

Rapport d'étude

TEA230161_P002_VC

UGECAM AQUITAINE
100 Rue de la Tour de Gassies
CS 10003
33523 BRUGES

Projet d'un bâtiment neuf au CSSR Les Lauriers

Mission G2-AVP

CSSR Les Lauriers
Route de Carbon Blanc
Lormont (33)

VOTRE INTERLOCUTEUR

Romain CUMONT

SIÈGE SOCIAL

13, route de la Grange aux
Cercles
91160 Ballainvilliers
01 69 09 14 51
contact@technosol-gengis.fr
technosol-gengis.fr



RÉFÉRENCES

N° Affaire : **TEA230161** Pièce : **P002**
Réf. du client :

CLIENT

Nom et adresse **UGECAM AQUITAINE**
100 Rue de la Tour de Gassies
CS 10003
33523 BRUGES

INTERVENANTS TECHNOSOL

Rédacteur Romain CUMONT
Vérificatrice Mélissa DA SILVA MELO
Superviseur Hervé WRIGHT

Accord
pour
diffusion

STATUT DU RAPPORT

Version	Date	Détails
A	10/04/2024	Rapport provisoire en attente des résultats des essais réalisés en laboratoire
B	23/05/2024	Rapport définitif – MAJ après réception des résultats des essais en laboratoire
C	21/11/2024	Rapport définitif – MAJ après réalisation d'un essai de perméabilité de type PORCHET

MOD_IET_TEC_052

QUALIFICATIONS





1.	PRESENTATION GENERALE – DEFINITION DE LA MISSION	5
2.	CAMPAGNES DE RECONNAISSANCES.....	6
3.	DOCUMENTS DE REFERENCE :	7
4.	LE SITE	8
5.	DEFINITION DU PROJET	9
6.	CONTEXTE GEOLOGIQUE, RISQUES NATURELS ET ANTHROPIQUES.....	11
6.1.	Géologie du site	11
6.2.	Hydrogéologie du site	11
6.3.	Risques naturels et anthropiques.....	12
6.3.1.	Risque de retrait-gonflement des argiles	12
6.3.2.	Risque d'inondation par remontée de nappe dans les terrains sédimentaires.....	12
6.3.3.	Risque lié aux mouvements de terrain	12
6.3.4.	Risque sismique.....	13
7.	RESULTATS DES SONDAGES ET ESSAIS	14
7.1.	Nature géologique	14
7.2.	Hydrogéologie.....	15
7.3.	Résultats des essais pressiométriques	17
7.4.	Résultats des essais pénétrométriques.....	18
7.5.	Résultats de l'essai de perméabilité	19
7.6.	Résultats des essais en laboratoire	19
8.	RECOMMANDATIONS GEOTECHNIQUES	21
9.	TERRASSEMENTS.....	22
10.	ETUDE DES FONDATIONS	22
10.1.	Principe de fondations	22
10.2.	Dimensionnement des micropieux	23
10.3.	Sujétions d'exécution des micropieux	25
10.4.	Essais de contrôle	26



11.	NIVEAU BAS.....	27
12.	ALEAS RESIDUELS	27

ANNEXES

1	Enchaînement et classification des missions d'ingénierie géotechnique selon la norme NF P 94-500 de novembre 2013
2	Plan de situation
3	Plan d'implantation des sondages
4	Coupe du sondage pressiométrique
5	Coupes des sondages à la tarière et diagrammes de résistance dynamique des essais pénétrométriques
6	Procès-verbaux des essais réalisés au sein du laboratoire
7	Procès-verbal de l'essai de perméabilité de type PORCHET



1. PRESENTATION GENERALE – DEFINITION DE LA MISSION

A la demande et pour le compte de UGECAM Aquitaine, nous avons poursuivi notre mission géotechnique débutée au stade préliminaire (Mission G1 ES+PGC) par une mission géotechnique de conception au stade Avant-Projet (G2-AVP) avec la réalisation d'une campagne d'investigations, dans le cadre du projet de construction d'un bâtiment neuf au sein du CSSR Les Lauriers, sur la commune de Lormont (33).

Le présent rapport rappelle les résultats obtenus lors des investigations réalisées sur site et des recherches bibliographiques et historiques réalisées dans le cadre de notre mission géotechnique préalable de site de type G1 initiale (Mission G1 ES/PGC selon la norme française NF P94-500 de novembre 2013). Il présente également les résultats obtenus lors de notre nouvelle mission géotechnique de conception au stade Avant-Projet (Mission G2-AVP).

La mission G2-AVP constitue la première phase des études géotechniques de conception (mission G2 selon la norme NF P 94-500 de novembre 2013). L'enchaînement des missions géotechniques devra être respecté dans les développements futurs de cette opération, avec notamment la réalisation d'une mission G2 PRO en phase projet.

Dans le cadre d'une mission d'étude géotechnique de conception de type G2-AVP, le rapport intègre également la fourniture :

- D'un modèle géologique du site (formations, caractéristiques géomécaniques),
- De la nature des sols en place et ses caractéristiques pressiométriques et pénétrométriques,
- De la détermination des aléas géotechniques majeurs au droit du site et les adaptations à prévoir au niveau du projet pour en réduire les conséquences au stade avant-projet,
- Du ou des types de fondations envisageables pour le projet,
- D'un prédimensionnement des fondations à partir des hypothèses de charges,
- Des sujétions de réalisation des fondations,
- De l'examen sur la conception des niveaux bas du projet (dallages, planchers portés),
- Définir la perméabilité des terrains superficiels.

Notre mission exclut la recherche et la quantification de pollution des sols et également l'étude hydrogéologique de type NPHE (Niveau des Plus Hautes Eaux).



2. CAMPAGNES DE RECONNAISSANCES

Dans le cadre de notre mission G1 ES-PGC initiale, nous avons réalisé les prestations géotechniques suivantes le 09 mai 2023 :

- 2 sondages à la tarière hélicoïdale descendus à **6 m** de profondeur par rapport au Terrain Actuel (TA) ;
- 2 essais au pénétromètre dynamique descendus à **6 m** de profondeur par rapport au Terrain Actuel (TA) ou au refus s'il est atteint avant ;
- 1 piézomètre a été installé au droit d'un sondage à la tarière et descendu 3 m de profondeur. Il a été équipé en PVC diamètre 25/32 mm pleins de 0 à 1.5 m et crépinés de 1.5 à 3 m de profondeur ;
- Laboratoire :
 - 2 Limites d'Atterberg.

Dans le cadre de notre nouvelle mission G2-AVP et afin de répondre aux objectifs précités, nous avons réalisé les prestations géotechniques ci-après le 15 mars et le 21 novembre 2024 :

- 1 sondage destructif et pressiométrique descendu à **10 m** de profondeur avec enregistrement des paramètres de forages et la réalisation de **8** essais pressiométriques répartis tous les 1 à 2 m dans le forage,
- 1 Essai de perméabilité de type PORCHET,
- Laboratoire :
 - 1 Mesure de l'agressivité des sols vis-à-vis des bétons.

Les coupes des sondages et les résultats des essais in situ sont joints en annexes du présent rapport.

Les procès-verbaux des essais réalisés au sein du laboratoire sont présentés en annexe 06 du présent rapport.

Le procès-verbal de l'essai de perméabilité de type PORCHET réalisé est présenté en annexe 07 du présent rapport.



3. DOCUMENTS DE REFERENCE :

Dans le cadre de notre nouvelle mission géotechnique de conception au stade Avant-Projet (G2 AVP), l'UGECAM nous a transmis le document suivant :

- Dossier Avant-Projet Sommaire par mail le 21/02/2024.

Nous avons en outre utilisé dans le cadre de la présente étude les documents bibliographiques suivants :

1. Cartes

- Carte géologique du BRGM à l'échelle 1/50 000e de BORDEAUX.

2. Banques de données

- Banque de données du sous-sol (BSS) issue du site BRGM Infoterre.fr ;
- Cartographie de retrait-gonflement des argiles issue du site « Argiles.fr » du BRGM.

3. Divers

- Géoportail – www.geoportail.fr.
- Google Maps – www.google.fr/maps

4. Normes

Eurocode 7 et ses normes d'application en France :

- NF P 94-261 sur les fondations superficielles et amendement A1 07/2018 ;
- NF P 94-262 sur les fondations profondes et amendement A1 07/2018 ;
- Guide des Terrassements Routiers (GTR) ;
- Norme NF en 206-1 sur les bétons.

4. LE SITE

Le site objet de la présente étude est localisé au sein du CSSR des Lauriers, situé route de Cabron Blanc sur la commune de Lormont (33).



Figure 1: Localisation du site

Lors de notre visite de site réalisée le 9 mai 2023, nous avons pu constater que la zone du projet était libre de toute construction et en état de jardin arboré comme le montre la photographie ci-dessous.



Figure 2: Photographie du site

Nous avons également pu constater la présence d'un bâtiment situé en mitoyenneté à notre projet.

5. DEFINITION DU PROJET

D'après les éléments en notre possession, le projet concerne la construction d'une extension du CSMR située dans la zone 1 du plan fournit ci-dessous.

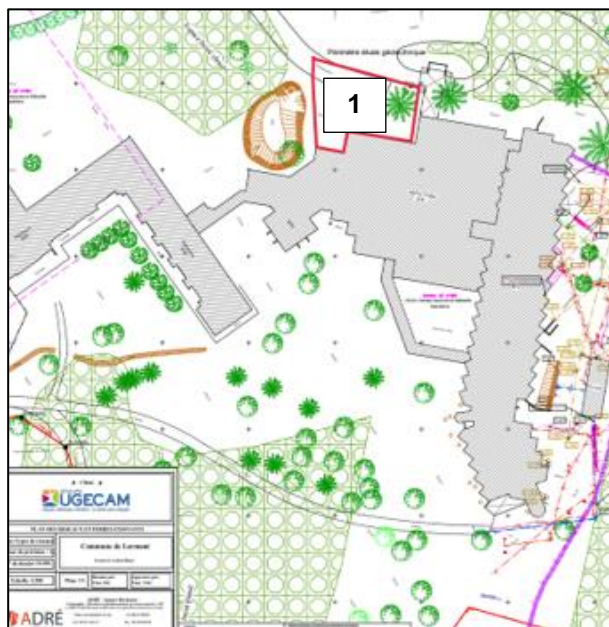


Figure 3: Extrait du plan topographique du projet

L'extension du CSMR consistera en la mise en place d'un bâtiment modulaire de 130 m² à usage de bureaux et de sanitaires, comme le montre le plan de masse présenté ci-dessous :

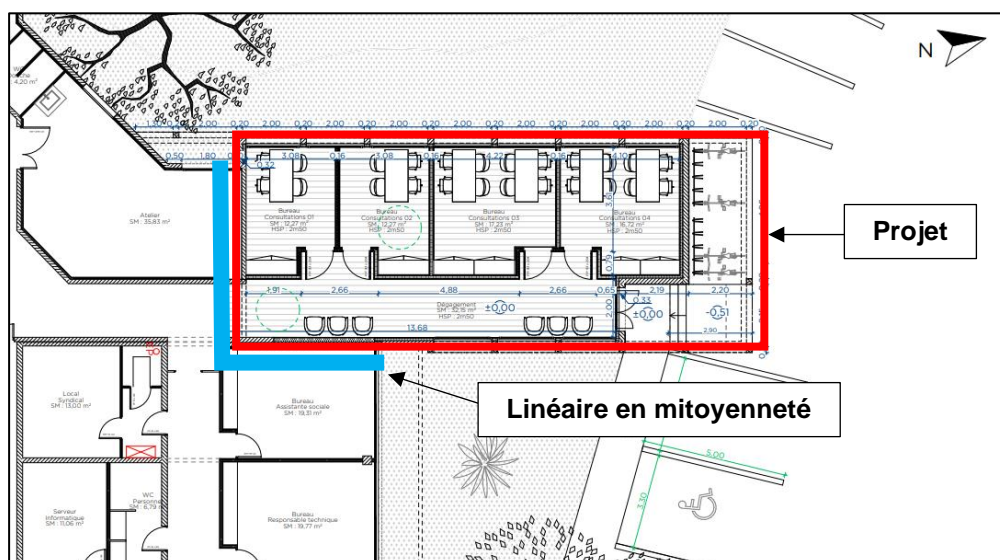


Figure 4: Plan de masse du projet

D'après les plans et coupes du projet fournis par UGECAM, le projet sera construit en Rez-de-Chaussée simple, sans niveau de sous-sol. Il sera mitoyen à un bâtiment construit en Rez-de-Chaussée sans niveau de sous-sol, dont nous ne connaissons pas la typologie des fondations.

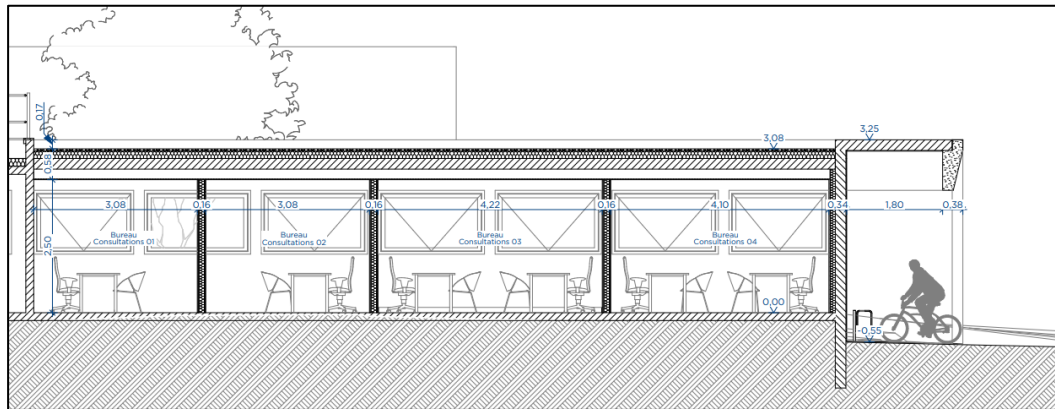


Figure 5: Coupe AA du projet

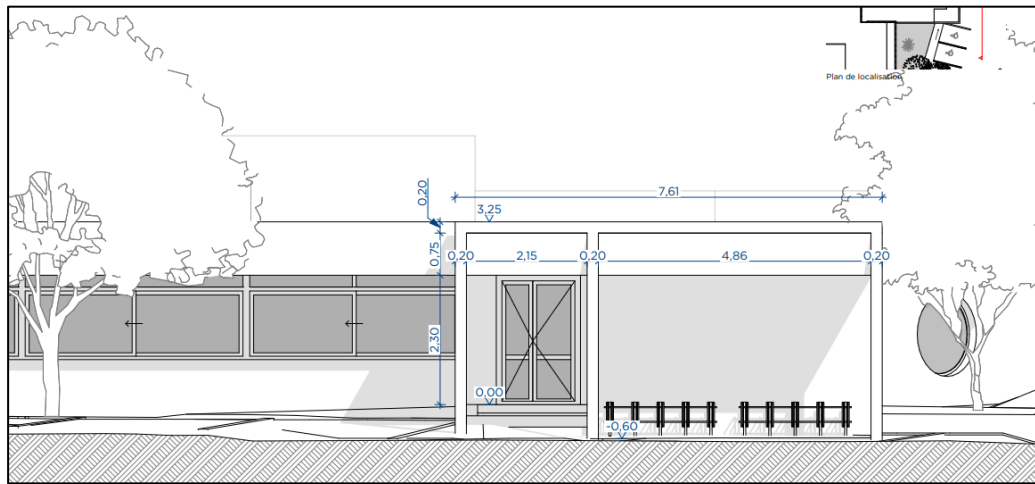


Figure 6: Façade Est du projet

D'après les coupes fournies, le niveau bas du Rez-de-Chaussée du projet sera calé à la même cote que le Rez-de-Chaussée du mitoyen. En l'absence de plans côtés, nous prendrons cette dernière à la cote à **100.0 m NI (Nivellement Indépendant)**.

Dans le cadre du projet nous prendrons les hypothèses de descentes de charges, pour les nouvelles fondations, indépendantes des fondations existantes, à l'ELS Caractéristiques suivantes :

Type de construction	Type d'infrastructure	Charges ponctuelles verticales centrées (t)
Rdc	Sans	10 à 20

Ces hypothèses de charges devront être confirmées ou précisées par la Maîtrise d'Ouvrage dans le cadre d'une future mission en phase projet (Mission G2-PRO selon la norme NF P94-500 de novembre 2013) et notamment tout éventuel effort latéral des avoisinants sur le projet.

6. CONTEXTE GEOLOGIQUE, RISQUES NATURELS ET ANTHROPIQUES

6.1. Géologie du site

D'après la carte géologique du BRGM de BORDEAUX au 1/50 000e, les sondages d'archives du secteur (Banque de données du sous-sol du BRGM sur Infoterre), la succession géologique prévisionnelle attendue au droit des sites est la suivante sous d'éventuels remblais :

- Formations fluviatiles (Fxb2G) ;
- Calcaire à Astéries (g2).

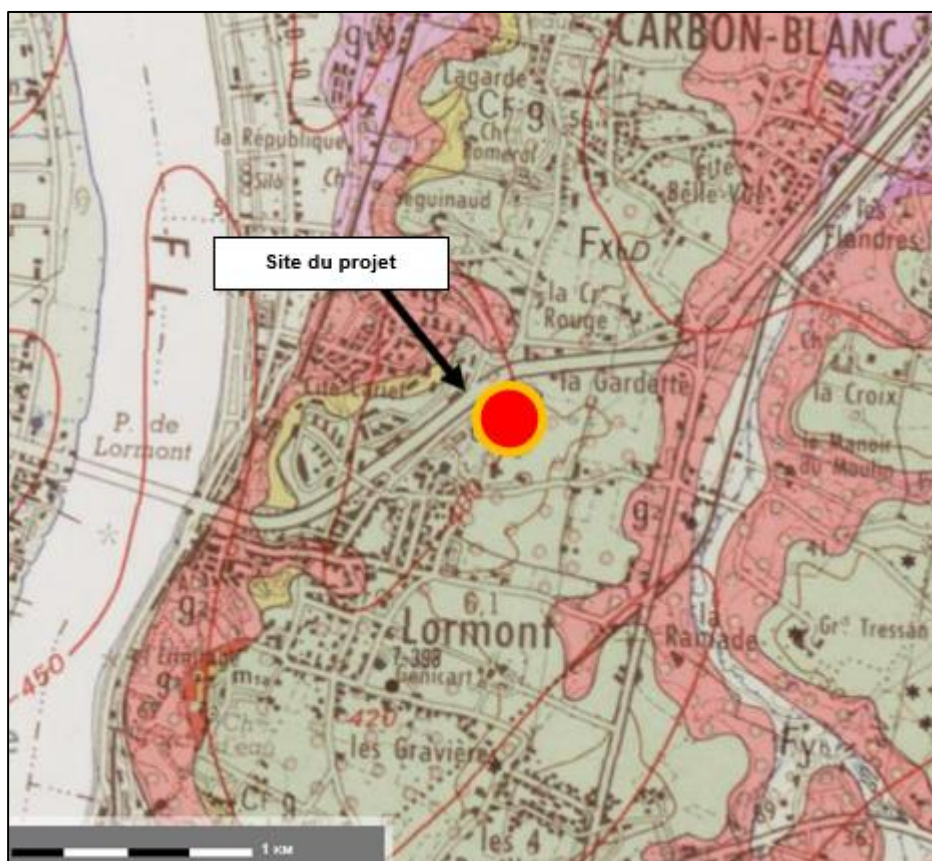


Figure 4: Extrait de la carte géologique de BORDEAUX - Echelle 1/50 000

6.2. Hydrogéologie du site

Une nappe est située au sein des Formations Fluviatiles.

De plus, des circulations d'eau superficielles anarchiques alimentées par l'impluvium peuvent également recéler dans les terrains superficiels et/ou remblais, lors des périodes pluvieuses prolongées.

6.3. Risques naturels et anthropiques

6.3.1. RISQUE DE RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES

Le site étudié est classé en zone d'aléa **fort** vis-à-vis du phénomène de retrait/gonflement des argiles superficielles, d'après la cartographie du BRGM (site www.Argiles.fr).

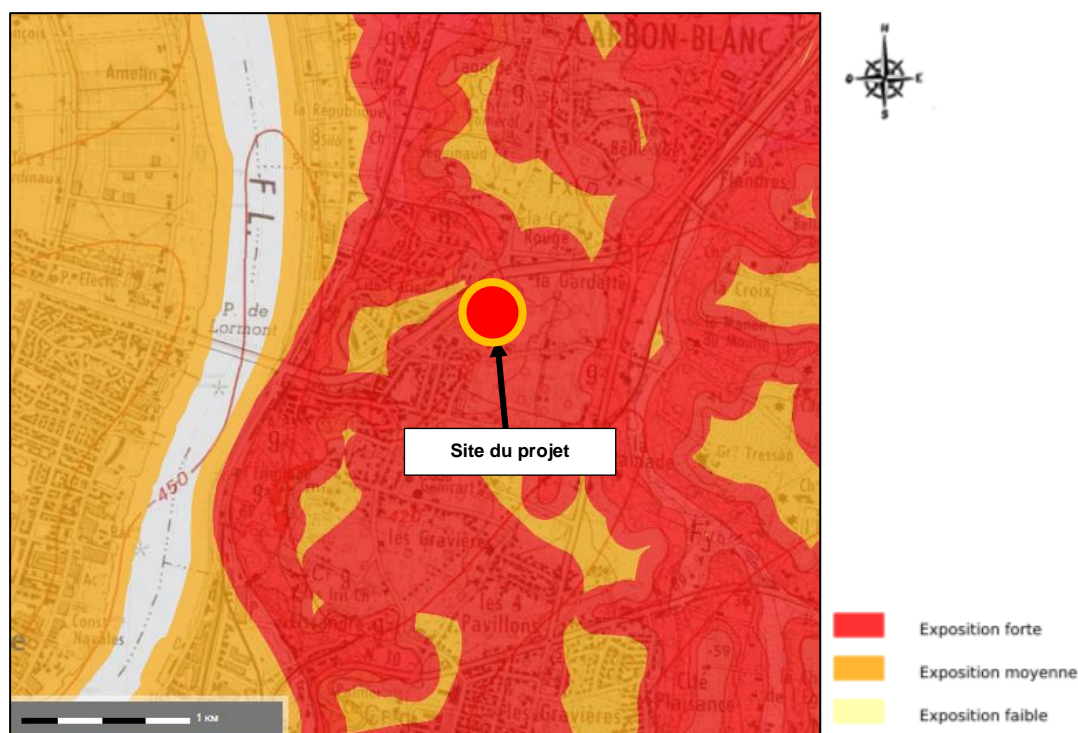


Figure 5 : Extrait cartographique de l'aléa retrait-gonflement des argiles

6.3.2. RISQUE D'INONDATION PAR REMONTEE DE NAPPE DANS LES TERRAINS SEDIMENTAIRES

Le terrain étudié se situe en zone aléa faible vis-à-vis du phénomène de remontée de nappe dans les sédiments, d'après la cartographie issue du site « BRGM infoterre.fr ».

6.3.3. RISQUE LIE AUX MOUVEMENTS DE TERRAIN

D'après le PPRN en vigueur sur le territoire de la commune de Lormont, le site étudié n'est pas situé en zone à risque vis-à-vis des mouvements de terrain.






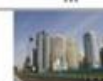
6.3.4. RISQUE SISMIQUE

Le zonage sismique français en vigueur depuis le 1er mai 2011 est défini dans les décrets n°2010-1254 et 2010-1255 du 2 octobre 2010, codifiés dans les articles R.563-1 à 8 et D.563-8-1 du Code de l'Environnement. Ce zonage, reposant sur une analyse probabiliste de l'aléa, divise la France en 5 zones de sismicité, de 1 (sismicité très faible) à 5 (sismicité forte).

La commune de Lormont et le site étudié se trouvent en zone de sismicité 2 (faible).

Dans cette zone, les exigences sur le bâti neuf dépendent de la catégorie d'importance du bâtiment et de la zone sismicité. Nous considérons ici un bâtiment de catégorie II. Cela devra être validé par la Maitrise d'Ouvrage.

Catégorie d'importance	Description
I	 <ul style="list-style-type: none">■ Bâtiments dans lesquels il n'y a aucune activité humaine nécessitant un séjour de longue durée.
II	 <ul style="list-style-type: none">■ Habitations individuelles.■ Établissements recevant du public (ERP) de catégories 4 et 5.■ Habitations collectives 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	 <ul style="list-style-type: none">■ ERP de catégories 1, 2 et 3.■ Habitations collectives 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	 <ul style="list-style-type: none">■ 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'eau potable, la distribution publique de l'énergie.■ Bâtiments assurant le contrôle de la sécurité aérienne.■ Établissements de santé nécessaires à la gestion de crise.■ Centres météorologiques.

	I	II	III	IV
				
Zone 1				
Zone 2		aucune exigence		Eurocode 8 ³ $a_g=0,7 \text{ m/s}^2$
Zone 3		PS-MI ¹ Eurocode 8 ³ $a_g=1,1 \text{ m/s}^2$		Eurocode 8 ³ $a_g=1,1 \text{ m/s}^2$
Zone 4		PS-MI ¹ Eurocode 8 ³ $a_g=1,6 \text{ m/s}^2$		Eurocode 8 ³ $a_g=1,6 \text{ m/s}^2$
Zone 5		CP-MI ² Eurocode 8 ³ $a_g=3 \text{ m/s}^2$		Eurocode 8 ³ $a_g=3 \text{ m/s}^2$

¹ Application possible (en dispense de l'Eurocode 8) des PS-MI sous réserve du respect des conditions de la norme PS-MI

² Application possible du guide CP-MI sous réserve du respect des conditions du guide

³ Application obligatoire des règles Eurocode 8

Par conséquent, l'effet d'un séisme n'est pas à considérer dans le cadre de notre projet.

D'après l'arrêté du 22 octobre 2010, l'analyse de la liquéfaction n'est pas requise en zone de sismicité 2.



7. RESULTATS DES SONDAGES ET ESSAIS

7.1. Nature géologique

Le sondage destructif et pressiométrique SP1 a été réalisé au tricône sous injection jusqu'à 10 m de profondeur (arrêt volontaire). Cette technique ne permet pas de visualiser les sols dans leur état naturel ou peu remanié. La limite des différentes formations est donc fortement interprétative.

Les sondages à la tarière ST1 et ST2 ont été réalisés à la tarière hélicoïdale de diamètre 100 mm sans injection d'eau claire et/ou GSP jusqu'à 6.0 m de profondeur (arrêts volontaires). Cette technique ne permet pas de visualiser les sols dans leur état naturel. Cependant, elle permet néanmoins de visualiser les échantillons dans leur état peu remanié.

Seule la réalisation d'un sondage carotté permettrait de visualiser la nature intacte des terrains du site et l'interface des différentes formations en continu de manière précise par des prélèvements d'échantillons non déstructurés.

Les essais pénétrométriques ont été réalisés au pénétromètre dynamique lourd. Cette technique ne permet pas de visualiser les sols dans leur état naturel ou peu remanié car elle n'entraîne aucune remontée des terrains.

L'examen des échantillons extraits au droit des sondages et essais pénétrométriques a permis de distinguer la succession géologique suivante :

Couche 0 – Limon noir et argile sableuse marron à débris végétaux

Il s'agit de limon noir et d'argiles marron foncé à cailloutis et débris végétaux qui ont été rencontrés au droit de l'ensemble de nos sondages.

Ces matériaux peuvent être associés à des terrains de couverture plus ou moins remaniés et à des remblais.

Ces terrains peuvent présenter des surépaisseurs entre les sondages et des passages très décomprimés voire évolutifs avec la présence de débris végétaux.

Cet horizon est impropre à recevoir des fondations et peut également contenir des blocs de toutes dimensions et de toute nature plus ou moins abrasifs.

Couche 1 – Argile ocre à rouge

Sous ces matériaux, il s'agit d'une argile ocre à rouge qui a été rencontré au droit de nos sondages.

Ces matériaux peuvent être rattachés la frange sommitale des Formations Fluviales.

Cet horizon peut contenir des bancs et ou blocs de poudingues très durs et très abrasifs.

Du fait de leur mode de dépôt, ces terrains peuvent présenter des surépaisseurs entre les sondages et des passages plus ou moins décomprimés. Localement des passages vasards peuvent être observés.



Les argiles sont des matériaux fins, sensibles aux phénomènes de retrait-gonflement et potentiellement plastiques. Ils peuvent également présenter un faciès plus ou moins glissant et collant.

Couche 2 – Argile +/- sableuse marron rouge

Sous ces argiles, il s'agit d'une argile +/- sableuse marron foncé localement à cailloutis calcaires qui a été rencontré.

Ces matériaux peuvent être rattachés à la Formation Fluvatile.

Cet horizon peut contenir des bancs et ou blocs de poudingues durs et abrasifs.

Les argiles sont des matériaux fins, sensibles aux phénomènes de retrait-gonflement et potentiellement plastiques. Ils peuvent également présenter un faciès plus ou moins glissant et collant.

La base de cet horizon n'a pas été atteinte par nos sondages descendus au maximum à 10 m de profondeur par rapport au Terrain Actuel (TA).

Le tableau présenté ci-dessous présente la base des faciès rencontrés (en mètre par rapport au Terrain Existant lors de notre intervention) :

		SP1	ST1/PD1	ST2/PD2
Formation	Cote tête de sondage (m NI)	100,0	100,2	100,0
Terrain de couverture ou remblais	Profondeur base (m/TN)	0,7	0,5	0,9
	Cote base (m NI)	99,3	99,7	99,1
Frange sommitale de la formation alluvionnaire	Profondeur base (m/TN)	1,7	1,8	1,8
	Cote base (m NI)	98,3	98,4	98,2
Formation alluvionnaire	Profondeur base (m/TN)	>10	>4,4	>6,0
	Cote base (m NI)	<90,0	<99,8	<94,0

Nota : Ce tableau intègre également les sondages ST1/PD1 non concernés par le projet mais situés à proximité du site objet de la présente étude.

7.2. Hydrogéologie

Au cours de notre campagne de sondages de 2023, un piézomètre a été installé au sein de notre sondage ST1. Les niveaux d'eau mesurés au sein de nos sondages et du piézomètre en fin de chantier sont présentés dans le tableau ci-dessous :



Sondage	ST1+Piézomètre	ST2
Cote du sondage (m NI)	100.2	100.0
Date de fin de forage	09/05/2023	09/05/2023
Niveau d'eau mesuré	Sec à 6.0 m	Sec à 6.0 m
Cote du niveau d'eau (m NI)	<94.2	<94.0
Date de la mesure	09/05/2023	09/05/2023

Un nouveau relevé a été réalisé le 25/03/2024. Le résultat de ce nouveau relevé est présenté dans le tableau ci-dessous :

Sondage	ST1+Piézomètre
Cote du sondage (m NI)	100.2
Date de fin de forage	09/05/2023
Niveau d'eau mesuré	Sec à 6.0 m
Cote du niveau d'eau (m NI)	<94.2
Date de la mesure	25/03/2024

Ce second relevé a donc permis de mettre en évidence l'absence de la nappe jusqu'à la cote 94.2 m NI. Seule la réalisation d'un suivi piézométrique sur une période suffisante permettra de connaître les fluctuations de la nappe.

Outre la nappe présente à faible profondeur, des circulations d'eaux superficielles plus ou moins anarchiques sont possibles dans les remblais ou les terrains de couverture, alimentées par les précipitations. Ces dernières étant particulièrement importantes en périodes pluvieuses prolongées notamment en période hivernale, à la faveur des passées perméables.



7.3. Résultats des essais pressiométriques

Les valeurs des caractéristiques pressiométriques (EM : module pressiométrique, PI* : pression limite nette) ont été déterminées par des essais effectués au droit de notre sondage SP1.

Couche 0 – Remblais

Aucun essai réalisé dans cet horizon.

Par expérience, cet horizon est considéré comme impropre à recevoir des fondations.

Couche 1 – Argile ocre à rouge

Un essai réalisé, avec :

EM = 2.2 MPa et PI = 0.46 MPa

Les valeurs pressiométriques caractérisent une argile ferme. Pour la synthèse géotechnique, nous retiendrons les valeurs suivantes :

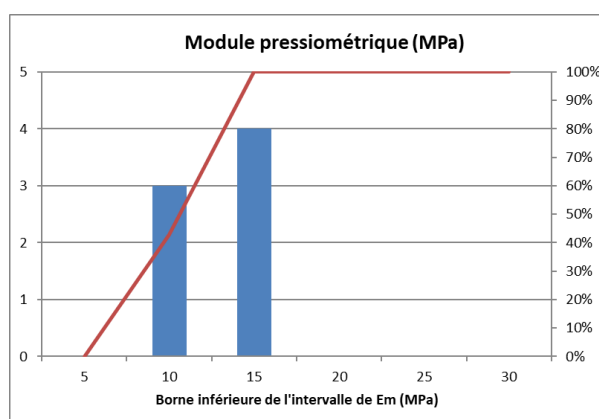
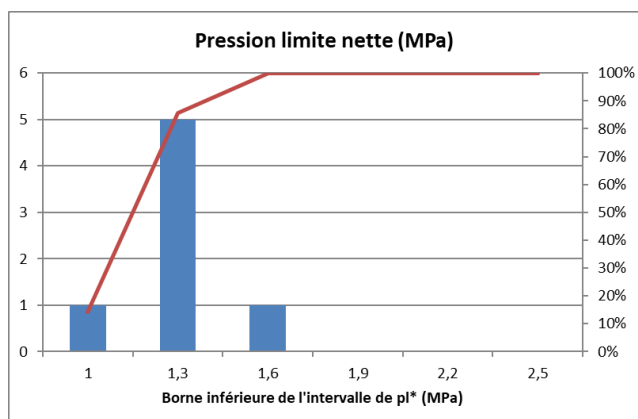
Couche 1 – Argile ocre à rouge
EM = 2.0 MPa et PI*moyen = 0.4 MPa

Couche 2 – Argile +/- sableuse marron rouge

Sept couples de valeurs sont considérés :

PRESSION LIMITE PI* (MPa)					
pl* min	pl* max	Moyenne arithmétique	Ecart-type	Dispersion (%)	Moyenne géométrique
1,21	1,78	1,46	0,16	11,27	1,45

MODULE PRESSIOMETRIQUE E _M (MPa)					
E _M min	E _M max	Moyenne arithmétique	Ecart-type	Dispersion (%)	Moyenne harmonique
11,10	18,90	15,6	3,2	20,77	14,9



Les valeurs pressiométriques caractérisent des argiles raides à très raides.



Pour la synthèse géotechnique, nous retiendrons les valeurs suivantes :

Couche 2 – Argile +/- sableuse marron rouge
EM = 14.0 MPa et PI*moyen = 1.3 MPa

7.4. Résultats des essais pénétrométriques

Lors de notre campagne d'investigations de 2023, nous avons également effectué 2 essais pénétrométriques.

Les valeurs de résistance dynamique apparente (Rd) mesurées au droit du site peuvent être interprétées de la façon suivante :

- 0 à 2 MPa : résistance très faible à faible,
- 2 à 4 MPa : résistance médiocre,
- 4 à 8 MPa : résistance moyenne,
- 8 à 15 MPa : résistance élevée,
- > 15 MPa : résistance très élevée.

PD1			PD2		
Profondeur (m/TA*)	Rd (MPa)	Couche de sol associée	Profondeur (m/TA*)	Rd (MPa)	Couche de sol associée
0,0 à 0,5	Elevée	0	0,0 à 0,9	Très faible à médiocre	0
0,5 à 1,3	Médiocre	1	0,9 à 1,7	Moyenne	1
1,3 à 1,8	Moyenne	1	1,7 à 4,3	Elevée à très élevée	2
1,8 à 4,4	Moyenne à très élevée	2	4,3 à 5,7	Moyenne à élevée	2
4,4	Refus		5,7 à 6,0	Moyenne	2

Ces essais pénétrométriques ont donc permis de mettre en évidence :

- Des résistances dynamiques très faibles à élevées au sein de la couche 0,
- Des résistances dynamiques médiocres à moyennes au sein de la couche 1,
- Des résistances dynamiques moyennes à très élevées au sein de la couche 2 avec même refus prématuré en PD1.



7.5. Résultats de l'essai de perméabilité

Lors de notre intervention sur site en novembre 2024, un essai de perméabilité de type PORCHET a été réalisé au droit du sondage P01 (SP1).

Les résultats de cet essai sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Sondage	Profondeur de l'essai (m/TA)	Horizon testé	Couche testée	Perméabilité moyenne (m/s)
P01 (SP1)	0.0 – 1.1	Remblais et argile marron ocre	0 et 1	2.8 ^E -06

Ces essais de perméabilité ont donc permis de mettre en évidence une perméabilité faible au sein des matériaux des couches 0 et 1.

On constate également un ralentissement de la descente au niveau de la couche 1 présentant un faciès argileux, plus imperméable.

Dans tous les cas, les résultats de cet essai sont valables qu'au droit de notre sondage P01 (SP1) et ne pourraient en aucun cas être extrapolés à l'ensemble du site.

7.6. Résultats des essais en laboratoire

Nous rappelons que les échantillons de sols prélevés au sein de nos différents points de sondages réalisés en 2023 et 2024 ont permis de réaliser :

- 2 Limites d'Atterberg ;
- 1 Agressivité des sols vis-à-vis des bétons.

Les résultats de ces essais sont présentés ci-après.

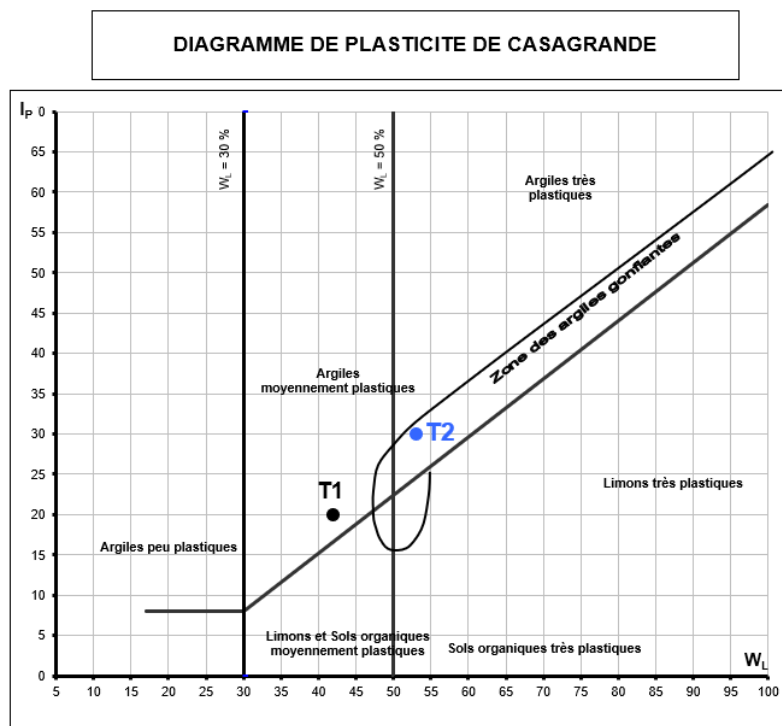
Limites d'Atterberg :

Sondage	Profondeur prélèvement (m)	Couche testée	Teneur en eau naturelle W_n (%)	Limite de plasticité W_p (%)	Limite de liquidité W_L (%)	Indice de plasticité I_p	Indice de consistance I_c
ST1	0.0 – 1.0	Argile marron foncé Couches 0 et 1	24.9	22	42	20	0.87
ST2	2.0 – 3.0	Argile marron ocre à graves Couche 2	45.4	23	53	30	0.25



Les sols prélevés en ST2 peuvent être classés en A3 selon le GTR 92. Il s'agit de sols argileux très plastiques et très sensibles aux phénomènes de retrait – gonflement lors des variations hydriques au sein de la couche 2.

Les mesures des limites d'Atterberg sont reportées sur un diagramme de plasticité de Casagrande ci-dessous et placent les sols prélevés en ST2 dans les argiles très plastiques et dans la zone des argiles gonflantes (domaine déterminé par le retour d'expérience des géotechniciens).



Agressivité des sols sur les bétons :

Lors de notre campagne d'investigations, nous avons réalisé une mesure d'agressivité des sols sur les bétons. Les résultats de cette mesure sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Sondage	ST2
Profondeur de l'échantillon (m/TA*)	0.0 – 0.90
Couche testée	0
Matière sèche (%mass MB)	96.5
Degré d'acidité (ml/kg MS-A)	31
Sulfates (SO4) (mg/kg MS-A)	<450
Classe d'exposition	<XA1

Cette mesure a donc permis de mettre en évidence une très faible agressivité des sols de la couche 0 vis-à-vis des bétons.



8. RECOMMANDATIONS GEOTECHNIQUES

Le modèle géotechnique à retenir à ce stade est le suivant :

Niveau de la plateforme de travail = 100.0 m NI (Nivellement indépendant)						
Couche (Formation présumée)	Description du faciès	Profondeur de la base (m/TA)	Epaisseur (m)	Cote base (m NI)	Données pressio. moyennes	Commentaires
Couche 0 (Terrains de Couverture/ Remblais)	Limon noir et d'argiles marron foncé à cailloutis et débris végétaux	0.5 à 0.9 (PD1) (PD2)	0.5 à 0.9 (PD1) (PD2)	99.1 à 99.7 (PD2) (PD1)	Aucun essai réalisé	<ul style="list-style-type: none">• Surépaisseurs possibles.• Horizon impropre à recevoir des fondations• Présence possible de blocs de toute dimension et de toute nature et plus ou moins abrasifs• Présence possible de passages très décomprimés• Présence possible de matériaux évolutifs (débris végétaux)• Matériaux classés en A2 selon le GTR, correspondant à des sols fins, très sensibles aux phénomènes de retrait-gonflement des argiles moyennement plastiques (ST1)• Matériaux classés comme très faiblement agressifs vis-à-vis des bétons (<XA1)• Résistance dynamique hétérogènes (très faible à élevée)• Horizon faiblement perméable
Couche 1 (Frange sommitale des Formations Fluviales)	Argile ocre à rouge	1.8	0.9 à 1.3 (PD2) (PD1)	98.2	<u>Un essai réalisé :</u> PI = 0.4 MPa EM = 2.0 MPa $\alpha = 2/3$	<ul style="list-style-type: none">• Présence possible de blocs de poudingues très durs et abrasifs• Surépaisseurs et passages plus ou moins décomprimés possibles.• Présence de matériaux potentiellement plastiques et gonflants• Matériaux classés en A2 selon le GTR, correspondant à des sols fins, très sensibles aux phénomènes de retrait-gonflement des argiles moyennement plastiques (ST1)• Résistance dynamique hétérogènes (médiocres à moyennes)• Horizon faiblement perméable
Couche 2 (Formations fluviales)	Argile +/- sableuse marron rouge	>10.0	>8.2	<90.0	PI* = 1.3 MPa EM = 14 MPa $\alpha = 2/3$	<ul style="list-style-type: none">• Présence possible de blocs de poudingues très durs et abrasifs• Matériaux classés en A3 selon le GTR, correspondant à des sols fins, très sensibles aux phénomènes de retrait-gonflement des argiles très plastiques (ST2). Résistance dynamique hétérogènes (moyennes à élevées)



Rappelons également que le nouveau relevé piézométrique réalisé le 25 mars 2024 a permis de mettre en évidence une absence de niveau d'eau à la cote **94.2 m NI**.

Seule la réalisation d'un suivi piézométrique sur une période suffisante permettra de connaître les fluctuations de la nappe.

Outre la nappe, des circulations d'eaux superficielles plus ou moins anarchiques peuvent être présentes à la faveur des passées perméables. Ces dernières sont particulièrement importantes en périodes pluvieuses prolongées notamment en période hivernale.

9. TERRASSEMENTS

D'après les éléments actuels, n'est pas prévu de terrassements généraux en dehors des fouilles permettant la création des futures longrines et/ou tête de micropieux.

Ces fouilles, hors nappe (sous réserve de la réalisation d'un suivi sur une période suffisante), ne devraient pas poser de problème particulier d'exécution, sauf blocs ou bancs rencontrés dans les terrains de couvertures/remblais (Couche 0) ou ponctuellement les argiles ocres à rouge de la Couche 1.

En cas de présence d'eau en fond de fouilles, un épaissement sera nécessaire afin de couler le béton à sec.

10. ETUDE DES FONDATIONS

10.1. Principe de fondations

Compte tenu des éléments suivants :

- Présence de terrains de couverture et/ou remblais sur des épaisseurs d'environ 1 m
- Présence de matériaux présentant une compacité hétérogène et globalement faible sur les deux premiers mètres ;
- Présence de matériaux plastiques et gonflants entre 2 et 3 m de profondeur ;
- Hypothèses de descentes de charges moyennes.

Dans le cadre de la réalisation du projet, et étant donné les éléments présentés ci-dessus, il conviendra donc de s'orienter vers la réalisation de nouvelles fondations via un mode de **fondations profondes de type micropieux** descendus dans les sols de la couche 2, avec un minimum de 1 m d'ancrage dans ces horizons.

La norme NF P94-262-A1 de juillet 2018 des fondations profondes sera donc appliquée.



10.2. Dimensionnement des micropieux

La charge de fluage à la compression à l'ELS $R_{c;cr;d}$ d'un micropieu mis en œuvre sans refoulement du sol, est déterminée selon la norme NF P94-262 et son additif A1 à partir des expressions successives suivantes, selon l'approche de calcul 2 de l'Eurocode 7 :

$$R_{c;cr;d} = R_{c;cr;k} / \gamma_{cr}$$

$$R_{c;cr;k} = 0.7 \times R_{s;k} \text{ (Charge de fluage)}$$

$$R_{s;k} = \pi \times B \times \sum (q_{s,i} \times h_i) / (\gamma_{R,d1} \times \gamma_{R,d2}) \text{ (Frottement latéral ; } q_{s,i} = \alpha_i \times f_{sol,i} \text{)}$$

Cette charge de fluage à la compression doit être comparée à la charge sur la fondation profonde par micropieu F_{cd} tel que : $R_{c;cr;d} \geq F_{cd}$

Pour la vérification structurale, dans le cas d'un micropieu qui travaille en compression simple aux ELS et ELU, il est permis de se limiter aux justifications ELU en vérifiant :

$$F_{dELU} \leq \frac{0,75 \times A \times f_y}{\gamma_{M0} \times \gamma_{Rd}}$$

Les différents paramètres utilisés dans les formules précédentes selon la procédure « modèle terrain et à partir de la méthode pressiométrique sont indiqués dans le tableau ci-dessous :

Param.	Signification	Valeur particulière
γ_{cr}	Facteur partiel	= 1.1 pour un micropieu en compression à l'ELS quasi-permanent = 0.9 pour un micropieu en compression à l'ELS caractéristique
B	Diamètre de forage du micropieu	≤ 300 mm
A	Section d'acier du micropieu	-
p_{le}^*	Pression limite nette équivalente	-
$\gamma_{R,d1}$	Coefficient de modèle par couche en compression	= 2.0 dans l'argile, les craies et les marnes = 1.4 dans les sables, les sols intermédiaires et les roches
$\gamma_{R,d2}$	Coefficient de modèle	= 1.1
$q_{s,i}$	Frottement latéral	≤ Valeur maximale du tableau F.5.2.3 de la norme
α_i	Paramètre adimensionnel	selon le tableau F.5.2.1 de la norme
$f_{sol,i}$	Fonction de frottement	dépend du type de sol et de p_{le}^*
f_y	Limite d'élasticité de l'acier	= 560 MPa pour la nuance N80 (tubes pétroliers de premier choix)
γ_{M0}	Coefficient partiel pour la résistance de l'acier	= 1.0
$\gamma_{R;d}$	Facteur de méthode sur la résistance de l'acier	= 1.1 à appliquer sur les tubes pétroliers



Nous considérerons ici, des micropieux injectés de type III (classe 8 catégorie 19 – mode IGU). Dans le cadre du dimensionnement des micropieux, nous retiendrons le modèle géotechnique suivant, basé sur notre sondage SP1 :

Plateforme à 100 m NI				
Couche	Profondeur de la base couche / Terrain Actuel (m)	Cote de la base de la couche (m NI)	Ple* (kPa)	Frottement latéral unitaire limite qsi (kPa)
Couche 0 (Remblais)	0.9	99.1	Neutralisé	
Couche 1 (Frange sommitale des formations alluvionnaires)	1.8	98.2		
Couche 2 (Formations alluvionnaires)	10.0	90.0	1 300	115

D'après les hypothèses de descentes de charges, nous pouvons donc fournir le dimensionnement des micropieux suivant :

Numéro du micropieu	Diamètre du micropieu (mm)	Longueur L/niveau fini du RdC (m)	Cote assise du micropieu (m NI)	Couche d'ancrage du micropieu	Hauteur dans la couche d'ancrage (m)	Charge limite à l'ELS CAR (t)
1	200	6.0	94.0	2	4.2	10
2	250	8.0	92.0	2	6.2	20

Ces portances sont comparables aux enveloppes de charges prises comme hypothèse.

Remarques :

Nous rappelons que les hypothèses de descentes de charges indiquées dans notre rapport n'indiquent ni effort horizontal, ni moment, ni effort sismique à reprendre par les fondations.

Dans tous les cas, il conviendra d'encastrement les micropieux en tête, et ce afin de limiter au maximum les déplacements qui pourraient se produire.

Nous rappelons également que le dimensionnement présenté ci-dessus, ne prend pas en compte d'effets de groupe.



La vérification au flambement, du raccourcissement élastique et de la flexion en cas d'efforts horizontaux et de moments ainsi que toutes les combinaisons de descentes de charges seront à étudier lors des missions de conception G2-PRO et d'exécution G3.

Les tubes devront présenter une section d'acier A minimale de 150 mm² et une épaisseur minimale de l'ordre de 8 à 10 mm.

10.3. Sujétions d'exécution des micropieux

Les micropieux seront réalisés selon les Règles de l'Art par une entreprise spécialisée en fondations profondes. Leur exécution devra être conforme aux normes NF P94-262-A1 et NF EN 14199.

Une machine de forage de bonne puissance pour la mise en œuvre des micropieux sera à prévoir pour passer les niveaux indurés à traverser (blocs dans les remblais mais également blocs de poudingues au sein des couches 1 et 2).

L'entreprise mettra en œuvre un matériel adapté lui permettant d'atteindre les profondeurs minimales requises.

Des surconsommations de coulis sont à attendre dans les terrains en tête parfois décomprimés.

L'emploi d'un dispositif de tubage peut être prévu pour limiter les pertes.

L'utilisation d'armatures tubulaires avec centreurs est obligatoire pour garantir le bon scellement et le bon enrobage de l'armature et vis-à-vis de la résistance au flambement.

Le type d'ouvrage réalisé impose que les tubes retenus soit l'équipement des micropieux soient de premier choix et d'épaisseur supérieure à 10 millimètres, notamment afin de limiter les risques d'altération de l'épaisseur des tubes liés à la corrosion, la manutention et la mise en place.

Dans la zone avec le mitoyen, il est nécessaire de souligner que la mise en place des micropieux ne pourra se faire directement au droit des murs existants. En effet, la mise en place de la machine implique un recul du micropieu par rapport à l'aplomb du mur existant. Ce recul pourrait entraîner la création d'excentrement des charges et/ou des moments à reprendre par les micropieux. Dans tous les cas, il conviendra de respecter une distance minimale égale à la largeur de la fondation entre le micropieu et le débord de la fondation existante. Cette distance permettra de ne pas implanter les micropieux dans le bulbe de diffusion de la fondation existante pour ne pas générer d'efforts latéraux sur nos micropieux.

Afin de ne pas prendre en compte la corrosion des armatures des micropieux, on s'assurera de mettre en œuvre un enrobage minimal de 5 cm avec un coulis dont le rapport massique eau sur ciment est de l'ordre de 0,5.



Le type de micropieux, la composition du coulis et la technique de mise en œuvre devront prendre en compte :

- La perméabilité des terrains ;
- La présence d'une nappe, éventuellement en charge ;
- La compacité du sol et la présence éventuelle d'anomalie ;
- La présence de matériaux évolutifs ;
- L'agressivité des sols (<XA1) ;
- La boulangerie éventuelle des terrains ;
- Les avoisinants.

Les micropieux ne sont pas véritablement conçus pour reprendre des efforts horizontaux et/ou des moments. Si besoin, ils devront être redimensionnés et adaptés en conséquence (dédoublage, inclinaison et position à adapter, voire réalisation de pieux).

Pour des micropieux type III, les pastilles d'injections ou les manchettes devront être espacées de maximum 0,50 m.

Le centrage de l'armature dans le forage ainsi que l'enrobage nécessaire doivent être assurés grâce à des écarteurs et des centreurs adaptés.

Les terrassements à réaliser afin de réaliser les têtes de micropieux et/ou longrines pourront nécessiter l'utilisation d'engins de bonne puissance, voire du BRH afin de permettre les terrassements dans les remblais présentant ponctuellement des blocs de toute dimensions voire des longrines.

La profondeur des micropieux sera à adapter aux terrains réellement rencontrés.

Une plateforme de travail est nécessaire pour assurer la circulation des engins et l'implantation des micropieux. Cette plateforme devra assurer une portance minimale avec un E_{v2} minimum de 30 MPa. Des essais de contrôle de cette plateforme devront obligatoirement être réalisés avant le démarrage des travaux du chantier et ce afin de valider cette portance.

10.4. Essais de contrôle

Les essais de chargement sur micropieux seront conformes à la norme NF P94 262-A1 et NF EN 14199, à savoir au minimum :

- Pour les micropieux soumis à une traction à l'ELS quasi-permanent : 2 essais de chargement statique pour les 50 premiers micropieux puis un essai par groupe de 50 micropieux supplémentaires ;
- Pour les micropieux soumis à la compression : 2 essais de chargement statique pour les 100 premiers micropieux puis un essai par groupe de 100 micropieux supplémentaires ;
- Des contrôles de la qualité du coulis de ciment, notamment :
 - Dosage ;



- Écrasements sur éprouvettes avec une résistance minimale à la compression simple de 25 MPa à 28 jours sauf spécifications contraires, notamment en milieu agressif ;
- Viscosité et densité si nécessaire.

Pour les ouvrages courants avec moins de 25 micropieux en compression simple, il sera permis de remplacer les essais de contrôle par une majoration forfaitaire des sollicitations amenées par l'ouvrage de 50%.

11. NIVEAU BAS

Compte tenu de la présence de remblais, le niveau bas du projet devra donc être traité en **dalle portée par les fondations**.

12. ALEAS RESIDUELS

Dans le cadre de la poursuite du projet, il conviendra de :

- Réaliser les reconnaissances des fondations existantes du bâtiment qui sera mitoyen à notre projet ;
- Fournir les descentes de charges définitives ainsi que le plan de fondations du projet ;
- Définir les valeurs de tassements admissibles pour le projet si ces derniers sont différents de ceux proposés par l'Eurocode 7.

TECHNOSOL reste à la disposition du Maître de l'Ouvrage et de son équipe de conception et de réalisation pour leur fournir tout renseignement complémentaire qu'ils pourraient juger utile concernant nos résultats de sondages et nos conclusions.

La description des missions normées et obligatoires ainsi que leur enchaînement sont présentés en annexe de ce rapport.



EXPLOITATION DU RAPPORT D'ETUDES

I - Le présent rapport d'étude a été établi à partir de la connaissance d'un projet au moment de cette étude. Il constitue un document indissociable dans lequel figurent les conclusions propres à ce projet. Toute exploitation partielle du rapport peut conduire à des erreurs d'interprétation et ne pourrait engager notre responsabilité.

II - En cas d'évolution de projet (par exemple changement d'implantation, changement de nature de construction, etc.), il importe de consulter le bureau d'étude géotechnique pour vérifier la bonne adaptation du projet en fonction du sol reconnu. Cette étape peut conduire à la réalisation d'une étude complémentaire si les informations du rapport d'étude s'avèrent insuffisantes.

III - L'étude géotechnique est basée sur la réalisation d'un nombre réduit de sondages donnant des informations ponctuelles. Les variations de caractéristiques géologiques et géotechniques peuvent intervenir entre les sondages (anomalies naturelles ou anthropiques). Ces variations ne peuvent être imputables au bureau d'étude géotechnique mais devront être signalées de manière systématique au bureau d'étude géotechnique afin de vérifier la bonne adaptation des fondations au contexte nouveau.

IV - Les profondeurs des différentes couches de sols rencontrés sont données par rapport à une référence qui peut être locale ou rattachée à une référence officielle (NGF, IGN, CM). Dans tous les cas, il appartient au Maître d'Ouvrage de faire relier notre référence de nivellement à celle qui constituera la base du futur projet.

V - Notre société ne pourra être responsable de toute adaptation de fondations qui aura été apportée sur le chantier sans qu'elle ne lui ait été soumise.



Enchaînement et classification des missions d'ingénierie géotechnique selon la norme NF P94-500 de novembre 2013



NF P94-500 – Novembre 2013

Tableau 1 - Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

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 : Étude géotechnique préalable (G1)		Étude géotechnique préalable (G1) Phase Étude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Étude préliminaire, esquisse, APS	Étude 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	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Étude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Étude 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 (choix constructifs)
	PRO	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	DCE/ACT	Étude 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 : Études géotechniques de réalisation (G3/G4)		<u>À la charge de l'entreprise</u>	<u>À la charge du maître d'ouvrage</u>			
	EXE/VISA	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Étude (en interaction avec la phase Suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision du suivi)	Étude 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 (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Suivi (en interaction avec la phase Étude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude)	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
À 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

<p>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.</p>
<p>ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)</p> <p>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 :</p> <p>Phase Étude de Site (ES)</p> <p>Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.</p> <ul style="list-style-type: none"> 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. <p>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> 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).
<p>ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)</p> <p>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 :</p> <p>Phase Avant-projet (AVP)</p> <p>Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> 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. <p>Phase Projet (PRO)</p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> 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. <p>Phase DCE IACT</p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel). Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

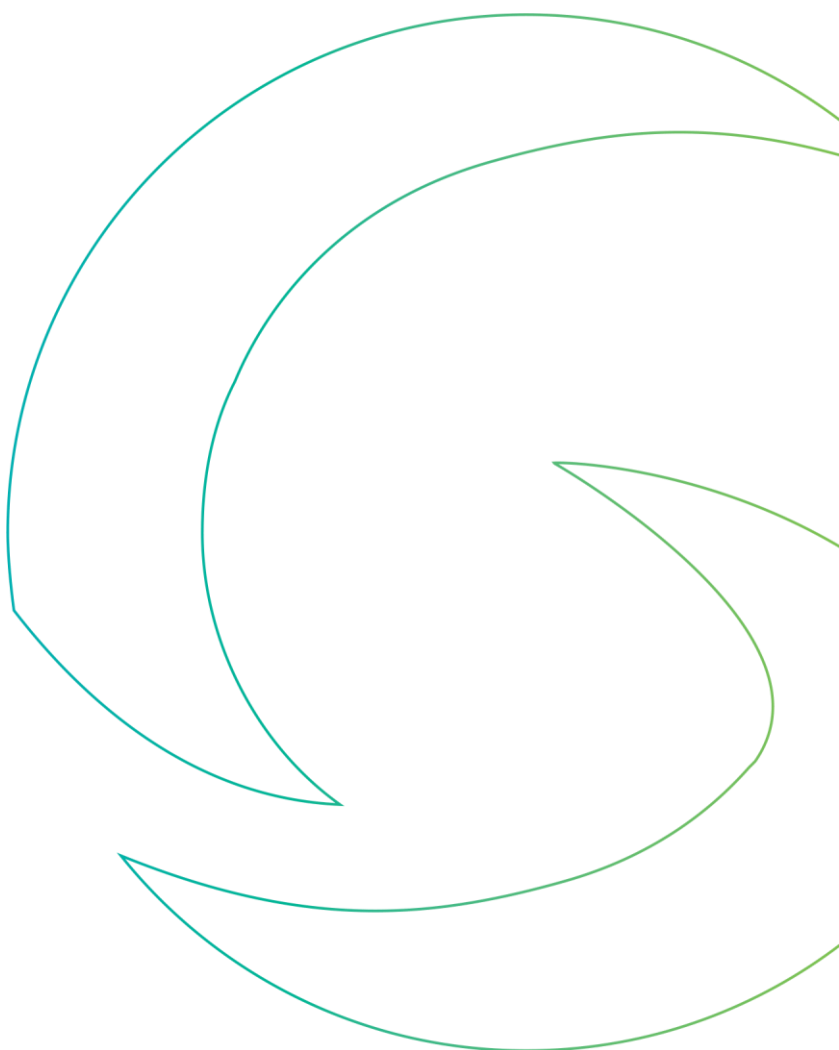
NF P94-500 – Novembre 2013

Tableau 2 - Classification des missions d'ingénierie géotechnique (suite)

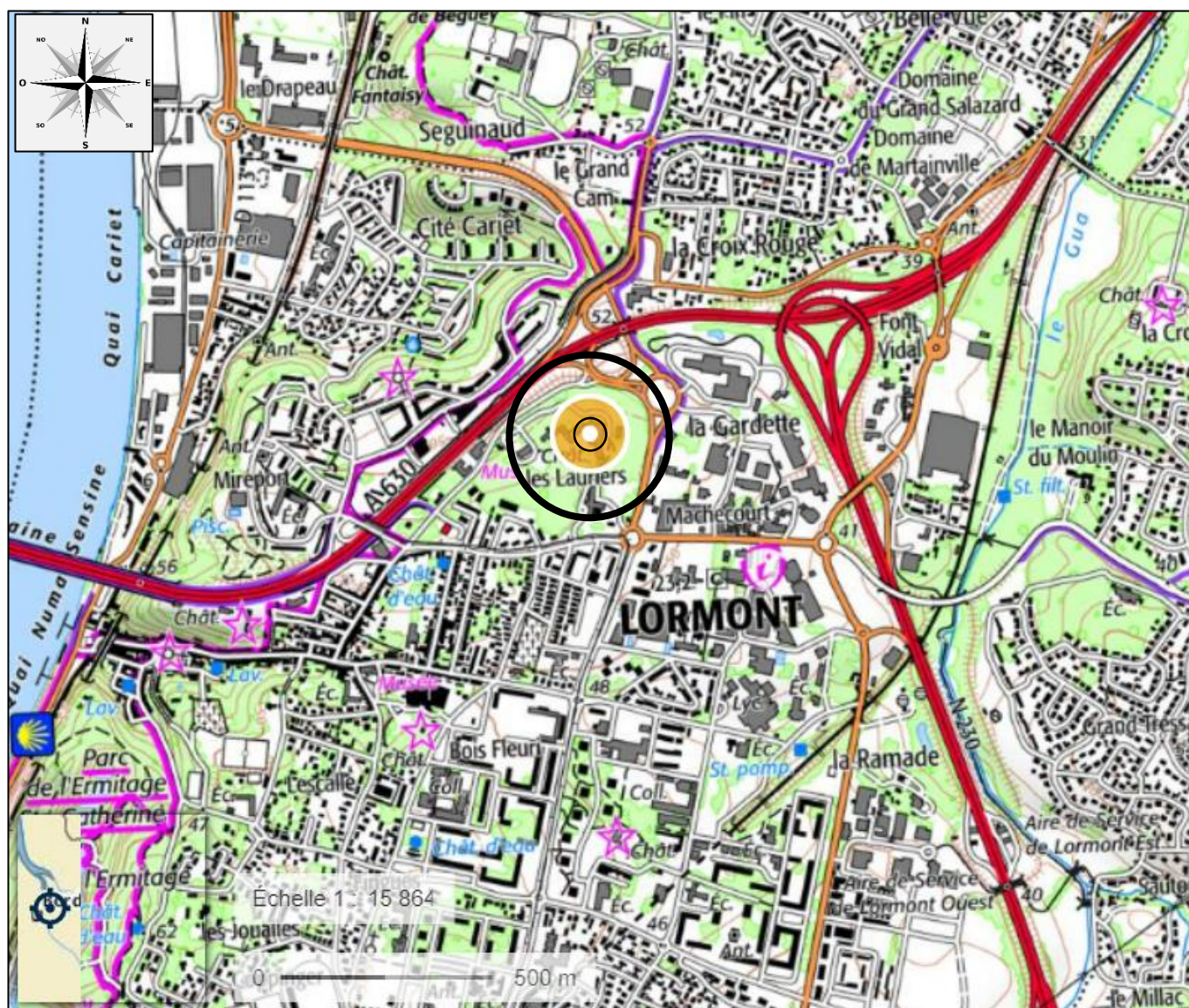
<p>ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G4, distinctes et simultanées)</p> <p>ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)</p> <p>Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT. Elle comprend deux phases interactives :</p> <p>Phase Étude</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>Phase Suivi</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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).
<p>SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)</p> <p>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 :</p> <p>Phase Supervision de l'étude d'exécution</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>Phase Supervision du suivi d'exécution</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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.
<p>DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)</p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. • Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant. • Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).



Plan de situation



PLAN DE SITUATION



Indice	Libellé	Date	Dessin	Chargé d'affaire	Approuvé
A	PLAN DE SITUATION	27/03/2023	RGU	RCU	MDSM
N° d'affaire : TEA230161		Format du fichier : word			

Chantier : 33 – LORMONT

Adresse : Maison de convalescence « Les Lauriers »








Plans d'implantation des sondages




PLAN D'IMPLANTATION



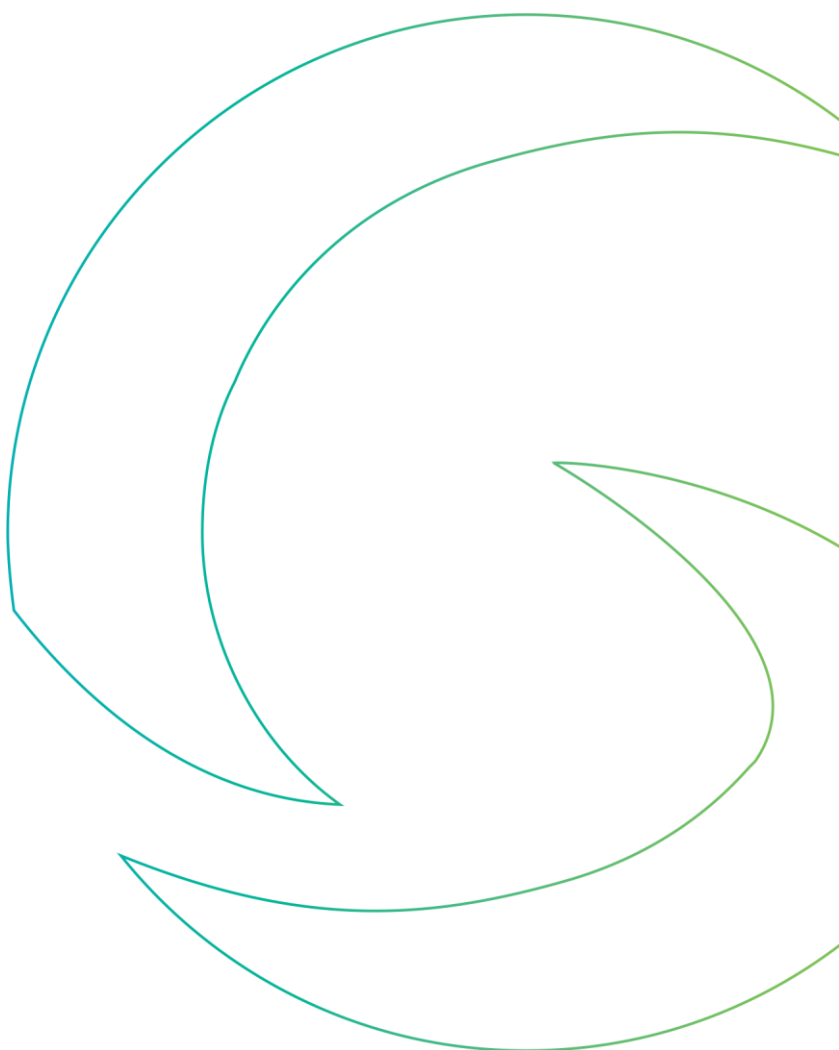
LEGENDE :

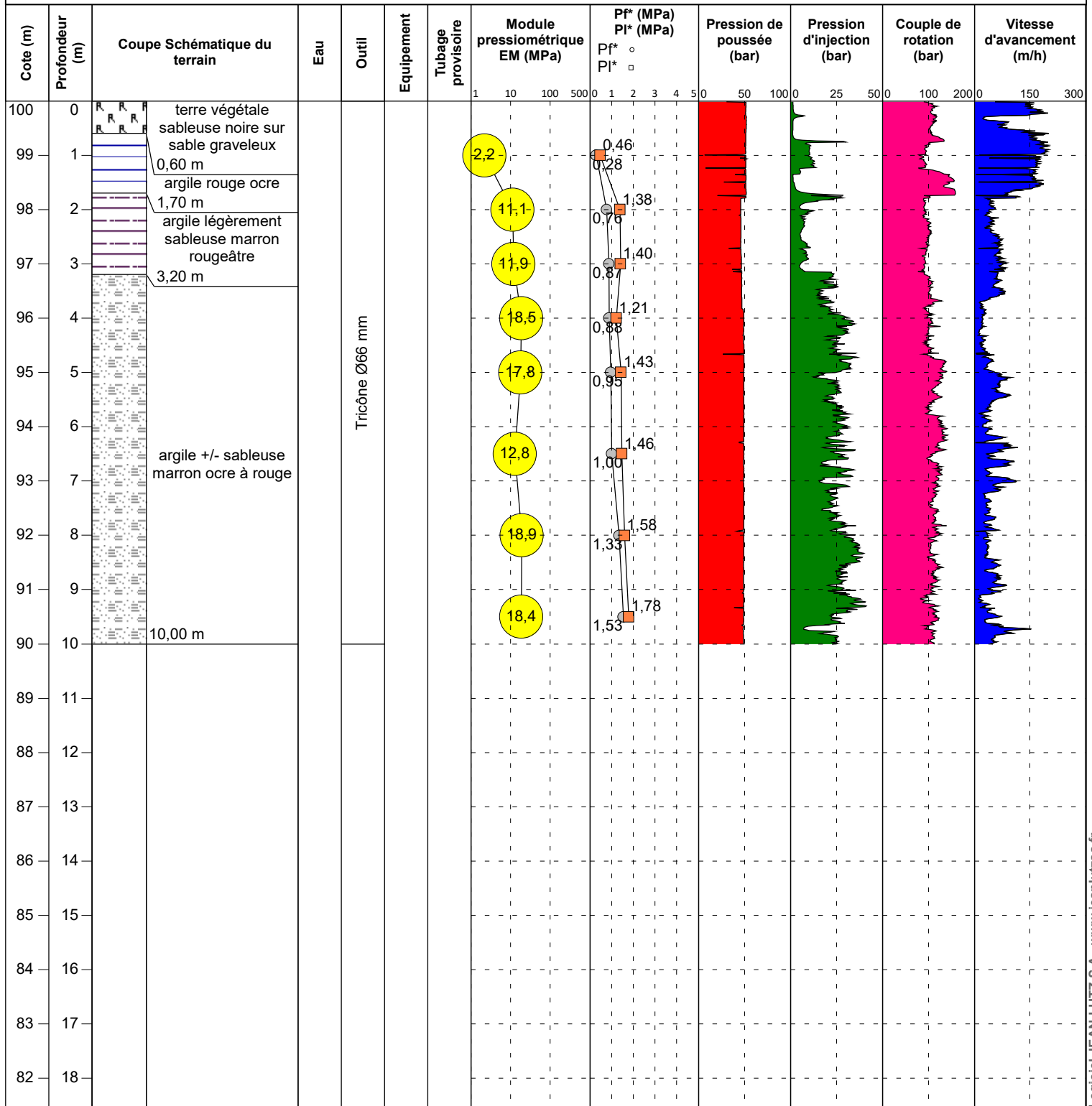
-  SONDAGE A LA TARIERE (*intervention de 2023*)
-  ESSAI PENETROMETRIQUE (*intervention de 2023*)
-  SONDAGE PRESSIOMETRIQUE (*intervention de 2024*)

Indice	Libellé	Date	Dessin	Chargé d'affaire	Approuvé
A	PLAN D'IMPLANTATION	11/03/2024	RCU	RCU	MDSM
N° d'affaire : TEA230161					
		Format du fichier : word			Echelle : sans
Chantier : 33 – LORMONT					
Adresse : Maison de convalescence « Les Lauriers »					



Coupe du sondage pressiométrique





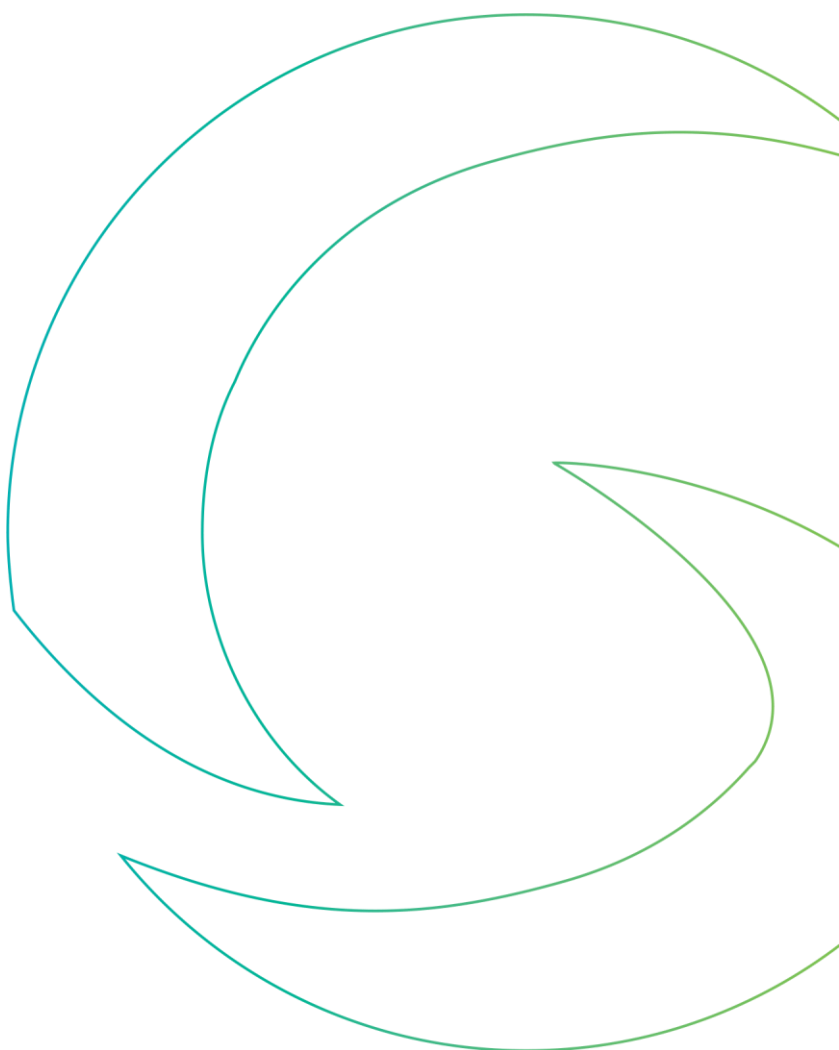
NOTA :

MODELE PRESENTATION : T PRESSIO

EXGTE 3.22/LB2EPF587FR



Coupes des sondages à la tarière et diagrammes de résistance dynamique des essais pénétrométriques





ESSAI DE PENETRATION DYNAMIQUE LOURD

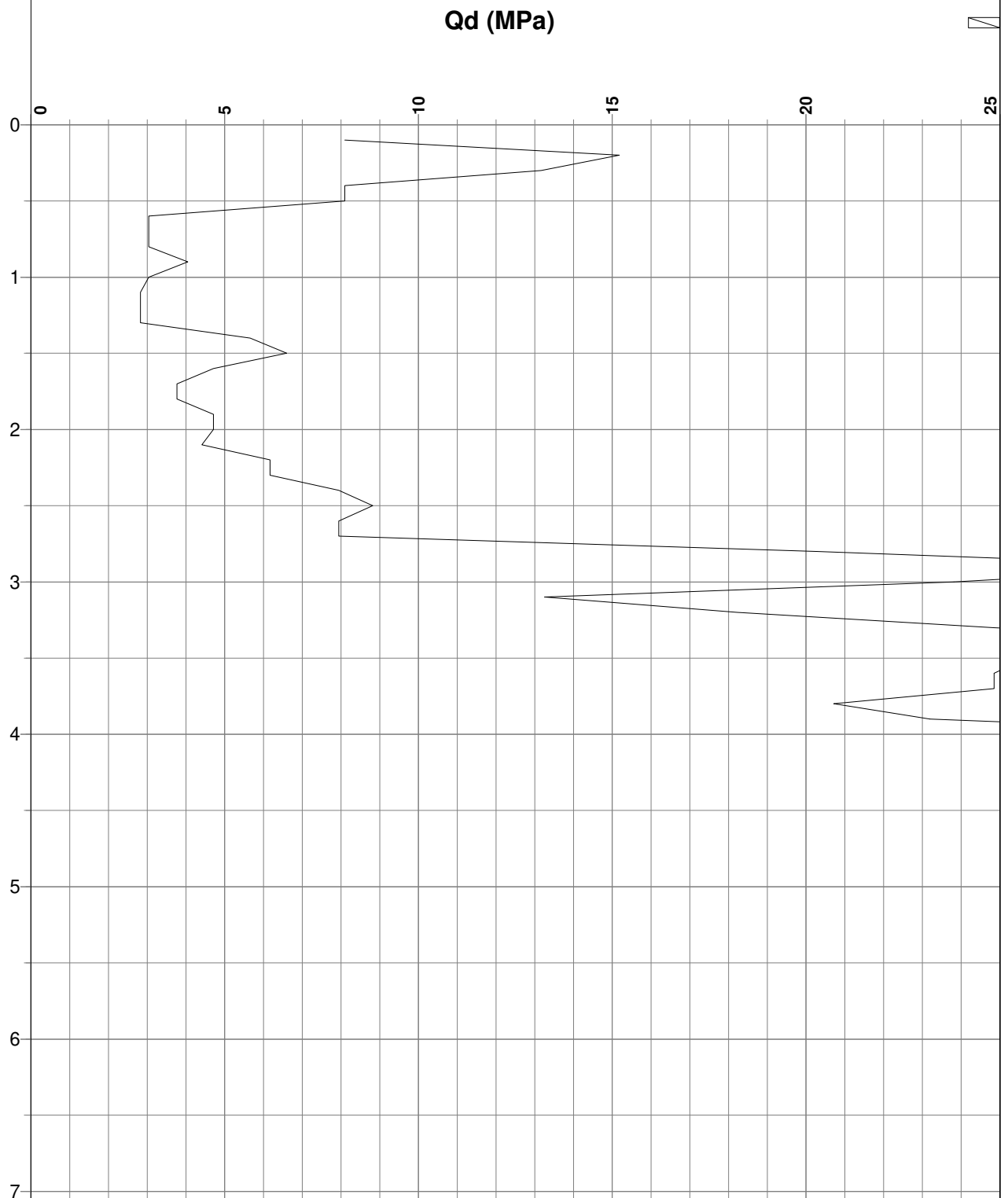
Sondage : PD1

2 bis avenue de la Résistance
33 - LORMONT

Profondeur : 4,4 m

Dossier : 23.006941

Date : 09/05/2023



Poids du mouton 50 kg
Poids mort 9,129 kg
poids d'une tige 4,751 kg
Hauteur de chute 0,53 m

Observations : *Arrêt par refus



ESSAI DE PENETRATION DYNAMIQUE LOURD

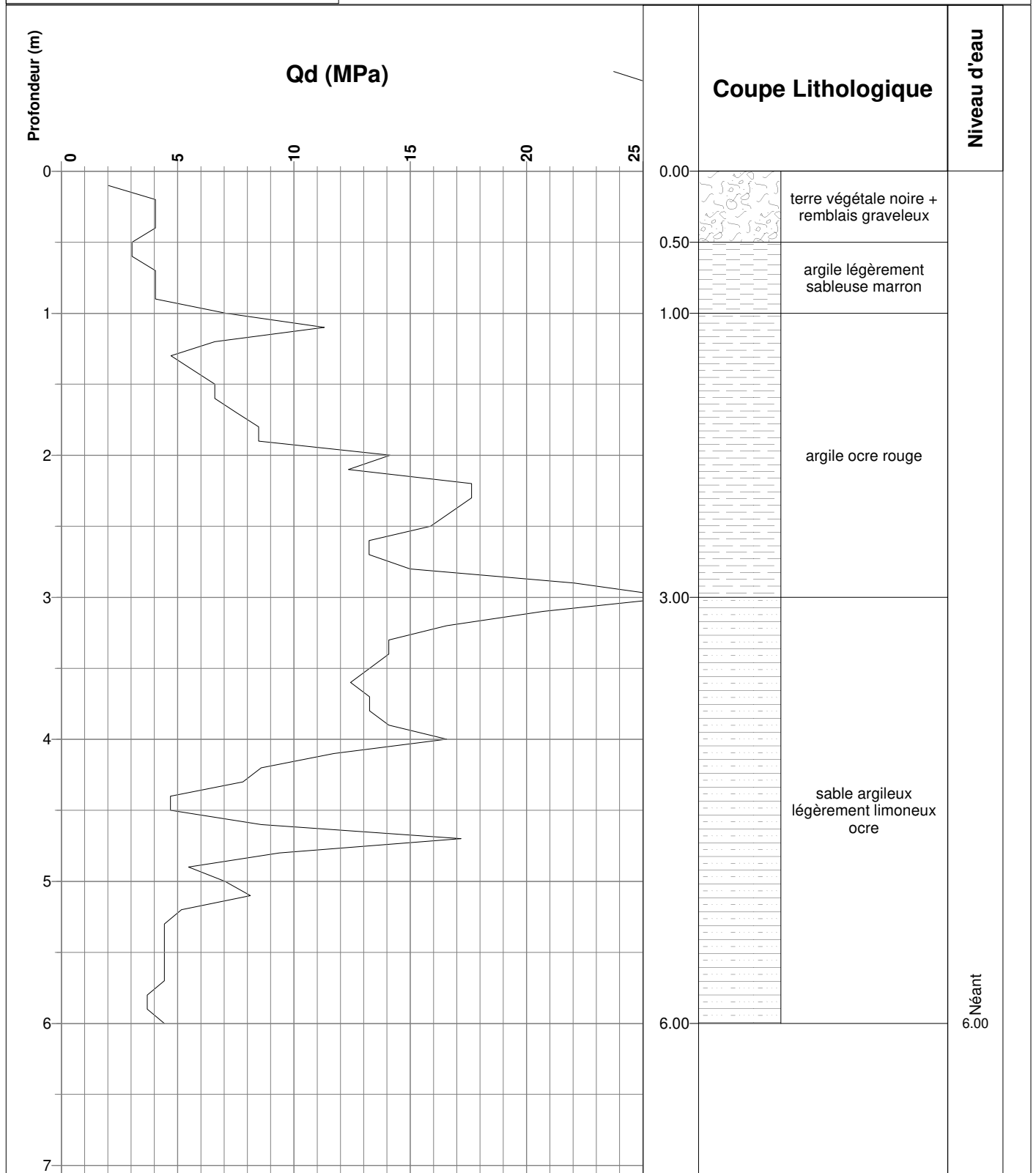
Sondage : PD2+T2

2 bis avenue de la Résistance
33 - LORMONT

Profondeur : 6 m

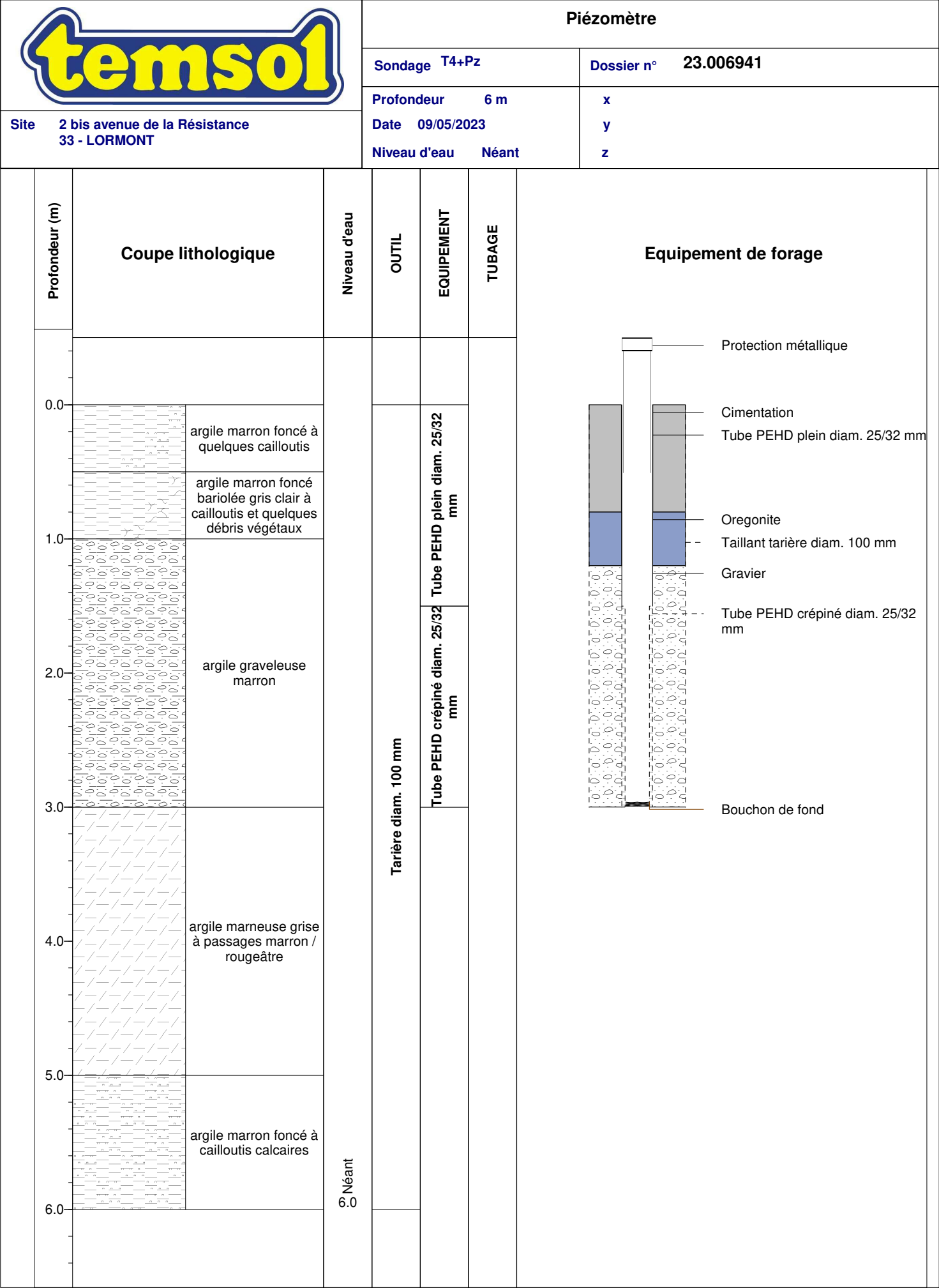
Dossier : 23.006941

Date : 09/05/2023



Poids du mouton 50 kg
Poids mort 9,129 kg
poids d'une tige 4,751 kg
Hauteur de chute 0,53 m

Observations :



Observation :



Procès-verbaux des essais réalisés au sein du laboratoire



WESSLING France, 40 rue du Ruisseau, 38070 Saint-Quentin-Fallavier Cedex

TECHNOSOL
Madame Mélissa DA SILVA MELO
4 voie romaine
33610 CANÉJAN

N° rapport d'essai	ULY24-012951-1
N° commande	ULY-11283-24
Interlocuteur (interne)	M. Alouache
Téléphone	+33 474 999 620
Courrier électronique	Morgan.Alouache@wessling.fr
Date	16.05.2024

Rapport d'essai

TEA230161 - LORMONT



Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis à l'essai et tels qu'ils ont été reçus (dans le cas où le laboratoire n'a pas prélevé les échantillons).

Les résultats des paramètres couverts par l'accréditation EN ISO/CEI 17025 sont marqués d'un (A).

La portée d'accréditation COFRAC n°1-1364 essais du laboratoire WESSLING de Lyon (St Quentin Fallavier) est disponible sur le site www.cofrac.fr pour les résultats accrédités par ce laboratoire.

Le COFRAC est signataire des accords de reconnaissance mutuels de l'ILAC et de l'EA pour les activités d'essai.

Les organismes d'accréditation signataires de ces accords pour les activités d'essai reconnaissent comme dignes de confiance les rapports couverts par l'accréditation des autres organismes d'accréditation signataires des accords des activités d'essai.

Ce rapport d'essai ne peut être reproduit que sous son intégralité et avec l'autorisation des laboratoires WESSLING.

Les laboratoires WESSLING autorisent leurs clients à extraire tout ou partie des résultats d'essai envoyés à titre indicatif sous format excel uniquement à des fins de retraitement, de suivi et d'interprétation de données sans faire allusion à l'accréditation des résultats d'essai.

Les données fournies par le client sont sous sa responsabilité et identifiées en italique.

Le 16.05.2024

N° d'échantillon 24-059380-01
Désignation d'échantillon Unité ST2

Analyse physique

Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Matière sèche	% masse MB	96,5 (A)			
---------------	------------	----------	--	--	--

Paramètres globaux / Indices

Degré d'acidité Baumann-Gully - DIN EN 16502 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Degré d'acidité	ml/kg MS	31 (A)			
-----------------	----------	--------	--	--	--

Préparation d'échantillon

Minéralisation à l'acide chlorhydrique (agressivité vis-à-vis des bétons) - DIN 4030-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Minéralisé à l'acide chlorhydrique		14/05/2024 (A)			
------------------------------------	--	----------------	--	--	--

Cations, anions et éléments non métalliques

Sulfates (SO4) - Méthode interne : SO4-IC-Agressivité béton - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Sulfates (SO4)	mg/kg MS	<450 (A)			
----------------	----------	----------	--	--	--

Classe d'exposition du béton vis-à-vis du sol - NF EN 206 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Classe d'exposition		Classe non définie (A)			
---------------------	--	------------------------	--	--	--

MS : Matières sèches
MB : Matières brutes
< : résultat inférieur à la limite de quantification

Informations sur les échantillons

Date de réception :	10.05.2024			
Type d'échantillon :	Sol			
Date de prélèvement :	06.05.2024			
Heure de prélèvement :	09:00			
Récipient :	2*250ml VBrun WES002			
Température à réception (C°) :	17,5			
Début des analyses :	10.05.2024			
Fin des analyses :	16.05.2024			

Le 16.05.2024

Informations sur vos résultats d'analyses :

Les seuils de quantification fournis n'ont pas été recalculés d'après la matière sèche de l'échantillon.

Les seuils sont susceptibles d'être augmentés en fonction de la nature chimique de la matrice.

Seuls les résultats quantifiés (résultats égaux ou supérieurs à la LQ) sont pris en compte dans le calcul des sommes. Dans le cas contraire la somme est rendue "-/-".

Les résultats obtenus sont inférieurs à ceux de la classe XA1 :

-Classe d'exposition du béton vis-à-vis du sol

Approuvé par :

Alexandra GUTTIN

Responsable Qualité et Sécurité

Informations générales

N°dossier: 22.007639

Client: Technosol - Groupe Gensis

Designation: TEA 220261

Localité: 33- Villeneuve de Blaye

Information sur l'échantillon:

Mode de prélèvement: Sondage à la tarière

Prélevé par: TEMSOL

Date de prélèvement: 14 juin 2022

Date de livraison: 15 juin 2022

Mode de conservation: Echantillon prélevé en sac

Sondage: F1

Profondeur: -

Description: Argile marron à débris calcaires et traces noires

Teneur en eau - W(%): 19.4

% de passant à 400µm: 81.1

Information sur l'essai:

Mode de séchage: Etuvage

Technicien: S. MAURAN

Température: 105°C

Date de essai: 25 juillet 2022

Coupelle lisse

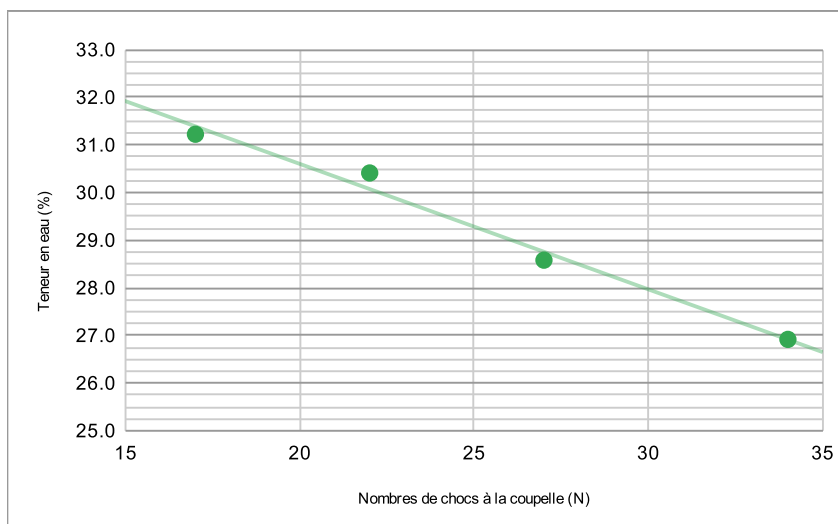
Resultats de l'essai

Limite de Liquidité WL (%)

Mesure n°	Nombre de chocs	Teneur en eau W (%)
1	17	31.2
2	22	30.4
3	27	28.6
4	34	26.9

Limite de Liquidité WL (%)

Mesure n°	Teneur en eau W (%)
1	13.4
2	13.7



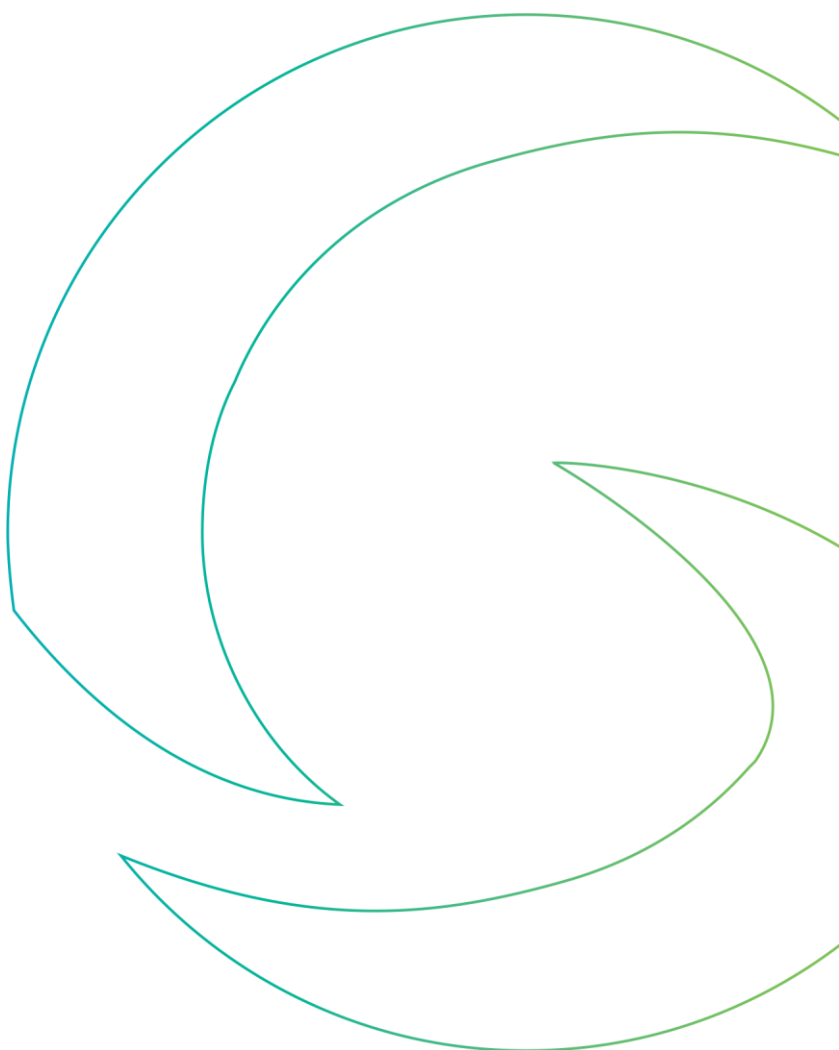
Limite de Liquidité WL (%)	29
Limite de Plasticité WP (%)	14

Indice de plasticité - Ip	15
Indice de consistance - Ic	0.62
Indice de liquidité - IL	0.38

Observations:



Procès-verbal de l'essai de perméabilité de type Porchet



ESSAI PORCHET A NIVEAU VARIABLE EN FORAGE

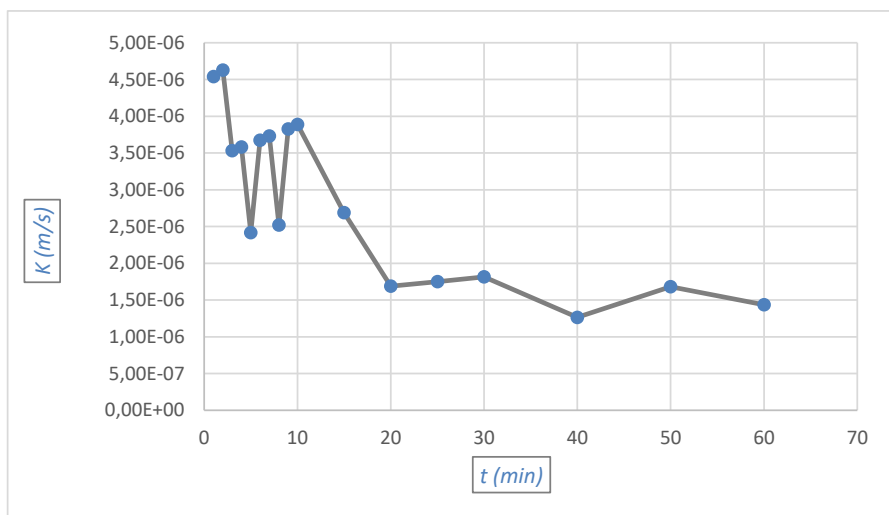
Sondage	PO1	Dossier n°	TEA230161
Profondeur de l'essai (m)	0,00 - 1,10 m	Chantier	CSMR Les Lauries - LORMONT
Opérateur	RGU	Date d'essai	20/11/2024

Diamètre (cm)	S/P (cm)	Temps de saturation
5,8	1,45	Pluie toute la matinée puis 20 min par l'opérateur

T (min)	Hauteur d'eau (cm)	K (m/s)
0	106	
1	104	4,54E-06
2	102	4,63E-06
3	100,5	3,53E-06
4	99	3,58E-06
5	98	2,42E-06
6	96,5	3,67E-06
7	95	3,73E-06
8	94	2,52E-06
9	92,5	3,83E-06
10	91	3,89E-06
15	86	2,69E-06
20	83	1,69E-06
25	80	1,75E-06
30	77	1,81E-06
40	73	1,26E-06
50	68	1,68E-06
60	64	1,43E-06

Lithologie	
0,00 - 0,50 m	Remblais sablo-argileux et limoneux marron / noirâtre à quelques morceaux de brique
0,50 - 0,70 m	Sable argileux marron
0,70 - 1,10 m	Argile marron

X	Y	Z



Choix intervalle valeurs de K	
T max (min)	T max (min)
1,00	60,00
K (m/s)	
2,86E-06	

Commentaires : /

Dépuillé par	RGU	le	21/11/2024
--------------	-----	----	------------

SIÈGE SOCIAL - 01 69 09 14 51 - contact@technosol-gengis.fr
13, route de la Grange aux Cercles - 91160 Ballainvilliers

technosol-gengis.fr

SAS au capital de 120 000 € - APE : 7112B
Siret : 972 200 661 00015 - TVA : FR78 972 200 661

**AGENCE
ÎLE-DE-FRANCE**
13, route de la Grange aux Cercles
91160 Ballainvilliers
01 69 09 14 51
paris@technosol-gengis.fr

**AGENCE
BASSE-NORMANDIE**
1, rue Ampère
14120 Mondeville
02 31 73 63 30
caen@technosol-gengis.fr

**AGENCE
HAUTE-NORMANDIE**
10, rue des Jardiniers
76000 Rouen
02 35 66 22 30
rouen@technosol-gengis.fr

**AGENCE
AUVERGNE-RHONE-ALPES**
5, rue des Essarts
69500 Bron
04 87 91 55 28
lyon@technosol-gengis.fr

**AGENCE
NOUVELLE-AQUITAINE**
4, voie Romaine
33610 Canéjan
05 33 09 27 70
bordeaux@technosol-gengis.fr

**AGENCE
PAYS DE LA LOIRE**
8, rue Léon Gaumont
44700 Orvault
06 48 78 50 86
nantes@technosol-gengis.fr