

Client :

SEGRO

CREATION D'UN DATA CENTER

Adresse du projet :

P.A des Petits Carreaux,
94380 BONNEUIL-SUR-MARNE

RAPPORT GEOTECHNIQUE – MISSION G2 AVP

Date	Affaire	Pièce	Version	Rédacteur	Contrôle	Commentaire
14/02/2024	230731	1	1	Y. SAHED	M. BELMOKHTAR	Première diffusion
--			--	--	--	--

SOMMAIRE :

1. CADRE DE L’AFFAIRE	3
1.1. Projet	3
1.2. Descentes de charges	5
1.3. Mission Géotechnique confiée	6
1.4. Reconnaissance géotechnique	6
1.5. Documents transmis	8
2. CADRE GEOTECHNIQUE DU SITE	9
2.1. Zone d’Influence Géotechnique (ZIG)	9
2.2. Cadre Géologique	9
2.3. Cadre géomorphologique	10
2.4. Recensement des aléas naturels et anthropiques	11
2.5. Étude historique du site	13
3. RESULTATS DES RECONNAISSANCES	16
3.1. Lithologie	16
3.2. Caractéristiques mécaniques	16
3.3. Fouilles à la pelle mécanique	18
3.4. Présence d’eau	19
3.5. Essais de Perméabilité	21
3.6. Essais de laboratoire	22
4. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	25
4.1. Synthèse du contexte géotechnique	25
4.2. Principes généraux des travaux	25
4.3. Plateforme générale chantier	26
4.4. Fondations	29
4.5. Dallage	33
4.6. Bassins de gestion des eaux / cuves enterrées / soutènements / talus définitifs	34
4.7. Voirie	37
4.8. Dispositions constructives vis-à-vis de l’agressivité du milieu	37
5. ALEAS ET RISQUES IDENTIFIES	38
DISPOSITIONS GENERALES ET CONDITIONS D’UTILISATION	39
ANNEXES	40

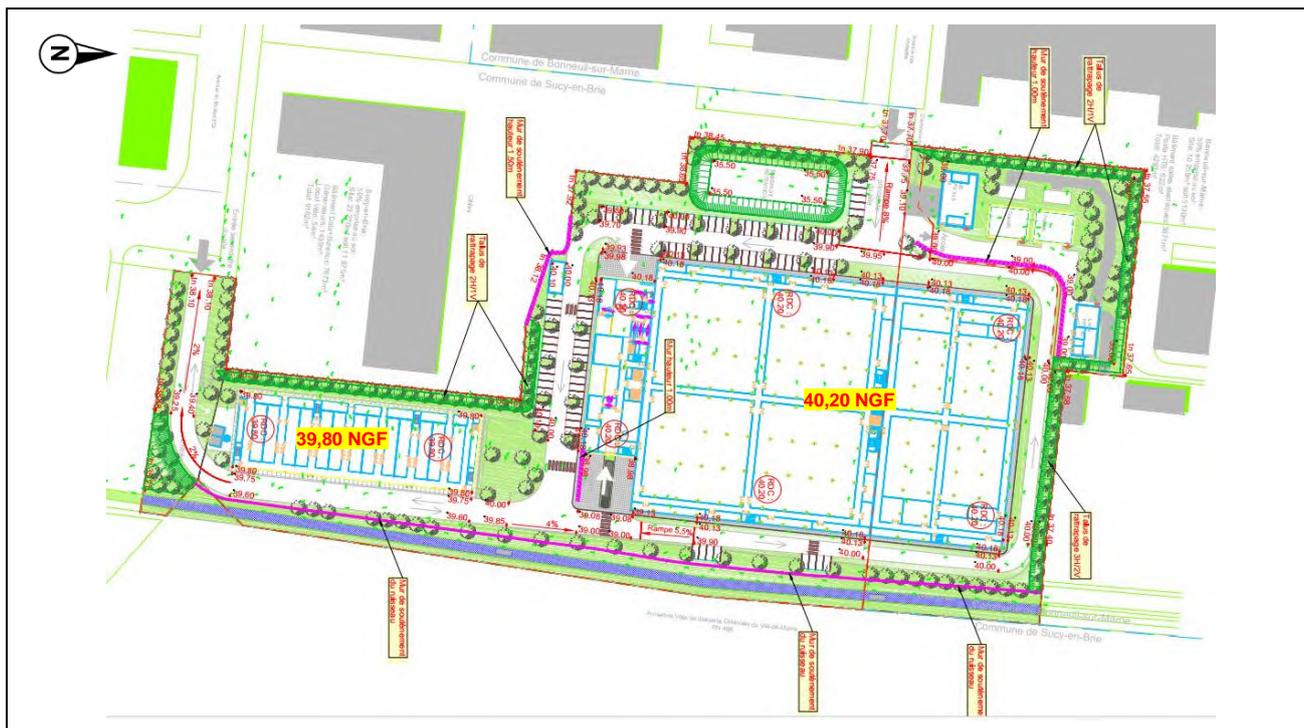


Figure 2 – Extrait du plan de nivellement,

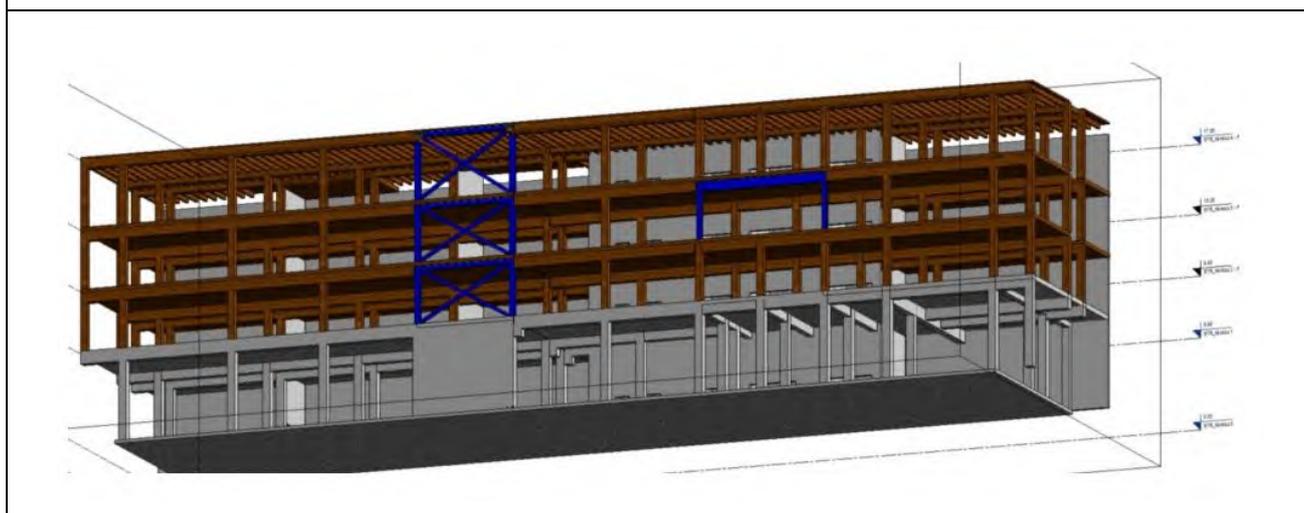


Figure 3 – Extrait du plan 3D du bâtiment du projet,

D'après les informations transmises, les côtes du dallage fini, pour chaque plateforme, ainsi que les estimations des mouvements de terres sur la base du plan topographique, sont résumées dans le tableau suivant :

Plateforme	Bâtiment principal + bureau		Bâtiment à générateur		Poste électrique + transfos		Local à vélos	
Niveau du TN (NGF)	40,37	42,38	38,12	39,20	37,72	39,89	37,52	37,72
Cote du dallage fini (NGF)	40,2		39,8		39,0		39,0	
Cote du niveau VRD (NGF)	40,0		39,6		38,8		38,8	
Déblais (m/TNA)	-2,4		--		-1,1		--	
Remblais (m/TNA)	--		+1,5		+1,1		+1,3	

L'adaptation du terrain au projet nécessitera des mouvements de terres en déblais avec des hauteurs comprises entre 1,1 et 2,4 m, et des hauteurs comprises entre 1,1 et 1,5 m en remblais. Ces informations devront, toutefois, être vérifiées par le biais d'une étude déblais-remblais. Nous notons que les travaux en déblais consisteront notamment les tas de terres entreposés au droit de la parcelle.

On notera toutefois que les hauteurs de remblais seront de l'ordre de 4,0 à 5,0 au niveau de la plateforme voiries, le long du mur du soutènement du canal.

Le terrain imparti au projet présente une surface de l'ordre de 10259 m². Lors de notre intervention, il est occupé par un terrain de paintball dans la partie nord et une déchèterie, avec des merlons présents sur le sud-est du site (voir la figure n°4).



1.2. Descentes de charges

D'après les informations communiquées les descentes de charges sur appuis isolés au droit du bâtiment principal seraient comprises entre 136 et 1090 t à l'ELS caractéristique.

Par ailleurs, pour les autres caractéristiques techniques nous avons considéré les hypothèses suivantes :

- Charge répartie sur le dallage égale à 5 t/m²,
- Classe de trafic cumulé comprise entre TC1 et TC2.

Ces hypothèses devront être confirmées.

1.3. Mission Géotechnique confiée

Ce rapport s'inscrit dans le cadre d'une mission G2 AVP, soit une Étude Géotechnique de Conception en phase Avant-Projet, selon la dernière version de la norme NF P 94-500 du 30 novembre 2013.

Elle aborde les principes constructifs et d'adaptation du projet au sol envisageables et fournit l'ébauche dimensionnelle d'un profil type pour chaque ouvrage géotechnique. Elle s'appuie sur la définition, la réalisation et le suivi d'un programme d'investigations, détaillé dans le paragraphe 1.3.

1.4. Reconnaissance géotechnique

• Programme des investigations géotechniques

Dans le cadre de cette étude, nous avons réalisé du 08/01 au 12/01/2024, les travaux suivants :

- ✓ 8 sondages pressiométriques dont 5 menés à 10,0 m de profondeur, notés SP1, SP2, SP5, SP6 et SP8, 2 menés à 15,0 m de profondeur notés SP3 et SP7 et 1 mené à 20,0 m de profondeur noté SP4, avec enregistrement des paramètres de forage,
- ✓ 60 essais pressiométriques répartis dans les sondages SP_(i) précédents, tous les 1,0 / 1,5 m,
- ✓ Les sondages SP1, SP5 et SP8 ont été équipés d'un tube PVC crépiné jusqu'à 10,0 m de profondeur pour une mesure ponctuelle du niveau d'eau,
- ✓ 11 sondages au pénétromètre dynamique, notés P1 à P11, et menés jusqu'à 6,0 m de profondeur ou au refus,
- ✓ 6 fouilles de reconnaissances à la pelle mécanique, dont 2 menés à 4,0 m de profondeur, notés F1 et F2 et 4 menés à 2,0 m de profondeur, notés F3 à F6,
- ✓ 4 essais de perméabilité de type Matsuo réalisés au sein des fouilles F1, F1 bis, F3 et F4,
- ✓ Mesure du niveau d'eau en fin de chantier et un relevé complémentaire effectué le 24/01/2024,
- ✓ Essais au laboratoire :
 - 5 essais d'identifications GTR (granulométrie, VBS, teneur en eau),
 - 5 teneurs en sulfates et matières organiques,
 - 1 essai d'aptitude au traitement.

• Matériel et supports utilisés

Pour réaliser notre mission, nous avons utilisé le matériel et supports suivants :

- ✓ Sondeuse de marque TEREDO de type DC 2.8 (sondages pressiométriques),
- ✓ Sondeuse de marque MAPSOL de type MAP80 (sondages pénétrométriques),
- ✓ Enregistreur des paramètres de forage : POCKET LIM,
- ✓ Logiciel de traitement des données de sondage : GEOLOG 4 (LIM S.A.),
- ✓ Logiciel de dessin : AUTOCAD / Word.

- **Nivellement des sondages**

Les différents sondages ont été nivelés par nos soins avec un GPS Trimble R10. Ci-joint les coordonnées X-Y (en Lambert 93) et l'altitude Z (en NGF) des sondages relevés :

Sondages	X (m)	Y (m)	Z (NGF)	Profondeur (m)
SP1	1662954,624	8174489,828	40,3	10,0
SP2	1663053,751	8174480,643	40,2	10,0
SP3	1663050,992	8174434,520	40,5	15,0
SP4	1663000,825	8174418,596	40,6	20,0
SP5	1662966,961	8174378,895	40,5	10,0
SP6	1663031,383	8174349,805	40,6	10,0
SP7	1663024,735	8174330,480	39,2	15,0
SP8	--	--	38,5	10,0
P1	1662988,258	8174518,346	38,9	6,0
P2	1662978,394	8174487,260	40,3	6,0
P3	1663012,209	8174470,215	40,4	5,9
P4	1663050,400	8174446,919	40,4	6,0
P5	1662977,268	8174446,448	40,5	6,0
P6	1662988,911	8174406,135	40,6	6,0
P7	1662997,379	8174381,690	40,5	3,0
P8	--	--	40,5	3,9
P9	1663041,859	8174379,961	40,5	6,0
P10	1663030,734	8174309,468	38,4	6,0
P11	1663011,270	8174288,067	38,3	6,0
F1	1662937,861	8174429,867	41,6	2,3
F1bis	1662942,998	8174418,957	40,6	3,7
F2	1662936,268	8174403,639	41,2	2,0
F4	1663010,732	8174270,234	38,4	2,0
F5	1662996,666	8174341,969	40,6	2,1
F6	1662993,127	8174227,354	38,4	2,0

Ces cotes, mesurées par nos soins, ne sont données qu'à titre indicatif, elles doivent être vérifiées et/ou corrigées par un géomètre expert.

1.5. Documents transmis

Pour la réalisation de la présente étude, le Maître d'Ouvrage nous a transmis les documents suivants :

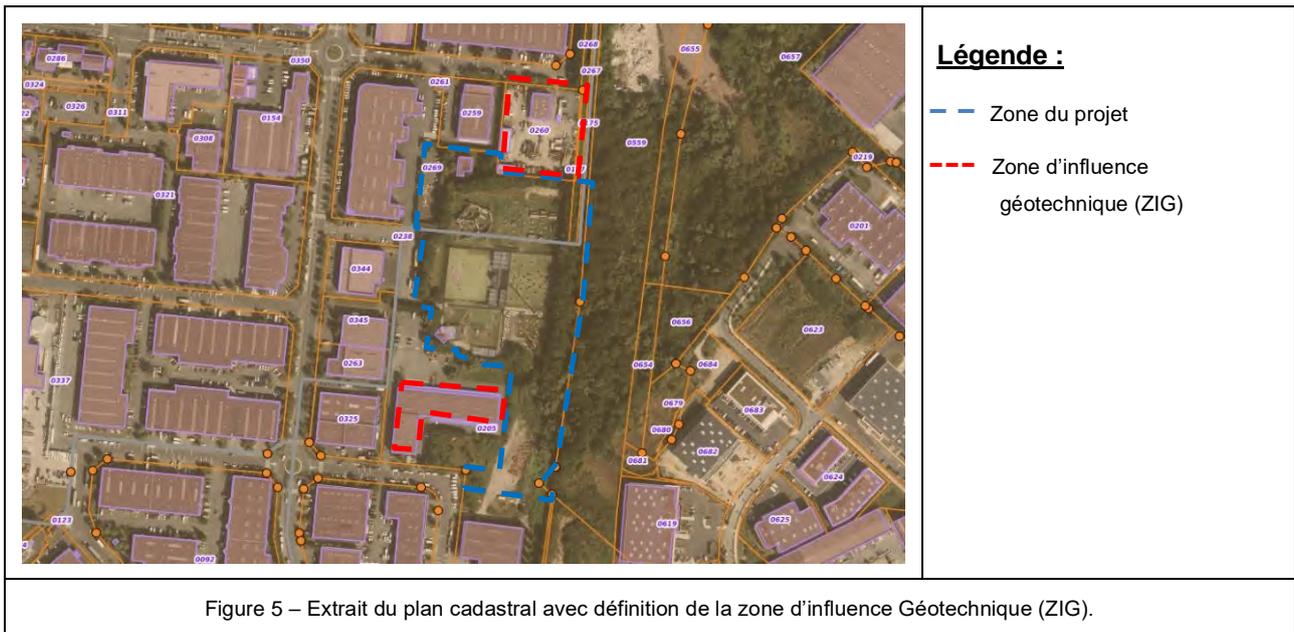
- ✓ Plan de nivellement, sans échelle,
- ✓ Plan d'assainissement, à l'échelle 1/500^{ème}, datées du 19/12/2023 ;
- ✓ Plan topographique à l'échelle 1/500^{ème}, daté du 12/01/2023 ;
- ✓ Plan de masse général à l'échelle 1/1000^{ème}, daté du 11/07/2023 ;
- ✓ Cahier des charges daté du 28/09/2023 ;
- ✓ Notice technique structure daté du 15/01/2024.

2. CADRE GEOTECHNIQUE DU SITE

2.1. Zone d'Influence Géotechnique (ZIG)

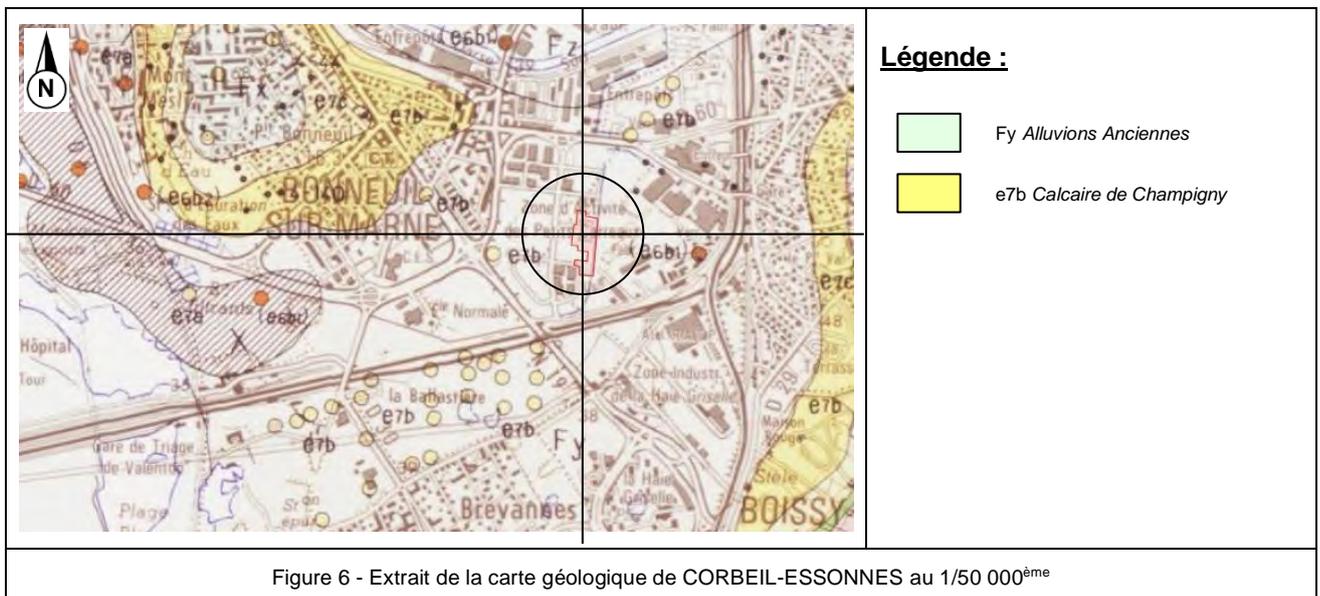
Le projet sera réalisé dans une zone industrielle. Compte tenu de la configuration des ouvrages projetés, les constructions situées sur les parcelles cadastrales n°205 (3 avenue du Bouton d'Or) et n°260 (8 avenue des Orangeres), pourraient être impactées par les travaux projetés. Nous les considérons ainsi dans la ZIG.

De plus, une attention particulière sera apportée afin de ne pas déstabiliser les éventuelles structures mitoyennes en limite de propriété (clôtures, voiries, etc) ou traversant le site (réseaux, etc).



2.2. Cadre Géologique

La figure ci-après montre la position du terrain, sur la carte géologique au 1/50 000^{ème} de CORBEIL-ESSONNES.



Ainsi, le site présenterait la succession lithologique suivante :

- ✓ Alluvions Anciennes,
- ✓ Calcaire de Champigny.

2.3. Cadre géomorphologique

Le site se trouve à cheval entre le sud-est de la commune de BONNEUIL SUR MARNE (94) et à l'ouest de la commune de SUCY EN BRIE (94), en contexte de plaine alluviale.

D'après les informations recueillies sur le plan topographique et le nivellement de nos sondages, le terrain imparti au projet est divisé en deux parties. La partie nord du site est relativement plate avec des cotes altimétriques comprises entre 40,30 et 40,55 NGF. De même pour la partie sud du site le terrain est relativement plat avec des cotes altimétriques comprises entre 38,01 et 38,57 NGF.

De plus, des merlons constitués principalement en remblais anthropiques (débris de démolition, morceaux de plastiques, déchets végétaux...etc) pouvant atteindre environ 3,0 m de hauteur, sont présents sur la partie sud-est du terrain.

A noter également, que la parcelle du site est bordée par des talus, présentant des dénivelés atteignant 4,5 m entre le point le plus haut et le plus bas notamment au niveau du canal situé en limite est du site, en contrebas de la parcelle du projet, avec des cotes altimétriques comprises entre 35,7 et 36,0 NGF.

Il est à noter que la parcelle a subi des aménagements et mouvements de terre.

Le profil altimétrique du terrain au droit du projet, issu du site de Géoportail, est représenté sur la figure suivante :

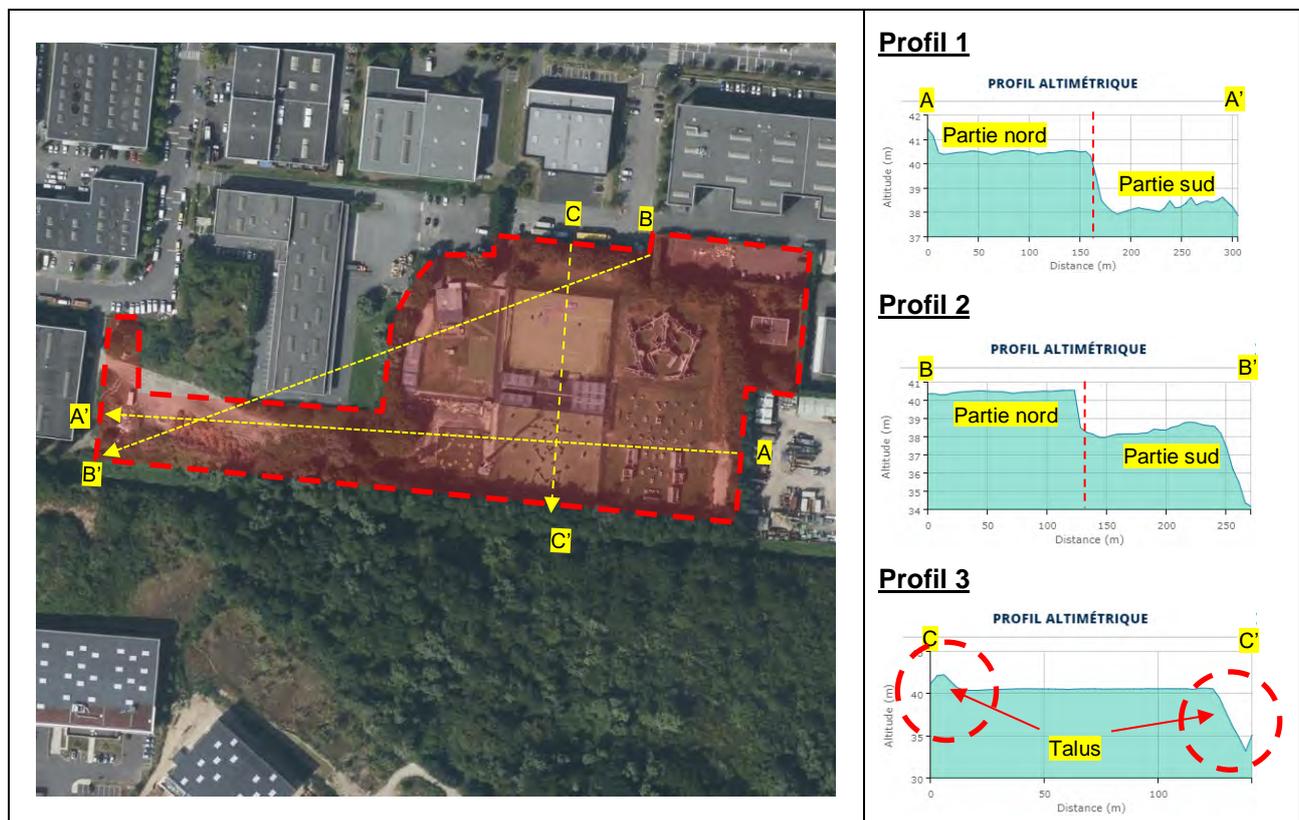


Figure 7 – Vue aérienne et profils altimétriques au droit du site d'étude

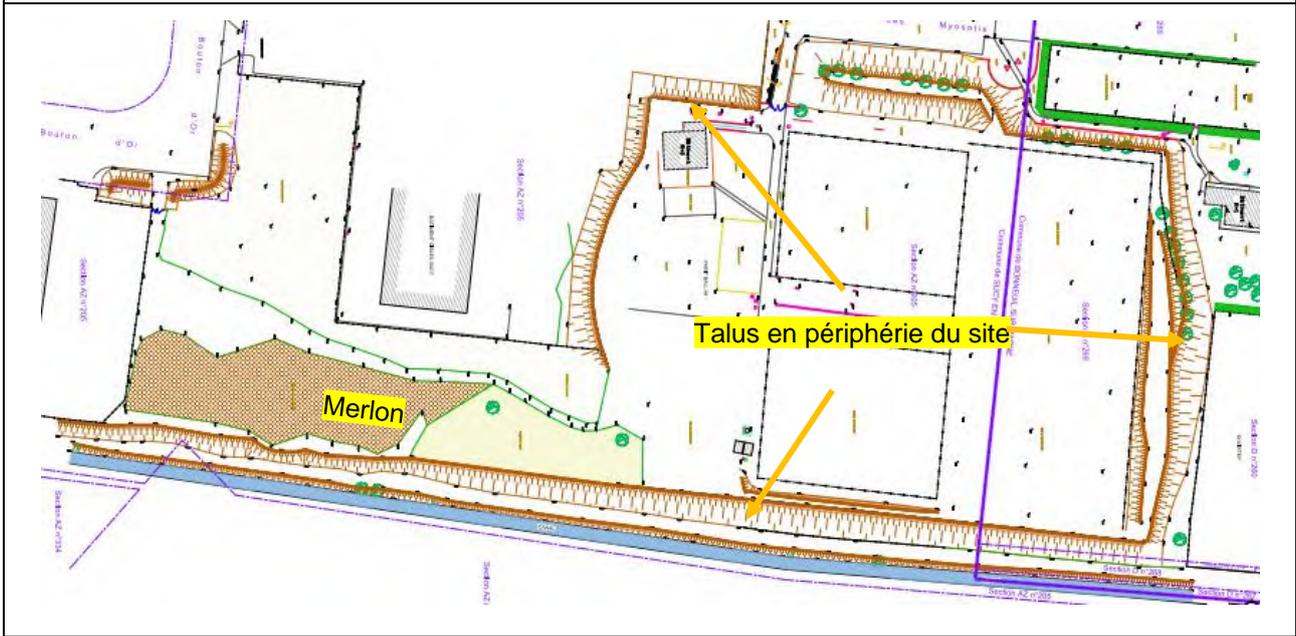


Figure 8 - Extrait du plan géomètre à l'échelle 1/500^{ème}, daté du 12/01/2023

2.4. Recensement des aléas naturels et anthropiques

- **Retrait / gonflement des argiles**

Le terrain se trouve dans une zone d'aléa moyen vis-à-vis du retrait / gonflement des argiles, selon le site <http://www.georisques.gouv.fr/>.

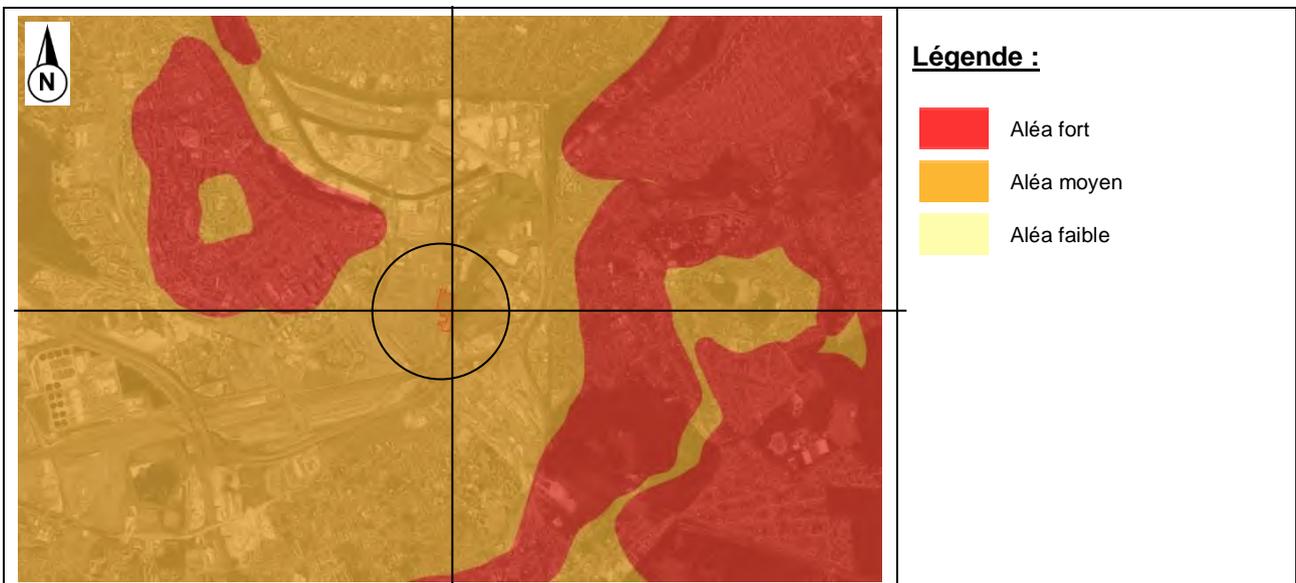


Figure 9 - Extrait de la carte d'aléa du retrait/gonflement des argiles, issue du site <http://www.georisques.gouv.fr/>

- **Sismicité**

Depuis le 22 octobre 2010, la France dispose d'un nouveau zonage sismique divisant le territoire national en cinq zones de sismicité croissante. La commune de BONNEUIL SUR MARNE (93), se trouve dans une zone

de sismicité 1 (très faible) où il n'y a pas de prescription parasismique particulière pour les ouvrages « à risque normal ».

• **Inondations**

Le site étudié se trouve en dehors des zones inondables par débordement de la *la Marne*. Le niveau des Plus Hautes Eaux Connues (PHEC) à proximité du site (au point kilométrique n°181bis), atteint lors de la crue de référence de 1910, est situé à 36,39 NGF. Toutefois, il se trouve en zones enveloppes approchées des Inondations potentielles cours d'eau et submersion marine de plus d'un hectare, selon le site <http://infoterre.brgm.fr/>.

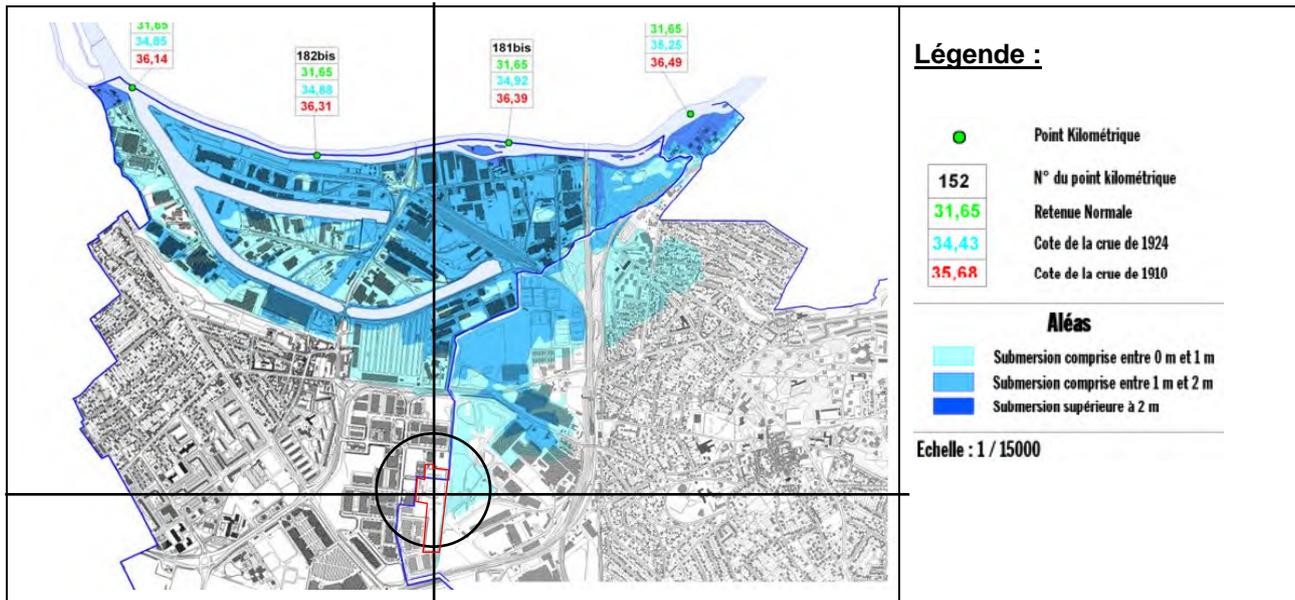


Figure 10 – Extrait du Plan de Prévention des Risques d'Inondation de la Marne sur les communes de BONNEUIL SUR MARNE et SUCY EN BRIE

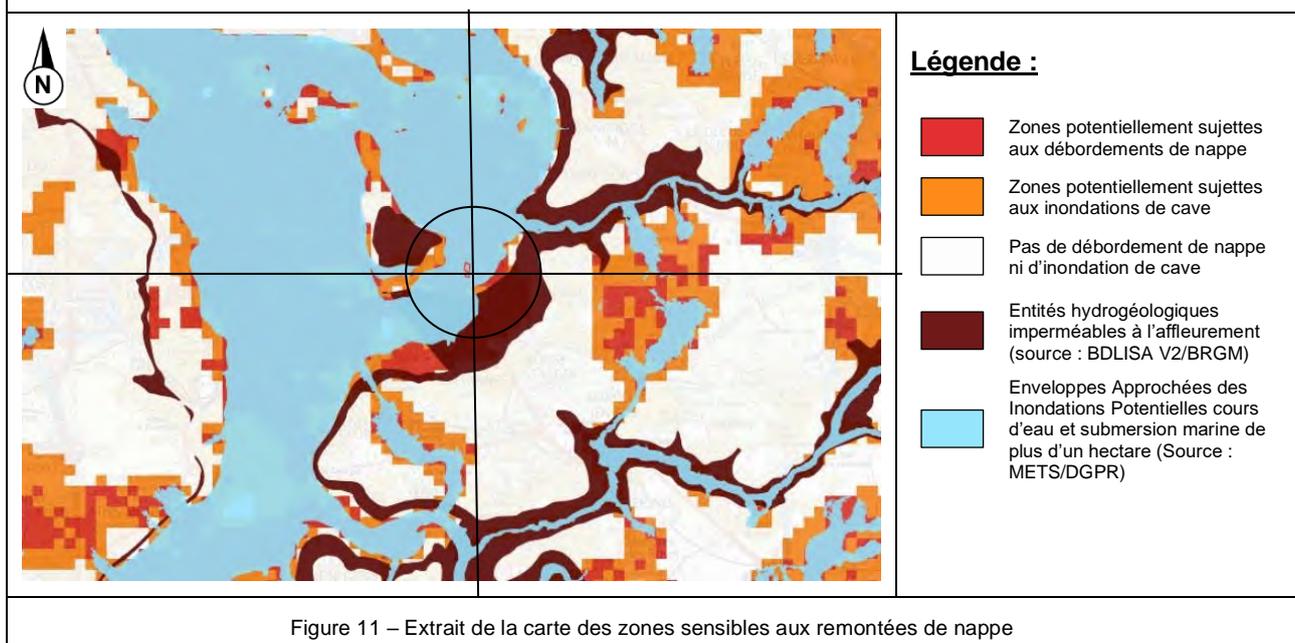
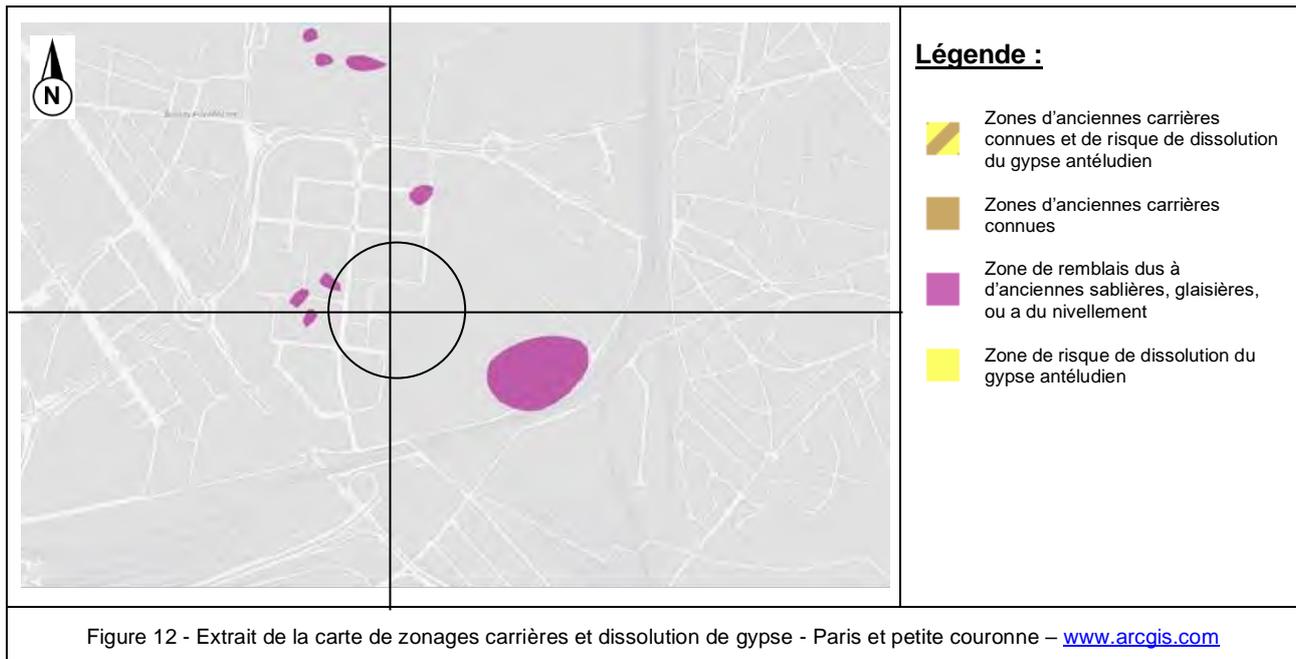


Figure 11 – Extrait de la carte des zones sensibles aux remontées de nappe

• **Carrières / Dissolution de Gypse**

Le site est en dehors des zones d'anciennes exploitations souterraines ou à ciel ouvert recensées. Par ailleurs, il se trouve à proximité de zone d'anciennes sablières, recensées selon le zonage Arcgis.



- **Vestiges**

Compte tenu de l'historique du site, le site est concerné par la présence de vestiges enterrés (fondations, etc...), dont les emprises, les profondeurs et leurs natures ne sont pas connues.

2.5. Étude historique du site

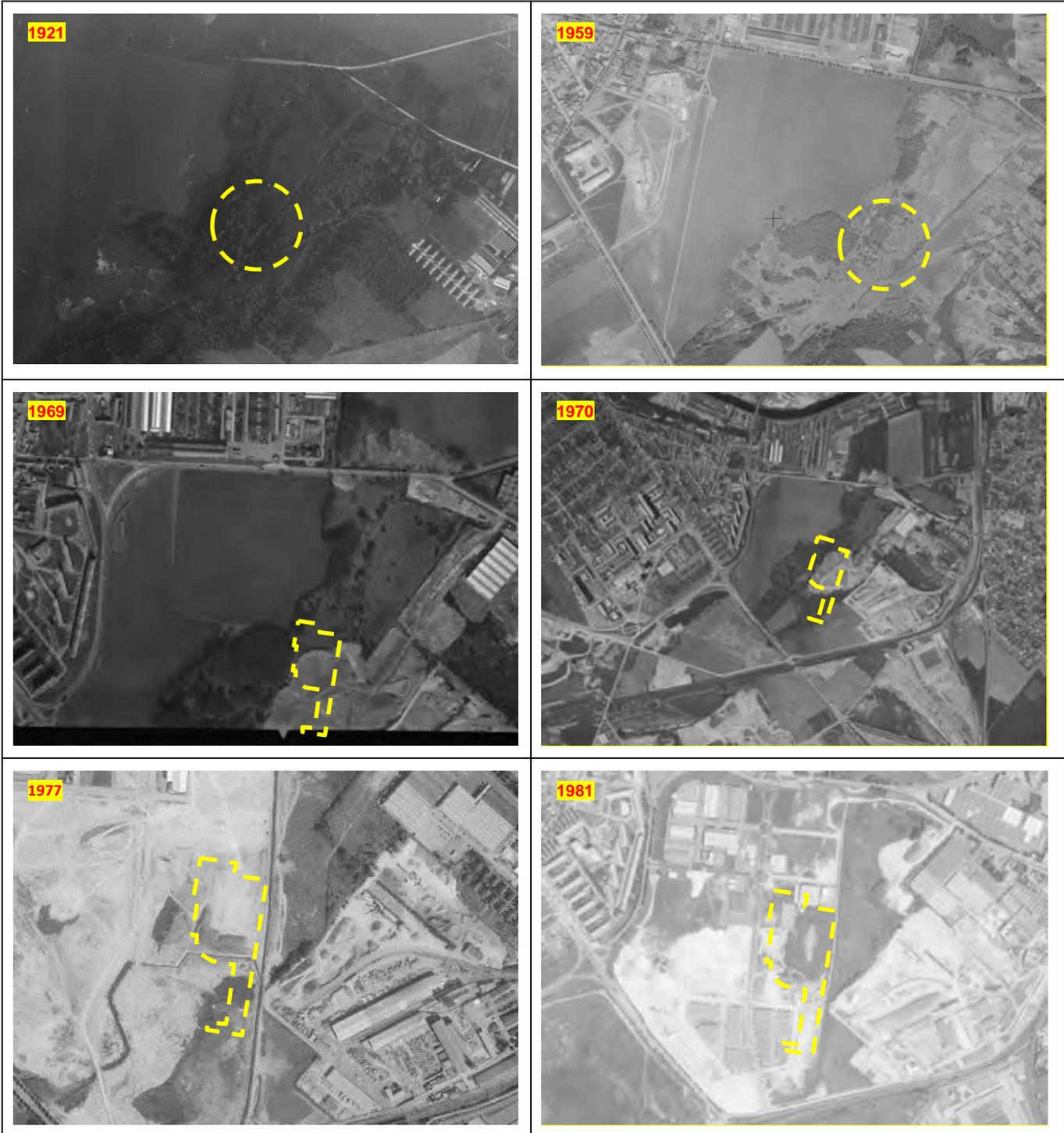
La parcelle impartie au projet (en jaune sur les photos ci-après), est actuellement occupée par un terrain de paintball en partie nord et vierge de toute construction en partie sud. La consultation des photographies aériennes a permis de constater que le terrain était libre de tout aménagement jusqu'à la fin des années 60.

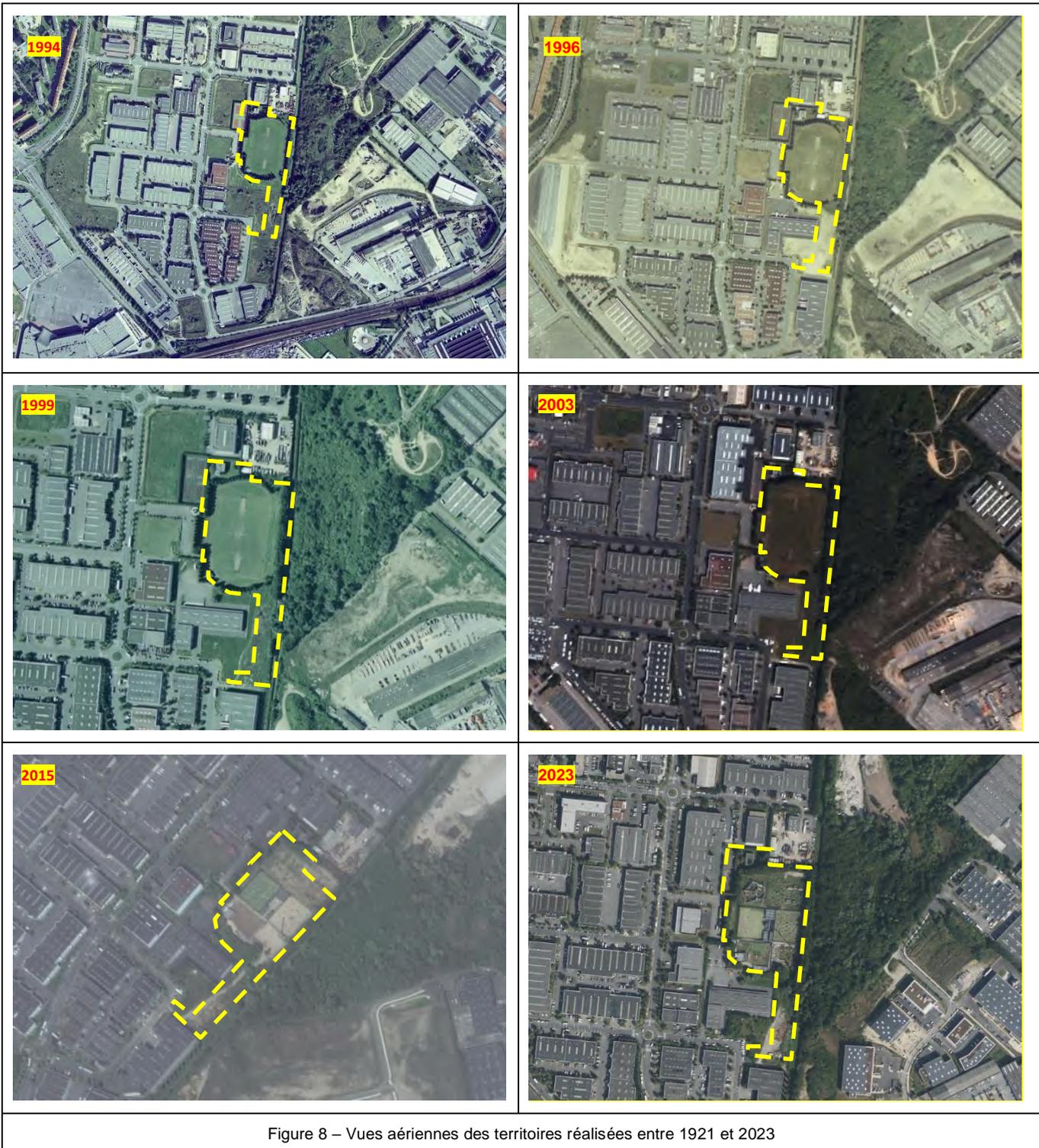
En 1969 et 1970, des remblais ont été entreposés et étalés sur l'ensemble du terrain. Pouvant correspondre à des remblais de comblement des anciennes sablières.

En 1977, le site a été sensiblement nivelé au niveau du terrain naturel actuel, lors des travaux d'aménagement de la ZAC.

La partie nord du site a été occupée par un stade de football entre 1994 et 2003, puis par des terrains de paintball depuis 2015 jusqu'à ce jour, tandis que la partie sud est restée libre de tout aménagement. Par ailleurs, plusieurs mouvements de terre ont été observés au fil des années.

Il est également à noter que lors de notre intervention, la partie sud de la parcelle était occupée par une déchèterie, avec des merlons constitués principalement de remblais anthropiques (figure 4).





3. RESULTATS DES RECONNAISSANCES

3.1. Lithologie

Les niveaux géologiques et géotechniques décrits ci-après sont donnés en termes de profondeur par rapport au sol naturel au moment de notre intervention. Ainsi, nous avons rencontré les horizons suivants :

- ✓ Des **Remblais** constitués de limons sableux argileux à cailloutis et des marnes sableuses à blocs marron beige noirâtre avec des passages d'argile verdâtre, et des débris divers (brique, métal, bois...ect), ont été traversés jusqu'à 6,5 / 10,4 m de profondeur, soit jusqu'à 32,7 / 29,9 NGF. Nous notons en particulier la présence de blocs indurés décimétriques en et/ou rocheux tel qu'observé au droit des fouilles à la pelle. Au vu des mesures pressiométriques, ces sont blocs indurés à ultra indurés. Des surépaisseurs ne sont pas à exclure compte tenu de l'historique du site.
- ✓ Les **Alluvions Anciennes** ont été rencontrées sous forme de sables et graviers beiges, jusqu'à 12,8 / 13,0 m de profondeur, soit jusqu'à 27,6 / 26,4 NGF. Des niveaux très denses peuvent être rencontrés au sein de cette formation,
- ✓ Au-delà, le **Calcaire de Champigny** a été identifié jusqu'à l'arrêt du sondage profond SP4 à 20,2 m de profondeur, soit jusqu'à 20,4 NGF. Il s'agit d'une marne beige blanchâtre comportant des blocs et/ou bancs indurés de calcaire,

NOTA : Nous rappelons que les ensembles stratigraphiques ont été transmis à titre indicatif. En effet, en absence de sondage carotté, l'interprétation a été faite à partir des enregistrements de paramètres de forage et des prélèvements d'échantillons remaniés.

3.2. Caractéristiques mécaniques

- **Caractéristiques pressiométriques**

Les valeurs des caractéristiques pressiométriques (E_m : module pressiométrique, PI^* : pression limite nette) ont été déterminées par des essais effectués à partir de 1,0 / 1,5 m de profondeur et selon un espacement de 1,0 / 1,5 m au droit des différents sondages. Ci-joint l'analyse statistique des résultats obtenus :

Horizons	Profondeur de la base		Caractéristiques Pressiométriques				Commentaire sur la compacité
	m/TN	Cote NGF	E_m (MPa)	PI^* (MPa)	Nb	α	
<i>Remblais</i>	-6,5 / -10,4	32,7 / 29,9	$1,0 \leq E_m \leq 56,4$ $E_{m \text{ Moy}} = 4,6$	$0,14 \leq PI^* \leq 3,27$ $PI^*_{\text{Moy}} = 0,73$ $\sigma = 0,72$	45	2/3	Faible à médiocre avec un passage très élevée
<i>Alluvions Anciennes</i>	-12,8 / -13,0	27,6 / 26,4	$10,8 \leq E_m \leq 50,4$ $E_{m \text{ Moy}} = 21,4$	$1,40 \leq PI^* \leq 5,00$ $PI^*_{\text{Moy}} \geq 2,77$ $\sigma \geq 1,32$	9	1/3	Assez élevée à très élevée
<i>Calcaire de Champigny</i>	<-20,2	<20,4	$14,3 \leq E_m \leq 31,2$ $E_{m \text{ Moy}} = 23,8$	$1,81 \leq PI^* \leq 3,85$ $PI^*_{\text{Moy}} = 3,00$ $\sigma = 0,71$	6	1/2	Assez élevée à très élevée

NOTA : $E_{m \text{ moy}}$ = Moyenne harmonique ; $PI^*_{\text{ moy}}$ = Moyenne géométrique ; σ = Ecartype. et α = coefficient rhéologique.

Les *Remblais* montrent des caractéristiques mécaniques globalement faibles à médiocres dans l'ensemble. Cependant, la présence de blocs et des passages indurés ont été mis en évidence. En effet, un niveau très induré a été traversé au droit du SP1 vers 2 m de profondeur, correspondant probablement à des blocs de calcaire, observés également au droit des fouilles à la pelle mécanique, voire des vestiges.

Les *Alluvions Anciennes* montrent sont assez denses à très denses dans l'ensemble.

Au-delà, le *Calcaire de Champigny* est très raide et renferme des blocs et/ou bancs ultra indurés de calcaire.

• **Caractéristiques pénétrométriques :**

Les diagrammes de pénétration dynamique donnent les valeurs de la résistance dynamique de pointe (Rd) en fonction de la profondeur. Les valeurs de résistance dynamique (Rd) mesurées au droit des sondages P1 à P11 peuvent être interprétées de la façon suivante :

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

Les diagrammes de pénétration dynamique, portant en fonction de la profondeur les valeurs de la Résistance Dynamique de pointe (Rd), peuvent être commentés comme suit :

P1 (38,9 NGF)		P2 (40,4 NGF)		P3 (40,4 NGF)	
Prof. (m)	Rd (MPa)	Prof. (m)	Rd (MPa)	Prof. (m)	Rd (MPa)
0 – 0,5	Médiocre	0 – 1,2	Moyenne	0 – 2,8	Médiocre à moyenne Avec un passage faible
0,5 – 1,1	Moyenne avec un pic de compacité élevée vers 0,6 m de profondeur	1,2 – 3,5	Moyenne à médiocre avec un pic de compacité élevée à 3,5 m de profondeur	2,8 – 5,9	Médiocre
1,1 – 3,1	Elevée à très élevée	3,5 – 6,0	Médiocre		
3,1 – 6	Médiocre avec des pics de compacité moyenne				

P4 (40,4 NGF)		P5 (40,5 NGF)		P6 (40,6 NGF)	
Prof. (m)	Rd (MPa)	Prof. (m)	Rd (MPa)	Prof. (m)	Rd (MPa)
0 – 0,3	Médiocre	0 – 0,2	Médiocre	0 – 1,6	Elevée à très élevée avec un pic médiocre à 0,8 m de profondeur
0,3 – 1,4	Moyenne	0,2 – 1,3	Elevée à très élevée	1,6 – 3,3	Faible
1,4 – 5,1	Elevée avec des pics de compacité très élevée	1,3 – 6,0	Médiocre avec des pics de compacité moyenne	3,3 – 4,0	Très élevée
5,1 – 6,0	Moyenne			4,0 – 6,0	Médiocre avec un pic de compacité moyenne

P7 (40,5 NGF)	
Prof. (m)	Rd (MPa)
0 – 0,2	Médiocre
0,2 – 1,0	Moyenne avec un pic de compacité élevée vers 0,5 m de profondeur
1,0 – 2,7	Faible à médiocre avec un passage de compacité moyenne
2,7 – 3,0	Très élevée
3,0	Refus

P8 (40,5 NGF)	
Prof. (m)	Rd (MPa)
0 – 1,1	Moyenne
1,1 – 3,9	Elevée à très élevée
3,9	Refus

P9 (40,5 NGF)	
Prof. (m)	Rd (MPa)
0 – 2,1	Faibles à Médiocre
2,1 à 4,0	Elevée à très élevée avec des passages de compacité médiocre
4,0 à 6,0	Moyenne

P10 (38,4 NGF)	
Prof. (m)	Rd (MPa)
0 – 2,2	Médiocre à moyenne
2,2 – 5,6	Faible avec deux passages de compacité moyenne
5,6 – 6,0	Elevée

P11 (38,3 NGF)	
Prof. (m)	Rd (MPa)
0 – 1,8	Moyenne à élevée
1,8 – 3,9	Médiocre avec un passage de compacité moyenne
3,9 – 6,0	Faible à médiocre

Les sondages pénétrométriques réalisés montrent des compacités très hétérogènes (faibles à très élevées) sur toute la hauteur des sondages. Il s'agit vraisemblablement de l'épaisseur des *Remblais*, observée également au droit des sondages pressiométriques et des fouilles à la pelle mécanique. Des refus prématurés ont été rencontrés au droit de des sondages P7 et P8 entre 3,0 / 3,9 m de profondeur pouvant correspondre à des blocs au sein des *Remblais*.

Les résultats des sondages pénétrométriques sont cohérents dans l'ensemble avec les résultats des essais pressiométriques.

3.3. Fouilles à la pelle mécanique

Sept fouilles de reconnaissance géologique à la pelle mécanique notées F1 à F6 et F1bis, ont été réalisées par nos soins. Elles ont pour objectif l'identification de la nature des sols en surface. Le tableau ci-dessous résume les constatations faites lors de la réalisation de ces fouilles.

Fouilles (Cote TN)	Profondeur (m)	Tenue des parois	Présence d'eau	Formation
F1 (41,6 NGF)	-2,3	Mauvaise	Pas d'arrivées d'eau	Terre végétale : 0 – 0,5 m Remblais : 0,5 – 2,3 m : Marne argileuse légèrement sableuse beige marron à blocs de calcaire et silex avec des débris divers (débris métallique, briques, câbles, bois...) Refus
F1bis (41,6 NGF)	-3,7			Terre végétale : 0 – 0,4 m Remblais : 0,4 – 3,7 m : Marne argileuse marron avec un passage d'argile verdâtre à cailloutis de calcaire et des débris divers (brique, bois...) Refus

Fouilles (Cote TN)	Profondeur (m)	Tenue des parois	Présence d'eau	Formation
F2 (41,2 NGF)	-2,0	Mauvaise	Pas d'arrivées d'eau	Terre végétale : 0 – 0,4 m Remblais : 0,4 – 1,2 m : Marne argileuse beige à cailloux de silex et blocs de calcaire et des débris divers 1,1 – 2,0 m : Marne sableuse beige à cailloutis et blocs de silex e des t débris divers (brique, bois...). Refus
F3 (40,6 NGF)	-2,0			Terre végétale : 0 – 0,5 m Remblais : 0,5 – 2,0 m : Marne argileuse beige à passage argilo-sableux marron à blocs de calcaire et silex et des débris divers (briques, bois et enrobé...).
F4 (38,4 NGF)	-2,0		-1,90 m	Remblais : 0,5 – 2,0 m : Sables argileux gris noirâtre à passage argileux marneux beige avec des blocs de calcaire et des débris divers (briques, bois, plastique et métal).
F5 (40,6 NGF)	-2,1		Pas d'arrivées d'eau	Terre végétale : 0 – 0,4 m Remblais : 0,4 – 2,1 m : Marne argileuse beige avec un passage d'argile verdâtre à cailloutis et blocs de calcaire, et de débris divers.
F6 (38,5 NGF)	-2,0			Remblais : 0,4 – 2,1 m : Marne sableuse beige avec un passage d'argile verte à cailloutis et blocs de calcaire, et des débris divers.

Les fouilles réalisées ont mis en évidence la présence de *Terre végétale* sur de forte épaisseur jusqu'à 0,5 m de profondeur, puis des *Remblais*, sous forme de marne argileuses parfois sableuse marron beige avec des passages d'argile verdâtre et cailloutis et des blocs de calcaire, ainsi que des débris divers (débris métalliques, briques, câbles, bois...), jusqu'à 2,2 / 3,7 m de profondeur.

Un niveau d'eau a été observé au droit de la fouille F4 vers -1,90 m/TN soit vers 36,5 NGF.

3.4. Présence d'eau

- **Mesures d'eau**

Les relevés des niveaux d'eau effectués au droit des sondages réalisés s'établissent comme suit :

Mesure fin de chantier 12/02/2024									
Sondages	SP1+PZ	SP2	SP3	SP4	SP5+PZ	SP6	SP7	SP8+PZ	F4
m/TN	--	-3,3	Eboulis à -4,3	--	-3,8	--	-5,0	-4,2	-1,9
NGF	--	36,9	36,2	--	36,7	--	34,2	34,3	36,9
Mesure complémentaire 24/01/2024									
Sondages	SP1+PZ	SP2	SP3	SP4	SP5+PZ	SP6	SP7	SP8+PZ	F4
m/TN	-7,3	--	--	--	-3,2	--	--	-6,3	--
NGF	33,0	--	--	--	37,3	--	--	32,2	--

En fin de chantier, les niveaux d'eau non stabilisés, relevés dans nos sondages étaient compris entre 3,3 et 5,0 m de profondeur, soit vers 36,9 / 34,2 NGF. Ces niveaux d'eaux pourraient être influencés par le mode de forage avec injection de fluide.

En effet, le relevé complémentaire, effectué le 24/01/2024, indique une présence d'eau plus ou moins stabilisé mais reste assez variable entre 3,2 et 7,3 m de profondeur, soit entre 37,3 et 33,0 NGF.

Il s'agirait vraisemblablement d'une nappe superficielle d'infiltration circulant au sein des *Remblais*. Elle est principalement alimentée par la pluviométrie, et est soumise à des fluctuations saisonnières.

A titre d'information, le site se situe à 2,2 km de la *Marne*. Les cotes de crues significatives sont données à titre indicatif dans le secteur (point kilométrique PK 181 bis : BONNEUIL SUR MARNE) et selon le plan du PPRI et des études bibliographiques :

Année de la crue	Période de retour	Cote de la crue
-	Retenue Normale	31,65 NGF
1982	Décennale	34,13 NGF
1924	-	35,25 NGF
1910	Centennale	36,49 NGF

Dans tous les cas, nous rappelons que seul un suivi piézométrique permettrait de connaître les variations saisonnières et le niveau exacte de la nappe au droit du site.

- **Rebouchage des piézomètres**

Nous recommandons vivement le rebouchage de tous les sondages équipés en piézomètre, avant le démarrage effectif des travaux de terrassements.

Le rebouchage se fera selon les normes en vigueur et dans les règles de l'Art, conformément aux prescriptions ci-après :

- ✓ De l'arrêté interministériel « forages » du 11 septembre 2003 portant application du décret n°96-102 du 2 février 1996 et fixant les prescriptions générales applicables aux sondages, forages, création de puits ou d'ouvrage souterrain soumis à déclaration en application des articles L. 214-1 à L.2014-3 du Code de l'Environnement, relevant de la **rubrique 1.1.1.0** de la nomenclature annexée au décret n°93-743 du 29 mars 1993 ;
- ✓ De la norme française NF X 10-999, du 30 août 2014, « Forage d'eau et de géothermie – Réalisation, suivi et abandon d'ouvrage de captage ou de surveillance des eaux souterraines réalisés par forage ».

Ainsi, il conviendra de reboucher ces ouvrages sur toute leur hauteur, par la mise en place d'une cimentation ou d'un comblement par argile gonflante, permettant de garantir l'absence de circulation d'eau avant le démarrage effectif des travaux de terrassements.

Nota : Cette prestation n'est pas comprise dans notre mission actuelle et pourra faire l'objet d'une demande complémentaire.

3.5. Essais de Perméabilité

- **Mesures de la perméabilité**

Quatre essais de perméabilité type MATSUO, ont été réalisés au droit des sondages F1, F1bis, F3 et F4. Le coefficient de perméabilité calculé au droit de chaque sondage sont résumés comme suit :

Sondage	Type d'essai	Profondeur	Faciès	Coefficient de perméabilité « k »	
				m/s	mm/h
F1	MATSUO	0 – 2,0 m	Remblais (Marne argileuse légèrement sableuse beige marron à blocs de calcaire et silex avec des débris divers)	$1,3 \times 10^{-6}$	4,9
F1bis		0 – 2,0 m	Remblais (Marne argileuse marron avec un passage d'argile verdâtre à cailloutis de calcaire et des débris divers (brique, bois...))	$2,5 \times 10^{-6}$	10,5
F3		0 – 2,0 m	Remblais (Marne argileuse beige à passage argilo- sableux marron à blocs de calcaire et silex et des débris divers (briques, bois et enrobé...))	$1,2 \times 10^{-5}$	53,8
F4		0 – 2,0 m	Remblais (Sables argileux gris noirâtre à passage argileux marneux beige avec des blocs de calcaire et des débris divers (briques, bois, plastique et métal))	Essai non réalisable	

En prenant en compte la nature des terrains et les résultats des essais obtenus, les sols superficiels sont :

- **peu perméables** selon « Le forage d'eau » de Maillot,
- de **perméabilité assez élevée à faible** selon « Fondations et ouvrages en terre » de Philipponnat.

Les valeurs mesurées sont assez hétérogènes à l'instar des Remblais testés. Ainsi, il faudra considérer et/ou utiliser ces valeurs avec beaucoup de précaution.

Nota 1 : l'essai de perméabilité n'a pas pu être réalisé au droit de la fouille F4, compte tenu des arrivées d'eau observées depuis la surface (terrain en surface saturé d'eau), rendant l'infiltration impossible.

Nota 2 : les valeurs obtenues au sein des *Remblais* doivent être considérées avec précaution compte tenu de leur hétérogénéité en nature.

Nota 3 : Pour toute infiltration à un endroit ou profondeur différente, il sera nécessaire de réaliser de nouveaux essais.

- **Préconisations vis-à-vis de l'infiltration**

D'après le guide édité par le CERTU en 2003, il est recommandé de ne pas infiltrer des eaux de quelque nature que ce soit à moins de :

- ✓ 1,0 m du Niveau des Plus Hautes Eaux (NPHE) de la nappe. L'infiltration des eaux pluviales directement dans la nappe d'eau souterraine étant interdite.
- ✓ 5,0 m des bâtiments, en particulier les fondations,
- ✓ 3,0 m de tout arbre.

3.6. Essais de laboratoire

Cinq essais d'identifications GTR et 5 analyses physico-chimiques ont été réalisés sur les échantillons prélevés au droit des fouilles F1, F2, F3, F5 et F6. Un essai d'aptitude au traitement a également été réalisé au droit de la fouille F1 entre 0,5 et 2,3 m, ainsi qu'un pack d'agressivité de l'eau vis-à-vis du béton.

- **Identifications GTR**

Les résultats des essais menés en laboratoire sur les échantillons prélevés au droit des fouilles de reconnaissances géologiques sont présentés dans le tableau récapitulatif suivant :

Sond.	Prof.	Formation	VBS	Granulométrie			W _N (%)	Limites d'Atterberg				Classe GTR NFP11 -300	Guide GTR 2023
				D _{max} (mm)	2 mm (%)	<80 µm(%)		W _L (%)	W _P (%)	I _P	I _c		
F1	0,5 – 2,3 m	Remblais : sables marneux légèrement graveleux marron-brun	1,41	25,0	76,3	44,1	15,8	--	--	--	--	A ₁	F ₁
F2	0,3 – 1,4 m	Remblais : Argile marron-verdâtre	--	25,0	53,4	49,1	26,4	38,2	22,1	16,1	0,74	A _{2th}	F _{2th}
F3	0,5 – 2,0 m	Remblais : sables marno-graveleux marron-brun	0,97	40,0	67,6	35,4	16,7	--	--	--	--	B ₅	I ₁
F5	0,4 – 1,1 m	Remblais : Argile sableuse marron-verdâtre	--	31,5	52,7	40,0	23,5	44,0	21,6	22,4	0,92	A _{2h}	F _{3h}
F6	0,7 – 1,3 m	Remblais : grave sableuse noirâtre	0,39	40,0	45,4	14,9	16,3	44,0	21,6	22,4	0,92	B ₅	G ₃

WN : Teneur en eau naturelle, D_{max} : Diamètre du plus gros élément, 2 mm : Pourcentage d'éléments passant au tamis de 2 mm, 80µm : Pourcentage d'éléments fins passant au tamis de 80 microns, VBS : Valeur au bleu de méthylène.

Ces essais permettent de classer les échantillons selon le GTR (Guide Technique des Terrassements Routiers, Réalisation des remblais et des couches de formes établi par le CEREMA, 2023).

Les échantillons prélevés au droit du site au sein des *Remblais* ont été identifiés comme des sols fins de classe GTR F₁ et F₂ (anciennement A₁ et A₂ selon le GTR 92) ou des sols sableux et graveleux avec des fines (argiles sableuses ou sables argileux) de classe GTR I₁ et G₃ (anciennement B₅).

Il s'agit de sols très sensibles à la variation de la teneur en eau, avec des chutes brutales de consistance et de portance pour des faibles augmentations de celle-ci.

Nota : En présence de ces blocs, l'identification pourra évoluer vers du C₁A₁ ou C1B₅.

- **Analyse physico-chimique**

Les résultats des essais en laboratoire pour les teneurs en sulfates déterminées en mg/kg MS et les teneurs en matière organique (MO) déterminées en %, sont résumés dans le tableau suivant :

Sondage	Prof. (m)	Formation	Teneur en sulfates		Teneur en MO (% MS)	Classe d'agressivité
			mg/kg MS	% MS		
F1	0,5 – 2,3 m	Remblais : sables marneux légèrement graveleux marron-brun	10000	1,000	3,4	XA2
F2	0,3 – 1,4 m	Remblais : Argile marron-verdâtre	3400	0,340	4,8	XA2
F3	0,5 – 2,0 m	Remblais : sables marno-graveleux marron-brun	11000	1,100	4,0	XA2
F5	0,4 – 1,1 m	Remblais : Argile sableuse marron-verdâtre	12000	1,200	3,0	XA3
F6	0,7 – 1,3 m	Remblais : grave sableuse noirâtre	16000	1,600	4,6	XA3

Légende :

MO : Matière Organique,
 MS : Matière Sèche.

Les matériaux prélevés au droit des fouilles F1, F2, F3, F5 et F6, ont mis en évidence des teneurs en sulfates élevées dans l'ensemble, comprises entre 3400 à 16000 mg/kg MS. Ces valeurs permettent d'identifier ces *Remblais* comme environnement d'agressivité chimique vis-à-vis du béton allant de modéré (classe XA2) à fort (classe XA3).

Ainsi, on considérera que les *Remblais*, constituent un environnement de forte agressivité chimique vis-à-vis du béton (de classe d'exposition XA3).

D'autre part, les teneurs en matière organique mesurées sont comprises entre 3,0 et 4,8 %.

Nota : pour la réalisation des infrastructures du projet (fondations ...etc), le béton à utiliser devra être adapté à l'agressivité du milieu et en particulier, de classe de résistance minimale C40/50.

• **Aggressivité de l'eau vis-à-vis du béton**

Une analyse d'agressivité de l'eau vis-à-vis du béton a été réalisée sur un échantillon d'eau prélevé dans le piézomètre (SP8) présent sur le site.

Sondage	PH	Sulfates (mg/l)	Ammonium (mg/l)	Magnésium (mg/l)	Acide carbonique agressif (mg/l)	TAC (mé/l)	Classe d'exposition
SP8	7,2	1400	10,0	140,0	< 1,0	9,5	XA2

Ainsi, les eaux du site, constituent un environnement moyennement agressif de classe XA2 vis-à-vis du béton.

• **Essai d'aptitude au traitement**

Un essai d'aptitude au traitement selon le GTS (essai Proctor, essai de gonflement, résistance à la compression diamétrale) a été réalisé sur des échantillons prélevés au droit de la fouille F1. Les conclusions sont reportées dans le tableau suivant :

Sond.	Prof. (m)	Formation	Traitement et dosage	Gv à 7 j d'immersion (%)	Rti à 7 j d'immersion (MPa)	Adaptabilité au traitement
F1	0,5 – 2,3 m	Remblais : sables marneux légèrement graveleux marron-brun	7% de Liant hydraulique (CEM II 32.5) + 1 % de Chaux	3,53	0,32	Adapté

Le gonflement volumique (Gv) moyen après 7 j d'immersion des éprouvettes traités à 7,0 % de liants hydrauliques et 1,0 % de chaux indique un gonflement négligeable. De plus, la résistance en compression diamétrale des éprouvettes est de 3,53 MPa, soit supérieure au seuil de 0,32 MPa. Ainsi, les *Remblais* sont « adaptées » au traitement à la chaux/liants, selon les dosages proposés.

- **Réutilisation de matériaux du site**

Bien que le résultat de l'essai d'aptitude au traitement des *Remblais* soit adapté, ces matériaux doivent être exclus de toute réutilisation en couche de forme, compte tenu de leur nature anthropique, hétérogène (présence de débris anthropique et blocs divers avec des passages noirâtres), ainsi que leur forte agressivité.

Leur réutilisation en remblais de réhausse, pourra être envisagée sous réserve d'une étude spécifique et d'un tri rigoureux des matériaux, afin d'écartier les passages très hétérogènes, les matériaux sulfatés, putrescibles, organiques, évolutifs, déchets et débris divers (ferrailles, brique, béton, enrobé, bois...etc.). De plus, il sera nécessaire d'éliminer toute fraction grossière empêchant un réglage et un compactage correct de la plateforme, ou de réaliser un criblage et un concassage afin d'utiliser au maximum la fraction 0/40 mm.

Nous rappelons que les sols fins dans un état hydrique très humide ou très sec (« th » ou « ts ») seront exclus de toute réutilisation.

NOTA :

- ✓ L'entreprise devra réaliser ses propres essais d'identification,
- ✓ Il conviendra de respecter les prescriptions du GTR pour une réutilisation des matériaux in-situ en remblais sous voirie. De plus, les teneurs en eau seront vérifiées pendant toute la durée des travaux de terrassements.

4. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

4.1. Synthèse du contexte géotechnique

L'étude documentaire et la reconnaissance du site ont mis en évidence les éléments suivants :

- **Lithologie**

Les niveaux géologiques et géotechniques décrits ci-après sont donnés en termes de profondeur par rapport à la surface du sol naturel au moment de notre intervention. Ainsi, nous avons rencontré les horizons suivants :

- ✓ Les **Remblais** ont été rencontrés jusqu'à 6,5 / 10,4 m de profondeur, soit jusqu'à 32,7 / 29,9 NGF, constitués de limons sableux argileux à cailloutis et des marnes sableuse à blocs marron beige noirâtre avec des passages d'argile verdâtre, et des débris divers (brique, métal, bois...ect). Ils présentent des compacités globalement faibles à médiocres dans l'ensemble avec des passages de compacités très élevées témoignant de la présence de blocs indurés à ultra indurés et cailloutis au sein de cet horizon. Nous notons en particulier la présence de blocs indurés décimétriques en et/ou rocheux tel qu'observé au droit des fouilles à la pelle. Des surépaisseurs ne sont pas à exclure,
- ✓ Les **Alluvions Anciennes** sont assez denses à très denses et ont été rencontrées, sous forme de sables et graviers beige, jusqu'à 12,8 / 13,0 m de profondeur, soit jusqu'à 27,6 / 26,4 NGF. Des niveaux très denses à silex ont été rencontrés au sein de cette formation,
- ✓ Au-delà, le **Calcaire de Champigny**, composés d'une marne beige blanchâtre comportant des blocs et/ou bancs indurés de calcaire, a été rencontré jusqu'à l'arrêt du sondage profond SP4 à 20,2 m de profondeur, soit jusqu'à 20,4 NGF. Il présente des caractéristiques mécaniques assez élevées à très élevées, témoignant de la présence de blocs et/ou bancs indurés de calcaire.

- **Hydrologie**

- ✓ En janvier 2024, le niveau de la nappe a été mesuré entre 3,2 et 7,3 m de profondeur, soit entre 37,3 et 33,0 NGF. Il s'agirait de circulations superficielles d'infiltration se produisant au sein des *Remblais*.
- ✓ Seul un suivi piézométrique permettrait de connaître la nature et les niveaux stabilisés de la nappe et leurs fluctuations saisonnières.

4.2. Principes généraux des travaux

Compte tenu de la présence de *Remblais* hétérogènes de compacités globalement faibles à médiocres sur des épaisseurs élevées allant jusqu'à 10,4 m (avec des surépaisseurs possibles), la réalisation d'un mode de fondations superficielles n'est pas envisageable. En effet, les tassements absolus et différentiels attendus seront élevés et non admissibles pour les structures projetées.

Ainsi, on s'orientera vers les solutions suivantes :

- Une amélioration des sols sous le dallage par le biais d'Inclusions Rigides (IR) ou équivalent.
- Fondations profondes **type pieux** au niveau des appuis ponctuels, au vu des descentes de charges très élevées attendues. En variante, des IR pourront être envisagées sous massifs pour les bâtiments dont les charges ne sont pas lourdes.

Néanmoins, au vu de la présence avérée de blocs ultra-indurés gênant potentiellement la réalisation des IR, une solution de compactage dynamique rapide, de type RIC (et/ou compactage dynamique selon les conditions d'accès), pourra être étudiée par les entreprises spécialisées, si celle-ci présente un intérêt technico-économique.

4.3. Plateforme générale chantier

Nous rappelons que les cotes des niveaux finis du dallage de l'ensemble des bâtiments sont calées entre 39,0 et 40,2 NGF, soit des plateformes VRD calées entre 38,8 et 40,0 NGF. Ainsi, l'adaptation du projet nécessitera des mouvements de terres allant jusqu'à 1,1 et 2,4 m en déblais, notamment pour évacuer les matériaux des merlons, et 1,1 à 1,5 m en remblais. Le tableau ci-dessous résume les hauteurs de déblais remblais attendues dans chaque zone du site (à confirmer) :

Plateforme	Bâtiment		Générateur		Poste électrique + transfos		Local à vélos	
Niveau du TN (NGF)	40,37	42,38	38,12	39,20	37,72	39,89	37,52	37,72
Cote du dallage fini (NGF)	40,2		39,8		39,0		39,0	
Cote du niveau VRD (NGF)	40,0		39,6		38,8		38,8	
Déblais (m/TNA)	-2,4		--		-1,1		--	
Remblais (m/TNA)	--		+1,5		+1,1		+1,3	

Nous rappelons que les hauteurs des *Remblais* sont plus importantes le long du canal où sera réalisé un soutènement d'environ 5,0 m de hauteur en remblais.

- **Préparation de l'arase**

En premier lieu, on réalisera un décapage d'au moins 0,30 à 0,50 m afin d'évacuer toute l'épaisseur de la terre végétale et la frange supérieure des sols superficiels impactés par les travaux et les intempéries et de dessoucher la végétation existante (à adapter selon leur épaisseurs).

Dans le cas où ce décapage mettrait en évidence des blocs gênant la réalisation des travaux VRD, il conviendra de prévoir une purge complémentaire et des remblais de comblement. L'entreprise devra effectuer un contrôle visuel avec photographies, avant mise en œuvre des éventuels remblais de comblement ou de la couche de forme.

Les matériaux anthropiques impropres et hétérogènes en nature devront être extraits et mis en décharge. L'entreprise devra réaliser un contrôle visuel avec photographies avant la mise en œuvre des remblais ou de la couche de forme.

L'arase obtenue sera située au sein des *Remblais* hétérogène en nature. Ces sols sont très sensibles aux variations hydriques, pouvant provoquer des difficultés de circulations des engins de chantier, lors des épisodes pluvieux défavorables. En effet, en cas d'augmentation de leur teneur en eau (sols dans un état hydrique humide à très humide), ces matériaux deviennent collants avec une chute de leur consistance engendrant un phénomène de matelassage. Ainsi, on portera une attention toute particulière aux conditions météorologiques au moment des travaux. Il sera donc préférable de réaliser les travaux de terrassement en période favorable (période climatique sèche ou de faible précipitation).

Après compactage de l'arase de terrassement, celle-ci pourra être ainsi qualifiée de AR1/PST1 en périodes climatiques sans précipitations. En cas de pluie soutenue, cette qualification pourrait se transformer en une arase AR0/PST0, entraînant la mise en place de dispositions particulières (piste provisoire par blocage).

Dans tous les cas, on veillera à obtenir, aux essais à la plaque, une plateforme PF1 avec un module $EV2 \geq 30$ MPa sur l'arase, nécessaire pour assurer une bonne traficabilité des engins de chantier et assurer une bonne assise pour les remblais techniques ou la couche de forme.

- **Remblai technique (rehausse)**

Les remblais de réhausse et/ou de comblement (en cas de purge de blocs), seront constitués de matériaux d'apport traités à la chaux, après identification préalable. Toutefois, on pourra envisager la réutilisation des matériaux issus des *Remblais* du site sous réserve d'un tri rigoureux afin d'écartier les matériaux sulfatés, putrescibles, organiques, évolutifs, déchets et débris divers (ferrailles, brique, béton, enrobé, bois...etc.). Ils seront mis en œuvre selon les règles de GTR par couche minces successives, dont la densification est contrôlée au fur et à mesure de l'avancement des travaux.

Les remblais à l'arrière des soutènements devront être constitués de matériaux d'apport traités à la chaux, après identification préalable, afin d'améliorer la cohésion des sols et réduire les poussées à l'arrière des soutènements.

Dans tous les cas, la mise en remblai ou en couche de forme devra suivre les règles de l'art et les recommandations du Guide Technique SETRA / LCPC « Réalisation des remblais et des couches de forme » de septembre 92.

Le compactage sera réalisé par couches minces successives à l'aide d'un compacteur à pneus de type P1 à P3 ou vibrant à cylindres lisses de type V1 à V5 pour une énergie de compactage à définir selon l'état hydrique des sols.

Remarque : On portera une attention toute particulière :

- ✓ Aux conditions météorologiques au moment des travaux. Il sera donc préférable de réaliser les travaux de terrassement en période favorable.
- ✓ À la jonction entre le terrain en place et le remblai technique. Si le dénivelé entre ces derniers est important, on réalisera des redans d'accrochage (zone de transition à respecter) d'une hauteur maximale de 0,5 m (1V/1H).

- **Contrôle**

Les objectifs de densification, lors de la mise en œuvre du remblai technique, seront de type « q4 » pour les parties inférieures du remblai et « q3 » pour la couche supérieure (couche de forme).

Le compactage du remblai technique sera vérifié par :

- ✓ Des essais au panda (pénétrömètre à énergie variable) toutes les deux à trois couches de remblais,
- ✓ Des sondages au pénétromètre dynamique de type B, sur toute la hauteur du remblai technique avant le traitement (aux liants hydrauliques) de fermeture de la plateforme,

- ✓ La portance du corps du remblai technique devra être vérifiée à l'aide d'essais à la plaque LCPC afin d'obtenir un module $EV2 \geq 30$ MPa, avec $EV2/EV1 \leq 2,2$, pour tous les 1,0 m de remblaiement,
- ✓ En sous face de la couche de forme, soit sur l'arase du remblai technique, on veillera à obtenir un module $EV2 \geq 35$ MPa, avec $EV2/EV1 \leq 2,2$.

L'entreprise devra assurer l'identification et l'autocontrôle (ou contrôle externe) afin de mener à bien ces travaux. La procédure de réalisation ainsi que les résultats obtenus lors des contrôles, seront soumises pour avis au bureau de contrôle ou au géotechnicien dans le cadre d'une mission G3 et/ou G4.

- **Zones en déblai**

Au droit des zones en déblai, il est nécessaire de prévoir également le décapage de la terre végétale. Dans les zones de terrassements importants, on pourrait recouper des blocs ultra-indurés au sein des *Remblais*. L'entreprise devra ainsi mettre les moyens et outils puissants nécessaires pour les traverser et les extraire (BRH ou équivalent etc...).

- **Couche de forme (voirie et dallage)**

Compte tenu du contexte géotechnique du site, **le dallage** sera réalisé sur un sol amélioré par des inclusions rigides ou équivalents avec l'interposition d'un matelas de répartition des charges, qui jouera le rôle d'une couche de forme. Elle devra être d'apport, en matériaux granulaires dépourvus d'éléments fins et insensibles à l'eau ($IP < 12$) de type grave naturelle (GNT) et sera mise en place entre la tête des inclusions et le dallage. Son épaisseur devra être de 0,50 m au minimum et dépendra de la technique de confortement choisie et des tassements admissibles. La mise en œuvre de la couche de forme devra suivre les règles de l'art et les recommandations en vigueur (ASIRI pour les IR).

On notera que la réalisation d'un matelas de répartition en matériaux d'apports type limons traités aux liants hydrauliques est possible, sous réserve de vérifier les moments induits dans le dallage, ainsi que le poinçonnement.

De plus, le phasage entre les travaux d'amélioration de sol et de mise en œuvre de la couche de forme devra être étudié spécifiquement afin d'éviter de mélanger les remblais existants sulfatés et les matériaux sains de la couche de forme. En effet, compte tenu de forte agressivité des remblais en place, on veillera à intercaler une nappe de géosynthétique épaisse et anti-contaminante entre l'arase et la couche de forme permettant d'éviter tout contact entre les remblais sulfatés du site et la couche de forme.

De même, avant la mise en place **des structures de voiries**, il conviendra d'obtenir une plateforme support générale homogène. On veillera ainsi à mettre en place une couche de forme constituée de matériaux d'apport de type :

- ✓ Soit, matériaux granulaires dépourvus d'éléments fins et insensibles à l'eau ($IP < 12$) de type GNT d'au moins 0,50 m d'épaisseur, avec intercalation d'une nappe de géotextile entre l'arase et la couche de forme,
- ✓ Soit, matériaux d'apport (de type limons) traités aux liants hydrauliques sur 0,40 m, sous réserve d'identification et confirmation de l'aptitude au traitement. De plus au vu de la présence des *Remblais* sulfatés en arase, on veillera à intercaler une nappe de géosynthétique épaisse et anti-contaminante entre l'arase et la couche de forme.

Cette couche de forme doit être compactée selon les règles de l'art à 98,5 % de l'optimum. Son épaisseur sera adaptée en phase exécution à la réception souhaitée de la plateforme à savoir :

- ✓ $EV2 \geq 70$ MPa, au droit de la plateforme dallage pour une charge répartie ≥ 2 t/m²,
- ✓ $EV2 \geq 50$ MPa, au droit de la plateforme dallage pour une charge répartie < 2 t/m²,
- ✓ $EV2 \geq 50$ MPa, soit une plateforme de classe PF2 pour les structures de voiries.

L'indice de compactage $EV2/EV1$ doit être inférieur ou égal à 2,2. Pour les matériaux traités à la chaux et/ou liants hydrauliques, cet indice ($EV1/EV2$) n'est pas pertinent.

La couche de forme doit être compactée selon les règles de l'art à 98,5 % de l'optimum. Son épaisseur sera adaptée en phase exécution en fonction de la portance du fond de forme au moment des travaux et des conditions de mise en œuvre des matériaux (respect des règles du GTR).

Dans tous les cas, la mise en remblai ou en couche de forme devra suivre les règles de l'art et les recommandations du Guide Technique CEREMA « Réalisation des remblais et des couches de forme » de mai 2023.

L'entreprise devra, au préalable du démarrage du chantier, réaliser ses propres prélèvements et analyses, afin de s'assurer de la méthodologie à mettre en place pour la création de la plateforme.

Une fois la plateforme réceptionnée, celle-ci sera protégée par une émulsion supérieure gravillonnée. Nous rappelons que l'entreprise VRD devra prévoir une reconstitution de la plateforme dallage avant coulage. En effet, il n'est pas exclu que celle-ci se dégrade pendant la réalisation du clos couvert. Une nouvelle campagne de mesure de portance devra être engagée.

On prêtera attention à la réalisation de la couche de forme au niveau des poteaux, qui constituent des zones de faiblesse, compte tenu de la difficulté de compactage. Ainsi, la reconstitution de la couche de forme devra être réalisée préférentiellement par de la grave-ciment. Une solution alternative consisterait à réaliser des dalles de transition, pour éviter toute déformation dans ces zones.

L'entreprise devra assurer l'identification et l'autocontrôle (ou contrôle externe) afin de mener à bien ces travaux. La procédure de réalisation ainsi que les résultats obtenus lors des contrôles seront soumises au bureau de contrôle pour avis ou au géotechnicien dans le cadre d'une mission G4.

4.4. Fondations

4.4.1. Principe

Nous rappelons que les cotes des niveaux finis du dallage de l'ensemble des bâtiments sont calées entre 39,0 et 40,2 NGF, soit des plateformes VRD calées entre 38,8 et 40,0 NGF, au sein des *Remblais* de compacités faibles à médiocre dans l'ensemble.

Au niveau des appuis ponctuels, et compte tenu des descentes de charges importantes attendues au droit des poteaux (allant jusqu'à 1090 t), et la présence de *Remblais*, hétérogènes en nature et en compacité sur des épaisseurs importantes allant jusqu'à 10,4 m, soit 29,9 NGF, on s'orientera pour l'ensemble du projet vers un système de **fondations profondes de type pieux** ancrés au sein du *Calcaire de Champigny* de compacités

assez élevées à très élevées dans l'ensemble, au-delà des *Remblais* et les *Alluvions Anciennes* résiduelles rencontrées au droit de quelques sondages.

On respectera un ancrage minimum de 1,5 m pour les pieux de diamètres supérieurs à 0,5 m, ou de 3 m pour les diamètres inférieurs à 0,5 m, dans la formation d'ancrage (*Calcaire de Champigny*).

L'ensemble des éléments, de dimensionnement des pieux qui vont suivre, sont issus de la norme d'application nationale de l'Eurocode 7, relative aux fondations profondes (norme NF P 94-262).

Pour les bâtiments dont les charges ne sont pas lourdes et sous dallage, on pourra s'orienter vers la mise en place d'un système de **fondations par semelles superficielles sur une amélioration de sols par le biais d'Inclusions Rigides (IR)** ou équivalent. Elles seront descendues au-delà des *Remblais* et des *Alluvions Anciennes* et ancrées de 0,5 m au minimum dans le *Calcaire de Champigny* de compacités globalement assez élevées à très élevées.

L'enregistrement des paramètres de forage, lors de la réalisation des inclusions permettra de s'assurer de l'ancrage dans le bon sol.

La contrainte admissible du sol renforcé à l'ELS pour le dimensionnement des fondations superficielles sera de 0,20 à 0,25 MPa (2,0 à 2,5 bars). Elle pourra être précisée par l'entreprise de confortement de sol, selon son dimensionnement (nombre et maillage des inclusions) et les tassements à définir pour la structure. Pour ce type de construction, la structure pourrait admettre généralement des tassements absolus de l'ordre de 1,0 / 1,5 cm pour un tassement différentiel de 1,0 cm (à confirmer et/ou préciser par le BET du projet).

Selon l'ASIRI, un matelas de répartition des charges doit être interposé à l'interface entre les inclusions rigides et les fondations superficielles (hors cahier des charges spécifique),

Compte tenu du caractère compressible des *Remblais*, on veillera à éviter tout remblaiement autour des bâtiments, pouvant provoquer des frottements négatifs et/ou créer des efforts de cisaillement sur les inclusions rigides.

D'autre part, nous rappelons que les efforts horizontaux et de traction éventuels devront être repris par la structure, car cette technique ne travaille qu'en compression simple.

Selon l'ASIRI, le document définissant les règles de réalisation des inclusions rigides, une telle solution devra être accompagnée d'une mission de contrôle et validation par le géotechnicien dans le cadre de missions G4 (la norme NFP94-500).

4.4.2. Dimensionnement des fondations profondes

- **Nomenclature**

Dans le présent paragraphe, nous abordons un exemple de calculs avec des pieux :

- ✓ Forés à la Tarière Creuse continue (FTC) : classe 2 – catégorie 6.

Nous rappelons que des blocs divers ultra-indurés (béton, blocs rocheux...etc) ont été recoupés au sein des *Remblais*. De même des blocs et/ou bancs ultra-indurés de calcaire sont susceptibles d'être rencontrés au sein du *Calcaire de Champigny*, pouvant nécessiter l'utilisation d'outils spéciaux (trépan, ou autre).

- **Contrainte dans le béton**

Compte tenu de la forte agressivité chimique du milieu nous considérons dans nos calculs des pieux confectionnés avec un béton C40/50. L'entreprise devra vérifier la résistance caractéristique à la compression simple du béton « f_{ck}^* », ainsi que la contrainte en compression dans la section de béton « σ_c », en fonction du type, du diamètre et de la longueur du pieu.

- **Modèle géotechnique (ou de terrain)**

Le modèle géotechnique ci-après devra être pris en compte pour le dimensionnement des fondations profondes. Il provient de l'interprétation des différents résultats lithologiques et géomécaniques obtenus.

Ainsi, en considérant les niveaux finis du dallage calés entre 39,0 et 40,2 NGF, la coupe type du terrain les caractéristiques mécaniques des différents faciès sont résumés dans le tableau suivant :

Foré Tarière Creuse – FTC : Classe 2 - catégorie 6									
Lithologie	Profondeur de la base		Classe de sol (NF P94-262)	kp	P _i * (MPa)	α _{pieu-sol}	f _{sol} (kPa)	q _{s,i} max (kPa)	q _{s,i} retenu (kPa)
	m/PF*	NGF							
Tête des pieux + Remblais	-10,3	29,9	Neutralisation						
Alluvions Anciennes	-13,8	26,4	Sables et Graves	1,65	2,10	1,8	74,5 (Courbe Q2)	170	134,1
Calcaire de Champigny	<-19,8	<20,4	Marnes et calcaires marneux	1,60	2,60	1,6	175,0 (Courbe Q4)	200	161,2

*PF : plateforme des pieux, considérée calée au même niveau fini du bâtiment principal soit vers 40,2 NGF.

Nous rappelons que les paramètres de dimensionnement ci-dessus sont fournis pour la technique de réalisation des pieux à la tarière creuse (FTC). Si l'entreprise envisage, selon la nature des sols, d'utiliser une autre technique, les paramètres de dimensionnement seront adaptés en conséquence et devront obtenir l'aval du bureau de contrôle ou du géotechnicien dans le cadre d'une mission de suivi d'exécution (G3 ou G4). Dans tous les cas, les calculs seront réalisés selon l'EUROCODE 7, en fonction du modèle de terrain fixé dans le présent rapport.

- **Calcul des pieux**

Le tableau suivant fournit des exemples de calcul des charges admissibles des pieux, à titre indicatif :

Foré Tarière Creuse – FTC : Classe 2 - catégorie 6				
B (mm)	Profondeur		ELS Caractéristiques R _{c, cr, d} (KN)	Contrainte en tête de pieu (MPa)
	m/PF**	NGF		
720	-19,1	21,1	2585	6,35
920	-19,8	20,4	3769	

*PF : plateforme des pieux, considérée calée au même niveau fini du bâtiment principal soit vers 40,2 NGF.

Afin de reprendre les descentes de charges très importantes du projet, on s'orientera vers des pieux de plus grand diamètre, ou un groupe de pieux.

Par ailleurs, nous rappelons qu'il est nécessaire de réaliser au moins un sondage pressiométrique profond afin de déterminer les paramètres des sols sous la pointe des pieux les plus profonds. En effet, on veillera à

respecter la règle de reconnaissances jusqu'à 7 fois le diamètre avec un minimum de 5,0 m sous la base des pieux, afin de justifier la portance en pointe.

- **Préconisations d'exécution des pieux**

Lors de l'exécution des fondations profondes, on veillera à respecter les recommandations suivantes :

- ✓ La réalisation des pieux devra être adaptée à la présence de blocs et/ou vestige dans les *Remblais* et de niveaux ultra-indurés au sein du *Calcaire de Champigny* (blocs et / ou bancs de calcaire). L'entreprise devra mettre les moyens nécessaires pour les traverser (kelly, carottage, etc...). **Nous rappelons que l'utilisation de la tarière creuse reste de son entière responsabilité,**
- ✓ La technique de forage choisie devra être adaptée à la faible cohésion des *Remblais* et des *Alluvions Anciennes*, voire nulle en présence de la nappe située à faible profondeur. Le tubage des pieux pourra s'avérer nécessaire,
- ✓ Des surconsommations de béton sont à prévoir dans les *Remblais* (passages lâches, présence de vides éventuels etc..),
- ✓ On veillera à respecter un ancrage minimal de 1,5 m de profondeur dans la formation d'ancrage ou 3 diamètres de pieux pour des diamètres inférieurs à 0,5 m,
- ✓ Dans le cas où l'entraxe entre les pieux serait inférieur à 3 fois le diamètre, il sera nécessaire de tenir compte de l'effet de groupe, en prenant en compte un coefficient d'efficacité C_e ,
- ✓ On veillera à respecter la règle de reconnaissances des sols sous la pointe du pieux les plus profonds jusqu'à 7 fois le diamètre avec un minimum de 5,0 m,
- ✓ Les pieux devront être armés, selon les règles en vigueur, dans le cas où ils seraient soumis à des efforts horizontaux ou de traction,
- ✓ Selon le type de fondations profondes retenu, des contrôles devront être réalisés conformément à la norme NFP 94-262,
- ✓ Prévoir une plateforme praticable pour la machine de pieux.

4.4.3. Prédimensionnement des Inclusions rigides

- **Éléments de prédimensionnement**

Pour le dimensionnement des inclusions, on prend en compte le log géotechnique suivant, défini à partir des résultats pressiométriques et pénétrométriques :

Matériau	Prof. Base de formation (m)		Em (MPa)	PI* (MPa)	α	Es (MPa)
	m/PF*	NGF				
<i>Remblais</i>	-10,3	29,9	4,0**	0,40**	2/3	6,0
<i>Alluvions Anciennes</i>	-13,8	26,4	21,0	2,10	1/3	63,0
<i>Calcaire de Saint-Ouen</i>	<-19,8	<20,4	23,5	2,60	1/2	47,0

E_m = Module pressiométrique ; PI^* = Pression limite ; α = Coefficient Rhéologique ; E_s = Module de déformation ($E_s = E_m / \alpha$).

* Niveau PF considérée calée au même niveau fini du bâtiment principal soit vers 40,2 NGF.

** valeurs limitées compte tenu de l'hétérogénéité du faciès.

• **Préconisations d'exécution**

La mise en œuvre des inclusions devra être conforme à l'ASIRI et/ou au cahier des charges de l'entreprise de confortement de sol. On veillera également à prendre en considération les éléments suivants :

- ✓ Le dimensionnement des inclusions devra permettre de limiter les tassements absolus à une valeur admissible par la structure, selon les règles de l'art,
- ✓ Les inclusions rigides devront être confectionnées par un béton adapté à l'environnement chimique du site (XA3), soit de résistance C40/50.
- ✓ La technique de forage devra être adaptée au passage en zone ultra-indurée. L'utilisation d'un outil spécifique (kelly, carottage, etc...) n'est pas à exclure pour traverser les niveaux indurés observés de blocs et/ou vestige dans les *Remblais* et de niveaux ultra-indurés au sein du *Calcaire de Champigny* (blocs et / ou bancs de calcaire),
- ✓ En cas de remblaiement autour des bâtiments, on veillera à prendre en compte des frottements négatifs liés aux tassements des sols compressibles (*Remblais*),
- ✓ Des essais de qualité doivent être mis en œuvre afin de vérifier la bonne exécution des ouvrages réalisés (essais de chargement ou impédances pour les inclusions rigides),
- ✓ La technique de forage devra être adaptée à la faible cohésion des sols superficiels, voire nulle sous nappe,
- ✓ Une plateforme de chantier devra être prévue pour la circulation de la machine d'Inclusions Rigides.

4.5. Dallage

Compte tenu du contexte géotechnique du site, le dallage des bâtiments seront réalisés sur un sol amélioré par des inclusions rigides ou équivalent avec interposition d'un matelas de répartition des charges.

Le matelas de répartition assurera le rôle de couche de forme pour les futurs dallages et de répartition de charges entre les inclusions et les sols en place. Il sera constitué de matériaux d'apport mis en œuvre selon les règles de l'art, en respectant les dispositions constructives pour la réalisation de la plateforme et de la couche de forme prévues aux paragraphes 4.2.

Les tableaux suivants répertorient le modèle géotechnique défavorable, et les valeurs des modules de déformation des différentes couches à prendre en compte pour les calculs des dallages :

Matériau	Prof. base de formation		Epaisseur (m)	Em (MPa)	PI* (MPa)	α	Es (MPa)
	m/PF*	NGF					
Matelas de Répartition (EV2= 70 MPa/m) **	-0,5	39,5	0,5	-	-	-	63,0
Sol amélioré avec IR (<i>Remblais et Alluvions Modernes</i>)	-10,1	-29,9	9,6	Module ES à transmettre par l'entreprise de confortement de sol selon le maillage et les tassements définis			
<i>Alluvions Anciennes</i>	-13,6	26,4	3,5	21,0	2,10	1/3	63,0
<i>Calcaire de Champigny</i>	< -19,6	< 20,4	6,0	23,5	2,60	1/2	47,0

Em = Module pressiométrique ; PI* = Pression limite ; α = Coefficient Rhéologique ; Es = Module de déformation ($Es = Em / \alpha$),

* Niveau PF VRD estimé à 40,0 NGF (à confirmer),

** Critère de réception et module Es de la plateforme pour une charge répartie $\geq 2 \text{ t/m}^2$. Si la charge répartie $< 2 \text{ t/m}^2$, on retiendra EV2 = 50 MPa et un module Es = 45,0

Le maillage à mettre en place devra permettre d'obtenir des tassements absolus et différentiels du dallage, en dessous des seuils du DTU 13.3.

D'autre part, nous rappelons que l'épaisseur de la couche de répartition des charges joue un rôle important dans la définition des moments dans le dallage. En effet, son épaisseur est inversement proportionnelle à l'intensité des moments calculés.

Le Maître d'Ouvrage pourra également limiter ces seuils selon les besoins de l'exploitation du site, sauf cahier des charges spécifiques (automatisation, contrainte d'exploitation, etc.). Ainsi, le dimensionnement des inclusions et de la dalle sera calculé en conséquence.

Dans tous les cas, l'entreprise devra vérifier selon les caractéristiques du dallage (son dimensionnement et les charges d'exploitation : statique et roulante), les déformations du sol sur un logiciel accrédité (DALLIA ou équivalent). En effet, les déformations du sol peuvent être atténuées avec le changement de dimension de la dalle (épaisseur, ferrailage et/ou densité en fibres, etc.).

La réalisation du dallage devra être conforme au DTU 13-3.

4.6. Bassins de gestion des eaux / cuves enterrées / soutènements / talus définitifs

Le projet prévoit la création de cuves enterrées sur la partie ouest du site dont les profondeurs ne sont pas connues et la réalisation d'un bassin de rétention et d'infiltration au nord-est de la parcelle. Le fond du bassin sera situé à la cote 35,5 NGF. Ainsi, les hauteurs de terrassements seraient comprises entre 5,5 et 7,1 m de profondeur.

Par ailleurs, il est également prévu la création de soutènements présentant des hauteurs de l'ordre de 5,0 m (à confirmer) sur toute la longueur du canal, ainsi que des murs en limite de propriété et sur certaine zone sur des hauteurs d'environ 1,5 m. Sur la longueur du canal, il s'agit d'un soutènement du remblais de réhausse sous les places de parking.

- **Excavation des terres**

En fonction des profondeurs des terrassements prévus, les travaux d'excavation intéresseront que les *Remblais*.

En premier lieu, ils devront ainsi prendre en considération leur faible cohésion.

D'autre part, les sondages et les fouilles à la pelle mécanique réalisés ont mis en évidence des passages ultra-indurés au sein des *Remblais* (blocs divers). Ainsi, l'entreprise devra mettre les moyens et outils puissants nécessaires (de type BRH) pour les traverser et extraire.

- **Disposition vis-à-vis de la présence d'eau**

En janvier 2024, des niveaux d'eau stabilisés et variables ont été mesurés entre 3,2 et 7,3 m de profondeur, soit entre 37,3 et 33,0 NGF, correspondant vraisemblablement à une nappe d'infiltration circulant dans les remblais.

Ces niveaux seront situés entre 1,8 m au-dessus et 2,5 m au-dessous de la base du fond du bassin. Ainsi, les travaux de terrassement du bassin recouperont les circulations d'eau.

Ainsi, on prendra les dispositions suivantes :

- En phase chantier : l'entreprise devra prévoir un système de d'épuisement adapté afin de réaliser ces travaux à sec. Les eaux pompées devront être rejetées vers un exutoire autorisé par les services compétents,
- En phase définitive : En fonction des fluctuations des niveaux d'eau, des dispositions particulières pourront être nécessaires pour assurer la stabilité du fond de bassin de rétention (réalisation d'un radier, dimensionnement vis-à-vis des sous-pressions : lestage du bassin, mise à en place de micropieux etc).

Seul un suivi piézométrique, associé éventuellement à une étude hydrogéologique, permettront de vérifier la pérennité de ces circulations, fluctuations et ainsi, de préciser les sujétions de réalisation des ouvrages de gestion des eaux et des quais en phase définitive.

De plus, nous rappelons que d'après le guide édité par le CERTU en 2003, il est recommandé de ne pas infiltrer des eaux de quelque nature que ce soit à moins de :

- 1,0 m du Niveau des Plus Hautes Eaux (NPHE) de la nappe. L'infiltration des eaux pluviales directement dans la nappe d'eau souterraine étant interdite.
- 5,0 m des bâtiments, en particulier les fondations,
- 3,0 m de tout arbre.

• **Technique de terrassement**

Des mesures particulières devront être prises vis-à-vis des pentes des futurs talus et des bassins. En effet, en l'absence de toute surcharge en tête et en présence d'une protection efficace de la surface du talus contre les intempéries, la pente maximale du talus à court terme ne devra pas dépasser la valeur de $2V/3H$ dans les *Remblais*, secs. Ces indications sont données pour des matériaux secs.

Concernant les bassins et cuves enterrés, et au vu de leurs dimensions et la nature hétérogènes des Remblais de faible cohésion, ces ouvrages enterrés pourront être réalisés par la technique de **tranchées blindées**.

En **phase définitive**, compte tenu des hauteurs importantes des talus à réaliser (jusqu'à 5,0 m), leur stabilité devra faire l'objet de justifications détaillées dans le cadre de la mission G2 PRO ou G3 (par l'entreprise), une fois les coupes précises du projet établies.,

De plus, on veillera à protéger les surfaces des talus définitifs contre le phénomène d'érosion lié aux intempéries et les eaux de ruissellement (mise en place d'une nappe de géosynthétique, végétalisation, etc.).

• **Paramètres de dimensionnement**

Pour le prédimensionnement des talus et les ouvrages de soutènement, on considèrera en première approche les caractéristiques intrinsèques des différentes formations suivantes.

Profil Lithologique	Densité	Angle de frottement interne ϕ' (°)	Cohésion C' (kPa)
<i>Remblais</i>	1,80	20	0

Ces valeurs pourront être précisées, dans le cadre d'une mission G3, moyennant la réalisation de sondages et essais spécifiques (sondages carottés et essais de mécanique des sols en laboratoire).

4.7. Voirie

Nous rappelons qu'en l'absence d'information, nous avons considéré une classe de trafic entre TC1 et TC2 (à confirmer). En considérant un fond de forme de portance PF2 ($EV2 \geq 50$ MPa), le tableau ci-dessous propose deux exemples de structures possibles :

Structure	Trafic cumulé de classe TC1		Trafic cumulé de classe TC2	
	GB3	EME2	GB3	EME2
Couche de surface	6 cm	4 cm	6 cm	4 cm
Couche d'assise (couche de Base + couche de fondation)	9 cm*	9 cm*	12 cm*	10 cm*
Couche de forme	GNT + géotextile ou matériaux d'apport traités aux liants hydrauliques associés éventuellement à la chaux (sous réserve de résultats positifs des essais d'aptitude au traitement) Obtention de $EV2 \geq 50$ MPa			
Sol en place	Remblais			

EME2 : Enrobé à Module Elevé 0/10 ou 0/14 de classe 2, GB3 : Grave Bitume de type 3

* Cette épaisseur correspond à l'épaisseur totale de la couche de surface (une couche de roulement et éventuellement une couche de liaison). Celle-ci a été définie selon le trafic estimé et la nature de la couche de base. La combinaison « couche de roulement + couche de liaison » dépend des objectifs recherchés vis-à-vis des caractéristiques d'usage (adhérence, bruit...).

La chaussée devra être vérifiée à la sensibilité au gel. Les granulats utilisés devront être non gélifs.

Les exemples de dimensionnements sont issus du « Catalogue des Structures de Chaussées » de décembre 2003. Les entreprises pourront proposer des structures variantes selon la nature des matériaux utilisés, sous réserves de justifications fiables (dimensionnement ALIZE).

Dans tous les cas, les différents dimensionnements et le suivi des travaux pourront être contrôlés et vérifiés par le bureau de contrôle ou le géotechnicien dans le cadre d'une mission G4 selon la norme NF P 94-500.

4.8. Dispositions constructives vis-à-vis de l'agressivité du milieu

Nous rappelons que les analyses physico-chimiques effectuées dans le cadre de la présente mission, ont montré que les teneurs en sulfates sont élevées au sein des *Remblais*, les caractérisant comme un environnement d'agressivité chimique forte vis-à-vis du béton, de classe d'exposition XA3.

Ainsi, pour la réalisation des infrastructures du projet, le choix du ciment et du béton à utiliser devra être adapté à l'agressivité du milieu, soit un béton de classe de résistance minimale C40/50 pour les fondations du projet en contact avec les *Remblais* hétérogènes.

5. ALEAS ET RISQUES IDENTIFIES

Conformément à la philosophie de la norme NFP94-500 de novembre 2013, l'objectif de la reconnaissance géotechnique en phase G2 AVP, est d'identifier les premiers risques liés à la nature des sols. Ceci permettra d'adapter le projet en conséquence. Ci-après les principaux risques mis en lumière :

- ✓ La présence de *Remblais* de comblement de l'ancienne carrière d'exploitation à ciel ouvert jusqu'à 10,4 m de profondeur, avec des surépaisseurs éventuelles, nécessitant des fondations profondes de type pieux et d'un renforcement des sols sous dallage,
- ✓ La présence de blocs ultra indurés au sein des *Remblais* et de blocs et/ou niveaux ultra denses au sein du *Calcaire de Champigny*, pouvant gêner la réalisation des Inclusions Rigides et des pieux,
- ✓ Réalisation de soutènements pour retenir les remblais de réhausse prévus sur 5,0 m de hauteur le long du canal, avec un espace restreint pour la réalisation d'un mur en L classique,
- ✓ L'historique du site et la présence de merlons, constitués principalement de remblais anthropiques, sur des hauteurs qui ne sont pas connu,
- ✓ L'étude approfondie de la stabilité du bassin et des différents ouvrages de soutènement en phase G2 PRO (ou G3 par l'entreprise),
- ✓ La faible cohésion des *Remblais* et *Alluvions Anciennes*, voire nulle sous nappe,
- ✓ La forte agressivité chimique des terrains superficiels vis-à-vis du béton (classe d'exposition XA3),
- ✓ La bonne exécution des travaux de terrassements et de mise en œuvre de la plateforme et la nécessité d'un contrôle soigné des différents travaux réalisés,
- ✓ La nature des sols locaux et leurs sensibilités aux variations hydriques (chute de portance et de consistance en cas d'augmentation significative de la teneur en eau) pouvant entraîner des difficultés de traficabilité en phase travaux en périodes pluvieuses,
- ✓ Les conditions météorologiques lors des travaux de terrassement.

Dans tous les cas, des dispositions constructives devront être adaptées aux aléas et risques identifiés ci-dessus. Elles devront obtenir l'aval du bureau de contrôle ou du géotechnicien dans le cadre d'une mission G3 (confiée par l'entreprise) ou G4 (confiée par le Maître d'ouvrage) selon la norme NF P94-500.

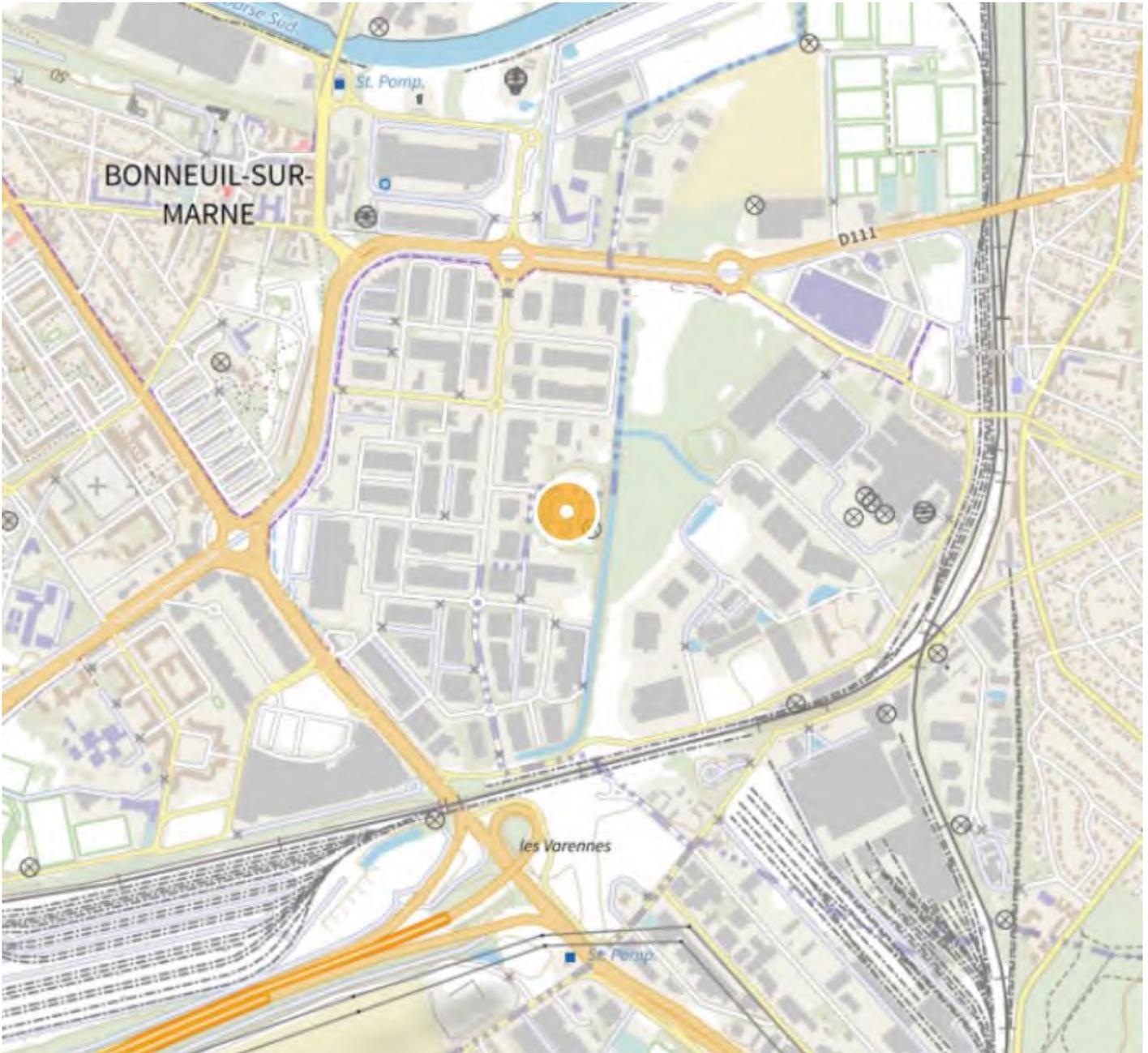
DISPOSITIONS GENERALES ET CONDITIONS D'UTILISATION

- ✓ Afin de limiter l'influence des risques inhérents au sol, le MOA pourra, dans le cadre de son projet, se faire accompagner par le géotechnicien, de la conception jusqu'au suivi et contrôle des travaux, comme préconisé par la norme NFP 94-500 « Missions d'ingénieries géotechniques,
- ✓ Les calculs et conclusions indiqués auparavant ne concernent que les ouvrages décrits dans ce rapport,
- ✓ Toute modification du projet, même s'il s'agit du même site, devrait nous être soumise pour examen et avis,
- ✓ Les recommandations détaillées dans le présent rapport résultent d'une interprétation globale des points de sondage dont le nombre est estimé d'un commun accord avec le donneur d'ordre, et selon les recommandations en vigueur. En effet, il convient de préciser que la reconnaissance de sol, quelque précise qu'elle soit, n'est pas à l'abri d'une anomalie localisée entre deux points de sondage,
- ✓ Aussi les divers intervenants devront être particulièrement vigilants à l'ouverture des fouilles et signaler, dès sa découverte, la présence d'une anomalie afin que puissent être immédiatement prises les mesures adéquates,
- ✓ En cas de présence d'ouvrages mitoyens ou de talus en déblais de grande hauteur, une étude spécifique à ceux-ci doit obligatoirement être produite. Il appartient à la Maîtrise d'œuvre et au bureau de contrôle d'en commander la fourniture,
- ✓ Dès réception du présent rapport, le client (MOA, MOE, AMO, Entreprise...) devra formuler ses remarques dans un délai de trois semaines suivant la diffusion du rapport. Au-delà de ce délai, le rapport est considéré comme validé. Aucune modification ne pourra être réclamée.

ANNEXES

- Plan de Situation,
- Plan d'Implantation des Sondages,
- Coupes des Sondages Pressiométriques SP1 à SP8,
- Coupes des Sondages Pénétrométriques P1 à P11,
- Coupes des fouilles de reconnaissance lithologique F1 à F6 et F1bis,
- Procès-Verbaux des essais MATSUO,
- Procès-Verbaux des essais en laboratoire,
- Extrait de la Norme NFP94-500 du 30/11/2013.

Client	Adresse du projet	Mission
	P.A des Petits Carreaux, 94380 BONNEUIL-SUR-MARNE	G2 AVP



	PLAN DE SITUATION					
	Affaire	Ech.	Ind.	Motif	Date	Dessin
	230731	Sans	A	Diffusion initiale	26/01/2024	YF
			--	--	--	--

Client

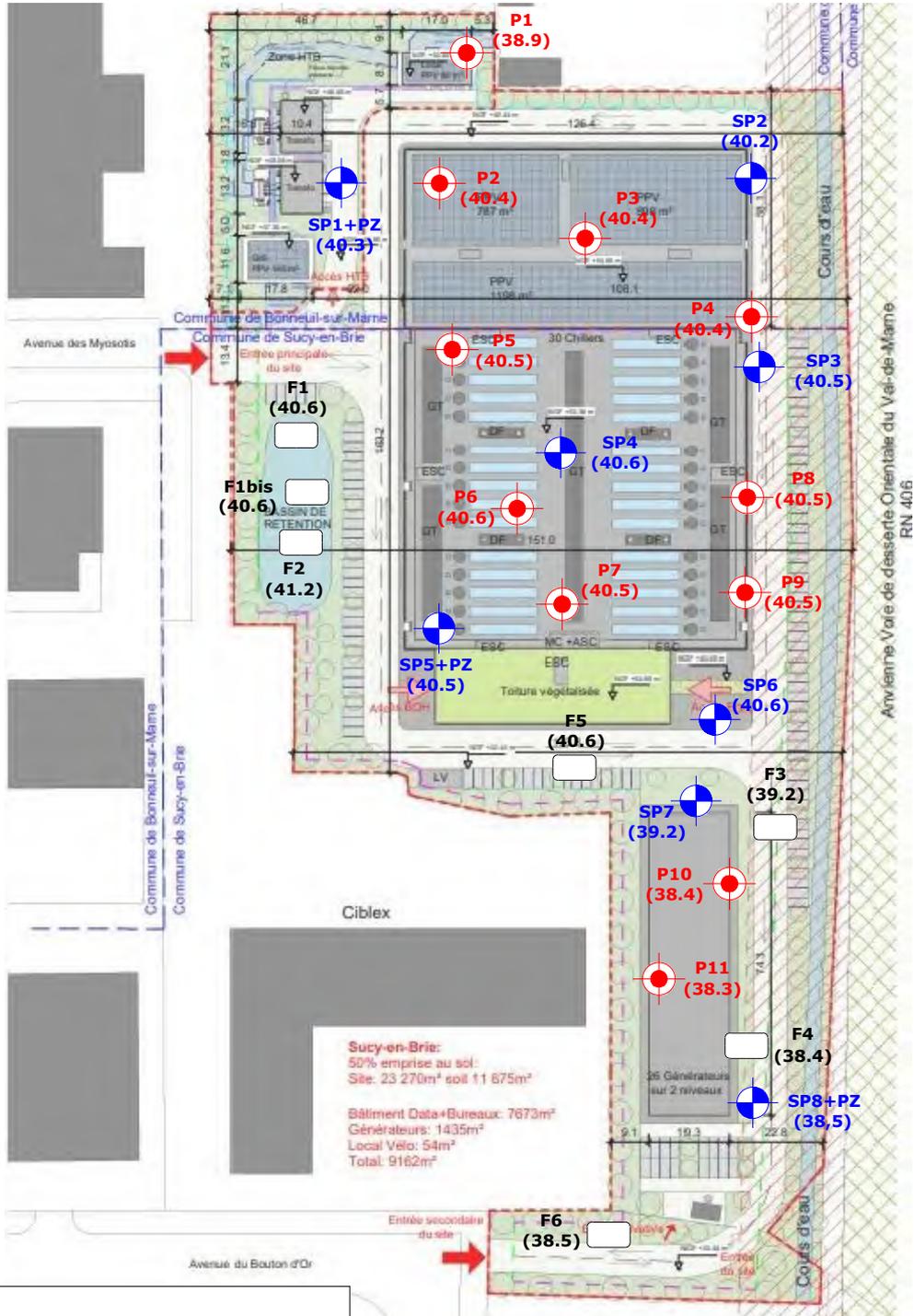


Adresse du Projet

P.A des Petits Carreaux,
94380 BONNEUIL-SUR-MARNE

Mission

G2 AVP



LEGENDE:

-  Sondage pressiométrique piézomètre
-  Fouille à la pelle mécanique
-  Pénétrromètre dynamique

PLAN D'IMPLANTATION DES SONDES

Affaire	Ech.	Ind.	Motif	Date	Dessin
230731	1/1700	A	Diffusion initiale	25/01/2024	YF
		-	--	--	--
		-	--	--	--



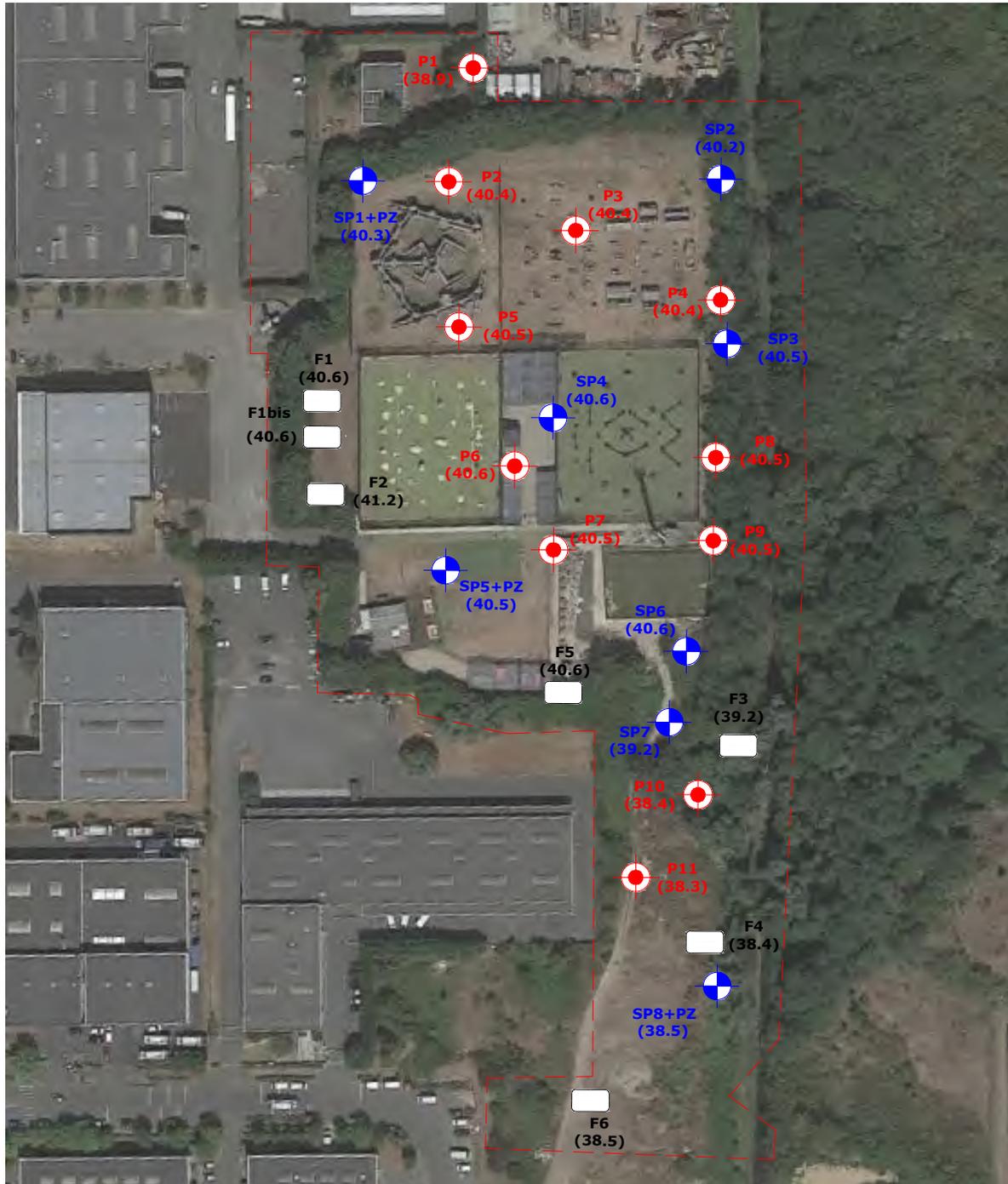
Client

Adresse du Projet

 P.A des Petits Carreaux,
 94380 BONNEUIL-SUR-MARNE

Mission

G2 AVP

**LEGENDE:**

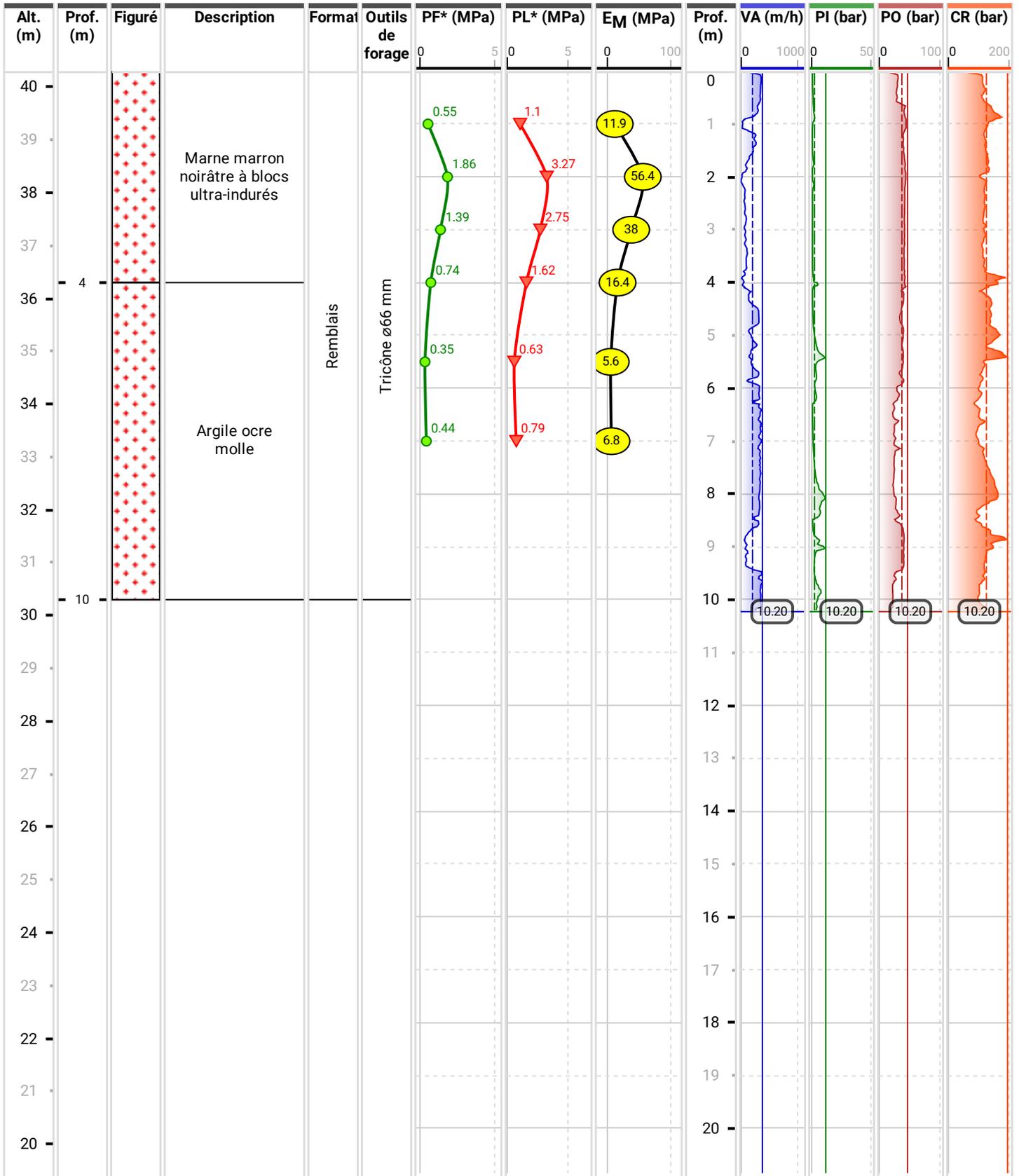
-  Sondage pressiométrique piézomètre
-  Fouille à la pelle mécanique
-  Pénétrömètre dynamique

**PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES**

Affaire	Ech.	Ind.	Motif	Date	Dessin
230731	1/1800	A	Diffusion initiale	25/01/2024	YF
		-	--	--	--
		-	--	--	--

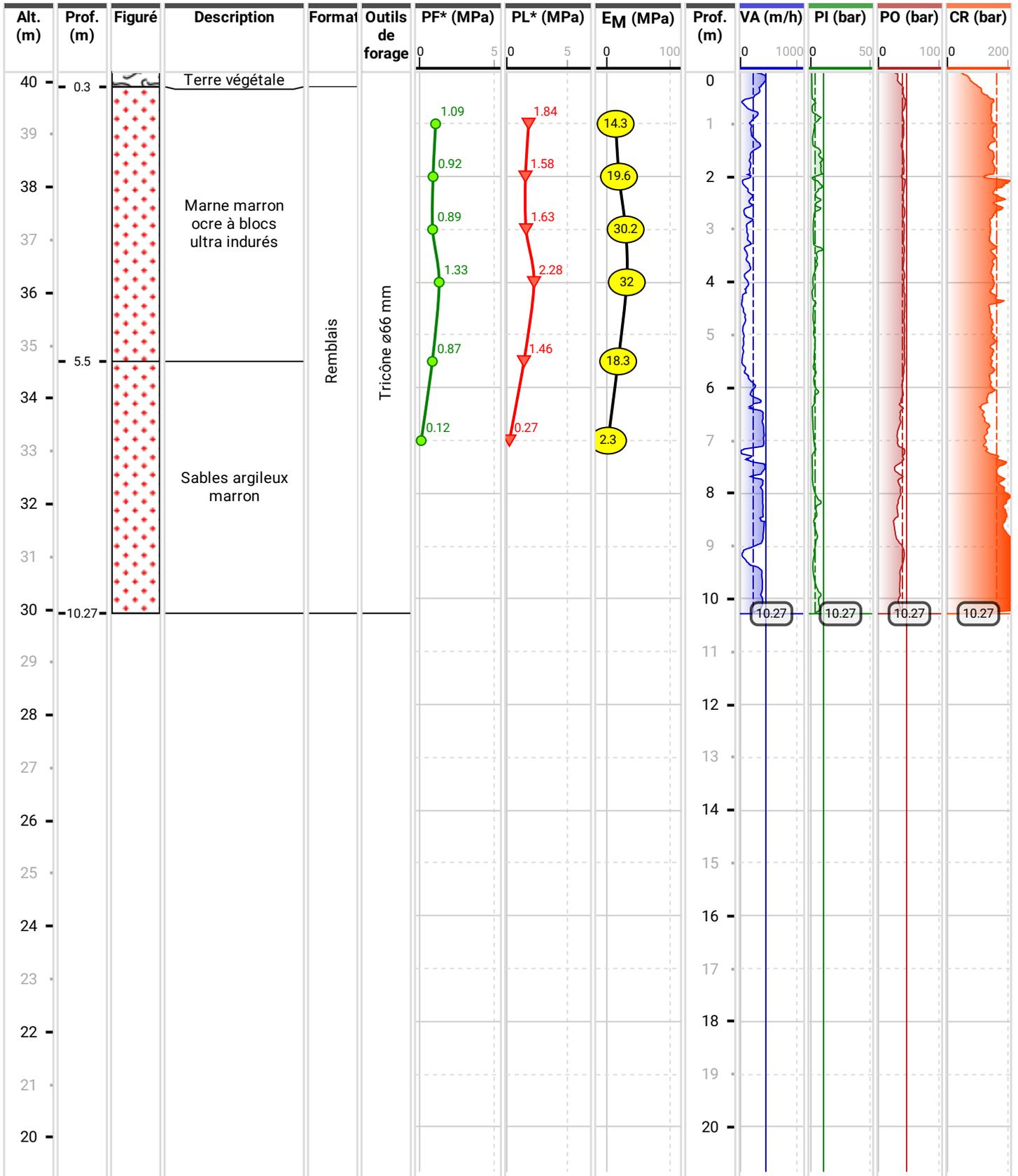
SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

Forage SP1	Date de début 10/01/2024	Altitude NGF 40.3 m
Cote fin 10.2 m	Date de fin 15/01/2024	
Dossier 230731	Machine TEREDO	



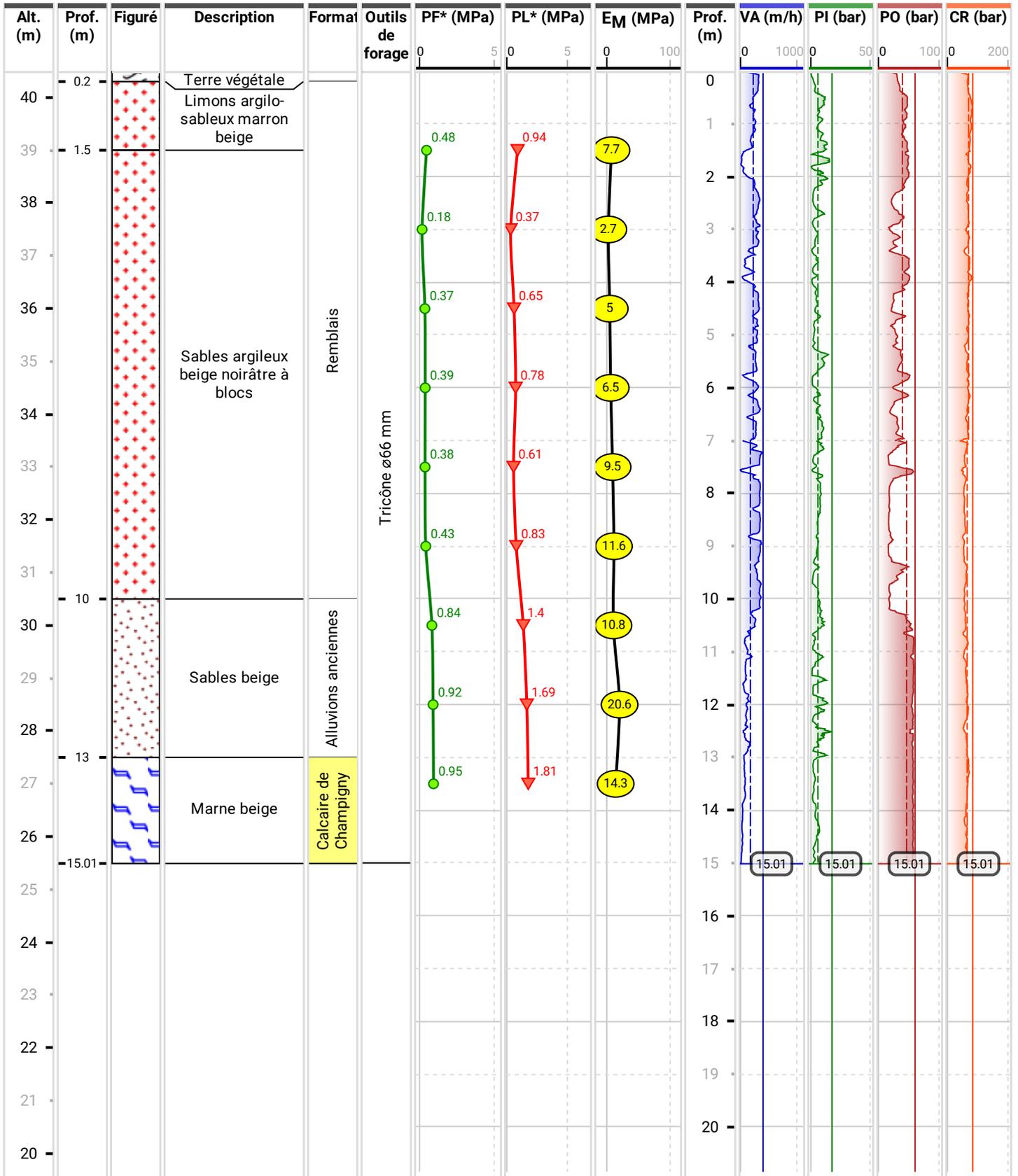
SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

Forage SP2	Date de début 10/01/2024	Altitude NGF 40.2 m
Cote fin 10.27 m	Date de fin 10/01/2024	
Dossier 230731	Machine TEREDO 2.8	



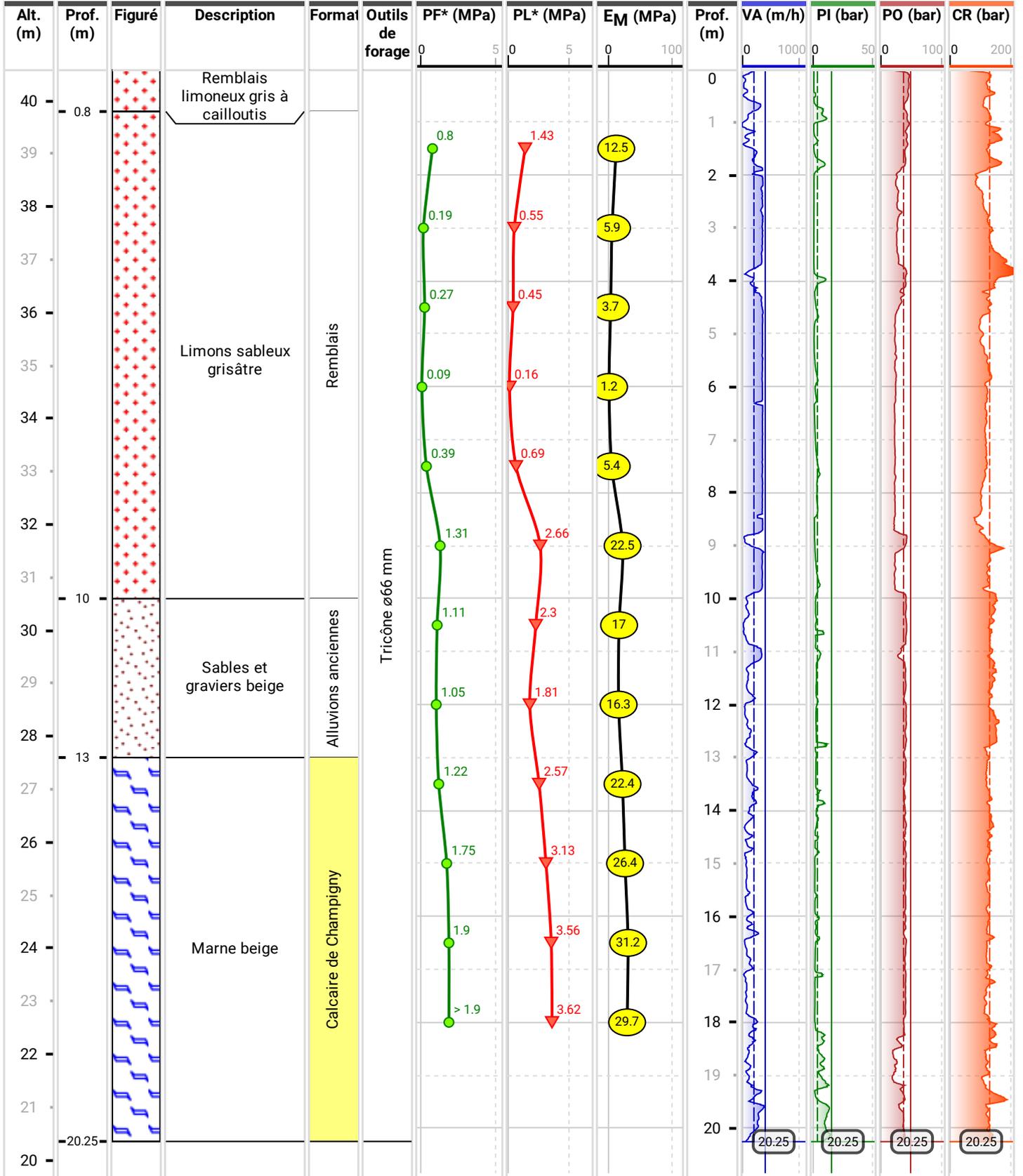
SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

Forage SP3	Date de début 12/01/2024	Altitude NGF 40.5 m
Cote fin 15.01 m, 7 m	Date de fin 12/01/2024	
Dossier 230731	Machine TEREDO 2.8	



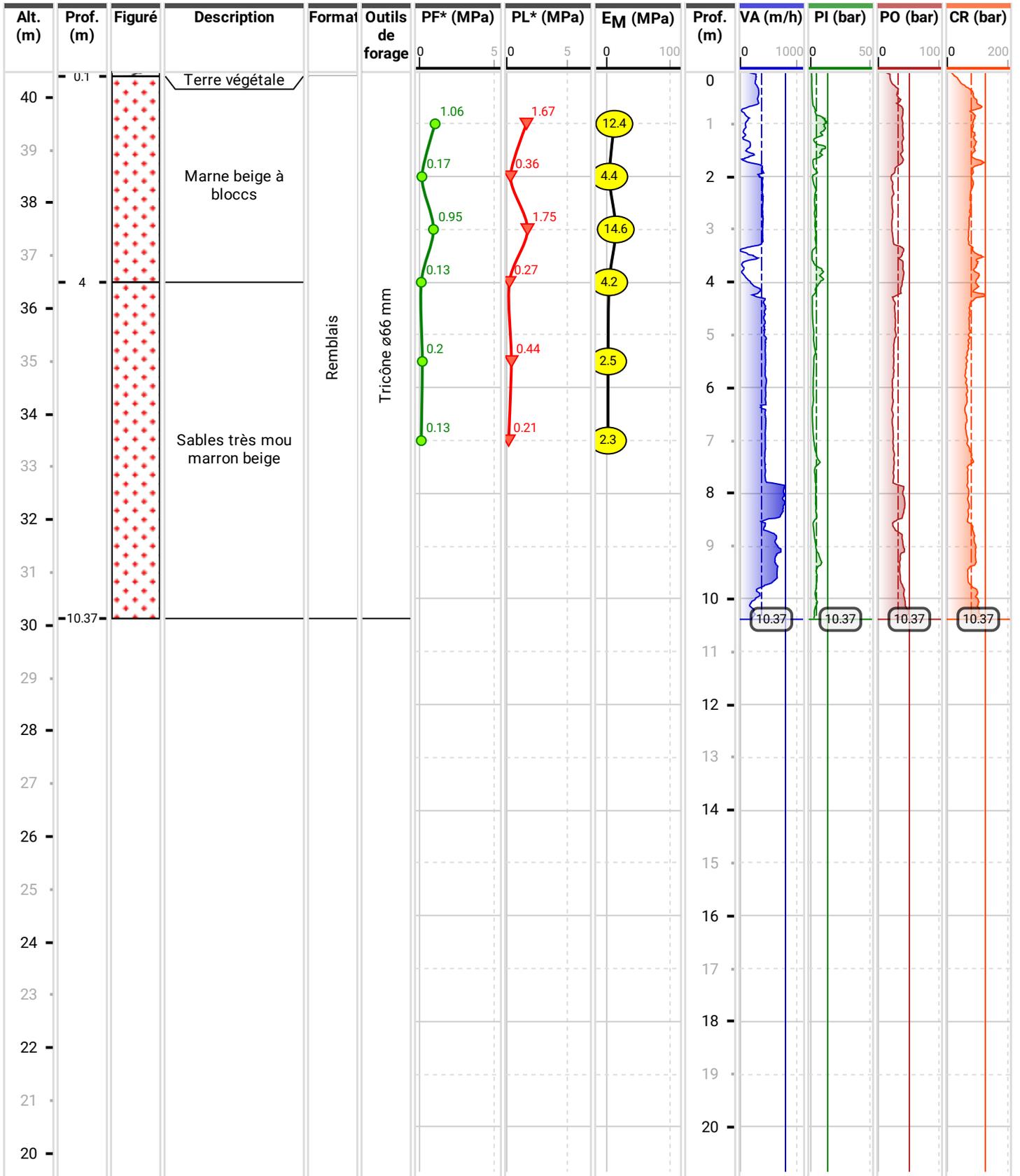
SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

Forage SP4	Date de début 11/01/2024	Altitude NGF 40.6 m
Cote fin 20.25 m	Date de fin 11/01/2024	
Dossier 230731	Machine TEREDO 2.8	



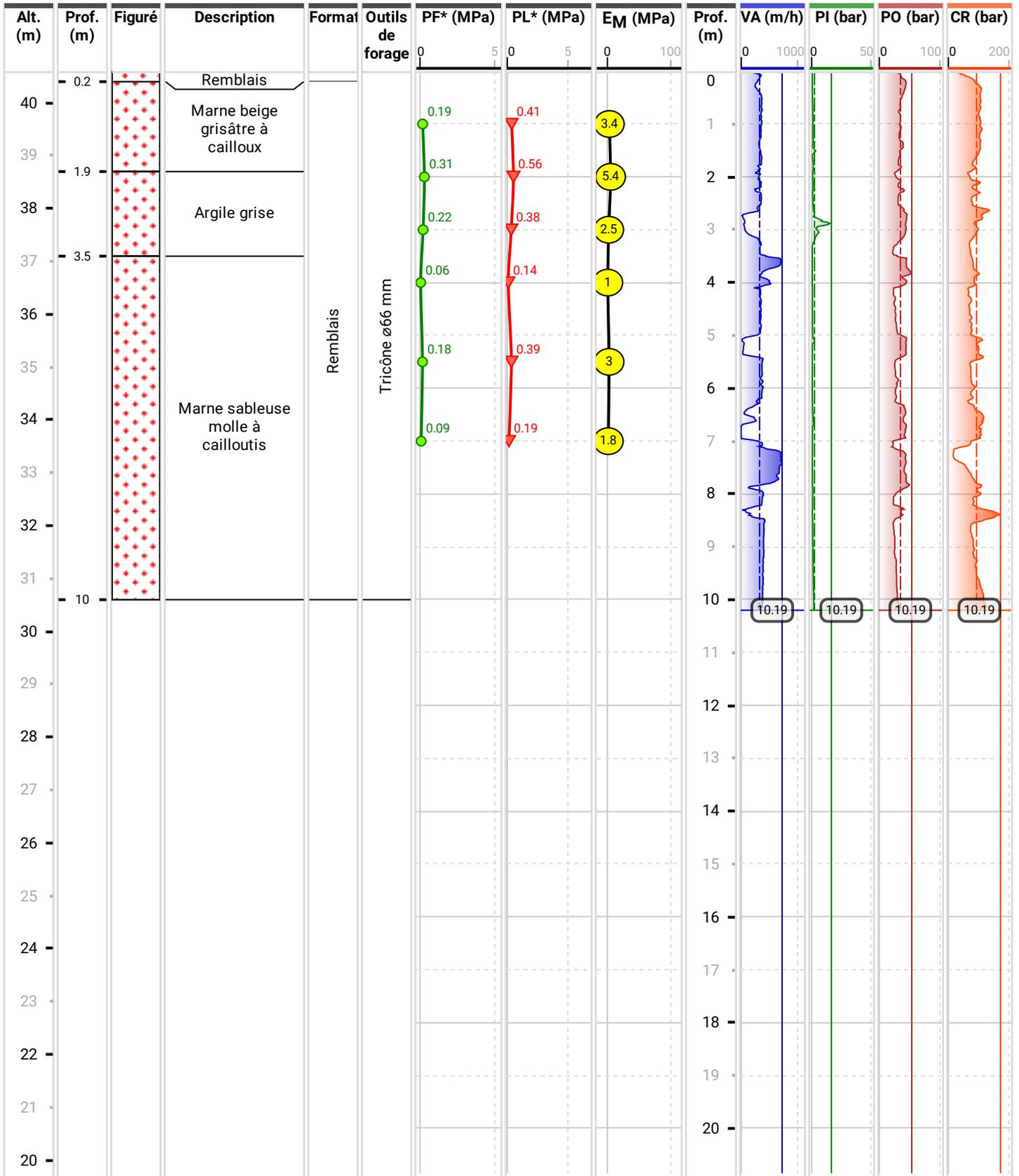
SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

Forage SP5	Date de début 12/01/2024	Altitude NGF 40.5 m
Cote fin 10.37 m	Date de fin 12/01/2024	
Dossier 230731	Machine TEREDO 2.8	



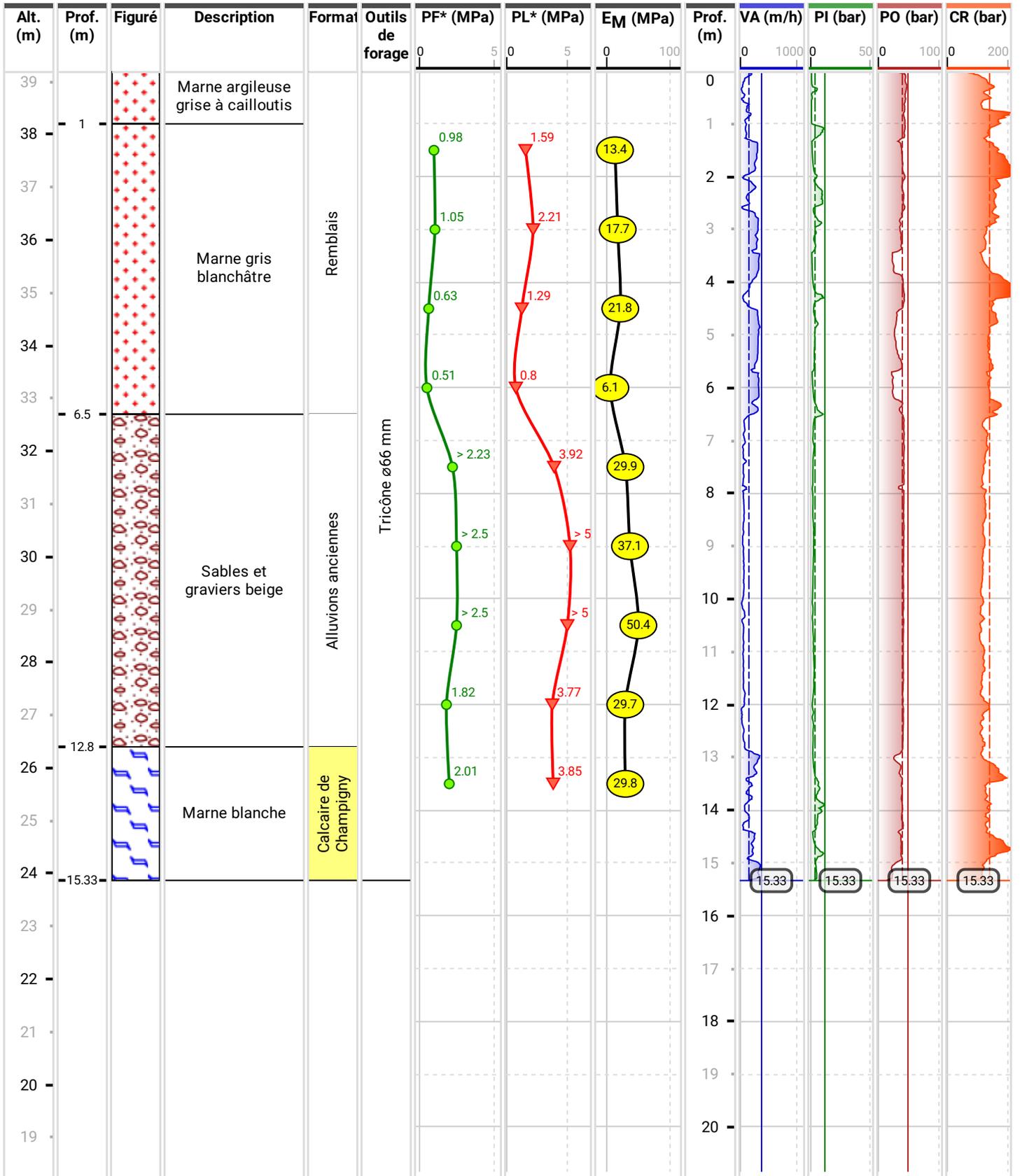
SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

Forage SP6	Date de début 12/01/2024	Altitude NGF 40.6 m
Cote fin 10.19 m	Date de fin 12/01/2024	
Dossier 230731	Machine TEREDO 2.8	



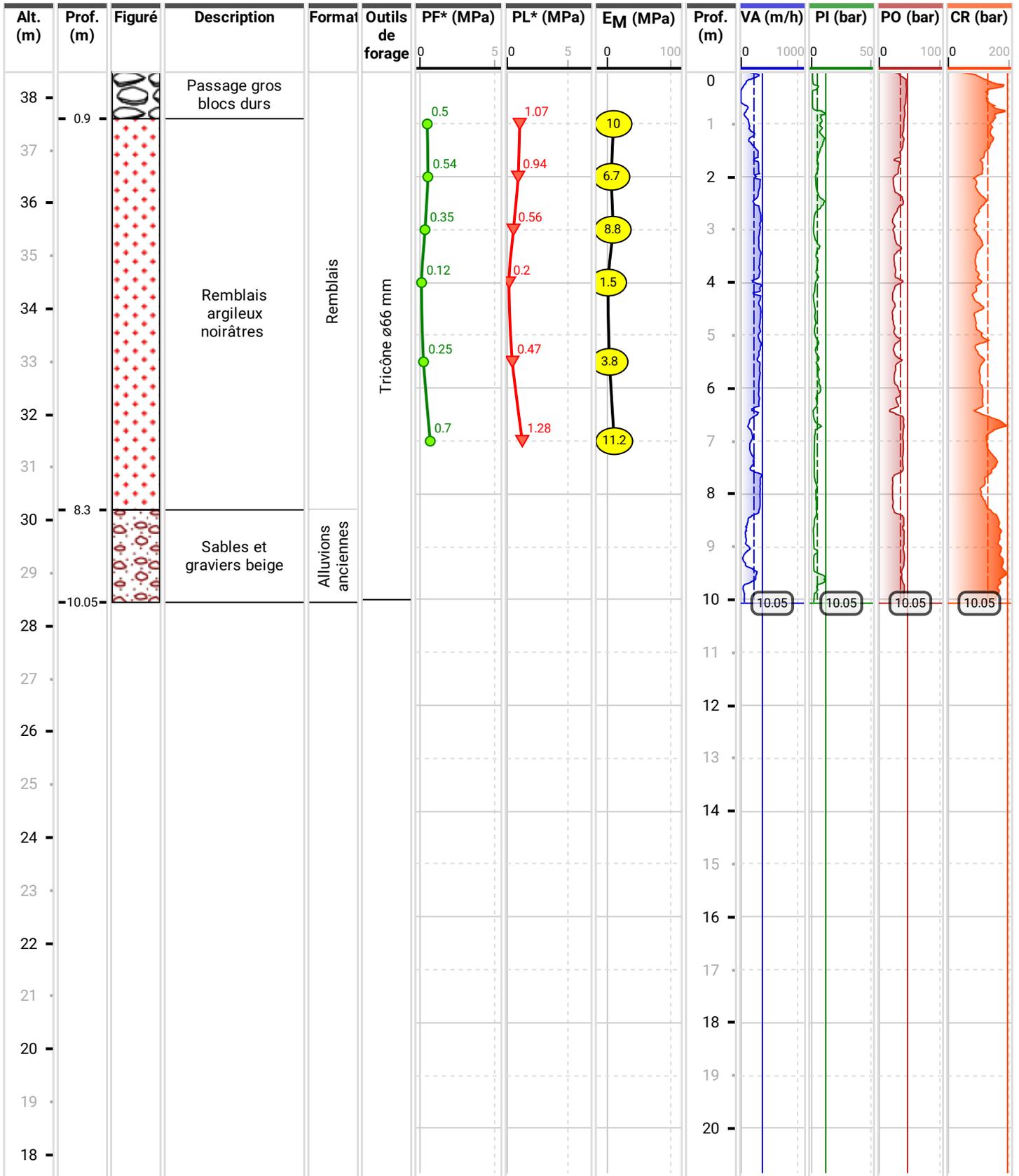
SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

Forage SP7	Date de début 09/01/2024	Altitude NGF 39.2 m
Cote fin 15.33 m	Date de fin 10/01/2024	
Dossier 230731	Machine TEREDO 2.8	



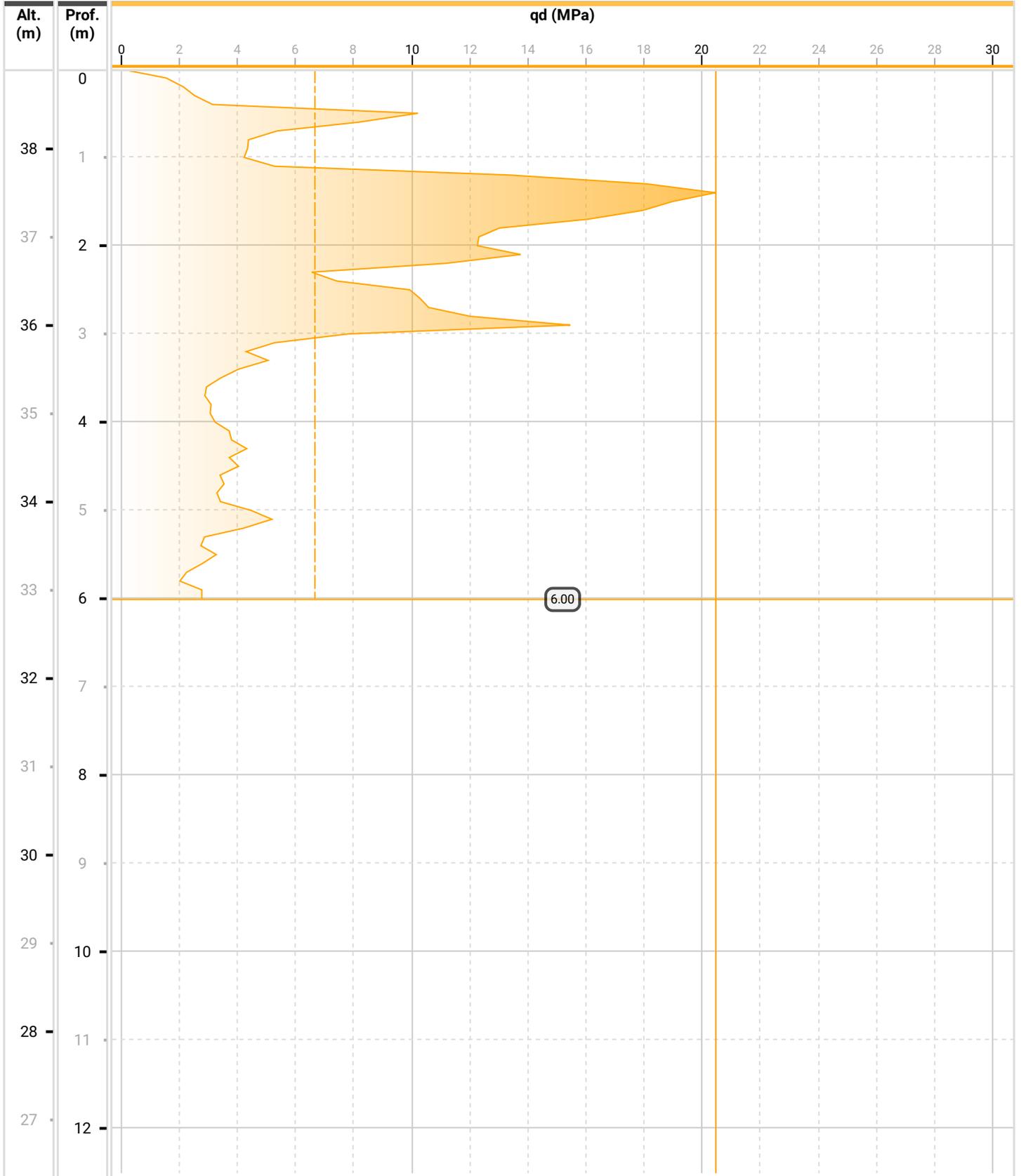
SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

Forage SP8	Date de début 08/01/2024	Altitude NGF 38.5 m
Cote fin 10.05 m	Date de fin 08/01/2024	
Dossier 230731	Machine TEREDO 2.8	



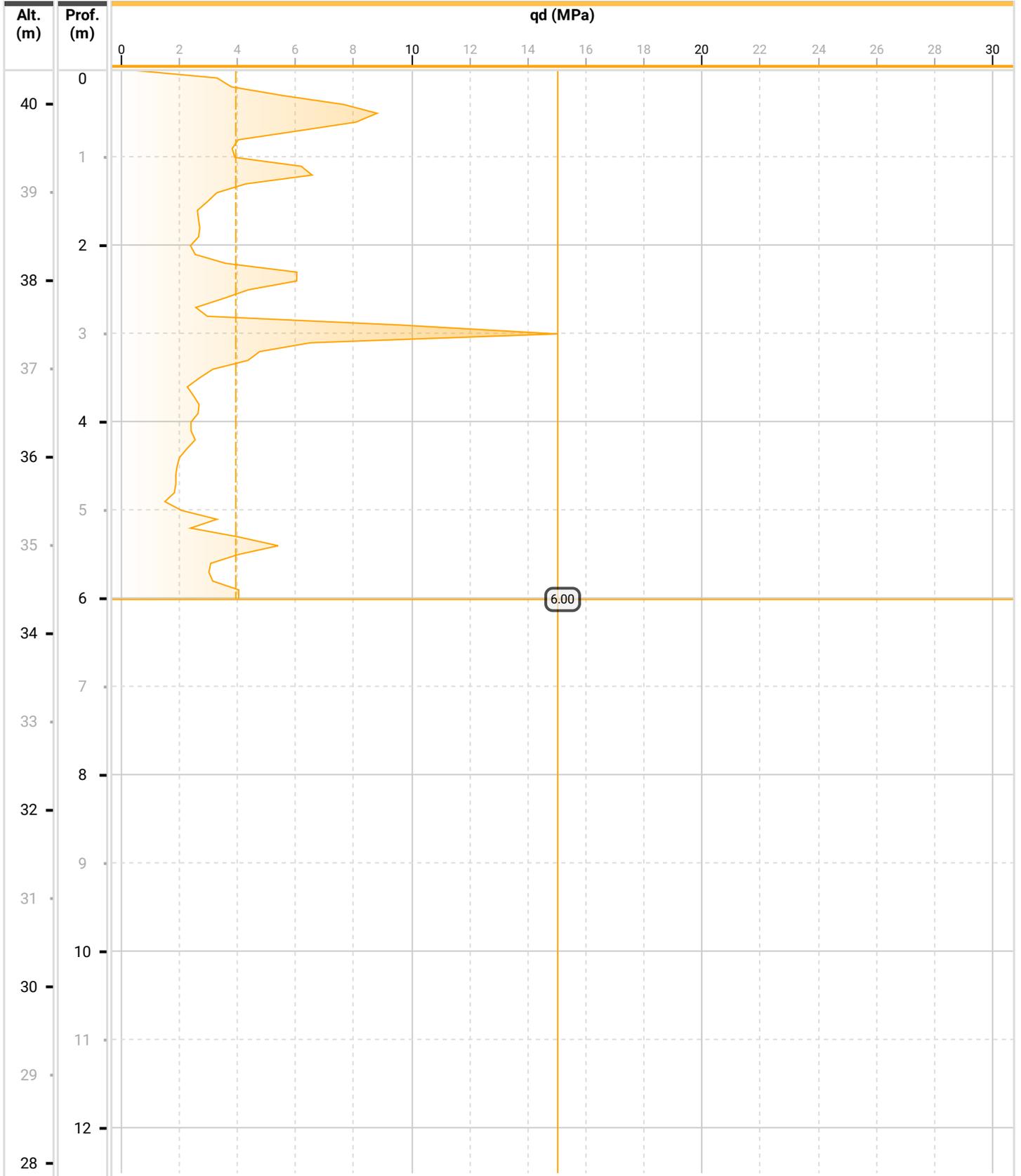
PENETROMETRE DYNAMIQUE

Dossier	Date de début	X
230731	10/01/2024	Y
Forage	Date de fin	Altitude NGF
P1	10/01/2024	38.9 m
Machine		
MAP80		



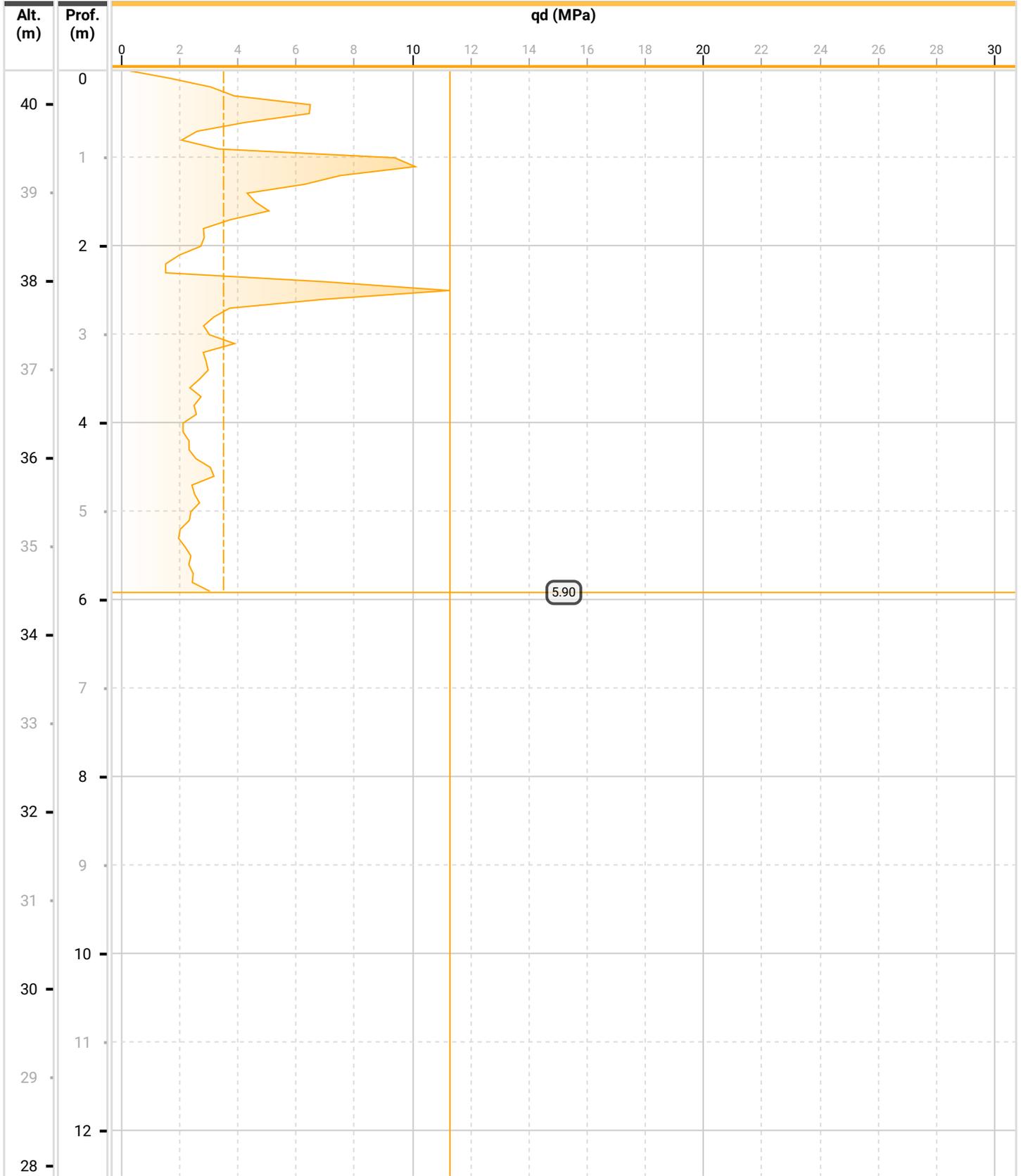
PENETROMETRE DYNAMIQUE

Dossier	Date de début	X
230731	10/01/2024	Y
Forage	Date de fin	Altitude NGF
P2	10/01/2024	40.4 m
Machine		
MAP80		



PENETROMETRE DYNAMIQUE

Dossier	Date de début	X
230731	10/01/2024	Y
Forage	Date de fin	Altitude NGF
P3	10/01/2024	40.4 m
Machine		
MAP80		

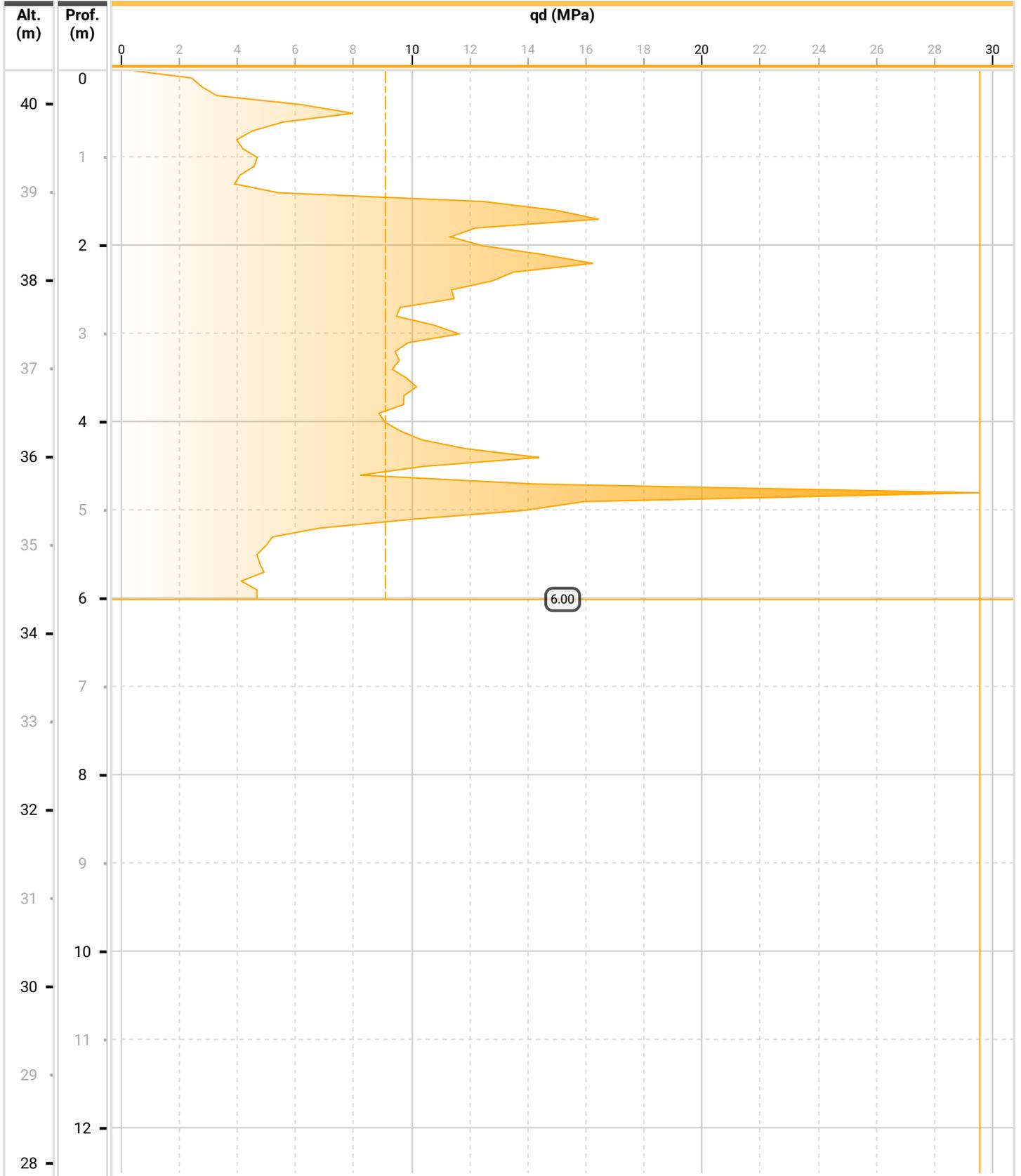




Client
SEGRO
Chantier
P.A des Petits Carreaux, 94380 BONNEUIL-SUR-MARNE

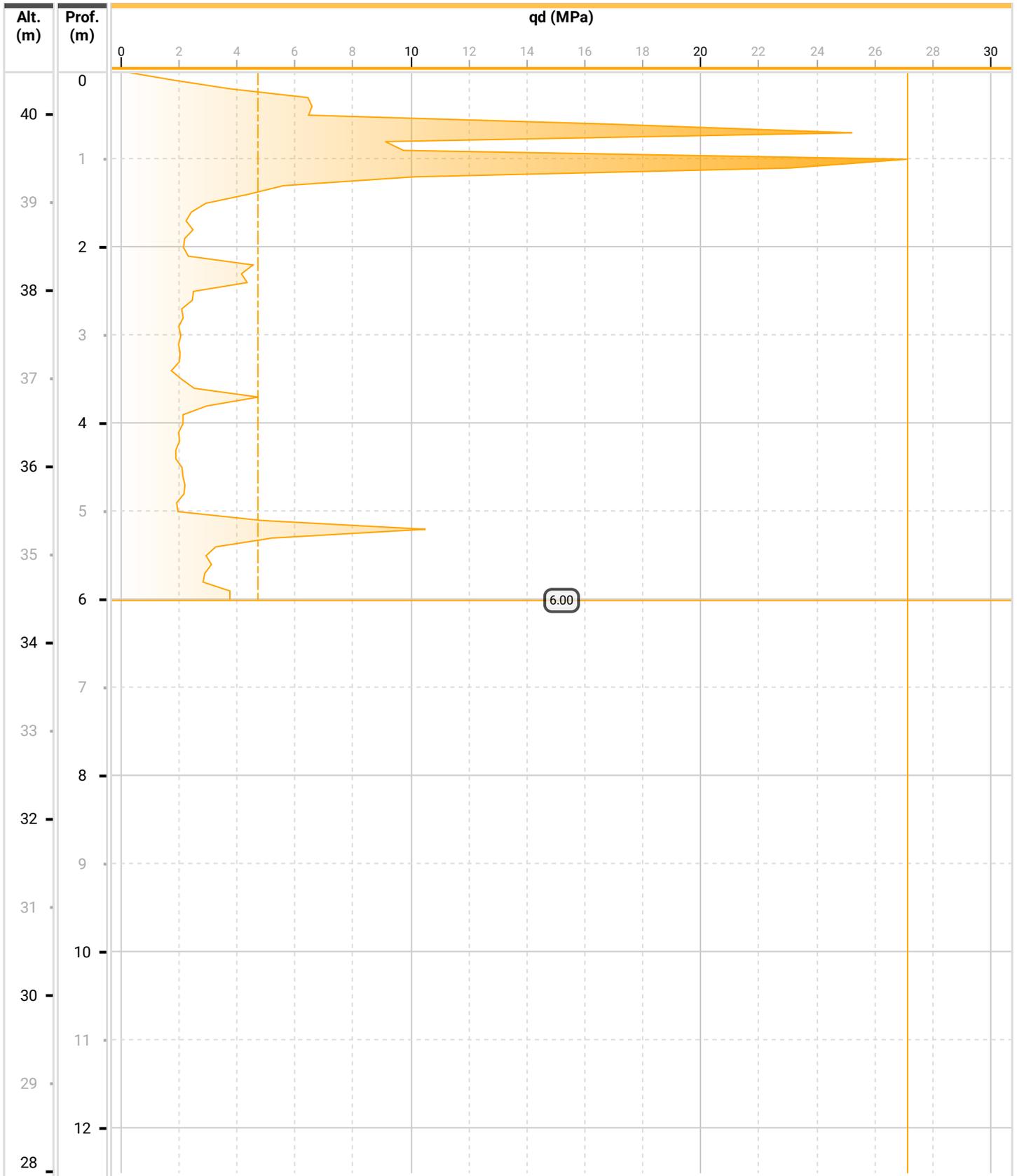
PENETROMETRE DYNAMIQUE

Dossier	Date de début	X
230731	10/01/2024	Y
Forage	Date de fin	Altitude NGF
P4	10/01/2024	40.4 m
Machine		
MAP80		



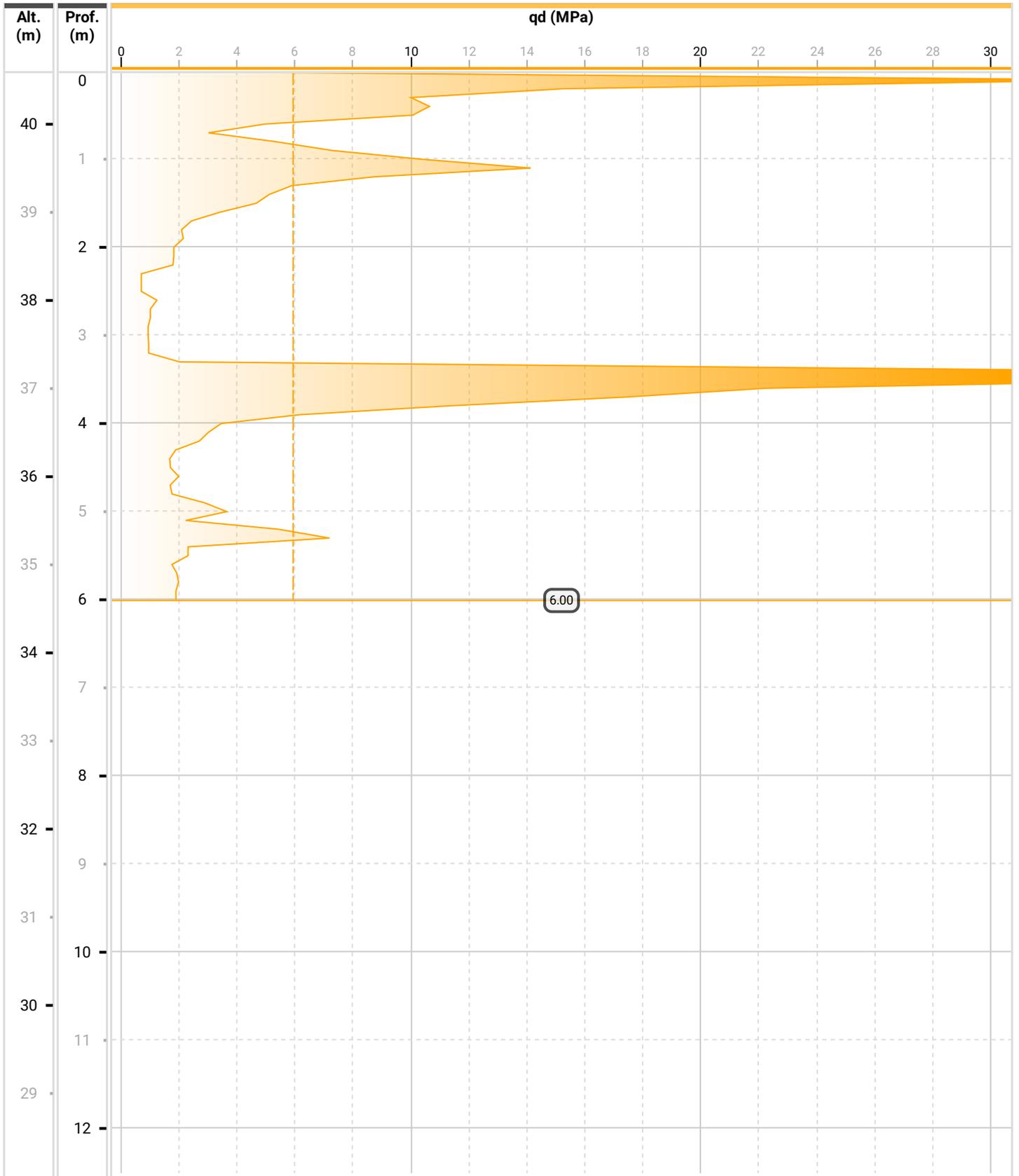
PENETROMETRE DYNAMIQUE

Dossier	Date de début	X
230731	10/01/2024	Y
Forage	Date de fin	Altitude NGF
P5	10/01/2024	40.5 m
Machine		
MAP80		



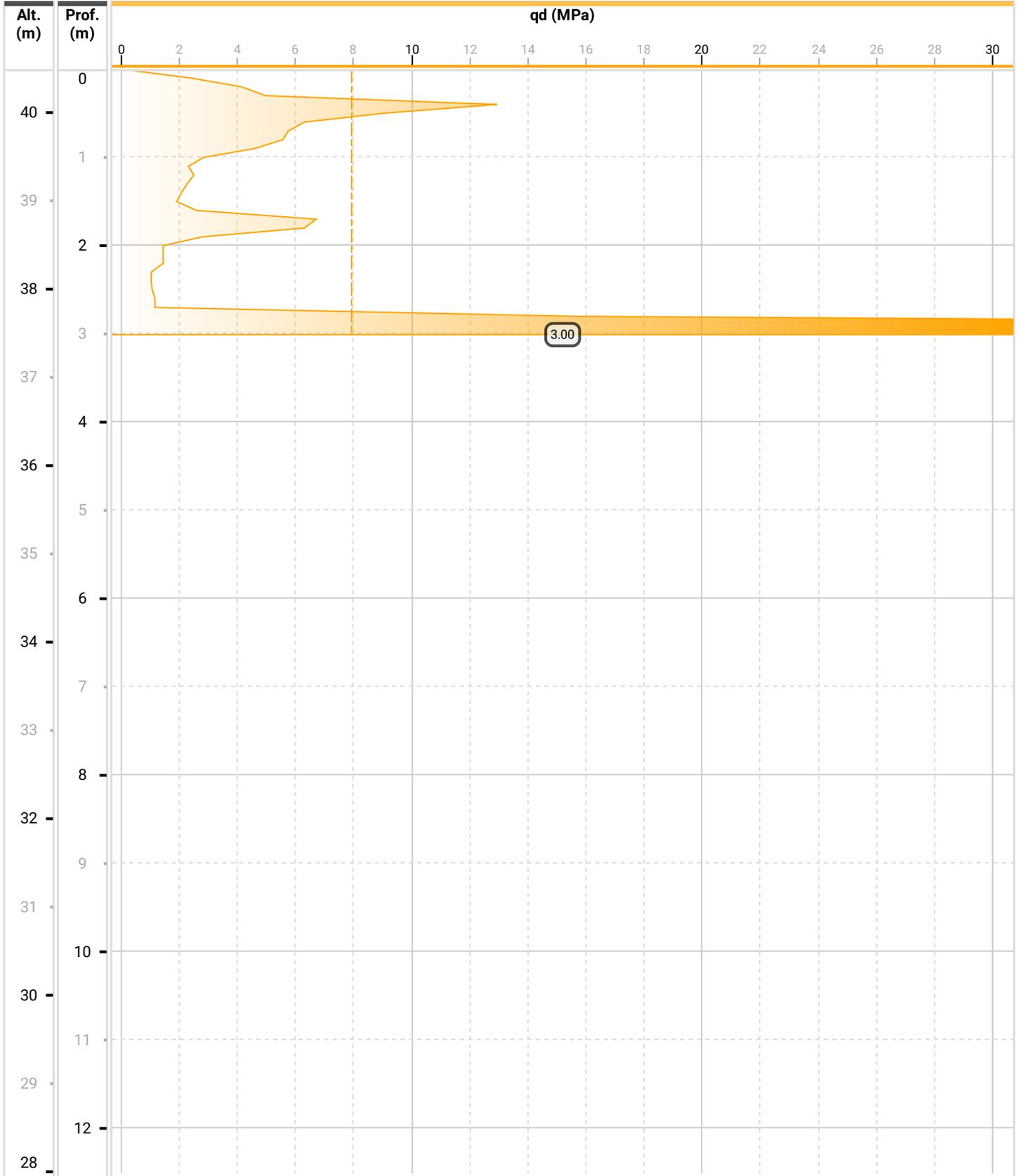
PENETROMETRE DYNAMIQUE

Dossier	Date de début	X
230731	10/01/2024	Y
Forage	Date de fin	Altitude NGF
P6	10/01/2024	40.6 m
Machine		
MAP80		



PENETROMETRE DYNAMIQUE

Dossier	Date de début	X
230731	10/01/2024	Y
Forage	Date de fin	Altitude NGF
P7	10/01/2024	40.5 m
Machine		
MAP80		



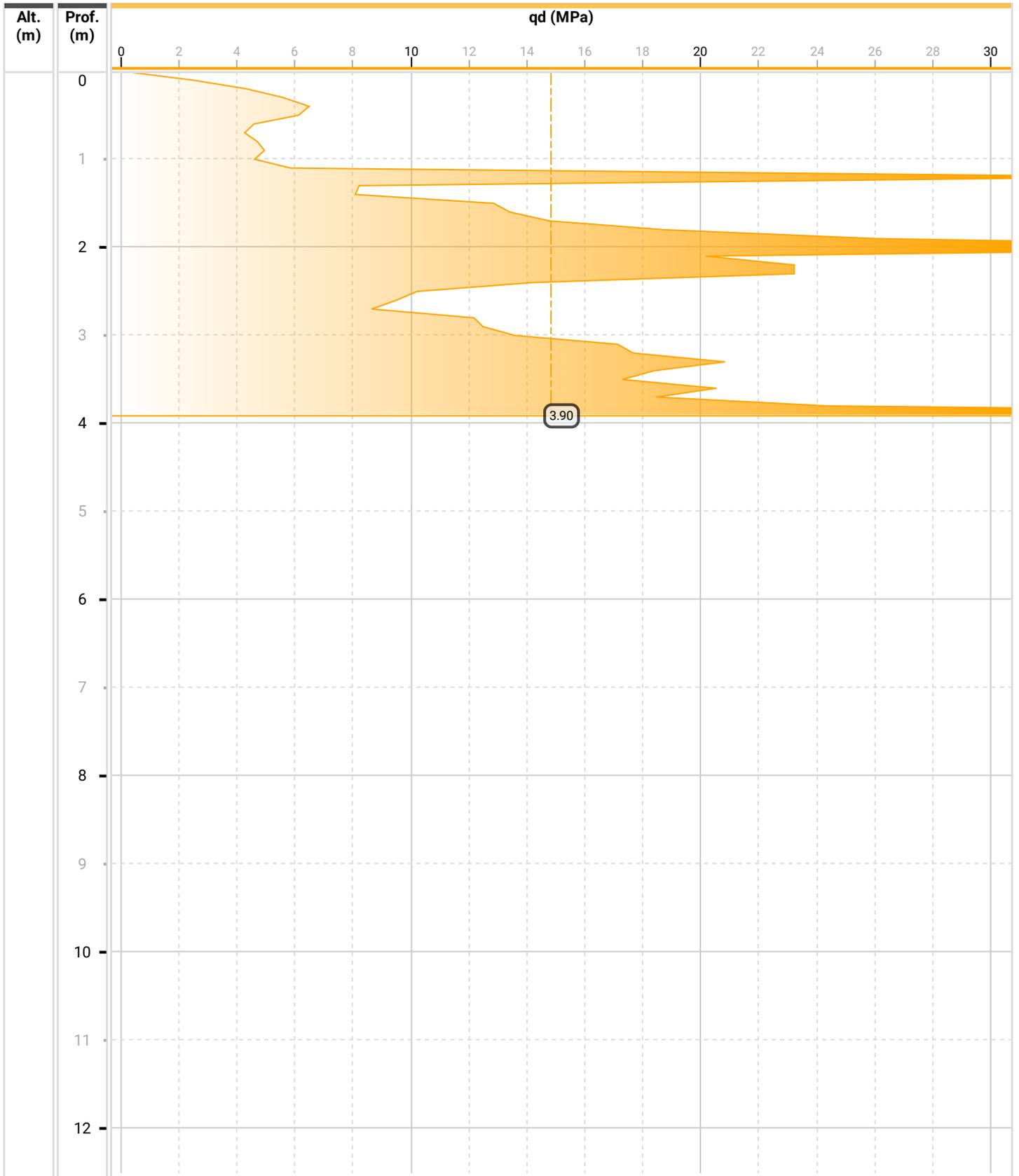


atlas
GEOTECHNIQUE

Client
SEGRO
Chantier
P.A des Petits Carreaux, 94380 BONNEUIL-SUR-MARNE

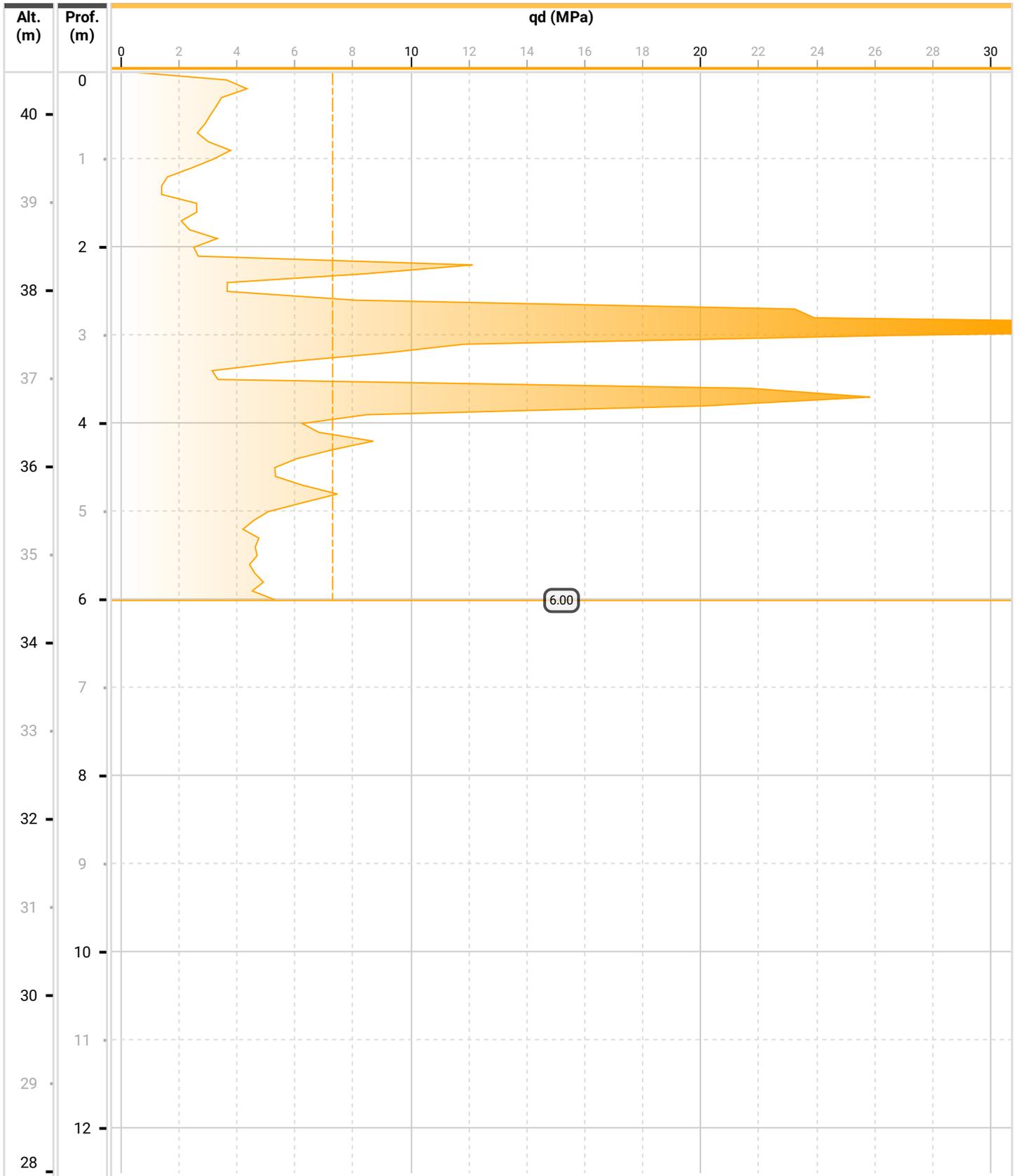
PENETROMETRE DYNAMIQUE

Dossier	Date de début	X
230731	10/01/2024	Y
Forage	Date de fin	Altitude NGF
P8	10/01/2024	
Machine		
MAP80		



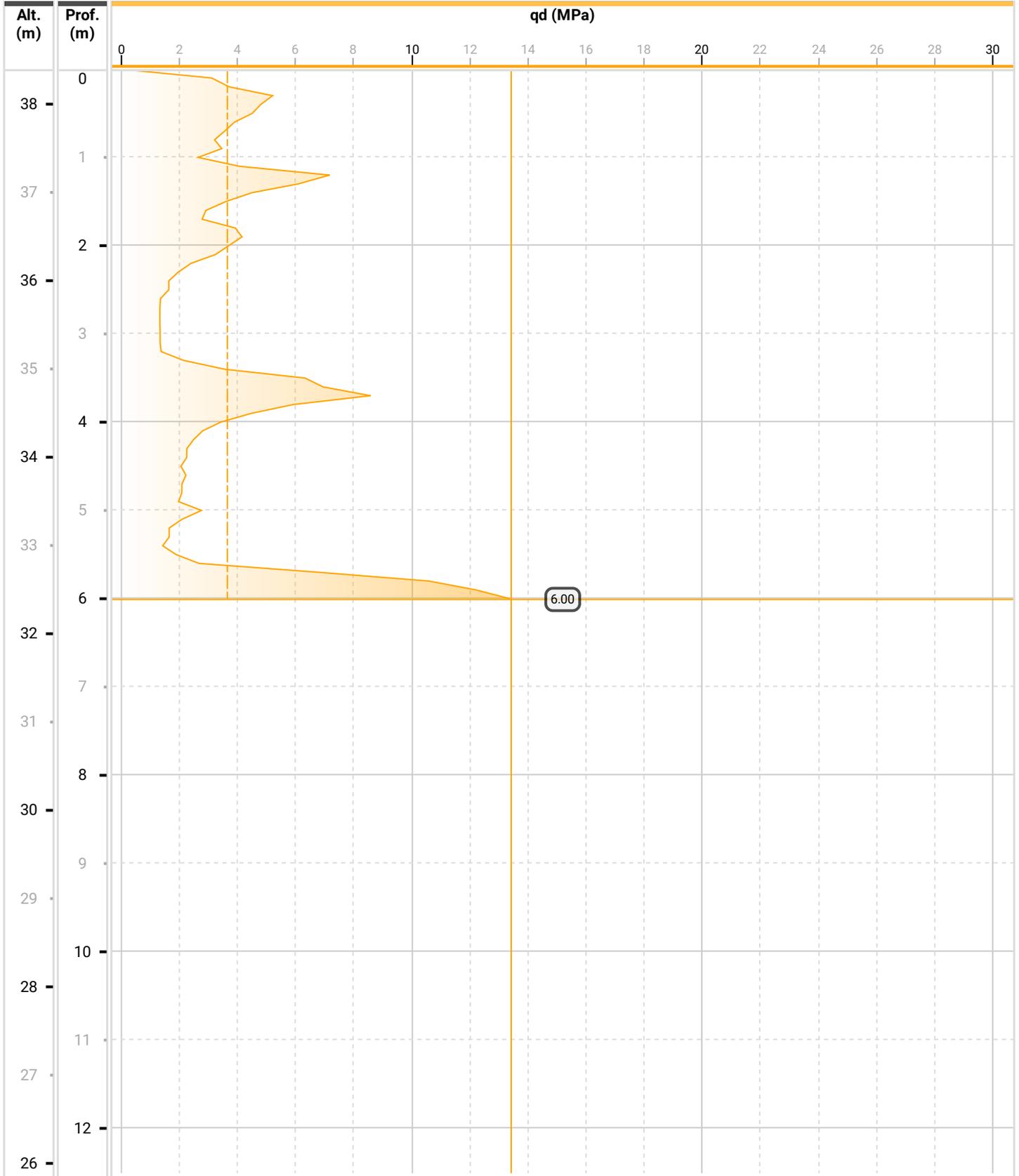
PENETROMETRE DYNAMIQUE

Dossier	Date de début	X
230731	10/01/2024	Y
Forage	Date de fin	Altitude NGF
P9	10/01/2024	40.5 m
Machine		
MAP80		



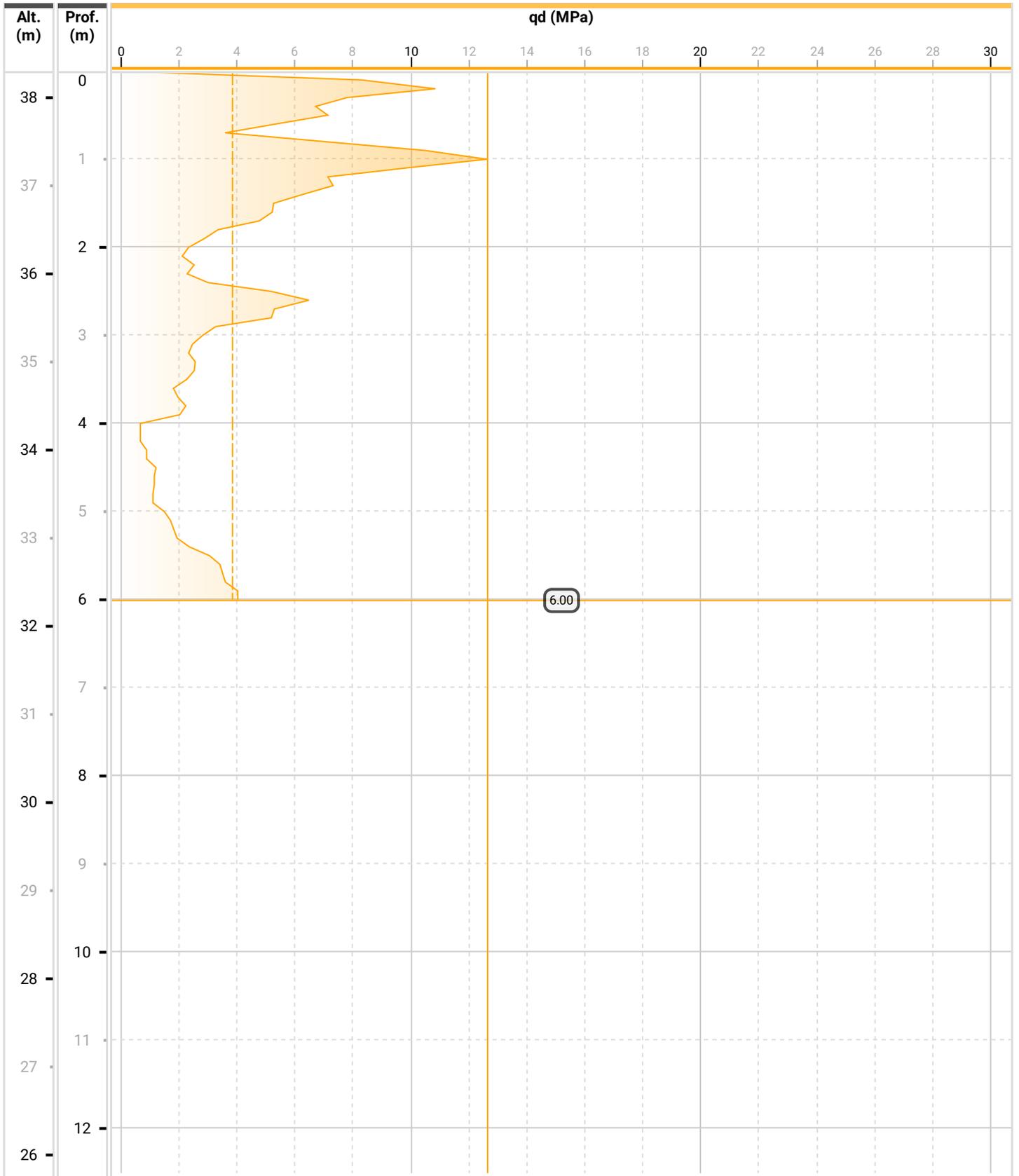
PENETROMETRE DYNAMIQUE

Dossier	Date de début	X
230731	10/01/2024	Y
Forage	Date de fin	Altitude NGF
P10	10/01/2024	38.4 m
Machine		
MAP80		



PENETROMETRE DYNAMIQUE

Dossier	Date de début	X
230731	10/01/2024	Y
Forage	Date de fin	Altitude NGF
P11	10/01/2024	38.3 m
Machine		
MAP80		

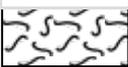


Client
SEGRO
 Chantier
 P.A des Petits Carreaux, 94380 BONNEUIL-SUR-MARNE

Alt. (m)	Prof. (m)	Figuré	Formation	Description
41.5			Terrain de couverture	Terre végétale: limons brun grisâtre à cailloutis silex, calcaire et débris divers
41	0.5		Remblais	Marne argileuse légèrement sableuse beige à passage argileux marron à blocs de calcaire et silex et débris divers (débris métallique, briques, câbles, bois...)
40.5				
40				
39.5	2.3			
39				
38.5				
38				
37.5				
37				
36.5				
36				
35.5				
35				
34.5				
34				
33.5				
33				
32.5				
32				
31.5				

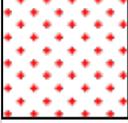


Client
SEGRO
 Chantier
 P.A des Petits Carreaux, 94380 BONNEUIL-SUR-MARNE

Alt. (m)	Prof. (m)	Figuré	Formation	Description
40.5			Terre végétale	Terre végétale
40	0.4		Remblais	Marne argileuse beige à cailloutis de calcaire et de débris divers
39	1.6			Marne argileuse marron avec un passage argileux verdâtre à cailloutis de calcaire et de débris divers (brique, bois...)
37	3.7			
36.5				
36				
35.5				
35				
34.5				
34				
33.5				
33				
32.5				
32				
31.5				
31				
30.5				



Client
SEGRO
 Chantier
 P.A des Petits Carreaux, 94380 BONNEUIL-SUR-MARNE

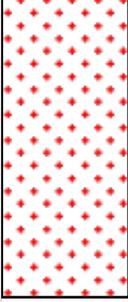
Alt. (m)	Prof. (m)	Figuré	Formation	Description
41	0.4		Terre végétale	Terre végétale
40.5	1.2		Remblais	Marne argileuse beige à cailloux de silex et blocs de calcaire et de débris divers
39.5	2			Marne sableuse beige à cailloutis et blocs de silex et débris divers (brique, bois...)
39				
38.5				
38				
37.5				
37				
36.5				
36				
35.5				
35				
34.5				
34				
33.5				
33				
32.5				
32				
31.5				
31				

Client
SEGRO
 Chantier
 P.A des Petits Carreaux, 94380 BONNEUIL-SUR-MARNE

Alt. (m)	Prof. (m)	Figuré	Formation	Description
40.5			Terrain de couverture	Terre végétale
40	0.5		Remblais	Marne argileuse beige à passage argileux sableux marron à blocs de calcaire et silex et de débris divers (briques, bois et enrobé...)
39.5				
39				
38.5	2			
38				
37.5				
37				
36.5				
36				
35.5				
35				
34.5				
34				
33.5				
33				
32.5				
32				
31.5				
31				
30.5				



Client
SEGRO
 Chantier
 P.A des Petits Carreaux, 94380 BONNEUIL-SUR-MARNE

Alt. (m)	Prof. (m)	Figuré	Formation	Description
38			Remblais	Remblais sableux argileux gris noirâtre à passage argileux marneux beige avec des blocs de calcaire et de débris divers (briques, bois, plastique et métal)
37.5				
37				
36.5	2			
36				
35.5				
35				
34.5				
34				
33.5				
33				
32.5				
32				
31.5				
31				
30.5				
30				
29.5				
29				
28.5				
28				

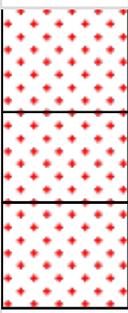


Client
SEGRO
 Chantier
 P.A des Petits Carreaux, 94380 BONNEUIL-SUR-MARNE

Alt. (m)	Prof. (m)	Figuré	Formation	Description
	- 0.4		Terra in de co	Terre végétale
	- 2.1		Remblais	Marne argileuse beige à passage argileux verdâtre à cailloutis et blocs de calcaire, et de débris divers



Client
SEGRO
 Chantier
 P.A des Petits Carreaux, 94380 BONNEUIL-SUR-MARNE

Alt. (m)	Prof. (m)	Figuré	Formation	Description
38.5			Remblais	Marne sableuse beige à cailloutis et blocs de calcaire et de silex
38	0.7			Sables argileux noir à cailloutis
37.5	1.3			Argile verte à blocs de calcaire et de débris divers
37				
36.5	2			
36				
35.5				
35				
34.5				
34				
33.5				
33				
32.5				
32				
31.5				
31				
30.5				
30				
29.5				
29				
28.5				



RAPPORT D'ANALYSE 1364646 COMMANDE N°P-20240111 / BONNEUIL SUR MARNE n°230731

Date: 29.01.2024

Information sur l'échantillon

Numéro d'échantillon	Date de prélèvement	Nom d'échantillon
641256	sans objet	F1 : 0.5 - 2.3 m
641257	sans objet	F2: 0.3 -1.4 m
641258	sans objet	F3 : 0.5 - 2.0 m
641259	sans objet	F5 : 0,4 - 1,1
641260	sans objet	F6 : 0.7 - 1.3 m

Lixiviation

Paramètres	Unité	641256	641257	641258	641259	641260
Fraction >4mm (EN12457-2)	%	34,4	3,1	15,5	3,9	45,6
Masse brute Mh pour lixiviation ^{*)}	g	110	110	110	110	110
Lixiviation (EN 12457-2)		++ ¹⁾				
Volume de lixiviant L ajouté pour l'extraction ^{*)}	ml	900	900	900	900	900

Prétraitement des échantillons

Paramètres	Unité	641256	641257	641258	641259	641260
Masse échantillon total inférieure à 2 kg ³⁾	kg	0,46	0,45	0,50	0,45	0,48
Prétraitement de l'échantillon		++ ¹⁾				
Broyeur à mâchoires		++ ¹⁾	-- ²⁾	++ ¹⁾	-- ²⁾	++ ¹⁾
Matière sèche	%	86,8	82,9	85,5	87,3	81,0

Analyses Physico-chimiques

Paramètres	Unité	641256	641257	641258	641259	641260
Perte au feu	% MS	3,4	4,8	4,0	3,0	4,6
Résidu après combustion	% MS	96,6	95,2	96,0	97,0	95,4

Analyses sur éluat après lixiviation

Paramètres	Unité	641256	641257	641258	641259	641260
L/S cumulé	ml/g	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Conductivité électrique	µS/cm	1700	760	1800	1800	2300
Température	°C	18,7	20,7	19,1	20,7	20,0
pH		7,9	8,2	7,8	8,1	7,9

Calcul des Fractions solubles

Paramètres	Unité	641256	641257	641258	641259	641260
Sulfates cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	10000	3400	11000	12000	16000

Analyses Physico-chimiques sur éluat

Paramètres	Unité	641256	641257	641258	641259	641260
Sulfates (SO4)	mg/l	1000	340	1100	1200	1600

Valeur limite/maximale dépassée

Les incertitudes de mesure spécifiques aux paramètres et les informations sur la méthode de détermination sont disponibles sur demande, si les résultats communiqués sont supérieurs à la limite de quantification spécifique au paramètre. Les critères de performance minimaux des méthodes appliquées sont généralement basés selon la Directive 2009/90/CE de la Commission Européenne en ce qui concerne l'incertitude de mesure.

¹⁾ "++" Signifie que le traitement requis a été effectué en laboratoire.

²⁾ "--" Signifie "non demandé".

³⁾ Des différences sont notées par rapport aux lignes directrices si moins de 2 kg d'échantillon ont été livrés

Début de l'analyse : 23.01.2024

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole *).

**RAPPORT D'ANALYSE 1366957 - 653389 COMMANDE N°P-20240111 / BONNEUIL SUR MARNE
n°230731**

Date: 01.02.2024

Information sur l'échantillon

Numéro d'échantillon	Nom d'échantillon	Date de prélèvement
653389	SP8	sans objet

Analyses Physico-chimiques

Paramètres	Unité	653389 SP8
Conductivité électrique à 20 °C (Laboratoire)	µS/cm	3030
Conductivité à 25°C (Lab)	µS/cm	3380
Température	°C	20,7
pH (Lab.)		7,2
Sulfures solubles*)	mg/l	<0,1 ¹⁾
Titre alcalimétrique complet (pH 4,3)	mmol/l	9,5
Chlorures (Cl)	mg/l	150
Sulfates (SO4)	mg/l	1400

Métaux

Paramètres	Unité	653389 SP8
Calcium (Ca)	mg/l	2600
Magnésium (Mg)	mg/l	140

Autres analyses

Paramètres	Unité	653389 SP8
Dureté Carbonatée*)	mg/l CaO	270
Dureté (non issu des carbonates*)	mg/l CaO	3700
Grade d'agressivité sur béton (selon DIN 4030*)		XA2, agressivité modérée
Dureté (non issu des carbonates*)	°dH	370
Dureté totale*)	mg/l CaO	4000
Indice permanganate (mg O2/L)	mg/l	3,8
Dureté totale*)	°dH	395
Dureté totale*)	mmol/l	70,6
Turbidité*)	NTU	70
Oxydabilité au KMnO4	mg/l	15
Couleur		30
TAC après dissolution de marbre*)	mmol/l	9,5
Nitrates	mg/l	0,74
Ammonium (NH4)	mg/l	10
Dureté Carbonatée*)	°dH	26,6
Odeur (Lab)*)		sans odeur
acide carbonique agressif*)	mg/l	<1,0 ¹⁾

Les incertitudes de mesure spécifiques aux paramètres et les informations sur la méthode de détermination sont disponibles sur demande, si les résultats communiqués sont supérieurs à la limite de quantification spécifique au paramètre. Les critères de performance minimaux des méthodes appliquées sont généralement basés selon la Directive 2009/90/CE de la Commission Européenne en ce qui concerne l'incertitude de mesure.

¹⁾ Explication : "<" ou "n.d." indiquent que la concentration de l'analyte est inférieure à la limite de quantification (LQ).

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole *).

PROCES VERBAL D'ESSAIS

Détermination de la teneur en eau pondérale des matériaux

Client : ATLAS GEOTECHNIQUE Affaire : 230731 Date : 22/01/2024 Site : 94380 BONNEUIL SUR SEINE P.A des Petits Carreaux	Echantillon : S28833 Sondage : F1 Profondeur : 0.50 - 2.30 m Description visuelle du matériau : <i>Remblai de sable marneux légèrement graveleux marron-brun</i>
--	--

Méthode par étuvage selon la norme NF EN ISO 17892-1

Teneur en eau W_{nat}	
Masse de la tare (g)	98.35
Masse totale humide (g)	1049.09
Masse totale sèche (g)	919.17
Teneur en eau (%)	15.83

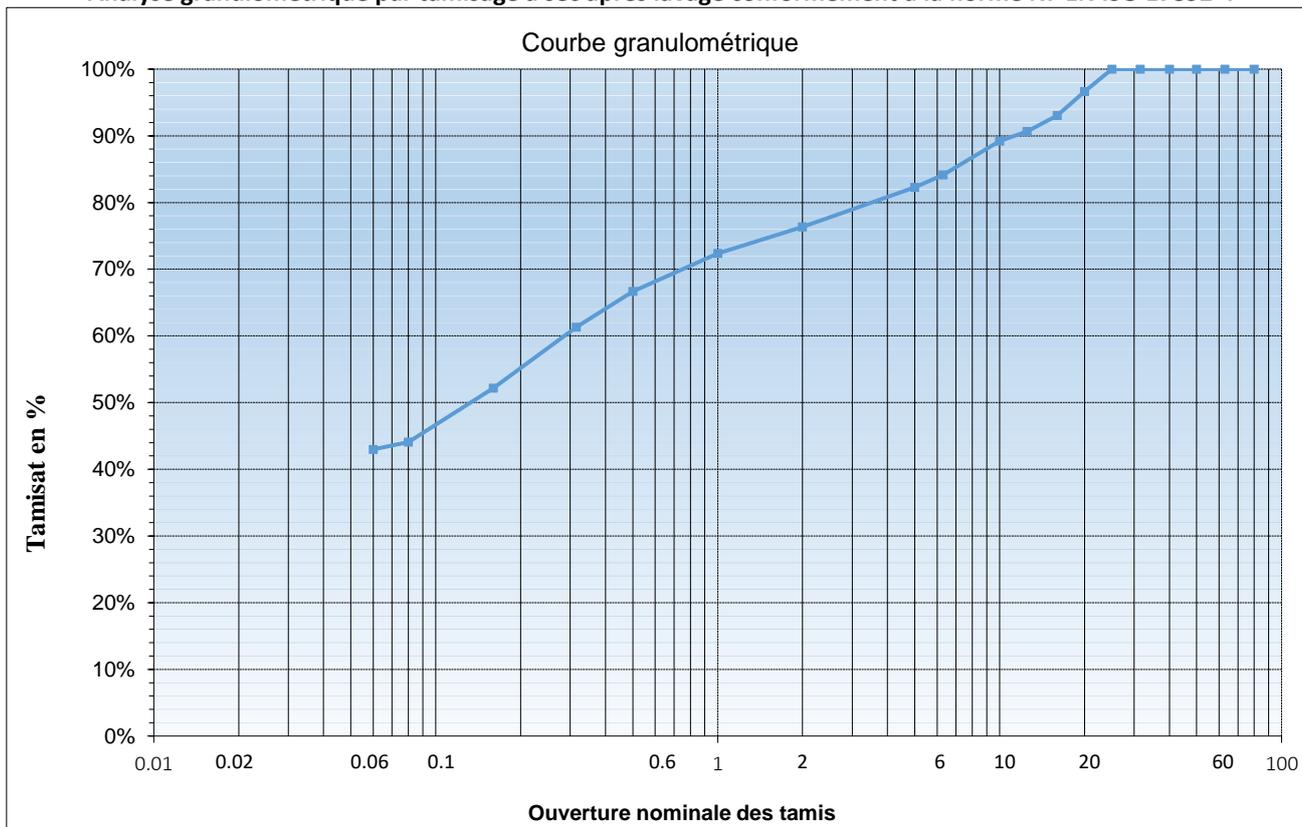
N° Echantillon	$W_{naturelle}$
S28833	15.8

PROCES VERBAL D'ESSAIS

Détermination de la distribution granulométrie des particules

<p>Client : ATLAS GEOTECHNIQUE Affaire : 230731 Date : 22/01/2024 Site : 94380 BONNEUIL SUR SEINE P.A des Petits Carreaux</p>	<p>Echantillon : S28833 Sondage : F1 Profondeur : 0.50 - 2.30 m Description visuelle du matériau : <i>Remblai de sable marneux légèrement graveleux marron-brun</i></p>
---	---

Analyse granulométrique par tamisage à sec après lavage conformément à la norme NF EN ISO 17892-4



Tamis d (mm)	0.06	0.08	0.16	0.315	0.5	1	2	5	6.3	10	12.5	16
Passant %	43.0	44.1	52.2	61.3	66.7	72.4	76.3	82.3	84.1	89.2	90.7	93.0
Tamis d (mm)	20	25	31.5	40	50	63	80					
Passant %	96.6	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0					

d10 (mm)	/	d50 (mm)	0.14	Dmax (mm)	25	Teneur en eau (%)	
d15 (mm)	/	d60 (mm)	0.29	Coefficient Courbure (Cc)	/		15.83
d30 (mm)	/	d90 (mm)	11.36	Coefficient d'Uniformité (Cu)	/		

RINCENC BTP IDF NORD
 Raison sociale : LAB DIAG

14 rue de la perdrix
 ZI Paris Nord - Lot 117/118
 95934 Roissy CDG Cedex
 Tél : 01.49.89.29.94
 Sarl au capital de 80 000 €
 R.C.S Bobigny 819 155 383

Lynda MADIOU
 Technicienne laboratoire

Raphaël DA CONCEICAO
 Directeur IDF Nord

PROCES VERBAL D'ESSAIS

Mesure de la capacité d'adsorption de bleu de méthylène d'un sol ou d'un matériau rocheux

<p>Client : ATLAS GEOTECHNIQUE Affaire : 230731 Date : 22/01/2024 Site : 94380 BONNEUIL SUR SEINE P.A des Petits Carreaux</p>	<p>Echantillon : S28833 Sondage : F1 Profondeur : 0.50 - 2.30 m Description visuelle du matériau : <i>Remblai de sable marneux légèrement graveleux marron-brun</i></p>
---	---

Détermination de la valeur de bleu de méthylène par l'essai à la tache selon la norme NF P94-068

Détermination de la teneur en eau pondérale D<5mm (NF EN ISO 17892-1)		Fractions granulométriques (NF EN ISO 17892-4)		Détermination de la VBS (NF P94-068)	
Masse de la tare (g)	36.09	Fraction 0/5	82%	Masse d'échantillon humide (g)	68.19
Masse totale humide (g)	219.73	Fraction 0/50	100%	Volume de bleu de méthylène à 10g/l injecté (ml)	100
Masse totale sèche (g)	193.40	Rapport granulométrique 5/50	0.82	VBS Dsup à 5mm	1.41
Teneur en eau (%)	16.74				

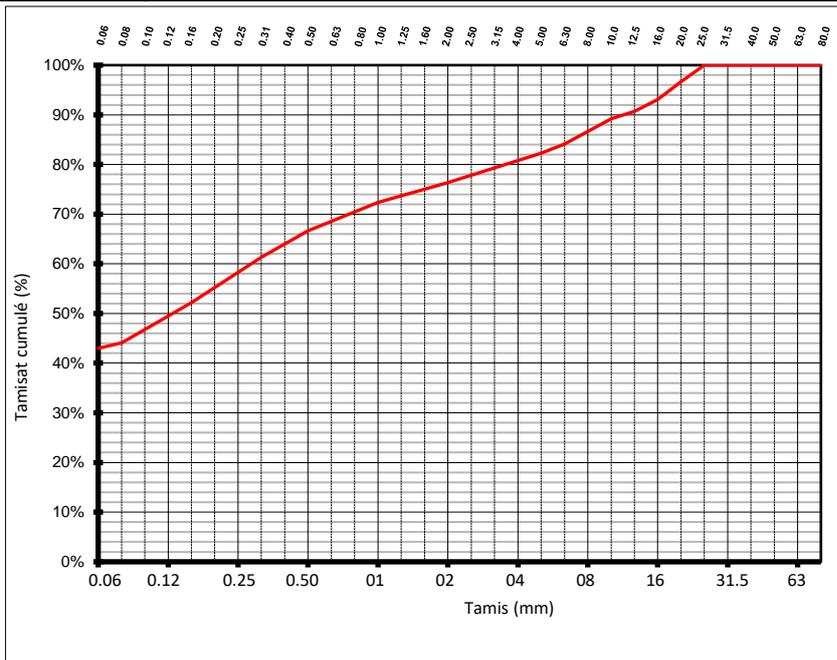
Valeur VBS 0/50mm :	1.41
---------------------	-------------

PROCES VERBAL D'ESSAIS

Identification et classification GTR selon NF P 11-300 et le guide GTR 2023

Client : ATLAS GEOTECHNIQUE Affaire : 230731 Date : 22/01/2024 Site : 94380 BONNEUIL SUR SEINE P.A des Petits Carreaux	Echantillon : S28833 Sondage : F1 Profondeur : 0.50 - 2.30 m Description visuelle du matériau : <i>Remblai de sable marneux légèrement graveleux marron-brun</i>
--	--

Tamis (mm)	Tamisat cumulé (%)	Caractérisation de la granulométrie	
80	100%		
50	100%	D ₁₀ (mm)	/
31.5	100%	D ₁₅ (mm)	/
20	97%	D ₃₀ (mm)	/
10	89%	D ₅₀ (mm)	0.14
5	82%	D ₆₀ (mm)	0.29
2	76%	D ₉₀ (mm)	11.36
0.5	67%	C _c	/
0.16	52%	C _u	/
0.08	44%	D _{max} (mm)	25
0.06	43%		



Argilosité		
Essai	Norme	valeur
Equivalent de sable (Es)	NF EN 933-8+A1	
Valeur de bleu VBs	NF P 94-068	1.41
Indice de plasticité Ip	NF EN ISO 17892-12	
Indice consistance (Ic)		

Comportement mécanique		
Essai	Norme	valeur
Los Angeles LA	NF EN 1097-2	
Micro deval MDE	NF EN 1097-1	
Friabilité de sable (FS)	NF P 18-576	
fragmentabilité FR	NF P94-0669	
dégradabilité DG	NF P94-067	

Nature (à titre indicatif)
Limon peu plastique, loess, silte alluvionnaires, sable fins peu pollués, arènes peu plastiques

Comprtement hydrique		
Essai	Norme	valeur
Teneur en eau (Wn)	ISO 17892-1	15.8%
Teneur en eau à l'optimum Proctor (W _{OPN})	NF P 94-093	
Densité sèche à l'optimum Proctor (γ _{OPN})		
Indice portant immédiat (IPI)	NF P 94-078	

Paramètres physiques		
Essai	Norme	valeur
Masse volumique	NF P94-064	
Eléments solubles (NaCl)	NF EN 1744-1	
Matières organiques (MO)		
Sulfates (SO ₄)		
Teneur en Chlorure (Cl)		

Classe du matériau selon	
Norme NF P11-300	A1
Guide GTR 2023	F1

PROCES VERBAL D'ESSAIS

Photographies des échantillons

Client : ATLAS GEOTECHNIQUE Affaire : 230731 Date : 22/01/2024 Site : 94380 BONNEUIL SUR SEINE P.A des Petits Carreaux	Echantillon : S28833 Sondage : F1 Profondeur : 0.50 - 2.30 m Description visuelle du matériau : <i>Remblai de sable marneux légèrement graveleux marron-brun</i>
--	--



RINCENT BTP IDF NORD

Raison sociale : LAB DIAG

14 rue de la perdrix

ZI Paris Nord - Lot 117/118

95934 Roissy CDG Cedex

Tél : 01.49.89.29.94

Sarl au capital de 80 000 €

R.C.S Bobigny 819 155 383

Lynda MADIOU
Technicienne laboratoire

Raphaël DA CONCEICAO
Directeur IDF Nord

PROCES VERBAL D'ESSAIS

Détermination de la teneur en eau pondérale des matériaux

Client : ATLAS GEOTECHNIQUE Affaire : 230731 Date : 22/01/2024 Site : 94380 BONNEUIL SUR SEINE P.A des Petits Carreaux	Echantillon : S28834 Sondage : F2 Profondeur : 0.30 - 1.40 m Description visuelle du matériau : <i>Argile marron-verdâtre</i>
--	---

Méthode par étuvage selon la norme NF EN ISO 17892-1

Teneur en eau W_{nat}	
Masse de la tare (g)	96.36
Masse totale humide (g)	367.44
Masse totale sèche (g)	310.9
Teneur en eau (%)	26.35

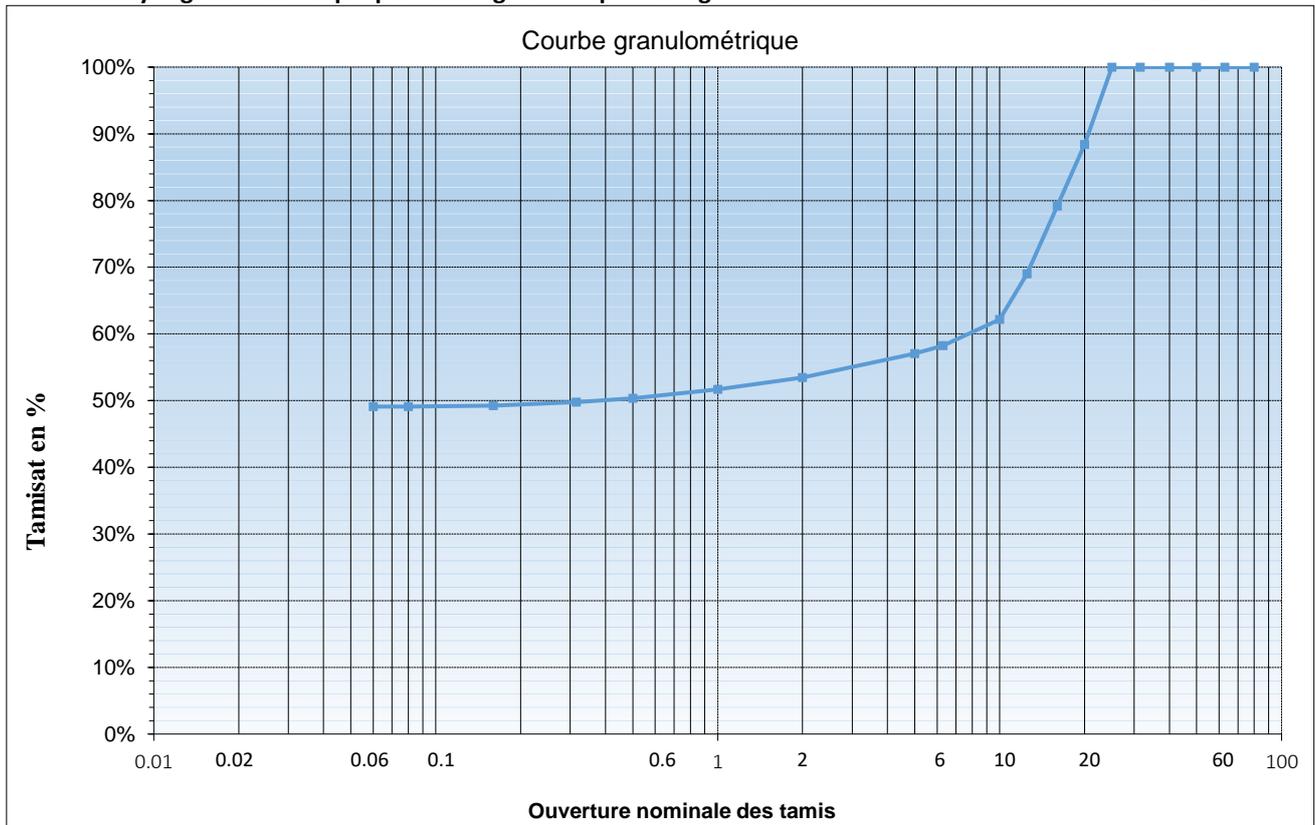
N° Echantillon	$W_{naturelle}$
S28834	26.4

PROCES VERBAL D'ESSAIS

Détermination de la distribution granulométrie des particules

<p>Client : ATLAS GEOTECHNIQUE Affaire : 230731 Date : 22/01/2024 Site : 94380 BONNEUIL SUR SEINE P.A des Petits Carreaux</p>	<p>Echantillon : S28834 Sondage : F2 Profondeur : 0.30 - 1.40 m Description visuelle du matériau : <i>Argile marron-verdâtre</i></p>
---	--

Analyse granulométrique par tamisage à sec après lavage conformément à la norme NF EN ISO 17892-4



Tamis d (mm)	0.06	0.08	0.16	0.315	0.5	1	2	5	6.3	10	12.5	16
Passant %	49.1	49.1	49.2	49.8	50.4	51.7	53.4	57.0	58.2	62.2	69.0	79.2
Tamis d (mm)	20	25	31.5	40	50	63	80					
Passant %	88.4	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0					

d10 (mm)	/	d50 (mm)	0.39	Dmax (mm)	25	Teneur en eau (%)	26.35
d15 (mm)	/	d60 (mm)	7.97	Coefficient Courbure (Cc)	/		
d30 (mm)	/	d90 (mm)	28.30	Coefficient d'Uniformité (Cu)	/		

RINCENC BTP IDF NORD
 Raison sociale : LAB DIAG

14 rue de la perdrix
 ZI Paris Nord - Lot 117/118
 95934 Roissy CDG Cedex
 Tél : 01.49.89.29.94
 Sarl au capital de 80 000 €
 R.C.S Bobigny 819 155 383

Lynda MADIOU
 Technicienne laboratoire

Raphaël DA CONCEICAO
 Directeur IDF Nord

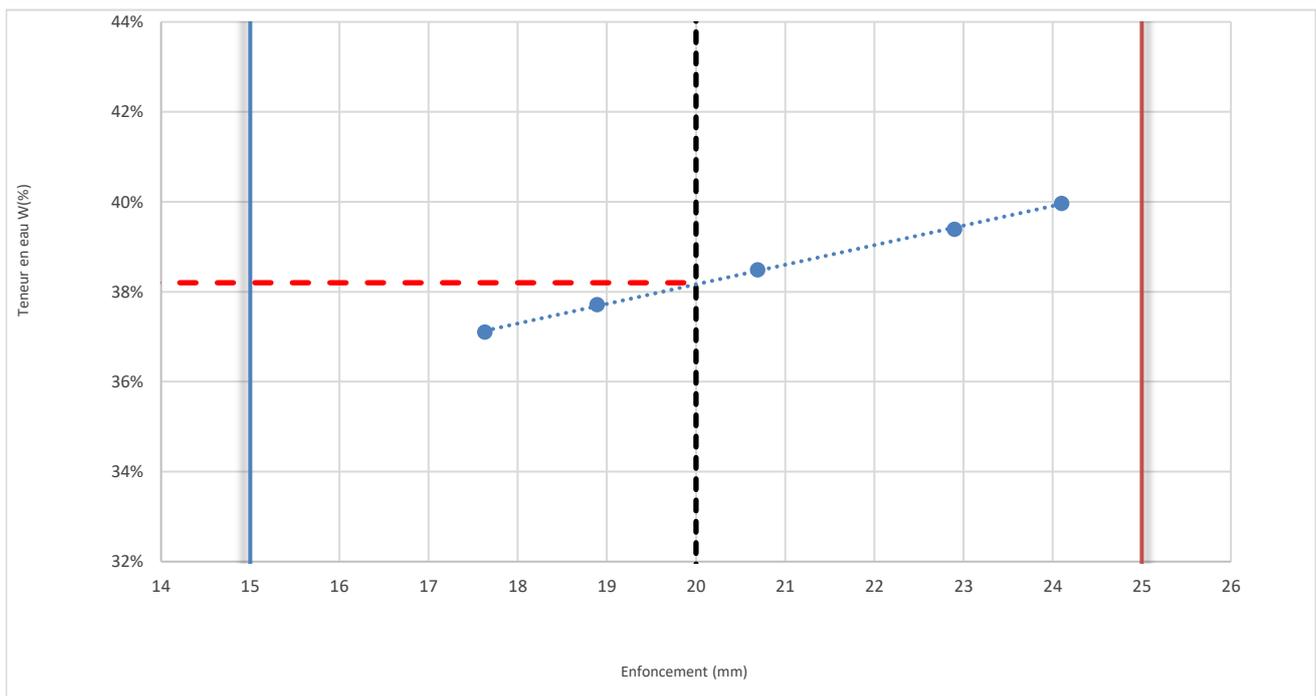
PROCES VERBAL D'ESSAIS

Détermination des limites d'Atterberg, limites de liquidité et de plasticité d'un sol

<p>Client : ATLAS GEOTECHNIQUE Affaire : 230731 Date : 22/01/2024 Site : 94380 BONNEUIL SUR SEINE P.A des Petits Carreaux</p>	<p>Echantillon : S28834 Sondage : F2 Profondeur : 0.30 - 1.40 m Description visuelle du matériau : <i>Argile marron-verdâtre</i></p>
---	--

Limite de liquidité -méthode au cône- et limite de plasticité au rouleau selon la norme NF EN ISO 17892-12

Mesure N°	Limite de Liquidité					Limite de plasticité		
	1	2	3	4	5	6	7	Moy.
Enfoncement (mm)	17.63	18.89	20.69	22.90	24.10			
Teneur en eau w(%)	37.10	37.72	38.49	39.39	39.96	22.15	22.14	22.15



N° Echan.	Tener en eau naturelle	Limite de liquidité	Limite de plasticité	Indice de plasticité	Indice de consistance
S28834	W_n	W_l	W_p	I_p	I_c
	26.4	38.2	22.1	16.1	0.74

RINCENT BTP IDF NORD

Raison sociale : LAB DIAG

14 rue de la perdrix

ZI Paris Nord - Lot 117/118

95934 Roissy CDG Cedex

Tél : 01.49.89.29.94

Sarl au capital de 80 000 €

R.C.S Bobigny 819 155 383

Lynda MADIU
Technicienne laboratoire

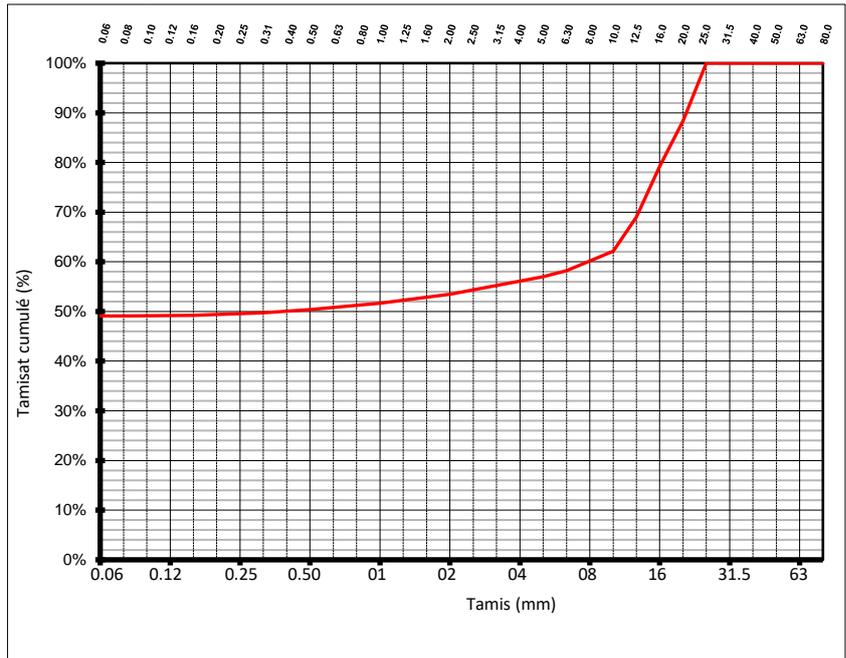
Raphaël DA CONCEICAO
Directeur IDF Nord

PROCES VERBAL D'ESSAIS

Identification et classification GTR selon NF P 11-300 et le guide GTR 2023

<p>Client : ATLAS GEOTECHNIQUE Affaire : 230731 Date : 22/01/2024 Site : 94380 BONNEUIL SUR SEINE P.A des Petits Carreaux</p>	<p>Echantillon : S28834 Sondage : F2 Profondeur : 0.30 - 1.40 m Description visuelle du matériau : <i>Argile marron-verdâtre</i></p>
---	--

Tamis (mm)	Tamisé cumulé (%)	Caractérisation de la granulométrie	
80	100%		
50	100%	D ₁₀ (mm)	/
31.5	100%	D ₁₅ (mm)	/
20	88%	D ₃₀ (mm)	/
10	62%	D ₅₀ (mm)	0.39
5	57%	D ₆₀ (mm)	7.97
2	53%	D ₉₀ (mm)	28.30
0.5	50%	C _c	/
0.16	49%	C _u	/
0.08	49%	D _{max} (mm)	25
0.06	49%		



Argilosité		
Essai	Norme	valeur
Equivalent de sable (Es)	NF EN 933-8+A1	
Valeur de bleu VBs	NF P 94-068	
Indice de plasticité Ip	NF EN ISO 17892-12	16.1
Indice consistance (Ic)		0.74

Comportement mécanique		
Essai	Norme	valeur
Los Angeles LA	NF EN 1097-2	
Micro deval MDE	NF EN 1097-1	
Friabilité de sable (FS)	NF P 18-576	
fragmentabilité FR	NF P94-0669	
dégradabilité DG	NF P94-067	

Nature (à titre indicatif)	
Sables fins argileux, limons, argiles et marnes peu plastiques, arènes...	

Comportement hydrique		
Essai	Norme	valeur
Teneur en eau (Wn)	ISO 17892-1	26.4%
Teneur en eau à l'optimum Proctor (W _{OPN})	NF P 94-093	
Densité sèche à l'optimum Proctor (γ _{OPN})		
Indice portant immédiat (IPI)	NF P 94-078	

Paramètres physiques		
Essai	Norme	valeur
Masse volumique	NF P94-064	
Éléments solubles (NaCl)	NF EN 1744-1	
Matières organiques (MO)		
Sulfates (SO ₄)		
Teneur en Chlorure (Cl)		

Classe du matériau selon	
Norme NF P11-300	A2th
Guide GTR 2023	F2th

PROCES VERBAL D'ESSAIS

Photographies des échantillons

Client : ATLAS GEOTECHNIQUE Affaire : 230731 Date : 22/01/2024 Site : 94380 BONNEUIL SUR SEINE P.A des Petits Carreaux	Echantillon : S28834 Sondage : F2 Profondeur : 0.30 - 1.40 m Description visuelle du matériau : <i>Argile marron-verdâtre</i>
--	---



RINCENT BTP IDF NORD

Raison sociale : LAB DIAG

14 rue de la perdrix

ZI Paris Nord - Lot 117/118

95934 Roissy CDG Cedex

Tél : 01.49.89.29.94

Sarl au capital de 80 000 €

R.C.S Bobigny 819 155 383

Lynda MADIOU
Technicienne laboratoire

Raphaël DA CONCEICAO
Directeur IDF Nord



PROCES-VERBAL D'ESSAIS

Identification et classification GTR

SUIVANT LA NORME NF P 11-300

Nom de l'Affaire : 230731
Ville : 94380 BONNEUIL SUR SEINE
Adresse : P.A des Petits Carreaux
Client : ATLAS GEOTECHNIQUE
Contact : SAHED Yacine
Mail : y.sahed@atlasgeo-dz.com
Nombre d'essais : 2
Date de réception : 22/01/2024
Date d'essais : Du 22 au 24/01/2024

RINCENC BTP IDF NORD

Raison sociale : LAB DIAG
14, Rue de la PERDRIX
Z.I. Paris Nord II, Lot 117/118
95934 Roissy CDG Cedex
Tél : 01.49.89.29.94
Fax: 01.60.87.21.20

Le présent Procès-Verbal d'essais comporte 21 pages. Sauf autorisation préalable, il n'est utilisable à des fins commerciales ou publicitaires, qu'en reproduction intégrale. Les résultats obtenus ne sont pas généralisables sans justification de la représentativité des essais.

PROCES VERBAL D'ESSAIS

Détermination de la teneur en eau pondérale des matériaux

Client : ATLAS GEOTECHNIQUE Affaire : 230731 Date : 22/01/2024 Site : 94380 BONNEUIL SUR SEINE P.A des Petits Carreaux	Echantillon : S28835 Sondage : F3 Profondeur : 0.50 - 2.00 m Description visuelle du matériau : <i>Remblai de sable marno-graveleux marron-brun</i>
--	---

Méthode par étuvage selon la norme NF EN ISO 17892-1

Teneur en eau W_{nat}	
Masse de la tare (g)	150.22
Masse totale humide (g)	1762.87
Masse totale sèche (g)	1531.97
Teneur en eau (%)	16.71

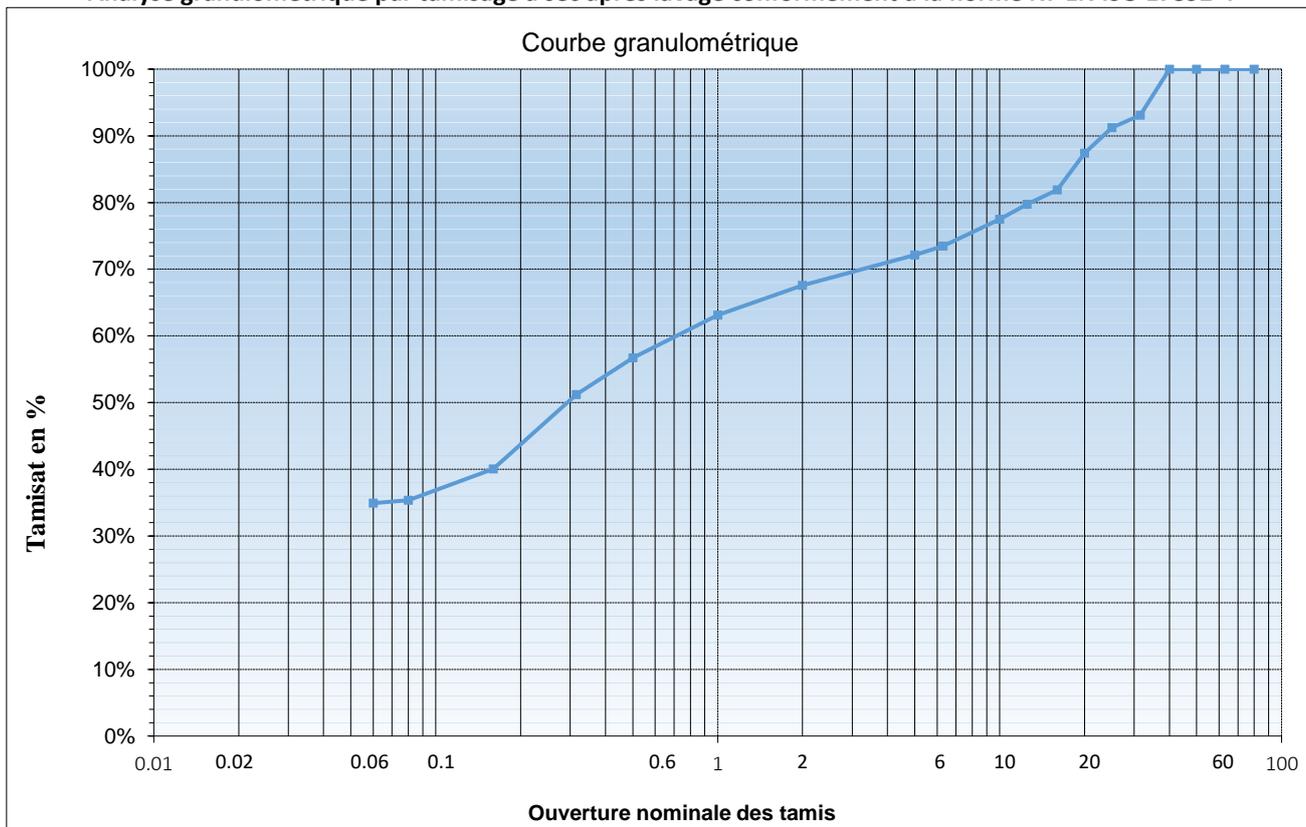
N° Echantillon	$W_{naturelle}$
S28835	16.7

PROCES VERBAL D'ESSAIS

Détermination de la distribution granulométrie des particules

<p>Client : ATLAS GEOTECHNIQUE Affaire : 230731 Date : 22/01/2024 Site : 94380 BONNEUIL SUR SEINE P.A des Petits Carreaux</p>	<p>Echantillon : S28835 Sondage : F3 Profondeur : 0.50 - 2.00 m Description visuelle du matériau : <i>Remblai de sable marno-graveleux marron-brun</i></p>
---	--

Analyse granulométrique par tamisage à sec après lavage conformément à la norme NF EN ISO 17892-4



Tamis d (mm)	0.06	0.08	0.16	0.315	0.5	1	2	5	6.3	10	12.5	16
Passant %	34.9	35.4	40.1	51.2	56.7	63.1	67.6	72.1	73.4	77.5	79.7	81.9
Tamis d (mm)	20	25	31.5	40	50	63	80					
Passant %	87.4	91.2	93.1	100.0	100.0	100.0	100.0					

d10 (mm)	/	d50 (mm)	0.30	Dmax (mm)	40	Teneur en eau (%)	
d15 (mm)	/	d60 (mm)	0.76	Coefficient Courbure (Cc)	/		16.71
d30 (mm)	/	d90 (mm)	23.41	Coefficient d'Uniformité (Cu)	/		

RINCENC BTP IDF NORD
 Raison sociale : LAB DIAG

14 rue de la perdrix
 ZI Paris Nord - Lot 117/118
 95934 Roissy CDG Cedex
 Tél : 01.49.89.29.94
 Sarl au capital de 80 000 €
 R.C.S Bobigny 819 155 383

Lynda MADIYOU
 Technicienne laboratoire

Raphaël DA CONCEICAO
 Directeur IDF Nord

PROCES VERBAL D'ESSAIS

Mesure de la capacité d'adsorption de bleu de méthylène d'un sol ou d'un matériau rocheux

<p>Client : ATLAS GEOTECHNIQUE Affaire : 230731 Date : 22/01/2024 Site : 94380 BONNEUIL SUR SEINE P.A des Petits Carreaux</p>	<p>Echantillon : S28835 Sondage : F3 Profondeur : 0.50 - 2.00 m Description visuelle du matériau : <i>Remblai de sable marno-graveleux marron-brun</i></p>
---	--

Détermination de la valeur de bleu de méthylène par l'essai à la tache selon la norme NF P94-068

Détermination de la teneur en eau pondérale D<5mm (NF EN ISO 17892-1)		Fractions granulométriques (NF EN ISO 17892-4)		Détermination de la VBS (NF P94-068)	
Masse de la tare (g)	36.59	Fraction 0/5	72%	Masse d'échantillon humide (g)	52.93
Masse totale humide (g)	213.07	Fraction 0/50	100%	Volume de bleu de méthylène à 10g/l injecté (ml)	60
Masse totale sèche (g)	184.70	Rapport granulométrique 5/50	0.72	VBS Dsup à 5mm	0.97
Teneur en eau (%)	19.15				

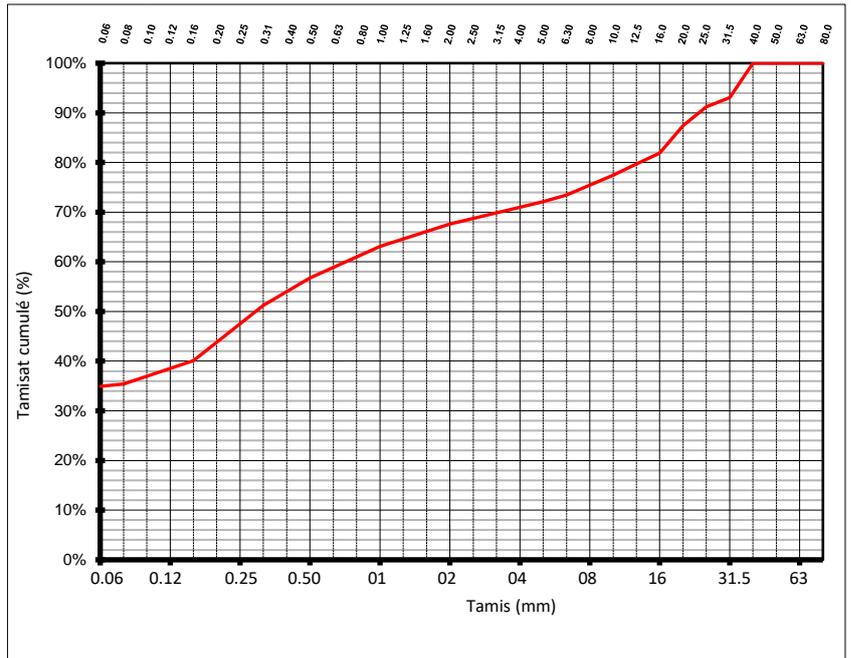
Valeur VBS 0/50mm :	0.97
---------------------	-------------

PROCES VERBAL D'ESSAIS

Identification et classification GTR selon NF P 11-300 et le guide GTR 2023

Client : ATLAS GEOTECHNIQUE Affaire : 230731 Date : 22/01/2024 Site : 94380 BONNEUIL SUR SEINE P.A des Petits Carreaux	Echantillon : S28835 Sondage : F3 Profondeur : 0.50 - 2.00 m Description visuelle du matériau : <i>Remblai de sable marno-graveleux marron-brun</i>
--	---

Tamis (mm)	Tamisat cumulé (%)	Caractérisation de la granulométrie	
80	100%		
50	100%	D ₁₀ (mm)	/
31.5	93%	D ₁₅ (mm)	/
20	87%	D ₃₀ (mm)	/
10	77%	D ₅₀ (mm)	0.30
5	72%	D ₆₀ (mm)	0.76
2	68%	D ₉₀ (mm)	23.41
0.5	57%	C _c	/
0.16	40%	C _u	/
0.08	35%	D _{max} (mm)	40
0.06	35%		



Argilosité		
Essai	Norme	valeur
Equivalent de sable (Es)	NF EN 933-8+A1	
Valeur de bleu VBs	NF P 94-068	0.97
Indice de plasticité Ip	NF EN ISO 17892-12	
Indice consistance (Ic)		

Comportement mécanique		
Essai	Norme	valeur
Los Angeles LA	NF EN 1097-2	
Micro deval MDE	NF EN 1097-1	
Friabilité de sable (FS)	NF P 18-576	
fragmentabilité FR	NF P94-0669	
dégradabilité DG	NF P94-067	

Nature (à titre indicatif)
Limon peu plastique, loess, silte alluvionnaires, sable fins peu pollués, arènes peu plastiques

Comprtement hydrique		
Essai	Norme	valeur
Teneur en eau (Wn)	ISO 17892-1	16.7%
Teneur en eau à l'optimum Proctor (W _{OPN})	NF P 94-093	
Densité sèche à l'optimum Proctor (γ _{OPN})		
Indice portant immédiat (IPI)	NF P 94-078	

Paramètres physiques		
Essai	Norme	valeur
Masse volumique	NF P94-064	
Eléments solubles (NaCl)	NF EN 1744-1	
Matières organiques (MO)		
Sulfates (SO ₄)		
Teneur en Chlorure (Cl)		

Classe du matériau selon	
Norme NF P11-300	B5
Guide GTR 2023	I1

PROCES VERBAL D'ESSAIS

Photographies des échantillons

Client : ATLAS GEOTECHNIQUE Affaire : 230731 Date : 22/01/2024 Site : 94380 BONNEUIL SUR SEINE P.A des Petits Carreaux	Echantillon : S28835 Sondage : F3 Profondeur : 0.50 - 2.00 m Description visuelle du matériau : <i>Remblai de sable marno-graveleux marron-brun</i>
--	---



RINCENT BTP IDF NORD

Raison sociale : LAB DIAG

14 rue de la perdrix

ZI Paris Nord - Lot 117/118

95934 Roissy CDG Cedex

Tél : 01.49.89.29.94

Sarl au capital de 80 000 €

R.C.S Bobigny 819 155 383

Lynda MADIOU
Technicienne laboratoire

Raphaël DA CONCEICAO
Directeur IDF Nord

PROCES VERBAL D'ESSAIS

Détermination de la teneur en eau pondérale des matériaux

Client : ATLAS GEOTECHNIQUE Affaire : 230731 Date : 22/01/2024 Site : 94380 BONNEUIL SUR SEINE P.A des Petits Carreaux	Echantillon : S28836 Sondage : F5 Profondeur : 0.40 - 1.10 m Description visuelle du matériau : <i>Argile sableuse marron-verdâtre</i>
--	--

Méthode par étuvage selon la norme NF EN ISO 17892-1

Teneur en eau W_{nat}	
Masse de la tare (g)	98.59
Masse totale humide (g)	370.75
Masse totale sèche (g)	318.9
Teneur en eau (%)	23.54

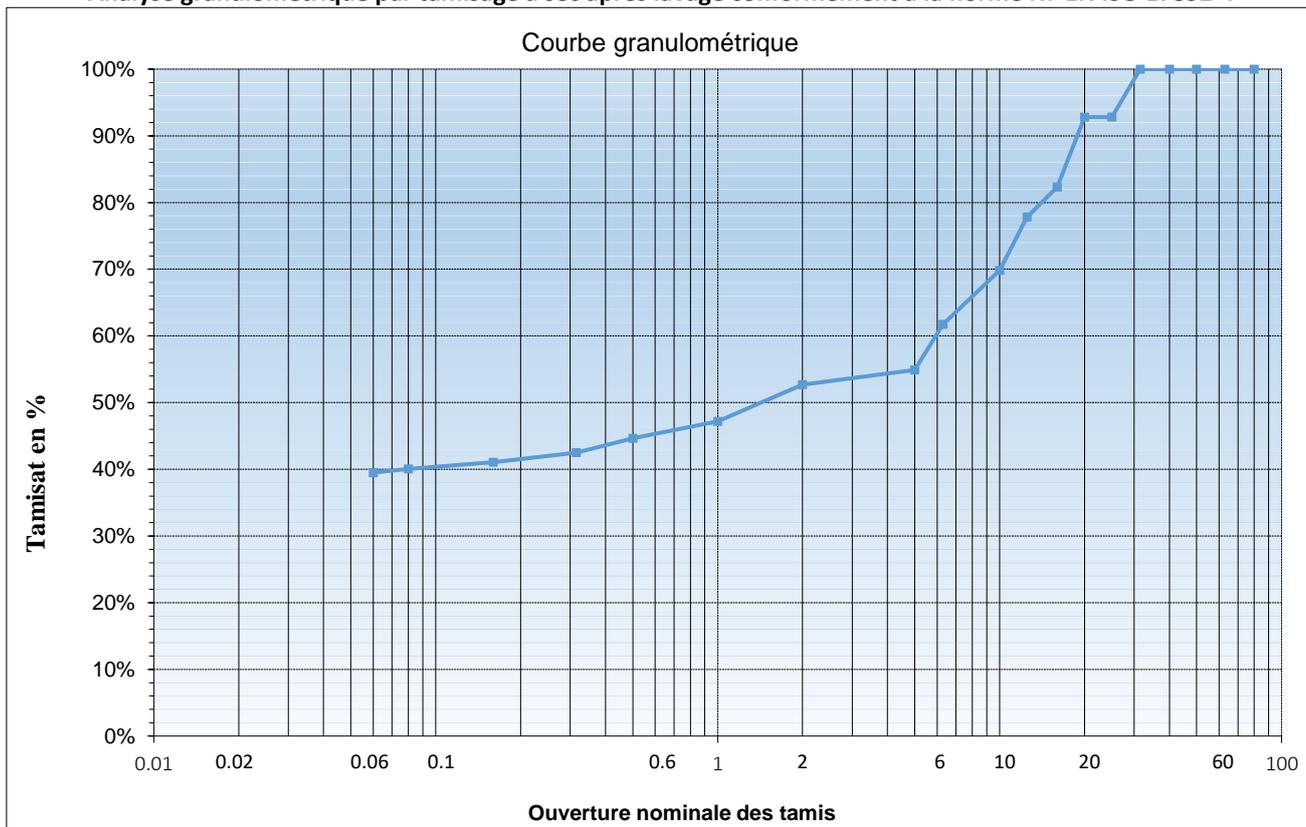
N° Echantillon	$W_{naturelle}$
S28836	23.5

PROCES VERBAL D'ESSAIS

Détermination de la distribution granulométrie des particules

<p>Client : ATLAS GEOTECHNIQUE Affaire : 230731 Date : 22/01/2024 Site : 94380 BONNEUIL SUR SEINE P.A des Petits Carreaux</p>	<p>Echantillon : S28836 Sondage : F5 Profondeur : 0.40 - 1.10 m Description visuelle du matériau : <i>Argile sableuse marron-verdâtre</i></p>
---	---

Analyse granulométrique par tamisage à sec après lavage conformément à la norme NF EN ISO 17892-4



Tamis d (mm)	0.06	0.08	0.16	0.315	0.5	1	2	5	6.3	10	12.5	16
Passant %	39.5	40.0	41.0	42.5	44.7	47.2	52.7	54.9	61.7	69.8	77.8	82.3
Tamis d (mm)	20	25	31.5	40	50	63	80					
Passant %	92.8	92.8	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0					

d10 (mm)	/	d50 (mm)	1.51	Dmax (mm)	31.5	Teneur en eau (%)	
d15 (mm)	/	d60 (mm)	5.97	Coefficient Courbure (Cc)	/	23.54	
d30 (mm)	/	d90 (mm)	22.60	Coefficient d'Uniformité (Cu)	/		

RINCENC BTP IDF NORD
 Raison sociale : LAB DIAG

14 rue de la perdrix
 ZI Paris Nord - Lot 117/118
 95934 Roissy CDG Cedex
 Tél : 01.49.89.29.94
 Sarl au capital de 80 000 €
 R.C.S Bobigny 819 155 383

Lynda MADIYOU
 Technicienne laboratoire

Raphaël DA CONCEICAO
 Directeur IDF Nord

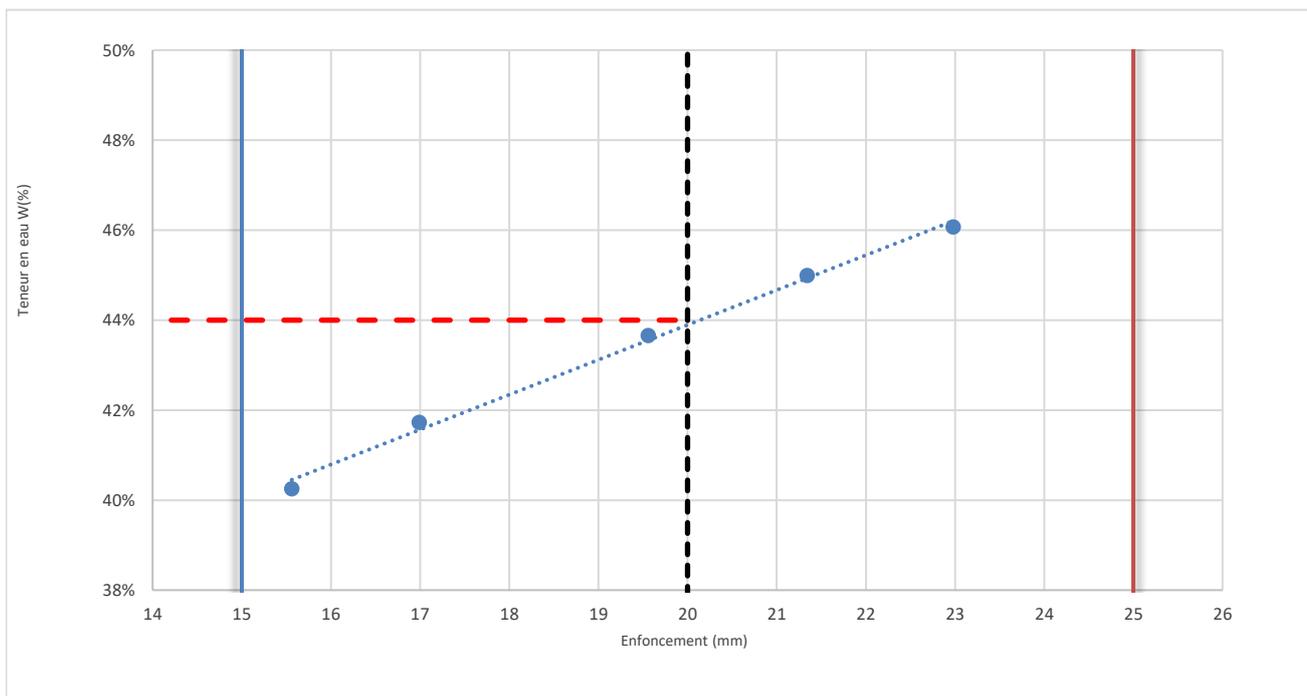
PROCES VERBAL D'ESSAIS

Détermination des limites d'Atterberg, limites de liquidité et de plasticité d'un sol

<p>Client : ATLAS GEOTECHNIQUE Affaire : 230731 Date : 22/01/2024 Site : 94380 BONNEUIL SUR SEINE P.A des Petits Carreaux</p>	<p>Echantillon : S28836 Sondage : F5 Profondeur : 0.40 - 1.10 m Description visuelle du matériau : <i>Argile sableuse marron-verdâtre</i></p>
---	---

Limite de liquidité -méthode au cône- et limite de plasticité au rouleau selon la norme NF EN ISO 17892-12

Mesure N°	Limite de Liquidité					Limite de plasticité		
	1	2	3	4	5	6	7	Moy.
Enfoncement (mm)	15.56	16.99	19.56	21.34	22.98			
Teneur en eau w(%)	40.25	41.73	43.66	44.99	46.07	21.40	21.88	21.64



N° Echan.	Tener en eau naturelle	Limite de liquidité	Limite de plasticité	Indice de plasticité	Indice de consistance
	W_n	W_l	W_p	I_p	I_c
S28836	23.5	44.0	21.6	22.4	0.92

RINCENT BTP IDF NORD

Raison sociale : LAB DIAG

14 rue de la perdrix

ZI Paris Nord - Lot 117/118

95934 Roissy CDG Cedex

Tél : 01.49.89.29.94

Sarl au capital de 80 000 €

R.C.S Bobigny 819 155 383

Lynda MADIOU
Technicienne laboratoire

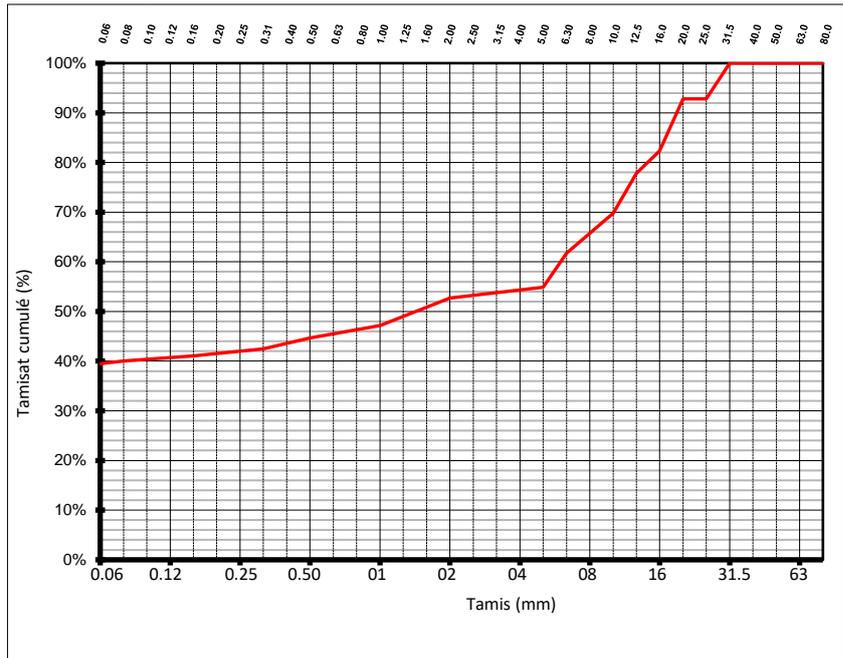
Raphaël DA CONCEICAO
Directeur IDF Nord

PROCES VERBAL D'ESSAIS

Identification et classification GTR selon NF P 11-300 et le guide GTR 2023

<p>Client : ATLAS GEOTECHNIQUE Affaire : 230731 Date : 22/01/2024 Site : 94380 BONNEUIL SUR SEINE P.A des Petits Carreaux</p>	<p>Echantillon : S28836 Sondage : F5 Profondeur : 0.40 - 1.10 m Description visuelle du matériau : <i>Argile sableuse marron-verdâtre</i></p>
---	---

Tamis (mm)	Tamisé cumulé (%)	Caractérisation de la granulométrie	
80	100%		
50	100%	D ₁₀ (mm)	/
31.5	100%	D ₁₅ (mm)	/
20	93%	D ₃₀ (mm)	/
10	70%	D ₅₀ (mm)	1.51
5	55%	D ₆₀ (mm)	5.97
2	53%	D ₉₀ (mm)	22.60
0.5	45%	C _c	/
0.16	41%	C _u	/
0.08	40%	D _{max} (mm)	32
0.06	39%		



Argilosité		
Essai	Norme	valeur
Equivalent de sable (Es)	NF EN 933-8+A1	
Valeur de bleu VBs	NF P 94-068	
Indice de plasticité Ip	NF EN ISO 17892-12	22.4
Indice consistance (Ic)		0.92

Comprtement hydrique		
Essai	Norme	valeur
Teneur en eau (Wn)	ISO 17892-1	23.5%
Teneur en eau à l'optimum Proctor (W _{OPN})	NF P 94-093	
Densité sèche à l'optimum Proctor (γ _{OPN})		
Indice portant immédiat (IPI)	NF P 94-078	

Comportement mécanique		
Essai	Norme	valeur
Los Angeles LA	NF EN 1097-2	
Micro deval MDE	NF EN 1097-1	
Friabilité de sable (FS)	NF P 18-576	
fragmentabilité FR	NF P94-0669	
dégradabilité DG	NF P94-067	

Paramètres physiques		
Essai	Norme	valeur
Masse volumique	NF P94-064	
Eléments solubles (NaCl)	NF EN 1744-1	
Matières organiques (MO)		
Sulfates (SO ₄)		
Teneur en Chlorure (Cl)		

Nature (à titre indicatif)	
Sables fins argileux, limons, argiles et marnes peu plastiques, arènes...	

Classe du matériau selon	
Norme NF P11-300	A2h
Guide GTR 2023	F3h

RINCENT BTP IDF NORD
 Raison sociale : LAB DIAG

14 rue de la perdrix
 ZI Paris Nord - Lot 117/118
 95934 Roissy CDG Cedex
 Tél : 01.49.89.29.94
 Sarl au capital de 80 000 €
 R.C.S Bobigny 819 155 383

Lynda MADIOU
 Technicienne laboratoire

Raphaël DA CONCEICAO
 Directeur IDF Nord

PROCES VERBAL D'ESSAIS

Photographies des échantillons

Client : ATLAS GEOTECHNIQUE Affaire : 230731 Date : 22/01/2024 Site : 94380 BONNEUIL SUR SEINE P.A des Petits Carreaux	Echantillon : S28836 Sondage : F5 Profondeur : 0.40 - 1.10 m Description visuelle du matériau : <i>Argile sableuse marron-verdâtre</i>
--	--



RINCENT BTP IDF NORD

Raison sociale : LAB DIAG

14 rue de la perdrix

ZI Paris Nord - Lot 117/118

95934 Roissy CDG Cedex

Tél : 01.49.89.29.94

Sarl au capital de 80 000 €

R.C.S Bobigny 819 155 383

Lynda MADIOU
Technicienne laboratoire

Raphaël DA CONCEICAO
Directeur IDF Nord



PROCES-VERBAL D'ESSAIS

Identification et classification GTR

SUIVANT LA NORME NF P 11-300

Nom de l'Affaire : 230731
Ville : 94380 BONNEUIL SUR SEINE
Adresse : P.A des Petits Carreaux
Client : ATLAS GEOTECHNIQUE
Contact : SAHED Yacine
Mail : y.sahed@atlasgeo-dz.com
Nombre d'essais : 1
Date de réception : 22/01/2024
Date d'essais : Du 22 au 24/01/2024

RINCENT BTP IDF NORD

Raison sociale : LAB DIAG
14, Rue de la PERDRIX
Z.I. Paris Nord II, Lot 117/118
95934 Roissy CDG Cedex
Tél : 01.49.89.29.94
Fax: 01.60.87.21.20

Le présent Procès-Verbal d'essais comporte 6 pages. Sauf autorisation préalable, il n'est utilisable à des fins commerciales ou publicitaires, qu'en reproduction intégrale. Les résultats obtenus ne sont pas généralisables sans justification de la représentativité des essais.

PROCES VERBAL D'ESSAIS

Détermination de la teneur en eau pondérale des matériaux

Client : ATLAS GEOTECHNIQUE Affaire : 230731 Date : 22/01/2024 Site : 94380 BONNEUIL SUR SEINE P.A des Petits Carreaux	Echantillon : S28837 Sondage : F6 Profondeur : 0.70 - 1.30 m Description visuelle du matériau : <i>Grave sableuse noirâtre</i>
--	--

Méthode par étuvage selon la norme NF EN ISO 17892-1

Teneur en eau W_{nat}	
Masse de la tare (g)	214.65
Masse totale humide (g)	1968.13
Masse totale sèche (g)	1722.82
Teneur en eau (%)	16.27

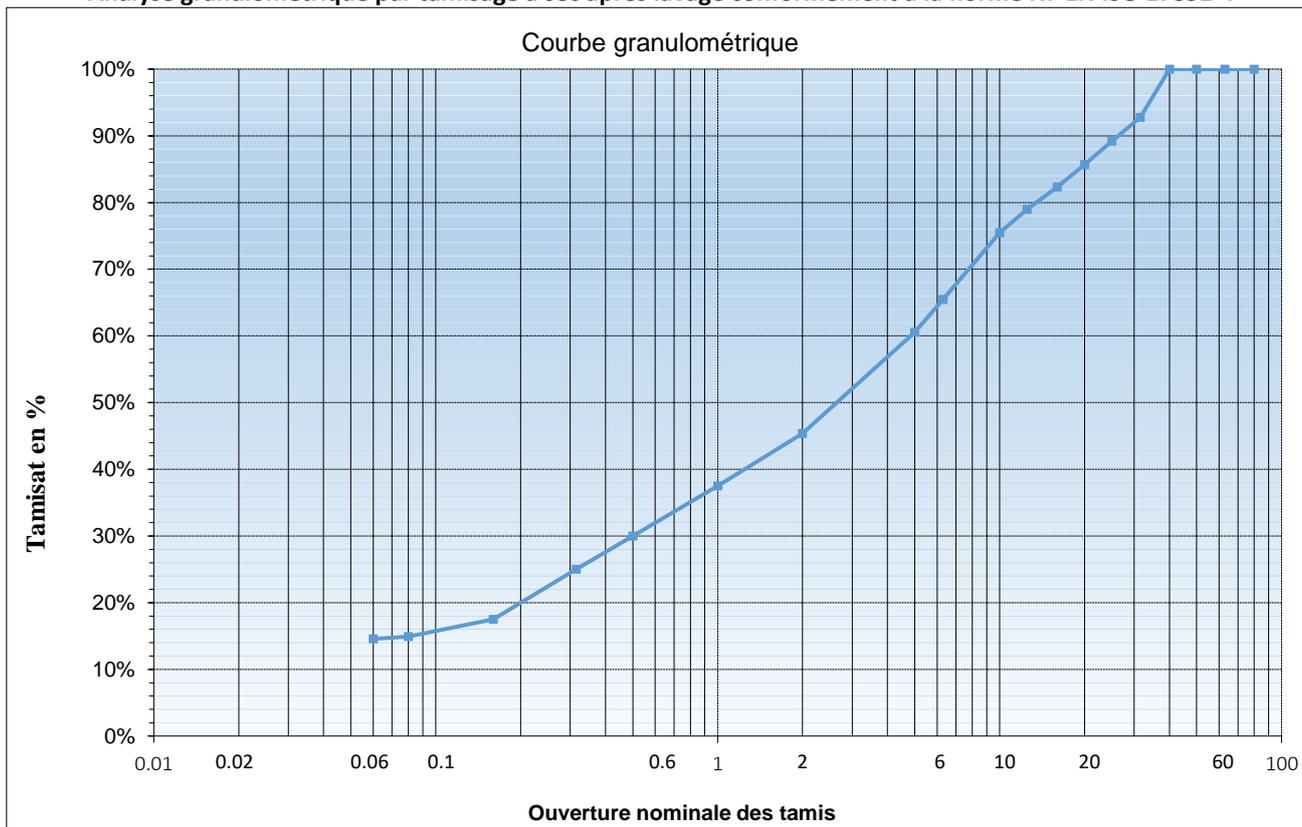
N° Echantillon	$W_{naturelle}$
S28837	16.3

PROCES VERBAL D'ESSAIS

Détermination de la distribution granulométrie des particules

<p>Client : ATLAS GEOTECHNIQUE Affaire : 230731 Date : 22/01/2024 Site : 94380 BONNEUIL SUR SEINE P.A des Petits Carreaux</p>	<p>Echantillon : S28837 Sondage : F6 Profondeur : 0.70 - 1.30 m Description visuelle du matériau : <i>Grave sableuse noirâtre</i></p>
---	---

Analyse granulométrique par tamisage à sec après lavage conformément à la norme NF EN ISO 17892-4



Tamis d (mm)	0.06	0.08	0.16	0.315	0.5	1	2	5	6.3	10	12.5	16
Passant %	14.6	14.9	17.5	25.0	30.0	37.5	45.4	60.6	65.4	75.5	79.0	82.3
Tamis d (mm)	20	25	31.5	40	50	63	80					
Passant %	85.7	89.2	92.8	100.0	100.0	100.0	100.0					

d10 (mm)	0.06	d50 (mm)	2.92	Dmax (mm)	40	Teneur en eau (%)
d15 (mm)	0.08	d60 (mm)	4.89	Coefficient Courbure (Cc)	0.85	
d30 (mm)	0.50	d90 (mm)	26.46	Coefficient d'Uniformité (Cu)	81.49	
						16.27

RINCENC BTP IDF NORD
 Raison sociale : LAB DIAG

14 rue de la perdrix
 ZI Paris Nord - Lot 117/118
 95934 Roissy CDG Cedex
 Tél : 01.49.89.29.94
 Sarl au capital de 80 000 €
 R.C.S Bobigny 819 155 383

Lynda MADIOU
 Technicienne laboratoire

Raphaël DA CONCEICAO
 Directeur IDF Nord

PROCES VERBAL D'ESSAIS

Mesure de la capacité d'adsorption de bleu de méthylène d'un sol ou d'un matériau rocheux

<p>Client : ATLAS GEOTECHNIQUE Affaire : 230731 Date : 22/01/2024 Site : 94380 BONNEUIL SUR SEINE P.A des Petits Carreaux</p>	<p>Echantillon : S28837 Sondage : F6 Profondeur : 0.70 - 1.30 m Description visuelle du matériau : <i>Grave sableuse noirâtre</i></p>
---	---

Détermination de la valeur de bleu de méthylène par l'essai à la tache selon la norme NF P94-068

Détermination de la teneur en eau pondérale D<5mm (NF EN ISO 17892-1)		Fractions granulométriques (NF EN ISO 17892-4)		Détermination de la VBS (NF P94-068)	
Masse de la tare (g)	36.09	Fraction 0/5	61%	Masse d'échantillon humide (g)	93.52
Masse totale humide (g)	168.11	Fraction 0/50	100%	Volume de bleu de méthylène à 10g/l injecté (ml)	50
Masse totale sèche (g)	147.09	Rapport granulométrique 5/50	0.61	VBS Dsup à 5mm	0.39
Teneur en eau (%)	18.94				

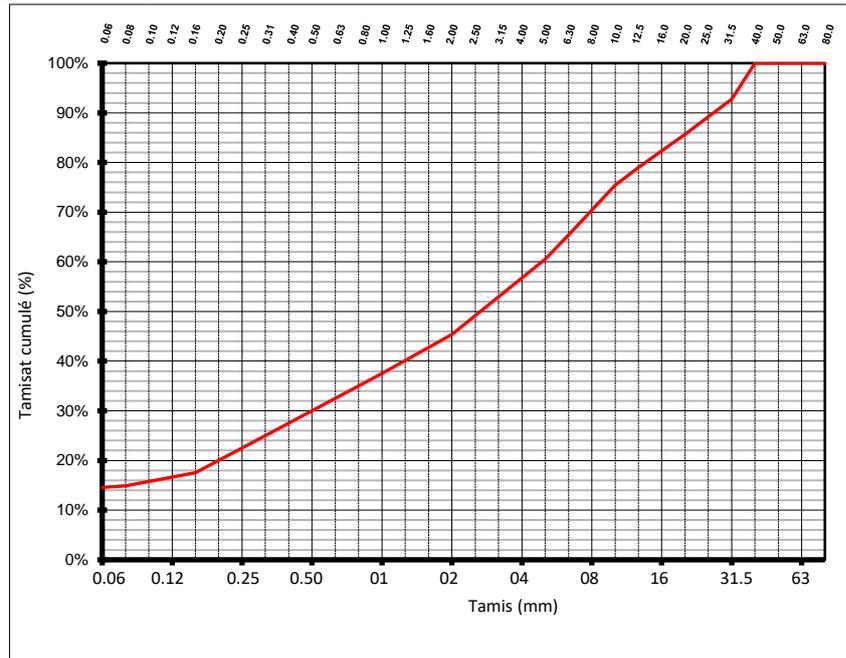
Valeur VBS 0/50mm :	0.39
---------------------	-------------

PROCES VERBAL D'ESSAIS

Identification et classification GTR selon NF P 11-300 et le guide GTR 2023

Client : ATLAS GEOTECHNIQUE Affaire : 230731 Date : 22/01/2024 Site : 94380 BONNEUIL SUR SEINE P.A des Petits Carreaux	Echantillon : S28837 Sondage : F6 Profondeur : 0.70 - 1.30 m Description visuelle du matériau : Grave sableuse noirâtre
--	---

Tamis (mm)	Tamisat cumulé (%)	Caractérisation de la granulométrie	
80	100%		
50	100%	D ₁₀ (mm)	0.06
31.5	93%	D ₁₅ (mm)	0.08
20	86%	D ₃₀ (mm)	0.50
10	75%	D ₅₀ (mm)	2.92
5	61%	D ₆₀ (mm)	4.89
2	45%	D ₉₀ (mm)	26.46
0.5	30%	C _c	0.85
0.16	18%	C _u	81.49
0.08	15%	D _{max} (mm)	40
0.06	15%		



Argilosité		
Essai	Norme	valeur
Equivalent de sable (Es)	NF EN 933-8+A1	
Valeur de bleu VBs	NF P 94-068	0.39
Indice de plasticité Ip	NF EN ISO 17892-12	
Indice consistance (Ic)		

Comportement mécanique		
Essai	Norme	valeur
Los Angeles LA	NF EN 1097-2	
Micro deval MDE	NF EN 1097-1	
Friabilité de sable (FS)	NF P 18-576	
fragmentabilité FR	NF P94-0669	
dégradabilité DG	NF P94-067	

Nature (à titre indicatif)	
Graves silteuses ou argileuses (peu argileuses) d'origine alluvionnaire, rocheuse... Granulométrie étalée	

Comprtement hydrique		
Essai	Norme	valeur
Teneur en eau (Wn)	ISO 17892-1	16.3%
Teneur en eau à l'optimum Proctor (W _{OPN})	NF P 94-093	
Densité sèche à l'optimum Proctor (γ _{OPN})		
Indice portant immédiat (IPI)	NF P 94-078	

Paramètres physiques		
Essai	Norme	valeur
Masse volumique	NF P94-064	
Eléments solubles (NaCl)	NF EN 1744-1	
Matières organiques (MO)		
Sulfates (SO ₄)		
Teneur en Chlorure (Cl)		

Classe du matériau selon	
Norme NF P11-300	B5
Guide GTR 2023	G3

RINCENT BTP IDF NORD
Raison sociale : LAB DIAG

14 rue de la perdrix

ZI Paris Nord - Lot 117/118

95934 Roissy CDG Cedex

Tél : 01.49.89.29.94

Sarl au capital de 80 000 €

R.C.S Bobigny 819 155 383

Lynda MADIOU

Technicienne laboratoire

Raphaël DA CONCEICAO

Directeur IDF Nord

PROCES VERBAL D'ESSAIS

Photographies des échantillons

Client : ATLAS GEOTECHNIQUE Affaire : 230731 Date : 22/01/2024 Site : 94380 BONNEUIL SUR SEINE P.A des Petits Carreaux	Echantillon : S28837 Sondage : F6 Profondeur : 0.70 - 1.30 m Description visuelle du matériau : <i>Grave sableuse noirâtre</i>
--	--



RINCENT BTP IDF NORD

Raison sociale : LAB DIAG

14 rue de la perdrix

ZI Paris Nord - Lot 117/118

95934 Roissy CDG Cedex

Tél : 01.49.89.29.94

Sarl au capital de 80 000 €

R.C.S Bobigny 819 155 383

Lynda MADIOU
Technicienne laboratoire

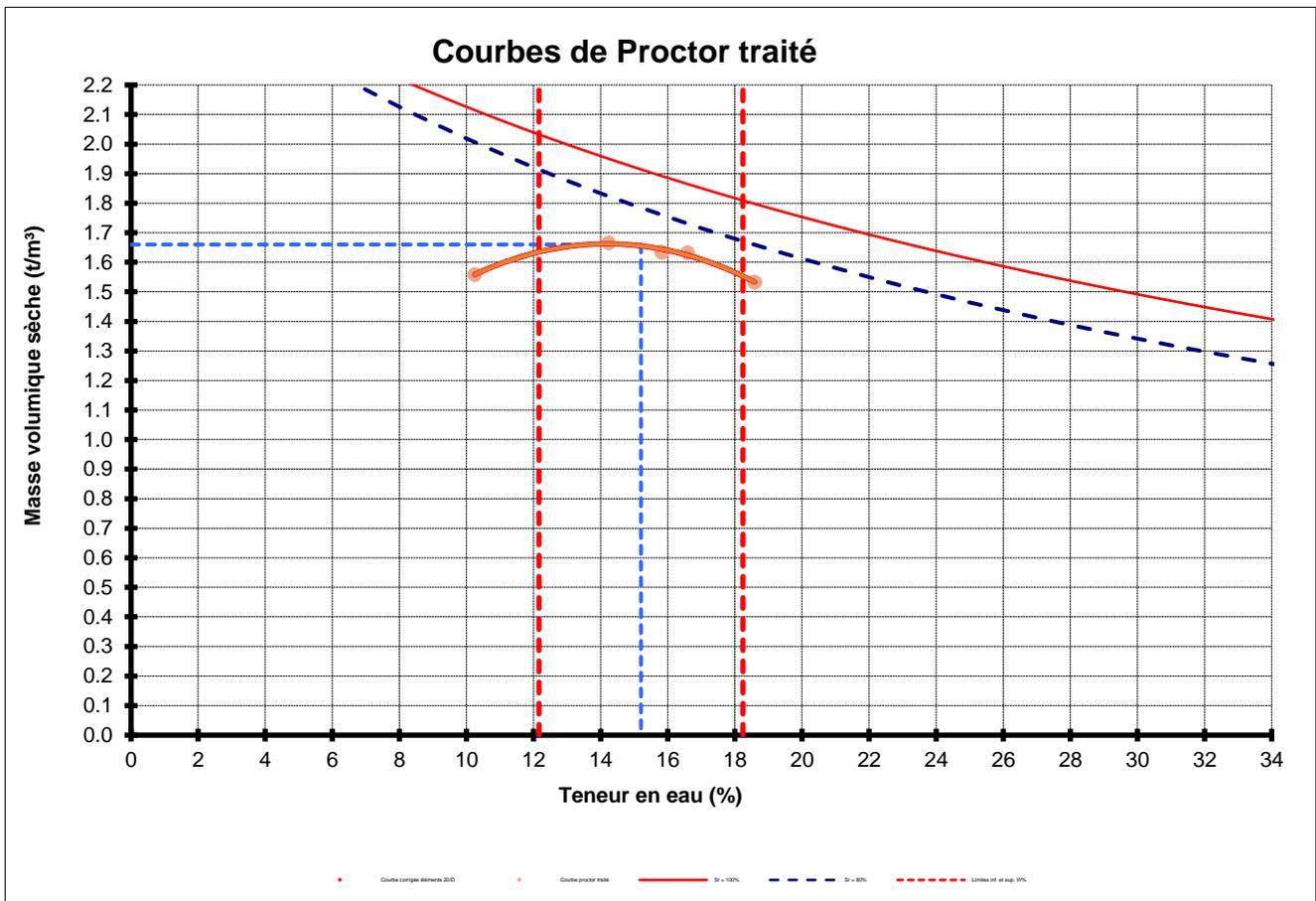
Raphaël DA CONCEICAO
Directeur IDF Nord

PROCÈS VERBAL D'ESSAI

Détermination des références de compactage d'un matériau

Essai Proctor normal suivant la norme NF P 94-093

Client : ATLAS GEOTECHNIQUE	Echantillon : S28833
Affaire : 230731	Sondage : F1 / A1
Date : 22/01/2024	Profondeur : 0.50 - 2.30 m
Adresse : 94380 BONNEUIL SUR SEINE	Traitement : 1 %CaO + 7 % CEMII 32.5
P.A des Petits Carreaux	Description visuelle du matériau : <i>Remblai de sable marneux légèrement graveleux marron-brun</i>



Résultats :

W_{OPN}	15.2 %
$\rho_{d, OPN}$	1.66 t/m ³

Refus à 20 mm : **0%**
 Moule utilisé : **Proctor**
 Classe GTR : **F1 / A1**

PROCÈS VERBAL D'ESSAI

Essai d'évaluation de l'aptitude d'un matériau au traitement

Suivant la norme NF P 94-100

Client : ATLAS GEOTECHNIQUE	Échantillon : S28833
Affaire : 230731	Sondage : F1 / A1
Date : 22/01/2024	Profondeur : 0.50 - 2.30 m
Adresse : 94380 BONNEUIL SUR SEINE P.A des Petits Carreaux	Description visuelle du matériau : <i>Remblai de sable marneux légèrement graveleux marron-brun</i>

CARACTÉRISTIQUES DU MÉLANGE

Teneur en eau naturelle (W _n)	15.8%	Moule utilisé	Moule Proctor	Fraction utilisée	0/5
Classification GTR (NF P 11-300)	F1/A1				
Nature des produits de traitement	Chaux	Dosages	1.0%	Temps de cure	1H
	Ciment		7.0%		15min
Références Proctor (NF P 94-093)		Teneur en eau W _{OPN}		15.2 %	
		Masse volumique sèche ρ _{d OPN}		1.66 g/cm ³	

MESURE DU GONFLEMENT VOLUMIQUE

Confection des éprouvettes	Éprouvette	1	2	3	Moyenne
		Teneur en eau	15.3%	15.3%	15.3%
	Masse volumique apparente/humide (t/m ³)	1.86	1.85	1.86	1.86
Diamètre = 5 cm Hauteur = 5 cm	Volume initial avant immersion V _i (cm ³)	99.20	99.20	99.06	99.15
	Volume final après 7j d'immersion V _f (cm ³)	102.78	102.97	102.19	102.65
Gonflement volumique	Mesuré après 7 jours d'immersion (Gv %)	3.62%	3.80%	3.16%	3.53%

CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES (RÉSISTANCE A LA TRACTION INDIRECTE, Norme NF EN 13286 - 42)

La vitesse de compression est de 0.02MPa/s	Eprouvette	1'	2'	3'	Moyenne
	Masse volumique apparente/humide (t/m ³)	1.94	1.91	1.94	1.93
	Résistance en traction indirecte R _{it} (MPa)	0.3024	0.3257	0.3359	0.3214

RESULTATS ET SEUILS

APTITUDE DU MATÉRIAU AU TRAITEMENT

Gv = 3.53% < 5 %	Adapté
R _{it} = 0.3214 > 0.2 MPa	

Villepinte, le : 05/02/2024

N° Document : N24.0032

N° Affaire : N24.0032-PV-004A

PHOTOGRAPHIES DES ECHANTILLONS



RINCENT BTP IDF NORD

Raison sociale : LAB DIAG

14 rue de la Perdrix
Z.I.Paris Nord II, lot 117/118
95934 ROISSY CDG Cedex
Tél: 01.49.89.29.94
Fax: 01.60.87.21.20

SARL au capital de 80 000 €
R.C.S Bobigny 819 155 383

Zoubir AIT OUGUENI
Ingénieur Géologue

Raphaël DA CONCEICAO
Directeur IDF Nord

Tableau 1 — Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : Étude géotechnique préalable (G1)		Étude géotechnique préalable (G1) Phase Étude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Étude préliminaire, esquisse, APS	Étude géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Étude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	PRO	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	DCE/ACT	Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCE / ACT		Consultation sur le projet de base / Choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Études géotechniques de réalisation (G3/G4)		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

Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique

<p>L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.</p>
<p>ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)</p> <p>Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases :</p> <p><u>Phase Étude de Site (ES)</u></p> <p>Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.</p> <ul style="list-style-type: none"> — Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'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. <p><u>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> — Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).
<p>ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)</p> <p>Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases :</p> <p><u>Phase Avant-projet (AVP)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> — Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des 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. <p><u>Phase Projet (PRO)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site.</p> <ul style="list-style-type: none"> — Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisnants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités. <p><u>Phase DCE / ACT</u></p> <p>Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.</p> <ul style="list-style-type: none"> — Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel). — Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

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

ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)

ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

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

Phase Étude

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

Phase Suivi

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

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

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

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

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

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