

SCCV COLOMBUS LOT 27**COLOMBES (92)****ILOT COLOMBUS – LOT 27****Construction d'un immeuble de bureaux et d'une surface de vente****ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION**

Phase Projet

Mission géotechnique G₂-PRO

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

RAPPORT N°G190739					PIECE N° 003
INDICE	DATE	ETABLI PAR	VERIFIE PAR	Nb de PAGES	MODIFICATIONS - OBSERVATIONS
C					
B	27/11/2023	N. HAJ MAHMOUD	F. ANTOINE	30+34	MODIFICATION DU PROJET
A	22/04/2020	N. HAJ MAHMOUD	F. ANTOINE	40+34	PREMIERE DIFFUSION

SOMMAIRE

Page

1. PRESENTATION GENERALE - DEFINITION DE LA MISSION.....	4
2. REFERENCES ET REGLES DE CALCUL.....	6
2.1. Textes règlementaires	6
2.2. Documents à disposition.....	7
2.3. Exigences.....	7
3. PRESENTATION DU SITE	8
3.1. Localisation et description du site	8
3.2. Contexte géologique et géotechnique.....	9
3.3. Phénomène de retrait-gonflement des argiles.....	10
3.4. Contexte hydrologique et hydrogéologique	11
3.5. Autres aléas géotechniques.....	12
4. PRESENTATION DU PROJET ET DEFINITION DE LA ZIG.....	13
4.1. Caractéristiques du projet	13
4.2. Définition de la ZIG (Zone d'influence géotechnique).....	14
4.3. Identification des risques géotechniques vis-à-vis du projet.....	15
5. RESULTATS OBTENUS LORS DES INVESTIGATIONS	16
5.1. Nature des sols reconnus	16
5.2. Observations concernant l'eau	18
5.3. Caractéristiques pressiométriques	18
5.3.1. Analyse statistique.....	18
5.3.2. Synthèse.....	21
5.4. Enregistrement des paramètres de forage.....	23
5.4.1. Présentation des enregistrements des paramètres de forages	23
5.4.2. Analyse des enregistrements de paramètres	23
6. CONCLUSIONS – RECOMMANDATIONS	24
6.1. Contexte géotechnique	24
6.2. Coupe type et hypothèses de calcul.....	25
6.3. Etude géotechnique de projet	25
6.3.1. Rappel du projet et principes généraux	25
6.3.2. Système de fondation	26
6.3.3. Sujétions vis-à-vis de l'eau.....	28

6.3.4. Terrassements et soutènements	28
6.3.5. Sol du projet	29
6.4. Sujétions	29
6.4.1. Sujétions générales	29
6.4.2. Sujétions pour les fondations profondes.....	29

LISTE DES FIGURES

Figure 1 - Localisation approximative de la zone d'étude (Source : Cadastre.gouv)	8
Figure 2 - Localisation approximative de la zone d'étude sur des photographies aériennes de 2019	9
Figure 3 - Extrait de la carte géologique concernant le site au 1/ 50 000ème (Source : BRGM).	10
Figure 4 - Extrait de la carte du BRGM vis-à-vis de l'aléa retrait-gonflement (Source : BRGM).....	10
Figure 5 - Extrait du zonage réglementaire du PPRI de la Seine dans les Hauts-de-Seine - Colombes (Janvier 2004)	11
Figure 6 - Extrait Etude NPHE (Source : rapport STRATEGEO n° A18014 du 14/02/2018). 12	12
Figure 7 - Plan du Rdc (novembre 2023).....	13
Figure 9 - Coupe BB (Novembre 2023).....	14
Figure 9 - Photographie aérienne du site (Cliché de 1949, Source : geoportail.gouv.fr).....	17
Figure 10 - Distribution pour des modules pressiométriques et des pressions limites nettes. . 18	18
Figure 11 - Distribution pour des modules pressiométriques et des pressions limites nettes. . 19	19
Figure 12 - Répartition des pressions limites nettes mesurées en fonction de la cote altimétrique – échelle semi-logarithmique.....	21
Figure 13 - Répartition des modules pressiométriques mesurés en fonction de la cote altimétrique– échelle semi-logarithmique.....	22

ANNEXES

Annexe 1 : Plan de situation

Annexe 2 : Schéma d'implantation des sondages

Annexe 3 : Résultats des investigations

Annexe 4 : Tableau d'enchaînement des missions géotechniques et classification des missions géotechniques types NFP 94-500 de Novembre 2013.

1. PRESENTATION GENERALE - DEFINITION DE LA MISSION

A la demande et pour le compte de la SCCV COLOMBUS LOT 27, nous avons procédé à une étude géotechnique de conception, phase Projet sur le terrain correspondant au lot 27 du site Colombus, sur la commune de COLOMBES, dans le département des HAUTS-DE-SEINE (92).

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_{2-PRO} de la norme NF P 94 500 de novembre 2013).

GEOLIA est intervenu sur le site Colombus, dont le lot 27 en est une partie, en 2017 dans le cadre d'une mission géotechnique d'étude de conception en phase avant-projet « G_{2-AVP} » (dossier GEOLIA n°G170837), en 2018 dans le cadre d'une mission de diagnostic géotechnique G₅ (dossier GEOLIA n°G180853), et enfin, en 2019 dans le cadre de la présente mission G_{2-PRO}. Les investigations prises en compte pour l'établissement de la présente étude sont les suivantes :

- 8 sondages pressiométriques descendus entre 12 et 13 m (SP107 à SP109, SP118 et SP271 à SP274),
- 72 (8 x 9) essais pressiométriques répartis tous les 1 m à 1,5 m dans les sondages précédents,
- l'enregistrement numérique des paramètres de forage,
- 1 sondage carotté descendu à 12 m de profondeur (SC203),
- 6 piézomètres (PZ1 à PZ6) descendus à 10 m de profondeur dans des sondages spécifiques.

Nos interventions sur site se sont déroulées en décembre 2017, en novembre 2018 et en octobre 2019.

Dans la suite, toutes les profondeurs de ces sondages sont données par rapport à la tête des sondages réalisés depuis la plateforme actuelle. Ces sondages ont été rattachés au système de nivellement NGF à l'aide d'un GPS de précision. Si besoin est, ce nivellement devra être vérifié par le géomètre expert du projet.

ID	n° sondage	X	Y	Z
PZ	1	1645800,6	8193100,9	28,2
PZ	2	1645750,3	8193191,0	28,0
PZ	3	1645642,7	8193224,1	27,8
PZ	4	1645598,8	8193123,3	27,8
PZ	5	1645556,0	8193005,2	27,7
PZ	6	1645732,1	8193068,8	28,1
SP	107	1645643,6	8193225,2	27,8
SP	108	1645578,9	8193118,7	27,3
SP	109	1645600,9	8193154,9	27,0
SP	118	1645731,2	8193067,8	28,1
SP	271	645750,4	6870957,6	27,9
SP	272	645749,9	6870931,4	28,2
SP	273	645751,5	6870925,9	28,0
SP	274	645775,4	6870883,0	28,3
SC	203	-	-	28,3

Remarque : les sondages de 2017 (PZ1 à PZ6, SP107 à SP109 et SP118) ont été relevés en planimétrie selon le système de coordonnées RFG 93 / CC49, néanmoins les sondages SP271 à SP274, réalisés en 2019, ont été relevés selon le coordonnées Lambert 93. La précision de nos sondages est d'environ $\pm 0,5$ m.

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

2. REFERENCES ET REGLES DE CALCUL

2.1. Textes règlementaires

Les textes réglementaires sur lesquels s'appuient généralement les études géotechniques sont listés ci-après :

- 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 de novembre 2022 – Béton - Spécification, performance, production et conformité,
- NF EN 206+A1, Novembre 2016 et NF EN 206 /CN de décembre 2014– Béton - Spécification, performance, production et conformité,
- TIRANTS D'ANCRAGE TA2020 – Règles professionnelles relatives à la conception, au calcul, à l'exécution, au contrôle et à la surveillance (version 2.0 – décembre 2020),
- NOTICES TECHNIQUES de l'Inspection Générale des Carrières (IGC) des 6 et 15 janvier 2003 puis du 31 janvier 2016.

2.2. Documents à disposition

Les documents qui nous ont été transmis pour la réalisation de la présente étude, sont les suivants :

- Plans et coupes du projet du novembre 2023,
- Etude géotechnique d'avant-projet « mission G_{2-AVP} » réalisée par GEOLIA et référencée G170837, version B du 21/02/2018,
- Etude géotechnique spécifique « mission G₅ » réalisée par GEOLIA et référencée G180853, version A du 07/12/2018,
- Etude NPHE du site Columbus, réalisée par STRATEGEO et référencée : A18014 du 14/02/2018,
- Avis technique sur l'influence du rabattement de la nappe en phase chantier sur les fondations d'avoisinants, réalisé par GEOLIA et référence G170837-01-20190111 du 11/01/2019.

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 Maître d'ouvrage)
- Classe de conséquence : CC2 (à confirmer par le Maître d'ouvrage)
- Catégorie géotechnique : 2

3. PRESENTATION DU SITE

3.1. Localisation et description du site

Le terrain étudié correspond au lot 27 du site Columbus, situé sur la commune de COLOMBES (92), commune située dans le département des HAUTS-DE-SEINE (92), au Nord-Ouest de Paris (75).

Le lot 27, d'une superficie de l'ordre de 5 660 m², correspond à une partie de la parcelle n°329 de la section cadastrale H.

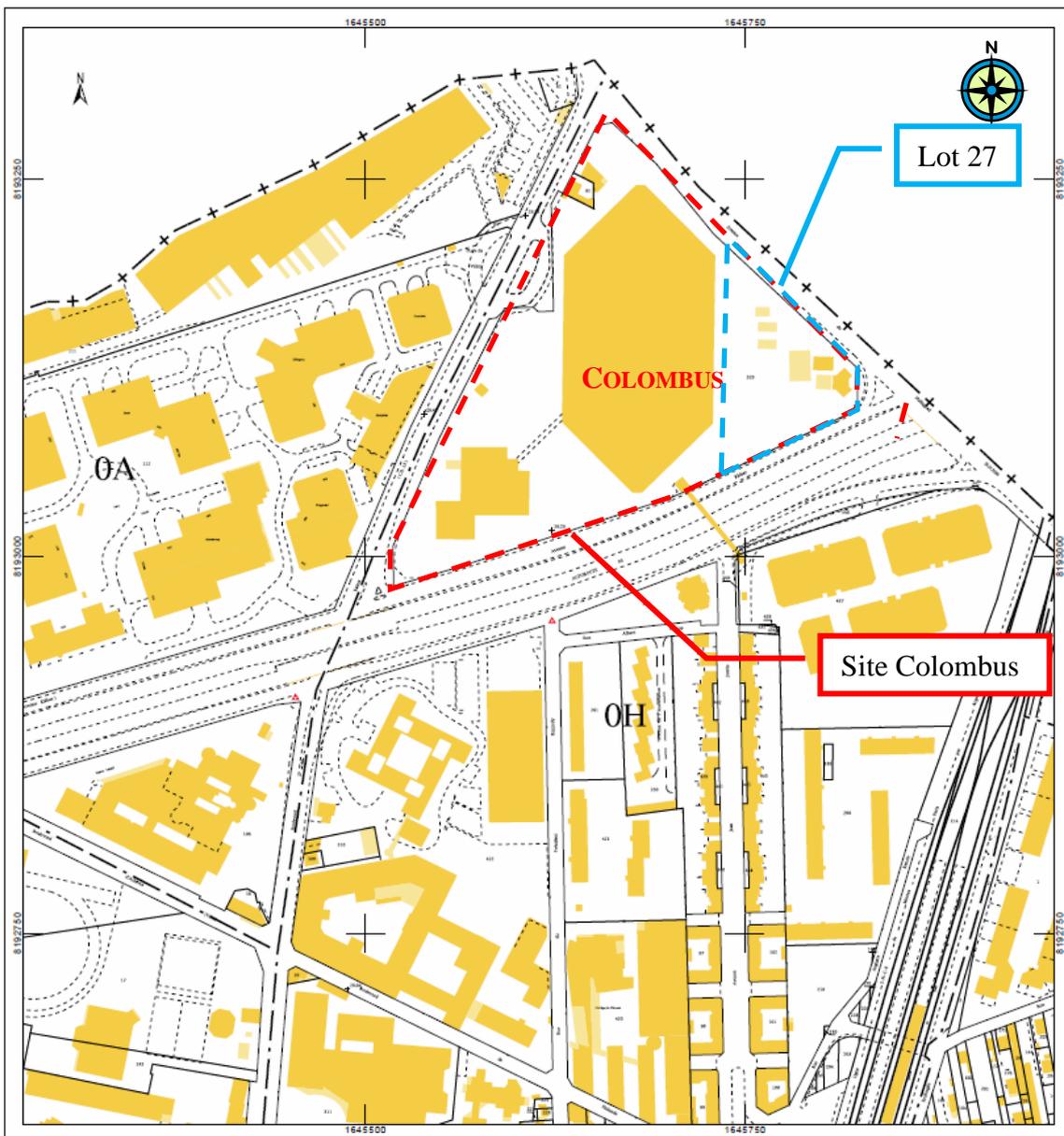


Figure 1 - Localisation approximative de la zone d'étude (Source : Cadastre.gouv)

Les visites réalisées par nos soins ont montré que les terrains objets de l'aménagement sont localisés à proximité de la Seine, et sont relativement plats à l'échelle du site.

Lors de notre première intervention en décembre 2017, le site Colombus était occupé par plusieurs bâtiments dont les caractéristiques exactes (présence de sous-sol, système de fondation, cotes altimétriques...) ne nous ont pas été précisées. Ces aménagements ont été démolis avant notre deuxième intervention en octobre 2019. Des travaux de terrassements étaient en cours durant toute la durée de notre intervention et certaines zones sont restées inaccessibles malgré une intervention en plusieurs phases (plusieurs amenées-replis).

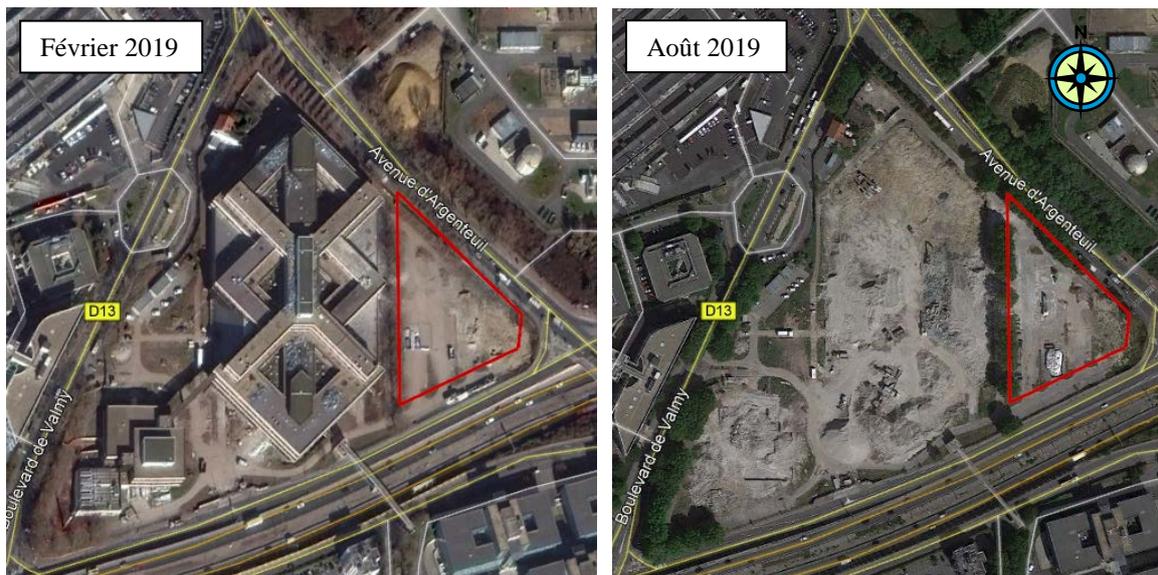


Figure 2 - Localisation approximative de la zone d'étude sur des photographies aériennes de 2019

La zone d'étude était bordée :

- au Sud, par l'avenue Kléber et puis l'autoroute A86,
- à l'Est, par l'avenue d'Argenteuil,
- au Nord et Ouest par les autres lots du site Colombus.

3.2. Contexte géologique et géotechnique

D'après les renseignements en notre possession (Cf. extrait de la carte géologique au 1/50 000^{ème} représenté ci-après, études réalisées dans le secteur), la succession géologique présumée à cet emplacement est la suivante :

- *Remblais éventuels,*
- *Alluvions anciennes de la Seine,*
- *Marno-calcaires du Lutétien.*

A cet égard, un extrait de la carte géologique précisant la succession géologique au droit du secteur est donné ci-après :

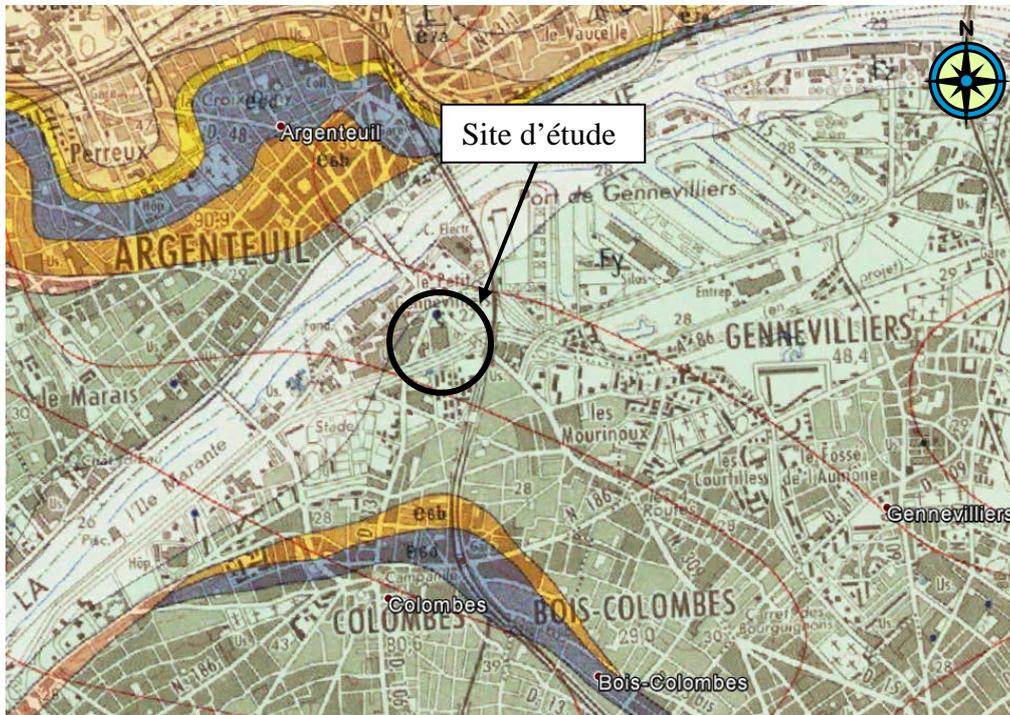


Figure 3 - Extrait de la carte géologique concernant le site au 1/ 50 000ème (Source : BRGM).

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 « a priori nul » vis-à-vis du retrait-gonflement des formations argileuses éventuellement présentes au droit du site.

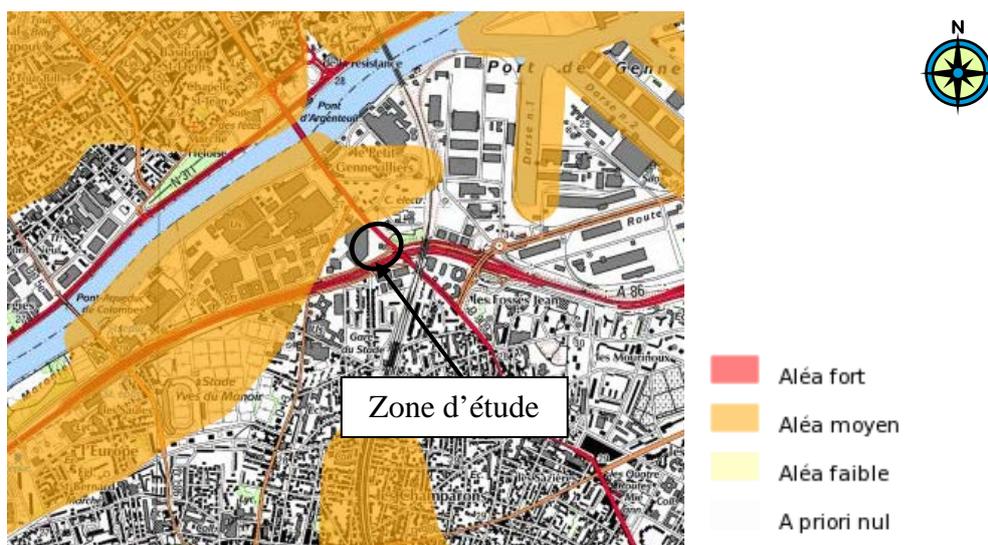


Figure 4 - Extrait de la carte du BRGM vis-à-vis de l'aléa retrait-gonflement (Source : BRGM).

3.4. Contexte hydrologique et hydrogéologique

La zone d'étude est localisée en zone inondable d'après le PPRi dont un extrait de la carte du « zonage règlementaire » est reproduit ci-après.

Selon la carte du PPRi, la cote casier au droit de la zone d'étude est de 28,8 NGF.

A titre indicatif, les données des cotes de crues mesurées au niveau du pont de Colombes sont les suivantes :

<i>Crue 1910 (centennale) :</i>	28,74 NGF
<i>Crue 1955 (cinquantennale) :</i>	27,72 NGF
<i>Crue 1982 (décennale) :</i>	26,87 NGF
<i>Retenue Normale :</i>	23,56 NGF

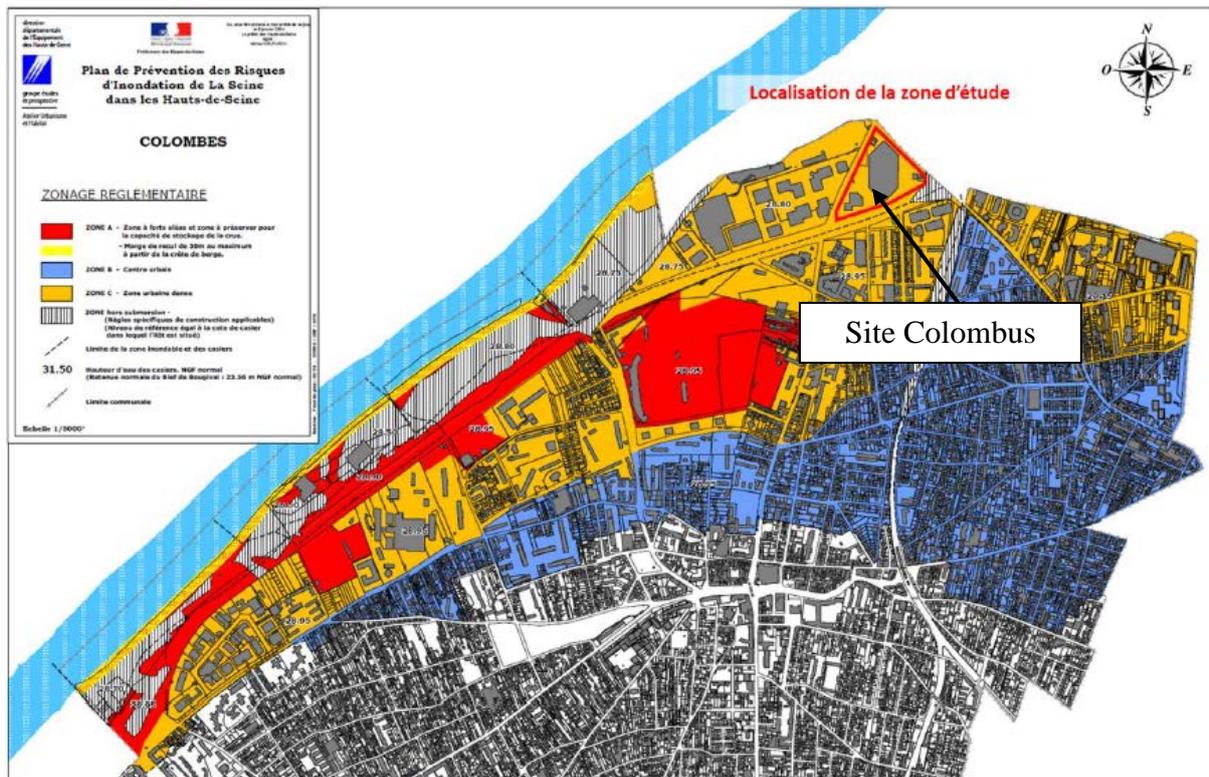


Figure 5 - Extrait du zonage réglementaire du PPRi de la Seine dans les Hauts-de-Seine - Colombes (Janvier 2004)

Nous rappelons qu'une étude hydrogéologique a été réalisée au droit du site Colombus (Cf. § 2.2) et a déjà permis de définir les niveaux NPHE.

Les cotes des crues définies par cette étude sur le lot n°27 qui sont rappelés ci-après¹ :

Variation du niveau de la nappe					
Terrain Naturel actuel		+28,40 m NGF			
Cote du Rez-de-chaussée		+28,80 m NGF			
Cote du plancher bas du sous-sol – R-1		+25,50 m NGF			
Cote du fond de fouille théorique		+25,00 m NGF			
Paramètres de variation		Elévation théorique (m)	Cote de la nappe (m NGF)	Profondeur de la nappe (m/TN)	
Niveau de nappe actuel (05/01/2018)		-	+24,60 m NGF	-3,80 m/TN	
Niveau d'étiage considéré		EB	-	+24,44 m NGF	-3,96 m/TN
Estimation en période chantier					
Hautes Eaux annuelles (phase chantier)		EF	+0,60	+25,04 m NGF	-3,36 m/TN
Hautes Eaux annuelles exceptionnelles (phase chantier)		EF max	+1,10	+25,54 m NGF	-2,86 m/TN
Estimation en période d'exploitation					
NPHE 10 ans		EH	+2,20	+26,64 m NGF	-1,76 m/TN
NPHE 100 ans		EE	+3,01	+27,45 m NGF	-0,95 m/TN

Figure 6 - Extrait Etude NPHE (Source : rapport STRATEGEO n°A18014 du 14/02/2018)

3.5. Autres aléas géotechniques

De plus, on note que la parcelle étudiée est positionnée :

- en dehors des zones d'anciennes exploitations souterraines ou à ciel ouvert recensées sur le département des HAUTS-DE-SEINE (92),
- en dehors des zones à risque de dissolution du gypse antéludien défini par arrêté interpréfectoral,
- 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, relatifs à la prévention des risques sismiques, entrés en vigueur le 1^{er} mai 2011 (*art. D. 563-8-1 du Code de l'Environnement*).

¹ Pour de plus amples informations, il conviendra de se référer au rapport hydrogéologique

4. PRESENTATION DU PROJET ET DEFINITION DE LA ZIG

4.1. Caractéristiques du projet

Sur ce terrain de 5 660 m², le projet prévoit la réalisation d'un ensemble de bâtiment de type R+1 à R+6 sans sous-sol, mais sur un vide sanitaire d'environ 1 m d'hauteur.

Le niveau du vide sanitaire est prévu à la cote 27,40 NGF et celui du Rdc à 28,82 NGF.

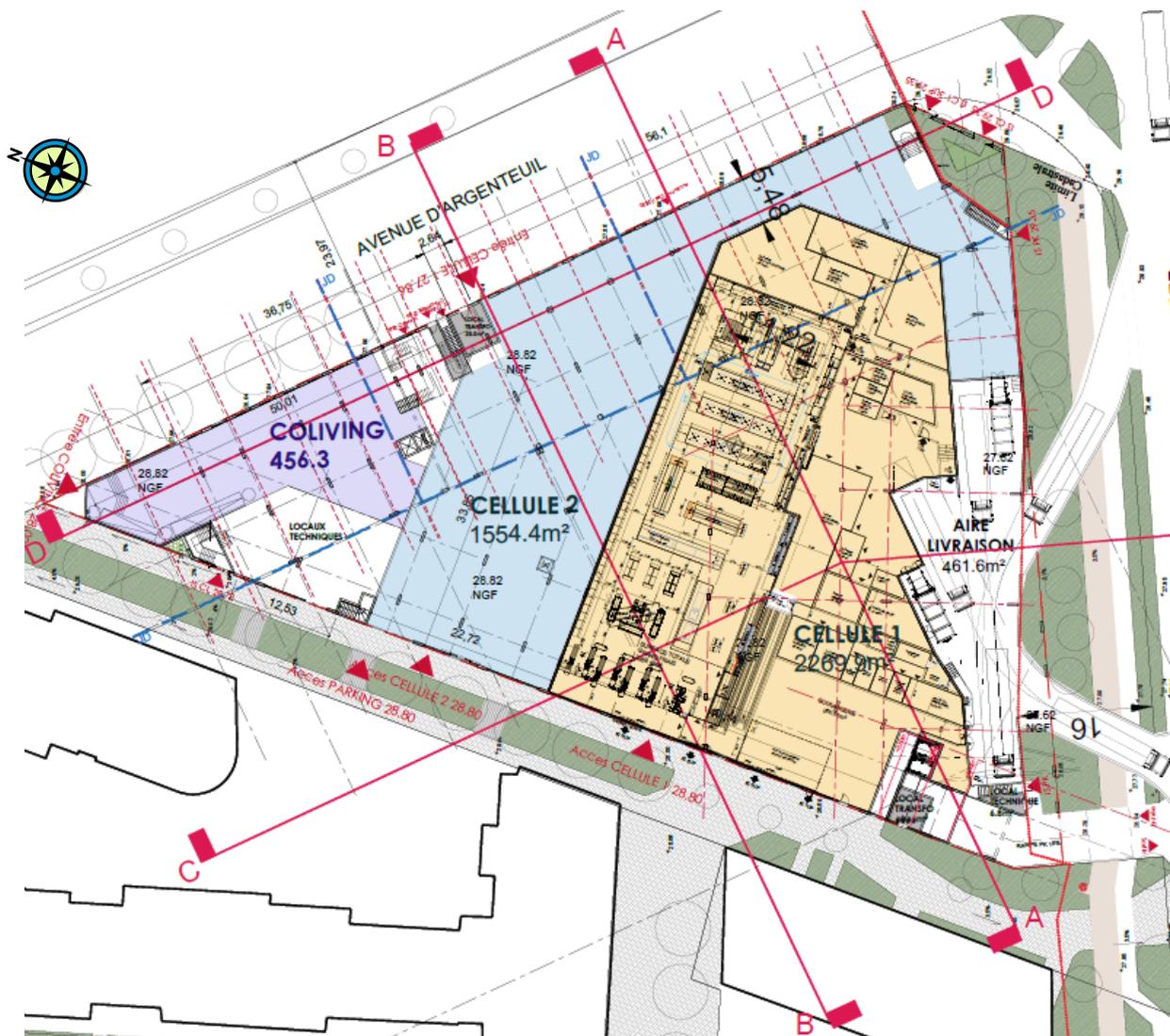


Figure 7 - Plan du Rdc (novembre 2023)

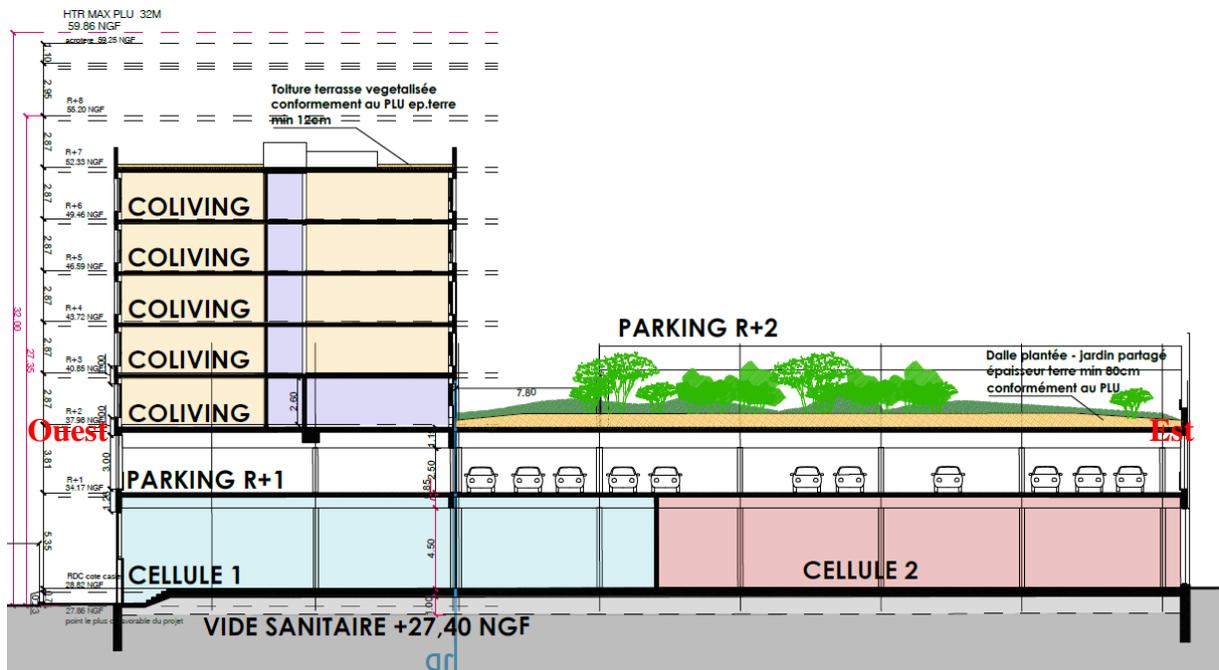


Figure 8 - Coupe BB (Novembre 2023)

Le plan des fondations et les descentes de charges du projet ne nous ont pas été transmis, notre étude gardera donc un caractère général qu'il conviendra d'actualiser une fois ces éléments établis.

4.2. Définition de la ZIG (Zone d'influence géotechnique)

Sur la base des éléments transmis, et dans un plan horizontal, la ZIG du projet correspond à l'emprise du bâtiment élargie de 2 m.

Dans le plan vertical, cette ZIG est définie au moins jusque vers 5 m de profondeur, en-dessous de la base des fondations.

4.3. Identification des risques géotechniques vis-à-vis du projet

Compte tenu des aléas géotechniques identifiés auparavant et du projet défini précédemment, les niveaux de risques géotechniques vis-à-vis du projet sont les suivants :

Type de risque	Fort	Moyen	Faible	Très Faible
Risque carrières			✓	
Risque dissolution du Gypse			✓	
Risque lié au retrait-gonflement des sols argileux			✓	
Risque mouvement de terrain			✓	
Risque inondation			✓(*)	
Risque sismique				✓

(*) risque correspondant à un niveau bas du projet situé à 28,82 NGF.

5. RESULTATS OBTENUS LORS DES INVESTIGATIONS

5.1. Nature des sols reconnus

Dans le cas présent un sondage carotté noté SC203 a été réalisé à 12,3 m de profondeur, ce type de sondage permet d'établir une coupe lithologique précise des terrains traversés.

Les coupes des autres sondages sont réalisées à l'aide des cuttings extraits au droit des sondages exécutés à la tarière, au tricône ou au taillant. Ces méthodes ne permettent d'avoir qu'une coupe approchée donnant une indication sur la nature des terrains traversés sous réserve qu'il n'y ait pas de perte d'injection du fluide de forage.

De plus, le remaniement des matériaux peut entraîner des imprécisions et donc des variations sur les profondeurs présentées.

Ainsi, l'examen des matériaux remontés au cours de l'exécution des sondages pressiométriques a permis d'établir comme suit la succession des différentes formations rencontrées, sous une éventuelle couche de terre végétale ou d'enrobés :

Remblais/Terrains remaniés et/ou alluvions modernes

Des remblais renfermant des matériaux sablo-limoneux bruns à gris avec la présence de silex et de débris de briques ont été reconnus jusque vers 2,6 à 5 m de profondeur soit jusque vers 22,3/25,7 NGF.

Au droit du lot 27, les épaisseurs les plus importantes de remblais ont été observée plutôt en partie Est/Sud-Est du site (sondages SC203, SP108 et SP109).

Nous notons qu'à l'échelle du site Colombus, les remblais ont été rencontrés généralement jusque vers 22,3 à 25,0 NGF.

Nous signalons que les remblais peuvent présenter des surépaisseurs localisées en fonction des aménagements passés du terrain et renfermer, tout aussi bien, des niveaux indurés de toute dimension que des passages complètement décomprimés. Par ailleurs, il n'est pas exclu que la base de ces matériaux corresponde à des alluvions modernes de la Seine.

Nous rappelons que le site Colombus a fait l'objet de travaux de démolitions et que l'historique du site montre aussi d'autres aménagements antérieurs à 1950. Par conséquent, il n'est pas exclu de rencontrer des surépaisseurs de remblais liées à d'anciens ouvrages enterrés, d'éventuels restes d'infrastructures, etc....



Figure 9 - Photographie aérienne du site (Cliché de 1949, Source : geoportail.gouv.fr)

Sables graveleux plus ou moins argileux

Au-delà des remblais, des sables graveleux, plus ou moins argileux en tête, avec des silex, ont été observés au droit des sondages à partir de 2,6/5 m (22,3/25,7 NGF) et jusque vers 9/11 m de profondeur, soit jusque vers 16,5/18,5 NGF.

Ces matériaux appartiennent aux Alluvions anciennes de la Seine et peuvent renfermer des niveaux indurés de type calcins ou poudingues.

Marno-calcaires

Sous les matériaux précédents, soit à partir d'environ 9/11 m de profondeur, des marno-calcaires ont été rencontrés jusqu'à la base de nos sondages arrêtés vers 12/13 m de profondeur, soit jusque vers 13/14 NGF. Notons que ces matériaux ont été recoupés jusqu'à 0 NGF au droit des lots voisins.

Ces matériaux correspondent aux marno-calcaires du Lutétien qui recoupent les Marnes et Caillasses puis le Calcaire Grossier. Ces formations peuvent renfermer des niveaux fortement indurés.

Nous notons que, localement, la transition entre les sables et les marno-calcaires ainsi que la frange supérieure de la formation des Marnes et Caillasses se caractérisent par un affaiblissement mécanique au droit du site.

5.2. Observations concernant l'eau

Lors de notre intervention en décembre 2017, six piézomètres descendus vers 10 m de profondeur ont été installés par nos soins sur le site Colombus (PZ1 à PZ6).

Ces piézomètres ont permis d'établir une étude hydrogéologique spécifique définissant les niveaux d'eau de référence à retenir pour le projet (étude de Strategeo 18014 de février 2018). Ces niveaux d'eau ont été rappelés au paragraphe 3.4 du présent rapport.

5.3. Caractéristiques pressiométriques

5.3.1. Analyse statistique

Les valeurs des caractéristiques mécaniques des terrains (E_M : module pressiométrique, Pl^* : pression limite nette) ont été déterminées par des essais pressiométriques réalisés au droit des sondages pressiométriques. L'analyse des valeurs obtenues est la suivante :

• Remblais/Terrains remaniés

⇒ Jusque vers 2,6/5 m de profondeur, soit jusque vers 22,3/25,7 NGF,

⇒ Nombre d'essais : 22 essais,

⇒ Analyse des 22 essais pris en compte :

E_M mini	E_M maxi	E_M moyen (a)	E_M moyen (b)	Ecart-type	Dispersion
4,1 MPa	41,0 MPa	12,0 MPa	8,8 MPa	8,2 MPa	0,68

Pl^* mini	Pl^* maxi	Pl^* moyen (a)	Pl^* moyen (b)	Ecart-type	Dispersion
0,24 MPa	2,97 MPa	0,97 MPa	0,71 MPa	0,60 MPa	0,62

(a) : moyenne arithmétique

(b) : moyenne harmonique

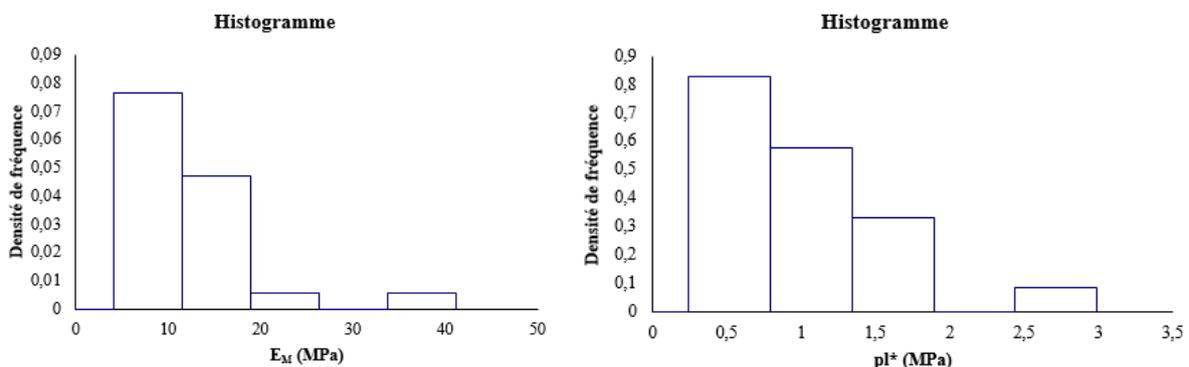


Figure 10 - Distribution pour des modules pressiométriques et des pressions limites nettes.

Les essais réalisés dans les remblais caractérisent des matériaux de compacité variable mais globalement médiocre, renfermant des niveaux indurés.

<i>Remblais</i>	E_M (MPa)	PI* (MPa)
<i>Tendance</i>	<i>Non-significative</i>	<i>Log-normale</i>
Valeurs caractéristiques	6,0	0,6

• Sables graveleux

⇒ A partir de 2,6/5 m jusqu'à 9/11 m de profondeur environ, base vers 16,5/18,5 NGF,

⇒ Nombre d'essais : 40 essais,

⇒ Analyse des 39 essais pris en compte :

E _M mini	E _M maxi	E _M moyen (a)	E _M moyen (b)	Ecart-type	Dispersion
17,3 MPa	>100,0 MPa	>49,1 MPa	>40,6 MPa	-	-

PI* mini	PI* maxi	PI* moyen (a)	PI* moyen (b)	Ecart-type	Dispersion
1,27 MPa	>4,50 MPa	>3,78 MPa	>3,48 MPa	-	-

(a) : moyenne arithmétique

(b) : moyenne harmonique

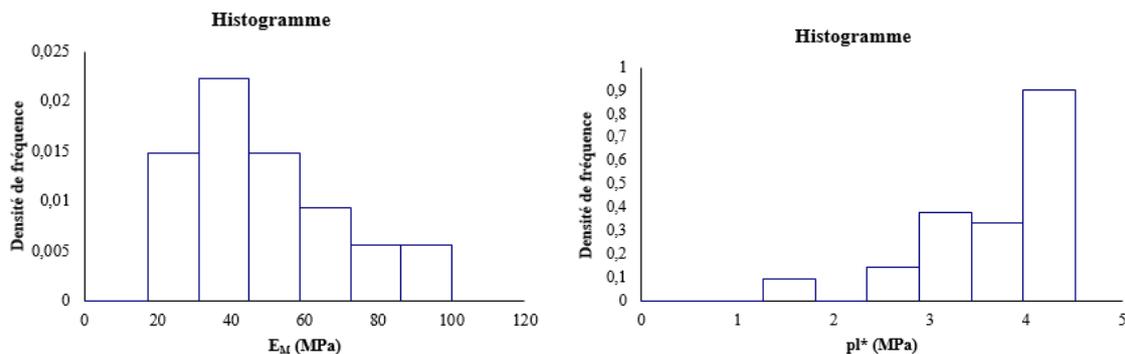


Figure 11 - Distribution pour des modules pressiométriques et des pressions limites nettes.

Ces essais mettent en évidence des sables de bonne densité.

<i>Sables graveleux</i>	E_M (MPa)	PI* (MPa)
<i>Tendance</i>	<i>Log-normale</i>	<i>Non-significative</i>
Valeurs caractéristiques	35,0	3,0

Le seul essai non pris en compte correspond à un essai sous-estimé réalisé à 4 m de profondeur (23,9 NGF) en SP271 :

$$E_M = 2,6 \text{ MPa} \quad PI^* = 0,48 \text{ MPa}$$

• Marno-calcaires

⇒ De 9/11 m environ jusqu'à, au moins, 12/13 m de profondeur, base en-dessous de 13/14 NGF,

⇒ Nombre d'essais : 7 essais,

⇒ Analyse des 7 essais pris en compte :

E _M mini	E _M maxi	E _M moyen (a)	E _M moyen (b)	Ecart-type	Dispersion
2,7 MPa	47,3 MPa	24,1 MPa	11,8 MPa	15,4 MPa	0,64

PI* mini	PI* maxi	PI* moyen (a)	PI* moyen (b)	Ecart-type	Dispersion
0,53 MPa	>4,00 MPa	>2,26 MPa	>1,58 MPa	-	-

(a) : moyenne arithmétique

(b) : moyenne harmonique

Ces matériaux présentent une compacité générale moyenne à bonne.

<i>Marno-calcaires</i>	E_M (MPa)	PI* (MPa)
Valeurs caractéristiques	15,0	1,5

5.3.2. Synthèse

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

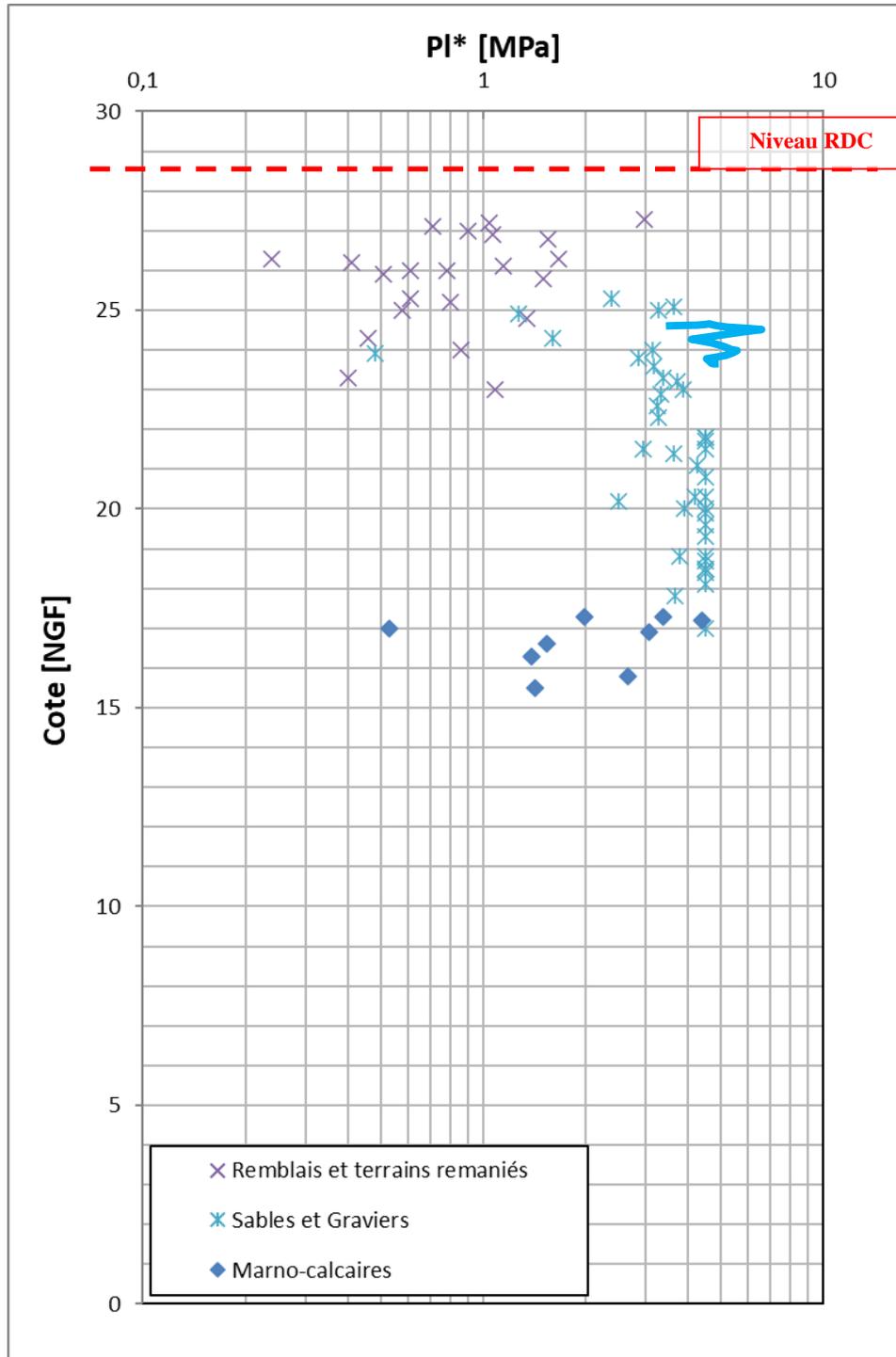


Figure 12 - Répartition des pressions limites nettes mesurées en fonction de la cote altimétrique – échelle semi-logarithmique.

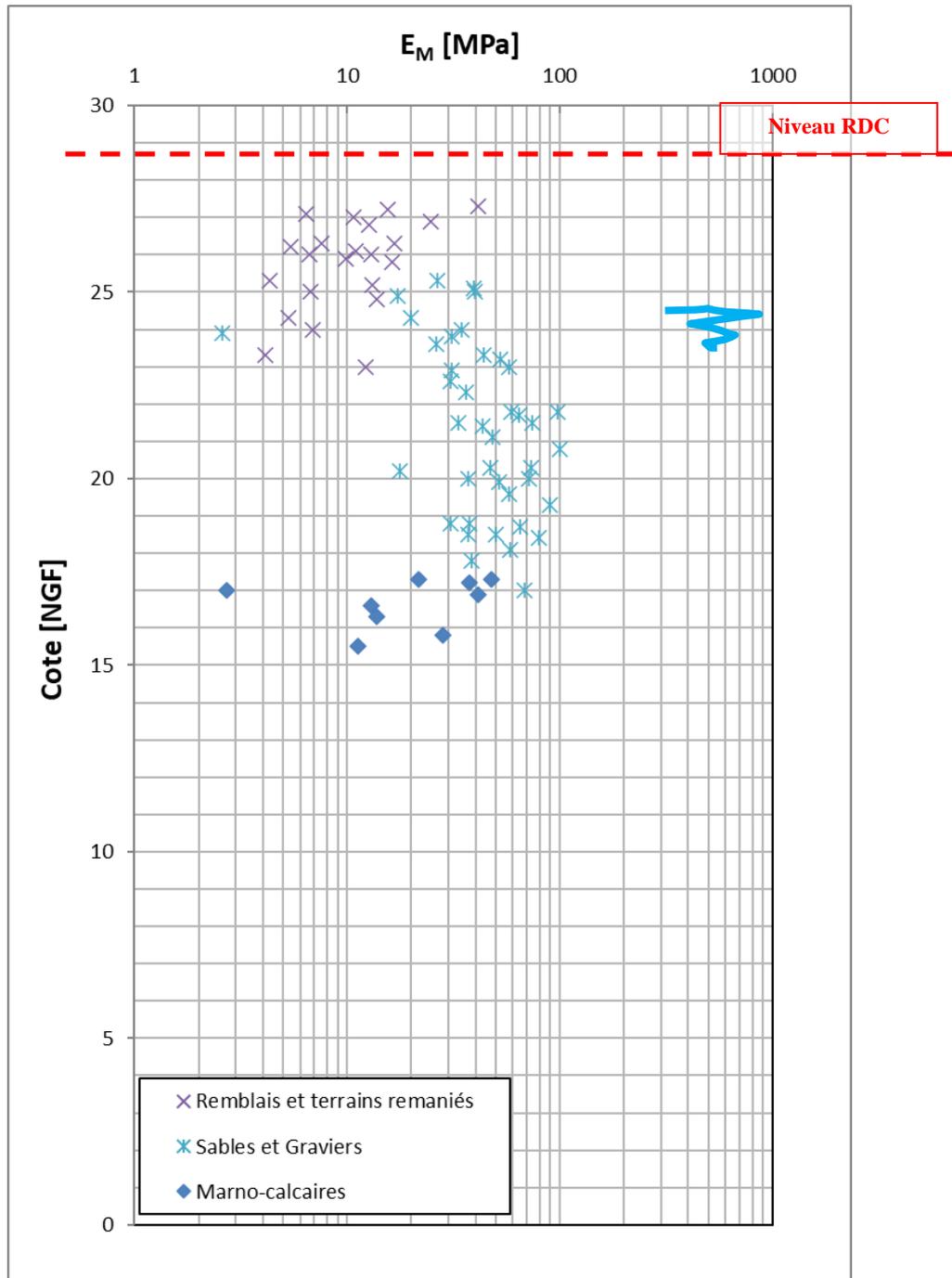


Figure 13 - Répartition des modules pressiométriques mesurés en fonction de la cote altimétrique– échelle semi-logarithmique.

5.4. Enregistrement des paramètres de forage

5.4.1. Présentation des enregistrements des paramètres de forages

Pour l'ensemble des sondages pressiométriques réalisés par GEOLIA, l'enregistrement numérique des paramètres de forage a été réalisé par l'intermédiaire d'un appareil numérique de type EXPLOFOR/GEOBOX de la Société APAGEO.

Cet appareil présente les caractéristiques suivantes :

- 2 types d'enregistrement simultanés :
 - ⇒ graphique,
 - ⇒ numérique.
- l'enregistrement de 5 paramètres de forage sur voies indépendantes à savoir :
 - ⇒ la pression sur l'outil,
 - ⇒ la pression d'injection,
 - ⇒ le couple de rotation,
 - ⇒ la vitesse d'avancement,
 - ⇒ la pression de retenue.
- un programme d'exploitation des enregistrements numériques qui permet :
 - ⇒ le choix de l'amplitude de tous les paramètres,
 - ⇒ le choix de l'échelle de représentation graphique de la profondeur,
 - ⇒ le format d'impression modulable.

5.4.2. Analyse des enregistrements de paramètres

L'analyse des paramètres de forage permet de mettre en évidence des contrastes de compacité entre formations. Au droit du site, ces contrastes mécaniques sont relativement élevés et on observe plus précisément les principaux points suivants :

- la traversée des remblais et/ou des terrains remaniés s'accompagne de vitesses d'avancement de l'outil généralement élevées qui témoignent de la faible tenue de ces matériaux jusque vers 3/5 m de profondeur,
- dès que l'outil de forage pénètre dans les sables et graviers, puis dans les marno-calcaires, on observe une diminution de la vitesse d'avancement qui traduit une meilleure compacité que celle des matériaux sus-jacents. On notera cependant la présence d'un affaiblissement mécanique localisé à l'interface sables/marno-calcaires et au droit de la frange supérieure des Marnes et caillasses.

Ainsi, nos sondages ont mis en évidence l'absence d'anomalies significatives dans les sols en place traversés.

6. CONCLUSIONS – RECOMMANDATIONS

6.1. Contexte géotechnique

Les sondages et les essais réalisés sur le site ont mis en évidence un terrain qui recoupe successivement :

- des **remblais/terrains remaniés et/ou des alluvions modernes** de compacité généralement médiocre jusque vers 2,5/5 m de profondeur, avec surépaisseurs possibles.
- des **sables graveleux plus ou moins argileux** de densité globalement bonne jusqu'à environ 9/11 m de profondeur en fonction des sondages, pour une base estimée vers 16,5/18,5 NGF,
- des **marno-calcaires** de bonne compacité générale jusqu'à la base de nos sondages arrêtés vers 12/13 m de profondeur avec de légers affaiblissements localisés à l'interface avec les sables et graviers,
- la présence d'une nappe observée vers 24,6 NGF en janvier 2018. Les niveaux d'eau de référence à retenir pour le projet ont été définis par une étude hydrogéologique spécifique (dossier Stratego n°A18014 du 14/02/2018) et sont rappelés ci-dessous :

Variation du niveau de la nappe				
Terrain Naturel actuel		+28,40 m NGF		
Cote du Rez-de-chaussée		+28,80 m NGF		
Cote du plancher bas du sous-sol – R-1		+25,50 m NGF		
Cote du fond de fouille théorique		+25,00 m NGF		
Paramètres de variation		Elévation théorique (m)	Cote de la nappe (m NGF)	Profondeur de la nappe (m/TN)
Niveau de nappe actuel (05/01/2018)		-	+24,60 m NGF	-3,80 m/TN
Niveau d'étiage considéré	EB	-	+24,44 m NGF	-3,96 m/TN
Estimation en période chantier				
Hautes Eaux annuelles (phase chantier)	EF	+0,60	+25,04 m NGF	-3,36 m/TN
Hautes Eaux annuelles exceptionnelles (phase chantier)	EF max	+1,10	+25,54 m NGF	-2,86 m/TN
Estimation en période d'exploitation				
NPHE_{10 ans}	EH	+2,20	+26,64 m NGF	-1,76 m/TN
NPHE_{100 ans}	EE	+3,01	+27,45 m NGF	-0,95 m/TN

6.2. Coupe type et hypothèses de calcul

Les hypothèses géotechniques retenues pour la suite du rapport afin de caractériser les différentes formations traversées sont données dans le tableau suivant :

Formations	Cote de la base (NGF)	E_M (MPa)	Pl^* (MPa)	γ_h (kN/m ³)	C' (kPa)	φ' (°)	α
Remblais	Jusque vers 22,3/25,7 NGF	6,0	0,6	19	0	25	2/3
Sables et graviers	De 22,3/25,7 NGF et jusqu'à 17,5 NGF	35,0	3,0	19	0	35	1/3
Marno- calcaires	Au-delà de 17,5 NGF	15,0	1,5	20	10	30	1/2

Avec :

- E_M : module pressiométrique moyen
- Pl^* : pression limite moyenne
- γ_h : poids spécifique humide
- C' : cohésion à long terme
- α : coefficient rhéologique
- φ' : angle de frottement à long terme

On notera cependant que les caractéristiques intrinsèques γ_h , C' et φ' 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.

6.3. Etude géotechnique de projet

6.3.1. Rappel du projet et principes généraux

Nous rappelons que le projet prévoit la réalisation d'un ensemble de bâtiment de type R+1 à R+6 sans sous-sol.

Le niveau bas du projet (niveau RDC) est prévu à la cote 28,82 NGF.

La principale sujétion pour le projet est liée à la présence de remblais sur des épaisseurs importantes de 2,5/5 m, soit jusque vers 22,3/25,7 NGF au droit de nos sondages, soit une base des remblais pouvant se situer jusque vers 5 m sous le niveau du fond de fouille, avec des surprofondeurs possibles,

6.3.2. Système de fondation

Compte tenu des caractéristiques du projet et du contexte géotechnique du site, le projet sera fondé sur un système de fondations profondes de types pieux forés ancrés d'au moins 2 m dans les sols en place, au-delà des remblais, soit une base de pieu descendue à la cote 20,3 NGF ou en-dessous.

Remarque : Nous recommandons de réaliser des sondages pressiométriques complémentaires descendus au-delà de 15 m afin caractériser les sols situés au-delà de 13/14 NGF.

Pour les fondations profondes, nous proposons ci-après une approche « modèle de terrain », conformément à la norme NF P 94-262/A1 de juillet 2018.

a) Hypothèses retenues

- aucun effet de groupe n'a été considéré.

Par exemple, dans le cas de pieux forés simple (FB) (classe 1, catégorie 2), ou forés ancrés dans les conditions définies ci-avant, nous retiendrons les hypothèses géotechniques de calcul suivantes, pour le « modèle de terrain » :

Profondeur (m) Cote de la base (NGF)	Formations	k_p max (*)	Pl_e^* (**) (MPa)	q_s (***) (kPa)	Courbe EC7
		FB		FB	
Jusqu'à 22,3 NGF	Frottement neutralisé				
Jusque vers 17,5 NGF	Sables et graviers	1,10	3,0	90	Q2
Jusque vers 13,0 NGF	Marno-calcaires	1,45	1,5	136	Q4

* k_p max pour un encastrement tel que $Def/B \geq 5$.

** valeurs à retenir en dehors des zones proches des interfaces, où la valeur de pl_e^* varie conformément à la NF P 94 262 – Fondations profondes.

*** 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 en phase "Exécution", elle devra être dûment justifiée lors de la mission G₃, 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 et de maintenir les parois de forage,
- le dimensionnement des fondations profondes, en particulier leur ancrage, devra être bien étudié pour tenir compte des disparités en termes de caractéristiques mécaniques pour une même couche. En effet, le coefficient de portance en pointe (k_p) sera inférieur à la valeur maximale en fonction de la couche d'ancrage choisie et de la technologie retenue,
- les pieux subissant des efforts horizontaux devront être armés.

b) Prédimensionnement

Pour démontrer qu'une fondation profonde isolée supportera 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 tous les cas de charge et de combinaisons de charge 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 portance du terrain, celle-ci est menée 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 :

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

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

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

La définition et les valeurs des différents paramètres sont définies dans la norme d'application nationale de l'Eurocode 7 (NF P 94-262/Ai de juillet 2018).

c) Exemples de pré-dimensionnement

A titre d'exemple, selon une approche de calcul 2 de l'Eurocode 7, le calcul des capacités portantes aux ELU et ELS pour des pieux forés boues de diamètre Ø 600 mm fonction de la cote de la base du pieu, sont données ci-après :

Portance d'un pieu de type FB Ø600 mm en fonction de la cote de la pointe

Z [NGF]	Q-ELS-QP [kN]	Q-ELS-CARAC [kN]	Q-ELU-FOND [kN]	Q-ELU-ACC [kN]	σ_b [kPa]
20,3	496,1	606,4	894,0	983,5	2145
19,8	543,8	664,8	965,1	1061,8	2351
19,3	591,5	723,2	1036,2	1140,0	2558
18,8	617,4	754,8	1063,7	1170,2	2670
18,3	618,1	755,7	1040,8	1145,0	2673
17,8	618,8	756,6	1018,0	1119,9	2676
17,5	619,2	757,2	1004,2	1104,8	2678
17,5	630,6	771,2	1027,1	1129,9	2727
17,0	695,3	850,3	1119,5	1231,6	3007
16,5	760,0	929,4	1211,9	1333,3	3287
16,0	824,6	1008,5	1304,4	1435,0	3567
15,5	889,3	1087,6	1396,8	1536,6	3847
15,0	954,0	1166,7	1489,2	1638,3	4126

σ_b : contrainte dans le béton pour la combinaison d'action Q-ELS-CARAC

Compte tenu des profondeurs de nos sondages (10/15 m), la base du pieu a été arrêté à 15 NGF. Pour des pieux descendus au-delà de 15 NGF, il est nécessaire de réaliser des sondages pressiométriques complémentaires.

6.3.3. Sujétions vis-à-vis de l'eau

Compte tenu du niveau bas du projet, la nappe ne devrait intervenir avec celui-ci ni en phase provisoire, ni en phase définitive.

6.3.4. Terrassements et soutènements

La réalisation du vide sanitaire pourra être faite en talutage ou en voile par passes alternées de dimensions.

Les déblais pourront être réalisés avec une pelle mécanique de bonne puissance jusqu'au niveau du fond de fouille. Il convient toutefois d'anticiper la présence de niveaux indurés dans les remblais ou terrains remaniés (restes de fondations non expurgées après la démolition, débris de démolitions, ...) ainsi que dans les sols en place et qui pourraient nécessiter le recours à des engins désagrégateurs de type BRH et/ou de la manutention.

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.

Compte tenu de la présence de remblais ou d'alluvions modernes éventuelles en fond de fouille au droit du site, des problèmes de traficabilité pourraient être rencontrés, qui pourraient nécessiter la réalisation des pistes provisoires et/ou de la plateforme de travail, soit en matériaux d'apport (cloutage, ...), soit par traitement des sols du site sous réserve de leur aptitude au traitement.

6.3.5. Sol du projet

Le sol du projet sera traité en plancher porté par les fondations, sur un vide sanitaire.

6.4. Sujétions

6.4.1. Sujétions générales

On veillera, de plus, à respecter les sujétions générales suivantes :

- 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 et la norme NF EN 206 /CN de décembre 2014,
- 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 des dispositifs particuliers (utilisation d'un BRH).

6.4.2. Sujétions pour les fondations profondes

On respectera les sujétions suivantes :

- l'effet de groupe et les éventuels efforts horizontaux, devront être pris en compte dans le dimensionnement des pieux (phases provisoire et définitive),
- 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 remblais et/ou sols en place et de maintenir la paroi de forage. 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 et/ou de boue de forage sont à prévoir dans la traversée des remblais et des sols en place,
- l'exécution des pieux sera strictement contrôlée,
- les bétons utilisés devront tenir compte de l'agressivité des sols et de l'eau, conformément à la norme NF-EN-206-1,
- conformément à la norme NF P 94-262, 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.

REMARQUES

1. Nous rappelons que la mission G_{2-PRO} n'est pas une étude géotechnique d'exécution et que le respect de la norme NF P 94 500 impose à l'entreprise de réaliser une mission G_3 d'étude et de suivi d'exécution permettant d'élaborer le dossier géotechnique d'exécution et d'en suivre sa mise en œuvre,
2. La mission G_{2-PRO} doit être suivi d'une mission $G_{2-DCE/ACT}$ conformément à la norme NF P 94 500,
3. Cette mission G_3 sera supervisée par une mission géotechnique G_4 qui sera à la charge de la Maîtrise d'Ouvrage.

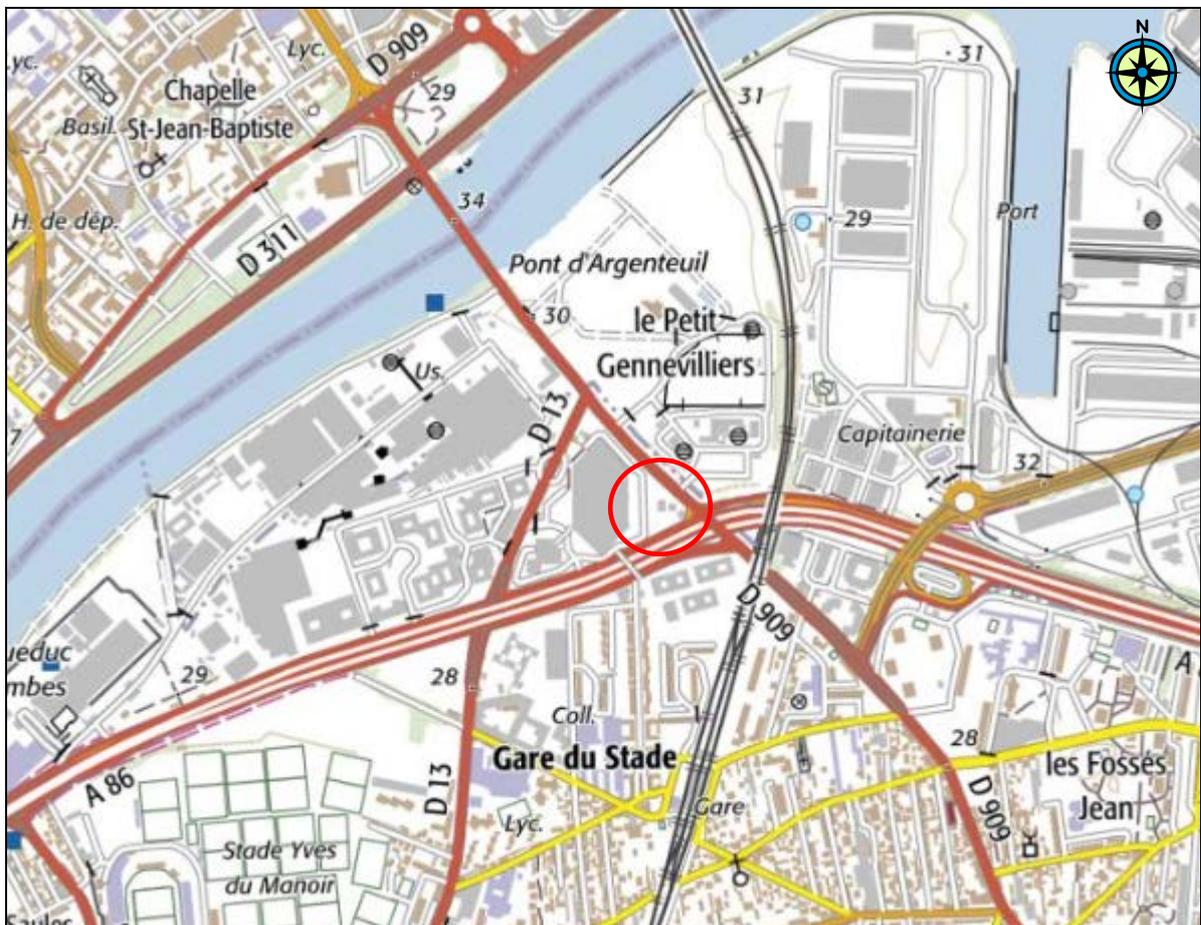
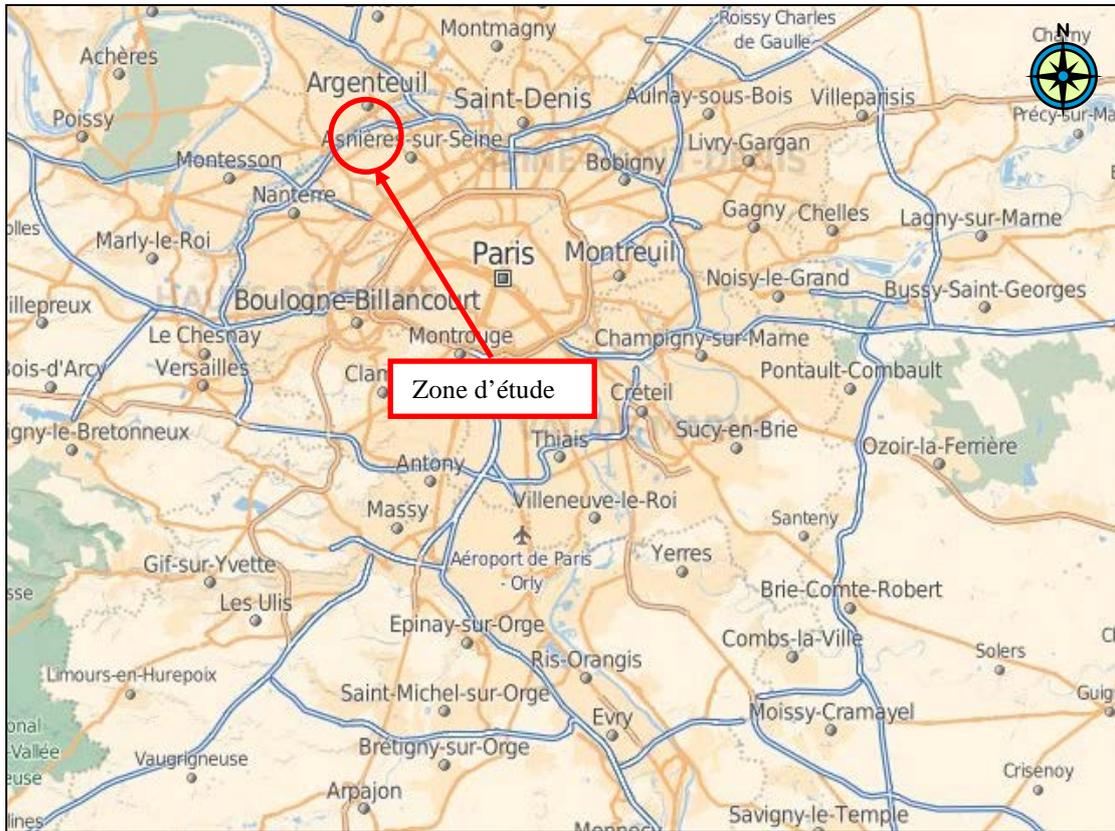
Nous restons à la disposition du Maître de l'Ouvrage et de son équipe de conception et de réalisation pour leur fournir tout renseignement complémentaire qu'ils pourraient juger utile concernant nos résultats de sondages et nos conclusions, ainsi que pour suivre et contrôler éventuellement l'exécution 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 $G_{2-DCE/ACT}$ à G_4 de la norme française NF P 94-500 de novembre 2013).

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

ANNEXE 1

PLAN DE SITUATION

PLAN DE SITUATION



ANNEXE 2

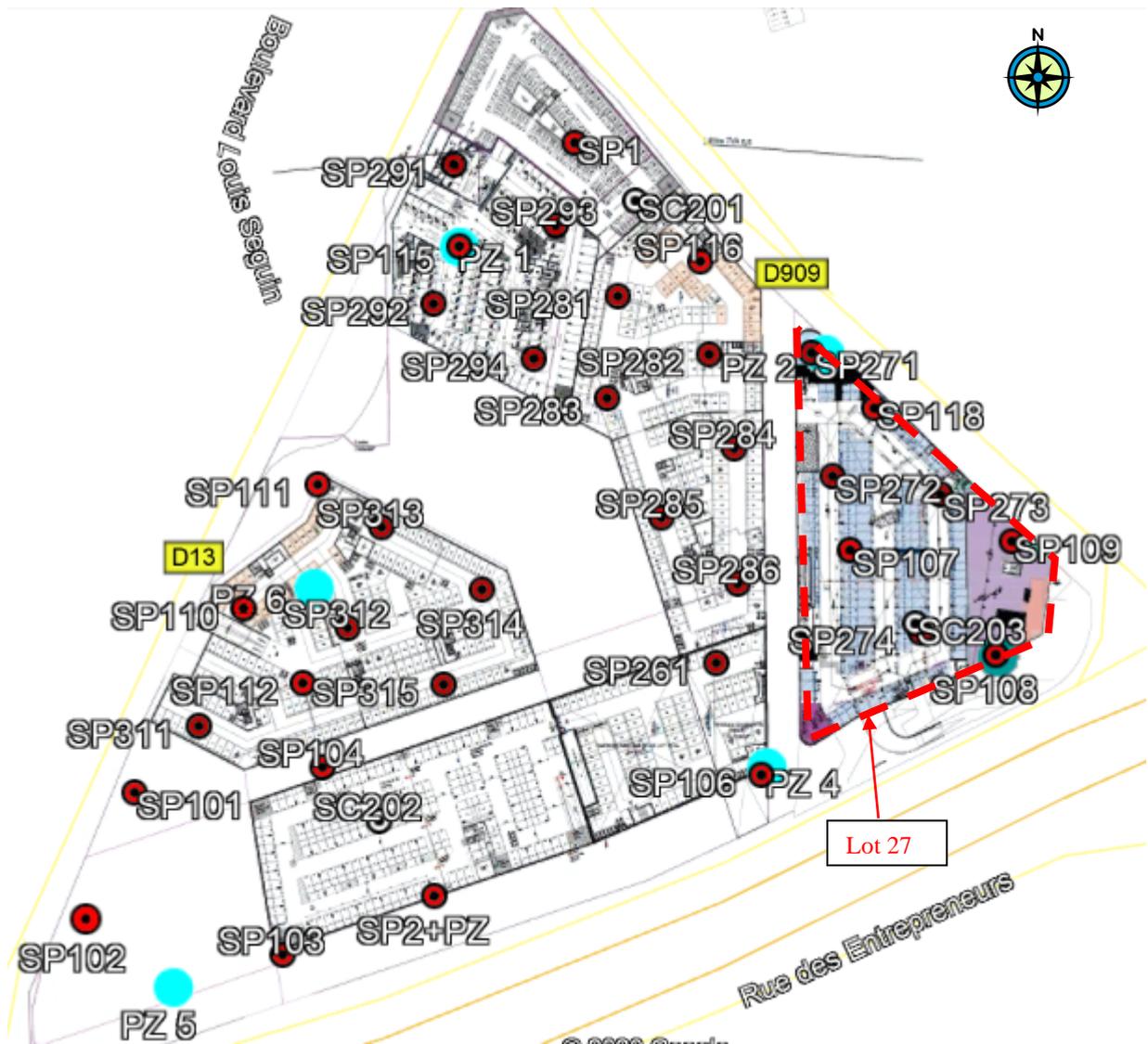
PLAN D'IMPLANTATION

PLAN D'IMPLANTATION PREVISIONNELLE DES SONDAGES

LEGENDE :

-  SONDAGE PRESSIOMETRIQUE
-  PIEZOMETRE
-  SONDAGE CAROTTE





ANNEXE 3

RESULTATS DES INVESTIGATIONS

Date début: 22/11/2018
Date fin : 22/11/2018
Profondeur: 0,00 - 12,30 m

SC203

Cote NGF: 28.30
X :
Y :
Inclinaison: 0°

Machine: SOCOMAFOR 65

Client : SAS PICHET PROMOTION

1/50
1/2

Altitude	Profondeur (m)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Stratigraphie	Piézomètre	Niveau d'eau	Outil	Tubage	Remarque	Carottage (%)		RQD (%)	
									0	50	100	0
28,30	0,00	Bitume noir										
28,18	0,12	Blocs de béton										
28,00	0,30	Sables fins beige-marron légèrement argileux avec quelques cailloutis de silex (Remblais)							93			
27,00	1,30	Sables fins moyens gris à gris foncé avec cailloux et cailloutis de silex et de calcaire avec quelques morceaux de brique (Remblais)										
26,50	1,80	Sables argileux marron-noirâtre avec cailloutis de silex et de calcaire, quelques débris de coquillage, résidus d'incinération de verre et de porcelaine (Remblais)							71			
25,70	2,60	Argile finement sableuse beige-marron avec rares cailloux de calcaire et silex										
25,30	3,00	Sables fins beiges légèrement argileux										
		EI						EI n°1				
24,30	4,00	Sables fins beige-jaunâtre légèrement orangé							100			
23,70	4,60	Sables fins moyens marneux beiges avec cailloux et cailloutis de silex							86			
23,30	5,00											
		EI						EI n°2				
22,30	6,00	Sables fins moyens marneux beiges avec cailloux et cailloutis de silex							100			
									101			
									100			
									91			
											0	

NEANT

ABSENCE DE MESURE

Carottier Ø 114 mm

Tube PW Ø 127/143 mm

Observations:

Date début: 22/11/2018
 Date fin : 22/11/2018
 Profondeur: 0,00 - 12,30 m

SC203

Cote NGF: 28.30
 X :
 Y :
 Inclinaison: 0°

Machine: SOCOMAFOR 65

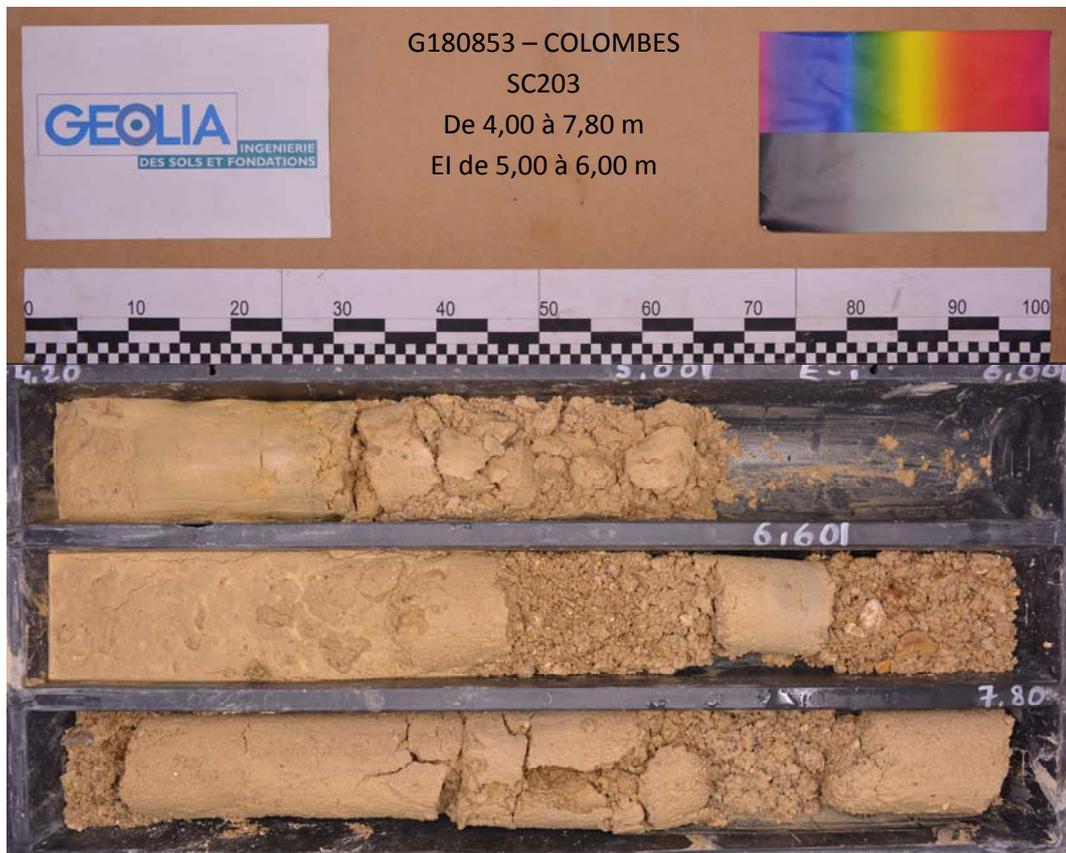
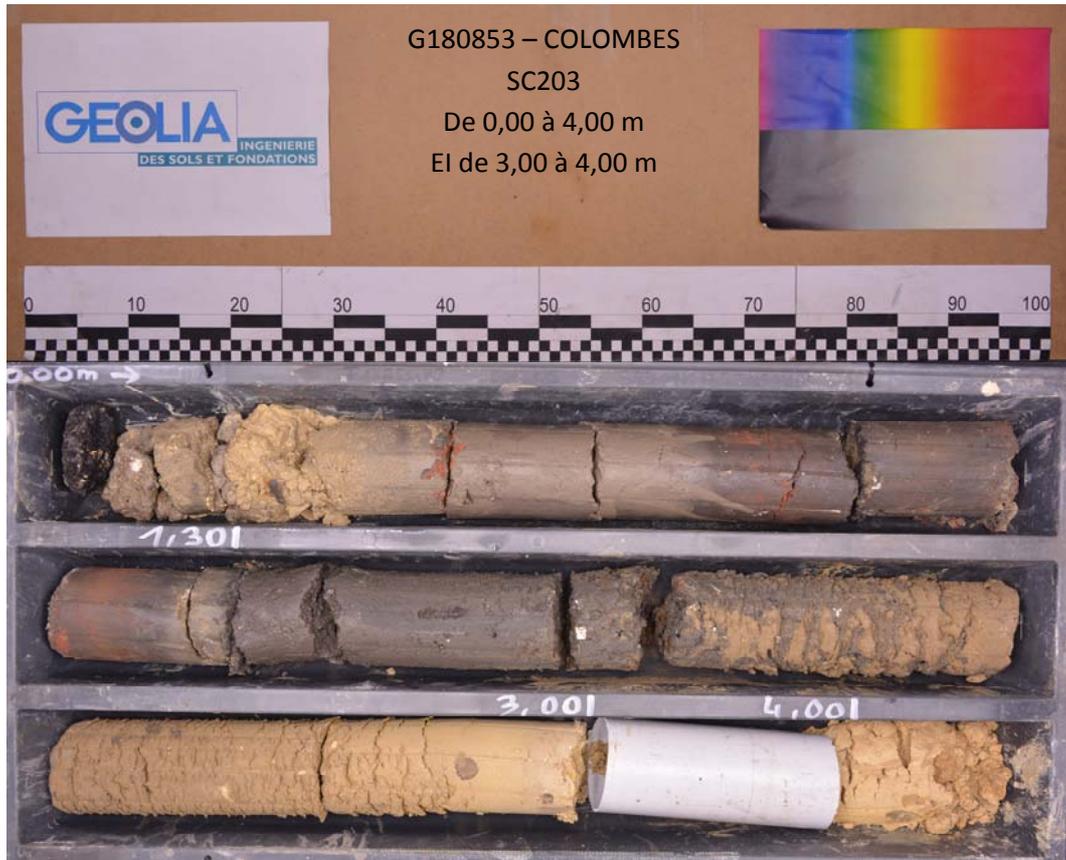
Client : SAS PICHET PROMOTION

1/50
2/2

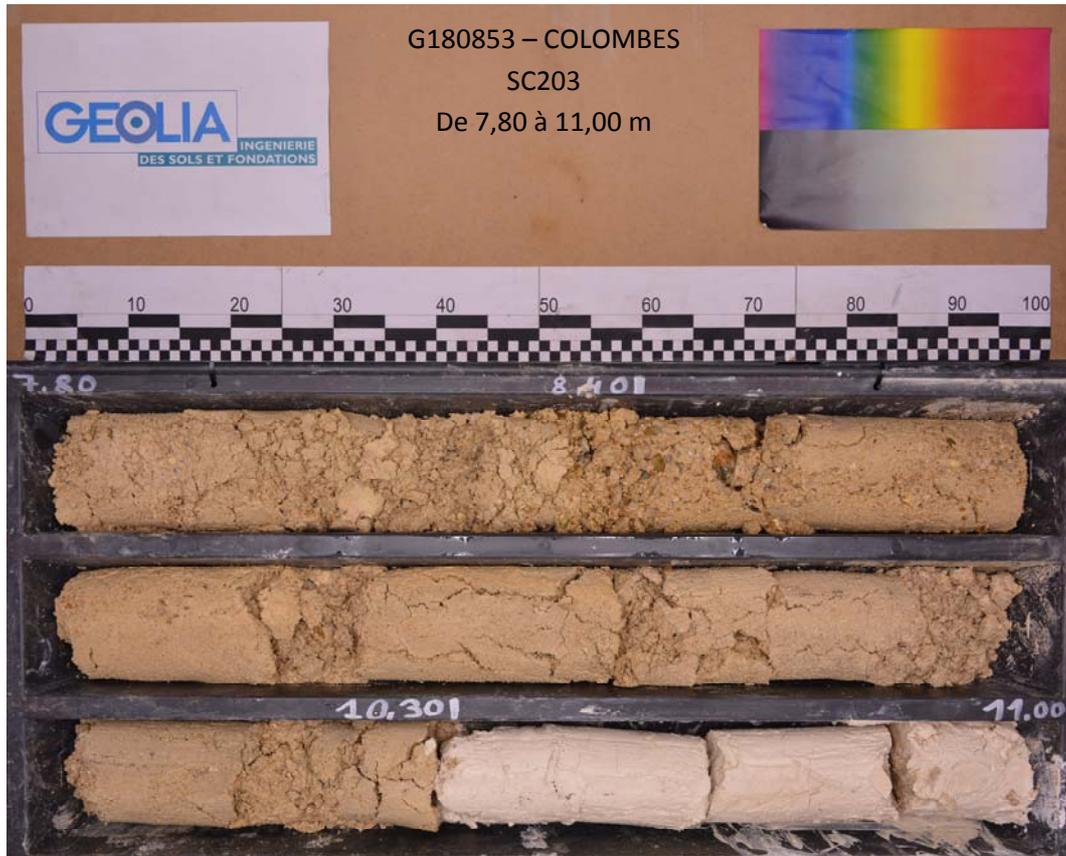
Altitude	Profondeur (m)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Stratigraphie	Piézomètre	Niveau d'eau	Outil	Tubage	Remarque	Carottage (%)			RQD (%)							
									0	50	100	0	50	100					
22,30	6,00																		
18,00	10,30	 Sables fins moyens marneux beiges avec cailloux et cailloutis de silex								91			0						
16,00	12,30	 Alternance de marnes beige-blanchâtre avec rares cailloux de calcaire et marnes sableuses beige-blanchâtre avec passage argileux marron de 10.85 à 10.90 m		NEANT	ABSENCE DE MESURE	Carottier Ø 114 mm				90									
										108									

Observations:

PHOTOGRAPHIES DE CAISSES A CAROTTES



PHOTOGRAPHIES DE CAISSES A CAROTTES



Date début: 24/10/2019
 Date fin : 24/10/2019
 Profondeur: 0,00 - 12,49 m

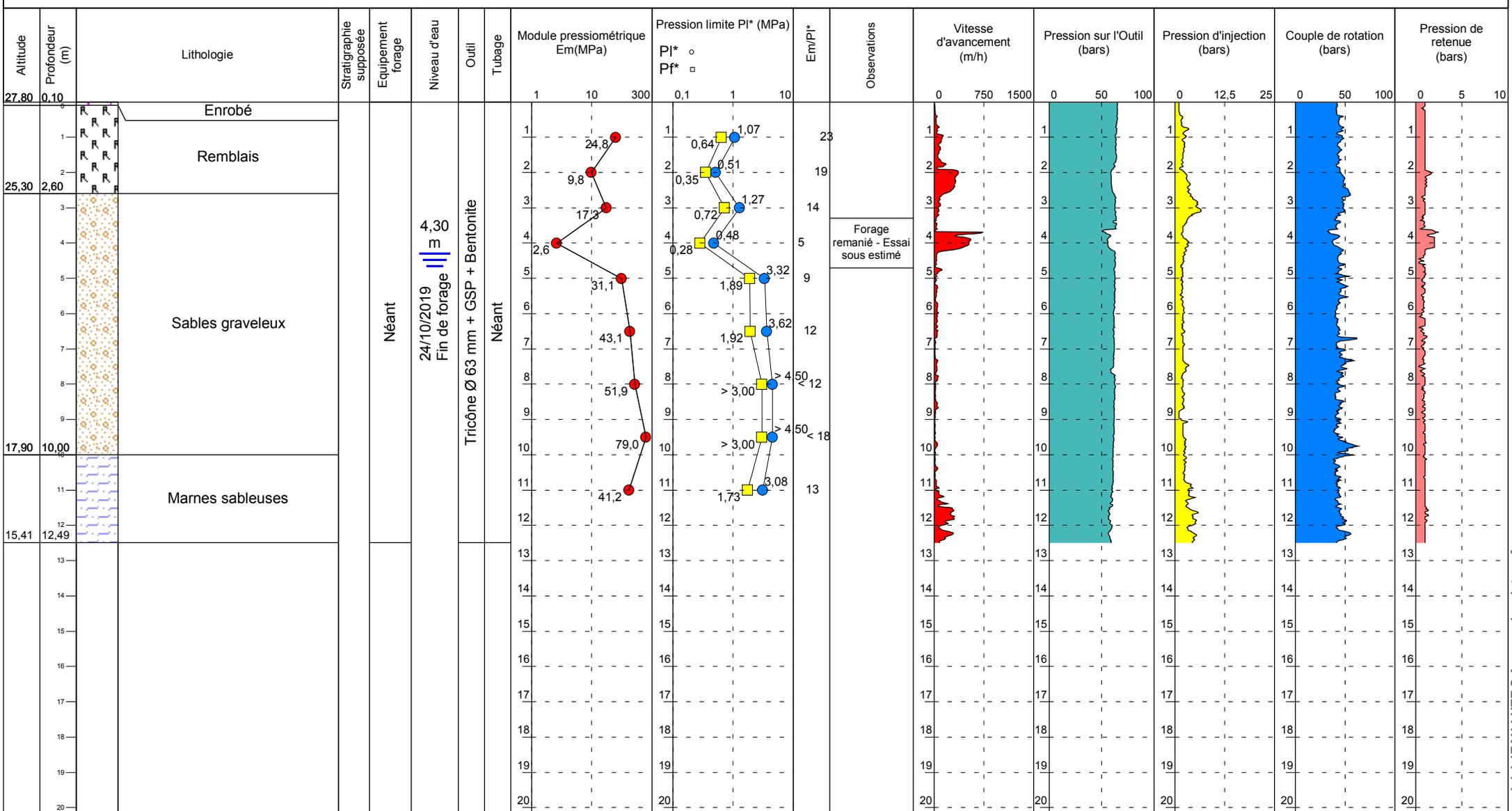
SP271

Cote NGF: 27.9
 X : 645750.4
 Y : 6870957.6
 Inclinaison: 0°

Machine: Socomafor 50

Client : PROMOTION PICHET

1/150
1/1



Forage remanié - Essai sous estimé

Observations:

EXGTE 3.22

Date début: 24/10/2019

Date fin : 24/10/2019

Profondeur: 0,00 - 2,80 m

SP271 TCAT

Machine: Socomafor 50

Client : PROMOTION PICHET

1/150
1/1

Altitude	Profondeur (m)	Vitesse d'avancement (m/h)		Pression sur l'Outil (bars)		Pression d'injection (bars)		Couple de rotation (bars)		Pression de retenue (Bars)				
		0	750	1500	0	50	100	0	12,5	25	0	50	100	0
0	0	[Red bar]		[Cyan bar]		[Yellow bar]		[Blue bar]		[Pink bar]				
-1	1	[Red bar]		[Cyan bar]		[Yellow bar]		[Blue bar]		[Pink bar]				
-2	2	[Red bar]		[Cyan bar]		[Yellow bar]		[Blue bar]		[Pink bar]				

EXGTE 3.22

Date début: 24/10/2019

Date fin : 24/10/2019

Profondeur: 0,00 - 2,47 m

SP271 TCST

Machine: Socomafor 50

Client : PROMOTION PICHET

1/150
1/1

Altitude	Profondeur (m)	Vitesse d'avancement (m/h)			Pression sur l'Outil (bars)			Pression d'injection (bars)			Couple de rotation (bars)			Pression de retenue (Bars)		
		0	750	1500	0	50	100	0	12,5	25	0	50	100	0	5	10
0	0	[Red bar]			[Cyan bar]			[Yellow bar]			[Blue bar]			[Pink bar]		
-1	1	[Red bar]			[Cyan bar]			[Yellow bar]			[Blue bar]			[Pink bar]		
-2	2	[Red bar]			[Cyan bar]			[Yellow bar]			[Blue bar]			[Pink bar]		

EXGTE 3.22

Date début: 23/10/2019
 Date fin : 23/10/2019
 Profondeur: 0,00 - 12,43 m

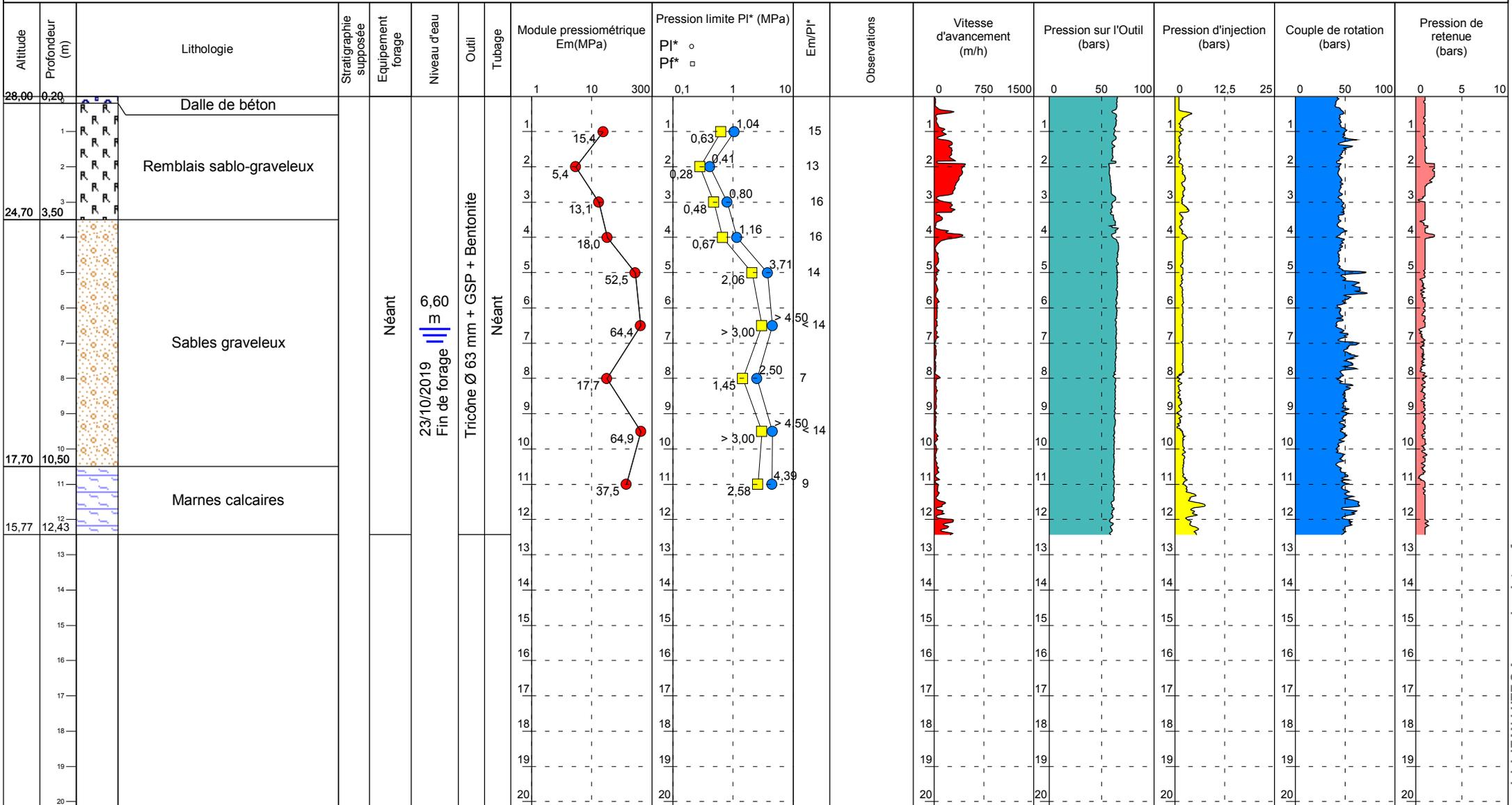
SP272

Cote NGF: 28.2
 X : 645749.9
 Y : 6870931.4
 Inclinaison: 0°

Machine: Socomafor 50

Client : PROMOTION PICHET

1/150
1/1



Observations:

Date début: 21/10/2019
 Date fin : 22/10/2019
 Profondeur: 0,00 - 12,35 m

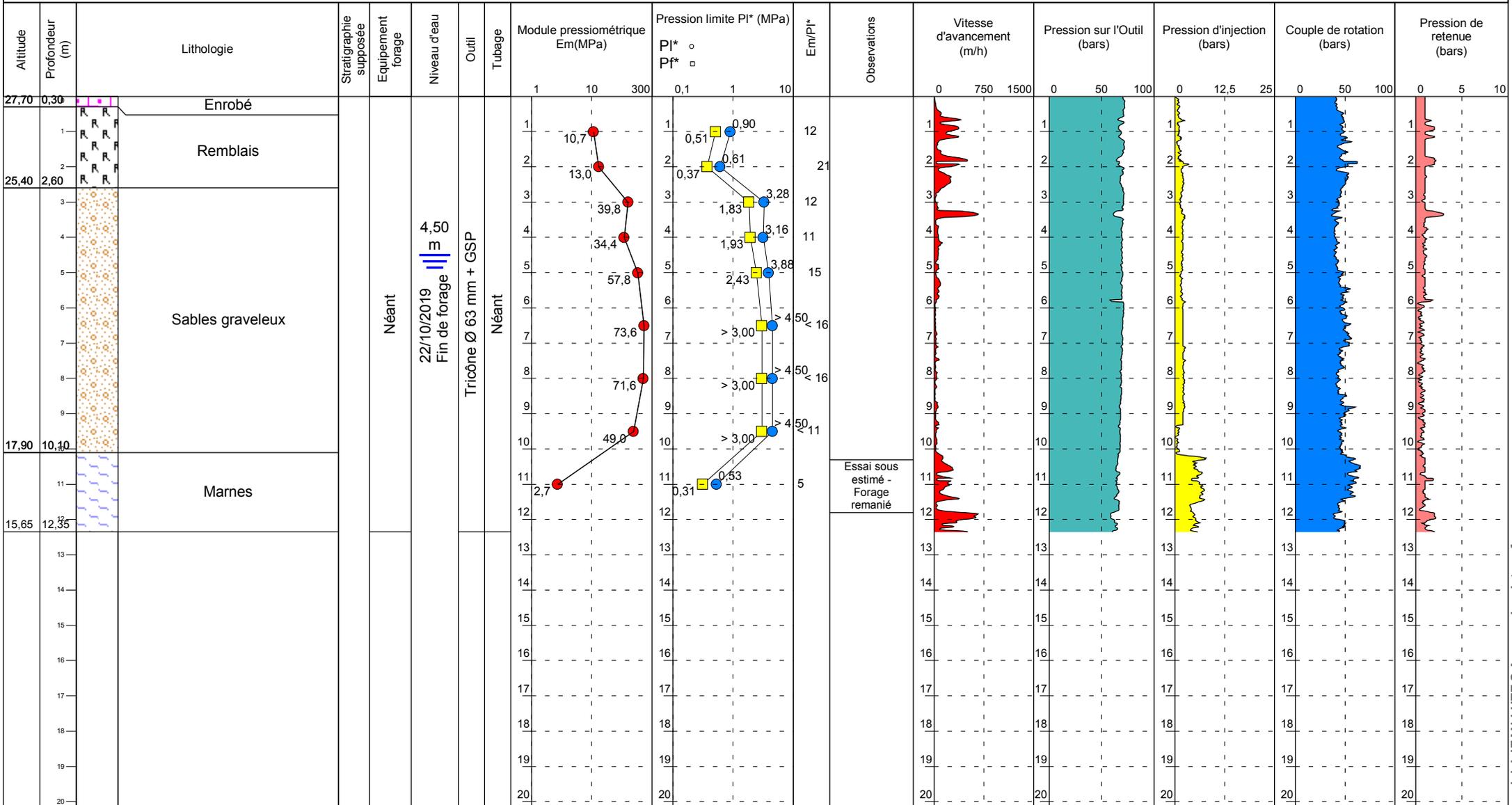
SP273

Cote NGF: 28.0
 X : 645781.5
 Y : 6870925.9
 Inclinaison: 0°

Machine: Socomafor 50

Client : PROMOTION PICHET

1/150
1/1



Observations:

Date début: 22/10/2019
 Date fin : 23/10/2019
 Profondeur: 0,00 - 12,24 m

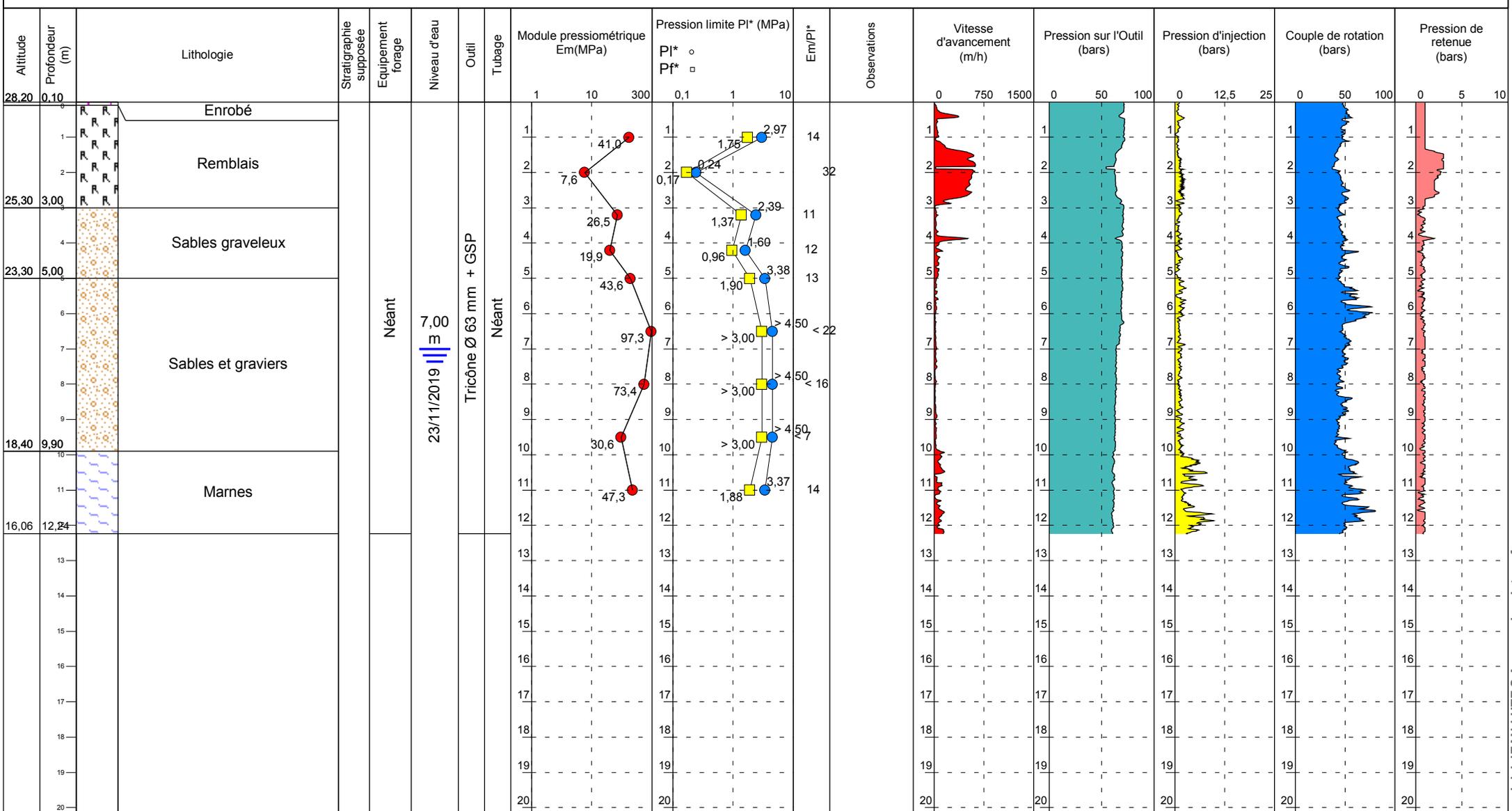
SP274

Cote NGF: 28.3
 X : 645775.4
 Y : 6870883.0
 Inclinaison: 0°

Machine: Socomafor 50

Client : PROMOTION PICHET

1/150
1/1



Observations:

EXGTE 3.22

Date début: 23/10/2019

Date fin : 23/10/2019

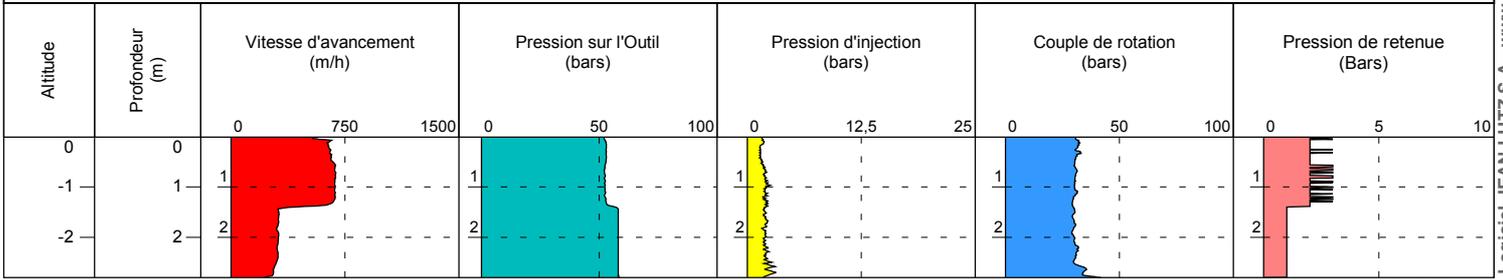
Profondeur: 0,00 - 2,80 m

SP274 TCAT

Machine: Socomafor 50

Client : PROMOTION PICHET

1/150
1/1



EXGTE 3.22

Date début: 23/10/2019

Date fin : 23/10/2019

Profondeur: 0,00 - 2,28 m

SP274 TCST

Machine: Socomafor 50

Client : PROMOTION PICHET

1/150
1/1

Altitude	Profondeur (m)	Vitesse d'avancement (m/h)		Pression sur l'Outil (bars)		Pression d'injection (bars)		Couple de rotation (bars)		Pression de retenue (Bars)				
		0	750	1500	0	50	100	0	12,5	25	0	50	100	0
0	0	[Red bar]		[Cyan bar]		[Yellow bar]		[Blue bar]		[Red bar]				
-1	1	[Red bar]		[Cyan bar]		[Yellow bar]		[Blue bar]		[Red bar]				
-2	2	[Red bar]		[Cyan bar]		[Yellow bar]		[Blue bar]		[Red bar]				

EXGTE 3.22

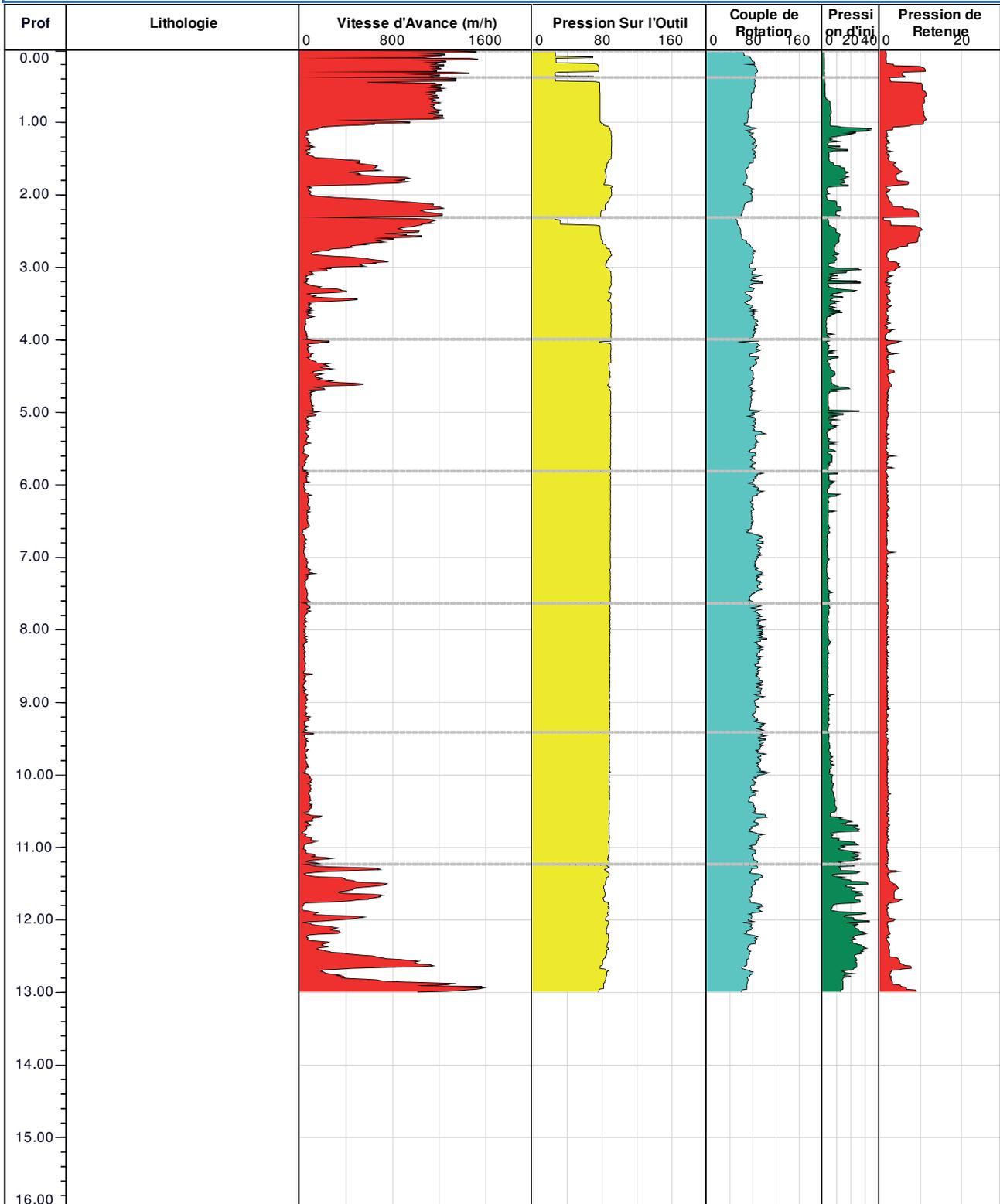


Diagraphie de forage

Dossier : G170837
Sondage : SP107

Chantier : COLOMBES
Date : 18-23/12/2017

Profondeur finale : 12.99 m



Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Stratigraphie	Outil	Equipement de forage	Niveau d'eau (m)	Tubage	Em (MPa)		Pf* (MPa)		PI* (MPa)		Observations
								0,1	100	0,1	10	0,1	10	
27,25 m	0,08 m	Goudron												
27,00 m	0,30 m	Gravillons avec sables (sous-couche)												
26,10 m	1,20 m	Sables et argile bruns (Remblais)						16,7	1,08	1,67				
	2	Sables légèrement argileux (Remblais?) Perte du fluide de forage à 2 m		Rotation et rotoperçussion taillant Ø 60 mm				4,3	0,45	0,61				
	3							5,3	0,27	0,46				
	4							4,1	0,29	0,40				
	6							58,7	> 3,00	> 4,50				
22,30 m	5,00 m	Sables et graviers beiges						46,9	2,86	4,18				
	7							37,4	2,89	3,78				
	8							21,6	1,31	1,99				
18,50 m	8,80 m	Marnes jaunâtres/blanchâtres avec rognons et petits blocs de calcaire						28,2	2,01	2,67				
	10													
14,10 m	13,20 m													
	14													
	15													
	16													
	17													
	18													
	19													
	20													
	21													
	22													



Diagraphie de forage

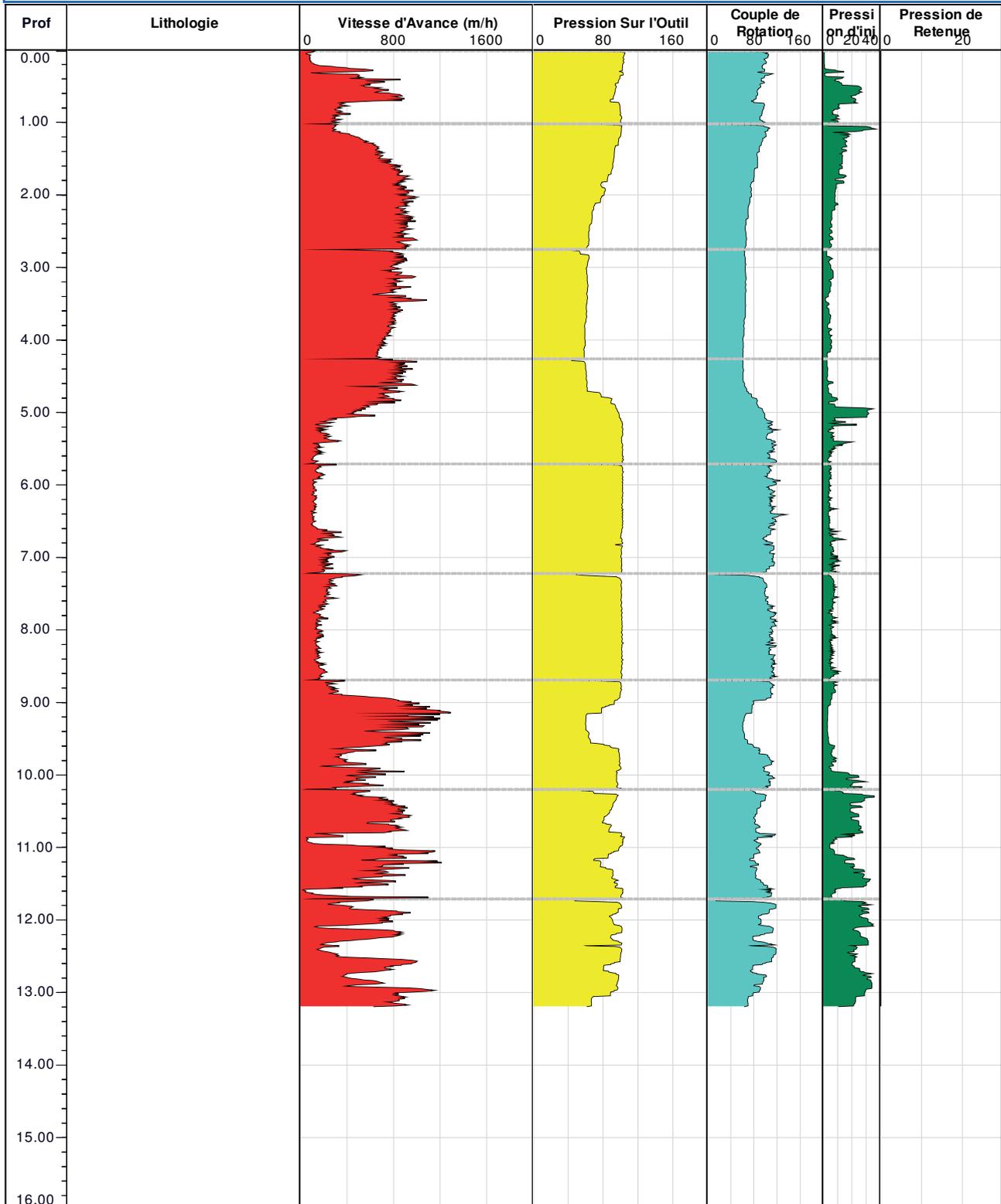
Dossier : G170837

Sondage : SP108

Chantier : COLOMBES

Date : 18-23/12/2017

Profondeur finale : 13.19 m



Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Stratigraphie	Outil	Equipement de forage	Niveau d'eau (m)	Tubage	Em (MPa)		Pf* (MPa)		PI* (MPa)		Observations
								0,1	100	0,1	10	0,1	10	
26,95 m	0,08 m	Goudron												
26,20 m	0,80 m	Sables, argile, gravillons (Remblais)						6,6	0,39	0,78				
25,70 m	1,30 m	Sables, sables argileux avec quelques blocs et gravillons bruns noirâtres						6,7	0,41	0,58				
	2	Sables et sables argileux avec présence de graviers (Remblais-terrains remaniés)						6,9	0,62	0,86				
	3							12,2	0,58	1,08				
22,80 m	4,20 m							33,1	1,66	2,96				
	5	Sables et graviers						37,0	2,31	3,89				
	6							37,0	>	>				
	7							37,0	3,00	4,50				
	8							68,3	>	>				
	9							68,3	3,00	4,50				
16,60 m	10,40 m	Marnes blanchâtres avec des petits blocs de calcaire						11,2	0,90	1,42				
	11													
13,80 m	13,20 m													
	12													
	13													
	14													
	15													
	16													
	17													
	18													
	19													
	20													
	21													
	22													

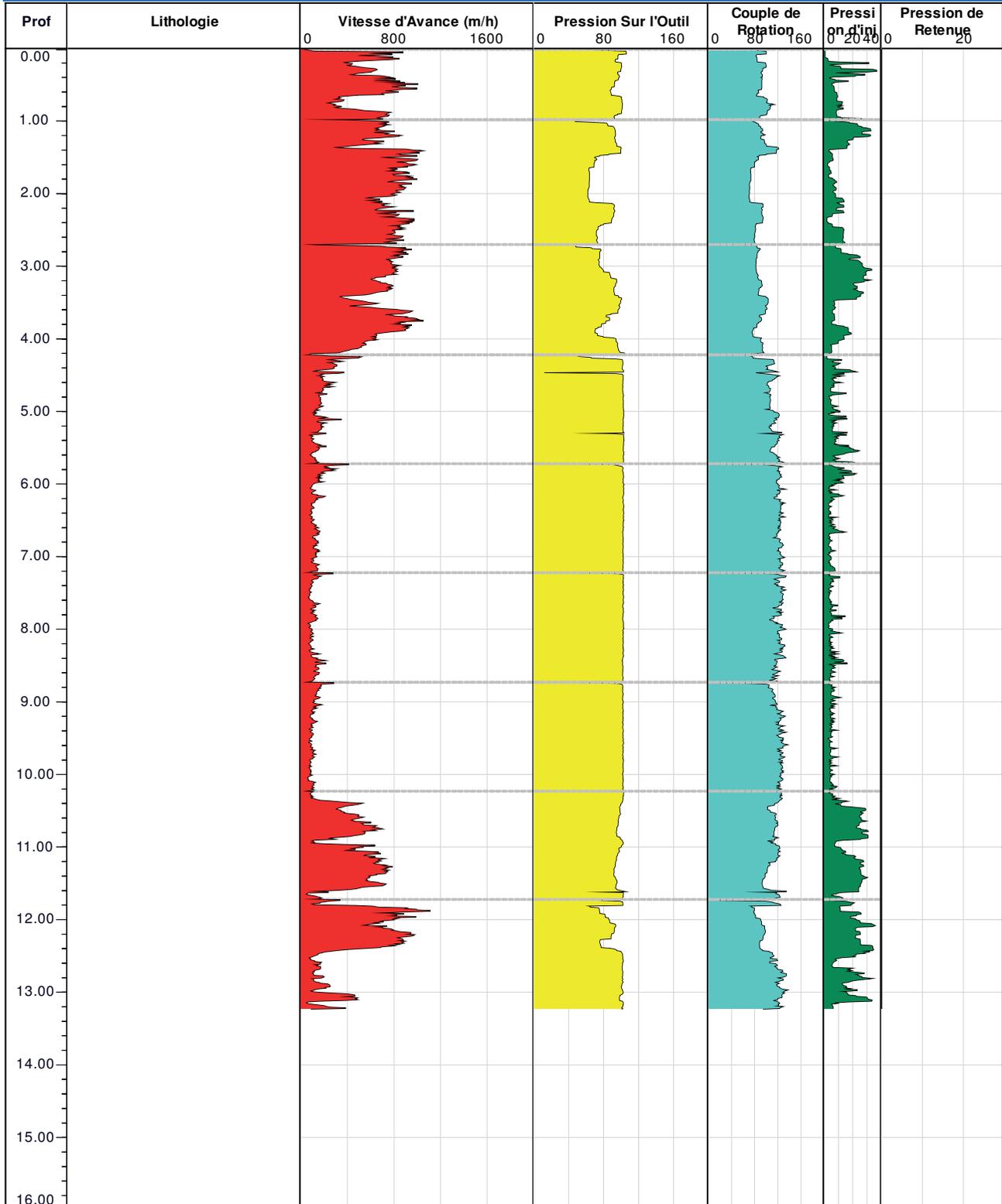


Diagraphie de forage

Dossier : G170837
Sondage : SP109

Chantier : COLOMBES
Date : 18-23/12/2017

Profondeur finale : 13.23 m



Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Stratigraphie	Outil	Equipement de forage	Niveau d'eau (m)	Tubage	Em (MPa)		Pf* (MPa)		PI* (MPa)		Observations
								0,1	100	0,1	10	0,1	10	
28,05 m	0,00 m	Goudron												
27,80 m	0,30 m	Gravillons avec sables (sous-couche)												
	1	Remblais: sables, limons marron, sables argileux marron noirâtre						6,4	0,50	-0,71				
	2							-11,0	0,80	-1,15				
25,20 m	2,90 m	Sables et graviers beiges		Rotopercussion taillant Ø 60 mm				39,2	2,61	-3,64				
	3							26,3	2,34	3,17				
	4							30,5	2,56	3,26				
	5							48,0	> 3,00	-4,27				
	6							57,7	> 3,00	> 4,50				
	7							58,4	> 3,00	> 4,50				
	8													
	9													
17,50 m	10,60 m	Marnes avec petits blocs de calcaire						13,0	1,01	1,54				
	11													
14,90 m	13,20 m													
	12													
	13													
	14													
	15													
	16													
	17													
	18													
	19													
	20													
	21													
	22													

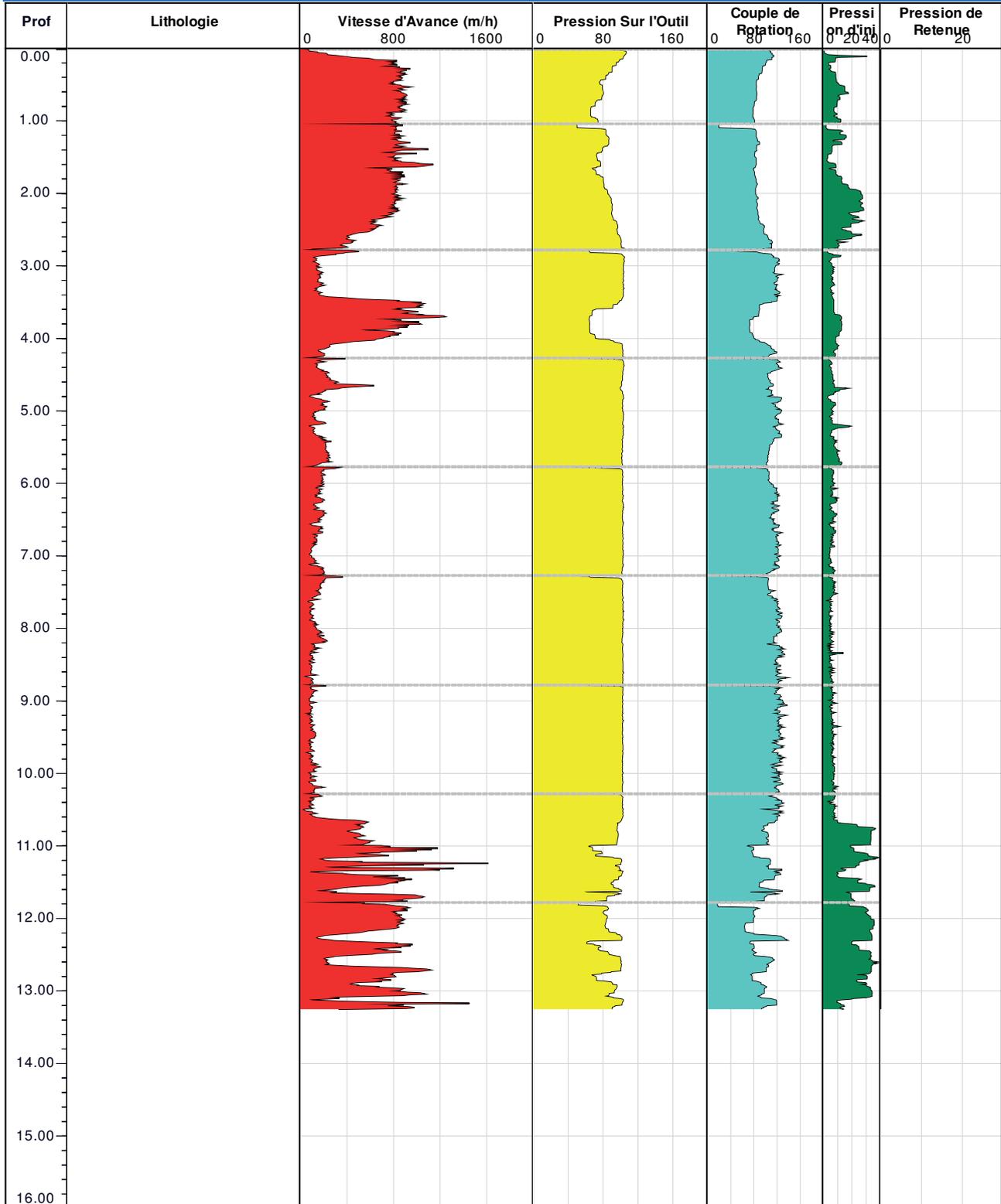


Diagraphie de forage

Dossier : G170837
Sondage : SP118

Chantier : COLOMBES
Date : 18-23/12/2017

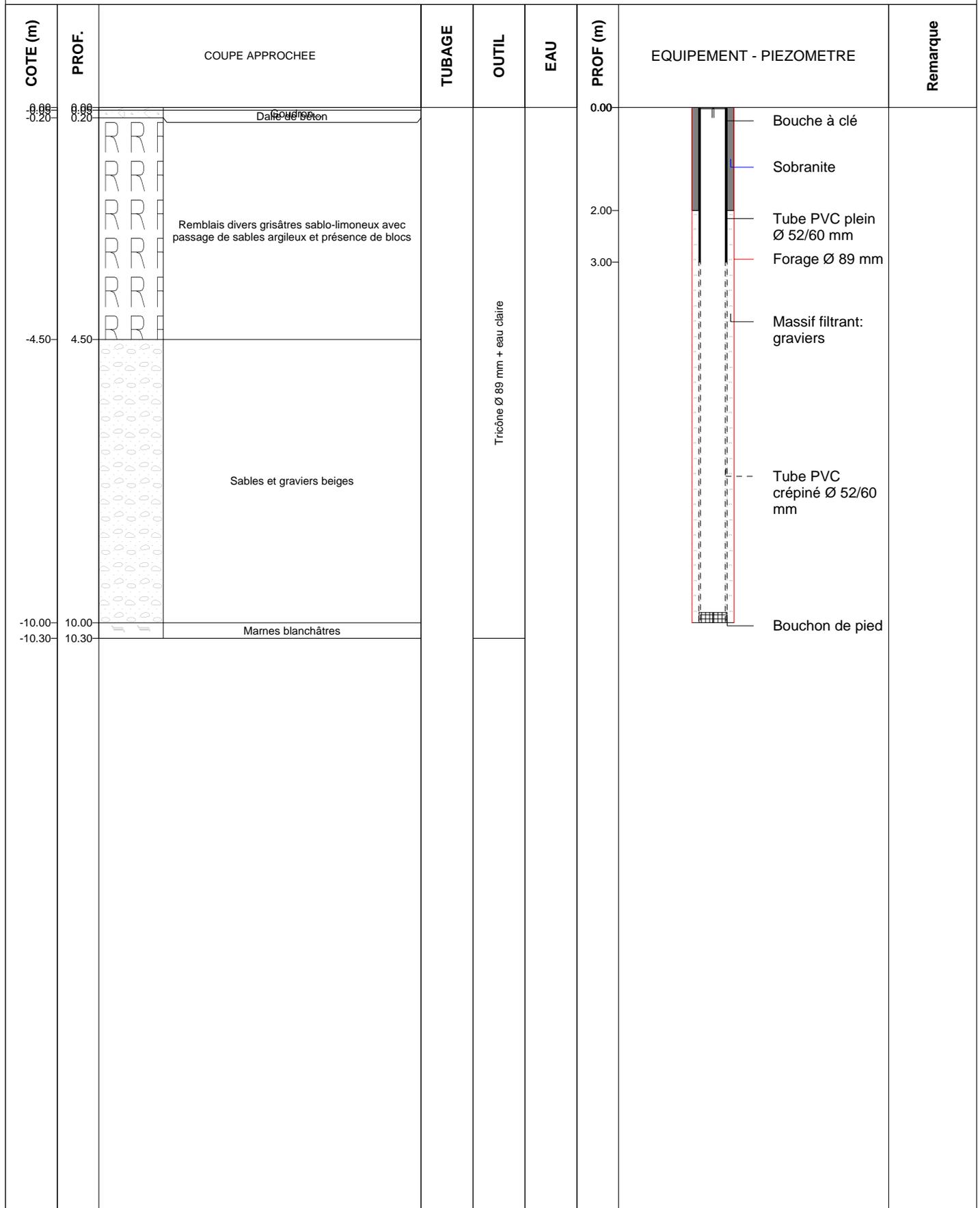
Profondeur finale : 13.25 m

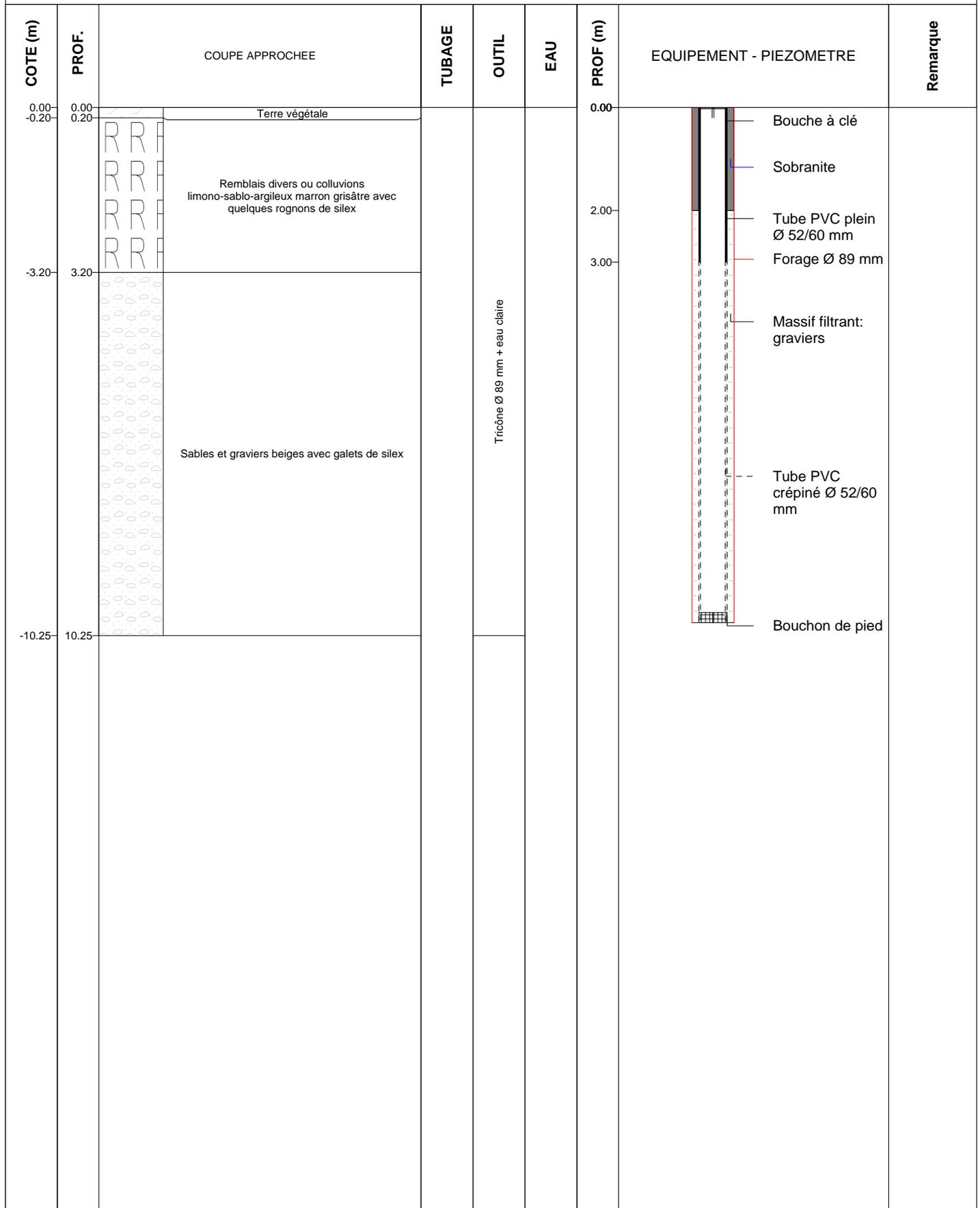


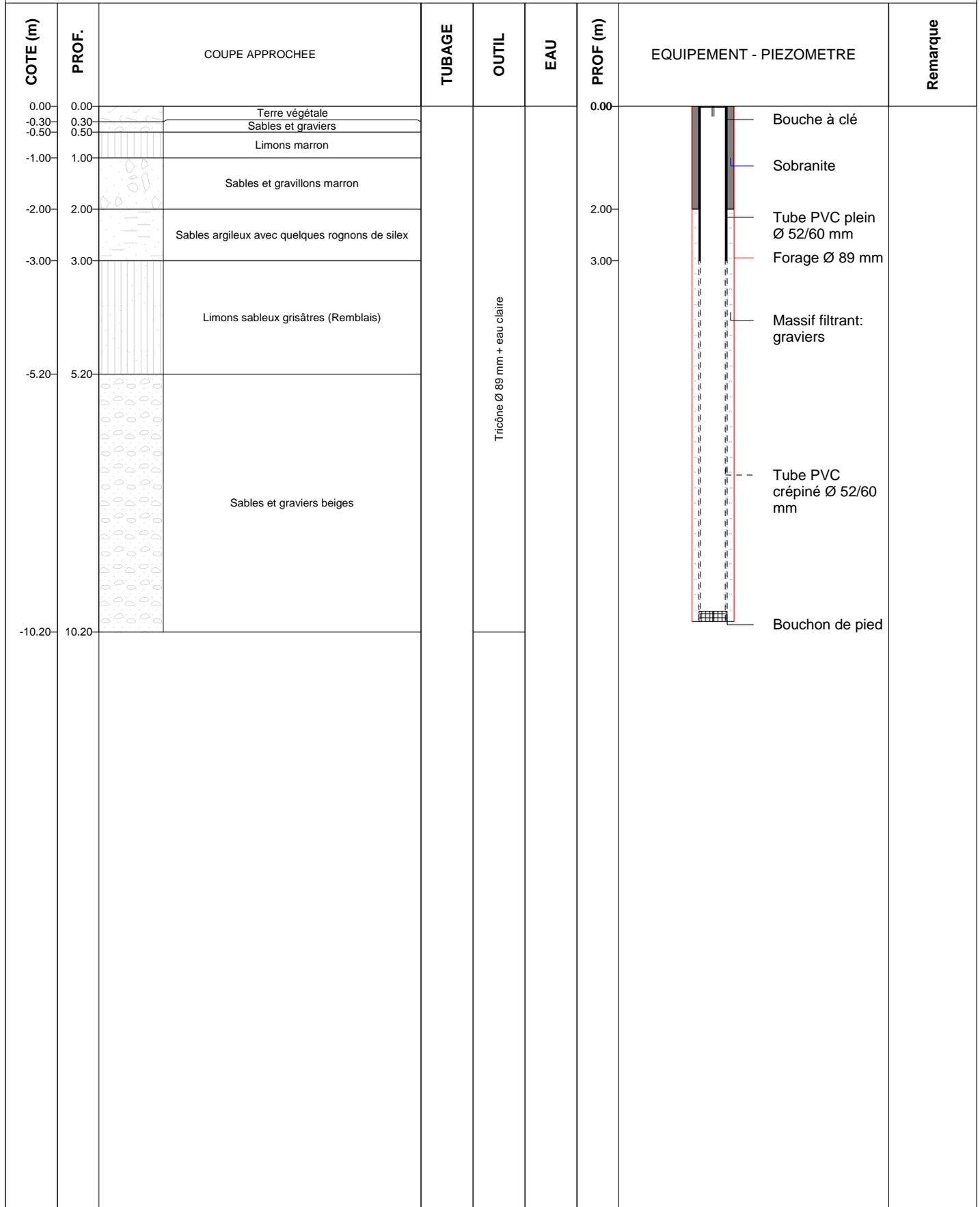
PIEZOMETRE

PZ1

COTE (m)	PROF.	COUPE APPROCHEE	TUBAGE	OUTIL	EAU	PROF (m)	EQUIPEMENT - PIEZOMETRE	Remarque
0.00	0.00	Limons gris				0.00	Bouche à clé	
-0.50	0.50	Remblais limono-sableux marron noirâtre avec rognons de calcaire et de silex					Sobranite	
-2.00	2.00	Sables argileux marron				2.00	Tube PVC plein Ø 52/60 mm	
-3.00	3.00	Limons sablo-argileux Perte du fluide de forage à 3,20 m				3.00	Forage Ø 89 mm	
-5.10	5.10	Sables et graviers		Tricône Ø 89 mm + eau claire			Massif filtrant: graviers	
-10.20	10.20						Tube PVC crépiné Ø 52/60 mm	
							Bouchon de pied	







ANNEXE 4

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

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'avoisnants 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 avoisnants), 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 avoisnants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

Phase DCE / ACT

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

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

Classification des missions d'ingénierie géotechnique

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 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).

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