

Client :



CONSTRUCTION D'UN DATA CENTER

Adresse du projet :

8 avenue Morane Saulnier
78140 VELIZY VILLACOUBLAY

RAPPORT GEOTECHNIQUE – MISSION G2 AVP + PRO

Date	Affaire	Pièce	Ind.	Rédacteur	Contrôle	Commentaire
30/04/2024	240197	1	1	S. MEREL	M. BELMOKHTAR	Première diffusion.
09/07/2024			2	S. MEREL	M. BELMOKHTAR	Ajout des essais laboratoire.

SOMMAIRE :

1. CADRE DE L'AFFAIRE	3
1.1. Projet.....	3
1.2. Descentes de charges.....	4
1.3. Mission Géotechnique confiée.....	4
1.4. Reconnaissance géotechnique.....	4
1.5. Documents transmis	5
2. CADRE GEOTECHNIQUE DU SITE	6
2.1. Zone d'Influence Géotechnique (ZIG).....	6
2.2. Cadre Géologique.....	6
2.3. Cadre Géomorphologique	7
2.4. Cadre Hydrogéologique	7
2.5. Recensement des aléas naturels et anthropiques.....	7
2.6. Étude historique du site.....	9
3. RESULTATS DES RECONNAISSANCES	10
3.1. Lithologie.....	10
3.2. Caractéristiques mécaniques.....	10
3.3. Présence d'eau	12
3.4. Essais de Perméabilité.....	13
3.5. Essais laboratoire.....	14
4. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS.....	16
4.1. Synthèse du contexte géotechnique	16
4.2. Plateforme générale chantier	16
4.3. Fondations.....	18
4.4. Dallage	22
4.5. Voirie.....	23
5. ALEAS ET RISQUES IDENTIFIES	25
DISPOSITIONS GENERALES ET CONDITIONS D'UTILISATION	26
ANNEXES	27

1. CADRE DE L'AFFAIRE

1.1. Projet

Le projet consiste en la réalisation d'un data center en partie sud de la parcelle cadastrale n°444, située au 8, avenue Morane Saulnier à VELIZY VILLACOUBLAY (78). Il se traduit par la construction d'un bâtiment de type R+2 sans sous-sol, des voiries d'accès pour Véhicules Légers (VL) et poids Lourds (PL), ainsi que des places de stationnement.

La cote du dallage définitif a été calée à 168,2 NGF, soit une plateforme VRD calée vers 168,0 NGF (à confirmer). Sur la base du nivellement de nos sondages, l'adaptation du projet au terrain nécessitera de faibles mouvements de terres de l'ordre de 0,3 m en déblais et en remblais. Toutefois, localement les hauteurs de terrassement pourraient être plus importantes. Il conviendra de vérifier cette information à l'aide d'un plan de déblai / remblai.

Lors de notre intervention, l'emprise du projet était libre de toute construction. Cependant, un bâtiment était présent au droit de la parcelle jusqu'entre 2011 et 2014 où il a été démoli.

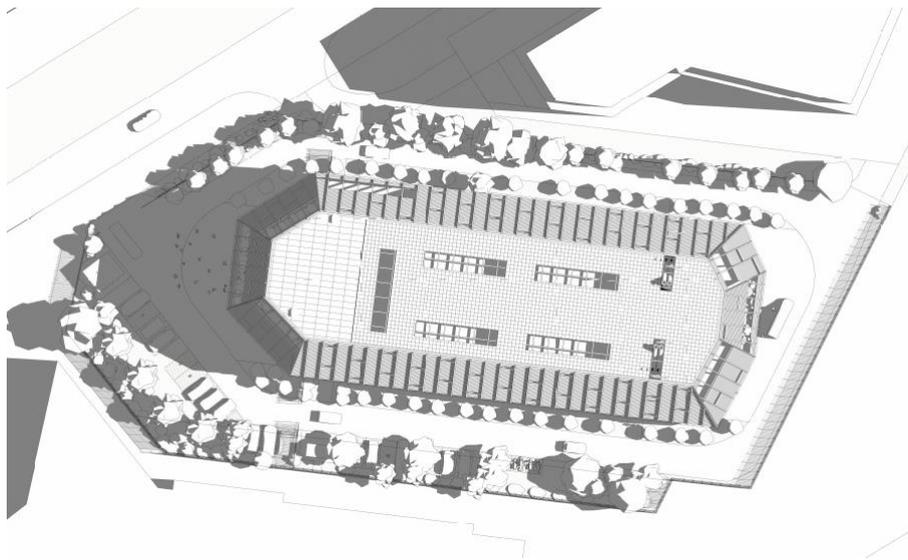


Figure 1 – Extrait du plan du RDC

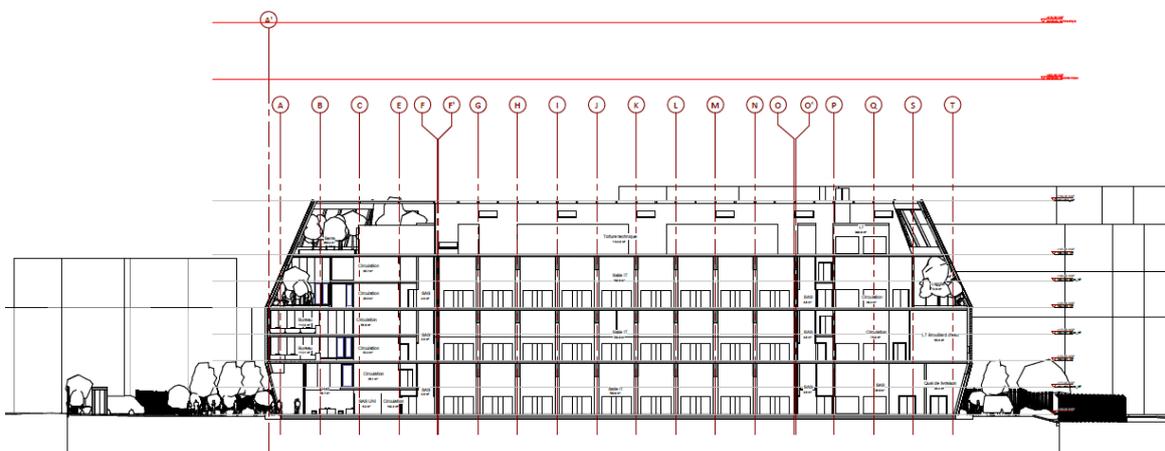


Figure 2 – Extrait de la coupe du projet

1.2. Descentes de charges

D'après le BET Structure EGIS, les charges ponctuelles à l'ELS caractéristique seraient comprises entre 207 et 631 t. Des efforts horizontaux seront à prendre en compte au niveau des appuis de rive.

La charge répartie sur le dallage serait égale à 2 t/m².

Concernant la classe de trafic, on fera l'hypothèse d'une classe TC0 à TC1.

1.3. Mission Géotechnique confiée

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

La mission G2 AVP 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.

La mission G2 PRO a pour but d'établir les données nécessaires à la conception d'un ouvrage géotechnique pour l'établissement du Dossier de Consultation des Entreprises (DCE).

Ces missions s'appuient sur la définition, la réalisation et le suivi d'un programme d'investigations, détaillé dans le paragraphe suivant.

1.4. Reconnaissance géotechnique

• Programme des investigations géotechniques

Dans le cadre de cette étude, nous avons réalisé, du 26/01 au 03/02/2023, les travaux suivants :

- ✓ 7 sondages pressiométriques dont 5 menés à 10,0 m de profondeur (SP2 et SP3, SP5 à SP7) et 2 menés à 20,0 m de profondeur (SP1 et SP4) avec enregistrements numériques des paramètres de forage,
- ✓ 54 essais pressiométriques répartis dans les sondages SP_(i) précédents, tous les 1,0 / 1,5 m,
- ✓ Les sondages SP2 et SP6 ont été équipés d'un tube PVC crépiné pour une mesure ponctuelle du niveau d'eau,
- ✓ 6 sondages pénétrométriques menés entre 2,9 et 5,4 m de profondeur (P1 à P6),
- ✓ 3 sondages à la tarière mécanique menés à 2,0 m de profondeur (ST1 à ST3),
- ✓ 2 essais de perméabilité réalisés au sein des sondages à la tarière mécanique ST1 et ST2,
- ✓ Mesure du niveau d'eau en fin de chantier et une mesure complémentaire effectuée le 16/04/2024,
- ✓ Essais de laboratoire :
 - 4 essais d'identifications GTR (granulométrie, VBS, teneur en eau),
 - 4 mesures de la teneur en sulfates et en matières organiques.

• Matériel et supports utilisés

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

- ✓ Sondeuse de marque COMMACHIO de type GEO 205,

- ✓ 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**

Nos sondages ont été nivelés avec un GPS Trimble R10. Ci-dessous les coordonnées X-Y (en CC49) et l'altitude Z (en NGF) des sondages relevés :

Sondages	X (m)	Y (m)	Cote (NGF)	Profondeur (m)
SP1	1642095,621	8176043,387	168,1	20,0
SP2+PZ	1642107,902	8176075,593	167,5	10,0
SP3	1642117,621	8176054,938	167,7	10,0
SP4	1642145,250	8176071,206	167,9	20,0
SP5	1642158,602	8176054,094	168,1	10,0
SP6+PZ	1642179,399	8176058,355	167,7	10,0
SP7	1642132,870	8176038,224	168,0	10,0
P1	1642097,227	8176060,878	167,7	2,9
P2	1642126,107	8176074,955	167,8	4,7
P3	1642136,006	8176055,413	168,0	3,7
P4	1642165,912	8176069,807	168,0	5,4
P5	1642161,991	8176037,083	168,2	3,3
P6	1642113,297	8176041,510	168,0	2,9
ST1	1642087,519	8176053,710	168,2	2,0
ST2	1642138,098	8176077,403	167,8	2,0
ST3	1642123,270	8176033,793	168,1	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

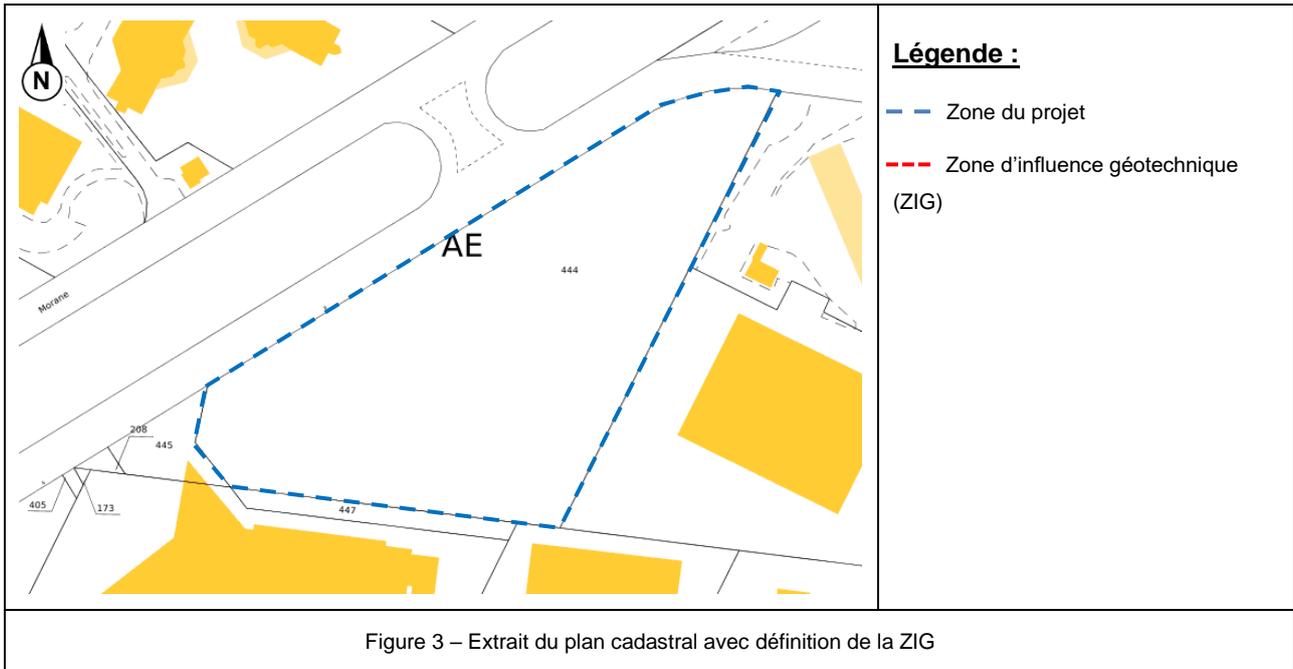
Pour la réalisation de la présente étude, le Maître d'Ouvrage nous a transmis les documents suivants :

- ✓ Plan de masse du projet à l'échelle 1/250^{ème} daté du 22/04/2024,
- ✓ Coupe transversale et longitudinale du projet à l'échelle 1/250^{ème} datées du 22/04/2024,
- ✓ Plans du RDC, R+1 et R+2 à l'échelle 1/250^{ème} datés du 26/04/2024,

2. CADRE GÉOTECHNIQUE DU SITE

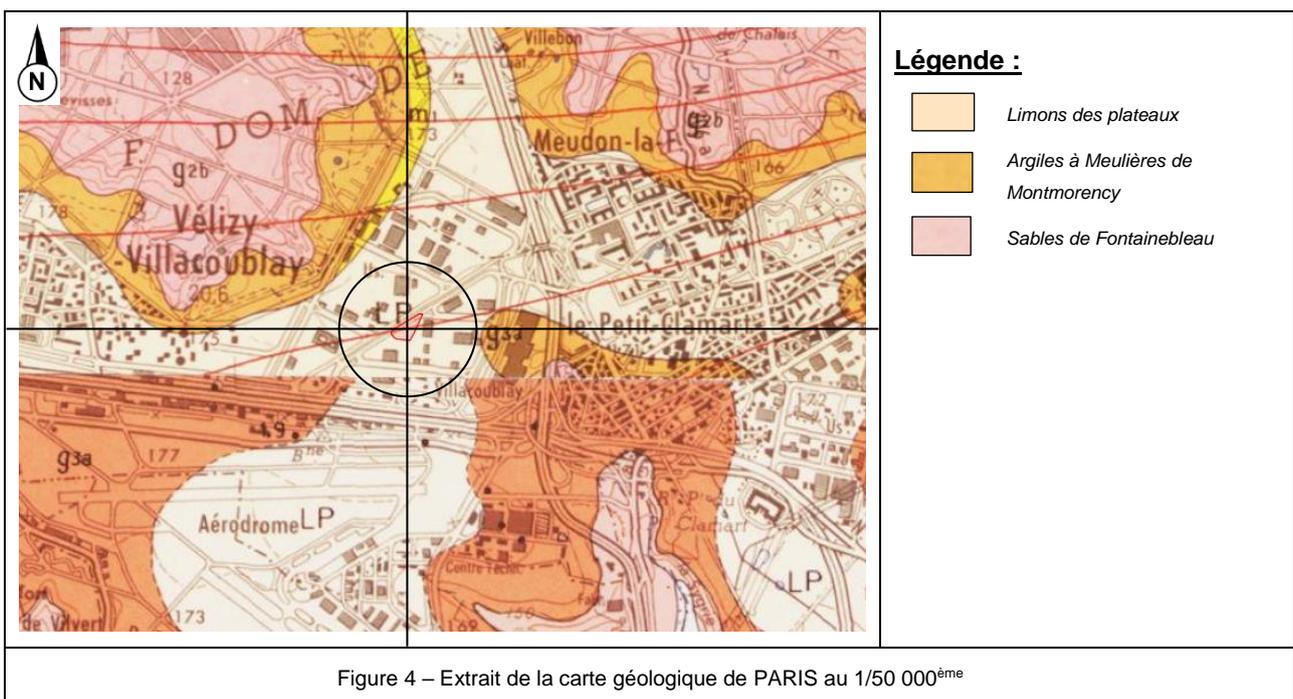
2.1. Zone d'Influence Géotechnique (ZIG)

Le projet sera réalisé dans un secteur peu urbanisé. Les constructions existantes et futures, seraient assez éloignées et ne sont donc pas considérées dans la ZIG. Cependant, une attention particulière sera apportée afin de ne pas déstabiliser les éventuelles structures et ouvrages mitoyens en limite de propriété (voiries, clôtures, 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 PARIS.



Ainsi, le site présenterait la succession lithologique suivante :

- ✓ *Limons des Plateaux,*
- ✓ *Argiles à Meulière de Montmorency,*
- ✓ *Sables de Fontainebleau.*

2.3. Cadre Géomorphologique

Le site se trouve au centre de la commune de VELIZY VILLACOUBLAY, en contexte général de plateau. D'après le nivellement de nos sondages, le terrain est relativement plat, avec des côtes altimétriques comprises entre 168,2 et 167,5 NGF, soit un dénivelé de 0,7 m entre le sondage le plus haut et le plus bas réalisés.

2.4. Cadre Hydrogéologique

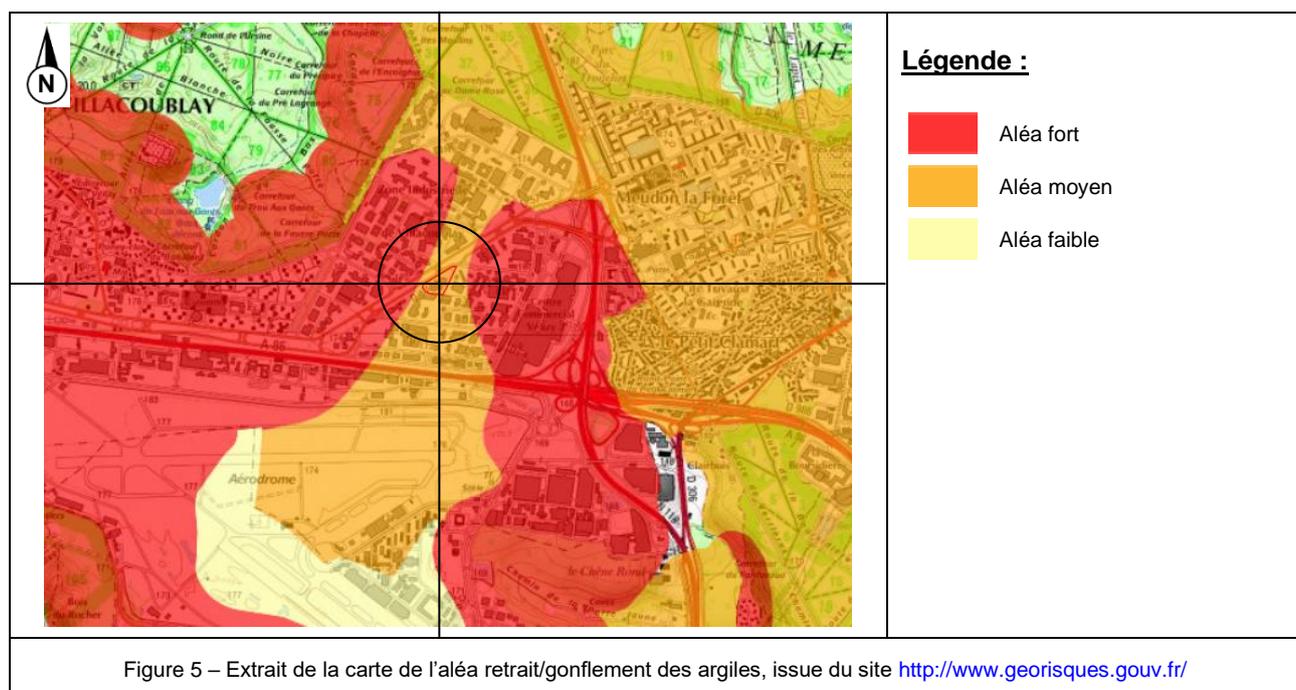
La première nappe qui pourrait être traversée, au droit du secteur, serait la nappe de l'*Oligocène* recelée dans les *Sables de Fontainebleau*. Celle-ci serait située assez en profondeur dans le secteur.

D'autre part, des circulations d'eau anarchiques d'infiltration et/ou de ruissellement sont susceptibles de se produire au sein des horizons supérieurs, notamment en périodes pluvieuses.

2.5. Recensement des aléas naturels et anthropiques

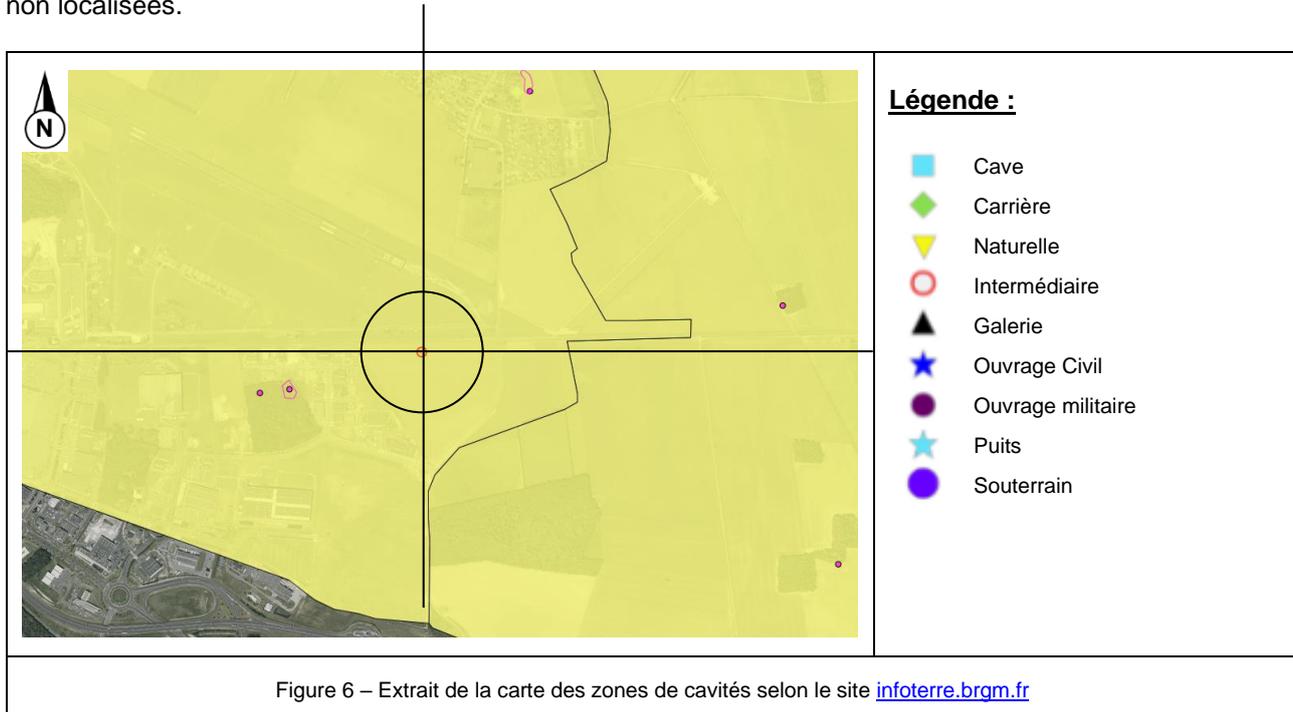
- **Retrait / gonflement des argiles**

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



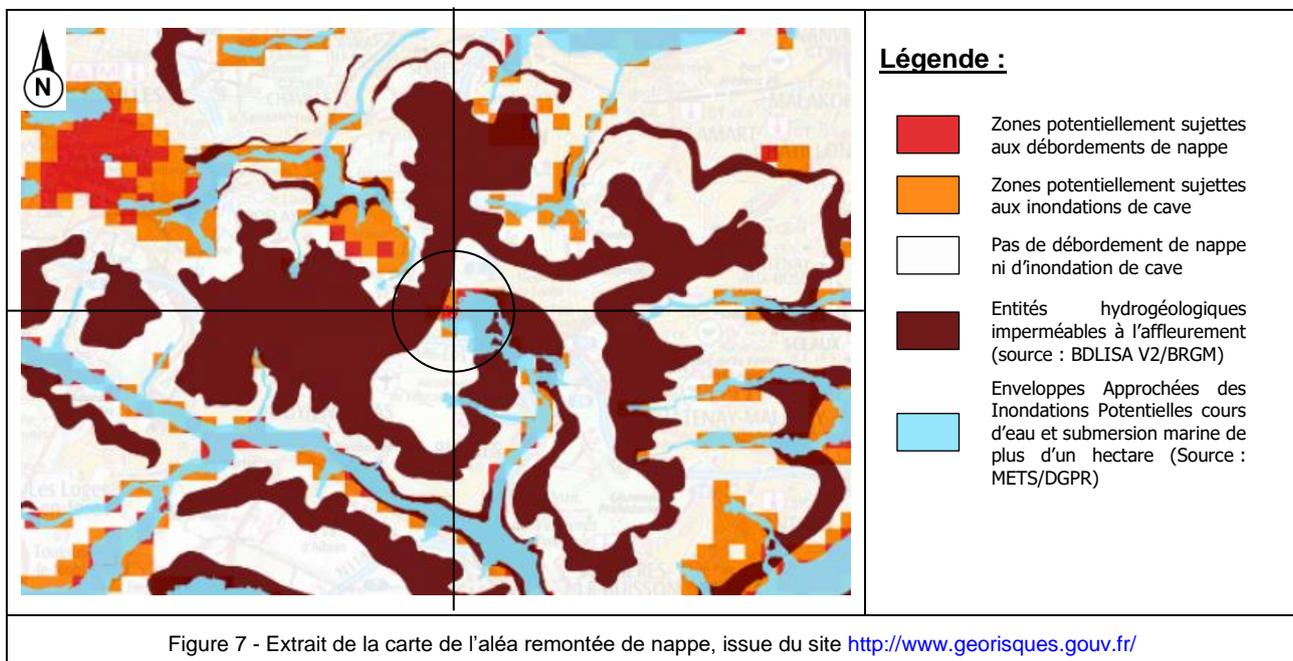
• **Carrières / cavités**

Le site se trouve en dehors de zones de carrières recensées, mais dans une zone de commune avec cavités non localisées.



• **Inondations**

Le site se trouve en dehors des zones inondables par débordement de cours d'eau, et de remontée de nappes.



• **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 VELIZY VILLACOUBLAY (78) 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 ».

- **Vestiges**

Au vu de l'historique du site (présence de bâtiments démolis à ce jour), le site est concerné par la présence de vestiges enterrés (fondations, cuves enterrées, radiers armés etc...), dont les emprises, les profondeurs et les natures ne sont pas connues.

2.6. Étude historique du site

La consultation des photographies aériennes a permis de vérifier que la parcelle impartie au projet (en jaune sur les photos ci-dessous) a toujours été libre de toute construction jusque dans les années 1960. En 1967, des aménagements ont débutés dans le secteur, autour de la parcelle du projet. En 1987, on aperçoit le bâtiment ayant occupé la parcelle jusqu'en moins 2011. Celui-ci a été avant 2014. Depuis, le site n'a subi aucune modification notable.

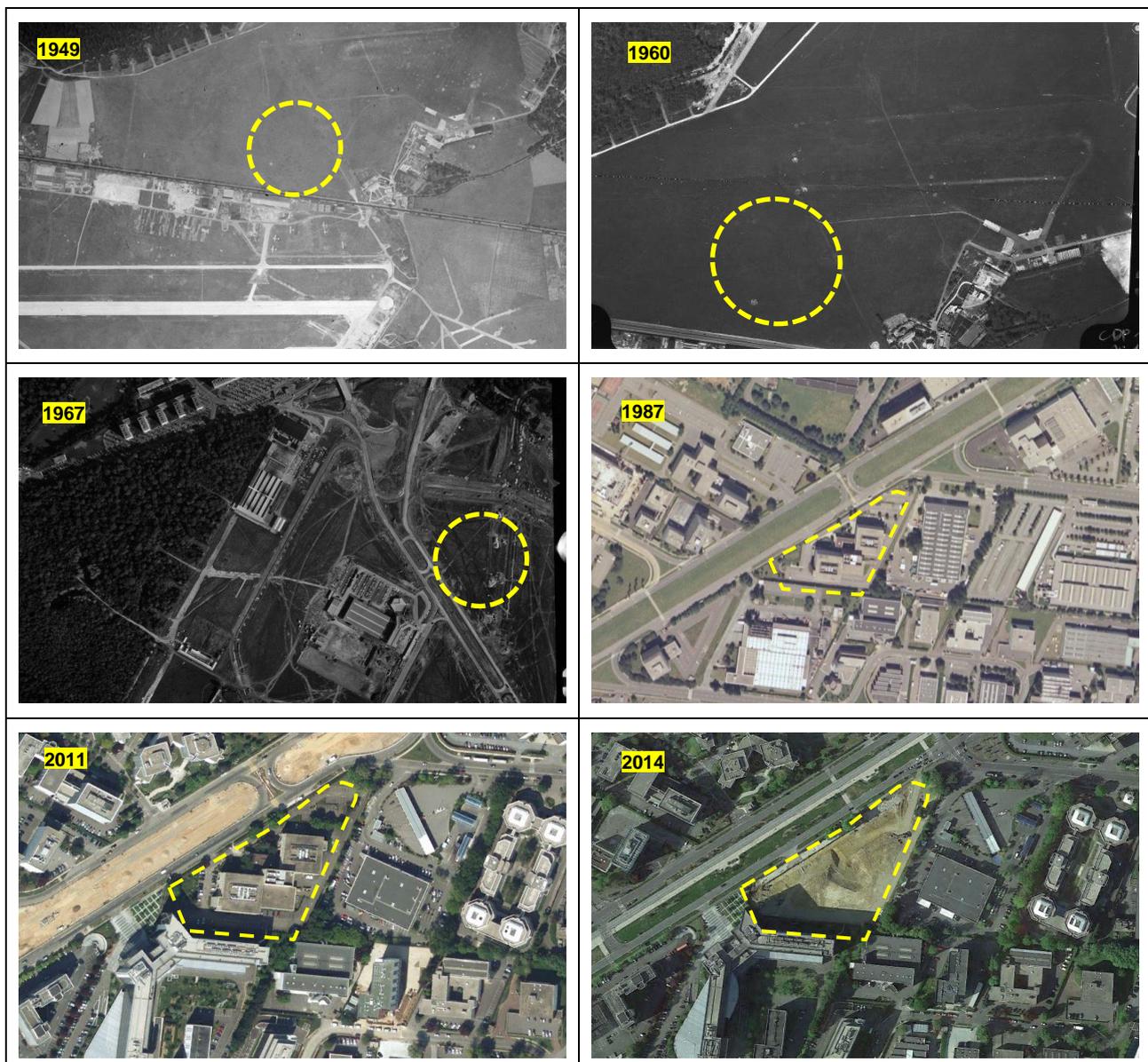


Figure 8 – Vues aériennes de la zone du projet entre 1949 et 2014 issues du site www.remonterletemps.ign.fr et Google Earth.

3. RESULTATS DES RECONNAISSANCES

3.1. 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 :

- ✓ Au droit de l'ensemble des sondages, sauf SP1, des **Remblais** ont été rencontrés jusqu'à 3,0 / 4,7 m de profondeur, soit jusqu'à 165,1 / 163,0 NGF. Ils sont composés de limons argileux marron avec des cailloutis en tête puis de sable gris, blanc, marron à orange comportant des débris divers. Des passages de vestiges liés à l'ancienne occupation du site ont été mis en évidence, notamment au droit des sondages SP4 (entre 1,2 et 1,4 m de profondeur), SP5 (entre 1,6 et 2,0 m de profondeur) et SP6 (entre 1,8 et 3,0 m de profondeur),
- ✓ Ponctuellement, au droit du sondage SP1, nous avons rencontré :
 - Les **Limons des Plateaux**, mis en évidence jusqu'à 2,2 m de profondeur, soit jusqu'à 165,9 NGF. Ils se présentent sous forme de limons argilo-sableux marron foncé,
 - Les **Argiles à Meulière de Montmorency** ont été rencontrées jusqu'à 6,0 m de profondeur, soit jusqu'à 162,1 NGF. Cette formation, composée d'argile marron orangée, est réputée plastique et très sensible aux variations hydriques en réagissant par des phénomènes de retrait / gonflement et peut contenir des blocs et/ou bancs indurés de meulière,
- ✓ Enfin, au droit de l'ensemble des sondages, les **Sables de Fontainebleau** ont été identifiés jusqu'à la base des sondages profonds à 20,1 m de profondeur, soit jusqu'à 147,9 NGF. Ils sont composés de sable beige à crème et orange pouvant comporter des blocs et / ou bancs de grès.

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 1,5 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 :

Sondage	Horizons	Profondeur de la base		Caractéristiques Pressiométriques				Compacité
		m/TN	NGF	E_m (MPa)	PI^* (MPa)	Nb	α	
Tous sauf SP1	Remblais	-3,0 / -4,7	165,1 / 163,0	$2,2 \leq E_m \leq 40,6$ $E_{m \text{ Moy}} = 8,7$	$0,17 \leq PI^* \leq 3,88$ $PI^*_{\text{Moy}} = 1,23$ $\sigma = 0,97$	2/3	19	Faible à très élevée
Sondage SP1	Limons des Plateaux	-2,2	165,9	$6,2 \leq E_m \leq 7,0$ $E_{m \text{ Moy}} = 6,6$	$0,56 \leq PI^* \leq 0,60$ $PI^*_{\text{Moy}} = 0,58$ $\sigma = 0,02$	1/2	2	Médiocre
	Argiles à Meulière de Montmorency	-6,0	162,1	$10,7 \leq E_m \leq 13,6$ $E_{m \text{ Moy}} = 11,7$	$0,98 \leq PI^* \leq 1,27$ $PI^*_{\text{Moy}} = 1,12$ $\sigma = 0,12$	2/3	3	Assez élevée
Tous les sondages	Sables de Fontainebleau	<20,1	<147,9	$23,7 \leq E_m \leq 100,0$ $E_{m \text{ Moy}} \geq 53,5$	$2,21 \leq PI^* \leq 5,00$ $PI^*_{\text{Moy}} \geq 4,14$ $\sigma = 1,00$	1/3	30	Elevée à très élevée

Avec : $E_{m \text{ Moy}}$: moyenne harmonique, PI^*_{Moy} : moyenne géométrique, σ : écart-type et α : coefficient rhéologique.

Ainsi, en surface, les *Remblais* présentent des caractéristiques mécaniques hétérogènes, faibles à très élevées. Les compacités élevées témoignent de la présence de vestiges en leur sein.

Au droit du sondage SP1, les *Limons des Plateaux* possèdent des compacités médiocres, et sont suivis par les *Argiles à Meulière de Montmorency* assez compactes dans l'ensemble. On notera que ces dernières peuvent contenir des blocs et/ou bancs indurés de meulière.

Au-delà, les *Sables de Fontainebleau* sont globalement denses à très denses témoignant de la présence de blocs et / ou bancs indurés de grès.

• **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 P6 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 (167,7 NGF)	
Prof. (m)	Rd (MPa)
0 – 0,5	Très élevée
0,5 – 2,6	Médiocre à moyenne
2,6 – 2,9	Très élevée
2,9	Refus

P2 (167,8 NGF)	
Prof. (m)	Rd (MPa)
0 – 0,5	Très élevée
0,5 – 4,1	Moyenne avec un passage élevé vers 2,8 m de profondeur
4,1 – 4,7	Très élevée
4,7	Refus

P3 (168,0 NGF)	
Prof. (m)	Rd (MPa)
0 – 2,5	Médiocre à moyenne
2,5 – 3,7	Elevée à très élevée
3,7	Refus

P4 (168,0 NGF)	
Prof. (m)	Rd (MPa)
0 – 4,0	Médiocre à moyenne
4,0 – 5,4	Elevée à très élevée
5,4	Refus

P5 (168,2 NGF)	
Prof. (m)	Rd (MPa)
0 – 0,8	Très élevée
0,8 – 2,0	Médiocre
2,0 – 3,0	Moyenne
3,0 – 3,3	Très élevée
3,3	Refus

P6 (168,0 NGF)	
Prof. (m)	Rd (MPa)
0 – 0,7	Très élevée
0,7 – 1,0	Médiocre
1,0 – 2,8	Moyenne
2,8 – 2,9	Très élevée
2,9	Refus

Les résultats obtenus au droit des sondages pénétrométriques montrent des compacités globalement médiocres à moyennes jusqu'à 2,5 / 4,1 m de profondeur avec des passages de résistance très élevée en tête pouvant correspondre à des blocs au sein des *Remblais*.

Les compacités deviennent élevées à très élevées dans l'ensemble engendrant des refus prématurés entre 2,9 et 5,4 m de profondeur, soit sur des blocs ou des vestiges au sein des *Remblais*, soit sur des blocs au sein des *Argiles à Meulière de Montmorency*.

3.3. Présence d'eau

- **Mesure d'eau**

Les niveaux d'eau ont été relevés comme suit :

Mesure initiale fin de chantier le 03/02/2023							
Sondages	SP1	SP2+PZ	SP3	SP4	SP5	SP6+PZ	SP7
m/TN	Bouché à -7,3	-7,3	-8,1	-6,8	-6,2	Sec à -10,0	-4,1
NGF	160,8	160,2	167,7	161,1	161,9	Sec à 157,7	163,9
Mesure complémentaire du 16/04/2024							
Sondages	SP1	SP2+PZ	SP3	SP4	SP5	SP6+PZ	SP7
m/TN	--	Sec à -10,0	--	--	--	Sec à -10,0	--
NGF	--	Sec à 157,5	--	--	--	Sec à 157,7	--

En fin de chantier, les sondages ont montré des niveaux d'eau non stabilisés entre 4,1 et 8,1 m de profondeur, soit entre 167,7 et 163,9 NGF. Ces niveaux d'eau ont été perturbés par la technique de forage avec injection de fluide. Le sondage SP6 était sec jusqu'à 10,0 m de profondeur. En effet, la mesure complémentaire du 16/04/2024 a montré l'absence d'eau jusqu'à 10,0 m de profondeur, soit jusqu'à 157,5 NGF.

Toutefois, des circulations d'eau anarchiques d'infiltration et de ruissellement sont susceptibles de se produire au sein des terrains superficiels, notamment en périodes pluvieuses.

- **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.

3.4. Essais de Perméabilité

- **Mesure de la perméabilité**

Deux essais de perméabilité de type Porchet ont été réalisés au droit des sondages ST1 à ST2 entre 0 et 2,0 m de profondeur. Les coefficients de perméabilité calculés à partir des différents essais sont résumés comme suit :

Sondages	Faciès	Type d'essai	Lanterne d'essai (m)	Coef. de perméabilité « k »	
				m/s	mm/h
ST1	Remblais limono-argileux marron à cailloux jusqu'à 2,0 m de profondeur	Porchet	0 – 2,0	1,2. 10⁻⁶	4,3
ST2	Remblais argileux marron à cailloux jusqu'à 2,0 m de profondeur	Porchet	0 – 2,0	1,6. 10⁻⁷	0,6

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 Mabillot,
- de **perméabilité faible** selon « Fondations et ouvrages en terre » de Philipponnat.

Nous rappelons que ces valeurs sont cohérentes avec les faciès traversés, mais ne peuvent être généralisées sur l'ensemble du site. Il n'est pas exclu que des variations de constitution lithologique puissent modifier les capacités d'absorption du sol (passages plus sableux ou graveleux donc plus perméables, ou passées argileuses moins perméables).

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

Nota 2 : Si une infiltration est prévue à un endroit ou une profondeur différente de celle des horizons testés, alors l'entreprise devra effectuer ses propres 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.

3.5. Essais laboratoire

Quatre essais d'identification GTR et quatre analyses physico-chimiques ont été réalisés sur des échantillons prélevés au droit de nos sondages.

- **Identifications GTR**

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

Sondage	Prof. (m)	Formation	W _N (%)	Granulométrie			Limites d'Atterberg				Classe GTR	
				D _{max} (mm)	2 mm (%)	<63μ m (%)	W _L (%)	W _P (%)	I _P	I _C	NFP11-300	2023
ST1	0 – 2	Remblais : argile limoneuse marron	24,3	12,5	98,9	84,9	38,8	20,7	18,1	0,80	A ₂	F ₂
ST2	0 - 2	Remblais : Argile marron sableuse	23,4	12,5	89,5	62,3	34,5	21,3	13,2	0,84	A ₂	F ₂
ST3	0 – 2	Remblais : Argile marron	24,8	10,0	98,9	88,0	43,1	21,1	22,0	22,0	A ₂	F ₂
SP1	1,2 – 3,2	Limons des Plateaux : limon argileux marron foncé	23,3	10,0	92,3	59,7	34,8	21,3	13,5	0,85	A ₂	F ₂

W_N : Teneur en eau naturelle, I_P : Indice de plasticité, D_{max} : Diamètre du plus gros élément, I_C : Indice de consistance, W_L : Limite de liquidité, W_P : Limite de plasticité, 2 mm : Pourcentage d'éléments passant au tamis de 2 mm, < 63μm : Pourcentage d'éléments fins passant au tamis de 63 microns.

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 des sondages au sein des *Remblais* et des *Limons des Plateaux*, ont été identifiés comme des matériaux de classe GTR F₂ (anciennement A₂ selon la norme NF P 11-300).

Les sols F₂ sont des sols fins, peu plastiques et très sensibles à la variation de teneur en eau avec des chutes brutales de consistance et de portance en cas d'augmentations de celle-ci.

- **Analyses physico-chimiques**

Quatre essais physico-chimiques ont également été réalisés sur les échantillons prélevés au droit des sondages ST1, ST2 et ST3 et SP7. Les résultats des essais en laboratoire pour les teneurs en sulfates déterminées en mg/kg Ms, les teneurs en matière organique (MO) déterminées en % sont résumés dans le tableau suivant :

Sondage	Prof. (m)	Nature de l'échantillon	Teneur en sulfates (SO4)		Teneur en MO (% Ms)
			mg/kg MS	% Ms	
ST1	0 – 2	Remblais : argile limoneuse marron	260	0,0260	3,9
ST2	0 - 2	Remblais : Argile marron sableuse	2300	0,2300	5,5

ST3	0 – 2	<i>Remblais : Argile marron</i>	73	0,0073	3,4
SP7	0,9 – 4,4	<i>Remblais : sable marron clair</i>	880	0,0880	2,7

Ms : Matière Sèche, MO : Matière Organique.

Les analyses chimiques concernant la détermination de la teneur en sulfates dans les sols en place issus des horizons des *Remblais* ont mis en évidence des valeurs faibles largement inférieures à la valeur seuil de 0,50 %, donnant une première indication sur la traitabilité des sols.

Au droit du sondage ST2, une valeur de 2300 mg/kg MS a été mesurée, caractérisant un environnement d'agressivité chimique faible vis-à-vis du béton, de classe d'exposition XA1.

Les teneurs en matière organique mesurées sont comprises entre 2,7 et 5,5 %.

- **Réutilisation des matériaux du site**

Les matériaux du site issus des *Remblais* sont exclus de toute réutilisation tant en remblais qu'en couche de forme.

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

- ✓ Au droit de l'ensemble des sondages, sauf SP1, des **Remblais**, constitués de limons argileux marron avec des cailloutis en tête puis de sable gris, blanc, marron à orange comportant des débris divers, ont été rencontrés jusqu'à 3,0 / 4,7 m de profondeur, soit jusqu'à 165,1 / 163,0 NGF. Des passages de vestiges liés à la démolition de l'ancien bâtiment occupant le site ont été mis en évidence au droit des sondages SP4 (1,2 / 1,4 m de profondeur), SP5 (1,6 / 2,0 m de profondeur) et SP6 (1,8 / 3,0 m de profondeur),
- ✓ Au droit du sondage SP1, nous avons mis en évidence :
 - Les **Limons des Plateaux** de compacités médiocres et de classe GTR F₂, se présentant sous forme de limons argilo-sableux marron foncé, jusqu'à 2,2 m de profondeur, soit jusqu'à 165,9 NGF,
 - Suivi par les **Argiles à Meulière de Montmorency**, constituées d'argile marron orangée, rencontrées jusqu'à 6,0 m de profondeur, soit jusqu'à 162,1 NGF. Cette formation est réputée plastique et très sensible aux variations hydriques en réagissant par des phénomènes de retrait / gonflement et peut contenir des blocs et/ou bancs indurés de meulière,
- ✓ Au-delà, les **Sables de Fontainebleau** ont été rencontrés jusqu'à l'arrêt volontaire des sondages à 20,1 m de profondeur, soit jusqu'à 147,9 NGF. Il s'agit de sable beige à crème et orange denses à très denses pouvant comporter des blocs et / ou bancs de grès.

• Hydrologie

- ✓ Le 16/04/2024, aucun niveau d'eau n'a été détecté au droit de nos sondages jusqu'à 10,0 m de profondeur, soit jusqu'à 157,5 NGF,
- ✓ Des circulations d'eau anarchiques ne sont pas à exclure, dans les terrains superficiels, notamment en périodes pluvieuses défavorables.

4.2. Plateforme générale chantier

La cote du niveau fini du dallage est située à 168,2 NGF (à confirmer), soit une plateforme VRD calée vers 168,0 NGF (à confirmer). Ainsi, l'adaptation du projet nécessitera de faibles mouvements de terres de l'ordre de 0,3 m en déblais et en remblais.

• Préparation de l'arase

En premier lieu, on réalisera un décapage d'au moins 0,20 / 0,50 m afin d'évacuer toute l'épaisseur de terre végétale et de terrains superficiels impactés par les travaux et les intempéries et de dessoucher la végétation existante (à adapter selon les épaisseurs de la terre végétale). On s'assurera de l'absence de matériaux impropres ou de poches altérées. L'entreprise devra un contrôle visuel avec photographies avant mise en œuvre des remblais ou de la couche de forme.

L'arase obtenue sera située au sein des *Remblais*, et ponctuellement au sein des *Limons des Plateaux*, constitués de sols fins très sensibles aux variations hydriques et pouvant provoquer des difficultés de circulations des engins de chantier, lors des épisodes pluvieux défavorables ou à proximité de la nappe. 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. On veillera ainsi à réaliser les travaux en 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 par exemple ou par traitement à la chaux), avec drainage provisoire nécessaire.

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

- **Couche de forme voirie et dallage**

Avant la mise en place du dallage et des structures de voirie, il conviendra d'obtenir une plateforme support générale homogène. Elle pourra être constituée :

- ✓ Soit de matériaux granulaires dépourvus d'éléments fins et insensibles à l'eau ($IP < 12$) de type GNT sur une épaisseur d'au moins 0,50 m, avec intercalation d'une nappe de géotextile entre l'arase et la couche de forme.
- ✓ Soit de matériaux d'apports (de type limons) traités aux liants hydrauliques associés éventuellement à la chaux (LTCC), sur une épaisseur d'au-moins 0,40 m, avec intercalation d'une nappe de géotextile entre l'arase et la couche de forme. L'identification de ces matériaux devra être réalisée préalablement, tout comme leur aptitude au traitement.

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 pour les structures de voiries légères, soit une plateforme de classe PF2,
- ✓ $EV2 \geq 120$ MPa pour les structures de voiries lourdes, soit une plateforme de classe PF3.

Nous recommandons la réalisation d'essais de réception de la plateforme de bâtiment au nombre de 1 point tous les 500 m² au droit, en dehors des zones de quais et des poteaux de fondations qui devront également faire l'objet de contrôle supplémentaire. Au droit des voiries, on pourra envisager 1 essai tous les 500 m².

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.

Dans tous les cas, la mise 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.

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.

4.3. Fondations

- **Principe**

La cote du niveau fini du dallage du bâtiment a été calée à 168,20 NGF (à confirmer), soit une plateforme VRD calée vers 168,0 NGF (à confirmer).

Compte tenu du contexte géotechnique (présence de *Remblais*) et des caractéristiques du projet (descentes de charges élevées), la réalisation d'un mode de fondations superficielles n'est pas envisageable. Ainsi, on s'orientera vers un mode de **fondations profondes de type pieux**, descendus au-delà des *Remblais* et ancrés dans les *Sables de Fontainebleau* (sable beige à crème et orange).

Dans tous les cas on respectera un ancrage minimum de 1,5 m dans la formation d'ancrage pour des diamètres de pieux supérieurs à 0,5 m (ou 3 diamètres de pieux pour des diamètres inférieurs à 0,5 m).

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).

Nota : Nous rappelons que des vestiges ont été rencontrés sur la hauteur des *Remblais*, issus potentiellement des anciennes constructions démolies. Ainsi, cet élément devra être étudié avec attention par l'entreprise de fondations spéciales. D'autre part, un plan de recollement des anciennes fondations devra être établi, afin de positionner au mieux les futurs pieux en dehors de leur emprise.

- **Nomenclature**

Dans le présent chapitre, nous abordons un exemple des pieux le plus utilisé à savoir :

- ✓ Pieux « foré simple » (FS) : classe 1 – catégorie 1.

L'entreprise devra mettre les moyens nécessaires pour traverser les éventuels blocs indurés (vestiges) dans les *Remblais*, et les blocs et/ou bancs indurés de calcaire au sein du *Calcaire Grossier*, afin d'assurer l'ancrage du pieu à la bonne profondeur. L'utilisation d'outil spécifique pourra s'avérer nécessaire (trépan, carottage, Kelly, etc.).

• Contrainte dans le béton

Nous considérons, dans nos calculs, des pieux confectionnés avec un béton C30/37. 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 des pieux retenus.

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. Conformément à la norme NF P 94-262 (EC7), la valeur moyenne ($\sigma_{c moy}$) de la contrainte de compression du béton dans la section la plus sollicitée du pieu à l'état limite de service (ELS) ne doit pas dépasser la valeur suivante :

$$\sigma_{c moy} \leq 0,3 \times k_3 \times f_{ck}^*$$

Conformément à l'EC7, la résistance de calcul conventionnelle du béton est égale :

$$f_{ck}^* = \min (f_{ck}(t); C_{max}; f_{ck}) \times \frac{1}{k_1 \times k_2}$$

f_{ck} : Résistance caractéristique du béton ; pour un béton C30/37, on a $f_{c,k} = 30$ MPa,

C_{max} : valeur tenant compte des sujétions de mise en œuvre du béton, coulis ou mortier suivant la technologie utilisée (tableau 6.4.1.1 de NF P94-262),

k_1 et k_2 : coefficients tenant compte des conditions de mise en œuvre.

La valeur du coefficient k_3 est prise égale à 1. Cette valeur peut être optimisée à 1,2 dans le cas d'un contrôle renforcé de la qualité et de la continuité du fût par des contrôles détaillés dans le tableau 6.4.1.2 de la norme NF P94-262 (auscultation par transparence, impédance, etc.).

Les valeurs suivantes de contrainte dans le béton peuvent être retenues pour les pieux :

TYPE : FS	B	L	$f_{c,k}$ (MPa)	C_{max} (MPa)	k_1	k_2	k_3	$f_{c,k}^*$ (MPa)	$\sigma_{c moy}^*$ (MPa)	Charge admissible (kN)
B/L \geq 1/20	0,60	L \leq 12,0	30	35	1,30	1,00	1,00	23,08	6,92	1957
B/L < 1/20	0,60	L > 12,0	30	35	1,30	1,05	1,00	21,98	6,59	1863
B/L \geq 1/20	0,80	L \leq 16,0	30	35	1,30	1,00	1,00	23,08	6,92	3478
B/L < 1/20	0,80	L > 16,0	30	35	1,30	1,05	1,00	21,98	6,59	3312
B/L \geq 1/20	1,00	L \leq 20,0	30	35	1,30	1,00	1,00	23,08	6,92	5435
B/L < 1/20	1,00	L > 20,0	30	35	1,30	1,05	1,00	21,98	6,59	5176

*contrainte de compression moyenne sans contrôle renforcé. Lorsqu'il est procédé à un contrôle renforcé, les contraintes peuvent être augmentées de 20 %.

• 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 résultats lithologiques et géomécaniques obtenus avec les résultats de l'étude G2 AVP. La profondeur est donnée à partir de l'arase de terrassement au niveau de la plateforme VRD, soit à partir de 168,0 NGF :

Pieux forés tarière creuse (FTC) : classe 2 – catégorie 6										
Lithologie	Profondeur de la base		Classe de sol (NF P94-262)	k_p	E_m (MPa)	P_1^* (MPa)	$\alpha_{\text{pieu-sol}}$	fsol (kPa)	qs;i max (kPa)	qs;i retenu (kPa)
	m/PF*	NGF								
Remblais	-5,0	163,0	--	--	8,0	Frottement neutralisé				
Sables de Fontainebleau	<-20,1	<147,9	Sables et graves	1,1	50,0	3,50	1,0	94 (Courbe Q2)	90	90

*PF : plateforme VRD 168,0 NGF

Nous rappelons que les paramètres de dimensionnement ci-dessus sont fournis pour la technique de réalisation des pieux « Foré Simple » (FS). 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

Les tableaux suivants fournissent des exemples de calcul des charges admissibles en fonction des profondeurs pour des **pieux forés simple de diamètre B = 600 mm, B = 800 mm et B = 1000 mm**. Les calculs sont résumés en annexes avec les différentes combinaisons, effectués sous le logiciel FOXTA® à l'aide du module FONDPROF.

Pieu FS – B = 600 mm									
Profondeur (m/PF*)	Cote (NGF)	qsl [kPa]	qpl [kPa]	QS [kN]	QP [kN]	Q-ELS-QP [kN]	Q-ELS-CARAC [kN]	Q-ELU-FOND [kN]	Q-ELU-ACC [kN]
0 à -5,0	168,0 à 163,0	0	0	0	0	0	0	0	0
-6,5	161,5	90,0	3675,0	254,5	1039,1	501,7	613,2	929,5	1022,6
-8,5	159,5	90,0	3850,0	593,8	1088,6	690,1	843,6	1208,9	1329,9
-10,5	157,5	90,0	3850,0	933,1	1088,6	860,7	1052,3	1452,7	1598,1
-11,5	156,5	90,0	3850,0	1102,7	1088,6	945,9	1156,6	1574,6	1732,2
-12,5	155,5	90,0	3850,0	1272,3	1088,6	1031,2	1261,0	1696,5	1866,3
-13,5	154,5	90,0	3850,0	1442,0	1088,6	1116,5	1365,3	1818,4	2000,4
-14,5	153,5	90,0	3850,0	1611,6	1088,6	1201,8	1469,6	1940,3	2134,5
-15,5	152,5	90,0	3850,0	1781,3	1088,6	1287,1	1574,0	2062,2	2268,7
-16,5	151,5	90,0	3850,0	1950,9	1088,6	1372,4	1678,3	2184,1	2402,8
-17,5	150,5	90,0	3850,0	2120,6	1088,6	1457,7	1782,6	2306,0	2536,9
-18,0	150,0	90,0	3850,0	2205,4	1088,6	1500,3	1834,8	2367,0	2603,9
-18,5	149,5	90,0	3850,0	2290,2	1088,6	1543,0	1887,0	2427,9	2671,0
-19,0	149,0	90,0	3850,0	2375,0	1088,6	1585,6	1939,2	2488,9	2738,0
-19,2	148,8	90,0	3850,0	2403,4	1088,6	1599,9	1956,6	2509,2	2760,4

*PF : plateforme de terrassement calée à 168,0 NGF.

Pieu FS – B = 800 mm									
Profondeur (m/PF*)	Cote (NGF)	qsl [kPa]	qpl [kPa]	QS [kN]	QP [kN]	Q-ELS-QP [kN]	Q-ELS-CARAC [kN]	Q-ELU-FOND [kN]	Q-ELU-ACC [kN]
0 à -5,0	168,0 à 163,0	0	0	0	0	0	0	0	0
-6,0	162,0	90,0	3587,5	226,2	1803,3	762,3	931,7	1458,3	1604,3
-7,5	160,5	90,0	3718,8	565,5	1869,2	956,7	1169,4	1749,5	1924,7
-9,0	159,0	90,0	3850,0	904,8	1935,2	1151,0	1407,0	2040,8	2245,1
-10,5	157,5	90,0	3850,0	1244,1	1935,2	1321,5	1615,7	2284,6	2513,3
-11,5	156,5	90,0	3850,0	1470,3	1935,2	1435,3	1754,8	2447,1	2692,1
-12,5	155,5	90,0	3850,0	1696,5	1935,2	1549,0	1893,9	2609,6	2870,9
-13,5	154,5	90,0	3850,0	1922,7	1935,2	1662,7	2033,1	2772,2	3049,7
-14,5	153,5	90,0	3850,0	2148,8	1935,2	1776,4	2172,2	2934,7	3228,5
-15,5	152,5	90,0	3850,0	2375,0	1935,2	1890,2	2311,3	3097,3	3407,3
-16,5	151,5	90,0	3850,0	2601,2	1935,2	2003,9	2450,4	3259,8	3586,1
-17,5	150,5	90,0	3850,0	2827,4	1935,2	2117,6	2589,5	3422,3	3764,9
-18,0	150,0	90,0	3850,0	2940,5	1935,2	2174,5	2659,1	3503,6	3854,3
-18,5	149,5	90,0	3850,0	3053,6	1935,2	2231,3	2728,6	3584,9	3943,8
-19,0	149,0	90,0	3850,0	3166,7	1935,2	2288,2	2798,2	3666,1	4033,2
-19,5	148,5	90,0	3850,0	3279,8	1935,2	2345,1	2867,7	3747,4	4122,6
-20,0	148,0	90,0	3850,0	3392,9	1935,2	2401,9	2937,3	3828,7	4212,0

*PF : plateforme de terrassement calée à 168,0 NGF.

Pieu FS – B = 1000 mm									
Profondeur (m/PF*)	Cote (NGF)	qsl [kPa]	qpl [kPa]	QS [kN]	QP [kN]	Q-ELS-QP [kN]	Q-ELS-CARAC [kN]	Q-ELU-FOND [kN]	Q-ELU-ACC [kN]
0 à -5,0	168,0 à 163,0	0	0	0	0	0	0	0	0
-6,0	162,0	90,0	3570,0	282,7	2803,9	1150,7	1406,3	2218,0	2440,0
-9,0	159,0	90,0	3780,0	1131,0	2968,8	1636,4	2000,4	2946,0	3240,9
-10,5	157,5	90,0	3850,0	1555,1	3023,8	1869,5	2285,4	3290,3	3619,7
-12,5	155,5	90,0	3850,0	2120,6	3023,8	2153,8	2633,2	3696,6	4066,7
-13,5	154,5	90,0	3850,0	2403,3	3023,8	2295,9	2807,1	3899,8	4290,2
-14,5	153,5	90,0	3850,0	2686,1	3023,8	2438,1	2981,0	4103,0	4513,7
-15,5	152,5	90,0	3850,0	2968,8	3023,8	2580,2	3154,9	4306,1	4737,2
-16,5	151,5	90,0	3850,0	3251,6	3023,8	2722,4	3328,8	4509,3	4960,7
-17,5	150,5	90,0	3850,0	3534,3	3023,8	2864,5	3502,7	4712,5	5184,3
-18,0	150,0	90,0	3850,0	3675,7	3023,8	2935,6	3589,6	4814,1	5296,0
-18,5	149,5	90,0	3850,0	3817,0	3023,8	3006,7	3676,6	4915,7	5407,8
-19,0	149,0	90,0	3850,0	3958,4	3023,8	3077,8	3763,5	5017,2	5519,5
-19,5	148,5	90,0	3850,0	4099,8	3023,8	3148,8	3850,5	5118,8	5631,3
-20,0	148,0	90,00	3850,00	4241,2	3023,8	3219,9	3937,4	5220,4	5743,0

*PF : plateforme de terrassement calée à 168,0 NGF.

Le tableau suivant récapitule des exemples de charges admissibles de pieux, données à titre indicatif :

B (mm)	Fiche		ELS Caractéristiques $R_{c, cr, d}$ (kN)	Contrainte en tête de pieu (MPa)
	m/NB	NGF		
600	-19,2	148,8	1956	6,91
800	-20,0	148,0	2937	5,84
1000	-20,0	148,0	3937	5,01

Pour les pieux les plus chargés, nous recommandons de les doubler.

Nota : nous rappelons qu'il est nécessaire de respecter la règle reconnaissance des sols sous la pointe des pieux les plus profonds pour justifier leur portance en pointe. Ainsi, un sondage pressiométrique profond descendu à une distance d'au moins 7 fois leur diamètre avec un minimum de 5,0 m sous la base des fondations doit être réalisé.

- **Préconisations d'exécution**

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

- ✓ La réalisation des pieux devra être adaptée à la présence de vestiges enterrés (dalle, radier et ancienne fondations, ferrailles etc) et de blocs indurés au sein des *Remblais* et des passages à blocs et/ou bancs ultra-indurés de calcaire au sein du *Calcaire Grossier*. L'entreprise devra mettre les moyens nécessaires (préforage, carottage, Kelly...etc.) pour les traverser et atteindre les profondeurs d'ancrage. **Nous rappelons que l'utilisation éventuelle de la tarière creuse reste de son entière responsabilité,**
- ✓ La technique de forage choisie devra être adaptée à la faible cohésion des *Remblais*,
- ✓ Des surconsommations de béton sont à prévoir au sein des *Remblais*,
- ✓ On veillera à respecter un ancrage minimum de 1,5 m dans la formation choisie (3 diamètres de pieux pour les pieux de diamètre inférieur à 0,5 m),
- ✓ Les pieux devront être armés, selon les règles en vigueur, dans le cas où ils seraient soumis à des efforts horizontaux (jusqu'à l'annulation de l'effort tranchant) ou de traction (toute hauteur),
- ✓ Selon les règles de l'art, la reconnaissance des sols doit être menée jusqu'à une profondeur d'au moins 7 fois le diamètre avec un minimum de 5,0 m sous la base des pieux,
- ✓ Selon le type de fondations profondes retenu, des contrôles devront être réalisés conformément à la norme NFP 94-262 (EC7),
- ✓ 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 ,
- ✓ Il est nécessaire de prévoir une plateforme praticable pour la machine de pieux.

4.4. Dallage

La réalisation du niveau bas du futur bâtiment pourra se faire par l'intermédiaire d'un dallage sur terre-plein, posé sur la plateforme prévue au paragraphe 4.3.

Dans le présent paragraphe, nous donnons les éléments de dimensionnement pour un dallage chargé à 2 t/m² pour un niveau fini de la plateforme VRD (PF) calé vers 168,0 NGF (à confirmer).

Ainsi, les tableaux suivants répertorient les coupes types et les valeurs des modules de déformation à prendre en compte pour les calculs du dallage selon les couches considérées, par rapport au niveau de la plateforme :

Horizons	Prof. de la base		Epaisseur (m)	E _m (MPa)	α	E _s (MPa)
	m/PF* finie	Cote NGF				
Couche de forme (EV2 = 70 MPa)	-0,5	167,5	0,5	--	--	63,0
Remblais	-5,0	163,0	4,5	5,0	2/3	7,5
Sables de Fontainebleau	<-20,1	<147,9	15,1	50,0	1/3	150,0

* PF : Niveau fini de la Plateforme VRD située vers la cote 168,0 NGF,

α : Coefficient rhéologique ; E_M : Module pressiométrique ; E_S : Module d'élasticité du sol à long terme (E_S = E_m / α) et pour la couche de forme et le remblais technique (E_S=0,9 EV2)

Pour des surcharges d'exploitations sur le dallage de 2,0 t/m², nous rappelons la formule issue du DTU-13.3, fixant les seuils des tassements absolus et différentiels :

$$W_{\text{abs}} = (L1/2000) + 20 \text{ mm} = (20000/2000) + 20 \text{ mm} = 30,0 \text{ mm} \geq \mathbf{23,1 \text{ mm (vérifié)}}$$

$$W_{\text{diff}} = (L2/2000) + 10 \text{ mm} = (5000/2000) + 10 \text{ mm} = 12,5 \text{ mm} \geq \mathbf{8,8 \text{ mm (vérifié)}}$$

Nota : Pour le calcul du tassement différentiel maximal, nous prenons en compte une distance entre deux points contiguës L2 = 5,0 m.

Il est nécessaire que les tassements différentiels et absolus répondent aux exigences de l'exploitation du site. Si ce n'est pas le cas, il revient au Maître d'ouvrage de restreindre les valeurs des tassements dans le cahier des charges, ainsi le dimensionnement 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...).

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

4.5. Voirie

• Classe du trafic

Selon le Guide Technique pour l'utilisation des matériaux régionaux de l'Île-de-France, Catalogue des structures de chaussées, le trafic cumulé TC est obtenu à partir de la relation suivante :

$$TC = 365 \times N \times \left[d + \frac{t \times d \times (d - 1)}{2} \right] \times r$$

Avec :

N : nombre de PL par jour et par sens,

d : durée de vie en années, soit 10 ans,

t : taux de croissance linéaire annuel de trafic égal à 0% par an,

r : répartition transversale des PL est prise égale à 1 (estimée par nos soins).

Selon nos hypothèses, le trafic cumulé serait de classe TC0 et TC1.

• **Prédimensionnement de voirie**

Nous rappelons que la plateforme de la voirie devra être réalisée selon les règles de l'art et en tenant compte des sujétions données dans le paragraphe 4.2.

Nous rappelons qu'en l'absence d'information, nous avons considéré un trafic de classe estimé par nos soins entre TC0 et TC1. En considérant un fond de forme de portance PF2 (EV2 ≥ 50 MPa), le tableau ci-dessous propose deux exemples de structures possibles :

Structure	Trafic cumulé de classe TC0		Trafic cumulé de classe TC1	
	GB3	EME2	GB3	EME2
Couche de surface	6 cm	4 cm	6 cm	4 cm
Couche d'assise (couche de Base + couche de fondation)	8 cm*	8 cm*	9 cm*	9 cm*
Couche de forme	GNT + géotextile ou traitement de matériaux d'apport type limons aux liants hydrauliques associés éventuellement à la chaux (sous réserve d'identification préalable et de résultats positifs des essais d'aptitude au traitement) (Critère de réception : PF2 soit l'obtention de EV2 ≥ 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 à deux couches de liaison). Celle-ci a été définie selon le trafic estimé et la nature de la couche de base.

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.

• **Sujétions de mise en œuvre**

La réalisation de la structure de la chaussée dans de bonnes conditions et son bon fonctionnement dans le temps nécessitent de respecter les règles de l'art et les documents en vigueur. Plus particulièrement, dans le cadre de cette étude, cela implique les sujétions suivantes :

- Il est conseillé de réaliser les différents travaux de terrassements de la plateforme dans des conditions météorologiques favorables (arrêt des travaux en cas de pluie soutenue),
- Exécution correcte du compactage des différentes couches de chaussée. Les moyens de compactage doivent être adaptés aux épaisseurs des différentes couches,
- Les caractéristiques des matériaux employés pour les différentes couches de la structure de chaussée doivent être conformes aux fiches techniques des matériaux à utiliser pour chaque couche qui sont fixés par les différentes normes,
- La mise en œuvre d'un système de collecte et d'évacuation des eaux.

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 AVP + PRO, est de limiter l'influence des premiers risques liés à la nature des sols et du contexte du site. Ci-après les principaux risques résiduels qui dépendent grandement de l'exécution des travaux :

- ✓ La présence de *Remblais* de compacité médiocres, s'étendant jusqu'à 4,7 m de profondeur, nécessitant la réalisation de fondations profondes de type pieux,
- ✓ La présence de passages blocs et de vestiges (dalle, anciennes fondations, radiers, ferrailles, etc.) au sein des *Remblais*, ainsi que de blocs et bancs indurés de meulières dans le *Calcaire Grossier* et de grès dans les *Sables de Fontainebleau*, pouvant gêner le forage des pieux,
- ✓ La présence éventuelle de surépaisseurs de *Remblais*,
- ✓ La bonne exécution des travaux de terrassements et de mise en œuvre de la couche de forme, avec nécessité d'un contrôle soigné des différentes phases,
- ✓ L'agressivité faible des sols vis-à-vis du béton (classe XA1),
- ✓ La présence de matériaux fins et sensibles à la variation de la teneur en eau (chute de portance et de consistance) pouvant entraîner des difficultés de traficabilité en phase travaux en périodes pluvieuses,
- ✓ La faible cohésion des *Remblais*,
- ✓ Les conditions météorologiques lors des travaux de terrassement,
- ✓ La présence de circulations anarchiques d'eau d'infiltration et / ou de ruissellement au sein des horizons superficiels, notamment en période pluvieuse.

Les 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.

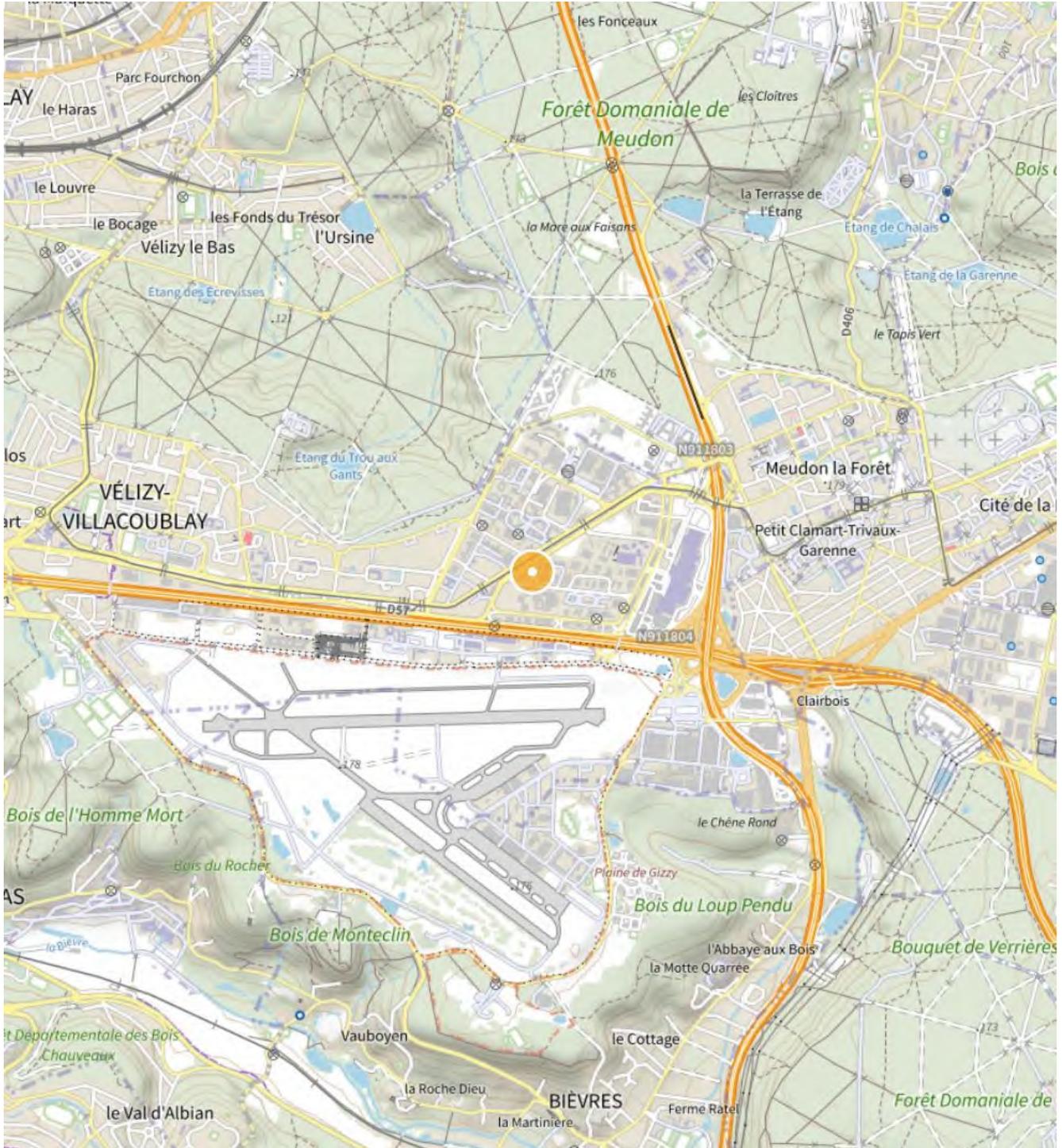
DISPOSITIONS GENERALES ET CONDITIONS D'UTILISATION

- ✓ 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,
- ✓ Les informations données concernant la présence d'eau sont relevées dans les piézomètres à l'époque de leur réalisation et ne reflètent pas forcément le niveau maximum atteint par la nappe, il est recommandé de prévoir des études hydrogéologiques, permettant de statuer sur les niveaux d'eau,
- ✓ 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
- Schéma d'implantation des sondages
- Coupes des sondages pressiométriques SP1 à SP7
- Coupes des sondages pénétrométriques P1 à P6
- Coupes des sondages à la tarière ST1 à ST3
- Procès-verbaux des essais de perméabilité
- Procès-verbaux des essais laboratoire
- Calcul des fondations sous FOXTA V4®
- Extrait de la Norme NFP94-500 du 30/11/2013.

<p align="center">Client</p>	<p align="center">Adresse du projet</p>	<p align="center">Mission</p>
	<p align="center">8 avenue Morane Saulnier 78140 VELIZY VILLACOUBLAY</p>	<p align="center">G2 AVP + PRO</p>



	PLAN DE SITUATION					
	Affaire	Ech.	Ind.	Motif	Date	Dessin
	240197	Sans	A	Diffusion initiale	16/04/2024	HM
			--	--	--	--

Client

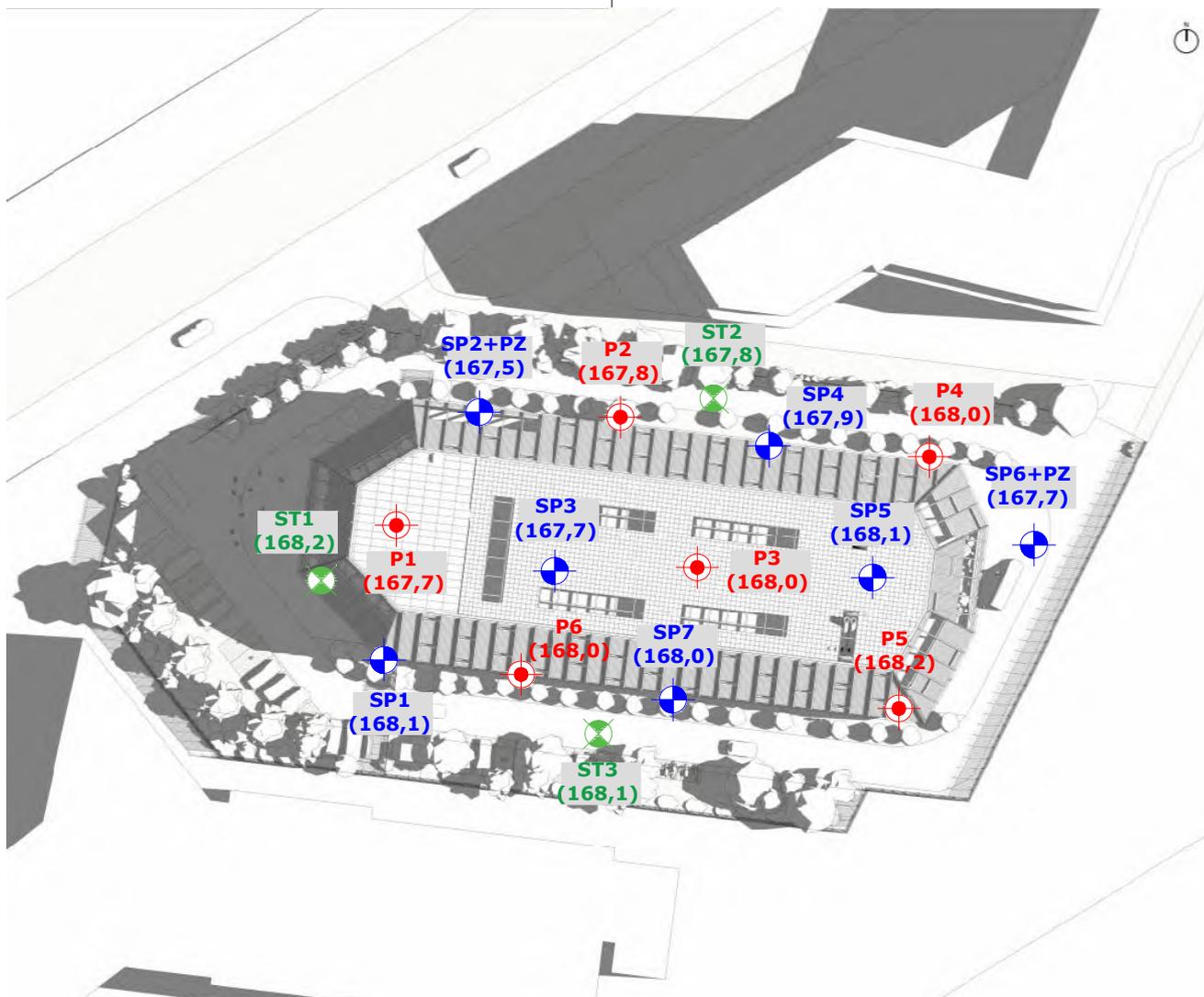


Adresse du Projet

8 avenue Morane Saulnier
78140 VELIZY VILLACOUBLAY

Mission

G2 AVP + PRO



LEGENDE:

-  Sondage pressiométrique piézomètre
-  Sondage à la tarière
-  Pénétromètre dynamique

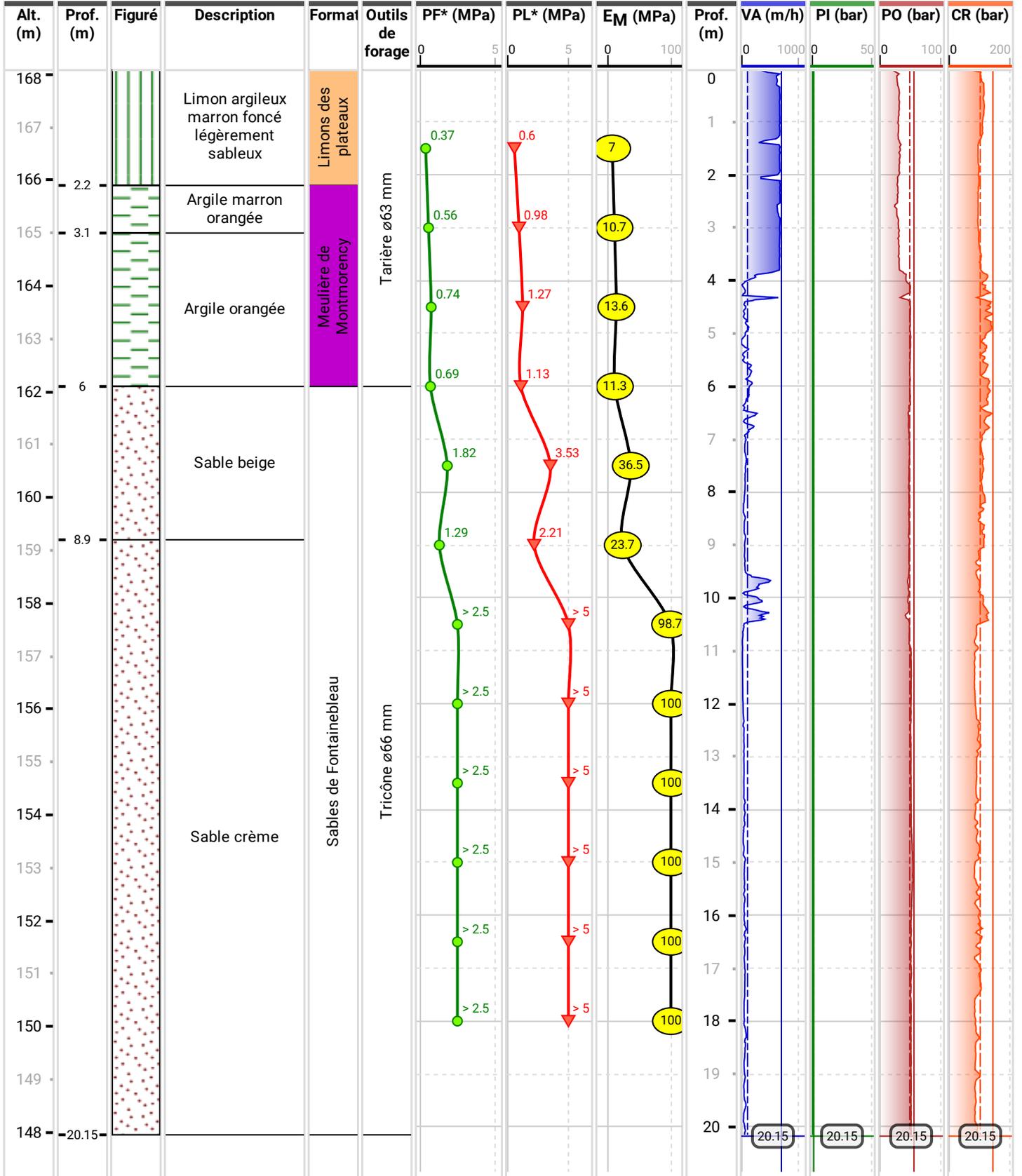


PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

Affaire	Ech.	Ind.	Motif	Date	Dessin
240197	1/900	A	Diffusion initiale	16/04/2024	HM
		-	--	--	--
		-	--	--	--

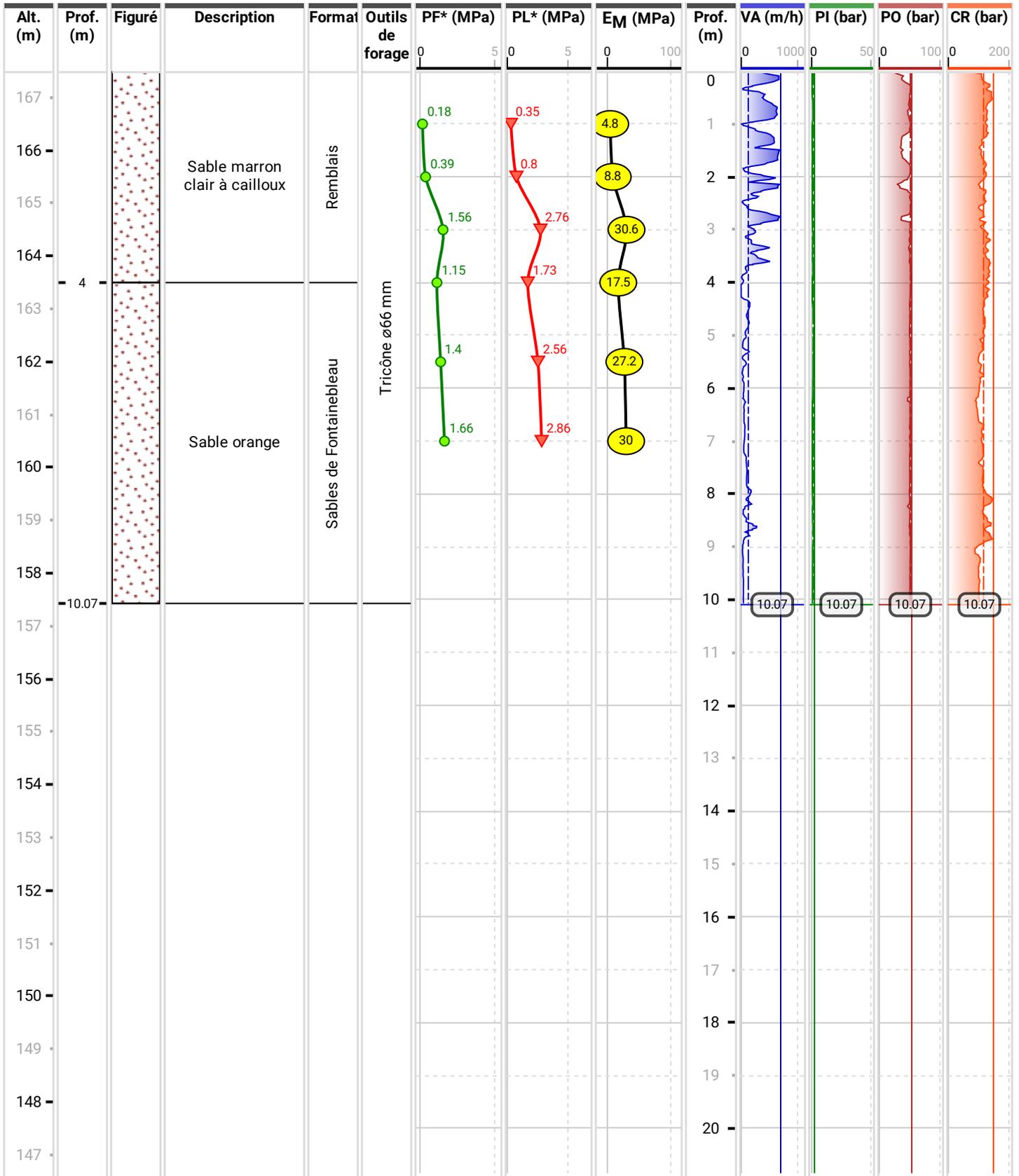
SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

Forage SP1	Date de début 29/03/2024	Altitude NGF 168.1 m
Cote fin 20.15 m	Date de fin 29/03/2024	
Dossier 240197	Machine GEO 205	



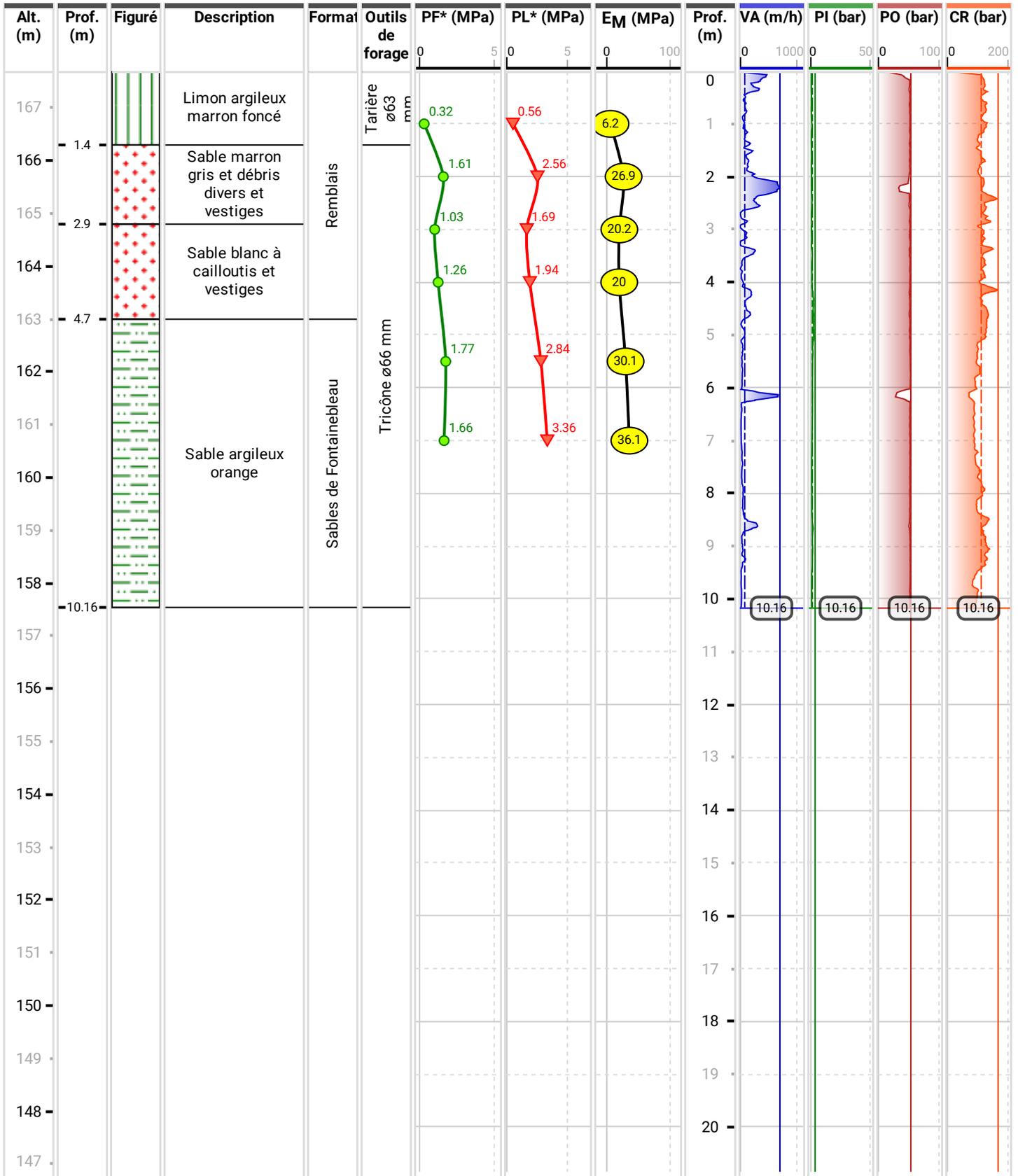
SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

Forage SP2	Date de début 05/04/2024	Altitude NGF 167.5 m
Cote fin 10.07 m	Date de fin 05/04/2024	
Dossier 240197	Machine GEO 205	



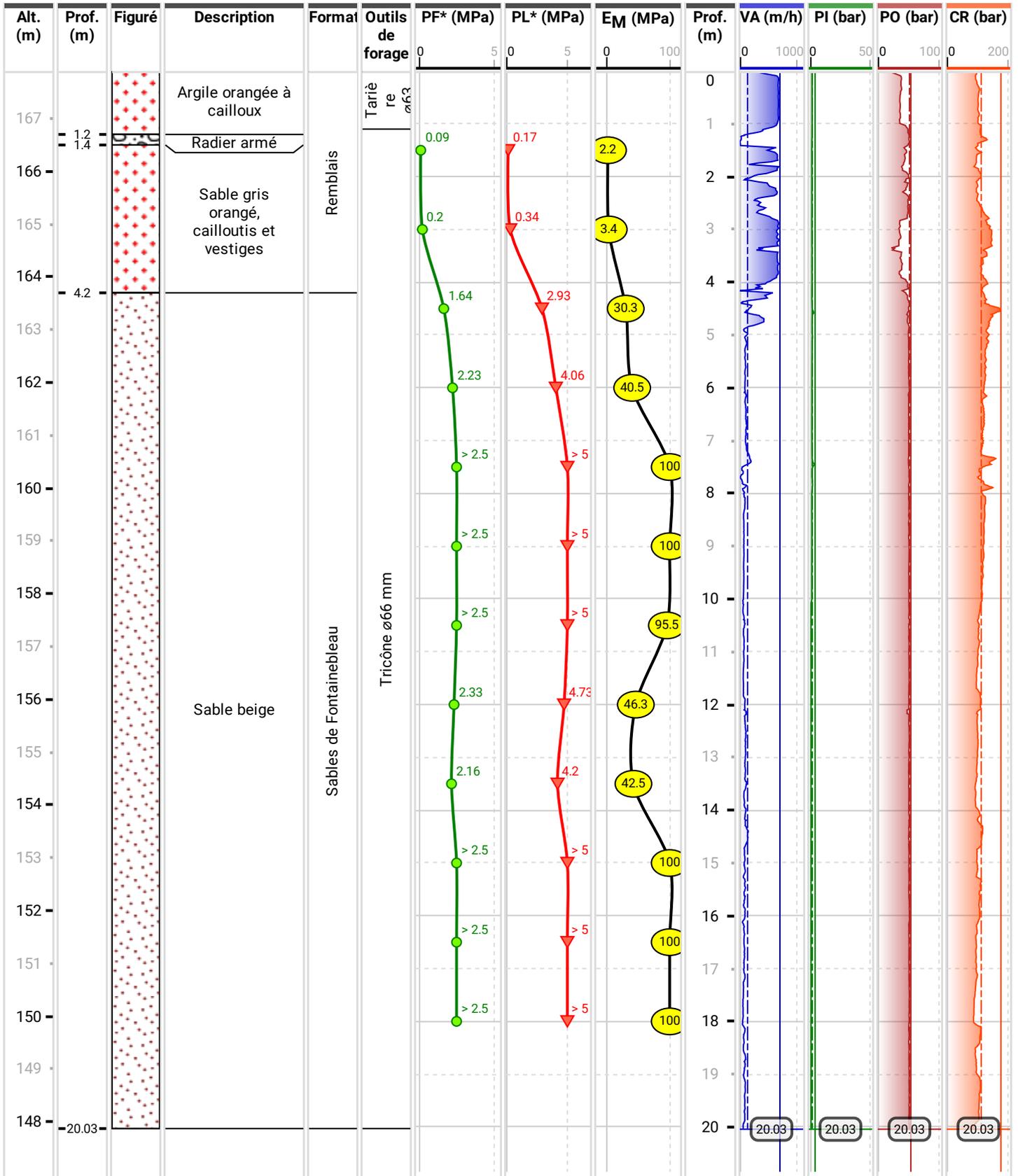
SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

Forage SP3	Date de début 04/04/2024	Altitude NGF 167.7 m
Cote fin 10.16 m	Date de fin 04/04/2024	
Dossier 240197	Machine GEO 205	



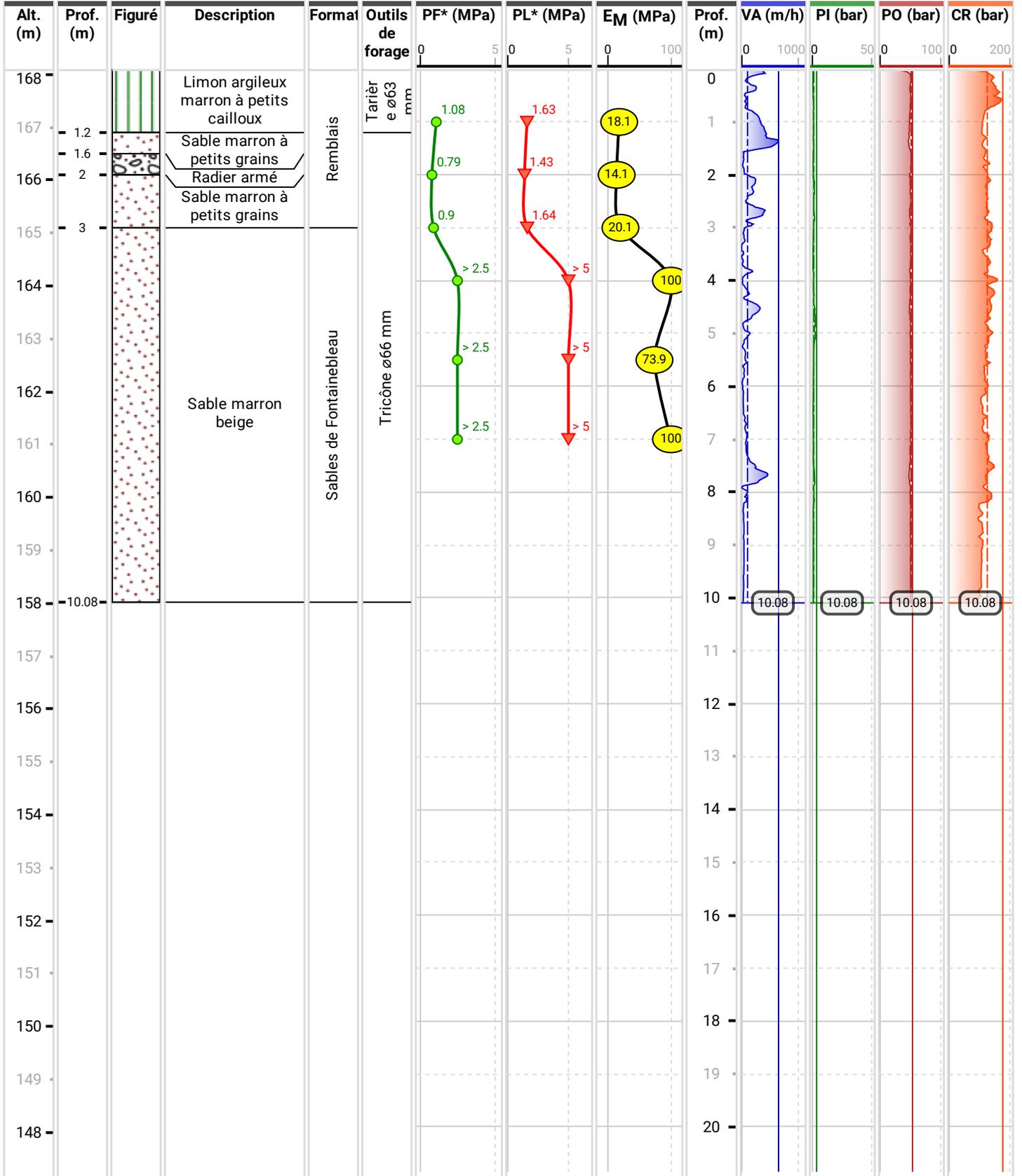
SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

Forage SP4	Date de début 02/04/2024	Altitude NGF 167.9 m
Cote fin 20.03 m	Date de fin 02/04/2024	
Dossier 240197	Machine GEO 205	



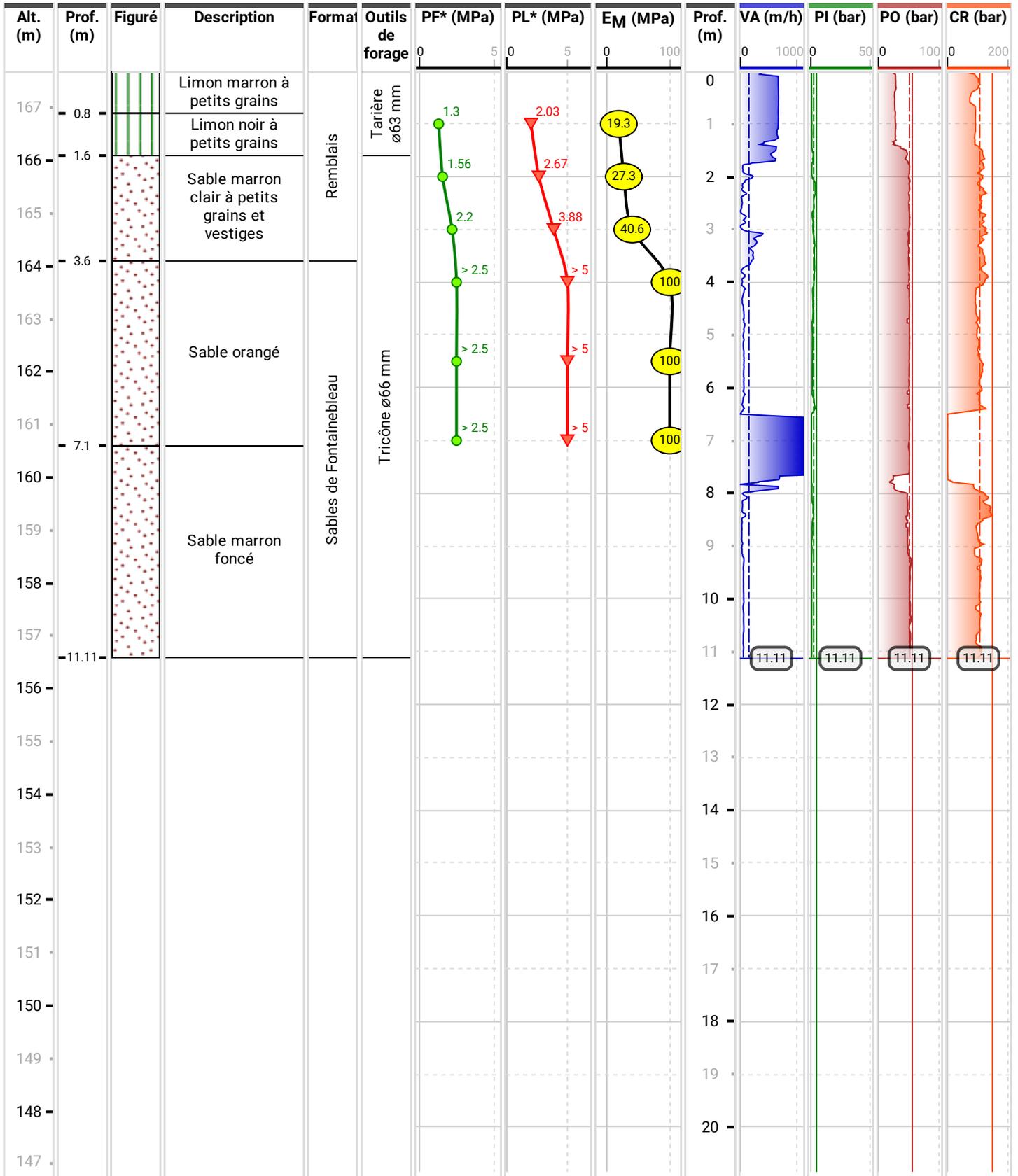
SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

Forage SP5	Date de début 03/04/2024	Altitude NGF 168.1 m
Cote fin 10.08 m	Date de fin 03/04/2024	
Dossier 240197	Machine GEO 205	



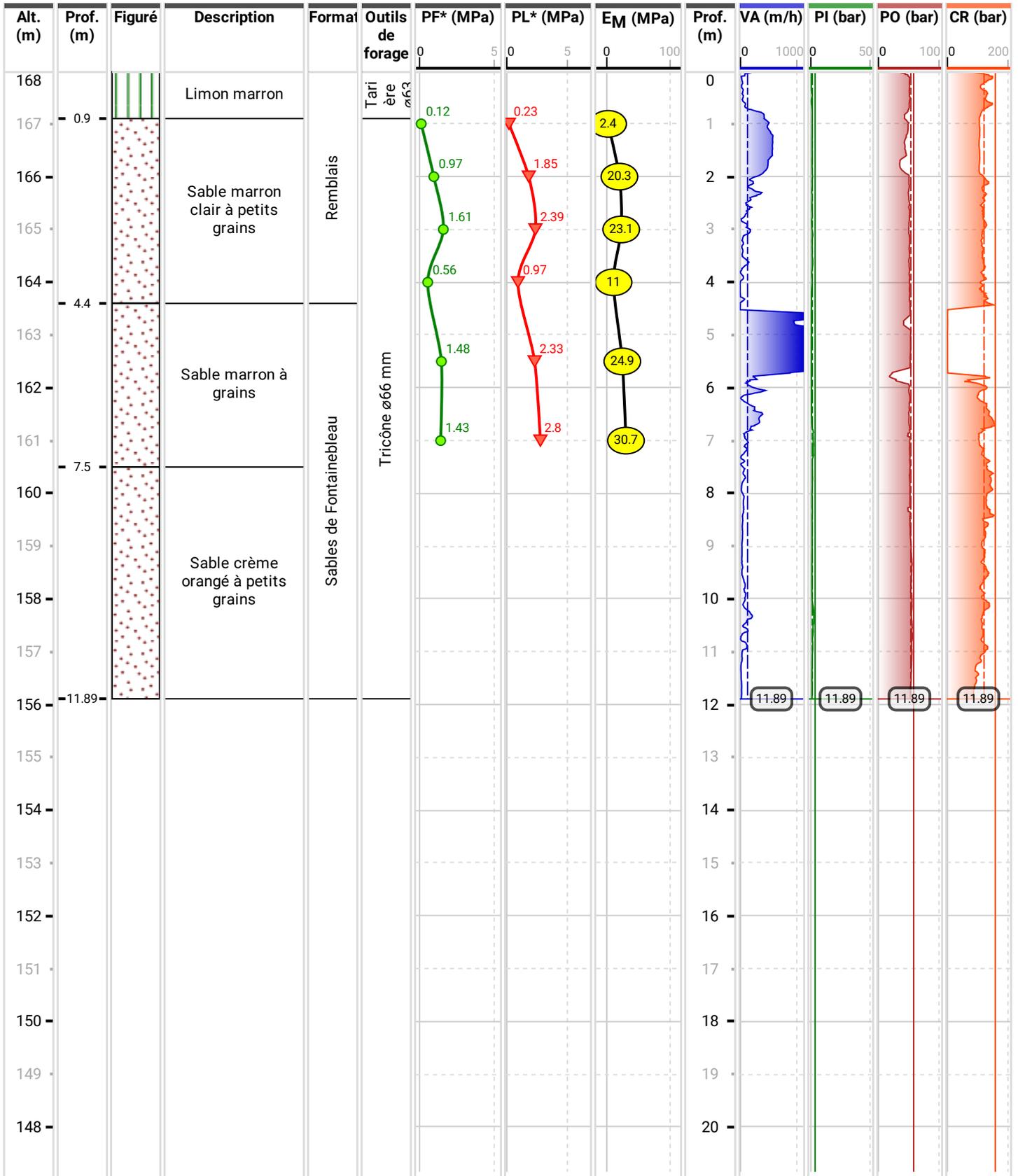
SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

Forage SP6	Date de début 03/04/2024	Altitude NGF 167.7 m
Cote fin 11.11 m	Date de fin 03/04/2024	
Dossier 240197	Machine GEO 205	



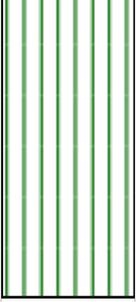
SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

Forage SP7	Date de début 04/04/2024	Altitude NGF 168 m
Cote fin 11.89 m	Date de fin 04/04/2024	
Dossier 240197	Machine GEO 205	



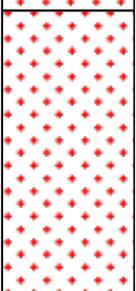
SONDAGE A LA TARIERE

Dossier	Date de début	X
240197	02/04/2024	Y
Forage	Date de fin	Altitude NGF
ST1	02/04/2024	168.2 m
Cote fin	Machine	
2 m	GEO 205	

Alt. (m)	Prof. (m)	Figuré	Forma	Description
168			Remblais	Limon argileux marron à petits cailloux
167.5				
167				
166.5				
166	2			
165.5				
165				
164.5				
164				
163.5				
163				
162.5				
162				
161.5				
161				
160.5				
160				
159.5				
159				
158.5				
158				

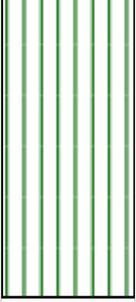
SONDAGE A LA TARIERE

Dossier	Date de début	X
240197	02/04/2024	Y
Forage	Date de fin	Altitude NGF
ST2	02/04/2024	167.8 m
Cote fin	Machine	
2 m	GEO 205	

Alt. (m)	Prof. (m)	Figuré	Forma	Description
167.5	0.1		Remblais	Remblais marron à cailloux et briques rouges
166	2			Remblais argileux marron à petits grains blancs
165.5				
165				
164.5				
164				
163.5				
163				
162.5				
162				
161.5				
161				
160.5				
160				
159.5				
159				
158.5				
158				
157.5				

SONDAGE A LA TARIERE

Dossier	Date de début	X
240197	02/04/2024	Y
Forage	Date de fin	Altitude NGF
ST3	02/04/2024	168.1 m
Cote fin	Machine	
2 m	GEO 205	

Alt. (m)	Prof. (m)	Figuré	Forma	Description
168			Remblais	Limons argileux marron foncé à petits grains
167.5				
167				
166.5				
166	2			
165.5				
165				
164.5				
164				
163.5				
163				
162.5				
162				
161.5				
161				
160.5				
160				
159.5				
159				
158.5				
158				



PROCES-VERBAL D'ESSAIS

Identification et classification GTR

SUIVANT LA NORME NF P 11-300

Nom de l'Affaire : P-240197
Ville : 78140 VELIZY VILLACOUBLAY
Adresse : 8 Avenue Morane Saulnier
Client : ATLAS GEOTECHNIQUE
Contact : MEREL Solène
Mail : s.merel@atlas-geotechnique.fr
Nombre d'essais : 2
Date de réception : 24/04/2024
Date d'essais : Du 27/04 au 02/05/2024

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 11 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 : P-240197 Date : 27/04/2024 Site : 78140 VELIZY VILLACOUBLAY 8 Avenue Morane Saulnier	Echantillon : S31483 Sondage : ST3 Profondeur : 0.00 - 2.00 m Description visuelle du matériau : <i>Argile marron</i>
--	---

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

Teneur en eau W_{nat}	
Masse de la tare (g)	73.4
Masse totale humide (g)	369.18
Masse totale sèche (g)	310.44
Teneur en eau (%)	24.78

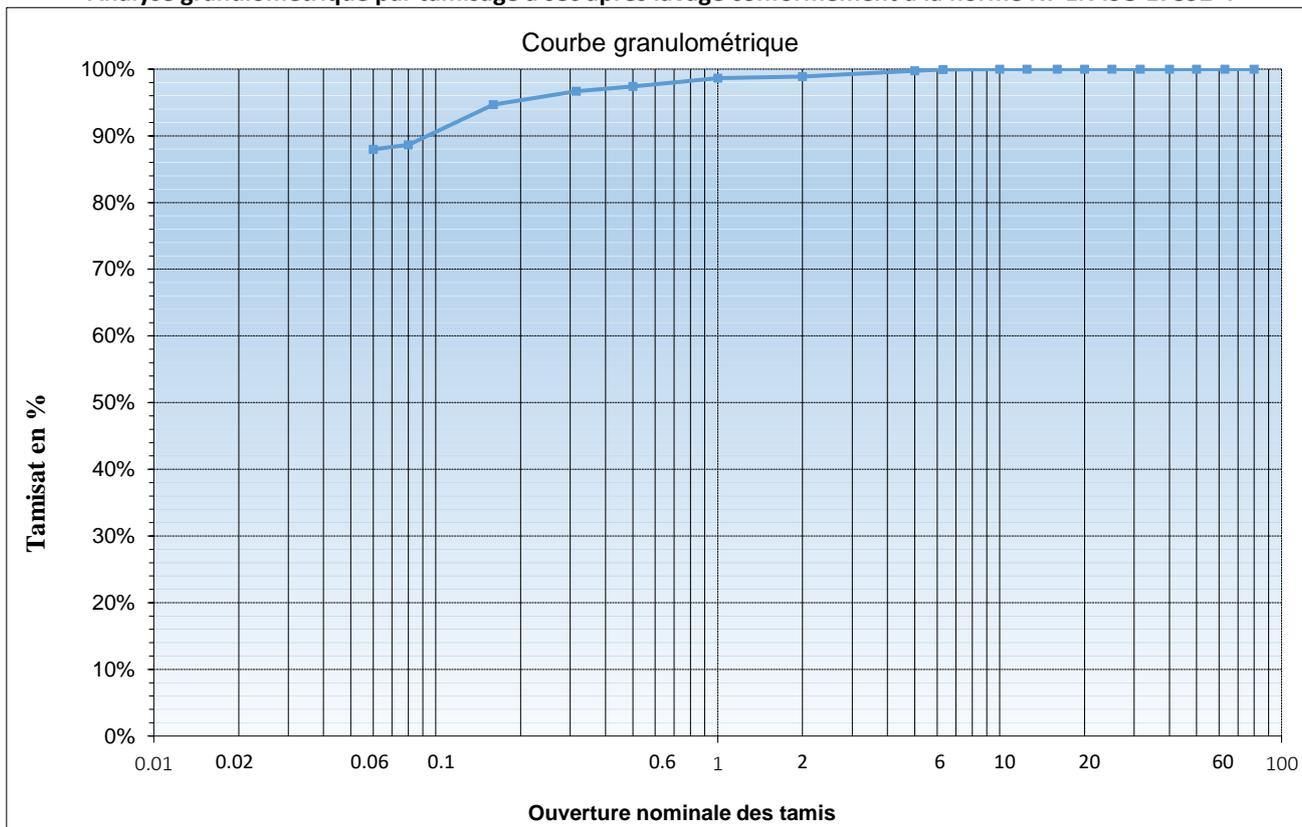
N° Echantillon	$W_{naturelle}$
S31483	24.8

PROCES VERBAL D'ESSAIS

Détermination de la distribution granulométrie des particules

Client : ATLAS GEOTECHNIQUE Affaire : P-240197 Date : 27/04/2024 Site : 78140 VELIZY VILLACOUBLAY 8 Avenue Morane Saulnier	Echantillon : S31483 Sondage : ST3 Profondeur : 0.00 - 2.00 m Description visuelle du matériau : <i>Argile marron</i>
--	---

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 %	88.0	88.7	94.7	96.7	97.4	98.7	98.9	99.7	99.9	100.0	100.0	100.0
Tamis d (mm)	20	25	31.5	40	50	63	80					
Passant %	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0					

d10 (mm)	/	d50 (mm)	/	Dmax (mm)	10	Teneur en eau (%)	
d15 (mm)	/	d60 (mm)	/	Coefficient Courbure (Cc)	/		24.78
d30 (mm)	/	d90 (mm)	0.10	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

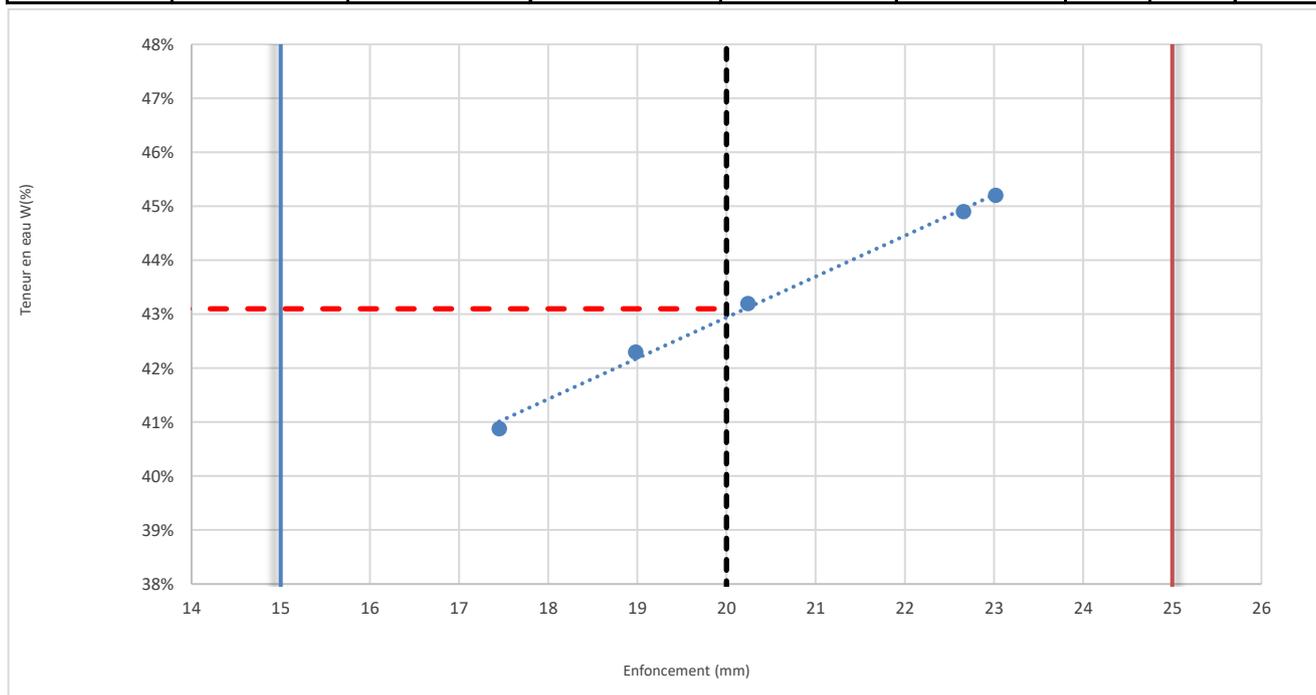
PROCES VERBAL D'ESSAIS

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

Client : ATLAS GEOTECHNIQUE Affaire : P-240197 Date : 27/04/2024 Site : 78140 VELIZY VILLACOUBLAY 8 Avenue Morane Saulnier	Echantillon : S31483 Sondage : ST3 Profondeur : 0.00 - 2.00 m Description visuelle du matériau : <i>Argile marron</i>
--	---

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)	17.45	18.98	20.24	22.66	23.02			
Teneur en eau w(%)	40.88	42.30	43.20	44.90	45.20	21.20	21.02	21.11



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
S31483	24.8	43.1	21.1	22.0	0.83

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

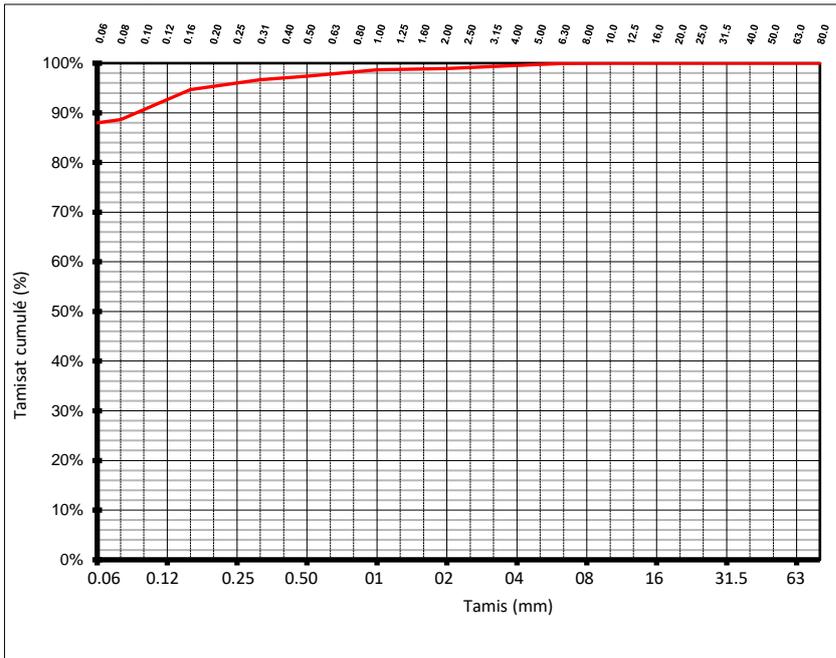
Raphaël DA CONCEICAO
Directeur IDF Nord

PROCES VERBAL D'ESSAIS

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

Client : ATLAS GEOTECHNIQUE Affaire : P-240197 Date : 27/04/2024 Site : 78140 VELIZY VILLACOUBLAY 8 Avenue Morane Saulnier	Echantillon : S31483 Sondage : ST3 Profondeur : 0.00 - 2.00 m Description visuelle du matériau : <i>Argile marron</i>
--	---

Tamis (mm)	Tamisat cumulé (%)	Caractérisation de la granulométrie	
80	100%		
50	100%	D ₁₀ (mm)	/
31.5	100%	D ₁₅ (mm)	/
20	100%	D ₃₀ (mm)	/
10	100%	D ₅₀ (mm)	/
5	100%	D ₆₀ (mm)	/
2	99%	D ₉₀ (mm)	0.10
0.5	97%	C _c	/
0.16	95%	C _u	/
0.08	89%	D _{max} (mm)	10
0.06	88%		



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	22.0
Indice consistance (Ic)		0.83

Comprtement hydrique		
Essai	Norme	valeur
Teneur en eau (Wn)	ISO 17892-1	24.8%
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	

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)		

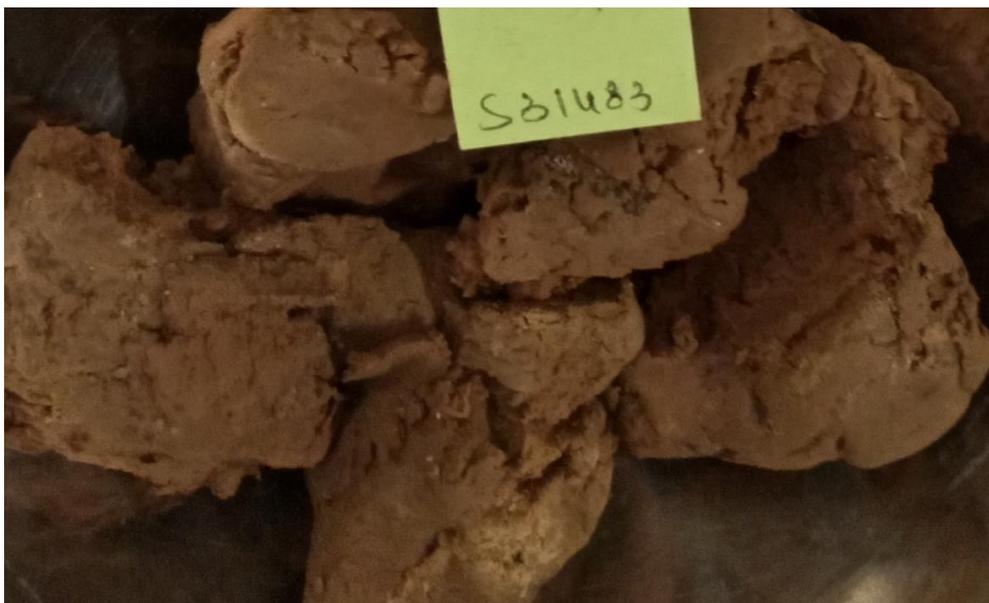
Nature (à titre indicatif)
Sables fins argileux, limons, argiles et marnes peu plastiques, arènes...

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

PROCES VERBAL D'ESSAIS

Photographies des échantillons

Client : ATLAS GEOTECHNIQUE Affaire : P-240197 Date : 27/04/2024 Site : 78140 VELIZY VILLACOUBLAY 8 Avenue Morane Saulnier	Echantillon : S31483 Sondage : ST3 Profondeur : 0.00 - 2.00 m Description visuelle du matériau : <i>Argile marron</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 : P-240197 Date : 27/04/2024 Site : 78140 VELIZY VILLACOUBLAY 8 Avenue Morane Saulnier	Echantillon : S31484 Sondage : SP1 Profondeur : 1.20 - 3.20 m Description visuelle du matériau : <i>Argile sableuse marron</i>
--	--

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

Teneur en eau W_{nat}	
Masse de la tare (g)	118.4
Masse totale humide (g)	320.96
Masse totale sèche (g)	282.62
Teneur en eau (%)	23.35

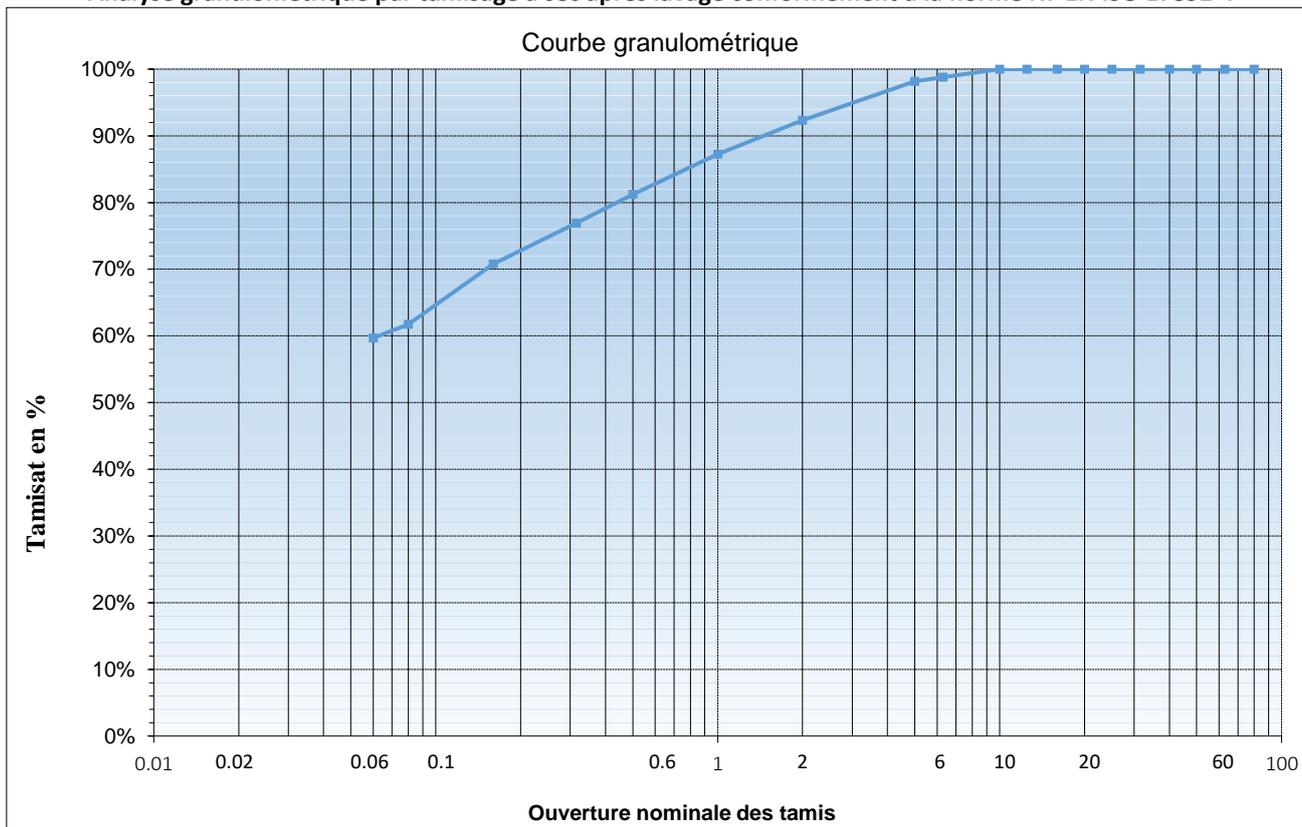
N° Echantillon	$W_{naturelle}$
S31484	23.3

PROCES VERBAL D'ESSAIS

Détermination de la distribution granulométrie des particules

<p>Client : ATLAS GEOTECHNIQUE Affaire : P-240197 Date : 27/04/2024 Site : 78140 VELIZY VILLACOUBLAY 8 Avenue Morane Saulnier</p>	<p>Echantillon : S31484 Sondage : SP1 Profondeur : 1.20 - 3.20 m Description visuelle du matériau : <i>Argile sableuse marron</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 %	59.7	61.8	70.8	76.9	81.2	87.3	92.3	98.2	98.8	100.0	100.0	100.0
Tamis d (mm)	20	25	31.5	40	50	63	80					
Passant %	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0					

d10 (mm)	/	d50 (mm)	/	Dmax (mm)	10	Teneur en eau (%)	
d15 (mm)	/	d60 (mm)	0.06	Coefficient Courbure (Cc)	/		23.35
d30 (mm)	/	d90 (mm)	1.54	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

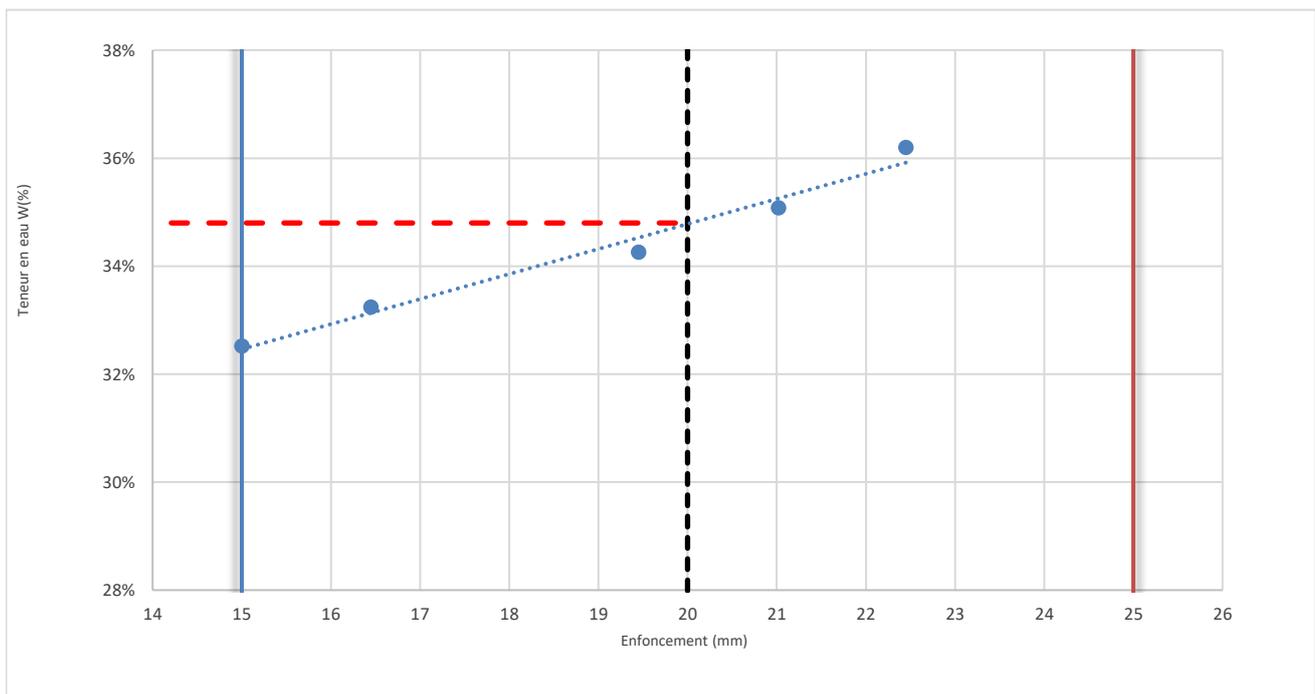
PROCES VERBAL D'ESSAIS

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

Client : ATLAS GEOTECHNIQUE Affaire : P-240197 Date : 27/04/2024 Site : 78140 VELIZY VILLACOUBLAY 8 Avenue Morane Saulnier	Echantillon : S31484 Sondage : SP1 Profondeur : 1.20 - 3.20 m Description visuelle du matériau : <i>Argile sableuse marron</i>
--	--

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)	15.00	16.45	19.45	21.02	22.45			
Teneur en eau w(%)	32.52	33.24	34.26	35.08	36.20	21.45	21.20	21.33



N° Echan.	Tener en eau naturelle	Limite de liquidité	Limite de plasticité	Indice de plasticité	Indice de consistance
S31484	W_n	W_l	W_p	I_p	I_c
	23.3	34.8	21.3	13.5	0.85

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

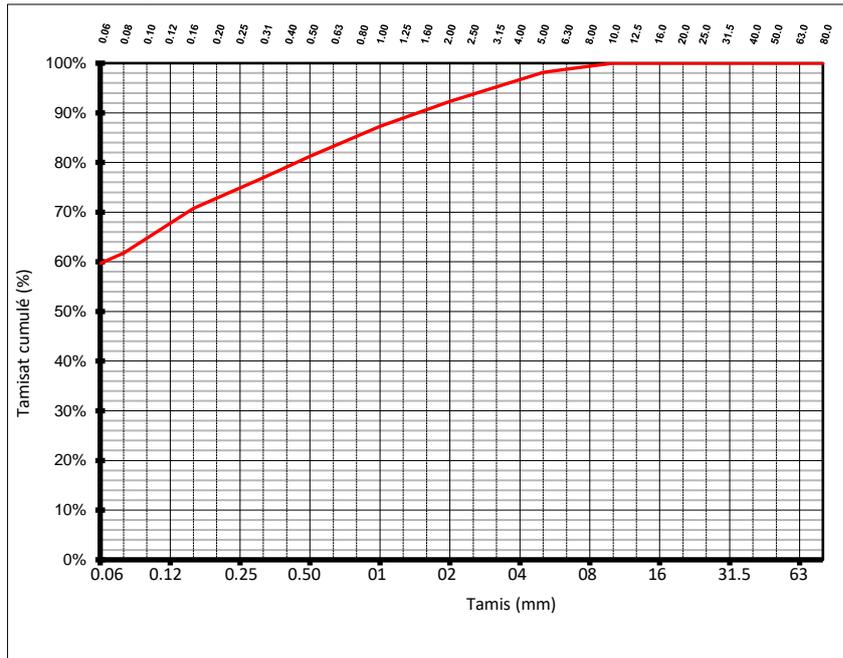
Raphaël DA CONCEICAO
Directeur IDF Nord

PROCES VERBAL D'ESSAIS

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

<p>Client : ATLAS GEOTECHNIQUE Affaire : P-240197 Date : 27/04/2024 Site : 78140 VELIZY VILLACOUBLAY 8 Avenue Morane Saulnier</p>	<p>Echantillon : S31484 Sondage : SP1 Profondeur : 1.20 - 3.20 m Description visuelle du matériau : <i>Argile sableuse marron</i></p>
---	---

Tamis (mm)	Tamisé cumulé (%)	Caractérisation de la granulométrie	
80	100%		
50	100%	D ₁₀ (mm)	/
31.5	100%	D ₁₅ (mm)	/
20	100%	D ₃₀ (mm)	/
10	100%	D ₅₀ (mm)	/
5	98%	D ₆₀ (mm)	0.06
2	92%	D ₉₀ (mm)	1.54
0.5	81%	C _c	/
0.16	71%	C _u	/
0.08	62%	D _{max} (mm)	10
0.06	60%		



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	13.5
Indice consistance (Ic)		0.85

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...	

Comprtement hydrique		
Essai	Norme	valeur
Teneur en eau (Wn)	ISO 17892-1	23.3%
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	A2th
Guide GTR 2023	F2th

PROCES VERBAL D'ESSAIS

Photographies des échantillons

Client : ATLAS GEOTECHNIQUE Affaire : P-240197 Date : 27/04/2024 Site : 78140 VELIZY VILLACOUBLAY 8 Avenue Morane Saulnier	Echantillon : S31484 Sondage : SP1 Profondeur : 1.20 - 3.20 m Description visuelle du matériau : <i>Argile sableuse marron</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

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



ATLAS Géotechnique SAS
Madame Solène MEREL
5 rue Mona Lisa
91090 LISSES
FRANCE

N° de client: 35008283

RAPPORT D'ANALYSE 1404507 Commande n°20240697 dossier n°240197 VELIZY

Date: 03.05.2024

Commande	1404507 Solide / Eluat
Client	35008283 ATLAS Géotechnique SAS
Date de validation	25.04.2024
Prélèvement par	Client

Madame, Monsieur,

Nous avons le plaisir de vous adresser ci-joint le rapport définitif des analyses chimiques provenant du laboratoire pour votre dossier en référence.

Nous signalons que le certificat d'analyses ne pourra être reproduit que dans sa totalité. Les annexes éventuelles font partie du rapport.

Nous vous informons que seules les conditions générales de AL-West, déposées à la Chambre du Commerce et de l'Industrie de Deventer, sont en vigueur.

Au cas où vous souhaiteriez recevoir des renseignements complémentaires, nous vous prions de prendre contact avec le service après-vente.

En vous remerciant pour la confiance que vous nous témoignez, nous vous prions d'agréer, Madame, Monsieur l'expression de nos sincères salutations.

Ce rapport d'analyse avec le numéro de commande 1404507 et la version du rapport d'analyse 1 contient l'analyse ou les analyses 857913-857916.

Respectueusement,

AL-West B.V. (AGROLAB GROUP), Mme Fatima-Zahra Saati, Tél : 33380680132

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 *).

Kamer van Koophandel Directeur
Nr. 08110898 ppa. Marc van Gelder
VAT/BTW-ID-Nr.: Dr. Paul Wimmer
NL 811132559 B01

page 1 de 4





RAPPORT D'ANALYSE 1404507 Commande n°20240697 dossier n°240197 VELIZY

Date: 03.05.2024

Information sur l'échantillon

Numéro d'échantillon	Date de prélèvement	Nom d'échantillon
857913	sans objet	ST1 0 - 2 m
857914	sans objet	ST2 0 - 2 m
857915	sans objet	ST3 0 - 2 m
857916	sans objet	SP7 0,9 - 4,4 m

Lixiviation

Paramètres	Unité	857913 ST1 0 - 2 m	857914 ST2 0 - 2 m	857915 ST3 0 - 2 m	857916 SP7 0,9 - 4,4 m
Fraction >4mm (EN12457-2)	%	1,6 ¹⁾	<0,1 ^{1),3)}	<0,1 ^{1),3)}	1,6 ¹⁾
Masse brute Mh pour lixiviation*)	g	110 ¹⁾	110 ¹⁾	110 ¹⁾	140 ¹⁾
Lixiviation (EN 12457-2)		++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}
Volume de lixiviant L ajouté pour l'extraction*)	ml	900	900	900	900

Prétraitement des échantillons

Paramètres	Unité	857913 ST1 0 - 2 m	857914 ST2 0 - 2 m	857915 ST3 0 - 2 m	857916 SP7 0,9 - 4,4 m
Masse échantillon total inférieure à 2 kg ⁴⁾	kg	0,63 ¹⁾	0,56 ¹⁾	0,64 ¹⁾	0,66 ¹⁾
Prétraitement de l'échantillon		++ ²⁾	++ ²⁾	++ ²⁾	++ ²⁾
Matière sèche	%	81,3 ¹⁾	80,4 ¹⁾	80,4 ¹⁾	67,5 ¹⁾

Analyses Physico-chimiques

Paramètres	Unité	857913 ST1 0 - 2 m	857914 ST2 0 - 2 m	857915 ST3 0 - 2 m	857916 SP7 0,9 - 4,4 m
Perte au feu	% MS	3,9	5,5	3,4	2,7
Résidu après combustion	% MS	96,1	94,5	96,6	97,3

Analyses sur éluat après lixiviation

Paramètres	Unité	857913 ST1 0 - 2 m	857914 ST2 0 - 2 m	857915 ST3 0 - 2 m	857916 SP7 0,9 - 4,4 m
L/S cumulé	ml/g	10,0	10,0	10,0	10,0
Conductivité électrique	µS/cm	150	510	96,1	280
Température	°C	20,6	19,5	20,7	20,4
pH		8,6	9,0	8,3	10,0

Calcul des Fractions solubles

Paramètres	Unité	857913 ST1 0 - 2 m	857914 ST2 0 - 2 m	857915 ST3 0 - 2 m	857916 SP7 0,9 - 4,4 m
Sulfates cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	260	2300	73	880

Analyses Physico-chimiques sur éluat

Paramètres	Unité	857913 ST1 0 - 2 m	857914 ST2 0 - 2 m	857915 ST3 0 - 2 m	857916 SP7 0,9 - 4,4 m
Sulfates (SO4)	mg/l	26	230	7,3	88

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

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 *).

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



RAPPORT D'ANALYSE 1404507 Commande n°20240697 dossier n°240197 VELIZY

Date: 03.05.2024

méthodes appliquées sont généralement basés selon la Directive 2009/90/CE de la Commission Européenne en ce qui concerne l'incertitude de mesure.

¹⁾ Tous les résultats obtenus à partir de l'analyse de la matière solide sont basés sur la matière sèche (MS), à l'exception des paramètres marqués du signe ¹⁾ qui sont basés sur la matière brute (MB).

²⁾ "++" Signifie que le traitement requis a été effectué en laboratoire.

³⁾ Explication : "<" ou "n.d." indiquent que la concentration de l'analyte est inférieure à la limite de quantification (LQ).

⁴⁾ Des différences sont notées par rapport aux lignes directrices si moins de 2 kg d'échantillon ont été livrés

Début de l'analyse : 25.04.2024

Fin de l'analyse : 03.05.2024

Les résultats portent exclusivement sur les échantillons analysés. Si le laboratoire n'est pas responsable de l'échantillonnage, les résultats correspondent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire n'est pas responsable des informations fournies par le client. Les informations du client, le cas échéant, présentées dans le présent rapport d'analyse ne sont pas soumises à l'accréditation du laboratoire et peuvent affecter la validité des résultats d'essai. La reproduction d'extraits de ce rapport sans notre autorisation écrite n'est pas autorisée.

AL-West B.V. (AGROLAB GROUP), Mme Fatima-Zahra Saati, Tél : 33380680132

Ce rapport transmis électroniquement a été vérifié et validé en accord avec les prescriptions de la EN ISO/IEC 17025:2017 pour les rapports simplifiés. Il est valide avec la signature numérique.

AGROLAB GROUP

Méthode

Conforme à NEN-EN 16179

Conforme à NEN-ISO 15923-1, équivalent à

NEN-EN 16192

méthode interne

méthode interne

NEN-EN 15934

NF EN 12457-2

Selon norme lixiviation

Selon norme lixiviation*)

Paramètres

Prétraitement de l'échantillon

Sulfates (SO4)

Masse échantillon total inférieure à 2 kg⁴⁾

Perte au feu, Résidu après combustion

Matière sèche

Lixiviation (EN 12457-2)

Fraction >4mm (EN12457-2), L/S cumulé, Conductivité électrique, Température, pH,

Sulfates cumulé (var. L/S)

Masse brute Mh pour lixiviation*), Volume de lixiviant L ajouté pour l'extraction*)

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 *).

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



RAPPORT D'ANALYSE 1404507 Commande n°20240697 dossier n°240197 VELIZY

Date: 03.05.2024

Annexe de N° commande 1404507

Conservation, date de conservation et flaconnage

Dans les analyses énumérées ci-dessous, il y a des déviations par rapport aux directives de conservation qui peuvent avoir une influence potentielle sur les résultats.

857913	La date de prélèvement de l'échantillon est inconnue.
857914	La date de prélèvement de l'échantillon est inconnue.
857915	La date de prélèvement de l'échantillon est inconnue.
857916	La date de prélèvement de l'échantillon est inconnue.

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 *).

Kamer van Koophandel Directeur
Nr. 08110898 ppa. Marc van Gelder
VAT/BTW-ID-Nr.: Dr. Paul Wimmer
NL 811132559 B01

page 4 de 4



Données

Titre du projet : VELIZY 1

Numéro d'affaire : 240197

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Pieux 800 mm (pieu n°1)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-262/A1 (juillet 2018)

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas du calcul (m) : 0,50

Section de calcul : Section de calcul circulaire

Diamètre de calcul (m) : 0,60

Classe du pieu : 1 - Pieu/micropieu foré

Catégorie du pieu : 1 [FS] - Foré simple (pieux et barrettes)

Pieu de grande longueur : Non

Mode de chargement : Travail en compression

Combinaisons

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

Cote de référence (m) : 168,00

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	$\gamma R, d1 \times \gamma R, d2$
1	Remblais		Argile, limons	163,00	0,00	0,00	0,00	1,265
2	Sables de Fontainebleau		Sables, graves	147,90	3500,00	90,00	1,10	1,265

Critère de calcul : Contrainte imposée en tête

Contrainte en tête (kPa)

Critère appliqué à la combinaison ELS-QP : 0,00

Critère appliqué à la combinaison ELS-CARAC : 6920,00

Critère appliqué à la combinaison ELU-FOND : 0,00

Critère appliqué à la combinaison ELU-ACC : 0,00

Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non

Contrôle de la résistance structurale de la section : Non



FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 30/04/2024 - 15:32:45
Calcul réalisé par : ATLAS GEOTECHNIQUE

Projet : VELIZY 1
Module : Fondprof (Pieu 1/1)
Titre du calcul : Pieux 800 mm

Onglet "Calcul"



File : C:\Users\SOLENE-1\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v4\15328\FP.0.resu

Calcul réalisé le : 30/04/2024 à 15h32
par : ATLAS GEOTECHNIQUE

Options du calcul :

- calcul basé sur des paramètres issus du pressiomètre de Ménard
- calcul selon les règles de la norme NF P 94 262
- profil de pression limite pl* défini par couche
- pour pieu de catégorie : 1
- pour pieu travaillant en compression

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

Cote de référence : 168.000

Section du pieu : 0.283
Périmètre : 1.885

Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	pl*	qsl	kpmin	kpmax	gamrd
01	163.00	0.0	0.00	1.00	0.00	1.26
02	147.90	3500.0	90.00	1.00	1.10	1.26

Pas du calcul : 0.50

SOLUTION

Calcul à charge imposée : Q = 1956.6 combinaison dimensionnante : ELS-CARA

couche	cote	qsl	ple	kp	Qs	Qp	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
01	168.00	0.00	0.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	167.50	0.00	0.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	167.00	0.00	0.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	166.50	0.00	0.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	166.00	0.00	0.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	165.50	0.00	0.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	165.00	0.00	0.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	164.50	0.00	0.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	164.00	0.00	875.0	0.001	0.0	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2
01	163.50	0.00	1750.0	0.001	0.0	0.5	0.2	0.2	0.4	0.4
01	163.00	0.00	2625.0	0.001	0.0	0.7	0.3	0.3	0.5	0.6
01	163.00	0.00	2625.0	0.001	0.0	0.7	0.3	0.3	0.5	0.6
02	163.00	90.00	3500.0	1.000	0.0	989.6	355.9	435.0	711.1	782.3
02	162.50	90.00	3500.0	1.017	84.8	1006.1	404.5	494.4	783.9	862.4
02	162.00	90.00	3500.0	1.033	169.6	1022.6	453.1	553.8	856.7	942.5
02	161.50	90.00	3500.0	1.050	254.5	1039.1	501.7	613.2	929.5	1022.6
02	161.00	90.00	3500.0	1.067	339.3	1055.6	550.3	672.6	1002.3	1102.7
02	160.50	90.00	3500.0	1.083	424.1	1072.1	598.8	732.0	1075.1	1182.8
02	160.00	90.00	3500.0	1.100	508.9	1088.6	647.4	791.5	1147.9	1262.8
02	159.50	90.00	3500.0	1.100	593.8	1088.6	690.1	843.6	1208.9	1329.9
02	159.00	90.00	3500.0	1.100	678.6	1088.6	732.7	895.8	1269.8	1397.0
02	158.50	90.00	3500.0	1.100	763.4	1088.6	775.4	948.0	1330.8	1464.0
02	158.00	90.00	3500.0	1.100	848.2	1088.6	818.0	1000.1	1391.7	1531.1

02	157.50	90.00	3500.0	1.100	933.1	1088.6	860.6	1052.3	1452.7	1598.1
02	157.00	90.00	3500.0	1.100	1017.9	1088.6	903.3	1104.5	1513.6	1665.2
02	156.50	90.00	3500.0	1.100	1102.7	1088.6	945.9	1156.6	1574.6	1732.2
02	156.00	90.00	3500.0	1.100	1187.5	1088.6	988.6	1208.8	1635.5	1799.3
02	155.50	90.00	3500.0	1.100	1272.3	1088.6	1031.2	1261.0	1696.5	1866.3
02	155.00	90.00	3500.0	1.100	1357.2	1088.6	1073.9	1313.1	1757.4	1933.4
02	154.50	90.00	3500.0	1.100	1442.0	1088.6	1116.5	1365.3	1818.4	2000.4
02	154.00	90.00	3500.0	1.100	1526.8	1088.6	1159.2	1417.5	1879.3	2067.5
02	153.50	90.00	3500.0	1.100	1611.6	1088.6	1201.8	1469.6	1940.3	2134.5
02	153.00	90.00	3500.0	1.100	1696.5	1088.6	1244.5	1521.8	2001.3	2201.6
02	152.50	90.00	3500.0	1.100	1781.3	1088.6	1287.1	1574.0	2062.2	2268.7
02	152.00	90.00	3500.0	1.100	1866.1	1088.6	1329.8	1626.1	2123.2	2335.7
02	151.50	90.00	3500.0	1.100	1950.9	1088.6	1372.4	1678.3	2184.1	2402.8
02	151.00	90.00	3500.0	1.100	2035.8	1088.6	1415.0	1730.5	2245.1	2469.8
02	150.50	90.00	3500.0	1.100	2120.6	1088.6	1457.7	1782.6	2306.0	2536.9
02	150.00	90.00	3500.0	1.100	2205.4	1088.6	1500.3	1834.8	2367.0	2603.9
02	149.50	90.00	3500.0	1.100	2290.2	1088.6	1543.0	1887.0	2427.9	2671.0
02	149.00	90.00	3500.0	1.100	2375.0	1088.6	1585.6	1939.2	2488.9	2738.0
02	148.83	90.00	3500.0	1.100	2403.4	1088.6	1599.9	1956.6	2509.2	2760.4

Données

Titre du projet : VELIZY 1

Numéro d'affaire : 240197

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Pieux 800 mm (pieu n°1)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-262/A1 (juillet 2018)

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas du calcul (m) : 0,50

Section de calcul : Section de calcul circulaire

Diamètre de calcul (m) : 0,80

Classe du pieu : 1 - Pieu/micropieu foré

Catégorie du pieu : 1 [FS] - Foré simple (pieux et barrettes)

Pieu de grande longueur : Non

Mode de chargement : Travail en compression

Combinaisons

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

Cote de référence (m) : 168,00

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	$\gamma R, d1 \times \gamma R, d2$
1	Remblais		Argile, limons	163,00	0,00	0,00	0,00	1,265
2	Sables de Fontainebleau		Sables, graves	147,90	3500,00	90,00	1,10	1,265

Critère de calcul : Contrainte imposée en tête

Contrainte en tête (kPa)

Critère appliqué à la combinaison ELS-QP : 0,00

Critère appliqué à la combinaison ELS-CARAC : 6920,00

Critère appliqué à la combinaison ELU-FOND : 0,00

Critère appliqué à la combinaison ELU-ACC : 0,00

Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non

Contrôle de la résistance structurale de la section : Non



FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 30/04/2024 - 15:18:23
Calcul réalisé par : ATLAS GEOTECHNIQUE

Projet : VELIZY 1
Module : Fondprof (Pieu 1/1)
Titre du calcul : Pieux 800 mm

Onglet "Calcul"



File : C:\Users\SOLENE-1\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v4\14564\FP.0.resu

Calcul réalisé le : 30/04/2024 à 15h17
par : ATLAS GEOTECHNIQUE

Options du calcul :

- calcul basé sur des paramètres issus du pressiomètre de Ménard
- calcul selon les règles de la norme NF P 94 262
- profil de pression limite pl* défini par couche
- pour pieu de catégorie : 1
- pour pieu travaillant en compression

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

Cote de référence : 168.000

Section du pieu : 0.503
Périmètre : 2.513

Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	pl*	qsl	kpmin	kpmax	gamrd
01	163.00	0.0	0.00	1.00	0.00	1.26
02	147.90	3500.0	90.00	1.00	1.10	1.26

Pas du calcul : 0.50

SOLUTION

Calcul à charge imposée : Q = 3478.4 combinaison dimensionnante : ELS-CARA

Attention longueur insuffisante !

couche	cote	qsl	ple	kp	Qs	Qp	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
01	168.00	0.00	0.0	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	167.50	0.00	0.0	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	167.00	0.00	0.0	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	166.50	0.00	0.0	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	166.00	0.00	0.0	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	165.50	0.00	0.0	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	165.00	0.00	0.0	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	164.50	0.00	0.0	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	164.00	0.00	875.0	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	163.50	0.00	1750.0	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	163.00	0.00	2625.0	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	163.00	0.00	2625.0	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	163.00	90.00	3500.0	1.000	0.0	1759.3	632.8	773.3	1264.2	1390.7
02	162.50	90.00	3500.0	1.013	113.1	1781.3	697.6	852.5	1361.3	1497.5
02	162.00	90.00	3500.0	1.025	226.2	1803.3	762.3	931.7	1458.3	1604.3
02	161.50	90.00	3500.0	1.038	339.3	1825.3	827.1	1010.9	1555.4	1711.1
02	161.00	90.00	3500.0	1.050	452.4	1847.3	891.9	1090.1	1652.5	1817.9
02	160.50	90.00	3500.0	1.063	565.5	1869.2	956.6	1169.4	1749.5	1924.7
02	160.00	90.00	3500.0	1.075	678.6	1891.2	1021.4	1248.6	1846.6	2031.5
02	159.50	90.00	3500.0	1.088	791.7	1913.2	1086.2	1327.8	1943.7	2138.3

02	159.00	90.00	3500.0	1.100	904.8	1935.2	1151.0	1407.0	2040.8	2245.1
02	158.50	90.00	3500.0	1.100	1017.9	1935.2	1207.8	1476.6	2122.0	2334.5
02	158.00	90.00	3500.0	1.100	1131.0	1935.2	1264.7	1546.2	2203.3	2423.9
02	157.50	90.00	3500.0	1.100	1244.1	1935.2	1321.5	1615.7	2284.6	2513.3
02	157.00	90.00	3500.0	1.100	1357.2	1935.2	1378.4	1685.3	2365.8	2602.7
02	156.50	90.00	3500.0	1.100	1470.3	1935.2	1435.3	1754.8	2447.1	2692.1
02	156.00	90.00	3500.0	1.100	1583.4	1935.2	1492.1	1824.4	2528.4	2781.5
02	155.50	90.00	3500.0	1.100	1696.5	1935.2	1549.0	1893.9	2609.6	2870.9
02	155.00	90.00	3500.0	1.100	1809.6	1935.2	1605.9	1963.5	2690.9	2960.3
02	154.50	90.00	3500.0	1.100	1922.7	1935.2	1662.7	2033.1	2772.2	3049.7
02	154.00	90.00	3500.0	1.100	2035.8	1935.2	1719.6	2102.6	2853.5	3139.1
02	153.50	90.00	3500.0	1.100	2148.8	1935.2	1776.4	2172.2	2934.7	3228.5
02	153.00	90.00	3500.0	1.100	2261.9	1935.2	1833.3	2241.7	3016.0	3317.9
02	152.50	90.00	3500.0	1.100	2375.0	1935.2	1890.2	2311.3	3097.3	3407.3
02	152.00	90.00	3500.0	1.100	2488.1	1935.2	1947.0	2380.8	3178.5	3496.7
02	151.50	90.00	3500.0	1.100	2601.2	1935.2	2003.9	2450.4	3259.8	3586.1
02	151.00	90.00	3500.0	1.100	2714.3	1935.2	2060.7	2519.9	3341.1	3675.5
02	150.50	90.00	3500.0	1.100	2827.4	1935.2	2117.6	2589.5	3422.3	3764.9
02	150.00	90.00	3500.0	1.100	2940.5	1935.2	2174.5	2659.1	3503.6	3854.3
02	149.50	90.00	3500.0	1.100	3053.6	1935.2	2231.3	2728.6	3584.9	3943.8
02	149.00	90.00	3500.0	1.100	3166.7	1935.2	2288.2	2798.2	3666.1	4033.2
02	148.50	90.00	3500.0	1.100	3279.8	1935.2	2345.1	2867.7	3747.4	4122.6
02	148.00	90.00	3500.0	1.100	3392.9	1935.2	2401.9	2937.3	3828.7	4212.0
02	144.11	90.00	3500.0	1.100	4272.7	1935.2	2844.2	3478.4	4460.9	4907.4

Données

Titre du projet : VELIZY 1

Numéro d'affaire : 240197

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Pieux 800 mm (pieu n°1)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-262/A1 (juillet 2018)

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas du calcul (m) : 0,50

Section de calcul : Section de calcul circulaire

Diamètre de calcul (m) : 1,00

Classe du pieu : 1 - Pieu/micropieu foré

Catégorie du pieu : 1 [FS] - Foré simple (pieux et barrettes)

Pieu de grande longueur : Non

Mode de chargement : Travail en compression

Combinaisons

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

Cote de référence (m) : 168,00

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	$\gamma R, d1 \times \gamma R, d2$
1	Remblais		Argile, limons	163,00	0,00	0,00	0,00	1,265
2	Sables de Fontainebleau		Sables, graves	147,90	3500,00	90,00	1,10	1,265

Critère de calcul : Longueur imposée

Longueur du pieu (m) : 20,00

Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non

Contrôle de la résistance structurale de la section : Non



FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 30/04/2024 - 15:34:30
Calcul réalisé par : ATLAS GEOTECHNIQUE

Projet : VELIZY 1
Module : Fondprof (Pieu 1/1)
Titre du calcul : Pieux 800 mm

Onglet "Calcul"



File : C:\Users\SOLENE-1\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v4\15328\FP.0.resu

Calcul réalisé le : 30/04/2024 à 15h34
par : ATLAS GEOTECHNIQUE

Options du calcul :

- calcul basé sur des paramètres issus du pressiomètre de Ménard
- calcul selon les règles de la norme NF P 94 262
- profil de pression limite pl* défini par couche
- pour pieu de catégorie : 1
- pour pieu travaillant en compression

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

Cote de référence : 168.000

Section du pieu : 0.785
Périmètre : 3.142

Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	pl*	qsl	kpmin	kpmax	gamrd
01	163.00	0.0	0.00	1.00	0.00	1.26
02	147.90	3500.0	90.00	1.00	1.10	1.26

Pas du calcul : 0.50

SOLUTION

Calcul à longueur imposée : L = 20.00

couche	cote	qsl	ple	kp	Qs	Qp	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
01	168.00	0.00	0.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	167.50	0.00	0.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	167.00	0.00	0.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	166.50	0.00	0.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	166.00	0.00	0.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	165.50	0.00	0.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	165.00	0.00	0.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	164.50	0.00	0.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	164.00	0.00	875.0	0.001	0.0	0.7	0.2	0.3	0.5	0.5
01	163.50	0.00	1750.0	0.001	0.0	1.4	0.5	0.6	1.0	1.1
01	163.00	0.00	2625.0	0.001	0.0	2.1	0.7	0.9	1.5	1.6
01	163.00	0.00	2625.0	0.001	0.0	2.1	0.7	0.9	1.5	1.6
02	163.00	90.00	3500.0	1.000	0.0	2748.9	988.7	1208.2	1975.3	2173.0
02	162.50	90.00	3500.0	1.010	141.4	2776.4	1069.7	1307.2	2096.6	2306.5
02	162.00	90.00	3500.0	1.020	282.7	2803.9	1150.7	1406.3	2218.0	2440.0
02	161.50	90.00	3500.0	1.030	424.1	2831.4	1231.6	1505.3	2339.3	2573.5
02	161.00	90.00	3500.0	1.040	565.5	2858.8	1312.6	1604.3	2460.7	2707.0
02	160.50	90.00	3500.0	1.050	706.9	2886.3	1393.6	1703.4	2582.0	2840.5
02	160.00	90.00	3500.0	1.060	848.2	2913.8	1474.5	1802.4	2703.3	2974.0
02	159.50	90.00	3500.0	1.070	989.6	2941.3	1555.5	1901.4	2824.7	3107.4
02	159.00	90.00	3500.0	1.080	1131.0	2968.8	1636.4	2000.4	2946.0	3240.9
02	158.50	90.00	3500.0	1.090	1272.3	2996.3	1717.4	2099.5	3067.3	3374.4
02	158.00	90.00	3500.0	1.100	1413.7	3023.8	1798.4	2198.5	3188.7	3507.9

02	157.50	90.00	3500.0	1.100	1555.1	3023.8	1869.5	2285.4	3290.3	3619.7
02	157.00	90.00	3500.0	1.100	1696.5	3023.8	1940.5	2372.4	3391.9	3731.4
02	156.50	90.00	3500.0	1.100	1837.8	3023.8	2011.6	2459.3	3493.4	3843.2
02	156.00	90.00	3500.0	1.100	1979.2	3023.8	2082.7	2546.3	3595.0	3954.9
02	155.50	90.00	3500.0	1.100	2120.6	3023.8	2153.8	2633.2	3696.6	4066.7
02	155.00	90.00	3500.0	1.100	2261.9	3023.8	2224.8	2720.2	3798.2	4178.4
02	154.50	90.00	3500.0	1.100	2403.3	3023.8	2295.9	2807.1	3899.8	4290.2
02	154.00	90.00	3500.0	1.100	2544.7	3023.8	2367.0	2894.1	4001.4	4402.0
02	153.50	90.00	3500.0	1.100	2686.1	3023.8	2438.1	2981.0	4103.0	4513.7
02	153.00	90.00	3500.0	1.100	2827.4	3023.8	2509.1	3068.0	4204.6	4625.5
02	152.50	90.00	3500.0	1.100	2968.8	3023.8	2580.2	3154.9	4306.1	4737.2
02	152.00	90.00	3500.0	1.100	3110.2	3023.8	2651.3	3241.9	4407.7	4849.0
02	151.50	90.00	3500.0	1.100	3251.6	3023.8	2722.4	3328.8	4509.3	4960.7
02	151.00	90.00	3500.0	1.100	3392.9	3023.8	2793.5	3415.7	4610.9	5072.5
02	150.50	90.00	3500.0	1.100	3534.3	3023.8	2864.5	3502.7	4712.5	5184.3
02	150.00	90.00	3500.0	1.100	3675.7	3023.8	2935.6	3589.6	4814.1	5296.0
02	149.50	90.00	3500.0	1.100	3817.0	3023.8	3006.7	3676.6	4915.7	5407.8
02	149.00	90.00	3500.0	1.100	3958.4	3023.8	3077.8	3763.5	5017.2	5519.5
02	148.50	90.00	3500.0	1.100	4099.8	3023.8	3148.8	3850.5	5118.8	5631.3
02	148.00	90.00	3500.0	1.100	4241.2	3023.8	3219.9	3937.4	5220.4	5743.0

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).