

# GROUPE HOSPITALIER DU HAVRE

## MONTIVILLIERS (76)

*Hôpital Jacques Monod*

Construction d'un bâtiment de Soins de Médecine et de Réadaptation

### ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION PHASE PROJET

Mission géotechnique G<sub>2</sub> PRO

RAPPORT N°G240491					PIECE N° 001
C					
B					
A	21/06/2024	M. RIACHY	W. BATS	58 + 91	PREMIERE DIFFUSION
INDICE	DATE	ETABLI PAR	VERIFIE PAR	Nb de PAGES	MODIFICATIONS - OBSERVATIONS

SAS AU CAPITAL DE 40 000 € • RCS EVRY 491 739 678 • SIRET 491 739 678 00036 • NAF 7112 B • N° TVA CEE FR 75 491 739 678

## SOMMAIRE

	Page
<b>1. PRESENTATION GENERALE - DEFINITION DE LA MISSION .....</b>	<b>4</b>
1.1. Etude géotechnique déjà réalisée.....	4
1.2. Caractéristiques de la présente mission – Programme de reconnaissance .....	5
<b>2. REFERENCES ET REGLES DE CALCUL .....</b>	<b>6</b>
2.1. Textes règlementaires .....	6
2.2. Document à disposition .....	6
2.3. Exigences.....	6
<b>3. PRESENTATION DU SITE .....</b>	<b>7</b>
3.1. Localisation du site.....	7
3.2. Contexte géologique et lithologique.....	9
3.3. Phénomène de retrait-gonflement des argiles.....	10
3.4. Contexte hydrologique et hydrogéologique .....	10
3.4.1. Contexte hydrologique .....	10
3.4.2. Contexte hydrogéologique.....	12
3.5. Autres aléas géotechniques.....	12
<b>4. PRESENTATION DU PROJET .....</b>	<b>13</b>
4.1. Présentation du projet .....	13
4.2. Actions sur les fondations.....	17
4.3. Zone d'influence géotechnique .....	20
4.4. Synthèse des risques géotechniques .....	21
<b>5. RESULTATS OBTENUS .....</b>	<b>22</b>
5.1. Nature des sols reconnus .....	22
5.2. Observations concernant l'eau.....	23
5.3. Caractéristiques pressiométriques .....	25
5.4. Résultats des essais en laboratoire.....	32
5.4.1. GTR .....	32
5.4.2. Agressivité chimique du sol vis-à-vis du béton.....	34
5.4.3. Essais Proctor .....	36
5.5. Caractéristiques pénétrométriques.....	38
<b>6. CONCLUSIONS – RECOMMANDATIONS .....</b>	<b>39</b>
6.1. Contexte géotechnique .....	39
6.2. Modèle géotechnique retenu.....	39

6.3. Etude géotechnique de projet .....	40
6.3.1. Généralités .....	40
6.3.2. Système de fondations .....	40
a) Justification de la capacité portante .....	40
b) Hypothèses retenues .....	42
6.3.3. Valeurs caractéristiques de dimensionnement des pieux .....	43
6.3.4. Exemple de prédimensionnement .....	44
6.3.5. Sujétion vis-à-vis de l'eau .....	47
6.3.6. Sol du projet .....	49
6.3.7. Terrassements et soutènements .....	49
6.4. Sujétions .....	57
6.4.1. Sujétions générales .....	57
6.4.2. Sujétions pour les fondations profondes .....	57

## **ANNEXES**

Annexe 1 : CLASSIFICATION ET SCHEMA D'ENCHAINEMENT DES MISSIONS GEOTECHNIQUES  
SELON LA NORME NF P 94-500 DE NOVEMBRE 2013

Annexe 2 : TEXTES REGLEMENTAIRES

Annexe 3 : PLANS D'IMPLANTATION DES SONDAGES

Annexe 4 : COUPES ET RESULTATS DES SONDAGES

Annexe 5 : RESULTATS DES ESSAIS AU LABORATOIRE

Annexe 6 : RESULTATS DES CALCULS FOXTA

## **1. PRESENTATION GENERALE - DEFINITION DE LA MISSION**

A la demande et pour le compte du GROUPE HOSPITALIER DU HAVRE, nous avons procédé à une étude géotechnique de conception en phase Projet pour un projet de construction d'un bâtiment de Soins de Médecine et de Réadaptation de type R+3 sur un vide sanitaire accessible, portant sur un terrain situé au niveau du Parking Sud actuel de l'Hôpital Jacques Monod sur la commune de MONTIVILLIERS (76).

Le présent rapport rend compte des résultats obtenus dans le cadre d'une mission d'étude géotechnique de conception en phase Projet (mission géotechnique type G<sub>2</sub>-PRO selon la norme NF P 94-500 de novembre 2013).

### **1.1. Etude géotechnique déjà réalisée**

Le présent rapport fait suite à l'étude géotechnique de conception en phase avant-projet G<sub>2</sub>-AVP réalisée par GEOLIA (Cf. Rapport G230449 en date de 07/07/2023). Dans le cadre de cette étude, les sondages et essais suivants ont été réalisés par nos soins :

- 6 sondages pressiométriques dont 2 descendus à 30 m (nommés SP2 et SP6) et 4 descendus à 15 m de profondeur (nommés SP1, SP3, SP4 et SP5),
- 81 (20x2+10x3+11) essais pressiométriques répartis dans les sondages précédents,
- 2 sondages carottés descendus à 8 m de profondeur (nommés SC7 et SC8),
- 2 piézomètres descendus à 15 m de profondeur dans les sondages SC7 et SC8,
- 3 sondages à la tarière descendus à 1,5 m de profondeur (nommés TH1/TH2/TH3),
- 3 essais au pénétromètre dynamique descendus à 3 m de profondeur ou au refus (nommés PD1/PD2/PD3),
- l'enregistrement numérique des paramètres de forage,

Une série d'essais au laboratoire sur des échantillons (analyse en cours) :

- 6 analyses de l'agressivité des sols par rapport au béton sur des échantillons prélevés,
- 6 analyses GTR et détermination de l'état hydrique,
- 6 mesures de la teneur en matière organique,
- 2 forfaits pour l'étude de l'aptitude au traitement des matériaux prélevés, comprenant la réalisation d'essais conformément aux normes NF P 94-100 d'Août 2015, NF EN-13286-42 (Sept 2003) et NF EN-13286-49 (Oct. 2004),

*Notre intervention sur site s'est déroulée le 30 mai et le 09 juin 2023.*

Il s'agit de sondages géotechniques dont l'objectif n'est ni de détecter, ni de quantifier d'éventuelles pollutions des sols.



## **1.2. Caractéristiques de la présente mission – Programme de reconnaissance**

Dans le cadre de la présente mission, aucun sondage complémentaire n'a été réalisé.

Dans la suite du présent rapport, toutes les profondeurs sont données par rapport au niveau du TN actuel. Les sondages ont fait l'objet d'un nivellement sommaire au moyen d'un matériel GPS dédié.

L'altimétrie des points de sondages est donnée dans le système NGF (IGN69) et les coordonnées planimétriques dans le système Lambert 93. Si besoin est, le géomètre-expert du projet pourra procéder au contrôle de ce nivellement.

Ainsi, les coordonnées des sondages réalisés sont les suivantes :

<b>Sondages</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>	<b>Précision</b>
PD1/TH1	496 206,1	6 939 646,4	+ 6,6	± 0,1
PD2/TH2	496 216,5	6 939 630,5	+ 5,9	± 0,1
PD3/TH3	496 229,8	6 939 605,0	+ 5,6	± 0,1
SP1	496 309,7	6 939 590,4	+ 4,9	± 0,1
SP2	496 276,7	6 939 608,9	+ 5,8	± 0,1
SP3	496 279,6	6 939 635,6	+ 5,7	± 0,1
SP4	496 279,1	6 939 670,2	+ 5,9	± 0,1
SP5	496 249,9	6 939 633,5	+ 5,7	± 0,1
SP6	496 248,2	6 939 664,4	+ 6,7	± 0,1
SC7/PZ	496 266,8	6 939 662,8	+ 6,0	± 0,1
SC8/PZ	496 278,7	6 939 601,2	+ 5,7	± 0,1

## **2. REFERENCES ET REGLES DE CALCUL**

### **2.1. Textes règlementaires**

Les textes réglementaires sur lesquels s'appuient généralement les études géotechniques sont présentées en annexe 2 du présent document.

### **2.2. Document à disposition**

Les documents à notre disposition sont les suivants :

- plans du projet réalisés par Groupe 6 en avril 2024,
- document de la mission d'étude géotechnique et la demande de prix du 20 mars 2023,
- cahier des charges de reconnaissances géotechniques réalisé en mars 2023,
- rapports réalisés par CEBTP du 8 octobre 1979 et du 30 septembre 1980,
- rapport de l'extension de l'Hôpital Jacques Monod , réalisé le 30 septembre 1994,
- étude G1, phases ES et PGC réalisée par GINGER et datant de juin 2021,
- étude Géotechnique d'avant-projet – Mission G12 réalisée par EGSOL le 21 janvier 2008,
- les descentes de charges réalisées par GRAITEC et datant du 19/12/2022.

### **2.3. Exigences**

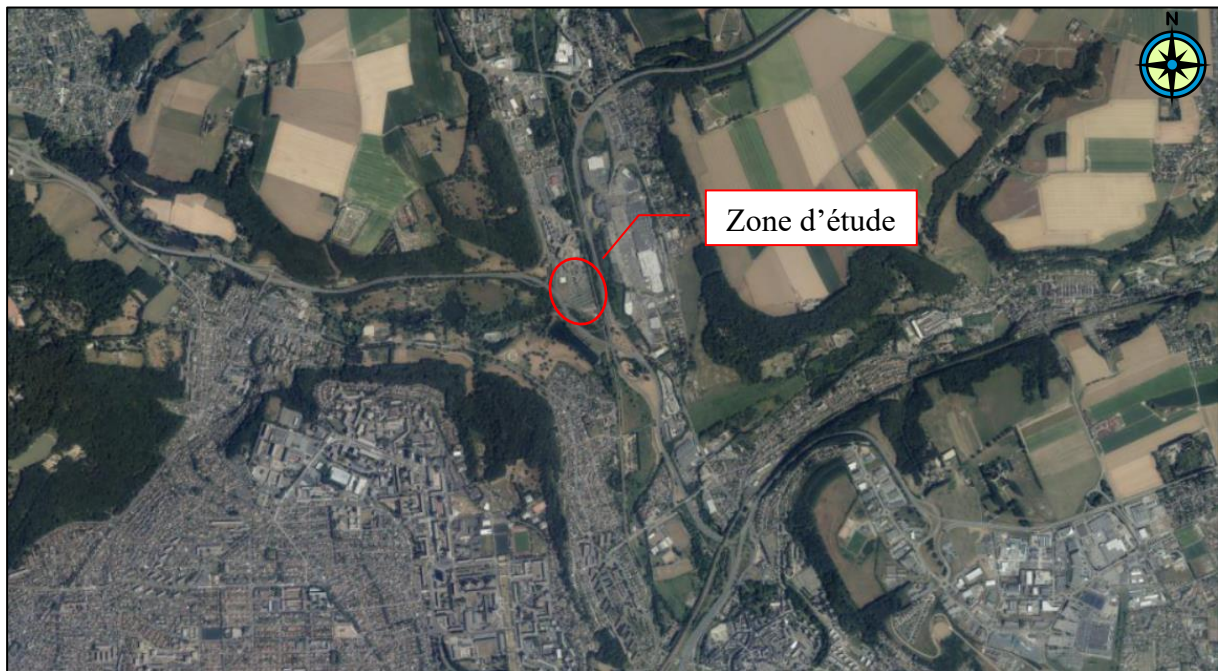
A titre indicatif, conformément aux normes NF EN 1990 et NF EN 1997-1/NA, les exigences suivantes, relatives à la structure, ont été retenues :

- Durée d'utilisation : 50 ans (à confirmer par le Maitre d'ouvrage),
- Classe de conséquence : CC2 (à confirmer par le Maitre d'ouvrage),
- Catégorie géotechnique : 2

### **3. PRESENTATION DU SITE**

#### **3.1. Localisation du site**

Le terrain, objet de la présente étude, se situe sur le parking Sud de l'hôpital Jacques Monod situé sur la commune de Montivilliers (76). Toutefois, les parcelles étudiées se trouvent sur la commune d'Harfleur (76). Le site d'étude est d'environ 16 650 m<sup>2</sup>.

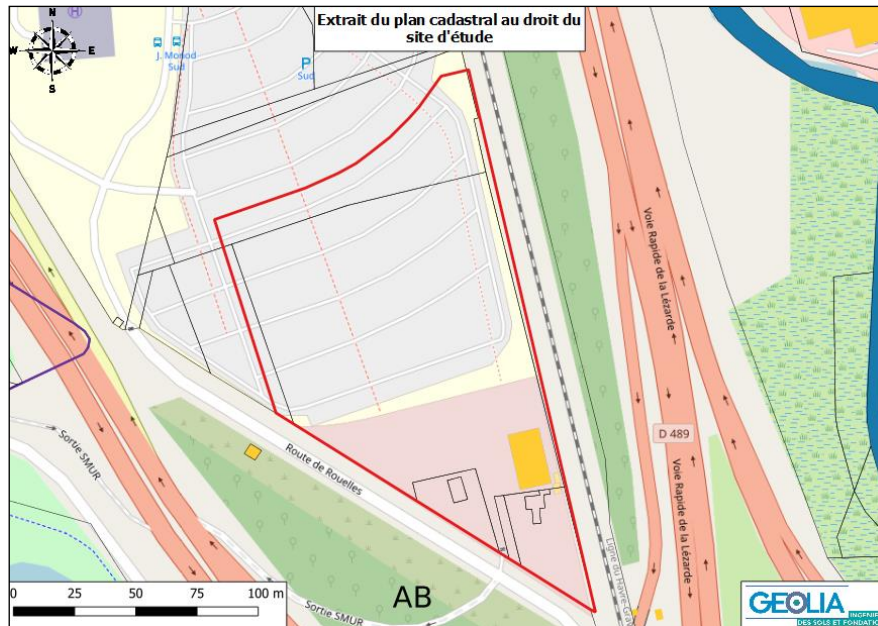


**Figure 1 : Plan de localisation de la zone d'étude (source : géoportail©)**

Le terrain est situé entre les cotes altimétriques 4,7 NGF et 7 NGF, selon une légère déclivité locale Nord/Sud.

Lors de notre intervention, le site était en partie occupé par le parking de l'hôpital et par la base vie du chantier pour la création d'un réseau de chaleur de l'établissement, à l'extrémité Sud.

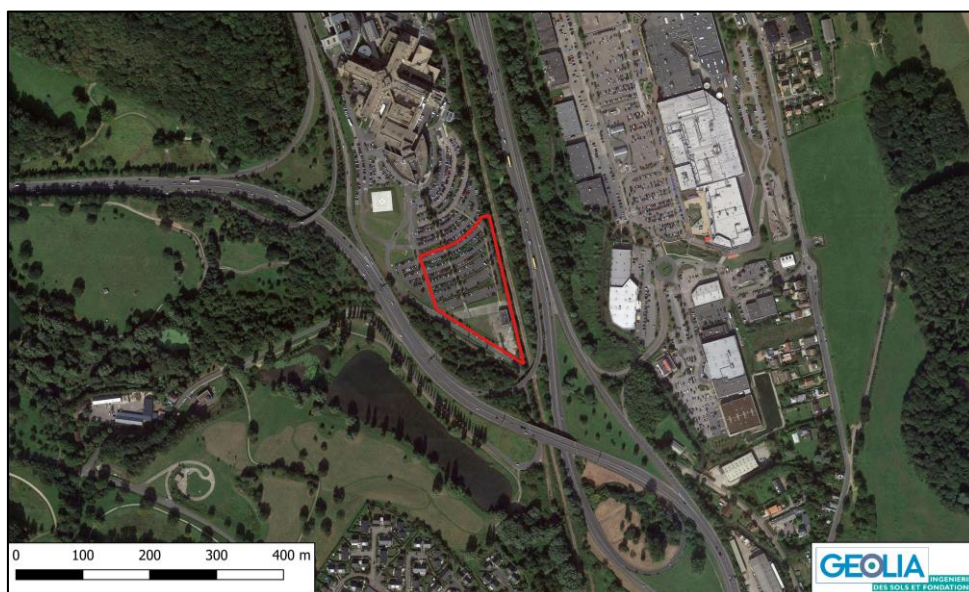
Le site se situe partiellement, sur les parcelles cadastrales de section AB n° 8, 9, 10, 11, 178, 179, 481 et 484 de la commune d'Harfleur. Les emplacements détaillés figurent sur l'extrait de plan cadastral ci-dessous.



**Figure 2 : Extrait du plan cadastral au droit du site d'étude**

L'environnement de la parcelle d'étude (avoisinants) est caractérisé par :

- l'Hôpital Jacques Monod (Groupe Hospitalier du Havre) au Nord ,
- les voies ferrées de la SNCF puis la départementale D489 et la Lézarde (affluent de la Seine) à l'Est,
- le Parc de Rouelles, surplombé par la départementale D6382 au Sud et à l'Ouest.



**Figure 3 : Environnement du site d'étude par photo aérienne (Google Sat)**





### 3.3. Phénomène de retrait-gonflement des argiles

D'après les informations fournies par le BRGM, le terrain objet de cette étude se situe en zone d'aléa faible vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement des éventuels matériaux argileux présents au droit du site.

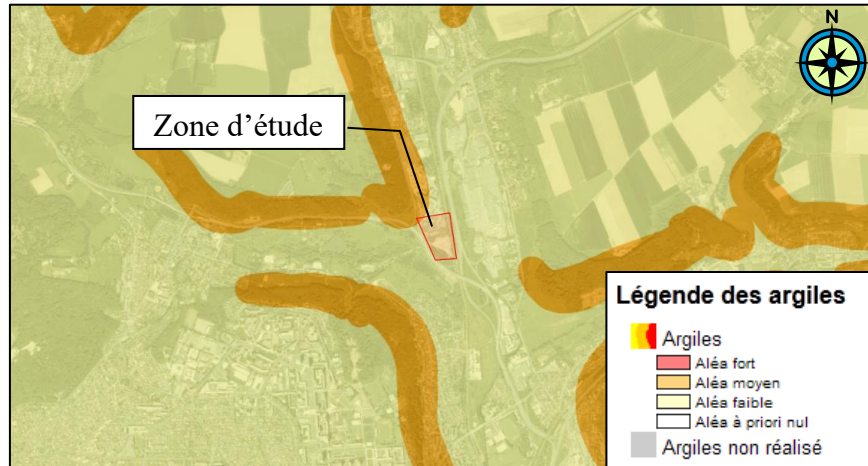


Figure 5 : Extrait de la carte du BRGM vis-à-vis de l'aléa retrait-gonflement

### 3.4. Contexte hydrologique et hydrogéologique

#### 3.4.1. Contexte hydrologique

Le terrain est localisé à proximité de l'embouchure de la Seine au Havre, entre la rive droite de la Lézarde (à 120 m à l'Est du site) et la rive gauche de la Rouelles (à 170 m au Sud-Ouest du site), rejoignant le canal de Tancarville plus loin au Sud.

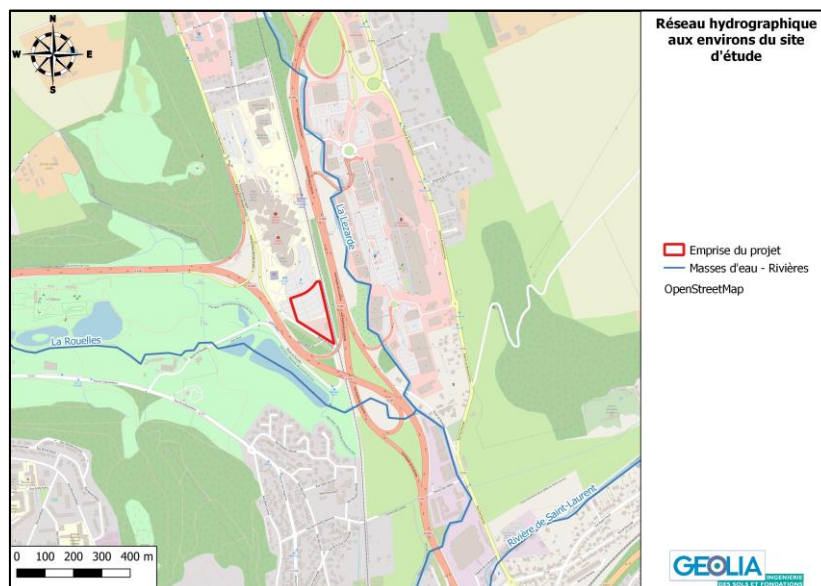


Figure 6 : Réseau hydrographique au droit du projet



Les 2 communes de Montivilliers et de Harfleur (76) sont concernées par le Plan de Prévention des Risques inondations du bassin versant de la Lézarde.

La commune de Harfleur est également concernée par le PPRI (Plan de prévention des risques Littoraux) par submersion marine de la plaine alluviale de l'estuaire de la Seine du Havre à Tancarville.

D'après la carte réglementaire du PPRI, dont un extrait est présenté ci-dessous, le site du projet est localisé à la limite (au Sud-Ouest) d'une zone rouge.

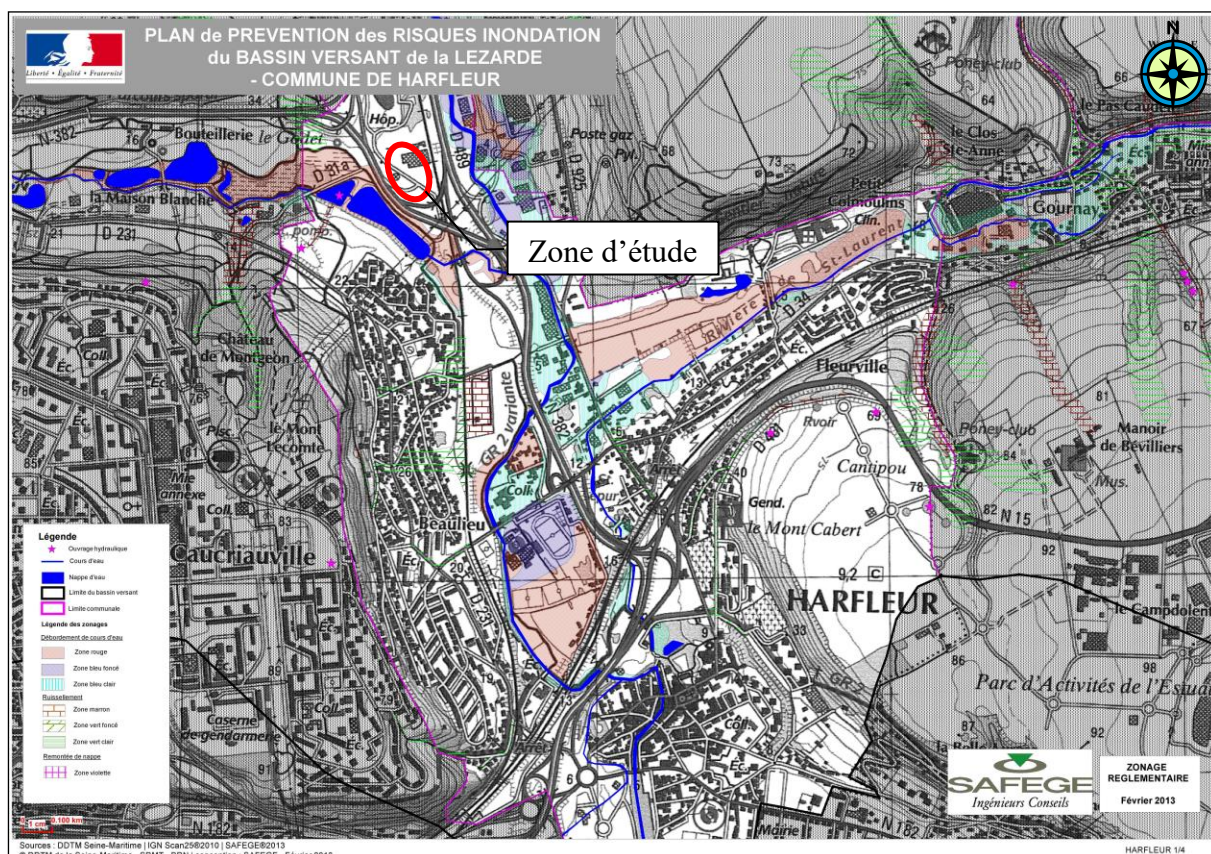


Figure 7 : Extrait du zonage réglementaire du PPRI du bassin versant de la Lézarde à Harfleur

De plus, d'après la carte d'aléa du PPRL, dont un extrait est présenté ci-dessous, le site n'est pas concerné par le zonage réglementaire.

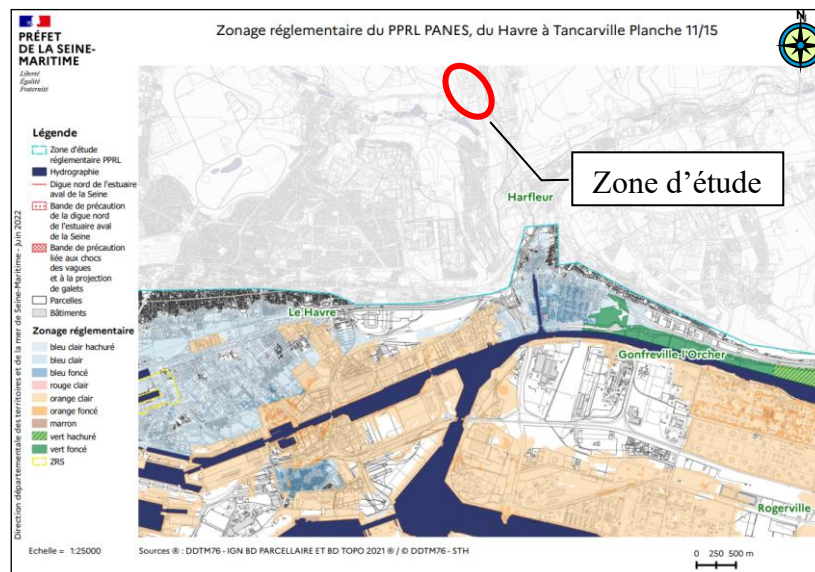


Figure 8 : Extrait du zonage réglementaire du PPRL du Havre à Tancarville

### 3.4.2. Contexte hydrogéologique

Au vu du contexte géologique du site d'étude, et d'après le SIGES Seine-Normandie, les masses d'eau souterraines au droit du site d'étude sont les suivantes :

- Masse d'eau souterraine des « Alluvions de la Seine moyenne et aval » ;
- Masse d'eau souterraine de la « Craie altérée de l'estuaire de la Seine » ;
- Masse d'eau souterraine de « l'Albien-Néocomien captif ».

Notons qu'en période climatique humide des accumulations et circulations d'eau sont susceptibles de se produire au sein des terrains de couverture à la faveur des passages les plus perméables ou au niveau des interfaces.

### 3.5. Autres aléas géotechniques

De plus, on note que la parcelle étudiée :

- se situe en dehors des zones d'anciennes exploitations souterraines ou à ciel ouvert connues,
- est en dehors des zones de dissolution des sols solubles,
- se situe en zone 1 (*sismicité très faible*) selon les décrets n°2010-1254 et n°2010-1255 du 22 octobre 2010 et n°2015-5 du 6 janvier 2015 de mise à jour, relatifs à la prévention des risques sismiques entrés en vigueur le 1er mai 2011 (*art. D. 563-8-1 du code de l'environnement*).



## 4. PRESENTATION DU PROJET

### 4.1. Présentation du projet

Sur le terrain, objet de cette étude localisé au Sud de la parcelle de l'Hôpital Jacques Monod sur la commune de MONTIVILLIERS (76), il est prévu de construire un bâtiment de Soins de médecine et de réadaptation, de type R+3, sur un vide sanitaire accessible. La surface de plancher du bâtiment sera de 9 667 m<sup>2</sup>.

D'après les plans et les coupes du projet transmis en avril 2024, il est prévu un remblaiement du terrain naturel de l'ordre de 0,60 m en partie amont des terrains au Nord et jusqu'à 1,9 m au Sud en aval du bâtiment projeté à la cote de 7,6 NGF.

Le niveau RDC du projet se trouvera à la cote de + 7,58 NGF et le niveau bas du vide sanitaire entre la cote + 5,25 NGF et 5,85 NGF. Le présent rapport est développé sur la base de cette cote et de cette profondeur. Ce qui situera le fond de fouille projeté entre + 4,75 NGF et 5,35 NGF.



Figure 9 : Plan de masse du projet



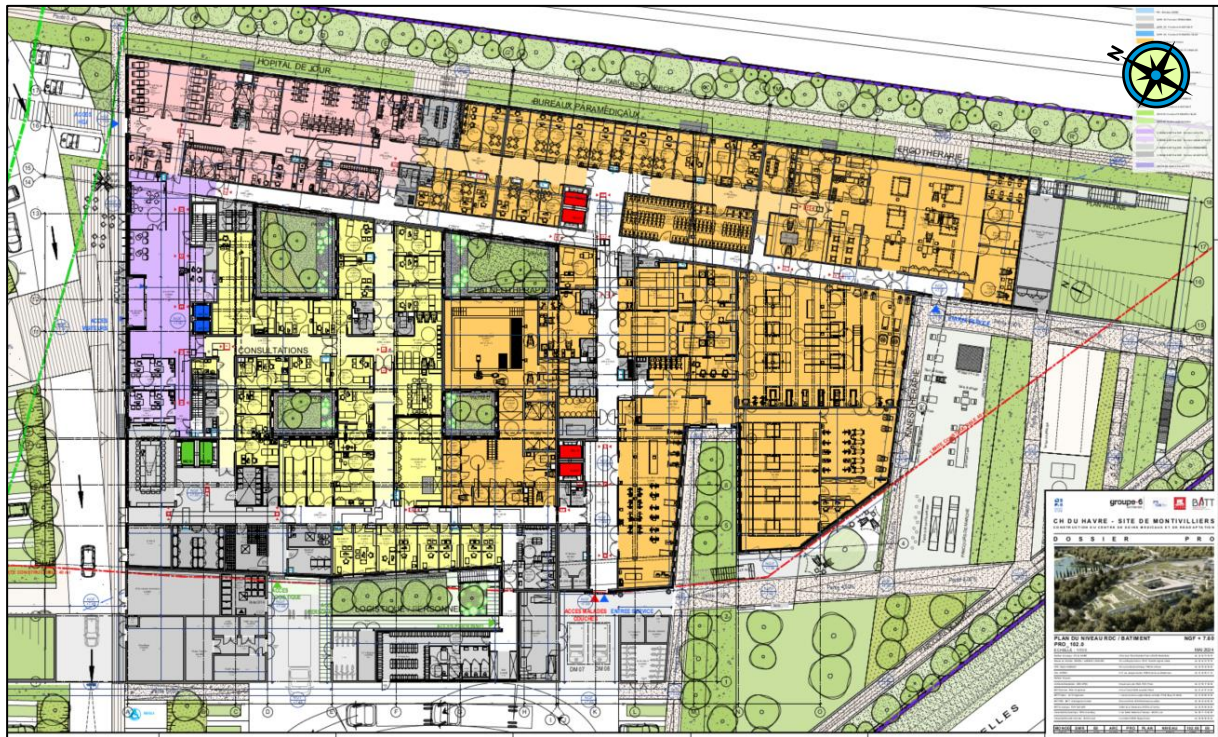
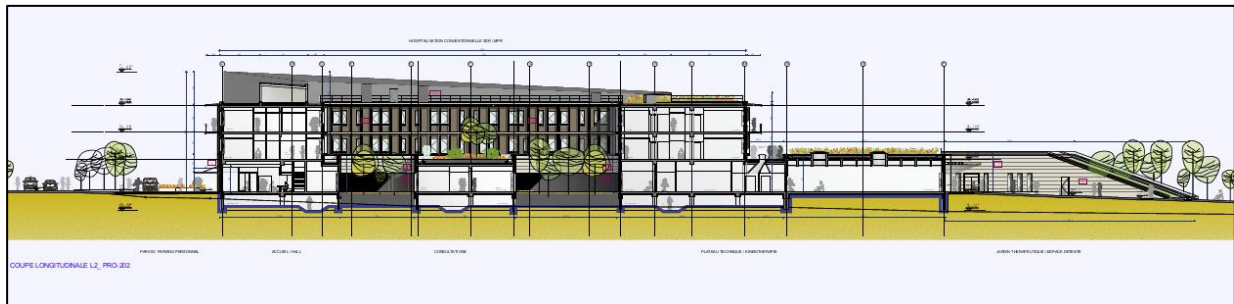


Figure 10 : Plan du niveau RDC du projet



Figure 11 : Plan du vide sanitaire du projet



**Figure 12 : Coupe longitudinale L2**



**Figure 13 : Coupe longitudinale L1**

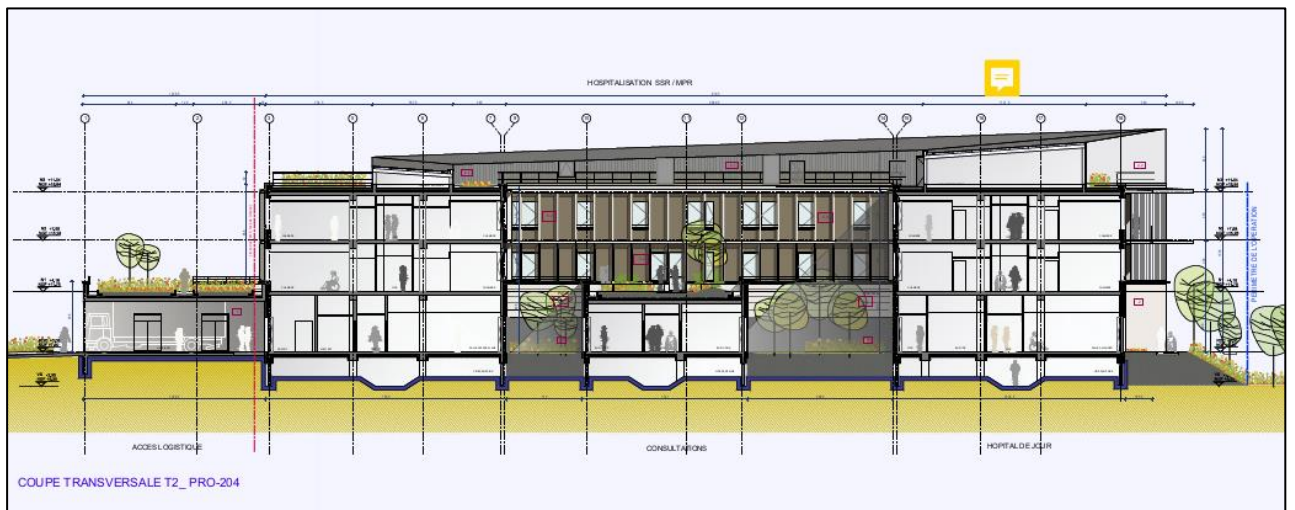


**Figure 14 : Coupe de principe longitudinale du projet**

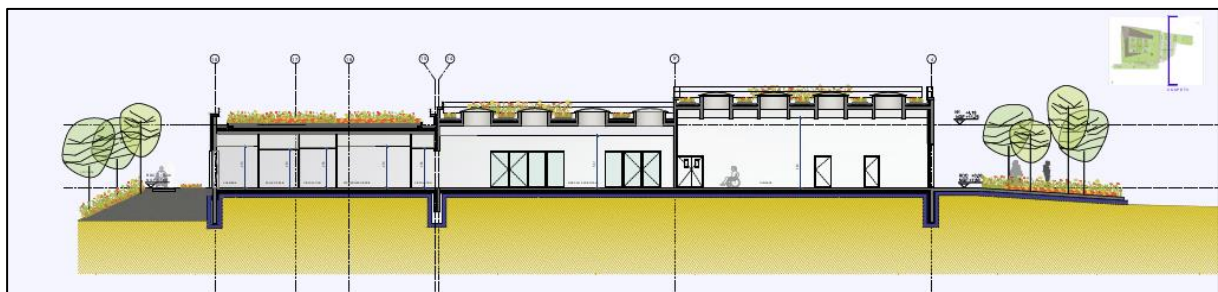
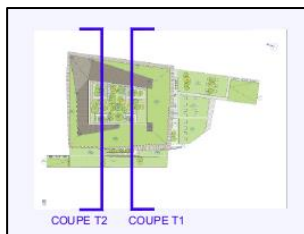




**Figure 15 : Coupe transversale T1**



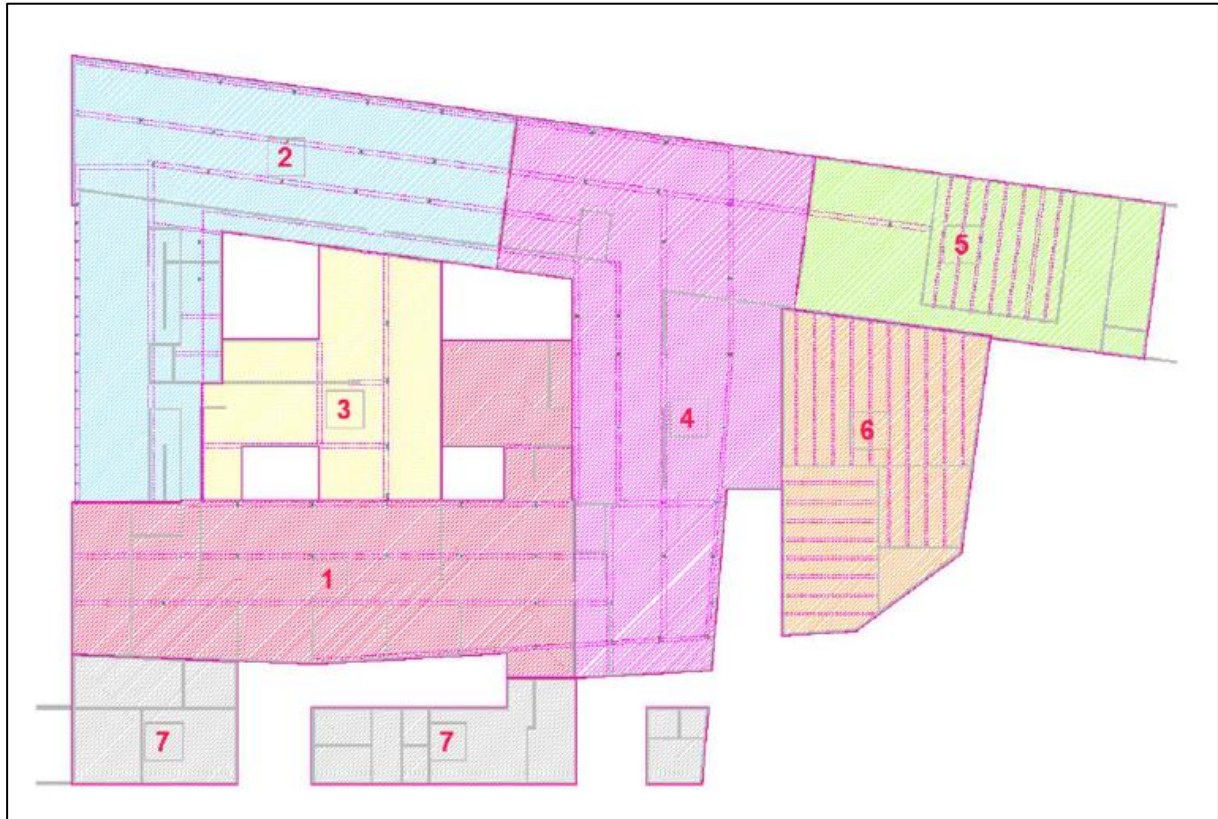
**Figure 16 : Coupe transversale T2**



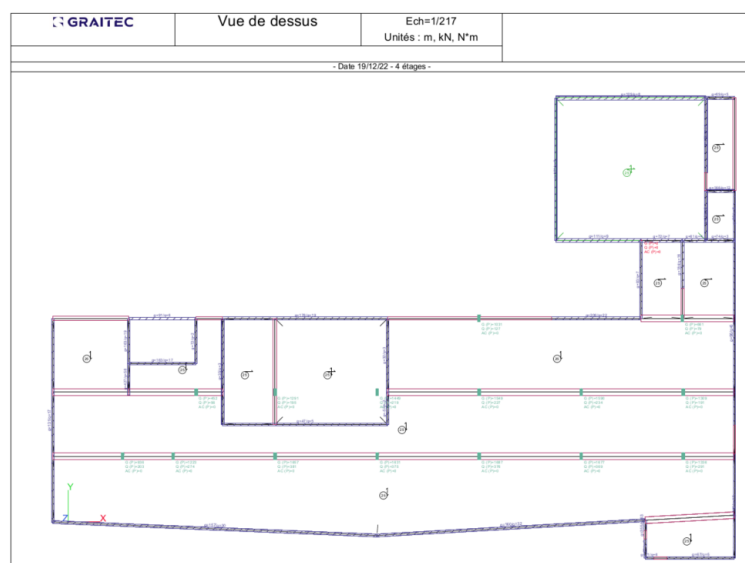
**Figure 17 : Coupe transversale T3**

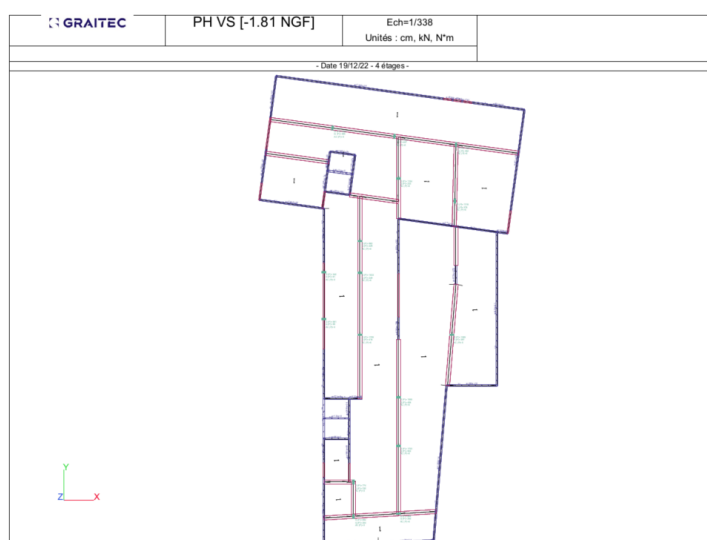
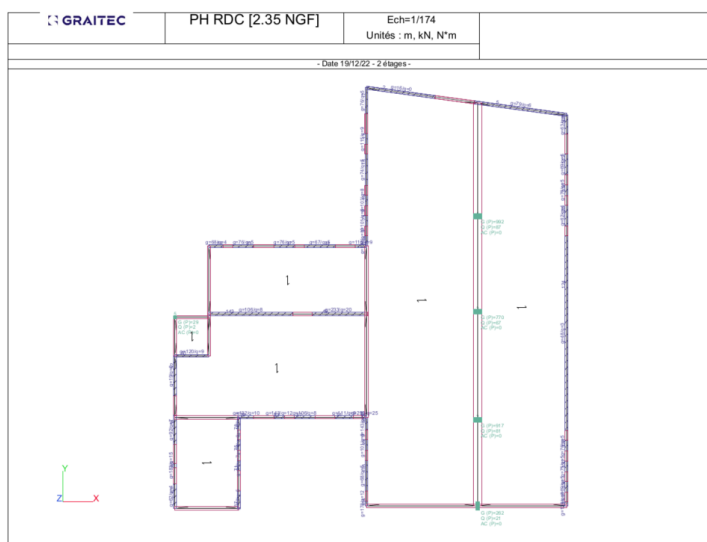
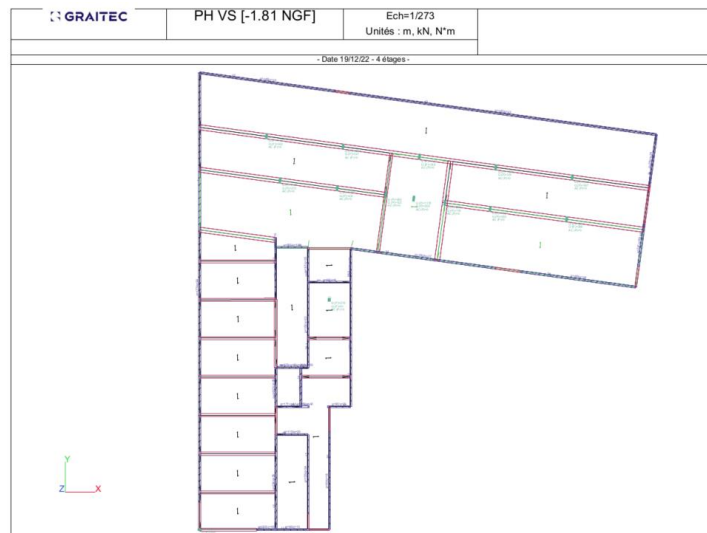
## 4.2. Actions sur les fondations

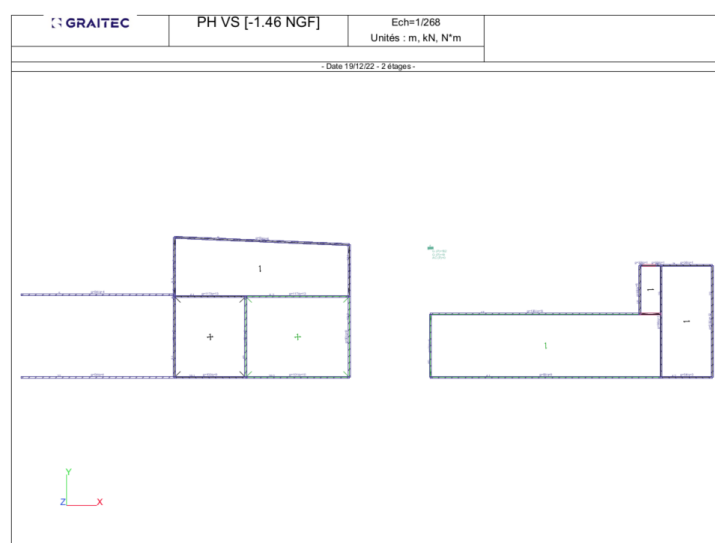
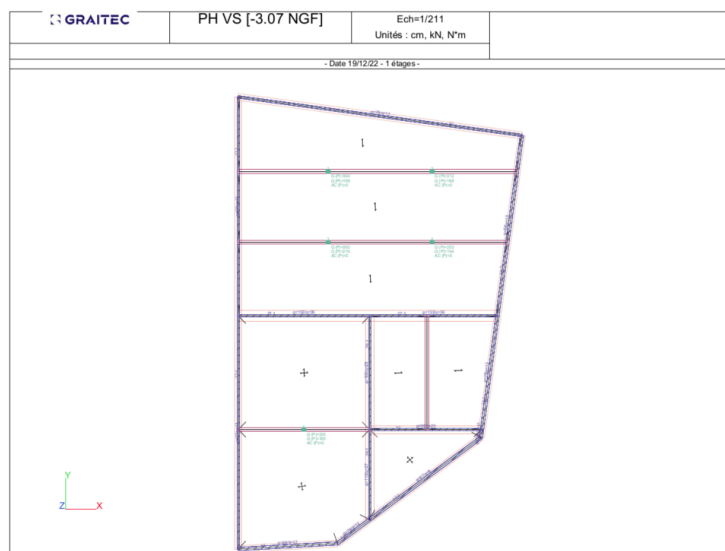
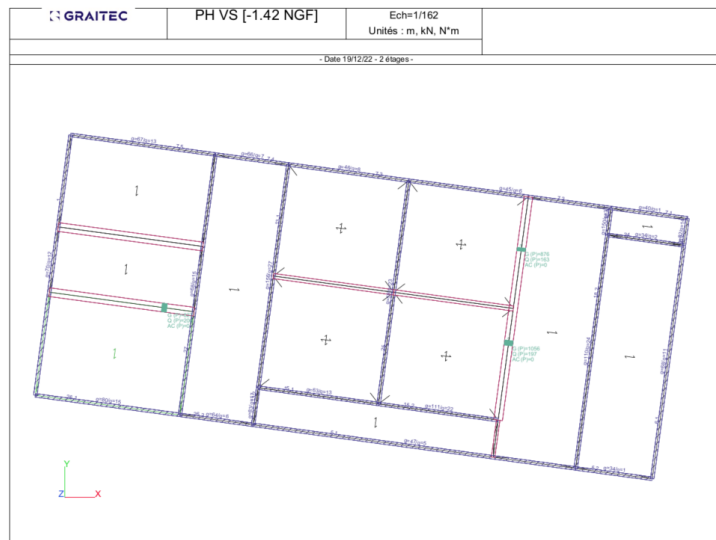
Les combinaisons d'actions sous forme (G+Q) nous ont été renseignées et nous ont été transmises par zone. Les différentes zones ainsi que la descente de charges par zone sont rappelées sur les photos ci-dessous :



**Figure 18 : Plan représentant les différentes zones entre joint de dilatation**







**Figure 19 : Plans présentant différentes zones avec les descentes de charges associés**



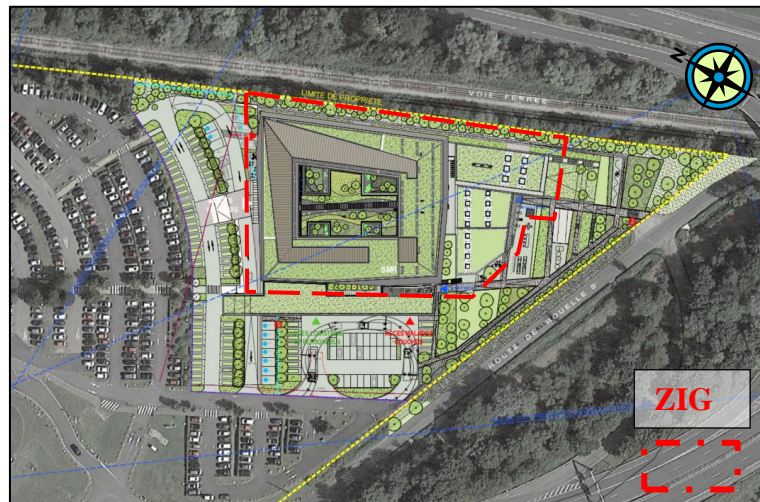
En considérant donc une combinaison d'actions à l'ELS CARAC (G+Q), nous obtenons les encadrements suivants :

- Charges ponctuelles  $31 \text{ t} \leq G+Q \leq 222 \text{ t}$
- Charges linéaires  $7 \text{ t/ml} \leq G+Q \leq 67 \text{ t/ml}$

#### **4.3. Zone d'influence géotechnique**

Sur la base des éléments transmis, et dans un plan horizontal, la ZIG (Zone d'influence géotechnique) du projet est circonscrite dans un périmètre de 6-8 mètres environ autour des limites de la construction.

Dans le plan vertical, cette ZIG est définie jusqu'à au moins 8/10 m sous la base des fondations du projet.



**Figure 20 : Aperçu dans le plan de la ZIG du projet**



#### 4.4. Synthèse des risques géotechniques

La synthèse des différents risques à prendre en compte pour le projet est présentée dans le tableau suivant :

Type de risque	Fort	Moyen	Faible	Très faible
Risque carrières			✓	
Risque dissolution du gypse			✓	
Risque lié au retrait-gonflement des sols argileux			✓	
Risque inondation par submersion			✓	
Risque inondation par remontée de nappe		✓		
Risque sismique				✓

## **5. RESULTATS OBTENUS**

### **5.1. Nature des sols reconnus**

La coupe lithologique est établie à l'aide des cuttings extraits au droit des sondages, réalisés au tricône et au taillant. Ces méthodes de foration destructives permettent d'obtenir des matériaux déstructurés qui ne donnent qu'une indication sur la nature des terrains traversés. De plus, le décalage entre la foration et la remontée des cuttings peut entraîner des imprécisions et donc, des variations sur les profondeurs présentées. Seul un sondage carotté permettrait de définir avec précision la lithologie des terrains traversés.

Ainsi, l'examen des matériaux remontés au cours de l'exécution des sondages pressiométriques (SP1, SP2, SP3, SP4, SP5 et SP6), à la tarière (TH1, TH2 et TH3) et carottés (SC7 et SC8) réalisés par GEOLIA, de même que les sondages pressiométriques (SP1, SP2) et destructifs (SD1, SD2, SD3 et SD4) réalisés par GINGER, ont permis d'établir la succession lithologique suivante :

#### **Remblais d'aménagement**

Des remblais hétérogènes de nature sableuse avec des cailloux qui peuvent contenir des débris divers de construction ou d'autres natures, ont été observés jusqu'à une profondeur de 0,5/1 m.

Nous signalons que les remblais peuvent présenter des surépaisseurs localisées en fonction des aménagements passés du terrain, notamment au droit et à proximité des constructions existantes. De plus, des niveaux indurés de toute dimension, ainsi que des passages complètement décomprimés peuvent être rencontrés.

#### **Sables limoneux**

Sous les remblais, nos sondages ont mis en évidence des sables limoneux graveleux gris-vert jusque vers 5/6 m de profondeur, soit jusque vers 0/1 NGF.

Ces matériaux correspondent aux Alluvions récentes de la Lézarde qui sont susceptibles de renfermer des niveaux indurés (poudings...). D'une manière générale, ces matériaux sont observés sous formes résiduelle et sont indifférenciés avec les remblais.

#### **Sables graveleux**

Au-delà des sables, des sables graveleux, de couleur gris-jaunâtre ont été reconnus jusqu'à vers 8,5/9,5 m de profondeur/TN, soit jusque vers -3/-4 NGF.

Ces matériaux correspondent probablement aux Alluvions Anciennes de la Lézarde. Il convient de noter que cette formation est susceptible de contenir des blocs ou niveaux indurés de type calcins ou poudingues.

### Sables +/- argileux

Au-delà des sables graveleux, des sables argileux, de couleur gris-verdâtre ont été reconnus jusqu'à la base de nos sondages arrêtés à 30 m de profondeur.

Selon l'analyse des paramètres de forages, ces matériaux présentent :

- une couche altérée entre -3/-4 NGF et jusqu'à -9/-10 NGF,
- une couche intermédiaire/saine dès -9/-10 NGF et jusqu'à la base de nos sondages descendus à 30 m de profondeur soit jusqu'à -25 NGF.

Des marnes sableuses et/ou sables marneuses gris-vert à gris bleu ont été reconnues au droit du sondage SP1 entre -3/-4 NGF et -10,5 NGF (la base du sondage).

### **5.2. Observations concernant l'eau**

Dans le cadre des missions géotechnique et hydrogéologique et au cours de notre intervention, deux piézomètres ont été installés au droit du site. Les caractéristiques de ces 2 ouvrages sont les suivants :

Nom	SC7+PZ	SC8+PZ
X (Lambert 93)	496 266,8	496 278,7
Y (Lambert 93)	6 939 662,8	6 939 601,2
Z (m NVP)	+ 6,0	+ 5,7
Profondeur (m/TN)	6,8	8,4
Tube crépiné (m/TN)	2 à 6,8	2 à 8,4
Diamètre tubage	Tubage PVC ø 52/60 mm	Tubage PVC ø 52/60 mm
Diamètre forage	ø 114 mm	ø 114 mm
Tête de forage	Bouche à clé	Capot hors sol

**Tableau 1 : Caractéristiques techniques des piézomètres**

Le tableau suivant présente les relevés piézométriques réalisés à ce jour.

Date des relevés	SC7+PZ (+ 6,0 NGF)		SC8+PZ (+ 5,7 NGF)	
	Profondeur (m/sol)	Cote NGF	Profondeur (m/sol)	Cote NGF
19/06/2023	1,17	+ 4,8	1,18	+ 4,5
07/07/2023	1,19	+ 4,8	1,11	+ 4,6
16/10/2023	1,37	+ 4,6	1,11	+ 4,6
09/01/2024	0,88	+ 5,1	0,71	+ 5,0

**Tableau 2 : Niveaux d'eau mesurés sur les piézomètres du projet**

D'après les mesures manuelles prises sur le site d'étude, un niveau d'eau stabilisé a été repéré vers 4,5/4,8 NGF.

Lors des investigations réalisées par EGSOL en janvier 2008 et par CEBTP en avril 2021, les niveaux d'eau ont été également mesurés dans les ouvrages suivants :

Campagne de sondage de 2008 EGSOL			Campagne de sondage de 2021 Ginger CEBTP		
Sondage	Date	Niveau	Sondage	Date	Niveau
PM1	12/12/2007	1,10 m/TN +4,60 NGF	SP1(*)	20/04/2021	1,30 m/TN +4,30 NGF
PM2	12/12/2007	1,45 m/TN +4,15 NGF	SP2(*)	21/04/2021	1,80 m/TN +3,20 NGF
PM3	12/12/2007	1,30 m/TN +4,30 NGF	SD1(*)	19/04/2021	1,41 m/TN +4,20 NGF
PM4	12/12/2007	1,50 m/TN +4,20 NGF	SD2(*)	15/04/2021	1,29 m/TN +4,40 NGF
PM5	12/12/2007	0,80 m/TN +6,70 NGF	SD3(*)	16/04/2021	1,44 m/TN +4,10 NGF
PM6	12/12/2007	2,20 m/TN +3,20 NGF	SD4(*)	19/04/2021	1,95 m/TN +2,90 NGF
EI1	13/12/2007	0,60 m/TN +5,10 NGF	Pz1(*)	19/04/2021	1,90 m/TN +2,94 NGF
EI2	13/12/2007	0,65 m/TN +4,95 NGF	Pz1	26/04/2021	0,60 m/TN +4,24 NGF
EI3	13/12/2007	0,65 m/TN +4,95 NGF			
EI4	13/12/2007	3,30 m/TN +4,20 NGF			

**Tableau 3 : Niveaux d'eau enregistrés lors des campagnes de sondages réalisés par EGSOL et CEBTP**

Par ailleurs, nous signalons également que des accumulations et circulations d'eau aléatoires sont susceptibles de se développer au sein des terrains de couverture, à la faveur de passages plus perméables, et aux niveaux des interfaces lithologiques, notamment en période climatique humide et pluvieuse

### 5.3. Caractéristiques pressiométriques

Les valeurs des caractéristiques pressiométriques ( $E_M$  : module pressiométrique,  $PI^*$  : pression limite nette) ont été déterminées par des essais effectués au droit des sondages pressiométriques. L'analyse de valeurs pressiométriques conduit aux résultats suivants :

#### Remblais/terrains remaniés

⇒ Jusqu'à 0,5/1,0 m de profondeur, soit jusqu'à 4,4 NGF,

Aucun essai n'a été réalisé au droit de ces matériaux, vu leur faible profondeur. Normalement ces matériaux présentent une compacité globalement faible.

Les essais réalisés dans les remblais mettent en évidence des matériaux de compacité globalement faible.

#### Sables limoneux

⇒ De 0,5/1 m jusqu'à 5/6 m de profondeur, soit jusqu'à 0/1 NGF,

⇒ Nombre d'essais : 19 essais,

⇒ Analyse des 19 essais pris en compte :

$E_M$ mini	$E_M$ max	$E_M$ moyen (a)	$E_M$ moyen (h)	Écart type	Dispersion
2,6 MPa	10,3 MPa	5,5 MPa	4,7 MPa	2,2 MPa	0,47

$PI^*$ mini	$PI^*$ max	$PI^*$ moyen (a)	$PI^*$ moyen (h)	Écart type	Dispersion
0,26 MPa	0,90 MPa	0,50 MPa	0,44 MPa	0,19 MPa	0,44

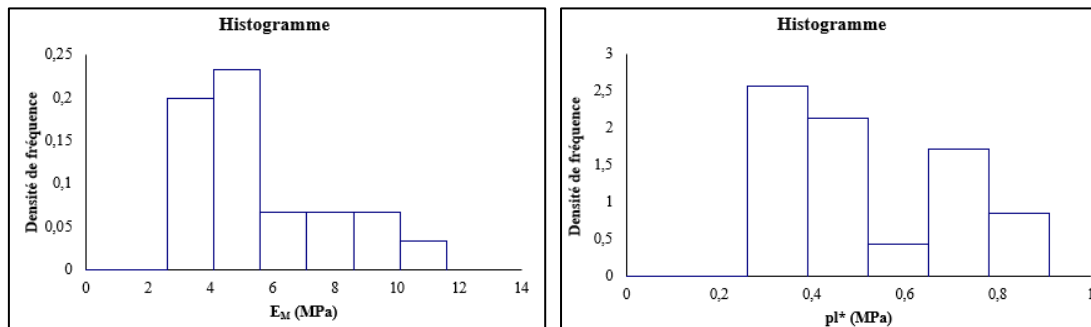
(a) : moyenne arithmétique

(h) : moyenne harmonique

Ces essais caractérisent des matériaux d'une densité globalement faible.

Deux essais n'ont pas été pris en compte dans cette analyse correspondant aux essais réalisés à 1,2 m de profondeur en SP2 et SP6. Ces essais ont donné des valeurs élevées localisées, non représentatives de la formation.

Sur la base de ces valeurs, les distributions des modules et des pressions limites peuvent être définies comme suit :



**Figure 21 : Distribution pour des modules pressiométriques (gauche) et des pressions limites nettes (droite)**

<i>Sables limoneux</i>	<b>EM (MPa)</b>	<b>Pl* (MPa)</b>
<i>Tendance<sup>1</sup></i>	<i>Loi Log-Normale (R<sup>2</sup>=0,98)</i>	<i>Loi Log-Normale (R<sup>2</sup>=0,97)</i>
Valeurs caractéristiques	4,4	0,41

#### Sables graveleux

⇒ De 5/6 m jusqu'à 8,5/9,5 m de profondeur, soit jusque vers -3/-4 NGF,

⇒ Nombre d'essais : 15 essais,

⇒ Analyse des 15 essais pris en compte :

E <sub>M</sub> mini	E <sub>M</sub> max	E <sub>M</sub> moyen (a)	E <sub>M</sub> moyen (h)	Écart type	Dispersion
8,7 MPa	38,8 MPa	21,2 MPa	18,5 MPa	7,7 MPa	0,41

Pl* mini	Pl* max	Pl* moyen (a)	Pl* moyen (h)	Écart type	Dispersion
1,03 MPa	2,65 MPa	1,84 MPa	1,72 MPa	0,46 MPa	0,27

(a) : moyenne arithmétique

(h) : moyenne harmonique

Ces essais caractérisent des matériaux de densité générale bonne.

<sup>1</sup> Le test utilisé est la Droite de Henry pour évaluer les tendances des différentes distributions obtenues

Sur la base de ces valeurs, les distributions des modules et des pressions limites peuvent être définies comme suit :

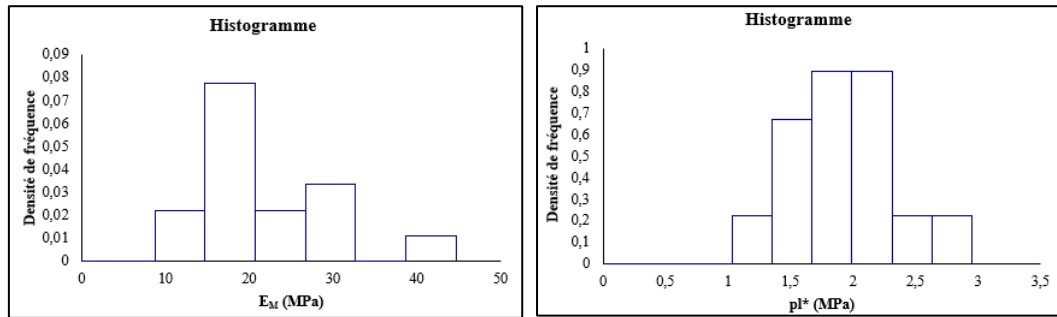


Figure 22 : Distribution pour des modules pressiométriques (gauche) et des pressions limites nettes (droite)

<i>Sables graveleux</i>	<b>EM (MPa)</b>	<b>Pl* (MPa)</b>
<i>Tendance<sup>2</sup></i>	<i>Loi Log-Normale (R<sup>2</sup>=0,95)</i>	<i>Loi Normale (R<sup>2</sup>=0,98)</i>
Valeurs caractéristiques	17,8	1,60

#### Sables +/- argileux (altéré)

⇒ De 8,5/9,5 m jusqu'à environ 14,5/15 m de profondeur, soit jusque vers -9/-10 NGF,

⇒ Nombre d'essais : 23 essais,

⇒ Analyse des 23 essais pris en compte :

EM mini	EM max	EM moyen (a)	EM moyen (h)	Écart type	Dispersion
7,5 MPa	31,9 MPa	15,9 MPa	13,9 MPa	6,6 MPa	0,47

Pl* mini	Pl* max	Pl* moyen (a)	Pl* moyen (h)	Écart type	Dispersion
0,56 MPa	2,59 MPa	1,32 MPa	1,17 MPa	0,50 MPa	0,42

(a) : moyenne arithmétique

(h) : moyenne harmonique

Ces essais caractérisent des matériaux de compacité générale moyenne.

<sup>2</sup> Le test utilisé est la Droite de Henry pour évaluer les tendances des différentes distributions obtenues

Sur la base de ces valeurs, les distributions des modules et des pressions limites peuvent être définies comme suit :

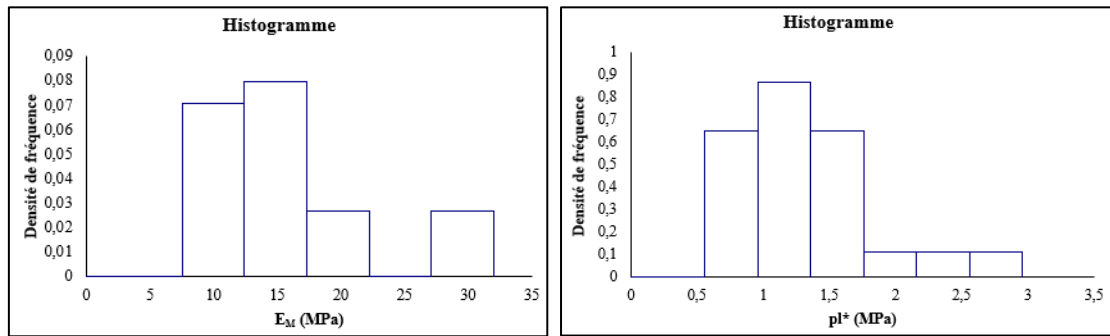


Figure 23 : Distribution pour des modules pressiométriques (gauche) et des pressions limites nettes (droite)

<i>Sables +/- argileux (altéré)</i>	<b><math>E_M</math> (MPa)</b>	<b><math>Pl^*</math> (MPa)</b>
<i>Tendance<sup>3</sup></i>	<i>Loi Log-Normale (<math>R^2=0,93</math>)</i>	<i>Loi Log-Normale (<math>R^2=0,97</math>)</i>
Valeurs caractéristiques	12,2	1,10

*Sables +/- argileux (intermédiaire à sain)*

De 14,5/15 m jusqu'à la base de nos sondages, soit jusque vers -25 NGF,

⇒ Nombre d'essais : 22 essais,

⇒ Analyse des 22 essais pris en compte :

$E_M$ mini	$E_M$ max	$E_M$ moyen (a)	$E_M$ moyen (h)	Écart type	Dispersion
20,2 MPa	>100,0 MPa	>57,3 MPa	>42,3 MPa	-	-

$Pl^*$ mini	$Pl^*$ max	$Pl^*$ moyen (a)	$Pl^*$ moyen (h)	Écart type	Dispersion
1,98 MPa	>4,50 MPa	>3,28 MPa	>3,05 MPa	-	-

(a) : moyenne arithmétique

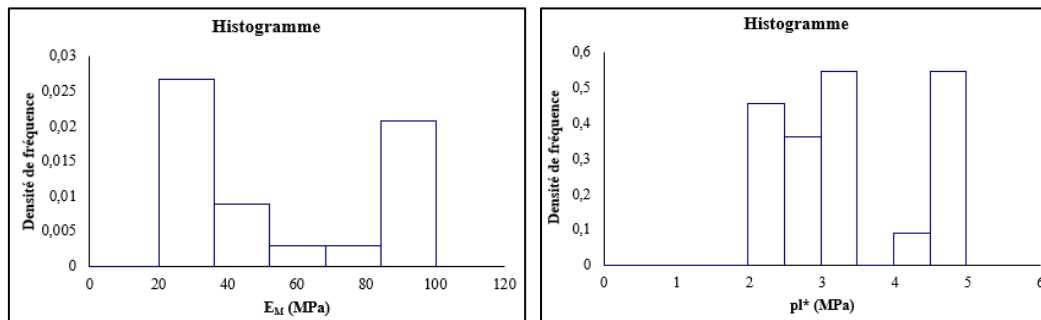
(h) : moyenne harmonique

Ces essais caractérisent des matériaux de bonne à très bonne compacité généralement avec la présence de niveaux indurés ( $E_M > 80$  MPa).

<sup>3</sup> Le test utilisé est la Droite de Henry pour évaluer les tendances des différentes distributions obtenues



Sur la base de ces valeurs, les distributions des modules et des pressions limites peuvent être définies comme suit :



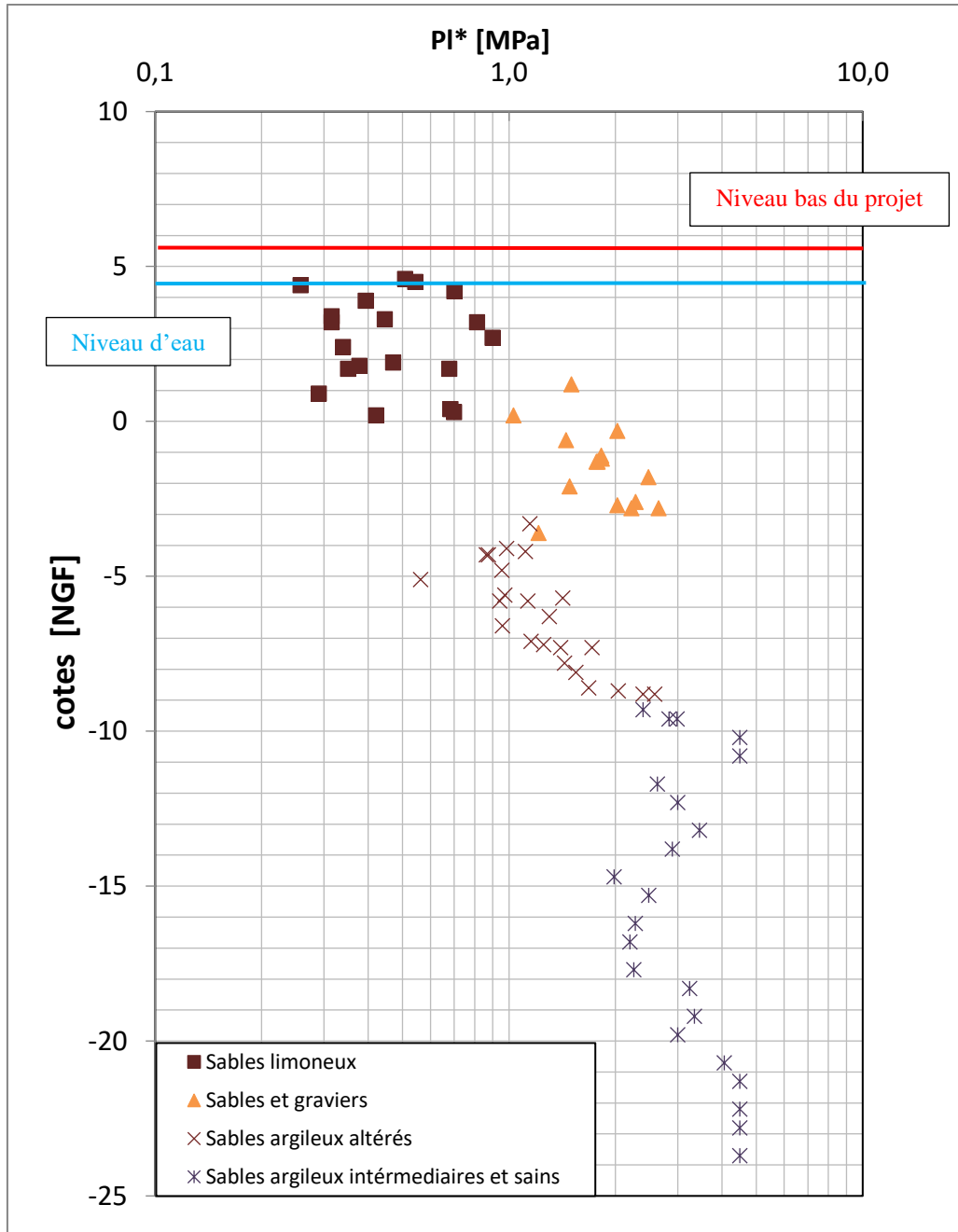
**Figure 24 : Distribution pour des modules pressiométriques (gauche) et des pressions limites nettes (droite)**

<i>Sables +/- argileux (intermédiaire à sain)</i>	<b><math>E_M</math> (MPa)</b>	<b><math>Pl^*</math> (MPa)</b>
<i>Tendance<sup>4</sup></i>	<i>Loi Log-Normale Non significatif</i>	<i>Loi Normale Non significatif</i>
Valeurs caractéristiques	50	3,5

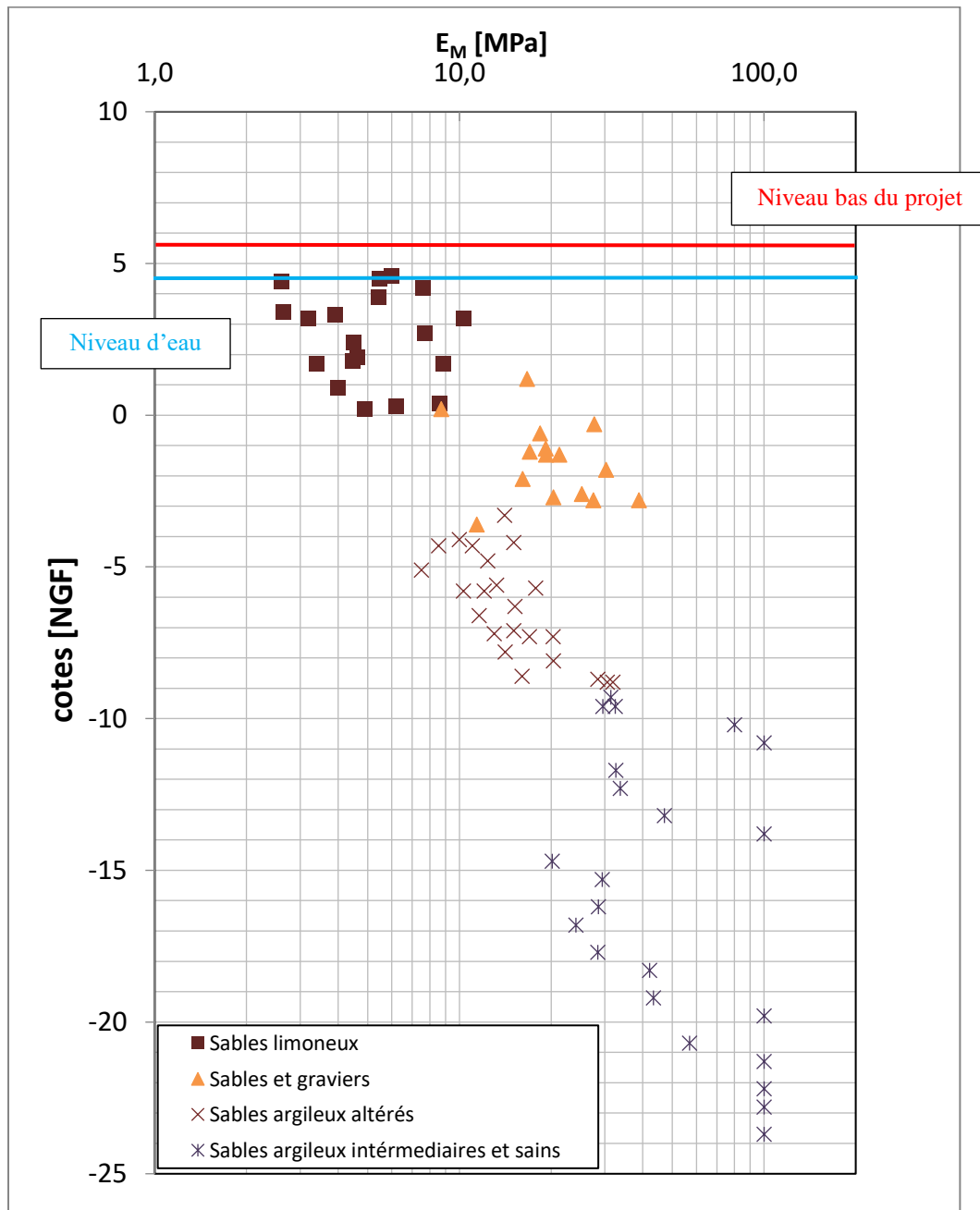
<sup>4</sup> Le test utilisé est la Droite de Henry pour évaluer les tendances des différentes distributions obtenues

### Synthèse :

Une répartition des pressions limites et des modules pressiométriques est présentée sur les figures suivantes (Valeurs de  $PI^*$  et  $E_M$  en fonction des cotes altimétriques).



**Figure 25 : Répartition des pressions limites nettes mesurées en fonction de la cote en NGF – échelle semi-logarithmique**



**Figure 26 : Répartition des modules pressiométriques mesurés en fonction de la cote en NGF – échelle semi-logarithmique**

## 5.4. Résultats des essais en laboratoire

Des essais en laboratoire ont été réalisés sur des échantillons des matériaux prélevés au droit du sondages carottés SC7, SC8 et des tarières ST1, ST2 et ST3, afin de déterminer la classe des matériaux intéressant directement le projet.

### 5.4.1. GTR

Les résultats des essais d'identification (densité, teneurs en eau, VBS, limites d'Atterberg, granulométrie) sont présentés dans le tableau ci-après.

Sondage	Profondeur (m)	Description lithologique	W <sub>n</sub> (%)	Ip ou VBS	Granulométrie (passants)			GTR
					< 50 mm (%)	< 2 mm (%)	< 80 µm (%)	
SC7	0 – 1,0 vers 0,6 m	Sable fin grossier, graveleux (Remblais)	12,6	- 0,5	64	47	22	B5
	1,0 – 2,0 vers 1,7 m	Sable limoneux et vaseux	19,7	- 1,8	100	100	92	A1
	3,0 – 4,0 vers 3,3 m	Sable marron, fin et légèrement argilo-limoneux	26,0	- 2,1	100	100	79	A1
Sondage	Profondeur (m)	Description lithologique	W <sub>n</sub> (%)	Ip ou VBS	Granulométrie (passants)			GTR
					< 50 mm (%)	< 2 mm (%)	< 80 µm (%)	
SC8	0 – 1,0 vers 0,8 m	Sable fin et limoneux avec cailloutis (Remblais)	23,1	- 1,6	100	88	76	A1
	1,0 – 2,0 vers 1,7 m	Sable fin et limoneux marron et graveleux	18,0	- 0,9	100	61	55	A1
	3,0 – 4,0 vers 3,6 m	Argile molle grise bleutée/verdâtre limoneuse et finement sableuse	36,1	21,6 -	100	100	97	A2 <sub>th</sub>

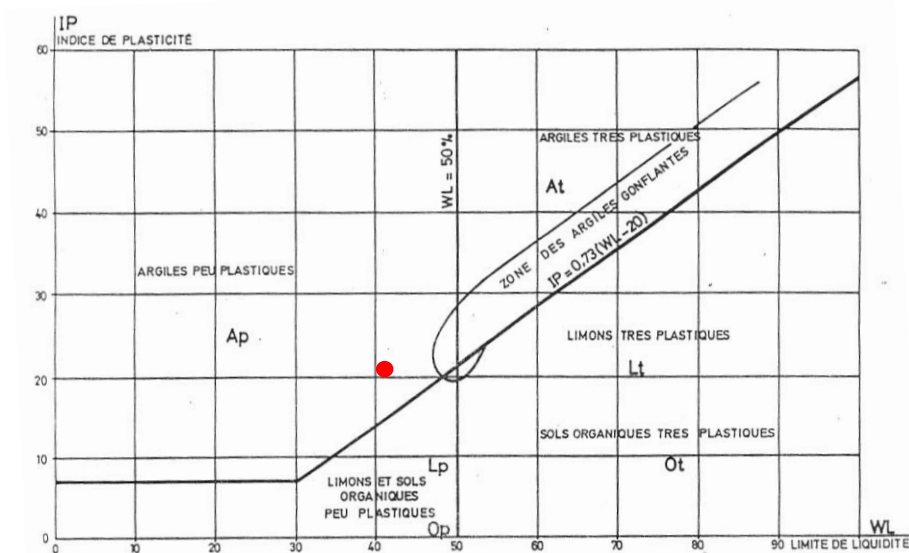
Sondage	Profondeur (m)	Description lithologique	W <sub>n</sub> (%)	Ip ou VBS	Granulométrie (passants)			GTR
					< 50 mm (%)	< 2 mm (%)	< 80 µm (%)	
Mélange de ST1 + ST2	0 – 2,0 m	Limon sableux marron grisâtre	15,7	- 1,0	100	72	41	A1 <sub>h</sub>
ST1	0 – 2,0 m	Limon sableux marron clair	19,7	- 1,0	100	83	51	A1
ST2	0 – 2,0 m	Limons sableux marron (Remblais)	19,6	- 1,0	100	82	59	A1
ST3	0 – 2,0 m	Limons finement sableux marron (Remblais)	16,1	- 1,7	100	93	83	A1 <sub>th</sub>

Les PV des essais en laboratoire sont présentés en *Annexe 5*.

Indice de plasticité	Susceptibilité	Note
$Ip < 12$	Faible	1
$12 \leq Ip < 25$	Moyenne	2
$25 \leq Ip < 40$	Forte	3
$Ip \geq 40$	Très forte	4

**Illustration 20 - Barème d'évaluation de la susceptibilité au retrait-gonflement en fonction de l'indice de plasticité (Ip)**

En complément, nous avons positionné sur le diagramme de Casagrande ci-dessous les essais pour lesquels des limites d'Atterberg ont été réalisés.



**Figure 27 : Diagramme de Casagrande**

Dans le cas présent, les analyses mettent en évidence des matériaux argileux peu plastiques de faible à moyenne sensibilité au phénomène de retrait gonflement.

#### 5.4.2. Agressivité chimique du sol vis-à-vis du béton

Des échantillons prélevés au droit du sondage SC7 et SC8 ont été analysés afin de caractériser l'agressivité des sols en place vis-à-vis des bétons.

Les teneurs en sulfates mesurées dans le sol sont comparées aux valeurs définies par le tableau 2 de la norme EN 206-1 relative à la classification des environnements agressifs pour les bétons.

Désignation d'échantillon	Unité				
N° d'échantillon					
Paramètre					
		Méthode de référence	XA1	XA2	XA3
Caractéristiques chimiques					
Sulfates total	mg/kg	EN 196-2	≥ 2000 et ≤ 3000	>3000 et ≤ 12000	>12000 et ≤ 24000
Acidité (ml/kg)	ml/kg	DIN 4030-2	>200	Non rencontré dans la pratique	
<div><div></div>XA1 : Environnement à faible agressivité chimique</div> <div><div></div>XA2 : Environnement d'agressivité chimique modéréé</div> <div><div></div>XA3 : Environnement à forte agressivité chimique</div> <div><div></div>&gt;XA3 : Etude complémentaire nécessaire</div>					

**Tableau 4 : Synthèse des résultats d'analyses de sols (agressivité vis-à-vis des bétons)**

Le compte-rendu des résultats des analyses du laboratoire est présenté en annexe :

Sondage	SC7 (6,0 NGF)		
Profondeur	0 - 1,0 m	1,0 - 2,0 m	3,0 - 4,0 m
Nature des terrains	Remblais	Mélange	Mélange
<b>Agents agressifs</b>			
Sulfate (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) en mg/kg	1300	<450	<450
Acidité (ml/kg)	29	41	40
<b>Classe d'agressivité selon NF EN 206-1</b>	Non agressif	Non agressif	Non agressif
Sondage	SC8 (5,7 NGF)		
Profondeur	0 - 1,0 m	1,0 - 2,0 m	3,0 - 4,0 m
Nature des terrains	Remblais	Mélange	Mélange
<b>Agents agressifs</b>			
Sulfate (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) en mg/kg	490	500	1 400
Acidité (ml/kg)	30	22	47
<b>Classe d'agressivité selon NF EN 206-1</b>	Non agressif	Non agressif	Non agressif

Les analyses réalisées en laboratoire, mettent en évidence un environnement non agressif chimiquement jusqu'à 4 m de profondeur, suivant la classification de la norme NF EN 206-1.

### **Conclusions**

Selon les résultats des tableaux précédents, les matériaux rencontrés jusqu'à 4 m de profondeur au droit des sondages SC7 et SC8 de même que les matériaux rencontrés au droit des tarières ST1, ST2 et ST3 (jusqu'à 2 m de profondeur), sont relativement homogènes et correspondent à des sols fins limoneux et des sables fins argileux peu plastiques dont le comportement est conditionné par la fraction de fine importante (classe A1 selon le GTR).

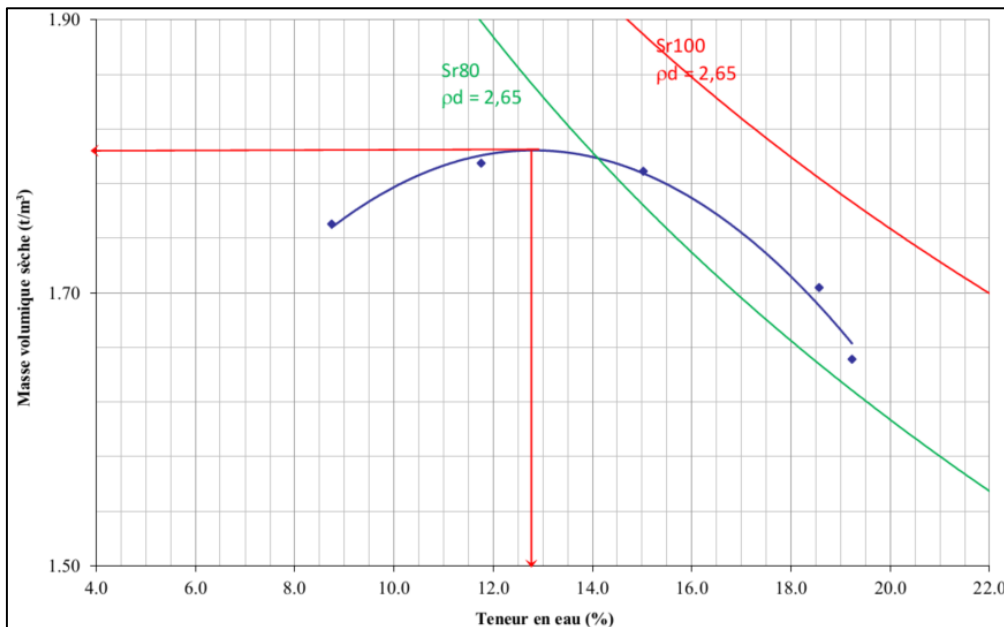
On peut de même conclure que le sol présente un caractère globalement non agressif chimiquement vis-à-vis du béton par rapport aux composés chimiques analysés. Le choix du béton devra se faire selon d'autre critère.

### 5.4.3. Essais Proctor

Des mesures de l'Indice Portant Immédiate ont été réalisées sur des matériaux prélevés entre 0 et 2 m de profondeur au droit des sondages réalisés à la tarière ST1, ST2 et ST3.

Les résultats du mélange ST1+ST2 (jusqu'à 2 m de profondeur) obtenus sont consignés dans le tableau suivant :

	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
Teneur en eau (%)	8,7	11,8	15,0	18,6	19,2
Masse volumique corrigée ( $T.m^{-3}$ )	1,75	1,80	1,79	1,7	1,65



#### Référence optimum de compactage :

Densité sèche optimale  $\rho_{d\text{ OPN}} = 1,8 \quad T.m^{-3}$

Teneur en eau optimale  $\omega_{\text{OPN}} = 12,8 \quad \%$

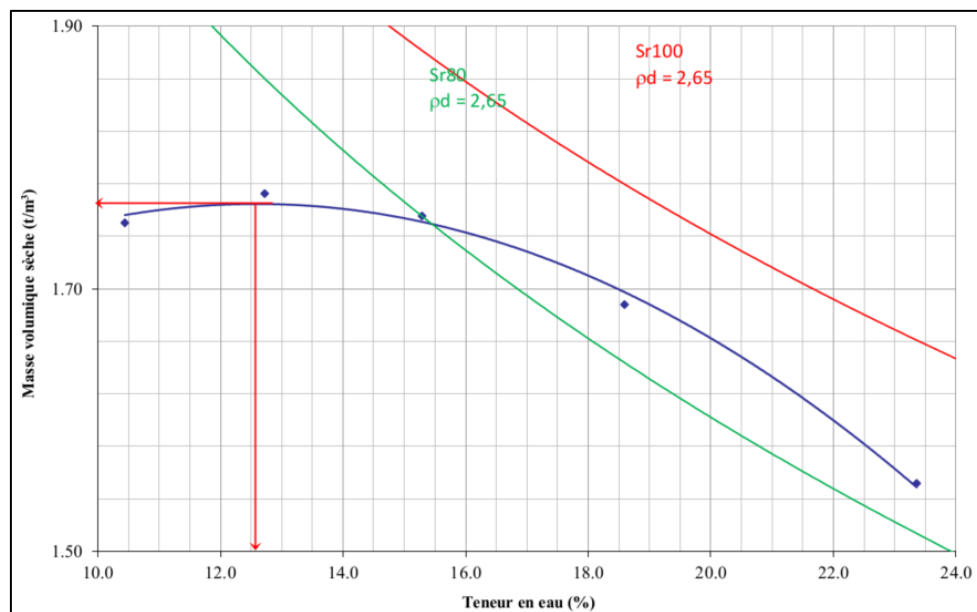
Nous rappelons que les terrains superficiels présentaient les teneurs en eau suivantes :

	Minimum	Moyenne	Maximum
Teneur en eau (%)	8,7	13,9	19,2



Les résultats du mélange ST3 (jusqu'à 2 m de profondeur) obtenus sont consignés dans le tableau suivant :

	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
Teneur en eau (%)	10,4	12,7	15,3	18,6	23,4
Masse volumique corrigée (T.m <sup>-3</sup> )	1,75	1,77	1,76	1,69	1,55



### Référence optimum de compactage :

Densité sèche optimale  $\rho_{d\text{ OPN}} = 1,77 \text{ T.m}^{-3}$

Teneur en eau optimale  $\omega_{\text{OPN}} = 12,7 \%$

Nous rappelons que les terrains superficiels présentaient les teneurs en eau suivantes :

	Minimum	Moyenne	Maximum
Teneur en eau (%)	10,4	16,9	23,4

### 5.5. Caractéristiques pénétrométriques

Les diagrammes de pénétration dynamique donnent les valeurs de la résistance dynamique de pointe ( $R_d$ ) en fonction de la profondeur.

Les valeurs de résistance dynamique ( $R_d$ ) mesurées peuvent être interprétées de la façon suivante :

- 0 MPa : résistance nulle, voire vide (TF0), ■
- 0 à 2 MPa : résistance très faible à faible (TF), ■
- 2 à 4 MPa : résistance médiocre (F), ■
- 4 à 8 MPa : résistance moyenne (M), ■
- > 8 MPa : résistance élevée (E). ■

Profondeur/TN	PD1	PD2	PD3
0,0-0,1	Sondage à la tarière	Sondage à la tarière	Sondage à la tarière
0,1-0,2			
0,2-0,3			
0,3-0,4			
0,4-0,5			
0,5-0,6			E
0,6-0,7			E
0,7-0,8			Sondage à la tarière
0,8-0,9			
0,9-1,0			
1,0-1,1			
1,1-1,2	E		E
1,2-1,3	E	TF	Sondage à la tarière
1,3-1,4	F	F	
1,4-1,5	TF	F	
1,5-1,6	F	TF	
1,6-1,7	F	TF	
1,7-1,8	TF	TF	TF
1,8-1,9	TF	TF	TF
1,9-2,0	TF	TF	TF
2,0-2,1	TF	TF	TF
2,1-2,2	TF	TF	TF
2,2-2,3	TF	TF	TF
2,3-2,4	TF	TF	TF
2,4-2,5	TF	TF	TF
2,5-2,6	TF	F	TF
2,6-2,7	TF	E	TF
2,7-2,8	TF	M	TF
2,8-2,9	TF	F	TF
2,9-3,0	TF	F	TF

Profondeur/TN	PD1	PD2	PD3
3,0-3,1	TF	F	TF
3,1-3,2	TF	TF	TF
3,2-3,3	TF	TF	TF
3,3-3,4	TF	TF	F
3,4-3,5	TF	TF	TF
3,5-3,6	TF	TF	TF
3,6-3,7	TF	TF	TF
3,7-3,8	F	TF	TF
3,8-3,9	F	F	TF
3,9-4,0	F	F	TF
4,0-4,1	TF	F	TF
4,1-4,2	TF	F	TF
4,2-4,3	TF	F	TF
4,3-4,4	F	F	TF
4,4-4,5	F	F	TF
4,5-4,6	F	F	TF
4,6-4,7	F	F	TF
4,7-4,8	F	TF	TF
4,8-4,9	F	TF	TF
4,9-5,0	F	TF	F
5,0-5,1	F	TF	F
5,1-5,2	TF	TF	F
5,2-5,3	F	TF	F
5,3-5,4	F	TF	M
5,4-5,5	F	TF	M
5,5-5,6	F	M	Refus
5,6-5,7	F	M	
5,7-5,8	F	Refus	
5,8-5,9	F		
5,9-6,0	M		

Globalement, la résistance dynamique des matériaux rencontrés entre 1 et 5,5/6 m de profondeur est très faible à faible.

## 6. CONCLUSIONS – RECOMMANDATIONS

### 6.1. Contexte géotechnique

L'ensemble des sondages et essais réalisés sur ces 2 lots ont mis en évidence un terrain qui recoupe successivement :

- des **remblais de nature sableuses** jusque vers 0,5/1 m de profondeur,
- des **sables limoneux** de densité hétérogène, globalement faible, jusqu'à environ 0/1 NGF,
- des **sables graveleux** de densité générale bonne, jusqu'à environ -3/-4 NGF,
- des **sables +/- argileux altérés** de compacité moyenne, jusqu'à environ -9/-10 NGF,
- des **sables +/- argileux intermédiaires** de bonne à très bonne compacité, jusqu'à environ -25 NGF,
- un niveau d'eau stabilisé vers 4,5/4,8 NGF (1,2 m de profondeur/TN), ainsi que des possibles circulations d'eau aléatoires au sein des matériaux superficiels.

### 6.2. Modèle géotechnique retenu

Les hypothèses géotechniques retenues par la suite, pour le prédimensionnement des ouvrages, sont présentées ci-dessous :

	$E_M$ (MPa)	$PI^*$ (MPa)	$\gamma_h$ (kN/m <sup>3</sup> )	$C'$ (kPa)	$\varphi'$ (°)	$\alpha$
<b>Remblais de nature sableuses</b> Jusqu'à 0,5/1 m de profondeur (soit environ 4,4 NGF)	-	-	19	0	25	2/3
<b>Sables limoneux</b> Jusqu'à environ 0/1 NGF	4,4	0,41	19	2	28	1/2
<b>Sables graveleux</b> Jusqu'à environ -3/-4 NGF	17,8	1,60	20	0	30	1/3
<b>Sables +/- argileux (altérés)</b> Jusqu'à environ -9/-10 NGF	12,2	1,10	20	2	28	1/2
<b>Sables +/- argileux (intermédiaires et sains)</b> A partir de -9/-10 NGF	50	3,5	20	2	30	1/2

Avec :

- $E_M$  : module pressiométrique moyen
- $PI^*$  : pression limite moyenne
- $\gamma_h$  : poids volumique humide
- $C'$  : cohésion à long terme
- $\varphi'$  : angle de frottement à long terme
- $\alpha$  : coefficient rhéologique

On notera cependant que ces caractéristiques n'ont pas été mesurées par des essais spécifiques mais correspondent aux valeurs généralement admises dans ces matériaux en corrélation avec les résultats pressiométriques.

Une justification plus précise de ces valeurs nécessiterait l'exécution de sondages carottés et d'essais mécaniques en laboratoire sur des échantillons intacts.

Notons que les remblais pourraient présenter des surépaisseurs et qu'il conviendra de réadapter, le cas échéant, la coupe de calcul proposée ci-avant lors des premiers terrassements, dans le cadre de la mission G<sub>3</sub>.

### **6.3. Etude géotechnique de projet**

#### **6.3.1. Généralités**

Nous rappelons que sur le terrain objet de cette étude localisé au Sud de la parcelle de l'Hôpital Jacques Monod sur la commune de MONTIVILLIERS (76), il est prévu de construire un bâtiment de Soins de médecine et de réadaptation, de type R+3, sur un vide sanitaire accessible. La surface de plancher du bâtiment sera de 9 667 m<sup>2</sup>.

D'après les plans et les coupes du projet transmis en avril 2024, il est prévu un remblaiement du terrain naturel de l'ordre de 0,60 m en partie amont des terrains au Nord et jusqu'à 1,9 m au Sud en aval du bâtiment projeté à la cote de 7,6 NGF.

Le niveau RDC du projet se trouvera à la cote de + 7,58 NGF et le niveau bas du vide sanitaire entre la cote + 5,25 NGF et 5,85 NGF. Le présent rapport est développé sur la base de cette cote et de cette profondeur. Ce qui situera le fond de fouille projeté entre + 4,75 NGF et 5,35 NGF.

Les principales sujétions du site sont les suivants :

- les faiblesses mécaniques observées au droit des couches superficielles et semi-profondes jusque vers environ -9 NGF,
- la présence de la nappe vers 4,5/4,8 NGF (1,2 m de profondeur/TN),
- la topographie générale du site, entraînant un remblaiement partiel pouvant atteindre 1,9 m sur la partie aval du site.

#### **6.3.2. Système de fondations**

Dans ce contexte géotechnique présentant des faiblesses mécaniques notables en tête et compte tenu du projet, il est nécessaire de s'orienter vers une solution de fondations profondes de type pieux forés à la tarière creuse, ancrées d'au moins 2 m dans les sables +/- argileux intermédiaires.

On veillera à assurer un ancrage d'au moins 2 m dans les sables +/- argileux intermédiaires observées à partir de 15/17 m de profondeur, soit -10 NGF. Ainsi les pieux descendront au minimum à 17/19 m de profondeur, soit -12 NGF.

##### **a) Justification de la capacité portante**

Pour justifier qu'une fondation profonde supporte la charge de calcul avec une sécurité adéquate vis-à-vis d'une rupture par défaut de portance du terrain, les inégalités suivantes doivent être satisfaites pour toutes les combinaisons d'action à l'état limite ultime (ELU) et à l'état limite de service (ELS) :

$$F_{c,d} = F_z(ELU) \leq R_{c,d}$$

$$F_d = F_z(ELS) \leq R_{c,cr,d}$$

En ce qui concerne la détermination de la valeur de calcul de la capacité portante du terrain, celle-ci est calculée conformément aux règles pressiométriques, constituant l'annexe normative F de la norme NFP 94-262 de juillet 2012.

La valeur de calcul de la portance à l'ELU,  $R_{c,d}$ , est estimée comme suit :

$$R_{c,d} = \frac{1}{\gamma_b} A_b \frac{k_p \cdot Pl_e^*}{\gamma_{R,d1} \cdot \gamma_{R,d2}} + \frac{1}{\gamma_s} \sum A_{si} \cdot \frac{q_{si}}{\gamma_{R,d1} \cdot \gamma_{R,d2}}$$

La valeur de calcul de la portance à l'ELS,  $R_{c,cr,d}$ , est estimée comme suit :

$$R_{c,cr,d} = \frac{R_{c,cr,k}}{\gamma_{c,r}}$$

Avec :

$$R_{c,cr,k} = 0,5.R_{b,k} + 0,7.R_{s,k} \text{ (Pour des pieux réalisés sans refoulement de sol)}$$

$$R_{b,k} = A_b \cdot q_{b,k} \quad \text{avec} \quad q_{b,k} = \frac{k_p \cdot Pl_e^*}{\gamma_{R,d1} \cdot \gamma_{R,d2}}$$

$$R_{s,k} = P_s \cdot \int_0^D q_{s,k}(z) dz \quad \text{avec} \quad q_{s,k} = \frac{\alpha_{\text{pieu-sol}} \cdot f[pl^*(z)]}{\gamma_{R,d1} \cdot \gamma_{R,d2}}$$

Où :

$R_{c,cr,d}$  = la valeur de calcul de la charge de fluage de compression (anciennement  $Q_{ELS}$ )

$R_{c,cr,k}$  = la valeur caractéristique de la charge de fluage de compression

$R_{b,k}$  = la valeur caractéristique de la résistance à la compression du terrain sous la base du pieu

$R_{s,k}$  = la valeur caractéristique de la résistance par frottement sur le fût d'un pieu

$\gamma_{c,r}$  = le facteur partiel sur la charge de fluage en compression en fut compression pour des combinaisons quasi-permanentes

$A_b$  = section de la fondation profonde

$P_s$  = périmètre du pieu

$q_{b,k}$  = la valeur caractéristique de calcul de la résistance limite à la base d'une fondation profonde

$q_{s,k}$  = la valeur caractéristique de calcul du frottement latéral unitaire limite de la fondation profonde pour la couche de terrain concerné

$\alpha_{\text{pieu-sol}}$  = un paramètre adimensionnel qui dépend à la fois du type de pieu et du type de sol

$f[ ]$  = une fonction qui ne dépend que du type de sol et des valeurs de  $pl^*$

$\gamma_{R,d1} \cdot \gamma_{R,d2}$  = coefficients de modèle pour la méthode pressiométrique

Dans notre cas, pour des pieux forés à la tarière creuse en compression et en traction, les valeurs retenues sont définies ci-après :

Paramètres	Valeurs retenues Pieux non ancrés dans la craie
$\gamma_{R,d1}$	1,15 (1,4 en traction)
$\gamma_{R,d2}$	1,10
$\gamma_b$	1,10
$\gamma_s(ELS)$	1,10
$\gamma_{c,r}(ELS.QP)$	1,10 (1,5 en traction)
$\gamma_{c,r}(ELS.cara)$	0,90 (1,1 en traction)
$\gamma_{s,t}$	1,15 en traction

### b) Hypothèses retenues

Dans la suite du présent document, nous retiendrons les hypothèses suivantes :

- aucun effet de groupe n'est considéré. On supposera que l'entraxe des pieux est toujours supérieur à 3 fois leur diamètre. Dans le cas où un effet de groupe est à considérer, il conviendra de déterminer le coefficient d'efficacité au cas par cas en tenant compte du diamètre des pieux, du nombre de pieux dans le groupe et de leur disposition,
- le remblaiement du site n'impactera pas ou très peu les pieux. Donc, aucun frottement négatif n'a été pris en compte sur les pieux. Le rechargement devra se faire après les terrassements et les surcharges induites devraient être prises en compte dans le dimensionnement de la structure,
- on neutralisera le frottement jusqu'à environ 0 NGF (jusqu'à la base des sables limoneux),
- les pieux seront ancrés, à minima, de 2 m sables +/- argileux intermédiaires observées à partir de 15/17 m de profondeur, soit -10 NGF,
- les pieux de rives devraient être armés.

### 6.3.3. Valeurs caractéristiques de dimensionnement des pieux

Dans ces conditions, et pour des pieux à la tarière creuse (classe 2 - catégorie 6), nous retiendrons les hypothèses géotechniques de calcul suivantes, pour le « modèle de terrain » :

Profondeur (NGF)	Formations	$Pl_e^*$	Courbe	$q_s^{(***)}$ Tarière creuse
				$k_{p\ max}^{(**)}$
Jusque vers 4,4 NGF	Remblais sableuses	-	-	Frottement neutralisé (*)
D'environ 4,4 à 0 NGF	Sables limoneux			
D'environ 0 à -4 NGF	Sables et graviers	1,80 MPa	Q2	124,2 kPa
D'environ -4 à -10 NGF	Sables argileux altérés	1,10 MPa	Q2	90 kPa
D'environ -10 à -20 NGF	Sables argileux intermédiaires	2,80 MPa	Q2	90 kPa (1,65)
Au-delà de -20 NGF	Sables argileux sains	4 MPa	Q2	90 kPa (1,65)

- (\*) frottement négatif non pris en compte en supposant l'absence de toute surcharge d'aménagement autour des pieux, dans le cas contraire, le dimensionnement des pieux sera à actualiser,
- (\*\*)  $k_{p\ max}$  pour un encadrement tel que  $Def/B \geq 5$ ,
- (\*\*\*) Dans le cas où une autre technologie de mise en œuvre est retenue, il conviendra de recalculer les différentes valeurs du frottement latéral unitaire limite.

#### Remarque :

- Quelle que soit la technique de pieux retenue par l'Entreprise, elle devra être dûment justifiée lors de la mission G<sub>3</sub>, conformément aux normes en vigueur (et/ou au procédé interne propre à l'Entreprise spécialisée) tout en garantissant que la mise en œuvre permette de traverser d'éventuels niveaux indurés,
- Il conviendra au besoin de prendre en compte des effets de groupe ou de respecter les règles relatives aux fondations posées à des niveaux différents conformément à la norme NF P 94 262 (entraxe > 3 $\emptyset$ ),

### 6.3.4. Exemple de prédimensionnement

Les calculs ont été réalisés à l'aide du logiciel Foxta, module FONDPROF, et les résultats sont joints en annexe.

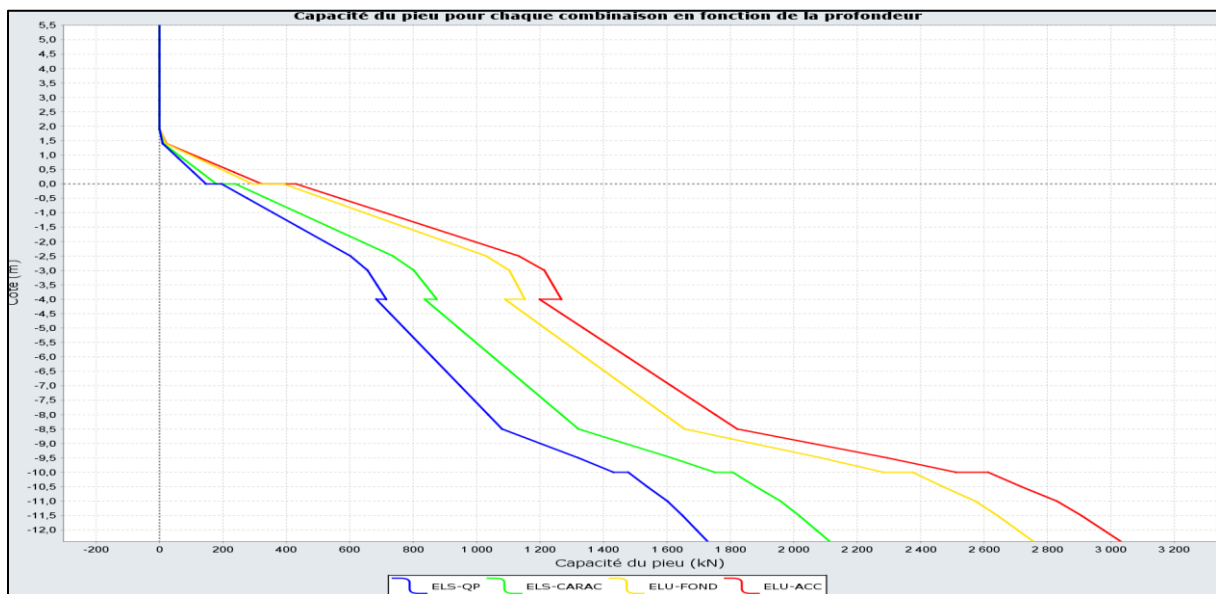
Dans notre calcul, on considérera une **contrainte sur béton maximale ( $\sigma'_b$ ) de 7,0 MPa à l'ELS Caractéristique**. Cette valeur pourra être optimisée (adaptée) dans le cadre de la mission géotechnique d'exécution G<sub>3</sub> à la charge de l'entreprise et qui devra être validée par la mission géotechnique de supervision G<sub>4</sub> à la charge du Maître d'ouvrage.

#### Pieu foré à la tarière creuse Ø 620 mm :

z [NGF]	Q-ELS-QP [kN]	Q-ELS-CARAC [kN]	Q-ELU-FOND [kN]	Q-ELU-ACC [kN]	$\sigma$ -ELS- CARAC [KPa]
-12	1 693,3	2 070,7	2 705,4	2 976,3	6,9
-12,4	1 728,2	2 113,3	2 755,2	3 031,0	7,0

**Tableau de la capacité portante aux états limites ultimes et de service d'un pieu FTC, de diamètre 820 mm travaillant en compression**

Pour rappel : 10 kN = 1 t



**Figure 28 : Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur (NGF)  
(Pieu Ø 620 mm)**

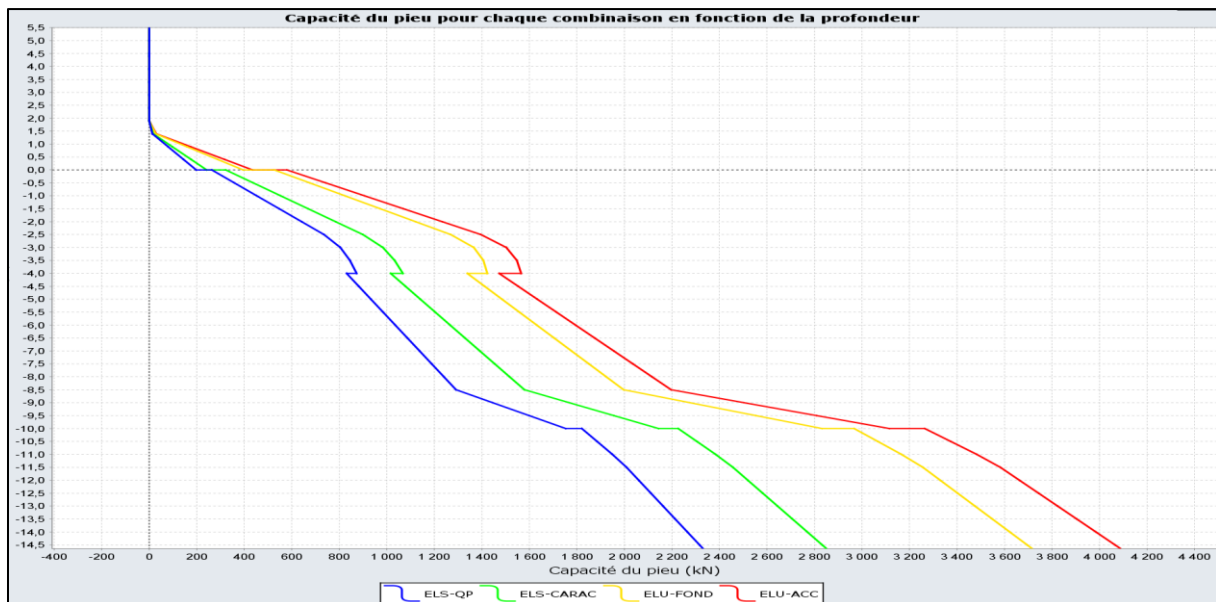


**Pieu foré à la tarière creuse Ø 720 mm :**

z [NGF]	Q-ELS-QP [kN]	Q-ELS-CARAC [kN]	Q-ELU-FOND [kN]	Q-ELU-ACC [kN]	σ-ELS- CARAC [KPa]
-12	2 060,4	2 519,6	3 329,5	3 662,8	6,2
-12,5	2 111,6	2 582,2	3 402,6	3 743,3	6,3
-13	2 162,8	2 644,8	3 475,8	3 823,7	6,5
-13,5	2 213,9	2 707,4	3 548,9	3 904,2	6,7
-14	2 265,1	2 770	3 622,1	3 984,7	6,8
-14,5	2 316,3	2 832,6	3 695,2	4 065,1	7,0
-14,6	2 330,6	2 850,1	3 715,6	4 087,6	7,0

**Tableau de la capacité portante aux états limites ultimes et de service d'un pieu FTC, de diamètre 820 mm travaillant en compression**

Pour rappel : 10 kN = 1 t



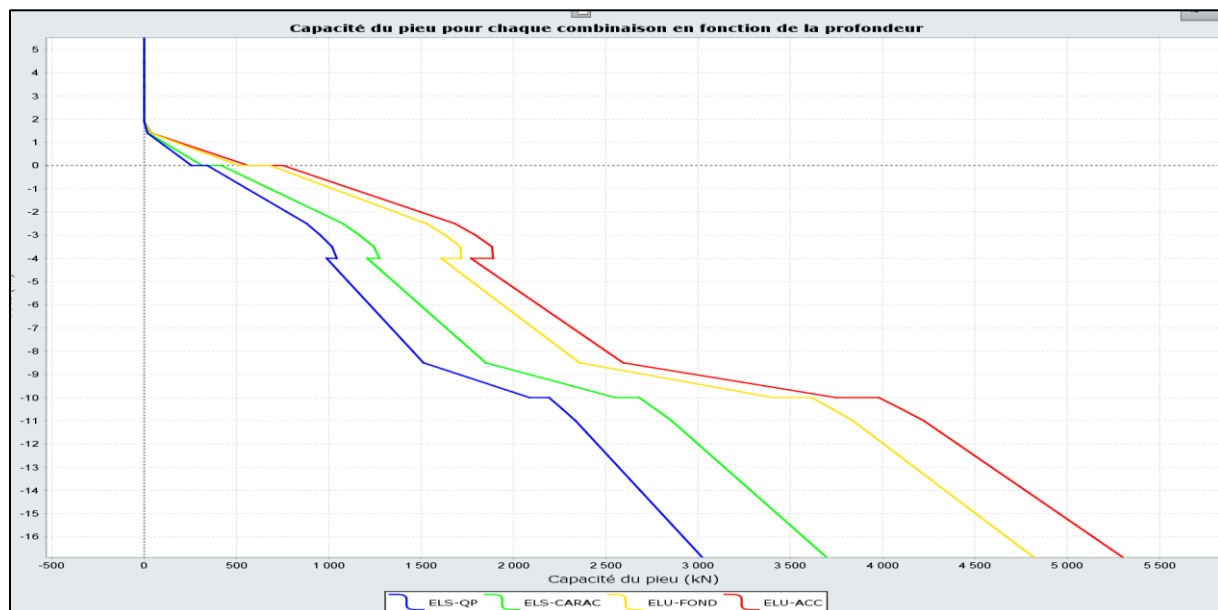
**Figure 29 : Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur (NGF)  
(Pieu Ø 720 mm)**

**Pieu foré à la tarière creuse Ø 820 mm :**

z [NGF]	Q-ELS-QP [kN]	Q-ELS-CARAC [kN]	Q-ELU-FOND [kN]	Q-ELU-ACC [kN]	σ-ELS- CARAC [KPa]
-12	2 453,6	3 000,3	4 005,7	4 406,8	5,7
-12,5	2 511,9	3 071,6	4 089	4 498,4	5,8
-13	2 570,2	3 142,9	4 172,3	4 590	6,0
-13,5	2 628,5	3 214,2	4 255,6	4 681,7	6,1
-14	2 686,7	3 285,5	4 338,9	4 773,3	6,2
-14,5	2 745	3 356,8	4 422,3	4 865	6,4
-15	2 803,3	3 428,1	4 505,6	4 956,6	6,5
-15,5	2 861,6	3 499,4	4 588,9	5 048,2	6,6
-16	2 919,9	3 570,7	4 672,2	5 139,9	6,8
-16,5	2 978,2	3 641,9	4 755,5	5 231,5	6,9
-16,8	3 022,9	3 696,7	4 819,4	5 301,9	7,0

**Tableau de la capacité portante aux états limites ultimes et de service d'un pieu FTC, de diamètre 820 mm travaillant en compression**

Pour rappel : 10 kN = 1 t



**Figure 30 : Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur (NGF)  
(Pieu Ø 820 mm)**

### 6.3.5. Sujétion vis-à-vis de l'eau

#### a) Phase provisoire

Nous rappelons ci-après les niveaux caractéristiques de la nappe définis par les études hydrogéologiques :

Terrain naturel (NGF)	Niveau bas du projet (NGF)	Fond de fouille prévisionnel (NGF)	Niveau actuel (NGF)	Hautes Eaux annuelles (chantier) (NGF)	NPHE 10 ans (NGF)	NPHE 50 ans (NGF)
~ + 4,7 à 7	+ 5,25 à +5,85	+ 4,75 à +5,35	+ 4,5 (en aval) + 4,6 (en amont)	+ 5,5 (en aval) + 5,6 (en amont)	+ 6,3 (en aval) + 6,4 (en amont)	+ 6,4 (en aval) + 6,7 (en amont)

D'après nos estimations des Niveaux de Plus Hautes Eaux, le fond de fouille se situe au-dessus de la cote usuelle du niveau de la nappe (EB) mais au-dessous des Hautes eaux saisonnières (EF). Cela implique que les opérations en phase chantier doivent envisager la mise en place d'un dispositif de gestion des eaux souterraines en phase chantier afin de palier à une situation hydrogéologique défavorable.

Plus précisément, dans ce contexte de terrains d'assise, de faible perméabilité et de la surface de terrassement importante en phase chantier, nous recommandons, de privilégier la gestion de la nappe au moyen d'un système faisant appel à des lignes de pointes filtrantes en périphérie de la fouille couplées à des tranchées drainantes réparties au fond de fouille afin de canaliser les eaux vers les pompes de relevage, dans le cas où la mise en action d'un dispositif de rabattement de la nappe est nécessaire (niveau EF).

#### Les pointes filtrantes

La technique des pointes filtrantes permet d'assurer un rabattement efficace dans les formations à perméabilité faible ou moyenne et permet une filtration efficace pour l'abattement des MES des eaux rejetées.



Figure 31 : Vue aérienne d'une installation de pointes filtrantes

## Tranchées drainantes

Le système d'épuisement en fond de fouille pourra se faire au moyen de tranchées drainantes (avec possibilités de réutiliser les tranchées prévues pour les réseaux sous plancher du projet). D'une manière générale, les tranchées à mettre en œuvre pour la phase provisoire se distingueront de la manière suivante :

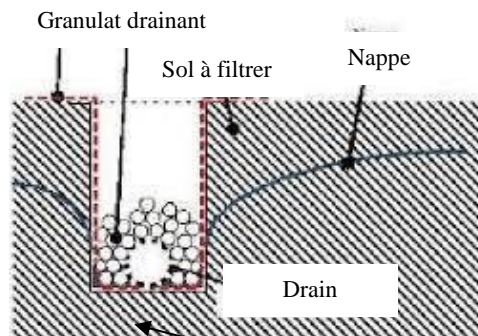
- une tranchée drainante principale et centrale, avec la mise en place d'un drain agricole crépiné Ø 40 mm en fond. Cette tranchée devra être raccordée vers des buses pour la mise en place des pompes de relevage. Il conviendra de s'assurer de la non-interaction de la tranchée avec les futures fondations et, si nécessaire, il faudra prévoir à approfondir localement les fondations afin de respecter les règles géométriques de 2/3 (V/H).
- une rigole périmétrique sera mis en place en pied de talus pour récupérer les arrivées d'eau périmétriques pour lesquels des bandes aléatoires auront été mises en œuvre en arrière,
- des tranchées « antennes » d'au moins 0,50 m de profondeur au-delà du fond de fouille et raccordé à la principales,

Il conviendra bien évidemment d'adapter les travaux en fonction des débits réelles de chantier et de l'importance des arrivées d'eau qui devra être évacué vers un exutoire efficace et autorisé. Préalablement, au rejet en réseau, il convient de mettre également en place, a minima, un bac de décantation.

De plus, pour la mise en œuvre des fondations un pompage complémentaire sera néanmoins nécessaire pour assurer le coulage hors d'eau.

En complément des principes énoncés, il conviendra de respecter les schémas de principe suivants :

Géotextile de filtration



**Figure 32 : Schéma de principe de la tranchée drainante**

### Remarque :

- les piézomètres existants devront être rebouchés préalablement au démarrage des travaux afin d'éviter toute venue d'eau par ces ouvrages,
- le niveau de la nappe devra être contrôlé préalablement et durant les travaux afin d'adapter, si nécessaire, les travaux.

### *b) Phase définitive*

En phase d'exploitation, les niveaux d'infrastructures devraient être de manière occasionnelle au contact de la nappe (à partir d'une situation de Hautes eaux saisonnière).

Selon la MOA, le vide sanitaire sera réputé inondable. Les locaux nobles et les réseaux sensibles mis en place dans le vide sanitaire seront installés au-dessus du niveau de la cote des Hautes eaux centennales (EE)

### **6.3.6. Sol du projet**

Le sol du projet sera traité en plancher porté par les fondations résistant aux sous-pressions.

Il conviendra de vérifier la stabilité des ouvrages vis-à-vis des sous-pressions (non-soulèvement). En cas de déficit de charges, on prévoira soit un lestage, soit un ancrage au moyen de pieux ou micropieux travaillant en traction.

### **6.3.7. Terrassements et soutènements**

La création du vide sanitaire conduira à l'exécution des fouilles pouvant atteindre 2/2,5 m environ.

La fouille recoupera principalement des matériaux sablo-limoneux dont il conviendra d'assurer la stabilité.

Nous précisons que ces travaux devront être associés à une gestion soignée et justifiée de la nappe.

#### *a. Extraction des déblais*

Les déblais pourront être réalisés à la pelle mécanique jusqu'au niveau du fond de fouille. La présence éventuelle d'éléments et/ou de niveaux indurés de toutes tailles au sein des remblais et dans les sols en place constitue une sujétion qui pourra nécessiter le recours à des engins désagréateurs (BRH).

Nous rappelons que des blocs résistants de toute dimension sont susceptibles d'être rencontrés, ce qui pourra conduire à des hors profils et donc à des surconsommations de béton.

#### *b. Talutage*

Dans les zones de recul suffisant, on pourra envisager un talutage ou pré-talutage, sous réserve :

- de l'absence de bâtiment mitoyen ou avoisinant,
- de l'absence de surcharges en tête (interdiction de stockage en tête) et de circulation d'engin.

La pente maximale de talus ne devra pas excéder 2/3 (hauteur/base) et tout talus de hauteur supérieure à 3 m devra faire l'objet d'une étude spécifique.

Quoiqu'il en soit, il conviendra de respecter également les sujétions générales suivantes :

- les talus devront être protégés par un polyane,
- en cas de signe d'instabilité, les pentes de talus devront être retravaillées et adoucies.

Les hauteurs de terrain à soutenir, de l'ordre de 2/2,5 m, et le contexte permettent de réaliser de talutage pour ce projet. Cette solution est à privilégier dans la mesure du possible afin de faciliter la mise en œuvre du cuvelage tout en permettant de rendre le rabattement plus efficient.

### *c. Soutènement*

Dans les zones où les contraintes du site ne permettent pas la réalisation de talus, on pourra adopter un système de soutènement provisoire de type « Voiles exécutés Par Passes Alternés » avec bétonnage et butonnage à l'avancement.

Nous insistons sur l'importance d'une réalisation et d'une justification soignée (méthodologie, note de calcul, vérification de sa stabilité durant toutes les phases du terrassement,...), qui devront recevoir l'agrément préalable du Bureau de Contrôle.

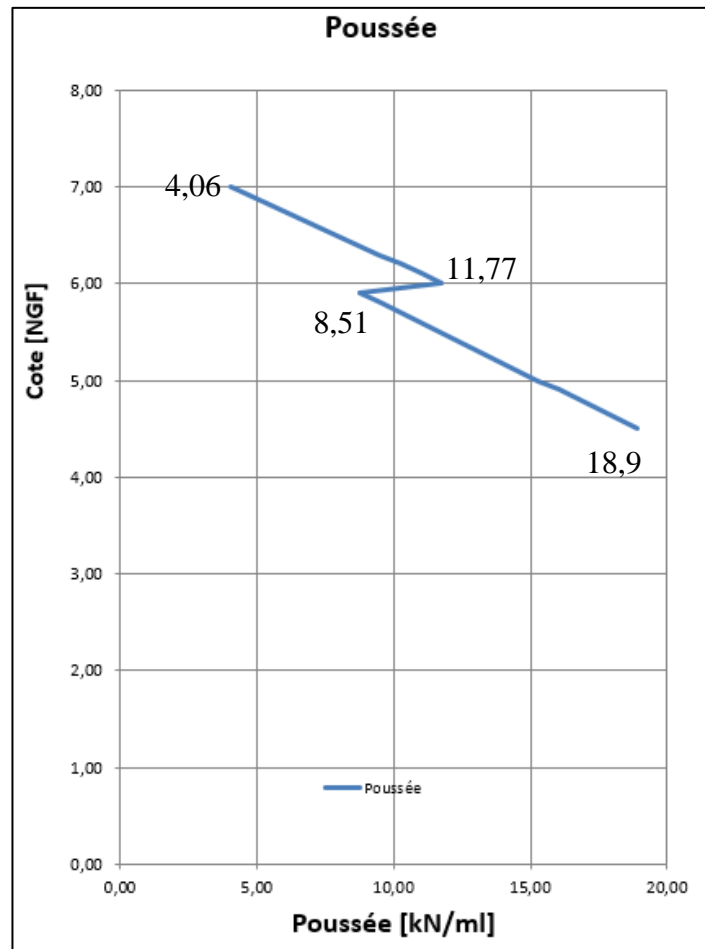
D'une façon générale, les largeurs et les hauteurs de passe seront réduites au maximum dans les remblais ou des terrains sableux. Les terrains instables feront l'objet d'un blindage en bois provisoire.

En tout état de cause, il est exclu de réaliser un terrassement, ou des fondations, sans assurer la stabilité des ouvrages avoisinants par un dispositif adapté pour interdire tout mouvement, quelle que soit la phase de mise en œuvre du projet. La technique en pied d'ouvrages mitoyens devra prévoir des dispositions spécifiques adaptées dûment justifiées (puits blindés alternés par exemple,...). La solution de « Voile Par Passe » est déconseillée en pied d'avoisinant.

Quoi qu'il en soit, la stabilité du site, en phase provisoire, devra être justifiée, préalablement au début des travaux. Cette justification devra tenir compte du projet définitif, des avoisinants et devra être soumise à l'approbation du Bureau de Contrôle et du contrôleur technique en charge du suivi des travaux.

*d. Poussée de calcul en phase provisoire (configuration la plus défavorable)*

A titre d'exemple, en considérant une surcharge de Caquot de  $10 \text{ kN/m}^2$ , une fouille recoupant des remblais et sables sur  $2,5 \text{ m}$  de profondeur et en l'absence d'avoisinant, nous obtenons le diagramme de poussée défini sur la figure ci-après :



**Figure 33 : Diagramme de poussée**

Il est évident qu'en phase exécution, les calculs justificatifs devront être adaptés au cas par cas si la hauteur à soutenir varie. Il en est de même si la surcharge associée est supérieure à  $10 \text{ kN/m}^2$ . Dans le cas présent, la poussée totale des terres à reprendre est d'environ  $2,8 \text{ t/ml}$ .



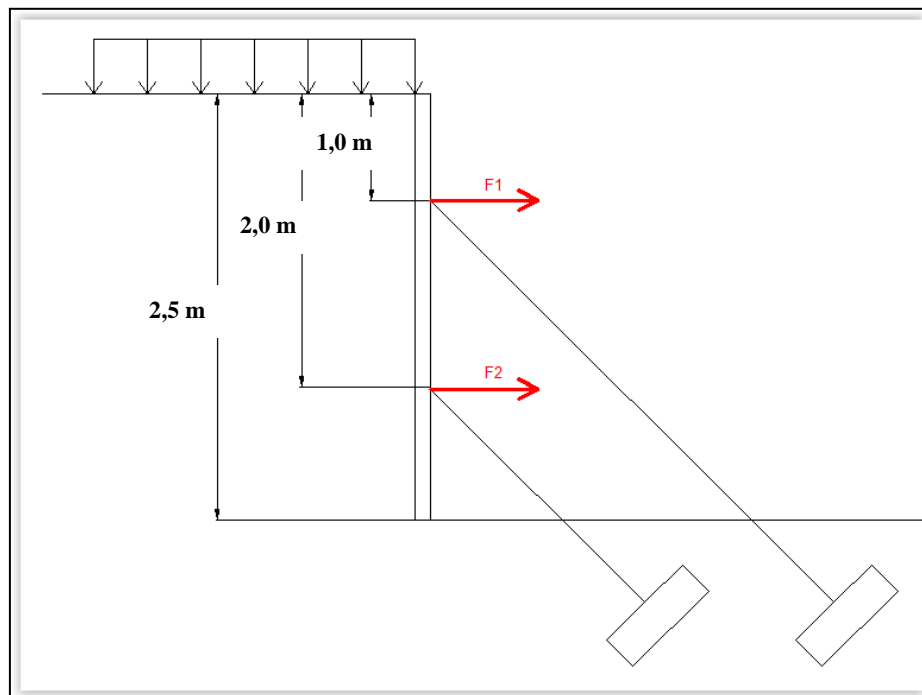
*e. Butonnage et semelles des butons*

Une attention toute particulière sera également apportée à la mise en œuvre des butons en phase de terrassement. L'angle d'inclinaison, les dimensions de semelles d'assise, le système de fixation sur les voiles et la transition des butons provisoires vers les butons définitifs devront être précisément justifiés préalablement au début des travaux.

Afin d'augmenter la rigidification du système "voiles - butons", la mise en place des butons d'angle est indispensable dès la première passe. Pour éviter tout déplacement des voiles en tête, les butons provisoires et définitifs devront être vérifiés régulièrement afin de s'assurer de la liaison voile - butons (coin de charge bien en place).

Quoi qu'il en soit, la stabilité du site, en phase provisoire, devra être justifiée, préalablement au début des travaux. Cette justification devra tenir compte du projet définitif, des avoisinants, et devra être soumise à l'approbation du Bureau de Contrôle et du contrôleur technique en charge du suivi des travaux.

Nous considérerons, en première approche, que tout l'effort de poussée est repris par deux lits de butons qui seront positionnés à 1,0 m et à 2,0 m de profondeur suivant le schéma de la figure définie ci-après. Bien évidemment, cette situation est largement sécuritaire et l'Entreprise pourra considérer un seul lit de bouton ainsi qu'une bêche en pied de voile (ancrage du voile sous le niveau du fond de fouille), moyennant une justification précise.



**Figure 34 : Schéma type de calcul**

Nous obtenons ainsi les efforts à reprendre ci-après :

Effort transmis par la paroi	Au mètre linéaire	Pour des butons espacés de 3 m
F1	~14,4 kN/ml	43,2 kN
F2	~14,05 kN/ml	42,15 kN

En retenant une inclinaison des butons de 45°, les efforts à reprendre pour chaque bouton sont les suivants :

Effort dans les butons	Pour des butons espacés de 3 m inclinés de 45°
F1'	~ 61,1 kN
F2'	~ 59,6 kN

Dans le cas présent, pour des semelles inclinées de 45° et ancrées d'au moins 0,5 m dans les sables limoneux en place au-delà des remblais, et en tenant compte d'un coefficient minorateur dû à l'inclinaison des charges ( $i_{\delta\beta} = 0,5$ ), la contrainte sous la semelle des butons provisoires **sera limitée à 0,07 MPa (0,7 bar)**.

Ainsi, dans le cas présent et dans les conditions définies précédemment, des semelles de 0,9 x 0,9 m<sup>2</sup> permettraient de reprendre les efforts F1' et des semelles de 0,9 x 0,9 m<sup>2</sup> également permettraient de reprendre les efforts F2'.

En phase exécution, il est impératif que la mission G<sub>3</sub> de l'Entreprise précise la contrainte admissible sous les semelles des butons en fonction du phasage et de la méthodologie retenue.

On s'assurera que les semelles de butons sont correctement fondées dans les sols en place et reprennent bien les efforts verticaux et la butée.

Pour éviter tout déplacement des voiles en tête, les butons provisoires et définitifs devront être vérifiés régulièrement, afin de s'assurer de la liaison voile - bouton (coin de charge bien en place).

Quoi qu'il en soit, la stabilité du site en phase provisoire devra être justifiée préalablement au début des travaux et soumise à l'agrément du Bureau de Contrôle.

### *f. Caractéristiques intrinsèques*

Pour le dimensionnement des soutènements, on pourra retenir les caractéristiques physiques et mécaniques suivantes :

Formation	$\gamma_h$ (kN/m <sup>3</sup> )	$C_k'$ (kPa)	$\phi_k'$ (°)	$\alpha$
Remblais	19	0	25	2/3
Sables limoneux	20	2	28	1/2

Avec :

- $\gamma_h$  : poids spécifique humide
- $C_k'$  : cohésion à long terme
- $\phi_k'$  : angle de frottement à long terme
- $\alpha$  : coefficient rhéologique

On notera cependant que les caractéristiques précédentes des remblais n'ont pas été mesurées par des essais spécifiques. Les valeurs de  $C_k'$ ,  $\phi_k'$  et  $\gamma_h$  correspondent aux valeurs généralement admises dans ces matériaux, en corrélation avec les résultats pressiométriques. Une justification plus précise de ces valeurs nécessiterait l'exécution de sondages carottés complémentaires et d'essais mécaniques en laboratoire sur échantillons intacts.

### *g. Remblaiement*

Dans ce contexte, le projet nécessite un remblaiement partiel ; la mise en œuvre de celui-ci devra se faire par des matériaux d'apport insensibles à l'eau, choisis et mis en œuvre dans le respect des documents suivants :

- le guide technique LCPC SETRA de remblayage des tranchées et réfection des chaussées de mai 1994,
- le guide technique LCPC SETRA, « Réalisation des remblais et couche de forme » deuxième édition de juillet 2000.

Il conviendra de bien définir les caractéristiques de matériaux à employer tout en garantissant leur homogénéité afin de se prémunir d'un comportement différentiel et de limiter les accumulations d'eau (au niveau des interfaces).

Compte tenu du déficit de terre, le remblaiement devra se faire avec des matériaux d'apport :

- pour des matériaux d'apport, à titre d'exemple, nous recommandons de privilégier des matériaux d'apport de sols grenus de type B1, B3, D2, D3 qui possèdent un pouvoir d'adaptation qui doit leur permettre de trouver un équilibre au fur et à mesure de la montée du remblai, en raison de leur comportement lié à la densité et non au temps, comme celui des sols fins argileux.
- alternativement, des matériaux de type R2 correspondant à des calcaires rocheux allant du calcaire dur, au calcaire de densité moyenne à fragmentable peuvent être envisagés. Tout autre matériau envisagé pour la réalisation du remblai, A1, A2, B2 ou B5 par exemple et nécessitant des traitements spécifiques, devra être dûment justifié (essai d'aptitude, dosage, ...).

Un contrôle de la bonne mise en œuvre de ces remblais devrait être réalisé à l'avancement. A ce stade, nous proposons de prévoir les contrôles suivants :

- des essais à la plaque ou à la dynaplaque tous les 2 mètres avec une mesure des EV1, EV2 et de l'indice de compactage  $K = EV1/EV2$ . On veillera alors à obtenir les valeurs suivantes :

**$EV2 > 30 \text{ MPa}$**  pour le corps du remblai

**$K < 2$**

- des essais au pénétromètre dynamique seront réalisés à mi-hauteur puis à 1 m de la fin du remblai. On veillera alors à obtenir des valeurs de la résistance dynamique de pointe  **$Rd \geq 3 \text{ MPa}$** .

Remarque :

Nous précisons qu'à ce stade, l'usage de ce remblaiement n'est pas connu (voirie légère, espace vert...). En fonction de la destination de ce remblai, le contrôle et critères de réception pourront être adaptés.

Par exemple, en cas de voirie « légère », le dernier mètre pourra être réalisé sous un critère de compactage  $K_w$  de 50 MPa.

*h. Système de surveillance*

Les techniques de soutènement décrites dans ce rapport devront évidemment être associées à un système de surveillance mis en œuvre dès le démarrage des terrassements. L'Entreprise devra, dans le cadre de ces études d'exécution, détailler la méthodologie de contrôle et de surveillance de ces terrassements et soutènement).

En d'autres termes, nous recommandons de mettre en place :

- des dispositifs de contrôle des déformations des voiles périmétriques et des avoisinants (mise en place de cibles relevées en X, Y et Z, positionnées en tête et en ventre de la paroi ainsi que sur les avoisinants,
- les dispositions palliatives permettant de fixer et valider les seuils de vigilance et d'alerte en cas de déformations excessives :
  1. **Seuil de vigilance** : en deçà duquel les mesures sont jugées normales et au-delà duquel la vigilance doit être renforcée avec une cadence de mesures plus resserrée, afin de suivre, au plus près, l'évolution des déformations,
  2. **Seuil d'alerte** : au-delà duquel des dispositifs conservatoires sont mis en œuvre.

## Définition des seuils

Sur ce principe de méthode observationnelle à mettre en œuvre, on pourra envisager les principes définis dans le tableau suivant :

Déplacement	Seuil de Vigilance*	Seuil d'Alerte*
Sans avoisinants	15 mm	22 mm

(\*) Les valeurs proposées doivent être validées par l'ensemble des intervenant à l'acte de construire (Maître d'Ouvrage, Maître d'œuvre, Bureau de Contrôle, Géotechnicien)

### 3. Périodicité du suivi :

En deçà du seuil de vigilance, un suivi hebdomadaire sera mis en place.

Un autocontrôle avec une surveillance des alignements, par exemple, sur la hauteur des soutènements, permettra également de constater l'absence de déformation excessive au quotidien.

Au-delà du seuil de vigilance :

- les différentes parties devront être averties,
- la périodicité des mesures sera de 2 par semaine jusqu'à stabilisation et action.

Au-delà du seuil d'alerte, il conviendra de mettre en place une des solutions palliatives suivantes jusqu'à stabilisation :

- les différentes parties devront être averties,
- une densification du butonnage et/ou un remblaiement devront être mis en œuvre jusqu'à stabilisation,
- la périodicité des mesures est journalière jusqu'à stabilisation et action,
- les ouvertures des passes devront être diminuées lors de la reprise des travaux de terrassements.

## **6.4. Sujétions**

### **6.4.1. Sujétions générales**

D'une manière générale, les dispositions et précautions suivantes devront être prises :

- les structures enterrées seront réalisées à l'aide d'un béton confectionné en conformité avec la norme NF EN 1992-1-1 d'octobre 2005,
- l'homogénéité des fonds de fouille sera soigneusement contrôlée,
- la rencontre de blocs ou niveaux indurés de toute nature au sein des remblais ou des sols en place, pourra gêner les terrassements et nécessiter l'utilisation localisée d'un BRH.

### **6.4.2. Sujétions pour les fondations profondes**

- la technique de forage devra permettre de traverser les niveaux indurés (bancs, blocs,...), et d'atteindre les profondeurs minimales requises,
- l'effet de groupe, et les éventuels efforts horizontaux, devront être pris en compte dans le dimensionnement final des pieux,
- l'entreprise mettra en œuvre un matériel adapté lui permettant d'atteindre les profondeurs minimales requises, en tenant compte de la présence probable de niveaux indurés dans les sols en place. La technique de traversée de ces niveaux devra être validée par le Bureau de Contrôle,
- des pertes et/ou surconsommations de coulis et/ou de bétonnage sont à prévoir dans la traversée des remblais et des sols en place, plus particulièrement au droit des zones décomprimées rencontrées et blocs et bancs indurés,
- l'exécution des pieux sera strictement contrôlée et devra respecter les recommandations de la norme NF EN 1536/A1 de Novembre 2015. En particulier, dans le cas des pieux exécutés avec un forage à la tarière continue creuse, on respectera le paragraphe 8.2.5 de cette norme (conditions sur le coefficient d'uniformité, ...),
- l'exécution des pieux sera strictement contrôlée,
- conformément à la norme NF P 94-262/A1 de juillet 2018, nous rappelons que dans le cas de pieux isolés soumis à une « compression centrée », et dont la tête n'est pas reliée à des longrines croisées, l'effort normal  $N_{lim}$  à l'ELU reste plafonné à 65 % de l'effort normal admissible pour une charge effectivement centrée,
- il conviendra de bien s'assurer que les armatures prévues permettent de reprendre effectivement les sollicitations appliquées (sous pressions notamment),
- la liaison tête de pieux et plancher bas devra être particulièrement bien étudiée pour s'assurer de la bonne transmission des efforts.



Nous restons 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, ainsi que pour l'étude géotechnique de conception phase Projet (mission de type G<sub>2-2</sub> PRO) et pour suivre et contrôler éventuellement l'exécution des fondations qui peuvent toujours présenter localement des anomalies nécessitant des adaptations, dans le cadre d'une mission spécifique de suivi géotechnique d'exécution (missions de type G<sub>4</sub> à G<sub>5</sub> de la norme française NF P 94-500 de novembre 2013).

Nous rappelons par ailleurs que le respect de la norme NF P 94 500 impose à l'entreprise de réaliser une mission G<sub>3</sub> d'étude et de suivi d'exécution permettant d'élaborer le dossier géotechnique d'exécution et d'en suivre sa mise en œuvre.

La description des missions normées ainsi que leur enchaînement sont présentées à la fin de ce rapport.

**ANNEXE 1 :**

**CLASSIFICATION DES MISSIONS GEOTECHNIQUES ET  
SCHEMA D'ENCHAINEMENT DES MISSIONS GEOTECHNIQUES  
SELON LA NORME NF P 94-500 DE NOVEMBRE 2013**

**ANNEXE 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	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	risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	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)		À la charge de l'entreprise	À la charge du maître d'ouvrage			
	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

## ANNEXE 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.

### ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

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

#### Phase Étude de Site (ES)

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

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

#### Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

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

### ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

#### Phase Avant-projet (AVP)

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

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

#### Phase Projet (PRO)

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

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

#### Phase DCE / ACT

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

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

## ANNEXE 2 (suite) – Classification des missions d'ingénierie géotechnique

### ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées) ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

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

#### Phase Étude

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

#### Phase Suivi

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

### SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

#### Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

#### Phase Supervision du suivi d'exécution

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

### DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

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

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

**ANNEXE 2 :**

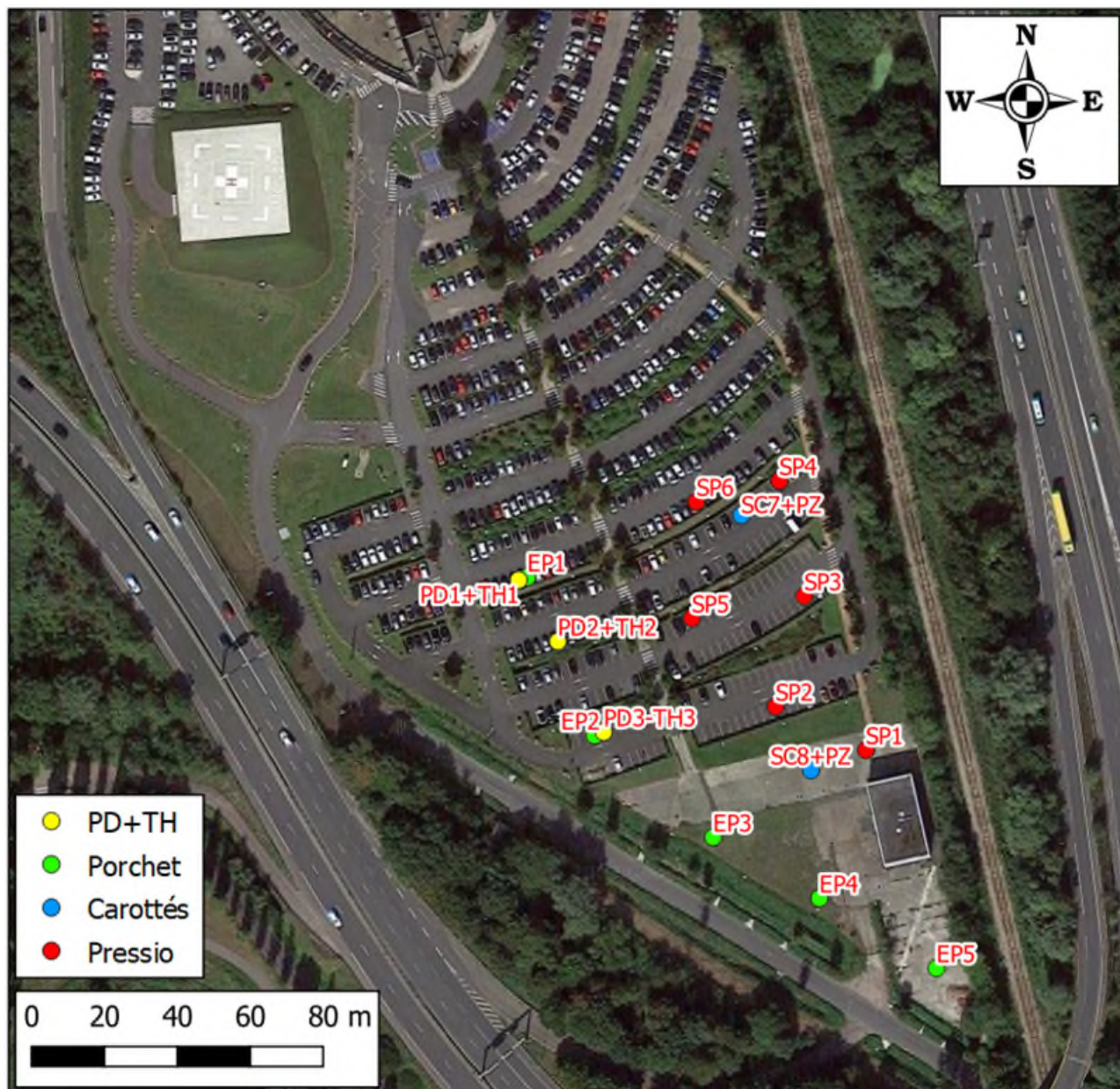
**TEXTES REGLEMENTAIRES**



- NF P 94-500, 30 novembre 2013 – Missions d'ingénierie géotechnique – Classification et spécifications,
- NF EN 1990, mars 2003 – Eurocodes structuraux – Bases de calcul des structures, et son annexe nationale NF EN 1990/NA de décembre 2011,
- NF EN 1997 - 1, juin 2005 – Eurocode 7 : Calcul géotechnique – Partie 1 : Règles générales, et son amendement NF EN 1997-1/A1 d'Avril 2014,
- NF EN 1997 – 1/NA : septembre 2018 – Annexe nationale à la NF EN 1997-1 :2005, et son amendement NF EN 1997-1/A1 d'Avril 2014,
- NF EN 1997 - 2. septembre 2007 – Eurocode 7 : Calcul géotechnique – Partie 2 : reconnaissance des terrains et essais,
- NF P 94-261, juin 2013 – Norme d'application nationale de l'Eurocode 7 – Fondations superficielles, et son amendement NF P 94-261/A1 de Février 2017,
- NF P 94-262, juillet 2012 – Norme d'application nationale de l'Eurocode 7 – Fondations profondes, et son amendement NF P 94-262/A1 de Juillet 2018,
- NF P 94-282, Mars 2009 - Calcul géotechnique – Ouvrages de soutènement – Écrans, et son amendement NF P 94-282/A1 de 2015,
- NF DTU 13.1 - Septembre 2019 - Travaux de bâtiment - Fondations superficielles,
- NF DTU 13.2 - Mai 2020 - Travaux de bâtiment — Fondations Profondes,
- NF P 11-213-1, décembre 2021 – DTU 13.3 – Dallage – Conception, calcul et exécution,
- NF EN 14199, Septembre 2015 - Exécution des travaux géotechniques spéciaux – Micropieux,
- NF EN 1536+A1, Novembre 2015 - Exécution des travaux géotechniques spéciaux - Pieux forés,
- Note CNJOG du 24 février 2014 – Prise en compte des niveaux d'eaux selon l'Eurocode 7,
- NF EN 206+A2, mars 2021 et NF EN 206+A2/CN Novembre 2022 – Béton - Spécification, performance, production et conformité.

**ANNEXE 3 :**

**PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES**



**ANNEXE 4 :**

**COUPES ET RESULTATS DES SONDAGES**

Date début: 31/05/2023  
Date fin : 31/05/2023  
Profondeur: 0,00 - 15,40 m

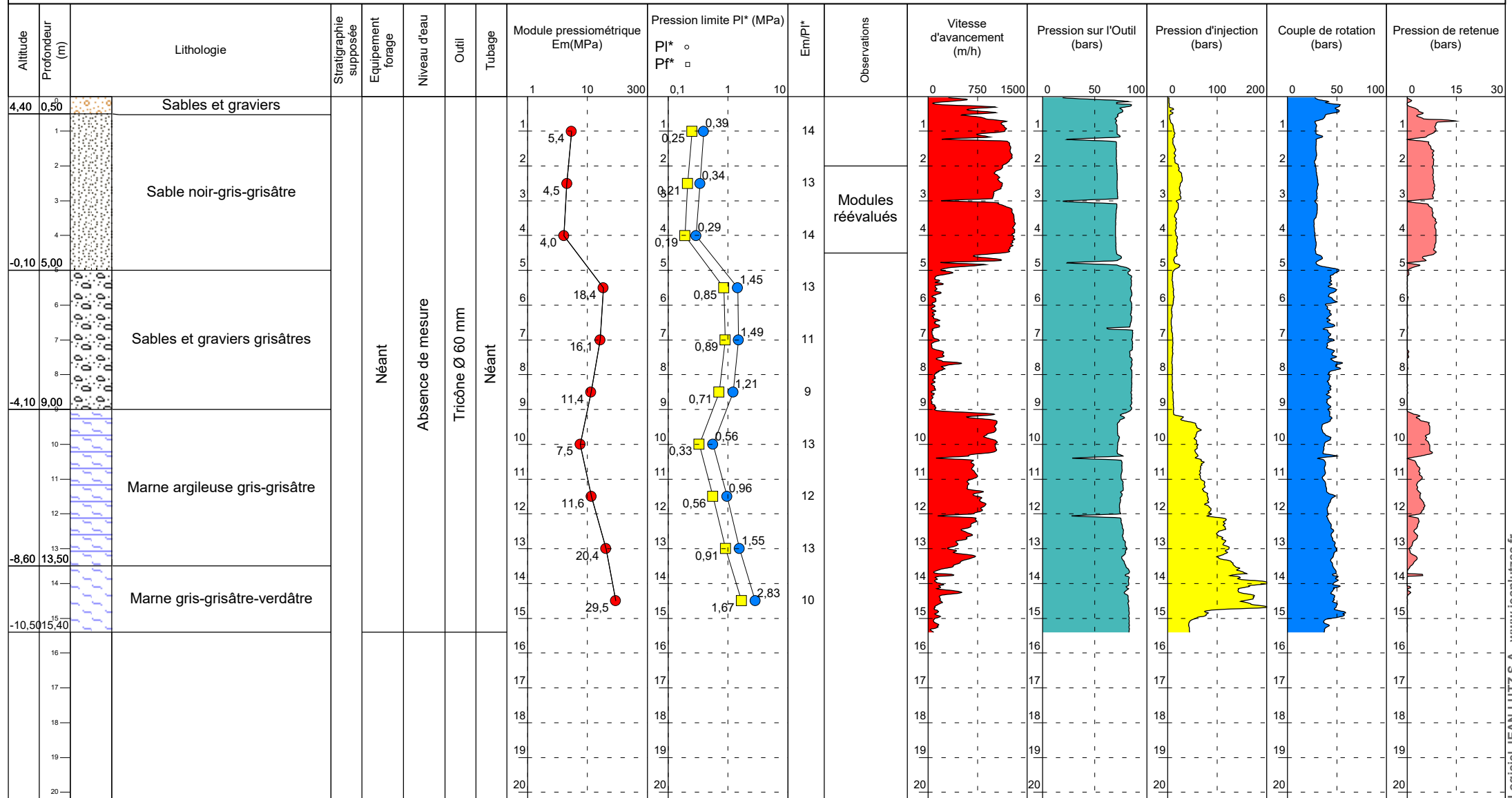
**SP1**

Cote NGF: 4,9  
X : 444435,7  
Y : 204783,2  
Inclinaison: 0°

Machine: Socomafor 50

**Client : Groupe Hospitalier du Havre**

1/150  
1/1



Observations:

EXGTE 3.23



INGENIERIE  
DES SOLS ET FONDATIONS

G230449 MONTIVILLIERS (76)

Hôpital Jacques Monod

Date début: 31/05/2023

Date fin : 31/05/2023

Profondeur: 0,00 - 1,88 m

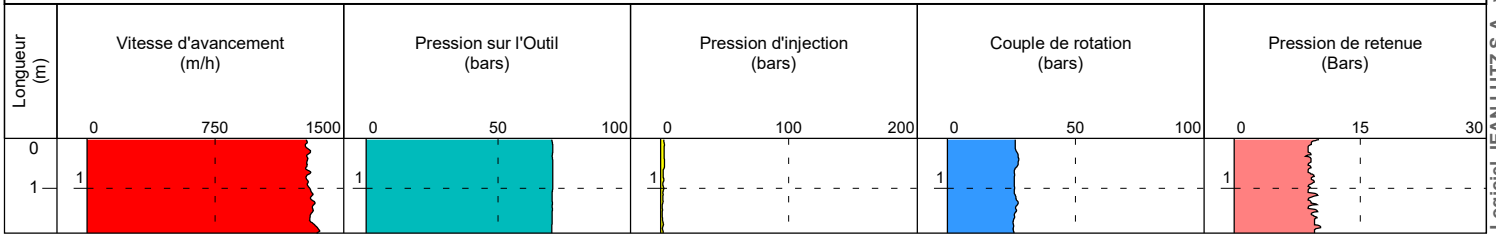
SP1 ET

Machine: Socomafor 50

Client : Groupe Hospitalier du Havre

1/150

1/1



EXGTE 3.23

Date début: 01/06/2023  
Date fin : 01/06/2023  
Profondeur: 0,00 - 30,28 m

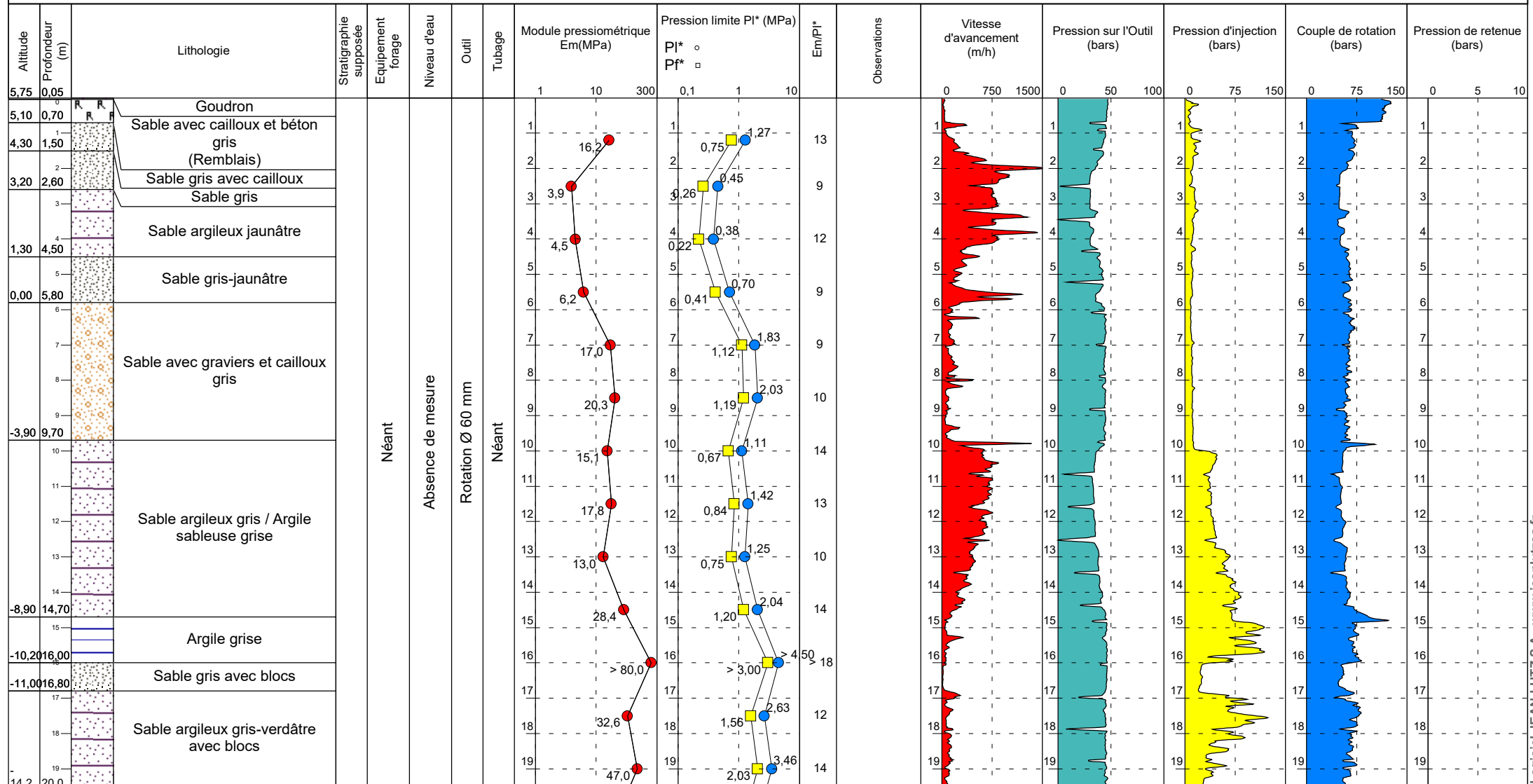
**SP2**

Cote NGF: 5,8  
X : 444402,6  
Y : 204801,5  
Inclinaison: 0°

Machine: EMCI 4.50

Client : Groupe Hospitalier du Havre

1/150  
1/2



Observations:



Date début: 01/06/2023  
Date fin : 01/06/2023  
Profondeur: 0,00 - 30,28 m

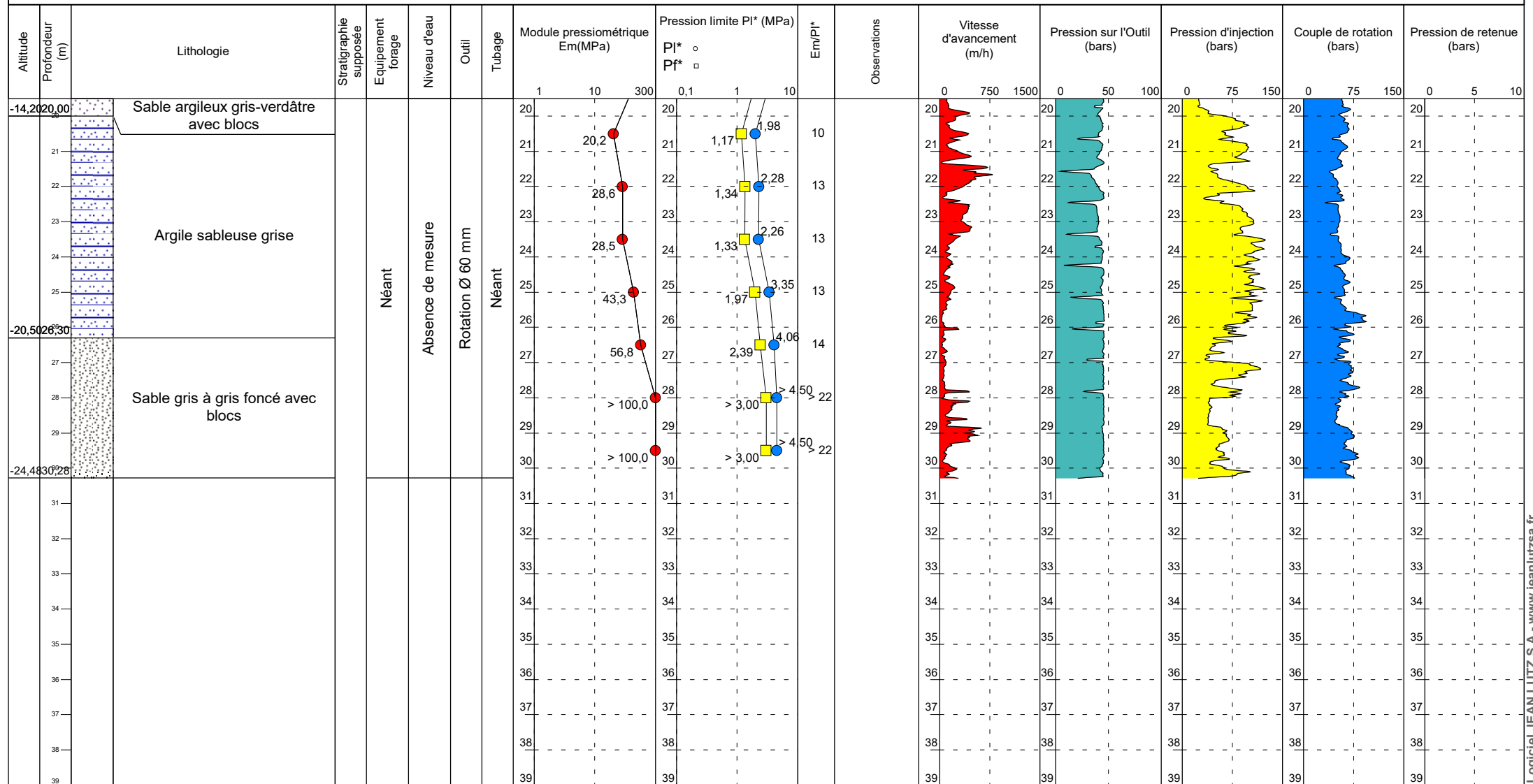
**SP2**

Cote NGF: 5,8  
X : 444402,6  
Y : 204801,5  
Inclinaison: 0°

Machine: EMCI 4.50

**Client : Groupe Hospitalier du Havre**

1/150  
2/2



Observations:



INGENIERIE  
DES SOLS ET FONDATIONS

**G230449 MONTIVILLIERS (76)**  
**Hôpital Jacques Monod**

Date début: 01/06/2023

Date fin : 01/06/2023

Profondeur: 0,00 - 1,27 m

**SP2 ET**

Machine: EMCI 4.50

**Client : Groupe Hospitalier du Havre**

1/150

1/1

Longueur (m)	Vitesse d'avancement (m/h)	Pression sur l'Outil (bars)	Pression d'injection (bars)	Couple de rotation (bars)	Pression de retenue (Bars)
0	0 750 1500	0 50 100	0 75 150	0 75 150	0 5 10
1	1	1	1	1	1

EXGTE 3.23

Date début: 31/05/2023  
Date fin : 31/05/2023  
Profondeur: 0,00 - 16,03 m

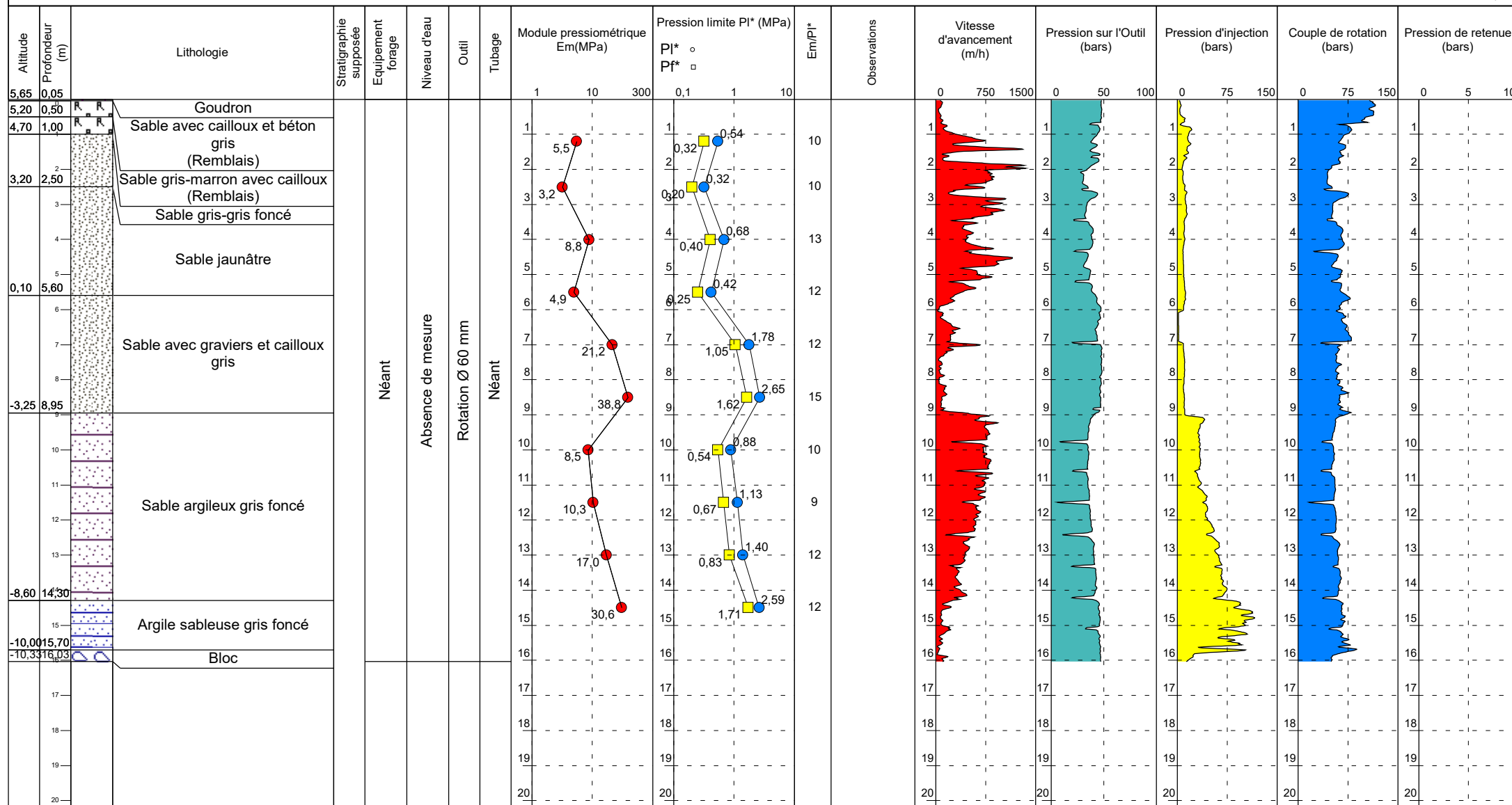
## SP3

Cote NGF: 5,7  
X : 444405,3  
Y : 204828,2  
Inclinaison: 0°

Machine: EMCI 4.50

**Client : Groupe Hospitalier du Havre**

1/150  
1/1



Observations:

EXGTE 3.23



INGENIERIE  
DES SOLS ET FONDATIONS

**G230449 MONTIVILLIERS (76)**  
**Hôpital Jacques Monod**

Date début: 31/05/2023

Date fin : 31/05/2023

Profondeur: 0,00 - 1,28 m

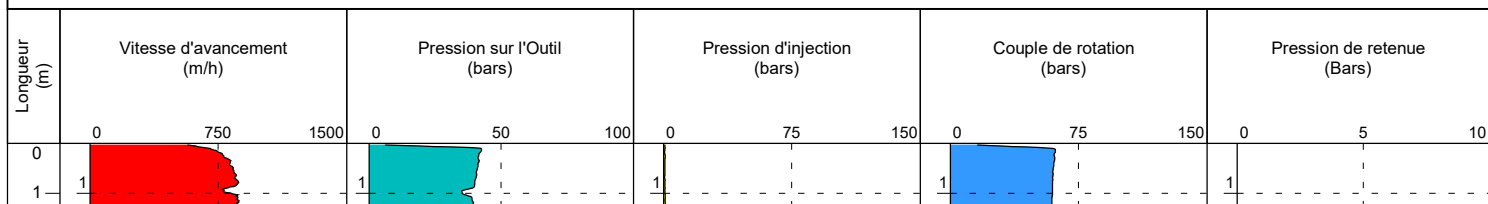
**SP3 ET**

Machine: EMCI 4.50

**Client : Groupe Hospitalier du Havre**

1/150

1/1



EXGTE 3.23

Date début: 30/05/2023  
Date fin : 30/05/2023  
Profondeur: 0,00 - 16,06 m

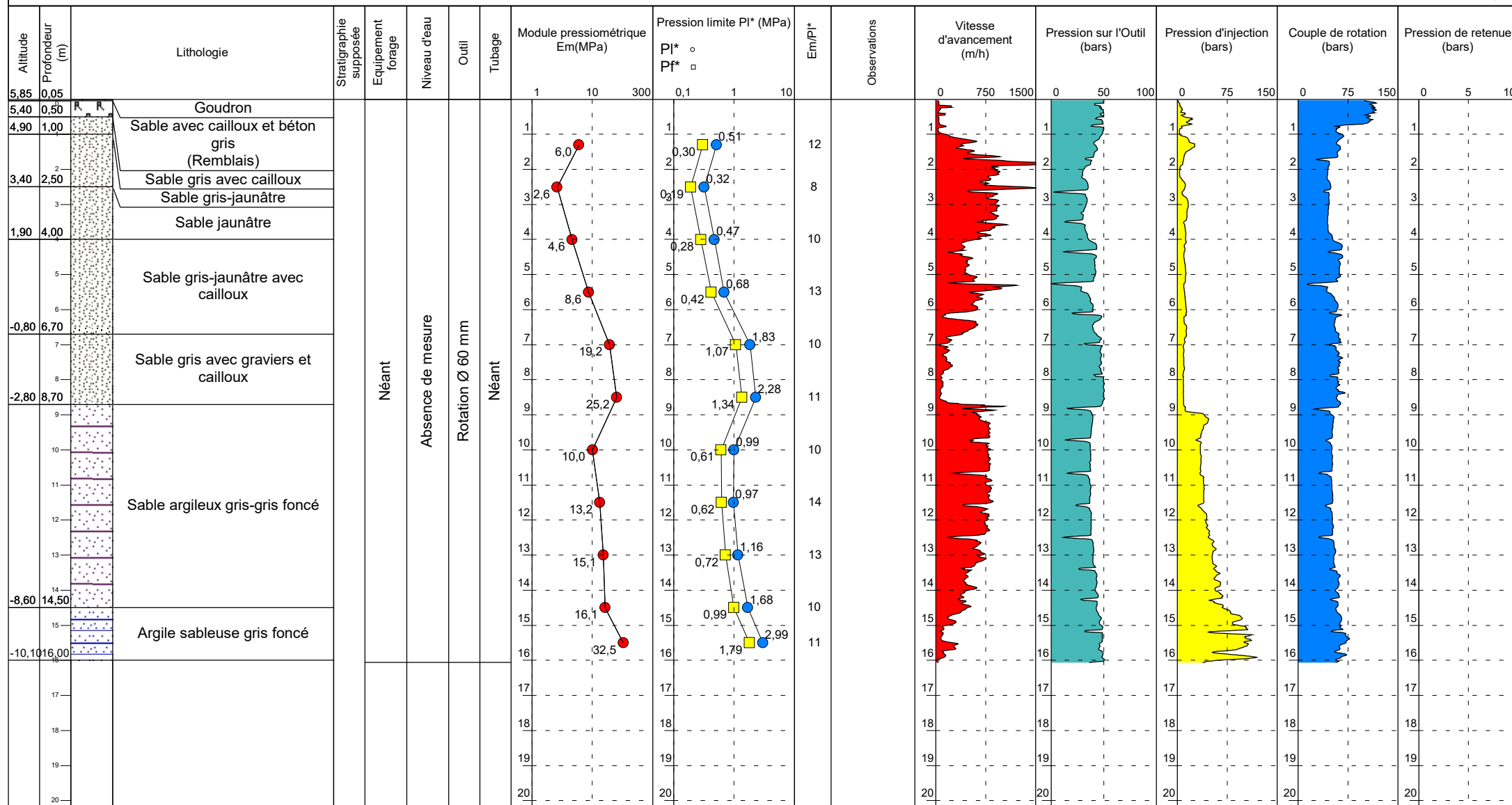
**SP4**

Cote NGF: 5,9  
X : 444404,6  
Y : 204862,8  
Inclinaison: 0°

Machine: EMCI 4.50

**Client : Groupe Hospitalier du Havre**

1/150  
1/1



Observations:

EXGTE 3.23



INGENIERIE  
DES SOLS ET FONDATIONS

G230449 MONTIVILLIERS (76)

Hôpital Jacques Monod

Date début: 30/05/2023

Date fin : 30/05/2023

Profondeur: 0,00 - 1,28 m

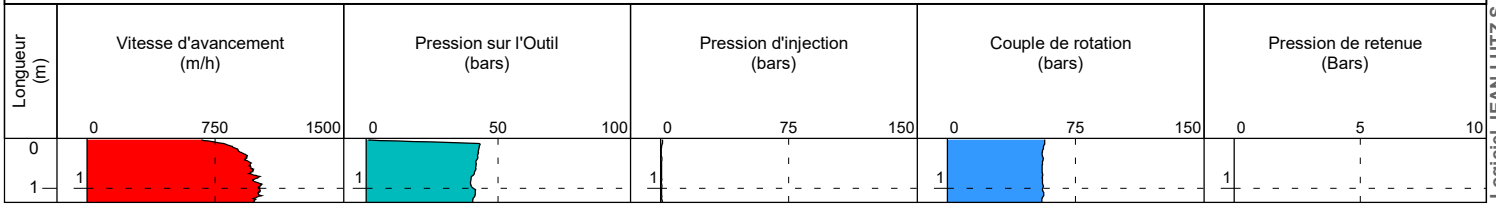
SP4 ET

Machine: EMCI 4.50

Client : Groupe Hospitalier du Havre

1/150

1/1



EXGTE 3.23

Date début: 31/05/2023

Date fin : 31/05/2023

Profondeur: 0,00 - 16,26 m

**SP5**

Cote NGF: 5,7

X : 444375,6

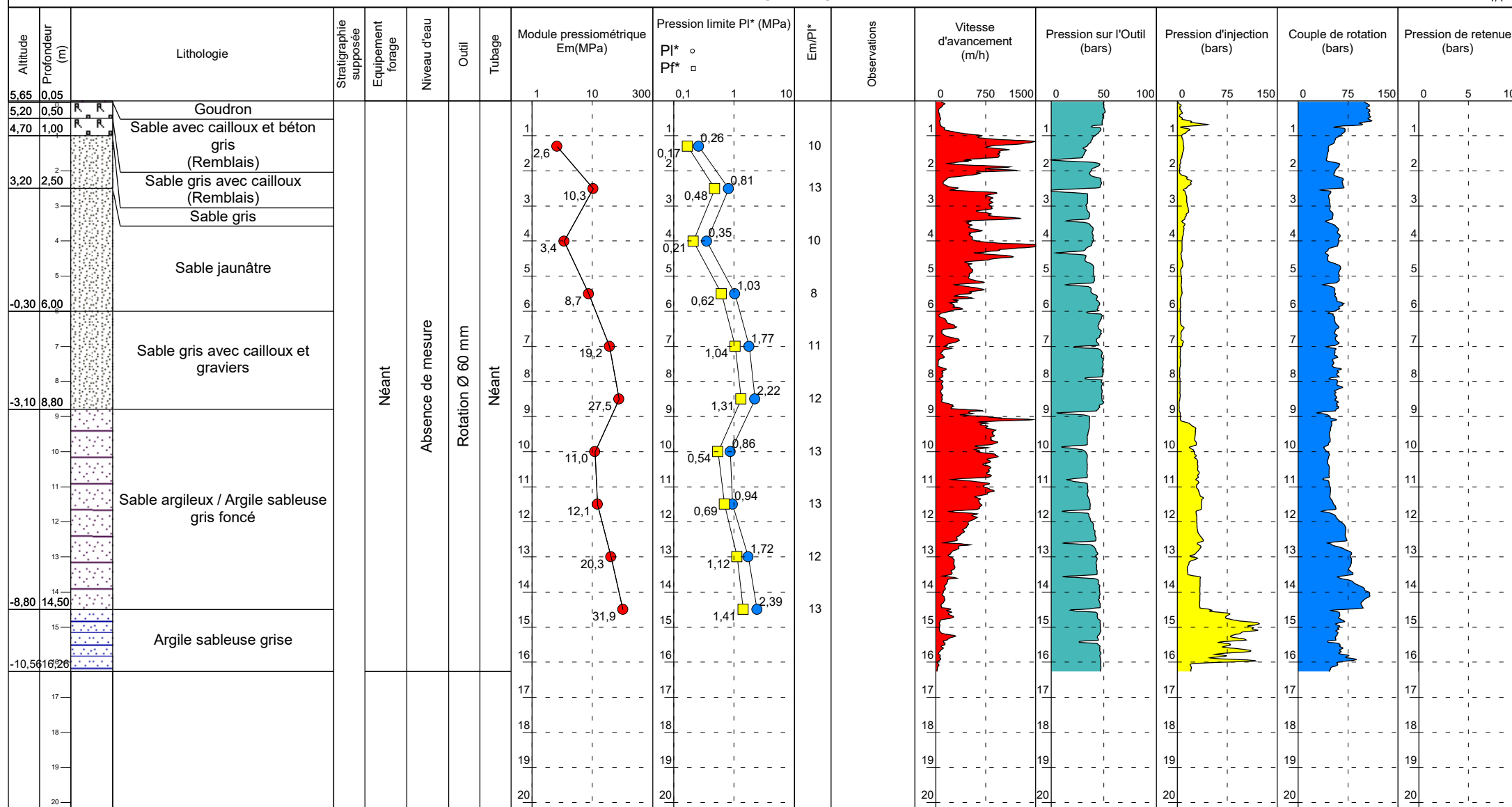
Y : 204825,9

Inclinaison: 0°

Machine: EMCI 4.50

**Client : Groupe Hospitalier du Havre**

1/150  
1/1



Observations:

EXGTE 3.23





INGENIERIE  
DES SOLS ET FONDATIONS

G230449 MONTIVILLIERS (76)

Hôpital Jacques Monod

Date début: 31/05/2023

Date fin : 31/05/2023

Profondeur: 0,00 - 1,27 m

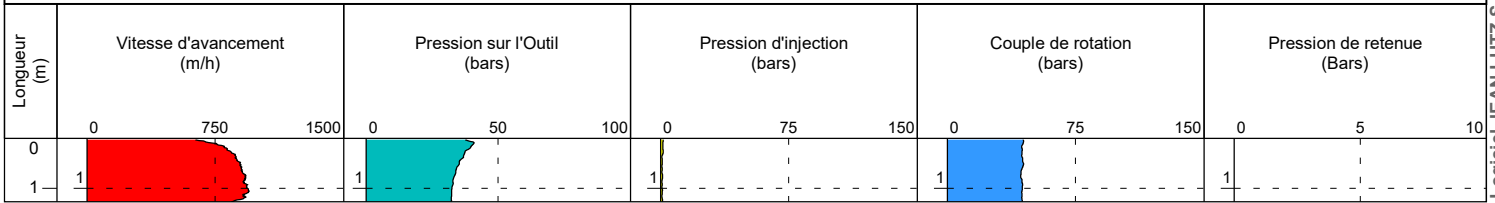
SP5 ET

Machine: EMCI 4.50

Client : Groupe Hospitalier du Havre

1/150

1/1



EXGTE 3.23

Date début: 02/06/2023  
Date fin : 02/06/2023  
Profondeur: 0,00 - 30,31 m

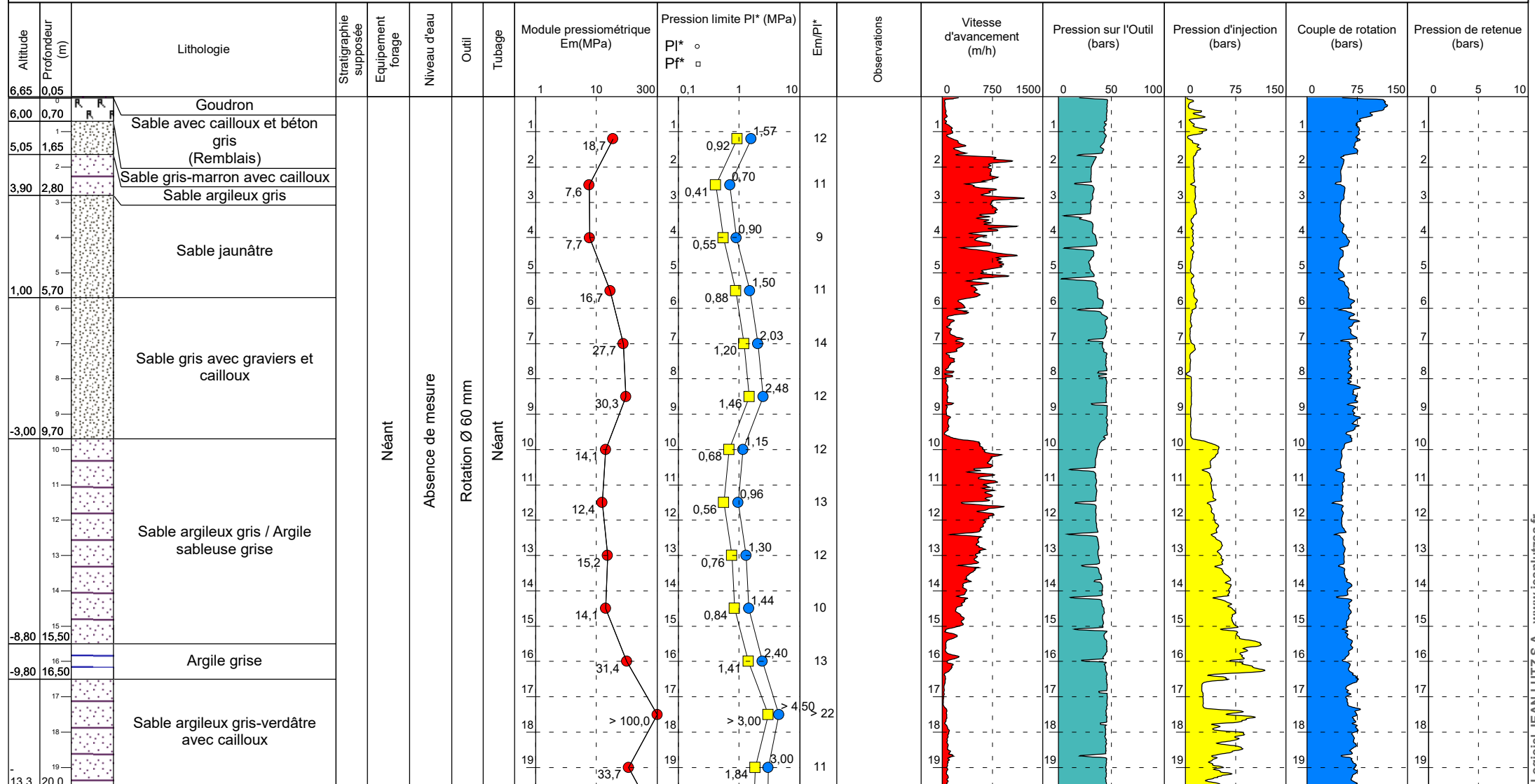
**SP6**

Cote NGF: 6,7  
X : 444373,7  
Y : 204856,8  
Inclinaison: 0°

Machine: EMCI 4.50

Client : Groupe Hospitalier du Havre

1/150  
1/2



Observations:

Date début: 02/06/2023  
Date fin : 02/06/2023  
Profondeur: 0,00 - 30,31 m

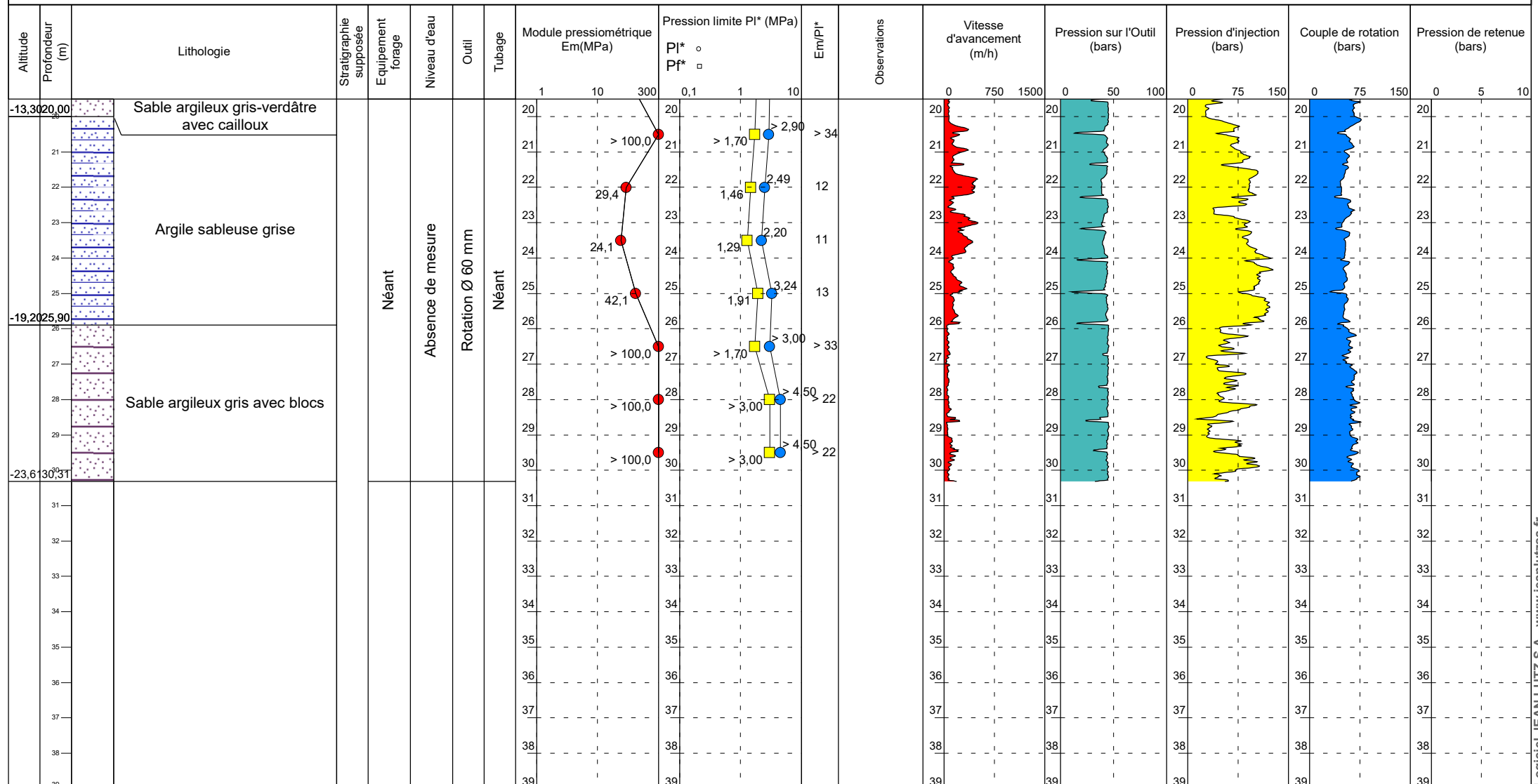
**SP6**

Cote NGF: 6,7  
X : 444373,7  
Y : 204856,8  
Inclinaison: 0°

Machine: EMC1 4.50

Client : Groupe Hospitalier du Havre

1/150  
2/2



Observations:



INGENIERIE  
DES SOLS ET FONDATIONS

G230449 MONTIVILLIERS (76)

Hôpital Jacques Monod

Date début: 02/06/2023

Date fin : 02/06/2023

Profondeur: 0,00 - 1,27 m

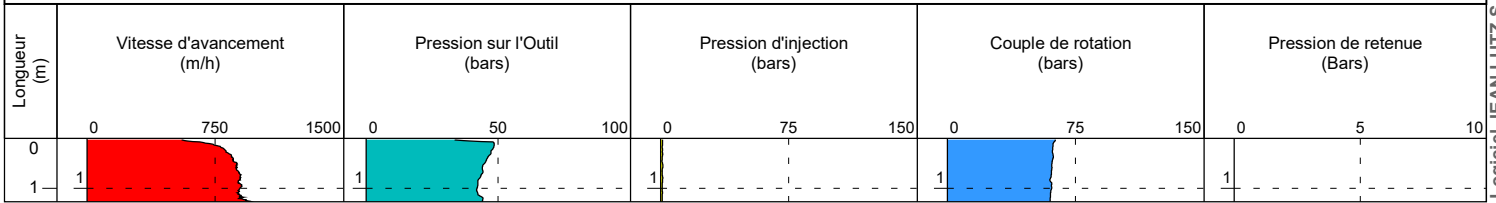
SP6 ET

Machine: EMCI 4.50

Client : Groupe Hospitalier du Havre

1/150

1/1



EXGTE 3.23

Date début: 30/05/2023  
Date fin : 30/05/2023  
Profondeur: 0,00 - 6,80 m

SC7

Cote NGF: 5,6  
X : 444392,3  
Y : 204855,3  
Inclinaison: 0°

Machine: Socomafor 50

Client : Groupe Hospitalier du Havre

1/50

1/1

Altitude	Profondeur (m)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Stratigraphie	Piézomètre	Niveau d'eau	Outil	Tubage	Echantillon(s) Intact(s)	Carottage (%)	RQD (%)
5,60	0,00								0	0
5,47	0,13	El: Blocs de béton et asphalte							50	50
5,32	0,28	El: Tourbe limoneuse noire							100	0
5,00	0,60	El: Sable légèrement calcaire noir gravillonneux						1	100	0
4,77	0,83	El: Argile avec caillouts						1,00 m	100	0
4,60	1,00	El: Limon et sable fin marron légèrement calcaire							100	0
4,31	1,29	El: Sable avec graviers légèrement calcaire (silex)						2	100	0
4,11	1,49	El: Sable grossier-moyen marron légèrement calcaire						2,00 m	100	0
3,60	2,00	El: Sable limoneux marron-vert avec rares débris de verre							100	0
3,07	2,53	Sable fin légèrement argileux brun-gris						3,00 m	100	0
2,60	3,00	Argile sableuse brune							100	0
		El: Sable fin légèrement argileux très humide de 3.40 à 4.00 m						3	100	0
1,60	4,00	Sable fin argileux brun à très légèrement grisâtre						4,00 m	100	0
0,60	5,00	Sable fin brun clair							100	0
-0,20	5,80	Sable brun clair avec silex							100	0
-0,40	6,00	Prolongement du forage pour pose du piézomètre								
-1,20	6,80									

Tube PVC Ø 51/60 mm crépiné de 2.00 à 6.80 m avec capot hors sol cimenté, bouchon de sobranite de 0.30 à 1.80 m puis massif filtrant de 1.80 à 6.80 m

1,17 m  
19/06/2023

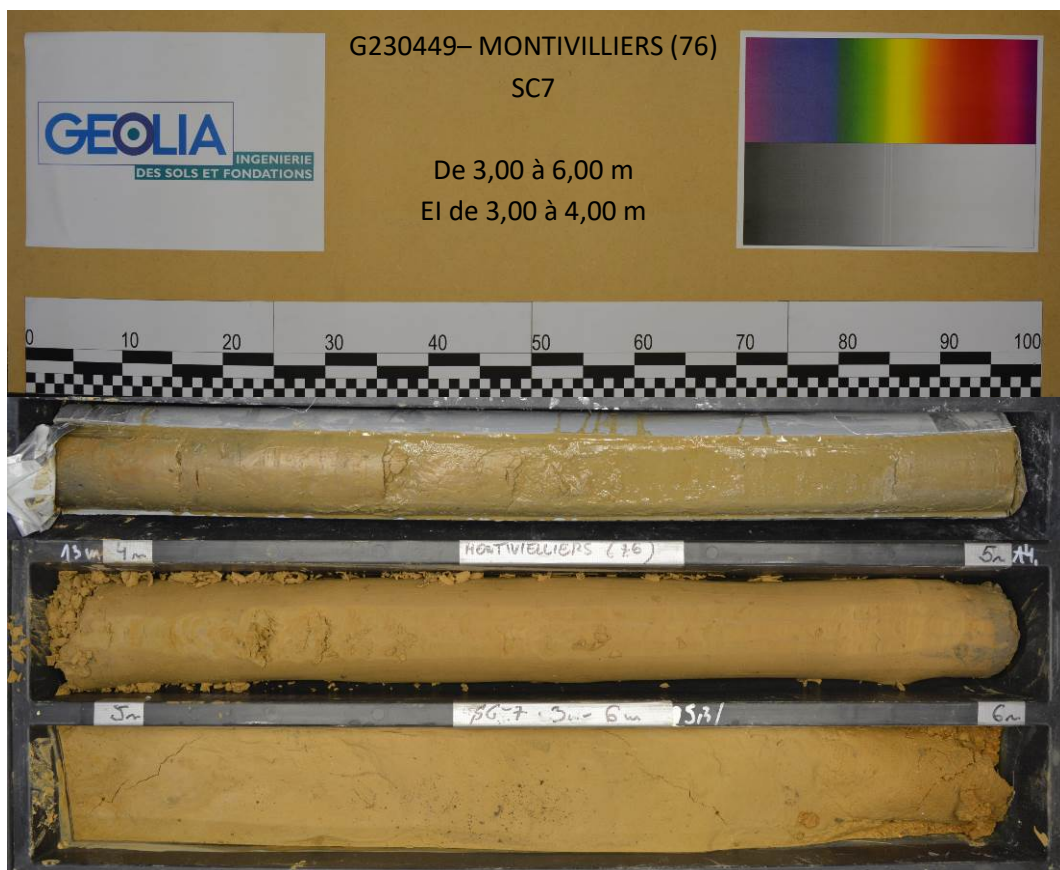
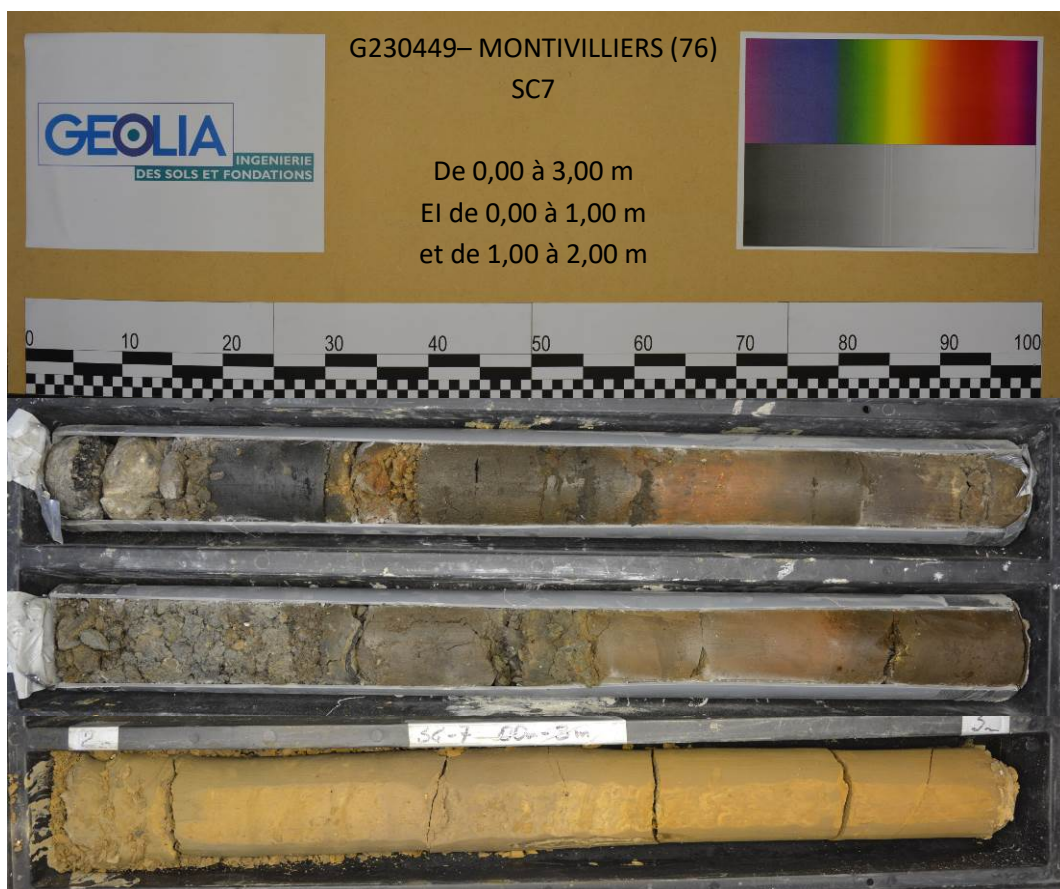
Carottier Ø 114 mm

Néant

Observations:

EXGTE 3.23

## PHOTOGRAPHIES DE CAISSES A CAROTTES



Date début: 31/05/2023  
Date fin : 31/05/2023  
Profondeur: 0,00 - 8,40 m

SC8

Cote NGF: 5,6  
X : 444404,5  
Y : 204793,8  
Inclinaison: 0°

Machine: Socomafor 50

Client : Groupe Hospitalier du Havre

1/50

1/1

Altitude	Profondeur (m)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Stratigraphie	Piezomètre	Niveau d'eau	Outil	Tubage	Echantillon(s) Intact(s)	Carottage (%)	RQD (%)
5,60	0,00								0 50 100	0 50 100
5,30	0,30	El: Limon marron légèrement calcaire								
5,00	0,60	El: Sable moyen noir légèrement calcaire						1	100	0
4,60	1,00	El: Sable fin limoneux légèrement calcaire						1,00 m		
4,30	1,30	El: Tourbe sableuse noire								
3,90	1,70	El: Sable fin légèrement calcaire gris						2	100	0
3,60	2,00	El: Limon ocre légèrement calcaire avec matière organique						2,00 m		
3,20	2,40	Limon légèrement sableux marron foncé							100	0
2,60	3,00	Argile grise à gris bleuté						3,00 m		
1,90	3,70	El: Argile molle limono-sableuse très fine gris anthracite bleutée verdâtre						3	100	0
1,60	4,00	El: Argile molle limono-sableuse très fine marron						4,00 m		
0,60	5,00	Sable fin argileux marron très légèrement grisâtre							100	0
0,04	5,56	Sable fin et silex brun clair							100	0
-0,40	6,00	Sable gris à gris-verdâtre à silex								
		Prolongement du forage pour pose du piézomètre								
-2,80	8,40									

Tube PVC Ø 51/60 mm crépiné de 2,00 à 8,40 m avec capot hors sol cimenté, bouchon de sobranite de 0,50 à 2,00 m puis massif filtrant de 2,00 à 8,40 m

1,18 m  
19/06/2023

Carottier Ø 114 mm

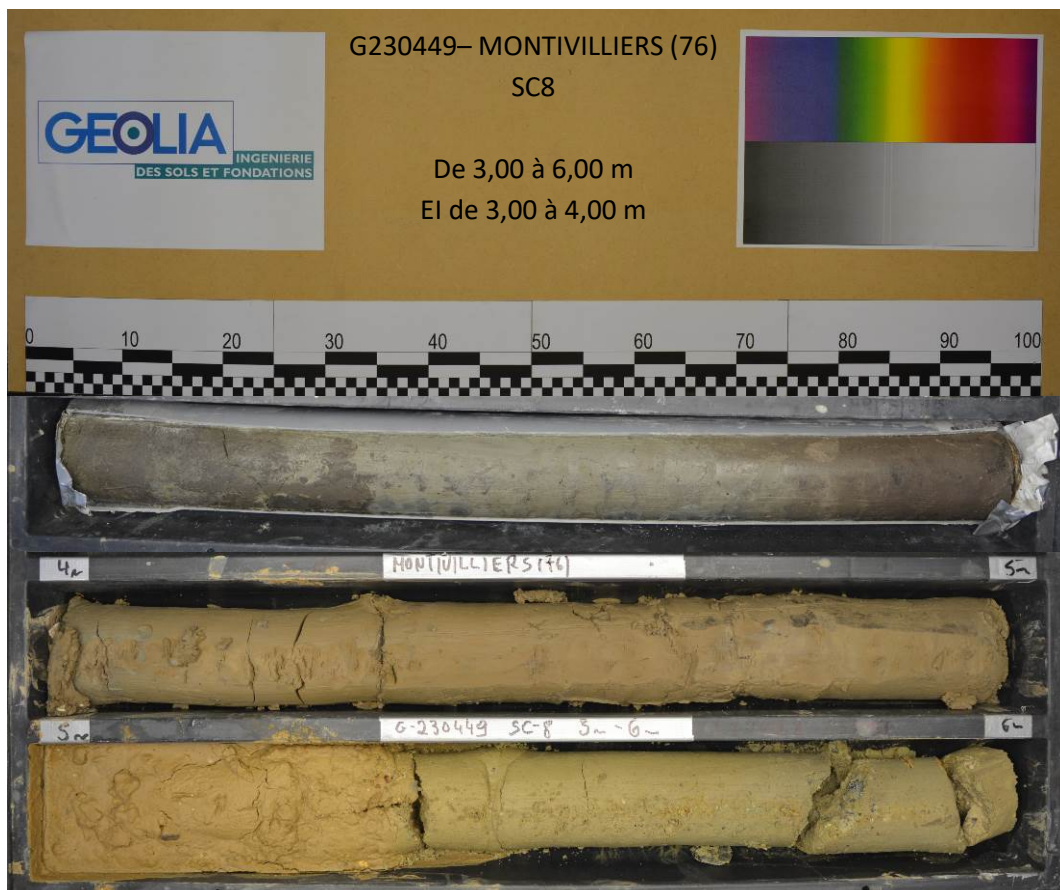
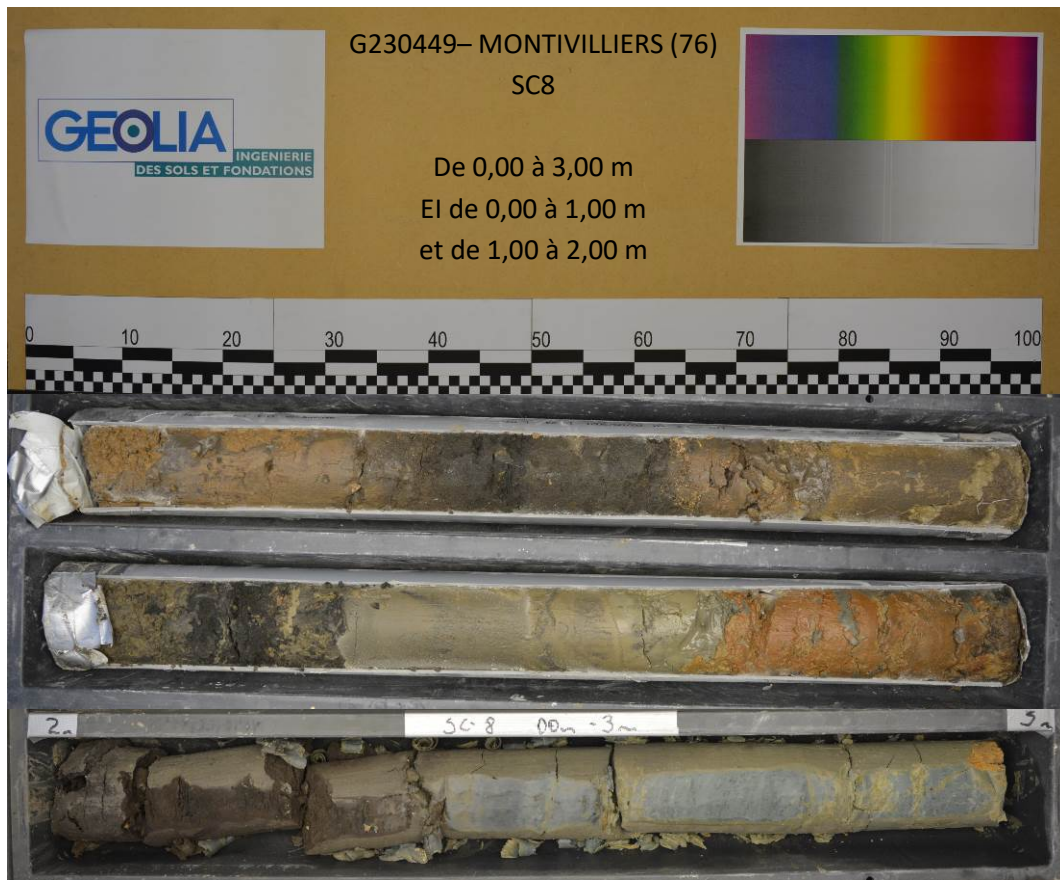
Néant

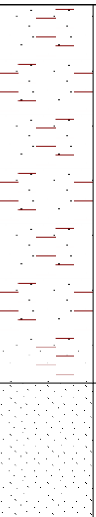
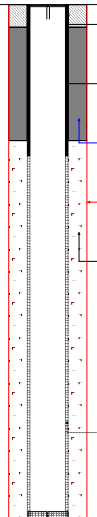
Observations:

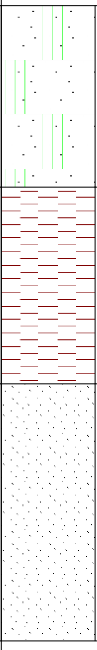
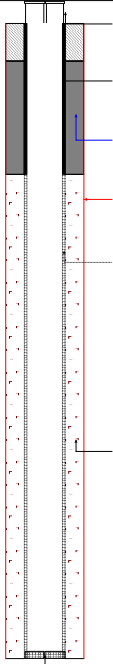
EXGTE 3.23



## PHOTOGRAPHIES DE CAISSES A CAROTTES



COTE (m)	PROF.	COUPE APPROCHEE	TUBAGE	OUTIL	EAU	PROF (m)	EQUIPEMENT - PIEZOMETRE	Remarque
5.60	0.00	 <p>Sable argileux brun</p> <p>Sable fin avec silex</p>	0.0	Tricône Ø 114 mm	1.17 Le 19/06/2023	0.00	 <p>Bouche à clé cimentée</p> <p>Tube PVC plein Ø 51/60 mm</p> <p>Bouchon de sobranite</p> <p>Forage Ø 114 mm</p> <p>Massif filtrant: graviers</p> <p>Tube PVC crépiné Ø 51/60 mm</p> <p>Bouchon de pied</p>	
0.60	5.00		Néant			0.30		
-1.20	6.80		6.8			1.80		
						2.00		

COTE (m)	PROF.	COUPE APPROCHEE	TUBAGE	OUTIL	EAU	PROF (m)	EQUIPEMENT - PIEZOMETRE	Remarque		
5.60	0.00	 <p>Sable limoneux marron</p> <p>Argile grise à verdâtre</p> <p>Sable fin avec silex</p>	0.0	Tricône Ø 114 mm	Le 19/06/2023 1.18	0.00	 <p>Capot hors sol cimenté</p> <p>Tube PVC plein Ø 51/60 mm</p> <p>Bouchon de sobranite</p> <p>Forage Ø 114 mm</p> <p>Tube PVC crépiné Ø 51/60 mm</p> <p>Massif filtrant: graviers</p> <p>Bouchon de pied</p>			
3.20	2.40		Néant			0.50				
0.60	5.00					2.00				
-2.80	8.40		8.4							

Date début: 02/06/2023

Date fin : 02/06/2023

Profondeur: 0,00 - 2,00 m

**ST1**

Cote NGF: 6,6

X : 444331,7

Y : 204838,5



Inclinaison: 0°

Machine: Socomafor 50

**Client : Groupe Hospitalier du Havre**

1/100

1/1

Cote NGF	Profondeur (m)	Echantillons	Lithologie	Niveau d'eau	Outil	Equipement forage
5,30 m	0		 Limon sableux avec graviers	Absence de mesure	Tarière Ø 110 mm	Néant
	1		1,30 m			
4,60 m	2		 2,00 m Limon sableux noir			
	3					
	4					
	5					
	6					
	7					
	8					
	9					
	10					
	11					
	12					
	13					
	14					
	15					
	16					
	17					
	18					
	19					
	20					

Observations:

EXGTE 3.23



INGENIERIE  
DES SOLS ET FONDATIONS

G230449 MONTIVILLIERS (76)  
Hôpital Jacques Monod

Date début: 01/06/2023

Date fin : 01/06/2023

Profondeur: 0,00 - 2,00 m

ST2

Cote NGF: 6,0

X : 444342,2

Y : 204822,7

Inclinaison: 0°

Machine: Socomafor 50

Client : Groupe Hospitalier du Havre

1/100

1/1

Cote NGF	Profondeur (m)	Echantillons	Lithologie	Niveau d'eau	Outil	Equipement forage
5,95 m	0		Goudron noir	Absence de mesure	Tarière Ø 110 mm	Néant
	1		0,05 m Limon sableux grisâtres avec graviers			
4,70 m			1,30 m Sable finement limoneux noir-grisâtre			
4,00 m	2		2,00 m			
	3					
	4					
	5					
	6					
	7					
	8					
	9					
	10					
	11					
	12					
	13					
	14					
	15					
	16					
	17					
	18					
	19					
	20					

Observations:

EXGTE 3.23

Date début: 02/06/2023  
 Date fin : 02/06/2023  
 Profondeur: 0,00 - 2,00 m

**ST3**

Cote NGF: 5,6  
 X : 444355,7  
 Y : 204797,3  
 Inclinaison: 0°

Machine: Socomafor 50

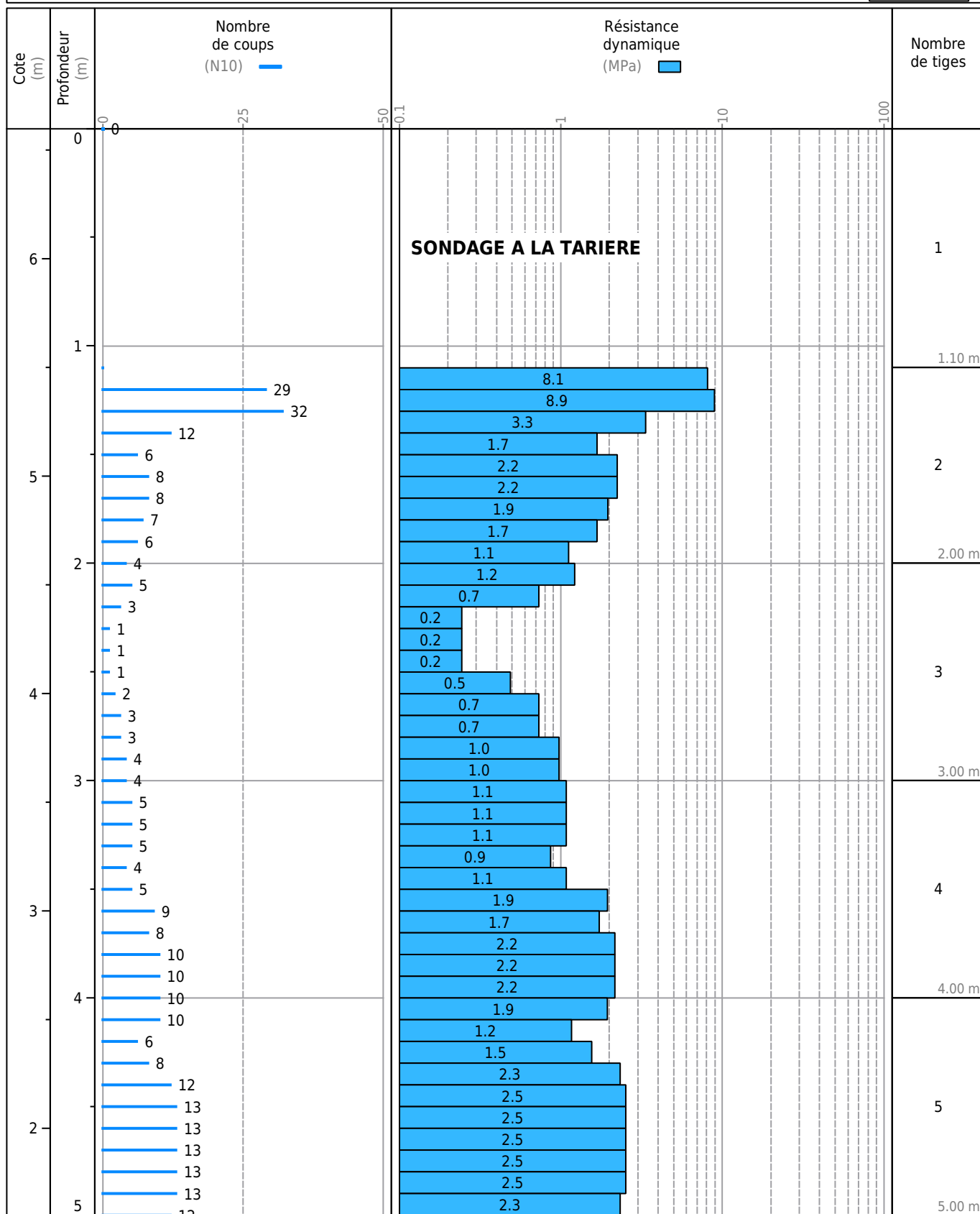
**Client : Groupe Hospitalier du Havre**

1/100  
 1/1

Cote NGF	Profondeur (m)	Echantillons	Lithologie	Niveau d'eau	Outil	Equipement forage
5,55 m	0		Goudron	Absence de mesure	Tarière Ø 110 mm	Néant
5,10 m	0,05 m		Sable avec graviers			
	0,50 m		Sable finement limoneux grisâtre			
3,60 m	2		2,00 m			
	3					
	4					
	5					
	6					
	7					
	8					
	9					
	10					
	11					
	12					
	13					
	14					
	15					
	16					
	17					
	18					
	19					
	20					

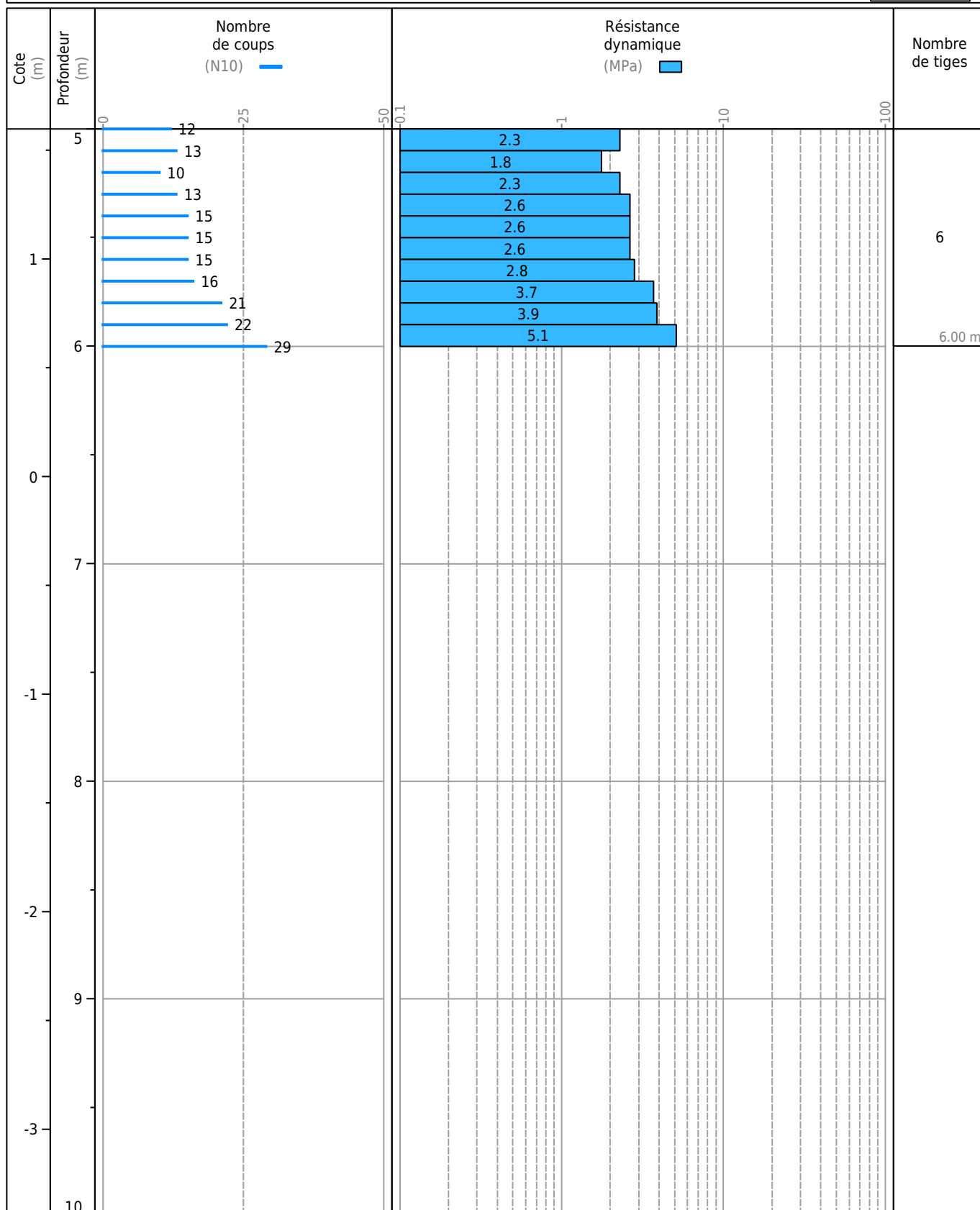
Observations:

EXGTE 3.23

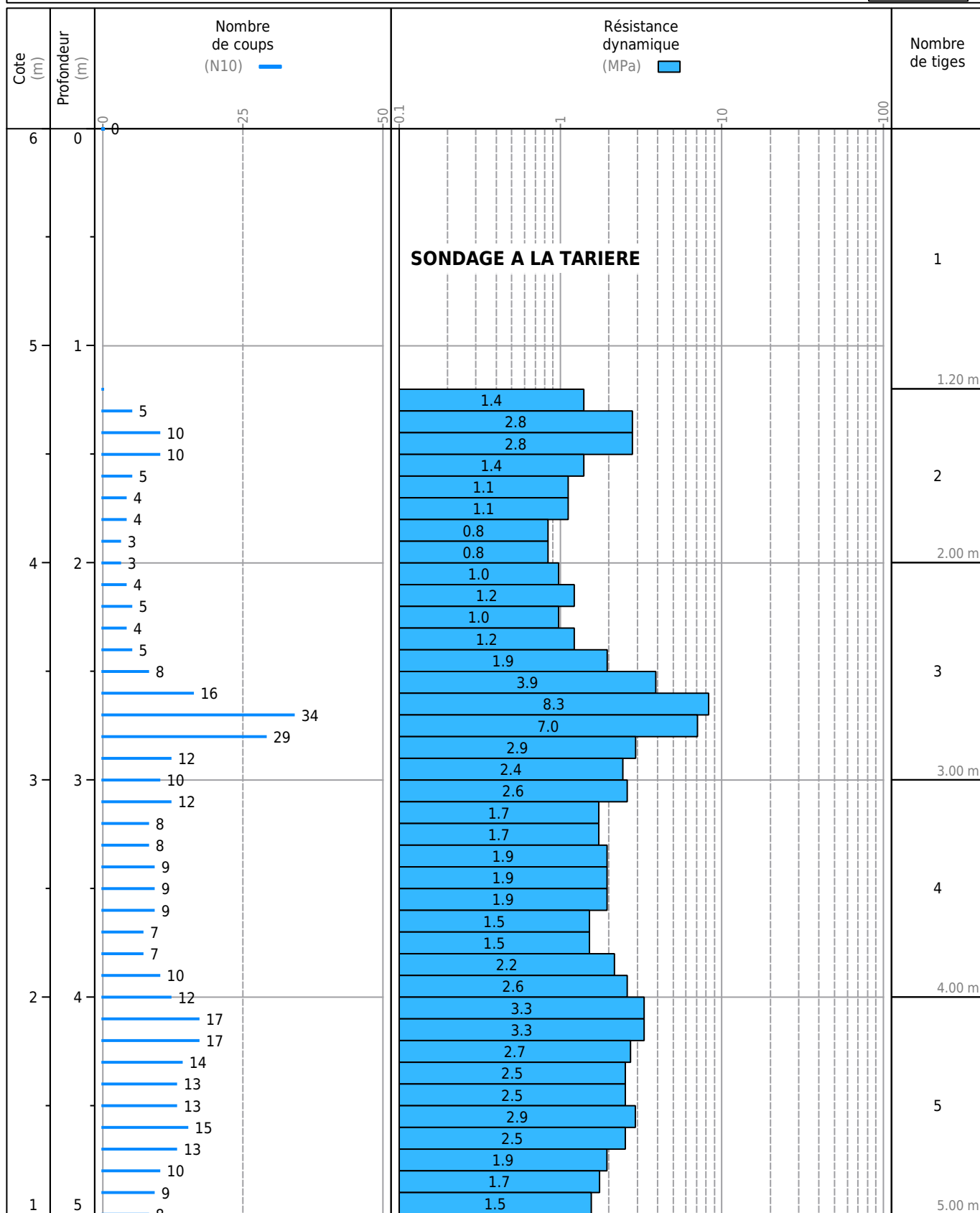


Obs. :

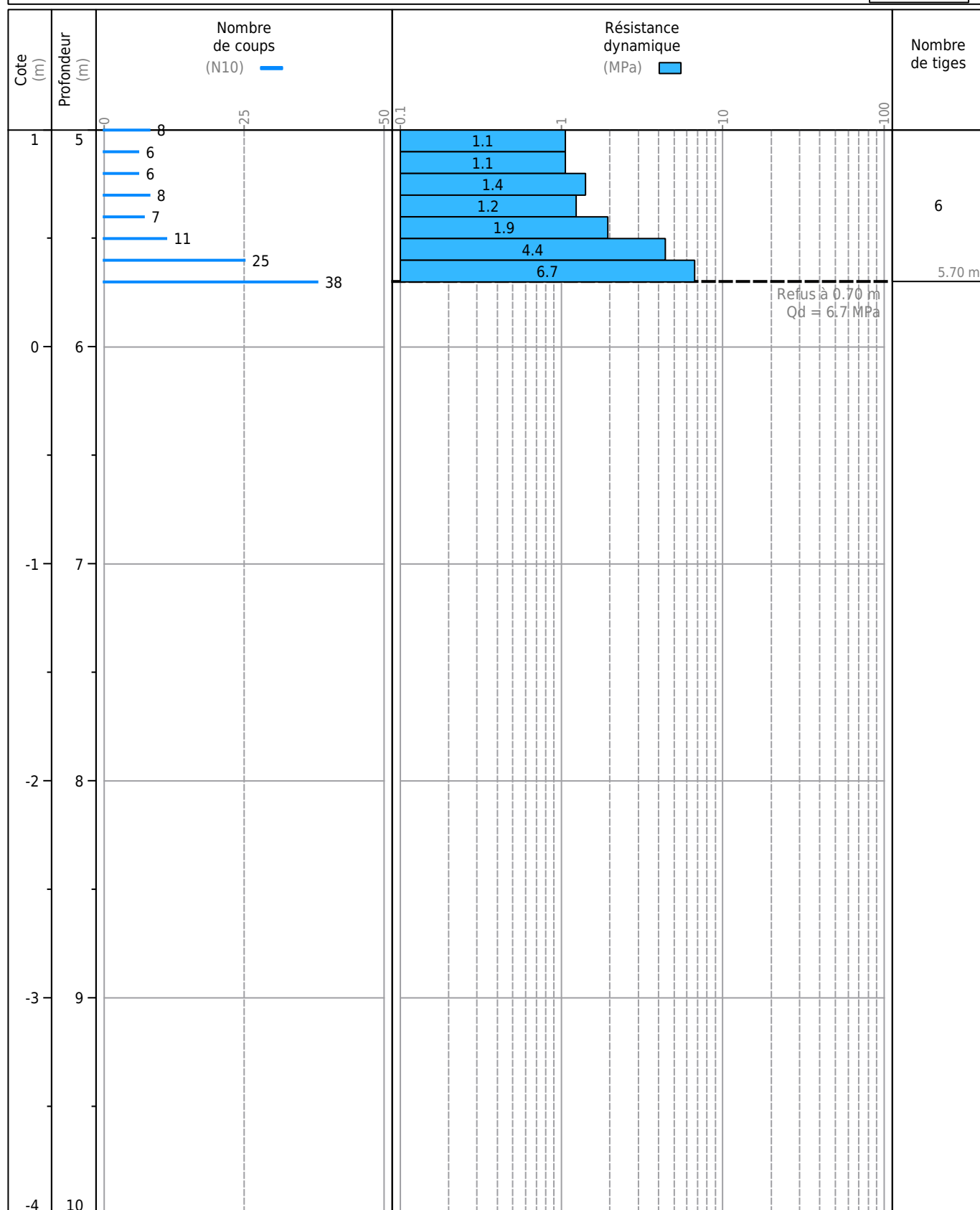




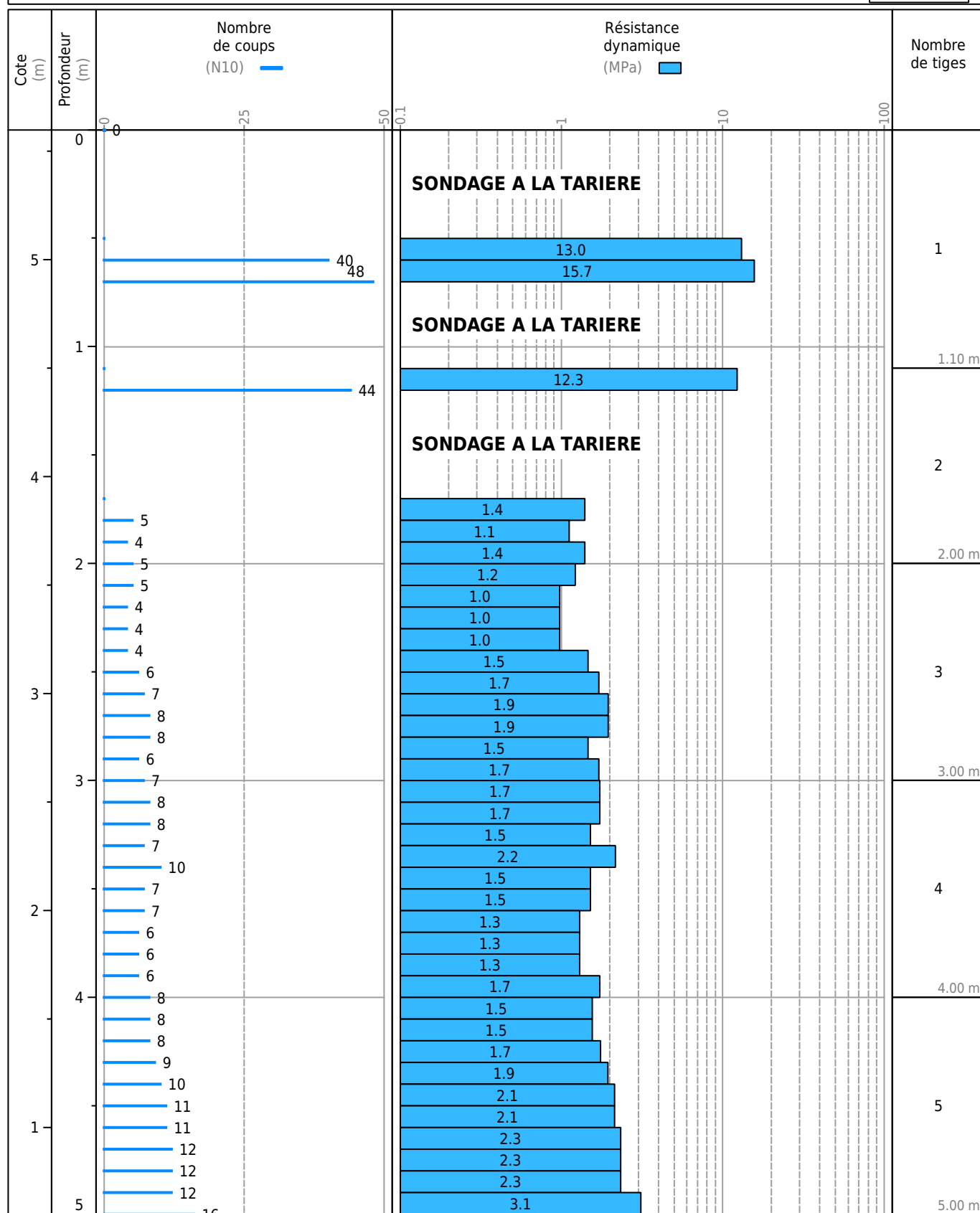
Obs. :



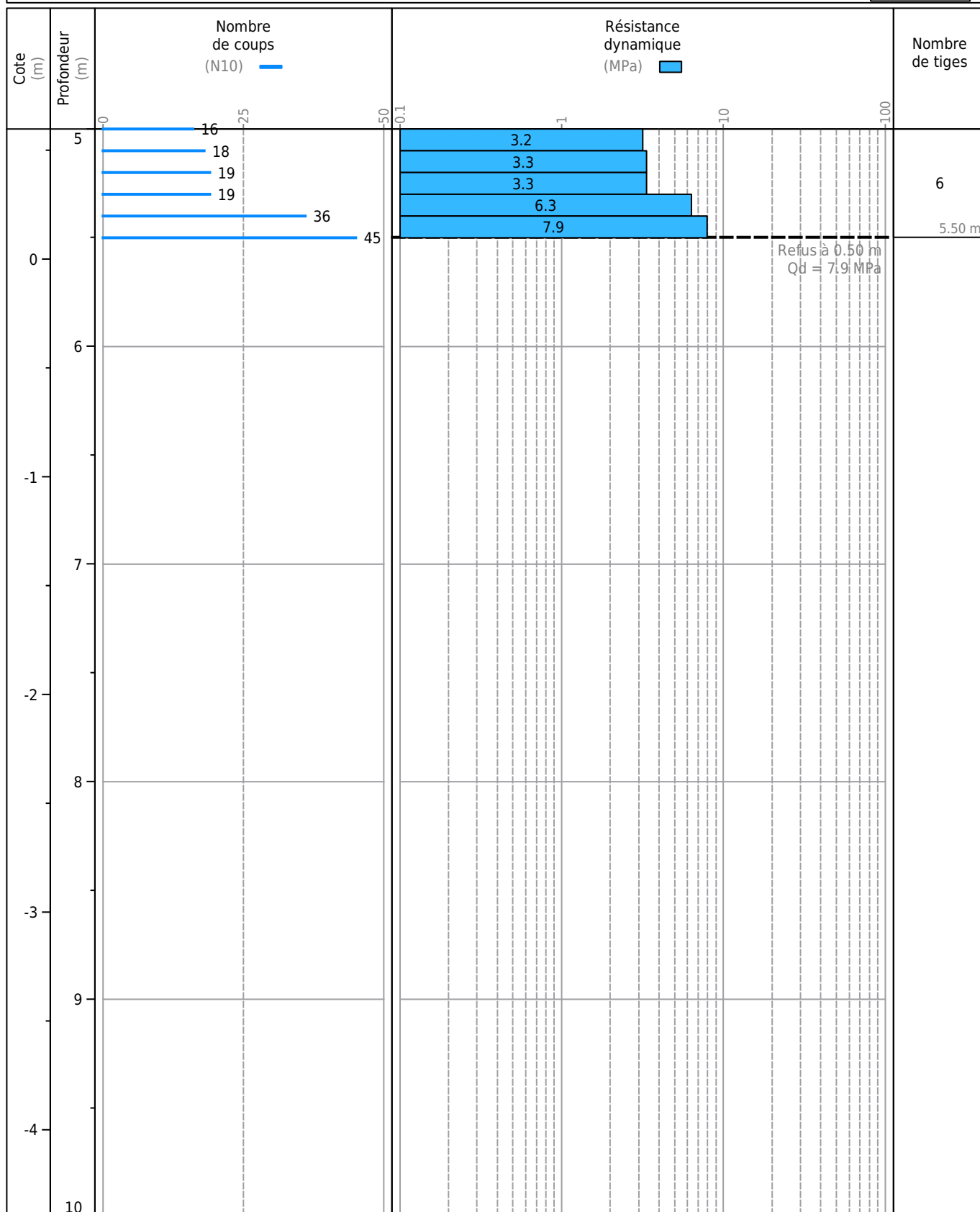
Obs. :



Obs. :



Obs. :



Obs. :

**ANNEXE 5:**

**RESULTATS DES ESSAIS AU LABORATOIRE**

Dossier : G230449 MONTIVILLIERS

Echantillon : -

Sondage : SC7

Date de prélèvement : 21-juin-23

Profondeur : 0,0-1,0m vers 0,60m

Description :Sable fin à grossier noir, légèrement calcaire et très graveleux, comprenant des résidus de béton et d'asphalte. (Remblais)

Température d'étuvage : 105°C

Essais de caractérisation de la fraction 0/50 mm

**Teneur en eau naturelle selon la NF P 94-050**

$w_n = 12.6 \%$

**Analyse granulométrique selon la NF P 94-056**

Passant à 80  $\mu\text{m}$  = 22 %

Passant à 2 mm = 47 %

Passant à 50 mm = 64 % (matériaux de type C1)

**Valeur au bleu selon la NF P 94-068**

$\text{VBS} = 0.5 \text{ g}_{\text{bleu}}/100\text{g}_{\text{matériau sec}}$

**Indice de plasticité selon la NF P 94-051**

$I_p = /$

**Teneur en matières organiques selon la NF P 94-055**

$\text{MO} = / \%$

Classe de matériau =

**B5**

Détermination de l'état hydrique

**Indice de consistance selon la NF P 94-051**

$I_c = /$

**Teneur en eau naturelle selon la NF P 94-050**

$w_n = / \times w_{\text{OPN}}$

**Indice Portant Immédiat à la teneur en eau naturelle selon la NF P 94-078**

$\text{IPI} = /$

Etat hydrique du matériau =

**/**

Observations :

Etabli par : A.M

Le: 26/06/2023

# Procès verbal de la détermination de la valeur de Bleu de Méthylène d'un sol par l'essai à la tache selon la NF P 94-068

**Dossier : G230449 MONTIVILLIERS**

### Echantillon :

Sondage :	SC7	Date de prélèvement :	21-juin-23
Profondeur :	0,0-1,0m vers 0,60m	Date de l'essai :	26-juin-23
Température d'étuvage :	105°C		
Nature du sol :	Sable fin à grossier noir, légèrement calcaire et très graveleux, comprenant des résidus de béton et d'asphalte. (Remblais)		

### Résultats de l'essai :

	échantillon
<b>Masse humide de la prise</b>	<b>91.6</b>
<b>w (%) 0/5mm</b>	19.3
<b>Masse Sèche de la prise</b>	76.8
<b>C (%) 0/5 mm</b>	<b>50.7</b>
<b>V (cm3)</b>	81.5
<b>VBS<sub>0/5</sub> (g<sub>bleu</sub>/100g<sub>mat. sec</sub>) =</b>	<b>1.1</b>
<b>VBS<sub>0/D</sub> (g<sub>bleu</sub>/100g<sub>mat. sec</sub>) =</b>	0.5

### Observations :

$$\text{VBS} = 0.5 \quad (\text{gbleu}/100\text{gmat. sec})$$



**Dossier :** G230449 MONTIVILLIERS

**Echantillon :** -

Sondage : SC7

Date de prélèvement : 21-juin-23

Profondeur : 0,0-1,0m vers 0,60m

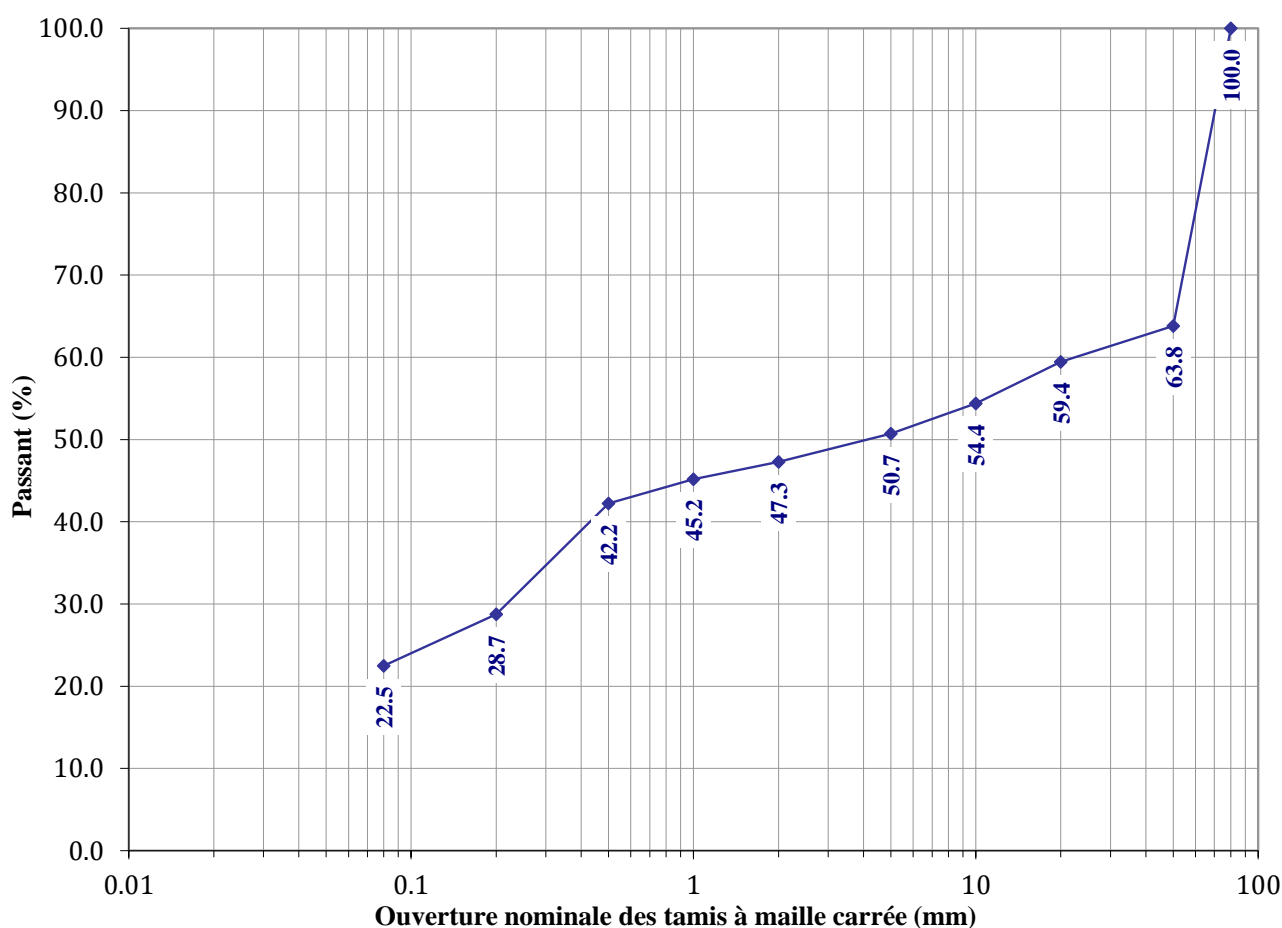
Date de l'essai : 26-juin-23

Nature du sol : Sable fin à grossier noir, légèrement calcaire et très graveleux, comprenant des résidus de béton et d'asphalte. (Remblais)

**Résultats de l'essai :**

Température d'étuvage : 105°C

Tamis (mm)	0.080	0.200	0.500	1	2	5	10	20	50	80
Passant (%)	22.5	28.7	42.2	45.2	47.3	50.7	54.4	59.4	63.8	100.0



**Observations :**

$d_m = 75$  mm

$d_{60} = 23.855$  mm

$d_{30} = 0.228$  mm

$d_{10} = /$  mm

Facteur de courbure :  $C_c = /$

→ Sans objet si le passant à  $80\mu\text{m} > 50 \%$

Facteur d'uniformité :  $C_u = /$

→ Sans objet si le passant à  $80\mu\text{m} > 50 \%$

Etabli par : A.M

Le: 26/06/2023

Dossier : G230449 MONTIVILLIERS

Echantillon : -

Sondage : SC7

Date de prélèvement : 21-juin-23

Profondeur : 1,0-2,0m vers 1,70m

Description :Sable limoneux et vaseux, marron verdâtre.  
(Remblais)

Température d'étuvage : 105°C

Essais de caractérisation de la fraction 0/50 mm

**Teneur en eau naturelle selon la NF P 94-050**

$w_n = 19.7 \%$

**Analyse granulométrique selon la NF P 94-056**

Passant à 80  $\mu\text{m}$  = 92 %

Passant à 2 mm = 100 %

Passant à 50 mm = 100 %

**Valeur au bleu selon la NF P 94-068**

$\text{VBS} = 1.8 \text{ g}_{\text{bleu}}/100\text{g}_{\text{matériau sec}}$

**Indice de plasticité selon la NF P 94-051**

$I_p = /$

**Teneur en matières organiques selon la NF P 94-055**

$\text{MO} = / \%$

Classe de matériau =

**A1**

Détermination de l'état hydrique

**Indice de consistance selon la NF P 94-051**

$I_c = /$

**Teneur en eau naturelle selon la NF P 94-050**

$w_n = / \times w_{\text{OPN}}$

**Indice Portant Immédiat à la teneur en eau naturelle selon la NF P 94-078**

$\text{IPI} = /$

Etat hydrique du matériau =

**/**

Observations :

Etabli par : A.M

Le: 26/06/2023

## Procès verbal de la détermination de la valeur de Bleu de Méthylène d'un sol par l'essai à la tache selon la NF P 94-068

**Dossier : G230449 MONTIVILLIERS**

### Echantillon :

Sondage :	SC7	Date de prélèvement :	21-juin-23
Profondeur :	1,0-2,0m vers 1,70m	Date de l'essai :	26-juin-23
Température d'étuvage : 105°C			
Nature du sol : Sable limoneux et vaseux, marron verdâtre. (Remblais)			

### Résultats de l'essai :

	échantillon
<b><i>Masse humide de la prise</i></b>	<b>95.9</b>
<b><i>w (%) 0/5mm</i></b>	19.7
<b><i>Masse Sèche de la prise</i></b>	80.2
<b><i>C (%) 0/5 mm</i></b>	<b>100.0</b>
<b><i>V (cm3)</i></b>	142.3
<b><i>VBS</i> 0/5 (g<sub>bleu</sub>/100g<sub>mat. sec</sub>) =</b>	<b>1.8</b>
<b><i>VBS</i> 0/D (g<sub>bleu</sub>/100g<sub>mat. sec</sub>) =</b>	1.8

### Observations :

$$\text{VBS} = 1.8 \quad (\text{gbleu}/100\text{gmat. sec})$$

## Procès verbal d'analyse granulométrique

Méthode par tamisage à sec après lavage  
selon la NF P 94-056

**Dossier :** G230449 MONTIVILLIERS

**Echantillon :** -

Sondage : SC7

Date de prélèvement : 21-juin-23

Profondeur : 1,0-2,0m vers 1,70m

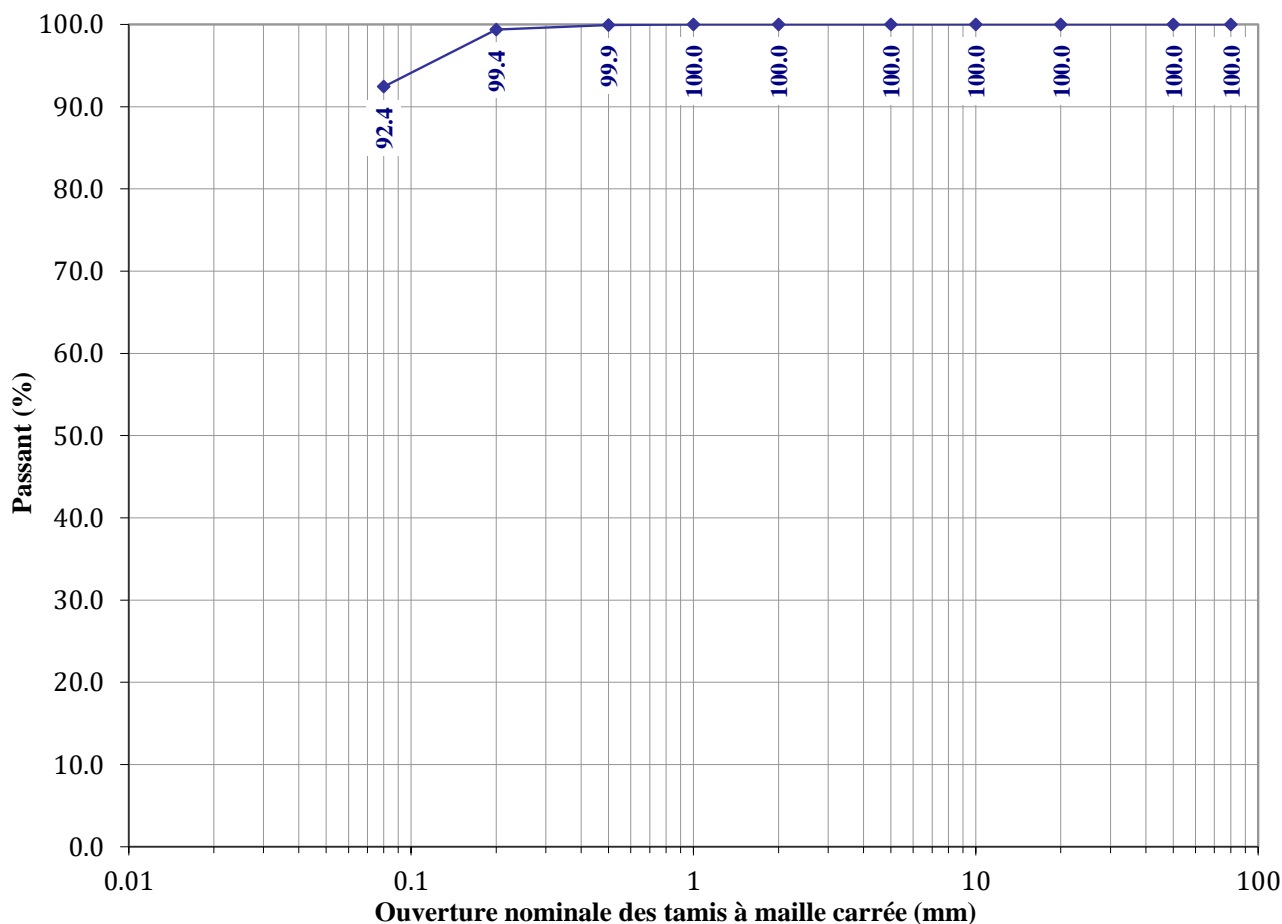
Date de l'essai : 26-juin-23

Nature du sol : Sable limoneux et vaseux, marron verdâtre. (Remblais)

### Résultats de l'essai :

Température d'étuvage : 105°C

Tamis (mm)	0.080	0.200	0.500	1	2	5	10	20	50	80
Passant (%)	92.4	99.4	99.9	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0



### Observations :

$d_m = 0.9$  mm

$d_{60} = /$  mm

$d_{30} = /$  mm

$d_{10} = /$  mm

Facteur de courbure :  $C_c = /$

→ Sans objet si le passant à  $80\mu m > 50 \%$

Facteur d'uniformité :  $C_u = /$

→ Sans objet si le passant à  $80\mu m > 50 \%$

Etabli par : A.M

Le: 26/06/2023

Dossier : G230449 MONTIVILLIERS

Echantillon : -

Sondage : SC7

Date de prélèvement : 21-juin-23

Profondeur : 3,0-4,0m vers 3,30m

Description :Sable marron, fin et très légèrement argilo-  
limoneux; homogène.

Température d'étuvage : 105°C

Essais de caractérisation de la fraction 0/50 mm

**Teneur en eau naturelle selon la NF P 94-050**

$w_n = 26.0 \%$

**Analyse granulométrique selon la NF P 94-056**

Passant à 80  $\mu\text{m}$  = 79 %

Passant à 2 mm = 100 %

Passant à 50 mm = 100 %

**Valeur au bleu selon la NF P 94-068**

VBS = 2.1  $\text{g}_{\text{bleu}}/100\text{g}_{\text{matériau sec}}$

**Indice de plasticité selon la NF P 94-051**

$I_p = /$

**Teneur en matières organiques selon la NF P 94-055**

MO = / %

Classe de matériau =

**A1**

Détermination de l'état hydrique

**Indice de consistance selon la NF P 94-051**

$I_c = /$

**Teneur en eau naturelle selon la NF P 94-050**

$w_n = / \times w_{OPN}$

**Indice Portant Immédiat à la teneur en eau  
naturelle selon la NF P 94-078**

$IPI = /$

Etat hydrique du matériau =

**/**

Observations :

Etabli par : A.M

Le: 26/06/2023

# Procès verbal de la détermination de la valeur de Bleu de Méthylène d'un sol par l'essai à la tache selon la NF P 94-068

**Dossier : G230449 MONTIVILLIERS**

### Echantillon :

Sondage : SC7 Date de prélèvement : 21-juin-23  
 Profondeur : 3,0-4,0m vers 3,30m Date de l'essai : 26-juin-23  
 Température d'étuvage : 105°C  
 Nature du sol : Sable marron, fin et très légèrement argilo-limoneux; homogène.

### Résultats de l'essai :

	échantillon
<b>Masse humide de la prise</b>	<b>93.0</b>
<b>w (%) 0/5mm</b>	26.3
<b>Masse Sèche de la prise</b>	73.6
<b>C (%) 0/5 mm</b>	<b>100.0</b>
<b>V (cm3)</b>	151.4
<b>VBS<sub>0/5</sub> (g<sub>bleu</sub>/100g<sub>mat. sec</sub>) =</b>	<b>2.1</b>
<b>VBS<sub>0/D</sub> (g<sub>bleu</sub>/100g<sub>mat. sec</sub>) =</b>	2.1

### Observations :

$$\text{VBS} = 2.1 \quad (\text{gbleu}/100\text{gmat. sec})$$

**Dossier :** G230449 MONTIVILLIERS

**Echantillon :** -

Sondage : SC7

Date de prélèvement : 21-juin-23

Profondeur : 3,0-4,0m vers 3,30m

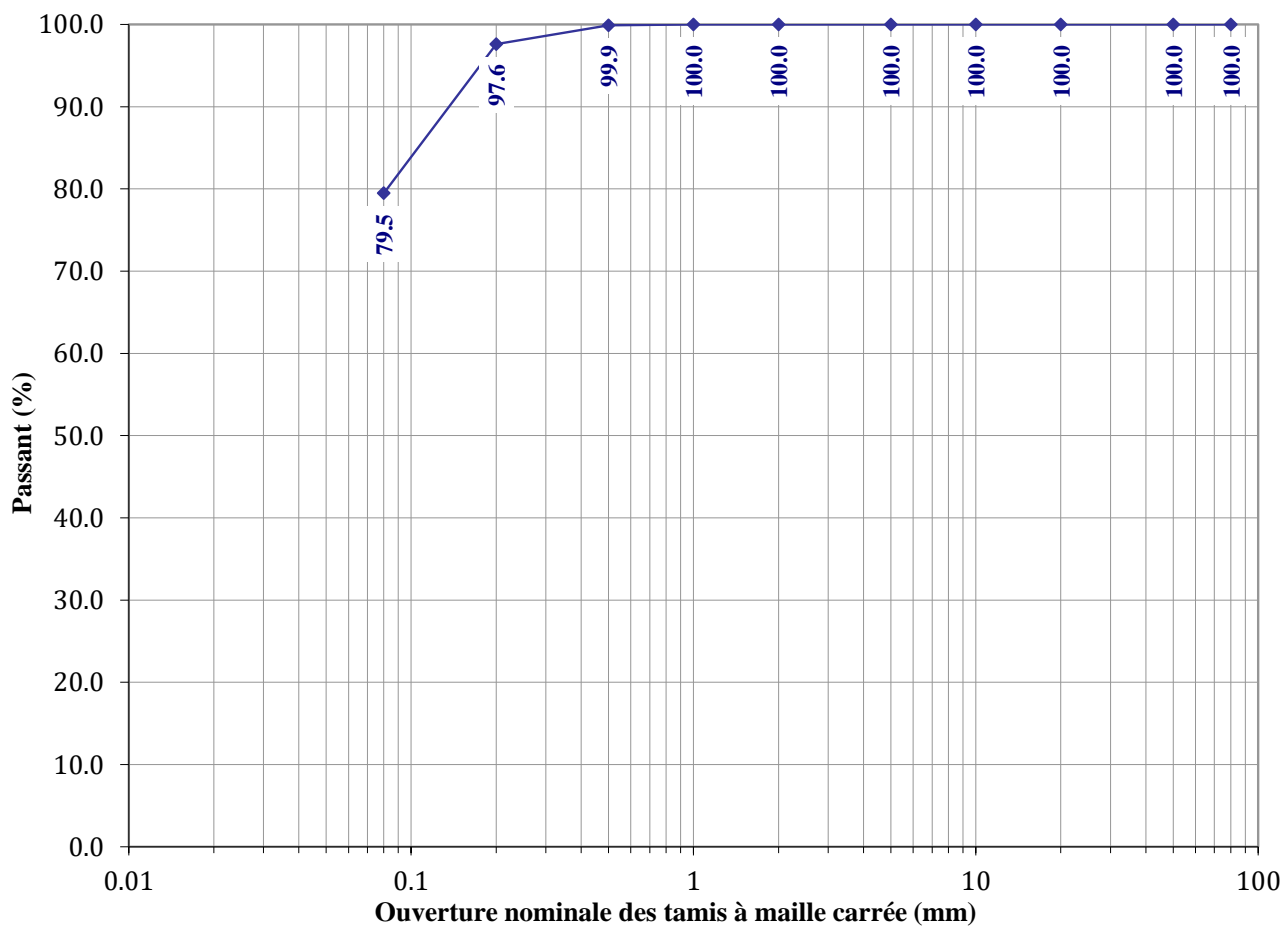
Date de l'essai : 26-juin-23

Nature du sol : Sable marron, fin et très légèrement argilo-limoneux; homogène.

**Résultats de l'essai :**

Température d'étuvage : 105°C

Tamis (mm)	0.080	0.200	0.500	1	2	5	10	20	50	80
Passant (%)	79.5	97.6	99.9	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0



**Observations :**

$d_m = 0.7$  mm

Facteur de courbure :  $C_c =$  /

$d_{60} =$  / mm

→ Sans objet si le passant à  $80\mu m > 50\%$

$d_{30} =$  / mm

Facteur d'uniformité :  $C_u =$  /

$d_{10} =$  / mm

→ Sans objet si le passant à  $80\mu m > 50\%$

Etabli par : A.M

Le: 26/06/2023

Dossier : G230449 MONTIVILLIERS

Echantillon : -

Sondage : SC8

Date de prélèvement : 21-juin-23

Profondeur : 0,0-1,0m vers 0,80m

Description :Sable fin et limoneux, légèrement calcaire, à  
rares cailloutis. (Remblais)

Température d'étuvage : 105°C

Essais de caractérisation de la fraction 0/50 mm

**Teneur en eau naturelle selon la NF P 94-050**

$w_n = 23.1 \%$

**Analyse granulométrique selon la NF P 94-056**

Passant à 80  $\mu\text{m}$  = 76 %

Passant à 2 mm = 88 %

Passant à 50 mm = 100 %

**Valeur au bleu selon la NF P 94-068**

$VBS = 1.6 \text{ g}_{\text{bleu}}/100\text{g}_{\text{matériau sec}}$

**Indice de plasticité selon la NF P 94-051**

$I_p = /$

**Teneur en matières organiques selon la NF P 94-055**

$MO = / \%$

Classe de matériau =

**A1**

Détermination de l'état hydrique

**Indice de consistance selon la NF P 94-051**

$I_c = /$

**Teneur en eau naturelle selon la NF P 94-050**

$w_n = / \times w_{OPN}$

**Indice Portant Immédiat à la teneur en eau  
naturelle selon la NF P 94-078**

$IPI = /$

Etat hydrique du matériau =

**/**

Observations :

Etabli par : A.M

Le: 26/06/2023



## Procès verbal de la détermination de la valeur de Bleu de Méthylène d'un sol par l'essai à la tache selon la NF P 94-068

**Dossier : G230449 MONTIVILLIERS**

### Echantillon :

Sondage :	SC8	Date de prélèvement :	21-juin-23
Profondeur :	0,0-1,0m vers 0,80m	Date de l'essai :	26-juin-23
Température d'étuvage :	105°C		
Nature du sol :	Sable fin et limoneux, légèrement calcaire, à rares cailloutis. (Remblais)		

### Résultats de l'essai :

	échantillon
<b><i>Masse humide de la prise</i></b>	<b>93.5</b>
<b><i>w (%) 0/5mm</i></b>	24.4
<b><i>Masse Sèche de la prise</i></b>	75.2
<b><i>C (%) 0/5 mm</i></b>	<b>90.1</b>
<b><i>V (cm3)</i></b>	133.8
<b><i>VBS</i> 0/5 (g<sub>bleu</sub>/100g<sub>mat. sec</sub>) =</b>	<b>1.8</b>
<b><i>VBS</i> 0/D (g<sub>bleu</sub>/100g<sub>mat. sec</sub>) =</b>	1.6

### Observations :

$$\text{VBS} = 1.6 \quad (\text{gbleu}/100\text{gmat. sec})$$

**Dossier :** G230449 MONTIVILLIERS

**Echantillon :** -

Sondage : SC8

Date de prélèvement : 21-juin-23

Profondeur : 0,0-1,0m vers 0,80m

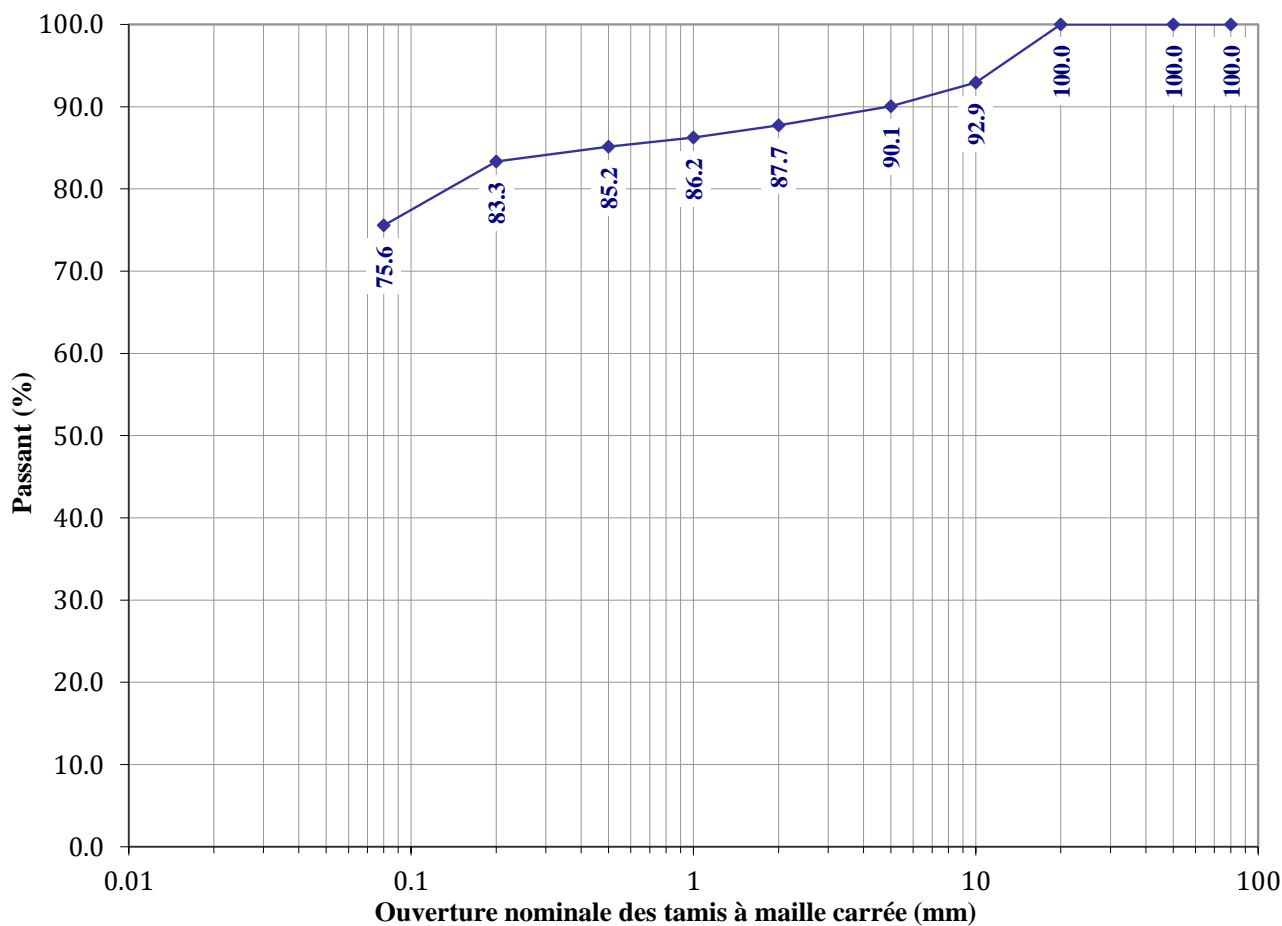
Date de l'essai : 26-juin-23

Nature du sol : Sable fin et limoneux, légèrement calcaire, à rares cailloutis. (Remblais)

**Résultats de l'essai :**

Température d'étuvage : 105°C

Tamis (mm)	0.080	0.200	0.500	1	2	5	10	20	50	80
Passant (%)	75.6	83.3	85.2	86.2	87.7	90.1	92.9	100.0	100.0	100.0



**Observations :**

$d_m = 19$  mm

$d_{60} = /$  mm

$d_{30} = /$  mm

$d_{10} = /$  mm

Facteur de courbure :  $C_c = /$

→ Sans objet si le passant à  $80\mu m > 50 \%$

Facteur d'uniformité :  $C_u = /$

→ Sans objet si le passant à  $80\mu m > 50 \%$

Etabli par : A.M

Le: 26/06/2023

Dossier : G230449 MONTIVILLIERS

Echantillon : -

Sondage : SC8

Date de prélèvement : 21-juin-23

Profondeur : 1,0-2,0m vers 1,70m

Description : Sable fin et limoneux marron grisâtre,  
légèrement calcaire et modérément graveleux.  
(Remblais)

Température d'étuvage : 105°C

Essais de caractérisation de la fraction 0/50 mm

**Teneur en eau naturelle selon la NF P 94-050**

$w_n = 18.0 \%$

**Analyse granulométrique selon la NF P 94-056**

Passant à 80  $\mu\text{m}$  = 55 %

Passant à 2 mm = 61 %

Passant à 50 mm = 100 %

**Valeur au bleu selon la NF P 94-068**

$\text{VBS} = 0.9 \text{ g}_{\text{bleu}}/100\text{g}_{\text{matériau sec}}$

**Indice de plasticité selon la NF P 94-051**

$I_p = /$

**Teneur en matières organiques selon la NF P 94-055**

$\text{MO} = / \%$

Classe de matériau =

**A1**

Détermination de l'état hydrique

**Indice de consistance selon la NF P 94-051**

$I_c = /$

**Teneur en eau naturelle selon la NF P 94-050**

$w_n = / \times w_{\text{OPN}}$

**Indice Portant Immédiat à la teneur en eau naturelle selon la NF P 94-078**

$\text{IPI} = /$

Etat hydrique du matériau =

**/**

Observations :

Etabli par : A.M

Le: 26/06/2023



## Procès verbal d'analyse granulométrique

Méthode par tamisage à sec après lavage  
selon la NF P 94-056

**Dossier :** G230449 MONTIVILLIERS

**Echantillon :** -

Sondage : SC8

Date de prélèvement : 21-juin-23

Profondeur : 1,0-2,0m vers 1,70m

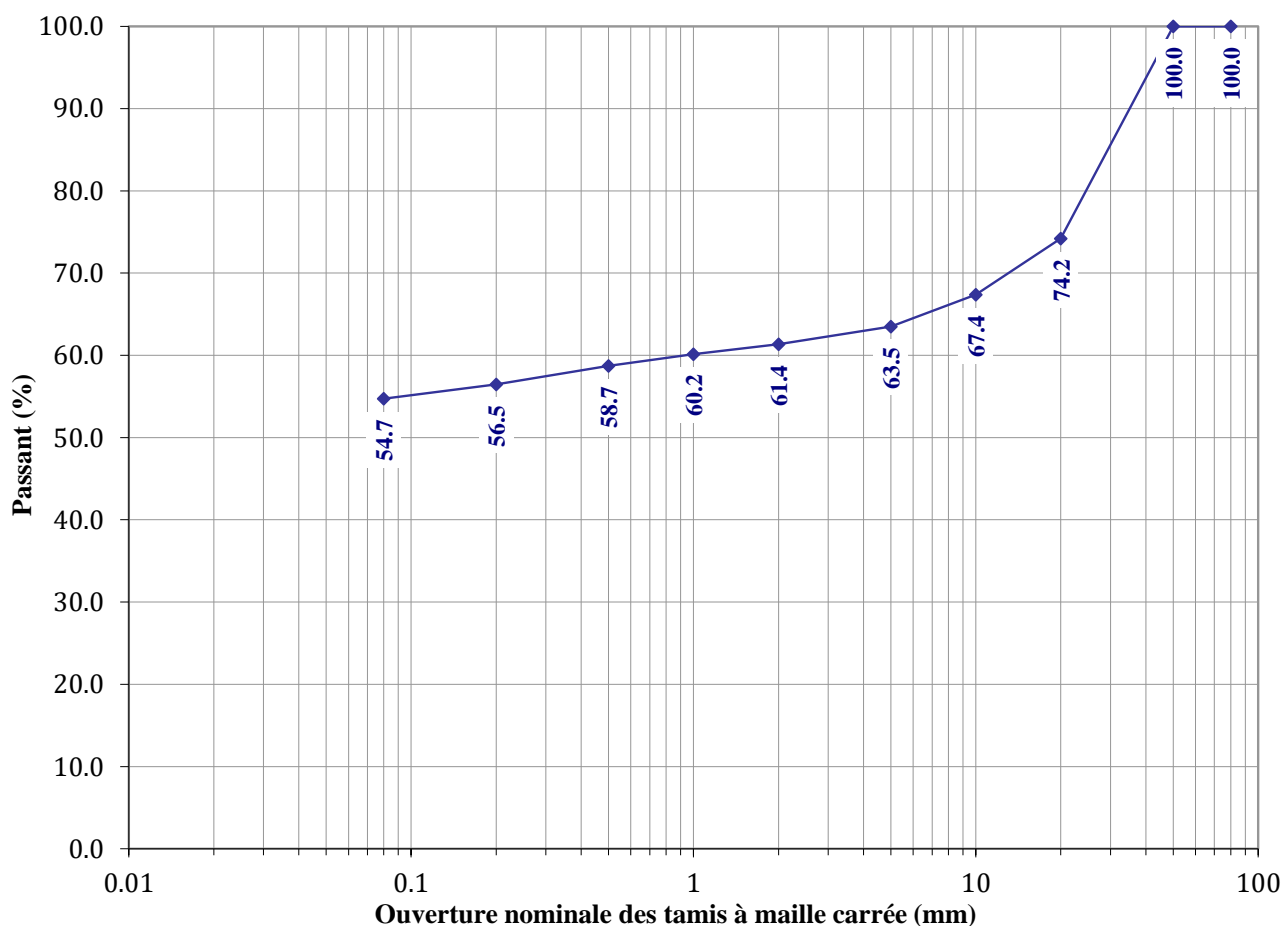
Date de l'essai : 26-juin-23

Nature du sol : Sable fin et limoneux marron grisâtre, légèrement calcaire et modérément graveleux.  
(Remblais)

### Résultats de l'essai :

Température d'étuvage : 105°C

Tamis (mm)	0.080	0.200	0.500	1	2	5	10	20	50	80
Passant (%)	54.7	56.5	58.7	60.2	61.4	63.5	67.4	74.2	100.0	100.0



### Observations :

$d_m = 45$  mm

$d_{60} = 0.946$  mm

$d_{30} = /$  mm

$d_{10} = /$  mm

Facteur de courbure :  $C_c = /$

→ Sans objet si le passant à  $80\mu\text{m} > 50 \%$

Facteur d'uniformité :  $C_u = /$

→ Sans objet si le passant à  $80\mu\text{m} > 50 \%$

Etabli par : A.M

Le: 26/06/2023

Dossier : G230449 MONTIVILLIERS

Echantillon : -

Sondage : SC8

Date de prélèvement : 21-juin-23

Profondeur : 3,0-4,0m vers 3,60m

Description : Argile molle grise anthracite bleutée/verdâtre,  
limoneuse et finement sableuse.

Température d'étuvage : 105°C

Essais de caractérisation de la fraction 0/50 mm

**Teneur en eau naturelle selon la NF P 94-050**

$w_n = 36.1 \%$

**Analyse granulométrique selon la NF P 94-056**

Passant à 80  $\mu\text{m}$  = 97 %

Passant à 2 mm = 100 %

Passant à 50 mm = 100 %

**Valeur au bleu selon la NF P 94-068**

$\text{VBS} = \text{ / } g_{\text{bleu}}/100g_{\text{matériau sec}}$

**Indice de plasticité selon la NF P 94-051**

$I_p = 21.6$

**Teneur en matières organiques selon la NF P 94-055**

$\text{MO} = \text{ / } \%$

Classe de matériau =

**A2**

Détermination de l'état hydrique

**Indice de consistance selon la NF P 94-051**

$I_c = 0.3$

**Teneur en eau naturelle selon la NF P 94-050**

$w_n = \text{ / } \times w_{\text{OPN}}$

**Indice Portant Immédiat à la teneur en eau naturelle selon la NF P 94-078**

$\text{IPI} = \text{ / }$

Etat hydrique du matériau =

**th**

Observations :

Etabli par : A.M

Le: 26/06/2023

**Dossier :** G230449 MONTIVILLIERS

**Echantillon :** -

Sondage : SC8

Date de prélèvement : 21-juin-23

Profondeur : 3,0-4,0m vers 3,60m

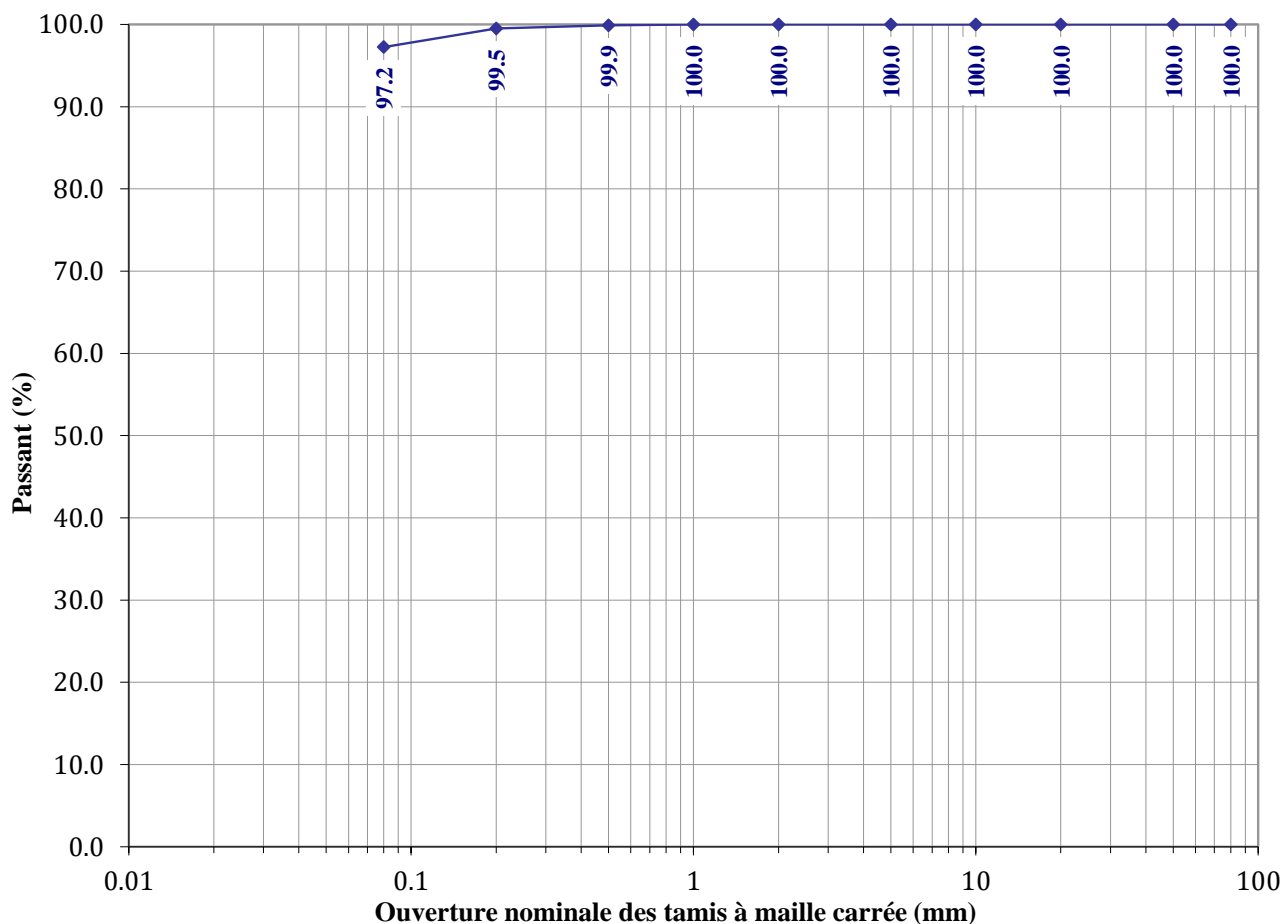
Date de l'essai : 26-juin-23

Nature du sol : Argile molle grise anthracite bleutée/verdâtre, limoneuse et finement sableuse.

**Résultats de l'essai :**

Température d'étuvage : 105°C

Tamis (mm)	0.080	0.200	0.500	1	2	5	10	20	50	80
Passant (%)	97.2	99.5	99.9	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0



**Observations :**

$d_m = 0.8$  mm

Facteur de courbure :  $C_c =$  /

$d_{60} =$  / mm

→ Sans objet si le passant à  $80\mu m > 50\%$

$d_{30} =$  / mm

Facteur d'uniformité :  $C_u =$  /

$d_{10} =$  / mm

→ Sans objet si le passant à  $80\mu m > 50\%$

Etabli par : A.M

Le: 26/06/2023

**Dossier :** G230449 MONTIVILLIERS

**Echantillon :** -

Sondage : SC8

Profondeur : 3,0-4,0m vers 3,60m

Température d'étuvage : 105°C

Nature du sol : Argile molle grise anthracite bleutée/verdâtre, limoneuse et finement sableuse.

Date de prélèvement : 21-juin-23

Date de l'essai : 26-juin-23

Teneur en eau naturelle (%) = 36.1 (fraction 0/D mm)

Passant à 80 µm (%) = 97.2

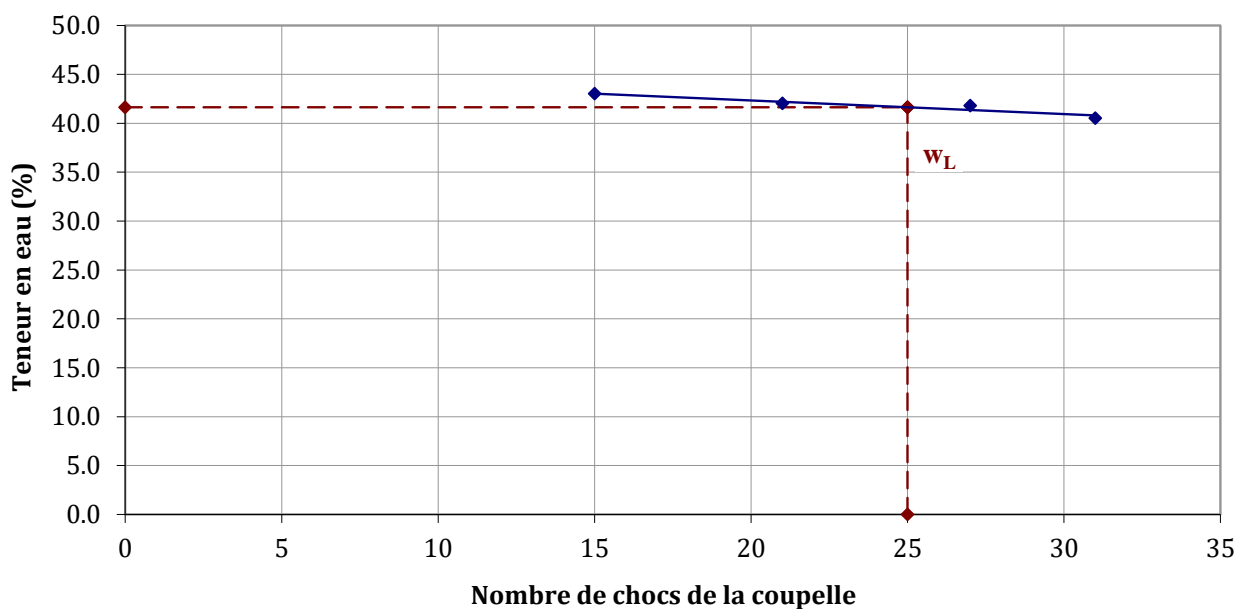
Teneur en eau naturelle (%) = 36.1 (fraction 0/400 µm)

Passant à 400 µm (%) = 99.9

### Résultats de l'essai :

**Limite de liquidité  $w_L$**

	Point n°1	Point n°2	Point n°3	Point n°4	Point n°5
Nombres de coups	15	21	27	31	
Teneur en eau (%)	43.0	42.0	41.8	40.5	



**Limite de plasticité  $w_p$**

	Point n°1	Point n°2
Teneur en eau (%)	20.1	20.1

### Synthèse

Limite de liquidité  $w_L$  = 41.6 %

Limite de plasticité  $w_p$  = 20.1 %

Indice de plasticité  $I_p$  = 21.6 d'où la classe GTR : **A2**

Indice de consistance  $I_c$  = 0.3 d'où l'état hydrique : **th**

(pour mémoire, l' $I_c$  est une notion du GTR 92)



Dossier : G230449 MONTIVILLIERS

Echantillon : -

Sondage : ST1+ST2

Date de prélèvement : 28-juin-23

Profondeur : 0,0-2,0m

Description : Limon sableux marron grisâtre, légèrement calcaire et gravillonneux.

Température d'étuvage : 105°C

Essais de caractérisation de la fraction 0/50 mm

**Teneur en eau naturelle selon la NF P 94-050**

$w_n = 15.7 \%$

**Analyse granulométrique selon la NF P 94-056**

Passant à 80  $\mu\text{m}$  = 41 %

Passant à 2 mm = 72 %

Passant à 50 mm = 100 %

**Valeur au bleu selon la NF P 94-068**

VBS = 1.0  $\text{g}_{\text{bleu}}/100\text{g}_{\text{matériau sec}}$

**Indice de plasticité selon la NF P 94-051**

$I_p = /$

**Teneur en matières organiques selon la NF P 94-055**

MO = / %

Classe de matériau =

**A1**

Détermination de l'état hydrique

**Indice de consistance selon la NF P 94-051**

$I_c = /$

**Teneur en eau naturelle selon la NF P 94-050**

$w_n = 1.2 \times w_{OPN}$

**Indice Portant Immédiat à la teneur en eau naturelle selon la NF P 94-078**

$IPI = 17.04 \%$

Etat hydrique du matériau =

**h**

Observations :

Etabli par : A.M

Le: 30/06/2023



**Dossier :** G230449 MONTIVILLIERS

**Echantillon :** -

Sondage : ST1+ST2

Date de prélèvement : 28-juin-23

Profondeur : 0,0-2,0m

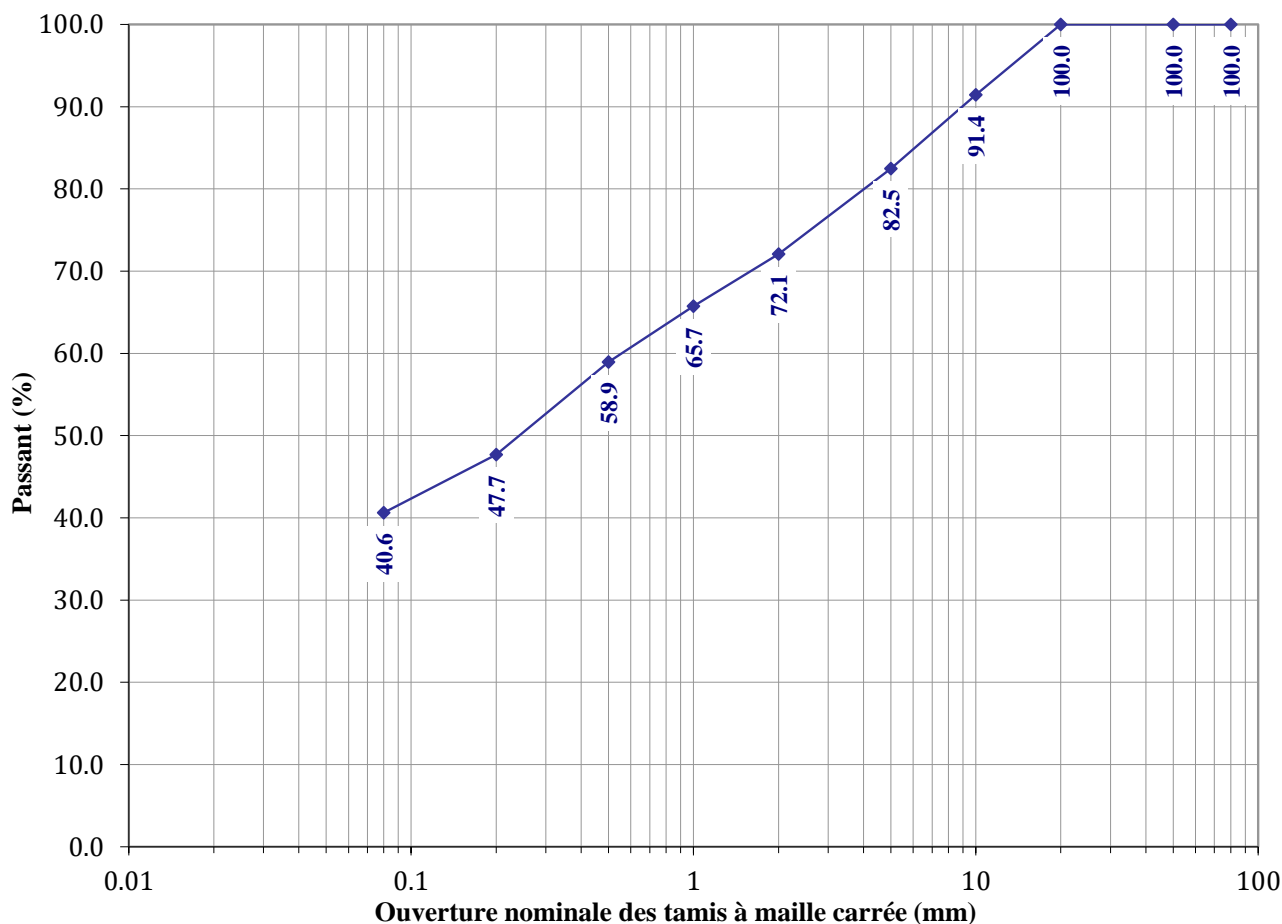
Date de l'essai : 30-juin-23

Nature du sol : Limon sableux marron grisâtre, légèrement calcaire et gravillonneux.

**Résultats de l'essai :**

Température d'étuvage : 105°C

Tamis (mm)	0.080	0.200	0.500	1	2	5	10	20	50	80
Passant (%)	40.6	47.7	58.9	65.7	72.1	82.5	91.4	100.0	100.0	100.0



**Observations :**

$d_m = 17$  mm

$d_{60} = 0.578$  mm

$d_{30} = /$  mm

$d_{10} = /$  mm

Facteur de courbure :  $C_c = /$

→ Sans objet si le passant à  $80\mu m > 50 \%$

Facteur d'uniformité :  $C_u = /$

→ Sans objet si le passant à  $80\mu m > 50 \%$

Etabli par : A.M

Le: 30/06/2023

Dossier : G230449 MONTIVILLIERS

Echantillon : -

Sondage : ST1

Date de prélèvement : 26-juin-23

Profondeur : 0,0-2,0m

Description : Limon marron clair, sableux et légèrement calcaire, à rares cailloutis; homogène.

Température d'étuvage : 105°C

Essais de caractérisation de la fraction 0/50 mm

**Teneur en eau naturelle selon la NF P 94-050**

$w_n = 19.6 \%$

**Analyse granulométrique selon la NF P 94-056**

Passant à 80  $\mu\text{m}$  = 51 %

Passant à 2 mm = 83 %

Passant à 50 mm = 100 %

**Valeur au bleu selon la NF P 94-068**

$\text{VBS} = 1.0 \text{ g}_{\text{bleu}}/100\text{g}_{\text{matériau sec}}$

**Indice de plasticité selon la NF P 94-051**

$I_p = /$

**Teneur en matières organiques selon la NF P 94-055**

$\text{MO} = / \%$

Classe de matériau =

**A1**

Détermination de l'état hydrique

**Indice de consistance selon la NF P 94-051**

$I_c = /$

**Teneur en eau naturelle selon la NF P 94-050**

$w_n = / \times w_{\text{OPN}}$

**Indice Portant Immédiat à la teneur en eau naturelle selon la NF P 94-078**

$\text{IPI} = /$

Etat hydrique du matériau =

**/**

Observations :

Etabli par : A.M

Le: 27/06/2023

## Procès verbal de la détermination de la valeur de Bleu de Méthylène d'un sol par l'essai à la tache selon la NF P 94-068

**Dossier : G230449 MONTIVILLIERS**

### Echantillon :

Sondage :	ST1	Date de prélèvement :	26-juin-23
Profondeur :	0,0-2,0m	Date de l'essai :	27-juin-23
Température d'étuvage : 105°C			
Nature du sol : Limon marron clair, sableux et légèrement calcaire, à rares cailloutis; homogène.			

### Résultats de l'essai :

	échantillon
<b><i>Masse humide de la prise</i></b>	<b><i>118.6</i></b>
<b><i>w (%) 0/5mm</i></b>	20.1
<b><i>Masse Sèche de la prise</i></b>	98.8
<b><i>C (%) 0/5 mm</i></b>	<b><i>91.0</i></b>
<b><i>V (cm3)</i></b>	108.7
<b><i>VBS</i></b> <sub>0/5</sub> (g <sub>bleu</sub> /100g <sub>mat. sec</sub> ) =	<b><i>1.1</i></b>
<b><i>VBS</i></b> <sub>0/D</sub> (g <sub>bleu</sub> /100g <sub>mat. sec</sub> ) =	1.0

### Observations :

$$\text{VBS} = 1.0 \quad (\text{gbleu}/100\text{gmat. sec})$$

**Dossier :** G230449 MONTIVILLIERS

**Echantillon :** -

Sondage : ST1

Date de prélèvement : 26-juin-23

Profondeur : 0,0-2,0m

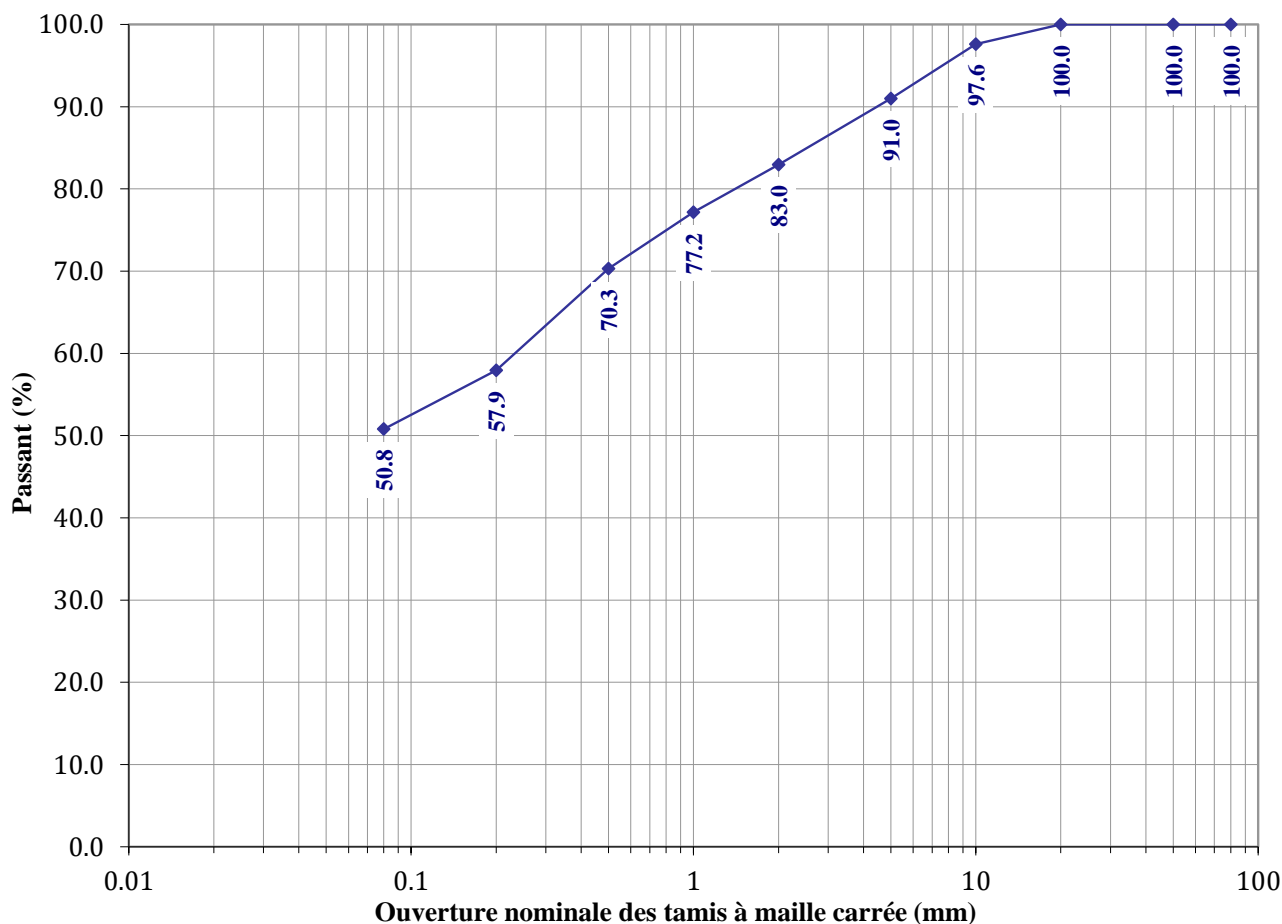
Date de l'essai : 27-juin-23

Nature du sol : Limon marron clair, sableux et légèrement calcaire, à rares cailloutis; homogène.

**Résultats de l'essai :**

Température d'étuvage : 105°C

Tamis (mm)	0.080	0.200	0.500	1	2	5	10	20	50	80
Passant (%)	50.8	57.9	70.3	77.2	83.0	91.0	97.6	100.0	100.0	100.0



**Observations :**

$d_m = 13$  mm

$d_{60} = 0.250$  mm

$d_{30} = /$  mm

$d_{10} = /$  mm

Facteur de courbure :  $C_c = /$

→ Sans objet si le passant à  $80\mu\text{m} > 50 \%$

Facteur d'uniformité :  $C_u = /$

→ Sans objet si le passant à  $80\mu\text{m} > 50 \%$

Etabli par : A.M

Le: 27/06/2023

Dossier : G230449 MONTIVILLIERS

Echantillon : -

Sondage : ST2

Date de prélèvement : 26-juin-23

Profondeur : 0,0-2,0m

Description : Limon sableux marron, légèrement calcaire à  
rares cailloutis; homogène. (Remblais)

Température d'étuvage : 105°C

Essais de caractérisation de la fraction 0/50 mm

**Teneur en eau naturelle selon la NF P 94-050**

$w_n = 19.6 \%$

**Analyse granulométrique selon la NF P 94-056**

Passant à 80  $\mu\text{m}$  = 59 %

Passant à 2 mm = 82 %

Passant à 50 mm = 100 %

**Valeur au bleu selon la NF P 94-068**

$\text{VBS} = 1.0 \text{ g}_{\text{bleu}}/100\text{g}_{\text{matériau sec}}$

**Indice de plasticité selon la NF P 94-051**

$I_p = /$

**Teneur en matières organiques selon la NF P 94-055**

$\text{MO} = / \%$

Classe de matériau =

**A1**

Détermination de l'état hydrique

**Indice de consistance selon la NF P 94-051**

$I_c = /$

**Teneur en eau naturelle selon la NF P 94-050**

$w_n = / \times w_{\text{OPN}}$

**Indice Portant Immédiat à la teneur en eau  
naturelle selon la NF P 94-078**

$\text{IPI} = /$

Etat hydrique du matériau =

**/**

Observations :

Etabli par : A.M

Le: 27/06/2023

## Procès verbal de la détermination de la valeur de Bleu de Méthylène d'un sol par l'essai à la tache selon la NF P 94-068

**Dossier : G230449 MONTIVILLIERS**

### Echantillon :

Sondage :	ST2	Date de prélèvement :	26-juin-23
Profondeur :	0,0-2,0m	Date de l'essai :	27-juin-23
Température d'étuvage : 105°C			
Nature du sol :	Limon sableux marron, légèrement calcaire à rares cailloutis; homogène. (Remblais)		

### Résultats de l'essai :

	échantillon
<b>Masse humide de la prise</b>	<b>111.3</b>
<b>w (%) 0/5mm</b>	14.3
<b>Masse Sèche de la prise</b>	97.4
<b>C (%) 0/5 mm</b>	<b>88.9</b>
<b>V (cm3)</b>	113.7
<b>VBS<sub>0/5</sub> (g<sub>bleu</sub>/100g<sub>mat. sec</sub>) =</b>	<b>1.2</b>
<b>VBS<sub>0/D</sub> (g<sub>bleu</sub>/100g<sub>mat. sec</sub>) =</b>	1.0

### Observations :

$$\text{VBS} = 1.0 \quad (\text{gbleu}/100\text{gmat. sec})$$



**Dossier :** G230449 MONTIVILLIERS

**Echantillon :** -

Sondage : ST2

Date de prélèvement : 26-juin-23

Profondeur : 0,0-2,0m

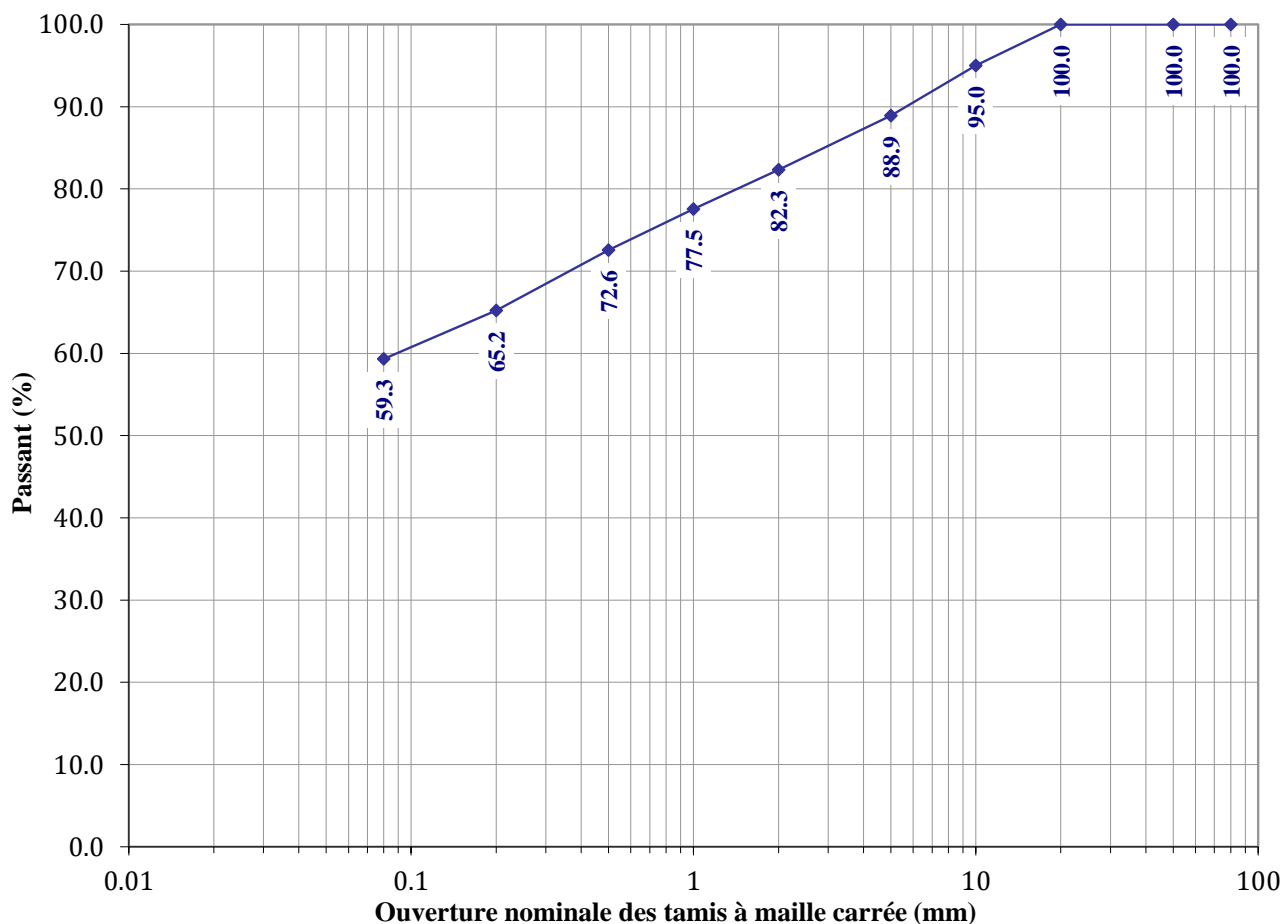
Date de l'essai : 27-juin-23

Nature du sol : Limon sableux marron, légèrement calcaire à rares cailloutis; homogène. (Remblais)

**Résultats de l'essai :**

Température d'étuvage : 105°C

Tamis (mm)	0.080	0.200	0.500	1	2	5	10	20	50	80
Passant (%)	59.3	65.2	72.6	77.5	82.3	88.9	95.0	100.0	100.0	100.0



**Observations :**

$d_m = 18$  mm

$d_{60} = 0.094$  mm

$d_{30} = /$  mm

$d_{10} = /$  mm

Facteur de courbure :  $C_c = /$

→ Sans objet si le passant à  $80\mu\text{m} > 50 \%$

Facteur d'uniformité :  $C_u = /$

→ Sans objet si le passant à  $80\mu\text{m} > 50 \%$

Etabli par : A.M

Le: 27/06/2023

Dossier : G230449 MONTIVILLIERS

Echantillon : -

Sondage : ST3

Date de prélèvement : 26-juin-23

Profondeur : 0,0-2,0m

Description : Limon marron, finement sableux, légèrement calcaire et bétonneux. (Remblais)

Température d'étuvage : 105°C

Essais de caractérisation de la fraction 0/50 mm

**Teneur en eau naturelle selon la NF P 94-050**

$w_n = 16.1 \%$

**Analyse granulométrique selon la NF P 94-056**

Passant à 80  $\mu\text{m}$  = 83 %

Passant à 2 mm = 93 %

Passant à 50 mm = 100 %

**Valeur au bleu selon la NF P 94-068**

$\text{VBS} = 1.7 \text{ g}_{\text{bleu}}/100\text{g}_{\text{matériau sec}}$

**Indice de plasticité selon la NF P 94-051**

$I_p = /$

**Teneur en matières organiques selon la NF P 94-055**

$\text{MO} = / \%$

Classe de matériau =

**A1**

Détermination de l'état hydrique

**Indice de consistance selon la NF P 94-051**

$I_c = /$

**Teneur en eau naturelle selon la NF P 94-050**

$w_n = 1.3 \times w_{\text{OPN}}$

**Indice Portant Immédiat à la teneur en eau naturelle selon la NF P 94-078**

$\text{IPI} = 10.16 \%$

Etat hydrique du matériau =

**th**

Observations :

Etabli par : A.M

Le: 27/06/2023

# Procès verbal de la détermination de la valeur de Bleu de Méthylène d'un sol par l'essai à la tache selon la NF P 94-068

**Dossier : G230449 MONTIVILLIERS**

### Echantillon :

Sondage :	ST3	Date de prélèvement :	26-juin-23
Profondeur :	0,0-2,0m	Date de l'essai :	27-juin-23
Température d'étuvage : 105°C			
Nature du sol : Limon marron, finement sableux, légèrement calcaire et bétoneux. (Remblais)			

### Résultats de l'essai :

	échantillon
<b><i>Masse humide de la prise</i></b>	<b><i>102.7</i></b>
<b><i>w (%) 0/5mm</i></b>	15.4
<b><i>Masse Sèche de la prise</i></b>	89.0
<b><i>C (%) 0/5 mm</i></b>	<b><i>95.5</i></b>
<b><i>V (cm3)</i></b>	160.9
<b><i>VBS</i> <sub>0/5</sub> (g<sub>bleu</sub>/100g<sub>mat. sec</sub>) =</b>	<b><i>1.8</i></b>
<b><i>VBS</i> <sub>0/D</sub> (g<sub>bleu</sub>/100g<sub>mat. sec</sub>) =</b>	1.7

### Observations :

VBS = 1.7 (gbleu/100gmat. sec)

**Dossier :** G230449 MONTIVILLIERS

**Echantillon :** -

Sondage : ST3

Date de prélèvement : 26-juin-23

Profondeur : 0,0-2,0m

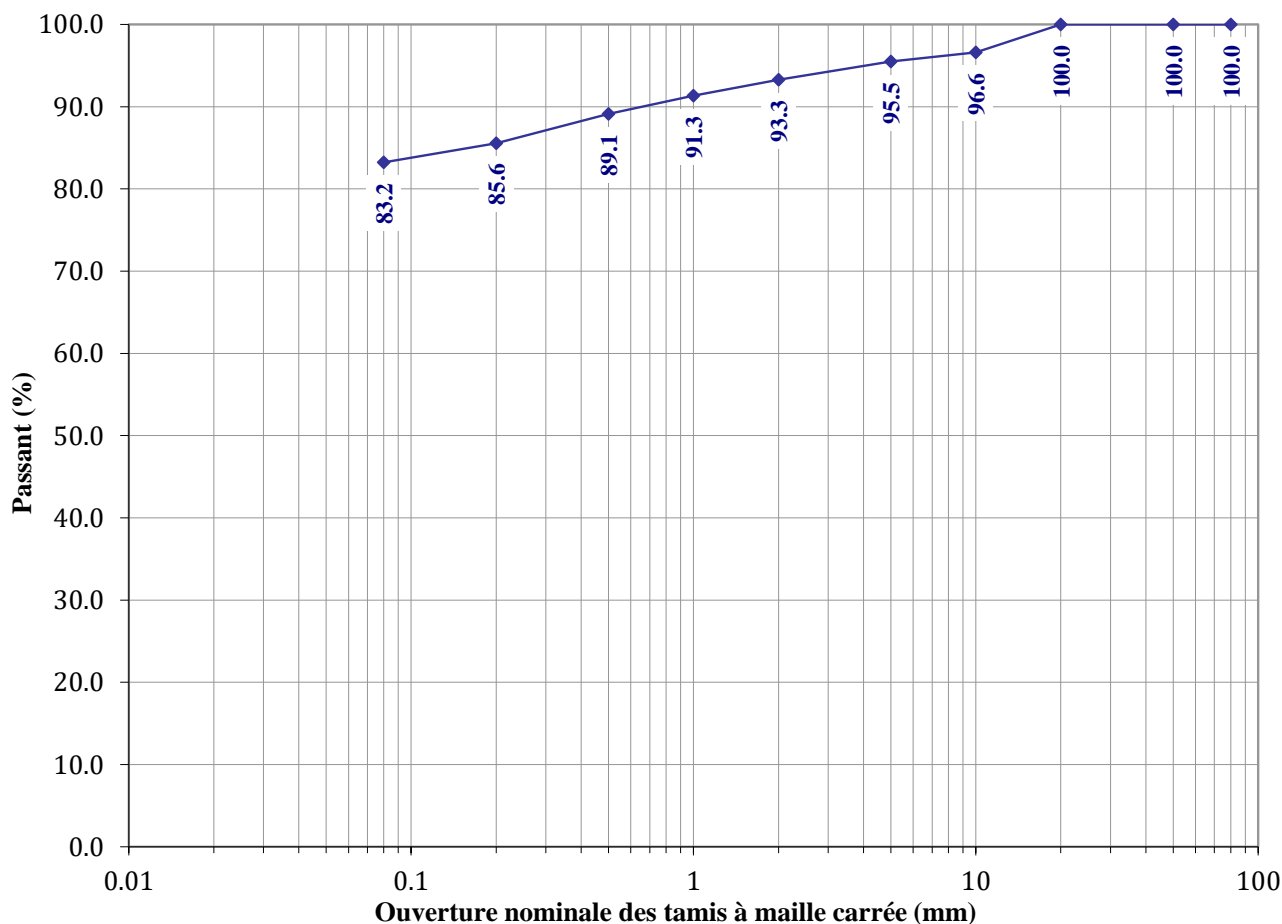
Date de l'essai : 27-juin-23

Nature du sol : Limon marron, finement sableux, légèrement calcaire et bétonneux. (Remblais)

**Résultats de l'essai :**

Température d'étuvage : 105°C

Tamis (mm)	0.080	0.200	0.500	1	2	5	10	20	50	80
Passant (%)	83.2	85.6	89.1	91.3	93.3	95.5	96.6	100.0	100.0	100.0



**Observations :**

$d_m = 14$  mm

Facteur de courbure :  $C_c =$  /

$d_{60} =$  / mm

→ Sans objet si le passant à  $80\mu m > 50\%$

$d_{30} =$  / mm

Facteur d'uniformité :  $C_u =$  /

$d_{10} =$  / mm

→ Sans objet si le passant à  $80\mu m > 50\%$

Etabli par : A.M

Le: 27/06/2023

Suivi par :

WESSLING France, 3 Avenue de Norvège, ZA de Courtaboeuf, 91140 Villebon-Sur-Yvette

**GEOLIA**

*Madame Géolia Laboratoire*

*119/131 Avenue René Morin*

*91410 MORANGIS*

N° rapport d'essai	UPA23-027104-1
N° commande	UPA-09245-23
Interlocuteur (interne)	D. Cardon
Téléphone	+33 164 471 475
Courrier électronique	<a href="mailto:David.Cardon@wessling.fr">David.Cardon@wessling.fr</a>
Date	30.06.2023

## Rapport d'essai

**G230449 MONTIVILLIERS**



Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis à l'essai et tels qu'ils ont été reçus.

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](http://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 30.06.2023

N° d'échantillon		23-089607-01	23-089607-02	23-089607-03	23-089607-04
Désignation d'échantillon	Unité	SC7-0.00-1.00m	SC7-1.00-2.00m	SC7-3.00-4.00m	SC8-0.00-1.00m

## Analyse physique

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

Matière sèche	% masse MB	85,9 (A)	83,7 (A)	78,5 (A)	80,7 (A)
Incertitudes de mesure (k=2 ; 95%)		± 9%	± 9%	± 9%	± 9%

## Paramètres globaux / Indices

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

Degré d'acidité	ml/kg MS	29 (A)	41 (A)	40 (A)	30 (A)
Incertitudes de mesure (k=2 ; 95%)		± 19%	± 19%	± 19%	± 19%

## 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		29/06/2023 (A)	29/06/2023 (A)	29/06/2023 (A)	29/06/2023 (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	1300 (A)	<450 (A)	<450 (A)	490 (A)
Incertitudes de mesure (k=2 ; 95%)		± 60%	± 60%	± 60%	± 60%

MS : Matières sèches

MB : Matières brutes

< : résultat inférieur à la limite de quantification

NA : Non analysé

## Informations sur les échantillons

Date de réception :	26.06.2023	27.06.2023	26.06.2023	26.06.2023
Type d'échantillon :	Sol et remblais, mélange	Sol et remblais, mélange	Sol et remblais, mélange	Sol et remblais, mélange
Date de prélèvement :	21.06.2023	21.06.2023	21.06.2023	21.06.2023
Heure de prélèvement :	15:15	15:15	15:15	15:15
Récipient :	250ml VBrun WES002	250ml VBrun WES002	250ml VBrun WES002	250ml VBrun WES002
Température à réception (C°) :	27°C	27°C	27°C	27°C
Début des analyses :	27.06.2023	27.06.2023	27.06.2023	27.06.2023
Fin des analyses :	30.06.2023	30.06.2023	30.06.2023	30.06.2023
Préleveur :	client	client	client	client



Le 30.06.2023

N° d'échantillon		23-089607-05	23-089607-06
Désignation d'échantillon	Unité	SC8-1.00-2.00m	SC8-3.00-4.00m

## Analyse physique

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

Matière sèche	% masse MB	74,2 (A)	80,2 (A)		
Incertitudes de mesure (k=2 ; 95%)		± 12%	± 9%		

## Paramètres globaux / Indices

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

Degré d'acidité	ml/kg MS	22 (A)	47 (A)		
Incertitudes de mesure (k=2 ; 95%)		± 19%	± 19%		

## 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		29/06/2023 (A)	29/06/2023 (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	500 (A)	1400 (A)		
Incertitudes de mesure (k=2 ; 95%)		± 60%	± 60%		

MS : Matières sèches

MB : Matières brutes

NA : Non analysé

## Informations sur les échantillons

Date de réception :	26.06.2023	26.06.2023		
Type d'échantillon :	Sol et remblais, mélange	Sol et remblais, mélange		
Date de prélèvement :	21.06.2023	21.06.2023		
Heure de prélèvement :	15:15	15:15		
Récipient :	250ml VBrun WES002	250ml VBrun WES002		
Température à réception (C°) :	27°C	27°C		
Début des analyses :	27.06.2023	27.06.2023		
Fin des analyses :	30.06.2023	30.06.2023		
Préleveur :	client	client		



**Le 30.06.2023**

**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.

Approuvé par :  
Jean-Francois CAMPENS  
Directeur Général



**Dossier :**

**G230449**

**MONTIVILLIERS**

**Echantillon :**

Sondage : ST1+ST2

Nature du sol : Limon sableux marron grisâtre,

légèrement calcaire et gravillonneux.

Profondeur : 0,0-2,0m

Teneur en eau naturelle = 20.0%

Date de prélèvement : 29-juin-23

Date de l'essai : 30-juin-23

Fraction soumise à essai : ☐ 0/6,3 mm

Moule : ☐ Proctor

Energie : ☒ Normale

☒ 0/20 mm

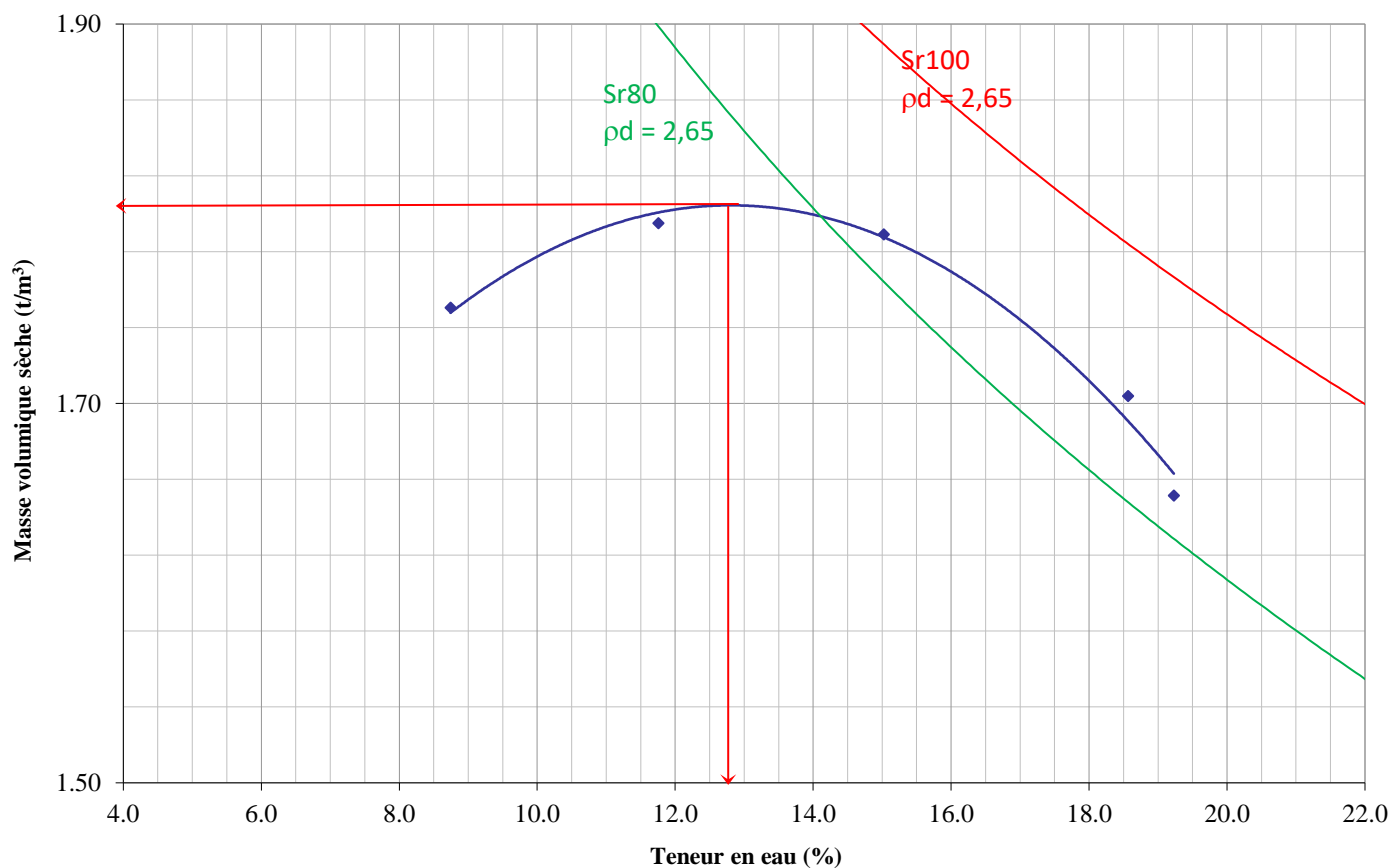
☒ CBR

☐ Modifiée

→ Refus à 20 mm = 0.0%

**Résultats de l'essai :**

	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
$\omega$ estimée (%)	9.0	12.0	16.0	19.0	20.5
$\omega_{0/20 \text{ mm}}$ réelle (%)	8.7	11.8	15.0	18.6	19.2
$\rho_h$ 0/20 mm (T.m <sup>3</sup> )	1.90	2.01	2.06	2.02	1.97
$\rho_d$ 0/20 mm (T.m <sup>3</sup> )	1.75	1.80	1.79	1.70	1.65
$\omega$ corrigée (%)	8.7	11.8	15.0	18.6	19.2
$\rho_d$ corrigée (T.m <sup>3</sup> )	1.75	1.80	1.79	1.70	1.65



**Observations :**

**Références optimum de compactage :**

$\rho_{d \text{ OPN}} = 1.80 \text{ T.m}^{-3}$   
 $\omega_{\text{OPN}} = 12.8 \%$

Etabli par : A.J

04/07/2023

Dossier :

**G230449**

**MONTIVILLIERS**

Echantillon :

Sondage : ST3

Nature du sol : Limon marron, finement sableux,  
légèrement calcaire et bétonneux.  
(Remblais)

Profondeur : 0.0-2.0m

Teneur en eau naturelle = 16.1%

Date de prélèvement : 26-juin-23

Date de l'essai : 27-juin-23

Fraction soumise à essai : ☐ 0/6,3 mm  
☒ 0/20 mm

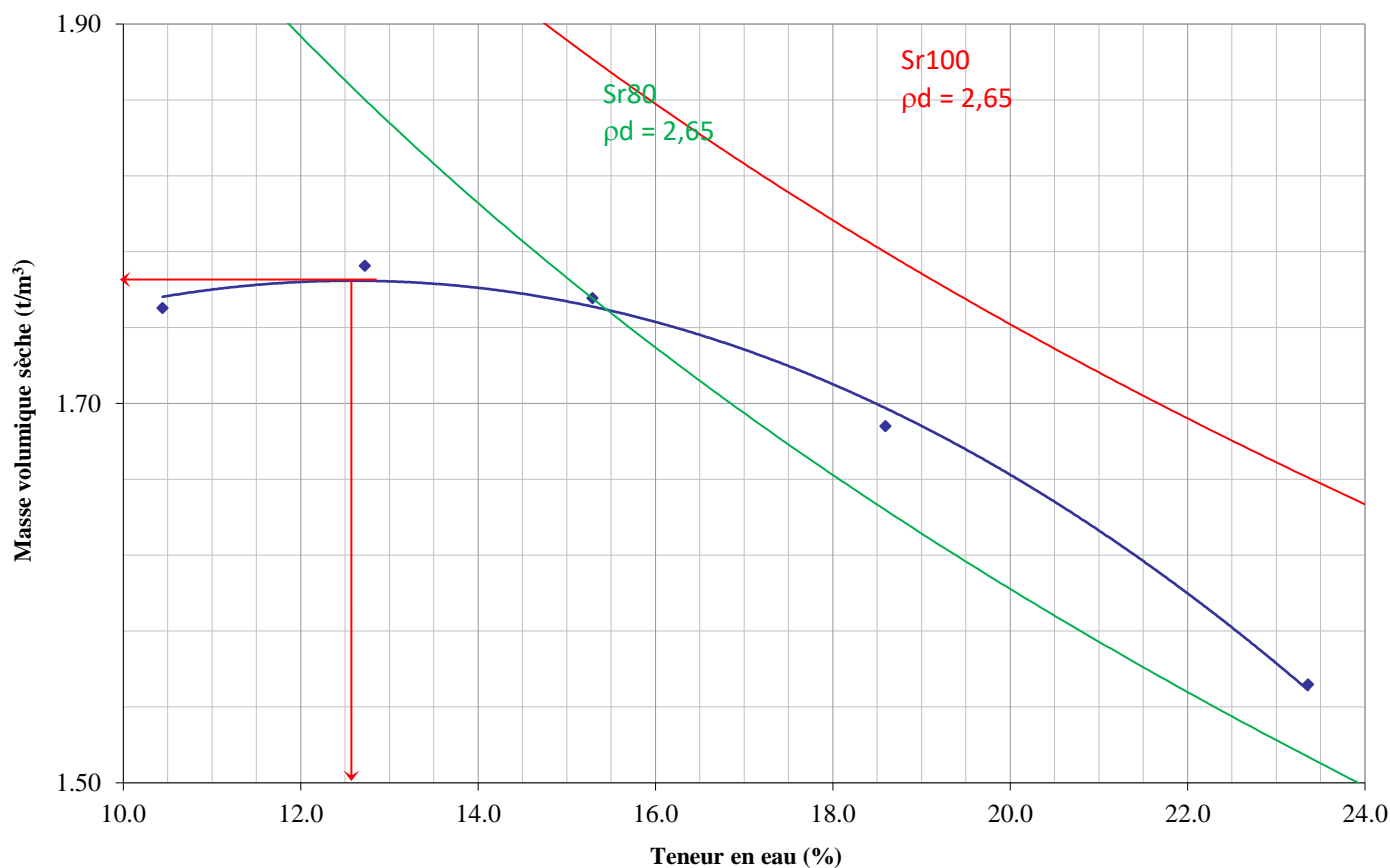
Moule : ☐ Proctor  
☒ CBR

Energie : ☒ Normale  
☐ Modifiée

→ Refus à 20 mm = 0.0%

Résultats de l'essai :

	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
$\omega$ estimée (%)	9.0	12.0	16.1	19.0	22.0
$\omega_{0/20 \text{ mm}}$ réelle (%)	10.4	12.7	15.3	18.6	23.4
$\rho_h$ 0/20 mm (T.m <sup>3</sup> )	1.93	2.00	2.02	2.00	1.91
$\rho_d$ 0/20 mm (T.m <sup>3</sup> )	1.75	1.77	1.76	1.69	1.55
$\omega$ corrigée (%)	10.4	12.7	15.3	18.6	23.4
$\rho_d$ corrigée (T.m <sup>3</sup> )	1.75	1.77	1.76	1.69	1.55



Observations :

**Références optimum de compactage :**

$\rho_d$  OPN = 1.77 T.m<sup>-3</sup>  
 $\omega$  OPN = 12.7 %

Etabli par : A.J  
04/07/2023

**ANNEXE 6:**

**RESULTATS DES CALCULS FOXTA**

# Données

Titre du projet : FondationsP (pieu n°1)  
Numéro d'affaire : G230449  
Commentaires : N/A  
Titre du calcul : FP620  
Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-262/A1 (juillet 2018)  
Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques  
Traitement des données : Traitement par couches  
Pas du calcul (m) : 0,50  
Section de calcul : Section de calcul circulaire  
Diamètre de calcul (m) : 0,62  
Classe du pieu : 2 - Pieu tarière creuse  
Catégorie du pieu : 6 [FTC, FTCD] - Foré tarière creuse simple rotation, ou double rotation  
Mode de chargement : Travail en compression

## Combinaisons

	ELS-QP	ELS-CARAC	ELU-FOND	ELU-ACC
Pondérations combinées sur Qs,k	0,636	0,778	0,909	1,000
Pondérations combinées sur Qp,k	0,455	0,556	0,909	1,000

Cote de référence (m) : 5,50

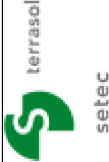
## Définition des couches de sol

No	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	$\gamma_R, d1 \times \gamma_R, d2$
1	Remblais		Argile, limons	4,40	0,00	0,00	1,30	1,265
2	Sables limoneux		Argile, limons	0,00	0,00	0,00	1,30	1,265
3	Sables et graviers		Sables, graves	-4,00	1800,00	124,21	1,65	1,265
4	Sables argileux altérés		Sols intermédiaires, tendance sableuse	-10,00	1100,00	90,00	1,65	1,265
5	Sables argileux intermédiaires		Sols intermédiaires, tendance sableuse	-20,00	2800,00	90,00	1,65	1,265
6	Sables argileux sains		Sols intermédiaires, tendance sableuse	-25,00	4000,00	90,00	1,65	1,265

Critère de calcul : Contrainte imposée en tête

Contrainte en tête (kPa) : 7000,00

Critère appliqué à la combinaison : ELS-CARAC

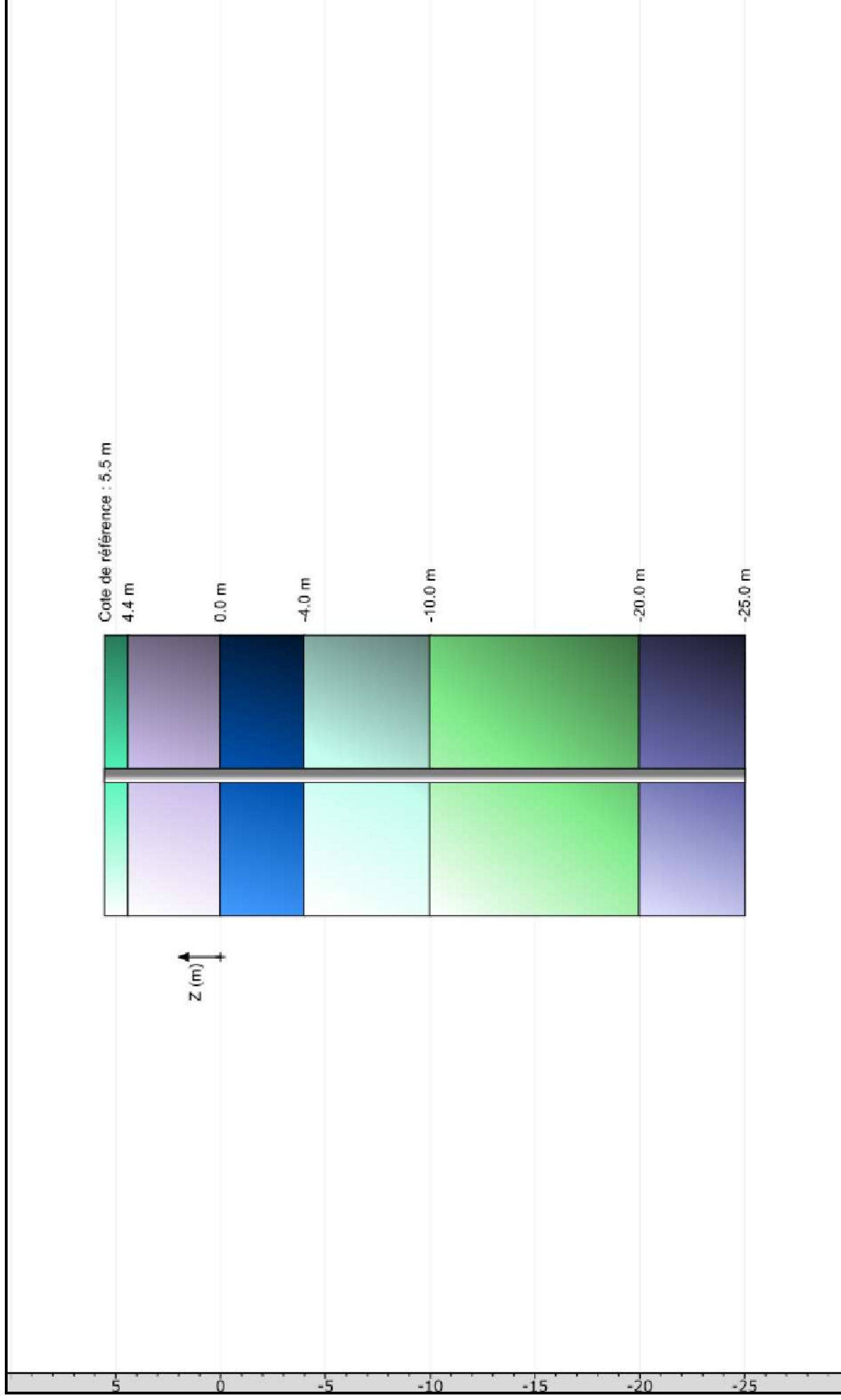


FoXta v3  
v3.3.6

Imprimé le : 06/07/2023 - 16:29:22  
Calcul réalisé par : GEOLIA

Projet : FP  
Module : Fondprof (Pieu 1/3)

# Onglet "Données des couches"



File : C:\Users\mriachy\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoxTa v3\696228\temp[FP]-1.resu

Calcul réalisé le : 06/07/2023 à 16h11  
par : GEOLIA

## Options du calcul :

- calcul basé sur des paramètres issus du pressiomètre de Ménard
- calcul selon les règles de la norme NF P 94 262
- profil de pression limite pl\* défini par couche
- pour pieu de catégorie : 6
- pour pieu travaillant en compression

Combinaisons	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
Frottement	0.636	0.778	0.909	1.000
Pointe	0.455	0.556	0.909	1.000

Cote de référence : 5.500

Section du pieu : 0.302

Périmètre : 1.948

## Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	pl*	qsl	kpmin	kpmax	gamrd
01	4.40	0.0	0.00	1.00	1.30	1.26
02	0.00	0.0	0.00	1.00	1.30	1.26
03	-4.00	1800.0	124.21	1.00	1.65	1.26
04	-10.00	1100.0	90.00	1.00	1.65	1.26
05	-20.00	2800.0	90.00	1.00	1.65	1.26
06	-25.00	4000.0	90.00	1.00	1.65	1.26

Pas du calcul : 0.50

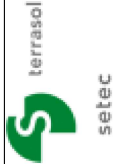
\*\*\*\*\*  
 \*\*\*SOLUTION\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

Calcul à charge imposée : Q = 2113.3 vis à vis de la combinaison : ELS-CARA

couche	cote	qsl	ple	kp	Qs	Qp	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
01	5.50	0.00	0.0	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	5.00	0.00	0.0	1.048	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	4.50	0.00	0.0	1.097	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	4.40	0.00	0.0	1.106	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	4.40	0.00	0.0	1.106	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	3.90	0.00	0.0	1.155	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	3.40	0.00	0.0	1.203	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	2.90	0.00	0.0	1.252	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	2.40	0.00	0.0	1.300	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	1.90	0.00	0.0	1.300	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	1.40	0.00	90.0	1.000	0.0	27.2	9.8	11.9	19.5	21.5
02	0.90	0.00	540.0	1.000	0.0	163.0	58.6	71.7	117.2	128.9
02	0.40	0.00	990.0	1.000	0.0	298.9	107.5	131.4	214.8	236.3
02	0.00	0.00	1350.0	1.000	0.0	407.6	146.6	179.1	292.9	322.2
03	0.00	124.21	1800.0	1.000	0.0	543.4	195.5	238.9	390.5	429.6
03	-0.50	124.21	1800.0	1.105	121.0	600.4	276.8	338.3	518.4	570.3
03	-1.00	124.21	1800.0	1.210	241.9	657.4	358.1	437.7	646.2	710.9
03	-1.50	124.21	1800.0	1.315	362.9	714.4	439.4	537.2	774.1	851.6
03	-2.00	124.21	1800.0	1.419	483.9	771.3	520.7	636.6	902.0	992.3

03	-2.50	124.21	1800.0	1.524	604.8	828.3	602.0	736.1	1029.8	1132.9
03	-3.00	124.21	1625.0	1.650	725.8	809.5	656.1	802.2	1103.2	1213.7
03	-3.50	124.21	1450.0	1.650	846.8	722.3	685.5	838.3	1127.5	1240.4
03	-4.00	124.21	1275.0	1.650	967.7	635.1	715.0	874.3	1151.8	1267.1
03	-4.00	124.21	1275.0	1.650	967.7	635.1	715.0	874.3	1151.8	1267.1
04	-4.00	90.00	1100.0	1.650	967.7	548.0	683.6	836.0	1089.2	1198.2
04	-4.50	90.00	1100.0	1.650	1055.4	548.0	727.7	889.9	1152.1	1267.5
04	-5.00	90.00	1100.0	1.650	1143.1	548.0	771.8	943.8	1215.1	1336.8
04	-5.50	90.00	1100.0	1.650	1230.7	548.0	815.8	997.7	1278.1	1406.1
04	-6.00	90.00	1100.0	1.650	1318.4	548.0	859.9	1051.7	1341.1	1475.3
04	-6.50	90.00	1100.0	1.650	1406.0	548.0	904.0	1105.6	1404.1	1544.6
04	-7.00	90.00	1100.0	1.650	1493.7	548.0	948.1	1159.5	1467.1	1613.9
04	-7.50	90.00	1100.0	1.650	1581.3	548.0	992.1	1213.4	1530.0	1683.2
04	-8.00	90.00	1100.0	1.650	1669.0	548.0	1036.2	1267.3	1593.0	1752.5
04	-8.50	90.00	1100.0	1.650	1756.6	548.0	1080.3	1321.2	1656.0	1821.8
04	-9.00	90.00	1525.0	1.650	1844.3	759.7	1200.5	1468.1	1871.1	2058.4
04	-9.50	90.00	1950.0	1.650	1931.9	971.4	1320.7	1615.1	2086.2	2295.1
04	-10.00	90.00	2375.0	1.614	2019.6	1157.6	1431.7	1750.9	2283.0	2511.6
04	-10.00	90.00	2375.0	1.614	2019.6	1157.6	1431.7	1750.9	2283.0	2511.6
05	-10.00	90.00	2800.0	1.521	2019.6	1285.9	1477.9	1807.3	2375.2	2613.0
05	-10.50	90.00	2800.0	1.574	2107.2	1330.9	1538.1	1880.9	2470.5	2717.8
05	-11.00	90.00	2800.0	1.638	2194.9	1384.7	1601.5	1958.5	2572.2	2829.7
05	-11.50	90.00	2800.0	1.650	2282.5	1394.8	1649.3	2016.8	2642.4	2907.0
05	-12.00	90.00	2800.0	1.650	2370.2	1394.8	1693.3	2070.7	2705.4	2976.3
05	-12.40	90.00	2800.0	1.650	2439.4	1394.8	1728.2	2113.3	2755.2	3031.0

# Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



**FoXta v3**  
v3.3.6

Imprimé le : 06/07/2023 - 16:29:23  
Calcul réalisé par : GEOLIA

Projet : FP  
Module : Fondprof (Pieu 1/3)



# Données

Titre du projet : FondationsP (pieu n°2)  
Numéro d'affaire : G230449  
Commentaires : N/A  
Titre du calcul : FP720  
Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-262/A1 (juillet 2018)  
Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques  
Traitement des données : Traitement par couches  
Pas du calcul (m) : 0,50  
Section de calcul : Section de calcul circulaire  
Diamètre de calcul (m) : 0,72  
Classe du pieu : 2 - Pieu tarière creuse  
Catégorie du pieu : 6 [FTC, FTCD] - Foré tarière creuse simple rotation, ou double rotation  
Mode de chargement : Travail en compression

## Combinaisons

	ELS-QP	ELS-CARAC	ELU-FOND	ELU-ACC
Pondérations combinées sur Qs,k	0,636	0,778	0,909	1,000
Pondérations combinées sur Qp,k	0,455	0,556	0,909	1,000

Cote de référence (m) : 5,50

## Définition des couches de sol

No	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	γR,d1 × γR,d2
1	Remblais		Argille, limons	4,40	0,00	0,00	1,30	1,265
2	Sables limoneux		Argille, limons	0,00	0,00	0,00	1,30	1,265
3	Sables et graviers		Sables, graves	-4,00	1800,00	124,21	1,65	1,265
4	Sables argileux altérés		Sols intermédiaires, tendance sableuse	-10,00	1100,00	90,00	1,65	1,265
5	Sables argileux intermédiaires		Sols intermédiaires, tendance sableuse	-20,00	2800,00	90,00	1,65	1,265
6	Sables argileux sains		Sols intermédiaires, tendance sableuse	-25,00	4000,00	90,00	1,65	1,265

Critère de calcul : Contrainte imposée en tête

Contrainte en tête (kPa) : 7000,00

Critère appliqué à la combinaison : ELS-CARAC

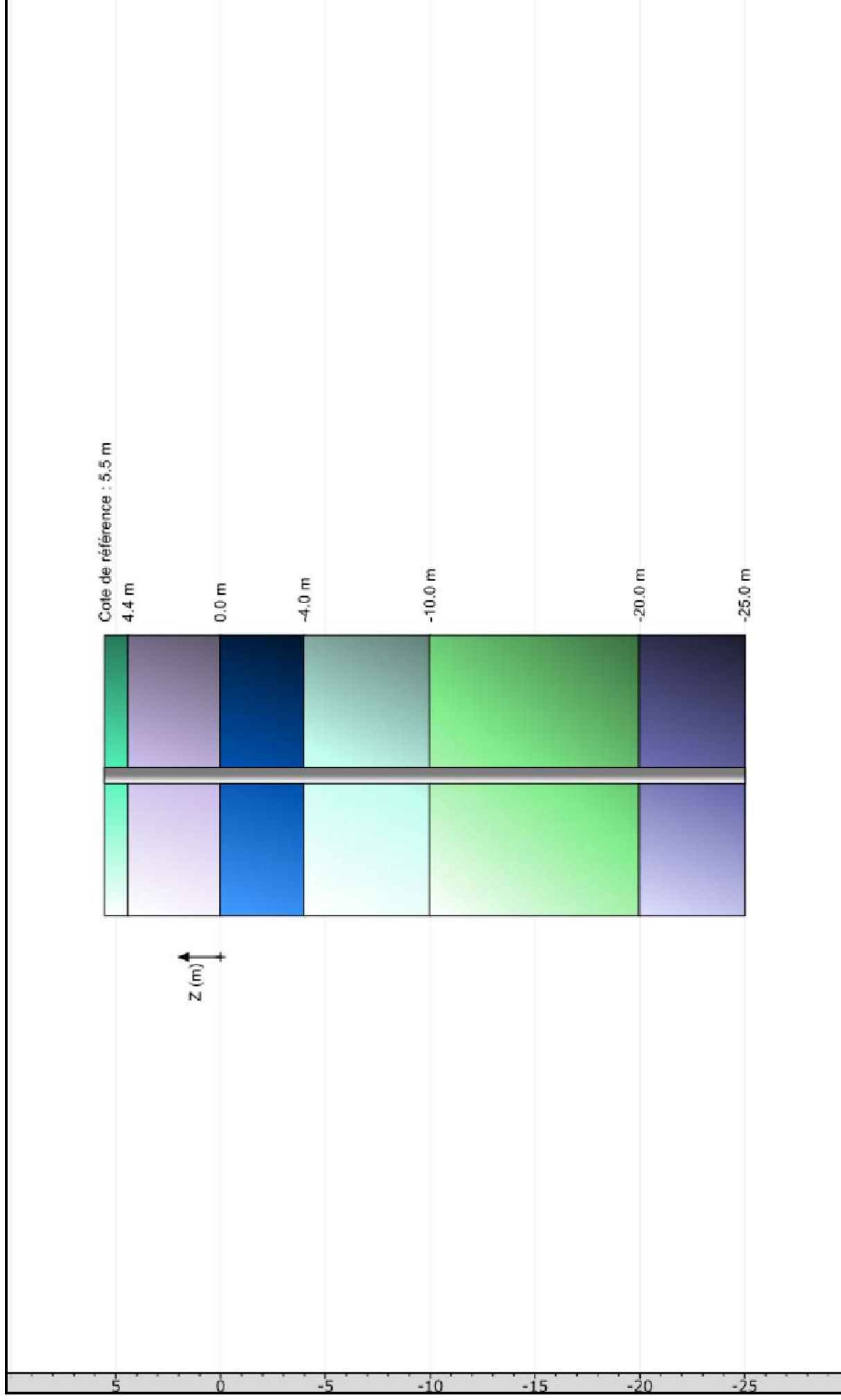


FoXta v3  
v3.3.6

Imprimé le : 06/07/2023 - 16:29:07  
Calcul réalisé par : GEOLIA

Projet : FP  
Module : Fondprof (Pieu 2/3)

# Onglet "Données des couches"



File : C:\Users\mriachy\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoxTa v3\696228\temp[FP]-2.resu

Calcul réalisé le : 06/07/2023 à 16h18  
par : GEOLIA

## Options du calcul :

- calcul basé sur des paramètres issus du pressiomètre de Ménard
- calcul selon les règles de la norme NF P 94 262
- profil de pression limite pl\* défini par couche
- pour pieu de catégorie : 6
- pour pieu travaillant en compression

Combinaisons	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
Frottement	0.636	0.778	0.909	1.000
Pointe	0.455	0.556	0.909	1.000

Cote de référence : 5.500

Section du pieu : 0.407

Périmètre : 2.262

## Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	pl*	qsl	kpmin	kpmax	gamrd
01	4.40	0.0	0.00	1.00	1.30	1.26
02	0.00	0.0	0.00	1.00	1.30	1.26
03	-4.00	1800.0	124.21	1.00	1.65	1.26
04	-10.00	1100.0	90.00	1.00	1.65	1.26
05	-20.00	2800.0	90.00	1.00	1.65	1.26
06	-25.00	4000.0	90.00	1.00	1.65	1.26

Pas du calcul : 0.50

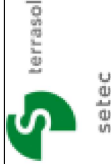
\*\*\*\*\*  
 \*\*\*SOLUTION\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

Calcul à charge imposée : Q = 2850.1 vis à vis de la combinaison : ELS-CARA

couche	cote	qsl	ple	kp	Qs	Qp	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
01	5.50	0.00	0.0	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	5.00	0.00	0.0	1.008	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	4.50	0.00	0.0	1.011	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	4.40	0.00	0.0	1.012	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	4.40	0.00	0.0	1.009	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	3.90	0.00	0.0	1.051	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	3.40	0.00	0.0	1.093	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	2.90	0.00	0.0	1.134	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	2.40	0.00	0.0	1.176	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	1.90	0.00	0.0	1.218	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	1.40	0.00	90.0	1.000	0.0	36.6	13.2	16.1	26.3	29.0
02	0.90	0.00	540.0	1.000	0.0	219.9	79.1	96.6	158.0	173.8
02	0.40	0.00	990.0	1.000	0.0	403.1	145.0	177.2	289.6	318.6
02	0.00	0.00	1350.0	1.000	0.0	549.7	197.7	241.6	395.0	434.5
03	0.00	124.21	1800.0	1.000	0.0	732.9	263.6	322.1	526.6	579.3
03	-0.50	124.21	1800.0	1.090	140.5	799.0	358.0	437.6	675.1	742.7
03	-1.00	124.21	1800.0	1.181	281.0	865.2	452.5	553.1	823.6	906.0
03	-1.50	124.21	1800.0	1.271	421.4	931.4	546.9	668.5	972.1	1069.4
03	-2.00	124.21	1800.0	1.361	561.9	997.5	641.3	784.0	1120.6	1232.8

03	-2.50	124.21	1800.0	1.451	702.4	1063.7	735.7	899.5	1269.1	1396.1
03	-3.00	124.21	1625.0	1.600	842.9	1058.6	804.5	983.7	1366.3	1503.1
03	-3.50	124.21	1450.0	1.650	983.3	974.1	844.8	1032.9	1406.6	1547.4
03	-4.00	124.21	1275.0	1.650	1123.8	856.5	873.1	1067.6	1423.0	1565.5
03	-4.00	124.21	1275.0	1.650	1123.8	856.5	873.1	1067.6	1423.0	1565.5
04	-4.00	90.00	1100.0	1.650	1123.8	739.0	830.8	1016.0	1338.6	1472.6
04	-4.50	90.00	1100.0	1.650	1225.6	739.0	882.0	1078.6	1411.7	1553.0
04	-5.00	90.00	1100.0	1.650	1327.4	739.0	933.2	1141.2	1484.9	1633.5
04	-5.50	90.00	1100.0	1.650	1429.2	739.0	984.3	1203.8	1558.0	1714.0
04	-6.00	90.00	1100.0	1.650	1531.0	739.0	1035.5	1266.4	1631.1	1794.4
04	-6.50	90.00	1100.0	1.650	1632.8	739.0	1086.7	1329.0	1704.3	1874.9
04	-7.00	90.00	1100.0	1.650	1734.6	739.0	1137.9	1391.6	1777.4	1955.4
04	-7.50	90.00	1100.0	1.650	1836.3	739.0	1189.0	1454.2	1850.6	2035.8
04	-8.00	90.00	1100.0	1.650	1938.1	739.0	1240.2	1516.8	1923.7	2116.3
04	-8.50	90.00	1100.0	1.650	2039.9	739.0	1291.4	1579.4	1996.8	2196.8
04	-9.00	90.00	1525.0	1.650	2141.7	1024.5	1445.3	1767.5	2275.2	2502.9
04	-9.50	90.00	1950.0	1.650	2243.5	1310.0	1599.1	1955.6	2553.5	2809.1
04	-10.00	90.00	2375.0	1.650	2345.3	1595.5	1753.0	2143.7	2831.8	3115.3
04	-10.00	90.00	2375.0	1.650	2345.3	1595.5	1753.0	2143.7	2831.8	3115.3
05	-10.00	90.00	2800.0	1.565	2345.3	1784.0	1820.8	2226.5	2967.2	3264.2
05	-10.50	90.00	2800.0	1.597	2447.1	1820.8	1885.2	2305.3	3066.8	3373.8
05	-11.00	90.00	2800.0	1.629	2548.9	1857.5	1949.6	2384.0	3166.3	3483.3
05	-11.50	90.00	2800.0	1.650	2650.6	1881.0	2009.2	2457.0	3256.4	3582.4
05	-12.00	90.00	2800.0	1.650	2752.4	1881.0	2060.4	2519.6	3329.5	3662.8
05	-12.50	90.00	2800.0	1.650	2854.2	1881.0	2111.6	2582.2	3402.6	3743.3
05	-13.00	90.00	2800.0	1.650	2956.0	1881.0	2162.8	2644.8	3475.8	3823.7
05	-13.50	90.00	2800.0	1.650	3057.8	1881.0	2213.9	2707.4	3548.9	3904.2
05	-14.00	90.00	2800.0	1.650	3159.6	1881.0	2265.1	2770.0	3622.1	3984.7
05	-14.50	90.00	2800.0	1.650	3261.4	1881.0	2316.3	2832.6	3695.2	4065.1
05	-14.64	90.00	2800.0	1.650	3289.8	1881.0	2330.6	2850.1	3715.6	4087.6

# Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



**FoXta v3**  
v3.3.6

Imprimé le : 06/07/2023 - 16:29:08  
Calcul réalisé par : GEOLIA

Projet : FP  
Module : Fondprof (Pieu 2/3)

# Données

Titre du projet : FondationsP (pieu n°3)  
Numéro d'affaire : G230449  
Commentaires : N/A  
Titre du calcul : FP820  
Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-262/A1 (juillet 2018)  
Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques  
Traitement des données : Traitement par couches  
Pas du calcul (m) : 0,50  
Section de calcul : Section de calcul circulaire  
Diamètre de calcul (m) : 0,82  
Classe du pieu : 2 - Pieu tarière creuse  
Catégorie du pieu : 6 [FTC, FTCD] - Foré tarière creuse simple rotation, ou double rotation  
Mode de chargement : Travail en compression

## Combinaisons

	ELS-QP	ELS-CARAC	ELU-FOND	ELU-ACC
Pondérations combinées sur Qs,k	0,636	0,778	0,909	1,000
Pondérations combinées sur Qp,k	0,455	0,556	0,909	1,000

Cote de référence (m) : 5,50

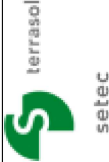
## Définition des couches de sol

No	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	γR,d1 × γR,d2
1	Remblais		Argille, limons	4,40	0,00	0,00	1,30	1,265
2	Sables limoneux		Argille, limons	0,00	0,00	0,00	1,30	1,265
3	Sables et graviers		Sables, graves	-4,00	1800,00	124,21	1,65	1,265
4	Sables argileux altérés		Sols intermédiaires, tendance sableuse	-10,00	1100,00	90,00	1,65	1,265
5	Sables argileux intermédiaires		Sols intermédiaires, tendance sableuse	-20,00	2800,00	90,00	1,65	1,265
6	Sables argileux sains		Sols intermédiaires, tendance sableuse	-25,00	4000,00	90,00	1,65	1,265

Critère de calcul : Contrainte imposée en tête

Contrainte en tête (kPa) : 7000,00

Critère appliqué à la combinaison : ELS-CARAC

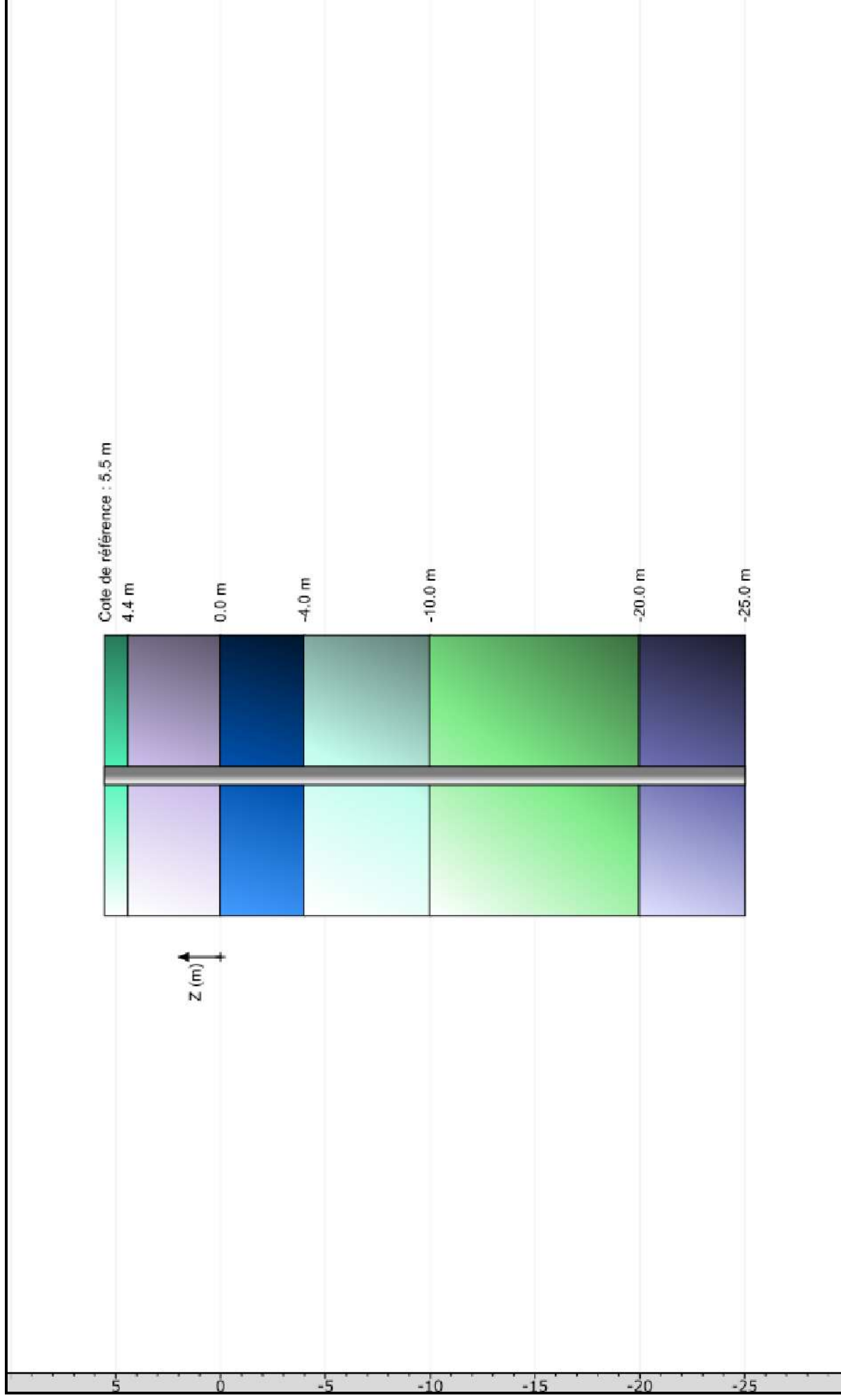


FoXta v3  
v3.3.6

Imprimé le : 06/07/2023 - 16:28:48  
Calcul réalisé par : GEOLIA

Projet : FP  
Module : Fondprof (Pieu 3/3)

# Onglet "Données des couches"



File : C:\Users\mriachy\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoxTa v3\696228\temp[FP]-3.resu

Calcul réalisé le : 06/07/2023 à 16h23  
par : GEOLIA

## Options du calcul :

- calcul basé sur des paramètres issus du pressiomètre de Ménard
- calcul selon les règles de la norme NF P 94 262
- profil de pression limite pl\* défini par couche
- pour pieu de catégorie : 6
- pour pieu travaillant en compression

Combinaisons	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
Frottement	0.636	0.778	0.909	1.000
Pointe	0.455	0.556	0.909	1.000

Cote de référence : 5.500

Section du pieu : 0.528

Périmètre : 2.576

## Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	pl*	qsl	kpmin	kpmax	gamrd
01	4.40	0.0	0.00	1.00	1.30	1.26
02	0.00	0.0	0.00	1.00	1.30	1.26
03	-4.00	1800.0	124.21	1.00	1.65	1.26
04	-10.00	1100.0	90.00	1.00	1.65	1.26
05	-20.00	2800.0	90.00	1.00	1.65	1.26
06	-25.00	4000.0	90.00	1.00	1.65	1.26

Pas du calcul : 0.50

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*SOLUTION\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

Calcul à charge imposée : Q = 3696.7 vis à vis de la combinaison : ELS-CARA

couche	cote	qsl	ple	kp	Qs	Qp	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
01	5.50	0.00	0.0	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	5.00	0.00	0.0	1.037	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	4.50	0.00	0.0	1.073	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	4.40	0.00	0.0	1.080	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	4.40	0.00	0.0	1.080	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	3.90	0.00	0.0	1.117	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	3.40	0.00	0.0	1.154	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	2.90	0.00	0.0	1.190	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	2.40	0.00	0.0	1.227	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	1.90	0.00	0.0	1.263	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	1.40	0.00	90.0	1.000	0.0	47.5	17.1	20.9	34.2	37.6
02	0.90	0.00	540.0	1.000	0.0	285.2	102.6	125.3	204.9	225.4
02	0.40	0.00	990.0	1.000	0.0	522.8	188.1	229.8	375.7	413.3
02	0.00	0.00	1350.0	1.000	0.0	712.9	256.4	313.4	512.3	563.6
03	0.00	124.21	1800.0	1.000	0.0	950.6	341.9	417.8	683.1	751.5
03	-0.50	124.21	1800.0	1.079	160.0	1025.9	449.5	549.3	852.2	937.5
03	-1.00	124.21	1800.0	1.159	320.0	1101.3	557.0	680.8	1021.3	1123.5
03	-1.50	124.21	1800.0	1.238	480.0	1176.6	664.5	812.4	1190.4	1309.6
03	-2.00	124.21	1800.0	1.317	640.0	1252.0	772.1	943.9	1359.5	1495.6



03	-2.50	124.21	1800.0	1.396	800.0	1327.3	879.6	1075.4	1528.6	1681.7
03	-3.00	124.21	1625.0	1.527	959.9	1310.3	953.9	1166.3	1631.3	1794.6
03	-3.50	124.21	1450.0	1.650	1119.9	1263.5	1017.5	1244.1	1712.7	1884.1
03	-4.00	124.21	1275.0	1.650	1279.9	1111.0	1043.1	1275.5	1718.1	1890.1
03	-4.00	124.21	1275.0	1.650	1279.9	1111.0	1043.1	1275.5	1718.1	1890.1
04	-4.00	90.00	1100.0	1.650	1279.9	958.5	988.3	1208.5	1608.5	1769.5
04	-4.50	90.00	1100.0	1.650	1395.9	958.5	1046.5	1279.8	1691.8	1861.2
04	-5.00	90.00	1100.0	1.650	1511.8	958.5	1104.8	1351.1	1775.1	1952.8
04	-5.50	90.00	1100.0	1.650	1627.7	958.5	1163.1	1422.4	1858.4	2044.4
04	-6.00	90.00	1100.0	1.650	1743.6	958.5	1221.4	1493.7	1941.7	2136.1
04	-6.50	90.00	1100.0	1.650	1859.6	958.5	1279.7	1564.9	2025.0	2227.7
04	-7.00	90.00	1100.0	1.650	1975.5	958.5	1338.0	1636.2	2108.3	2319.4
04	-7.50	90.00	1100.0	1.650	2091.4	958.5	1396.2	1707.5	2191.6	2411.0
04	-8.00	90.00	1100.0	1.650	2207.3	958.5	1454.5	1778.8	2274.9	2502.6
04	-8.50	90.00	1100.0	1.650	2323.2	958.5	1512.8	1850.1	2358.2	2594.3
04	-9.00	90.00	1525.0	1.650	2439.2	1328.8	1704.3	2084.2	2707.6	2978.7
04	-9.50	90.00	1950.0	1.650	2555.1	1699.2	1895.8	2318.3	3057.0	3363.1
04	-10.00	90.00	2375.0	1.650	2671.0	2069.5	2087.3	2552.3	3406.4	3747.4
04	-10.00	90.00	2375.0	1.650	2671.0	2069.5	2087.3	2552.3	3406.4	3747.4
05	-10.00	90.00	2800.0	1.598	2671.0	2362.8	2192.8	2681.2	3617.2	3979.3
05	-10.50	90.00	2800.0	1.626	2786.9	2404.7	2266.1	2770.9	3730.6	4104.0
05	-11.00	90.00	2800.0	1.650	2902.9	2439.8	2337.0	2857.7	3839.1	4223.5
05	-11.50	90.00	2800.0	1.650	3018.8	2439.8	2395.3	2929.0	3922.4	4315.1
05	-12.00	90.00	2800.0	1.650	3134.7	2439.8	2453.6	3000.3	4005.7	4406.8
05	-12.50	90.00	2800.0	1.650	3250.6	2439.8	2511.9	3071.6	4089.0	4498.4
05	-13.00	90.00	2800.0	1.650	3366.6	2439.8	2570.2	3142.9	4172.3	4590.0
05	-13.50	90.00	2800.0	1.650	3482.5	2439.8	2628.5	3214.2	4255.6	4681.7
05	-14.00	90.00	2800.0	1.650	3598.4	2439.8	2686.7	3285.5	4338.9	4773.3
05	-14.50	90.00	2800.0	1.650	3714.3	2439.8	2745.0	3356.8	4422.3	4865.0
05	-15.00	90.00	2800.0	1.650	3830.3	2439.8	2803.3	3428.1	4505.6	4956.6
05	-15.50	90.00	2800.0	1.650	3946.2	2439.8	2861.6	3499.4	4588.9	5048.2
05	-16.00	90.00	2800.0	1.650	4062.1	2439.8	2919.9	3570.7	4672.2	5139.9
05	-16.50	90.00	2800.0	1.650	4178.0	2439.8	2978.2	3641.9	4755.5	5231.5
05	-16.88	90.00	2800.0	1.650	4267.1	2439.8	3022.9	3696.7	4819.4	5301.9

# Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur

