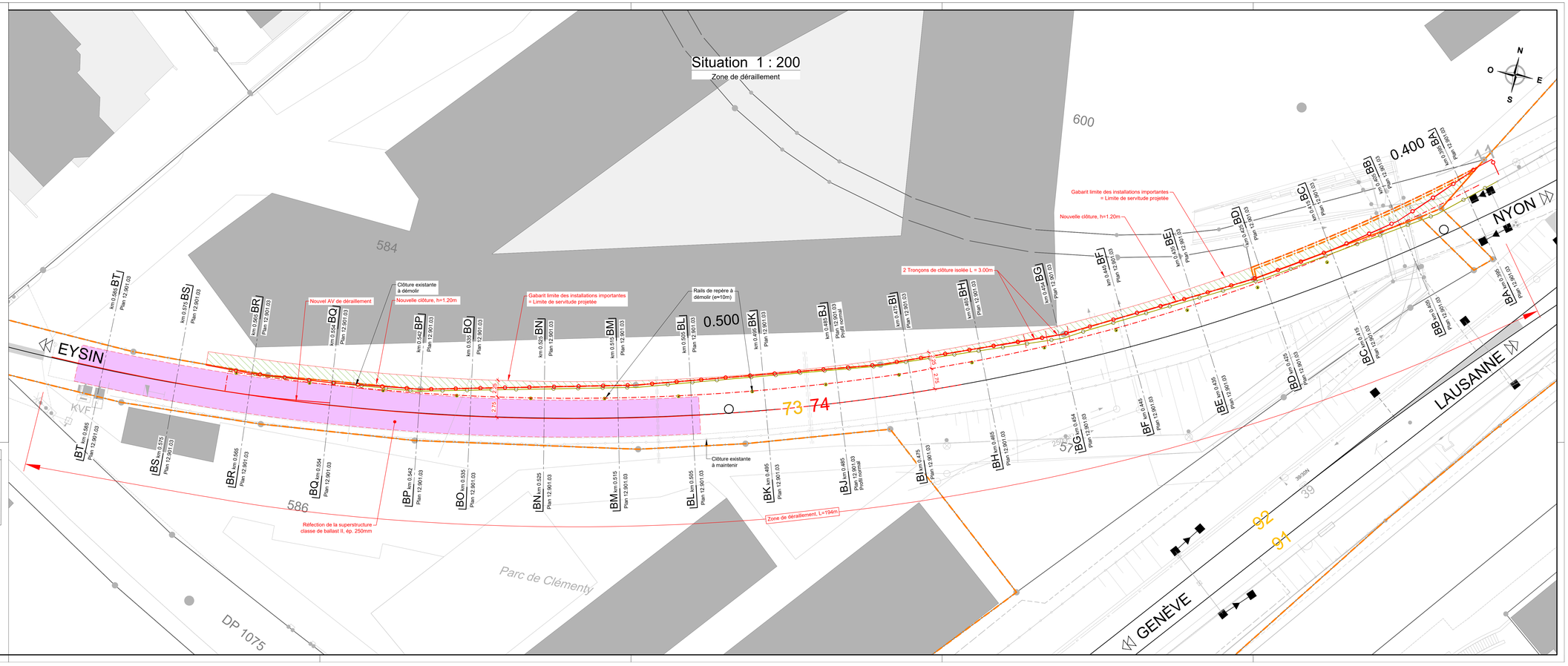
Aimé Morel
Auteur de projet

IM Engineering | IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	19.09.2024	ara	asi		Création du plan
2	20.01.2025	ara	asi		Corrections suite au contrôle SuperUser
3	01.04.2025	ara	asi		Ajustement cadastre bâtiment EPCN
4					

LEGENDE

- Réfection de la superstructure
- Gabarit limite des installations importantes
- Limite de parcelle CFF existante
- Clôture existante
- Clôture nouvelle
- Elément existant à conserver
- Elément existant à démolir
- Elément projeté
- Nouvelle limite CFF
- Limite zone de ballast horizontal


Situation 1 : 200
Zone de déraillement
EYSIN
NYON
LAUSANNE
GENÈVE
584
600
586
Parc de Clémenty
DP 1075
KVF
0.500
0.400
73
74
Nouvel AV de déraillement
Clôture existante à démolir
Nouvelle clôture, h=1.20m
Gabarit limite des installations importantes = Limite de servitude projetée
Rails de repère à démolir (e=10m)
2 Tronçons de clôture isolée L = 3.00m
Clôture existante à maintenir
Réfection de la superstructure classe de ballast II, ép. 250mm
Zone de déraillement, L=194m
BT km 0.585 Plan 12.901.03
BS km 0.575 Plan 12.901.03
BR km 0.565 Plan 12.901.03
BQ km 0.554 Plan 12.901.03
BP km 0.542 Plan 12.901.03
BO km 0.535 Plan 12.901.03
BN km 0.525 Plan 12.901.03
BM km 0.515 Plan 12.901.03
BL km 0.505 Plan 12.901.03
BK km 0.495 Plan 12.901.03
BJ km 0.485 Plan 12.901.03 Profil normal
BI km 0.475 Plan 12.901.03
BH km 0.465 Plan 12.901.03
BG km 0.454 Plan 12.901.03
BF km 0.445 Plan 12.901.03
BE km 0.435 Plan 12.901.03
BD km 0.425 Plan 12.901.03
BC km 0.414 Plan 12.901.03
BB km 0.405 Plan 12.901.03
BA km 0.395 Plan 12.901.03
2.75
2.75
2.75

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

12.901.02

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

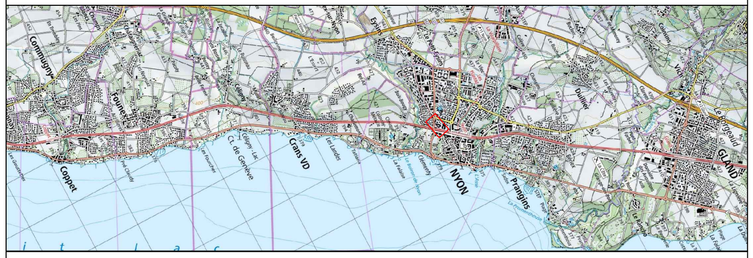
Canton : Vaud
Commune : Nyon

Echelle	Format
1 : 50	29.7 x 84

N° Plan
201325000.12.901.02

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement
Zone de déraillement km 0.380 à 0.590
Profil normal



CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

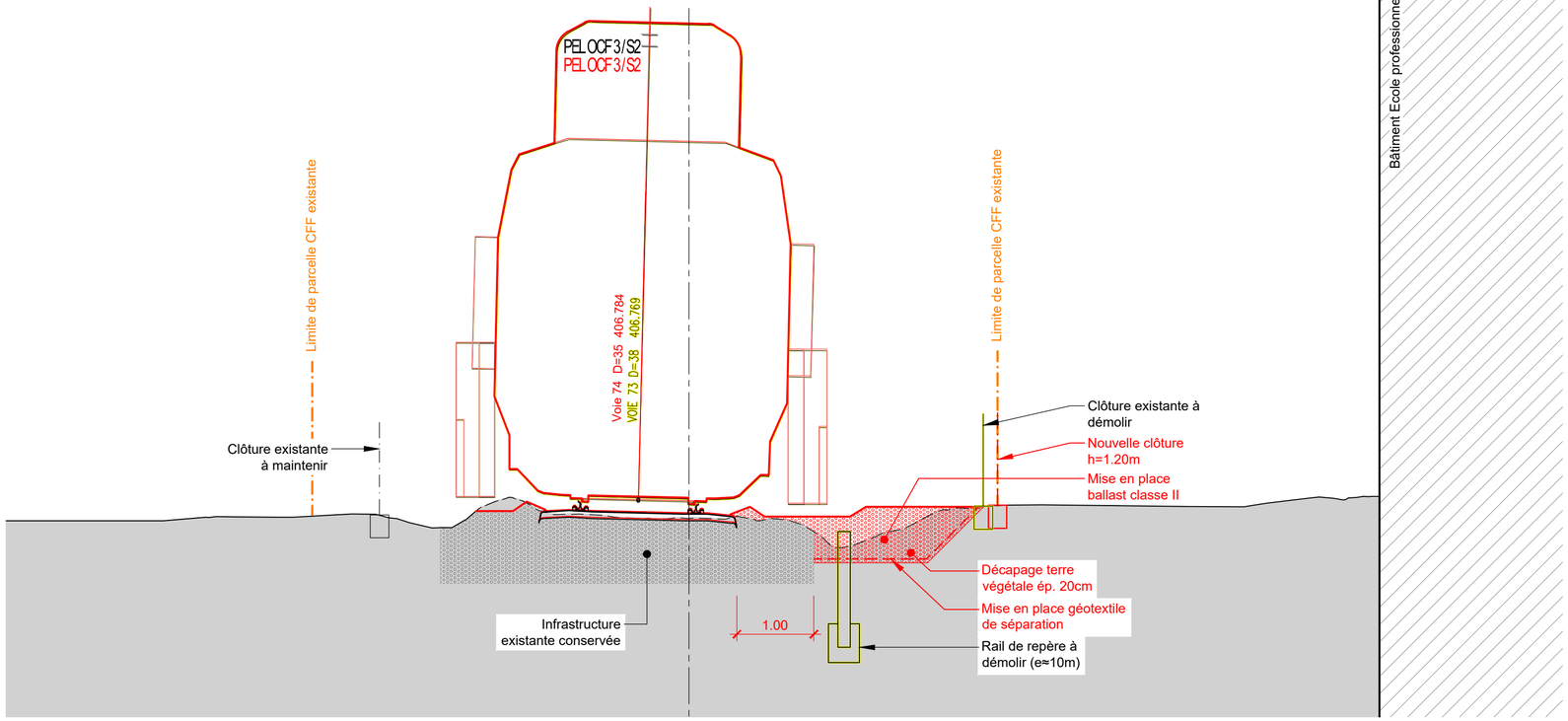
Aimé Morel
Auteur de projet

IM Engineering | IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	19.09.2024	ara	asi		Création du plan
2	20.01.2025	ara	asi		Corrections suite au contrôle SuperUser
3					
4					

Profil normal 1 : 50

Coupe BJ - km 0.485
Cotes en [m]



LEGENDE

- Elément existant à conserver
- Elément existant à démolir
- Elément projeté
- Limite de parcelle CFF existante

SBB CFF FFS

CFF_Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens – www.cff.ch

12.901.03

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud
Commune : Nyon

Echelle	Format
1 : 200	89.1 x 147

N° Plan 201325000.12.901.03

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement
Zone de déraillement km 0.380 à 0.590
Profils en travers



CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

Aimé Morel
Auteur de projet

IM Engineering | IUB Engineering

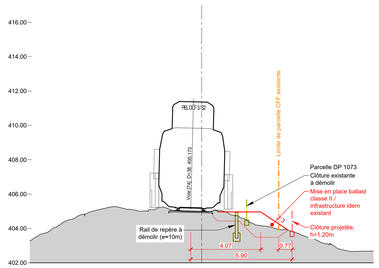
	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	24.09.2024	ara	asi		Création du plan
2	20.01.2025	ara	asi		Corrections suite au contrôle SuperUser
3	01.04.2025	ara	asi		Ajustement cadastre bâtiment EPCN
4					

LEGENDE

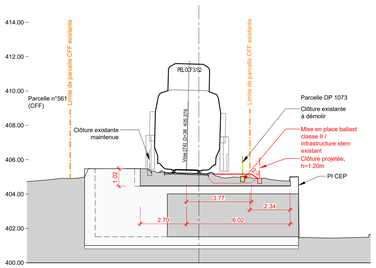
- Elément existant à conserver
- Elément existant à démolir
- Limite de parcelle CFF existante
- Elément projeté - étape en cours

La position des profils en travers est visible sur la pièce 12.901.01 du dossier

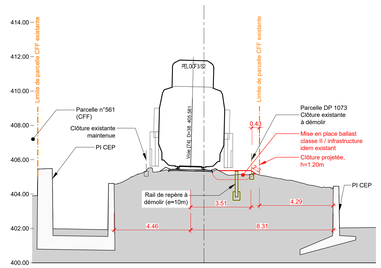
COUPE BA
Cotes en [m] - Km 0.395



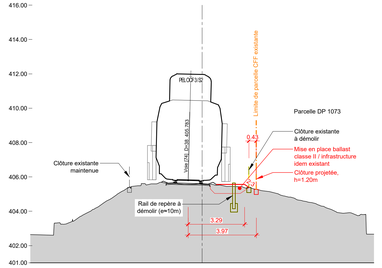
COUPE BB
Cotes en [m] - Km 0.405



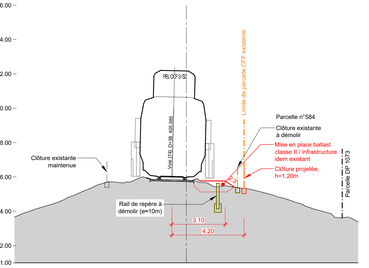
COUPE BC
Cotes en [m] - Km 0.415



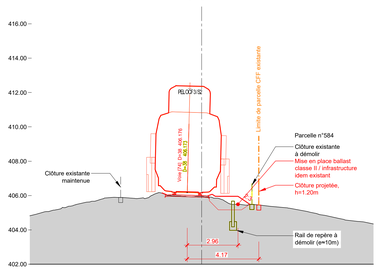
COUPE BD
Cotes en [m] - Km 0.425



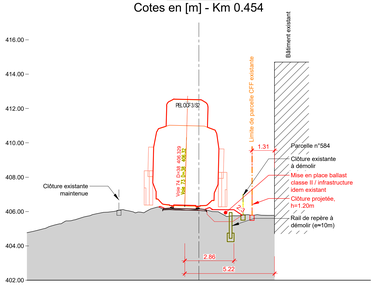
COUPE BE
Cotes en [m] - Km 0.435



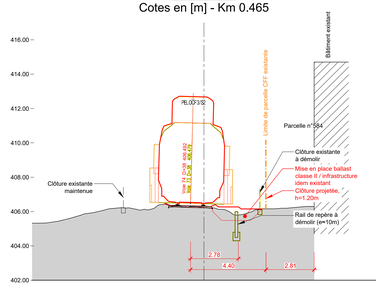
COUPE BF
Cotes en [m] - Km 0.445



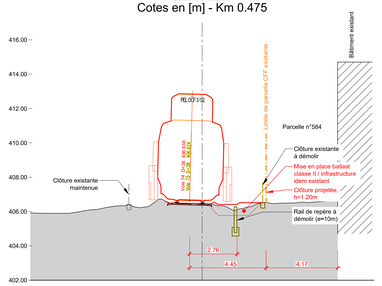
COUPE BG
Cotes en [m] - Km 0.454



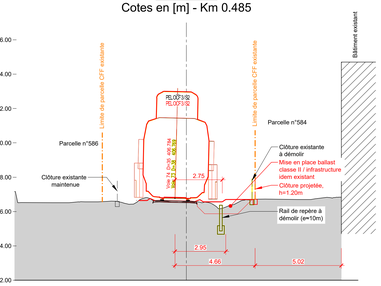
COUPE BH
Cotes en [m] - Km 0.465



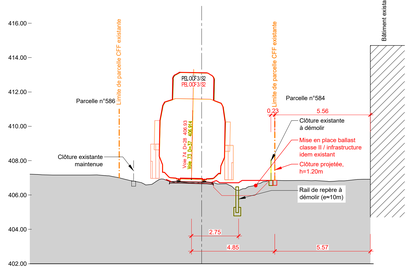
COUPE BI
Cotes en [m] - Km 0.475



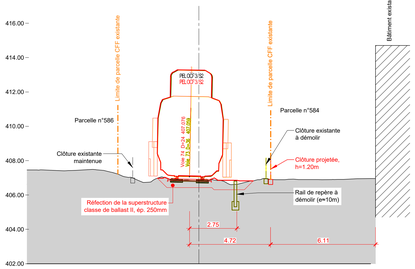
COUPE BJ
Cotes en [m] - Km 0.485



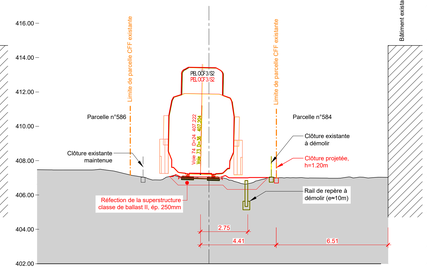
COUPE BK
Cotes en [m] - Km 0.495



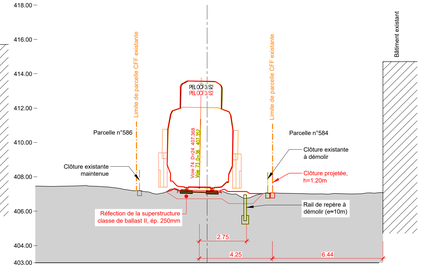
COUPE BL
Cotes en [m] - Km 0.505



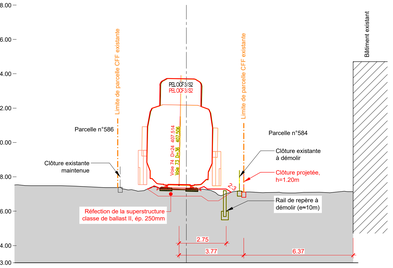
COUPE BM
Cotes en [m] - Km 0.515



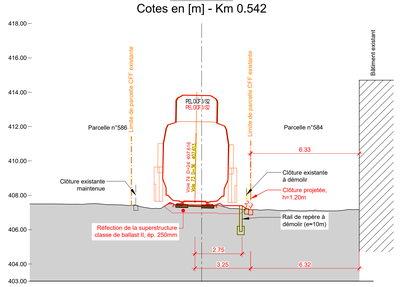
COUPE BN
Cotes en [m] - Km 0.525



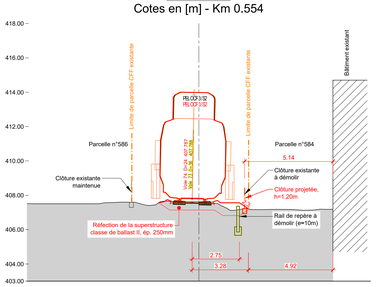
COUPE BO
Cotes en [m] - Km 0.535



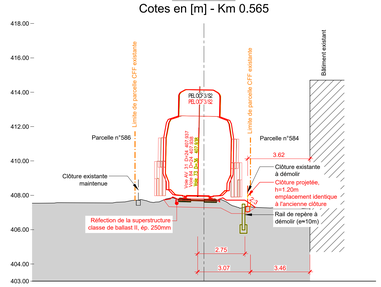
COUPE BP
Cotes en [m] - Km 0.542



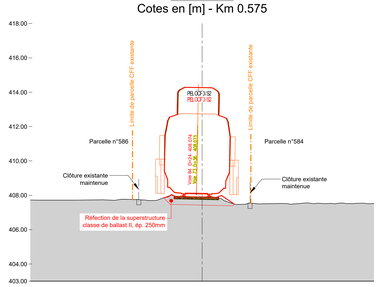
COUPE BQ
Cotes en [m] - Km 0.554



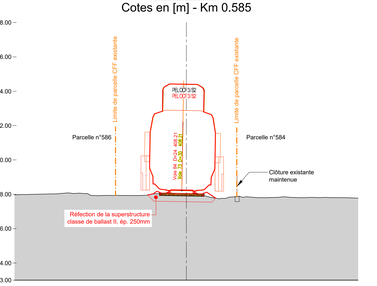
COUPE BR
Cotes en [m] - Km 0.565



COUPE BS
Cotes en [m] - Km 0.575



COUPE BT
Cotes en [m] - Km 0.585



SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

12.901.04

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100
Ligne : 159 km : 0.000 - 0.640

Canton : Vaud
Commune : Nyon

Echelle	Format
-	A4

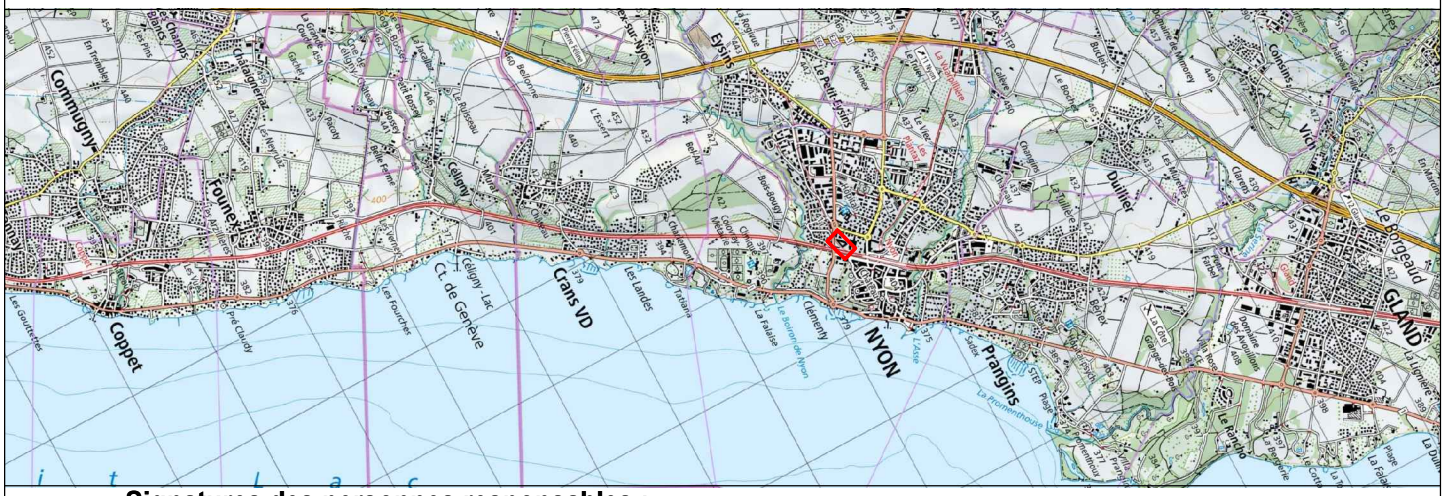
N° Plan
-

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Zone de déraillement

CONVENTION D'UTILISATION



Signatures des personnes responsables :
A1. ☒ Signatures originales dans le document B. ○ Signature ci dessous
Ci-dessous :
A2. ☒ Signatures des personnes pro forma

CFF SA
Infrastructure Projets

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

Groupement IUB-IM

Aimé Morel
Auteur de projet

IM Engineering | IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	16.12.2022	aaf	mo		Version initiale
2	30.09.2024	asi	mo		Version PAP
3					
4					

Avant-propos

Une convention d'utilisation distincte doit être établie pour chaque type d'installation. Un regroupement de différents types d'installations est possible, mais requiert l'accord préalable d'I-NAT-KBN.

Le document doit être vérifié et complété à chaque phase de projet considérée. Les modifications doivent être effectuées directement dans le document original selon le code de couleurs suivant :

- Avant-projet : noir
- Projet de construction/mise à l'enquête : vert
- Projet d'exécution : rose

Afin de pouvoir identifier les modifications au premier coup d'œil, il convient en outre de remplir la liste des révisions.

Liste des révisions des modifications spécifiques au projet

Date	Chapitre	Modification
16.12.22		Version initiale
05.08.24		Version PAP

Journal des modifications du modèle de document

Version	4.1
Dernière modification	03.01.2022
Dernière modification par	Alain Liechti (I-NAT-KBN-IB)
Archivage	FR – 20220103_modèle_convention d'utilisation
Modification de Version 4.0	Actualisation bases (chap. 2) et ajustements éditoriaux des chap. 1.2, 1.6, 1.7, 4, 5.1, 5.2, 5.3, 6, 7.3

Table des matières

1 Objectifs généraux relatifs à l'utilisation 4
1.1 Projet de construction 4
1.2 Composants et ouvrages existants 5
1.3 Indications sur les dispositions contractuelles actuelles et futures concernant la propriété et l'entretien 5
1.4 Maîtrise d'ouvrage 5
1.5 Délimitations 5
1.6 Exigences d'utilisation 5
1.7 Durée d'utilisation 5

2 Bases 6
2.1 Bases spécifiques au projet 6
2.2 Bases légales 6
2.3 Normes 6
2.4 Exigences et réglementations spécifiques aux CFF et aux chemins de fer 6

3 Environnement et exigences de tiers 7
3.1 Effets sur l'environnement 7
3.2 Projets tiers 8
3.3 Aspect foncier 8
3.4 Gabarits d'espace libre 9
3.5 Exigences fonctionnelles 9

4 Besoins de l'exploitation et de l'entretien 9
4.1 Exigences pour l'aptitude au service 9
4.2 Accès aux différentes parties d'ouvrage 9
4.3 Surveillance 9

5 Prescriptions particulières du maître de l'ouvrage 10
5.1 Construction robuste et durable 10
5.2 Matériaux 10
5.3 Détails standards et détails constructifs 10
5.4 Conception et esthétique 10
5.5 Déviation du trafic durant les travaux de construction 10
5.6 Jalons du programme de chantier 10

6 Objectifs de protection et risques particuliers 11
6.1 Exigences de sécurité 11
6.2 Mesures de protection de l'environnement 11
6.3 Courants vagabonds 11
6.4 Incendie 11
6.5 Explosion 11
6.6 Autres actions exceptionnelles : hautes eaux, chutes de pierres, avalanches, etc. 11

7 Conditions particulières relatives à l'exécution des travaux 12
7.1 Viabilisation du chantier, accès, site d'installation 12
7.2 Conditions particulières de tiers 12
7.3 Conditions particulières résultant de l'exploitation ferroviaire 12

8 Signatures 13

1 Objectifs généraux relatifs à l'utilisation

Le projet de mise en conformité de la gare de Nyon, les successions serrées en gare de Nyon et le distancement à 2 minutes sur la ligne Lausanne - Genève, ainsi que la mesure BCM demandant des nouvelles diagonales à 90km/h côté Genève, prévoient de nouvelles fonctionnalités. Ces dernières nécessitent le renouvellement de l'enclenchement actuel, construit en 1977 et qui arrive en fin de vie en 2031.

Dans le cadre du renouvellement de l'enclenchement de Nyon, un complément de mandat à été ajouté afin de résoudre la problématique de la protection des dérives du Nyon-Eysins.

La présente convention d'utilisation concerne donc les travaux de construction d'une future zone de déraillement, en cas d'urgence, sur le tronçon existant Nyon-Eysins.

1.1 Projet de construction

1.1.1 Situation

Une solution a été étudiée pour éviter que les trains ne dérivent sur les voies principales de la gare de Nyon, depuis le tronçon Nyon Eysins, qui comporte une forte pente. Cette solution comporte la pose d'un AV de déraillement ainsi que l'élargissement de la superstructure du côté du déraillement afin d'éviter tout renversement des wagons.

La situation suivante représente schématiquement la zone d'implantation de la zone de déraillement.



Figure 1: Localisation de l'ouvrage

1.2 Composants et ouvrages existants

La future zone de déraillement sera composée des éléments suivants (liste non exhaustive) :

- Couche de ballast sur zone de déraillement ;
- Dispositif d'aiguillage de déraillement.

La surface de la future zone de déraillement est définie, selon la norme R RTE 25053, de la manière suivante :

- Elargissement de la superstructure sur une distance de 2.75m depuis l'axe de la voie.
- Déplacement des clôtures.

La longueur de la zone de déraillement est de 175m.

1.3 Indications sur les dispositions contractuelles actuelles et futures concernant la propriété et l'entretien

Néant

1.4 Maîtrise d'ouvrage

Chemin de fer fédéraux suisses CFF SA

I-NAT-PAG-BAM-RWT
Rue de la gare de triage 5
1020 Renens

1.5 Délimitations

Néant

1.6 Exigences d'utilisation

La fonction principale de l'ouvrage est de faire dérailler un wagon ferroviaire en cas de détachement de son convoi principal, de façon à éviter leur libre circulation qui pourrait mettre en danger le trafic et infrastructures de la gare de Nyon. L'utilisation de la zone de déraillement serait donc exceptionnelle.

1.7 Durée d'utilisation

Le maître d'ouvrage accorde la plus grande importance à la durabilité de l'ouvrage afin de réduire au maximum les travaux d'entretien. Une attention particulière sera en outre apportée aux détails de construction

2 Bases

2.1 Bases spécifiques au projet

Néant

2.2 Bases légales

[1]	DE-OCF	Dispositions d'exécution de l'ordonnance sur les chemins de fer dans leur version applicable à la date de signature du contrat
[2]	LCdF	Loi sur les chemins de fer
[3]	Directives et instructions cantonales	

2.3 Normes

[4]	SIA 260	(2013)	Bases pour l'élaboration des projets de structures porteuses
[5]	SIA 261	(2020)	Actions sur les structures porteuses
[6]	SIA 261/1	(2020)	Spécifications complémentaires
[7]	SIA 262	(2013)	Construction en béton
[8]	SIA 262/1	(2019)	Spécifications complémentaires
[9]	SIA 263	(2013)	Construction en acier
[10]	SIA 263/1	(2020)	Spécifications complémentaires
[11]	SIA 264	(2014)	Construction mixte acier-béton
[12]	SIA 267	(2013)	Géotechnique
[13]	SIA 267/1	(2013)	Spécifications complémentaires
[14]	SIA 270	(2014)	Étanchéité et évacuations des eaux – Bases générales et délimitations
[15]	SIA 272	(2009)	Systèmes d'étanchéité et de drainage d'ouvrages enterrés et souterrains
[16]	SIA 2042	(2022)	Prévention des désordres dus à la réaction alcali-granulats (RAG) dans les ouvrages en béton
[17]	VSS 40 201	(2019)	Profils géométriques types, dimensions de base

2.4 Exigences et réglementations spécifiques aux CFF et aux chemins de fer

[18]	Règlements CFF	Instructions et fiches
[19]	PAIngB	Guide pour l'élaboration de projets en génie civil - Ponts (parties A et B)
[20]	R I-50128	Exigences fonctionnelles concernant l'accès aux trains
[21]	I DT DG 40/92	Directives concernant l'esthétique des ouvrages d'art des CFF
[22]	R I-50129	Standard Quais voyageurs
[23]	R RTE 20012	Profil d'espace libre, voie normale et voie métrique
[24]	D RTE 27900	Manuel des mises à terre
[25]	R I-20014	Protection des monuments historiques : gestion des objets dignes de protection dans le cadre de projets CFF
[26]	Prescriptions d'exécution et de qualité CFF (PEQ) et programmes de contrôle (PC), notamment : Structures porteuses en béton	
[27]	Répertoire des systèmes de tension autorisés selon www.empa.ch/zulassungsstelle	
[28]	www.swisstopo.ch	

3 Environnement et exigences de tiers

3.1 Effets sur l'environnement

3.1.1 Développement durable

Par souci de développement durable, le choix des matériaux pour la réalisation des nouveaux ouvrages, que ce soit au niveau des ouvrages ou des infrastructures, se portera, dans la mesure du possible et d'un point de vue technique et/ou financier, sur ceux présentant le plus faible impact écologique.

D'autre part, lors de la réalisation des travaux, toutes les mesures seront mises en place afin de respecter les lois et ordonnances relatives à la protection de l'environnement.

3.1.2 Protection des eaux

Les exigences légales et normatives concernant la protection des eaux devront être respectées. Toute mesure prise, définitive ou provisoire, pendant l'entretien ou l'exploitation, sera adaptée aux secteurs ou zones de protection éventuelles des eaux dans lesquels se trouvent les ouvrages.

Dans le cas de cette étude, la zone de déraillement se trouve entièrement sur un secteur de protection des eaux üB comme illustré dans la figure ci-dessous. Par ce fait, l'ouvrage se trouve en dehors des zones de protection des eaux critique.



Figure 2: Plan des zones de protection des eaux. Source : guichet cartographique du canton de Vaud.

3.1.3 Déchets et sites contaminés

L'ouvrage se situe en zone hors classification polluée.

3.2 Projets tiers

Dans le cadre des travaux de la gare de Nyon, la voie Nyon-Eysins sera modifiée, précisément dans la zone de déraillement. Les modifications sont indiquées en rouge sur la figure suivante. Le projet de la zone de déraillement prend en compte la position de la future voie.



Figure 3: Extrait du PPV du projet de la gare de Nyon

3.3 Aspect foncier

La future zone de déraillement se situe majoritairement sur le domaine CFF (parcelle n°577) comme illustré dans la figure 4. Néanmoins, afin de garantir une distance de 5m depuis l'axe de la voie, des emprises définitives seront nécessaires sur le DP 1073. De plus, une servitude d'interdiction de bâtir la parcelle n°584 de l'école professionnelle est nécessaire. Le détail des emprises nécessaires est disponible sur la pièce 09.01.01 du présent dossier.

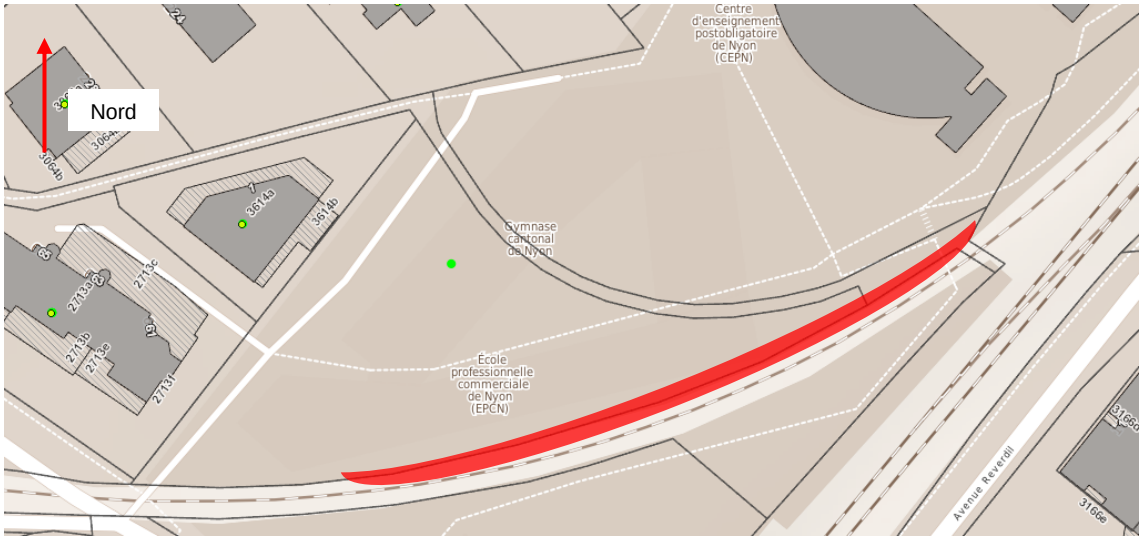


Figure 4 : Parcelles concernant l'entourage de l'ouvrage. Source : guichet cartographique du canton

3.4 Gabarits d'espace libre

Les travaux de construction de la future zone de déraillement auront un impact sur l'exploitation de la ligne existante. Il faut garantir les besoins logistiques et de fonctionnement des services industrielle pendant l'exécution de travaux sur ce tronçon.

3.5 Exigences fonctionnelles

L'ouvrage, une fois exécute, doit garantir le correct déraillement d'un wagon en de libre passage sur le tronçon.

4 Besoins de l'exploitation et de l'entretien

4.1 Exigences pour l'aptitude au service

Pour l'aptitude au service des ouvrages, une attention particulière sera portée aux détails constructifs et sur la qualité des matériaux utilisés.

4.2 Accès aux différentes parties d'ouvrage

L'exécution de la future zone de déraillement à Nyon nécessite de prendre en compte la problématique de l'accès aux différentes parties d'ouvrages, du maintien en exploitation des ouvrages et équipes en question et des éventuelles perturbations occasionnées sur d'autres installations.

Il s'agit de tenir compte des aspects suivants :

- Sécurisation de la zone de travail ;
- Mise à disposition de tout le matériel permettant l'accès aux zones d'entretien ;
- Garantir les conditions nécessaires au déroulement des activités des services industrielles pendant l'exécution des travaux.
- Eventuelle nécessité de réaliser interventions ponctuelles pendant les heures nocturnes, si les restrictions de trafic sont trop importantes, sur la ligne Nyon - Eysins

4.3 Surveillance

La surveillance doit permettre de juger de l'état de l'ouvrage dans le temps. La conception de l'ouvrage doit nécessiter une maintenance aussi limitée que possible.

Les activités de surveillance devront être précisées dans le plan de surveillance.

Le dispositif de surveillance fait partie intégrante de l'ouvrage et doit être maintenu en tout temps. La fréquence des mesures sera revue périodiquement à la lumière des résultats obtenus.

5 Prescriptions particulières du maître de l'ouvrage

5.1 Construction robuste et durable

En raison des conditions d'exploitation, les CFF accordent une grande importance à la robustesse et à la durabilité des ouvrages afin de limiter les travaux d'entretien. Les PEQ des CFF sont indispensables pour répondre aux exigences prescrites. Ceci doit être pris en compte lors du choix du système et des matériaux.

5.2 Matériaux

Les matériaux utilisés pour la construction du nouvel ouvrage seront déterminés afin de respecter les conditions suivantes :

- Une durabilité permettant de garantir la durée d'utilisation des ouvrages ou des éléments.
- La surveillance des matériaux ou des éléments constructifs doit pouvoir être assurée.
- La facilité de mise en place des matériaux doit être assurée, ceci permettant de garantir une bonne exécution et par là d'assurer la qualité de l'ouvrage.
- La notion de développement durable dans le choix des matériaux doit être considérée.

5.3 Détails standards et détails constructifs

Les parties d'ouvrages standardisées et détails constructifs suivants doivent être considérés pour la réalisation de la traversée :

Aiguillage de déraillement : BS I-300-C-A-G
Superstructure : 25 cm de ballast de classe 2
Infrastructure : inchangée

Cette liste est une liste non exhaustive pouvant être complétée par le MO. Tout complément sera mis en annexe de la présente convention d'utilisation.

5.4 Conception et esthétique

La conception et la réalisation du nouvel ouvrage doit permettre d'assurer la sécurité pour les situations de risques considérées, de garantir une durabilité suffisante pour la durée d'utilisation prévue de l'ouvrage ou partie d'ouvrage, de permettre son entretien et sa surveillance.

Concernant l'esthétique, en accord avec le MO, aucune mesure particulière ne sera prise en compte.

5.5 Déviation du trafic durant les travaux de construction

Aucune déviation du trafic durant la phase chantier n'est à prévoir.

Afin d'assurer la sécurité des ouvriers et des voyageurs, des mesures de protection seront mises en place pendant l'exécution des travaux.

5.6 Jalons du programme de chantier

Les dates prévues de réalisation des travaux de la zone de déraillement sont :

- Début des travaux : Janvier 2030
- Fin des travaux : Février 2030

6 Objectifs de protection et risques particuliers

6.1 Exigences de sécurité

La sécurité des usagers de la voie ferroviaire, des tiers et des autres voies de circulation (routes d'accès, chemins piétons, etc.…) doit être garantie en tout temps.

Les exigences et les mesures de sécurité ferroviaire doivent être respectées.

6.2 Mesures de protection de l'environnement

Se référer au chapitre 3.1 du présent document.

6.3 Courants vagabonds

La possibilité de la présence de courants vagabonds doit être évaluée en fonction des installations et des tiers présents à proximité des ouvrages (CFF, Lignes HT enterrées, etc.). Si cette présence ne peut être exclue, les mesures adéquates visant à la protection des ouvrages et de ses éléments devront être mises en place.

6.4 Incendie

Les risques liés à l'incendie sont acceptés par le Maître d'Ouvrage.

6.5 Explosion

Les risques liés à l'explosion de véhicules sont acceptés par le Maître d'Ouvrage.

6.6 Autres actions exceptionnelles : hautes eaux, chutes de pierres, avalanches, etc.

Les risques liés au vandalisme sont acceptés par le Maître d'Ouvrage.

7 Conditions particulières relatives à l'exécution des travaux

7.1 Viabilisation du chantier, accès, site d'installation

L'accès au site se fera via la route de Clémenty, puis en longeant les voies. Des emprises provisoires sont prévues sur la parcelle 584.

7.2 Conditions particulières de tiers

Néant

7.3 Conditions particulières résultant de l'exploitation ferroviaire

Les travaux se feront selon les conditions cadres de la ligne Nyon-Eysin, explicitée dans le rapport technique (pièce 01.04 du présent dossier).

8 Signatures

33 Mise à l'enquête

Maîtrise d'ouvrage :	Date	Signature
Chemins de fer fédéraux suisses CFF		
Infrastructure		
Responsable : Sophie Minon		
Rue : Rue de la Gare de Triage 5		
Lieu : 1020 Renens	……..	……..

Auteur du projet :	Date	Signature
Nom : IUB Engineering SA		
Responsable : Aimé Morel		
Rue : Rte André Piller 33a		
Lieu : 1762 Givisiez	…….	……..

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

12.901.05

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100
Ligne : 159 km : 0.000 - 0.640

Canton : Vaud
Commune : Nyon

Echelle	Format
-	A4

N° Plan
-

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Zone de déraillement

BASE DE PROJET



Signatures des personnes responsables :
A1. ☒ Signatures originales dans le document B. ○ Signature ci dessous
Ci-dessous :
A2. ☒ Signatures des personnes pro forma

CFF SA
Infrastructure Projets

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

Groupement IUB-IM

Aimé Morel
Auteur de projet

IM Engineering | IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	16.12.2022	aaf	mo		Version initiale
2	30.09.2024	asi	mo		Version PAP
3	04.04.2025	asi	mo		Mise à jour des extraits de plan
4					

Avant-propos

Une base du projet distincte doit être établie pour chaque type d'installation. Un regroupement de différents types d'installations est possible, mais requiert l'accord préalable d'I-AT-KBN.

Le document doit être vérifié et complété à chaque phase de projet considérée. Les modifications doivent être effectuées directement dans le document original selon le code de couleurs suivant:

- Avant-projet : noir
- Projet de construction/mise à l'enquête : vert
- Projet d'exécution : rose

Afin de pouvoir identifier les modifications au premier coup d'œil, il convient en outre de remplir la liste des révisions.

Liste des révisions des modifications spécifiques au projet :

Date	Chapitre	Modification
02.04.2025	4.1	Mise à jour des extraits de plan

Journal des modifications du modèle de document

Version	4.1
Dernière modification	03.01.2022
Dernière modification par	Alain Liechti (I-NAT-KBN-IB)
Archivage	FR - 20220103 modèle_base du projet
Modification de Version 4.0	Complément du chap. 4.3 et ajustements éditoriaux des chap. 1.1, 1.4, 3.3, 4.4.1, 5.1, 5.2, 7.1.2, 8

Table des matières

1	**Généralités**	**4**
1.1	Introduction	4
1.2	Description du projet	4
1.3	Croquis du projet, plans d'ensemble	4
1.4	Délimitation	4
1.5	Durée d'utilisation	4
1.6	Objectifs de protection	4
2	**Bases**	**5**
2.1	Bases spécifiques du projet	5
2.2	Bases légales	5
2.3	Normes	5
2.4	Exigences et réglementations spécifiques aux CFF et aux chemins de fer	5
3	**Conditions géotechniques et modèle de sol de fondation**	**6**
4	**Concept du projet**	**6**
4.1	Système choisi	6
4.2	Matérialisation	7
4.2.1	Nouveaux composants et ouvrages à réaliser	7
4.3	Processus d'exécution	7
5	**Actions**	**7**
6	**Sécurité structurale**	**7**
7	**Aptitude au service**	**7**
8	**Durabilité**	**7**
9	**Risques acceptés**	**7**
10	**Signatures**	**8**

1 Généralités

La convention d'utilisation « 12.901.04_CU_Zone de déraillement » sert de base au présent document.

1.1 Introduction

La présente base du projet concerne donc les travaux de construction d'une future zone de déraillement, en cas d'urgence, sur le tronçon existant Nyon-Eysins.

1.2 Description du projet

La future zone d déraillement sera située au Sud de l'école professionnelle commerciale de Nyon. Sur la situation suivante est représenté schématiquement la position de la zone de déraillement.



Figure 1: Localisation de l'ouvrage

1.3 Croquis du projet, plans d'ensemble

Voir liste de pièces dessinés.

1.4 Délimitation

Voir convention d'utilisation

1.5 Durée d'utilisation

Voir convention d'utilisation

1.6 Objectifs de protection

Voir convention d'utilisation

2 Bases

2.1 Bases spécifiques du projet

Voir convention d'utilisation

2.2 Bases légales

Voir convention d'utilisation

2.3 Normes

Voir convention d'utilisation

2.4 Exigences et réglementations spécifiques aux CFF et aux chemins de fer

Voir convention d'utilisation

3 Conditions géotechniques et modèle de sol de fondation

Néant

4 Concept du projet

4.1 Système choisi

La future infrastructure servira d'élément de sécurité en cas de détachement d'un wagon ferroviaire sur le tronçon d'accès aux services industrielles.

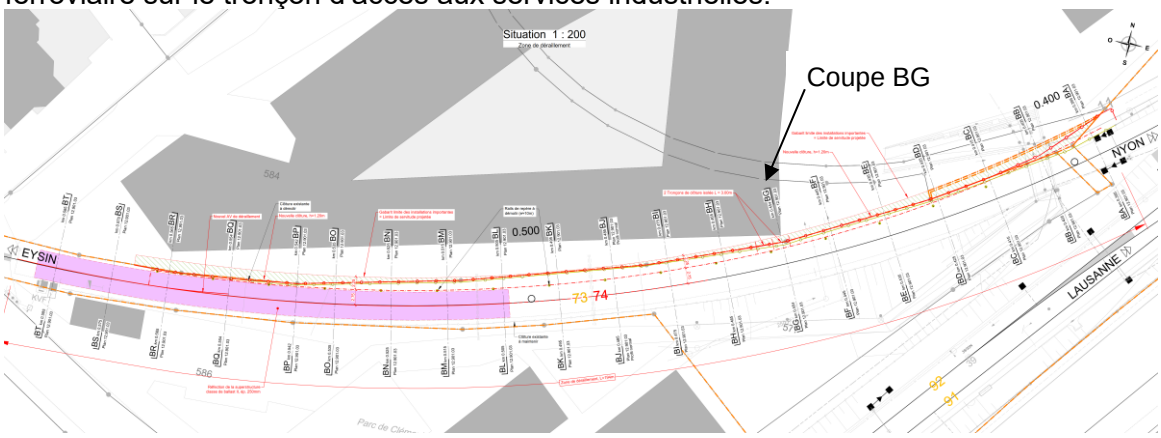


Figure 2 : Situation de la zone de déraillement.

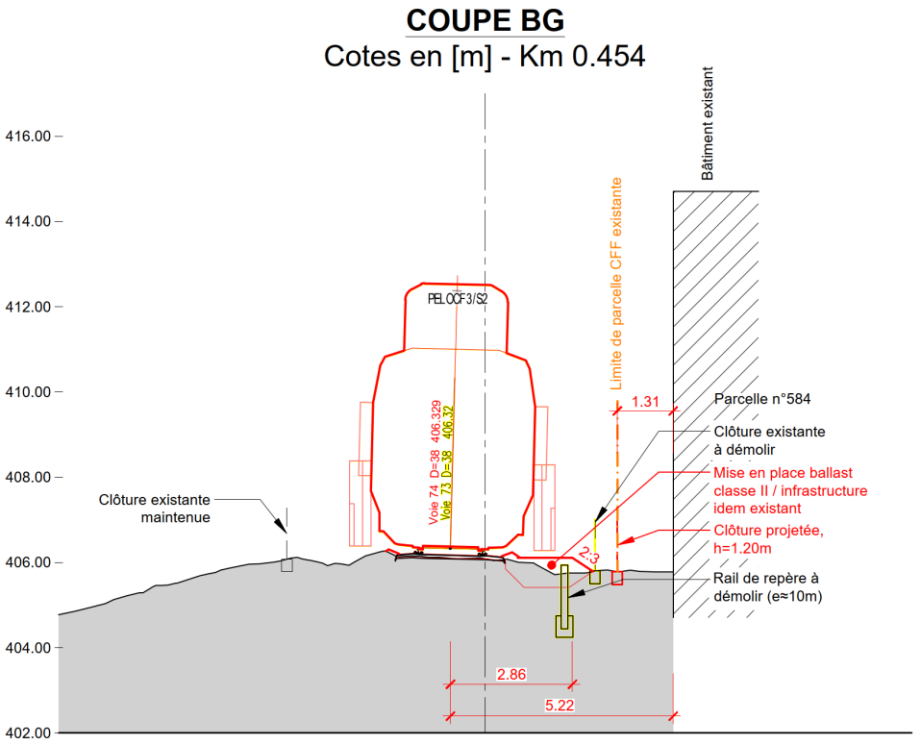


Figure 3 : Coupe transversale km 0.454 de la zone de déraillement.

La solution se base sur la norme R RTE 25053. Une surface horizontale de 2.75m depuis l'axe de la voie actuelle ou voie future sera créée en ballast afin d'éviter le renversement du véhicule. De plus, la surface sur une distance de 5m depuis l'axe de la voie sera acquise par CFF afin d'éviter toute construction dans le gabarit des installation importantes.

4.2 Matérialisation

4.2.1 Nouveaux composants et ouvrages à réaliser

Les matériaux utilisés pour la construction de cette infrastructure d'urgence sont :

Elément	Matériaux	Caractéristiques
Aiguillage de déraillement	-	BS I-300-C-A-G
Ballast	Ballast classe 2	Épaisseur : min 25cm

4.3 Processus d'exécution

Les travaux pour installation de la nouvelle infrastructure d'urgence seront exécutés par mise en place d'une couche de ballast du côté prévu pour le déraillement et par l'installation d'aiguillage de déraillement sur le début de la zone d'intervention.

5 Actions

Les actions permanentes et variables sont définies sur la note de calcule des fondations du nouveau BS.

6 Sécurité structurale

Les preuves de la sécurité structurale doivent être apportées selon les dispositions des normes SIA 260 et 261, 262, 267 et 269.

7 Aptitude au service

La justification de l'aptitude au service doit être apportée selon la norme SIA 260, chap. 4.4.4.

8 Durabilité

Les exigences en matière de durabilité doivent être respectés pour tous les composants de l'ouvrage, selon les règles de l'art et exigences stipulées dans la convention d'utilisation.

9 Risques acceptés

Les risques acceptés sont documentés dans la convention d'utilisation.

10 Signatures

Auteur du projet :	Date	Signature
Nom : IUB Engineering SA		
Responsable : Aimé Morel		
Rue : Rte André Piller 33a		
Lieu : 1762 Givisiez	…….	……..

Auteur du projet :	Date	Signature
Nom : IUB Engineering SA		
Responsable : Emilie Simonin		
Rue : Rte André Piller 33a		
Lieu : 1762 Givisiez	…….	……..

SBB CFF FFS

12.902.01

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud
Communes :Gland, Nyon, Prangins

Echelle	Format
1 : 100	168 x 89.1

N° Plan
201325000.12.902.01

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Profils en travers fondations SAZ - km 33.923 - 38.191



CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Destraz
Chef de projet général
YAEP-LEMAY

Aimé Morel
Auteur de projet

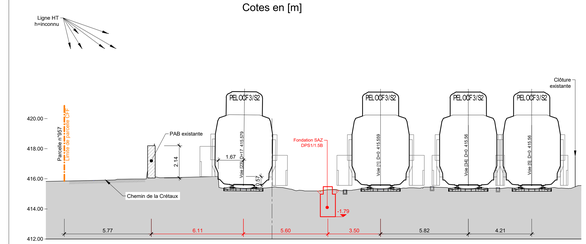
IM Engineering IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	13.09.2024	era	aai		Création du plan
2	17.12.2024	tch	aai		Modifications suite au retour du SuperUser
3	21.01.2025	era	aai		Modifications suite au retour du SuperUser
4	07.04.2025	era	aai		Modifications suite au retour NAZ

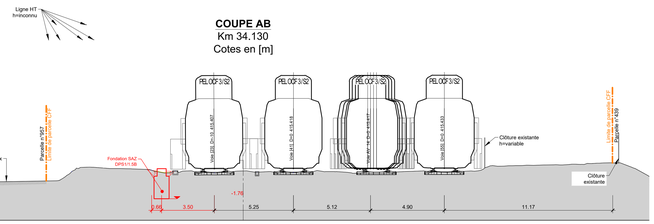
LEGENDE

- Elément existant à conserver
- Elément existant à démolir
- Elément projeté - étape en cours
- Installations nouvelles sans fonction statique définitive
- Elément provisoire
- Limite de parcelle CFF existante
- 0.00 Niveau du fond de fouille par rapport au TN

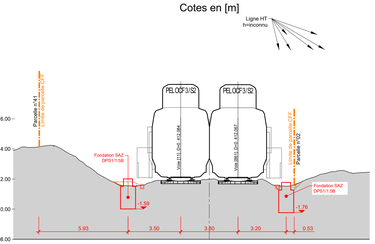
COUPE AA
Km 33.923
Cotes en [m]



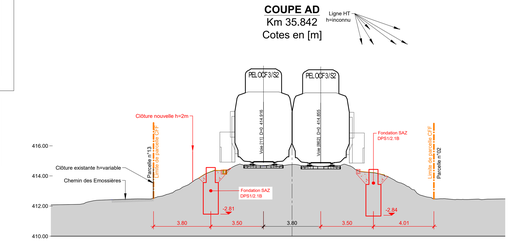
COUPE AB
Km 34.130
Cotes en [m]



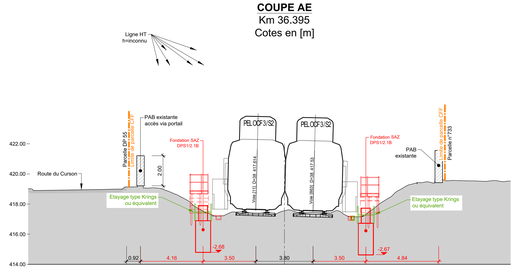
COUPE AC
Km 35.300
Cotes en [m]



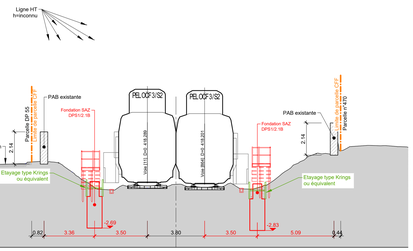
COUPE AD
Km 35.842
Cotes en [m]



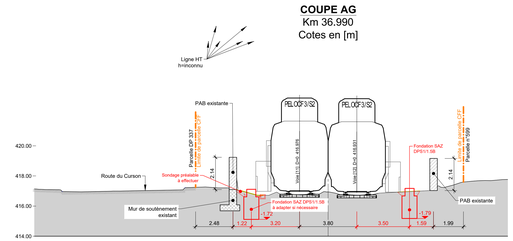
COUPE AE
Km 36.395
Cotes en [m]



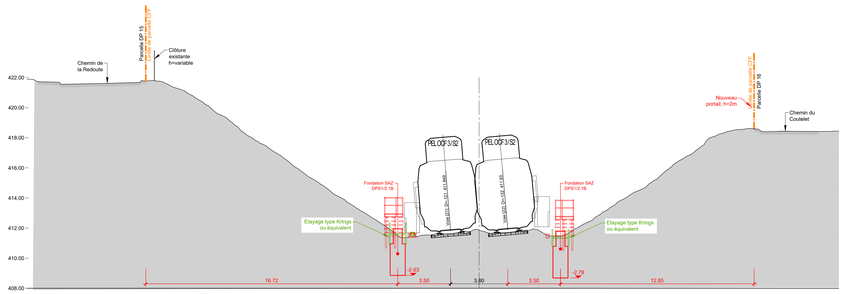
COUPE AF
Km 36.575
Cotes en [m]



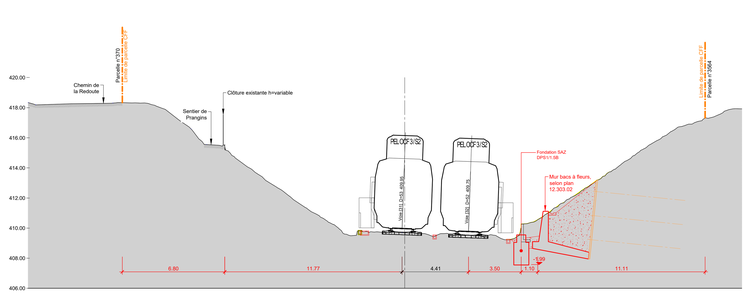
COUPE AG
Km 36.990
Cotes en [m]



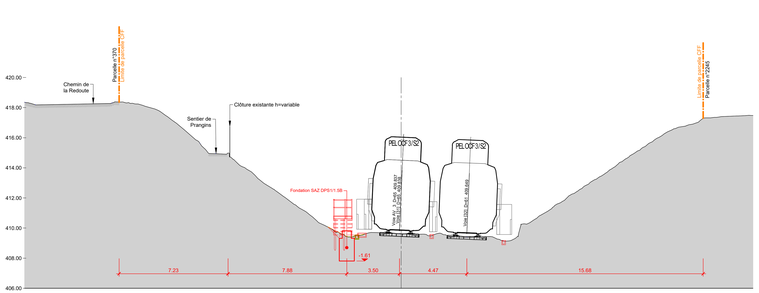
COUPE AH
Km 37.555
Cotes en [m]



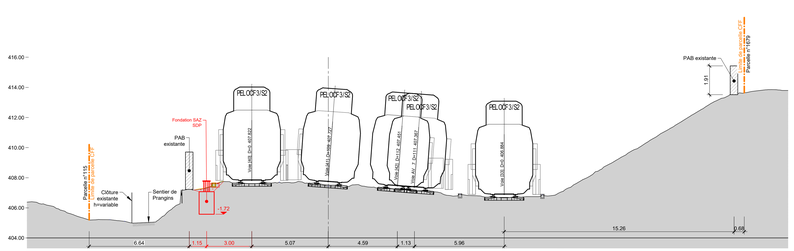
COUPE AI
Km 37.748
Cotes en [m]



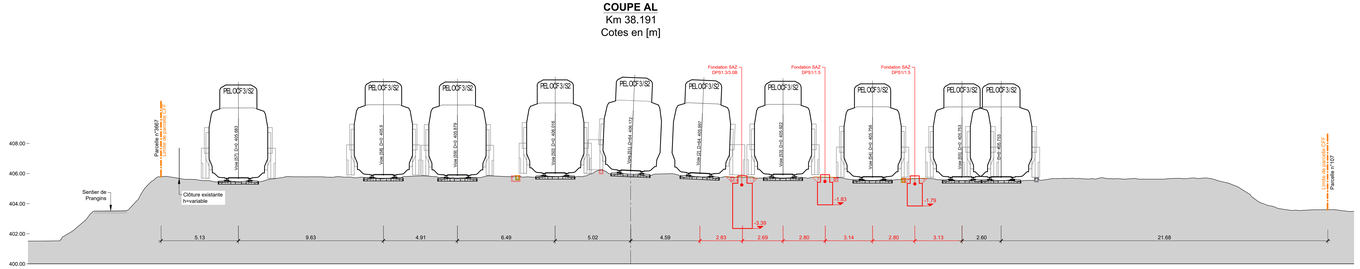
COUPE AJ
Km 37.760
Cotes en [m]



COUPE AK
Km 37.983
Cotes en [m]



COUPE AL
Km 38.191
Cotes en [m]



SBB CFF FFS

CFF Infrastructure / Projets Gare
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

12.902.02

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud
Communes : Nyon, Prangins

Echelle	Format
1 : 100	231 x 89.1

N° Plan
2013250000.12.902.02

PAP – Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Profils en travers mâts SAZ - km 38.208 - 42.006



CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Overney
Chef de projet général
+41(0)21 614 07 07

Anne Meuli
Auteur du projet

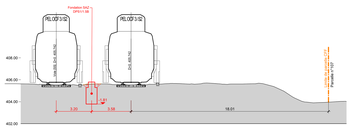
	Date	Aut.	Contr.	Chb.	Modifications
2	31.10.2024	km	ale		Modifications suite au retour du Superviseur
3	21.01.2025	ara	ale		Modifications suite au retour du Superviseur
4	20.02.2025	ara	ale		Hypothèse de calcul du fossé intégrée
5	27.04.2025	ara	ale		Modifications suite au retour SUC

IM Engineering IUB Engineering

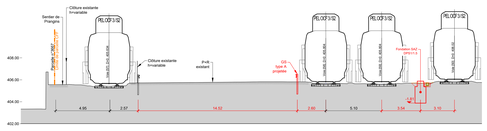
LEGENDE

- Elément existant à conserver
- Elément existant à démolir
- Elément projeté - étape en cours
- Limite de parcelle CFF existante
- Niveau du fond de fouille par rapport au TN
- Elément provisoire

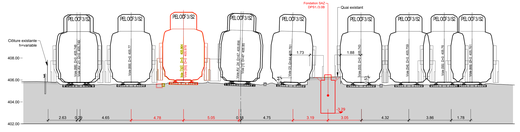
COUPE AM
Km 38.208
Cotes en [m]



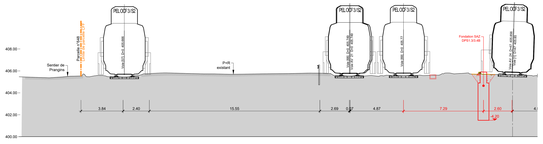
COUPE AN
Km 38.265



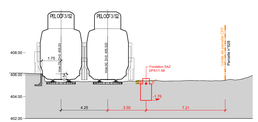
COUPE AO
Km 38.324
Cotes en [m]



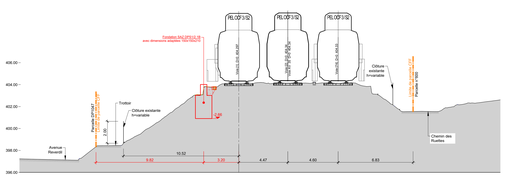
COUPE AP
Km 38.336
Cotes en [m]



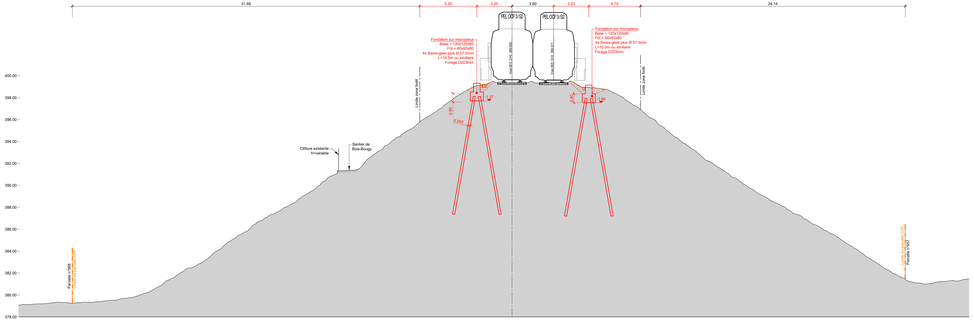
COUPE AQ
Km 38.531
Cotes en [m]



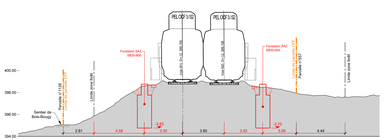
COUPE AR
Km 38.761
Cotes en [m]



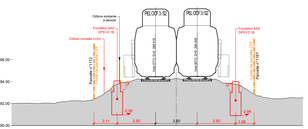
COUPE AS
Km 39.400
Cotes en [m]



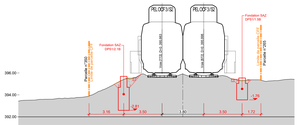
COUPE AT
Km 39.476
Cotes en [m]



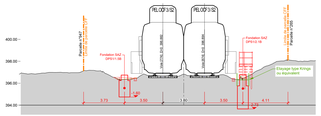
COUPE AU
Km 40.200
Cotes en [m]



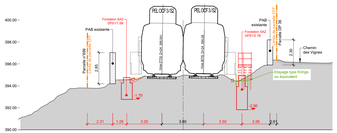
COUPE AV
Km 40.600
Cotes en [m]



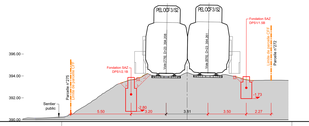
COUPE AW
Km 40.800
Cotes en [m]



COUPE AX
Km 41.276
Cotes en [m]



COUPE AY
Km 42.006
Cotes en [m]



SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

12.902.03

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud
Commune : Nyon, Prangins

Echelle	Format
1 : 100	126 x 59.4

N° Plan
201325000.12.902.03

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

Profils en travers fondations LC



CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEPI-LEM-NY

Aimé Morel
Auteur de projet

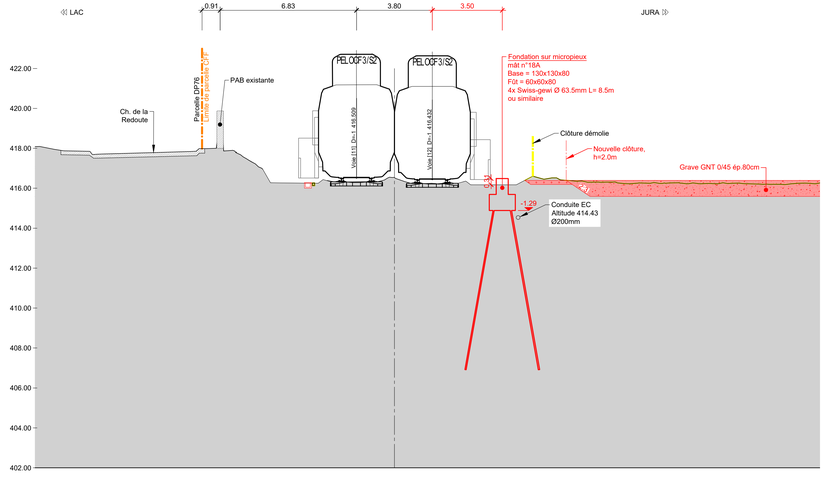
IM Engineering | IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	01.10.2024	ara	mge		Création du plan
2	21.01.2025	ara	asi		Corrections suite au contrôle SuperUser
3					
4					

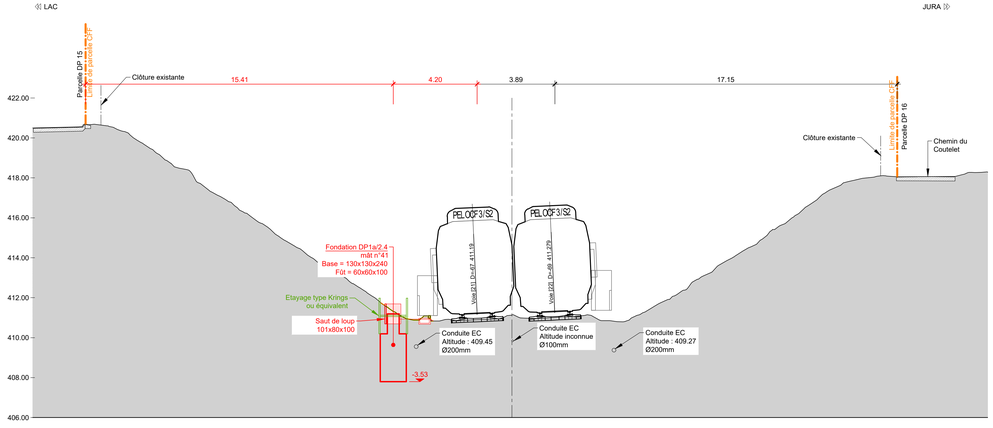
LEGENDE

- Elément existant à conserver
- Elément existant à démolir
- Elément projeté
- Limite de parcelle CFF existante
- x.xx Niveau du fond de fouille par rapport au TN
- Elément provisoire

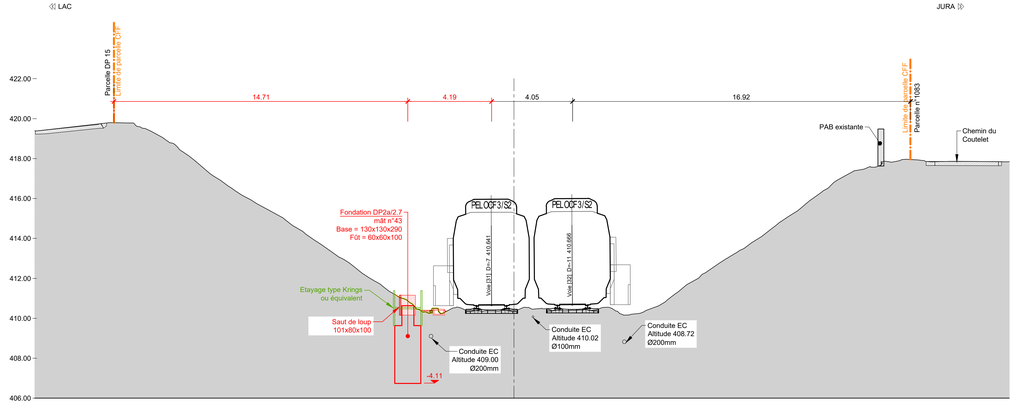
COUPE EA
Km 37.090
Cotes en [m]



COUPE EC
Km 37.615
Cotes en [m]



COUPE ED
Km 37.667
Cotes en [m]



SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

12.903.01

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud
Commune : Prangins, Nyon, Crans (VD)

Echelle	Format
1 : 100	105 x 45.5

N° Plan
201325000.12.903.01

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement
Escaliers de service
PROFILS EN TRAVERS



CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Desbiaz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

Aimé Morel
Auteur de projet

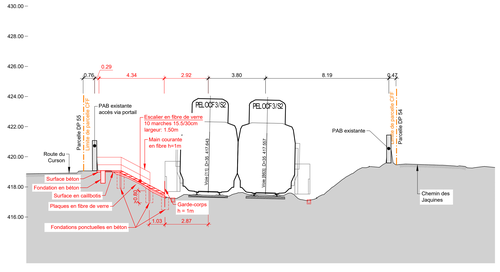
IM Engineering IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	27.09.2024	tch	aai		Création du plan
2	21.01.2025	ana	aai		Modifications suite au retour du Superviseur
3					
4					

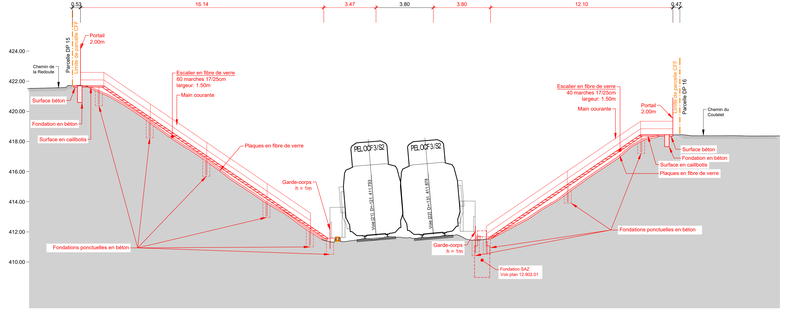
LEGENDE

- Elément existant à conserver
- Elément existant à démolir
- Elément projeté - étape en cours
- Limite de parcelle CFF existante
- Fondation en béton

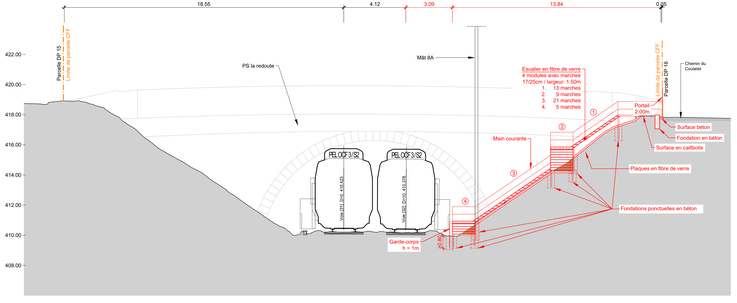
COUPE DA
Km 36.399
Cotes en [m]



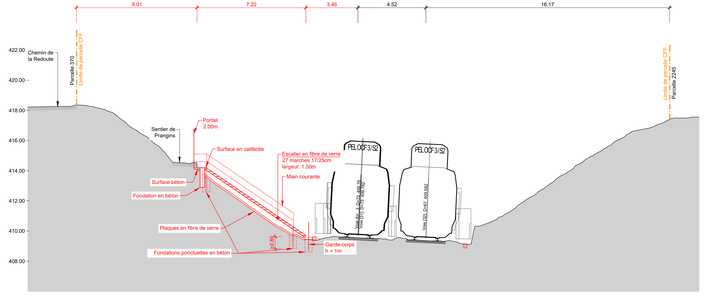
COUPE DB
Km 37.560
Cotes en [m]



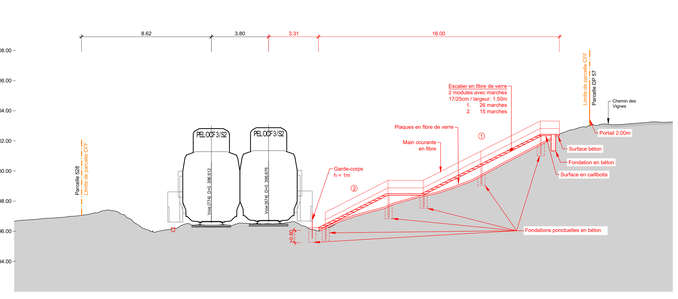
COUPE DC
Km 37.691
Cotes en [m]



COUPE DD
Km 37.768
Cotes en [m]



COUPE DE
Km 40.973
Cotes en [m]



SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

12.904.01

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud
Commune : Prangins

Echelle	Format
1:50 / 1:20 1:10 / 1:5	1050x446

N° Plan
201325000.12.904.01

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

PAB DE PRANGINS - PLAN DE SITUATION ET COUPES



CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Destraz
Chef de projet général
IAEPI-LEM-NY

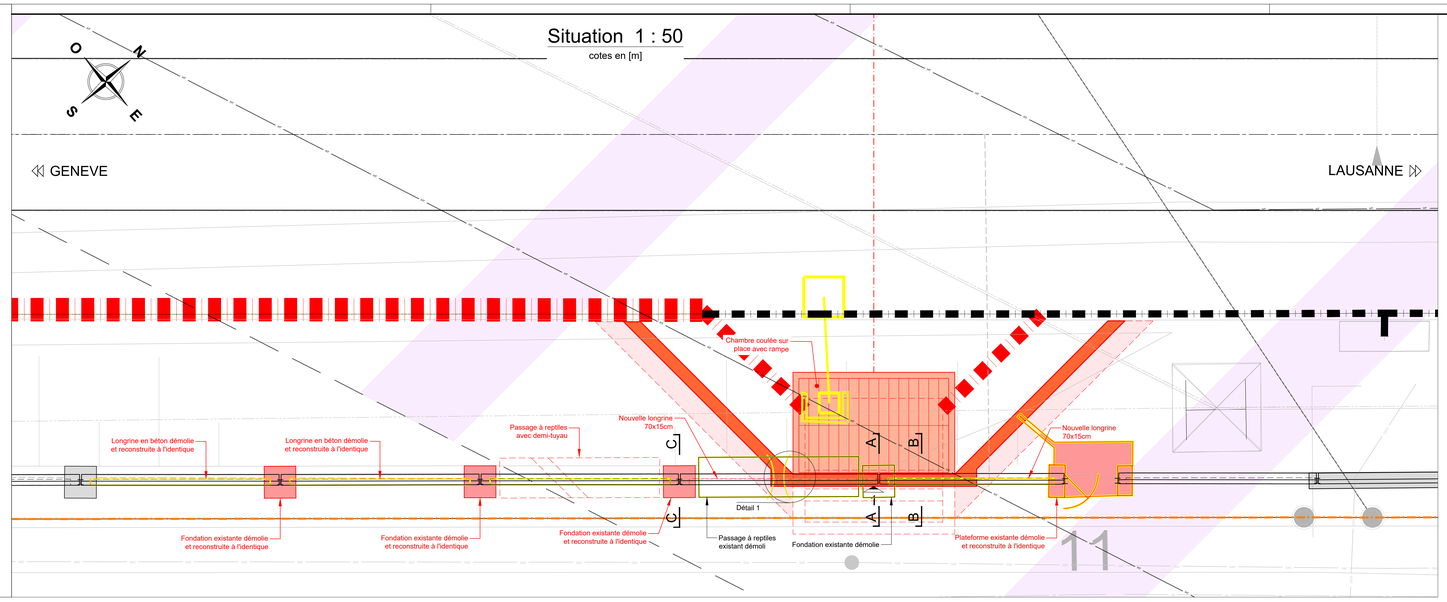
Aimé Morel
Auteur de projet

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	17.04.25	#rg	rmge		
2	19.05.25	#rg	rmge		Suite au retour CFF
3					
4					

IM Engineering | IUB Engineering

Situation 1 : 50

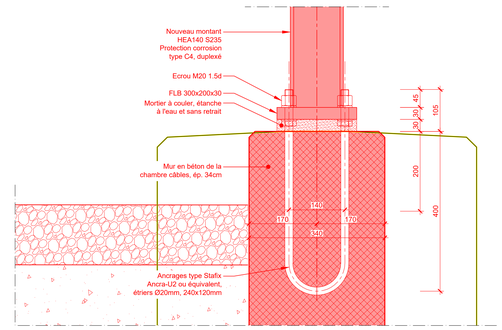
cotes en [m]



Coupe A - A 1 : 5

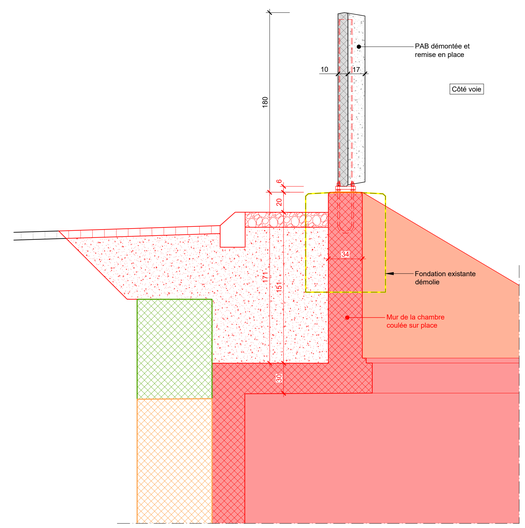
Fixation PAB sur mur de la chambre

[Cote en mm]



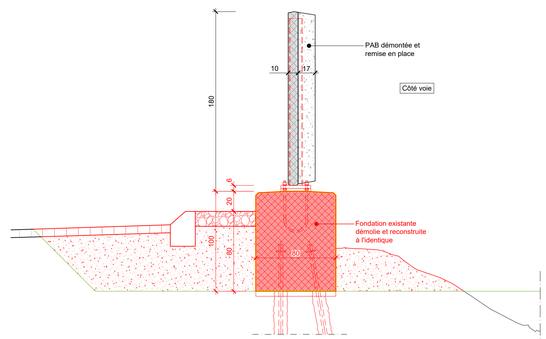
Coupe B - B 1 : 20

[Cote en cm]



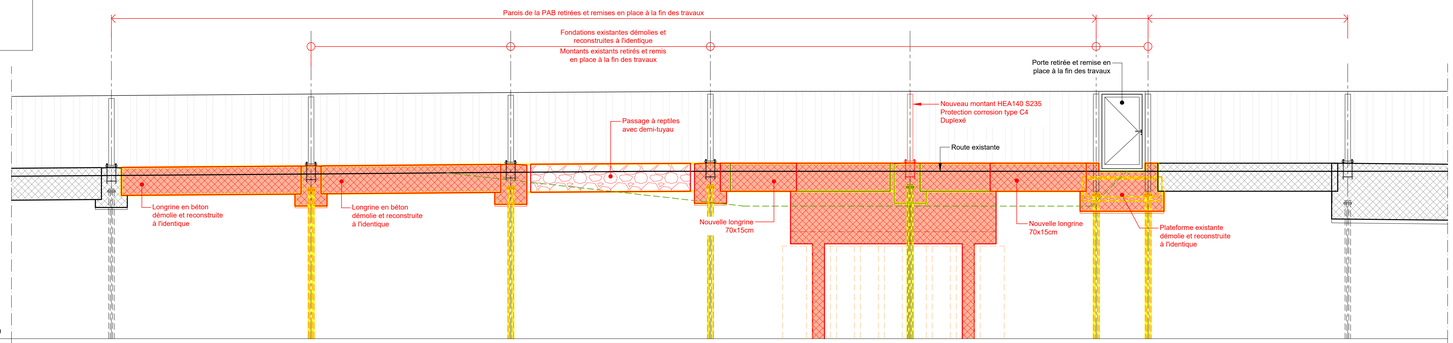
Coupe C - C 1 : 20

[Cote en cm]



Profil en long 1 : 50

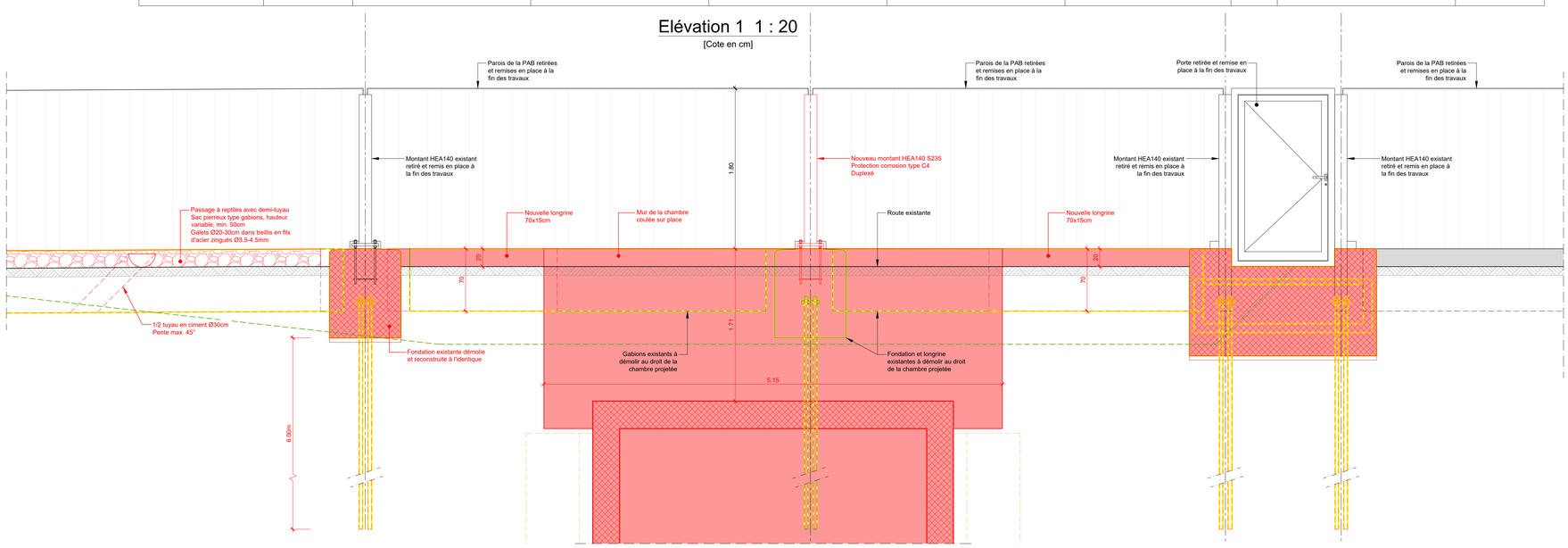
[Cote en m]



N° du montant	15.13		15.12		15.11		15.10		15.9		15.8	15.7		15.6
Distance entre fondations		5.00		5.00		5.00		5.00		4.66	1.30		5.00	
Niveau fini sur la fondation	418.283		418.322		418.362		418.390		418.390		418.390	418.390		418.390
Niveau fini sur béton maigre	417.283		417.322		417.362		417.390		417.390		417.190	417.190		416.990
Type de fondation	FM 10		FM 10		FM 10		FM 10	Chambre Sud coulée sur place (voir plan 12.201.01)			FME 12			Mur existant
Longueur de micropieux [m]	6.00		6.00		6.00		6.00				6.00	6.00		
Type de longrine	L5007		L5007		Gabions		L5007		L5007		-	L5007		
Type d'élément phonique	BE 518		BE 518		BE 518		BE 518		BE 518		Porte	BE 518		

Elévation 1 1 : 20

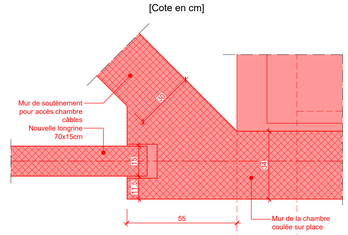
[Cote en cm]



Détail 1 1 : 10

Vue en plan - Liaison nouvelle longrine et chambre

[Cote en cm]



LEGENDE

- Elément existant à conserver
- Elément existant à démolir
- Elément projeté - étape en cours
- Elément permanant sans fonction statique
- Element projeté - étape provisoire
- Limite de parcelle CFF
- Zone de sécurité HT
- Etanchéité
- Caniveau existant à démolir
- Caniveau projeté

Montants métalliques:
- Montants métalliques HEA 140

Traitement des surfaces
- Système de revêtement duplex
- Zinguage à chaud ép. min. 100µ (traitement des arrêtes et cordons de soudures achevés)
- Enduits:
  Couche de fond: 2K-phosphate de zinc-EP (emplacements défectueux)
  Couche intermédiaire: 2K-EP au fer micacé ép. min. 80µ, couleur DB 701 gris
  Couche de finition: 2K-PUR-oxyde de fer, ép. min. 80µ, couleur NCS 6000 gris anthracite

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

12.904.02

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud

Commune : Prangins

Echelle	Format
-	A4

N° Plan

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

PAB Prangins

CONVENTION D'UTILISATION



CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

Aimé Morel
Auteur de projet

IM Engineering | IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	17.04.2025	mge	mo		Version initiale
2	19.05.2025	mge	mo		Suite au retour CFF
3					
4					

Avant-propos

Une convention d'utilisation distincte doit être établie pour chaque type d'installation. Un regroupement de différents types d'installations est possible, mais requiert l'accord préalable d'I-NAT-BT-IB.

Le document doit être vérifié et complété à chaque phase de projet considérée. Les modifications doivent être effectuées directement dans le document original selon le code de couleurs suivant :

- Avant-projet : noir
- Projet de construction/mise à l'enquête : vert
- Projet d'exécution : rose

Afin de pouvoir identifier les modifications au premier coup d'œil, il convient en outre de remplir la liste des révisions.

Liste des révisions des modifications spécifiques au projet

Chapitre	Modifications

Journal des modifications du modèle de document

Version	4.2
Dernière modification	01.03.2024
Dernière modification par	(I-NAT-BT-IB)
Modification de Version 4.1	Actualisation bases (chap.2)

Table des matières

1	**Objectifs généraux relatifs à l'utilisation**	**5**
1.1	Projet de construction	5
1.2	Composants et ouvrages existants	6
1.3	Indications sur les dispositions contractuelles actuelles et futures concernant la propriété et l'entretien	6
1.4	Maîtrise d'ouvrage	6
1.5	Délimitations	6
1.6	Exigences d'utilisation	6
1.7	Durée d'utilisation	6
2	**Bases**	**7**
2.1	Bases spécifiques au projet	7
2.2	Bases légales	7
2.3	Normes	7
2.4	Exigences et réglementations spécifiques aux CFF et aux chemins de fer	9
3	**Environnement et exigences de tiers**	**11**
3.1	Effets sur l'environnement	11
3.2	Aspect foncier	12
3.3	Gabarits d'espace libre	12
3.4	Exigences fonctionnelles	12
4	**Besoins de l'exploitation et de l'entretien**	**13**
4.1	Exigences concernant l'aptitude au service	13
4.2	Accès aux différentes parties d'ouvrage	13
4.3	Remplacement des pièces d'usure et interchangeabilité de certains éléments	13
4.4	Conduite de la circulation pour les inspections et interventions futures	13
4.5	Surveillance	13
4.6	Entretien des drainages, des canalisations et des conduites	13
5	**Prescriptions particulières du maître de l'ouvrage**	**14**
5.1	Construction robuste et durable	14
5.2	Matériaux	14
5.3	Exigences à l'étanchéité	14
5.4	Exigences aux surfaces de béton apparent	14
5.5	Produits/systèmes	14
5.6	Mesures relatives à la protection contre les courants électriques	14
5.7	Concept d'entretien dans le cadre de l'exploitation ferroviaire	15
5.8	Conception et esthétique	15
5.9	Déviation du trafic durant les travaux de construction	15
5.10	Jalons du programme de chantier	15
5.11	Classe d'ouvrage	15
6	**Objectifs de protection et risques particuliers**	**16**
6.1	Exigences de sécurité	16
6.2	Tassements	16
6.3	Mesures de protection de l'environnement	16
6.4	Risques sismiques	16
6.5	Actions chimiques	16
6.6	Choc contre la PAB	16
6.7	Incendie	16
6.8	Explosion	17
6.9	Autres actions exceptionnelles : hautes eaux, chutes de pierres, avalanches, etc.	17
7	**Conditions particulières relatives à l'exécution des travaux**	**18**
7.1	Viabilisation du chantier, accès, site d'installation	18

7.2 Conditions particulières de tiers 18
7.3 Conditions particulières résultant de l'exploitation ferroviaire 18

8 Signatures 19

1 Objectifs généraux relatifs à l'utilisation

L'étude de projet et l'exécution se fondent sur les lois, les normes SIA, VSA, SSIGE et VSS en vigueur, ainsi que sur la réglementation CFF (règlements, instructions, directives) pour les projets liés à l'exploitation ferroviaire

1.1 Projet de construction

Le projet de mise en conformité de la gare de Nyon, les successions serrées en gare de Nyon et le distancement à 2 minutes sur la ligne Lausanne - Genève, ainsi que la mesure BCM demandant des nouvelles diagonales à 90km/h côté Genève, prévoient de nouvelles fonctionnalités. Ces dernières nécessitent le renouvellement de l'enclenchement actuel, construit en 1977 et qui arrive en fin de vie en 2031.

L'enclenchement sera déplacé du bâtiment de la gare à un bâtiment préfabriqué. De plus, de nouveaux signaux IS sont prévus sur l'ensemble du tronçon entre Gland et Céligny. Dans le cadre de ces mesures, une modification des infrastructures à câbles est nécessaire.

Une traversée en béton sera réalisée par un microtunnelier. Une chambre sera construite au pied de la fondation de la PAB actuelle. Une rampe d'accès pour permettre les travaux de la chambre et de la traversée. Ainsi, plusieurs fondations de la PAB seront impactées.

Suite à la SIOP de la traversée principale, du numéro de dossier 12.201, un dossier complémentaire a été demandé sur la PAB à cet endroit. Comme il ne s'agit pas de la même SIOP, un dossier séparé est nécessaire. Ce dossier permet de préciser les différents aspects liés à la PAB existante.

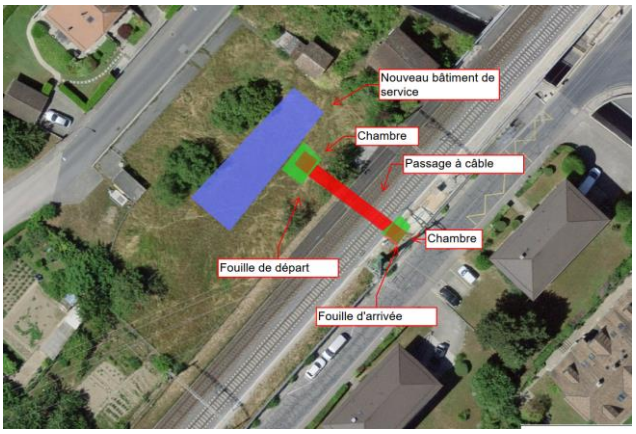


Figure 1: Situation de la traversée

La traversée à implémenter est située au point kilométrique ferroviaire 37.064. Les fondations impactées par les travaux sont les suivantes :

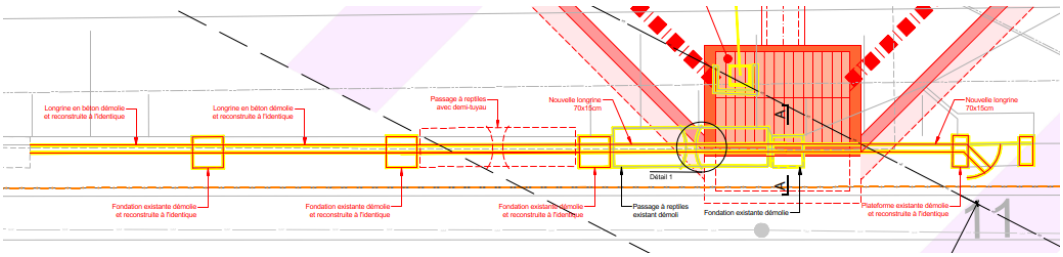


Figure 2: Fondations impactées par les travaux: en rouge les fondations détruites et reconstruites, en jaune la fondation détruite

1.2 Composants et ouvrages existants

Nom du composant ou de l'ouvrage	Année de construction	Type d'ouvrage	Ligne DfA XXX et km (de à)	N ° IPID
Paroi anti-bruit	2016	PAB	Km 36.306-37.191	

Tableau 1: ouvrage existant

1.3 Indications sur les dispositions contractuelles actuelles et futures concernant la propriété et l'entretien

Néant

1.4 Maîtrise d'ouvrage

Chemin de fer fédéraux suisses CFF SA

I-NAT-PAG-BAM-RWT
Rue de la gare de triage 5
1020 Renens

1.5 Délimitations

Néant

1.6 Exigences d'utilisation

1.6.1 Géométrie

La chambre sera située au km 37.034. Les fondations autour seront impactées.

1.6.2 Utilisation : charges utiles, vitesses, volume du trafic

Ouvrages ou parties d'ouvrage existants si conservés :

- Vitesses de pleine voie : 140 km/h
- Volume du trafic actuel : Le volume de trafic actuel n'est pas connu

1.6.3 Changements d'affectations pour les parois antibruit

Aucun changement d'affectation n'est prévu pour les parois antibruit. La mise en place de signaux, marquages et panneaux n'est généralement par envisagée (à l'exception, par exemple, des marquages et panneaux d'information sur les portes de secours et de maintenance). Les divergences doivent être définies dans l'annexe dans la base du projet.

1.7 Durée d'utilisation

Les durées d'utilisation prévues pour les différentes parties de l'ouvrage seront les suivantes :

Partie d'ouvrage	Durée d'utilisation
Chambres : structure porteuse	100 ans
PAB en béton	80 ans
Fondation et piliers de PAB	80 ans
Gabions sous la PAB	80 ans

Tableau 2: Durée de vie des parties d'ouvrage

2 Bases

Les parties grisées ne sont pas utilisées dans ce projet.

2.1 Bases spécifiques au projet

- Projet du microtunnelier
- Rapport géologique effectué, avec carte du microzonage sismique
- Rapport géologique complété avec les sondages existants et description lithologique
- Dossier d'ouvrage réalisé de la paroi anti-bruit, projet n° 13.007-04
- Plans de la ligne haute tension
- Décision d'approbation des plans, Berne le 17 octobre 2012

2.2 Bases légales

[1]	DE-OCF	Dispositions d'exécution de l'ordonnance sur les chemins de fer dans leur version applicable à la date de signature du contrat
[2]	LCdF	Loi sur les chemins de fer
[3]	Directive Sécurité sismique des installations ferroviaires OFT	
[4]	Directive Protection contre le bruit des installations ferroviaires OFT	
[5]	Directive Exigences de sécurité pour les tunnels ferroviaires existants OFT	
[6]	Leitfaden Passive Schutzmassnahmen auf Strassenbrücken über Gleisanlagen OFT	
[7]	Directives et instructions cantonales	
[8]	LDAI, ODAI,	Loi fédérale sur les denrées alimentaires et les objets usuels, ordonnance sur les denrées alimentaires
[9]	LEaux, OEaux	Loi fédérale sur la protection des eaux, ordonnance sur la protection des eaux

2.3 Normes

[10]	SIA 118	(2013)	Conditions générales pour l'exécution des travaux de construction
[11]	SIA 118/262	(2018)	Conditions générales pour la construction en béton
[12]	SIA 190	(2017)	Canalisations
[13]	SIA 260	(2013)	Bases pour l'élaboration des projets de structures porteuses
[14]	SIA 261	(2020)	Actions sur les structures porteuses
[15]	SIA 261/1	(2020)	Spécifications complémentaires
[16]	SIA 262	(2013)	Construction en béton
[17]	SIA 262/1	(2019)	Spécifications complémentaires
[18]	SIA 262.051+A2	(2022)	Béton – Spécification, performances, production et conformité
[19]	SIA 2042	(2022)	Prévention des désordres dus à la réaction alcalis-granulats (RAG) dans les ouvrages en béton
[20]	SIA 263	(2013)	Construction en acier
[21]	SIA 263/1	(2020)	Spécifications complémentaires

[22]	SN EN 1090-1	(2011)	Exécution des structures en acier et des structures en aluminium – Partie 1
[23]	SN EN 1090-2	(2018)	Exécution des structures en acier et des structures en aluminium – Partie 2
[24]	SN EN 1090-3	(2019)	Exécution des structures en acier et des structures en aluminium – Partie 3
[25]	SIA 264	(2014)	Construction mixte acier-béton
[26]	SIA 264/1	(2014)	Spécifications complémentaires
[27]	SIA 265	(2021)	Construction en bois
[28]	SIA 265/1	(2018)	Spécifications complémentaires
[29]	SIA 266	(2015)	Maçonnerie
[30]	SIA 266/1	(2015)	Spécifications complémentaires
[31]	SIA 266/2	(2012)	Maçonnerie en pierre naturelle
[32]	SIA 267	(2013)	Géotechnique
[33]	SIA 267/1	(2013)	Spécifications complémentaires
[34]	SIA 269	(2011)	Bases pour la maintenance des structures porteuses
[35]	SIA 269/1 - 7	(2011)	Maintenance des structures porteuses
[36]	SIA 269/8	(2017)	Maintenance des structures porteuses - Séismes
[37]	SIA 270	(2014)	Étanchéité et évacuation des eaux – Bases générales et délimitations
[38]	SIA 272	(2024)	Étanchéité et drainage d'ouvrages enterrés et souterrains
[39]	SIA 274	(2021)	Etanchéité des joints dans la construction - Conception et exécution
[40]	SIA 281	(2017)	Lés d'étanchéité en matière synthétique, bitumineux ou argileux
[41]	SIA 197	(2023)	Projets de tunnels - Bases générales
[42]	SIA 197/1	(2019)	Projets de tunnels - Tunnels ferroviaires
[43]	SIA 198	(2004)	Travaux souterrains – Exécution
[44]	SIA 2053	(2020)	Constructions en pierres sèches naturelles : Technique de construction, conservation et écologie
[45]	SN 640 570	(2017)	Protection contre le bruit aux abords des routes et des voies de chemin de fer
[46]	NF EN 1295-1	(2019)	Calcul de résistance mécanique des canalisations enterrées sous diverses conditions de charge - Partie 1
[47]	Suva 44006	(2020)	Conception des garde-corps sur les accès permanents aux machines
[48]	Suva 44066	(2023)	Travaux sur les toits
[49]	Suva 1416	(2004)	Règles relatives aux travaux exécutés à l'intérieur de réservoirs et dans des locaux exigus
[50]	Suva 44062	(2023)	La sécurité lors de travaux dans des puits, des fosses ou des canalisations

[51]	Suva 1796	(2022)	Ordonnance sur la sécurité et la protection de la santé des travailleurs dans les travaux de construction
[52]	SN-EN 50122-1	(2022)	Bahnanwendungen – Ortsfeste Anlagen – Elektrische Sicherheit, Erdung und Rückleitung – Teil Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag (Mesures de protection contre les chocs électriques)
[53]	SN EN 1991-2	(2003)	Eurocode 1: Actions sur les structures – Partie 2 : Actions sur les ponts, dues au trafic

2.4 Exigences et réglementations spécifiques aux CFF et aux chemins de fer

[54]	Règlements CFF		Instructions et fiches
[55]	PAIngB	(2019)	Guide pour l'élaboration de projets en génie civil Ponts (parties A et B)
[56]	PAIngT		Projektierungsassistent – Tunnelaerodynamik
[57]	PAIngT		Projektierungsassistent Ingenieurbau – Tunnel-
[58]			Instandsetzung
[59]	PVIngDU		Projektierungsvorgaben Ingenieurbau - Durchlässe
[60]	PVIngS Partie 1	(2021)	Directive d'étude de projets de génie civil – ouvrages de soutènement - Partie 1 - Construction Nouvelle
[61]	PVIngS Partie 2		Directive d'étude de projets de génie civil – ouvrages de soutènement - Partie 2 - Remise en état de la maçonnerie en pierre naturelle
[62]	PVIngS Partie 3	(2022)	Projektierungsvorgaben Ingenieurbau Stützbauwerke – Teil 3 – Instandsetzung von Stützbauwerken
[63]	PAIngE Partie 1		Instandsetzung und Nutzungsänderung von Erdbauwerken
[64]	PAIngE Partie 2		Neubau und Erweiterung von Erdbauwerken
[65]	Directive de conception des ponts	(2023)	Directive de conception des ponts CFF Infrastructure
[66]	I-50219	(2021)	Ouvrages ancrés de façon permanente
[67]	ASTRA 12006	(2008)	Actions de chutes de pierres sur les galeries de protection (CFF + OFROU)
[68]	ASTRA 12007	(2007)	Actions d'avalanches sur les galeries de protection (CFF + OFROU)
[69]	ASTRA 12010	(2007)	Dispositions pour garantir la durabilité des câbles de précontrainte dans les ouvrages d'art (CFF + OFROU)
[70]	I-500009	(2024)	Surveillance des installations de technique ferroviaire à proximité de chantier
[71]	R RTE 20012	(2022)	Profil d'espace libre, voie normale
[72]	D RTE 22040	(2009)	Guide pratique de la voie ferrée Écartement normal
[73]	D RTE 27900	(2021)	Manuel des conducteurs de retour de courant et des mises à terre

[74] R RTE 21110 (2015) Infrastructure et ballast, voie normale (et voie métrique)

[75] R I-20014 (2013) Protection des monuments historiques : gestion des objets dignes de protection dans le cadre de projets CFF

[76] R I-20036 (2020) Mesures d'autosauvetage dans les tunnels

[77] Prescriptions d'exécution et de qualité CFF (PEQ) et programmes de contrôle (PC)

- Structures porteuses en béton
- Étanchéité des ouvrages
- Protection anticorrosion des ponts métalliques
- « Geländer im Publikumsbereich » (garde-corps en zone public)
- Parois antibruit
- Évacuation des eaux de la voie ferrée
- Structures porteuses en acier
- Étanchéité du tunnel
- Évacuation des eaux des tunnels
- Ancrages permanents en sol et en rocher
- Ponts-dalles en tôles fortes
- Bordures de quai préfabriquées
- Installations d'approvisionnement en eau
    - Points d'eau / Robinets
    - Bornes hydrantes
    - Conduites
    - Armatures

[78] Guide de la protection des surfaces en béton, 7 mars 2007 1er décembre 2015

[79] FAQ « Comment doit être réalisée la mise à la terre des ponts de chemin de fer et selon quels principes faut-il sectionner ou non les systèmes de mise à la terre » 1er mars 2010, Dr Markus Büchler

[80] Répertoire des systèmes de tension autorisés : SIA 262 – Register Spannsysteme

[81] Factsheet protections anti-chute (pour entretien espaces verts)

[82] Plan schématique des catégories de ligne sismiques ESK

[83] BZU B23 Guide de planification – Garde-corps, main courantes et clôtures (pour les espaces public), version 3-1, 21.07.2023

[84] FB 400-0060 Assistant de planification, Transitions voie ferrée CFF

3 Environnement et exigences de tiers

3.1 Effets sur l'environnement

3.1.1 Développement durable

Par souci de développement durable, le choix des matériaux pour la réalisation des nouveaux ouvrages, que ce soit au niveau des ouvrages ou des infrastructures (conduites, canalisations, enrobés, matériaux de remblais, etc.), se portera, dans la mesure du possible et d'un point de vue technique et/ou financier, sur ceux présentant le plus faible impact écologique.

D'autre part, lors de la réalisation des travaux, toutes les mesures seront mises en place afin de respecter les lois et ordonnances relatives à la protection de l'environnement.

3.1.2 Protection des eaux

Les exigences légales et normatives concernant la protection des eaux devront être respectées. Toute mesure prise, définitive ou provisoire, pendant l'entretien ou l'exploitation, sera adaptée aux secteurs ou zones de protection éventuelles des eaux dans lesquels se trouvent les ouvrages.

Dans le cas de cette étude, la traversée se trouve entièrement sur un secteur de protection des eaux üB. Par ce fait, l'ouvrage se trouve en dehors des zones de protection des eaux critique.



Figure 3: Zone de protection des eaux

3.1.3 Déchets et sites contaminés

La région où la traversée et le bâtiment de services seront construits n'est pas classée comme zone polluée.

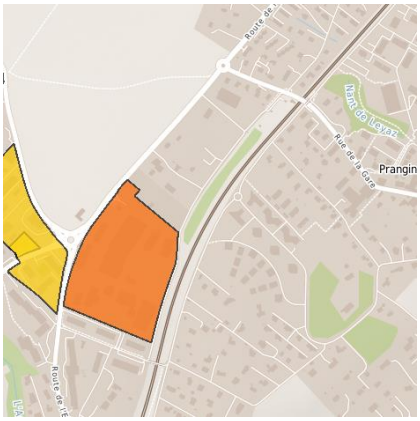


Figure 4: Zone des sites pollués

3.1.4 Faune

Selon la décision d'approbation des plans du 17 octobre 2012 de la PAB, il est indiqué qu'un passage gabion soit réalisé du côté Lac tous les 50m. Il s'agit de limiter l'impact des parois pour le passage des reptiles ou petits mammifères. Afin de ne pas impacter des conventions ou règlements existants, le passage à reptile en gabion avec demi-tube sera refait à l'identique. Il sera décalé de 5m direction Nyon, car la chambre construite empêchera de le construire à l'endroit existant.

3.2 Aspect foncier

Les travaux vont impacter la parelle DP 76, qu'il s'agisse des travaux pour les pieux sécants permettant les travaux de la traversée ou les travaux liés à la PAB.



Figure 5 – Parcelles concernant l'entourage de l'ouvrage.

3.3 Gabarits d'espace libre

La PAB ne rentre pas dans le gabarit d'espace libre. Pour la chambre, se référer au dossier de la traversée principale.

3.4 Exigences fonctionnelles

Les travaux doivent garantir que la PAB retrouve sa fonction après les travaux. Ils doivent garantir la stabilité de la PAB, notamment la connexion entre la PAB et la chambre prévue pour la traversée.

4 Besoins de l'exploitation et de l'entretien

4.1 Exigences concernant l'aptitude au service

En termes de fissuration des éléments de construction en béton armé, les points suivants sont à observer :

Toutes les parties d'ouvrage soumises à des projections directes d'eau salées doivent respecter un niveau d'exigence élevée en matière de fissuration (SIA 262 art. 4.4.2.2.6). Les chambres ont une exigence élevée en termes d'étanchéité, ce qui nécessite un niveau d'exigence élevé en matière de fissuration (PEQ structures porteuses en béton art. 3.1.6). Pour les autres parties d'ouvrage, on appliquera le niveau d'exigence accrue (SIA 262 art. 4.4.2.2.5).

La cure du béton doit être tout particulièrement soignée.

Les détails constructifs du béton armé seront soignés afin de limiter la fissuration et d'éviter les infiltrations ainsi que la corrosion des éléments métalliques visibles.

4.2 Accès aux différentes parties d'ouvrage

L'exécution des fondations de la PAB nécessite de prendre en compte la problématique de l'accès aux différentes parties des ouvrages, du maintien en exploitation des ouvrages en question et des éventuelles perturbations occasionnées sur d'autres installations.

Il s'agit de tenir compte des aspects suivants :

- Sécurisation de la zone de travail ;
- Mise à disposition de tout le matériel permettant l'accès aux zones d'entretien ;
- Nécessité de réaliser une partie des interventions dans des heures nocturnes, si les restrictions de trafic sont trop importantes.

4.3 Remplacement des pièces d'usure et interchangeabilité de certains éléments

Les montants et les panneaux de la PAB doivent pouvoir être vérifiées et remplacées.

4.4 Conduite de la circulation pour les inspections et interventions futures

Les largeurs des voies, selon l'Ordonnance sur la construction et l'exploitation des chemins de fer, doivent être respectées lors des travaux et lors de l'exploitation normale.

4.5 Surveillance

La surveillance doit permettre de juger de l'état de l'ouvrage dans le temps. La conception de l'ouvrage doit nécessiter une maintenance aussi limitée que possible.

Les activités de surveillance devront être précisées dans le plan de surveillance relatif aux murs. Des seuils d'avertissement et d'alarme devront être définis.

Le dispositif de surveillance fait partie intégrante de l'ouvrage et doit être maintenu en tout temps. La fréquence des mesures sera revue périodiquement à la lumière des résultats obtenus.

4.6 Entretien des drainages, des canalisations et des conduites

Pour les éléments existants ou remplacés, se référer au dossier conforme à l'exécution n° 13.007-04.

5 Prescriptions particulières du maître de l'ouvrage

5.1 Construction robuste et durable

En raison des conditions d'exploitation, les CFF accordent une grande importance à la robustesse et à la durabilité des ouvrages afin de limiter les travaux d'entretien. Les PEQ des CFF (structures porteuses en acier, protection contre la corrosion, Structures porteuses en béton, installations d'approvisionnement en eau, installations d'évacuation des eaux usées, drainages, etc.) sont indispensables pour répondre aux exigences énoncées. Ceci doit être pris en compte lors du choix du système et des matériaux.

Les déplacements admis durant la phase de chantier doivent permettre d'éviter un déplacement significatif du mât de la ligne haute tension ainsi que des mâts LC, les valeurs limites des voies étant données dans la base de projet.

5.2 Matériaux

Les matériaux utilisés pour la construction du nouvel ouvrage et du renforcement seront déterminés afin de respecter les conditions suivantes :

- Une durabilité permettant de garantir la durée d'utilisation des ouvrages ou des éléments d'ouvrage, notamment le béton résistant à la RAG, au gel-dégel et aux sels de déverglaçage
- La surveillance des matériaux ou des éléments constructifs doit pouvoir être assurée
- La facilité de mise en place des matériaux doit être assurée, ceci permettant de garantir une bonne exécution et par là d'assurer la qualité de l'ouvrage
- La notion de développement durable dans le choix des matériaux doit être considérée

5.3 Exigences à l'étanchéité

Pour les exigences liées à la chambre côté Lac, se référer au dossier de la traversée principale.

Pour les exigences liées aux fondations ponctuelles et aux longrines, se référer au dossier d'origine de la PAB.

5.4 Exigences aux surfaces de béton apparent

Pour les exigences liées à la chambre côté Lac, se référer au dossier de la traversée principale.

Pour les exigences liées aux fondations ponctuelles et aux longrines, se référer au dossier d'origine de la PAB.

5.5 Produits/systèmes

- Pour les spécifications de la chambre, se référer au dossier du microtunnelier, document 12.201.02
- Les éléments existants seront recréés à l'identique (passage à reptile, fondations ponctuelles, etc.). Pour plus de détails, consulter le dossier conforme à l'exécution du projet n° 13.007-04

5.6 Mesures relatives à la protection contre les courants électriques

Etant donné la proximité des voies, un courant vagabond sera considéré comme présent. Ainsi, une mise à terre de la traversée, ainsi que des différents éléments provisoires et définitifs, devra être mise en place.

La présence d'une ligne à haute tension oblige de mettre en place une gestion des courants électriques durant la phase de chantier et une attention particulière aux travaux du côté Lac. La ligne haute tension devra être déclenchée lors de la mise en place des pieux sécants.

Le concept général de mise à terre est défini dans le document 14.06.01 « Concept général de mise à terre".

5.7 Concept d'entretien dans le cadre de l'exploitation ferroviaire

Le trafic sera maintenu durant toute la durée des travaux d'entretiens des différentes parties de l'ouvrage. L'entretien devra tenir compte des contraintes liées au trafic ferroviaire.

5.8 Conception et esthétique

La conception et la réalisation du nouvel ouvrage doit permettre d'assurer la sécurité structurale pour les situations de risques considérées, de garantir une durabilité suffisante pour la durée d'utilisation prévue de l'ouvrage ou partie d'ouvrage, de permettre son entretien et sa surveillance.

La conception et l'esthétique de la structure n'est pas modifiée après l'intervention, car les différents éléments sont refaits à l'identique.

Pour la conception et l'esthétique de la chambre, se référer au dossier de la traversée principale.

5.9 Déviation du trafic durant les travaux de construction

Une gestion du trafic devra être mise en place sur le chemin de la Redoute pour la construction des pieux sécant de la chambre Lac.

Afin d'assurer la sécurité des ouvriers et des voyageurs, les travaux se feront de nuit avec interdiction de la voie la plus proche.

5.10 Jalons du programme de chantier

La réalisation des travaux sera à partir du printemps 2029.

5.11 Classe d'ouvrage

Pour la chambre, voir le dossier de la traversée principale. Pour les fondations ponctuelles, voir le dossier de la structure existante.

La connexion de la PAB à la chambre est considérée comme appartenant à la classe d'ouvrage II selon la norme SIA 261.

6 Objectifs de protection et risques particuliers

6.1 Exigences de sécurité

La sécurité des usagers de la voie ferroviaire, des tiers et des autres voies de circulation (routes d'accès, chemins piétons, etc.…) doit être garantie en tout temps.

Les exigences et les mesures de sécurité ferroviaire doivent être respectées.

6.2 Tassements

Les exigences liées au tassement sont indiquées dans la réglementation des CFF I-50009 « Surveillance des installations de technique ferroviaire à proximité de chantier ».

Pylônes	Valeur de précaution	Valeur d'intervention	Valeur d'intervention immédiate
Différence d'inclinaison	2 mm/m	5 mm/m	10 mm/m
Affaissement	20 mm	25 mm	30 mm
Déplacement	10 mm	15 mm	20 mm

Tableau 3: Limites pour les pylônes

Les périodes d'interdictions et de réduction des vitesses d'exploitation des lignes ferroviaires pendant les travaux seront coordonnées avec les services CFF.

Un plan de surveillance est établi dans le document « Concept de surveillance et d'alarme selon réglementation I-5009 ». Ce dernier définira, en complément aux valeurs précitées, le type et la fréquence des contrôles de la voie, la zone de surveillance et autres paramètres décrits dans la réglementation I-50009.

6.3 Mesures de protection de l'environnement

Se référer au chapitre 3.1 du présent document.

6.4 Risques sismiques

Les chambres étant des ouvrages enterrés à une faible profondeur, le séisme n'engendre pas de contraintes justifiant des mesures spécifiques. Le séisme a été vérifié pour les connexions entre la PAB et la chambre de la traversée.

6.5 Actions chimiques

L'utilisation de chasse-neiges et de sel de déverglaçage doit être prise en compte. Les éléments de construction doivent posséder une résistance et une durabilité adéquate vis-à-vis des agressions extérieures.

L'éventuelle présence dans les eaux souterraines d'agents chimiques agressifs pour les bétons (sulfates p.ex.) et l'acier (chlorures p.ex.) est à considérer. Le danger résultant doit être écarté à l'aide de mesures constructives.

6.6 Choc contre la PAB

Le choc d'un véhicule contre la PAB n'est pas un risque jugé important. En effet, la route est peu utilisée par des camions, et la vitesse y est limitée. Ainsi, la connexion entre la chambre sud et la PAB n'a pas été vérifiée au choc.

6.7 Incendie

Les risques liés à l'incendie sont acceptés par le Maître d'Ouvrage.

6.8 Explosion

Les risques liés à l'explosion de véhicules sont acceptés par le Maître d'Ouvrage.

Pour la partie liée à la chambre de la traversée, une pompe EX respectant les exigences de prévention des explosions sera utilisée. Ainsi, en dehors des explosions de véhicules, il n'y a pas de risque d'explosion identifié.

6.9 Autres actions exceptionnelles : hautes eaux, chutes de pierres, avalanches, etc.

Les risques liés au vandalisme sont acceptés par le Maître d'Ouvrage.

7 Conditions particulières relatives à l'exécution des travaux

La réalisation de la traversée principale se déroulera sur une durée d'environ une semaine. La construction des fondations et la mise en place des panneaux de la PAB devront être faites après la construction de la chambre côté Lac. La réalisation des travaux en une seule et unique étape est préférée.

7.1 Viabilisation du chantier, accès, site d'installation

Une installation de chantier est prévue du côté nord des voies. Pour accéder au chantier du puit de réception, la paroi anti-bruit sera retirée. Un espace sera pris sur le chemin de la Redoute. Les emprises estimées sont indiquées sur le document suivant :

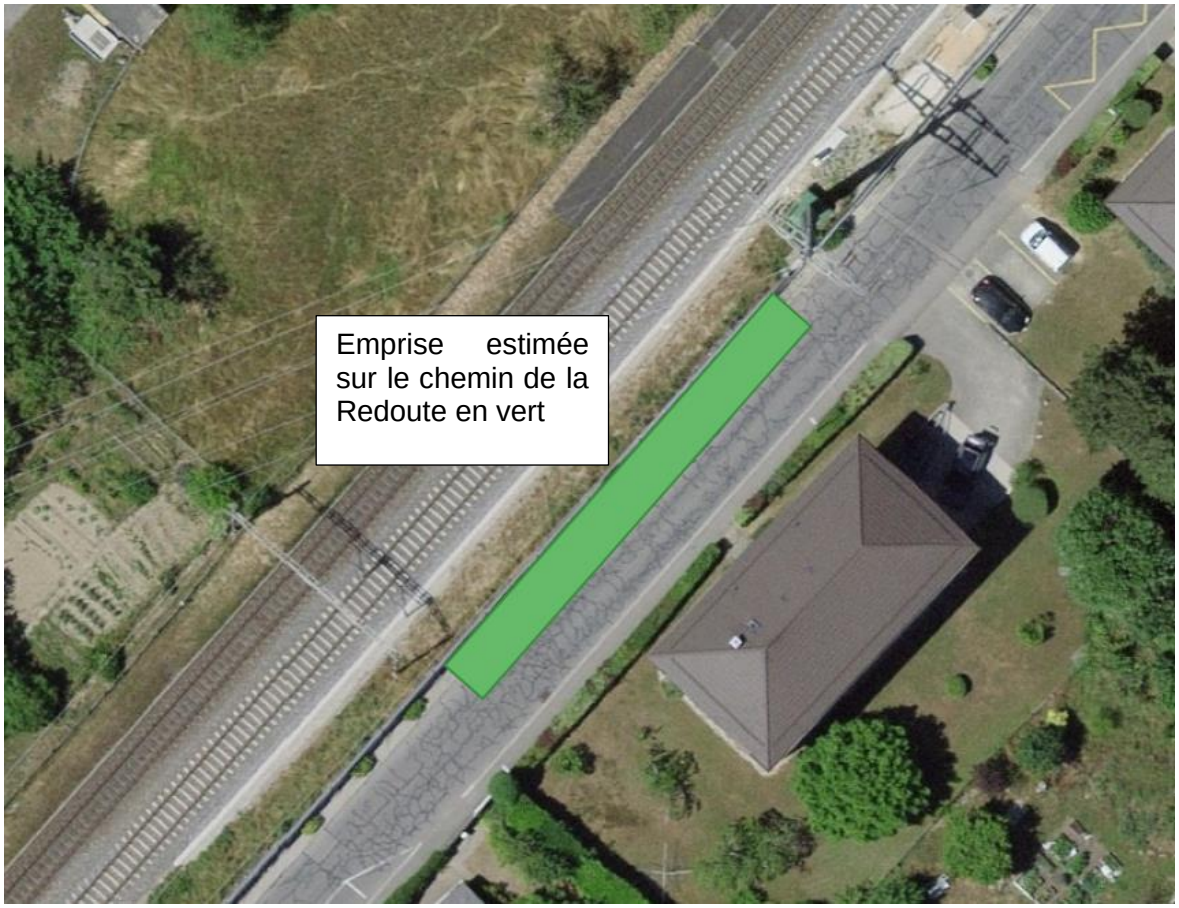


Figure 5: emprise de chantier

7.2 Conditions particulières de tiers

Le passage du bus et du trafic particulier sur le chemin de la Redoute devra être garantis durant toute la durée des travaux. Ainsi, une voie de circulation d'une largeur de 3.5m sera accessible pendant le chantier. Le trafic durant le chantier empiétera sur le trottoir existant.

7.3 Conditions particulières résultant de l'exploitation ferroviaire

Se référer au dossier de la traversée principale.

8 Signatures

33 Mise à l'enquête

Maîtrise d'ouvrage :	Date	Signature
Chemins de fer fédéraux suisses CFF		
Infrastructure		
Responsable : Sophie Minon		
Rue : Rue de la Gare de Triage 5		
Lieu : 1020 Renens	……..	……..

Auteur du projet :	Date	Signature
Nom : IUB Engineering SA		
Responsable : Aimé Morel		
Rue : Rte André Piller 33a		
Lieu : 1762 Givisiez	…….	……..

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

12.904.03

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud

Commune : Prangins

Echelle	Format
-	A4

N° Plan

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

PAB Prangins

BASE DE PROJET



Groupement IUB-IM

Emilie Simonin
Auteur de projet

Groupement IUB-IM

Aimé Morel
Auteur de projet

IM Engineering | IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	17.04.2025	mge	mo		Version initiale
2	19.06.2025	mge	mo		Suite au retour des CFF
3					
4					

Avant-propos

Une base du projet distincte doit être établie pour chaque type d'installation. Un regroupement de différents types d'installations est possible et vaut p. ex. l'alimentation en eau, le drainage, les ponts, les tunnels et galeries (incl. tranchées couvertes), les écrans antibruit, les murs de soutènement, les ouvrages en terre. Ceci doit toutefois être défini au préalable en concertation avec I-NAT-BT-IB.

Le document doit être vérifié et complété à chaque phase de projet considérée. Les modifications doivent être effectuées directement dans le document original selon le code de couleurs suivant :

- Avant-projet : noir
- Projet de construction/mise à l'enquête : vert
- Projet d'exécution : rose

Afin de pouvoir comprendre les modifications au premier coup d'œil, la liste des révisions doit être remplie.

Liste des révisions des modifications spécifiques au projet :

Chapitre	Modifications

Journal des modifications du modèle de document

Version	4.2
Dernière modification	01.03.2024
Dernière modification par	I-NAT-BT-IB
Modification de Version 4.1	Mis à jour et corrections

Table des matières

1	**Généralités**	**4**
1.1	Introduction	4
1.2	Description du projet	4
1.3	Croquis du projet, plans d'ensemble	5
1.4	Délimitation	5
1.5	Durée d'utilisation	5
1.6	Objectifs de protection	5
2	**Bases**	**6**
2.1	Bases spécifiques du projet	6
2.2	Bases légales	6
2.3	Normes	6
2.4	Exigences et réglementations spécifiques aux CFF et aux chemins de fer	6
3	**Conditions géotechniques et modèle de sol de fondation**	**7**
3.1	Conditions géologiques	7
3.1.1	Profils géologiques	7
3.2	Conditions hydrogéologiques	13
3.3	Choix du coefficient de poussée des terres	13
4	**Concept de la structure**	**13**
4.1	Système statique	14
4.1.1	Conditions d'appuis	16
4.2	Modèle de dimensionnement	16
4.3	Degré de conformité	16
4.4	Matérialisation	17
4.4.1	Composants et ouvrages existants	17
4.4.2	Nouveaux composants et ouvrages à réaliser	17
5	**Actions**	**17**
5.1	Pour des ouvrages existants : actions actualisées selon SIA 269/1	18
5.2	Pour des ouvrages à réaliser : actions selon la norme SIA 261	18
5.2.1	Actions permanentes, non actualisées	18
5.2.2	Actions variables, non actualisées	20
5.2.3	Actions exceptionnelles, non actualisé	20
6	**Sécurité structurale**	**21**
6.1	Etat de la construction	21
6.2	Etat final (phase d'utilisation définitive)	21
7	**Aptitude au service**	**22**
7.1	Etat de la construction (phase de construction)	22
7.2	Etat final (phase d'utilisation définitive)	22
8	**Durabilité**	**23**
9	**Risques acceptés**	**23**
10	**Signatures**	**24**

1 Généralités

1.1 Introduction

La présente base de projet porte sur le projet « Renouvellement de l'enclenchement de Nyon » Le présent document regroupe les principales hypothèses et les situations de risque pertinentes pour l'état de construction et l'état de service.

Suite à la SIOP de la traversée principale, du numéro de dossier 12.201, un dossier complémentaire a été demandé sur la PAB à cet endroit. Comme il ne s'agit pas de la même SIOP, un dossier séparé est nécessaire. Ce dossier permet de préciser les différents aspects liés à la PAB existante.

La base du projet sert de point de départ pour la définition de la construction de la PAB de Prangins au droit de la traversée, des processus de construction, des analyses sur la sécurité structurale ainsi que pour le choix des matériaux de constructions.

La présente base du projet repose sur la convention d'utilisation « 12.904.02 *_CU_PAB Prangins ».* Les objectifs d'utilisation et les prescriptions de la maîtrise d'ouvrage sont consignés dans la convention d'utilisation et ne seront pas répétés dans la base du projet.

1.2 Description du projet

La description du projet figurant dans la convention d'utilisation est également valable pour la base du projet et sera complétée et spécifiée ici.

Une traversée à câbles sera implémentée au point kilométrique ferroviaire 37.064. Sur la situation suivante est représenté schématiquement la zones d'exécution de la nouvelle traversée à câbles. Pour permettre la construction de la chambre côté Lac, qui longe le chemin de la Redoute, plusieurs fondations de la PAB existante seront détruites. Au droit de la chambre, la stabilisation de la PAB se fera dans le mur de la chambre. Les autres fondations seront reconstruites à l'identique.

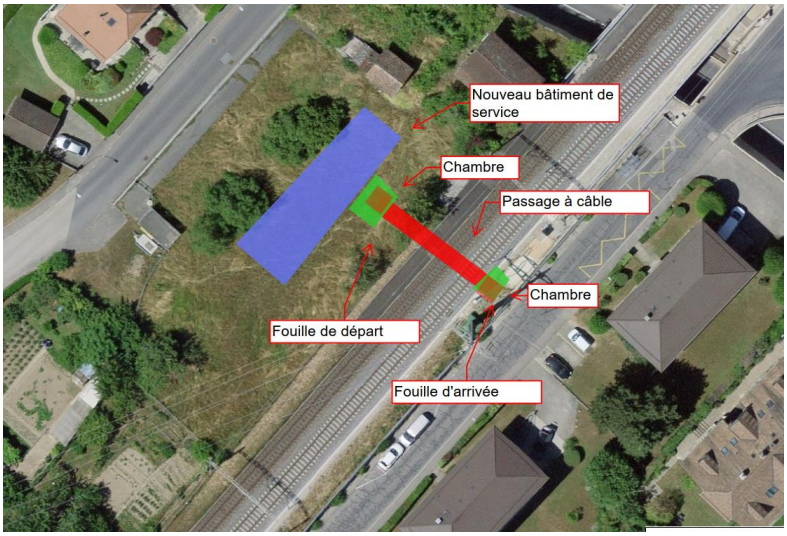


Figure 1: Situation de la traversée

Les dimensions de la chambre côté Lac peuvent être trouvées dans le dossier du microtunnelier.

1.3 Croquis du projet, plans d'ensemble

Voir le plans 12.904.01_Plan de situation et coupes

1.4 Délimitation

Voir convention d'utilisation

1.5 Durée d'utilisation

Voir convention d'utilisation

1.6 Objectifs de protection

Voir convention d'utilisation

2 Bases

2.1 Bases spécifiques du projet

- Projet du microtunnelier
- Rapport géologique effectué, avec carte du microzonage sismique
- Rapport géologique, avec log des sondages existants et description lithologique
- Dossier d'ouvrage réalisé de la paroi anti-bruit, projet n° 13.007-04
- Plans de la ligne haute tension
- Décision d'approbation des plans, Berne le 17 octobre 2012

2.2 Bases légales

Voir convention d'utilisation

2.3 Normes

Voir convention d'utilisation

2.4 Exigences et réglementations spécifiques aux CFF et aux chemins de fer

Voir convention d'utilisation

3 Conditions géotechniques et modèle de sol de fondation

3.1 Conditions géologiques

Couche du sol		Position [altitude en mètres]	Épaisseur [m]	USCS	Valeurs caractéristiques du sol de fondation	
N°	Remblai	416.5-418	1.6-2.7	GP-GC (hétérogène)	φ'_k = 30 ° γ = 20 kN/m³ c'_k = 0 kN/m²	E = - kN/m³ ME1 : - kN/m² Perméabilité : variable
N°	Alluvions récentes	414.9-415.3	0.2-0.7	GC, GM, GP, GW, SM, SP, SW	φ'_k = 31 ° γ = 22 kN/m³ c'_k = 0 kN/m²	E = 15 MN/m³ ME1 : 15-30 MN/m² Perméabilité : 10^{-7}
N°	Moraine remaniée	414.2-415.1	3.4-4.1	CL, SM, CL-ML, ML, SC-SM, SC	φ'_k = 31 ° γ = 20.5 kN/m³ c'_k = 2 kN/m²	E = 12 MN/m³ ME1 : 10-30 MN/m² Perméabilité : 10^{-7}
N°	Moraine limono-argileuse	410.8-411	1.6-2.1	CL, CL-ML	φ'_k = 33 ° γ = 21.5 kN/m³ c'_k = 10 kN/m²	E = 35 MN/m³ ME1 : 40-60 MN/m² Perméabilité : 10^{-8}
N°	Moraine gravelo-sableuse	409.2-408.9	Limite non mesurée	GM, SM, GC-GM, SC-SM, GC, SC	φ'_k = 35 ° γ = 24 kN/m³ c'_k = 9 kN/m²	E = 70 kN/m³ ME1 : 80-120 MN/m² Perméabilité : $5*10^{-7}$

Tableau 1: conditions géologiques

3.1.1 Profils géologiques

Selon les différents sondages, le sol sur place aura une constitution similaire à celle détaillée sur la Figure 3.

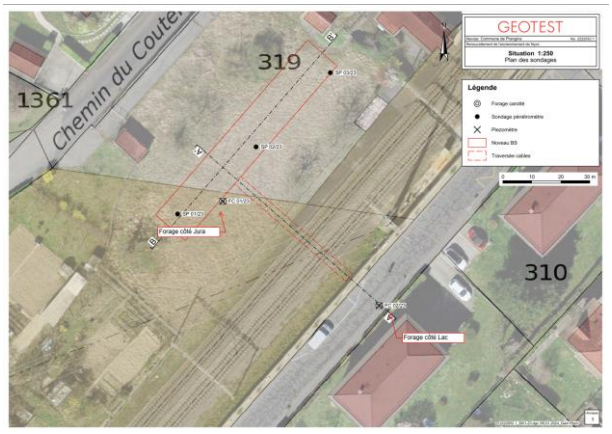


Figure 2 : Sondages géologiques réalisés en décembre 2023

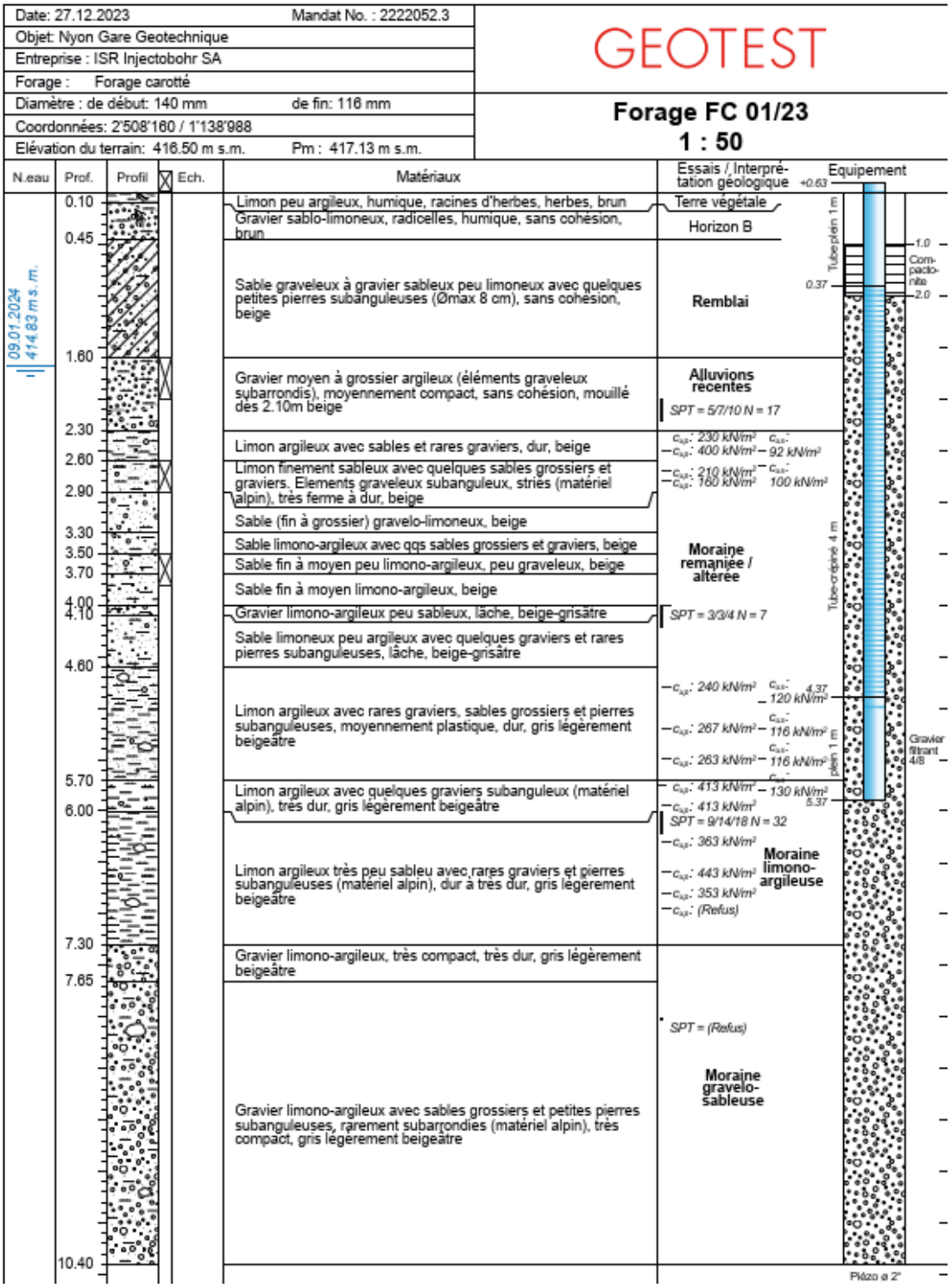


Figure 3 : Fiche de sondage et profil côté Jura

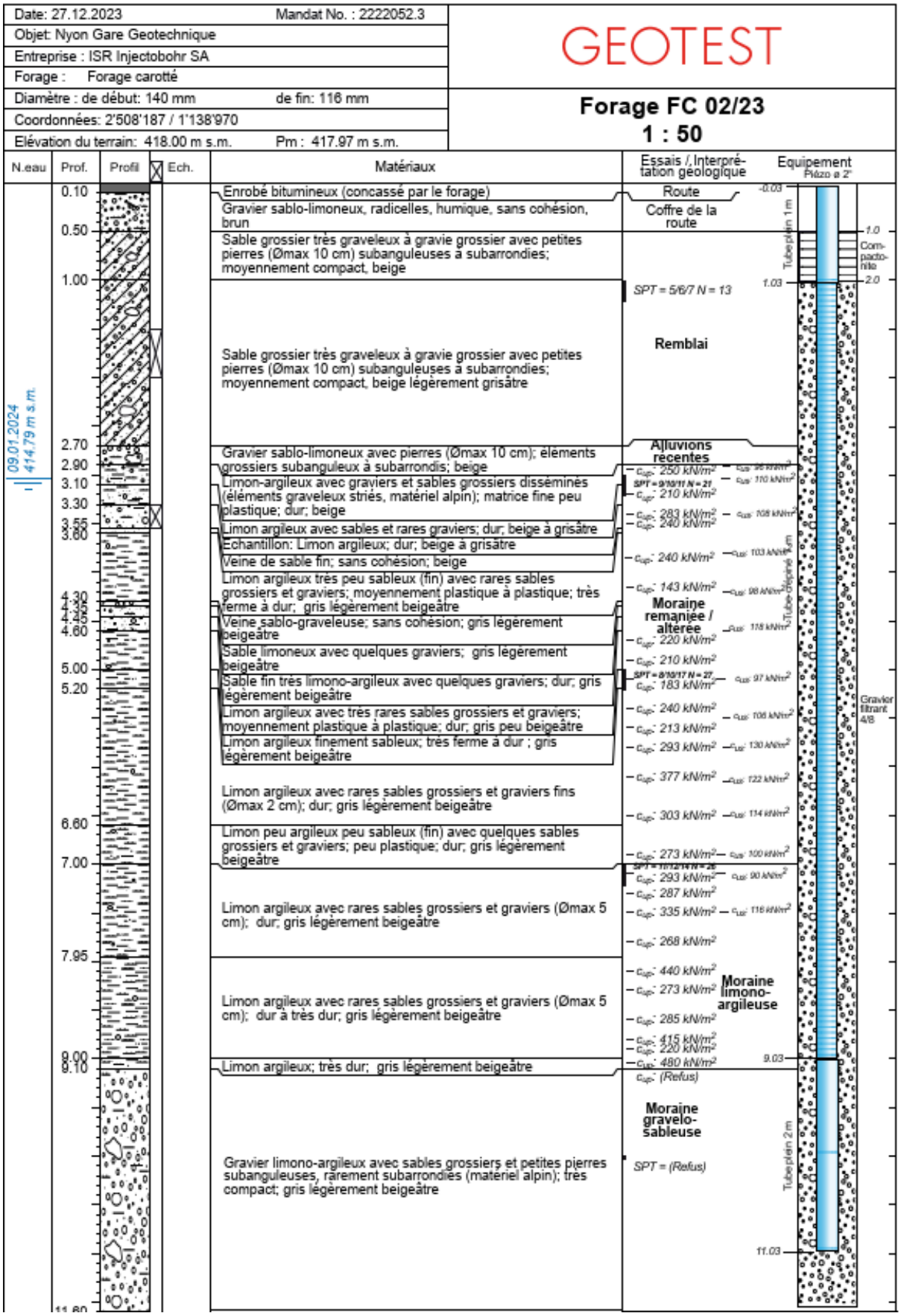


Figure 4: Fiche de sondage et profil côté Lac

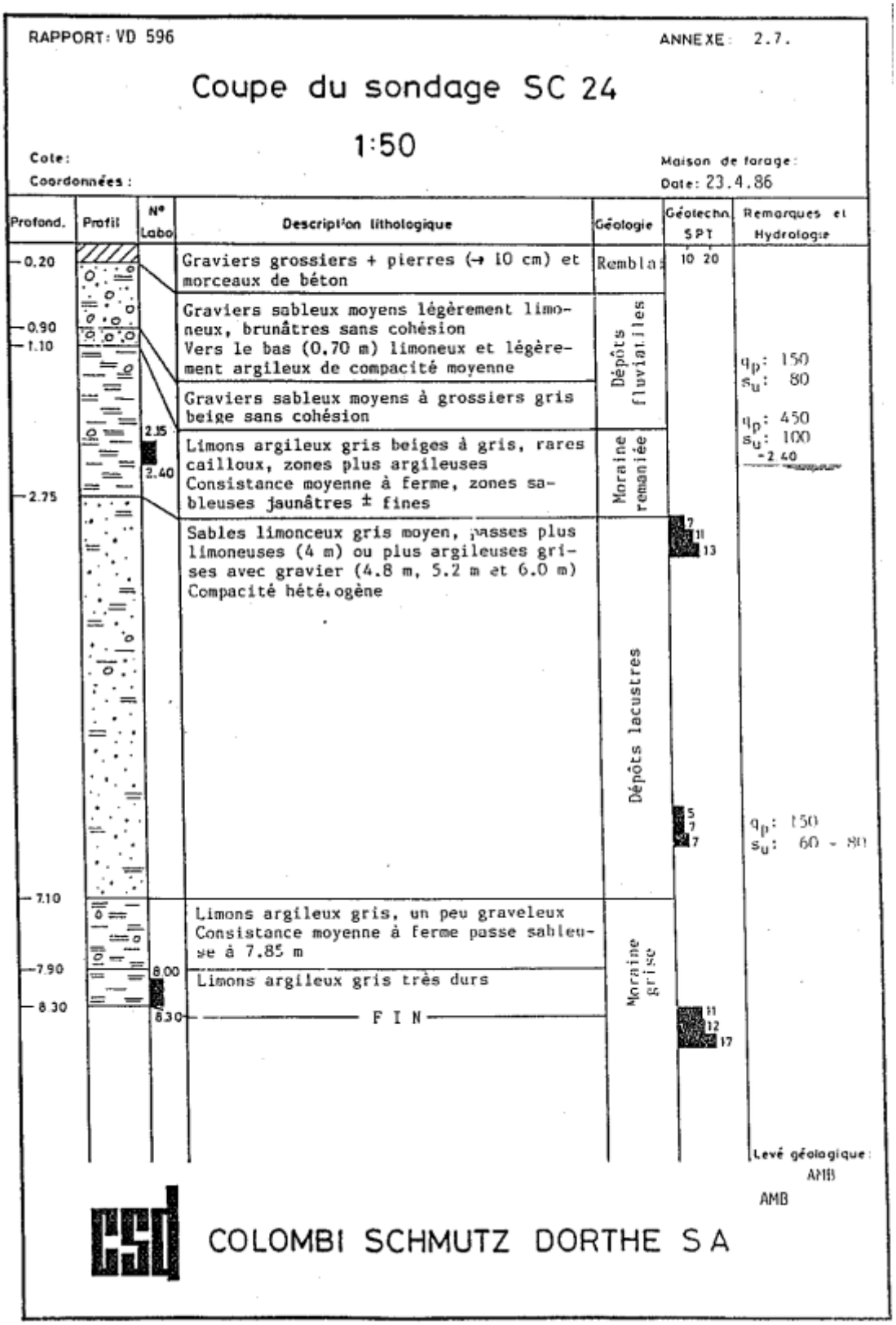


Figure 5: Sondage de CSD ingénieurs,1986

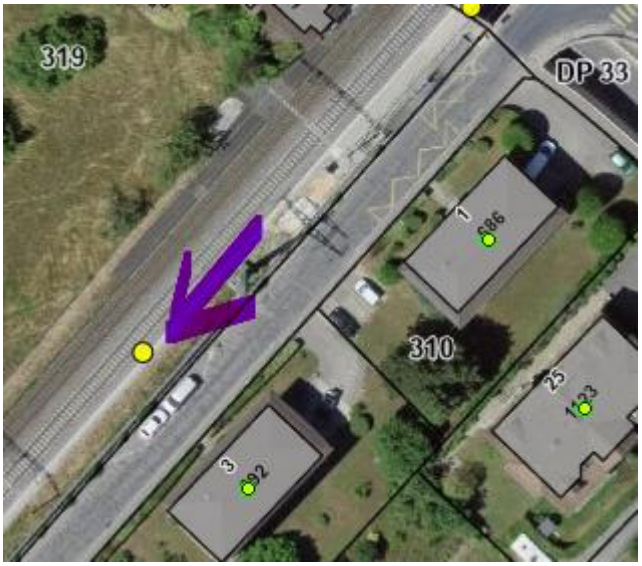


Figure 6: Lieu du sondage de CSD

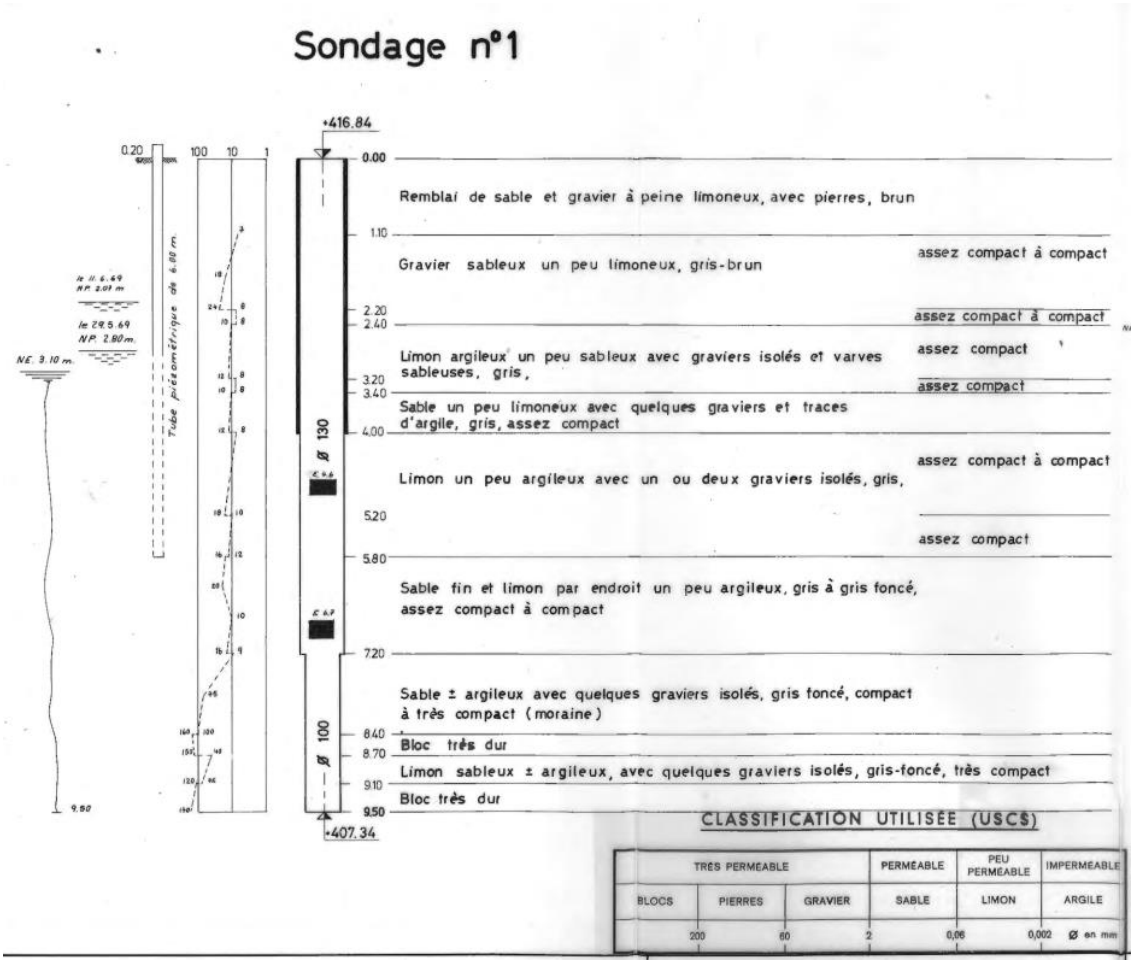


Figure 7: Log de sondage côté lac, 1969

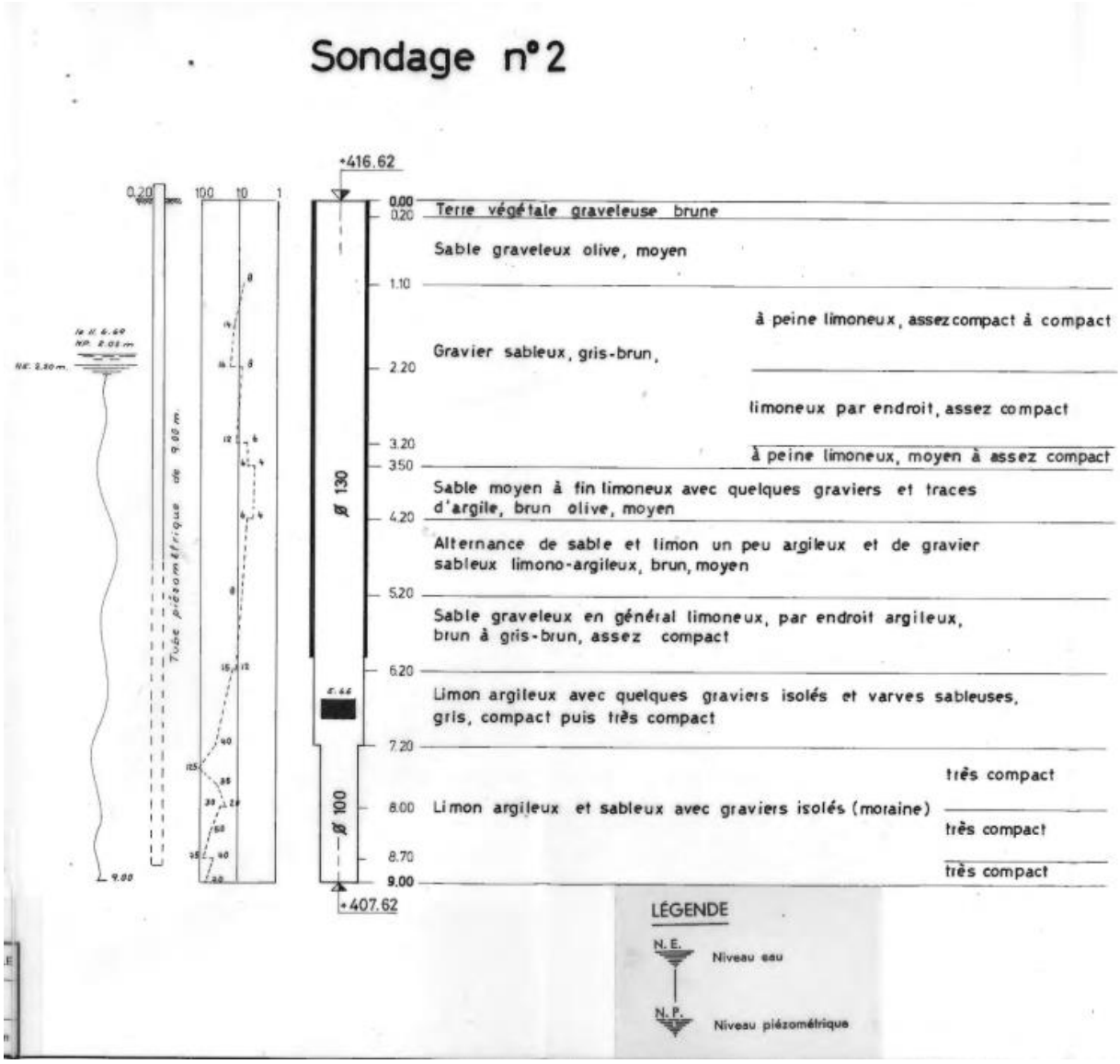


Figure 8: Log des sondages côté Jura, 1969



Figure 9: Lieu des sondages

L'interprétation des profils existants est faite par Géotest.

3.2 Conditions hydrogéologiques

La hauteur d'eau a été mesurée le 9 janvier 2024 à une élévation d'environ 414.9 m. Un suivi piézométrique est en cours. Le dernier niveau d'eau mesuré indique un niveau d'eau de 414.6m. Cependant, il a été recommandé de considérer la hauteur d'eau de 415.5 comme niveau d'eau pour le projet.

Pour les micropieux des fondations remplacées, on prendra les mêmes dimensions que celles existantes. La présence d'eau doit être prise en compte lors de la construction, mais cela ne joue pas de rôle pour la stabilité de l'ouvrage.

Pour la connexion entre la PAB et la chambre à câbles, elle se fait au-dessus du niveau de la nappe. Ainsi, la nappe n'est pas considérée dans ce dossier.

3.3 Choix du coefficient de poussée des terres

Pour le coefficient de poussée utilisée pour la vérification de la chambre, voir le dossier de la traversée principale, document 12.201.03, chapitre 3.3.

4 Concept de la structure

4.1 Système statique

Le système statique actuel repose sur des fondations ponctuelles écartées de 5m.

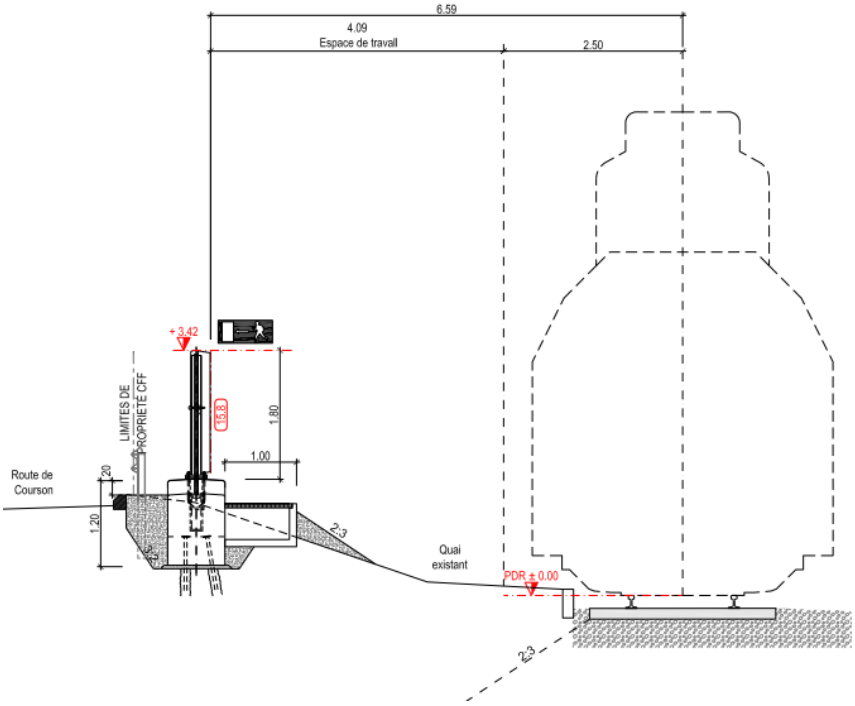


Figure 10: Coupe des fondations ponctuelles

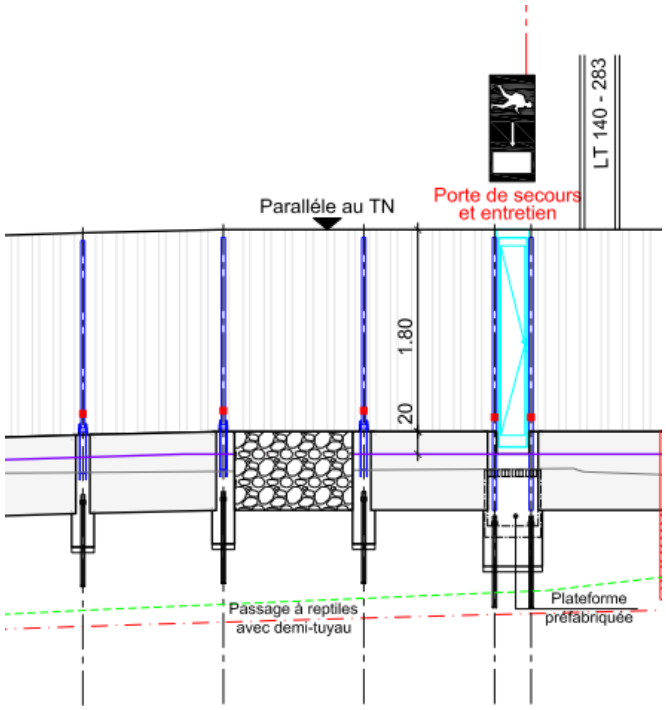


Figure 11: Elévation de la PAB

Ainsi, la PAB repose sur des longrines, qui ont les dimensions suivantes :

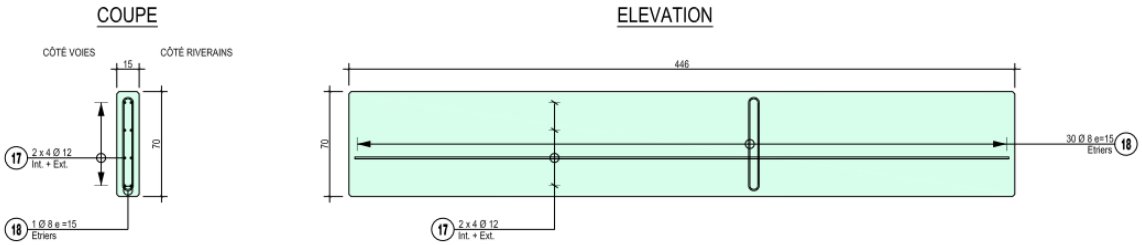


Figure 12: Dimensions de la longrine sous la PAB

A certains endroits, des passages à reptiles sont placés :

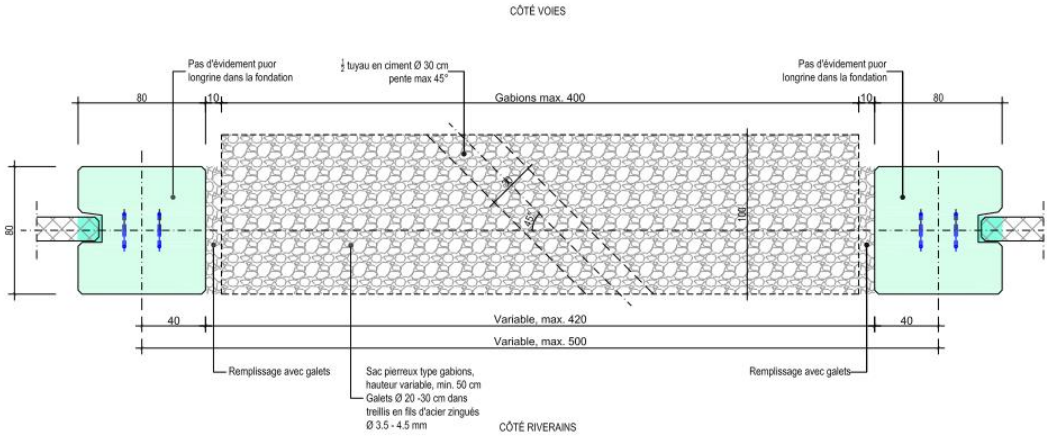


Figure 13: Gabions mis en place

Figure 14: Coupe de la section avec Gabion

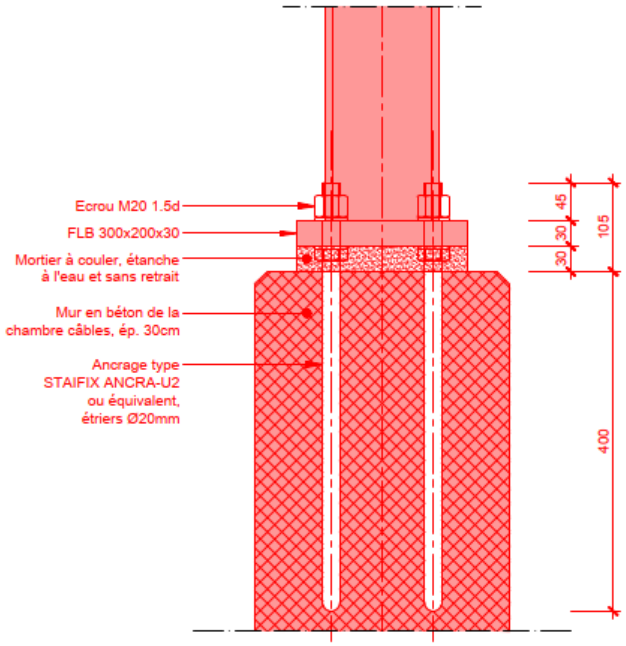


Figure 15: Connexion entre la PAB et la chambre côté Lac

4.1.1 Conditions d'appuis

La PAB repose sur les longrines ou les gabions. Ainsi, la charge verticale est redistribuée sur le terrain, ainsi que vers les fondations ponctuelles.

Les charges horizontales sont reprises par les montants métalliques, qui vont ensuite transmettre les charges dans les ancrages des fondations ponctuelles ou du mur de la chambre côté Lac.

4.2 Modèle de dimensionnement

Le dimensionnement des ouvrages sera réalisé conformément aux normes et directives en vigueur. La vérification de la connexion entre la PAB et le mur de la chambre côté Lac s'effectue à l'état limite de type 2 et au séisme.

Les fondations ponctuelles, longrines, gabions ou micropieux qui seront replacés ne seront pas dimensionnés, car ils seront identiques aux parties existantes.

La fatigue de la connexion entre la PAB et le mur de la chambre côté Lac n'est pas vérifiée. En effet, la pression calculée correspond à une vitesse de pointe, avec une période de retour de 50ans. Selon la SIA 262, il n'est pas nécessaire de vérifier une structure à la fatigue si l'on s'attend à moins de 50'000 alternances de contraintes. Pour une durée de vie de 80 ans, il est estimé qu'il n'y aura pas ce montant d'alternances de contraintes avec une charge maximale.

Elément	Vérification statique	Critères	Modèle
Ancrage du montant métallique dans le mur de la chambre côté Lac	Vérification des éléments de structure (efforts et résistance internes)	Charges et vérification selon normes SIA	Calcul à la main

Tableau 2: modèle de dimensionnement

4.3 Degré de conformité

Non applicable

4.4 Matérialisation

4.4.1 Composants et ouvrages existants

Non applicable

4.4.2 Nouveaux composants et ouvrages à réaliser

Pour la chambre côté Lac, se référer au dossier de la traversée principal, document 12.201.03 chapitre 4.4.

Pour tous les éléments de la PAB, qu'il s'agisse des éléments existants ou remplacés, se référer au dossier conforme à l'exécution du projet n° 13.007-04.

Pour la vérification de la connexion entre la PAB et le mur de la chambre côté Lac, les valeurs suivantes ont été supposées pour les ancrages en acier inoxydables :

Matériau Désignation	**Ouvrage ou partie d'ouvrage**	**Valeurs de dimensionnement**	**Valeurs caract.**	**Remarques**
Acier de construction				
En 1.4462	Ancrage des PAB dans les fondations ou le mur de la chambre	E = 210 GPa G =81 GPa f_{ub} = 750 MPa f_{yb} = 650 MPa	E = 210 GPa G =81 GPa f_{ub} = 750 MPa f_{yb} = 650 MPa	

Tableau 3: propriétés des matériaux

Les panneaux de la paroi antibruit seront déplacés, stockés pendant les travaux et remis à l'endroit existant. Pour les paramètres de ces PAB, se référer au dossier de la PAB existante. Pour les nouveaux éléments mis en place (gabions, micropieux, etc.) pour les fondations et le support des PAB, les paramètres des parties existantes seront utilisés dans la mesure du possible.

La plaque métallique et le montant métallique à l'endroit de la chambre devront être remplacés. Les autres montants seront enlevés, stockés et réutilisés pour les fondations remplacées. La protection à la corrosion des montants doit être vérifiée, et le cas échéant remplacée. La protection contre la corrosion prévue pour les montants initiaux sera utilisée sur le montant remplacé.

5 Actions

5.1 Pour des ouvrages existants : actions actualisées selon SIA 269/1

Pas applicable

5.2 Pour des ouvrages à réaliser : actions selon la norme SIA 261

5.2.1 Actions permanentes, non actualisées

Etat de construction (phase de construction)

Deux fouilles seront faites à l'endroit des chambres avec des pieux sécants.

Action	Mesures/ Traitement ultérieur	Hypothèse pour le dimensionnement
Poids propre		
• Béton	Dimensionnement/ calcul statique	Poids propre du béton : γ_G = 25 kN/m^3
• Acier d'armature passive	Dimensionnement/ calcul statique	Poids propre de l'acier d'armature passive : γ_S = 78,5 kN/m^3
• Acier de construction	Dimensionnement/ calcul statique	Poids propre de l'acier de construction : γ_S = 78,5 kN/m^3
Poids propre des éléments non porteurs		
• Paroi anti-bruit	Dimensionnement/ calcul statique	Type béton, 1 face absorbante γ_{ec} =4.0 kN/m^2
Poussée des terres, pression hydraulique, tassements		
• Sous l'effet de charge permanentes	Dimensionnement/ calcul statique	Aucune poussée des terres n'a été pris en compte dans la vérification de la connexion. Pour la poussée des terres applicable à la chambre, voir le dossier de la traversée principale
• Sous l'effet du poids propre des éléments non-porteurs	Dimensionnement/ calcul statique	Aucune poussée des terres n'a été pris en compte dans la vérification de la connexion. Pour la poussée des terres applicable à la chambre, voir le dossier de la traversée principale
Pression hydraulique	Dimensionnement/ calcul statique	Aucune pression hydraulique n'a été pris en compte dans la vérification de la connexion. Pour la pression hydraulique applicable à la chambre, voir le dossier de la traversée principale

Tableau 4: Actions permanentes

Etat final (phase d'utilisation définitive)

Action	Mesures/ Traitement ultérieur	Hypothèse pour le dimensionnement
Poids propre		
• Béton	Dimensionnement/ calcul statique	Poids propre du béton : γ_G = 25 kN/m^3
• Acier d'armature passive	Dimensionnement/ calcul statique	Poids propre de l'acier d'armature passive : γ_S = 78,5 kN/m^3
• Acier de construction	Dimensionnement/ calcul statique	Poids propre de l'acier de construction : γ_S = 78,5 kN/m^3
Poids propre des éléments non porteurs		
• Paroi anti-bruit	Dimensionnement/ calcul statique	Type béton, 1 face absorbante γ_{ec} =4.0 kN/m^2
• **Poussée des terres contre les murs p.ex. à proximité de rampes/ d'escaliers/ de murs de soutènement/ de portails de tunnels**		
• Sous l'effet de charges permanentes (p. ex. remblai (pression de compactage))	Dimensionnement/ calcul statique	Aucune poussée des terres n'a été pris en compte dans la vérification de la connexion. Pour la poussée des terres applicable à la chambre, voir le dossier de la traversée principale
• Sous l'effet du poids propre des éléments non-porteurs	Dimensionnement/ calcul statique	Aucune poussée des terres n'a été pris en compte dans la vérification de la connexion. Pour la poussée des terres applicable à la chambre, voir le dossier de la traversée principale
• **Pression hydraulique**	Dimensionnement/ calcul statique	Aucune pression hydraulique n'a été pris en compte dans la vérification de la connexion. Pour la pression hydraulique applicable à la chambre, voir le dossier de la traversée principale
• **Tassements**	Dimensionnement/ calcul statique	Différences de tassement : $\Delta s \leq 4$ mm

Tableau 5: actions permanentes

5.2.2 Actions variables, non actualisées

Etat de la construction (phase de construction)

Aucune charge lors de la construction

Etat final (phase d'utilisation définitive)

Action	Mesures/ Traitement ultérieur	Hypothèse pour le dimensionnement
Charges de vent	Dimensionnement/ calcul statique	q_{p0}=0.9 kN/m^2 Catégorie de terrain III
Charge de neige	Dimensionnement/ calcul statique	Hauteur de référence h_0 = niveau de la mer +418.2 m, Coefficient d'exposition C_e = 1 q_k = 0.78 kN/m^2
Souffle au passage de trains	Dimensionnement/ calcul statique	Distance a_g=6.5m V=160 km/h K_1=0.85

Tableau 6: Actions variables

5.2.3 Actions exceptionnelles, non actualisé

Etat de la construction (phase de construction)

Pas applicable, car le chantier est de courte durée.

Etat final (phase d'utilisation définitive)

Action	Mesures/ Traitement ultérieur	Hypothèse pour le dimensionnement
Séisme	Dimensionnement/ calcul statique Mesures constructives selon la norme SIA 261, chiffre 16.4	Zone sismique : Z1b→ a_{gd} = 0.8 m/s^2 Microzonage : la traversée à câbles se trouve à la limite entre le spectre spécifique S22 et S23. Classe de terrain de fondation : C Classe d'ouvrage : II

Tableau 7 : actions exceptionnelles

6 Sécurité structurale

Les preuves de la sécurité structurale doivent être apportées selon les dispositions des normes SIA 260, 261, 262, 267 et 269.

6.1 Etat de la construction

Il n'y a pas de vérification lors de la construction.

6.2 Etat final (phase d'utilisation définitive)

Situation de risque/dimensionnement		**État limite**	**Cas de charge**	**Coefficients**
Légende : LE= action prépondérante, ST= action permanente, BE= action concomitante				
A	Trafic ferroviaire provisoire	A1: état limite type 1 (stabilité globale)	LE: Charge de vent ST: Poids propre Charges permanentes, poids propre des éléments non-porteurs BE: -	γ_Q = 1,5 γ_G = 1.1 ψ_0 = -
		A2: état limite type 2 (résistance du support)	LE: Charge de vent ST: Poids propre Charges permanentes, poids propre des éléments non-porteurs BE: -	γ_Q = 1,5 γ_G = 1.35 ψ_0 = -
		A3: état limite type 3 (résistance du sol de fondation)	LE: Charge de vent ST: Poids propre Charges permanentes, poids propre des éléments non-porteurs BE: -	γ_Q = 1,3 γ_G = 1.0 ψ_0 = -
		A4: état limite type 4 (résistance à la fatigue)	LE: Charge de vent ST: Poids propre Charges permanentes, poids propre des éléments non-porteurs BE: -	γ_Q = 1.0 γ_G = 1.0 ψ_0 = -

Tableau 8: coefficients à l'ELU

7 Aptitude au service

La justification de l'aptitude au service doit être apportée selon la norme SIA 260, chap. 4.4.4.

7.1 Etat de la construction (phase de construction)

Pendant la phase de construction, aucune vérification à l'aptitude au service pour les fondations et la PAB ne sont à respecter. En effet, la distance à la voie est suffisante pour que les travaux spécifiques aux fondations de la PAB ou la connexion entre la PAB et la chambre n'aient pas d'impact sur la voie CFF.

7.2 Etat final (phase d'utilisation définitive)

Situation de risque/ dimensionnement		**État limite/limites d'utilisation**	**Cas de charge**	**Coefficients**
Légende : LE= action prépondérante, ST= action permanente, BE= action concomitante				
IV	Trafic ferroviaire	**IVa: bon fonctionnement**. Déplacement horizontal u ≤ h/300 Rarement : u ≤ h/500: équipements avec comportement fragile Fréquent : u ≤ h/500: équipements avec comportement ductile u ≤ H/300: utilisation et exploitation	Fréquent : LE: Charge utile ST: Poids propre Charges permanentes, poids propre des éléments non-porteurs BE:	$\psi_0 = 1$ Aucun coefficient $\psi_1 = 0.5$
		IVb: aspect - déplacement horizontal u ≤ h/250	Quasi-permanent : ST : Poussée des terres ST: Poids propre Charges permanentes, poids propre des éléments non-porteurs BE:	$\psi_2 = 0.3$ Aucun coefficient $\psi_2 = 0.3$
		IVc: durabilité - Limitation des largeurs de fissures Exigences : élevées comme PEQ Structures_porteuses_en_béton	Vérification de la contrainte selon SIA 262, chiffre 4.4.2	

Tableau 9: coefficients à l'ELS

8 Durabilité

Les exigences en matière de durabilité doivent être respectées pour tous les composants de l'ouvrage, selon les règles de l'art et exigences stipulées dans la convention d'utilisation.

La fissuration doit être limitée afin de garantir une étanchéité de l'ouvrage ainsi que sa durabilité.

Exigences	Mesures	Traitement ultérieur
Classe d'étanchéité 1 selon SIA 272	Pour les indications liées à la chambre, se référer au dossier de la traversée principale. Pour les éléments de la PAB, se référer au dossier lors de la réalisation de l'ouvrage	• Programme de contrôle • Contrôles d'exécution
Drainage	Pour les fondations ponctuelles, se référer au dossier d'ouvrage réalisé de la PAB Pour la chambre côté Lac, se référer au dossier concernant la traversée	• Plan de surveillance et d'entretien
Protection contre la corrosion de l'armature	Enrobage de la chambre : se référer au dossier de la traversée principale Enrobage des éléments de la PAB : se référer au dossier d'ouvrage réalisé de la PAB	• Programme de contrôle • Contrôles d'exécution
Protection contre la corrosion de la structure en béton	Système de protection contre la corrosion PEQ CFF Une mise à terre sera mise en place pour la situation de courants vagabonds	• Programme de contrôle • Contrôles d'exécution
Protection contre la corrosion de la structure en acier	Système de protection contre la corrosion PEQ CFF	• Programme de contrôle • Contrôle
Limitation des fissures	Pour la chambre, se référer au dossier Pour les éléments de la PAB, se référer au dossier de la PAB réalisée	• Dimensionnement • Programme de contrôle • Contrôles d'exécution
Fatigue	La fatigue des connexions de la PAB à la chambre due au vent n'a pas été vérifiée Pour la vérification à la fatigue de la chambre, se référer au dossier de la traversée principale	• Dimension appropriée des éléments • Taux d'armature minimale
Tassement	Pour le tassement à proximité de la chambre, se référer au dossier de la traversée principale Le tassement des éléments remplacés n'a pas été vérifié, car les éléments sont remplacés à l'identique.	

Tableau 10: exigences

9 Risques acceptés

Les risques acceptés sont documentés dans la convention d'utilisation.

10 Signatures

Auteur du projet :	Date	Signature
Nom : IUB Engineering SA		
Responsable : Aimé Morel		
Rue : Rte André Piller 33a		
Lieu : 1762 Givisiez	…….	……..

Auteur du projet :	Date	Signature
Nom : IUB Engineering SA		
Responsable : Emilie Simonin		
Rue : Rte André Piller 33a		
Lieu : 1762 Givisiez	…….	……..

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

12.904.04

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud

Commune : Prangins

Echelle	Format
-	A4

N° Plan

-

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

PAB Prangins

NOTE DE CALCUL



Signatures des personnes responsables :

A1. ☒ Signatures originales dans le document B. ○ Signature ci dessous

Ci-dessous :

A2. ☒ Signatures des personnes pro forma

CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

Aimé Morel
Auteur de projet

IM Engineering | IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	17.04.2025	mge	mo		Version initiale
2	19.05.2025	mge	mo		Suite au retour CFF
3					
4					

Table des matières

1 Introduction *3*

2 Bases générales *3*

2.1 Normes **3**

2.2 Logiciels **3**

2.3 Bases relatives au projet **4**

3 Géologie et hydrogéologie *5*

3.1 Géologie **5**

3.2 Hydrogéologie **6**

4 Matériaux *7*

4.1 Acier **7**

4.2 Béton **7**

4.3 Acier d'armature **7**

5 Géométrie *8*

5.1 Fouilles **8**

5.2 Chambres **8**

5.3 Paroi anti-bruit **8**

6 Actions *11*

6.1 Actions permanentes **11**

6.2 Actions variables **12**

6.3 Cas de charge exceptionnel **14**

6.4 Combinaison de charge **15**

7 Connexion entre la chambre sud et la PAB *16*

7.1 Etat limite ultime type 2 **16**

7.2 Cas exceptionnel séisme **18**

8 Annexes *20*

9 Signatures *21*

1 Introduction

Afin de mettre en place le nouvel enclanchement de Nyon, une traversée de câbles doit être mise en place. Une chambre sera construite à l'endroit d'une fondation de la PAB existante. Plusieurs fondations seront détruites et supprimée, et la PAB sera connectée au mur de la chambre

Cette note de calcul se concentre sur la connexion entre la PAB et le mur de la chambre. Les autres fondations ou connexions entre la PAB et les fondations remplacées ne sont pas vérifiées, car elles sont remplacées à l'identique.

Suite à la SIOP de la traversée principale, du numéro de dossier 12.201, un dossier complémentaire a été demandé sur la PAB à cet endroit. Comme il ne s'agit pas de la même SIOP, un dossier séparé est nécessaire. Ce dossier permet de préciser les différents aspects liés à la PAB existante.

La vérification statique se concentre sur la connexion entre le montant métallique de la PAB et le mur de la chambre côté Lac. Les autres éléments (fondations ponctuelles avec micropieux remplacés, longrine métallique, paroi de la PAB, etc.) ne sont pas vérifiés, car ils sont repris à l'identique de l'existant.

2 Bases générales

2.1 Normes

Les normes suivantes ont été utilisés comme base pour les vérifications statiques :

- SIA 260 Bases pour l'élaboration des projets de structures porteuses, 2003
- SIA 261 Actions sur les structures porteuses, 2020
- SIA 261/1 Actions sur les structures porteuses, Spécifications complémentaires, 2020
- SIA 262 Construction en béton, 2013
- SIA 262/1 Construction en béton-Spécifications complémentaires, 2013
- SIA 263 Construction en acier, 2013
- SIA 263/1 Construction en acier-Spécifications complémentaires, 2013
- SIA 267 Géotechnique, 2013
- SIA 267/1 Géotechnique-Spécifications complémentaires, 2013
- SN EN 1993-1-4 Eurocodes 3 Calcul des structures en acier partie 1-4 : Règles générales-Règles supplémentaires pour les aciers inoxydables
- SN EN 1991-2 Eurocode 1 Actions sur les structures – partie 2 : Actions sur les ponts, dues au trafic

2.2 Logiciels

- Larix 9
- Fagus 9
- Statik 9
- AxisVM X7

2.3 Bases relatives au projet

- Projet du microtunnelier
- Rapport géologique effectué, avec carte du microzonage sismique
- Rapport géologique complété avec les sondages existants et description lithologique
- Dossier d'ouvrage réalisé de la paroi anti-bruit
- Plans de la ligne haute tension
- Décision d'approbation des plans, Berne le 17 octobre 2012

3 Géologie et hydrogéologie

3.1 Géologie

Une étude géologique a été réalisée entre 2023 et 2024. L'emplacement des deux forages est indiqué sur le plan suivant :

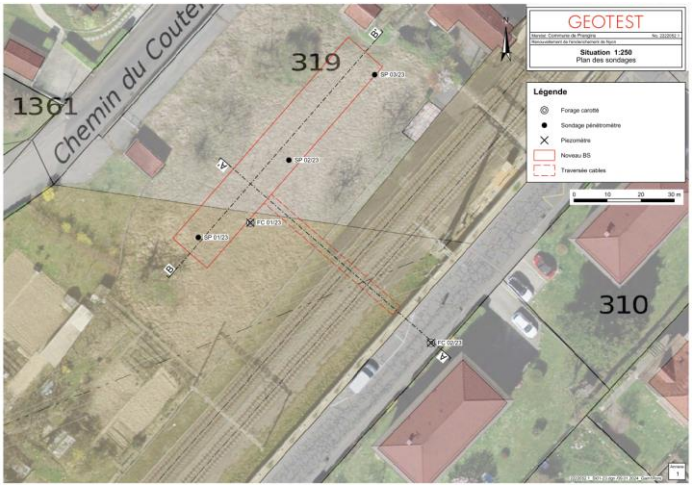


Figure 1: Position des forages géologiques

Les deux forages sont ainsi dans la proximité immédiate du lieu où la traversée sera effectuée.

Les résultats de cette analyse ont donné les résultats suivants, avec entre parenthèses les valeurs maximales et minimales, et les valeurs estimées probables.

Géologie	Poids volumique apparent [kN/m^3]	Angle de frottement [°]	Cohésion c' [kPa]
Remblais	20 (19-21)	30 (29-32)	0
Alluvions récentes	22 (21.5-322.5)	31 (29-33)	0 (0-1)
Moraine remaniée	20.5 (19.5-22)	31 (29-33)	2 (0-5)
Moraine limono-argileuse	21.5 (21-22)	33 (32-34)	10 (8-12)
Moraine gravelo-sableuse	24 (23.5-24)	35 (34-36)	9 (8-10)

Tableau 1: Paramètres géotechniques

Le modèle de sol fait à partir du rapport de Géotest a été indiqué sur le plan. Cependant, des sondages plus anciens ont été effectués. Les logs de forage sont indiqués dans la base de projet.

3.2 Hydrogéologie

Le niveau d'eau a été mesuré le 9 janvier 2024 aux deux forages, avec un niveau d'eau à une hauteur d'eau à 414.9m. Le niveau d'eau le 23 septembre 2024 est d'environ 414.6m. Le niveau d'eau considéré pour le projet, selon la recommandation faite dans l'analyse géotechnique, est de 415.5m.

La pression d'eau a été considérée dans le cadre de la vérification de la chambre de la traversée. Les micropieux de la PAB de Prangins sont dans la nappe. Cependant, comme les sections choisies sont identiques aux sections existantes, pas d'autre considération n'a été faite pour cette note de calcul.

4 Matériaux

4.1 Acier

Partie d'ouvrage	Type	f_{yb}	f_{ub}	ε_u	E_s
Ancrage	En 1.4462	650 N/mm^2	750 N/mm^2	12%	210'000 N/mm^2

Tableau 2: Caractéristiques de l'acier utilisé

4.2 Béton

Les caractéristiques du béton sont prises selon la SIA 262, ainsi que des exigences décrites dans le PEQ structures porteuses en béton.

Parties d'ouvrage	Classes de béton	Classes exposition	Diam. du grain max.	Classes teneur chl.	Classes consis.	Enrobage minimal
Chambres	C30/37	XC4, XD2a, XF3	32 [mm]	Cl 0.10	C3	40 [mm]

Tableau 3: Caractéristiques du béton pour la chambre

4.3 Acier d'armature

Partie d'ouvrage	Type	f_{sk}	f_{sd}	ε_{ud}	E_s
Chambres	B500B	500 N/mm^2	435 N/mm^2	0.045 %	205'000N/mm^2

Tableau 4: Caractéristiques de l'acier d'armature utilisé

5 Géométrie

La géométrie des fouilles et des chambres peut être vu sur le plan de la traversée. Les données suivantes sont considérées :

5.1 Fouilles

Les fouilles sont faites de chaque côté de la traversée. La fouille de réception, du côté Lac, aura une dimension extérieure de 5.95m*5.55m, avec une dimension intérieure de 4.05m*4.05m.

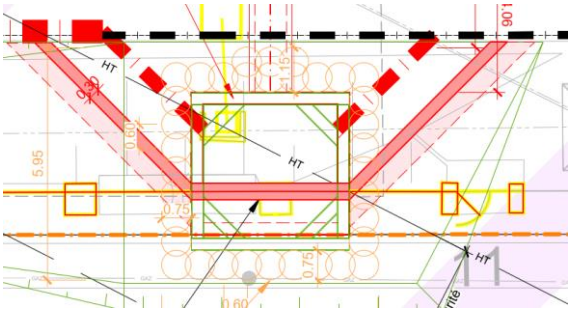


Figure 2: Fouilles côté Lac

5.2 Chambres

La chambre sud sera disposée de manière que le mur soit en continuité avec la PAB, dont deux panneaux viendront s'ancrer dans le mur. Les détails de la chambre peuvent être trouvées dans le projet de la traversée principale.

5.3 Paroi anti-bruit

La paroi anti-bruit située à proximité du passage à câbles est située sur des micropieux. L'écart entre les appuis est de 5m. La hauteur de la paroi au-dessus du sol est de 1.8m.

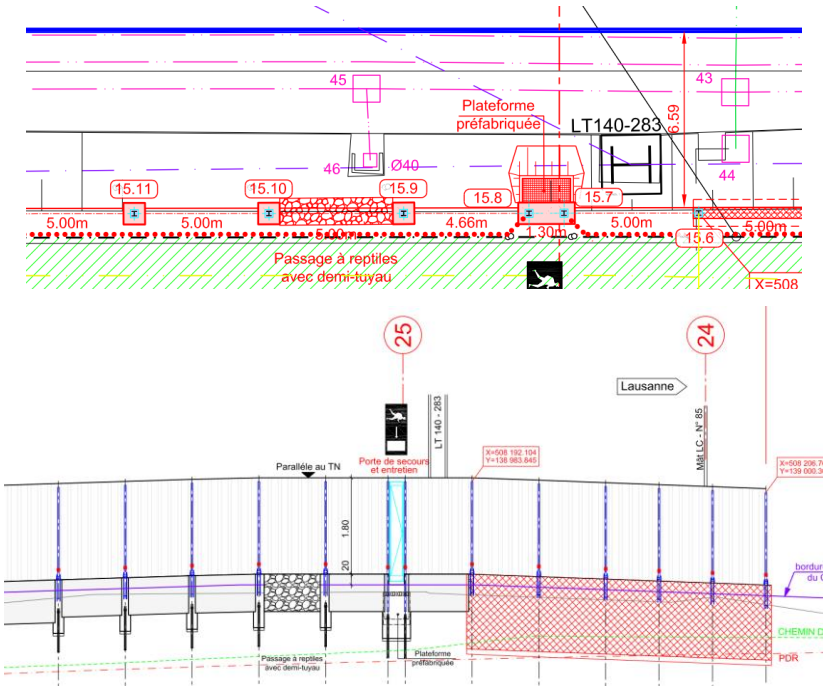


Figure 3: Situation et profil de la PAB

La paroi anti-bruit est composée d'un élément en béton et d'une structure phono-absorbante en béton. Elle est représentée de la façon ci-dessous.

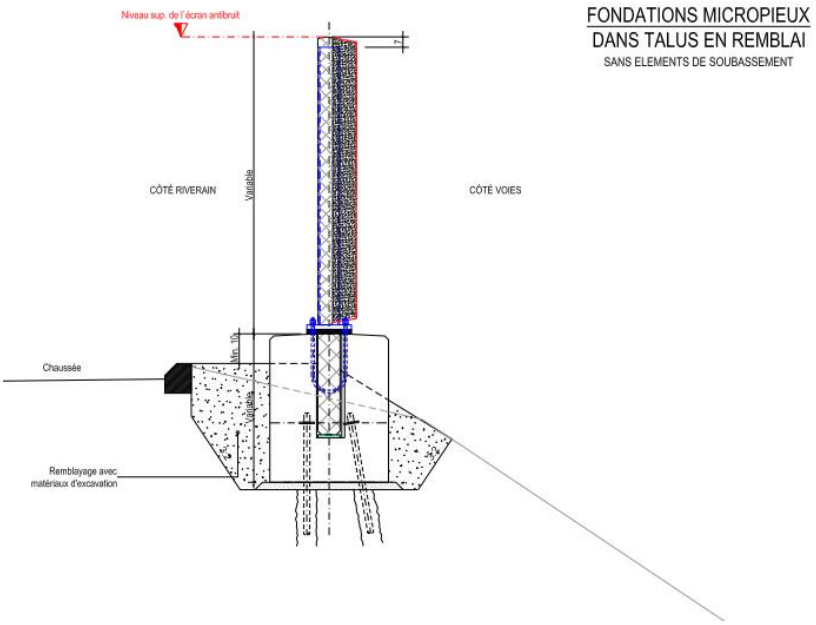


Figure 4: Coupe de la PAB

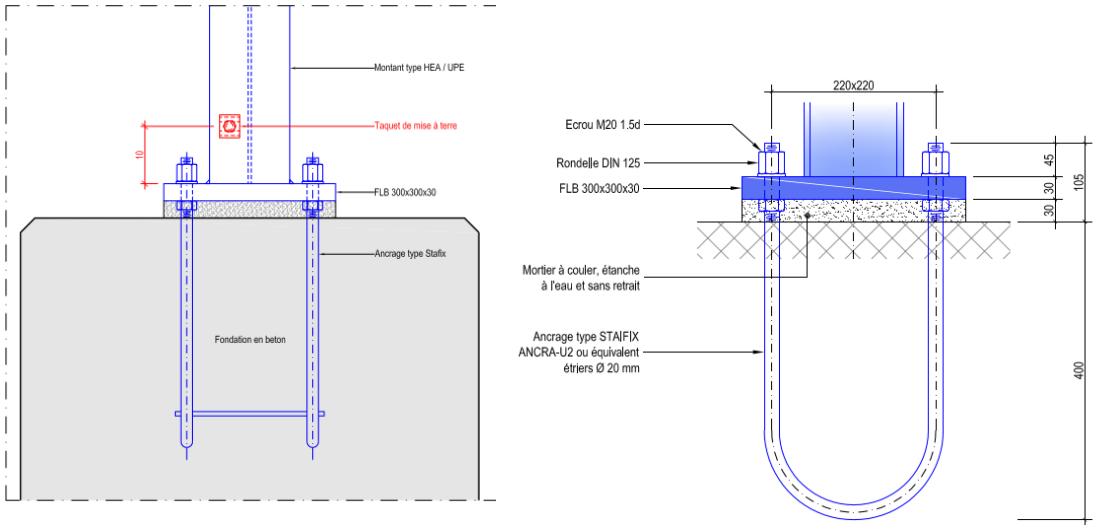


Figure 5: Détail de connexion entre la PAB et la fondation existante

Le détail de la connexion sera repris tel quel pour les fondations ponctuelles remplacées. L'écart entre les boulons est de 22cm. Pour la connexion entre la PAB et la chambre sud, on prendra le détail type des plans d'ouvrages réalisés :

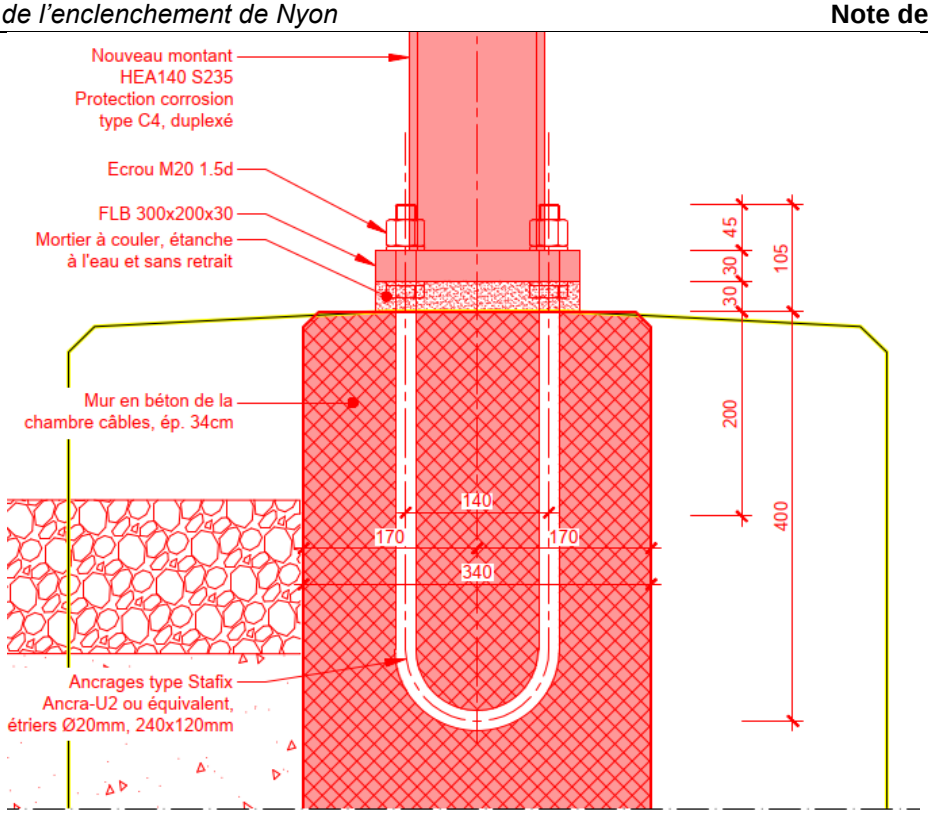


Figure 6: Détails de la connexion entre la PAB et le mur de la chambre côté lac

Pour dimensionner la connexion de manière conservatrice, on utilisera le détail type pour un mur de 30cm du dossier d'ouvrage réalisé, soit un écart de 12cm. Bien que l'on utilise un écart plus grand, cela nous permet de garantir que la résistance sera plus grande.

6 Actions

L'action du séisme n'a pas été considéré, car l'ouvrage est enterré, et on peut considérer que les chambres ne se déforment pas dû à l'action du sol autour. Également, le tube n'est pas connecté de manière suffisamment rigide aux chambres pour devoir prendre en compte les efforts engendrés entre les deux chambres.

6.1 Actions permanentes

Les actions permanentes dans le dossier sont le poids propre de la PAB, ainsi que du béton des chambres.

L'élément en béton a une épaisseur de 10cm. Ainsi, la charge transmise par la PAB verticalement est de :

$$N_{Ed} = V\gamma_c = 0.1m * 1.8m * 25\frac{kN}{m^3} = 4.5\frac{kN}{m}$$

Les éléments phono-absorbants sont en béton. Selon des indications obtenues, une valeur pour une paroi anti-bruit de type béton avec une face absorbante est de 4 kN/m^2. Ainsi, vu que la hauteur est de 1.8m, la charge longitudinale est de

$$N_{Ed} = 1.8m * 4\frac{kN}{m^2} = 7.2\frac{kN}{m}$$

La charge verticale totale est donc de

$$N_{Tot,Ed} = 7.2\frac{kN}{m} + 4.5\frac{kN}{m} = 11.7\frac{kN}{m}$$

Une partie de la charge verticale de la PAB sera transmise sur la longrine dans le sol, et une parte de la charge verticale sera transmise sur la longrine dans les fondations ponctuelles ou dans la connexion entre la longrine et le mur de la chambre côté Lac.

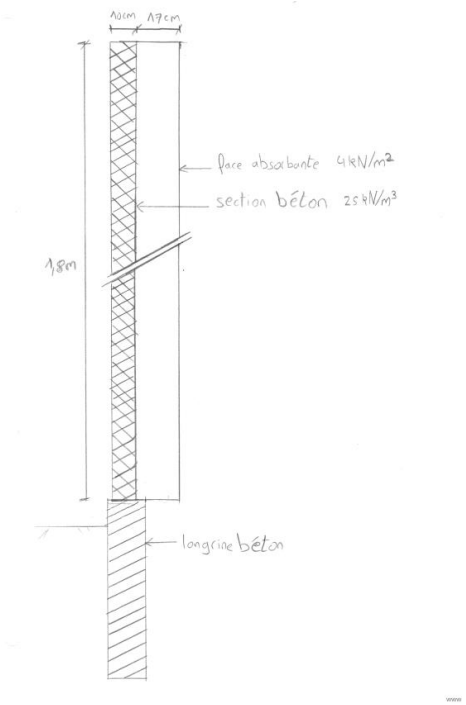


Figure 7: Coupe de la section structurale

6.2 Actions variables

6.2.1 Charge de vent

La PAB va reprendre une charge de vent, qui sera transmise sur le mur de la chambre sud. Ainsi, la charge à reprendre est la suivante :

$$q_p = c_h q_{p0}$$

Selon la SIA 261, annexe E, Nyon se trouve dans la zone générale avec une intensité de vent de 0.9 kN/m^2.

Comme la région autour de la paroi antibruit n'est pas une zone densément construite, la catégorie de terrain III a été pris (localité, milieu rural). Ainsi, on trouve le paramètre suivant :

$$c_h = 1.6[\left(\frac{z}{z_g}\right)^{\alpha} + 0.375]^2$$

Le coefficient α est de 0.23 et zg est de 450m. Comme la structure n'est pas haute, la hauteur à prendre en compte dans les calculs est de 5m selon la SIA 261. Ainsi, on obtient :

$$c_h = 1.6[\left(\frac{5}{450}\right)^{0.23} + 0.375]^2 = 0.85$$

Ainsi, la charge de vent est de

$$q_p = 0.85 * 0.9 \ {}^{kN}/_{m^2} = 0.77 \, {}^{kN}/_{m^2}$$

$$q_k = q_p * c_d * c_{red} * c_{f1} = 0.77 \, {}^{kN}/_{m^2} * 1.5 * 0.8 * 1.0 = 0.92 \, {}^{kN}/_{m^2}$$

La charge est appliquée au niveau de la PAB. L'écart entre les montants est de 5m.

Ainsi, à la connexion entre la paroi anti-bruit et le mur de la chambre, on obtient les efforts suivants :

$$V_{Ed} = q_p * h * l = 5m * 1.8m * 0.92 \, {}^{kN}/_{m^2} = 8.3 \ kN$$

$$M_{Ed} q_p * h * l * \frac{h}{2} = 0.92 \, {}^{kN}/_{m^2} * 5m * 1.8m * 0.9m = 7.5 \ kNm$$

6.2.2 Souffle au passage des trains

La PAB est éloignée de l'axe de la voie de a_g =6.6m. Selon le projet du microtunnelier, la vitesse est entre 120 et 160 km/h sur cet axe. En prenant le graphe de la SN EN 1991-2, chiffre 6.6.2, on obtient :

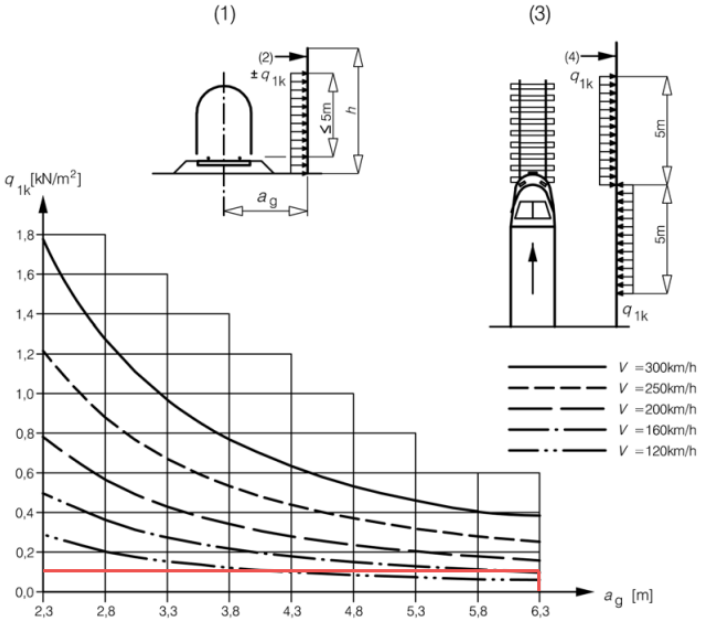


Figure 8: Charge due au souffle du train

Ainsi, $q_{1,k}$=0.1 kN/m^2. Cette charge est appliquée sur toute la hauteur de la PAB. On prendra de manière sécuritaire k_1=0.85. Ainsi,

$$q_k = 0.85 * 0.1 \ {}^{kN}/_{m^2} = 0.085 \, {}^{kN}/_{m^2}$$

Ainsi, cette charge est significativement plus petite que la charge de vent. Il ne s'agit pas d'une charge déterminante dans la vérification de la PAB, et ne sera ainsi pas vérifiée.

6.2.3 Charge utile

Aucune charge utile n'est considérée, car la PAB n'a pas de partie accessible pour le passage de personnes.

6.2.4 Charge de neige

L'altitude de la PAB est d'environ 418.2m à sa base. Ainsi, on obtient une charge de neige de :

$$q_k = \mu_i C_e C_T s_k$$

$$C_e = 1 \ (exposition \ normale \ au \ vent)$$

$$C_T = 1$$

$$\mu_i = 0.8 \ (toit \ plat)$$

$$s_k = \left[1 + \left(\frac{h_0}{350}\right)^2\right] * 0.4 = \left[1 + \left(\frac{418.2}{350}\right)^2\right] * 0.4 = 0.97 \ {}^{kN}/_{m^2}$$

$$q_k = 0.8 * 1 * 1 * 0.97 \ {}^{kN}/_{m^2} = 0.78 \ {}^{kN}/_{m^2}$$

La largeur de la PAB est de 0.27m, soit une charge totale de

$$N_{Ed} = 0.78 \ {}^{kN}/_{m^2} * 0.27 = 0.21 \ {}^{kN}/_{m}$$

6.3 Cas de charge exceptionnel

La charge exceptionnelle qu'il faut considérer est l'effet sismique sur la PAB. Selon le microzonage, on se situe dans la zone dans la zone à spectre spécifique S22, avec les spectres suivants :

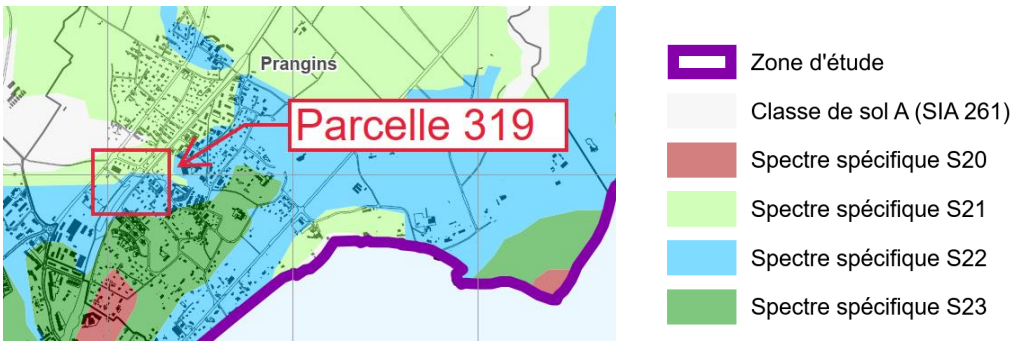


Figure 9: Zones spectrales du microzonage

Spectre spécifique S22 :

0.0 s ≤ T < 0.1 s	S_e = 1.12 + 16.8*T	[m/s²]
0.1 s ≤ T ≤ 0.5 s	S_e = 2.8	[m/s²]
0.5 s < T < 0.9 s	S_e = 1.4 / T	[m/s²]
T ≥ 0.9 s	S_e = 1.26 / T²	[m/s²]

Région Nyon-Gland-Rolle - Spectre S22

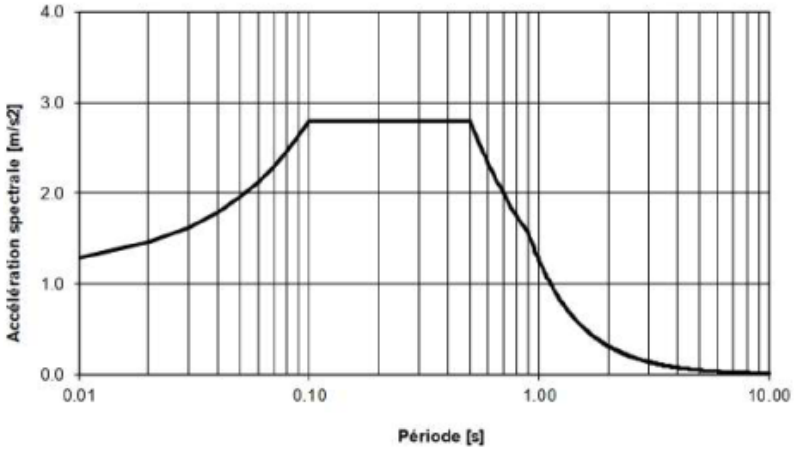


Figure 10: Spectre sismique du microzonage

En considérant que l'on ait l'accélération spectrale maximale S_e=2.8 m/s², on obtient le dimensionnement selon la SIA 261 :

$$S_d = 2.5\gamma_f \frac{a_{gd}}{g}\frac{S}{q} = \gamma_f \frac{S_e}{gq} = 1.2 * \frac{2.8\ {}^{m}/_{s^2}}{9.8\ {}^{m}/_{s^2} * 1.5} = 0.23$$

Le facteur q est considéré selon le chiffre 4.3.9 de la SIA 262 afin d'être précautionneux.

Le poids de la PAB étant estimée à 11.7 kN/m, on trouve donc que la force de remplacement, mise à une hauteur de 0.9m au-dessus de la fondation est de

$$F = 0.23 * 11.7\ {}^{kN}/_{m} = 2.69\ {}^{kN}/_{m}$$

Les efforts sont donc :

$$V_{ed} = 5m * 2.69\ {}^{kN}/_{m} = 13.5\ kN$$

$$M_{ed} = 5m * 2.69\ {}^{kN}/_{m} * 0.9m = 12.1\ kN$$

6.4 Combinaison de charge

Les vérifications faites sont indiquées avec le trafic ferroviaire comme charge prépondérante. Dans le cas de la vérification des chambres et des fouilles à l'ELU, les charges prises en compte n'ont pas d'effet bénéfique. Ainsi, les coefficients les plus hauts sont pris. La vérification est faite selon le principe de la SIA 260. Les coefficients de réductions sont les suivants :

Charges	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Charges permanentes	1	1	1
Vent	0.6	0.5	0
Neige	1-60/h_0=0.86	1-250/h_0=0.4	0

Tableau 5: Coefficients de réduction

$$E_d = E\{\gamma_G G_k,\ \gamma_P P_k,\ \gamma_{Q1} Q_{k1},\ \psi_{0i} Q_{ki},\ X_d,\ a_d\}$$

Figure 11: Vérificaion à l'EL2

$$E_d = E\{G_k,\ P_k,\ A_d,\ \psi_{2i} Q_{ki},\ X_d,\ a_d\}$$

Figure 12: Vérification au séisme

Charges	SR1 (ELU type 2)	SR2 (Séisme)
Poids propre	1.35	1
Vent	1.5	0
Séisme	0	1
Neige	0.86	0

Tableau 6: Combinaison de charge

7 Connexion entre la chambre sud et la PAB

7.1 Etat limite ultime type 2

Les efforts appliqués à la connexion sont de :

Situation de risque :	V	8.3 kN
Vent	M	7.5 kNm

Tableau 7: Efforts de la connexion

On utilisera le même principe que le détail pour les murs de 30cm :

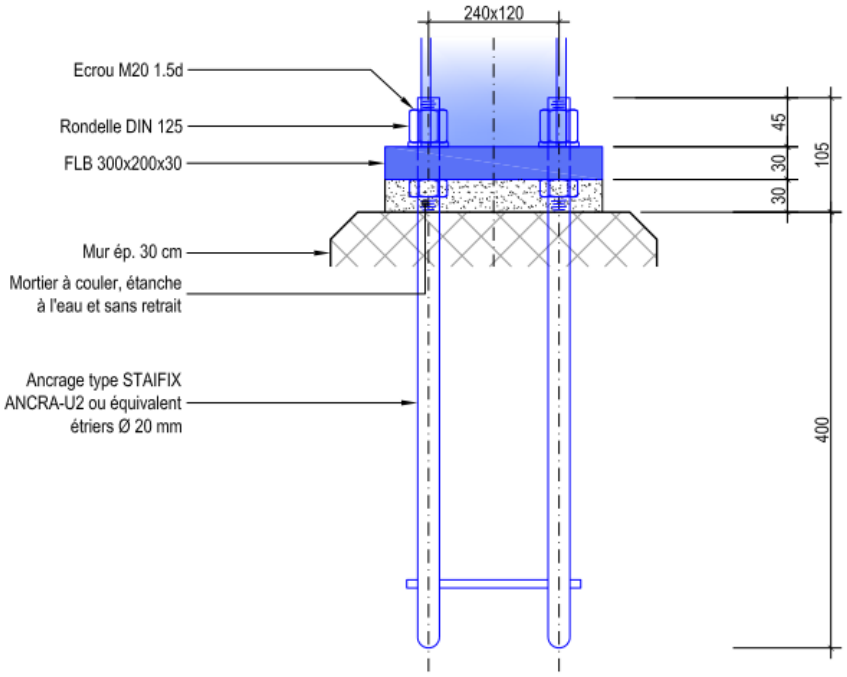


Tableau 8: Détails de la connexion au mur

La connexion est indiquée en bleu.

$$V_{Ed} = 1.5\frac{8.3\ kN}{4} = 3.1\ kN$$

$$N_{Ed} = \pm 1.5 * \frac{7.5\ kNm}{0.12m * 2} = \pm 46.9kN$$

On a la vérification suivante pour des boulons M20 :

Résistance au cisaillement

$$F_{v,Rd} = 0.6\frac{f_{ub}A_s}{\gamma_{M2}} = 0.6\frac{750\ {}^{N}/_{mm^2} * 245mm^2}{1.25} = 88.2\ kN$$

Résistance à la pression latérale :

$$F_{b,Rd} = 0.85\frac{e_1}{d_0}\frac{f_{ub}}{\gamma_{M2}}dt = 0.85\frac{30\ mm}{12\ mm}\frac{750\ {}^{N}/_{mm^2}}{1.25} * 10mm * 30mm = 337.5\ kN$$

Résistance à la traction :

$$F_{t,Rd} = 0.9\frac{f_{ub}A_s}{\gamma_{M2}} = 0.9\frac{750\ {}^{N}/_{mm^2} * 245mm^2}{1.25} = 132.3\ kN$$

Ainsi, on a les vérifications suivantes :

$$\left(\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}}\right)^2 + \left(\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}}\right)^2 = \left(\frac{2.6\ kN}{88.2\ kN}\right)^2 + \left(\frac{38.8\ kN}{132.3\ kN}\right)^2 = 0.09 < 1$$

Si l'on considère que la charge verticale est transmise dans les ancrages,

$$N = \frac{1.35 * 11.7\ {}^{kN}/_{m} * 5m + 0.86 * 0.21m * 5m}{4} = 20\ kN$$

$$\left(\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}}\right)^2 + \left(\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}}\right)^2 = \left(\frac{2.6\ kN}{88.2\ kN}\right)^2 + \left(\frac{58.8\ kN}{132.3\ kN}\right)^2 = 0.2 < 1$$

Donc des ancrages diamètre 20 de l'acier inox choisi ont une résistance suffisante pour ces efforts.

Les montants utilisés actuellement sont des HEA 160. Ainsi, il est possible de vérifier le montant avec les paramètres suivants :

$$\frac{N_{ed}}{N_{Rd}} + \frac{V_{ed}}{V_{Rd}} + \frac{M_{ed}}{M_{Rd}} = \frac{79.9}{1311} + \frac{8.3}{258} + \frac{7.5}{82.9} = 0.18 < 1$$

La vérification du mur de la chambre côté Lac peut être obtenue dans le dossier de la traversée principale.

7.2 Cas exceptionnel séisme

Les efforts appliqués à la connexion sont de :

Situation de risque : Séisme	V	13.5 kN
	M	12.1 kNm

Tableau 9: Efforts de la connexion

On utilisera le même principe que le détail pour les murs de 30cm :

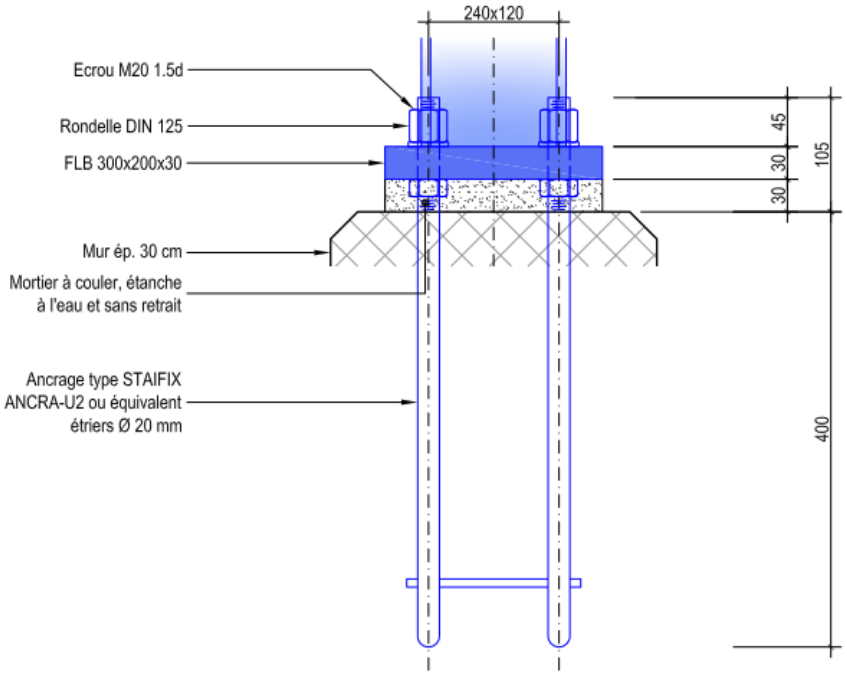


Tableau 10: Détails de la connexion au mur

La connexion est indiquée en bleu.

$$V_{Ed} = 1.5\frac{13.5\ kN}{4} = 5.1kN$$

$$N_{Ed} = \pm 1.5 * \frac{12.1\ kNm}{0.12m * 2} = \pm 75.6kN$$

On a la vérification suivante pour des boulons M20 :

Résistance au cisaillement

$$F_{v,Rd} = 0.6\frac{f_{ub}A_s}{\gamma_{M2}} = 0.6\frac{750\ {}^{N}/_{mm^2} * 245mm^2}{1.25} = 88.2\ kN$$

Résistance à la pression latérale :

$$F_{b,Rd} = 0.85\frac{e_1}{d_0}\frac{f_{ub}}{\gamma_{M2}}dt = 0.85\frac{30\ mm}{12\ mm}\frac{750\ {}^{N}/_{mm^2}}{1.25} * 10mm * 30mm = 337.5\ kN$$

Résistance à la traction :

$$F_{t,Rd} = 0.9\frac{f_{ub}A_s}{\gamma_{M2}} = 0.9\frac{750\ {}^{N}/_{mm^2} * 245mm^2}{1.25} = 132.3\ kN$$

Ainsi, on a les vérifications suivantes :

$$\left(\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}}\right)^2 + \left(\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}}\right)^2 = \left(\frac{5.1\ kN}{88.2\ kN}\right)^2 + \left(\frac{75.6\ kN}{132.3\ kN}\right)^2 = 0.33 < 1$$

Ainsi, dans le cas d'un séisme, il y a une réserve suffisante.

Si l'on considère que la charge verticale de la PAB est reprise par ces connexions, on obtient une surcharge axiale de

$$N = \frac{1.35 * 11.7\ {}^{kN}/_{m} * 5m}{4} = 19.7\ kN$$

Ainsi :

$$\left(\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}}\right)^2 + \left(\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}}\right)^2 = \left(\frac{5.2\ kN}{88.2\ kN}\right)^2 + \left(\frac{95.3\ kN}{132.3\ kN}\right)^2 = 0.52 < 1$$

Ainsi, il n'y a pas de problème d'effort interne dans le cas du séisme.

8 Annexes

Les plans utilisés ont été mis en annexe de ce document.

1

Canton de Vaud / Ligne Lausanne - Genève - Aéroport

ASSAINISSEMENT DU BRUIT

Commune de Prangins (km 34.886 - 37.702)

PAB 1 - 2

km 36.306 - km 37.034

SITUATION GÉNÉRALE

13.007-04		1
Dessiné	G.R.D.	29.07.2016
Contrôlé	M.P.	.....
Visé	G.R.	.....
Echelle	1:10'000	
Format	63 x 30	
PLANS CONFORMES À L'EXÉCUTION		

Indice	Date	Dessiné	Contrôlé	Modifications
a				
b				
c				
d				
e				

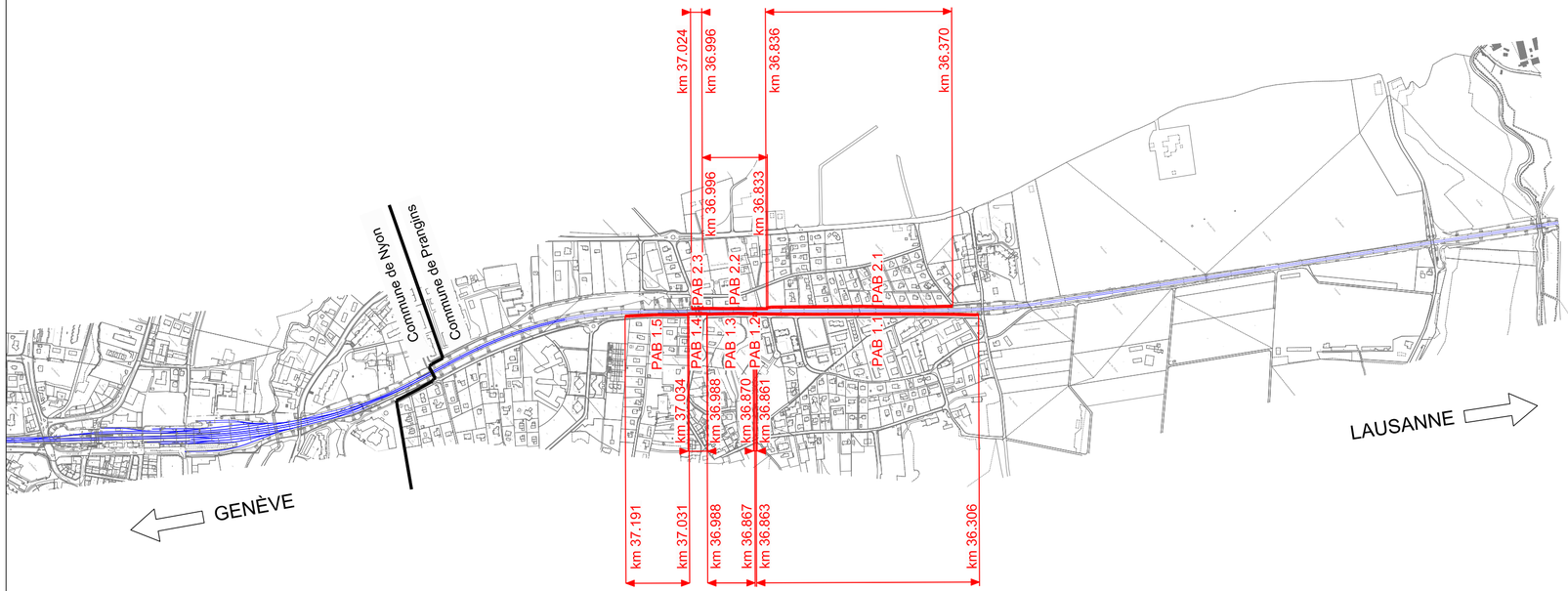
Project Partners Ltd
Consulting Engineers
Home page www.ppeng.ch
CH-6916 GRANCIA-LUGANO - Via al Molino 55
Tel. +41 (0)91 993 05 33
Fax +41 (0)91 993 00 08
E-mail lugano@ppeng.ch

CFF SA
Projets Région Ouest
Av. de la Gare 43
1001 Lausanne

SBB CFF FFS

© Tous les droits sur ce document appartiennent à la CFF SA

SITUATION GÉNÉRALE
1:10'000



Légende

- Nouvelle protection antibruit
- Axe de voies

6.3

Canton de Vaud / Ligne Lausanne - Genève - Aéroport

ASSAINISSEMENT DU BRUIT

Commune de Prangins (km 34.886 - 37.702)

PAB 1.5

km 37.031 - km 37.191

SITUATION

13.007-04		6.3
Dessiné	M.I.	29.07.2016
Contrôlé	M.P.	.....
Visé	G.R.	.....
Echelle	1:200	
Format	147 x 30	

PLANS CONFORMES À L'EXÉCUTION

Indice	Date	Dessiné	Contrôlé	Modifications
a				
b				
c				
d				
e				

Project Partners Ltd
Consulting Engineers
Home page www.ppeng.ch
CH-6916 GRANCIA-LUGANO - Via al Molino 5S
Tel. +41 (0)91 993 05 33
Fax +41 (0)91 993 00 08
E-mail luganu@ppeng.ch

CFF SA
Projets Région Ouest

Av. de la Gare 43
1001 Lausanne

SBB CFF FFS

© Tous les droits sur ce document appartiennent à la CFF SA

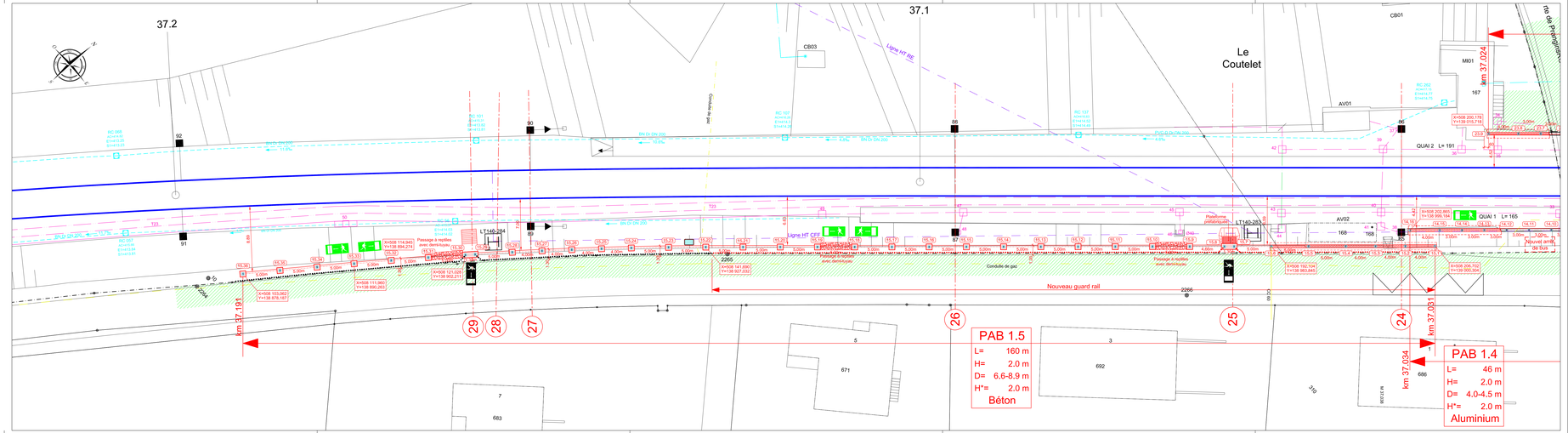
LEGENDE

- Axes des voies
- Limites de propriété CFF
- Désignation de la mesure avec
  - Longeur de la paroi (L)
  - Hauteur (H) de la paroi sur PDR respectivement su terrain
  - Distance à l'axe de la voie la plus proche (D)
  - Hauteur effective de la paroi sur le terrain (H*)
  - Matériau
- Fondation isolée
- Fondation micropieux
- N° paroi et montant
- Elément en béton à construire (mur,poutre...)
- Emprise temporaire
- Emprise définitive
- Ecriteaux vert-blanc le long des parois tous les 50m
- Ecriteaux noir-blanc au-dessus des portes de sortie de secours

CONDUITES ET CANALISATIONS EXISTANTES

- Eaux claires / drainages
- Eaux usées
- Eaux potable
- Electricité
- Télécommunications
- Ligne auxiliaire (ligne aérienne)
- Gaz

- Enlèvement et remise de la glissière de sécurité
- Nouvelle glissière de sécurité
- Miroir routier à déplacer



7.3

Canton de Vaud / Ligne Lausanne - Genève - Aéroport
ASSAINISSEMENT DU BRUIT

Commune de Prangins (km 34.886 - 37.702)

PAB 1.5
km 37.031 - km 37.191

PROFIL EN LONG

13.007-04 | **7.3**

Dessiné	M.I.	29.07.2016
Contrôlé	M.P.	.....
Visé	G.R.	.....
Echelle	1:200/50 /1:5	
Format	135 x 40	

PLANS CONFORMES À L'EXÉCUTION

Indice	Date	Dessiné	Contrôlé	Modifications
a				
b				
c				
d				
e				

Project Partners Ltd
Consulting Engineers
Home page www.ppeng.ch
CH-6916 GRANCIA-LUGANO - Via al Molino 55
Tel. +41 (0)91 993 05 33
Fax +41 (0)91 993 00 06
E-mail lugano@ppeng.ch

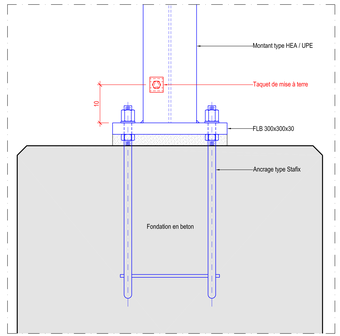
CFF SA
Projets Région Ouest
Av. de la Gare 43
1001 Lausanne
SBB CFF FFS

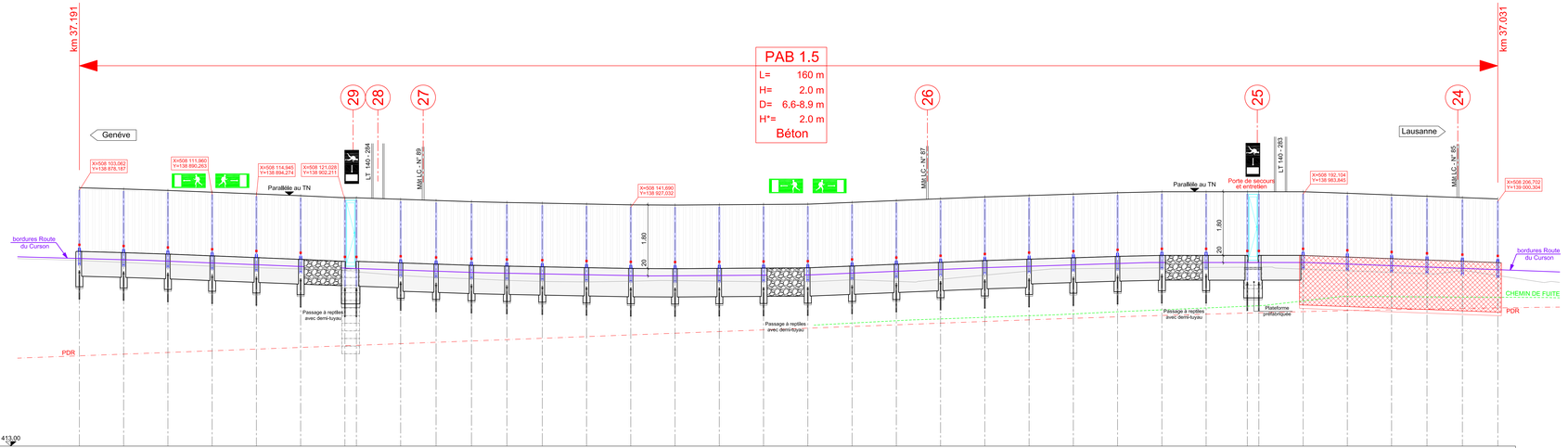
Tous les droits sur ce document appartiennent à la CFF SA

LEGENDE

- Niveau du PDR
- Niveau de chemin de fuite
- Niveau du terrain projeté côté riverains
- Niveau du terrain naturel existant
- Eléments absorbants en béton
- Eléments absorbants en aluminium
- Eléments préfabriqués en béton (longrines)
- Eléments préfabriqués en béton (eléments de soubassements)
- Construction en béton (mur, poutre,...)
- Taquet de mise à terre

DETAIL DE MISE A TERRE
1:5





413.00

N° du montant	(15.36)	(15.35)	(15.34)	(15.33)	(15.32)	(15.31)	(15.30)	(15.29)	(15.28)	(15.27)	(15.26)	(15.25)	(15.24)	(15.23)	(15.22)	(15.21)	(15.20)	(15.19)	(15.18)	(15.17)	(15.16)	(15.15)	(15.14)	(15.13)	(15.12)	(15.11)	(15.10)	(15.9)	(15.8)	(15.7)	(15.6)	(15.5)	(15.4)	(15.3)	(15.2)	(15.1)
Distance entre fondation	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	1.30	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.66	1.30	5.00	5.00	5.00	4.00	4.00	4.00	
Niveau fini sur fondation	399.30	399.30	399.30	401.30	401.30	401.30	401.30	401.30	401.30	401.30	401.30	401.30	401.30	401.30	401.30	401.30	401.30	401.30	401.30	401.30	401.30	401.30	401.30	401.30	401.30	401.30	401.30	401.30	401.30	401.30	399.30	399.30	399.30	399.30	399.30	399.30
Niveau sur béton maigre	398.97	398.97	398.97	400.97	400.97	400.97	400.97	400.97	400.97	400.97	400.97	400.97	400.97	400.97	400.97	400.97	400.97	400.97	400.97	400.97	400.97	400.97	400.97	400.97	400.97	400.97	400.97	400.97	400.97	400.97	398.97	398.97	398.97	398.97	398.97	398.97
Type de fondation	S/ RAF	S/ RAF	S/ RAF	S/ RAF	S/ RAF	S/ RAF	S/ Pieux	S/ RAF	S/ RAF	S/ RAF	S/ RAF	S/ RAF	S/ RAF	S/ RAF	S/ RAF	S/ RAF	S/ RAF	S/ RAF	S/ RAF	S/ RAF	S/ RAF	S/ RAF	S/ RAF	S/ RAF	S/ RAF	S/ RAF	S/ RAF	S/ RAF	S/ Pieux	Semelle du mur						
Longeur de micropieux (m)	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0							
Type de longrine	L5007	L5007	L5007	L5007	L5007	Gabions	-	L5007	L4008	L4008	L4008	L4008	L5008	L5008	L5008	L5008	L5008	Gabions	L5008	L5008	L5008	L5008	L5008	L5007	L5007	L5007	Gabions	L4667	-	L5007	Mur Voir plan 13.007-04-10.15					
Type d'élément de soubassement	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
Type d'élément phonique	BE 518	BE 518	BE 518	BE 518	BE 518	BE 518	-	BE 518	BE 418	BE 418	BE 418	BE 418	BE 518	BE 518	BE 518	BE 518	BE 518	BE 518	BE 518	BE 518	BE 518	BE 518	BE 518	BE 518	BE 518	BE 518	BE 518	BE 518	-	BE 518	BE 518	BE 518	BE 418	BE 418	BE 418	
Type de montant (S235)	SIN 140	SIN 140	SIN 140	SIN 140	SIN 140	SIN 140	SIN 140	SIN 140	SIN 140	SIN 140	SIN 140	SIN 140	SIN 140	SIN 140	SIN 140	SIN 140	SIN 140	SIN 140	SIN 140	SIN 140	SIN 140	SIN 140	SIN 140	SIN 140	SIN 140	SIN 140	SIN 140	SIN 140	SIN 140	SIN 140	SIN 140	SIN 140	SIN 140	SIN 140	SIN 140	SIN 140
Hauteur de montant (mm)	5326	5326	5326	5326	5326	5326	5326	5326	5326	5326	5326	5326	5326	5326	5326	5326	5326	5326	5326	5326	5326	5326	5326	5326	5326	5326	5326	5326	5326	5326	5326	5326	5326	5326	5326	5326
Micropieux	Micropieux L = 6 m - forage diamètre 152 mm - barre Gewi DN 40 mm																																			

10.15

Canton de Vaud / Ligne Lausanne - Genève - Aéroport

ASSAINISSEMENT DU BRUIT

Commune de Prangins (km 34.886 - 37.702)

PAB 1.5

km 37.031 - km 37.191

Mur de soutènement - montant 15.1 à 15.6

Coffrage & Armature

13.007-04 | **10.15**

Dessiné	M.I.	29.07.2016
Contrôlé	M.P.	.....
Visé	G.R.	.....
Echelle	1:50 / 1:20	
Format	126 x 60	

PLANS CONFORMES À L'EXÉCUTION

Indice	Date	Dessiné	Contrôlé	Modifications
a				
b				
c				
d				
e				

Project Partners Ltd
Consulting Engineers
Home page www.ppeng.ch
CH-6916 GRANCIA-LUGANO - Via al Mollino 55
Tel. +41 (0)91 993 05 33
Fax +41 (0)91 993 00 08
E-mail lugano@ppeng.ch

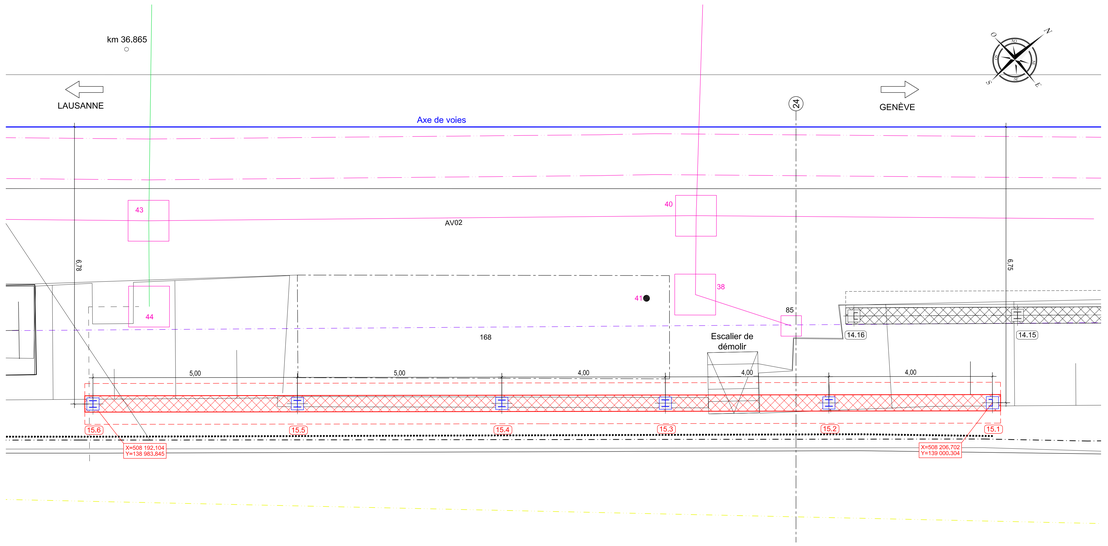
CFF SA
Projets Région Ouest

Av. de la Gare 43
1001 Lausanne

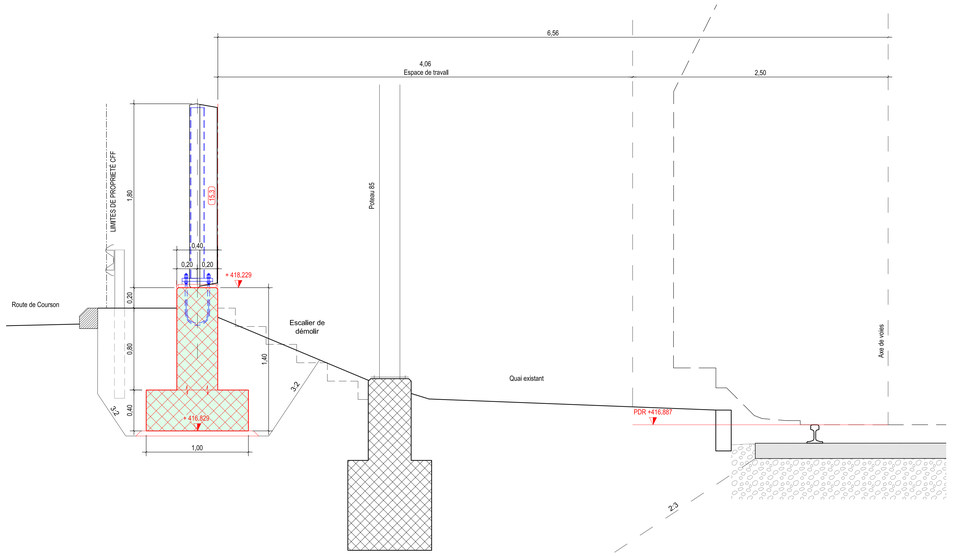
SBB CFF FFS

© Tous les droits sur ce document appartiennent à la CFF SA

SITUATION
1:50



COUPE 24
1:20



LEGENDE

- **BETON DE PROPRETE :** C 16/20, ép. min. 5 cm
- **BETON DES FONDATIONS :**
  - BETON TYPE BE 1: C 25/30, XC4, XD1, XF2, Dmax16, Cl 0.1, C3 (normal) Résistant à la RAG
  - BETON TYPE BE 2: C 30/37, XC4, XD3, XF2, Dmax16, Cl 0.1, C3 Résistant à la RAG et aux sels de déverglaçage
- **QUALITE DU BETON :** SIA 262 : 2003, SN EN 206-1:2002
- **TRAITEMENT DES SURFACES :** Taloché propre sans apport de mortier
- **COFFRAGES :** Fondations apparentes : type 2 Chanfreins 20 x 20 mm
- **ARMATURE :** B500 B selon registre SIA
- **ENROBAGE :** 50 mm

MICROPIEUX:

- Type SWISS-GEWI Ø 40 mm
- Plaque de tête 150x150 mm, ép. 10 mm
- Ecrou et contre-écrou
- Degré 2 de protection contre la corrosion
- Diamètre de forage=152 mm
- Corps à injection min. Ø 160 mm, max. Ø 200 mm
- Longueur du pieu:
  - Le = 4 m longueur libre
  - Ls = 3 à 8 m longueur de scellement

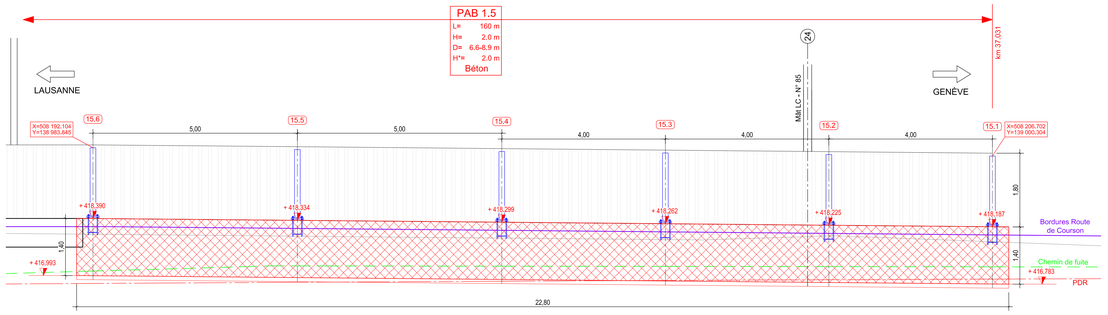
REMARQUES:

- Les armatures, goujons ou tout autre élément présentant un risque de blessure par exemple barres en attentes sans crochets, seront pourvues d'une protection adéquate approuvée par la SUVA.

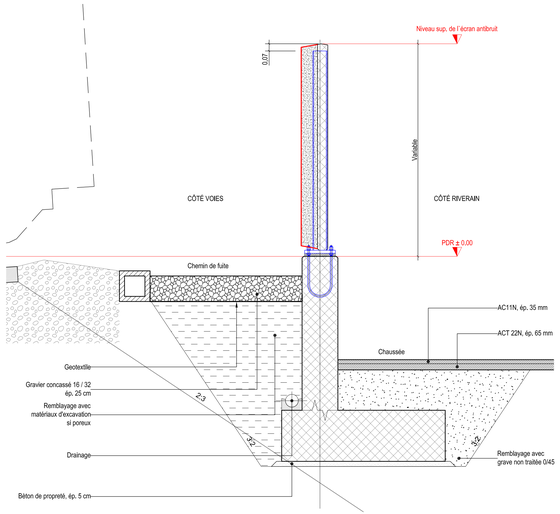
LISTES DE FERS:

- Mur de soutènement: Liste LF 10.15

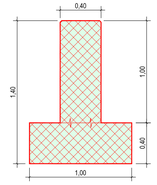
PROFIL EN LONG
1:50



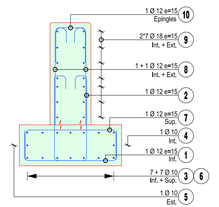
PROFIL TYPE
1:20



COUPE TYPE - 1:20
COFFRAGE



COUPE TYPE - 1:20
PRINCIPE D'ARMATURE



8.6

Canton de Vaud / Ligne Lausanne - Genève - Aéroport

ASSAINISSEMENT DU BRUIT

Commune de Prangins (km 34.886 - 37.702)

PAB 1.5

km 37.031 - km 37.191

Profil en travers 24 à 29

13.007-04		8.6
Dessiné	M.I.	29.07.2016
Contrôlé	M.P.	.....
Visé	G.R.	.....
Echelle	1:50	
Format	105 x 60	
PLANS CONFORMES À L'EXÉCUTION		

Indice	Date	Dessiné	Contrôlé	Modifications
a				
b				
c				
d				
e				

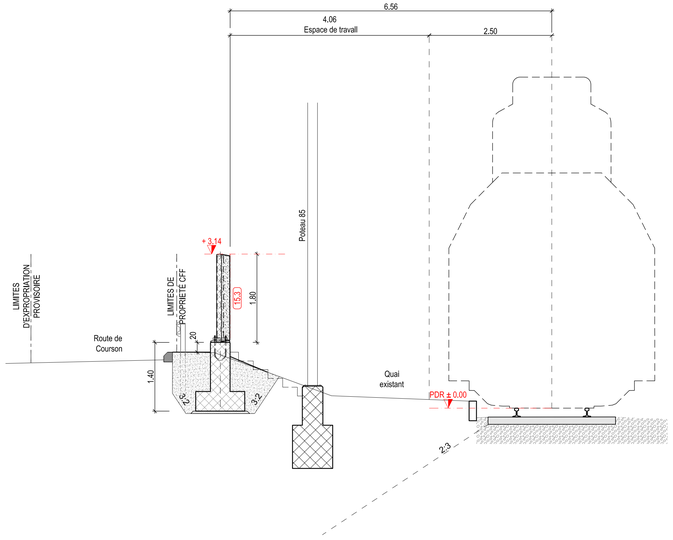
Project Partners Ltd
Consulting Engineers
Home page www.ppeng.ch
CH-6916 GRANCIA-LUGANO - Via al Molino 55
Tel. +41 (0)91 993 05 33
Fax +41 (0)91 993 00 08
E-mail lugano@ppeng.ch

CFF SA
Projets Réglon Ouest
Av. de la Gare 43
1001 Lausanne
SBB CFF FFS

Tous les droits sur ce document appartiennent à la CFF SA

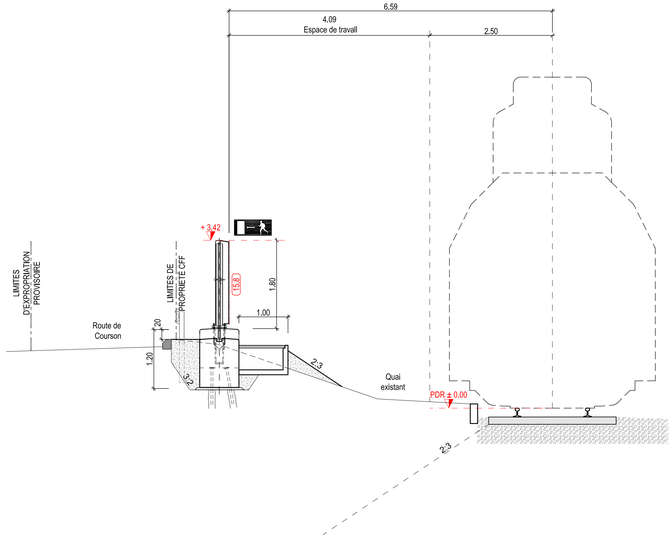
PROFIL 24

PAB 1.5



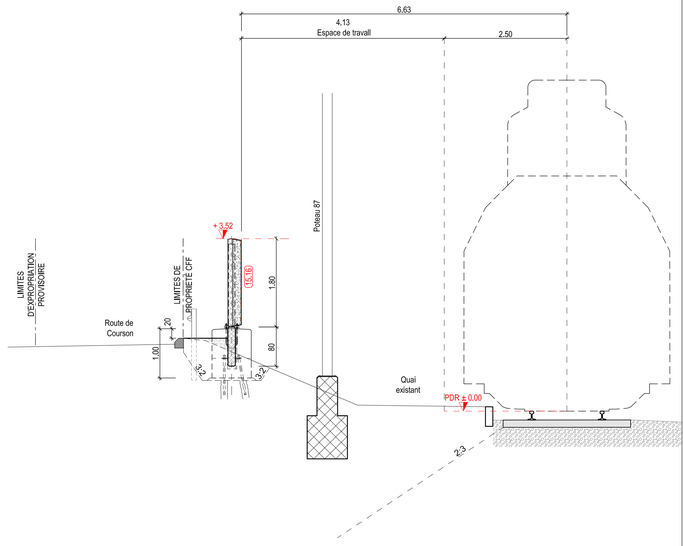
PROFIL 25

PAB 1.5



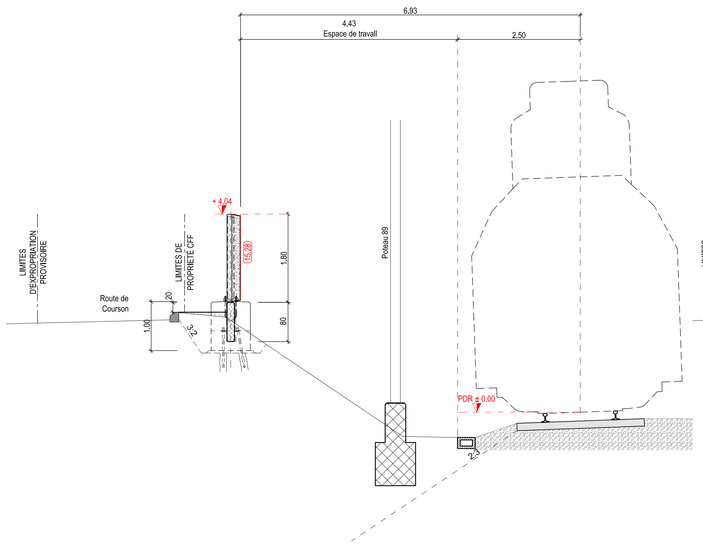
PROFIL 26

PAB 1.5



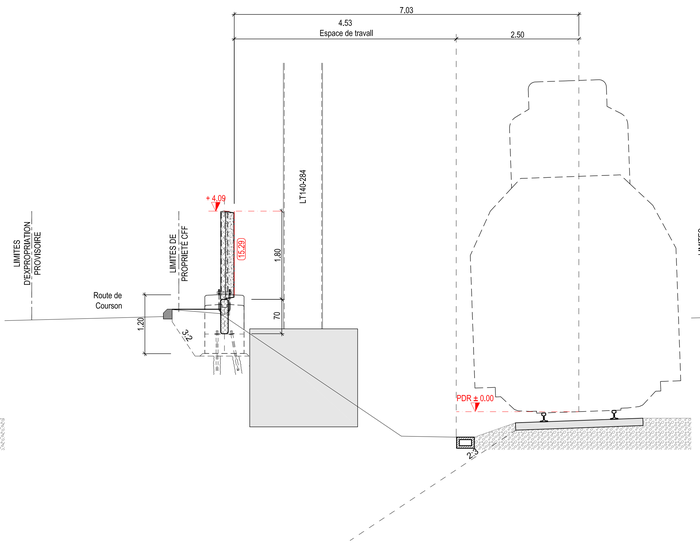
PROFIL 27

PAB 1.5



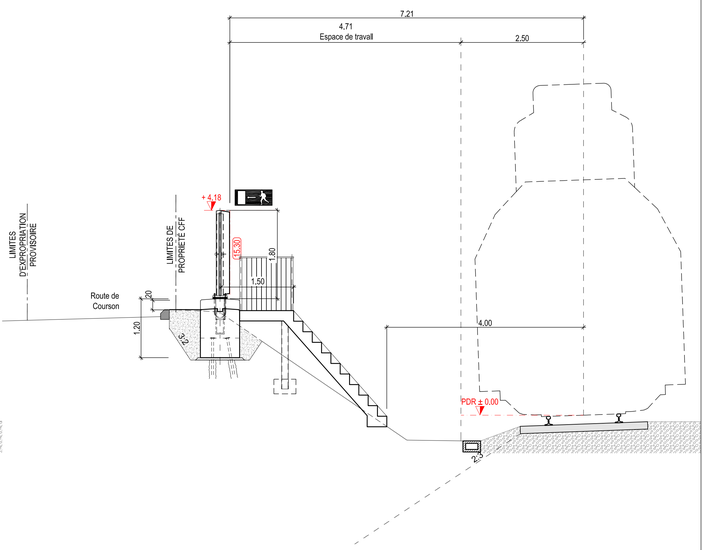
PROFIL 28

PAB 1.5



PROFIL 29

PAB 1.5



9.4

Canton de Vaud / Ligne Lausanne - Genève - Aéroport

ASSAINISSEMENT DU BRUIT

Commune de Prangins (km 34.886 - 37.702)

PROFIL TYPE 4

Elément phonique en béton sans élément de soubassement

13.007-04 | **9.4**

Dessiné	G.R.D.	29.07.2016
Contrôlé	M.P.	.....
Visé	G.R.	.....
Echelle	1:20 / 1:10	
Format	84 x 60	

PLANS CONFORMES À L'EXÉCUTION

Indice	Date	Dessiné	Contrôlé	Modifications
a				
b				
c				
d				
e				

Project Partners Ltd
Consulting Engineers
Home page www.ppeng.ch
CH-6916 GRANCIA-LUGANO - Via al Molino 55
Tel. +41 (0)91 993 05 33
Fax +41 (0)91 993 00 08
E-mail lugano@ppeng.ch

CFF SA
Projets Région Ouest
Av. de la Gare 43
1001 Lausanne
SBB CFF FFS

○ Tous les droits sur ce document appartiennent à la CFF SA

LEGENDE

MONTANTS METALLIQUES

- Profilé métallique HEA 140 et UPE 140
- Profilé métallique HEA 160 et UPE 160

NUANCES ET QUALITES DES ACIERS

- Montant avec plaque de base soudée: S235JRG2
- Plaque de base correspondante: S235JO et S355J2

SOUDURES

- Cordons d'angle correspondant à la classe de qualité B (SIA 263)
  minimum 10% des plaques de base soudées: contrôle par ressuage
  minimum 10% des cordons de soudure: contrôle aux ultrasons

TRAITEMENTS DES SURFACES

- Systéme de revêtement duplex
- Zinguage à chaud ép. min. 100 µ
  (traitement des arêtes et cordons de soudure achevés)
- Enduits:
  Couche de fond: 2K-phosphate de zinc-EP (emplacements défectueux)
  Couche intermédiaire: 2K-EP au fer micacé ép. min 80 µ,couleur DB 701 gris
  Couche de finition: 2K-PUR-oxyde de fer, ép. min 80 µ,couleur NCS 6000 gris antracite

ELEMENTS D'ECRAN ANTIBRUIT EN BETON

BETON PORTEUR

Type BE1: -Béton de construction CFF 1 (NPK D)
-Béton conforme aux caractéristiques selon la norme SN EN 206-1
-C25/30, XC4, XD1, XF2, Dmax16, Cl 0.10, C3, résistant à la RAG

Enrobage: - 40 mm

Type BE2: -Béton de construction CFF 2 (NPK F) (en présence de sels de déverglaçage)
-Béton conforme aux caractéristiques selon la norme SN EN 206-1
-C30/37, XC4, XD3, XF2, Dmax16, Cl 0.10, C3, résistant à la RAG

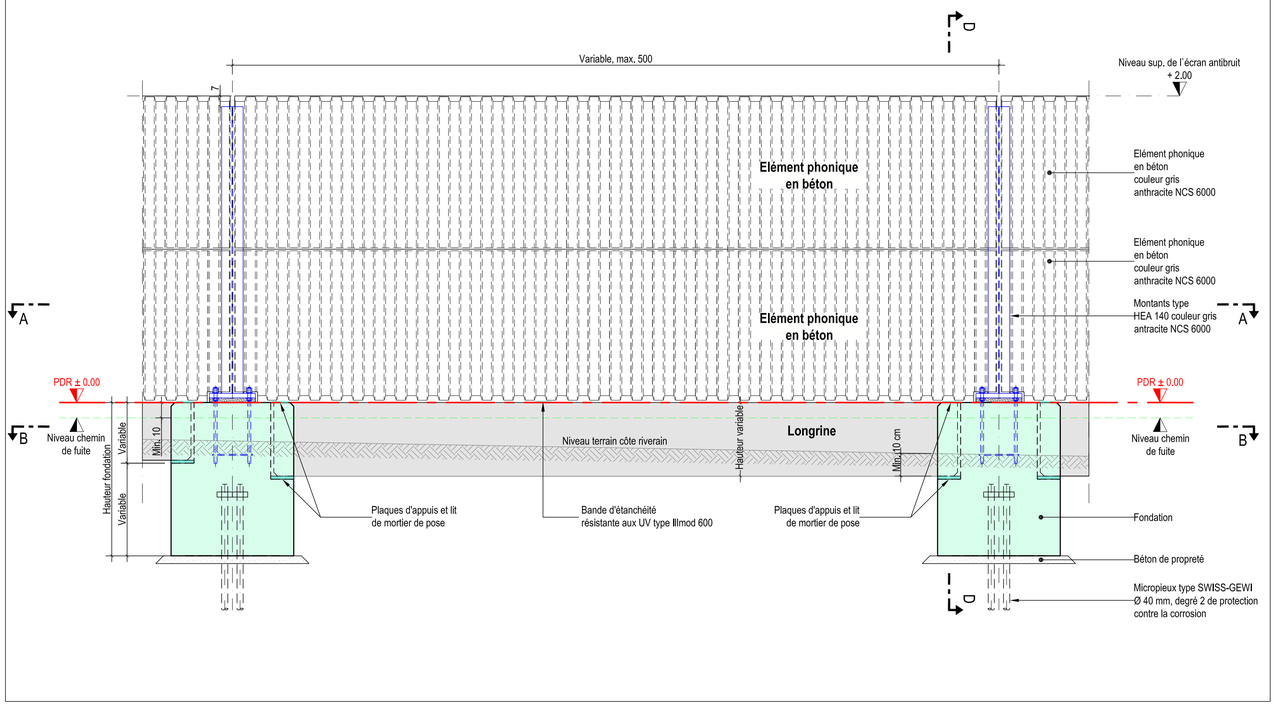
Enrobage: - 55 mm

Surface: - Fondations, longrines: Gris béton
- Eléments phoniques, soubassement: Gris antracite NCS 6000, teinté dans la masse
Côte riverains, brossage grossier vertical

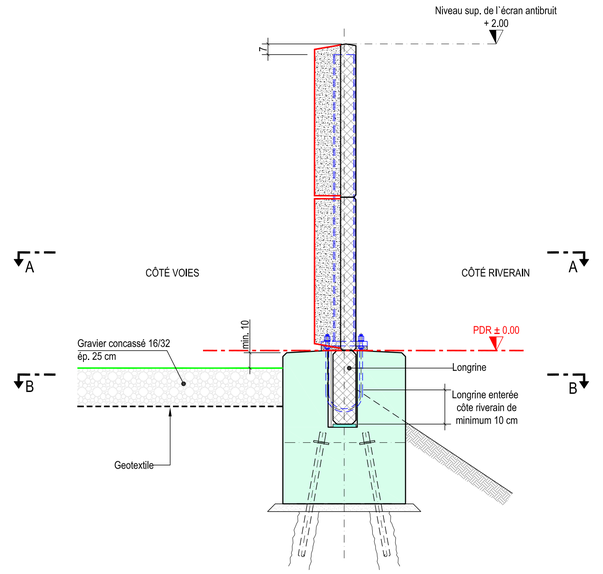
BETON ABSORBANT

Type: - Béton LAVA, béton LECA
Enrobage: - 40 mm
Surface: - Côte voies, nervures verticales couvrant les ailes des montants
Couleur: - Gris antracite NCS 6000,téinte dans la masse
Fixation: - Boulons de fixation en acier inoxydable de qualité A2 avec protection en matiére synthétique résistant aux intempéries et UV, et couvrant intégralement la tête du boulon
Incorporés: - Ancrage à tête sphérique, douille filetée de qualité A2.
Après montage, les douilles doivent être remplies de graisse et obturées à l'aide d'un bouchon plastique.
Joints horizontaux:
- Bande d'étanchéité en mousse PU expansive, imprégnée et résistance aux UV, largeur min. 20 mm, ép. 20/4 mm, bon comportement garanti durant 10 ans, avec 2 plaques d'appui 60 x 40 mm résistantes aux UV, ayant une résistance suffisante à la pression,ép min. 5 mm, collées sur le support (matériau: PE ou néoprène).
Joints verticaux:
- Bande d'étanchéité en mousse PU expansive, imprégnée et résistance aux UV, largeur min. 20 mm, ép. 15/3 mm, bon comportement garanti durant 10 ans, avec 2 plaques d'appui 60 x 40 mm résistantes aux UV, ayant une résistance suffisante à la pression, ép min. 3 mm, collées sur les ailes des montants avant le montage (matériau: PE ou néoprène).

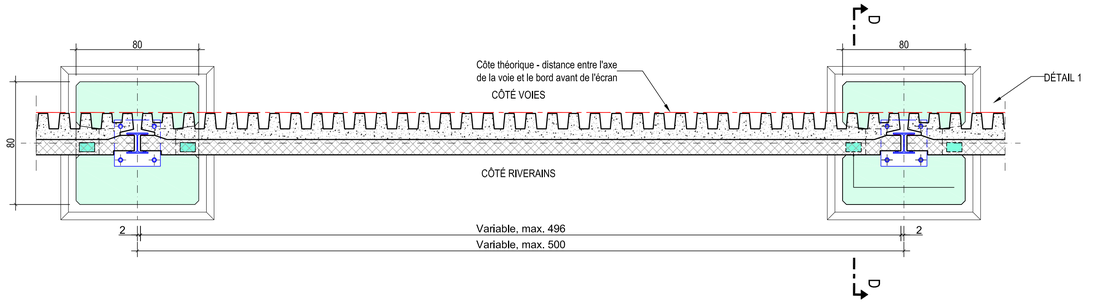
ELÉVATION - 1:20



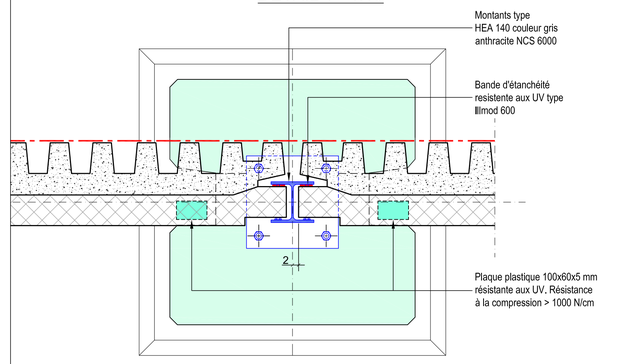
COUPE D-D - 1:20



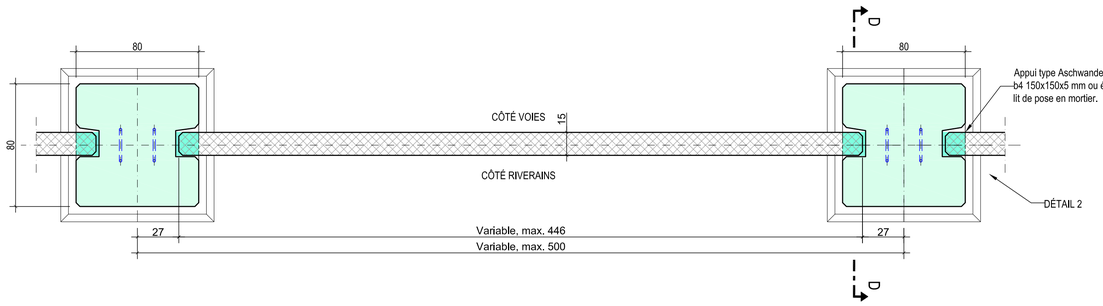
COUPE A-A - 1:20



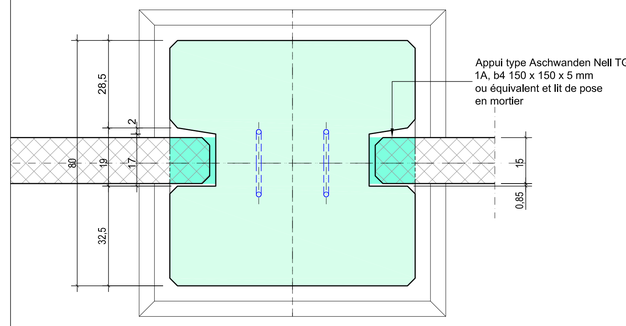
DÉTAIL 1 - 1:10



COUPE B-B - 1:20



DÉTAIL 2 - 1:10



9.5

Canton de Vaud / Ligne Lausanne - Genève - Aéroport

ASSAINISSEMENT DU BRUIT

Commune de Prangins (km 34.886 - 37.702)

PROFIL EN TRAVERS TYPES

13.007-04 | **9.5**

Dessiné	G.R.D.	29.07.2016
Contrôlé	M.P.	.....
Visé	G.R.	.....
Echelle	1:20	
Format	105 x 60	

PLANS CONFORMES À L'EXÉCUTION

Indice	Date	Dessiné	Contrôlé	Modifications
a				
b				
c				
d				
e				

Project Partners Ltd
Consulting Engineers
Home page www.ppeng.ch
CH-6916 GRANCIA-LUGANO - Via al Molino 55
Tel. +41 (0)91 993 05 33
Fax +41 (0)91 993 00 08
E-mail lugano@ppeng.ch

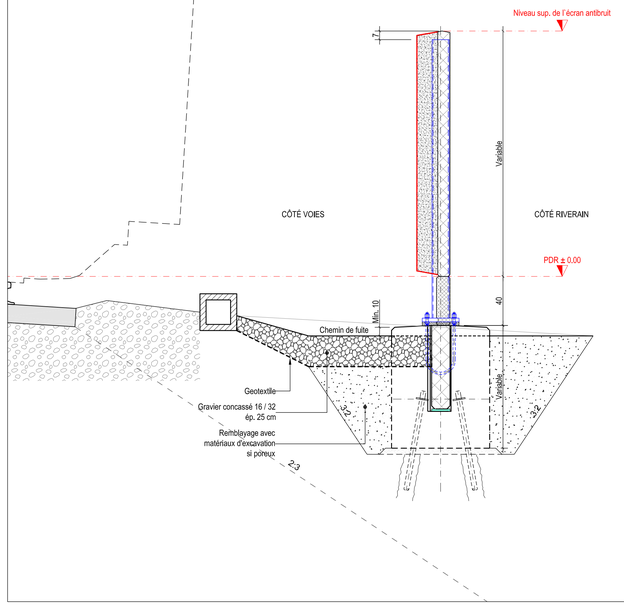
CFF SA
Projets Réglon Ouest

Av. de la Gare 43
1001 Lausanne

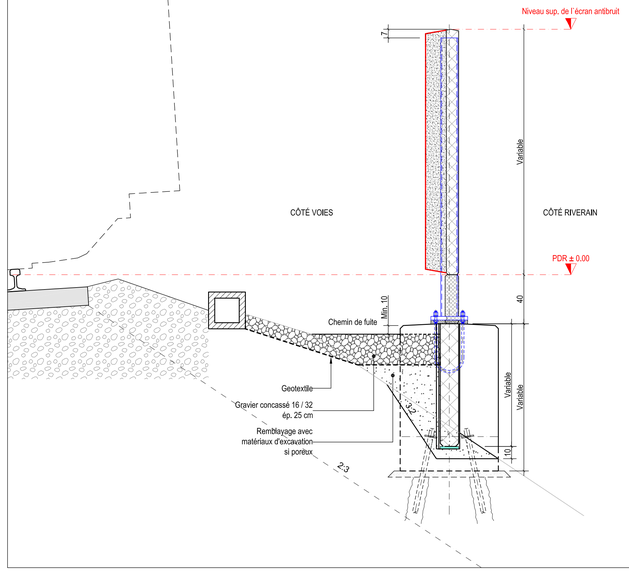
SBB CFF FFS

© Tous les droits sur ce document appartiennent à la CFF SA

FONDATIONS MICROPIEUX A PLAT

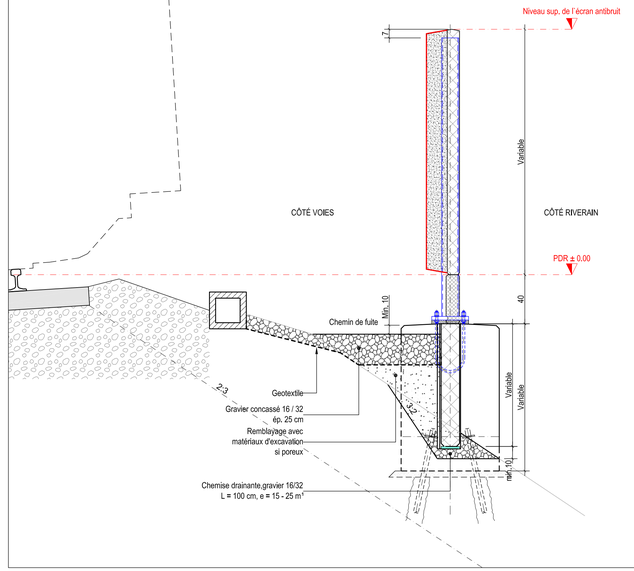


FONDATIONS MICROPIEUX DANS TALUS EN REMBLAI



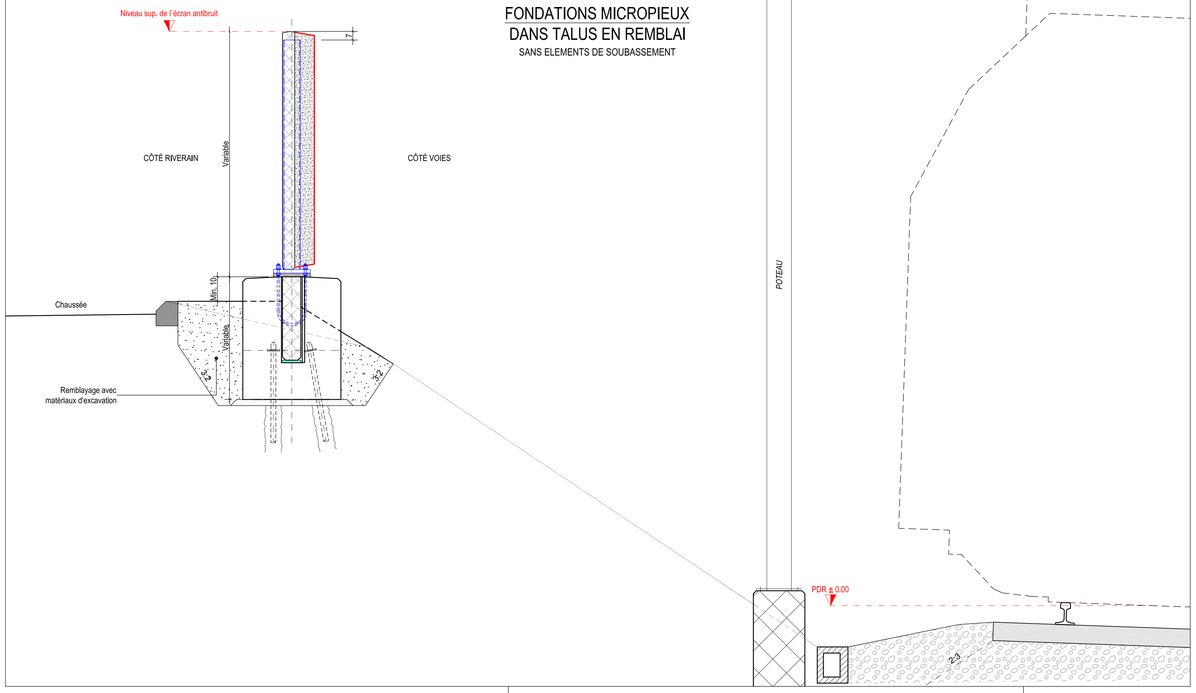
FONDATIONS MICROPIEUX DAN TALUS EN REMBLAI

AVEC CHEMISE DRAINANTE

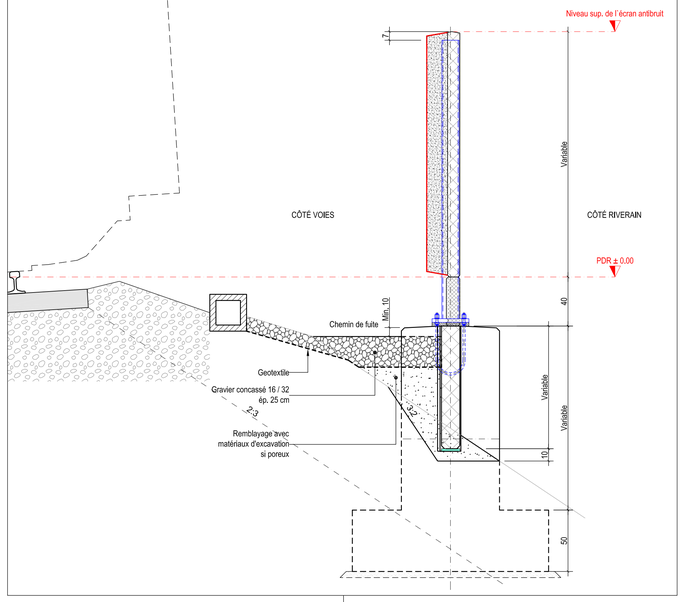


FONDATIONS MICROPIEUX DANS TALUS EN REMBLAI

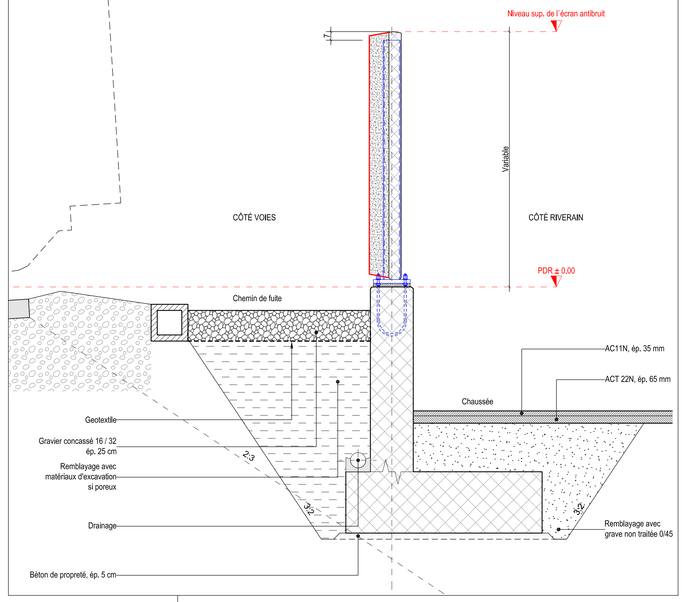
SANS ELEMENTS DE SOUBASSEMENT



FONDATION ISOLÉE



MURS DE SOUTENEMENT

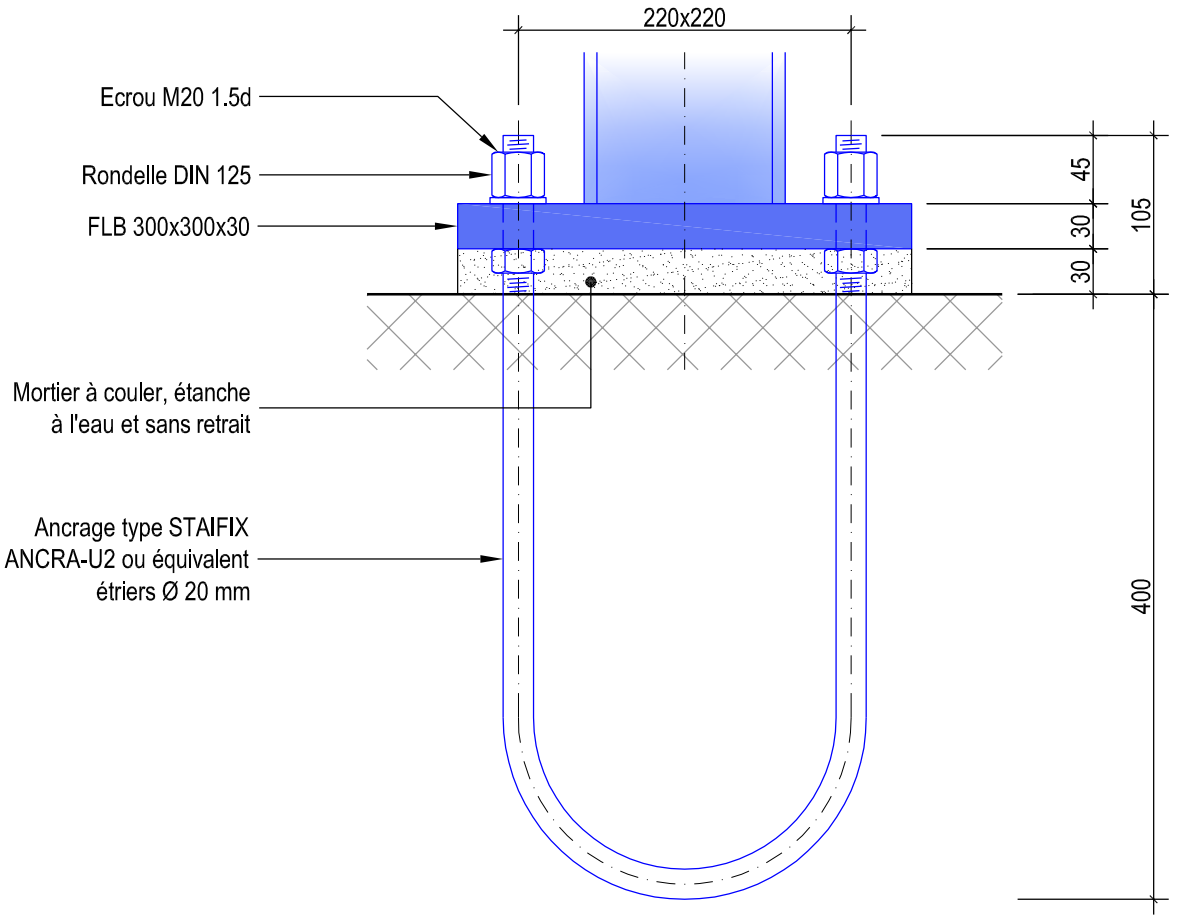


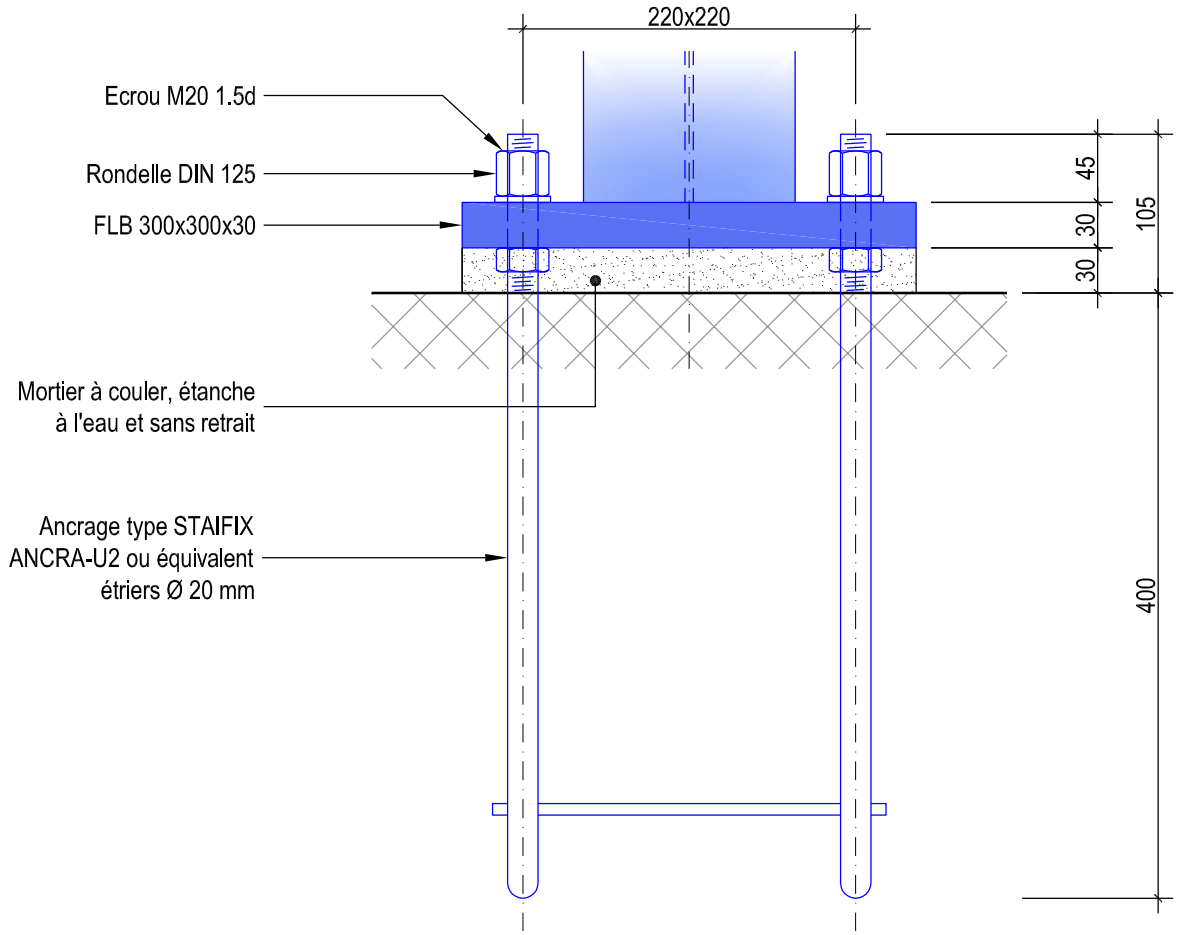
Ecrans antibruit Prangins

1.11.1

Ancrage type STAIFIX H = 400 mm

Echelle: 1:5



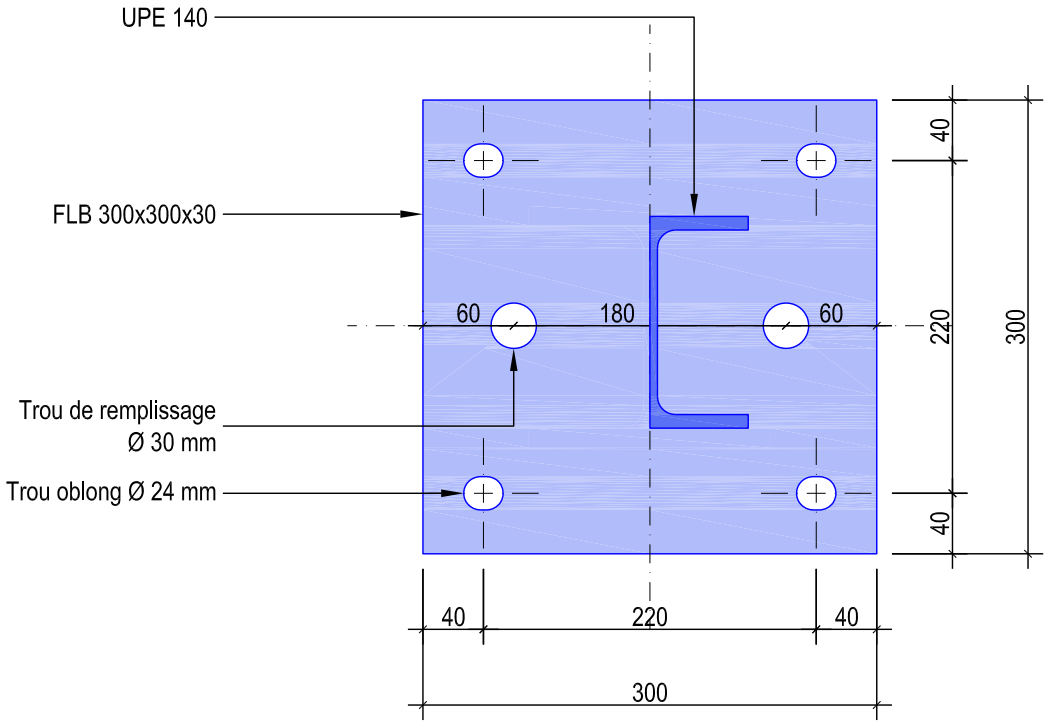


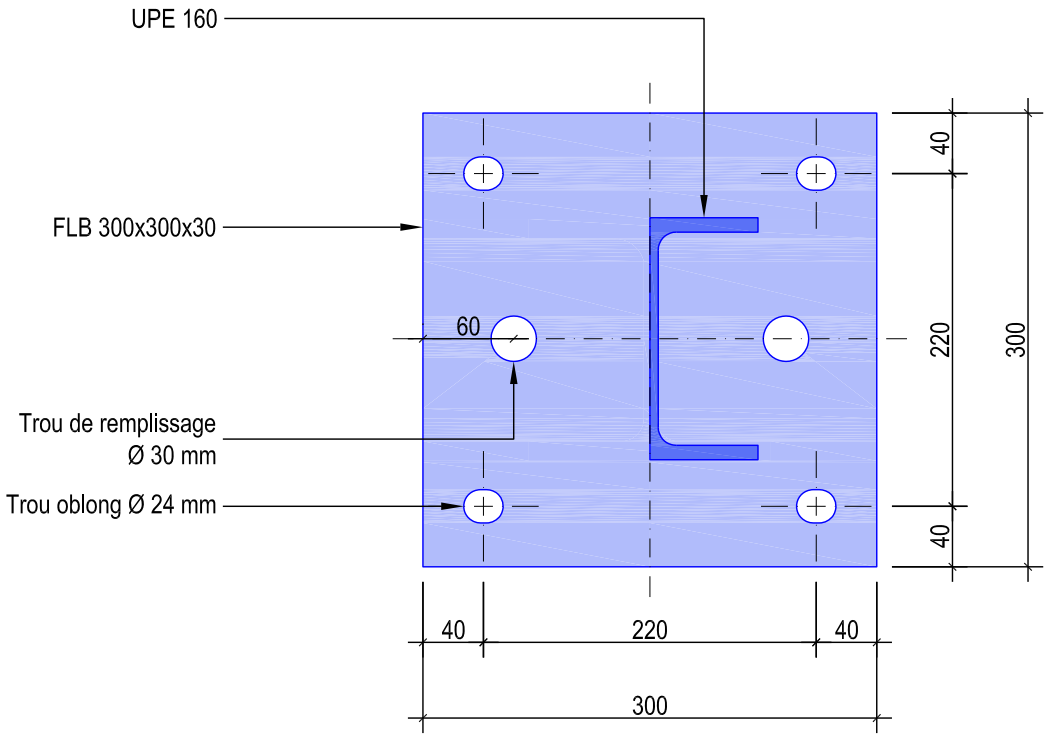
Ecrans antibruit Prangins

1.13

Plaque FLB avec montant type UPE

Echelle: 1:5



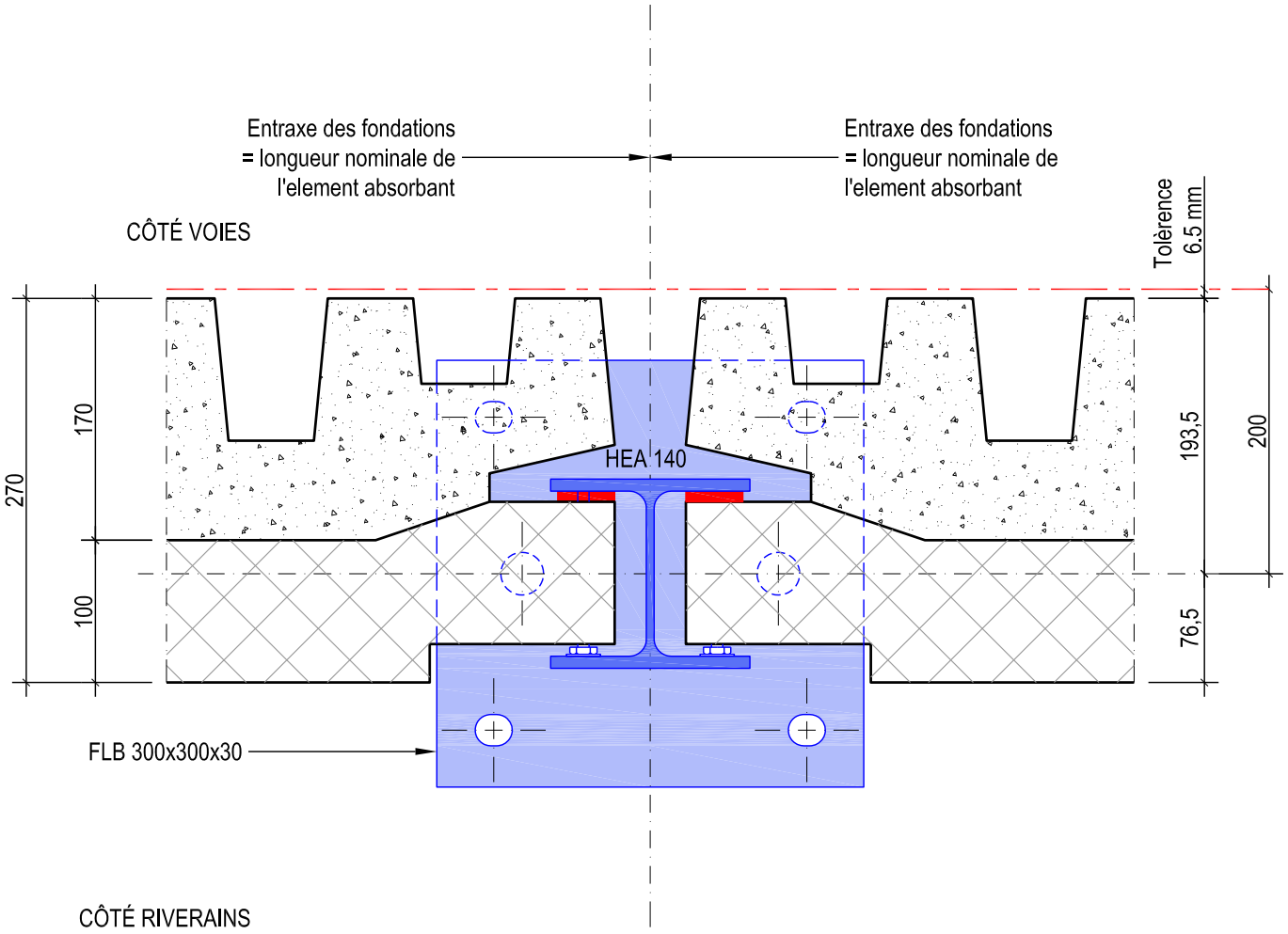


Ecrans antibruit Prangins

2.12

Montant type HEA 140 avec écran simple

Echelle: 1:5

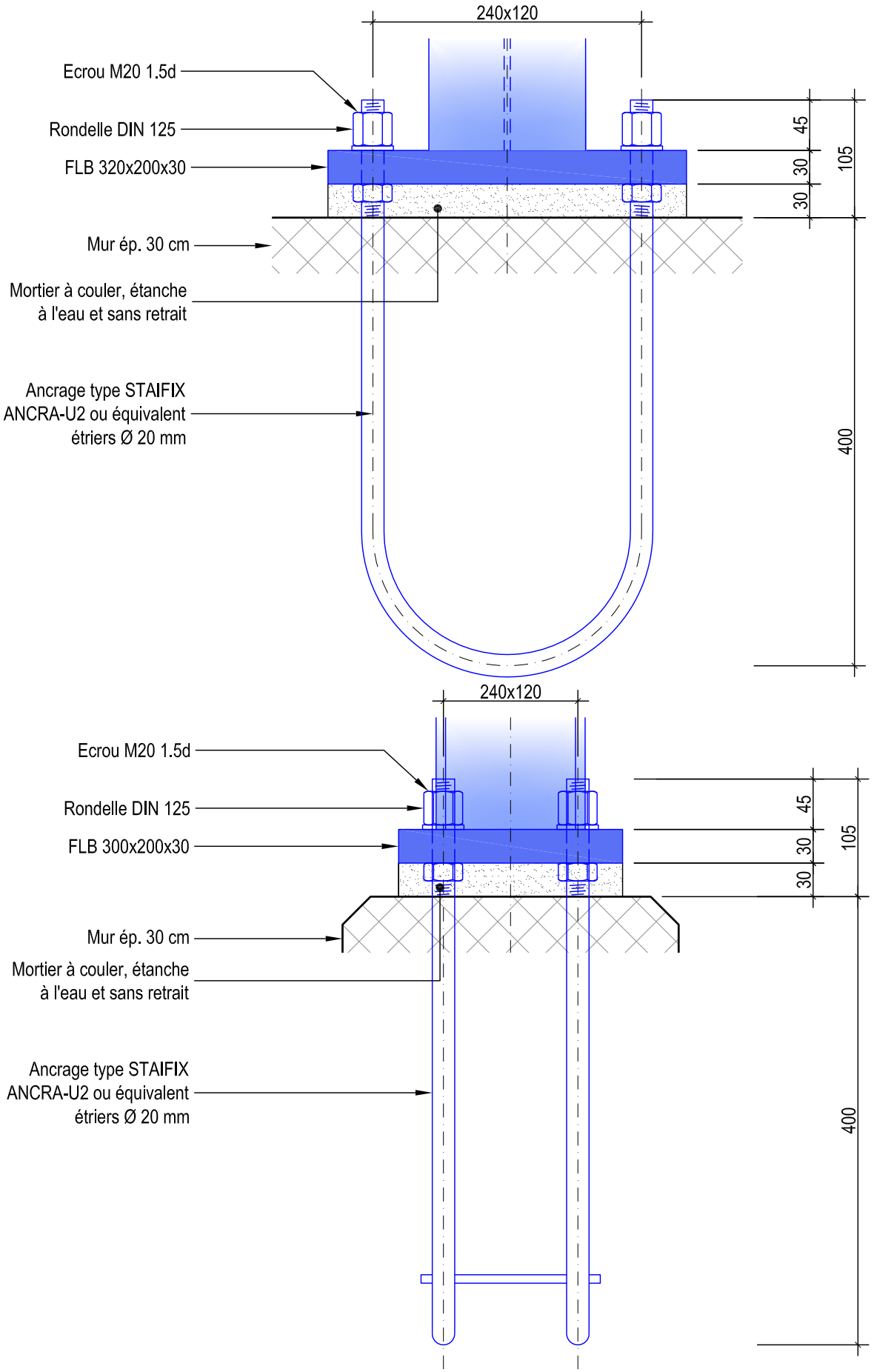


Ecrans antibruit Prangins

1.11.4

Ancrage type STAIFIX pour mur ép. 30 cm

Echelle: 1:5



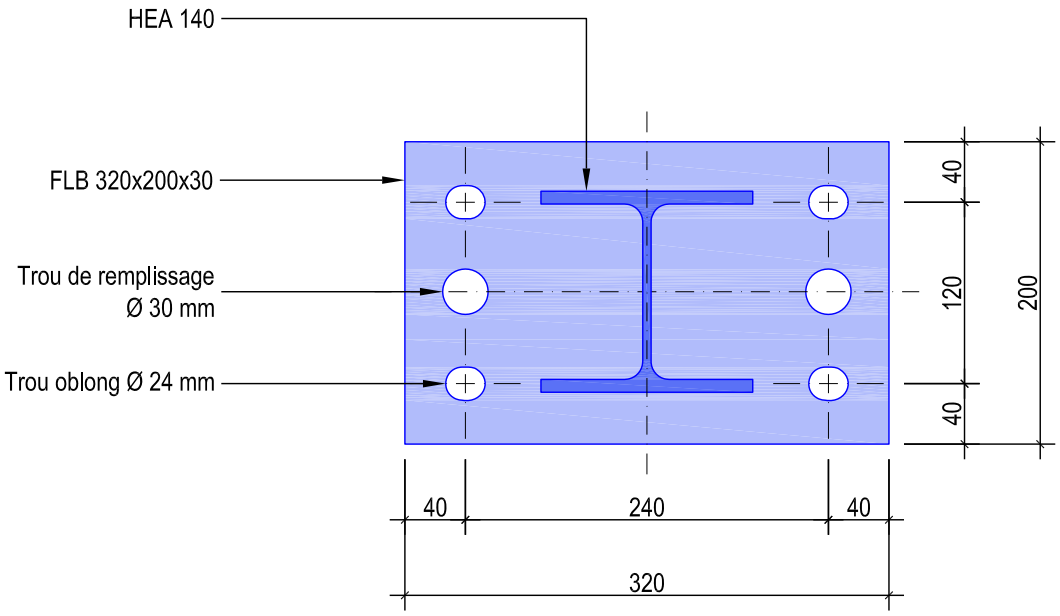
Ecrans antibruit Prangins

1.18

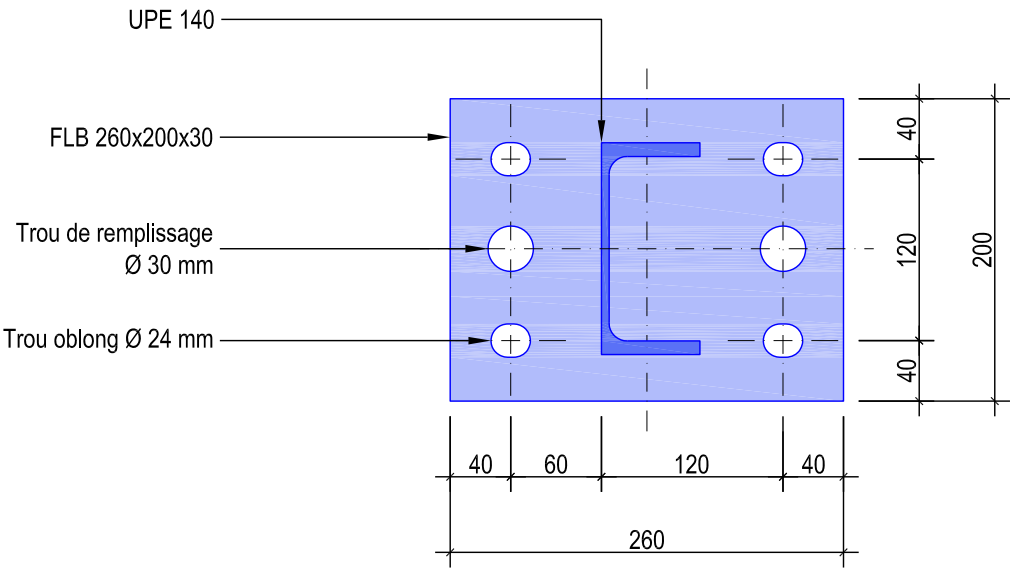
Plaque FLB pour mur ép. 30 cm

Echelle: 1:5

Plaque FLB avec montant HEA



Plaque FLB avec montant UPE



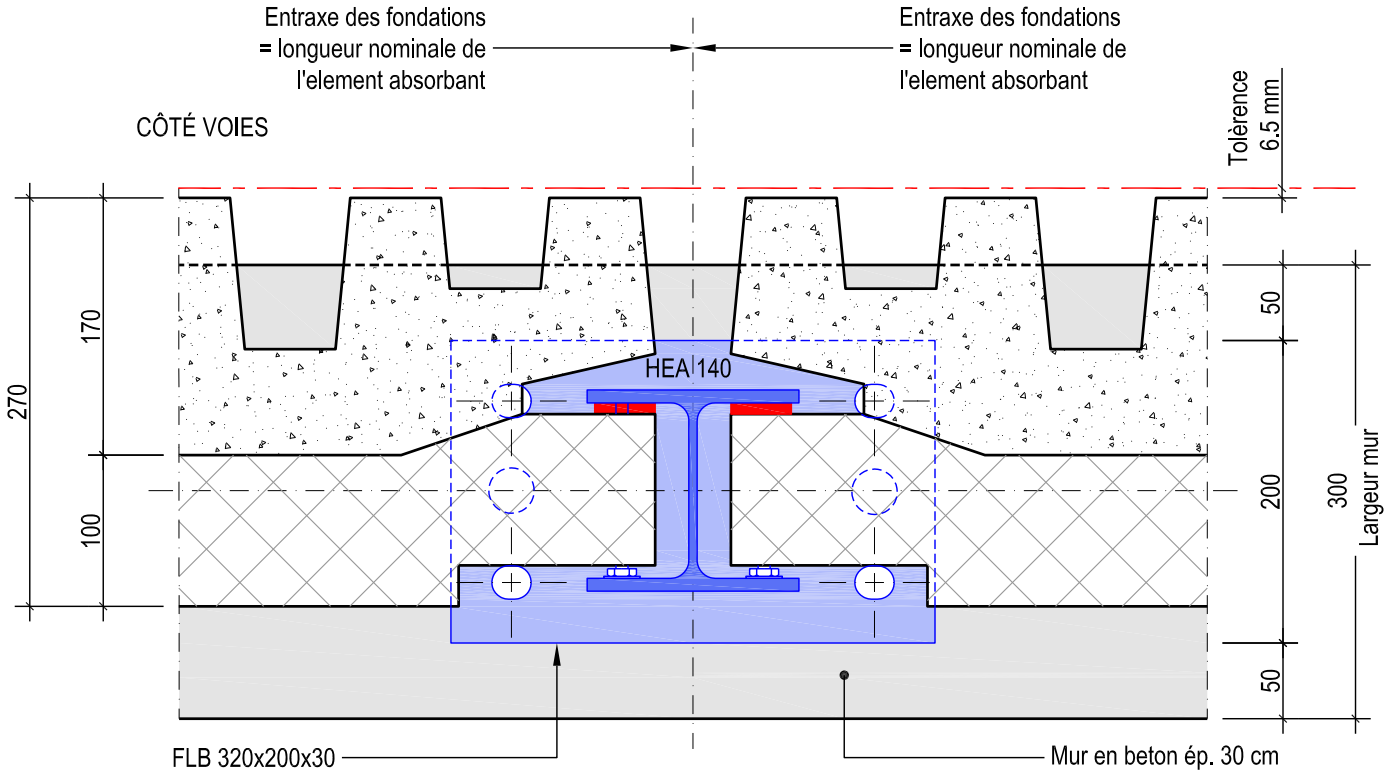
Ecrans antibruit Prangins

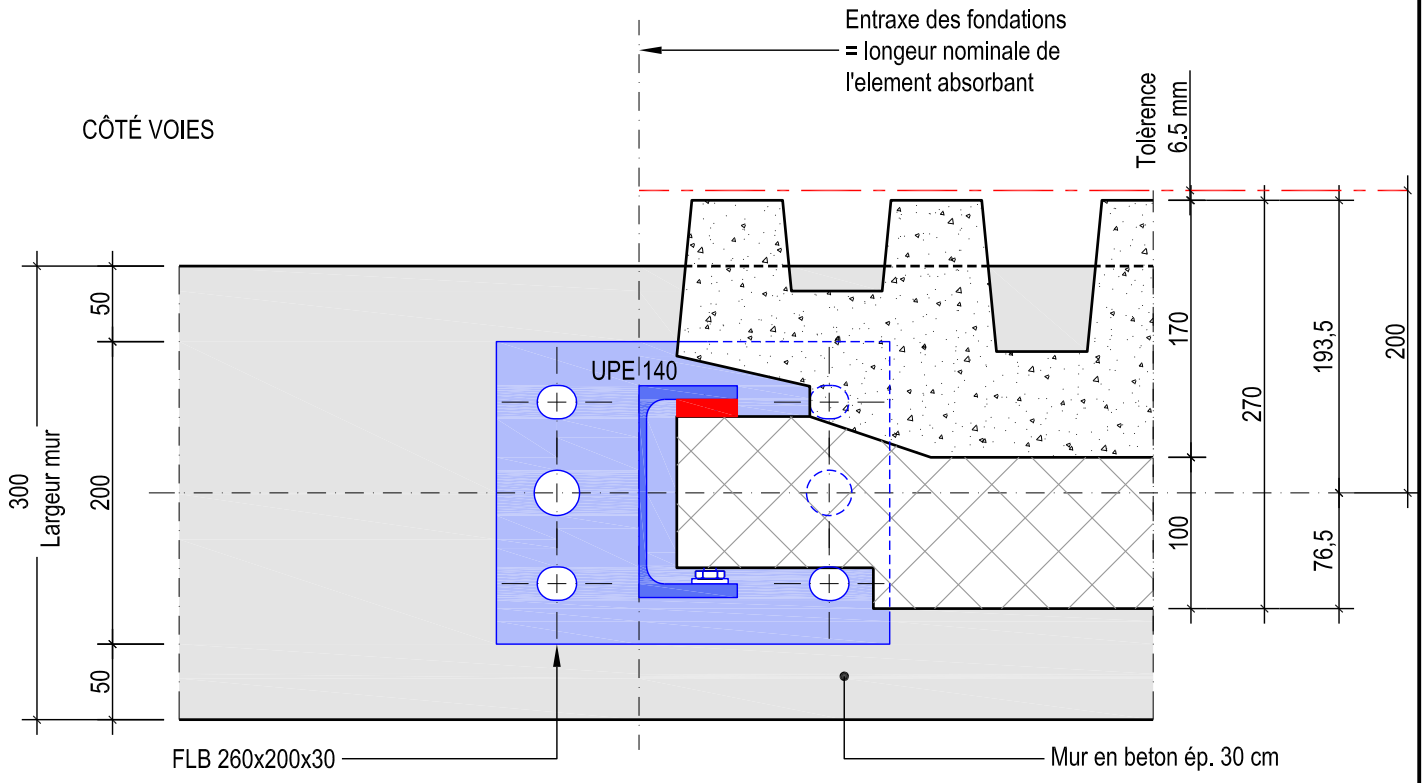
2.13

Montant type HEA et UPE 140 pour mur ép. 30 cm

Echelle: 1:5

Déviation maximale du tracé droit = angle de ± 7°





10.4

Canton de Vaud / Ligne Lausanne - Genève - Aéroport

ASSAINISSEMENT DU BRUIT

Commune de Prangins (km 34.886 - 37.702)

FONDATION MICROPIEUX

SECTION 80/80 cm

Coffrage & Armature

13.007-04 | **10.4**

Dessiné	M.I.	29.07.2016
Contrôlé	M.M.L.	.....
Visé	G.R.	.....
Echelle	1:10	
Format	84 x 60	

PLANS CONFORMES À L'EXÉCUTION

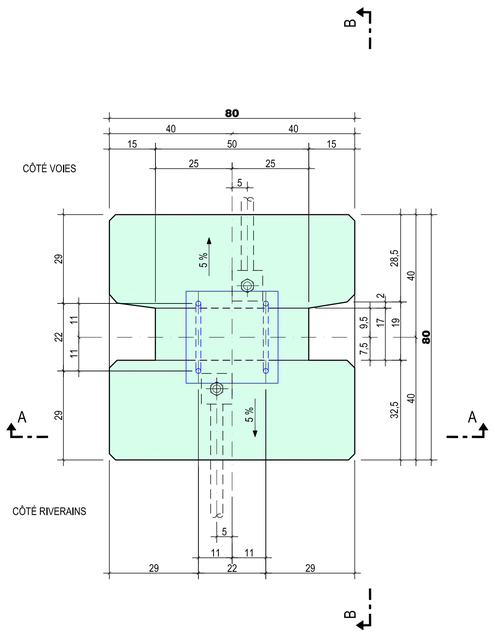
Indice	Date	Dessiné	Contrôlé	Modifications
a				
b				
c				
d				
e				
f				

Project Partners Ltd
Consulting Engineers
Home page www.ppeng.ch
CH-6916 GRANCIA-LUGANO - Via al Molino 55
Tel. +41 (0)91 993 05 33
Fax +41 (0)91 993 00 08
E-mail lugano@ppeng.ch

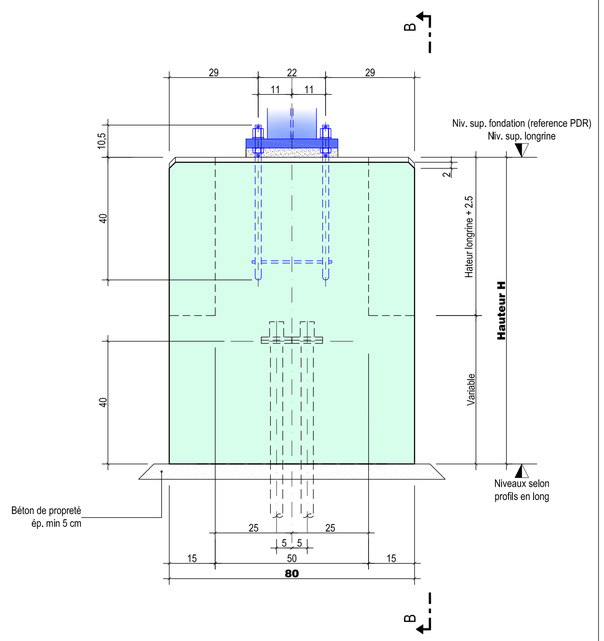
CFF SA
Projets Région Ouest
Av. de la Gare 43
1001 Lausanne
SBB CFF FFS

○ Tous les droits sur ce document appartiennent à la CFF SA

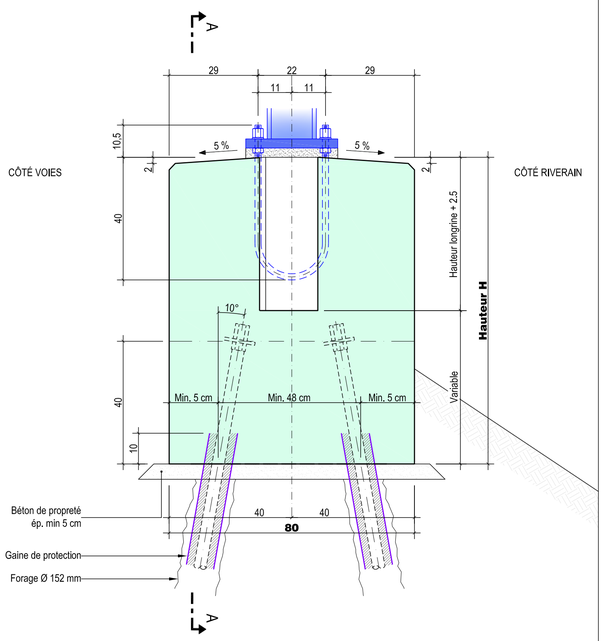
VUE EN PLAN - 1:10



COUPE A-A - 1:10



COUPE B-B - 1:10



La gaine plastique des pieux doit pénétrer dans la fondation en béton d'au moins 10 cm. La partie métallique des micropieux ne doit pas toucher l'armature de la fondation.

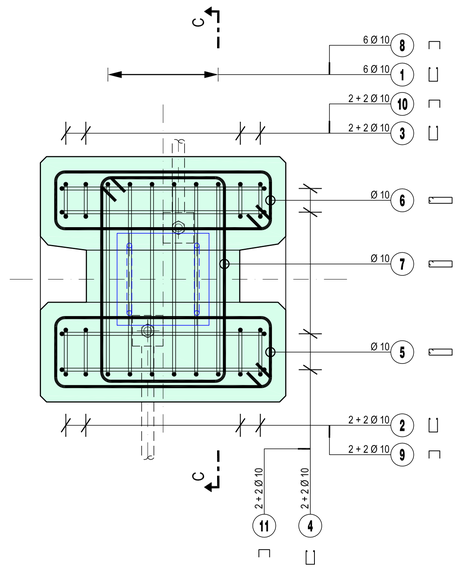
LEGENDE

- **BETON DE PROPRETE :** C 16/20, èp. min. 5 cm
- **BETON DES FONDATIONS :**
  - BETON TYPE BE 1: C 25/30, XC4, XD1, XF2, Dmax16, Cl 0.1, C3 (normal) Résistant à la RAG
  - BETON TYPE BE 2: C 30/37, XC4, XD3, XF2, Dmax16, Cl 0.1, C3 Résistant à la RAG et aux sels de déverglaçage
- **QUALITE DU BETON :** SIA 262 : 2003, SN EN 206-1:2002
- **TRAITEMENT DES SURFACES :** Taloché propre sans apport de mortier
- **COFFRAGES :** Fondations apparentes : type 2 Chanfreins 20 x 20 mm
- **ARMATURE :** B500 B selon registre SIA
- **ENROBAGE :** 50 mm

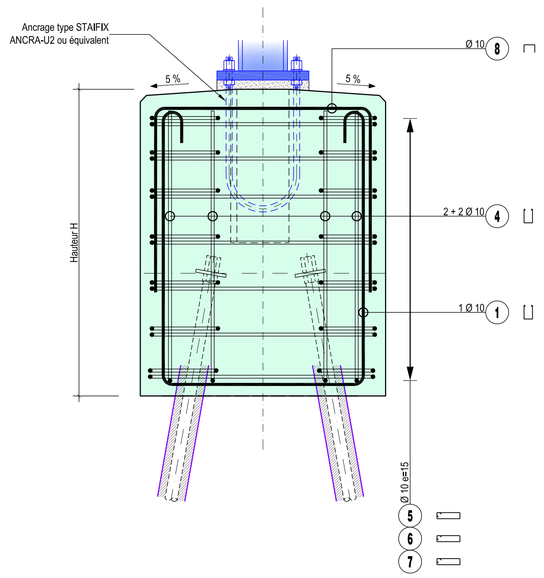
MICROPIEUX:

- Type SWISS-GEWI Ø 40 mm
- Plaque de tête 150x150 mm, ép. 15 mm
- Ecrou et contre-écrou
- Degré 2 de protection contre la corrosion
- Diamétre de forage=152 mm
- Corps à injection min. Ø 160 mm, max. Ø 200 mm
- Longueur du pieu des essais à adhérence totale:
  - PAB 1 - L = 6.00 m
  - PAB 2 - L = 8.00 m

VUE EN PLAN - 1:10



COUPE C-C - 1:10



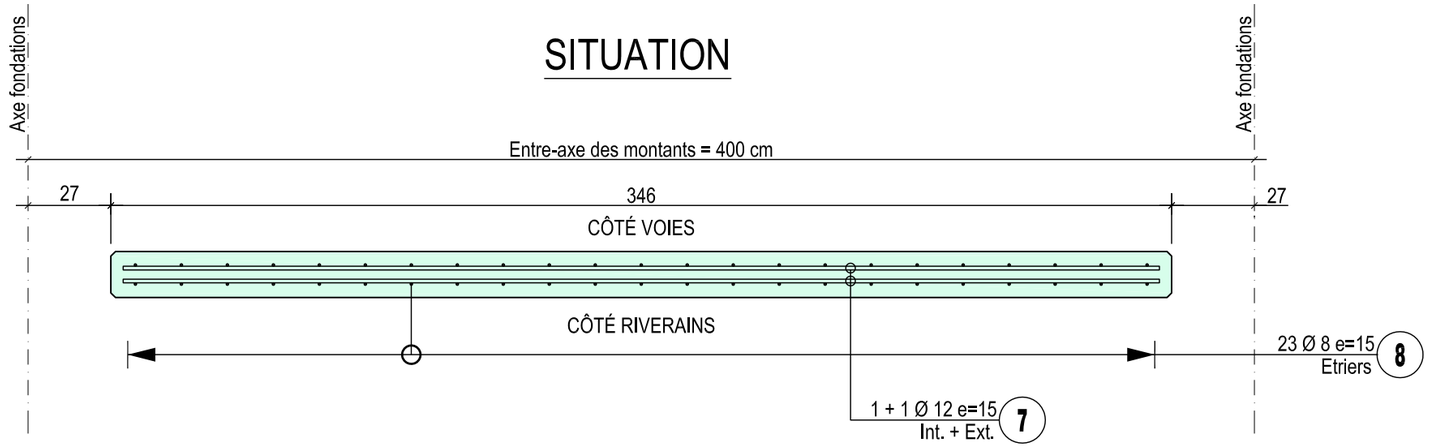
Type fondation	Hauteur H (cm)	Liste de fer
FM10	100	LF 10.4 a
FM12	120	LF 10.4 b

N° Position	Ø [mm]	Nombre de pièce	Longueurs [cm] développée	totale	Liste de fer
7	12	12	338	4056	LF 10.3
8	8	23	172	3956	

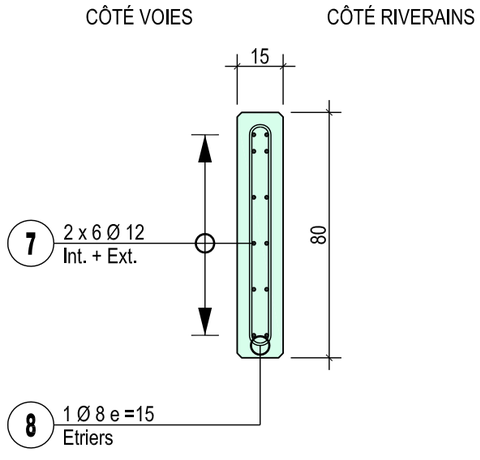
N° L4008

ECHELLE 1:20

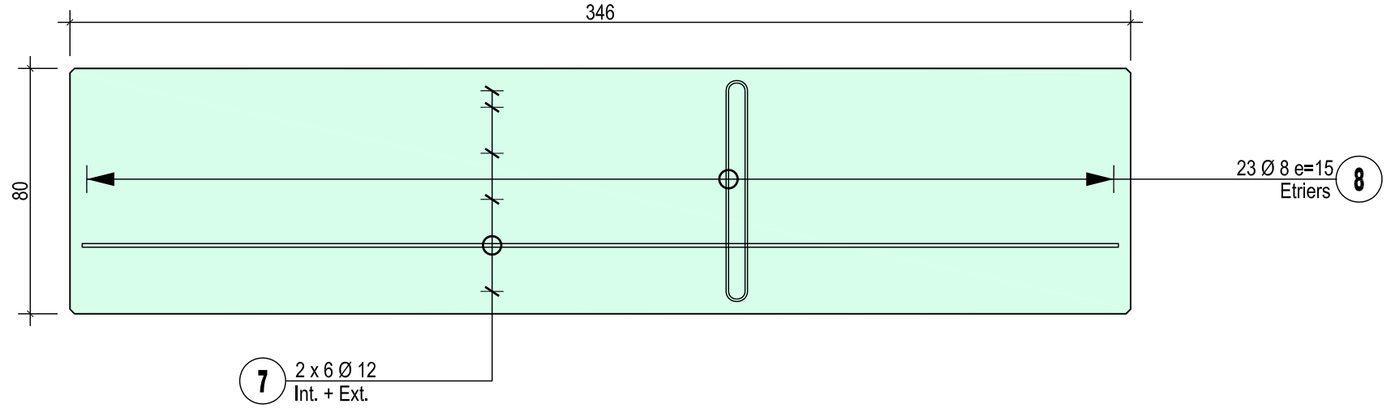
SITUATION



COUPE



ELEVATION

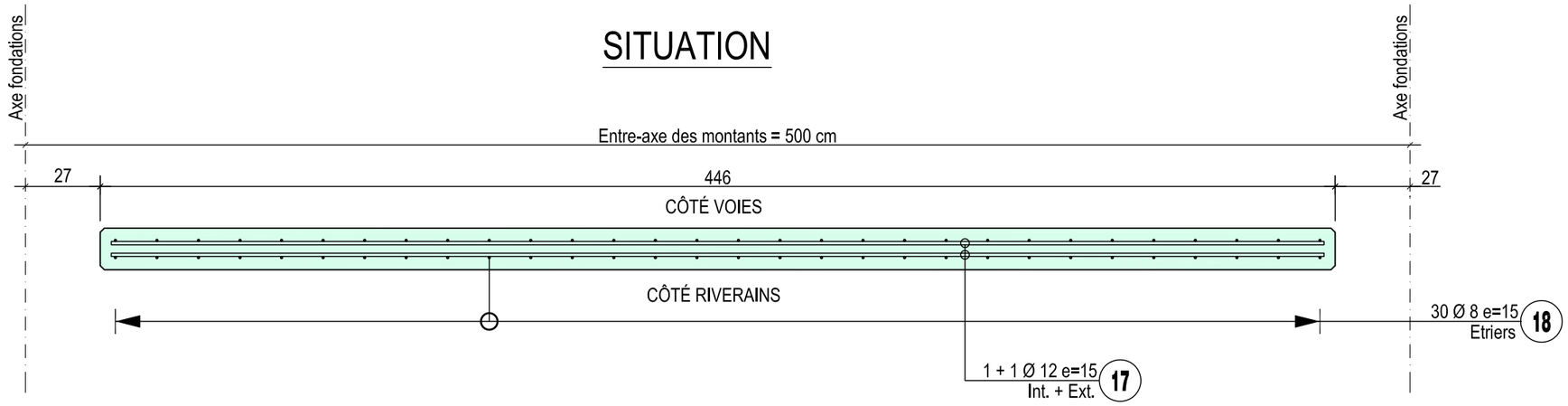


N° Position	Ø [mm]	Nombre de pièce	Longueurs [cm] développée	totale	Liste de fer
17	12	8	438	3504	LF 10.3
18	8	30	152	4560	

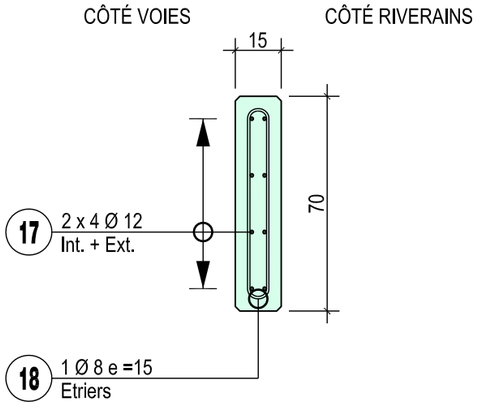
N° L5007

ECHELLE 1:20

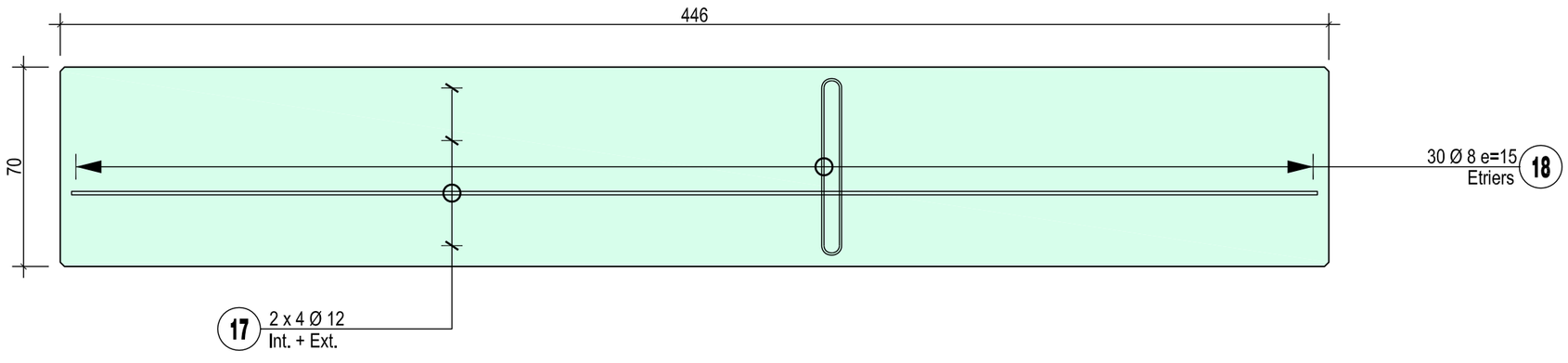
SITUATION



COUPE



ELEVATION

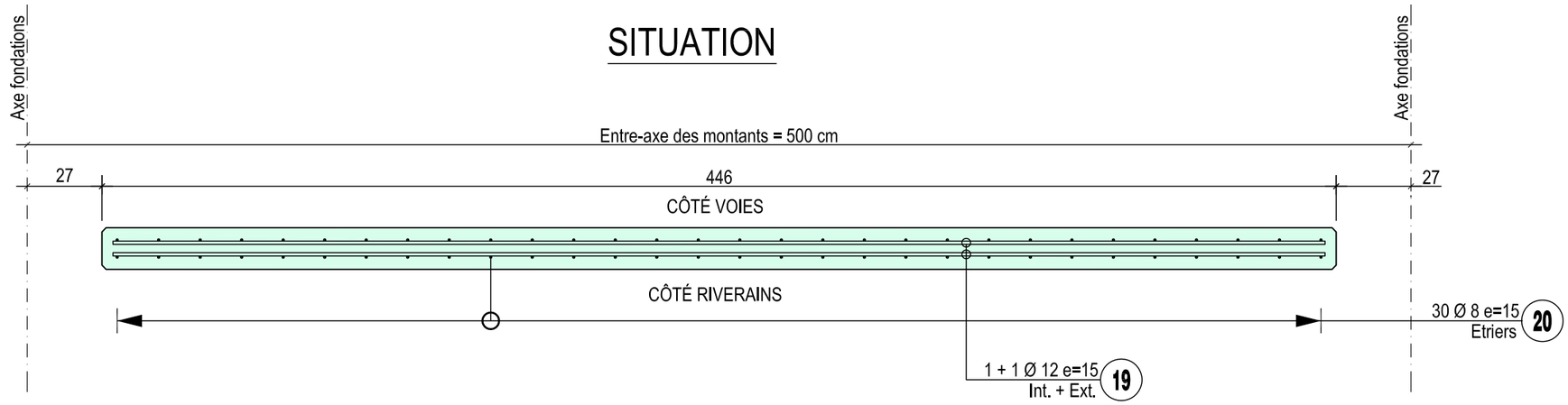


N° L5008

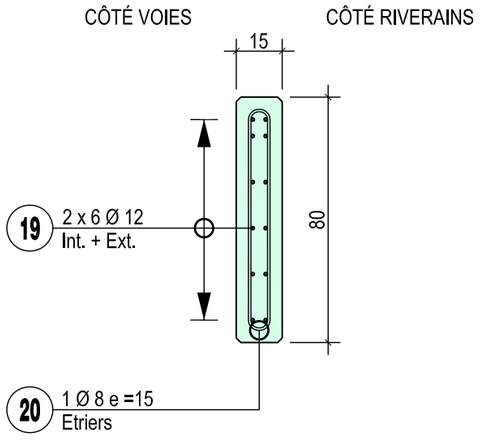
ECHELLE 1:20

N° Position	Ø [mm]	Nombre de pièce	Longueurs [cm] développée	totale	Liste de fer
19	12	12	438	5256	LF 10.3
20	8	30	172	5160	

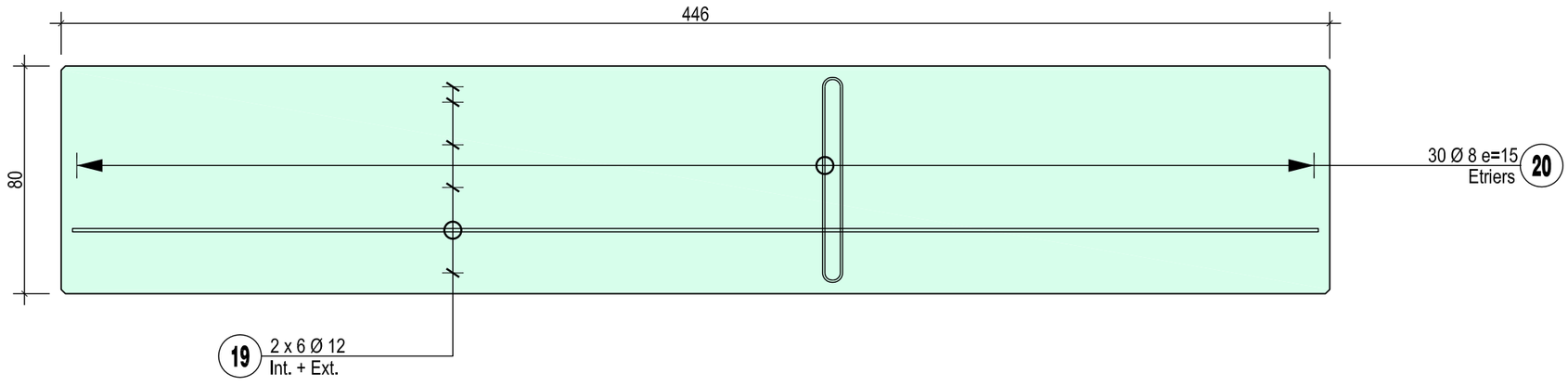
SITUATION



COUPE



ELEVATION

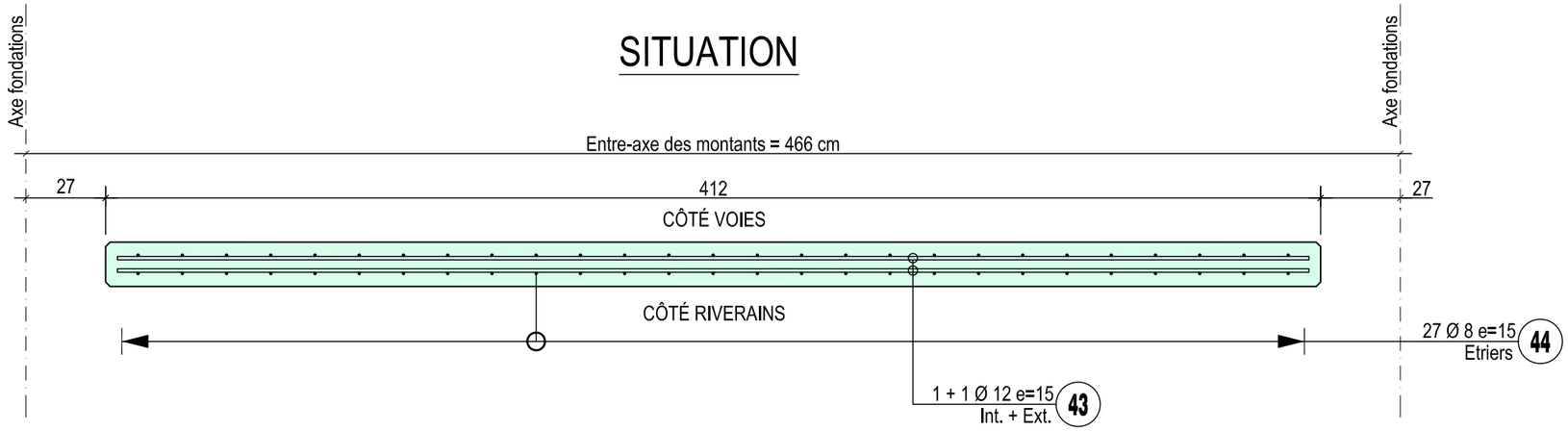


N° L4667

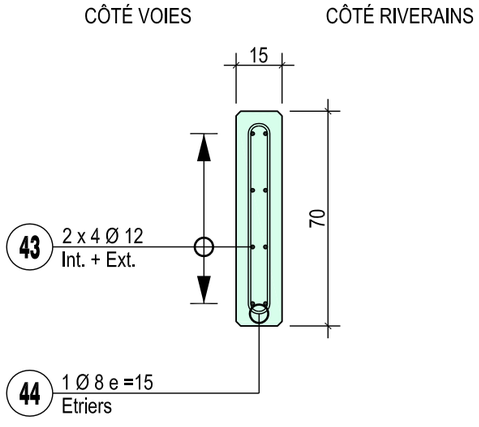
ECHELLE 1:20

N° Position	Ø [mm]	Nombre de pièce	Longueurs [cm] développée	totale	Liste de fer
43	12	8	404	3232	LF 10.3
44	8	27	152	4104	

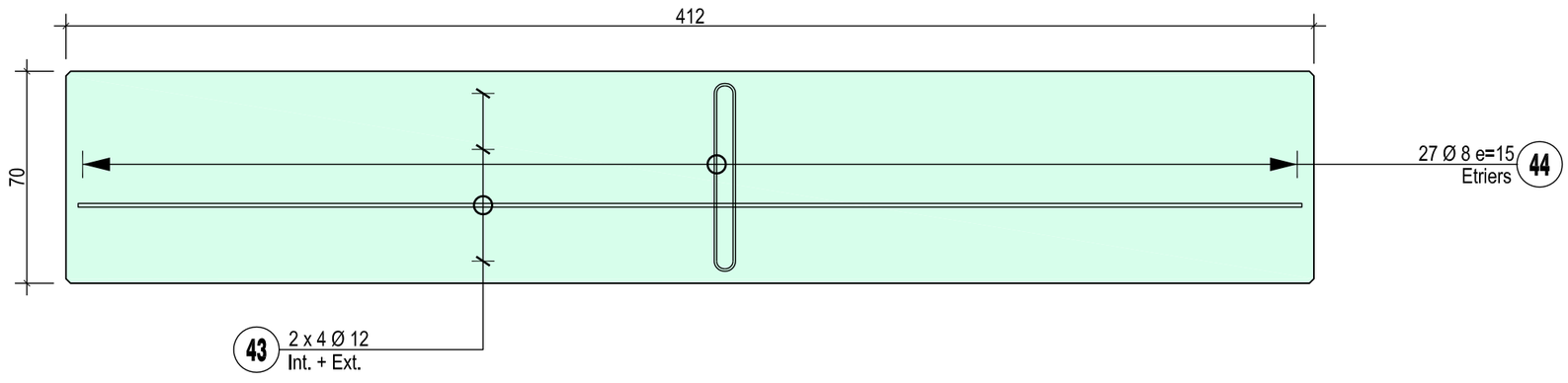
SITUATION



COUPE



ELEVATION



10.9

Canton de Vaud / Ligne Lausanne - Genève - Aéroport

ASSAINISSEMENT DU BRUIT

Commune de Prangins (km 34.886 - 37.702)

PASSAGE A REPTILES

PLAN TYPE

13.007-04 | **10.9**

Dessiné	G.R.D.	29.07.2016
Contrôlé	M.P.	.....
Visé	G.R.	.....
Echelle	1:20	
Format	84 x 60	

PLANS CONFORMES À L'EXÉCUTION

Indice	Date	Dessiné	Contrôlé	Modifications
a				
b				
c				
d				
e				

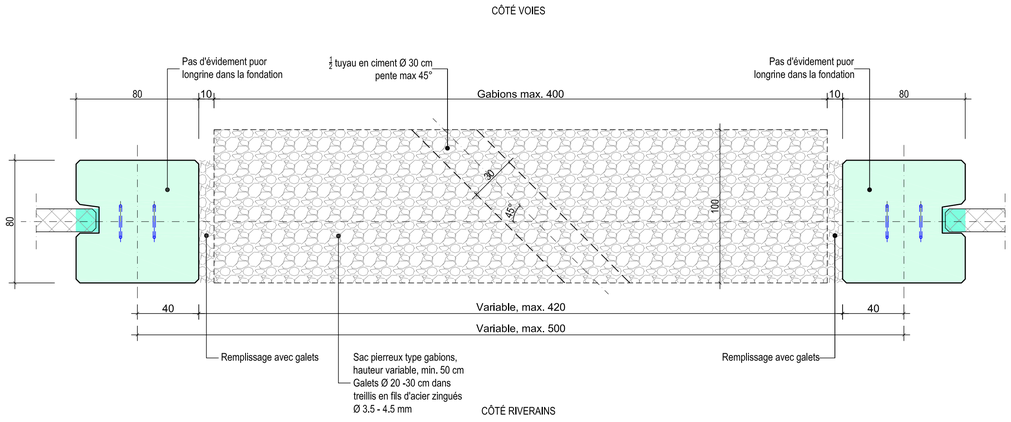
Project Partners Ltd
Consulting Engineers
Home page www.ppeng.ch
CH-6916 GRANCIA-LUGANO - Via al Molino 55
Tel. +41 (0)91 993 05 33
Fax +41 (0)91 993 00 08
E-mail lugano@ppeng.ch

CFF SA
Projets Réglon Ouest
Av. de la Gare 43
1001 Lausanne
SBB CFF FFS

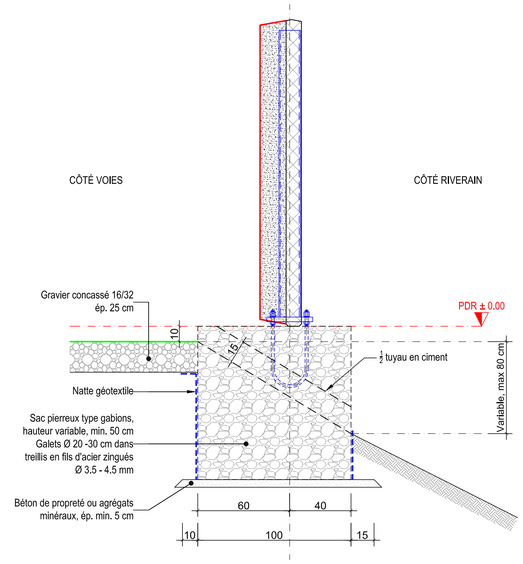
Tous les droits sur ce document appartiennent à la CFF SA

PASSAGE TYPE 1

VUE EN PLAN TYPE - 1:20

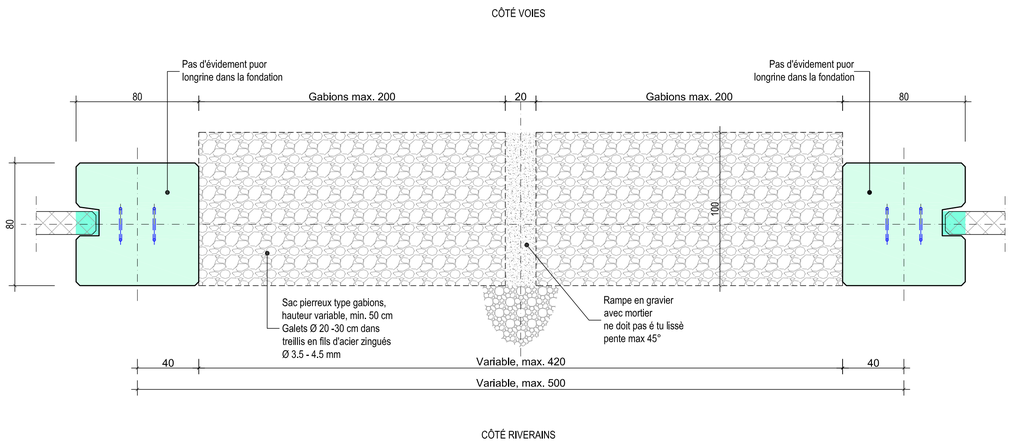


COUPE TYPE - 1:20

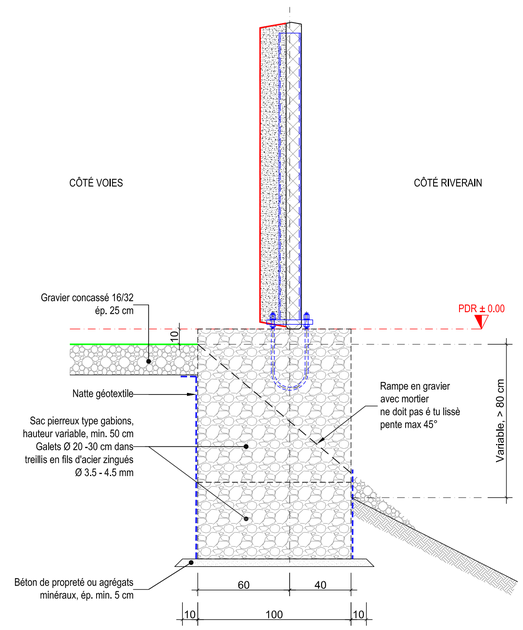


PASSAGE TYPE 2

VUE EN PLAN TYPE - 1:20



COUPE TYPE - 1:20

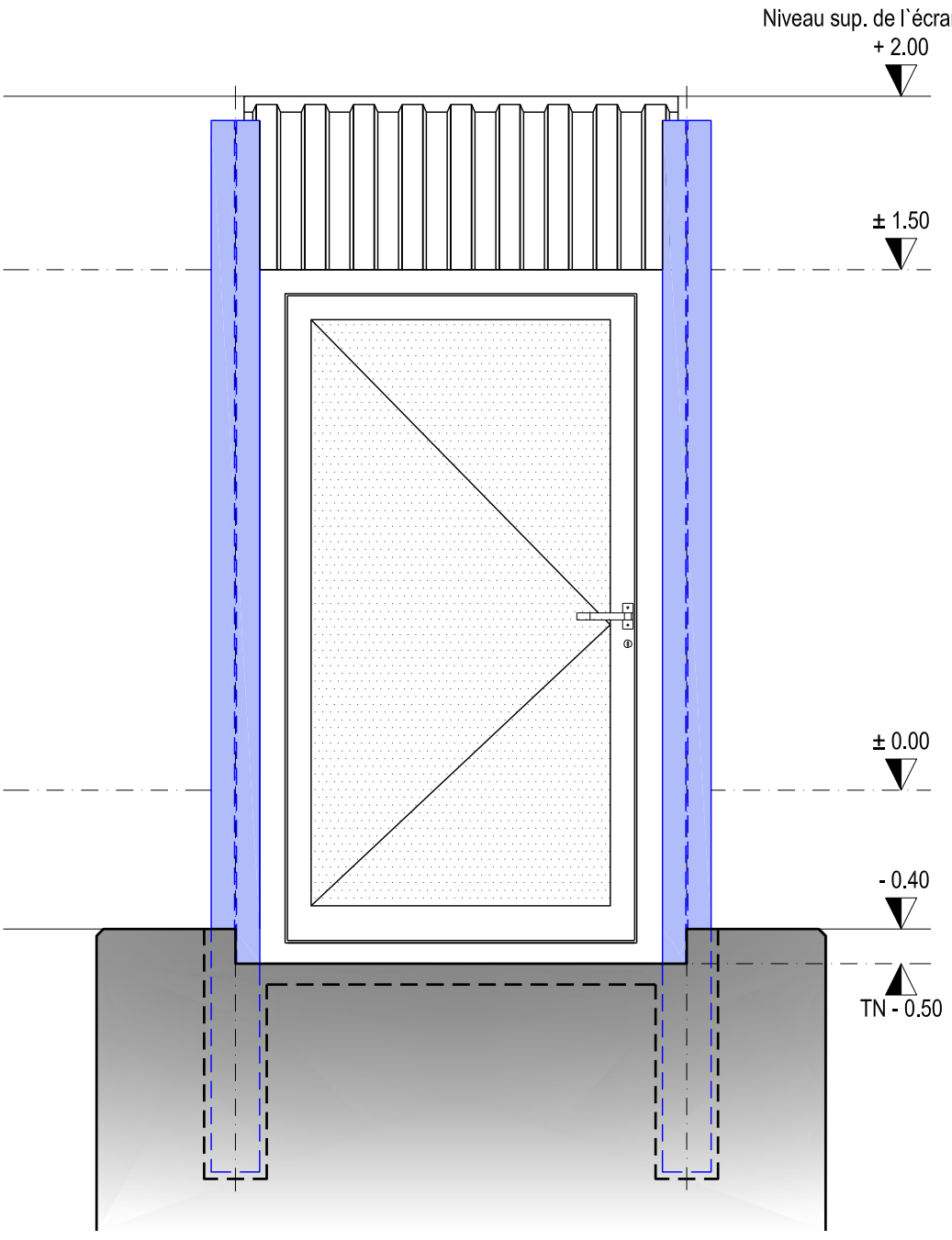


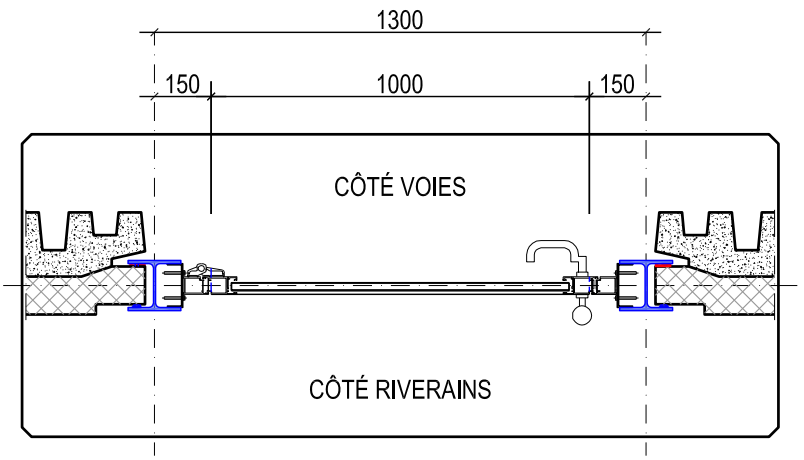
Ecrans antibruit Prangins

5.11

Porte de secours (le long de la paroi)

Echelle: 1:20





10.7

Canton de Vaud / Ligne Lausanne - Genève - Aéroport
ASSAINISSEMENT DU BRUIT

Commune de Prangins (km 34.886 - 37.702)

FONDATION MICROPIEUX

POUR PORTE DE SERVICE (FME 12)
A DEUX VENTAUX PAB 2.2

Coffrage & Armature

13.007-04 | **10.7**

Dessiné	M.I.	29.07.2016
Contrôlé	M.P.	.....
Visé	G.R.	.....
Echelle	1:10	
Format	126 x 60	

PLANS CONFORMES À L'EXÉCUTION

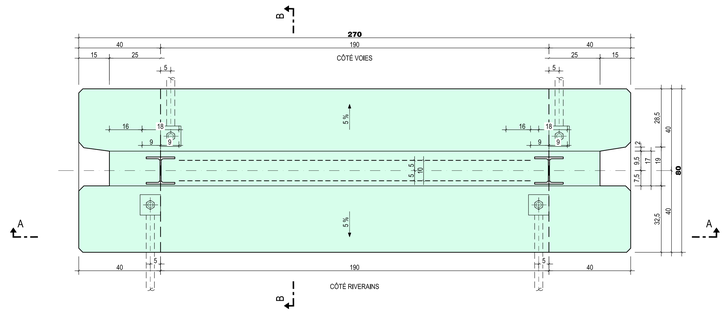
Indice	Date	Dessiné	Contrôlé	Modifications
a				
b				
c				
d				
e				

Project Partners Ltd
Consulting Engineers
Home page www.ppeng.ch
CH-6916 GRANCIA-LUGANO - Via al Mollino 55
Tel. +41 (0)91 993 05 33
Fax +41 (0)91 993 00 08
E-mail lugano@ppeng.ch

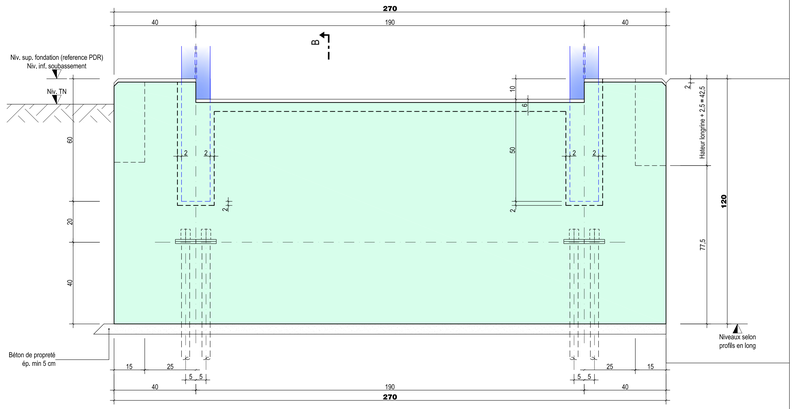
CFF SA
Projets Région Ouest
Av. de la Gare 43
1001 Lausanne
SBB CFF FFS

© Tous les droits sur ce document appartiennent à la CFF SA

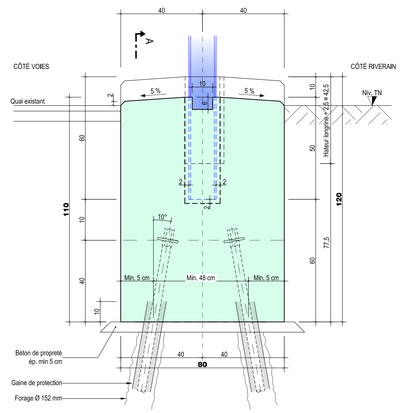
VUE EN PLAN - 1:10



COUPE A-A - 1:10



COUPE B-B - 1:10



La gaine plastique des pieux doit pénétrer
dans la fondation en béton d'au moins 10 cm.
La partie métallique des micropieux
ne doit pas toucher l'armature de la fondation.

LEGENDE

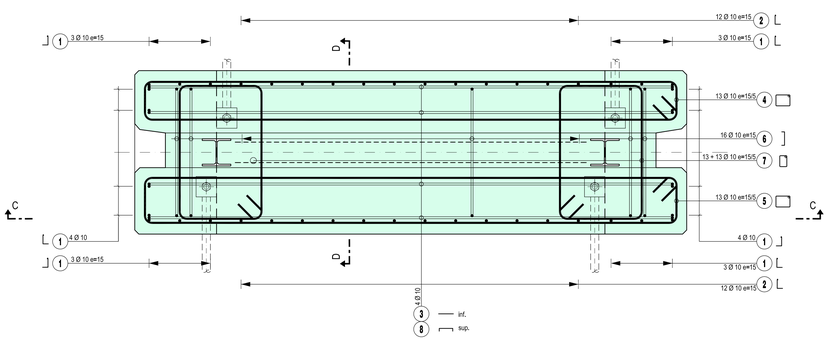
- **BETON DE PROPRETE :** C 16/20, ép. min. 5 cm
- **BETON DES FONDATIONS :**
  - BETON TYPE BE 1: C 25/30, XC4, XD1, XF2, Dmax16, Cl 0.1, C3 (normal) Résistant à la RAG
  - BETON TYPE BE 2: C 30/37, XC4, XD3, XF2, Dmax16, Cl 0.1, C3 Résistant à la RAG et aux sels de déverglaçage
- **QUALITE DU BETON :** SIA 262 : 2003, SN EN 206-1:2002
- **TRAITEMENT DES SURFACES :** Taloché propre sans apport de mortier
- **COFFRAGES :** Fondations apparentes : type 2
  Chanfreins 20 x 20 mm
- **ARMATURE :** B500 B selon registre SIA
- **ENROBAGE :** 50 mm

MICROPIEUX:

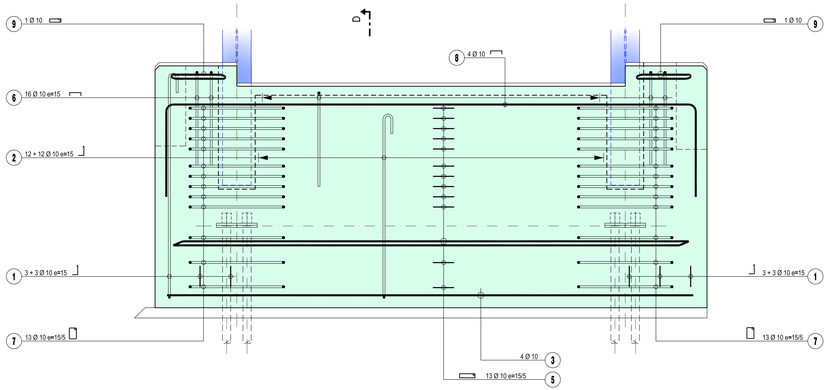
- Type SWISS-GEWI Ø 40 mm
- Plaque de tête 150x150 mm, ép. 15 mm
- Ecrou et contre-écrou
- Degré 2 de protection contre la corrosion
- Diamètre de forage=152 mm
- Corps à injection min. Ø 160 mm, max. Ø 200 mm
- Longueur du pieu des essais à adhérence totale:
  L = 8.00 m

Type fondation	Hauteur H (cm)	Liste de fer
FME12	120	LF 10,7

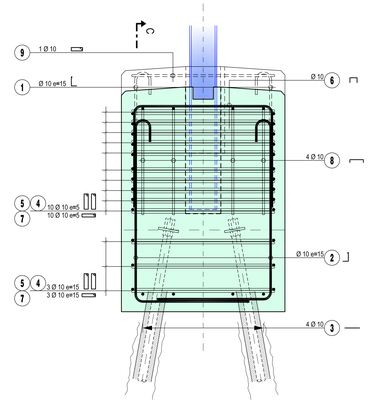
VUE EN PLAN - 1:10



COUPE C-C - 1:10



COUPE D-D - 1:10



9 Signatures

Auteur du projet :	Date	Signature
Nom : IUB Engineering SA		
Responsable : Aimé Morel		
Rue : Rte André Piller 33a		
Lieu : 1762 Givisiez	…….	……..

Auteur du projet :	Date	Signature
Nom : IUB Engineering SA		
Responsable : Emilie Simonin		
Rue : Rte André Piller 33a		
Lieu : 1762 Givisiez	…….	……..

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

12.904.05

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud

Commune : Prangins

Echelle	Format
-	A4

N° Plan

-

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

PAB Prangins

RAPPORT TECHNIQUE



Signatures des personnes responsables :

A1. ☒ Signatures originales dans le document B. ○ Signature ci dessous

Ci-dessous :

A2. ☒ Signatures des personnes pro forma

CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

Aimé Morel
Auteur de projet

IM Engineering | IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	17.04.2025	mge	mo		Version initiale
2	19.06.2025	mge	mo		Suite au retour CFF
3					
4					

Table des matières

Table des matières 2
1 Introduction 3
2 Fondations ponctuelles 5
3 Longrines et Gabions 7
4 Protection anti-corrosion des profilés 9
5 Signatures 10
6 Annexe 11

1 Introduction

Le projet de renouvellement de l'enclenchement de Nyon nécessite la création d'un nouveau bâtiment de service. Celui-ci est implanté à Prangins, du côté Jura. L'infrastructure à câbles existante et projetée se trouvant du côté Lac, une liaison est nécessaire sous les voies afin de faire transiter les câbles.

Une chambre sera construite à l'endroit d'une fondation de la PAB actuelle. Cette chambre englobe une des fondations de la PAB. Lors du chantier de cette traversée, plusieurs fondations de cette PAB devront être démolies provisoirement pour assurer l'accès aux foreuses et sécuriser les travaux de terrassement. Une rampe est faite à cet effet, avec une pente de 10%.

Les éléments de la PAB seront déposés et les fondations démolies.

En fin de chantier, la PAB sera reconstruite à l'identique. Les fondations sur micropieux seront rétablies à l'identique de l'existant. Les poteaux HEB140 et les panneaux de la PAB seront rétablis sur leur emplacement d'origine.

Au droit de la chambre du tunnelier, une fondation ponctuelle de l'ancienne PAB sera remplacé par le muret de soutènement exécuté en tête de la chambre.

Le portail d'accès à la plateforme ferroviaire sera reconstruit à l'identique avec les éléments existants déposés au début du chantier.

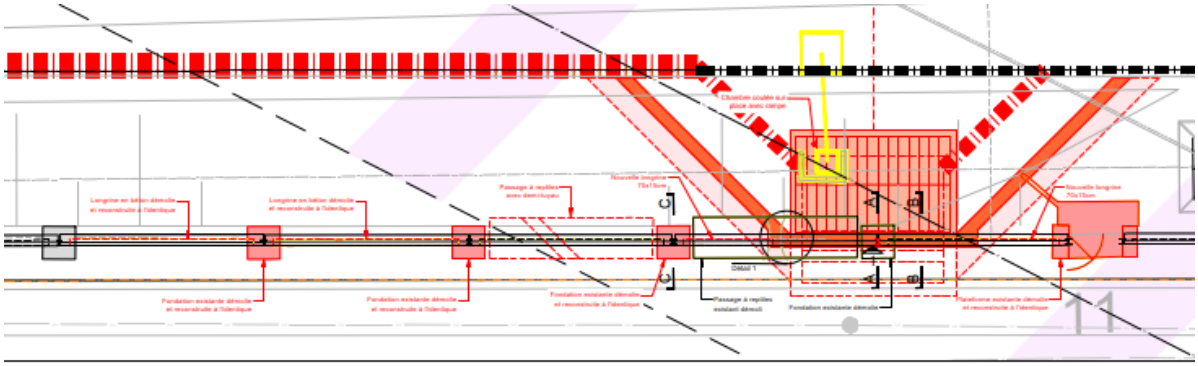


Figure 1: Chambre côté lac et travaux sur la PAB

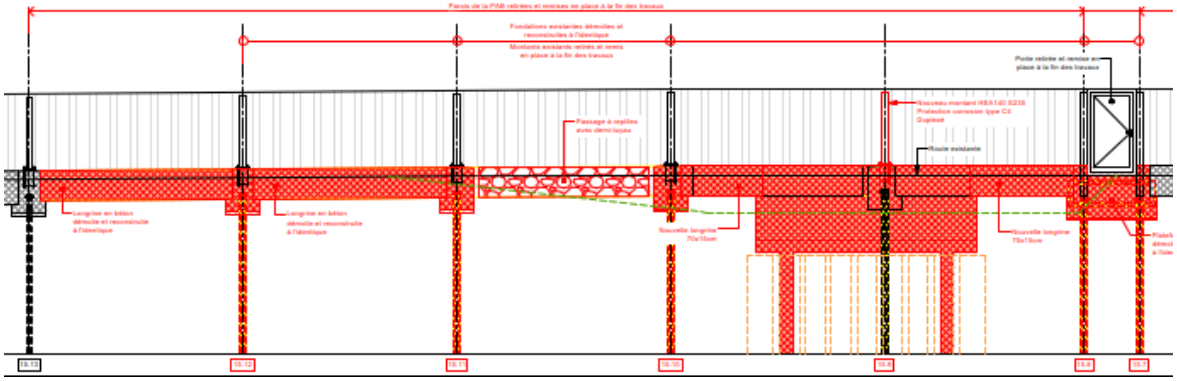


Figure 2: Profil en long de la PAB

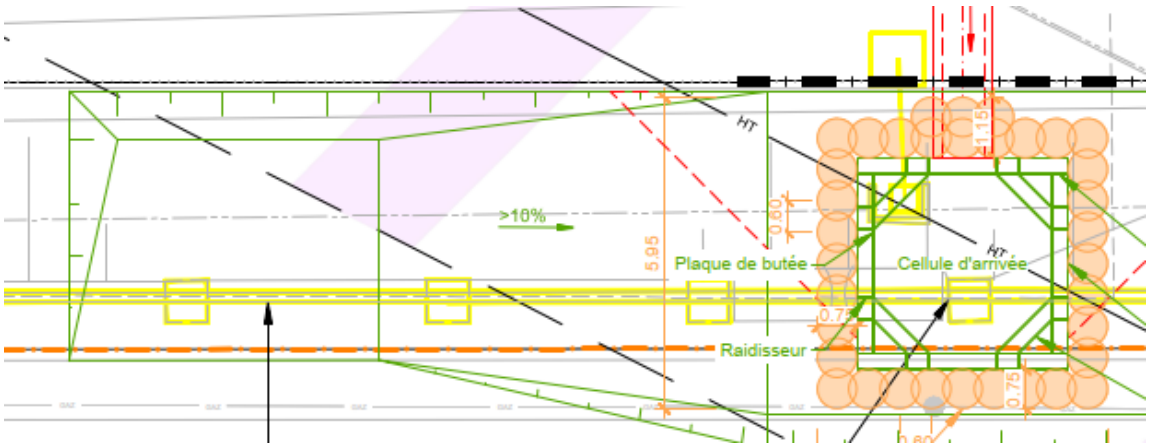


Figure 3: Travaux pour la paroi de pieux sécants, avec rampe d'accès pour machines

A l'endroit de la chambre, une nouvelle connexion devra mise en place. Le montant sera connecté au mur de la chambre, et un détail de la connexion entre la longrine sous la PAB et le mur de la chambre a été mis en place. Les détails de la connexion entre le montant et le mur de soutènement à l'endroit de la chambre est indiqué sur le plan 12.904.01.

2 Fondations ponctuelles

La PAB actuelle est composée de nombreuses fondations ponctuelles sur micropieux. Il s'agit de micropieux monobares SWISS-GEWI ϕ40mm, degré 2 de protection contre la corrosion. La longueur des micropieux est de 6m.

Les montants métalliques sont des HEA 140, espacés de 5m.

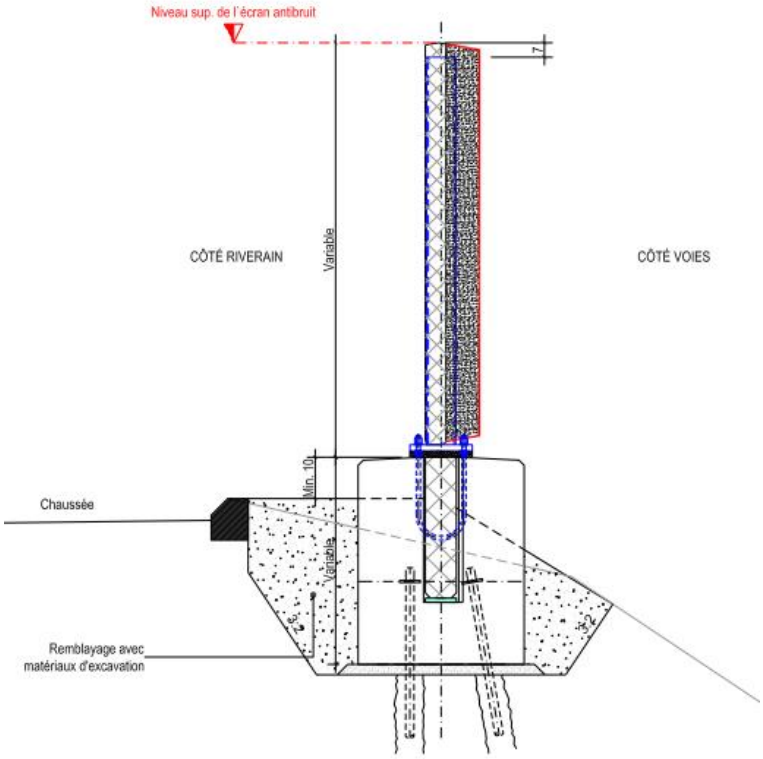


Figure 4: Coupe des fondations ponctuelles

La PAB est connectée aux fondations avec le détail suivant :

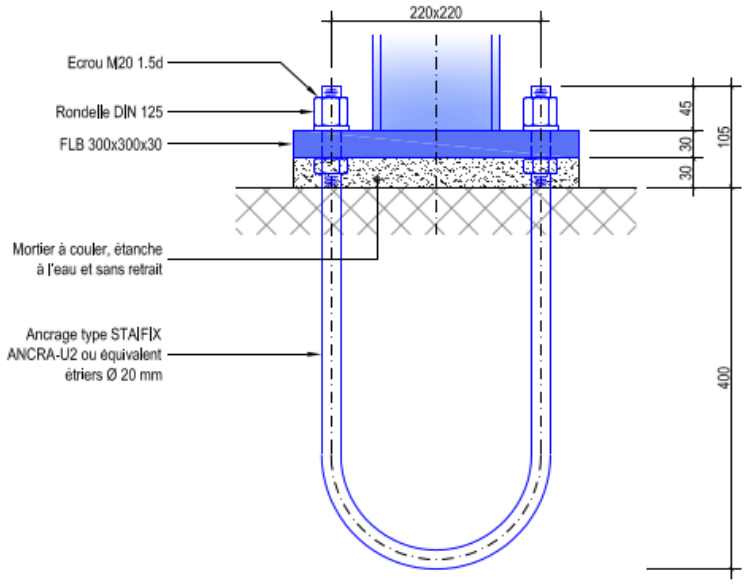


Figure 5: Ancrages sur fondations ponctuelles, perpendiculairement aux voies

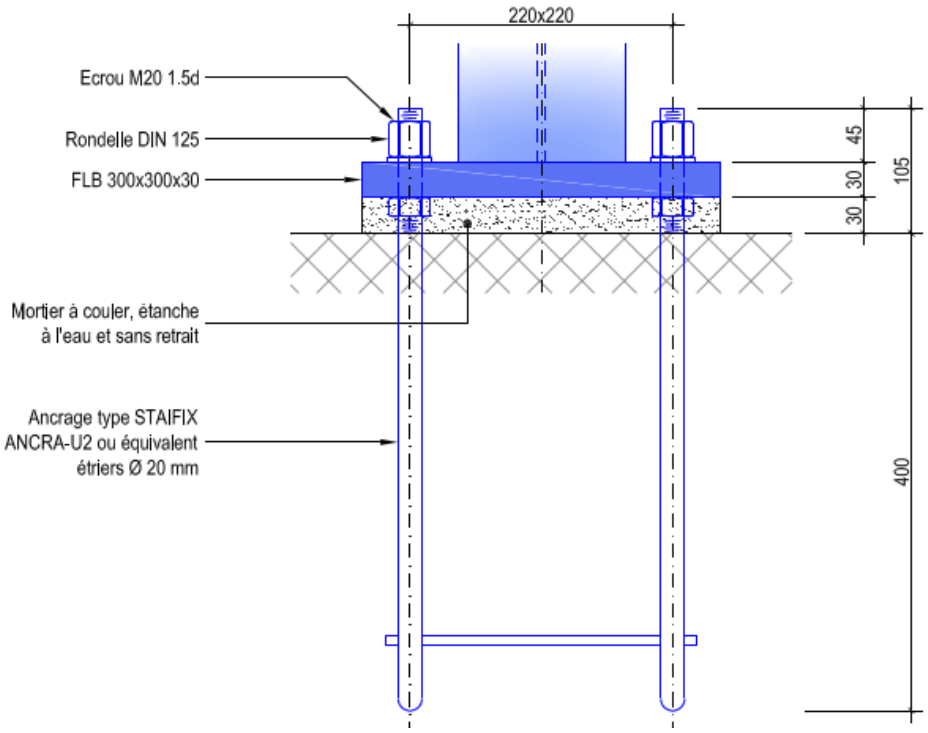


Figure 6: Ancrages sur fondations ponctuelles, parallèlement aux voies

Les différents détails peuvent être obtenus dans le dossier de l'ouvrage réalisé de la PAB.

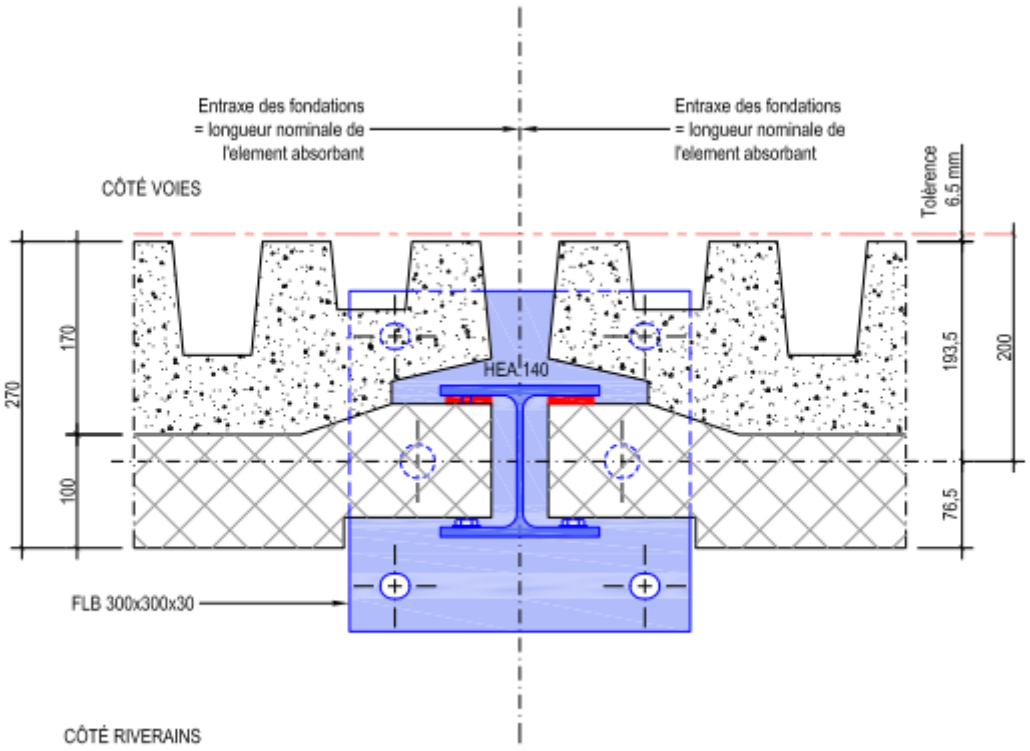


Figure 7: Connexion existante actuellement au droit des fondations ponctuelles

3 Longrines et Gabions

En partie inférieure de la PAB des longrines en béton insérés dans les empochements des semelles ponctuelles sur pieux, permettent de confiner le terrain et le haut du talus.

Ces longrines en béton présentent les dimensions suivantes :

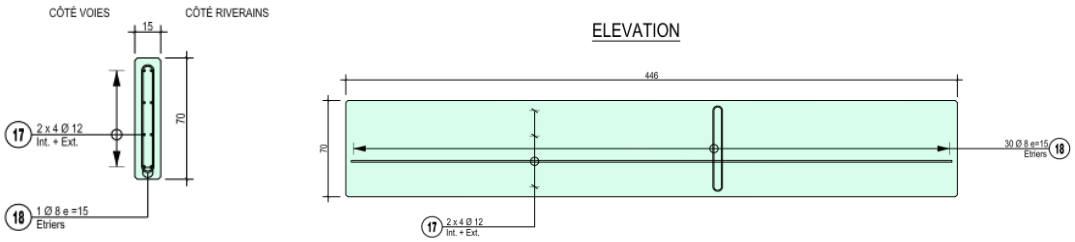


Figure 8: Coupe et élévation de la longrine actuelle

Ces éléments de béton seront mis en place à l'identique de l'existant dans les nouvelles fondations reconstruites :

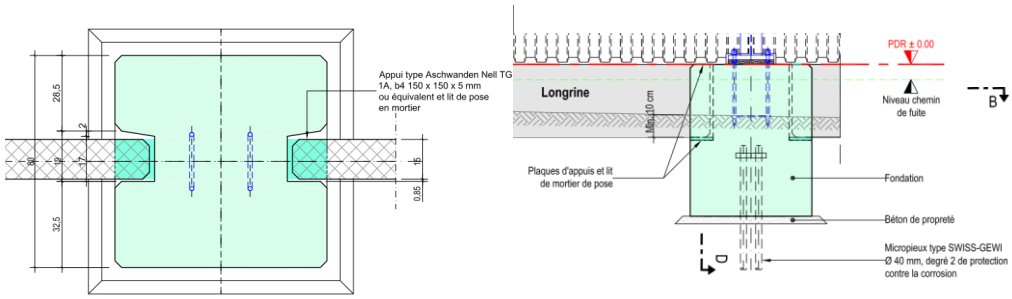


Figure 9: Détails de la connexion entre la longrine et les fondations ponctuelles

Certains raccordements entre les fondations de la PAB sont équipés de gabions prévus pour laisser un libre passage aux reptiles. Il s'agit d'une exigence de la procédure d'approbation des plans.

Comme la nouvelle chambre du micro-tunnelier est positionné au droit de l'un de ces passages à reptiles, il sera décalé hors la zone du mur de la chambre. Le nouveau bloc de gabion équipé du tube de passage pour les reptiles est déplacé de 5m en direction de Nyon.

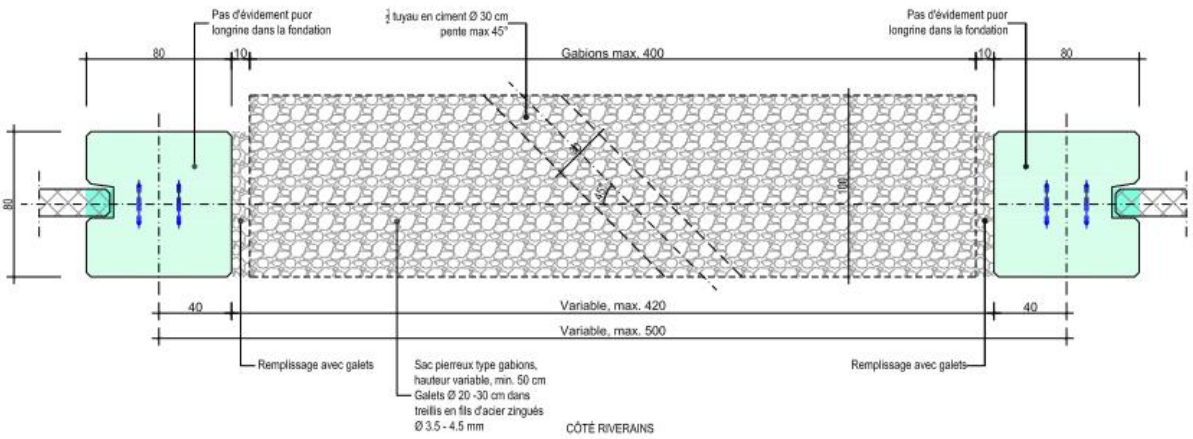


Figure 10: Situation des gabions actuels

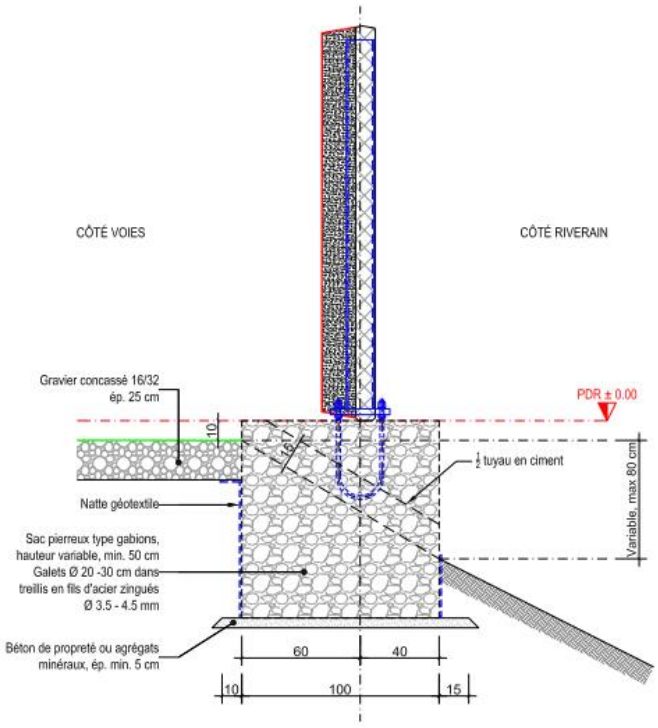


Figure 11: Coupe des gabions actuels

6.3.3 Faune

Dans le rapport environnemental[23], la requérante explique pour l'essentiel que les écrans représentent des barrières infranchissables pour de nombreuses espèces animales. Afin de limiter les impacts des parois et permettre leur franchissement, des passages au travers des murs seront mis en place (pour les reptiles, voire les petits mammifères). Ces passages, réalisés avec des gabions, ont la longueur d'un élément de paroi. Ils auront une double fonction de passage et d'habitat, ce qui constitue une mesure de compensation pour les impacts généraux du projet.

En raison de la qualité des milieux touchés, le KARCH a demandé à ce que les passages gabions soient complétés par la réalisation d'une lentille pierreuse sur 4 à 5 m de longueur (qui correspondra aux standards CFF).

Les milieux touchés sont principalement des bordures herbeuses. Les observations sur place ont révélés la présence de lézards des murailles. Bien que le KARCH ne dispose d'aucune donnée indiquant la présence d'espèces sensibles, il indique que les espèces potentiellement possibles sur le site sont l'orvet et la coronelle lisse.

Concernant la PAB 1 (côté lac), les CFF devront installer au minimum 18 passages-gabion (soit, comme indiqué au dossier, au moins 1 tous les 50 m).

Concernant la PAB 2 (côté montagne), les CFF devront :

- installer au minimum 13 passages-gabions;
- créer une lentille pierreuse dans le talus, au km 36.65, sur une longueur minimale de 5 m, en étroite collaboration et sur les instructions du KARCH.

Ces points font l'objet de **charges** (5.11) ad hoc. En cas de conflit, l'OFT tranche.

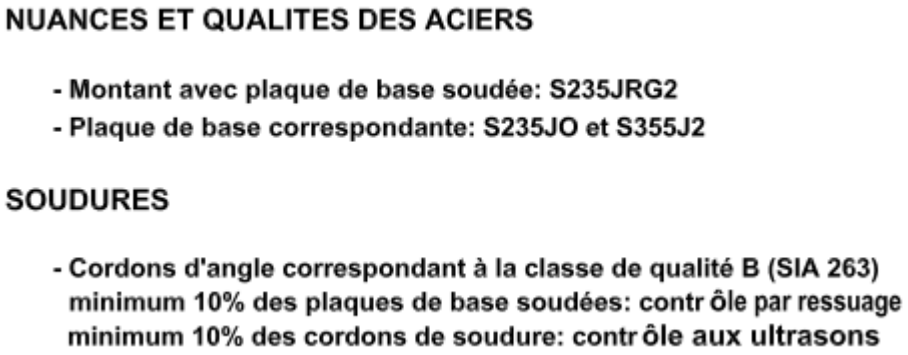
Par ailleurs, compte tenu de ce qui précède, le KARCH reçoit aussi copie de la présente décision.

Figure 12: Extrait de la décision d'approbation des plans

4 Protection anti-corrosion des profilés

Les profilés existants au droit des nouvelles fondations ponctuelles seront conservés pour être réutilisées. Le profilé au droit de la chambre va devoir être remplacé, car le détail de la connexion diffère. Il est nécessaire de remplacer la plaque métallique associée.

La protection de surface des éléments gardés doit être contrôlée et si nécessaire refaite. La protection de surface du montant métallique remplacé reprendra la protection de surface existante. Les nuances d'acier sont les suivants :



NUANCES ET QUALITES DES ACIERS

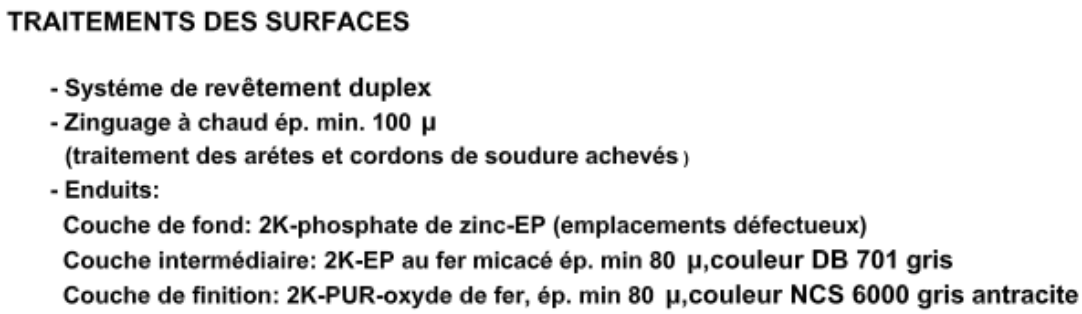
- **Montant avec plaque de base soudée: S235JRG2**
- **Plaque de base correspondante: S235JO et S355J2**

SOUDURES

- **Cordons d'angle correspondant à la classe de qualité B (SIA 263)**
  minimum 10% des plaques de base soudées: contrôle par ressuage
  minimum 10% des cordons de soudure: contrôle aux ultrasons

Figure 13: Détails de la nuance d'acier et exigences des soudures, dossier d'ouvrage exécuté

Le traitement de surface est le suivant :



TRAITEMENTS DES SURFACES

- **Systéme de revêtement duplex**
- **Zinguage à chaud ép. min. 100 µ**
  (traitement des arétes et cordons de soudure achevés)
- **Enduits:**
  Couche de fond: 2K-phosphate de zinc-EP (emplacements défectueux)
  Couche intermédiaire: 2K-EP au fer micacé ép. min 80 µ,couleur DB 701 gris
  Couche de finition: 2K-PUR-oxyde de fer, ép. min 80 µ,couleur NCS 6000 gris antracite

Figure 14: Traitement de surface mis en place selon le plan d'ouvrage exécuté

5 Signatures

33 Mise à l'enquête

Auteur du projet :	Date	Signature
Nom : IUB Engineering SA		
Responsable : Aimé Morel		
Rue : Rte André Piller 33a		
Lieu : 1762 Givisiez	…….	……..

Auteur du projet :	Date	Signature
Nom : IUB Engineering SA		
Responsable : Emilie Simonin		
Rue : Rte André Piller 33a		
Lieu : 1762 Givisiez	…….	……..

6 Annexe

Une annexe à ce document a été créé afin de présenter les concepts de surveillance qui sera mis en place durant l'exécution de la traversée. Dans le document «12.904.xx_Concept de surveillance et d'alarme selon réglementation I-5009 » sont présentés la surveillance qui sera mise en place pour les travaux de la PAB, ainsi que la procédure lors du dépassement des limites indiquées.

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

12.904.xx

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud

Commune : Prangins

Echelle	Format
-	A4

N° Plan

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

PAB Prangins

CONCEPT DE SURVEILLANCE ET D'ALARME SELON REGLEMENTATION I-50'009



Groupement IUB-IM

Emilie Simonin
Auteur de projet

Groupement IUB-IM

Aimé Morel
Auteur de projet

IM Engineering | IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	17.04.2025	mge	mo		Version initiale
2	19.05.2025	mge	mo		Suite au retour CFF
3					
4					

Table des matières

Table des matières		0
1	Glossaire	1
2	Généralités	2
2.1	Description du projet	2
2.2	Bases et délimitations	3
2.3	Généralités	3
2.3.1	Bases spécifiques au projet et aux CFF	3
2.3.2	Normes et directives	3
2.3.3	Délimitation	3
3	Mises en danger	4
3.1	Mises en danger	4
4	Surveillance	5
4.1	Généralité	5
4.2	Période et étendue de la surveillance	5
4.3	Responsabilité de la réalisation	5
4.4	Enregistrement des preuves. Mesure 0	5
4.5	Enregistrement des preuves. Mesure finale	6
4.6	Enregistrement des preuves. Mesures intermédiaires	6
5	Surveillance de la voie ferrée et des appareils de voies	7
5.1	Zones de surveillance	7
5.2	Paramètres de contrôles	7
5.3	Valeurs limites	8
5.4	Dispositifs de mesure	8
6	Alarme/intervention	9
6.1	Généralité	9
6.2	Niveaux d’alarmes	9
6.2.1	Valeur de précaution	9
6.2.2	Valeurs d’intervention	9
6.2.3	Valeur d’intervention immédiate	9
6.3	Principe de base	10
6.4	Rôle de la DGT-CFF et/ou de son remplaçant	10
6.5	Rôle du mandataire (sur demande de la DGT-CFF et/ou de son remplaçant) :	10
6.6	Procédure d’alarme	11

1 Glossaire

Abréviation	Désignation
VP	Valeur de précaution
VI	Valeur d'intervention
VII	Valeur d'intervention immédiate
CEO	Centre d'exploitation de la région ouest
OMC	Centre de gestion technique (service de piquet pour les dérangements)
DGT	Direction générale des travaux
DLT	Direction locale des travaux
CPr	Chef de projet
APr	Auteur de projet
TEZ	Centre technique
TMMO	Tâches de mensuration du maître d'ouvrage
CC	Chef circulation des trains

2 Généralités

2.1 Description du projet

Le projet de mise en conformité de la gare de Nyon, les successions serrées en gare de Nyon et le distancement à 2 minutes sur la ligne Lausanne - Genève, ainsi que la mesure BCM demandant des nouvelles diagonales à 90km/h côté Genève, prévoient de nouvelles fonctionnalités. Ces dernières nécessitent le renouvellement de l'enclenchement actuel, construit en 1977 et qui arrive en fin de vie en 2031.

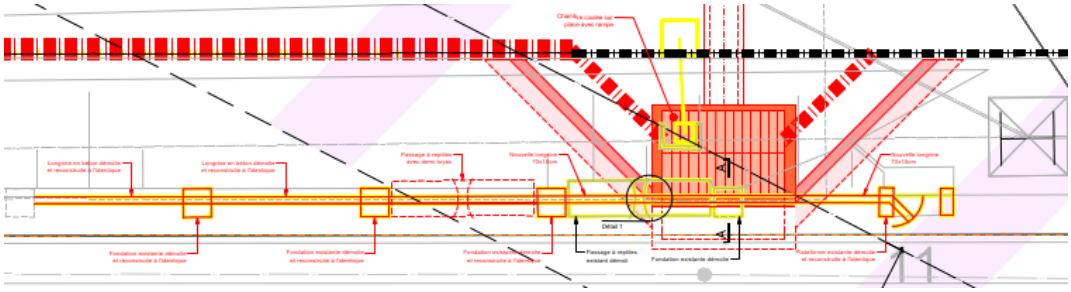


Figure 1: Situation des travaux de la PAB

La traversée actuellement prévue nécessite de retirer la PAB et détruire certaines fondations. La plupart seront reconstruites, mais celle à l'endroit de la chambre sud ne sera pas reconstruite. La PAB se connectera au mur de la chambre sud.

Pour les systèmes et vérifications faites lors de la construction des chambres et de la traversée, se référer au dossier de la traversée principale.

2.2 Bases et délimitations

2.3 Généralités

La surveillance a pour objectif de garantir l'exploitation ferroviaire par rapport à d'éventuelles mises en danger (déformation de la voie et des lignes de contact). Elle considère les principaux risques et présente les points forts de la surveillance.

2.3.1 Bases spécifiques au projet et aux CFF

Les documents servant de base sont les suivants :

- I50'009 « Surveillance des installations de technique ferroviaire à proximité de chantiers », 2024
- R-RTE 20600 « Sécurité lors de travaux sur les installations électriques ferroviaires », 2012
- R-RTE 20100 « Sécurité lors de travaux sur et aux abords des voies », 2012
- R-RTE 22040 « Guide pratique de la voie ferrée Ecartement normal »

Toutes les mesures géométriques doivent être rattachés au réseau des points fixes des CFF.

2.3.2 Normes et directives

Les normes et directives SIA pertinentes doivent être respectées.

2.3.3 Délimitation

Le présent concept de surveillance et d'alarme ne remplace pas le dispositif de sécurité.

3 Mises en danger

3.1 Mises en danger

Lors des travaux pour la reconstruction des micropieux, des longrines béton, des fondations ponctuelles, les différents risquent peuvent être contrôlés ainsi :

- Respect des gabaris et des mesures de sécurité pour ne pas impacter les lignes à haute tension, notamment lors des travaux des micropieux
- Respect des distances et gabaris pour ne pas impacter les lignes de contact de la voie direction Lac
- Vérification du déplacement du mât de la ligne haute tension lors des travaux

Les vérifications qui sont faites dans le cadre de la traversée principale continuent pendant une certaine durée après la fin des travaux des chambres et de la traversée.

4 Surveillance

4.1 Généralité

Les systèmes considérés dans le cadre de la traversée principale peuvent être trouvés dans le dossier de la traversée principale.

Type de surveillance	Méthodes	Avantages/ Inconvénients
Manuelle	Contrôle manuel de cibles	Avantages : - pas de MEX nécessaire au relevé - intervention du géomètre en temps voulu Inconvénients : - besoin de MEX pour installer les cibles - Dépôt de poussières de freins sur cibles probable - impossible de mesurer la déformation instantanée
Automatique	Contrôle automatique avec théodolite	Avantages : - Mesures absolues - Mesure en continu, résultats instantanés - Pas besoin de MEX pour effectuer les mesures - Economique pour les travaux de longue durée - Adapté au longues zones (éventuellement plusieurs stations) Inconvénients : - Besoin de MEX pour poser les cibles - Nombreuses fausses alarmes (si une cible bouge) - Dépôt de poussières de freins sur cibles probable - A déposer en cas de bourrage de la voie

4.2 Période et étendue de la surveillance

Les travaux sont prévus à partir du printemps 2029. La durée de chantier est d'environ 4 mois.

Le système doit être opérationnel pendant toute la réalisation des travaux.

4.3 Responsabilité de la réalisation

Les travaux du forage horizontal sont sous la responsabilité de l'entreprise GC.

4.4 Enregistrement des preuves. Mesure 0

L'objectif de cette mesure zéro est :

- Enregistrer la situation actuelle avant travaux afin de déterminer les gauches et les flèches verticales et horizontales existantes
- Déterminer les valeurs de références afin d'être intégrées dans le système de surveillance

Procédure :

- Les points repères seront posés dans un délai de 7 jours avant le démarrage des travaux ;
- Un relevé des voies à la latte à deux prismes (selon I 50009) sera effectué au moment de l'installation du système ;

4.5 Enregistrement des preuves. Mesure finale

Une mesure géométrique sera réalisée après les travaux, ainsi qu'un contrôle du devers. La dernière mesure s'effectuera au plus tôt quatre semaines après l'achèvement effectif des travaux.

4.6 Enregistrement des preuves. Mesures intermédiaires

Les fichiers de relevés géométriques de la situation "Zéro" et des relevés suivants, ainsi que de la situation « Finale » seront transmis aux CFF afin d'être archivés.

Les positions et styles de repères (prismes ou inclinomètre, ...) seront photographiés et protocolés dans un dossier GEOvis 4.0.

Le géomonitoring sera exploitable sous forme graphique via une plateforme informatique.

5 Surveillance de la voie ferrée et des appareils de voies

5.1 Zones de surveillance

Les mâts contrôlés sont le mât de la ligne haute ainsi que les deux mâts LC les plus proches.

5.2 Paramètres de contrôles

Au niveau des mâts et pylônes, les contrôles spécifiques suivants sont prévus :

Elément mesuré	Type de mesure	Section / points de mesure	Précision
Différence d'inclinaison	Mensuration géodésique avec ensemble de cibles relevées par tachéomètre automatisé	Chaque pylône dans la zone de risque	+/- 0.5 ‰
Affaissement	Mensuration géodésique avec ensemble de cibles relevées par tachéomètre automatisé.	Chaque pylône dans la zone de risque	+/- 2 mm
Déplacement	Mensuration géodésique avec ensemble de cibles relevées par tachéomètre automatisé.	Chaque pylône dans la zone de risque	+/-- 2 mm

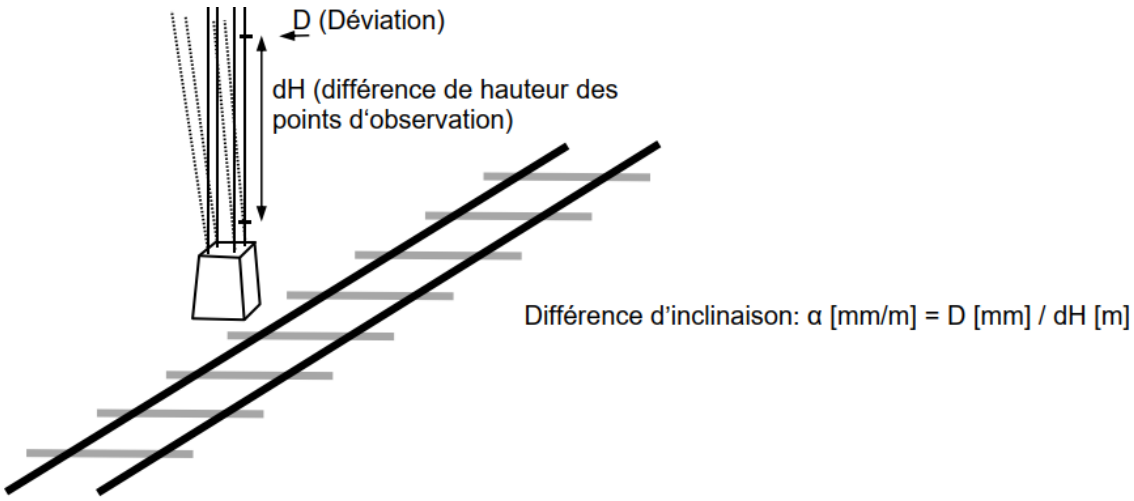


Figure 2: Méthode de calcul pour la différence d'inclinaison selon le I-50'009

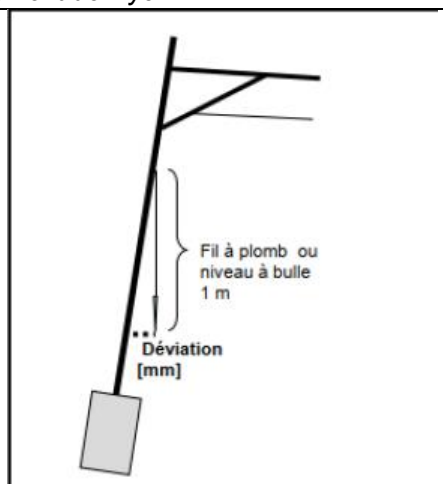


Figure 3: Méthode de mesure pour l'inclinaison du pylône

5.3 Valeurs limites

Les valeurs limites des paramètres définis au chapitre précédent sont résumées dans les tableaux suivants selon la réglementation CFF I-50009 :

Phase travaux de la traversée, toutes vitesse				
Pylônes		Valeur de précaution	Valeur d'intervention	Valeur d'intervention immédiate
Différence d'inclinaison	mm/m	2	5	10
Affaissement	mm	20	25	30
Déplacement	mm	10	15	20

Les valeurs données pour les pylônes sont à suivre dans le cas où le fil de contact se trouve en position prévue avant le début des travaux. Dans le cas contraire, les valeurs réduites à appliquer doivent être déterminés par le service spécialisé compétent I-AEP-ENG-FS avec consultation de I-VU-UEW.

Les valeurs limites du mât de la ligne haute tension seront définies en coordination avec l'exploitant de la ligne.

5.4 Dispositifs de mesure

Un mix de station totale et chaines inclinométriques est utilisé pour la vérification des voies lors des travaux de la traversée principale. La station totale peut être utilisée pour les vérifications des mâts et pylônes. La différence d'inclinaison des mâts LC et e la ligne haute tension sera mesurée avec un fil à plomb ou niveau à bulle de 1m.

6 Alarme/intervention

6.1 Généralité

L'alarme et le fait que les protagonistes soient joignables doivent être assurées à chaque instant du processus de construction.

Durant toute la période des travaux, il faut s'assurer que l'alarme puisse être donnée et que les participants au projet soient atteignables.

Des informations transmises par courriel et SMS pour les niveaux valeur d'intervention et valeur d'intervention immédiate doivent être quittancées par le destinataire.

6.2 Niveaux d'alarmes

Selon I-50009

6.2.1 Valeur de précaution

- Si la valeur de précaution est dépassée, les participants au projet (direction des travaux, chef de projet, responsables d'installation I-VU-UEW) doivent en être prévenus.
- Décision de la direction des travaux et du chef de projet de CFF.
- Mesures possibles : raccourcissement des intervalles de mesure, observation de l'évolution.

6.2.2 Valeurs d'intervention

- Si la valeur d'intervention est dépassée, les participants au projet (direction des travaux, chef de projet, responsables d'installation de I-VU-UEW) doivent convenir des mesures à prendre.
- Procédure à suivre : décision de la direction des travaux et du chef de projet CFF en accord avec les responsables d'installation de I-VU-UEW. La mise en œuvre des mesures définies relève de la responsabilité de la direction des travaux et du chef de projet des CFF
- Mesures possibles : raccourcissement des intervalles de mesure, correction/ protection des installations de courant de traction et de câbles, réduction de vitesse, changement de méthode de construction, planification de mesures

6.2.3 Valeur d'intervention immédiate

- Si la valeur d'intervention immédiate est dépassée, il est possible que la sécurité de l'exploitation ne soit plus garantie.
    - Des mesures immédiates doivent être prises.
- Procédure à suivre : la direction des travaux doit demander l'intervention d'un spécialiste de la voie ferrée ou du responsable des installations (I-VU-UEW) pour prendre des décisions sur les mesures.
    - Information au CC, puis alarme de l'OMC et du CE selon le schéma d'alarme, respectivement le dispositif de sécurité. La mise en œuvre des mesures définies relève de la responsabilité de la direction des travaux et du chef de projet CFF
- Mesures possibles : arrêt des travaux, correction/protection des installations de courant de traction et de câbles, réduction de vitesse, interdiction de pleine voie ou changement de méthode de construction.
    - Le projet et les méthodes d'exécution seront modifiés

Le système automatique mis en place par le mandataire géomètre doit fonctionner en permanence.

Pour le mandataire géomètre, un service de piquet est exigé avec un délai d'intervention de 4 heures pour rétablir le système si les mesures ne sont pas transmises. Par ailleurs, si le système est perturbé par de nombreux dérangements, une intervention doit être menée dans un délai de 48 heures pour rétablir le fonctionnement normal.

6.3 Principe de base

- Les alarmes sont transmises par SMS de façon automatisée à un groupe de personne défini dans l'analyse de risque et/ou le concept de surveillance des voies
- En cas d'alarmes, seules les personnes mentionnées comme telles prennent les décisions quant à la sécurité de la circulation des trains. Il s'agit en principe de la DGT-CFF et de son remplaçant
- Le Mandataire doit être disponible en tout temps afin de répondre aux demandes de la DGT-CFF et/ou de son remplaçant

6.4 Rôle de la DGT-CFF et/ou de son remplaçant

- Contrôler la validité de l'alarme en se basant sur les courbes de la plateforme de visualisation des déformations ;
- Si nécessaire, ordonner un ralentissement ou l'arrêt de la circulation des trains
- Si nécessaire, faire intervenir le service de piquet (OMC) ;
- En cas d'alarme atteignant une valeur d'intervention et sans possibilité de vérification sur place (soir, nuit ou week-end), appeler le Chef circulation et ordonner une marche à vue, avec quittancement d'un éventuel défaut ressenti.
    - Si pas de constatation, demander un passage à 40 km/h avec également quittancement d'un éventuel défaut ressenti ;
- En cas de doute, faire intervenir le service de piquet (OMC) ;

6.5 Rôle du mandataire (sur demande de la DGT-CFF et/ou de son remplaçant) :

- Ordonner immédiatement l'arrêt des travaux
- Concevoir et ordonner des constructions nécessaires à la correction du défaut
- Etudier avec ENTR des méthodologies de travaux alternatives pour ne pas réitérer les inconvénients subits

6.6 Procédure d'alarme

Il y a lieu d'appliquer le schéma d'alarme déterminant.

L'annonce ne doit pas être quittancée au niveau VP. Elle doit être quittancée au niveau VI et VII.

La procédure en cas de dépassement des valeurs d'intervention et d'intervention immédiate est résumée dans le tableau suivant :

Valeur de précaution dépassée	Valeur d'intervention dépassée	Valeur d'intervention immédiate dépassée
Contrôle des mesures Informer I-VU_UEW et la DLT au plus vite	Contrôle des mesures Avertir I-VU_UEW et la DLT au plus vite en précisant le défaut DGT met en place des mesures nécessaires à la sécurité d'exploitation en accord avec les responsables d'installation d'I-VU-UEW	Contrôle des mesures Avertir I-VU_UEW et la DLT au plus vite en précisant le défaut DGT engage des mesures immédiates afin de garantir la sécurité de l'exploitation DLT ordonne l'arrêt des travaux en cours
Revue de projet Mesures constructives Augmentation de la fréquence des mesures	Revue de projet Mesures constructives	Arrêt du chantier Mesures immédiates Modification du projet

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

12.904.06

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud

Commune : Prangins

Echelle	Format
-	A4

N° Plan

-

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

PAB Prangins

RAPPORT D'EXAMEN



Signatures des personnes responsables :

A1. ☒ Signatures originales dans le document B. ○ Signature ci dessous

Ci-dessous :

A2. ☒ Signatures des personnes pro forma

CFF SA
Infrastructure Projets

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

CFF SA
Infrastructure Projets

Sophie Minon
Chef de projet général adjoint
I-AEP-LEM-MOR

IM Engineering | IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	27.06.2025	ali/fdu	fge		Version initiale
2					
3					
4					

DE CERENVILLE
GEOTECHNIQUE

RAPPORT D'EXAMEN

PAB Prangins – renouvellement de l'enclenchement Nyon

Mandant :	CFF Infrastructures, S. Minon
Experte :	De Cérenville Géotechnique SA, F. Geiser
Mandataire :	IUB, A. Morel
Géotechnicien :	Geotest SA

FG, M 16228
Chavannes-près-Renens, le 27 juin 2025

membre sia

VD	3, pl. de la Bourse aux Fleurs	1022 Chavannes-près-Renens	T +41 58 900 84 00
NE	49, chaussée de la Boine	2000 Neuchâtel	CHE-105.766.127 TVA
GE	14, route de Pré-Bois	1216 Cointrin	
VS	43, rue de la Drague	1950 Sion	dcg@decerenville.com
FR	14, avenue de la Gare	1700 Fribourg	www.decerenville.com

Sommaire

1	Mandat			3
2	Bases vérifiées			3
		2.1	Normes	3
		2.2	Documents examinés	3
3	Etendue de l'examen			4
		3.1	Objets examinés	4
		3.2	Liste des pièces examinées	4
4	Méthode d'examen générale			4
5	Mises au point durant l'examen			4
6	Résultats de l'examen			4
		6.1	Convention d'utilisation [2]	4
		6.2	Base de projet [3]	4
		6.3	Note de calcul [4] et plan [1]	4
		6.4	Concept de surveillance [6]	5

1 Mandat

- Mandant : CFF Infrastructure SA/ I-AEP-PJM-RWT-T3
- Mandat : Examen géotechnique – renouvellement de l'enclenchement Nyon – Paroi anti-bruit (PAB) au droit de la traversée de Prangins
- Auteur du projet : Groupement IUB-IM, noté IUB par la suite
- Début contrat expert : 01.02.2024
- Base du contrat : Examen selon directive OCI-CF : Directive - Organismes de contrôle indépendant - Chemin de fer. 1.07.2013

Auto-déclaration de la compétence professionnelle par l'experte :

L'experte, auteure de ce document, déclare :

- Posséder la compétence professionnelle requise conformément à la directive OCI-CF, chiffre 6 et s'estime apte à effectuer les examens nécessaires.
- Avoir effectué les examens personnellement avec le soutien d'ingénieurs chez De Cérenville Géotechnique SA pour deuxième avis.
- N'avoir fourni à aucun moment pendant les phases précédentes du projet des prestations en rapport avec l'objet examiné.

2 Bases vérifiées

2.1 Normes

L'examen vérifie la conformité aux normes et réglementation en vigueur en Suisse, dont :

- Les normes SIA, en particulier SIA 260, SIA 261, SIA 262, SIA 263 et SIA267
- Les prescriptions légales DE-OCF, OCF, LCdF et Dir. OCI-CF
- Les prescriptions d'exécution et de qualité (PEQ)

2.2 Documents examinés

Un dossier concernant la PAB, daté du 19.5.2025 a été remis et comprenait :

[1] 12.904.01_PAB de Prangins, Plan de situation et détails, IUB SAA

[2] 12.904.02_PAB Prangins_Convention d'utilisation, IUB SA

[3] 12.904.03_PAB Prangins_Base de projet, IUB SA

[4] 12.904.04_PAB Prangins_Note de calcul, IUB SA

[5] 12.904.05_PAB Prangins_Rapport technique, IUB SA

[6] 12.904.xx_PAB Prangins_Concept de surveillance et d'alarme selon réglementation I-50'009, IUB SA

Nous avons également consulté nos rapports d'examen établis pour la traversée à câble en lien avec cet objet, soit :

[a] Rapport d'examen – Prangins – traversée à câbles – 5.9.24 - De Cérenville Géotechnique SA

[b] Rapport d'examen – Prangins – traversée à câbles – 11.11.24 - De Cérenville Géotechnique SA

[c] Rapport d'examen – variante microtunnelier- pieux sécants – complément - 20.1.2025 - De Cérenville Géotechnique SA

3 Etendue de l'examen

3.1 Objets examinés

Le présent rapport concerne uniquement les fondations de la PAB qui devront être partiellement démolies en lien avec la réalisation de la chambre nécessaire à la traversée des câbles côté Lac.

3.2 Liste des pièces examinées

L'ensemble des pièces d'IUB a été examiné.

4 Méthode d'examen générale

La méthodologie adoptée pour l'analyse des différents documents

- Prise de connaissance de l'ensemble des documents (initiaux et complémentaires)
- Analyse de la faisabilité et des risques en lien avec la méthode choisie

5 Mises au point durant l'examen

Néant

6 Résultats de l'examen

Les résultats de l'examen sont repris par type de documents et/ou thèmes.

A part la fondation située au droit de la chambre, toutes les fondations (yc les liaisons) sont rétablies à l'identique par rapport à l'existant. Seul le passage à reptiles est décalé. Il n'y a donc pas de nouvelles vérifications pour ces éléments.

6.1 Convention d'utilisation [2]

Pas de remarques

6.2 Base de projet [3]

Pas de remarques

6.3 Note de calcul [4] et plan [1]

Pour les micropieux et fondations refaits à l'identique ok, pas de remarques

Pour la fondation ponctuelle au niveau de la chambre, les efforts provenant du montant de la PAB sont faibles :

N=12 kN
V= 8.3 KN (13.5 kN pour le séisme)
M= 7.5 kNm (12.1 kNm pour le séisme)

Les ancrages de liaison sont suffisants et au vu des dimensions du projet, les murs (épaisseur 34 cm) et les fondations de la chambre sont à même de reprendre ces efforts.

6.4 Concept de surveillance [6]

Pas de remarques

> > >

De Cérenville Géotechnique SA

ANN E-LISE BOURGEIX 2025.06.27 18:21:22+02'00'

FABRICE DUPRAY Signature qualifiée 2025.06.27 18:23:49+02'00'

Rapport établi par Dr Françoise Geiser, Dr ing. civil EPFL

Chavannes-près-Renens, le 27 juin 2025

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

12.904.07

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud

Commune : Prangins

Echelle	Format
-	A4

N° Plan

-

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

PAB Prangins

PRISE DE POSITION SUR LE RAPPORT D'EXAMEN



Signatures des personnes responsables :

A1. ☒ Signatures originales dans le document B. ○ Signature ci dessous

Ci-dessous :

A2. ☒ Signatures des personnes pro forma

CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

Aimé Morel
Auteur de projet

IM Engineering | IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	03.07.2025	mge	mo		Version initiale
2					
3					
4					

Table des matières

1	**Remarques de l'expertise**	2
1.1	Convention d'utilisation	2
1.2	Base de projet	2
1.3	Note de calcul et plan	2
1.4	Concept de surveillance	2

1 Remarques de l'expertise

1.1 Convention d'utilisation

Nous prenons acte du fait qu'aucune remarque n'ait été indiquée lors de l'expertise.

1.2 Base de projet

Nous prenons acte du fait qu'aucune remarque n'ait été indiquée lors de l'expertise.

1.3 Note de calcul et plan

Nous prenons acte du fait qu'aucune remarque n'ait été indiquée lors de l'expertise pour les fondations remplacées.
Nous prenons acte que la connexion entre la PAB de Prangins et la chambre côté Lac est considérée comme suffisante et qu'elle ne fait pas l'objet de remarques additionnelles.

1.4 Concept de surveillance

Nous prenons acte du fait qu'aucune remarque n'ait été indiquée lors de l'expertise.

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

12.904.08

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud

Commune : Prangins

Echelle	Format
-	A4

N° Plan

-

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

PAB Prangins

EVALUATION / CONTRÔLE TECHNIQUE INTERNE



Signatures des personnes responsables :

A1. ☒ Signatures originales dans le document B. ○ Signature ci dessous

Ci-dessous :

A2. ☒ Signatures des personnes pro forma

CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

Aimé Morel
Auteur de projet

IM Engineering | IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	21.07.2025	afa	smi		Version initiale
2					
3					
4					

Tabelle SIOP A - Durchgeführte Sicherheitsprüfungen

	Anlage[1]	SV-bericht	Subprozess-verantw.	SIOP A	CL Nr.	Datum	Vorname / Name	Unterschrift
☐	**Fahrbahn**							
☐	Gleis- und Weichengeometrie		I-NAT-BT-FB-TRP	I-NAT-BT-FB-TRP	A101			
☐	Weichenheizungen		I-NAT-BST	I-NAT-BST	A102			
☐	Oberbausystem/-material und Gleisabschlüsse		I-NAT-BT-FB-OBA	I-NAT-BT-FB-OBA	A103			
☐	Unterbau		I-NAT-BT-FB-UB	I-NAT-BT-FB-UB	A104			
☐	**Kunstbauten (Ingenieurbau)** Link Plattform							
☐	Erd- und Stützbauwerke	☐ [2]	I-NAT-BT-IB	I-NAT-BT-IB	A202			
☐	Tunnel und Galerien	☐ [2]	I-NAT-BT-IB	I-NAT-BT-IB	A203			
☐	Brücken (ohne PU/Pa im Bhfs-Bereich)	☐ [2]	I-NAT-BT-IB	I-NAT-BT-IB	A204			
☐	Schutzbauten (Naturgefahren)	☐ [2]	I-NAT-BT-IB	I-NAT-BT-IB	A205			
x	Lärmschutzwände	x [2]	I-NAT-BT-IB	I-NAT-BT-IB	A206	21.07.2025	Alexandru Faloba	Fab
☐	Wasserversorgung	☐ [2]	I-NAT-BT-IB	I-NAT-BT-IB	A208			
☐	Abwasserentsorgung	☐ [2]	I-NAT-BT-IB	I-NAT-BT-IB	A 209			
☐	**Bahnzugang** (xiat001@sbb.ch & Link Plattform Kunstbauten)							
☐	Perron- und Publikumsanlagen	☐ [2]	I-NAT-BT-BZU	I-NAT-BT-BZU	A301			
☐	Gleis- und Perronübderdachung	☐ [2]	I-NAT-BT-BZU	I-NAT-BT-BZU	A302			
☐	Brücken (als PU/Pa im Bhfs-Bereich)	☐ [2]	I-NAT-BT-BZU	I-NAT-BT-BZU	A304			
		☐ [2]		I-NAT-BT-IB	A304			
☐	**Sicherungsanlagen**							
☐	Prozessablauf		I-NAT-BST	I-NAT-BST	A400			
☐	**Zugbeeinflussung**							
☐	Aussensignalisierung		I-NAT-BST	I-NAT-BST				
☐	Führerstandsignalisierung		I-NAT-BST	I-NAT-BST				
☐	**Lichtraumprofil**							
☐	Gemäss Checkliste		I-NAT-BT-TNZ		[3]			

[1] Die Bezeichnungen auf Stufe Anlageart werden bei der Anpassung der Prüfunterlagen und Checklisten vorgenommen

[2] Falls Sachverständigenbericht erstellt wurde → ankreuzen

[3] Verweis auf entsprechend zu prüfende Checklisten

Projekt: Nyon, renouvellement de l'enclenchement

ISP-Nr. 1162414

Numéro ISP:	**1162414**
Objet:	**Nyon, renouvellement de l'enclenchement / PAB**
Tronçon / km de voie:	**Ligne 150 / km 37.064**
Canton / commune:	Vaud / Prangins
Chef de projet:	Blaise Destraz

SIOP A
Ouvrages d'art

Parois de protection (y compris protection antibruit)

	Documents contrôlés	Date du document	Version du document	Bases respectées
☒	**Convention d'utilisation**	**19.05.2025**	**2**	**DE-OCF**
☒	**Base de projet**	**19.06.2025**	**2**	**STI-INF**
☒	**Calculs statiques**	**19.05.2025**	**2**	**Normes SIA 260 sq.**
☒	**Rapport géotechnique**	**07.01.2025**	**2**	
☒	**Plans du projet de construction**	**19.05.2025**	**2**	**Réglementation CFF/RTE**
☒	**Prise de position mandataire**	**03.07.2025**	**1**	
☒	**Rapport technique**	**19.05.2025**	**2**	
☒	**Rapport de sécurité**	**19.05.2025**	**2**	

Réalisation SIOP A confirmée

Date	Nom/prénom	Signature
	Ingénieur spécialisé AEP-PJM	
04.07.2025	**Minon Sophie**	

Date	Nom/prénom	Signature
	Chargé(e) du contrôle de la conformité aux exigences réglementaires (Porteur de Compétences AEP-PJM)	
07.07.2025	**Pazos Ruben**	

<table>
<tr><th colspan="3">Charges/conditions relatives au projet de construction</th></tr>
<tr><th>N°</th><th>Description</th><th>Mise à jour du dossier vérifiée
[Date/signature]</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Elément déclencheur de cette SIOP A206 : suppression et remise en place de la PAB existante pour exécution de la traversée à câbles au microtunnelier.
Charge de la SIOP A202 annexé au présent dossier et dont l'extrait est donné à titre d'information ci-dessous.
Auflagen / Charges
<table>
<tr><th>Nr.</th><th>Kapitel Nr./Plan Nr.</th><th>Beschreibung</th><th>PGV</th><th>Ausf.</th></tr>
<tr><td>1</td><td>General</td><td>– Une SIOP A 206 est nécessaire pour la modification prévue de la paroi antibruit (PAB).
<table>
<tr><th>Nom du composant ou de l'ouvrage</th><th>Année de construction</th><th>Type d'ouvrage</th><th>Ligne DfA XXX et km (de à)</th><th>N ° IPID</th></tr>
<tr><td>Paroi anti-bruit</td><td>2016</td><td>PAB</td><td>Km 36.306-37.191</td><td></td></tr>
</table>
Tableau 1: ouvrage existant</td><td>X</td><td></td></tr>
</table>
</td><td> 
04.07.2025</td></tr>
<tr><td>2</td><td>Les porteurs de compétence Alexandre Michon et Ruben Pazos ainsi que la spécialiste GC Sophie Minon ont suivi et coordonnés les échanges entre l'experte Mme Geiser du bureau De Cerenville et l'auteur de projet IUB. Des points d'arrêt pour contrôle ont été effectués

L'ensemble des charges a été pris en compte par l'auteur de projet IUB et fait partie du dossier transmis à la SIOP.</td><td> 
04.07.2025</td></tr>
<tr><td>3</td><td>Echange datés du 08.05.2025 entre l'auteur de projet IUB et la spécialiste IB Sophie Minon qui demande de tenir compte des remarques formulées par le porteur de compétence Pazos Ruben et de les intégrer.

Les recommandations de CFF ont été intégrées au dossier par l'auteur de projet IUB.</td><td> 
04.07.2025</td></tr>
<tr><td>4</td><td>L'experte Mme Geiser du bureau De Cerenville a établi son rapport d'expertise sur base du projet mis à jour avec les remarques du porteur de compétences Pazos Ruben. Ses charges sont répertoriées dans le rapport d'expertise se trouvant en annexes de ce document. Elles n'apportent pas de prises de position</td><td> 
04.07.2025</td></tr>
</table>

Charges/conditions relatives au projet d'exécution		
N°	Description	Prise de position sur la mise en œuvre des charges/conditions
	Néant	

SBB CFF FFS

Auflagen SIOP A 206, DfA Linie 150, km 37.064
Objekt Nyon, renouvellement de l'enclenchement, ISP-Nr. 1162414

Autor(en)	I-NAT-BT-IB, Alexandru Faloba
Ort, Datum, Zeit	Bern, 21.07.2025
Kopie an	Minon Sophie (Ingénieur spécialisé AEP-PJM), Pazos Ruben (Porteur de Compétences AEP-PJM)
Anlage	

Folgende Dokumente wurden geprüft geprüft: / Les documents suivants ont été contrôlés:

10.05_Rapport géotechnique	04.07.2025 13:48	PDF Document	20'163 KB
12.904.01_PAB Prangins_Plan de situation et détails	04.07.2025 13:47	PDF Document	808 KB
12.904.02_PAB Prangins_Convention d'utilisation	04.07.2025 13:47	PDF Document	1'057 KB
12.904.03_PAB Prangins_Base de projet	04.07.2025 13:47	PDF Document	1'846 KB
12.904.04_PAB Prangins_Note de calcul	04.07.2025 13:47	PDF Document	8'296 KB
12.904.05_PAB Prengins_Rapport technique	04.07.2025 13:47	PDF Document	1'387 KB
12.904.06_PAB Prangins_Rapport d'examen	04.07.2025 13:47	PDF Document	688 KB
12.904.07_PAB Prangins_Prise de position sur le rapport d'examen	04.07.2025 13:47	PDF Document	615 KB
12.904.xx_PAB Prangins_Concept de surveillance et d'alarme selon réglementation I-50'009	04.07.2025 13:47	PDF Document	809 KB
2025-05-08_Echange PJM IB	04.07.2025 14:00	PDF Document	392 KB

Auflagen / Conditions

Nr.	Kapitel Nr./Plan Nr.	Beschreibung	PGV	Ausf.
1	Generell	▪ Die Auflagen des Sachverständigen, Fachingenieurs und Kompetenzträgers sind entsprechend zu berücksichtigen. *Les conditions posées par l'expert, l'ingénieur spécialisé et le détenteur de compétences doivent être prises en compte en conséquence.*		x

SBB AG
Ingenieurbau
Hilfikerstrasse 3 · 3000 Bern · Schweiz

SBB CFF FFS

14.03.01

CFF Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud
Communes : Prangins, Nyon

Echelle 1 : 500
Format 188.9 x 29.7
N° Plan 201325000.14.03.01

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

PLAN DE SITUATION LIGNE DE CONTACT



CFF SA
Infrastructure Projets

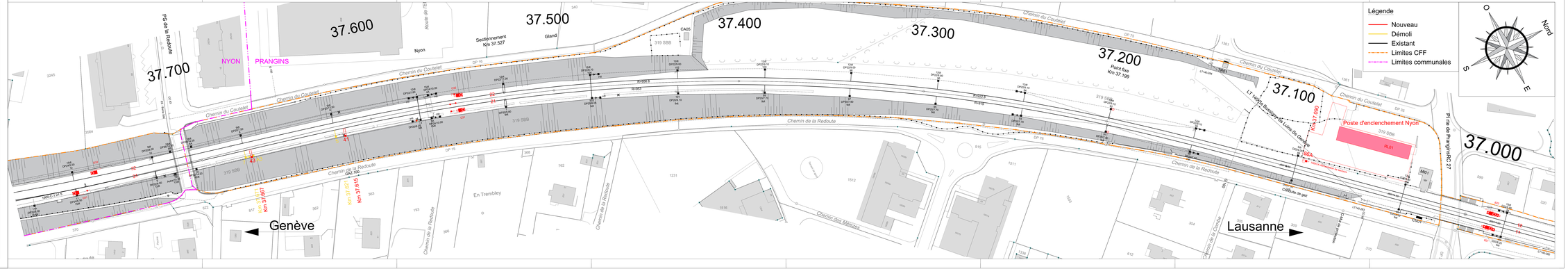
CFF SA
Ligne de contact Projets

Blaise Desbiol
Chef de projet général
I-NEP-LEM-NY

Guy Reemy
Chef de projet
I-NEP-ENG-FS-RNY-PL3

SBB CFF FFS

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	30.06.2020	gre			
2	10.01.2020	gre			
3					
4					



SBB CFF FFS
CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

14.04.01

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud

Communes : Prangins, Nyon

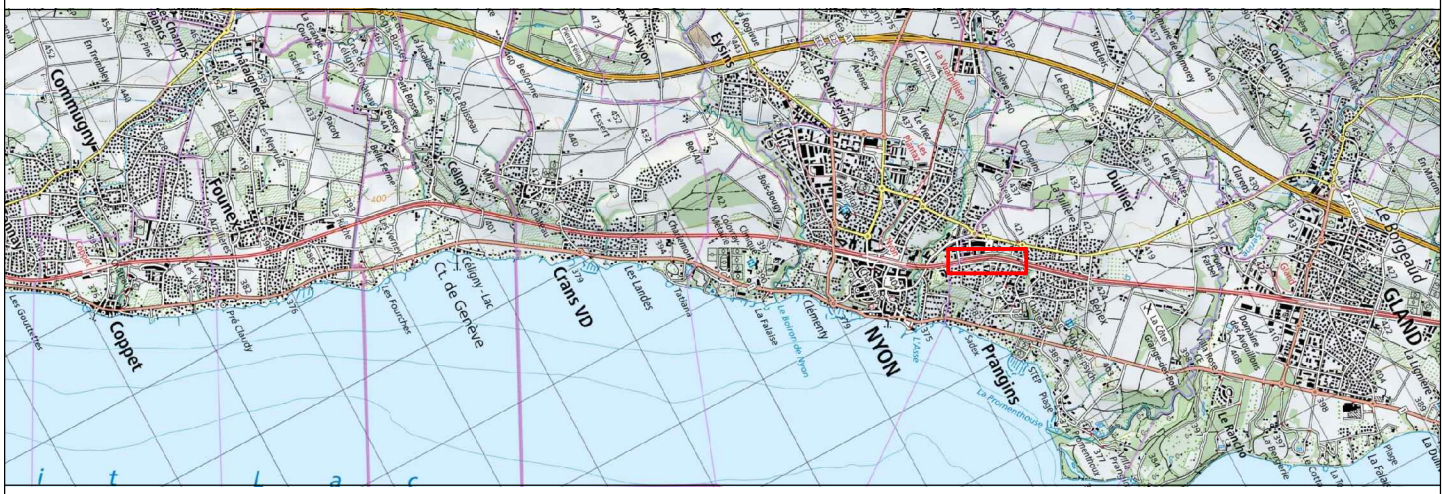
Echelle	Format
1:50 / 1:100	A4

N° Plan
201325000.14.04.01

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

PROFILS EN TRAVERS LIGNES DE CONTACT



CFF SA
Infrastructure Projets

CFF SA
Ligne de contact Projets

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

Guy Raemy
Chef de projet
I-AEP-ENG-FS-RWT-PL3

SBB CFF FFS
CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	20.08.2024	Pn	gra		
2	11.10.2024	Pn	gra		Modification représentation 86A
3					
4					

LISTE DES ABREVIATIONS

aF	Distance entre la ligne de contact et l'axe du mât
b	Base de la console
bb	Ecartement entre les 2 fils de contact parlèles dans un sectionnement ou un tendeur
be	Distance d'isolement dans l'air
bfa	Valeur maximum du relèvement du fil de contact à l'amarrage
bj	Distance entre le tube porteur de la console et le dessous du joug
bjT	Distance verticale entre le câble porteur et le dessous du joug
bt	Longueur du tube de support de la console
btm	Distance verticale entre l'extrémité inférieure du tube de support de la console NT et le joug
c	Portée entre deux supports
e	Longueur de la contrefiche de la console sans l'isolateur (mesuré entre les perçages de chaque extrémité)
er	Distance entre l'attache de la contrefiche de la console et le point d'attache de l'antibalançant
fa	Distance du massif d'ancrage : parallèle/perpendiculaire à la voie
fo	Soulèvement du fil de contact
h	Hauteur générale avec une ligne horizontale , hauteur entre la ligne horizontale et la voie
ha	Hauteur entre le dessous du joug J et la voie de référence (rail 0)
haa	Hauteur entre l'attache du hauban/contrefiche (trou inférieur) et la voie
haaz	Hauteur entre l'attache du hauban/contrefiche (trou inférieur) et le dessous de la plaque de base du mât
hao	Hauteur entre le dessous du joug d'amarrage supérieur et la voie de référence (rail 0)
haoz	Hauteur entre le dessous du joug d'amarrage supérieur et le dessous de la plaque de base du mât
hau	Hauteur entre le dessous du joug d'amarrage inférieur et la voie de référence (rail 0)
hauz	hauteur entre le dessous du joug d'amarrage inférieur et le dessous de la plaque de base du mât
haz	Hauteur entre le dessous du joug J et le dessous de la plaque de base du mât
hez	Hauteur entre le câble de terre et le dessous de la plaque du mât
hf	Hauteur entre le fil de contact et la voie
hfa	Hauteur entre le fil de contact amarré et la voie
hfaz	Hauteur entre le fil de contact amarré et le dessous de la plaque du mât
hg	Hauteur entre la voie et la voie de référence (rail 0)
hi	Hauteur entre l'attache de la retenue (axe de l'isolateur) et la voie
hip	Hauteur entre l'attache de la retenue CP (axe de l'isolateur) et la voie
hipz	hauteur entre l'attache de la retenue CP (axe de l'isolateur) et le dessous de la plaque du mât
hiz	hauteur entre l'attache de la retenue (axe de l'isolateur) et le dessous de la plaque du mât
hkgl	Hauteur entre la tête de fond. et la voie indiquée
hl	Hauteur des lignes détournée, d'alimentation ou auxiliaire
hltz	hauteur entre traverse LD (axe) et le dessous de la plaque du mât
hp	Hauteur entre le câble porteur et la voie
hpa	Hauteur entre le câble porteur amarré et la voie
hpaz	Hauteur entre le câble porteur amarré et le dessous de la plaque du mât
ht	Hauteur entre le tube de la console (axe) et la voie
htz	Hauteur entre le tube de support de la console et le dessous de la plaque de base du mât
hz	Hauteur générale avec une ligne horizontale , hauteur entre la ligne horizontale et le dessous de la plaque de base du mât
ε	Désaxement du fil de contact (à partir de l'axe théorique du véhicule) et sans vent
ηr	Inclinaison en % de l'antibalançant (retenues types R ou A)
ηs	Inclinaison en % de la droite a–a passant par le fil de contact et le point d'appui de l'anneau sur l'attache
je	Joug d'extrémité
js	Longueur utile du joug
ka	Contre–flèche du mât
l	Longueur du bras de retenue
L	Bras de retenue type L (l = 1.2 m)
lm	Longueur du câble des contrepoids
lr	Distance entre l'attache du bras de retenue et le manchon à anneau
lv	Longueur de réglage de la la béquille
nf	Distance du point fixe
r	Rayon de la voie
Rail0	Remarque: Les cotes de hauteur au–dessus d'une voie sont toujours données par rapport au Rail 0 de cette voie
sr	Distance entre l'anneau de bras et l'axe de l'antibalançant
sra	Distance entre l'attache du bras de retenue et l'extrémité sup. de la partie verticale du tube de support NT
t	Longueur du tube de support de la console
tb	Distance entre l'articulation de tube de support de la console et la bride du tendeur
tfa	Distance entre la plaque de fixation de l'isolateur et le point de pivotement de la console
tk	Déplacement horizontal de la chaine d'isolation
tp	Distance entre l'articulation du tube support de la console et la face de la pince du câble porteur (cat. R) resp. entre la face du mât et la face de la bride de suspension du câble porteur (cat. N)
ts	Longueur du hauban tubulaire de la console sous joug
ü	Dévers
z	Distance z selon 373.61.13–20
Z	Hauteur de la fondation altitüde
D	Bras de retenue simple
DD	Bras de retenue directe, isolateur mobile
A	Bras de retenue coudé
R	Bras de retenue en compression
P	Tube de retenue en compression

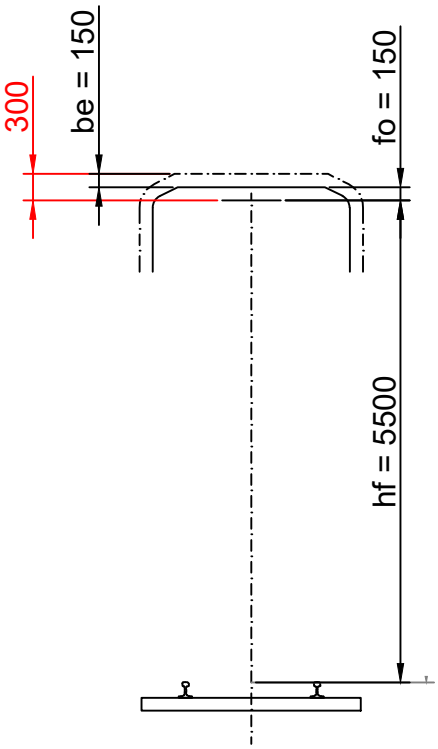
Ligne Lausanne - Genève - Aéroport
Gare de Nyon

Aend. / Modif.			
03	04	Bauherr / Maître d'oeuvre: CFF SA	
01	02	Ing.-Büro / Bureau d'ing. : I-AEP-ENG-FS	

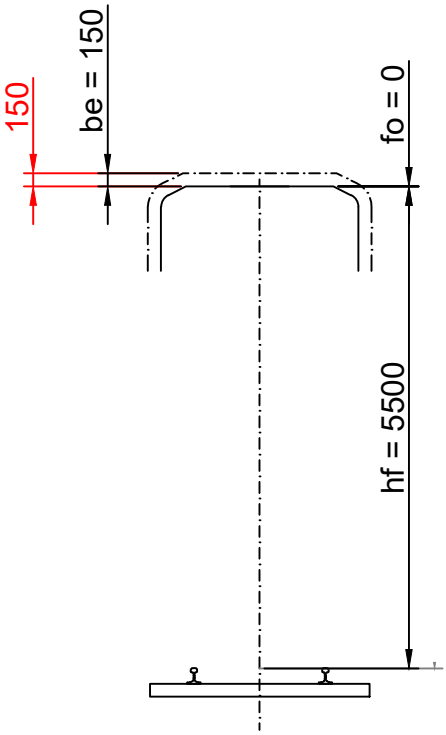
SBB CFF FFS

Massstab/Ech.	Format	Gezeichnet / Dessiné:		Linie / Bhf Ligne/Gare	NY_PAP
	A4	20.08.2024 Pn			
		Gepr. / Contrôlé:	Ges. / Vu:	Bahn-km km Ligne	

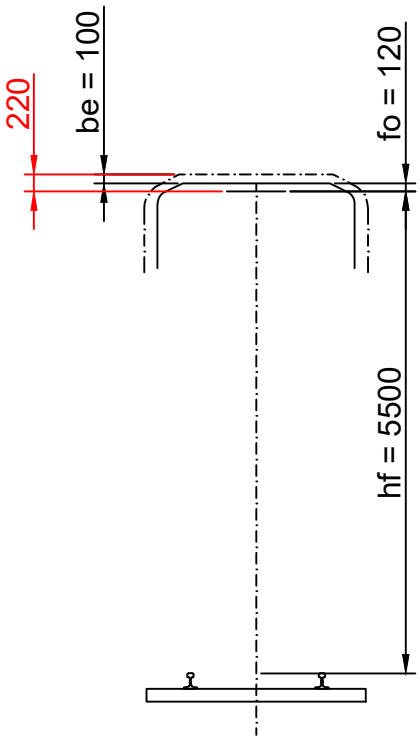
Représentation espace panthographe



Les espaces panthographe des profils en travers Ligne de contact représente un soulèvement du fil de contact (fo) de 150mm (vitesse de 160 km/h) et une distance d'isolement dans l'air (be) statique de 150mm (vitesse de 0 km/h). Ainsi le profil d'espace du pantographe représente à la fois un véhicule immobile et un véhicule roulant à 160 km/h.



Si le véhicule est statique (vitesse de 0 km/h), le soulèvement du fil de contact (fo) est de 0mm. La distance d'isolement dans l'air (be) statique est de 150mm.



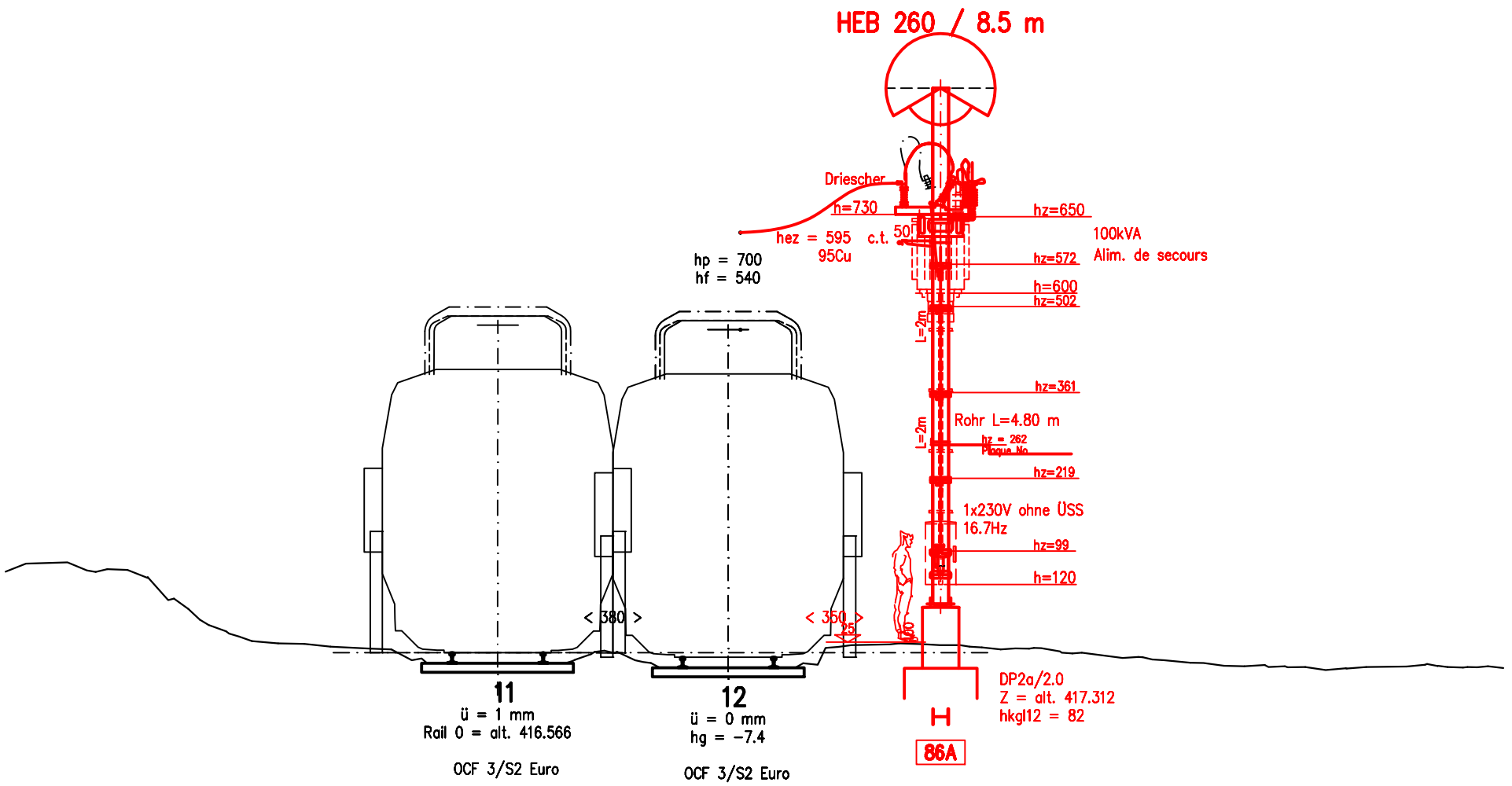
En gare de Nyon, la vitesse maximale autorisée est de 145 km/h. Le soulèvement du fil de contact (fo) pour cette vitesse est de 120mm selon la fiche technique CFF 0161.1020.0028. Selon la norme EN 50119, ch. 5.1.3, dont font référence les DE-OCF [ad art. 18, feuille 16N voie normale ainsi que ad art. 44, DE 44.c, chiffre 5.9] la distance d'isolement dans l'air (be) recommandée entre la terre et les parties sous tension de ligne aérienne de contact en dynamique est de 100mm. Ce qui représente un espace pantographe de 220mm au lieu de 300mm qui représente le cas le plus péjorant mais improbable.

Ligne Lausanne - Genève-Aéroport
Gare de Nyon

Aend. / Modif.			Bauherr / Maître d'oeuvre:
	03	04	CFF SA
	01	02	Ing.-Büro / Bureau d'ing. : I-AEP-ENG-FS-RWT

SBB CFF FFS

Massstab/Ech.	Format	Gezeichnet / Dessiné:		Linie / Bhf Ligne/Gare	NY_PAP
	A4	20.08.2024 Pn			
		Gepr. / Contrôlé:	Ges. / Vu:	Bahn-km km Ligne	

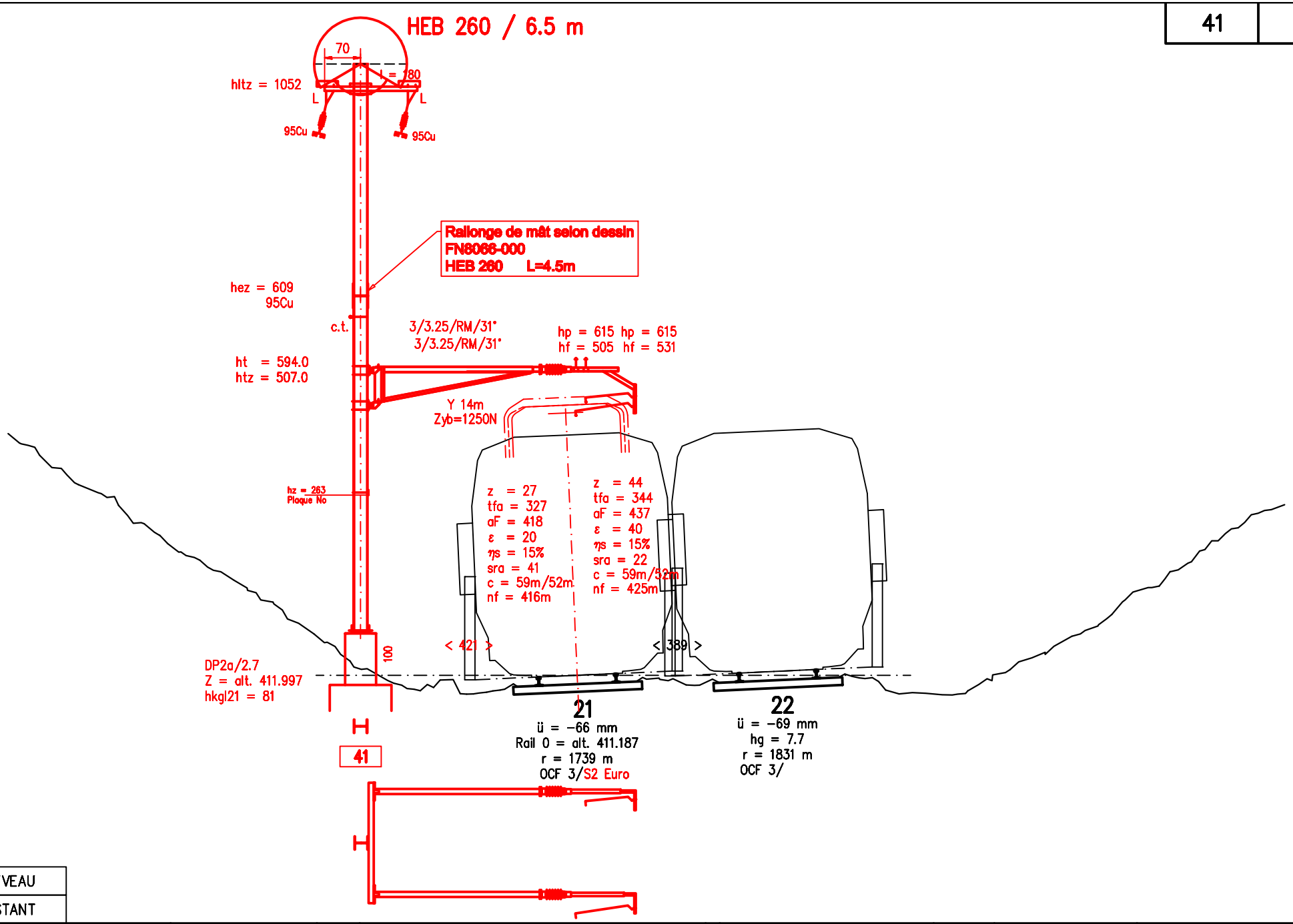


NOUVEAU

EXISTANT

86A

SBB CFF FFS	Bauherr / Maître d'ouvrage: CFF SA Ing.-Büro / Bureau d'ing.: I-AEP-ENG-FS-RWT	Format A4	Ligne Lausanne – Genève – Aéroport Gare de Nyon	Aend. / Modif.	c	d b	Massstab/Ech. 1:100	Gezeichnet / Dessiné: 20.08.24 Pn Gepr. / Contrôlé: Ges. / Vu:	Linie / Bhf Ligne/Gare	NY_PAP
					a				Bahn-km km Ligne	KM 037.090



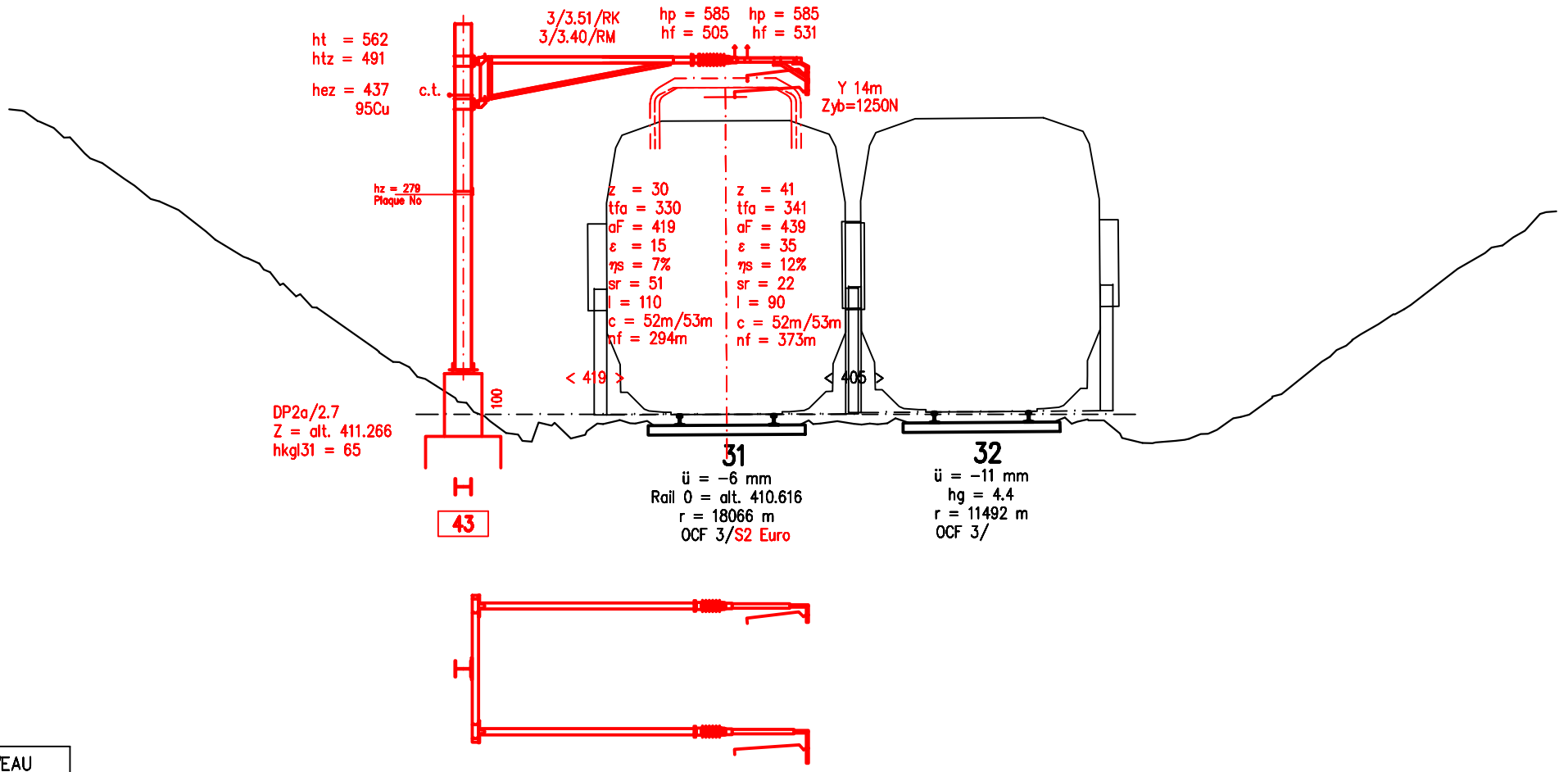
NOUVEAU

EXISTANT

41

SBB CFF FFS	Bauherr / Maître d'ouvrage: CFF SA Ing.-Büro / Bureau d'ing.: I-AEP-ENG-FS-RWT	Format A4	Ligne Lausanne – Genève – Aéroport Gare de Nyon	Aend. / Modif.	c	d	Massstab/Ech. 1:100	Gezeichnet / Dessiné: 20.08.24 Pn Gepr. / Contrôlé: Ges. / Vu:	Linie / Bhf Ligne/Gare	NY_PAP
					a	b			Bahn-km km Ligne	KM 037.615

HEB 260 / 5.5 m



NOUVEAU

EXISTANT

43

SBB CFF FFS	Bauherr / Maître d'ouvrage: CFF SA Ing.-Büro / Bureau d'ing.: I-AEP-ENG-FS-RWT	Format A4	Ligne Lausanne – Genève – Aéroport Gare de Nyon	Aend. / Modif.	c	d	Massstab/Ech. 1:100	Gezeichnet / Dessiné: 20.08.24 Pn Gepr. / Contrôlé:	Ges. / Vu:	Linie / Bhf Ligne/Gare	NY_PAP
					a	b				Bahn-km km Ligne	KM 037.667

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

14.06.02

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud
Commune : Prangins

Echelle 1:100
Format 147x89.1
N° Plan -

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

CONCEPT DE MISE A TERRE BATIMENT DE SERVICE



CFF SA
Infrastructure Projets

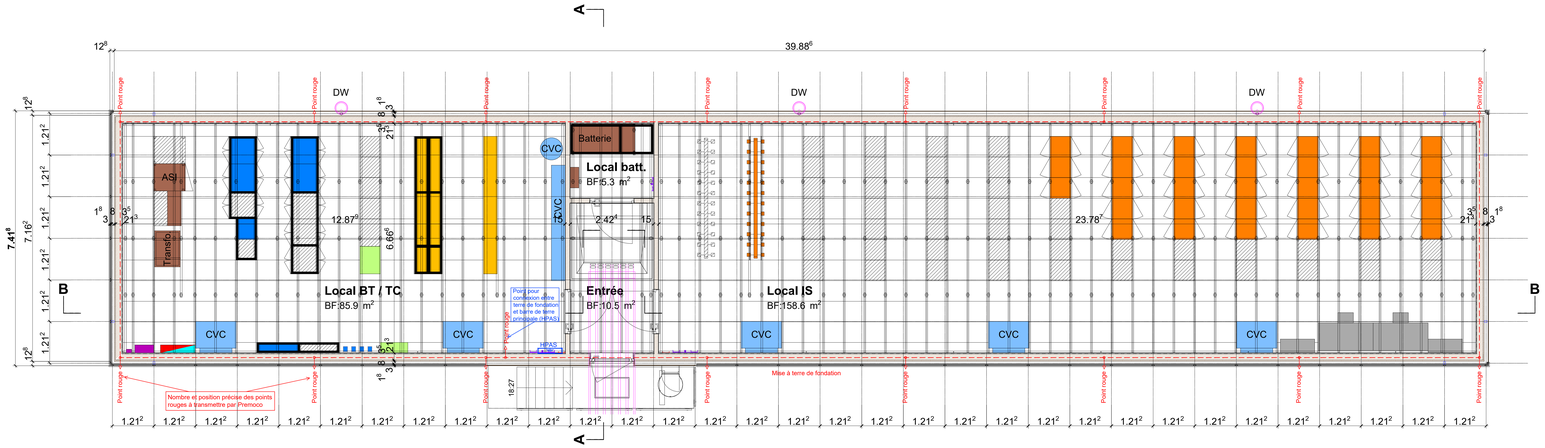
Groupement IUB-IM

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

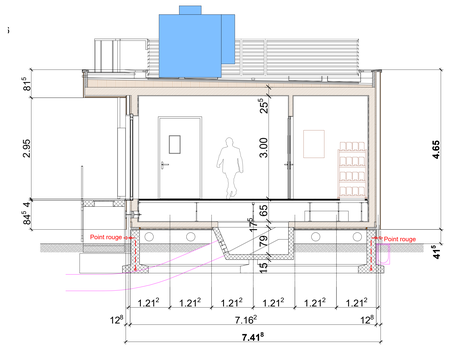
Nicolas Stempfel
Auteur de projet

IM Engineering IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	18.09.2024	tma	nst		
2					
3					
4					



Plan RDC



Coupe A - A

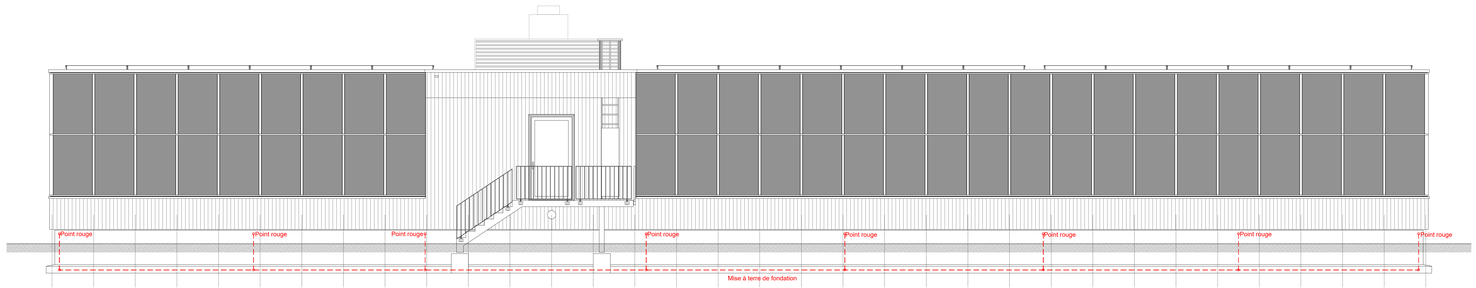
Légende

Mise à terre de fondation : Ruban de fer nu 25x3 ou corde de fer nu 75mm²

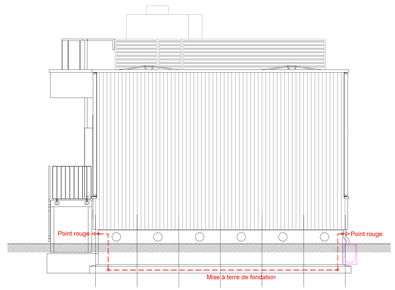
Point rouge : Garniture de raccordement type Flury FE 65



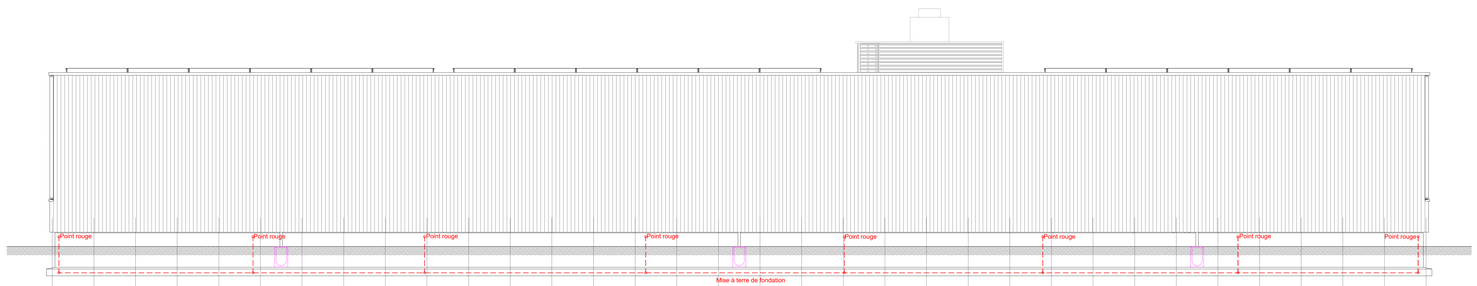
Le parafoudre en toiture ainsi que les descentes sur les façades font parties des prestations du fournisseur du bâtiment et sont gérés par ce dernier.



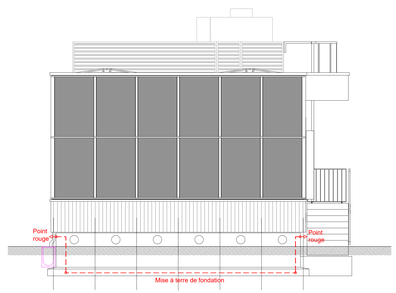
Façade SE



Façade NE



Façade NO



Façade SO

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

14.06.01

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100
Ligne : 159 km : 0.000 - 0.640

Cantons : Vaud, Genève

Communes : Prangins, Nyon, Crans (VD), Céligny

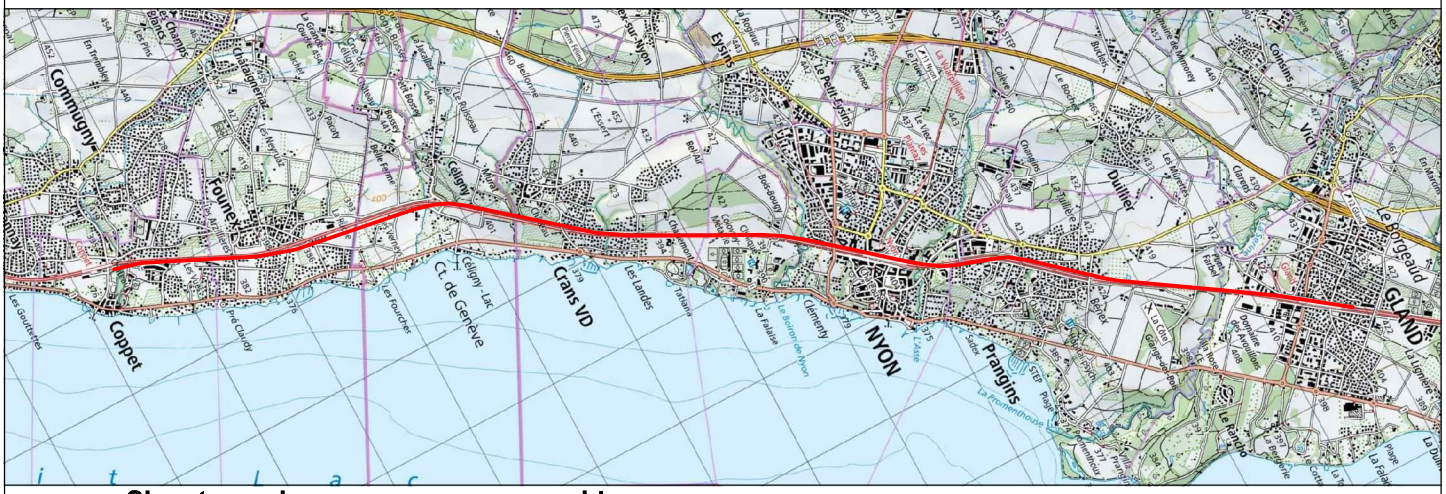
Echelle	Format
-	A4

N° Plan: -

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

CONCEPT GENERAL DE MISE A TERRE



Signatures des personnes responsables :
A1. ☒ Signatures originales dans le document B. ○ Signature ci dessous
Ci-dessous :
A2. ☒ Signatures des personnes pro forma

CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

Nicolas Stempfel
Auteur de projet

IM Engineering | IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	20.09.2024	tma	nst		
2					
3					
4					

Mentions légales

Auteurs

Spécialiste CFF Installations techniques	Auteur du projet
Romain Maret CFF Infrastructure – Projets Région Ouest Equipements techniques, Rue de la gare de triage 5, 1020 Renens Tél.: 079 682 13 76 romain.maret@sbb.ch	Timothé Maendly IM Maggia Engineering SA Rte de Formangueires 7 1782 Belfaux Tél.: 026 460 39 79 Timothé Maendly@im-maggia.ch

SBB CFF FFS

TABLE DES MATIÈRES

1. Situation initiale et aperçu du projet 4
1.1. Description du projet 4
2. Bases légales 4
2.1. Abréviations (spécifiques au projet) 4
3. Description du système 5
4. Concept de mise à la terre 6
4.1. Service spécialisé Installations techniques (installations 50 Hz) 6
4.1.1. Forme de réseau d'alimentation électrique 6
4.1.2. Quais voyageurs (y compris passages inférieur et supérieur) 6
4.1.3. Bâtiments des CFF (bâtiment technique, bâtiment voyageurs, etc.) 6
4.1.4. Parafoudre (bâtiments, GSM-R) 6
4.1.5. Installation moyenne tension 50 Hz 7
4.1.6. Autres systèmes de mise à la terre (50 Hz/DC) dans la gare (signal d'entrée/signal de sortie) 7
4.2. Ouvrages d'art (murs de soutènement, parois antibruit, tunnels, ponts, etc.) 7
4.2.1. Clôture autour du nouveau bâtiment technique 7
4.2.2. Mur de soutènement pour fondation de signal D32 7
4.2.3. Clôture le long du sentier de Prangins 7
4.2.4. Glissière de sécurité 7
4.2.5. Mur de soutènement des chambre à manchon et KV 10N et 11N 7
4.2.6. Nouvelle clôture sur ligne 159 8

1. Situation initiale et aperçu du projet

1.1. Description du projet

Description du projet uniquement concernant la mise à la terre et le retour du courant

Voir le rapport technique du projet général.

2. Bases légales

Les règles techniques en vigueur à la date de la publication sont respectées.
Les bases légales sont notamment les suivantes:

- OCF, ordonnance sur les chemins de fer
- DE-OCF, dispositions d'exécution de l'ordonnance sur les chemins de fer
- D RTE 27900 Manuel des conducteurs de retour de courant et des mises à la terre
- Ordonnance sur le courant fort, ordonnance sur les installations électriques à courant fort
- OIBT, ordonnance sur les installations à basse tension
- NIBT, norme sur les installations à basse tension
- ORNI, ordonnance sur la protection contre le rayonnement non ionisant

2.1. Abréviations (spécifiques au projet)

CFF	Chemins de fer fédéraux suisses CFF SA
TN-C-S	Terre Neutre Combiné Séparé
TN-S	Terre Neutre Séparé
TO	Terre de l'ouvrage
TSI	Prise de terre-services industriels

3. Description du système

Dans le cadre du présent concept, la compatibilité des interfaces des différents systèmes est contrôlée et un concept de mise à la terre de niveau supérieur est élaboré. Les systèmes électriques suivants sont utilisés dans le cadre du projet:

- Réseau public (16 kV/50 Hz / 230/400 V/50 Hz)
- CFF (16 kV/50 Hz / 230/400 V/50 Hz)
- CFF (15 kV/16,7 Hz / 400/230 V/16,7 Hz)

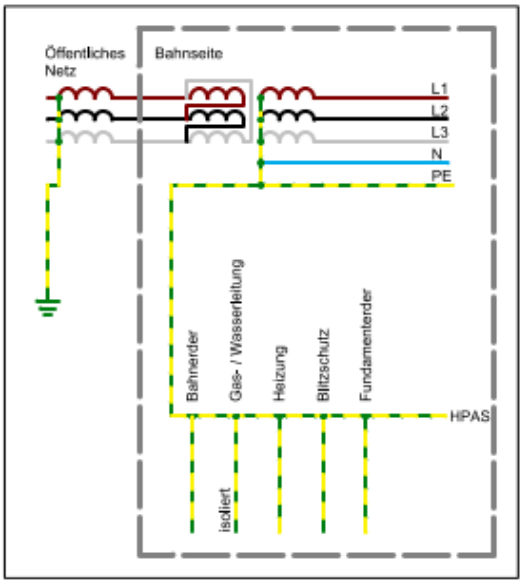
4. Concept de mise à la terre

4.1. Service spécialisé Installations techniques (installations 50 Hz)

4.1.1. Forme de réseau d'alimentation électrique

Voir le schéma général de mise à la terre (pièce n°14.06.03).
La forme du réseau choisie permet de séparer les réseaux et circuits de mise à terre du gestionnaire réseau et celui des CFF.

TN-S (avec séparation galvanique)



4.1.2. Quais voyageurs (y compris passages inférieur et supérieur)

Non concerné.

4.1.3. Bâtiments des CFF (bâtiment technique, bâtiment voyageurs, etc.)

Voir le plan de mise à la terre (pièce n°14.06.02).

Le bâtiment ferroviaire intègre une mise à la terre des fondations selon la norme SNR 464113:2015. Cette mise à la terre est raccordée à la barre principale d'équipotentialité.

Le bâtiment ferroviaire est équipé de deux conducteurs de retour de bâtiment. Les conducteurs de retour de bâtiment sont raccordés à deux mâts de ligne de contact indépendants, eux-mêmes reliés à la corde de retour de courant. Les deux conducteurs sont raccordés à la barre principale d'équipotentialité. Selon le manuel RTE 27900, ch. 6.4, image 6-5.

4.1.4. Parafoudre (bâtiments, GSM-R)

Le bâtiment de service est fourni équipé d'un parafoudre qui est installé par le fournisseur du bâtiment. Ce parafoudre sera relié à la terre de fondation du bâtiment au moyen de garnitures de raccordements réparties tout autour de la fondation (pièce n°14.06.03).

4.1.5. Installation moyenne tension 50 Hz

Non concerné.

4.1.6. Autres systèmes de mise à la terre (50 Hz/DC) dans la gare (signal d'entrée/signal de sortie)

Non concerné.

4.2. Ouvrages d'art (murs de soutènement, parois antibruit, tunnels, ponts, etc.)

4.2.1. Clôture autour du nouveau bâtiment technique

La nouvelle clôture construite autour du bâtiment technique sera raccordée à la terre du rail en raison de sa distances aux mâts LC 86 et 88 inférieure à 1.75m. La clôture sera reliée au mât 88 par un conducteur de terre, en cuivre nu de 50mm^2. Les candélabres du cheminement seront également raccordés à la terre rail au moyen du conducteur de protection du câble les alimentant.

Le nouveau portail construit sur la route d'accès existante vers la maison de garde devra être monté de manière isolée pour éviter la propagation du potentiel ferroviaire sur la clôture existante longeant la route. Le montage du portail isolé empêche également le risque de tension de contact dangereuse entre la nouvelle clôture du bâtiment technique et la clôture existante à la terre de l'ouvrage.

4.2.2. Mur de soutènement pour fondation de signal D32

Un mur de soutainement sera construit en béton armé pour soutenir une nouvelle fondation au km 37.748 (visible sur la pièce n°04.03). Ce mur se trouvant dan la zone 1 (au sens du manuel RTE 27900, ch. 4.5.1), il sera équipé de barres collectrices et mis à la terre du rail par liaison sur un mât LC n°12. La liaison entre le mur et le mât se fera par conducteur de terre jaune-vert de 95mm^2, en cuivre avec isolation.

4.2.3. Clôture le long du sentier de Prangins

Un nouveau portail sera ajouté sur une clôture existante au km 37.970,le long du sentier de Prangins (visible sur la pièce n°04.04). Cette clôture n'est actuellement pas raccordée à la mise à terre du rail, hors il existe un potentiel risque de tension de contact de fait de sa position dans la zone 2 (au sens du manuel RTE 27900, ch. 4.5.2) à proximité des mâts existants n°20 et 23. Une mesure sera effectuée afin de définir si cette dernière nécessite un raccordement à la terre rail. Le cas échéant, une portion de la clôture devra être montée à une terre flottante au droit de l'éclairage public existant pour éviter les risques liés aux tensions de contact dangereuse. Le reste de la clôture sera raccordé à la terre du rail sur les mâts LC n°20 et 23 par un conducteur de terre de 50mm^2, en cuivre nu.

4.2.4. Glissière de sécurité

La glissière de sécurité existante le long de la voie actuelle 48 (renumérotée 58 dans le projet) sera prolongée de 45m (visible sur la pièce n°04.04). La glissière existante est raccordée à la mise à terre du rail selon les normes en vigueures. La nouvelle portion de glissière sera raccordée électriquement à la glissière existante pour assurer la connexion de celle-ci à la mise à terre du rail. La connexion se fera par un conducteur de terre de 50mm^2, en cuivre nu.

4.2.5. Mur de soutènement des chambre à manchon et KV 10N et 11N

Un mur de soutènement sera construit en béton armé pour soutenir la construction de chambres à KV et manchons au km 38.800 (visible sur la pièce n°04.04). Ce mur se trouvant dan la zone 1 (au sens du manuel RTE 27900, ch. 4.5.1), il sera équipé de barres collectrices et

mis à la terre du rail par liaison sur un mât LC n°67. La liaison entre le mur et le mât se fera par conducteur de terre jaune-vert de 95mm^2, en cuivre avec isolation.

La construction de ce mur de soutènement interrompt un bafix existant le long de la voie du km 38.760 au km 38.882. Ce bafix est actuellement connecté à la terre du rail par différentes liaisons sur les mâts LC n°67, 69 et 71. Les connexions sur les mâts LC seront conservées et ne sont pas impactées par les travaux. Le bafix devra être adapté après la suppression du socle du KV14 existant. La connexion à la terre du rail sera refaite sur le tronçon impacté pour assurer la continuité de la liaison jusqu'au mât LC n°67

4.2.6. Nouvelle clôture sur ligne 159

Une nouvelle clôture sera construite le long de la voie sur la ligne 159, des km 0.390 au km 0.573. Cette clôture est visible sur la pièce n°04.04. Cette voie n'est actuellement pas électrifiée mais le sera par la suite. La nouvelle clôture se trouve dans la zone 1 (au sens du manuel RTE 27900, ch. 4.5.1) et sera mise à la terre par liaison sur les mâts LC au moment de l'électrification de la voie (non-compris dans ce projet).

La clôture étant à moins de 1.75m du bâtiment aux abords de la voie au km 0.455, une partie de la clôture sera montée isolée pour éviter tout risque de tension de contact (selon risques en zone 2 au sens du manuel RTE 27900, ch. 4.5.2).

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

14.06.03

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100
Ligne : 159 km : 0.000 - 0.640

Cantons : Vaud, Genève
Communes : Prangins, Nyon, Crans (VD), Céligny

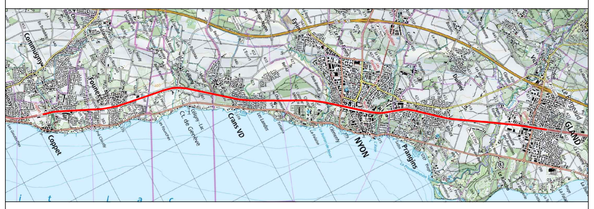
Echelle	Format
-	840 x 59.4

N° Plan: -

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

SCHEMA DE PRINCIPE DE MISE A TERRE



CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

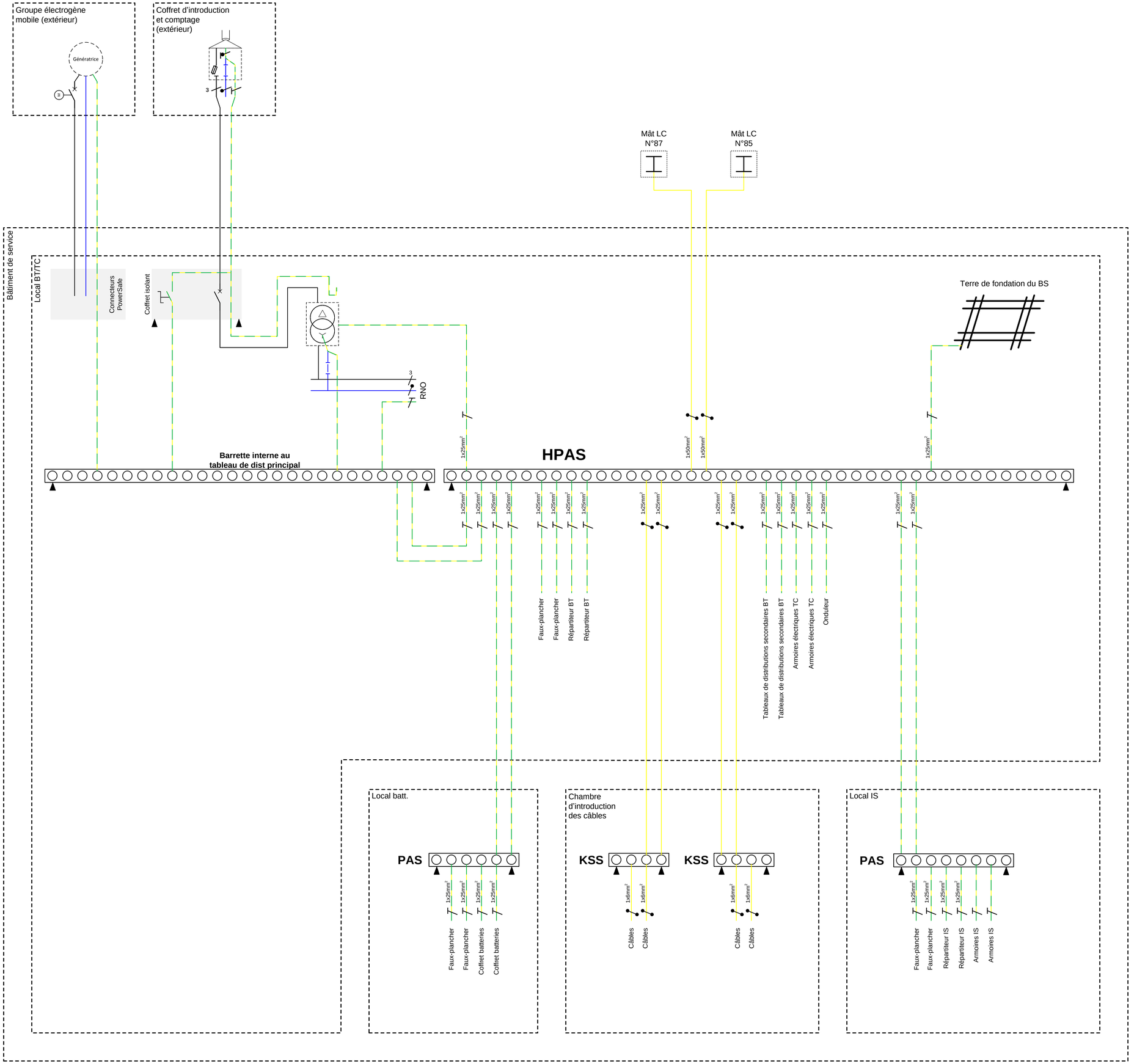
Nicolas Stempfel
Auteur de projet

IM Engineering | IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	19.09.2024	tma	nst		
2					
3					
4					

Légende

- Conducteur polaire (L)
- Conducteur neutre (N)
- Conducteur de protection (PE)
- Conducteur de neutre avec fonction de protection (PEN)
- Conducteur de retour (RL)
- Conducteur actif
- Conducteur de protection
- Barre de mise à terre (avec montage isolé)
- Transformateur de séparation
- Coffret d'introduction
- Interrupteur
- Disjoncteur
- Disjoncteur motorisé



SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

14.07.02

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud

Communes : Prangins, Nyon

Echelle	Format
-	A4

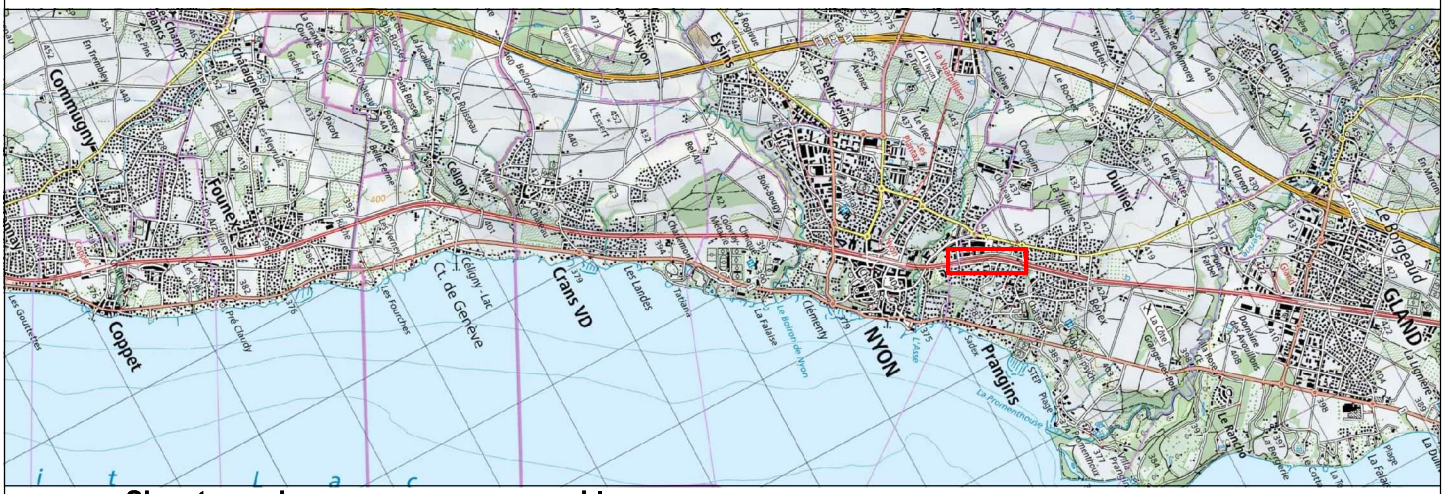
N° Plan

-

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

SIOP A COURANT DE TRACTION



Signatures des personnes responsables :

A1. ☒ Signatures originales dans le document B. ○ Signature ci dessous

Ci-dessous :

A2. ☒ Signatures des personnes pro forma

CFF SA
Infrastructure Projets

CFF SA
Infrastructure Projets

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

Guy Raemy
Chef de projet
I-AEP-ENG-FS-RWT-PL3

SBB CFF FFS
CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	20.08.2024	gra			
2					
3					
4					

Contrôle de la qualité courant de traction

Inclut : SIOP A/B et tests de qualité pour les projets de courant de traction, de câbles et de protection de câbles

Projet : Nyon, renouvellement de l'enclenchement
ISP No. 1162414
Auteur : Guy RAEMY
Date : 20.08.2024

Table des matières

1. Modèle de contrôle de projet SIOP A 3
2. Modèle de contrôle de projet SIOP B 5
3. Formulaire SIOP A et SIOP B 8
3.1 Spécification parent 8
3.2 Installation de ligne de contact : sous-division 9
3.3 Installation de ligne de contact : sections de protection 10
3.4 Installation de ligne de contact : protection contre le contact corporel 11
3.5 Installation de ligne de contact : signalisation de sécurité 12
3.6 Installation de ligne de contact : distances au sol/à la terre 13
3.7 Installation de ligne de contact : distances par rapport aux ouvrages 14
3.8 Installation de ligne de contact : distances par rapport aux autres installations 15
3.9 Installation de ligne de contact à proximité d'autres installations 16
3.10 Installation de ligne de contact : profil d'espace libre 17
3.11 Installation de ligne de contact : déviation 18

3.12 Installation de ligne de contact : divers 19
3.13 Lignes aériennes sur la ligne de chemin de fe r: distances par rapport à la ligne de contact et entre les LC 20
3.14 Lignes aériennes sur la ligne de chemin de fe r: distances par rapport aux ouvrages 21
3.15 Lignes aériennes sur la ligne de chemin de fer : distances et croisements avec d'autres installations 22
3.16 Ligne aérienne sur la ligne de chemin de fer : divers 23
3.17 Ligne aérienne à l'extérieur de la ligne de chemin de fer : distances entre les lignes aériennes, par rapport au sol et par rapport à d'autres objets au sol 24
3.18 Ligne aérienne à l'extérieur de la ligne de chemin de fer : distances par rapport aux ouvrages 25
3.19 Lignes aériennes à l'extérieur de la ligne de chemin de fer : distances et croisements avec d'autres installations 26
3.20 Ligne aérienne à l'extérieur de la ligne de chemin de fer : divers 27
3.21 Câbles 28
3.22 Protection des câbles 29
3.23 Retour du courant et mise à terre 30
3.24 Autres installations : transformateurs, interrupteurs, postes de distribution 31

1. Modèle de contrôle de projet SIOP A

Projet:

Le contrôle SIOP A s'appuie sur les documents suivants:

Désignation des documents	Version/index/date
01.04 Rapport technique y c. rapport de sécurité	
14.03.01 Plan de situation lignes de contact	
14.04.01 Profils en travers lignes de contact	
14.08.02 Schéma d'alimentation courant de traction	
14.10 Liste des fondations de mâts lignes de contact	

1	Décision relative à la réalisation du contrôle SIOP A	Contrôle validé 27.08.2024

Contrôleur	
Justification en cas de décision négative	

2. Modèle de contrôle de projet SIOP B

L'examen du SIOP-B est fondé sur les documents suivants :

Désignation du document	Version/Index/Date

Résultat de l'examen SIOP-B

Examen selon « Checkliste de l'examen SIOP A et SIOP B » a été effectuée.

Examinateur	Nom, Prénom	Signature
Lieu, Date		

Écarts	
( )	**Aucun défaut constaté.**
( )	**Défaut constaté selon Checkliste.**
X	*Cochez la case appropriée*

Permis d'exploitation	
( )	**Permis d'exploitation peut être accordé.**
( )	**Permis d'exploitation provisoire peut être accordé.**
( )	**Permis d'exploitation temporaire peut être accordé.**
( )	**Permis d'exploitation ne peut pas être accordé.**
X	*Cochez la case appropriée*

Résumé des carences identifiées

N°	Description	Loi/ ordonnance [article, ch.]	DE OCF [art., ch.]	Sécurité/qualité	Pertinence (oui = x)	Résultat SIOP A	Résultat SIOP B	Remarque

3. Formulaire SIOP A et SIOP B

3.1 Spécification parent

N°	Description	Loi/ ordonnance [article, ch.]	DE OCF [art., ch.]	Sécurité/qualité	Pertinence (oui = x)	Résultat SIOP A	Résultat SIOP B	Remarque
2.1	Caractéristiques de puissance de l'alimentation en courant de traction (vitesse de pleine voie, type et puissance requise par les trains)	ENE CR:2011 4.2.1		Q				
2.2	Concept d'alimentation pour les tunnels en cas de dérangement	ENE CR:2011 4.2.5 STI-SRT 2013 4.2.3.1		S				
2.3	Les prescriptions de maintenance sont-elles disponibles?	ENE CR:2011 4.5		Q				
2.4	Type de système de ligne de contact	Directive d'étude de projet		Q				

3.2 Installation de ligne de contact : sous-division

N°	Description	Loi/ ordonnance [article, ch.]	DE OCF [art., ch.]	Sécurité/qualité	Pertinence (oui = x)	Résultat SIOP A	Résultat SIOP B	Remarque
3.1	Distances de sectionnement électrique couvertes par des signaux	-	44.c 4.1.1-4.1.3	Q				
3.2	Sections de séparation de systèmes (avec pantographe abaissé ou levé)	ENE CR:2011 4.2.20		Q				
3.3	Dépôt et ateliers	-	44.c 4.1.4-4.1.6	S				
3.4	Sectionnement, possibilité de déclencher, sous-division	-	44.c 4.1	Q				
3.5	Sous-division (sectionnement) de la ligne de contact et du fil de contact dans les tunnels > 5 km	SRT:2008 4.2.3.1		S				

3.3 Installation de ligne de contact : sections de protection

N°	Description	Loi/ ordonnance [article, ch.]	DE OCF [art., ch.]	Sécurité/qualité	Pertinence (oui = x)	Résultat SIOP A	Résultat SIOP B	Remarque
4.1	Sections de protection, alimentation du tronçon neutre	-	44.c5. 6.2	Q				
4.2	Respect des distances minimales de sectionnement pour les sections de protection, différents types de courant	ENE CR:2011 4.2.19		Q				

3.4 Installation de ligne de contact : protection contre le contact corporel

N°	Description	Loi/ ordonnance [article, ch.]	DE OCF [art., ch.]	Sécurité/qualité	Pertinence (oui = x)	Résultat SIOP A	Résultat SIOP B	Remarque
5.1	Protection par la distance (zone ouverte et non ouverte au public)	EN 50122-1,5.2 RTE 20600 ENE CR:2011, 4.7.3 INF CR (2011) 4.2.11.3	-	S	X	e.o. Ld		Profils en travers
5.2	Protection par obstacles (zone ouverte et non ouverte au public)	EN 50122-1,5.3 RTE 20600 ENE CR:2011 4.7.3 INF CR (2011) 4.2.11.3	-	S				

3.5 Installation de ligne de contact : signalisation de sécurité

N°	Description	Loi/ ordonnance [article, ch.]	DE OCF [art., ch.]	Sécurité/qualité	Pertinence (oui = x)	Résultat SIOP A	Résultat SIOP B	Remarque
6.1	Signalisation de sécurité dans la zone accessible au public et ses accès/zone de transbordement et autres zones accessibles au public	ENE CR:2011 4.7.3 INF CR (2011) 4.2.11.3	44.c 10	S				
6.2	Avis de danger général pour les câbles à haute tension facilement accessibles	ENE CR:2011 4.7.3 INF CR (2011) 4.2.11.3	44.c 10.1 Fig. 3	S				
6.3	Signaux de mise en garde aux endroits accessibles à des fins de service et sous forme d'avis de danger particulier pour le public	EN 50122-1, 5.2.3 et annexe B ENE CR:2011 4.7.3 INF CR (2011) 4.2.11.3	-	S				
6.4	Si l'EN 50122-1, 5.2, (figure 4) ne peut pas être respectée, vérifier les distances conformément au RTE 20600, 7.4.3	EN 50122-1, 5.2, (fig. 4) ENE CR:2011 4.7.3 INF CR (2011) 4.2.11.3	-	S				

3.6 Installation de ligne de contact : distances au sol/à la terre

N°	Description	Loi/ ordonnance [article, ch.]	DE OCF [art., ch.]	Sécurité/qualité	Pertinence (oui = x)	Résultat SIOP A	Résultat SIOP B	Remarque
7.1	Distance au sol dans les tunnels et sous les superstructures existantes		44.c 5.2.1.2	Q				
7.2	Distance au sol sur les tronçons en pleine voie	-	44.c 5.2.1.2	Q				
7.3	Hauteur minimale des installations de ligne de contact facilement accessibles par les véhicules routiers	ENE CR:2011 4.2.13.1	44.c 5.2.1.2	S				
7.4	Distance au sol sans plate-forme indépendante, passages à niveau et aires de débord	ENE CR:2011 4.7.3 INF CR (2011) 4.2.11.3	44.c 5.2.1.2	S				
7.5	Distance au sol dans les gares	-	44.c 5.2.1.2	Q	X	e.o. Ld		Profils en travers
7.6	Distance au sol dans les dépôts où des travaux de maintenance sont effectués sur les parties extérieures des véhicules	-	44.c 5.2.1.2	S				
7.7	Distance au sol dans les dépôts	ENE CR:2011 4.7.3 INF CR (2011) 4.2.11.3	44.c 5.2.1.2	S				
7.8	Respect des distances minimales entre les conducteurs et les supports	EN 50119 art 5.1.3.		Q	X	e.o. Ld		Profils en travers

3.7 Installation de ligne de contact : distances par rapport aux ouvrages

N°	Description	Loi/ ordonnance [article, ch.]	DE OCF [art., ch.]	Sécurité/qualité	Pertinence (oui = x)	Résultat SIOP A	Résultat SIOP B	Remarque
8.1	Distance par rapports aux bâtiments (exceptions)	-	44.c 9.1	S				
8.2	Distances par rapport aux ponts		44.d 4.1.1	S				
8.3	Distances par rapport aux murs, écrans antibruits		44.d 4.1.1	S				
8.4	Distances de protection électrique à proximité d'ouvrages d'art (ponts, tunnels, toits, etc.)			Q				

3.8 Installation de ligne de contact : distances par rapport aux autres installations

N°	Description	Loi/ ordonnance [article, ch.]	DE OCF [art., ch.]	Sécurité/qualité	Pertinence (oui = x)	Résultat SIOP A	Résultat SIOP B	Remarque
9.1	Rapprochements et croisements de lignes avec les installations de chemin de fer et de trolleybus Passage des lignes aériennes HT sous les ponts des installations de traction	OLEI art. 98-art. 104		S				
9.2	Rapprochements et croisements de lignes avec les téléphériques ou les téléskis	OLEI art. 108, annexe 6		S				
9.3	Rapprochements et croisements de lignes avec des routes nationales ou d'autres voies de circulation	OLEI art. 114-art. 122		S				
9.4	Rapprochements et croisements de lignes avec des installations de transport de combustibles et de carburants par conduites ou des dépôts de combustibles ou de carburants	OLEI art. 123-art. 134		S				
9.5	Croisements avec d'autres lignes (étrangères)	OLEI art. 101		S				
9.6	Rapprochements et parallélismes avec d'autres lignes (étrangères)	OLEI art. 99		S				

3.9 Installation de ligne de contact à proximité d'autres installations

N°	Description	Loi/ ordonnance [article, ch.]	DE OCF [art., ch.]	Sécurité/qualité	Pertinence (oui = x)	Résultat SIOP A	Résultat SIOP B	Remarque
10.1	Lampes et systèmes d'antennes (installations propres): vérifier les distances conformément au RTE 20600, 7.4.3	-		S				
10.2	Lampes et systèmes d'antennes à proximité de la ligne de contact (installations étrangères)	OLEI art. 42 et OLEI annexe 9	44.c 8.3	S				
10.3	Protection contre le courant vagabond: rapprochements des chemins de fer à courant continu	-	44.d 3.1	Q				

3.10 Installation de ligne de contact : profil d'espace libre

N°	Description	Loi/ ordonnance [article, ch.]	DE OCF [art., ch.]	Sécurité/qualité	Pertinence (oui = x)	Résultat SIOP A	Résultat SIOP B	Remarque
11.1	Respect du profil d'espace libre	OCF art. 18	Feuilles 16N-19N	S	X	e. o. Ld		Profils en travers
11.2	Profil d'espace libre à proximité du pantographe (gabarit du pantographe)	ENE CR:2011 4.2.14		S	X	e. o. Ld		Profils en travers

3.11 Installation de ligne de contact : déviation

N°	Description	Loi/ ordonnance [article, ch.]	DE OCF [art., ch.]	Sécurité/qualité	Pertinence (oui = x)	Résultat SIOP A	Résultat SIOP B	Remarque
12.1	Désaxement du fil de contact (zigzag) en fonction de la largeur du pantographe	ENE CR:2011 4.2.13.3		Q	X	e.o. Ld		Profils en travers

3.12 Installation de ligne de contact : divers

N°	Description	Loi/ ordonnance [article, ch.]	DE OCF [art., ch.]	Sécurité/qualité	Pertinence (oui = x)	Résultat SIOP A	Résultat SIOP B	Remarque
13.1	Modification de la hauteur du fil de contact (dans des cas exceptionnels: passages à niveau, ponts, tunnels)	ENE CR:2011 4.2.13.2		Q				
13.2	Les dispositifs tendeurs doivent être réalisés et installés de manière à ce qu'aucune personne ni aucun train ne soient mis en danger en cas de rupture de ligne	-	-	S				
13.3	Supports et fondations des supports, nature du sol, pression du vent et charge de neige	-	44.c 6	S	X	e. o. Ld		Liste fondations
13.4	Raccordement des rails de contact	-		Q				
13.5	Matériau du fil de contact (AC/DC)	ENE CR:2011 4.2.18		Q				
13.6	Visibilité des signaux pour les mécaniciens	-		S				
13.7	ORNI	-		Q				
13.8	Électrification des branchements			Q				
13.9	Distances de sécurité électriques entre l'installation de signaux et la partie d'installation sous tension la plus proche	EN 50122, chap. 5.2.1		S				

3.13 Lignes aériennes sur la ligne de chemin de fe r: distances par rapport à la ligne de contact et entre les LC

N°	Description	Loi/ ordonnance [article, ch.]	DE OCF [art., ch.]	Sécurité/qualité	Pertinence (oui = x)	Résultat SIOP A	Résultat SIOP B	Remarque
14.1	Rapprochements et parallélismes de lignes 15 kV ou 25 kV entre elles	OLEI art. 33, annexe 6		Q				
14.2	Croisement de lignes électriques de 15 kV ou 25 kV entre elles	OLEI art. 33, annexe 6		S				
14.3	Rapprochements et parallélismes de lignes électriques d'autres tensions (lignes propres)	DE 44.b DE OCF art. 7.1 OLEI art. 99		S				
14.4	Croisements de lignes électriques d'autres tensions (lignes propres)	DE 44.b DE OCF art. 7 et 7.2 OLEI art. 81, annexe 17/6		S				
14.5	Rapprochement et parallélisme: distances par rapport à l'installation de ligne de contact pour un travail sans danger (voir RTE 20600)	DE OCF feuille 9		S				
14.6	Croisement: distances par rapport à l'installation de ligne de contact pour un travail sans danger (voir RTE 20600)	DE OCF feuille 9		S				
14.7	Respect des distances minimales entre les conducteurs et les supports	OLEI art. 33, annexe 6		Q	X	e.o. Ld		Profils en travers
14.8	Respect des distances importantes pour l'entretien	DE OCF feuille 9		S				

3.14 Lignes aériennes sur la ligne de chemin de fer : distances par rapport aux ouvrages

N°	Description	Loi/ ordonnance [article, ch.]	DE OCF [art., ch.]	Sécurité/qualité	Pertinence (oui = x)	Résultat SIOP A	Résultat SIOP B	Remarque
15.1	Distance par rapports aux bâtiments (exceptions)	-	44.c 9.1	S				
15.2	Distances par rapport aux ponts		44.d 4.1.1	S				
15.3	Distances par rapport aux murs, écrans antibruits		44.d 4.1.1	S				
15.4	Distances de protection électrique à proximité d'ouvrages d'art (ponts, tunnels, toits, etc.)			Q				

3.15 Lignes aériennes sur la ligne de chemin de fer : distances et croisements avec d'autres installations

N°	Description	Loi/ ordonnance [article, ch.]	DE OCF [art., ch.]	Sécurité/qualité	Pertinence (oui = x)	Résultat SIOP A	Résultat SIOP B	Remarque
16.1	Rapprochements et croisements de lignes avec les installations de chemin de fer et de trolleybus Passage des lignes aériennes HT sous les ponts des installations de traction	OLEI art. 98-art. 104		S				
16.2	Rapprochements et croisements de lignes avec les téléphériques ou les téléskis	OLEI art. 108, annexe 6		S				
16.3	Rapprochements et croisements de lignes avec des routes nationales ou d'autres voies de circulation	OLEI art. 114-art. 122		S				
16.4	Rapprochements et croisements de lignes avec des installations de transport de combustibles et de carburants par conduites ou des dépôts de combustibles ou de carburants	OLEI art. 123-art. 134		S				
16.5	Croisements avec d'autres lignes (étrangères)	OLEI art. 101		S				
16.6	Rapprochements et parallélismes avec d'autres lignes (étrangères)	OLEI art. 99		S				

3.16 Ligne aérienne sur la ligne de chemin de fer : divers

N°	Description	Loi/ ordonnance [article, ch.]	DE OCF [art., ch.]	Sécurité/qualité	Pertinence (oui = x)	Résultat SIOP A	Résultat SIOP B	Remarque
17.1	Lieux d'importants rassemblements de personnes	OLEI art. 39.1		S				
17.2	Compatibilité du matériel	OLEI art. 53		Q				
17.3	Protection des supports (p. ex. protection contre les dommages causés par des véhicules routiers)	OLEI art. 59.1		Q				
17.4	ORNI	-		Q				

3.17 Ligne aérienne à l'extérieur de la ligne de chemin de fer : distances entre les lignes aériennes, par rapport au sol et par rapport à d'autres objets au sol

N°	Description	Loi/ ordonnance [article, ch.]	DE OCF [art., ch.]	Sécurité/qualité	Pertinence (oui = x)	Résultat SIOP A	Résultat SIOP B	Remarque
18.1	Respect des distances minimales entre les conducteurs et entre les conducteurs et les supports	OLEI art. 33 et annexe 6		Q				
18.2	Respect des distances minimales par rapport au sol en cas de survols de la route	OLEI art. 34 et annexe 3		S				
18.3	Respect des distances minimales par rapport aux arbres	OLEI art. 35		Q				
18.4	Respect des distances minimales par rapport aux panneaux de signalisation et parois de protection	OLEI art. 43		S				
18.5	Respect des distances minimales par rapport au sol en cas de passerelles, quais	-	44.c 9.2	S				

3.18 Ligne aérienne à l'extérieur de la ligne de chemin de fer : distances par rapport aux ouvrages

N°	Description	Loi/ ordonnance [article, ch.]	DE OCF [art., ch.]	Sécurité/qualité	Pertinence (oui = x)	Résultat SIOP A	Résultat SIOP B	Remarque
19.1	Respect des distances minimales par rapport aux bâtiments (voir EN 50122-1, 5.3 «Protection par obstacles»)	OLEI art. 38 et annexe 8	44.c 9.1	S				
19.2	Respect des distances minimales par rapport aux ponts (voir EN 50122-1, 5.3 «Protection par obstacles»)	OLEI art. 38 et annexe 8	44.c 9.1	S				
19.3	Respect des distances minimales par rapport aux murs (voir EN 50122-1, 5.3 «Protection par obstacles»)	OLEI art. 38 et annexe 8	44.c 9.1	S				
19.4	Lampes et systèmes d'antennes à proximité de la ligne aérienne	OLEI art. 42 et OLEI annexe 9	44.c 8.3	S				

3.19 Lignes aériennes à l'extérieur de la ligne de chemin de fer : distances et croisements avec d'autres installations

N°	Description	Loi/ ordonnance [article, ch.]	DE OCF [art., ch.]	Sécurité/qualité	Pertinence (oui = x)	Résultat SIOP A	Résultat SIOP B	Remarque
20.1	Rapprochements et croisements de lignes avec les installations de chemin de fer et de trolleybus Passage des lignes aériennes HT sous les ponts des installations de traction	OLEI art. 98-art. 104		S				
20.2	Rapprochements et croisements de lignes avec les téléphériques ou les téléskis	OLEI art. 105-art. 113		S				
20.3	Rapprochements et croisements de lignes avec des routes nationales ou d'autres voies de circulation	OLEI art. 114-art. 122		S				
20.4	Rapprochements et croisements de lignes avec des installations de transport de combustibles et de carburants par conduites ou des dépôts de combustibles ou de carburants	OLEI art. 123-art. 134		S				
20.5	Croisements avec d'autres lignes (étrangères)	OLEI art. 101		S				
20.6	Rapprochements et parallélismes avec d'autres lignes (étrangères)	OLEI art. 99		S				

3.20 Ligne aérienne à l'extérieur de la ligne de chemin de fer : divers

N°	Description	Loi/ ordonnance [article, ch.]	DE OCF [art., ch.]	Sécurité/qualité	Pertinence (oui = x)	Résultat SIOP A	Résultat SIOP B	Remarque
21.1	Lieux d'importants rassemblements de personnes	OLEI art. 39.1		S				
21.2	Compatibilité du matériel	OLEI art. 53		Q				
21.3	Protection des supports (p. ex. protection contre les dommages causés par des véhicules routiers)	OLEI art. 59.1		Q				
21.4	ORNI	-		Q				

3.21 Câbles

N°	Description	Loi/ ordonnance [article, ch.]	DE OCF [art., ch.]	Sécurité/qualité	Pertinence (oui = x)	Résultat SIOP A	Résultat SIOP B	Remarque
22.1	Câbles HT de 15 kV	OLEI art. 62-77, art. 80, art. 92-art. 96		Q				
22.2	Exigences pour les câbles dans les tunnels et les gares souterraines (inflammabilité, pouvoir de propagation du feu, toxicité, dégagement de fumée)	SRT:2008 4.2.3.4	44.a, art. 4, 4.1	S				
22.3	Maintien du fonctionnement pour les câbles servant à la détection d'incendie, à l'alarme incendie, à l'évacuation et à la lutte contre l'incendie au moyen d'une protection des câbles (autosauvetage)		44.a, art. 4.2	S				
22.4	Utilisation de câbles HT avec des interrupteurs à vide HT			S				

3.22 Protection des câbles

N°	Description	Loi/ ordonnance [article, ch.]	DE OCF [art., ch.]	Sécurité/qualité	Pertinence (oui = x)	Résultat SIOP A	Résultat SIOP B	Remarque
23.1	Coordination fondation LC avec protection des câbles et voie ferrée			Q				
23.2	Séparation constructive des câbles de poste de distribution principal et des câbles à basse tension			S				
23.3	Protection des personnes contre les câbles à haute tension			S				
23.4	Pose des câbles au niveau des aiguilles de protection		44.a, art. 2.1	Q				
23.5	Pose des câbles de poste de distribution principal dans les tunnels		44.a, art. 3	S				
23.6	Degré de remplissage du caniveau à câbles			Q				
23.7	Examen technique préliminaire			Q				
23.8	Position des chambres à câbles dans la zone des quais			Q				
23.9	Évacuation des eaux			Q				

3.23 Retour du courant et mise à terre

N°	Description	Loi/ ordonnance [article, ch.]	DE OCF [art., ch.]	Sécurité/qualité	Pertinence (oui = x)	Résultat SIOP A	Résultat SIOP B	Remarque
24.1	Connexions transversales de tous les conducteurs de retour 250-300 m	Manuel R+T		S	X	e.o. Ld		Plan de situation
24.2	Mise à la terre des mâts, supports, transformateurs	RTE 27900, 10.1.1 (mâts, supports de caténaires) et 10.6 (transformateurs) ENE CR:2011 4.7.3, 4.7.4 SRT (2008) 4.2.3.2 INF CR (2011) 4.2.11.3	-	S	X	e.o. Ld		Profils en travers
24.3	Mise à la terre de garde-corps, main-courantes et constructions	RTE 27900, 11.2 ENE CR:2011 4.7.3, 4.7.4 SRT (2008) 4.2.3.2 INF CR (2011) 4.2.11.3	-	S				
24.4	Rencontre de systèmes de prise de terre, en collaboration avec le contrôleur	-	44.d 2.1	S				
24.5	Rencontre de systèmes de prise de terre	-	44.d 2.3	S				
24.6	Instruction/contrôle: dispositifs de mise à la terre pour les services du feu	OLEI art. 137		S				
24.7	Mise à la terre dans les installations à haute tension	Ordonnance sur le courant fort art. 57		S				

24.8	Concept de mise à la terre			S				
24.9	Circuits de retour, dimensionnement et continuité électrique	RTE 27900, 10.4						

3.24 Autres installations : transformateurs, interrupteurs, postes de distribution

N°	Description	Loi/ ordonnance [article, ch.]	DE OCF [art., ch.]	Sécurité/qualité	Pertinence (oui = X)	Résultat SIOP A	Résultat SIOP B	Remarque
25.1	Transformateurs: possibilité de déclencher	Ordonnance sur le courant fort art. 45.1 et 4		Q	X	e.o. Ld		Profils en travers
25.2	Emplacement des transformateurs en dehors de la zone accessible au public			S				
25.3	Installations en locaux: passages, accès, distances, installations souterraines	Ordonnance sur le courant fort art. 34-art. 39		S				
25.4	Installations en plein air: clôtures, passages, distances de sécurité	Ordonnance sur le courant fort art. 41-art. 44		S				
25.5	Emplacements des interrupteurs en dehors de la zone accessible au public			S	X	e.o. Ld		Profils en travers
25.6	Alimentation électrique à partir de la ligne de contact (p. ex. chauffage des aiguilles, préchauffage des trains, installations ASI, autres)			Q				

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

14.08.01

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Cantons : Vaud, Genève

Communes : Gland, Prangins, Nyon, Crans (VD), Céligny

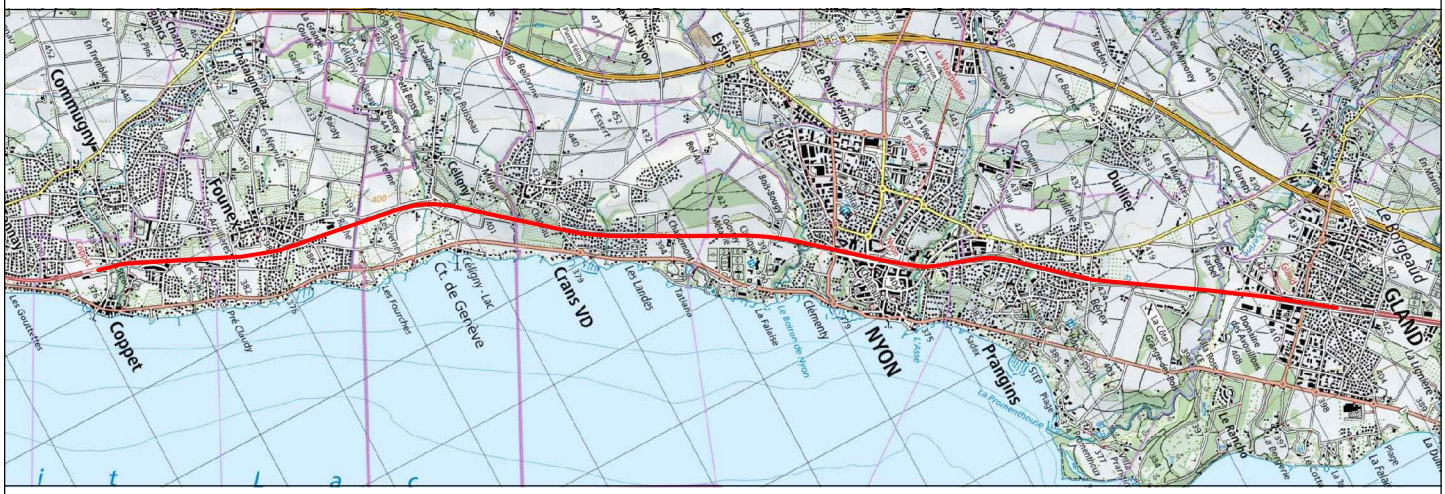
Echelle	Format
-	A4

N° Plan: -

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

SCHEMA D'ALIMENTATION COURANT DE TRACTION



CFF SA
Infrastructure Projets

CFF SA
Ligne de contact Projets

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

Guy Raemy
Chef de projet
I-AEP-ENG-FS-RWT-PL3

SBB CFF FFS
CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

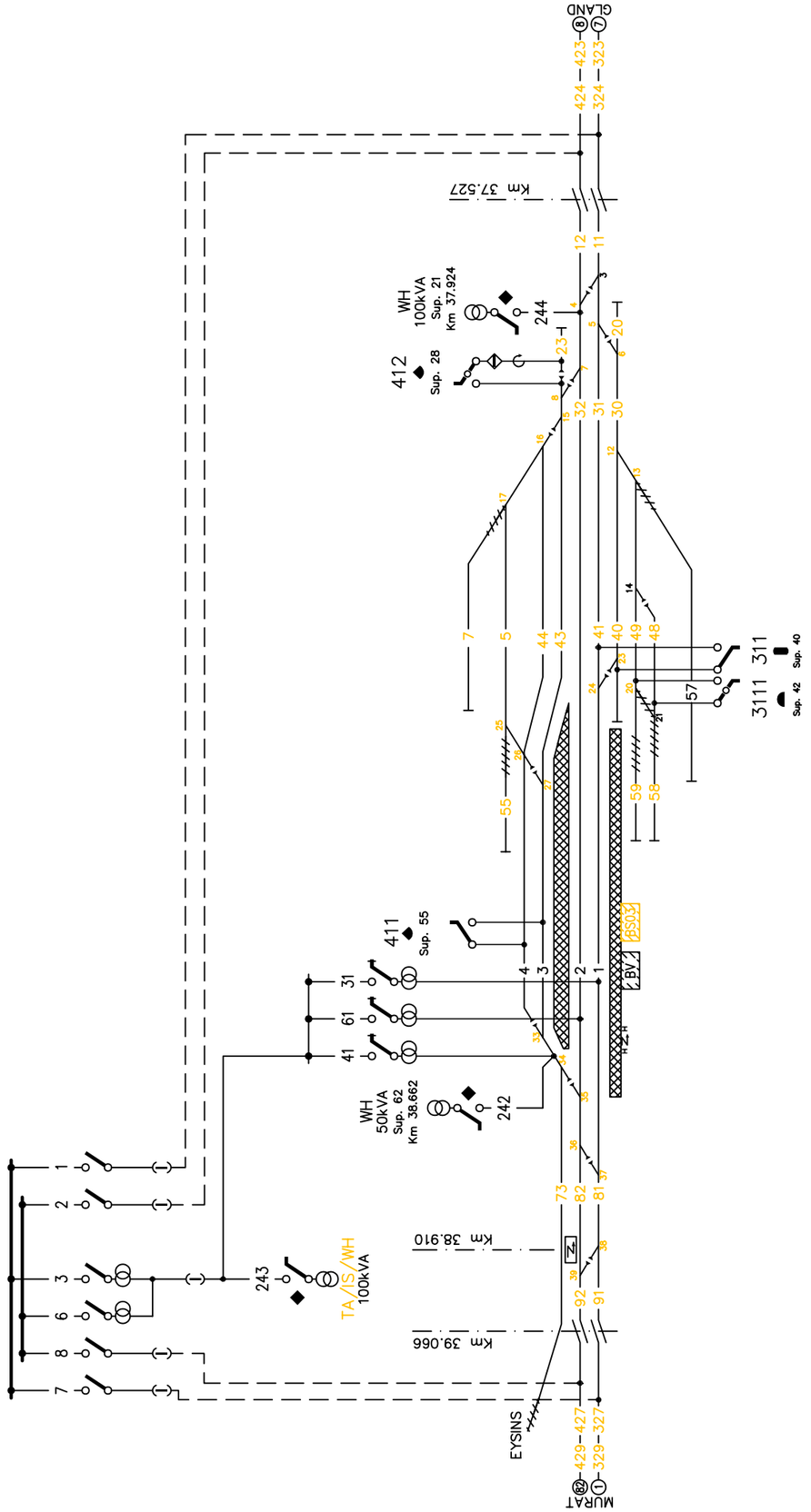
	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	20.08.2024	gra			
2					
3					
4					

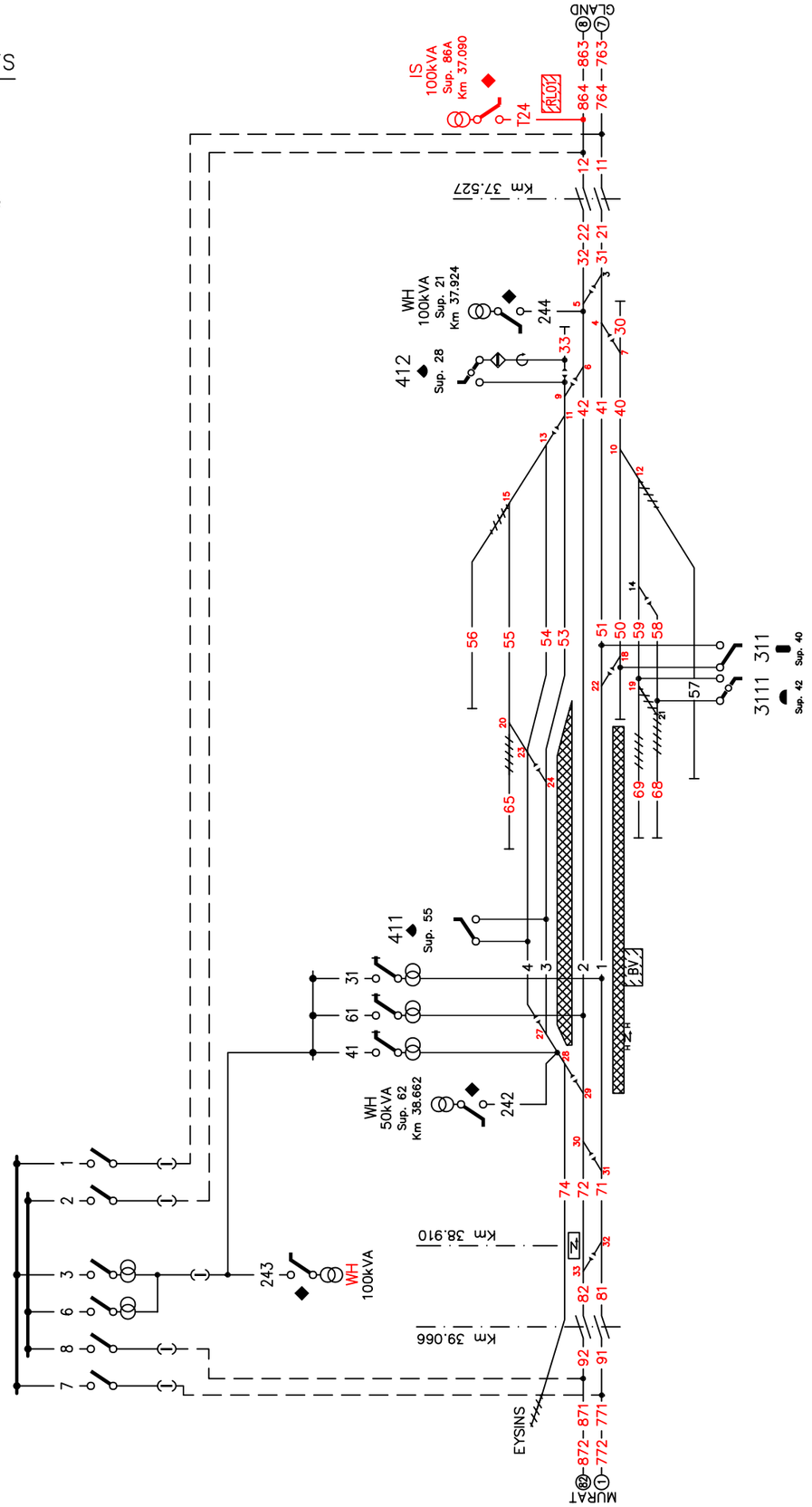
Légende des couleurs

Existant

Nouveau

Supprimé





SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

14.10

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud

Communes : Prangins, Nyon

Echelle	Format
-	A4

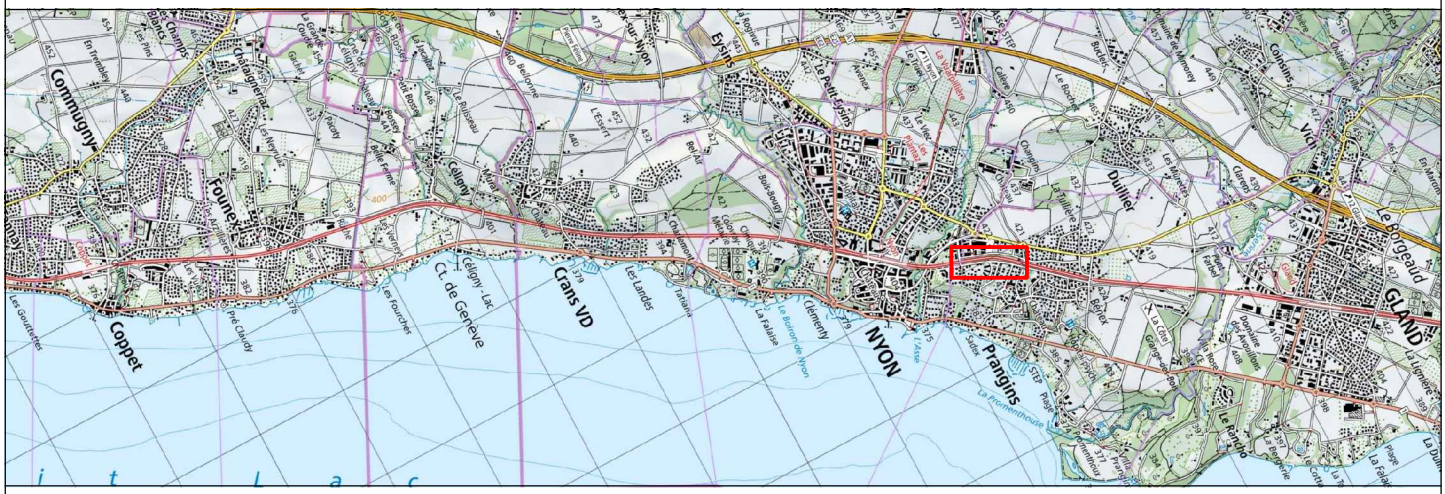
N° Plan

-

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

LISTE DES FONDATIONS DE MÂTS LIGNES DE CONTACT



CFF SA
Infrastructure Projets

CFF SA
Ligne de contact Projets

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

Guy Raemy
Chef de projet
I-AEP-ENG-FS-RWT-PL3

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	30.08.2024	gra			
2					
3					
4					

Fundamentliste

Projet	NY, renouvellement de l'enclenchement	Auteur	Guy RAEMY
ISP	1162414	Date de la liste	30.08.2024
Phase	PAP	Langue	Französisch

Nbre Fondation standard	0
Nbre fondation speciale	3
Total Fondations	3

Informations sur la position et la hauteur / Type de mât											Valeurs caractéristiques du terrain								Données de Fondation			Remarques	Suivi	
Mât			Voie de réf.	Dévers ü	Distance a	hkgl	Orientation Tête	Espace libre	Coordonnées (LV95)		Altitude	Inclinaison du terrain ßp	Type USCS	Valeur M_E	Angle de frottement φ'k	Poids volumique γ'k	Cohésion effective c'k	H_2O du PDR	Conditions d'utilisation remplies?	Fondation standard	Boulons de fondation	Fondation spéciale		Dernière modification	
Km	N°	Type de mât LC	N° Voie	[mm]	[m]	[cm]		[m]	axe-E	axe-N	axe-Z	[°]	GSMCO	[Mpa]	[°]	[kN/m3]	[kPa]	[m]		Selon projet LC / SA	Numéro d'article	Désignation de la fiche technique / N° de plan selon les preuves de calcul		Date	User
37.090	86A	DP26	12	0	3.5	82	Voie 12	3.37	2508156.001	1138965.791	417.31	0	GC	15-30	30-31	20-22	0	1.70	Nein / Non / No	~~DP2a/2.0~~	--	Fondation spéciale ... selon le certificat de statique ...	Fondation sur micropieux	30.08.24	G. RAEMY
37.615	41	DP26	21	-66	4.21	81	Voie 21	4.10	2507911.541	1138508.358	412.00	0	CL-ML	15	28	22	8	0.80	Nein / Non / No	~~DP2a/2.7~~	--	Fondation spéciale ... selon le certificat de statique ...	Fondation agrandie selon dimensions suivantes: 1.3m*1.3m*2.9m	30.08.24	G. RAEMY
37.667	43	DP26	31	-6	4.19	65	Vooie 31	4.06	2507899.081	1138457.949	411.27	0	CL-ML	15	28	22	8	0.80	Nein / Non / No	~~DP2a/2.7~~	--	Fondation spéciale ... selon le certificat de statique ...	Fondation agrandie selon dimensions suivantes: 1.3m*1.3m*2.9m	30.08.24	G. RAEMY

© SBB • Infrastruktur • Engineering • Fahrstrom
C2 – Internal

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

14.13

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Canton : Vaud

Commune : Prangins

Echelle	Format
-	A4

N° Plan

-

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

CONCEPT D'ECLAIRAGE



CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

Nicolas Stempfel
Auteur de projet

IM Engineering | IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	19.09.2024	tma	nst		
2					
3					
4					

Contenu

1. Planification de l'éclairage 3
2. Directives et normes 5
3. Principes de planification de l'éclairage 6
3.1. Uniformité 6
3.2. Température de couleur de la lumière 6
3.3. Limitation de l'éblouissement 6
3.4. Émissions lumineuses 6
3.5. Heures d'exploitation 6
3.6. Éclairages provisoires 7
3.7. Éclairage de chantier 7
4. Valeurs d'éclairage des opérations commerciales les plus fréquentes 8
5. Valeurs d'éclairage des opérations commerciales les plus fréquentes dans le faisceau de voies 9

Annexes :

- Etude d'éclairage de la zone d'accès extérieur du BS

En premier lieu est présenté l'éclairage planifié. Les bases de planification pour la mesure de l'éclairage sont ensuite expliquées dans le détail.

1. Planification de l'éclairage

La planification et la conception de l'éclairage du bâtiment de service d'enclenchement est conforme à la directive suivante :

- R RTE 20601 – Eclairage de l'infrastructure ferroviaire.

Dans les locaux, l'éclairage est assuré par des rails lumineux placés entre les rangées d'armoires et fixés au plafond. Une part d'environ un tiers de cet éclairage est alimenté par le réseau secouru sans coupure (RSSC) afin de permettre de lever des dérangements dans toutes les situations. La commande de cet éclairage est possible manuellement avec des interrupteurs dans les locaux.

L'éclairage de secours dans les locaux technique est garanti par la pose de lampe de secours portative.

A l'extérieur, il est possible d'éclairer la zone d'accès au bâtiment de service de l'enclenchement de Nyon pour permettre au personnel d'entretien d'intervenir à tout instant (jour et nuit) dans des conditions adéquates. L'éclairage extérieur de cette zone est uniquement commandé par poussoirs avec temporisation sur site par le personnel en intervention. Sans dérangement technique à lever durant la nuit, cet éclairage est éteint. En cas d'oubli, l'éclairage est automatiquement éteint lorsque la luminosité est suffisante. L'éclairage est uniquement prévu pour le chemin d'accès depuis la route jusqu'aux places de parcs et à l'entrée du bâtiment. Il n'est pas prévu d'éclairer la totalité de la place devant le bâtiment de service.

Pour l'entrée dans le bâtiment de service de l'enclenchement (escalier et ouverture porte d'entrée), un luminaire est placé sous le couvert d'accueil. Ce luminaire est commandé par un détecteur de présence avec temporisation et une sonde de luminosité. Cet éclairage s'active uniquement en période nocturne et lors de la présence de personnel CFF souhaitant entrer dans le bâtiment.

Un éclairage de voie existant sur le mât LC n°64 est en conflit avec un nouveau signal SAZ et doit être déplacé. La fonction du luminaire doit encore être clarifiée afin de déterminer la nécessiter ou non de le conserver. Si le luminaire doit être conservé, il sera déplacé sur le joug LC 63-64.

Les installations non citées dans ce document ne sont pas incluses dans le projet et ne font, de ce fait, l'objet d'aucune modification.

Zone d'accès au chemin de fer		**E_M [Lux]**	**Température d'éclairage**	**Exigences spéciales**
1	Zone d'accès extérieur du BS	10	3000K	Eclairage allumé si nécessaire, généralement éteint
2	Faisceau de voie	10	4000K	Eclairage allumé si nécessaire, généralement éteint

Remarques:

L'éclairage de la zone d'accès est allumé si nécessaire au moyen de poussoirs avec temporisation et de détecteur pour le luminaire sous le porche d'entrée. Dans le cas de non-utilisation de la zone d'accès, l'éclairage est éteint.
En cas d'oubli d'extinction de l'éclairage ce dernier s'éteindra automatiquement lorsque la luminosité sera suffisante ou avec la temporisation mise en place.

2. Directives et normes

La planification repose sur les ordonnances et les normes suivantes:

DE-OCF	Dispositions d'exécution de l'ordonnance sur les chemins de fer
SN EN 12464-2	Lumière et éclairage – Éclairage des lieux de travail – Partie 2: lieux de travail extérieurs
SN EN 1838	Éclairagisme – Éclairage de secours
SIA 491 2013	Prévention des émissions lumineuses inutiles à l'extérieur
OFEV 2021	Recommandations pour la prévention des émissions lumineuses
CFF I-20036	Mesures d'autosauvetage dans les tunnels
CFF I-50129	Standard Quais voyageurs
R RTE 26201	Éclairage des gares, des faisceaux de voies et des tunnels
R RTE 26201 Annexe CFF	Éclairage de l'infrastructure ferroviaire, liste des gares CFF

Conformément à l'OFT, les exigences applicables à l'éclairage des accès au chemin de fer sont les suivantes:

- conf. aux DE-OCF, art. 34, DE 34.4, ch. 2, les quais doivent pouvoir être éclairés;
- conf. aux DE-OCF, art. 34, DE 34.4, ch. 2.1, l'orientation de l'éclairage doit permettre d'atteindre un bon contraste, en particulier dans la zone de la ligne de sécurité, de la bordure de quai et des escaliers et tendre à conduire le public dans la zone sûre. L'éclairage ne doit éblouir ni les voyageurs ni les conducteurs de véhicules moteurs;
- conf. aux DE-OCF, art. 2, DE 2.3, ch. 1, les normes du CEN relatives aux applications ferroviaires et du CENELEC entre autres doivent être utilisées pour déterminer les règles reconnues de la technique;
- conf. à SN EN 12464-2, ch. 5, les quais servant de lieux de travail extérieurs sont soumis à des exigences en matière d'indice de maintenance de l'éclairage, de valeur d'uniformité de l'intensité de l'éclairage, de valeur d'évaluation de l'éblouissement et d'indice de rendu de couleur.

Ces ordonnances et normes sont compilées et interprétées par l'Union des transports publics (UTP) dans les prescriptions d'éclairage R RTE 26201 et servent de directive en matière d'étude de projet. En raison de la décision du Tribunal fédéral BGer 1C_602/2012, l'interprétation de la norme SN EN 12464-2 a été optimisée et intégrée aux prescriptions d'éclairage. Les normes SN EN 12464-2 et SIA 491 sont ainsi dûment prises en compte.

Les valeurs prescrites en matière d'éclairage sont répertoriées dans le tableau ci-joint.

3. Principes de planification de l'éclairage

3.1. Uniformité

L'uniformité repose sur la spécification minimale de la norme et doit, en principe, être aussi élevée que possible.

3.2. Température de couleur de la lumière

La température de couleur de la lumière 3000 K (blanc chaud) pour les zones d'accès au chemin de fer situées en surface et non couvertes a été déterminée en concertation avec l'OFEV et Gestion des installations des CFF. Pour les passages souterrains et le faisceau de voies, une lumière blanc neutre (4000 K) est par ailleurs prévue, sous réserve que l'étude en cours détermine la viabilité ou non de la lumière blanc chaud dans ces zones pour des questions de sécurité au travail, de protection de la santé et d'exigences d'exploitation.

3.3. Limitation de l'éblouissement

La limitation de l'éblouissement, telle qu'elle est définie dans les prescriptions d'éclairage, est respectée dans toutes les situations. Si nécessaire, les luminaires sont équipés de caches de lumière directe afin de minimiser la lumière parasite.

3.4. Émissions lumineuses

Les CFF s'efforcent de réduire la lumière parasite de manière optimale en utilisant activement tous les moyens disponibles pour éviter les émissions correspondantes inutiles. Les standards d'éclairage des CFF ont été conçus de manière optimale dans cette optique et des conditions strictes sont appliquées concernant l'acquisition des luminaires.

Pour répondre aux exigences du ch. 4.5 «Lumière parasite» (tableau 2) de la norme SN EN 12464-2, les luminaires sont conçus de sorte que l'intensité de l'éclairage puisse être adaptée au niveau minimum exigé (LED avec DALI) et que leur design prévienne tout rayonnement inutile dans l'environnement.

Dans le cadre de la planification, la solution recherchée devait, outre les aspects conceptuels, viser un nombre de luminaires le plus réduit possible, afin de minimiser l'éclairage superflu des surfaces secondaires. Pour les luminaires orientables, il convient de diffuser la lumière juste au-dessus de la bordure du quai pour minimiser l'impact environnemental et éclairer suffisamment la ligne de sécurité.

Pour les luminaires à LED avec maintien d'un flux lumineux constant (CLO), l'intensité de l'éclairage est définie selon un facteur de maintenance de 0,9. Après la pose des luminaires, l'intensité d'éclairage est mesurée de nouveau et ajustée au niveau souhaité.

3.5. Heures d'exploitation

Trois périodes d'exploitation sont définies pour l'éclairage de l'accès au chemin de fer:
• fréquentation principale (HF), de 6h00 à 22h00;
• fréquentation secondaire (NF), de 22h00 à 6h00;
• fin du service (BS), variable en fonction de la gare.

Description de la fréquentation principale (HF)
La période entre 6h00 et 22h00 correspond à la plus grande affluence de personnes et est désignée comme fréquentation principale.

Description de la fréquentation secondaire (NF)
La fréquentation secondaire désigne la période entre 22h00 et 6h00. Au cours de cette période nocturne, l'intensité de l'éclairage est diminuée et, de ce fait, adaptée à l'affluence des personnes. La réduction est réalisée au niveau des éclairages du quai conformément à la R RTE 26201.

Description de la fin du service (BS) en matière d'éclairage
La fin du service en matière d'éclairage est la période comprise entre le dernier train de nuit et le premier train du matin. Pendant cette période, aucun arrêt n'est prévu dans la gare pour laisser monter ou descendre des passagers.

La fin du service commence 30 minutes après l'arrêt du dernier train de nuit et se termine 30 minutes avant le premier arrêt d'un train circulant le matin.

Principe d'éclairage après la fin du service (BS)
Pendant la fin du service, l'éclairage doit être si possible complètement éteint.
En fonction des conditions locales, il se peut que l'éclairage ne puisse être éteint (la liste suivante n'est pas exhaustive):

- offre de services (p. ex. distributeur de billets, distributeur Selecta, etc.): l'ensemble du chemin sûr, de la zone publique jusqu'à ces services, doit être au moins éclairé conformément à la réglementation (valeurs selon la fin de service BS);
- les passages inférieurs, les quais ou des parties de la gare sont utilisés comme chemin de la commune (valeurs selon la fin du service BS), sauf si celle-ci éteint l'éclairage aux abords du chemin à la même période (les horaires doivent être synchronisés).

Il faut, en fonction de la situation, évaluer la possibilité d'une extinction complète de l'éclairage.
L'éclairage des installations et des zones qui ne sont plus accessibles (fermées) au public après la fin du service doit être généralement éteint.

3.6. Éclairages provisoires

Les éclairages provisoires sont conçus en fonction des spécifications d'éclairage de la future gare. En raison de leur caractère temporaire, il est renoncé à la mise en œuvre de luminaires avec fonctionnalité DALI pour des raisons de proportionnalité. Toutefois, les luminaires sont dirigés vers le bas, ont une température de la couleur d'au maximum 3000 K et présentent une limitation relative de l'éblouissement.

3.7. Éclairage de chantier

Les luminaires sont dirigés vers le bas, ont une température de la couleur d'au maximum 3000 K et présentent, dans la mesure du possible, une limitation relative de l'éblouissement.

4. Valeurs d'éclairage des opérations commerciales les plus fréquentes

Domaine	E_M HF[1] [Lux]	E_M NF[1] [Lux]	E_M BS[1] [Lux]
Quais totalement isolés des voies			
Catégorie de gare [1, 2a] (grande affluence)	200	200	0/100
Catégorie de gare [2b, 3, 4] (faible affluence)	100	100	0/100
Passage inférieur non public et public			
Catégorie de gare [1, 2a] (grande affluence)	100	100	0/50
Catégorie de gare [2b, 3, 4] (faible affluence)	50	50	0/50
Quais, escaliers, rampes couverts			
Catégorie de gare [1, 2a] (grande affluence)	100	100	0/50
Catégorie de gare [2b, 3, 4] (faible affluence)	50	50	0/50
Salle d'attente/espace d'attente			
Sous la marquise ou à une distance maximale de 5 m de celle-ci	100	100	0/5
Dans la zone non couverte	50	50	0/5
Quais non couverts + rampes			
Catégorie de gare [1] (grande affluence)	50	20	0/5
Catégorie de gare [2a, 2b] (affluence moyenne)	20	10	0/5
Catégorie de gare [3, 4] (faible affluence)	10	10	0/5
Escaliers non couverts			
Catégorie de gare [1, 2a] (grande affluence)	100	100	0/50
Catégorie de gare [2b, 3, 4] (faible affluence)	50	50	0/50
Escaliers jusqu'à 3 marches non couverts			
Catégorie de gare [1] (grande affluence)	15	15	0/15
Catégorie de gare [2a, 2b] (affluence moyenne)	15	10	0/10
Catégorie de gare [3, 4] (faible affluence)	10	10	0/10
Place de gare (aires de circulation)			
Avec trafic lent (max. 10 km/h)	10	néant[2]	néant[2]
Avec trafic régulier (max. 40 km/h)	20	néant[2]	néant[2]
Espaces de stationnement pour vélos	5	néant[2]	néant[2]
Places de stationnement	10	néant[2]	néant[2]

[1] HF = fréquentation principale, NF = fréquentation secondaire 22h00-6h00; BS = fin du service/extinction nocturne
[2] Aucune indication, réglage local en fonction de l'utilisation de l'installation

5. Valeurs d'éclairage des opérations commerciales les plus fréquentes dans le faisceau de voies

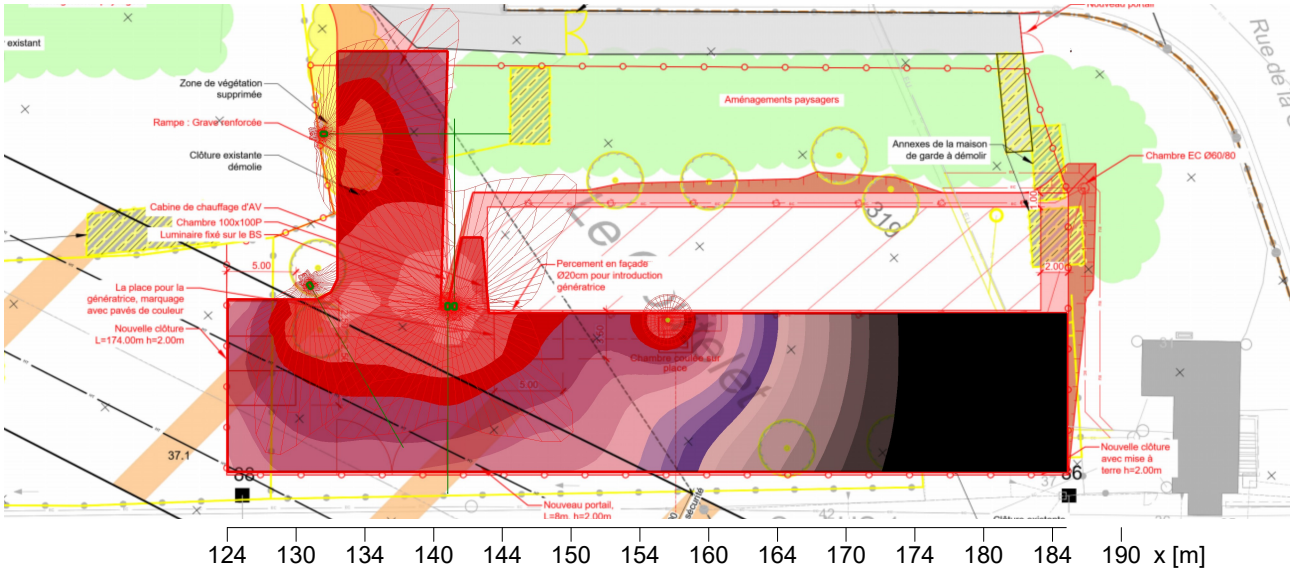
Domaine	E_M [Lux]	U_o
Bosse de triage		
Zone de dételage non automatisée	30	>= 0,40
Zones de bosse de triage (locales)	10	>= 0,40
Zones de freins de voie	10	>= 0,40
Faisceaux de garage		
(en cas de marchandises dangereuses: fonctionnement continu)	10	>= 0,25
Voies de rebroussement, voies de garage Voyageurs		
Voies-tiroirs		
Sans activités de service	Aucune	
Avec activités de service	10	>= 0,25
Surface de mise à disposition		
Avec activités de service	10	>= 0,40
Chemins piétonniers		
Dans la zone ferroviaire	10	>= 0,25
Installations de voies pour le trafic marchandises		
Avec processus de travail occasionnels	10	>= 0,25
Avec processus de travail continus	20	>= 0,40
Voies de raccordement		
Si éclairage prescrit contractuellement	Divers	
Zones de transbordement		
Débord, quais de chargement et points d'élimination avec compacteurs/conteneurs de collecte	30	>= 0,40

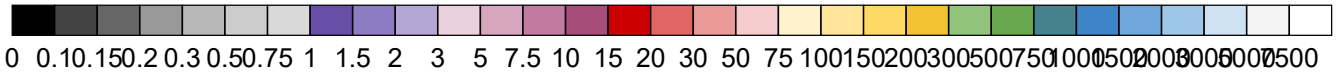
Objet : BS Nyon
Installation : Relamping AB + DB
N° projet : 100775031
Date : 12.08.2024

Installation extérieure 1

Résumé, Installation extérieure 1

Aperçu des résultats, zone d'évaluation 1





Généralités

Algorithme de calcul utilisé	part indirecte moyenne
Facteur de maint.	0.80
Flux lumineux total	11130.00 lm
Puissance globale	104.0 W
Puissance globale par surface (870.25 m²)	0.12 W/m² (1.18 W/m²/100lx)

zone d'évaluation 1	**Plan utile 1.1** horizontale
$\bar{E}_m$	10.1 lx
E_{min}	0 lx
$E_{min}/\bar{E}_m$ (U_o)	0.00
E_{min}/E_{max} (U_d)	0.00
Position	0.00 m

Type	**Aff.**	**Marque**	
		Regent	
1	1 x	N° commande	: !1001.4518/
		Nom du luminaire	: MEDRA DL CR180 LED2040-830 110 ALBR ONF
		Lampes	: 1 x LED 16 W / 1370 lm

-please put your own address here-

Objet	:	BS Nyon
Installation	:	Relamping AB + DB
N° projet	:	100775031
Date	:	12.08.2024

Installation extérieure 1

Résumé, Installation extérieure 1

Aperçu des résultats, zone d'évaluation 1

8 2 x 

Pro Light

N° commande	:
Nom du luminaire	: Serie 105 - T4 Platzoptik
Lampes	: 1 x LED XP-G3 44 W / 4880 lm

SBB CFF FFS
CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

15.01

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Cantons : Vaud, Genève

Communes : Gland, Prangins, Nyon, Crans (VD), Céligny

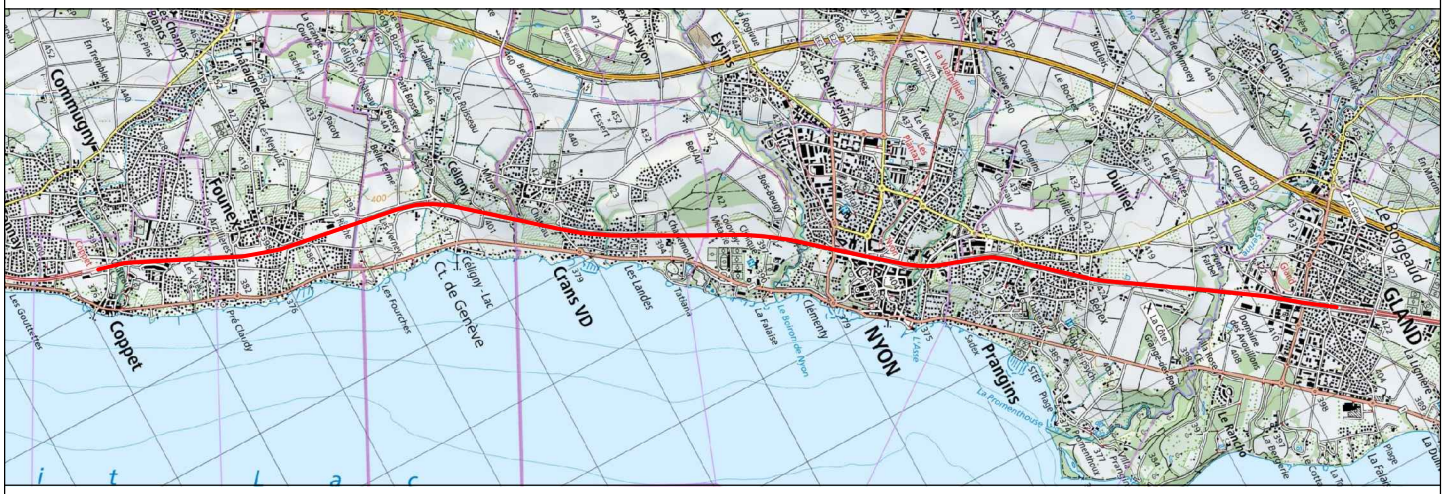
Echelle	Format
-	A4

N° Plan

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

RAPPORT DE SECURITE INST. DE SECURITE



CFF SA
Infrastructure Projets

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

CFF SA
Ins.Sécurité Projets

Pawel Durdzinski
Chef de projet
I-AEP-SAZ-RWT-T1

SBB CFF FFS
CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
2	03.02.2023	jja	pha		Remarques ANOP (2e envoi)
3	21.08.2024	pdu	jbe		Charges SIOP A1, renumérotation AV et voies, signaux déplacés et nouveaux, MàJ modèle
4	15.11.2024	pdu	jbe		Remarques ANOP complémentaire
5	03.02.2025	pdu	sku		Charges SIOP A1 complémentaire

SBB CFF FFS

D RTE 25100-V1

4

Rapport de sécurité
Installations de sécurité
Phase de planification

Projet

Chemin de fer : **CFF Chemins de fer fédéraux suisses**

Lieu : **Nyon / Ligne 150**

Objet : **1162414**

Mandat : **NY - Renouvellement de l'enclenchement / État final**

Etabli par CFF SA / Pawel Durdzinski

Historique des modifications :

Version	Date	Auteur	Réviseur	Remarques concernant la modification
1.0	06.10.2022	J. Jaquet	V. Eberle	Version initiale
1.1	12.01.2023	J. Jaquet	V. Eberle	Remarques KCSA & ANOP (1er envoi)
1.2	03.02.2023	J. Jaquet	P. Hammans	Remarques ANOP (2e envoi)
1.3	21.08.2024	P. Durdzinski	J. Bescont	Charges SIOP A1, renumérotation AV et voies, signaux déplacés et nouveaux, MàJ modèle
1.4	15.11.2024	P. Durdzinski	J. Bescont	Remarques ANOP complémentaire
1.5	03.02.2024	P. Durdzinski	S. Kuhn	Charges SIOP A1 complémentaire

Base : modèle D RTE 25100 V1

C2 – Internal

Table des matières

1 Définition du projet 3
1.1 Vue d'ensemble, affectation 3
1.2 Installation de sécurité, technique de conduite 3
1.3 Documents de référence 4
1.4 Mesures complémentaires en cas d'aménagements d'installations 6
1.5 Particularités du projet et de la procédure 6

2 Rapport de gestion de la qualité 12
2.1 Phase de planification 12
2.2 Phase de réalisation 12

3 Rapport de gestion de la sécurité 13
3.1 Organisation de la sécurité, responsabilités 13
3.2 Plan de sécurité / Jalons du processus de sécurité 13

4 Rapport technique de sécurité 14
4.1 Introduction 14
4.2 Preuve de la conception correcte 14
4.3 Conséquences d'une défaillance / Mises en danger 28
4.4 Exploitation avec influences externes 32
4.5 Preuve de la maturité d'application des produits 34

5 Rapports à d'autres preuves de la sécurité 35

6 Résumé 36

(Mise à jour de la table des matières : clic droit sur la table des matières et choisir « Mettre à jour les champs »)

Abréviations

(les abréviations d'ordre général figurent dans le D RTE 25100, chap. 1.3)

AEx	Autorisation d'exploiter (de l'OFT)
BSL UO	Bau- und Sicherheitsleitungs (Direction de la construction et de la sécurité) Unité organisationnelle
ExE-P	Examen de l'expert pour la phase de planification
ExE-D	Examen de l'expert pour la phase de planification détaillée (correspond à la SIOP A2 (CFF) respectivement à la version initiale de l'ExE-R)
ExE-R	Examen de l'expert pour la phase de réalisation
PrSe	Preuve de la sécurité (phase de réalisation)
RaSe	Rapport de sécurité (phase de planification)
RaTe	Rapport technique (phase de planification)
RL SA	Directive de l'OFT sur la justification des installations de sécurité

1 Définition du projet

1.1 Vue d'ensemble, affectation

Le présent projet consiste à renouveler l'enclenchement de Nyon qui arrive en fin de vie en 2031 en remplaçant le Do 67 actuel par un nouvel enclenchement électronique dans un nouveau bâtiment construit à Prangins. Son remplacement par une nouvelle technologie est indispensable pour permettre les modifications de fonctionnalité futures prévues dans les projets ultérieurs de mise en conformité de la gare et d'amélioration du distancement.

Le présent projet prévoit le maintien des fonctionnalités actuelles avec surdimensionnement du futur bâtiment de service (BS) pour accueillir les développements futurs.

Le projet inclue de démanteler tous les éléments situés dans l'enclenchement afin de libérer les locaux sur le quai 1. Tous les éléments des IS devront être renouvelés pour pouvoir remplacer l'enclenchement efficacement tout en respectant au maximum les besoins de l'exploitation.

Le projet inclue déjà des modifications allant de la sortie de Gland jusqu'après les diagonales de Murat (du km 33.9 au km 43.0) dans le but d'anticiper les demandes de distancement à deux minutes du projet futur *AS35 Installations d'accueil et successions serrées ISP 1161180*.

1.2 Installation de sécurité, technique de conduite

Le remplacement de l'enclenchement de Nyon implique le remplacement de toutes les IS de la gare. Les installations sont remplacées au maximum de façon 1:1. Cependant quelques ajustements sont nécessaires afin de respecter les réglementations actuelles, en particulier le RTE 25000, ainsi que pour utiliser des systèmes et des composants modernes.

En particulier, la signalisation va passer du lumineux au numérique. C'est-à-dire que les images des signaux seront quelques peu différentes.
Le signal de groupe côté Lausanne sera remplacé par des signaux de voie. Le signal de groupe côté Genève sera conservé jusqu'au projet suivant de modernisation de la gare qui modifiera la topologie et permettra de se séparer du signal de groupe. Des adaptations sont faites pour que cela devienne un pseudo signal de groupe.
Le signal de barrage S40 sera remplacé par le signal principal G50. En direction de Lausanne le signal principal E40 est ajouté. Le signal annonciateur de voie libre FB1 sera remplacé par le signal répétiteur F**1.

Le contrôle de la marche des trains est adapté en fonction des modifications de signalisation.

Les signaux nains ainsi que les éléments de contrôle de l'état libre de la voie vont être remplacés et positionnés en fonction de la réglementation actuelle et des besoins de l'exploitation.

Des nouveaux KV sont construits en remplacement des anciens pour connecter tous les nouveaux câbles au nouvel enclenchement tout en gardant en fonction l'ancien enclenchement en parallèle.

Les voies ne sont pas modifiées. Les appareils de voies subiront quelques modifications pour assurer les règles de protection de flanc actuelles (ajout d'AV de déraillement et de sabots déraillleurs). Pour le reste des AV, seuls les moteurs seront remplacés.

Dans la mesure du possible le projet de modernisation de la gare va être pris en compte pour maximiser les synergies entre les projets et donc diminuer les coûts globaux, en particulier en ce qui concerne le distancement à deux minutes.

L'ensemble des modifications est présenté dans le concept de signalisation, ainsi que les autres documents cités au chapitre 1.3.3.

Les systèmes et composants utilisés pour les installations intérieures et extérieures sont mentionnés au chapitre 4.5.1.

C2 – Internal

1.3 Documents de référence

1.3.1 Base de ce rapport de sécurité

Le présent rapport de sécurité se fonde sur la directive de l'OFT Démonstration de la sécurité Installations de sécurité (Dir. IS) et sur le document D RTE 25100 (PrSe IS) y relatif.

Il documente les résultats de la phase de planification.

1.3.2 Prescriptions légales et normatives

Tabelle standard spécifique aux CFF :

Document	Edition
Dispositions d'exécution de l'OCF (DE OCF)	État au 01.07.2024
RTE 25000 (Compendium)	Édition 12
RTE 25931 (Passage à niveau, Documentation de base)	Édition 2, du 26.07.2019

1.3.3 Documentation du projet

Le présent projet est défini par les documents suivants. Ceux-ci forment simultanément la base du présent rapport de sécurité :

Doc.	Titre du document	Version	Date	Auteur	Remarques
[1.1]	**Auflagenmanagement**	--	--	--	Jira N° 39077
[1.2]	Tabelle PfS GIBU-PTC	2-27-2	14.11.2024	A. Boucher	-
[1.3]	Tabelle PfS PTC-GIBU	2-25	18.09.2024	A. Boucher	-
[1.4]	Proposition RADN	3	20.06.2024	A. Boucher	-
[1.5]	Preuve du distancement	3-1	18.09.2024	A. Boucher	-
[1.6]	Concept de signalisation NY-SIKO-1v2-1162414	m	23.01.2025	C. Stauffer	Contrôle: P. Durdzinski
[1.7]	Concept de signalisation NY-SIKO-2v2-1162414	m	23.01.2025	C. Stauffer	Contrôle: P. Durdzinski
[1.8]	Preuve de visibilité des signaux	4	06.08.2024	P. Durdzinski	-
[1.9]	PV de contrôle de visibilité: originaux et corrections	-	10.10.2023	J. Jaquet	Correction: PDu 15.11.2024
[1.10]	Formulaire de décision PAP	-	30.09.2022	J. Jaquet V. Eberle	-
[1.11]	Rapport technique installations de sécurité	2.5	15.11.2024	P. Durdzinski	Contrôle: J. Bescont
[1.12]	Cahier des charges	2.0	22.07.2021	A. Nicole	-
[1.13]	Tabelle de décision L43 (I-20027 / I-50115) Gland	2.2	08.08.2024	P. Juilland	-
[1.14]	Tabelle de décision L43 (I-20027 / I-50115) Nyon	3.2	05.11.2024	P. Juilland	-
[1.15]	Tabelle d'analyse des empêchements de départ pour trains partants et rebroussant L44	3.1	08.08.2024	P. Juilland	-
[1.16]	Tabelle de signalisation	3.2	14.11.2024	A. Boucher	-
[1.17]	Analyse de risque SAF_0707 Protection de flanc entre Nyon et Eysins	1.0	14.04.2022	M. Lüthi	Relecture: H. Schlatter M. Wasem
[1.18]	Validation Exploitation (I-FUB-BF) (E-Mail Distance signaux d'entrées et 1ère aiguille)	-	21.09.2022	S. Bourquin	Date du PDF 26.09.2022
[1.19]	Validation Ligne de contact	-	24.10.2022	G. Raemy G. Chauvin	Validation: Ronny Frik
[1.20]	Décision Designteam LSS Design_Ver 779	-	10.01.2024	P. Juilland J. Jaquet	MàJ vs. SIKO k RàS vs. SIKO m
[1.21]	Décision Designteam LSS Design_Ver 780	-	10.01.2024	P. Juilland J. Jaquet	MàJ vs. SIKO k RàS vs. SIKO m
[1.22]	Décision Designteam LSS Design_Ver 877	-	12.10.2022	L. Furer	MàJ vs. SIKO k RàS vs. SIKO m
[1.23]	Validation pseudo signal de groupe H63 par POS	-	23.10.2023	M. Thomi	-
[1.24]	Journal des modifications	-	03.02.2025	P. Durdzinski	-

1.4 Mesures complémentaires en cas d'aménagements d'installations

(voir remarque dans le RTE 25100, chap. 5.2.3 et explication des termes au chap. 3.2)

Le présent projet tient aussi compte des mesures de suppression des défauts selon le HTA 4006 (conformément à la directive I-50217 des CFF).

☐ Les mesures de suppression des défauts (mesures HTA) sont mises en œuvre (voir le document « Ausführungskontrolle HTA 4006/xx » (chap. 1.3.3).

☒ Aucune mesure de suppression des défauts (mesures HTA) n'est prévue

Justification :

☒ Il s'agit d'un enclenchement informatisé.

☐ Toutes les mesures ont déjà été réalisées. (voir le document « Ausführungskontrolle HTA 4006/xx » au chap. 1.3.3)

☐ La partie des installations de sécurité est inférieure à 20 kCHF.

1.5 Particularités du projet et de la procédure

(voir directive OFT chap. 5 et 8 ainsi que RTE 25100, chap. 4.3)

1.5.1 Maturité du projet

Le concept prévoit la procédure suivante pour le projet IS :

☒ Une PAP est nécessaire et la partie IS y est intégrée comme suit :

- ☒ simultanément au projet général, respectivement comme projet général
- ☐ avec fourniture ultérieure des documents IS
- ☐ comme sous-projet IS venant après coup

☐ Une PAP n'est pas nécessaire d'après l'évaluation du maître d'ouvrage, voir chap. 1.5.4.

Le projet IS est envoyé avec le degré de détail suivant :

☒ avec les documents spécifiques aux installations de sécurité :

- ☒ plans détaillés (plan des signaux, etc. selon Dir. OPAPIF, chiffre 47)
- ☐ déjà avec les documents du poste d'enclenchement, respectivement le dossier de construction
- ☐ les documents du poste d'enclenchement, respectivement le dossier de construction seront transmis ultérieurement

☐ sans documents spécifiques aux IS parce qu'aucune PAP n'est nécessaire du point de vue des installations de sécurité (cf. chap. 1.5.4)

1.5.2 Type de tronçon

Le périmètre du projet se situe :

☐ dans le réseau non interopérable

☒ dans le réseau principal interopérable

☐ dans le réseau complémentaire interopérable

La déclaration de conformité IOP sera établie après l'examen de la phase planification.

C2 – Internal

1.5.3 Maturité de spécification du projet

Le projet englobe :

☒ exclusivement des processus d'exploitation déjà en vigueur, des fonctionnalités techniques, des possibilités d'étude de projet, des produits et des utilisations de produits déjà explicitement homologués ou largement utilisés depuis plusieurs années dans l'entreprise ferroviaire.

☐ les fonctionnalités techniques suivantes non encore homologuées de manière générique dans l'entreprise ferroviaire :

N°	Nouvelle fonctionnalité technique	Base / Référence
1		
2		

☐ les possibilités d'étude de projet pas encore homologuées de manière générique dans l'entreprise ferroviaire :

N°	Nouveau principe d'étude de projet	Base / Référence
1		
2		

☐ les processus d'exploitation suivants non encore homologués de manière générique dans l'entreprise ferroviaire :

N°	Nouveau processus d'exploitation	Base / Référence
1		
2		

☐ les utilisations de produits suivantes non encore homologuées de manière générique dans l'entreprise ferroviaires (pour une fonctionnalité technique existante) :

N°	Nouvelle utilisation	Base / Référence
1		
2		

☐ des preuves de sécurité d'application génériques ou spécifiques au cas particulier, respectivement d'autres documents équivalents, existent pour des aspects d'utilisation non encore homologués de manière générique dans l'entreprise ferroviaire (voir documents chap. 5) qui :

- ☐ s'appuient sur l'analyse de risques
  - ☐ effectuée par une OER dans un rapport d'évaluation des risques (chap. 1.5.5),
  - ☐ présentant sinon l'application comme « changement non significatif » ;
- ☐ présentant des règles claires d'étude de projet de l'installation ;
- ☐ vérifiant que toutes les conditions suivantes des produits sont remplies :
  - ☐ les spécifications du fournisseur satisfont aux prescriptions de l'entreprise ferroviaire ;
  - ☐ les prescriptions de l'entreprise ferroviaire sont remplies par les possibilités d'étude de projet ;
  - ☐ les conditions d'application des produits n'ont pas d'influence non prise en considération sur les prescriptions de sécurité ;

☐ sont complets en ce qui concerne le traitement de toutes les charges en rapport avec la démonstration de la sécurité (résultats des preuves de sécurité d'utilisation ou des expertises / validations / homologations correspondantes), ou une expertise est établie dans le cadre de la SIOP A concernant les documents de démonstration, c.-à-d. :

- ☐ Les éventuelles charges en suspens de SIOP A sont réglées ultérieurement ;
- ☐ ou il n'y a pas de charges ouvertes issues de la preuve de sécurité générique, ou de son expertise et de son approbation ;
- ☐ ou la preuve du traitement de toutes les charges en suspens de la preuve générique ou de son expertise / homologation a été documentée au moins en ce qui concerne l'installation dans le tableau suivant :

Nr.	Constatation ouverte issue de la preuve générique (preuve de sécurité d'utilisation / expertise / autorisation)	Preuve de la réalisation de la charge / condition pour la présente installation (alternative : proposition de procédure pour la réalisation)
1		
2		

☐ les travaux complémentaires nécessaires ci-après sont planifiés :

- ☐ Analyse de risque
- ☐ Règles claires pour les possibilités d'études de projet de l'installation
- ☐ adaptation/complément des prescriptions d'exploitation

1.5.4 Catégorie d'application (PAP)

La catégorie d'application est fixée comme suit (OFT Directive Démonstration de la sécurité, chap. 8.2) :

Voir formulaire de décision PAP référencé dans le chap. 1.3.3.

1.5.5 Changement significatif

Aucun changement significatif

1.5.6 Dérogations / Autorisations exceptionnelles

1.5.6.1 Dérogations à des prescriptions d'interopérabilité

☒ Le projet ne contient aucune dérogation à des prescriptions d'interopérabilité.

☐ Les dérogations ainsi que les autorisations correspondantes (demandées ou octroyées) font l'objet d'un document séparé (→ voir doc. *[x.x]* au chap. 1.3.3).

1.5.6.2 Dérogations à des prescriptions souveraines

☒ Selon la liste des autorisations exceptionnelles SIOP A, il n'y a pas de dérogation aux prescriptions souveraines sur l'installation et aucune nouvelle dérogation n'est demandée.

☐ Les demandes de dérogation aux prescriptions souveraines suivantes sont demandées, respectivement les autorisations exceptionnelles existantes suivantes sont disponibles sur l'installation selon la liste des autorisations exceptionnelles SIOP A :

Les variantes possibles suivantes :

a) Nouvelle -> Une nouvelle demande est déposée.
b) Existante -> Le projet entraîne des répercussions sur l'autorisation exceptionnelle. Elle doit rester en place et doit donc faire l'objet d'une nouvelle demande.
c) Existante -> Le projet entraîne des répercussions sur l'autorisation exceptionnelle. Elle peut être annulée, car la situation est régularisée par le projet.
d) Existante -> Le projet n'a pas d'impact sur l'autorisation exceptionnelle. Elle peut être annulé, car la situation est déjà régularisée.
e) Existante -> Le projet n'a pas d'impact sur l'autorisation exceptionnelle. Elle reste en place.

N°	Objet et référence de la prescription dérogé, respectivement titre de l'autorisation exceptionnelle existante	Localisation de l'élément	Référence à la demande ou à la dérogation / Date	Indiquer la variante correspondante a) à e), y compris la justification (voir guide)
[3.1]				
[3.2]				

1.5.6.3 Dérogations à des prescriptions sous des critères clairs (pseudo dérogations)

☐ Aucune pseudo-dérogation à des prescription n'est concernée par le projet.

☒ Les pseudo dérogations suivantes à des prescriptions (voir RTE 25100, chap. 4.7.3) sont justifiées par :

N°	Objet et référence de la prescription	Localisation de l'élément	Justification de la dérogation et évaluation
[4.1]	Signal d'entrée à plus de 500 m avant la 1ère aiguille R RTE 25027 §3.4.1b	Signaux d'entrées : A764 et A864 au Km 36.575 1ère aiguille : AV3 au Km 37.756 Distance : 1'181 mètres	Validation par le service de l'exploitation (I-FUB-BF) en annexe ([1.18]) La signalisation a été réalisée en prenant en compte le projet futur de mise en conformité de la gare AS35 dans lequel une diagonale à Prangins sera réalisée. Les AV seront positionnés entres les Km 36.803 et Km 36.923. Les signaux d'entrées se retrouveront à 228 mètres des aiguilles. C'est la meilleure position pour garantir un distancement à 2 minutes comme demandé dans le mandat. Des signaux de voies D31 et D32 sont positionnées au Km 37.760 et Km 37.748 pour éviter de devoir ralentir trop vite pour prendre les AV en dévié.

N°	Objet et référence de la prescription	Localisation de l'élément	Justification de la dérogation et évaluation
[4.2]	Signal d'entrée à plus de 500 m avant la 1ère aiguille R RTE 25027 §3.4.1b	Signaux d'entrées : J771 et J871 au Km 39.476 1ère aiguille : AV39 au Km 38.964 Distance : 512 mètres	Validation par le service de l'exploitation (I-FUB-BF) en annexe ([1.18]). La signalisation a été réalisée en prenant en compte le projet futur de mise en conformité de la gare AS35 dans lequel 3 diagonales à 90 km/h seront construites. Les 3 diagonales seront positionnées entres les km 38.812 et km 39.326. Les signaux d'entrées se retrouveront à 150 mètres des aiguilles. C'est la meilleure position pour garantir un distancement à 2 minutes comme demandé dans le mandat.
[4.3]	La protection de flanc par guidage sur la voie 3 mène vers la voie à protéger. L'entraxe entre les voies à cet endroit est inférieur à 7.1 m. R RTE 25053 §3.3.1	SD25 sur voie 3 Km 38.548	Le rail de guidage parallèle sera placé de manière que le véhicule déraillé ne quitte pas le lit de ballast. Une adaptation du plan de voie serait disproportionnée.
[4.4]	Distance entre deux signaux principaux R RTE 25027 §3.4.3	Signaux principaux G4 (km 38.531) et H63 (km 38.677). Distance : 144 m	Les deux signaux principaux sont placés à moins de 180 m, mais ils seront couplés. L'exploitation pourra réaliser soit une entrée longue soit une entrée courte

1.5.6.4 Dérogations à des prescriptions RTE (resp. à des réglementations internes)

☐ Selon la liste des autorisations exceptionnelles SIOP A, il n'y a pas de dérogation à des prescriptions RTE dans l'installation et aucune nouvelle demande de dérogation n'est demandée.

☒ Les demandes de dérogation suivantes sont demandées, respectivement les autorisations exceptionnelles suivantes existent sur l'installation selon la liste des autorisations exceptionnelles SIOP A :

Les variantes possibles suivantes :

a) Nouvelle -> Une nouvelle demande est déposée.
b) Existante -> Le projet entraîne des répercussions sur l'autorisation exceptionnelle. Elle doit rester en place et doit donc faire l'objet d'une nouvelle demande.
c) Existante -> Le projet entraîne des répercussions sur l'autorisation exceptionnelle. Elle peut être annulée, car la situation est régularisée par le projet.
d) Existante -> Le projet n'a pas d'impact sur l'autorisation exceptionnelle. Elle peut être annulé, car la situation est déjà régularisée.
e) Existante -> Le projet n'a pas d'impact sur l'autorisation exceptionnelle. Elle reste en place.

N°	Objet et référence de la prescription dérogé, respectivement titre de l'autorisation exceptionnelle existante	Localisation de l'élément	Référence à la demande ou à la dérogation / Date	Indiquer la variante correspondante a) à e), y compris la justification (voir guide)
[5.1]	Nyon / Protection contre manœuvre de VR Nyon-Eysins	Nyon	N°305 / 21.07.2008	c) L'autorisation peut être annulée, car le projet régularise la situation. En effet, l'AV41 de déraillement est ajouté, de plus la voie 74 et l'AV41 seront centralisés. Plus aucun règlement n'est enfreint.

1.5.7 Maturité d'utilisation des produits

☐ Le projet concerne exclusivement la configuration de l'installation ; les produits utilisés et leurs applications génériques ne sont pas modifiés.

☒ Le projet modifie les produits utilisés sur l'installation, respectivement des produits supplémentaires ou d'autres produits que les produits actuels sont utilisés.

- ☒ Il est prévu d'utiliser exclusivement des produits et des applications qui sont déjà au bénéfice d'une homologation de série ou qui sont reconnus d'une autre manière. (produits utilisés : voir tableau au chap. 4.5.1) ;
- ☐ Il est prévu d'utiliser des produits qui sont déjà au bénéfice d'une homologation de série ou reconnus d'une autre manière, mais aussi d'utiliser des fonctions dont la configuration n'est pas déterminée par l'homologation générique. (produits concernés : voir tableau au chap. 4.5.1) ;
  - ☐ La *maturité de spécification* est donnée pour la raison suivante :
    - ☐ il s'agit d'une fonction usuelle, mais qui manque simplement dans le spectre générique du produit.
    - ☐ il s'agit d'une application usuelle, qui est toutefois utilisée dans des conditions d'application non déterminées de manière générique.
    - ☐ la maturité est atteinte de manière explicite et a été documentée selon le chap. 1.5.3.
  - ☐ La procédure de démonstration de la sécurité et l'expertise sont clairement prescrites par la gestion de la sécurité et un « plan de sécurité » a été établi en conséquence (→ voir doc. au chap. 1.3.3).
- ☐ Il est prévu d'utiliser des produits ou des applications qui ne sont pas encore au bénéfice d'une homologation de série (voir tableau au chap. 4.5.1).
  - ☐ La procédure d'homologation de série correspondante est en cours :
    - ☐ l'autorisation d'essai d'exploitation a été octroyée par l'OFT (voir chap. 4.5.1) ;
    - ☐ l'autorisation d'essai d'exploitation n'a pas encore été octroyée par l'OFT,
      - ☐ les documents nécessaires seront fournis après coup à l'OFT ;
      - ☐ la solution de remplacement ci-dessous sera choisie si la maturité d'application des produits requise n'est pas atteinte.
  - ☐ Il n'existe aucune homologation de série correspondante. La démonstration de la sécurité par le fournisseur et l'expertise correspondante sont suffisamment avancées et garantissent la maturité d'application des produits (voir chap. 4.5.1 et 5).
  - ☐ Il s'agit de produits avec « grandfather rights » pour lesquels l'épreuve de la pratique correspond à une démonstration de la sécurité (selon la Dir. IS de l'OFT, chap. 8.6).

2 Rapport de gestion de la qualité

2.1 Phase de planification

Le respect des exigences relatives au management de la qualité est assuré aux CFF par l'application de la réglementation I-50174 (Chap. 3 Management de la qualité). Par ailleurs, les exigences relatives au management de la qualité du RTE 25100 sont indiquées dans le document « Erfüllung Q-Anforderungen I-50174 » qui précise de quelle manière elles sont remplies.

2.2 Phase de réalisation

Voir chap. 2.1

3 Rapport de gestion de la sécurité

3.1 Organisation de la sécurité, responsabilités

La responsabilité pour les questions concernant les installations de sécurité dans la phase de planification (phases FDMS 1 à 5) est endossée par les spécialistes suivants :

Pos.	Domaine partiel / Fonction	Responsable
1	**Direction du projet côté CdF :**	CFF, chef de projet (Blaise Destraz)
2	**Planification / Etude de projet :**	
	- installat. de sécurité (dans son ensemble) :	CFF, chef de projet (Pawel Durdzinski)
3	**Vérification :**	
	- installat. de sécurité (dans son ensemble) :	CFF, ANOP, SIOP A et contrôle des documents de construction
4	**Contrôle du risque :**	
	Evaluation du risque par un OER	CFF, Safety (Melanie Lüthi)
5	**Examen d'expert Planification :**	CFF, SIOP A

L'indépendance des planificateurs et des experts selon la Dir. OCI-CF, chap. 6.2.2 est garantie par la séparation organisationnelle et par les processus (selon I-50174).

3.2 Plan de sécurité / Jalons du processus de sécurité

Les jalons principaux du processus de sécurité sont prévus de la manière suivante à l'état actuel de la planification :

Instant 1)	Jalon	Activité	Date planifiée ***actuellement*** 2)
	Etablissement du dossier PAP	ANOP achevée	27.11.2024
		SIOP A1 achevée	10.01.2025
		Prise de position sur les consignes de la SIOP A1 faite.	21.01.2025
T1	Envoi du dossier PAP	Transmission du dossier PAP à l'OFT	14.03.2025
T2	Décision d'approbation des plans (DAP)	Décision d'approbation des plans rendue par l'OFT	01.03.2028
		Début des travaux d'exécution	01.05.2029
T3 *)	Mise en service	Checklist SIOP B remise	T3 2031
		Directives et formations spécifiques à l'installation	T3 2031
		Mise en service	09.2031
T3.1 *)	Conclusion	Remise des versions finales des preuves de sécurité à l'OFT	T1 2032

1) selon Dir. IS, figures 1 et 2
2) des indications de temps relatives sont aussi possibles
*) déroulement standard

4 Rapport technique de sécurité

4.1 Introduction

Le présent projet concerne simplement une modification de l'installation ; il ne comprend aucune part de développement novateur.

4.2 Preuve de la conception correcte

4.2.1 Structure de l'installation / Architecture du système / Interfaces

(voir tableau du chap. 4.5)

4.2.2 Exigences du système

Le respect des exigences du système est prouvé de la manière suivante :

- Le *comportement fonctionnel* correct au niveau du système est garanti par la planification conforme aux prescriptions de l'installation de sécurité, voir chap. 1.5.7.
- Le respect des *exigences du système* est rempli par l'étendue fonctionnelle des produits. La démonstration de la sécurité pour le cas particulier est documentée, voir chap. 5.

4.2.3 Exigences de sécurité

Le respect des exigences *techniques et opérationnelles* de sécurité est prouvé par la documentation du projet (chap. 1.3.3), les chapitres ci-après et, en particulier, par le respect des conditions d'application liées à la sécurité (chap. 4.5.2).

4.2.4 Respect des bases légales

Ce chapitre démontre que, outre les exigences couvertes par les produits génériques, des mesures adéquates ont été prises pour la réduction de tous les risques et dangers de la phase de planification, et que toutes les bases légales concernées sont respectées.

4.2.4.1 Distances de glissement

☐ Les distances de glissement ne sont pas impactées par le projet.

☒ Les distances de glissement ci-après sont impactées par le projet :

N°	Signal de but	Point de conflit	Déclivité moyenne [‰] (- = pente)	V max déterminante [km/h]	Distance gliss.		Mesures	
					doit [m]	est [m]	Verrouillage part. / circul. opposée	Images plus restrictives (toujours active = fix ; uniquement si simultanéités = gF)
1	GLA C1	GLA AV 17	-	-	-	>150	Aucune mesure nécessaire	
2	GLA C1	GLA SP E4	0.8	140	90	109	Aucune mesure nécessaire	
3	GLA E4	GLA SP C1	3.8	40	40	109	Aucune mesure nécessaire	
4	GLA C3	GLA AV 26	0.6	140	90	129	Aucune mesure nécessaire	
5	GLA C3	GLA SN 53B	-	-	20	0	IT - IM	
6	GLA C5	-	-	-	-	-	Aucune, car uniquement signal de départ	
7	D31	AV 5	-7.1	140	93	56	-	gF = 60 km/h
8	D31	SP E40	-	-	-	>150	Aucune mesure nécessaire	
9	D32	AV 5	-7.1	140	93	68	-	gF = 90 km/h
10	E40	AV 4	5.6	40	40	48	Aucune mesure nécessaire	
11	F51	AV 4	-	-	-	>150	Aucune mesure nécessaire	
12	F51	SN 41A	-	-	20	0	IT - IM	
13	F2	AV 6	-	-	-	>150	Aucune mesure nécessaire	
14	F2	SN 42A	-	-	20	0	IT - IM	
15	F53	AV 11	5.6	60	50	67	Aucune mesure nécessaire	
16	F54	AV 11	5.6	40	40	67	Aucune mesure nécessaire	
17	F54	AV 13	5.6	40	40	20	IT - IT	
18	F55	AV 11	5.6	40	40	84	Aucune mesure nécessaire	
19	F55	AV 13	5.6	40	40	36	IT - IT	
20	F55	AV 15	5.6	40	20	11	IT - IM	
21	G50	Heurtoir	-8.7	40	44	63	Aucune mesure nécessaire	
22	G50	AV 22	-8.7	40	44	28	IT - IT	
23	G4	AV 27	-6.9	40	42	42	Aucune mesure nécessaire	
24	H2	AV 29	-6.6	80	62	24	IT – IT	fix = 80 km/h Tiefhaltung pour la distance de freinage
25	H63	AV 31	-6.6	60	52	126	Aucune mesure nécessaire	
26	H1	AV 31	-6.7	90	67	42	-	gF = 40 km/h (fix = 90 km/h Tiefhaltung pour la distance de freinage)

4.2.4.2 Contrôle de la marche des trains / circulations non autorisées/trop rapides

☐ pas pertinent, pas touché par le projet.

☒ tous les tronçons et toutes les vitesses de pleine voie et de gare, touchés par le projet, sont équipés d'un dispositif de surveillance continue de la vitesse.

☐ les tronçons ou les vitesses de pleine voie ou de gare suivants ne sont pas équipés d'un dispositif de surveillance continue de la vitesse :

N°	Tronçon	Justification	Mesures / Evaluation
1			
2			

4.2.4.3 Dispositifs d'empêchement de départ

☐ le projet ne nécessite ou ne concerne aucun dispositif d'empêchement de départ.

☒ les empêchements de départ figurent dans le document « L43 Tabelle de décision I-20027 » voir chap. 1.3.3.

4.2.4.4 Protection de flanc (R RTE 25053)

☐ La protection de flanc n'est pas pertinente dans le présent projet.

☒ La protection de flanc des éléments concernés par le projet est assurée par les mesures suivantes :

N°	Point conflict.	Circ. à protéger (voie / branche d'aig.)	Protection de flanc par guidage	V_{max} itinéraire à protéger	Elément de protection de flanc	Justification / Mesures
1	AV 3	D	Non	80	AV 7, SN 41B	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe)
2			Non	80	SN 40B, 41B	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe)
3		G	Oui	145	AV 5	V > 125 km/h
4			Non	80	AV 9, SN 42B	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe)
5			Non	80	SN 42B, 53B, 54B, 55B, SD956	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe)
6			Non	80	SN 42B, 53B, 54B, 55B, 56B	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe)
7	AV 4	D	Oui	145	AV 7	V > 125 km/h
8			Non	80	SN 40B	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe)
9		G	Non	40	SN 41B	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe)
10	AV 5	D	Non	80	SN 32A	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (pas de garage sur v12, 22, 32)
11		G	Oui	145	AV 3	V > 125 km/h
12			Non	80	SN 31A	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (pas de garage sur v11, 21, 31)
13	AV 6	D	Non	60	SN 42B	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe)
14		G	Oui	145	AV 9	V > 125 km/h
15			Non	80	SN 53B, 54B, 55B, SD 956	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe)
16			Non	80	SN 53B, 54B, 55B, 56B	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe)
17	AV 7	D	Oui	40	AV 4	Pas d'itinéraire train
18		G	Non	40	SN 30A	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (voie 30 à plat, cf. **Figure 1**)
19	SD 8	-	-	-	-	Sabot de protection
20	AV 9	D	Oui	60	SD 8	V <= 80 km/h, dérive
21			Non	-	-	Protection par guidage nécessaire
22		G	Oui	40	AV 6	Pas d'itinéraire train
23	AV 10	D	Non	40	SD 16, 17, SN 57B	Zone non centralisée, v <= 40 km/h, report SD 16 et 17 sur SN pas autorisé
24		G	Non	40	SN 50B	Pas d'itinéraire train
25	AV 11	D	Non	40	SN 53B	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe)

N°	Point conflict.	Circ. à protéger (voie / branche d'aig.)	Protection de flanc par guidage	V_{max} itinéraire à protéger	Elément de protection de flanc	Justification / Mesures
26		G	Non	60	SN 54B, 55B, SD956	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe depuis les voies 54, 55, 56)
27			Non	60	SN 54B, 55B, 56B	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe depuis les voies 54, 55, 56)
28	AV 12	D	Non	40	SN 57B	Pas d'itinéraire train
29		G	Oui	40	SD 16, 17	Pas d'itinéraire train
30	AV 13	D	Non	40	SN 54B	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe depuis v54)
31		G	Non	40	SN 55B, SD 956	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, risque de dérive (rampe depuis v55, pente moy. -0.7‰ depuis v56)
32			Non	-	-	Protection par SD 956 nécessaire à cause de la pente depuis la voie 56
33	AV 14	D	Non	40	SD 17	Pas d'itinéraire train
34		G	Non	40	SD 16	Pas d'itinéraire train
35	AV 15	D	-	-	-	Pas d'itinéraire train
36		G	Oui	40	SD 956	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, risque de dérive (pente moy. -1.8‰)
			Non	-	-	Protection par SD 956 nécessaire à cause de la pente depuis la voie 56
37	SD 16	-	-	-	-	Sabot de protection
38	SD 17	-	-	-	-	Sabot de protection
39	SD 956	-	-	-	-	Sabot de protection
40	AV 18	D	-	-	-	AV de protection
41		G	-	-	-	
42	AV 19	D	Non	40	-	AV non centralisé
43		G	Non	40	-	AV non centralisé
44	AV 20	D	Oui	40	AV 23b	Pas d'itinéraire train
45		G	Non	40	SN 65B	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe)
46	AV 21	D	Non	40	-	AV non centralisé
47		G	Non	40	-	AV non centralisé
48	AV 22	D	Non	40	SN 51A	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (pas de garage sur v41, 51)
49		G	Oui	145	AV 18	V > 125 km/h
50			Non	-	-	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, risque de dérive (garage sur v40, v50, pente moy. > 0.5 ‰)
51	AV 23a	D	Oui	40	AV 24	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe)
52			Non	40	SN 3B	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe)
53		G	Non	40	SN 4B	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe)

N°	Point conflict.	Circ. à protéger (voie / branche d'aig.)	Protection de flanc par guidage	V_{max} itinéraire à protéger	Elément de protection de flanc	Justification / Mesures
54	AV 23b	D	Oui	40	AV 20	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (voie 55 à plat, cf. **Figure 3**)
55			Non	40	SN 55A	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (voie 55 à plat, cf. **Figure 3**)
56		G	Non	40	SN 54A	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (voie 54 à plat, cf. **Figure 2**)
57	AV 24	D	Oui	60	AV 23a	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (voies 54 et 55 à plat, cf. **Figure 2** et **Figure 3**)
58			Non	60	AV20, SN 54A	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (voies 54 et 55 à plat, cf. **Figure 2** et **Figure 3**)
59			Non	60	SN 54A, 55A	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (voies 54 et 55 à plat, cf. **Figure 2** et **Figure 3**)
60		G	Non	40	SN 53A	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (pas de garage v53)
61	SD 25	-	-	-	-	Sabot de protection
62	SD 26	-	-	-	-	Sabot de protection
63	AV 27	D	Oui	60	SD 26	V <= 80 km/h, dérive
64			Non	-	-	Protection par guidage nécessaire à cause de la pente sur la voie 4
65		G	Oui	40	SD 25	V <= 80 km/h, dérive
66			Non	-	-	Protection par guidage nécessaire à cause de la pente sur les voies 3 et 53.
67	AV 28	D	Oui	40	AV 29	Pas d'itinéraire train
68		G	Non	60	SN 74B	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive[1], pas de garage sur v74
69	AV 29	D	Oui	150	AV 28	V > 125 km/h
70			Non	-	-	Protection par guidage nécessaire, pente sur la voie 63 et les suivantes
71		G	Non	60	SN 2A	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (pas de garage sur v2)
72	AV 30	D	Oui	150	AV 31	V > 125 km/h
73			Non	80	(AV 33), SN 81B	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe)
74		G	Non	60	SN 72B	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe)
75	AV 31	D	Oui	150	AV 30	V > 125 km/h
76			Non	80	AV 28, SN 2A	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (pas de garage sur v2)
77			Non	-	-	Protection par guidage nécessaire, pente sur la voie 63 et les suivantes

[1] La zone non centralisée de Nyon-Eysins en amont de la voie 74 n'est pas traitée directement dans ce cas-là, mais de manière générique avec l'AV de déraillement (AV41) avec retour automatique (position en dévié à gauche).

N°	Point conflict.	Circ. à protéger (voie / branche d'aig.)	Protection de flanc par guidage	V_{max} itinéraire à protéger	Elément de protection de flanc	Justification / Mesures
78		G	Non	60	SN 1A	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (pas de garage sur v1 et v51, AV18 à retour automatique pour protéger des dérives des v40 et v50)
79	AV 32	D	Non	60	SN 81B	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe)
80		G	Oui	150	AV 33	V > 125 km/h
81			Non	80	SN 82B	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe)
82	AV 33	D	Non	60	SN 72A	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (pas de garage sur v72)
83		G	Oui	150	AV 32	V > 125 km/h
84			Non	60	(AV 30), SN 1A	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (pas de garage sur v1)
85	AV 41	R	-	-	-	AV de déraillement avec retour automatique en position en dévié à gauche
86		L	-	-	-	

Lors de l'utilisation de la fonction de « protection de flanc par commutation du mode d'exploitation » (CMEPF / BAUF), il faut respecter la PR0068.

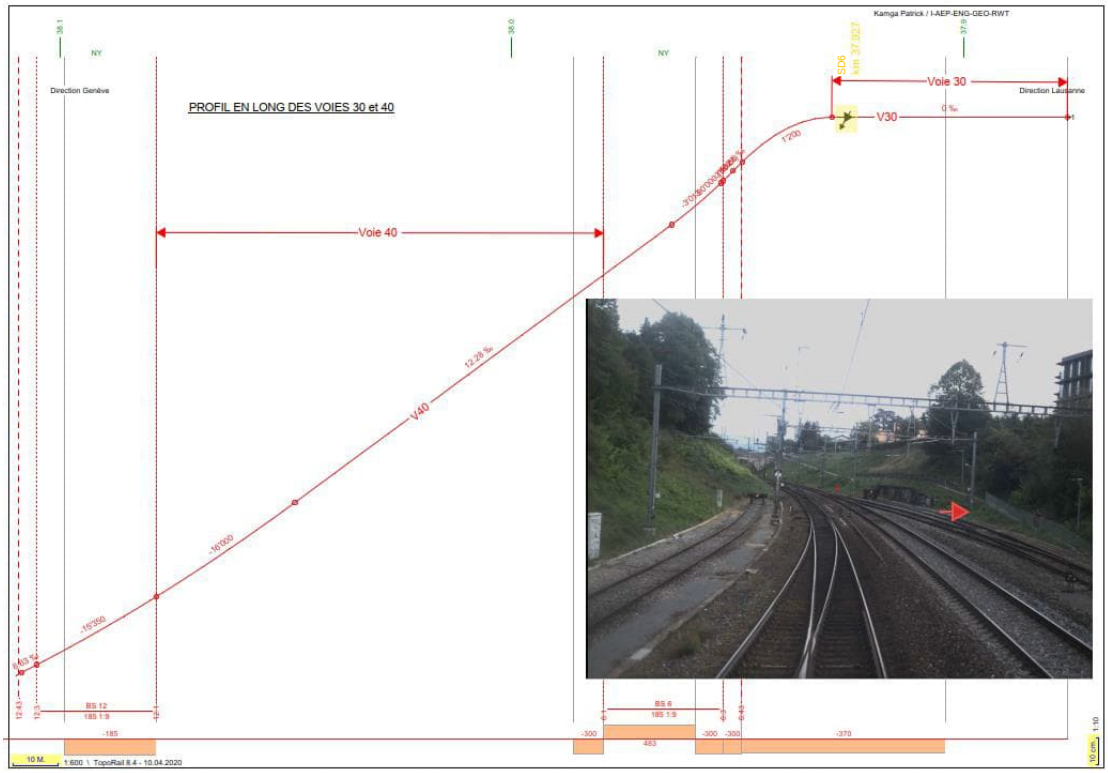


Figure 1 Voie 30 à plat (0 ‰) ne nécessitant pas de SD (SD actuel démantelé, représenté sur le profil)

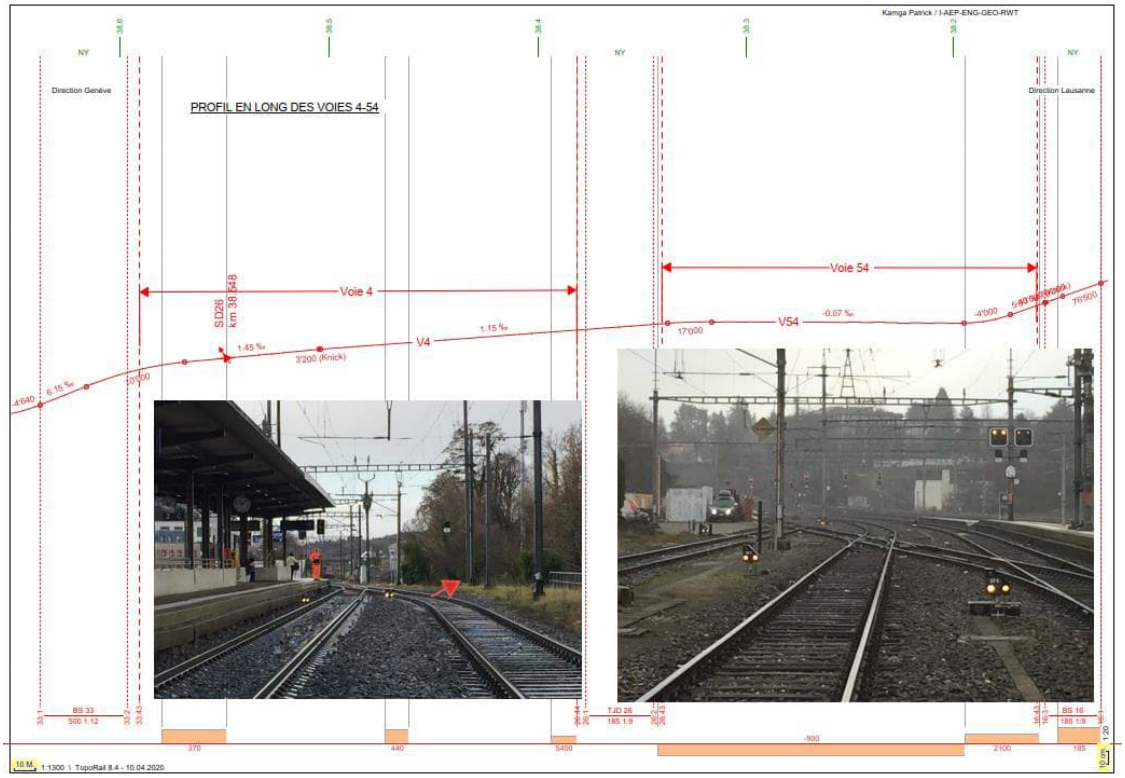


Figure 2 Voie 54 à plat (< 0.5 ‰) ne nécessitant pas de SD

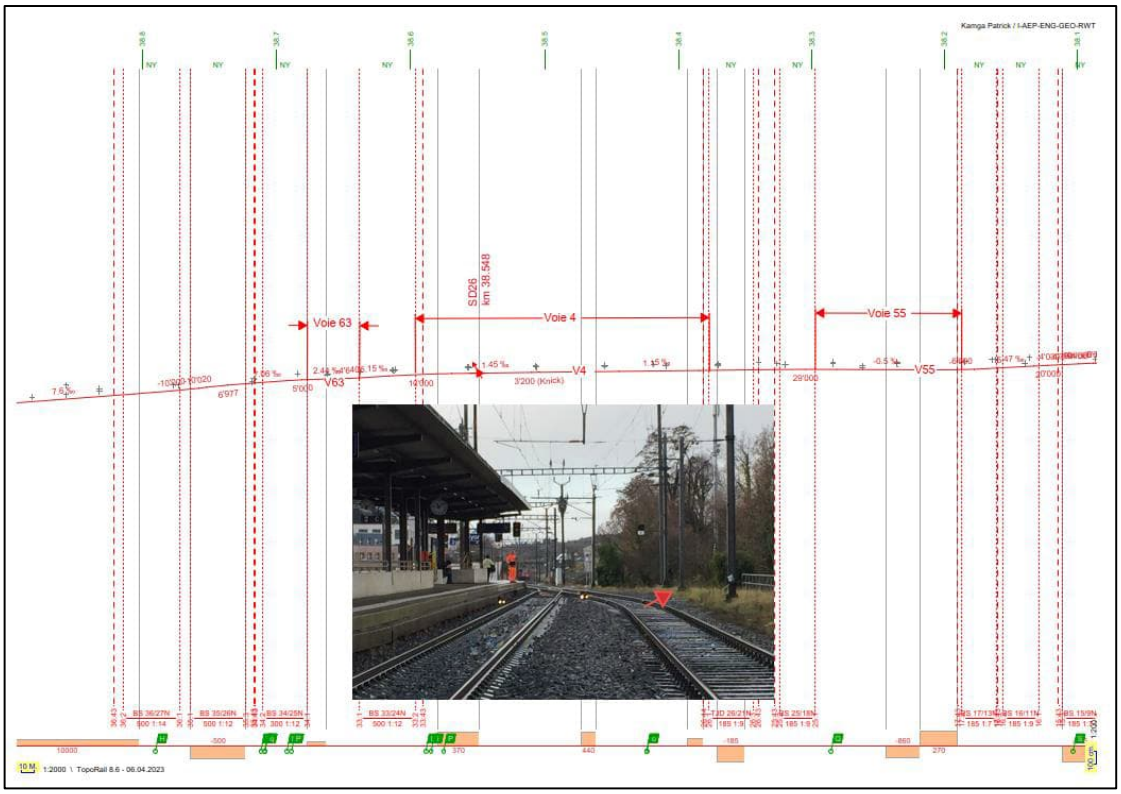


Figure 3 Voie 55 à plat (légère rampe = 0.5 ‰) ne nécessitant pas de SD

4.2.4.5 Protection conditionnelle

☒ Aucune aiguille ne peut offrir la protection conditionnelle.

☐ Toutes les aiguilles qui offrent une protection conditionnelle ne sont pas touchées par le projet.

☐ Les aiguilles suivantes concernées dans le projet sont des aiguilles de protection conditionnelle :

N°	Aiguille	Position préférentielle (G / D / aucune)	Mises en danger	Justification / Mesures
1				
2				

4.2.4.6 Risque de dommage en cas de déraillement par suite de la protection de flanc

☐ Le projet ne touche aucune aiguille de déraillement ou sabot dérailleur.

☒ Tous les déraillements par AV de déraillement ou sabot dérailleur se font dans une zone de déraillement dégagée ou n'apporte pas de risque supplémentaire, sauf les cas suivants :

N°	Aiguille / SD	Risque (fréquence / étendue du dommage)	Evaluation
1	SD 8 Km 37.999	Déraillement en direction du PI de l'Etraz. Le tronçon entre le heurtoir et le SD mesure 94 mètres avec une pente de 4.5‰ à 8‰ (∆h = 0.8m → LE = 7m). Point dangereux : Signal limite de garage AV 9 LE = 25m	Sabot reculé à 25 m du point dangereux. Cela permet de respecter la réglementation, y compris pour les mouvements de manœuvre en exploitation normale, mais aussi de s'éloigner du PI de l'Etraz. La situation existante étant relativement dangereuse.
2	SD 16 Km 38.185	Déraillement en direction de la voie adjacente (voie 58 et AV 14) Le tronçon entre le heurtoir et le SD mesure 230 mètres avec une rampe de 0.43‰ (∆h = 0.1m). Point dangereux : Signal limite de garage AV 10 LE > 25m → rail de guidage pas nécessaire.	Pas de risque autre que matériel, car ces voies sont utilisées pour de la manœuvre et du garage par Cargo et VU. Pas de matière dangereuse.
3	SD 17 Km 38.185	Déraillement en direction de l'entrevoie 57-58 qui est un terrain vague (herbes) Le tronçon entre le heurtoir et le SD mesure 230 mètres avec une rampe principalement positive de 1.88‰ et 0.43‰ (∆h = 0.1m). Point dangereux : Signal limite de garage AV 10 LE > 25m → rail de guidage pas nécessaire.	Pas de risque autre que matériel, car ces voies sont utilisées pour de la manœuvre et du garage par Cargo et VU. Pas de matière dangereuse.
4	SD 956 Km 38.203	Déraillement sur une zone herbeuse et plate Déclencheur de la protection par guidage selon RTE 25053 §3.3.1, tableau 1: pas les « Mouvements de manœuvre… » ET « Risques dus à des dérives… » ∆h = 0.15 m → LE = 7 m Distance 7.3 m > LE ; zone de déraillement dégagée → pas de rail de guidage	Ce sabot dérailleur est nécessaire si l'on veut garer des wagons sur la voie 56. L'emplacement à 7.3 m maximise la longueur utile. Seul le risque matériel, y.c. les choses stockés près des voies sur la zone herbeuse.
5	SD 25 Km 38.548	Déraillement en direction de la voie adjacente (voie 4 et AV 27) Le tronçon est en pente à 1.15‰ (voie 3) et 2.31‰ (voie 53) (∆h = 0.6m). LE = 25m → rail de guidage oblique non nécessaire Entraxe < 7.1 m → Rail de guidage parallèle à la voie nécessaire	Ce sabot dérailleur est nécessaire si l'on veut garer des wagons sur la voie 3. Mais il est aussi ajouté pour maximiser la protection liée au pseudo signal de groupe H63.
6	SD 26 Km 38.548	Déraillement sur une zone herbeuse et ensuite se situe la place en contre-bas devant la gare de NStCM Le tronçon est en pente à 1.15‰ et 1.45‰ (∆h = 0.3m). LE = 25m → rail de guidage pas nécessaire	Le train doit rester dans la ligne de la voie pour éviter qu'il ne se déporte trop sur la droite et tombe en contre-bas. La zone de danger est située à 7m sur la droite 18 mètres après le sabot dérailleur.
7	AV 41 Km 0.567	Cf. Analyse de risque (réf. [1.17])	Cf. Analyse de risque (réf. [1.17]) L'AV 41 sera un AV à retour automatique en position déviée à gauche.

4.2.4.7 Tronçons ELV communs

☐ Le projet ne touche aucune aiguille, croisement ou PN, ni tronçons ELV.

☒ Chaque aiguille, croisement ou PN touchée par le projet possède son propre tronçon ELV.

☐ Les aiguilles, croisement ou PN suivants touchés par le projet possèdent un tronçon ELV commun :

N°	Aiguille / croisement / PN (nom désignant l'ELV commun)	Autres Aiguille / croisement / PN concernées par le même ELV	Justification du regroupement des ELV et de l'absence de danger
1			
2			

4.2.4.8 Fonction : signal répétiteur pour trains partant ou rebroussant

☐ Dans le cadre du projet, la fonction de signal répétiteur pour trains partant ou rebroussant n'est pas utilisée ou modifiée.

☒ Dans le cadre du projet, la fonction de signal répétiteur pour trains partant ou rebroussant est utilisée dans les cas suivants :

N°	Gare	Signal répétiteur
1	Nyon	F**1
2	Nyon	F**2
3	Nyon	F**53

4.2.4.9 Aiguilles sans contrôle de lames

☐ Il n'est pas nécessaire d'examiner l'équipement en contrôle de lames dans le cadre du présent projet.

☐ Toutes les aiguilles touchées par le projet ainsi que leurs aiguilles de protection seront équipées de contrôles de lames.

☒ Les aiguilles ou aiguilles de protection suivantes touchées par le projet ne sont pas équipées d'un contrôle de lames :

N°	Aiguille sans contrôle de lames	Justification
1	AV 14, 15, 18	Ces AV ne remplissent aucune condition de la réglementation RTE 25022 Annexe A2 amenant à mettre un contrôle de lame obligatoirement.
2		

4.2.4.10 Marche à vue (FaSi)

☒ L'enclenchement ne se trouve pas à l'interface avec une ligne ETCS L2.

☐ L'enclenchement se trouve à l'interface avec une ligne ETCS L2.

- ☐ Dans le cadre de ce projet, aucun signal n'est équipé avec la fonction « marche à vue (FaSi) », respectivement aucun signal existant avec cette fonction ne subit de modification à cette fonction.
- ☐ Tous les itinéraires « Marche à vue (FaSi) » ajoutés ou modifiés dans ce projet sont justifiés par la règle de projection suivante (PR).

N°	Signal d'origine de l'itinéraire FaSi	Signal de but de l'itinéraire FaSi	Règle de projection utilisée (PR)
1			
2			

4.2.4.11 Mesures pour distance de freinage insuffisante

☐ Le projet n'ajoute ou ne modifie pas de Tiefhaltung, respectivement de pré-avertissement, en cas de distance de freinage insuffisante.

☒ Les Tiefhaltung, respectivement les pré-avertissements, sont documentés dans une tabelle de signalisation (voir chap. 1.3.3).

☐ Il n'y a pas de tabelle de signalisation. Les Tiefhaltung, respectivement les pré-avertissements, sont nécessaires à cause d'une distance de freinage insuffisante :

N°	Signal	Image / Freinage	Signal	Image / Freinage	Signal	Image / Freinage	Signal
1							

4.2.4.12 Conditions d'utilisation d'exploitation (AWB)

☐ Le projet ne génère pas de conditions d'utilisation pour l'exploitation.

☒ Le projet génère les conditions d'utilisation suivantes pour l'exploitation :

Nr.	Condition d'exploitation (en exploitation normale)	Zone / voie concernée	Justification	Entrée dans les prescriptions d'exploitation
1	Pas de garage sur	Voies 1, 2, 11, 12, 21, 22, 31, 32, 41, 42, 51, 53, 72, 74, 81, 82, 91, 92	Respect des protections de flanc Empêcher les dérives vers les AV 5, 22, 24, 28, 29, 31, 33	☐

4.2.4.13 Ordre de départ par SMS

☐ La gare n'est pas équipée par des ordres de départ par SMS ou le projet ne concerne pas les autorisations de départ par SMS.

ou

☒ La gare :

☒ est déjà équipée par des ordres de départ par SMS

ou

☐ va nouvellement être équipée par des ordres de départ par SMS par le projet. Les empêchements de départ sont précisés dans le document « L43 Entscheidungstabelle I-20027 » voir au chap. 1.3.3.

Concernant les départs par SMS :

☒ Pour les voies à quai concernées par le projet, **toutes** les règles suivantes s'appliquent :

☒ Il y a un signal principal entre les points d'arrêts des trains et la pleine voie.

☒ La visibilité sur le prochain signal principal est garantie pour tous les points d'arrêt des trains (Les PCT 300.6, chiffre 3.6.1 et les DE-PCT 6.3, chiffre 3.1 s'appliquent), respectivement le point d'arrêt du train n'entraine pas une communication supplémentaire entre le chef circulation et le mécanicien de locomotive selon PCT 300.6 §3.6.1.

☒ Pour les trains au départ (SZ) il n'y a pas de sortie de voie occupée (pointe du train au-delà du signal de sortie selon PCT 300.6, chiffre 3.6.1).

☐ Les exceptions suivantes s'appliquent :

Nr.	Voie	Justification
1		
2		

4.2.4.14 Distance entre signal principal et séparations électriques (RTE 25027 §3.4.8.3)

☐ Tous les signaux principaux concernés par le projet se trouvent en dehors des zones d'exclusion et des zones d'évaluation.

☐ Séparation électrique n'est pas encore définie / connue. Clarifications avec LC en cours.

☒ Les signaux principaux suivants se trouvent en zone d'évaluation.

Nr.	Signal	Distance par rapport au sectionnement (m)	Validé par le service « Ligne de contact »
1	I81	39400 - 39066 = 334 m	☒ cf. [1.19]
2	I82	39400 - 39066 = 334 m	☒ cf. [1.19]

4.2.4.15 Recoupement de la vitesse avec géomatique

☐ Les vitesses maximales et les seuils de vitesse ne sont pas modifiés dans le projet.

☒ Les vitesses modifiées, les nouvelles vitesses (voies et aiguillages) et les seuils de vitesse ont été coordonnées avec géomatique.

☐ La coordination avec géomatique est encore en cours.

4.2.4.16 Autres prescriptions techniques et de planification

N°	Prescription	Mesure	Evaluation
1	Emplacement de signaux dans le block de ligne (pas de topologie asymétrique à la frontière d'enclenchement)	Respect de PR0064	Les signaux respectent des deux côtés de la gare une topologie symétrique. Côté Coppet, les signaux S776 / S876 et P776 / P876 se font face, c'est-à-dire que les premiers signaux vus, sont ceux parcourus. Côté Gland, la situation est identique avec les signaux P761 / P861 et D761 / D861
2	Signal de voie avec problématique de signal de groupe Signal H63 au km 38.677	Respect de PR0074	Le signal de groupe H63 ne peut pas être évité car l'AV27 se situe au milieu du quai. Pour limiter les risques nous avons: • Le signal principal G4 équipé d'ETCS • Les signaux nains 3A et 4A. De plus, il n'est pas prévu d'avoir de train arrêté devant le signal nain 3A en exploitation normale. • Les sabots déraileurs SD25 et SD26. Un SD sur rail est une information claire pour un mécanicien que le signal vert n'est pas pour lui. Validation par POS – voir [1.23].

N°	Prescription	Mesure	Evaluation
3	Description de l'utilisation du signal E40 pouvant être assimilé à un signal de groupe Signal E40 au km 37.983	Respect de PR0074	Le signal E40 peut être assimilé à un signal de groupe, car il est accessible depuis les voies 50, 59, 58 et 57, mais les risques de ce signal sont quasiment inexistants pour les raisons suivantes : • Les voies 59 et 58 sont équipées de sabots dérailleurs, ce qui empêche le risque de collision si un convoi démarre depuis ces voies lorsque le signal E40 est ouvert. • Depuis la voie 57, il n'y a pas de visibilité sur le signal E40, car dans la ligne de mire du signal se trouve toute une série de mâts LC, ainsi qu'une paroi anti-bruit. • Il n'y a pas de garage planifié à l'horaire (en exploitation normale) sur la voie 57. • Entre le signal nain 57B et le point dangereux (signal limite de garage de l'AV10), il y a l'AV12 et dès que le convoi sera sur cet AV contrôlé par l'enclenchement, le signal d'entrée va chuter. Le train provenant de Coppet va s'arrêter. La lentille du signal E40 sera orientée en direction de la voie 50, ainsi il sera difficile pour un mécanicien sur la voie 57 de voir l'image du signal.
4	Signal répétiteur pour les trains partants (seulement Elektra 2)	Respect de PR0085	Le type d'enclenchement n'est pas encore connu, mais l'image (SZ-4) a été ajoutée pour les signaux répétiteurs en attendant le choix de l'eStw.

4.3 Conséquences d'une défaillance / Mises en danger

4.3.1 Mises en danger par des défauts d'équipements techniques

☒ pas de mises en danger particulières (couverture par les propriétés des systèmes)

☐ les systèmes présentent les mises en danger particulières suivantes :

N°	Danger	Mesure	Effet escompté de la mesure
1			
2			

4.3.2 Mises en danger sur des passages à niveau

☒ Le projet ne concerne aucun passage à niveau.

☐ Les passages à niveau compris dans le périmètre du projet ne présentent aucun danger particulier. Les PN respectent la PR0054, les éléments de libération (pour les PN en pleine voie) respectent la PR0066.

4.3.3 Mises en danger dans des gares sans accès dénivelé au quai

☒ La gare ne présente aucun accès au quai à travers la voie.

☐ Le projet n'induit aucun nouveau danger lié à l'accès non-dénivelé au quai.

☐ Les mises en danger suivantes existent à cause d'un accès au quai à travers la voie :

N°	Danger	Mesure	Effet escompté de la mesure
1			
2			

4.3.4 Maintien restrictif de tronçons ELV

☐ Le projet ne concerne aucun dispositif de contrôle de l'état libre de la voie.

☒ Les tronçons ELV modifiés atteignent au moins 22 m (selon RTE 25021, chiffre 3.2.1).

☐ Les tronçons ELV suivants sont équipés d'un maintien restrictif :

N°	Tronçon ELV	ELV voisin utilisé	Effet escompté de la mesure
1			
2			

Pour les tronçons d'ELV courts (< 22 m) dans des croisements il faut respecter la PR0046.

4.3.5 Mises en danger par des mouvements de manœuvre contre l'itinéraire

Pour la détection de mouvements contre le sens de marche de l'itinéraire, le RTE 25052, chiffre 2, exige dans certaines situations le contrôle étendu des tronçons ELV ***après le signal de but***.

☐ Le projet ne modifie aucun contrôle étendu de l'état libre de la voie ou aucun contrôle étendu de l'état libre de la voie n'est nécessaire.

☒ Un contrôle étendu de l'état libre de la voie est nécessaire aux endroits suivants :

N°	Signal de but	Tronçons ELV contrôlés	Remarques
1	D32	32.2	
2	F53	53.1	

4.3.6 Temps de manœuvre d'aiguilles avec tronçons avancés (RTE 25021)

☐ Le projet ne modifie ni des aiguilles ni leurs tronçons d'annonce de l'état libre de la voie.

☒ Toutes les aiguilles touchées par le projet sont équipées de signaux nains dans l'installation extérieure.

☐ La longueur de l'isolation par tronçon avancé a été calculée selon le RTE 25021 :

N°	Aiguille	Temps d'inversion [s]	Vitesse de manœuvre [km/h]	Longueur du tronçon avancé [m]
1				
2				

4.3.7 Entrée sur une voie occupée (RTE 25059 / KooSi 149 / PR0025)

☐ Aucune entrée sur voie occupée n'est utilisée ou modifiée dans le présent projet.

☒ La fonction « entrée sur une voie occupée » est utilisée aux signaux suivants :

N°	Signal avec image « entrée occupée »	Tronçons pouvant être occupés	Remarques
1	D31	1.2, 1.1, 22w, 51, 2.2, 2.1, 63, 27w, 3, 24w, 53.3, 53.2, 53.1 4, 23w, 54, 20w, 55, 50, 10w	
2	D32	2.2, 2.1, 63, 27w, 3, 24w, 53.3, 53.2, 53.1 4, 23w, 54, 20w, 55,	
3	J771	51, 22w, 1.1, 1.2 2.1, 2.2, 53.1 , 53.2, 53.3, 24w, 3, 27w, 63 54, 23w, 4, 20w , 55 40, 10w, 50	
4	J871	51, 22w, 1.1, 1.2 2.1, 2.2, 53.1 , 53.2, 53.3, 24w, 3, 27w, 63 54, 23w, 4, 20w , 55 40, 10w, 50	

4.3.8 Sortie de voie occupée (RTE 25060)

☒ Aucune sortie de voie occupée n'est utilisée ou modifiée dans le présent projet.

☐ La fonction « sortie de voie occupée » est utilisée aux signaux suivants :

N°	Signal d'origine	Tronçons pouvant être occupés	Remarques
1			
2			

4.3.9 ELV prolongés aux talons et à la pointe d'aiguille (RTE 25021 / I-50003)

☐ Aucune aiguille avec ELV prolongé n'est construite ou modifiée dans le présent projet.

☒ Les aiguilles suivantes ont un ELV qui dépasse les longueurs normales selon RTE 25021 (représentation selon I-50003) :

N°	Aiguille / croisement	Partie de l'AV	Prolongement en mètres	Tronçon d'ELV voisin
1	9	Talon gauche	20m (sur 28m)	-
2	9	Pointe	6m (sur 14m)	11w
3	14	Talon gauche	2m (sur 10m)	-
4	14	Talon droit	2m (sur 10m)	-
5	18	Talon gauche	12m (sur 20m)	-
6	23b	Talon gauche	4m (sur 12m)	20w
7	27	Talon gauche	20m (sur 28m)	4
8	27	Talon droit	20m (sur 28m)	3
9	28	Talon gauche	1m (sur 9m)	29w

4.3.10 Réduction de la vitesse signalée à cause de protection de flanc absolue manquante dans les enclenchements informatisés

☐ Le projet ne concerne aucun enclenchement informatisé.

☐ Utilisation de la règle du « statu quo » selon PR0057 « réduction de la vitesse signalée en absence de protection de flanc par guidage lors d'upgrade du software d'un enclenchement informatisé ». Les vitesses concernées doivent être documentées avec la remarque « PR0057 » dans le tableau de protection de flanc (chap. 4.2.4.4).

☒ La protection de flanc des aiguilles concernées par le projet est projetée selon RTE 25053 y compris l'annexe A. Les AV concernés par le projet sont listés dans le tableau de protection de flanc (chap. 4.2.4.4).

4.3.11 Contact de rail pour la destruction d'itinéraire de manœuvre avec un seul élément (voir aussi PR0073v2)

☒ Il n'y a pas de destruction d'itinéraire de manœuvre avec un seul élément de destruction s'il est possible d'établir un itinéraire antagoniste avec une vitesse > 40 km/h.

☐ Les itinéraires de manœuvre origine-but suivants sont composés que d'un seul ELV. Si un itinéraire antagoniste avec v > 40 km/h peut circuler, les contacts de rail (CR) suivants sont projetés :

Nr.	Tronçon ELV	Contact de rail
1		
2		

C2 – Internal

4.3.12 Réduction de la vitesse signalée (Image « Avancer prudemment ») pour les signaux nains

☒ Les réductions de vitesses pour signaux nains ne sont pas modifiées dans ce projet (RTE 25023 chap. 5) ou il n'y a pas de réduction de vitesse pour signaux nains.

☐ Les signaux nains suivants subissent une réduction de vitesse ou une réduction de vitesse est supprimée dans ce projet selon RTE 25023 chap. 5.3 (concernant les voies de quai de chargement) ou chap. 5.7 (concernant les zones tramways) ou sur la base d'un cas spécial.

Nr.	Signal nain	Raison : Ajout / Suppression d'une réduction de vitesse	Remarques
1			
2			

4.3.13 Destruction de la voie de but pour les IT dans une installation avec IM verrouillés (KooSi 141)

☐ Le projet concerne une installation avec IM non-verrouillés (ne rien cocher de plus).

☒ L'installation concernée est équipée avec des IM verrouillés et les tronçons de voie de but éventuellement concernées par le projet ne se détruisent pas uniquement lors de l'occupation de la voie de but (destruction se fait selon KooSi 141)

☐ L'installation concernée est équipée avec des IM verrouillés et les tronçons de voie de but suivants, concernés par le projet, se détruisent lors de l'occupation :

Nr.	IT sur signal	Tronçon	Remarque
1			
2			

4.3.14 Cas particulier dans l'étude de projet

☒ Aucun des deux points suivants n'est concerné par le projet.

☐ Utilisation de BA8 dans une zone de manœuvre.

☐ Le projet touche à la SwiSS FAP (existante ou nouvelle).

4.3.15 Mises en danger par le courant électrique (mise à la terre)

N°	Danger	Mesure	Effet escompté de la mesure
1	Des joints ne seront plus en service, mais ils n'auront pas encore été démantelés.	Les joints sont pontés et le concept de mise à la terre est adapté après la démolition des joints.	Les rails isolés sont mis à la terre des deux côtés
2			

4.4 Exploitation avec influences externes

4.4.1 Mises en danger par des influences techniques (défaut dans des systèmes voisins)

☒ Toutes les mises en danger du projet sont couvertes par les principes génériques. La sécurité des principes génériques est présupposée.

☐ Les mises en danger par des systèmes voisins sont réduites au minimum de la manière suivante :

N°	Danger	Mesures prises	Effet escompté de la mesure
1			
2			

4.4.2 Mises en danger par des influences climatiques ou environnementales

☒ Le projet ne présente aucune mise en danger par des influences climatiques ou environnementales.

☐ Les dangers supplémentaires suivants ont été pris en compte :

N°	Danger	Mesures prises	Effet escompté de la mesure
1			
2			

4.4.3 Mises en danger par des influences mécaniques

☒ Le projet ne présente aucune mise en danger par des influences mécaniques.

☐ Les mises en danger supplémentaires suivantes doivent être prises en compte :

N°	Danger	Mesures prises	Effet escompté de la mesure
1			
2			

4.4.4 Mises en danger pendant l'exécution du projet / par des installations provisoires

Les mises en danger pendant l'exécution du projet sont minimisées comme suit :

Lors l'exécution des travaux par VU, les dispositifs de sécurité sont établis par VU ou par BSL de l'UO correspondante.

Lors l'exécution des travaux par une entreprise externe, les dispositifs de sécurité sont établis par le chef de projet ou par BSL de l'UO correspondante.

Les interventions dans les installations sont annoncées au management des interventions.

4.4.5 Maîtrise des mises en danger avec des processus d'exploitation

☒ Les processus d'exploitation ne sont pas modifiés dans le projet.

☐ Les mises en danger pendant l'exploitation et pendant les travaux de maintenance sont réduites au minimum par les mesures suivantes :

N°	Danger	Mesures prises	Effet escompté de la mesure
1			
2			

C2 – Internal

4.4.6 Maîtrise des dangers avec des processus de maintenance

☒ Les processus de maintenance ne sont pas modifiés dans le projet.

☐ Les mises en danger pendant l'exploitation et pendant des travaux de maintenance sont réduites au minimum par les mesures suivantes :

N°	Danger	Mesures prises	Effet escompté de la mesure
1			
2			

4.4.7 Autres mises en danger / Dangers provenant d'autres sources

☐ Outre les sources de danger ou les situations dangereuses mentionnées plus haut, aucun autre risque n'est à prendre en considération dans le domaine du projet.

☒ Les dangers supplémentaires suivants ont été pris en compte :

N°	Danger	Mesures prises	Effet escompté de la mesure
1	Forte pente en provenance de la ligne de Nyon-Eysins. Danger pour les IM et les IT sur l'AV28G et les trains arrêtés devant le H63 de la part de la manœuvre qui descend d'Eysins et n'arrive pas à freiner devant le SN74B	L'itinéraire de manœuvre court du SN84B au SN74B exclu dans l'enclenchement (fonction générique). Les autres itinéraires de manœuvre comprenant ces signaux nains sont autorisés.	Pas d'itinéraire de manœuvre dans lequel un freinage devant le SN74B serait nécessaire. La manœuvre en provenance de Nyon-Eysin dispose d'un IM allant au moins jusqu'au SN63B.
2	Zone non centralisée avec une forte pente en provenance de Nyon-Eysins	AV de déraillement (AV 41) avec retour automatique (position déviée à gauche)	Les convois en dérive depuis Nyon-Eysins sont déviés pour éviter de mettre en danger les itinéraires en gare de Nyon. Grâce au rail situé à gauche de la voie, qui fait office de rail de guidage, le convoi en dérive ne met pas en danger l'école située sur le côté de l'AV de déraillement.
3	Dérives sur les sabots hors rail et les AV de protection pas en position de protection	Tous les sabots dérailleurs et les AV 7, 9, 18, 20, 28 sont munis de la fonction « retour automatique en position de protection », en allemand « Rücklaufweiche »	Protection contre les dérives même en absence de demande de protection de flanc

4.5 Preuve de la maturité d'application des produits

4.5.1 Systèmes prévus, admissibilité

Les produits suivants sont prévus pour le présent projet. Les cas suivants sont distingués lors de la démonstration de la sécurité :

A. Une ***homologation de série*** existe déjà (référence sous Remarques).
B. Il s'agit d'un produit avec « ***grandfather rights »***, dont la sécurité a été démontrée par l'épreuve de la pratique.
C. Une autorisation de l'OFT pour un ***essai d'exploitation*** est prévue.
D. En remplacement d'une autorisation selon A/B/C, une ***preuve de la sécurité du produit*** a été établie de manière spécifique à l'installation, voir chap. 5.
E. Preuves de la sécurité et expertises relatives à des ***fonctions*** dont la configuration n'est pas déterminée par l'homologation générique (configuration libre).

Système / Fonction	Produit	A	B	C	D	E	Remarques
Poste d'enclenchement	Enclenchement électronique	☒	☐	☐	☐	☐	Type d'enclenchement pas encore connu
Block de ligne	TMN 840/841	☐	☒	☐	☐	☐	
Système de technique de conduite	ILTIS Release Axx	☒	☐	☐	☐	☐	Version de la release actuelle au moment de la MeS
Contrôle de la marche des trains	Balise S21 état 6	☒	☐	☐	☐	☐	TZL 211 03 03 / 12.02.2019
	Besfestifungsvarianten Eurobalisen S21 und S11	☒	☐	☐	☐	☐	TZL 211 03 04 / 07.03.2023
	Optimierte LEU S21	☒	☐	☐	☐	☐	TZL 211 04 03 / 16.02.2023
	Euroloop S21 F	☒	☐	☐	☐	☐	TZL 211 05 02 / 09.04.2021
	ZUBE LSS Datenprozess V2.0	☒	☐	☐	☐	☐	TZL 212 11 02 / 30.04.2020
Dispositif d'annonce de l'état libre de la voie	AzLM V7.6 ASDA	☒	☐	☐	☐	☐	TZL 431 03 13 / 11.10.2022
	UGSK 3	☒	☐	☐	☐	☐	TZL 432 02 01 / 13.01.2023

4.5.2 Conditions d'utilisation relatives à la sécurité

Cet aspect sera traité dans la Preuve sécurité phase réalisation.

5 Rapports à d'autres preuves de la sécurité

Les systèmes, interfaces et fonctions prévus dans le présent projet et bénéficiant d'une homologation suisse respectivement relative à l'utilisation sont mentionnés au chap. 4.5.1.

Pour les systèmes et produits non développés de manière générique ou non encore homologués ainsi que pour les fonctions en configuration libre, les preuves de la sécurité d'utilisation ci-après ont été ou seront établies (y compris les rapports d'examen d'expert y relatifs) :

N°	Titre du document	Version	Date	Auteur	Remarques
1					
2					

6 Résumé

Le présent rapport de sécurité documente les constatations suivantes, que les signataires confirment ensemble :

- Par le présent projet, les bases légales déterminantes, l'ouvrage de référence en matière de technique ferroviaire (RTE) ainsi que les directives internes des CFF sont respectés d'une manière générale.
- Les autorisations de déroger à des prescriptions ont été demandées, respectivement des dérogations octroyées sont utilisées (voir chap. 1.5.6). Des mesures ont été prises pour la réduction des risques connus. Les mesures prévues selon les demandes ou les dérogations correspondantes contribuent à les réduire selon les exigences.
- La démonstration de la sécurité et les étapes de processus nécessaires pour l'établir ont été ou seront exécutées conformément à la directive IS de l'OFT et au RTE 25100.

Conclusion : les conditions nécessaires pour que l'installation planifiée garantisse une exploitation sûre sont donc remplies.

Rien ne s'oppose à une approbation des plans du point de vue du signataire.

Lieu, date : Lausanne, le 03.02.2025

Le/la responsable : Le chef de projet des installations de sécurité

Chemins de Fer Fédéraux

Pawel Durdzinski

Signé numériquement par Pawel Durdzinski
DN : cn=Pawel Durdzinski, c=CH, o=CFF SA, ou=I-AEP-SAZ-RWT-T1, email=pawel.durdzinski@sbb.ch
Date : 2025.02.03 14:43:35 +01'00'

Pawel Durdzinski

C2 – Internal

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

15.02

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Cantons : Vaud, Genève

Communes : Gland, Prangins, Nyon, Crans (VD), Céligny

Echelle	Format
-	A4

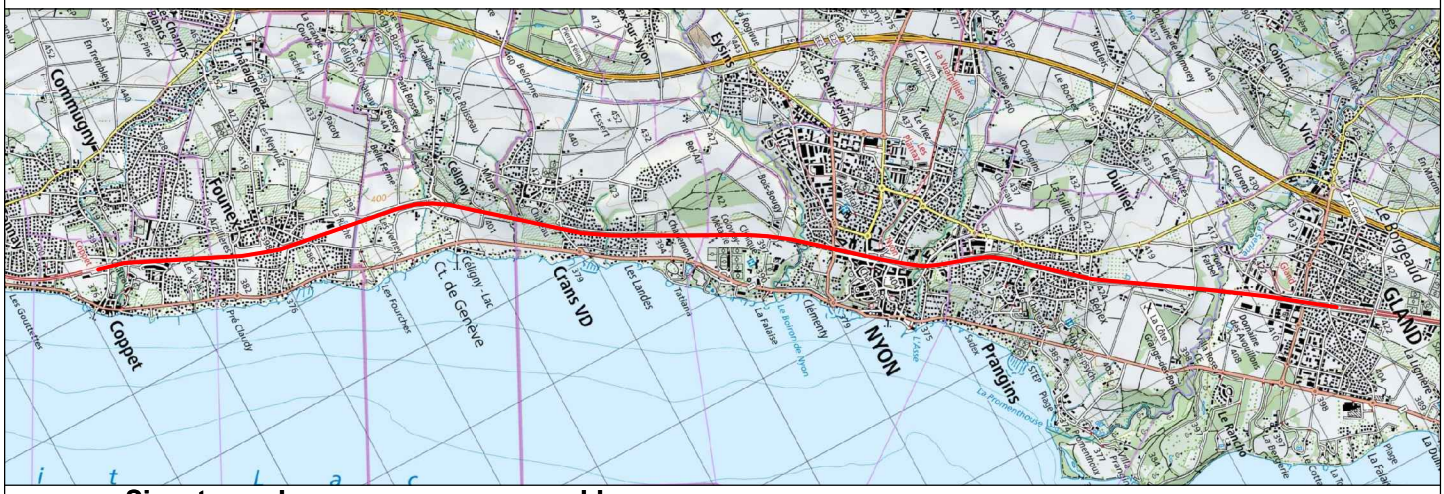
N° Plan

-

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

RAPPORT D'EXAMEN SA (DOSSIER SIOP A COMPLET)



Signatures des personnes responsables :

A1. ☒ Signatures originales dans le document B. ○ Signature ci dessous

Ci-dessous :

A2. ☒ Signatures des personnes pro forma

CFF SA
Infrastructure Projets

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

CFF SA
Infrastructure Projets

Pawel Durdzinski
Chef de projet
I-AEP-SAZ-RWT-T1

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	10.01.2025	lpe, awe			
2					
3					
4					

Prüfbericht SIOP A-Sicherungsanlagen

Projektdaten

Dokumentname	SA24-02509-D_NY_1162414_PB_SIOP_A1_Nachtrag.docm
Projekt	Nyon, Renouvellement de l'enclenchement
Prüfungstyp	SIOP A1 Nachtrag
Phase	-
SA-Projektleiter	Durdzinski Pawel U242692 I-AEP-SAZ-RWT-T1
Projekt AUFLMNG-Link	https://flow.sbb.ch/browse/AUFLMNG-39077
Prüfungsergebnis	bestanden
Nächster Prüfschritt	SIOP A2

Dokumenten-Nummer	**SA24-02509**

Version	Erstellt	Freigegeben	
1.0.0	Laura Pellaton Prüfer SIOP A	Andreas Weyeneth Prüfer SIOP A	Name & Funktion
	I-NAT-BST-SSR-SOA	I-NAT-BST-SSR-SOA	OE
	gemäss Signatur	gemäss Signatur	Datum
	Laura Pellaton 10 janv. 2025 SEQ Signature électronique qualifiée · Droit suisse Signé sur Skribble.com	Andreas Weyeneth, SIOP A Gutachter Senior Bern, 10. Jan. 2025 QES Qualifizierte elektronische Signatur · Schweizer Recht Signiert auf Skribble.com	Visum

Eigner	**I-NAT-BST-SSR-SOA**

Vorlage DMS ID 76364393, Version 56

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Jegliche kommerzielle Nutzung bedarf einer vorgängigen, ausdrücklichen Genehmigung.

1. Referenzen

[1] Prüfauftrag, Arbeitsweise und Eignung der SIOP A-Sicherungsanlagen; DMS-ID 62702884; Version 4-0 vom 21.09.2022

[2] SBB I-50174, Sicherheitsnachweisführung zur Abnahme von Sicherungsanlagen (D05), DMS-ID 37489943; Version 2-0 vom 01.05.2020

[3] Prüfanleitung SIOP-A SA LSS; DMS-ID 76381146; Version 22 vom 19.12.2024

[4] Wegleitung zum Ausfüllen der Ausnahmebewilligungsvorlage; DMS-ID 78272380; Version 9 vom 28.06.2024

[5] SBB Spez Dok, Signalisierungskonzept für konventionell signalisierte Strecken; DMS-ID 127926582; Version 4.0, gültig ab 15.03.2023

2. Beauftragung

Am 29.11.2024 wurde ein SIOP A1 Nachtrag - Dossier zur SIOP-Prüfung eingereicht und damit eine Prüfung gemäss [1] beauftragt.
Welche Geschäftsfälle aus [1] zur Anwendung kamen, ist Kap. 5.3.1 zu entnehmen.

3. Deklaration der Fachkompetenz und Unabhängigkeit des Prüfpersonals

3.1. Standardprüfung

Als unterzeichnender «Ersteller» auf dem Titelblatt des vorliegenden Prüfberichts besitze ich ein Zertifikat gemäss Kap. 4.2 aus [1] für diejenigen hier relevanten Prüffälle, die sich gemäss [1] auf den Basisprozess nach I-50174 beziehen. Die Standard SIOP A Prüfung wurde durch den Ersteller durchgeführt.

Der Ersteller bzw. Prüfer bestätigt hiermit:

- sich nicht vorher in anderer Funktion als der der SIOP A Prüfung mit dem Bewilligungsobjekt befasst hat und
- keiner dritten Partei angehört, die im zu prüfenden Vorhaben weitere Rollen haben, deren Ausübung im Zusammenhang mit dem Prüfergebnis beeinträchtigt werden könnte, oder die Prüfung beeinträchtigen könnte.

3.2. Weitere Prüfungen

3.2.1. ANOP-Betrieb

Die ANOP-Betrieb prüft Bezeichnung von Gleisen und Weichen und Nutzbarkeit der Anlage. Die SIOP A prüft im Rahmen der SIOP A, ob die ANOP-Betrieb stattgefunden hat. Nachträgliche Änderungen werden im Ermessen der Prüfenden Person genehmigt oder eine Wiederholung der Prüfung angeordnet (Auflage/Bedingung).

3.2.2. ANOP-Fahrdynamik

Die ANOP-Fahrdynamik prüft Abfahrverhinderung (Schutz vor Zügen, welche trotz «Halt» zeigendem Haltsignal abfahren), Bremswege zwischen Signalen und Signalsichtbarkeit. Die SIOP A prüft im Rahmen der SIOP A, ob die ANOP-Fahrdynamik stattgefunden hat. Nachträgliche Änderungen werden im Ermessen der Prüfenden Person genehmigt oder eine Wiederholung der Prüfung angeordnet (Auflage/Bedingung).

© SBB AG

C2 – Internal

3.2.3. Ausnahmen

Ausnahmen von geltenden Vorgaben werden grundsätzlich in eigenständigen Prüfberichten beurteilt. Jedoch sieht die Wegleitung Ausnahmen [4] für benannte Situationen ein «Vereinfachtes Verfahren: Genehmigung durch Standard SIOP A Bericht» vor, siehe dazu Kap. 8.

3.2.4. Spezifikationsreife (A1) und Produktanwendungsreife (A2)

Folgende Funktionalitäten / Projektierungsmöglichkeiten / Betriebsprozesse / Produkte sind «reifende generische Anwendungen» gemäss I-50174 Ziffer 2.4:

- keine

3.2.5. Rangiertechnik

Folgende hochspezialisierte elektronische Stellwerke (Ablaufrechner), die alle Bedürfnisse einer Ablaufanlage abdecken kommen zum Einsatz.

- keine

Die Rangiertechnik ist ein Spezialgebiet mit umfassenden Spezialwissen im Bereich der Sicherungsanlagen.

4. Grundlagen der Prüfung

Die Grundlage der Prüfung ist [1].

5. Umfang der Prüfung

5.1. Kurze Charakterisierung der spezifischen Anwendung

Grundsätzlicher Gegenstand der Prüfung sind die Sicherungsanlagen:

Nyon, eStw – Stellwerktyp noch unbekannt

Geprüft werden die Veränderung der spezifischen Anwendung der Sicherungsanlage. Diese Veränderungen sind in den geprüften Dokumenten ersichtlich.

Abgrenzung des Prüfumfangs

Auf den Plänen sind mehr Änderungen rot/gelb dargestellt als geprüft wurden. Der Prüfumfang entspricht den beschriebenen Änderungen im Änderungsjournal.

5.2. «Freie Projektierungen»

Für die Umsetzung des Vorhabens notwendige «Freie Projektierungen» sind häufig zum Zeitpunkt der SIOP A nicht bekannt. Entsprechend werden «Freie Projektierungen» nicht durch die SIOP A geprüft. Falls bestimmte «Freie Projektierungen» geprüft wurden, ist dies ausdrücklich im Prüfbericht ausgewiesen bzw. daran ersichtlich, dass die spezifischen Projektierungen Teil von geprüften Unterlagen sind (z.B. für Relaisstellwerke bzw. deren spezifische Funktionen, das Prüfergebnis der Prüfung durch I-NAT-BST-TAS-TAI). Im Verzeichnis der angewendeten Prinzipschaltungen sind «Freie Projektierungen» in den Kapiteln 3.1 und 3.2 ausgewiesen. Stellwerktypen ohne generisch freigegebene Prinzipschaltungen sind insgesamt gemäss dem Prozess für «Freie Projektierungen» freizugeben wie z.B. Do55, Schalterwerke oder SpDrS-SBB. Die Bauunterlagenprüfung erfolgt durch I-NAT-BST-TAS-TAI bzw. für SpDrS-SBB durch I-AEP-SAZ-KCS-SPD.

© SBB AG

C2 – Internal

Falls im weiteren Projektverlauf zusätzliche anlagespezifische Funktionen notwendig werden, ist der für das Produkt definierte und freigegeben Prozess für «Freie Projektierungen» auszuführen. Die SIOP A ist mit der Prüfung der «Spezifikationsreife» zu beauftragen. Dies geschieht üblicherweise über eine Auflage im JIRA-AUFLMNG, welche sich das Projekt selbst erstellt und durch die SIOP A nachzuprüfen ist. Die SIOP A ist per PMT (Nachprüfung) zur Prüfung aufzufordern.

Besteht kein freigegebener Prozess für die «freien Projektierungen» handelt es sich um eine «reifende Anwendung» gemäss [2] und die SIOP A ist mit der Prüfung dieser Entwicklungsanteile zu beauftragen. Die dafür notwendigen Nachweise (z.B. Safety-Plan) sind einzureichen.

5.3. Geprüfte Dokumente

5.3.1. Standarddokumente

Tabelle 1 Liste der geprüften Dokumente, die zur Prüfung gemäss [1] gehören.

Fall[1]	Bezeichnung	Dok.-Nr. / Identifikation	Version	Stand
A1	Prüfbericht ANOP SA Fachbereich Fahrdynamik	SA24-00492	1.0.0	27.11.2024
A1	Prüfbericht ANOP SA Fachbereich Betrieb	BF24-00399	1.0.0	27.11.2024
A1	Sicherheitsbericht Phase Planung	NY - Renouvellement de l'enclenchement	1.4	15.11.2024
A1	Signalisierungskonzept	NY-SIKO-1v2	L	15.11.2024
A1	Signalisierungskonzept	NY-SIKO-2v2	L	15.11.2024
A	Änderungsjournal	NY - Renouvellement de l'enclenchement	-	15.11.2024
I	Vorheriger Prüfbericht SIOP A-Sicherungsanlagen	SA23-00186	1.0.0	14.03.2023
I	Tabelle de signalisation	Nyon	3.2	14.11.2024
I	Tabelle de décision L43	NY - Renouvellement de l'enclenchement - NYON	3.2	05.11.2024
I	Tabelle de décision L43	NY - Renouvellement de l'enclenchement - GLAND	2.2	08.08.2024
I	Empêchements de départs	NY - Renouvellement de l'enclenchement	3.1	08.08.2024
I	PfS	GIBU-PTC	2.27-2	14.11.2024
I	PfS	PTC- GIBU	2.25	18.09.2024
I	RADN	MES eStw Nyon	3	20.06.2024

[1] Geschäftsfall, dem das Dokument gemäss [1] angehört:
A: Allgemein bzw. A1 sowie auch A2
A1: Standard SIOP A1
A2: Standard SIOP A2
V: Bestimmte Verifikation
E: SVP der Entwicklung der Spezifikationsreife/ Produktanwendungsreife
I: Nicht geprüft, nur zur Information beigezogen

© SBB AG

C2 – Internal

6. Prüfmethodik

Die Prüfmethodik ist in Kap. 3.2 in [1] dargelegt.
Sie wird für die Standard SIOP A1/A2 durch eine Prüfanleitung [3] unterstützt und durch die im Anhang A des vorliegenden Prüfberichts ausgefüllte Checkliste gesteuert. Diese enthält ggf. auch bestimmte Verifikationen, die im Rahmen der SIOP A2 durch die SIOP A durchgeführt werden.

7. Bereinigungen am Prüfgegenstand

Die Nachverfolgung von Änderungen während oder nach der Prüfung erfolgt mit dem Auflagenmanagementsystem. Sie ist nachvollziehbar abrufbar unter der auf dem Titelblatt dieses Berichts als «Projekt AUFLMNG-Link» bezeichneten «Jira-URL». Grundlage in Bezug auf den vorliegenden Prüfbericht ist auch hier [1].

8. Ausnahmen

Mit diesem Bericht werden folgende im Sicherheitsbericht Phase Planung, Kap. 1.5.6.3 deklarierten Ausnahmen **genehmigt:**

- *[4.4] Distance entre deux signaux principaux : 144 m au lieu de 180 m ; Signaux G4 (km 38.531) et H63 (km 38.677). Gemäss RTE 25027, Kap. 3.4.3

Mit diesem Bericht werden folgende im Sicherheitsbericht Phase Planung, Kap. 1.5.6.3 deklarierten Ausnahmen **gebilligt:**

- keine

Mit diesem Bericht werden folgende im Sicherheitsbericht Phase Planung, Kap. 1.5.6.3 deklarierten Ausnahmen **nicht genehmigt bzw. nicht gebilligt:**

- keine

*Basis für die Genehmigung im Rahmen der Standard SIOP A ist die Wegleitung Ausnahmen [4].

**Basis für die Genehmigung im Rahmen der Standard SIOP A ist das zum Zeitpunkt der Prüfung gültige RTE 25000.

Die genehmigten / gebilligten Ausnahmen sind in der Liste Ausnahmebewilligungen ersichtlich.

Weitere Ausnahmen und Abweichungen von Vorgaben wurden oder werden in separaten Verfahren genehmigt oder die Bewilligung im Rahmen eines solchen Verfahren wird mittels entsprechender Auflagen oder Bedingungen in Kapitel 10 vorausgesetzt.

9. Zusammenfassung der Prüfungsergebnisse

Unter Berücksichtigung der Feststellungen im nachfolgenden Kapitel hat die Planung der spezifischen Anwendung den vorliegenden Prüfschritt bestanden (A1A2). Verbesserungen bedürfen keiner neuen Beauftragung, sondern werden über das Auflagenmanagement geführt. Nächster Prüfschritt mit eigenem Prüfbericht: SIOP A2[2]

10. Bedingungen / Auflagen / Hinweise auf Ausnahmebewilligungen

Allfällige in den folgenden Auflagen und Bedingungen erwähnten Anhänge (z.B. Bilder) sind aus praktischen Gründen lediglich im JIRA-Auflagenmanagement (AUFLMNG-39077) verfügbar.

[2] zwischen den SIOP Prüfungen können noch Nachträge / Nachprüfungen eingereicht werden.

© SBB AG

C2 – Internal

Tabelle 2 Liste der Auflagen und Bedingungen (AUF=Auflage, BED= Bedingung, AWB=Anwendungsbedingung).

Typ	Schlüssel	Zusammenfassung	Beschreibung	Nachprüfung durch
AUF	AUFLMNG-45000	A1: Reminder pour fonction signal répétiteur dans l'eStw	Wiederholungssignale in Bahnhöfen, welche startenden Zügen (beginnende Zugfahrstrasse bei Start oder Wenden) die Abfahrt erlauben, sind ohne besondere Massnahmen eine Abweichung von der AB-EBV. Folgende drei Bedingungen müssen erfüllt sein: - Die Anlage wird im selben Projekt innerhalb von 2 Jahren regelkonform umgebaut. - Die Abweichung von AB-EBV 39.3.a §2 ist im «Sicherheitsbericht Phase Planung» in Kapitel 1.5.6 «Abweichungen von hoheitlichen Vorschriften» deklariert. - Ein Bericht von Safety (I-NAT-SAZ-SDS-SAF) bescheinigt, dass die Risiken akzeptierbar sind, und empfiehlt die Abweichung von der AB-EBV. Dieser Bericht muss im Sicherheitsbericht Planung referenziert sein. Hinweis: Das BAV lehnt grundsätzlich Ausnahmen von der AB-EBV 39.3.a Ziffer 2.7 ab. Evtl. werden befristete Ausnahmen von der AB-EBV 39.3.a Ziffer 2.7 gebilligt Signaux répétiteurs concernés: F** 2 et F** 53 au km 38.353. Cette charge peut être clôturée dans SIOP A2 quand le type d'enclenchement est défini et que la fonctionnalité est intégré dans l'enclenchement. ***A1 Nt 10.12.2025*** :Le signal F**1 au km 38.337, rajouté dans le complément SIOP A1, est aussi concerné.	SIOP A2
AUF	AUFLMNG-52021	A1 Nt FDY: Rechtsaufstellung H63	An der Signalbestimmung mit EVU Vertretern war das Signal H63 links vom Gleis geplant. Neu ist die Aufstellung rechts vom Gleis vorgesehen, hierfür soll das Einverständnis der PlaSi eingeholt werden.	ANOP - FDY
AUF	AUFLMNG-52022	A1 Nt FUB: Désignation des pleines voies	Les pleines voies entre Coppet et Gland sont à numérotées selon le document « Schéma de la numérotation des pleines voies Cellule de Genève ZGE » du 30.04.2024. Ce document est joint à ce rapport d'examen.	ANOP-FUB
AUF	AUFLMNG-52085	A1Nt: Weichen mit V> 140 km/h	Werden Weichen mit ≥ 140 km/h befahren, so muss das Projekt nachweisen, dass die Kupplungstypen den Vorgaben gemäss «Produktübersicht Elektrische Weichenantriebe KCA» 5.2.4 entsprechen. AV concernés : tous les AV des voies directes en gare de Nyon ainsi que les AV des diagonales d'échange au km 42.6 – 42.8. Selon SiBer ch. §4.2.4.15 Recoupement de la vitesse avec géomatique, la coordination avec géomatique est encore en cours. Si cette coordination amène à des modifications des vitesses d'AV, cela doit être soumis pour vérification à la SIOP A.	SIOP A2

© SBB AG

C2 – Internal

Typ	Schlüssel	Zusammen-fassung	Beschreibung	Nach-prüfung durch
AUF	AUFLMNG-52086	A1 Nt: Signal F55 verrouil-lage particulier IT – IM	Dans le RaSe ch. 4.2.4.1 - Distances de glissement, il manque une ligne pour un itinéraire train avec but F55 (km 38.208) et le verrouillage particulier IT - IM par l'AV15 D.	SIOP A2
AUF	AUFLMNG-52088	A1 Nt: Risque de dommage en cas de dé-raillement SD 956	Dans le RaSe, ch. 4.2.4.6 Risque de dommage en cas de déraillement par suite de la protection de flanc, il manque une ligne dans la tabelle pour le SD 956 - km 38.2.	SIOP A2
AUF	AUFLMNG-52089	A1 Nt: Signal F**1 placé à droite de la voie	Le signal F**1 est placé à droite de la voie. Selon le SiKo 1v2 il y a d'autres voies à droite de la voie 55. Voir DE-OCF 39.3.b.RTE 25027 ch. 3.3.4.	SIOP A2
AUF	AUFLMNG-52090	A1 Nt: tabelle distance de glissement, si-gnaux C1, C3, C5 à Gland	Les signaux modifiés de Gland C1 C3 et C5 devront figurer dans la tabelle du RaSe ch. 4.2.4.1 - Dis-tances de glissement. Un verrouillage particulier IT - IM est nouvellement nécessaire pour IT avec but signal C3. Pour les autres signaux, il faudra vérifier que des verrouillages IT-IM ou IT-IT sont déjà dispo-nibles dans l'installation	SIOP A2
BED	AUFLMNG-52091	A1 Nt: Anwen-dungsbedin-gungen für Flankenschutz umsetzen (Standardbe-dingung)	Um den Flankenschutz über die Betriebsphase re-gelkonform zu gewährleisten, werden die aus dem SiBer Kap. «4.2.4.12 Betriebliche Anwendungsbe-dingungen (AWB)» aufgeführten Anwendungsbedin-gungen für die Erfassung im SafetyTool übermittelt. ETCS_Safety_Tool@sbb.ch wird die Erfüllung bei der Abteilung Betriebsvorschriften anstossen. Für Bahnhof Nyon NY wird gem. Sicherheitsbericht Phase Planung (SiBer) folgende Anforderung an den Betrieb gestellt, welche von der SIOP A einen Ein-trag im ETCS Safety Tool erfordert: «Im Bahnhof Nyon dürfen in den Geleisen 1, 2, 11, 12, 21, 22, 31, 32, 41, 42, 51, 53, 72, 74, 81, 82, 91, 92 gem. RTE 25053 §3.1 1f) im Normalbetrieb aus-schliesslich komplette Triebzüge des Personenver-kehrs, welche mit technischer Abhängigkeit zwi-schen Parkstellung und Federspeicherbremse aus-gestattet sind, abgestellt werden.» *AWB ausreichend, kein Eintrag in den Betriebsvor-schriften notwendig.* Die Schliessung der Bedingung und Verifikation der AWB im SafetyTool erfolgt durch die SIOP A, sofern sie von der Projektleitung den Auftrag zur Nachprü-fung erhält und die Erfüllung im SafetyTool korrekt erfasst ist. Die Projektleitung kann den Umsetzungs-stand bei ETCS_Safety_Tool@sbb.ch erkundigen.	SIOP A2

11. Ort, Datum, Unterschriften

s. Titelblatt.

© SBB AG

C2 – Internal

Änderungsverzeichnis

Änderung			Kapitel	Grund der Änderung
Nr.	Datum	Version		
1	siehe Signatur «Freigegeben» auf Deckblatt.	1.0.0	Alle	Erstausgabe

Dokument-Info

Prozessowner	Peter Ruch, I-NAT-BST-SSR-SOA
Dokumentowner	Laura Pellaton
Lenkungsregel	Lieferung an Auftraggeber
Vorlage	DMS ID 76364393, Version 56, Prüfbericht SIOP-A Standard
Änderungen Vorlage	gültig ab 20.12.2024

Anhang A: Checkliste „Standard SIOP A“

Zeichenerklärung:
✓ Prüfung gemäss aktuellem Prüfschritt erledigt
- für Projekt bzw. aktuellen Prüfschritt nicht relevant
+ Prüfung so weit erledigt, wie anhand der vorliegenden Unterlagen möglich. Fehlende Unterlagen sind in den Auflagen erwähnt.

Eingangskontrolle und Projektinhalt

Tabelle 3 Checkliste Eingangskontrolle Projektinhalt

Thema	**Prüfung**	erledigt
Eingereichte Unterlagen	Elektronisch unterschriebene Checkliste befindet sich im eDossier. Eingangskontrolle erledigt durch: **Laura Pellaton** Datum: 03.12.2024	✓
	Die Referenzen im Sicherheitsbericht Phase Planung stimmen mit den vorhandenen Unterlagen überein gemäss CL Eingangskontrolle	✓
ANOP-Auflagen	Gibt es in den ANOP Prüfberichten Auflagen? Wenn ja, sind diese im Auflagenmanagement aufzunehmen.	✓
Auflagenbereinigung	Im Jira-Auflagenmanagementsystem	✓
Änderungsjournal	Umsetzung in Unterlagen, Erkennung der durch die Änderungen nicht mehr dokumentierten Regeleinhaltung aus vorangehenden Prüfungen.	✓
PGV-Entscheid	Ist das Dokument ausgefüllt und unterzeichnet? Ist der Entscheid plausibel aufgrund des Projektumfangs?	-

Spezifikationsreife
Prüfung der Anlage auf Spezifikationsreife auf Basis des «Entscheidungsbaums Spezifikationsreife» in [3]:

© SBB AG

C2 – Internal

Tabelle 4 Checkliste Spezifikationsreife Entscheidungsbaum –Anlage.

Nr.	Entscheid (ja / nein)	Begründung
1	☒ J -> 2 ☐ N -> 3	Angekreuzt = erfüllt. Bitte falls einzelne Funktion geprüft wird, zur Nachvollziehbarkeit Gedanken bzw. Beispiele, die zur Erkenntnis geführt haben, ergänzen. ☒ Langjähriger Einsatz der Funktionalität in verschiedenen Produkten und mehreren Anlagen. ☒ Einsatz in mehreren Anlagen. ☒ Prüfinhalt ist bekannt. ☒ Es bestehen keinerlei Fragen oder Bedenken. ☒ Typische Topologie.
2	☐ J -> 3 ☒ N	Betroffenes Aufpassfeld gemäss [3] Anhang B: xxxxxxx -> Die Tabelle oben für die erneut ausfüllen für die Funktionalität gemäss Aufpassfeld.

Angaben der Projektleitung im Sicherheitsbericht Phase Planung (SiBer):

Tabelle 5 Checkliste Spezifikationsreife

Phase	Prüfungsinhalt	erledigt
A1 / A2	☐ Im Dossier gibt es Hinweise auf: ☐ unbekannte Betriebsprozesse*, ☐ unbekannte Projektierung*, ☐ neue, selten eingesetzte oder unbekannte Technologie/Funktion*. ☒ Keinen Hinweis auf Unreife entdeckt. * Details siehe weiter oben in den **Checklisten Spezifikationsreife Entscheidungsbaum**.	✓
A1	SiBer Kap. 1.5.1 Projektreife	✓
A1	SiBer Kap. 1.5.3 Spezifikationsreife	✓
A1 / A2	SiBer Kap. 4.5.1 Spezifikationsreife (gemäss Produkteliste SIOP A)	✓

Produktanwendungsreife

Die Prüfung ist Teil der SIOP A2. Im Rahmen der SIOP A1 werden allenfalls bereits angegebene Produktversionen beurteilt. Eine Beurteilung aus der SIOP A1 ist nicht abschliessend und wird in der SIOP A2 erneut überprüft.

Tabelle 6 Checkliste zur Prüfung der Spezifikations- und Produktanwendungsreife.

Phase	Prüfungsinhalt	erledigt
A1 / A2	SiBer Kap. 1.5.7 Produktanwendungsreife	✓
A1 / A2	SiBer Kap. 4.5.1 Produktanwendungsreife	✓

© SBB AG

C2 – Internal

Regelwerkseinhaltung

Tabelle 7 Checkliste der Regelwerkseinhaltung.

Prüfungsinhalt	erledigt
10.1 Bezeichnung Allgemein und Plandarstellung	✓
10.2 Bezeichnung der Gleise und GFM	✓
10.3 Bezeichnung Bahnhofgrenzen	-
11 Durchrutschweg	✓
21.1 Gleisfreimeldeeinrichtungen (GFM) Produkteinsatz	-
21.2 GFM-Notwendigkeit und Anordnung	✓
21.3 GFM-Abschnittslängen	✓
21.4 GFM-Abschnitte: Lage und Grenzen	✓
21.5 GFM-Bezeichnungen (ZP und SK)	✓
22 Weichen, Kreuzungen, Entgleisungsvorrichtungen	✓
23 Zwergsignale	✓
24 Rangiersignale	✓
25 Signale für Zugfahrten – Topologie	✓
50.0 Signalisierung - Zugfahrten und Rangierfahrten	✓
50.2 Signalisierung - Signale für Zugfahrten	✓
52 Zugfahrstrassen	✓
53 Flankenschutz	✓
36 Zugbeeinflussung	✓
36.1 Zugbeeinflussungssysteme anderer Bahnen	-
31 Bahnübergang (BUe)	-
31.1 Bahnübergang: Auswahl Übergangstyp	-
31.2 Bahnübergang: Signale bahnseitig und Elementbezeichnungen	-
31.3 Bahnübergang: Strassensignalisierung	-
31.4 Bahnübergang: Sperrzeit	-
31.5 Bahnübergang: Sichtweite	-
31.6 Bahnübergang: Lichtraumprofil, Gleisfreimeldung, Fahrbahngestaltung	-
31.7 Bahnübergang: Ausschaltung	-
32 Karrenüberfahrt	-
70.1 Tunnel	-
70.2 Unterschiedliche Stromsysteme	-
70.3 Allgemeine Abhängigkeiten	✓
70.4 Anwendungsbedingungen	✓

© SBB AG

C2 – Internal

© SBB AG

C2 – Internal

SBB CFF FFS

Version 11.4.2014

Strecke/Bahnhof/Anlage **Ligne/gare/installation** **Linea/stazione/impianto**	**Ligne 150, km 33.9 - 43.0**

☐ Original
☐ Kopie

Kanton **Canton** **Cantone**	**Vaud / Genève**	**Gemeinde** **Commune** **Comune**	**Gland, Prangins, Nyon, Crans-près-Céligny, Céligny**

Objekt
Objet
Oggetto **Nyon - Renouvellement de l'enclenchement**

ISP **1162414** Type d'encl. autre: eStw

Sicherungs- und Leittechnik-Anlagen
Installations de sécurité et LT

SIOP A 1.Teil / 1ère Partie.
Sicherheitsorientierte Prüfung
Examen de la sécurité

Complément

Datum/date/data
15.11.2024

Projektierende Abteilung
Division responsable du projet **I-AEP-SAZ-RWT-T1**
Divisione progettatrice

Ordnungs-Nr, No d'ordre	**Bezeichnung der Beilagen** **Désignation des pièces**	Massstab/ Referenz/ Anzahl Echelle/ Référence/ Nombre	**Stw-Neubau inkl. Leittechnik (LT) Nouvel enclenchement, LT comprise**	**Grössere Stw-Änderung mit Leittechnik-Anpassung Modification d'enclenchement avec adaptation de la LT.**	**Oberbauerneuerung inkl. LT-Anpassungen; auch kleine Stw-Anpass. Renouvellement superstrure LT comprise; aussi petites modifications encl**	**Nur Automatisierung ohne Änderung der Aussenanlage Automatisation sans chang. substantiel des installations.**
Projektart markieren / *Indiquer le type de projet* ➔			◉	○	○	○
1						
2						
3	ANOP Prüfberichte *Rapport d'examen ANOP*		🔒	🔒	🔒	🔒
4	Sicherheitsbericht Planung *Rapport de sécurité phase planification*		🔒	🔒	🔒	🔒
5	Signalplanungsprotokoll / Projekt-RADN *Protocole planification des signaux / Projet RADN*		🔒	🔓□	🔓□	
6	Entscheidungstabelle I-20027 / Berechnung Abfahrverhinderung *Tabelle de décision I-20027 / Calcul empêchement de départ*		🔒	🔓□	🔓□	
	Nachweis Zugfolgezeiten *Preuve Temps de succession*		🔓☑	🔓□		
7	Signalisierungskonzept *Concept de signalisation* (+ Details Weichenbereich ≥ 1:1000) *(+ détails zone AV ≥ 1:1000)*	1:1'000	🔒	🔒		
	Protokoll Signalbestimmung *PV Contrôle visibilité*		🔒	🔒	🔓□	
9	S-Plan (rot = neu / gelb = entfällt) *S-Plan (rouge = nouveau / jaune = supprimé)*			🔓□	🔒	
10	Ausführungskontrolle HTA 4006/xx" *Contrôle d'exécution HTA 4006/xx*		🔓□	🔓□	🔓□	🔓□
12	Pläne zur Barrierenanlage *Plans pour installations de barrières* • Situationsplan *Plan de situation* • Katasterplan *Plan cadastral* • Querprofil *Profil en travers* • Weg-Zeitdiagramm *Plan de fonctionnement*		🔓□	🔓□	🔓□	
13	PGV-Entscheidung (Fomular) *Décision de PAP (formulaire)*		🔒	🔒	🔒	🔒
14	Technischer Bericht Fachdienst Sicherungsanlagen *Rapport technique installations de sécurité*		🔒	🔒	🔓□	🔒
15	Lastenheft, Anforderungsprofil *Profil d'exigences*		🔒	🔒	🔓□	🔒

🔒 **immer einreichen**
(wenn nicht eigereicht Begründung angeben!)
à produire
(si pas annexé prière de justifier)

🔓 **fallweise beilegen**
- markieren wenn vorhanden
à joindre selon les cas
- marquer si jointet

Numéro d' ISP:	1162414
Projet:	**Nyon - Renouvellement de l'enclenchement**
Ligne / km:	Ligne 150, km 33.9 - 43.0
Canton / Commune	Vaud / Genève / Gland, Prangins, Nyon, Crans-près-Céligny, Céligny
Chef de projet:	Durdzinski Pawel / U242692 I-AEP-SAZ-RWT-T1
Dernière modif.:	15.11.2024

3a

Journal des modifications par rapport à l'état final (SIOP A1)

Pt.	Date	Plans concernés	Eléments concernés	Description de la modification / justification	ANOP relevant	PAP relevant
1	15.11.2024	NY-SIKO-1v2	Enclenchement de Nyon au km 37.072	Déplacement de l'enclenchement du nord des voies à Nyon (km 38.3) à la halte de Prangins (km 37.072) pour laisser la place libre à I-VU.	x	x
2	15.11.2024	NY-SIKO-1v2	Voie 56, heurtoir, signal principal F55 au Km 38.208, signaux nains 55B et 56B, JIC au talon de l'AV15, moteur AV15, signal d'abais. du pantographe au Km 38.161	Etant donné que l'enclenchement est déplacé, la voie 56 (ancienne 7) est remise en service (noir au lieu de jaune). Cela implique le déplacement des éléments cités à gauche.	x	x
3	15.11.2024 15.11.2024	NY-SIKO-1v2 Rapport de sécurité	Tous les AV et SD	Renumérotation des AV et SD pour anticiper la diagonale de Prangins (AV1-2) dans le projet AS35 (ISP1161180). Début de la nummérotation par l'AV3 dans ce projet. Depuis la dernière release RIS, la numérotation des AV est indépendante entre les numéros du géomètre et les numéros SA. Cela implique que nous n'avons plus besoin d'avoir la double numérotation (XX/YYN) avec l'ancien et le nouveau numéro suivi d'un N. La numérotation est réalisée selon les couleurs standards selon la légende. Le rapport de sécurité a été mis à jour, notamment §1.3.3 [1.28], §4.2.4.1,4,6,9,12 et §4.3.7,9 Ces modifications répondent aussi à la charge Jira AUFLMNG-44996.	x	x
4	15.11.2024	NY-SIKO-1v2	Tous les ZP	Renommage des ZP suite à la renummérotation des AV.	x	x

5	06.08.2024 10.10.2023	Preuve de visibilité des signaux V4 PV_de_visibilité (PV originaux et les corrections du 15.11.2024)	Les documents en entier	Mise à jour du document suite à la visite de visibilité du 19.09.2023 (v3), suivie par une mise à jour (v4) selon le dernier SIKO. Le document est complété par 2 PV de visibilité signés par les ETF en 2023. Ces documents ont été également mis à jour en 2024 selon le dernier SIKO et les modifications sont documentés dans les versions avec le suffixe "_corr". Ces modifications répondent à la charge Jira AUFLMNG-44955.	x	x
6	15.11.2024 15.11.2024	NY-SIKO-1v2 NY-SIKO-2v2	Signaux de manœuvre RH12A et RH21B au Km 36.990 RH82A et RH91B au Km 39.400	Ajout de flèches pour les signaux de manœuvres placés à droite de la voie selon la charge Jira AUFLMNG-44993.	x	x
7	15.11.2024 15.11.2024	NY-SIKO-1v2 NY-SIKO-2v2	Anciennes limites d'enclenchement Km 39.26 et Km 34.9	Suppression des limites d'enclenchement encore en noir de chaque côté de la gare, car impossibilité de les mettre en jaune dans RIS. Cette modification répond à une partie de la charge Jira AUFLMNG-44994.	x	x
8	15.11.2024	NY-SIKO-1v2	Panneaux de fin de gare au Km 39.476	Les panneaux de fin de gare ont été tournés pour être dans le bon sens. Cette modification répond à une partie de la charge Jira AUFLMNG-44994.	x	x
9	15.11.2024	NY-SIKO-1v2	ZP87601 et ZP77601 au Km 42.006	Les ZP ont été renommés selon la nummérotation de l'enclenchement de Coppet. Cette modification répond à une partie de la charge Jira AUFLMNG-44994.	x	x
10	15.11.2024	NY-SIKO-1v2	Pointe de l'AV28 (anciennement 34/25N)	La pointe était cachée derrière le joug. Maintenant que l'AV apparaît en cyan, la pointe se voit correctement. Cette modification répond à une partie de la charge Jira AUFLMNG-44994.	x	
11	15.11.2024	NY-SIKO-1v2	ZP41w1, SN84B, ZP41w3, SN74A au Km 0.57	Les ZP41w1 et SN84B ont été déplacés du Km 0.572 au Km 0.574 et les ZP41w3 et SN74A du Km 0.552 au Km 0.550 pour obtenir un ELV supérieur à 22 mètres. Ces modifications répondent à la charge Jira AUFLMNG-44995	x	x
12	15.11.2024	NY-SIKO-1v2	Tronçon de voie après AV18 de protection (anciennement AV16)	Le tronçon de voie (prolongement de l'AV18) sera contrôlée jusqu'au heurtoir. Cela signifie que le JIC est déplacé et qu'un losange est ajouté pour montrer que l'ELV au talon gauche est prolongé. Cette modification répond à la charge Jira AUFLMNG-44997.	x	x

13	15.11.2024	Rapport de sécurité	§4.3.9 ELV prolongés aux talons et à la pointe d'aiguille - AV18	Le prolongement du talon gauche de l'AV18 a été rajouté. Cette modification répond à la charge Jira AUFLMNG-44997.	x	x
14	15.11.2024	Rapport de sécurité	§4.2.4.1 Distances de glissement §4.2.4.4 Protection de flanc	Ligne ajoutée dans la tabelle DWeg. Il y a donc deux lignes pour H63 comme signal du but avec points dangereux aux AV29 et AV31. AV29D: Pas de report de protection de flanc lorsque l'AV28 ne peut pas donner la protection. Ces modifications répondent à la charge Jira AUFLMNG-44998.	x	x
15	15.11.2024	Rapport de sécurité	§4.2.4.1 Distances de glissement	La tabelle des distances de glissement a été revue et corrigée, notamment pour les IT vers F54 et D31. Ces modifications répondent à la charge Jira AUFLMNG-44999.	x	x
16	15.11.2024	Rapport de sécurité	§4.2.4.16 Autres prescriptions techniques et de planification	Argumentation adaptée pour signal de voie H63 au Km 38.677 avec problématique de signal de groupe. Cette modification répond à la charge Jira AUFLMNG-45002.	x	x
17	15.11.2024	Rapport de sécurité	§1.5.6.3 Dérogations à des prescriptions sous des critères clairs (pseudo dérogations)	La tabelle des pseudo dérogations a été revue: - Les cas [4.1] et [4.2] mis dans le chapitre des spécialités §4.2.4.16 - Les cas [4.6] et [4.7] supprimés de ce chapitre - Le cas supplémentaire de la distance minimale entre deux signaux principaux G4 et H63 ajouté. Ces modifications répondent à la charge Jira AUFLMNG-45003.	x	x
18	15.11.2024	Rapport de sécurité	§4.3.9 ELV prolongés aux talons et à la pointe d'aiguille	Le prolongement du tronçon ELV du talon gauche de l'AV23b (anciennement AV21b) a été modifié -> "4m (sur 12m)", pour répondre à la charge Jira AUFLMNG-45004.	x	x
19	15.11.2024	Rapport de sécurité	§4.2.4.4 Protection de flanc	La protection de flanc sur l'AV27G (anciennement AV24N) a été corrigé en "oui" assurée par guidage par le SD25 (anciennement SD32). Pas de report de protection à cause de la pente sur les voies 3 et 53. Cette modification répond à la charge Jira AUFLMNG-45005.	x	x
20	15.11.2024	Rapport de sécurité	§4.2.4.4 Protection de flanc	Les lignes qui ne sont pas nécessaires dans le tableau ont été grisées. Cette modification répond à la charge Jira AUFLMNG-45006.	x	

21	15.11.2024	Rapport de sécurité	§4.2.4.4 Protection de flanc §4.2.4.12 AWB	La tabelle a été revue et complétée avec "pas de garage sur voie..." (les voies ont été ajoutées dans les AWB) ou "voie... à plat" (la preuve est donné sous la tabelle de protection de flanc). Ces modifications répondent à la charge Jira AUFLMNG-45007.	x	x
22	15.11.2024	Rapport de sécurité	§4.2.4.4 Protection de flanc	AV18D (anciennement AV16N D) - la ligne de la tabelle a été grisée car pas d'IM sur l'AV18G et ELV 18w prolongé jusqu'au heurtoir. Cette modification répond à la charge Jira AUFLMNG-45008.	x	x
23	15.11.2024	Rapport de sécurité	§4.2.4.12 Conditions d'utilisation d'exploitation (AWB)	Les AWB ont été complétées avec la liste des voies sur lesquelles le garage de véhicule en exploitation normale doit être empêché. Cette modification répond à la charge Jira AUFLMNG-45009.	x	x
24	15.11.2024	Rapport de sécurité	§1.5.6.4 Dérogations à des prescriptions RTE	La tabelle a été modifiée pour indiquer que l'ABW No 305 peut être annulée, car le projet régularise la situation (variante c). Cette modification répond à la charge Jira AUFLMNG-45010.	x	x
25	15.11.2024	NY-SIKO-2v2	Limite du SIKO	La limite du SIKO a été avancée au Km 32.980 pour afficher les balises aux signaux d'entrée de GLA A421 et A321, qui seront à reprogrammer.	x	x
26	15.11.2024 15.11.2024	NY-SIKO-1v2 NY-SIKO-2v2	Mise à jour du concept ETCS	SIKO 1v2 H1: pas de loop, BG du Km 38.735 déplacé au Km 38.619 (RS) H2: balise transparente du signal déplacée au Km 38.670, pas de BG au Km 38.659, pas de BG au Km 38.640, ajouter BG au Km 38.650 SIKO 2v2 Plan prolongé jusqu'aux signaux d'entrée A321 et A421. Leurs balises en cyan.	x	x
27	15.11.2024 15.11.2024	NY-SIKO-1v2 NY-SIKO-2v2	Seuils des vitessees RADN	VBox adaptés à la nouvelle limite du SIKO à GLA. Ajout de dénomination info aux V-Box non-associés aux seuils de vitesse, c.à.d. aux extremités des plans et au Km 37.856 (VBox existe alors qu'il n'y a pas de changement de vitesse entre la gare et la courbe de sortie). VBox au Km 37.756: correction de vitesse N140->145 pour correspondre à la proposition RADN Déplacement des V-Box *info* du Km 42.973 au Km 43.016 pour voir la vitesse d'approche des signaux au Km 43.000.	x	x

28	15.11.2024 15.11.2024	NY-SIKO-1v2 NY-SIKO-2v2	ZP nouveaux et JIC existants	Les ZP projetés trop près des JIC existants ont été déplacés pour garantir l'espacement réglementaire entre les ZP et les JIC pontés (min. 2.4m, R RTE 25021 A3.d)	x	
29	15.11.2024	NY-SIKO-2v2	Signaux C1 P*1 au Km 33.923	Les signaux C1 P*1 seront construits à neuf au Km 33.923 au lieu de rajouter le signal P*1 au C1 existant au Km 33.919.	x	x
30	15.11.2024	NY-SIKO-2v2	Images des signaux existants: C5, D423 (futur D861), D323 (futur D761)	Selon les schémas de câblage dans le dms le NH est déjà existant	x	
31	15.11.2024	NY-SIKO-2v2	Images des signaux P861 et P761 au Km 35.300	Anticipation du futur projet de la gare: P861: (TF-6) supprimé P761: TF-9 remplacé par (TF-9)	x	
32	15.11.2024	NY-SIKO-2v2	Signaux S864 et S764 au Km 36.395	Le signal S764 à été déplacé de 5m vers GE (Km 36.390 -> Km 36.395) pour éviter le conflit avec la fondation du pylône HT. Le signal S864 a été déplacé pour garder l'alignement avec le signal S764.	x	x
33	15.11.2024	NY-SIKO-2v2	Images des signaux S864 et S764 au Km 36.395	Anticipation du futur projet de la gare: S864: TF-11 remplacé par -11 S764: TF-11 remplacé par -11	x	
34	15.11.2024	NY-SIKO-2v2	Images des signaux C32 et C31 au Km 37.555	Anticipation du futur projet de la gare: C32: (-7) ajouté, (SZ8-) ajouté C31: (SZ8-) ajouté, (9-) ajouté	x	
35	15.11.2024	NY-SIKO-1v2	AV10, AV12	AV10 et AV12 reçoivent le contrôle de lames à cause de risque de chute.	x	x
36	15.11.2024	NY-SIKO-1v2	Images du signal D32 au Km 37.748	Itinéraire court D32 -> G4 D32: (=0) remplacé par =0 selon remarque ANOP compl.	x	
37	15.11.2024	NY-SIKO-1v2	Images du signal D31 au Km 37.760	L'ordre des images corrigée: ...B/=0/-0…	x	
38	15.11.2024	NY-SIKO-1v2	SD956 au Km 38.203	SD956 ajouté selon remarque ANOP compl. car la voie 7 (future 56) n'est pas déposée et il y aura du garage avec la déclivité en direction de l'AV15.	x	x
39	15.11.2024	NY-SIKO-1v2	Signal G50 au Km 38.265	Signal G50 déplacé de 2m en direction de GE pour la constructibilité (Km 38.263 -> Km 38.265) et centré sur mât	x	x
40	15.11.2024	NY-SIKO-1v2	Images et fixation du signal F**2 au Km 38.324	F**2: TF-11 remplacé par -11 F**2: SZ11- remplacé par 11- Fixation corrigée pour que le signal F**2 soit à droite de la potence.	x	x

41	15.11.2024	NY-SIKO-1v2	Signal F**1 au Km 38.336	Signal répétiteur F**1 ajouté pour la voie 1 en direction de Lausanne, car le projet supprime le signal annonciateur de voie libre existant.	x	x
42	15.11.2024	NY-SIKO-1v2	IPA4 quai 1 en direction de LS	L'IPA4 sera installé sur le mât du nouveau signal répétiteur F**1 au Km 38.336	x	x
43	15.11.2024	NY-SIKO-1v2	SN1B et ZP1.11	Eléments déplacés vers LS car IPA4 déplacé sous le nouveau signal F**1	x	x
44	15.11.2024	NY-SIKO-1v2	Signaux H2 et H63 au Km 38.677	Les signaux H2 et H63 seront finalement construits au Km 38.677: H2 sur le joug existant et H63, pour des raisons statiques, sur le mât 64 à droite des voies.	x	x
45	15.11.2024	NY-SIKO-1v2	Images du signal H1 au Km 38.761	H1: SZ7- remplacé par 7-	x	
46	15.11.2024	NY-SIKO-1v2	Signal VE40B au Km 0.632 (ligne 159)	Signal ME40 renommé VE40B selon R RTE 25024 §1.2	x	x
47	15.11.2024	NY-SIKO-1v2	Images des signaux I82 et I81 au Km 39.400	I82: (TF-7) remplacé par (-7), images -12 et 12- supprimés. Ces images étaient prévues pour palier à un manque de visibilité sur le signal P871. Finalement seul le signal P771 possède une visbilité restreinte. I81: (TF-7) remplacé par (-7)	x	
48	15.11.2024	NY-SIKO-1v2	Images des signaux J871 et J771 au Km 39.476	Anticipation du futur projet de la gare: J871: (-4) ajouté J771: (-4) ajouté, (-9) supprimé	x	
49	15.11.2024	NY-SIKO-1v2	Images des signaux S873 et S773 au Km 40.600	S873: TF8- remplacé par SZ8- S773: TF8- remplacé par SZ8-	x	
50	15.11.2024	Rapport de sécurité	Document entier	Mise à jour du modèle	x	
51	15.11.2024	Rapport de sécurité	§1.3.3 Documentation	Mise à jour des titres, versions et dates, remarques ANOP compl.	x	x
52	15.11.2024	Rapport de sécurité	§1.5.7 Maturité d'utilisation des produits	Planification libre n'est plus prévue pour le couplage des SN84B et SN74B. Les coches ont été adaptées en consequence (seulement les produits homologués).	x	x
53	15.11.2024	Rapport de sécurité	§3 Rapport de gestion de la sécurité	Chef de projet IS modifié -> Pawel Durdzinski. Dates planifiées mises à jour.	x	x
54	15.11.2024	Rapport de sécurité	§4.2.4.1 Distances de glissement	F55 a été déplace au Km 38.208, la DWeg est de 36 m au lieu de 20 m.	x	x
55	15.11.2024	Rapport de sécurité	§4.2.4.1 Distances de glissement	G50 a été déplacé au Km 38.265: la DWeg a été mise à jour: 65m -> 63m et 30m -> 28m	x	x

56	15.11.2024	Rapport de sécurité	§4.2.4.1 Distances de glissement	H2 Image restrictive pour la distance de freinage fix = 80 km/h, donc Vmax = 80 km/h et la distance doit = 62m H1 Image restrictive pour la distance de freinage fix = 90 km/h, donc Vmax = 90 km/h et la distance doit = 67m. Le gF = 40 km/h reste.	x	
57	15.11.2024	Rapport de sécurité	§4.2.4.1 Distances de glissement	H63 vers AV29: ligne supprimée selon remarque ANOP compl. (il y a la protection de flanc par guidage AV28. Le report oui/non est traité dans le chapitre 4.2.4.4.)	x	
58	15.11.2024	Rapport de sécurité	§4.2.4.1 Distances de glissement	I81 et I82 supprimés de la tabelle DWeg, motif: KooSi 0096	x	
59	15.11.2024	Rapport de sécurité	§4.2.4.4 Protection de flanc	AV13G: SN56B ajouté selon remarque ANOP compl.	x	
60	15.11.2024	Rapport de sécurité	§4.2.4.4 Protection de flanc	AV15G: protection de flanc par guidage nécessaire -> ligne "Oui" ajoutée (SD956), report pas possible	x	
61	15.11.2024	Rapport de sécurité	§4.2.4.4 Protection de flanc	SD956 ajouté selon remarque ANOP compl. car la voie 7 (future 56) n'est pas déposée et il y aura du garage avec la déclivité en direction de l'AV15.	x	
62	15.11.2024	Rapport de sécurité	§4.2.4.4 Protection de flanc	AV22G: pas de report de protection de flanc à cause du garage permis sur les voies 40 et 50 (pas d'AWB selon ANOP compl.) et la pente en direction de point conflictuel >0.5‰	x	
63	15.11.2024	Rapport de sécurité	§4.2.4.8 Fonction signal répétiteur	Le nouveau répétiteur F**1 ajouté dans la tabelle 4.2.4.8	x	
64	15.11.2024	Rapport de sécurité	§4.2.4.9 Aiguilles sans contrôle de lames	AV10 et AV12 reçoivent le CL à cause de risque de chute et sont supprimés de la tabelle. AV14 est ajouté dans la tabelle car il n'a pas de CL mais il sera touché par le projet - changement de moteur.	x	
65	15.11.2024	Rapport de sécurité	§4.2.4.16 Autres prescriptions techniques et de planification	Ligne ajoutée: Signal répétiteur pour les trains partants (seulement Elektra 2) car on ne connait pas encore le fournisseur du eStw.	x	
66	15.11.2024	Rapport de sécurité	§4.2.4.15 Recoupement de la vitesse avec géomatique	La coordination est encore en cours -> La topologie de la gare et les vitesses signalées ne changent pas, cependant plusieurs IT signalés à 60 km/h font dépasser les valeurs dynamiques et selon le géomètre ont dû bénéficier des dérogations. J'attends sa réponse par écrit pour valider les vitesses signalées.	x	x
67	15.11.2024	Rapport de sécurité	§4.3.7 Entrée sur une voie occupée	D31 et D32 - tronçon 53.1 ajouté J771 et J871 - tronçon 18w supprimé	x	

68	15.11.2024	Rapport de sécurité	§4.4.7 Autres mises en danger	Le danger de la forte pente depuis Eysins: - Le projet régularise la situation avec l'ajout de l'AV41 de déraillement, l'ABew 305 peut être annulée. - Le risque des IM qui n'arrivent pas à freiner devant le SN74B est maitrisé avec une fonction générique pour interdire l'IM court du SN84B au SN74B.	x	x
69	15.11.2024	Rapport de sécurité	§4.5.1 Systèmes prévus, admissibilité	Ajout des produits: *Block de ligne TMN* et *Optimierte LEU S21* Mise à jour de la version AzLM V7.0 -> V7.6 Les dates des homologations ont été mises à jour.	x	x
70	15.11.2024	Rapport de sécurité	§5 Rapports à d'autres preuves de la sécurité	Le "couplage" entre SN84B et SN74B est assuré par une fonction générique. La planification libre des couplages a donc été supprimée de la tabelle 5.	x	x
71	14.11.2024 18.09.2024 20.06.2024 18.09.2024 14.11.2024	PfS GIBU-PTC PfS PTC-GIBU Proposition RADN Preuve du distancement Tabelle de signalisation	Documents entiers	- Prise en compte des SIKO index l (nouveaux numéros d'AV, léger déplacement de certains signaux, ANOP compl). - Modification de certaines images de signaux (notamment suite à la bonne visibilité confirmée de P871). - Prise en compte des remarques FDY faites sur le projet suivant de Nyon, pour éviter les mêmes charges ici. - Calcul automatique par ZLR des vitesses maximales liées à la pente déterminante (tabelles selon DE-OCF). - Distancement: Réserve réduite de 30 s à 15 s dans les cas où cela s'avère possible (IC/IC, augmentation du TZFZ ≤ 10 s entre un signal et le suivant). Cela améliore de quelques secondes le distancement pour certains scénarios.	x	x
72	08.08.2024	Tabelle L43 Gland v2.2	Plusieurs éléments	Nouvelle version du modèle V3.3 Ajout dans la tabelle des signaux d'entrée D761 B*761 et D861 B*861 car ils changent de noms Km de la balise transparente mis à jour pour le signal C1 P*1 Km 33.917 -> 33.921 Vmax sur la voie correspondante mise à jour pour les signaux C1 P*1 et C3 P*3, 160 km/h -> 140 km/h	x	

73	05.11.2024	Tabelle L43 Nyon v3.2	Plusieurs éléments	Nouvelle version du modèle V3.3 Km de la balise transparente mis à jour pour les signaux: D31, F55, G50 (selon ANOP compl.), H2 et H63. Vmax sur la voie correspondante mise à jour pour les signaux: D31, D32, F51, F2, G4, H2, H63, H1, I81, I82. Point d'arrêt le plus tard du signal F53 ajouté (Km 38.353) Remarque pour le signal F53 "RS..." -> "RS+AbV..." Ajout du signal F**1. Signal H1: supprimer BG au Km 38.735, ajouter BG au Km 38.619 pour le RS, supprimer la loop de 200 m. Signal H2: supprimer BG au Km 38.659, supprimer BG au Km 38.640, ajouter BG au Km 38.650 pour l'ABV.	x	
74	08.08.2024	Tabelle L44 Nyon v3.1	Plusieurs éléments	Signal H1 - Remarque supprimée - Balise transparente du signal H1 au Km 38.759 en place de 38.763 - Supprimé BG au Km 38.738 (transp.) Signal H2 - Balise transparente du signal H2 au Km 38.670 en place de 38.682 - Ajouté BG au Km 38.653 (transp.) - Supprimé BG au Km 38.662 (transp.) - Supprimé BG au Km 38.643 (transp.)	x	
75	14.08.2024	Design_Ver 779	Version du SIKO	Date du document original: 10.01.2024. Le document corrigé a été distribué par Produktmanager ETCS le 14.08.2024.	x	
76	14.08.2024	Design_Ver 780	Km du signal F55, distances, version du SIKO	Les corrections prennent en compte le déplacement du signal F55 au Km 38.208. Elles sont sans impact sur la position des balises délocalisées (variante b choisie). Date du document original: 10.01.2024. Le document corrigé a été distribué par Produktmanager ETCS le 14.08.2024.	x	
77	14.08.2024	Design_Ver 877	Numéros de SD et AV	Ces corrections prennent en compte la renumérotation de la gare. Date du document original: 12.10.2022. Le document corrigé a été distribué par Produktmanager ETCS le 14.08.2024.	x	

78	15.11.2024	Rapport technique des installations de sécurité	Document entier	Prise en compte des charges SIOP A1 et mise à jour selon le dernier SIKO pour intégrer les modifications du projet. Informations supplémentaires dans §2.16. Vitesse géométrique et nouveau §2.17. Longueurs utiles et points d'arrêt. Mise à jour du devis. Remarques ANOP compl.	x	x

Prüfbericht ANOP Sicherungsanlagen

I-NAT-BST-SSR-FDY

LSS-Projekt

Projektdaten

Dokumentname	SA24-00492-D_PB ANOP_FDY_ 1162414_NY_Renouvellement ENCL Etat final.docx
Projekt	NY - Renouvellement de l'enclenchement / État final
ISP-Nummer	1162414
Prüfungstyp	LSS
Phase	Endzustand
SA-Projektleiter:in	Durdzinski Pawel (I-AEP-SAZ-RWT-T1)
Projekt AUFLMNG-Link	https://flow.sbb.ch/browse/AUFLMNG-39077
QGATEFDY-Link	https://flow.sbb.ch/browse/QGATEFDY-2903

Dokumenten-Nummer	**SA24-00492**

Version	Prüfer:in 1	Prüfer:in 2	
1.0.0	Goran Jevdjic ANOP Prüfer:in Fahrdynamik I-NAT-BST-SSR-FDY gem. eSignatur	Ramona Koch ANOP Prüfer:in Fahrdynamik I-NAT-BST-SSR-FDY gem. eSignatur	Name & Funktion OE Datum
	Goran Jevdjic, SBB Infrastruktur Bern, 27. Nov. 2024 QES Qualifizierte elektronische Signatur · Schweizer Recht Signiert auf Skribble.com	Ramona Koch, Fachspezialistin Fahrdynamik Bern, 27. Nov. 2024 QES Qualifizierte elektronische Signatur · Schweizer Recht Signiert auf Skribble.com	Visum

Eigner	**I-NAT-BST-SSR-FDY**

Vorlage Version 5.2

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Jegliche kommerzielle Nutzung bedarf einer vorgängigen, ausdrücklichen Genehmigung.

Inhaltsverzeichnis

Literaturverzeichnis **2**
1. Beauftragung **3**
2. Deklaration der Fachkompetenz und Prüfungsdurchführung **3**
3. Rechtliche Grundlagen **3**
4. Umfang der Prüfung **3**
5. Prüfmethodik **3**
6. Bereinigungen am Prüfgegenstand **3**
7. Zusammenfassung der Prüfungsergebnisse **3**
8. Auflagen und Empfehlungen **4**
9. Ort, Datum, Unterschriften **4**
Änderungsverzeichnis **4**
Dokument-Info 4

Literaturverzeichnis

1. **Fahrdynamik, I-NAT-BST-SSR-FDY.** *ANOP. Prüfanweisung LSS, ***.*
2. —. *Zertifizierungskonzept Fahrdynamik Q-Gate 2c Prüfer, ***.*
3. **BAV.** *Richtlinie Unabhängige Prüfstellen Eisenbahnen (RL UP-EB), Version 3.1.* 2021.

Hinweis: Bei den mit *** gekennzeichneten Referenzen sind keine Versionen angegeben. Bei diesen Referenzen gilt jeweils die zum Zeitpunkt des Gebrauchs aktuelle Version.

1. Beauftragung

Am 21.08.2024 wurde ein ANOP-Dossier zur Prüfung eingereicht und damit eine Prüfung gemäss (1) beauftragt.

2. Deklaration der Fachkompetenz und Prüfungsdurchführung

Es ist die anforderungsorientierte Prüfung (ANOP) durchgeführt worden.

Als unterzeichnende «ANOP Prüfer:in Fahrdynamik» auf dem Titelblatt des vorliegenden Prüfberichts führen wir die Prüfungen als «LSS Spezialist:in» gemäss (2) durch und erklären uns hiermit diesbezüglich kompetent.

Als unterzeichnende «ANOP Prüfer:in Fahrdynamik» bestätigen wir,

- dass wir im Zusammenhang mit dem Prüfobjekt keine anderen Tätigkeiten als die in der Richtlinie (3) verlangten Prüfaufgaben wahrgenommen haben,
- dass wir am Ergebnis der Prüfung kein persönliches Interesse haben,
- dass wir uns mit dem Prüfobjekt in keiner anderen Funktion als der einer sachverständigen Prüfstelle vorbefasst haben oder anders befangen sind.

3. Rechtliche Grundlagen

Die Liste der Grundlagen, gegen die geprüft wurde, ist in (1) dokumentiert.

4. Umfang der Prüfung

Die geprüften Dokumente sind in der folgenden Tabelle aufgeführt.

Titel	Version	Datum
Sicherheitsbericht Sicherungsanlagen Phase Planung, Dokumente, welche das Projekt definieren siehe Kapitel 1.3.3	1.4	15.11.2024

Wenn in einem ANOP-Dosssier sowohl Signalisierungskonzept als auch S-Plan enthalten sind, dann prüft Fahrdynamik im Rahmen der ANOP nur das SiKo.

5. Prüfmethodik

Die Prüfmethodik ist in (1) dargelegt.

6. Bereinigungen am Prüfgegenstand

Die Nachverfolgung von Änderungen nach der Prüfung erfolgt mit dem Auflagenmanagementsystem. Sie ist nachvollziehbar abrufbar unter der auf dem Titelblatt dieses Berichts als «Projekt AUFLMNG-Link» bezeichneten «Jira-URL». Allfällige Auflagen aus der ANOP seitens Fahrdynamik werden mittels Auflagenmanagementsystem in der Verantwortung von I-NAT-BST-SSR-SOA erfasst.

7. Zusammenfassung der Prüfungsergebnisse

Unter Berücksichtigung der Feststellungen im nachfolgenden Kapitel hat die Planung der spezifischen Anwendung den ANOP Prüfschritt aus Sicht Fahrdynamik mit Auflagen bestanden.

8. Auflagen, Bedingungen und Empfehlungen

Typ	Nr.	Zusammen-fassung	Beschreibung	Nach-prüfung durch
AUF	1	Rechtsaufstel-lung H63	An der Signalbestimmung mit EVU Vertretern war das Signal H63 links vom Gleis geplant. Neu ist die Aufstellung rechts vom Gleis vorgesehen, hierfür soll das Einverständnis der PlaSi eingeholt werden.	FDY

Tabelle 1 : Liste der Auflagen, Bedingungen und Empfehlungen (Typ: AUF = Auflage, BED = Bedingung, EMP = Empfehlung)

9. Ort, Datum, Unterschriften

siehe Titelblatt.

Änderungsverzeichnis

Änderung			Kapitel	Grund der Änderung
Nr.	Datum	Version		
1	siehe eSignatur auf Deckblatt.	1.0.0	Alle	Erstausgabe

Dokument-Info

Prozessowner	Matthias Heinz, I-NAT-BST-SSR-FDY
Dokumentowner	I-NAT-BST-SSR-FDY
Lenkungsregel	-
Vorlage	Version 5.2
Änderungen Vorlage	gültig ab 03.09.2024

Prüfbericht ANOP Sicherungsanlagen

Fachbereich Betrieb (Benutzerseitige Prüfung)

Projektdaten	
Dokumentname	BF24-00399_PB ANOP_FUB_1162414_NY_Renouvellement ENCL Etat final_V1.0
Projekt	**NY - Renouvellement de l'enclenchement / État final**
ISP-Nummer	1162414
Prüfungstyp	LSS (Optische Signalisierung)
Phase	Endzustand
SA-Projektleiter	Pawel Durdzinski, I-AEP-SAZ-RWT-T1

Dokumenten-Nummer	**BF24-00399**

Version	**Prüfender**	**Signatur**
1.0.0	Cédric Castella ANOP Prüfende/r Betrieb I-FUB-BF-FAF gem. eSignatur	Castella Cédric Signé numériquement par Castella Cédric DN : cn=Castella Cédric, c=CH, o=CFF SA, ou=I-FUB-BF-FAF, email=cedric.castella@sbb.ch Date : 2024.11.27 12:32:33 +01'00'

1. Beauftragung

Am 21.08.2024 wurde ein ANOP-Dossier eingereicht und zur Prüfung beauftragt.

2. Deklaration der Fachkompetenz und Abgrenzung

Es ist die anforderungsorientierte Prüfung (ANOP) durchgeführt worden.

Als unterzeichnende/r „ANOP-Prüfende/r“ führen wir die Prüfung als «Sachverständige Fachbereich Betrieb» im Auftrag von I-NAT-BST-SSR-SOA durch. Hiermit erklären wir uns diesbezüglich kompetent. Die Verantwortung für die Korrektheit der sicherheitsrelevanten Funktionen der Bahnanlagen liegt jedoch ausschliesslich bei I-NAT-BST-SSR-SOA.

© SBB • IMS Infrastruktur • DMS ID 107813388 • Version 9

3. Gegenstand der Prüfung

Unsere Prüfung basiert auf folgendem Dokument:

Referenz	Projekt	Version	Datum
Sicherheitsbericht Sicherungs-anlagen Phase Planung. Alle weiteren Dokumente siehe Kapitel 1.3.3.	NY - Renouvellement de l'enclenchement / État final	V 1.4	15.11.2024

4. Prüfmethodik

Die inhaltliche Abstimmung des Projektes erfolgte vor der Erstellung dieses Prüfberichtes. Der vorliegende Prüfbericht bestätigt grundsätzlich den Abschluss der bahnbetrieblichen Prüfung. Basis für die Prüfung ist die «Prüf-Checkliste Q-Gate SIOP A1 Teil Sicherungs-anlagen» DMS ID 107812318.

5. Bereinigungen am Prüfgegenstand

Allfällige Auflagen aus der ANOP-Prüfung seitens Fachbereich Betrieb gemäss Punkt 10 werden mittels Auflagenmanagementsystem in der Verantwortung von I-NAT-BST-SSR-SOA bearbeitet. Davon ausgeschlossen sind die aufgeführten Anforderungen gemäss Punkte 8 und 9.

6. Anwendungsbedingungen (AWB)

Gemäss Sicherheitsbericht sind im Projekt betriebliche Anwendungsbedingungen (AWB) definiert. Zur Berücksichtigung bei allfälligen späteren Nutzungsänderungen sind diese gemäss den NAeP-/SIOP-Prozessen durch I-NAT-BST im Safety-Tool einzutragen.

7. Zusammenfassung der Prüfungsergebnisse

Wir bestätigen, dass die Bahnanlage im vorliegenden Projekt kompatibel mit der Anlagennutzung ist und vorschriftsgemäss in allen Betriebssituationen betrieben werden kann. Allfällige Gesuche von Ausnahmebewilligungen und Betriebsauflagen gemäss Sicherheitsbericht wurden aus Sicht Betriebsführung geprüft und akzeptiert.

8. Anforderungen FUB-BF (gemäss LaHe/Anforderungsliste falls vorhanden)

Alle Anforderungen von FUB-BF im Projektperimeter sind erfüllt.

9. Anforderungen ausserhalb der sicherheitsorientierten Prüfung

Keine Anforderungen

10. Auflagen

La charge suivante est à traiter lors de la prochaine phase de projet :

- Désignation des pleines voies : les pleines voies entre Coppet et Gland sont à numérotées selon le document « Schéma de la numérotation des pleines voies Cellule de Genève ZGE » du 30.04.2024. Ce document est joint à ce rapport d'examen.

© SBB • IMS Infrastruktur • DMS ID 107813388 • Version 9

SBB CFF FFS

Dokument-Info

Prozessowner:	Cédric Castella, I-FUB-BF-FAF
Dokumentowner:	Cédric Castella, I-FUB-BF-FAF
Vorlage	Version 5.0
Änderungen Vorlage	Gültig ab 02.07.2024

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Jegliche kommerzielle Nutzung bedarf einer vorgängigen, ausdrücklichen Genehmigung.

D RTE 25100-V1

4

Rapport de sécurité
Installations de sécurité
Phase de planification

Projet

Chemin de fer : **CFF Chemins de fer fédéraux suisses**

Lieu : **Nyon / Ligne 150**

Objet : **1162414**

Mandat : **NY - Renouvellement de l'enclenchement / État final**

Etabli par CFF SA / Pawel Durdzinski

Historique des modifications :

Version	Date	Auteur	Réviseur	Remarques concernant la modification
1.0	06.10.2022	J. Jaquet	V. Eberle	Version initiale
1.1	12.01.2023	J. Jaquet	V. Eberle	Remarques KCSA & ANOP (1er envoi)
1.2	03.02.2023	J. Jaquet	P. Hammans	Remarques ANOP (2e envoi)
1.3	21.08.2024	P. Durdzinski	J. Bescont	Charges SIOP A1, renumérotation AV et voies, signaux déplacés et nouveaux, MàJ modèle
1.4	15.11.2024	P. Durdzinski		Remarques ANOP complémentaire

Base : modèle D RTE 25100 V1

Table des matières

1 Définition du projet 3
1.1 Vue d'ensemble, affectation 3
1.2 Installation de sécurité, technique de conduite 3
1.3 Documents de référence 4
1.4 Mesures complémentaires en cas d'aménagements d'installations 6
1.5 Particularités du projet et de la procédure 6

2 Rapport de gestion de la qualité 12
2.1 Phase de planification 12
2.2 Phase de réalisation 12

3 Rapport de gestion de la sécurité 13
3.1 Organisation de la sécurité, responsabilités 13
3.2 Plan de sécurité / Jalons du processus de sécurité 13

4 Rapport technique de sécurité 14
4.1 Introduction 14
4.2 Preuve de la conception correcte 14
4.3 Conséquences d'une défaillance / Mises en danger 28
4.4 Exploitation avec influences externes 32
4.5 Preuve de la maturité d'application des produits 34

5 Rapports à d'autres preuves de la sécurité 35

6 Résumé 36

(Mise à jour de la table des matières : clic droit sur la table des matières et choisir « Mettre à jour les champs »)

Abréviations

(les abréviations d'ordre général figurent dans le D RTE 25100, chap. 1.3)

AEx	Autorisation d'exploiter (de l'OFT)
BSL UO	Bau- und Sicherheitsleitungs (Direction de la construction et de la sécurité) Unité organisationnelle
ExE-P	Examen de l'expert pour la phase de planification
ExE-D	Examen de l'expert pour la phase de planification détaillée (correspond à la SIOP A2 (CFF) respectivement à la version initiale de l'ExE-R)
ExE-R	Examen de l'expert pour la phase de réalisation
PrSe	Preuve de la sécurité (phase de réalisation)
RaSe	Rapport de sécurité (phase de planification)
RaTe	Rapport technique (phase de planification)
RL SA	Directive de l'OFT sur la justification des installations de sécurité

1 Définition du projet

1.1 Vue d'ensemble, affectation

Le présent projet consiste à renouveler l'enclenchement de Nyon qui arrive en fin de vie en 2031 en remplaçant le Do 67 actuel par un nouvel enclenchement électronique dans un nouveau bâtiment construit à Prangins. Son remplacement par une nouvelle technologie est indispensable pour permettre les modifications de fonctionnalité futures prévues dans les projets ultérieurs de mise en conformité de la gare et d'amélioration du distancement.

Le présent projet prévoit le maintien des fonctionnalités actuelles avec surdimensionnement du futur bâtiment de service (BS) pour accueillir les développements futurs.

Le projet inclue de démanteler tous les éléments situés dans l'enclenchement afin de libérer les locaux sur le quai 1. Tous les éléments des IS devront être renouvelés pour pouvoir remplacer l'enclenchement efficacement tout en respectant au maximum les besoins de l'exploitation.

Le projet inclue déjà des modifications allant de la sortie de Gland jusqu'après les diagonales de Murat (du km 33.9 au km 43.0) dans le but d'anticiper les demandes de distancement à deux minutes du projet futur *AS35 Installations d'accueil et successions serrées ISP 1161180*.

1.2 Installation de sécurité, technique de conduite

Le remplacement de l'enclenchement de Nyon implique le remplacement de toutes les IS de la gare. Les installations sont remplacées au maximum de façon 1:1. Cependant quelques ajustements sont nécessaires afin de respecter les réglementations actuelles, en particulier le RTE 25000, ainsi que pour utiliser des systèmes et des composants modernes.

En particulier, la signalisation va passer du lumineux au numérique. C'est-à-dire que les images des signaux seront quelques peu différentes.
Le signal de groupe côté Lausanne sera remplacé par des signaux de voie. Le signal de groupe côté Genève sera conservé jusqu'au projet suivant de modernisation de la gare qui modifiera la topologie et permettra de se séparer du signal de groupe. Des adaptations sont faites pour que cela devienne un pseudo signal de groupe.
Le signal de barrage S40 sera remplacé par le signal principal G50. En direction de Lausanne le signal principal E40 est ajouté. Le signal annonciateur de voie libre FB1 sera remplacé par le signal répétiteur F**1.

Le contrôle de la marche des trains est adapté en fonction des modifications de signalisation.

Les signaux nains ainsi que les éléments de contrôle de l'état libre de la voie vont être remplacés et positionnés en fonction de la réglementation actuelle et des besoins de l'exploitation.

Des nouveaux KV sont construits en remplacement des anciens pour connecter tous les nouveaux câbles au nouvel enclenchement tout en gardant en fonction l'ancien enclenchement en parallèle.

Les voies ne sont pas modifiées. Les appareils de voies subiront quelques modifications pour assurer les règles de protection de flanc actuelles (ajout d'AV de déraillement et de sabots déraillleurs). Pour le reste des AV, seuls les moteurs seront remplacés.

Dans la mesure du possible le projet de modernisation de la gare va être pris en compte pour maximiser les synergies entre les projets et donc diminuer les coûts globaux, en particulier en ce qui concerne le distancement à deux minutes.

L'ensemble des modifications est présenté dans le concept de signalisation, ainsi que les autres documents cités au chapitre 1.3.3.

Les systèmes et composants utilisés pour les installations intérieures et extérieures sont mentionnés au chapitre 4.5.1.

1.3 Documents de référence

1.3.1 Base de ce rapport de sécurité

Le présent rapport de sécurité se fonde sur la directive de l'OFT Démonstration de la sécurité Installations de sécurité (Dir. IS) et sur le document D RTE 25100 (PrSe IS) y relatif.

Il documente les résultats de la phase de planification.

1.3.2 Prescriptions légales et normatives

Tabelle standard spécifique aux CFF :

Document	Edition
Dispositions d'exécution de l'OCF (DE OCF)	État au 01.07.2024
RTE 25000 (Compendium)	Édition 12
RTE 25931 (Passage à niveau, Documentation de base)	Édition 2, du 26.07.2019

1.3.3 Documentation du projet

Le présent projet est défini par les documents suivants. Ceux-ci forment simultanément la base du présent rapport de sécurité :

Doc.	Titre du document	Version	Date	Auteur	Remarques
[1.1]	**Auflagenmanagement**	--	--	--	Jira N° 39077
[1.2]	Tabelle PfS GIBU-PTC	2-27-2	14.11.2024	A. Boucher	-
[1.3]	Tabelle PfS PTC-GIBU	2-25	18.09.2024	A. Boucher	-
[1.4]	Proposition RADN	3	20.06.2024	A. Boucher	-
[1.5]	Preuve du distancement	3-1	18.09.2024	A. Boucher	-
[1.6]	Concept de signalisation NY-SIKO-1v2-1162414	I	15.11.2024	C. Stauffer	Contrôle: P. Durdzinski
[1.7]	Concept de signalisation NY-SIKO-2v2-1162414	I	15.11.2024	C. Stauffer	Contrôle: P. Durdzinski
[1.8]	Preuve de visibilité des signaux	4	06.08.2024	P. Durdzinski	-
[1.9]	PV de contrôle de visibilité: originaux et corrections	-	10.10.2023	J. Jaquet	Correction: PDu 15.11.2024
[1.10]	Formulaire de décision PAP	-	30.09.2022	J. Jaquet V. Eberle	-
[1.11]	Rapport technique installations de sécurité	2.5	15.11.2024	P. Durdzinski	Contrôle: J. Bescont
[1.12]	Cahier des charges	2.0	22.07.2021	A. Nicole	-
[1.13]	Tabelle de décision L43 (I-20027 / I-50115) Gland	2.2	08.08.2024	P. Juilland	-
[1.14]	Tabelle de décision L43 (I-20027 / I-50115) Nyon	3.2	05.11.2024	P. Juilland	-
[1.15]	Tabelle d'analyse des empêchements de départ pour trains partants et rebroussant L44	3.1	08.08.2024	P. Juilland	-
[1.16]	Tabelle de signalisation	3.2	14.11.2024	A. Boucher	-
[1.17]	Analyse de risque SAF_0707 Protection de flanc entre Nyon et Eysins	1.0	14.04.2022	M. Lüthi	Relecture: H. Schlatter M. Wasem
[1.18]	Validation Exploitation (I-FUB-BF) (E-Mail Distance signaux d'entrées et 1ère aiguille)	-	21.09.2022	S. Bourquin	Date du PDF 26.09.2022
[1.19]	Validation Ligne de contact	-	24.10.2022	G. Raemy G. Chauvin	Validation: Ronny Frik
[1.20]	Décision Designteam LSS Design_Ver 779	-	10.01.2024	P. Juilland J. Jaquet	MàJ vs. SIKO k RàS vs. SIKO I
[1.21]	Décision Designteam LSS Design_Ver 780	-	10.01.2024	P. Juilland J. Jaquet	MàJ vs. SIKO k RàS vs. SIKO I
[1.22]	Décision Designteam LSS Design_Ver 877	-	12.10.2022	L. Furer	MàJ vs. SIKO k RàS vs. SIKO I
[1.23]	Validation pseudo signal de groupe H63 par POS	-	23.10.2023	M. Thomi	-
[1.24]	Journal des modifications	-	15.11.2024	P. Durdzinski	-

1.4 Mesures complémentaires en cas d'aménagements d'installations

(voir remarque dans le RTE 25100, chap. 5.2.3 et explication des termes au chap. 3.2)

Le présent projet tient aussi compte des mesures de suppression des défauts selon le HTA 4006 (conformément à la directive I-50217 des CFF).

☐ Les mesures de suppression des défauts (mesures HTA) sont mises en œuvre (voir le document « Ausführungskontrolle HTA 4006/xx » (chap. 1.3.3).

☒ Aucune mesure de suppression des défauts (mesures HTA) n'est prévue

Justification :

☒ Il s'agit d'un enclenchement informatisé.

☐ Toutes les mesures ont déjà été réalisées. (voir le document « Ausführungskontrolle HTA 4006/xx » au chap. 1.3.3)

☐ La partie des installations de sécurité est inférieure à 20 kCHF.

1.5 Particularités du projet et de la procédure

(voir directive OFT chap. 5 et 8 ainsi que RTE 25100, chap. 4.3)

1.5.1 Maturité du projet

Le concept prévoit la procédure suivante pour le projet IS :

☒ Une PAP est nécessaire et la partie IS y est intégrée comme suit :

- ☒ simultanément au projet général, respectivement comme projet général
- ☐ avec fourniture ultérieure des documents IS
- ☐ comme sous-projet IS venant après coup

☐ Une PAP n'est pas nécessaire d'après l'évaluation du maître d'ouvrage, voir chap. 1.5.4.

Le projet IS est envoyé avec le degré de détail suivant :

☒ avec les documents spécifiques aux installations de sécurité :

- ☒ plans détaillés (plan des signaux, etc. selon Dir. OPAPIF, chiffre 47)
- ☐ déjà avec les documents du poste d'enclenchement, respectivement le dossier de construction
- ☐ les documents du poste d'enclenchement, respectivement le dossier de construction seront transmis ultérieurement

☐ sans documents spécifiques aux IS parce qu'aucune PAP n'est nécessaire du point de vue des installations de sécurité (cf. chap. 1.5.4)

1.5.2 Type de tronçon

Le périmètre du projet se situe :

☐ dans le réseau non interopérable

☒ dans le réseau principal interopérable

☐ dans le réseau complémentaire interopérable

La déclaration de conformité IOP sera établie après l'examen de la phase planification.

1.5.3 Maturité de spécification du projet

Le projet englobe :

☒ exclusivement des processus d'exploitation déjà en vigueur, des fonctionnalités techniques, des possibilités d'étude de projet, des produits et des utilisations de produits déjà explicitement homologués ou largement utilisés depuis plusieurs années dans l'entreprise ferroviaire.

☐ les fonctionnalités techniques suivantes non encore homologuées de manière générique dans l'entreprise ferroviaire :

N°	Nouvelle fonctionnalité technique	Base / Référence
1		
2		

☐ les possibilités d'étude de projet pas encore homologuées de manière générique dans l'entreprise ferroviaire :

N°	Nouveau principe d'étude de projet	Base / Référence
1		
2		

☐ les processus d'exploitation suivants non encore homologués de manière générique dans l'entreprise ferroviaire :

N°	Nouveau processus d'exploitation	Base / Référence
1		
2		

☐ les utilisations de produits suivantes non encore homologuées de manière générique dans l'entreprise ferroviaires (pour une fonctionnalité technique existante) :

N°	Nouvelle utilisation	Base / Référence
1		
2		

☐ des preuves de sécurité d'application génériques ou spécifiques au cas particulier, respectivement d'autres documents équivalents, existent pour des aspects d'utilisation non encore homologués de manière générique dans l'entreprise ferroviaire (voir documents chap. 5) qui :

- ☐ s'appuient sur l'analyse de risques
  - ☐ effectuée par une OER dans un rapport d'évaluation des risques (chap. 1.5.5),
  - ☐ présentant sinon l'application comme « changement non significatif » ;
- ☐ présentant des règles claires d'étude de projet de l'installation ;
- ☐ vérifiant que toutes les conditions suivantes des produits sont remplies :
  - ☐ les spécifications du fournisseur satisfont aux prescriptions de l'entreprise ferroviaire ;
  - ☐ les prescriptions de l'entreprise ferroviaire sont remplies par les possibilités d'étude de projet ;
  - ☐ les conditions d'application des produits n'ont pas d'influence non prise en considération sur les prescriptions de sécurité ;

☐ sont complets en ce qui concerne le traitement de toutes les charges en rapport avec la démonstration de la sécurité (résultats des preuves de sécurité d'utilisation ou des expertises / validations / homologations correspondantes), ou une expertise est établie dans le cadre de la SIOP A concernant les documents de démonstration, c.-à-d. :

- ☐ Les éventuelles charges en suspens de SIOP A sont réglées ultérieurement ;
- ☐ ou il n'y a pas de charges ouvertes issues de la preuve de sécurité générique, ou de son expertise et de son approbation ;
- ☐ ou la preuve du traitement de toutes les charges en suspens de la preuve générique ou de son expertise / homologation a été documentée au moins en ce qui concerne l'installation dans le tableau suivant :

Nr.	Constatation ouverte issue de la preuve générique (preuve de sécurité d'utilisation / expertise / autorisation)	Preuve de la réalisation de la charge / condition pour la présente installation (alternative : proposition de procédure pour la réalisation)
1		
2		

☐ les travaux complémentaires nécessaires ci-après sont planifiés :

- ☐ Analyse de risque
- ☐ Règles claires pour les possibilités d'études de projet de l'installation
- ☐ adaptation/complément des prescriptions d'exploitation

1.5.4 Catégorie d'application (PAP)

La catégorie d'application est fixée comme suit (OFT Directive Démonstration de la sécurité, chap. 8.2) :

Voir formulaire de décision PAP référencé dans le chap. 1.3.3.

1.5.5 Changement significatif

Aucun changement significatif

1.5.6 Dérogations / Autorisations exceptionnelles

1.5.6.1 Dérogations à des prescriptions d'interopérabilité

☒ Le projet ne contient aucune dérogation à des prescriptions d'interopérabilité.

☐ Les dérogations ainsi que les autorisations correspondantes (demandées ou octroyées) font l'objet d'un document séparé (→ voir doc. *[x.x]* au chap. 1.3.3).

1.5.6.2 Dérogations à des prescriptions souveraines

☒ Selon la liste des autorisations exceptionnelles SIOP A, il n'y a pas de dérogation aux prescriptions souveraines sur l'installation et aucune nouvelle dérogation n'est demandée.

☐ Les demandes de dérogation aux prescriptions souveraines suivantes sont demandées, respectivement les autorisations exceptionnelles existantes suivantes sont disponibles sur l'installation selon la liste des autorisations exceptionnelles SIOP A :

Les variantes possibles suivantes :

a) Nouvelle -> Une nouvelle demande est déposée.
b) Existante -> Le projet entraîne des répercussions sur l'autorisation exceptionnelle. Elle doit rester en place et doit donc faire l'objet d'une nouvelle demande.
c) Existante -> Le projet entraîne des répercussions sur l'autorisation exceptionnelle. Elle peut être annulée, car la situation est régularisée par le projet.
d) Existante -> Le projet n'a pas d'impact sur l'autorisation exceptionnelle. Elle peut être annulé, car la situation est déjà régularisée.
e) Existante -> Le projet n'a pas d'impact sur l'autorisation exceptionnelle. Elle reste en place.

N°	Objet et référence de la prescription dérogé, respectivement titre de l'autorisation exceptionnelle existante	Localisation de l'élément	Référence à la demande ou à la dérogation / Date	Indiquer la variante correspondante a) à e), y compris la justification (voir guide)
[3.1]				
[3.2]				

1.5.6.3 Dérogations à des prescriptions sous des critères clairs (pseudo dérogations)

☐ Aucune pseudo-dérogation à des prescription n'est concernée par le projet.

☒ Les pseudo dérogations suivantes à des prescriptions (voir RTE 25100, chap. 4.7.3) sont justifiées par :

N°	Objet et référence de la prescription	Localisation de l'élément	Justification de la dérogation et évaluation
[4.1]	Signal d'entrée à plus de 500 m avant la 1ère aiguille R RTE 25027 §3.4.1b	Signaux d'entrées : A764 et A864 au Km 36.575 1ère aiguille : AV3 au Km 37.756 Distance : 1'181 mètres	Validation par le service de l'exploitation (I-FUB-BF) en annexe ([1.18]) La signalisation a été réalisée en prenant en compte le projet futur de mise en conformité de la gare AS35 dans lequel une diagonale à Prangins sera réalisée. Les AV seront positionnés entres les Km 36.803 et Km 36.923. Les signaux d'entrées se retrouveront à 228 mètres des aiguilles. C'est la meilleure position pour garantir un distancement à 2 minutes comme demandé dans le mandat. Des signaux de voies D31 et D32 sont positionnées au Km 37.760 et Km 37.748 pour éviter de devoir ralentir trop vite pour prendre les AV en dévié.

N°	Objet et référence de la prescription	Localisation de l'élément	Justification de la dérogation et évaluation
[4.2]	Signal d'entrée à plus de 500 m avant la 1ère aiguille R RTE 25027 §3.4.1b	Signaux d'entrées : J771 et J871 au Km 39.476 1ère aiguille : AV39 au Km 38.964 Distance : 512 mètres	Validation par le service de l'exploitation (I-FUB-BF) en annexe ([1.18]). La signalisation a été réalisée en prenant en compte le projet futur de mise en conformité de la gare AS35 dans lequel 3 diagonales à 90 km/h seront construites. Les 3 diagonales seront positionnées entres les km 38.812 et km 39.326. Les signaux d'entrées se retrouveront à 150 mètres des aiguilles. C'est la meilleure position pour garantir un distancement à 2 minutes comme demandé dans le mandat.
[4.3]	La protection de flanc par guidage sur la voie 3 mène vers la voie à protéger. L'entraxe entre les voies à cet endroit est inférieur à 7.1 m. R RTE 25053 §3.3.1	SD25 sur voie 3 Km 38.548	Le rail de guidage parallèle sera placé de manière que le véhicule déraillé ne quitte pas le lit de ballast. Une adaptation du plan de voie serait disproportionnée.
[4.4]	Distance entre deux signaux principaux R RTE 25027 §3.4.3	Signaux principaux G4 (km 38.531) et H63 (km 38.677). Distance : 144 m	Les deux signaux principaux sont placés à moins de 180 m, mais ils seront couplés. L'exploitation pourra réaliser soit une entrée longue soit une entrée courte

1.5.6.4 Dérogations à des prescriptions RTE (resp. à des réglementations internes)

☐ Selon la liste des autorisations exceptionnelles SIOP A, il n'y a pas de dérogation à des prescriptions RTE dans l'installation et aucune nouvelle demande de dérogation n'est demandée.

☒ Les demandes de dérogation suivantes sont demandées, respectivement les autorisations exceptionnelles suivantes existent sur l'installation selon la liste des autorisations exceptionnelles SIOP A :

Les variantes possibles suivantes :

a) Nouvelle -> Une nouvelle demande est déposée.
b) Existante -> Le projet entraîne des répercussions sur l'autorisation exceptionnelle. Elle doit rester en place et doit donc faire l'objet d'une nouvelle demande.
c) Existante -> Le projet entraîne des répercussions sur l'autorisation exceptionnelle. Elle peut être annulée, car la situation est régularisée par le projet.
d) Existante -> Le projet n'a pas d'impact sur l'autorisation exceptionnelle. Elle peut être annulé, car la situation est déjà régularisée.
e) Existante -> Le projet n'a pas d'impact sur l'autorisation exceptionnelle. Elle reste en place.

N°	Objet et référence de la prescription dérogé, respectivement titre de l'autorisation exceptionnelle existante	Localisation de l'élément	Référence à la demande ou à la dérogation / Date	Indiquer la variante correspondante a) à e), y compris la justification (voir guide)
[5.1]	Nyon / Protection contre manœuvre de VR Nyon-Eysins	Nyon	N°305 / 21.07.2008	c) L'autorisation peut être annulée, car le projet régularise la situation. En effet, l'AV41 de déraillement est ajouté, de plus la voie 74 et l'AV41 seront centralisés. Plus aucun règlement n'est enfreint.

1.5.7 Maturité d'utilisation des produits

☐ Le projet concerne exclusivement la configuration de l'installation ; les produits utilisés et leurs applications génériques ne sont pas modifiés.

☒ Le projet modifie les produits utilisés sur l'installation, respectivement des produits supplémentaires ou d'autres produits que les produits actuels sont utilisés.

- ☒ Il est prévu d'utiliser exclusivement des produits et des applications qui sont déjà au bénéfice d'une homologation de série ou qui sont reconnus d'une autre manière.
  (produits utilisés : voir tableau au chap. 4.5.1) ;
- ☐ Il est prévu d'utiliser des produits qui sont déjà au bénéfice d'une homologation de série ou reconnus d'une autre manière, mais aussi d'utiliser des fonctions dont la configuration n'est pas déterminée par l'homologation générique.
  (produits concernés : voir tableau au chap. 4.5.1) ;
  - ☐ La *maturité de spécification* est donnée pour la raison suivante :
    - ☐ il s'agit d'une fonction usuelle, mais qui manque simplement dans le spectre générique du produit.
    - ☐ il s'agit d'une application usuelle, qui est toutefois utilisée dans des conditions d'application non déterminées de manière générique.
    - ☐ la maturité est atteinte de manière explicite et a été documentée selon le chap. 1.5.3.
  - ☐ La procédure de démonstration de la sécurité et l'expertise sont clairement prescrites par la gestion de la sécurité et un « plan de sécurité » a été établi en conséquence (→ voir doc. au chap. 1.3.3).
- ☐ Il est prévu d'utiliser des produits ou des applications qui ne sont pas encore au bénéfice d'une homologation de série (voir tableau au chap. 4.5.1).
  - ☐ La procédure d'homologation de série correspondante est en cours :
    - ☐ l'autorisation d'essai d'exploitation a été octroyée par l'OFT
      (voir chap. 4.5.1) ;
    - ☐ l'autorisation d'essai d'exploitation n'a pas encore été octroyée par l'OFT,
      - ☐ les documents nécessaires seront fournis après coup à l'OFT ;
      - ☐ la solution de remplacement ci-dessous sera choisie si la maturité d'application des produits requise n'est pas atteinte.
  - ☐ Il n'existe aucune homologation de série correspondante. La démonstration de la sécurité par le fournisseur et l'expertise correspondante sont suffisamment avancées et garantissent la maturité d'application des produits (voir chap. 4.5.1 et 5).
  - ☐ Il s'agit de produits avec « grandfather rights » pour lesquels l'épreuve de la pratique correspond à une démonstration de la sécurité (selon la Dir. IS de l'OFT, chap. 8.6).

2 Rapport de gestion de la qualité

2.1 Phase de planification

Le respect des exigences relatives au management de la qualité est assuré aux CFF par l'application de la réglementation I-50174 (Chap. 3 Management de la qualité). Par ailleurs, les exigences relatives au management de la qualité du RTE 25100 sont indiquées dans le document « Erfüllung Q-Anforderungen I-50174 » qui précise de quelle manière elles sont remplies.

2.2 Phase de réalisation

Voir chap. 2.1

3 Rapport de gestion de la sécurité

3.1 Organisation de la sécurité, responsabilités

La responsabilité pour les questions concernant les installations de sécurité dans la phase de planification (phases FDMS 1 à 5) est endossée par les spécialistes suivants :

Pos.	Domaine partiel / Fonction	Responsable
1	**Direction du projet côté CdF :**	CFF, chef de projet (Blaise Destraz)
2	**Planification / Etude de projet :**	
	- installat. de sécurité (dans son ensemble) :	CFF, chef de projet (Pawel Durdzinski)
3	**Vérification :**	
	- installat. de sécurité (dans son ensemble) :	CFF, ANOP, SIOP A et contrôle des documents de construction
4	**Contrôle du risque :**	
	Evaluation du risque par un OER	CFF, Safety (Melanie Lüthi)
5	**Examen d'expert Planification :**	CFF, SIOP A

L'indépendance des planificateurs et des experts selon la Dir. OCI-CF, chap. 6.2.2 est garantie par la séparation organisationnelle et par les processus (selon I-50174).

3.2 Plan de sécurité / Jalons du processus de sécurité

Les jalons principaux du processus de sécurité sont prévus de la manière suivante à l'état actuel de la planification :

Instant 1)	Jalon	Activité	Date planifiée ***actuellement*** 2)
	Etablissement du dossier PAP	ANOP achevée	09.2024
		SIOP A1 achevée	11.2024
		Prise de position sur les consignes de la SIOP A1 faite.	12.2024
T1	Envoi du dossier PAP	Transmission du dossier PAP à l'OFT	31.01.2025
T2	Décision d'approbation des plans (DAP)	Décision d'approbation des plans rendue par l'OFT	01.03.2028
		Début des travaux d'exécution	01.05.2029
T3 *)	Mise en service	Checklist SIOP B remise	T3 2031
		Directives et formations spécifiques à l'installation	T3 2031
		Mise en service	09.2031
T3.1 *)	Conclusion	Remise des versions finales des preuves de sécurité à l'OFT	T1 2032

1) selon Dir. IS, figures 1 et 2
2) des indications de temps relatives sont aussi possibles
*) déroulement standard

4 Rapport technique de sécurité

4.1 Introduction

Le présent projet concerne simplement une modification de l'installation ; il ne comprend aucune part de développement novateur.

4.2 Preuve de la conception correcte

4.2.1 Structure de l'installation / Architecture du système / Interfaces

(voir tableau du chap. 4.5)

4.2.2 Exigences du système

Le respect des exigences du système est prouvé de la manière suivante :

- Le *comportement fonctionnel* correct au niveau du système est garanti par la planification conforme aux prescriptions de l'installation de sécurité, voir chap. 1.5.7.
- Le respect des *exigences du système* est rempli par l'étendue fonctionnelle des produits. La démonstration de la sécurité pour le cas particulier est documentée, voir chap. 5.

4.2.3 Exigences de sécurité

Le respect des exigences *techniques et opérationnelles* de sécurité est prouvé par la documentation du projet (chap. 1.3.3), les chapitres ci-après et, en particulier, par le respect des conditions d'application liées à la sécurité (chap. 4.5.2).

4.2.4 Respect des bases légales

Ce chapitre démontre que, outre les exigences couvertes par les produits génériques, des mesures adéquates ont été prises pour la réduction de tous les risques et dangers de la phase de planification, et que toutes les bases légales concernées sont respectées.

4.2.4.1 Distances de glissement

☐ Les distances de glissement ne sont pas impactées par le projet.

☒ Les distances de glissement ci-après sont impactées par le projet :

N°	Signal de but	Point de conflit	Déclivité moyenne [‰] (- = pente)	V max déterminante [km/h]	Distance gliss.		Mesures	
					doit [m]	est [m]	Verrouillage part. / circul. opposée	Images plus restrictives (toujours active = fix ; uniquement si simultanéités = gF)
1	D31	AV 5	-7.1	140	93	56	-	gF = 60 km/h
2	D31	SP E40	-	-	-	>150	Aucune mesure nécessaire	
3	D32	AV 5	-7.1	140	93	68	-	gF = 90 km/h
4	E40	AV 4	5.6	40	40	48	Aucune mesure nécessaire	
5	F51	AV 4	-	-	-	>150	Aucune mesure nécessaire	
6	F51	SN 41A	-	-	20	0	IT - IM	
7	F2	AV 6	-	-	-	>150	Aucune mesure nécessaire	
8	F2	SN 42A	-	-	20	0	IT - IM	
9	F53	AV 11	5.6	60	50	67	Aucune mesure nécessaire	
10	F54	AV 11	5.6	40	40	67	Aucune mesure nécessaire	
11	F54	AV 13	5.6	40	40	20	IT - IT	-
12	F55	AV 11	5.6	40	40	84	Aucune mesure nécessaire	
13	F55	AV 13	5.6	40	40	36	IT - IT	-
14	G50	Heurtoir	-8.7	40	44	63	Aucune mesure nécessaire	
15	G50	AV 22	-8.7	40	44	28	IT - IT	
16	G4	AV 27	-6.9	40	42	42	Aucune mesure nécessaire	
17	H2	AV 29	-6.6	80	62	24	IT – IT	fix = 80 km/h Tiefhaltung pour la distance de freinage
18	H63	AV 31	-6.6	60	52	126	Aucune mesure nécessaire	
19	H1	AV 31	-6.7	90	67	42	-	gF = 40 km/h (fix = 90 km/h Tiefhaltung pour la distance de freinage)

4.2.4.2 Contrôle de la marche des trains / circulations non autorisées/trop rapides

☐ pas pertinent, pas touché par le projet.

☒ tous les tronçons et toutes les vitesses de pleine voie et de gare, touchés par le projet, sont équipés d'un dispositif de surveillance continue de la vitesse.

☐ les tronçons ou les vitesses de pleine voie ou de gare suivants ne sont pas équipés d'un dispositif de surveillance continue de la vitesse :

N°	Tronçon	Justification	Mesures / Evaluation
1			
2			

4.2.4.3 Dispositifs d'empêchement de départ

☐ le projet ne nécessite ou ne concerne aucun dispositif d'empêchement de départ.

☒ les empêchements de départ figurent dans le document « L43 Tabelle de décision I-20027 » voir chap. 1.3.3.

4.2.4.4 Protection de flanc (D RTE 25053)

☐ La protection de flanc n'est pas pertinente dans le présent projet.

☒ La protection de flanc des éléments concernés par le projet est assurée par les mesures suivantes :

N°	Point conflict.	Circ. à protéger (voie / branche d'aig.)	Protection de flanc par guidage	V_{max} itinéraire à protéger	Elément de protection de flanc	Justification / Mesures
1	AV 3	D	Non	80	AV 7 à droite, SN 41B et ELV 4w	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe)
2			Non	80	SN 40B, 41B et ELV 4w et 7w	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe)
3		G	Oui	145	AV 5 à gauche	V > 125 km/h
4			Non	80	AV 9 à gauche, SN 42B et ELV 5w, 6w	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe)
5	AV 4	D	Oui	145	AV 7 à droite	V > 125 km/h
6			Non	80	SN 40B et ELV 7w	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe)
7		G	Non	40	SN 41B	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe)
8	AV 5	D	Non	80	SN 32A	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (pas de garage sur v12, 22, 32)
9		G	Oui	145	AV 3 à gauche	V > 125 km/h
10			Non	80	SN 31A et ELV 3w	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (pas de garage sur v11, 21, 31)
11	AV 6	D	Non	60	SN 42B	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe)
12		G	Oui	145	AV 9 à gauche	V > 125 km/h
13			Non	80	SN 53B, 54B, 55B et ELV 9w, 11w, 13w	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe)
14	AV 7	D	Oui	40	AV 4 à droite	Pas d'itinéraire train
15		G	Non	40	SN 30A	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (voie 30 à plat, cf. **Figure 1**)
16	SD 8	-	-	-	-	Sabot de protection
17	AV 9	D	Oui	60	SD 8	V <= 80 km/h, dérive
18		G	Oui	40	AV 6 à gauche	Pas d'itinéraire train
19	AV 10	D	Non	40	SD 16, 17, SN 57B et ELV 12w, 14w	Zone non centralisée, v <= 40 km/h
20		G	Non	40	SN 50B	Pas d'itinéraire train
21	AV 11	D	Non	40	SN 53B	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe)
22		G	Non	60	SN 54B, 55B et ELV 13w	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe)
23	AV 12	D	Non	40	SN 57B	Pas d'itinéraire train

N°	Point conflict.	Circ. à protéger (voie / branche d'aig.)	Protection de flanc par guidage	V_{max} itinéraire à protéger	Elément de protection de flanc	Justification / Mesures
24		G	Oui	40	SD 16, 17 et ELV 14w	Pas d'itinéraire train
25	AV 13	D	Non	40	SN 54B	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe)
26		G	Non	40	SN 55B, SN 56B	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe)
27	AV 14	D	Non	40	SD 17	Pas d'itinéraire train
28		G	Non	40	SD 16	Pas d'itinéraire train
29	AV 15	D	-	-	-	Pas d'itinéraire train
30		G	Oui	40	SD 956	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, risque de dérive (pente moy. -1.8‰)
			Non	-	-	Protection de flanc par guidage nécessaire à cause de la pente depuis la voie 56
31	SD 16	-	-	-	-	Sabot de protection
32	SD 17	-	-	-	-	Sabot de protection
33	SD 956	-	-	-	-	Sabot de protection
34	AV 18	D	-	-	-	AV de protection
35		G	-	-	-	
36	AV 19	D	Non	40	-	AV non centralisé
37		G	Non	40	-	AV non centralisé
38	AV 20	D	Oui	40	AV 23bN à droite	Pas d'itinéraire train
39		G	Non	40	SN 65B	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe)
40	AV 21	D	Non	40	-	AV non centralisé
41		G	Non	40	-	AV non centralisé
42	AV 22	D	Non	40	SN 51A	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (pas de garage sur v41, 51)
43		G	Oui	145	AV 18 à gauche	V > 125 km/h
44			Non	-	-	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, risque de dérive (garage sur v40, v50, pente moy. > 0.5 ‰)
45	AV 23a	D	Oui	40	AV 24 à droite	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe)
46			Non	40	SN 3B et ELV 24w	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe)
47		G	Non	40	SN 4B	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe)
48	AV 23b	D	Oui	40	AV 20 à droite	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (voie 55 à plat, cf. **Figure 3**)
49			Non	40	SN 55A	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (voie 55 à plat, cf. **Figure 3**)

N°	Point conflict.	Circ. à protéger (voie / branche d'aig.)	Protection de flanc par guidage	V_{max} itinéraire à protéger	Elément de protection de flanc	Justification / Mesures
50		G	Non	40	SN 54A	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (voie 54 à plat, cf. **Figure 2**)
51	AV 24	D	Oui	60	AV 23a à droite	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (voies 54 et 55 à plat, cf. **Figure 2** et **Figure 3**)
52			Non	60	AV20 à droite, SN 54A et ELV 23w	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (voies 54 et 55 à plat, cf. **Figure 2** et **Figure 3**)
53		G	Non	40	SN 53A	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (pas de garage v53)
54	SD 25	-	-	-	-	Sabot de protection
55	SD 26	-	-	-	-	Sabot de protection
56	AV 27	D	Oui	60	SD 26	V <= 80 km/h, dérive
57		G	Oui	40	SD 25	V <= 80 km/h, dérive
58			Non	-	-	Protection de flanc par guidage nécessaire à cause de la pente sur les voies 3 et 53.
59	AV 28	D	Oui	40	AV 29 à droite	Pas d'itinéraire train
60		G	Non	60	SN 74B	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive[1], pas de garage sur v74
61	AV 29	D	Oui	150	AV 28 à droite	V > 125 km/h
62			Non	-	-	Protection de flanc par guidage nécessaire à cause de la pente sur la voie 63 et les suivantes.
63		G	Non	60	SN 2A	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (pas de garage sur v2)
64	AV 30	D	Oui	150	AV 31 à droite	V > 125 km/h
65			Non	80	AV 33 à gauche, SN 81B et ELV 31w, 32w	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe)
66		G	Non	60	SN 72B	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe)
67	AV 31	D	Oui	150	AV 30 à droite	V > 125 km/h
68			Non	80	AV 28 à droite, SN 2A et ELV 29w, 30w	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive depuis v2 (pas de garage sur v2)
69		G	Non	60	SN 1A	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (pas de garage sur v1 et v51)
70	AV 32	D	Non	60	SN 81B	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe)
71		G	Oui	150	AV 33 à gauche	V > 125 km/h

[1] La zone non centralisée de Nyon-Eysins en amont de la voie 74 n'est pas traitée directement dans ce cas-là, mais de manière générique avec l'AV de déraillement (AV41) avec retour automatique (position en dévié à gauche).

N°	Point conflict.	Circ. à protéger (voie / branche d'aig.)	Protection de flanc par guidage	V_{max} itinéraire à protéger	Elément de protection de flanc	Justification / Mesures
72			Non	80	SN 82B et ELV 33w	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe)
73		D	Non	60	SN 72A	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (pas de garage sur v72)
74	AV 33	G	Oui	150	AV 32 à gauche	V > 125 km/h
75			Non	60	AV 30 à droite, SN 1A et ELV 31w, 32w	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (pas de garage sur v1)
76	AV 41	R	-	-	-	AV de déraillement avec retour automatique (position en dévié à gauche)
77		L	-	-	-	

Lors de l'utilisation de la fonction de « protection de flanc par commutation du mode d'exploitation » (CMEPF / BAUF), il faut respecter la PR0068.

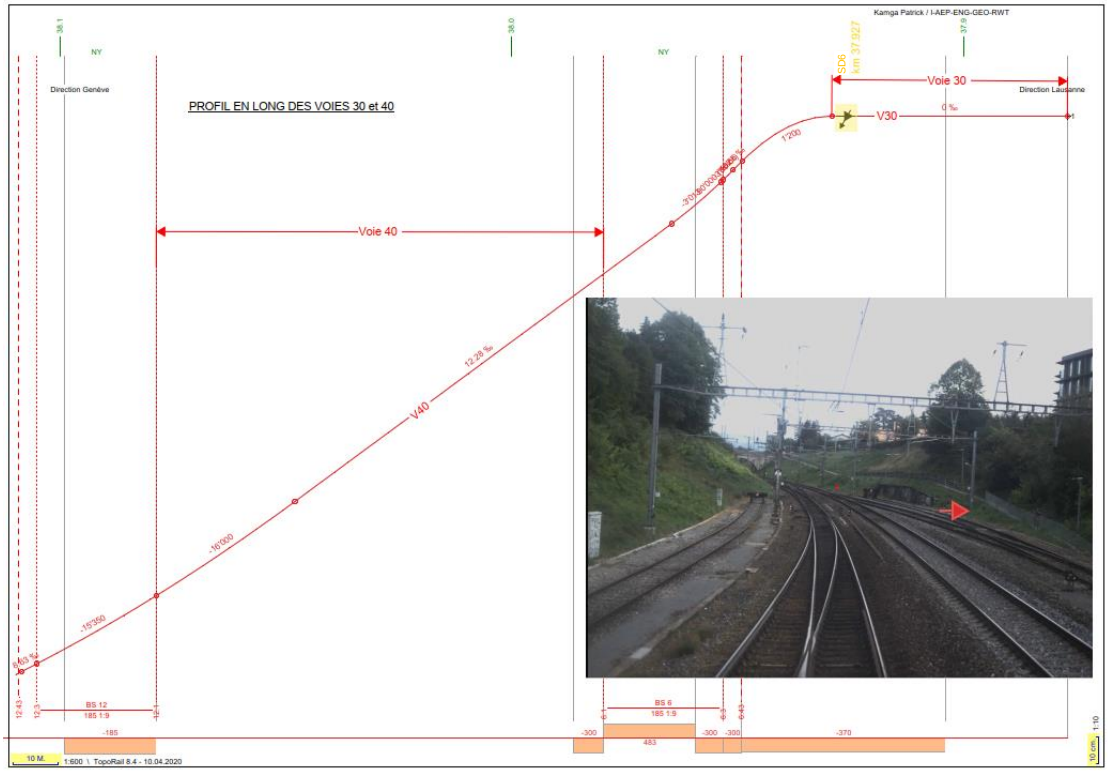


Figure 1 Voie 30 à plat (0 ‰) ne nécessitant pas de SD (SD actuel démantelé, représenté sur le profil)

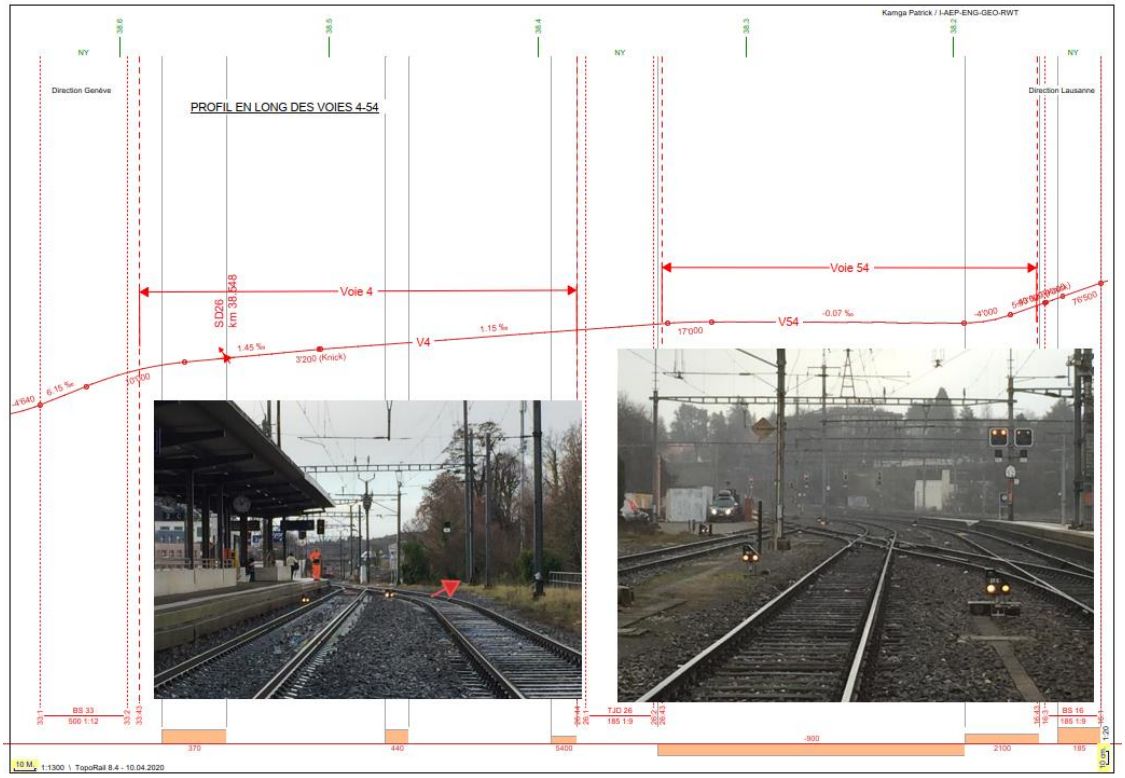


Figure 2 Voie 54 à plat (< 0.5 ‰) ne nécessitant pas de SD

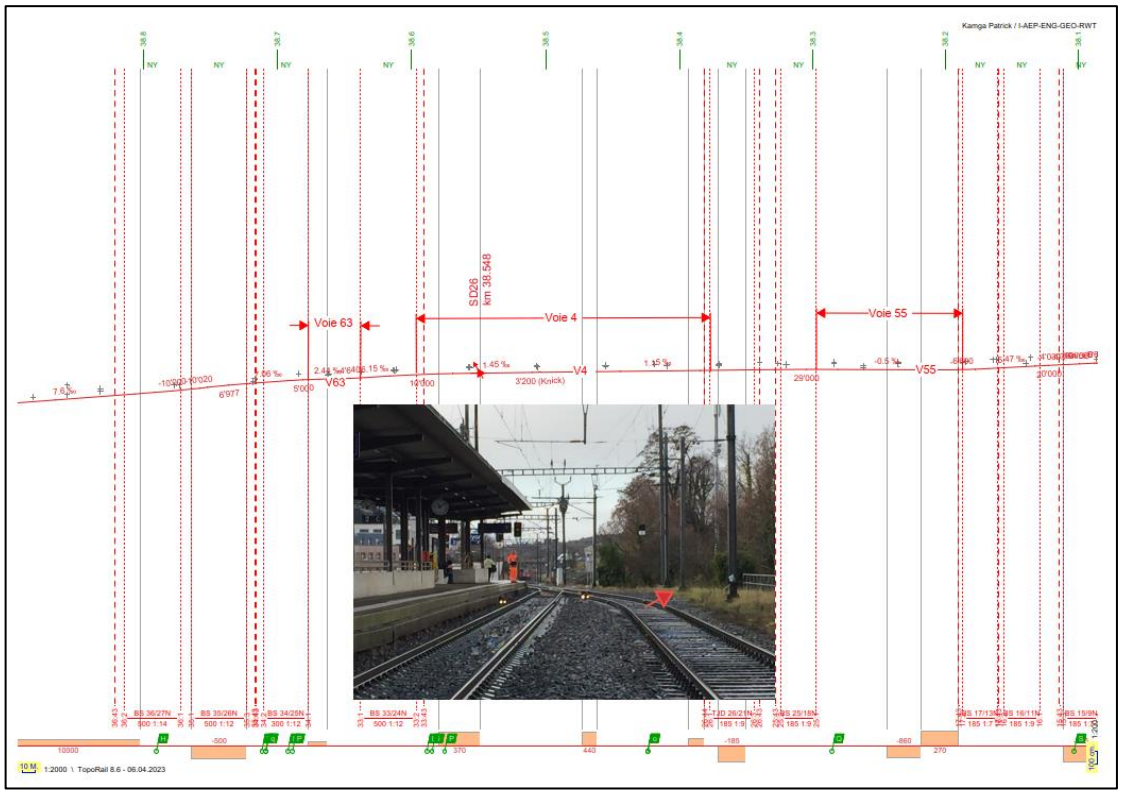


Figure 3 Voie 55 à plat (légère rampe = 0.5 ‰) ne nécessitant pas de SD

4.2.4.5 Protection conditionnelle

☒ Aucune aiguille ne peut offrir la protection conditionnelle.

☐ Toutes les aiguilles qui offrent une protection conditionnelle ne sont pas touchées par le projet.

☐ Les aiguilles suivantes concernées dans le projet sont des aiguilles de protection conditionnelle :

N°	Aiguille	Position préférentielle (G / D / aucune)	Mises en danger	Justification / Mesures
1				
2				

4.2.4.6 Risque de dommage en cas de déraillement par suite de la protection de flanc

☐ Le projet ne touche aucune aiguille de déraillement ou sabot dérailleur.

☒ Tous les déraillements par AV de déraillement ou sabot dérailleur se font dans une zone de déraillement dégagée ou n'apporte pas de risque supplémentaire, sauf les cas suivants :

N°	Aiguille / SD	Risque (fréquence / étendue du dommage)	Evaluation
1	SD 8 Km 37.999	Déraillement en direction du PI de l'Etraz. Le tronçon entre le heurtoir et le SD mesure 94 mètres avec une pente de 4.5‰ à 8‰ (Δh = 0.8m → LE = 7m). Point dangereux : Signal limite de garage AV 9 LE = 25m	Sabot reculé à 25 m du point dangereux. Cela permet de respecter la réglementation, y compris pour les mouvements de manœuvre en exploitation normale, mais aussi de s'éloigner du PI de l'Etraz. La situation existante étant relativement dangereuse.
2	SD 16 Km 38.185	Déraillement en direction de la voie adjacente (voie 58 et AV 14) Le tronçon entre le heurtoir et le SD mesure 230 mètres avec une rampe de 0.43‰ (Δh = 0.1m). Point dangereux : Signal limite de garage AV 10 LE > 25m → rail de guidage pas nécessaire.	Pas de risque autre que matériel, car ces voies sont utilisées pour de la manœuvre et du garage par Cargo et VU. Pas de matière dangereuse.
3	SD 17 Km 38.185	Déraillement en direction de l'entrevoie 57-58 qui est un terrain vague (herbes) Le tronçon entre le heurtoir et le SD mesure 230 mètres avec une rampe principalement positive de 1.88‰ et 0.43‰ (Δh = 0.1m). Point dangereux : Signal limite de garage AV 10 LE > 25m → rail de guidage pas nécessaire.	Pas de risque autre que matériel, car ces voies sont utilisées pour de la manœuvre et du garage par Cargo et VU. Pas de matière dangereuse.
4	SD 25 Km 38.548	Déraillement en direction de la voie adjacente (voie 4 et AV 27) Le tronçon est en pente à 1.15‰ (voie 3) et 2.31‰ (voie 53) (Δh = 0.6m). LE = 25m → rail de guidage oblique non nécessaire Entraxe < 7.1 m → Rail de guidage parallèle à la voie nécessaire	Ce sabot dérailleur est nécessaire si l'on veut garer des wagons sur la voie 3. Mais il est aussi ajouté pour maximiser la protection liée au pseudo signal de groupe H63.
5	SD 26 Km 38.548	Déraillement sur une zone herbeuse et ensuite se situe la place en contre-bas devant la gare de NStCM Le tronçon est en pente à 1.15‰ et 1.45‰ (Δh = 0.3m). LE = 25m → rail de guidage pas nécessaire	Le train doit rester dans la ligne de la voie pour éviter qu'il ne se déporte trop sur la droite et tombe en contre-bas. La zone de danger est située à 7m sur la droite 18 mètres après le sabot dérailleur.
6	AV 41 Km 0.567	Cf. Analyse de risque (réf. [1.17])	Cf. Analyse de risque (réf. [1.17]) L'AV 41 sera un AV à retour automatique en position déviée à gauche.

4.2.4.7 Tronçons ELV communs

☐ Le projet ne touche aucune aiguille, croisement ou PN, ni tronçons ELV.

☒ Chaque aiguille, croisement ou PN touchée par le projet possède son propre tronçon ELV.

☐ Les aiguilles, croisement ou PN suivants touchés par le projet possèdent un tronçon ELV commun :

N°	Aiguille / croisement / PN (nom désignant l'ELV commun)	Autres Aiguille / croisement / PN concernées par le même ELV	Justification du regroupement des ELV et de l'absence de danger
1			
2			

4.2.4.8 Fonction : signal répétiteur pour trains partant ou rebroussant

☐ Dans le cadre du projet, la fonction de signal répétiteur pour trains partant ou rebroussant n'est pas utilisée ou modifiée.

☒ Dans le cadre du projet, la fonction de signal répétiteur pour trains partant ou rebroussant est utilisée dans les cas suivants :

N°	Gare	Signal répétiteur
1	Nyon	F**1
2	Nyon	F**2
3	Nyon	F**53

4.2.4.9 Aiguilles sans contrôle de lames

☐ Il n'est pas nécessaire d'examiner l'équipement en contrôle de lames dans le cadre du présent projet.

☐ Toutes les aiguilles touchées par le projet ainsi que leurs aiguilles de protection seront équipées de contrôles de lames.

☒ Les aiguilles ou aiguilles de protection suivantes touchées par le projet ne sont pas équipées d'un contrôle de lames :

N°	Aiguille sans contrôle de lames	Justification
1	AV 14, 15, 18	Ces AV ne remplissent aucune condition de la réglementation RTE 25022 Annexe A2 amenant à mettre un contrôle de lame obligatoirement.
2		

4.2.4.10 Marche à vue (FaSi)

☒ L'enclenchement ne se trouve pas à l'interface avec une ligne ETCS L2.

☐ L'enclenchement se trouve à l'interface avec une ligne ETCS L2.

- ☐ Dans le cadre de ce projet, aucun signal n'est équipé avec la fonction « marche à vue (FaSi) », respectivement aucun signal existant avec cette fonction ne subit de modification à cette fonction.
- ☐ Tous les itinéraires « Marche à vue (FaSi) » ajoutés ou modifiés dans ce projet sont justifiés par la règle de projection suivante (PR).

N°	Signal d'origine de l'itinéraire FaSi	Signal de but de l'itinéraire FaSi	Règle de projection utilisée (PR)
1			
2			

4.2.4.11 Mesures pour distance de freinage insuffisante

☐ Le projet n'ajoute ou ne modifie pas de Tiefhaltung, respectivement de pré-avertissement, en cas de distance de freinage insuffisante.

☒ Les Tiefhaltung, respectivement les pré-avertissements, sont documentés dans une tabelle de signalisation (voir chap. 1.3.3).

☐ Il n'y a pas de tabelle de signalisation. Les Tiefhaltung, respectivement les pré-avertissements, sont nécessaires à cause d'une distance de freinage insuffisante :

N°	Signal	Image / Freinage	Signal	Image / Freinage	Signal	Image / Freinage	Signal
1							

4.2.4.12 Conditions d'utilisation d'exploitation (AWB)

☐ Le projet ne génère pas de conditions d'utilisation pour l'exploitation.

☒ Le projet génère les conditions d'utilisation suivantes pour l'exploitation :

Nr.	Condition d'exploitation (en exploitation normale)	Zone / voie concernée	Justification	Entrée dans les prescriptions d'exploitation
1	Pas de garage sur	Voies 1, 2, 11, 12, 21, 22, 31, 32, 41, 42, 51, 53, 72, 74, 81, 82, 91, 92	Respect des protections de flanc Empêcher les dérives vers les AV 5, 22, 24, 28, 29, 31, 33	☐

4.2.4.13 Ordre de départ par SMS

☐ La gare n'est pas équipée par des ordres de départ par SMS ou le projet ne concerne pas les autorisations de départ par SMS.

ou

☒ La gare :

☒ est déjà équipée par des ordres de départ par SMS

ou

☐ va nouvellement être équipée par des ordres de départ par SMS par le projet. Les empêchements de départ sont précisés dans le document « L43 Entscheidungstabelle I-20027 » voir au chap. 1.3.3.

Concernant les départs par SMS :

☒ Pour les voies à quai concernées par le projet, **toutes** les règles suivantes s'appliquent :

☒ Il y a un signal principal entre les points d'arrêts des trains et la pleine voie.

☒ La visibilité sur le prochain signal principal est garantie pour tous les points d'arrêt des trains (Les PCT 300.6, chiffre 3.6.1 et les DE-PCT 6.3, chiffre 3.1 s'appliquent), respectivement le point d'arrêt du train n'entraine pas une communication supplémentaire entre le chef circulation et le mécanicien de locomotive selon PCT 300.6 §3.6.1.

☒ Pour les trains au départ (SZ) il n'y a pas de sortie de voie occupée (pointe du train au-delà du signal de sortie selon PCT 300.6, chiffre 3.6.1).

☐ Les exceptions suivantes s'appliquent :

Nr.	Voie	Justification
1		
2		

4.2.4.14 Distance entre signal principal et séparations électriques (RTE 25027 §3.4.8.3)

☐ Tous les signaux principaux concernés par le projet se trouvent en dehors des zones d'exclusion et des zones d'évaluation.

☐ Séparation électrique n'est pas encore définie / connue. Clarifications avec LC en cours.

☒ Les signaux principaux suivants se trouvent en zone d'évaluation.

Nr.	Signal	Distance par rapport au sectionnement (m)	Validé par le service « Ligne de contact »
1	I81	39400 - 39066 = 334 m	☒ cf. [1.19]
2	I82	39400 - 39066 = 334 m	☒ cf. [1.19]

4.2.4.15 Recoupement de la vitesse avec géomatique

☐ Les vitesses maximales et les seuils de vitesse ne sont pas modifiés dans le projet.

☐ Les vitesses modifiées, les nouvelles vitesses (voies et aiguillages) et les seuils de vitesse ont été coordonnées avec géomatique.

☒ La coordination avec géomatique est encore en cours.

4.2.4.16 Autres prescriptions techniques et de planification

N°	Prescription	Mesure	Evaluation
1	Emplacement de signaux dans le block de ligne (pas de topologie asymétrique à la frontière d'enclenchement)	Respect de PR0064	Les signaux respectent des deux côtés de la gare une topologie symétrique. Côté Coppet, les signaux S776 / S876 et P776 / P876 se font face, c'est-à-dire que les premiers signaux vus, sont ceux parcourus. Côté Gland, la situation est identique avec les signaux P761 / P861 et D761 / D861
2	Signal de voie avec problématique de signal de groupe Signal H63 au km 38.677	Respect de PR0074	Le signal de groupe H63 ne peut pas être évité car l'AV27 se situe au milieu du quai. Pour limiter les risques nous avons: • Le signal principal G4 équipé d'ETCS • Les signaux nains 3A et 4A. De plus, il n'est pas prévu d'avoir de train arrêté devant le signal nain 3A en exploitation normale. • Les sabots dérailleurs SD25 et SD26. Un SD sur rail est une information claire pour un mécanicien que le signal vert n'est pas pour lui. Validation par POS – voir [1.23].

N°	Prescription	Mesure	Evaluation
3	Description de l'utilisation du signal E40 pouvant être assimilé à un signal de groupe Signal E40 au km 37.983	Respect de PR0074	Le signal E40 peut être assimilé à un signal de groupe, car il est accessible depuis les voies 50, 59, 58 et 57, mais les risques de ce signal sont quasiment inexistants pour les raisons suivantes : • Les voies 59 et 58 sont équipées de sabots dérailleurs, ce qui empêche le risque de collision si un convoi démarre depuis ces voies lorsque le signal E40 est ouvert. • Depuis la voie 57, il n'y a pas de visibilité sur le signal E40, car dans la ligne de mire du signal se trouve toute une série de mâts LC, ainsi qu'une paroi anti-bruit. • Il n'y a pas de garage planifié à l'horaire (en exploitation normale) sur la voie 57. • Entre le signal nain 57B et le point dangereux (signal limite de garage de l'AV10), il y a l'AV12 et dès que le convoi sera sur cet AV contrôlé par l'enclenchement, le signal d'entrée va chuter. Le train provenant de Coppet va s'arrêter. La lentille du signal E40 sera orientée en direction de la voie 50, ainsi il sera difficile pour un mécanicien sur la voie 57 de voir l'image du signal.
4	Signal répétiteur pour les trains partants (seulement Elektra 2)	Respect de PR0085	Le type d'enclenchement n'est pas encore connu, mais l'image (SZ-4) a été ajoutée pour les signaux répétiteurs en attendant le choix de l'eStw.

4.3 Conséquences d'une défaillance / Mises en danger

4.3.1 Mises en danger par des défauts d'équipements techniques

☒ pas de mises en danger particulières (couverture par les propriétés des systèmes)

☐ les systèmes présentent les mises en danger particulières suivantes :

N°	Danger	Mesure	Effet escompté de la mesure
1			
2			

4.3.2 Mises en danger sur des passages à niveau

☒ Le projet ne concerne aucun passage à niveau.

☐ Les passages à niveau compris dans le périmètre du projet ne présentent aucun danger particulier. Les PN respectent la PR0054, les éléments de libération (pour les PN en pleine voie) respectent la PR0066.

4.3.3 Mises en danger dans des gares sans accès dénivelé au quai

☒ La gare ne présente aucun accès au quai à travers la voie.

☐ Le projet n'induit aucun nouveau danger lié à l'accès non-dénivelé au quai.

☐ Les mises en danger suivantes existent à cause d'un accès au quai à travers la voie :

N°	Danger	Mesure	Effet escompté de la mesure
1			
2			

4.3.4 Maintien restrictif de tronçons ELV

☐ Le projet ne concerne aucun dispositif de contrôle de l'état libre de la voie.

☒ Les tronçons ELV modifiés atteignent au moins 22 m (selon RTE 25021, chiffre 3.2.1).

☐ Les tronçons ELV suivants sont équipés d'un maintien restrictif :

N°	Tronçon ELV	ELV voisin utilisé	Effet escompté de la mesure
1			
2			

Pour les tronçons d'ELV courts (< 22 m) dans des croisements il faut respecter la PR0046.

4.3.5 Mises en danger par des mouvements de manœuvre contre l'itinéraire

Pour la détection de mouvements contre le sens de marche de l'itinéraire, le RTE 25052, chiffre 2, exige dans certaines situations le contrôle étendu des tronçons ELV ***après le signal de but***.

☐ Le projet ne modifie aucun contrôle étendu de l'état libre de la voie ou aucun contrôle étendu de l'état libre de la voie n'est nécessaire.

☒ Un contrôle étendu de l'état libre de la voie est nécessaire aux endroits suivants :

N°	Signal de but	Tronçons ELV contrôlés	Remarques
1	D32	32.2	
2	F53	53.1	

4.3.6 Temps de manœuvre d'aiguilles avec tronçons avancés (RTE 25021)

☐ Le projet ne modifie ni des aiguilles ni leurs tronçons d'annonce de l'état libre de la voie.

☒ Toutes les aiguilles touchées par le projet sont équipées de signaux nains dans l'installation extérieure.

☐ La longueur de l'isolation par tronçon avancé a été calculée selon le RTE 25021 :

N°	Aiguille	Temps d'inversion [s]	Vitesse de manœuvre [km/h]	Longueur du tronçon avancé [m]
1				
2				

4.3.7 Entrée sur une voie occupée (RTE 25059 / KooSi 149 / PR0025)

☐ Aucune entrée sur voie occupée n'est utilisée ou modifiée dans le présent projet.

☒ La fonction « entrée sur une voie occupée » est utilisée aux signaux suivants :

N°	Signal avec image « entrée occupée »	Tronçons pouvant être occupés	Remarques
1	D31	1.2, 1.1, 22w, 51, 2.2, 2.1, 63, 27w, 3, 24w, 53.3, 53.2, 53.1 4, 23w, 54, 20w, 55, 50, 10w	
2	D32	2.2, 2.1, 63, 27w, 3, 24w, 53.3, 53.2, 53.1 4, 23w, 54, 20w, 55,	
3	J771	51, 22w, 1.1, 1.2 2.1, 2.2, 53.1 , 53.2, 53.3, 24w, 3, 27w, 63 54, 23w, 4, 20w , 55 40, 10w, 50	
4	J871	51, 22w, 1.1, 1.2 2.1, 2.2, 53.1 , 53.2, 53.3, 24w, 3, 27w, 63 54, 23w, 4, 20w , 55 40, 10w, 50	

4.3.8 Sortie de voie occupée (RTE 25060)

☒ Aucune sortie de voie occupée n'est utilisée ou modifiée dans le présent projet.

☐ La fonction « sortie de voie occupée » est utilisée aux signaux suivants :

N°	Signal d'origine	Tronçons pouvant être occupés	Remarques
1			
2			

4.3.9 ELV prolongés aux talons et à la pointe d'aiguille (RTE 25021 / I-50003)

☐ Aucune aiguille avec ELV prolongé n'est construite ou modifiée dans le présent projet.

☒ Les aiguilles suivantes ont un ELV qui dépasse les longueurs normales selon RTE 25021 (représentation selon I-50003) :

N°	Aiguille / croisement	Partie de l'AV	Prolongement en mètres	Tronçon d'ELV voisin
1	9	Talon gauche	20m (sur 28m)	-
2	9	Pointe	6m (sur 14m)	11w
3	14	Talon gauche	2m (sur 10m)	-
4	14	Talon droit	2m (sur 10m)	-
5	18	Talon gauche	12m (sur 20m)	-
6	23b	Talon gauche	4m (sur 12m)	20w
7	27	Talon gauche	20m (sur 28m)	4
8	27	Talon droit	20m (sur 28m)	3
9	28	Talon gauche	1m (sur 9m)	29w

4.3.10 Réduction de la vitesse signalée à cause de protection de flanc absolue manquante dans les enclenchements informatisés

☐ Le projet ne concerne aucun enclenchement informatisé.

☐ Utilisation de la règle du « statu quo » selon PR0057 « réduction de la vitesse signalée en absence de protection de flanc par guidage lors d'upgrade du software d'un enclenchement informatisé ». Les vitesses concernées doivent être documentées avec la remarque « PR0057 » dans le tableau de protection de flanc (chap. 4.2.4.4).

☒ La protection de flanc des aiguilles concernées par le projet est projetée selon RTE 25053 y compris l'annexe A. Les AV concernés par le projet sont listés dans le tableau de protection de flanc (chap. 4.2.4.4).

4.3.11 Contact de rail pour la destruction d'itinéraire de manœuvre avec un seul élément (voir aussi PR0073v2)

☒ Il n'y a pas de destruction d'itinéraire de manœuvre avec un seul élément de destruction s'il est possible d'établir un itinéraire antagoniste avec une vitesse > 40 km/h.

☐ Les itinéraires de manœuvre origine-but suivants sont composés que d'un seul ELV. Si un itinéraire antagoniste avec v > 40 km/h peut circuler, les contacts de rail (CR) suivants sont projetés :

Nr.	Tronçon ELV	Contact de rail
1		
2		

4.3.12 Réduction de la vitesse signalée (Image « Avancer prudemment ») pour les signaux nains

☒ Les réductions de vitesses pour signaux nains ne sont pas modifiées dans ce projet (RTE 25023 chap. 5) ou il n'y a pas de réduction de vitesse pour signaux nains.

☐ Les signaux nains suivants subissent une réduction de vitesse ou une réduction de vitesse est supprimée dans ce projet selon RTE 25023 chap. 5.3 (concernant les voies de quai de chargement) ou chap. 5.7 (concernant les zones tramways) ou sur la base d'un cas spécial.

Nr.	Signal nain	Raison : Ajout / Suppression d'une réduction de vitesse	Remarques
1			
2			

4.3.13 Destruction de la voie de but pour les IT dans une installation avec IM verrouillés (KooSi 141)

☐ Le projet concerne une installation avec IM non-verrouillés (ne rien cocher de plus).

☒ L'installation concernée est équipée avec des IM verrouillés et les tronçons de voie de but éventuellement concernées par le projet ne se détruisent pas uniquement lors de l'occupation de la voie de but (destruction se fait selon KooSi 141)

☐ L'installation concernée est équipée avec des IM verrouillés et les tronçons de voie de but suivants, concernés par le projet, se détruisent lors de l'occupation :

Nr.	IT sur signal	Tronçon	Remarque
1			
2			

4.3.14 Cas particulier dans l'étude de projet

☒ Aucun des deux points suivants n'est concerné par le projet.

☐ Utilisation de BA8 dans une zone de manœuvre.

☐ Le projet touche à la SwiSS FAP (existante ou nouvelle).

4.3.15 Mises en danger par le courant électrique (mise à la terre)

N°	Danger	Mesure	Effet escompté de la mesure
1	Des joints ne seront plus en service, mais ils n'auront pas encore été démantelés.	Les joints sont pontés et le concept de mise à la terre est adapté après la démolition des joints.	Les rails isolés sont mis à la terre des deux côtés
2			

4.4 Exploitation avec influences externes

4.4.1 Mises en danger par des influences techniques (défaut dans des systèmes voisins)

☒ Toutes les mises en danger du projet sont couvertes par les principes génériques. La sécurité des principes génériques est présupposée.

☐ Les mises en danger par des systèmes voisins sont réduites au minimum de la manière suivante :

N°	Danger	Mesures prises	Effet escompté de la mesure
1			
2			

4.4.2 Mises en danger par des influences climatiques ou environnementales

☒ Le projet ne présente aucune mise en danger par des influences climatiques ou environnementales.

☐ Les dangers supplémentaires suivants ont été pris en compte :

N°	Danger	Mesures prises	Effet escompté de la mesure
1			
2			

4.4.3 Mises en danger par des influences mécaniques

☒ Le projet ne présente aucune mise en danger par des influences mécaniques.

☐ Les mises en danger supplémentaires suivantes doivent être prises en compte :

N°	Danger	Mesures prises	Effet escompté de la mesure
1			
2			

4.4.4 Mises en danger pendant l'exécution du projet / par des installations provisoires

Les mises en danger pendant l'exécution du projet sont minimisées comme suit :

Lors l'exécution des travaux par VU, les dispositifs de sécurité sont établis par VU ou par BSL de l'UO correspondante.

Lors l'exécution des travaux par une entreprise externe, les dispositifs de sécurité sont établis par le chef de projet ou par BSL de l'UO correspondante.

Les interventions dans les installations sont annoncées au management des interventions.

4.4.5 Maîtrise des mises en danger avec des processus d'exploitation

☒ Les processus d'exploitation ne sont pas modifiés dans le projet.

☐ Les mises en danger pendant l'exploitation et pendant les travaux de maintenance sont réduites au minimum par les mesures suivantes :

N°	Danger	Mesures prises	Effet escompté de la mesure
1			
2			

4.4.6 Maîtrise des dangers avec des processus de maintenance

☒ Les processus de maintenance ne sont pas modifiés dans le projet.

☐ Les mises en danger pendant l'exploitation et pendant des travaux de maintenance sont réduites au minimum par les mesures suivantes :

N°	Danger	Mesures prises	Effet escompté de la mesure
1			
2			

4.4.7 Autres mises en danger / Dangers provenant d'autres sources

☐ Outre les sources de danger ou les situations dangereuses mentionnées plus haut, aucun autre risque n'est à prendre en considération dans le domaine du projet.

☒ Les dangers supplémentaires suivants ont été pris en compte :

N°	Danger	Mesures prises	Effet escompté de la mesure
1	Forte pente en provenance de la ligne de Nyon-Eysins. Danger pour les IM et les IT sur l'AV28G et les trains arrêtés devant le H63 de la part de la manœuvre qui descend d'Eysins et n'arrive pas à freiner devant le SN74B	L'itinéraire de manœuvre court du SN84B au SN74B exclu dans l'enclenchement (fonction générique). Les autres itinéraires de manœuvre comprenant ces signaux nains sont autorisés.	Pas d'itinéraire de manœuvre dans lequel un freinage devant le SN74B serait nécessaire. La manœuvre en provenance de Nyon-Eysin dispose d'un IM allant au moins jusqu'au SN63B.
2	Zone non centralisée avec une forte pente en provenance de Nyon-Eysins	AV de déraillement (AV 41) avec retour automatique (position déviée à gauche)	Les convois en dérive depuis Nyon-Eysins sont déviés pour éviter de mettre en danger les itinéraires en gare de Nyon. Grâce au rail situé à gauche de la voie, qui fait office de rail de guidage, le convoi en dérive ne met pas en danger l'école située sur le côté de l'AV de déraillement.

4.5 Preuve de la maturité d'application des produits

4.5.1 Systèmes prévus, admissibilité

Les produits suivants sont prévus pour le présent projet. Les cas suivants sont distingués lors de la démonstration de la sécurité :

A. Une ***homologation de série*** existe déjà (référence sous Remarques).
B. Il s'agit d'un produit avec « ***grandfather rights »***, dont la sécurité a été démontrée par l'épreuve de la pratique.
C. Une autorisation de l'OFT pour un ***essai d'exploitation*** est prévue.
D. En remplacement d'une autorisation selon A/B/C, une ***preuve de la sécurité du produit*** a été établie de manière spécifique à l'installation, voir chap. 5.
E. Preuves de la sécurité et expertises relatives à des ***fonctions*** dont la configuration n'est pas déterminée par l'homologation générique (configuration libre).

Système / Fonction	Produit	A	B	C	D	E	Remarques
Poste d'enclenchement	Enclenchement électronique	☒	☐	☐	☐	☐	Type d'enclenchement pas encore connu
Block de ligne	TMN 840/841	☐	☒	☐	☐	☐	
Système de technique de conduite	ILTIS Release Axx	☒	☐	☐	☐	☐	Version de la release actuelle au moment de la MeS
Contrôle de la marche des trains	Balise S21 état 6	☒	☐	☐	☐	☐	TZL 211 03 03 / 12.02.2019
	Besfestifungsvarianten Eurobalisen S21 und S11	☒	☐	☐	☐	☐	TZL 211 03 04 / 07.03.2023
	Optimierte LEU S21	☒	☐	☐	☐	☐	TZL 211 04 03 / 16.02.2023
	Euroloop S21 F	☒	☐	☐	☐	☐	TZL 211 05 02 / 09.04.2021
	ZUBE LSS Datenprozess V2.0	☒	☐	☐	☐	☐	TZL 212 11 02 / 30.04.2020
Dispositif d'annonce de l'état libre de la voie	AzLM V7.6 ASDA	☒	☐	☐	☐	☐	TZL 431 03 13 / 11.10.2022
	UGSK 3	☒	☐	☐	☐	☐	TZL 432 02 01 / 13.01.2023

4.5.2 Conditions d'utilisation relatives à la sécurité

Cet aspect sera traité dans la Preuve sécurité phase réalisation.

5 Rapports à d'autres preuves de la sécurité

Les systèmes, interfaces et fonctions prévus dans le présent projet et bénéficiant d'une homologation suisse respectivement relative à l'utilisation sont mentionnés au chap. 4.5.1.

Pour les systèmes et produits non développés de manière générique ou non encore homologués ainsi que pour les fonctions en configuration libre, les preuves de la sécurité d'utilisation ci-après ont été ou seront établies (y compris les rapports d'examen d'expert y relatifs) :

N°	Titre du document	Version	Date	Auteur	Remarques
1					
2					

6 Résumé

Le présent rapport de sécurité documente les constatations suivantes, que les signataires confirment ensemble :

- Par le présent projet, les bases légales déterminantes, l'ouvrage de référence en matière de technique ferroviaire (RTE) ainsi que les directives internes des CFF sont respectés d'une manière générale.
- Les autorisations de déroger à des prescriptions ont été demandées, respectivement des dérogations octroyées sont utilisées (voir chap. 1.5.6). Des mesures ont été prises pour la réduction des risques connus. Les mesures prévues selon les demandes ou les dérogations correspondantes contribuent à les réduire selon les exigences.
- La démonstration de la sécurité et les étapes de processus nécessaires pour l'établir ont été ou seront exécutées conformément à la directive IS de l'OFT et au RTE 25100.

Conclusion : les conditions nécessaires pour que l'installation planifiée garantisse une exploitation sûre sont donc remplies.

Rien ne s'oppose à une approbation des plans du point de vue du signataire.

Lieu, date : Lausanne, le 15.11.2024

Le/la responsable : Le chef de projet des installations de sécurité

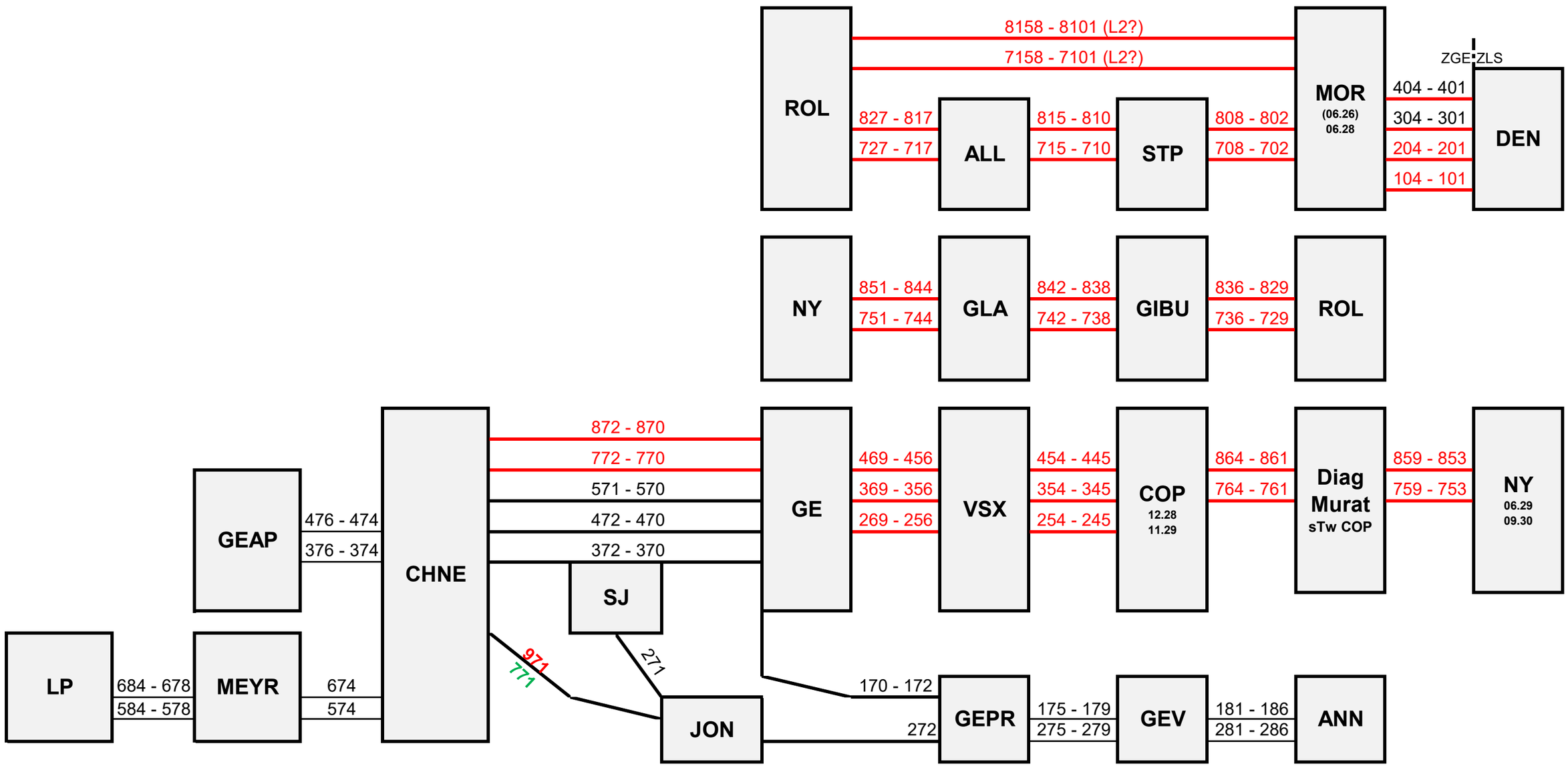
Chemins de Fer Fédéraux

Lausanne, 15 nov. 2024

SEA Signature électronique avancée
Signé sur Skribble.com

Pawel Durdzinski

Schéma de la numérotation des pleines voies Cellule de Genève ZGE



D RTE 25100-V1

4

Rapport de sécurité
Installations de sécurité
Phase de planification

Projet

Chemin de fer : **CFF Chemins de fer fédéraux suisses**

Lieu : **Nyon / Ligne 150**

Objet : **1162414**

Mandat : **NY - Renouvellement de l'enclenchement / État final**

Etabli par CFF SA / Pawel Durdzinski

Historique des modifications :

Version	Date	Auteur	Réviseur	Remarques concernant la modification
1.0	06.10.2022	J. Jaquet	V. Eberle	Version initiale
1.1	12.01.2023	J. Jaquet	V. Eberle	Remarques KCSA & ANOP (1er envoi)
1.2	03.02.2023	J. Jaquet	P. Hammans	Remarques ANOP (2e envoi)
1.3	21.08.2024	P. Durdzinski	J. Bescont	Charges SIOP A1, renumérotation AV et voies, signaux déplacés et nouveaux, MàJ modèle
1.4	15.11.2024	P. Durdzinski		Remarques ANOP complémentaire

Base : modèle D RTE 25100 V1

Table des matières

1 Définition du projet 3
1.1 Vue d'ensemble, affectation 3
1.2 Installation de sécurité, technique de conduite 3
1.3 Documents de référence 4
1.4 Mesures complémentaires en cas d'aménagements d'installations 6
1.5 Particularités du projet et de la procédure 6

2 Rapport de gestion de la qualité 12
2.1 Phase de planification 12
2.2 Phase de réalisation 12

3 Rapport de gestion de la sécurité 13
3.1 Organisation de la sécurité, responsabilités 13
3.2 Plan de sécurité / Jalons du processus de sécurité 13

4 Rapport technique de sécurité 14
4.1 Introduction 14
4.2 Preuve de la conception correcte 14
4.3 Conséquences d'une défaillance / Mises en danger 28
4.4 Exploitation avec influences externes 32
4.5 Preuve de la maturité d'application des produits 34

5 Rapports à d'autres preuves de la sécurité 35

6 Résumé 36

(Mise à jour de la table des matières : clic droit sur la table des matières et choisir « Mettre à jour les champs »)

Abréviations

(les abréviations d'ordre général figurent dans le D RTE 25100, chap. 1.3)

AEx	Autorisation d'exploiter (de l'OFT)
BSL UO	Bau- und Sicherheitsleitungs (Direction de la construction et de la sécurité) Unité organisationnelle
ExE-P	Examen de l'expert pour la phase de planification
ExE-D	Examen de l'expert pour la phase de planification détaillée (correspond à la SIOP A2 (CFF) respectivement à la version initiale de l'ExE-R)
ExE-R	Examen de l'expert pour la phase de réalisation
PrSe	Preuve de la sécurité (phase de réalisation)
RaSe	Rapport de sécurité (phase de planification)
RaTe	Rapport technique (phase de planification)
RL SA	Directive de l'OFT sur la justification des installations de sécurité

1 Définition du projet

1.1 Vue d'ensemble, affectation

Le présent projet consiste à renouveler l'enclenchement de Nyon qui arrive en fin de vie en 2031 en remplaçant le Do 67 actuel par un nouvel enclenchement électronique dans un nouveau bâtiment construit à Prangins. Son remplacement par une nouvelle technologie est indispensable pour permettre les modifications de fonctionnalité futures prévues dans les projets ultérieurs de mise en conformité de la gare et d'amélioration du distancement.

Le présent projet prévoit le maintien des fonctionnalités actuelles avec surdimensionnement du futur bâtiment de service (BS) pour accueillir les développements futurs.

Le projet inclue de démanteler tous les éléments situés dans l'enclenchement afin de libérer les locaux sur le quai 1. Tous les éléments des IS devront être renouvelés pour pouvoir remplacer l'enclenchement efficacement tout en respectant au maximum les besoins de l'exploitation.

Le projet inclue déjà des modifications allant de la sortie de Gland jusqu'après les diagonales de Murat (du km 33.9 au km 43.0) dans le but d'anticiper les demandes de distancement à deux minutes du projet futur *AS35 Installations d'accueil et successions serrées ISP 1161180*.

1.2 Installation de sécurité, technique de conduite

Le remplacement de l'enclenchement de Nyon implique le remplacement de toutes les IS de la gare. Les installations sont remplacées au maximum de façon 1:1. Cependant quelques ajustements sont nécessaires afin de respecter les réglementations actuelles, en particulier le RTE 25000, ainsi que pour utiliser des systèmes et des composants modernes.

En particulier, la signalisation va passer du lumineux au numérique. C'est-à-dire que les images des signaux seront quelques peu différentes.
Le signal de groupe côté Lausanne sera remplacé par des signaux de voie. Le signal de groupe côté Genève sera conservé jusqu'au projet suivant de modernisation de la gare qui modifiera la topologie et permettra de se séparer du signal de groupe. Des adaptations sont faites pour que cela devienne un pseudo signal de groupe.
Le signal de barrage S40 sera remplacé par le signal principal G50. En direction de Lausanne le signal principal E40 est ajouté. Le signal annonciateur de voie libre FB1 sera remplacé par le signal répétiteur F**1.

Le contrôle de la marche des trains est adapté en fonction des modifications de signalisation.

Les signaux nains ainsi que les éléments de contrôle de l'état libre de la voie vont être remplacés et positionnés en fonction de la réglementation actuelle et des besoins de l'exploitation.

Des nouveaux KV sont construits en remplacement des anciens pour connecter tous les nouveaux câbles au nouvel enclenchement tout en gardant en fonction l'ancien enclenchement en parallèle.

Les voies ne sont pas modifiées. Les appareils de voies subiront quelques modifications pour assurer les règles de protection de flanc actuelles (ajout d'AV de déraillement et de sabots déraillleurs). Pour le reste des AV, seuls les moteurs seront remplacés.

Dans la mesure du possible le projet de modernisation de la gare va être pris en compte pour maximiser les synergies entre les projets et donc diminuer les coûts globaux, en particulier en ce qui concerne le distancement à deux minutes.

L'ensemble des modifications est présenté dans le concept de signalisation, ainsi que les autres documents cités au chapitre 1.3.3.

Les systèmes et composants utilisés pour les installations intérieures et extérieures sont mentionnés au chapitre 4.5.1.

1.3 Documents de référence

1.3.1 Base de ce rapport de sécurité

Le présent rapport de sécurité se fonde sur la directive de l'OFT Démonstration de la sécurité Installations de sécurité (Dir. IS) et sur le document D RTE 25100 (PrSe IS) y relatif.

Il documente les résultats de la phase de planification.

1.3.2 Prescriptions légales et normatives

Tabelle standard spécifique aux CFF :

Document	Edition
Dispositions d'exécution de l'OCF (DE OCF)	État au 01.07.2024
RTE 25000 (Compendium)	Édition 12
RTE 25931 (Passage à niveau, Documentation de base)	Édition 2, du 26.07.2019

1.3.3 Documentation du projet

Le présent projet est défini par les documents suivants. Ceux-ci forment simultanément la base du présent rapport de sécurité :

Doc.	Titre du document	Version	Date	Auteur	Remarques
[1.1]	**Auflagenmanagement**	--	--	--	Jira N° 39077
[1.2]	Tabelle PfS GIBU-PTC	2-27-2	14.11.2024	A. Boucher	-
[1.3]	Tabelle PfS PTC-GIBU	2-25	18.09.2024	A. Boucher	-
[1.4]	Proposition RADN	3	20.06.2024	A. Boucher	-
[1.5]	Preuve du distancement	3-1	18.09.2024	A. Boucher	-
[1.6]	Concept de signalisation NY-SIKO-1v2-1162414	I	15.11.2024	C. Stauffer	Contrôle: P. Durdzinski
[1.7]	Concept de signalisation NY-SIKO-2v2-1162414	I	15.11.2024	C. Stauffer	Contrôle: P. Durdzinski
[1.8]	Preuve de visibilité des signaux	4	06.08.2024	P. Durdzinski	-
[1.9]	PV de contrôle de visibilité: originaux et corrections	-	10.10.2023	J. Jaquet	Correction: PDu 15.11.2024
[1.10]	Formulaire de décision PAP	-	30.09.2022	J. Jaquet V. Eberle	-
[1.11]	Rapport technique installations de sécurité	2.5	15.11.2024	P. Durdzinski	Contrôle: J. Bescont
[1.12]	Cahier des charges	2.0	22.07.2021	A. Nicole	-
[1.13]	Tabelle de décision L43 (I-20027 / I-50115) Gland	2.2	08.08.2024	P. Juilland	-
[1.14]	Tabelle de décision L43 (I-20027 / I-50115) Nyon	3.2	05.11.2024	P. Juilland	-
[1.15]	Tabelle d'analyse des empêchements de départ pour trains partants et rebroussant L44	3.1	08.08.2024	P. Juilland	-
[1.16]	Tabelle de signalisation	3.2	14.11.2024	A. Boucher	-
[1.17]	Analyse de risque SAF_0707 Protection de flanc entre Nyon et Eysins	1.0	14.04.2022	M. Lüthi	Relecture: H. Schlatter M. Wasem
[1.18]	Validation Exploitation (I-FUB-BF) (E-Mail Distance signaux d'entrées et 1ère aiguille)	-	21.09.2022	S. Bourquin	Date du PDF 26.09.2022
[1.19]	Validation Ligne de contact	-	24.10.2022	G. Raemy G. Chauvin	Validation: Ronny Frik
[1.20]	Décision Designteam LSS Design_Ver 779	-	10.01.2024	P. Juilland J. Jaquet	MàJ vs. SIKO k RàS vs. SIKO l
[1.21]	Décision Designteam LSS Design_Ver 780	-	10.01.2024	P. Juilland J. Jaquet	MàJ vs. SIKO k RàS vs. SIKO l
[1.22]	Décision Designteam LSS Design_Ver 877	-	12.10.2022	L. Furer	MàJ vs. SIKO k RàS vs. SIKO l
[1.23]	Validation pseudo signal de groupe H63 par POS	-	23.10.2023	M. Thomi	-
[1.24]	Journal des modifications	-	15.11.2024	P. Durdzinski	-

1.4 Mesures complémentaires en cas d'aménagements d'installations

(voir remarque dans le RTE 25100, chap. 5.2.3 et explication des termes au chap. 3.2)

Le présent projet tient aussi compte des mesures de suppression des défauts selon le HTA 4006 (conformément à la directive I-50217 des CFF).

☐ Les mesures de suppression des défauts (mesures HTA) sont mises en œuvre (voir le document « Ausführungskontrolle HTA 4006/xx » (chap. 1.3.3).

☒ Aucune mesure de suppression des défauts (mesures HTA) n'est prévue

Justification :

☒ Il s'agit d'un enclenchement informatisé.

☐ Toutes les mesures ont déjà été réalisées. (voir le document « Ausführungskontrolle HTA 4006/xx » au chap. 1.3.3)

☐ La partie des installations de sécurité est inférieure à 20 kCHF.

1.5 Particularités du projet et de la procédure

(voir directive OFT chap. 5 et 8 ainsi que RTE 25100, chap. 4.3)

1.5.1 Maturité du projet

Le concept prévoit la procédure suivante pour le projet IS :

☒ Une PAP est nécessaire et la partie IS y est intégrée comme suit :

- ☒ simultanément au projet général, respectivement comme projet général
- ☐ avec fourniture ultérieure des documents IS
- ☐ comme sous-projet IS venant après coup

☐ Une PAP n'est pas nécessaire d'après l'évaluation du maître d'ouvrage, voir chap. 1.5.4.

Le projet IS est envoyé avec le degré de détail suivant :

☒ avec les documents spécifiques aux installations de sécurité :

- ☒ plans détaillés (plan des signaux, etc. selon Dir. OPAPIF, chiffre 47)
- ☐ déjà avec les documents du poste d'enclenchement, respectivement le dossier de construction
- ☐ les documents du poste d'enclenchement, respectivement le dossier de construction seront transmis ultérieurement

☐ sans documents spécifiques aux IS parce qu'aucune PAP n'est nécessaire du point de vue des installations de sécurité (cf. chap. 1.5.4)

1.5.2 Type de tronçon

Le périmètre du projet se situe :

☐ dans le réseau non interopérable

☒ dans le réseau principal interopérable

☐ dans le réseau complémentaire interopérable

La déclaration de conformité IOP sera établie après l'examen de la phase planification.

1.5.3 Maturité de spécification du projet

Le projet englobe :

☒ exclusivement des processus d'exploitation déjà en vigueur, des fonctionnalités techniques, des possibilités d'étude de projet, des produits et des utilisations de produits déjà explicitement homologués ou largement utilisés depuis plusieurs années dans l'entreprise ferroviaire.

☐ les fonctionnalités techniques suivantes non encore homologuées de manière générique dans l'entreprise ferroviaire :

N°	Nouvelle fonctionnalité technique	Base / Référence
1		
2		

☐ les possibilités d'étude de projet pas encore homologuées de manière générique dans l'entreprise ferroviaire :

N°	Nouveau principe d'étude de projet	Base / Référence
1		
2		

☐ les processus d'exploitation suivants non encore homologués de manière générique dans l'entreprise ferroviaire :

N°	Nouveau processus d'exploitation	Base / Référence
1		
2		

☐ les utilisations de produits suivantes non encore homologuées de manière générique dans l'entreprise ferroviaires (pour une fonctionnalité technique existante) :

N°	Nouvelle utilisation	Base / Référence
1		
2		

☐ des preuves de sécurité d'application génériques ou spécifiques au cas particulier, respectivement d'autres documents équivalents, existent pour des aspects d'utilisation non encore homologués de manière générique dans l'entreprise ferroviaire (voir documents chap. 5) qui :

- ☐ s'appuient sur l'analyse de risques
  - ☐ effectuée par une OER dans un rapport d'évaluation des risques (chap. 1.5.5),
  - ☐ présentant sinon l'application comme « changement non significatif » ;
- ☐ présentant des règles claires d'étude de projet de l'installation ;
- ☐ vérifiant que toutes les conditions suivantes des produits sont remplies :
  - ☐ les spécifications du fournisseur satisfont aux prescriptions de l'entreprise ferroviaire ;
  - ☐ les prescriptions de l'entreprise ferroviaire sont remplies par les possibilités d'étude de projet ;
  - ☐ les conditions d'application des produits n'ont pas d'influence non prise en considération sur les prescriptions de sécurité ;

☐ sont complets en ce qui concerne le traitement de toutes les charges en rapport avec la démonstration de la sécurité (résultats des preuves de sécurité d'utilisation ou des expertises / validations / homologations correspondantes), ou une expertise est établie dans le cadre de la SIOP A concernant les documents de démonstration, c.-à-d. :

- ☐ Les éventuelles charges en suspens de SIOP A sont réglées ultérieurement ;
- ☐ ou il n'y a pas de charges ouvertes issues de la preuve de sécurité générique, ou de son expertise et de son approbation ;
- ☐ ou la preuve du traitement de toutes les charges en suspens de la preuve générique ou de son expertise / homologation a été documentée au moins en ce qui concerne l'installation dans le tableau suivant :

Nr.	Constatation ouverte issue de la preuve générique (preuve de sécurité d'utilisation / expertise / autorisation)	Preuve de la réalisation de la charge / condition pour la présente installation (alternative : proposition de procédure pour la réalisation)
1		
2		

☐ les travaux complémentaires nécessaires ci-après sont planifiés :

- ☐ Analyse de risque
- ☐ Règles claires pour les possibilités d'études de projet de l'installation
- ☐ adaptation/complément des prescriptions d'exploitation

1.5.4 Catégorie d'application (PAP)

La catégorie d'application est fixée comme suit (OFT Directive Démonstration de la sécurité, chap. 8.2) :

Voir formulaire de décision PAP référencé dans le chap. 1.3.3.

1.5.5 Changement significatif

Aucun changement significatif

1.5.6 Dérogations / Autorisations exceptionnelles

1.5.6.1 Dérogations à des prescriptions d'interopérabilité

☒ Le projet ne contient aucune dérogation à des prescriptions d'interopérabilité.

☐ Les dérogations ainsi que les autorisations correspondantes (demandées ou octroyées) font l'objet d'un document séparé (→ voir doc. *[x.x]* au chap. 1.3.3).

1.5.6.2 Dérogations à des prescriptions souveraines

☒ Selon la liste des autorisations exceptionnelles SIOP A, il n'y a pas de dérogation aux prescriptions souveraines sur l'installation et aucune nouvelle dérogation n'est demandée.

☐ Les demandes de dérogation aux prescriptions souveraines suivantes sont demandées, respectivement les autorisations exceptionnelles existantes suivantes sont disponibles sur l'installation selon la liste des autorisations exceptionnelles SIOP A :

Les variantes possibles suivantes :

a) Nouvelle -> Une nouvelle demande est déposée.
b) Existante -> Le projet entraîne des répercussions sur l'autorisation exceptionnelle. Elle doit rester en place et doit donc faire l'objet d'une nouvelle demande.
c) Existante -> Le projet entraîne des répercussions sur l'autorisation exceptionnelle. Elle peut être annulée, car la situation est régularisée par le projet.
d) Existante -> Le projet n'a pas d'impact sur l'autorisation exceptionnelle. Elle peut être annulé, car la situation est déjà régularisée.
e) Existante -> Le projet n'a pas d'impact sur l'autorisation exceptionnelle. Elle reste en place.

N°	Objet et référence de la prescription dérogé, respectivement titre de l'autorisation exceptionnelle existante	Localisation de l'élément	Référence à la demande ou à la dérogation / Date	Indiquer la variante correspondante a) à e), y compris la justification (voir guide)
[3.1]				
[3.2]				

1.5.6.3 Dérogations à des prescriptions sous des critères clairs (pseudo dérogations)

☐ Aucune pseudo-dérogation à des prescription n'est concernée par le projet.

☒ Les pseudo dérogations suivantes à des prescriptions (voir RTE 25100, chap. 4.7.3) sont justifiées par :

N°	Objet et référence de la prescription	Localisation de l'élément	Justification de la dérogation et évaluation
[4.1]	Signal d'entrée à plus de 500 m avant la 1ère aiguille R RTE 25027 §3.4.1b	Signaux d'entrées : A764 et A864 au Km 36.575 1ère aiguille : AV3 au Km 37.756 Distance : 1'181 mètres	Validation par le service de l'exploitation (I-FUB-BF) en annexe ([1.18]) La signalisation a été réalisée en prenant en compte le projet futur de mise en conformité de la gare AS35 dans lequel une diagonale à Prangins sera réalisée. Les AV seront positionnés entres les Km 36.803 et Km 36.923. Les signaux d'entrées se retrouveront à 228 mètres des aiguilles. C'est la meilleure position pour garantir un distancement à 2 minutes comme demandé dans le mandat. Des signaux de voies D31 et D32 sont positionnées au Km 37.760 et Km 37.748 pour éviter de devoir ralentir trop vite pour prendre les AV en dévié.

N°	Objet et référence de la prescription	Localisation de l'élément	Justification de la dérogation et évaluation
[4.2]	Signal d'entrée à plus de 500 m avant la 1ère aiguille R RTE 25027 §3.4.1b	Signaux d'entrées : J771 et J871 au Km 39.476 1ère aiguille : AV39 au Km 38.964 Distance : 512 mètres	Validation par le service de l'exploitation (I-FUB-BF) en annexe ([1.18]). La signalisation a été réalisée en prenant en compte le projet futur de mise en conformité de la gare AS35 dans lequel 3 diagonales à 90 km/h seront construites. Les 3 diagonales seront positionnées entres les km 38.812 et km 39.326. Les signaux d'entrées se retrouveront à 150 mètres des aiguilles. C'est la meilleure position pour garantir un distancement à 2 minutes comme demandé dans le mandat.
[4.3]	La protection de flanc par guidage sur la voie 3 mène vers la voie à protéger. L'entraxe entre les voies à cet endroit est inférieur à 7.1 m. R RTE 25053 §3.3.1	SD25 sur voie 3 Km 38.548	Le rail de guidage parallèle sera placé de manière que le véhicule déraillé ne quitte pas le lit de ballast. Une adaptation du plan de voie serait disproportionnée.
[4.4]	Distance entre deux signaux principaux R RTE 25027 §3.4.3	Signaux principaux G4 (km 38.531) et H63 (km 38.677). Distance : 144 m	Les deux signaux principaux sont placés à moins de 180 m, mais ils seront couplés. L'exploitation pourra réaliser soit une entrée longue soit une entrée courte

1.5.6.4 Dérogations à des prescriptions RTE (resp. à des réglementations internes)

☐ Selon la liste des autorisations exceptionnelles SIOP A, il n'y a pas de dérogation à des prescriptions RTE dans l'installation et aucune nouvelle demande de dérogation n'est demandée.

☒ Les demandes de dérogation suivantes sont demandées, respectivement les autorisations exceptionnelles suivantes existent sur l'installation selon la liste des autorisations exceptionnelles SIOP A :

Les variantes possibles suivantes :

a) Nouvelle -> Une nouvelle demande est déposée.
b) Existante -> Le projet entraîne des répercussions sur l'autorisation exceptionnelle. Elle doit rester en place et doit donc faire l'objet d'une nouvelle demande.
c) Existante -> Le projet entraîne des répercussions sur l'autorisation exceptionnelle. Elle peut être annulée, car la situation est régularisée par le projet.
d) Existante -> Le projet n'a pas d'impact sur l'autorisation exceptionnelle. Elle peut être annulé, car la situation est déjà régularisée.
e) Existante -> Le projet n'a pas d'impact sur l'autorisation exceptionnelle. Elle reste en place.

N°	Objet et référence de la prescription dérogé, respectivement titre de l'autorisation exceptionnelle existante	Localisation de l'élément	Référence à la demande ou à la dérogation / Date	Indiquer la variante correspondante a) à e), y compris la justification (voir guide)
[5.1]	Nyon / Protection contre manœuvre de VR Nyon-Eysins	Nyon	N°305 / 21.07.2008	c) L'autorisation peut être annulée, car le projet régularise la situation. En effet, l'AV41 de déraillement est ajouté, de plus la voie 74 et l'AV41 seront centralisés. Plus aucun règlement n'est enfreint.

1.5.7 Maturité d'utilisation des produits

☐ Le projet concerne exclusivement la configuration de l'installation ; les produits utilisés et leurs applications génériques ne sont pas modifiés.

☒ Le projet modifie les produits utilisés sur l'installation, respectivement des produits supplémentaires ou d'autres produits que les produits actuels sont utilisés.

- ☒ Il est prévu d'utiliser exclusivement des produits et des applications qui sont déjà au bénéfice d'une homologation de série ou qui sont reconnus d'une autre manière. (produits utilisés : voir tableau au chap. 4.5.1) ;
- ☐ Il est prévu d'utiliser des produits qui sont déjà au bénéfice d'une homologation de série ou reconnus d'une autre manière, mais aussi d'utiliser des fonctions dont la configuration n'est pas déterminée par l'homologation générique. (produits concernés : voir tableau au chap. 4.5.1) ;
  - ☐ La *maturité de spécification* est donnée pour la raison suivante :
    - ☐ il s'agit d'une fonction usuelle, mais qui manque simplement dans le spectre générique du produit.
    - ☐ il s'agit d'une application usuelle, qui est toutefois utilisée dans des conditions d'application non déterminées de manière générique.
    - ☐ la maturité est atteinte de manière explicite et a été documentée selon le chap. 1.5.3.
  - ☐ La procédure de démonstration de la sécurité et l'expertise sont clairement prescrites par la gestion de la sécurité et un « plan de sécurité » a été établi en conséquence (→ voir doc. au chap. 1.3.3).
- ☐ Il est prévu d'utiliser des produits ou des applications qui ne sont pas encore au bénéfice d'une homologation de série (voir tableau au chap. 4.5.1).
  - ☐ La procédure d'homologation de série correspondante est en cours :
    - ☐ l'autorisation d'essai d'exploitation a été octroyée par l'OFT (voir chap. 4.5.1) ;
    - ☐ l'autorisation d'essai d'exploitation n'a pas encore été octroyée par l'OFT,
      - ☐ les documents nécessaires seront fournis après coup à l'OFT ;
      - ☐ la solution de remplacement ci-dessous sera choisie si la maturité d'application des produits requise n'est pas atteinte.
  - ☐ Il n'existe aucune homologation de série correspondante. La démonstration de la sécurité par le fournisseur et l'expertise correspondante sont suffisamment avancées et garantissent la maturité d'application des produits (voir chap. 4.5.1 et 5).
  - ☐ Il s'agit de produits avec « grandfather rights » pour lesquels l'épreuve de la pratique correspond à une démonstration de la sécurité (selon la Dir. IS de l'OFT, chap. 8.6).

2 Rapport de gestion de la qualité

2.1 Phase de planification

Le respect des exigences relatives au management de la qualité est assuré aux CFF par l'application de la réglementation I-50174 (Chap. 3 Management de la qualité). Par ailleurs, les exigences relatives au management de la qualité du RTE 25100 sont indiquées dans le document « Erfüllung Q-Anforderungen I-50174 » qui précise de quelle manière elles sont remplies.

2.2 Phase de réalisation

Voir chap. 2.1

3 Rapport de gestion de la sécurité

3.1 Organisation de la sécurité, responsabilités

La responsabilité pour les questions concernant les installations de sécurité dans la phase de planification (phases FDMS 1 à 5) est endossée par les spécialistes suivants :

Pos.	Domaine partiel / Fonction	Responsable
1	**Direction du projet côté CdF :**	CFF, chef de projet (Blaise Destraz)
2	**Planification / Etude de projet :**	
	- installat. de sécurité (dans son ensemble) :	CFF, chef de projet (Pawel Durdzinski)
3	**Vérification :**	
	- installat. de sécurité (dans son ensemble) :	CFF, ANOP, SIOP A et contrôle des documents de construction
4	**Contrôle du risque :**	
	Evaluation du risque par un OER	CFF, Safety (Melanie Lüthi)
5	**Examen d'expert Planification :**	CFF, SIOP A

L'indépendance des planificateurs et des experts selon la Dir. OCI-CF, chap. 6.2.2 est garantie par la séparation organisationnelle et par les processus (selon I-50174).

3.2 Plan de sécurité / Jalons du processus de sécurité

Les jalons principaux du processus de sécurité sont prévus de la manière suivante à l'état actuel de la planification :

Instant 1)	Jalon	Activité	Date planifiée ***actuellement*** 2)
	Etablissement du dossier PAP	ANOP achevée	09.2024
		SIOP A1 achevée	11.2024
		Prise de position sur les consignes de la SIOP A1 faite.	12.2024
T1	Envoi du dossier PAP	Transmission du dossier PAP à l'OFT	31.01.2025
T2	Décision d'approbation des plans (DAP)	Décision d'approbation des plans rendue par l'OFT	01.03.2028
		Début des travaux d'exécution	01.05.2029
T3 *)	Mise en service	Checklist SIOP B remise	T3 2031
		Directives et formations spécifiques à l'installation	T3 2031
		Mise en service	09.2031
T3.1 *)	Conclusion	Remise des versions finales des preuves de sécurité à l'OFT	T1 2032

1) selon Dir. IS, figures 1 et 2
2) des indications de temps relatives sont aussi possibles
*) déroulement standard

4 Rapport technique de sécurité

4.1 Introduction

Le présent projet concerne simplement une modification de l'installation ; il ne comprend aucune part de développement novateur.

4.2 Preuve de la conception correcte

4.2.1 Structure de l'installation / Architecture du système / Interfaces

(voir tableau du chap. 4.5)

4.2.2 Exigences du système

Le respect des exigences du système est prouvé de la manière suivante :

- Le *comportement fonctionnel* correct au niveau du système est garanti par la planification conforme aux prescriptions de l'installation de sécurité, voir chap. 1.5.7.
- Le respect des *exigences du système* est rempli par l'étendue fonctionnelle des produits. La démonstration de la sécurité pour le cas particulier est documentée, voir chap. 5.

4.2.3 Exigences de sécurité

Le respect des exigences *techniques et opérationnelles* de sécurité est prouvé par la documentation du projet (chap. 1.3.3), les chapitres ci-après et, en particulier, par le respect des conditions d'application liées à la sécurité (chap. 4.5.2).

4.2.4 Respect des bases légales

Ce chapitre démontre que, outre les exigences couvertes par les produits génériques, des mesures adéquates ont été prises pour la réduction de tous les risques et dangers de la phase de planification, et que toutes les bases légales concernées sont respectées.

4.2.4.1 Distances de glissement

☐ Les distances de glissement ne sont pas impactées par le projet.

☒ Les distances de glissement ci-après sont impactées par le projet :

N°	Signal de but	Point de conflit	Déclivité moyenne [‰] (- = pente)	V max déterminante [km/h]	Distance gliss.		Mesures	
					doit [m]	est [m]	Verrouillage part. / circul. opposée	Images plus restrictives (toujours active = fix ; uniquement si simultanéités = gF)
1	D31	AV 5	-7.1	140	93	56	-	gF = 60 km/h
2	D31	SP E40	-	-	-	>150	Aucune mesure nécessaire	
3	D32	AV 5	-7.1	140	93	68	-	gF = 90 km/h
4	E40	AV 4	5.6	40	40	48	Aucune mesure nécessaire	
5	F51	AV 4	-	-	-	>150	Aucune mesure nécessaire	
6	F51	SN 41A	-	-	20	0	IT - IM	
7	F2	AV 6	-	-	-	>150	Aucune mesure nécessaire	
8	F2	SN 42A	-	-	20	0	IT - IM	
9	F53	AV 11	5.6	60	50	67	Aucune mesure nécessaire	
10	F54	AV 11	5.6	40	40	67	Aucune mesure nécessaire	
11	F54	AV 13	5.6	40	40	20	IT - IT	-
12	F55	AV 11	5.6	40	40	84	Aucune mesure nécessaire	
13	F55	AV 13	5.6	40	40	36	IT - IT	-
14	G50	Heurtoir	-8.7	40	44	63	Aucune mesure nécessaire	
15	G50	AV 22	-8.7	40	44	28	IT - IT	
16	G4	AV 27	-6.9	40	42	42	Aucune mesure nécessaire	
17	H2	AV 29	-6.6	80	62	24	IT – IT	fix = 80 km/h Tiefhaltung pour la distance de freinage
18	H63	AV 31	-6.6	60	52	126	Aucune mesure nécessaire	
19	H1	AV 31	-6.7	90	67	42	-	gF = 40 km/h (fix = 90 km/h Tiefhaltung pour la distance de freinage)

4.2.4.2 Contrôle de la marche des trains / circulations non autorisées/trop rapides

☐ pas pertinent, pas touché par le projet.

☒ tous les tronçons et toutes les vitesses de pleine voie et de gare, touchés par le projet, sont équipés d'un dispositif de surveillance continue de la vitesse.

☐ les tronçons ou les vitesses de pleine voie ou de gare suivants ne sont pas équipés d'un dispositif de surveillance continue de la vitesse :

N°	Tronçon	Justification	Mesures / Evaluation
1			
2			

4.2.4.3 Dispositifs d'empêchement de départ

☐ le projet ne nécessite ou ne concerne aucun dispositif d'empêchement de départ.

☒ les empêchements de départ figurent dans le document « L43 Tabelle de décision I-20027 » voir chap. 1.3.3.

4.2.4.4 Protection de flanc (D RTE 25053)

☐ La protection de flanc n'est pas pertinente dans le présent projet.

☒ La protection de flanc des éléments concernés par le projet est assurée par les mesures suivantes :

N°	Point conflict.	Circ. à protéger (voie / branche d'aig.)	Protection de flanc par guidage	V_{max} itinéraire à protéger	Elément de protection de flanc	Justification / Mesures
1	AV 3	D	Non	80	AV 7 à droite, SN 41B et ELV 4w	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe)
2			Non	80	SN 40B, 41B et ELV 4w et 7w	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe)
3		G	Oui	145	AV 5 à gauche	V > 125 km/h
4			Non	80	AV 9 à gauche, SN 42B et ELV 5w, 6w	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe)
5	AV 4	D	Oui	145	AV 7 à droite	V > 125 km/h
6			Non	80	SN 40B et ELV 7w	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe)
7		G	Non	40	SN 41B	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe)
8	AV 5	D	Non	80	SN 32A	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (pas de garage sur v12, 22, 32)
9		G	Oui	145	AV 3 à gauche	V > 125 km/h
10			Non	80	SN 31A et ELV 3w	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (pas de garage sur v11, 21, 31)
11	AV 6	D	Non	60	SN 42B	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe)
12		G	Oui	145	AV 9 à gauche	V > 125 km/h
13			Non	80	SN 53B, 54B, 55B et ELV 9w, 11w, 13w	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe)
14	AV 7	D	Oui	40	AV 4 à droite	Pas d'itinéraire train
15		G	Non	40	SN 30A	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (voie 30 à plat, cf. **Figure 1**)
16	SD 8	-	-	-	-	Sabot de protection
17	AV 9	D	Oui	60	SD 8	V <= 80 km/h, dérive
18		G	Oui	40	AV 6 à gauche	Pas d'itinéraire train
19	AV 10	D	Non	40	SD 16, 17, SN 57B et ELV 12w, 14w	Zone non centralisée, v <= 40 km/h
20		G	Non	40	SN 50B	Pas d'itinéraire train
21	AV 11	D	Non	40	SN 53B	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe)
22		G	Non	60	SN 54B, 55B et ELV 13w	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe)
23	AV 12	D	Non	40	SN 57B	Pas d'itinéraire train

N°	Point conflict.	Circ. à protéger (voie / branche d'aig.)	Protection de flanc par guidage	V_{max} itinéraire à protéger	Elément de protection de flanc	Justification / Mesures
24		G	Oui	40	SD 16, 17 et ELV 14w	Pas d'itinéraire train
25	AV 13	D	Non	40	SN 54B	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe)
26		G	Non	40	SN 55B, SN 56B	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe)
27	AV 14	D	Non	40	SD 17	Pas d'itinéraire train
28		G	Non	40	SD 16	Pas d'itinéraire train
29	AV 15	D	-	-	-	Pas d'itinéraire train
30		G	Oui	40	SD 956	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, risque de dérive (pente moy. -1.8‰)
			Non	-	-	Protection de flanc par guidage nécessaire à cause de la pente depuis la voie 56
31	SD 16	-	-	-	-	Sabot de protection
32	SD 17	-	-	-	-	Sabot de protection
33	SD 956	-	-	-	-	Sabot de protection
34	AV 18	D	-	-	-	AV de protection
35		G	-	-	-	
36	AV 19	D	Non	40	-	AV non centralisé
37		G	Non	40	-	AV non centralisé
38	AV 20	D	Oui	40	AV 23bN à droite	Pas d'itinéraire train
39		G	Non	40	SN 65B	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe)
40	AV 21	D	Non	40	-	AV non centralisé
41		G	Non	40	-	AV non centralisé
42	AV 22	D	Non	40	SN 51A	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (pas de garage sur v41, 51)
43		G	Oui	145	AV 18 à gauche	V > 125 km/h
44			Non	-	-	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, risque de dérive (garage sur v40, v50, pente moy. > 0.5 ‰)
45	AV 23a	D	Oui	40	AV 24 à droite	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe)
46			Non	40	SN 3B et ELV 24w	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe)
47		G	Non	40	SN 4B	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe)
48	AV 23b	D	Oui	40	AV 20 à droite	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (voie 55 à plat, cf. **Figure 3**)
49			Non	40	SN 55A	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (voie 55 à plat, cf. **Figure 3**)

N°	Point conflict.	Circ. à protéger (voie / branche d'aig.)	Protection de flanc par guidage	V_{max} itinéraire à protéger	Elément de protection de flanc	Justification / Mesures
50		G	Non	40	SN 54A	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (voie 54 à plat, cf. **Figure 2**)
51	AV 24	D	Oui	60	AV 23a à droite	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (voies 54 et 55 à plat, cf. **Figure 2** et **Figure 3**)
52			Non	60	AV20 à droite, SN 54A et ELV 23w	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (voies 54 et 55 à plat, cf. **Figure 2** et **Figure 3**)
53		G	Non	40	SN 53A	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (pas de garage v53)
54	SD 25	-	-	-	-	Sabot de protection
55	SD 26	-	-	-	-	Sabot de protection
56	AV 27	D	Oui	60	SD 26	V <= 80 km/h, dérive
57		G	Oui	40	SD 25	V <= 80 km/h, dérive
58			Non	-	-	Protection de flanc par guidage nécessaire à cause de la pente sur les voies 3 et 53.
59	AV 28	D	Oui	40	AV 29 à droite	Pas d'itinéraire train
60		G	Non	60	SN 74B	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive[1], pas de garage sur v74
61	AV 29	D	Oui	150	AV 28 à droite	V > 125 km/h
62			Non	-	-	Protection de flanc par guidage nécessaire à cause de la pente sur la voie 63 et les suivantes.
63		G	Non	60	SN 2A	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (pas de garage sur v2)
64	AV 30	D	Oui	150	AV 31 à droite	V > 125 km/h
65			Non	80	AV 33 à gauche, SN 81B et ELV 31w, 32w	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe)
66		G	Non	60	SN 72B	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe)
67	AV 31	D	Oui	150	AV 30 à droite	V > 125 km/h
68			Non	80	AV 28 à droite, SN 2A et ELV 29w, 30w	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive depuis v2 (pas de garage sur v2)
69		G	Non	60	SN 1A	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (pas de garage sur v1 et v51)
70	AV 32	D	Non	60	SN 81B	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe)
71		G	Oui	150	AV 33 à gauche	V > 125 km/h

[1] La zone non centralisée de Nyon-Eysins en amont de la voie 74 n'est pas traitée directement dans ce cas-là, mais de manière générique avec l'AV de déraillement (AV41) avec retour automatique (position en dévié à gauche).

N°	Point conflict.	Circ. à protéger (voie / branche d'aig.)	Protection de flanc par guidage	V_{max} itinéraire à protéger	Elément de protection de flanc	Justification / Mesures
72			Non	80	SN 82B et ELV 33w	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (rampe)
73	AV 33	D	Non	60	SN 72A	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (pas de garage sur v72)
74		G	Oui	150	AV 32 à gauche	V > 125 km/h
75			Non	60	AV 30 à droite, SN 1A et ELV 31w, 32w	Mvts de manœuvre, v <= 80 km/h, pas de dérive (pas de garage sur v1)
76	AV 41	R	-	-	-	AV de déraillement avec retour automatique (position en dévié à gauche)
77		L	-	-	-	

Lors de l'utilisation de la fonction de « protection de flanc par commutation du mode d'exploitation » (CMEPF / BAUF), il faut respecter la PR0068.

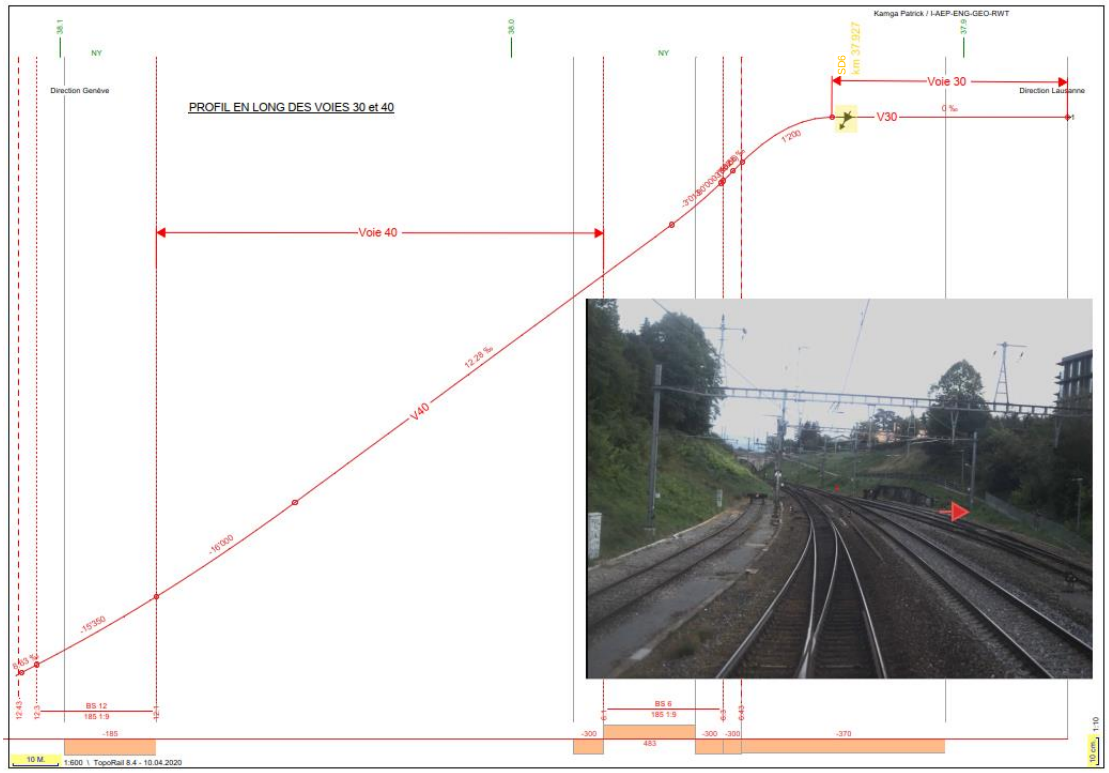


Figure 1 Voie 30 à plat (0 ‰) ne nécessitant pas de SD (SD actuel démantelé, représenté sur le profil)

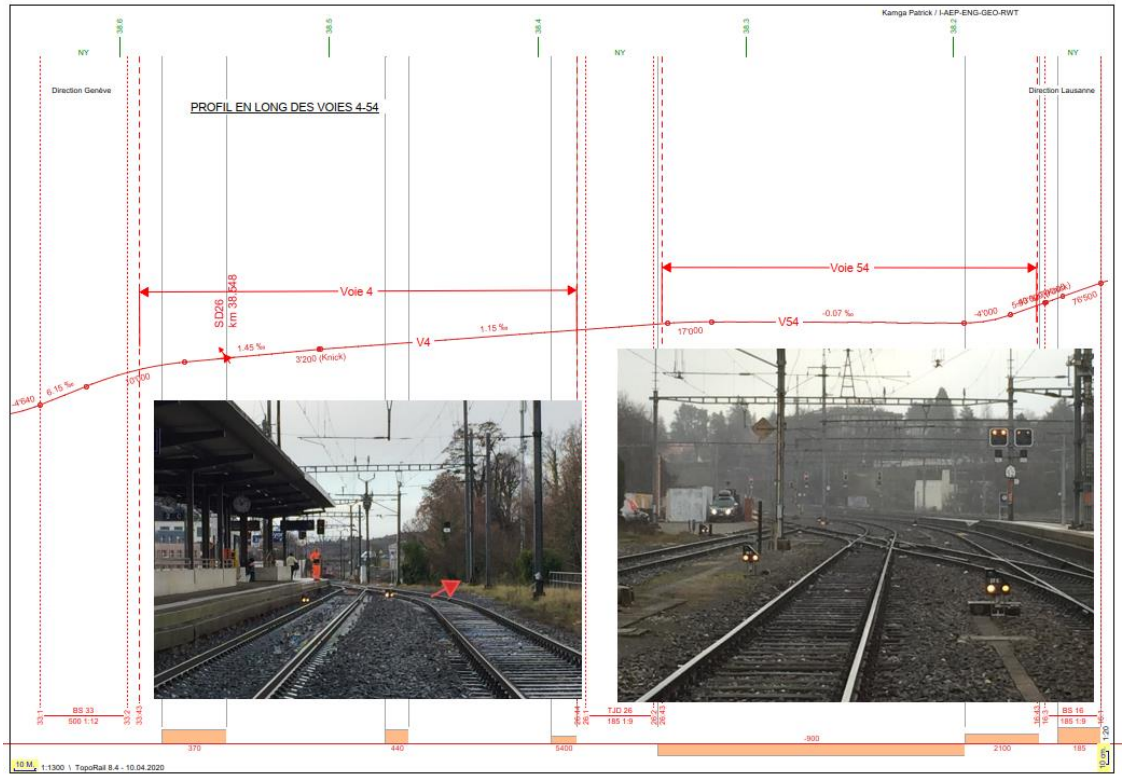


Figure 2 Voie 54 à plat (< 0.5 ‰) ne nécessitant pas de SD

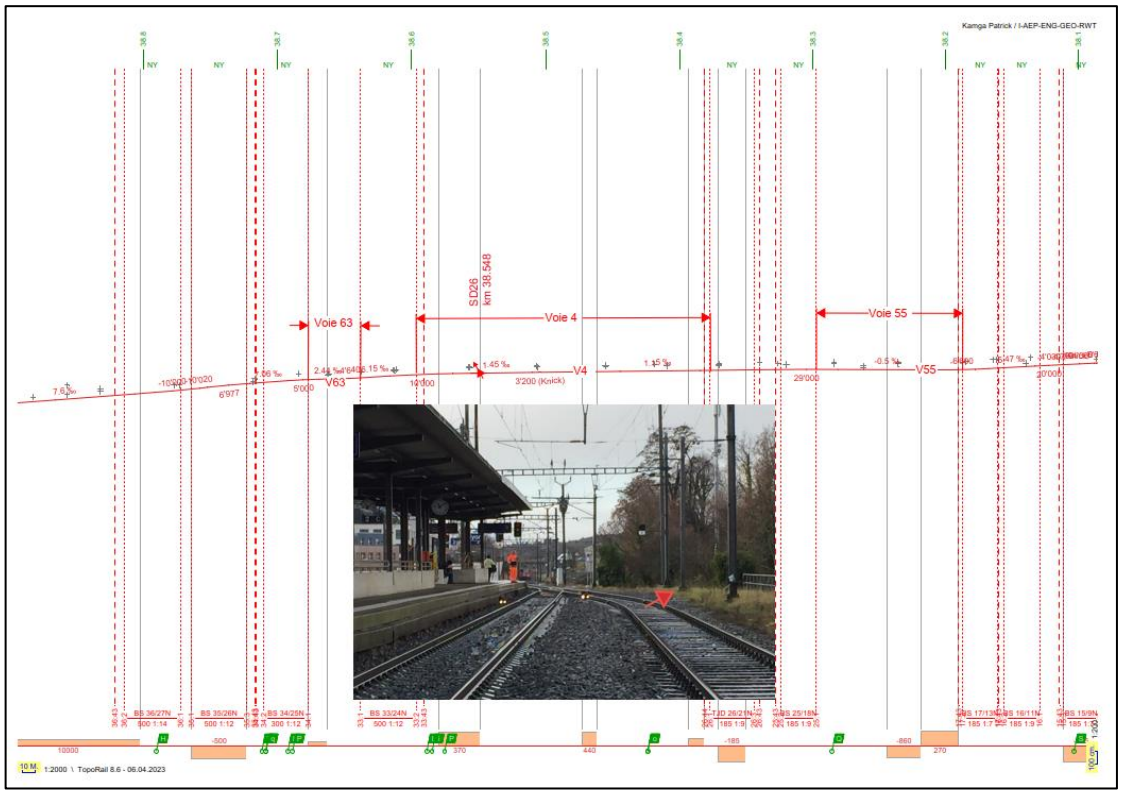


Figure 3 Voie 55 à plat (légère rampe = 0.5 ‰) ne nécessitant pas de SD

4.2.4.5 Protection conditionnelle

☒ Aucune aiguille ne peut offrir la protection conditionnelle.

☐ Toutes les aiguilles qui offrent une protection conditionnelle ne sont pas touchées par le projet.

☐ Les aiguilles suivantes concernées dans le projet sont des aiguilles de protection conditionnelle :

N°	Aiguille	Position préférentielle (G / D / aucune)	Mises en danger	Justification / Mesures
1				
2				

4.2.4.6 Risque de dommage en cas de déraillement par suite de la protection de flanc

☐ Le projet ne touche aucune aiguille de déraillement ou sabot dérailleur.

☒ Tous les déraillements par AV de déraillement ou sabot dérailleur se font dans une zone de déraillement dégagée ou n'apporte pas de risque supplémentaire, sauf les cas suivants :

N°	Aiguille / SD	Risque (fréquence / étendue du dommage)	Evaluation
1	SD 8 Km 37.999	Déraillement en direction du PI de l'Etraz. Le tronçon entre le heurtoir et le SD mesure 94 mètres avec une pente de 4.5‰ à 8‰ (∆h = 0.8m → LE = 7m). Point dangereux : Signal limite de garage AV 9 LE = 25m	Sabot reculé à 25 m du point dangereux. Cela permet de respecter la réglementation, y compris pour les mouvements de manœuvre en exploitation normale, mais aussi de s'éloigner du PI de l'Etraz. La situation existante étant relativement dangereuse.
2	SD 16 Km 38.185	Déraillement en direction de la voie adjacente (voie 58 et AV 14) Le tronçon entre le heurtoir et le SD mesure 230 mètres avec une rampe de 0.43‰ (∆h = 0.1m). Point dangereux : Signal limite de garage AV 10 LE > 25m → rail de guidage pas nécessaire.	Pas de risque autre que matériel, car ces voies sont utilisées pour de la manœuvre et du garage par Cargo et VU. Pas de matière dangereuse.
3	SD 17 Km 38.185	Déraillement en direction de l'entrevoie 57-58 qui est un terrain vague (herbes) Le tronçon entre le heurtoir et le SD mesure 230 mètres avec une rampe principalement positive de 1.88‰ et 0.43‰ (∆h = 0.1m). Point dangereux : Signal limite de garage AV 10 LE > 25m → rail de guidage pas nécessaire.	Pas de risque autre que matériel, car ces voies sont utilisées pour de la manœuvre et du garage par Cargo et VU. Pas de matière dangereuse.
4	SD 25 Km 38.548	Déraillement en direction de la voie adjacente (voie 4 et AV 27) Le tronçon est en pente à 1.15‰ (voie 3) et 2.31‰ (voie 53) (∆h = 0.6m). LE = 25m → rail de guidage oblique non nécessaire Entraxe < 7.1 m → Rail de guidage parallèle à la voie nécessaire	Ce sabot dérailleur est nécessaire si l'on veut garer des wagons sur la voie 3. Mais il est aussi ajouté pour maximiser la protection liée au pseudo signal de groupe H63.
5	SD 26 Km 38.548	Déraillement sur une zone herbeuse et ensuite se situe la place en contre-bas devant la gare de NStCM Le tronçon est en pente à 1.15‰ et 1.45‰ (∆h = 0.3m). LE = 25m → rail de guidage pas nécessaire	Le train doit rester dans la ligne de la voie pour éviter qu'il ne se déporte trop sur la droite et tombe en contre-bas. La zone de danger est située à 7m sur la droite 18 mètres après le sabot dérailleur.
6	AV 41 Km 0.567	Cf. Analyse de risque (réf. [1.17])	Cf. Analyse de risque (réf. [1.17]) L'AV 41 sera un AV à retour automatique en position déviée à gauche.

4.2.4.7 Tronçons ELV communs

☐ Le projet ne touche aucune aiguille, croisement ou PN, ni tronçons ELV.

☒ Chaque aiguille, croisement ou PN touchée par le projet possède son propre tronçon ELV.

☐ Les aiguilles, croisement ou PN suivants touchés par le projet possèdent un tronçon ELV commun :

N°	Aiguille / croisement / PN (nom désignant l'ELV commun)	Autres Aiguille / croisement / PN concernées par le même ELV	Justification du regroupement des ELV et de l'absence de danger
1			
2			

4.2.4.8 Fonction : signal répétiteur pour trains partant ou rebroussant

☐ Dans le cadre du projet, la fonction de signal répétiteur pour trains partant ou rebroussant n'est pas utilisée ou modifiée.

☒ Dans le cadre du projet, la fonction de signal répétiteur pour trains partant ou rebroussant est utilisée dans les cas suivants :

N°	Gare	Signal répétiteur
1	Nyon	F**1
2	Nyon	F**2
3	Nyon	F**53

4.2.4.9 Aiguilles sans contrôle de lames

☐ Il n'est pas nécessaire d'examiner l'équipement en contrôle de lames dans le cadre du présent projet.

☐ Toutes les aiguilles touchées par le projet ainsi que leurs aiguilles de protection seront équipées de contrôles de lames.

☒ Les aiguilles ou aiguilles de protection suivantes touchées par le projet ne sont pas équipées d'un contrôle de lames :

N°	Aiguille sans contrôle de lames	Justification
1	AV 14, 15, 18	Ces AV ne remplissent aucune condition de la réglementation RTE 25022 Annexe A2 amenant à mettre un contrôle de lame obligatoirement.
2		

4.2.4.10 Marche à vue (FaSi)

☒ L'enclenchement ne se trouve pas à l'interface avec une ligne ETCS L2.

☐ L'enclenchement se trouve à l'interface avec une ligne ETCS L2.

- ☐ Dans le cadre de ce projet, aucun signal n'est équipé avec la fonction « marche à vue (FaSi) », respectivement aucun signal existant avec cette fonction ne subit de modification à cette fonction.
- ☐ Tous les itinéraires « Marche à vue (FaSi) » ajoutés ou modifiés dans ce projet sont justifiés par la règle de projection suivante (PR).

N°	Signal d'origine de l'itinéraire FaSi	Signal de but de l'itinéraire FaSi	Règle de projection utilisée (PR)
1			
2			

4.2.4.11 Mesures pour distance de freinage insuffisante

☐ Le projet n'ajoute ou ne modifie pas de Tiefhaltung, respectivement de pré-avertissement, en cas de distance de freinage insuffisante.

☒ Les Tiefhaltung, respectivement les pré-avertissements, sont documentés dans une tabelle de signalisation (voir chap. 1.3.3).

☐ Il n'y a pas de tabelle de signalisation. Les Tiefhaltung, respectivement les pré-avertissements, sont nécessaires à cause d'une distance de freinage insuffisante :

N°	Signal	Image / Freinage	Signal	Image / Freinage	Signal	Image / Freinage	Signal
1							

4.2.4.12 Conditions d'utilisation d'exploitation (AWB)

☐ Le projet ne génère pas de conditions d'utilisation pour l'exploitation.

☒ Le projet génère les conditions d'utilisation suivantes pour l'exploitation :

Nr.	Condition d'exploitation (en exploitation normale)	Zone / voie concernée	Justification	Entrée dans les prescriptions d'exploitation
1	Pas de garage sur	Voies 1, 2, 11, 12, 21, 22, 31, 32, 41, 42, 51, 53, 72, 74, 81, 82, 91, 92	Respect des protections de flanc Empêcher les dérives vers les AV 5, 22, 24, 28, 29, 31, 33	☐

4.2.4.13 Ordre de départ par SMS

☐ La gare n'est pas équipée par des ordres de départ par SMS ou le projet ne concerne pas les autorisations de départ par SMS.

ou

☒ La gare :

☒ est déjà équipée par des ordres de départ par SMS

ou

☐ va nouvellement être équipée par des ordres de départ par SMS par le projet. Les empêchements de départ sont précisés dans le document « L43 Entscheidungstabelle I-20027 » voir au chap. 1.3.3.

<u>Concernant les départs par SMS :</u>

☒ Pour les voies à quai concernées par le projet, **toutes** les règles suivantes s'appliquent :

☒ Il y a un signal principal entre les points d'arrêts des trains et la pleine voie.

☒ La visibilité sur le prochain signal principal est garantie pour tous les points d'arrêt des trains (Les PCT 300.6, chiffre 3.6.1 et les DE-PCT 6.3, chiffre 3.1 s'appliquent), respectivement le point d'arrêt du train n'entraine pas une communication supplémentaire entre le chef circulation et le mécanicien de locomotive selon PCT 300.6 §3.6.1.

☒ Pour les trains au départ (SZ) il n'y a pas de sortie de voie occupée (pointe du train au-delà du signal de sortie selon PCT 300.6, chiffre 3.6.1).

☐ Les exceptions suivantes s'appliquent :

Nr.	Voie	Justification
1		
2		

4.2.4.14 Distance entre signal principal et séparations électriques (RTE 25027 §3.4.8.3)

☐ Tous les signaux principaux concernés par le projet se trouvent en dehors des zones d'exclusion et des zones d'évaluation.

☐ Séparation électrique n'est pas encore définie / connue. Clarifications avec LC en cours.

☒ Les signaux principaux suivants se trouvent en zone d'évaluation.

Nr.	Signal	Distance par rapport au sectionnement (m)	Validé par le service « Ligne de contact »
1	I81	39400 - 39066 = 334 m	☒ cf. [1.19]
2	I82	39400 - 39066 = 334 m	☒ cf. [1.19]

4.2.4.15 Recoupement de la vitesse avec géomatique

☐ Les vitesses maximales et les seuils de vitesse ne sont pas modifiés dans le projet.

☐ Les vitesses modifiées, les nouvelles vitesses (voies et aiguillages) et les seuils de vitesse ont été coordonnées avec géomatique.

☒ La coordination avec géomatique est encore en cours.

4.2.4.16 Autres prescriptions techniques et de planification

N°	Prescription	Mesure	Evaluation
1	Emplacement de signaux dans le block de ligne (pas de topologie asymétrique à la frontière d'enclenchement)	Respect de PR0064	Les signaux respectent des deux côtés de la gare une topologie symétrique. Côté Coppet, les signaux S776 / S876 et P776 / P876 se font face, c'est-à-dire que les premiers signaux vus, sont ceux parcourus. Côté Gland, la situation est identique avec les signaux P761 / P861 et D761 / D861
2	Signal de voie avec problématique de signal de groupe Signal H63 au km 38.677	Respect de PR0074	Le signal de groupe H63 ne peut pas être évité car l'AV27 se situe au milieu du quai. Pour limiter les risques nous avons: • Le signal principal G4 équipé d'ETCS • Les signaux nains 3A et 4A. De plus, il n'est pas prévu d'avoir de train arrêté devant le signal nain 3A en exploitation normale. • Les sabots dérailleurs SD25 et SD26. Un SD sur rail est une information claire pour un mécanicien que le signal vert n'est pas pour lui. Validation par POS – voir [1.23].

N°	Prescription	Mesure	Evaluation
3	Description de l'utilisation du signal E40 pouvant être assimilé à un signal de groupe Signal E40 au km 37.983	Respect de PR0074	Le signal E40 peut être assimilé à un signal de groupe, car il est accessible depuis les voies 50, 59, 58 et 57, mais les risques de ce signal sont quasiment inexistants pour les raisons suivantes : • Les voies 59 et 58 sont équipées de sabots dérailleurs, ce qui empêche le risque de collision si un convoi démarre depuis ces voies lorsque le signal E40 est ouvert. • Depuis la voie 57, il n'y a pas de visibilité sur le signal E40, car dans la ligne de mire du signal se trouve toute une série de mâts LC, ainsi qu'une paroi anti-bruit. • Il n'y a pas de garage planifié à l'horaire (en exploitation normale) sur la voie 57. • Entre le signal nain 57B et le point dangereux (signal limite de garage de l'AV10), il y a l'AV12 et dès que le convoi sera sur cet AV contrôlé par l'enclenchement, le signal d'entrée va chuter. Le train provenant de Coppet va s'arrêter. La lentille du signal E40 sera orientée en direction de la voie 50, ainsi il sera difficile pour un mécanicien sur la voie 57 de voir l'image du signal.
4	Signal répétiteur pour les trains partants (seulement Elektra 2)	Respect de PR0085	Le type d'enclenchement n'est pas encore connu, mais l'image (SZ-4) a été ajoutée pour les signaux répétiteurs en attendant le choix de l'eStw.

4.3 Conséquences d'une défaillance / Mises en danger

4.3.1 Mises en danger par des défauts d'équipements techniques

☒ pas de mises en danger particulières (couverture par les propriétés des systèmes)

☐ les systèmes présentent les mises en danger particulières suivantes :

N°	Danger	Mesure	Effet escompté de la mesure
1			
2			

4.3.2 Mises en danger sur des passages à niveau

☒ Le projet ne concerne aucun passage à niveau.

☐ Les passages à niveau compris dans le périmètre du projet ne présentent aucun danger particulier. Les PN respectent la PR0054, les éléments de libération (pour les PN en pleine voie) respectent la PR0066.

4.3.3 Mises en danger dans des gares sans accès dénivelé au quai

☒ La gare ne présente aucun accès au quai à travers la voie.

☐ Le projet n'induit aucun nouveau danger lié à l'accès non-dénivelé au quai.

☐ Les mises en danger suivantes existent à cause d'un accès au quai à travers la voie :

N°	Danger	Mesure	Effet escompté de la mesure
1			
2			

4.3.4 Maintien restrictif de tronçons ELV

☐ Le projet ne concerne aucun dispositif de contrôle de l'état libre de la voie.

☒ Les tronçons ELV modifiés atteignent au moins 22 m (selon RTE 25021, chiffre 3.2.1).

☐ Les tronçons ELV suivants sont équipés d'un maintien restrictif :

N°	Tronçon ELV	ELV voisin utilisé	Effet escompté de la mesure
1			
2			

Pour les tronçons d'ELV courts (< 22 m) dans des croisements il faut respecter la PR0046.

4.3.5 Mises en danger par des mouvements de manœuvre contre l'itinéraire

Pour la détection de mouvements contre le sens de marche de l'itinéraire, le RTE 25052, chiffre 2, exige dans certaines situations le contrôle étendu des tronçons ELV ***après le signal de but***.

☐ Le projet ne modifie aucun contrôle étendu de l'état libre de la voie ou aucun contrôle étendu de l'état libre de la voie n'est nécessaire.

☒ Un contrôle étendu de l'état libre de la voie est nécessaire aux endroits suivants :

N°	Signal de but	Tronçons ELV contrôlés	Remarques
1	D32	32.2	
2	F53	53.1	

4.3.6 Temps de manœuvre d'aiguilles avec tronçons avancés (RTE 25021)

☐ Le projet ne modifie ni des aiguilles ni leurs tronçons d'annonce de l'état libre de la voie.

☒ Toutes les aiguilles touchées par le projet sont équipées de signaux nains dans l'installation extérieure.

☐ La longueur de l'isolation par tronçon avancé a été calculée selon le RTE 25021 :

N°	Aiguille	Temps d'inversion [s]	Vitesse de manœuvre [km/h]	Longueur du tronçon avancé [m]
1				
2				

4.3.7 Entrée sur une voie occupée (RTE 25059 / KooSi 149 / PR0025)

☐ Aucune entrée sur voie occupée n'est utilisée ou modifiée dans le présent projet.

☒ La fonction « entrée sur une voie occupée » est utilisée aux signaux suivants :

N°	Signal avec image « entrée occupée »	Tronçons pouvant être occupés	Remarques
1	D31	1.2, 1.1, 22w, 51, 2.2, 2.1, 63, 27w, 3, 24w, 53.3, 53.2, 53.1 4, 23w, 54, 20w, 55, 50, 10w	
2	D32	2.2, 2.1, 63, 27w, 3, 24w, 53.3, 53.2, 53.1 4, 23w, 54, 20w, 55,	
3	J771	51, 22w, 1.1, 1.2 2.1, 2.2, 53.1 , 53.2, 53.3, 24w, 3, 27w, 63 54, 23w, 4, 20w , 55 40, 10w, 50	
4	J871	51, 22w, 1.1, 1.2 2.1, 2.2, 53.1 , 53.2, 53.3, 24w, 3, 27w, 63 54, 23w, 4, 20w , 55 40, 10w, 50	

4.3.8 Sortie de voie occupée (RTE 25060)

☒ Aucune sortie de voie occupée n'est utilisée ou modifiée dans le présent projet.

☐ La fonction « sortie de voie occupée » est utilisée aux signaux suivants :

N°	Signal d'origine	Tronçons pouvant être occupés	Remarques
1			
2			

4.3.9 ELV prolongés aux talons et à la pointe d'aiguille (RTE 25021 / I-50003)

☐ Aucune aiguille avec ELV prolongé n'est construite ou modifiée dans le présent projet.

☒ Les aiguilles suivantes ont un ELV qui dépasse les longueurs normales selon RTE 25021 (représentation selon I-50003) :

N°	Aiguille / croisement	Partie de l'AV	Prolongement en mètres	Tronçon d'ELV voisin
1	9	Talon gauche	20m (sur 28m)	-
2	9	Pointe	6m (sur 14m)	11w
3	14	Talon gauche	2m (sur 10m)	-
4	14	Talon droit	2m (sur 10m)	-
5	18	Talon gauche	12m (sur 20m)	-
6	23b	Talon gauche	4m (sur 12m)	20w
7	27	Talon gauche	20m (sur 28m)	4
8	27	Talon droit	20m (sur 28m)	3
9	28	Talon gauche	1m (sur 9m)	29w

4.3.10 Réduction de la vitesse signalée à cause de protection de flanc absolue manquante dans les enclenchements informatisés

☐ Le projet ne concerne aucun enclenchement informatisé.

☐ Utilisation de la règle du « statu quo » selon PR0057 « réduction de la vitesse signalée en absence de protection de flanc par guidage lors d'upgrade du software d'un enclenchement informatisé ». Les vitesses concernées doivent être documentées avec la remarque « PR0057 » dans le tableau de protection de flanc (chap. 4.2.4.4).

☒ La protection de flanc des aiguilles concernées par le projet est projetée selon RTE 25053 y compris l'annexe A. Les AV concernés par le projet sont listés dans le tableau de protection de flanc (chap. 4.2.4.4).

4.3.11 Contact de rail pour la destruction d'itinéraire de manœuvre avec un seul élément (voir aussi PR0073v2)

☒ Il n'y a pas de destruction d'itinéraire de manœuvre avec un seul élément de destruction s'il est possible d'établir un itinéraire antagoniste avec une vitesse > 40 km/h.

☐ Les itinéraires de manœuvre origine-but suivants sont composés que d'un seul ELV. Si un itinéraire antagoniste avec v > 40 km/h peut circuler, les contacts de rail (CR) suivants sont projetés :

Nr.	Tronçon ELV	Contact de rail
1		
2		

4.3.12 Réduction de la vitesse signalée (Image « Avancer prudemment ») pour les signaux nains

☒ Les réductions de vitesses pour signaux nains ne sont pas modifiées dans ce projet (RTE 25023 chap. 5) ou il n'y a pas de réduction de vitesse pour signaux nains.

☐ Les signaux nains suivants subissent une réduction de vitesse ou une réduction de vitesse est supprimée dans ce projet selon RTE 25023 chap. 5.3 (concernant les voies de quai de chargement) ou chap. 5.7 (concernant les zones tramways) ou sur la base d'un cas spécial.

Nr.	Signal nain	Raison : Ajout / Suppression d'une réduction de vitesse	Remarques
1			
2			

4.3.13 Destruction de la voie de but pour les IT dans une installation avec IM verrouillés (KooSi 141)

☐ Le projet concerne une installation avec IM non-verrouillés (ne rien cocher de plus).

☒ L'installation concernée est équipée avec des IM verrouillés et les tronçons de voie de but éventuellement concernées par le projet ne se détruisent pas uniquement lors de l'occupation de la voie de but (destruction se fait selon KooSi 141)

☐ L'installation concernée est équipée avec des IM verrouillés et les tronçons de voie de but suivants, concernés par le projet, se détruisent lors de l'occupation :

Nr.	IT sur signal	Tronçon	Remarque
1			
2			

4.3.14 Cas particulier dans l'étude de projet

☒ Aucun des deux points suivants n'est concerné par le projet.

☐ Utilisation de BA8 dans une zone de manœuvre.

☐ Le projet touche à la SwiSS FAP (existante ou nouvelle).

4.3.15 Mises en danger par le courant électrique (mise à la terre)

N°	Danger	Mesure	Effet escompté de la mesure
1	Des joints ne seront plus en service, mais ils n'auront pas encore été démantelés.	Les joints sont pontés et le concept de mise à la terre est adapté après la démolition des joints.	Les rails isolés sont mis à la terre des deux côtés
2			

4.4 Exploitation avec influences externes

4.4.1 Mises en danger par des influences techniques (défaut dans des systèmes voisins)

☒ Toutes les mises en danger du projet sont couvertes par les principes génériques. La sécurité des principes génériques est présupposée.

☐ Les mises en danger par des systèmes voisins sont réduites au minimum de la manière suivante :

N°	Danger	Mesures prises	Effet escompté de la mesure
1			
2			

4.4.2 Mises en danger par des influences climatiques ou environnementales

☒ Le projet ne présente aucune mise en danger par des influences climatiques ou environnementales.

☐ Les dangers supplémentaires suivants ont été pris en compte :

N°	Danger	Mesures prises	Effet escompté de la mesure
1			
2			

4.4.3 Mises en danger par des influences mécaniques

☒ Le projet ne présente aucune mise en danger par des influences mécaniques.

☐ Les mises en danger supplémentaires suivantes doivent être prises en compte :

N°	Danger	Mesures prises	Effet escompté de la mesure
1			
2			

4.4.4 Mises en danger pendant l'exécution du projet / par des installations provisoires

Les mises en danger pendant l'exécution du projet sont minimisées comme suit :

Lors l'exécution des travaux par VU, les dispositifs de sécurité sont établis par VU ou par BSL de l'UO correspondante.

Lors l'exécution des travaux par une entreprise externe, les dispositifs de sécurité sont établis par le chef de projet ou par BSL de l'UO correspondante.

Les interventions dans les installations sont annoncées au management des interventions.

4.4.5 Maîtrise des mises en danger avec des processus d'exploitation

☒ Les processus d'exploitation ne sont pas modifiés dans le projet.

☐ Les mises en danger pendant l'exploitation et pendant les travaux de maintenance sont réduites au minimum par les mesures suivantes :

N°	Danger	Mesures prises	Effet escompté de la mesure
1			
2			

4.4.6 Maîtrise des dangers avec des processus de maintenance

☒ Les processus de maintenance ne sont pas modifiés dans le projet.

☐ Les mises en danger pendant l'exploitation et pendant des travaux de maintenance sont réduites au minimum par les mesures suivantes :

N°	Danger	Mesures prises	Effet escompté de la mesure
1			
2			

4.4.7 Autres mises en danger / Dangers provenant d'autres sources

☐ Outre les sources de danger ou les situations dangereuses mentionnées plus haut, aucun autre risque n'est à prendre en considération dans le domaine du projet.

☒ Les dangers supplémentaires suivants ont été pris en compte :

N°	Danger	Mesures prises	Effet escompté de la mesure
1	Forte pente en provenance de la ligne de Nyon-Eysins. Danger pour les IM et les IT sur l'AV28G et les trains arrêtés devant le H63 de la part de la manœuvre qui descend d'Eysins et n'arrive pas à freiner devant le SN74B	L'itinéraire de manœuvre court du SN84B au SN74B exclu dans l'enclenchement (fonction générique). Les autres itinéraires de manœuvre comprenant ces signaux nains sont autorisés.	Pas d'itinéraire de manœuvre dans lequel un freinage devant le SN74B serait nécessaire. La manœuvre en provenance de Nyon-Eysin dispose d'un IM allant au moins jusqu'au SN63B.
2	Zone non centralisée avec une forte pente en provenance de Nyon-Eysins	AV de déraillement (AV 41) avec retour automatique (position déviée à gauche)	Les convois en dérive depuis Nyon-Eysins sont déviés pour éviter de mettre en danger les itinéraires en gare de Nyon. Grâce au rail situé à gauche de la voie, qui fait office de rail de guidage, le convoi en dérive ne met pas en danger l'école située sur le côté de l'AV de déraillement.

4.5 Preuve de la maturité d'application des produits

4.5.1 Systèmes prévus, admissibilité

Les produits suivants sont prévus pour le présent projet. Les cas suivants sont distingués lors de la démonstration de la sécurité :

A. Une ***homologation de série*** existe déjà (référence sous Remarques).
B. Il s'agit d'un produit avec « ***grandfather rights »***, dont la sécurité a été démontrée par l'épreuve de la pratique.
C. Une autorisation de l'OFT pour un ***essai d'exploitation*** est prévue.
D. En remplacement d'une autorisation selon A/B/C, une ***preuve de la sécurité du produit*** a été établie de manière spécifique à l'installation, voir chap. 5.
E. Preuves de la sécurité et expertises relatives à des ***fonctions*** dont la configuration n'est pas déterminée par l'homologation générique (configuration libre).

Système / Fonction	Produit	A	B	C	D	E	Remarques
Poste d'enclenchement	Enclenchement électronique	☒	☐	☐	☐	☐	Type d'enclenchement pas encore connu
Block de ligne	TMN 840/841	☐	☒	☐	☐	☐	
Système de technique de conduite	ILTIS Release Axx	☒	☐	☐	☐	☐	Version de la release actuelle au moment de la MeS
Contrôle de la marche des trains	Balise S21 état 6	☒	☐	☐	☐	☐	TZL 211 03 03 / 12.02.2019
	Besfestifungsvarianten Eurobalisen S21 und S11	☒	☐	☐	☐	☐	TZL 211 03 04 / 07.03.2023
	Optimierte LEU S21	☒	☐	☐	☐	☐	TZL 211 04 03 / 16.02.2023
	Euroloop S21 F	☒	☐	☐	☐	☐	TZL 211 05 02 / 09.04.2021
	ZUBE LSS Datenprozess V2.0	☒	☐	☐	☐	☐	TZL 212 11 02 / 30.04.2020
Dispositif d'annonce de l'état libre de la voie	AzLM V7.6 ASDA	☒	☐	☐	☐	☐	TZL 431 03 13 / 11.10.2022
	UGSK 3	☒	☐	☐	☐	☐	TZL 432 02 01 / 13.01.2023

4.5.2 Conditions d'utilisation relatives à la sécurité

Cet aspect sera traité dans la Preuve sécurité phase réalisation.

5 Rapports à d'autres preuves de la sécurité

Les systèmes, interfaces et fonctions prévus dans le présent projet et bénéficiant d'une homologation suisse respectivement relative à l'utilisation sont mentionnés au chap. 4.5.1.

Pour les systèmes et produits non développés de manière générique ou non encore homologués ainsi que pour les fonctions en configuration libre, les preuves de la sécurité d'utilisation ci-après ont été ou seront établies (y compris les rapports d'examen d'expert y relatifs) :

N°	Titre du document	Version	Date	Auteur	Remarques
1					
2					

6 Résumé

Le présent rapport de sécurité documente les constatations suivantes, que les signataires confirment ensemble :

- Par le présent projet, les bases légales déterminantes, l'ouvrage de référence en matière de technique ferroviaire (RTE) ainsi que les directives internes des CFF sont respectés d'une manière générale.
- Les autorisations de déroger à des prescriptions ont été demandées, respectivement des dérogations octroyées sont utilisées (voir chap. 1.5.6). Des mesures ont été prises pour la réduction des risques connus. Les mesures prévues selon les demandes ou les dérogations correspondantes contribuent à les réduire selon les exigences.
- La démonstration de la sécurité et les étapes de processus nécessaires pour l'établir ont été ou seront exécutées conformément à la directive IS de l'OFT et au RTE 25100.

Conclusion : les conditions nécessaires pour que l'installation planifiée garantisse une exploitation sûre sont donc remplies.

Rien ne s'oppose à une approbation des plans du point de vue du signataire.

Lieu, date : Lausanne, le 15.11.2024

Le/la responsable : Le chef de projet des installations de sécurité

Chemins de Fer Fédéraux

Lausanne, 15 nov. 2024

SEA Signature électronique avancée
Signé sur Skribble.com

Pawel Durdzinski

SBB CFF FFS

Risikoanalyse
Flankenschutz zwischen Nyon und Eysins (Linie 159)
Version V1.0

Datum: 14.04.2022

Projekt-Nummer SAF	SAF_0707
Reviewer	Michelle Fahrni (I-NAT-SAZ-SDS-SAF1), Hanspeter Schlatter (I-NAT-SAZ-SDS-SAF2), Matthias Wasem (I-NAT-SAZ-SDS-SAF2)

	Erstellt	**Freigegeben**
Datum / Visum	Lüthi Melanie Digital signiert von Lüthi Melanie DN: cn=Lüthi Melanie , c=CH, ou=I-NAT-SAZ-SDS-SAF2, email=melanie.luethi@sbb.ch Datum: 2022.04.14 08:13:43 +02'00'	Schlatter Hanspeter Digital signiert von Schlatter Hanspeter DN: cn=Schlatter Hanspeter, c=CH, ou=I-NAT-SAZ-SDS-SAF2, email=Hanspeter.Schlatter@SBB.CH Datum: 2022.04.14 10:21:35 +02'00'
Name	Melanie Lüthi	Hanspeter Schlatter
Rolle / Funktion	Safety Engineer I-NAT-SAZ-SDS-SAF2	Teamleiter Safety I-NAT-SAZ-SDS-SAF2

Änderungsnachweise

Version	Datum	Ersteller	Änderungshinweise
X0.1	31.03.2022	Melanie Lüthi	Erstellung Dokument
X0.2	11.04.2022	Melanie Lüthi	Einarbeitung Reviewkommentare
V1.0	14.04.2022	Melanie Lüthi	Freigabe

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung und Ausgangslage 4
2. Auftrag und Ziel 4
3. Reglement 5
4. Gefährdungen 5
5. Resultate Risikoberechnung 5
5.1. Kollektives und monetarisiertes kollektives Risiko 5
5.2. Individuelle Risiken 6
6. Bewertung Risikoberechnung 6
6.1. Kollektives Risiko 6
6.2. Individuelle Risiken 6
7. Qualitativer Variantenvergleich 6
7.1. Bestvariante: Variante 2a 6
7.2. Art Schutzmittel 7
8. Fazit 7
9. Referenzen 8
Anhang A Methodik Risikoanalyse, kurze Zusammenfassung 9
Anhang B Vergleich der Varianten zur Risikoreduktion (vgl. Abbildung 2 in Anhang C) 13
Anhang C Verortung der versch. Schutzvarianten 14
Anhang D Entgleisungsraum entgleistes Fahrzeug 15
Anhang E Struktur des Ereignisbaumes 16
Anhang F Parameter für Ereignisbaum 17

1. Einleitung und Ausgangslage

Das Gleis der Linie 159 (vgl. Abbildung 1) zwischen Nyon und Eysins ist ein Gleis, welches nur durch Rangierbewegungen befahren wird. Es ist dementsprechend auch nicht zentralisiert.

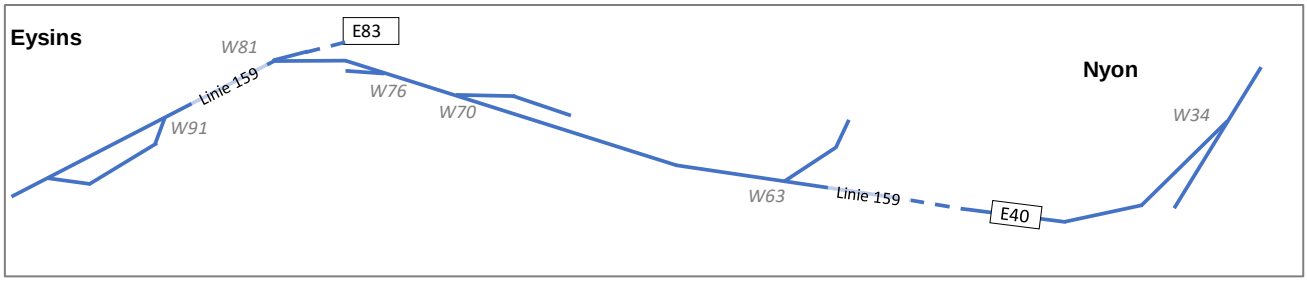


***Abbildung 1**: Schematische Darstellung der Linie 159 (Nyon – Eysins).*

Stand heute (04/2022) fahren auf dieser Linie 159 täglich ca. 2 Rangierbewegungen (je 1 Fahrt pro Richtung) [1]. Dabei- werden die Wagen in verschiedenen Anschlussgleisen abgestellt und entleert/beladen. Während der Zuckerrüben-Saison wird das Gleis während ca. einem Monat bzw. 20 Verladetagen (Mo-Sa) jedoch häufiger befahren: Pro Tag fahren 4 x 4 Wagen von Nyon nach Eysins und wieder zurück. Die leeren Wagen werden im Anschlussgleis der Landi (Gleis E83) beladen. Dafür stehen die Wagen jeweils ca. 2h in diesem Anschlussgleis. [2]

Folgende weitere Annahmen liegen der Risikoanalyse zu Grunde:

- Nicht zentralisierte Linie 159
- Sehr starkes Gefälle auf der gesamten Strecke (>15‰)
- Keine Rangierbewegungen mit gefährlichen Gütern
- Stark frequentiertes Gebiet in der Umgebung der Gleise (Schule in der Nähe)
- Gleisnutzung abhängig von der Jahreszeit (Rübenernte)
- V_{max} der Linie Nyon-Eysins = 30 km/h
- V_{max} Gleis 3 in Nyon = 60 km/h

2. Auftrag und Ziel

I-NAT-SAZ-SDS-SAF wurde von Julien Jaquet (I-AEP-SAZ-RWT-FPL3) beauftragt, das Risiko von entlaufenen Fahrzeugen vom Drittgleis Nyon-Eysins (Linie Nr. 159) in Richtung Nyon Bahnhof zu analysieren und verschiedene risikomindernde Varianten (Varianten 1, 2 und 3) zu untersuchen, unter Berücksichtigung der IBN 2026 für den Stellwerkersatz und der Inbetriebnahme (IBN) 2032 für den Bahnhofumbau in Nyon.

Ebenfalls soll die Analyse im Falle des (sehr unwahrscheinlichen) Eintretens eines Unfalles transparent aufzeigen, wie die Empfehlung (vgl. Kapitel 8) zustande gekommen ist. An einem allfälligen Unfall beteiligte Mitarbeitende (oft Lokführer oder Fahrdienstleiter) sollen im Falle einer Klage so gut wie möglich geschützt werden, solange sie sich nicht fahr- oder gar grobfahrlässig verhalten haben.

3. Reglement

Die gegenwärtige Ausnahmenbewilligung (Nr. 305) berücksichtigt kein Entlaufen von Fahrzeugen, weshalb für den Stw. Ersatz laut SIOP A eine erneute Überprüfung erforderlich ist.

Laut RTE 25053 (Kapitel 3.1) [7] ist eine Schutzweiche oder eine Entgleisungsvorrichtung erforderlich, um Schutz aus einem nicht zentralisierten Bereich vor entlaufenen Fahrzeugen zu bieten.

4. Gefährdungen

Auf der Linie Nr. 159 wird regelmässig rangiert und somit sind auch regelmässig Fahrzeuge / Wagen auf der Linie abgestellt. Da das Gefälle auf der gesamten Strecke sehr gross ist (> 15 ‰), besteht zusätzlich das hohe Risiko, dass die Fahrzeuge auch tatsächlich entlaufen. Zwar sind alle Anschlussgleise mit EVs ausgestattet, jedoch nicht das Hauptgleis. Somit besteht die Möglichkeit, dass wenn ein Fahrzeug auf dem Hauptgleis entläuft, dieses bis in den Bahnhof Nyon rollen und somit Zugfahrten gefährden kann.

Die Gleise der Linie 159 liegen genau neben und entlang des Gymnasiums Nyon. Daher ist die Gleisumgebung stark frequentiert durch Fussgänger. Dies hat Einfluss auf mögliche Standorte von Entgleisungsweichen.

5. Resultate Risikoberechnung

Die Berechnung und Bewertung des Risikos erfolgen nach der Methode des «zweistufigen Risikokonzepts». Zuerst wird geprüft, ob das *individuelle Risiko* einen bestimmten Grenzwert nicht überschreitet. Ist dies der Fall, müssen in einem zweiten Schritt das *kollektive Risiko* bewertet und gegebenenfalls Massnahmen zur Risikoreduktion vorgeschlagen werden. Hierbei ist ein günstiges Kosten-Nutzenverhältnis gefordert. [3]

Die Risiken wurden konservativ unter der Annahme berechnet, dass die zusätzlichen Rangierbewegungen (RaBe) der Zuckerrüben während 2 Monaten pro Jahr stattfinden (vgl. Kapitel 1).

Die Resultate der Risikoberechnungen sind in der Tabelle 1 aufgelistet. Genauere Ausführungen zu den Resultaten sind in den Kapiteln 1 und 4, im Anhang A, Anhang E und im Anhang F zu finden.

5.1. Kollektives und monetarisiertes kollektives Risiko

Das kollektive Risiko R_k beträgt ca. 1 Todesopfer alle 500 Jahre.

Das monetarisierte Risiko (MKR) beträgt ca. 12'400 CHF pro Jahr.

	kollektives Risiko	**monetarisiertes kollektives Risiko**	**individuelles Risiko** (T/P/a)	
	R_k (T/a)	**MKR** (CHF/a)	**r_i Lokführer**	**r_i Reisende**
Risiko heute (inkl. Zuckerrüben RaBe)	1.9E-03	12'434	9.6E-06	1.2E-06

Tabelle 1: *Zusammenfassung der berechneten individuellen Risiken für Lokführer und Reisende, der kollektiven und der monetarisierten Risiken der heutigen Situation der Linie Nyon-Eysins.*

5.2. Individuelle Risiken

Das individuelle Todesfallrisiko pro Jahr für einen Vielfahrer beträgt rund $1.2*10^{-6}$ [$r_i=(0.5*R_k)*500/(3'046*130)$]. Diese Berechnung basiert auf folgenden Werten:

- Anzahl Züge/Jahr gefährdete Fahrstrasse: 3'046 Züge/Jahr
- Anzahl Reisende pro Zug[1]: 130
- Anzahl Fahrten Vielfahrer pro Jahr: 500

Das individuelle Todesfallrisiko pro Jahr für Lokführer beträgt $9.6*10^{-6}$ [$r_i=0.5*R_k/100$] (Annahme: 100 Lokführer betroffen).

6. Bewertung Risikoberechnung

6.1. Kollektives Risiko

Das berechnete MKR (monetarisiertes kollektives Risiko; vgl. Anhang A.4) beträgt ca. 12'400 CHF/a. Bei einer mittleren Lebensdauer eines Entgleisungsmittels von 15 Jahren stehen somit ca. 190'000 CHF zur Risikoreduktion zur Verfügung (Investition). Der Bau einer EgW (Investitionskosten einige hunderttausend CHF) würde zu einem ungünstigen Kosten-Nutzen-Verhältnis führen.

6.2. Individuelle Risiken

Die Risikoberechnungen haben ergeben, dass mit dem heutigen Betriebskonzept das individuelle Todesfallrisiko sowohl für Lokführer als auch für Reisende unter dem jeweiligen Grenzwert ($r_i < 10^{-4}$ bzw. 10^{-5}) liegt und somit akzeptabel ist.

7. Qualitativer Variantenvergleich

Zusätzlich zu den Risikoberechnungen wurden auch verschiedene Varianten zur Risikoreduktion geprüft. Die Tabelle 2 (siehe Anhang B) listet alle geprüften Varianten auf. Die Prüfung der Varianten 1, 2 und 3 wurden durch Julien Jacquet beauftragt. Zusätzlich wurden die Varianten 1a, 2a und 4 durch I-NAT-SAZ-SDS-SAF2 ergänzt und überprüft. Im folgenden Kapitel wird nur auf die Variante 2a eingegangen, welche im Variantenvergleich als die Bestvariante identifiziert wurde. Die Begründung und Argumente dafür sind ebenfalls in der Tabelle 2 (Spalte «Bewertung») ersichtlich. Zusätzlich sind die verschiedenen Varianten in der Abbildung 2 (im Anhang C) geografisch verortet.

7.1. Bestvariante: Variante 2a

Anhand des qualitativen Vergleichs der verschiedenen Varianten hat sich ergeben, dass die *Variante 2a* (vgl. Spalte «Beschreibung» und «Art Schutzmittel») die Bestvariante ist: Das Gelände am vorgesehenen Ort der Entgleisungsweiche (EgW) ist flach. Somit ist ein Kippen des Fahrzeuges nach der Entgleisung unwahrscheinlich (vgl. Spalte «Vorteil Variante»). Es ist vorgesehen, die EgW so zu bauen, dass das Fahrzeug auf die linke Seite entgleist. Da sich die EgW in einer Linkskurve befindet, helfen somit die Fliehkräfte, dass das entgleiste Fahrzeug geführt bleibt. Die SBB-Parzelle ist an dieser Stelle zwar eher schmal, jedoch lässt sich auf der Abbildung 3 (siehe Anhang D) erkennen, dass das entgleiste Fahrzeug grösstenteils – wenn überhaupt – kein fremdes Terrain beanspruchen wird. Nur auf den ersten paar Metern nach der EgW kann der Entgleisungsraum theoretisch über die Parzellengrenze hinausragen. Jedoch ist die Wahrscheinlichkeit relativ gering, dass ein entgleistes Fahrzeug auf diesen ersten paar Metern (aufgrund der Fliehkräfte und des Entgleisungswinkels) so weit nach links gerät,

[1] Durchschnittliche Anzahl Personen pro Zug 2019 [4]

dass die Parzellengrenze überschritten wird. Die Kosten dieser Variante werden auf einige hunderttausend CHF (max. 1 Mio. CHF) veranschlagt.

7.2. Art Schutzmittel

Für die Situation auf der Linie 159 wird eine Entgleisungsweiche einer Entgleisungsvorrichtung vorgezogen: Eine Entgleisungsweiche hat gegenüber einer EV den Vorteil, dass die Entgleisung auch bei vergleichsweise hohen Geschwindigkeiten, wie sie hier von entlaufenen Fahrzeugen durchaus erreicht werden können, sicher geführt wird und nicht nur ein Rad aus den Gleisen gehoben wird. Die EgW muss so gewählt werden, dass sich nach der Entgleisung jeweils ein Rad pro Achse noch innerhalb der Schienen befindet.

8. Fazit

Die individuellen Risiken der Situation zwischen Nyon und Eysins liegen sowohl für Reisende als auch für Lokführer unter dem Grenzwert und sind somit akzeptabel. Im Sinne der 2. Stufe des Risikokonzepts wurde geprüft, ob das kollektive Risiko (und damit natürlich auch das individuelle) gesenkt werden kann. Da das MKR jährlich ca. 12'400 CHF beträgt, dürfen nach Methodik auch entsprechende Mittel für risikoreduzierende Massnahmen ausgegeben werden (Prinzip der Verhältnismässigkeit).

Als Massnahme wurde der Bau einer EgW geprüft. Die Investitionskosten werden auf mehrere hunderttausend CHF (max. 1 Mio. CHF) geschätzt. Bei einer mittleren Lebensdauer einer EgW von 15 Jahren hat diese Massnahme somit kein günstiges Kosten-Nutzen-Verhältnis.

I-NAT-SAZ-SDS-SAF empfiehlt daher auf ein Flankenschutzmittel (EgW) zu verzichten, da die individuellen Risiken akzeptabel sind.

Soll dennoch aus anderen Gründen ein Flankenschutzmittel gebaut werden, empfehlen wir klar die Entgleisungsweiche gemäss Variante 2a.

9. Referenzen

[1] S. Bourquin, Mail vom 08.02.2022

[2] I. Aberegg, Mail vom 25.03.2022

[3] H. Schlatter, Sicherheit bei SBB, I-SA – Das Risikokonzept zur Beurteilung von technischen Risiken um Schutz von Reisenden und Angestellten, 2008.

[4] SBB, Zahlen und Fakten, Verkehr. URL: Zahlen und Fakten - Verkehr (sbb.ch) [Zugriff: 31.03.2022]

[5] Datenbank feste Anlagen, Gleisbelastung 2021. [Zugriff: 17.03.2022]

[6] A. Hinzen, «Der Einfluss des menschlichen Fehlers auf die Sicherheit der Eisenbahn», Dissertation TH Aachen, 1993.

[7] VÖV, R RTE 25000, Kompendium Sicherungsanlagen. Version vom 02.09.2020.

Anhang A Methodik Risikoanalyse, kurze Zusammenfassung

A.1 Allgemeines zur Methode des „zweistufigen Konzepts“

Die hier angewandte Methode der Risikoanalyse ist eine von mehreren möglichen Vorgehensweisen für die Beurteilung – Analyse, Berechnung und Bewertung – von technischen und betrieblichen Risiken. Sie ist insbesondere für die Beurteilung von Todesfallrisiken geeignet.

Die wesentlichen Punkte des Konzepts sind die zweistufige Beurteilung mit den Stufen „individuelles Risiko“ und „kollektives Risiko“ sowie die Anwendung eines absoluten, quantitativen Beurteilungsmassstabes für das individuelle Risiko (Grenzwerte) und eines ebenfalls quantitativen Ansatzes für die Beurteilung des kollektiven Risikos (Festlegung von sog. Grenzkosten; s.u., A.4). Dabei wird das Risiko als Produkt aus Häufigkeit und Ausmass verstanden ($R = H * A$).

Das Konzept ist in [i] für SA-Belange der SBB im Detail beschrieben und steht im Einklang mit den strategischen Dokumenten des SBB-Konzerns [ii];[iii] und des Bundesamtes für Verkehr (BAV; [iv]). Letztlich basiert es auf einem Verfahren, das bereits im Lauf der letzten Jahrzehnte entwickelt und verbessert worden ist. Die ausführlichste Dokumentation ist knapp 30 Jahre alt, die Methode hat aber im Kern keine einschneidenden Änderungen erfahren [v].

Dieses Vorgehen hat sich aus folgenden Gründen bewährt:

- Es ist *ethisch:* Die Methode erlaubt, dass die (begrenzten) finanziellen Mittel richtig eingesetzt werden und ein Maximum an Personen- und Sachschäden verhindert werden kann. Alle Betroffenen werden gleich behandelt.
- Es ist *quantitativ:* Risiken können berechnet – oder zumindest abgeschätzt – werden, ebenso der Nutzen von Massnahmen.
- Es ist *wirtschaftlich:* Die Methode bezweckt, dass eine günstige Kostenwirksamkeit erreicht wird, beziehungsweise der Nutzen höher als der Aufwand ist.
- Es ist *universell:* Risiken aus verschiedenen Bereichen können miteinander verglichen werden. Es können sowohl technische als auch betriebliche Aspekte, insbesondere auch menschliche Fehlhandlungen berücksichtigt werden. (Für deren Berücksichtigung siehe z.B. [xi] und die praktische Anwendung insbesondere [xii]).
- Es ist *transparent und plausibel:* Die Resultate und Entscheide können klar dargestellt und nachvollziehbar dokumentiert werden.
- Es ist *objektiv:* Verschiedene Anwender kommen bei der gleichen Problemstellung weitgehend zum gleichen Resultat. Bei Differenzen kann man einfach herausfinden, welche Parameter unterschiedlich eingeschätzt worden sind und allenfalls so eine Einigung finden.

A.2 Risikoberechnung und -bewertung

Das Vorgehen ist wie erwähnt zweistufig: In der Regel wird zunächst – z.B. mit einer Ereignisbaumanalyse, siehe A.3 – das kollektive Risiko berechnet und daraus das individuelle Risiko abgeleitet (Höhe des Risikos: Risiko*berechnung*). In der Risiko*bewertung* (Beantwortung der Frage: ‚Ist das Risiko tragbar?‘) muss zuerst nachgewiesen werden, dass das individuelle Risiko einen bestimmten Grenzwert nicht überschreitet. Wird der Grenzwert überschritten, so ist das Risiko nicht tragbar und muss zwingend reduziert werden, ist er eingehalten, werden das kollektive Risiko bewertet und gegebenenfalls Massnahmen zur Risikoreduktion vorgeschlagen. Hier ist ein günstiges Kosten-Nutzenverhältnis (oder: Kostenwirksamkeit) gefordert (Prinzip der Verhältnismässigkeit). Für die

Bewertung werden 4 sog. Risikokategorien unterschieden, die unterschiedliche Aspekte wie Freiwilligkeit, Beeinflussbarkeit, Ausbildung oder Nutzen einer Tätigkeit der Personen berücksichtigen (Kategorie 1 „völlig freiwillig, hohes Mass an Einfluss, hoher Nutzen, etc." bis Kategorie 4 „völlig unfreiwillig, total fremdbestimmt, keinen Nutzen, etc.").

Auf hohe Ausmasse im Ereignisfall (mehrere Todesopfer) reagiert die Gesellschaft speziell sensibel, insbesondere auch im Bereich des öffentlichen Verkehrs. Man spricht von „Risikoaversion". Diese Aversion □ wird bei der Risikoberechnung als Faktor berücksichtigt. Oft verwenden wir die Formel: □(A) = $0.8 * A^{0.5}$ (A ist die Anzahl Todesopfer; A > 1.6).

A.3 Ereignisbaumanalyse

Oft eignet sich ein *Ereignisbaum* für die Analyse und Berechnung (event tree analysis, ETA). Ziel ist die systematische induktive Erfassung *möglicher* Folgen eines bestimmten auslösenden Ereignisses. Typisch ist die einfache Logik und Darstellungsform: Es sind keine speziellen Symbole notwendig. Die auf ein Ereignis folgenden möglichen Folgeereignisse schliessen sich jeweils gegenseitig aus; hier ist es wichtig, die Fragen bei den Verzweigungspunkten geschickt zu formulieren, die nur mit „Ja" oder „Nein" beantwortet werden können. Somit addieren sich die Wahrscheinlichkeiten – sog. *bedingte* Wahrscheinlichkeiten – an den Verzweigungsstellen jeweils zu 1. Jeder Weg führt durch spezifische Ereignisse und endet separat auf der Konsequenzen-Ebene. Die Auftretenshäufigkeiten der Konsequenzen ergeben sich als Produkt der Wahrscheinlichkeiten entlang des jeweiligen Pfades (Szenarios). (Hinweis für die Kontrolle: Die Summe der Wahrscheinlichkeiten aller Szenarien muss wieder die Ausgangswahrscheinlichkeit ergeben).

Um zu den Wahrscheinlichkeiten an den Verzweigungen des Ereignisbaums zu gelangen, gibt es verschiedene Möglichkeiten: Ergebnisse von Statistiken, subjektive Schätzungen von Fachleuten etc.

A.4 Risikobeurteilung: Grenzwerte und Grenzkosten

Die vier wesentlichen Werte, mit denen sich die weitaus meisten Fälle (Risikokategorien 2 und 3) beurteilen lassen, sind im Folgenden zusammengestellt:

Für das **individuelle Risiko** eines Reisenden (Risikokategorie 3) beträgt $r_{i;zul} = 10^{-5}$ (Todesfallwahrscheinlichkeit einer Person pro Jahr bei Ausübung einer bestimmten Tätigkeit; „1 pro Hunderttausend"). Für Mitarbeitende in Ausübung des Berufs (Risikokategorie 2) ist $r_{i;zul} = 10^{-4}$.

In Zusammenarbeit mit dem BAV und der BLS ist vor ein paar Jahren eine verfeinerte Methodik entwickelt worden, die explizit berücksichtigt, dass mehrere Risiken gleichzeitig auf ein Individuum einwirken können ([vii] bis [x]). Je nach Komplexität soll die eine oder andere Methodik – also auch die hier beschriebene einfache Form – zur Anwendung kommen.

Die Beurteilung des **kollektiven Risikos** erfolgt über die sog. *Grenzkosten* (GK) – die Bereitschaft der Gesellschaft, einen Todesfall zu verhindern („willingness to pay"). Diese Grenzkosten zur Rettung eines Menschenlebens wurden früher nach den erwähnten vier Risikokategorien unterschieden (10 Mio CHF für Reisende, 3 Mio CHF für Mitarbeitende). Nun wird aufgrund eines Beschlusses des Departementes (UVEK, u.a. auch BAV) von 2018 für die Risikokategorien 2 bis 4 der gleiche Wert (6.5 Mio CHF) eingesetzt, also z.B. auch für Anwohner [iv] [1)].

Achtung: Diese Zahlen dürfen nicht mit „Wert eines Menschenlebens" verwechselt werden!

Für die Beurteilung des kollektiven Risikos Rk werden je nach Situation folgende Werte ermittelt (bei reinen Sachschadenrisiken entfällt z.B. die erste und dritte Zeile):

- R_k in Todesopfern pro Jahr: $R_k = H * A$ (Häufigkeit mal Ausmass)
- $R_{k;monet}$ in CHF pro Jahr: $R_{k;monet} = R_k * GK$ (*monetarisiertes* kollektives Risiko, auch MKR)
- R_e für „empfundenes Risiko“, in Todesopfern pro Jahr, $R_e = H * A * ?(A)$
- $R_{e;monet}$ in CHF pro Jahr: $R_{e;monet} = R_e * GK$

Siehe auch [v] und [vi].

[1] Für die Risikoanalyse ETCS L2, wo Grenzkosten von 10 Mio. CHF eingesetzt worden sind, gilt nach wie vor dieser Wert: Es soll nicht rückwirkend das ganze System angepasst werden.

A.5 Literatur zur Methodik

[i] „Sicherheit bei SBB, I-SA – Das Risikokonzept zur Beurteilung von technischen Risiken zum Schutz von Reisenden und Angestellten“, H.P. Schlatter, St. Einer, V. Spörndli, V1.2 vom 12.09.2008

[ii] „Grundsätze des Verwaltungsrates der SBB zur Sicherheit “, K 018.1, 01.10.2021 und „Fachbereichsrichtlinie Safety SBB“, K 018.2, 11.10.2021

[iii] „Management SBB Konzern: Teil Safety – Methodik Riskmanagement Safety bei der SBB“, K 252.0, 01.01.2020

[iv] „Sicherheitspolitik BAV“, 01.03.2021

[v] „Bewertung von technischen Risiken“; Polyprojekt Risiko und Sicherheit, Band Nr. 3, Hochschulverlag AG an der ETH-Z (vdf); Hans A. Merz, Thomas Schneider, Hans Bohnenblust, 1995, ISBN 3-7281-2178-9

[vi] „Risikobasiertes Recht – Wieviel Sicherheit wollen wir?“; Stämpfli Verlag AG Bern, Hansjörg Seiler, 2000, ISBN 3-7272-9939-8

[vii] „Beurteilung des individuellen Risikos - Management Summary“; BAV; Mitarbeit BLS und SBB; 05.02.2013

[viii] „Handbuch „Akzeptanz individueller Risiken“ - Anleitung zur Anwendung der Beurteilungs-methode“; BAV; Mitarbeit BLS und SBB; 05.02.2013

[ix] „Beschreibung des Vorgehens zur Beurteilung der Akzeptanz der Risiken der Reisenden“ BAV; Mitarbeit BLS und SBB; 05.02.2013

[x] „Beschreibung des Vorgehens zur Beurteilung der Akzeptanz der Risiken des Personals“ BAV; Mitarbeit BLS und SBB; 05.02.2013

[xi] „Menschliches Versagen: psychologische Risikofaktoren und moderne Technologien"; James Reason; Heidelberg: Spektrum, 1994; ISBN 3-86025-098-1

[xii] „Der Einfluss des menschlichen Fehlers auf die Sicherheit der Eisenbahn"; A. Hinzen; Dissertation TH Aachen, 1993

Anhang B Vergleich der Varianten zur Risikoreduktion (vgl. Abbildung 2 in Anhang C)

Variante	Beschreibung	Art Schutzmittel	Kennzahlen					Kosten (CHF)	Ausmass / Folgeschäden	Vorteile Variante	Nachteile Variante	Bewertung	
			Bahn-km	Höhe (M.ü.M)	Distanz zu W91 (m)	Höhendifferenz W91 zu Schutzmittel Variante (m)	Geschwindigkeit (ohne Reibung) (km/h)					Rang 1 - 6	Begründung
Variante 1	Schutz kurz vor dem Sicherheitszeichen (über dem Fussweg zum Gymnasium)	Schutzweiche inkl. Gleisende für Entgleisung nach links	0.33	404.205	2'110	31.5	89.5	3-5 Mio CHF	- Gefährdung Schüler / Fussgänger --> Personenschäden - Sachschaden Fz. - Schaden Gelände		- Absturzgefahr entgl. Fahrzeug --> Gelände stark abfallend links (in Richtung Nyon) neben Gleis -> Gefährdung Schüler auf Schulweg (s. Bild 73) - Parzelle gehört nicht der SBB	6	- erwarteter Personenschaden - teuer - Sachschaden Fz - Parzelle gehört nicht der SBB
Variante 1a	Schutz kurz nach Fussgängerunterführung (Richtung Nyon) auf rechter Seite	Entgleisungsweiche (ohne Gleisende) nach rechts	0.4	405.424	2'040	30.3	87.8	max. 1 Mio CHF	- beschädigte Stromversorgungs-anlage - Sachschaden Fz	- SBB-Parzelle - Gelände flach	- Nähe zu Stromversorgungsanlage - Fliehkräfte ev. stark genug, dass das Fz kippt?	3	- Schaden Stromversorgung - Sachschaden Fz
Variante 2	Schutz in der Kurve (Höhe dreieckiges Gymnasiumsgebäude) auf dreieckiger SBB-Parzelle	Schutzweiche inkl. Gleisende für Entgleisung nach rechts	0.465	406.564	1'975	29.2	86.1	2-4 Mio CHF	- Gefährdung Schüler / Fussgänger --> Personenschäden - Sachschaden Fz. - Schaden Gelände	- Parzelle (Nr. 577) gehört der SBB - Parzelle ist breit an der Stelle	- Gelände ist abfallend --> entgl. Fahrzeug kann runterrutschen/kippen --> Gefährdung Schulweg	5	- erwarteter Personenschaden - teuer
Variante 2a	Schutz kurz nach dem BUe Route de Clémenty auf Höhe Gebäudeecke	Entgleisungsweiche (ohne Gleisende) nach links	0.566	407.981	1'874	27.7	84.0	max. 1 Mio CHF	- leichter Sachschaden Fz	- Fliehkräfte helfen, dass das entgl. Fz geführt bleibt - Gelände ist flach an der Stelle --> kein Kippen des Fz. zu erwarten	- Nähe zu Gymnasium - bei Entgleisung könnte unter Umständen "fremdes" Land beansprucht werden (aber nur am Rande)	1	- eine der günstigsten Lösungen - nur leichter Sachschaden Fz erwartet
Variante 3	Schutz in der Flucht des BUe Rayon de soleil (in Fahrtrichtung Nyon)	Schutzweiche inkl. Gleisende für Entgleisung nach rechts	0.795	411.088	1'645	24.6	79.1	3-5 Mio CHF	- Sachschaden Fz - Schaden Gelände	- Parzelle gehört der SBB	- Elemente zwischen den beiden BUe müssten wahrscheinlich zentralisiert werden. -> teuer -> nicht ideal für FUB - Gelände fällt steil ab --> Gefahr Kippen des Fahrzeugs	4	- teuer - Sachschaden Fz
Variante 4a	EW auf E50 (vor BUe "Route du Stand") auf rechte Seite (Richtung Nyon). Dieses mit W63 koppeln: EW aufliegend, dann W63 rechts. Sonst genau anders rum (Vorzugslage).	Entgleisungsweiche	1.2	417.348	1'240	18.4	68.4	- max. 1 Mio CHF (für EW) - zusätzl. Kosten f. Abhängigkeit	W63 links: - Personenschäden - Sachschaden Halle - Sachschaden Fz - Sachschaden Strfz. Entgleisung über EW: - leichter Sachschaden Fz	- tiefere Geschwindigkeit als andere Varianten - flaches Gelände - bei Entgleisung durch EW kein fremdes Land beansprucht	- alle Fz zwischen E50 und Nyon sind nicht durch Schutzmassnahmen abgedeckt.	2	Entgleisung EW (ohne Abhängigkeit zu W63): - Grosse Distanz (ca. 1km) zwischen EW und Bhf Nyon

Tabelle 2: *Vergleich der verschiedenen Schutzvarianten zwischen Eysins und Nyon.*

Anhang C Verortung der versch. Schutzvarianten

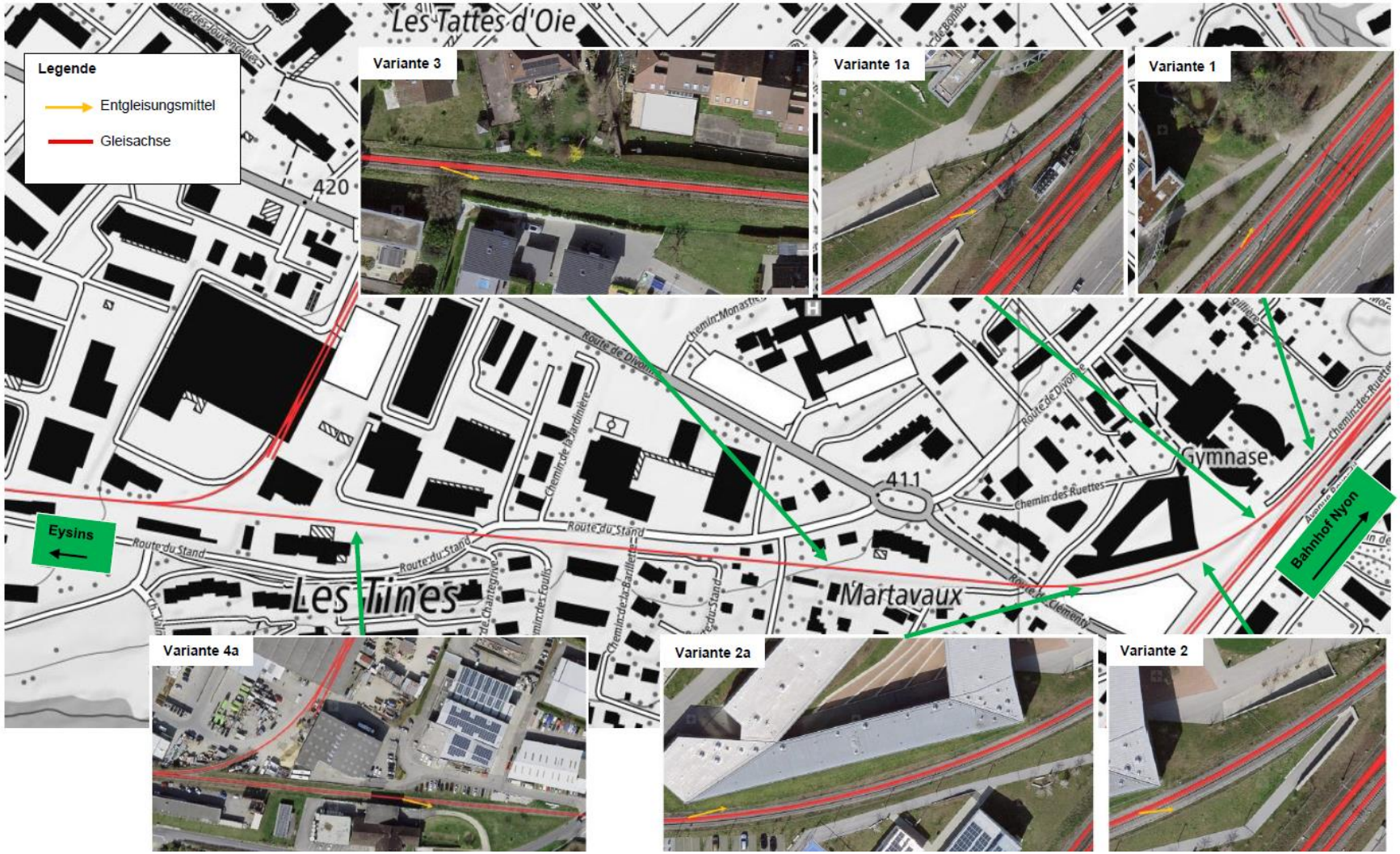


Abbildung 2: *Geografische Verortung der verschiedenen Varianten zur Risikoreduktion zwischen Nyon (rechts) und Eysins (links). Der Variantenvergleich ist in der Tabelle 2 im Anhang B zu finden.*

Anhang D Entgleisungsraum entgleistes Fahrzeug

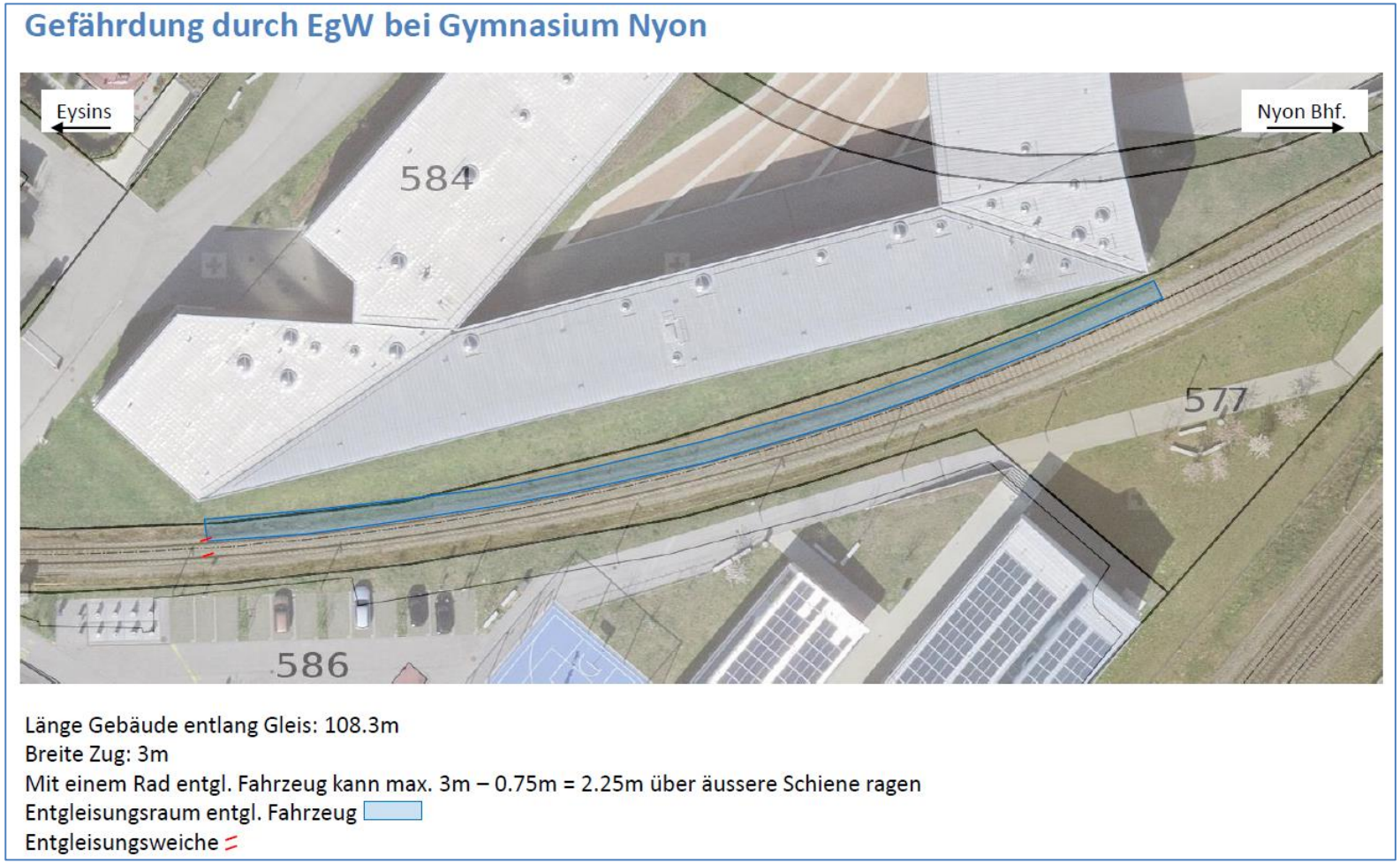


Abbildung 3: *Die Abbildung stellt den Ort der EgW der Variante 2a dar (parallele rote Striche unten links). Zusätzlich wird in blau der Entgleisungsraum eines allfällig entgleisten Fahrzeuges dargestellt. Es ist ersichtlich, dass der Entgleisungsraum nur die ersten paar Meter nach der EgW die Parzellengrenze (schwarze Linie) überschreitet.*

Anhang E Struktur des Ereignisbaumes

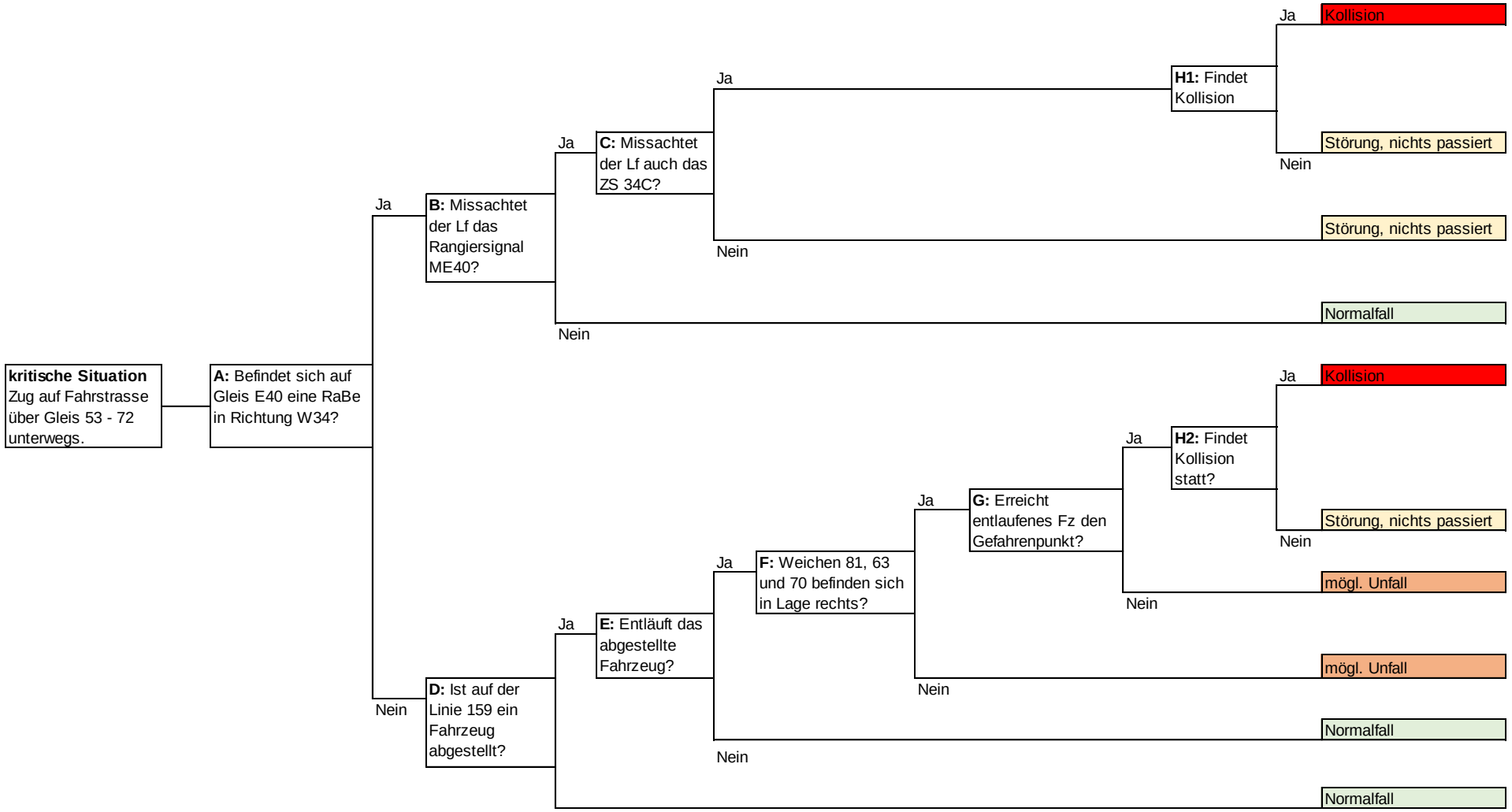


Tabelle 3: *Struktur des Ereignisbaumes. Die verschiedenen Szenarien, welche zu einem «sicheren Zustand» führen, sind grün (Normalfall) oder gelb (Störung), und die Szenarien, welche zu einem Unfall-Ereignis führen, rot (Kollision) oder orange (mögl. Unfall) gekennzeichnet.*

Anhang F Parameter für Ereignisbaum

Frage / Parameter	Wert für «Ja» (ausser für Startwert)	Begründung / Kommentar
Startwert: Zug auf Fahrstrasse über Gleis 53 – W34 – Gleis 72 unterwegs.	3’046	Pro Jahr fahren ca. 3'046 Züge (ca. 8 Züge pro Tag) über die durch entlaufene Fahrzeuge gefährdete Fahrstrasse Gleis 53 – W34 – W35 – Gleis 72. [5]
A: Befindet sich auf Gleis E40 eine RaBe in Richtung W34?	0.02	Ausserhalb Zuckerrüben-Saison: Im «Normalbetrieb» findet pro Tag eine RaBe in Richtung W34 statt. Es wird angenommen, dass sich diese RaBe ca. 15min auf dem Gleis E40 (in Fahrtrichtung Nyon) befindet. Somit beträgt die Wahrscheinlichkeit, dass sich eine RaBe auf Gleis E40 befindet, 0.01 = 1 * 15min / 24h * 60min. Zuckerrüben-Saison: In der Zuckerrüben-Saison fahren täglich 5 RaBe von Eysins nach Nyon und befinden sich somit auf Gleis E40. Somit beträgt die Wahrscheinlichkeit, dass sich hier eine RaBe auf Gleis E40 befindet, 0.05 =5 * 15min / 24h * 60min. Gemischte Wahrscheinlichkeit: Konservativ wird angenommen, dass die Zuckerrüben-Saison 2 Monate statt 1 Monat (vgl. Kapitel 1) dauert. Die beiden obigen Wahrscheinlichkeiten werden somit mit 10 Monaten (ausserhalb Saison) und 2 Monaten (Zuckerrüben-Saison) multipliziert woraus eine Gesamtwahrscheinlichkeit von 0.02 =10/12 Mt. * 0.01 + 2/12 Mt. *0.05 resultiert.
B: Missachtet der Lokführer (der RaBe) das Rangiersignal ME40?	10^{-3}	Fährt der Lf irrtümlich los, bedeutet dies, dass er das Halt signalisierende Zwergsignal überfährt. Es wird hier die «normale» menschliche Fehlerwahrscheinlichkeit von 10^{-3} nach Hinzen bei normalem Stressniveau angenommen. [6]
C: Missachtet der Lokführer (der RaBe) auch das ZS 34C?	10^{-2}	Wenn der Lokführer bereits das Rangiersignal ME40 missachtet, ist die Wahrscheinlichkeit erhöht, dass er auch das ZS missachtet: Der Lokführer erwartet beim ZS, dass er fahren darf. Daher wird hier eine höhere Wahrscheinlichkeit (um eine Grössenordnung) als beim Parameter B angenommen, nämlich 10^{-2}.
D: Ist auf der Linie 159 ein Fahrzeug abgestellt?	0.3	Ausserhalb Zuckerrüben-Saison: Es kann angenommen werden, dass pro Woche ca. 2 Abstellungen auf der Linie 159 (ohne Anschlussgleise) im «Normalbetrieb» stattfinden. Weiter wird angenommen, dass diese Abstellungen im Mittel ca. 12h dauern. Somit beträgt die

		Wahrscheinlichkeit einer Abstellung 0.14 = 2 Abstellungen *12h / 24h * 7 Tage. Diese Zahl wird auf 0.2 gerundet. <u>Zuckerrüben-Saison:</u> Während der Zuckerrüben-Saison gibt es zusätzlich noch jeweils 4 Abstellungen pro Tag. Somit gibt es während der Zuckerrübensaison ca. 4-mal so viele Abstellungen wie im Normalbetrieb. Daher wird die Wahrscheinlichkeit des «Normalbetriebs» hierfür ebenfalls mit 4 multipliziert, wodurch die Wahrscheinlichkeit von 0.8 =0.2*4 resultiert. <u>Gemischte Wahrscheinlichkeit:</u> Konservativ wird angenommen, dass die Zuckerrüben-Saison 2 Monate statt 1 Monat (vgl. Kapitel 1) dauert. Die beiden obigen Wahrscheinlichkeiten werden somit mit 10 Monaten (ausserhalb Saison) und 2 Monaten (Zuckerrüben-Saison) multipliziert woraus eine Gesamtwahrscheinlichkeit von 0.3 =10/12 Mt. * 0.2 + 2/12 Mt. * 0.8 resultiert.
E: Entläuft das abgestellte Fahrzeug?	10^{-4}	Damit ein abgestelltes Fahrzeug entlaufen kann, braucht es eine menschliche Fehlhandlung (10^{-3}) wie z.B., dass die Bremsen nicht korrekt betätigt wurden und diese sich auch lösen. Es kann davon ausgegangen werden, dass sich die Rangiermitarbeiter der Gefahr durch entlaufene Fahrzeuge auf der Linie 159 bewusst sind. Unter Berücksichtigung dieses Faktors wird angenommen, dass die Wahrscheinlichkeit einer menschlichen Fehlhandlung eine Grössenordnung kleiner (10^{-4}) ist als beim Parameter B.
F: Befinden sich die Weichen 81, 63 und 70 in Lage rechts?	1	Im Normalfall befinden sich die drei Weichen jeweils in Lage rechts. Sie befinden sich nur in Lage links, wenn Wagen/Fahrzeuge in die Anschlussgleise gefahren werden. Es wird daher der Normalfall (d.h. Wahrscheinlichkeit von 1) angenommen.
G: Erreicht das entlaufene Fahrzeug den Gefahrenpunkt?	1	Es kann angenommen werden, dass ein auf der Linie 159 entlaufenes Fahrzeug aufgrund seiner Geschwindigkeit den Gefahrenpunkt auf jeden Fall erreicht. Theoretisch besteht noch die Gefahr, dass bereits auf einem Bahnübergang eine Kollision stattfindet. Diese Gefährdung wird hier unter der Annahme, dass sich die Strassenverkehrsteilnehmer regelkonform verhalten (Andreaskreuze), nicht betrachtet.
H1: Findet eine Kollision statt?	0.1	Es wird angenommen, dass mit einer Wahrscheinlichkeit von 10% eine Kollision nicht verhindert werden kann. Mit hoher Wahrscheinlichkeit (90%) bemerkt einer der beiden Lokführer den Fehler und kann aufgrund der tiefen Geschwindigkeit noch rechtzeitig bremsen.

H2: Findet eine Kollision statt?	0.01	Auf der gefährdeten Fahrstrasse fahren täglich ca. 8 Züge. Es wird konservativ angenommen, dass die Züge mit ca. 40 km/h (ca. 10 m/s) unterwegs sind (v_{max} wäre 60 km/h), da diese am Anfahren bzw. am Einfahren in den Bahnhof Nyon sind. Weiter wird angenommen, dass die Züge 400 m lang sind, und sich ein Zug daher jeweils 40 Sekunden = 400m / 10m/s bzw. 0.7 Minuten am Gefahrenpunkt befindet. Die Wahrscheinlichkeit, dass der Gefahrenpunkt durch einer der 8 Züge der gefährdeten Fahrstrasse belegt ist, beträgt somit 0.004 = 0.7 min * 8 Züge / 24h * 60min. Die Zahl wird auf 0.01 gerundet.

***Tabelle 4**: Parameter für den Ereignisbaum für die Situation der Linie 159 zwischen Nyon und Eysins. Die Spalte «Werte für Ja» stellt die Wahrscheinlichkeiten auf die Frage in der ersten Spalte dar.*

From:	Jaquet Julien (I-AEP-SAZ-RWT-FPL3) <julien.jaquet@sbb.ch>
To:	PDF Converter (IT-PTR-CEN2-BDE10) <pdf@sbb.ch>
Subject:	Nyon - Enclenchement - Distance Signaux entrées et 1ère aiguille
Date:	2022-09-26 10:57:23

C2 – Internal

De : Bourquin Sebastian (I-FUB-BF-RWT-BAN) <sebastien.bourquin@sbb.ch>
Envoyé : mercredi, 21 septembre 2022 14:13
À : Jaquet Julien (I-AEP-SAZ-RWT-FPL3) <julien.jaquet@sbb.ch>
Objet : RE: Nyon - Enclenchement - Distance Signaux entrées et 1ère aiguille

Salut Julien,
Voici mes compléments, ci-dessous.
J'espère que cela te convient 😉

Sebastian Bourquin
Expert Projet

CFF SA
Infrastructure - Exploitation
Centre d'Exploitation Ouest
Mobile : +41 79 172 42 48
sebastien.bourquin@sbb.ch/ www.cff.ch

C2 – Internal

De : Jaquet Julien (I-AEP-SAZ-RWT-FPL3) <julien.jaquet@sbb.ch>
Envoyé : mercredi, 14 septembre 2022 16:18
À : Bourquin Sebastian (I-FUB-BF-RWT-BAN) <sebastien.bourquin@sbb.ch>
Objet : Nyon - Enclenchement - Distance Signaux entrées et 1ère aiguille

Salut Sebastian,

Peux-tu stp me confirmer par retour d'e-mail, que c'est ok pour l'exploitation que les signaux d'entrées soient situées à plus de 500 mètres de la première aiguille des deux côtés de la gare de Nyon dans le cadre du projet de l'enclenchement ?

Objet et référence de la prescription	**Localisation de l'élément**	**Justification de la dérogation et évaluation**	**Prise de position de I-FUB-RWT-BAN**
Signal d'entrée à plus de 500m avant la 1ère aiguille	Signaux d'entrées : A764 et A864 au km 36.575 1ère aiguille : AV1 au km 37.756 Distance : 1'181 mètres	La signalisation a été réalisée en prenant en compte le projet futur de mise en conformité de la gare AS35 dans lequel une diagonale à Prangins sera réalisée. Les AV seront positionnés entre les km 36.803 et km 36.923. Les signaux d'entrées se retrouveront à **228 mètres** des aiguilles. C'est la meilleure position pour garantir un distancement à 2 min comme demandé dans le mandat. Des signaux de voies D31 et D32 sont positionnées au km	Compte-tenu de l'aspect provisoire de la situation et des efforts réalisés, tant pour le distancement que pour l'intégration de la future diagonale, L'Exploitation soutient cette solution. Toute autre solution, n'apporte aucun gain et est plus chère.

		37.748 pour éviter de devoir ralentir trop vite pour prendre les AV en dévié.	
Signal d'entrée à plus de 500m avant la 1ère aiguille	Signaux d'entrées : J771 et J871 au km 39.476 1ère aiguille : AV39 au km 38.964 Distance : 512 mètres	La signalisation a été réalisée en prenant en compte le projet futur de mise en conformité de la gare AS35 dans lequel 3 diagonales à 90 km/h seront construites. Les 3 diagonales seront positionnées entres les km 38.812 et km 39.326. Les signaux d'entrées se retrouveront à **150 mètres** des aiguilles. C'est la meilleure position pour garantir un distancement à 2 min comme demandé dans le mandat.	Il s'agit d'une solution provisoire qui garanti aussi la compatibilité ascendante sur le projet à venir de refonte de la gare. L'Exploitation soutient cette solution. Toute autre solution, n'apporte aucun gain et est plus chère.

Meilleures salutations

Julien Jaquet
Chef de projet Installations de Sécurité

CFF SA
I-AEP-SAZ-RWT-FPL3
Rue de la Gare de triage 7, CH-1020 Renens
Mobile +41 79 579 29 49
julien.jaquet@sbb.ch / www.cff.ch

Évaluation des risques des séparations électriques sur les lignes de contact

Objet **Ligne / Sens de marche** **BPK**	**1** ***LS --> GE*** ***Nyon***	**2** ***LS --> GE*** ***Nyon***	**3**	**4**
Ligne n°	*150*	*150*		
Voie n°	*81*	*82*		
km signal	*39.4*	*39.4*		
km milieu du parallélisme	*39.066*	*39.066*		
Distance [m]	*334*	*334*	*0*	*0*
v_{max} [km/h]	*155*	*155*		
Remarques:	*Arrêt, sous-station*			
Étendue des dommages:	**Valeur** (selon paramètres de calcul du règlement FS 4518)			
Dommages corporels (quai)	*0*	*0*	…	…
Panique (tunnel)	*0*	*0*	…	…
Probabilité de survenue:	**Valeur** (selon paramètres de calcul du règlement FS 4518)			
a) Distance du milieu de la «zone avec courant de compensation» à partir du signal.	*1*	*1*	…	…
b) Longueur de la «zone avec courant de compensation»	*3*	*3*	…	…
c) Courant de transit $I_{max\ voie}$, sauf $I_{vmoteur}$, en moyenne sur 5 min.	*2*	*2*	…	…
d) Circulation de train à traction électrique dans le secteur adjacent	*3*	*3*	…	…
e) Nombre d'arrêts de train [1/a] avant le signal	*2*	*2*	…	…
Résultat (somme de toutes les valeurs)	**11**	**11**	**0**	**0**

Remarques / Proposition du projeteur:

pour 1 et 2) le sectionnement se trouve à 334 m du signal de sortie I81 et I82.

Évaluation / Décision du gestionnaire d'installations Courant de traction:

Selon AEP et I-VU-UEW la probabilté qu'un train s'arrête est effective. Cela dit selon notre analyse la probabilité est acceptable. D'autant plus que la situation devrait être provisoire (--> projet AS32 mise en conformité accès trains). Nous laissons le choix final au propriétaire (I-NAT-FW-SAFS) d'accepeter ce risque.

Signatures:

Pour l'étude de projet: Guy RAEMY

Genève, le 20.10.2022

I-VU-UEW-RWT-FS: Grégoire CHAUVIN

Genève, le 20.10.2022

Digital signiert von Ronny Frik
DN: cn=Ronny Frik, c=CH, o=SBB Infrastruktur, ou=I-NAT-FW-SAFS, email=ronny.frik@sbb.ch
Grund: Ich stimme dem Dokument zu
Ort: Bern
Datum: 2022.10.24 08:27:53 +02'00'

From: Jaquet Julien (I-AEP-SAZ-RWT-FPL3) <julien.jaquet@sbb.ch>
Sent: 10/30/2023 8:26:53 AM +01:00
To: Betrieb PDF Tools Server (IT-PTR-CEN2-SENG2) <pdfconverter@sbb.ch>
Subject: Validierung Gruppensignal durch I-NAT-SAZ-SMT-POS

De : Thomi Marcel (I-NAT-SAZ-SMT-POS) <marcel.thomi@sbb.ch>
Envoyé : lundi, 23 octobre 2023 11:29
À : Jaquet Julien (I-AEP-SAZ-RWT-FPL3) <julien.jaquet@sbb.ch>
Objet : AW: Validierung Gruppensignal durch I-NAT-SAZ-SMT-POS

Hallo Julien
Mir geht es gut und dir?
Danke für deine Anfrage: Ich kann dir bestätigen, dass das Gruppensignal H63 aus Sicht NAT-SAZ-SMT-POS für die Zwischennutzung bis maximal 2035 installiert werden kann.
LG Marcel

Marcel Thomi
Strategischer Anlagenmanager

SBB AG
Infrastruktur, Anlagen und Technologie
Sicherungsanlagen und Zugbeeinflussung
Hilfikerstrasse 3, 3000 Bern
Mobil +41 79 310 47 20
marcel.thomi@sbb.ch / www.sbb.ch

Von: Jaquet Julien (I-AEP-SAZ-RWT-FPL3) <julien.jaquet@sbb.ch>
Gesendet: Montag, 16. Oktober 2023 08:49
An: Thomi Marcel (I-NAT-SAZ-SMT-POS) <marcel.thomi@sbb.ch>
Cc: Hammans Pascal (I-NAT-SAZ-SMT-POS) <pascal.hammans@sbb.ch>
Betreff: Validierung Gruppensignal durch I-NAT-SAZ-SMT-POS

Hallo Marcel,
Wie geht es dir ?
Ich schreibe dir wegen des Projekts Stellwerk Nyon (ISP 1162414).
Wir hatten Anfang des Jahres eine Jira-Auflage bezüglich des Gruppensignals H63, das wir bis zum nächsten Projekt (ISP 1161180, AS35 Installations d'accueil et successions serrées) im Projekt belassen.
D.h., dieses neue Signal wird zwischen 2030 und maximal 2035 vorhanden sein.
Die Jira-Auflage verlangt die Bestätigung von I-NAT-SAZ-SMT-POS, um ein Gruppensignal installieren zu können. Kannst du mir dies bitte umgehend per E-Mail bestätigen?

Freundliche Grüsse
Meilleures salutations

Julien Jaquet
Chef de projet Installations de Sécurité

CFF SA
I-AEP-SAZ-RWT-FPL3
Rue de la Gare de triage 7, CH-1020 Renens
Mobile +41 79 579 29 49
julien.jaquet@sbb.ch / www.cff.ch

ID1001_ENG_NY

Remplacement enclenchement Nyon - ISP 1162414
Bremstabellen: VT 2014, 90 / G2016

Bahnhof	Strecke	V-Sig		H-Sig		Tief-	Brems	Dist	Neig	örtliche V-Max				N		W		R					A										Bemer-
		SKM	Name	SKM	Name	haltg.	auf	m	‰	N	W	R	A	180	150	180	150	150	135	125	115	105	115	105	95	85	80	75	70	65	60	50	kungen
GIBU	GIBU - GLA									160		140	120	160	145			140	140	135	130	120	120	120	120	115	110	105	105	100	95	85	
	... - GIBU																																	
		30.292	GIBU	33.795	GLA															140	130	120								110	100	90	
								1000	-8.7	160	160	160	120	160	160	160	160	160	160	140	130	120	120	120	120	120	120	120	120	110	100	90	
		31.988	A*321	33.011	A321										145					135	130	125				115	110	105	105	100	95	90	
							40	1023	1.1	160		140	120	160	150	160	150	150	145	140	135	130	120	120	120	120	115	115	110	105	100	95	
							0	1023	1.1	160		140	120	160	145	160	145	145	140	135	130	125	120	120	120	115	110	105	105	100	95	90	
		33.008	C*421	33.923	C1																											85	
							90	915	0.8	160		140	120	160	160	160	160	160	150	150	145	140	120	120	120	120	120	120	120	120	120	115	
						90	40	915	0.8	160		140	120	155	**140**	155	**140**	**140**	135	**130**	130	125	120	120	120	115	110	105	105	100	95	90	26
						90	0	915	0.8	160		140	120	150	140	150	140	140	**130**	130	125	120	120	120	115	110	105	100	95	95	90	85	26
		33.008	C*321	34.130	C3										150						135	130					115	110	105	105	100	95	
							0	1122	0.6	160		140	120	160	**150**	160	**150**	**150**	145	140	135	130	120	120	120	120	115	110	**105**	105	100	95	
GLA	GLA - NY									160		140	120	160	150			140	140	140	130	120	120	120	120	110	110	105	100	95	85	80	
		33.923	C1	34.209	C54																												
						40	0	286	-1.7	140		140	120	85	75	85	75	75	70	65	60	55	65	60	60	55	55	50	50	50	50	45	1
		34.067	C5	34.209	C54																												
							0	142	-3.2	140		140	120	55	50	55	50	50	40	40	40	35	40	40	35	35	35	30	30	30	30	25	30
		34.130	P*3	35.300	P761																135	130					115	110	105	100	95	90	
							0	1170	-2.9	140		140	120	160	155	160	155	155	145	140	135	130	120	120	120	120	115	110	105	100	**95**	90	

Bahnhof	Strecke	V-Sig		H-Sig		Tief-	Brems	Dist	Neig	örtliche V-Max				N		W		R					A										Bemer-
		SKM	Name	SKM	Name	haltg.	auf	m	‰	N	W	R	A	180	150	180	150	150	135	125	115	105	115	105	95	85	80	75	70	65	60	50	kungen
	GIBU - GLA																																
		33.795	GLA	38.528	NY														140	130	120									110	100	90	
								1000	-9.8	160	160	160	120	160	160	160	160	160	160	140	130	120	120	120	120	120	120	120	110	100	90	21
		35.300	P761	36.575	A764																									115	115	105	
							60	1275	4.1	160		140	120	160	160	160	160	160	160	160	155	150	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	12
							0	1275	4.1	160		140	120	160	160	160	160	160	155	**150**	145	140	120	120	120	120	120	120	120	115	115	105	
		35.300	P861	36.575	A864																												
							90	1275	4.1	160		140	120	160	160	160	160	160	160	160	160	160	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	20, 22
		36.575	A764	37.760	D31										150				135	125						110	110	105	100	95	90	85	
							90	1184	-7.1	160		140	120	160	160	160	160	160	160	**155**	155	150	120	120	120	120	120	120	120	120	120	110	4
							80	1184	-7.1	160		140	120	160	160	160	160	160	**155**	155	150	145	120	120	120	120	120	120	120	120	115	110	
							60	1184	-7.1	160		140	120	160	160	160	160	160	150	**145**	140	135	120	120	120	120	120	115	115	110	105	100	
							40	1184	-7.1	160		140	120	160	155	160	155	155	**145**	**140**	**135**	130	120	120	120	120	115	110	105	100	100	90	
							0	1184	-7.1	160		140	120	160	150	160	150	150	145	140	135	**125**	120	120	120	**110**	110	105	100	95	90	85	
		36.575	A864	37.748	D32										150						130	125				110	110	105	100	95	90	85	
							90	1172	-7.1	160		140	120	160	160	160	160	160	160	155	**150**	**145**	120	120	120	120	120	120	120	120	120	110	13, 7
							80	1172	-7.1	160		140	120	160	160	160	160	160	155	155	150	145	120	120	120	120	120	120	120	120	115	110	2
							60	1172	-7.1	160		140	120	160	160	160	160	160	150	145	140	135	120	120	120	120	120	115	**110**	110	105	100	
							40	1172	-7.1	160		140	120	160	155	160	155	155	145	140	135	130	120	120	120	**115**	115	110	105	100	**95**	90	
							0	1172	-7.1	160		140	120	160	150	160	150	150	145	140	**130**	125	120	120	120	110	110	105	100	95	90	85	
		36.742	Kurventafel	37.199											155																		
							140	457	-4.3	160		140	120	160	155																			
		37.760	D31	38.075	ELV 10w																												
						40	0	315	-9.8	145		140	120	85	75	85	75	75	70	65	55	55	65	60	**55**	55	55	50	50	**45**	45	**40**	18, 23
		37.760	D31	38.265	G50																												
						40	0	505	-8.7	145		140	120	110	100	110	100	100	95	90	85	80	85	80	75	70	70	65	65	65	60	55	1, 23
		37.760	D31	38.531	G4																												
						40	0	771	-6.9	145		140	120	135	125	135	125	125	115	115	110	105	110	105	95	90	85	85	80	80	75	70	1, 14, 23
		37.760	D31	38.677	H2																												
						80	0	917	-6.6	145		140	120	145	135	145	135	135	130	125	120	115	120	115	105	100	95	90	90	85	85	80	23, 24
		37.760	D31	38.677	H63																												
						60	0	917	-6.6	145		140	120	145	135	145	135	135	130	125	120	115	120	115	105	100	95	90	90	85	85	80	23, 29
		37.760	D31	38.761	H1																135	130				115	115	110	105	100	85	80	
							90	1001	-6.6	145		140	120	160	160	160	160	160	**150**	150	145	140	120	120	120	120	120	120	120	120	115	110	23, 3
							80	1001	-6.6	145		140	120	160	155	160	155	155	150	145	140	135	120	120	120	120	120	120	115	110	110	105	23, 9
							60	1001	-6.6	145		140	120	160	150	160	150	150	**140**	140	135	130	120	120	120	115	115	110	105	100	100	95	23, 6
						90	0	1001	-6.6	145		140	120	**150**	140	**150**	140	140	135	130	125	120	120	120	110	105	100	95	90	90	85	80	23, 4
		37.760	D31	38.779	H1_futur																												
						90	0	1019	-6.6	145		140	120	155	140	155	140	140	135	130	125	120	120	120	**110**	105	100	95	95	90	85	80	15, 23
		37.748	D32	38.677	H2																135	130						115	110	110	105	100	
							90	929	-6.6	140		140	120	160	155	160	155	155	150	145	140	135	120	120	120	120	120	120	120	115	115	110	23, 27, 3
							80	929	-6.6	140		140	120	160	150	160	150	150	145	140	135	130	120	120	120	120	120	115	**110**	110	105	100	23, 27, 9

Bahnhof	Strecke	V-Sig		H-Sig		Tief-	Brems	Dist	Neig	örtliche V-Max				N		W		R					A										Bemer-
		SKM	Name	SKM	Name	haltg.	auf	m	‰	N	W	R	A	180	150	180	150	150	135	125	115	105	115	105	95	85	80	75	70	65	60	50	kungen
						90	60	929	-6.6	140		140	120	155	145	155	145	145	140	135	130	125	120	120	120	**110**	110	105	**100**	100	95	90	13, 23, 27, 7
						80	0	929	-6.6	140		140	120	**145**	135	**145**	135	135	130	125	120	115	120	115	105	100	95	90	90	85	85	80	2, 23, 27
NY	NY - COP									155		140	120	155	145			140	140	135	130	120	120	120	120	115	110	105	100	95	95	85	
		38.263	G50	38.761	H1																												
						40	0	498	-4.5	145		140	120	110	100	110	100	100	95	90	85	80	85	**80**	80	75	75	70	70	65	65	60	19
		38.531	G4	38.677	H63																												
							0	146	-4.3	150		140	120	55	50	55	50	50	40	40	40	35	40	40	35	35	35	30	30	30	30	25	5
		38.761	H1	39.400	I81																										85		
						90	70	639	-7.4	150		140	120	135	125	135	125	125	120	120	115	110	115	110	105	100	100	95	95	90	90	85	3
						60	0	639	-7.4	150		140	120	125	110	125	110	110	105	100	100	95	100	**90**	85	80	80	75	75	70	70	65	6
		38.779	H1_futur	39.400	I81																												
						90	70	621	-7.3	150		140	120	135	125	135	125	125	120	115	115	110	115	110	105	100	100	95	95	90	90	85	15, 3
						60	0	621	-7.3	150		140	120	120	110	120	110	110	105	100	95	90	100	90	85	80	80	75	75	70	70	65	15
		38.677	H2	39.400	I82																												
						60	0	723	-7.4	150		140	120	130	120	130	120	120	115	110	105	100	105	100	**90**	85	85	80	80	75	75	70	7

Bahnhof	Strecke	V-Sig		H-Sig		Tief-	Brems	Dist	Neig	örtliche V-Max				N		W		R					A										Bemer-
		SKM	Name	SKM	Name	haltg.	auf	m	‰	N	W	R	A	180	150	180	150	150	135	125	115	105	115	105	95	85	80	75	70	65	60	50	kungen
	GLA - NY																																	
		38.528	NY	47.003	COP															140	130	120								115	105	90	
								1000	-7.2	160	160	160	120	160	160	160	160	160	160	140	130	120	120	120	120	120	120	120	115	105	90	21
		39.400	I81	40.200	P771																													
							120	800	-6.6	155		140	120	160	160	160	160	160	155	155	150	145	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	8
						90	70	800	-6.6	155		140	120	150	140	150	140	140	135	130	125	120	120	120	115	110	105	105	100	100	95	90	17
						70	0	800	-6.6	155		140	120	135	125	135	125	125	120	115	110	105	110	105	100	90	90	85	85	80	80	75	3
						60	0	800	-6.6	155		140	120	135	125	135	125	125	120	115	110	105	110	105	100	90	90	85	85	80	80	75	16
		39.400	I81	40.800	P773																								115	110	105	100	
							0	1400	-2.9	155		140	120	160	160	160	160	160	160	155	150	140	120	120	120	120	120	120	115	110	**105**	100	11
		40.200	P771	40.800	P773																													
						70	0	600	0.8	155		140	120	125	115	125	115	115	105	105	100	95	105	100	90	85	85	80	80	**75**	75	70	10
		40.200	P771	41.276	P774																					115	110	105	105	100	95	90	
						120	0	1076	-0.8	155		140	120	160	150	160	150	150	140	135	**130**	125	120	120	120	115	110	**105**	105	100	95	90	8
		40.200	P871	41.276	P874										150					135	130	125				115	110	105	105	100	95	90	
							0	1076	-0.8	155		140	120	160	150	160	150	150	140	135	**130**	125	120	120	120	115	110	**105**	105	100	95	90	28
		41.276	P774	42.325	P776										145					135	130	125				115	110	105	100	95	95	90	
							90	1049	-1.6	155		140	120	160	160	160	160	160	160	155	150	145	120	120	120	120	120	120	120	120	120	115	
							0	1049	-1.6	155		140	120	160	145	160	145	145	140	135	130	125	120	120	120	115	110	105	100	95	95	90	
		42.325	P*776	43.591	P330																	135						115	110	105	100	95	
							0	1265	-2.9	155		140	120	160	160	160	160	160	150	145	140	135	120	120	120	120	120	115	110	105	100	95	
		43.591	P330	44.827	A331																	135						115	115	110	105	95	
							90	1235	0.2	155		140	120	160	160	160	160	160	160	160	160	155	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	
							40	1235	0.2	155		140	120	160	160	160	160	160	155	150	145	140	120	120	120	120	120	120	120	115	110	105	
							0	1235	0.2	155		140	120	160	160	160	160	160	150	145	140	135	120	120	120	120	120	**115**	115	110	105	95	
		44.827	C*331	46.020	C31																	135						115	115	110	105	100	
							90	1194	1.8	155		140	120	160	160	160	160	160	160	160	160	155	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	
							60	1194	1.8	155		140	120	160	160	160	160	160	160	155	150	145	120	120	120	120	120	120	120	120	120	110	
							40	1194	1.8	155		140	120	160	160	160	160	160	155	150	145	140	120	120	120	120	120	120	120	115	110	105	
							0	1194	1.8	155		140	120	160	160	160	160	160	150	145	140	135	120	120	120	120	120	**115**	115	110	105	100	
COP	COP - TAN									160		140	120	160	160			140	140	140	135	125	120	120	120	120	120	120	115	110	105	95	
		46.020	F*31	47.290	F2																	135							115	110	105	95	
							90	1270	-0.6	160		140	120	160	160	160	160	160	160	160	160	155	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	
							0	1270	-0.6	160		140	120	160	160	160	160	160	155	150	145	**135**	120	120	120	120	120	120	115	110	105	**95**	
		46.020	F*31	47.290	F1,4-5																	135							115	110	105	95	
							60	1270	-0.6	160		140	120	160	160	160	160	160	160	155	150	145	120	120	120	120	120	120	120	120	120	110	
							0	1270	-0.6	160		140	120	160	160	160	160	160	155	150	145	**135**	120	120	120	120	120	120	115	110	105	**95**	
		47.290	AP*2	48.726	P333																									115	110	105		
							0	1435	-0.8	160		140	120	160	160	160	160	160	160	**155**	150	145	120	120	120	120	120	120	120	115	110	105	
		47.603	TAN	48.250																														
							0	646	-0.9	160		140	120	125	115	125	115	115	110	105	100	100											25

Bahnhof	Strecke	V-Sig		H-Sig		Tief-	Brems	Dist	Neig	örtliche V-Max				N		W		R					A										Bemer-
		SKM	Name	SKM	Name	haltg.	auf	m	‰	N	W	R	A	180	150	180	150	150	135	125	115	105	115	105	95	85	80	75	70	65	60	50	kungen
	NY - COP																																
		47.003	COP	48.225	TAN															145	135	125										100	
								1000	-1.9	160	160	160	120	160	160	160	160	160	160	145	135	125	120	120	120	120	120	120	120	120	120	100	
TAN	TAN - MIES									160		140	120	160	150			140	140	140	135	130	120	120	120	120	120	115	110	105	105	95	
	COP - TAN																																
		48.225	TAN	49.678	MIES															150	140	130										105	
								1000	0.2	160	160	160	120	160	160	160	160	160	160	150	140	130	120	120	120	120	120	120	120	120	120	105	
		48.726	P333	49.806	P334										150						135	130						115	110	105	105	95	
							0	1080	3.8	160		140	120	160	150	160	150	150	145	140	135	130	120	120	120	120	120	115	110	105	105	95	
MIES	MIES - PTC									160		140	120	160	160			140	140	140	130	120	120	120	120	120	120	120	120	110	100	90	
	TAN - MIES																																
		49.678	MIES	51.061	PTC															140	130	120								110	100	90	
								1000	-8.6	160	160	160	120	160	160	160	160	160	160	140	130	120	120	120	120	120	120	120	120	110	100	90	
		49.806	P334	51.226	A335																											100	
							60	1421	-3.8	135		110	105	160	160	160	160	160	160	160	155	150	120	120	120	120	120	120	120	120	120	110	
							0	1421	-3.8	135		110	105	160	160	160	160	160	160	155	150	140	120	120	120	120	120	120	115	110	105	100	
PTC	PTC - ...									135		110	105	135	135			110	110	110	110	110	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	
	MIES - PTC																																

Bemerkungen:
1) Itinéraire court.
2) Maintien restrictif d'image A864 M>80 D32 80>0 H2 (distance de freinage). Voie de droite.
3) Maintien restrictif d'image D3x M>90 Hx 90>70 I8x 70>0 Px71.
4) Maintien restrictif d'image A764 M>90 D31 90>0 H1 (distance de freinage, voie de gauche).
5) Signaux couplés
6) Maintien restrictif d'image D31 M>60 H1 60>0 I8x (distance de freinage ou arrêt après AV32-33 en dévié). Voie de gauche.
7) Maintien restrictif d'image A864 M>90 D32 90>60 H2 60>0 I8x. Voie de droite. Distance de freinage: IT direct ou arrêt après AV30 à 33 en dévié.
8) Voie de gauche: Maintien restrictif d'image en I81 pour assurer 6 s de visibilité sur P771 (si P771 affiche +0). Préavertissement en P771.
9) Protection de flanc par guidage manquante.
10) Maintien restrictif d'image lors des sorties via AV à 60 km/h avec but Px73 (images 6- / 7- / -0 / H au lieu de 6- / +0 / -0 / H).
11) Itinéraires directs: préavertissement en I8x.
12) Maintien restrictif d'image (distance de glissement D31 - AV5: 56 m).
13) Maintien restrictif d'image A864 M>90 D32 90>60 H2 (AV à 60 km/h, distance de freinage réduite sur voie de droite).
14) Vitesse limitée par AV11D.
15) Pour info. Position possible pour le signal H1 futur (compatibilté ascendante avec futurs quais, ISP 1161180).
16) Arrêt après AV 60 km/h en dévié (AV30 à 33).
17) Pour info. Maintien restrictif d'image I8x 90>70 Px71 70>0 Px73 après AV en dévié (futurs AV à 90 km/h).
18) Entrée sur voie occupée (freinage 40>0 avant le début de la zone occupée).
19) Vitesse limitée par AV18D.
20) Pour info. Futurs AV 90 km/h Prangins.
21) Restriction liée aux tabelles de freinage 90 resp. G2016 selon DE-OCF art. 77.2. Pente moyenne sur 1000 m.
22) Maintien restrictif d'image (distance de glissement D32 - AV5: 68 m)
23) Seuil de vitesse RADN = 1er AV (signaux D3x en dehors de la gare au sens RADN).
24) Vitesse limitée par AV3D.
25) Mi-distance entre COP et TAN.
26) Cf. BU GLA 10934/200/7 version D.
27) Nouvelle vitesse de courbe VN = 140 km/h à l'entrée de NY.
28) Préavertissement: P871 M>>0 P873 M>>0 P874. Voie de droite.
29) Vitesse limitée par AV6D.
30) IT non prévu selon le BU actuel de GLA (10934/200/007 Version D).

RADN-Eintrag:

Strecke	N		W		R					A									
	180	150	180	150	150	135	125	115	105	115	105	95	85	80	75	70	65	60	50
~~GIBU - GLA~~	~~160~~	~~145~~			~~140~~	~~140~~	~~135~~	~~130~~	~~120~~	~~120~~	~~120~~	~~120~~	~~115~~	~~110~~	~~105~~	~~105~~	~~100~~	~~95~~	~~85~~
GLA - NY	160	150			140	140	140	130	120	120	120	120	110	110	105	100	95	85	80
NY - COP	155	145			140	140	135	130	120	120	120	120	115	110	105	100	95	95	85
~~COP - TAN~~	~~160~~	~~160~~			~~140~~	~~140~~	~~140~~	~~135~~	~~125~~	~~120~~	~~120~~	~~120~~	~~120~~	~~120~~	~~120~~	~~115~~	~~110~~	~~105~~	~~95~~
~~TAN - MIES~~	~~160~~	~~150~~			~~140~~	~~140~~	~~140~~	~~135~~	~~130~~	~~120~~	~~120~~	~~120~~	~~120~~	~~120~~	~~115~~	~~110~~	~~105~~	~~105~~	~~95~~
~~MIES - PTC~~	~~160~~	~~160~~			~~140~~	~~140~~	~~140~~	~~130~~	~~120~~	~~120~~	~~120~~	~~120~~	~~120~~	~~120~~	~~120~~	~~120~~	~~110~~	~~100~~	~~90~~

ID1001_ENG_NY

Remplacement enclenchement Nyon - ISP 1162414
Bremstabellen: VT 2014, 90 / G2016

Bahnhof	Strecke	V-Sig		H-Sig		Tief-haltg.	Brems auf	Dist m	Neig ‰	örtliche V-Max				N		W		R					A										Bemer-kungen
		SKM	Name	SKM	Name					N	W	R	A	180	150	180	150	150	135	125	115	105	115	105	95	85	80	75	70	65	60	50	
PTC	PTC - MIES									160		140	120	160	160			140	140	140	135	125	120	120	120	120	120	120	120	120	110	95	
	... - PTC																																
		51.061	PTC	49.678	MIES															145	135	125									110	95	
							1000		-4.7	160	160	160	120	160	160	160	160	160	160	145	135	125	120	120	120	120	120	120	120	120	110	95	
		50.955	S435	49.536	S434																												
							0	1425	1	135		110	105	160	160	160	160	160	160	160	**150**	145	120	120	120	120	120	120	120	120	115	105	
MIES	MIES - TAN									160		140	120	160	160			140	140	140	135	125	120	120	120	120	120	120	115	110	110	95	
	PTC - MIES																																
		49.678	MIES	48.225	TAN															145	135	125									110	95	
							1000		-4.5	160	160	160	120	160	160	160	160	160	160	145	135	125	120	120	120	120	120	120	120	120	110	95	
		49.536	S434	48.133	G433																								115	110	110	100	
							90	1403	-2.3	160		140	120	160	160	160	160	160	160	160	160	160	120	120	120	120	120	120	120	120	120	115	
							60	1403	-2.3	160		140	120	160	160	160	160	160	160	160	155	150	120	120	120	120	120	120	120	120	120	115	
							0	1403	-2.3	160		140	120	160	160	160	160	160	160	155	150	**140**	120	120	120	120	120	120	115	110	110	100	
TAN	TAN - COP									160		140	120	155	145			140	140	135	130	125	120	120	120	115	110	105	100	95	95	90	
	MIES - TAN																																
		48.225	TAN	47.003	COP															145	135	125										100	
							1000		-0.4	160	160	160	120	160	160	160	160	160	160	145	135	125	120	120	120	120	120	120	120	120	120	100	
		48.133	DE*433	46.597	D3																											110	
							90	1533	0.7	160		140	120	160	160	160	160	160	160	160	160	160	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	
							40	1533	0.7	160		140	120	160	160	160	160	160	160	160	160	155	120	120	120	120	120	120	120	120	120	115	
							0	1533	0.7	160		140	120	160	160	160	160	160	160	160	**155**	150	120	120	120	120	120	120	120	120	120	110	
		47.840	DE*91	46.852	E1									155	145					135	130	125				115	110	105	100	95	95	90	
							90	986	0.9	160		140	120	160	160	160	160	160	155	**150**	150	145	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	
							60	986	0.9	160		140	120	160	**150**	160	**150**	**150**	145	140	**135**	135	120	120	120	120	120	**115**	115	110	**105**	100	
							40	986	0.9	160		140	120	160	**145**	160	**145**	**145**	140	135	**130**	**125**	120	120	120	120	115	110	105	105	100	95	
							0	986	0.9	160		140	120	155	145	155	145	145	140	135	130	125	120	120	120	115	110	105	100	95	95	90	19
							0	986	0.9	160		140	120	155	145	155	145	145	135	130	130	125	120	120	120	110	110	105	100	95	95	90	19
COP	COP - NY									155		140	120	155	145			140	140	135	130	125	120	120	120	115	110	105	100	95	95	90	
		46.852	E1	46.597	D51																												
						40	0	256	-0.2	160		140	120	80	70	80	70	70	60	60	55	55	60	55	55	50	50	50	50	45	45	45	17
		46.597	B*3	45.252	B33																								115	110	110	100	
							90	1344	-0.9	160		140	120	160	160	160	160	160	160	160	160	160	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	
							0	1344	-0.9	160		140	120	160	160	160	160	160	155	**150**	145	140	120	120	120	120	120	120	115	110	110	100	
		45.252	S*33	44.128	S431										150					135	130					115	110	110	105	100	95	90	
							0	1124	-2	160		140	120	160	150	160	150	150	145	140	135	130	120	120	120	115	**110**	110	105	100	95	90	

Bahnhof	Strecke	V-Sig		H-Sig		Tief-	Brems	Dist	Neig	örtliche V-Max				N		W		R					A										Bemer-
		SKM	Name	SKM	Name	haltg.	auf	m	‰	N	W	R	A	180	150	180	150	150	135	125	115	105	115	105	95	85	80	75	70	65	60	50	kungen
	TAN - COP																																
		47.003	COP	38.527	NY															145	135	125									115	100	
								1000	-2.6	160	160	160	120	160	160	160	160	160	160	145	135	125	120	120	120	120	120	120	120	120	115	100	13
		44.128	S431	43.000	S430																135	130						115	110	105	100	95	
							90	1128	1.8	155		140	120	160	160	160	160	160	160	160	155	150	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	
							0	1128	1.8	155		140	120	160	155	160	155	155	145	**140**	135	130	120	120	120	120	120	115	110	105	**100**	95	
		43.000	S*430	42.006	S876										145					135	130	125			115	110	105	100	95	95	90	
							0	994	0.8	155		140	120	155	145	155	145	145	140	135	130	125	120	120	115	110	105	100	95	95	90	
		42.006	S876	40.600	S873																								115	115	105	
							0	1406	0.9	155		140	120	160	160	160	160	160	160	**155**	150	145	120	120	120	120	120	120	120	**115**	115	105	
		40.600	S873	39.476	J871																135	130					115	115	110	105	100	95	
							80	1124	1.5	155		140	120	160	160	160	160	160	160	155	**150**	**145**	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	
							60	1124	1.5	155		140	120	160	160	160	160	160	155	150	145	140	120	120	120	120	120	120	120	**115**	115	110	
							40	1124	1.5	155		140	120	160	155	160	155	155	150	145	140	135	120	120	120	120	120	120	115	110	**105**	100	
							0	1124	1.5	155		140	120	160	155	160	155	155	145	140	135	130	120	120	120	120	**115**	115	110	105	100	95	
		39.476	J871	38.191	F2																										115	110	
							110	1285	5.4	155		140	120	160	160	160	160	160	160	160	160	160	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	12
							80	1285	5.4	155		140	120	160	160	160	160	160	160	160	160	160	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	10, 2
							0	1285	5.4	155		140	120	160	160	160	160	160	160	155	150	145	120	120	120	120	120	120	120	120	115	110	
		39.476	J871	38.277	F3_futur																												
							0	1199	5.6	155		140	120	160	160	160	160	160	155	150	145	140	120	120	120	120	120	120	120	115	110	105	7
		39.476	J771	38.336	F1_futur																												
							0	1140	5.9	155		140	120	160	155	160	155	155	150	145	140	135	120	120	120	120	120	120	115	110	110	100	7
		39.476	J871	38.208	F55																												
						40	0	1268	5.4	155		140	120	160	160	160	160	160	155	155	**145**	**140**	120	120	120	120	120	120	120	120	115	110	20
NY	NY - GLA									160		140	120	160	155			140	140	140	130	120	120	120	120	120	115	105	100	95	90		
		38.277	F3_futur	37.555	C32																												
							120	720	6.3	145		140	120	160	160	160	160	160	155	155	150	150	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	11
							100	720	6.3	145		140	120	160	150	160	150	150	145	145	140	140	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	23, 3, 4
						90	70	720	6.3	145		140	120	150	140	150	140	140	135	130	**125**	125	120	120	120	120	115	**110**	110	**105**	105	100	6
		38.191	F2	37.555	C32																								105	105	100	95	
						110	70	634	6.7	145		140	120	140	135	140	135	135	130	125	120	120	120	120	115	**110**	110	110	105	105	100	95	12
						80	70	634	6.7	145		140	120	140	135	140	135	135	130	125	120	120	120	120	115	**110**	110	110	105	105	100	95	2
						80	0	634	6.7	145		140	120	130	120	130	120	120	115	110	105	100	110	105	100	95	90	90	85	85	85	80	10
		37.983	E40	37.555	C31																												
						40	0	427	8.4	145		140	120	105	**95**	105	**95**	**95**	95	90	85	**80**	85	**80**	80	75	75	75	70	70	70	65	5

Bahnhof	Strecke	V-Sig		H-Sig		Tief-haltg.	Brems auf	Dist m	Neig ‰	örtliche V-Max				N		W		R					A										Bemer-kungen
		SKM	Name	SKM	Name					N	W	R	A	180	150	180	150	150	135	125	115	105	115	105	95	85	80	75	70	65	60	50	
	COP - NY																																
		38.527	NY	33.790	GLA															140	130	120									110	95	
								1000	-5.1	160	160	160	120	160	160	160	160	160	160	140	130	120	120	120	120	120	120	120	120	110	95	13
		37.555	C32	36.990	B22																	135											
						145	110	566	8.9	145		140	120	155	145	155	145	145	145	140	140	135	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	1, 15, 9
						100	80	566	8.9	145		140	120	140	130	140	130	130	130	125	120	120	120	120	120	115	110	110	110	105	105	100	23
						100	70	566	8.9	145		140	120	135	130	135	130	130	125	120	120	115	120	115	115	110	105	105	105	100	100	95	15, 4
						70	0	566	8.9	145		140	120	125	115	125	115	115	110	105	100	100	105	100	95	90	90	85	85	80	80	**75**	12, 15, 2
		37.555	C31	36.990	B21																												
						120	90	566	8.9	145		140	120	145	135	145	135	135	135	130	125	125	120	120	120	120	120	115	115	110	110	110	11, 15
						80	70	566	8.9	145		140	120	135	130	135	130	130	125	120	120	115	120	115	115	110	105	105	105	100	100	95	14, 15
		37.555	C32	36.395	S864																	135							115	110	110	100	
							0	1161	4.9	145		140	120	160	**155**	160	**155**	**155**	150	145	140	135	120	120	120	120	120	120	115	110	110	100	15, 21
		36.990	B22	36.395	S864										155																		
							130	595	1.1	160		140	120	160	155	160	155	155	155	150	150	145	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	8
						70	0	595	1.1	160		140	120	125	115	125	115	115	105	105	100	95	**100**	100	90	85	85	80	80	**75**	75	70	22
		36.990	B21	36.395	S764																												
						70	0	595	1.1	160		140	120	125	115	125	115	115	105	105	100	95	**100**	100	90	85	85	80	80	**75**	75	70	14, 22
		36.990	B22	35.842	S863																								105	100	100	90	
						110	0	1148	-1.8	160		140	120	160	155	160	155	155	145	140	135	130	120	120	120	120	120	115	110	105	100	100	90	9
		36.395	S864	35.842	S863																									115	115	110	
						130	110	553	-4.9	160		140	120	150	140	150	140	140	135	135	130	130	120	120	120	120	120	120	120	120	115	115	110	8
		35.842	S863	34.700	D861										155							135							115	105	100	95	90	
							40	1142	-2.6	160		140	120	160	155	160	155	155	150	145	140	135	120	120	120	120	120	115	110	105	100	95	16
							35	1142	-2.6	160		140	120	160	155	160	155	155	**145**	**140**	**135**	**130**	120	120	120	120	115	115	110	105	100	95	16
						110	0	1142	-2.6	160		140	120	160	150	160	150	150	145	140	135	130	120	120	120	115	**110**	110	105	100	95	90	8
		35.842	S763	34.700	D761										155							135							115	105	100	95	90	
							90	1142	-2.6	160		140	120	160	160	160	160	160	160	160	155	150	120	120	120	120	120	120	120	120	120	115	
							40	1142	-2.6	160		140	120	160	155	160	155	155	150	145	140	135	120	120	120	120	120	115	115	110	105	100	95	16
							35	1142	-2.6	160		140	120	160	155	160	155	155	**145**	**140**	**135**	**130**	120	120	120	120	115	115	110	105	100	95	16
						110	0	1142	-2.6	160		140	120	160	150	160	150	150	145	140	135	130	120	120	120	115	115	110	105	100	95	90	8
		34.700	B*861	33.573	B1										155						135	130							115	110	105	105	95	
							90	1126	2.6	160		140	120	160	160	160	160	160	160	160	155	**150**	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	
							0	1126	2.6	160		140	120	160	155	160	155	155	**145**	145	**135**	**130**	120	120	120	120	120	115	110	105	105	95	
		34.700	B*861	34.033	E4																												
						40	0	667	3.8	160		140	120	130	120	130	120	120	115	110	**105**	105	110	105	100	95	90	90	85	85	80	80	16, 18
						35	0	667	3.8	160		140	120	130	120	130	120	120	115	110	105	105	110	105	100	95	90	90	85	85	80	80	16, 18
		34.700	B*861	33.824	E35																												
						40	0	876	3.2	160		140	120	150	135	150	135	135	130	125	**120**	**115**	120	120	115	110	105	100	100	95	90	85	16, 18
						35	0	876	3.2	160		140	120	150	135	150	135	135	130	125	120	115	120	120	115	110	105	100	100	95	90	**85**	16, 18

Bahnhof	Strecke	V-Sig		H-Sig		Tief-haltg.	Brems auf	Dist m	Neig ‰	örtliche V-Max				N		W		R					A										Bemer-kungen
		SKM	Name	SKM	Name					N	W	R	A	180	150	180	150	150	135	125	115	105	115	105	95	85	80	75	70	65	60	50	
GLA	GLA - GIBU									160		140	120	160	150			140	140	140	135	125	120	120	120	120	115	110	105	100	100	90	
		34.033	E4	33.824	E35																												
						40	0	209	0.2	140		140	120	70	65	70	65	65	55	**50**	50	**45**	50	50	50	45	45	45	40	40	40	35	16, 18
						35	0	209	0.2	140		140	120	70	65	70	65	65	55	**50**	50	**45**	50	50	50	45	45	45	40	40	40	**35**	16, 18
		34.033	E4	33.573	B1																												
						40	0	459	0	140		140	120	105	**95**	105	**95**	**95**	**90**	90	85	80	85	80	80	75	75	70	70	65	65	60	16, 18
						35	0	459	0	140		140	120	105	**95**	105	95	95	90	90	85	80	85	80	80	75	75	70	70	**65**	65	60	16, 18
	NY - GLA																																
		33.790	GLA	30.261	GIBU															145	135	125										100	
								1000	-1.7	160	160	160	120	160	160	160	160	160	160	145	135	125	120	120	120	120	120	120	120	120	120	100	
		32.428	D*421	31.335	D421										150						135	130					115	110	105	100	100	90	
							120	1093	0.4	160		140	120	160	160	160	160	160	160	160	160	160	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	
							90	1093	0.4	160		140	120	160	160	160	160	160	160	160	155	150	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	
							0	1093	0.4	160		140	120	160	150	160	150	150	145	140	135	130	120	120	120	120	115	110	105	100	100	**90**	
		31.335	D421	30.067	B3																											115	
							120	1270	8.2	160		140	120	160	160	160	160	160	160	160	160	160	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	
							0	1270	8.2	160		140	120	160	160	160	160	160	160	155	150	145	120	120	120	120	120	120	120	120	120	115	
GIBU	GIBU - ...									160		140	120	160	160			140	140	140	140	140	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	
	GLA - GIBU																																

Bemerkungen:
1) Nouvelle courbe de sortie NY côté GLA: VN = 145 km/h.
2) Maintien restrictif d'image Jx71 M>80 Fx 80>70 C3x 70>0 B2x. Arrêt après sortie via AV en dévié à 80 km/h.
3) Pour info. Arrêt après AV en dévié (compatibilité ascendante avec futurs AV Prangins en aval de B2x, ISP 1161180).
4) Pour info. Maintien restrictif d'image Fx_futur M>100 C3x 100>70 B2x 70>0 Sx64 (compatibilité ascendante avec ISP 1161180).
5) Vitesse limitée par AV7G.
6) Pour info. Maintien restrictif d'image pour arrêt après futurs AV 90 km/h en dévié (compatibilité ascendante avec ISP 1161180).
7) Pour info. Emplacement du signal de but avec les futurs quais (compatibilité ascendante avec ISP 1161180).
8) Maintien restrictif d'image (distance de freinage): B2x M>130 Sx64 130>110 Sx63 110>0 Dx61.
9) Maintien restrictif d'image puis préavertissement (distance de freinage): C3x M>110 B2x 110>>0 Sx64 110>>0 Sx63.
10) Maintien restrictif d'image (distance de freinage, IT direct): Jx71 M>80 Fx 80>0 C3x.
11) Pour info. Futurs AV 90 km/h à Prangins (compatibilité ascendante avec ISP 1161180). Maintien restrictif d'image F1_futur M>120 C31 120>90 B21.
12) Maintien restrictif d'image (distance de freinage, IT direct): Jx71 M>110 Fx 110>70 C3x 70>0 B2x.
13) Restriction liée aux tabelles de freinage 90 resp. G2016 selon DE-OCF art. 77.2. Pente moyenne sur 1000 m.
14) Maintien restrictif d'image (arrêt après AV à 80 km/h): C31 80>70 B21 70>0 S764.
15) Seuil de vitesse RADN = dernier AV (C3x en dehors de la gare au sens RADN).
16) V35 à GLA pour A65...A50 (situation actuelle inchangée).
17) Itinéraire court (selon BU actuel de COP: 10947/200/7 version e).
18) Itinéraire court (selon BU actuel de GLA: 10934/200/7 version D).
19) Règle des 1% (critère selon R RTE 29100 ch. 8.3.2 rempli).
20) Vitesse limitée par AV23aD-bG ou par AV24G.
21) Préavertissement C3x M>>0 B2x M>>0 Sx64. Pour IT directs.
22) Maintien restrictif d'image au lieu de préavertissement après sortie via AV à 40/60 km/h (image 7- au lieu de +0 en C3x).
23) Pour info. Futurs AV à Prangins (compatibilité ascendante avec ISP 1161180). Protection de flanc par guidage maquante. Maintien restrictif d'image Fx_futur M>100 C3x 100>80 B2x.

RADN-Eintrag:

Strecke	N		W		R					A									
	180	150	180	150	150	135	125	115	105	115	105	95	85	80	75	70	65	60	50
~~PTC - MIES~~	~~160~~	~~160~~			~~140~~	~~140~~	~~140~~	~~135~~	~~125~~	~~120~~	~~120~~	~~120~~	~~120~~	~~120~~	~~120~~	~~120~~	~~120~~	~~110~~	~~95~~
~~MIES - TAN~~	~~160~~	~~160~~			~~140~~	~~140~~	~~140~~	~~135~~	~~125~~	~~120~~	~~120~~	~~120~~	~~120~~	~~120~~	~~120~~	~~115~~	~~110~~	~~110~~	~~95~~
~~TAN - COP~~	~~155~~	~~145~~			~~140~~	~~140~~	~~135~~	~~130~~	~~125~~	~~120~~	~~120~~	~~120~~	~~115~~	~~110~~	~~105~~	~~100~~	~~95~~	~~95~~	~~90~~
COP - NY	155	145			140	140	135	130	125	120	120	120	115	110	105	100	95	95	90
NY - GLA	160	155			140	140	140	130	120	120	120	120	120	120	115	105	100	95	90
~~GLA - GIBU~~	~~160~~	~~150~~			~~140~~	~~140~~	~~140~~	~~135~~	~~125~~	~~120~~	~~120~~	~~120~~	~~120~~	~~115~~	~~110~~	~~105~~	~~100~~	~~100~~	~~90~~

Signaux de Block et diagonales d'échange. Signaux «Siffler» etc. Nom / Désign.	Kilom. de la voie km	Déclivité déterm. ↘ ‰	Déclivité déterm. ↗ ‰	Canal GSM	Autor. de départ	R Rapport de freinage en %		150	135	125	115	105	
	65.3			R 1303			**Genève-Stade**	90	95	95	95	95	95	
	64.4			#		GEPR	**Genève-La-Praille**	90						
	64.2	0	9	1301 #			**Lancy-Pont-Rouge**	90						
	62.4	0	11				**Jonction**	80	80	80	80	80	80	
	61.6	9	0				**St-Jean**	80	95	95	95	95	95	
	66.2	3	5	R 1301	sms		**Genève-Aéroport**	60-95	95	95	95	95	95	
	63.7	12	0				**Châtelaine**							
Block S472/372/---	62.6													
	61.6	9	0				**St-Jean**							
	60.3			1302 #			**Genève A** a)	40 / 115	130	130	130	110	110	
							5 40-10							
	59.4				★ B6-50 P,D,F	GE	**Genève B,C,F**	115						
	58.9	0	4				**Genève-Sécheron**	115						
							C sort. 115							
	56.8	4	4				**Chambésy**				115			
	55.8						*Les Tuileries*							
Block S440/340/240	55.6													
	54.8						*Genthod-Bellevue*							
	53.7	3	2				**Creux-de-Genthod**		115	115	115			
	52.0	0	9				**Versoix**	100	100	100	100	100	100	
	51.1						*Pont-Céard*		110	110	110	110	110	
	49.7	4	1				**Mies**	110-140 / 140	140	140	135	130	125	
	48.2						*Tannay*							
	47.0					COP	**Coppet**							
	45.6	2	8				**Founex**							
Block S431/331	44.1													
Murat ▲ S430/330	43.0													
S876/776 42.0 Block S429/329	41.3													
S873/773 40.6 Block S428/328	40.3													
	38.5			(1304) 1301			**Nyon**							

R I-30131 © SBB AG

ISP 1162414
Projet RADN V3 du 20.06.2024 - A. Boucher

a) Im 6: itinéraire but voie 5, vitesse 40-10

Signaux de Block et diagonales d'échange. Signaux «Siffler» etc. Nom	Désign.	Kilom. de la voie km	Déclivité déterm. ↘ ‰	↗ ‰	Canal GSM	Autor. de départ	R Rapport de freinage en %		150	135	125	115	105
		38.5	5	10	R (1304) 1301	sms	**Nyon**		140	140	140	135	125
	S864/764	36.4										**130**	**120**
	S863/763	35.8											
Block	S424/324	36.4											
		33.8	2	9	(1305)	sms	**Gland**						
FL		32.2											
		29.7	10	0			**Gilly-Bursinel**					130	120
		26.7	0	10	(1306)		**Rolle**						125
		24.4	3	6			**Perroy**				135		
		21.5	8	0	(1307)		**Allaman**				140		120
		19.3					*Etoy*						
Block	13R/S	19.2											
		16.9	7	2	(1308)		**St-Prex**						
Block	10R/S	15.0											
		12.5	1	10	(1304)	sms	**Morges**		135	135	130	125	
		11.2			1303		*Morges-St-Jean*						
Block	S407/307	10.9											
		10.1					*Lonay-Préverenges*						
		8.4					LT **Denges-Echandens**	135 / 135-110					
		8.2	5	10	(1309) #	★	LT **Ls-Triage N,B**		125 a)	125 a)	125 a)	a)	a)
							C sort. 110						
		4.5	0 1)	10 2)	(1312)	sms	**Renens VD**	125	130	130	130		
		2.3					*Prilly-Malley*				125	120	115
Block	S687/587 S487/387	2.2											
Block	S685/585 S485/385	1.8											
		0.0			1317 #		LS **Lausanne**	80-50 / 40					
		0.0											
		1.2					LS **Lausanne Paleyres**	40					

1) Renens - Lausanne "*via saut-de-mouton*" 0‰
2) Renens - Lausanne "*via saut-de-mouton*" 18‰
a) Voie 500 entre LT et Renens, vitesse en pleine voie selon RADN et l'image des signaux

R I-30131 © SBB AG

Signaux de Block et diagonales d'échange. Signaux «Siffler» etc. Nom	Désign.	Kilom. de la voie km	Déclivité déterm. ↘ ‰	↗ ‰	Canal GSM	Autor. de départ	A Rapport de freinage en %		115	105	95	85	80	D Vmax
		65.3			R 1303		GEPR	**Genève-Stade**	85	90	90	90	90	90	80
		64.4			#		GEPR	**Genève-La-Praille**	85						
		64.2	0	9	1301 #		GEPR	**Lancy-Pont-Rouge**	85						
		62.4	0	11				**Jonction**	75	75	75	75	75	75	75
		61.6	9	0				**St-Jean**	75	90	90	85	80	80	80
		66.2	3	5	R 1301	sms		**Genève-Aéroport**	60-90	90	90	85	80	80	80
		63.7	12	0				**Châtelaine**							
Block	S472/372/---	62.6													
		61.6	9	0				**St-Jean**							
		60.3			1302 #		GE	**Genève A** a) 5 40-10	40 / 110	110	110	105	100	95	100
		59.4				★ B6-50 P,D,F	GE	**Genève B,C,F**	110						
		58.9	0	4			GE	**Genève-Sécheron**	110						
		56.8	4	4				**Chambésy**							
		55.8						*Les Tuileries*							
Block	S440/340/240	55.6													
		54.8						*Genthod-Bellevue*							
		53.7	3	2				**Creux-de-Genthod**		85	85	85	85	85	85
		52.0	0	9				**Versoix**							
		51.1						*Pont-Céard*		105	105	105	105	105	100
		49.7	4	1				**Mies**	105-120 / 120	120	120	120	115	110	
		48.2						*Tannay*							
		47.0					COP	**Coppet**							
		45.6	2	8			COP	**Founex**							
Block	S431/331	44.1													
Murat ▲	S430/330	43.0													
S876/776 42.0 Block	S429/329	41.3													
S873/773 40.6 Block	S428/328	40.3													
		38.5			(1304) 1301			**Nyon**							

a) Im 6: itinéraire but voie 5, vitesse 40-10

R I-30131 © SBB AG

Signaux de Block et diagonales d'échange. Signaux «Siffler» etc. Nom	Désign.	Kilom. de la voie km	Déclivité déterm. ↘ ‰	↗ ‰	Canal GSM	Autor. de départ	A Rapport de freinage en %		115	105	95	85	80	D Vmax
		38.5	5	10	R (1304) 1301	sms	**Nyon**		120	120	120	120	120	100
	S864/764 S863/763	36.4 35.8												
Block	S424/324	36.4												
		33.8	2	9	(1305)	sms	**Gland**						115	
FL		32.2												
		29.7	10	0			**Gilly-Bursinel**				115	110	110	
		26.7	0	10	(1306)		**Rolle**							
		24.4	3	6			**Perroy**							
		21.5	8	0	(1307)		**Allaman**						105	
		19.3					*Etoy*							
Block	13R/S	19.2												
		16.9	7	2	(1308)		**St-Prex**							
Block	10R/S	15.0												
		12.5	1	10	(1304)	sms	**Morges**							
		11.2			1303		*Morges-St-Jean*			115	110			
Block	S407/307	10.9												
		10.1					*Lonay-Préverenges*					105	100	
		8.4					LT **Denges-Echandens**	120 / 120-105		120				
		8.2	5	10	(1309) #	★	LT **Ls-Triage N,B**		a)	a)	a)	a)	a)	a)
							C sort. 105							
		4.5	0 1)	10 2)	(1312)	sms	**Renens VD**	110 / 110-120			120	110	105	
		2.3					*Prilly-Malley*				115			
Block	S687/587 S487/387	2.2												
Block	S685/585 S485/385	1.8												
		0.0			1317 #		LS **Lausanne**	75-40 / 40						
		0.0												
		1.2					LS **Lausanne Paleyres**	40						

R I-30131 © SBB AG

1) Renens - Lausanne "*via saut-de-mouton*" 0‰

2) Renens - Lausanne "*via saut-de-mouton*" 18‰

a) Voie 500 entre LT et Renens, vitesse en pleine voie selon RADN et l'image des signaux

Signaux de Block et diagonales d'échange. Signaux «Siffler» etc. Nom / Désign.	Kilom. de la voie km	Déclivité déterm. ↘ ‰	Déclivité déterm. ↗ ‰	Canal GSM	Autor. de départ	A — Rapport de freinage en %		75	70				D Vmax
	65.3			R 1303			**Genève-Stade**	85	90	90				80
	64.4			#		GEPR	**Genève-La-Praille**	85						
	64.2	0	9	1301 #		GEPR	**Lancy-Pont-Rouge**	85						
	62.4	0	11				**Jonction**	75	75	75				75
	61.6	9	0				**St-Jean**	75		70				80
	66.2	3	5	R 1301	sms		**Genève-Aéroport**	60-90	75	70				80
	63.7	12	0				**Châtelaine**							
Block S472/372/---	62.6													
	61.6	9	0				**St-Jean**							
	60.3			1302 #		GE	**Genève A** a)	40 / 110	95	90				100
							5 40-10							
	59.4				★ B6-50 P,D,F	GE	**Genève B,C,F**	110						
	58.9	0	4			GE	**Genève-Sécheron**	110						
	56.8	4	4				**Chambésy**							
	55.8						*Les Tuileries*							
Block S440/340/240	55.6													
	54.8						*Genthod-Bellevue*							
	53.7	3	2				**Creux-de-Genthod**		85	85				85
	52.0	0	9				**Versoix**							
	51.1						*Pont-Céard*		105	100				100
	49.7	4	1				**Mies**	105-120 / 120						
	48.2						*Tannay*							
	47.0					COP	**Coppet**							
	45.6	2	8			COP	**Founex**							
Block S431/331	44.1													
Murat ▲ S430/330	43.0													
S876/776 42.0 Block S429/329	41.3													
S873/773 40.6 Block S428/328	40.3													
	38.5			(1304) 1301			**Nyon**							

R I-30131 © SBB AG

a) Im 6: itinéraire but voie 5, vitesse 40-10

Signaux de Block et diagonales d'échange. Signaux «Siffler» etc. Nom	Désign.	Kilom. de la voie km	Déclivité déterm. ↘ ‰	↗ ‰	Canal GSM	Autor. de départ	A Rapport de freinage en %		75	70				D Vmax
		38.5	5	10	R (1304) 1301	sms	**Nyon**		115	110 105				100
	S864/764	36.4												
	S863/763	35.8												
Block	S424/324	36.4												
		33.8	2	9	(1305)	sms	**Gland**		110	105				
FL		32.2												
		29.7	10	0			**Gilly-Bursinel**		105	100				
		26.7	0	10	(1306)		**Rolle**							
		24.4	3	6			**Perroy**							
		21.5	8	0	(1307)		**Allaman**							
		19.3					*Etoy*							
Block	13R/S	19.2												
		16.9	7	2	(1308)		**St-Prex**							
Block	10R/S	15.0												
		12.5	1	10	(1304)	sms	**Morges**							
		11.2			1303		*Morges-St-Jean*							
Block	S407/307	10.9												
		10.1					*Lonay-Préverenges*		95	95				
		8.4					LT **Denges-Echandens**	120 / 120-105						
		8.2	5	10	(1309) #	★	LT **Ls-Triage N,B**		a)	a)				a)
							C sort. 105							
		4.5	0 1)	10 2)	(1312)	sms	**Renens VD**	110 / 110-120	105	100				
		2.3					*Prilly-Malley*							
Block	S687/587 S487/387	2.2												
Block	S685/585 S485/385	1.8												
		0.0			1317 #		LS **Lausanne**	75-40						
		0.0						40						
		1.2					LS **Lausanne Paleyres**	40						

R I-30131 © SBB AG

1) Renens - Lausanne "*via saut-de-mouton*" 0‰

2) Renens - Lausanne "*via saut-de-mouton*" 18‰

a) Voie 500 entre LT et Renens, vitesse en pleine voie selon RADN et l'image des signaux

Signaux de Block et diagonales d'échange. Signaux «Siffler» etc. Nom / Désign.	Kilom. de la voie km	Déclivité déterm. ↘ ‰	Déclivité déterm. ↗ ‰	Canal GSM	Autor. de départ	A — Rapport de freinage en %		65	60	50			D Vmax
	65.3			R 1303			**Genève-Stade**	85	90	90	85		80
	64.4			#		GEPR	**Genève-La-Praille**	85					
	64.2	0	9	1301 #		GEPR	**Lancy-Pont-Rouge**	85					
	62.4	0	11				**Jonction**	75	75	75	70		75
	61.6	9	0				**St-Jean**		70	65	60		80
	66.2	3	5	R 1301	sms		**Genève-Aéroport**	60-70	70	65	60		80
	63.7	12	0				**Châtelaine**						
Block S472/372/---	62.6												
	61.6	9	0				**St-Jean**						
	60.3			1302 #		GE	**Genève A** a)	40/85	85	85	80		100
							5 40-10						
	59.4				★ B6-50 P,D,F	GE	**Genève B,C,F**	85					
	58.9	0	4			GE	**Genève-Sécheron**	85					
	56.8	4	4				**Chambésy**						
	55.8						*Les Tuileries*						
Block S440/340/240	55.6												
	54.8						*Genthod-Bellevue*						
	53.7	3	2				**Creux-de-Genthod**						85
	52.0	0	9				**Versoix**						
	51.1						*Pont-Céard*		95	95	95		100
	49.7	4	1				**Mies**						
	48.2						*Tannay*						
	47.0					COP	**Coppet**						
	45.6	2	8			COP	**Founex**				90		
Block S431/331	44.1												
Murat ▲ S430/330	43.0												
S876/776 42.0 Block S429/329	41.3												
S873/773 40.6 Block S428/328	40.3												
	38.5			(1304) 1301			**Nyon**						

R I-30131 © SBB AG

a) Im 6: itinéraire but voie 5, vitesse 40-10

Signaux de Block et diagonales d'échange. Signaux «Siffler» etc. Nom	Désign.	Kilom. de la voie km	Déclivité déterm. ↘ ‰	↗ ‰	Canal GSM	Autor. de départ	A Rapport de freinage en %		65	60	50			D Vmax
		38.5	5	10	R (1304) 1301	sms	**Nyon**		105	105	95			100
	S864/764	36.4							**100**	**95**	**90**			
	S863/763	35.8												
Block	S424/324	36.4												
		33.8	2	9	(1305)	sms	**Gland**		100	100	90			
							V 35							
FL		32.2												
		29.7	10	0			**Gilly-Bursinel**		95	90	80			
		26.7	0	10	(1306)		**Rolle**			85				
		24.4	3	6			**Perroy**							
		21.5	8	0	(1307)		**Allaman**			90	85			
		19.3					*Etoy*							
Block	13R/S	19.2												
		16.9	7	2	(1308)		**St-Prex**							
Block	10R/S	15.0												
		12.5	1	10	(1304)	sms	**Morges**							
		11.2			1303		*Morges-St-Jean*							
Block	S407/307	10.9												
		10.1					*Lonay-Préverenges*		85	85	80			
		8.4					**Denges-Echandens**							
		8.2	5	10	(1309) #	★	LT **Ls-Triage N,B**		a)	a)	85 a)			a)
							C sort. 105							
		4.5	0 1)	10 2)	(1312)	sms	**Renens VD**				80			
		2.3					*Prilly-Malley*				70			
Block	S687/587 S487/387	2.2												
Block	S685/585 S485/385	1.8												
		0.0			1317 #		**Lausanne**	75-40						
		0.0					LS V 35	40						
		1.2					**Lausanne Paleyres**	40						

1) Renens - Lausanne "*via saut-de-mouton*" 0‰
2) Renens - Lausanne "*via saut-de-mouton*" 18‰
a) Voie 500 entre LT et Renens, vitesse en pleine voie selon RADN et l'image des signaux

R I-30131 © SBB AG

Signaux de Block et diagonales d'échange. Signaux «Siffler» etc. Nom	Désign.	Kilom. de la voie km	Déclivité déterm. ↘ ‰	↗ ‰	Canal GSM	Autor. de départ	N Rapport de freinage en %		180	150
		66.2	3	5	R 1301	sms	**Genève-Aéroport**	60-95	95	95
		63.7	12	0			**Châtelaine**			
Block	S472/372/---	62.6								
		61.6	9	0			**St-Jean**			
		60.3			1302 #		**Genève A** a)	40 / 115		
							5 40-10			
		59.4				★ B6-50 P,D,F	GE **Genève B,C,F**	115		
		58.9	0	4			**Genève-Sécheron**	115	145	145
		56.8	4	4			**Chambésy**			
		55.8					*Les Tuileries*			140
Block	S440/340/240	55.6								
		54.8					*Genthod-Bellevue*			130
		53.7	3	2			**Creux-de-Genthod**		135	
		52.0	0	9			**Versoix**	120	125	125
		51.1					*Pont-Céard*		135	135
		49.7	4	1			**Mies**	135-160 / 160	160	150
		48.2					*Tannay*			
		47.0					COP **Coppet**			
		45.6	2	8			**Founex**		155	145
Block	S431/331	44.1								
Murat ▲	S430/330	43.0								
S876/776 Block	42.0 S429/329	41.3								
S873/773 Block	40.6 S428/328	40.3								
		38.5			(1304) 1301		**Nyon**	**150** 155 / 145		

R I-30131 © SBB AG

a) Im 6: itinéraire but voie 5, vitesse 40-10
admis seulement pour **RABDe 500, RABe 503, ETR 610**

Signaux de Block et diagonales d'échange. Signaux «Siffler» etc. Nom	Désign.	Kilom. de la voie km	Déclivité déterm. ↘ ‰	↗ ‰	Canal GSM	Autor. de départ	N Rapport de freinage en %		180	150
		38.5	5	10	R (1304) 1301	sms	**Nyon**	150 155 145	160	155
	S864/764	36.4					*C sort. 145*			
	S863/763	35.8								
Block	S424/324	36.4								
		33.8	2	9	(1305)	sms	**Gland**	140		150
FL		32.2								
		29.7	10	0			**Gilly-Bursinel**			
		26.7	0	10	(1306)		**Rolle**	160 150		
		24.4	3	6			**Perroy**			145
		21.5	8	0	(1307)		**Allaman**			
		19.3					*Etoy*			
Block	13R/S	19.2								
		16.9	7	2	(1308)		**St-Prex**	140	140	140
Block	10R/S	15.0								
		12.5	1	10	(1304)	sms	**Morges**			
		11.2			1303		*Morges-St-Jean*			
Block	S407/307	10.9								
		10.1					*Lonay-Préverenges*			
		8.4					LT **Denges-Echandens**	140 140-115		
		8.2	5	10	(1309) #	★	LT **Ls-Triage N,B**		a)	a)
							C sort. 115			
		4.5	0 1)	10 2)	(1312)	sms	**Renens VD**	125		
		2.3					*Prilly-Malley*			135
Block	S687/587 S487/387	2.2								
Block	S685/585 S485/385	1.8								
		0.0			1317 #		LS **Lausanne**	80-50 40		
		0.0								
		1.2					LS **Lausanne Paleyres**	40		

R I-30131 © SBB AG

1) Renens - Lausanne "*via saut-de-mouton*" 0‰
2) Renens - Lausanne "*via saut-de-mouton*" 18‰
a) Voie 500 entre LT et Renens, vitesse en pleine voie selon RADN et l'image des signaux admis seulement pour **RABDe 500, RABe 503, ETR 610**

Signaux de Block et diagonales d'échange. Signaux «Siffler» etc. Nom	Désign.	Kilom. de la voie km	Déclivité déterm. ↘ ‰	↗ ‰	Canal GSM	Autor. de départ	R Rapport de freinage en %		150	135	125	115	105
		1.2			R 1317 #		LS **Lausanne Paleyres**	40	130	130	125	120	105
		0.0	10	0		sms	LS **Lausanne**	40					
		0.0	1)	2)				50-80					
Block	P383/483 P583/683	1.6											
Block	P385/485 P585/685	2.0											
		2.3					*Prilly-Malley*						
		4.5	10	5	(1312) 1303	sms	**Renens VD**	125 115	135 a)	135 a)	a)	105 a)	100 a)
							C sort. 115-110						
		8.2			(1309) #	★	LT **Ls-Triage A,B,F,N**	110-135 135			115	110	105
		8.4	10	1			**Denges-Echandens**						
		10.1					*Lonay-Préverenges*				135	130	115
Block	P306/406	10.6											
		11.2					*Morges-St-Jean*						120
		12.5	2	7	(1304) 1301	sms	**Morges**		140	140	140		125
Block	9P/Q	15.0											
		16.9	0	8	(1308)		**St-Prex**						
		19.3					*Etoy*						
Block	12P/Q	19.6											
		21.5	6	3	(1307)		**Allaman**						120
		24.4	10	0			**Perroy**						
		26.7	0	10	(1306)		**Rolle**						125
		29.7	9	2			**Gilly-Bursinel**				135		120
FL		32.2											
		33.8	10	5	(1305)	sms	**Gland**				140		
	P761/861	35.3											
Block	P323/423	36.1											
		38.5			(1304)		**Nyon**						

1) Lausanne - Renens "*via saut-de-mouton*" 18‰

2) Lausanne - Renens "*via saut-de-mouton*" 0‰

a) Voie 500 entre Renens et LT, vitesse en pleine voie selon RADN et l'image des signaux

R I-30131 © SBB AG

Signaux de Block et diagonales d'échange. Signaux «Siffler» etc. Nom	Désign.	Kilom. de la voie km	Déclivité déterm. ↘ ‰	↗ ‰	Canal GSM	Autor. de départ	R Rapport de freinage en %		150	135	125	115	105	
P771/871 40.2 P773/873 40.8 P774/874 41.3 P776/876 42.3		**38.5**	8	2	R (1304) 1301	sms ★40		**Nyon**	140	140	135	130		
Block	P327/427	40.3												
Block	P328/428	41.3												
Murat ▲	P329/429	42.3												
Block	P330/430	43.6												
		45.6			1302			**Founex**						
		47.0	1	4			COP	**Coppet**						
		48.2						*Tannay*						
		49.7	9	0				**Mies**	110	110	110	110	110	
		51.1						*Pont-Céard*	100	100	100	100	100	
		52.0	2	3				**Versoix**	100 115	115	115	115	115	
		53.7	4	4				**Creux-de-Genthod**	130	130	130	125	120	
		54.8						*Genthod-Bellevue*						
Block	P239/339/439	54.9												
		55.8						*Les Tuileries*						
		56.8	4	0				**Chambésy**						
								C 115						
		58.9						**Genève-Sécheron** 115						
		59.4			#		GE	**Genève B,C,D,F** 115						
		60.3	0	9	1301 #			**Genève A** 115/40	95	95	95	95	95	
		61.6	0	12				**St-Jean**	95	95	95	95	95	
Block	---/P371/471	62.3												
		63.7	5	3				**Châtelaine**						
		66.2						▽ **Genève-Aéroport** 60-40						
		61.6	11	0	R 1301			**St-Jean** 80	80	80	80	80	80	
		62.4	9	0				**Jonction** 80	95	95	95	95	95	
		64.2			1303			**Lancy-Pont-Rouge** 90						
		64.4			#		GEPR	**Genève-La-Praille** 90						
		65.3						**Genève-Stade** 90						

R I-30131 © SBB AG

Signaux de Block et diagonales d'échange. Signaux «Siffler» etc. Nom	Désign.	Kilom. de la voie km	Déclivité déterm. ↘ ‰	↗ ‰	Canal GSM	Autor. de départ	A Rapport de freinage en %		115	105	95	85	80	D Vmax
		1.2			R 1317 #		LS **Lausanne Paleyres**	40	100	100	100	95	90	100
		0.0	10	0		sms	LS **Lausanne**	40						
		0.0	1)	2)				40-75						
Block	P383/483 P583/683	1.6												
Block	P385/485 P585/685	2.0												
		2.3					*Prilly-Malley*				85	85	80	
		4.5	10	5	(1312) 1303	sms	**Renens VD**	100	110 a)	a)	a)	a)	a)	a)
							C 105							
		8.2			(1309) #	★	LT **Ls-Triage A,B,F,N**	105-110 110		105	105	105	100	
		8.4	10	1			LT **Denges-Echandens**							
		10.1					*Lonay-Préverenges*		115	115	115	110	105	
Block	P306/406	10.6												
		11.2					*Morges-St-Jean*							
		12.5	2	7	(1304) 1301	sms	**Morges**		120	120			110	
Block	9P/Q	15.0												
		16.9	0	8	(1308)		**St-Prex**							
		19.3					*Etoy*							
Block	12P/Q	19.6												
		21.5	6	3	(1307)		**Allaman**							
		24.4	10	0			**Perroy**							
		26.7	0	10	(1306)		**Rolle**							
		29.7	9	2			**Gilly-Bursinel**				120	115		
FL		32.2												
		33.8	10	5	(1305)	sms	**Gland**					110		
	P761/861	35.3												
Block	P323/423	36.1												
		38.5			(1304)		**Nyon**							

1) Lausanne - Renens "*via saut-de-mouton*" 18‰

2) Lausanne - Renens "*via saut-de-mouton*" 0‰

a) Voie 500 entre Renens et LT, vitesse en pleine voie selon RADN et l'image des signaux

R I-30131 © SBB AG

Signaux de Block et diagonales d'échange. Signaux «Siffler» etc. Nom	Désign.	Kilom. de la voie km	Déclivité déterm. ↘ ‰	↗ ‰	Canal GSM	Autor. de départ	A Rapport de freinage en %		115	105	95	85	80	D Vmax
P771/871 40.2 P773/873 40.8 P774/874 41.3 P776/876 42.3		**38.5**	8	2	R (1304) 1301	sms ★40		**Nyon**	120	120	115 **120**	110 **115**	105 **110**	100
Block	P327/427	40.3												
Block	P328/428	41.3												
Murat ▲	P329/429	42.3												
Block	P330/430	43.6												
		45.6			1302		COP	**Founex**			120	120	120	
		47.0	1	4			COP	**Coppet**						
		48.2						*Tannay*						
		49.7	9	0				**Mies**	105	105	105	105	105	
		51.1						*Pont-Céard*	85	85	85	85	85	85
		52.0	2	3				**Versoix**						
		53.7	4	4				**Creux-de-Genthod**	120	120	115	110	105	100
		54.8						*Genthod-Bellevue*					110	
Block	P239/339/439	54.9												
		55.8						*Les Tuileries*						
		56.8	4	0				**Chambésy**						
								C 110						
		58.9					GE	**Genève-Sécheron** 110						
		59.4			#		GE	**Genève B,C,D,F** 110						
		60.3	0	9	1301 #		GE	**Genève A** 110/40	90	90	90	90	90	80
		61.6	0	12				**St-Jean**	90	90	90	90	90	80
Block	---/P371/471	62.3												
		63.7	5	3				**Châtelaine**						
		66.2						▽ **Genève-Aéroport** [60]-40						
		61.6	11	0	R 1301			**St-Jean** 75	75	75	75	75	75	75
		62.4	9	0				**Jonction** 75	90	90	90	90	90	80
		64.2			1303		GEPR	**Lancy-Pont-Rouge** 85						
		64.4			#		GEPR	**Genève-La-Praille** 85						
		65.3					GEPR	**Genève-Stade** 85						

R I-30131 © SBB AG

Signaux de Block et diagonales d'échange. Signaux «Siffler» etc. Nom	Désign.	Kilom. de la voie km	Déclivité déterm. ↘ ‰	↗ ‰	Canal GSM	Autor. de départ	A Rapport de freinage en %		75	70	65	60	50	D Vmax
		1.2			R 1317 #		LS **Lausanne Paleyres**	40	90	85	80	80	55	100
		0.0	10	0		sms	LS **Lausanne**	40						
		0.0	1)	2)				40-75						
Block	P383/483 P583/683	1.6												
Block	P385/485 P585/685	2.0												
		2.3					*Prilly-Malley*		80	75	75	75		
		4.5	10	5	(1312) 1303	sms	**Renens VD**	100	a)	a)	a)	a)	a)	a)
							C 105							
		8.2			(1309) #	★	LT **Ls-Triage A,B,F,N**	105-110 110	95	95	90	90	80	
		8.4	10	1			LT **Denges-Echandens**							
		10.1					*Lonay-Préverenges*		105	100	95		85	
Block	P306/406	10.6												
		11.2					*Morges-St-Jean*							
		12.5	2	7	(1304) 1301	sms	**Morges**							
Block	9P/Q	15.0												
		16.9	0	8	(1308)		**St-Prex**							
		19.3					*Etoy*							
Block	12P/Q	19.6												
		21.5	6	3	(1307)		**Allaman**					85	80	
		24.4	10	0			**Perroy**					90	85	
		26.7	0	10	(1306)		**Rolle**							
		29.7	9	2			**Gilly-Bursinel**				100	95		
FL		32.2												
		33.8	10	5	(1305)	sms	**Gland**				95	**85**	**80**	
Block	P761/861 P323/423	35.3 36.1												
		38.5			(1304)		**Nyon**							

1) Lausanne - Renens "*via saut-de-mouton*" 18‰

2) Lausanne - Renens "*via saut-de-mouton*" 0‰

a) Voie 500 entre Renens et LT, vitesse en pleine voie selon RADN et l'image des signaux

R I-30131 © SBB AG

Signaux de Block et diagonales d'échange. Signaux «Siffler» etc. Nom	Désign.	Kilom. de la voie km	Déclivité déterm. ↘ ‰	↗ ‰	Canal GSM	Autor. de départ	A Rapport de freinage en %	75	70	65	60	50	D Vmax
P771/871 40.2 P773/873 40.8 P774/874 41.3 P776/876 42.3		**38.5**	8	2	R (1304) 1301	sms ★40	**Nyon**	100 **105**	95 **100**	90 **95**	90 **95**	85	100
Block	P327/427	40.3											
Block	P328/428	41.3											
Murat ▲	P329/429	42.3											
Block	P330/430	43.6											
		45.6			1302		COP **Founex**	105	105	105	105		
		47.0	1	4			**Coppet**						
		48.2					*Tannay*						
		49.7	9	0			**Mies**						
		51.1					*Pont-Céard*	85	85	85	85	80	85
		52.0	2	3			**Versoix**						
		53.7	4	4			**Creux-de-Genthod**	100	95	95	90	85	100
		54.8					*Genthod-Bellevue*	105	100				
Block	P239/339/439	54.9											
		55.8					*Les Tuileries*				85	80	
		56.8	4	0			**Chambésy**			85			
							C 110						
		58.9					GE **Genève-Sécheron** 110						
		59.4			#		GE **Genève B,C,D,F** 110						
		60.3	0	9	1301 #		GE **Genève A** 110/40	90	90	90	90	90	80
		61.6	0	12			**St-Jean**	90	90	90	90	90	80
Block	---/P371/471	62.3											
		63.7	5	3			**Châtelaine**				85	85	
		66.2					▽ **Genève-Aéroport** [60]-40						
		61.6	11	0	R 1301		**St-Jean** 75	75	75	75	75	75	75
		62.4	9	0			**Jonction** 75	90	90	85	85	80	80
		64.2			1303		GEPR **Lancy-Pont-Rouge** 85						
		64.4			#		GEPR **Genève-La-Praille** 85						
		65.3					GEPR **Genève-Stade** 85						

R I-30131 © SBB AG

Signaux de Block et diagonales d'échange. Signaux «Siffler» etc. Nom	Désign.	Kilom. de la voie km	Déclivité déterm. ↘ ‰	↗ ‰	Canal GSM	Autor. de départ	N Rapport de freinage en %		180	150
		1.2			R 1317 #		LS **Lausanne Paleyres**	40	140	135
		0.0	10	0		sms	**Lausanne**	40		
		0.0	1)	2)				50-80		
Block	P383/483 P583/683	1.6								
Block	P385/485 P585/685	2.0								
		2.3					*Prilly-Malley*		135	130
		4.5	10	5	(1312) 1303	sms	**Renens VD**	125	140 a)	140 a)
							C 115			
		8.2			(1309) #	★	LT **Ls-Triage A,B,F,N**	115-140 140		
		8.4	10	1			**Denges-Echandens**			
		10.1					*Lonay-Préverenges*			
Block	P306/406	10.6								
		11.2					*Morges-St-Jean*			
		12.5	2	7	(1304) 1301	sms	**Morges**			
Block	9P/Q	15.0								
		16.9	0	8	(1308)		**St-Prex**	140	160	150
		19.3					*Etoy*			
Block	12P/Q	19.6								
		21.5	6	3	(1307)		**Allaman**			
		24.4	10	0			**Perroy**			
		26.7	0	10	(1306)		**Rolle**	150 160		
		29.7	9	2			**Gilly-Bursinel**			145
FL		32.2								
		33.8	10	5	(1305)	sms	**Gland**	140		150
Block	P761/861 P323/423	35.3 36.1					***C 140***			
		38.5			(1304)		**Nyon**	145 **150** 155		

R I-30131 © SBB AG

1) Lausanne - Renens "*via saut-de-mouton*" 18‰
2) Lausanne - Renens "*via saut-de-mouton*" 0‰
a) Voie 500 entre Renens et LT, vitesse en pleine voie selon RADN et l'image des signaux admis seulement pour **RABDe 500, RABe 503, ETR 610**

Signaux de Block et diagonales d'échange. Signaux «Siffler» etc. Nom	Désign.	Kilom. de la voie km	Déclivité déterm. ↘ ‰	↗ ‰	Canal GSM	Autor. de départ	N Rapport de freinage en %		180	150				
	P771/871 40.2 P773/873 40.8 P774/874 41.3	**38.5**	8	2	R (1304) 1301	sms ★40	**Nyon**	145 150 155	155	145				
Block	P327/427	40.3												
Block	P328/428	41.3												
Murat ▲ P776/876	P329/429	42.3												
Block	P330/430	43.6												
		45.6			1302		COP **Founex**		160					
		47.0	1	4			COP **Coppet**							
		48.2					*Tannay*							
		49.7	9	0			**Mies**		135	135				
		51.1					*Pont-Céard*		125	125				
		52.0	2	3			**Versoix**	120	135	135				
		53.7	4	4			**Creux-de-Genthod**		145	140				
		54.8					*Genthod-Bellevue*							
Block	P239/339/439	54.9												
		55.8					*Les Tuileries*			145				
		56.8	4	0			**Chambésy**							
		58.9					GE **Genève-Sécheron**	115						
		59.4			#		GE **Genève B,C,D,F**	115						
		60.3	0	9	1301 #		GE **Genève A**	115 40	95	95				
		61.6	0	12			**St-Jean**							
Block	---/P371/471	62.3												
		63.7	5	3			**Châtelaine**							
		66.2					▽ **Genève-Aéroport**	60 -40						

admis seulement pour **RABDe 500, RABe 503, ETR 610**

R I-30131 © SBB AG

Örtliche Beschränkung der Höchstgeschwindigkeiten auf der Strecke
Limitations locales des vitesses de marche
Limitazioni locali delle velocità massime di tratta

Df HS OS	N	W	R	A	D	Strecken Tronçons Tratta	km
101/100						**Genève Aéroport - / La Plaine - Genève / - Genève-La-Praille**	
						Valable dès: 04.06.2023	
			90	85	85	Pougny-Chancy - La Plaine	152.26 - 75.16
			95	80	80	La Plaine - Russin	72.92 - 72.80
			---	80	80	Russin, côté Satigny	72.80 - 72.54
			95	---	---	Russin, côté Satigny	72.80 - 71.74
			---	90	90	Russin, côté Satigny	72.54 - 71.74
101/200						**Genève-La-Praille - / Genève - Genève Aéroport / - La Plaine**	
						Valable dès: 04.06.2023	
			95	---	---	Satigny - Russin	71.74 - 72.80
			---	90	90	Satigny - Russin	71.74 - 72.54
			---	80	80	Satigny - Russin	72.54 - 72.80
			95	80	80	Russin, côté La Plaine	72.80 - 72.92
			90	85	85	La Plaine, côté La Plaine-Frontière	75.16 - 152.26
102/100						**Annemasse - Genève**	
						Valable dès: 04.06.2023	
			90	80	80	Genève-Champel, côté Fontenette	68.99 - 68.67
102/200						**Genève - Annemasse**	
						Valable dès: 04.06.2023	
			115	110	110	Chambésy - Genève-Sécheron	57.96 - 58.72
			90	80	80	Fontenette - Genève-Champel	68.67 - 68.99
			40	40	40	Chêne-Bourg - Annemasse	75.74 - 75.85
111/100						**La-Praille / GeAp - Nyon / Nyon - Lausanne**	
						Valable dès: 04.06.2023	
	---		115	---	---	Genève-Sécheron, côté Chambésy	58.72 - 57.96
	115		110	105	105	Ls-Triage, côté Renens VD	6.84 - 5.58
	145		**---**	**---**	**---**	**Nyon, côté Gland**	**37.86 - 37.56**
111/200						**Lausanne - Nyon / Nyon - GeAp / La-Praille**	
						Valable dès: 04.06.2023	
	---		115	---	---	Renens VD, côté Ls-Triage	4.95 - 5.58
	---		110	---	---	Renens VD, côté Ls-Triage	5.58 - 6.84
	115		---	105	105	Renens VD - Ls-Triage	5.58 - 6.84
	---		115	110	110	Chambésy - Genève-Sécheron	57.96 - 58.72
	140		**---**	**---**	**---**	**Nyon, côté Gland**	**37.20 - 37.76**

R 30131 © SBB AG

Örtliche Geschwindigkeitsbeschränkungen in Bahnhöfen
Limitations locales de vitesse dans les gares
Restrizioni locali della velocità nelle stazioni

Df HS OS	N	R	A,D	Bahnhof Gare Stazione
301	90	80	75	**Neuchâtel** *Valable dès: 04.06.2023* Entrée/sortie côté St-Blaise CFF dès, resp. jusqu' au „repère pour modification de vitesse" km 75.9
612		---	---	**Niederweningen** *Gültig ab: 04.06.2023* Geschwindigkeitsschwelle bei Ein- und Ausfahrt: Ein-/ Ausfahrweiche.
483, 484		70	65	**Oberburg** *Gültig ab: 04.06.2023* Ein- und Ausfahrt von/nach Hasle-Rüegsau ab/bis „Merktafel für Änderung der Höchstgeschwindigkeit" km 24.7
436		85	80	**Oberentfelden** *Gültig ab: 04.06.2023* Einfahrt von Kölliken ab „Merktafel für Änderung der Höchstgeschwindigkeit" km 13.5
151	90	90	90	**Olten** *Gültig ab: 19.11.2023* Einfahrt Seite Dulliken ab „Merktafel für Änderung der Höchstgeschwindigkeit" km 41.1
311, 411, 421, 422		30	30	**Olten RB** *Gültig ab: 04.06.2023* Ein- und Ausfahrt von/nach Olten ab/bis „Merktafel für Änderung der Höchstgeschwindigkeit" km 39.0
752		60	60	**Pfäffikon SZ** *Gültig ab: 04.06.2023* Ausfahrt nach Rapperswil bis zu den Vorsignalen F*96 resp. F*92 (km 3.000)
151, 161, 171, 601		5	5	**RB Limmattal** *Gültig ab: 04.06.2023* Beim Befahren der Dowty-Bremsen in den Gleisen 611-618 Richtung West mit der ganzen Zuglänge (Die Metertafeln beziehen sich auf das Ende der Dowty-Bremsen).
652, 751, 752, 754		80 65 80	75 60 75	**Rapperswil SG** *Gültig ab: 04.06.2023* Ein- und Ausfahrt Seite Blumenau ab/bis „Merktafel für Änderung der Höchstgeschwindigkeit" km 58.52 Einfahrt Seite Rüti ab „Merktafel für Änderung der Höchstgeschwindigkeit" km 60.04 Ausfahrt Seite Rüti bis „Merktafel für Änderung der Höchstgeschwindigkeit" km 60.04
171		60 40 100	60 40 95	**Regensdorf-Watt** *Gültig ab: 04.06.2023* Gleis 2,4: Ausfahrt Richtung Buchs-Dällikon bis zur Ausfahrweiche km 30.050 Gleis 5: Ausfahrt Richtung Buchs-Dällikon bis zur Ausfahrweiche km 30.050 Ein- und Ausfahrt mit Fb1 von/nach Buchs-Dällikon ab/bis Anfang Perronkante / Ende Perronkante
111, 201, 241, 301	---	---	110	**Renens VD** *Valable dès: 04.06.2023* Sortie côté Lausanne, jusqu'au „repère pour modification de vitesse„ km 4.3
121, 254		95 70	90 60	**Romont FR** *Valable dès: 04.06.2023* Entrée/sortie côté Lussy: dès/jusqu'au, „repère pour modification de vitesse„ km 41.0 Sortie côté Vuisternens avec l'image 2 dès l'aiguille de sortie (km 17.5)

R 30131 © SBB AG

L43 Entscheidungstabelle I-20027

Equipement contrôle des trains

Sprache **Fancais**

L43 Manuel

Projet: **Nyon: Renouvellement de l'enclenchement**
ISP: **1162414**
Type de projet: **Nouvel Encl**

Point d'exploitation: **Nyon (NY.00)**
Enclenchement: **Enclenchement électronique**

Version: **3.2**
Auteur: **Pawel Durdzinski**
Date: **05.11.2024**

Remarque: Rebroussements à l'horaire seulement sur voie 3, mais aussi pris en compte sur les voies 1 et 2 à cause des nombreux travaux et situations de circulations dégradées, mais pas demandé à l'horaire.

Version: V3.3 vom 08.03.2024

Contrôleur: **Philippe Juilland**
Date: **05.11.2024**

																Empêchement de départ selon I-20027										Release Speed				Equipement selon I-50115		Mise en œuvre (à compléter par KCSA)								
Nom du signal	Voie	Le signal est déjà équipé d'un empêchement de départ	Le signal montre que arrêt	Signal de heurtoir	Signal de sortie, signal de tronçon ou point d'arrêt de signal de groupe	Voies où il n'est pas possible de faire passer des trains en transit	Vitesse maximale sur la voie correspondante	Balise de données transparente qui transmet l'arrêt	Différents point dangereux pour l'empêchement de départ et le Release Speed (Aiguille avant le signal de groupe, verrouillage particulier, début du quai <= 100m, Signaux opposés dans zone de quai)	Point dangereux pour: AbV Empêchement de départ RS Release Speed	**Point dangereux** (Les points dangereux à protéger sont à inscrire ici dans le sens de la marche)			Remarque / Particularité	Réguliètrement des trains rebroussants ou partants	La voie dispose d'une bordure d'arrêt (Selon I-20027 Ill. 3, Etape 1)	Accès au quai dénivelé (Selon I-20027 Ill. 3, Etape 2)	Risque de collision (Selon I-20027 Ill.3, Etape 2)	ZBP arrêt se trouve-t-il derrière le point dangereux (signal de groupe) (Selon I-20027 Ill. 3, Etape 3)	Moins de 1 de voyageurs non accompagné par jour? Moyenne hebdomadaire (7 jours) (Selon I-20027 Ill. 3, Etape 5)	Le tronçon est-il uniquement suivi de tronçons à simple voie (Selon I-20027 Ill.3, Etape 5)	Point d'arrêt le plus tôt (Tête du train P) [Vide = le train le plus court s'arrête au signal]	Point d'arrêt le plus tard (Tête du train P) [Vide = le train le plus long s'arrête au signal]	Résultat de l'analyse d'empêchement de départ selon I-20027	Exigence Release Speed selon 4.2.	Release Speed selon la règle 4.2.1, inclus les règles d'exeption	Exigence de Release Speead pour l'empêchement de départ	F: Fall gemäss Tabelle I-50115, 2.1.20.2 (Buchstabe entspr. Spalte, Zahl dem Release Speed)	Equipement proposé	Détails des Loop	Loop Si une Loop est présente, spécifié la longeur en Mètre		Groupe de balises délocalisées	Quantité = Quantité de groupe de balises délocalisées	Trains: Tous = Empêchement de départ pour les types de trains Dependant du type de trains = Empêchement de départ selon type de trains	Réduction du Release Speead à 15Km/h au signal précédent		Remarque
		oui/non	oui/non	oui/non	oui/non	oui/non	km/h	Km	oui/non		Façon	Element	Km		oui/non	oui/non	oui/non	oui/non	oui/non	oui/non	oui/non	Km	Km		km/h	km/h	km/h				oui/non	m	oui/non	Quantité	Trains	oui/non	Signaux	
P761	761	non	non		non																				Pas d'empêchement de départ	40	40	40	C4	Aucun									Aucune mesure nécessaire
P861	861	non	non		non																				Pas d'empêchement de départ	40	40	40	C4	Aucun									Aucune mesure nécessaire
S763	763	non	non		non																				Pas d'empêchement de départ	40	40	40	C4	Aucun									Aucune mesure nécessaire
S863	863	non	non		non																				Pas d'empêchement de départ	40	40	40	C4	Aucun									Aucune mesure nécessaire
S764	764	non	non		non																				Pas d'empêchement de départ	40	40	40	C4	Aucun									Aucune mesure nécessaire
S864	864	non	non		non																				Pas d'empêchement de départ	40	40	40	C4	Aucun									Aucune mesure nécessaire
A764	764	non	non		non																				Pas d'empêchement de départ	40	40	40	C4	Aucun									Aucune mesure nécessaire
A864	864	non	non		non																				Pas d'empêchement de départ	40	40	40	C4	Aucun									Aucune mesure nécessaire
B21	21	non	non		oui	non	160	36.992	non	AbV+RS	Aucun														Pas d'empêchement de départ	40	40	40	C4	Aucun									Aucune mesure nécessaire
B22	22	non	non		oui	non	160	36.992	non	AbV+RS	Aucun														Pas d'empêchement de départ	40	40	40	C4	Aucun									Aucune mesure nécessaire
C31	31	non	non		oui	non	160	37.557	non	AbV+RS	Aucun														Pas d'empêchement de départ	40	40	40	C4	Aucun									Aucune mesure nécessaire
C32	32	non	non		oui	non	160	37.557	non	AbV+RS	Aucun														Pas d'empêchement de départ	40	40	40	C4	Aucun									Aucune mesure nécessaire
D31	31	non	non		oui	non	140	37.752	non	AbV+RS	Aucun														Pas d'empêchement de départ	40	40	40	C4	Aucun									Aucune mesure nécessaire
D32	32	non	non		oui	non	140	37.746	non	AbV+RS	Aiguille prise par le talon	AV 5	37.816		non	non								Pas d'empêchement de départ	15	15	40	C2	BG délocalisé		non		non		oui	A864		RS au signal précédent km 36.575
E40	40	non	non		oui	non	40	37.985	non	AbV+RS	Heurtoir	-	37.883		oui	non								Pas d'empêchement de départ	15	15	40	C2	BG délocalisé		non		oui	1		non		GB délocalisé au km 38.070 (fixe)
F51	51	non	non		oui	non	145	38.193	non	AbV+RS	Aiguille prise par le talon	AV 4	37.936		oui	oui	oui		non					Pas d'empêchement de départ	40	40	40	C4	Aucun									Aucune mesure nécessaire
F2	2	non	non		oui	non	145	38.193	non	AbV+RS	Aiguille prise par le talon	AV 6	38.020		oui	oui	oui		non					Pas d'empêchement de départ	15	15	40	C2	BG délocalisé		non		non		oui	F**2		RS au signal répétiteur km 38.324
F53	53	non	non		oui	non	60	38.193	non	AbV+RS	Aiguille prise par le talon	AV 11	38.123		oui	oui	oui		non	non		38.528	38.353	Enpêchement de départ requis	15	15	15	A2	BG délocalisé		non		non		oui	F**53		RS+AbV au signal répétiteur km 38.324
F54	54	non	non		oui	non	40	38.193	non	AbV+RS	Aiguille prise par le talon	AV 13	38.171		oui	non								Pas d'empêchement de départ	5	5	40	C1	Loop	Fin de Loop 160m avant le ZBP Arrêt, minimum 30m de longueur	non		oui	1		non		Selon Design Ver 779_240110
F55	55	non	non		oui	non	40	38.210	non	AbV+RS	Aiguille prise par le talon	AV 15	38.196		oui	non								Pas d'empêchement de départ	5	5	40	C1	Loop	Fin de Loop 170m avant le ZBP Arrêt, minimum 30m de longueur	non		oui	1		non		Selon Design Ver 780_240110
G50	50	non	non		oui	non	40	38.261	non	AbV+RS	Heurtoir	-	38.328		oui	non								Pas d'empêchement de départ	15	15	40	C2	BG délocalisé		non		oui	1		non		GB délocalisé au km 38.113 (fixe)
F**2	2	non	non		non																				Pas d'empêchement de départ	40	40	40	C4	Aucun									Aucune mesure nécessaire
F**53	53	non	non		non																				Pas d'empêchement de départ	40	40	40	C4	Aucun									Aucune mesure nécessaire
G4	4	non	non		oui	non	40	38.529	non	AbV+RS	Dispositif de déraillement	SD 26	38.548		oui	non								Pas d'empêchement de départ	5	5	40	C1	Loop	Fin de Loop 170m avant le ZBP Arrêt, minimum 30m de longueur	non		oui	1		non		Selon Design Ver 877 GB délocalisé au km 38.387 (fixe)
H2	2	non	non		oui	non	150	38.670	non	AbV+RS	Aiguille prise par le talon	AV 29	38.701		oui	oui	oui		non	non		38.587	38.667	Enpêchement de départ requis	5	5	5	A1	Loop et BG délocalisé	Fin de Loop 150m avant le ZBP Arrêt, minimum 90m de longueur	oui	160	oui	2	Tous	oui		GB délocalisés aux 38.650 et 38.617 (fixes)
H63	63 via 3	non	non		oui	non	60	38.675	non	AbV+RS	Aiguille prise par le talon	AV 33	38.897	H63 est un pseudo signal de groupe depuis la voie 3. Le point dangereux est l'AV 33, car les trains voyageurs s'arrêtent aux points d'arrêts.	oui	oui	oui		non					Pas d'empêchement de départ	40	40	40	C4	Aucun									Aucune mesure nécessaire
H63	63 via 4	non	non		oui	non	40	38.675	non	AbV+RS	Aiguille prise par le talon	AV 33	38.897	H63 n'est pas un signal de groupe depuis la voie 4 et n'a qu'un point dangereux	oui	non								Pas d'empêchement de départ	40	40	40	C4	Aucun									Aucune mesure nécessaire
H1	1	non	non		oui	non	150	38.759	non	AbV+RS	Aiguille prise par le talon	AV 31	38.803		oui	oui	oui		non	non		38.559	37.751	Enpêchement de départ requis	15	15	15	A2	BG délocalisé				oui	2	Tous			ABV: GB délocalisés au km 38.717 (fixe) RS: GB délocalsiées au Km 38.619 (fixe)
I81	81	non	non		oui	non	155	39.398	non	AbV+RS	Aucun														Pas d'empêchement de départ	40	40	40	C4	Aucun									Aucune mesure nécessaire
I82	82	non	non		oui	non	155	39.398	non	AbV+RS	Aucun														Pas d'empêchement de départ	40	40	40	C4	Aucun									Aucune mesure nécessaire
J771	771	non	non		non																				Pas d'empêchement de départ	40	40	40	C4	Aucun									Aucune mesure nécessaire
J871	871	non	non		non																				Pas d'empêchement de départ	40	40	40	C4	Aucun									Aucune mesure nécessaire
P771	771	non	non		non																				Pas d'empêchement de départ	40	40	40	C4	Aucun									Aucune mesure nécessaire

Projekt / ISP: /
Stellwerk / BP: /

© Diese Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Jegliche kommerzielle Nutzung bedarf einer vorgängigen Genehmigung.

L43 Entscheidungstabelle I-20027

															Empêchement de départ selon I-20027												Release Speed				Equipement selon I-50115		Mise en œuvre (à compléter par KCSA)								
Nom du signal	Voie	Le signal est déjà équipé d'un empêchement de départ	Le signal montre que arrêt	Signal de heurtoir	Signal de sortie, signal de tronçon ou point d'arrêt de signal de groupe	Voies où il n'est pas possible de faire passer des trains en transit	Vitesse maximale sur la voie correspondante	Balise de données transparente qui transmet l'arrêt	Différents point dangereux pour l'empêchement de départ et le Release Speed (Aiguille avant le signal de groupe, verrouillage particulier, début du quai <= 100m, Signaux opposés dans zone de quai)	Point dangereux pour: ADV Empêchement de départ RS Release Speed	**Point dangereux** Façon	**Point dangereux** Element	**Point dangereux** Km	Remarque / Particularité	Régulièrement des trains rebroussants ou partants	La voie dispose d'une bordure d'arrêt (Selon I-20027 ill. 3, Etape 1)	Accès au quai dénivelé (Selon I-20027 ill. 3, Etape 2)	Risque de collision (Selon I-20027 ill.3, Etape 2)	ZBP: arrêt se trouve-t-il derrière le point dangereux (signal de groupe) (Selon I-20027 ill. 3, Etape 3)	Mouts de 1 de voyageurs non accompagné par jour? Moyenne hebdomadaire (7 jours) (Selon I-20027 ill. 3, Etape 5)	Le tronçon est-il uniquement suivi de tronçons à simple voie (Selon I-20027 ill.3, Etape 5)	Point d'arrêt le plus tôt (Tête du train P) [Vide = le train le plus court s'arrête au signal]	Point d'arrêt le plus tard (Tête du train P) [Vide = le train le plus long s'arrête au signal]	Résultat de l'anaylise d'empêchement de départ selon I-20027	Exigence Release Speed selon 4.2.	Release Speed selon la régle 4.2.1, inclus les régles d'exeption	Exigence de Release Speead pour l'empêchement de départ	F: Fall gemäss Tabelle I-50115, 2.1.20.2 (Buchstabe entspr. Spalte, Zahl dem Release Speed)	Equipement proposé	Détails des Loop	Loop Si une Loop est présente, spécifié la longeur en Mètre		Groupe de balises délocalisées	Quantité = Quantité de groupe de balises délocalisées	Trains: Tous = Empêchement de départ pour les types de trains Dépendant du type de trains = Empêchement de départ selon type de trains	Réduction du Release Speead à 15Km/h au signal précédent		Remarque
		oui/non	oui/non	oui/non	oui/non	oui/non	km/h	Km	oui/non		Façon	Element	Km		oui/non	oui/non	oui/non	oui/non	oui/non	oui/non	oui/non	oui/non	Km	Km		km/h	km/h	km/h				oui/non	m	oui/non	Quantité	Trains	oui/non	Signaux	
P871	871	non	non		non																				Pas d'empêchement de départ	40	40	40	C4	Aucun									Aucune mesure nécessaire
S773	773	non	non		non																				Pas d'empêchement de départ	40	40	40	C4	Aucun									Aucune mesure nécessaire
S873	873	non	non		non																				Pas d'empêchement de départ	40	40	40	C4	Aucun									Aucune mesure nécessaire
P773	773	non	non		non																				Pas d'empêchement de départ	40	40	40	C4	Aucun									Aucune mesure nécessaire
P873	873	non	non		non																				Pas d'empêchement de départ	40	40	40	C4	Aucun									Aucune mesure nécessaire
P774	774	non	non		non																				Pas d'empêchement de départ	40	40	40	C4	Aucun									Aucune mesure nécessaire
P874	874	non	non		non																				Pas d'empêchement de départ	40	40	40	C4	Aucun									Aucune mesure nécessaire
S776	776	non	non		non																				Pas d'empêchement de départ	40	40	40	C4	Aucun									Aucune mesure nécessaire
S876	876	non	non		non																				Pas d'empêchement de départ	40	40	40	C4	Aucun									Aucune mesure nécessaire
F**1	1	non	non		non																				Pas d'empêchement de départ	40	40	40	C4	Aucun									Aucune mesure nécessaire

Projekt / ISP: /
Stellwerk / BP: /

© Diese Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Jegliche kommerzielle Nutzung bedarf einer vorgängigen Genehmigung.

L43 Entscheidungstabelle I-20027

SBB CFF FFS

Equipement contrôle des trains

Sprache: **Fancais**

L43 Manuel

Projet: **Nyon: Renouvellement de l'enclenchement**
ISP: **1162414**
Type de projet: **Modification Encl sans 4.2.1**
Remarque:

Point d'exploitation: **Gland (GLA.00)**
Enclenchement: **Do 67**

Version: **2.2**
Auteur: **Pawel Durdzinski**
Date: **06.08.2024**

Contrôleur: **Philippe Juilland**
Date: **08.08.2024**

Version: V3.3 vom 08.03.2024

																Empêchement de départ selon I-20027										Release Speed				Equipement selon I-50115		Mise en œuvre (à compléter par KCSA)							
Nom du signal	Voie	Le signal est déjà équipé d'un empêchement de départ	Le signal montre que arrêt	Signal de heurtoir	Signal de sortie, signal de tronçon ou point d'arrêt de signal de groupe	Voies où il n'est pas possible de faire passer des trains en transit	Vitesse maximale sur la voie correspondante	Balise de données transparente qui transmet l'arrêt	Différents point dangereux pour l'empêchement de départ et le Release Speed (Aiguille avant le signal de groupe, verrouillage particulier, début du quai <= 100m, Signaux opposés dans zone de quai)	Point dangereux pour: AbV Empêchement de départ RS Release Speed	**Point dangereux**	(Les points dangereux à protéger sont à inscrire ici dans le sens de la marche)		Remarque / Particularité	Régulièrement des trains rebroussants ou partants	La voie dispose d'une bordure d'arrêt (Selon I-20027 ill. 3, Etape 1)	Accès au quai dénivelé (Selon I-20027 ill. 3, Etape 2)	Risque de collision (Selon I-20027 ill.3, Etape 2)	ZBP arrêt se trouve-t-il derrière le point dangereux (signal de groupe) (Selon I-20027 ill. 3, Etape 3)	Moins de 1 de voyageurs non accompagné par jour? Moyenne hebdomadaire (7 jours) (Selon I-20027 ill. 3, Etape 5)	Le tronçon est-il uniquement suivi de tronçons à simple voie (Selon I-20027 ill.3, Etape 5)	Point d'arrêt le plus tôt (Tête du train P) [Vide = le train le plus court s'arrête au signal]	Point d'arrêt le plus tard (Tête du train P) [Vide = le train le plus long s'arrête au signal]	Résultat de l'anaylse d'empêchement de départ selon I-20027	Exigence Release Speed selon 4.2.	Release Speed selon la règle 4.2.1, inclus les règles d'exeption	Exigence de Release Speead pour l'empêchement de départ	F: Fall gemäss Tabelle I-50115, 2.1.20.2 (Buchstabe entspr. Spalte, Zahl dem Release Speed)	Equipement proposé	Détails des Loop	Loop	Si une Loop est présente, spcécifié la longeur en Mètre	Groupe de balises délocalisées	Quantité = Quantité de groupe de balises délocalisées	Trains: Tous = Empêchement de départ pour les types de trains Dépendant du type de trains = Empêchement de départ selon type de trains	Réduction du Release Speead à 15Km/h au signal précédent		Remarque
		oui/non	oui/non	oui/non	oui/non	oui/non	km/h	Km	oui/non		Façon	Element	Km		oui/non	oui/non	oui/non	oui/non	oui/non	oui/non	oui/non	Km	Km		km/h	km/h	km/h				oui/non	m	oui/non	Quantité	Trains	oui/non	Signaux	
C1 P*1	1	non	non		oui	non	140	33.921	non	AbV+RS	Dispositif de déraillement	SD 12	34.089		oui	oui	oui		non					Pas d'empêchement de départ	15	40	40	C4	Aucun									Aucune mesure nécessaire
C5 P*5	5	non	non		oui	non	40	34.065	non	AbV+RS	Dispositif de déraillement	SD 15	34.125		oui	non								Pas d'empêchement de départ	15	40	40	C4	Aucun									Aucune mesure nécessaire
C3 P*3	3	non	non		oui	non	140	34.128	non	AbV+RS	Aiguille prise par le talon	AV 26	34.260		oui	oui	oui		non					Pas d'empêchement de départ	15	40	40	C4	Aucun									Aucune mesure nécessaire
D761 B*761	761	non	non		non																			Pas d'empêchement de départ	40	40	40	C4	Aucun									Aucune mesure nécessaire
D861 B*861	861	non	non		non																			Pas d'empêchement de départ	40	40	40	C4	Aucun									Aucune mesure nécessaire

Projekt / ISP: /
Stellwerk / BP: /

© Diese Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Jegliche kommerzielle Nutzung bedarf einer vorgängigen Genehmigung.

Design_Ver 779

Demande – Décision Designteam LSS

Prozess: AntragstellerIn -> xizbpam@sbb.ch (cc: Projektleiter SBB) -> Designteam LSS -> AntragstellerIn, Projektleiter SBB

Demande (est complété par le demandeur)

Titre :	Signal F54 Km 38.191, Nyon	
Demandeur : (Nom, UO, Projet)	Philippe Juilland / Julien Jaquet Nyon : Renouvellement de l'enclenchement	
Date de la demande :	11.12.2023	
Situation de départ / Objet / Question :	Le point dangereux du signal F54 à Nyon se trouve 22 mètres après la balise transparente, ce qui veut dire qu'une Loop de 160 mètres est à prévoir pour couvrir le risque. Le problème est que celle-ci ne peut aller plus loin que l'AV23.	
Proposition de solution :	a. Equiper le signal d'une Loop de 120m (afin de garantir les 23 mètres pour l'EOLM) b. Equiper le signal d'un groupe de balises délocalisées après l'AV23 afin d'abaisser le RS à 15 km/h. c. Ne pas équiper le signal de Loop lors de la MeS du nouvel enclenchement car dans une phase future le signal sera démonté. Le planning n'est pas encore déterminé, mais dans un délai de 1 à 5 ans après la MeS du nouvel enclenchement. d. Ne pas équiper le signal de Loop ou de balises délocalisées.	
Conséquence de la solution:	a. Risque pas couvert car la loop est raccourcie à 120 mètres. b. Risque pas couvert car le groupe de balises délocalisées ne peuvent être placé à 180 mètres du point dangereux, mais à 165 m. c. Risque pas couvert pendant une durée déterminée à confirmer. d. Risque pas couvert.	
Variante proposée avec une justification :	La variante b dans un but d'uniformisation et de cohérence avec les autres Design_Ver de la gare (n°877, 898, 899).	
Annexe / Références de la demande :	**Documents**	**Version / Date**
	NY-SIKO-1v2	k, 06.08.2024

Décision (sera complété par le Designteam)

Décision intermédiaire :		
Date de la décision intermédiaire :		
Documentation pour la décision :	**Documents**	**Version / Date**
Autres responsabilités du Desingteam :		
Justification :		
Décision finale :	Es ist Lösungsvariante b umzusetzen.	
Date de la décision finale :	10.01.2024	
Documentation pour la décision finale :	**Document**	**Version / Date**

Design_Ver 780

Demande – Décision Designteam LSS

Prozess : AntragstellerIn -> xizbpam@sbb.ch (cc: Projektleiter SBB) -> Designteam LSS -> AntragstellerIn, Projektleiter SBB

Demande (est complété par le demandeur)

Titre :	Signal F55 Km 38.208, Nyon	
Demandeur : (Nom, UO, Projet)	Philippe Juilland / Julien Jaquet Nyon : Renouvellement de l'enclenchement	
Date de la demande :	11.12.2023	
Situation de départ / Objet / Question :	Le point dangereux du signal F55 à Nyon se trouve 14 mètres après la balise transparente, ce qui veut dire qu'il faut prévoir une Loop de 175 mètres pour couvrir le risque. Le problème est que celle-ci ne peut aller plus loin que l'AV20.	
Proposition de solution:	a. Equiper le signal d'une Loop de 80 mètres. b. Equiper le signal d'un groupe de balises délocalisées après l'AV23 afin d'abaisser la RS à 15 km/h. c. Ne pas équiper le signal de Loop lors de la MeS du nouvel enclenchement car dans une phase futur le signal sera démonté. Le planning n'est pas encore déterminé, mais dans un délai entre 1 à 5 ans après la MeS du nouvel enclenchement. d. Ne pas équiper le signal de Loop ou de balises délocalisées.	
Conséquence de la solution:	a. Risque pas couvert car la Loop est raccourcie à 80 mètres. b. Risque pas couvert car le groupe de balise délocalisées ne peuvent être placé à 180 mètres du point dangereux, mais à 135 mètres. c. Risque pas couvert pendant une durée déterminée à confirmer. d. Risque pas couvert.	
Variante proposée avec une justification:	La variante b dans un but d'uniformisation et de cohérence avec les autres Design_Ver de la gare (n°877, 898, 899).	
Annexe / Références de la demande:	**Documents**	**Version / Date**
	NY-SIKO-1v2	k, 06.08.2024

Décision (sera complété par le Designteam)

Décision intermédiaire:		
Date de la décision intermédiaire:		
Documentation pour la décision :	**Documents**	**Version / Date**
Autres résponsabilités du Desingteam:		
Justification:		
Décision finale:	Es ist Lösungsvariante b umzusetzen.	
Date de la décision finale:	10.01.2024	
Documentation pour la décision finale:	**Document**	**Version / Date**

Design_Ver 877

Anfrage – Entscheid Designteam LSS

Prozess: AntragstellerIn -> xizbpam@sbb.ch -> Designteam LSS -> AntragstellerIn

Antrag (ist durch AntragstellerIn auszufüllen)

Titel:	Nyon RELEASEDP G4
AntragstellerIn: (Name, OE, Projekt)	Laurent Furer (I-AEP-SAZ-KCSA-ZBD) Nyon, Stellwerkersatz
Datum Antrag:	03.10.2022
Ausgangslage/Gegenstand/ Fragestellung:	Der Gefahrenpunkt (SD26) des Signals G4 in Nyon befindet sich 17 m hinter dem Signal G4. Das bedeutet, dass ein 170m Loop benötigt wird, um den Gefahrenpunkt abzudecken. Das Problem ist, dass die Abschnittslänge zwischen dem Signal G4 und der Weiche 23a nur 140m beträgt und dort auch noch die EOLM positioniert werden muss. Die EOLM auf einem anderen Gleis zu positionieren ist nicht möglich.
Lösungsvariante(n):	**Variante 1:** Ein 120m-Loop montieren und das EOLM 23m vor dem Ende von Loop positionieren. **Variante 2:** Anstatt einen Loop, eine Vorgelagerte BG bei Km 38.387 positionieren. 161m vor dem Gefahrenpunkt.
Auswirkungen der Variante(n) auf:	**Variante 1:** Anmeldung vom Loop ist korrekt und bis zum Gefahrpunkt sind es immerhin 137m, die abgedeckt sind. **Variante 2:** 161m vor dem Gefahrenpunkt wird mit V_RELEASEDP = 15km/h abgedeckt.
Vorgeschlagene Variante mit Begründung:	**Variante 2:** Solange der Zug nicht angehalten hat, haben wir einen Release Speed von 15km/h für eine vorgelagerte BG oder einen Loop. Das bedeutet, dass wir die gleiche Sicherheit haben. Ein Loop kann eingespart werden.

Anhänge/Referenzen zu Antrag:	**Dokument**	**Version / Datum**
	NY-SIKO-1v2	k, 06.08.2024
	L43	Version 2, 09.09.2022

Entscheid (wird durch das Designteam ausgefüllt)

Zwischenentscheid:		
Datum Zwischenentscheid:		
Dokumentation für Zwischenentscheid:	**Dokument**	**Version / Datum**
Weitere Schritte in Verantwortung Designteam:		
Begründung:		
Schlussentscheid:	Es ist Lösungsvariante 2 umzusetzen.	
Datum Schlussentscheid:	12.10.2022	
Dokumentation für Schlussentscheid:	**Dokument**	**Version / Datum**

Projektierung Abfahrverhinderung für startende und wendende Züge Version Tool: 1.3.2, Datum Dokument: 20.04.2020, Besitzer: Fahrdynamik

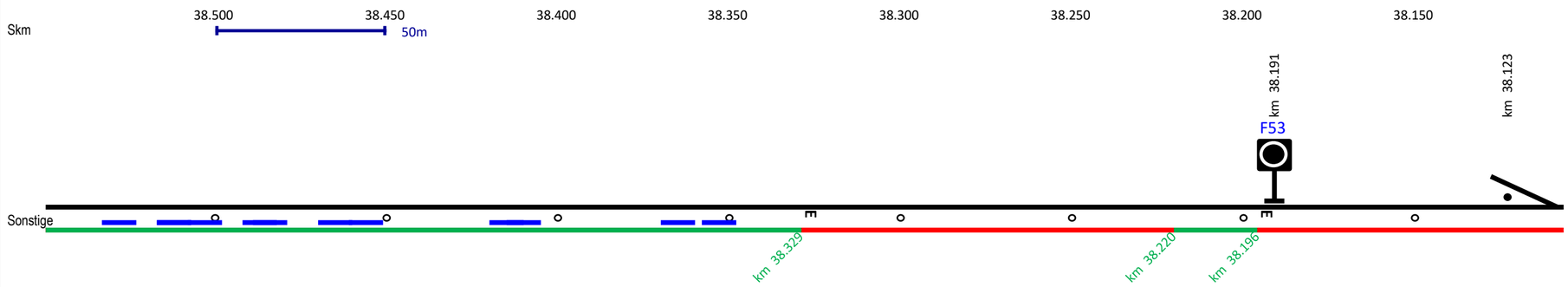
Bahnhof: Nyon Autor: P. Juilland Datum: 08.08.2024 Version: 3.1

Signal hinzufügen | Signal entfernen

Berechnung Infillbalise

Zug hinzufügen | Zug entfernen | Balise hinzufügen | Balise entfernen | Zeichnung erstellen | Zeichnung löschen

Bemerkungen



Signal- und Zugdaten								Signalbalise				Gruppe 2			
Signal	Signal-standort [km]	Gefahren-punkt [km]	Geschwin-digkeit [km / h]					Minimaler Standort [km]	Maximaler Standort [km]	Transparent-datenbalise [km]	Abstand zu letzer Balise [m]	Minimaler Standort [km]	Maximaler Standort [km]	Transparent-datenbalise [km]	Abstand zu letzer Balise [m]
F53	38.191	38.123	40					38.345	38.206	38.193		38.345	38.206	38.326	133
ZugTyp	Wendend Ja / Nein	Länge [m]	Halteort [km]	Negative Fehlmeter [m]	Positive Fehlmeter [m]	Minimale Zugspitze [km]	Maximale Zugspitze [km]	Minimaler Standort [km]	Maximaler Standort [km]	Minimal Abgedeckt [km]	Maximal Abgedeckt [km]	Minimaler Standort [km]	Maximaler Standort [km]	Minimal Abgedeckt [km]	Maximal Abgedeckt [km]
Sonstige	Nein	300	38.353	5	5	38.358	38.348	38.345	38.206	38.220	38.196	38.345	38.206	48.123	38.329
Sonstige	Nein	250	38.410	5	5	38.415	38.405	38.402	38.206	38.220	38.196	38.402	38.206	48.123	38.329
Sonstige	Nein	200	38.456	5	5	38.461	38.451	38.448	38.206	38.220	38.196	38.448	38.206	48.123	38.329
Sonstige	Nein	150	38.484	5	5	38.489	38.479	38.476	38.206	38.220	38.196	38.476	38.206	48.123	38.329
Sonstige	Nein	100	38.503	5	5	38.508	38.498	38.495	38.206	38.220	38.196	38.495	38.206	48.123	38.329
Sonstige	Nein	75	38.528	5	5	38.533	38.523	38.520	38.206	38.220	38.196	38.520	38.206	48.123	38.329
Sonstige	Ja	300	38.665	5	5	38.37	38.36	38.357	38.206	38.220	38.196	38.357	38.206	48.123	38.329
Sonstige	Ja	250	38.665	5	5	38.42	38.41	38.407	38.206	38.220	38.196	38.407	38.206	48.123	38.329
Sonstige	Ja	200	38.665	5	5	38.47	38.46	38.457	38.206	38.220	38.196	38.457	38.206	48.123	38.329
Sonstige	Ja	150	38.637	5	5	38.492	38.482	38.479	38.206	38.220	38.196	38.479	38.206	48.123	38.329
Sonstige	Ja	100	38.612	5	5	38.517	38.507	38.504	38.206	38.220	38.196	38.504	38.206	48.123	38.329
Sonstige	Ja	75	38.587	5	5	38.517	38.507	38.504	38.206	38.220	38.196	38.504	38.206	48.123	38.329

Berechnung Infillbalise

Zug hinzufügen | Zug entfernen | Balise hinzufügen | Balise entfernen | Zeichnung erstellen | Zeichnung löschen

Bemerkungen

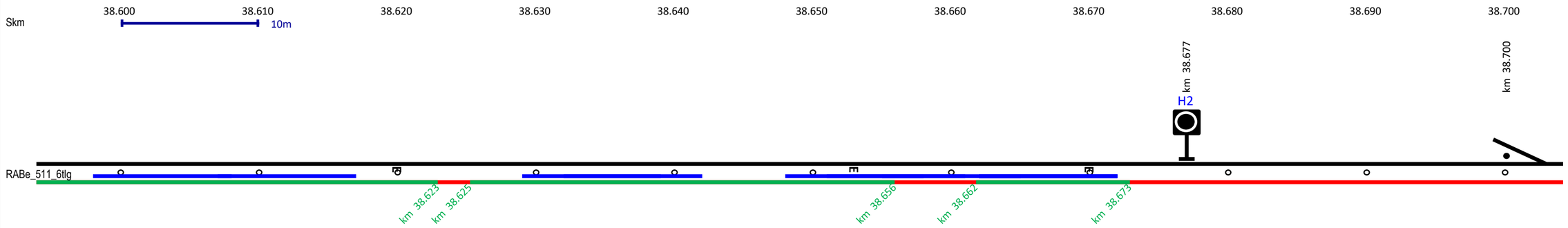


Signal- und Zugdaten								Signalbalise				Gruppe 2			
Signal	Signal-standort [km]	Gefahren-punkt [km]	Geschwin-digkeit [km / h]					Minimaler Standort [km]	Maximaler Standort [km]	Transparent-datenbalise [km]	Abstand zu letzer Balise [m]	Minimaler Standort [km]	Maximaler Standort [km]	Transparent-datenbalise [km]	Abstand zu letzer Balise [m]
H1	38.761	38.803	40					38.713	38.720	38.759		38.713	38.720	38.720	39
ZugTyp	Wendend Ja / Nein	Länge [m]	Halteort [km]	Negative Fehlmeter [m]	Positive Fehlmeter [m]	Minimale Zugspitze [km]	Maximale Zugspitze [km]	Minimaler Standort [km]	Maximaler Standort [km]	Minimal Abgedeckt [km]	Maximal Abgedeckt [km]	Minimaler Standort [km]	Maximaler Standort [km]	Minimal Abgedeckt [km]	Maximal Abgedeckt [km]
Sonstige	Nein	300	38.665	5	5	38.66	38.67	38.673	38.720	38.752	38.756	38.673	38.720	28.803	38.717
Sonstige	Nein	250	38.665	5	5	38.66	38.67	38.673	38.720	38.752	38.756	38.673	38.720	28.803	38.717
Sonstige	Nein	200	38.665	5	5	38.66	38.67	38.673	38.720	38.752	38.756	38.673	38.720	28.803	38.717
Sonstige	Nein	150	38.634	5	5	38.629	38.639	38.642	38.720	38.752	38.756	38.642	38.720	28.803	38.717
Sonstige	Nein	100	38.584	5	5	38.579	38.589	38.592	38.720	38.752	38.756	38.592	38.720	28.803	38.717
Sonstige	Nein	75	38.559	5	5	38.554	38.564	38.567	38.720	38.752	38.756	38.567	38.720	28.803	38.717
Sonstige	Ja	300	38.405	5	5	38.7	38.71	38.713	38.730	38.752	38.756	38.713	38.730	28.803	38.717
Sonstige	Ja	250	38.433	5	5	38.678	38.688	38.691	38.720	38.752	38.756	38.691	38.720	28.803	38.717
Sonstige	Ja	200	38.456	5	5	38.651	38.661	38.664	38.720	38.752	38.756	38.664	38.720	28.803	38.717
Sonstige	Ja	150	38.484	5	5	38.629	38.639	38.642	38.720	38.752	38.756	38.642	38.720	28.803	38.717
Sonstige	Ja	100	38.506	5	5	38.601	38.611	38.614	38.720	38.752	38.756	38.614	38.720	28.803	38.717
Sonstige	Ja	75	38.531	5	5	38.601	38.611	38.614	38.720	38.752	38.756	38.614	38.720	28.803	38.717

Berechnung Infillbalise

Zug hinzufügen	Zug entfernen	Balise hinzufügen	Balise entfernen	Zeichnung erstellen	Zeichnung löschen

Bemerkungen	Les trains en transit sont protégés par la Loop, il n'y a pas de rebroussements à l'horaire, mais cela est tout de même pris en compte à cause des nombreux travaux prévus et des situations de circulations dégradées.



Signal- und Zugdaten								Signalbalise				Gruppe 2				Gruppe 3			
Signal	Signal-standort [km]	Gefahren-punkt [km]	Geschwin-digkeit [km / h]					Minimaler Standort [km]	Maximaler Standort [km]	Transparent-datenbalise [km]	Abstand zu letzer Balise [m]	Minimaler Standort [km]	Maximaler Standort [km]	Transparent-datenbalise [km]	Abstand zu letzer Balise [m]	Minimaler Standort [km]	Maximaler Standort [km]	Transparent-datenbalise [km]	Abstand zu letzer Balise [m]
H2	38.677	38.700	40					38.669		38.670		38.659		38.653	17	38.622	38.644	38.620	33
ZugTyp	Wendend Ja / Nein	Länge [m]	Halteort [km]	Negative Fehlmeter [m]	Positive Fehlmeter [m]	Minimale Zugspitze [km]	Maximale Zugspitze [km]	Minimaler Standort [km]	Maximaler Standort [km]	Minimal Abgedeckt [km]	Maximal Abgedeckt [km]	Minimaler Standort [km]	Maximaler Standort [km]	Minimal Abgedeckt [km]	Maximal Abgedeckt [km]	Minimaler Standort [km]	Maximaler Standort [km]	Minimal Abgedeckt [km]	Maximal Abgedeckt [km]
RABe_511_6tlg	Ja	300	38.353	5	5	38.648	38.658	38.655	38.663	38.662	38.673	38.655	38.663	38.625	38.656				
RABe_511_6tlg	Ja	250	38.410	5	5	38.655	38.665	38.662	38.667	38.662	38.673	38.659	38.667	38.625	38.656				
RABe_511_6tlg	Ja	200	38.456	5	5	38.651	38.661	38.658	38.664	38.662	38.673	38.658	38.664	38.625	38.656				
RABe_511_6tlg	Ja	150	38.484	5	5	38.629	38.639	38.636	38.655	38.662	38.673	38.636	38.655	38.625	38.656				
RABe_511_6tlg	Ja	100	38.503	5	5	38.598	38.608	38.605	38.644	38.662	38.673	38.605	38.644	38.625	38.656	38.605	38.644	28.700	38.623
RABe_511_6tlg	Nein	300	38.667	5	5	38.662	38.672	38.669	38.670	38.662	38.673								
RABe_511_6tlg	Nein	250	38.667	5	5	38.662	38.672	38.669	38.670	38.662	38.673								
RABe_511_6tlg	Nein	200	38.667	5	5	38.662	38.672	38.669	38.670	38.662	38.673								
RABe_511_6tlg	Nein	150	38.637	5	5	38.632	38.642	38.639	38.656	38.662	38.673	38.639	38.656	38.625	38.656				
RABe_511_6tlg	Nein	100	38.612	5	5	38.607	38.617	38.614	38.645	38.662	38.673	38.614	38.645	38.625	38.656	38.614	38.645	28.700	38.623

Rapport de simulation ZLR

Nyon – Renouvellement de l’enclenchement

ISP: 1162414

A. Boucher, I-AEP-SAZ-KCSA-ESW

V3-1 du 18.09.2024



C2 – Internal

Contenu

- Calcul de distancement pour les configurations
  - Transit voie directe / Transit voie directe
  - Transit voie directe / Départ NY voie 3 (60 km/h)
  - Départ NY voie 3 (60 km/h) / Transit voie directe
- Temps de parcours A60 resp. N180 suite aux modifications des RADN

Remarque importante: Les valeurs de distancement resp. les signaux déterminants sont indiqués pour le périmètre du projet, sans tenir compte des limitations éventuellement imposées par les installations voisines (GIBU, GLA, COP).

C2 – Internal

Résumé des résultats

Scénario	Matériel	Depuis	Vers	Distancement d'exploitation (périmètre du projet uniquement)	Rem.
11	2x FV-Dosto (RABDe502)	GLA	COP	119 s	
	2x FV-Dosto (RABDe502)	GLA	COP		
12	2x FV-Dosto (RABDe502)	GLA	COP	145 s à COP	
	1x FV-Dosto (RABDe502)	départ NY v. 3	COP		
13	1x FV-Dosto (RABDe502)	départ NY v. 3	COP	117 s à COP	
	2x FV-Dosto (RABDe502)	GLA	COP		
15	2x FV-Dosto (RABDe502)	COP	GLA	117 s	
	2x FV-Dosto (RABDe502)	COP	GLA		
16	2x FV-Dosto (RABDe502)	COP	GLA	159 s à GLA	
	1x FV-Dosto (RABDe502)	départ NY v. 3	GLA		
17	1x FV-Dosto (RABDe502)	départ NY v. 3	GLA	114 s à GLA	
	2x FV-Dosto (RABDe502)	COP	GLA		

La signalisation planifiée pour le projet «Nyon – renouvellement d'enclenchement» est compatible avec un futur distancement d'exploitation de 120 s (excepté pour les scénarios «train en transit puis départ»).

C2 – Internal

Bases de calcul

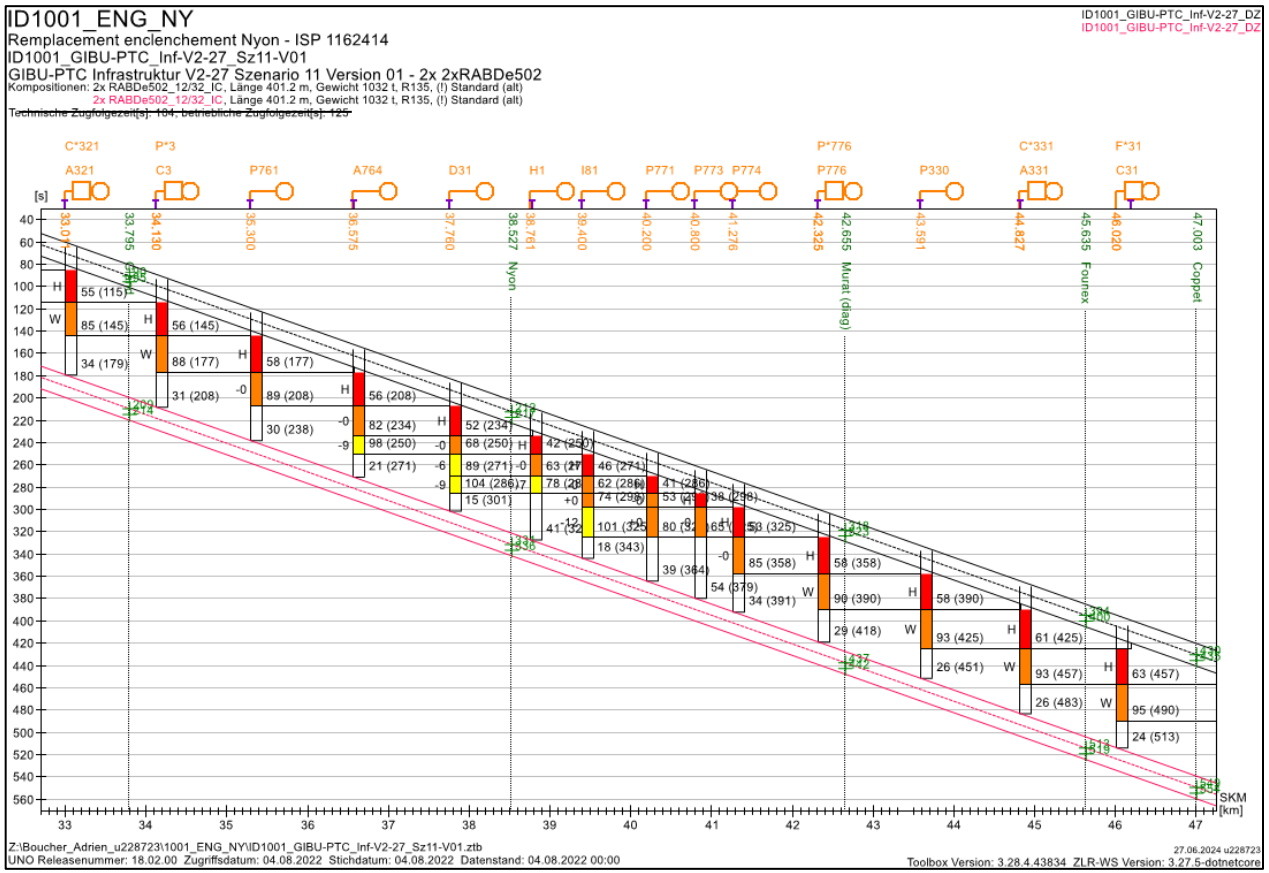
- Matériel roulant:
  - IC 2x FV-Dosto (RABDe502), R135 401 m (transit direct)
  - IC 1x FV-Dosto (RABDe502), R135 200 m (voie 3 NY)
  - 2x ETR 610 (RABe503), N180 375 m
  - Train de marchandises Re482 + 1600T, A60 750 m
- Signalisation / plans (*):
  - NY-SIKO-1v2 index k du 06.08.2024
  - NY-SIKO-2v2 index k du 06.08.2024
  - Tabelle de signalisation V3-1 du 18.09.2024
- Conduite conservative
- Stockage des fichiers ZLR: https://sbb.sharepoint.com/sites/zlr-toolbox-userdaten/ZTB_Userdaten/Boucher_Adrien_u228723/1001_ENG_NY

(*) Les calculs ont été effectués en considérant les plans «NY-SIKO-1v2-1162414-i_minute.pdf» et «NY-SIKO-2v2-1162414-i_minute.pdf» ainsi que la tabelle de signalisation V3. Ils n'ont pas été remis à jour, car les modifications intervenues depuis n'ont pas d'impact sur le distancement.

C2 – Internal

11. Sens LS→GE, IC en transit / IC en transit

Périmètre du projet



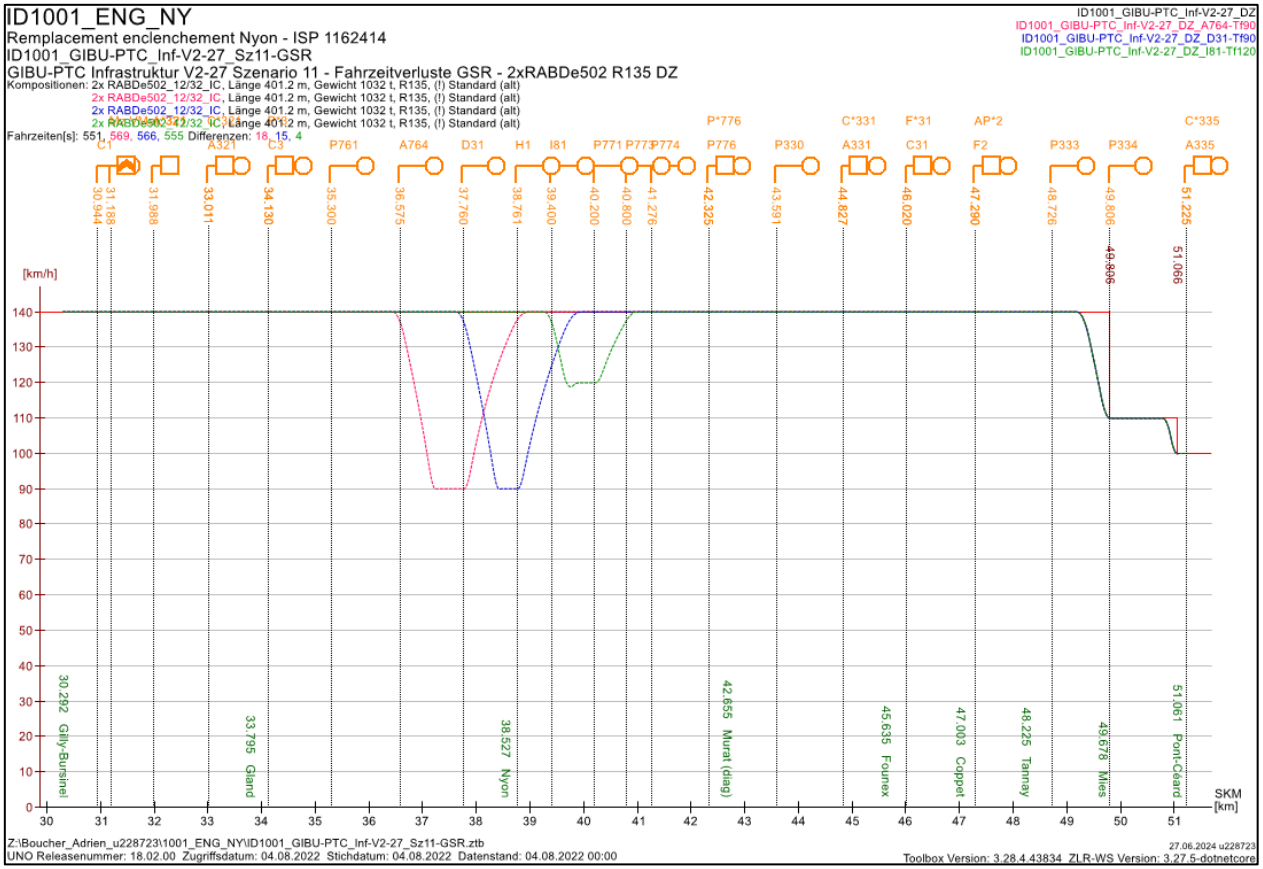
Distancement d'exploitation = max(89+15; 104+15) = 119 s
(signal déterminant: D31)

Pertes de temps (GSR):
A764: 18 s
D31: 15 s
I81 : 4 s

C2 – Internal

11. Sens LS→GE, IC en transit / IC en transit

Profils de vitesse (y.c. perte de temps lié au maintien restrictif d'image)

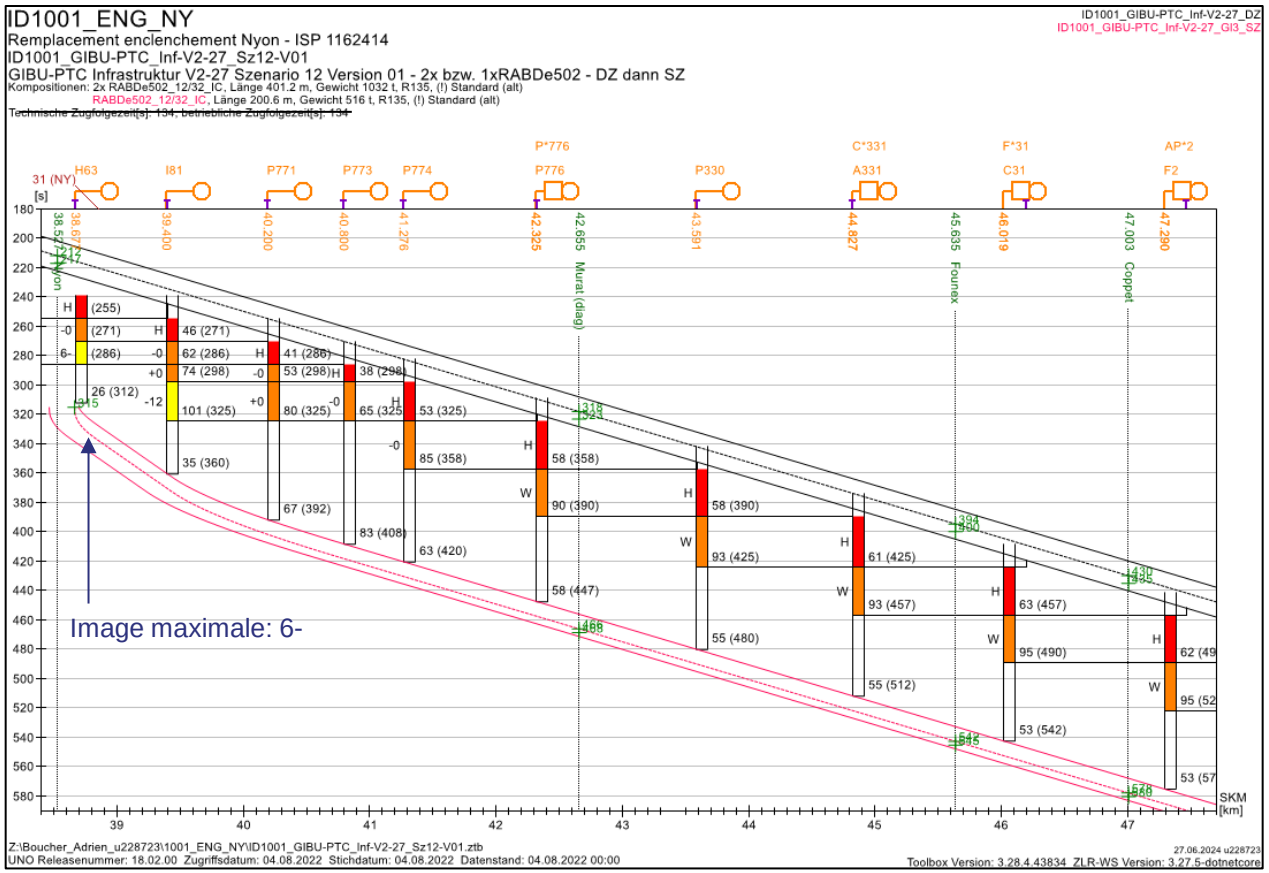


Pertes de temps (GSR):
A764: 18 s
D31: 15 s
I81 : 4 s

C2 – Internal

12. Sens LS→GE, IC en transit / IC départ voie 3

Périmètre du projet



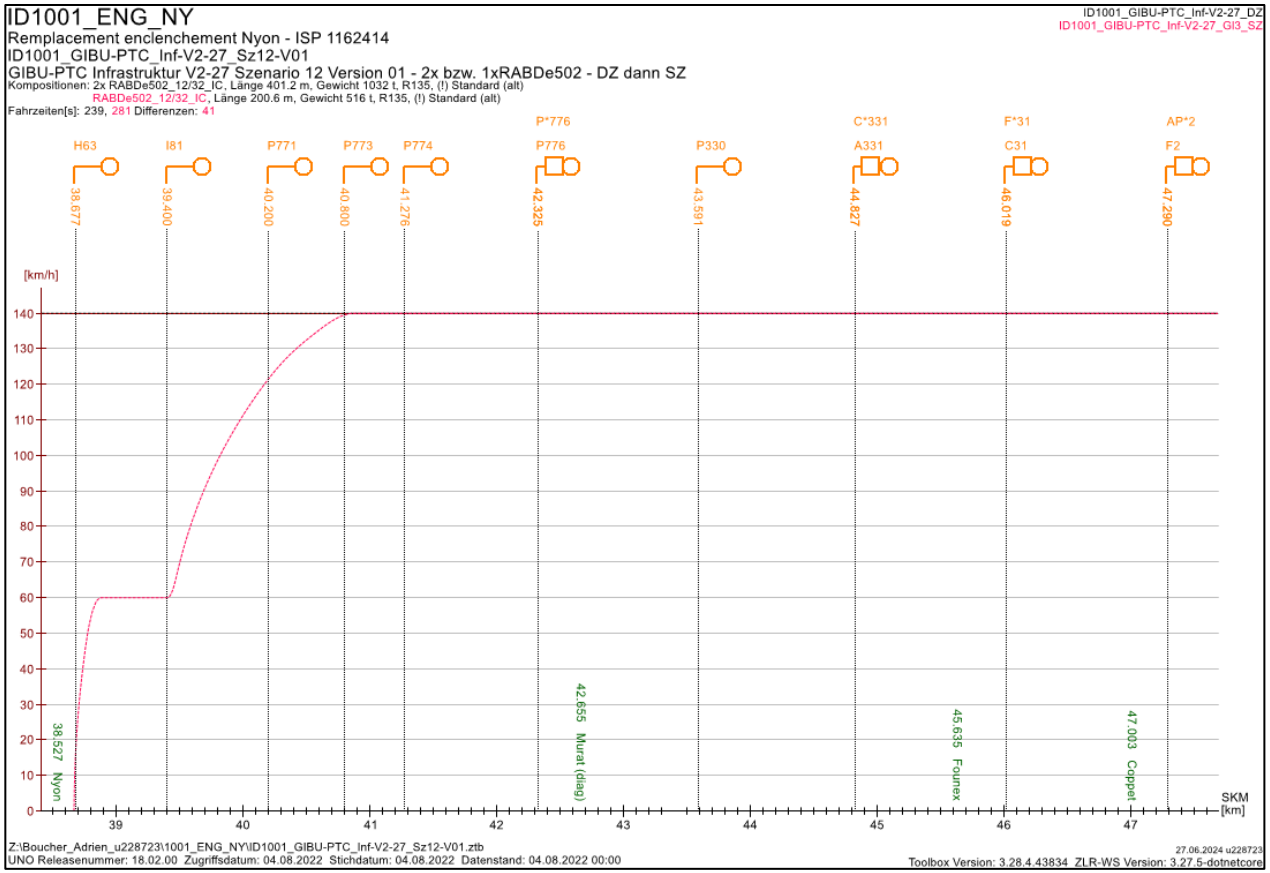
Distancement d'exploitation (différence de passage à COP, milieu du train) = 145 s (= 580 – 435)
(signal déterminant: H63)

Temps pris en compte: 30 s délai d'expédition du train + 30 s marge système. Départ du 2nd train à t = 315 s (= 255 + 30 + 30)

C2 – Internal

12. Sens LS→GE, IC en transit / IC départ voie 3

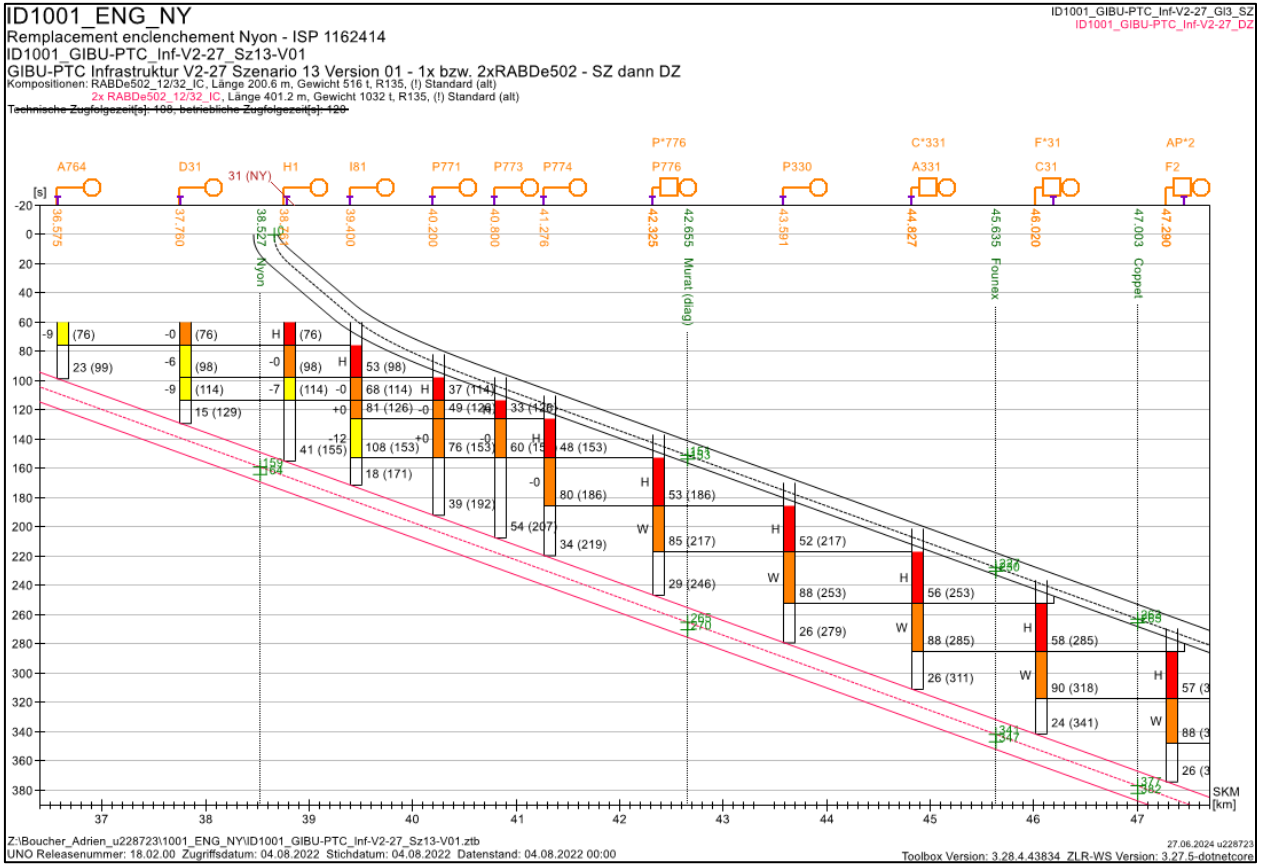
Profils de vitesse



C2 – Internal

13. Sens LS→GE, IC départ voie 3 / IC en transit

Périmètre du projet



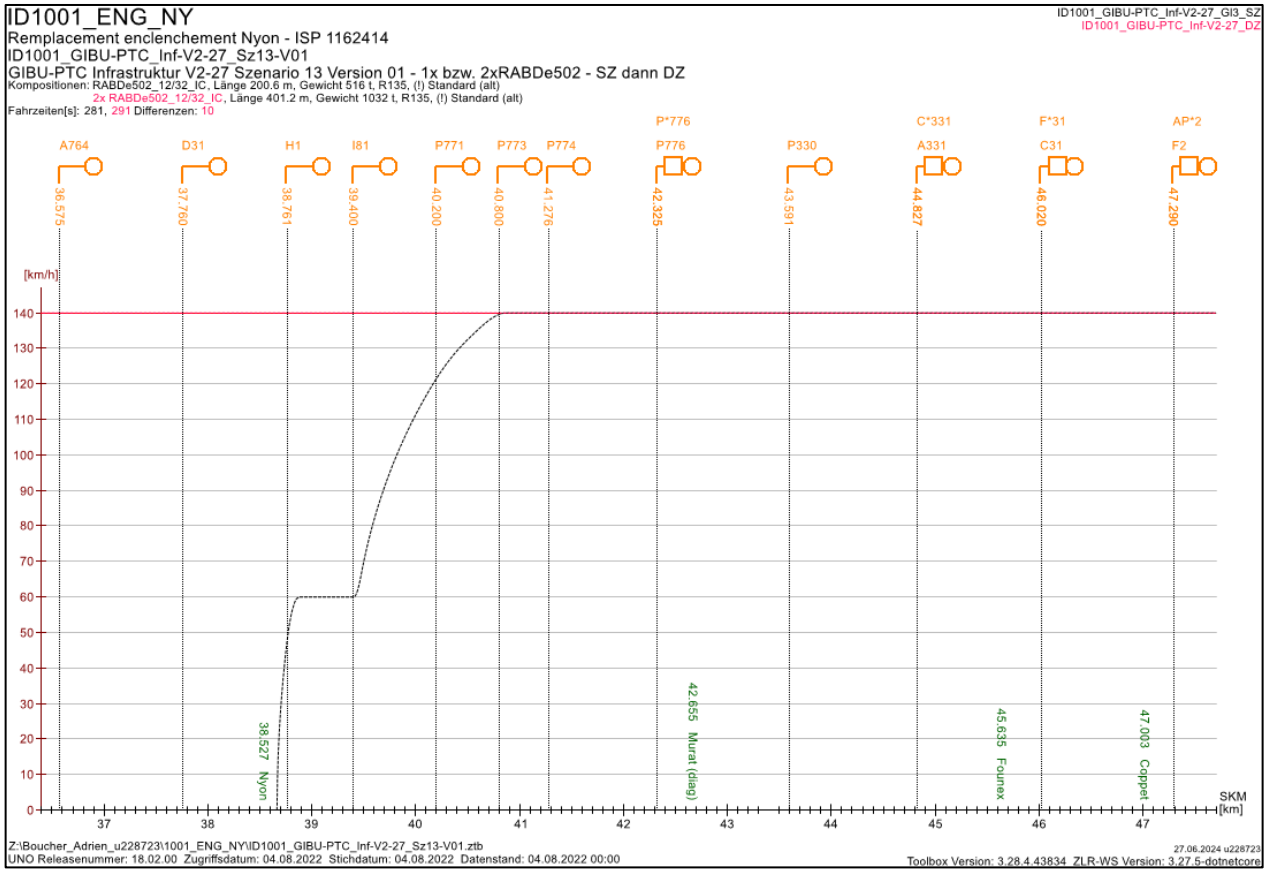
Distancement d'exploitation (différence de passage à COP, milieu du train)
= 117 s (= 382 – 265)
(signal déterminant: D31)

Pertes de temps (GSR):
A764: 18 s
D31: 15 s
I81 : 4 s
(cf. scénario 11)

C2 – Internal

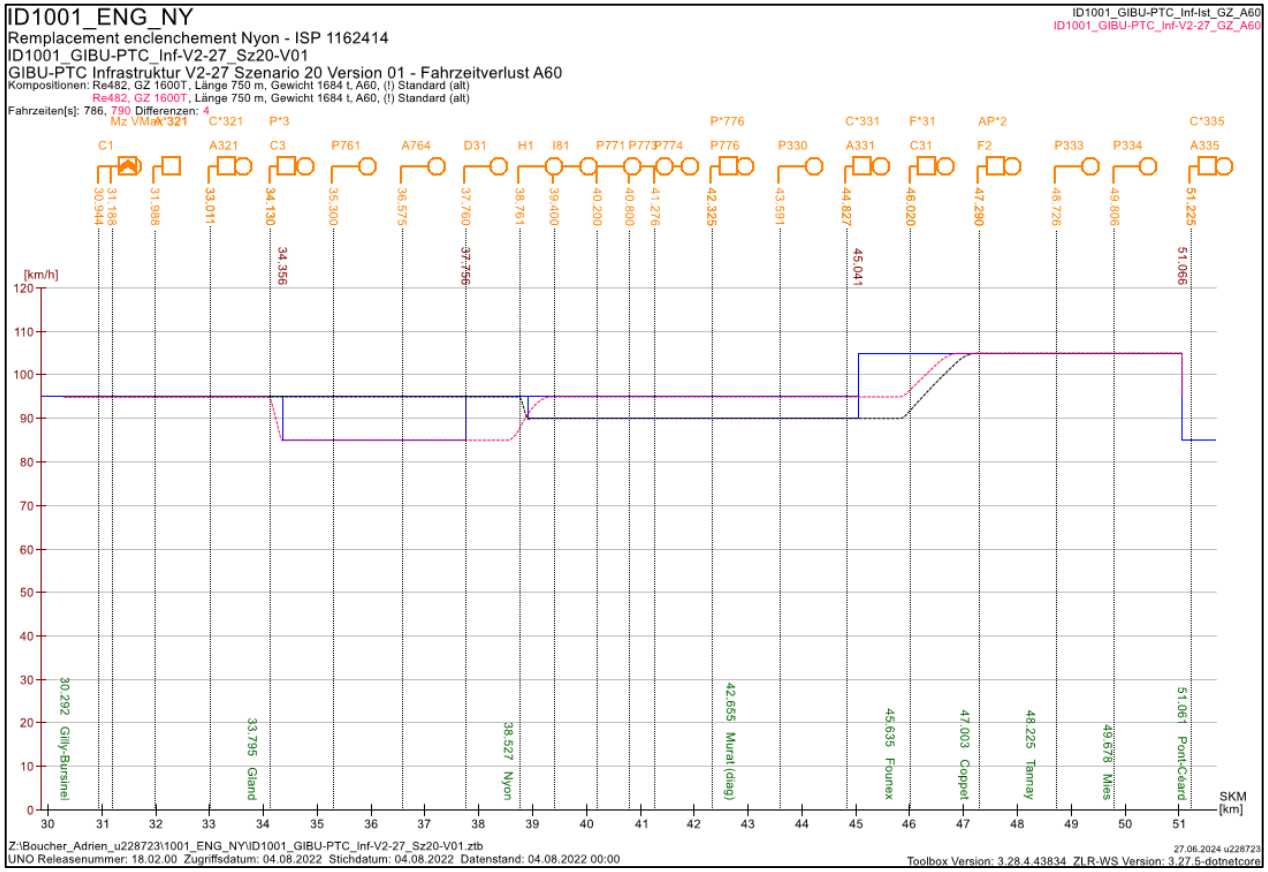
13. Sens LS→GE, IC départ voie 3 / IC en transit

Profils de vitesse



C2 – Internal

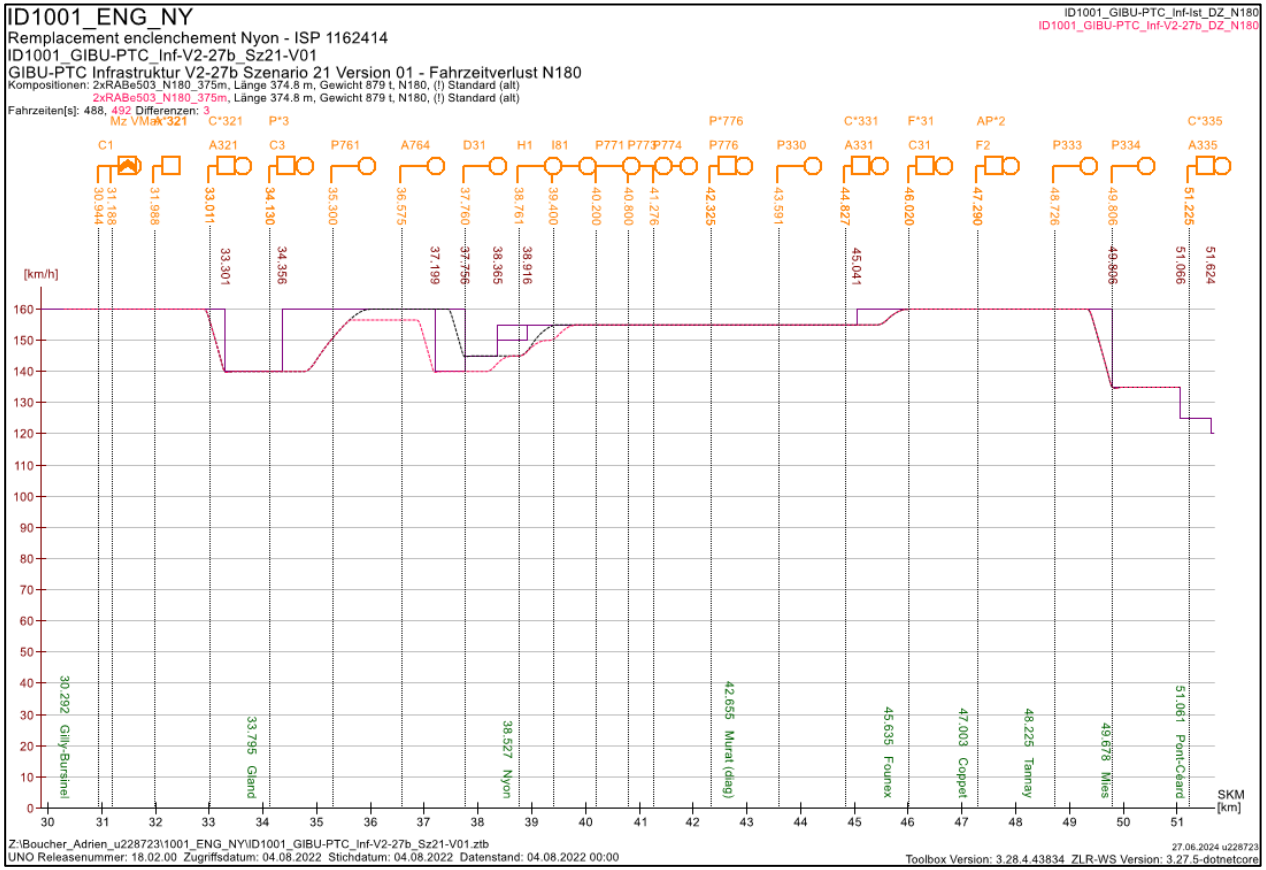
Sens LS→GE, profils de vitesse A60 avant/après



A60: Temps de parcours GIBU→PTC augmenté de 4 s

C2 – Internal

Sens LS→GE, profils de vitesse N180 avant/après

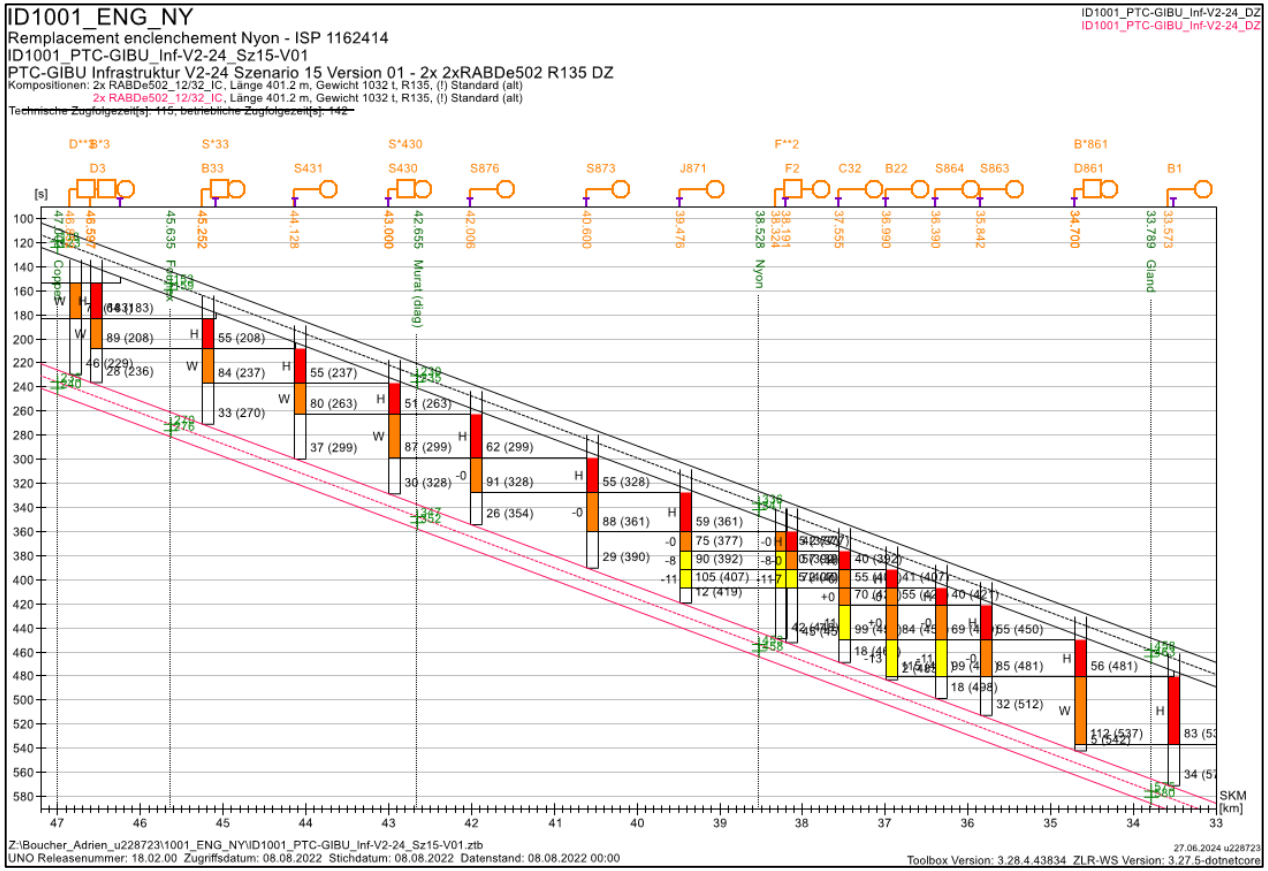


N180: Temps de parcours GIBU→PTC augmenté de 4 s

C2 – Internal

15. Sens GE→LS, IC en transit / IC en transit

Périmètre du projet



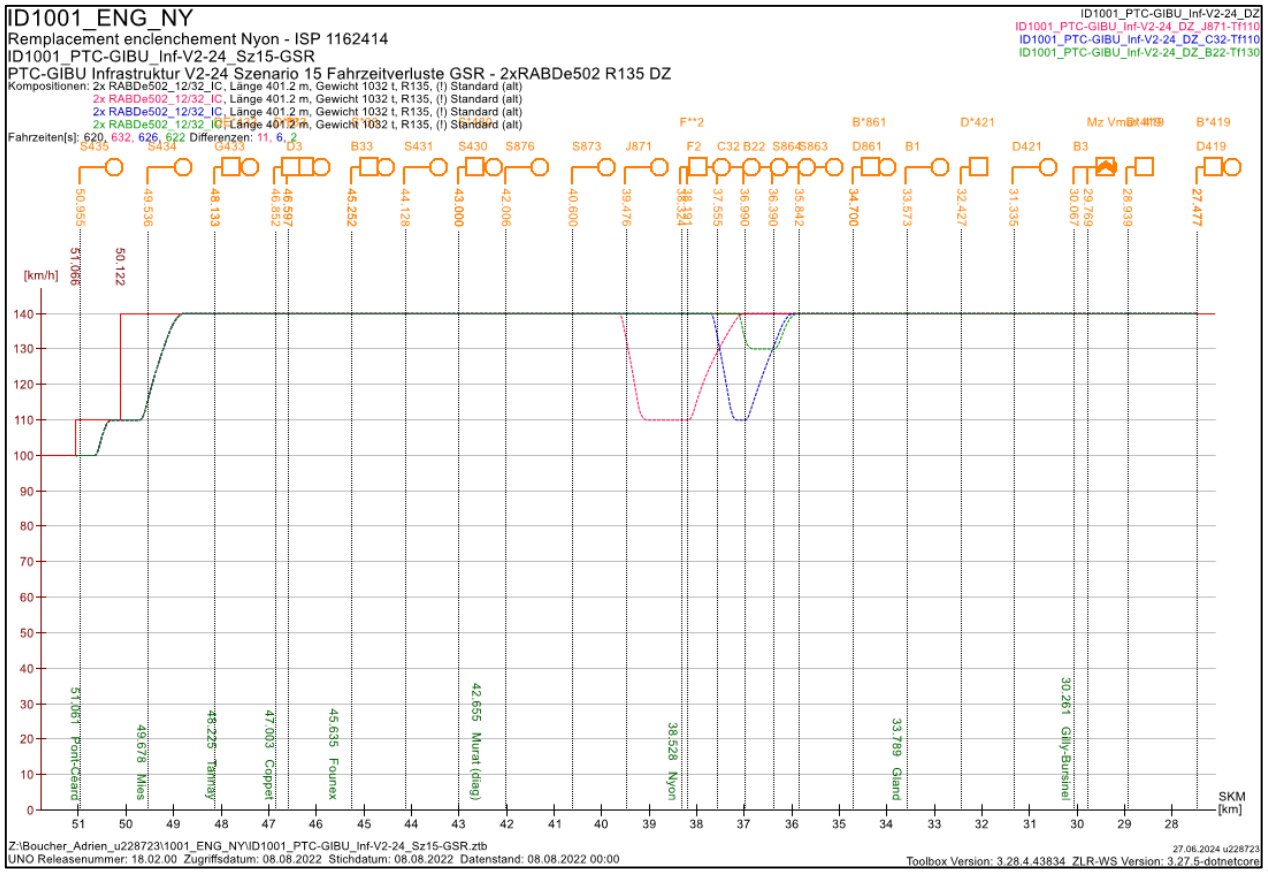
Distancement d'exploitation (signaux déterminants: J871, B22):
= max(90+15; 105+12) = 117 s
= max(84+30; 115+2) = 117 s

Pertes de temps (GSR):
J871: 12 s
C32: 6 s
B22: 2 s

C2 – Internal

15. Sens GE→LS, IC en transit / IC en transit

Profils de vitesse (y.c. perte de temps lié au maintien restrictif d'image)



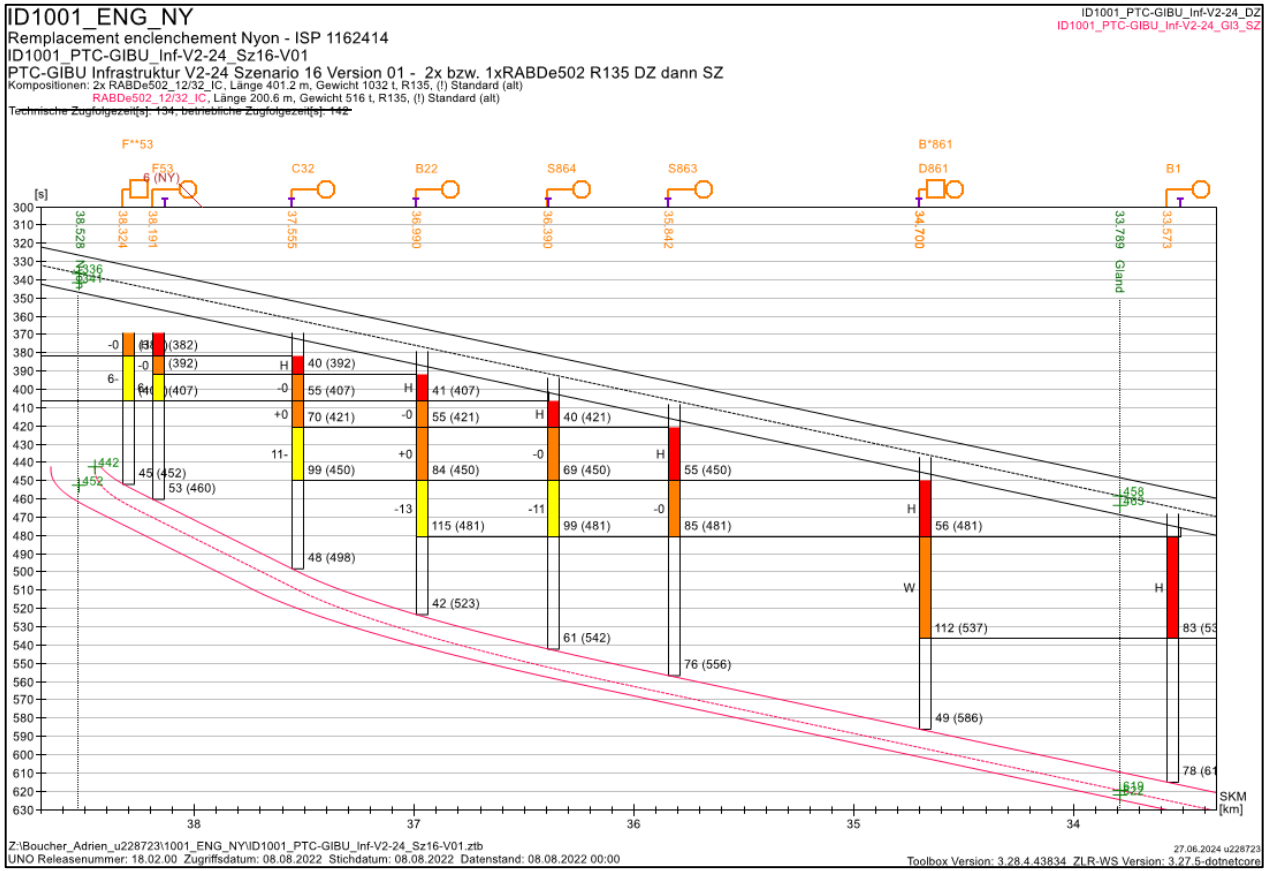
Remarque: La perte de temps liée à la GSR en J871 serait en réalité légèrement plus faible (~11s), car le train serait libéré au niveau du signal répétiteur F**2.

Pertes de temps (GSR):
J871: ~12 s
C32: 6 s
B22: 2 s

C2 – Internal

16. Sens GE→LS, IC en transit / IC départ voie 3

Périmètre du projet



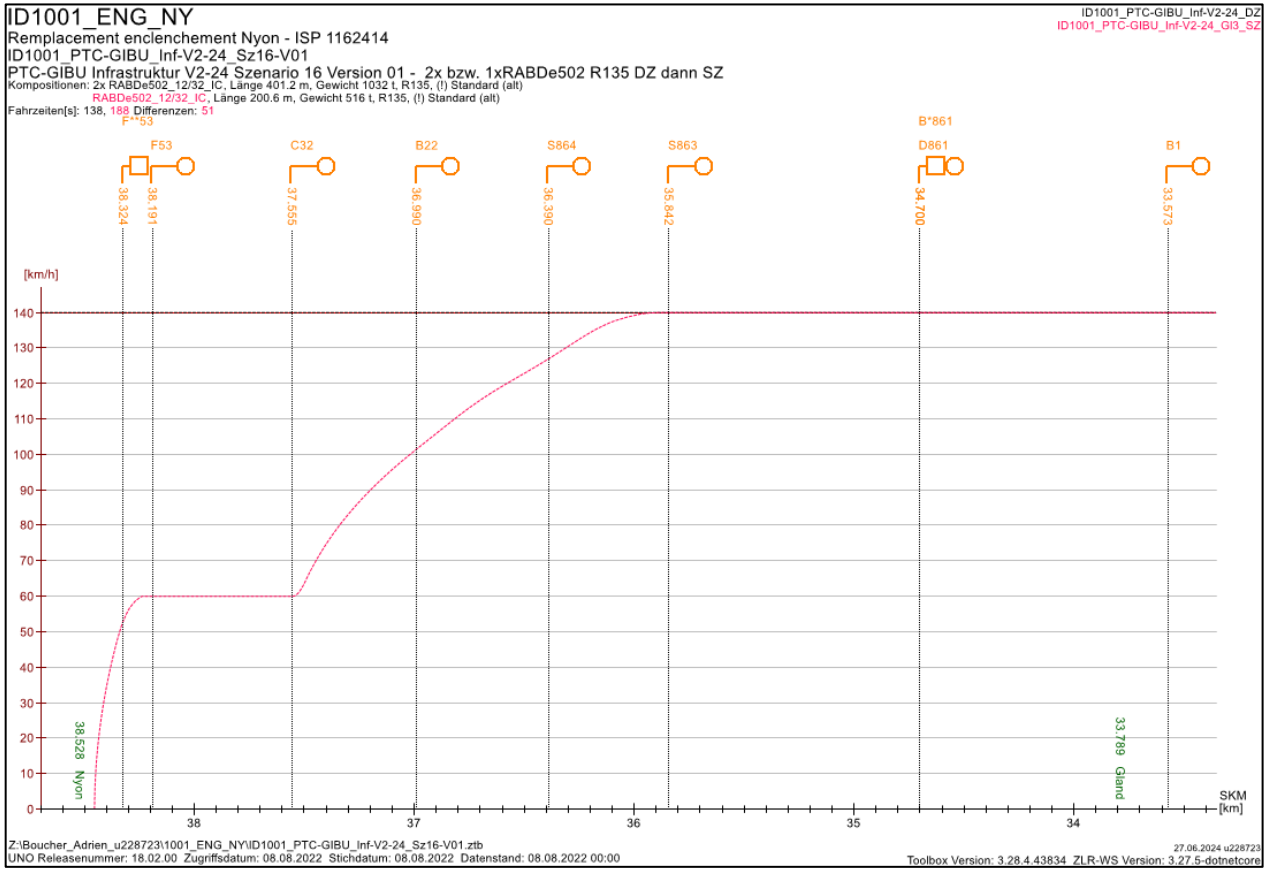
Distancement d'exploitation (différence de passage à GLA, milieu du train): 159 s (= 622 – 463)
(signal déterminant: F**53)

Temps pris en compte: 30 s délai d'expédition du train + 30 s marge système = Départ du 2nd train à t = 442 s (= 382 + 30 + 30)

C2 – Internal

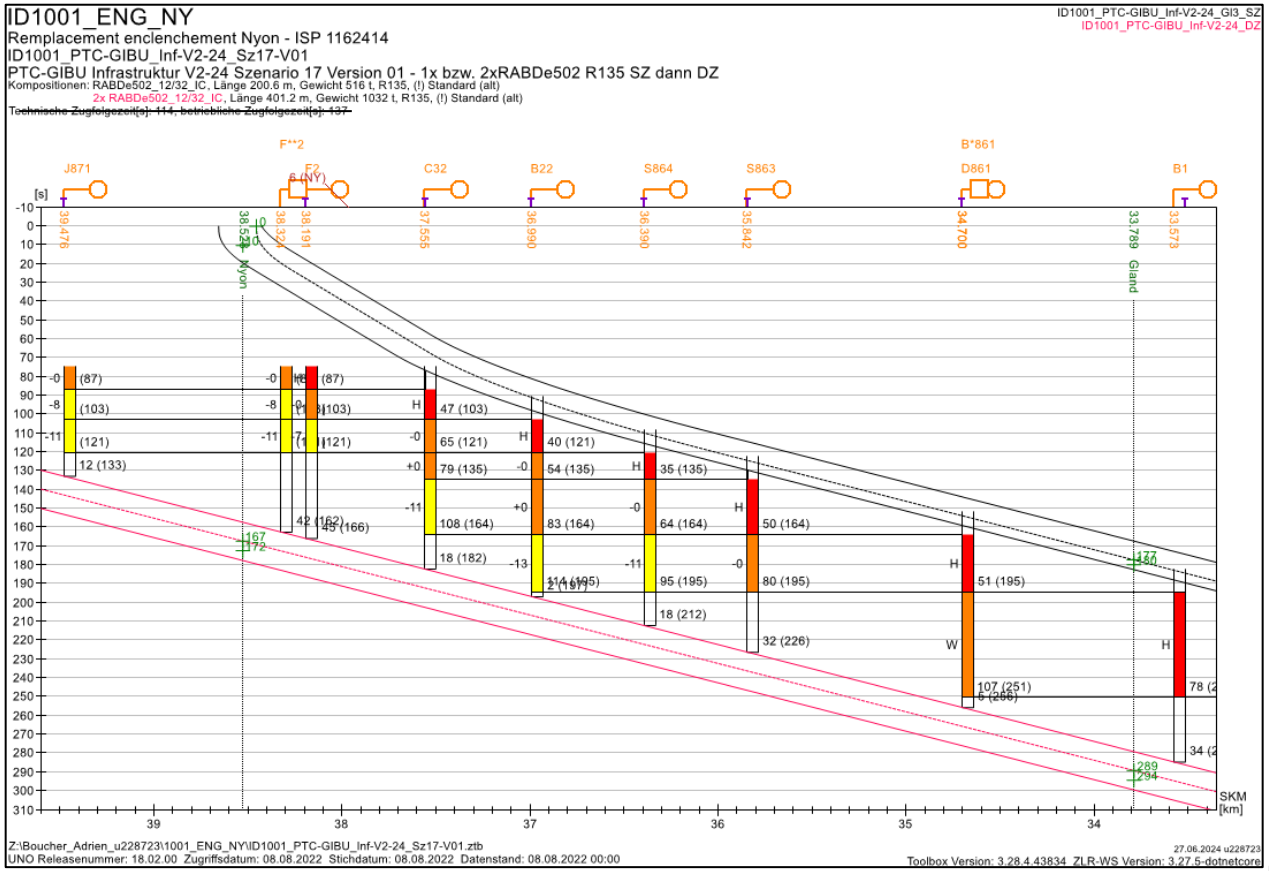
16. Sens GE→LS, IC en transit / IC départ voie 3

Profils de vitesse



17. Sens GE→LS, IC départ voie 3 / IC en transit

Périmètre du projet



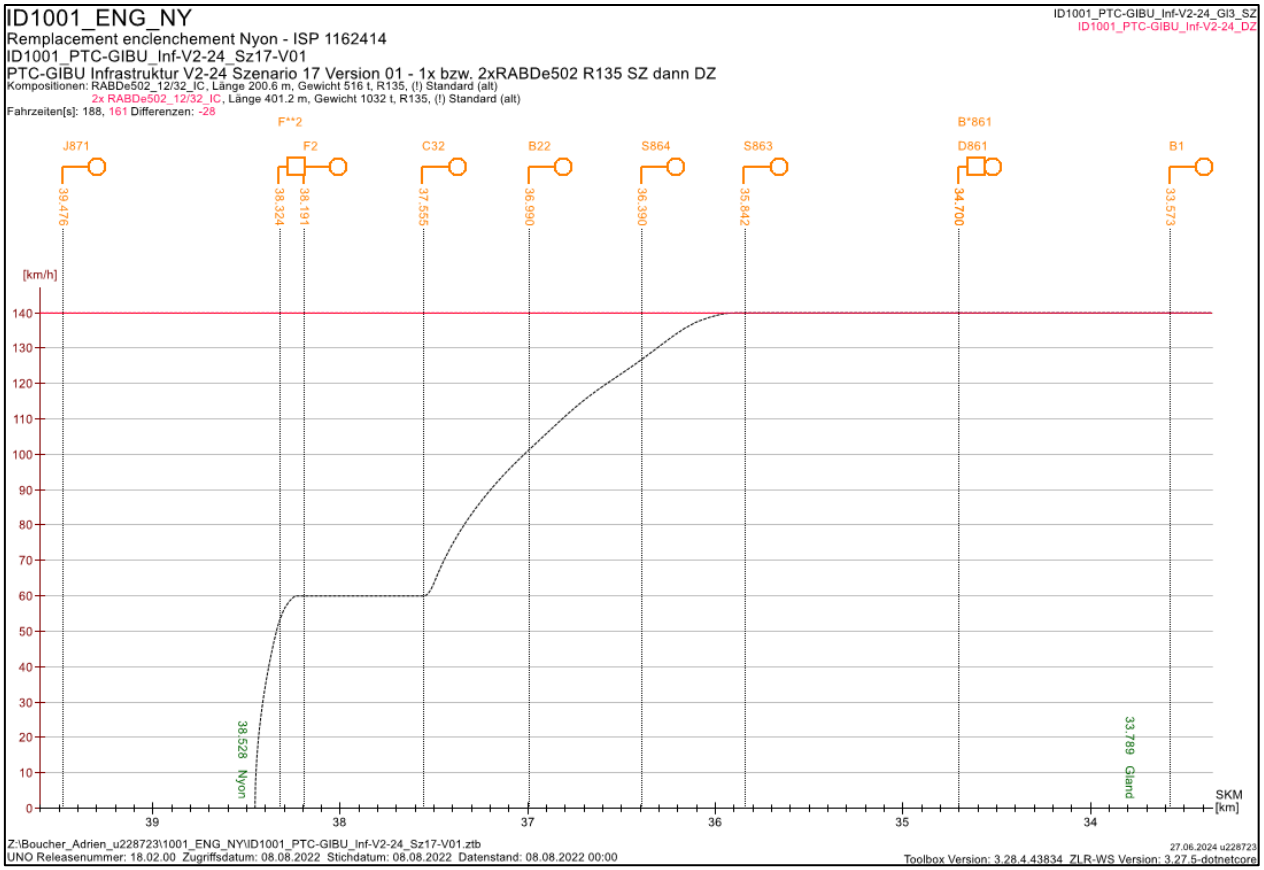
Distancement d'exploitation (différence de passage à GLA, milieu du train)
= 114 s (= 294 – 180)
(signaux déterminants: J871, B22)

Pertes de temps (GSR):
J871: 12 s
C32: 6 s
B22: 2 s
(cf. scénario 15)

C2 – Internal

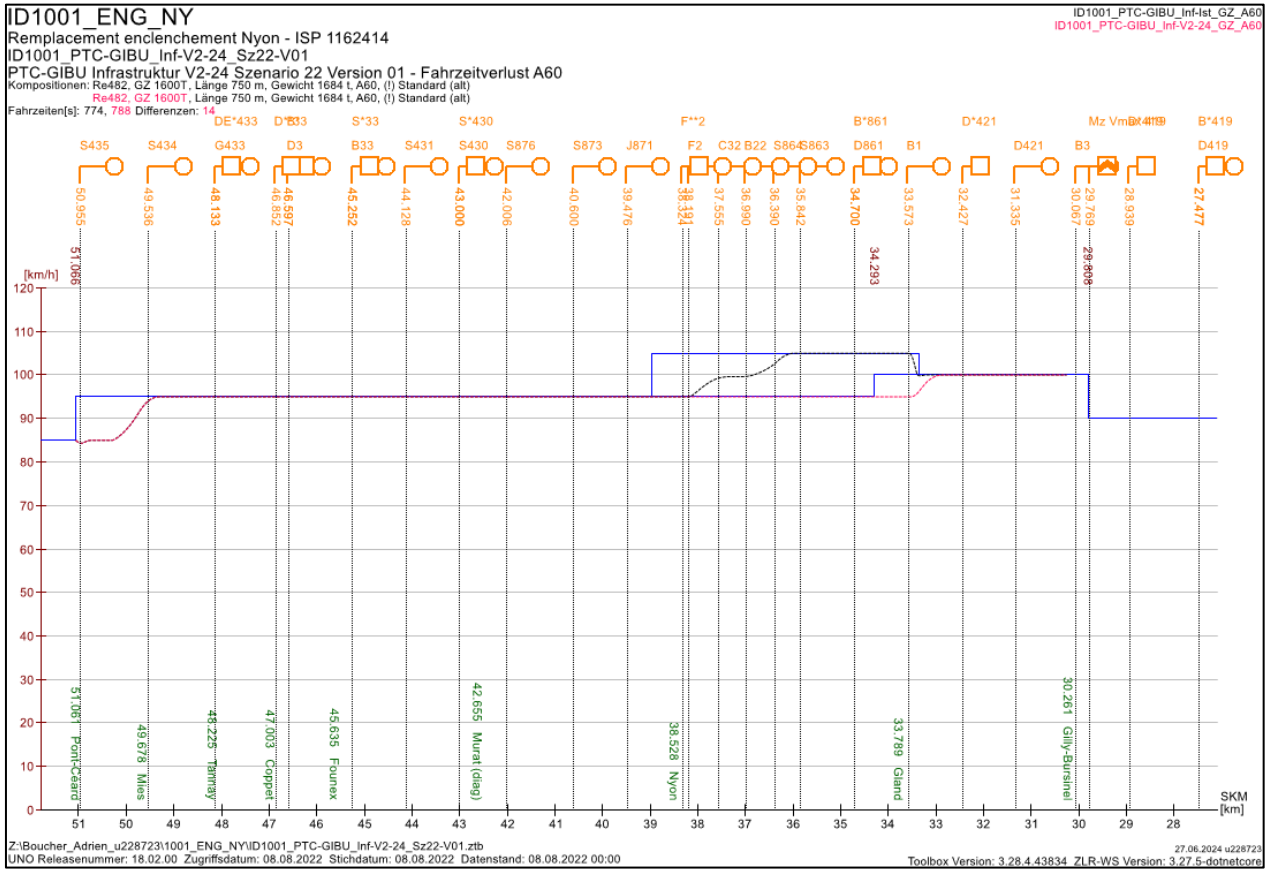
17. Sens GE→LS, IC départ voie 3 / IC en transit

Profils de vitesse



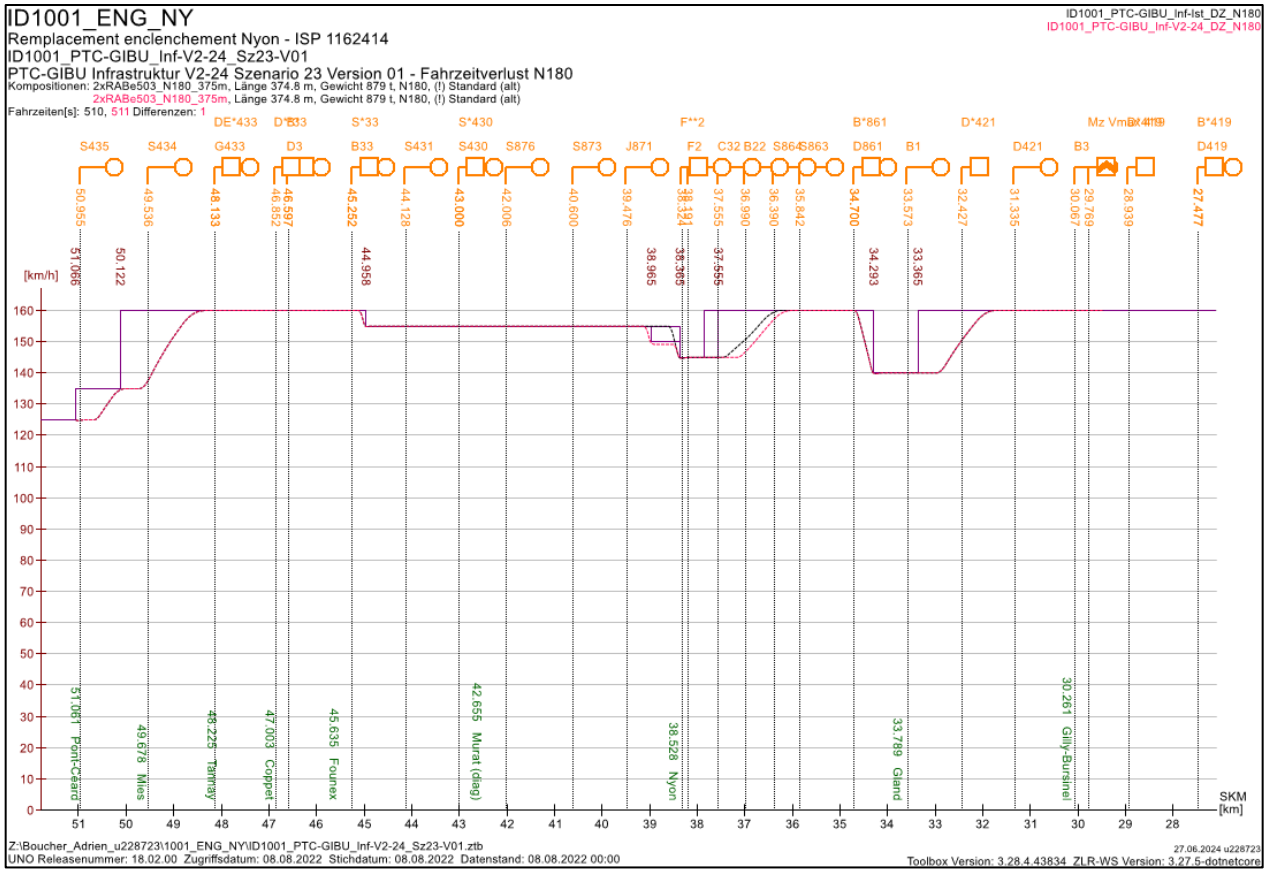
C2 – Internal

Sens GE→LS, profils de vitesse A60 avant/après



A60: Temps de parcours PTC→GIBU augmenté de 14 s

Sens GE→LS, profils de vitesse N180 avant/après



N180: Temps de parcours PTC→GIBU augmenté de 1 s

C2 – Internal

Projet: **Nyon**
Renouvellement de l'enclenchement

N° GP: 1162414

Phase: **SIOP A1 complémentaire**

Signatures:

Représentation du maître de l'ouvrage (MO)	Auteur de projet
Département/OU: CEFF-CIRC-TR-RN-1	Firma: LINEA MULHAUS SA
Nom: Blaise Hermet	Nom: Pawel Duczmalski
Date:	Date:
Signature:	Signature:

SBB CFF FFS

Nyon
Concept de signalisation 1:1000

Ligne: 100 Km: 43.0 - 37.76

OCP: Affaires/Lieux

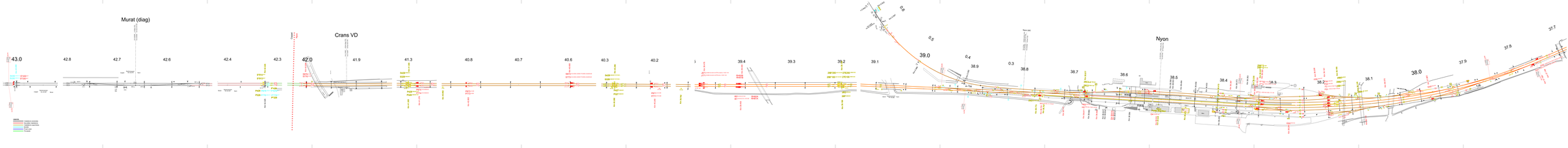
Rue de la Gare au stage 1 / 1020 Renens

Plan No. N1-SIKO-1+2

Ver.	Date	Ge.	Contrôle	No.	Obj.	Re.
1	01.04.2021	Ge.	CONTROL	1	PLAN	Re.
0	01.04.2021	Ge.	CONTROL	1	PLAN	Re.

Format: A0Mouton

Ce plan est la propriété exclusive de CFF SA. Il ne peut être ni copié, ni communiqué à des tiers sans l'autorisation écrite de CFF SA. Tous droits réservés.



Projet: **Nyon**
Renouvellement de l'enclenchement

N° GP: **1162414**

Phase: **SIOP A1 complémentaire**

Signatures:

Représentation du maître de l'ouvrage CFF	Auteur de projet
Département/DIV / UNITE LIGNE ITALIE 4	Firma: LINEA MULLER-I
Nom: Walter Dietrich	Nom: Power Successeur
Date:	Date:
Signature:	Signature:

SBB CFF FFS

Nyon
Concept de signalisation 1:1000

Ligne: 102 Km: 37.90 - 33.98

OPC: Infrastructure

Rue de la Gare de triage 1, 1020 Renens

Plan No. NY-SIKO-2c2

Ver. 5423	Ge. 31004	Ro. 1962	Re.
Ver. 5423	Ge. 31004	Ro. 1962	Re.
Ver. 5423	Ge. 31004	Ro. 1962	Re.
Ver. 5423	Ge. 31004	Ro. 1962	Re.

Format: 1189x420

Ce plan est la propriété de SBB CFF FFS. Il ne peut être utilisé, reproduit ou communiqué à des tiers sans autorisation écrite préalable. Tous droits réservés.

Numéro d' ISP:	1162414	Article PSP:	1162414.3.1-005.1	
Projet:	**Nyon - Renouvellement de l'enclenchement**			
Ligne / km:	Ligne 150, km 33.9 - 43.0			
Canton / Commune:	Vaud / Genève			
Chef de projet: Stw	I-AEP-SAZ-RWT-FPL3	Jaquet Julien	079 579 29 49	U226278

Contrôle visibilité signaux (partie 1/2)

Cette tabelle est une aide pour le contrôle de la visibilité des signaux. Elle se réfère exclusivement aux installations de sécurité.

L'examin et effectué par:	nom, prénom	sur place	Date, Signature
I-AEP-SAZ-RWT-FPL3	Jaquet Julien	☑	Julien Jaquet Signé numériquement par Julien Jaquet DN : cn=Julien Jaquet, c=CH, o=SBB CFF FFS SA, ou=I-AEP-SAZ-RWT-FPL3, email=julien.jaquet@sbb.ch Raison : Je suis l'auteur de ce document Emplacement : Bevens Date : 2023.10.17 10:49:00 +02'00'
I-AEP-SAZ-RWT-FBL1	Olivier Bürgy	☑	Digitally signed by Olivier Bürgy DN: cn=Bürgy Olivier, c=CH, o=CFF SA , ou=I-AEP-SAZ-RWT-FBL1, email=olivier.buergy@sbb.ch Reason: Je suis l'auteur de ce document Date: 2023.10.12 06:19:07 +02'00'
I-NAT-SAZ-SDS-FDY	Valérie Lavanchy	☑	U219802 Lavanchy Valérie Signé numériquement par Valérie DN : cn=U219802 Lavanchy Valérie, c=CH, o=SBB Infrastruktur, ou=I-NAT-SAZ-SDS, email=valerie.lavanchy@sbb.ch Date : 2023.10.16 10:49:17 +02'00'
PP-SQU-PVN-BVN	Thomas Büchler	☑	Büchler Thomas Digital signiert von Buchler Thomas DN: cn=Büchler Thomas, c=CH, o=PP-SQU-PVN-BVN, ou=Betriebsvorschriften, email=thomas.buechler@sbb.ch Datum: 2023.11.02 15:09:36 +01'00'
G-PN-WT-LT3	Thierry Rossoz	☑	Signé numériquement par Rossoz DN : cn=Rossoz, c=CH, o=CFF Cargo SA, ou=G-PN-WT-LT2, email=thierry.rossoz@sbbcargo.com Date : 2023.11.10 09:52:10 +01'00'
I-ESP-FFM-ZFI-FAF	Andreas Steinmann	☑	Andreas Steinmann Digital signiert von Andreas Steinmann DN: cn=Andreas Steinmann, c=CH, o=SBB Infrastruktur, ou=I-ESP-ZFI-FAF, email=andreas.steinmann@sbb.ch Datum: 2023.10.18 11:37:33 +02'00'

Contrôle de visibilité selon visite sur place?	☑ oui ☐ non	**Si non, justification:**	**Le contrôle sur place du 19.09.2023 avec les différents partenaires est uniquement effectué pour les signaux avec une visibilité critique (marqués en bleu). Un rapport (v3 du 09.10.2023) avec des photos complète ce PV.**
Contrôle à l'aide d'un signal fictif?	☑ oui ☐ non	**Si non, justification:**	
Autre projet concerné jusqu'à la mise en service du présent projet (ex. renouv. LC)?	☐ oui ☑ non	**Si non, justification:**	

Km	Nom signal	Dessin profil en travers établi	Conflit SA (< 3m signal existant)	Conflit fondation	Conflit LC (< 3m inst. existante) (ligne détournée)	Visibilité à 6s	Accès armoire	Accès signal pour entretien (Tunnel, etc.)	Paroi anti-bruit (PAB) a noter Hauteur: Distance par rapport à la voie:
33.919	P*1 C1 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	RAS
34.067	P*5 C5 Mât centré	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	RAS
34.130	P*3 C3 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	Signal à 306 m du point d'arrêt 1, mais visibilité ok.
35.300	P761 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☐ facile ☑ difficile	Barrières côté Sud (route), champs au nord. Une nouvelle porte d'accès est nécessaire
35.300	P861 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☐ facile ☑ difficile	Barrières côté Sud (route), champs au nord. Une nouvelle porte d'accès est nécessaire
35.842	S763 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	Barrières côté Sud (route), mais porte à 100m
35.842	S863 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	Barrières côté Sud (route), mais porte à 100m
36.390	S764 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	Paroi anti-bruit, mais accès juste devant. Ligne détournée au km 36.385
36.390	S864 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	Paroi anti-bruit, mais accès juste devant. Ligne détournée au km 36.385
36.575	A764 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	Paroi anti-bruit, mais porte à 50m.
36.575	A864 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	Paroi anti-bruit, mais porte à 50m. Visibilité confirmée à la visite.
36.990	B21 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	Visibilité confirmée à la visite.
36.990	B22 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	Paroi anti-bruit, mais porte à 50m.
37.555	C31 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☐ facile ☑ difficile	Accès difficiles à cause du talus Visibilité confirmée à la visite
37.555	C32 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☐ facile ☑ difficile	Accès difficiles à cause du talus Visibilité confirmée à la visite
37.748	D32 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☐ facile ☑ difficile	Accès à 200m, visibilité confirmée à la visite, attention au muret pour la fondation
37.760	D31 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☐ facile ☑ difficile	Accès à 200m, visibilité confirmée à la visite, mais mâts LC n°5 et 7 à déplacer.
37.983	E40 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	Parois, mais porte de l'autre côté ou accès depuis les quais
38.191	F51 Potence	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	Il faut interdire les voies 1 et 2 pour l'entretien. Potence depuis l'entre-voie 40-41. Visibilité confirmée à la visite.
38.191	F2 Mât centré	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	Visibilité confirmée à la visite.
38.191	F53 Mât centré	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	RAS
38.191	F54 Mât centré	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	RAS
38.191	F55 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	Attention de suffisament enlever l'AV 17

Numéro d' ISP:	1162414	Article PSP:	1162414.3.1-005.1	
Projet:	**Nyon - Renouvellement de l'enclenchement**			
Ligne / km:	Ligne 150, km 33.9 - 43.0			
Canton / Commune:	Vaud / Genève / Gland, Prangins, Nyon, Crans-près-Céligny, Céligny			
Chef de projet: Stw	I-AEP-SAZ-RWT-T1	Durdzinski Pawel	079 781 72 42	U242692

Contrôle visibilité signaux (partie 1/2)

Cette tabelle est une aide pour le contrôle de la visibilité des signaux. Elle se réfère exclusivement aux installations de sécurité.

P. Durdzinski, 15.11.2024: Corrections selon SIKO I sans impact négatif sur la visibilité des signaux.

L'examin et effectué par:	nom, prénom	sur place	Date, Signature
I-AEP-SAZ-RWT-FPL3	Jaquet Julien	☑	
I-AEP-SAZ-RWT-FBL1	Olivier Bürgy	☑	
I-NAT-SAZ-SDS-FDY	Valérie Lavanchy	☑	
PP-SQU-PVN-BVN	Thomas Büchler	☑	
G-PN-WT-LT3	Thierry Rossoz	☑	
I-ESP-FFM-ZFI-FAF	Andreas Steinmann	☑	

Contrôle de visibilité selon visite sur place?	☑ oui ☐ non	**Si non, justification:**	**Le contrôle sur place du 19.09.2023 avec les différents partenaires est uniquement effectué pour les signaux avec une visibilité critique (marqués en bleu). Un rapport (v3 du 09.10.2023) avec des photos complète ce PV.**
Contrôle à l'aide d'un signal fictif?	☑ oui ☐ non	**Si non, justification:**	
Autre projet concerné jusqu'à la mise en service du présent projet (ex. renouv. LC)?	☐ oui ☑ non	**Si non, justification:**	

Km	Nom signal	Dessin profil en travers établi	Conflit SA (< 3m signal existant)	Conflit fondation	Conflit LC (< 3m inst. existante) (ligne détournée)	Visibilité à 6s	Accès armoire	Accès signal pour entretien (Tunnel, etc.)	Paroi anti-bruit (PAB) a noter Hauteur: Distance par rapport à la voie:
33.919 33.923	P*1 C1 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	RAS
34.067	P*5 C5 Mât centré	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	RAS
34.130	P*3 C3 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	Signal à 306 m du point d'arrêt 1, mais visibilité ok.
35.300	P761 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☐ facile ☑ difficile	Barrières côté Sud (route), champs au nord. Une nouvelle porte d'accès est nécessaire
35.300	P861 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☐ facile ☑ difficile	Barrières côté Sud (route), champs au nord. Une nouvelle porte d'accès est nécessaire
35.842	S763 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	Barrières côté Sud (route), mais porte à 100m
35.842	S863 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	Barrières côté Sud (route), mais porte à 100m
36.390 36.395	S764 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	Paroi anti-bruit, mais accès juste devant. Ligne détournée au km 36.385
36.390 36.395	S864 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	Paroi anti-bruit, mais accès juste devant. Ligne détournée au km 36.385
36.575	A764 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	Paroi anti-bruit, mais porte à 50m.
36.575	A864 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	Paroi anti-bruit, mais porte à 50m. Visibilité confirmée à la visite.
36.990	B21 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	Visibilité confirmée à la visite.
36.990	B22 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	Paroi anti-bruit, mais porte à 50m.
37.555	C31 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☐ facile ☑ difficile	Nouveau accès prévu Accès difficiles à cause du talus. Visibilité confirmée à la visite
37.555	C32 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☐ facile ☑ difficile	Nouveau accès prévu Accès difficiles à cause du talus. Visibilité confirmée à la visite
37.748	D32 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☐ facile ☑ difficile	Nouveau accès prévu Accès à 200m, visibilité confirmée à la visite, attention au muret pour la fondation
37.760	D31 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☐ facile ☑ difficile	Nouveau accès prévu Accès à 200m, visibilité confirmée à la visite, mats LC n°5 et 7 à déplacer.
37.983	E40 Mât déporté centré	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	Parois, mais porte de l'autre côté ou accès depuis les quais nouveau portail prévu.
38.191	F51 Potence	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	Il faut interdire les voies 1 et 2 pour l'entretien. Potence depuis l'entre-voie 40-41 2-53. Visibilité confirmée à la visite.
38.191	F2 Mât centré	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	Visibilité confirmée à la visite.
38.191	F53 Mât centré	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	RAS
38.191	F54 Mât centré	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	RAS
38.191 38.208	F55 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	Attention de suffisament enlever l'AV 17 RAS
38.336	F**1 Mât centré	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	RAS

Numéro d' ISP:	1162414	Article PSP:	1162414.3.1-005.1	
Projet:	**Nyon - Renouvellement de l'enclenchement**			
Ligne / km:	Ligne 150, km 33.9 - 43.0			
Canton / Commune:	Vaud / Genève			
Chef de projet: Stw	I-AEP-SAZ-RWT-FPL3	Jaquet Julien	079 579 29 49	U226278

Contrôle visibilité signaux (partie 2/2)

Cette tabelle est une aide pour le contrôle de la visibilité des signaux. Elle se réfère exclusivement aux installations de sécurité.

L'examin et effectué par:	nom, prénom	sur place	Date, Signature
I-AEP-SAZ-RWT-FPL3	Jaquet Julien	☑	Julien Jaquet Signé numériquement par Julien Jaquet DN : cn=Julien Jaquet, c=CH, o=SBB CFF FFS SA, ou=I-AEP-SAZ-RWT-FPL3, email=julien.jaquet@sbb.ch Raison : Je suis l'auteur de ce document Emplacement : Renens Date : 2023.10.18 11:40:31 +02'00'
I-AEP-SAZ-RWT-FBL1	Olivier Bürgy	☑	Digitally signed by Bürgy Olivier DN: cn=Bürgy Olivier, c=CH, o=CFF SA, ou=I-AEP-SAZ-RWT-FBL1, email=olivier.buergy@sbb.ch Reason: Je suis l'auteur de ce document Location: Date: 2023.10.18 11:40:31 +02'00'
I-NAT-SAZ-SDS-FDY	Valérie Lavanchy	☑	U219802 Lavanchy Valérie Signé numériquement par U219802 Lavanchy Valérie DN : cn=U219802 Lavanchy Valérie, c=CH, o=SBB Infrastruktur, ou=I-NAT-SAZ-SDS, email=valerie.lavanchy@sbb.ch Date : 2023.10.18 09:49:57 +02'00'
PP-SQU-PVN-BVN	Thomas Büchler	☑	Büchler Thomas Digital signiert von Büchler Thomas DN: cn=Büchler Thomas, c=CH, o=PP-SQU-PVN-BVN, ou=Betriebsvorschriften, email=thomas.buechler@sbb.ch Ort: Bern Datum: 2023.10.18 11:40:31 +02'00'
G-PN-WT-LT3	Thierry Rossoz	☑	Signé numériquement par Rossoz DN : cn=Rossoz, c=CH, o=CFF Cargo SA, ou=G-PN-WT-LT2, email=thierry.rossoz@sbbcargo.com Date : 2023.10.11 10:26:51 +02'00'
I-ESP-FFM-ZFI-FAF	Andreas Steinmann	☑	Andreas Steinmann Digital signiert von Andreas Steinmann DN: cn=Andreas Steinmann, c=CH, o=SBB Infrastruktur, ou=I-ESP-ZFI-FAF, email=andreas.steinmann@sbb.ch Datum: 2023.10.18 11:40:31 +02'00'

Contrôle de visibilité selon visite sur place?	☑ oui ☐ non	**Si non, justification:**	**Le contrôle sur place du 19.09.2023 avec les différents partenaires est uniquement effectué pour les signaux avec une visibilité critique (marqués en bleu). Un rapport (v3 du 09.10.2023) avec des photos complète ce PV.**
Contrôle à l'aide d'un signal fictif?	☑ oui ☐ non	**Si non, justification:**	
Autre projet concerné jusqu'à la mise en service du présent projet (ex. renouv. LC)?	☐ oui ☑ non	**Si non, justification:**	

Km	Nom signal	Dessin profil en travers établi	Conflit SA (< 3m signal existant)	Conflit fondation	Conflit LC (< 3m inst. existante) (ligne détournée)	Visibilité à 6s	Accès armoire	Accès signal pour entretien (Tunnel, etc.)	Paroi anti-bruit (PAB) a noter Hauteur: Distance par rapport à la voie:
38.263	G50 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	Mettre au même endroit que le signal de manœuvre S40.
38.331	F**2 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	4m devant les signaux actuels. Visibilité confirmée à la visite.
38.331	F**53 Potence	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	Potence depuis le quai 2-3. 4m devant les signaux actuels. Visibilité confirmée à la visite.
38.531	G4 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	RAS
38.677	H2 Joug actuel	☑ oui ☐ non	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	Interdire les voies 1 et 2 pour l'entretien. Mettre sur le joug existant. Plus de conflit avec le projet AS35
38.677	H63 Joug actuel	☑ oui ☐ non	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	Mettre sur le joug existant. Plus de conflit avec le projet AS35. Visibilité confirmée à la visite.
38.761	H1 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	RAS
39.400	I81 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	Mur de soutainement à réaliser
39.400	I82 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	Mur de soutainement à réaliser
39.476	J771 Passerelle	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	200m à pied. Mur de soutainement à réaliser. Visibilité confirmée à la visite.
39.476	J871 Passerelle	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	200m à pied.
40.200	P771 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	Visibilité confirmée à la visite. Limitation à 120 km/h si le signal affiche autre chose que voie libre "M"
40.200	P871 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	Visibilité confirmée à la visite.
40.600	S773 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☐ facile ☑ difficile	Aucune route d'accès pour l'entretien
40.600	S873 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☐ facile ☑ difficile	Aucune route d'accès pour l'entretien
40.800	P773 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	Accès seulement depuis une ferme
40.800	P873 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	Accès seulement depuis une ferme
41.276	P774 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	RAS
41.276	P874 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	RAS
42.006	S776 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	RAS
42.006	S876 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	RAS
43.000	S*330 S330 Passerelle	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	Ok pour ajouter l'avancé. MiniLeu à remplacer
43.000	S*430 S430 Passerelle	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	Ok pour ajouter l'avancé. MiniLeu à remplacer

Numéro d' ISP:	1162414	Article PSP:	1162414.3.1-005.1	
Projet:	**Nyon - Renouvellement de l'enclenchement**			
Ligne / km:	Ligne 150, km 33.9 - 43.0			
Canton / Commune:	Vaud / Genève / Gland, Prangins, Nyon, Crans-près-Céligny, Céligny			
Chef de projet: Stw	I-AEP-SAZ-RWT-T1	Durdzinski Pawel	079 781 72 42	U242692

Contrôle visibilité signaux (partie 2/2)

Cette tabelle est une aide pour le contrôle de la visibilité des signaux. Elle se réfère exclusivement aux installations de sécurité.

P. Durdzinski, 15.11.2024: Corrections selon SIKO I sans impact négatif sur la visibilité des signaux.

L'examin et effectué par:	nom, prénom	sur place	Date, Signature
I-AEP-SAZ-RWT-FPL3	Jaquet Julien	☑	
I-AEP-SAZ-RWT-FBL1	Olivier Bürgy	☑	
I-NAT-SAZ-SDS-FDY	Valérie Lavanchy	☑	
PP-SQU-PVN-BVN	Thomas Büchler	☑	
G-PN-WT-LT3	Thierry Rossoz	☑	
I-ESP-FFM-ZFI-FAF	Andreas Steinmann	☑	

Contrôle de visibilité selon visite sur place?	☑ oui ☐ non	**Si non, justification:**	**Le contrôle sur place du 19.09.2023 avec les différents partenaires est uniquement effectué pour les signaux avec une visibilité critique (marqués en bleu). Un rapport (v3 du 09.10.2023) avec des photos complète ce PV.**
Contrôle à l'aide d'un signal fictif?	☑ oui ☐ non	**Si non, justification:**	
Autre projet concerné jusqu'à la mise en service du présent projet (ex. renouv. LC)?	☐ oui ☑ non	**Si non, justification:**	

Km	Nom signal	Dessin profil en travers établi	Conflit SA (< 3m signal existant)	Conflit fondation	Conflit LC (< 3m inst. existante) (ligne détournée)	Visibilité à 6s	Accès armoire	Accès signal pour entretien (Tunnel, etc.)	Paroi anti-bruit (PAB) a noter Hauteur: Distance par rapport à la voie:
38.263 38.265	G50 Mât déporté centré	☑ oui ☐ non	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	Mettre au même endroit que le signal de manœuvre S40.
38.331 38.324	F**2 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	4m devant les signaux actuels. Visibilité confirmée à la visite. Eléments LC seront déplacés pour améliorer la visibilité.
38.331 38.324	F**53 Potence	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	Potence depuis le quai 2-3. 4m devant les signaux actuels. Visibilité confirmée à la visite. Eléments LC seront déplacés pour améliorer la visibilité.
38.531	G4 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	RAS
38.677	H2 Joug actuel	☑ oui ☐ non	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	Interdire les voies 1 et 2 pour l'entretien. Mettre sur le joug existant. Plus de conflit avec le projet AS35
38.677	H63 Joug actuel Mât déporté	☑ oui ☐ non	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	Mettre sur le joug mât existant. Plus de conflit avec le projet AS35. Visibilité confirmée à la visite. Meilleure visibilité.
38.761	H1 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	RAS
39.400	I81 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	Mur de soutènement à réaliser
39.400	I82 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	Mur de soutènement à réaliser
39.476	J771 Passerelle	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	200m à pied. Mur de soutènement à réaliser. Visibilité confirmée à la visite.
39.476	J871 Passerelle	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	200m à pied.
40.200	P771 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	Visibilité confirmée à la visite. Limitation à 120 km/h si le signal affiche autre chose que voie libre "M"
40.200	P871 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	Visibilité confirmée à la visite.
40.600	S773 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☐ facile ☑ difficile	Aucune route d'accès pour l'entretien
40.600	S873 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☐ facile ☑ difficile	Aucune route d'accès pour l'entretien
40.800	P773 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	Nouveau accès prévu Accès seulement depuis une ferme
40.800	P873 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	Nouveau accès prévu Accès seulement depuis une ferme
41.276	P774 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	RAS
41.276	P874 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	RAS
42.006	S776 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	RAS
42.006	S876 Mât déporté	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	RAS
43.000	S*330 S330 Passerelle	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	Ok pour ajouter l'avancé. MiniLeu à remplacer
43.000	S*430 S430 Passerelle	☑ oui ☐ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☐ oui ☑ non	☑ oui ☐ non	☑ facile ☐ difficile	☑ facile ☐ difficile	Ok pour ajouter l'avancé. MiniLeu à remplacer

Preuve de visibilité : Nyon – Renouvellement de l'enclenchement

Auteur(s)	Adrien Boucher - Julien Jaquet – Pawel Durdzinski
Statut	Validé
Version	4.0
Dernière modification	06.08.2024
Dernière modification par	Durdzinski Pawel (I-AEP-SAZ-RWT-T1)
Droit d'auteur	Le présent document est protégé par des droits d'auteur. Tout usage commercial est soumis à une autorisation expresse préalable.

Historique des modifications :

Version	Date	Auteur	Revu par	Remarques
0.1	30.03.2022	ba	-	Création du document
1.0	12.09.2022	ba	-	Mise à jour selon SIKO index b : Noms des signaux, emplacements de certains signaux. Vitesse V_N = 155 km/h (COP→NY)
2.0	30.11.2022	ba	-	Mise à jour : Emplacements de certains signaux, vitesse V_N, vitesse voie 4 (F54), photos prises sur place (J. Jaquet, 11/2022)
3.0	09.10.2023	JaJ	-	Mise à jour à la suite de la visite de visibilité du 19.09.2023 avec les ETF.
4.0	06.08.2024	PDu	-	Mise à jour selon SIKO k, nouveau répétiteur F**1

Table des matières

1.	**Introduction**	**3**
2.	**Direction Lausanne → Genève (km croissants)**	**4**
2.1.	**Signal C1/P*1 (GLA)**	**4**
2.2.	**Signal C5/P*5 (GLA)**	**4**
2.3.	**Signal C3/P*3 (GLA)**	**5**
2.4.	**Signaux P761/P861**	**7**
2.5.	**Signaux A764/A864**	**8**
2.6.	**Signaux D31/D32**	**10**
2.7.	**Signal G50**	**13**
2.8.	**Signal G4**	**14**
2.9.	**Signaux H1/H2**	**15**
2.10.	**Signal H63**	**16**
2.11.	**Signaux I81/I82**	**18**
2.12.	**Signaux P771/P871**	**19**
2.13.	**Signaux P773/P873**	**20**
2.14.	**Signaux P774/P874**	**21**
2.15.	**Signaux P776/P876 et P*776/P*876 (COP)**	**21**
3.	**Direction Genève → Lausanne (km décroissants)**	**22**
3.1.	**Signaux S430/S330 et S*430/S*330 (COP)**	**22**
3.2.	**Signaux S876/S776**	**23**
3.3.	**Signaux S873/S773**	**24**
3.4.	**Signaux J871/J771**	**25**
3.5.	**Signal F**1**	**27**
3.6.	**Signal F**2**	**28**
3.7.	**Signal F**53**	**29**
3.8.	**Signaux F53/F54/F55**	**30**
3.9.	**Signaux F2/F51**	**31**
3.10.	**Signal E40**	**34**
3.11.	**Signaux C32/C31**	**35**
3.12.	**Signaux B22/B21**	**38**
3.13.	**Signaux S864/S764**	**40**
3.14.	**Signaux S863/S763**	**41**
3.15.	**Signaux D861/D761 et B*861/B*761 (GLA)**	**41**
4.	**Conclusion**	**42**

1. Introduction

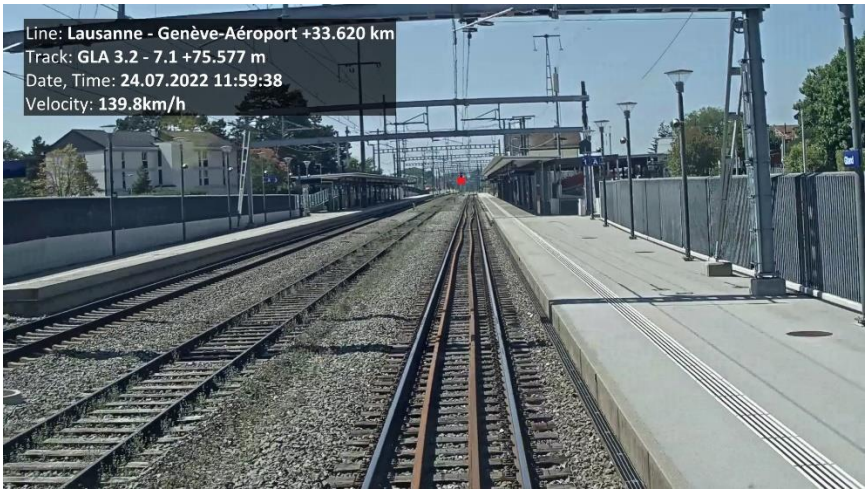
Ce document présente l'analyse de visibilité des signaux du concept de signalisation pour le projet « Nyon : renouvellement de l'enclenchement » (ISP 1162414). Le tracé des voies n'est pas modifié dans le cadre de ce projet. Une analyse basée sur les vidéos de ligne RCM est donc suffisante dans la plupart des cas. Elle a été complétée par une visite de terrain pour les cas les plus critiques.

Remarque : Lorsque nécessaire, des éléments SA actuels sur le terrain ont été mentionnés avec leur emplacement d'après les S-Plans en vigueur, afin de déterminer avec précision d'où est prise la vidéo. L'inscription sur la vidéo de ligne n'offre en effet pas toujours la précision suffisante.

2. Direction Lausanne → Genève (km croissants)

2.1. Signal C1/P*1 (GLA)

- Km 33.923 (4 m derrière le signal principal actuel)
- Vitesse déterminante V_{N180} = 140 km/h
- Intervalle de visibilité minimale (6 s : 234 m) : à partir du Km 33.689
- Signal visible



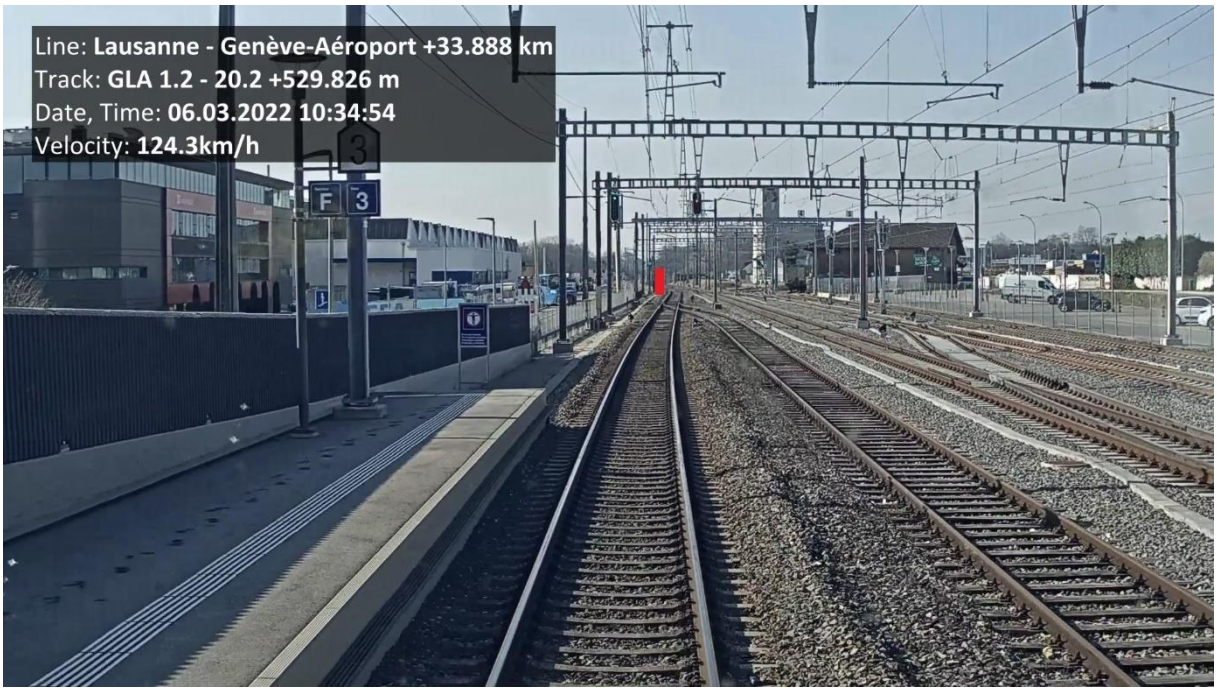
2.2. Signal C5/P*5 (GLA)

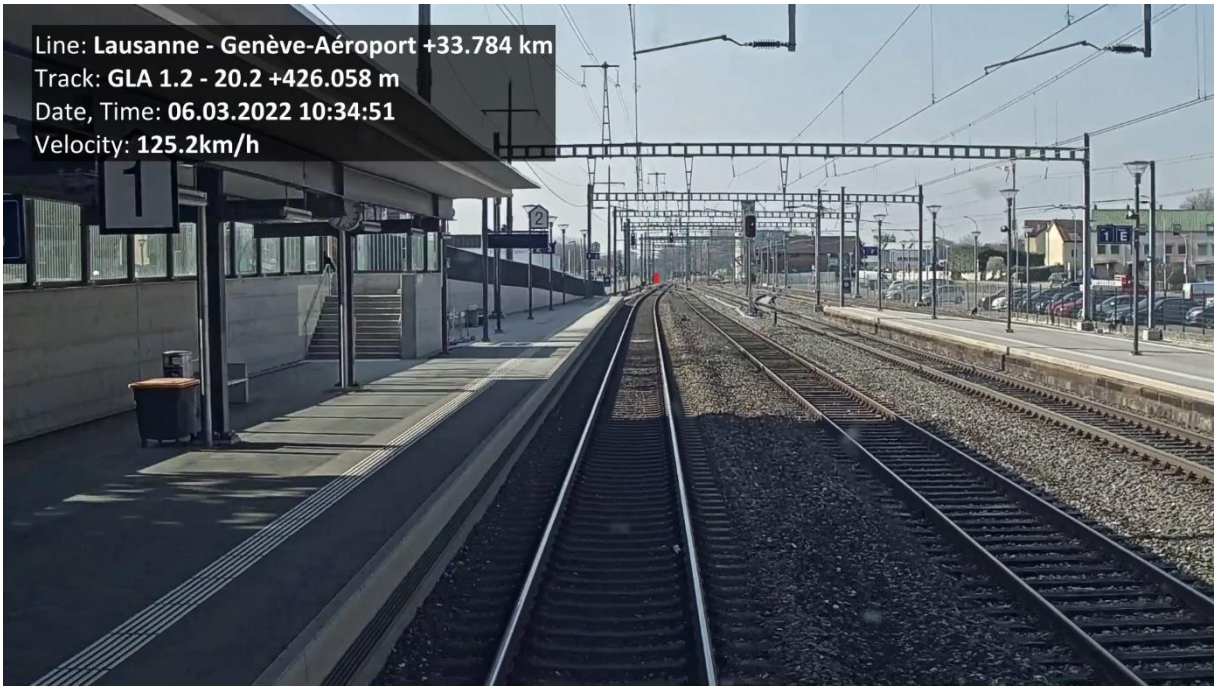
- Km 34.067 (ajout d'un signal avancé au même emplacement que le signal principal actuel)
- Vitesse déterminante V = 40 km/h (uniquement trains au départ)
- Intervalle de visibilité minimale (6 s : 67 m) : à partir du Km 34.000
- Pas de vidéo disponible pour cette voie. Toutefois, la zone est dégagée et droite, et la vitesse faible. Signal visible.



2.3. Signal C3/P*3 (GLA)

- Km 34.130
- Vitesse déterminante V_{N180} = 140 km/h
- Intervalle de visibilité minimale (6 s : 234 m) : à partir du Km 33.896
- Signal visible, y compris pour un train court se trouvant à quai





La photo prise sur place montre que le futur emplacement du signal C3/P*3 est visible même pour un train court à quai :



2.4. Signaux P761/P861

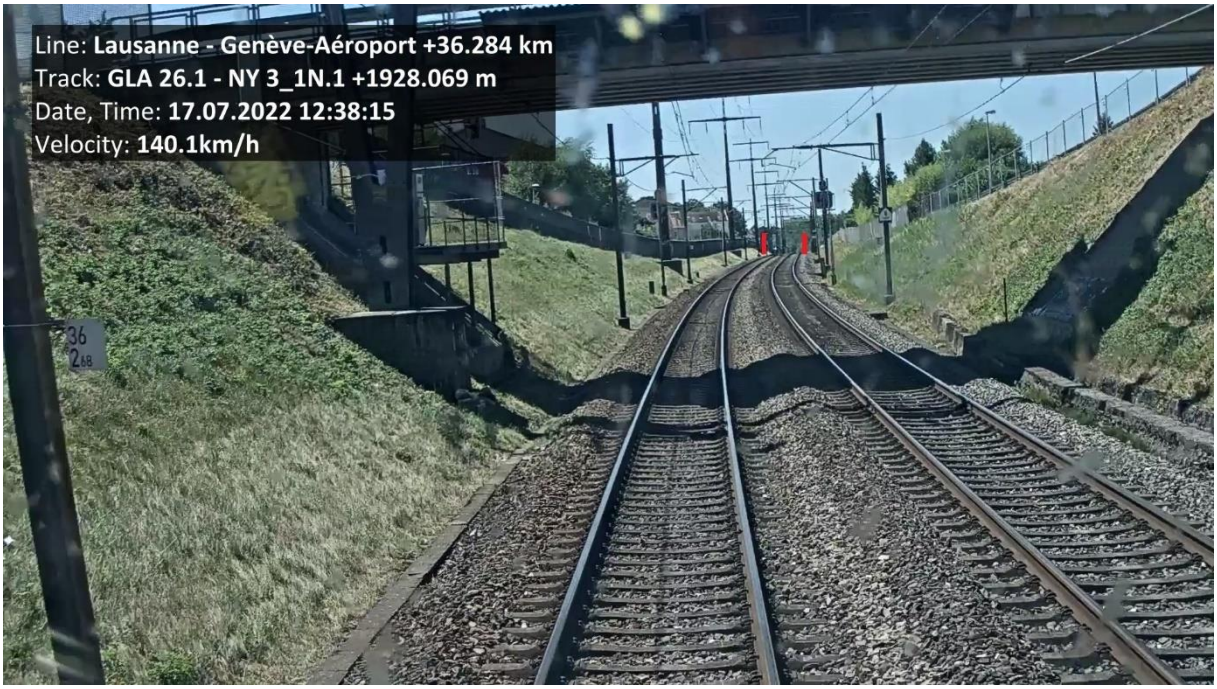
- Km 35.300
- Vitesse déterminante V_{N180} = 160 km/h
- Intervalle de visibilité minimale (6 s : 267 m) : à partir du Km 35.033
- Signaux visibles





2.5. Signaux A764/A864

- Km 36.575
- Vitesse déterminante V_{N180} = 160 km/h
- Intervalle de visibilité minimale (6 s : 267 m) : à partir du Km 36.308
- Signal de gauche visible. Visibilité pour la voie de droite moins bonne mais néanmoins suffisante (sortie de courbe). Validé lors de la visite du 19.09.2023.
- A confirmer après la construction des signaux S864 / S764 au Km 36.395.





Vue de l’emplacement du futur signal A864 :



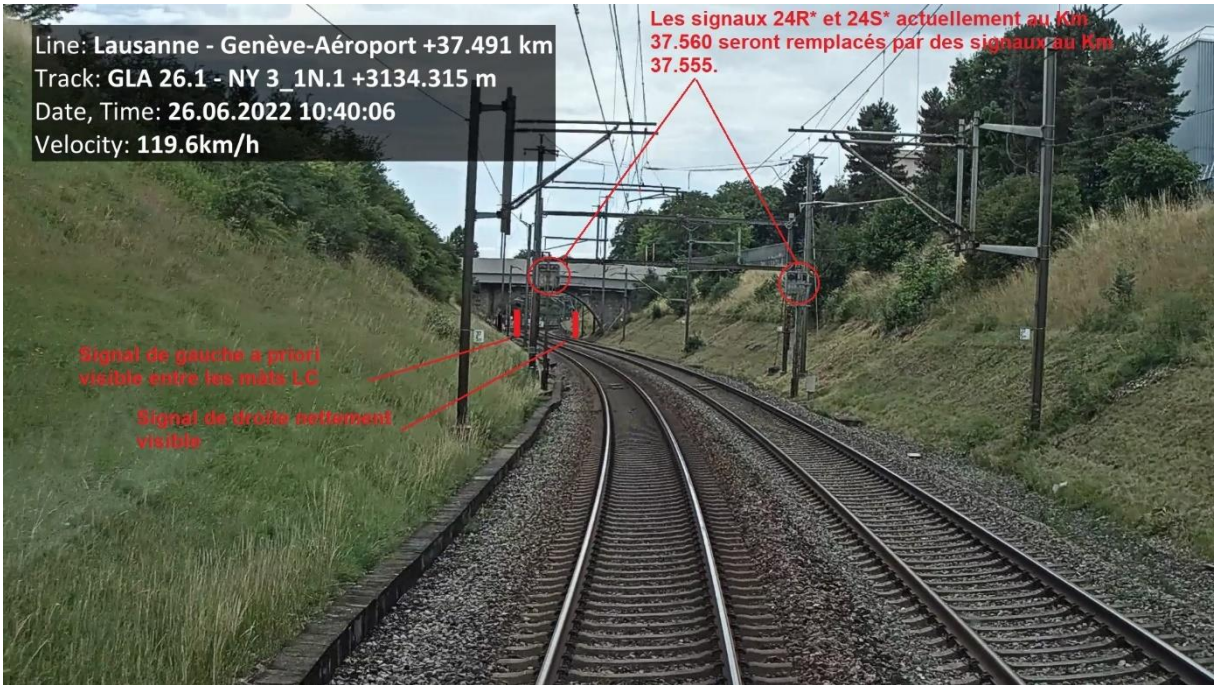
C2 – Internal

2.6. Signaux D31/D32

- Km 37.760 (D31) resp. Km 37.748 (D32)
- Vitesse déterminante V_{N180} = 140 km/h (limitation locale de vitesse sens NY←GLA)
- Intervalle de visibilité minimale (6 s : 234 m) : à partir du Km 37.526 (D31) resp. du Km 37.514 (D32)
- Voie de gauche : Visibilité critique à cause de la courbe en S et des mâts LC. Toutefois, le pont voûté et le signal valable pour la voie de droite offrent des points de repère. Les mâts LC n°5 (km 37.621) et n°7 avec ancrage (km 37.671) seront déplacés latéralement pour améliorer la visibilité. A cette condition, la visibilité a été validée lors de la visite du 19.09.2023.
- Voie de droite : Visibilité correcte.

Remarque : Actuellement, les signaux 24R* et 24S* (valable pour le sens contraire : GE→LS) se trouvent au Km 37.560 :

- La vue est donc dégagée entre ces signaux et un point situé environ 6 s en amont. En particulier, la voute du pont ne devrait pas masquer les signaux.
- De nouveaux signaux pour le sens contraire seront implantés derrière les signaux actuels (Km 37.555, sens GE→LS). La visibilité du signal D31 est à confirmer après la construction du signal C31.




Line: Lausanne - Genève-Aéroport +37.533 km
Track: GLA 26.1 - NY 3_1N.1 +3176.031 m
Date, Time: 26.06.2022 10:40:07
Velocity: 120.0km/h




Line: Lausanne - Genève-Aéroport +37.491 km
Track: GLA 25.2 - NY 4_3N.2 +3198.285 m
Date, Time: 24.07.2022 11:57:58
Velocity: 139.6km/h
Signal 24R* actuel
au Km 37.560
Signal 25C*200
actuel au Km 37.477

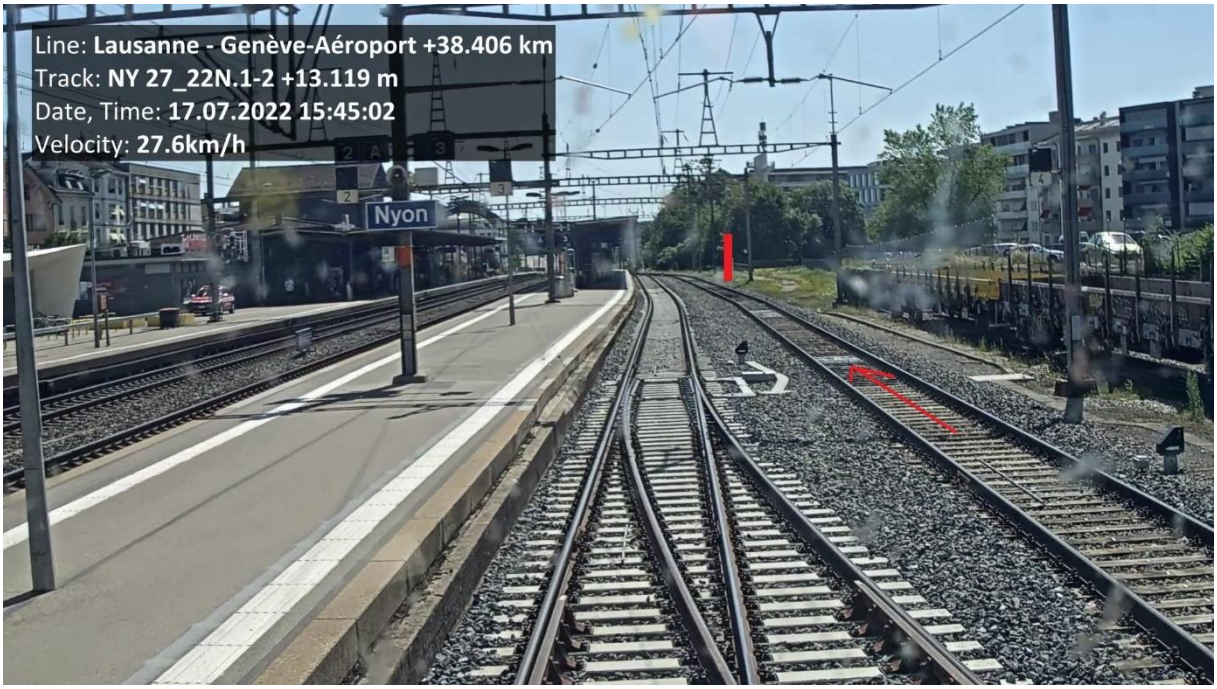
2.7. Signal G50

- Km 38.265
- Vitesse déterminante V = 40 km/h (vitesse limitée par les AV)
- Intervalle de visibilité minimale (6 s : 67 m) : à partir du Km 38.196
- Signal visible (remplacera le signal de barrage S40 au Km 38.263)



2.8. Signal G4

- Km 38.531
- Vitesse déterminante V = 40 km/h (vitesse limitée par les AV)
- Intervalle de visibilité minimale (6 s : 67 m) : à partir du Km 38.464
- Signal visible
  Remarque : Il n'y a pas de vidéo disponible pour cette voie, la zone est toutefois dégagée et en alignement droit, et la vitesse faible.



2.9. Signaux H1/H2

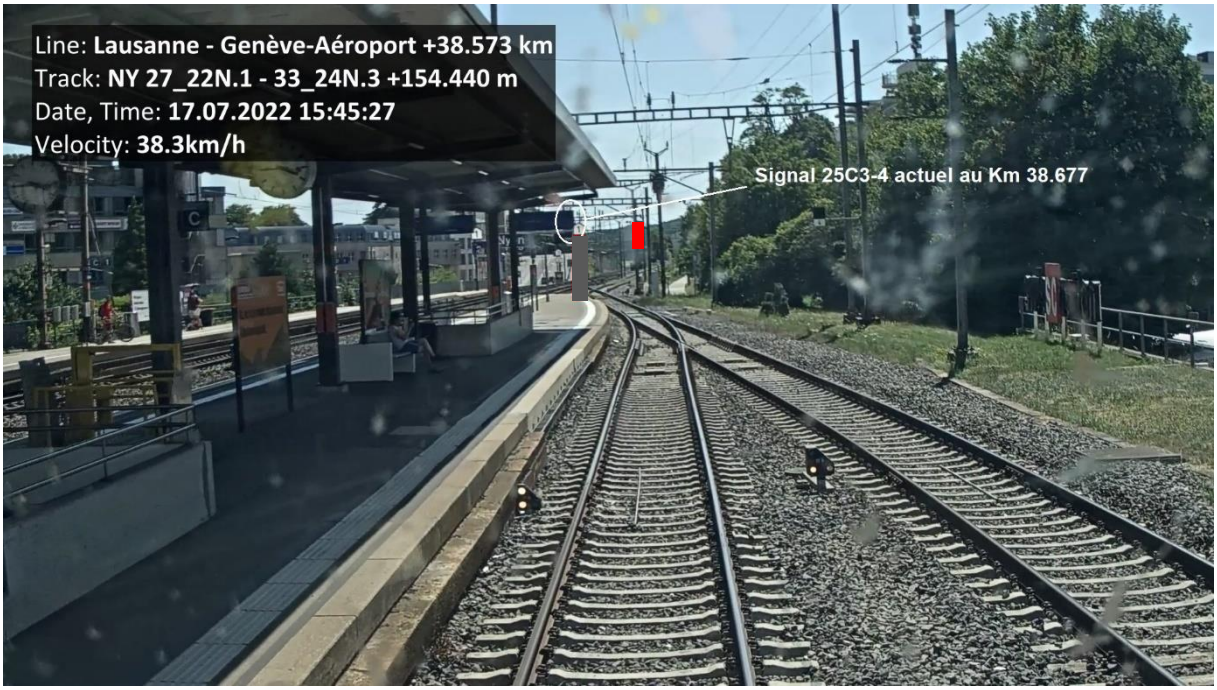
- Km 38.761 (H1) resp. Km 38.677 (H2)
  Les signaux sont placés 12 m avant (H1), resp. au même endroit que (H2), les signaux actuels 25C1 et 25C2. Le signal H2 sera finalement installé sur le joug existant. Cela signifie que la visibilité restera la même qu'actuellement.
- Vitesse déterminante V_{N180} = 150 km/h
- Intervalle de visibilité minimale (6 s : 250 m) : à partir du Km 38.511 (H1) resp. Km 38.427 (H2)
- Signaux visibles





2.10. Signal H63

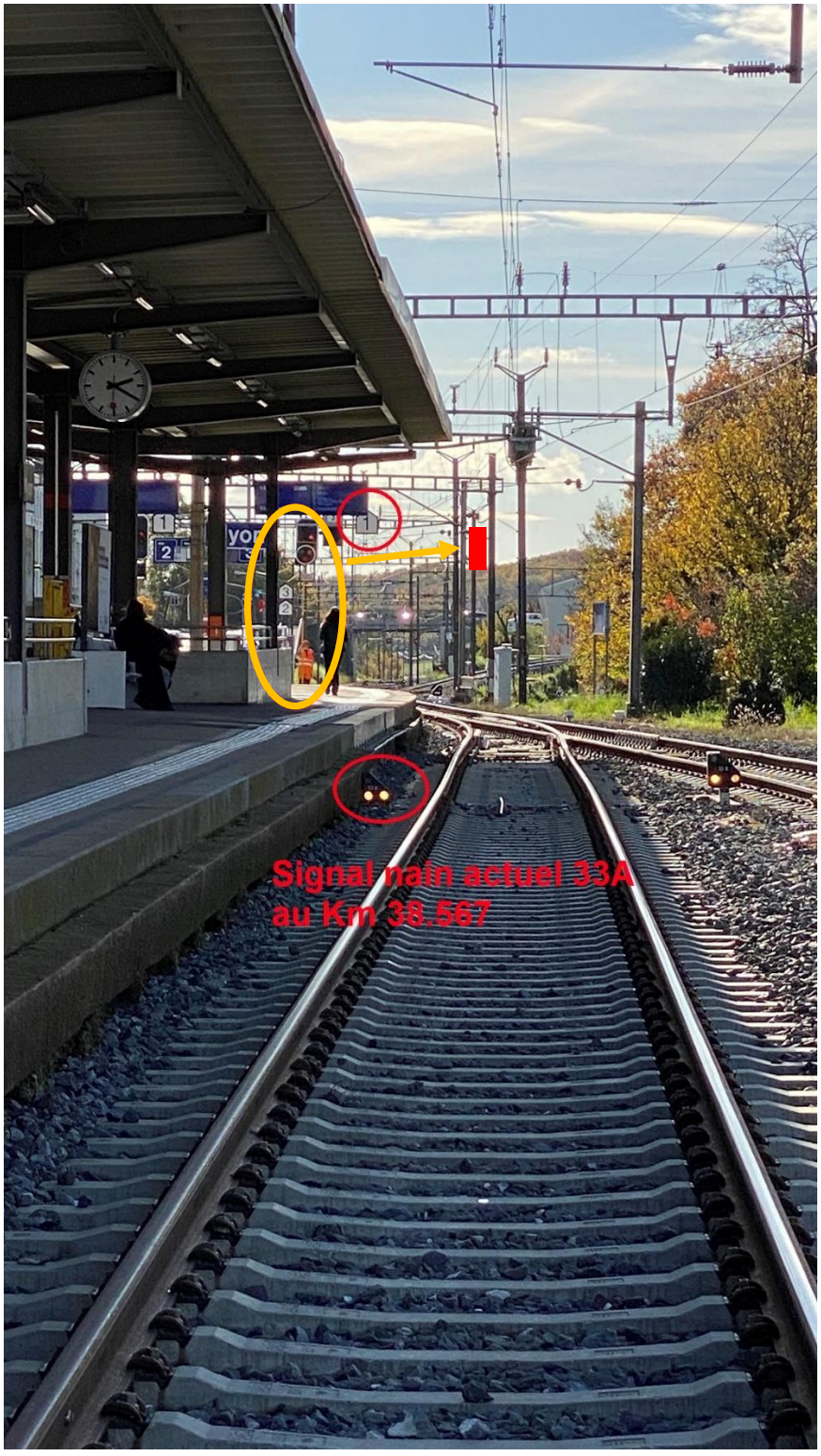
- Km 38.677 (au même Km que le signal actuel 25C3-4)
- Vitesse déterminante V = 60 km/h (vitesse limitée par les AV)
- Intervalle de visibilité minimale (6 s : 100 m) : à partir du Km 38.577
- Le signal H63 sera finalement installé sur le mât existant. Impossible de l'installer sur le joug pour les raisons statiques du joug. La visibilité sera améliorée depuis la voie 3. Le problème du pseudo-signal de groupe H63 pour la voie 3 et 4 sera résolu grâce à la pose des sabots dérailleurs sur les deux voies (SD25, SD26).



La vue depuis la voie 4 – la photo prise sur place.

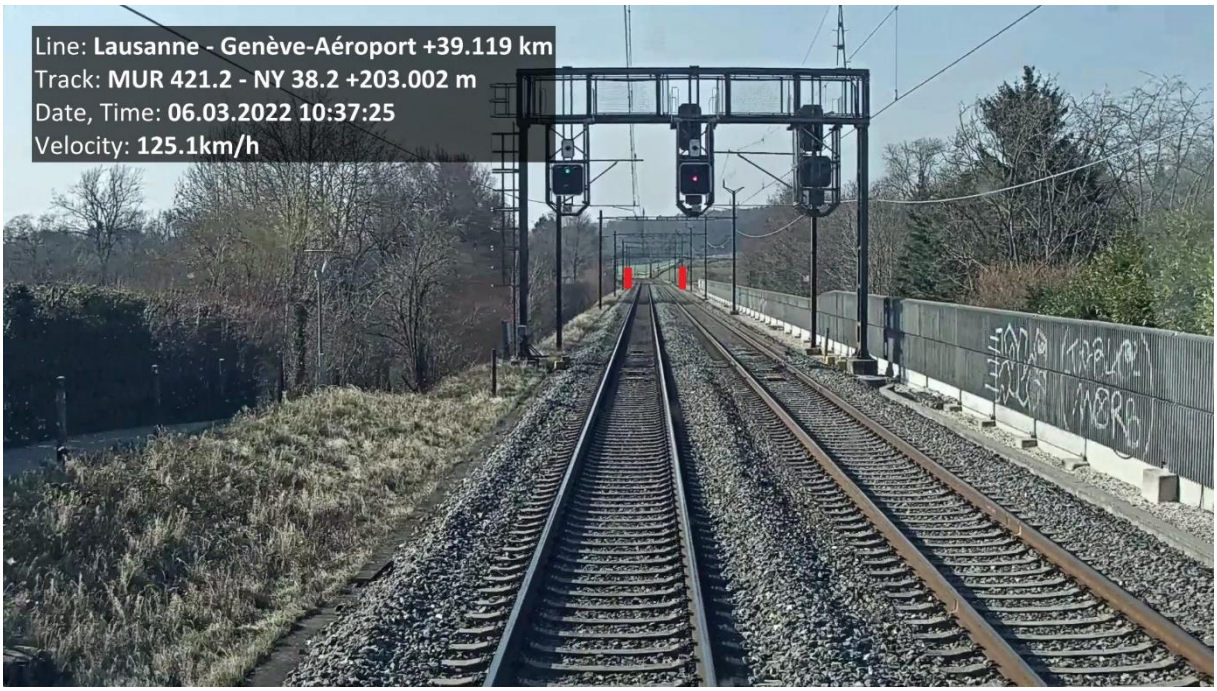


La photo ci-dessous a été prise alors que le signal était encore projeté sur le joug. Il sera finalement placé sur le mât à droite, au même Km. L'emplacement du futur signal H63 est visible déjà en amont du signal nain actuel. La visibilité sera donc correcte aussi bien pour les trains courts au départ que pour les trains en transit (les trains longs s'arrêteront au pied du signal).



2.11. Signaux I81/I82

- Km 39.400
- Vitesse déterminante V_{N180} = 155 km/h
- Intervalle de visibilité minimale (6 s : 259 m) : à partir du Km 39.141
- Signaux visibles





2.12. Signaux P771/P871

- Km 40.200
- Vitesse déterminante V = 155 km/h pour le signal P871 (voie de droite)
  - Intervalle de visibilité min. (6 s à V = 155 km/h : 259 m) : à partir du Km 39.941
- Vitesse déterminante V = 120 km/h pour le signal P771 : le signal précédent I81 affichera au plus « -12 » tant que P771 n'affiche pas « M ».
  - Intervalle de visibilité min. (6 s à V = 120 km/h : 200 m + 13 m pour la vitesse non constante) : à partir du Km 39.987
  - Intervalle de visibilité min. (5 s à V_{N180} = 155 km/h : 216 m) : à partir du Km 39.984
- Signaux visibles. La visite de visibilité du 19.09.2023 a confirmé qu'il faut diminuer la vitesse à 120 km/h lorsque le signal P771 n'affiche pas « M »





2.13. Signaux P773/P873

- Km 40.800
- Vitesse déterminante V_{N180} = 155 km/h
- Intervalle de visibilité minimale (6 s : 259 m) : à partir du Km 40.541
- Signaux visibles





2.14. Signaux P774/P874

- Km 41.276 (24 m avant les signaux actuels P328/P428)
- Vitesse déterminante V_{N180} = 155 km/h
- Intervalle de visibilité minimale (6 s : 259 m) : à partir du Km 41.017
- Signaux visibles





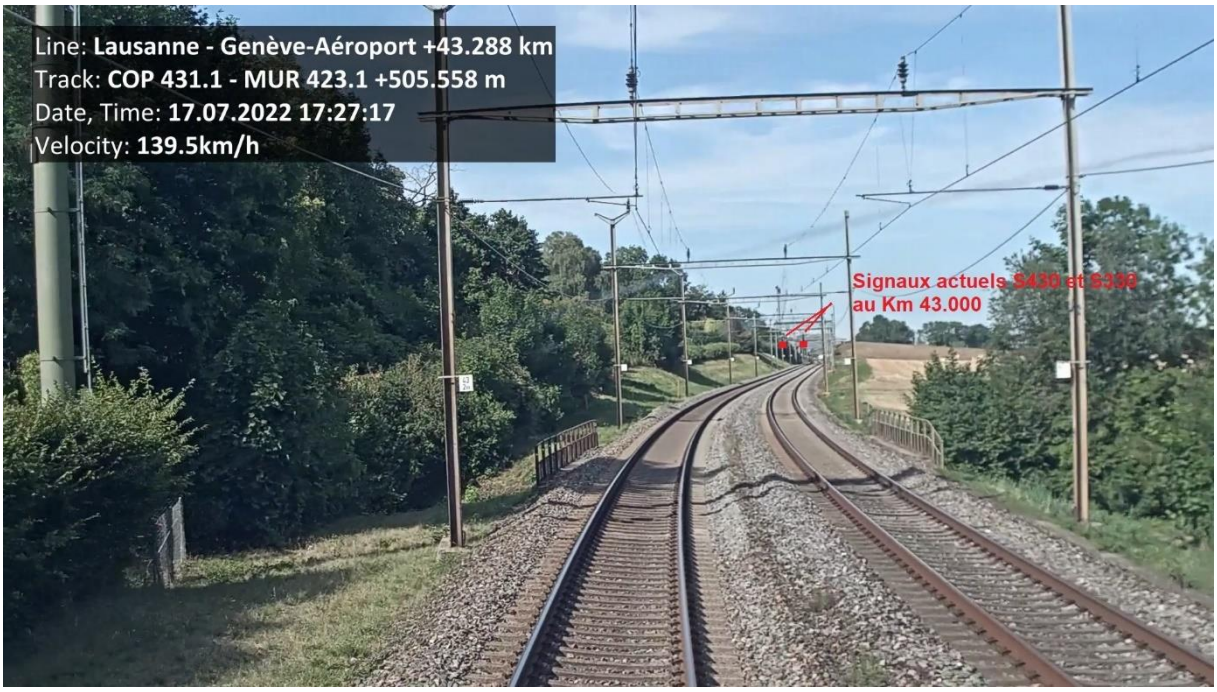
2.15. Signaux P776/P876 et P*776/P*876 (COP)

- Km 42.325
- Ces signaux sont renommés par le projet mais conservés à leur emplacement actuel. La vérification de la visibilité n'est donc pas nécessaire.

3. Direction Genève → Lausanne (km décroissants)

3.1. Signaux S430/S330 et S*430/S*330 (COP)

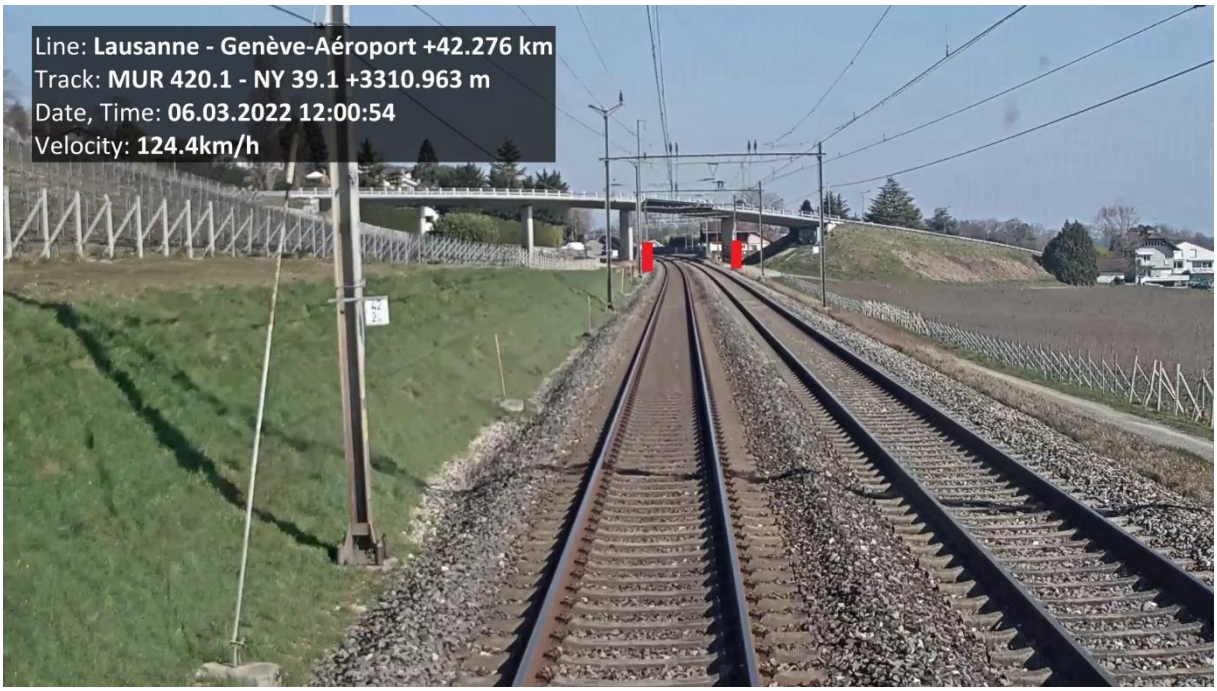
- Km 43.000 (des signaux avancés sont ajoutés au même endroit que les signaux principaux actuels)
- Vitesse déterminante V_{N180} = 155 km/h
- Intervalle de visibilité minimale (6 s : 259 m) : à partir du Km 43.259
- Signaux visibles





3.2. Signaux S876/S776

- Km 42.006
- Vitesse déterminante V_{N180} = 155 km/h
- Intervalle de visibilité minimale (6 s : 259 m) : à partir du Km 42.265
- Signaux visibles





3.3. Signaux S873/S773

- Km 40.600
- Vitesse déterminante V_{N180} = 155 km/h
- Intervalle de visibilité minimale (6 s : 259 m) : à partir du Km 40.859
- Signaux visibles





3.4. Signaux J871/J771

- Km 39.476
- Vitesse déterminante V_{N180} = 155 km/h
- Intervalle de visibilité minimale (6 s : 259 m) : à partir du Km 39.735
- Signal visible pour la voie de gauche, visibilité critique pour le signal de la voie de droite (sortie de courbe, mâts LC) si celui-ci est positionné à droite de la voie. C'est pourquoi ces signaux seront mis sur une passerelle avec le signal J771 positionné à gauche (dans l'entre-voie).





Il n’y a plus de problème de visibilité si le signal est positionné dans l’entre-voie sur la passerelle.



3.5. Signal F**1

- Km 38.336
- Vitesse déterminante V_{N180} = 150 km/h
- Intervalle de visibilité minimale (6 s : 250 m) : à partir du Km 38.586
- Signal visible, y compris pour un train court à quai



3.6. Signal F**2

- Km 38.324 (3 m derrière le signal actuel 25B**2)
- Vitesse déterminante V_{N180} = 150 km/h
- Intervalle de visibilité minimale (6 s : 250 m) : à partir du Km 38.574
- Signal visible, y compris pour un train court à quai

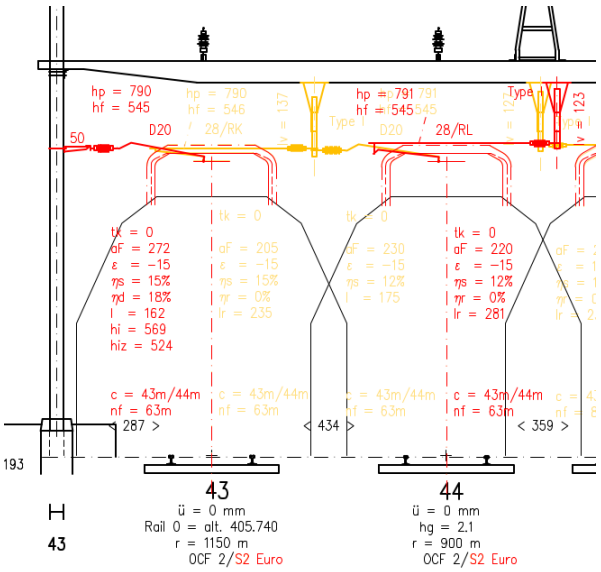


3.7. Signal F**53

- Km 38.324 (3 m derrière le signal actuel 25B**3)
- Vitesse déterminante V = 60 km/h (vitesse limitée par les AV)
- Intervalle de visibilité minimale (6 s : 100 m) : à partir du Km 38.424
- Signal visible, y compris pour un train court à quai. Les éléments LC (une béquille, deux bras de retenue) sur le joug 43-44 seront déplacés pour dégager la visibilité.



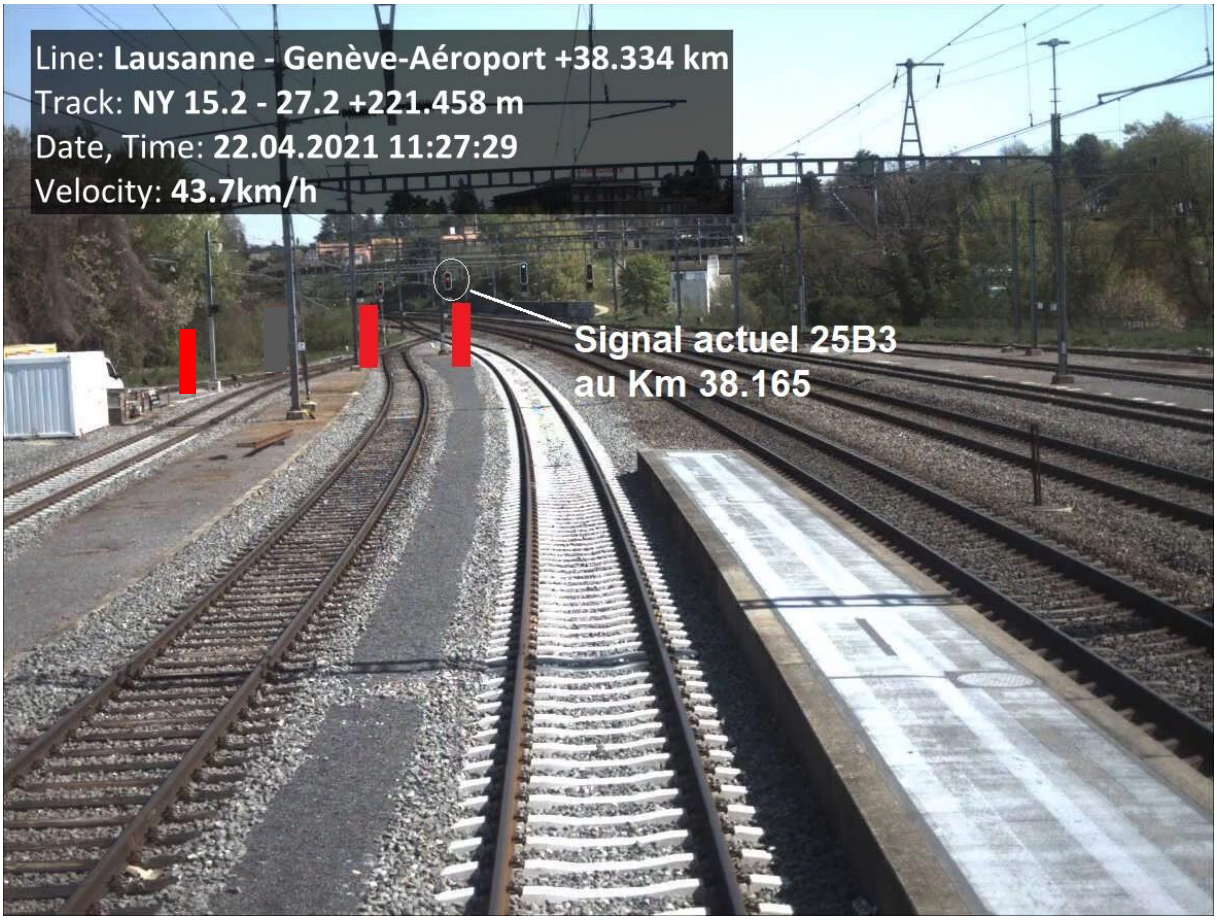




3.8. Signaux F53/F54/F55

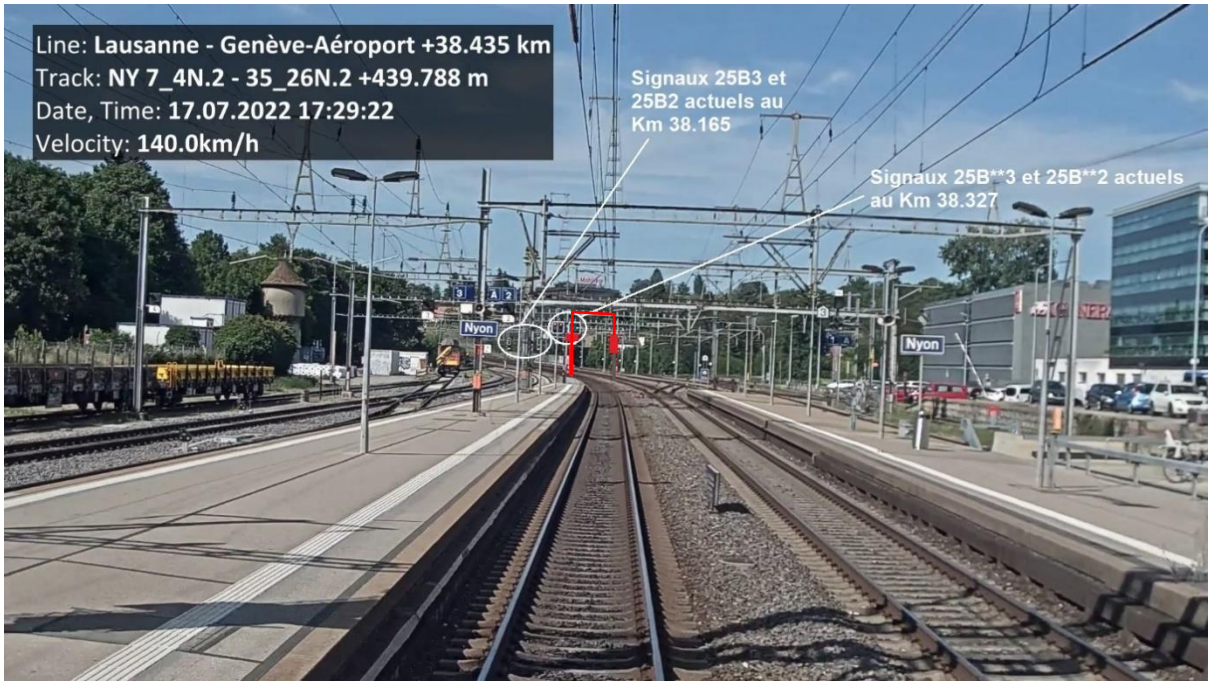
- Km 38.191 (F53, F54) et Km 38.208 (F55)
- Vitesse déterminante :
  - F53 : V = 60 km/h (vitesse limitée par les AV)
  - F54/F55 : V = 40 km/h (géométrie voie 4 resp. vitesse limitée par les AV)
- Intervalle de visibilité minimale :
  - F53 (6 s : 100 m) : à partir du Km 38.291
  - F54 (6 s : 67 m) : à partir du Km 38.258
  - F55 (6 s : 67 m) : à partir du Km 38.275
- Signaux visibles
- Le signal F55 sera finalement construit devant le mât LC 37A pour améliorer la visibilité, la constructibilité et éviter l'empiètement du PEL.

  Remarque : Seule une vidéo pour la voie 3 actuelle (future 53) est disponible. Toutefois, la zone est dégagée et les vitesses seront faibles.



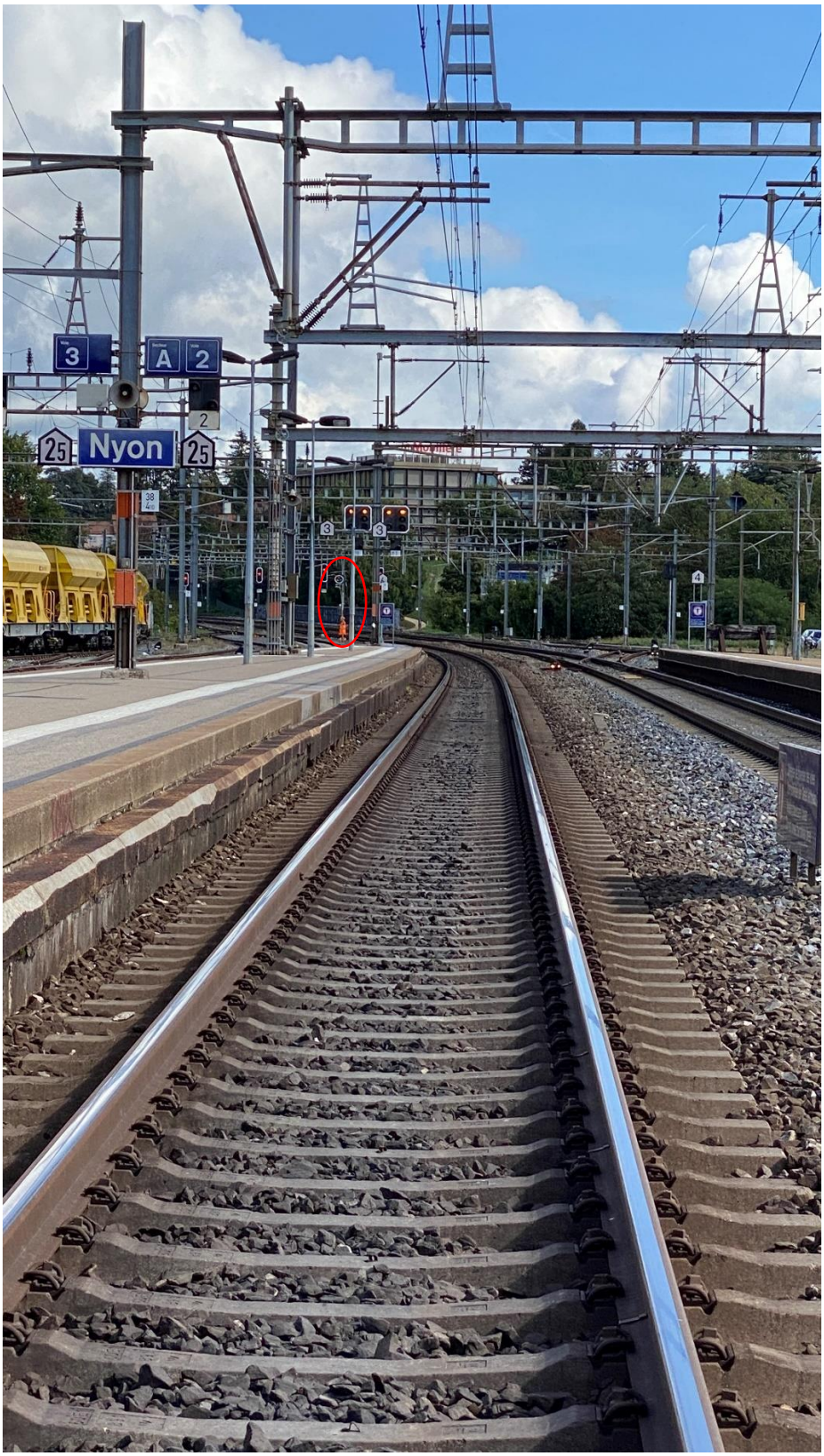
3.9. Signaux F2/F51

- Km 38.191 (26 m avant les signaux actuels 25B1 et 25B2)
- Vitesse déterminante V_{N180} = 150 km/h
- Intervalle de visibilité minimale (6 s : 250 m) : à partir du Km 38.441
- Visibilité critique en raison de la courbe et des équipements LC resp. de quai. La constitution d'une barrière de signaux F devrait faciliter l'identification des signaux.
  Il n'y a de toute façon pas de possibilité de faire mieux sans connaître l'équipement prévu sur les quais. La situation reste semblable à la situation actuelle.





La photo prise sur place montre que l’emplacement du futur signal F2 est visible par intermittence en fonction des éléments sur les quais, tout comme le signal 25B2 actuel.



La photo prise sur place montre que l’emplacement du futur signal F51 est bien visible même pour un train court à quai.



3.10. Signal E40

- Km 37.983
- Vitesse déterminante V = 40 km/h (vitesse limitée par les AV)
- Intervalle de visibilité minimale (6 s : 67 m) : à partir du Km 38.050
- Signal visible. Le signal sera finalement positionné à droite de la voie pour faciliter l'entretien.



3.11. Signaux C32/C31

- Km 37.555 (5 m derrière les signaux actuels 24R* et 24S*)
- Vitesse déterminante V_{N180} = 145 km/h (courbe de sortie, sens NY→GLA)
- Intervalle de visibilité minimale (6 s : 242 m) : à partir du Km 37.797
- Visibilité critique en raison de la courbe en S, du talus et du pont.
- A priori, les futurs signaux de sens contraire au Km 37.748 et 37.760 ne devraient pas constituer de gêne (cf. en orange ci-dessous).
- Le placement derrière le signal actuel devrait favoriser la visibilité du signal pour la voie de gauche.





La photo prise sur place montre que l’emplacement du futur signal C32 offre bien 6 s de visibilité.



La photo prise sur place montre que le futur emplacement du signal C31 offre bien 6 s de visibilité.



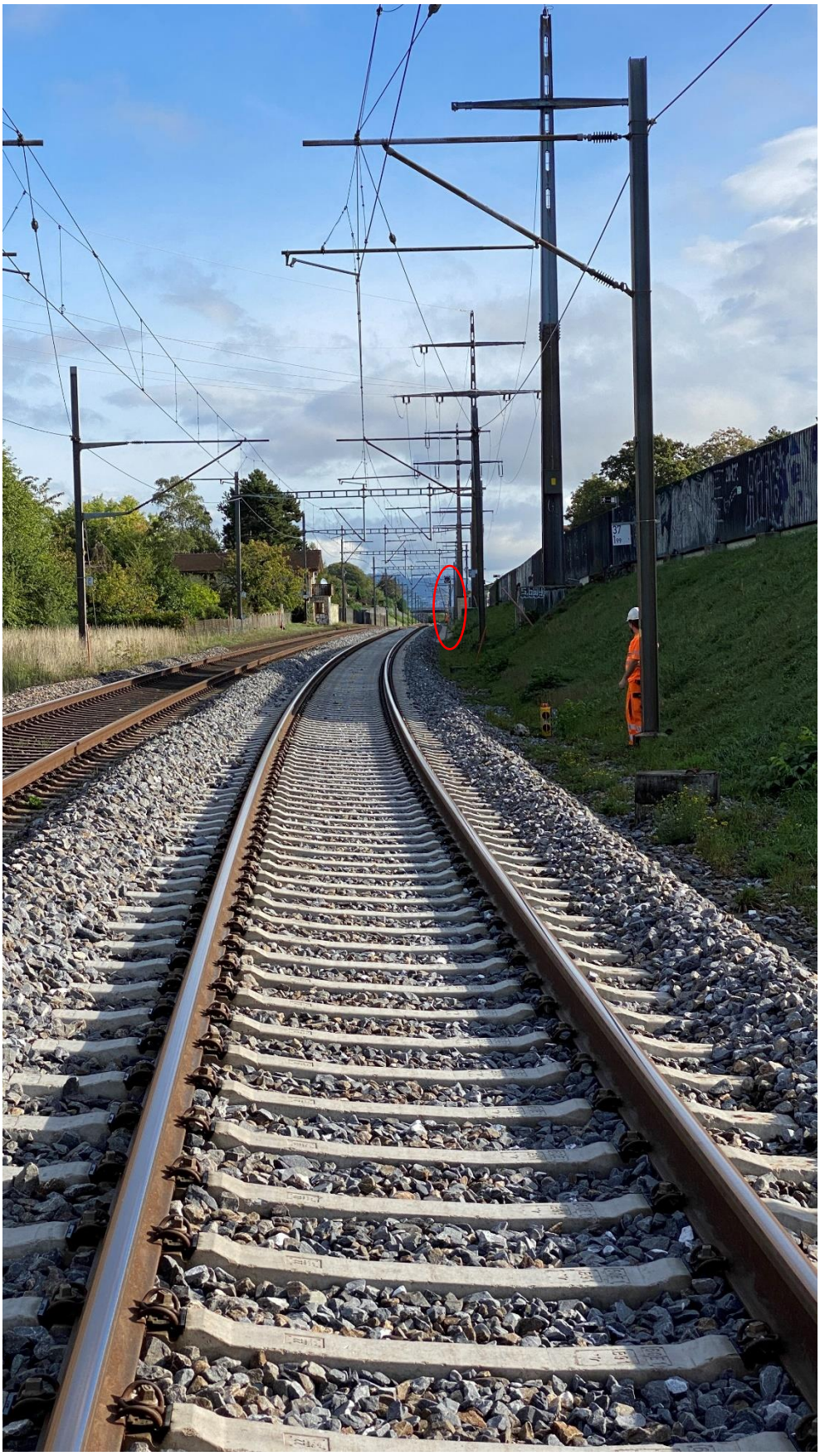
3.12. Signaux B22/B21

- Km 36.990
- Vitesse déterminante V_{N180} = 160 km/h
- Intervalle de visibilité minimale (6 s : 267 m) : à partir du Km 37.257
- Signal sur la voie de gauche visible. Signal de droite visible mais visibilité susceptible d'être gênée par la courbe resp. les mâts LC.





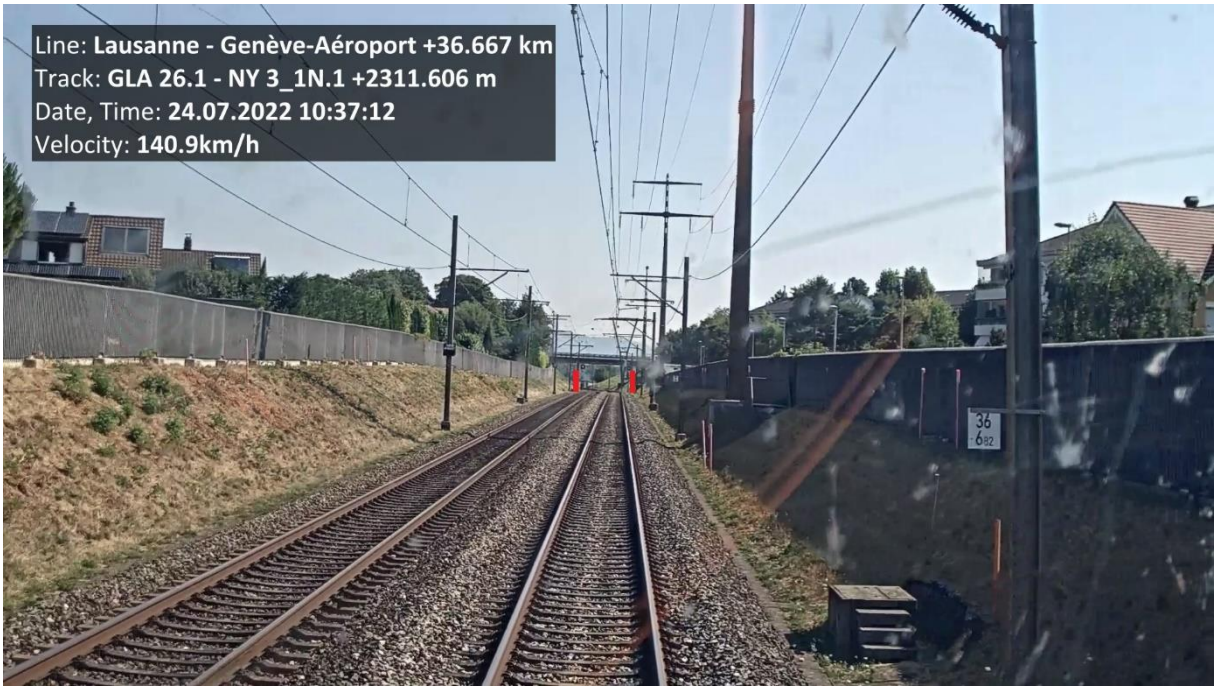
La photo prise sur place montre que le futur emplacement du signal B21 offre une visibilité de 6 s malgré les mâts LC.



3.13. Signaux S864/S764

- Km 36.395 (40 m avant les signaux actuels S424/S324)
- Vitesse déterminante V_{N180} = 160 km/h
- Intervalle de visibilité minimale (6 s : 267 m) : à partir du Km 36.662
- Signaux visibles





3.14. Signaux S863/S763

- Km 35.842
- Vitesse déterminante V_{N180} = 160 km/h
- Intervalle de visibilité minimale (6 s : 267 m) : à partir du Km 36.109
- Signaux visibles





3.15. Signaux D861/D761 et B*861/B*761 (GLA)

- Km 34.700
- Ces signaux sont renommés par le projet mais conservés à leur emplacement actuel. La vérification de la visibilité n’est donc pas nécessaire.

4. Conclusion

Les emplacements choisis pour les signaux nouvellement crées ou déplacés par le projet permettent d'obtenir une visibilité de 6 secondes ou plus pour tous les signaux (analyse basée sur les vidéos de ligne et complétée lorsque nécessaire par une visite sur place avec les ETF et des photos).

Pour les signaux ci-dessous, la durée de visibilité obtenue est proche de la limite de 6 secondes, mais jugée satisfaisante, à certaines conditions dans deux cas, à la suite de la visite sur place le 19.09.2023 avec les ETF

Sens GE←LS :

- A864, Km 36.575, voie de droite (sortie de courbe, mâts LC)
- D31, Km 37.760, voie de gauche (courbe en S, pont, mâts LC, signal de sens contraire)
    - Le déplacement latéral de 2 mâts LC n°5 (km 37.621) et n°7 avec ancrage (km 37.671) seront nécessaire pour améliorer la visibilité.
- P771, Km 40.200, voie de gauche (sortie de courbe, mâts LC)
    - Ralentissement à 120 km/h lorsque le signal n'affiche pas M.

Sens GE→LS :

- F2/F51, Km 38.191, (courbe, équipements LC et de quai)
- B21, Km 36.990, voie de droite (sortie de courbe, mâts LC)

C2 – Internal

Tabelle de signalisation -- Signalisierungstreppe

Tabelle basée sur les infrastructures ZLR:
Km+: V2-27
Km-: V2-25

Remarque:
Les futurs AV à 90 km/h en gare de NY y.c. Prangins sont pris en compte (compatibilité ascendante):
- pour vérifier les freinages (M>90, 90>0, etc.)
- pour déterminer les images à prévoir (en réserve le cas échéant); pour les signaux dans la zone des quais, il est marqué "(aucun)", car cela ne fait pas sens de prévoir des images en réserve dans des GES qui seront de toute façon démontés.
Ces informations sont fournies ici à titre indicatif, le dossier SIOP correspondant fait foi (ISP 1161180).

Historique des versions

Version	Date	Modifications / Remarques
V0	30.03.2022	Basé sur les ZLR V2-11 (Km+) resp. V2-06 (Km-)
V1	13.09.2022	Basé sur les ZLR V2-25 (Km+) resp. V2-22 (Km-): - Nom/emplacement des signaux mis à jour - Tf. 90 au lieu de Tf. 100 pour A764-D21-H1 (90>0) resp. pour Ax64-D2x-Hx (90>60) - Tf. 70 au lieu de 80 pour C2x-B1x - Pas de préavertissement en bout de quai - Auto-vérification Km+ le 26.08 et 09/12.09.22 - Ajout image SZ (commentaires)
V2	30.11.2022	Mise à jour suite retours Q-Gate 1. Round
V3	02.07.2024	Basé sur les ZLR V2-27 (Km+) resp. V2-24 (Km-) Mise à jour pour SIOP A1 complémentaire: - Déplacements mineurs de signaux (C1/P*1, H2, H63, F55) - Numéros d'AV - Commentaire 3) ajouté (Km+, Km-) - Arrêt en Fx, E40: ajout du cas voie 1 - Suppression Tf. 120 sur signal I82 (voie de droite: visibilité P871 ok) - Arrêt en Px71: SZ7- remplacé par 7- sur H1; ajout du cas via D31-H2 - Arrêt en Px73, ajout d'une précision - Signal G4: RF-0 ajouté - Signal P861: Tf. 90 au lieu de 60 (D-Weg D31/AV5, situation future) - Arrêt en B2x: ajout du cas avec AV à 60 km/h avant Fx (image 7- sur F**2, 7- au lieu de SZ7- sur F51, F2) - Protection de flanc absolue manquante: ajout de cas (transit vs. arrêt après AV) - Mise en forme Auto-vérification Km+, Km- le 20./21.06.24
V3-1	18.09.2024	Basé sur les ZLR: Km+ V2-27 (Pfs V2-27-1) resp. Km- V2-25. Mise à jour selon indice k des SIKO: - Nouveau signal F**1 - Nouveaux emplacements de G50, F55, Sx64 pris en compte - Ajout de précisions (images en réserve resp. images présentes que sur certains signaux d'une barrière). Auto-vérification faite le 17/18.09.24.
V3-2	14.11.2024	Basé sur les ZLR: Km+ V2-27 (Pfs V2-27-2) resp. Km- V2-25. Mise à jour suite ANOP complémentaire (nov. 2024): - IT but G4: itinéraire court depuis D31 et D32 - AV22: protection de flanc par guidage impérative (symbole "8" reste nécessaire)

C2 – Internal

SBB CFF FFS

Nyon (NY)

GLA --> COP

N° ligne:	111	Version:	3-2	Etabli:	A. Boucher
				Contrôlé:	-
N°ISP :	1162414	Date :	14.11.2024	Approuvé:	-

Ligne 111 : GLA --> COP

| | | | | |

SBB CFF FFS

Nom signaux / AV	Cx/P*x	Px61		Ax64		D3x		Gx		Hx		I8x		Px71		Px73		Px74		Px76/P*x76
Arrêt après AV à 60 km/h (voie de droite, via D32-H2)		M		-9	*M > 90*	-6		-	*90 > 60*	6- (H2)	*60 > 60*	-0	*60 > 0*	H						
Arrêt après AV à 80 km/h (via D31-H2)		M		-8 (A764)	*M > 80*	8- (D31)		-	*80 > 80*	-7 (H2)	*80 > 70*	-0	*70 > 0*	H						
Arrêt après AV à 90 km/h (futur), via futures voies 1 et 3		M		M		(-9)			*M > 90*	-7 (aucun)	*90 > 70*	-0	*70 > 0*	H						
Arrêt après AV à 90 km/h (futur), via futur voie 2 centrale		M		(-9)	*M > 90*	(9-)		-	*90 > 90*	-7 (aucun)	*90 > 70*	-0	*70 > 0*	H						
Signaux Px73 -> Arret : Itinéraire direct						M		-		M (H1, H2)		+0	*M >> 0*	-0	*M >> 0*	H				
Arrêt après AV en dévié (avant le signal)																				
Arrêt après AV à 40 km/h (futur)										4- (aucun)	*40 > 40*	7-	*40 > 70*	-0	*70 > 0*	H				
Arrêt après AV à 60 km/h (via H63 ou AV30-33 en dévié)						6-/4-				6-	*60 > 60*	7-	*60 > 70*	-0	*70 > 0*	H				
Arrêt après AV à 90 km/h (futur)						(-9)		-	*M > 90*	(9-) (aucun)	*90 > 90*	-7	*90 > 70*	-0	*70 > 0*	H				
Signaux Px74 -> Arret : Itinéraire direct																				
IT direct via I81 (visibilité P771: maintien d'image restrictif 120 km/h)						M				M (H1, H2)		-12 (I81)	*M > 120*	+0 (P771)	*120 >> 0*	-0	*120 >> 0*	H		
IT direct via I82 (visibilité P871 ok)						M				M (H1, H2)		M (I82)		+0 (P871)	*M >> 0*	-0	*M >> 0*	H		
Arrêt après AV en dévié (AV avant le signal I81)																				
Arrêt après AV à 40 km/h (futur)										4- (aucun)	*40 > 40*	12- (I81)	*40 > 120*	+0 (P771)	*120 >> 0*	-0	*120 >> 0*	H		
Arrêt après AV à 60 km/h (via H63 ou AV30-33 en dévié)						6-/4-				6-	*60 > 60*	12- (I81)	*60 > 120*	+0 (P771)	*120 >> 0*	-0	*120 >> 0*	H		
Arrêt après AV à 90 km/h (futur)										9- (aucun)	*90 > 90*	12- (I81)	*90 > 120*	+0 (P771)	*120 >> 0*	-0	*120 >> 0*	H		
Arrêt après AV en dévié (AV avant le signal I82)																				
Arrêt après AV à 40 km/h (futur)										4- (aucun)	*40 > 40*	M (I82)	*40 > M*	+0 (P871)	*M >> 0*	-0	*M >> 0*	H		
Arrêt après AV à 60 km/h (via H63 ou AV30-33 en dévié)										6-	*60 > 60*	M (I82)	*60 > M*	+0 (P871)	*M >> 0*	-0	*M >> 0*	H		
Arrêt après AV à 90 km/h (futur)										9- (aucun)	*90 > 90*	M (I82)	*90 > M*	+0 (P871)	*M >> 0*	-0	*M >> 0*	H		
Signaux Px76 -> Arret : Itinéraire direct												M		M		M		-0	*M > 0*	H
Exécution : AV en dévié (après le signal)																				
AV en dévié à 90 km/h												M		M		M		-9	*M > 90*	F5/F1*...
Transit en direction de la gare de COP		M		M		M		4- (G4, G50)		M (H1, H2) 6- (H63)		M		M		M		M		F1/F1*...
Protection de flanc absolue manquante / AV de protection en dérangement (futur: BAUF déclenchée)																				
AV futurs (Prangins)		(-8)	*M > 80*	(8-)																
AV 3 à 6, IT établi jusqu'en I8x				-8	*M > 80*	-6		-	*80 > 60*	-0	*60 > 0*	H								
AV 3 à 6, IT établi après I8x				-8	*M > 80*	8-														
AV 29 à 33 (directement depuis D31), IT établi jusqu'en I81 (voie de gauche)		M		M (A764)		-6 (D31)		-	*M > 60*	-0 (H1)	*60 > 0*	H (I81)								
AV 29 à 33 (directement depuis D32), IT établi jusqu'en I82 (voie de droite)		M		-9 (A864)	*M > 90*	-6 (D32)		-	*90 > 60*	-0 (H2)	*60 > 0*	H (I82)								
AV 29 à 33 (directement depuis D3x), IT établi jusqu'en Px71				M		-8		-	*M > 80*	-7 (H1, H2)	*80 > 70*	-0	*70 > 0*	H						
AV 29 à 33 (directement depuis D3x), IT établi aprèS Px71				M		-8		-	*M > 80*	8- (H1, H2)										
AV 29 à 33 (via G4 ou G50), IT établi jusqu'en Px73								4- (G4, G50)	*40 > 40*	8- (H1, H2)										

Remarques et commentaires

1) La compatibilité avec les futurs AV de Prangins resp. avec les futurs AV à 90 km/h (+ BAUF) a été considérée: si l'image peut être préparée, elle est mentionnée entre parenthèses. Si le signal sera démonté entre temps, il n'est pas utile de prévoir l'image (on indique alors "aucun").
2) Excepté la première barrière après un block TMN (Px61), les signaux ayant des annonces de vitesses ont l'image d'exécution correspondante pour les trains au départ (SZ), s'ils n'ont pas déjà cette image d'exécution pour une autre raison.
3) Suivant le type d'enclenchement (calcul de Vrück), une annonce de vitesse au lieu d'une exécution est possible après une protection par interdiction (par ex. H1/I81 = 8-/-12 au lieu de 8-/12-).

SBB CFF FFS

Nyon (NY)

COP --> GLA

N° ligne: 111 | N°ISP : 1162414 | Version: 3-2 | Date : 14.11.2024 | Etabli: A. Boucher | Contrôlé: - | Approuvé: -

Ligne 111 : COP --> GLA

RADN : Km Seuil de vitesse — 1er AV | "Axe BV" | Km 37.555

RADN : Vmax (W / N / R / A) — - / 155 / 140 / 120 | - / 150 / 140 / 120 | - / 145 / 140 / 120 | - / 160 / 140 / 120

Gares — <<Coppet (COP) | Nyon (NY) | >> Gland (GLA)

Quais — Quais (Nyon)

Passages à niveau

AV (vitesse en devié) / Nom signaux / AV	Sx30/S*x30	90	Sx76		Sx73		Jx71	40/60/(90)	F**x	Fx, E40	40/60/80/(90)	C3x	B2x	(90)	Sx64	Sx63	Dx61/B*x61	40/90
Point kilométrique	**43.000**		**42.006**		**40.600**		**39.476**		**38.336/38.324**	**38.208 à 37.983**		**37.555**	**36.990**		**36.395**	**35.842**	**34.700**	
Images des signaux indépendantes des itinéraires							Hi			Hi		Hi						
Signaux Sx76 -> Arret : Itinéraire direct	F1/W	*M > 0*	H															
Arrêt après AV en dévié (avant le signal)																		
Arrêt après AV à 90 km/h	F5/W	*90 > 0*	H															
Signaux Sx73 -> Arret : Itinéraire direct	F1/F1*		-0	*M > 0*	H													
Arrêt après AV en dévié (avant le signal)																		
Arrêt après AV à 90 km/h	F5/F1*	*90 > 90*	-0	*90 > 0*	H													
Signaux Jx71 -> Arret : Itinéraire direct			M		-0	*M > 0*	H											
AV en dévié (après le signal)																		
AV en dévié à 40 km/h			M		-4	*M > 40*	4-	*40 > 40*	4- (F**1)									
AV en dévié à 60 km/h, via voie 3			M		-6	*M > 60*	6-	*60 > 60*	6- (F**53)									
AV en dévié à 60 km/h (AV33 à 30) puis voies 1-51 ou 2			M		-6	*M > 60*	6-	*60 > 60*	M (F**1, F**2)									
AV en dévié à 90 km/h (futur)			M		(-9)	*M > 90*	(9-)											
Signaux Fx et E40 -> Arret : Itinéraire direct			M		M		-0	*M > 0*	-0	H								
Entrée sur voie occupée			M		-4	*M > 40*	B	*40 > 0*	-0	H								
Itinéraire détourné																		
Signaux F54/F55 via voie 3			M		-4	*M > 40*	-0	*40 > 0*	-	H								
Signal F2 via 71			M		-6 (S873)	*M > 60*	-0 (J871)	*60 > 0*	-0	H								
Arrêt après AV en dévié (avant le signal)																		
Arrêt après AV à 40 km/h, ou géométrie limitée à 40 km/h (voie 4)			M		-4	*M > 40*	-0	*40 > 0*	-0	H								
Arrêt après AV à 60 km/h			M		-6	*M > 60*	-0	*60 > 0*	-0	H								
Arrêt après AV à 90 km/h (futur)			M		(-9)	*M > 90*	-0	*90 > 0*	-0	H								
AV en dévié (après le signal)																		
Géométrie limitée à 40 km/h, via F54 (voie 4)			M		-4	*M > 40*	4-	*40 > 40*	-	4- (F54)								
AV en dévié à 40 km/h, via E40 ou F55, via F54 (détourné via voie 3)			M		-4	*M > 40*	4-	*40 > 40*	4- (F**1)	4- (E40, F54, F55)								
AV en dévié à 40 km/h après F**1, AV en dévié à 60 km/h avant F**1			M		-4	*M > 40*	4-	*40 > 40*	4- (F**1)	4- (E40)								
AV en dévié à 40 km après signal F1 (futur)			M		M		(-4)	*M > 40*		4- (aucun)								
AV en dévié à 60 km/h			M		-6	*M > 60*	6-	*60 > 60*	6- (F**53)	6- (F53)								
AV en dévié à 80 km/h					M		-8 (J871)	*M > 80*	-8 (F**2)	8- (F2)								
AV en dévié à 80 km/h après F2, AV en dévié à 60 km/h avant F**2		M		-6	*M > 60*	6-	*60 > 60*	8- (F**2)		8- (F2)								
AV en dévié à 90 km/h (futur)				M		-6	*M > 60*	(-9) (J871)	*M > 90*	(-9) (aucun)		(9-) (aucun)						
Train au départ ou rebroussement, ELV WS-HS occupé							-		-0	...								
Train au départ ou rebroussement, ELV WS-HS libre (si Simis-W)							-											
AV en dévié à 40 km/h									4- (F**1)	4- (E40)	0 > 40							
AV en dévié à 60 km/h							-		6- (F**53)	6- (F53)	*0 > 60*							
AV en dévié à 80 km/h							-		8- (F**2)	8- (F2)	*0 > 80*							
AV en dévié à 90 km/h (futur)							-		(9-) (aucun)	(9-) (aucun)	*0 > 90*							
Train au départ ou rebroussement, ELV WS-HS libre (si Elektra2 BL21.60)									-4	4-/6-/8-/M	*0 > 40*							
Signaux C3x -> Arret : Itinéraire direct					M		-8	*M > 80*	-8 (F**1, F**2)	-0	*80 > 0*	H						
Train au départ ou rebroussement, ELV WS-HS libre (si Simis-W)									8- (F**1, F**2)	-0	80 > 0	H						
Arrêt après AV en dévié (avant le signal)																		
Géométrie limitée à 40 km/h, via F54 (voie 4)			M		-4	*M > 40*	4-	*40 > 40*	-	-0	*40 > 0*	H						
AV en dévié à 40 km/h, via E40 ou F55, via F54 (détourné via voie 3)			M		-4	*M > 40*	4-	*40 > 40*	4- (F**1)	-0	*40 > 0*	H						
AV en dévié à 60 km/h, via voie 3			M		-6	*M > 60*	6-	*60 > 60*	6- (F**53)	-0	*60 > 0*	H						
AV en dévié à 60 km/h (avant Fx, voie 1 ou 2)			M		-6	*M > 60*	6-	60 > 60	8- (F**1, F**2)	-0	*80 > 0*	H						
AV en dévié à 80 km/h					M		-8 (J871)	*M > 80*	-8 (F**2)	-0	*80 > 0*	H						
AV en dévié à 90 km/h (futur)					M		-8	*M > 80*	-8 (aucun)	-0	*80 > 0*	H						
Signaux B2x -> Arret : Itinéraire direct					M		-11	*M > 110*	-11 (F**1, F**2)	-7 (F51, F2)	*110 > 70*	-0	*70 > 0*	H				
Train au départ ou rebroussement, ELV WS-HS libre (si Simis-W)									11- (F**1, F**2)	-7 (F2)	*110 > 70*	-0	*70 > 0*	H				
Arrêt après AV en dévié (avant le signal)																		
Géométrie limitée à 40 km/h, via F54 (voie 4)			M		-4	*M > 40*	4-	*40 > 40*	-	4- (F54)	*40 > 40*	-0	*40 > 0*	H				
AV en dévié à 40 km/h, via E40 ou F55, via F54 (détourné via voie 3)			M		-4	*M > 40*	4-	*40 > 40*	4- (F**1)	4- (E40, F54, F55)	*40 > 40*	-0	*40 > 0*	H				
AV en dévié à 60 km/h (après Fx)			M		-6	*M > 60*	6-	*60 > 60*	6- (F**53)	6- (F53)	*60 > 60*	-0	*60 > 0*	H				
AV en dévié à 60 km/h (avant Fx, voie 1 ou 2)			M		-6	*M > 60*	6-	*60 > 60*	11- (F**1, F**2)	-7 (F51, F2)	*110 > 70*	-0	*70 > 0*	H				
AV en dévié à 80 km/h					M		-8 (J871)	*M > 80*	-8 (F**2)	-7 (F2)	*80 > 70*	-0	*70 > 0*	H				
AV en dévié à 90 km/h (futur, après F3)					M		(-9) (J871)	*M > 90*	(-9) (aucun)	-7 (aucun)	*90 > 70*	-0	*70 > 0*	H				
AV en dévié (après le signal)																		
AV en dévié à 90 km/h (futurs AV Prangins)							M		M (F**1, F**2)	(-12) (aucun)	*M > 120*	(-9) (C31)	*120 > 90*	(9-) (B21)				
AV en dévié à 90 km/h (futurs AV Prangins), AV à 40...90 km/h avant C31										4-/6-/9- (aucun)		(9-) (C31)	*90 > 90*	(9-) (B21)				
Signaux Sx64 -> Arret : Itinéraire direct							M		M (F**1, F**2)	M (F2, F51)		+0	*M >> 0*	-0	*M >> 0*	H		
Arrêt après AV en dévié (avant le signal)																		
Arrêt après AV ou géométrie à 40 km/h ou AV à 60 km/h (via F53, F54, F55)							4- / 6-			4- (F54, F55) / 6- (F53)	*40 > 40* / *60 > 60*	7-	*40 > 70* / *60 > 70*	-0	*70 > 0*	H		
Arrêt après AV à 80 km/h (via F2-C31)							-8 (J871)			8- (F2)	*80 > 80*	-7 (C31)	*80 > 70*	-0	*70 > 0*	H		
Arrêt après AV à 90 km/h (futurs AV Prangins), sortie NY via IT en direct							M		-	(-10) (aucun)	*M > 100*	(-7) (C31)	*100 > 70*	-0	*70 > 0*	H		
Arrêt après AV à 90 km/h (futurs AV Prangins), sortie NY par AV à 40/60 km/h							4- / 6-		-	4-/6- (aucun)	*40 > 40* / *60 > 60*	7- (C31)	*40 > 70* / *60 > 70*	-0	*70 > 0*	H		
Arrêt après sortie NY par AV à 90 km/h (futur)										9- (aucun)		(-7)	*90 > 70*	-0	*70 > 0*	H		
Arrêt après AV à 90 km/h (futurs AV Prangins), sortie NY par AV à 90 km/h							(9-)		-	9- (aucun)	*90 > 90*	(-7) (C31)	*90 > 70*	-0	*70 > 0*	H		
Signaux Sx63 -> Arret : Itinéraire direct									M (F**1, F**2)	M (F2, F51)		-11	*M > 110*	+0	*110 >> 0*	-0	*110 >> 0*	H
Arrêt après AV en dévié (avant le signal)																		
Arrêt après AV ou géométrie à 40 km/h ou AV à 60 km/h (via F53, F54, F55)										4- (F54, F55) / 6- (F53)	*40 > 40* / *60 > 60*	11-	*40 > 110* / *60 > 110*	+0	*110 >> 0*	-0	*110 >> 0*	H

SBB CFF FFS

Nom signaux / AV	Sx30/S*x30	Sx76	Sx73		Jx71		F**x	Fx, E40		C3x		B2x		Sx64		Sx63		Dx61/B*x61
Arrêt après AV à 80 km/h (via F2-C31)								8- (F2)	*80 > 80*	11-	*80 > 110*	+0	*110 >> 0*	-0	*110 >> 0*	H		
Arrêt après futurs AV à 90 km/h (après Fx)								(9-) (aucun)	*90 > 90*	11-	*90 > 110*	+0	*110 >> 0*	-0	*110 >> 0*	H		
Arrêt après AV à 90 km/h (futurs AV Prangins)							M (F**1, F**2)	(-12) (aucun)	*M > 120*	(-9) (C31)	*120 > 90*	+0	*90 >> 0*	-0	*90 >> 0*	H		
Signaux Dx61 -> Arret : Itinéraire direct								M (F2, F51)		M		-13	*M > 130*	-11	*130 > 110*	-0	*110 > 0*	H/W
Entrée sur voie occupée												M		M		-4	*M > 40*	B/W
Itinéraire court												M		M		-4	*M > 40*	F6/W
Arrêt après AV en dévié (avant le signal)																		
Arrêt après AV à 90 km/h (futur)					M		M (F**1, F**2)	(-12) (aucun)	*M > 120*	(-9) (C31)	*120 > 90*	(9-) (B21)	*90 > 90*	(11-) (S864)	*90 > 110*	-0	*110 > 0*	H/W
AV en dévié (après le signal)																		
AV en dévié à 40 km/h												M		M		-4	*M > 40*	F2/...
AV en dévié à 90 km/h												M		M		-9 (S763)	*M > 90*	F5/... (D761)
Transit en direction de la gare de GLA	F1/F1*	M	M		M		6- (F**53) M (F**1, F**2)	4- (E40, F54, F55) 6- (F53) M (F51, F2)		M		M		M		M		F1/...
Protection de flanc absolue manquante / AV de protection en dérangement																		
AV 33 à 29			-8	*M > 80*	8-		M (F**1, F**2)											
AV 6 à 3, IT établi jusqu'en B2x					-8	*M > 80*	-8 (F**1, F**2)	-7 (F51, F2)	*80 > 70*	-0	*70 > 0*	H						
AV6 à 3, IT établi jusqu'en Sx64					-8	*M > 80*	-8 (F**1, F**2)	8- (F51, F2)	*80 > 80*	+0	*80 >> 0*	-0	80 >> 0	H				
AV 6 à 3, IT établi après Sx64					-8	*M > 80*	-8 (F**1, F**2)	8- (F51, F2)										
AV Prangins (futur), IT établi après Sx63								-10 (aucun)	*M > 100*	(-8)	*100 > 80*	(8-)						

Remarques et commentaires

1) La compatibilité avec les futurs AV de Prangins (resp. les futurs AV à 90 km/h + BAUF) a été considérée: si l'image peut être préparée, elle est mentionnée entre parenthèses. Si le signal sera démonté entre temps, il n'est pas utile de prévoir l'image (on indique alors "aucun").
2) Les signaux ayant des annonces de vitesses ont l'image d'exécution correspondante pour les trains au départ (SZ), s'ils n'ont pas déjà cette image d'exécution pour une autre raison.
3) Suivant le type d'enclenchement (calcul de Vrück), une annonce de vitesse au lieu d'une exécution est possible après une protection par interdiction (par ex. F2/C32 = 8-/-11 au lieu de 8-/11-).

Aperçu de la nécessité d'une preuve de sécurité et d'une PAP pour les passages à niveaux, les installations de sécurité, les applications de télématique ainsi que les systèmes d'alarme (SA).

Version: 26.02.2019

Utilisation directive «Démonstration de la sécurité installations de sécurité» (RL SA) / PAP

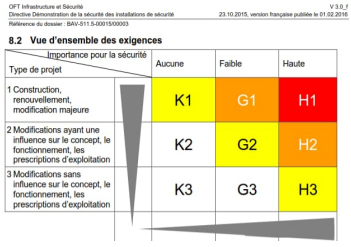
Explication pour l'utilisation:
Une PAP est nécessaire d'un point de vue SA lorsque le projet se situe en catégorie orange ou rouge ou lorsque les droits de tiers sont concernés.
Cette tabelle est une aide pour la décision et illustre des exemples de types de projets ainsi que leur catégorisation en terme de nécessité de procédure PAP.
La référence juridique est la directive «Démonstration de la sécurité installations de sécurité» (RL SA). Pour certains cas particuliers, la tabelle (avec principe pour les projets typiques) peut ne pas convenir. La RL SA est aussi à utiliser pour ces cas non-typique. Cette tabelle se réfère exclusivement aux installations de sécurité. Elle est donc déterminante pour l'exécution d'une PAP dans le cadre de mono-projets SA Dans des projets multi-disciplinaires, elle détermine si la partie SA apporte une contribution substantielle à la PAP ou non.

Projet :	Nyon - Renouvellement de l'enclenchement			**No ISP :**	1162414
Ligne/km :	Ligne 150, km 33.9 - 43.0		**Canton :** Vaud / Genève	**Commune :**	Gland, Prangins, Nyon, Crans-près-Céligny, Céligny
Service :	I-AEP-SAZ-RWT-FPL3			**Chef de projet :**	Jaquet Julien
Procédure d'approbation des plans exigée? *(si le projet ne correspond pas à l'un des cas ci-dessous et qu'il y a une incertitude quant à la nécessité d'effectuer une PAP, on consultera le Super User SIOP)*	☑ oui ☐ non	**Si non, justification:**	Type de projet selon liste: Autres / remarques:	1	
Démonstration complète de la sécurité à effectuer dans le cadre de la PAP?	☑ oui ☐ non	**Si non, justification :**	Type de projet selon liste: Autres / remarques :	1	
Eberle Valérie — Signé numériquement par Eberle Valérie. DN : cn=Eberle Valérie, c=CH, o=CFF SA, ou=I-AEP-SAZ-RWT-FPL3, email=valerie.eberle@sbb.ch. Date : 2022.09.30 06:43:40 +02'00'. Date / signature chef de groupe			Julien Jaquet — Digitally signed by Julien Jaquet. DN: cn=Julien Jaquet, c=CH, o=SBB CFF FFS SA, ou=I-AEP-SAZ-RWT-FPL3, email=julien.jaquet@sbb.ch. Reason: J'atteste l'exactitude et l'intégrité de ce document. Location: Renens. Date: 2022.09.30 08:46:57 +02'00'. Date / signature chef de projet	*Le présent document sera archivé dans le classeur SIOP de l'installation (onglet 13)*	

Type de projet			Nécessité d'une PAP: Affectation selon la matrice du RL SA chap. 8.2	Démonstration de la sécurité x: Utilisation des documents standards CFF	Précisions concernant les modes de processus			Remarques
					Droits de tiers concernée (3)	Domaine technique	Update de Software (p.ex. enclenchement, ILTIS, PN)	
1	**Général**	Nouvel enclenchement	H1	X	X	X		
2		Extension d'un l'enclenchement (p.ex. centralisation d'une aiguille à main)	H2	X		X		
3		Ajouter une interdiction (d'autres interdictions existent déjà)	H3	X				
4		Extension des entrées sur voie occupée : cas sans modification des circuits de voies (position, longueur ou quantité) ni de la signalisation (p.ex. équipement d'une voie supplémentaire d'entrées sur voie occupée alors que d'autres voies son déjà équipées).	G2	X				
5		Assainissement de l'alimentation de l'encl. (USV, distribution, commutation jour/nuit, appareil d'alimentation)	G2	X (2)				
6		Démontage sans remplacement et sans modification des installations intérieures.	G3	X				autorisation à durée déterminée dans le cadre de phases de travaux
7	**Télécommande**	Télécommande d'un enclenchement	H2	X		X		
8		Remplacement ou extension de la télécommande d'un enclenchement	H3	X				
9	**PN**	Nouveau passage à niveau	H1	X	X	X		
10		Changement de produit d'un PN ou d'une commande de PN	H3	X		X		Si le type de PN change (p.ex. passage de signaux à feux clignotants à barrières), une PAP doit être effectuée
11		Equipement d'un PN d'un sytème de détection de présence de véhicules routiers	G2	X				
12		Modification des paramètres de commande d'un passage à niveau (p. ex. nouveau point d'enclenchement)	G2	X				
13		Suppression sans remplacement d'un PN (barrières ou feux clignotants)	G2	X				
14	**AV**	Montage d'une aiguille à plus grand rayon sans augmentation de vitesse	G2	X				
15		Démontage d'aiguilles sans remplacement, installations intérieures incluses (OE).	G2	X				Condition: l'AV n'est pas concerné par la protection de flanc. Remarque: OPAPIF Art. 1a Annexe let. e à considérer
16	**ELV**	Changement de produit et / ou de système (CV à CE ou vice versa) ou adaptation des tronçons ELV.	G2	X		x		En général, pas de PAP lors de modifications d'ELV sauf si le cas 21 s'applique.
17		OE 1:1 inclu déplacement de circuit de voie à distance normalisée	H3	uniq. SIOP B				uniquement SIOP B
18	**Signalisation et vitesses**	Déplacement d'un signal ou d'une barrière de signaux	H2	X	X (1)	X		Ce cas devient **H3** (pas de PAP) si toutes les conditions suivantes s'appliquent: - la distance de glissement et les distances de freinage sont maintenues - la "topologie SA" ne change pas - la protection de flanc n'est pas affectée
19		Nouveau montage de signaux mais sans modification du kilométrage (p.ex. de joug à mât LC, mât de signal séparé)	H3	X	X (1)			
20		Modification des images de signaux	H2	X		X		Ce cas devient **H3** (pas de PAP) si toutes les conditions suivantes s'appliquent: - la distance de glissement et les distances de freinage sont maintenues - la "topologie SA" ne change pas - la protection de flanc n'est pas affectée
21		Transformation d'une installation de voie avec modification de la signalisation (images, distances de glissement, itinéraires)	H2	X	X			La plupart du temps une PAP est effectuée par FG.
22		Densification des cantons de block (diminution du distancement)	H2	X	X (1)	X		Si les droits des tiers ne sont pas concernés, la procédure simplifée peut être appliquée
23		Pose de panneaux de vitesse (p.ex pour courbe)	G2	X		X		Formulaire "augmentation de vitesse" et SIOP B. Le RADN sera adapté par AT et transmis à l'OFT. Pas de PAP nécessaire pour SAZ. Note: Eventuels impacts sur PN à prendre en compte.
24		Pose de panneaux de seuil de vitesse	G2	X		X		SIOP A1 et SIOPA2 ensemble + SIOP B. Le RADN sera adapté par AT et transmis à l'OFT. Pas de PAP nécessaire pour SAZ. Note: Eventuels impacts sur PN à prendre en compte.
25		OE avec augmentation de la vitesse mais sans modification d'emplacement du signal (p.ex. remplacement d'un diagonale R500 par une diagonale R900)	H2	X	X			La plupart du temps une PAP est effectuée par FG. Ce cas devient **H3** (pas de PAP) si toutes les conditions suivantes s'appliquent: - la distance de glissement et les distances de freinage sont maintenues - la "topologie SA" ne change pas - la protection de flanc n'est pas affectée
26	**ETCS**	Equipement d'une surveillance continue de la vitese ou d'un empêchement de départ (EuroZUB / L1LS)	G2	X				
27	**Autre**	Construction d'une nouvelle installation d'alarme permanante	G1	Proces. dispositifs d'alarme	X			Les dispositifs d'alarme permanents existants sont à considérer comme des cas particuliers (non-standards). La procédure est à convenir avec le centre de compétence "Warnanlagen". Il y aura un processus standard avec l'introduction de AWAP.
28		Mise en service d'une baseline eStw, d'un patch ou d'une componante hardware		Processus eStw			x	L'obligation de faire une PAP est définie dans l'autorisation de type (Typenzulassung). A défaut, il s'agit d'appliquer la procédure d'autres types de projets, resp. à évaluer selon RL SA
29		Mise en service d'un ILTIS-release (major, upgrade ou correctif) ou changement des composents hardware.		Processus ILTIS			x	
30		Pose de systèmes non-homologués						H1 ou H2
31		D'autres opérateur d'infrastructure concernés						H1 ou H2

(1) seulement dans les zones peuplées ou proches d'habitations individuelles mais pas dans des zones industrielles.
(2) L'objectif est de faire une SIOP pour de tels projets. En ce moment ce n'est pas encore possible, les principes n'étant pas encore définis.
(3) Lorsqu'une croix figure dans cette colonne, le chef de projet SA définit si des droits de tiers sont touchés par les mesures SA -> PAP nécessaire. Il appartient par contre au chef de projet général de décider si des droits de tiers sont touchés pour d'autres motifs.

Afin d'avoir une information rapide, la tabelle du guide est représentée ci-dessous; le texte complet de la RL SA (en particulier le chap. 8) est toutefois déterminant.


OFT Infrastructure et Sécurité — V 3.0_f
Directive Démonstration de la sécurité des installations de sécurité — 23.10.2015, version française publiée le 01.02.2016
Référence du dossier : BAV-311.5-00015/00003

8.2 Vue d'ensemble des exigences

Importance pour la sécurité / Type de projet	Aucune	Faible	Haute
1 Construction, renouvellement, modification majeure	K1	G1	H1
2 Modifications ayant une influence sur le concept, le fonctionnement, les prescriptions d'exploitation	K2	G2	H2
3 Modifications sans influence sur le concept, le fonctionnement, les prescriptions d'exploitation	K3	G3	H3

Couleur	Signification en bref
	PAP nécessaire Démonstration de la sécurité complète selon les chapitres 6 et 7. Les documents de démonstration de la sécurité « Réalisation » doivent être remis.
	PAP nécessaire Démonstration de la sécurité selon les chapitres 6 et 7 avec des exigences réduites (se focaliser sur les effets ; validation et expertise peuvent être groupées, voir ch. 8.3.2). Les documents de démonstration de la sécurité « Réalisation » ne doivent pas être remis, à moins qu'il en soit décidé autrement (par des charges) ou qu'ils soient nécessaires pour l'octroi d'une autorisation d'exploiter.
	Du point de vue des installations de sécurité, une PAP n'est pas nécessaire. Démonstration de la sécurité interne au GI. Il est recommandé de suivre la méthodologie de la directive.
	Du point de vue des installations de sécurité, une PAP n'est pas nécessaire. Situé en dehors de l'objectif de la présente directive.

SBB CFF FFS

Rapport technique

Nyon
Renouvellement de l'enclenchement
ISP 1162414



Figure 1 Photo de la gare de Nyon vue depuis l'extrémité du quai 2/3 du côté de Genève

Service spécialisé:
Installations de sécurité et technique de conduite

Phase: Avant-projet

Version	Date	Auteur	Modifications
1.0	15.04.2020	Julien Jaquet	Version initiale (Etude préliminaire)
1.1	14.06.2020	Julien Jaquet	Ajout du chapitre 6 (chap. 5 dans la version 2.0)
2.0	30.09.2022	Julien Jaquet	Version Avant-projet
2.1	10.01.2023	Julien Jaquet	Prise en compte remarques KCSA & ANOP (1er envoi)
2.2	30.01.2023	Julien Jaquet	Prise en compte remarques ANOP (2e envoi)
2.3	15.06.2023	Julien Jaquet	Prise en compte charges SIOP A1
2.4	21.08.2024	P. Durdzinski	Mise à jour selon le dernier SIKO
2.5	15.11.2024	P. Durdzinski	Remarques ANOP complémentaire

C2 – Internal

Table des matières

1. Bases / situation initiale 4
1.1. Appareil d'enclenchement 4
1.2. Signalisation 4
1.3. Interfaces 4
1.4. Appareil de voie 4
1.5. Dispositifs de contrôle de l'état libre de la voie 4

2. Description de la prestation 5
2.1. Appareil d'enclenchement 5
2.2. Signalisation 5
2.3. Contrôle de la marche des trains 7
2.4. Distances de glissement 7
2.5. Protection de flanc 8
2.6. Appareil de voie et chauffage d'AV 9
2.7. Interdiction de voie 9
2.8. Entrées sur voie occupées et sorties de voies occupées 9
2.9. Dispositifs anti-engorgement 9
2.10. Dispositifs ELV 9
2.11. Passages à niveau 10
2.12. Câbles 10
2.13. Autres éléments 10
2.14. Technique de commande 10
2.15. Interfaces et enclenchements voisins 10
2.16. Vitesse géométrique 11
2.17. Longueurs utiles et points d'arrêt 11

3. Devis 12
3.1. Coûts 12
3.2. Structure quantitative 13
3.3. Délimitation 13

4. Risques/opportunités 14

5. Précisions de certains points du mandat 15
5.1. Nécessité d'un nouvel enclenchement 15
5.2. Fiabilité et maintenabilité des équipements 16
5.3. Futur enclenchement *satellite* de Gland 16

C2 – Internal

Liste des tabelles

Tabelle 1. Résumé des coûts pour les IS par type et par phase 12
Tabelle 2. Nyon: nombre d'éléments neufs, démantelés et NIP par type d'élément 13
Tabelle 3. Gland: nombre d'éléments neufs et démantelés par type d'élément 13
Tabelle 4. Coppet: nombre d'éléments neufs et démantelés par type d'élément 13

Liste des figures

Figure 1 Photo de la gare de Nyon vue depuis l'extrémité du quai 2/3 du côté de Genève 1

Résumé

Le présent projet consiste à renouveler l'enclenchement de Nyon qui arrive en fin de vie en 2031 en remplaçant le Do 67 actuel par un nouvel enclenchement électronique dans un nouveau bâtiment construit au nord des voies. Son remplacement par une nouvelle technologie est indispensable pour permettre les modifications de fonctionnalité futures prévues dans les projets ultérieurs de mise en conformité de la gare et d'amélioration du distancement.

Le présent projet prévoit le maintien des fonctionnalités actuelles avec surdimensionnement du futur bâtiment de service (BS) pour accueillir les développements futurs.

Le projet inclue de démanteler tous les éléments situés dans l'enclenchement afin de libérer les locaux sur le quai 1. Tous les éléments des IS devront être renouvelés pour pouvoir remplacer l'enclenchement efficacement tout en respectant au maximum les besoins de l'exploitation.

Le projet inclue déjà des modifications de la sortie de Gland jusqu'après les diagonales de Murat (du km 33.9 au km 43.0) dans le but d'anticiper les demandes de distancement à 2 min du projet futur *AS35 Installations d'accueil et successions serrées ISP 1161180*.

Le remplacement de l'enclenchement de Nyon implique le remplacement de toutes les installations de sécurité de la gare. Les installations sont remplacées au maximum de façon 1:1. Cependant quelques ajustements sont nécessaires pour respecter les réglementations actuelles, en particulier le RTE 25000, ainsi que pour utiliser des systèmes et des composants modernes.

Annexes

Pour éviter les erreurs de recopie, les annexes sont uniquement répertoriées dans le rapport de sécurité §1.3.3. Les références dans ce document sont à rechercher dans le rapport de sécurité.

C2 – Internal

1. Bases / situation initiale

Les dénominations des éléments IS dans ce chapitre sont en noir ou jaune sur les plans car ils correspondent à l'état d'aujourd'hui ou plus précisément à l'état prévu au commencement de l'exécution du projet.

1.1. Appareil d'enclenchement

L'appareil d'enclenchement de la gare de Nyon est un Domino 67 de 1977 avec signaux nains et itinéraires de manœuvre enclenchés. Il contient également le poste de block de Prangins. L'enclenchement de Nyon est intégré à la cellule ILTIS de Genève (ZGE) du centre d'exploitation de Lausanne par l'intermédiaire d'une télécommande de type RCI.

1.2. Signalisation

La signalisation actuelle est de type lumineux.

1.3. Interfaces

Les gares voisines de Nyon sont celles de Gland (Do67, 1977) et de Coppet (Do67, 1986). Il existe trois interfaces:

- NY – GLA: Block INTEGRA TMN avec compteur actif permanant remis en position normal à la gare de Nyon avec banalisation pour les voies 323-324 et 423-424.
- NY – MUR: Block INTEGRA TMN avec compteur actif permanent remis en position normal à la gare de Coppet avec banalisation pour les voies 327-427.
- NY – MUR: Block INTEGRA TMN avec compteur actif permanent remis en position normal à la gare de Nyon avec un block interne uniquement dans le sens NY-MUR pour les voies 91-92.

1.4. Appareil de voie

Les aiguilles et tous les sabots sont centralisés et manœuvrés depuis le poste de desserte. Les aiguilles 20 et 21 en gare de Nyon ainsi que toutes les aiguilles et sabots de la voie d'Eysins sont manœuvrées à pied d'œuvre.

1.5. Dispositifs de contrôle de l'état libre de la voie

1.5.1. En gare

Les voies principales situées entre les signaux d'entrée sont équipées de circuits de voie UGSK95 à l'exception des voies 73, 91 et 92 qui sont équipées de compteurs d'essieux actifs en permanence de type Alcatel AzLM. Les registres de comptage d'essieux se trouvent à Nyon. Les voies secondaires sont équipées de circuits de voies 12V. Certaines voies ne sont pas isolées et pas contrôlées.

1.5.2. Pleine voie

Les pleines voies 323-324/423-424 du côté de Gland, sont équipées de compteurs d'essieux actifs en permanence de type AZS 350 (Siemens). Les registres de comptage d'essieux se trouvent à Nyon.

C2 – Internal

2. Description de la prestation

Les dénominations des éléments IS dans ce chapitre sont en noir ou rouge sur les plans car ils correspondent à l'état final après l'exécution du projet.

2.1. Appareil d'enclenchement

Le but du projet est de remplacer l'enclenchement à relais actuel (Do67) par un enclenchement électronique dans un nouveau bâtiment de service. L'emplacement du bâtiment a été défini par le service d'accès aux trains et bâtiments techniques (BAT) en collaboration avec tous les services; il sera positionné près de l'ancienne halte de Prangins au nord des voies, au Km 37.072. Le type d'enclenchement sera choisi durant la phase de projet de construction via le processus de décision lié aux contrats cadres. Etant donné que la mise en service est prévue en 2031, le nouvel enclenchement sera basé sur de nouveaux contrats cadres pas connus pour le moment.

2.2. Signalisation

La signalisation de type lumineux sera remplacée par de la signalisation de type numérique. En vue de la mise en service en 2031 (dépôt du dossier PAP en 2025), le projet ne tient pas compte de la stratégie ERTMS et se base sur la signalisation optique. Les signaux sont repositionnées pour diverses raisons telles que l'amélioration du distancement, la prise en compte des projets futures à Nyon[1], les modifications de réglementations, ainsi que les changements dans la manière d'exploiter la gare. Par ailleurs les deux signaux de groupe ne sont plus autorisés et sont donc remplacés par des signaux de voies. Pour plus de détail concernant la signalisation, il faut se référer aux SiKo, ainsi qu'à la tabelle de signalisation et aux documents liés au distancement (Tabelles PfS, Preuve du distancement (ZLR), Tabelle de signalisation). Une proposition RADN a été réalisée en fonction du ZLR.

2.2.1. Signaux d'entrées

Les signaux d'entrées A (A764 et A864) et J (J771 et J871) sont avancés dans le but de laisser l'espace suffisant pour accueillir les nouvelles diagonales qui seront posées lors du projet de la gare AS35. Cela permet de démanteler les signaux répétiteurs d'entrée du côté de Lausanne (24A**100 et 24A**200) et de ne pas déplacer les nouveaux signaux dans le projet suivant. Les signaux d'entrées se retrouvent à plus de 500 mètres de la première aiguille, mais cette situation est provisoire jusqu'à la réalisation des diagonales et validée par l'exploitation. Les détails sont précisés dans le rapport de sécurité §1.5.6.3.

2.2.2. Signaux de tronçon de voie

Les voies 40, 51, 2, 53, 54 et 55 en direction de Lausanne (barrière de signaux E et F), ainsi que les voies 1, 2, 3 (63) et 4 et 50 en direction de Genève (barrière de signaux G et H) disposent de signaux de voie.

Les barrières de signaux C (C31 et C32) et D (D31 et D32) sont des signaux de tronçons de voie entre les signaux d'entrées et les signaux au bout des quais pour pouvoir réaliser le distancement à deux minutes et pour pouvoir accélérer plus tôt, respectivement freiner plus tard, c'est-à-dire le plus proche possible des aiguilles.

2.2.3. Signaux de sortie

Les signaux de sortie en direction de la pleine voie sont les barrières B (B21 et B22) en direction de Lausanne et I (I81 et I82) en direction de Genève. Ils sont équipés des signaux d'arrêt de manœuvre en place des signaux nains.

[1] Le projet de renouvellement de l'enclenchement à Nyon (ce projet) est une première étape pour le projet de quais qui suivra: *AS35 Nyon: Installations d'accueil et successions serrées*, ISP 1161180.

C2 – Internal

2.2.4. Signaux de barrage

Le signal de barrage S40 présentant toujours l'image d'arrêt est remplacé par un signal principal G50. L'exploitation peut ainsi effectuer un croisement en arrêtant un train provenant depuis Lausanne sur les voies 50 et 40 et de faire passer un autre train sur la voie 1 depuis Genève. Ensuite le premier train peut continuer sa marche sur la voie 1. Dans la même idée, un signal E40 dans l'autre sens a été demandé par l'exploitation pour augmenter la flexibilité d'exploitation, y compris durant toutes les phases de travaux des différents projets.

2.2.5. Signaux de groupe

Il y a deux signaux de groupe à Nyon actuellement:

Le premier, le signal 25B4-7 est remplacé par des signaux de voie F54 et F55. La voie 56 n'est pas centralisée et n'offre pas d'entré ni de sortie en itinéraire train.

Le deuxième, le signal 25C3-4, est plus compliqué à remplacer par des signaux de sorties indépendants, étant donné que le quai 3 s'étend sur presque 100 mètres au-delà de l'aiguille reliant les voies 3 et 4 (AV27). Il a donc été décidé lors de la Roundtable du 29 janvier 2020 de mette un pseudo signal de groupe H63 ainsi qu'un signal de voie G4. Il est donc possible d'effectuer une entrée dite longue sur la voie 3 et une entrée « courte » sur la voie 4. L'itinéraire est ensuite prolongé jusqu'au signal H63. Les signaux G4 et H63 doivent être couplés car il n'y a pas 180m de distance entre eux. Le signal G4 a été positionné à 42 mètres du signal limite de garage de l'AV27 pour respecter la distance de glissement à 40 km/h et pente -6.9‰. Une signalisation complémentaire composée de signaux nains (3A et 4A) et de sabots dérailleurs (SD25 et SD26) permet aussi d'éviter des erreurs d'appréciation tout comme le contrôle de la marche des trains, en particulier les empêchements de départ. Il est à noter que si un train marchandise ou un train au départ ou rebroussant se situe devant le signal nain 3A, le risque d'erreur ou de mauvaise interprétation est quasi nul, car un sabot sur rail est une information claire pour le mécanicien que le signal vert n'est pas pour lui.

Un troisième signal (E40) peut être assimilé à un signal de groupe:

Le signal E40 est accessible depuis les voies 50, 59, 58 et 57, mais les risques de ce signal sont quasiment inexistants pour les raisons suivantes:

- Les voies 59 et 58 sont équipées de sabots dérailleurs, ce qui empêche le risque de collision si un convoi démarre depuis ces voies lorsque le signal E40 est ouvert.
- Depuis la voie 57, il n'y a pas de visibilité sur le signal E40, car dans la ligne de mire du signal se trouve toute une série de mât LC, ainsi qu'une paroi anti-bruit.
- Il n'y a pas de garage planifié à l'horaire (en exploitation normale) sur la voie 57.
- Entre le signal nain 57B et le point dangereux (signal limite de garage de l'AV10), il y a l'AV12 et dès que le convoi sera sur cet AV contrôlé par l'enclenchement, le signal d'entrée va chuter. Le train provenant de GE va s'arrêter.
- La lentille du signal E40 sera orientée en directement de la voie 50, ainsi il sera difficile pour un mécanicien sur la voie 57 de voir l'image du signal.

2.2.6. Signaux répétiteurs

Étant donné que la gare est en courbe et qu'il n'est pas possible d'observer les signaux en bout de quais pour toutes les compositions de trains, les signaux répétiteurs 25B**2 et 25B**3 sont

C2 – Internal

remplacés par de nouveaux signaux répétiteurs F**2 et F**53. Le signal annonciateur de voie libre FB1 est remplacé par un signal répétiteur F**1, qui transmettra les annonces pour le signal F51 et pour le nouveau signal E40.

Concernant les signaux répétiteurs, il faudra tenir compte de leurs particularités:

- Dispositif de contrôle de l'état libre de la voie nécessaire ou pas selon le type d'enclenchement choisi.
- Problématique des compteurs d'essieux lors de l'arrêt proche de celui-ci.

2.2.7. Signaux de pleine voie

Les signaux de pleine voie sont repositionnés pour améliorer le distancement et le rendre compatible avec le mandat de distancement à 2 minutes du projet AS35. Le projet s'étend des signaux de sorties de Gland (km 33.9) avec l'ajout de signaux avancés jusqu'après les diagonales de Murat (km 43.0).

Les signaux de la pleine voie entre Gland et Nyon doivent dans tous les cas être remplacés car ils appartiennent à l'enclenchement de Nyon. Des signaux avancés doivent être ajoutés aux signaux de sorties pour que le premier signal appartenant à l'enclenchement de Nyon soit un signal principal avec l'image arrêt et donc raccourcir les blocks et le distancement.

Les signaux de la pleine voie entre Nyon et Coppet sont en partie remplacés et intégrés au nouvel enclenchement de Nyon, car il n'est pas possible de s'arrêter abruptement aux signaux d'entrées de Nyon depuis GE et de respecter un distancement à 2 minutes. Ceci permet de réaliser une transition douce entre les deux enclenchements et évite de devoir remplacer plusieurs fois les signaux d'entrées et de sorties de la gare de Nyon. L'investissement réalisé dans le cadre du projet de l'enclenchement amène à une économie globale sur les deux projets de la gare de Nyon.

2.2.8. Signaux nains

Toute la gare est équipée avec des signaux nains, mais celle-ci a été repensée en collaboration avec l'exploitation selon les trois axes ci-dessous:

- Besoin actuel et futur de manœuvre avec la suppression et l'ajout de différents signaux
- Amélioration de la capacité avec l'ajout de signaux nains de sens contraire pour une libération plus rapide.
- Mesures d'économie (CAPEX)

2.3. Contrôle de la marche des trains

Toute l'installation est dotée d'un dispositif de contrôle de la marche des trains conformément aux réglementations R I-20027 *Concept d'utilisation du système de contrôle de la marche des trains sur les tronçons avec signalisation extérieure* et R I-50115 *Règles de planification LEU, Eurobalises et Euroloops*. Etant donné que le projet concerne un remplacement de l'enclenchement, les libérations de vitesse (« Release speed ») sont prises en compte, tout comme les empêchements de départ. Pour plus de détail, il faut consulter les SiKo, ainsi que les tabelles de décision pour l'empêchement de départ / release speed L43 et la tabelle de d'analyse des empêchements de départ L44. Tous les points de contrôle de la marche des trains sont équipés de la surveillance de vitesse en plus de la surveillance arrêt / avertissement.

2.4. Distances de glissement

Les distances de glissement sont calculées de sorte à permettre au maximum des itinéraires simultanées en fonction de la topologie des voies actuelles selon la réglementation R RTE 25011

C2 – Internal

Distance de Glissement. Celles-ci sont répertoriées dans le rapport de sécurité §4.2.4.1. Côté Lausanne, les voies 51, 2 et 53 permettent des itinéraires trains simultanés, tandis que les voies 54 et 55 ne le permettent pas mutuellement et ont des verrouillages particuliers (BV). Du côté de Genève, la voie 1 permet seulement des itinéraires simultanés à 40 km/h (Tiefhaltung), la voie 2 ne le permet pas (BV) et les voies 3 et 4 permettent des itinéraires simultanés.

En itinéraire manœuvre, les voies 51 et 2 du côté de Lausanne ont des verrouillages particuliers, car les signaux principaux et nains sont posés dos-à-dos et ne respectent pas la distance minimum de 20 mètres.

2.5. Protection de flanc

La protection de flanc a été complétement revue en fonction de la réglementation R RTE 25053 *Protection de flanc des itinéraires de train, édition 02.09.2020*. L'analyse du choix de la protection est présentée dans le rapport de sécurité §4.2.4.4.

Des sabots dérailleurs ont été ajoutés ou renouvelés:

- SD 8 pour protéger contre les dérives de la voie 33. Il est mis à 25 m du point dangereux, malgré que L_E = 7 m selon le R RTE 25053 3.3.1.
- SD 16 et SD 17 pour protéger de la zone de manœuvre à main les itinéraires trains sur l'AV10D.
- SD 956 pour protéger contre les dérives de la voie 56. Il est mis à 7.3 m du point dangereux (L_E = 7 m selon le R RTE 25053 3.3.1)
- SD 25 et SD 26 pour protéger contre la dérive, car la pente est en direction de Genève, ainsi que pour éviter des prises en écharpes liées au pseudo signal de groupe H63.

Le SD 6 est supprimé car la voie 30 est à plat (0 ‰). Le profil en long est disponible dans le rapport de sécurité §4.2.4.4 en bas de la tabelle.

La limite entre Nyon et Nyon-Eysins est actuellement traitée grâce à une autorisation exceptionnelle (Autorisation n°305). Cette autorisation permet d'éviter qu'un train n'arrive pas à s'arrêter au niveau du signal nain 74B en couplant le signal nain et le signal de manœuvre ME40. Une analyse de risque SAF_0707 a été réalisée pour définir les risques liés à une dérive, car la ligne de Nyon-Eysins n'est pas centralisée et est en forte pente sur toute sa longueur. Par suite de cette analyse, il a été décidé d'ajouter une aiguille de déraillement (AV41) dans la courbe entre le passage à niveau de Clémenty et la gare de Nyon. La voie est centralisée jusqu'au passage à niveau non compris.
Le projet régularise donc la situation car l'AV41 de déraillement à retour automatique est ajouté pour protéger contre les dérives depuis Eysins. De plus l'itinéraire manœuvre court du SN84B au SN74B sera exclu dans l'enclenchement. La manœuvre en provenance de Nyon-Eysin disposera d'un IM allant au moins jusqu'au SN63B.
Le signal de manœuvre VE40B est conservé pour éviter que le convoi n'engage et ne bloque le PN de Clémenty alors que le SN84B est à l'arrêt. Ce signal doit être programmé pour conserver les conditions d'ouverture actuelles adaptées à la nouvelle situation: IM établi du SN84B au SN63B au moins, ELV 74, 28w et 63 libres, feux routiers du PN de Clémenty enclenchés.
L'autorisation n°305 peut être annulée.

Les risques de dommage en termes de fréquence et d'étendue, ainsi qu'une évaluation de ceux-ci en cas de déraillement dû à la protection de flanc sont décrits dans le rapport de sécurité §4.2.4.6.

C2 – Internal

2.6. Appareil de voie et chauffage d'AV

Les appareils de voie sont renumérotés pour anticiper la diagonale de Prangins (AV1-2) du projet de la gare de Nyon AS35 (ISP1161180), ce qui fait que dans ce projet la numérotation commence par l'AV3.

L'utilisation de contrôle de lame a été analysé en se conformant à l'annexe *A2 Contrôle de lames* de la réglementation R RTE 25022 *Aiguilles, croisements, dispositifs de déraillements*, édition 02.09.2020. Les résultats sont indiqués dans les SiKo, ainsi que dans le rapport de sécurité §4.2.4.9.

Les moteurs actuels des appareils de voie seront remplacés à la mise en service de l'enclenchement.

2.7. Interdiction de voie

Pour les enclenchements électroniques toutes les voies et aiguilles peuvent être interdites.

2.8. Entrées sur voie occupées et sorties de voies occupées

Les entrées sur voies occupées ont été adaptées en fonction des besoins de l'exploitation et de la réglementation R RTE 25059 *Entrée sur voie occupée*. Le but étant d'avoir un maximum de souplesse sur les voies secondaires.

Le DE-OCF ad art. 39, DE 39.3.a, ch. 3.3.1.a est interprété de manière que les tronçons pouvant être occupés doivent se trouver au minimum à la distance de freinage de la catégorie A50 pour la pente déterminante. Les tronçons pouvant être occupés sont décrit dans le rapport de sécurité §4.3.7. L'ELV 40 ne peut pas être occupé pour les IT depuis le signal D31, car la distance entre le signal d'entrée D31 et l'ELV est trop courte pour freiner de 40 km/h à 0 pour les catégories de trains A50 et A60 à cause de la pente de -9.8 ‰.

Aucune sortie de voie occupée n'est existante pour le moment et n'est prévue pour le futur.

2.9. Dispositifs anti-engorgement

Actuellement il y a un pseudo dispositif anti-engorgement du côté de Genève. En effet, il y a un block zéro mètre avec les signaux d'entrée et les signaux de block dos-à-dos. L'anti-engorgement empêche la création de deux itinéraires un en face de l'autre. Ceci est fait via l'enclenchement dans l'enregistrement de l'itinéraire. Le but dans ce projet est de conserver quelque chose de similaire. C'est-à-dire qu'il faut un couplage de la demande du sens de marche avec la demande de l'itinéraire dans l'enclenchement. A priori, ces fonctionnalités sont standards et ne nécessitent pas de développement spécifique. Si le sens de marche ne peut pas être obtenu, l'itinéraire ne peut pas se faire. Du côté de Lausanne, il faudra quelque chose de similaire pour gérer le sens de marche pour le block de Prangins. Des précisions concernant ces dispositifs seront apportées lors de la réalisation du cahier des charges NIP. Cela concerne les signaux A864-B22, A764-B21, I82-J871, I81-771.

2.10. Dispositifs ELV

Les dispositifs ELV ont été adaptés en fonction des réglementations R RTE 25021 *Equipements de contrôle de l'état libre de la voie* et R I-50173 *Concept pour l'utilisation des dispositifs de contrôle de l'état libre de la voie*. Tous les tronçons ELV atteignent au minimum 22 mètres. Les ELV prolongés sont indiqués dans le rapport de sécurité §4.3.9. avec la longueur du prolongement et le nom de l'ELV voisin. Il n'y a pas de tronçon ELV commun, cependant un certain nombre d'AV (ELV) sont imbriqués les uns dans les autres et la libération d'un des ELV ne signifie donc pas que le PEL est dégagé.

C2 – Internal

Le contrôle étendu de l'état libre de la voie au signal selon la réglementation R RTE 25052 *Itinéraires de trains* est utilisé pour les signaux D32 et F53, avec des contrôles des ELV 32.2 et 53.1, comme décrit dans le rapport de sécurité §4.3.5. Dans les autres cas, des signaux nains de sens opposé ont été ajoutés pour qu'il n'y ait pas de contrôle étendu et ainsi permettre une libération plus rapide de l'itinéraire.

2.11. Passages à niveau

Aucun passage à niveau n'est concerné par le projet.

2.12. Câbles

L'installation des câbles est entièrement renouvelée. Cela inclut le câble de ligne, les câbles principaux et secondaires, les KV. La liste des câbles nécessaires pour les installations de sécurité ainsi que leurs répartitions dans les nouveaux KV ont été transmis au service des câbles. Pour réaliser ces documents, l'hypothèse d'un enclenchement de type Simis W a été prise. Si un enclenchement de type Elektra 2 était choisi, cela augmenterait quelque peu le nombre de câbles secondaires nécessaires, mais cela ne change en rien la quantité de câbles primaires.

2.13. Autres éléments

Les ordres de départ sont actuellement donnés par sms. Il n'y a pas de changement à ce niveau-là. Cependant il faudra prendre en compte le démontage des éléments pour les ordres de départ encore présents.

2.14. Technique de commande

La conduite de l'exploitation a lieu depuis le Centre d'Exploitation Ouest. L'évaluation des coûts pour la technique de commande est réalisée séparément par le chef de projet LTT, mais est intégré au total des coûts IS. Etant donné que l'exploitation est déjà automatisée et faite depuis CEO, la partie ILTIS est mise à jour pour l'exploitation. Les coûts ont été évalués en prenant en compte la variante la plus défavorable (la plus chère). Les coûts pourront être précisés une fois le choix de l'enclenchement fait.

2.15. Interfaces et enclenchements voisins

Les interfaces vont être quelque peu modifiées dans le cadre de ce projet.

Le block entre Nyon et Gland (Do67, 1977) reste le même, mis à part un changement au niveau des dénominations des voies et des images transmises et reçues.

- NY – GLA: Block INTEGRA TMN avec compteur actif permanant remis en position normal à la gare de Nyon avec banalisation pour les voies 323-324 et 423-424 (nouvelles voies 761-861).

Le block entre Nyon et Coppet (Do67, 1986) ne sera plus au même endroit, car une partie de la pleine voie entre Nyon et Coppet est intégrée à l'enclenchement de Nyon. Les images transmises et reçues seront aussi différentes.

- NY – MUR: Block INTEGRA TMN avec compteur actif permanent remis en position normal à la gare de Coppet avec banalisation pour les voies 327-427 (nouvelles voies 776-876).

Le block interne pour les voies 91-92 va disparaitre:

- NY – MUR: Block INTEGRA TMN avec compteur actif permanent remis en position normal à la gare de Nyon avec un block interne uniquement dans le sens NY-MUR pour les voies 91-92.

Cela sera remplacé par une fonctionnalité interne à l'enclenchement électronique permettant la gestion du sens de marche.

C2 – Internal

La voie de Nyon-Eysins est fortement liée à Nyon. Mais il n'y a que l'alimentation des éléments de la voie de Nyon-Eysins (passages à niveau, compteurs d'essieux…) qui est intégrée à l'enclenchement de Nyon. Cela implique de changer ces câbles et de tester le fonctionnement des éléments sur la voie de Nyon-Eysins pour contrôler que le recâblage ait été effectué correctement.

Un objectif du projet est de prendre en compte qu'à moyen terme l'enclenchement de Gland sera intégré à l'enclenchement de Nyon. C'est pourquoi il faut réserver suffisamment de place dans l'enclenchement de Nyon pour mettre les armoires nécessaires pour les installations de sécurité de Gland, ainsi que les futurs développements de cette gare.

2.16. Vitesse géométrique

La vitesse pour les trains pendulaires V_N est limitée à 150 km/h côté Coppet dans la zone d'aiguilles (km 38.965 <-> km 38.365) au lieu de 155 km/h à cause de la géométrie. La vitesse actuelle de 155 km/h est trop élevée et ne respecte plus les normes selon le géomètre.

La vitesse entre l'AV27 et la voie 4 est limitée à 40 km/h à cause d'une courbe.

Selon le géomètre, les dérogations ont dû être obtenues pour permettre les itinéraires train à 60 km/h:

- Entre la voie 31 et 3 pour la distance insuffisante entre les pointes de l'AV5 et l'AV6.
- Entre la voie 72 et 3 pour l'insuffisance de dévers sur le cercle qui suit l'AV27.
- Entre la voie [71] et 2 pour l'insuffisance de dévers sur l'AV30.
- Entre la voie 3 et 71 (rebroussement de la voie 3 pour un départ vers GE) pour la distance insuffisante entre l'AV29 et AV30.

2.17. Longueurs utiles et points d'arrêt

Les longueurs utiles des quais pour les trains **voyageurs** sont conservées, sauf la voie 1 côté Genève (-6 m). Le nouveau signal H1 s'y trouve à 4 m du quai et déjà à la distance de glissement minimale pour permettre les circulations simultanées sur la voie 1 et 2. Côté Lausanne, le répétiteur F**1 placé à 3.7 m de la bordure, ne limite pas la longueur utile, mais un train s'arrêtant devant disposerait également de -7 m de bordure.
Les signaux H2 et H63 sont à 11 m du dernier point d'arrêt (IPA3), c'est légèrement moins que le 15 m optimaux. Le déplacement du H2 nécessiterait la construction d'une potence. Le H63 ne peut pas être reculé car il est déjà à 4 m permis en aval du SN63A.

Les longueurs utiles pour les **trains sur les voies sans quai** sont généralement raccourcies, car les nouveaux signaux de tronçon de voie (barrière F) en direction de Lausanne sont placés devant les signaux existants. La différence est de ~26 m pour F51, F2, F53 et plus pour F54 et F55 qui remplacent le signal de groupe 25B4-7.

Les longueurs utiles pour la **manœuvre et le garage** (voies directes pas évaluées, nouvelle numérotation des voies):

- Raccourcies pour les voies 33, 57, 58, 59, 3, 4 principalement pour régulariser les distances entre les sabots dérailleurs et les points limite de garage, et pour la voie 68 et le talon gauche de l'AV18 (ancienne voie 50) à cause du remplacement des heurtoirs.
- Conservées pour les voies 40, 50, 53, 54, 55, 56 – on garde les joints isolants existants
- Prolongée pour la voie 30 – sabot dérailleur supprimé.

C2 – Internal

3. Devis

3.1. Coûts

Les coûts du projet pour la partie des installations de sécurité sont calculés grâce au programme SA Kostentool. Les résultats sont résumés dans la table ci-dessous. La variante présentée ici comprend les coûts estimés du développement spécial pour maintenir le signal de manœuvre VE40B. Les coûts de la technique de conduite (ILTIS) sont calculés séparément, mais sont ajoutés dans la Tabelle 1. Les coûts pour le chauffage d'aiguille ne sont pas comptabilisés ici.

Le total des coûts du projet de Nyon – Nouvel enclenchement (1162414) pour les installations de sécurité et la technique de conduite est de: **11'044'000 CHF**. Ce montant est donné avec une précision de ± 10%.

Les coûts liés au contrat cadre NIP1 sont estimés à **3'438'000 CHF**.

Tabelle 1. Résumé des coûts pour les IS par type et par phase

Coûts IS par type [kCHF]	Gland	Coppet	Nyon	Total
Montage	186	159	1'718	**2'063**
Matériel	55	153	5'612	**5'819**
Honoraires	326	272	1'879	**2'477**
Technique de conduite	70	50	565	**685**
Total [± 10%]	**636**	**634**	**9'773**	**11'044**

Coûts IS par phase [kCHF]	Gland	Coppet	Nyon	Total
Avant-projet (coût réel 276 kCHF)	16	17	247	**281**
Projet de construction	25	25	171	**221**
Exécution	595	592	9'355	**10'542**
Total [± 10%]	**636**	**634**	**9'773**	**11'044**

3.2. Structure quantitative

Les tabelles ci-dessous présentent le nombre d'éléments nouveaux, démantelés, ainsi que le nombre d'éléments NIP en fonction du type d'éléments et du poste d'enclenchement.

Tabelle 2. Nyon: nombre d'éléments neufs, démantelés et NIP par type d'élément

Eléments à Nyon	Neufs	Démantelés	NIP
Moteur d'aiguilles AV	26	24	26
Moteur d'aiguilles SD	6	2	6
Compteurs d'essieux AzLM	63	14	0
Contact de rail	0	3	0
Circuit de voie UGSK	24	38	0
Signaux nains	46	46	46
Signaux L (tous les types)	0	26	0
Voie occupée et signal auxiliaire	0	4	0
Signaux N (principaux, avancés et répétiteurs)	42	0	42
Balises ETCS (groupes)	51	26	0
Euroloop Modem (ELM)	1	2	0
Loop (10 m)	16	65	0
KV	14	18	0
Block	4	4	4
Mises à terre	250	200	0
Total (nombre d'éléments NIP)	**-**	**-**	**124**

Tabelle 3. Gland: nombre d'éléments neufs et démantelés par type d'élément

Eléments à Gland	Neufs	Démantelés
Circuit de voie UGSK	2	2
Signaux nains	2	2
Signaux L principaux	2	2
Signaux L avancés	3	0
Balises ETCS (groupes)	2	2
Mises à terre	10	10
Eléments de pupitre	10	10

Tabelle 4. Coppet: nombre d'éléments neufs et démantelés par type d'élément

Eléments à Coppet	Neufs	Démantelés
Compteurs d'essieux AzLM	2	6
Signaux L (tous les types)	2	10
Balises ETCS (groupes)	0	10
KV	0	4
Block	2	2
Mises à terre	6	6

3.3. Délimitation

Les éléments ci-dessous ne sont pas compris dans les coûts:

- Les câbles, les canalisations et les traversées à câbles
- Le bâtiment de service (Premoco)
- Le chauffage d'aiguille
- Les liaisons Télécom
- L'alimentation sans coupure (ASC ou USV)
- Le projet de quais
- L'intégration de l'enclenchement de Gland dans Nyon.

C2 – Internal

4. Risques/opportunités

Risques:

- Les coûts sont évalués avec des tabelles de prix actuelles pour une mise en service dans 6 ans, ceux-ci peuvent évoluer. Ils ont déjà évolué par rapport à l'étude préliminaire. De plus le choix de l'enclenchement a aussi un impact important et celui-ci n'a pas encore été déterminé. Par ailleurs les contrats cadres sont en définition actuellement. La renégociation de ceux-ci peut avoir un impact non négligeable sur le coût total que cela soit en positif ou en négatif.

- Etant donné que le projet se situe à Nyon, il faut prendre en compte que certains travaux ne peuvent pas se faire toute l'année. En effet, durant les mois de la récolte des betteraves et du Paléo Festival, il n'est pas possible de restreindre l'exploitation en effectuant des travaux qui limiteraient le nombre de voies disponibles ou qui pourraient éventuellement engendrer des dérangements.

Opportunités:

- Etant donné que ce projet est un prérequis pour effectuer le projet AS35 installations d'accueil et successions serrées, il faut dans la mesure du possible s'adapter au maximum à l'évolution de ce deuxième projet pour prendre en compte les modifications qui seraient déjà intégrables dans cette *première phase*, comme la position des KV ou des signaux de pleines voies, mais aussi la réserve de place disponible dans les KV ou dans l'enclenchement.

C2 – Internal

5. Précisions de certains points du mandat

5.1. Nécessité d'un nouvel enclenchement

Ce projet est réalisé car l'enclenchement n'est pas adaptable à des modifications aussi lourdes que demandées dans le projet AS35. Ajouter 3 diagonales de chaque côté de la gare sur les voies principales, ainsi que de modifier presque toutes les voies en gare demandent d'énormes modifications de l'enclenchement. Réaliser ces modifications sur un enclenchement à relais est compliqué car il faut adapter tout le câblage. Les phases de tests sur des éléments existants nécessitent des retours en arrière qui sont difficiles et demandent aussi beaucoup de travail et de temps. Cela augmenterait significativement la durée de l'exécution et donc son coût.

Par ailleurs, le local d'enclenchement actuel n'est probablement pas suffisamment grand pour effectuer toutes ces modifications.

Le mandat stipule que l'enclenchement est en fin de vie en 2031, donc il n'y a pas de justifications de maintenir la substance étant donné que le projet de gare est prévu pour à l'horizon 2035.

Si la substance est maintenue, il y aura aussi des problèmes techniques qui apparaitront lors du projet AS35:

- Etant donné que nous allons réaliser une BAUF (commutation du mode d'exploitation protection de flanc CMEPF) pour le projet AS35, Daniel Muller (I-NAT-SAZ-PLE-SEN) a confirmé que ceci ne se ferait pas sur un Do67. L'expérience de Coppet (Do67) a montré que cela n'est pas acceptable pour les raisons suivantes:
    - La sécurité de la BAUF sur un Do67 est très limitée en comparaison de celle sur un enclenchement électronique. (RStw -> « Verrouillage papier » des conditions de basculement de mode et contrôle faible, Estw -> contrôle en continu de l'occupation des voies, sécurité élevée.)
    - La BAUF sur un Do67 nécessite donc un gros développement « papier » (analyses de risques, validations) pour un résultat largement inférieur à une BAUF sur un enclenchement électronique.
    - Les spécialistes des BAUF aux CFF et chez Siemens sur Do67 partent à la retraite et cela poserait aussi des problèmes de maintien du savoir-faire pour la suite.
- Garder le Do67 impliquerait de ne pas faire de BAUF et augmenterait le prix du projet AS35 de plusieurs dizaines de millions comme il a été remarqué ces derniers temps avec les différentes variantes de ce projet (AV de protection nécessaire au milieu des voies, murs de soutènement beaucoup plus conséquents, déplacement des AV dans la courbe côté Lausanne…)

C2 – Internal

5.2. Fiabilité et maintenabilité des équipements

La question de la fiabilité et de la maintenabilité des équipements a été traitée. Les compteurs d'essieux sur les diagonales sur les voies principales sont doublés. Des images supplémentaires sont ajoutées aux signaux pour les cas où la protection de flanc absolue serait manquante. Cela permet de tout de même circuler à 80 km/h au lieu d'être à l'arrêt ou en marche à vue. Ce sont les éléments standards qui sont traités dans les projets lorsqu'il y a besoin d'une disponibilité élevée. Le type d'installation (choix de l'enclenchement, Simis W ou Elektra 2) n'est pas de notre ressort, car c'est lié au contrat cadre. Si d'autres éléments sont jugés nécessaires par I-NAT-SAZ, il faudrait le demander explicitement dans le mandat.

Cependant il est difficile de prendre en compte la fiabilité des accès pour la maintenance corrective, par exemple le remplacement des ampoules dans les signaux, car l'emplacement des signaux est défini par de nombreux critères (topologie, distancement, aiguilles, visibilité…) et ne laisse que peu de choix pour les accès. Les endroits où des signaux peu accessibles sont implémentés, les accès seront améliorés par l'aménagement du terrain (porte d'accès, escaliers…). Les accès à l'enclenchement sont prévus par BAT.

5.3. Futur enclenchement *satellite* de Gland

Contrairement à ce qui avait été demandé par les mandants en étude préliminaire, l'objectif n'est pas de créer un enclenchement satellite pour Gland, mais d'intégrer celui-ci à Nyon. Ce ne sera donc pas un enclenchement satellite, mais 2 points d'exploitation dans le même enclenchement. Un module supplémentaire dans le Premoco a été demandé entre l'étude préliminaire et l'avant-projet pour pouvoir intégrer les éléments IS de Gland dans Nyon. Comme déjà écrit dans le chapitre 3.3, l'intégration des éléments de Gland dans Nyon ne fait pas partie de ce projet et n'est donc pas inclue dans le devis.

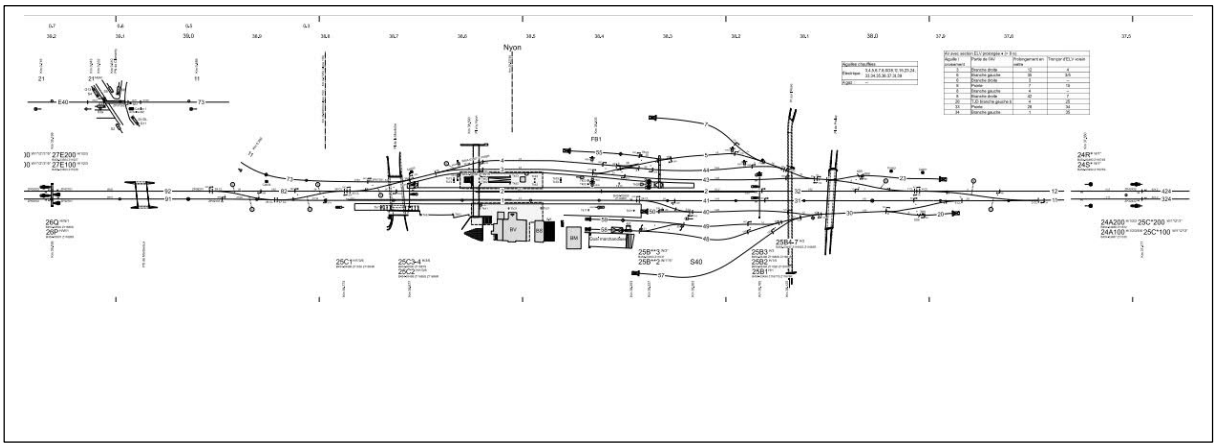
C2 – Internal

SBB CFF FFS

Cahier des charges V2.0 (avant-projet)

Statut: ~~Ébauche/Vérification/~~Définitif

Désignation du projet: Renouvellement de l'enclenchement
Numéro de ligne/lieu: 150, Nyon
Numéro ISP: 1162414





Etude et Projet:			
Mandant:	**Nom:**	**Mandataire:**	**Nom:**
I-AEP-BPS-RWT	**Nicole Alain**	**I-AEP-PJM-RWT**	**Destraz Blaise**

Remarque: Texte en *italique, police bleue:*
Ce texte est destiné à l'auteur du document. Il constitue une aide sous forme de check-list. Il peut être masqué («Options», «Affichage») et n'est pas imprimé. Si ce texte ne s'affiche pas, cliquer sur «¶» sous «Démarrage».

Liste des modifications

Version	Date	Modifications par rapport à la version précédente
0.2	22.07.2021	Modèle LaHe à jour

Table des matières

1 Introduction 6

1.1 Contenu et objet du document 6

1.2 Responsabilité et validité 6

1.3 Résultats des livrables 6

2 Déclencheur 6

3 Concept du trafic ferroviaire cible et environnement de la gare (20 et suiv.) 6

3.1 Besoins à définir en matière de trafic Exploitation normale 6

3.1.1 Volumes de trafic et paramètres de sillon 7

3.1.2 Graphiques du réseau et des lignes 7

3.1.3 Temps de distancement des trains opérationnel 9

3.1.4 Vitesses 9

3.1.5 Autres paramètres de performance 10

3.1.6 Prévisions relatives au nombre de trains 10

3.1.7 Nombre de mises en garage 10

3.1.8 Spécificités régionales 10

3.2 Exploitation normale 10

3.2.1 Concept d'exploitation 10

3.2.2 Concept de production 11

3.2.3 Situation de mise en garage 12

3.3 Modes d'exploitation exceptionnels 12

3.3.1 Service de maintenance 12

3.3.2 Exploitation en cas de dérangement 12

3.3.3 Exploitation en cas de détournement 13

3.3.4 Exploitation en cas d'événement 13

3.3.5 Exploitation particulière/spécificités de l'installation 13

3.4 Topologies 13

3.4.1 Exploitation normale 13

3.5 Parcours 14

3.5.1 Itinéraires de trains 14

3.5.2 Parcours (n-1) 14

3.5.3 Limites des systèmes et des composants (projet) 14

3.5.4 Sectionnements électriques de la ligne de contact 15

3.5.5 Lieux de départ ETCS Level 2 15

3.6 Équipements d'infrastructure 15

3.7 Installations d'accueil 15

3.7.1 Quais et accès 15

3.7.2 Traversées de personnes en gare 15

3.7.3 Correspondances entre les différents modes de transport pour la mobilité combinée 15

3.7.4 Logistique d'approvisionnement et d'élimination des déchets 15

3.8 Accès pour le trafic marchandises 16

3.9 Accès pour l'exploitation et l'entretien des trains 16

3.9.1 Accès pour le personnel ferroviaire 16

3.9.2 Site Disponibilité et entretien 16

3.9.3 Zones intermédiaires de sécurité ... 16
3.10 Développement de sites et types de mobilité ... 16
3.10.1 Projets IM en gare ... 16
3.10.2 Développements des constructions urbaines et locales aux abords de la gare ... 17
3.10.3 Protection des paysages, des sites et des monuments historiques ... 18
3.11 Terrains et droits ... 18
3.11.1 Constructions provisoires et compensations ... 18
4 Situation réelle 20xx ... 19
4.1 Base de trafic et d'infrastructure ... 19
4.1.1 Historique ... 19
4.1.2 Volumes de trafic/sillons ... 19
4.1.3 Graphiques des lignes ... 19
4.1.4 Offre horaire ... 19
4.1.5 Vue d'ensemble des infrastructures ... 19
4.2 Exploitation normale ... 19
4.2.1 Situation d'exploitation ... 19
4.2.2 Situation de mise en garage ... 19
4.3 Modes d'exploitation exceptionnels ... 19
4.3.1 Service de maintenance ... 19
4.3.2 Exploitation en cas de dérangement ... 20
4.3.3 Exploitation en cas de détournement ... 20
4.3.4 Exploitation en cas d'événement ... 20
4.3.5 Exploitation particulière/spécificités de l'installation ... 20
4.4 Topologies ... 20
4.4.1 Parcours (n-1) ... 20
4.4.2 Limites des systèmes et des composants ... 20
4.4.3 Sectionnements électriques de la ligne de contact ... 20
4.5 Parcours ... 20
4.5.1 Itinéraires de trains ... 20
4.5.2 Itinéraires de manœuvre ... 20
4.5.3 Parcours de manœuvre ... 21
4.5.4 Particularités lors de la manœuvre ... 21
4.5.5 Lieux de départ ETCS Level 2 ... 21
4.6 Bâtiments et terrains ... 21
4.6.1 Bâtiments nécessaires à l'exploitation ... 21
4.6.2 Bâtiments n'étant pas nécessaires à l'exploitation ... 21
4.7 Ouvrages d'art ... 21
4.7.1 Eau/eaux usées ... 22
4.7.2 Nature/risques naturels ... 22
4.8 Voie ferrée ... 22
4.9 Installations de courant de traction ... 23
4.9.1 Énergie ... 23
4.9.2 Courant de traction ... 23
4.10 Installations de sécurité ... 23
4.11 Installations basse tension et installations de télécommunication ... 24
4.11.1 Installations basse tension ... 24
4.11.2 Installations de télécommunication ... 24
4.12 Installations d'accueil ... 24
4.12.1 Quais et accès ... 24
4.12.2 Traversées de personnes en gare ... 24
4.12.3 Correspondances entre les différents modes de transport pour la mobilité combinée ... 24

4.12.4 Logistique d'approvisionnement et d'élimination des déchets 24
4.13 Accès pour le trafic marchandises, l'exploitation et l'entretien 24
4.13.1 Accès au trafic marchandises 25
4.13.2 Accès pour le personnel ferroviaire 25
4.13.3 Site Disponibilité et entretien 25
4.13.4 Zones intermédiaires de sécurité 25
4.14 Protection des paysages, des sites et des monuments historiques. 25
4.15 Concepts subordonnés 25
4.15.1 Protection des câbles 25
4.15.2 Retour du courant et mise à terre 25
4.16 Positions en dehors du document RTE 29900 25
4.16.1 Site Maintenance 25
4.16.2 Environnement 25
4.16.3 Risque 26
4.16.4 Protection des paysages, des sites et des monuments historiques 26
4.16.5 Contrats 26
5 Exigences 27
5.1 Exigences fonctionnelles et qualitatives 27
5.2 Conditions particulières 27
5.2.1 Spécifications génériques 27
5.2.2 Projets pertinents parallèles 27
5.2.3 Q-Gate 3/Q-Gate 4 28
6 Ébauches de solutions 29
6.1 Bâtiments et terrains 29
6.1.1 Bâtiments nécessaires à l'exploitation 29
6.1.2 Bâtiments n'étant pas nécessaires à l'exploitation 29
6.2 Ouvrages d'art 29
6.2.1 Eau/eaux usées 29
6.2.2 Nature/risques naturels 29
6.3 Voie ferrée 29
6.4 Installations de courant de traction Énergie 29
6.5 Installations de courant de traction Courant de traction 29
6.6 Installations de sécurité 29
6.7 Installations basse tension 29
6.8 Installations de télécommunication 30
6.9 Installations d'accueil 30
6.10 Divers 30
6.10.1 Protection des câbles 30
6.10.2 Retour du courant et mise à terre 30
6.10.3 Environnement 30
6.10.4 Risque 30
6.10.5 Protection des paysages, des sites et des monuments historiques. 30
6.10.6 Contrats 30
7 Annexes 30

Illustration 1: graphique réseau – horizon 8
Illustration 2: horaire graphique – horizon 8
Illustration 3: plan d'occupation des voies dynamique – horizon 9

1 Introduction

1.1 Contenu et objet du document

Le cahier des charges est utilisé dans le cadre du management général des exigences. Il est divisé en plusieurs chapitres principaux: situation cible, informations pertinentes sur la situation réelle, exigences à remplir et ébauches de solutions.

Le chapitre Exigences décrit «ce qui» est exigé. Les exigences sont essentiellement basées sur la situation cible, la situation réelle, les projets prévus en dehors du projet (compatibilité ascendante) et les conditions particulières.

L'objectif est de pouvoir mettre au point, à l'appui du cahier des charges, une solution optimale sur le plan économique pour l'ensemble du cycle de vie.

1.2 Responsabilité et validité

Le cahier des charges relève de la responsabilité du commettant. Il reste inchangé après la validation jusqu'à la fin de la phase.

Les responsabilités quant à la participation au cahier des charges sont définies dans les textes d'aide. La commande «¶» permet d'afficher ou de masquer le texte d'aide.

1.3 Résultats des livrables

Le rapport d'étude préliminaire (dans le cadre de l'étude) et le cahier des spécifications (dans le cadre du projet) font office de réponses au cahier des charges. Ils présentent notamment des solutions clairement décrites, les potentiels d'optimisation ainsi que les ressources nécessaires.

2 Déclencheur

L'enclenchement (Do67) de Nyon arrive en fin de vie en 2031. Son remplacement par une nouvelle technologie est indispensable pour permettre les modifications de fonctionnalité futures prévues dans les projets ultérieurs de mise en conformité de la gare et d'amélioration du distancement. Le présent projet prévoit uniquement le maintien des fonctionnalités actuelles avec surdimensionnement du futur BS pour accueillir les développements futurs.

3 Concept du trafic ferroviaire cible et environnement de la gare (2027 et suiv.)

3.1 Besoins à définir en matière de trafic Exploitation normale

Avec le concept d'offre 2035, l'entier du trafic entre Lausanne et Genève transite par la gare de Nyon.

Une partie du trafic, IC1, 5 et 11 et EC, de même que la majorité des trains de fret transitent sans arrêt en gare.

Les trains IC9 et 51, IR18, 95 et 98 ainsi qu'un ou deux (période des betteraves) trains fret s'arrêtent à Nyon.

Afin de permettre des successions serrées toutes les deux minutes, les trains du sens Lausanne-Genève sont ventilés entre les voies 1 et 2 et les trains du sens opposés entre les voies 2 et 3.

Il n'est pas prévu de dépassement, de retrait ou d'adjonction de rames en gare de Nyon en exploitation normale.

3.1.1 Volumes de trafic et paramètres de sillon

Catégorie de train	Fréquence par sens	Matériel roulant type	Longueur standard	Catégorie
EC GEAP-MILC	4/jour	2x ETR 610	380m	N180%
IC 1 GEAP-SG	1/h	2x FV-Dosto 200m	404m	R135%
IC 11 GEAP-LZ	1/h	2x FV-Dosto 200m	404m	R135%
IC 5 GEAP-RH	2/h	IC Dosto	380m	R135%
IC 51 GEAP-BS	1/h	ICN	189m	N180%
IC 9 GEAP-BR	2/h	2x FV-Dosto 200m	404m	R135%
IR 18 ANN-BN	1/h	2x IR-Dosto 150m	300m	R135%
IR 95 GEAP-SM	2/h	2x IR-Dosto 150m	300m	R135%
IR 98 ANN-LS	1/h	2x IR-Dosto 150m	300m	R135%
Fret standard GEPR/VMC-LT	1/h	Re482 + 1600t	750m	A95% (100km/h)
Fret express GEPR-LT	1/h	Re482 + 800t	400m	A95% (120km/h)

Chaque heure 4 trains grandes lignes et jusqu'à 2 trains fret (un standard et un express) circu-lent sans arrêt par sens de circulation. 5 trains grandes lignes font arrêts.

La desserte fret de la gare de Nyon s'articule autour d'un train quotidien pour la desserte locale et d'un train quotidien pour le trafic des betteraves en automne pendant 20 jours.

3.1.2 Graphiques du réseau et des lignes

Horaire réticulaire à l'horizon 2035

Pourquoi 100 km/h en A95 ?

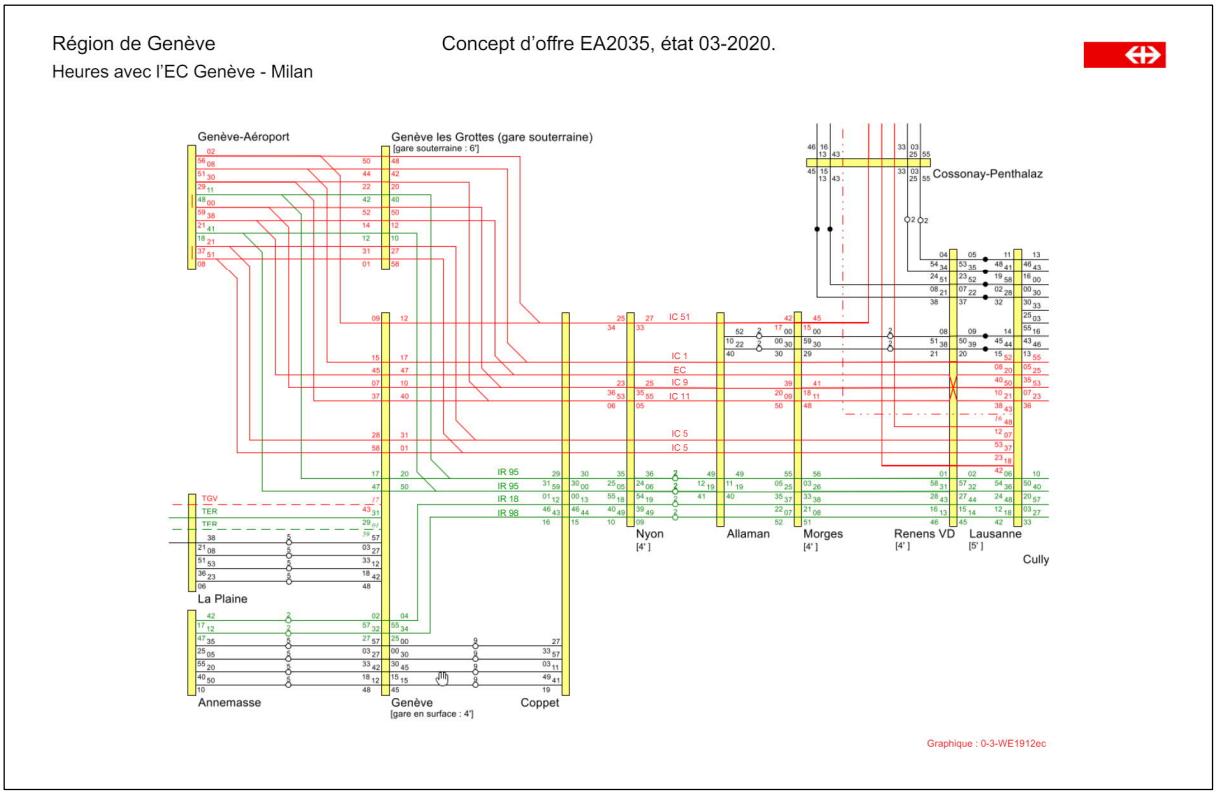


Illustration 1: graphique réseau – horizon

Offre et graphique d'horaire à l'horizon 2035 :

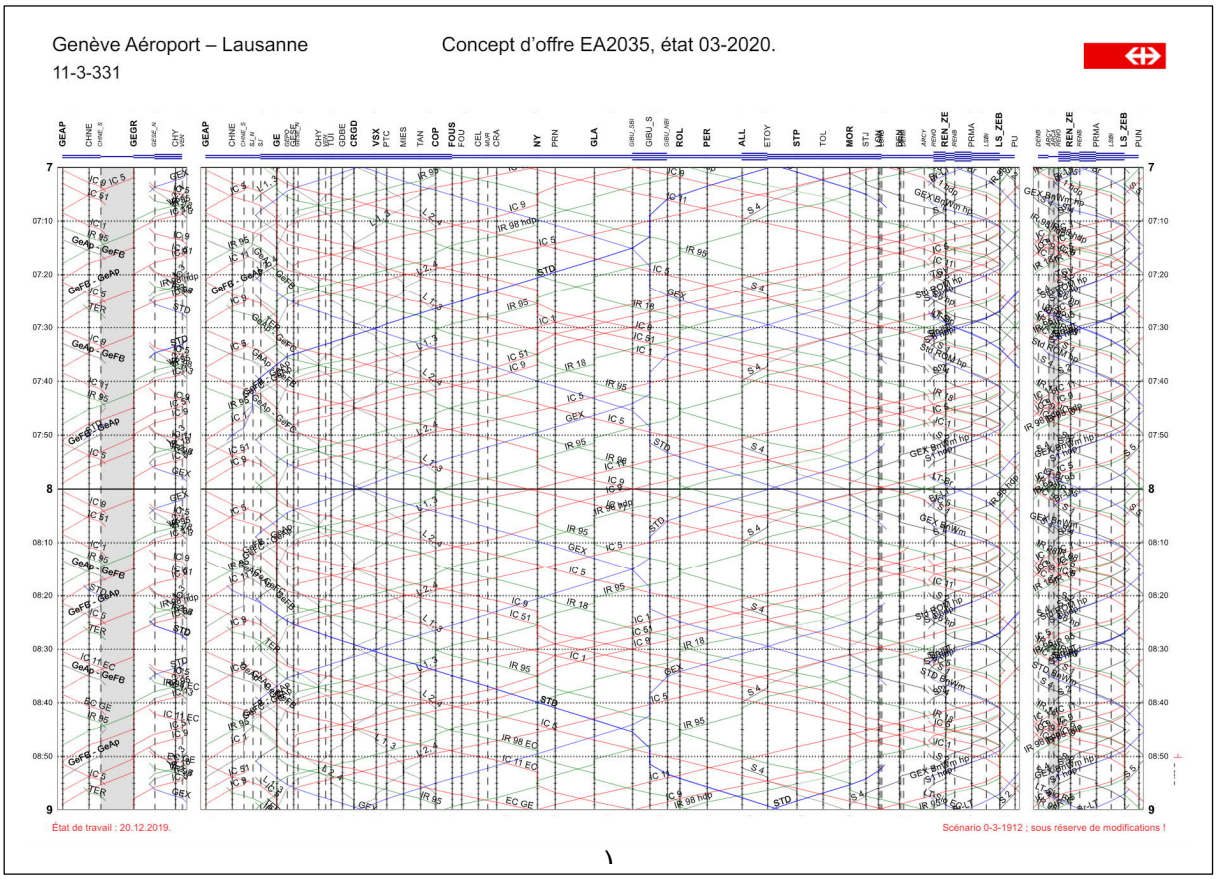


Illustration 2: horaire graphique – horizon

Plan d'occupation des voies à l'horizon 2035 :

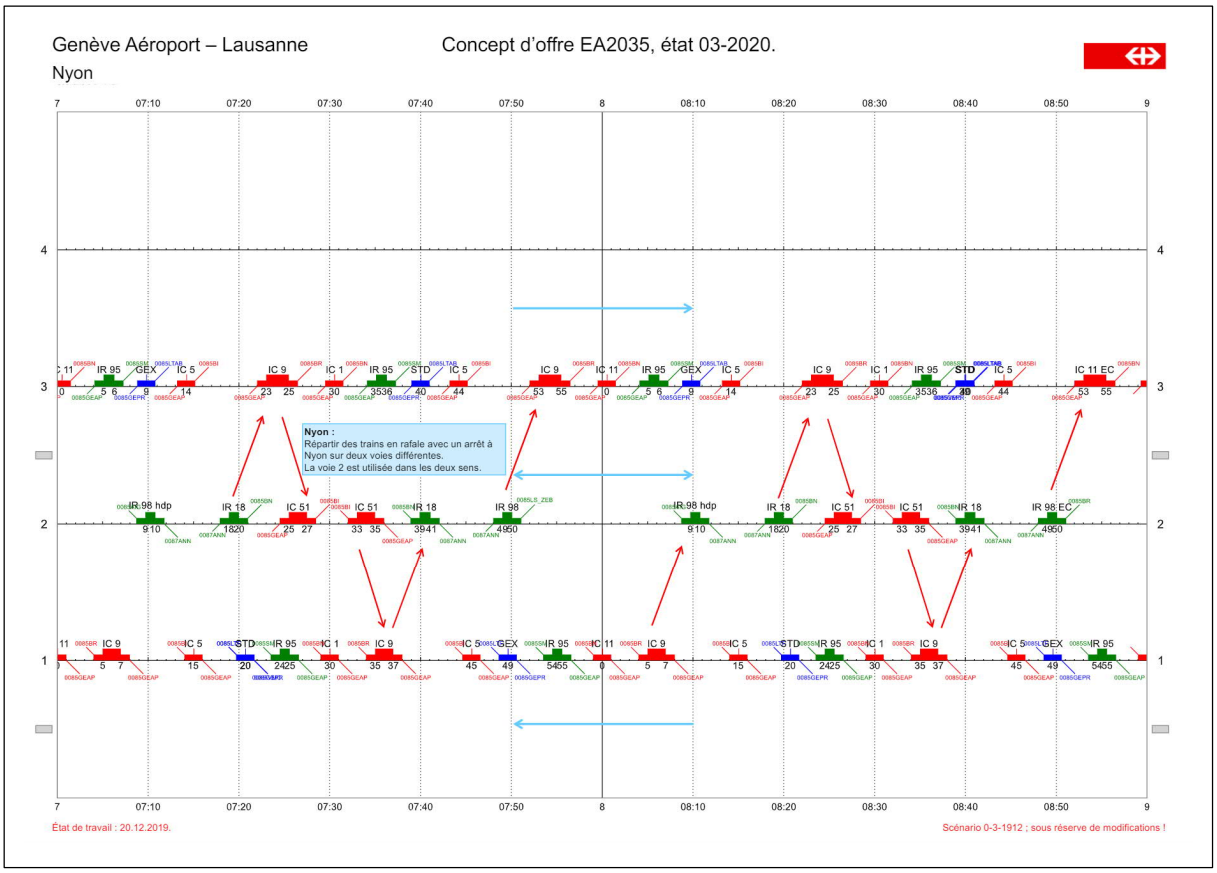


Illustration 3: plan d'occupation des voies dynamique – horizon

Documents référencés: 150_NY_EA35_VRK_AK2035.pdf

3.1.3 Temps de distancement des trains opérationnel

Inchangé dans le cadre de ce projet.

Avec l'augmentation de capacité de la ligne Lausanne-Genève, dans le cadre de l'étape d'aménagement 2035, le distancement à l'arrivée est de 2 minutes entre les trains faisant arrêts.

3.1.4 Vitesses

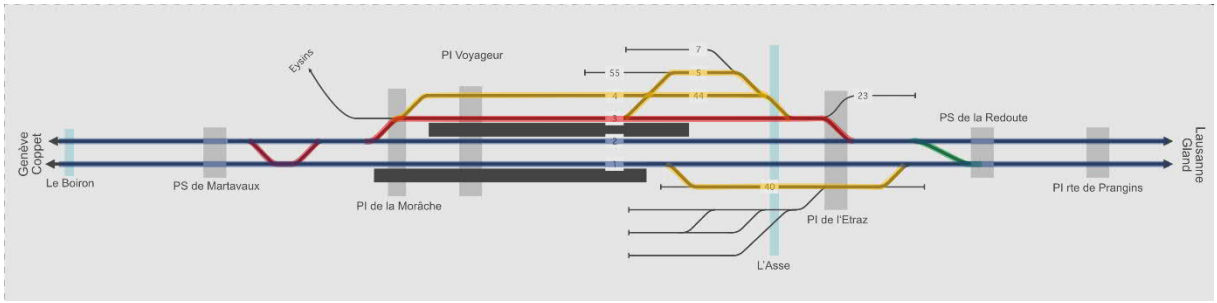


Figure 1 Vitesse 2027

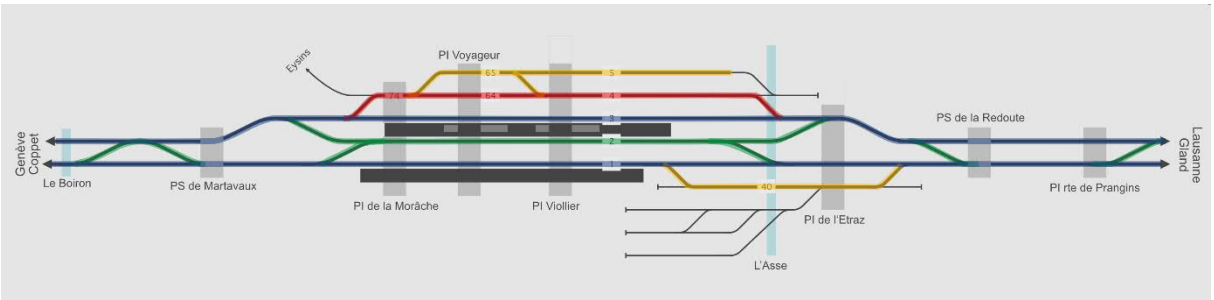


Figure 2 Vitesse 2032

Bleu : 140km/h
Vert : 90km/h

Rouge : 60km/h
Jaune : 40km/h

Noir : uniquement manœuvre

3.1.5 Autres paramètres de performance

La ligne Lausanne – Genève fait partie des « Top Strecke » et dispose du profil EBV3.

3.1.6 Prévisions relatives au nombre de trains

Avec le concept d'offre EA2035, le nombre de train suivant est prévu par jour :

- Trains grandes lignes EC/IC : 200 de jour, 25 de nuit
- Trains grandes lignes IR : 128 de jour, 16 de nuit
- Trains fret Express : 3 de jour, 4 de nuit
- Trains fret : 9 de jour, 2 de nuit
- Trains de service : 14 de jour, 6 de nuit

Documents référencés: 150_NY_EA35_VRK_Nombre de trains_2035.pdf

3.1.7 Nombre de mises en garage

Néant

3.1.8 Spécificités régionales

Néant

3.2 Exploitation normale

3.2.1 Concept d'exploitation

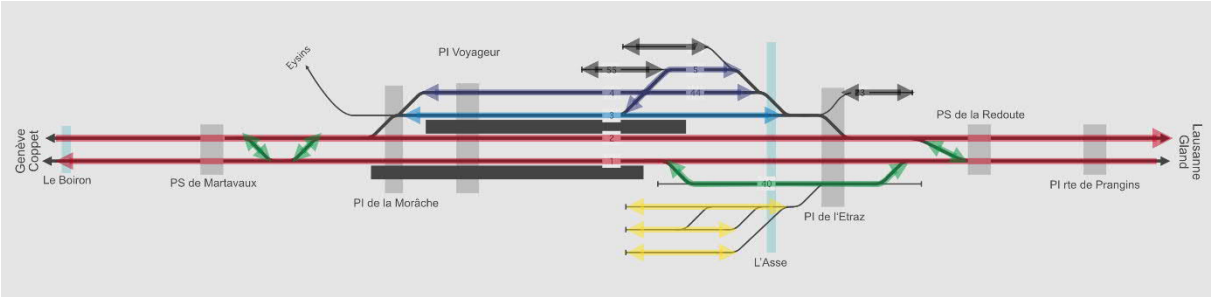


Figure 3 Concept d'exploitation 2027

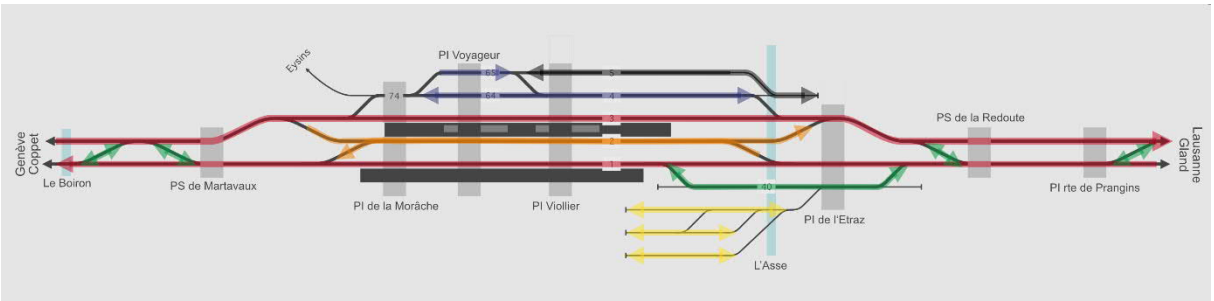


Figure 4 Concept d'exploitation 2032

Rouge : transit, avec et sans arrêt
Orange : transit avec arrêt
Cyan : Rebroussement HdP, dépassement, flexibilité d'exploitation

Bleu : réception et formation de trains fret
Vert : flexibilité de l'exploitation
Gris : garage de trains (fret et travaux)
Jaune : garage de trains (travaux)

3.2.2 Concept de production

-
-

3.2.2.1 Trafic voyageurs

Les trains voyageurs sans arrêt transitent par les voies 1 (sens Lausanne – Genève) ou 2 (sens Genève – Lausanne.

Les trains voyageurs avec arrêt sont réceptionnés sur voies 1 (sens Lausanne – Genève), respectivement 2 (sens Genève – Lausanne). La voie 3 est utilisée pour des rebroussements en heures de pointe ou en situation perturbée.

Il n'est pas prévu d'adjonction ou de retrait des rames aux trains transitant.

Avec le concept d'offre EA2025, 2 trains par heures (trafic IR) rebroussent à Nyon, de et pour Genève-Aéroport. Avec le concept d'offre EA35 ce trafic est prolongé en direction de Lausanne et il n'y a plus de rebroussement à l'horaire.

3.2.2.2 Trafic marchandises

Deux types de trafic marchandises sont produits à Nyon.

Tout au long de l'année la desserte locale vise à mettre en place et en prendre en charge les wagons des raccordés de la voie-mère Nyon – Eysins ainsi que de la place de débord située à Eysins. La gare de Gland est également desservie en satellite pendant la desserte de Nyon.

Le train de fret arrive de Genève-La Praille. Il est réceptionné et formé sur voie 4-44.

La charge est garée afin de pouvoir effectuer l'échange de wagons sur la voie-mère Nyon-Eysins. Ceci fait, le train repart en direction de Lausanne-Triage.

Le trafic des betteraves se déroulent 20 jours par an. Le train complet de wagons vides arrive de Aarberg puis la locomotive de ligne repart avec les wagons pleins en direction de Aarberg. La locomotive de manœuvre procède ensuite à l'échange des wagons, par tranche de 80m max, entre les voies 5, 55 et 23, où les wagons sont garés et Eysins où a lieu le chargement.

3.2.2.3 Autres types de trafic

Néant

3.2.3 Situation de mise en garage

3.2.3.1 Trafic voyageurs

Néant

3.2.3.2 Trafic marchandises

Des wagons marchandises sont amenés à être garés sur les voies 4, 44, 5. 55 et 23.

3.2.3.3 Entretien

(Les convois du service de l'entretien sont amenés à être garés sur les voies 4, 44, 5, 55, 23 au nord, ainsi que 48, 49, 57, 58 et 59 au sud.

3.2.3.4 Autres mises en garage

Néant

3.3 Modes d'exploitation exceptionnels

3.3.1 Service de maintenance

3.3.1.1 Généralités

L'entretien de la ligne 150 s'effectue selon le « Concept d'entretien Lausanne-Genève ». Celui-ci prévoit de diviser la ligne en 8 tronçons et de regrouper les travaux d'entretien au sein d'une même fenêtre d'entretien multiservice. Nyon est à la limite entre les tronçons n°5 et 6.

3.3.1.2 Conditions d'intervalles

L'utilisation de l'offre allégée en soirée [Randstundenkonzept : 3 sillons/h par sens] permet la mise à disposition dès 2025 de 200 intervalles annuels de 5 h ou 7.5 h.

3.3.1.3 Zones de maintenance Courant de traction

Selon concept d'entretien des lignes de contact

3.3.2 Exploitation en cas de dérangement

De manière générale, le concept COLGEN prévoit un arrêt du trafic entre Lausanne et Genève en cas de perturbation. Dans ce cadre, et suivant l'endroit de la perturbation, des trains

sont amenés à rebrousser en gare de Nyon. Le CE Ouest est responsable de la disposition du trafic selon les concepts et scénarios prédéfinis.

Selon le R I-50099, Nyon est gare d'intervention pour les installations de contrôle de la marche des trains de Coppet (DED – contrôle du profil inférieur et DBF – détecteur de boîtes chaudes et de freins serrés) et de Perroy (DBF).

Dans le sens Genève-Lausanne, les trains jusqu'à 400m peuvent être réceptionnés sur voie 4-64-74 pour contrôle. Pour les trains plus longs, la voie 72 sera également occupée, réduisant la capacité entre Nyon et Murat.

Dans le sens Lausanne-Genève, les trains doivent être reçus sur voie 61-1-51, resp. 61-1-51.41 pour les trains de 750m, réduisant la capacité entre Nyon et Gland.

3.3.3 Exploitation en cas de détournement

Néant

3.3.4 Exploitation en cas d'événement

Pas de remarques particulières

3.3.5 Exploitation particulière/spécificités de l'installation

Figurent dans le document R-I 30121 : « Gare de Nyon : voie d'Eysins, prescriptions d'exploitation particulières ». Les aiguilles 20 et 21 en gare de Nyon ainsi que toutes les aiguilles et sabots de la voie d'Eysins sont manœuvrées à pied d'œuvre. (inchangé)

Documents référencés: R I-30121

3.4 Topologies

3.4.1 Exploitation normale

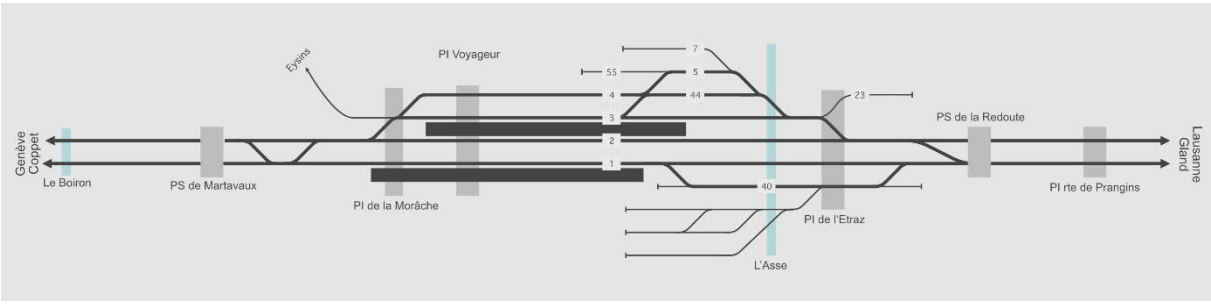


Figure 5 Topologie 2027

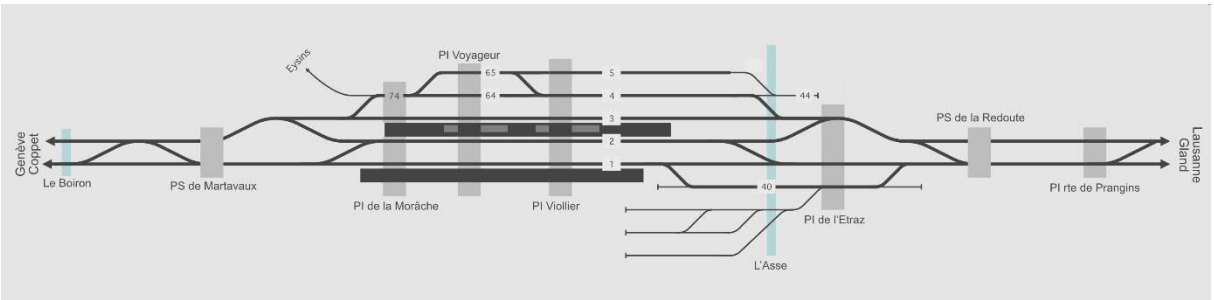


Figure 6 Topologie 2032

3.5 Parcours

Sur le schéma du chiffre 3.4.1, les itinéraires train sont représentés en gras et les itinéraires manœuvre en trait fin.

3.5.1 Itinéraires de trains

3.5.1.1 Itinéraires de trains

Des itinéraires trains en entrée, sortie et/ou transit sont possibles par les voies 1, 2, 3, 3-44, 4-44, 4-5 et 1-40.

BAUF

3.5.1.2 Itinéraires de manœuvre

Des itinéraires de manœuvre sont possibles sur toutes les voies de la gare, à l'exception des voies 58 et 59.

3.5.1.3 Parcours de manœuvre

Néant

3.5.1.4 Particularités lors de la manœuvre

Selon ch. 3.3.5

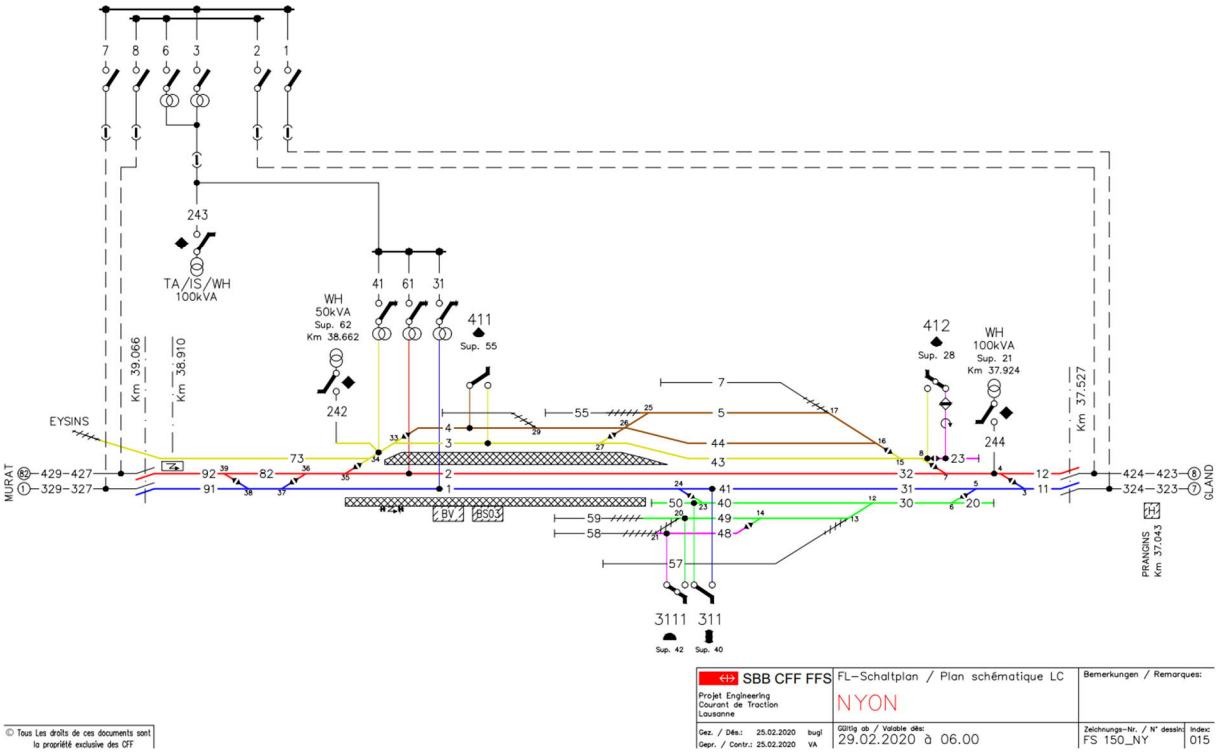
3.5.2 Parcours (n-1)

(Texte)

3.5.3 Limites des systèmes et des composants (projet)

(Texte)

3.5.4 Sectionnements électriques de la ligne de contact



3.5.5 Lieux de départ ETCS Level 2

Sera étudié dans le cadre de l'avant-projet

3.6 Équipements d'infrastructure

Inchangé

3.7 Installations d'accueil

Inchangé

3.7.1 Quais et accès

Inchangé

3.7.2 Traversées de personnes en gare

Inchangé

3.7.3 Correspondances entre les différents modes de transport pour la mobilité combinée

Inchangé

3.7.4 Logistique d'approvisionnement et d'élimination des déchets

Inchangé

3.7.4.1 Facility management infrastructurel

Inchangé

3.7.4.2 Facility Management commercial

Inchangé

3.8 Accès pour le trafic marchandises

Inchangé

3.9 Accès pour l'exploitation et l'entretien des trains

3.9.1 Accès pour le personnel ferroviaire

Inchangé

3.9.1.1 Trafic voyageurs

Inchangé

3.9.1.2 Trafic marchandises

Inchangé

3.9.1.3 Disponibilité et entretien

Inchangé

3.9.2 Site Disponibilité et entretien

Inchangé

3.9.3 Zones intermédiaires de sécurité

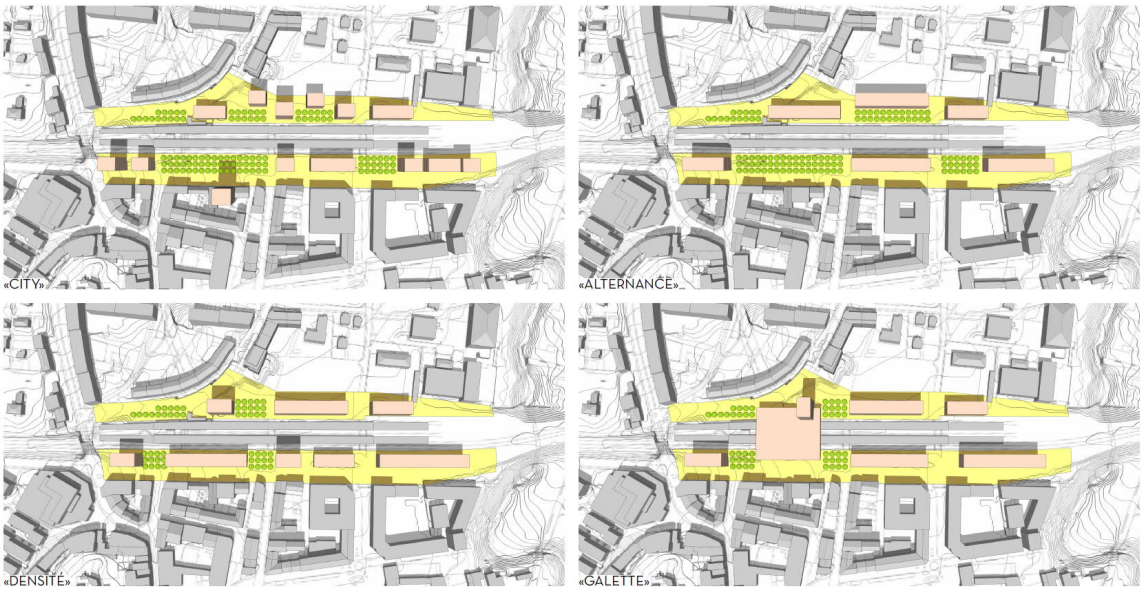
Inchangé

3.10 Développement de sites et types de mobilité

3.10.1 Projets IM en gare

CFF Immobilier est partenaire de la Ville de Nyon pour l'étude-test mentionnée ci-après. Dans ce cadre, un développement immobilier le long des voies est envisagé.

Une première vision à long terme a mis en évidence les scénarios de construction suivants :

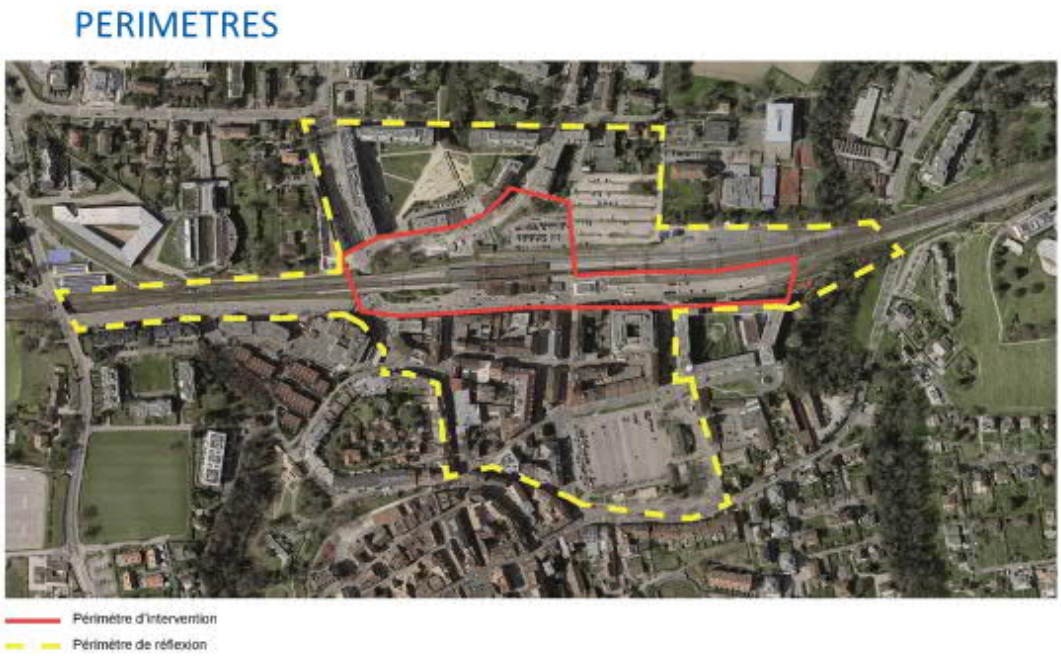


scénarios étudiés vision long terme_maximum

a–rr.

3.10.2 Développements des constructions urbaines et locales aux abords de la gare

VILLE DE NYON
SERVICE DE L'URBANISME



La ville de Nyon début au 2ème semestre 2021 une étude-test afin de définir l'aménagement du périmètre de la gare.

La Ville de Nyon souhaite mener un important projet de restructuration du pôle Gare en termes de tissu bâti et de mobilité, avec une attention particulière à la mobilité douce.

Les sujets à aborder seront notamment :

- la création d'un espace public emblématique à l'échelle de l'ensemble de la ville ;
- le développement d'une porte d'entrée quotidienne sur le réseau de transports publics, constituée d'un interface multimodale performante qui est également un lieu de vie et d'activités ;
- l'aménagement d'espaces publics attractifs, non seulement pour les usagers de la gare, mais également pour la population nyonnaise ;
- la planification et la construction d'un quartier de la gare pour la ville de Nyon, quartier mixte d'habitations et d'activités ;
- la connexion, par les passages sous voies, entre le Nord et le Sud de la ville.

3.10.3 Protection des paysages, des sites et des monuments historiques

La direction générale des immeubles et du patrimoine de l'Etat de Vaud a estimé dans une prise de position du 30 mars 2020 que la réalisation du nouveau bâtiment de service ne porte pas de préjudice important au château d'eau de Nyon ainsi qu'à ses abords, bien que sont intérêt patrimonial soit important (note *2* au recensement architectural).

3.11 Terrains et droits



3.11.1 Constructions provisoires et compensations

A définir dans le cadre de l'avant-projet

4 Situation réelle 2021

De nombreuses informations sur la situation réelle sont disponibles dans le portail des gares.

4.1 Base de trafic et d'infrastructure

4.1.1 Historique

Non pertinent

4.1.2 Volumes de trafic/sillons

Non pertinent

4.1.3 Graphiques des lignes

Non pertinent

4.1.4 Offre horaire

4.1.4.1 Temps de distancement des trains/temps de dégagement pour le prochain train

Non pertinent

4.1.4.2 Temps de correspondance

Le temps de correspondance entre les trains, y compris NStCM est de 3 minutes.

4.1.5 Vue d'ensemble des infrastructures

La voie 7 présente une longueur plus importante par rapport au schéma du ch. 3.4.1.

4.2 Exploitation normale

4.2.1 Situation d'exploitation

Non pertinent

4.2.2 Situation de mise en garage

Non pertinent

4.3 Modes d'exploitation exceptionnels

4.3.1 Service de maintenance

4.3.1.1 Généralités

Pas de modification par rapport au ch. 3.

4.3.1.2 Conditions d'intervalles

Non pertinent

4.3.1.3 Zones de maintenance Courant de traction

Non pertinent

4.3.2 Exploitation en cas de dérangement

Non pertinent

4.3.3 Exploitation en cas de détournement

Non pertinent

4.3.4 Exploitation en cas d'événement

Non pertinent

4.3.5 Exploitation particulière/spécificités de l'installation

Non pertinent

4.4 Topologies

4.4.1 Parcours (n-1)

Non pertinent

4.4.2 Limites des systèmes et des composants

Non pertinent

4.4.3 Sectionnements électriques de la ligne de contact

Non pertinent

4.5 Parcours

4.5.1 Itinéraires de trains

Les voies 91, resp. 92 sont équipées d'un block INTEGRA TMN interne couplé au block de ligne correspondant (327, resp. 427). Seulement actif dans le sens NY-MUR

La voie 40 n'est pas équipée d'un signal principal mais d'un signal de barrage côté COP. Le signal S40 s'éteint automatiquement à l'issue d'un délai de temporisation de 50 secondes après l'occupation de la voie 40 ou si l'itinéraire est détruit (libération de tous les éléments enclenchés).

Pour effectuer une sortie de la voie 40 en direction de Coppet, il convient d'établir un itinéraire de manœuvre de voie 40 à la voie 1, d'où la sortie sera établie. Le signal nain 23A lors de l'itinéraire de manœuvre 40 -1 sera toujours en « avancer prudemment » quel que soit l'image des signaux (nain ou signal principal) de la voie 1.

4.5.2 Itinéraires de manœuvre

Les signaux nains 23A et 23D peuvent être éteints.

4.5.3 Parcours de manœuvre

Le signal de manœuvre ME40 se situe sur la voie 73 en direction Eysins – Nyon et est en dépendance avec l'ELV73, le SN 34C et le PN1.

4.5.4 Particularités lors de la manœuvre

La voie-mère Nyon – Eysins est équipées d'installation de régulation du trafic routier. Les PN1, 2, 6 et 8 sont équipées de feux routiers ou clignotants. Chaque installation est enclenchée individuellement au moyen de la radio de manœuvre ou d'une clé carrée à insérer dans le coffret de commande. Ceci permet d'allumer les feux routiers clignotants et d'enclencher les feux routiers.

La desserte pour enclenchée le PN1 est possible que lorsque le signal ME40 est en position « manœuvre autorisé », et est actionnée par le chef manœuvre au moyen d'une commande avec la radio ou d'une clé carrée dans le coffret de commande.

Les 6 autres PN sont équipés uniquement de Croix de St. André.

4.5.5 Lieux de départ ETCS Level 2

Néant

4.6 Bâtiments et terrains

4.6.1 Bâtiments nécessaires à l'exploitation

Le bâtiment de service situé côté est du bâtiment voyageur abrite les installations de sécurité du Domino 67.

4.6.2 Bâtiments n'étant pas nécessaires à l'exploitation

4.6.2.1 Bâtiments Immobilier et constructions aux abords de la gare

Le bâtiment voyageur est classé du point de vue du patrimoine CFF et abrite le centre de voyageurs et des surfaces commerciales.

4.6.2.2 Mobilité combinée

Non pertinent

4.6.2.3 Facility management infrastructurel

Non pertinent

4.6.2.4 Facility Management commercial

Non pertinent

4.6.2.5 Terrains et droits

Non pertinent

4.7 Ouvrages d'art

Ponts

Km	Désignation	Remarque

0.404 (ligne 159)	PI du CEP	
37.700	PS de la Redoute	Modification en cours
38.050	PI de l'Etraz	Projet en cours
38.570	PI Voyageur	
38.680	PI Morâche	
38.700	Passerelle CC-CFF	
39.060	PS de Martavaux	
39.360	Pont sur le Boiron	

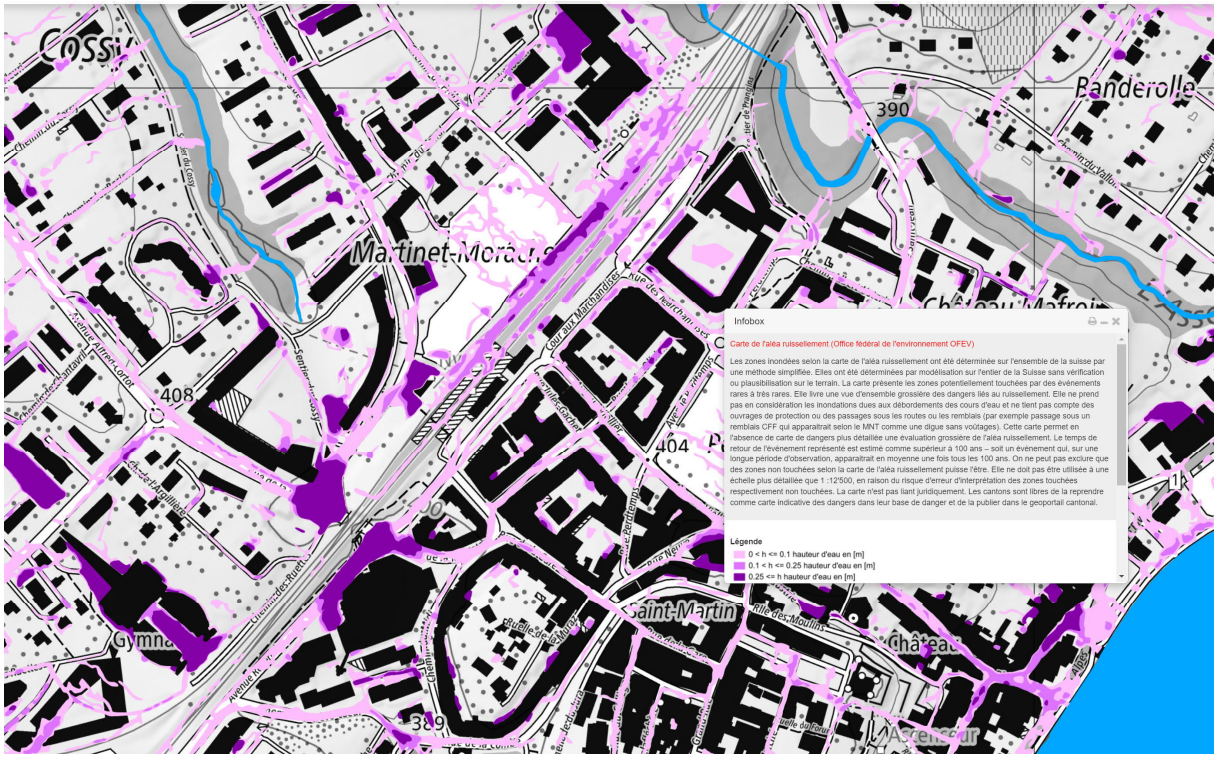
4.7.1 Eau/eaux usées

Non pertinent

4.7.2 Nature/risques naturels

La gare de Nyon se situe en zone sismique 1b selon la norme SIA 261 « Actions sur les structures porteuses » (2020).

La carte de l'aléa ruissellement montre que le PI de la Morâche peut être particulièrement inondé par des ruissellements :



Source : map.geo.admin.ch, rubrique OFEV, dangers naturels

4.8 Voie ferrée

Les rénovations suivantes sont prévues actuellement dans le système POMA :

Du Km	Au Km	Titre mesure	**MES optimale**	**MES au plus tard**
38.75	39.1	NY - AV - 39 - voie - 2	31.12.2023	31.12.2032

38.75	39.1	NY - AV - 38 - voie - 1	31.12.2023	31.12.2032
38.75	39.1	NY - AV - 37 - voie - 1	31.12.2023	31.12.2032
38.75	39.1	NY - AV - 36 - voie - 2	31.12.2023	31.12.2032
37.994	38.241	NY - voie - 2	31.12.2024	31.12.2027 si résinifié en 2021 ou 2022
38.341	38.307	AV NY 24.1-2	31.12.2027	31.12.2031
38.293	38.267	AV NY 23.1-2	01.01.2027	31.12.2027
38.084	38.111	AV NY 15.1-2	01.01.2027	31.12.2027
38.066	38.039	AV NY 8.1-2	01.01.2027	31.12.2027
		NY - AV - 7 - voie - 2	31.12.2024	31.12.2026
		NY - AV - 5 - voie - 1	31.12.2024	31.12.2026
		NY - AV - 4 - voie - 2	31.12.2024	31.12.2026
		NY - AV - 3 - voie - 1	31.12.2024	31.12.2026

4.9 Installations de courant de traction

4.9.1 Énergie

Non pertinent

4.9.2 Courant de traction

Non pertinent

4.10 Installations de sécurité

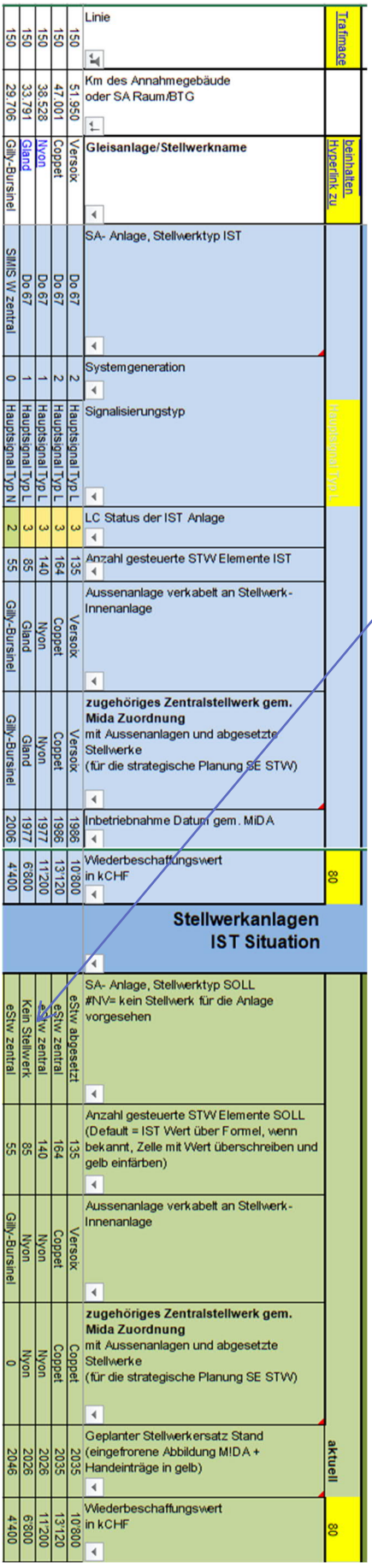
L'appareil d'enclenchement est de type Domino 67, mis en service en 1977. La signalisation est de type Lumineuse.

4.10.1 Stellwerk

Do67 1.Gen, IBN 1977 mit 140 gesteuerten Elemente

Wiederbeschaffungswert: 11.2 MioCHF

Restnutzwert im 2026: 1.037 MioCHF



Non pertinent

Für weitere Angaben zum Stellwerk, siehe Auszug Tabelle Stellwerkersatz netzweit links.

4.10.2 Nachbarstellwerke

Km 47.001: Coppet Do 67 1986

Km 38.528: Nyon Do 67 1977

Km 33.791: Gland Do 67 1977

Toujours pas très clair sur ce qui doit être fait avec Gland

4.10.3 GFM-E

GSK: 26 (12V), 17 (UGSK95)

Achszähler: 8 (AzLM SK30), 8 (AzS 350 ZP43)

4.10.4 Besonderheiten

Obwohl die Abfahrtserlaubnis per SMS (SMS-AfE) bereits in Betrieb ist, sind noch ortsfeste Abfahrtserlaubnisse installiert, welche nicht mehr benötigt werden. Diese können bei Gelegenheit zurückgebaut werden.

4.11 Installations basse tension et installations de télécommunication

Non pertinent

4.11.1 Installations basse tension

4.11.2 Installations de télécommunication

4.12 Installations d'accueil

Non pertinent

4.12.1 Quais et accès

4.12.2 Traversées de personnes en gare

4.12.3 Correspondances entre les différents modes de transport pour la mobilité combinée

4.12.4 Logistique d'approvisionnement et d'élimination des déchets

4.13 Accès pour le trafic marchandises, l'exploitation et l'entretien

Non pertinent

4.13.1 Accès au trafic marchandises

4.13.2 Accès pour le personnel ferroviaire

4.13.2.1 Trafic voyageurs

4.13.2.2 Trafic marchandises

4.13.2.3 Disponibilité et entretien

4.13.3 Site Disponibilité et entretien

4.13.4 Zones intermédiaires de sécurité

4.14 Protection des paysages, des sites et des monuments historiques.

Les éléments suivants sont susceptibles d'être protéger selon le Patrimoine CFF :

- Bâtiment voyageur
- Marquises
- Château d'eau
- Buffet de la gare
- Bâtiment de service

4.15 Concepts subordonnés

Non pertinent

4.15.1 Protection des câbles

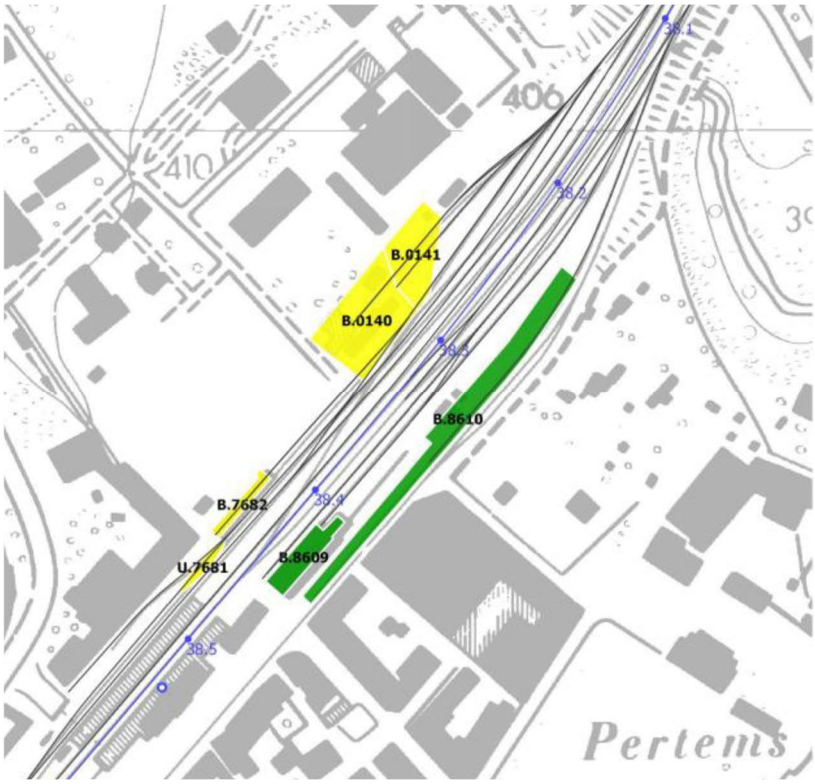
4.15.2 Retour du courant et mise à terre

4.16 Positions en dehors du document RTE 29900

4.16.1 Site Maintenance

4.16.2 Environnement

Les sites pollués B.0140 et B.0141 du cadastre CFF situés entre les km 38.350 et 38.450 sont touchés par le projet de renouvellement de l'enclenchement. Une évaluation détaillée des rapports d'investigations menés sur ces sites sera réalisée en phase d'avant-projet. Les mesures consisteront soit à l'excavation totale en profondeur des matériaux pollués sur les zones concernées du projet, soit à l'excavation des matériaux uniquement nécessaires à la réalisation du projet.



4.16.3 Risque

4.16.4 Protection des paysages, des sites et des monuments historiques

4.16.5 Contrats

Convention	Partenaire	Type de convention	Objet de la convention	Kilomètre début	Kilomètre fin
90002964	Confédération Suisse	Convention de financement	DÉVELOPP. OFFRE INFRASTRUCTURE	0	66.5
90038311	Canton de Vaud	Convention de financement	DÉVELOPPEMENT DES GARES	26.663	47.002
90012818	Services industriels	Conduite	CONDUITE DE GAZ PARALLÈLE AUX	34.863	38.064
90036903	Ville de Nyon	Conduite	CONDUITE DE GAZ < 5 BAR ET CAB	36.985	37.02
90012325	Swisscom Fixnet SA	Conduite	POSE D'UN CÂBLE SOUTERRAIN POU	37	
90017390	Commune de Prangins	Conduite	CONDUITE D'EAU, TRAVERSANT SOU	37.008	
90004771	Commune de Prangins	Croisements rail/route	SUPPRESSION DU PN DE LA ROUTE	37.01	
90038166	SWITCH	Conduite	CÂBLE DE COMMUNICATION	37.052	37.053
90016720	Commune de Prangins	Conduite	CANALISATION AMENANT LES EAUX	37.097	

90022283	Commune de Prangins	Conduite	POSE D'UNE BORNE-HYDRANT À GAU	37.125	
90032584	Ville de Nyon	Conduite	CONDUITE DE GAZ, TRAVERSANT SO	37.13	
90043318	Commune de Prangins	Exploitation et utilisation	CLÔTURE 2 FILS	37.15	37.65
90015530	Novartis Consumer Health SA	Conduite	DÉVERSEMENT DES EU DE SON USI	37.258	
90019879	Roger Denogent	Conduite	DÉVERSEMENT DES EU DANS COLLEC	37.307	
90032804	Société Electrique Intercommun	Conduite	TRAVERSÉE ÉLECTRIQUE DANS PS D	37.42	37.7
90034321	Sunrise Communications AG	Conduite	CÂBLE POUR FIBRE OPTIQUE DANS	37.435	37.475
90011919	Ville de Nyon	Conduite	DÉVERSEMENT DES EAUX DE DRAINA	37.502	
90010348	Services industriels de Nyon	Conduite	CONDUITE D'EAU, TRAVERSANT AU-	37.689	
90038077	Swisscom (Schweiz) AG	Conduite	CÂBLE DE COMMUNICATION	37.702	
90011966	Services industriels de Nyon	Conduite	TRAVERSÉE D'UNE CONDUITE D'EAU	37.704	

5 Exigences

5.1 Exigences fonctionnelles et qualitatives

Les exigences fonctionnelles spécifiques aux projets et les exigences dont les solutions doivent être présentées avant une réception doivent être décrites dans la «liste des exigences» en annexe.

5.2 Conditions particulières

5.2.1 Spécifications génériques

Les dérogations aux spécifications génériques en vigueur nécessitent une autorisation exceptionnelle de la part du représentant du document de référence.

5.2.2 Projets pertinents parallèles

Aucun conflit d'objectifs n'affecte les projets mandatés parallèlement, énumérés ci-après. Les interdépendances (interactions) sont clarifiées.

Numéro ISP	Désignation	Phase du projet	Horizon d'exécution	Dépendance majeure
1141893	Denges-Morges : 3ème voie, Lamiaa Fathi	PC/PAP	2024-29	Intervalles

	Distancement 2 minutes LS-GE (EA2035), Yvan Baumgartner	EP	2035	Compatibilité
1161457	MOR, quai 1, Sahar Momen	PC	2022-23	Intervalles
1159449	MOR, Mise en conformité de la gare et des quais, Sahar Momen	AP	2027-32	Intervalles
1156546	MOR, Renouvellement de l'enclenche-ment, Sahar Momen	PC	2025-27	Intervalles
	MOR-ALL tronçon à 3 et 4 voies, Yvan Baumgartner	EP		Intervalles
	ALL, Viaduc de l'Aubonne	EP	2027-30	Intervalles
	ROL-GIBU Nouvelle voie de dépasse-ment, Yvan Baumgartner	EP		Intervalles
1153265	FbE23 GLA-NY V323, Stéphane Koessler	PC	2023	Compatibilité
1162507	NY, EA35, installations d'accueil, suc-cessions serrées et business conti-nuity management, Blaise Destraz	EP	2027-32	Compatibilité
Tiers	NY Elargissement du PI routier de l'Etraz	AP		Compatibilité
Tiers	NY Passerelles de mobilité douce Nyon – Prangins – Colovrey	AP		Compatibilité
Tiers	NY Etude-test périmètre gare de Nyon	-		Compatibilité
	COP, Suppression PdD + sectionne-ment (FsE25)	Fin EP	2025	Intervalles
	COP, point d'appui VU	Etude	2030-35	Intervalles
1155208	COP, assainissement gare, Florian Avrillon	AP	2026-30	Intervalles
1157133	TAN : LHand, Laura Rodriguez	AP	2026	Intervalles
	GDBE : LHand, Laura Rodriguez	EP	2027-28	Intervalles
1139368	GE, Augmentation de capacité du nœud, Philippe Troesch	AP	2025-35	Intervalles
	FbE(26) NY, AV 3,4,5 et 7	Prévision	2026	Compatibilité
	FbE(25) MUR-COP V330+430	Prévision	2025	Intervalles
	FbE(25) COP AV406	Prévision	2025	Intervalles
	FbE(27-28) VSX-VEN V237-239+337-340	Prévision	2027-28	Intervalles

5.2.3 Q-Gate 3/Q-Gate 4

Le tableau des contrôles qualité référence l'étendue et la date la plus tardive de fourniture des justificatifs attestant le respect des exigences.

6 Ébauches de solutions

6.1 Bâtiments et terrains

6.1.1 Bâtiments nécessaires à l'exploitation

Der Standort der BTG ist unter der vollen Berücksichtigung der RAMSE Anforderun-gen an unseren Anlagen (E = economic efficiency) zu wählen.

Wenn technisch möglich und wirtschaftlich, sind Kabelverbindungen zu Zentralstell-werke den abgesetzen Stellwerke und stellwerktechnischen Einrichtungen/Apparate vorzuziehen.

Abweichungen von diesen Vorgaben sind mit der Anlageneigentümerschaft NAT-SAZ aufzu-zeigen und in Form eines technischen Berichtes entsprechend zu begründen.

Nouveau bâtiment de service à construire au nord des voies, vers le château d'eau, au droit de la voie 7 à raccourcir en conséquence. Création de trois places de parc de service utili-sable pour la génératrice de secours.

Possibilité d'intégrer les nouvelles normes de Premoco et de systeme d'énergie moderne type freecooling à étudier.

6.1.2 Bâtiments n'étant pas nécessaires à l'exploitation

Néant

6.2 Ouvrages d'art

Non pertinent

6.2.1 Eau/eaux usées

6.2.2 Nature/risques naturels

6.3 Voie ferrée

Non pertinent

6.4 Installations de courant de traction Énergie

Non pertinent

6.5 Installations de courant de traction Courant de traction

Non pertinent

6.6 Installations de sécurité

Enclenchement de type électronique avec signalisation numérique.

Der Lösungsvorschlag für den Stellwerkersatz von NAT-SAZ umfasst einen Ersatz im Jahr 2026 und eine (zukünftige) Integration des Stellwerks Gland in Nyon (daher Kapazitäten für

Integrierung Gland in Nyon bereitstellen). Die Machbarkeit der Integration von Gland in Nyon bezüglich Distanzen etc. und die (finanzielle) Möglichkeit, Nyon gleichzeitig mit Gland zu ersetzen, sind zu prüfen.

6.7 Installations basse tension

A déterminer dans l'avant-projet

6.8 Installations de télécommunication

A déterminer dans l'avant-projet

6.9 Installations d'accueil

Non pertinent

6.10 Divers

6.10.1 Protection des câbles

A déterminer dans l'avant-projet

6.10.2 Retour du courant et mise à terre

A déterminer dans l'avant-projet

6.10.3 Environnement

A déterminer dans l'avant-projet

6.10.4 Risque

A déterminer dans l'avant-projet

6.10.5 Protection des paysages, des sites et des monuments historiques.

A déterminer dans l'avant-projet

6.10.6 Contrats

Non pertinent

7 Annexes

	A	B	CA	CB	CC	CD	CE	CF	CG	CH	CI	CJ
1	**exigences de projet**							**projet**				
2	1162414 Nyon, renouvellement de l'enclenchement										definitiv	(Date)
7	SW-V1.9	Start: ctrl+m	**avant projet**					**version 2**			projet	09.11.2020
9	Q-Gate	Anf_ID	**l'exigence de (UO)**	**abré.**		**quand**	**aspect**	**exigence**	**degré d. diff.**	**document de spécification**	**doument de solution**	**commenter**
10												
11	QG3	1	I-NAT-SAZ-SMT	SAZ				Remplacement de l'enclenchement de Nyon		Generisches Anforderungsprofil SAZ		
12	QG3	2	I-NAT-SAZ-SMT	SAZ				Surdimentionnement du nouveau bâtiment afin d'accuillir ultérieurement le satellite de l'enclenchement de Gland				
13	QG3	3	I-NAT-SAZ-SMT	SAZ				Protection contre les dérives depuis Eysins				
14	QG3	4										
15	QG3	5										
16	QG3	6										
17	QG3	7										
18	QG3	8										
19	QG3	9										
20	QG3	10										
21	QG3	11										
22	QG3	12										
23	QG3	13										
24	QG3	14										
25	QG3	15										
26	QG3	16										
27	QG3	17										
28	QG3	18										
29	QG3	19										
30	QG3	20										

	A	B	CA	CB	CC	CD	CE	CF	CG	CH	CI	CJ
1	**exigences générales**							**projet**				
2	1162414 NY_Remplacement de l'enclenchement										definitiv	(Date)
7	SW-V1.9	Start: ctrl+m	**avant projet**					**version 2**			projet	09.11.2020
9	Q-Gate	Anf_ID	**l'exigence de (UO)**	**abré.**		**quand**	**aspect**	**exigence**	**degré d. diff.**	**document de spécification**	**doument de solution**	**commenter**
11	QG3	1	LCM DM Sicherungsanlagen									
12	QG3	2										
13	QG3	3										
14	QG3	4										
15	QG3	5										
16	QG3	6										
17	QG3	7										
18	QG3	8										
19	QG3	9										
20	QG3	10										
21	QG3	11										
22	QG3	12										
23	QG3	13										
24	QG3	14										
25	QG3	15										
26	QG3	16										
27	QG3	17										
28	QG3	18										
29	QG3	19										
30	QG3	20										

responsabilités LaHe

1162414 Nyon, renouvellement de l'enclenchement

definitiv (Date)

SW-V1.9	Start: ctrl+m	avant projet	version 2		Acheteur représ.				coopération contractai		projet 09.11.2020	
		thema	**responsabilité**	**rem.**	**Prénom**	**Nom**	**abré.**		**Prénom**	**Nom**	**org.**	**commentaire**
		Développeur du réseau stratégique	I-NAT-NET-NEA									
		Développeur du réseau stratég. G	I-NAT-NET-G									
		Planificateur ligne/noeud	I-NAT-NET-Reg		Michael	Francescato						
		Directeur des études										
		Planific. des capacités Conceptions	I-FUB-KOP									
		[f:] Portfoliomanager Intervalle	I-FUB-PLA-Reg									
		Planific. annuel Gestion des cap.										
		Gestionnaire des demandes Exploit.	I-FUB-BF-NL									
		Gestionnaire de rayon	I-AEP-BPS									
		Opérations techniques	I-VU-OCT-TEM									
		Bâtiments nécessaires à l'exploitation	I-NAT-MHF									
		Bâtiments n'étant pas nécessaire à l'exploitation	IM									
		Ouvrages d'art	I-NAT-KBN									
		Eau/eaux usées	I-NAT-KBN									
		Nature/Risques naturels	I-NAT-KBN									
		Voie ferrée	I-NAT-FB									
		Énergie	I-NAT-EN									
		Courant de traction	I-NAT-FS									
		Installations de sécurité	I-NAT-SA		Pascal	Hammans						
		Installations à basse tension	I-NAT-NS									
		Installations de télécommunication	I-NAT-TC									
		Retour du courant et mise à terre	?									
		Facility Manager stratégique	I-NAT-MHF-SFM									
		Manager des installations Gare	I-NAT-MHF-BAM									
		Responsables des régions / Planificateur de la production Disponibilité et entretien	I-VU-Reg-(NL)									
		Manager de gares/gérant d'immeub.	IM-BW-Reg									
		Spécialiste Acquisition de terrains et de droits	IM-IR-Reg									

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

15.03

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Cantons : Vaud, Genève

Communes : Gland, Prangins, Nyon, Crans (VD), Céligny

Echelle	Format
-	A3

N° Plan

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

PRISE DE POSITION DU REQUERANT SUR LE RAPPORT D'EXAMEN



CFF SA
Infrastructure Projets

CFF SA
Ins.Sécurité Projets

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

Pawel Durdzinski
Chef de projet
I-AEP-SAZ-RWT-T1

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	03.02.2025	pdu	pdu		
2					
3					
4					

Zwischenbericht Auflagenliste

Erstellung: 03.02.2025 (Durdzinski Pawel (I-AEP-SAZ-RWT-T1))

ISP Nummer	Stellwerkname	Schlüssel	Zusammenfassung	Beschreibung	Anz. vorhandene Kommentare	Vorgangstyp	Rel. für IBN	Massnahme	IBN Datum	Status	Projektleiter	Datum letzte Änderung	Letzte Änderung durch
1162414	Nyon	AUFLMNG-39078	Übernahme SA	Sobald die Übernahme SA erfolgreich durchgeführt worden ist, kann diese Auflage geschlossen werden.	0	Auflage	Nein	La reprise des installations IS sera effectuée dans les 3 mois après la MeS.	30.09.2031	In Progress	Durdzinski Pawel (I-AEP-SAZ-RWT-T1)	05.12.2024	Master Bot
1162414	Nyon	AUFLMNG-44955	ANOP FDY: Signale mit kritischer Signalsicht müssen zu einem späteren Zeitpunkt nochmals geprüft werden	Gemäss Dokument «Preuve de visibilité : Nyon –Renouvellement de l'enclenchement », Version 2.0 vom 30.11.2022, Kapitel 4, ist die Signalsicht folgender Signale kritisch und kann zum jetzigen Zeitpunkt nicht abschliessend beurteilt werden: Sens LS#GE: • A864, Km 36.575 • D31, Km 37.748 • H63, Km 38.675 Sens GE#LS: • J771, Km 39.476 • F2/F51, Km 38.191 • F54, Km 38.191 • C32/C31, Km 37.555 • B21, Km 36.990 Eine Beurteilung muss nach dem Bau diverser Infrastrukturelemente nachgeholt werden.	1	Auflage	Ja	La preuve de visibilité a été complétée par une nouvelle visite sur place en 2023 et rectifié en 2024 selon le SIKO k Sens LS#GE: • A864, Km 36.575 - Visibilité confirmée à la visite • D31, Km 37.748 - Mettre au Km 37.760. Visibilité confirmée à la visite • H63, Km 38.675 - Mettre sur le mât 64 existant (Km 38.677). Visibilité améliorée Sens GE#LS: • J771, Km 39.476 - Visibilité confirmée à la visite • F2/F51, Km 38.191 - Visibilité confirmée à la visite • F54, Km 38.191 - Visibilité confirmée à la visite • C32/C31, Km 37.555 - Visibilité confirmée à la visite • B21, Km 36.990 - Visibilité confirmée à la visite	30.09.2031	Closed	Durdzinski Pawel (I-AEP-SAZ-RWT-T1)	05.12.2024	Master Bot
1162414	Nyon	AUFLMNG-44993	A1: flèches pour signaux de manœuvre placés à droite	Lorsqu'un signal de manœuvre est placé à droite de la voie, un panneau complémentaire portant une flèche, indiquant la voie à laquelle s'adresse le signal, doit être posé, selon RTE 25024 §1.2.5. Signaux de manœuvre concernés : - RH82A et RH91B au km 39.4 sur SiKo 1v2 - RH12A et RH21B au km 36.99 sur SiKo 2v2	1	Auflage	Ja	Les SiKo vont être modifiés en conséquences pour la prochaine version des plans. Les SiKo "I" contiennent les panneaux complémentaires portant une flèche aux signaux de manœuvre: RH82A et RH91B au km 39.400 sur SiKo 1v2 RH12A et RH21B au km 36.990 sur SiKo 2v2	30.09.2031	Closed	Durdzinski Pawel (I-AEP-SAZ-RWT-T1)	07.01.2025	Pellaton Laura (I-NAT-BST-SSR-SOA - Extern)
1162414	Nyon	AUFLMNG-44994	A1: représentation sur le SiKo de plusieurs éléments	Sur le SiKO 1v2 au km 39.26 on trouve encore dessinée en noir l'ancienne frontière entre les enclenchements ; pareil sur le SIKo 2v2 au km 34.9. Les panneaux de fin de gare au km 39.476 doivent être représentés pour être lus dans le sens de la sortie de gare. Les points de comptage ZP 876.01 et ZP 776.01 au km 42.006 sur le SiKo 1v2, appartient vraisemblablement à la gare de Coppet dans laquelle une ancienne désignation des points de comptage est en vigueur. L'uniformité de l'installation doit être garantie, càd la philosophie de la dénomination doit être maintenue pour éviter des erreurs dans la communication– voir RTE25002, A5.2 La pointe de l'aiguille 25N n'est pas visible sur le SiKo 1v2, au km 38.67. Si les signaux avancés de block P*x à Gland situés sur les signaux de sortie sont commandé par l'eStw de Nyon ils devront être représentés en rouge (pas en blanc) sur le SiKo.	1	Auflage	Nein	Les modifications vont être faites pour la prochaine version du SiKo en fonction des remarques dans la charge. Les signaux avancés de block P*x à Gland appartiennent bien à l'enclenchement Do67 de Gland et doivent donc être en transparence. SiKo "I": - Les anciennes frontières entre les enclenchements supprimées (impossible de les mettre en jaune) - Les panneaux de fin de gare au km 39.476 corrigés - Les points de comptage ZP 876.01 et ZP 776.01 au km 42.006 renommés en ZP87601 et ZP77601 - La pointe de l'aiguille 25N (Km 38.677, renommée en AV28) rendue visible. - Si les signaux avancés de block P*x à Gland - pas de modification car commandés par l'enclenchement de Gland	30.09.2031	Closed	Durdzinski Pawel (I-AEP-SAZ-RWT-T1)	07.01.2025	Pellaton Laura (I-NAT-BST-SSR-SOA - Extern)
1162414	Nyon	AUFLMNG-44995	A1: longueur tronçon ELV inférieure à 22 m	La longueur mesurée sur le SiKo 1v2 au km 0.57 du tronçon ELV de l'AV 31 est inférieure à la longueur minimale d'un tronçon ELV, càd 22 m. Voir RTE 25021 §3.2.1.et A2.1 et RaSe ch. 4.3.4	1	Auflage	Ja	Les ZP (ZP31w1 et ZP31w3) seront déplacés pour atteindre 22m. SiKo 1v2 "I": - La distance entre les ZP en question (renommés en ZP41w1 et ZP41w3) est de 24m.	30.09.2031	Closed	Durdzinski Pawel (I-AEP-SAZ-RWT-T1)	07.01.2025	Pellaton Laura (I-NAT-BST-SSR-SOA - Extern)
1162414	Nyon	AUFLMNG-44996	A1: nom SD 32	La dénomination du sabot déraileur SD32 au km 38.55 sur le SiKo 1v2 ne respecte pas les principes RTE 25022 §4.2.	1	Auflage	Ja	SiKo 1v2 "I": - La dénomination du sabot déraileur SD32 au km 38.548 sur le SiKo 1v2 a été adaptée (actuellement SD25)	30.09.2031	Closed	Durdzinski Pawel (I-AEP-SAZ-RWT-T1)	07.01.2025	Pellaton Laura (I-NAT-BST-SSR-SOA - Extern)
1162414	Nyon	AUFLMNG-44997	A1: ambiguïté de l'utilisation AV16N, tronçon ELV, FS et contrôle de lame	Dans le RaSe ch. 4.2.4.4 l'AV16N est déclaré comme AV de protection, mais plusieurs éléments constructifs ne sont pas conformes et mettent en question l'utilisation de l'AV16N. - après le talon gauche de l'AV16N se trouve un tronçon non isolé, - la tabelle de protection de flanc n'est pas complétée pour un IT sur l'AV 16N à droite Si des itinéraires manœuvre ont lieu sur l'AV 16 N à gauche, et selon le règlement	1	Auflage	Ja	Il était prévu en accord avec l'exploitation de supprimer le numéro de voie 50 et d'utiliser l'AV 16N (renommé en AV18) et donc le tronçon de voie en aval uniquement comme aiguille de protection donc aucun IM n'est possible en direction de la branche gauche. AV16N -> AV18 RaSé:	30.09.2031	Closed	Durdzinski Pawel (I-AEP-SAZ-RWT-T1)	07.01.2025	Pellaton Laura (I-NAT-BST-SSR-SOA - Extern)

Zwischenbericht Auflagenliste

Erstellung: 03.02.2025 (Durdzinski Pawel (I-AEP-SAZ-RWT-T1))

ISP Nummer	Stellwerkname	Schlüssel	Zusammenfassung	Beschreibung	Anz. vorhandene Kommentare	Vorgangstyp	Rel. für IBN	Massnahme	IBN Datum	Status	Projektleiter	Datum letzte Änderung	Letzte Änderung durch
				RTE 25022 A2.3.2 l'AV16N doit être équipée avec contrôle de lame car il conduit sur une voie où des circulations simultanées à plus de 40 km/h sont autorisées. En plus, un ZS doit être prévu au talon gauche de l'AV. Pour éviter des malentendus liés à l'utilisation de l'AV et une possible occupation du tronçon non-isolé, le tronçon ELV peut être prolongé- voir l'email de Stefan Einer du 28.04.2016, référencé dans le Prüfanleitung et ci-joint.				- 4.2.4.4: AV18 toujours comme AV de protection (pas évalué dans la tabelle de protection de flanc) - 4.3.9: le prolongement de l'ELV du talon gauche de l'AV18 a été ajouté dans la tabelle, prolongement en mètres: 12m (sur 20m) SiKo 1v2 "I": - l'ELV du talon gauche a été prolongé jusqu'au heurtoir					
1162414	Nyon	AUFLMNG-44998	A1: DWeg H63 vers l'AV 26N	Dans le RaSe §4.2.4.1, Tabelle distances de glissement, il manque la ligne correspondante à la distance de glissement ayant comme but le signal H63 et comme point dangereux l'AV 26N, quand l'AV 25N est verrouillé individuellement à gauche.	1	Auflage	Ja	Info: éléments renommés: AV25N -> AV28 AV26N -> AV29 AV28N -> AV31 Aucun danger ne peut provenir de cette situation car il a été décidé en accord avec l'exploitation que si l'AV28 est verrouillé individuellement à gauche il n'est pas possible de circuler sur l'AV29 à droite. Aucun report de protection de flanc n'est fait lors de circulation sur l'AV29 à droite. Ainsi pour la distance de glissement au signal H63, le point de danger est reporté plus loin. L'ajout ou non de la ligne supplémentaire sera discuté avec le KCSA eStw en prévision aussi de la réalisation des BU par l'entreprise externe. RaSé: - 4.2.4.1: La ligne supplémentaire ajoutée dans la tabelle des distances de glissement pour avoir deux lignes pour H63 comme signal du but avec points dangereux aux AV29 et AV31 a été contestée par FUB lors de l'ANOP complémentaire: "H63, ligne 18 : supprimer cette ligne car normalement, il y a la protection de flanc par guidage AV28. Le report oui/non est traité dans le chapitre 4.2.4.4". J'ai donc supprimé cette ligne de la tabelle des distances de glissement (journal de modifications ligne 57), mais je viens de réaliser que j'ai oublié d'adapter la ligne 14 du journal des modifications, car finalement on n'a pas les deux DWeg pour le H63. - 4.2.4.4: Ligne 61: Pas de report de protection de flanc lorsque l'AV28 ne peut pas donner la protection	30.09.2031	Closed	Durdzinski Pawel (I-AEP-SAZ-RWT-T1)	10.01.2025	Pellaton Laura (I-NAT-BST-SSR-SOA - Extern)
1162414	Nyon	AUFLMNG-44999	A1: Tabelle DWeg, erreurs sans conséquences sur les mesures	Dans le RaSe §4.2.4.1, Tabelle distances de glissement, on trouve plusieurs erreurs lesquelles n'ont pas d'impact sur les mesures nécessaires : * Pour un IT ayant comme signal de but F54, la vitesse maximale est de 40 km/h ; la distance de glissement « doit » est aussi à adapter. * Pour un IT ayant comme signal de but D31 peu importe le point dangereux, la vitesse maximale est de 140 km/h.	1	Auflage	Ja	Le RaSé §4.2.4.1 a été adapté selon les indications de la charge.	30.09.2031	Closed	Durdzinski Pawel (I-AEP-SAZ-RWT-T1)	08.01.2025	Pellaton Laura (I-NAT-BST-SSR-SOA - Extern)
1162414	Nyon	AUFLMNG-45000	A1: Reminder pour fonction signal répétiteur dans l'eStw	Wiederholungssignale in Bahnhöfen, welche startenden Zügen (beginnende Zugfahrstrasse bei Start oder Wenden) die Abfahrt erlauben, sind ohne besondere Massnahmen eine Abweichung von der AB-EBV. Folgende drei Bedingungen müssen erfüllt sein: - Die Anlage wird im selben Projekt innerhalb von 2 Jahren regelkonform umgebaut. - Die Abweichung von AB-EBV 39.3.a §2 ist im «Sicherheitsbericht Phase Planung» in Kapitel 1.5.6 «Abweichungen von hoheitlichen Vorschriften» deklariert. - Ein Bericht von Safety (I-NAT-SAZ-SDS-SAF) bescheinigt, dass die Risiken akzeptierbar sind, und empfiehlt die	1	Auflage	Ja	Les mesures nécessaires seront prises au moment où le type d'enclenchement sera connu (à priori, cela sera le cas en 2025/2026, mais cela dépendra aussi des nouveaux contrats cadres concernant les enclenchements). D'ici là, il faudra aussi prendre en compte l'état de la réglementation à ce moment-là.	30.09.2031	In Progress	Durdzinski Pawel (I-AEP-SAZ-RWT-T1)	05.12.2024	Master Bot

Zwischenbericht Auflagenliste

Erstellung: 03.02.2025 (Durdzinski Pawel (I-AEP-SAZ-RWT-T1))

ISP Nummer	Stellwerkname	Schlüssel	Zusammenfassung	Beschreibung	Anz. vorhandene Kommentare	Vorgangstyp	Rel. für IBN	Massnahme	IBN Datum	Status	Projektleiter	Datum letzte Änderung	Letzte Änderung durch
				Abweichung von der AB-EBV. Dieser Bericht muss im Sicherheitsbericht Planung referenziert sein. Hinweis: Das BAV lehnt grundsätzlich Ausnahmen von der AB-EBV 39.3.a Ziffer 2.7 ab. Evtl. werden befristete Ausnahmen von der AB-EBV 39.3.a Ziffer 2.7 gebilligt Signaux répétiteurs concernés: F** 2 et F** 53 au km 38.353. *Cette charge peut être clôturée dans SIOP A2 quand le type d'enclenchement est défini et que la fonctionnalité est intégré dans l'enclenchement.*								
1162414	Nyon	AUFLMNG-45002	A1: Signal de groupe H63 au km 38.75	Signal de groupe H63 au km 38.75 sur le SiKo 1v2 Selon les RTE 25056, Annexe 1: "Lors de nouvelles constructions, on renoncera en principe aux signaux de groupe. Lors de modifications d'installations, on remplacera, dans la mesure du possible, des signaux de groupe existants par des signaux de voie (compte tenu des coûts et de l'utilité, ainsi que de la durée de vie résiduelle de l'installation). La responsabilité de la décision incombe à I-NAT-SAZ-SMT-POS, inclus les considérations de sécurité préalables, de la dynamique de marche I-NAT-SAZ-FDY, de la SIOP et de la conduite de l'exploitation I-FUB." Des mesures pour éviter des situations de signaux de groupe doivent respecter les RTE 25056 chap. 8 et [pr0074] chap. 2.2. Dans la tabelle 1.5.6.3, ligne 1, l'argument qui fait référence au manque de visibilité sur le signal H63 n'est pas correct, car il faut au contraire assurer une visibilité de minimum 6 s sur les signaux principaux. Voir aussi RTE 25027 §3.3.3 et AUFLMNG-44955.	1	Bedingung	Ja	Le signal de groupe H63 ne peut pas être simplement évité car l'AV27 se situe au milieu du quai. Pour limiter les risques nous avons: - Le signal principal G4 équipé d'ETCS - Les signaux nains 3A et 4A. De plus, il n'est pas prévu d'avoir de train arrêté devant le signal nain 3A en exploitation normale. - Les sabots dérailleurs SD25 et SD26. Un SD sur rail est une information claire pour le mécanicien que le signal vert n'est pas pour lui. Validation par FUB, FDY - il n'y a pas eu de remarques dans l'ANOP Validation par POS - voir l'email joint (04b_NY_Ren_Encl_SIOP-A1_compl_Validierung Gruppensignal durch I-NAT-SAZ-SMT-POS) et aussi ajouté en annexe du rapport de sécurité [1.25].	30.09.2031	Closed	Durdzinski Pawel (I-AEP-SAZ-RWT-T1)	08.01.2025	Pellaton Laura (I-NAT-BST-SSR-SOA - Extern)
1162414	Nyon	AUFLMNG-45003	A1: RaSe §1.5.6.3 pseudo-dérogations	RaSe §1.5.6.3 Dérogations à des prescriptions sous des critères clairs (pseudo-dérogations). Plusieurs non-conformités se trouvent dans cette tabelle : Selon le document [4] Wegleitung zum Ausfüllen der Ausnahmebewilligungsvorlage, les cas indiqués sur les lignes [4.1], [4.2], [4.6] et [4.7] ne peuvent pas être déclarés comme pseudo-dérogations ; en plus, les cas 4.6 et 4.7 sont conformes aux RTE 25052 ch. 2, donc il ne s'agit pas d'une pseudo-dérogation; le cas 4.2 est conforme au RTE 25056. Concernant le cas 4.1 voir la AUFLMNG-45002. Le cas suivant doit être déclaré comme pseudo-dérogation s'il remplit les conditions nécessaires: * Distance minimale entre deux signaux principaux, voir [4], A2 § 6 La distance minimale entre deux signaux principaux est de 180 m, cela n'est pas respectée entre les signaux G4 au km 38.53 et H63 au km 38.67 sur le SiKo 1v2 Voir RTE 25027 §3.4.3	1	Auflage	Ja	RaSé 1.5.6.3: - Les cas [4.1] et [4.2] mis dans le chapitre des spécialités §4.2.4.16 - Les cas [4.6] et [4.7] supprimés de ce chapitre - Le cas supplémentaire de la distance minimale entre deux signaux principaux G4 et H63 ajouté	30.09.2031	Closed	Durdzinski Pawel (I-AEP-SAZ-RWT-T1)	08.01.2025	Pellaton Laura (I-NAT-BST-SSR-SOA - Extern)
1162414	Nyon	AUFLMNG-45004	A1: RaSe ch. 4.3.9	Dans le RaSe ch. 4.3.9 ligne 5 le prolongement en mètres du tronçon ELV de l'AV21bN L ne corresponde pas à la valeur mesurée sur le SiKo 1v2.	1	Auflage	Nein	La valeur du prolongement va être modifiée dans le RaSé. AV21bN -> AV23b RaSé 4.3.9: le prolongement du tronçon ELV du talon gauche de l'AV23b a été modifié -> "4m (sur 12m)"	30.09.2031	Closed	Durdzinski Pawel (I-AEP-SAZ-RWT-T1)	08.01.2025	Pellaton Laura (I-NAT-BST-SSR-SOA - Extern)
1162414	Nyon	AUFLMNG-45005	A1: FS Tabelle, SD32A	Tabelle de protection de flanc : pour un IT sur l'AV24N à gauche le SD32 est donné comme élément de protection de flanc mais dans la colonne "Protection par guidage" c'est marqué "Non". Si la protection de flanc est assuré par le SN 3A, c'est celui-ci qui doit figurer comme élément de protection de flanc dans la tabelle, si non il faudra préciser	1	Auflage	Ja	Info: éléments renommés: AV24N -> AV27 SD32 -> SD25 La protection de flanc sur l'AV27 à gauche est bien "oui" assurée par guidage par le SD25. Pas de report sur le nain à cause de la pente sur les voies 3 et 53.	30.09.2031	Closed	Durdzinski Pawel (I-AEP-SAZ-RWT-T1)	08.01.2025	Pellaton Laura (I-NAT-BST-SSR-SOA - Extern)

Zwischenbericht Auflagenliste

Erstellung: 03.02.2025 (Durdzinski Pawel (I-AEP-SAZ-RWT-T1))

ISP Nummer	Stellwerkname	Schlüssel	Zusammenfassung	Beschreibung	Anz. vorhandene Kommentare	Vorgangstyp	Rel. für IBN	Massnahme	IBN Datum	Status	Projektleiter	Datum letzte Änderung	Letzte Änderung durch
				si le report de la protection de flanc est possible ou non.									
1162414	Nyon	AUFLMNG-45006	A1: FS Tabelle - seulement IT	Tabelle de protection de flanc : il ne faut considérer que les AV sur lesquels ont lieu des itinéraires trains sur au minimum une branche. Plusieurs lignes ne sont pas nécessaires dans le tableau : 14, 16, 18, 20, 23, 24, 27, 28, 31, 32, 35, 36, 37, 39, 40, 53, 56, 74, 75	1	Auflage	Nein	RaSé 4.2.4.4: Les lignes qui ne sont pas nécessaires dans le tableau ont été grisées. Les numéros de ces lignes ne correspondent pas toujours à ceux indiqués dans la charge car la tabelle a été modifiée.	30.09.2031	Closed	Durdzinski Pawel (I-AEP-SAZ-RWT-T1)	08.01.2025	Pellaton Laura (I-NAT-BST-SSR-SOA - Extern)
1162414	Nyon	AUFLMNG-45007	A1: FS Tabelle - exigences nécessaires pour la protection de flanc	RaSe, ch. 4.2.4.4 - Tabelle de protection de flanc Dans des nombreux cas de protection de flanc par interdiction, dans la colonne de justification c'est indiqué, entre autres, « pas de dérive ». Or, vu la forte pente qu'on trouve en gare de Nyon, de l'ouest vers l'est, pour assurer la protection de flanc des IT sur plusieurs AV, la condition d'exploitation « pas de garage » sur les voies correspondantes est nécessaire. Par exemple, en cas d'un itinéraire train sur AV3N à droite, la condition « pas de garage en exploitation normale sur la voie 32 » est nécessaire. Si cette condition ne se trouve pas dans la tabelle AWB du ch. 4.2.4.12, la protection de flanc par interdiction ne peut pas être utilisée. Voir RTE 25053 3.1 1f et 1h. Les lignes suivantes de la tabelle de protection de flanc sont concernées : 8, 10, 15, 41, 43, 48, 49, 51, 52, 60, 65, 66, 70, 72. Les mesures suivantes sont nécessaires pour ces IT : « Pas de garage en exploitation normale sur les voies 1, 2, 30, 31, 32, 42, 50, 51, 53, 54, 55, 72 ».	1	Auflage	Ja	La tabelle a été revue et complétée, soit en ajoutant les voies dans les AWB, soit en prouvant que la pente est nulle ou positive cf. ~~AUFLMNG-45009~~. RaSé - 4.2.4.4: lignes modifiées (les numéros des lignes ne correspondent pas toujours à ceux indiqués dans la charge car la tabelle a été modifiée) - justification soit avec "pas de garage..." soit avec "voie à plat" + preuve sous la tabelle - 4.2.4.12: La tabelle des AWB a été complétée. Pas de garage sur voies 1, 2, 11, 12, 21, 22, 31, 32, 41, 42, 51, 53, 72, 74, 81, 82, 91, 92	30.09.2031	Closed	Durdzinski Pawel (I-AEP-SAZ-RWT-T1)	10.01.2025	Pellaton Laura (I-NAT-BST-SSR-SOA - Extern)
1162414	Nyon	AUFLMNG-45008	A1: FS Tabelle, IT sur AV16N	Tabelle de protection de flanc : la ligne 33 de la tabelle pour un IT sur AV16N à droite doit être remplie en entier	1	Auflage	Ja	Info: élément renommé: AV16N -> AV18 RaSé 4.2.4.4: AV18 D - la ligne de la tabelle a été grisée, cf. ~~AUFLMNG-44997~~, pas d'IM sur la branche gauche de l'AV18, ELV prolongé jusqu'au heurtoir.	30.09.2031	Closed	Durdzinski Pawel (I-AEP-SAZ-RWT-T1)	08.01.2025	Pellaton Laura (I-NAT-BST-SSR-SOA - Extern)
1162414	Nyon	AUFLMNG-45009	A1: Anwendungsbedingungen für Flankenschutz überarbeiten	Im Rahmen dieser Prüfung wurden bezüglich Flankenschutz Abweichungen festgestellt, siehe Auflage-45007. Ergeben sich aufgrund der überarbeiteten Flankenschutztabelle zusätzliche Einschränkungen ("Abgestellte Fahrzeuge"), welche während der Betriebsphase gewährleistet werden müssen, so muss das überarbeitete Kapitel "4.2.4.4 Flankenschutz", insbesondere die aufgeführten "Massnahmen / Bedingungen" im Sicherheitsbericht Phase Planung von ANOP Betrieb, oder Abteilung Betriebsvorschriften bestätigt werden (formlos per E-Mail genügt). Aktuell ergeben sich folgende AWB aus der Flankenschutztabelle: • "Keine abgestellte Fahrzeuge im Normalbetrieb" in den Gleisen 1, 2, 30, 31, 32, 42, 50, 51, 53, 54, 55, 72 Es können sich aus der Auflage AUFLMNG-45007 weitere Einschränkungen ergeben	1	Auflage	Ja	Le chapitre des AWB a été complété avec la liste des voies sur lesquelles le garage de véhicule en exploitation normale doit être empêché. Cela concerne les voies 1, 2, 11, 12, 21, 22, 31, 32, 41, 42, 51, 53, 72, 74, 81, 82, 91, 92. L'exploitation a pris position lors de nouveau contrôle ANOP et plus tard validera les voies dans l'ETCS SafetyTool. FUB a demandé que les voies 40 et 50 ne soient pas interdites au garage. La tabelle PF a été adaptée - AV22G - pas de report de la protection de flanc. RaSé 4.2.4.4: sous la tabelle il est démontré qu'il n'y a pas besoin d'ajouter les voies 30, 54 et 55 car celles-ci sont soit à plat, soit en rampe.	30.09.2031	Closed	Durdzinski Pawel (I-AEP-SAZ-RWT-T1)	10.01.2025	Pellaton Laura (I-NAT-BST-SSR-SOA - Extern)
1162414	Nyon	AUFLMNG-45010	A1: réanalyse de l'ABW No 305	RaSe ch. 1.5.6.4 - Dérogations: Le projet entraîne des répercussions sur la situation existante, car un nouveau AV de déraillement est construit sur la voie provenante de Eysin. La variante correspondante est donc la b), l'autorisation exceptionnelle doit être réanalysé.	1	Auflage	Ja	RaSé 1.5.6.4 Ce sera la variante c) L'autorisation peut être annulée, car le projet régularise la situation. En effet, l'AV41 de déraillement est ajouté, de plus la voie 74 et l'AV41 seront centralisés. Plus aucun règlement n'est enfreint. Ceci a été discuté avec Mithulan Vasan, selon l'email joint à cette charge.	30.09.2031	Closed	Durdzinski Pawel (I-AEP-SAZ-RWT-T1)	08.01.2025	Pellaton Laura (I-NAT-BST-SSR-SOA - Extern)
1162414	Nyon	AUFLMNG-52021	A1 Nt FDY: Rechtsaufstellung H63	An der Signalbestimmung mit EVU Vertretern war das Signal H63 links vom Gleis geplant. Neu ist die Aufstellung rechts vom Gleis vorgesehen, hierfür soll	1	Auflage	Ja	L'autorisation pour le montage à droite du signal H63 a été accordée par la PlaSi Nr. 111, le 05.12.2024 (point 8).	30.09.2031	Closed	Durdzinski Pawel (I-AEP-SAZ-RWT-T1)	14.01.2025	Koch Ramona (I-NAT-BST-SSR-FDY)

Zwischenbericht Auflagenliste

Erstellung: 03.02.2025 (Durdzinski Pawel (I-AEP-SAZ-RWT-T1))

ISP Nummer	Stellwerkname	Schlüssel	Zusammenfassung	Beschreibung	Anz. vorhandene Kommentare	Vorgangstyp	Rel. für IBN	Massnahme	IBN Datum	Status	Projektleiter	Datum letzte Änderung	Letzte Änderung durch
				das Einverständnis der PlaSi eingeholt werden.				Erlaubnis zur Rechtsmontage des Signals H63 wurde von PlaSi Nr. 111 am 05.12.2024 erteilt (Traktandum 8).					
1162414	Nyon	AUFLMNG-52022	A1 Nt FUB: Désignation des pleines voies	Les pleines voies entre Coppet et Gland sont à numérotées selon le document « Schéma de la numérotation des pleines voies Cellule de Genève ZGE » du 30.04.2024. Ce document est joint à ce rapport d'examen.	0	Auflage	Ja	Nous allons adapter les numéros de pleine voie selon le schéma, mais après avoir déposé le dossier PAP à l'OFT. On créera un dossier jumeau avec les nouveaux numéros et on le soumettra, si besoin, à la PAP complémentaire. Le risque de retard pour le dépôt du dossier PAP est trop élevé si tous les services changeaient ces numéros maintenant.	30.09.2031	In Progress	Durdzinski Pawel (I-AEP-SAZ-RWT-T1)	14.01.2025	Durdzinski Pawel (I-AEP-SAZ-RWT-T1)
1162414	Nyon	AUFLMNG-52085	A1Nt: Weichen mit V> 140 km/h	Werden Weichen mit ≥ 140 km/h befahren, so muss das Projekt nachweisen, dass die Kupplungstypen den Vorgaben gemäss «Produktübersicht Elektrische Weichenantriebe KCA» 5.2.4 entsprechen. AV concernés: tous les AV des voies directes en gare de Nyon ainsi que les AV des diagonales d'échange au km 42.6 – 42.8. Selon SiBer ch. §4.2.4.15 Recoupement de la vitesse avec géomatique, la coordination avec géomatique est encore en cours. Si cette coordination amène à des modifications des vitesses d'AV, cela doit être soumis pour vérification à la SIOP A.	0	Auflage	Ja	La coordination avec géomatique a été finalisée le 20.11.2024. Les points ouvertes concernaient les vitesses à signaler pour les itinéraires train en gare traversant plusieurs aiguilles en déviée (voir l'email joint). Les modifications des vitesses d'AV n'ont pas eu lieu et ne sont pas prévues. SiBe §4.2.4.15 a été modifié -> "Les vitesses modifiées, les nouvelles vitesses (voies et aiguillages) et les seuils de vitesse ont été coordonnées avec géomatique."	30.09.2031	Prüfung	Durdzinski Pawel (I-AEP-SAZ-RWT-T1)	03.02.2025	Master Bot
1162414	Nyon	AUFLMNG-52086	A1 Nt: Signal F55 verrouillage particulier IT – IM	Dans le RaSe ch. 4.2.4.1 - Distances de glissement, il manque une ligne pour un itinéraire train avec but F55 (km 38.208) et le verrouillage particulier IT - IM par l'AV15 D.	0	Auflage	Ja	RaSé §4.2.4.1 - ligne ajoutée selon la remarque (F55, AV15, verrouillage IT-IM)	30.09.2031	Prüfung	Durdzinski Pawel (I-AEP-SAZ-RWT-T1)	03.02.2025	Master Bot
1162414	Nyon	AUFLMNG-52088	A1 Nt: Risque de dommage en cas de déraillement SD 956	Dans le RaSe, ch. 4.2.4.6 Risque de dommage en cas de déraillement par suite de la protection de flanc, il manque une ligne dans la tabelle pour le SD 956 - km 38.2.	0	Auflage	Ja	RaSé §4.2.4.6 - Ligne ajoutée pour le risque de dommage en cas de déraillement sur le SD956.	30.09.2031	Prüfung	Durdzinski Pawel (I-AEP-SAZ-RWT-T1)	03.02.2025	Master Bot
1162414	Nyon	AUFLMNG-52089	A1 Nt: Signal F**1 placé à droite de la voie	Le signal F**1 est placé à droite de la voie. Selon le SiKo 1v2 il y a d'autres voies à droite de la voie 55. Voir DE-OCF 39.3.b.RTE 25027 ch. 3.3.4.	1	Auflage	Ja	SIKO 1v2 -> le signal F**1 est placé à gauche de la voie (potence) au même kilomètre qu'avant (Km 38.336).	30.09.2031	Prüfung	Durdzinski Pawel (I-AEP-SAZ-RWT-T1)	03.02.2025	Master Bot
1162414	Nyon	AUFLMNG-52090	A1 Nt: tabelle distance de glissement	Les signaux modifiés de Gland C1 C3 et C5 devront figurer dans la tabelle du RaSe ch. 4.2.4.1 - Distances de glissement. Un verrouillage particulier IT - IM est nouvellement nécessaire pour IT avec but signal C3. Pour les autres signaux, il faudra vérifier que des verrouillages IT-IM ou IT-IT sont déjà disponibles dans l'installation	0	Auflage	Ja	RaSé §4.2.4.1 - Lignes ajoutées pour les signaux de but C1, E4, C3, C5 de Gland: - C1 DWeg suffisante vers AV17 et E4 - E4 DWeg vers C1 est modifié par le projet, mais reste suffisante - C3 DWeg suffisante vers AV26, mais verrouillage IT-IM vers SN 53B - C5 pas de DWeg car uniquement signal de départ	30.09.2031	In Progress	Durdzinski Pawel (I-AEP-SAZ-RWT-T1)	21.01.2025	Durdzinski Pawel (I-AEP-SAZ-RWT-T1)
1162414	Nyon	AUFLMNG-52091	A1 Nt: Anwendungsbedingungen für Flankenschutz umsetzen (Standardbedingung)	Um den Flankenschutz über die Betriebsphase regelkonform zu gewährleisten, werden die aus dem SiBer Kap. «4.2.4.12 Betriebliche Anwendungsbedingungen (AWB)» aufgeführten Anwendungsbedingungen für die Erfassung im SafetyTool übermittelt. ETCS_Safety_Tool@sbb.ch wird die Erfüllung bei der Abteilung Betriebsvorschriften anstossen. Für Bahnhof Nyon NY wird gem. Sicherheitsbericht Phase Planung (SiBer) folgende Anforderung an den Betrieb gestellt, welche von der SIOP A einen Eintrag im ETCS Safety Tool erfordert: «Im Bahnhof Nyon dürfen in den Geleisen 1, 2, 11, 12, 21, 22, 31, 32, 41, 42, 51, 53, 72, 74, 81, 82, 91, 92 gem. RTE 25053 §3.1 1f) im Normalbetrieb ausschliesslich komplette Triebzüge des Personenverkehrs, welche mit technischer Abhängigkeit zwischen Parkstellung und Federspeicherbremse ausgestattet sind, abgestellt werden.» _AWB ausreichend, kein Eintrag in den Betriebsvorschriften notwendig._	0	Auflage	Ja	Die AWB ist als NY_001 im Safety Tool aufgenommen und I-FUB-BF zur Bearbeitung zugesendet.	30.09.2031	Prüfung	Durdzinski Pawel (I-AEP-SAZ-RWT-T1)	14.01.2025	Durdzinski Pawel (I-AEP-SAZ-RWT-T1)

Zwischenbericht Auflagenliste

Erstellung: 03.02.2025 (Durdzinski Pawel (I-AEP-SAZ-RWT-T1))

ISP Nummer	Stellwerkname	Schlüssel	Zusammenfassung	Beschreibung	Anz. vorhandene Kommentare	Vorgangstyp	Rel. für IBN	Massnahme	IBN Datum	Status	Projektleiter	Datum letzte Änderung	Letzte Änderung durch
				Die Schliessung der Bedingung und Verifikation der AWB im SafetyTool erfolgt durch die SIOP A, sofern sie von der Projektleitung den Auftrag zur Nachprüfung erhält und die Erfüllung im SafetyTool korrekt erfasst ist. Die Projektleitung kann den Umsetzungsstand bei ETCS_Safety_Tool@sbb.ch erkundigen.									

SBB CFF FFS

15.04.051

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Cantons : Vaud, Genève

Communes : Gland, Prangins, Nyon, Crans (VD), Céligny

Echelle: H 1:500 / V 1:100 Format: A1 Plan

Nyon - Renouvellement de l'entrecroisement

PLAN DE SIGNALISATION KM 32.980 - KM 37.680



LEH 3A
Hébécourt-Poids

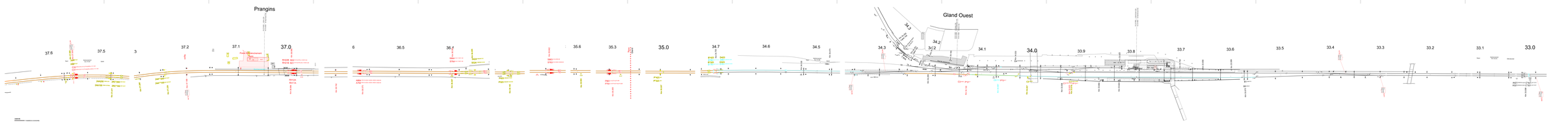
LEH 3A
Pré-Bonnefille-Poissis

Maître d'ouvrage	Projet intégral
Infra et sécurité ferroviaire Ligne de contact	Ligne de contact Infrastructure

410 SBB CFF FFS		Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
Ligne de contact Infrastructure	13	20.01.2020	ueh	ahb		
	12	16.12.2019	ueh	ahb		
Ligne de contact Infrastructure	11	29.01.2019	ueh	ahb		
	10					

Prangins

Gland Ouest


37.6
37.5
3
37.2
37.1
37.0
6
36.5
36.4
35.6
35.3
35.0
34.7
34.6
34.5
34.3
34.2
34.1
34.0
33.9
33.8
33.7
33.6
33.5
33.4
33.3
33.2
33.1
33.0
Nyon-Renouvellement de l'entrecroisement
Nyon
Prangins
Gland
Rolle
Nyon
Gland
Rolle
Nyon
Gland
Rolle
Nyon

SBB CFF FFS

15.04.02

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Cantons : Vaud, Genève
Communes : Gland, Prangins, Nyon, Crans (VD), Collegny

Echelle : -
Format : 3360x297
N° Plan :

PLAN DE SIGNALISATION KM 37.750 - KM 43.000

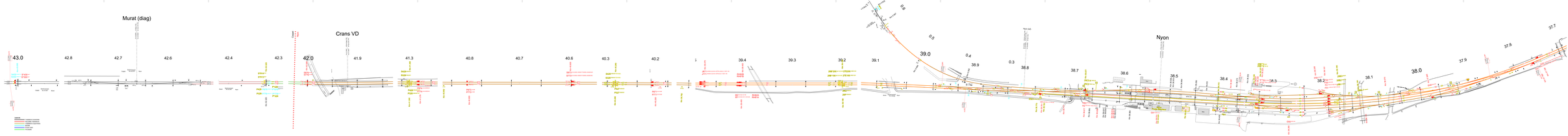
Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

PLAN DE SIGNALISATION KM 37.750 - KM 43.000



1	2	3	4	5	6
2	3	4	5	6	7
3	4	5	6	7	8
4	5	6	7	8	9
5	6	7	8	9	10

	Date	Aut.	Contr.	Chg.	Modifications
SBB CFF FFS	15.04.02				
	15.04.02				
	15.04.02				
	15.04.02				
	15.04.02				



SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

15.05

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Cantons : Vaud, Genève

Communes : Gland, Prangins, Nyon, Crans (VD), Céligny

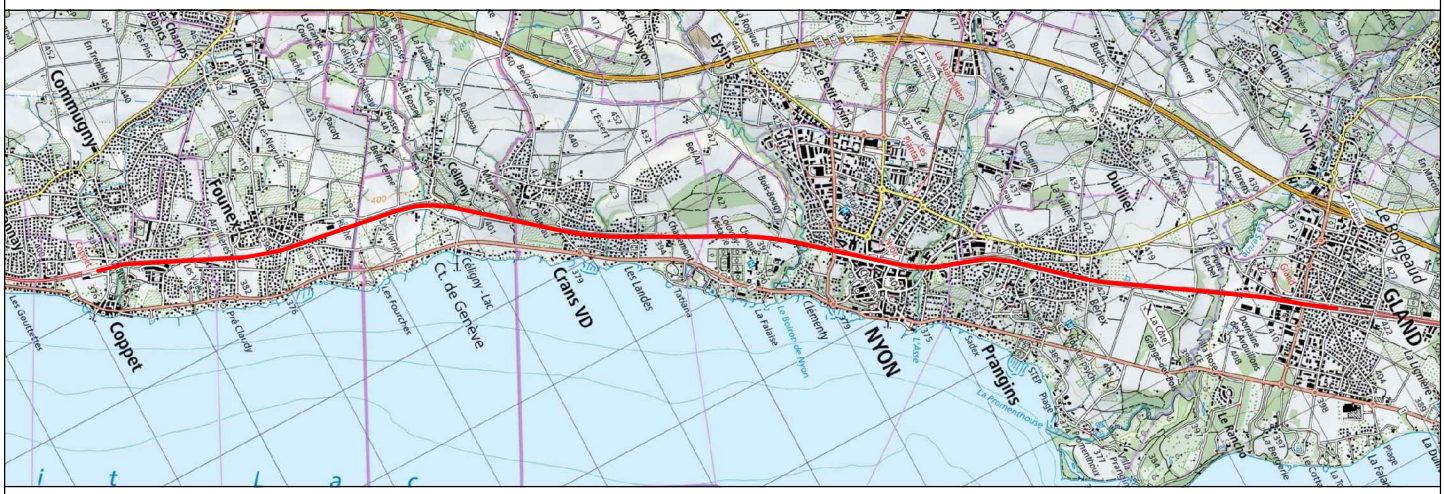
Echelle	Format
1:100	A4 / A3

N° Plan

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

PROFILS EN TRAVERS SIGNAUX



CFF SA
Infrastructure Projets

CFF SA
Ins.Sécurité Projets

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

Pawel Durdzinski
Chef de projet
I-AEP-SAZ-RWT-T1

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
10	02.09.2024	slf	pdu		
11	24.09.2024	slf	pdu		
12	19.11.2024	slf	pdu		
13	25.03.2025	slf	pdu		

Légende:

- Existant
- Nouveau
- Démoli
- Modifié
- Projet connexe
- Provisoire

150 Lausanne - Genève-Aéroport

Nyon

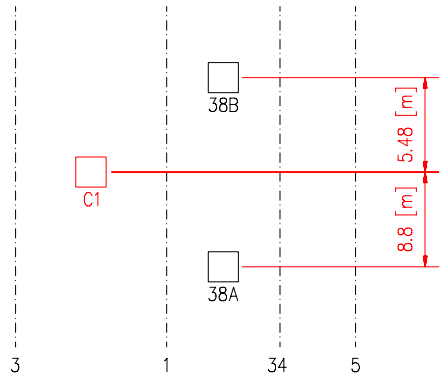
Mast-Nr:
Mât no: C1 bis à 28S

von
du KM 033.923 bis au KM 043.000

Voies en position théorique

Verteiler/Distribution

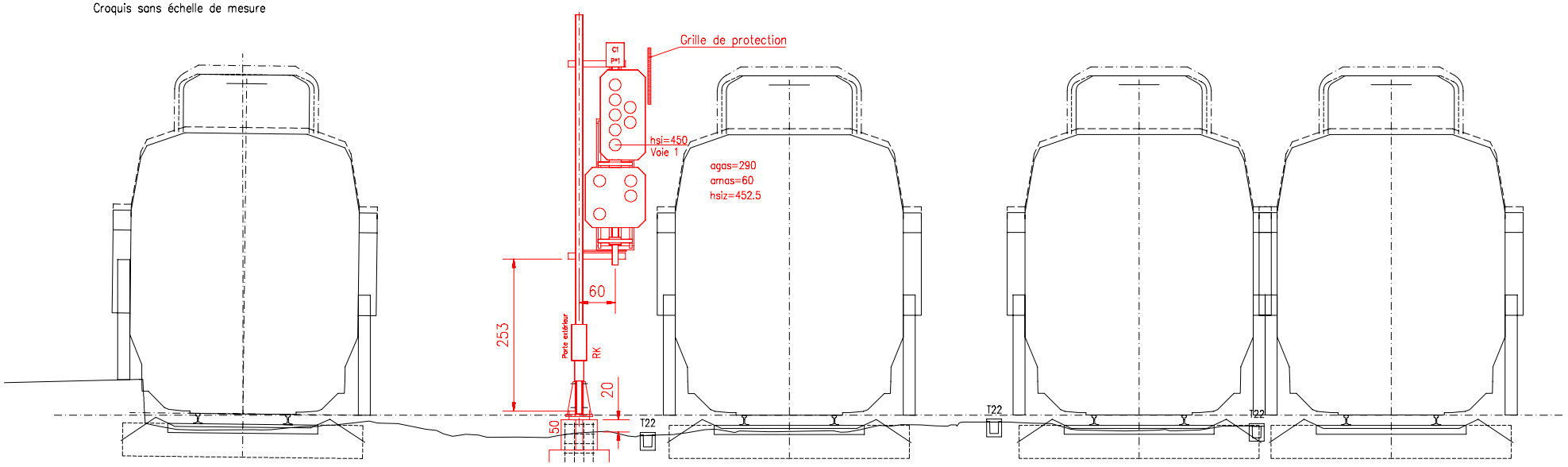
SBB CFF FFS	Bauherr / Maître d'oeuvre: CFF SA	Format		Aend. / Modif.	c k) 24.09.24 SLf/PDu	d l) 19.11.24 SLf/PDu	Massstab/Ech.	Gezeichnet / Dessiné: 02.02.23 SLf		Linie / Bhf Ligne/Gare	NY-QP-P-1162414-m
	Ing.-Büro / Bureau d'ing.: I-AEP-SAZ-RWT-T6	A4			a m) 25.03.25 SLf/PDu	b j) 02.09.24 SLf/PDu	1:100	Gepr. / Contrôlé: PDu	Ges. / Vu:	Bahn-km km Ligne	



Croquis sans échelle de mesure

Signal: C1 H/NH/1/2/5/6
Signal: P*1 W/1*
Lentille: 8T45 0

MSH12/20 L=6.6 m



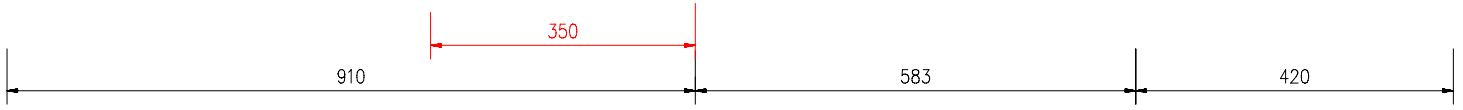
3
ü = 17 mm
hg = 2
r = 5805.791 m
OCF 3/S2 Euro

C1
DPS1/1.5B
Z= alt.415.479
hkgl1=-8

1
ü = 0 mm
Rail 0 = alt. 415.559
OCF 3/S2 Euro

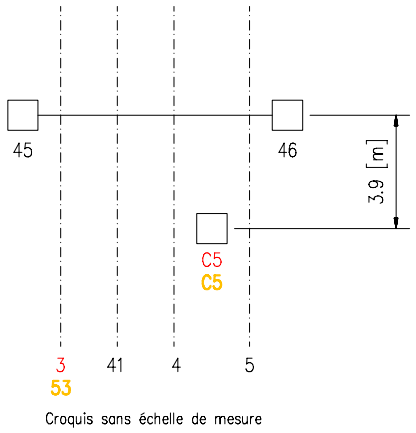
34
ü = 0 mm
hg = 0.1
r = 285.000 m
OCF 3/S2 Euro

5
ü = 0 mm
hg = 0.1
OCF 3/S2 Euro



C1

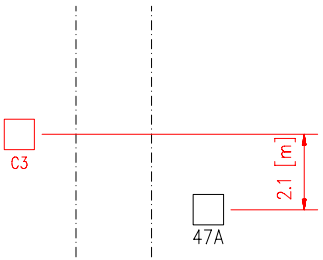
SBB CFF FFS	Bauherr / Maître d'ouvrage: CFF SA Ing.-Büro / Bureau d'ing.: I-AEP-SAZ-RWT-T6	Format A4	150 Lausanne - Genève-Aéroport Nyon	Aend. / Modif	c j) 30.08.24 SLf/PDu a l) 19.11.24 SLf/PDu	d k) 27.09.24 SLf/PDu b m) 03.02.25 SLf/PDu	Massstab/Ech. 1:100	Gezeichnet / Dessiné: 07.11.23 SLf Gepr. / Contrôlé: Ges. / Vu:	Linie / Bhf Ligne/Gare NY-QP-P-1162414-m Bahn-km km Ligne KM 033.923



Croquis sans échelle de mesure

C5

SBB CFF FFS	Bauherr / Maître d'ouvrage: CFF SA Ing.-Büro / Bureau d'ing.: I-AEP-SAZ-RWT-T6	Format A4	150 Lausanne - Genève-Aéroport Nyon	Aend. / Modif. c k) 24.09.24 SLf/PDu a m) 12.03.25 SLf/PDu	d l) 15.11.24 SLf/PDu b j) 14.08.24 SLf/PDu	Massstab/Ech. 1:100	Gezeichnet / Dessiné: 28.11.22 SLf Gepr. / Contrôlé: Ges. / Vu:	Linie / Bhf Ligne/Gare	NY-QP-P-1162414-m
								Bahn-km km Ligne	KM 034.067

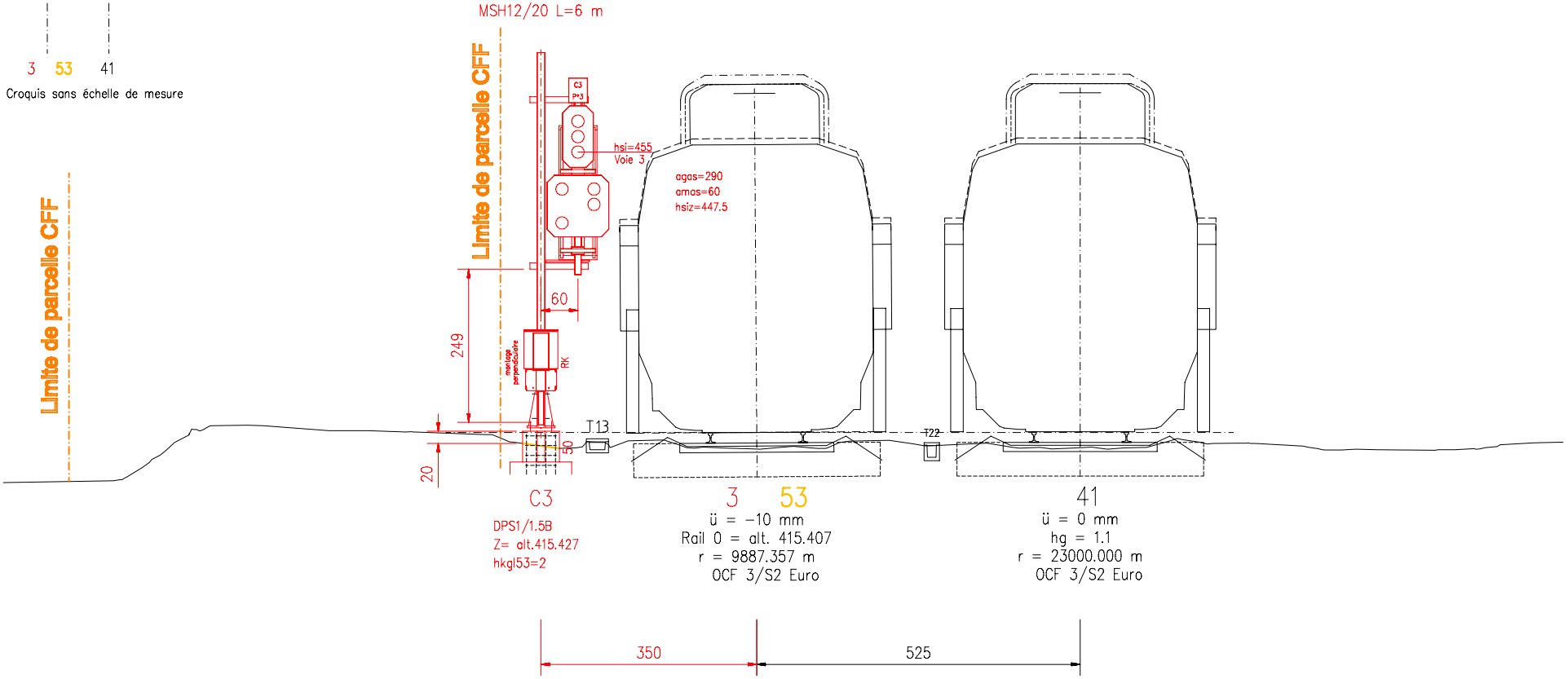


3 53 41

Croquis sans échelle de mesure

Signal: C3 H/NH/1
Signal: P*3 W/1*
Lentille: BT45 0

MSH12/20 L=6 m



C3
DPS1/1.5B
Z= alt.415.427
hkgl53=2

3 53
ü = −10 mm
Rail 0 = alt. 415.407
r = 9887.357 m
OCF 3/S2 Euro

41
ü = 0 mm
hg = 1.1
r = 23000.000 m
OCF 3/S2 Euro

350 525

C3

SBB CFF FFS	Bauherr / Maître d'ouvrage: CFF SA	Format A4	150 Lausanne - Genève-Aéroport Nyon	Aend. / Modif	c l) 19.11.24 SLf/PDu	d m) 16.01.25 SLf/PDu	Massstab/Ech. 1:100	Gezeichnet / Dessiné: 28.11.22 SLf		Linie / Bhf Ligne/Gare	NY-QP-P-1162414-m
	Ing.-Büro / Bureau d'ing.: I-AEP-SAZ-RWT-T6				a j) 17.07.24 SLf/PDu	b k) 27.09.24 SLf/PDu		Gepr. / Contrôlé:	Ges. / Vu:	Bahn-km km Ligne	KM 034.130

Signal: D761 H/NH/Hi/1/2/5/6
D323

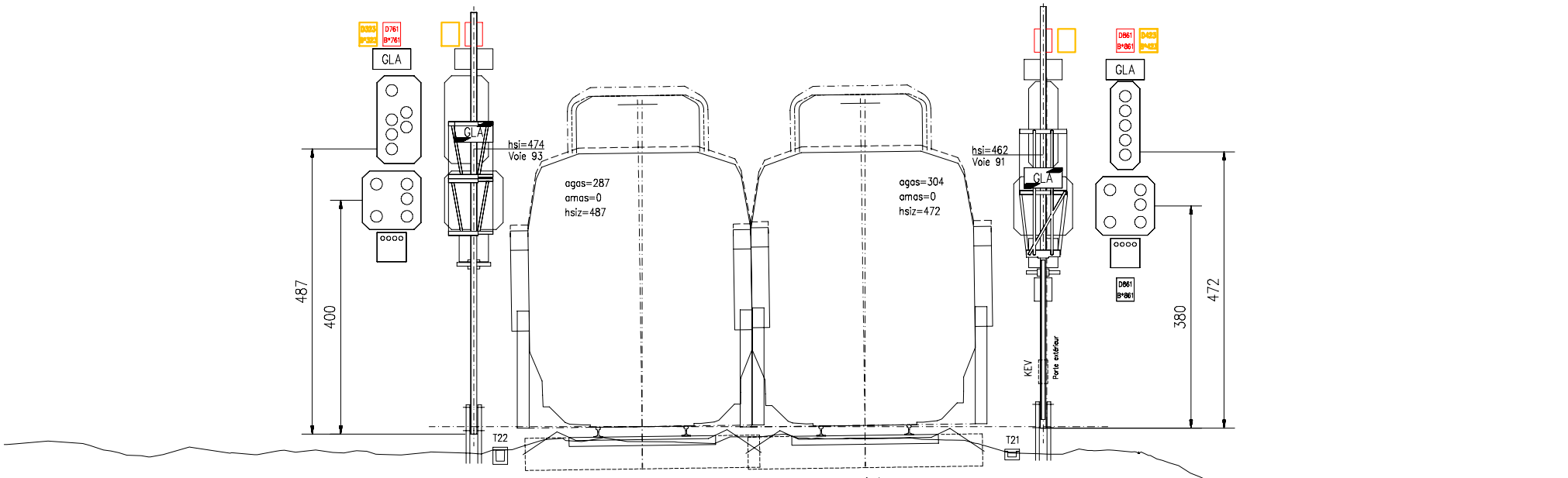
Signal: B*761 W/1*/2*/5*
B*323

Lentille: L8T45
MSH10/18 L=7.2 m

Signal: D861 H/NH/Hi/1/2/6
D423

Signal: B*861 W/1*/2*/5*
B*423

Lentille: 8T45 0
MSH10/18 L=7.2 m



D761
ERD
Z= alt.412.343
hkgl93=−13

93
ü = −21 mm
Rail 0 = alt. 412.473
r = 4860 m
OCF 3/S2 Euro

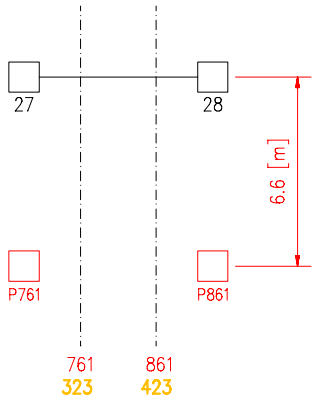
91
ü = −21 mm
hg = 2.1
r = 4863 m
OCF 3/S2 Euro

D861
ERD
Z= alt.412.394
hkgl91=−10

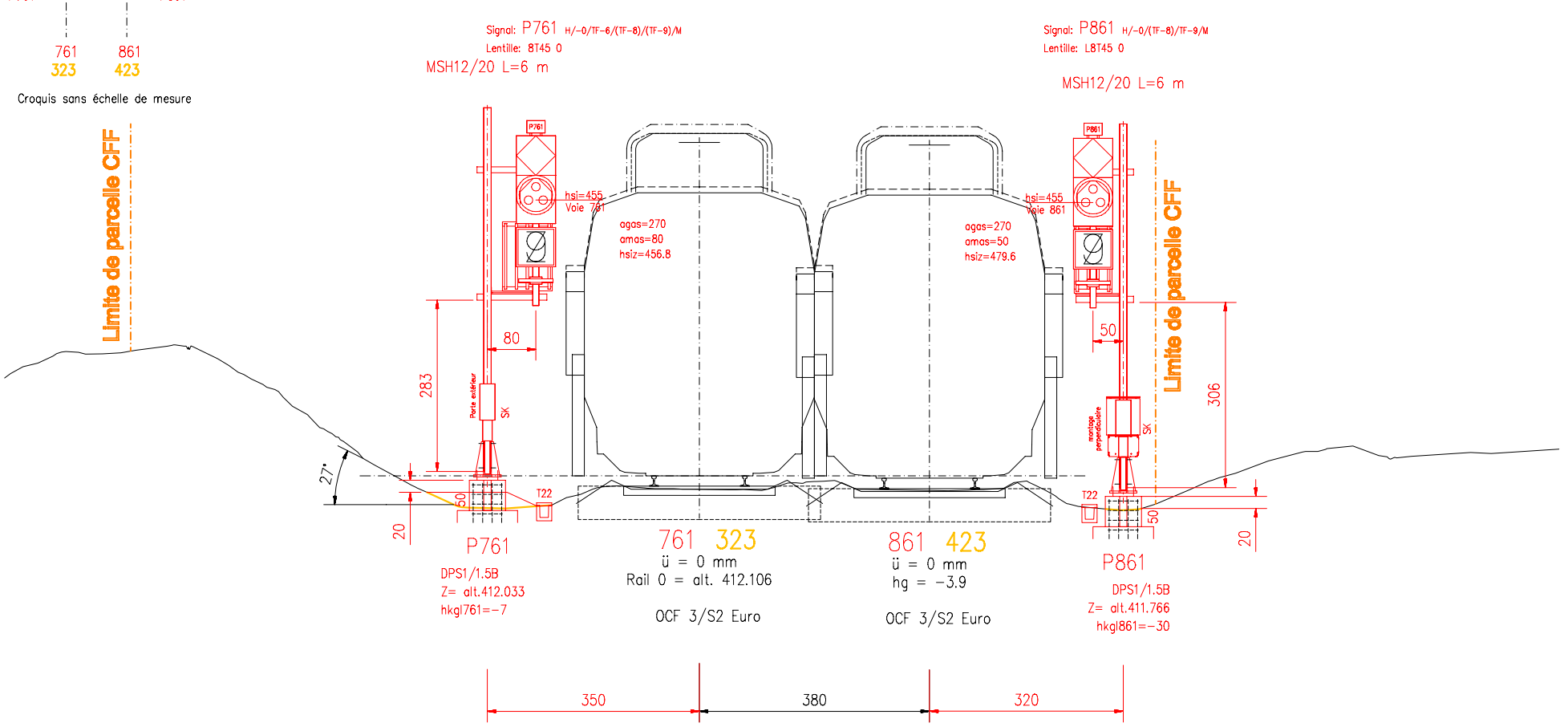
287 | 380 | 304

D761
D861

SBB CFF FFS	Bauherr / Maître d'ouvrage: CFF SA	Format A4	150 Lausanne - Genève-Aéroport Nyon	Aend. / Modif.	c j) 30.08.24 SLf/PDu	d k) 24.09.24 SLf/PDu	Massstab/Ech. 1:100	Gezeichnet / Dessiné: 08.11.23 SLf	Linie / Bhf Ligne/Gare NY-QP-P-1162414-m
	Ing.-Büro / Bureau d'ing.: I-AEP-SAZ-RWT-T6				a l) 19.11.24 SLf/PDu	b m) 12.03.25 SLf/PDu		Gepr. / Contrôlé: Ges. / Vu:	Bahn-km km Ligne KM 034.700

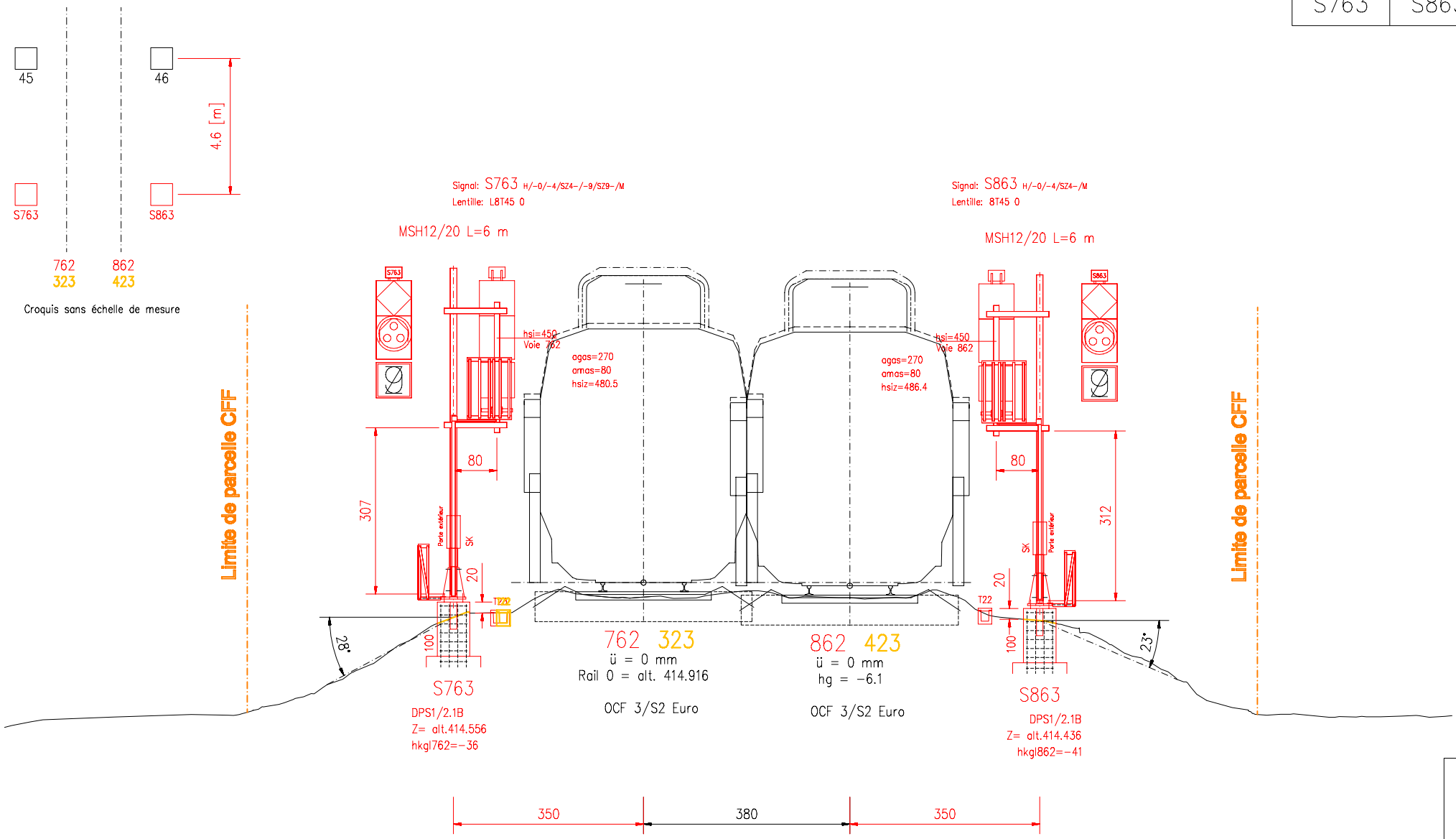


Croquis sans échelle de mesure



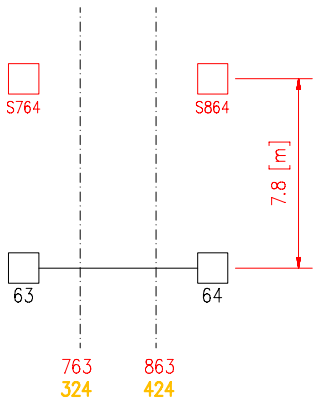
P761
P861

SBB CFF FFS	Bauherr / Maître d'ouvrage: CFF SA	Format A4	150 Lausanne - Genève-Aéroport Nyon	Aend. / Modif. c l) 15.11.24 SLf/PDu	d m) 06.02.25 SLf/PDu	Massstab/Ech. 1:100	Gezeichnet / Dessiné: 30.11.22 SLf	Linie / Bhf Ligne/Gare	NY-QP-P-1162414-m
	Ing.-Büro / Bureau d'ing.: I-AEP-SAZ-RWT-T6			a j) 17.07.24 SLf/PDu	b k) 24.09.24 SLf/PDu		Gepr. / Contrôlé: Ges. / Vu:	Bahn-km km Ligne	KM 035.300

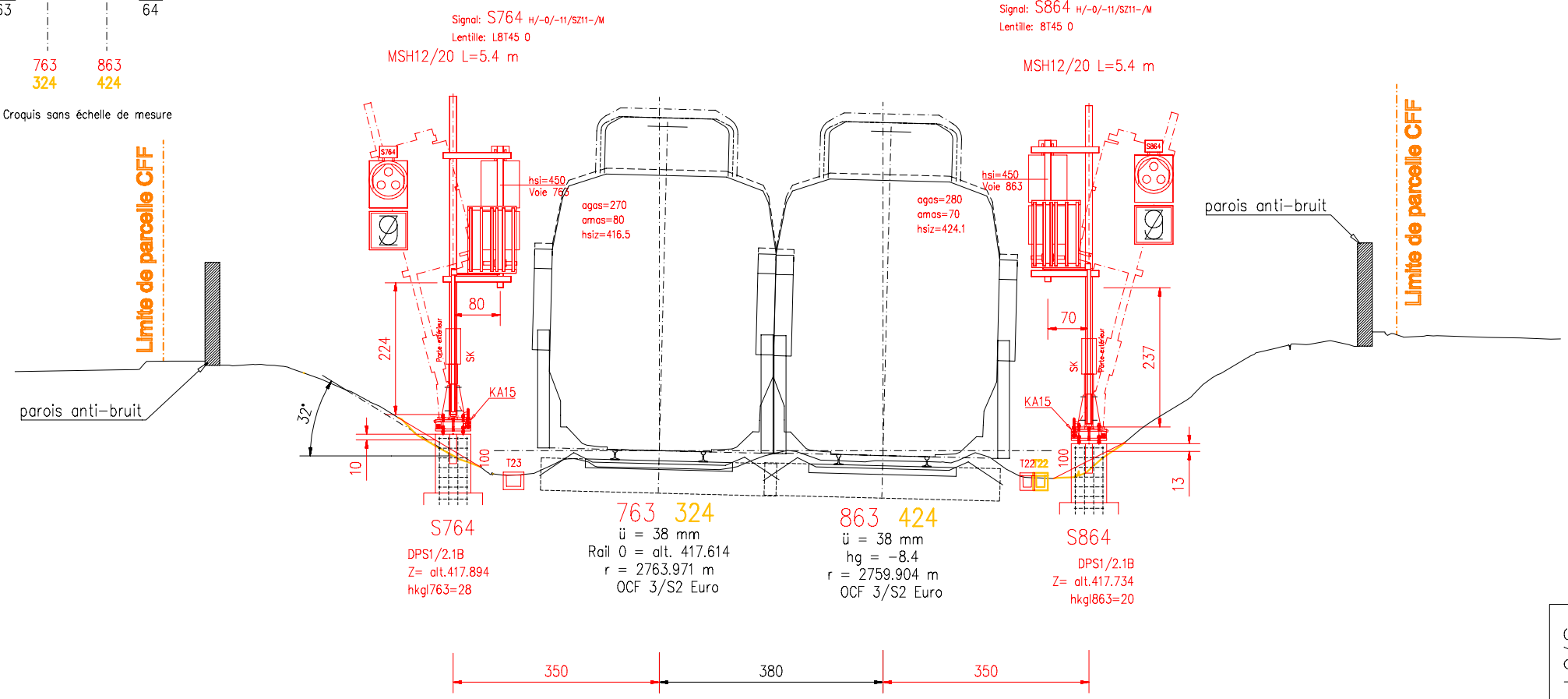


S763
S863

SBB CFF FFS	Bauherr / Maître d'ouvrage: CFF SA	Format A4	150 Lausanne - Genève-Aéroport Nyon	Aend. / Modif.	c m) 14.02.25 SLf/PDu	d j) 30.08.24 SLf/PDu	Massstab/Ech. 1:100	Gezeichnet / Dessiné: 05.12.22 SLf	Linie / Bhf Ligne/Gare NY-QP-P-1162414-m
	Ing.-Büro / Bureau d'ing.: I-AEP-SAZ-RWT-T6				a k) 24.09.24 SLf/PDu	b l) 15.11.24 SLf/PDu		Gepr. / Contrôlé: Ges. / Vu:	Bahn-km km Ligne KM 035.842



Croquis sans échelle de mesure



S764

DPS1/2.1B
Z= alt.417.894
hkgl763=28

763 324
ü = 38 mm
Rail 0 = alt. 417.614
r = 2763.971 m
OCF 3/S2 Euro

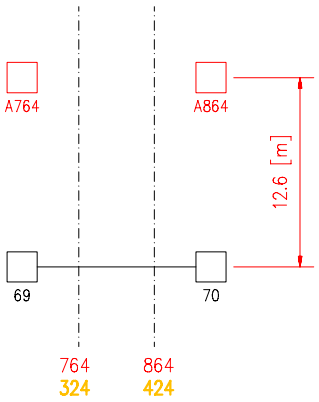
863 424
ü = 38 mm
hg = -8.4
r = 2759.904 m
OCF 3/S2 Euro

S864

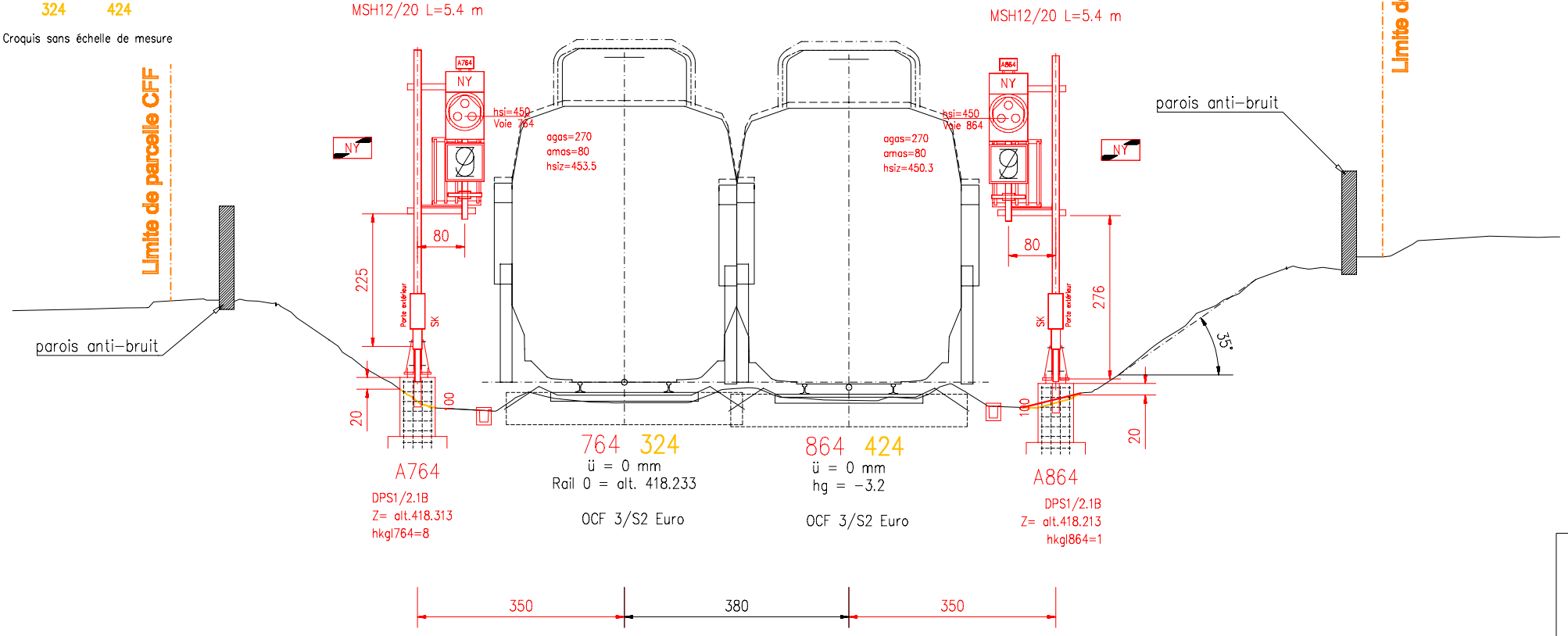
DPS1/2.1B
Z= alt.417.734
hkgl863=20

S764
S864

SBB CFF FFS	Bauherr / Maître d'ouvrage: CFF SA	Format A4	150 Lausanne - Genève-Aéroport Nyon	Aend. / Modif	c m) 14.02.25 SLf/PDu	d j) 30.08.24 SLf/PDu	Massstab/Ech. 1:100	Gezeichnet / Dessiné: 13.12.22 SLf	Linie / Bhf Ligne/Gare NY-QP-P-1162414-m
	Ing.-Büro / Bureau d'ing.: I-AEP-SAZ-RWT-T6				a k) 27.09.24 SLf/PDu	b l) 15.11.24 SLf/PDu		Gepr. / Contrôlé: Ges. / Vu:	Bahn-km km Ligne KM 036.395

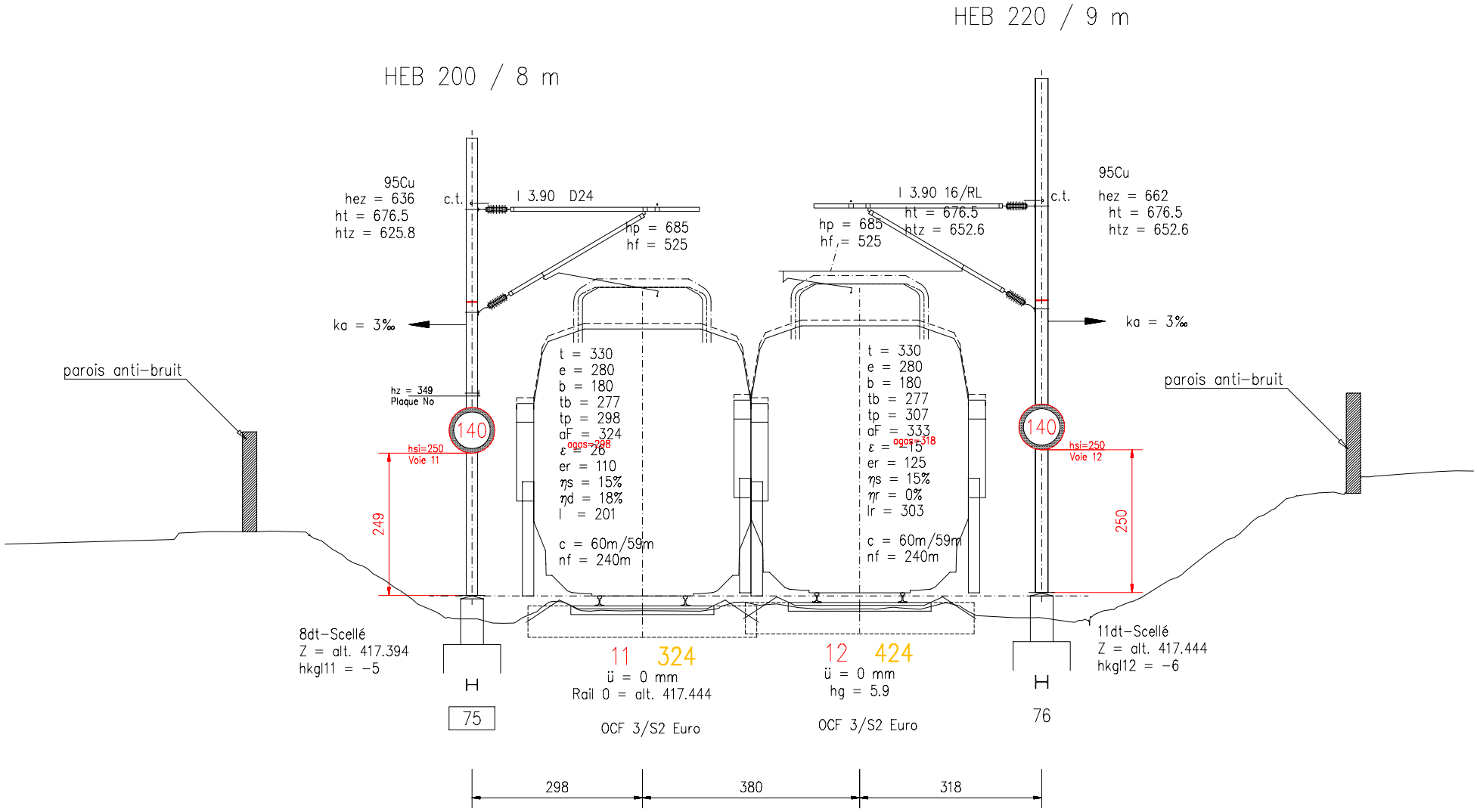


Croquis sans échelle de mesure



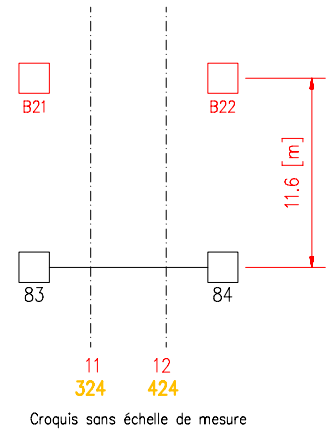
A764 | A864

SBB CFF FFS	Bauherr / Maître d'ouvrage: CFF SA Ing.-Büro / Bureau d'ing.: I-AEP-SAZ-RWT-T6	Format A4	150 Lausanne - Genève-Aéroport Nyon	Aend. / Modif.	c m) 13.01.25 SLf/PDu a k) 27.09.24 SLf/PDu	d j) 15.08.24 SLf/PDu b l) 14.11.24 SLf/PDu	Massstab/Ech. 1:100	Gezeichnet / Dessiné: 13.12.22 SLf Gepr. / Contrôlé: Ges. / Vu:	Linie / Bhf Ligne/Gare NY-QP-P-1162414-m Bahn-km km Ligne KM 036.575

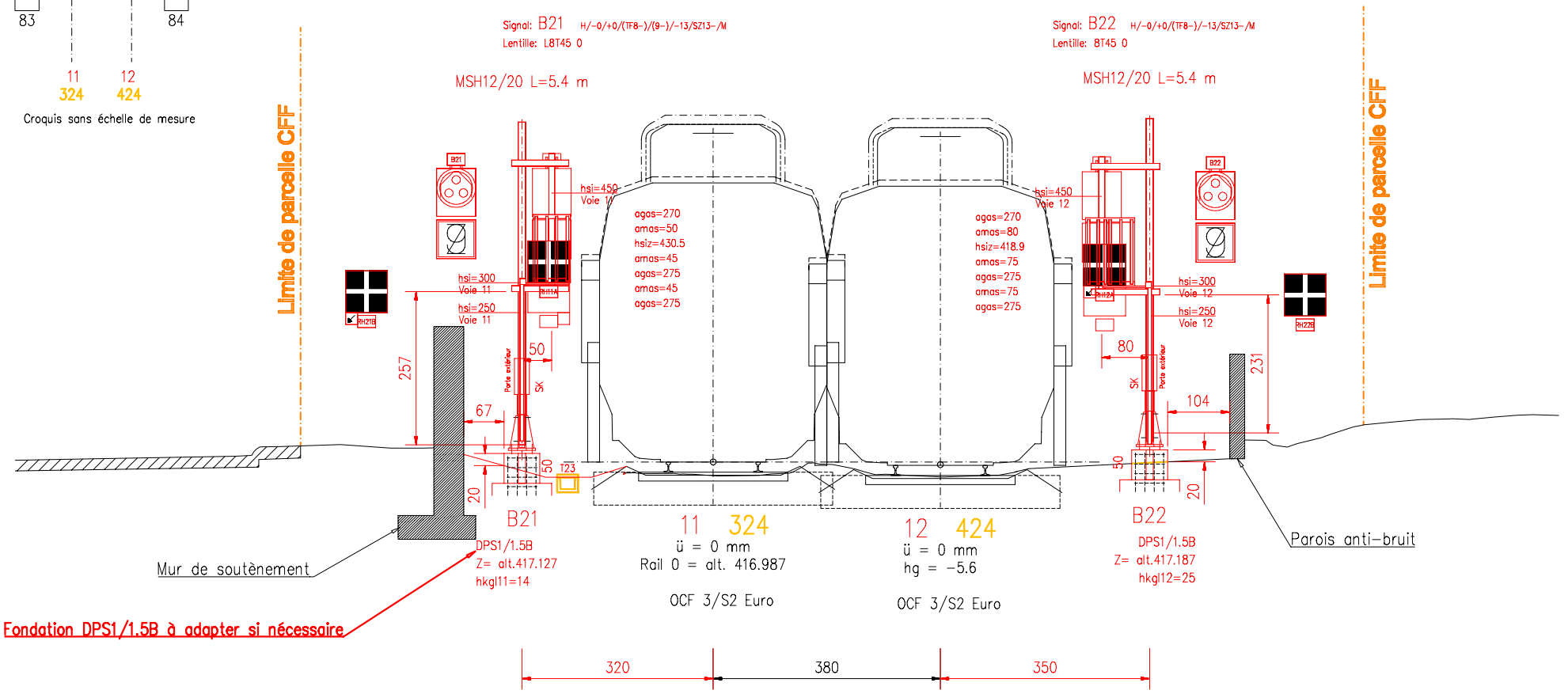


75
76

SBB CFF FFS	Bauherr / Maître d'ouvrage: CFF SA	Format A4	150 Lausanne - Genève-Aéroport Nyon	Aend. / Modif	c l) 19.12.24 Ro/PDu	d m) 03.02.25 SLf/PDu	Massstab/Ech. 1:100	Gezeichnet / Dessiné: 28.02.24 SLf		Linie / Bhf Ligne/Gare	NY-QP-P-1162414-m
	Ing.-Büro / Bureau d'ing.: I-AEP-SAZ-RWT-T6				a j) 30.08.24 SLf / PDu	b k) 24.09.24 SLf/PDu		Gepr. / Contrôlé:	Ges. / Vu:	Bahn-km km Ligne	KM 036.742

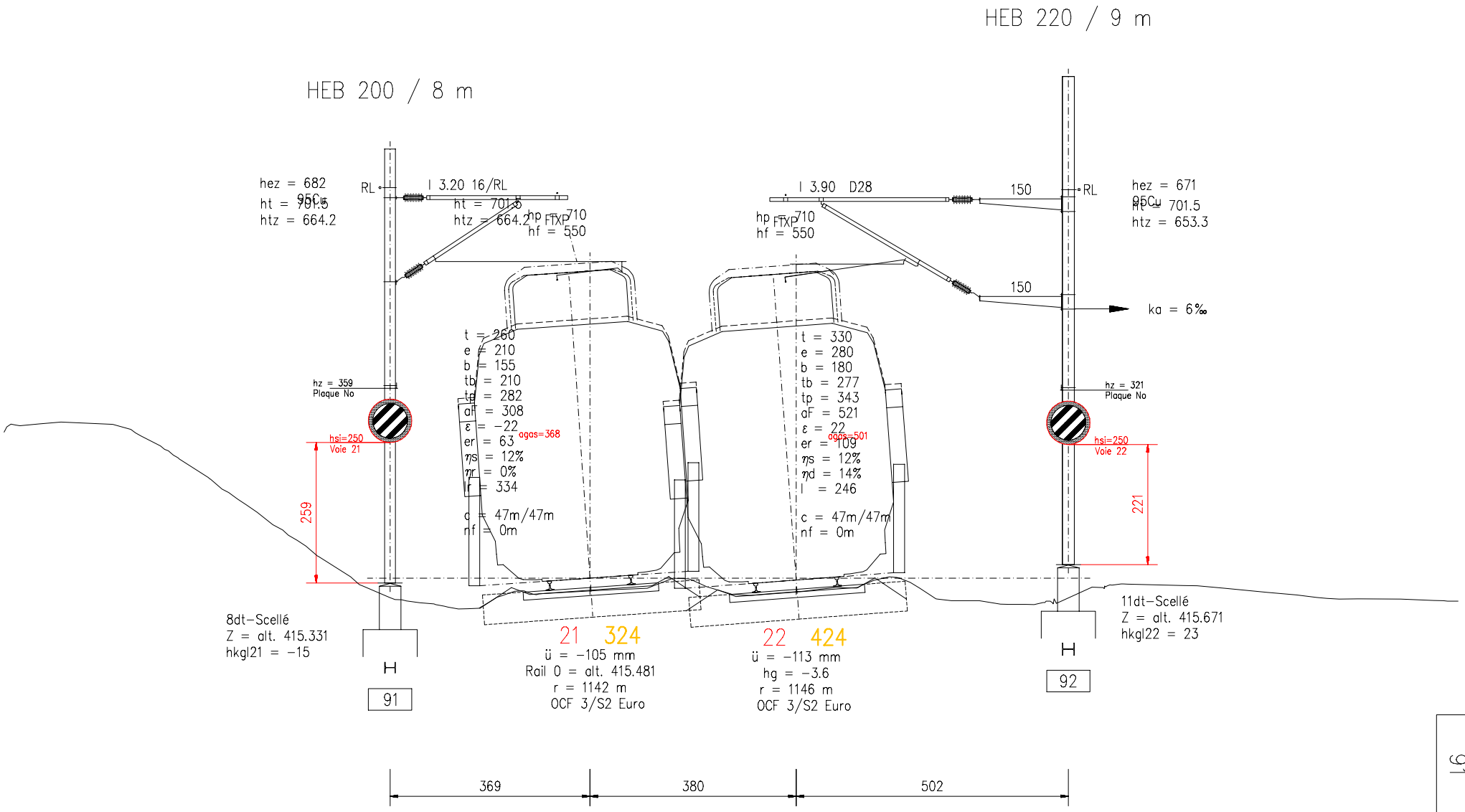


Croquis sans échelle de mesure

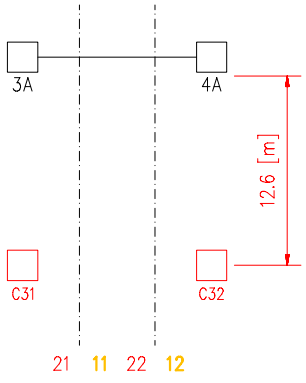


B21
B22

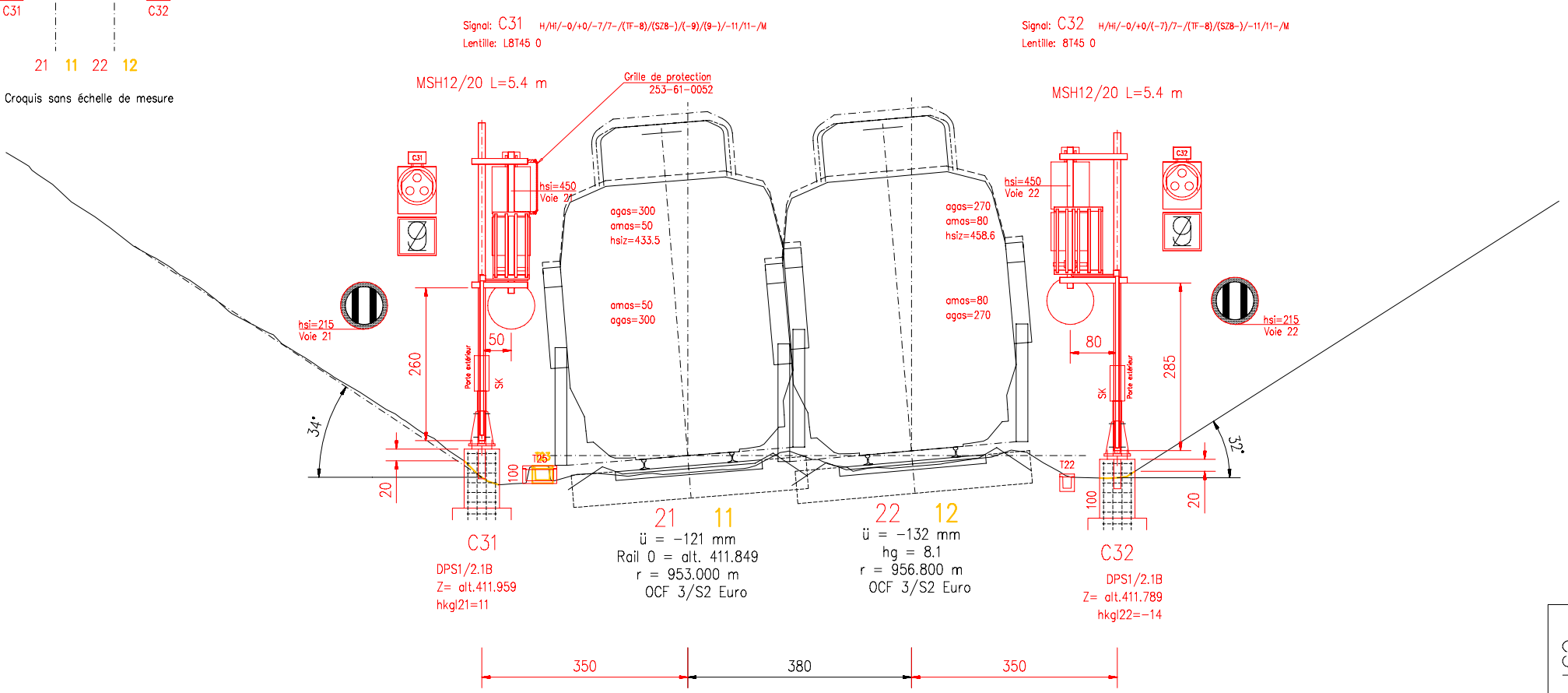
SBB CFF FFS	Bauherr / Maître d'ouvrage: CFF SA	Format A4	150 Lausanne - Genève-Aéroport Nyon	Aend. / Modif. c m) 06.02.25 SLf/PDu	d j) 30.08.24 SLf/PDu	Massstab/Ech. 1:100	Gezeichnet / Dessiné: 09.01.23 SLf	Linie / Bhf Ligne/Gare	NY-QP-P-1162414-m
	Ing.-Büro / Bureau d'ing.: I-AEP-SAZ-RWT-T6			a k) 27.09.24 SLf/PDu	b l) 19.11.24 SLf/PDu		Gepr. / Contrôlé: Ges. / Vu:	Bahn-km km Ligne	KM 036.990



SBB CFF FFS	Bauherr / Maître d'ouvrage: CFF SA	Format A4	150 Lausanne - Genève-Aéroport Nyon	Aend. / Modif	c m) 03.02.25 SLf/PDu	d	Massstab/Ech. 1:100	Gezeichnet / Dessiné: 28.02.24 SLf	Linie / Bhf Ligne/Gare NY-QP-P-1162414-m
	Ing.-Büro / Bureau d'ing.: I-AEP-SAZ-RWT-T6				a j) 30.08.24 SLf/PDu	b l) 19.12.24 Ro/PDu		Gepr. / Contrôlé: Ges. / Vu:	Bahn-km km Ligne KM 037.199

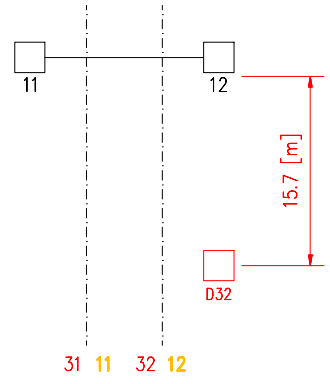


Croquis sans échelle de mesure

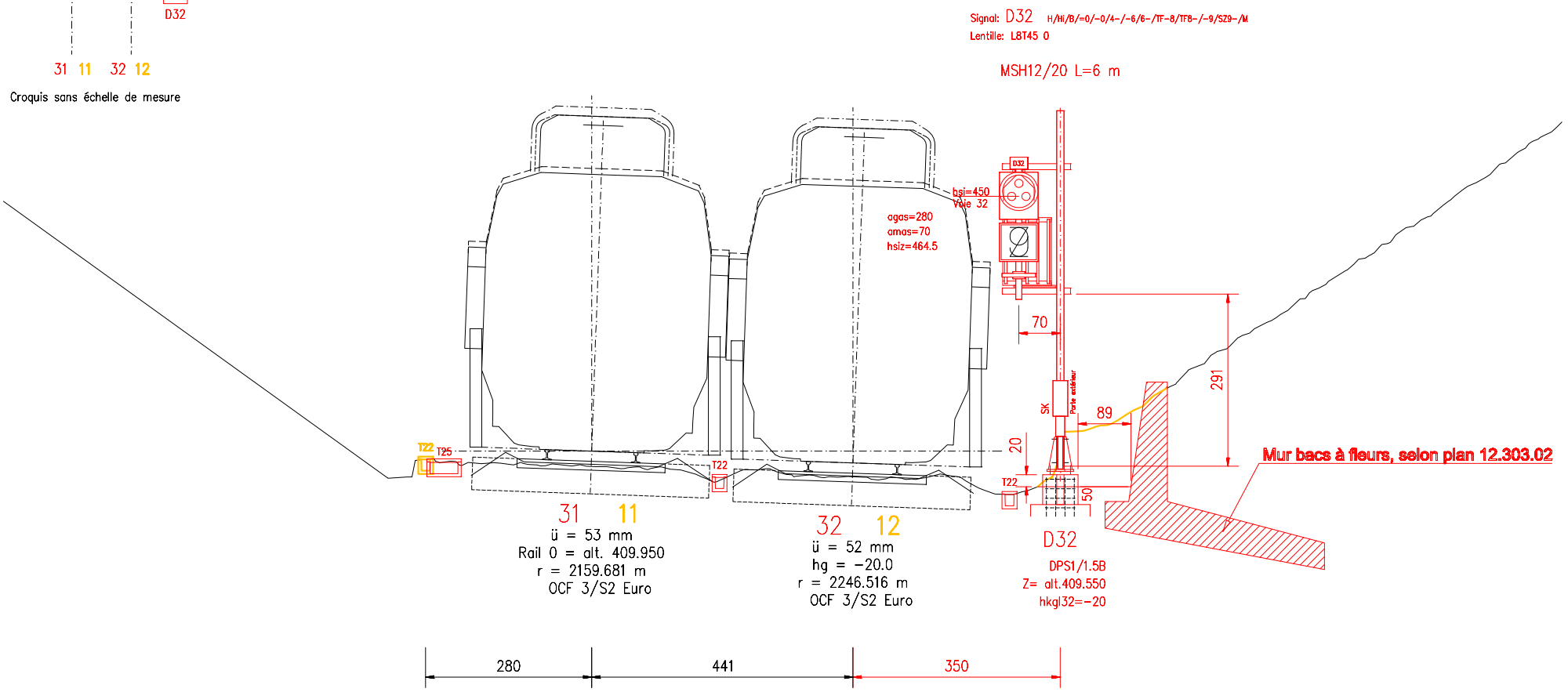


C31 | C32

SBB CFF FFS	Bauherr / Maître d'ouvrage: CFF SA Ing.-Büro / Bureau d'ing.: I-AEP-SAZ-RWT-T6	Format A4	150 Lausanne - Genève-Aéroport Nyon	Aend. / Modif	c m) 14.02.25 SLf/PDu a k) 26.09.24 SLf/PDu	d j) 15.08.24 SLf/PDu b l) 15.11.24 SLf/PDu	Massstab/Ech. 1:100	Gezeichnet / Dessiné: 13.12.22 SLf Gepr. / Contrôlé: Ges. / Vu:	Linie / Bhf Ligne/Gare NY-QP-P-1162414-m Bahn-km km Ligne KM 037.555

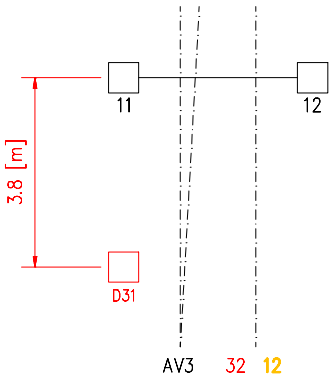


Croquis sans échelle de mesure

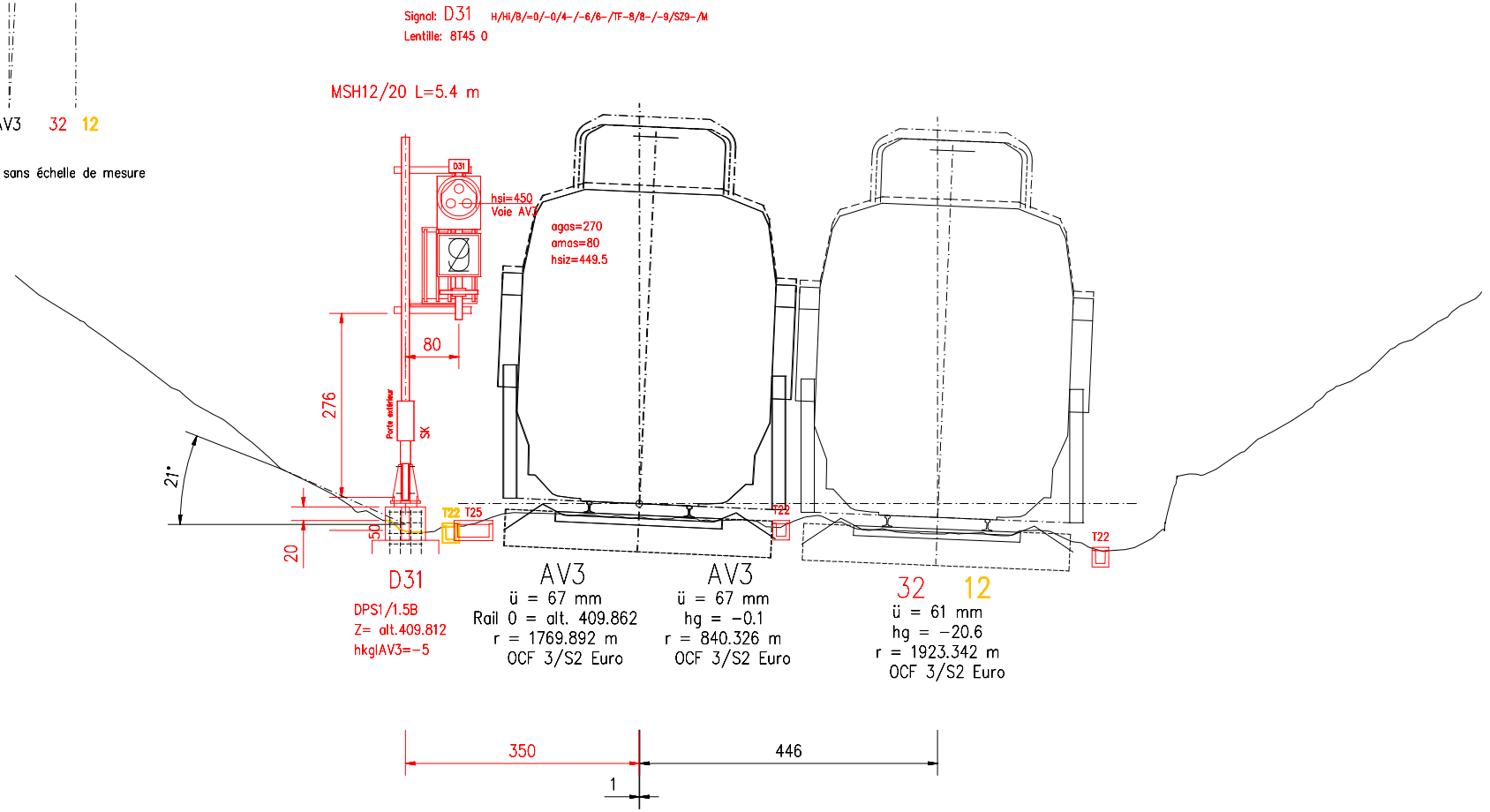


D32

SBB CFF FFS	Bauherr / Maître d'ouvrage: CFF SA	Format A4	150 Lausanne - Genève-Aéroport Nyon	Aend. / Modif.	c m) 14.02.25 SLf/PDu	d j) 15.09.24 SLf/PDu	Massstab/Ech. 1:100	Gezeichnet / Dessiné: 13.12.22 SLf	Linie / Bhf Ligne/Gare NY-QP-P-1162414-m
	Ing.-Büro / Bureau d'ing.: I-AEP-SAZ-RWT-AV				a k) 26.09.24 SLf/PDu	b l) 19.11.24 SLf/PDu		Gepr. / Contrôlé: Ges. / Vu:	Bahn-km km Ligne KM 037.748

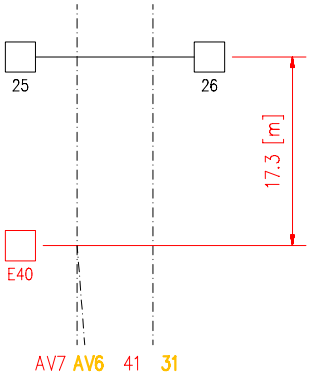


Croquis sans échelle de mesure

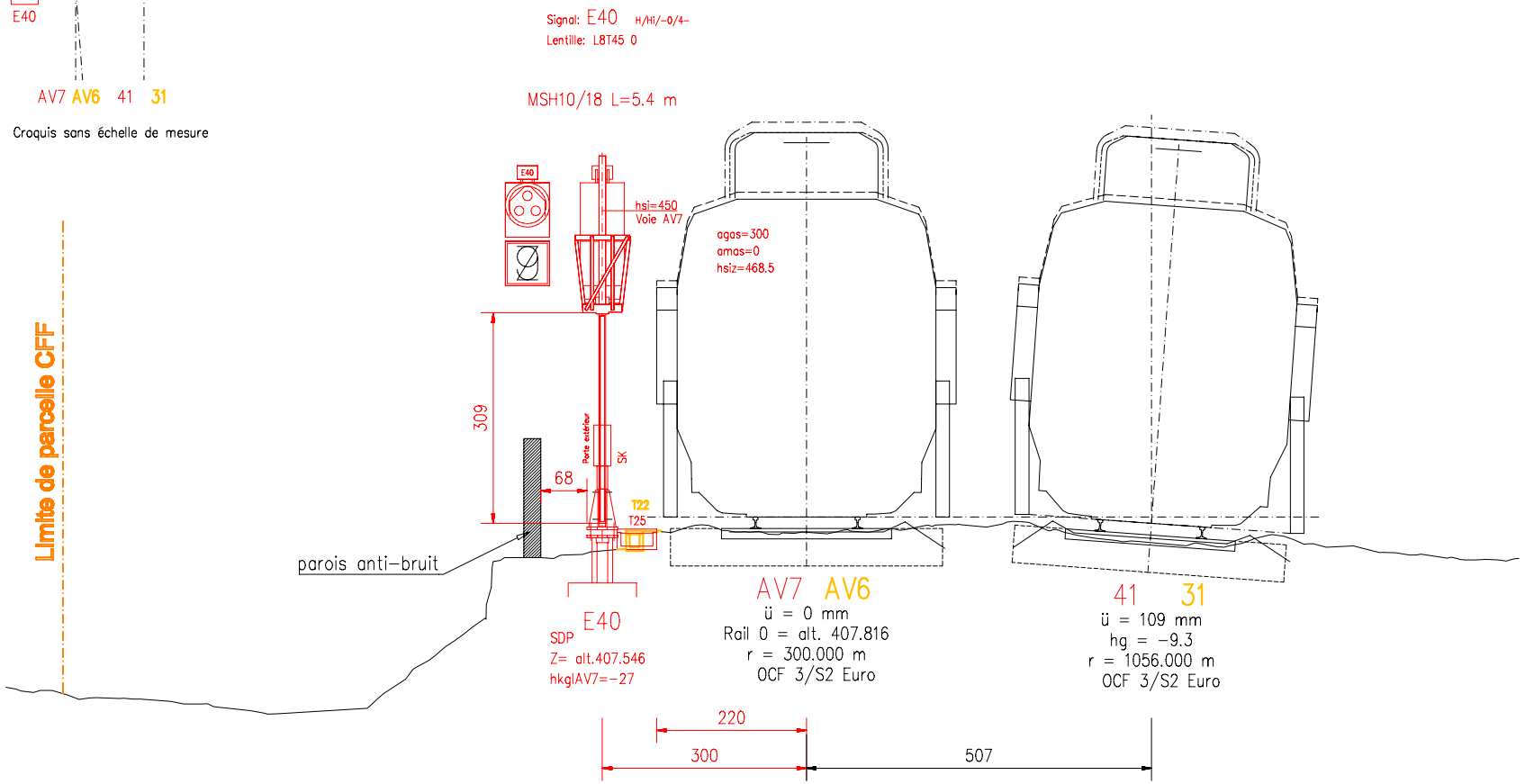


D31

SBB CFF FFS	Bauherr / Maître d'ouvrage: CFF SA	Format A4	150 Lausanne - Genève-Aéroport Nyon	Aend. / Modif	c m) 14.02.25 SLf/PDu	d j) 17.07.24 SLf/PDu	Massstab/Ech. 1:100	Gezeichnet / Dessiné: 13.12.22 SLf		Linie / Bhf Ligne/Gare	NY-QP-P-1162414-m
	Ing.-Büro / Bureau d'ing.: I-AEP-SAZ-RWT-T6				a k) 26.09.24 SLf/PDu	b l) 19.11.24 SLf/PDu		Gepr. / Contrôlé:	Ges. / Vu:	Bahn-km km Ligne	KM 037.760

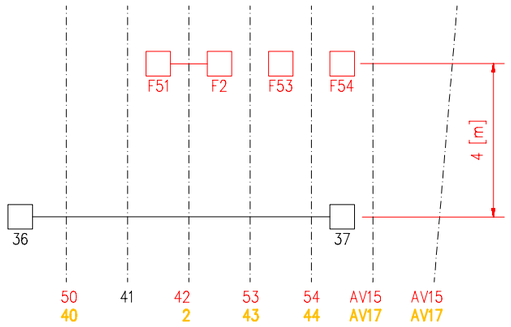


Croquis sans échelle de mesure

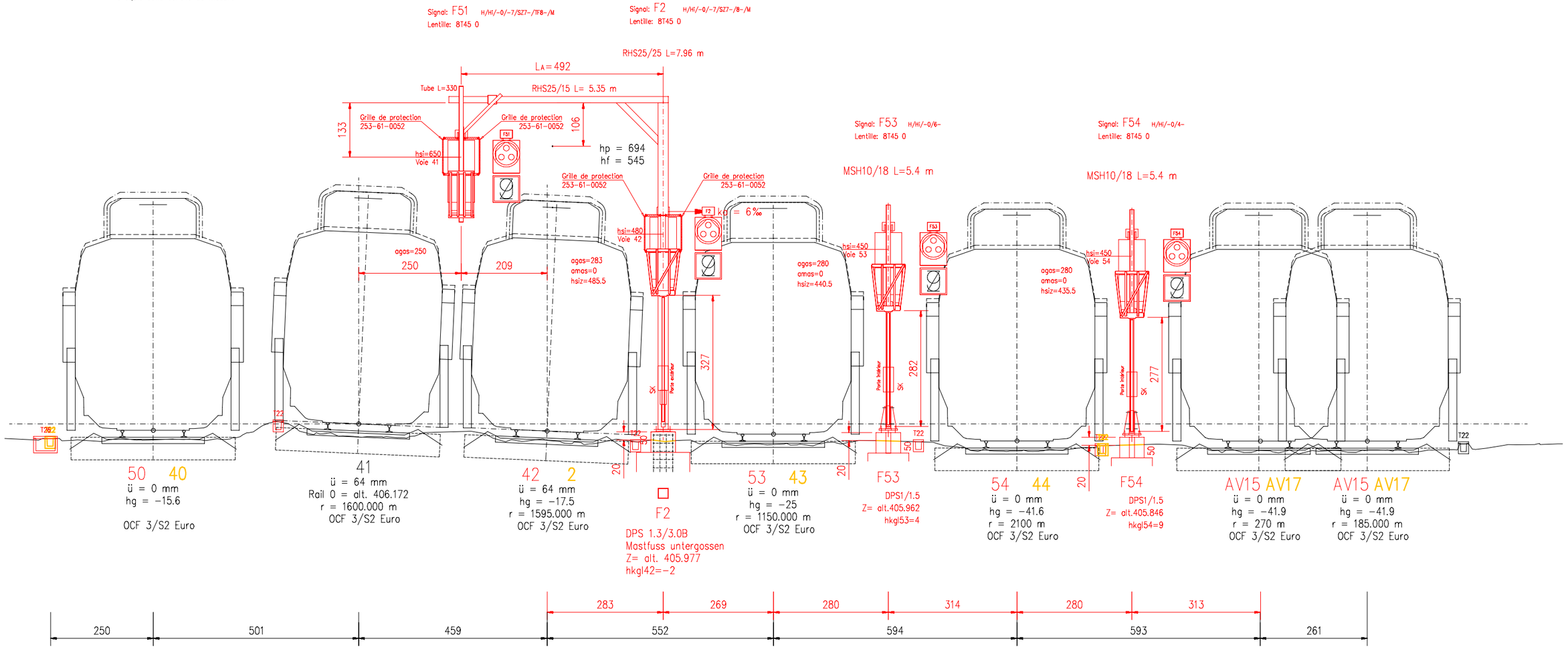


E40

SBB CFF FFS	Bauherr / Maître d'ouvrage: CFF SA Ing.-Büro / Bureau d'ing.: I-AEP-SAZ-RWT-T6	Format A4	150 Lausanne - Genève-Aéroport Nyon	Aend. / Modif	c j) 17.07.24 SLf / PDu a l) 15.11.24 SLf/PDu	d k) 26.09.24 SLf/PDu b m) 14.02.25 SLf/PDu	Massstab/Ech. 1:100	Gezeichnet / Dessiné: 30.11.22 SLf Gepr. / Contrôlé: Ges. / Vu:	Linie / Bhf Ligne/Gare	NY-QP-P-1162414-m
									Bahn-km km Ligne	KM 037.983



Croquis sans échelle de mesure



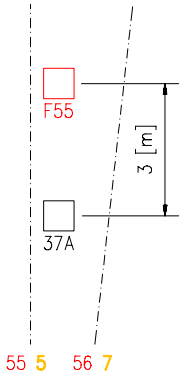
Calculé par I-AEP-ENG-FS-FE le: 15.01.2025 par I.Peric
Validé par I-AEP-ENG-FS-RWT le: 28.01.2025 par G.Raemy

F51

F54

SBB CFF FFS

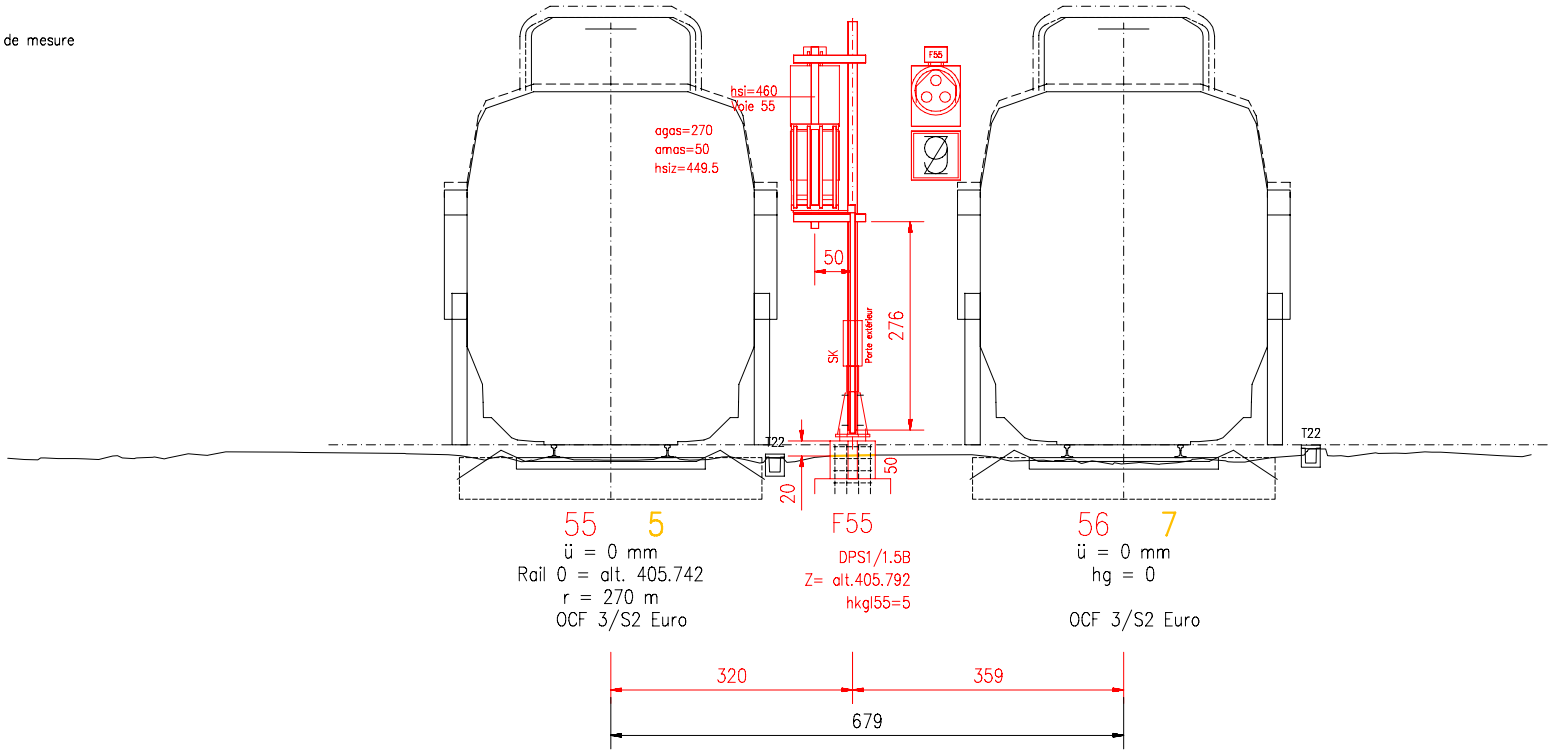
Bauherr / Maître d'ouvrage: CFF SA	Format	150 Lausanne - Genève-Aéroport	Aend. / Modif.	c l) 19.11.24 SLf/PDu	d m) 25.03.25 SLf/PDu	Massstab/Ech.	Gezeichnet / Dessiné: 09.01.23 SLf		Linie / Bhf Ligne/Gare	NY-QP-P-1162414-m
Ing.-Büro / Bureau d'ing.: I-AEP-SAZ-RWT-T6	A3	Nyon		a j) 30.08.24 SLf/PDu	b k) 26.09.24 SLf/PDu	1:100	Gepr. / Contrôlé:	Ges. / Vu:	Bahn-km km Ligne	KM 038.191



Croquis sans échelle de mesure

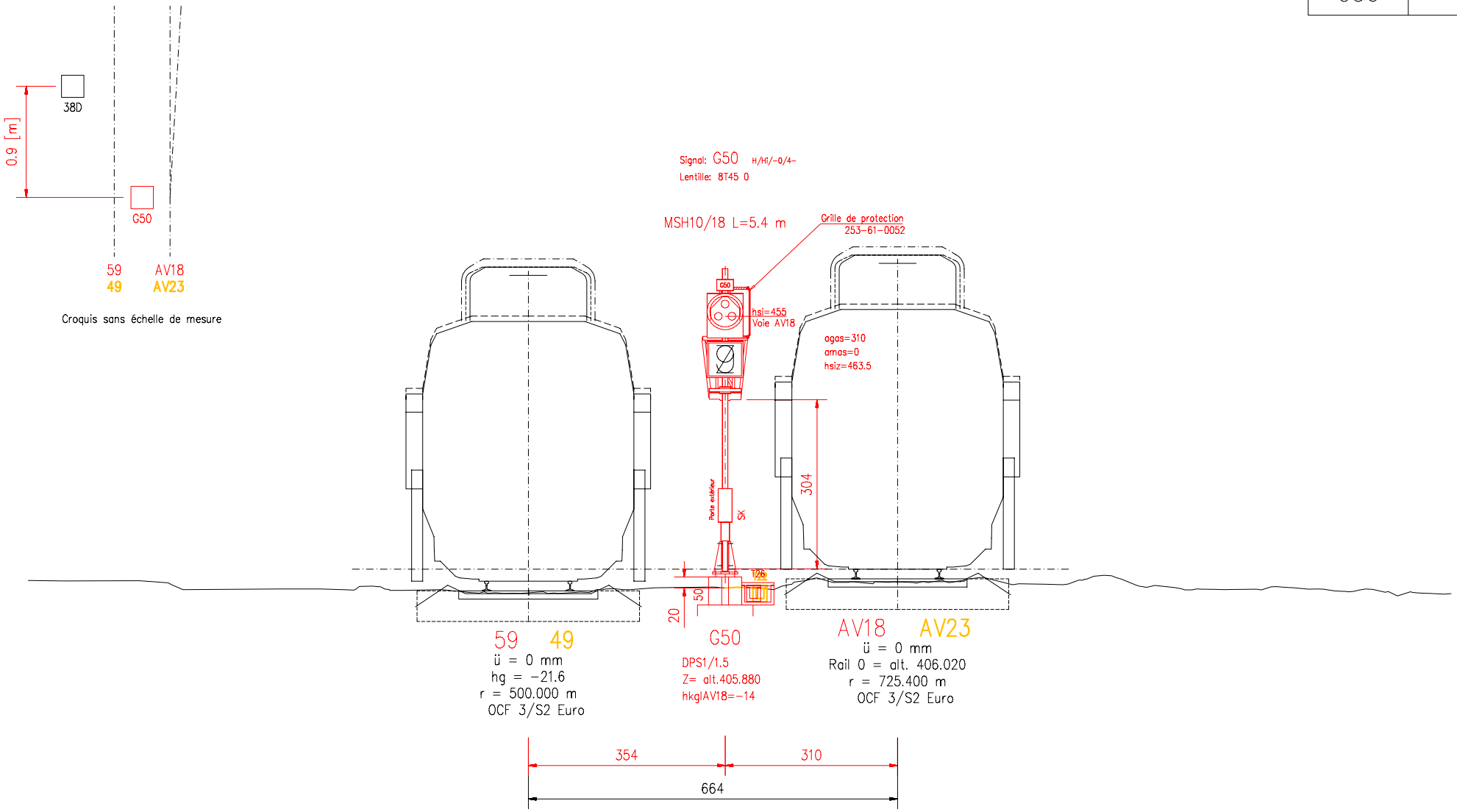
Signal: F55 H/Hl/-0/4-
Lentille: 8T45 0

MSH12/20 L=5.4 m



F55

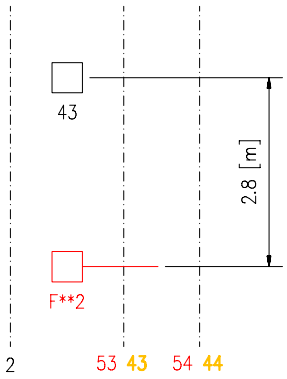
SBB CFF FFS	Bauherr / Maître d'ouvrage: CFF SA	Format A4	150 Lausanne - Genève-Aéroport Nyon	Aend. / Modif.	c j) 30.08.24 SLf/PDu	d k) 26.09.24 SLf/PDu	Massstab/Ech. 1:100	Gezeichnet / Dessiné: 07.11.23 SLf		Linie / Bhf Ligne/Gare	NY-QP-P-1162414-m
	Ing.-Büro / Bureau d'ing.: I-AEP-SAZ-RWT-T6				a l) 15.11.24 SLf/PDu	b m) 25.03.25 SLf/PDu		Gepr. / Contrôlé:	Ges. / Vu:	Bahn-km km Ligne	KM 038.208



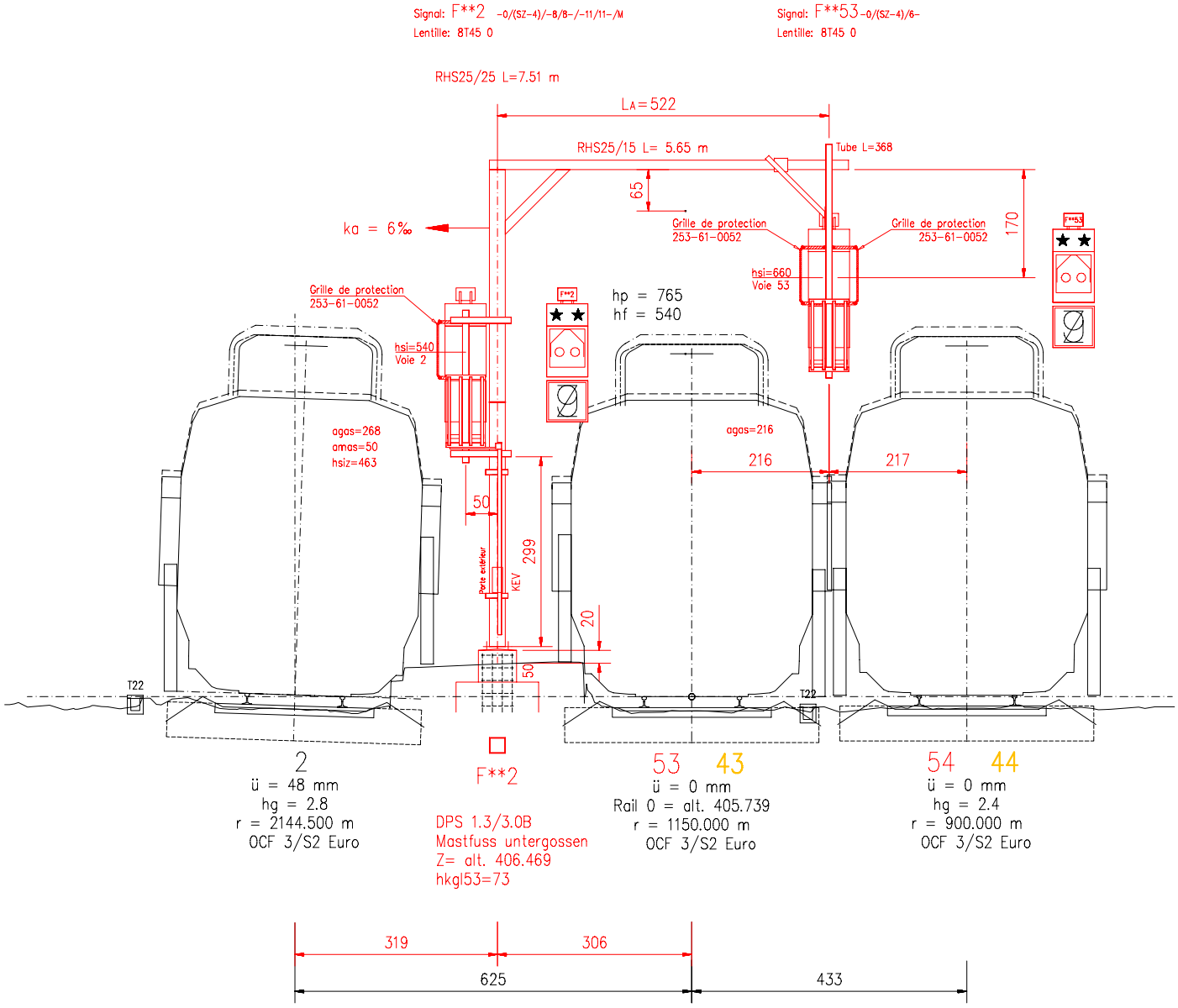
G50

SBB CFF FFS	Bauherr / Maître d'ouvrage: CFF SA Ing.-Büro / Bureau d'ing.: I-AEP-SAZ-RWT-T6	Format A4	150 Lausanne - Genève-Aéroport Nyon	Aend. / Modif	c j) 30.08.24 SLf/PDu a l) 15.11.24 SLf/PDu	d k) 26.09.24 SLf/PDu b m) 14.02.25 SLf/PDu	Massstab/Ech. 1:100	Gezeichnet / Dessiné: 30.11.22 SLf Gepr. / Contrôlé: Ges. / Vu:	Linie / Bhf Ligne/Gare	NY-QP-P-116214-m	
									Bahn-km km Ligne	KM 038.265	

F**2 | F**53



Croquis sans échelle de mesure



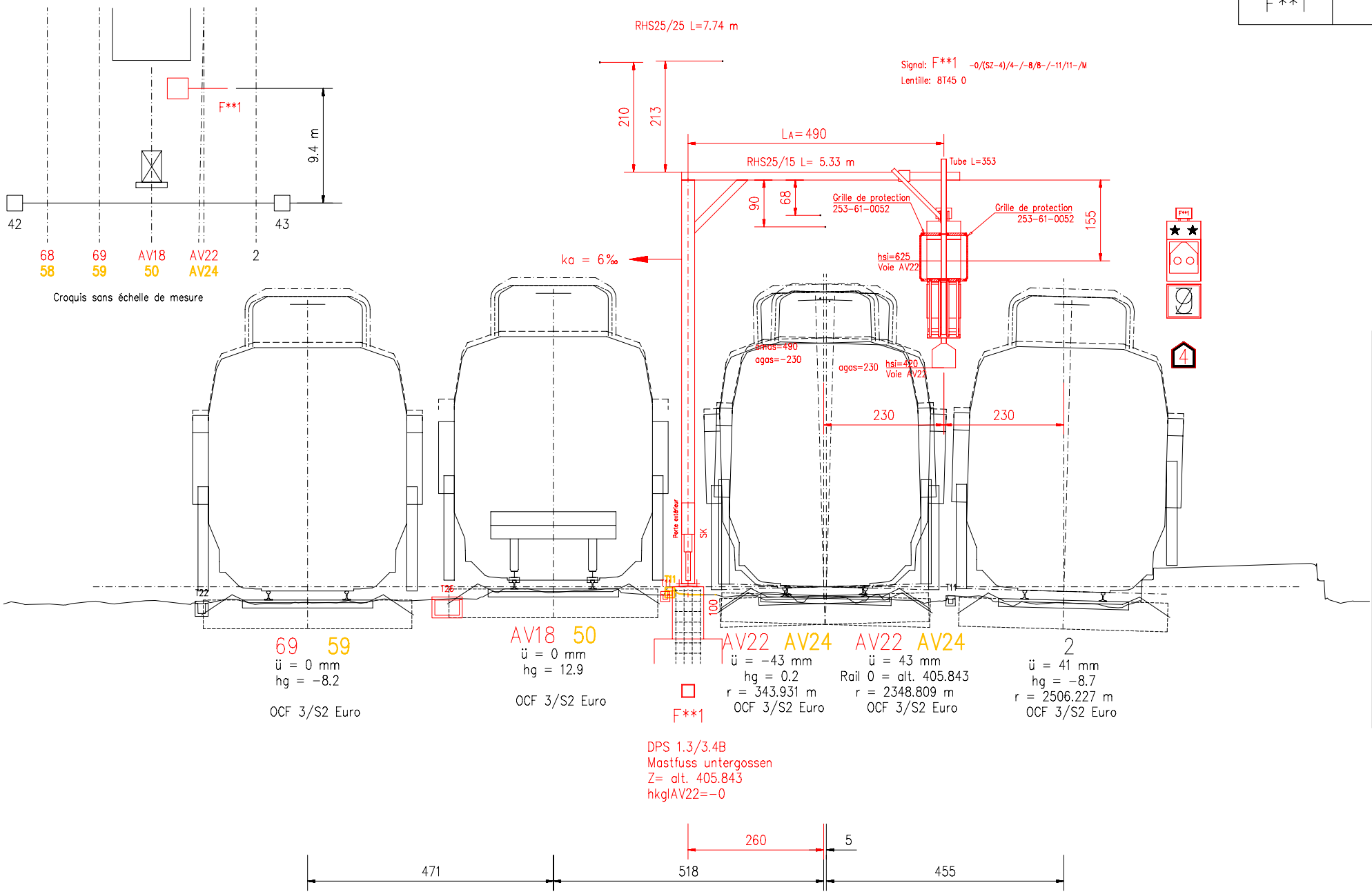
Calculé par I-AEP-ENG-FS-FE le: 15.01.2025 par I.Peric
Validé par I-AEP-ENG-FS-RWT le: 28.01.2025 par G.Raemy

F**2

F**53

SBB CFF FFS	Bauherr / Maître d'ouvrage: CFF SA	Format A4	150 Lausanne - Genève-Aéroport Nyon	Aend. / Modif.	c I) 19.11.24 SLf/PDu	d m) 11.03.25 SLf/PDu	Massstab/Ech. 1:100	Gezeichnet / Dessiné: 12.12.22 SLf		Linie / Bhf Ligne/Gare NY-QP-P-1162414-m
	Ing.-Büro / Bureau d'ing.: I-AEP-SAZ-RWT-T6				a j) 30.08.24 SLf/PDu	b k) 26.09.24 SLf/PDu		Gepr. / Contrôlé:	Ges. / Vu:	Bahn-km km Ligne KM 038.324

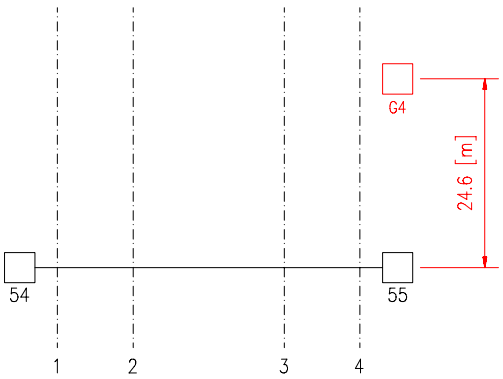
F**1



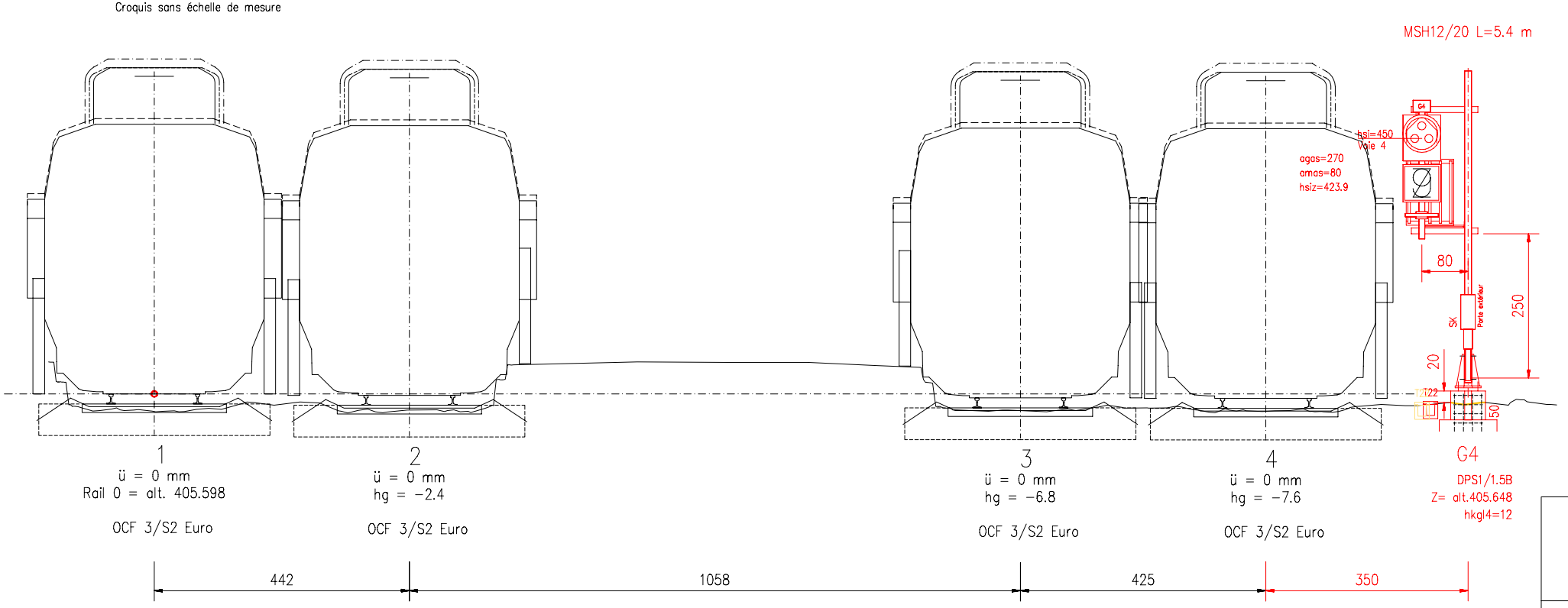
Calculé par I-AEP-ENG-FS-FE le: 15.01.2025 par I.Peric
Validé par I-AEP-ENG-FS-RWT le: 28.01.2025 par G.Raemy

F**1

SBB CFF FFS	Bauherr / Maître d'ouvrage: CFF SA	Format A4	150 Lausanne - Genève-Aéroport Nyon	Aend. / Modif.	c l) 19.11.24 SLf/PDu	d m) 14.02.25 SLf/PDu	Massstab/Ech. 1:100	Gezeichnet / Dessiné: 15.08.24 SLf		Linie / Bhf Ligne/Gare	NY-QP-P-1162414-m
	Ing.-Büro / Bureau d'ing.: I-AEP-SAZ-RWT-T6				a j) 13.09.24 SLf/PDu	b k) 27.09.24 SLf/PDu		Gepr. / Contrôlé:	Ges. / Vu:	Bahn-km km Ligne	KM 038.336



Croquis sans échelle de mesure



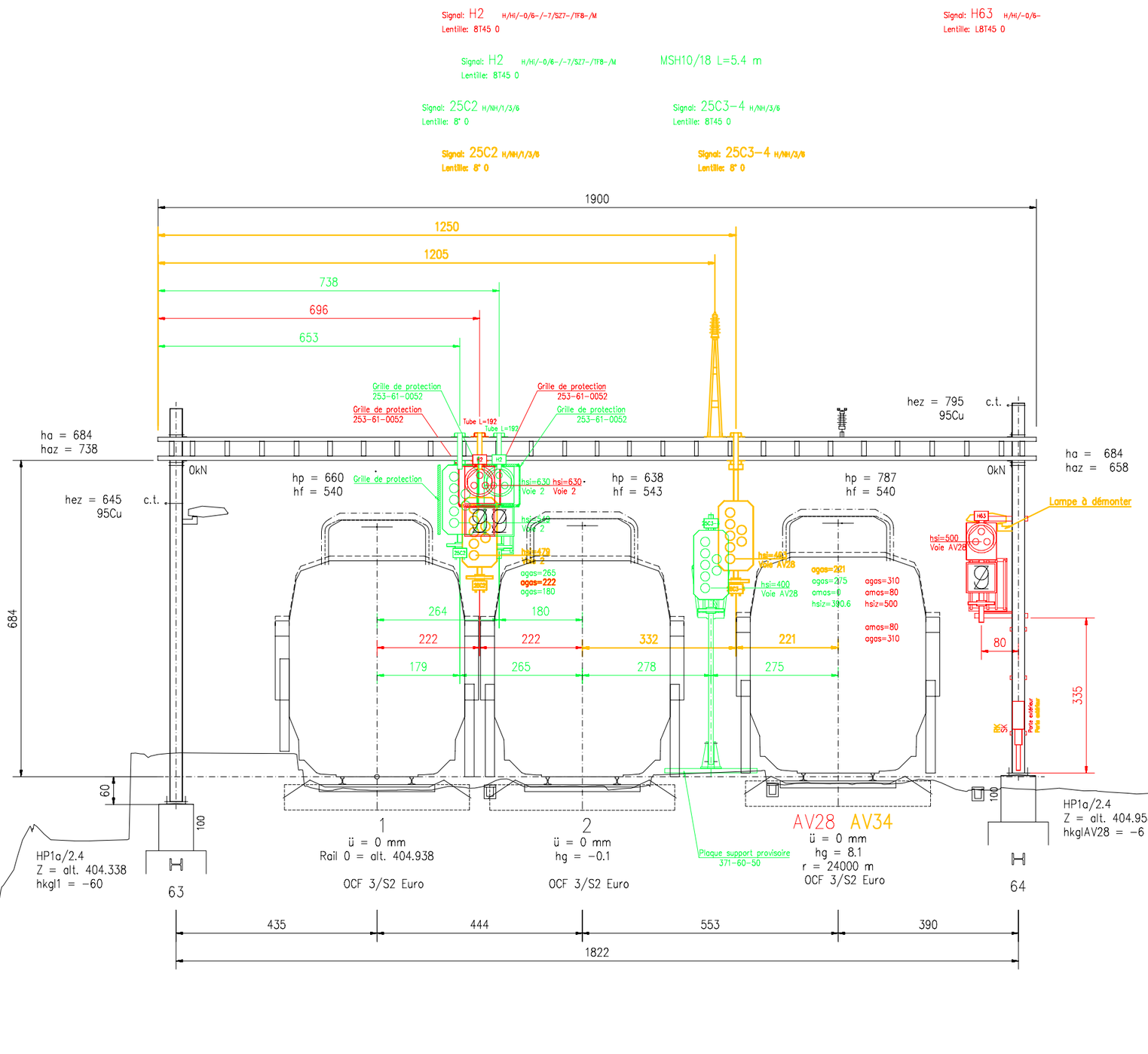
G4

SBB CFF FFS	Bauherr / Maître d'ouvrage: CFF SA Ing.-Büro / Bureau d'ing.: I-AEP-SAZ-RWT-T6	Format A4	150 Lausanne - Genève-Aéroport Nyon	Aend. / Modif.	c j) 15.08.24 SLf/PDu a l) 19.11.24 SLf/PDu	d k) 26.09.24 SLf/PDu b m) 04.02.25 SLf/PDu	Massstab/Ech. 1:100	Gezeichnet / Dessiné: 13.12.22 SLf Gepr. / Contrôlé:	Ges. / Vu:	Linie / Bhf Ligne/Gare NY-QP-P-1162414-m Bahn-km km Ligne KM 038.531

HEM 240 / 8.5 m

J90 E / 19 m
js=1872
(approx.1140kg)

DPM24 / 8 m

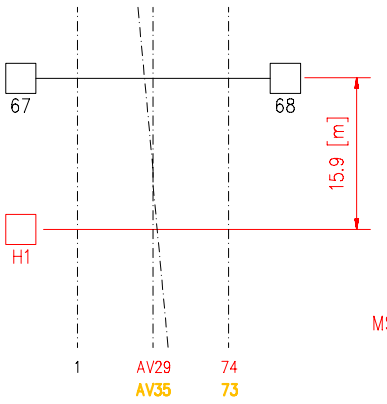


Calculé par I-AEP-ENG-FS-FE le: 15.01.2025 par I.Peric
Validé par I-AEP-ENG-FS-RWT le: 28.01.2025 par G.Raemy

63

64

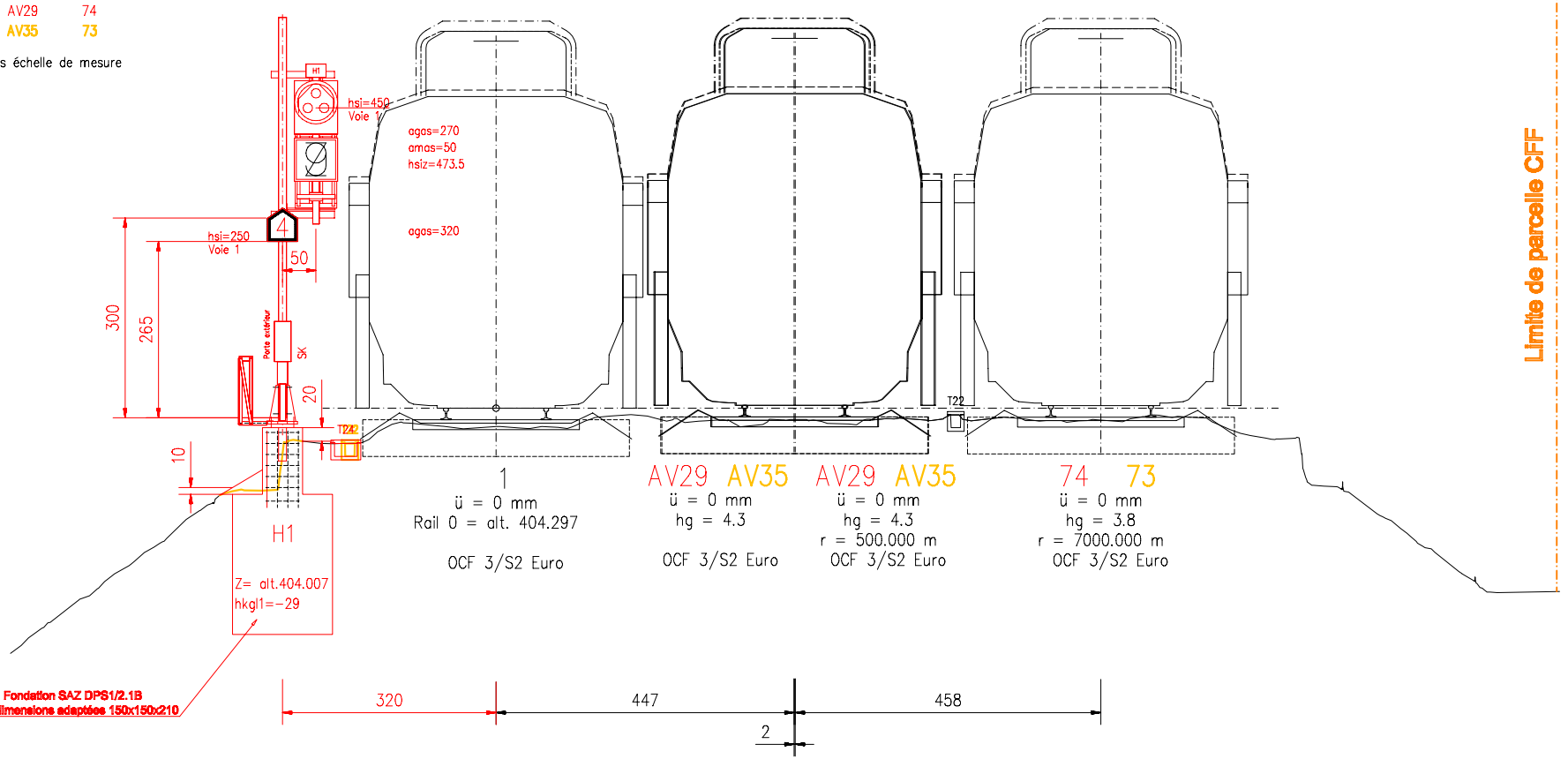
SBB CFF FFS	Bauherr / Maître d'ouvrage: CFF SA Ing.-Büro / Bureau d'ing.: I-AEP-SAZ-RWT-T6	Format A3	150 Lausanne - Genève-Aéroport Nyon	Aend. / Modif.	c j) 02.09.24 SLf/PDu a l) 19.12.24 Ro/PDu	d k) 26.09.24 SLf/PDu b m) 12.03.25 SLf/PDu	Massstab/Ech. 1:100	Gezeichnet / Dessiné: 18.01.24 SLf Gepr. / Contrôlé: Ges. / Vu:	Linie / Bhf Ligne/Gare: NY-QP-P-1162414-m Bahn-km km Ligne: KM 038.677



Croquis sans échelle de mesure

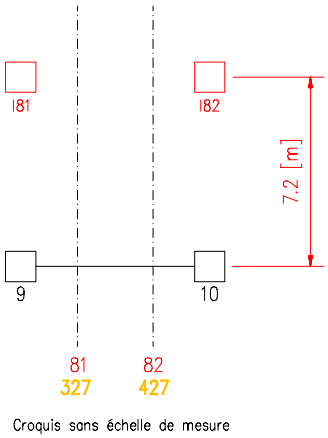
Signal: H1 H/Hi/-0/6-/-7/7-/TF8-/M
Lentille: 8T45 0

MSH12/20 L=6 m

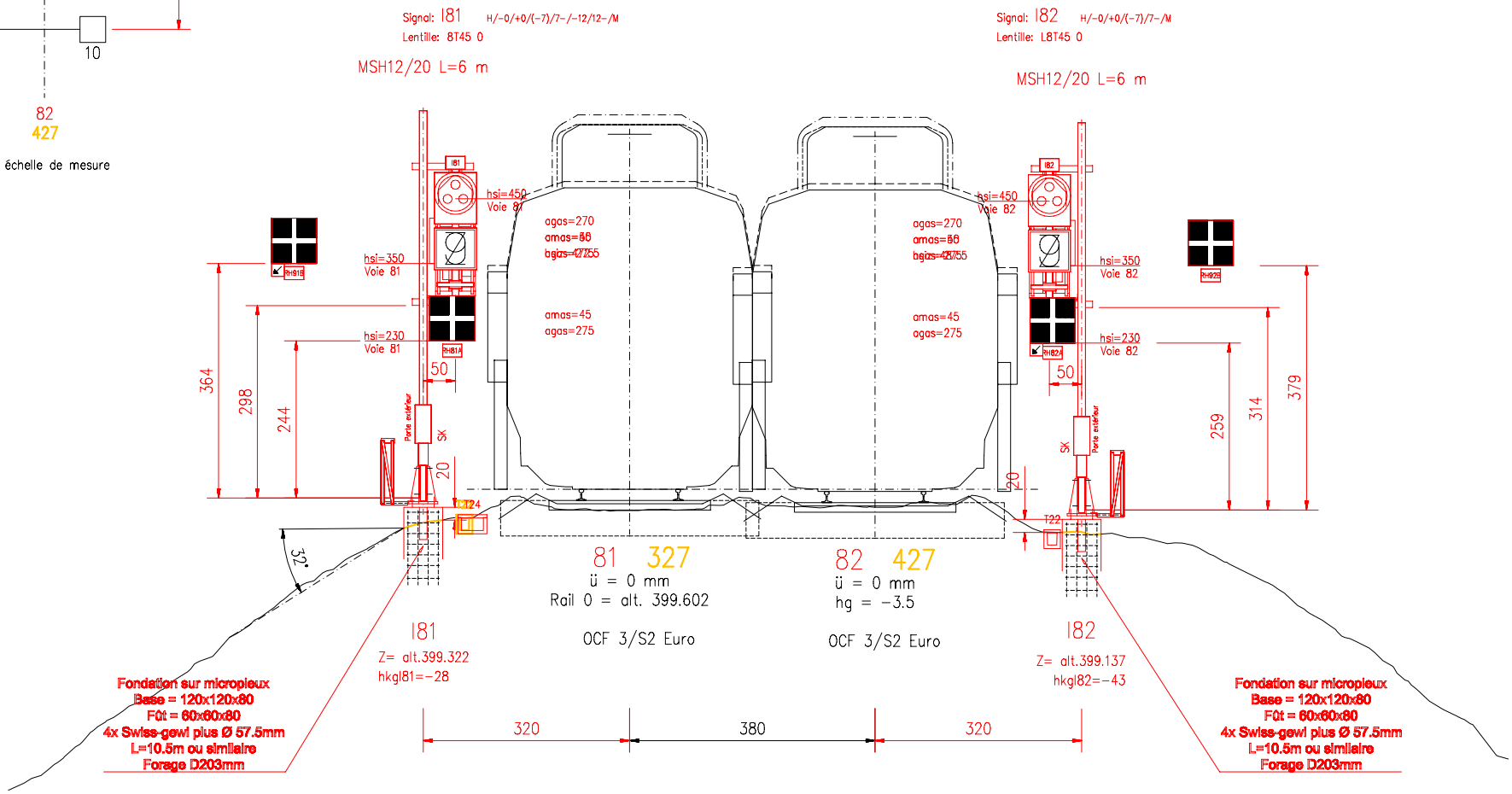


H1

SBB CFF FFS	Bauherr / Maître d'ouvrage: CFF SA	Format A4	150 Lausanne - Genève-Aéroport Nyon	Aend. / Modif	c m) 14.02.25 SLf/PDu	d j) 13.09.24 SLf/PDu	Massstab/Ech. 1:100	Gezeichnet / Dessiné: 13.12.22 SLf		Linie / Bhf Ligne/Gare	NY-QP-P-1162414-m
	Ing.-Büro / Bureau d'ing.: I-AEP-SAZ-RWT-T6				a k) 26.09.24 SLf/PDu	b l) 19.11.24 SLf/PDu		Gepr. / Contrôlé:	Ges. / Vu:	Bahn-km km Ligne	KM 038.761

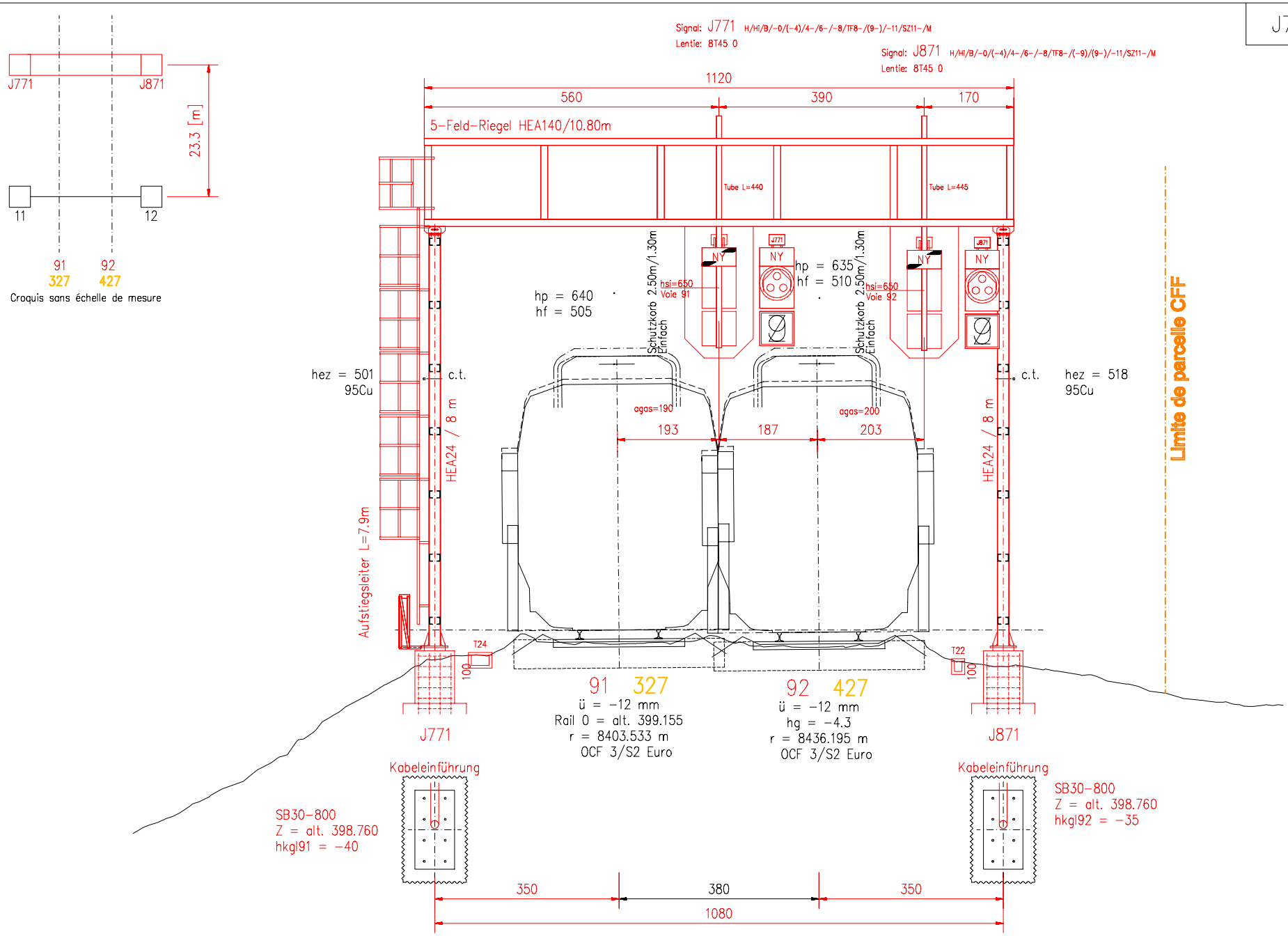


Croquis sans échelle de mesure



181
182

SBB CFF FFS	Bauherr / Maître d'ouvrage: CFF SA	Format A4	150 Lausanne - Genève-Aéroport Nyon	Aend. / Modif.	c k) 27.09.24 SLf/PDu	d l) 15.11.24 SLf/PDu	Massstab/Ech. 1:100	Gezeichnet / Dessiné: 13.12.22 SLf		Linie / Bhf Ligne/Gare	NY-QP-P-1162414-m
	Ing.-Büro / Bureau d'ing.: I-AEP-SAZ-RWT-T6				a m) 25.03.25 SLf/PDu	b j) 13.09.24 SLf/PDu		Gepr. / Contrôlé:	Ges. / Vu:	Bahn-km km Ligne	KM 039.400



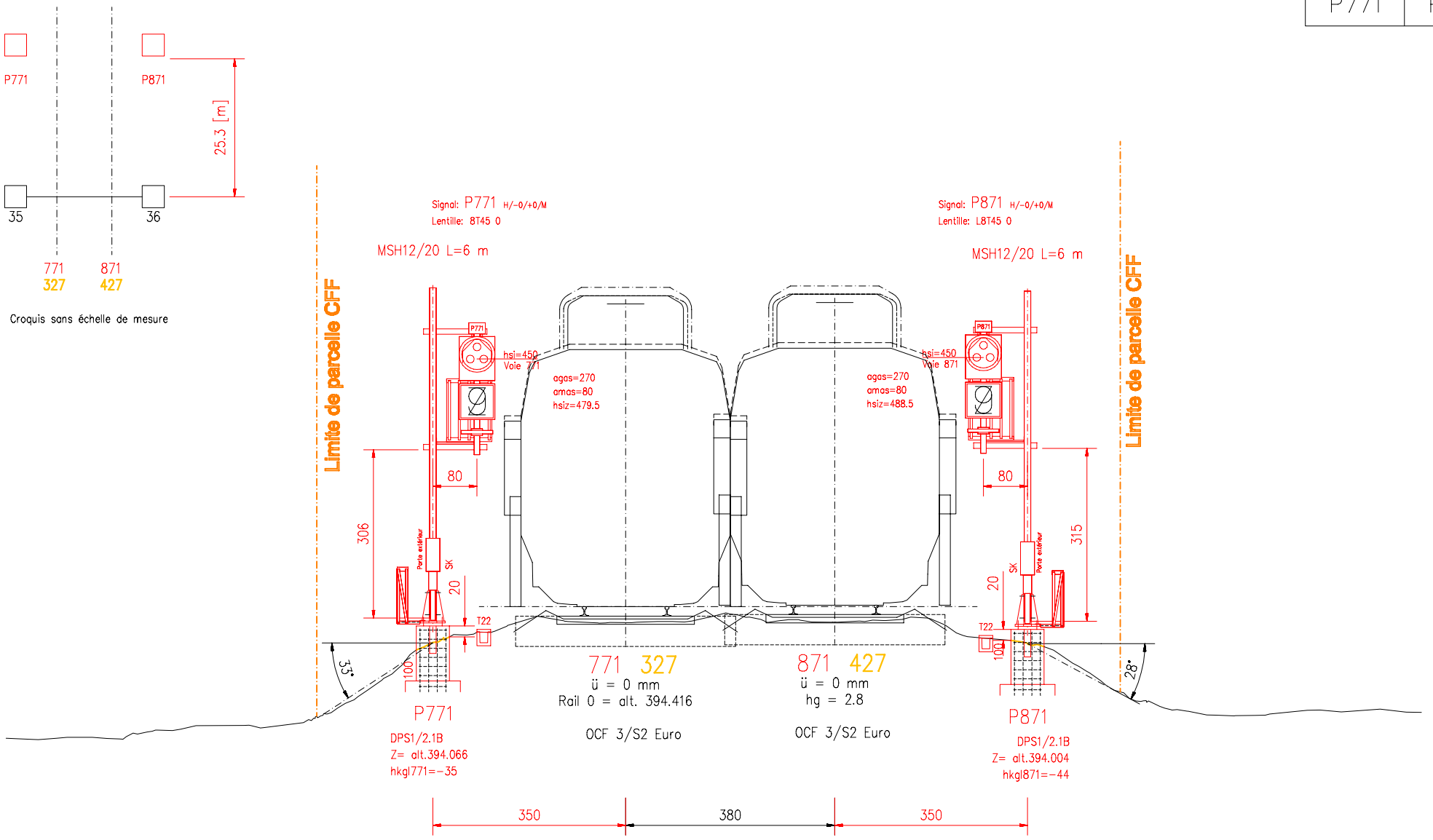
J771 | J871

Calculé par I-AEP-ENG-FS-FE le: 17.02.2025 par I.Peric
Validé par I-AEP-ENG-FS-RWT le: 28.01.2025 par G.Raemy

J771

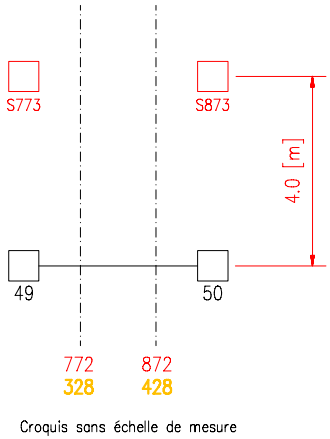
J871

SBB CFF FFS	Bauherr / Maître d'ouvrage: CFF SA Ing.-Büro / Bureau d'ing.: I-AEP-SAZ-RWT-AV	Format A4	150 Lausanne - Genève-Aéroport Nyon	Aend. / Modif.	c f) 07.11.23 SLf/PDu a m) 25.03.25 SLf/PDu	d j) 02.09.24 SLf/PDu b d) 01.05.23 SLf/PDu	Massstab/Ech. 1:100	Gezeichnet / Dessiné: 13.12.22 SLf Gepr. / Contrôlé: Ges. / Vu:	Linie / Bhf Ligne/Gare NY-QP-P-1162414-m Bahn-km km Ligne KM 039.476

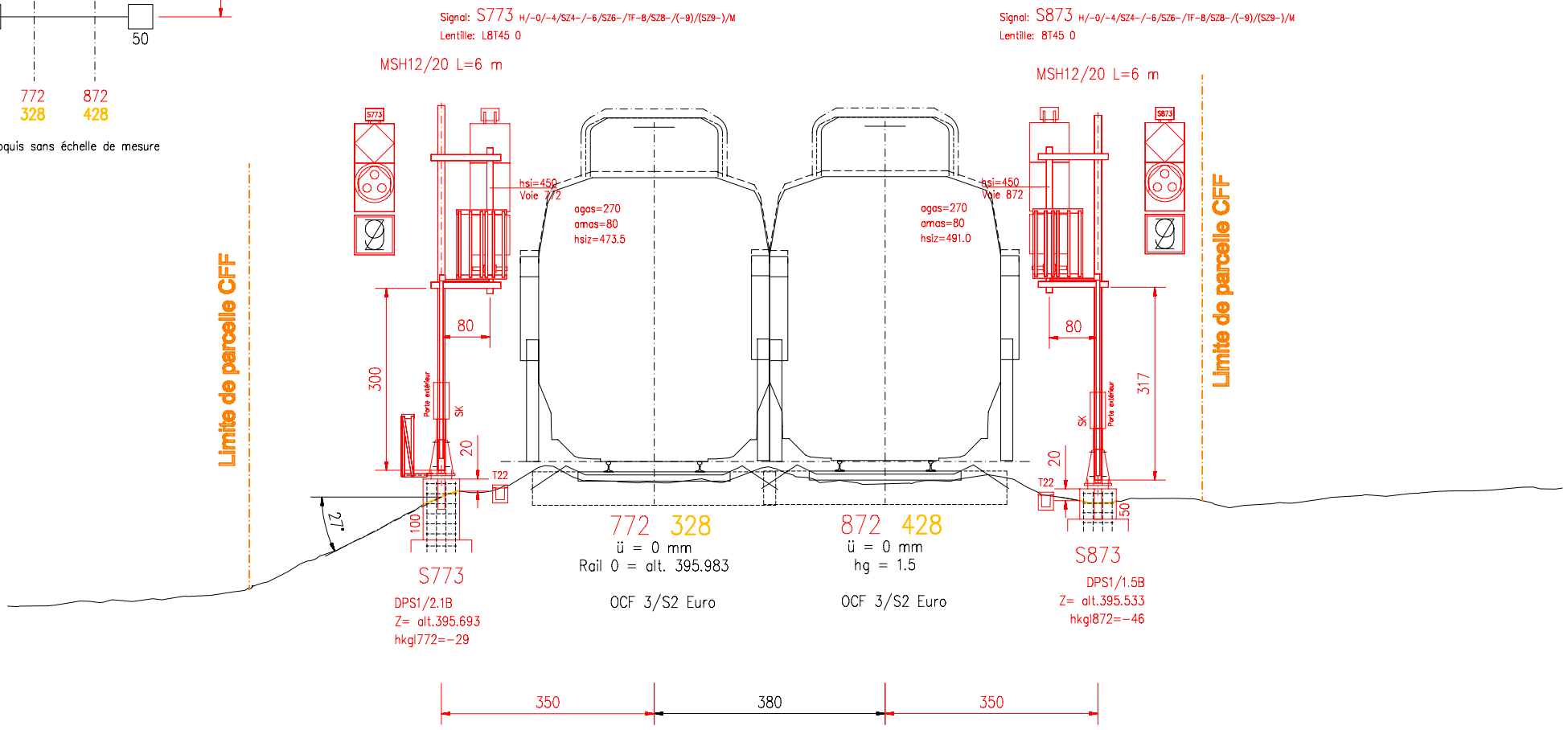


P771 | P871

SBB CFF FFS	Bauherr / Maître d'ouvrage: CFF SA Ing.-Büro / Bureau d'ing.: I-AEP-SAZ-RWT-T6	Format A4	150 Lausanne - Genève-Aéroport Nyon	Aend. / Modif.	c m) 03.02.25 SLf/PDu a k) 27.09.24 SLf/PDu	d j) 17.07.24 SLf/PDu b l) 15.11.24 SLf/PDu	Massstab/Ech. 1:100	Gezeichnet / Dessiné: 30.11.22 SLf Gepr. / Contrôlé: Ges. / Vu:	Linie / Bhf Ligne/Gare NY-QP-P-1162414-m Bahn-km km Ligne KM 040.200

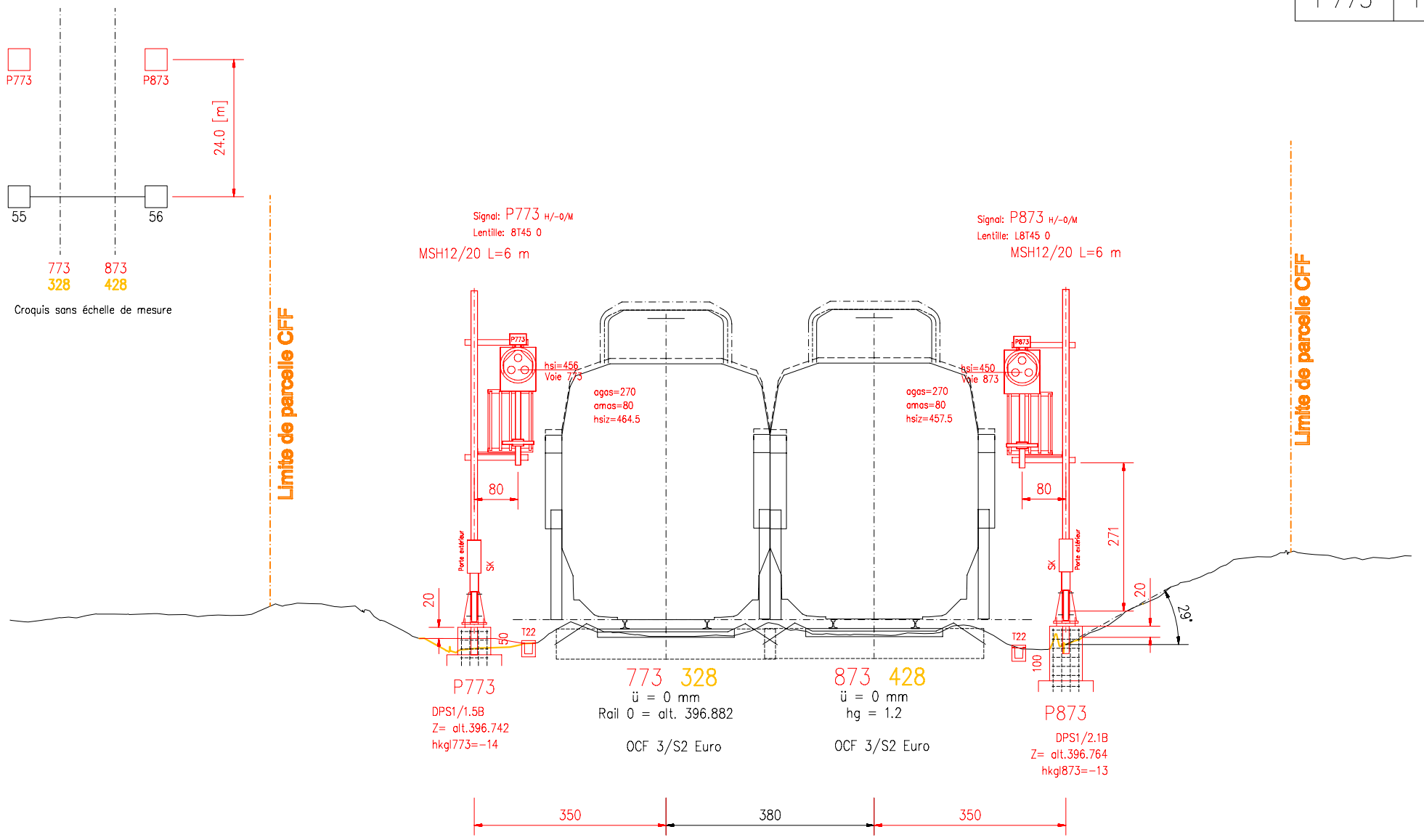


Croquis sans échelle de mesure



S773
S873

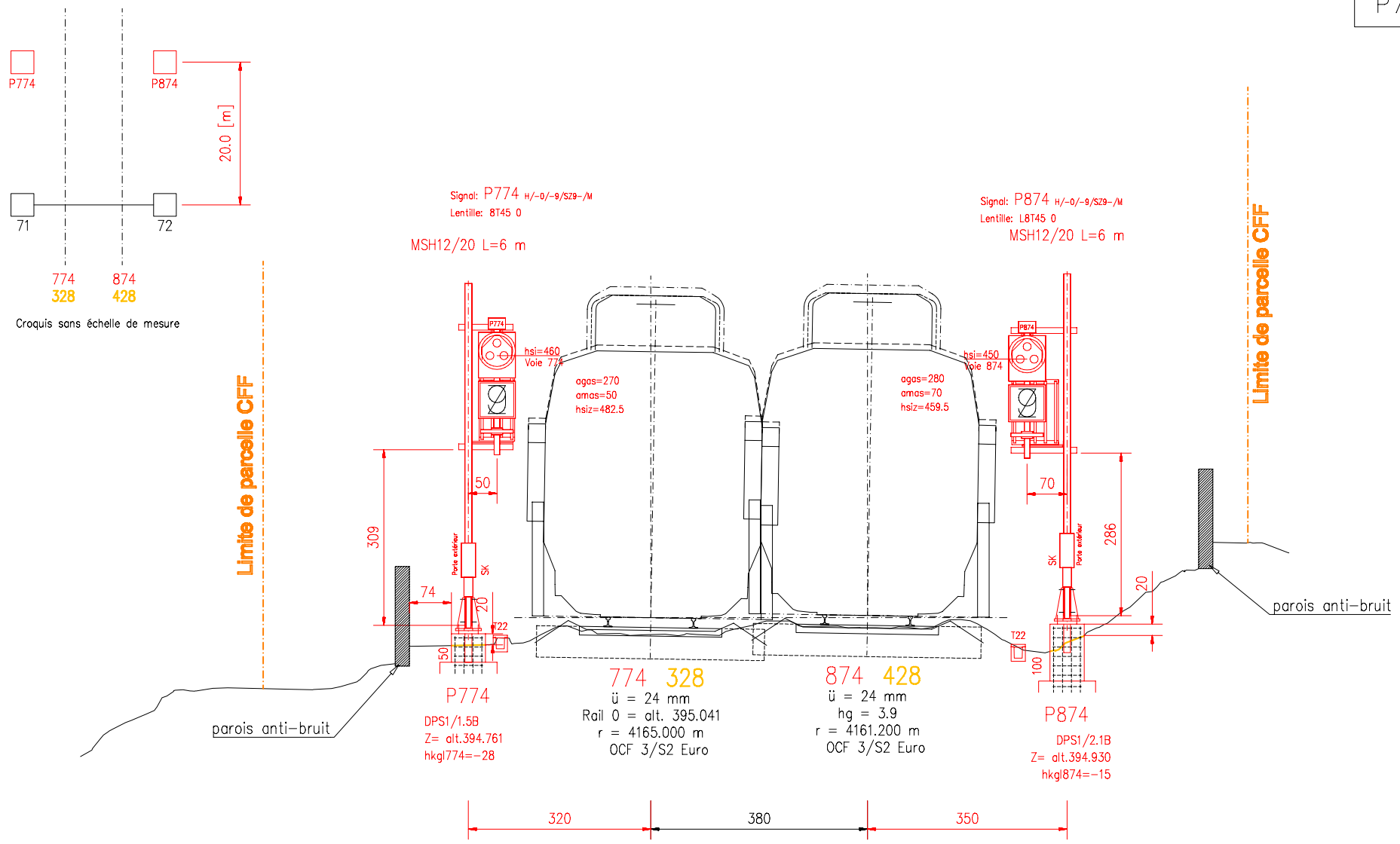
SBB CFF FFS	Bauherr / Maître d'ouvrage: CFF SA	Format A4	150 Lausanne - Genève-Aéroport Nyon	Aend. / Modif	c m) 03.02.25 SLf/PDu	d j) 17.07.24 SLf/PDu	Massstab/Ech. 1:100	Gezeichnet / Dessiné: 30.11.22 SLf		Linie / Bhf Ligne/Gare NY-QP-P-1162414-m
	Ing.-Büro / Bureau d'ing.: I-AEP-SAZ-RWT-T6				a k) 27.09.24 SLf/PDu	b l) 15.11.24 SLf/PDu		Gepr. / Contrôlé:	Ges. / Vu:	Bahn-km km Ligne KM 040.600



P773
P873

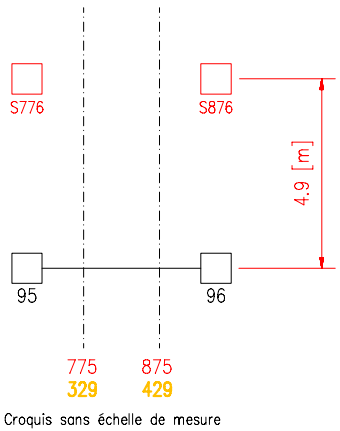
SBB CFF FFS	Bauherr / Maître d'ouvrage: CFF SA	Format A4	150 Lausanne - Genève-Aéroport Nyon	Aend. / Modif	c m) 06.02.25 SLf/PDu	d j) 13.09.24 SLf/PDu	Massstab/Ech. 1:100	Gezeichnet / Dessiné: 01.12.22 SLf	Linie / Bhf Ligne/Gare NY-QP-P-1162414-m
	Ing.-Büro / Bureau d'ing.: I-AEP-SAZ-RWT-T6				a k) 30.09.24 SLf/PDu	b l) 15.11.24 SLf/PDu		Gepr. / Contrôlé: Ges. / Vu:	Bahn-km km Ligne KM 040.800

P774 | P874

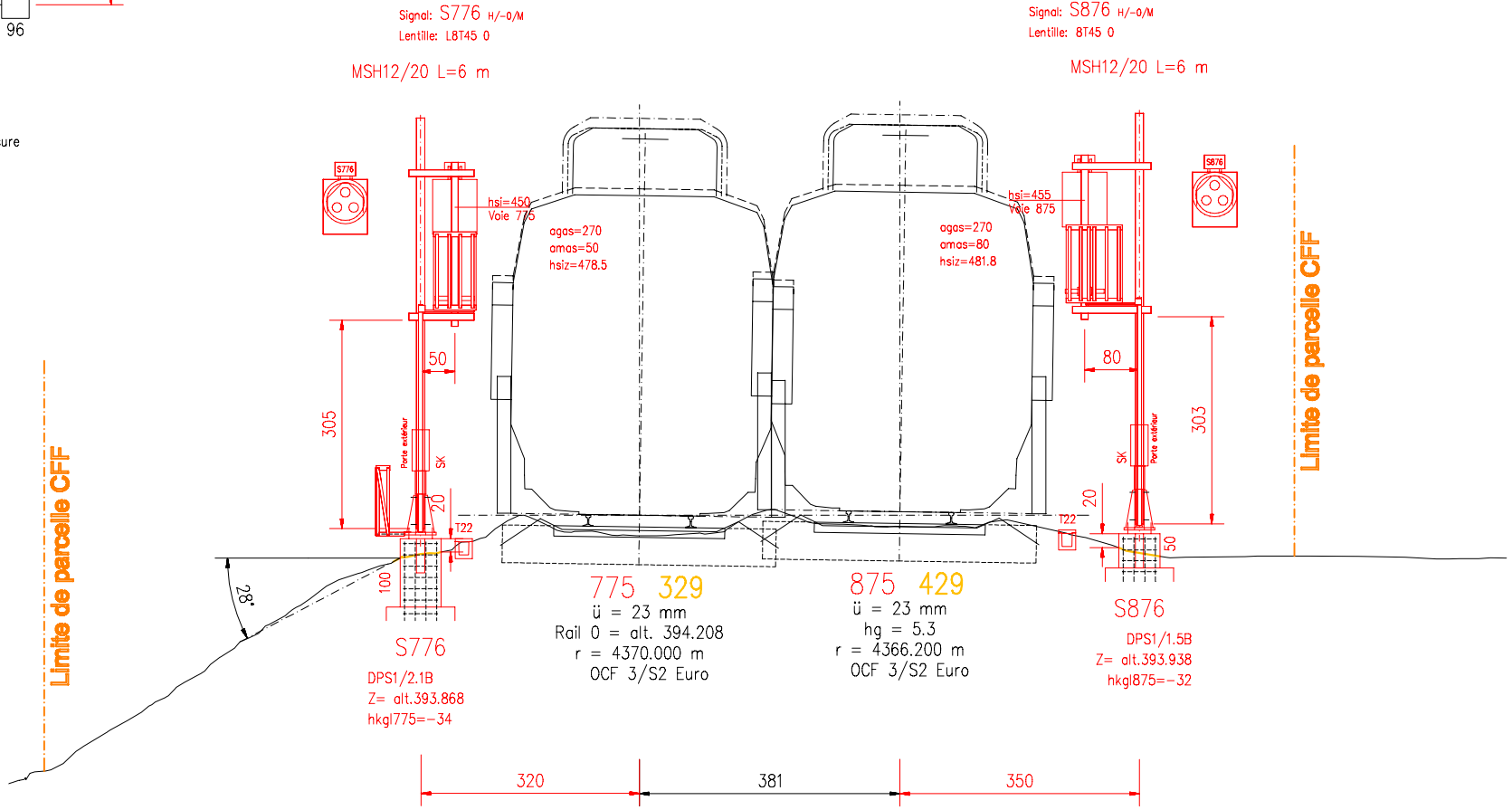


P774 | P874

SBB CFF FFS	Bauherr / Maître d'ouvrage: CFF SA Ing.-Büro / Bureau d'ing.: I-AEP-SAZ-RWT-T6	Format A4	150 Lausanne - Genève-Aéroport Nyon	Aend. / Modif	c l) 15.11.24 SLf/PDu a j) 15.08.24 SLf / PDu	d m) 03.02.25 SLf/PDu b k) 30.09.24 SLf/PDu	Massstab/Ech. 1:100	Gezeichnet / Dessiné: 13.12.22 SLf Gepr. / Contrôlé:	Ges. / Vu:	Linie / Bhf Ligne/Gare Bahn-km km Ligne	NY-QP-P-1162414-m KM 041.276



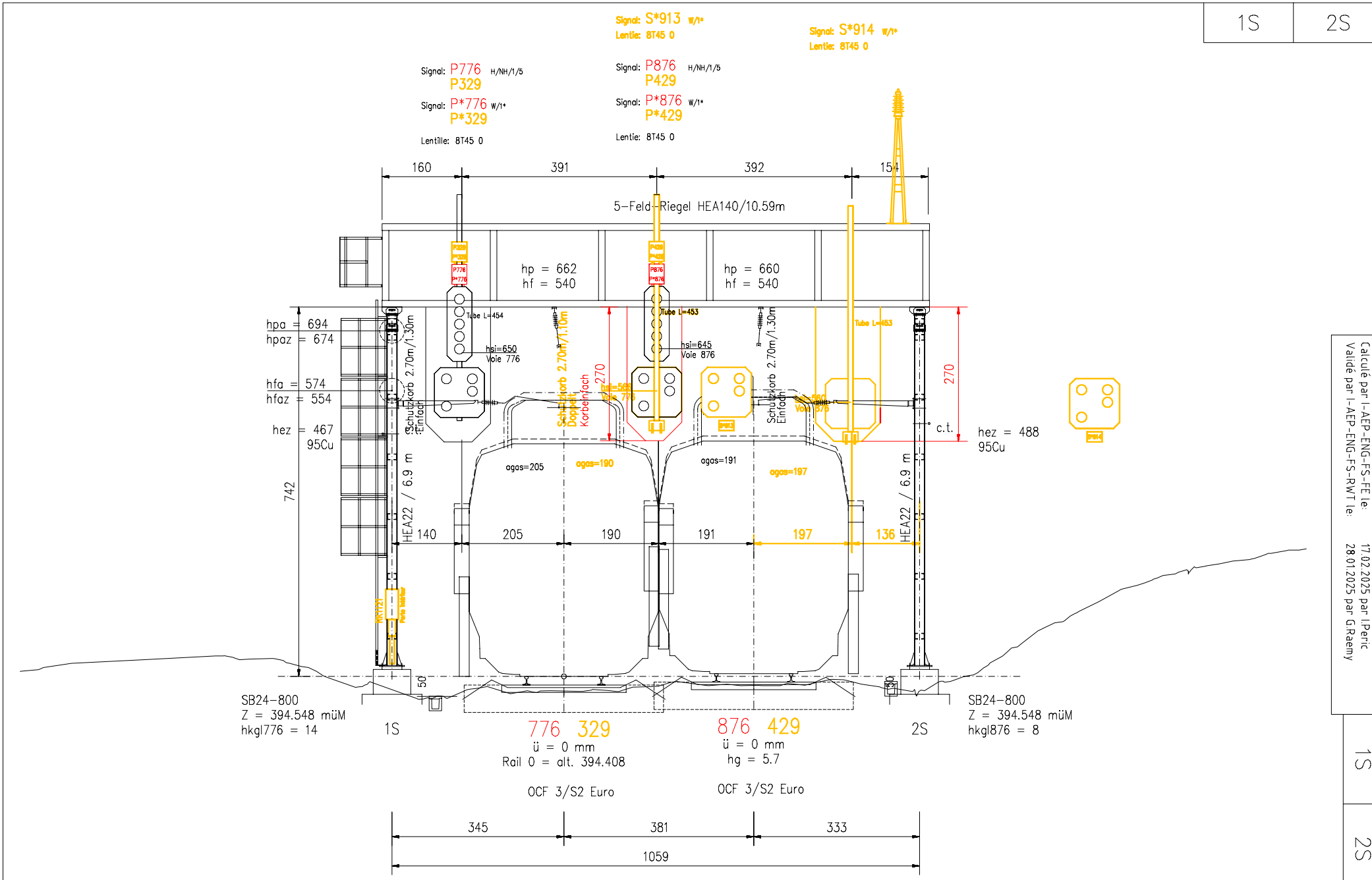
Croquis sans échelle de mesure



S776

S876

SBB CFF FFS	Bauherr / Maître d'ouvrage: CFF SA Ing.-Büro / Bureau d'ing.: I-AEP-SAZ-RWT-T6	Format A4	150 Lausanne - Genève-Aéroport Nyon	Aend. / Modif	c j) 17.07.24 SLf/PDu a l) 18.11.24 SLf/PDu	d k) 30.09.24 SLf/PDu b m) 14.02.25 SLf/PDu	Massstab/Ech. 1:100	Gezeichnet / Dessiné: 06.12.22 SLf Gepr. / Contrôlé: Ges. / Vu:	Linie / Bhf Ligne/Gare NY-QP-P-1162414-m Bahn-km km Ligne KM 042.006



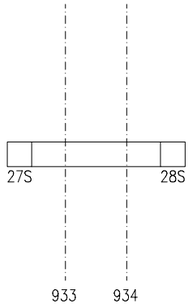
Calculé par I-AEP-ENG-FS-FE le: 17.02.2025 par I.Peric
Validé par I-AEP-ENG-FS-RWT le: 28.01.2025 par G.Raemy

1S

2S

SBB CFF FFS

Bauherr / Maître d'ouvrage: CFF SA	Format A4	150 Lausanne - Genève-Aéroport Nyon	Aend. / Modif. c k) 30.09.24 SLf/PDu	d l) 19.11.24 Ro/PDu	Massstab/Ech. 1:100	Gezeichnet / Dessiné: 08.11.23 SLf	Linie / Bhf Ligne/Gare	NY-QP-P-1162414-m
Ing.-Büro / Bureau d'ing.: I-AEP-SAZ-RWT-T6			a m) 11.03.25 SLf/PDu	b j) 13.09.24 SLf/PDu		Gepr. / Contrôlé: Ges. / Vu:	Bahn-km km Ligne	KM 042.325



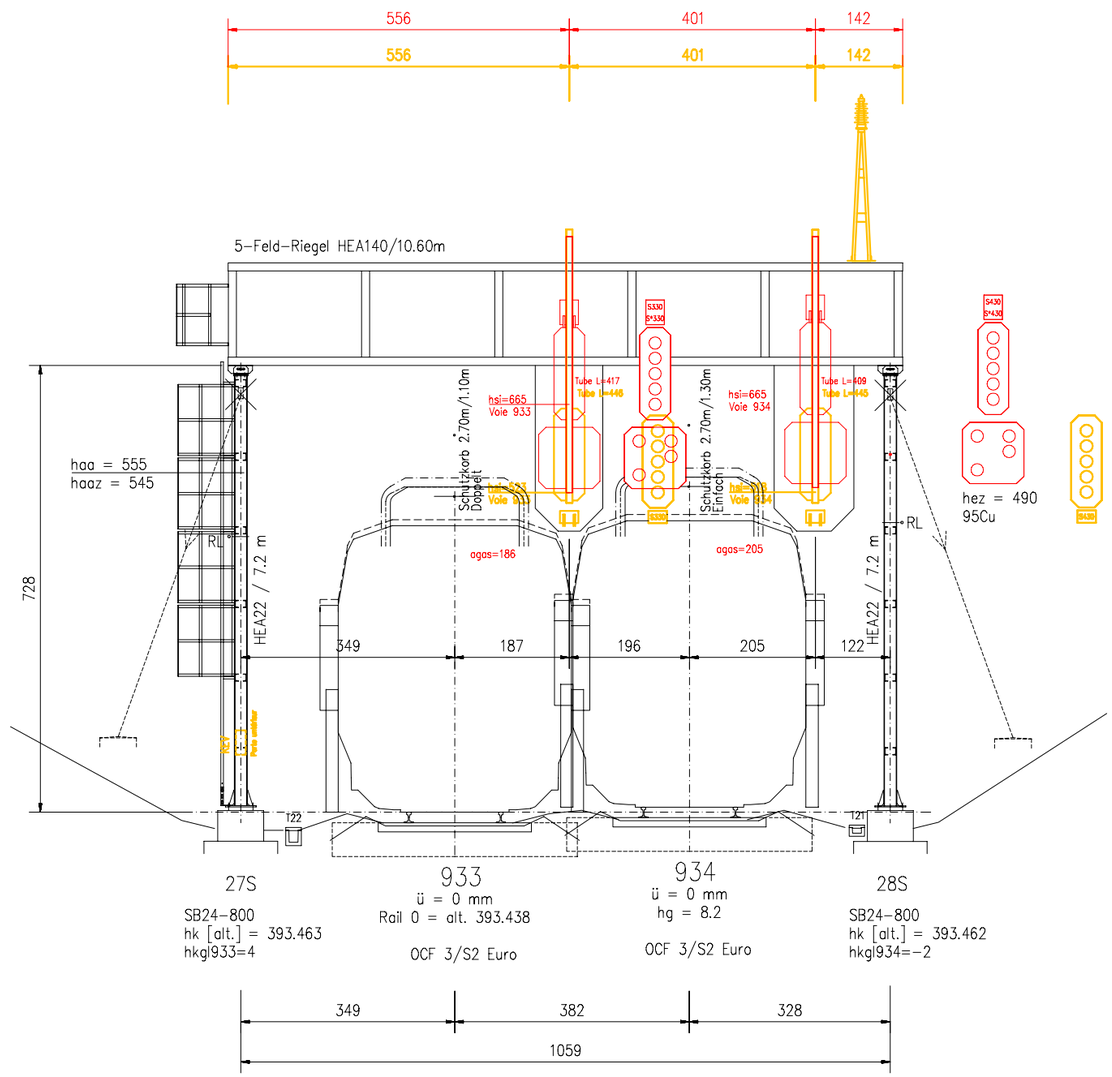
Croquis sans échelle de mesure

Signal: S330 H/NH/1/5
Signal: S*330W/1*
Lentille: 8T45 0

Signal: S330 H/NH/1/5
Lentille: 8T0 0

Signal: S430 H/NH/1/5
Signal: S*430W/1*
Lentille: 8T45 0

Signal: S430 H/NH/1/5
Lentille: 8T0 0



Calculé par I-AEP-ENG-FS-FE le: 17.02.2025 par I.Peric
Validé par I-AEP-ENG-FS-RWT le: 28.01.2025 par G.Raemy

27S
28S

SBB CFF FFS	Bauherr / Maître d'ouvrage: CFF SA	Format A3	150 Lausanne - Genève-Aéroport Nyon	Aend. / Modif.	c f) 07.11.23 SLf	d h) 21.02.24 SLf	Massstab/Ech. 1:100	Gezeichnet / Dessiné: 01.05.23 SLf		Linie / Bhf Ligne/Gare	NY-QP-P-1162414-m
	Ing.-Büro / Bureau d'ing.: I-AEP-SAZ-RWT-T6				a l) 19.12.24Ro/PDu	b m) 11.03.25 SLf/PDu		Gepr. / Contrôlé:	Ges. / Vu:	Bahn-km km Ligne	KM 043.000

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

15.06

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Cantons : Vaud, Genève

Communes : Gland, Prangins, Nyon, Crans (VD), Céligny

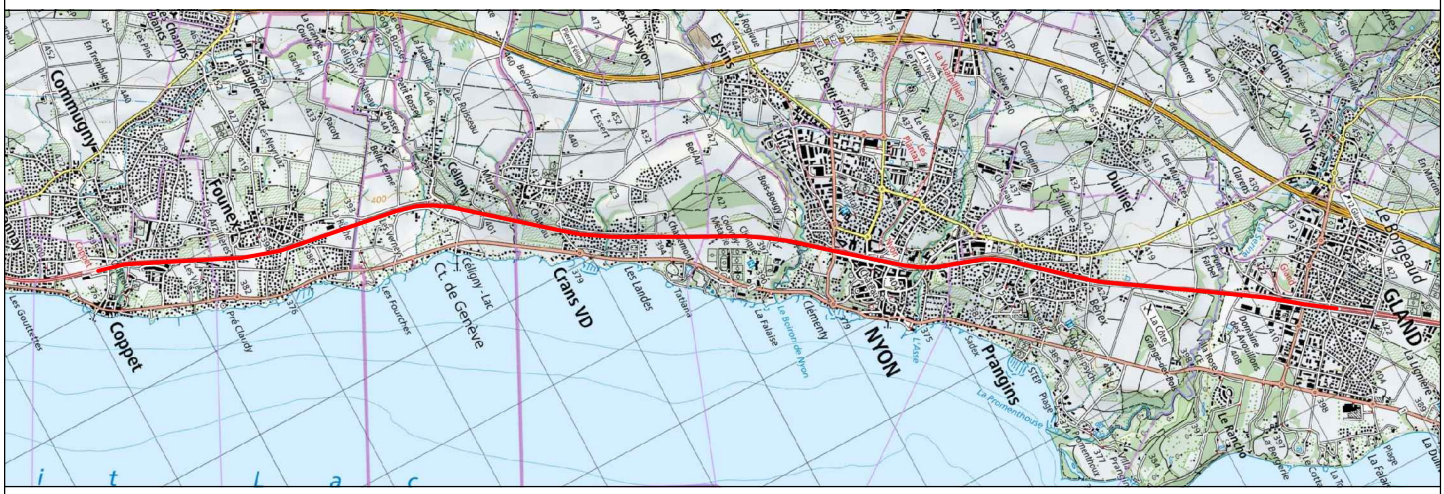
Echelle	Format
-	A3

N° Plan

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

LISTE DES FONDATIONS DES INST. DE SECURITE



CFF SA
Infrastructure Projets

CFF SA
Ins.Sécurité Projets

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

Pawel Durdzinski
Chef de projet
I-AEP-SAZ-RWT-T1

SBB CFF FFS
CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	25.03.2025	pdu	pdu		
2					
3					
4					

Fundamentliste

Projet	NY - Renouvellement de l'enclenchement	Auteur	P. Durdzinski I-AEP-SAZ-RWT-T1	Nbre Fondation standard	37
ISP	1162414	Date de la liste	25.03.2025	Nbre fondation speciale	3
Phase	PAP	Langue	Französisch	Total Fondations	40

Informations sur la position et la hauteur / Type de mât									Valeurs caractéristiques du terrain								Données de Fondation		Remarques	Suivi	
Mât			Voie de réf. projet	Dévers ü	Distance a	hkgl	Orientation Tête	Espace libre	Inclinaison du terrain ßp	Type USCS	Valeur M_E	Angle de frottement φ'k	Poids volumique γ'k	Cohésion effective c'k	H_2O du PDR	Conditions d'utilisation remplies?	Fondation standard	Fondation spéciale		Dernière modification	
Km	N°	Type de mât LC	N° Voie	[mm]	[cm]	[cm]	Voie / Mât	[cm]	[°]	GSMCO	[Mpa]	[°]	[kN/m3]	[kPa]	[m]		Selon projet LC / SA	Désignation de la fiche technique / N° de plan selon les preuves de calcul		Date	User
33.923	C1		1	0	-350	-8	Voie 1	2.30								Ja / Oui / Si	DPS1/1.5B				
34.130	C3		3	-10	-350	2	Voie 3	2.40								Ja / Oui / Si	DPS1/1.5B				
35.300	P761		761	0	-350	-7	Voie 761	2.35								Ja / Oui / Si	DPS1/1.5B				
35.300	P861		861	0	320	-30	Voie 861	2.35								Ja / Oui / Si	DPS1/1.5B				
35.842	S763		762	0	-350	-36	Voie 762	2.35								Ja / Oui / Si	DPS1/2.1B				
35.842	S863		862	0	350	-41	Voie 862	2.35								Ja / Oui / Si	DPS1/2.1B				
36.395	S764		763	38	-350	28	Voie 763	2.35								Ja / Oui / Si	DPS1/2.1B				
36.395	S864		863	38	350	20	Voie 863	2.45								Ja / Oui / Si	DPS1/2.1B				
36.575	A764		764	0	-350	8	Voie 764	2.35								Ja / Oui / Si	DPS1/2.1B				
36.575	A864		864	0	350	1	Voie 864	2.35								Ja / Oui / Si	DPS1/2.1B				
36.990	B21		11	0	-320	14	Voie 11	2.35								Ja / Oui / Si	DPS1/1.5B				
36.990	B22		12	0	350	25	Voie 12	2.35								Ja / Oui / Si	DPS1/1.5B				
37.555	C31		21	-121	-350	11	Voie 21	2.55								Ja / Oui / Si	DPS1/2.1B				
37.555	C32		22	-132	350	-14	Voie 22	2.35								Ja / Oui / Si	DPS1/2.1B				
37.748	D32		32	52	350	-20	Voie 32	2.45								Ja / Oui / Si	DPS1/1.5B				
37.760	D31		AV3	67	-350	-5	AV3	2.35								Ja / Oui / Si	DPS1/1.5B				
37.983	E40		AV7	0	-300	-27	AV7	2.55								Ja / Oui / Si	SDP				
38.191	F2		42	64	283	-2	Voie 42	2.35								Ja / Oui / Si	DPS 1.3/3.0 B				
38.191	F53		53	0	280	4	Voie 53	2.35								Ja / Oui / Si	DPS1/1.5				
38.191	F54		54	0	280	9	Voie 54	2.35								Ja / Oui / Si	DPS1/1.5				
38.208	F55		55	0	320	5	Voie 55	2.35								Ja / Oui / Si	DPS1/1.5B				
38.265	G50		AV18	0	-310	-14	AV18	2.65								Ja / Oui / Si	DPS1/1.5				
38.324	F**2		53	0	-306	73	Voie 53	2.85								Ja / Oui / Si	DPS 1.3/3.0 B				
38.336	F**1		AV22	-43	-260	0	Voie AV22	2.47								Ja / Oui / Si	DPS 1.3/3.X B				
38.531	G4		4	0	350	12	Voie 4	2.35								Ja / Oui / Si	DPS1/1.5B				
38.761	H1		1	0	-320	-29	Voie 1	2.35	35	CL	-	28	20	0	4.13	Nein / Non / No		Pièce 12.303.06 du dossier PAP	Remblais très hétérogène		
39.400	I81		81	0	-320	-28	Voie 81	2.37	32	CL-ML	-	30	20	0	13.73	Nein / Non / No		Pièce 12.303.06 du dossier PAP	Remblais très hétérogène		
39.400	I82		82	0	320	-43	Voie 82	2.37	7	SP	-	30	20	0	13.73	Nein / Non / No		Pièce 12.303.06 du dossier PAP	Remblais très hétérogène		
39.476	J771		91	-12	-350	-40	Voie 91	3.37								Ja / Oui / Si	SB30-800 (100)				
39.476	J871		92	-12	350	-35	Mât J771	3.37								Ja / Oui / Si	SB30-800 (100)				
40.200	P771		771	0	-350	-35	Voie 771	2.35								Ja / Oui / Si	DPS1/2.1B				
40.200	P871		871	0	350	-44	Voie 871	2.35								Ja / Oui / Si	DPS1/2.1B				
40.600	S773		772	0	-350	-29	Voie 772	2.35								Ja / Oui / Si	DPS1/2.1B				
40.600	S873		872	0	350	-46	Voie 872	2.35								Ja / Oui / Si	DPS1/1.5B				
40.800	P773		773	0	-350	-14	Voie 773	2.35								Ja / Oui / Si	DPS1/1.5B				
40.800	P873		873	0	350	-13	Voie 873	2.35								Ja / Oui / Si	DPS1/2.1B				
41.276	P774		774	24	-320	-28	Voie 774	2.35								Ja / Oui / Si	DPS1/1.5B				
41.276	P874		874	24	350	-15	Voie 874	2.45								Ja / Oui / Si	DPS1/2.1B				
42.006	S776		775	23	-320	-34	Voie 775	2.35								Ja / Oui / Si	DPS1/2.1B				
42.006	S876		875	23	350	-32	Voie 875	2.35								Ja / Oui / Si	DPS1/1.5B				

© SBB • Infrastruktur • Engineering • Fahrstrom
C2 – Internal

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

15.07

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100

Cantons : Vaud, Genève

Communes : Gland, Prangins, Nyon, Crans (VD), Céligny

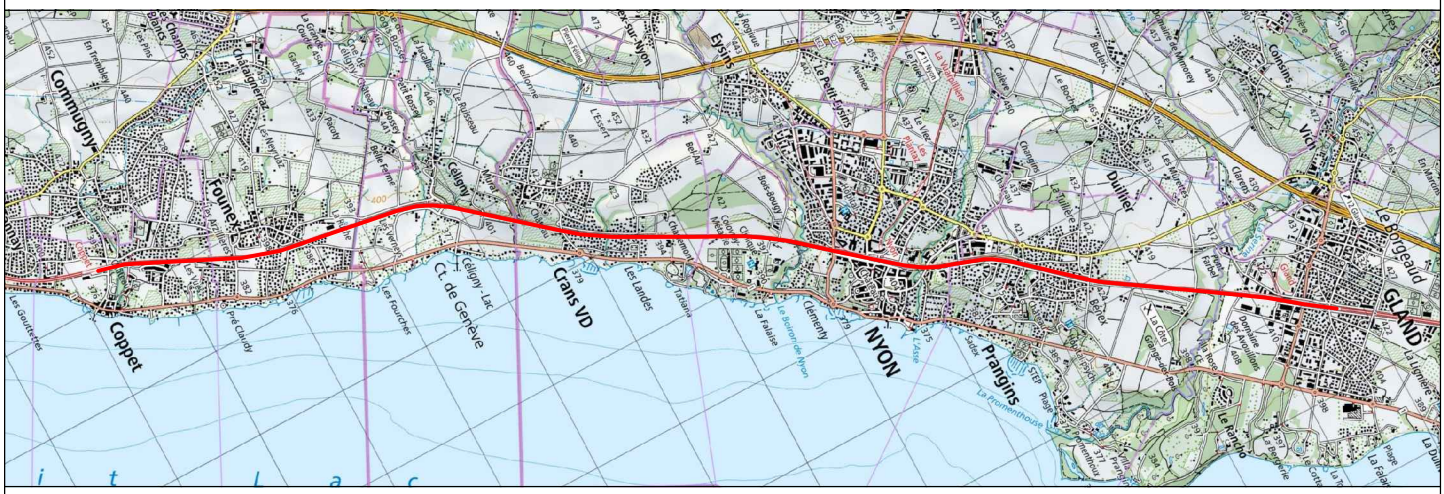
Echelle	Format
-	A4

N° Plan

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

DEMONSTRATION DE LA CONFORMITE IOP



CFF SA
Infrastructure Projets

CFF SA
Ins.Sécurité Projets

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

Pawel Durdzinski
Chef de projet
I-AEP-SAZ-RWT-T1

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	21.01.2025	pdu	bjm		
2					
3					
4					

D RTE 25100-V4-1

Déclaration de conformité IOP

pour le système CCS côté voie sans intervention d'un organisme notifié

Projet

Chemin de fer : **CFF Chemins de fer fédéraux suisses**

Lieu : **Nyon / Ligne 150**

Objet : **1162414**

Mandat : **NY - Renouvellement de l'enclenchement**

Etabli par CFF SA / Pawel Durdzinski

Historique des modifications :

Version	Date	Auteur	Réviseur	Indications relatives à la modification
V01	21.01.2025	PDu	BJM	Version initiale

Base: Modèle D RTE 25100 V4-1

Table des matières

1 Projet 3
1.1 Requérant 3
1.2 Phase du projet 3
1.3 Type de tronçon 3
1.4 Projet 3
1.5 Constituants d'interopérabilité 4

2 Documents / dossiers de référence 5

3 Déclaration de conformité IOP 6

Abréviations

(les abréviations générales sont mentionnées dans le D RTE 25100, chap. 1.3)

OD	Organisme désigné
AEx	Autorisation d'exploiter (octroyée par l'OFT)
IEx	Infrastructure existante, non soumise à la procédure d'essai CE
ON	Organisme notifié
MSC	Méthode de sécurité commune
AMS	Autorisation de mise en service (octroyée par l'entreprise de chemin de fer et par l'expert)
MES	Mise en service
MEE	Mise en exploitation, processus de réception complet avec (toutes) les MES (partielles)
RTNN	Règles techniques nationales notifiées
RaSe	Rapport de sécurité (phase de planification)
PrSe	Preuve de la sécurité (phase de réalisation)
Exp	Expert
STI	Spécification technique d'interopérabilité
RaTe	Rapport technique (phase de planification)

1 Projet

1.1 Requérant

Requérant et interlocuteur technique :

CFF SA

I-AEP-SAZ-RWT-T1

Pawel Durdzinski

Rue de la Gare de Triage 7

1020 Renens VD

1.2 Phase du projet

Phase du projet d'installations de sécurité

☒ Planification
☐ Réalisation

1.3 Type de tronçon

Attribution des tronçons d'interopérabilité selon OCF art. 15a :

☒ Réseau principal IOP (ni nouvelle construction ni réaménagement)
☐ Réseau complémentaire IOP

1.4 Projet

Le projet n'est classé ni comme nouvelle construction ni comme réaménagement d'un tronçon existant et concerne les sous-domaines suivants en relation avec l'interopérabilité :

☒ Contrôle de la marche des trains (commande des trains, arrêt automatique et signalisation) :
  ☒ ETCS (European Train Control System)
☒ Localisation des trains / Contrôle de l'état libre de la voie

1.5 Constituants d'interopérabilité

Les constituants d'interopérabilité suivants sont utilisés, avec les preuves de conformité correspondantes :

		Preuve de conformité	
Type	**Identification**	**Doc. réf. / Dossier**	**Rem.**
Eurobalise	Balise S21 état 6	211 03 03 / 12.02.2019	
Euroloop	Euroloop S21 F	211 05 02 / 09.04.2021	
LEU Eurobalise	Optimierte LEU S21	211 04 03 / 16.02.2023	
Datenprozess	ZUBE LSS Datenprozess V2.0	212 11 02 / 30.04.2020	

Se référer à la liste des composants IOP

Les dispositions de l'OCF, des DE-OCF, des RTE et des Engineering Rules mentionnées ci-après ont été respectées pour l'intégration de ces constituants dans un système CCS côté voie.

2 Documents / dossiers de référence

Réf.	Désignation	Numéro, version	Date	A	B	C
[001]	Dossier PAP			X		
[002]	Directive d'interopérabilité				X	
[003]	STI CCS				X	
[004]	Déclaration de conformité des composants	Voir chap. 1.5	Voir chap. 1.5			X
[005]	Principes du contrôle de la marche des trains	V5.0	10.02.2023		X	
[006]	Annexe des principes du contrôle de la marche des trains	V3.0	10.02.2023		X	
[007]	Règles de projet ETCS Level 1 LS	V3.0	10.02.2023		X	

A : remis à l'OFT avec la présente déclaration de conformité IOP
B : déjà disponible à l'OFT
C : peut être fourni à l'OFT sur demande

3 Déclaration de conformité IOP

Déclaration dans le sens d'une déclaration d'essai CE selon l'art. 18 de la directive d'interopérabilité [002]

L'étude de projet s'effectue selon les prescriptions du leader du système ETCS :

ETCS L1 LS :
- Principes du contrôle de la marche des trains [005]
- Annexe aux principes du contrôle de la marche des trains [006]
- Règles d'étude de projet ETCS Level 1 LS [007]

Sont aussi prises en considération les exigences IOP suivantes envers d'autres composants des installations de sécurité :
- ELV, exigences selon R RTE 25021 chap. 3.2.1, longueur minimale du tronçon ELV et chap. 3.1.4.3, profil d'espace libre compte tenu du porte-à-faux maximal des extrémités des véhicules

Le respect des règles et exigences susmentionnées ainsi que des conditions d'utilisation des composantes utilisées est attesté par :
- La vérification des S-Plan en accord à la I-50174 relatif au respect du R RTE 25021.
- Les étapes d'examen du processus « ZUBE LSS » relatif aux prescriptions du leader du système.

L'expert de la phase réalisation vérifie le respect de ce processus.

Se fondant sur les bases susmentionnées, nous déclarons sous notre propre responsabilité, que le projet respecte les dispositions de la directive de l'UE [002] figurant à l'art. 15b et les STI pertinentes [003], et que l'exploitation ferroviaire interopérable est garantie sur l'installation.

Lieu, date : Lausanne, le 21.01.2025

Les responsables : Chef de projet installations de sécurité CFF

Chemins de fer fédéraux suisses

Pawel Durdzinski

Signé numériquement par Pawel Durdzinski
DN : cn=Pawel Durdzinski, c=CH, o=CFF SA, ou=I-AEP-SAZ-RWT-T1, email=pawel.durdzinski@sbb.ch
Date : 2025.01.21 11:46:18 +01'00'

Pawel Durdzinski

SBB CFF FFS

CFF, Infrastructure - Projets Ouest
Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens - www.cff.ch

000

Ligne : 150 km : 33.750 - 47.100
Ligne : 159 km : 0.000 - 0.640

Cantons : Vaud, Genève

Communes : Gland, Prangins, Nyon, Crans (VD), Céligny, Coppet

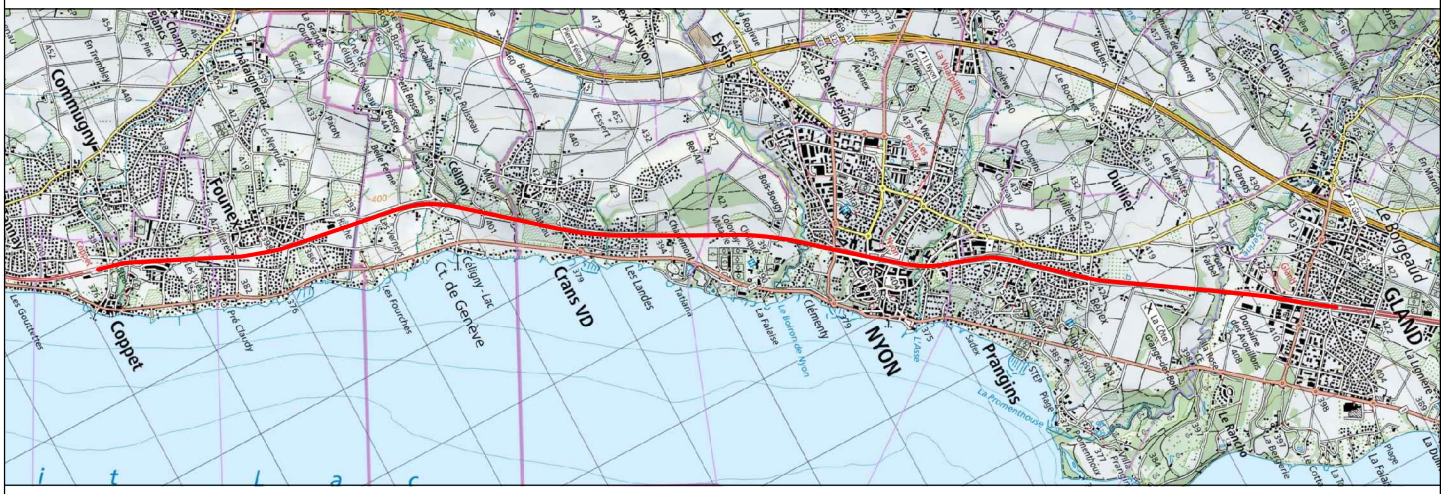
Echelle	Format
-	A4

N° Plan
-

PAP - Procédure d'approbation des plans

Nyon - Renouvellement de l'enclenchement

PAGE DE TITRE



CFF SA
Infrastructure Projets

Groupement IUB-IM

Blaise Destraz
Chef de projet général
I-AEP-LEM-NY

Aimé Morel
Auteur de projet

IM Engineering | IUB Engineering

	Date	Aut.	Contr.	Chp.	Modifications
1	14.10.2024	asi	mo		
2	20.12.2024	asi	mo		Mise à jour selon retour SuperUser
3					
4					