

MLC PROMOTION

VIMY (62)
RUE VICTOR HUGO

CONSTRUCTION DE LOGEMENTS COLLECTIFS, INDIVIDUELS ET D'UN BEGUINAGE

ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION – PHASE « AVANT-PROJET »
(MISSION G2 – AVP)



Rue Pierre Jacquart
Parc d'Entreprises de la Motte au Bois
62440 HARNES
03.21.79.71.00

N° SIRET APOGEO : 313 197 030

RAPPORT

RFE2023.0630.G2AVP.V01

Novembre 2023

MLC PROMOTION

VIMY (62)
RUE VICTOR HUGO

CONSTRUCTION DE LOGEMENTS COLLECTIFS, INDIVIDUELS ET D'UN BEGUINAGE

ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION – PHASE « AVANT-PROJET »
(MISSION G2 – AVP)

Nature document	RAPPORT		
Référence document	RFE2023.0630.G2AVP.V01	Date	28/11/2023
Version	V01	Modifications	
Etude géotechnique			
Rédacteur	Joffrey ROZMAN	Fonction	Chargé d'affaires géotechniques
Relecteur	Erdogan ILHAN	Fonction	Chargé d'études géotechniques
Codification selon la norme NF P 94 500	G2-AVP		
Destinataire			
Société	MLC PROMOTION	Interlocuteurs	Mme Françoise kosior f.kosior@mlc-promotion.fr M. Michel Lewandowski m.lewandowski@mlc-promotion.fr
Référence qualité			
Modèle document		RFE2018.0000.V00-201809	

SOMMAIRE

1. MISSION ET PROJET	5
1.1. Type de mission	5
1.2. Intervenants	5
1.3. Documents de travail	5
1.4. Données du projet	5
1.5. Description du site	6
2. ENQUETE BIBLIOGRAPHIQUE.....	7
2.1. Consultation des photographies aériennes anciennes	7
2.2. Contexte géologique	12
2.3. Risques naturels.....	12
2.4. Etude d'archives.....	15
3. INVESTIGATIONS	15
3.1. Investigations réalisées	15
3.2. Cotes altimétriques des investigations réalisées.....	16
3.3. Essais en laboratoire	17
4. ANALYSE DES RESULTATS	17
4.1. Géologie et géotechnique.....	17
4.2. Données hydrogéologiques	21
4.3. Contexte sismique.....	21
4.4. Résultats des tests d'agressivité vis-à-vis des bétons	22
5. CONCLUSIONS – ETUDE GEOTECHNIQUE G2 AVP.....	22
5.1. Préconisations relatives au risque d'anomalies souterraines	22
5.2. Préconisations relatives à l'aléa retrait-gonflement des sols argileux (loi ELAN)	23
5.3. Mode de fondation envisageable.....	24
5.4. Conception des niveaux bas des rez des ouvrages projetés.....	28
5.5. Assise de la voirie et des parkings	28
6. REMARQUES GENERALES.....	29

ANNEXES

ANNEXE n° 1 : Missions d'ingénierie géotechnique normalisées

ANNEXE n° 2 : Diagrammes pénétrométriques

ANNEXE n° 3 : Coupes des sondages lithologiques

ANNEXE n° 4 : Coupes des fouilles avec essais d'infiltration

ANNEXE n° 5 : Feuilles d'identification des sols

ANNEXE n° 6 : Procès-verbal des tests d'agressivité vis-à-vis des bétons

ANNEXE n° 7 : Plans d'implantation des investigations réalisées

FIGURES

Figure 1 : Localisation du site et des anciennes installations.....	7
Figure 2 : Plan de masse du projet.....	6
Figure 3 : Photographies aériennes anciennes	11
Figure 4 : Extrait de la carte géologique de ARRAS au 1-50 000	12
Figure 5 : Carte de l'aléa retrait et gonflement des argiles.....	13
Figure 6 : Carte de l'aléa inondation par remontée de nappe	13
Figure 7 : Extrait de la carte de guerre du 10 février 1917	14
Figure 8 : Etude statistique CPT	20
Figure 9 : Schéma des préconisations constructives vis-à-vis du retrait-gonflement des argiles	24

TABLEAUX

Tableau 1 : Document de travail	5
Tableau 2 : Synthèse des principales observations.....	11
Tableau 3 : Coupe géotechnique simplifiée du dossier 2013.0071	15
Tableaux 4a à 4c : Cotes NGF des investigations réalisées	16
Tableaux 5a et 5b : Epaisseurs de remblais/terre végétale au droit du site.....	18
Tableau 6 : Perméabilité des sols.....	21
Tableau 7 : Résultats des analyses physico-chimiques	22
Tableau 8 : Tableau de référence de l'agressivité béton (échantillons de sol).....	22
Tableau 9 : Paramètres de portance des semelles filantes/massifs isolés (maisons et béguinage).....	25
Tableau 10 : Paramètres de portance des semelles filantes/massifs isolés (collectifs).....	25

Tableau 11 : Tassements absolus affectant les semelles/massifs (maisons et béguinage)	26
Tableau 12 : Tassements absolus affectant les semelles/massifs (collectifs)	27

1. MISSION ET PROJET

1.1. Type de mission

La mission qui nous a été confiée est l'étude géotechnique de conception – phase « Avant-Projet » selon la nomenclature des missions d'ingénierie géotechnique de la norme NF P 94-500 révisée en novembre 2013 (mission G2 AVP) – Voir annexe 1.

Cette étude pourra être complétée par une étude géotechnique de conception – phase « Projet » (mission G2 PRO), une fois les caractéristiques du projet fixées au stade projet (descentes de charges sur fondations, calage définitif en cotes NGF).

A noter qu'une étude de pollution de types INFOS et DIAG (selon la norme NFX 31-620) a également été réalisée par notre service Sites et Sols pollués et celle-ci est référencée RFE2023.0630.V01 en date du 03/11/2023.

1.2. Intervenants

Maitre d'ouvrage : MLC PROMOTION
Commande : MLC PROMOTION du 03/10/2023
Proposition : APOGEO/MEURISSE en date du 02/10/2023
(référéncée « ODS2023.0630.G2.V01 »)

1.3. Documents de travail

Dans le cadre de cette étude G2 AVP, les éléments suivants nous ont été transmis :

Document	Date réception	Expéditeur
Plan de masse du projet	12/09/2023	MLC PROMOTION

Tableau 1 : Document de travail

1.4. Données du projet

Il est prévu la construction de l'ensemble immobilier suivant :

- 6 pavillons collectifs pour un total de 66 logements sociaux ;
- Un béguinage pour séniors de 20 logements sociaux de plain-pied ;
- Un ensemble de 21 logements individuels.

L'ensemble est réputé sans sous-sol.

Il est également prévu la création de voiries et parkings VL.

A noter qu'au stade avant-projet, aucune cote des niveaux finis des rez et aucune descente de charges sur fondations ne nous ont été transmises.

En outre, à ce stade, les niveaux finis des rez sont supposés être calés au plus près du terrain actuel (pas de remblais/déblais notables).



Figure 1 : Plan de masse du projet

A noter que la partie Nord-Ouest du plan de masse (bâtiments commerciaux) n'est pas concernée par la présente étude

1.5. Description du site

Une visite de site a été effectuée le 7 septembre 2023, par un représentant d'APOGEO. La visite a permis d'observer les vestiges de l'ancien garage automobile, de l'aire de lavage et de la station-service sur la partie Nord du site et au droit de l'actuelle zone de stockage de glissières de sécurité.

À noter qu'un merlon a été observé à l'Est au droit de l'ancien garage.

La localisation du merlon et des anciennes installations identifiées lors de cette visite est présentée ci-dessous.



Figure 2 : Localisation du site et des anciennes installations

Le site est accessible à nos engins, étant une parcelle en friche.

Notre intervention a nécessité la rédaction de DICT préalablement à notre intervention afin de récolter les plans des réseaux enterrés.

Les différents points d'investigation ont été implantés tels que précisés sur les plans joints en annexe 7.

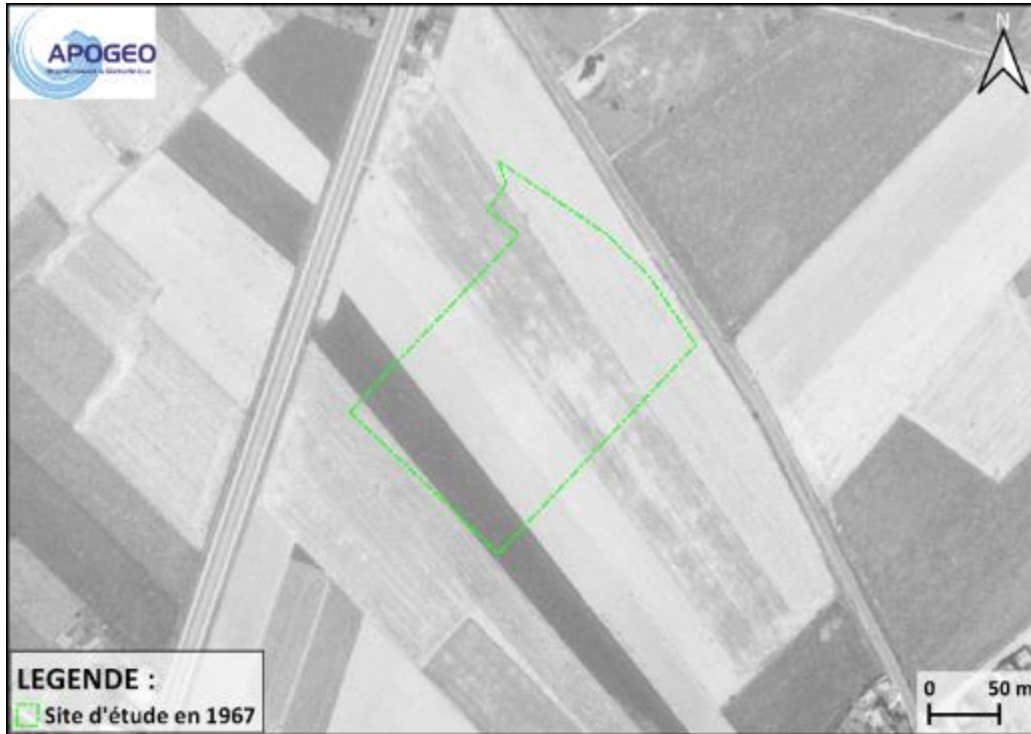
2. ENQUETE BIBLIOGRAPHIQUE

2.1. Consultation des photographies aériennes anciennes

Les photographies aériennes sont mises à disposition sur le site internet « remonter le temps » de l'Institut Géographique National (IGN). Les clichés des années suivantes ont été consultés : 1931, 1947, 1967, 1983, 1992, 2009, 2013 et 2022. Les tableaux suivants synthétisent les principales observations issues des photographies aériennes.



Faits marquants en 1931		Faits marquants en 1947	
Hors site	Sur site	Hors site	Sur site
L'environnement du site est rural avec la présence de champs, de quelques habitations et d'une ligne de chemin de fer.	Le site d'étude est constitué de champs.	Aucune modification notable.	Aucune modification notable.



Faits marquants en 1967		Faits marquants en 1983	
Hors site	Sur site	Hors site	Sur site
Aucune modification notable à l'exception de la construction de l'actuelle avenue du Canada au profit de la ligne de chemin de fer à l'Ouest.	Aucune modification notable.	Développement urbain avec la construction de nouvelles habitations à l'Est et de terrains de sport au Nord.	Aucune modification notable.



Faits marquants en 1992		Faits marquants en 2009	
Hors site	Sur site	Hors site	Sur site
Le développement urbain continue avec la construction de plusieurs habitations au Sud-Est du site.	Construction du bâtiment, de la station-service et de l'aire de lavage.	Construction d'habitations sur la parcelle à l'Est du site.	Aucune modification notable. On observe un parc automobile sur la partie Sud du site.



Figure 3 : Photographies aériennes anciennes

Faits marquants en 2013		Faits marquants en 2022	
Hors site	Sur site	Hors site	Sur site
Aucune modification notable.	Aucune modification notable. On constate la zone de stockage de matériaux divers au Sud-Est du bâtiment.	Construction d'habitations sur les parcelles au Sud-Ouest du site.	Déconstruction du bâtiment et des installations. Présence d'une zone de stockage glissières de sécurité au Nord du site.

Tableau 2 : Synthèse des principales observations

2.2. Contexte géologique

D'après la carte géologique du BRGM au 1/50 000 de la région de ARRAS, le site est caractérisé, sous les formations remaniées et les remblais de surface, par la présence de limons (Quaternaire) reposant sur les sables d'âge Landénien Supérieur (Tertiaire) puis sur la craie du Séno-Turonien (Secondaire).

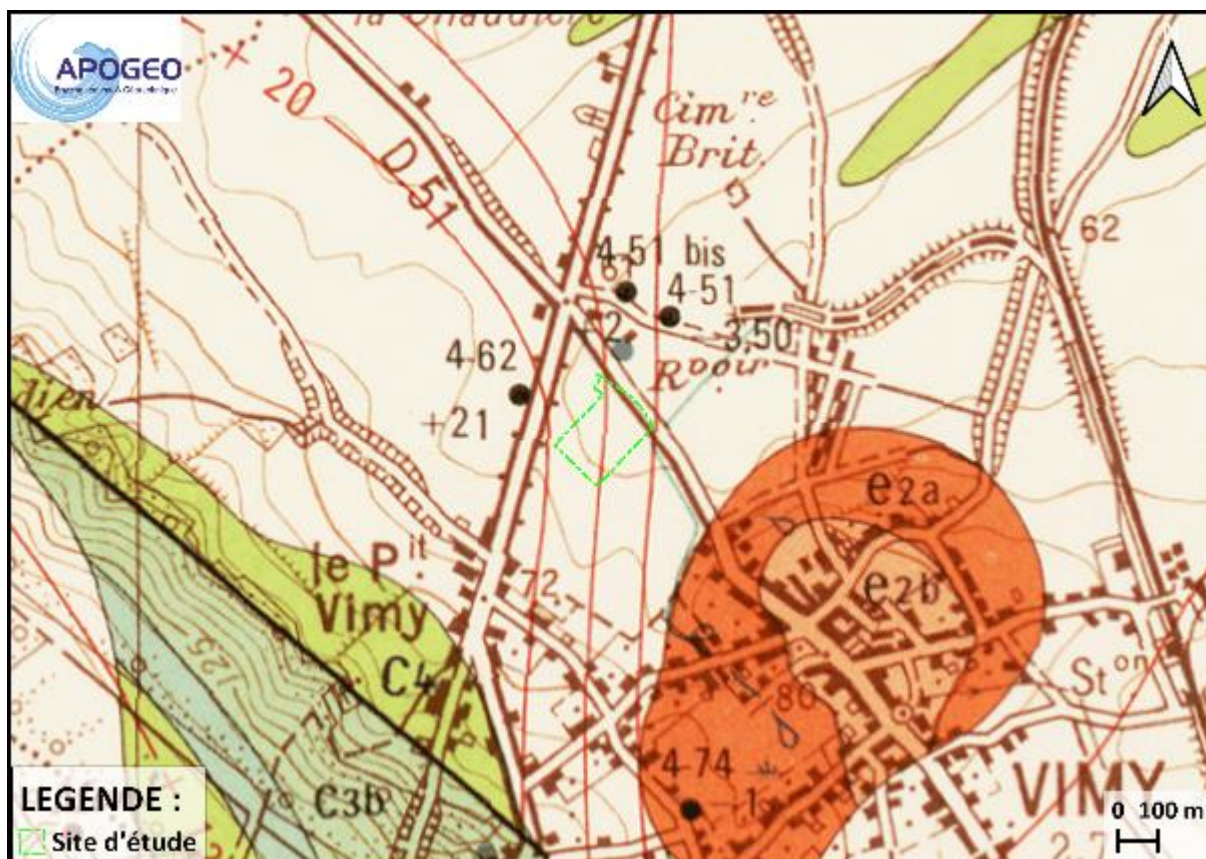


Figure 4 : Extrait de la carte géologique de ARRAS au 1-50 000

2.3. Risques naturels

La consultation du site <http://www.georisques.gouv.fr> nous a permis de mettre en évidence les éléments présentés à la suite.

2.3.1. Aléa retrait et gonflement des argiles

Le site se situe dans une zone à risque faible de retrait/gonflement des argiles (mais à proximité d'une zone d'aléa fort).



Figure 5 : Carte de l'aléa retrait et gonflement des argiles

2.3.2. Aléa inondation par remontée de nappe

Le site étudié se situe dans une zone potentiellement sujette aux débordements de nappe/inondations de cave.

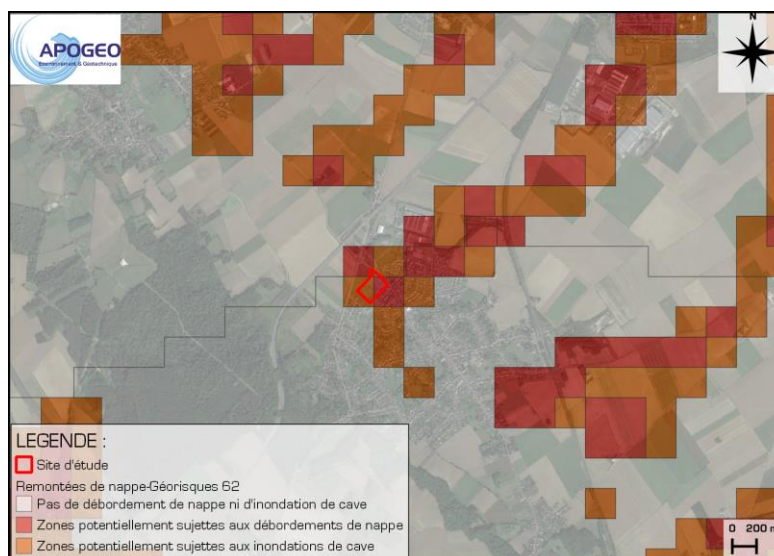


Figure 6 : Carte de l'aléa inondation par remontée de nappe

2.3.3. Aléa cavités souterraines

D'après la base de données des risques naturels GEORISQUES, plusieurs cavités souterraines et mouvements de terrain liés à des ouvrages militaires ont été recensés sur la commune de Vimy.

Toutefois, dans un rayon de 300 mètres autour du site d'étude, aucune cavité souterraine et aucun mouvement de terrain n'ont été identifiés.

Enfin, la carte de guerre du 10 février 1917 nous renseigne sur la présence de lignes de barbelés ou d'obstacles divers traversant le site d'étude. En effet, le territoire de Vimy a fait l'objet de nombreux affrontements durant cette guerre.

On notera également la présence de tranchées à proximité du site d'étude.

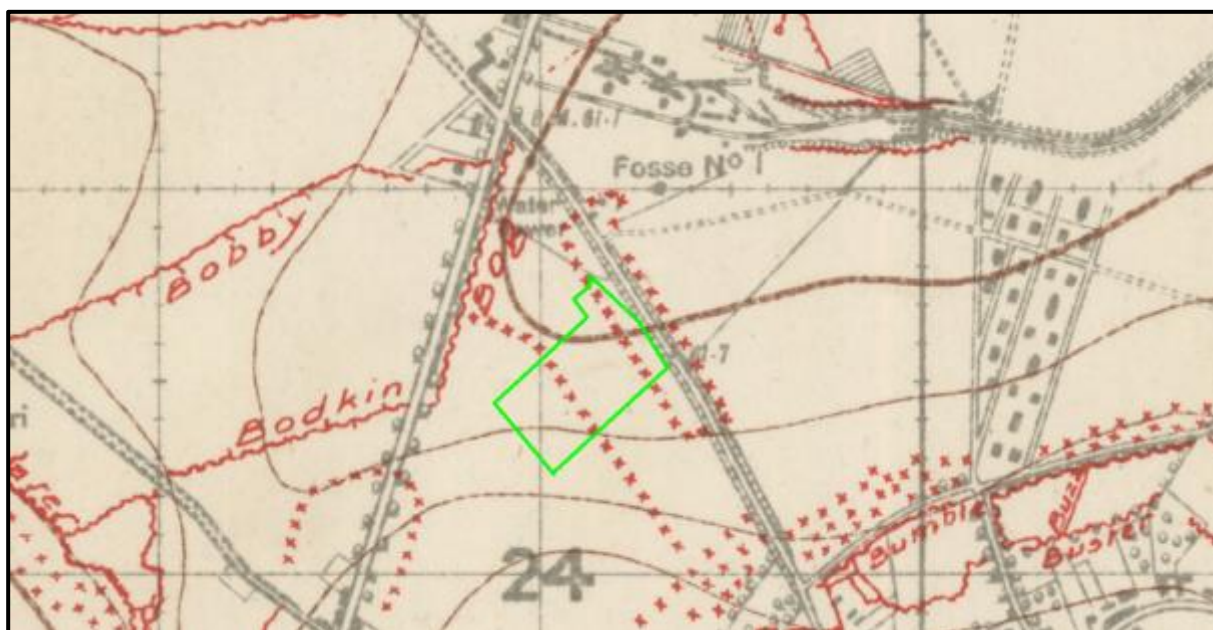


Figure 7 : Extrait de la carte de guerre du 10 février 1917

Le risque de cavités souterraines de type sapes de guerre est alors identifié comme élevé dans ce secteur et nous présentons, dans les conclusions du présent rapport, les préconisations permettant de normaliser ce risque.

Ce point devra impérativement être vérifié, soit à partir d'éléments éventuellement disponibles en mairie de Vimy et/ou auprès de la DDTM (service gestion des risques), soit sur les termes du permis de construire. A défaut, cet aléa devra impérativement être pris en compte dans la suite des études.

2.4. Etude d'archives

D'après nos archives, une étude référencée « Dossier 2013.0071 » en date du 18 avril 2013 a été réalisée par nos soins rue Victor Hugo à VIMY (62) pour Carrefour Contact (construction d'une station-service) dont voici la coupe géotechnique simplifiée :

Lithologie	Remblais	Limon	Sable	Craie
Profondeur (m)	0/1,5	1,5/6	6/9,5	9,5/12
qc (MPa)	variable	1 à 2,5	2 à 5	7 à 8
Niveau d'eau	Pas de niveau d'eau rencontré jusqu'à 4 m de profondeur en mars 2013			

Tableau 3 : Coupe géotechnique simplifiée du dossier 2013.0071

3. INVESTIGATIONS

3.1. Investigations réalisées

L'implantation des investigations réalisées (essais au pénétromètre statique, fouilles, sondages lithologiques) est repérée sur les plans joints en annexe 7.

▪ Essais au pénétromètre statique

Au droit du projet, douze essais ont été réalisés les 30 et 31 octobre 2023 au moyen d'un appareillage statique type GOUDA monté sur porteur à chenilles.

Ils sont désignés de P1 à P12.

Ils ont atteint des profondeurs comprises entre 8 et 12 m.

A noter que des avant-trous systématiques de 1 m de profondeur ont été réalisés afin de franchir les anciennes structures de voiries et les éventuels remblais grossiers.

Les diagrammes correspondants sont joints en annexe 2.

▪ Sondages lithologiques

Cinq sondages lithologiques de 4 m de profondeur chacun, désignés de R1 à R5, ont été réalisés le 16 octobre 2023 au droit du projet.

Ils ont été réalisés au moyen d'un carottier et de tarières de diamètre 63 et 114 mm et ont permis le prélèvement d'échantillons intacts et remaniés qui ont été respectivement conditionnés en gaines PVC et en sachets étanches pour examen visuel et essais en laboratoire.

Les coupes lithologiques établies à partir des échantillons prélevés sont jointes en annexe 3. Les niveaux d'eau éventuellement repérés en cours de foration y sont indiqués.

▪ Fouilles à la pelle mécanique

Au droit des futures voiries et parkings, sept fouilles à la pelle mécanique notées PM1 à PM7 ont été réalisées jusque 1,3 à 2,4 m de profondeur le 03/11/2023.

Celles-ci ont permis le prélèvement d'échantillons remaniés pour examen visuel.

Les coupes lithologiques établies à partir des échantillons prélevés sont jointes en annexe 4.

▪ Essais de perméabilité

APOGEO a effectué, dans 4 des 7 fouilles précédentes, des essais d'infiltration « à la fosse », désignés de PM1+I1 à PM4+I4 (cf. annexe 4).

Les essais ont été réalisés entre 1 m et 2,3 m de profondeur environ.

Dans chaque fouille, une lame d'eau de l'ordre de 30 cm (ou plus) a été déversée. Son abaissement a été suivi pendant plus de 120 minutes si nécessaire afin de définir le volume infiltré.

Outre le volume infiltré, l'objectif des essais est de déterminer le coefficient de perméabilité (K) des terrains.

3.2. Cotes altimétriques des investigations réalisées

Les investigations réalisées par nos soins ont été géoréférencées par GPS portatif.

Les résultats obtenus sont les suivants (cotes altimétriques z en NGF) :

Essai/sondage	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Cote NGF	+59,2	+60,2	+59,3	+60,4	+61,0	+61,5	+60,8	+59,9

Essai/sondage	P9	P10	P11	P12	R1	R2	R3	R4
Cote NGF	+61,2	+60,1	+59,4	+60,2	+59,7	+59,5	+60,2	+61,3

Essai/sondage	R5	PM1+I1	PM2+I2	PM3+I3	PM4+I4	PM5	PM6	PM7
Cote NGF	+60,6	+59,9	+60,4	+61,3	+60,8	+59,5	+60,3	+59,5

Tableaux 4a à 4c : Cotes NGF des investigations réalisées

3.3. Essais en laboratoire

Les échantillons extraits dans les sondages et dans les fouilles ont fait l'objet d'essais d'identification des sols et de tests d'agressivité vis-à-vis des bétons (sur échantillons de sol) en laboratoire.

▪ Essais d'identification des sols

Ils ont comporté :

- 31 mesures de la teneur en eau naturelle seule ;
- 5 mesures des densités de sol ;
- 8 valeurs au bleu de sol (VBS) ;
- 8 analyses granulométriques (mesures des passants à 80 µm et 2 mm).

Les résultats figurent dans des tableaux récapitulatifs joints en annexe 5.

▪ Mesures physico-chimiques

Pour préciser l'état d'agressivité des sols vis-à-vis des bétons, des analyses spécifiques ont été réalisées chez EUROFINs afin de définir sur deux échantillons de sol :

- la teneur en sulfates ;
- le degré d'acidité.

Les échantillons analysés ont été obtenus par quartage des prélèvements de sols dans les fouilles PM1 et PM5 (vers 1 et 2 m de profondeur respectivement).

Les résultats de ces analyses figurent en annexe 6.

4. ANALYSE DES RESULTATS

4.1. Géologie et géotechnique

L'examen des coupes des sondages et des fouilles et l'analyse des essais in situ et en laboratoire permettent de définir le profil géotechnique suivant du site.

La coupe générale du sous-sol est du type :

- Remblais et horizons remaniés de surface ;
- Limons (Quaternaire) ;
- Horizons crayeux d'âge Sénonien (Secondaire).

▪ Les remblais et les horizons remaniés de surface

Les épaisseurs de remblais/terre végétale reconnues au droit des sondages/fouilles sont reportées dans le tableau suivant :

Fouille/sondage	R1	R2	R3	R4	R5	PM1+I1
Epaisseur de remblais (m)	0,5	0,5	0,3	0,3	0,5	0,2

Fouille/sondage	PM2+I2	PM3+I3	PM4+I4	PM5	PM6	PM7
Epaisseur de remblais (m)	0,2	0,3	0,3	0,2	0,4	0,3

Tableaux 5a et 5b : Epaisseurs de remblais/terre végétale au droit du site

Au droit de R3, R4, PM2, PM3 et PM7, il s'agit de terre végétale de teinte marron.

Au droit de R1, R2, R5, PM1, PM4 à PM6, il s'agit généralement, sous une fine épaisseur d'enrobé, de remblais graveleux à limoneux de teinte marron grisâtre à noirâtre.

Les résistances à la pénétration en pointe n'ont pas été mesurées dans ces horizons en raison de la réalisation d'avant-trous.

Les teneurs en eau mesurées dans ces remblais sont variables et comprises entre 11,4 et 20,0 %.

Rappel : Les remblais et les horizons remaniés de surface étant des dépôts erratiques, leur épaisseur et leur nature peuvent fortement varier latéralement et être très différentes de celles reconnues.

En outre, compte-tenu de l'historique du site (ancien site construit), des surépaisseurs de remblais ainsi que des vestiges enterrés ne sont pas à exclure sur le site.

▪ Les limons

Sous les horizons remaniés et les remblais de surface, sont généralement présents des limons, légèrement argileux localement, de teinte marron et pouvant comporter des traces d'oxydation ainsi que des granules de craie et quelques silex.

La base des limons est variable sur le site et a été mise en évidence entre 1,75 m et plus de 4 m de profondeur au droit du projet.

A noter qu'en R5, aucun horizon limoneux n'a été mis en évidence sous les remblais de surface.

Ces limons sont caractérisés par des résistances à la pénétration en pointe comprises entre 1 MPa et 2 à 3 MPa en moyenne, ce qui traduit des limons fermes à assez raides.

Ces limons sont également caractérisés par :

- $14,4 \% < W < 19,5 \%$ (les teneurs en eau les plus faibles peuvent être mises en relation avec des sols légèrement dessiqués à faible profondeur) ;
- Des densités sèches comprises entre 1,67 et 1,72 et des densités humides comprises entre 1,92 et 1,97 ;
- Des VBS comprises entre 2,29 et 3,49 ;
- Un passant à 80 μm compris entre 69,8 et 95,1 %.

Ces essais permettent de classer ces limons en **A₁/A₂** d'après le GTR.

▪ **Les horizons crayeux**

Il s'agit d'une craie limoneuse de teinte beige blanchâtre au toit de la couche.

Ensuite, la craie devient plus franche en profondeur et de teinte blanche.

Les résistances à la pénétration en pointe sont assez variables et sont comprises, en moyenne, entre 2,5 MPa et 6 MPa environ dans la craie limoneuse altérée.

Ensuite, les résistances à la pénétration en pointe sont rapidement croissantes et sont comprises, en moyenne, entre 6 MPa et 10 à 20 MPa environ dans la craie franche en profondeur (au-delà de 6/8 m de profondeur généralement).

Ces horizons crayeux altérés et peu profonds sont également caractérisés par :

- $19,0 \% < W < 22,7 \%$;
- Une densité sèche de 1,48 et une densité humide de 1,70.

Ces essais permettent de classer la craie altérée en **R_{13m}/R_{13s}** d'après le GTR (craie peu dense).

A la suite, nous présentons une étude statistique des 12 essais pénétrométriques réalisés au droit du projet.

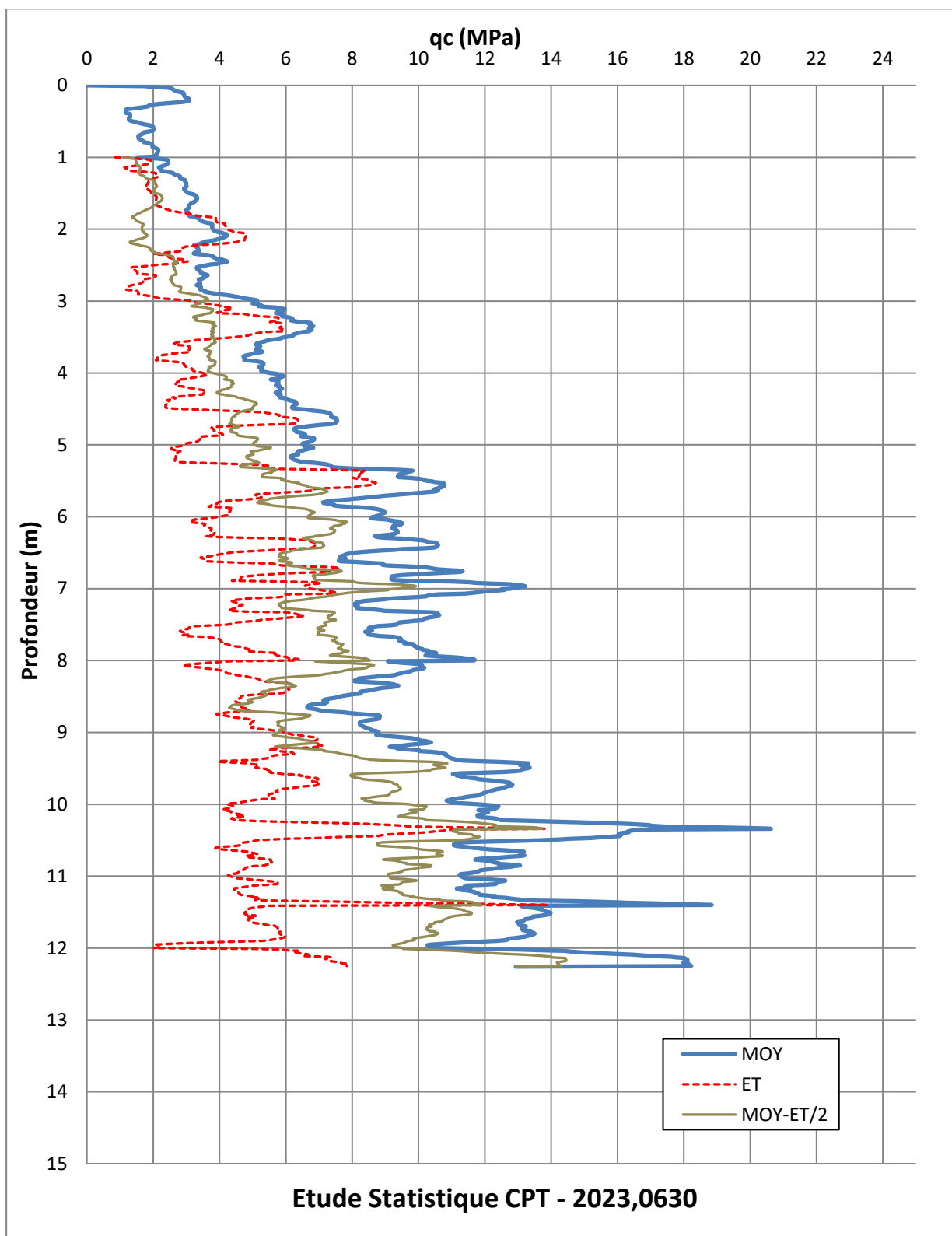


Figure 8 : Etude statistique CPT

4.2. Données hydrogéologiques

▪ Niveaux d'eau

Aucun niveau d'eau n'a pu être relevé jusqu'à la profondeur de 4 m lors de la réalisation des sondages en octobre 2023.

A noter que dans les empreintes des essais pénétrométriques P1 et P2, un niveau d'eau a été relevé vers 11,3 m de profondeur (niveau non stabilisé).

A toute fin utile, nous rappelons que seule une étude hydrogéologique permettrait de préciser les niveaux caractéristiques de la nappe (EB, EH, EE) ; ce que notre service spécialisé est en mesure de proposer.

▪ Perméabilité des sols

Les coefficients de perméabilité déterminés lors des essais I1 à I4 sont repris dans le tableau suivant :

Essai	I1	I2	I3	I4
Nature des sols	Limon	Limon	Limon argileux	Limon
Profondeur d'essai	Entre 1,0 et 1,3 m	Entre 0,9 et 1,5 m	Entre 1,8 et 2,3 m	Entre 1,4 et 2,0 m
Perméabilité k (m/s)	$5,8 \cdot 10^{-6}$	$5,5 \cdot 10^{-6}$	$< 1 \cdot 10^{-7}$ (*)	$2,1 \cdot 10^{-6}$

Tableau 6 : Perméabilité des sols

(*) *Aucun abaissement du niveau d'eau n'a pu être observé au cours de l'essai*

4.3. Contexte sismique

Le site est localisé en zone sismique 2 (sismicité faible).

Il peut être rappelé qu'une étude spécifique du caractère liquéfiable ou non des sols n'est pas requise dans ce cas.

Le projet sera vraisemblablement classé en catégorie sismique II (à confirmer au stade projet).

Dans ce cas, les règles de conception parasismique ne seront pas à appliquer.

4.4. Résultats des tests d'agressivité vis-à-vis des bétons

Le tableau suivant présente les résultats des analyses effectuées :

Echantillon « Sol »	Degré d'acidité (en ml/kg MS)	Teneur en sulfates (SO ₄) (en mg/kg MS)
PM1 – 1 m	<20	<100
PM5 – 2 m	<20	1060

Tableau 7 : Résultats des analyses physico-chimiques

Les échantillons analysés permettent de définir une classe d'agressivité inférieure à XA1 pour les deux échantillons de sol.

Rappel du tableau de référence (échantillons de sol) :

	XA1	XA2	XA3
Sulfates – SO ₄ ²⁻ (en mg/kg)	2 000 – 3 000	3 000 – 12 000	12 000 – 24 000
Acidité (en ml/kg)	> 200 Baumann Gully	N'est pas rencontré dans la pratique	

Tableau 8 : Tableau de référence de l'agressivité béton (échantillons de sol)

5. CONCLUSIONS – ETUDE GEOTECHNIQUE G2 AVP

Pour rappel, la présente étude pourra être complétée par une étude géotechnique de conception – phase « Projet » (mission G2 PRO), une fois les caractéristiques du projet fixées au stade projet (descentes de charges sur fondations, calage définitif en cotes NGF).

5.1. Préconisations relatives au risque d'anomalies souterraines

Il faut rappeler le risque de présence d'anomalies souterraines sur le site.

Pour rappel, ce point devra impérativement être vérifié, soit à partir d'éléments éventuellement disponibles en mairie de Vimy et/ou auprès de la DDTM (service gestion des risques), soit sur les termes du permis de construire. A défaut, ce risque devra être normalisé en prévoyant la prise en compte d'emblée, dans la conception des semelles filantes/éventuels dallages, d'une condition de fontis (au minimum 3 m en pleine section et 1,5 m en porte-à-faux).

Dans le cas de massifs de fondation (fondations ponctuelles), il conviendra de réaliser un forage destructif de 12 m de profondeur au droit de chaque massif isolé projeté.

En cas de rencontre de vides ou de terrains décomprimés, il faudra procéder à une analyse spécifique pour définir les mesures palliatives (via une mission G5 et pouvant être réalisée par nos soins).

5.2. Préconisations relatives à l'aléa retrait-gonflement des sols argileux (loi ELAN)

Il est important de souligner le fait qu'en application de l'article 68 de la loi ELAN du 23 Novembre 2018, le décret n°2019-495 du 22/05/2019 intègre au sein du Code de la Construction et de l'Habitation une section dédiée à la prévention des risques de mouvement de terrain différentiel consécutif à la sécheresse et à la réhydratation des sols argileux.

Sur la base du zonage présenté sur le site GEORISQUES depuis Janvier 2020 et officialisé au sein de l'arrêté du 22/07/2020 dont les dispositions sont entrées en vigueur le 16/08/2020, le terrain concerné par la présente étude se situe dans une zone d'aléa **faible** vis-à-vis du phénomène de retrait/gonflement des argiles, ce qui n'implique pas, a priori, de dispositions particulières à mettre en place lors de la construction des habitations sur le site.

Toutefois, les résultats de l'enquête documentaire, des investigations et des essais en laboratoire présentés dans ce rapport mettent en évidence des sols de classe principalement **A2** d'après le GTR dont le caractère argileux est modéré (sols sensibles à l'eau).

Dans ce contexte, il conviendra de prendre en considération les préconisations constructives permettant de s'affranchir du risque lié à ces sols moyennement argileux, à savoir :

- Prévoir une profondeur minimale d'assise des fondations de 0,8 m par rapport aux plateformes finies extérieures ainsi qu'une homogénéité d'ancrage (notamment en cas de terrain pentu) ;
- Prévoir une rigidification structurelle de l'habitation par chainages horizontaux et verticaux ;
- En cas de mitoyenneté, mettre en place un joint de rupture pour assurer une désolidarisation avec la construction neuve ;
- Proscrire toute infiltration des eaux de pluie au droit des fondations de l'habitation ;
- Réaliser un revêtement étanche au pourtour de la construction (largeur > 1,5 m) ou mettre en place une géomembrane enterrée avec une légère pente sous la terre végétale ;
- Eloigner les plantations d'arbres à une distance de 1 à 1,5 fois la hauteur de l'arbre adulte de toute construction (ou mettre en place un écran anti-racines de 2 m de profondeur minimum) ;
- Prévoir des joints adaptés pour minimiser la rupture des canalisations et prévoir des dispositifs de gestion des eaux de ruissellement si besoin (tranchées drainantes en amont de l'habitation en cas de présence de talus) ;
- En l'absence de sous-sol général, un plancher porté par les fondations doit être réalisé.

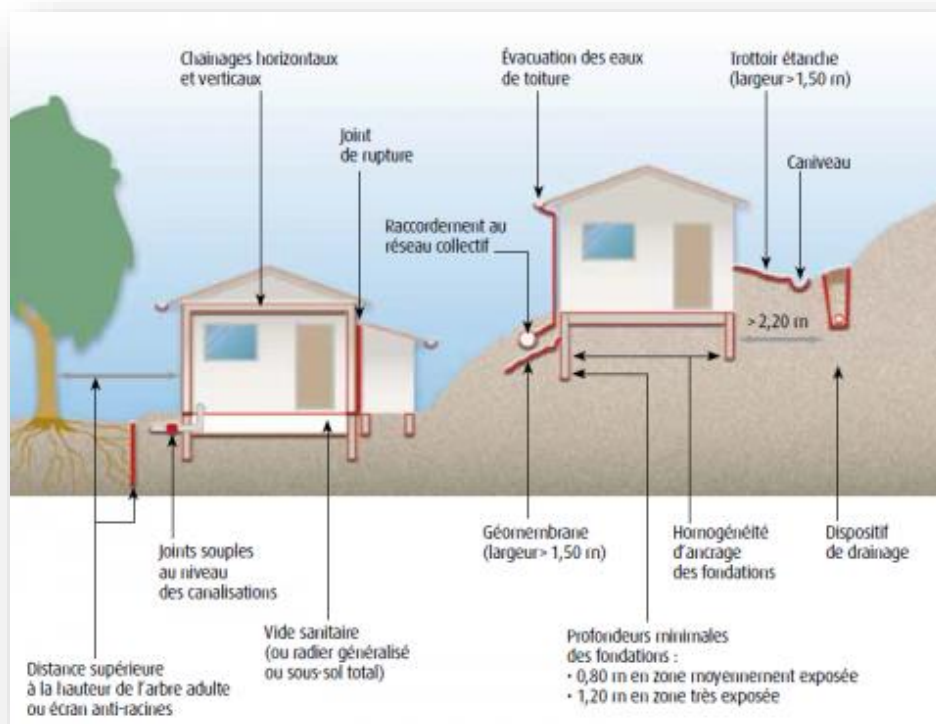


Figure 9 : Schéma des préconisations constructives vis-à-vis du retrait-gonflement des argiles

5.3. Mode de fondation envisageable

5.3.1. Préconisations générales préalables

Les remblais de surface doivent impérativement être exclus en tant que sols d'assise directe pour les fondations, en raison de leur hétérogénéité et de leurs caractéristiques mécaniques aléatoires.

Compte-tenu du profil géomécanique du sous-sol d'une part et des caractéristiques du projet d'autre part, il peut être envisagé un mode de fondation de type semelles filantes/massifs isolés avec assise directe dans les limons en place et non remaniés pour le projet (logements individuels, collectifs et béguinage).

Les paramètres de prédimensionnement et les conditions générales de mise en œuvre de ce mode de fondation sont développés à la suite.

5.3.2. Fondations superficielles par semelles filantes/massifs isolés

▪ Profondeurs d'assise

Il faudra assurer un encastrement minimal de 30 cm dans les limons en place et non remaniés, tout en respectant la profondeur minimale de mise hors gel de 0,8 m par rapport aux plates-formes finies extérieures.

En considérant au stade avant-projet que les niveaux finis des futurs ouvrages seront calés au plus près du terrain actuel et compte-tenu de remblais mis en évidence sur des épaisseurs inférieures ou égales à 0,5 m au droit du projet via nos investigations, il peut être retenu, à ce stade, une profondeur minimale d'assise des fondations de 0,8 m.

Entre points d'investigations, la profondeur d'assise devra être adaptée point par point aux sols rencontrés afin de respecter les conditions d'ancrage et d'encastrement requises, notamment en cas de présence de poches de remblais plus importantes.

Les différences de niveaux d'assise entre fondations devront respecter la proportion 3H/2V et partant du point le plus bas (ou de la fondation la plus encastree).

Les purges requises (en fonction des épaisseurs de remblais) pourront être compensées en coulant un béton maigre destiné à rattraper le niveau d'arase du dessous des semelles filantes/massifs proprement dits.

Le béton des semelles/massifs devra être coulé à l'avancement des terrassements afin d'éviter tout remaniement des sols supports.

▪ Paramètres de portance

Les semelles filantes/massifs isolés pourront être dimensionnés sur la base des paramètres de portance suivants définis selon la norme NF P 94-261 (norme d'application nationale de l'Eurocode 7) et selon la méthode pénétrométrique.

➔ Cas des logements individuels et du bégainage projetés :

Caractérisation		Rupture du sol			Portance	
Désignation des paramètres	q _{ce}	k _c (courbe Q1/Q2)	q _{net}	q _{v,k} (*)	ELU ($\gamma_{R,v} = 1,4$)	ELS caractéristique ($\gamma_{R,v} = 2,3$)
Valeurs	1,5 MPa	0,3	0,45 MPa	0,37 MPa	0,27 MPa	0,16 MPa

Tableau 9 : Paramètres de portance des semelles filantes/massifs isolés (maisons et bégainage)

➔ Cas des logements collectifs projetés (au Nord du site) :

Caractérisation		Rupture du sol			Portance	
Désignation des paramètres	q _{ce}	k _c (courbe Q1/Q2)	q _{net}	q _{v,k} (*)	ELU ($\gamma_{R,v} = 1,4$)	ELS caractéristique ($\gamma_{R,v} = 2,3$)
Valeurs	2,0 MPa	0,3	0,60 MPa	0,50 MPa	0,36 MPa	0,22 MPa

Tableau 10 : Paramètres de portance des semelles filantes/massifs isolés (collectifs)

$$(*) q_{v;k} = \frac{q_{net}}{1,2} (\gamma_{R;d;v} = 1,2 : \text{coefficient de modèle})$$

Nota : q_0 a une valeur de l'ordre de 15 kPa en moyenne.

▪ **Evaluation des tassements de consolidation (sous charges)**

Les tassements absolus susceptibles d'affecter les semelles filantes et les massifs isolés sont évalués comme suit, en considérant quelques largeurs et dimensions « types » et une exécution soignée et contrôlée :

➔ Cas des logements individuels et du bégainage projetés :

Type de fondations	Semelles filantes			
Largeurs	0,4 m	0,6 m	0,8 m	1 m
Charges de service	64 kN/ml	96 kN/ml	128 kN/ml	160 kN/ml
Tassements absolus (cm)	0,5 à 1,0	0,5 à 1,0	1,0 à 1,5	1,0 à 1,5

Type de fondations	Massifs isolés		
Dimensions	0,7 m × 0,7 m	1,0 m × 1,0 m	1,3 m × 1,3 m
Charges de service	78 kN	160 kN	270 kN
Tassements absolus (cm)	0,5 à 1	0,5 à 1	~1

Tableaux 11a et 11b : Tassements absolus affectant les semelles/massifs (maisons et bégainage)

➔ Cas des logements collectifs projetés (au Nord du site) :

Type de fondations	Semelles filantes				
Largeurs	0,4 m	0,6 m	0,8 m	1 m	1,2 m
Charges de service	88 kN/ml	132 kN/ml	176 kN/ml	220 kN/ml	264 kN/ml
Tassements absolus (cm)	0,5 à 1,0	0,5 à 1,0	1,0 à 1,5	1,0 à 1,5	1,5 à 2,0

Type de fondations	Massifs isolés		
Dimensions	0,8 m × 0,8 m	1,2 m × 1,2 m	1,6 m × 1,6 m
Charges de service	140 kN	316 kN	563 kN
Tassements absolus (cm)	0,5 à 1	~1	1,0 à 1,5

Tableaux 12a et 12b : Tassements absolus affectant les semelles/massifs (collectifs)

Remarques importantes :

Les tassements différentiels des semelles filantes/massifs isolés ne devraient pas excéder, théoriquement, la moitié des tassements absolus.

Le ferrailage de ces semelles/massifs sera défini selon ces déformations et en tenant compte de la condition de fontis (cf. paragraphe 5.1).

Vis-à-vis des critères de déformation maximale usuellement retenus (tassements absolus calculés d'un maximum de 2 à 2,5 cm), les tassements absolus ne devraient pas être prohibitifs, à condition que les charges ne dépassent pas (au stade avant-projet) :

- 250 kN/ml (maisons et béguinage) à 350 kN/ml (collectifs) sur les murs (charges linéaires) ;
- 1000 kN (maisons et béguinage) à 1300 kN (collectifs) par point d'appui ponctuel (type poteau).

Les descentes de charges sur fondations, à l'ELS, devront nous être transmises dans le cadre de l'étude G2 PRO pour statuer sur la faisabilité de ce mode de fondation.

Dans le cas de charges trop conséquentes (dépassant notamment les valeurs seuils précédentes), il pourra être nécessaire d'associer les semelles/massifs à un renforcement préalable des sols supports (à étudier dans le cadre d'une étude G2 PRO si nécessaire, sur la base des descentes de charges à nous transmettre).

A noter que les semelles filantes/massifs isolés devront également être dimensionnés pour reprendre les éventuels efforts horizontaux et les moments (vérification au glissement et au renversement).

▪ **Conditions d'exécution**

A noter que les largeurs minimales des semelles/massifs à retenir sont de 0,4 m afin de permettre l'exécution des terrassements aux engins mécaniques.

Il faut s'attendre, généralement, à une mauvaise tenue des remblais et des limons à excaver et il conviendra de tenir compte de surlargeurs des fouilles pour l'évaluation des volumes de béton à mettre en œuvre.

La réalisation de fouilles préalables au moyen d'une pelle mécanique permettrait de préciser les conditions de terrassement.

En fonction de la période de réalisation des travaux, et des conditions météorologiques, des venues d'eau ne sont pas totalement à exclure et il faudra en assurer l'épuisement (par pompage par exemple).

5.4. Conception des niveaux bas des rez des ouvrages projetés

Compte-tenu de l'historique du site et des surépaisseurs possibles de remblais (voire la présence éventuelle de vestiges enterrés) qui pourraient subsister localement, il faudra privilégier des planchers portés par les fondations, mis en œuvre sur des formes de travail constituées de matériaux non évolutifs et ne servant que comme fonds de coffrages (ou éventuellement sur un vide sanitaire).

5.5. Assise de la voirie et des parkings

▪ Partie Supérieure des Terrassements (P.S.T.)

La Partie Supérieure des Terrassements, d'une épaisseur de 1 m environ, est située sous la future couche de forme des parkings & voiries.

Dans le cas présent, la PST sera généralement constituée par des limons de classe A₁/A₂ selon le GTR (voire localement par des remblais).

Remarque : En cas de rencontre de vestiges enterrés lors des terrassements, ceux-ci devront être purgés et substitués par des matériaux de classe D₃₁ ou équivalents, afin d'éviter tout point dur.

▪ Prédimensionnement de la couche de forme

La couche de forme de la voirie peut être réalisée en granulats de classe D₃₁ suivant la norme NF P 11-300 ($D_{\max} \geq 50$ mm, type calcaire 0/80 ou 0/120 mm par exemple).

Dans le cas présent, nous recommandons la mise en œuvre des matériaux sur une épaisseur minimale de **65 à 70 cm** avec géotextile préalable.

La pose préalable d'un géotextile sur le fond de fouille et les parois de la fouille (remontée périphérique) est obligatoire.

La couche de forme peut ensuite être mise en œuvre suivant les prescriptions du guide technique SETRA / LCPC de juillet 2000 « Réalisation des remblais et des couches de forme ».

L'objectif de portance de la plateforme voirie est considéré de classe PF2 ($EV2 \geq 50$ MPa et $EV2/EV1 \leq 2$).

En cas d'objectif de plateforme plus élevé, il faudra revoir l'épaisseur de la couche de forme à la hausse.

La mise en œuvre de la couche de forme doit être effectuée immédiatement après réalisation des terrassements afin d'éviter la décompression des fonds de fouille et leur exposition aux intempéries.

La partie supérieure de la couche de forme (environ 20 cm) peut être réalisée en Calcaire 0/31,5 mm (classe D₂₁) de manière à faciliter les opérations de réglage avant application des couches de structure.

La portance de la couche de forme doit être vérifiée au démarrage du chantier par la réalisation d'une planche d'essais à la plaque afin de confirmer l'obtention de l'objectif et augmenter son épaisseur si nécessaire.

La réalisation d'une couche de forme de qualité est indispensable à la mise en œuvre des couches de structure dans de bonnes conditions (effet d'enclume). Par ailleurs, elle contribue à la protection au gel du sol support et permet d'assurer la portance pendant la phase de construction des bâtiments (trafic poids-lourds).

L'utilisation éventuelle de matériaux recyclés doit faire l'objet d'une validation préalable par le Maître d'œuvre en raison de leur caractère non évolutif non avéré (classification D₃₁, dosage des sulfates, absence de potentiel gonflant, ...).

N.B. : la structure de voirie à base de matériaux traités aux liants hydrauliques ou de matériaux hydrocarbonés peut ensuite être mise en œuvre. L'épaisseur des couches doit être définie en fonction du trafic retenu.

▪ **Contrôle de mise en œuvre**

La couche de forme devra faire l'objet d'un contrôle de portance par essais à la plaque, et le critère de réception pour la voirie est l'obtention d'un module de déformation $EV2 \geq 50$ MPa (avec un rapport $EV2/EV1 \leq 2$).

6. REMARQUES GENERALES

La reconnaissance effectuée ayant un caractère ponctuel, les recommandations exposées auparavant seront bien entendu mises en œuvre, en tenant compte des conditions réelles des terrains mis au jour au cours des travaux.

La découverte de toute anomalie devra nous être signalée, en vue d'analyses et de définition des éventuelles mesures d'adaptation les plus appropriées.

La norme NF P 94-500 : « Missions d'ingénierie géotechnique » indique que les missions s'enchaînent lors de l'élaboration du projet et sa réalisation.

La présente étude G2 AVP pourra être complétée par une étude géotechnique de conception – phase « Projet » (mission G2 PRO), une fois les caractéristiques du projet fixées au stade projet (descentes de charges sur fondations, calage définitif en cotes NGF).

Nous demeurons bien entendu à la disposition du maître d'ouvrage pour tout renseignement complémentaire au sujet de cette étude.

FAIT A HARNES, le 28 novembre 2023

ANNEXES

ANNEXE n° 1 :
Missions d'ingénierie géotechnique
normalisées

Classification des missions d'ingénierie géotechnique

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.

Classification des missions d'ingénierie géotechnique (suite)

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 œuvre 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'œuvre 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

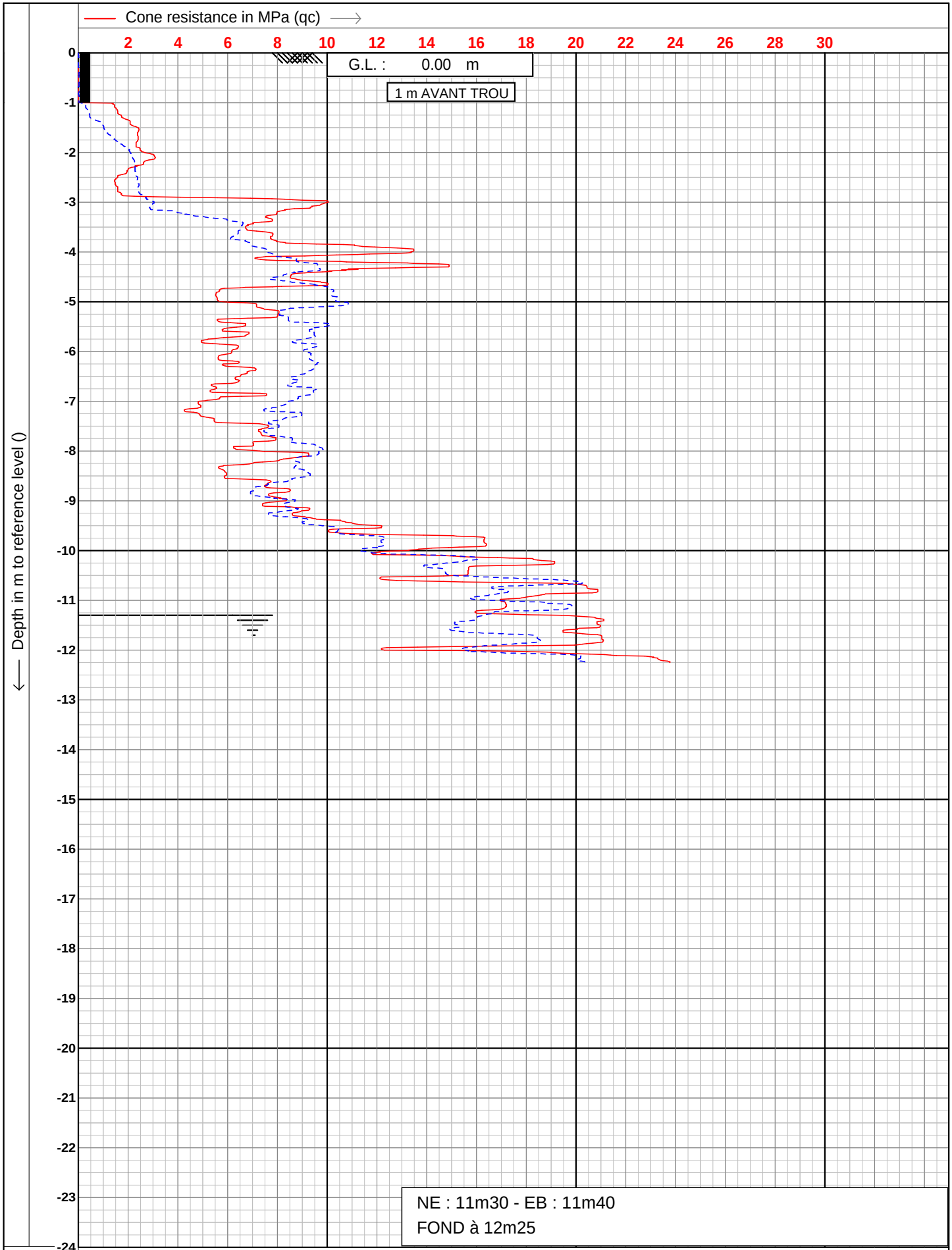
- Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique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

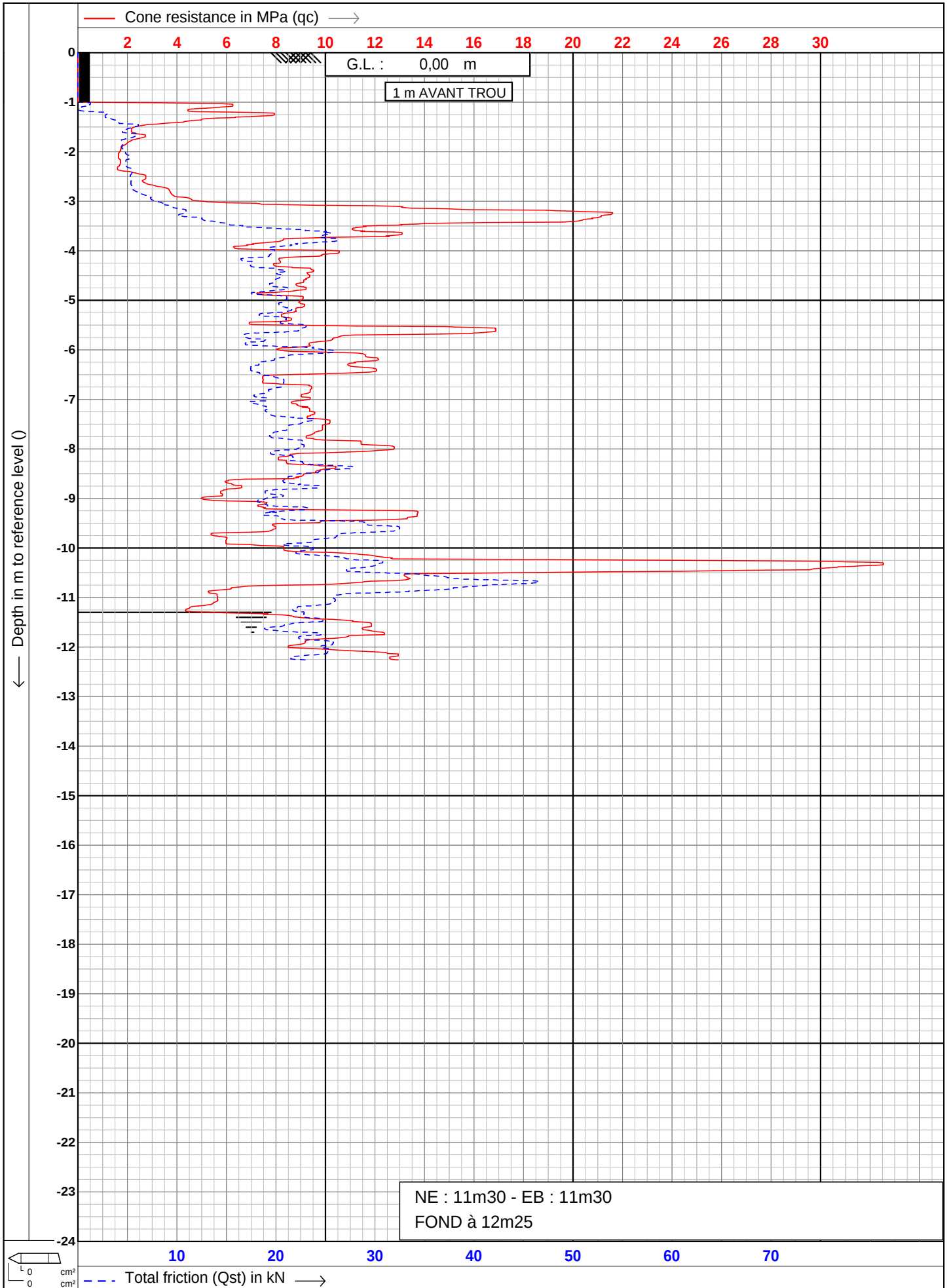
DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

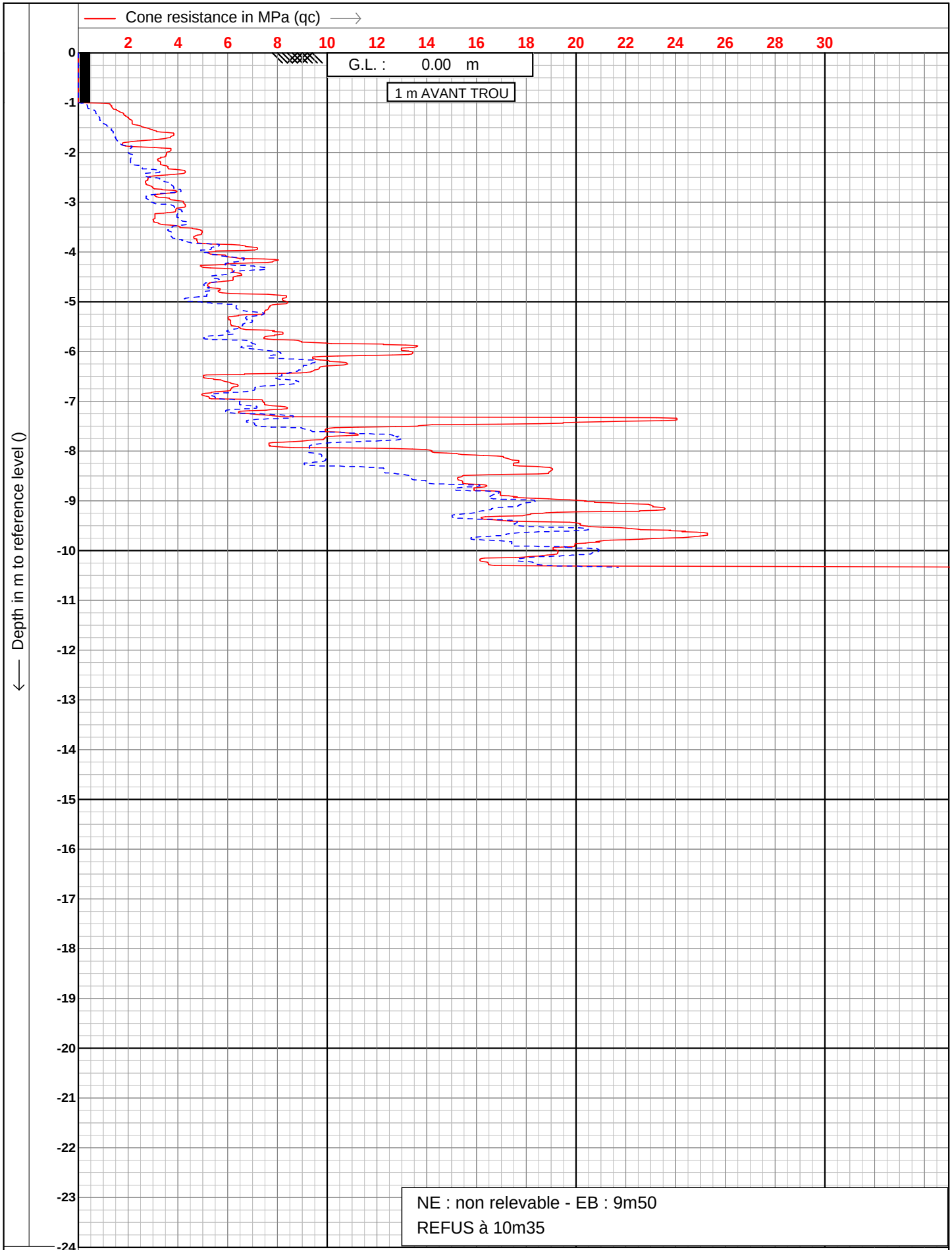
Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou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

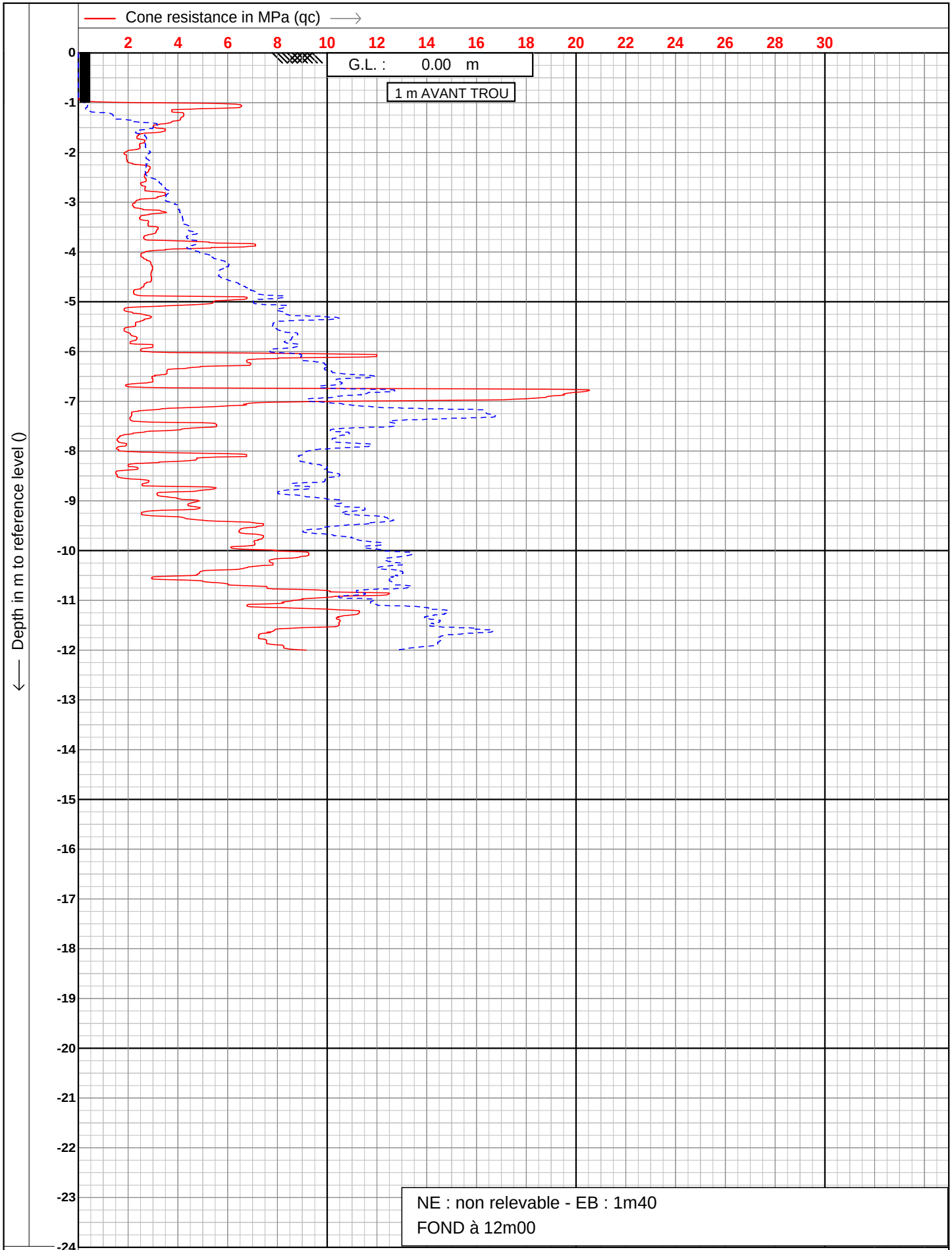
- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre 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).

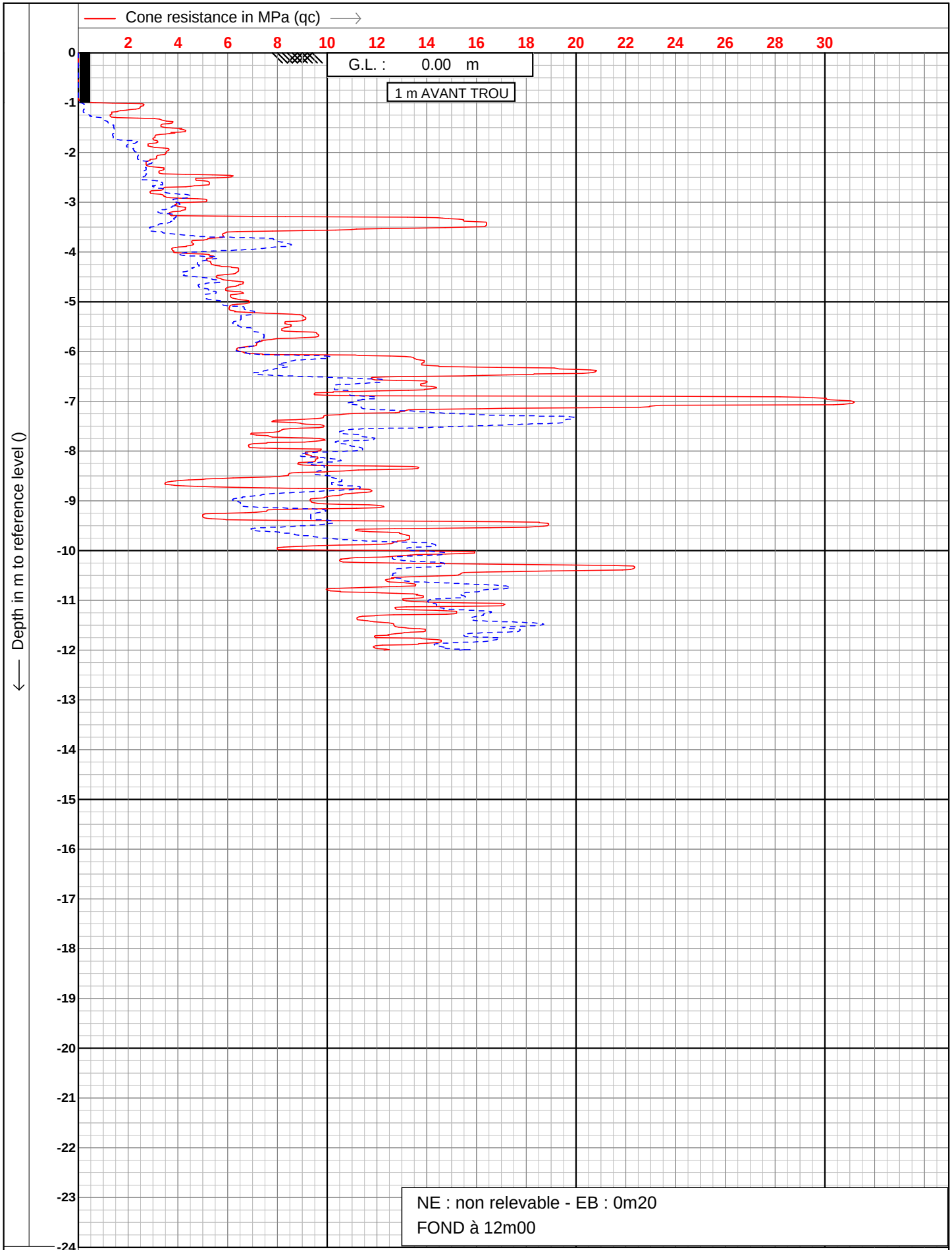
**ANNEXE n° 2 :
Diagrammes pénétrométriques**

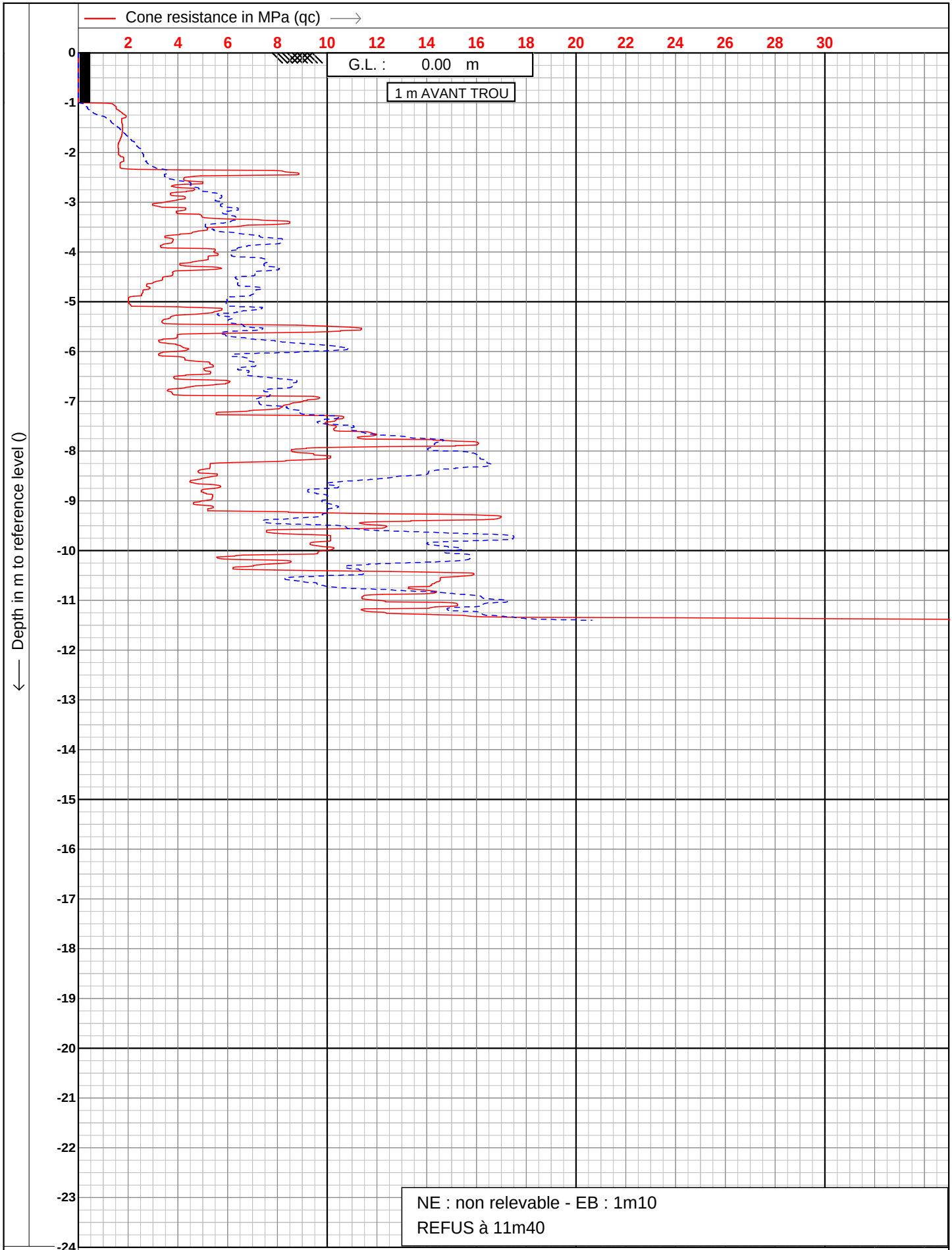


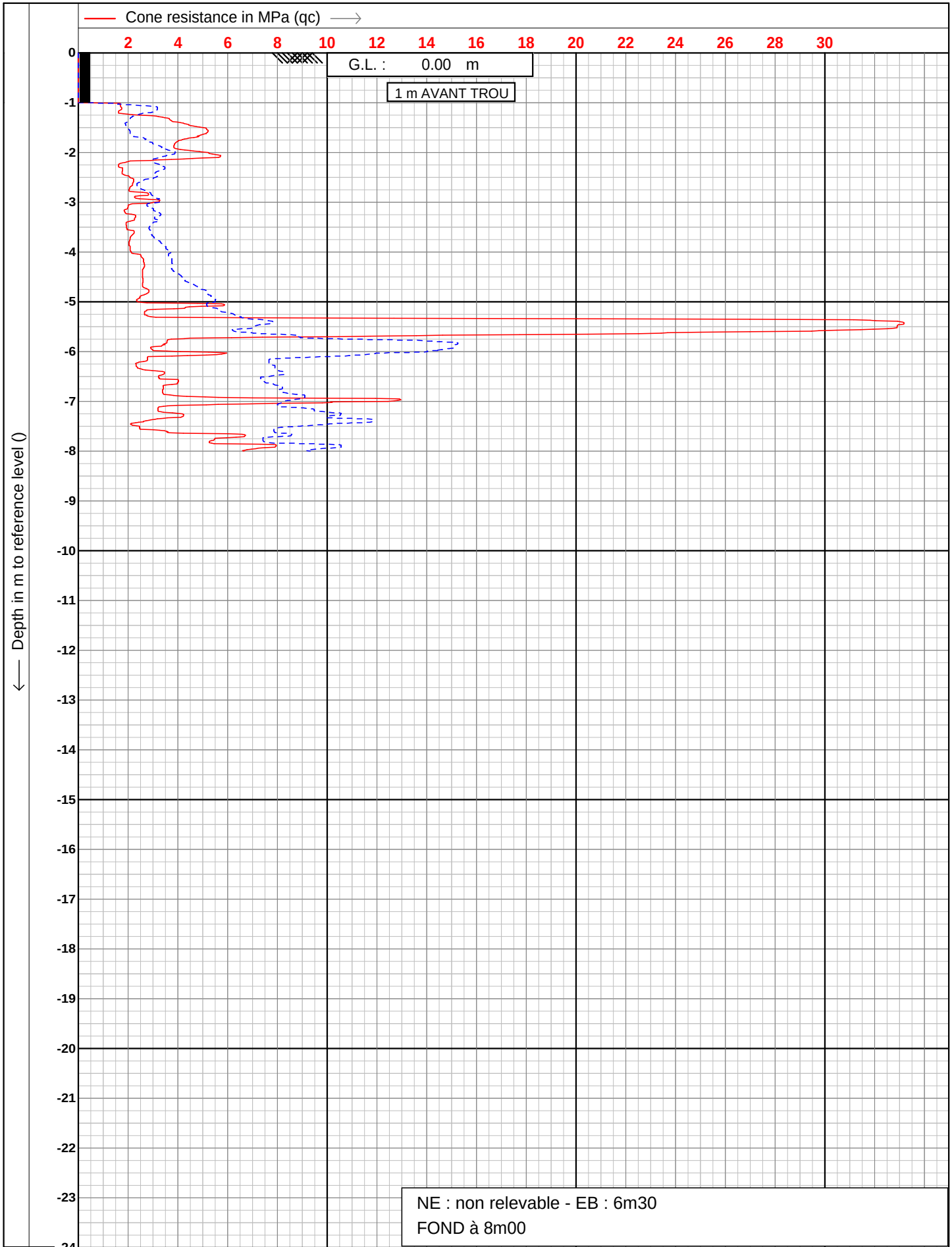


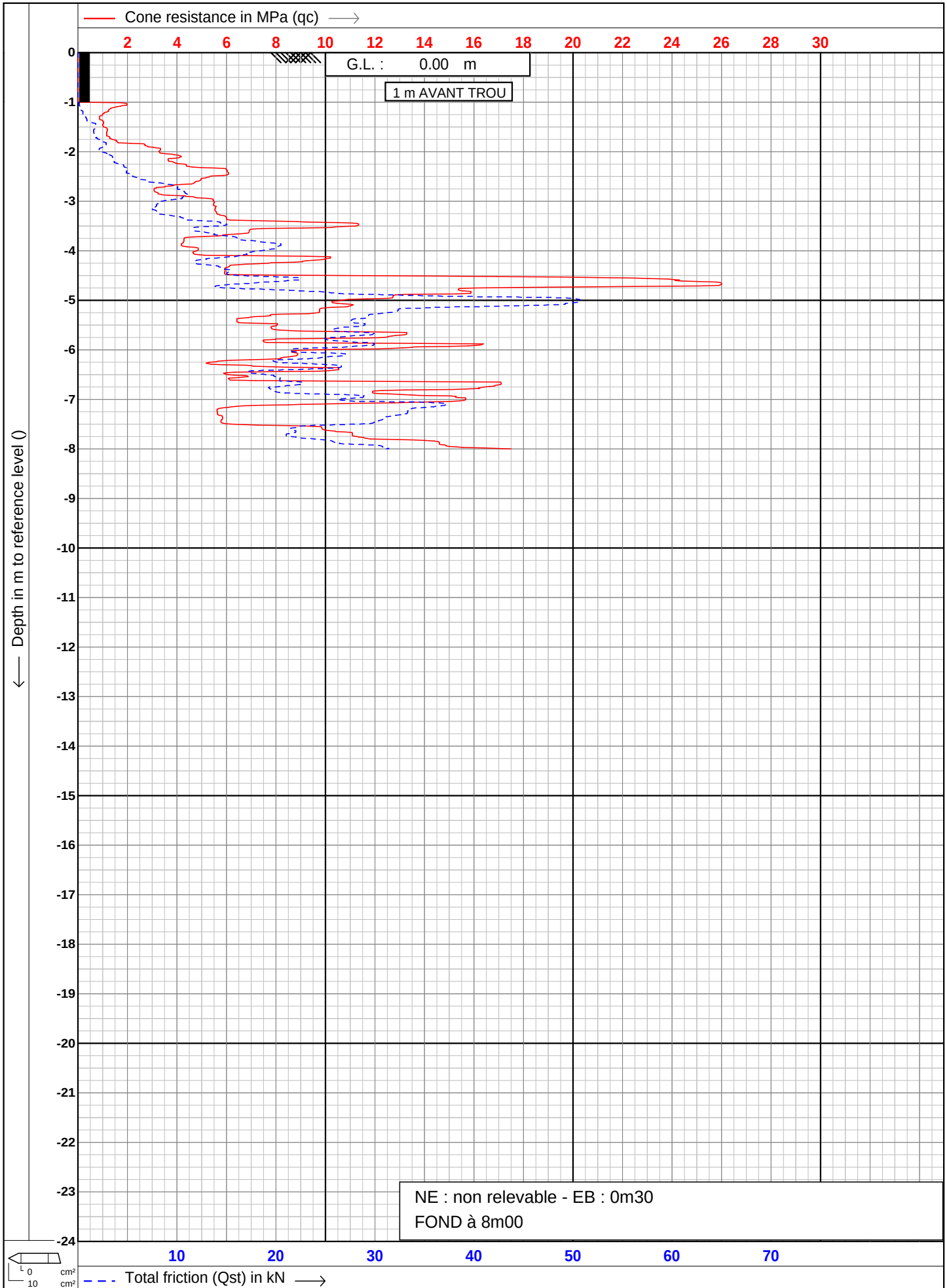


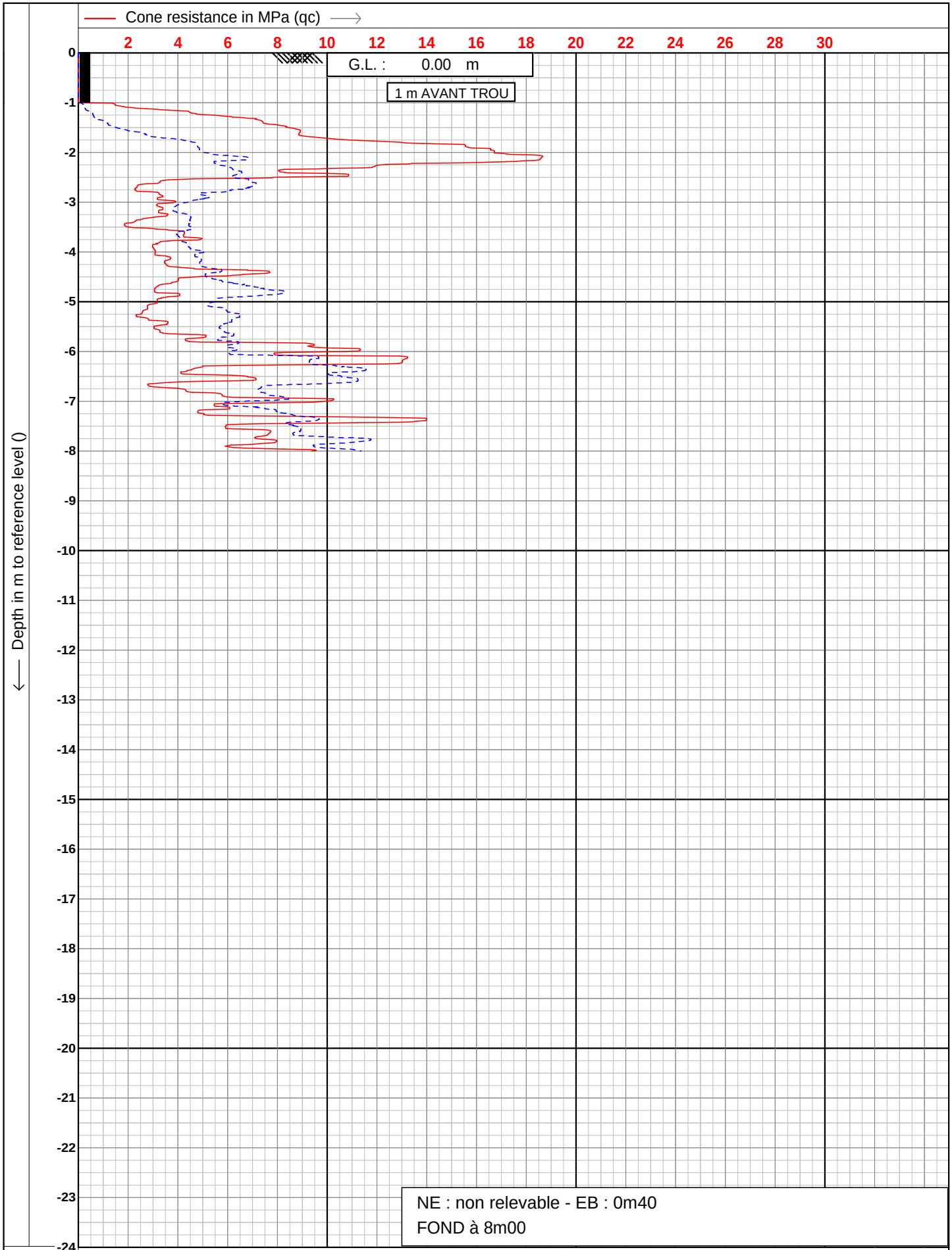


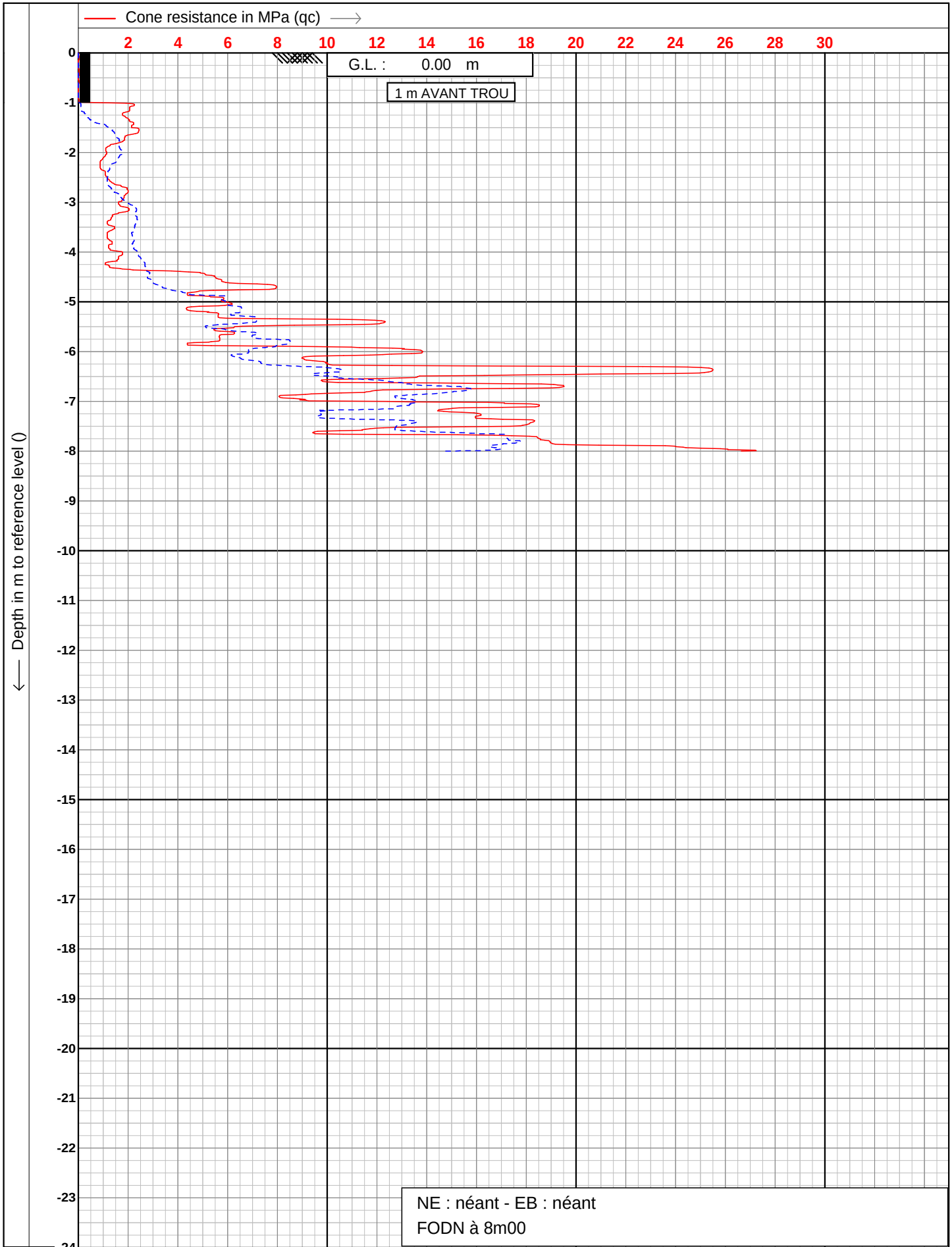


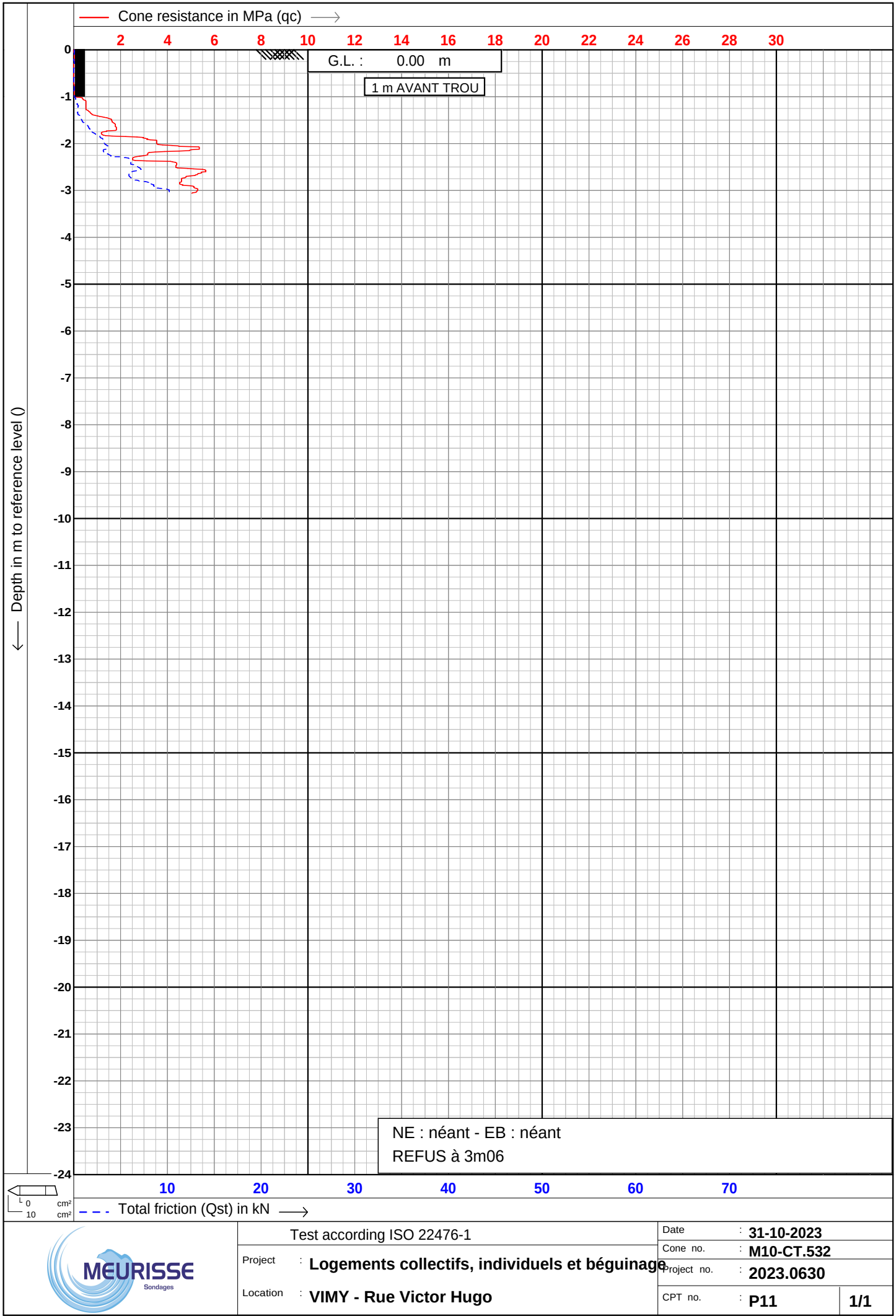


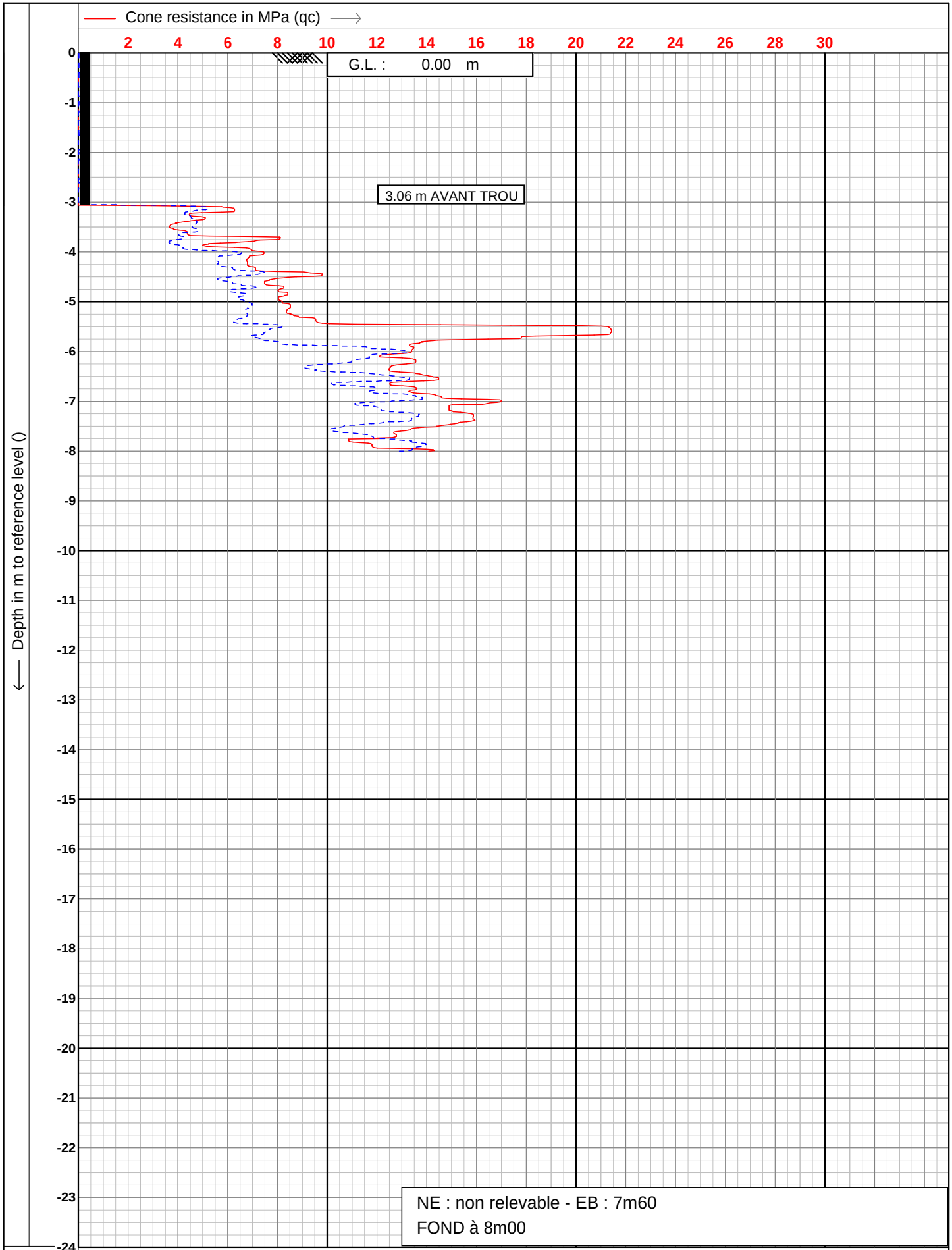


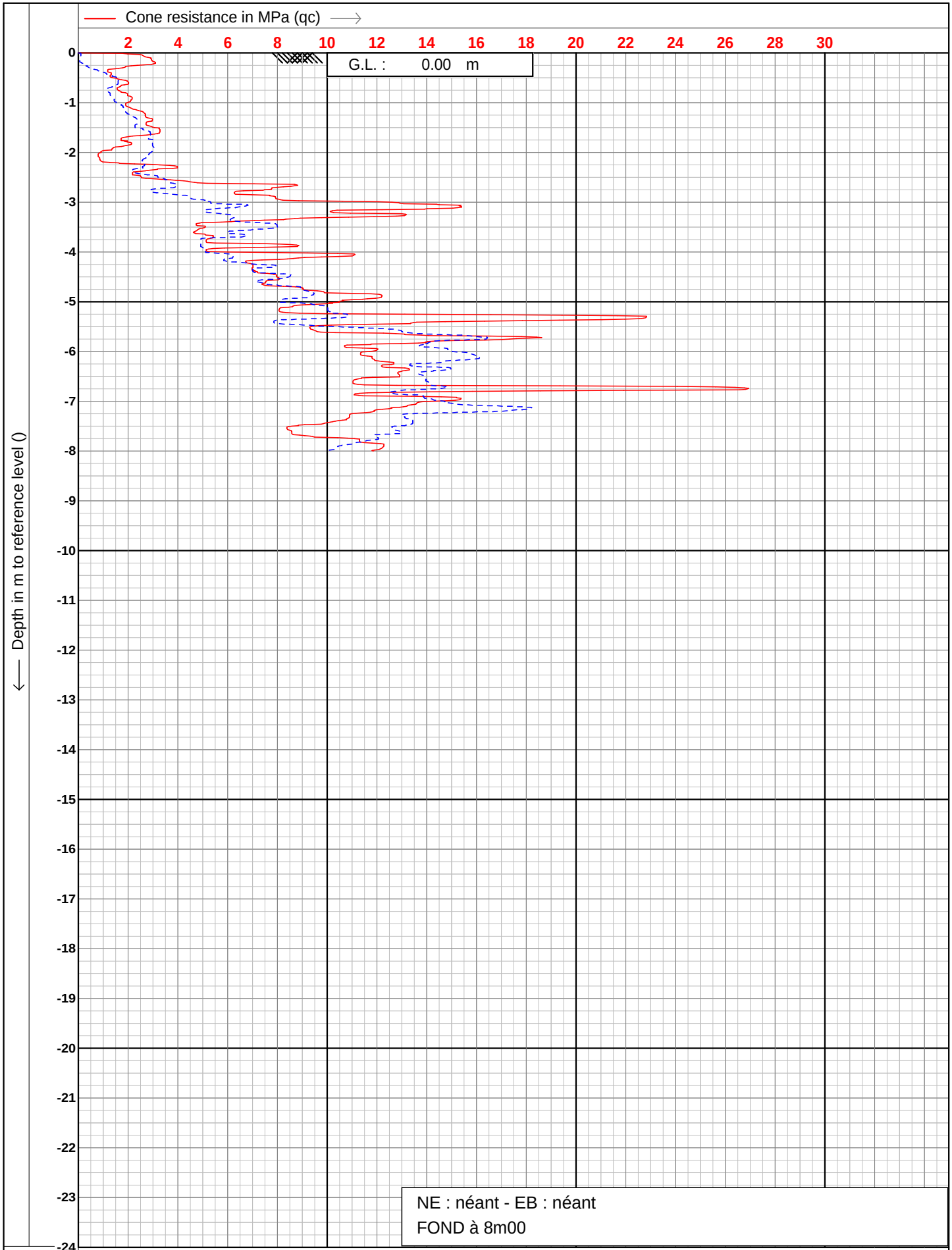












ANNEXE n° 3 :
Coupes des sondages lithologiques



SONDAGE GEOLOGIQUE

Forage Dossier
 R1 2023.0630
 Date de début Chantier
 16/10/2023 VIMY - Rue Victor Hugo
 Altitude undefined Description du dossier
 59.7 m Construction d'un béguinage et de logements individuels et collectifs
 Client
 MLC Promotion

Alt. (m)	Prof. (m)	Figuré	Description	Niveaux d'eau (m)	Outils de forage
59.5			Enrobé sur remblais limoneux marron grisâtre		Tarière ø114 mm
59	0.5		Limon marron, granules de craie		Carottier à paroi mince ø63 mm
58.5					
58	1.75		Craie légèrement limoneuse beige blanchâtre		
57.5					
57	3		Craie blanchâtre		Tarière ø63 mm
56.5					
56	4				
55.5					
55					
54.5					
54					
53.5					
53					
52.5					
52					
51.5					
51					
50.5					
50					
49.5					



SONDAGE GEOLOGIQUE

Forage Dossier
 R2 2023.0630
 Date de début Chantier
 16/10/2023 VIMY - Rue Victor Hugo
 Altitude undefined Description du dossier
 59.5 m Construction d'un béguinage et de logements individuels et collectifs
 Client
 MLC Promotion

Alt. (m)	Prof. (m)	Figuré	Description	Niveaux d'eau (m)	Outils de forage
59.5			Enrobé sur remblais limoneux marron grisâtre		
59	0.5		Limon marron, oxydation		Tarière ø114 mm
58.5					
58					
57.5					
57					Carottier à paroi mince ø63 mm
56.5	3		Craie limoneuse beige blanchâtre		Tarière ø63 mm
56					
55.5	4				
55					
54.5					
54					
53.5					
53					
52.5					
52					
51.5					
51					
50.5					
50					
49.5					
49					



SONDAGE GEOLOGIQUE

Forage Dossier
 R3 2023.0630
 Date de début Chantier
 16/10/2023 VIMY - Rue Victor Hugo
 Altitude undefined Description du dossier
 60.2 m Construction d'un béguinage et de logements individuels et collectifs
 Client
 MLC Promotion

Alt. (m)	Prof. (m)	Figuré	Description	Niveaux d'eau (m)	Outils de forage
60	0.3		Terre végétale		Tarière ø114 mm
59.5					
59					
58.5			Limon marron, oxydation, granules de craie et silex épars		Carottier à paroi mince ø63 mm
58					
57.5					
57	3		Craie limoneuse beige blanchâtre		Tarière ø63 mm
56.5					
56	4				
55.5					
55					
54.5					
54					
53.5					
53					
52.5					
52					
51.5					
51					
50.5					
50					



SONDAGE GEOLOGIQUE

Forage Dossier
 R4 2023.0630
 Date de début Chantier
 16/10/2023 VIMY - Rue Victor Hugo
 Altitude undefined Description du dossier
 61.3 m Construction d'un béguinage et de logements individuels et collectifs
 Client
 MLC Promotion

Alt. (m)	Prof. (m)	Figuré	Description	Niveaux d'eau (m)	Outils de forage
61	0.3		Terre végétale		
60.5					
60			Limon marron, oxydation, granules de craie épars		Tarière ø114 mm
59.5					
59	2.5				Carottier à paroi mince ø63 mm
58.5					
58			Limon marron, passages argileux, oxydation et silex		Tarière ø63 mm
57.5	4				
57					
56.5					
56					
55.5					
55					
54.5					
54					
53.5					
53					
52.5					
52					
51.5					
51					



SONDAGE GEOLOGIQUE

Forage Dossier
 R5 2023.0630
 Date de début Chantier
 16/10/2023 VIMY - Rue Victor Hugo
 Altitude undefined Description du dossier
 60.6 m Construction d'un béguinage et de logements individuels et collectifs
 Client
 MLC Promotion

Alt. (m)	Prof. (m)	Figuré	Description	Niveaux d'eau (m)	Outils de forage
60.5					
60	0.5		Remblais limono-graveleux marron grisâtre, granules de craie et graviers épars		Tarière ø114 mm
59.5					
59			Craie limoneuse beige blanchâtre		Carottier à paroi mince ø63 mm
58.5	2				
58					
57.5			Craie blanchâtre		Tarière ø63 mm
57					
56.5	4				
56					
55.5					
55					
54.5					
54					
53.5					
53					
52.5					
52					
51.5					
51					
50.5					

ANNEXE n° 4 :
**Coupes des fouilles avec essais
d'infiltration**

Référence dossier

N° dossier :	2023.0630	Opérateur(s) :	SD (mise au propre AP)
Client :	MLC Promotion	Adresse du site :	Rue Victor Hugo-VIMY
Date de l'essai :	03/11/2023		

Conditons d'accès / Caractéristiques de la fouille

Coordonnées :	X (m) :	Y (m) :	
Longueur (m) :	1,50	Profondeur (m) :	1,3
Largeur (m) :	0,80	Coefficient géométrique de forme :	0,26

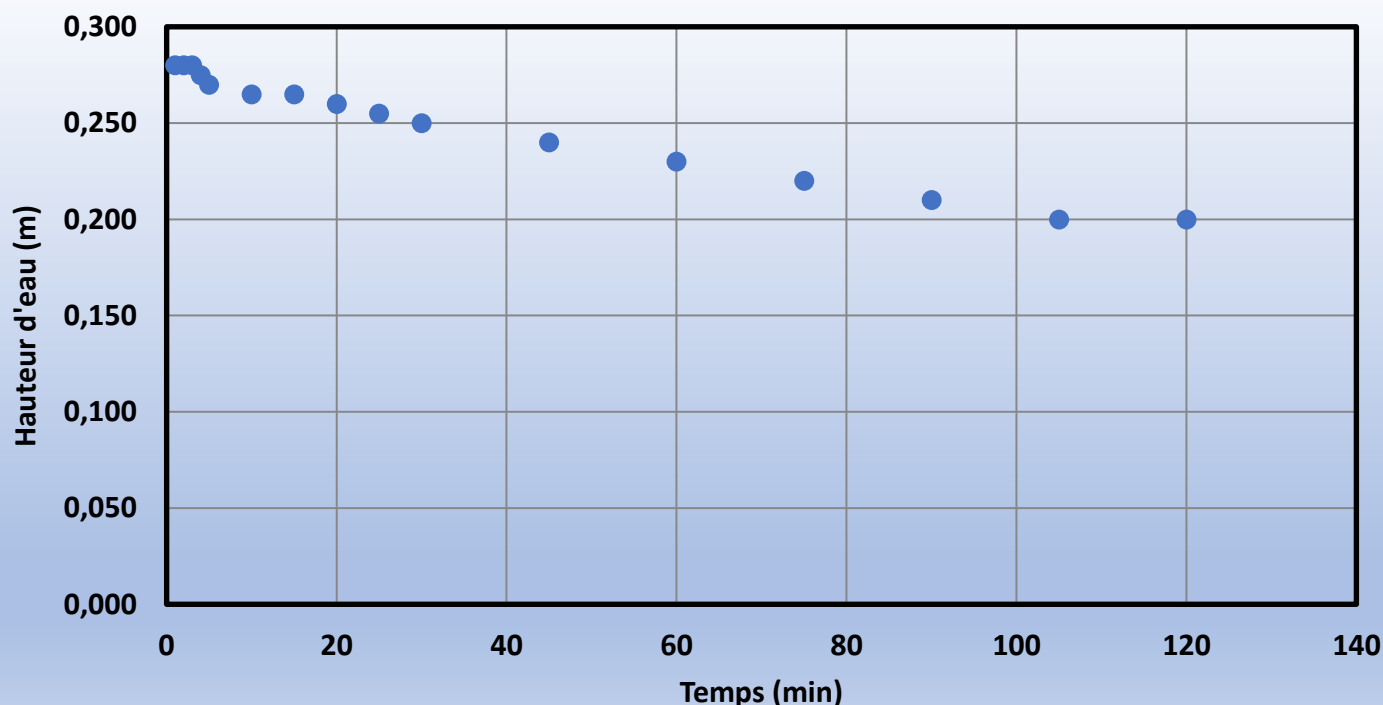
Coupe descriptive

Profondeur (m)	Description
0-0,20	Enrobé et graves hétérogènes
0,20-1,30	Limon marron

Suivi de la descente

t (min)	Hauteur d'eau Hi (cm)	Hauteur d'eau Hi (m)
1	28,0	0,280
2	28,0	0,280
3	28,0	0,280
4	27,5	0,275
5	27,0	0,270
10	26,5	0,265
15	26,5	0,265
20	26,0	0,260
25	25,5	0,255
30	25,0	0,250
45	24,0	0,240
60	23,0	0,230
75	22,0	0,220
90	21,0	0,210
105	20,0	0,200
120	20,0	0,200

Coefficient de perméabilité K (m/s) : 5,85E-06



Référence dossier

N° dossier :	2023.0630	Opérateur(s) :	SD (mise au propre AP)
Client :	MLC Promotion	Adresse du site :	Rue Victor Hugo-VIMY
Date de l'essai :	03/11/2023		

Conditons d'accès / Caractéristiques de la fouille

Coordonnées :	X (m) :	Y (m) :	
Longueur (m) :	1,50	Profondeur (m) :	1,5
Largeur (m) :	0,80	Coefficient géométrique de forme :	0,26

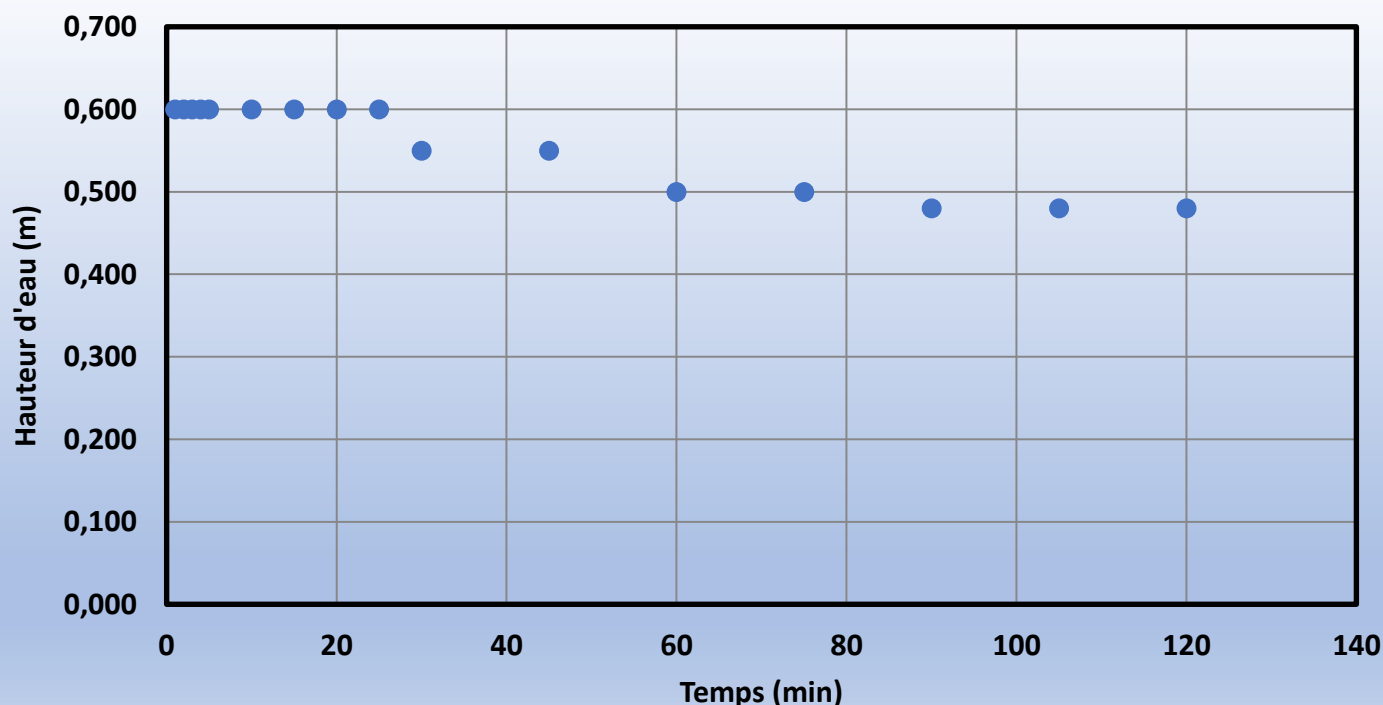
Coupe descriptive

Profondeur (m)	Description
0-0,20	Terre végétale marron
0,20-1,50	Limon marron

Suivi de la descente

t (min)	Hauteur d'eau Hi (cm)	Hauteur d'eau Hi (m)
1	60,0	0,600
2	60,0	0,600
3	60,0	0,600
4	60,0	0,600
5	60,0	0,600
10	60,0	0,600
15	60,0	0,600
20	60,0	0,600
25	60,0	0,600
30	55,0	0,550
45	55,0	0,550
60	50,0	0,500
75	50,0	0,500
90	48,0	0,480
105	48,0	0,480
120	48,0	0,480

Coefficient de perméabilité K (m/s) : 5,48E-06



Référence dossier

N° dossier :	2023.0630	Opérateur(s) :	SD (mise au propre AP)
Client :	MLC Promotion	Adresse du site :	Rue Victor Hugo-VIMY
Date de l'essai :	03/11/2023		

Conditions d'accès / Caractéristiques de la fouille

Coordonnées :	X (m) :	Y (m) :	
Longueur (m) :	1,50	Profondeur (m) :	2,3
Largeur (m) :	0,80	Coefficient géométrique de forme :	0,26

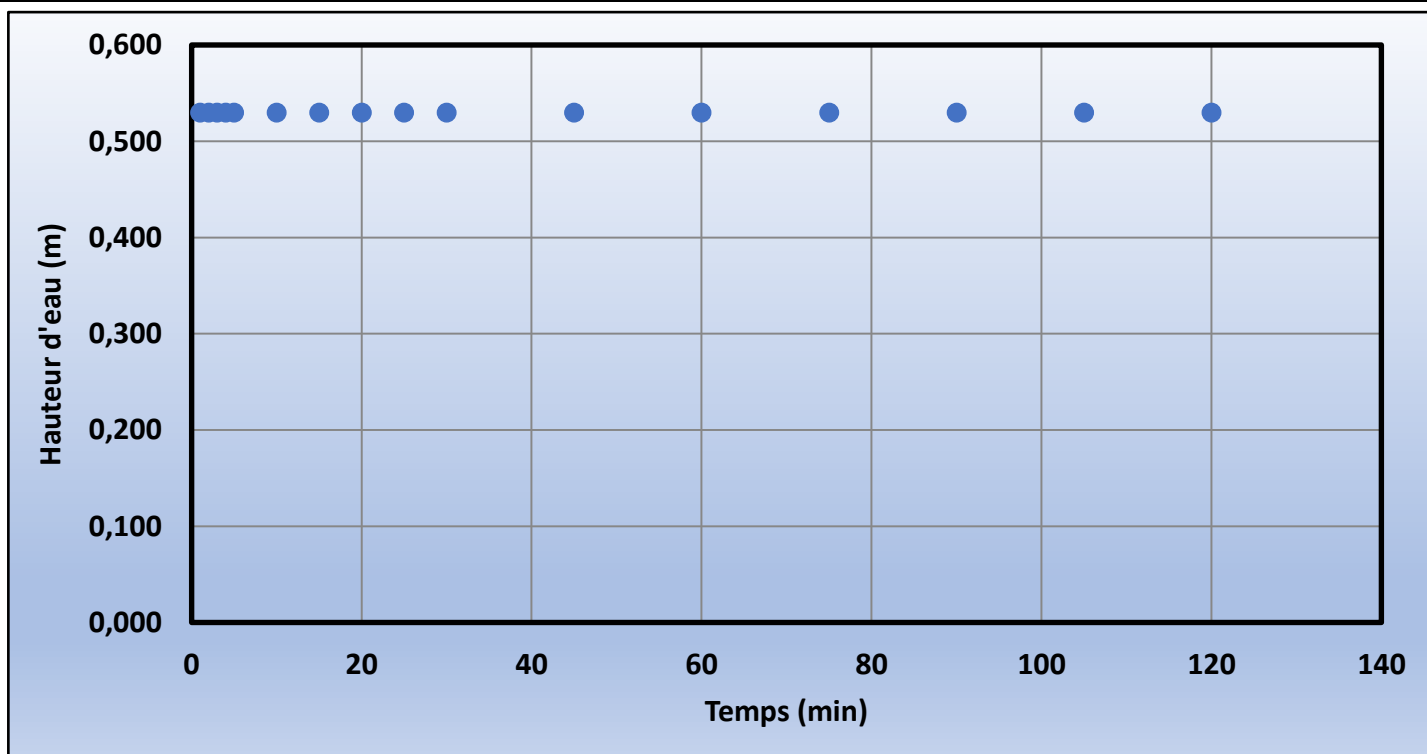
Coupe descriptive

Profondeur (m)	Description
0-0,30	Terre végétale marron
0,30-2	Limon argileux marron
2-2,3	Limon argileux marron + granule de craie

Suivi de la descente

t (min)	Hauteur d'eau Hi (cm)	Hauteur d'eau Hi (m)
1	53,0	0,530
2	53,0	0,530
3	53,0	0,530
4	53,0	0,530
5	53,0	0,530
10	53,0	0,530
15	53,0	0,530
20	53,0	0,530
25	53,0	0,530
30	53,0	0,530
45	53,0	0,530
60	53,0	0,530
75	53,0	0,530
90	53,0	0,530
105	53,0	0,530
120	53,0	0,530

Coefficient de perméabilité K (m/s) : < 1 E-07



Référence dossier

N° dossier :	2023.0630	Opérateur(s) :	SD (mise au propre AP)
Client :	MLC Promotion	Adresse du site :	Rue Victor Hugo-VIMY
Date de l'essai :	03/11/2023		

Conditons d'accès / Caractéristiques de la fouille

Coordonnées :	X (m) :	Y (m) :	
Longueur (m) :	1,50	Profondeur (m) :	2,0
Largeur (m) :	0,80	Coefficient géométrique de forme :	0,26

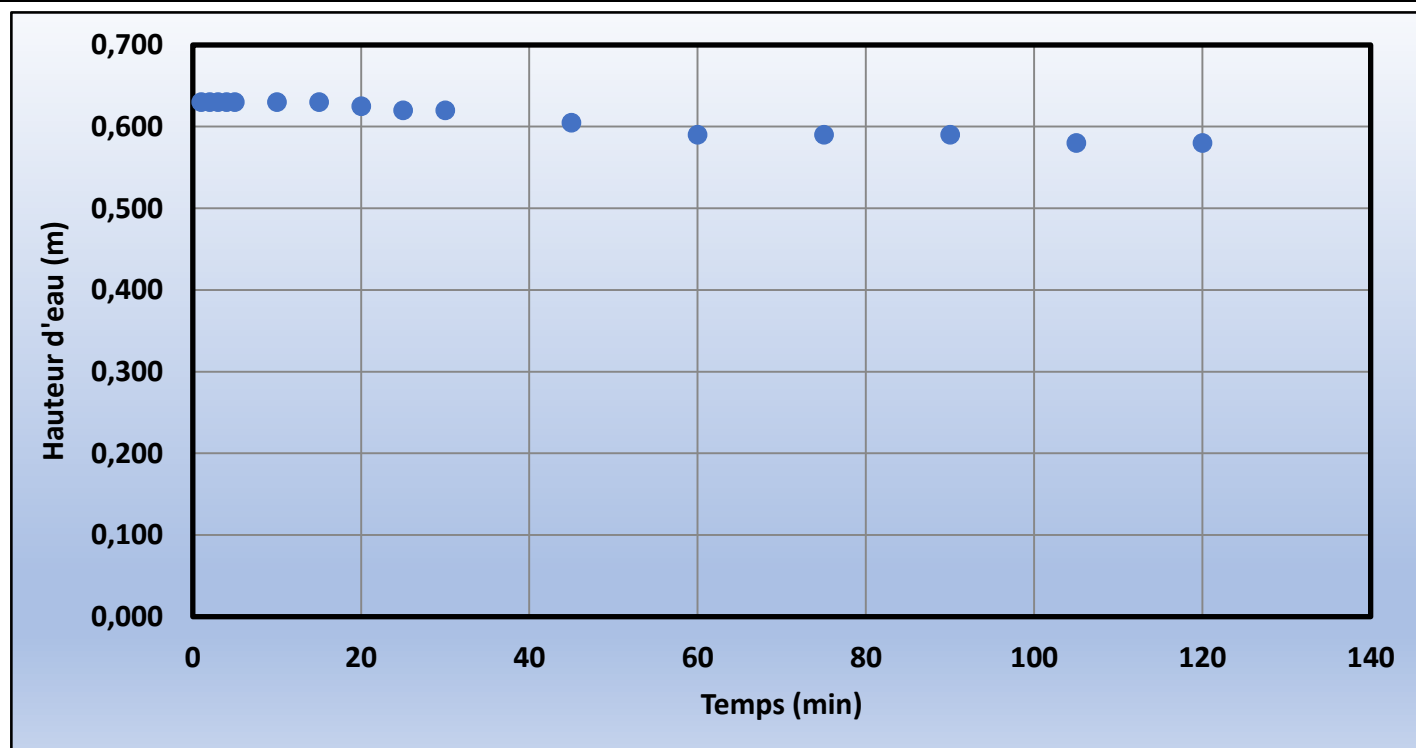
Coupe descriptive

Profondeur (m)	Description
0-0,30	Remblais graveleux noirâtres (schistes et graviers divers)
0,30-1	Limon marron
1,0-2,0	Limon marron + granule de craie

Suivi de la descente

t (min)	Hauteur d'eau Hi (cm)	Hauteur d'eau Hi (m)
1	63,0	0,630
2	63,0	0,630
3	63,0	0,630
4	63,0	0,630
5	63,0	0,630
10	63,0	0,630
15	63,0	0,630
20	62,5	0,625
25	62,0	0,620
30	62,0	0,620
45	60,5	0,605
60	59,0	0,590
75	59,0	0,590
90	59,0	0,590
105	58,0	0,580
120	58,0	0,580

Coefficient de perméabilité K (m/s) : 2,11E-06



	Fouille à la pelle mécanique		Identification de la fouille :	PM5
Référence dossier				
N° dossier :	2023.0630	Opérateur(s) :	SD (mise au propre AP)	
Client :	MLC Promotion	Adresse du site :	Rue Victor Hugo-VIMY	
Date de la fouille :	03/11/2023			
Coupe descriptive				
Profondeur (m)	Description			
0-0,20	Enrobé et graves hétérogènes			
0,20-2,40	Limon marron			

	Fouille à la pelle mécanique		Identification de la fouille :	PM6
Référence dossier				
N° dossier :	2023.0630	Opérateur(s) :	SD (mise au propre AP)	
Client :	MLC Promotion	Adresse du site :	Rue Victor Hugo-VIMY	
Date de la fouille :	03/11/2023			
Coupe descriptive				
Profondeur (m)	Description			
0-0,40	Enrobé et graves hétérogènes			
0,40-2,20	Limon marron			

	Fouille à la pelle mécanique		Identification de la fouille :	PM7
Référence dossier				
N° dossier :	2023.0630	Opérateur(s) :	SD (mise au propre AP)	
Client :	MLC Promotion	Adresse du site :	Rue Victor Hugo-VIMY	
Date de la fouille :	03/11/2023			
Coupe descriptive				
Profondeur (m)	Description			
0 - 0,3	Terre végétale			
0,3 - 2,3	Limon marron, granules de craie			

ANNEXE n° 5 :
Feuilles d'identification des sols

[illegible]

[illegible]

[illegible]

ANNEXE n° 6 :
Procès-verbal des tests
d'agressivité vis-à-vis des
bétons

APOGEO**Andrew PAYEN**

Parc d'entreprises de la Motte au Bois

Rue Pierre Jacquart

62440 HARNES

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 23E206243

Version du : 21/11/2023

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-243880-01

Date de réception technique : 07/11/2023

Première date de réception physique : 07/11/2023

Référence Dossier : N° Projet : 2023.0630 / 201683

Nom Projet : 2023.0630 / 201683

Nom Commande : CS329-01-000943 / 2023.0630 / 201683

Référence Commande : CS329-01-000943 / 2023.0630 / 201683

Coordinateur de Projets Clients : Gilles Lacroix / GillesLacroix@eurofins.com / +33 3 88 91 19 11

N° Ech	Matrice	Référence échantillon
001	Sol (SOL)	PM1
002	Sol (SOL)	PM5

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 23E206243

Version du : 21/11/2023

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-243880-01

Date de réception technique : 07/11/2023

Première date de réception physique : 07/11/2023

Référence Dossier : N° Projet : 2023.0630 / 201683

Nom Projet : 2023.0630 / 201683

Nom Commande : CS329-01-000943 / 2023.0630 / 201683

Référence Commande : CS329-01-000943 / 2023.0630 / 201683

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

001
PM1
SOL

06/11/2023

07/11/2023

13.2°C

002
PM5
SOL

06/11/2023

07/11/2023

13.2°C

Sous-traitance

 EM00B : **Sulfates solubles dans l'acide (SO4) -**
Agressivité sur béton

Sulfate dans l'acide (SO4) Agressivité mg/kg

Béton

Classe d'agressivité selon NF EN 206

<100

1060

< XA1

< XA1

 EM005 : **Degré d'acidité des sols** ml/kg M.S.

selon BAUMANN GULLY

<20

<20


Marie Diebolt

Coordinatrice Projets Clients

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 5 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai. Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon et autres informations identifiées comme provenant du client), ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire. Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 23E206243

Version du : 21/11/2023

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-243880-01

Date de réception technique : 07/11/2023

Première date de réception physique : 07/11/2023

Référence Dossier : N° Projet : 2023.0630 / 201683

Nom Projet : 2023.0630 / 201683

Nom Commande : CS329-01-000943 / 2023.0630 / 201683

Référence Commande : CS329-01-000943 / 2023.0630 / 201683

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Tous les éléments de traçabilité et incertitude (déterminée avec $k = 2$) sont disponibles sur demande.

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire agréé par le gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg pour l'accomplissement de tâches techniques d'étude et de vérification dans le domaine de l'environnement – Détail disponible sur demande

Annexe technique

Dossier N° :23E206243

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-243880-01

Emetteur : Andrew PAYEN

Commande EOL : 006-10514-1073358

Nom projet : N° Projet : 2023.0630 / 201683

Référence commande : CS329-01-000943 / 2023.0630 / 201683

2023.0630 / 201683

Nom Commande : CS329-01-000943 / 2023.0630 / 201683

Sol

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Incertitude à la LQ	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
EM005	Degré d'acidité des sols selon BAUMANN GULLY	Potentiométrie - EN 16502	20		ml/kg M.S.	Prestation soustraite à Eurofins Analyses Des Matériaux Et Combustibles Fr
EM00B	Sulfates solubles dans l'acide (SO4) - Agressivité sur béton Sulfate dans l'acide (SO4) Agressivité Béton Classe d'agressivité selon NF EN 206	Gravimétrie - NF EN 196-2 - NF EN 206	100		mg/kg	

Annexe de traçabilité des échantillons

Cette traçabilité recense les flacons des échantillons scannés dans EOL sur le terrain avant envoi au laboratoire

Dossier N° : 23E206243

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-243880-01

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-1073358

Nom projet : N° Projet : 2023.0630 / 201683
2023.0630 / 201683

Référence commande : CS329-01-000943 / 2023.0630 /
201683

Nom Commande : CS329-01-000943 / 2023.0630 / 201683

Sol

N° Ech	Référence Client	Date & Heure Prélèvement	Date de Réception Physique ⁽¹⁾	Date de Réception Technique ⁽²⁾	Code-Barre	Nom Flacon
001	PM1	06/11/2023 10:07:00	07/11/2023	07/11/2023	P09347138	Seau Lixi
002	PM5	06/11/2023 10:07:00	07/11/2023	07/11/2023	P09458656	Seau Lixi

(1) : Date à laquelle l'échantillon a été réceptionné au laboratoire.

Lorsque l'information n'a pas pu être récupérée, cela est signalé par la mention N/A (non applicable).

(2) : Date à laquelle le laboratoire disposait de toutes les informations nécessaires pour finaliser l'enregistrement de l'échantillon.

**EUROFINS ANALYSES POUR
L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS
Département Environnement**

5 rue d'Otterswiller
67700 SAVERNE

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-23-EM-017317-01 Version du : 21/11/2023

Page 1/2

Dossier N° : 23Q008794

Date de réception : 09/11/2023

Référence Dossier :

Référence Commande : EUFRSA200136735

N° Ech	Matrice	Référence échantillon	Préleveur
001	Sols	23E206243-001	Client

Conservation de vos échantillons

Les échantillons seront conservés pendant 1 mois après la date d'édition du rapport. Sans avis contraire, ils seront détruits après cette période sans aucune communication de notre part.

EUROFINS ANALYSES DES MATERIAUX ET COMBUSTIBLES France SAS

20 rue du Kochersberg
67700 Saverne
SAS au capital de 115 750 €
APE 7120B RCS SAVERNE 529294100
TVA FR72529294100
Tél 03 88 021 562 - fax 03 88 916 531
Mail : Materiaux@Eurofins.com

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-23-EM-017317-01 Version du : 21/11/2023

Page 2/2

Dossier N° : 23Q008794

Date de réception : 09/11/2023

Référence Dossier :

Référence Commande : EUFRSA200136735

N° Echantillon **23Q008794-001**

Référence : 23E206243-001

Date de prélèvement : 06/11/2023

Début d'analyse : 13/11/2023

Description échantillon : PM1 -

Essais Chimiques

	Résultat	Unité	Limite
EM005 : Degré d'acidité des sols selon BAUMANN GULLY Prestation réalisée sur le site de Saverne (Non accrédité) Potentiométrie - EN 16502	<20	ml/kg M.S.	
EM00B : Sulfates solubles dans l'acide (SO4) - Agressivité sur béton Prestation réalisée sur le site de Saverne (Non accrédité) Gravimétrie - NF EN 196-2 - NF EN 206			
Sulfate dans l'acide (SO4) Agressivité Béton	<100	mg/kg	
Classe d'agressivité selon NF EN 206	< XA1		

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 2 page(s).

Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire n'est pas responsable de la représentativité des échantillons. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon et autres informations identifiées comme provenant du client), ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire.

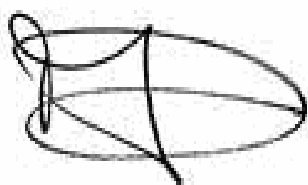
Les résultats non conformes aux limites ou références de qualité sont signalés par un rond noir ● .

Lors de l'émission d'une nouvelle version de rapport, toute modification est identifiée par une mise en forme gras, italique et souligné ou notifiée en observation.

Les résultats précédés du signe "<" correspondent à des limites de quantification. Tous les éléments de traçabilité et incertitude (déterminée avec k = 2) sont disponibles sur demande. Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

MS : Matières Sèches

P.B. : Produit Brut



Dorothée Mangold
Cheffe d'Equipe

EUROFINS ANALYSES DES MATERIAUX ET COMBUSTIBLES France SAS

20 rue du Kochersberg

67700 Saverne

SAS au capital de 115 750 €

APE 7120B RCS SAVERNE 529294100

TVA FR72529294100

Tél 03 88 021 562 - fax 03 88 916 531

Mail : Materiaux@Eurofins.com

**EUROFINS ANALYSES POUR
L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS
Département Environnement**

5 rue d'Otterswiller
67700 SAVERNE

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-23-EM-017318-01 Version du : 21/11/2023

Page 1/2

Dossier N° : 23Q008794

Date de réception : 09/11/2023

Référence Dossier :

Référence Commande : EUFRSA200136735

N° Ech	Matrice	Référence échantillon	Préleveur
002	Sols	23E206243-002	Client

Conservation de vos échantillons

Les échantillons seront conservés pendant 1 mois après la date d'édition du rapport. Sans avis contraire, ils seront détruits après cette période sans aucune communication de notre part.

EUROFINS ANALYSES DES MATERIAUX ET COMBUSTIBLES France SAS

20 rue du Kochersberg
67700 Saverne
SAS au capital de 115 750 €
APE 7120B RCS SAVERNE 529294100
TVA FR72529294100
Tél 03 88 021 562 - fax 03 88 916 531
Mail : Materiaux@Eurofins.com

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-23-EM-017318-01 Version du : 21/11/2023 Page 2/2
 Dossier N° : 23Q008794 Date de réception : 09/11/2023
 Référence Dossier :
 Référence Commande : EUFRSA200136735

N° Echantillon : **23Q008794-002** Référence : 23E206243-002
 Date de prélèvement : 06/11/2023
 Début d'analyse : 13/11/2023
 Description échantillon : PM5 -

Essais Chimiques

	Résultat	Unité	Limite
EM005 : Degré d'acidité des sols selon BAUMANN GULLY Prestation réalisée sur le site de Saverne (Non accrédité) Potentiométrie - EN 16502	<20	ml/kg M.S.	
EM00B : Sulfates solubles dans l'acide (SO4) - Agressivité sur béton Prestation réalisée sur le site de Saverne (Non accrédité) Gravimétrie - NF EN 196-2 - NF EN 206			
Sulfate dans l'acide (SO4) Agressivité Béton	1060	mg/kg	
Classe d'agressivité selon NF EN 206	< XA1		

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 2 page(s).

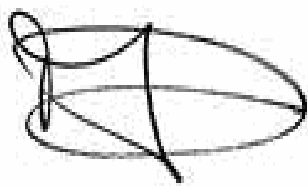
Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire n'est pas responsable de la représentativité des échantillons. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon et autres informations identifiées comme provenant du client), ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire.

Les résultats non conformes aux limites ou références de qualité sont signalés par un rond noir ● .

Lors de l'émission d'une nouvelle version de rapport, toute modification est identifiée par une mise en forme gras, italique et souligné ou notifiée en observation.

Les résultats précédés du signe "<" correspondent à des limites de quantification. Tous les éléments de traçabilité et incertitude (déterminée avec k = 2) sont disponibles sur demande. Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

MS : Matières Sèches
 P.B. : Produit Brut



Dorothée Mangold
 Cheffe d'Equipe

ANNEXE n° 7 :
Plans d'implantation des
investigations réalisées

PROGRAMME HABITAT & COMMERCE

- 01 - Collectifs 66 lgts sociaux
6 Pavillons de 11 appartements
- 02 - Bâguinage seniors 20 lgts sociaux
20 logements T2/T3 de plain-pied
- 03 - 21 parcelles logements individuels
21 logements accession



V1 - 01-09-2023



Rue Victor Hugo, Le Petit Vimy, Vimy Lens, Pas-de-Calais, Hauts-de-France, France métropolitaine, 62580, France



LEGENDE :

- Site d'étude
- Investigations
 - Sondage géologique
 - Essai pénétrométrique
 - Fouille
 - Fouille + Essai d'infiltration





Rue Victor Hugo, Le Petit Vimy, Vimy, Lille, France



LEGENDE :

Site d'étude

Investigations

Sondage géologique

Essai pénétrométrique

Fouille

Fouille + Essai d'infiltration

