

SGAMI SUD-EST

Extension – Ecole – PGHM

CHAMONIX MONT BLANC (74)

Dossier n° 20.12728.C

Rapport d'étude géotechnique
Mission de Conception Phase Projet
G2PRO


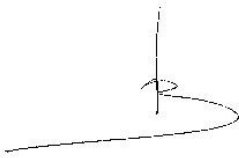


SGAMI SUD-EST

Extension – Ecole – PGHM

CHAMONIX MONT BLANC (74)

Dossier n° 20.12728.C

Date	Version	Ingénieur chargé du dossier	Ingénieur contrôleur externe
05/12/2023	1	D.RAHARINONY d.raharinony@kaena.fr 07 66 52 73 28 	Laurent BELORGEY l.belorgey@kaena.fr 

Presentation	1
1. Intervenants, missions, documents communiqués.....	1
2. Investigations géotechniques.....	2
Description du site et du contexte	4
3. État des lieux	4
Synthèse géotechnique	7
4. Les sols.....	7
5. L'eau souterraine	8
6. Caractéristiques géomécaniques.....	9
7. Risques sismiques – Données règlementaires	9
8. Sensibilité du site liée à la structure géotechnique du site.....	10
Description du projet et de son environnement.....	11
9. Caractéristiques du projet.....	11
10. ZIG (Zone d'Influence Géotechnique) du projet.....	12
11. Structures enterrées – Fondation des avoisinants – Etat des lieux.....	12
12. Sensibilité générale du projet.....	13
Phasage	14
13. Phasage et organisation de chantier	14
Terrassements provisoires	15
14. Démolition	15
15. Décapage – Préparation du sol	15
16. Terrassements provisoires	15
17. Dispositions vis-à-vis des avoisinants - Reprises en sous-œuvre	17
Fondations et niveau bas	19
18. Fondation de la structure	19
19. Traitement du niveau bas.....	24
20. Protection des ouvrages vis-à-vis de la présence d'eau	25
Missions complémentaires – Aléas résiduels.....	26
21. Études et missions complémentaires	26
22. Aléas géotechniques	26
Annexes	27
DOCUMENTS GRAPHIQUES ET RESULTATS DES INVESTIGATIONS.....	30

1. Intervenants, missions, documents communiqués

1.1. Intervenants

Les intervenants dans l'acte de construire sont :

Maitre d'Ouvrage	Architecte	BET structure
SGAMI SUD-EST	Mégard Architectes	Synapse

1.2. Mission du B.E. de géotechnique Kaëna

Contrat de prestation géotechnique entre Kaëna et SGAMI SUD-EST : contrat référencé n° D.18318 en date du 21/08/2023.

▶ Étude géotechnique de conception – Phase Projet (G2 PRO) :

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques détaillé, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir les notes techniques donnant les méthodes d'exécution retenues pour les ouvrages géotechniques.
- Fournir certaines notes de calcul de dimensionnement des ouvrages, de niveau « Projet ».

Les limites de cette mission et les enchaînements des missions géotechniques qui sont recommandés par la norme NF P 94-500, sont rappelés dans les extraits joints en annexe.

Les ouvrages géotechniques pris en compte dans la présente étude sont les suivants :

- Terrassements provisoires,
- Fondations,
- Assise des dallages,
- Protection vis-à-vis de l'eau en phase provisoire et définitive.

1.3. Documents communiqués

Les documents communiqués pour la présente étude sont les suivants :

Plans et documents graphiques			
Désignation	Origine / Référence	Format	Date
Plan topographique	Colloud Géomètre Experts / 9825	DWG	21/10/2022
Plan masse	GEOSAT/140007	PDF/DWG	Mars 2014
Plan de principe structurel	Synapse	PDF	20/07/2023
Plan de modification structurel existant			

Autres documents :

Documents complémentaires			
Désignation	Origine / Référence	Format	Date
Plan de coffrage RDC et SS-1	Synapse / 220122	PDF	23/10/2023
Plan de coffrage fondation			

Cette intervention fait suite aux études géotechniques qui nous ont été communiquées, listées ci-dessous :

Désignation	B.E. géotechnique	Mission	Date de l'étude
Extension – Ecole – PGHM	KAENA	G2AVP	21/12/2020

2. Investigations géotechniques

2.1. Implantation – Nivellement

► Implantation des sondages :

Les sondages ont été implantés à partir des existants dans le voisinage du terrain, qui sont représentés sur le fond de plan topographique transmis.

La position de ces sondages est repérée sur le plan joint en annexe.

► Altimétrie de la tête des sondages :

L'altimétrie des sondages a été relevée par nos soins à partir d'un point de référence altimétrique (cf. plan d'implantation) : seuil du bâtiment existant, regard de réseau. L'altimétrie de ce point de référence a été fixée à la cote relative 100 m. La précision des mesures est de l'ordre de ± 5 cm.

Le système altimétrique de référence est le nivellement relatif au projet (repère 100.0 = seuil du bâtiment existant, regard de réseau).

2.2. Reconnaissances in-situ

2.2.1. Reconnaissances réalisées en 2020 dans le cadre de notre mission G2AVP

► Sondages de reconnaissance géologique par :

- 1 puits à la pelle descendu à 1.7 m de profondeur et référencé P1.

► Sondages de reconnaissance des fondations existantes :

- 2 puits à la pelle référencés RF1 et RF2.

A noter : le sondage RF1 a permis de reconnaître à la fois les fondations du bâtiment principale avec un niveau de sous-sol et le bâtiment en extension sans sous-sol.

► Sondages et mesures de caractéristiques géomécaniques par :

- 3 sondages au pénétromètre stato-dynamique descendus entre 1.8 m et 7.5 m de profondeur et référencés SD1 à SD3.

A noter : là où des refus précoces ont été rencontrés, les sondages ont été doublés.

2.2.2. Reconnaissances réalisées en 2023 dans le cadre de notre mission G2PRO

▶ **Sondages de reconnaissance des fondations existantes :**

- 3.0 puits à la pelle référencés RF101 à RF103.

▶ **Sondages et mesures de caractéristiques géomécaniques par :**

- 4 sondages au pénétromètre stato-dynamique descendus entre 1.3 m et 9.8 m de profondeur et référencés SD101 à SD104.

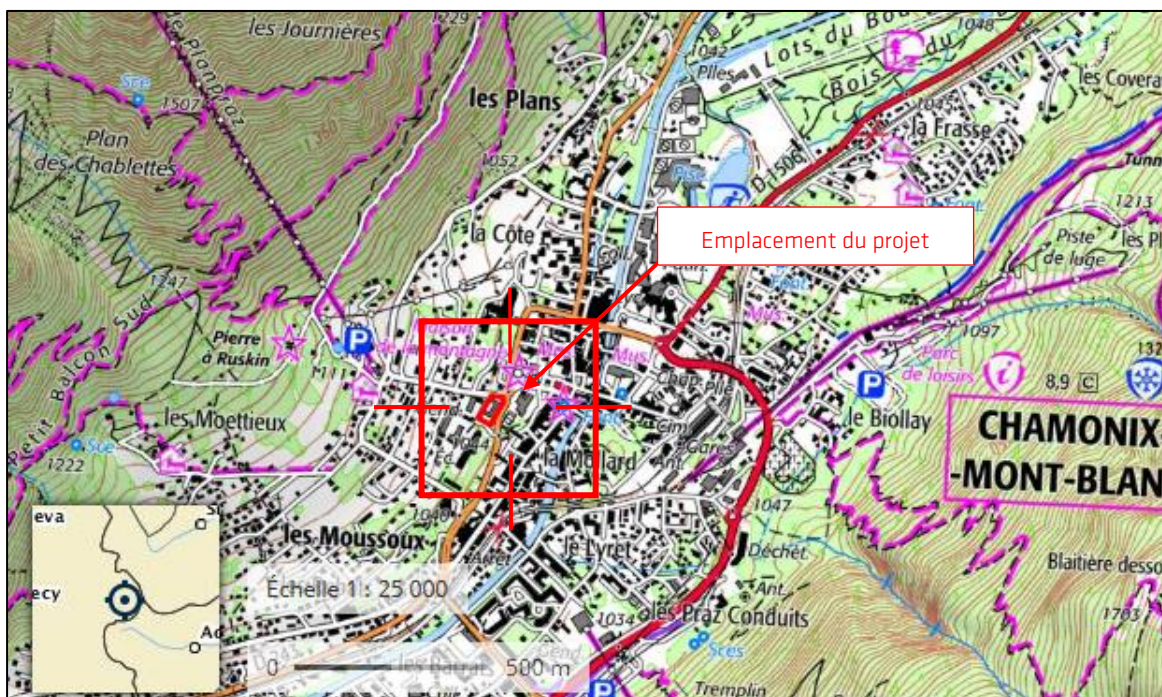
Le détail des résultats obtenus est donné dans les annexes correspondantes sous forme de coupes et diagrammes.

3. État des lieux

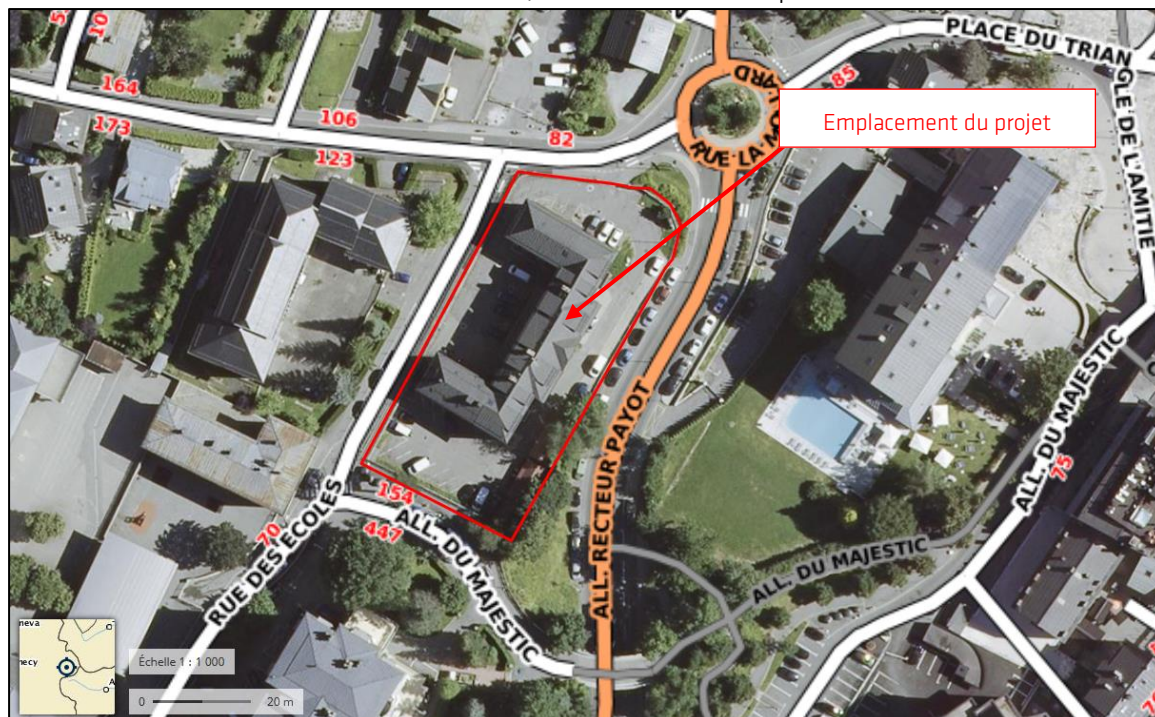
3.1. Localisation

Commune : CHAMONIX MONT BLANC (74)

Rue des Ecoles



Extrait Carte IGN 1/25000 – Source Géoportail



Photographie aérienne – Source Géoportail

3.2. Topographie et géomorphologie – Examen visuel du site

- ▶ **Altimétrie du terrain** : Comprise entre les cotes 1048.3 m NGF côté Nord-Ouest et 1044.5 m NGF côté Sud-Est d'après la carte topographique IGN du site Géoportail.
- ▶ **Contexte général** : Terrain situé en zone urbaine, dans un versant orienté vers le Sud-Est.
- ▶ **Végétation** : Terrain aménagé, occupé par quelques espaces verts.
- ▶ **Occupation du site** : Terrain occupé par un bâtiment en R+1+combles sur un niveau de sous-sol semi-enterré.
- ▶ **Géomorphologie** :
 - Terrain remodelé par la réalisation de terrassement en déblai et/ou en remblai lors de la construction du bâtiment existant et de ses aménagements périphériques.
 - Terrain naturel en pente de l'ordre de 10 à 20% vers le Sud-Est.
 - Pas d'indice d'instabilité visible.
- ▶ **Eau** :
 - Pas d'indice de circulation d'eau de ruissellement ni de résurgence d'eau souterraine.
 - Nombreuses sources et captages connus dans le secteur.
 - L'Arve à environ 200 m au Sud-Est du projet.

3.3. Risques Naturels

▶ Sources des données sur les risques naturels :

Les données sur les risques naturels mentionnés ci-après sont obtenues à partir de la consultation de :

- La carte « information des acquéreurs et des locataires des biens immobiliers sur les risques majeurs » sur le site internet de la préfecture.
- La liste des risques et des arrêtés de catastrophe naturelle disponible sur le site <http://www.georisques.gouv.fr> du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable (MEDD).
- La carte du PPRn (PPRn = Plan de Prévention des Risques Naturels) sur le site de la préfecture.
- La carte d'aléas de retrait-gonflement des argiles du site du BRGM <http://www.argiles.fr/donnees.asp>.

Il est de la responsabilité des Constructeurs de valider ou de compléter ces informations en interrogeant les services compétents et en consultant les documents originaux sur format papier en mairie ou en préfecture. Il s'agit de s'assurer de la concordance entre les travaux envisagés et l'ensemble des mesures de protection demandées par l'administration.

▶ Arrêtés de catastrophes naturelles :

Phénomène	Nombre d'arrêtés	Date la plus récente
Avalanche, mouvements de terrains, inondations et coulées de boue	11	06/06/2015

▶ Données obtenues :

D'après enquête, les éléments suivants ont été recueillis :

- Commune réglementée par un PPRn mouvement de terrain, avalanche et inondation par crue torrentielle ou montée rapide de cours d'eau, approuvé le 17/05/2002.
- Commune réglementée par le TRI de la Haute-Vallée de l'Arve selon l'arrêté national de 06/11/2012.
- Les documents du PPRn et du TRI classent le terrain hors zone d'aléa.
- Aléa faible vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement des sols argileux.

- ▶ **Zonage sismique** : zone 4 (aléa moyen).

3.4. Occupation ancienne du site – Historique connu

D'après les informations qui nous ont été communiquées par le maître d'ouvrage et l'examen visuel du site des photos aériennes d'archive, le bâtiment principal a été construit vers 1873. Plusieurs projets de rénovation ont été réalisés depuis. Des extensions ont également été réalisées de part et d'autre de la partie centrale de la façade en 1988.

3.5. Sensibilité générale du site vis-à-vis de sa situation et de son histoire

De ces éléments, nous retiendrons les risques et aléas principaux liés à la situation du terrain, dont il faudra tenir compte dans la conception et l'adaptation du projet au site :

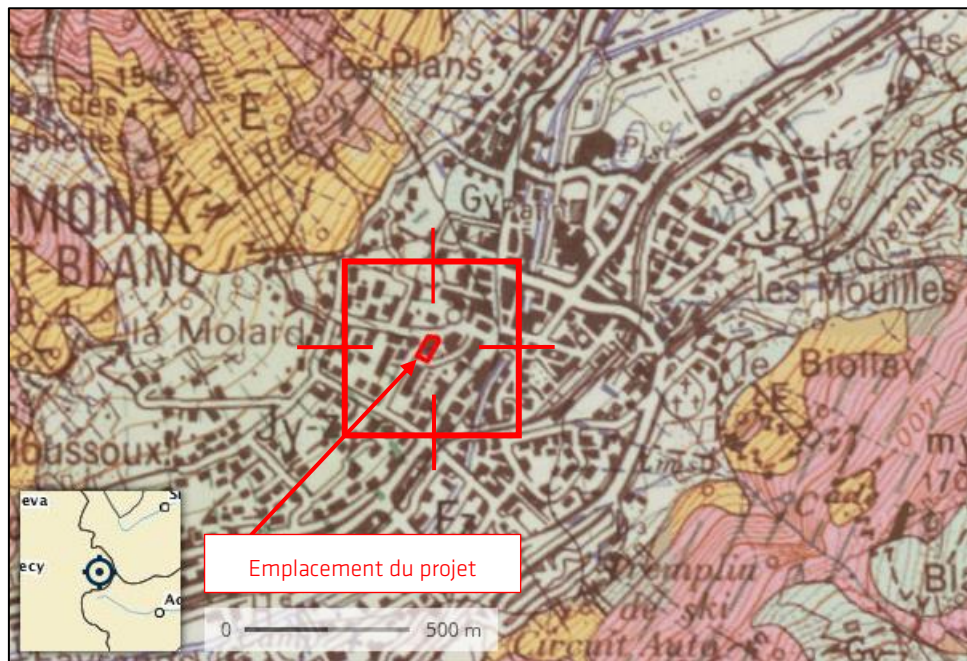
- ▶ Risques et aléas liés à l'histoire du site et à son occupation ancienne : présence des structures enterrées, de remblais et terrains remaniés.

La synthèse des reconnaissances, des résultats d'enquêtes et des observations effectuées sur le site est donnée ci-après. Elle vise à apporter une représentation de la structure géotechnique du site la plus proche de la réalité possible. Cette vision est cependant par définition incomplète car basée en partie sur des sondages ponctuels, ne donnant que certaines informations partielles (par exemple uniquement visuelles, ou d'autres uniquement géomécaniques). Elle peut de ce fait ignorer ou mal évaluer la présence de certaines discontinuités ou hétérogénéités toujours possibles, le milieu naturel ne répondant pas à une logique statistique ou linéaire.

Les aléas liés à ces hétérogénéités ou discontinuités devront être précisés si besoin par des moyens de reconnaissances complémentaires, et par une intervention régulière d'un spécialiste en géotechnique au fur et à mesure de la conception et de l'exécution des ouvrages (cf. enchaînement des missions).

4. Les sols

D'après la carte géologique de CHAMONIX au 1/50 000, le terrain se situe à l'interface entre des dépôts de cône de déjection ancien.



Extrait Carte Géologique, Feuille de CHAMONIX, au 1/50 000 – source : BRGM

La lithologie des formations en place apparaît relativement homogène en plan et en profondeur. Elle peut être décrite comme suit, du haut vers le bas (hors enrobé) :

- ☛ **Remblais et terrains remaniés : limons sablo-graveleux**, de teinte marron contenant des éléments anthropiques (briques, enrobé, plastiques...), observés visuellement dans le puit de reconnaissance P1 jusqu'à 0.2 m de profondeur/TA (TA = Terrain Actuel) ainsi que dans les fouilles de reconnaissance de fondations.
Ce faciès correspond au sol de résistance moyenne à élevée, mesuré dans les sondages au pénétromètre jusqu'à 0.6 à 3.2 m de profondeur/TA.
Ce sol apparaît particulièrement épais (3.0 m environ) :
 - Le long de la partie sur sous-sol du bâtiment existant (remblai au moment de sa construction).
 - En SD101 : sol de résistance moyenne sur 1.0 m en tête, puis sol de résistance très faible jusqu'à 3.0 m/TA.

- Graves sablo-limoneuses à blocs (\varnothing_{\max} : 400 mm), de teinte marron/beige et grise, observées visuellement dans le puits de reconnaissance P1 jusqu'à la profondeur de refus à 1.7 m/TA.

Ce faciès correspond au sol de résistance élevée à très élevée, reconnu dans les sondages au pénétromètre SD1 et SD3 et les sondages SD102 à SD104 à partir de 0.2 à 2.6 m/TA selon l'endroit et jusqu'aux profondeurs de refus de 1.8 à 7.5 m/TA.

A noter : une anomalie de sol de résistance faible a été reconnu au droit du sondage SD101 jusqu'à 7.0 m de profondeur/TA. Ce sondage SD101 indique :

- Un sol de résistance très faible jusqu'à 3.2 m /TA (remblai présumé)
- Un sol de résistance faible à moyenne de 3.2 m jusqu'à 7.0 m/TA : il s'agit probablement d'un sable peu grossier ou d'un limon à sable, graviers et blocs. Ce point sera impérativement à vérifier et à préciser par des sondages complémentaires (sondages visuels et sondages au pénétromètre).

Des sondages complémentaires devront être prévus après dévoilement des réseaux existants afin de préciser la nature exacte des sols en SD101, l'emprise en plan de cette anomalie et son impact sur les fondations du projet.

Le toit de cette formation a été reconnu aux profondeurs et cotes suivantes :

Toit d'apparition des graves sablo-limoneuses à blocs									
Sondage : Référence et cote en m NGF normal	P1 (1046.6)	SD1 (1046.6)	SD2 (1046.6)	SD3 (1046.6)	SD3bis (1046.6)	SD101 (1046.6)	SD102 (1046.7)	SD103 (1046.7)	SD104 (1046.7)
Profondeur d'apparition du toit de la formation en m/TA	0.22	1.8*	0.6*	0.6*	1.0*	7.0*	2.2*	1.3*	2.6*
Cote correspondante en m NGF	1046.38	1044.8	1046.0	1046.6	1045.6	1039.6	1044.5	1045.4	1044.1

* : ces profondeurs sont basées sur des variations de résistance au pénétromètre et devront être validées visuellement lors de la réalisation des fouilles.

5. L'eau souterraine

5.1. Résultat des mesures et des enquêtes

Absence d'eau dans les puits de reconnaissances lors de notre intervention le 30/11/2020.

Un niveau d'eau a été mesuré ponctuellement au droit du sondage au pénétromètre SD1 vers 1.2 m de profondeur/TA.

5.2. Analyse des mesures - Synthèse hydrogéologique

Le contexte hydrogéologique du site est marqué par :

- Des circulations d'eau probables provenant du versant. Ces circulations sont susceptibles d'apparaître selon des cheminements préférentiels (par exemple au sein de chenaux plus graveleux), et de façon intermittente dans le temps (par exemple en période pluvieuse continue ou à la fonte des neiges). Le débit et le niveau d'apparition peuvent varier fortement en fonction des conditions météorologiques.
- Des rétentions d'eau sous forme de « poche d'eau » au sein des remblais et des structures enterrées.

6. Caractéristiques géomécaniques

Les caractéristiques géomécaniques mesurées et correspondant à l'organisation géologique décrite précédemment, sont données dans le tableau récapitulatif ci-après. Les données qui suivent ont pour objet de préciser les hypothèses de calcul pour la justification des ouvrages.

Faciès	Pénétromètre dynamique
	Résistance de pointe q_d (MPa)
Remblais et terrains remaniés	[0.8 à 10.0] Non représentatif
Anomalie de résistance faible (sable présumé)	[0.8 à 5.0] 1.8
Graves sablo-limoneux à blocs	[7.0 à >50] 8.0

- [] : Fourchette de valeurs mesurées.
- **xx** : Valeur représentative proposée en phase projet.

7. Risques sismiques – Données règlementaires

Les normes et documents réglementaires utilisables sont les suivants :

- ▶ NF EN 1998-1, 1998-5 : Règles de l'Eurocode 8 - « Calcul des structures pour leur résistance aux séismes – Partie 5 : Fondations, soutènements et aspects géotechnique ».
- ▶ La zone de sismicité (selon décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010).

Les principales données parasismiques déduites des éléments précédents, permettent de retenir :

- ▶ **Zone de sismicité** : zone 4 (aléa moyen)
- ▶ **Application des règles de l'Eurocode 8.**

- Classe de sols :

Classe de sol	Description du profil stratigraphique	Coefficient d'amplification S
B	Dépôts raides de sable, de gravier ou d'argile sur-consolidée, d'au moins plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur, caractérisés par une augmentation progressive des propriétés mécaniques avec la profondeur	1.35

- Accélération nominale : a_g (m/s^2), a_g est définie par la relation : $a_g = \gamma_1 \cdot S_T \cdot a_{gr}$.

Zone sismique	Pic d'accélération de référence a_{gr} (m/s^2) pour un sol de classe A	Coefficient d'importance de l'ouvrage γ_1			
		Catégorie d'importance de l'ouvrage			
		I	II	III	IV
Zone 4	1.6	0.8	1.0	1.2	1.4
S_T : coefficient topographique		1.0		1.2	

- ▶ **Risque de liquéfaction** : sols résistants et hétérométriques, non suspects de liquéfaction.

8. Sensibilité du site liée à la structure géotechnique du site

Les principaux **aléas** liés à la structure géotechnique du site apparaissent être les suivants :

- ▶ Des remblais récents et hétérogènes en nature sont présents sur le site. Cette formation présente un risque de déformation dans le temps (même sans surcharge apportée), compte tenu de son épaisseur, et de l'absence de compactage probable lors de sa mise en œuvre.
- ▶ La présence de blocs de grande taille a été reconnue dans les sondages réalisés.
- ▶ Structure géotechnique apparaissant homogène et peu déformable : graves sablo-limoneuses à blocs de résistance élevée à très élevée, mesurées à partir de 0.2 à 1.8 m de profondeur/TA, contenant localement des passages de sols de résistance faible.
- ▶ Contexte hydrogéologique marqué par des circulations d'eau provenant du versant selon des cheminements préférentiels (par exemple au sein de chenaux plus graveleux) et par des rétentions d'eau possible au sein des remblais et des terrains remaniés.

DESCRIPTION DU PROJET ET DE SON ENVIRONNEMENT

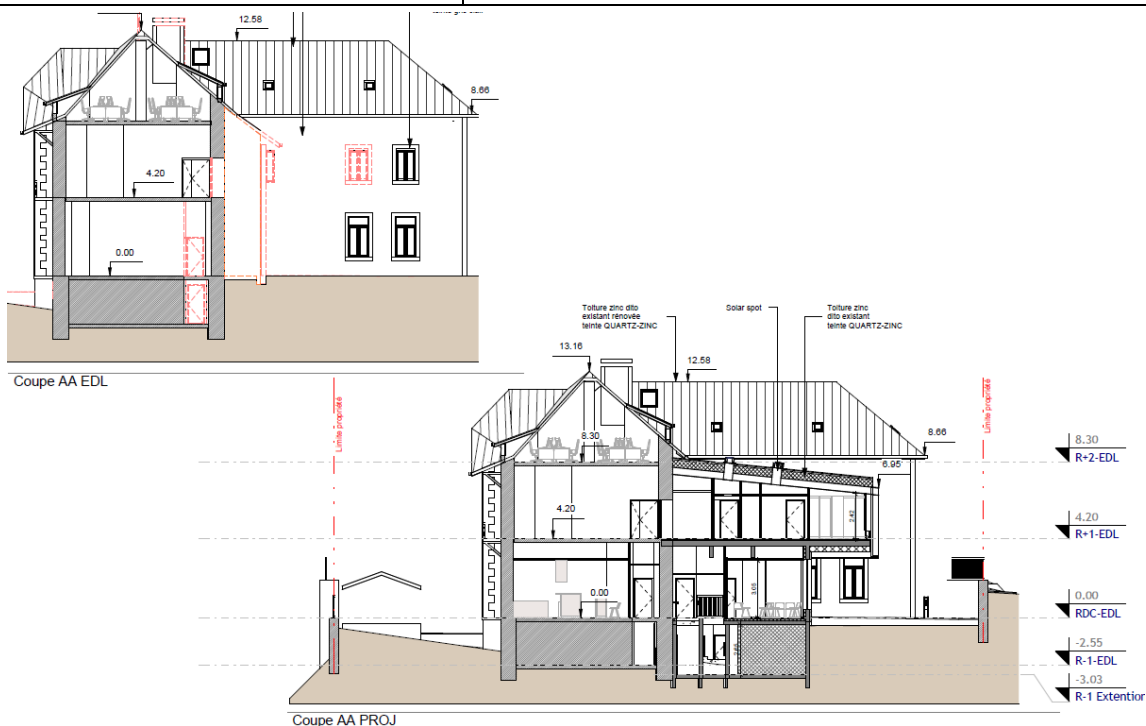
9. Caractéristiques du projet

9.1. Description des ouvrages - Principes constructifs envisagés

Projet prévoyant la construction de :

- ▶ Bâtiments dont les principales caractéristiques sont :

Désignation	Extension
Dimensions approximatives (emprise au sol)	~ 75 m ²
Nombre de niveaux	R+1 avec un niveau de sous-sol partiel
Cote du niveau le plus bas (fournie par le BET Structure)	Cote SS partiel : ~ 1043.69 m NGF ; Cote RDC : ~ 1046.72 m NGF
Nature du niveau bas	Dallage lié et dalle porté dans l'emprise des gardes de terrassements
Structure	Béton armé vraisemblablement
Descentes de charges sur la structure fournies par le BE structure	<i>Voir suite du rapport</i>
Sollicitations appliquées aux dallages estimées (à valider par le BET Structure)	≤ 500 kg/m ²



Vue en coupe du projet (source : Elansym)

9.2. Terrassements prévus

Le projet, comportant un niveau de sous-sol, nécessite la réalisation de travaux de terrassement provisoire en déblais de l'ordre de 3.5 à 4.0 m de hauteur maximum, en mitoyenneté directe du bâtiment existant en partie centrale de la façade Nord-Ouest.

10. ZIG (Zone d'Influence Géotechnique) du projet

Définition de la ZIG : Volume du terrain au sein duquel il y a interaction entre :

- ☞ l'ouvrage (ou les travaux nécessaires à sa réalisation),
- ☞ et son environnement (sols et ouvrages environnants).

Dans le cas présent, la ZIG est constituée par :

- ▶ La parcelle où est placé le futur projet.
- ▶ Un bâtiment existant, mitoyen au projet.
- ▶ Limites de propriété à environ 3.0 m du projet au Nord-Ouest.
- ▶ La rue des Ecoles au Nord-Ouest et la rue la Mollard au Nord avec leurs réseaux associés.

11. Structures enterrées – Fondation des avoisinants – Etat des lieux

Les fouilles de reconnaissance réalisées contre l'existant situé dans la zone d'influence géotechnique du projet, ainsi que les enquêtes effectuées ont permis d'apporter les compléments d'informations suivants :

☞ Façade Nord :

- **Sondage RF1bis - fondation du bâtiment principal avec sous-sol semi-enterré :**
 - Fondation : semelle superficielle continue en pierres maçonnées.
 - Caractéristiques de la fondation :
 - Débord : nul,
 - Arase supérieure : - 0.3 m/TA,
 - Arase inférieure : non reconnu (>-2.0 m/TA – soit <1044.7 m NGF),
 - Faciès d'ancrage : non reconnu.
- **Sondage RF1 - fondation de l'extension sans sous-sol :**
 - Fondation : semelle superficielle continue en béton.
 - Caractéristiques de la fondation :
 - Débord : nul,
 - Arase supérieure : - 0.3 m/TA,
 - Arase inférieure : - 0.55 m/TA (soit à 1046.15 m NGF),
 - Faciès d'ancrage : remblais limono-graveleux contenant des éléments anthropiques.
- **Remarque :**
 - Présence de fissures importantes au droit des extensions de part et d'autre de la partie centrale de la façade Nord.
 - Fondation de ces extensions ancrées dans des matériaux en remblais et cote hors gel non respectée.

- **Sondage RF101 - fondation du bâtiment principal avec sous-sol semi-enterré :**

- Fondation : semelle superficielle en pierre non maçonnées.
- Caractéristiques de la fondation :
 - Débord : nul,
 - Arase supérieure : fondation dans la continuité du mur,
 - Arase inférieure : - 0.15 m/TA (soit à 1043.95 m NGF),
 - Faciès d'ancrage : limon sableux à graviers, galets et blocs.

☞ Extensions latérales :

- **Sondage RF102 - fondation de l'existant avec vide sanitaire – aile Nord :**

- Fondation : fondation filante en pierre non maçonnées, posée sur un bloc de grande taille.
- Caractéristiques de la fondation :
 - Débord : nul,
 - Arase supérieure : - 0.0 m/TA,
 - Arase inférieure : - 0.6 m/TA (soit à 1046.1 m NGF),
 - Faciès d'ancrage : limon sableux à graviers, galets et blocs.
- **A noter** : un gros bloc a été reconnu vers 0.60 m de profondeur/TA sur la largeur de la fouille. Ce bloc a un débord de 60 cm par rapport à la fondation et une épaisseur reconnue de 30 cm.

- **Sondage RF103 - fondation de l'existant avec vide sanitaire – aile Sud :**

- Fondation : fondation filante en pierre taillées, non maçonnées.
- Caractéristiques de la fondation :
 - Débord : 0.0 à 0.45 m,
 - Arase supérieure : - 0.0 m/TA,
 - Arase inférieure : non reconnue (>-1.5 m/TA – soit <1045.2 m NGF),
 - Faciès d'ancrage : limon sableux à graviers, galets et blocs.

☞ Façade Sud :

- **Sondage RF2 - fondation de l'existant avec sous-sol semi-enterré :**

- Fondation : semelle superficielle continue en pierres maçonnées.
- Caractéristiques de la fondation :
 - Débord : nul,
 - Arase supérieure : - 0.1 m/TA,
 - Arase inférieure : non reconnu (>- 0.95 m/TA – soit <1044.55 m NGF),
 - Faciès d'ancrage : non reconnu.
- **A noter** : des gros bloc imbriqués (\varnothing_{\max} : 400 mm) ont été reconnus vers 0.95 m de profondeur/TA sur la largeur de la fouille, entraînant un refus dans la fouille de reconnaissance de fondation.

12. Sensibilité générale du projet

La sensibilité générale du projet vis-à-vis de sa destination et de la ZIG va être fortement conditionnée par les aspects suivants :

- ▶ Ouvrages aux descentes de charges moyennes à élevées.
- ▶ Travaux de terrassements avec des déblais importants à proximité d'ouvrages sensibles,

13. Phasage et organisation de chantier

Le phasage des travaux envisagés pour la réalisation de l'infrastructure est le suivant :

1. **Préparation du site** : purge et dévoiement des réseaux existants dans l'emprise du projet.
2. **Réalisation de sondages complémentaires aux alentours du sondage SD101**, là où une anomalie a été détectée afin de préciser la nature des sols à cet endroit, adapter si besoin la solution de fondation, et valider/adapter la contrainte de sol sous fondations et la hauteur de rattrapage en gros béton.
3. Pré-terrassement jusqu'à la base de la fondation de l'existant et contrôle de fond de fouille afin de définir la nécessité ou pas d'une reprise en sous-œuvre.
A noter : d'après la cote du niveau bas transmise, le niveau bas est plus basse de l'ordre de 50 cm par rapport à celui de l'existant. La réalisation de reprise en sous-œuvre n'est donc pas indispensable compte tenu de la faible hauteur de décalage (à préciser par les études EXE du lot gros-œuvre).
4. Terrassement général des fouilles jusqu'aux cotes de fond de terrassement prévue.
A noter : dans le cas de non-réalisation de reprise en sous-œuvre, une banquette de 2.0 m minimum devra être conservée par rapport à l'existant et les fondations devront être mis en œuvre par passe de largeur limitée (à préciser par les études EXE).
5. Mise en place à l'avancement de la couche de forme en matériaux noble graveleux de type 0/80mm.
6. Réalisation des fondations et travaux de Gros Œuvre.

NOTA :

Le phasage ci-dessus engendre des interactions importantes entre les différents intervenants, et nécessitera un suivi de la part du géotechnicien et du Maître d'œuvre afin d'assurer le bon déroulement du chantier.

Préambule : les indications des chapitres suivants, fournies en estimant des conditions normales d'exécution pendant les travaux, seront forcément adaptées aux conditions réelles rencontrées : intempéries et niveau de nappe, matériels utilisés, provenance et qualité des matériaux, phasages, plannings et précautions particulières. Nous rappelons que les conditions d'exécution sont absolument prépondérantes pour obtenir le résultat attendu, qu'elles ne peuvent être définies précisément actuellement, et que seules des orientations peuvent être retenues à ce stade de l'étude.

14. Démolition

Le projet prévoit la démolition des existants dans l'emprise du projet. Des structures enterrées (fondations, fosses, cuves) pourront être découvertes. Ces structures enterrées seront complètement purgées.

Dans le cas où la base de ces structures enterrées se situe sous le niveau futur de terrassement, les excavations laissées par leurs purges seront comblées avec :

- ▶ Du gros béton au droit des appuis de fondation.
- ▶ Des matériaux graveleux, insensibles à l'eau et correctement compactés par couche au droit des zones de dallage dans le cadre d'une solution de dallage sur terre-plein.

A noter que le projet sera mitoyen à l'existant en partie Nord-Ouest. Une étude structurelle de ces derniers sera nécessaire permettant notamment de définir la répartition des poussées et charges. Le confortement éventuel des existants lors de la démolition ne fait pas partie de notre mission et devra être défini par un bureau d'étude spécialisé. Toutes les précautions devront être prises pour lui éviter tout dommage. La base de ce mur ne devra pas être affouillée lors des travaux de terrassements, une banquette de 2.0 m minimum (hors confortement éventuel) devra être conservée par rapport à l'avoisinant jusqu'aux travaux de reprise en sous-œuvre ou de fondations.

15. Décapage – Préparation du sol

Ce point est primordial pour permettre une exécution des travaux dans des conditions satisfaisantes. Il est impératif de prévoir au démarrage du chantier :

- ▶ Décapage de la végétation et de la terre végétale.
- ▶ Purge complète de l'enrobé et des remblais médiocres et évacuation hors emprise des travaux.
- ▶ Purge et dévoiement de l'ensemble des réseaux existants et structures enterrées sur l'emprise du projet.

16. Terrassements provisoires

Le projet nécessite la réalisation de terrassements provisoires en déblais de l'ordre de 3.5 à 4.0 m de hauteur.

16.1. Traficabilité – Préparation des plates-formes

▶ Traficabilité

Les plates-formes au niveau de l'arase de terrassement seront constituées par des matériaux gravo-sablo-limoneux sensibles au remaniement et à la décompression, et de traficabilité médiocre en présence d'eau.

▶ Préparation des plates-formes

La méthodologie suivante est à respecter :

- Procéder au terrassement de la dernière couche "en retro" sans faire évoluer les engins sur la pleine masse.

- Mettre en place un géotextile anticontaminant.
- Protéger la plate-forme au fur et à mesure de l'avancement du décapage par la mise en œuvre d'une première couche épaisse de matériaux nobles et insensibles à l'eau (par exemple de classe D3, type Ø0/80 mm, selon la norme NF P11-300).
- Interrompre les travaux dans des conditions météorologiques trop défavorables.
- Toute zone remaniée ou décomprimée par la circulation des engins ou par des intempéries, sera purgée et remblayée avec un matériau noble insensible à l'eau.

16.2. Terrassabilité

La présence de matériaux limoneux nécessite de réaliser les travaux par temps sec, et de protéger les arases de terrassement au fur et à mesure de l'avancement des travaux.

La réalisation des déblais ne présentera pas de difficultés particulières (hors structures enterrées). Néanmoins, compte tenu de la compacité du sol gravelo-sableux en place et de la présence de blocs, il est nécessaire de prévoir l'utilisation de pelle puissante, voire de dent de déroctage ou de marteau pneumatique.

Compte tenu de leur nature au moment de la reconnaissance, la majorité des matériaux de déblai sont inaptes au réemploi en remblai. Ils seront mis en décharge ou stockés dans les zones d'espaces verts. Le remblai sera réalisé par des matériaux d'apport.

Nota : Au droit de la zone de sous-sol à créer, la formation de grave sableuse à blocs sera atteinte à des profondeurs variables selon l'endroit. Ces matériaux pourraient éventuellement être valorisés moyennant une étude spécifique et des moyens de criblage et de concassage. Ce point est à préciser si besoin par une étude spécifique en phase EXE.

16.3. Drainage en phase chantier

▸ Venues d'eau souterraines

D'après les mesures réalisées, il ne devrait pas être intercepté d'eau lors des travaux en conditions météorologiques ordinaires et favorables.

Des venues d'eau sont malgré tout possibles en cours de terrassement et qui pourraient se manifester par des résurgences d'eau ou des sources de débit variables dans les talus notamment côté amont et en période pluvieuse. Elles seront collectées en périphérie et évacuées en dehors de la fouille (cunette périphérique en pied de talus relié à un exutoire pérenne).

Les dispositions spécifiques seront adaptées au cas par cas pour assurer à tout moment la mise au sec de la plate-forme.

16.4. Talus provisoires

Les talus provisoires de la fouille situés en dehors de la zone d'influence géotechnique sur des avoisinants sensibles, pourront être dressés avec une **pente de 1 de base /1 de hauteur (1H/1V)**, à adapter lors des terrassements si cela s'avère nécessaire. Ils devront être protégés contre l'action de l'eau, par des feuilles de polyane soigneusement fixées.

17. Dispositions vis-à-vis des avoisinants - Reprises en sous-œuvre

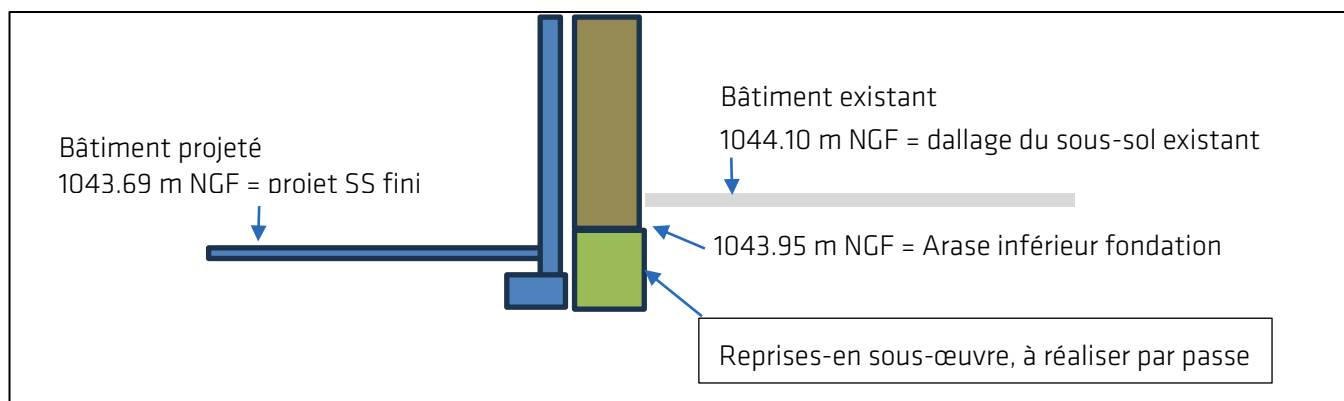
La réalisation du projet actuel implique l'exécution de déblais au voisinage immédiat de constructions existantes dont la structure est mal connue (bâtiment principal avec un niveau sous-sol en partie centrale et sur vide sanitaire en partie latérale).

D'après les sondages de reconnaissances réalisés, l'arase des fondations du sous-sol de l'existant est estimée à la cote 1043.95 m NGF et vers 1044.7 à 1045.8 m NGF sur les parties latérales (extensions sans sous-sol).

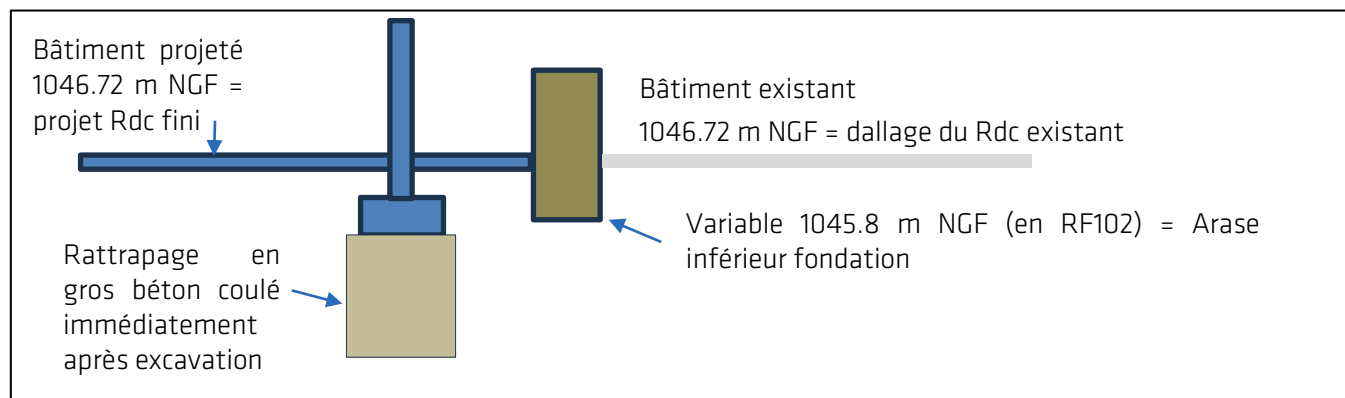
La cote du niveau bas du sous-sol du projet est estimé à 1043.69 m NGF.

Les principes d'adaptation en mitoyenneté avec l'existant sont les suivants :

- **Parties de projet avec sous-sol :** Reprise en sous-œuvre de l'avoisinant, afin de reporter les charges au même niveau que les futures fondations du projet en mitoyenneté.
- **Parties de projet sans sous-sol :** Exécution des fondations par passe avec bétonnage immédiat, à valider en phase EXE selon les reconnaissances de fondations complémentaires réalisées.



Cas 1 : Partie de projet de sous-sol en mitoyenneté avec le sous-sol de l'existant



Cas 2 : projet sans sous-sol à proximité avec l'existant

Une étude structurale des avoisinants devra également être menée par un BET Structure afin de définir précisément les descentes de charges générées par le bâtiment voisin (verticales et horizontales) et la nécessité ou non d'un confortement préalable.

La reprise en sous-œuvre des constructions mitoyennes, consistera en :

- ▶ Le report des charges verticales au-dessous du niveau bas des terrassements sur une formation peu déformable, en l'occurrence dans la formation de graves sablo-limoneuses rencontrée à partir de 0.2 à 2.6 m/TA de profondeur au droit des sondages réalisés (hors anomalie au droit de SD101).

- ▶ La mise en place d'un voile continu de type « voile béton ferrailé ou non », d'une épaisseur minimale de 0.6 à 0.8 m.

Les voiles seront réalisées par passes alternées. La largeur des passes devra être adaptée au terrain actuel.

Les voiles faisant soutènement seront armées pour reprendre la poussée des terres et de l'ouvrage.

Les Reprises en Sous-Œuvre (dimension, phasage de travaux, longueurs de passes) devront être conçues et adaptées en phase EXE (**mission G3 à prévoir au lot gros-œuvre**).

Nota :

Pour rappel la règle des 3H/2V entre arrêtes de fondations doit être respectée dans le cas de fondations ancrées à des niveaux différents.

Dans le cas où les fondations du projet se trouvent plus bas que les fondations de l'existant, il conviendra de s'assurer que les fondations du projet puissent reprendre les éventuels efforts transmis par les fondations de l'existant.

18. Fondation de la structure

Les solutions de fondation envisageables sont les suivantes :

- **Fondations** : semelles superficielles isolées ou continues ancrée dans les graves sablo-limoneuses à blocs.

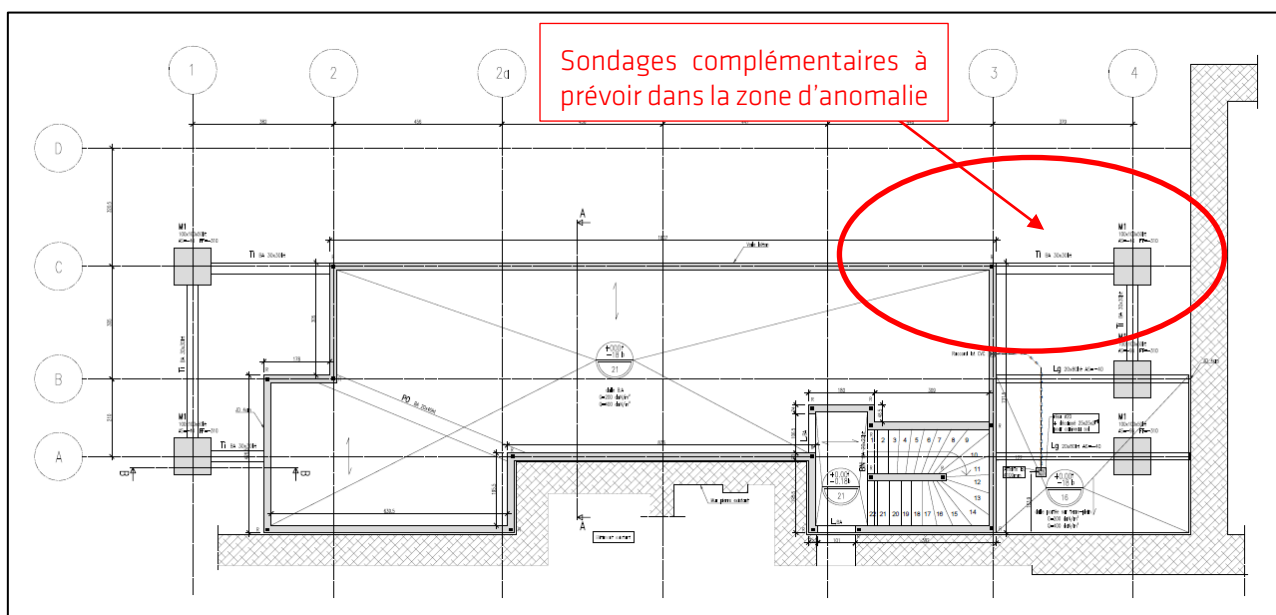
Le toit des graves sablo-limoneuses à blocs est rencontré entre 0.2 et 2.6 m de profondeur/TA au droit des sondages réalisés, hors anomalie rencontrée au droit de SD101.

L'assise des fondations sera ancrée au minimum de 0.3 m dans cette couche repère.

Dans tous les cas, l'encastrement devra assurer les conditions de mise hors gel des fondations, soit une profondeur minimale de **1.0 m par rapport à la plus proche surface exposée au gel**.

Remarque importante : une anomalie de sol de résistance faible a été reconnu au droit du sondage SD101 jusqu'à 7.0 m de profondeur/TA, la réalisation de sondages complémentaires sera nécessaire aux alentours de SD101 afin de valider la contrainte de sol sous fondations et la hauteur de rattrapage en gros béton.

En première approche, nous considérons une fondation ancrée au-delà du terrain remanié vers 3.2 m de profondeur avec une contrainte réduite à 100kPa à l'ELS dans la zone d'anomalie.



Extrait du plan de coffrage du SS-1 – source : SYNAPSE – 23/10/2023

A noter tout de même que dans le cas de sol remanié ou de résistance très faible à plus de 3.0 m de profondeur reconnu dans les sondages complémentaires, une solution de fondation spéciale peut être nécessaire.

18.1. Caractéristiques géomécaniques

Les modules pressiométriques sont estimés par corrélation usuelle à partir des sondages au pénétromètre.

➤ Dans le voisinage du sondage SD101 où une anomalie a été détectée

Faciès	Prof. et cote estimée de la base du faciès (m NGF)	Poids volumique (kN/m ³)	Résistance de pointe statique qc estimée (MPa)	Pression limite estimée pl* (MPa)	Module pressiométrique estimé E _M (Mpa)	Coefficient rhéologique α
Remblais et terrain remanié : limon à graves, graviers et blocs	-3.2 m/TA = 1042.7 1043.4 ?	19	0.7	0.2	2.0	0.6
Sol de résistance faible à moyenne : Sable ou Limon à graves, graviers et blocs	-7.0 m /TA = 1039.6	19	1.2	0.3	3.0	0.6
Graves sablo-limoneuses à blocs	> 9.8 = <1036.8	20	4.0	1.2	12	0.5

➤ Sur le reste des fondations

Faciès	Cote estimée de la base du faciès (m NGF)	Poids volumique (kN/m ³)	Résistance de pointe statique qc estimée (MPa)	Pression limite estimée pl* (MPa)	Module pressiométrique estimé E _M (MPa)	Coefficient rhéologique α
Graves sablo-limoneuses à blocs	<1036.0	20	4.0	1.2	12	0.5

18.1. Descentes de charges

Les descentes de charges des bâtiments nous ont été transmises par le BET SYNAPSE en date du 29/11/2023.

Les justifications ont été réalisées sur différentes charges et différentes tailles de semelles, c'est-à-dire (voir plan ci-dessous) :

Type de semelle	Dimensions estimées - à valider par le BET Structure (m)	Effort vertical Vd ELS QP	Effort vertical Vd ELU Fond
Semelle isolée (M3121)	1.0×1.0	392.3 kN	550.5 kN
Semelle continue (SF5766)	0.5	143.5 kN/ml	199.7 kN/ml
Semelle continue - si anomalie (SF5766)	2.0	143.5 kN/ml	199.7 kN/ml
Semelle isolée dans la zone d'anomalie (M3127)	2.0×2.0	386.7 kN	544.4 kN

21/27

En première approche, les **contraintes admissibles** calculées selon q_{net} sont les suivantes :

États limites types :	E.L.U. accidentels		E.L.U. transitoires et durables		E.L.S. caractéristiques et quasi-permanents	
Coefficients partiels de résistance $\gamma_{R,v}$ et de méthode $\gamma_{R,d,v}$	$\gamma_{R,v}$	$\gamma_{R,d,v}$	$\gamma_{R,v}$	$\gamma_{R,d,v}$	$\gamma_{R,v}$	$\gamma_{R,d,v}$
	1.2	1.2	1.4	1.2	2.3	1.2
Contrainte admissible (kPa) $i_{\Delta} i_{\delta} q_{net}$	765		655		400	
Contrainte admissible (kPa) dans la zone d'anomalie $i_{\Delta} i_{\delta} q_{net}$	190		160		100	

18.3. Justification de la portance et des tassements

La justification est réalisée à l'aide du logiciel FOXTA (listings transmis en annexe), à partir des descentes de charges indiquées ci-dessus. La vérification de portance est vérifiée si : $V_d - R_0 \leq R_{v;d}$ avec :

- V_d : valeur de calcul de la composante verticale de la charge transmise par la fondation au terrain
- R_0 : Valeur du poids de volume de sol après travaux sous le terrain constitué par le volume de la fondation et le volume au-dessus de la fondation.
- $R_{v;d}$: Valeur de calcul de la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle.

Les tassements sous semelles (vérification aux ELS) se font selon la norme NF P 94-261 (norme d'application de l'Eurocode 7).

Les tassements sont estimés par la méthode pressiométrique avec le logiciel FOXTA (cas aux ELS quasi-permanent).

Les tassements théoriques estimés s'entendent pour une mise en œuvre des fondations selon les règles de l'art en accord avec les prescriptions des Eurocodes et fascicule 68 – CCTG de 1993.

Les principaux résultats sont rassemblés dans le tableau ci-dessous :

Type de semelle	Dimension de la semelle (m)	Rvd ELS QP	Rvd ELU FOND	Vérification portance	Tassement
Semelle isolée (M3121)	1.0×1.0	488	802	OK	<1.0 cm
Semelle continue (SF5766)	0.5	204	335	OK	<1.0 cm
Semelle continue (SF5766) - si anomalie	A augmenter à 2.0 m	212	349	OK	<1.0 cm
Semelle isolée dans la zone d'anomalie (M3127)	2.0×2.0	466	765	OK	<1.0 cm

18.4. Recommandations sismiques

Le projet se trouve en zone sismique, et les recommandations suivantes devront être appliquées :

- ▶ La conception des ouvrages doit aboutir à un comportement dissipatif et ductile d'ensemble :
 - fractionner dans la mesure du possible les blocs de tailles et volumes hétérogènes,
 - distribuer les masses et les raideurs de façon équilibrée.
- ▶ Structure à concevoir de manière à assurer le contreventement horizontal et vertical de la structure, à superposer les éléments de contreventement, à créer des diaphragmes rigides à tous les niveaux, à limiter les efforts de torsion.
- ▶ Fondation par semelles filantes à maille fermée régulière (mode le mieux adapté) ou par semelles isolées reliées par un réseau de longrines bidirectionnelles. Les fondations doivent être suffisamment rigides pour transmettre au sol de manière uniforme les actions localisées reçues de la superstructure.
- ▶ Fondations en béton armé, pour la reprise des efforts de cisaillement lors des déplacements du sol.
- ▶ Veiller à ce que l'assise des fondations soit horizontale.
- ▶ Système de fondations homogènes sous un même corps de bâtiment à moins de délimiter des parties par joints parasismiques.

18.5. Conception des fondations au droit de l'anomalie

- ▶ La zone d'anomalie qui a été reconnue en SD101 est mal définie en nature, et en extension latérale. Des sondages complémentaires n'ont pas été possibles en phase PROJET du fait de la forte densité de réseaux encore en service.
- ▶ Une fois ces réseaux dévoyés ou mis hors service, des sondages complémentaires seront nécessaires en phase EXE de manière à :
 - Mieux définir l'extension en plan de l'anomalie
 - Préciser la nature des matériaux
- ▶ Il conviendra de préciser la conception de l'adaptation au sol au droit de l'anomalie qui sera identifiée ou précisée :
 - Solution 1 : réduction de contrainte sous fondation si l'anomalie est diffuse (zone de réduction à préciser) ;
 - Solution 2 : pontage de l'anomalie si celle-ci est très localisée ;
 - Solution 3 : substitution sous fondation sur une certaine épaisseur si l'entreprise privilégie cette solution ;
 - Solution 3 : puits béton avec technique de travaux spéciaux si l'anomalie est liée à un sol remanié profond (par exemple ancien puits ou ancienne fosse profonde de 7.0 m et remblayé).

18.6. Dispositions constructives

- ▶ Pour des raisons de bonne exécution, largeur des fondations conçues supérieure ou égale à **0.5 m pour des semelles continues et 0.7 m pour les semelles isolées.**
- ▶ En cas de mitoyennetés différées en temps au cours de la construction, une reprise de tassement est à prévoir sur le premier bâtiment construit. Un entraînement de la fondation par le tassement du bâtiment en cours de construction est certain sans précaution spéciale.
- ▶ En cas de deux bâtiments, ou de deux parties d'un même bâtiment fondées de façon différente, ou présentant un nombre de niveaux assez différent, il conviendra de s'assurer que la structure peut s'adapter sans danger aux tassements différentiels risquant de se produire. Dans le cas contraire, les projeteurs devront prévoir un joint de construction intéressant toute la hauteur de l'ouvrage, y compris les fondations elles-mêmes.

- ▶ Des fondations établies à des niveaux différents et à proximité de talus, doivent respecter la règle des **3 de base pour 2 de hauteur** entre arêtes de fondations et/ou pied de talus (norme NF 94-261), à moins de dispositions particulières.
- ▶ La présence d'eau pourra entraîner des sujétions de blindage de parois, et de pompages pour épuisement des fouilles lors des travaux de fondation.
- ▶ Les fondations doivent être coulées à l'avancement et à **pleine fouille** impérativement et non coffrées sur une plate-forme pré-terrassée ou reconstituée. Afin d'éviter une décompression du sol de fondation, ce dernier devra être protégé immédiatement et au minimum par un béton de propreté.
- ▶ Tout sol décomprimé localement sera purgé et remplacé par un béton maigre.
- ▶ Les points durs (blocs rocheux, etc.) seront, selon le cas (visite de chantier et de géotechnicien nécessaire), éliminés, pontés, ou décaissés de façon à permettre une intercalation de matelas sableux monogranulaire d'au moins 40 cm d'épaisseur entre la fondation et le point dur.
- ▶ La purge des blocs de taille variable pourra entraîner des surconsommations de béton (hors profils des parois des fouilles, excavation plus importante).

19. Traitement du niveau bas

Le niveau bas pourra être traité en **dallage liaisonnée**, à la condition stricte du respect des sujétions suivantes :

- ▶ Exécution des terrassements en déblais selon les préconisations décrites précédemment et permettant de conserver un sol sain et non remanié par les travaux (risque de remaniement soit par circulation des engins soit par décompression par la présence d'eau dans le cas contraire).
- ▶ L'exécution d'une forme sous dallage afin d'obtenir une portance satisfaisante pour la mise en œuvre du dallage

19.1. Caractéristiques de la forme support de dallage

Les caractéristiques de la forme support de dallage qui peuvent être retenues à ce stade de l'étude, sont :

- ▶ **Matériaux constitutifs** : Grave naturelle alluvionnaire de classe D3 (type 0/80 mm par exemple) selon la norme NF P 11-300, de granulométrie répartie. Des matériaux insensibles à l'eau et de comportement mécanique similaire peuvent également être admis, sous réserve de l'agrément par le Maître d'œuvre.
- ▶ **Épaisseur** : **0.5 m minimum** pour un module de Westergaard visé pour le support, $K_w = 50 \text{ MPa/m}$. Cette épaisseur devra être précisée en concertation avec le BET en fonction des sollicitations du dallage et des critères de portance requis pour le support).

Nota important : Cette épaisseur est donnée à titre indicatif, et tient compte d'une exécution des terrassements conformes à nos préconisations, et dans des conditions météorologiques satisfaisantes. Cette épaisseur pourra être revue sensiblement (augmentée ou réduite), en fonction des conditions réelles du chantier et notamment :

- De la qualité des travaux préparatoire réalisés.
- Des conditions météorologiques et hydrogéologiques au moment du chantier.
- De la qualité des matériaux mis en œuvre.
- Du matériel de compactage.

Compte tenu de l'enjeu important que représente l'exécution de la forme support de dallages, sa conception et sa mise en œuvre devront faire l'objet d'une attention particulière de la part des Concepteurs. Il conviendra de prévoir la réalisation d'une ou plusieurs planches d'essais afin de préciser si la structure prévue permet d'obtenir les résultats escomptés.

19.2. Module d'Young Es

Pour le dimensionnement du dallage selon les préconisations du DTU 13.3, les valeurs de module d'Young à retenir pour chacun des faciès sont les suivantes, du haut vers le bas :

Faciès	Profondeur de la base / TN	Épaisseurs	Module œdométrique estimé	Module d'Young Es
Graves sablo-limoneux à blocs	> 7.5 m	/	25 MPa	17 MPa

19.3. Critères de réception de la forme support

Les critères de réception devront être précisés impérativement par les documents de consultation ou par l'étude d'exécution de l'Entreprise.

Au stade actuel de l'étude, les critères suivants sont proposés :

Critères de réception de la forme support du dallage			
Ouvrage	Module de Westergaard Kw	Module de déformation E_{v2} , 2 ^{ème} cycle	Rapport E_{v2}/E_{v1}
Dallage	50 MPa/m minimum	50 MPa minimum	< 2.2

20. Protection des ouvrages vis-à-vis de la présence d'eau

Compte tenu du contexte hydrogéologique d'une part et géologique, et de la conception du projet d'autre part, les mesures de protection suivantes vis-à-vis de la présence d'eau sont à prendre en considération :

- ▶ **Partie en sous-sol** : protection et drainage périphérique du bâtiment, constitué par :
 - Pour les garages et partie du bâtiment pour lesquels une humidité et de légers passages d'eau sont tolérés : une imperméabilisation des murs enterrés par enduit bitumineux + protection par Delta MS.
 - Pour les locaux nobles et parties d'immeuble pour lesquels aucune humidité n'est acceptée : une étanchéité des murs enterrés par revêtement étanche (type étanchéité soudée par exemple).
 - Un complexe drainant mis en place en pied des murs enterrés, sur l'arase supérieure des semelles, et raccordé à un exutoire gravitaire pérenne. Ce complexe sera composé d'un drain, entouré d'un massif filtrant de graviers roulés propres et protégé par un géotextile anti-contaminant.
 - La mise en place d'un dispositif de drainage actif : évacuation gravitaire des eaux de drainage ou système de pompe de relevage avec pompes fonctionnant en couple (2 pompes minimum) et dispositif d'alerte en cas de panne ou de dysfonctionnement.
 - Le remblaiement des gardes de terrassements avec des matériaux graveleux et drainant de type 20/40 ou 40/80 mm sur 0.5 m de largeur minimum ou mise en place d'hourdis.
- ▶ **Partie sans sous-sol** : protection et drainage périphérique du bâtiment, constitué par :
 - Imperméabilisation des murs enterrés par enduit bitumineux + protection par Delta MS.
 - Un complexe drainant mis en place en pied des murs enterrés, sur l'arase supérieure des semelles, et raccordé à un exutoire gravitaire pérenne. Ce complexe sera composé d'un drain, entouré d'un massif filtrant de graviers roulés propres et protégé par un géotextile anti-contaminant.

21. Études et missions complémentaires

Compte tenu :

- ▶ De l'environnement sensible de la Zone d'Influence Géotechnique du projet :
 - Un bâtiment existant, mitoyen au projet.
 - Limites de propriété à environ 3.0 m du projet au Nord-Ouest.
 - La rue des Ecoles au Nord-Ouest et la rue la Mollard au Nord avec leurs réseaux associés.
- ▶ De la spécificité géotechnique des travaux à mettre en œuvre, et de la technicité importante demandée :
 - Anomalie détectée en SD101 qui nécessitera des reconnaissances complémentaires et probablement une adaptation du dispositif de fondation en Phase EXE
 - Travaux de terrassements en déblais à proximité d'ouvrage sensible (bâtiments existants avoisinants au projet).
 - Reprise en sous-œuvre des fondations existantes.
 - Gestion de l'eau en phase provisoire et définitive.
- ▶ De l'importance du projet :
 - Bâtiment d'extension en R+1 sur un niveau de sous-sol.

Conformément à l'enchaînement des missions géotechniques au sens de la norme NF P 94 500 de novembre 2013, il est indispensable de prévoir :

- ▶ La réalisation de sondages complémentaires après démolition, au droit de la zone où une anomalie a été détectée afin de valider la profondeur d'ancrage et la contrainte à prendre en compte sous fondations.
- ▶ Une intervention d'un géotechnicien avec le lot Gros-œuvre en mission G3 (étude d'exécution) pour les adaptations au sol (reprises en sous-œuvre, terrassements, adaptation des fondations liées à l'anomalie).
- ▶ Une intervention de Kaëna en mission G4 (supervision géotechnique des travaux d'exécution).

22. Aléas géotechniques

- ▶ Les reconnaissances de sol procèdent par sondages ponctuels, les résultats ne sont pas rigoureusement extrapolables à l'ensemble du site. Il persiste des aléas (exemple : hétérogénéité locale) qui peuvent entraîner des adaptations tant de la conception que de l'exécution qui ne sauraient être à la charge du géotechnicien.
- ▶ Des modifications dans l'implantation, la conception ou l'importance des constructions ainsi que dans les hypothèses prises en compte et en particulier dans les indications de la partie « *Présentation* » du présent rapport peuvent conduire à des remises en cause des prescriptions. Une nouvelle mission devra alors être confiée à Kaëna afin de réadapter ces conclusions ou de valider par écrit le nouveau projet.
- ▶ De même des éléments nouveaux mis en évidence lors de l'exécution des travaux et n'ayant pu être détectés au cours des reconnaissances de sol (exemple dissolution, cavité, hétérogénéité localisée, venues d'eau etc.) peuvent rendre caduques certaines des recommandations figurant dans le rapport.

Extrait de la norme AFNOR sur les missions d'ingénierie géotechnique

Documents graphiques et résultats d'investigations

- Diagrammes des sondages au pénétromètre
- Tableau récapitulatif des puits de reconnaissance
- Coupes des reconnaissances de fondations
- Plan d'implantation des sondages

Listing FOXTA

ANNEXE EXTRAIT DE LA NORME FRANCAISE SUR LES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (NF P 94 500 de novembre 2013)

CLASSIFICATION DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE TYPES

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases :

Phase Étude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.

- Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.
- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases :

Phase Avant-projet (AVP)

Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.

Phase Projet (PRO)

Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

Phase DCE / ACT

Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.

- Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).
- Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)

ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en oeuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT.

Elle comprend deux phases interactives :

Phase Étude

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).
- Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.

Phase Suivi

- Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO)

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et suivi géotechniques d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'oeuvre ou intégrée à cette dernière.

Elle comprend deux phases interactives :

Phase Supervision de l'étude d'exécution

- Donner un avis sur la pertinence des hypothèses géotechniques de l'étude géotechnique d'exécution, des dimensionnements et méthodes d'exécution, des adaptations ou optimisations des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, du plan de contrôle, du programme d'auscultation et des valeurs seuils.

Phase Supervision du suivi d'exécution

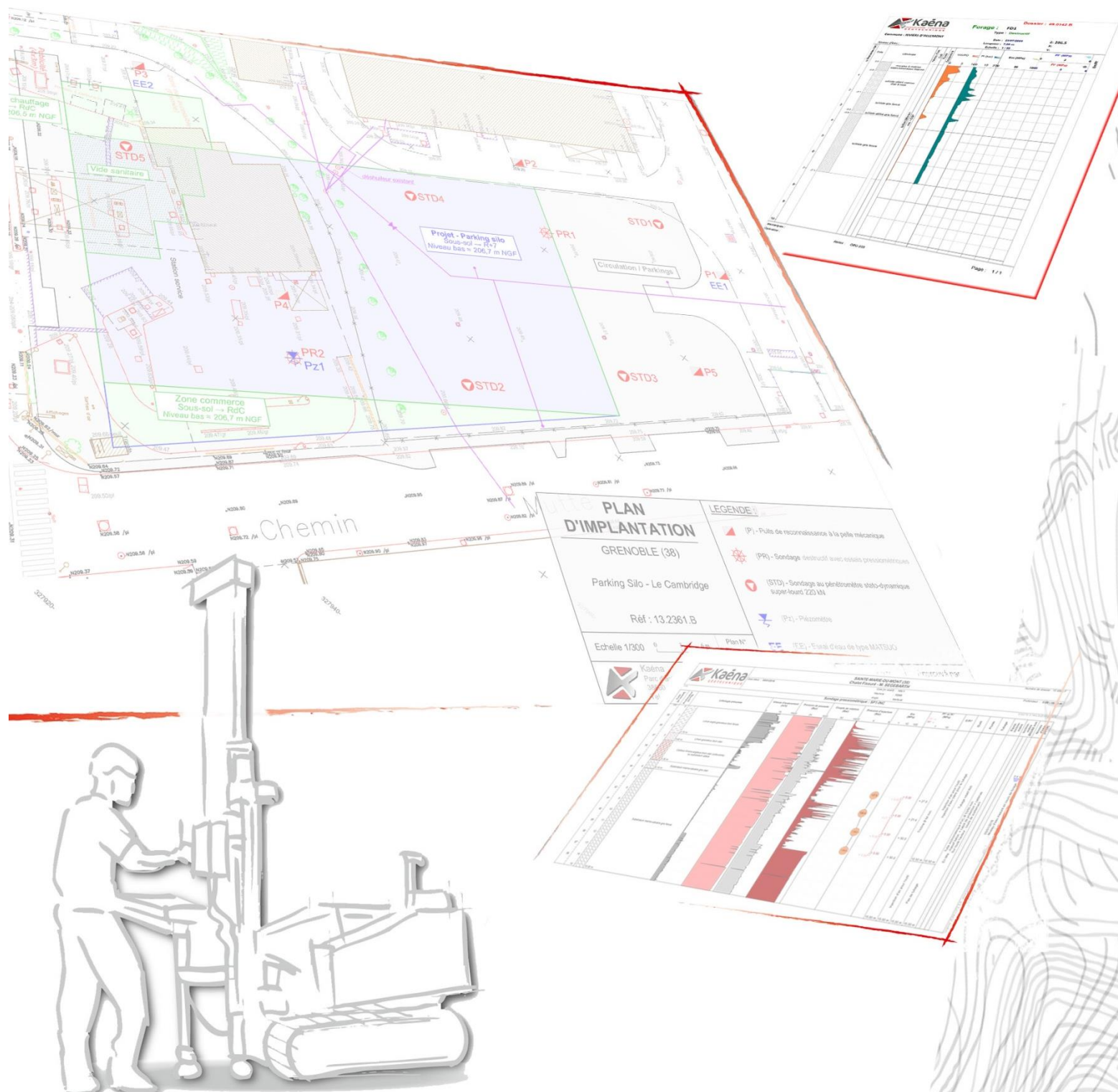
- Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3).
- donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.
- Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

DOCUMENTS GRAPHIQUES ET RESULTATS DES INVESTIGATIONS



DESIGNATION : Ensemble immobilier - Avenue Jean Jaures

COMMUNE : CHAMONIX(74)

Date : 30/11/20

Réf. Etude : 20.12728.C

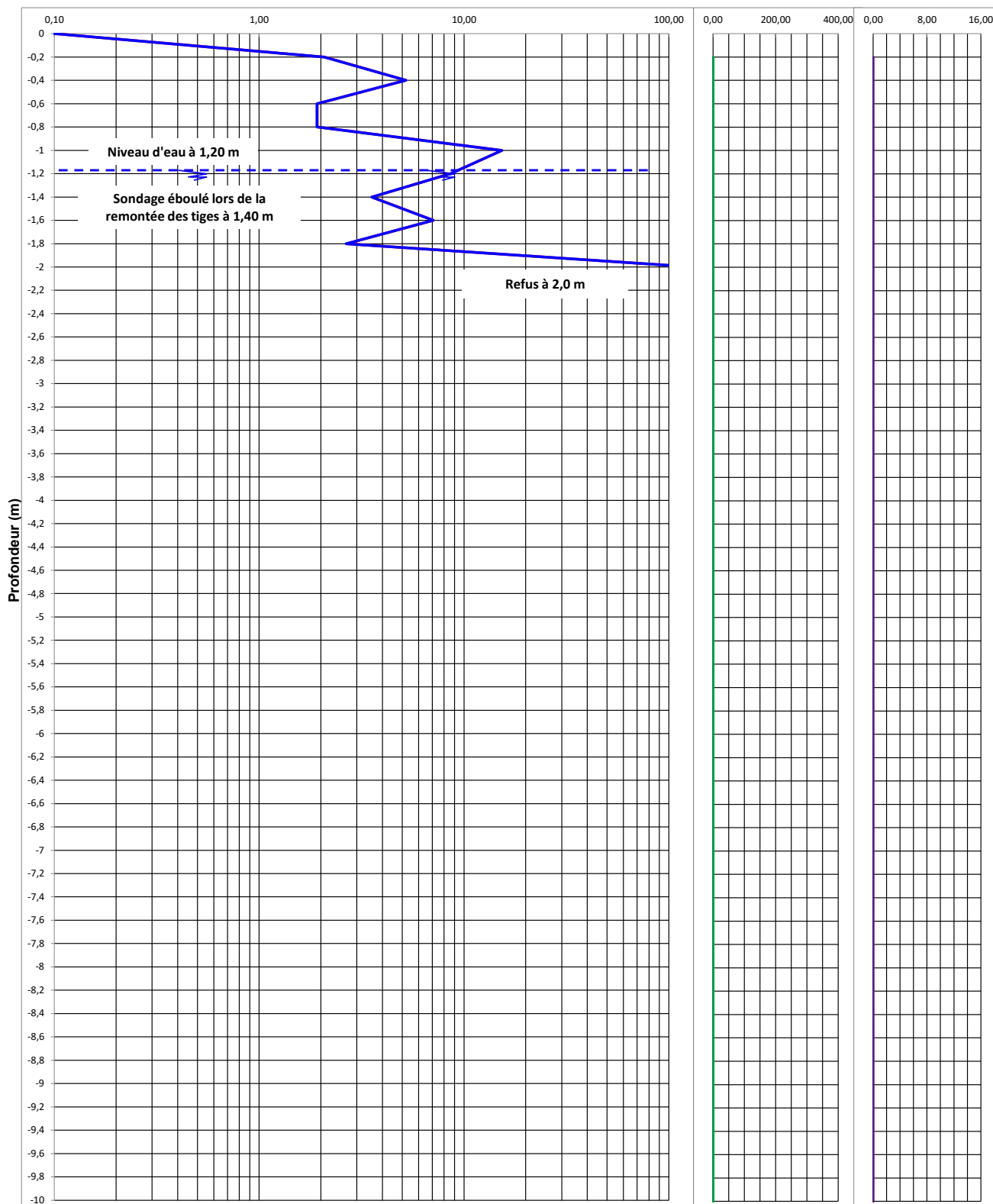
Opérateur : LZA

Coordonnées du sondage	X=	m	Y=	m	Z =	1046,6	m NGF
------------------------	----	---	----	---	-----	--------	-------

Résistance de pointe qc (statique) et qd (dynamique) en MPa

Fs (en kPa)

Rf en %



APPAREILLAGE : pénétromètre dynamique très lourd (DPSH-B) norme NF EN 22476-2
pénétromètre statique 150 kN pointe BEGEMANN 10 cm² selon norme NF P 94-113

DESIGNATION : Ensemble immobilier - Avenue Jean Jaures

COMMUNE : CHAMONIX(74)

Date : 30/11/20

Réf. Etude : 20.12728.C

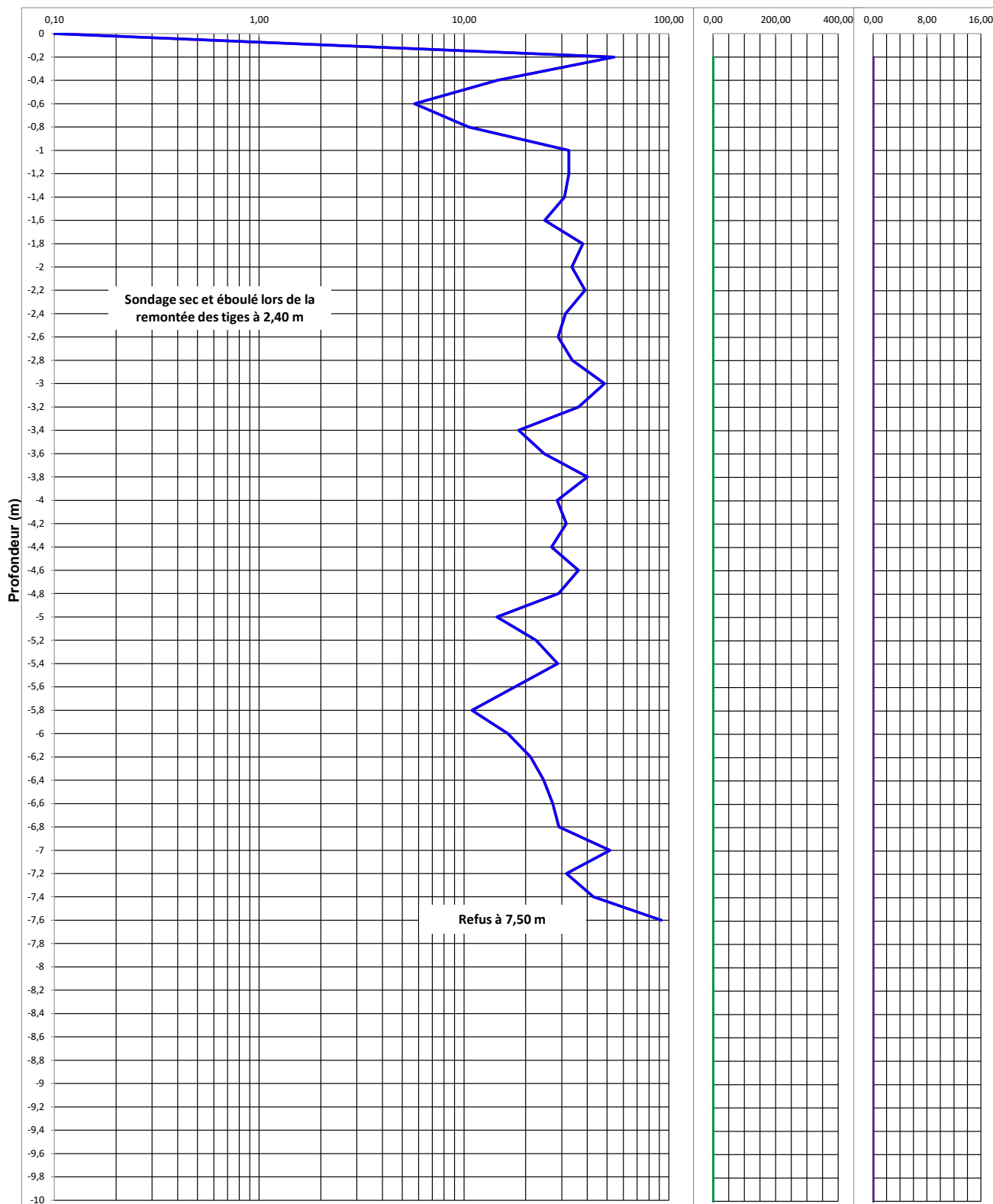
Opérateur : LZA

Coordonnées du sondage	X=	m	Y=	m	Z =	1046,6	m NGF
------------------------	----	---	----	---	-----	--------	-------

Résistance de pointe qc (statique) et qd (dynamique) en MPa

Fs (en kPa)

Rf en %



APPAREILLAGE :
pénétrmètre dynamique très lourd (DPSH-B) norme NF EN 22476-2
pénétrmètre statique 150 kN pointe BEGEMANN 10 cm² selon norme NF P 94-113

DESIGNATION : Ensemble immobilier - Avenue Jean Jaures

Date : 30/11/20

COMMUNE : CHAMONIX(74)

Réf. Etude : 20.12728.C

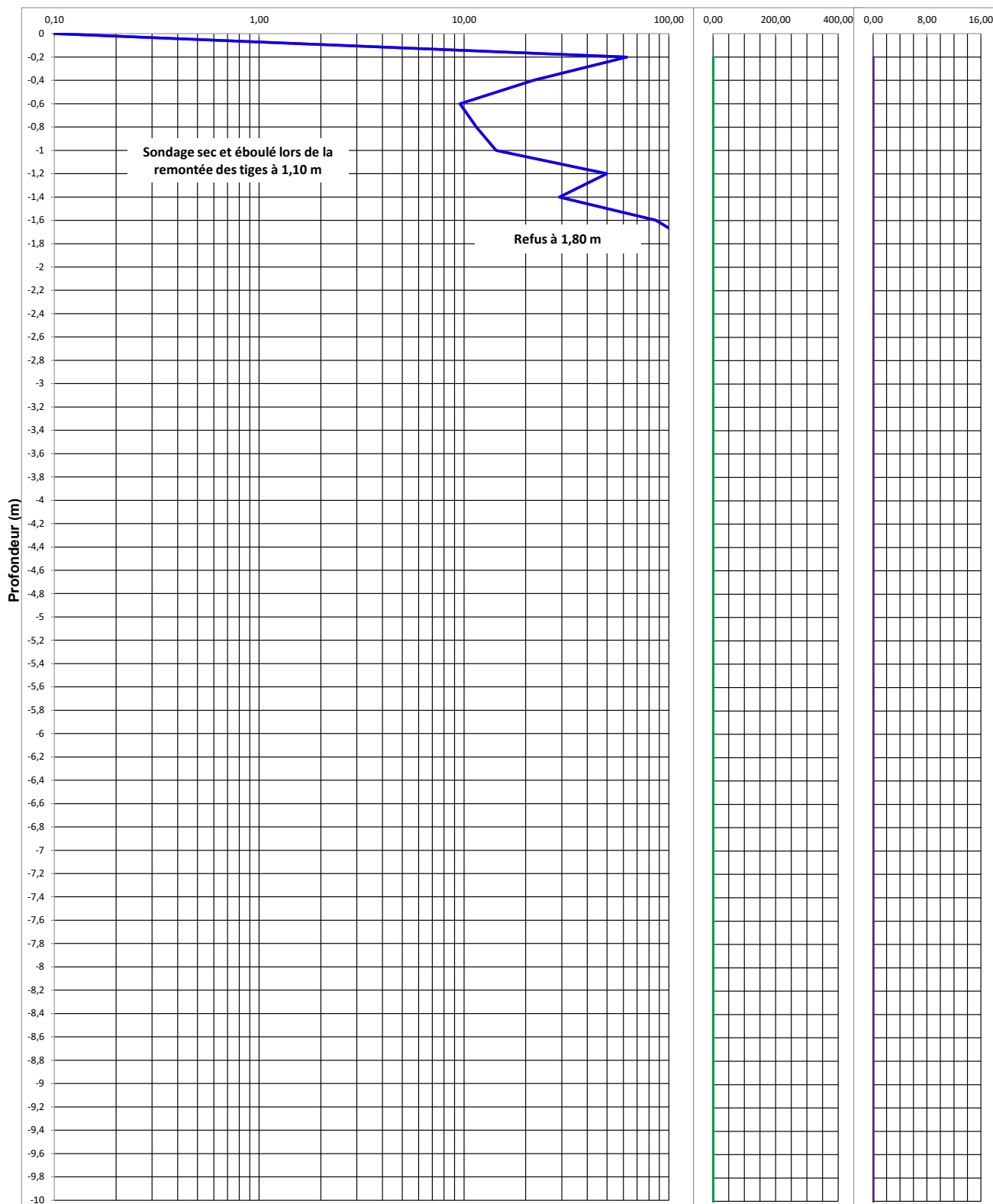
Opérateur : LZA

Coordonnées du sondage	X=	m	Y=	m	Z =	1046,6	m NGF
------------------------	----	---	----	---	-----	--------	-------

Résistance de pointe qc (statique) et qd (dynamique) en MPa

Fs (en kPa)

Rf en %



APPAREILLAGE :
pénétrömètre dynamique très lourd (DPSH-B) norme NF EN 22476-2
pénétrömètre statique 150 kN pointe BEGEMANN 10 cm² selon norme NF P 94-113

DESIGNATION : Ensemble immobilier - Avenue Jean Jaures

COMMUNE : CHAMONIX(74)

Date : 30/11/20

Réf. Etude : 20.12728.C

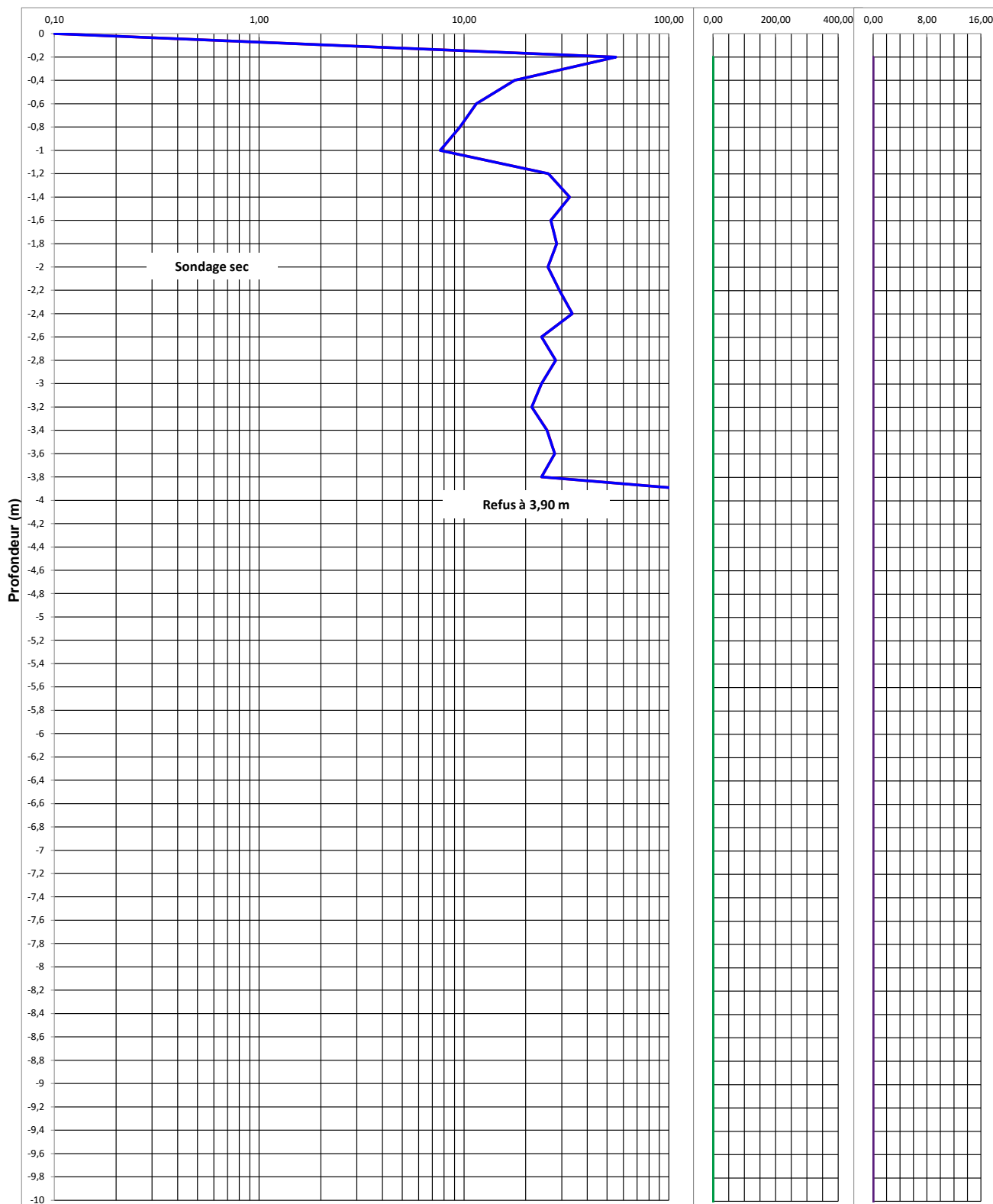
Opérateur : LZA

Coordonnées du sondage	X=	m	Y=	m	Z =	1046,6	m NGF
------------------------	----	---	----	---	-----	--------	-------

Résistance de pointe qc (statique) et qd (dynamique) en MPa

Fs (en kPa)

Rf en %



APPAREILLAGE :
pénétrömètre dynamique très lourd (DPSH-B) norme NF EN 22476-2
pénétrömètre statique 150 kN pointe BEGEMANN 10 cm² selon norme NF P 94-113

DESIGNATION :

Extension du PGHM

Date : 10/10/23

COMMUNE :

CHAMONIX (74)

Réf. Etude : 20.12728.C

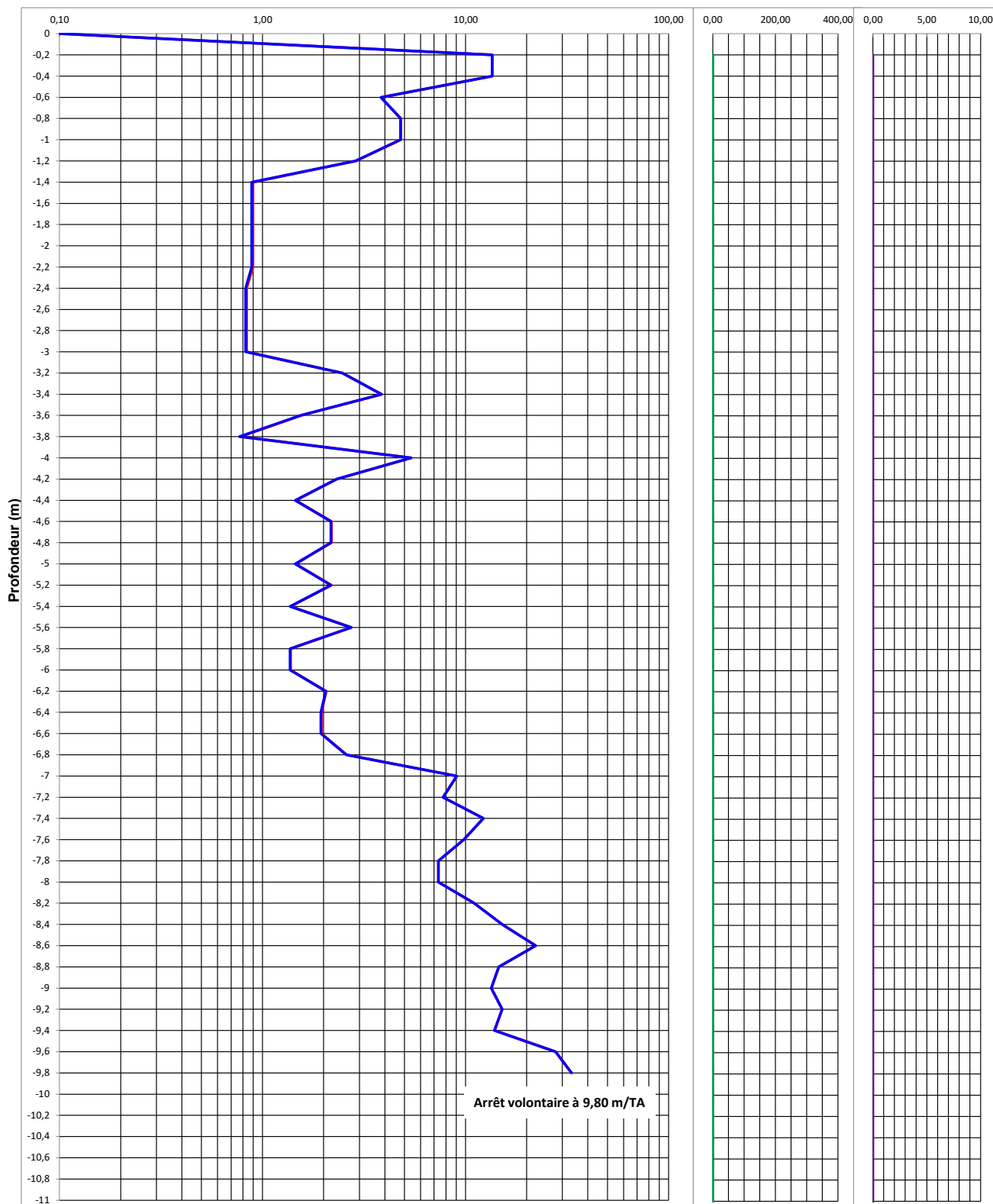
Opérateur : ANA/EDU

Coordonnées du sondage	X=	m	Y=	m	Z =	1046,6	m NGF
------------------------	----	---	----	---	-----	--------	-------

Résistance de pointe qc (statique) et qd (dynamique) en MPa

Fs (en kPa)

Rf en %



APPAREILLAGE : pénétromètre dynamique très lourd (DPSH-B) norme NF EN 22476-2
pénétromètre statique 150 kN pointe BEGEMANN 10 cm² selon norme NF P 94-113

DESIGNATION :

Extension du PGHM

Date : 10/10/23

COMMUNE :

CHAMONIX (74)

Réf. Etude : 20.12728.C

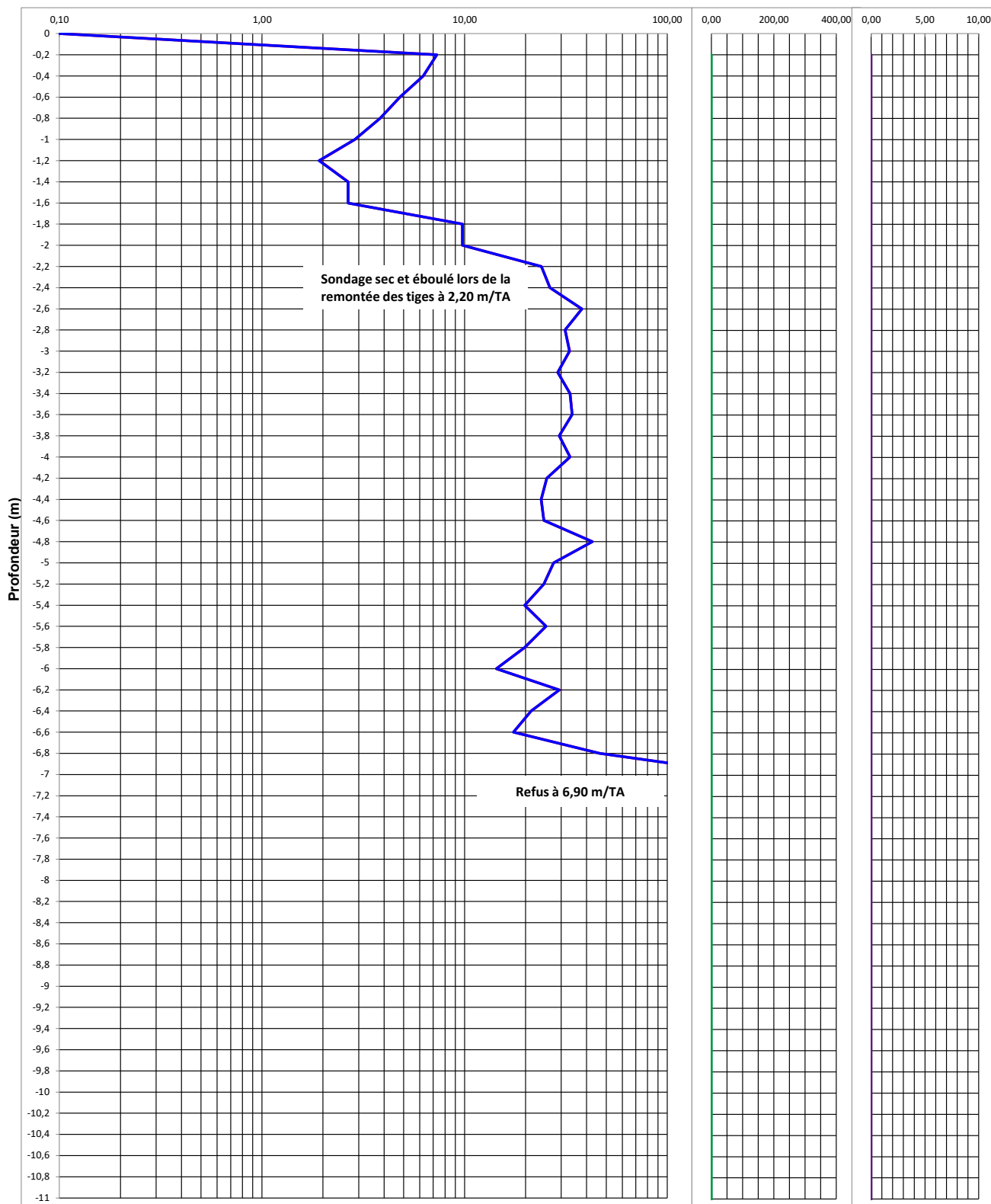
Opérateur : ANA/EDU

Coordonnées du sondage	X=	m	Y=	m	Z =	1046,7	m NGF
------------------------	----	---	----	---	-----	--------	-------

Résistance de pointe qc (statique) et qd (dynamique) en MPa

Fs (en kPa)

Rf en %



APPAREILLAGE :
pénétrmètre dynamique très lourd (DPSH-B) norme NF EN 22476-2
pénétrmètre statique 150 kN pointe BEGEMANN 10 cm² selon norme NF P 94-113

DESIGNATION :

Extension du PGHM

Date : 10/10/23

COMMUNE :

CHAMONIX (74)

Réf. Etude : 20.12728.C

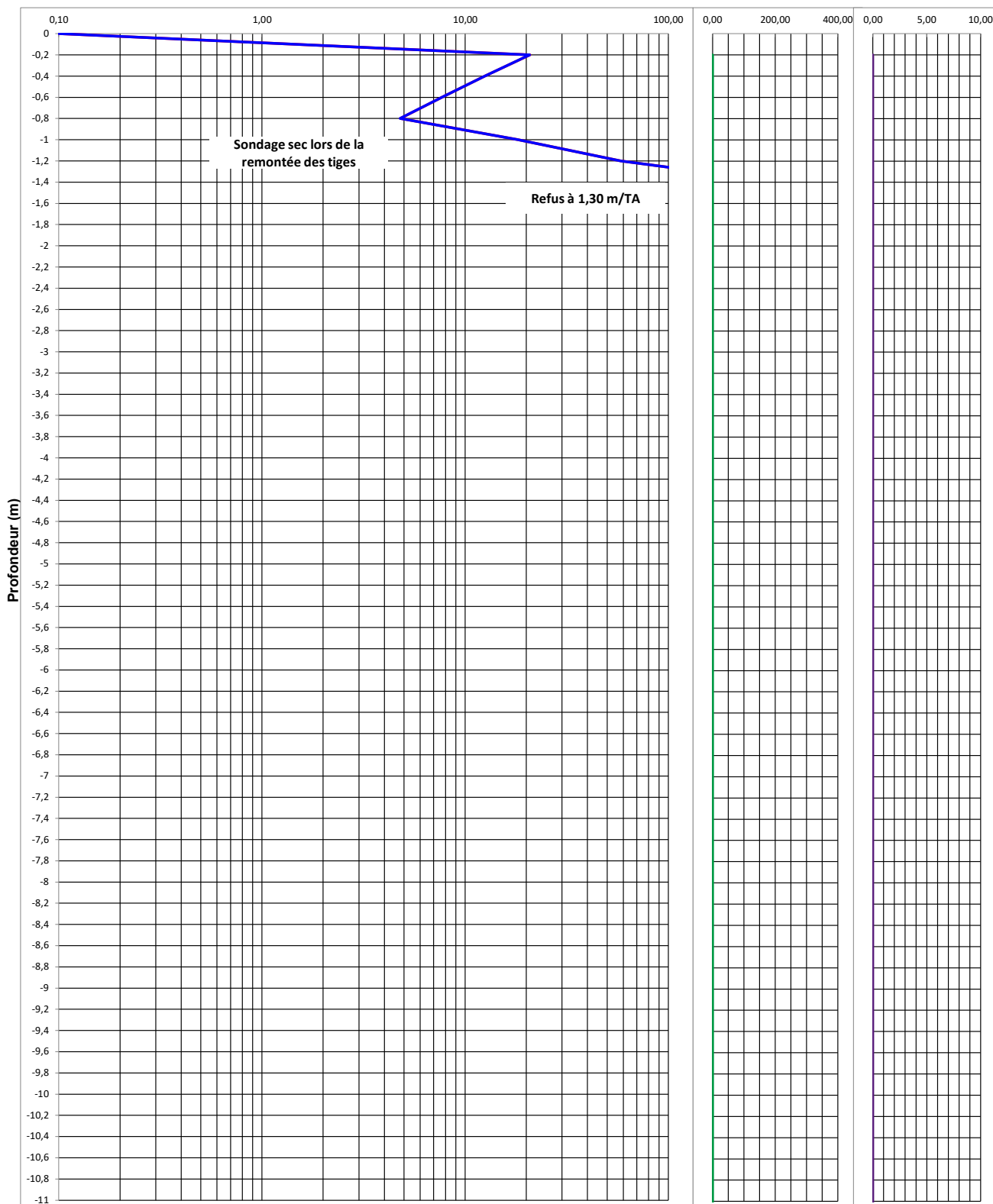
Opérateur : ANA/EDU

Coordonnées du sondage	X=	m	Y=	m	Z =	1046,7	m NGF
------------------------	----	---	----	---	-----	--------	-------

Résistance de pointe qc (statique) et qd (dynamique) en MPa

Fs (en kPa)

Rf en %



APPAREILLAGE : pénétromètre dynamique très lourd (DPSH-B) norme NF EN 22476-2
pénétromètre statique 150 kN pointe BEGEMANN 10 cm² selon norme NF P 94-113

DESIGNATION :

Extension du PGHM

Date : 10/10/23

COMMUNE :

CHAMONIX (74)

Réf. Etude : 20.12728.C

Opérateur : ANA/EDU

Coordonnées du sondage	X=	m	Y=	m	Z =	1046,7	m NGF
------------------------	----	---	----	---	-----	--------	-------

Résistance de pointe qc (statique) et qd (dynamique) en MPa

Fs (en kPa)

Rf en %

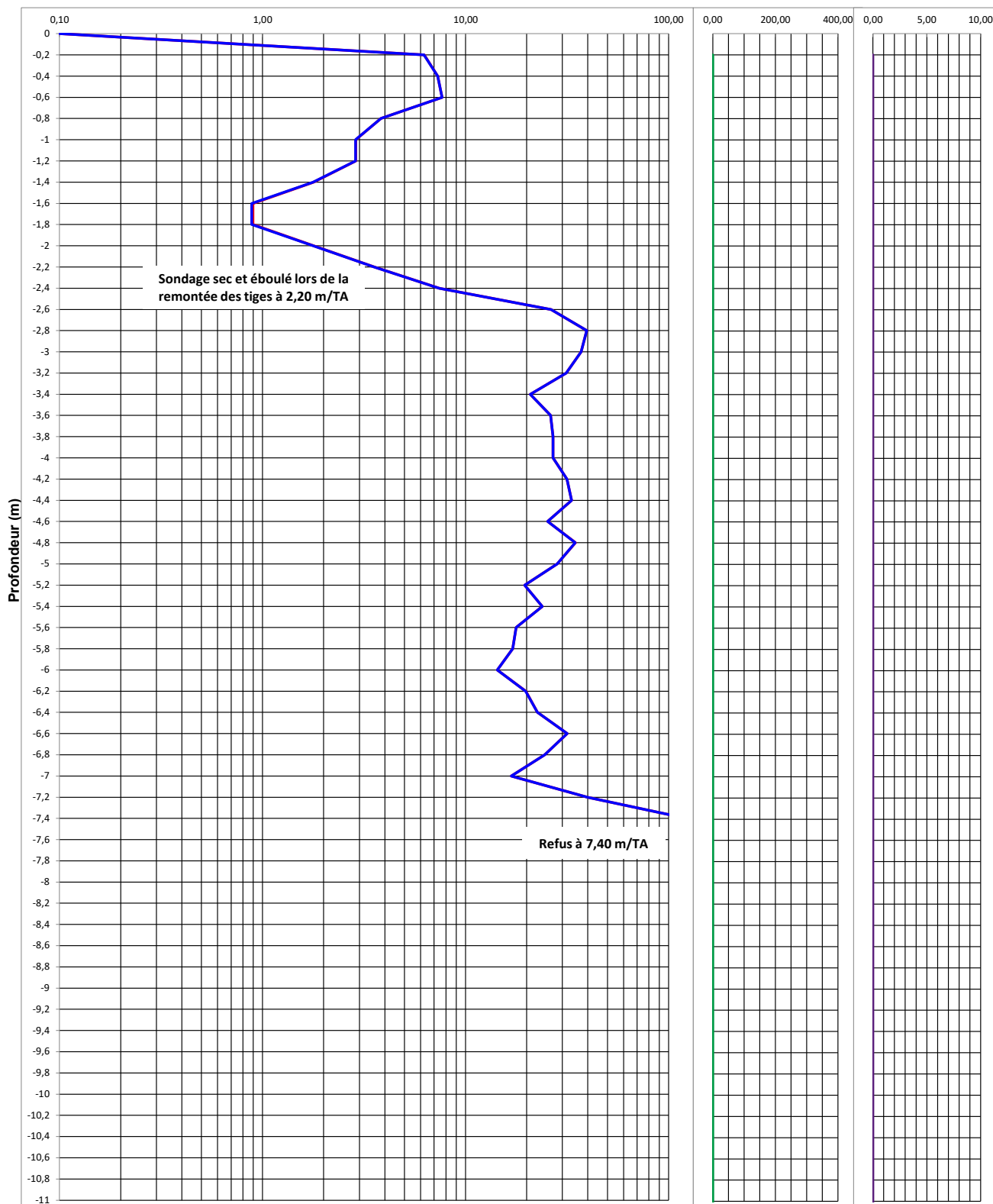
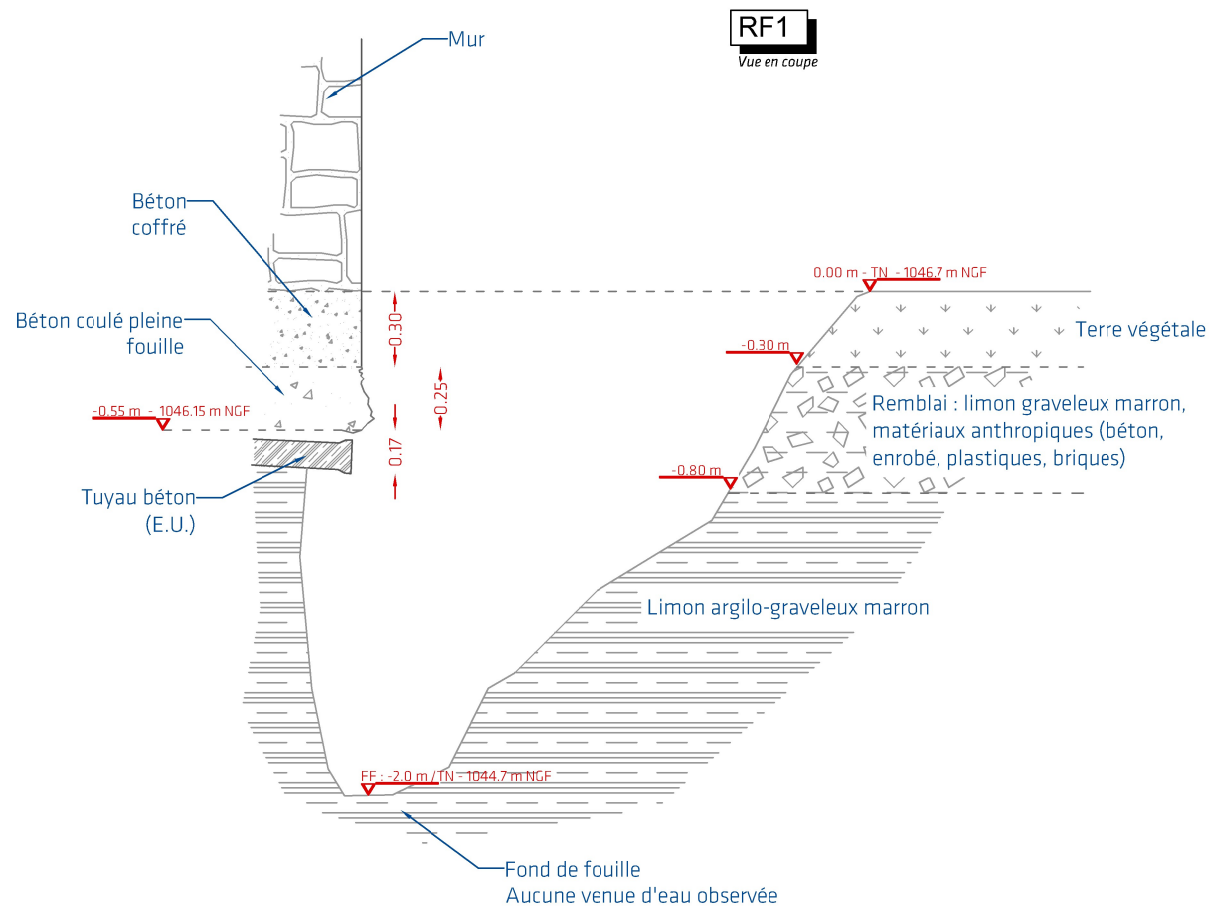


TABLEAU RECAPITULATIF DES PUIITS DE RECONNAISSANCE

<div> <div>Numéro de Puits et cote approximative (m NGF)</div> <div>Facies géologique</div> </div>	Date d'intervention : 30/11/2020
	P1 (1046.6)
	Profondeur en m/TA de la base de chaque faciès géologique
Enrobé	0.07
Remblai : ancien enrobé compact	0.22
Graves sablo-limoneuses à blocs (Ø max 400mm), marron/beige/gris, blocs anguleux	>1.7 (Refus sur blocs et sol compact)
EAU SOUTERRAINE :	Pas de venue d'eau
TENUE DES PAROIS	Tenue moyenne des parois dans l'ensemble des sondages



RECONNAISSANCE DE FONDATION - RF1

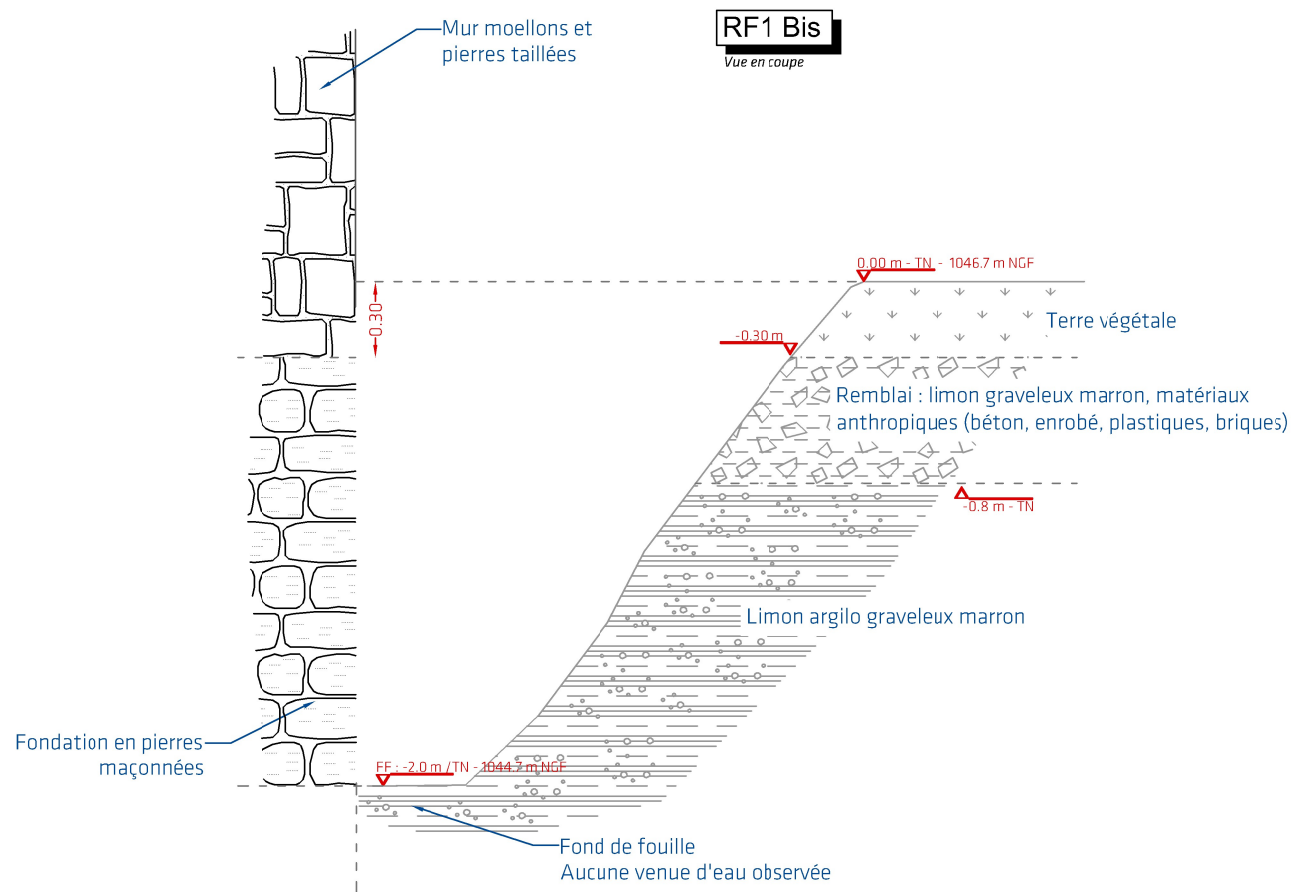
CHAMONIX (74)

Extension - Ecole PGHM

20.12728.C

Echelle 1/30	Format A4	Plan N° 20.12728.C.REC01.Ind.B
Date 17/12/2020	Dessiné par JOL	Approuvé par DRA





RECONNAISSANCE DE FONDATION - RF3

CHAMONIX (74)

Extension - Ecole PGHM

20.12728.C

Echelle 1/30

Format

Plan N°

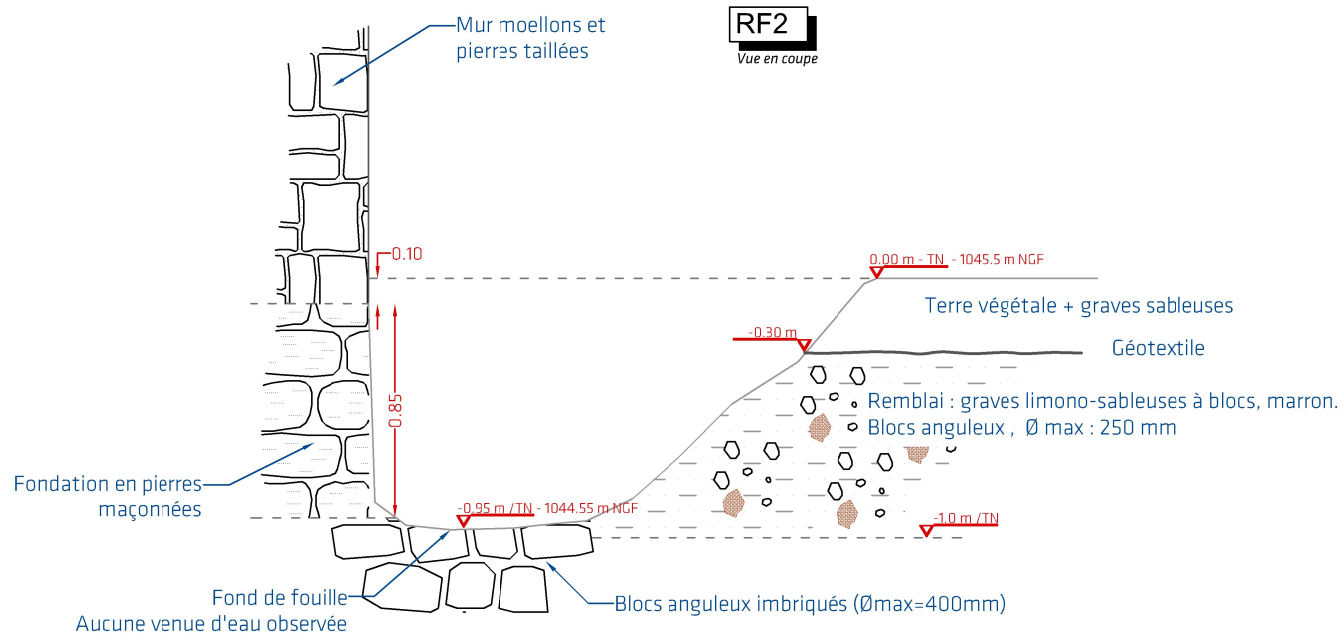
A4 20.12728.C.REC03.Ind.B

Date
17/12/2020

Dessiné par
JOL

Approuvé par
DRA





RECONNAISSANCE DE FONDATION - RF2

CHAMONIX (74)

Extension - Ecole PGHM

20.12728.C

Echelle 1/30	Format A4	Plan N° 20.12728.C.RECO2.Ind.B
Date 17/12/2020	Dessiné par JOL	Approuvé par DRA



CHAMONIX (74)

Extension

Ecole PGHM

Référence étude : 20.12728.C

Echelle 1/20

0 0.2 0.4 m

Format

A4

RF101

Date

29/11/2023

Dessiné par

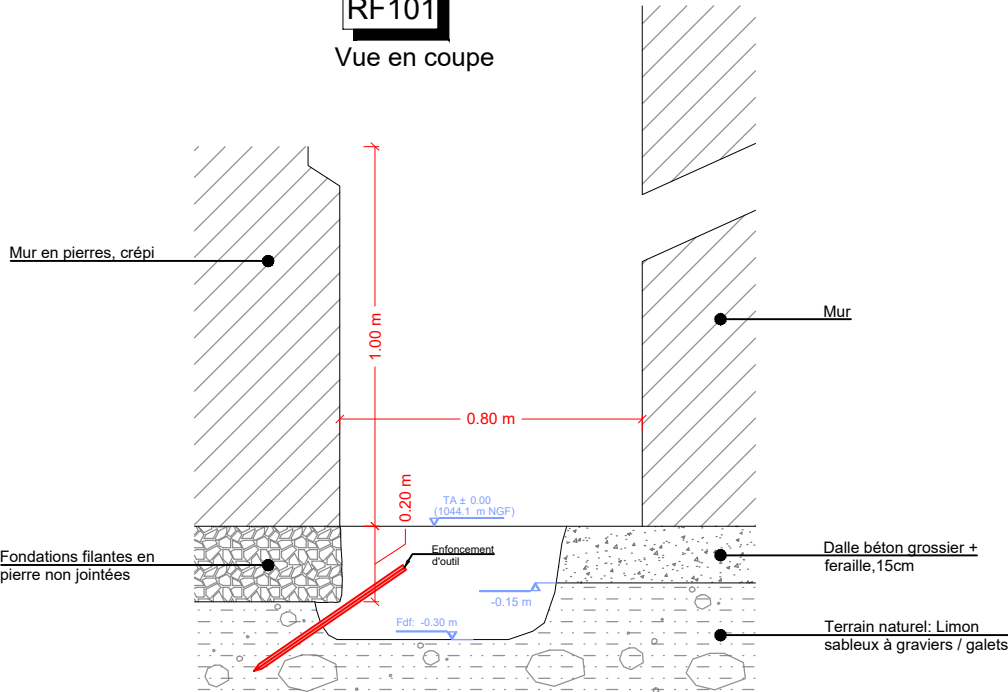
AMA

Approuvé par

DRA

RF101

Vue en coupe





RECONNAISSANCE DE FONDATION

CHAMONIX (74)

Extension

Ecole PGHM

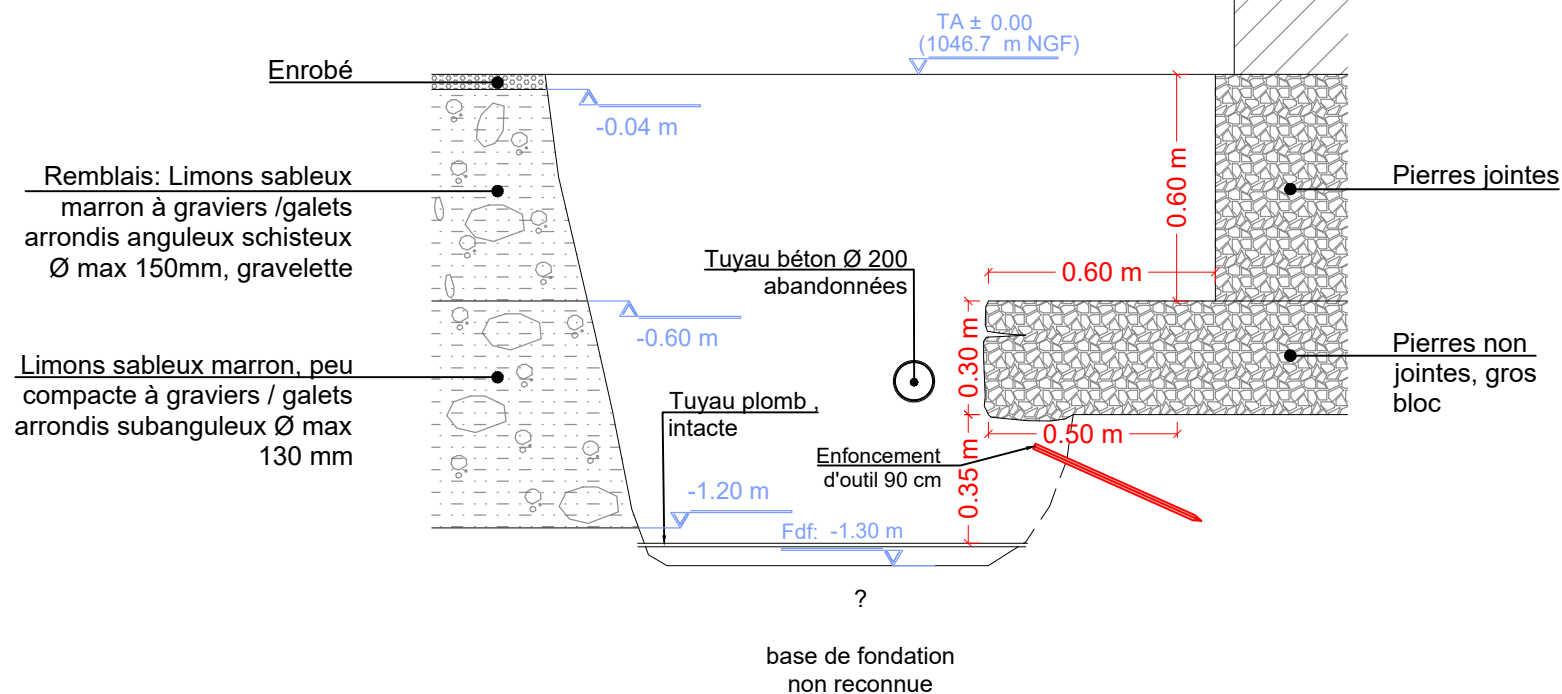
Référence étude : 20.12728.C



Echelle 1/20 0 0.2 0.4 m		Format A4	RF102
Date 29/11/2023	Dessiné par AMA	Approuvé par DRA	

RF102

Vue en coupe





Limons sableux marron, peu compacte à graviers / galets arrondis subanguleux Ø max 130 mm

RECONNAISSANCE DE FONDATION

CHAMONIX (74)

Extension

Ecole PGHM

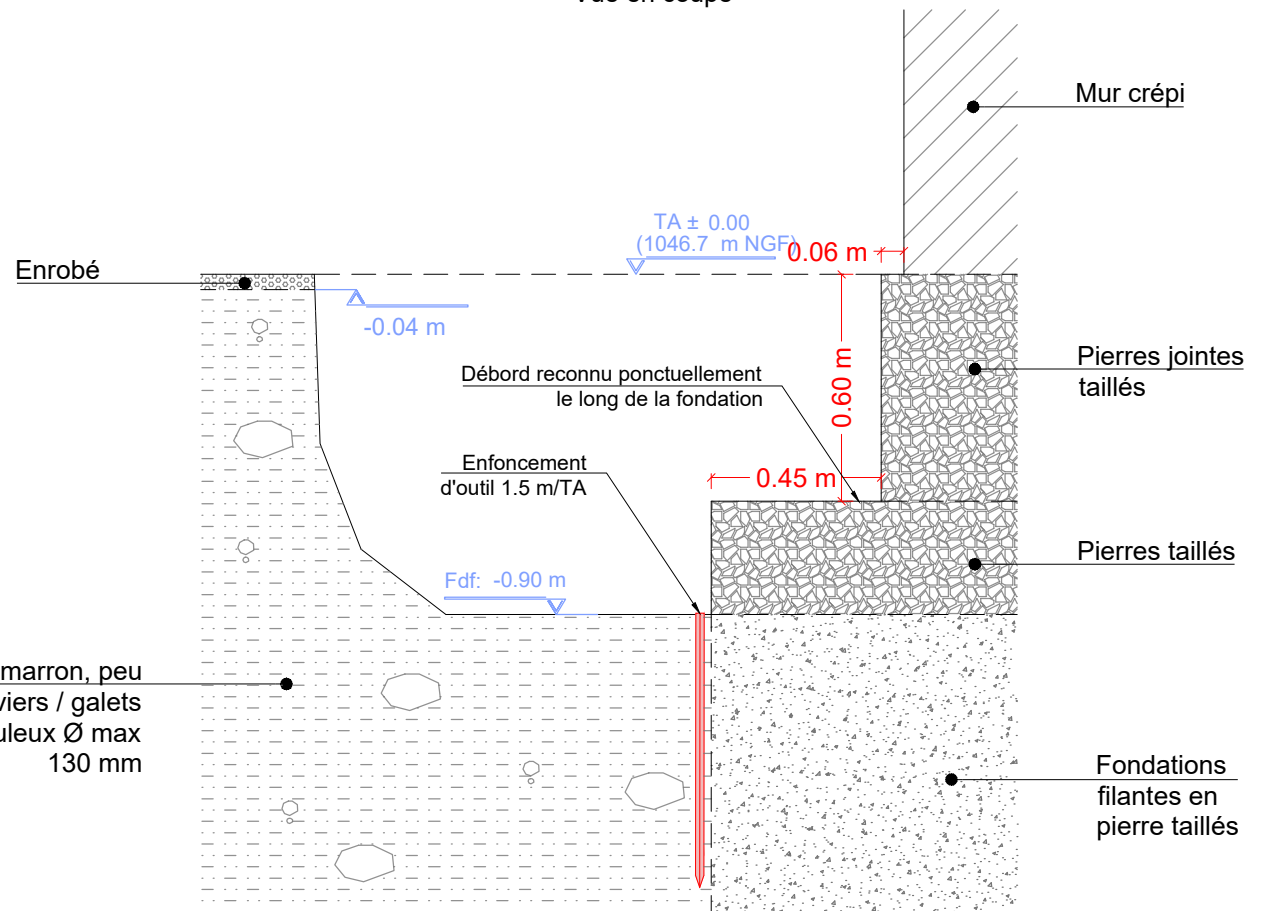
Référence étude : 20.12728.C



Echelle 1/20 0 0.2 0.4 m		Format A4	RF102
Date 29/11/2023	Dessiné par AMA	Approuvé par DRA	

RF103

Vue en coupe



Remarque: Passage perforateur de 0.9 m/TA à 1.5 m/TA
Base de fondations non reconnue



Plan d'implantation

CHAMONIX (74)

Extension - Ecole - PGHM

20.12728.C

Echelle 1/250	Format	Plan N°
0 2,5 5 m	A3	20.12788.C.IMP.Ind.C
Date	Dessiné par	Approuvé par
04/12/2023	DRA	LBE



Légende :

- Emprise SS-1
- Emprise RDC
- Emprise R+1

Investigations réalisées par KAENA en 2020 dans le cadre de notre mission G2AVP - Réf : 20.12728

- (P) - Puits de reconnaissance à la pelle mécanique
- (EE) - Essai d'eau de type MATSUO
- (RF) - Fouille de reconnaissance de fondation
- (SD) - Sondage au pénétromètre stato-dynamique TG63-100/150 kN

Investigations à réaliser par KAENA en 2023 dans le cadre de notre mission G2PRO - Réf : 20.12728

- (RF) - Fouille de reconnaissance de fondation
- (SD) - Sondage au pénétromètre stato-dynamique TG63-100/150 kN

Données

Titre du projet : Extension PGHM
Numéro d'affaire : 20.12728.C
Commentaires : N/A
Titre du calcul : SF5766 (Fondation n°3)
Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-261
Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques
Traitement des données : Traitement par couches
Pas de calcul (m) : 0,20
Forme de la base : Fondation filante
Largeur B (m) : 0,50
Cote du TN initial Zini (m) : 1046,60
Cote du TN final Zfin (m) : 1043,67
Cote de base fondation Zd (m) : 1043,27
Proximité d'un talus : Non
Catégorie de sol : Argiles et limons
Type de comportement : Comportement cohérent
Poids volumique moyen du sol au-dessus de la base de la fondation (kN/m3) : 20,0

Terrain et profil pressiométrique

N°	Nom	Couleur	Zbase	pl*	EM	α
1	Graves sablo-limoneuses à blocs		1036,00	1200,00	12000,00	0,50

Cas de charge

N°	Vd	HB,d	MB,d	Pondération sur P0	Combinaison
1	143,5	0,0	0,0	1,00	ELS-Quasi-permanentes
2	199,7	0,0	0,0	1,00	ELU-Fondamentales

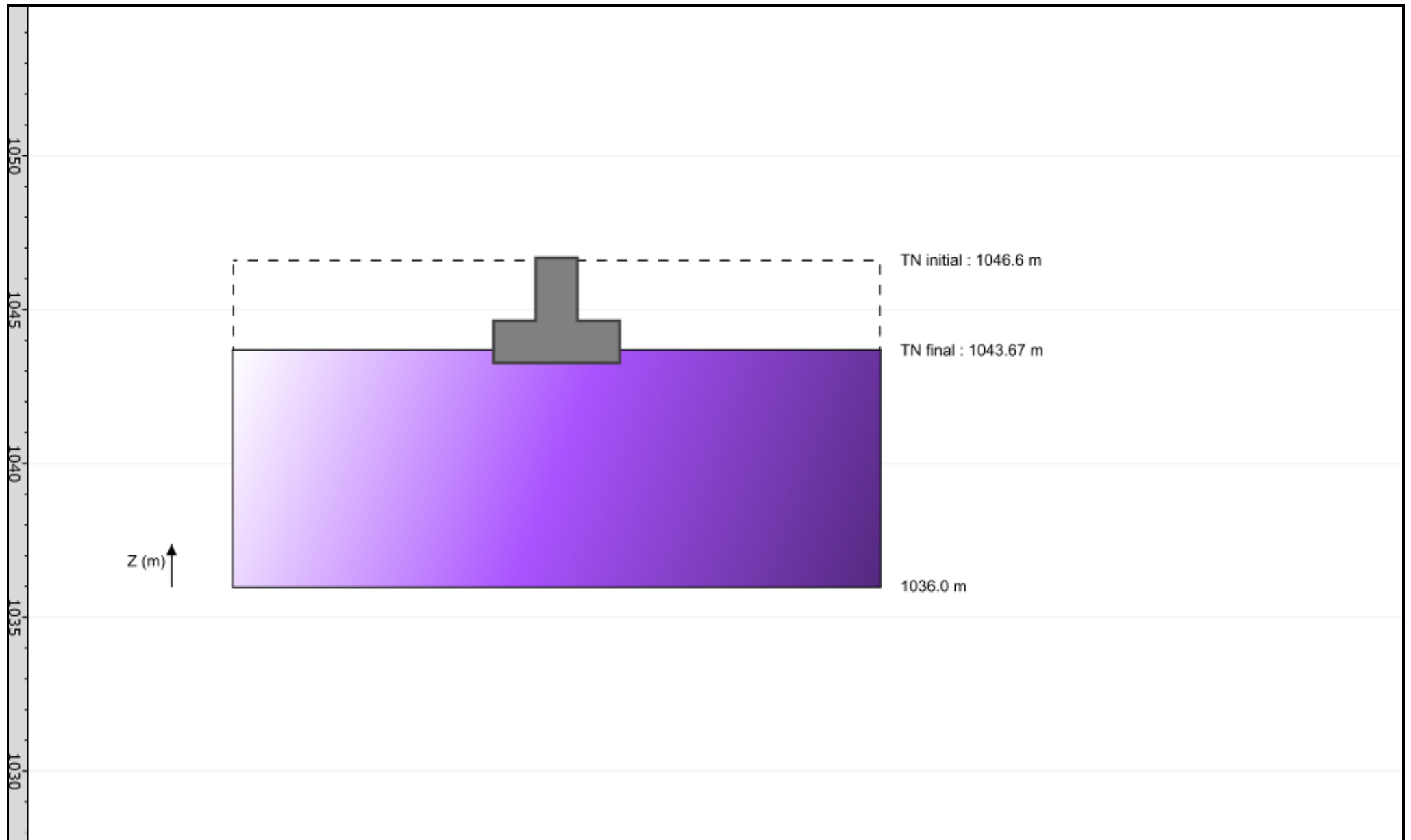


FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 05/12/2023 - 17:42:39
Calcul réalisé par : KAENA

Projet : 20.12728.C - FOXTA
Module : Fondsup (Fondation 3/3)
Titre du calcul : SF5766

Onglet "Chargement (valeurs de calcul)"



Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge : Indice du cas de charge

Combinaison : Type de combinaison

Vd [kN] : Effort vertical à la base de la fondation

Hd [kN] : Effort horizontal à la base de la fondation

R0 [kN] : Poids des terres excavées

Seff/Stot : Rapport entre l'aire effective et l'aire totale de la fondation

Rvd [kN] : Valeur de calcul de la résistance verticale nette du terrain (mécanisme de portance)

Rhd [kN] : Valeur de calcul de la résistance horizontale du terrain (mécanisme de glissement)

Portance : Vérification de la capacité portante de la fondation (ELU et ELS)

Excentrement : Vérification de l'excentricité du chargement (ELU et ELS)

Glissement : Vérification de la stabilité au glissement (ELU uniquement)

Tassement [cm] : Tassement sous la charge appliquée

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Quasi-permanentes	155,50	0,00	4,00	1,00	204,27	-	Ok	Ok	-	0,49
2	ELU-Fondamentales	211,70	0,00	4,00	1,00	335,59	0,83	Ok	Ok	Ok	-

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

- N° cas de charge : Indice du cas de charge
- Combinaison : Type de combinaison
- iδβ : Coefficient réducteur lié à l'inclinaison et à la proximité d'un talus
- kp : Facteur de portance pressiomérique
- ple [kPa] : Pression limite nette équivalente
- qnet [kPa] : Contrainte de rupture du terrain de fondation (sans pondérations)
- seff [m²] : Aire d'assise effective de la fondation (tenant compte de l'excentrement du chargement)
- Fglobal : Facteur de sécurité global
- Rvd [kN] : Valeur de calcul de la résistante nette du terrain de fondation

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

N° cas de charge	Combinaison	iδβ	kp	ple	qnet	seff	Fglobal	Rvd
1	ELS-Quasi-permanentes	1,00	0,94	1200,00	1127,60	0,50	2,76	204,27
2	ELU-Fondamentales	1,00	0,94	1200,00	1127,60	0,50	1,68	335,59



FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 05/12/2023 - 17:42:40
Calcul réalisé par : KAENA

Projet : 20.12728.C - FOXTA
Module : Fondsup (Fondation 3/3)
Titre du calcul : SF5766

Paramètres intermédiaires pour le calcul de tassement

- N° cas de charge : Indice du cas de charge
- λc : Coefficient de forme sphérique
- λd : Coefficient de forme déviatorique
- α : Coefficient rhéologique moyen
- Ec [kPa] : Module pressiométrique équivalent dans la zone de déformation volumique
- Ed [kPa] : Module pressiométrique équivalent dans la zone de déformation déviatorique
- q0 [kPa] : Contrainte initiale avant travaux
- qref [kPa] : Contrainte de référence
- sc [cm] : Tassement sphérique
- sd [cm] : Tassement déviatorique
- stot [cm] : Tassement total

Paramètres intermédiaires pour le calcul de tassement

N° cas de charge	λc	λd	α	Ec	Ed	q0	qref	sc	sd	stot
1	1,50	2,65	0,50	12000,00	12000,00	66,60	311,00	0,08	0,40	0,49

Raideurs équivalentes de la fondation

- Type : Type de raideur
- Kv [kN/m] : Raideur verticale
- KHB [kN/m] : Raideur horizontale selon B
- KHL [kN/m] : Raideur horizontale selon L
- KMB [kNm/rad] : Raideur rotationnelle selon B
- KML [kNm/rad] : Raideur rotationnelle selon L

Raideurs équivalentes de la fondation

Type	Kv	KHB	KHL	KMB	KML
Raideurs statiques LT	2,502E04	2,469E04	0,000E00	2,820E03	0,000E00
Raideurs statiques CT	5,004E04	4,938E04	0,000E00	5,640E03	0,000E00
Raideurs sismiques Min	7,506E04	7,407E04	0,000E00	8,460E03	0,000E00
Raideurs sismiques Max	1,501E05	1,481E05	0,000E00	1,692E04	0,000E00



FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 05/12/2023 - 17:42:40
Calcul réalisé par : KAENA

Projet : 20.12728.C - FOXTA
Module : Fondsup (Fondation 3/3)
Titre du calcul : SF5766

Données

Titre du projet : Extension PGHM

Numéro d'affaire : 20.12728.C

Commentaires : N/A

Titre du calcul : SF5766 Anomalie (Fondation n°2)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-261

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas de calcul (m) : 0,20

Forme de la base : Fondation filante

Largeur B (m) : 2,00

Cote du TN initial Zini (m) : 1046,60

Cote du TN final Zfin (m) : 1046,60

Cote de base fondation Zd (m) : 1043,10

Proximité d'un talus : Non

Catégorie de sol : Argiles et limons

Type de comportement : Comportement cohérent

Poids volumique moyen du sol au-dessus de la base de la fondation (kN/m3) : 20,0

Terrain et profil pressiométrique

N°	Nom	Couleur	Zbase	pl*	EM	α
1	Remblais et terrain remanié		1043,40	200,00	2000,00	0,60
2	Limon à graves, graviers et blocs		1039,60	300,00	3000,00	0,60
3	Graves sablo-limoneuses à blocs		1036,00	1200,00	12000,00	0,50

Cas de charge

N°	Vd	HB,d	MB,d	Pondération sur P0	Combinaison
1	143,5	0,0	0,0	1,00	ELS-Quasi-permanentes
2	199,7	0,0	0,0	1,00	ELU-Fondamentales

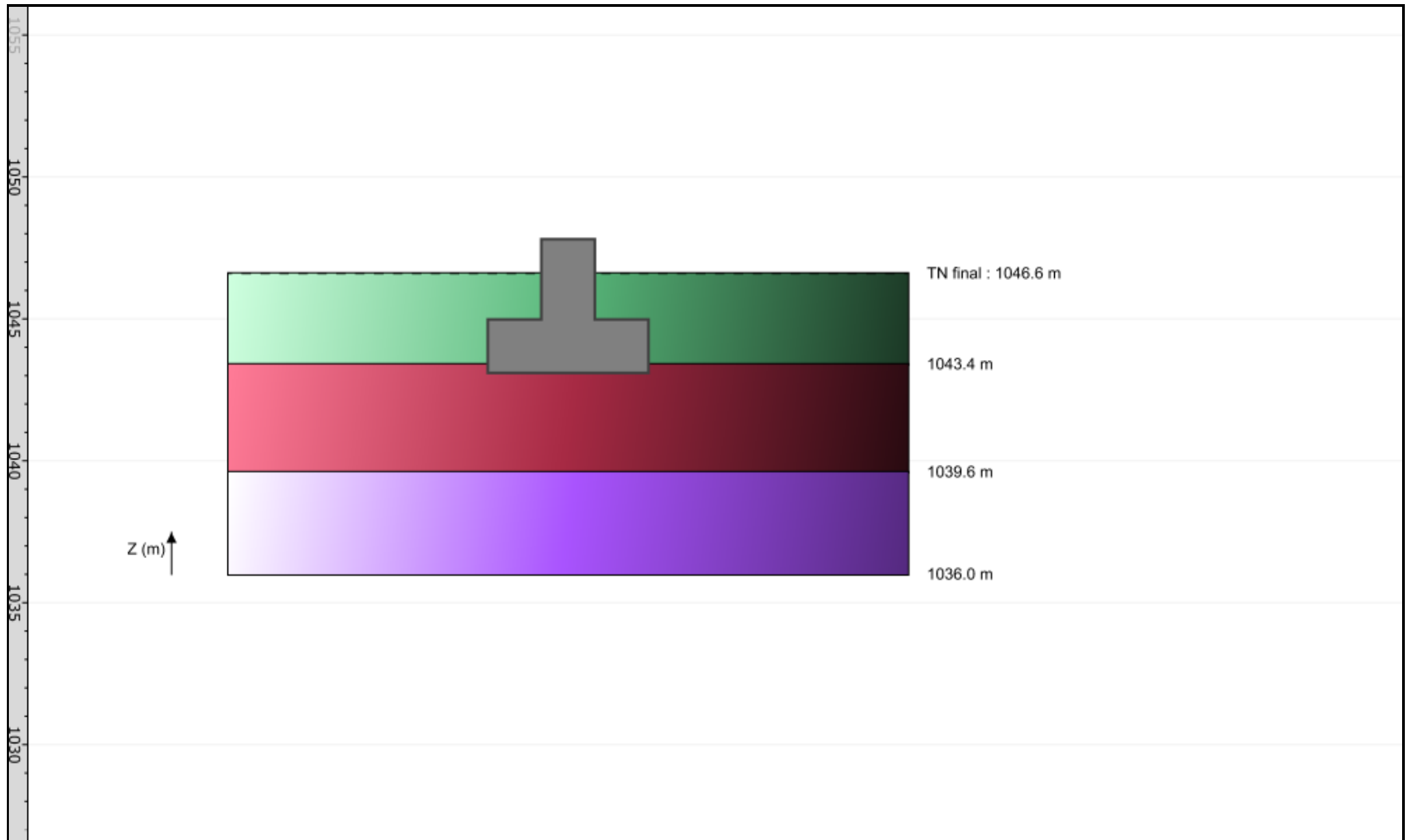


FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 05/12/2023 - 17:45:26
Calcul réalisé par : KAENA

Projet : 20.12728.C - FOXTA
Module : Fondsup (Fondation 2/4)
Titre du calcul : SF5766 Anomalie

Onglet "Chargement (valeurs de calcul)"



Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge : Indice du cas de charge

Combinaison : Type de combinaison

Vd [kN] : Effort vertical à la base de la fondation

Hd [kN] : Effort horizontal à la base de la fondation

R0 [kN] : Poids des terres excavées

Seff/Stot : Rapport entre l'aire effective et l'aire totale de la fondation

Rvd [kN] : Valeur de calcul de la résistance verticale nette du terrain (mécanisme de portance)

Rhd [kN] : Valeur de calcul de la résistance horizontale du terrain (mécanisme de glissement)

Portance : Vérification de la capacité portante de la fondation (ELU et ELS)

Excentrement : Vérification de l'excentricité du chargement (ELU et ELS)

Glissement : Vérification de la stabilité au glissement (ELU uniquement)

Tassement [cm] : Tassement sous la charge appliquée

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Quasi-permanentes	191,50	0,00	140,00	1,00	212,65	-	Ok	Ok	-	0,44
2	ELU-Fondamentales	247,70	0,00	140,00	1,00	349,36	3,31	Ok	Ok	Ok	-

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

- N° cas de charge** : Indice du cas de charge
- Combinaison** : Type de combinaison
- iδβ** : Coefficient réducteur lié à l'inclinaison et à la proximité d'un talus
- kp** : Facteur de portance pressiomérique
- ple [kPa]** : Pression limite nette équivalente
- qnet [kPa]** : Contrainte de rupture du terrain de fondation (sans pondérations)
- seff [m²]** : Aire d'assise effective de la fondation (tenant compte de l'excentrement du chargement)
- Fglobal** : Facteur de sécurité global
- Rvd [kN]** : Valeur de calcul de la résistante nette du terrain de fondation

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

N° cas de charge	Combinaison	iδβ	kp	ple	qnet	seff	Fglobal	Rvd
1	ELS-Quasi-permanentes	1,00	0,98	300,00	293,46	2,00	2,76	212,65
2	ELU-Fondamentales	1,00	0,98	300,00	293,46	2,00	1,68	349,36

Paramètres intermédiaires pour le calcul de tassement

N° cas de charge : Indice du cas de charge

λc : Coefficient de forme sphérique

λd : Coefficient de forme déviatorique

α : Coefficient rhéologique moyen

Ec [kPa] : Module pressiométrique équivalent dans la zone de déformation volumique

Ed [kPa] : Module pressiométrique équivalent dans la zone de déformation déviatorique

q0 [kPa] : Contrainte initiale avant travaux

qref [kPa] : Contrainte de référence

sc [cm] : Tassement sphérique

sd [cm] : Tassement déviatorique

stot [cm] : Tassement total

Paramètres intermédiaires pour le calcul de tassement

N° cas de charge	λc	λd	α	Ec	Ed	q0	qref	sc	sd	stot
1	1,50	2,65	0,55	3000,00	3966,90	70,00	95,75	0,16	0,29	0,44

Raideurs équivalentes de la fondation

- Type : Type de raideur
- Kv [kN/m] : Raideur verticale
- KHB [kN/m] : Raideur horizontale selon B
- KHL [kN/m] : Raideur horizontale selon L
- KMB [kNm/rad] : Raideur rotationnelle selon B
- KML [kNm/rad] : Raideur rotationnelle selon L

Raideurs équivalentes de la fondation

Type	Kv	KHB	KHL	KMB	KML
Raideurs statiques LT	1,161E04	1,146E04	0,000E00	2,094E04	0,000E00
Raideurs statiques CT	2,322E04	2,291E04	0,000E00	4,187E04	0,000E00
Raideurs sismiques Min	3,483E04	3,437E04	0,000E00	6,281E04	0,000E00
Raideurs sismiques Max	6,967E04	6,874E04	0,000E00	1,256E05	0,000E00



FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 05/12/2023 - 17:45:27
Calcul réalisé par : KAENA

Projet : 20.12728.C - FOXTA
Module : Fondsup (Fondation 2/4)
Titre du calcul : SF5766 Anomalie

Données

Titre du projet : Extension PGHM

Numéro d'affaire : 20.12728.C

Commentaires : N/A

Titre du calcul : M3121 (Fondation n°2)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-261

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas de calcul (m) : 0,20

Forme de la base : Fondation carrée

Côté B (m) : 1,00

Cote du TN initial Zini (m) : 1046,60

Cote du TN final Zfin (m) : 1046,60

Cote de base fondation Zd (m) : 1043,10

Proximité d'un talus : Non

Catégorie de sol : Argiles et limons

Type de comportement : Comportement cohérent

Poids volumique moyen du sol au-dessus de la base de la fondation (kN/m3) : 20,0

Terrain et profil pressiométrique

N°	Nom	Couleur	Zbase	pl*	EM	α
1	Graves sablo-limoneuses à blocs		1036,00	1200,00	12000,00	0,50

Cas de charge

N°	Vd	HB,d	HL,d	MB,d	ML,d	Pondération sur P0	Combinaison
1	392,3	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	ELS-Quasi-permanentes
2	550,5	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	ELU-Fondamentales

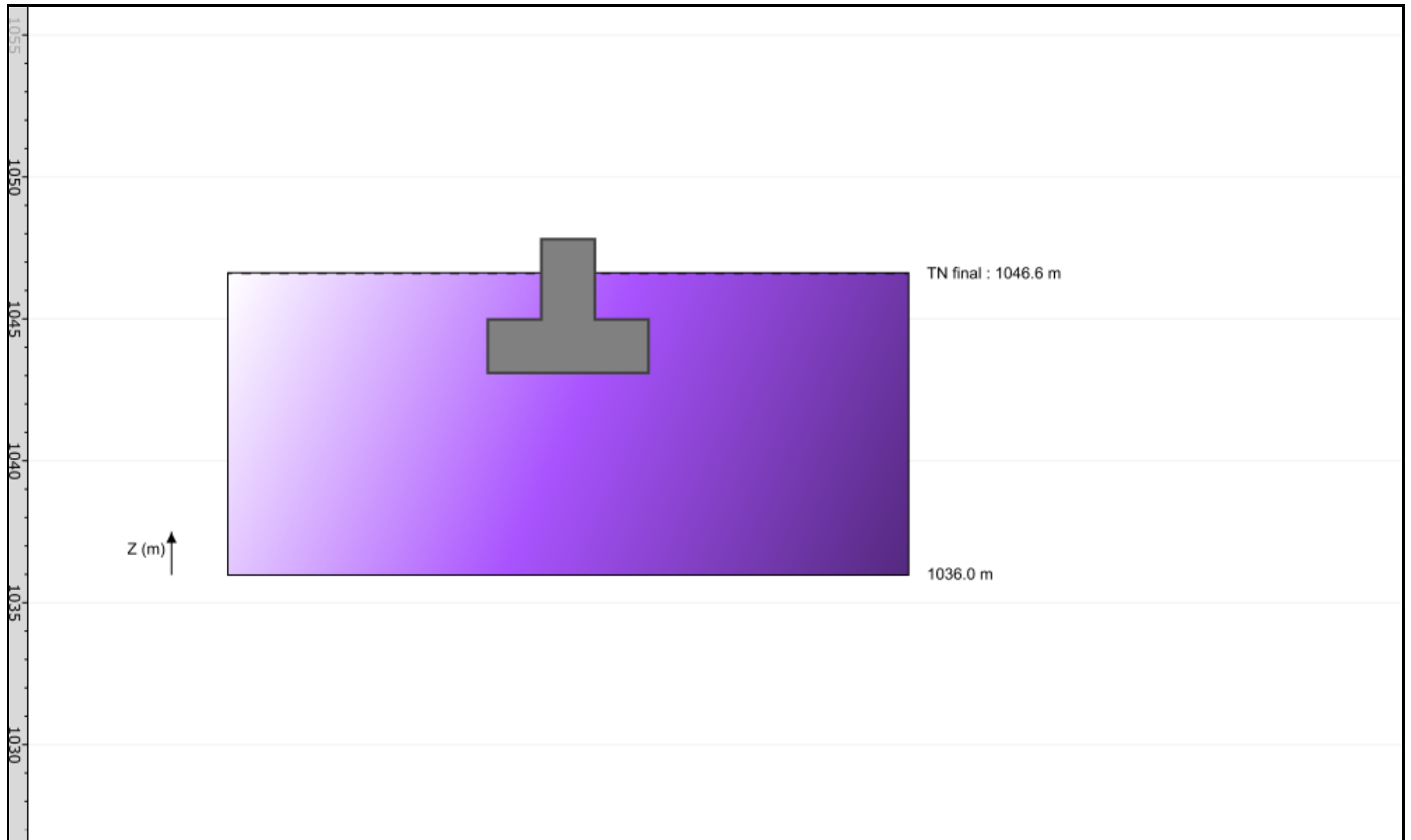


FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 05/12/2023 - 17:43:21
Calcul réalisé par : KAENA

Projet : 20.12728.C - FOXTA
Module : Fondsup (Fondation 2/3)
Titre du calcul : M3121

Onglet "Chargement (valeurs de calcul)"



Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge : Indice du cas de charge

Combinaison : Type de combinaison

Vd [kN] : Effort vertical à la base de la fondation

Hd [kN] : Effort horizontal à la base de la fondation

R0 [kN] : Poids des terres excavées

Seff/Stot : Rapport entre l'aire effective et l'aire totale de la fondation

Rvd [kN] : Valeur de calcul de la résistance verticale nette du terrain (mécanisme de portance)

Rhd [kN] : Valeur de calcul de la résistance horizontale du terrain (mécanisme de glissement)

Portance : Vérification de la capacité portante de la fondation (ELU et ELS)

Excentrement : Vérification de l'excentricité du chargement (ELU et ELS)

Glissement : Vérification de la stabilité au glissement (ELU uniquement)

Tassement [cm] : Tassement sous la charge appliquée

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Quasi-permanentes	404,30	0,00	70,00	1,00	488,29	-	Ok	Ok	-	0,68
2	ELU-Fondamentales	562,50	0,00	70,00	1,00	802,19	1,65	Ok	Ok	Ok	-

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

- N° cas de charge** : Indice du cas de charge
- Combinaison** : Type de combinaison
- iδβ** : Coefficient réducteur lié à l'inclinaison et à la proximité d'un talus
- kp** : Facteur de portance pressiomérique
- ple [kPa]** : Pression limite nette équivalente
- qnet [kPa]** : Contrainte de rupture du terrain de fondation (sans pondérations)
- seff [m²]** : Aire d'assise effective de la fondation (tenant compte de l'excentrement du chargement)
- Fglobal** : Facteur de sécurité global
- Rvd [kN]** : Valeur de calcul de la résistante nette du terrain de fondation

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

N° cas de charge	Combinaison	iδβ	kp	ple	qnet	seff	Fglobal	Rvd
1	ELS-Quasi-permanentes	1,00	1,12	1200,00	1347,70	1,00	2,76	488,29
2	ELU-Fondamentales	1,00	1,12	1200,00	1347,70	1,00	1,68	802,19

Paramètres intermédiaires pour le calcul de tassement

- N° cas de charge : Indice du cas de charge
- λc : Coefficient de forme sphérique
- λd : Coefficient de forme déviatorique
- α : Coefficient rhéologique moyen
- Ec [kPa] : Module pressiométrique équivalent dans la zone de déformation volumique
- Ed [kPa] : Module pressiométrique équivalent dans la zone de déformation déviatorique
- q0 [kPa] : Contrainte initiale avant travaux
- qref [kPa] : Contrainte de référence
- sc [cm] : Tassement sphérique
- sd [cm] : Tassement déviatorique
- stot [cm] : Tassement total

Paramètres intermédiaires pour le calcul de tassement

N° cas de charge	λc	λd	α	Ec	Ed	q0	qref	sc	sd	stot
1	1,10	1,12	0,50	12000,00	12000,00	70,00	404,30	0,17	0,51	0,68

Raideurs équivalentes de la fondation

- Type** : Type de raideur
- Kv [kN/m]** : Raideur verticale
- KHB [kN/m]** : Raideur horizontale selon B
- KHL [kN/m]** : Raideur horizontale selon L
- KMB [kNm/rad]** : Raideur rotationnelle selon B
- KML [kNm/rad]** : Raideur rotationnelle selon L

Raideurs équivalentes de la fondation

Type	Kv	KHB	KHL	KMB	KML
Raideurs statiques LT	4,933E04	3,923E04	3,923E04	9,778E03	9,778E03
Raideurs statiques CT	9,865E04	7,846E04	7,846E04	1,956E04	1,956E04
Raideurs sismiques Min	1,480E05	1,177E05	1,177E05	2,934E04	2,934E04
Raideurs sismiques Max	2,960E05	2,354E05	2,354E05	5,867E04	5,867E04



FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 05/12/2023 - 17:43:22
Calcul réalisé par : KAENA

Projet : 20.12728.C - FOXTA
Module : Fondsup (Fondation 2/3)
Titre du calcul : M3121

Données

Titre du projet : Extension PGHM

Numéro d'affaire : 20.12728.C

Commentaires : N/A

Titre du calcul : M3127 (Fondation n°1)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-261

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas de calcul (m) : 0,20

Forme de la base : Fondation carrée

Côté B (m) : 2,00

Cote du TN initial Zini (m) : 1046,60

Cote du TN final Zfin (m) : 1046,60

Cote de base fondation Zd (m) : 1043,10

Proximité d'un talus : Non

Catégorie de sol : Argiles et limons

Type de comportement : Comportement cohérent

Poids volumique moyen du sol au-dessus de la base de la fondation (kN/m3) : 20,0

Terrain et profil pressiométrique

N°	Nom	Couleur	Zbase	pl*	EM	α
1	Remblais et terrain remanié		1043,40	200,00	2000,00	0,60
2	Limon à graves, graviers et blocs		1039,60	300,00	3000,00	0,60
3	Graves sablo-limoneuses à blocs		1036,00	1200,00	12000,00	0,50

Cas de charge

N°	Vd	HB,d	HL,d	MB,d	ML,d	Pondération sur P0	Combinaison
1	386,7	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	ELS-Quasi-permanentes
2	544,4	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	ELU-Fondamentales

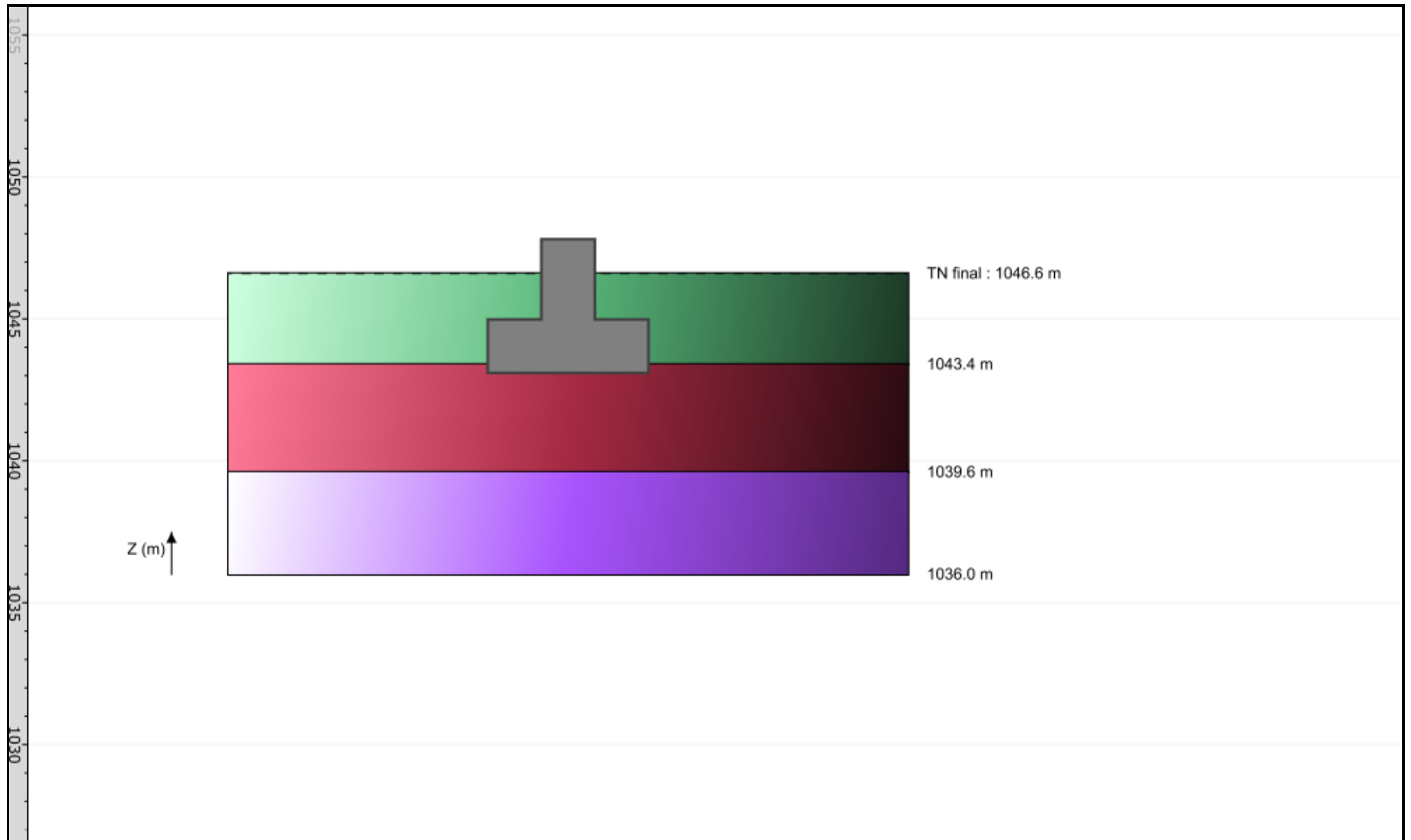


FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 05/12/2023 - 17:44:00
Calcul réalisé par : KAENA

Projet : 20.12728.C - FOXTA
Module : Fondsup (Fondation 1/3)
Titre du calcul : M3127

Onglet "Chargement (valeurs de calcul)"



Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge : Indice du cas de charge

Combinaison : Type de combinaison

Vd [kN] : Effort vertical à la base de la fondation

Hd [kN] : Effort horizontal à la base de la fondation

R0 [kN] : Poids des terres excavées

Seff/Stot : Rapport entre l'aire effective et l'aire totale de la fondation

Rvd [kN] : Valeur de calcul de la résistance verticale nette du terrain (mécanisme de portance)

Rhd [kN] : Valeur de calcul de la résistance horizontale du terrain (mécanisme de glissement)

Portance : Vérification de la capacité portante de la fondation (ELU et ELS)

Excentrement : Vérification de l'excentricité du chargement (ELU et ELS)

Glissement : Vérification de la stabilité au glissement (ELU uniquement)

Tassement [cm] : Tassement sous la charge appliquée

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Quasi-permanentes	434,70	0,00	280,00	1,00	466,11	-	Ok	Ok	-	0,44
2	ELU-Fondamentales	592,40	0,00	280,00	1,00	765,75	6,61	Ok	Ok	Ok	-

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

- N° cas de charge** : Indice du cas de charge
- Combinaison** : Type de combinaison
- iδβ** : Coefficient réducteur lié à l'inclinaison et à la proximité d'un talus
- kp** : Facteur de portance pressiomérique
- ple [kPa]** : Pression limite nette équivalente
- qnet [kPa]** : Contrainte de rupture du terrain de fondation (sans pondérations)
- seff [m²]** : Aire d'assise effective de la fondation (tenant compte de l'excentrement du chargement)
- Fglobal** : Facteur de sécurité global
- Rvd [kN]** : Valeur de calcul de la résistante nette du terrain de fondation

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

N° cas de charge	Combinaison	iδβ	kp	ple	qnet	seff	Fglobal	Rvd
1	ELS-Quasi-permanentes	1,00	1,07	300,00	321,61	4,00	2,76	466,11
2	ELU-Fondamentales	1,00	1,07	300,00	321,61	4,00	1,68	765,75

Paramètres intermédiaires pour le calcul de tassement

N° cas de charge : Indice du cas de charge

λc : Coefficient de forme sphérique

λd : Coefficient de forme déviatorique

α : Coefficient rhéologique moyen

Ec [kPa] : Module pressiométrique équivalent dans la zone de déformation volumique

Ed [kPa] : Module pressiométrique équivalent dans la zone de déformation déviatorique

q0 [kPa] : Contrainte initiale avant travaux

qref [kPa] : Contrainte de référence

sc [cm] : Tassement sphérique

sd [cm] : Tassement déviatorique

stot [cm] : Tassement total

Paramètres intermédiaires pour le calcul de tassement

N° cas de charge	λc	λd	α	Ec	Ed	q0	qref	sc	sd	stot
1	1,10	1,12	0,55	3000,00	3966,90	70,00	108,67	0,17	0,27	0,44

Raideurs équivalentes de la fondation

Type : Type de raideur

Kv [kN/m] : Raideur verticale

KHB [kN/m] : Raideur horizontale selon B

KHL [kN/m] : Raideur horizontale selon L

KMB [kNm/rad] : Raideur rotationnelle selon B

KML [kNm/rad] : Raideur rotationnelle selon L

Raideurs équivalentes de la fondation

Type	Kv	KHB	KHL	KMB	KML
Raideurs statiques LT	3,507E04	2,789E04	2,789E04	2,781E04	2,781E04
Raideurs statiques CT	7,014E04	5,578E04	5,578E04	5,562E04	5,562E04
Raideurs sismiques Min	1,052E05	8,368E04	8,368E04	8,343E04	8,343E04
Raideurs sismiques Max	2,104E05	1,674E05	1,674E05	1,669E05	1,669E05



www.kaena.fr

Kaéna - Siège social - Parc d'Activités Eurékalp
L'Epicentre-38660 Saint Vincent de Mercuze
Tel 04 76 97 94 64 - Fax 04 76 97 94 65
contact@kaena.fr - www.kaena.fr

Kaéna - Pays de Savoie
439 route de l'Aiglière
74370 Argonay - Tel 04 58 10 05 74
paysdesavoie@kaena.fr

SAS au capital de 98 350,00 € - N°SIREN 510 277 478 - Code NAF 7112B RCS Grenoble - TVA FR 77510 277 478

