



RAPPORT

Étude Géotechnique de conception

Phase Projet (G2 PRO)

Construction de locaux pour le relogement de l'ALIP de Saint-Omer

LONGUENESSE (62 219)

109 route des Bruyères

Référence : 2024/00343/LILLE/02				Mission G2 Phase PRO		
Indice	Date	Modifications Observations	Nbre pages	Établi par	Vérifié par	Approuvé par
			Texte + annexes			
0	17/04/25	Première émission	46 + annexes	V.RAMEAUX	P.AGUADO	L.ANGLADE
A						
B						
C						

Nb : l'indice le plus récent de la même mission, annule et remplace les indices précédents

AGENCE LILLE

ZI des Près Loribès
Rue André Citroën
59128 FLERS EN ESCREBIEUX
Tél : 03.91.83.38.30
Mail : agence.nordpicardie@geotec.fr

Siège social :

9 bld de l'Europe 21800 QUETIGNY
Tél. : 03.80.48.93.20
SAS au capital de 952 200 € - Siret 778 196501 00028
Code NAF 7112B – Qualité OPQIBI
Membre SYNTEC, USG et UPDS - www.geotec.fr

SOMMAIRE

1. CADRE D'INTERVENTION	4
1.1 INTERVENANTS	4
1.2 PROJET, DOCUMENTS RECUS ET HYPOTHESES	4
1.3 MISSION.....	5
1.4 REMARQUES	5
2. CONTEXTE DU SITE ET CONTENU DE LA RECONNAISSANCE.....	6
2.1 LE SITE.....	6
2.1.1 Historique du site	6
2.1.2 Etat actuel	6
2.2 PREMIERE APPROCHE DE LA ZONE D'INFLUENCE GÉOTECHNIQUE	7
2.3 CONTENU DE LA RECONNAISSANCE	8
2.4 IMPLANTATION ET NIVELLEMENT DES SONDAGES	8
3. CADRE GEOLOGIQUE – RESULTATS DE LA RECONNAISSANCE.....	9
3.1 NATURE ET CARACTERISTIQUES DES SOLS	9
3.2 ESSAIS EN LABORATOIRE	11
3.2.1 Identification GTR.....	11
3.2.2 Analyses de l'agressivité chimique des sols et des eaux vis-à-vis des bétons.....	11
3.3 RISQUES NATURELS ET ANTHROPIQUES.....	11
3.4 DONNEES SISMIQUES – RISQUE DE LIQUEFACTION.....	13
3.5 HYDROGEOLOGIE.....	14
3.5.1 Mesures ponctuelles	14
3.5.2 Suivi piézométrique	14
3.5.3 Essais d'eau ponctuels	15
3.6 POLLUTION.....	15
4. TERRASSEMENTS	17
4.1 PROJET ENVISAGE.....	17
4.2 CONTRAINTES DU SITE.....	17
4.3 EXTRACTION.....	17
4.4 STABILITE DES TALUS ET DES AVOISINANTS – TERRASSEMENT EN PLEINE FOUILLE.....	17
4.5 TRAFICABILITE EN PHASE CHANTIER	17
4.6 SUJETIONS D'EXECUTION	18
4.7 MISE HORS D'EAU.....	18
4.7.1 Phase provisoire	18

4.7.2	Phase définitive	18
5.	ETUDE DES OUVRAGES GÉOTECHNIQUES	19
5.1	FONDACTIONS SUPERFICIELLES APRES RENFORCEMENT DES SOLS PAR INCLUSIONS RIGIDES	19
5.1.1	Principe d'amélioration	19
5.1.2	Référentiels	20
5.1.3	Modèle géotechnique et hydrogéologique.....	20
5.1.4	Principes et paramètres pour les justifications GEO	20
5.1.5	Paramètres pour les justifications STR	23
5.1.6	Exemples de dimensionnement sous semelles.....	25
5.1.7	Dispositions constructives.....	28
5.1.8	Sujétions d'exécution	28
5.1.9	Contrôles	29
5.1.10	Missions géotechniques complémentaires	30
5.2	DALLE BASSE.....	30
5.3	VOIRIES	30
5.3.1	Préparation du fond de forme	30
5.3.2	Couche de forme	31
5.3.3	Contrôles	31
5.3.4	Exemple de prédimensionnement	31
5.3.5	Sujétions particulières	32
6.	RECOMMANDATIONS POUR LA MISE AU POINT DU PROJET	33
	CONDITIONS GENERALES	34
	ENCHAÎNEMENT DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE	37
	TABEAU 2 - CLASSIFICATION DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE	38
	ANNEXES	40
	ANNEXE 1 – PLAN DE SITUATION.....	41
	ANNEXE 2 – PLAN D'IMPLANTATION.....	42
	ANNEXE 3 – SONDAGES ET ESSAIS.....	43
	ANNEXE 4 – ESSAIS EN LABORATOIRE	44
	ANNEXE 5 – CALCULS	45

1. CADRE D'INTERVENTION

1.1 INTERVENANTS

A la demande et pour le compte du Ministère de la Justice, Géotec a réalisé la présente étude sur le site suivant : 109 route des Bruyères, derrière le Centre Pénitentiaire de LONGUENESSE (62 219).

Les autres intervenants connus au moment de l'étude sont les suivants :

- Bureau d'Etude Technique : BTC

1.2 PROJET, DOCUMENTS RECUS ET HYPOTHESES

➤ Documents reçus

Les documents suivants ont été mis à la disposition de GÉOTEC :

Document	Émetteur	Référence	Date	Cote altimétrique	Remarques
Cahier des charges géotechnique avec le plan	BTC	-	07/12/23	Oui (NGF)	-
Rapport de sol – Mission G2 AVP	GEOTEC	24/00843/LILLE	19/11/24	Oui (NGF)	-
Rapport d'étude de sites et sols pollués	GEOTEC	24/00843/LILLE/01	09/10/24	Oui (NGF)	-
Descentes de charges	BTC	NDC Structure	Avril 2025	non	DDC fournie pour des appuis ponctuels et filants

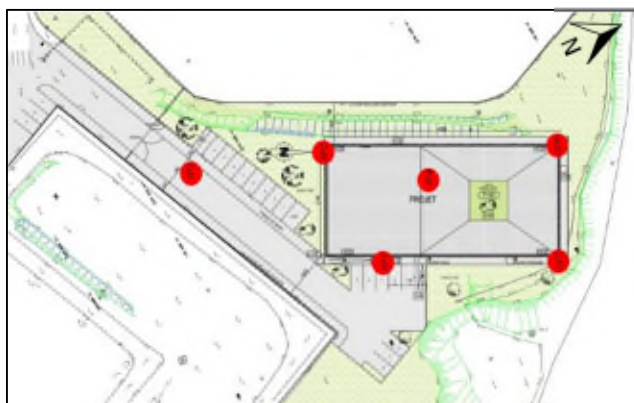
➤ Description du projet

Le projet consiste en la construction de locaux pour reloger l'ALIP de Saint Omer, avec une zone de stationnement de véhicules.

La future construction sera de type simple RdC sans niveau enterré et sera composée de 32 bâtiments modulaires à ossatures bois de (3m x 9m x 3m de hauteur).

L'emprise au sol du bâtiment est de l'ordre de 980 m² comprenant un patio de 75 m².

La voie existante sera prolongée avec le projet afin de desservir le nouveau bâtiment et les places de parking.



Plan de masse projet

En mission G2 AVP, nous avons préconisé de fonder les containers sur des semelles filantes rigidifiées sur un gros béton de rattrapage ancré dans l'ensemble de limon +/- sableux et d'argile marron-gris-noir observé sous les remblais dont le toit a été observé des profondeurs comprises entre 0.4 et 2.5 m par rapport au niveau fini du bâtiment au droit des sondages CPT1 à CPT4. Une contrainte de calcul aux ELS égale à 0.10 MPa a été retenue.

➤ Hypothèses / Données d'entrée

D'après les éléments issus du cahier des charges établi par BTC, le niveau du RdC est prévu à la cote +71.63 m NGF, soit environ 0 à 1.7 m sous le niveau du Terrain Actuel (noté TA dans tout le rapport).

Les descentes de charges ont été fournies par BTC pour des appuis ponctuels et filants.

Le référentiel retenu par le maître d'Ouvrage dans le cadre du présent projet est l'Eurocode 7.

1.3 MISSION

Conformément à son offre Réf. **2024/00343/LILLE indice B** du 01/07/2024, GEOTEC a reçu une mission géotechnique de conception, phase projet (G2 PRO) selon les termes de la norme NF P 94-500 révisée en novembre 2013, relative aux missions géotechniques.

Cette étude repose sur des investigations géotechniques réalisées par GEOTEC dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception phase avant-projet G2 AVP. L'étude intègre également les investigations réalisées dans le cadre du diagnostic pollution réalisé par Géotec.

Il est rappelé que la phase projet de la mission d'étude géotechnique de conception G2 doit être complétée par la phase DCE/ACT puis par des missions G3 (étude et suivi géotechnique d'exécution réalisés par le géotechnicien de l'entreprise) et G4 (supervision géotechnique d'exécution) afin de limiter les aléas géotechniques qui peuvent apparaître en cours ou après réception des ouvrages. GEOTEC reste à la disposition des intervenants, et notamment de l'équipe de maîtrise d'œuvre, pour l'exécution des missions complémentaires de conception G2 et G4, la mission G3 étant réalisée par les entreprises de travaux.

L'exploitation et l'utilisation de ce rapport doivent respecter les « Conditions générales » données en fin de rapport.

1.4 REMARQUES

Toutes les abréviations utilisées dans ce rapport sont conformes à la norme XP 94-010 hormis les suivantes :

- RDC : rez-de-chaussée ;
- TA : terrain actuel ;
- EE : eaux exceptionnelles ;
- EH : eaux hautes ;
- EB : eaux basses ;
- EC : eaux de chantier ;
- NGF : nivellement général de la France défini selon l'IGN69 ;
- DDT : direction départementale des territoires ;
- DDTM : direction départementale des territoires et de la Mer.

2. CONTEXTE DU SITE ET CONTENU DE LA RECONNAISSANCE

2.1 LE SITE

2.1.1 Historique du site

On se référera à l'étude historique réalisée dans le cadre du diagnostic pollution (réf 24/00343/LILLE/01 en date du 9/10/24°.

Les photographies aériennes mettent en évidence une occupation du périmètre d'étude par une carrière en partie Nord depuis à minima 1935, la partie Sud correspond à un espace vert avec la présence de cheminements. Entre 1946 et 1968, l'exploitation de la carrière s'étend progressivement à l'ensemble du périmètre d'étude, et au-delà de ce dernier. La carrière semble remblayée entre 1970 et 1987. Des déblais issus de la construction du centre pénitentiaire situé en bordure extérieure Nord sont déposés sur le périmètre d'étude en 2011. Puis le site retrouve un usage d'espaces verts.

2.1.2 Etat actuel

Le terrain étudié se trouve à LONGUENESSE (62 219), 109 route de Bruyères à l'arrière du centre pénitentiaire. Il est délimité par :

- Des clôtures puis les bâtiments du centre pénitentiaire au Nord et au Sud ;
- Des stationnements VL à l'Ouest ;
- Une zone arborée à l'Est.



Vue aérienne

C'est actuellement un terrain globalement plat qui possède un léger talus en périphérie de hauteur comprise entre 0.5 m en partie Nord et Ouest à 1.5/2 m en partie Est. Le niveau du terrain correspond globalement au niveau fini du terrain situé au Sud.

D'après les éléments transmis, le site correspondrait à une ancienne décharge. Le terrain aurait été la base vie du chantier de construction du bâtiment situé au Nord.

L'épaisseur des remblais serait de l'ordre de 2m d'après le cahier des charges de BTC.

Son altitude actuelle est comprise entre les cotes +71.52 et +73.42 m NGF selon notre relevé GPS des points de sondage.



Clôture du bâtiment Sud

2.2 PREMIERE APPROCHE DE LA ZONE D'INFLUENCE GÉOTECHNIQUE

La zone d'influence géotechnique (ZIG) ne se limite pas qu'à la parcelle intéressée par le projet. La ZIG intéresse également :

- Les ouvrages mitoyens suivants (interface entre fondations / terrassements), notamment les fondations des clôtures des bâtiments de la prison ;
- Les parcelles mitoyennes (interface entre fondations / terrassements) ;
- Les chaussées mitoyennes (terrassements) ;
- L'environnement périmétrique du site (terrassements / pompage et son cône d'influence / stabilité de pente).

2.3 CONTENU DE LA RECONNAISSANCE

La campagne de reconnaissance définie par GÉOTEC a consisté en l'exécution de :

- **2 sondages géologiques** (ST1 et ST2) en diamètre 63 mm. La sondeuse utilisée est de marque GÉOTEC type TB-175. Ces sondages ont atteint une profondeur de 10.00 m/TA. Ils ont permis de visualiser la nature des sols traversés et de prélever des échantillons pour analyses en laboratoire.
- **2 fouilles à la pelle mécanique** (PM1 et PM2). Ces fouilles ont atteint des profondeurs comprises entre 2.00 et 2.10 m/TA. Elles ont permis de visualiser la nature des sols traversés et de prélever des échantillons pour analyses en laboratoire.
- **2 essais de perméabilité de type MATSUO** (EM1 et EM2) réalisés dans des fouilles à la pelle mécanique descendues à une profondeur de 2.00 m/TA.
- **2 essais de perméabilité de type LEFRANC** (EL1 et EL2) réalisés dans des sondages destructifs descendus à des profondeurs comprises entre 4.60 et 5.50 m/TA.
- **1 piézomètre** de 10.00 m équipe le site. Il a été mis en place dans le sondage précédent (ST1). Il est coiffé en tête d'une protection métallique cadenassée.

GÉOTEC procède actuellement à un suivi mensuel du niveau d'eau de ce piézomètre. Cette mission est prévue pour une durée de 12 mois.

- **4 essais au pénétromètre statique lourd** de 20t (CPT1 à CPT4) poussés au refus à des profondeurs comprises entre 5.80 et 9.60 m/TA. Ces essais ont permis de mesurer en continu la résistance mécanique de chaque horizon traversé. Cette résistance s'interprète en termes d'homogénéité et de portance du sol.
- **des analyses de laboratoire** qui comprennent :
 - o 1 identification GTR ;
 - o 1 analyse de l'agressivité des sols vis-à-vis des bétons ;
 - o 1 analyse de l'agressivité des eaux vis-à-vis des bétons.

Nous intégrerons également les investigations réalisées dans le cadre du diagnostic pollution (réf 24/00343/LILLE/01), à savoir :

- **4 fouilles à la pelle mécanique** (PM100 à PM103). Ces fouilles ont atteint des profondeurs comprises entre 2.80 et 3.00 m/TA. Elles ont permis de visualiser la nature des sols traversés.

2.4 IMPLANTATION ET NIVELLEMENT DES SONDAGES

La position des sondages et essais figure sur le schéma d'implantation en annexe 2.

L'implantation a été réalisée au mieux des conditions d'accès et au mieux de la précision des plans remis pour la campagne de reconnaissance.

M. Renier, représentant du Maître d'Ouvrage a défini les implantations des points de sondage lors de notre intervention sur le site.

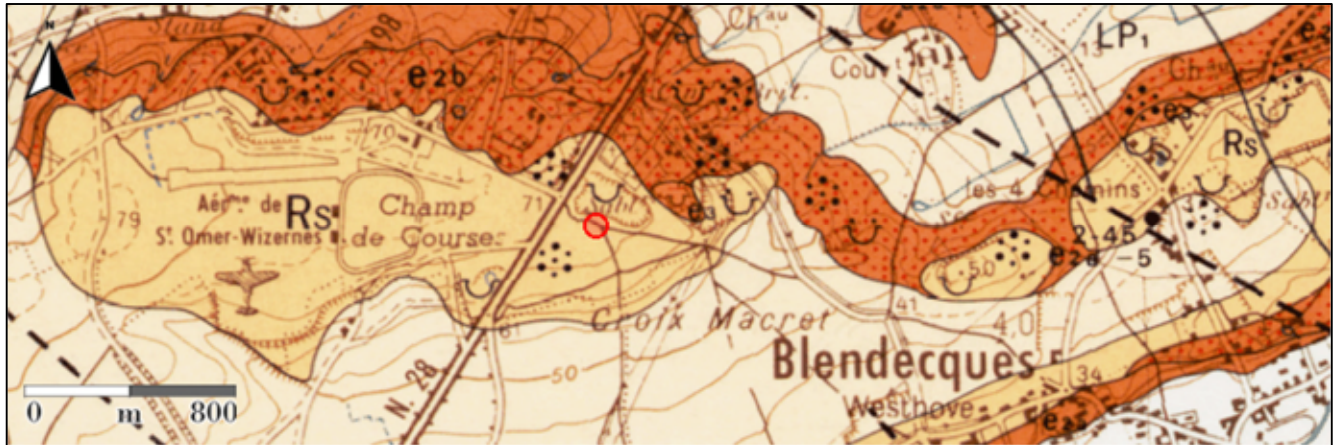
Les sondages ont été relevés en planimétrie (X et Y en Lambert 93 CC50) et en altimétrie (Z en NGF).

Les profondeurs sont comptées par rapport au Terrain Actuel (TA).

3. CADRE GEOLOGIQUE – RESULTATS DE LA RECONNAISSANCE

D'après la carte géologique de Saint-Omer au 1/50000 et notre connaissance de ce secteur, la géologie attendue est la suivante :

- Remblais anthropiques (ancienne décharge de chantier) ;
- Formations résiduelles à silex ;
- Sable et grès d'Ostricourt (Landénien supérieur) ;
- Argile de Louvil et tuffeau (Landénien inférieur) ;
- Craie du Sénonien.



Extrait de la carte géologique

3.1 NATURE ET CARACTERISTIQUES DES SOLS

La campagne de reconnaissance a mis en évidence, sous un **couvert de terre végétalisée limoneuse** de 20 cm d'épaisseur environ, les formations suivantes :

- Des **remblais divers +/- limoneux, +/- argileux et +/- sableux gris-marron pouvant présenter des débris de brique et de silex, des cailloutis, des briques, des blocs, de l'enrobé, du bois et des déchets (plastique, tissu, verre, ...)** identifiés et supposés au droit de tous les sondages jusqu'à des profondeurs comprises entre 0.90 et 3.40 m/TA. Ces remblais correspondent à l'ancienne décharge.

- Leurs caractéristiques mécaniques sont hétérogènes, faibles, ponctuellement plus élevées (pics au pénétromètre) :

$$1.0 \leq q_c \leq 7.7 \text{ MPa}$$

- un **ensemble de limon +/- sableux et d'argile gris-marron-noir-bleu** identifié et supposé au droit de tous les sondages sauf PM1, PM2, PM100 et PM101 jusqu'à des profondeurs comprises entre 2.00 m/TA (arrêt des sondages EM1 et EM2) et 6.00 m/TA. On peut attribuer cette formation aux formations résiduelles à silex.

- Ses caractéristiques mécaniques sont globalement faibles, ponctuellement très faibles (**limons mous et argiles molles** au regard des EC7) :

$$0.5 \leq q_c \leq 5.6 \text{ MPa}$$

Une odeur vasarde est observée dans les **limons noirâtres** prélevés entre 3.00 et 5.50 m de profondeur/TA au droit de ST1. Par ailleurs des cailloutis et des débris de brique sont

observés dans les échantillons prélevés au droit de ST1 et ST2 mais semblent correspondre à de la ramasse (remblais sus-jacents). Enfin, on peut noter la **présence ponctuelle d'une fraction grossière (cailloutis, grave et silex)** notamment au droit de ST2 dans cette formation.

- un **sable +/- limoneux jaunâtre** identifié et supposé au droit des sondages ST1, ST2 et CPT1 à CPT4 jusqu'à des profondeurs comprises entre 5.80 m/TA (refus au droit de CPT1) et 10.00 m/TA, profondeur d'arrêt de la reconnaissance. On peut attribuer cette formation aux sables et grès d'Ostricourt.

- Jusqu'à 8.40 m de profondeur au droit de CPT3, ses caractéristiques mécaniques sont faibles (**sable lâche** selon les EC7) :

$$1.5 \leq q_c \leq 5.3 \text{ MPa}$$

- Au-delà de 8.40 m de profondeur au droit de CPT3 et au droit des CPT1, CPT2 et CPT4, ses caractéristiques mécaniques sont moyennes à très élevées (**sable dense à très dense** selon les EC7) :

$$5 \leq q_c < 30 \text{ MPa (refus)}$$

La stratigraphie relevée au droit de chaque sondage est résumée dans le tableau suivant :

Sondage	Cote du TA (m NGF)	Remblai		Limon / Argile +/- limoneuse +/- sableuse		Sable +/- limoneux	
		Prof. (m/TA)	Cote (m NGF)	Prof. (m/TA)	Cote (m NGF)	Prof. (m/TA)	Cote (m NGF)
ST1+PZ1	73.29	3.00	70.29	7.50	65.79	10.00	63.29
ST2	71.52	3.00	68.52	4.50	67.02	10.00	61.52
CPT1*	73.26	3.00	70.26	5.60	67.66	5.80	67.46
CPT2*	72.54	3.40	69.14	6.00	66.54	9.60	62.94
CPT3*	71.71	2.00	69.71	4.00	67.71	9.20	62.51
CPT4*	73.33	3.20	70.13	5.80	67.53	7.60	65.73
PM1	72.97	2.10	70.87	-	-	-	-
PM2	73.23	2.00	71.23	-	-	-	-
EM1	73.42	0.90	72.52	2.00	71.42	-	-
EL1	73.35	0.90	72.45	5.50	67.85	-	-
EM2	72.74	1.20	71.54	2.00	70.74	-	-
EL2	72.73	1.20	71.53	4.60	68.13	-	-
PM100	71.53	2.80	68.73	-	-	-	-
PM101	73.30	3.00	70.30	-	-	-	-
PM102	73.44	2.50	70.94	3.00	70.44	-	-
PM103	72.94	2.40	70.54	2.80	70.14	-	-

***coupe établie par interprétation des essais pénétrométriques*

Compte tenu de la méthode de forage semi-destructive à la tarière en diamètre 63mm et pénétrométrique, les limites entre chaque faciès ne peuvent pas être identifiées de façon précise. En particulier, la limite entre les remblais et l'ensemble de limon et d'argile +/- limoneuse +/- sableuse sous-jacent peut être imprécise. Afin de lever cette incertitude, nous conseillons la réalisation de sondages à la pelle mécanique ou de carottages lors de la période de préparation du chantier des terrassements généraux.

Nota : Ce tableau n'implique en rien qu'il ne puisse exister d'anomalie de la stratigraphie entre sondages. En particulier, la position exacte des interfaces entre couches ne saurait se déduire d'une simple extrapolation des relevés de sondages.

3.2 ESSAIS EN LABORATOIRE

3.2.1 Identification GTR

Une identification GTR a été réalisée sur un échantillon d'**argile légèrement limoneuse gris-marron (remblai)**. Elle permet de classer ce matériau en **A4/F4** selon le GTR1992/2023. Il s'agit de matériaux très cohérents, presque imperméables, et sensibles aux variations hydriques. D'après le diagramme de plasticité, ces sols sont très plastiques et se situent à proximité directe de la zone des argiles gonflantes. Ils sont donc potentiellement sujets au phénomène de retrait et de gonflement.

Sondage	-	EM1
Profondeur	(m/TA)	0.90 – 2.00
Nature du sol	-	Argile légèrement sableuse (remblai)
Teneur en eau	W (%)	42.5
Passant à 80 µm	(%)	88.4
Indice de plasticité Ip	-	46.5
Classe GTR (GTR1992/2023)	-	A4 / F4h

3.2.2 Analyses de l'agressivité chimique des sols et des eaux vis-à-vis des bétons

L'essai d'agressivité chimique des sols donne les résultats suivants :

Sondage	EM2
Profondeur (m/TA)	1.20 – 2.00
Nature du sol	Argile limono-sableuse
Classe d'agressivité des sols	< XA1 (non agressif)

L'essai d'agressivité chimique des eaux donne les résultats suivants :

Sondage	ST1+PZ
Classe d'agressivité des eaux	XA2 (modérément agressif)

3.3 RISQUES NATURELS ET ANTHROPIQUES

La consultation du site de prévention des risques majeurs (www.georisques.gouv.fr) a permis d'identifier un certain nombre de risques que peut présenter le site étudié.

➤ Risque de remblais anthropiques

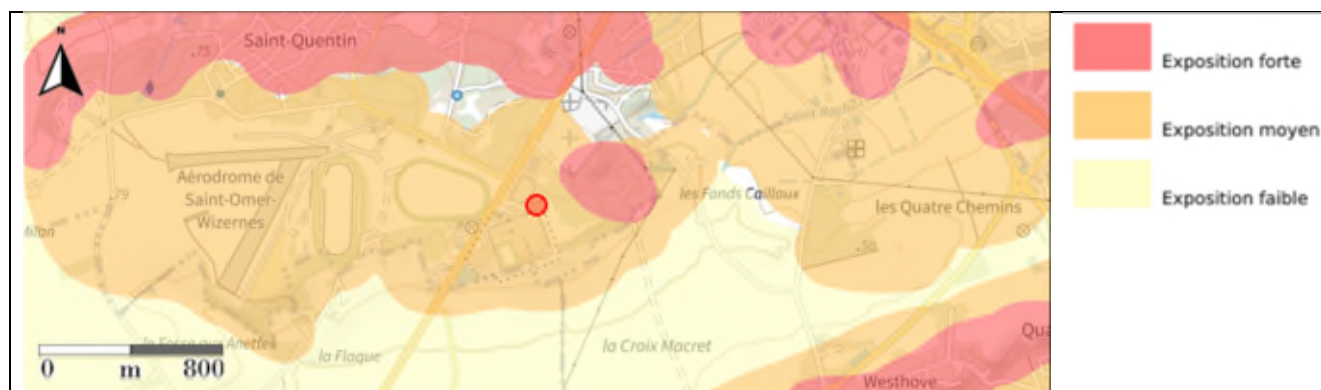
Compte tenu de l'environnement construit et de l'historique du site, la présence de remblais ne doit pas être écartée et a été observée en sondages sur des épaisseurs plurimétriques. Ces derniers pourront également contenir des vestiges de construction (fondation, blocs, dalle béton, anciens réseaux, ...). On rappelle que d'après le personnel du site, la zone d'étude constituait la base vie du chantier de construction du nouveau bâtiment.

➤ Risque d'inondation

Aucun PPRN (Plan de Prévention des Risques Naturels) Inondations n'est recensé sur la commune étudiée.

➤ Risque de retrait /gonflement des argiles

D'après la base de données du BRGM (www.georisques.gouv.fr), le site se trouve en zone d'**aléa moyen** vis-à-vis du risque de retrait/gonflement des argiles.



➤ Arrêtés de catastrophe naturelle

D'après le site (www.georisques.gouv.fr), la commune étudiée a fait l'objet de 14 arrêtés de catastrophe naturelle entre 1983 et 2023, dont 3 pour des mouvements de terrains consécutifs à la sécheresse ou à la sécheresse et à la réhydratation des sols.

Code national CATNAT	Date début événement	Date fin événement	Date publication arrêté	Date publication joa	Libellé risque joa
INTE0000391A	09/05/2000	09/05/2000	03/08/2000	23/08/2000	Inondations et/ou Coulées de Boue
INTE0000771A	01/01/1996	31/12/1996	27/12/2000	29/12/2000	Sécheresse
INTE0200274A	28/02/2002	02/03/2002	04/07/2002	24/07/2002	Inondations et/ou Coulées de Boue
INTE0500053A	15/08/2004	16/08/2004	15/04/2005	23/04/2005	Inondations et/ou Coulées de Boue
INTE2119792A	17/06/2021	19/06/2021	30/06/2021	02/07/2021	Inondations et/ou Coulées de Boue
INTE9400582A	28/07/1994	28/07/1994	06/12/1994	17/12/1994	Inondations et/ou Coulées de Boue
INTE9800515A	01/08/1998	01/08/1998	29/12/1998	13/01/1999	Inondations et/ou Coulées de Boue
INTE9900627A	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999	Inondations et/ou Coulées de Boue
INTE9900627A	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999	Mouvement de Terrain
INTX9210012A	01/05/1989	31/12/1990	14/01/1992	05/02/1992	Sécheresse
IOME2221479A	17/02/2022	19/02/2022	24/07/2022	10/08/2022	Vents Cycloniques
IOME2308745A	31/03/2022	29/09/2022	02/04/2023	02/05/2023	Sécheresse
IOME2332866A	01/11/2023	11/11/2023	29/11/2023	11/12/2023	Inondations et/ou Coulées de Boue
NOR19831005	22/06/1983	07/07/1983	05/10/1983	08/10/1983	Inondations et/ou Coulées de Boue

➤ Risque de cavités souterraines

D'après la base de données du BRGM (www.georisques.gouv.fr), aucune cavité souterraine ne se trouve dans un rayon de 500 m autour du site étudié.

Le substratum crayeux sous-jacent (non-atteint par les sondages) est sujet à la karstification. Il est toujours possible, dans un tel environnement, de rencontrer des cavités vides ou remplies de sédiments divers qui n'auraient pas été mises en évidence par les sondages. Notons que le secteur n'est pas à notre connaissance réputé à risque vis à vis de ce phénomène.

Des cavités d'origine anthropique (carrières, souterrains, ...) peuvent également être rencontrées. On rappelle que les photographies aériennes mettent en évidence une occupation du périmètre d'étude par une carrière en partie Nord depuis à minima 1935 (carrière à ciel ouvert indiqué sur la carte géologique), la partie Sud correspond à un espace vert avec la présence de cheminements. Entre 1946 et 1968, l'exploitation de la carrière s'étend progressivement à l'ensemble du périmètre d'étude, et au-delà de ce dernier. La carrière semble remblayée entre 1970 et 1987. Des déblais issus de la construction du centre pénitentiaire situé en bordure extérieure Nord sont déposés sur le périmètre d'étude en 2011. Puis le site retrouve un usage d'espaces verts.

Le toit du substratum correspond à une surface d'érosion. Par conséquent, il sera toujours possible de rencontrer des surprofondeurs ou des remontées du toit du substratum plus importantes que celles observées dans nos sondages.

➤ Risque de mouvements de terrain

D'après la base de données du BRGM (www.georisques.gouv.fr), aucun mouvement de terrain n'est recensé dans un rayon de 500 m autour du site étudié.

3.4 DONNEES SISMQUES – RISQUE DE LIQUEFACTION

Les analyses sont menées suivant l'EC8 et les recommandations de l'AFPS.

➤ Zone de sismicité

Le terrain se situe en zone de sismicité n°2 (**faible**) selon les décrets n° 2010-1254 et 2010-1255 du 22 octobre 2010 codifiés dans les articles R.563-1 à 8 et D.563-8-1 du code de l'Environnement.

➤ Catégorie d'importance de l'ouvrage

Selon l'article R.563-3 du Code de l'Environnement, la classe dite "**à risque normal**" comprend les bâtiments, équipements et installations pour lesquels les conséquences d'un séisme demeurent circonscrites à leurs occupants et à leur voisinage immédiat.

Les catégories d'importance sont précisées pour les bâtiments dits « à risque normal » dans l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié et décrites dans le tableau suivant.

Le bâtiment projeté est de catégorie d'importance **II** d'après le cahier des charges établi par BTC.

Catégorie d'importance	Description
I	■ Bâtiments dans lesquels il n'y a aucune activité humaine nécessitant en outre de longue durée.
II	■ Habitats individuels. ■ Établissements recevant du public (ERP) de catégories 4 et 5. ■ Habitats collectifs de hauteur inférieure à 28 m. ■ Bureaux ou établissements commerciaux non ERP, h ≤ 28 m, max. 300 pers. ■ Bâtiments industriels pouvant accueillir au plus 300 personnes. ■ Parcs de stationnement ouverts au public.
III	■ Établissements recevant du public (ERP) de catégories 1, 2 et 3. ■ Bâtiments collectifs et bureaux, h > 28 m. ■ Bâtiments pouvant accueillir plus de 300 personnes. ■ Établissements sanitaires et sociaux. ■ Centres de production collective d'énergie. ■ Établissements scolaires.
IV	■ Bâtiments indispensables à la sécurité civile, la défense nationale et le maintien de l'ordre public. ■ Bâtiments assurant le maintien des communications, la production et le stockage d'énergie potentielle, la distribution publique d'énergie. ■ Bâtiments assurant le contrôle de la sécurité aérienne. ■ Établissements de santé nécessaires à la gestion de crise. ■ Centres météorologiques.

Catégorie d'importance des bâtiments de classe « à risque normal »

➤ Prise en compte des règles parasismiques

L'application des règles parasismiques n'est pas nécessaire pour un ouvrage de catégorie d'importance II en zone sismique n°2.

	I	II	III	IV
Zone 1				
Zone 2				
Zone 3				
Zone 4				
Zone 5				

Application des règles de construction parasismique applicables aux bâtiments « à risque normal »

➤ Risque de liquéfaction

En zone de sismicité 2, l'analyse de la liquéfaction n'est pas requise (arrêté du 22 octobre 2010 relatif à la prévention des risques sismiques applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal »).

3.5 HYDROGEOLOGIE

3.5.1 Mesures ponctuelles

Lors de notre campagne de reconnaissance (Septembre et Octobre 2024), nous avons observé les niveaux d'eau suivants dans les sondages :

Sondage	ST1+PZ	ST2	PM1	PM2	EM1	EM2
Cote NGF / Tête de sondage (m)	73.29	71.52	72.97	73.23	73.42	72.74
Venue d'eau en cours de forage prof. (m/TA)	-	-	Néant jusqu'à 2.10	Néant jusqu'à 2.00	Néant jusqu'à 2.00	Néant jusqu'à 2.00
Prof niveau d'eau en fin de forage (m/TA)	6.10	Non mesuré	-	-	-	-
Cote NGF du niveau d'eau en fin de forage (m)	67.19	-	-	-	-	-

Ces relevés ayant un caractère ponctuel et instantané, ils ne permettent pas de préciser l'amplitude des variations du niveau d'eau qui peut remonter fortement en période pluvieuse.

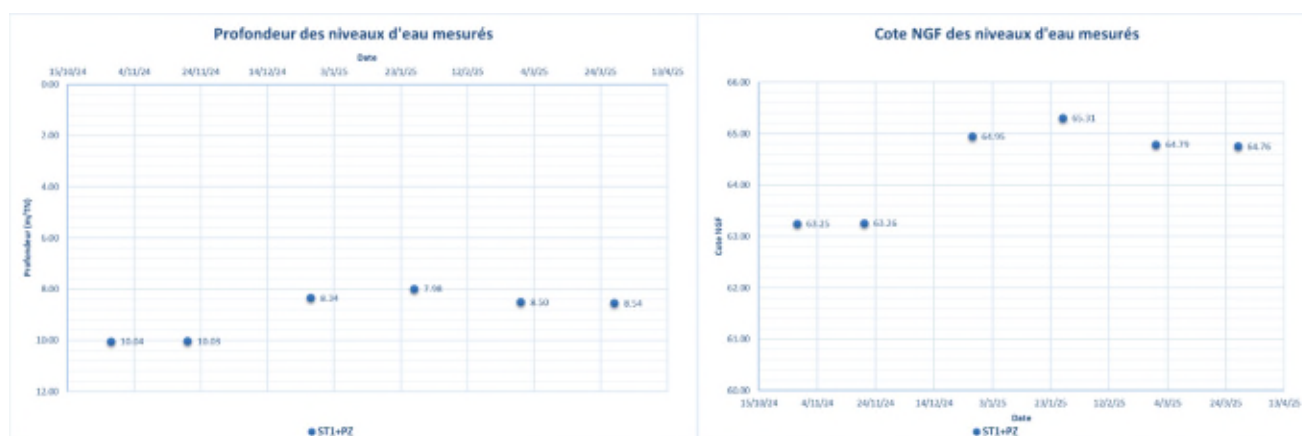
Des circulations d'eau superficielles peuvent également se produire en période pluvieuse.

Il appartient aux responsables du projet de se faire communiquer par les services compétents (DDT, DDTM, PPRI, ...) le niveau des plus hautes eaux au droit du site afin de vérifier si le terrain étudié est ou non inondable.

3.5.2 Suivi piézométrique

Un suivi du niveau d'eau du piézomètre est actuellement mené par GEOTEC afin de connaître les fluctuations de la nappe sur une durée de 12 mois (12 relevés mensuels prévus).

Les résultats intermédiaires indiquent des niveaux d'eau qui ont été mesurés entre Octobre 2024 et Mars 2025 dans le PZ1 compris entre 7.98 et 10.04 m/TA, soit à des cotes comprises entre 63.25 et 65.31 m NGF.



3.5.3 Essais d'eau ponctuels

Les essais de perméabilité de type MATSUO et LEFRANC donnent les résultats suivants :

Sondage	EM1	EL1	EM2	EL2
Profondeur de l'essai (m/TA)	1.50 – 2.00	3.90 – 5.50	1.49 – 2.00	3.50 – 4.60
Nature des sols	Argile légèrement limoneuse (remblai ?)	Limon +/- sableux**	Argile limono-sableuse (remblai ?)	Limon +/- sableux**
Perméabilité k^* (m/s)	Pas de descente observée	1.10⁻⁵	7.10⁻⁷	3.10⁻⁵

*valeur brute ponctuelle à utiliser en première approche avec une précision d'un facteur de 10 minimum.

**fraction grossière présente au regard de la perméabilité mesurée mais non observée au forage (méthode destructive)

Nous rappelons que les essais de perméabilité de type MATSUO et LEFRANC sont des essais ponctuels. Des variations latérales et verticales de la perméabilité ne sont pas exclues.

La limite inférieure généralement admise pour l'infiltration des eaux pluviales est de 2.10^{-6} à 3.10^{-6} m/s (soit 7 à 11 mm/h). En conséquence, un dispositif d'absorption des eaux pluviales dans les argiles superficielles +/- sableuses et limoneuses (remblais) ne paraît pas envisageable. Une solution de gestion classique des eaux pluviales par rejet dans le réseau d'assainissement associée à des ouvrages de tamponnement est à prévoir.

L'infiltration des eaux pluviales dans les sols sous-jacents (argile +/- limoneuse +/- sableuse) semble envisageable (perméabilité moyenne de 2.10^{-5} m/s).

3.6 POLLUTION

Il convient de se reporter à l'étude de diagnostic pollution référencée 24/00343/LILLE/01, réalisée par GEOTEC.

Lors de travaux de terrassement, dès lors que les terres sont excavées, ces dernières peuvent prendre le statut de déchet. Leur valorisation sur site et/ou leur élimination en dehors du site doit donc répondre aux réglementations « déchets », conformément à la loi AGECE et son décret d'application du 1er avril 2021 relatif à la sortie du statut de déchet ainsi qu'à l'arrêté du 4 juin 2021 fixant les critères du statut de déchet pour les terres excavées et sédiment.

Suite à cette évolution réglementaire, les terres excavées doivent faire l'objet d'une caractérisation selon une procédure normée et d'un enregistrement au sein d'un registre national assurant une traçabilité de l'opération de gestion de terres tassées.

En cas d'évacuation en centre de stockage celui-ci doit valider l'acceptation des terres après réception d'une Demande d'Acceptation Préalable (DAP) généralement portée par le terrassier ou l'entreprise générale (au nom du Maître d'Ouvrage). La DAP doit intégrer des analyses chimiques en laboratoire sur les terres à excaver.

GEOTEC reste à la disposition des intervenants pour les accompagner dans la gestion de leurs terres dans leur projet d'aménagement depuis les études préliminaires afin d'anticiper des surcoûts éventuels, de proposer des solutions de gestion d'optimisation jusqu'à l'élaboration du plan de terrassement pour la phase opérationnelle.

La présence d'amiante qu'elle soit naturelle ou anthropique ne fait pas l'objet du présent rapport.

Il conviendra au maître d'ouvrage de solliciter un bureau d'étude pour en faire l'analyse si nécessaire.

4. TERRASSEMENTS

4.1 PROJET ENVISAGE

D'après les éléments issus du cahier des charges établi par BTC, le niveau du RdC est prévu à la cote +71.63 m NGF, soit environ 0 à 1.7 m sous le niveau du TA, ce qui nécessitera des terrassements en déblai sur une épaisseur pouvant atteindre 2 m environ.

4.2 CONTRAINTES DU SITE

Le mode d'exécution des terrassements dépendra étroitement des conditions environnementales, en particulier :

- Du niveau d'assise et de la sensibilité des mitoyens pouvant nécessiter la réalisation de fouilles blindées ;
- De la présence de voirie circulée ou non à plus ou moins grande distance de la fouille et des possibilités de neutralisation partielle ou totale de celles-ci ;
- De l'espace libre disponible pour envisager éventuellement une solution par talutage.

Mais de nombreux autres facteurs peuvent être déterminants pour le choix du mode d'exécution des terrassements (présence de réseaux sous chaussée, d'anciens ouvrages enterrés, etc.).

4.3 EXTRACTION

Dans les sols meubles (remblais, limon +/- sableux et argile, ...), les travaux de terrassement ne poseront pas de problèmes particuliers d'exécution. Les déblais pourront être extraits par des engins à lame ou à godet.

Dans les formations compactes (remblais indurés, ...), les travaux de terrassement nécessiteront l'emploi d'engins de forte puissance (BRH par exemple).

4.4 STABILITE DES TALUS ET DES AVOISINANTS – TERRASSEMENT EN PLEINE FOUILLE

Des **talus en déblai provisoires secs et non surchargés en tête**, d'une hauteur maximale de 2 m, pourront être terrassés selon une pente de 2H/1V (2 horizontalement pour 1 verticalement) dans les remblais. Si l'environnement du site ne permet pas ce talutage au large, ou si des ouvrages se situent dans la zone d'influence du talus, on prévoira un ouvrage de soutènement, de type blindage par exemple.

Les talus définitifs d'une hauteur maximale de 2 m pourront être dressés selon une pente de 3H/1V (3 horizontalement pour 1 verticalement) dans les remblais. Toutes les dispositions seront prises pour assurer leur stabilité à long terme (engazonnement, plantes fixantes, masque ou tranchées drainantes, système pérenne de récupération des eaux, ...).

4.5 TRAFICABILITE EN PHASE CHANTIER

Compte tenu de la nature des terrains superficiels, un traitement du fond de forme pourra s'avérer nécessaire pour assurer la traficabilité sur le site et ce plus particulièrement en période pluvieuse (cloutage du fond de forme et mise en place d'une couche de forme épaisse à l'avancement, drainage, ...). Cela pourra engendrer un surcoût non négligeable.

Cette structure de chantier pourra être intégrée à la structure de voirie, après suppression des matériaux pollués par la circulation de chantier.

4.6 SUJETIONS D'EXECUTION

Les règles de l'art seront respectées et notamment :

- Drainage permanent de la plate-forme (gravitaire, tranchées, pompage ...) ;
- Si malgré ces précautions, le drainage n'est pas suffisant, on devra prendre les dispositions suivantes : cloutage, géotextile, ... ;
- Protection des talus en phase provisoire (fossés de tête et de pied, polyane ...) ; dans certains cas, tranchées drainantes, masques drainants, éperons drainants, drains subhorizontaux à prévoir ;
- Protection de talus en phase définitive (engazonnement, plantations, système pérenne de récupération des eaux, ...).

4.7 MISE HORS D'EAU

4.7.1 Phase provisoire

Lors de notre intervention (Octobre 2024), nous avons observé des niveaux d'eau au droit du sondage ST1+PZ à une profondeur de 6.10 m/TA, soit à la cote +67.19 NGF.

Du fait de la présence d'eau à faible profondeur et de la nature des sols superficiels, un drainage du terrain sera réalisé pour assainir le site en phase travaux et/ou provisoire. Il pourra s'agir soit de tranchées drainantes soit de fossés. La pente sera au minimum de 5 mm/m. Ces ouvrages tiendront compte de la topographie du site et seront raccordés à un exutoire dimensionné de manière suffisante et implanté de manière non dangereuse pour le projet et les avoisinants.

En fonction de la cote du projet et de la date de réalisation des terrassements, des arrivées d'eau sont possibles. Un pompage provisoire pourra être nécessaire afin d'épuiser les venues d'eau et d'assécher la fouille des terrassements généraux.

La mise en œuvre de pointes filtrantes pour rabattre la nappe est également envisageable.

4.7.2 Phase définitive

Le niveau d'eau dans le sol est toujours susceptible de remonter en période pluvieuse.

Un suivi piézométrique est actuellement en cours pour une durée de 12 mois.

Il appartiendra aux concepteurs de mener les enquêtes nécessaires auprès des services compétents (DREAL, DDTM, PPRI, ...) afin de déterminer le niveau des plus hautes eaux connues dans le secteur.

Toute infiltration d'eau au niveau des fondations sera proscrite. Les eaux de ruissellement et de toiture seront soigneusement collectées (gouttières, contre-pente, ...) et évacuées vers un exutoire dimensionné de manière suffisante et implanté de manière non dangereuse pour le projet et les avoisinants.

5. ETUDE DES OUVRAGES GÉOTECHNIQUES

Au regard du contexte géotechnique (fortes épaisseurs de remblais et sols superficiels de faible compacité), du type de projet (bâtiment en simple RdC constitué de containers), on pourra s'orienter vers une solution de **fondations superficielles par semelles filantes après renforcement des sols par inclusions rigides**. Cette solution permet de réduire les volumes de déblais et de s'affranchir du blindage des fouilles.

En **variante**, on pourra fonder les containers sur des **fondations superficielles par semelles filantes rigidifiées reposant sur un gros béton de rattrapage** ancré dans l'ensemble de limon +/- sableux et d'argile marron-gris-noir observé sous les remblais dont le toit a été observé à des profondeurs comprises entre 0.4 et 2.5 m par rapport au niveau fini du bâtiment au droit des sondages CPT1 à CPT4 (solution développée en G2 AVP, non développée en G2 PRO). Des sondages complémentaires (sondages géologiques / carottés) sont nécessaires pour estimer plus précisément les épaisseurs de remblais qui sont très variables sur le site. On rappelle également que cette solution nécessite la mise en place d'un blindage et d'une rigidification des semelles filantes compte-tenu des variations de nature et de compacité des sols d'assise. **Cette solution implique des aléas beaucoup plus importants sur les profondeurs de fondation, une campagne d'investigations complémentaires et un suivi d'exécution renforcé.**

5.1 FONDATIONS SUPERFICIELLES APRES RENFORCEMENT DES SOLS PAR INCLUSIONS RIGIDES

5.1.1 Principe d'amélioration

La solution de renforcement de sol par inclusions rigides consistera en un renforcement des couches de remblais et l'ensemble de limon et d'argile +/- limoneuse +/- sableuse et les sables lâches (CPT3) surmontant les sables denses à très denses de façon à permettre la réalisation de fondations superficielles pour les structures (semelles filantes rigidifiées).

Les inclusions rigides seront systématiquement descendues dans les sables +/- limoneux denses à très denses dont le toit est observé à des profondeurs comprises entre 5.6 à 8.4 m/TA, soit des profondeurs comprises entre 4.1 et 8.3 m par rapport au niveau fini du bâtiment, soit des cotes comprises entre 67.7 à 63.3 m NGF) au droit des sondages CPT1 à CPT4 et en respectant un ancrage minimal de 1.0 m dans ce faciès.

Les inclusions devront être dimensionnées de manière à reprendre la totalité de la charge.

Au vu du contexte, on s'orientera préférentiellement vers des inclusions rigides non-refoulantes assimilées à des **pieux à la tarière creuse [classe 2 – catégorie 6 selon la norme NF P 94-262]**.

On pourra également s'orienter vers des inclusions rigides refoulantes assimilées à des **pieux vissés moulés [classe 3 – catégorie 7 selon la norme NF P 94-262]** afin de limiter les déblais de forage.

Compte tenu du mode de fonctionnement du complexe sol – inclusions rigides, les méthodes de calcul utilisées devront intégrer une loi de comportement en contrainte – déformation pour préciser la répartition des contraintes et les tassements.

Le renforcement sera densifié sous les fondations de façon à ce que les tassements engendrés soient compatibles avec les tolérances de déformation des ouvrages.

Remarques : les inclusions rigides permettent de réduire les tassements prévisibles au plus de 4 à 6 fois. On vérifiera la compatibilité de ces tassements avec les déformations admissibles dans les structures à fonder.

5.1.2 Référentiels

Les inclusions rigides seront réalisées selon le guide ASIRI « Recommandations pour la conception, le dimensionnement, l'exécution et le contrôle de l'amélioration des sols de fondation par inclusions rigides » de juillet 2012 par une entreprise spécialisée et qualifiée en traitement des sols, conformément à ces mêmes recommandations.

5.1.3 Modèle géotechnique et hydrogéologique

D'après les éléments issus du cahier des charges établi par BTC, le niveau du RdC est prévu à la cote +71.63 m NGF, soit environ 0 à 1.7 m sous le niveau du TA.

Nous avons défini ci-après un modèle géotechnique.

Couche	Cote de la base	Prof. de la base	q_c	E_M^*	α	γ_h
[-]	[m NGF]	[m/+0.00]	[MPa]	[MPa]	[-]	[kN/m ³]
Remblais	69.1 à 71.2	0.4 à 2.5	1**	1	1	18
Limon mou / Argile molle / Sable lâche (CPT3)	63.3 à 67.7	4.1 à 8.3	1	2	1/2	19
Sable +/- limoneux dense à très dense	61.5	10.1	12	12	1/2	18

*estimé par corrélation entre le pénétromètre et le pressiomètre

**des valeurs beaucoup plus élevées ne sont pas à exclure compte-tenu de la nature des remblais et de l'historique du site.

On devra s'assurer de la continuité des caractéristiques mécaniques des sols sous la base des inclusions rigides sur une hauteur minimale de 5 m ou 7 diamètres. A ce titre, des sondages complémentaires profonds (pressiomètres) s'avèrent nécessaires.

On retiendra un niveau d'eau en phase chantier EC vers 8.0 m de profondeur/TA (cote +65.3 m NGF) qui n'interfère pas avec le projet. Des circulations d'eau temporaires sont néanmoins envisageables lors des épisodes pluvieux (notamment au sein des formations superficielles limoneuses et des remblais) qui pourront induire des sujétions d'exécution (drainage, pompage, ...).

On rappelle qu'à ce stade de l'étude G2 PRO, aucune étude concernant la recherche du NPHE (niveau des plus hautes eaux) ou de la cote d'inondabilité du site ne nous a été fournie.

5.1.4 Principes et paramètres pour les justifications GEO

5.1.4.1 Détermination du domaine et justifications associées

On définit les 2 domaines suivants avec V_d la valeur de la charge appliquée au sol par la fondation :

- **Domaine 1** : $V_d - R_0 > R_{v,d} \Rightarrow$ Les inclusions ont pour objectif de garantir la portance des sols et réduire les tassements.
- **Domaine 2** : $V_d - R_0 < R_{v,d} \Rightarrow$ Les inclusions n'ont pour objectif que de réduire les tassements.

Avec :

- V_d : Valeur de calcul de la composante verticale de la charge transmise par la fondation superficielle au terrain ;
- R_0 : Valeur du poids du volume de sol constitué du volume de la fondation sous le terrain après travaux et des sols compris entre la fondation et le terrain après travaux ;
- $R_{v;d}$: Charge admissible au sol.

Les charges au sol sont calculées à l'aide de la méthode pressiométrique issue de la norme NF P 94-261.

$$R_{v;d} = A'_{sol} \left(\frac{k_c \times i_\delta \times q_{ce}}{\gamma_{R;d} \times \gamma_{R;v}} \right)$$

Avec :

- k_c : Facteur de portance pénétrométrique ;
- i_δ : Coefficient de réduction de portance lié à inclinaison du chargement, vaut 1 si la charge est verticale ;
- q_{ce} : résistance de pointe équivalente ;
- $\gamma_{R;d}$: Coefficient de modèle liée au type de données utilisées et à la méthode de calcul (= 1,2 pour la méthode pénétrométrique) ;
- $\gamma_{R;v}$: Facteur partiel permettant le calcul de la portance à l'ELU (= 1,4) et à l'ELS (= 2,3) ;
- A'_{sol} : Valeur de la surface effective de la fondation.

Le tableau suivant récapitule les justifications à réaliser selon le domaine retenu :

Domaine	1	2
Justifications STR	Intégrité des inclusions : - Contrainte de compression - Contrainte de flexion - Contrainte de cisaillement - Flambement éventuel	Intégrité des inclusions : - Contrainte de compression - Contrainte de flexion - Contrainte de cisaillement - Flambement éventuel
Justifications GEO	Vérification de la portance ELS et ELU des inclusions et du sol Calcul des tassements Non poinçonnement du matelas <i>Tests de cohérence (effort de pointe et frottements mobilisés)</i>	Calcul des tassements Non poinçonnement du matelas <i>Tests de cohérence (effort de pointe et frottements mobilisés)</i>

5.1.4.2 Méthode de calcul et paramètres pour les calculs de capacité portante d'une inclusion rigide

Nous utiliserons ci-après la procédure « modèle de terrain » qui consiste à déduire d'un modèle géotechnique du site les valeurs caractéristiques de la résistance de pointe et du frottement axial unitaire dans les différentes couches de sol.

Selon la norme NFP 94-262 (Eurocodes 7 – Fondations profondes), il convient de vérifier que :

- La valeur de calcul à l'ELS de la charge axiale F_d transmise par un pieu est inférieure ou égale à la valeur de calcul de la charge de fluage de compression R tel que :

$$F_d \leq R_{c;c;d}$$

- La valeur de calcul à l'ELU de la charge de compression axiale $F_{c;d}$ est inférieure ou égale à la valeur de calcul de la portance $R_{c;d}$ tel que :

$$F_{c;d} \leq R_{c;d}$$

Selon les termes de la NFP94-262, les charges admissibles en compression sont données par les formules :

$$R = \Gamma_1.R_s + \Gamma_2.R_b$$

Avec :

- $R = R_{c;r;d}$ à l'ELS ou $R = R_{c;d}$ à l'ELU ;
- R_b : résistance limite de pointe, avec $R_b = A \cdot k_c \cdot q_{ce}$;
- R_s : résistance limite en frottement latéral, avec $R_s = \pi D \sum h_i \cdot q_{si}$;

Où :

- A est la section du pieu et D son diamètre ;
- k_c le facteur de portance, q_{ce} la résistance de pointe équivalente ;
- q_{si} le frottement latéral limite dans la couche i d'épaisseur h_i .

Pour la méthode pressiométrique et des pieux à la tarière creuse (classe 2 – catégorie 6 selon la NF P 94-262), les coefficients de sécurité globaux (Γ_1 et Γ_2) retenus **dans les sables +/- limoneux** sont :

Technique :	Forée tarière creuse simple rotation ou double rotation			
Compression	ELS QP	ELS CARA	ELU FOND	ELU ACC
Latéral (Γ_1)	0.490	0.599	0.700	0.770
Pointe (Γ_2)	0.350	0.428	0.700	0.770

On retiendra les paramètres géotechniques synthétisées dans le tableau suivant :

Type de sol	Cote de la base	Prof. de la base	q_c	Courbe de frottement	$q_{s+}^{(1)}$	$K \tan \delta$	$k_{c \max}$
[-]	[m NGF]	[m/+0.00]	[MPa]	[-]	[kPa]	[-]	[-]
Remblais	69.1	2.5	1	-	-	0.15	-
Limon mou / Argile molle / Sable lâche (CPT3)	63.3	8.3	1	Q1	25	0.15	-
Sable +/- limoneux dense à très dense	61.5	10.1	12	Q1	119	-	0.25

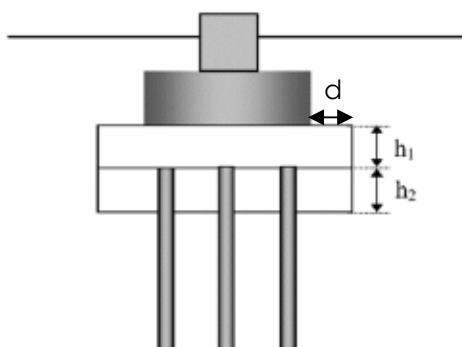
Le frottement latéral limite correspond à maxima au frottement mobilisable limite pour des inclusions rigides non refoulantes assimilées à des pieux à la tarière creuse [classe 2 – catégorie 6 selon la norme NF P 94-262]. Ce frottement latéral q_{s+} sera limité en zone de frottement négatif par $\sigma_v \cdot K \tan \delta$ (avec $K \tan \delta = 1$ dans le matelas).

5.1.4.3 Matelas de répartition

En l'absence de matelas de répartition sous structure (semelles), par dérogation aux guides ASIRI, l'entreprise devra disposer d'un cahier des charges en cours de validité (exemple de dimensionnement réalisé sans matelas).

Si un matelas de répartition granulaire est mis en œuvre, il devra être constitué de 2 couches :

- h_1 correspondant au matelas situé au-dessus des inclusions ;
- h_2 correspondant au matelas situé en dessous de la tête des inclusions. L'épaisseur h_2 permet le bon compactage de la couche h_1 (enclume).



Le matelas de répartition surmontant les inclusions sous fondations devra présenter l'épaisseur (h_1+h_2) suivante :

- o h_1 d'au minimum 30 cm ;
- o h_2 non requis ;
- o d supérieur à la moitié de l'épaisseur du matelas avec un minimum de 30 cm.

L'épaisseur du matelas devra être identique sur l'ensemble du site et suffisante pour éviter les phénomènes de poinçonnement en tête des inclusions.

Les matériaux pouvant être utilisés sont les matériaux utilisables en couche de forme définis ci-après (on veillera à ce que celui-ci soit constitué par un matériau insensible à l'eau) :

Appellation des sols selon la norme NF P 11-300	Symbole de classification selon le guide technique pour la réalisation des remblais et des couches de formes (GTR)
Sol sableux et graveleux avec fines non argileuses et gros éléments	B11, B31
Sols comportant des fines non argileuses et gros éléments	C1B1, C1B3, C2B1, C2B3 ; C2B1, C2B3, C1B4, C2B4 (après l'élimination de la fraction fine 0/d)
Sols insensibles à l'eau	D1, D2, D3 (sauf D32)
Craies	R11
Calcaires rocheux divers	R21, R22
Roches siliceuses	R41, R42
Roches magmatiques et métamorphiques	R61, R62

Tous les matériaux pollués ou remaniés lors de l'exécution des inclusions devront être intégralement purgés avant mise en place du matelas.

Ce matelas sera très soigneusement mis en œuvre par couches d'épaisseurs adaptées au matériel de compactage employé.

Le matelas de répartition, une fois mis en œuvre et compacté, répondra aux exigences suivantes :

- $\varphi' > 38^\circ$;
- $c' = 0$;
- $EV2 > 50$ MPa et $EV2/EV1 < 2$ sur toute la hauteur du matelas de répartition.

5.1.5 Paramètres pour les justifications STR

5.1.5.1 Caractéristiques des inclusions rigides

Au vu du contexte, on s'orientera préférentiellement vers des inclusions rigides non-refoulantes assimilées à des **pieux à la tarière creuse [classe 2 – catégorie 6 selon la norme NF P 94-262]**.

Le diamètre minimum des inclusions rigides sera de 300 mm.

Il conviendra d'armer les inclusions rigides jusqu'à 3.0 m de profondeur par rapport au niveau fini du terrain compte-tenu des épaisseurs de remblais observés.

La classe du béton sera choisie de manière à justifier les contraintes dans la section des inclusions rigides avec une résistance caractéristique minimale de 35 MPa (C35/45) compte-tenu de la classe d'agressivité du béton XA2.

Le module d'élasticité du béton est de 10 GPa à long terme et 20 GPa à court terme.

5.1.5.2 Contraintes limites dans le béton

On vérifiera que la contrainte maximale dans l'inclusion est admissible en fonction des matériaux utilisés et en tenant compte des coefficients réducteurs fonction du type de contrôle, de la géométrie des inclusions et du type de fondation.

La contrainte dans le béton sera limitée conformément à la norme NF P 94-262.

La valeur caractéristique de la résistance à la compression dans le béton vaut :

$$f_{c;k}^* = \frac{\min(f_{ck28}; C_{max}; f_{ck})}{k_1 k_2}$$

La contrainte moyenne de compression dans le béton à l'ELS CARA vaut :

$$\sigma_{cmoy} = 0,3 \cdot k_3 \cdot f_{c;k}^*$$

La contrainte maximale de compression dans le béton à l'ELS CARA vaut :

$$\sigma_{cmax} = \min(0,6 \cdot k_3 \cdot f_{c;k}^*; 0,6 \cdot f_{ck})$$

La contrainte maximale de compression dans le béton à l'ELU vaut :

$$f_{cd} = \min\left(\alpha_{cc} \cdot k_3 \cdot \frac{f_{c;k}^*}{\gamma_c}; \alpha_{cc} \cdot k_3 \cdot \frac{f_{c;k}(t)}{\gamma_c}; \alpha_{cc} \cdot \frac{C_{max}}{\gamma_c}\right)$$

Avec :

- f_{ck} : Résistance caractéristique en compression du béton mesurée sur cylindres à 28 jours ;
- $f_{ck}(t)$: Résistance caractéristique en compression du béton mesurée sur cylindres au temps ;
- C_{max} : Valeur maximale de la résistance à la compression du béton (Cf. Les recommandations ASIRI. Tableau 5.1 ci-après) ;
- k_1 : Coefficient pris égal à 1.3 (Cf. Les recommandations ASIRI. Tableau 5.1 ci-après) ;

Tableau 5.1. Valeurs de C_{max} et du coefficient k_1 .

Cas	Mode d'exécution	C_{max} (MPa)	k_1
1	Inclusions forées avec extraction de sol	35	1,3
2	Inclusions forées tarière creuse avec extraction de sol	30	1,4
3	Inclusions forées tarière creuse avec refoulement	35	1,3
4	Inclusions vibrofoncées ou moulées en place	35	1,3
5	Incorporation d'un liant avec le sol (colonnes de sol traité, <i>jet grouting</i>)	(*)	(**)

- k_2 est fonction de l'élancement :
 - o $k_2 = 1.05$ pour les inclusions dont le rapport de la plus petite dimension d à la longueur est inférieur à $1/20$;
 - o $k_2 = 1.3 - d/2$ pour les inclusions dont la plus petite dimension est inférieure à 0.60 m ;
 - o $k_2 = 1.35 - d/2$ pour les inclusions réunissant les deux conditions ci-dessus ;
- k_3 : Coefficient qui dépend du type de contrôle effectué (Cf. Les recommandations ASIRI. Tableau 5.2 ci-après).

 Tableau 5.II. Valeurs de k_3 .

Valeurs de k_3	Sans essai (a)	Avec essais de réflexion ou d'impédance (a)	Avec essais de qualité	Avec essais de portance	Avec essais de contrôle renforcé (b)
Domaine 1 (inclusions nécessaires à la stabilité)	*	0,75	**	1,2	1,4
Domaine 2 (inclusions non nécessaires à la stabilité)	0,65	0,85	1,4	1,5	1,7

- $\gamma_c = 1,5$ à l'ELU FOND et $1,3$ à l'ELU SIS

5.1.6 Exemples de dimensionnement sous semelles

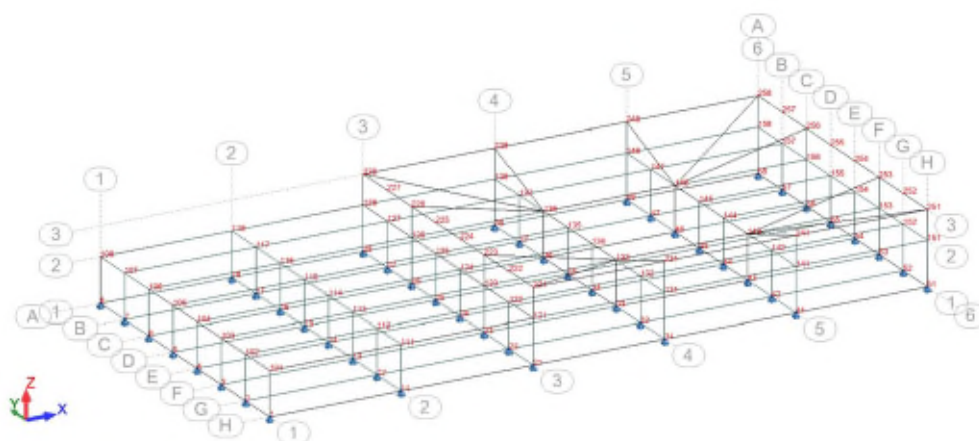
5.1.6.1 Hypothèses – Données d'entrée

Aucun plan de fondation ne nous a été transmis.

Les semelles suivantes ont été répertoriées sur la base des descentes de charges transmises par BTC en considérant un poids volumique de béton des semelles égal à 25 kN/m^3 et un poids volumique des terres sus-jacentes égal à 18 kN/m^3 .

Semelle filante	Semelle type	B	D	H _{semelle}	ELS QP	ELS CARA	ELU FOND
					V _{ELS QP}	V _{ELS CARA}	V _{ELU FOND}
[-]	[-]	[m]	[m/+0.00]	[m]	[kN/ml]	[kN/ml]	[kN/ml]
File 1	SF Type 0.6m	0.6	0.6	0.3	26.3	37.6	53.0
File 2	SF Type 0.6m	0.6	0.6	0.3	43.6	66.3	94.3
File 3	SF Type 0.6m	0.6	0.6	0.3	48.2	71.4	101.2
File 4	SF Type 0.6m	0.6	0.6	0.3	50.9	75.6	107.1
File 5	SF Type 0.6m	0.6	0.6	0.3	47.0	71.1	100.9
File 6	SF Type 0.6m	0.6	0.6	0.3	34.8	49.5	69.6

Ces charges devront être calculées avec précision par le BET Structures ou l'entreprise, et transmises à GÉOTEC si elles diffèrent de celles prises par hypothèse.



Modélisation

La largeur des semelles filantes permet d'obtenir un taux de sol aux ELS après renforcement des sols par inclusions rigides égal à maximum 1,3 bars (0.13 MPa) à l'ELS.

On retiendra, pour le dimensionnement, les semelles filantes 1 et 4 qui sont respectivement la semelle filante la moins chargée et la semelle filante la plus chargée.

Semelle filante	Semelle type	B	D	H _{semelle}	ELS QP	ELS CARA	ELU FOND
					V _{ELS} QP	V _{ELS} CARA	V _{ELU} FOND
[-]	[-]	[m]	[m/+0.00]	[m]	[kN/ml]	[kN/ml]	[kN/ml]
File 1	SF Type 0.6m	0.6	0.6	0.3	26.3	37.6	53.0
File 4	SF Type 0.6m	0.6	0.6	0.3	50.9	75.6	107.1

5.1.6.2 Détermination du domaine et portance du sol sans renforcement

Au regard du contexte, les inclusions rigides seront toutes dimensionnées en **domaine 1** (inclusions rigides nécessaires pour justifier la portance et réduire les tassements).

Les contraintes verticales de calcul centrées ($i_{\delta} = 1$) à prendre en compte pour la justification vis-à-vis des Etats limite Ultime et de Service en l'absence de talus proche ($i_{\beta} = 1$) seront limitées à (fournies à titre indicatif) :

Aux ELU FOND, $q_{ELU} = 0.16 \text{ MPa}$ ($i_{\delta} = 1$; $i_{\beta} = 1$)

Aux ELS QP et CARA, $q_{ELS} = 0.10 \text{ MPa}$ ($i_{\delta} = 1$; $i_{\beta} = 1$)

5.1.6.3 Caractéristiques des inclusions rigides

Pour l'exemple de dimensionnement, on retient des **inclusions rigides non refoulantes assimilées à des pieux forés à la tarière creuse (classe 2 – catégorie 6) de diamètre 320 mm**. Les inclusions sont ancrées de 1.0 m dans les sables denses à très denses.

Des sur-diamètres (avec surconsommation du matériau) pourront être constatés au droit des niveaux très lâches et des remblais.

5.1.6.4 Capacité portante d'une inclusion rigide

→ Contraintes limites dans le béton (STR)

La classe du béton retenue est **C35/45** ($f_{ck28} = 35$ MPa).

Les résultats sont récapitulés dans le tableau suivant, pour une inclusion de 320 mm de diamètre :

Domaine	f_{ck} (MPa)	C_{max} (MPa)	k_1	k_2	k_3	α_{cc}	f_{ck}^* (MPa)	σ_{admELS} (MPa)	Q_{admELS} (kN)	σ_{admELU} (MPa)	Q_{admELU} (kN)
1	35	30	1.4	1.19	0.75 (avec essai de réflexion et d'impédance)	0.8 (non armée)	18.01	4.05	326	7.20	579

→ Capacité portante d'une inclusion rigide (GEO)

Pour le calcul de la capacité portante de l'inclusion, aucun frottement positif n'est pris en compte jusqu'au toit des sables +/- limoneux denses à très denses. Ainsi, on obtient en considérant des inclusions rigides ancrées dans l'argile sableuse :

				ELS QP	ELS CARA	ELU FOND
Φ	Hauteur d'ancrage dans les sables +/- limoneux denses à très denses	Prof. de l'IR	Cote de la base de l'IR	$R_{c;cr;d}$	$R_{c;cr;d}$	$R_{c;d}$
[mm]	[m]	[m/+0.00]	[m NGF]	[kN]	[kN]	[kN]
320	1.0	9.3	62.3	203	248	330

5.1.6.5 Méthode de calcul

Les calculs sont réalisés à l'aide d'une feuille de calcul interne afin d'obtenir la distribution des charges entre le sol et les inclusions rigides.

Pour le module de déformation verticale, on retiendra $E = 3 E_M$ dans les sables denses à très denses et $E = 4,5 E_M$ dans les autres horizons (Tableau J.2.1 de l'annexe J de la norme NF P 94-261).

5.1.6.6 Matelas de répartition

Dans les calculs, on ne considère pas de matelas sous les semelles (fondations mixtes).

5.1.6.7 Implantations des inclusions

Sous les semelles superficielles, le nombre d'inclusions est défini en fonction de la charge et des dimensions des semelles comme indiqué dans les tableaux ci-après :

Semelle filante	B	$V_{ELS QP}$	$V_{ELS CARA}$	Entraxe
[-]	[m]	[kN/ml]	[kN/ml]	[m]
File 1	0.6	28.5	37.6	2.5
File 4	0.6	53.1	75.6	2.5

Cette ébauche dimensionnelle devra être détaillée lors des études d'exécution en fonction des différents cas de descentes de charges, du modèle géotechnique définitif et des tassements admissibles par l'ouvrage.

5.1.6.8 Vérifications de portance GEO et STR

On considère la charge verticale aux ELS CARA pour le calcul de portance. Les résultats sont présentés dans les tableaux ci-dessous.

Semelle filante	B	V _{ELS CARA}	Entraxe	Charge maximale dans l'IR aux ELS CARA (<248 kN)	Contrainte appliquée au sol aux ELS (< 100 kPa)
[-]	[m]	[kN/ml]	[m]	[kN]	[kPa]
File 1	0.6	37.6	2.5	87	5
File 4	0.6	75.6	2.5	175	10

5.1.6.9 Tassement après renforcement

On considère la charge verticale aux ELS CARA pour le calcul des tassements (par sécurité). Les résultats sont présentés dans les tableaux ci-dessous.

Semelle filante	B	V _{ELS CARA}	Entraxe	Tassements absolus
[-]	[m]	[kN/ml]	[m]	[mm]
File 1	0.6	37.6	2.5	<5
File 4	0.7	75.6	2.5	<5

Les tassements absolus sous semelles filantes sont **inférieurs à 5 mm**. L'admissibilité de ces tassements est à valider par le MOA et le MOE. Si les tassements ne sont pas acceptables, on pourra réduire l'entraxe ou s'orienter vers une solution de fondations profondes par pieux.

5.1.7 Dispositions constructives

Sous les semelles, on respectera un espacement minimal entre inclusions de 3 Φ (si extraction de sol) ou de 4 Φ (si refoulement de sol).

En aucun cas, la largeur des semelles ne sera inférieure à 60 cm pour les semelles filantes, afin d'assurer un bon contact sol+inclusion / fondation.

On respectera en tout point une profondeur de 0.60 m / sol extérieur fini pour assurer la garde au gel.

Il conviendra d'armer les inclusions rigides jusqu'à 3.0 m de profondeur/TA.

5.1.8 Sujétions d'exécution

Une plateforme de travail sera nécessaire pour permettre l'accès aux engins de chantier ; nous recommandons de viser un objectif de portance EV2 > 30 à 50 MPa à adapter selon les exigences des engins.

La réalisation d'inclusions rigides impacte 3 lots : fondations profondes, terrassement et le gros-œuvre. La bonne interaction entre lots conditionne l'efficacité des inclusions rigides. On gardera donc à l'esprit que chaque modification des préconisations sur un des lots impactera nécessairement les autres lots. Le maître d'œuvre aura donc pour rôle clé des gérer les interactions fortes entre lots.

Les inclusions rigides seront réalisées selon le guide ASIRI « Recommandations pour la conception, le dimensionnement, l'exécution et le contrôle de l'amélioration des sols de fondation par inclusions

rigides » de juillet 2012 par une entreprise spécialisée et qualifiée en traitement des sols, conformément à ces mêmes recommandations.

En cas de refus prématuré dans les terrains de forte consistance (blocs, niveaux indurés, vestiges de construction, ...), les obstacles devront être purgés ou traversés par des moyens adaptés (trépannage, carottage, préforage ...).

Le choix du matériel (type d'outil, diamètre, ...) reste de la responsabilité de l'entreprise en fonction de son expérience locale. Le phasage des travaux devra prendre en compte l'environnement du site au moment de leur réalisation (constructions, canalisations, ...) et toutes les précautions devront être prises pour que cette méthode ne crée pas de désordres aux avoisinants.

On devra prendre en compte la présence de remblais divers (ancienne décharge) et ponctuellement de limons vasards pour le choix de la méthode d'exécution des inclusions, notamment vis-à-vis de la tenue des terrains et des pertes prévisibles au bétonnage.

Compte tenu du caractère sensible au remaniement et à l'eau du sol d'assise des fondations et de la présence des inclusions rigides, les fonds de fouille seront finis au godet de curage puis manuellement. Le dégarnissage des têtes d'inclusions et le nettoyage du fond de fouille devront être soignés afin de s'assurer de l'obtention du diamètre attendu de l'inclusion et afin d'assurer un bon contact entre la fondation et l'ensemble inclusion rigide et sol.

Le béton utilisé devra tenir compte de l'agressivité des sols présents (<XA1) et de la nappe (XA2).

5.1.9 Contrôles

Sous structure (semelles), si un matelas de répartition est mis en œuvre, sa qualité sera contrôlée par essais à la plaque de type LCPC ou par des essais au pénétromètre, lourds ou de type PANDA ou autres afin de s'assurer que les valeurs attendues ont bien été obtenues. Dans ce cas, l'objectif de densification sera q_3 sur toute la hauteur du matelas de répartition.

Lors de la réalisation, les contrôles porteront sur les paramètres d'exécution qui seront enregistrés (fonçage, remplissage, ...). Des essais d'impédance seront réalisés pour le contrôle de la continuité.

Dans le cas de contrôles par essais de chargement, on respectera les ratios minimaux suivants :

Nombre d'inclusions	Domaine 1	Domaine 2
< 300	1 essai pour 150 IR	1 essai
300 à 600	3 essais	2 essais
>600	1 toutes les 600 IR supplémentaires	1 toutes les 1000 IR supplémentaires

La charge maximale de l'essai de chargement est définie de la manière suivante :

- en domaine 1 (essai de portance) : $Q_{\text{essai}} = 1,5.Q_{\text{max}}$;
- en domaine 2 (essai de qualité) : $Q_{\text{essai}} = Q_{\text{max}}$.

Avec :

- Q_{max} : charge maximale dans l'Inclusion Rigide aux ELS quasi-permanent ;
- Q_{essai} : charge maximale de l'essai de chargement.

Des essais de résistance du matériau (essais d'écrasement) et de chargement seront réalisés selon la fréquence et la méthodologie définie dans les recommandations ASIRI.

Les inclusions d'essais seront réalisées au préalable et dégarnies afin de s'assurer de l'obtention du diamètre attendu.

5.1.10 Missions géotechniques complémentaires

Des sondages complémentaires profonds (pressiomètres) s'avèrent nécessaires pour s'assurer de la continuité des caractéristiques mécaniques des sols sous la base des inclusions rigides sur une hauteur minimale de 5 m ou 7 diamètres.

La validation de cette solution et le dimensionnement du renforcement seront établis dans le cadre des études géotechniques d'exécution G3/G4. Celle-ci précisera notamment les tassements absolus et différentiels attendus à long terme et la répartition des contraintes entre le sol et les inclusions. Si les tassements s'avéraient incompatibles avec les tolérances de la structure, il conviendrait d'opter pour une solution de fondations profondes par pieux.

Au stade de la sélection des offres, une mission d'assistance au maître d'ouvrage pour la vérification technique des projets d'entreprise sera impérativement confiée à GÉOTEC.

L'étude et le suivi d'exécution seront réalisés par l'entreprise de travaux spéciaux.

Une mission G4 complète – phase supervision de l'étude d'exécution et phase supervision géotechnique du suivi – sera impérativement confiée à GÉOTEC pour l'identification des risques résiduels et s'assurer de la bonne exécution du traitement des sols.

Sans ces différentes missions complémentaires, nous ne saurions engager notre responsabilité sur cette solution de fondation.

5.2 DALLE BASSE

S'agissant de containers, le **plancher est porté par les fondations**.

5.3 VOIRIES

Le projet comporte des voiries et parkings pour VL, avec passage de poids lourds occasionnel (< 5PI/jour et par sens de circulation).

D'après les éléments transmis, les voiries sont majoritairement prévues en déblais.

5.3.1 Préparation du fond de forme

Les sondages PM102, PM103, PM1, EM1 et EM2 ont mis en évidence, sous un couvert végétal, des remblais divers sur des profondeurs très variables pouvant atteindre plusieurs mètres et comprises entre 0.90 et 2.50 m/TA.

Après décapage de la terre végétale et purge des remblais sur une épaisseur minimale de 50 cm, le fond de forme sera constitué des remblais (remblai argileux légèrement sableux classé A4/F4 selon le GTR) ou de l'argile +/- limoneuse +/- sableuse.

Il s'agit de sols sensibles à la situation météorologique.

Des purges seront à prévoir en cas de présence de remblais très lâches ou évolutifs (souches d'arbres, déchets, ...). Les fouilles devront être remblayées avec un matériau granulaire insensible à l'eau et compacté selon les règles de l'art.

Une évaluation de la classe de PST/AR sera établie au moment des travaux en fonctions de la portance des sols et de leur état hydrique.

Les sols de classe A4/F4 en période climatique favorable et dans un état hydrique moyen (m) constituent une partie supérieure des terrassements de type PST2/AR1.

Si les travaux ont lieu en période défavorable ou si le fond de forme présentait une teneur en eau trop importante, un cloutage du fond de forme et la pose d'un géotextile pourront s'avérer nécessaires. Un traitement du fond de forme pourra également être envisagé sous réserve d'aptitude.

Pour la préparation du fond de forme, on procèdera de la façon suivante :

- Contrôle du fond de forme afin de définir d'éventuelles purges ;
- Compactage du fond de forme.

5.3.2 Couche de forme

Sur une PST2/AR1 que constituent les terrains en place en période favorable, on visera l'obtention d'une plate-forme support des chaussées de niveau minimum PF2 selon le catalogue des voiries non structurantes ou P3 selon le catalogue de chaussées neuves à faible trafic.

Dans ce but, il conviendra de mettre en œuvre une couche de forme en matériaux granulaires insensibles à l'eau (de type D31 de la NF P 11-300 ou matériaux de recyclage ayant des caractéristiques équivalentes). Cette couche de forme aura 0,5 m d'épaisseur (ou 0,4 m avec géotextile à l'interface PST-couche de forme). Cette épaisseur pourra être majorée en fonction des critères de vérification au gel des structures de chaussée.

5.3.3 Contrôles

Pour un objectif de portance sur plate-forme de PF2, les caractéristiques à obtenir à l'essai à la plaque sont :

- Module sous chargement statique à la plaque : $EV2 \geq 50 \text{ MPa}$;
- Rapport de compactage : $EV2 / EV1 \leq 2.2$

Sans ces essais et contrôles réalisés et/ou suivis par GÉOTEC ou son mandataire dans le cadre d'une mission G4 de supervision géotechnique d'exécution, GÉOTEC ne saurait engager sa responsabilité sur ces travaux (ce qui n'exonère pas l'entreprise de son auto contrôle au titre de sa mission G3).

5.3.4 Exemple de prédimensionnement

Les hypothèses suivantes ont été prises en compte :

- Les voiries seront réalisées en déblais ;
- Les voiries définitives n'auront pas à supporter le trafic de chantier lié à la construction du bâtiment ;
- La durée de vie initiale de la chaussée est de 20 ans ;
- Il n'est pas anticipé de croissance significative du trafic sur cette durée ;
- Les tranchées de pose de réseaux sous chaussée seront remblayées selon les règles techniques en vigueur.

Pour le parking et les voiries légères, il est fait l'hypothèse de 200 véhicules légers par jour et par sens, moins de 5 passages journaliers de poids lourds (PL) de plus de 5 tonnes de charge utile sur la voie la plus chargée selon la définition du « Manuel de Conception des Chaussées Neuves à Faible trafic » du LCPC-SETRA en considérant une durée de vie de 20 ans et un taux de croissance nul.

Avec les hypothèses précédentes, on retiendra un trafic cumulé sur 20 ans $N = 5 \times 10^4 PL$, la structure de chaussée pourra être la suivante :

- Couche de roulement : 5 cm BB ;
- Couche de base : 15 cm de GNT ;
- Couche de fondation : 5 cm GNT.

Compte tenu de la faible épaisseur de la couche de fondation il pourra être réalisé une seule couche de 20 cm.

Dans les zones de manœuvre ou le stationnement des poids lourds, il sera nécessaire de dimensionner la structure pour reprendre les efforts tangentiels et les efforts de poinçonnement statique.

Le dimensionnement définitif de la structure de chaussée dépendra du trafic, de la croissance attendue, de la durée de vie de la chaussée et des conditions de gel. D'autres structures pourront être proposées en variante par les entreprises.

Un dimensionnement plus précis pourra être effectué lorsque tous les éléments de dimensionnement nous seront communiqués.

5.3.5 Sujétions particulières

On veillera à limiter les infiltrations d'eau au niveau de ces sols supports de chaussée (fossés, drainage, ...).

Les couches de chaussée seront mises en œuvre, compactées et contrôlées suivant les spécifications en rigueur.

Les tranchées de pose de réseaux sous chaussée seront remblayées selon les règles techniques en vigueur.

Les assises des voiries sont de nature hétérogène (remblais divers et argile +/- limoneuse +/- sableuse) et ponctuellement évolutives. A ce titre, des mouvements importants au niveau de l'assise de la voirie sont prévisibles ainsi que des désordres associés (flachs, contrepentes, fissures, ...) qui nécessiteront des reprises régulières et un entretien régulier.

6. RECOMMANDATIONS POUR LA MISE AU POINT DU PROJET

Le présent rapport constitue le compte rendu et fixe la fin de la phase projet de la mission d'étude géotechnique de conception. Cette phase G2 PRO confiée à GÉOTEC a permis de donner les hypothèses géotechniques à prendre en compte en fonction des résultats des investigations et des données connues du projet, et présente certains principes d'adaptation au sol des ouvrages géotechniques projetés ainsi qu'un exemple de dimensionnement des fondations.

Les principales incertitudes qui subsistent concernent le contexte géotechnique du site et le projet, notamment :

- La présence de remblais anthropiques pouvant nécessiter l'emploi d'un matériel spécifique ;
- Les variations d'épaisseurs et de nature des remblais et l'étendue des limons/argiles noirâtres observés au droit de ST1, PM2 et CPT4. La réalisation de fouilles à la pelle mécanique et/ou de sondages géologiques et carottés est recommandée afin de mieux estimer les épaisseurs de remblais. On rappelle que des limons noirâtres avec une odeur vasarde ont été observés au droit de ST1 entre 3 et 6 m de profondeur) ;
- Les variations (remontée ou approfondissement) du substratum. On rappelle qu'on devra s'assurer de la continuité des caractéristiques mécaniques des sols sous la base des inclusions rigides sur une hauteur minimale de 5 m ou 7 diamètres. A ce titre, des sondages complémentaires profonds (pressiomètres) pourront s'avérer nécessaires. ;
- Les circulations d'eau superficielle en période pluvieuse, difficilement quantifiables ;
- Les problèmes liés aux terrassements ;
- La traficabilité du fond de forme ;
- Les contraintes mitoyennes et environnementales (ouvrages existants, réseaux enterrés, ...).

Ces incertitudes peuvent avoir une incidence importante sur le coût final des ouvrages géotechniques : il conviendra d'en tenir compte lors de la mise au point du projet. A cet effet, la mise en œuvre de l'ensemble des missions géotechniques (G2 DCE/ACT à G4) devra suivre la présente étude.

Nous restons à l'entière disposition des Responsables du Projet pour tout renseignement complémentaire.

CONDITIONS GENERALES

1. Avertissement, préambule

Toute commande et ses avenants éventuels impliquent de la part du cocontractant, ci-après dénommé « le Client », signataire du contrat et des avenants, acceptation sans réserve des présentes conditions générales.
Les présentes conditions générales prévalent sur toutes autres, sauf conditions particulières contenues dans le devis ou dérogation formelle et explicite.
Toute modification de la commande ne peut être considérée comme acceptée qu'après accord écrit du Prestataire.

2. Déclarations obligatoires à la charge du Client, (DT, DICT, ouvrages exécutés)

Dans tous les cas, la responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en cas de dommages à des ouvrages publics ou privés (en particulier, ouvrages enterrés et canalisations) dont la présence et l'emplacement précis ne lui auraient pas été signalés par écrit préalablement à sa mission.

Conformément au décret n° 2011-1241 du 5 octobre 2011 relatif à l'exécution de travaux à proximité de certains ouvrages souterrains, aériens ou subaquatiques de transport ou de distribution, le Client doit fournir, à sa charge et sous sa responsabilité, l'implantation des réseaux privés, la liste et l'adresse des exploitants des réseaux publics à proximité des travaux, les plans, informations et résultats des investigations complémentaires consécutifs à sa Déclaration de projet de Travaux (DT). Ces informations sont indispensables pour permettre les éventuelles DICT (le délai de réponse est de 15 jours) et pour connaître l'environnement du projet. En cas d'incertitude ou de complexité pour la localisation des réseaux sur domaine public, il pourra être nécessaire de faire réaliser, à la charge du Client, des fouilles manuelles pour les repérer. Les conséquences et la responsabilité de toute détérioration de ces réseaux par suite d'une mauvaise communication sont à la charge exclusive du Client.

Conformément à l'article L 411-1 du code minier, le Client s'engage à déclarer à la DREAL tout forage réalisé de plus de 10 m de profondeur. De même, conformément à l'article R 214-1 du code de l'environnement, le Client s'engage à déclarer auprès de la DDT du lieu des travaux les sondages et forages destinés à la recherche, à la surveillance ou au prélèvement d'eaux souterraines (piézomètres notamment).

3. Cadre de la mission, objet et nature des prestations, prestations exclues, limites de la mission

Le terme « prestation » désigne exclusivement les prestations énumérées dans le devis du Prestataire. Toute prestation différente de celles prévues fera l'objet d'un prix nouveau à négocier. Il est entendu que le Prestataire s'engage à procéder selon les moyens actuels de son art, à des recherches consciencieuses et à fournir les indications qu'on peut en attendre. Son obligation est une obligation de moyen et non de résultat au sens de la jurisprudence actuelle des tribunaux. Le Prestataire réalise la mission dans les strictes limites de sa définition donnée dans son offre (validité limitée à trois mois à compter de la date de son établissement), confirmée par le bon de commande ou un contrat signé du Client.

La mission et les investigations éventuelles sont strictement géotechniques et n'abordent pas le contexte environnemental. Seule une étude environnementale spécifique comprenant des investigations adaptées permettra de détecter une éventuelle contamination des sols et/ou des eaux souterraines.

Le Prestataire n'est solidaire d'aucun autre intervenant sauf si la solidarité est explicitement convenue dans le devis ; dans ce cas, la solidarité ne s'exerce que sur la durée de la mission.

Par référence à la norme NF P 94-500, il appartient au maître d'ouvrage, au maître d'œuvre ou à toute entreprise de faire réaliser impérativement par des ingénieries compétentes chacune des missions géotechniques (successivement G1, G2, G3 et G4 et les investigations associées) pour suivre toutes les étapes d'élaboration et d'exécution du projet. Si la mission d'investigations est commandée seule, elle est limitée à l'exécution matérielle de sondages et à l'établissement d'un compte rendu factuel sans interprétation et elle exclut toute activité d'étude ou de conseil. La mission de diagnostic géotechnique G5 engage le géotechnicien uniquement dans le cadre strict des objectifs ponctuels fixés et acceptés.

Si le Prestataire déclare être titulaire de la certification ISO 9001, le Client agit de telle sorte que le Prestataire puisse respecter les dispositions de son système qualité dans la réalisation de sa mission.

4. Plans et documents contractuels

Le Prestataire réalise la mission conformément à la réglementation en vigueur lors de son offre, sur la base des données communiquées par le Client. Le Client est seul responsable de l'exactitude de ces données. En cas d'absence de transmission ou d'erreur sur ces données, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité.

5. Limites d'engagement sur les délais

Sauf indication contraire précise, les estimations de délais d'intervention et d'exécution données aux termes du devis ne sauraient engager le Prestataire. Sauf stipulation contraire, il ne sera pas appliqué de pénalités de retard et si tel devait être le cas elles seraient plafonnées à 5% de la commande. En toute hypothèse, la responsabilité du Prestataire est dégagée de plein droit en cas d'insuffisance des informations fournies par le Client ou si le Client n'a pas respecté ses obligations, en cas de force majeure ou d'événements imprévisibles (notamment la rencontre de sols inattendus, la survenance de circonstances naturelles exceptionnelles) et de manière générale en cas d'événement extérieur au Prestataire modifiant les conditions d'exécution des prestations objet de la commande ou les rendant impossibles.

Le Prestataire n'est pas responsable des délais de fabrication ou d'approvisionnement de fournitures lorsqu'elles font l'objet d'un contrat de négoce passé par le Client ou le Prestataire avec un autre Prestataire.

6. Formalités, autorisations et obligations d'information, accès, dégâts aux ouvrages et cultures

Toutes les démarches et formalités administratives ou autres, en particulier l'obtention de l'autorisation de pénétrer sur les lieux pour effectuer des prestations de la mission sont à la charge du Client. Le Client se charge d'une part d'obtenir et communiquer les autorisations requises pour l'accès du personnel et des matériels nécessaires au Prestataire en toute sécurité dans l'enceinte des propriétés privées ou sur le domaine public, d'autre part de fournir tous les documents relatifs aux dangers et aux risques cachés, notamment ceux liés aux réseaux, aux obstacles enterrés et à la pollution des sols et des nappes. Le Client s'engage à communiquer les règles pratiques que les intervenants doivent respecter en matière de santé, sécurité et respect de l'environnement : il assure en tant que de besoin la formation du personnel, notamment celui du Prestataire, entrant dans ces domaines, préalablement à l'exécution de la mission. Le Client sera tenu responsable de tout dommage corporel, matériel ou immatériel dû à une spécificité du site connue de lui et non clairement indiquée au Prestataire avant toutes interventions.

Sauf spécifications particulières, les travaux permettant l'accessibilité aux points de sondages ou d'essais et l'aménagement des plates-formes ou grutage nécessaires aux matériels utilisés sont à la charge du Client.

Les investigations peuvent entraîner d'inévitables dommages sur le site, en particulier sur la végétation, les cultures et les ouvrages existants, sans qu'il y ait négligence ou faute de la part de son exécutant. Les remises en état, réparations ou indemnités correspondantes sont à la charge du Client.

7. Implantation, nivellement des sondages

Au cas où l'implantation des sondages est imposée par le Client ou son conseil, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité dans les événements consécutifs à ladite implantation. La mission ne comprend pas les implantations topographiques permettant de définir l'emprise des ouvrages et zones à étudier ni la mesure des coordonnées précises des points de sondages ou d'essais. Les éventuelles altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cotes de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des essais. Pour que ces altitudes soient garanties, il convient qu'elles soient relevées par un Géomètre Expert avant remodelage du terrain. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.

8. Hydrogéologie

Les niveaux d'eau indiqués dans le rapport correspondent uniquement aux niveaux relevés au droit des sondages exécutés et à un moment précis. En dépit de la qualité de l'étude les aléas suivants subsistent, notamment la variation des niveaux d'eau en relation avec la météo ou une modification de l'environnement des études. Seule une étude hydrogéologique spécifique permet de déterminer les amplitudes de variation de ces niveaux, les cotes de crue et les PHEC (Plus Hautes Eaux Connues).

9. Recommandations, aléas, écart entre prévision de l'étude et réalité en cours de travaux

Si, en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, le Prestataire a été amené à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient au Client de lui communiquer par écrit ses observations éventuelles sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour quelque raison que ce soit lui être reproché d'avoir établi son étude dans ces conditions.

L'étude géotechnique s'appuie sur les renseignements reçus concernant le projet, sur un nombre limité de sondages et d'essais, et sur des profondeurs d'investigations limitées qui ne permettent pas de lever toutes les incertitudes inéluctables à cette science naturelle. En dépit de la qualité de l'étude, des incertitudes subsistent du fait notamment du caractère ponctuel des investigations, de la variation d'épaisseur des remblais et/ou des différentes couches, de la présence de vestiges enterrés. Les conclusions géotechniques ne peuvent donc conduire à traiter à forfait le prix des fondations compte tenu d'une hétérogénéité, naturelle ou du fait de l'homme, toujours possible et des aléas d'exécution pouvant survenir lors de la découverte des terrains. Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une actualisation à chaque étape du projet notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant l'étape suivante.

L'estimation des quantités des ouvrages géotechniques nécessite, une mission d'étude géotechnique de conception G2 (phase projet). Les éléments géotechniques non décelés par l'étude et mis en évidence lors de l'exécution (pouvant avoir une incidence sur les conclusions du rapport) et les incidents importants survenus au cours des travaux (notamment glissement, dommages aux avoisinants ou aux existants) doivent obligatoirement être portés à la connaissance du Prestataire ou signalés aux géotechniciens chargés des missions de suivi géotechnique d'exécution G3 et de supervision géotechnique d'exécution G4, afin que les conséquences sur la conception géotechnique et les conditions d'exécution soient analysées par un homme de l'art.

10. Rapport de mission, réception des travaux, fin de mission, délais de validation des documents par le client

A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du dernier document à fournir dans le cadre de la mission fixe le terme de la mission. La date de la fin de mission est celle de l'approbation par le Client du dernier document à fournir dans le cadre de la mission. L'approbation doit intervenir au plus tard deux semaines après sa remise au Client, et est considérée implicite en cas de silence. La fin de la mission donne lieu au paiement du solde de la mission.

11. Réserve de propriété, confidentialité, propriété des études, diagrammes

Les coupes de sondages, plans et documents établis par les soins du Prestataire dans le cadre de sa mission ne peuvent être utilisés, publiés ou reproduits par des tiers sans son autorisation. Le Client ne devient propriétaire des prestations réalisées par le Prestataire qu'après règlement intégral des sommes dues. Le Client ne peut pas les utiliser pour d'autres ouvrages sans accord écrit préalable du Prestataire. Le Client s'engage à maintenir confidentielle et à ne pas utiliser pour son propre compte ou celui de tiers toute information se rapportant au savoir-faire du Prestataire, qu'il soit breveté ou non, portée à sa connaissance au cours de la mission et qui n'est pas dans le domaine public, sauf accord préalable écrit du Prestataire. Si dans le cadre de sa mission, le Prestataire mettait au point une nouvelle technique, celle-ci serait sa propriété. Le Prestataire serait libre de déposer tout brevet s'y rapportant, le Client bénéficiant, dans ce cas, d'une licence non exclusive et non cessible, à titre gratuit et pour le seul ouvrage étudié.

12. Modifications du contenu de la mission en cours de réalisation

La nature des prestations et des moyens à mettre en œuvre, les prévisions des avancements et délais, ainsi que les prix sont déterminés en fonction des éléments communiqués par le client et ceux recueillis lors de l'établissement de l'offre. Des conditions imprévisibles par le Prestataire au moment de l'établissement de son offre touchant à la géologie, aux hypothèses de travail, au projet et à son environnement, à la législation et aux règlements, à des événements imprévus, survenant en cours de mission autorisent le Prestataire à proposer au Client un avenant avec notamment modification des prix et des délais. A défaut d'un accord écrit du Client dans un délai de deux semaines à compter de la réception de la lettre d'adaptation de la mission. Le Prestataire est en droit de suspendre immédiatement l'exécution de sa mission, les prestations réalisées à cette date étant rémunérées intégralement, et sans que le Client ne puisse faire état d'un préjudice. Dans l'hypothèse où le Prestataire est dans l'impossibilité de réaliser les prestations prévues pour une cause qui ne lui est pas imputable, le temps d'immobilisation de ses équipes est rémunéré par le client.

13. Modifications du projet après fin de mission, délai de validité du rapport

Le rapport constitue une synthèse de la mission définie par la commande. Le rapport et ses annexes forment un ensemble indissociable. Toute interprétation, reproduction partielle ou utilisation par un autre maître de l'ouvrage, un autre constructeur ou maître d'œuvre, ou pour un projet différent de celui objet de la mission, ne saurait engager la responsabilité du Prestataire et pourra entraîner des poursuites judiciaires. La responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission objet du rapport. Toute modification apportée au projet et à son environnement ou tout élément nouveau mis à jour au cours des travaux et non détecté lors de la mission d'origine, nécessite une adaptation du rapport initial dans le cadre d'une nouvelle mission.

Le client doit faire actualiser le dernier rapport de mission en cas d'ouverture du chantier plus de 1 an après sa livraison. Il en est de même notamment en cas de travaux de terrassements, de démolition ou de réhabilitation du site (à la suite d'une contamination des terrains et/ou de la nappe) modifiant entre autres les qualités mécaniques, les dispositions constructives et/ou la répartition de tout ou partie des sols sur les emprises concernées par l'étude géotechnique.

14. Conditions d'établissement des prix, variation dans les prix, conditions de paiement, acompte et provision, retenue de garantie

Les prix unitaires s'entendent hors taxes. Ils sont majorés de la T.V.A. au taux en vigueur le jour de la facturation. Ils sont établis aux conditions économiques en vigueur à la date d'établissement de l'offre. Ils sont fermes et définitifs pour une durée de trois mois. Au-delà, ils sont actualisés par application de l'indice "Sondages et Forages TP 04" pour les investigations in situ et en laboratoire, et par application de l'indice « SYNTec » pour les prestations d'études, l'Indice de base étant celui du mois de l'établissement du devis.

Aucune retenue de garantie n'est appliquée sur le coût de la mission.

Dans le cas où le marché nécessite une intervention d'une durée supérieure à un mois, des factures mensuelles intermédiaires sont établies. Lors de la passation de la commande ou de la signature du contrat, le Prestataire peut exiger un acompte dont le montant est défini dans les conditions particulières et correspond à un pourcentage du total estimé des honoraires et frais correspondants à l'exécution du contrat. Le montant de cet acompte est déduit de la facture ou du décompte final. En cas de sous-traitance dans le cadre d'un ouvrage public, les factures du Prestataire sont réglées directement et intégralement par le maître d'ouvrage, conformément à la loi n°75-1334 du 31/12/1975.

Les paiements interviennent à réception de la facture et sans escompte. En l'absence de paiement au plus tard le jour suivant la date de règlement figurant sur la facture, il sera appliqué à compter dudit jour et de plein droit, un intérêt de retard égal au taux d'intérêt appliqué par la Banque Centrale Européenne à son opération de refinancement la plus récente majorée de 10 points de pourcentage. Cette pénalité de retard sera exigible sans qu'un rappel soit nécessaire à compter du jour suivant la date de règlement figurant sur la facture.

En sus de ces pénalités de retard, le Client sera redevable de plein droit des frais de recouvrement exposés ou d'une indemnité forfaitaire de 40 €.

Un désaccord quelconque ne saurait constituer un motif de non-paiement des prestations de la mission réalisées antérieurement. La compensation est formellement exclue : le Client s'interdit de déduire le montant des préjudices qu'il allègue des honoraires dus.

15. Résiliation anticipée

Toute procédure de résiliation est obligatoirement précédée d'une tentative de conciliation. En cas de force majeure, cas fortuit ou de circonstances indépendantes du Prestataire, celui-ci a la faculté de résilier son contrat sous réserve d'en informer son Client par lettre recommandée avec accusé de réception. En toute hypothèse, en cas d'inexécution par l'une ou l'autre des parties de ses obligations, et 8 jours après la mise en demeure visant la présente clause résolutoire demeurée sans effet, le contrat peut être résilié de plein droit. La résiliation du contrat implique le paiement de l'ensemble des prestations régulièrement exécutées par le Prestataire au jour de la résiliation et en sus, d'une indemnité égale à 20 % des honoraires qui resteraient à percevoir si la mission avait été menée jusqu'à son terme.

16. Répartition des risques, responsabilités et assurances

Le Prestataire n'est pas tenu d'avertir son Client sur les risques encourus déjà connus ou ne pouvant être ignorés du Client compte tenu de sa compétence. Ainsi par exemple, l'attention du Client est attirée sur le fait que le béton armé est inévitablement fissuré, les revêtements appliqués sur ce matériau devant avoir une souplesse suffisante pour s'adapter sans dommage aux variations d'ouverture des fissures. Le devoir de conseil du Prestataire vis-à-vis du Client ne s'exerce que dans les domaines de compétence requis pour l'exécution de la mission spécifiquement confiée. Tout élément nouveau connu du Client après la fin de la mission doit être communiqué au Prestataire qui pourra, le cas échéant, proposer la réalisation d'une mission complémentaire. A défaut de communication des éléments nouveaux ou d'acceptation de la mission complémentaire, le Client en assumera toutes les conséquences. En aucun cas, le Prestataire ne sera tenu pour responsable des conséquences d'un non-respect de ses préconisations ou d'une modification de celles-ci par le Client pour quelque raison que ce soit. L'attention du Client est attirée sur le fait que toute estimation de quantités faite à partir de données obtenues par prélèvements ou essais ponctuels sur le site objet des prestations est entachée d'une incertitude fonction de la représentativité de ces données ponctuelles extrapolées à l'ensemble du site. Toutes les pénalités et indemnités qui sont prévues au contrat ou dans l'offre remise par le Prestataire ont la nature de dommages et intérêts forfaitaires, libératoires et exclusifs de toute autre sanction ou indemnisation.

Assurance décennale obligatoire

Le Prestataire bénéficie d'un contrat d'assurance au titre de la responsabilité décennale afférente aux ouvrages soumis à obligation d'assurance, conformément à l'article L.241-1 du Code des assurances. Conformément aux usages et aux capacités du marché de l'assurance et de la réassurance, le contrat impose une obligation de déclaration préalable et d'adaptation de la garantie pour les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède au jour de la déclaration d'ouverture de chantier un montant de 15 M€. Il est expressément convenu que le client a l'obligation d'informer le Prestataire d'un éventuel dépassement de ce seuil, et accepte, de fournir tous éléments d'information nécessaires à l'adaptation de la garantie. Le client prend également l'engagement, de souscrire à ses frais un Contrat Collectif de Responsabilité Décennale (CCRD), contrat dans lequel le Prestataire sera expressément mentionné parmi les bénéficiaires. Par ailleurs, les ouvrages de caractère exceptionnel, voir inusuels sont exclus du présent contrat et doivent faire l'objet d'une cotation particulière. Le prix fixé dans l'offre ayant été déterminé en fonction de conditions normales d'assurabilité de la mission, il sera réajusté, et le client s'engage à l'accepter, en cas d'éventuelle sur-cotation qui serait demandée au Prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. A défaut de respecter ces engagements, le client en supportera les conséquences financières (notamment en cas de défaut de garantie du Prestataire, qui n'aurait pu s'assurer dans de bonnes conditions, faute d'informations suffisantes). Le maître d'ouvrage est tenu d'informer le Prestataire de la DOC (déclaration d'ouverture de chantier).

Ouvrages non soumis à l'obligation d'assurance

Les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède un montant de 15 M€ HT doivent faire l'objet d'une déclaration auprès du Prestataire qui en référera à son assureur pour détermination des conditions d'assurance. Les limitations relatives au montant des chantiers auxquels le Prestataire participe ne sont pas applicables aux missions portant sur des ouvrages d'infrastructure linéaire, c'est-à-dire routes, voies ferrées, tramway, etc. En revanche, elles demeurent applicables lorsque sur le tracé linéaire, la/les mission(s) de l'assuré porte(nt) sur des ouvrages précis tels que ponts, viaducs, échangeurs, tunnels, tranchées couvertes... En tout état de cause, il appartiendra au client de prendre en charge toute éventuelle sur cotation qui serait demandée au prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Toutes les conséquences financières d'une déclaration insuffisante quant au coût de l'ouvrage seront supportées par le client et le maître d'ouvrage.

Le Prestataire assume les responsabilités qu'il engage par l'exécution de sa mission telle que décrite au présent contrat. A ce titre, il est responsable de ses prestations dont la défectuosité lui est imputable. Le Prestataire sera garanti en totalité par le Client contre les conséquences de toute recherche en responsabilité dont il serait l'objet du fait de ses prestations, de la part de tiers au présent contrat, le client ne garantissant cependant le Prestataire qu'au-delà du montant de responsabilité visé ci-dessous pour le cas des prestations défectueuses. La responsabilité globale et cumulée du Prestataire au titre ou à l'occasion de l'exécution du contrat sera limitée à trois fois le montant de ses honoraires sans pour autant excéder les garanties délivrées par son assureur, et ce pour les dommages de quelque nature que ce soit et quel qu'en soit le fondement juridique. Il est expressément convenu que le Prestataire ne sera pas responsable des dommages immatériels consécutifs ou non à un dommage matériel tels que, notamment, la perte d'exploitation, la perte de production, le manque à gagner, la perte de profit, la perte de contrat, la perte d'image, l'immobilisation de personnel ou d'équipements.

17. Cessibilité de contrat

Le Client reste redevable du paiement de la facture sans pouvoir opposer à quelque titre que ce soit la cession du contrat, la réalisation pour le compte d'autrui, l'existence d'une promesse de porte-fort ou encore l'existence d'une stipulation pour autrui.

18. Litiges

En cas de litige pouvant survenir dans l'application du contrat, seul le droit français est applicable. Seules les juridictions du ressort du siège social du Prestataire sont compétentes, même en cas de demande incidente ou d'appel en garantie ou de pluralité de défendeurs.

Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

(Extraits de la norme NF P 94-500 du 30 novembre 2013 – Chapitre 4.2)

Le Maître d'Ouvrage doit associer l'ingénierie géotechnique au même titre que les autres ingénieries à la Maîtrise d'Œuvre et ce, à toutes les étapes successives de conception, puis de réalisation de l'ouvrage. Le Maître d'Ouvrage, ou son mandataire, doit veiller à la synchronisation des missions d'ingénierie géotechnique avec les phases effectives à la Maîtrise d'Œuvre du projet.

L'enchaînement et la définition synthétique des missions d'ingénierie géotechnique sont donnés dans les tableaux 1 et 2. Deux ingénieries géotechniques différentes doivent intervenir : la première pour le compte du Maître d'Ouvrage ou de son mandataire lors des étapes 1 à 3, la seconde pour le compte de l'entreprise lors de l'étape 3.

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : Etude géotechnique préalable (G1)		Etude géotechnique préalable (G1) Phase Etude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Etude préliminaire, Esquisse, APS	Etudes géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonctions des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Etude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Etude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (<i>choix constructifs</i>)
	PRO	Etudes géotechniques de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (<i>choix constructifs</i>)
	DCE/ACT	Etude géotechnique de conception (G2) Phase DCE/ACT		Consultation sur le projet de base/choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Etudes géotechniques de réalisation (G3/G4)		A la charge de l'entreprise	A la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Etude de suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Etude (en interaction avec la phase suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (<i>en interaction avec la phase supervision du suivi</i>)	Etude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (<i>réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience</i>)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Etude et suivi géotechniques d'exécutions (G3) Phase Suivi (en interaction avec la Phase Etude	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (<i>en interaction avec la phase Supervision de l'étude</i>)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage		Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux
A toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

Tableau 2 - 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.

ETAPE 1 : ETUDE GÉOTECHNIQUE PREALABLE (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).

ETAPE 2 : ETUDE 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, participé à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

ETAPE 3 : ETUDES GÉOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées) ETUDE 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 géotechnique seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3)

ANNEXES

Annexe 1 – Plan de situation

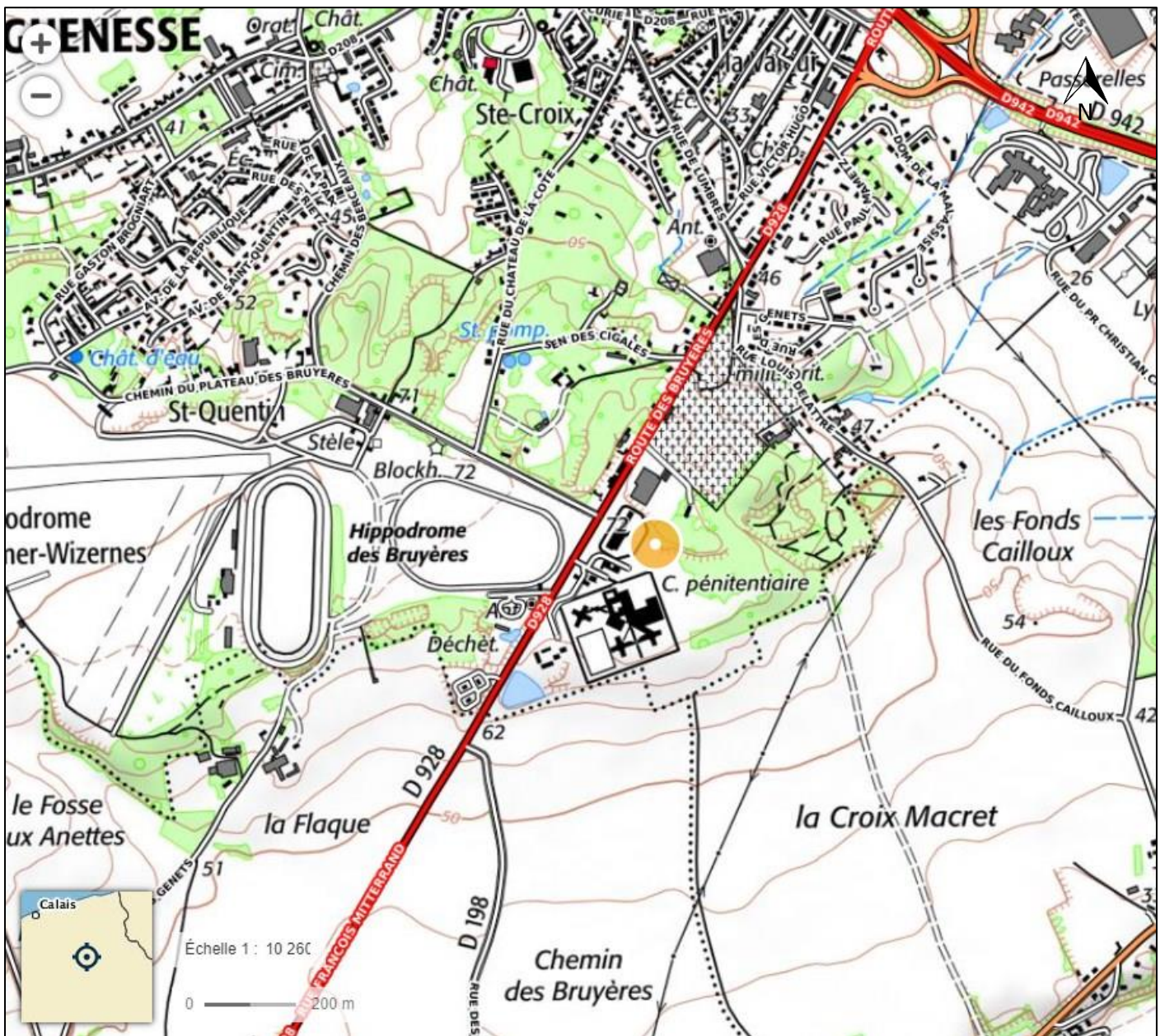
LONGUENESSE (62)

109 route des Bruyères

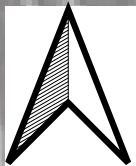
Ministère de la Justice

Construction de locaux pour le relogement de
l'ALIP de Saint-Omer

Plan de situation



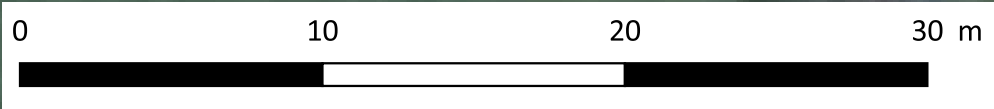
Annexe 2 – Plan d'implantation



Légende

● Fouille à 3 m/TA

□ Limite de site



**CERTIFICATION
RÉGLEMENTAIRE**

Attestations prévues par le code
de l'environnement pour les
CÉSSATIONS D'ACTIVITÉ
et les
SITES ET SOLS POLLUÉS

■ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

GÉOTEC
ENVIRONNEMENT

PARIS - DIJON - BORDEAUX - PACA

CERTIFIÉ PAR LE LNE

N° 38372-0

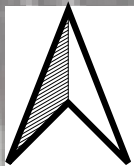
ATTESALUR selon arrêté
du 9 février 2022

GEOTEC PARIS
50 Rue Pierre Curie
78 370 PLAISIR
Tél : 01.61.37.28.60

24/00343/LILLE/01
LONGUENESSE
Plan d'implantation sur fond de projet

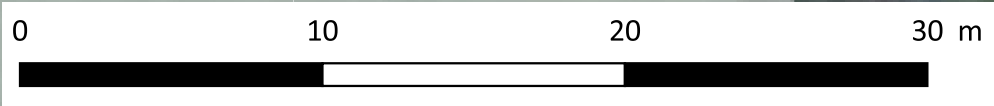
Système de référence spatiale RGF93-CC50 (m)

Echelle en A3 : 1:250



Légende

- Fouille à 3 m/TA
- Limite de site



CERTIFICATION RÉGLEMENTAIRE
Attestations prévues par le code de l'environnement pour les CESSATIONS D'ACTIVITÉ et les SITES ET SOLS POLLUÉS
■ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

GÉOTEC ENVIRONNEMENT
PARIS - DIJON - BORDEAUX - PACA
CERTIFIÉ PAR LE LNE
N° 38372-0
ATTESALUR selon arrêté du 9 février 2022

GEOTEC PARIS
50 Rue Pierre Curie
78 370 PLAISIR
Tél : 01.61.37.28.60

24/00343/LILLE/01
LONGUENESSE
Plan d'implantation sur fond de projet

Système de référence spatiale RGF93-CC50 (m)

Echelle en A3 : 1:250

Annexe 3 – Sondages et essais







Site

LONGUENESSE (62) - CONSTRUCTION DE LOCAUX POUR LE RELOGEMENT DE L'ALIP DE SAINT-OMER

Affaire

2400343

Sondage EM1

Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés
1646 960,96	9 281144,53	RGF93 / CC50		Décimètre
Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements
+73,42 m	2,0 m	0,0 °	NGF	Décimètre
Début		Fin	Machine	Opérateur
05/09/2024		05/09/2024	Non renseigné	LIGNIE Alexine

Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Niveau d'eau
73,42	0		Remblai de terre végétalisée limoneuse brune 0,2 m		Néant
73,22			Remblai sableux beige-gris + débris de briques + traces ocres 0,65 m		
72,77			Remblai argileux marron + briques + cailloutis 0,9 m		
72,52			Argile légèrement limoneuse gris-marron 2 m		
71,42	2				

Commentaires

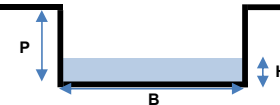
Pas de descente observée lors de l'essai Matsuo

ESSAI DE PERMEABILITE EN FOUILLE A CHARGE VARIABLE

N° d'affaire : 24/00343/LILLE
Lieu : LONGUENESSE (62)
Date : 05/09/2024
Sondage : EM1

Dimensions de la fouille

P (Profondeur)	2,00 m
L (Longueur)	0,90 m
B (Largeur)	0,50 m
F (Coef. de forme)	0,16 m



Heure	t	H (t)	Profondeur d'eau	K (t)
-	mn	m	m	m/s
	0,00	0,50	1,50	
	0,25	0,50	1,50	0,0E+00
	0,50	0,50	1,50	0,0E+00
	0,75	0,50	1,50	0,0E+00
	1,00	0,50	1,50	0,0E+00
	2,00	0,50	1,50	0,0E+00
	3,00	0,50	1,50	0,0E+00
	4,00	0,50	1,50	0,0E+00
	5,00	0,50	1,50	0,0E+00
	10,00	0,50	1,50	0,0E+00
	15,00	0,50	1,50	0,0E+00
	20,00	0,50	1,50	0,0E+00
	30,00	0,50	1,50	0,0E+00
	45,00	0,50	1,50	0,0E+00
	60,00	0,50	1,50	0,0E+00

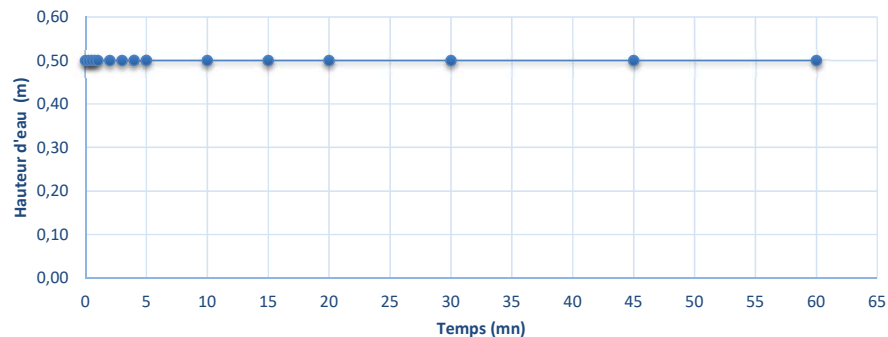


$$K(\text{charge variable}) = \frac{F}{t_2 - t_1} \ln \left(\frac{H(t_1) + F}{H(t_2) + F} \right) \quad F = \frac{L \cdot B}{2(L + B)}$$

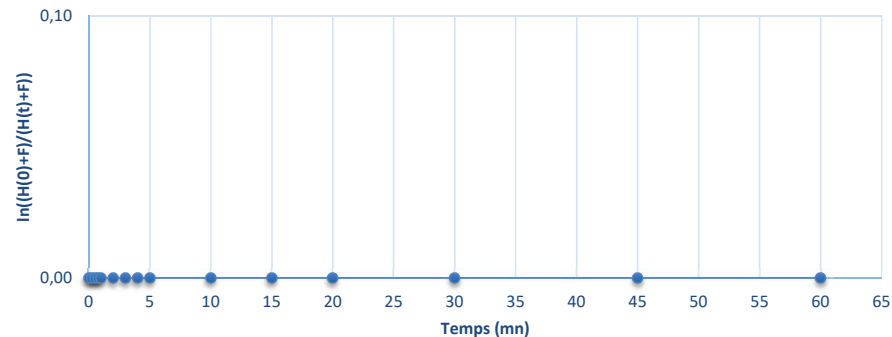
Perméabilité mesurée

t ₁	0,0 mn	Pas de descente observée lors de l'essai
t ₂	60,0 mn	

Variation de la hauteur d'eau



Graphique d'interprétation



Observations :

Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés
1646 959,44	9 281145,16	RGF93 / CC50		Décimètre
Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements
+73,35 m	4,6 m	-	NGF	Décimètre
Début		Fin	Machine	Opérateur
17/10/2024		17/10/2024	175	D.TIMMERMAN

Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Perméabilité	Niveau d'eau
73,35	0		Remblai de terre végétalisée limoneuse brune 0,2 m		Non mesuré
73,15			Remblai sableux beige-gris + débris de briques + traces ocres 0,65 m		
72,7			Remblai argileux marron + briques + cailloutis 0,9 m		
72,45					
71,35	1		Argile légèrement limoneuse gris-marron 2 m		
	2		Limon +/- sableux gris-marron		
	3				
	4				
67,85	5		5,5 m		

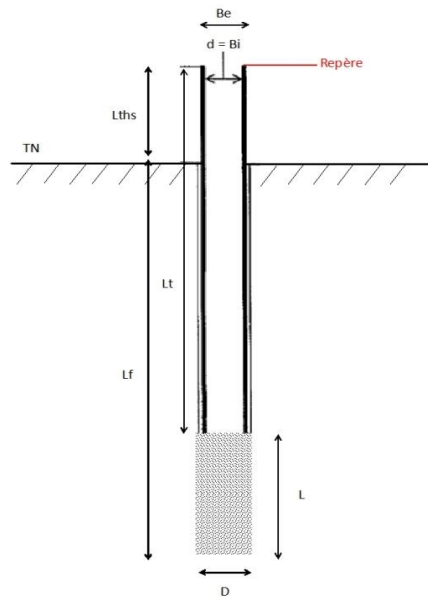
	ESSAI D'EAU EN FORAGE OUVERT	OUIING 31	Date
	Selon NF EN ISO 22282-1 et NF EN ISO 22282-2	V2023.06	27/06/2023

Affaire 24/00343/LILLE
Nom du chantier LONGUENESSE
Syst de coordonnées CC50

N° du sondage EL1
Date 17/10/2024

X 1646959,442
Y 9281145,158
Z 73,347

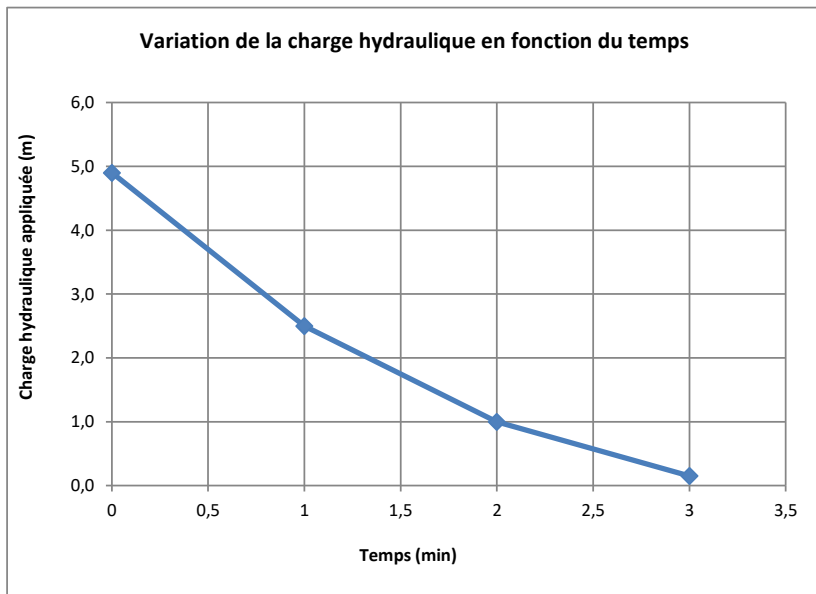
Caractéristiques du forage	Tube diamètre intérieur (Bi) en mm
	78
	Diamètre du Forage (B) en mm
	73
	Diamètre du tube de mesure (d) en m
	78
	Longueur tube de mesure (repère) en m (Lt)
	4,1
	Longueur tube de mesure hors sol (repère) en m (Lths)
	0,2
	Longueur du Forage / TN (Lf) en m
	5,5



Temps (min)	Mesure (m)
0	0
1	2,4
2	3,9
3	4,75

Essai	Temps de pompage / injection en min
	60
	Volume pompé / injecté en litre
	598
	Qa en m³/s
	0,0002

Cavité	Longueur de la cavité (L) en m
	1,6
	Diamètre de la cavité (B) en m
	0,073
	Elancement de la cavité (c = L/B) en m
	21,92
	Section du tube de mesure (S) en m²
	0,0048
	Facteur de forme (m)
	2,66



Résultats	Nom du sondage	EL1
	Type d'essai	Hors Nappe
	Type de charge	variable
	Prof. de la cavité en m	de 3,9 à 5,5 m
	Cote altimétrique de la cavité (m)	de 69,447 à 67,847 m

Charge variable	Coeff de perméabilité Kvar (m/s)	1E-05
-----------------	----------------------------------	-------

Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés
1646 923,69	9 281131,23	RGF93 / CC50		Décimètre
Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements
+72,74 m	2,0 m	0,0 °	NGF	Décimètre
Début		Fin	Machine	Opérateur
05/09/2024		05/09/2024	Non renseigné	LIGNIE Alexine

Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Perméabilité	Niveau d'eau
72,74	0		Remblai limoneux marron-gris + blocs de béton + briques + silex + ferraille + plastique	Pelle mécanique	1,49 m	Néant
71,54	1		1,2 m Argile limono-sableuse marron-grisâtre			
70,74	2		2 m	2 m	$k = 7 \times 10^{-7} \text{ m/s (*M)}$ 2 m	

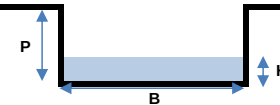
*M = Matsuo

ESSAI DE PERMEABILITE EN FOUILLE A CHARGE VARIABLE

N° d'affaire : 24/00343/LILLE
Lieu : LONGUENESSE (62)
Date : 05/09/2024
Sondage : EM2

Dimensions de la fouille

P (Profondeur)	2.00 m
L (Longueur)	0.70 m
B (Largeur)	0.65 m
F (Coef. de forme)	0.17 m



Heure	t	H (t)	Profondeur d'eau	K (t)
-	mn	m	m	m/s
	0.00	0.51	1.49	
	0.25	0.51	1.49	0.0E+00
	0.50	0.51	1.49	0.0E+00
	0.75	0.51	1.49	0.0E+00
	1.00	0.51	1.49	0.0E+00
	2.00	0.51	1.49	0.0E+00
	3.00	0.51	1.49	0.0E+00
	4.00	0.51	1.49	0.0E+00
	5.00	0.51	1.49	0.0E+00
	10.00	0.51	1.49	0.0E+00
	15.00	0.50	1.50	8.3E-06
	20.00	0.50	1.50	0.0E+00
	30.00	0.50	1.50	0.0E+00
	45.00	0.50	1.50	0.0E+00
	60.00	0.50	1.50	0.0E+00



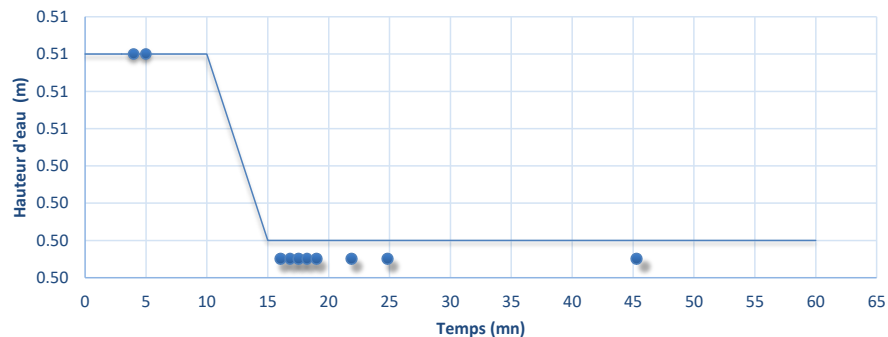
$$K(\text{charge variable}) = \frac{F}{t_2 - t_1} \ln \left(\frac{H(t_1) + F}{H(t_2) + F} \right) \quad F = \frac{L \cdot B}{2(L + B)}$$

Perméabilité mesurée

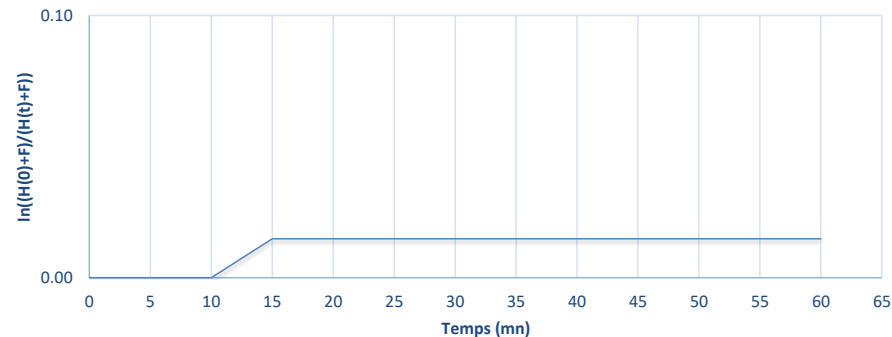
t ₁	0.0 mn
t ₂	60.0 mn

K = 7.0E-07 m/s

Variation de la hauteur d'eau



Graphique d'interprétation



Observations :



SiteLONGUENESSE (62) - CONSTRUCTION DE LOCAUX POUR LE RELOGEMENT DE L'ALIP DE SAINT-OMER

Affaire2400343

Sondage EL2

Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés
1646 927,20	9 281128,69	RGF93 / CC50		Décimètre
Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements
+72,73 m	4,6 m	-	NGF	Décimètre

Début	Fin	Machine	Opérateur
21/10/2024	21/10/2024	175	D.TIMMERMAN

Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Perméabilité	Niveau d'eau			
72,73	0		Remblai limoneux marron-gris + blocs de béton + briques + silex + ferraille + plastique	TRIC Ø 73mm	3,5 m k = 3 × 10 ⁻⁵ m/s ("Le)	Non mesuré			
	1		1,2 m						
71,53			Argile limono-sableuse marron-gris						
			2 m						
70,73	2		Limon +/- sableux gris-marron						
	3								
	4								
			4,6 m	4,6 m					
68,13					4,6 m				

	ESSAI D'EAU EN FORAGE OUVERT	OUING 31	Date
	Selon NF EN ISO 22282-1 et NF EN ISO 22282-2	V2023.06	27/06/2023

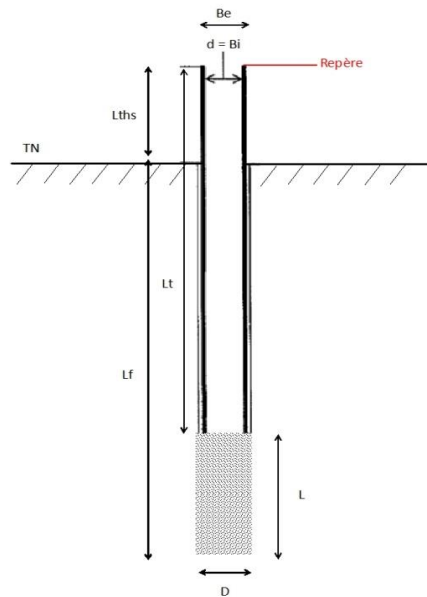
Affaire 24/00343/LILLE
Nom du chantier LONGUENESSE
Syst de coordonnées CC50

N° du sondage EL2
Date 21/10/2024

X 1 646 927,20302
Y 9 281 128,69298
Z 72,729

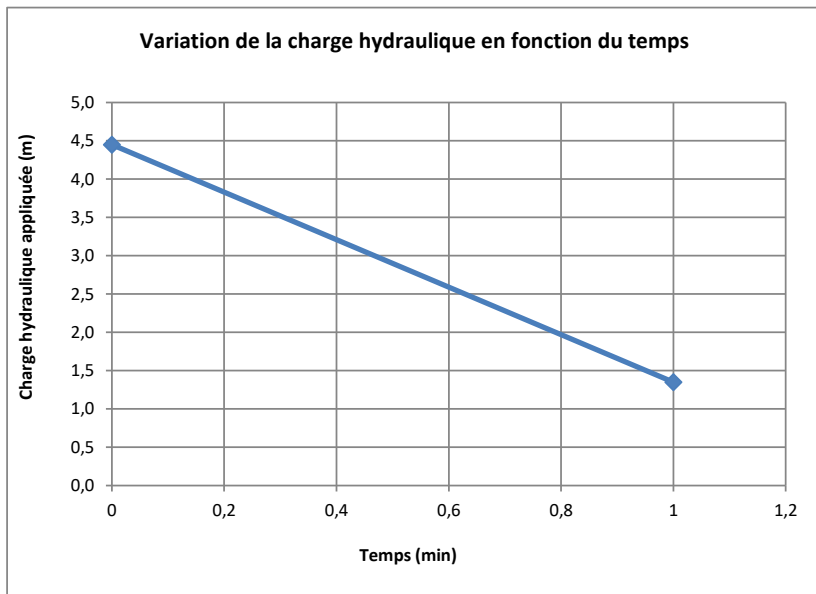
Temps (min)	Mesure (m)
0	0
1	3,1

Caractéristiques du forage	Tube diamètre intérieur (Bi) en mm
	78
	Diamètre du Forage (B) en mm
	73
	Diamètre du tube de mesure (d) en m
	78
	Longueur tube de mesure (repère) en m (Lt)
	3,9
	Longueur tube de mesure hors sol (repère) en m (Lths)
	0,4
	Longueur du Forage / TN (Lf) en m
	4,6



Essai	Temps de pompage / injection en min
	60
	Volume pompé / injecté en litre
	1060
	Qa en m³/s
	0,0003

Cavité	Longueur de la cavité (L) en m
	1,1
	Diamètre de la cavité (B) en m
	0,073
	Elancement de la cavité (c = L/B) en m
	15,07
	Section du tube de mesure (S) en m²
	0,0048
	Facteur de forme (m)
	2,03



Résultats	Nom du sondage	EL2
	Type d'essai	Hors Nappe
	Type de charge	variable
	Prof. de la cavité en m	de 3,5 à 4,6 m
	Cote altimétrique de la cavité (m)	de 69,229 à 68,129 m

Charge variable	Coeff de perméabilité Kvar (m/s)	3E-05
-----------------	----------------------------------	-------



Site

LONGUENESSE (62) - CONSTRUCTION DE LOCAUX POUR LE RELOGEMENT DE L'ALIP DE SAINT-OMER

Affaire

2400343

Sondage PM1

Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés
1646 934,79	9 281140,29	RGF93 / CC50		Décimètre
Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements
+72,97 m	2,1 m	0,0 °	NGF	Décimètre
Début		Fin	Machine	Opérateur
05/09/2024		05/09/2024	Non renseigné	LIGNIE Alexine

Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Niveau d'eau
72,97	0		Remblai limoneux brun + blocs + grave + briques + silex + déchets divers (câbles électriques, ...)	Pelle mécanique	Néant
			0,7 m		
72,27	1		Remblai hétérogène de limon, sable et blocs marron + silex + briques + cailloutis		
			1,5 m		
71,47			Remblai limoneux grisâtre + silex + grave + débris de briques + déchets plastique		
	2		2,1 m	2,1 m	
70,87					

Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés
1646 934,79	9 281140,29	RGF93 / CC50		Décimètre
Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements
+72,97 m	2,1 m	0,0 °	NGF	Décimètre
Début		Fin	Machine	Opérateur
05/09/2024		05/09/2024	Non renseigné	LIGNIE Alexine



Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés
1646 959,20	9 281153,27	RGF93 / CC50		Décimètre
Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements
+73,38 m	2,0 m	0,0 °	NGF	Décimètre

Début	Fin	Machine	Opérateur
05/09/2024	05/09/2024	Non renseigné	LIGNIE Alexine

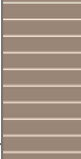
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Niveau d'eau
73,38	0		Remblai sableux grisâtre + débris racinaires	Pelle mécanique	Néant
72,88			0,5 m		
	1		Remblai argilo-sablo-limoneux gris-marron-ocre + briques + débris de briques + cailloutis divers		
			1,9 m		
71,38	2		Argileux noirâtre + silex	2 m	
			2 m		

Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés
1646 959,20	9 281153,27	RGF93 / CC50		Décimètre
Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements
+73,38 m	2,0 m	0,0 °	NGF	Décimètre
Début	Fin	Machine		Opérateur
05/09/2024	05/09/2024	Non renseigné		LIGNIE Alexine



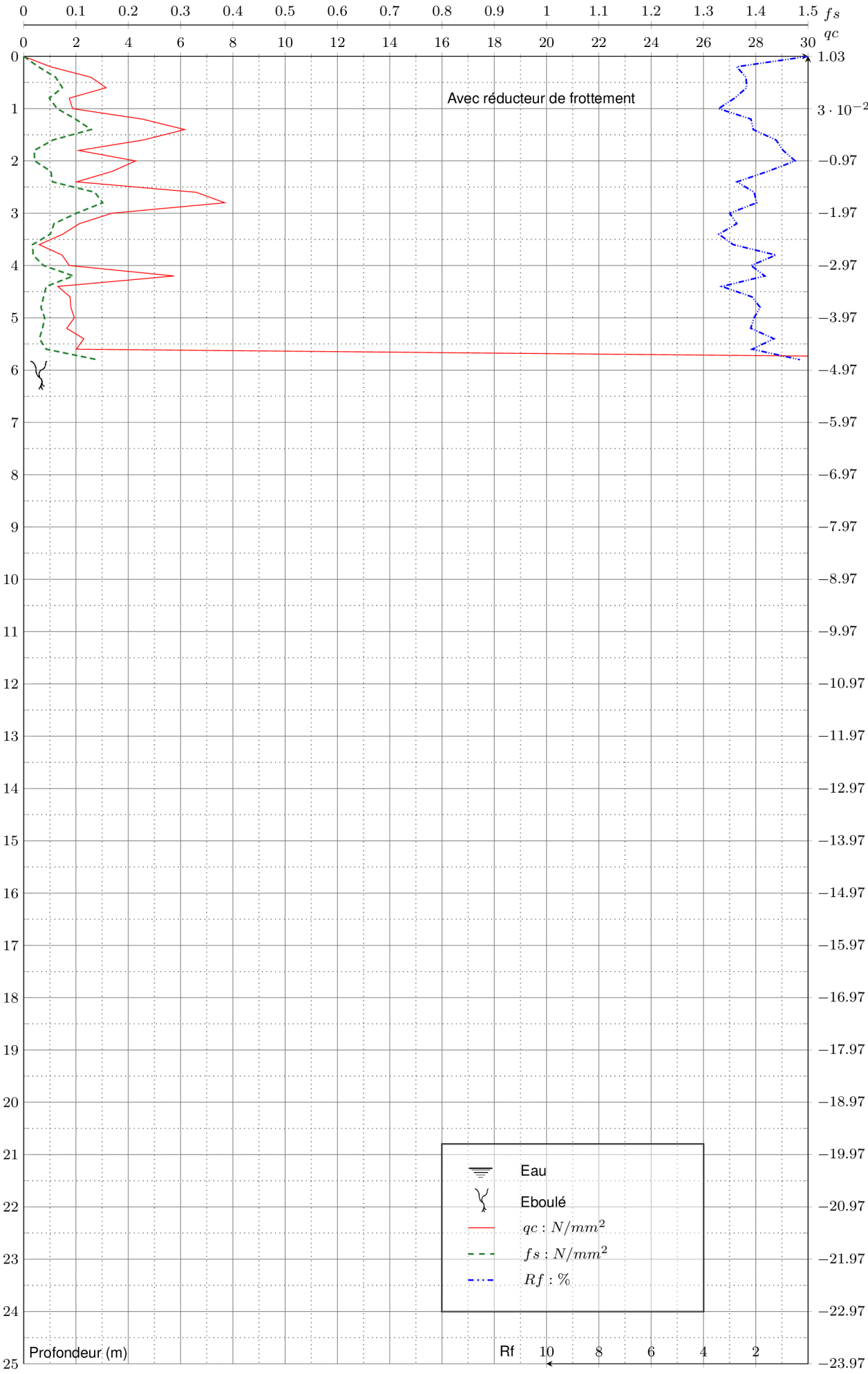
Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés
1646 941,53	9 281154,34	RGF93 / CC50		Décimètre
Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements
+73,29 m	10,0 m	-	NGF	Décimètre

Début	Fin	Machine	Opérateur
17/10/2024	17/10/2024	175	D.TIMMERMAN

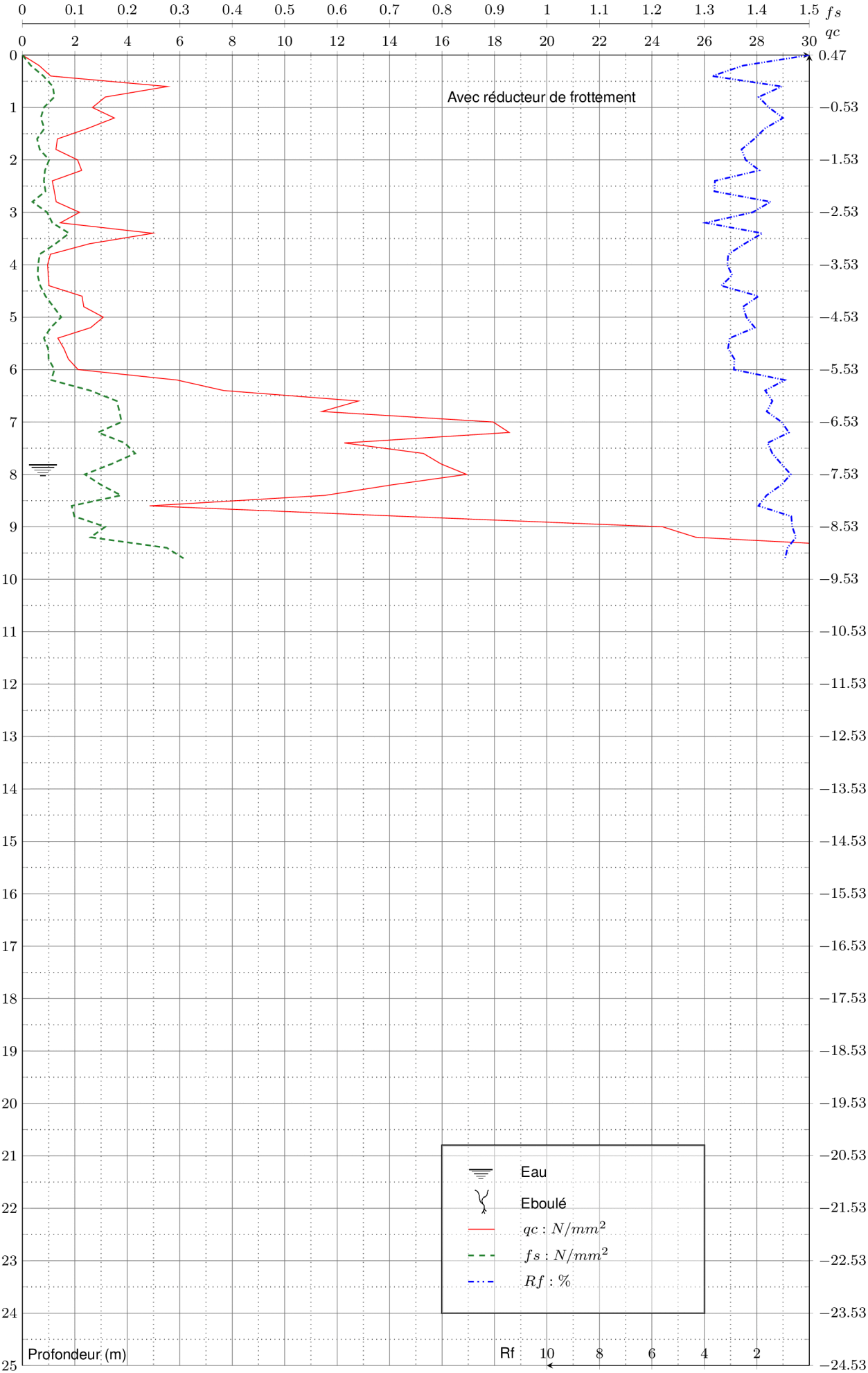
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Tubages	Niveau d'eau
73,29	0		Remblai limono-sableux marron + débris de briques + végétaux + silex	TAR 63mm	HQ 88,9 b	 6,1 m
72,59			0,7 m			
	1		Remblai limono-sableux marron-vert + débris de briques + cailloutis + débris de verre (ramasse ?)			
			1,5 m			
71,79						
	2		Remblai argilo-sableux marron-grisâtre + débris de briques			
			3 m			
70,29	3					
	4		Limon noirâtre + cailloutis (légère odeur vasarde)			
	5		5,5 m			
67,79			Limon sableux marron-noir + cailloutis (ramasse ?)			
			6 m			
67,29	6		Argilo gris-marron + quelques débris de briques + cailloutis (ramasse) ?	10 m	10 m	
	7		7,5 m			
65,79						
	8		Sable jaune + limon gris-noir	10 m	10 m	
	9		10 m			
63,29	10					

Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés
1646 958,00	9 281180,27	RGF93 / CC50		Décimètre
Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements
+71,52 m	10,0 m	-	NGF	Décimètre
Début		Fin	Machine	Opérateur
17/10/2024		17/10/2024	175	D.TIMMERMAN

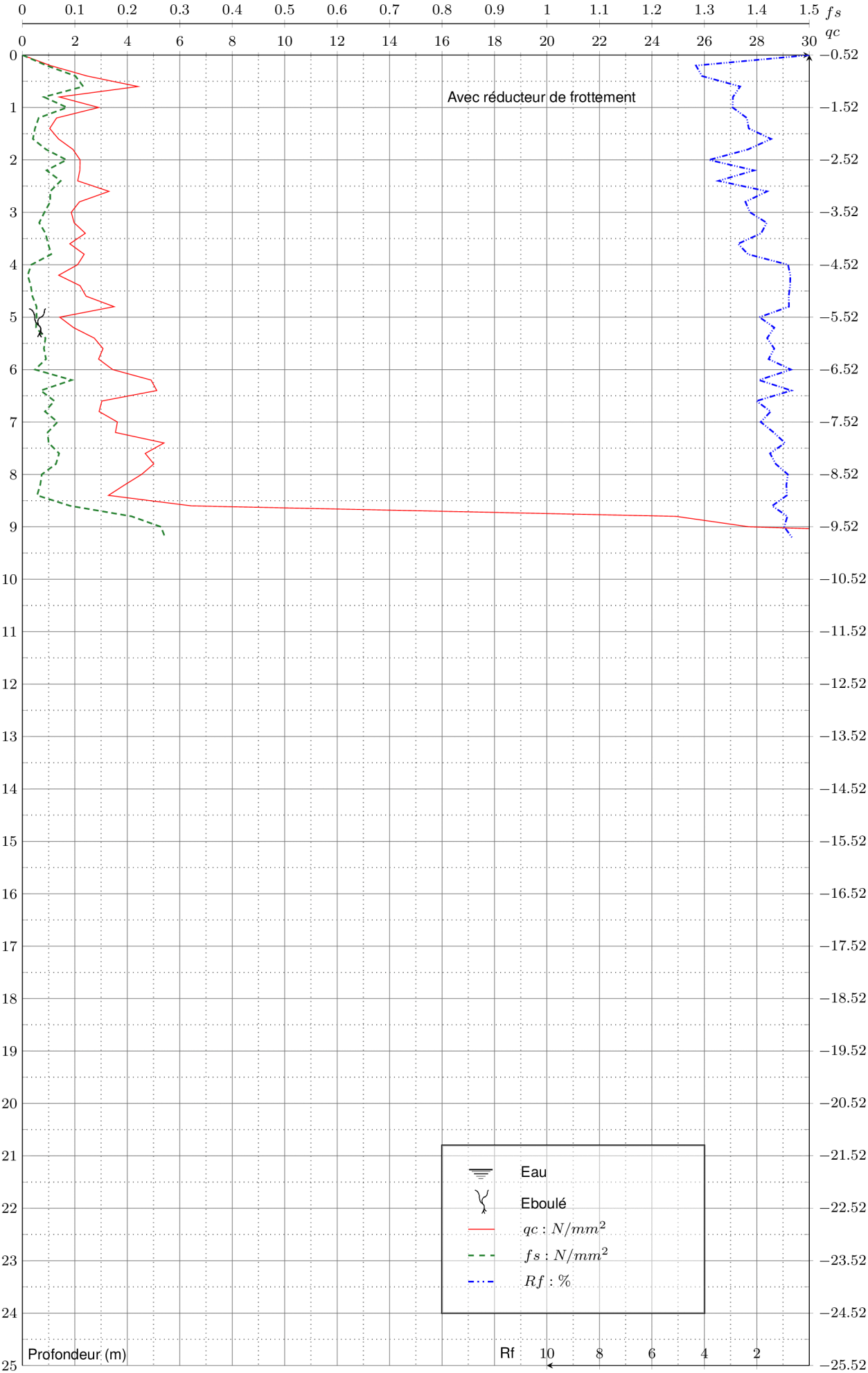
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Tubages	Niveau d'eau			
71,52	0		Remblai limoneux marron + débris de briques + cailloutis + grave + polystyrène	ROT Ø 73 mm	HQ 88,9 b	Non mesuré			
	1								
	2								
			3 m						
68,52	3		Limon sableux marron + débris de briques + cailloutis + grave + silex (ramasse ?)	ROT Ø 73 mm	HQ 88,9 b	Non mesuré			
	4								
		4,5 m							
67,02	5		Sable jaunâtre						
			6 m						
65,52	6		Sable jaune verdâtre + nodules limoneux	ROT Ø 73 mm	HQ 88,9 b	Non mesuré			
	7								
	8								
	9								
			10 m						
61,52	10			10 m	10 m				



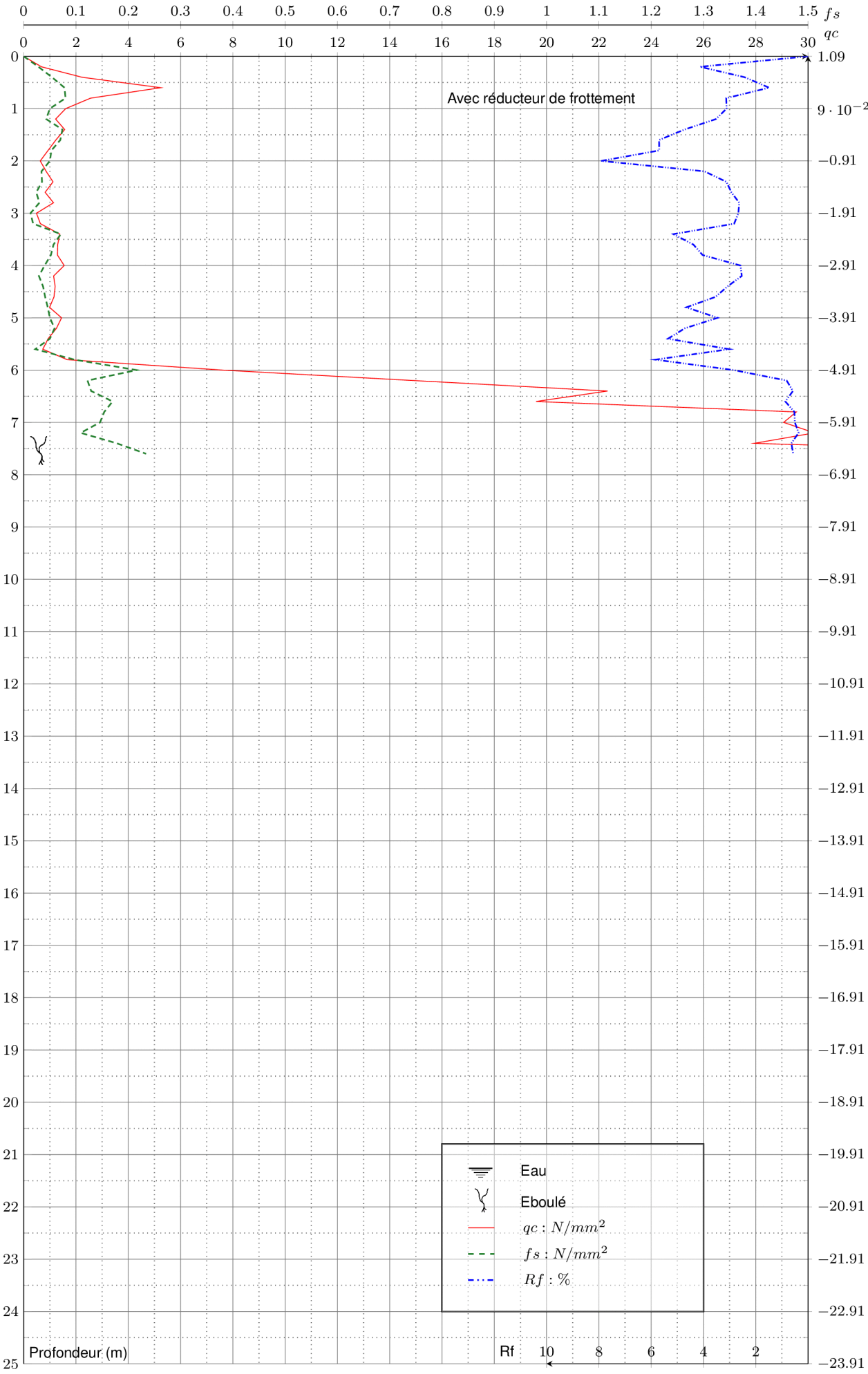
Dossier	Essai	Adresse du chantier	Typ de de mesure	Cône non.	NF EN ISO 22476-1
F02408337-001	CPT01	109 route des bruyères , 62219 Longuenesse,	CPTU - 200 kN	071482	
Sondage au pénétromètre statique					Niveau de sondage: 1,03m



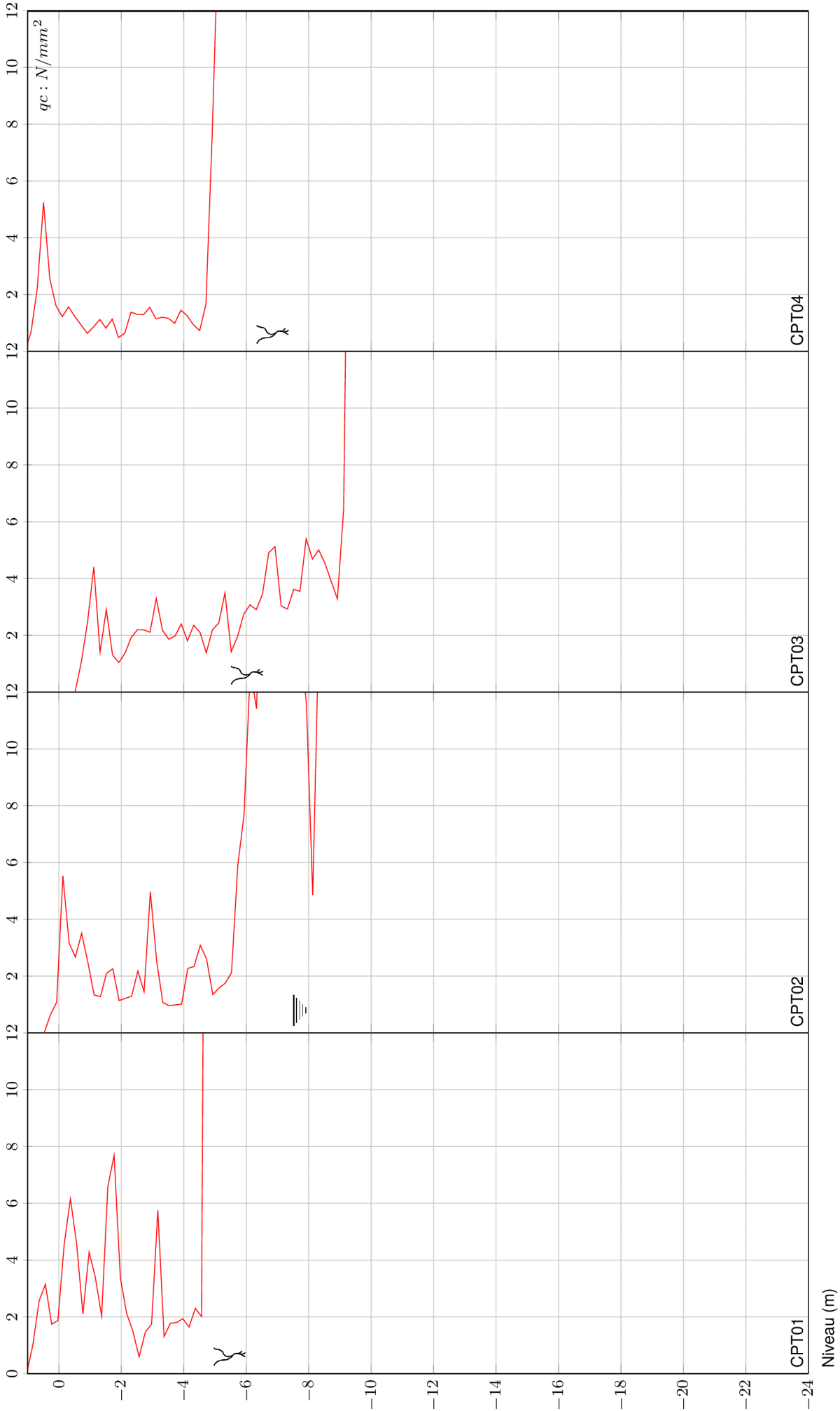
Dossier	Essai	Adresse du chantier	Type de de mesure	Cône non.	NF EN ISO 22476-1
F02408337-001	CPT02	109 route des bruyères , 62219 Longuenesse,	CPTU - 200 kN	071482	
Sondage au pénétromètre statique					Niveau de sondage: 0,47m



Dossier	Essai	Adresse du chantier	Typ de de mesure	Cône non.	NF EN ISO 22476-1
F02408337-001	CPT03	109 route des bruyères , 62219 Longuenesse,	CPTU - 200 kN	071482	
Sondage au pénétromètre statique					Niveau de sondage: -0,52m



Dossier	Essai	Adresse du chantier	Typ de de mesure	Cône non.	NF EN ISO 22476-1
F02408337-001	CPT04	109 route des bruyères , 62219 Longuenesse,	CPTU - 200 kN	071482	
Sondage au pénétromètre statique					Niveau de sondage: 1,09m



Dossier	Adresse du chantier	
F02408337-001	109 route des bruyères , 62219 Longuenesse,	
Vue d'ensemble des résistances à la pointe - sondage pénétromètre statique		

Sondage : PM100

Inclinaison/Verticale :

Date : 05/09/2024
Météo / T° :
N° PID : PID-PA-02
N° détecteur 4 gaz : GA-PA-01

Site : LONGUENESSE
Affaire : 24/00343/LILLE/01
Opérateur : AL et MP
X : 1646955.43 (RGF93-CC50)
Y : 9281179.41 (RGF93-CC50)
Z : 71.53 m NGF

Echelle : 1/15 Page : 1/1

Cote	Prof.	Coupe indicative des terrains	Ech	Heures de prélèvement	Observations Organoleptiques	Outil	Eau	PID (ppmV)	Equipement
71,53	0,00								
71,03	0,50	Remblai limoneux Blocailleux Gris Blocs divers (briques, pavés, craie, béton) Bois Déchets (ferraille, plastique, tissu, bitûme, verre...)	PM100 0-0.5 m/TA	8h00	APSO			0	
69,63	1,90	Remblai limono blocailleux Marron Blocs dvers	PM100 0.5-1.9 m/TA	8h10	APSO	PM	NEANT	0	
68,73	2,80	Remblai limono argilo-sableux Gris Morceaux de silex Blocs béton Passages sableux ôcres Cailloutis blancs Débris de briques Bitûme Bois	PM100 1.9-2.8 m/TA	8h20	APSO			0	
		REFUS - éboulement des parois							

Observations : APSO = Aspect Propre et Sans Odeur

Entreprise de forage : HB Espaces verts

Rebouchage : Cuttings

Gestion des cuttings : Rebouchage

EXGTE 3.23

Sondage : PM101

Inclinaison/Verticale :

Date : 05/09/2024
Météo / T° :
N° PID : PID-PA-02
N° détecteur 4 gaz : GA-PA-01

Site : LONGUENESSE
Affaire : 24/00343/LILLE/01
Opérateur : AL et MP
X : 1646943.36 (RGF93-CC50)
Y : 1646943.36 (RGF93-CC50)
Z : 73.30 m NGF

Echelle : 1/15
Page : 1/1

Cote	Prof.	Coupe indicative des terrains	Ech	Heures de prélèvement	Observations Organoleptiques	Outil	Eau	PID (ppmV)	Equipement
73,30	0,00								
72,90	0,40	Remblai de terre végétalisée limono sableuse Brun			APSO			0	
72,20	1,10	Remblai sableux Gris	PM101 0.4-1.1 m/TA	8h30	APSO			0	
70,30	3,00	Remblai argilo-limoneux Gris/bleu Passages sableux verts Débris de briques Morceaus de silex	PM101 1.1-3 m/TA	8h40	APSO	PM	NEANT	0	

Observations : APSO = Aspect Propre et Sans Odeur

Entreprise de forage : HB Espaces verts

Rebouchage : Cuttings

Gestion des cuttings : Rebouchage

Sondage : PM102

Inclinaison/Verticale :

Date : 05/09/2024

Météo / T° :

N° PID : PID-PA-02

N° détecteur 4 gaz : GA-PA-01

Site : LONGUENESSE

Affaire : 24/00343/LILLE/01

Opérateur : AL et MP

X : 1646960.26 (RGF93-CC50)

Y : 9281142.33 (RGF93-CC50)

Z : 73.44 m NGF

Echelle : 1/15

Page : 1/1

Cote	Prof.	Coupe indicative des terrains	Ech	Heures de prélèvement	Observations Organoleptiques	Outil	Eau	PID (ppmV)	Equipement
73,44	0,00								
73,19	0,25	Remblai de de terre végétalisée limono sableuse Brun							
72,84	0,60	Remblai sableux Gris Débris de briques	PM102 0.25-0.6 m/TA	9h40	APSO			0	
71,94	1,50	Remblai argileux Marron Débris de briques Cailloutis	PM102 0.6-1.5 m/TA	9h50	APSO	PM	NEANT	0	
71,14	2,30	Remblai argileux Gris/bleu	PM102 1.5-2.3 m/TA	10h00	APSO			0	
70,94	2,50	Remblai noir Granuleux Matériaux assimilés à des mâchefers	PM102 2.3-2.5 m/TA	10h10	Couleur noire Matériaux assimilés à des mâchefers			0	
70,54	2,90	Limon Marron	PM102 2.5-2.9 m/TA	10h20	APSO			0	

EXGTE 3.23

Observations : APSO = Aspect Propre et Sans Odeur

Rebouchage : Cuttings

Entreprise de forage : HB Espaces verts

Gestion des cuttings : Rebouchage

Sondage : PM103

Inclinaison/Verticale :

Date : 05/09/2024
Météo / T° :
N° PID : PID-PA-02
N° détecteur 4 gaz : GA-PA-01

Site : LONGUENESSE
Affaire : 24/00343/LILLE/01
Opérateur : AL et MP
X : 1646928.73 (RGF93-CC50)
Y : 9281131.56 (RGF93-CC50)
Z : 72.94 m NGF

Echelle : 1/15
Page : 1/1

Cote	Prof.	Coupe indicative des terrains	Ech	Heures de prélèvement	Observations Organoleptiques	Outil	Eau	PID (ppmV)	Equipement
72,94	0,00		Remblai limono-graveleux Marron/gris Débris de briques Morceaux de silex Blocs béton Déchets plastiques Géotextile	PM103 0-0.5 m/TA	9h00	APSO		0	
72,44	0,50		Remblai limono-argileux blocailleux Marron/gris Débris de briques Morceaux de silex Blocs béton Déchets plastiques	PM103 0.5-1.3 m/TA	9h10	APSO		0	
71,64	1,30		Remblai sablo graveleux Jaune Débris de briques Cailloutis	PM103 1.3-2.4 m/TA	9h20	APSO		0	
70,54	2,40		Argile bleuté à silex	PM103 2.4-2.8 m/TA	9h30	APSO		0	
70,14	2,80		REFUS sur silex						

Observations : APSO = Aspect Propre et Sans Odeur
Rebouchage : Cuttings
Gestion des cuttings : Rebouchage
Entreprise de forage : HB Espaces verts

Annexe 4 – Essais en laboratoire

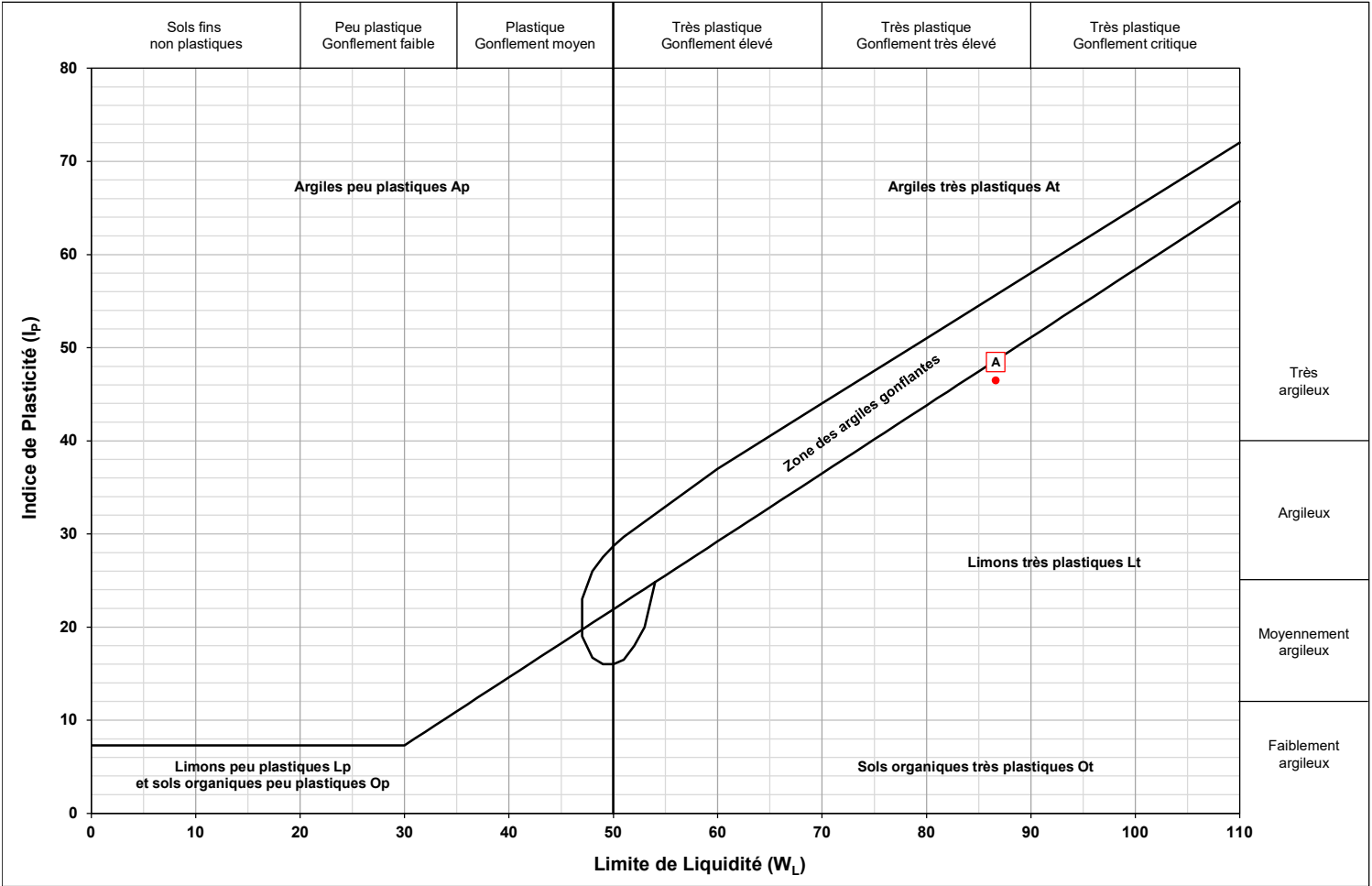
OULAB-04-v4 - Tableau Récapitulatif des Résultats d'Essais Laboratoire

AFFAIRE	2400343	Opérateur	BBB	
SITE	LONGUENESSE	Vérificateur	G.SEGUIN	
Date	27/09/2024			

NA = Non Applicable

Sondage	Prof Sup (m)	Prof Inf (m)	Description	Teneur en eau naturelle (0/D) Wnat (%)	Granulométrie - Sédimentométrie									Valeur au Bleu de Méthylène VBS (g/100g)	Limites d'Atterberg				CLASSIFICATION (NF P 11-300)	CLASSIFICATION (EN 16907)	
					Diamètre maximal Dmax (mm)	Passant à 63 mm < 63 mm (%)	Passant à 50 mm < 50 mm (%)	Passant à 2 mm < 2 mm (%)	Passant à 80 µm < 80 µm (%)	Passant à 63 µm < 63 µm (%)	Passant à 2 µm < 2 µm (%)	Coefficient d'uniformité Cu	Fraction 63µm/2mm		Fraction 2mm/63mm	Limite de liquidité WL (%)	Limite de plasticité WP (%)	Indice de plasticité IP			Indice de consistance IC
EM1	0,90	2,00	Argile légèrement sableuse gris-marron	42,5	6,0	100,0	100,0	99,5	88,4	87,2	-	-	12,3	0,5	-	86,6	40,1	46,5	0,94	A4	F4 h

AFFAIRE	2400343
SITE	LONGUENESSE
Date	26/09/2024
Opérateur	BBB



LEGENDE								
Point	Sondage & Profondeur	W _L	I _p		Point	Sondage & Profondeur	W _L	I _p
A	EM1 0.90-2.00m	86,6	46,5		E			
B					F			
C					G			
D					H			

ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Méthode par tamisage à sec

Méthode par sédimentation

AFFAIRE	2400343
SITE	LONGUENESSE
Date	23/09/2024
Opérateur	BBB
T°C de séchage	105°C
Sédimentométrie	NON

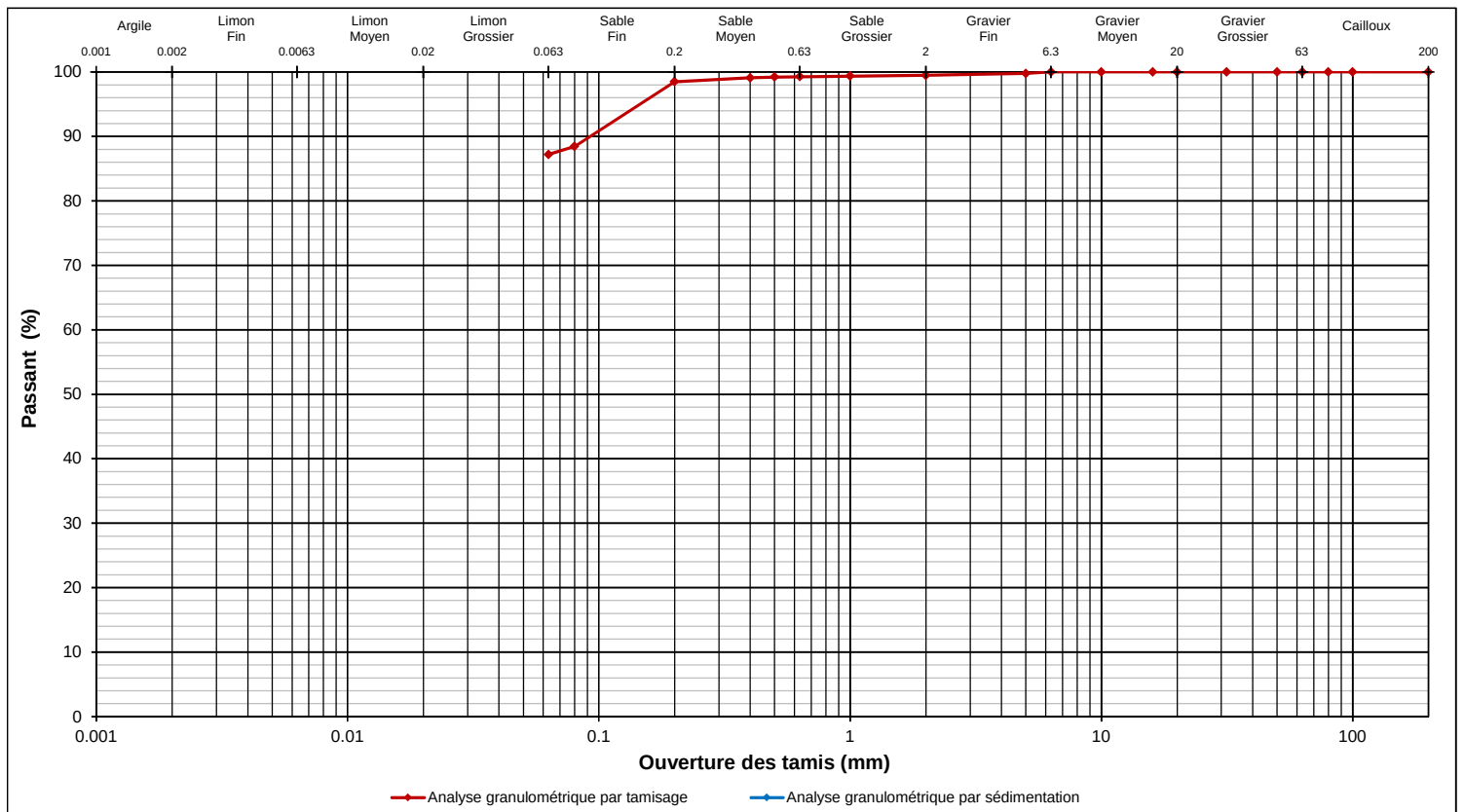
W% sur 0/D (NF EN ISO 17892-1)	42.5	Dmax (mm)		6.0
W% sur 0/20mm (NF EN ISO 17892-1)	42.5	Passants (%)	63 mm	100.0
D10 (mm)			50 mm	100.0
D60 (mm)			2 mm	99.5
Coefficient d'uniformité Cu			80 µm	88.4
			63 µm	87.2
Fraction 63µm/2mm	12.3		2 µm	-
Fraction 2mm/63mm	0.5	VBS (NF P 94-068)		-

Sondage	EM1
Profondeur	0,90 - 2,00 m

Description	Argile légèrement sableuse gris-marron
-------------	--

Ø tamis (mm)	200	100	80	63	50	31.5	20	16	10	6.3	5	2	1	0.63	0.5	0.4	0.2	0.080	0.063
Passant (%)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.8	99.5	99.4	99.3	99.2	99.1	98.5	88.4	87.2

Ø tamis (µm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Passant (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-



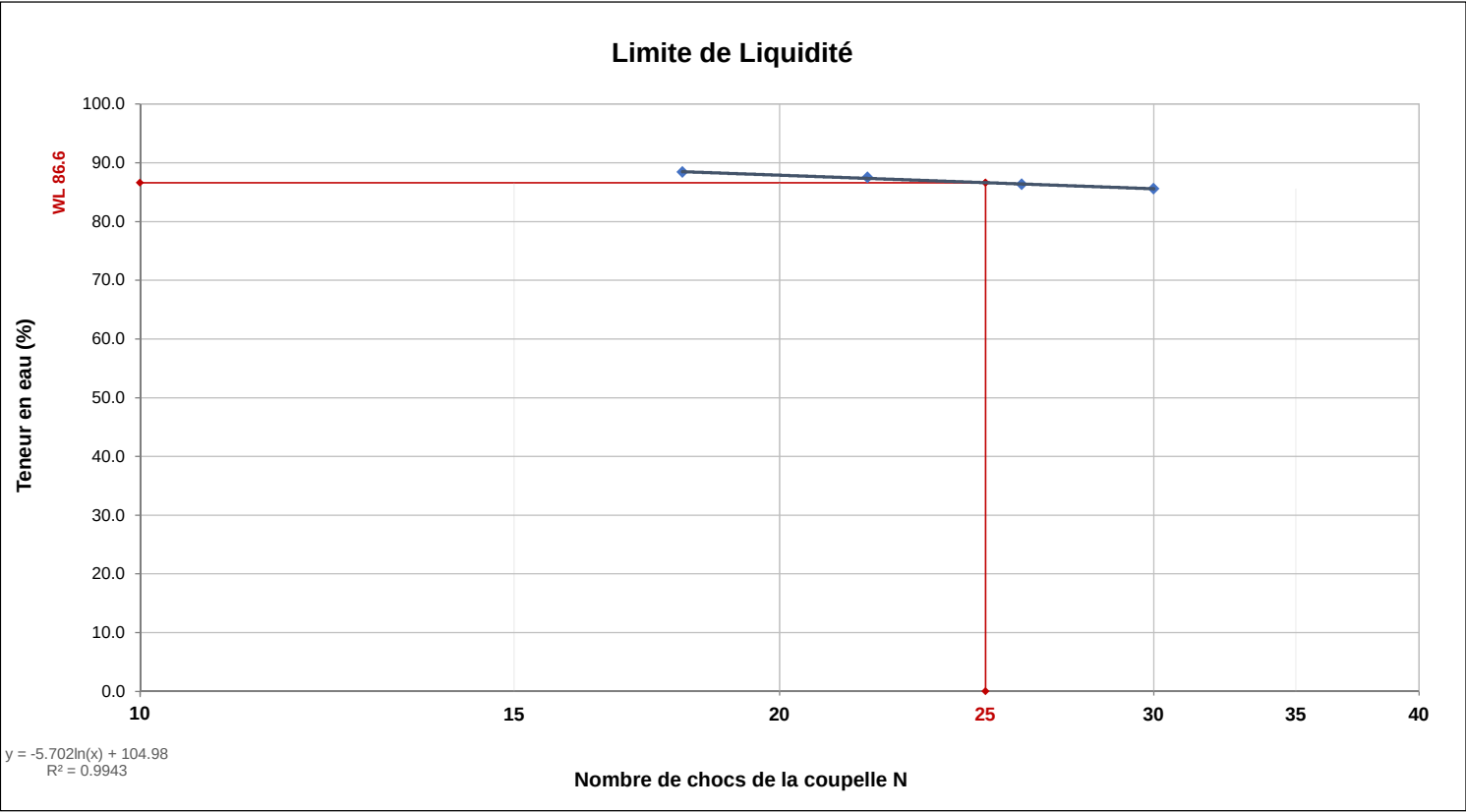
Densimètre	H ₀ (cm) =	-	H ₁ (cm) =	-	h ₁ (cm) =	-	Vd (cm ³) =	-
Facteurs correcteurs	Cm =	-	Cd =	-	Eprouvette : A (cm ²) =	-		
Masse volumique des grains (g/cm ³)	estimée	-						

Temps de lecture (min)	R	T°C	Ct	p (%)	D (µm)
1	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-
240	-	-	-	-	-
1440	-	-	-	-	-

Observations	
--------------	--

AFFAIRE	2400343		
SITE	LONGUENESSE		
Date	25/09/2024		
Opérateur	BBB		
T°C de séchage	105°C		
Sondage	EM1		
Profondeur	0,90 - 2,00 m		
Description	Argile légèrement sableuse gris-marron		

Préparation de l'échantillon	Etat Naturel		Passant à 400µm (%)	99.1
Mesures N°	1	2	3	4
Nombre de coups N	30	26	22	18
Teneur en eau (%)	85.6	86.3	87.5	88.4



Limite de plasticité	W1 (%)	40.1	Moyenne (%)	40.1
	W2 (%)	40.2		
Teneur en eau sur 0/D (NF EN ISO 17892-1)		W (%)	42.5	
Teneur en eau sur 0/400µm (NF EN ISO 17892-1)		W (%)	42.9	
Limite de liquidité		W _L (%)	86.6	
Limite de plasticité		W _P (%)	40.1	
Indice de plasticité		I _p	46.5	
Indice de consistance		I _c	0.94	

Observations	
--------------	--

GEOTEC**Monsieur Mathias PEUCH**

ZI du Château

Rue Gutenberg

62220 CARVIN

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 24E175948

Version du : 03/10/2024

N° de rapport d'analyse : AR-24-LK-205701-01

Date de réception technique : 21/09/2024

Première date de réception physique : 21/09/2024

Référence Dossier : N° Projet : 2024/00343/LILLE

Nom Projet : LONGUENESSE (62) - Construction de locaux pour le

Nom Commande : LONGUENESSE (62) - Construction de locaux pour le

Référence Commande : 24-GEO-LI-7682

Coordinateur de Projets Clients : Elisa Gitzhofer / ElisaGitzhofer@eurofins.com / +33 3 88 91 19 11

N° Ech	Matrice	Référence échantillon
001	Solides Divers (SLD)	EM2 de 1.20 à 2.00 m

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 24E175948

Version du : 03/10/2024

N° de rapport d'analyse : AR-24-LK-205701-01

Date de réception technique : 21/09/2024

Première date de réception physique : 21/09/2024

Référence Dossier : N° Projet : 2024/00343/LILLE

Nom Projet : LONGUENESSE (62) - Construction de locaux pour le

Nom Commande : LONGUENESSE (62) - Construction de locaux pour le

Référence Commande : 24-GEO-LI-7682

N° Echantillon

001

Référence client :

**EM2 de 1.20
à 2.00 m**

Matrice :

SLD

Date de prélèvement :

19/09/2024

Date de début d'analyse :

23/09/2024

Température de l'air de l'enceinte :

17.7°C

Sous-traitance

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

Sulfate dans l'acide (SO4) Agressivité

mg/kg

1030

Béton

Classe d'agressivité selon NF EN 206

< XA1


Marion Medina

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.

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

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 24E175948

Version du : 03/10/2024

N° de rapport d'analyse : AR-24-LK-205701-01

Date de réception technique : 21/09/2024

Première date de réception physique : 21/09/2024

Référence Dossier : N° Projet : 2024/00343/LILLE

Nom Projet : LONGUENESSE (62) - Construction de locaux pour le

Nom Commande : LONGUENESSE (62) - Construction de locaux pour le

Référence Commande : 24-GEO-LI-7682

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° :24E175948

N° de rapport d'analyse : AR-24-LK-205701-01

Emetteur : Monsieur Mathias PEUCH

Commande EOL : 006-10514-1201365

Nom projet : N° Projet : 2024/00343/LILLE

Référence commande : 24-GEO-LI-7682

LONGUENESSE (62) - Construction de locaux pour le

Nom Commande : LONGUENESSE (62) - Construction de locaux pour le

Solides Divers

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Incertitude à la LQ	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
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	Prestation soustraite à Eurofins Analyses Des Matériaux Et Combustibles Fr

Annexe de traçabilité des échantillons

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

Dossier N° : 24E175948

N° de rapport d'analyse : AR-24-LK-205701-01

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-1201365

Nom projet : N° Projet : 2024/00343/LILLE

Référence commande : 24-GEO-LI-7682

LONGUENESSE (62) - Construction de locaux pour le

Nom Commande : LONGUENESSE (62) - Construction de locaux
pour le

Solides Divers

N° Ech	Référence Client	Date & Heure Prélèvement	Date de Réception Physique ⁽¹⁾	Date de Réception Technique ⁽²⁾	Code-Barre	Nom Flacon
001	EM2 de 1.20 à 2.00 m	19/09/2024 14:37:00	21/09/2024	21/09/2024		

(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-24-EM-015382-01 Version du : 03/10/2024
Dossier N° : 24Q007859 Date de réception : 24/09/2024
Référence Dossier :
Référence Commande : EUFRSA200149195

Page 1/2

N° Ech	Matrice	Référence échantillon	Préleveur
001	Solides Divers	24E175948-001	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

3 rue d'Otterswiller
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-24-EM-015382-01 Version du : 03/10/2024

Page 2/2

Dossier N° : 24Q007859

Date de réception : 24/09/2024

Référence Dossier :

Référence Commande : EUFRSA200149195

N° Echantillon **24Q007859-001**

Référence : 24E175948-001

Date de prélèvement : 19/09/2024

Début d'analyse : 03/10/2024

Description échantillon : EM2 de 1.20 à 2.00 m -

Essais Chimiques

	Résultat	Unité	Limite
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	1030	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.

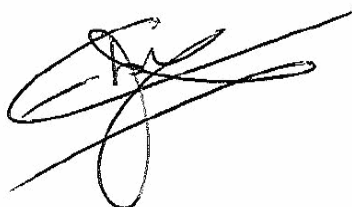
Les résultats non conformes aux limites ou références de qualité sont signalés par un rond noir ● .

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



Anne Eber

Technicienne de Laboratoire

EUROFINS ANALYSES DES MATERIAUX ET COMBUSTIBLES France SAS

3 rue d'Otterswiller

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

GEOTEC - PLAISIR

Roxane MATHIEU

50 rue Pierre Curie

78370 PLAISIR

Page 1 sur 5

Votre nom de Projet : SGAMI LONGUENESSE
Votre référence de Projet : 2024/00343/LILLE
Référence du rapport SGS : 14270004, version: 1.

Rotterdam, 03-04-2025

Cher(e) Madame/ Monsieur,

Ce rapport contient les résultats des analyses effectuées pour votre projet 2024/00343/LILLE.

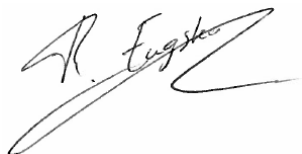
Les analyses ont été réalisées en accord avec votre commande. Les résultats ne se rapportent qu' aux échantillons analysés et tels qu' ils ont été reçus par SGS. Le rapport reprend les descriptions des échantillons, la date de prélèvement (si fournie), le nom de projet et les analyses que vous avez indiqués sur le bon de commande. SGS n'est pas responsable des données fournies par le client.

Ce rapport est constitué de 5 pages dont chromatogrammes si prévus, références normatives, informations sur les échantillons. Dans le cas d'une version 2 ou plus élevée, toute version antérieure n'est pas valable. Toutes les pages font partie intégrante de ce rapport, et seule une reproduction de l'ensemble du rapport est autorisée.

En cas de questions et/ou remarques concernant ce rapport, nous vous prions de contacter notre Service Client.

Toutes les analyses sont réalisées par SGS Environmental Analytics, Steenhouwerstraat 15, Rotterdam, Pays Bas. Les analyses sous-traitées sont indiquées sur le rapport.

Veuillez recevoir, Madame/ Monsieur, l'expression de nos cordiales salutations.



René Eugster
Business Unit Manager

Rapport d'analyse

GEOTEC - PLAISIR

Roxane MATHIEU

Projet

SGAMI LONGUENESSE

Référence du projet

2024/00343/LILLE

Réf. du rapport

14270004 - 1

Date de commande 28-03-2025

Date de début 01-04-2025

Rapport du 03-04-2025

Code	Matrice	Réf. échantillon	
001	Eau souterraine	PZ1	
Analyse	Unité	Q	001
pH		Q	6.7
température pour mes. pH	°C		18.8
METAUX			
filtration métaux	-		1 ¹⁾
magnésium	µg/l	Q	26000 ¹⁾
COMPOSES INORGANIQUES			
ammonium	mg/l	Q	36
ammonium	mgN/l	Q	28
CO2 agressif	mg CO2/l		32
Alcalinité (CaCO3)	mmol/l		19
Titre alcalimétrique complet	mmol/l	Q	17
AUTRES ANALYSES CHIMIQUES			
sulfate	mg/l	Q	78
DEGRE D'AGRESSIVITE			
Degré d'agressivité		XA2: Modérément agressif vis à vis des bétons	

Les analyses notées Q sont accréditées par le RvA.

Paraphe :



Rapport d'analyse

GEOTEC - PLAISIR

Roxane MATHIEU

Projet

SGAMI LONGUENESSE

Référence du projet

2024/00343/LILLE

Réf. du rapport

14270004 - 1

Date de commande 28-03-2025

Date de début 01-04-2025

Rapport du 03-04-2025

Commentaire

1

L'aliquot de l'échantillon utilisé pour cette analyse a été filtré au laboratoire

Paraphe :



Rapport d'analyse

GEOTEC - PLAISIR

Roxane MATHIEU

Projet

SGAMI LONGUENESSE

Référence du projet

2024/00343/LILLE

Réf. du rapport

14270004 - 1

Date de commande 28-03-2025

Date de début 01-04-2025

Rapport du 03-04-2025

Analyse	Matrice	Référence normative
pH	Eau souterraine	NEN-EN-ISO 10523, NF EN ISO 10523
magnésium	Eau souterraine	NEN-EN-ISO 17294-2, NF EN ISO 17294-2
ammonium	Eau souterraine	NF ISO 15923-1
ammonium	Eau souterraine	Idem
CO2 agressif	Eau souterraine	Calcul conforme à EN 13577
Alcalinité (CaCO3)	Eau souterraine	Méthode interne (mesure NPR 6546)
Titre alcalimétrique complet	Eau souterraine	Idem
sulfate	Eau souterraine	NF ISO 15923-1
Degré d'agressivité	Eau souterraine Eluat	Calcul conforme à EN 206

Paraphe :



Rapport d'analyse

GEOTEC - PLAISIR

Roxane MATHIEU

Projet

SGAMI LONGUENESSE

Référence du projet

2024/00343/LILLE

Réf. du rapport

14270004 - 1

Date de commande 28-03-2025

Date de début 01-04-2025

Rapport du 03-04-2025

Analyse	Matrice	LOQ	CAS #	Incertitude de mesure
pH	Eau souterraine	1		0.15 abs.
température pour mes. pH	Eau souterraine	-		-
filtration métaux	Eau souterraine	-		-
magnésium	Eau souterraine	1000 µg/l	7439-95-4	6 %
ammonium	Eau souterraine	0.2 mg/l	14798-03-9	10 %
ammonium	Eau souterraine	0.15 mgN/l	14798-03-9	10 %
CO2 agressif	Eau souterraine	5 mg CO2/l		-
Alcalinité (CaCO3)	Eau souterraine	0.5 mmol/l		18 %
Titre alcalimétrique complet	Eau souterraine	0.4 mmol/l		18 %
sulfate	Eau souterraine	5 mg/l	14808-79-8	9.2 %
Degré d'agressivité	Eau souterraine Eluat	-		-

L'incertitude étendue (U) est l'incertitude à 95% de fiabilité. Pour plus d'informations se référer au document sur la mesure d'incertitude.

Code	Code barres	Date de réception	Date prélèvement	Flaconnage
001	B6527276	01-04-2025	28-03-2025	ALC207
001	R5015672	01-04-2025	28-03-2025	ALC289
001	H0801354	01-04-2025	28-03-2025	SGS208
001	T0372699	01-04-2025	28-03-2025	SGS244
001	B6527286	01-04-2025	28-03-2025	ALC207
001	B6527288	01-04-2025	28-03-2025	ALC207
001	B6527278	01-04-2025	28-03-2025	ALC207

Paraphe :



Remarque sur les contenants et leur conservation

GEOTEC - PLAISIR

Roxane MATHIEU

Projet

SGAMI LONGUENESSE

Référence du projet

2024/00343/LILLE

Réf. du rapport

14270004 - 1

Date de commande 28-03-2025

Date de début 01-04-2025

Rapport du 03-04-2025

Code	Matrice	Réf. échantillon
001	GRW	PZ1

Analyse	Commentaire
---------	-------------

METALX

magnésium

A

Comments

A Le type de flacon réceptionné ne répondait pas aux exigences de la norme EN-ISO 5667-3 ou à celles de la norme analytique en matière de conservation.

Paraphe :



Annexe 5 – Calculs

Données

Paramètres principaux

Titre du projet : LONGUENESSE (62)
Numéro d'affaire : 24/00343/LILLE/02
Commentaires : N/A
Titre du calcul : File 1 - Vd ELS CARA = 37.6 kN/ml (Cas 1)
Type de calcul : Semelle sur réseau fini
Cote de référence (m) : 71,00
Limiter le cisaillement extérieur : Non
Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Zbase	n	Comportement	Esol	v	Cs/(1+e0)	Cc/(1+e0)	tc	γ	État
1	Remblais		69,10	10	Élastique	4,50E03	0,000	0,000	0,000	0,00	18,00	C. existante
2	Limon mou / Argile molle / Sable lâche		63,30	10	Élastique	9,00E03	0,000	0,000	0,000	0,00	19,00	C. existante
3	Sable +/- limoneux dense à très dense		62,30	10	Élastique	3,60E04	0,000	0,000	0,000	0,00	8,00	C. existante

Mode de mise en oeuvre du pieu : sans refoulement

Type de section du pieu : circulaire

Définition du pieu dans chaque couche

Nom	Zbase	Epieu	D
Remblais	69,10	1,00E07	0,32
Limon mou / Argile molle / Sable lâche	63,30	1,00E07	0,32
Sable +/- limoneux dense à très dense	62,30	1,00E07	0,32

Type de loi de mobilisation : A partir des valeurs pressiométriques (Loi de Frank & Zhao)

Définition du frottement dans le sol

Nom	Z	EM	qsl	Type de sol	kt1
Remblais	69,10	1,00E03	0,01	Sol fin	6250,00
Limon mou / Argile molle / Sable lâche	63,30	2,00E03	25,00	Sol fin	12500,00
Sable +/- limoneux dense à très dense	62,30	1,20E04	119,00	Sol granulaire	30000,00

Définition de la contrainte en pointe

Contrainte limite en pointe (kPa) : 3000,0

Type de loi : Sol granulaire

Coefficient de réaction en pointe du palier 1 – kq,1 (kPa/m) : 180000,00

Chargement

Aire de la semelle S (m²) : 6,00

Périmètre de la semelle P (m) : 21,20

Nombre total de pieux sous la semelle : 4

Charge verticale sur la semelle Q (kN) : 376,00

Paramètres avancés

Tolérance (m) : 1,00E-04

Nombre de pas : 20

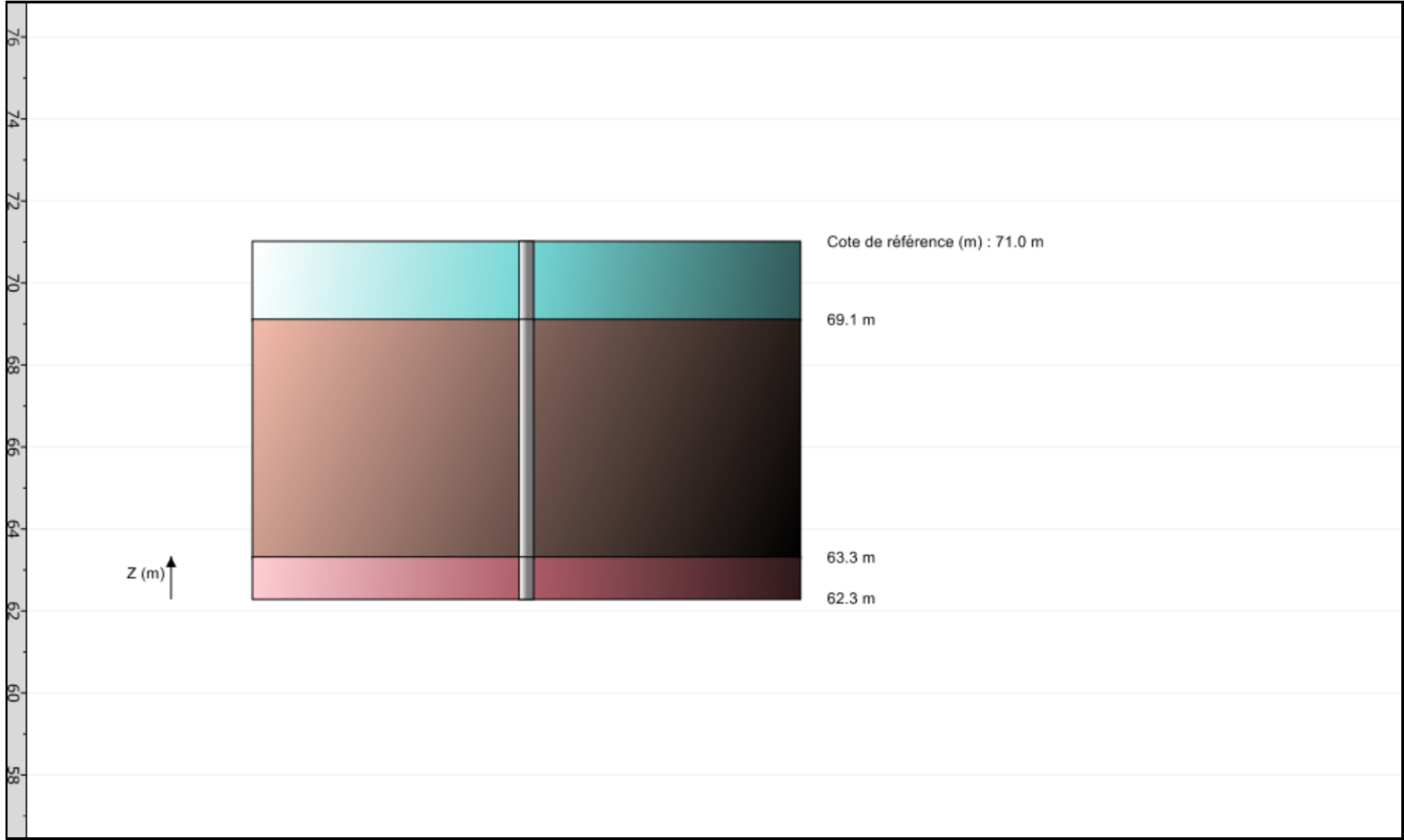


FoXta v4
v4.1.17

Imprimé le : 14/04/2025 - 12:15:47
Calcul réalisé par : GEOTEC

Projet : Dim IR
Module : Taspie+ (Cas 1/2)
Titre du calcul : File 1 - Vd ELS CARA = 37.6 kN/ml

Onglet "Données des couches"



Synthèse des résultats

Bilan des efforts (pour une maille)	
Qtête (kN) : Effort total appliqué sur la maille	94,00
EQpieu : Rapport entre l'effort transmis au domaine pieu (en tête) et l'effort total	0,93
Ntête (kN) : Effort appliqué au domaine pieu en tête	87,20
Nmax (kN) : Effort maximal dans le domaine pieu	87,20
Zmax (m) : Cote du point neutre (là où Nmax est atteint)	71,00
Nbase (kN) : Effort repris à la base du domaine pieu	17,56

Bilan des contraintes	
σ_m ,tête (kPa) : Contrainte moyenne appliquée sur la maille	6,267E01
σ_p ,tête (kPa) : Contrainte appliquée sur le domaine pieu en tête	1,084E03
σ_s ,tête (kPa) : Contrainte appliquée sur le domaine sol en tête	4,793E00
σ_p ,max (kPa) : Contrainte maximale dans le domaine pieu	1,084E03
Zmax (m) : Cote du point neutre (là où σ_p ,max est atteinte)	71,00
σ_{base} (kPa) : Contrainte reprise à la base du domaine du pieu	2,184E02

Bilan des tassements	
y_p ,tête (m) : Tassement en tête du domaine pieu	1,952E-03
y_s ,tête (m) : Tassement en tête du domaine sol	1,952E-03
y_p ,base (m) : Tassement à la base du domaine pieu	1,213E-03
y_s ,base (m) : Tassement à la base du domaine sol	2,035E-08
sref (m) : Tassement du sol sans inclusions	1,595E-02

Raideurs équivalentes	
Kg (kN/m) : Raideur globale du système "sol + pieux"	1,926E05
Kpieu (kN/m) : Raideur équivalente du domaine pieu	4,467E04
Ksol (kPa/m) : Coefficient de réaction du domaine sol	2,455E03
Kinf (kPa/m) : Raideur équivalente des couches profondes	1,667E09

Vérification de portance	
Nmax (kN) : Effort maximal dans le domaine pieu	87,20
Zmax (m) : Cote du point neutre - là où Nmax est atteint	71,00
Ru (kN) : Charge de rupture sous le point neutre	506,70
Rcr (kN) : Charge de fluage sous le point neutre	306,43
Fs,ult : Sécurité par rapport à la charge de rupture	5,81
Fs,cr : Sécurité par rapport à la charge de fluage	3,51

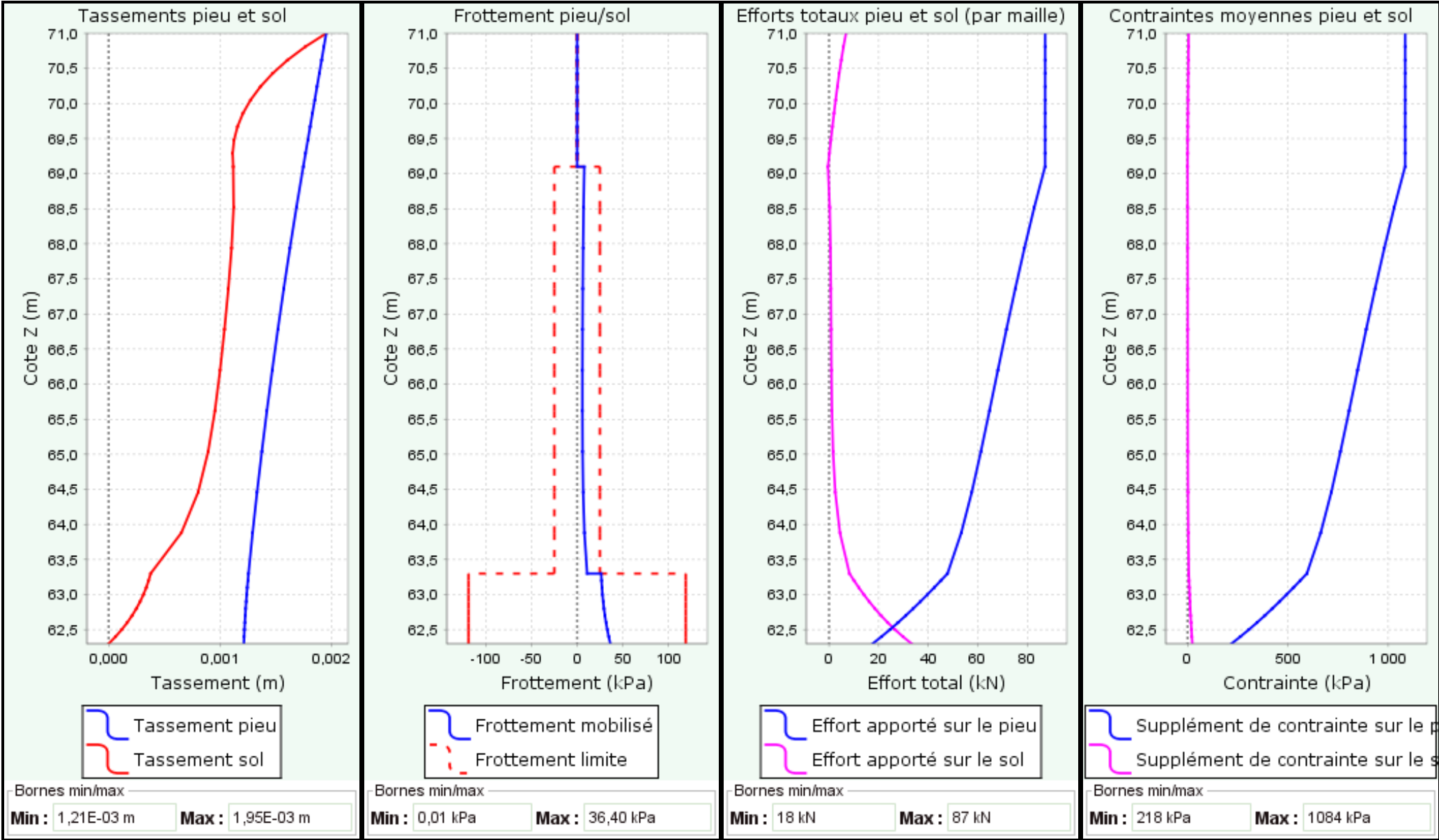


FoXta v4
v4.1.17

Imprimé le : 14/04/2025 - 12:15:47
Calcul réalisé par : GEOTEC

Projet : Dim IR
Module : Taspie+ (Cas 1/2)
Titre du calcul : File 1 - Vd ELS CARA = 37.6 kN/ml

Courbes principales



Données

Paramètres principaux

Titre du projet : LONGUENESSE (62)
Numéro d'affaire : 24/00343/LILLE/02
Commentaires : N/A
Titre du calcul : File 4 - Vd ELS CARA = 75.6 kN/ml (Cas 2)
Type de calcul : Semelle sur réseau fini
Cote de référence (m) : 71,00
Limiter le cisaillement extérieur : Non
Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Zbase	n	Comportement	Esol	v	Cs/(1+e0)	Cc/(1+e0)	tc	γ	État
1	Remblais		69,10	10	Élastique	4,50E03	0,000	0,000	0,000	0,00	18,00	C. existante
2	Limon mou / Argile molle / Sable lâche		63,30	10	Élastique	9,00E03	0,000	0,000	0,000	0,00	19,00	C. existante
3	Sable +/- limoneux dense à très dense		62,30	10	Élastique	3,60E04	0,000	0,000	0,000	0,00	8,00	C. existante

Mode de mise en oeuvre du pieu : sans refoulement

Type de section du pieu : circulaire

Définition du pieu dans chaque couche

Nom	Zbase	Epieu	D
Remblais	69,10	1,00E07	0,32
Limon mou / Argile molle / Sable lâche	63,30	1,00E07	0,32
Sable +/- limoneux dense à très dense	62,30	1,00E07	0,32

Type de loi de mobilisation : A partir des valeurs pressiométriques (Loi de Frank & Zhao)

Définition du frottement dans le sol

Nom	Z	EM	qsl	Type de sol	kt1
Remblais	69,10	1,00E03	0,01	Sol fin	6250,00
Limon mou / Argile molle / Sable lâche	63,30	2,00E03	25,00	Sol fin	12500,00
Sable +/- limoneux dense à très dense	62,30	1,20E04	119,00	Sol granulaire	30000,00

Définition de la contrainte en pointe

Contrainte limite en pointe (kPa) : 3000,0
Type de loi : Sol granulaire
Coefficient de réaction en pointe du palier 1 – kq,1 (kPa/m) : 180000,00

Chargement

Aire de la semelle S (m²) : 6,00
Périmètre de la semelle P (m) : 21,20
Nombre total de pieux sous la semelle : 4
Charge verticale sur la semelle Q (kN) : 756,00

Paramètres avancés

Tolérance (m) : 1,00E-04
Nombre de pas : 20

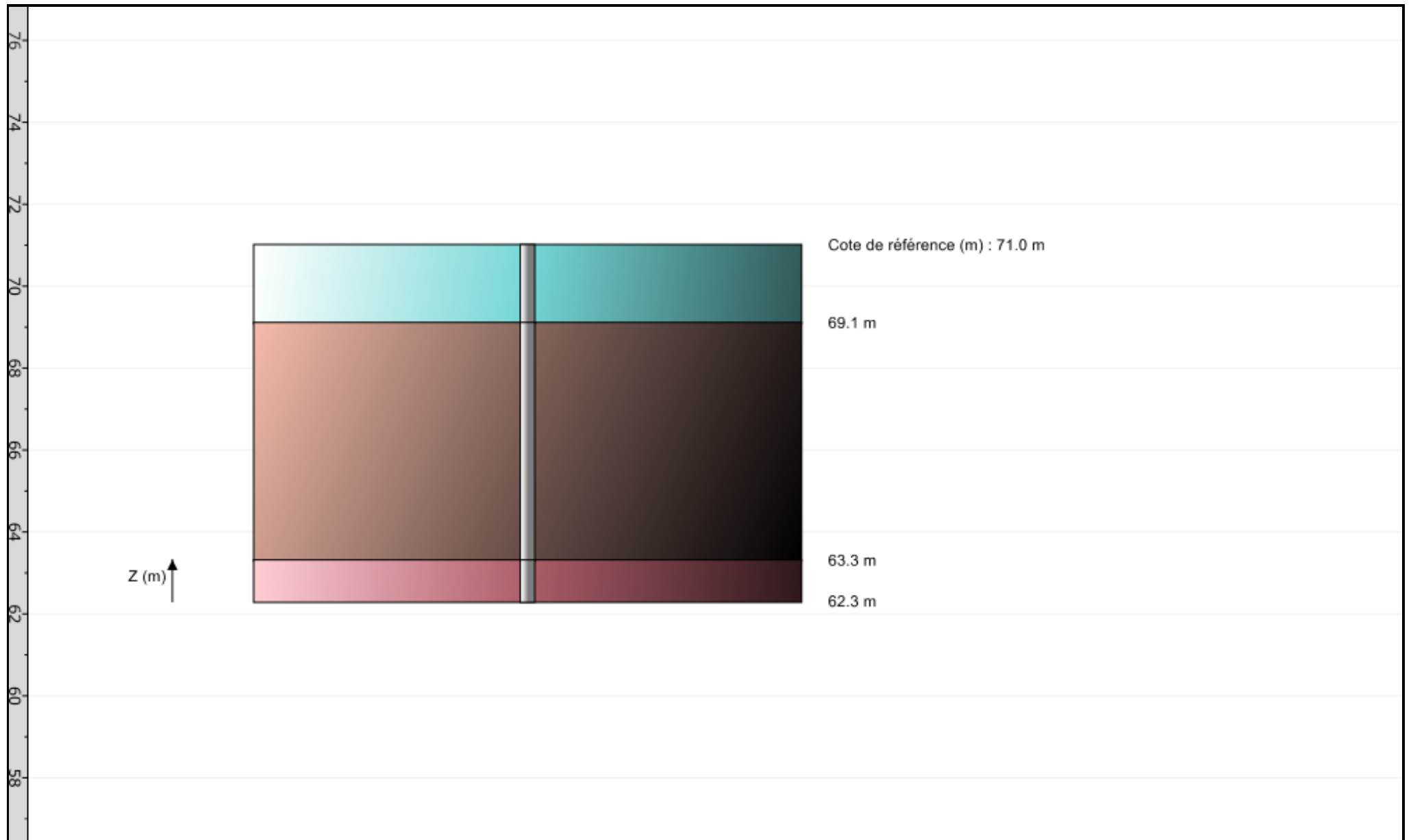


FoXta v4
v4.1.17

Imprimé le : 14/04/2025 - 12:16:00
Calcul réalisé par : GEOTEC

Projet : Dim IR
Module : Taspie+ (Cas 2/2)
Titre du calcul : File 4 - Vd ELS CARA = 75.6 kN/ml

Onglet "Données des couches"



Synthèse des résultats

Bilan des efforts (pour une maille)	
Qtête (kN) : Effort total appliqué sur la maille	189,00
EQpieu : Rapport entre l'effort transmis au domaine pieu (en tête) et l'effort total	0,92
Ntête (kN) : Effort appliqué au domaine pieu en tête	174,52
Nmax (kN) : Effort maximal dans le domaine pieu	174,52
Zmax (m) : Cote du point neutre (là où Nmax est atteint)	71,00
Nbase (kN) : Effort repris à la base du domaine pieu	37,43

Bilan des contraintes	
σ_m ,tête (kPa) : Contrainte moyenne appliquée sur la maille	1,260E02
σ_p ,tête (kPa) : Contrainte appliquée sur le domaine pieu en tête	2,170E03
σ_s ,tête (kPa) : Contrainte appliquée sur le domaine sol en tête	1,020E01
σ_p ,max (kPa) : Contrainte maximale dans le domaine pieu	2,170E03
Zmax (m) : Cote du point neutre (là où σ_p ,max est atteinte)	71,00
σ_{base} (kPa) : Contrainte reprise à la base du domaine du pieu	4,654E02

Bilan des tassements	
y_p ,tête (m) : Tassement en tête du domaine pieu	4,068E-03
y_s ,tête (m) : Tassement en tête du domaine sol	4,068E-03
y_p ,base (m) : Tassement à la base du domaine pieu	2,586E-03
y_s ,base (m) : Tassement à la base du domaine sol	4,089E-08
sref (m) : Tassement du sol sans inclusions	3,207E-02

Raideurs équivalentes	
Kg (kN/m) : Raideur globale du système "sol + pieux"	1,858E05
Kpieu (kN/m) : Raideur équivalente du domaine pieu	4,290E04
Ksol (kPa/m) : Coefficient de réaction du domaine sol	2,506E03
Kinf (kPa/m) : Raideur équivalente des couches profondes	1,667E09

Vérification de portance	
Nmax (kN) : Effort maximal dans le domaine pieu	174,52
Zmax (m) : Cote du point neutre - là où Nmax est atteint	71,00
Ru (kN) : Charge de rupture sous le point neutre	506,70
Rcr (kN) : Charge de fluage sous le point neutre	306,43
Fs,ult : Sécurité par rapport à la charge de rupture	2,90
Fs,cr : Sécurité par rapport à la charge de fluage	1,76

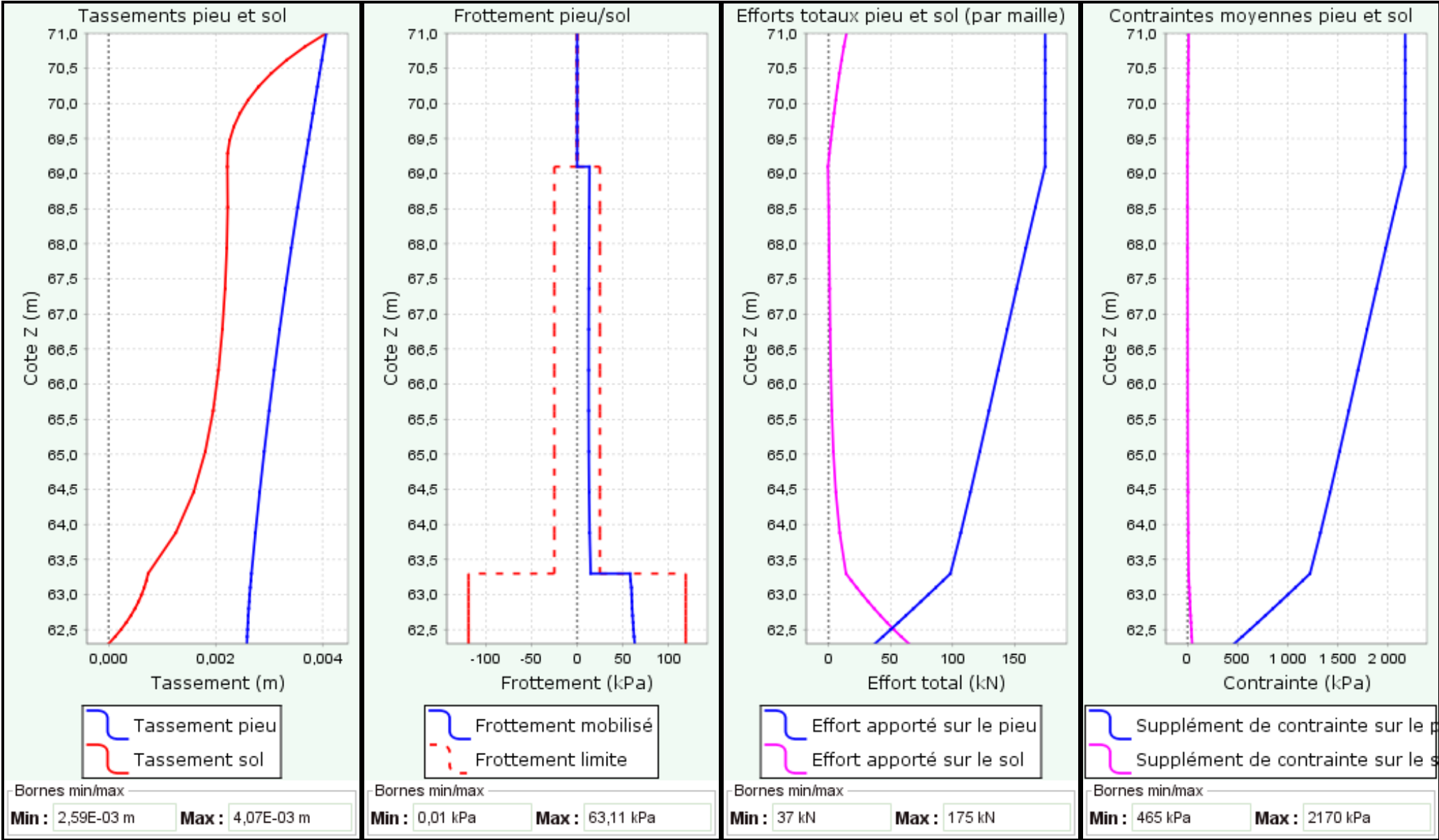


FoXta v4
v4.1.17

Imprimé le : 14/04/2025 - 12:16:00
Calcul réalisé par : GEOTEC

Projet : Dim IR
Module : Taspie+ (Cas 2/2)
Titre du calcul : File 4 - Vd ELS CARA = 75.6 kN/ml

Courbes principales





GROUPE

GÉOTEC

ENSEMBLE, CONCEVONS UN AVENIR DURABLE



www
geotec.fr



Groupe
Géotec



Groupe
Géotec