

GROUPE ADP

ISSY-LES-MOULINEAUX (92) HELIPORT

DOSSIER N°G250623-001B

Etude pour la restructuration de l'héliport
Mission géotechnique G2-PRO



CLIENT	
Coordonnées :	Groupe ADP - ECP – Département Projets Infrastructure et Energie
Contact et fonction :	M. CRAYSSAC

ZONE D'ETUDE	
Adresse :	Aérodrome d'Issy les Moulineaux
Activité :	-/-
Contact et fonction :	-/-

AFFAIRE	
Prestation :	Mission géotechnique G2-PRO
Référence devis :	D250623
Référence rapport :	G250623-001
Nombre de pages de rapport :	36
Nombre de pages d'annexe :	26

EQUIPE PROJET GEOLIA	
Rédacteur :	Fetta CHIBA fetta.chiba@geolia-conseil.com – 01 69 34 73 04
Approbateur :	William BATS william.bats@geolia-conseil.com

REVISION DU DOCUMENT		
Version n°	Date	Détail des révisions
A	30/09/2025	Première diffusion
B	28/10/2025	Mise à jour calculs de la capacité portante des micropieux (§ 6.3.2) et choix du béton vis-à-vis de l'agressivité chimique des milieux (§ 6.5)
C	06/11/2025	Mise à jour calculs de la capacité portante des micropieux (§ 6.3.2) selon la combinaison d'action fondamentale et non accidentelle

SOMMAIRE

	Page
1. PRESENTATION GENERALE - DEFINITION DE LA MISSION	5
2. REFERENCES ET REGLES DE CALCUL.....	7
2.1. Textes règlementaires.....	7
2.2. Documents à disposition	8
3. RAPPEL DES CONTEXTES DE SITE ET GEOTECHNIQUE.....	8
3.1. Contexte de site	8
3.2. Contexte géologique et lithologique	10
3.3. Contexte hydrologique et hydrogéologique	11
3.4. Phénomène de retrait-gonflement des argiles	12
3.5. Autres aléas géotechniques	13
4. PRESENTATION DU PROJET	14
4.1. Généralités.....	14
4.2. Descentes de charges.....	16
4.3. Exigences	18
4.4. Synthèse des risques géotechniques.....	19
5. RESULTATS OBTENUS.....	20
5.1. Nature des sols reconnus.....	20
5.2. Observations concernant l'eau	21
5.1. Perméabilité.....	22
5.2. Caractéristiques pressiométriques.....	23
5.3. Essai au pénétromètre dynamique.....	30
6. CONCLUSIONS – RECOMMANDATIONS	31
6.1. Contexte géotechnique	31
6.2. Modèle géotechnique Général.....	31
6.3. Etude géotechnique de conception phase projet	32
6.3.1. Présentation.....	32
6.3.2. Principe de fondations.....	33
6.3.3. Sol du projet.....	35
6.4. Mitoyens et avoisinants.....	36
6.5. Sujétions générales.....	36

FIGURES

Figure 1 : Localisation de la zone d'étude	8
Figure 2 : Localisation de la zone d'étude (vue Earth)	9
Figure 3 : Héliport – Plan masse préférentiel (source ADP)	10
Figure 4 : Extrait de la carte géologique du BRGM	11
Figure 5 : Extrait de la carte du BRGM vis-à-vis des remontées de nappes	11
Figure 6 : Extrait de la carte de l'aléa inondation à Issy les Moulineaux	12
Figure 7 : Extrait de la carte aléa retrait gonflement des sols argileux	13
Figure 8 : Héliport- Bâtiment VIGIE	14
Figure 9 : Coupe du projet	14
Figure 10 : Plan du RDC	15
Figure 11 : Plan du R+1	15
Figure 12 : Coupe transversale du projet	16
Figure 13 : Combinaisons d'actions aux ELS Carac	16
Figure 14 : Combinaisons d'actions aux ELU fondamentale	17
Figure 15 : Combinaisons d'actions liées au vent en X	17
Figure 16 : Combinaisons d'actions liées au vent en Y	18
Figure 17 : Distribution des modules pressiométriques et des pressions limites dans les remblais/alluvions modernes	24
Figure 18 : Distribution des modules pressiométriques et des pressions limites dans les alluvions anciennes	25
Figure 19 : Distribution des modules pressiométriques et des pressions limites dans la Craie altérée	26
Figure 20 : Distribution des modules pressiométriques et des pressions limites dans la Craie	27
Figure 21 : Répartition des pressions limites mesurées en fonction de la cote altimétrique/profondeur – échelle semi-logarithmique	28
Figure 22 : Répartition des modules pressiométriques mesurées en fonction de la cote altimétrique/profondeur – échelle semi-logarithmique	29
Figure 23 : Localisation de la galerie RTE (sans échelle)	32
Figure 24 : Déformation du micropieu foré boue en diamètre 200 mm aux ELU fondamentale	35

ANNEXES

- Annexe 1 : Classification des missions géotechniques et Schéma d'enchaînement
des missions géotechniques selon la norme NF P 94-500 de novembre
2013
- Annexe 2 : Plan d'implantation des sondages
- Annexe 3 : Coupes et résultats des sondages

1. PRESENTATION GENERALE - DEFINITION DE LA MISSION

Dans le cadre du marché M-IN 19003 passé entre GEOLIA et GROUPE ADP, concernant des prestations de sondages et essais en place et en laboratoire et d'études géotechniques, nous avons procédé, à la demande du Département Projets infrastructure et Energie D'AEROPORTS DE PARIS, à une étude géotechnique en vue du projet de restructuration de l'héliport d'Issy-Les-Moulineaux.

Le présent rapport rend compte des résultats obtenus dans le cadre d'une étude géotechnique de conception en phase projet (mission géotechnique type G₂-PRO de la norme NF P 94 500 de novembre 2013).

Dans le cadre de la présente mission, nous avons intégré les sondages et essais, précédemment réalisés dans le cadre de l'étude géotechnique en phase projet sur le site, suivants :

- 6 sondages pressiométriques descendus entre 12 et 30 m de profondeur, avec tubage à l'avancement et utilisation éventuelle de boue de forage,
- 83 essais pressiométriques répartis tous les 1 à 1,5 mètres dans les sondages précédents,
- 1 sondage carotté à 10 m de profondeur,
- 3 sondages à la tarière à 2 m de profondeur, doublés par 3 sondages au pénétromètre dynamique descendus jusqu'à 2 m de profondeur,
- 4 essais d'eau de type Porchet.

Notre intervention sur le site s'est déroulée du 28 novembre au 12 décembre 2023.

Dans le cadre de la présente mission, et conformément à votre demande, nous avons procédé aux investigations suivantes :

- 1 sondage pressiométrique descendu à 15 m de profondeur, avec tubage à l'avancement et utilisation éventuelle de boue de forage,
- 14 essais pressiométriques répartis tous les 1 à 1,5 mètres dans le sondage précédent,

Notre intervention sur le site s'est déroulée du 4 septembre 2025.

Il s'agit de sondages géotechniques dont l'objectif n'est ni de détecter ni de quantifier une éventuelle pollution des sols.

Dans la suite, toutes les profondeurs sont données par rapport à la tête des sondages réalisés depuis la plateforme actuelle. Les coordonnées des essais ont été relevées à l'aide d'un GPS (précision de 0,5 m en X et en Y [système Lambert 1 Nord] et [système CC49] et précision de 0,1 m en Z [système NGF69]).

- Lambert Nord 1 :

Sondage	X	Y	Z (NGF)
SP1	595222,8	125911,3	30,8
SP2	595270,8	125946,2	31,1
SP3	595253,0	125898,2	30,7
SP4	595460,1	125955,1	31,7
SP5	595197,2	125795,8	30,0
SP6	595159,3	125778,7	30,1
SC7	595198,9	125796,8	30,0
T8	595317,1	125971,7	31,0
T9	595406,2	125925,0	31,3
T10	595356,7	125934,4	31,0
PD11	595318,2	125972,4	31,0
PD12	595405,7	125926,8	31,3
PD13	595358,5	125933,6	31,0
SP101	595471,9	125947,4	31,8

- Lambert CC zone 49 :

Sondage	X	Y	Z (NGF)
SP1	646520,7	6859536,4	30,8
SP2	646569,0	6859570,9	31,1
SP3	646550,8	6859523,1	30,7
SP4	646758,4	6859578,2	31,7
SP5	646494,2	6859421,1	30,0
SP6	646456,1	6859404,4	30,1
SC7	646495,9	6859422,1	30,0
T8	646615,5	6859596,0	31,0
T9	646704,2	6859548,6	31,3
T10	646654,8	6859558,4	31,0
PD11	646616,6	6859596,7	31,0
PD12	646703,8	6859550,4	31,3
PD13	646656,6	6859557,6	31,0
SP101	646770,2	6859570,5	31,8

2. REFERENCES ET REGLES DE CALCUL

2.1. Textes règlementaires

Cette étude est réalisée sur la base des réglementations définies ci-après :

- NF P 94-500, 30 novembre 2013 – Missions d'ingénierie géotechnique – Classification et spécifications,
- NF EN 1990, mars 2003 – Eurocodes structuraux – Bases de calcul des structures, et son annexe nationale NF EN 1990/NA de décembre 2011
- NF EN 1997 - 1, juin 2005 – Eurocode 7 : Calcul géotechnique – Partie 1 : Règles générales, et son amendement NF EN 1997-1/A1 d'Avril 2014,
- NF EN 1997 – 1/NA : septembre 2018 – Annexe nationale à la NF EN 1997-1 :2005, et son amendement NF EN 1997-1/A1 d'Avril 2014,
- NF EN 1997 – 2, septembre 2007 – Eurocode 7 : Calcul géotechnique – Partie 2 : reconnaissance des terrains et essais,
- NF P 94-261, juin 2013 – Norme d'application nationale de l'Eurocode 7 – Fondations superficielles, et son amendement NF P 94-261/A1 du 12 Octobre 2016,
- NF P 94-262, juillet 2012 – Norme d'application nationale de l'Eurocode 7 – Fondations profondes, et son amendement NF P 94-262/A1 de juillet 2018,
- NF EN 1536-A1 de novembre 2015. Exécution de Travaux géotechniques spéciaux - pieux forés
- NF P 94-282, Mars 2009 - Calcul géotechnique – Ouvrages de soutènement – Écrans, et son amendement NF P 94-282/A1 de 2015,
- NF DTU 13.1 - Septembre 2019 - Travaux de bâtiment - Fondations superficielles
- NF DTU 13.2 - mai 2020 - Travaux de bâtiment — Fondations Profondes
- NF P 11-213-1, mars 2005 – DTU 13.3 – Dallage – Conception, calcul et exécution,
- NF EN 14199, septembre 2015 - Exécution des travaux géotechniques spéciaux - Micropieux
- NF EN 1536+A1, novembre 2015 - Exécution des travaux géotechniques spéciaux - Pieux forés
- Note CNJOG du 24 février 2014 – Prise en compte des niveaux d'eaux selon l'Eurocode 7,
- NF EN 206+A1, novembre 2016 et NF EN 206 /CN de décembre 2014– Béton - Spécification, performance, production et conformité
- NF P 11-300, Septembre 1992 – Exécution des terrassements – Classification des matériaux utilisables dans la construction des remblais et des couches de forme d'infrastructures routières.

2.2. Documents à disposition

Les documents à disposition pour la réalisation de notre mission sont les suivants :

- Le mémoire d'esquisse du 08/01/2025,
- Le plan d'esquisse du 08/01/2025,
- Le rapport de mission G2AVP établi par GEOLIA pour le compte d'ADP référencé G230980-001A du 14/02/2024.

3. RAPPEL DES CONTEXTES DE SITE ET GEOTECHNIQUE

3.1. Contexte de site

L'héliport de Paris – Issy les Moulineaux (LFPI) est implanté sur une emprise foncière de 7,5 hectares et dispose des infrastructures suivantes :

- piste enherbée de dimensions 350 m x 50 m (à laquelle il faut ajouter des aires de sécurité de 5m de part et d'autre) ;
- 1 aire de stationnement de 2 000 m² ;
- 7 hangars pour aéronefs.

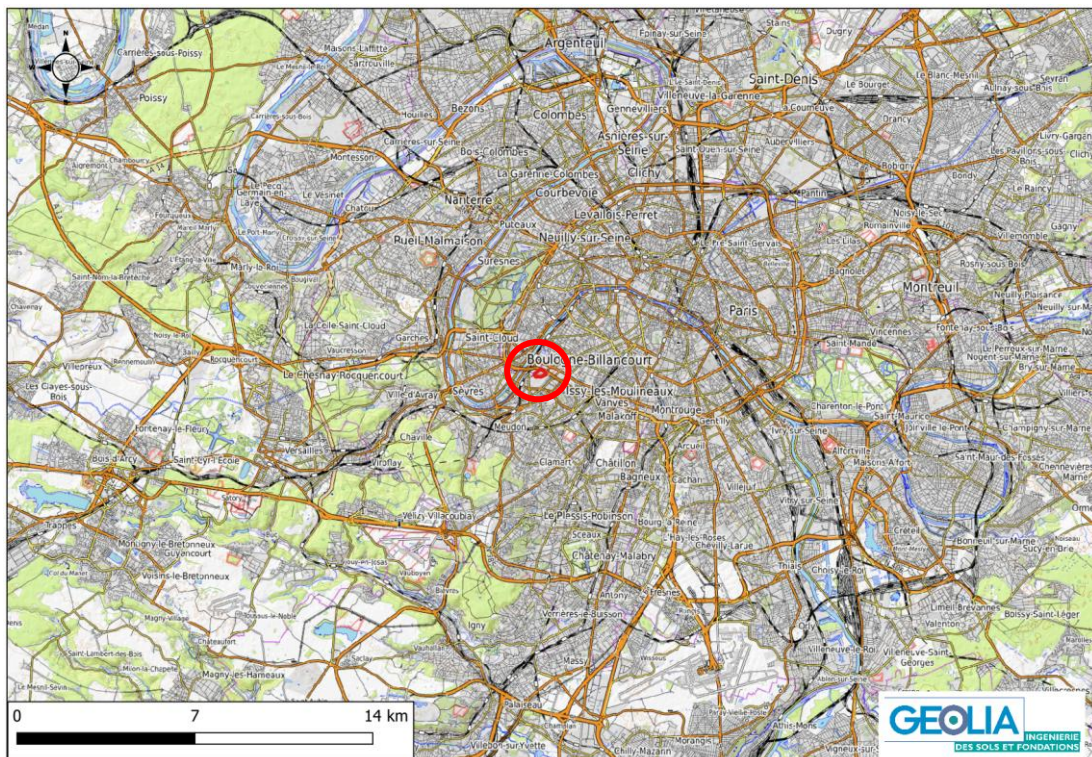


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude



Figure 2 : Localisation de la zone d'étude (vue Earth)

L'héliport prend actuellement en charge l'évacuation sanitaire, le travail aérien, le trafic militaire, le trafic privé, le transport d'Etat et le transport public. De plus, 7 opérateurs affrètent des vols et hébergent des hélicoptères privés.

La Ville de Paris est propriétaire des terrains qui constituent l'emprise actuelle de l'héliport de Paris-Issy. L'exploitation de l'héliport par ADP est encadrée par une convention conclue entre la Ville de Paris et ADP le 30 décembre 1994, pour une durée de 30 ans, soit jusqu'au 30 décembre 2024. A cette date, la Ville de Paris souhaite récupérer une partie des terrains de l'héliport et une reconfiguration est nécessaire.

Dans le cadre du renouvellement de sa concession pour l'exploitation de l'héliport d'ISSY les Moulineaux, dans un premier temps, le Groupe ADP souhaite vérifier la faisabilité du plan masse relatif aux études d'esquisse pour la reconfiguration du site qui intègre la mutation d'emprises et la restitution de certaines d'entre elles à la Ville de Paris et dans un deuxième temps préparer la phase suivante, les études d'AVP.

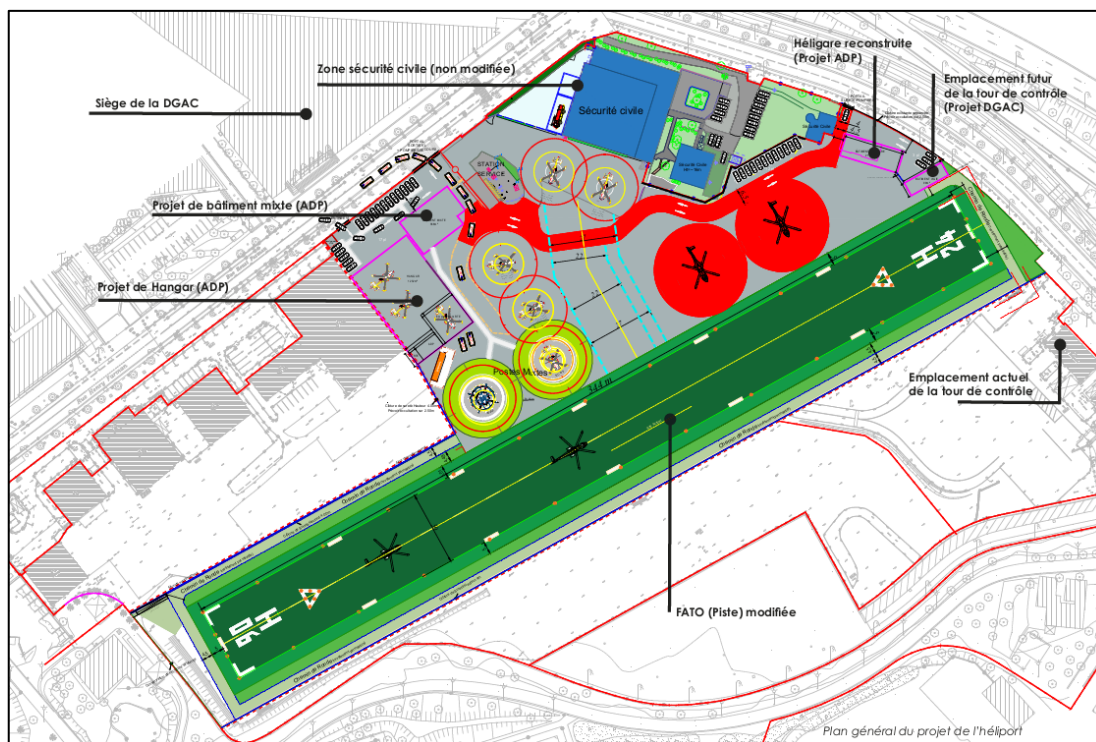


Figure 3 : Héliport – Plan masse préférentiel (source ADP)

3.2. Contexte géologique et lithologique

D'après les renseignements en notre possession (carte géologique et études déjà réalisées dans ce secteur), la succession géologique présumée à cet emplacement est la suivante :

- *Remblais anthropiques ;*
- *Alluvions récentes puis anciennes de la Seine ;*
- *Craie.*

A titre indicatif, nous avons reproduit en page suivante la carte géologique.

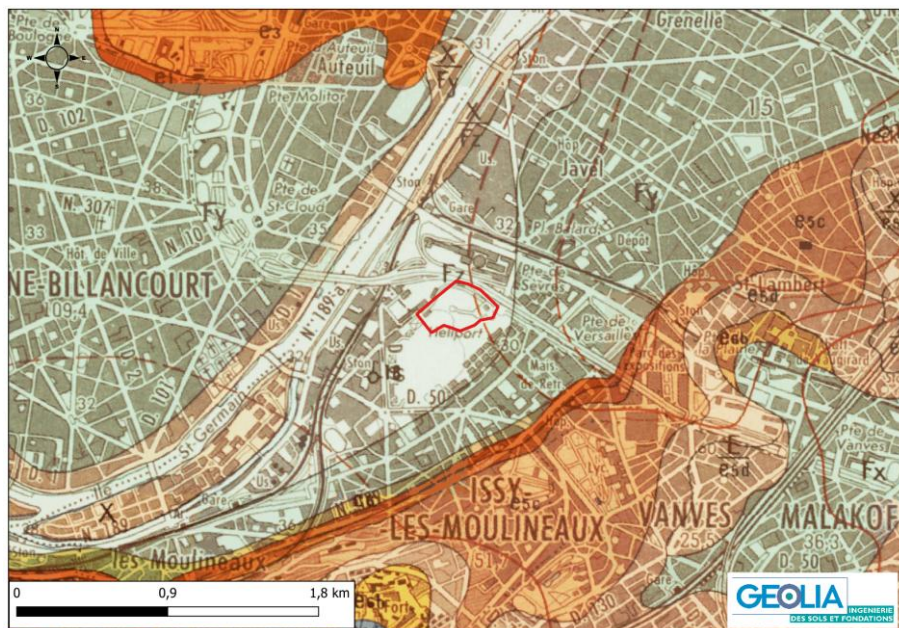


Figure 4 : Extrait de la carte géologique du BRGM

3.3. Contexte hydrologique et hydrogéologique

D'après les données du BRGM sur les remontées de nappes, le site est localisé dans une zone de nappe sub-affleurante vis-à-vis du risque d'inondation par remontée de nappe.

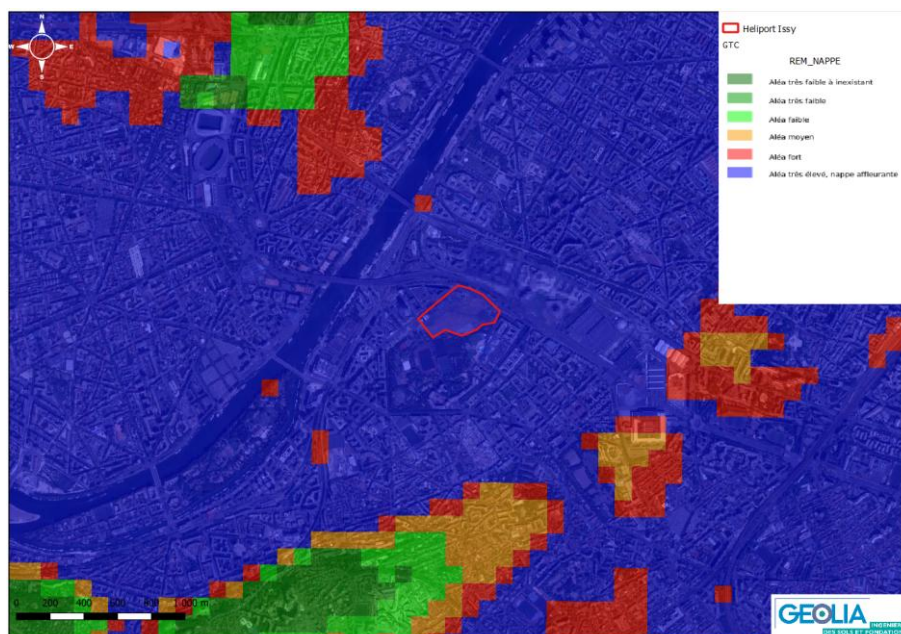


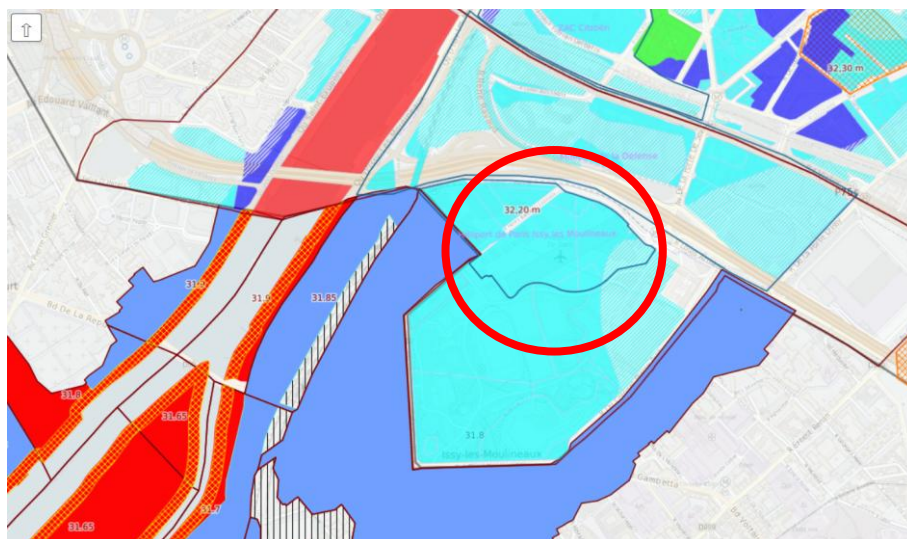
Figure 5 : Extrait de la carte du BRGM vis-à-vis des remontées de nappes

Il est important de noter que des circulations et accumulations d'eau peuvent également se produire au sein des remblais, des limons superficiels ou aux interfaces lithologiques, à la faveur des passages les plus perméables.

D'après les études réalisées dans la zone, la nappe se situe en période normale vers 4 à 5 m de profondeur soit vers 26 NGF.

Nous noterons par ailleurs, que le site se situe en zone inondable par crue de la Seine. Le niveau de PHEC dans la zone est de 32,2 NGF.

A titre indicatif, nous avons reproduit ci-dessous la carte de l'aléa inondation dans notre zone d'étude :



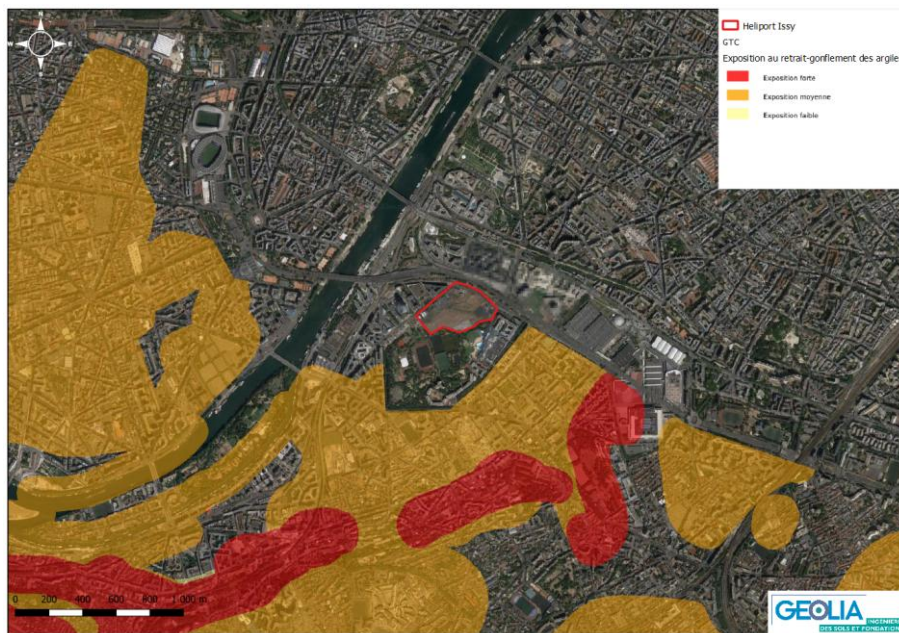


Figure 7 : Extrait de la carte aléa retrait gonflement des sols argileux

3.5. Autres aléas géotechniques

On note que la parcelle étudiée :

- se situe en dehors des zones d'anciennes exploitations souterraines ou à ciel ouvert recensées dans le département du Val d'Oise,
- est en dehors de la zone à risque de dissolution du gypse antéludien définie par arrêté inter-préfectoral car non présentée dans le PPRN de Pontoise,
- se situe en zone 1 (*sismicité très faible*) selon les décrets n°2010-1254 et n°2010-1255 du 22 octobre 2010 et le décret de mise à jour n°2015-5 du 6 janvier 2015, relatifs à la prévention des risques sismiques entrés en vigueur le 1er mai 2011 (*art. D. 563-8-1 du code de l'environnement*).

4. PRESENTATION DU PROJET

4.1. Généralités

Le projet porté par le SNIA et la DGAC consiste à construire le nouveau bâtiment de la vigie de type R+0,5 sans sous-sol sur une emprise d'environ 108 m².

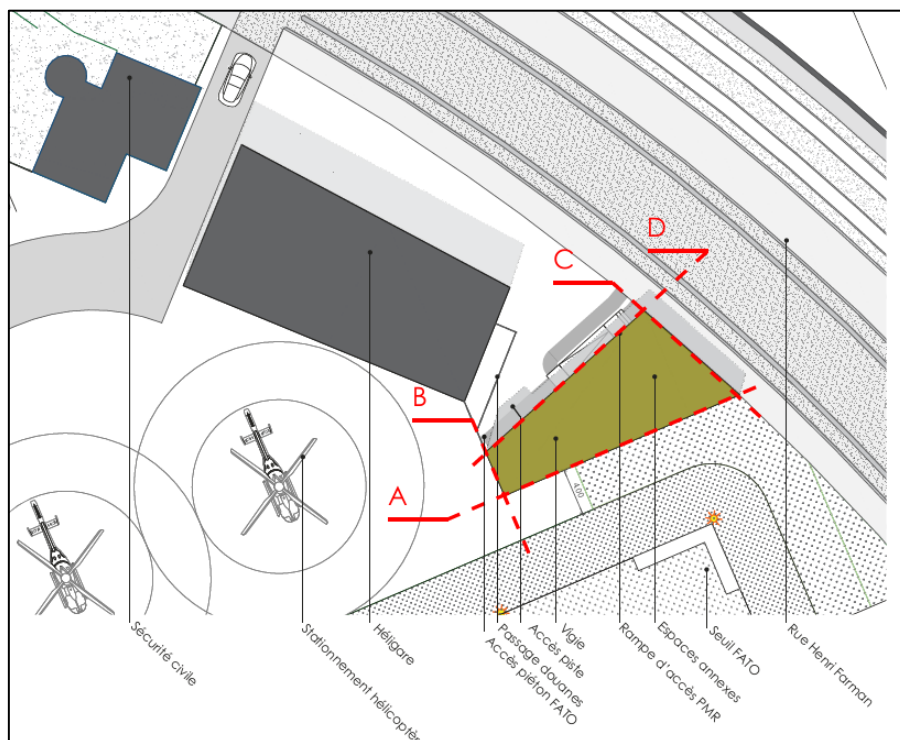


Figure 8 : Héliport- Bâtiment VIGIE

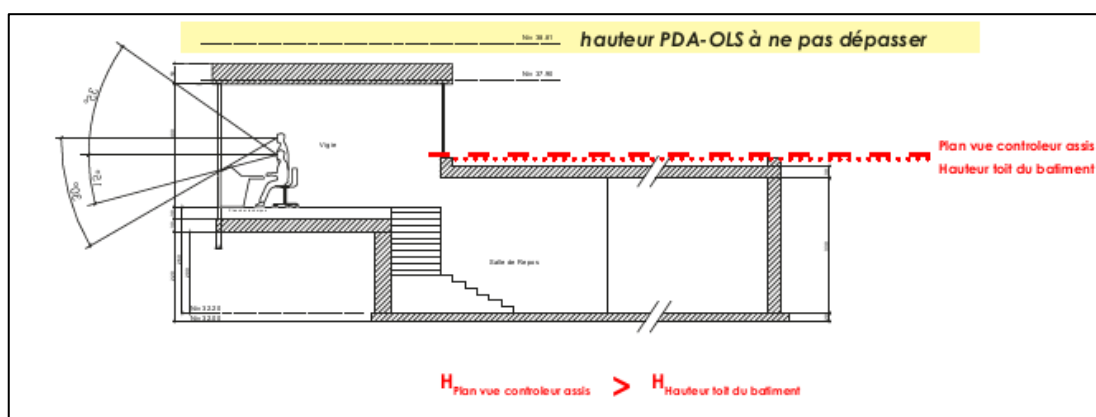


Figure 9 : Coupe du projet

Le niveau bas est prévu entre 32,25 et 31,85 NGF, soit approximativement au même niveau que celui du terrain actuel.

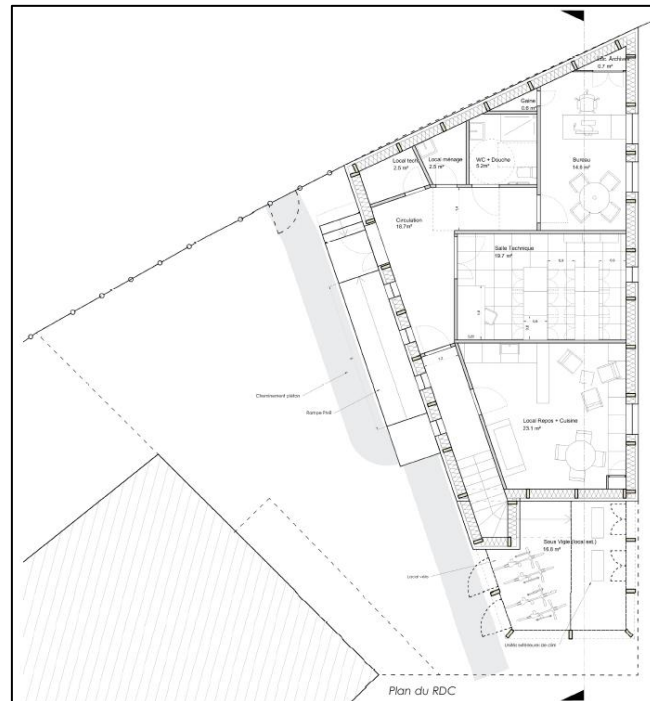


Figure 10 : Plan du RDC

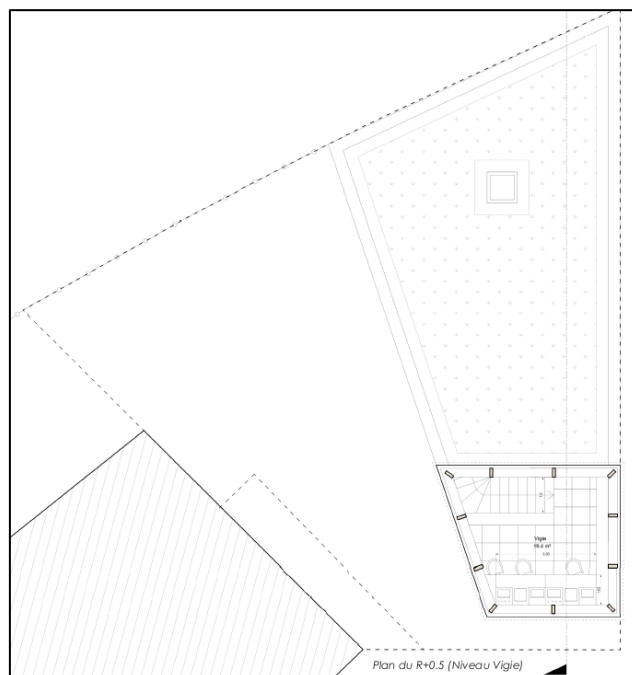


Figure 11 : Plan du R+1

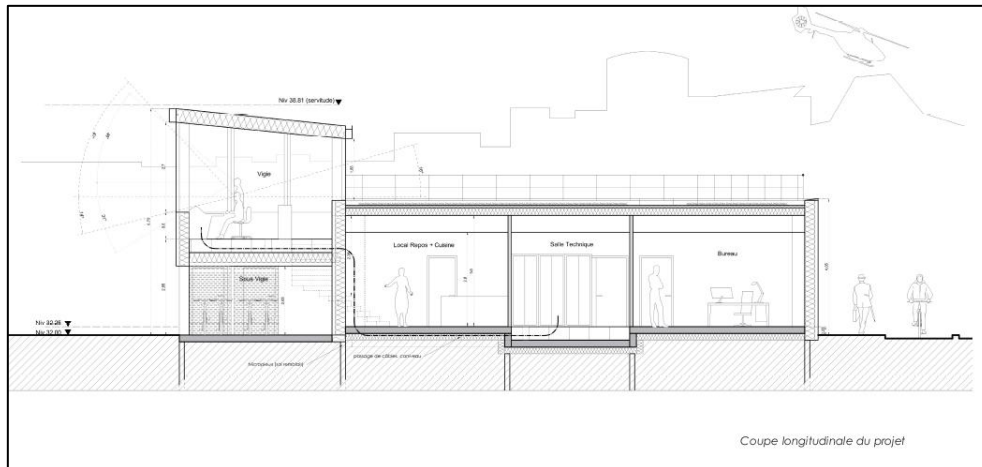


Figure 12 : Coupe transversale du projet

4.2. Descentes de charges

Selon le plan des descentes de charge reçu, il est prévu les combinaisons d'actions suivantes réparties sur les micropieux, dans les quelles la charge de la dalle basse est intégré.

ELS

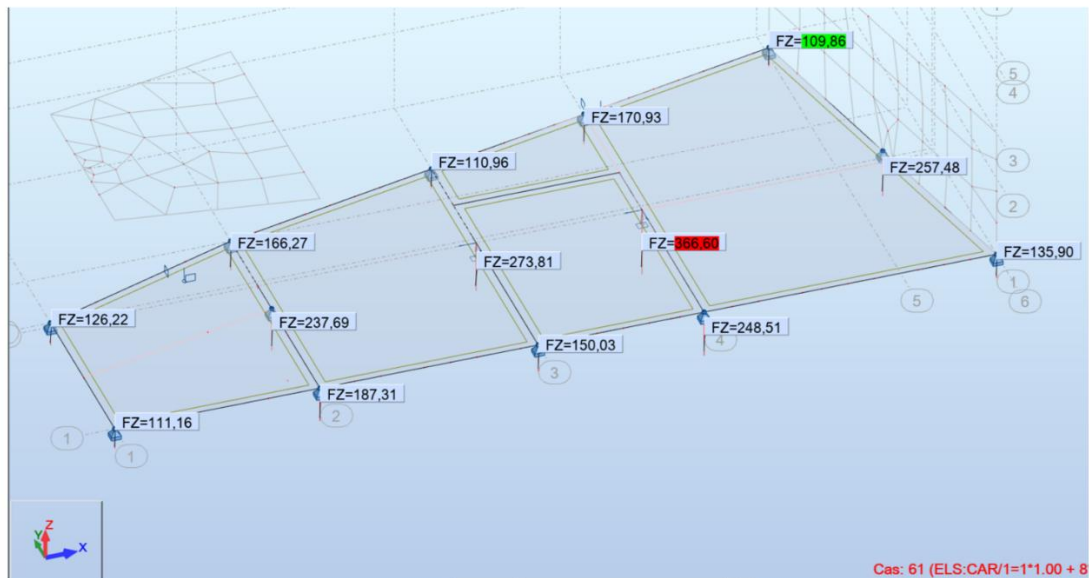


Figure 13 : Combinaisons d'actions aux ELS Carac

ELU

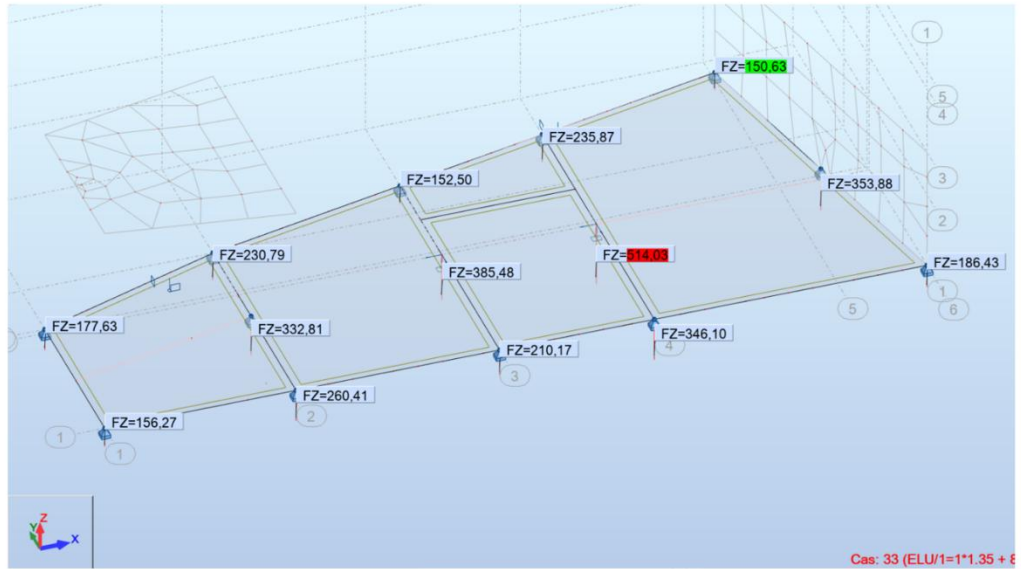


Figure 14 : Combinaisons d'actions aux ELU fondamentale

Vent X

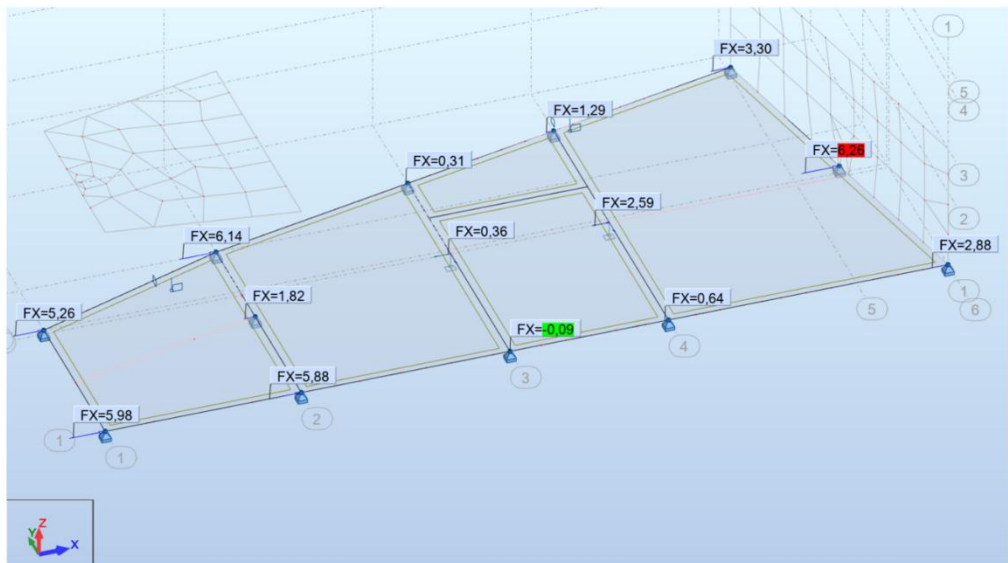


Figure 15 : Combinaisons d'actions liées au vent en X

Vent Y

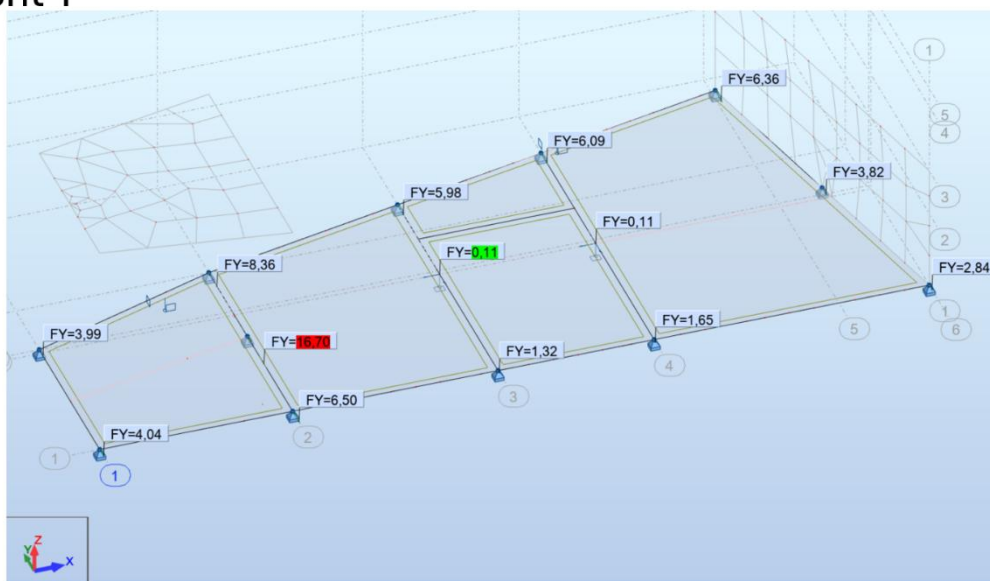


Figure 16 : Combinaisons d'actions liées au vent en Y

4.3. Exigences

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

- Durée d'utilisation : 50 ans (à confirmer par le Maître d'ouvrage),
- Classe de conséquence : CC2 (à confirmer par le Maître d'ouvrage),
- Catégorie géotechnique : 2 (à confirmer par le Maître d'ouvrage, en fonction de la complexité géotechnique du site).

4.4. Synthèse des risques géotechniques

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

Type d'aléa	Fort	Moyen	Faible	Très Faible
Risque carrières			✓	
Risque dissolution du Gypse			✓	
Risque lié au retrait-gonflement des sols argileux			✓	
Risque mouvement de terrain			✓	
Risque inondation par submersion	✓			
Risque inondation par remontée de nappe	✓			
Risque sismique				✓

5. RESULTATS OBTENUS

5.1. Nature des sols reconnus

Les coupes ont été établies à l'aide des *cuttings* extraits au droit des sondages réalisés à la tarière et au tricône. Ces méthodes permettent d'obtenir des matériaux semi-déstructurés qui ne donnent qu'une indication sur la nature des terrains traversés.

De plus un sondage pressiométrique a été réalisée en phase projet et ces résultats sont intégrer dans la suite de la présente étude.

Par ailleurs, un carottage a été réalisé à proximité de la piste afin de caler cette lithologie.

Remblais

Directement ou sous de l'enrobé ou du béton, il a été observé des matériaux sablo-graveleux plus ou moins marneux ou argileux avec quelques éléments anthropiques. Au droit du sondage carotté, l'épaisseur atteint 1,2 m. Cette épaisseur peut atteindre 2 m d'après les sondages destructifs et les informations issues des études antérieures. Néanmoins, la distinction avec les matériaux sous-jacents apparait délicate en forage.

Il s'agit de remblais (au sens strict). Notons que ces matériaux sont susceptibles de présenter localement des surépaisseurs variables selon les aménagements passés du site. De plus, ces matériaux peuvent renfermer des niveaux indurés ou complètement décomprimés.

Sables, marnes et limons

Au-delà des remblais (au sens strict), nos sondages ont mis en évidence jusqu'à 3,4 à environ 7 m des limons, marnes et sables pouvant renfermant des graviers, soit jusqu'à 28,5/24,8 NGF.

Ces matériaux sont à rattacher soit à des remblais (en tête comme en SP4), soit aux Alluvions modernes. Ces matériaux sont susceptibles de renfermer des matériaux évolutifs.

Sables graveleux

Au-delà des remblais et alluvions modernes, nos sondages ont recoupé des sables beiges à bruns renfermant des graviers jusqu'à environ 11 à 13 m de profondeur. Ces matériaux sont à rattacher aux Alluvions anciennes de la Seine, soit vers les cotes 20,8/18,8 NGF.

Ils peuvent renfermer de manière aléatoire aussi bien des passages indurés de poudingue que des passages plus lâches.

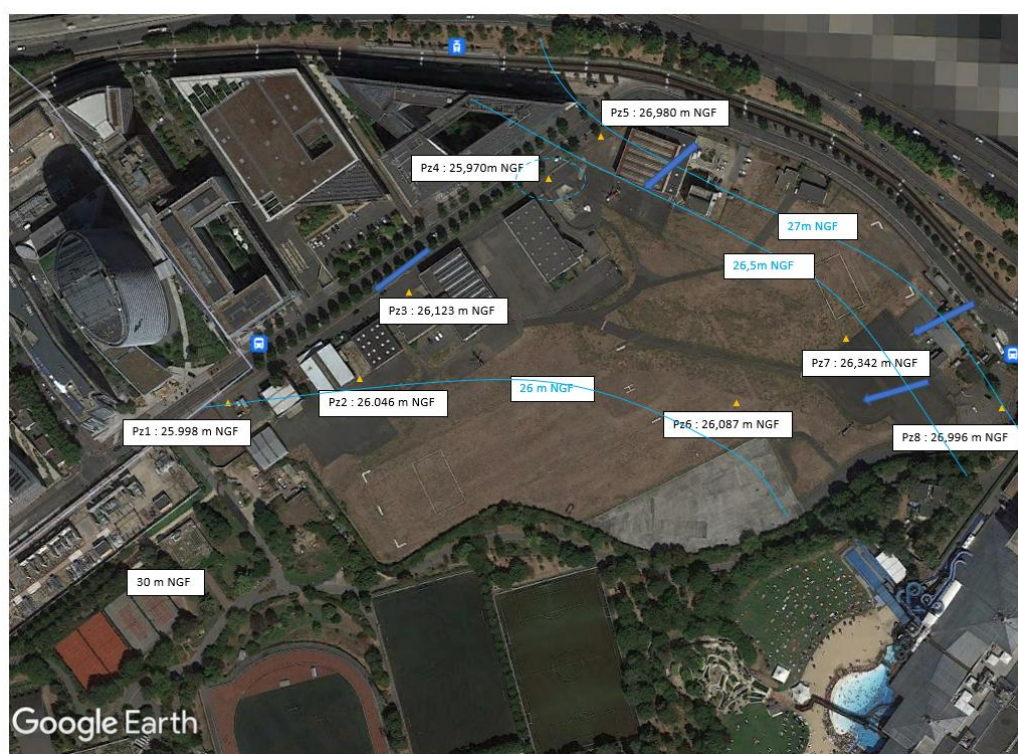
Craie

Au-delà des alluvions, nos sondages profonds ont recoupé la craie qui est globalement très altérée en tête puis compacte en profondeur.

5.2. Observations concernant l'eau

Aucun piézomètre n'a été posé dans le cadre de cette intervention. Néanmoins, un diagnostic de l'état des milieux a été réalisé par le passé sur ce site avec la mise en place de 8 piézomètres.

La carte piézométrique suivante a pu être établie à partir des mesures réalisées en mai et juin 2022 :



Cela permet d'établir la nappe entre 3 et 4 m de profondeur au droit du site ce qui a été confirmé lors de la réalisation de nos forages.

Néanmoins, en période climatique humide, des accumulations et circulations d'eau sont également susceptibles de se produire au sein des terrains de couverture à la faveur des passages les plus perméables ou au niveau des interfaces et ce, à toute profondeur.

5.1. Perméabilité

Quatre essais d'infiltration de type Porchet ont été réalisés dans le cadre de l'étude avant-projet.

Nom	Profondeur testée (m/sol)	Lithologies (m/sol)	Perméabilité
T8	0,4/1	0-1 m : Sous une dalle béton (0,25 m), sable (0,15 m), mélange sablo argilo limoneux	$2,5.10^{-6}$ m/s
T8	0,8/2	0-1,3 m : Sous une dalle béton (0,25 m), sable (0,15 m), mélange sablo argilo limoneux 1,3-2 m : Limons	$4,4.10^{-7}$ m/s
T9	0,3/1	0-1 m : mélange sablo argilo limoneux	$2,1.10^{-6}$ m/s
T9	0,7/1,7	0-1 m : mélange sablo argilo limoneux 1-1,7 m : Argile limoneuse	$5,1.10^{-7}$ m/s

Tableau 1 : Résultats des essais d'infiltration de type « Lefranc »

L'interprétation de l'ensemble des essais Porchet a permis de retrouver une gamme de perméabilité de l'ordre de 2.10^{-6} m/s dans les remblais superficiels puis de l'ordre de 4 à 5.10^{-7} m/s dans les remblais ou alluvions sous-jacents.

Au regard des résultats obtenus sur les ensembles superficiels, l'aptitude des sols à l'infiltration des eaux de pluie peut être considérée comme médiocre.

A titre informatif, nous retranscrivons ici le tableau de Musy et Soutter de 1991¹ :

Ordres de grandeur de la conductivité hydraulique dans différents sols (d'après Musy et Soutter (1991), cité dans Barraud (2006)).											
K (m/s)	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹	10 ⁻¹⁰	10 ⁻¹¹
Types de sols	Gravier sans sable ni éléments fins		Sable avec gravier, Sable grossier à sable fin		Sable très fin Limon grossier à limon argileux		Argile limoneuse à argile homogène				
Possibilités d'infiltration	Excellentes		Bonnes		Moyennes à faibles		Faibles à nulles				

¹ D'après Musy et Soutter [1991], cité dans Barraud et Collab. [2006] in Guide technique : recommandations pour la faisabilité, la conception et la gestion des ouvrages d'infiltration des eaux pluviales en milieu urbain, Lyon, 2006.

5.2. Caractéristiques pressiométriques

Les valeurs des caractéristiques pressiométriques (E_M : module pressiométrique, PI^* : pression limite nette) ont été déterminées par des essais effectués au droit des sondages SP1 à SP6 et SP101.

Remblais

⇒ *Cote des terrains* : de 0 à 1/2 m de profondeur, (soit vers la cote 30,5 NGF),

⇒ Nombre d'essais : 9 essais

⇒ *Analyse des 9 essais pris en compte* :

E_M mini	E_M max	E_M moyen (a)	E_M moyen (h)	écart type	dispersion
1,9 MPa	66,2 MPa	18,9 MPa	6,6 MPa	19,9 MPa	3,01

PI^* mini	PI^* max	PI^* moyen (a)	PI^* moyen (h)	écart type	dispersion
0,35 MPa	3,30 MPa	1,25 MPa	0,75 MPa	0,96 MPa	1,28

(a) : moyenne arithmétique

(h) : moyenne harmonique

Les essais réalisés dans les remblais superficiels sablo-argileux sont globalement denses à proximité des bâtiments et plutôt lâches à proximité de la piste.

Sables, marnes et limons (Remblais/Alluvions modernes)

⇒ *Cote des terrains* : de 1/2 à 3,5/7 m de profondeur, (soit vers la cote 28,5/25 NGF),

⇒ Nombre d'essais : 30 essais

⇒ *Analyse des 30 essais pris en compte* :

E_M mini	E_M max	E_M moyen (a)	E_M moyen (h)	écart type	dispersion
1,4 MPa	15,6 MPa	5,3 MPa	3,5 MPa	3,7 MPa	1,05

PI^* mini	PI^* max	PI^* moyen (a)	PI^* moyen (h)	écart type	dispersion
0,21 MPa	0,96 MPa	0,48 MPa	0,41 MPa	0,19 MPa	0,47

(a) : moyenne arithmétique

(h) : moyenne harmonique

Au-delà des remblais superficiels (au sens strict), les matériaux divers appartenant aux alluvions modernes et en partie à des remblais sont apparus mous ou lâches.

Sur la base des 30 essais réalisés, les distributions des valeurs mesurées sont illustrées sur les figures ci-dessous :

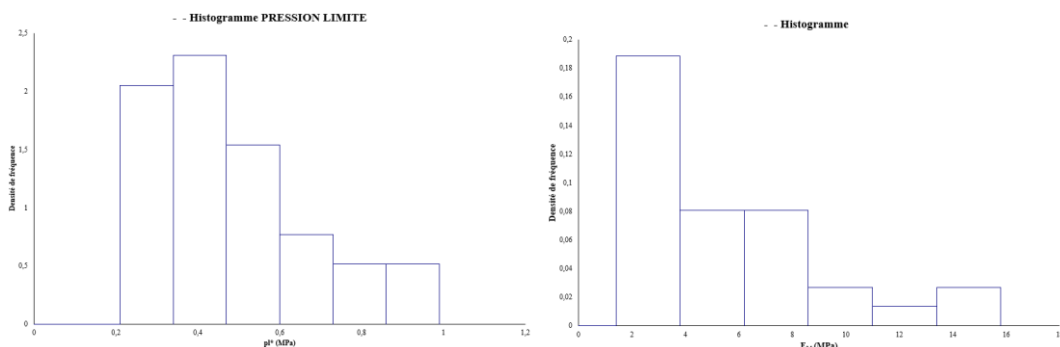


Figure 17 : Distribution des modules pressiométriques et des pressions limites dans les remblais/alluvions modernes

Les valeurs caractérisant cette formation en tenant compte des lois de distribution statistiques sont définies ci-après :

Remblais/alluvions modernes	E_M (MPa)	PI* (MPa)
<i>Tendance²</i>	<i>Log-Normale (R²=0,99)</i>	<i>Log-Normale (R²=0,99)</i>
Valeurs caractéristiques de la formation	3,0	0,38

Sables graveleux (Alluvions anciennes)

⇒ *Cote des terrains* : de 3,4/7 m à 11/13 de profondeur, (soit vers la cote 20,5/18,5 NGF)

⇒ Nombre d'essais : 36 essais

⇒ *Analyse des 36 essais pris en compte* :

E _M mini	E _M max	E _M moyen (a)	E _M moyen (h)	écart type	dispersion
10,5 MPa	>100 MPa	43,7 MPa	30,1 MPa	27,7 MPa	0,92

PI* mini	PI* max	PI* moyen (a)	PI* moyen (h)	écart type	dispersion
1,74 MPa	>5,00 MPa	>3,68 MPa	>3,33 MPa	1,09 MPa	0,33

(a) : moyenne arithmétique

(h) : moyenne harmonique

Les sables graveleux sont apparus globalement denses à très denses.

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

Sur la base des 36 essais réalisés, les distributions des valeurs mesurées sont illustrées sur les figures ci-dessous :

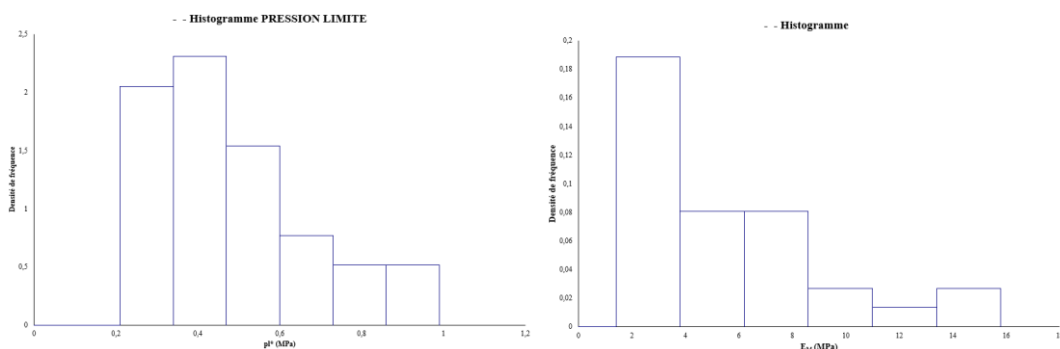


Figure 18 : Distribution des modules pressiométriques et des pressions limites dans les alluvions anciennes

Les valeurs caractérisant cette formation en tenant compte des lois de distribution statistiques sont définies ci-après :

Alluvions anciennes	EM (MPa)	PI* (MPa)
<i>Tendance</i> ³	<i>Log-Normale (R²=0,99)</i>	-
Valeurs caractéristiques de la formation	26,6	3,40

Craie

Nous avons distingué deux niveaux dans la craie.

Partie Supérieure

⇒ *Cote des terrains* : de 11/13 m à 17 m de profondeur, (soit vers 15 NGF)

⇒ *Nombre d'essais* : 15 essais

⇒ *Analyse des 15 essais pris en compte* :

EM mini	EM max	EM moyen (a)	EM moyen (h)	écart type	dispersion
2,2 MPa	26,6 MPa	9,8 MPa	5,2 MPa	8,1 MPa	1,56

PI* mini	PI* max	PI* moyen (a)	PI* moyen (h)	écart type	dispersion
0,31 MPa	1,85 MPa	1,03 MPa	0,74 MPa	0,52 MPa	0,71

(a) : moyenne arithmétique

(h) : moyenne harmonique

En partie supérieure, la craie apparaît molle à altérée.

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

Sur la base des 15 essais réalisés, les distributions des valeurs mesurées sont illustrées sur les figures ci-dessous :

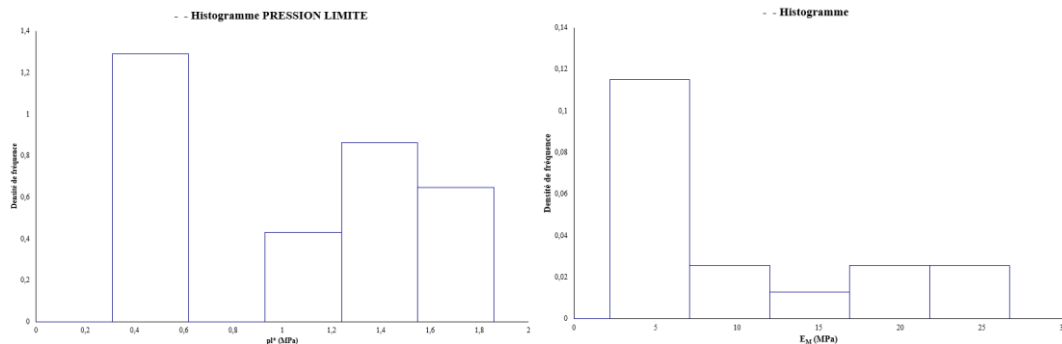


Figure 19 : Distribution des modules pressiométriques et des pressions limites dans la Craie altérée

Les valeurs caractérisant cette formation en tenant compte des lois de distribution statistiques sont définies ci-après :

La Craie altérée	EM (MPa)	PI* (MPa)
<i>Tendance⁴</i>	<i>Log-Normale (R²=0,96)</i>	-
Valeurs caractéristiques de la formation	4,7	0,75

Partie inférieure

⇒ *Cote des terrains* : de 17 m à 30 m de profondeur, (soit vers 2 NGF),

⇒ Nombre d'essais : 9 essais

⇒ *Analyse des 9 essais pris en compte* :

EM mini	EM max	EM moyen (a)	EM moyen (h)	écart type	dispersion
20,1 MPa	147,3 MPa	71,3 MPa	47,6 MPa	41,9 MPa	0,88

PI* mini	PI* max	PI* moyen (a)	PI* moyen (h)	écart type	dispersion
1,34 MPa	>5,00 MPa	>3,21 MPa	>2,64 MPa	1,32 MPa	0,50

(a) : moyenne arithmétique

(h) : moyenne harmonique

En partie inférieure au-delà de 17 m de profondeur, la craie apparaît globalement saine avec localement, en tête, des zones altérées.

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

Sur la base des 9 essais réalisés, les distributions des valeurs mesurées sont illustrées sur les figures ci-dessous :

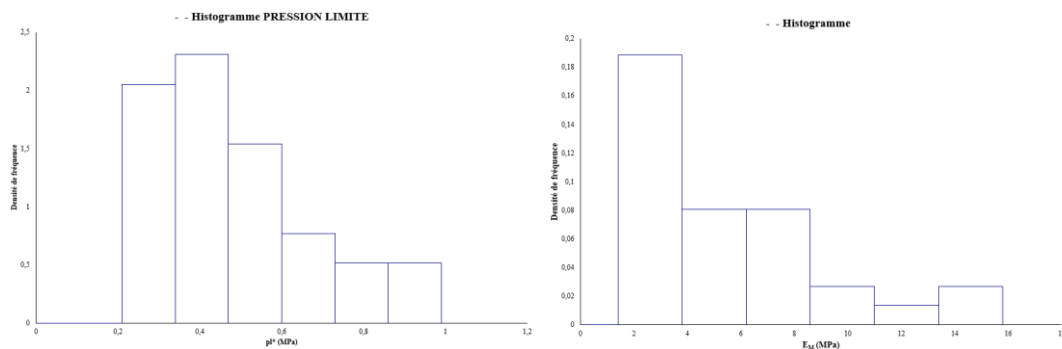


Figure 20 : Distribution des modules pressiométriques et des pressions limites dans la Craie

Les valeurs caractérisant cette formation en tenant compte des lois de distribution statistiques sont définies ci-après :

La Craie	EM (MPa)	PI* (MPa)
<i>Tendance</i> ⁵	<i>Log-Normale (R²=0,98)</i>	<i>Log-Normale (R²=0,96)</i>
Valeurs caractéristiques de la formation	47,7	2,26

• Synthèse

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

⁵ Le test utilisé est la Droite de Henry pour évaluer les tendances des différentes distributions obtenues

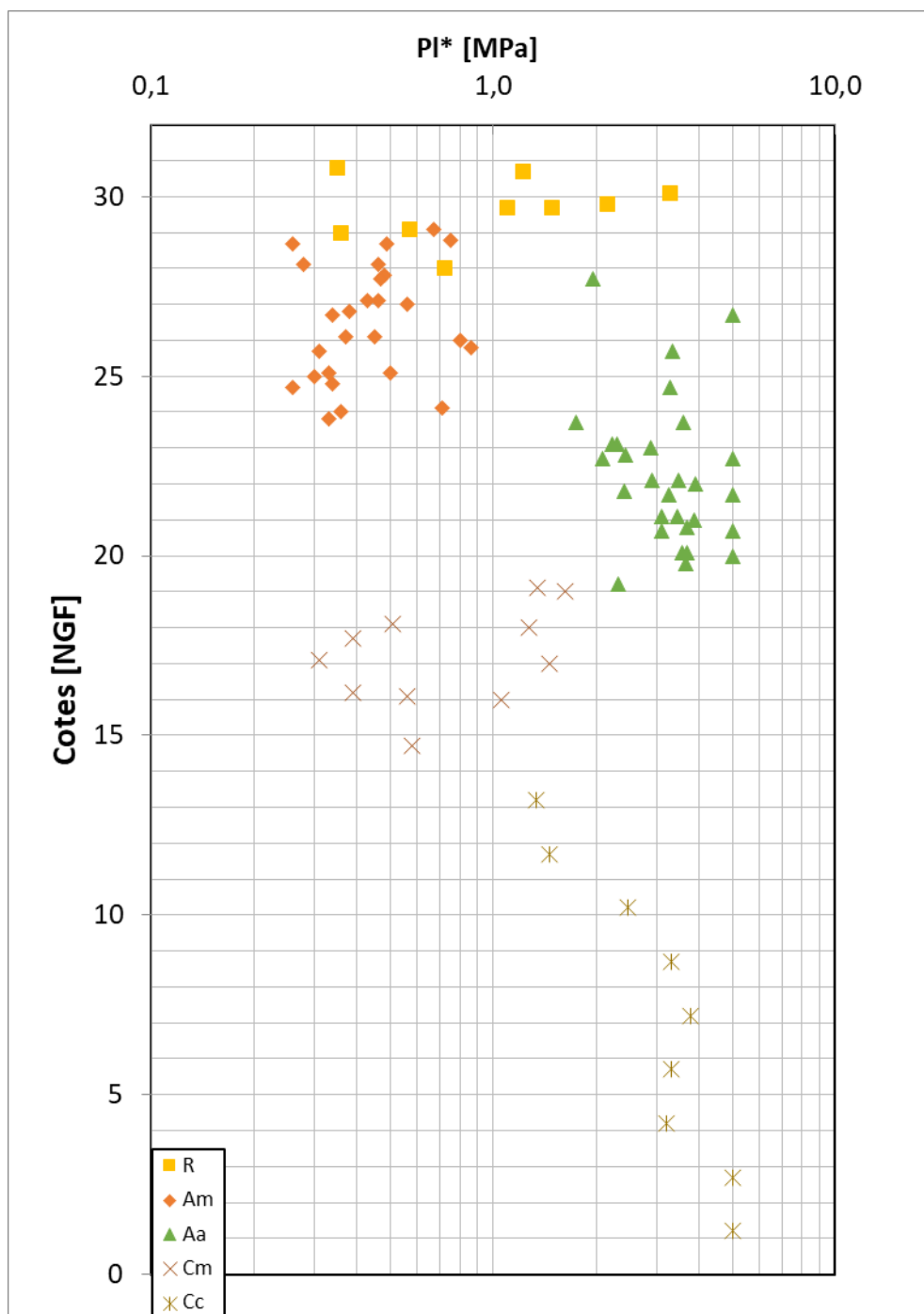


Figure 21 : Répartition des pressions limites mesurées en fonction de la cote altimétrique/profondeur – échelle semi-logarithmique.

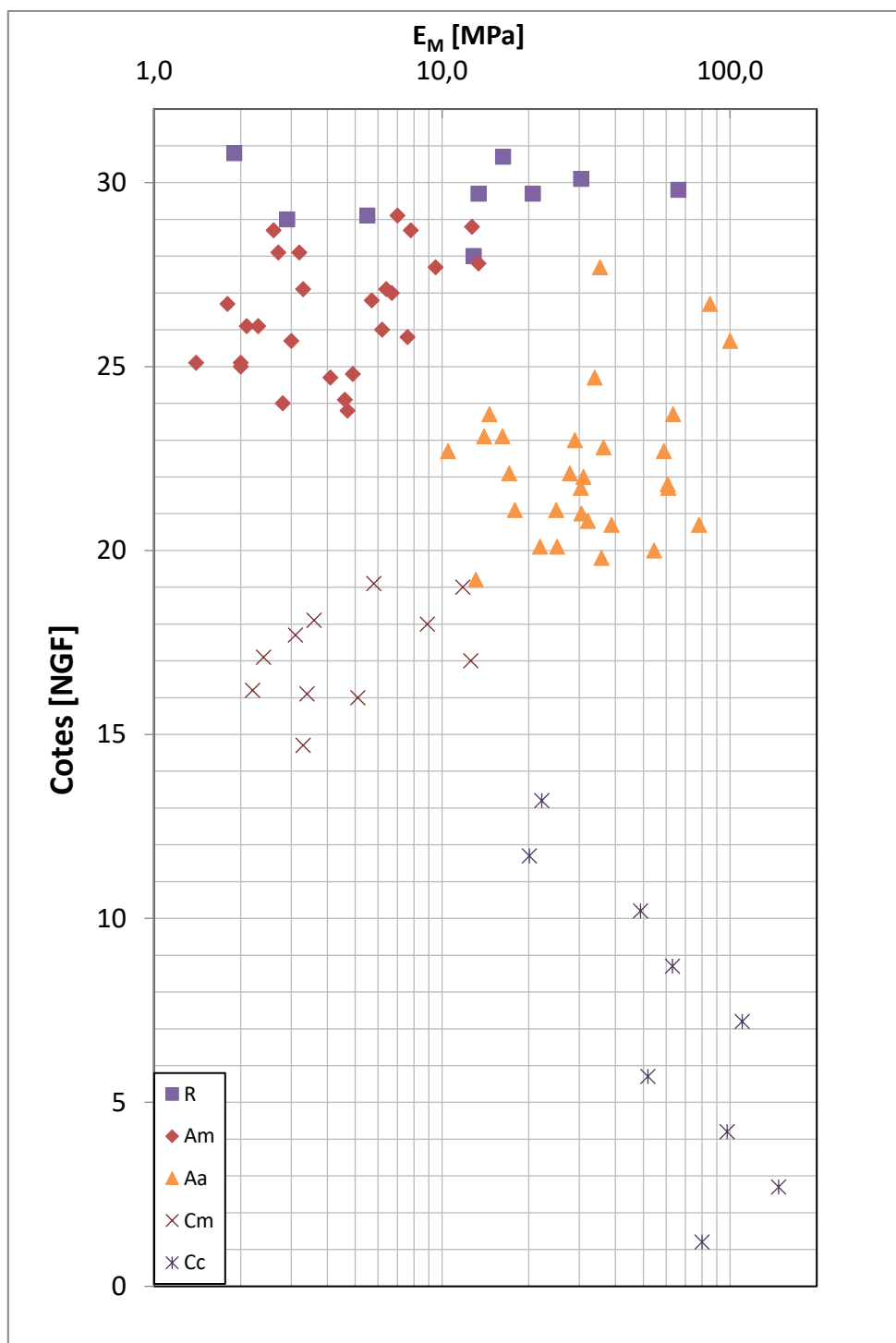


Figure 22 : Répartition des modules pressiométriques mesurées en fonction de la cote altimétrique/profondeur – échelle semi-logarithmique.

5.3. Essai au pénétromètre dynamique

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

A partir des courbes pénétrométriques, la compacité relative des terrains a été déterminée.

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

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

Les moyennes de résistance (en MPa) sont indiquées par couche homogène dans le tableau suivant.

Profondeur/TN	PD11	PD12	PD13
0,0-0,1	AV TROU	TF	TF
0,1-0,2		TF	TF
0,2-0,3		E	M
0,3-0,4		M	M
0,4-0,5		M	M
0,5-0,6	E	M	F
0,6-0,7	E	M	TF
0,7-0,8	E	M	TF
0,8-0,9	M	M	TF
0,9-1,0	E	F	TF
1,0-1,1	F	TF	F
1,1-1,2	TF	TF	F
1,2-1,3	F	F	E
1,3-1,4	F	F	E
1,4-1,5	F	F	E
1,5-1,6	F	E	F
1,6-1,7	F	E	F
1,7-1,8	F	E	TF
1,8-1,9	F	M	TF
1,9-2,0	F	M	F

L'analyse des résultats des essais indique la présence de matériaux dont les résistances dynamiques sont globalement faibles à moyennes jusqu'à 2 m de profondeur. Des niveaux apparaissent localement plus faibles ou plus élevés sans que le profil général ne soit remis en cause.

Cela caractérise les remblais décrits précédemment à proximité des bâtiments.

6. CONCLUSIONS – RECOMMANDATIONS

6.1. Contexte géotechnique

Les sondages et les essais réalisés sur le site en décembre 2024 et septembre 2025 ont mis en évidence la succession géologique suivante :

- des remblais hétérogènes sableux plus ou moins marneux ou argileux renfermant des graviers et des cailloutis divers jusqu'à environ 1 à 2 m de profondeur. Leur densité apparaît bonne à proximité des bâtiments et lâches à côté de la piste ; (30,6 NGF),
- des limons, marnes et sables mous ou lâches entre 1/2 m et 3,5/7 m de profondeur, correspondant aux alluvions modernes avec vraisemblablement une partie de remblais en tête , (28,5/25 NGF),
- des sables graveleux denses entre 3,4/7 m et 11/13 m de profondeur,
- la craie présente à partir de 11/13 m de profondeur, plutôt molle et altérée jusqu'à environ 17 m de profondeur puis globalement saine ensuite, (15 NGF),
- s m de profondeur, soit entre 26 et 27 NGF. Par ailleurs, la perméabilité des sols superficiels est apparue médiocre dans la zone testée.

6.2. Modèle géotechnique Général

Les valeurs caractéristiques géotechniques à considérer pour la conception et la réalisation du projet sont les suivantes :

	E_M (MPa)	PI^* (Mpa)	$\gamma_{h,k}$ (kN/m ³)	C_k' (kPa)	ϕ_k' (°)	α_k
Remblais argileux, sableux et limoneux <i>Jusqu'à 27,5 NGF</i>	6,6	0,75	20	0	25	0,66
Sable graveleux <i>Jusqu'à 20 NGF</i>	26,6	3,40	20	0	33	0,33
Craie supérieure (altérée) <i>Jusqu'à 15 NGF</i>	4,7	0,75	19	-	-	0,50
Craie inférieure (saine) <i>Au-delà de 2 NGF</i>	47,7	2,26	20	-	-	0,50

Avec :

- E_M : module pressiométrique moyen
- $\gamma_{h,k}$: poids spécifique humide
- C_k' : cohésion à long terme
- PI^* : pression limite moyenne
- α_k : coefficient rhéologique
- ϕ_k' : angle de frottement à long terme

Nous rappelons que les terrains remaniés (remblais) pourraient présenter des surépaisseurs, notamment au droit des bâtiments existants ou anciens, et qu'il conviendra de réadapter, le cas échéant, cette coupe lors des terrassements.

Le tableau du modèle de terrain présenté ci-avant devra impérativement être mis à jour lors des études d'exécution.

Les valeurs de C_k' , ϕ_k' , γ_h , retenues correspondent aux valeurs généralement admises dans ces matériaux, en corrélation avec les résultats pressiométriques et aux résultats des essais en laboratoire.

6.3. Etude géotechnique de conception phase projet

6.3.1. Présentation

Pour rappel, le projet prévoit la construction d'un bâtiment de plain-pied avec la partie « Vigie » surélevée RDC+1, d'une surface de 108 m².

Au regard des sondages réalisés, les principales sujétions du site sont les suivantes :

- la présence d'un remblai et/ ou d'alluvions lâches entre 2 et 7 m de profondeur en général, épaisseur qui diminue au nord-est à environ 3,5 m,
- la présence de craie à partir de 11-13 m de profondeur molle à altérée jusqu'à 17 m de profondeur environ,
- la présence d'une galerie RTE traversant le site, a priori à faible profondeur.

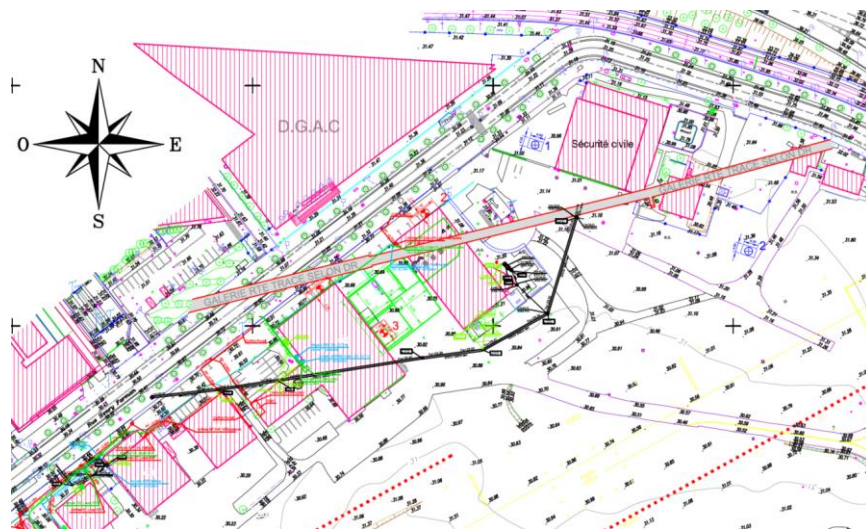


Figure 23 : Localisation de la galerie RTE (sans échelle)

Dans ces conditions, le bâtiment sera fondé dans la globalité sur fondations profondes de type micropieux (Type II) ancrés dans les sables graveleux rencontrés à partir d'environ 31,8 NGF.

6.3.2. Principe de fondations

En tenant compte du contexte géotechnique présenté ci-avant, le bâtiment pourra être fondé sur micropieux ancrés dans les sables graveleux d'au moins 3 m.

Hypothèses retenues

❖ *Modèles géotechniques*

Dans le cas de la réalisation de micropieux de type II (classe 1 – catégorie 18), nous retiendrons les hypothèses géotechniques de calcul suivantes, pour le « modèle de terrain » :

Profondeurs	Formations	Kp max	E _M (MPa)	p _{le} * (MPa)	q _s (kPa) Pieux forés simple	Courbe EC7
Jusqu'à 27,5 NGF	Argile, limons et sables	-	-	-	-	-
Jusqu'à 20 NGF	Sables graveleux	-	26,6	3,40	90	Q2
Jusqu'à 15 NGF	Craie altérée	1,45	4,7	0,75	84,3	Q3
Jusqu'à 2 NGF	Craie saine	1,45	47,7	2,26	146,3	Q3

* : frottements neutralisés pour les calculs de portance sur 2 m

❖ *Justification de la capacité portante*

La justification des fondations profondes repose sur la vérification des inégalités suivantes, qui doivent être satisfaites pour tous les cas de charge et de combinaisons de charge à l'état limite ultime (ELU) et à l'état limite de service (ELS) :

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

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

En ce qui concerne la détermination de la valeur de calcul de la portance du terrain, celle-ci est menée conformément aux règles pressiométriques, constituant l'annexe normative F de la norme NF P 94-262 et son amendement A1 de juillet 2018.

La valeur de calcul de la portance à l'ELS, suivant la méthode du « modèle de terrain », pour une approche à partir de résultats pressiométriques, $R_{c,cr,d}$, est estimée comme suit :

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

avec :

$$R_{c,cr,k} = 0,7 \cdot R_{s,k}$$

$$R_{s,k} = P_s \cdot \int_0^D q_{s,k}(z) dz$$

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

où:

$R_{c,cr,d}$ = la valeur de calcul de la charge de fluage de compression à l'état limite considéré

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

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

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

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

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

$\gamma_{R,d1} \cdot \gamma_{R,d2}$ = coefficients de modèle pour la méthode pressiométrique, **fixés respectivement à 2 et 1,1** pour des micropieux de type 2 ou 3

❖ Exemple de dimensionnement

A titre indicatif, les calculs, selon une approche de calcul 2 de l'Eurocode 7, des capacités portantes aux Etats Limites de Service pour des combinaisons quasi-permanentes, conduisent aux résultats ci-après.

Les calculs ont été réalisés à l'aide du logiciel Foxta, module FONDPROF.

Type de pieu	Micropieu foré boue	Micropieu foré boue	Micropieu foré boue	Micropieu foré boue
Longueur	18,8 m (base à 13,0 NGF)	7,8 m (base à 24,0 NGF)	14,8 m (base à 17,0 NGF)	7,8 m (base à 24,0 NGF)
Diamètre	0,200 m	0,200 m	0,300 m	0,300 m
$R_{c,d}$ ELU fondamentale	514,03 kN	150,63 kN	514,03 kN	150,63 kN
$R_{c,cr,d}$ ELS Caractéristique	366,6 kN	109,86 kN	366,6 kN	109,86 kN

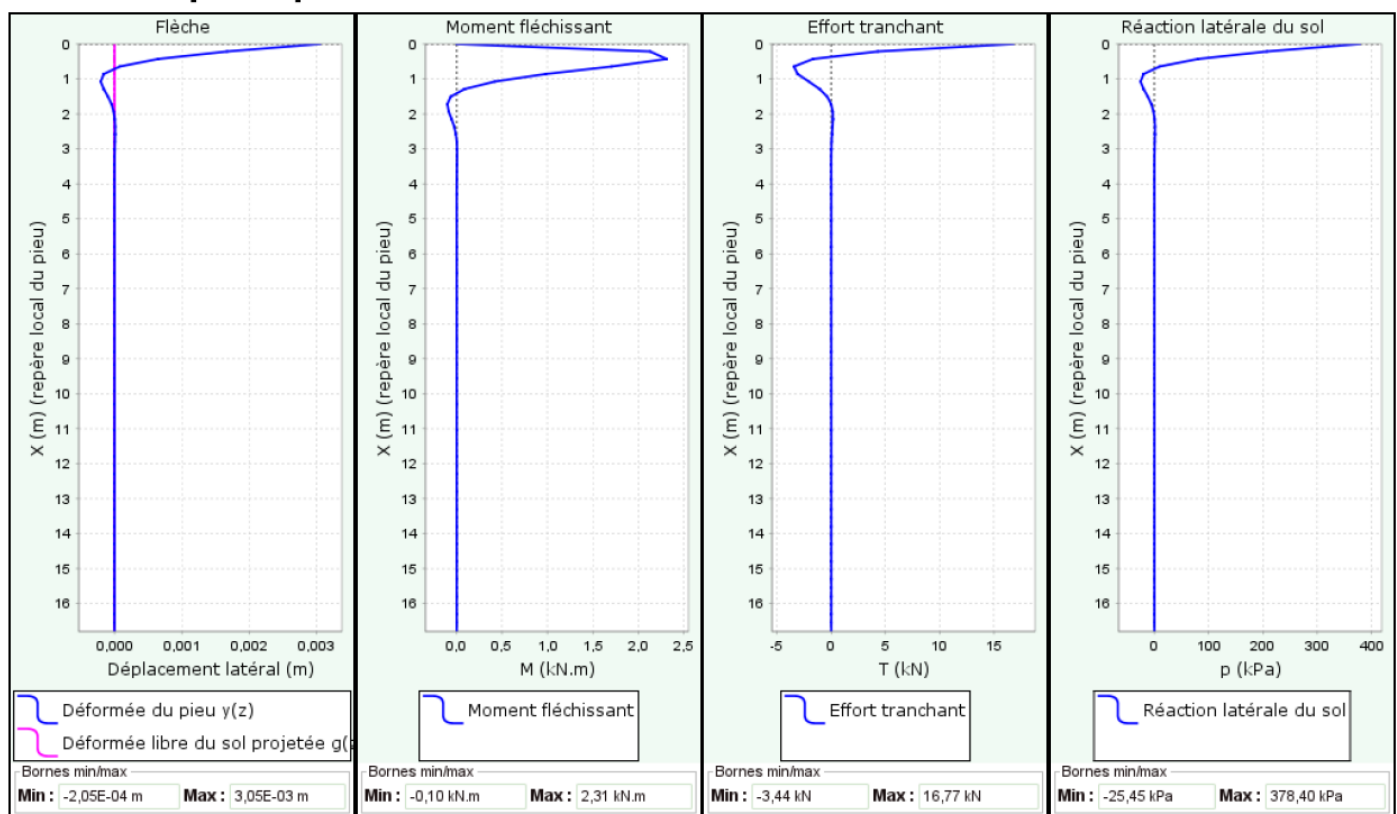
❖ *Vérification des déformations admissibles*

En tenant compte des sollicitations latérales appliquées en tête du micropieu liées aux vents, les déplacements et sollicitations ont été vérifiés à partir du logiciel Foxta©.

Dans le cas où les sollicitations fondamentales très brèves en tête dominant aux ELU fondamentales, les déformations maximales en tête seraient de l'ordre de 3 millimètres.

Les résultats des calculs sur le logiciel FOXTA sont présentés en *Annexe*.

Résultats principaux



FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 31/10/2025 - 14:18:03
Calcul réalisé par : GEOLIA

Projet : Groupe micropieux
Module : Piecoef+ (Pieu 1/1)
Titre du calcul : Effets aux vents

Figure 24 : Déformation du micropieu foré boue en diamètre 200 mm aux ELU fondamentale

6.3.3. Sol du projet

Compte tenu de la présence de remblais et de la solution de fondations profonde, le sol du bâtiment sera traité par le biais d'un plancher porté par les fondations.

6.4. Mitoyens et avoisinants

Dans le cadre de la création du bâtiment « Vigie », celui-ci n'est pas prévu d'être à proximité immédiate d'un existant. Par conséquent, aucun sondage complémentaire n'est à prévoir. La galerie RTE est suffisamment éloignée pour ne pas interférer avec le projet.

En tout état de cause, il est exclu de réaliser un terrassement ou des fondations sans assurer la stabilité des ouvrages mitoyens par un dispositif adapté pour interdire tout mouvement, quelle que soit la phase de mise en œuvre du projet.

6.5. Sujétions générales

On respectera, de plus, les sujétions suivantes :

- l'homogénéité des fonds de fouille sera soigneusement contrôlée, il conviendra de garantir l'ancrage requis dans les sols homogènes,
- les structures enterrées seront réalisées à l'aide d'un béton confectionné en conformité avec la norme NF EN 1992-1-1 d'octobre 2005 et NF EN 206/CN de décembre 2014,
- en l'absence de donnée, il a été convenu de retenir un béton de type XA2 dans ce contexte,
- la mise en place du béton devra suivre immédiatement l'ouverture des fouilles afin d'éviter tout risque d'altération de leurs parois et assises sous l'effet des venues d'eau et de l'action des agents météoriques. Le bétonnage devra se faire à pleine fouille,
- les eaux de ruissellement superficiel devront être évacuées de manière efficace,
- la rencontre de blocs ou niveaux résistants au sein des remblais ou des sols en place pourra gêner les terrassements et nécessiter l'utilisation de matériel spécifique,
- il conviendra de respecter les règles géométriques suivantes relatives aux fondations posées à des niveaux différents (cf. article 8.1 de la NF P 94-261).

Dans le cadre de l'exécution de micropieux, on respectera les sujétions suivantes :

- les micropieux seront réalisés suivant la norme NF EN 14199 et la norme DTU 13.2, y compris le nombre d'essais à prévoir,
- Pour les micropieux, nous rappelons que des essais sont nécessaires quels que soient la catégorie géotechnique, il conviendra de se référer aux tableaux 8.9.1 et 8.9.2 de la norme NF P 94-262/A1,
- afin d'éviter les effets de groupe, les micropieux seront espacés au minimum de 3 diamètres entre eux, ainsi qu'avec les pieux ou puits existants,
- afin d'éviter d'exercer des efforts et contraintes sur les ouvrages existants (fondations superficiels,...), le frottement latéral des micropieux sera neutralisé jusqu'à la base de ces ouvrages,

- les éventuels efforts horizontaux et/ou de traction devront être pris en compte dans le dimensionnement des micropieux, valeurs à préciser par le BET structure,
- Nous rappelons que pour les micropieux, dans le cas d'une catégorie géotechnique 2, des essais sont obligatoires et qui devront être adaptés en fonction de la sollicitation en traction à l'ELS Quasi-permanent (comparativement à 15 % de R_s) : Essai de contrôle ou essai de contrôle et essai de conformité,
- l'entreprise mettra en œuvre un matériel adapté lui permettant d'atteindre les profondeurs minimales requises, des niveaux indurés étant susceptibles d'être rencontrés dans les remblais et les sols en place. A cet égard, on notera que le trépanage en site urbain est à exclure et que la traversée des éventuels niveaux indurés s'effectuera par carottage,
- des pertes et/ou surconsommations de coulis sont à prévoir localement dans la traversée des terrains de recouvrement et au sein des sols en place,
- les enregistrements des paramètres de forage et les procédures de validation/adaptation des profondeurs des micropieux en phase d'exécution sont à prévoir,
- il faudra contrôler strictement la foration, pour s'assurer de la bonne qualité de l'ancrage et de la bonne verticalité,
- les micropieux susceptibles d'être soumis à des efforts horizontaux, aussi bien en phase provisoire qu'en phase définitive, devront être armés en conséquence,
- l'utilisation d'armatures tubulaires avec centreurs est nécessaire pour garantir le bon scellement et le bon enrobage de l'armature, notamment en présence d'un milieu agressif,
- un enrobage minimal de 5 cm sera à respecter s'agissant de micropieux permanents. Si tel n'était pas le cas (lié à un diamètre extérieur de tubes/manchons trop important par rapport au diamètre du forage), une protection externe ou interne des tubes de micropieux est à prévoir (enduit, revêtement, imprégnation),
- l'exécution des micropieux sera strictement contrôlée en réalisant des essais de traction de conformité et de contrôle.

Nous restons à la disposition du Maître de l'Ouvrage et de son équipe de conception et de réalisation pour leur fournir tout renseignement complémentaire qu'ils pourraient juger utile concernant nos résultats de sondages et nos conclusions, ainsi que pour suivre et contrôler éventuellement l'exécution des fondations qui peuvent toujours présenter localement des anomalies nécessitant des adaptations, dans le cadre d'une mission spécifique de suivi géotechnique d'exécution (missions de type G₄ et/ou G₅ de la norme française NF P 94-500 de novembre 2013).

Nous rappelons par ailleurs que le respect de la norme NF P 94 500 impose à l'entreprise de réaliser une mission G₃ d'étude et de suivi d'exécution permettant d'élaborer le dossier géotechnique d'exécution et d'en suivre sa mise en œuvre.

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

ANNEXE 1 :

CLASSIFICATION DES MISSIONS GEOTECHNIQUES ET

SCHEMA D'ENCHAINEMENT DES MISSIONS GEOTECHNIQUES

SELON LA NORME NF P 94-500 DE NOVEMBRE 2013

Cette annexe contient 4 pages (y compris page de garde)

ANNEXE 1 – Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : Étude géotechnique préalable (G1)		Étude géotechnique préalable (G1) Phase Étude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Étude préliminaire, esquisse, APS	Étude géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Étude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les 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

ANNEXE 2 – Classification des missions d'ingénierie géotechnique

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

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

Phase Étude de Site (ES)

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

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

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

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

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

Phase Avant-projet (AVP)

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

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

Phase Projet (PRO)

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

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

Phase DCE / ACT

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

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

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

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

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

Phase Étude

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

Phase Suivi

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

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

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

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

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

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

ANNEXE 2 :
PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

Cette annexe contient 2 pages (y compris page de garde)

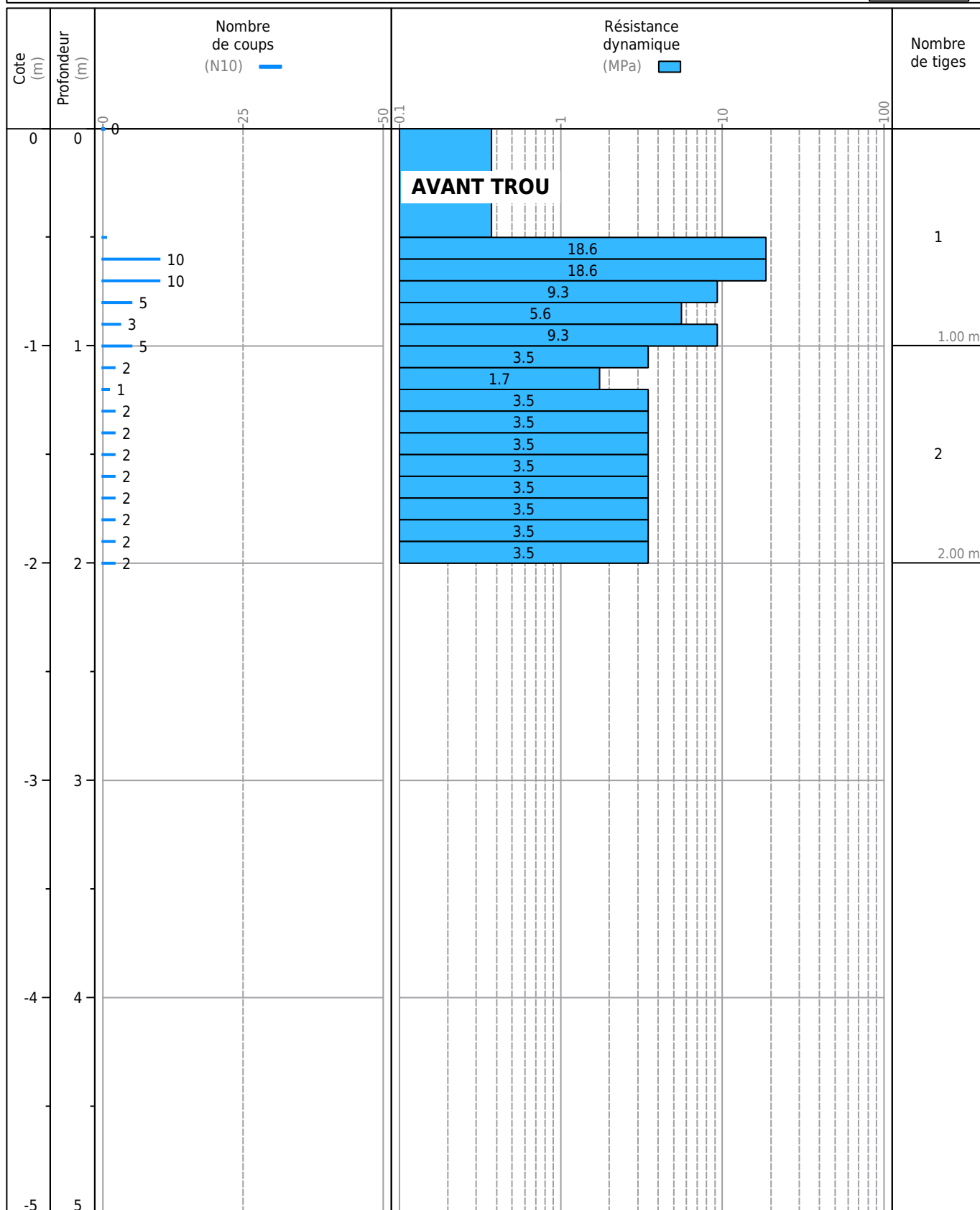


Schémas d'implantation des sondages

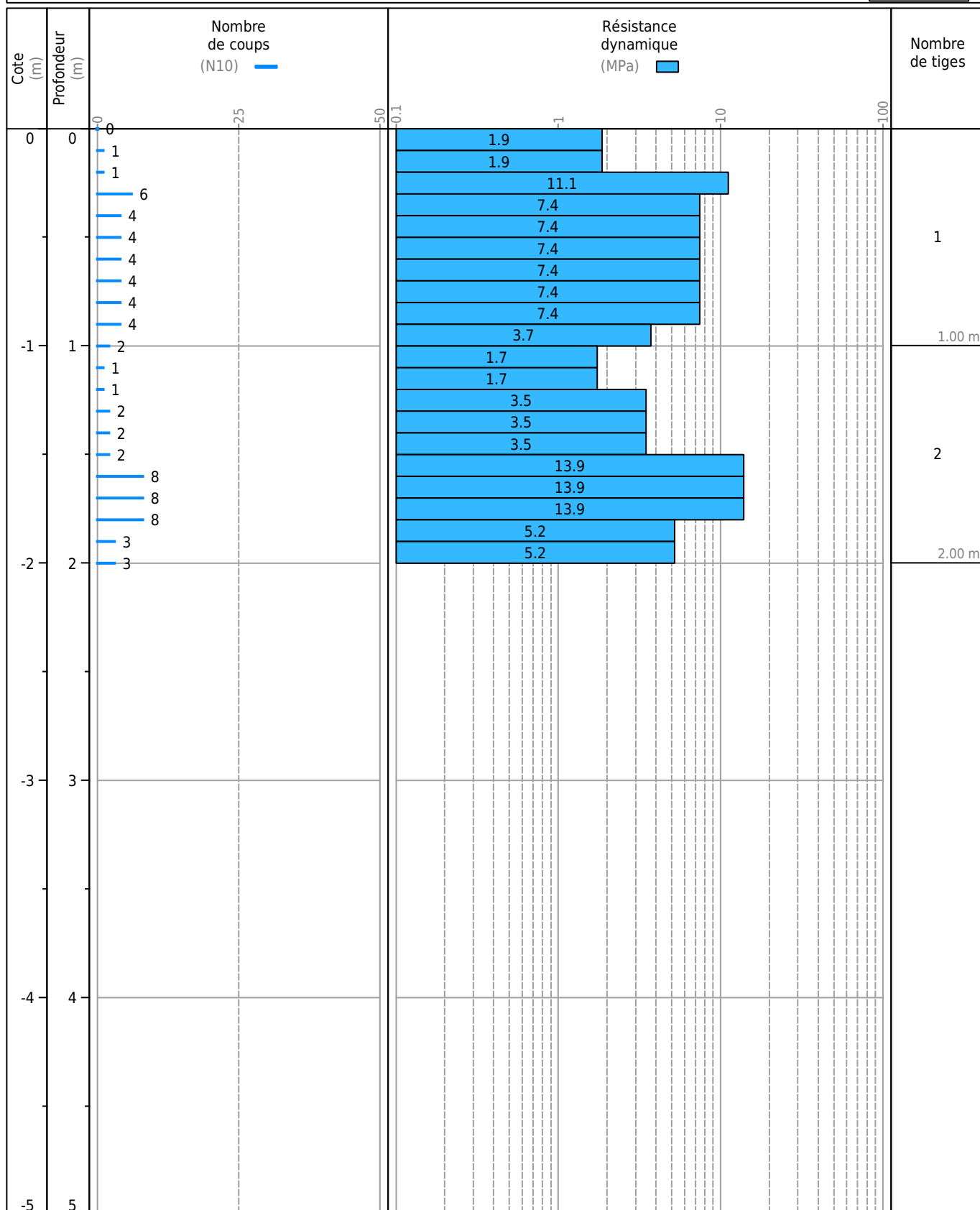
G230980-001A	GROUPE ADP Héliport d'Issy-les-Moulineaux – Restructuration	Annexe
G2-AVP		

ANNEXE 3 :
COUPES ET RESULTATS DES SONDAGES

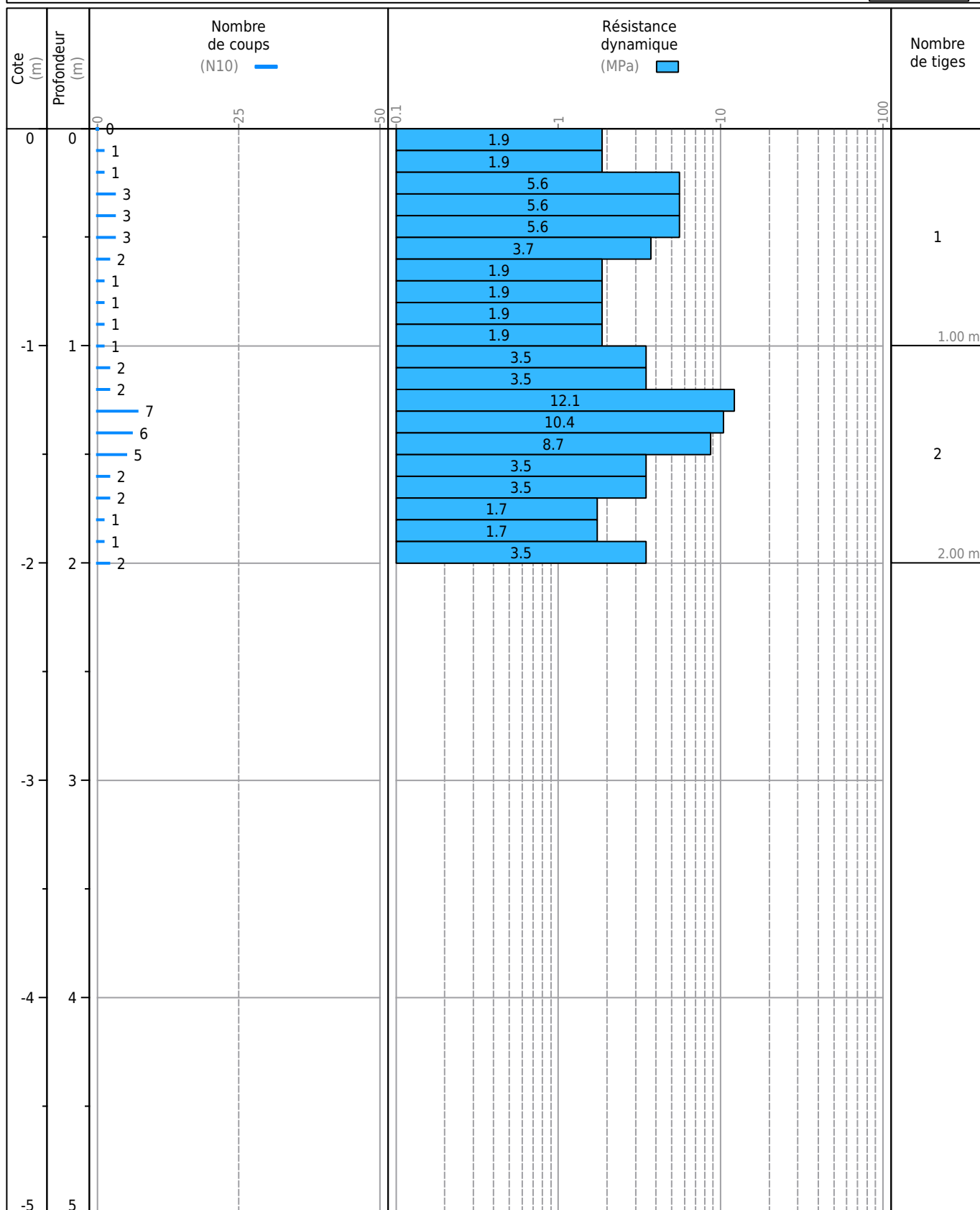
Cette annexe contient 18 pages (y compris page de garde)



Obs. :



Obs. :



Obs. :

Date début: 08/12/2023
Date fin : 08/12/2023
Profondeur: 0,00 - 10,00 m

SC7

Cote NGF: 30,0
X : 595198,9
Y : 125796,8
Inclinaison: 0°

Machine: Socomafor 35

Client : AEROPORTS DE PARIS

1/100

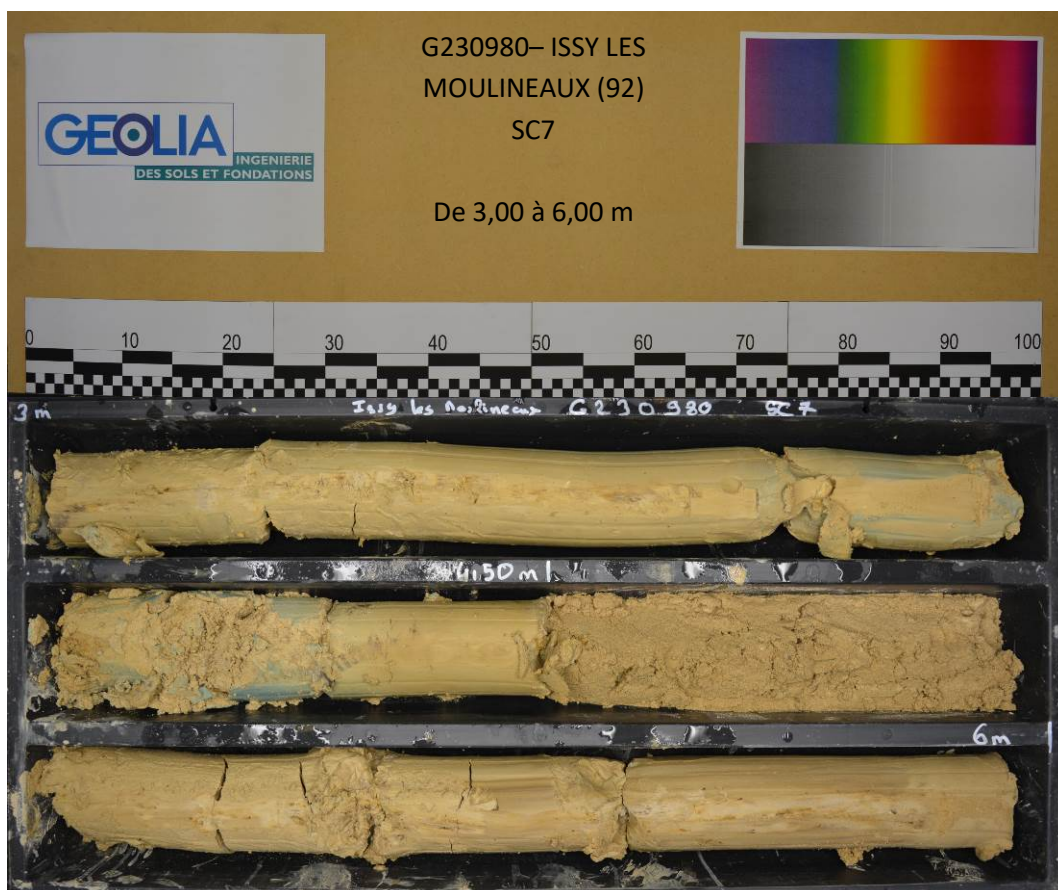
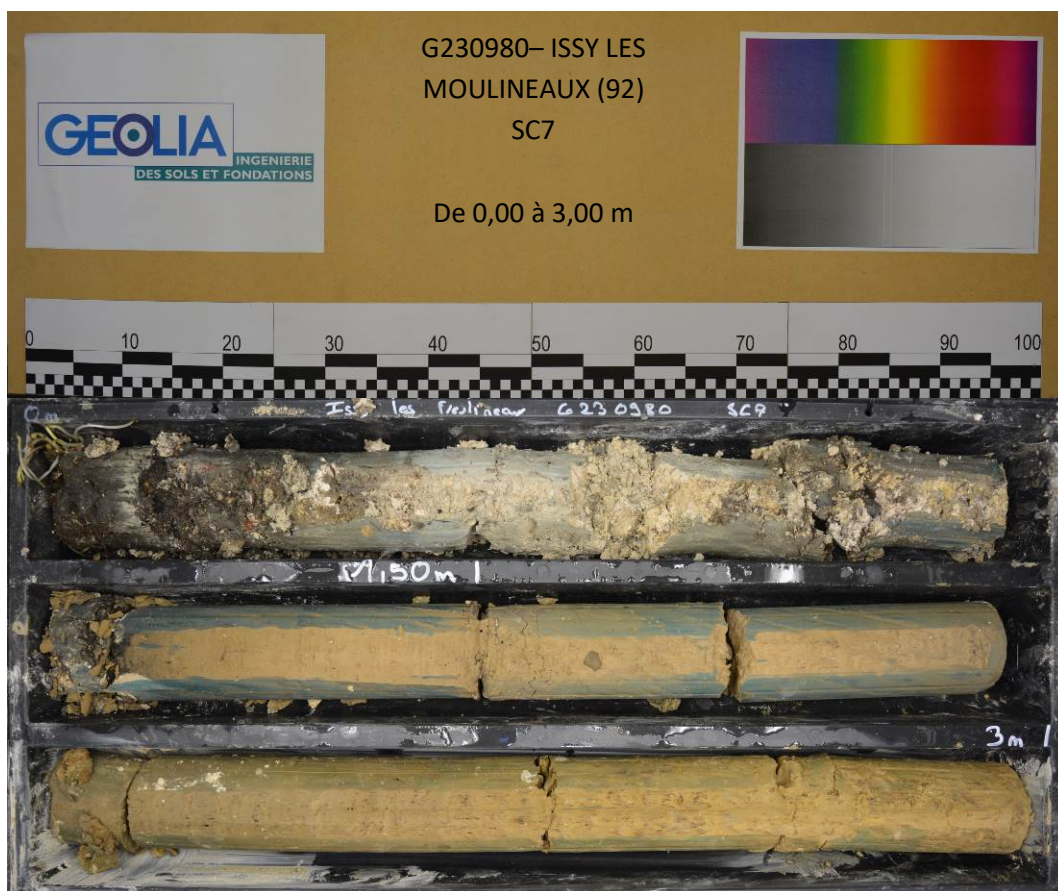
1/1

Altitude	Profondeur (m)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Stratigraphie	Piezomètre	Niveau d'eau	Outil	Tubage	Remarque	Carottage (%)	RQD (%)
30,00	0,00								0 50 100	0 50 100
29,65	0,35	Remblais sablo-graveleux brun-gris avec fragments de terre cuite, grains, graviers et cailloux de calcaire (Remblais)							97	0
28,90	1,10	Marne beige avec grains, graviers et cailloux de calcaire et avec veines sableuses brun-gris (Remblais)							103	0
28,00	2,00	Sable légèrement argileux brun-gris avec quelques silex, grains, graviers et cailloux de calcaire (Remblais)							100	0
27,00	3,00	Limon brun							100	0
26,20	3,80	Argile brune marneuse marron à brun clair							100	0
26,00	4,00	Marne brun clair							100	0
25,65	4,35	Marne légèrement sableuse brun clair							100	0
25,50	4,50	Sable marneux brun clair							100	0
24,00	6,00	Marne légèrement sableuse brun clair							100	0
23,43	6,57	Sable marneux brun clair							100	0
		Marne argileuse brun clair							100	0
22,10	7,90	Sable marneux brun clair avec quelques silex							100	0
21,80	8,20	Sable brun clair à silex							100	0
		Sable brun clair							100	0
20,00	10,00	Sable brun clair à silex							100	0

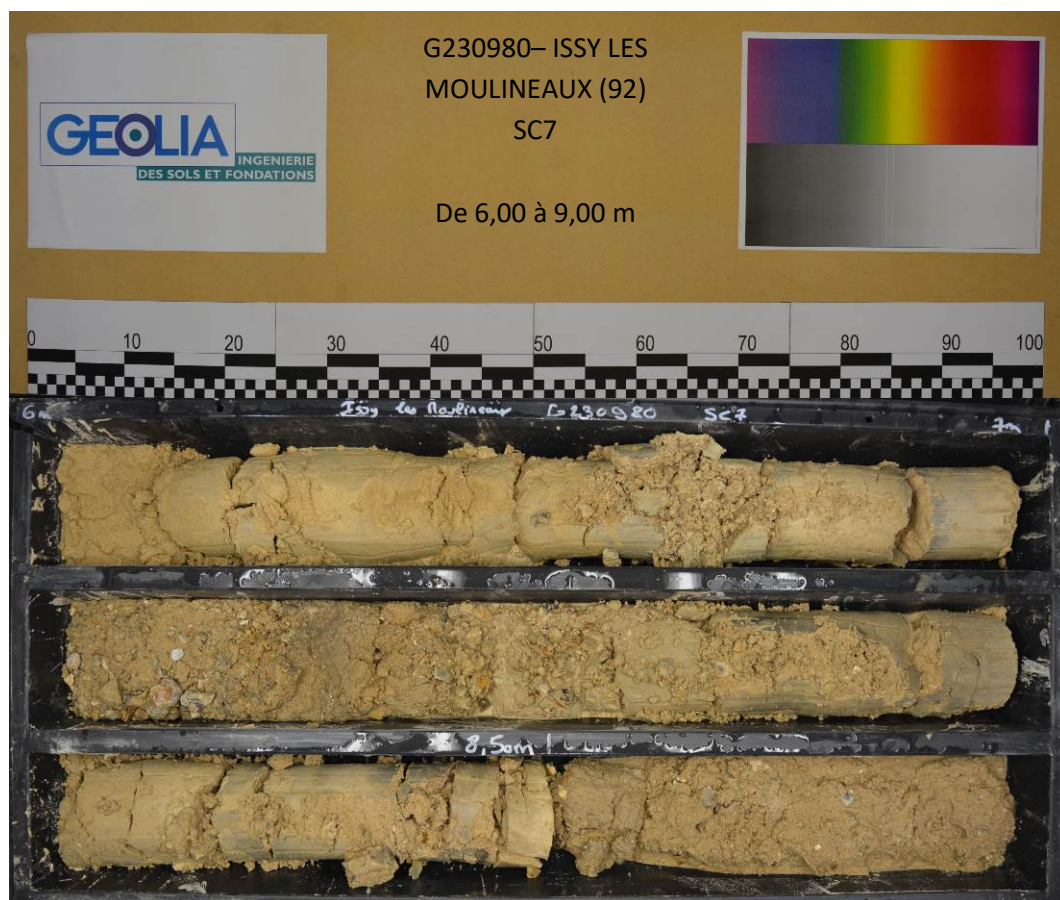
Observations:

EXGTE 3.23

PHOTOGRAPHIES DE CAISSES A CAROTTES



PHOTOGRAPHIES DE CAISSES A CAROTTES



Date début: 07/12/2023
Date fin : 07/12/2023
Profondeur: 0,00 - 12,29 m

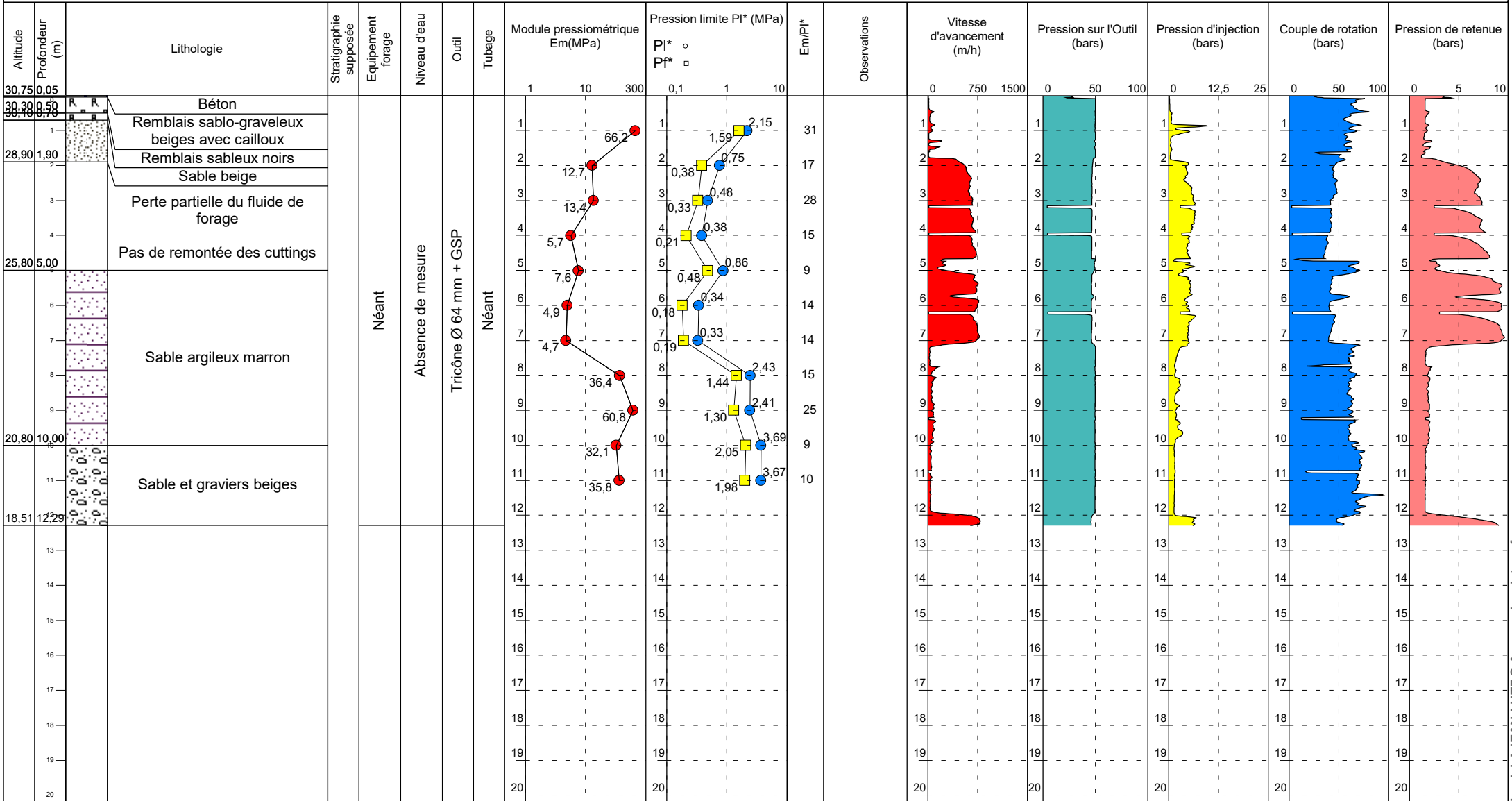
SP1

Cote NGF: 30,8
X : 646520,7
Y : 6859536,4
Inclinaison: 0°

Machine: EMCI 4.50

Client : AEROPORTS DE PARIS

1/150
1/1



Date début: 11/12/2023
Date fin : 11/12/2023
Profondeur: 0,00 - 12,55 m

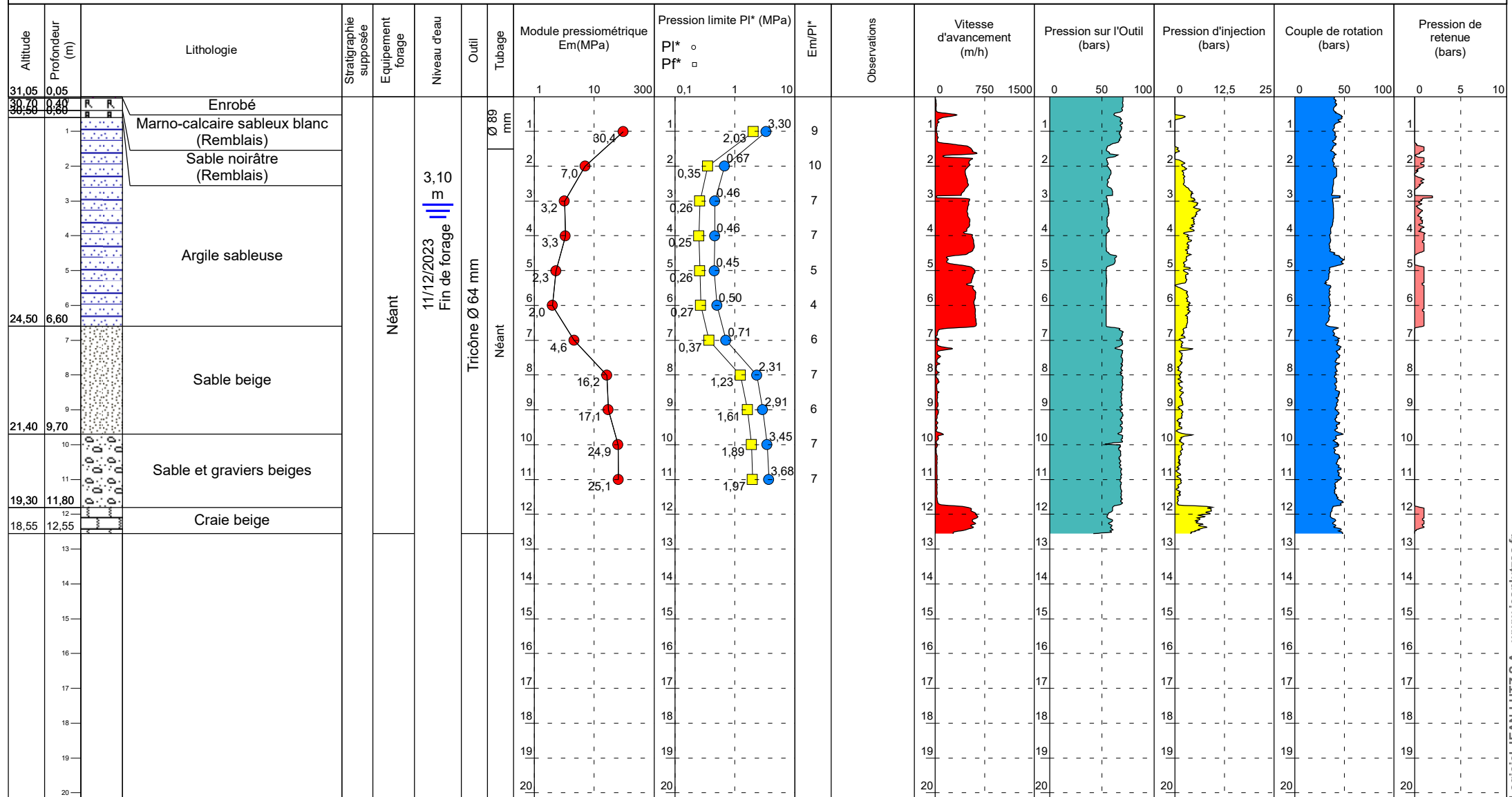
SP2

Cote NGF: 31,1
X : 646569,0
Y : 6859570,9
Inclinaison: 0°

Machine: Socomafor 35

Client : AEROPORTS DE PARIS

1/150
1/1



Observations:

EXGTE 3.23

Date début: 30/11/2023
Date fin : 05/12/2023
Profondeur: 0,00 - 31,19 m

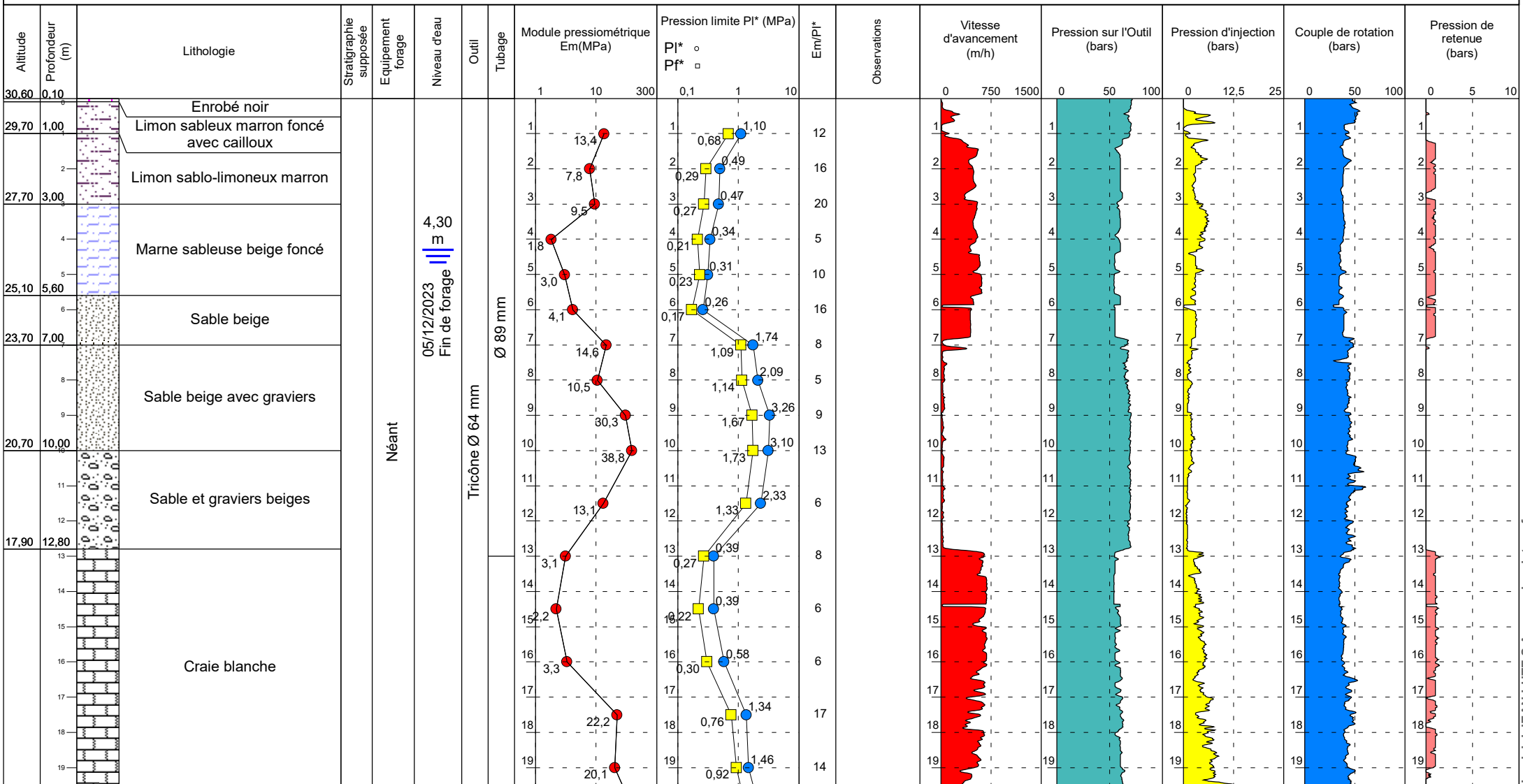
SP3

Cote NGF: 30,7
X : 646550,8
Y : 6859523,1
Inclinaison: 0°

Machine: Socomafor 35

Client : AEROPORTS DE PARIS

1/150
1/2



EXGTE 3.23

Observations:

Date début: 30/11/2023
Date fin : 05/12/2023
Profondeur: 0,00 - 31,19 m

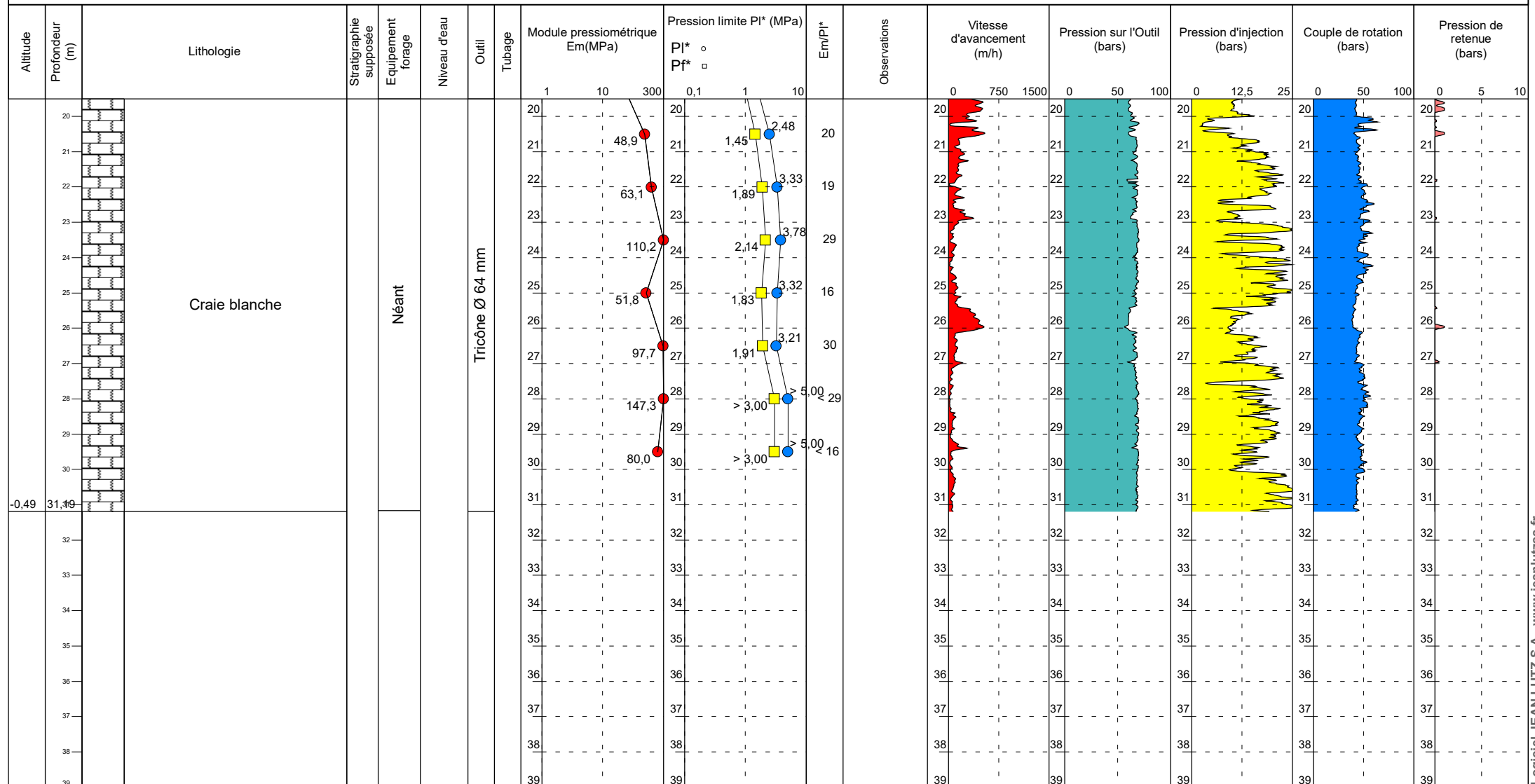
SP3

Cote NGF: 30,7
X : 646550,8
Y : 6859523,1
Inclinaison: 0°

Machine: Socomafor 35

Client : AEROPORTS DE PARIS

1/150
2/2



Observations:

Date début: 29/11/2023
Date fin : 30/11/2023
Profondeur: 0,00 - 12,39 m

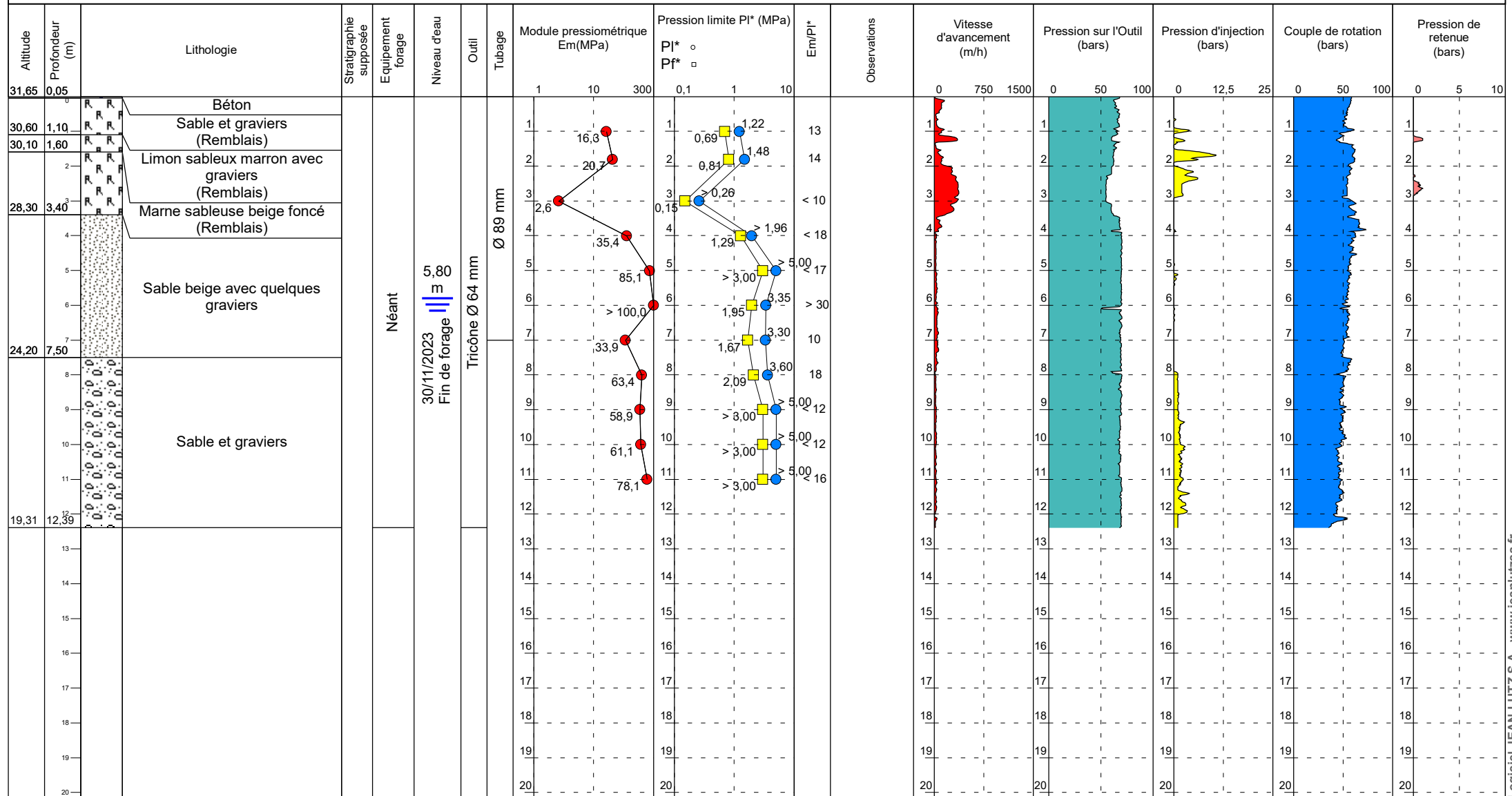
SP4

Cote NGF: 31,7
X : 646758,4
Y : 6859578,2
Inclinaison: 0°

Machine: Socomafor 35

Client : AEROPORTS DE PARIS

1/150
1/1



Observations:

EXGTE 3.23



INGENIERIE
DES SOLS ET FONDATIONS

G230980 ISSY LES MOULINEAUX (92) Héliport

Date début: 06/12/2023
Date fin : 07/12/2023
Profondeur: 0,00 - 15,53 m

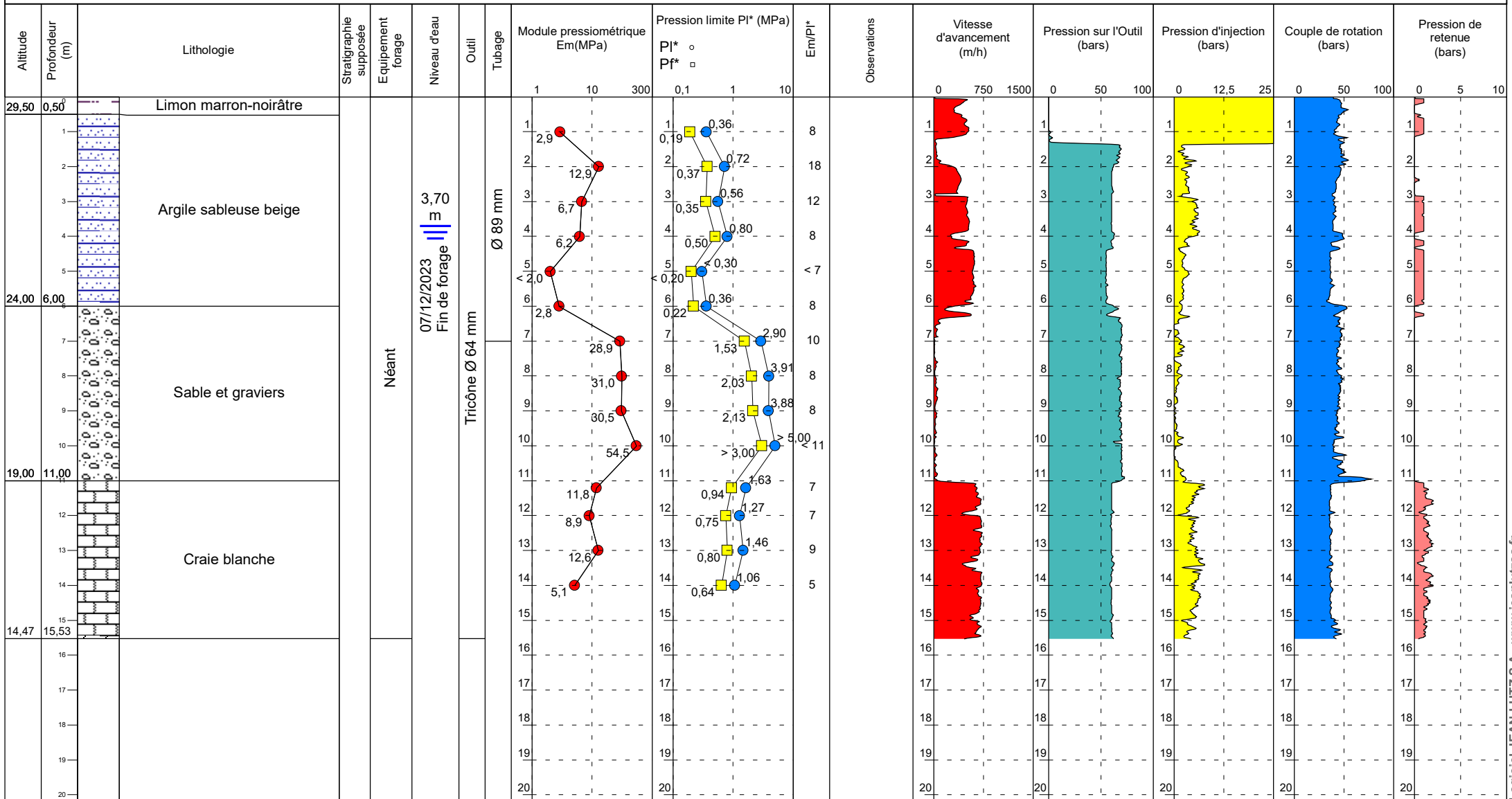
SP5

Cote NGF: 30,0
X : 646494,2
Y : 6859421,1
Inclinaison: 0°

Machine: Socomafor 35

Client : AEROPORTS DE PARIS

1/150
1/1



Observations:

EXGTE 3.23

Date début: 05/12/2023
Date fin : 06/12/2023
Profondeur: 0,00 - 15,53 m

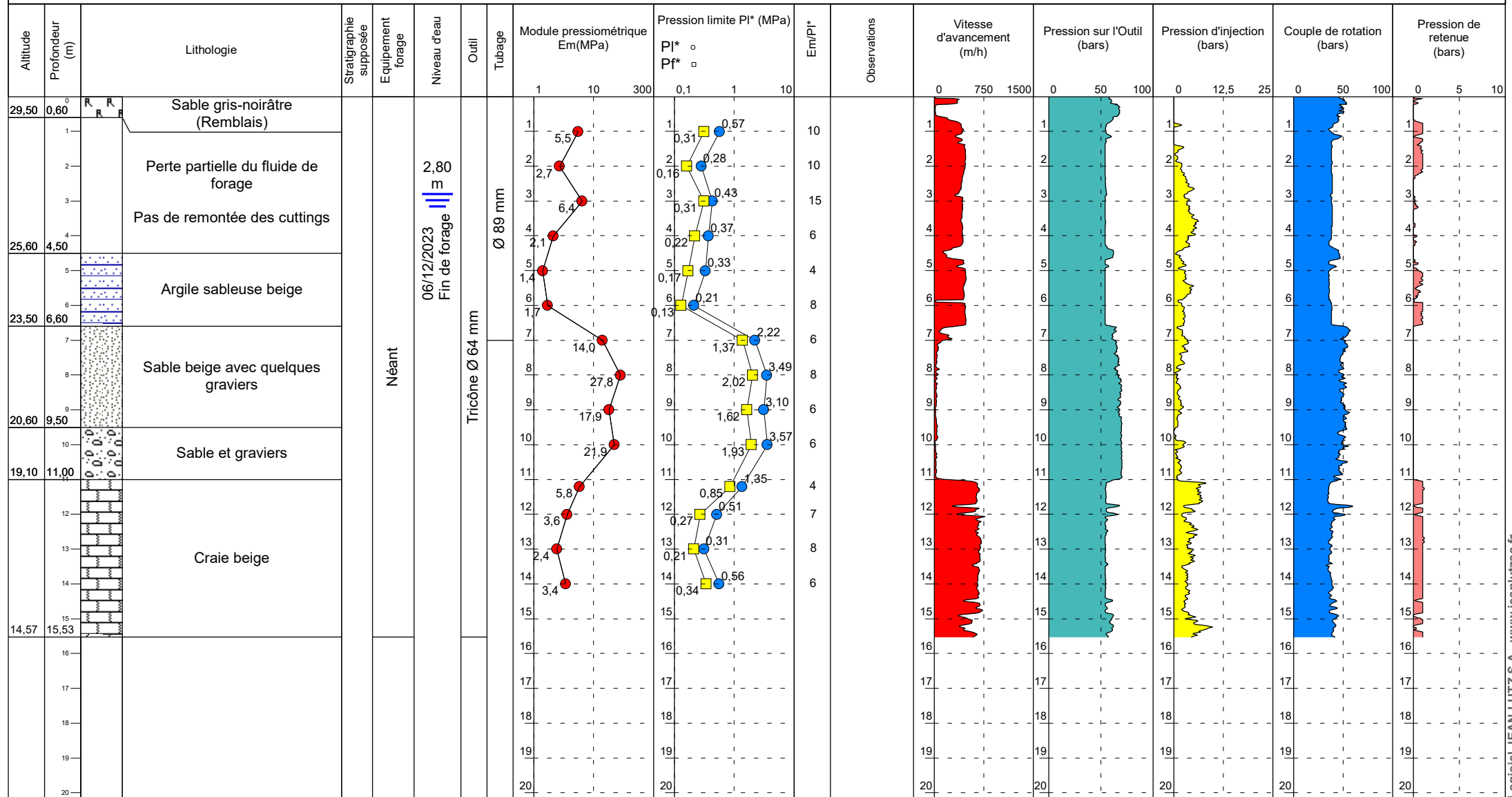
SP6

Cote NGF: 30,1
X : 646456,1
Y : 6859404,4
Inclinaison: 0°

Machine: Socomafor 35

Client : AEROPORTS DE PARIS

1/150
1/1



Observations:

EXGTE 3.23

Date début: 04/09/2025
Date fin : 04/09/2025
Profondeur: 0,00 - 16,19 m

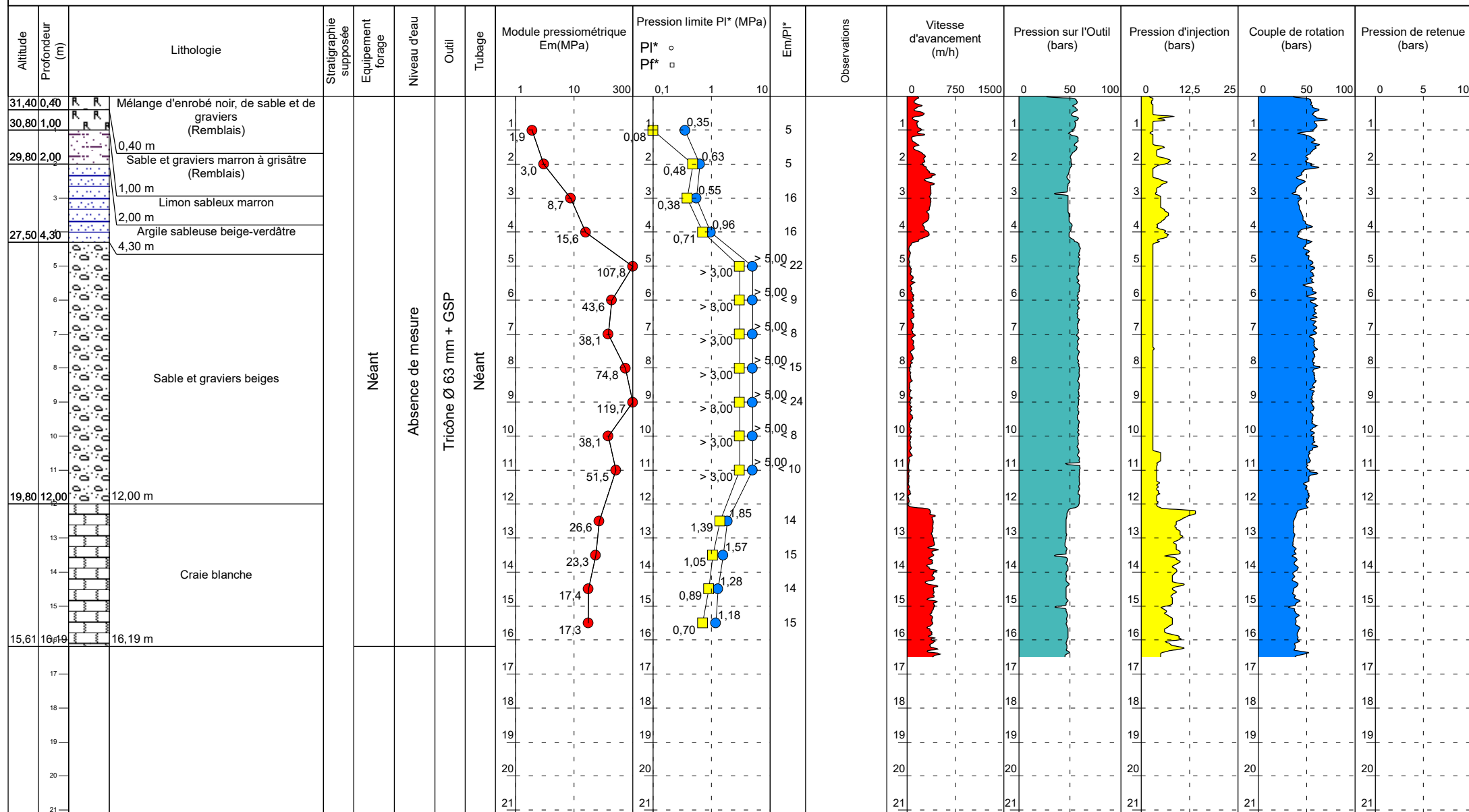
SP101

Cote NGF: 31,8
X : 646770,3
Y : 6859570,5
Inclinaison: 0°

Machine: Socomafor 35

Client : Service de la navigation aérienne de la région Parisienne

1/150
1/1



Observations:

EXGTE 3.27

Localisation :

Ville : Héliport Paris

Adresse :

Description :

N° forage : T8 (1)

Profondeur : 1,00 m

Diamètre : 100 mm

Hauteur d'eau sous l'appareil (mm): 600

Outils utilisés pour le forage : Tarière Ø 100 mm

Coupe :

0/0,25

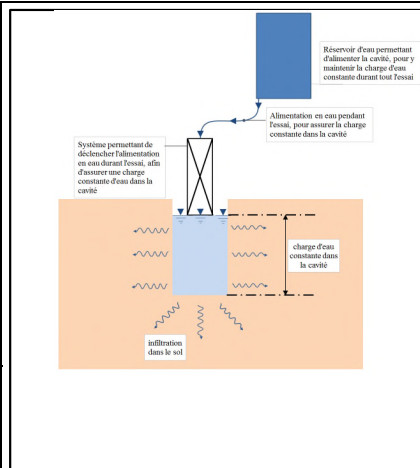
Dalle béton

0,25/0,4

Sable beige jaune avec silex

0,4/1

Mélange sablo argilo limoneux brun foncé à gris avec passées noirâtres, débris de terre cuite rouge, cailloutis calcaires



Météorologie durant la saturation et l'essai :

Heure	9h00	10h00	11h00	12h00	13h00	14h00
Pluie	non	non	non	non	non	non
Température	3,9	5	7,3	7,5	8,9	9

Saturation :

Début : 9h40

Fin : 11h40

Durée : 120min

Ajout de gravier avant saturation : Oui ☐ Non ☒

Remarques :

Essai(s) d'infiltration après saturation :

Essai n° 1 :	Hauteur d'eau sous l'appareil :	0,60 m	
	Durée d'infiltration (min) :	14 min	
	Volume percolé (litres) :	0,45 litres	
	Volume percolé en 10 minutes :	0,32 litres	
Essai n° 2 :	Hauteur d'eau sous l'appareil :	0,60 m	
	Durée d'infiltration (min) :	10 min	
	Volume percolé (litres) :	0,30 litres	
	Volume percolé en 10 minutes :	0,30 litres	
Essai n° 3 :	Hauteur d'eau sous l'appareil :	0,60 m	
	Durée d'infiltration (min) :	10 min	
	Volume percolé (litres) :	0,28 litres	
	Volume percolé en 10 minutes :	0,28 litres	
Essai n° 4 :	Hauteur d'eau sous l'appareil :	0,60 m	
	Durée d'infiltration (min) :	10 min	
	Volume percolé (litres) :	0,30 litres	
	Volume percolé en 10 minutes :	0,30 litres	
Essai n° 5 :	Hauteur d'eau sous l'appareil :	0,60 m	
	Durée d'infiltration (min) :	16 min	
	Volume percolé (litres) :	0,43 litres	
	Volume percolé en 10 minutes :	0,27 litres	

Volume percolé en 10 min (l)

Moyenne : 0,29 litres

Minimum : 0,27 litres

Maximum : 0,32 litres

Calcul de la perméabilité MOYENNE : (toutes les mesures en mm)

Surface latérale + surface du fond = $(\pi \times \varnothing \times \text{hauteur}) + (\pi \times (\varnothing^2) / 4) =$ 196350 mm²

K = Volume d'eau percolé en 10 minutes (mm³) x 6 / surface (mm²) = 8,935 mm/h

2,48E-06 m/s

Calcul de la perméabilité MINIMALE : (toutes les mesures en mm)

Surface latérale + surface du fond = $(\pi \times \varnothing \times \text{hauteur}) + (\pi \times (\varnothing^2) / 4) =$ 196350 mm²

K = Volume d'eau percolé en 10 minutes (mm³) x 6 / surface (mm²) = 8,117 mm/h

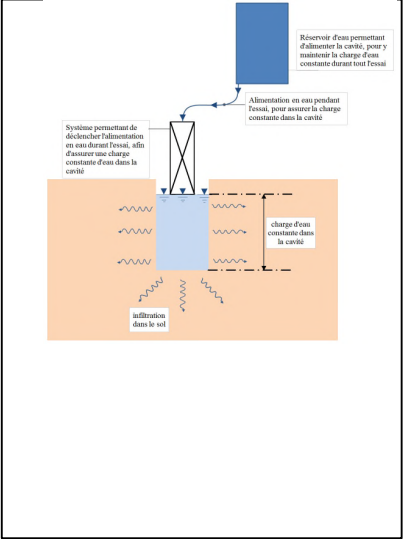
2,25E-06 m/s

Calcul de la perméabilité MAXIMALE : (toutes les mesures en mm)

Surface latérale + surface du fond = $(\pi \times \varnothing \times \text{hauteur}) + (\pi \times (\varnothing^2) / 4) =$ 196350 mm²

K = Volume d'eau percolé en 10 minutes (mm³) x 6 / surface (mm²) = 9,822 mm/h

2,73E-06 m/s

GEOLIA INGENIERIE DES SOLS ET FONDATIONS		ESSAI D'INFILTRATION		Date : 29/11/2023		
		Infiltromètre à charge constante		Dossier : G230980		
				Technicien : JB		
Localisation : Ville : Hélicopt Paris Adresse :						
Description d						
N° forage : T8 (2)						
Profondeur : 2,00 m						
Diamètre : 100 mm						
Hauteur d'eau sous l'appareil (mm): 1200						
Outils utilisé pour le forage : Tarière Ø 100 mm						
Coupe :						
0/0,25		Dalle béton				
0,25/0,4		Sable beige jaune avec silex				
0,4/1,3		Mélange sablo argilo limoneux brun foncé à gris avec passées noirâtres, débris de terre cuite rouge, cailloutis calcaires				
1,3/2		Limon marron				
Météorologie durant la saturation et l'essai :						
Heure	9h00	10h00	11h00	12h00	13h00	14h00
Pluie	non	non	non	non	non	non
Température	3,9	5	7,3	7,5	8,9	9
Saturation :						
Début : 9h45		} Durée : 120min				
Fin : 11h45						
Ajout de gravier avant saturation :		Oui ☐ Non ☒				
Remarques :						
Essai(s) d'infiltration après saturation :						
Essai n° 1 :	Hauteur d'eau sous l'appareil :	1,20 m		Volume percolé en 10 min (l)		
	Durée d'infiltration (min) :	10 min				
	Volume percolé (litres) :	0,10 litres				
	Volume percolé en 10 minutes :	0,10 litres				
Essai n° 2 :	Hauteur d'eau sous l'appareil :	1,20 m				
	Durée d'infiltration (min) :	10 min				
	Volume percolé (litres) :	0,10 litres				
	Volume percolé en 10 minutes :	0,10 litres				
Essai n° 3 :	Hauteur d'eau sous l'appareil :	1,20 m		Moyenne : 0,10 litres		
	Durée d'infiltration (min) :	10 min				
	Volume percolé (litres) :	0,10 litres				
	Volume percolé en 10 minutes :	0,10 litres				
Essai n° 4 :	Hauteur d'eau sous l'appareil :	1,20 m		Minimum : 0,10 litres		
	Durée d'infiltration (min) :	10 min				
	Volume percolé (litres) :	0,10 litres				
	Volume percolé en 10 minutes :	0,10 litres				
Essai n° 5 :	Hauteur d'eau sous l'appareil :	1,20 m		Maximum : 0,11 litres		
	Durée d'infiltration (min) :	16 min				
	Volume percolé (litres) :	0,18 litres				
	Volume percolé en 10 minutes :	0,11 litres				
Calcul de la perméabilité MOYENNE : (toutes les mesures en mm)						
Surface latérale + surface du fond = (π x Ø x hauteur) + (π x (Ø²) / 4) =				384846 mm²		
K = Volume d'eau percolé en 10 minutes (mm³) x 6 / surface (mm²) =				1,588 mm/h		
				4,412E-07 m/s		
Calcul de la perméabilité MINIMALE : (toutes les mesures en mm)						
Surface latérale + surface du fond = (π x Ø x hauteur) + (π x (Ø²) / 4) =				384846 mm²		
K = Volume d'eau percolé en 10 minutes (mm³) x 6 / surface (mm²) =				1,559 mm/h		
				4,331E-07 m/s		
Calcul de la perméabilité MAXIMALE : (toutes les mesures en mm)						
Surface latérale + surface du fond = (π x Ø x hauteur) + (π x (Ø²) / 4) =				384846 mm²		
K = Volume d'eau percolé en 10 minutes (mm³) x 6 / surface (mm²) =				1,705 mm/h		
				4,737E-07 m/s		

Localisation :

Ville : Héliport Paris

Adresse :

Description d

N° forage : T9(1)

Profondeur : 1,00 m

Diamètre : 100 mm

Hauteur d'eau sous l'appareil (mm): 700

Outils utilisé pour le forage : Tarière Ø 100 mm

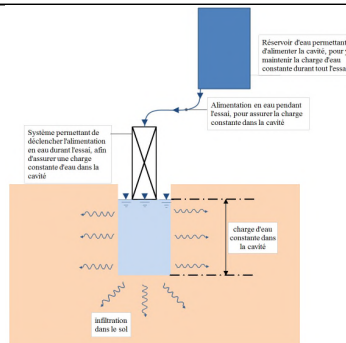
Coupe :

0/0,1

Limon marron foncé

0,1/1

Mélange sablo argilo limonzux brun à brun foncé avec silex, gros cailloux calcaires, rares débris de terre cuite rouge, cailloutis calcaires



Météorologie durant la saturation et l'essai :

Heure	9h00	10h00	11h00	12h00	13h00	14h00
Pluie	non	non	non	non	non	non
Température	3,9	5	7,3	7,5	8,9	9

Saturation :

Début : 9h15

Fin : 11h15

Durée : 120min

Ajout de gravier avant saturation : Oui ☐ Non ☒

Remarques :

Essai(s) d'infiltration après saturation :

Essai n° 1 :	Hauteur d'eau sous l'appareil :	0,70 m	
	Durée d'infiltration (min) :	10 min	
	Volume percolé (litres) :	0,30 litres	
	Volume percolé en 10 minutes :	0,30 litres	
Essai n° 2 :	Hauteur d'eau sous l'appareil :	0,70 m	
	Durée d'infiltration (min) :	10 min	
	Volume percolé (litres) :	0,30 litres	
	Volume percolé en 10 minutes :	0,30 litres	
Essai n° 3 :	Hauteur d'eau sous l'appareil :	0,70 m	
	Durée d'infiltration (min) :	10 min	
	Volume percolé (litres) :	0,30 litres	
	Volume percolé en 10 minutes :	0,30 litres	
Essai n° 4 :	Hauteur d'eau sous l'appareil :	0,70 m	
	Durée d'infiltration (min) :	10 min	
	Volume percolé (litres) :	0,25 litres	
	Volume percolé en 10 minutes :	0,25 litres	
Essai n° 5 :	Hauteur d'eau sous l'appareil :	0,70 m	
	Durée d'infiltration (min) :	10 min	
	Volume percolé (litres) :	0,33 litres	
	Volume percolé en 10 minutes :	0,33 litres	

Volume percolé en 10 min (l)

Moyenne : 0,30 litres
Minimum : 0,25 litres
Maximum : 0,33 litres

Calcul de la perméabilité MOYENNE : (toutes les mesures en mm)

Surface latérale + surface du fond = $(\pi \times \varnothing \times \text{hauteur}) + (\pi \times (\varnothing^2) / 4) =$ 227766 mm²

K = Volume d'eau percolé en 10 minutes (mm³) x 6 / surface (mm²) = 7,771 mm/h

2,159E-06 m/s

Calcul de la perméabilité MINIMALE : (toutes les mesures en mm)

Surface latérale + surface du fond = $(\pi \times \varnothing \times \text{hauteur}) + (\pi \times (\varnothing^2) / 4) =$ 227766 mm²

K = Volume d'eau percolé en 10 minutes (mm³) x 6 / surface (mm²) = 6,586 mm/h

1,829E-06 m/s

Calcul de la perméabilité MAXIMALE : (toutes les mesures en mm)

Surface latérale + surface du fond = $(\pi \times \varnothing \times \text{hauteur}) + (\pi \times (\varnothing^2) / 4) =$ 227766 mm²

K = Volume d'eau percolé en 10 minutes (mm³) x 6 / surface (mm²) = 8,561 mm/h

2,378E-06 m/s

Localisation :

Ville : Héliport Paris

Adresse :

Description d

N° forage : T9(2)

Profondeur : 1,7 (éboulement avant mesure)

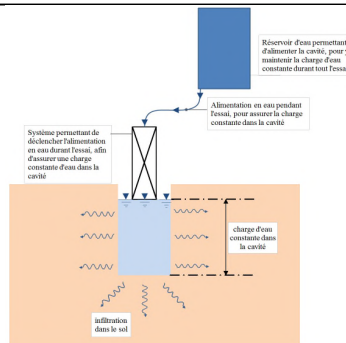
Diamètre : 100 mm

Hauteur d'eau sous l'appareil (mm): 1000

Outils utilisé pour le forage : Tarière Ø 100 mm

Coupe :

0/0,1	Limon marron foncé
0,1/1	Mélange sablo argilo limonzux brun à brun foncé avec silex, gros cailloux calcaires, rares débris de terre cuite rouge, cailloutis calcaires
1/1,7	Argile limoneuse brune avec cailloutis calcaires



Météorologie durant la saturation et l'essai :

Heure	9h00	10h00	11h00	12h00	13h00	14h00
Pluie	non	non	non	non	non	non
Température	3,9	5	7,3	7,5	8,9	9

Saturation :

Début : 9h20

Fin : 11h20

Durée : 120min

Ajout de gravier avant saturation : Oui ☐ Non ☒

Remarques :

Essai(s) d'infiltration après saturation :

Essai n° 1 :	Hauteur d'eau sous l'appareil :	1,00 m	
	Durée d'infiltration (min) :	10 min	
	Volume percolé (litres) :	0,10 litres	
	Volume percolé en 10 minutes :	0,10 litres	
Essai n° 2 :	Hauteur d'eau sous l'appareil :	1,00 m	
	Durée d'infiltration (min) :	10 min	
	Volume percolé (litres) :	0,10 litres	
	Volume percolé en 10 minutes :	0,10 litres	
Essai n° 3 :	Hauteur d'eau sous l'appareil :	1,00 m	
	Durée d'infiltration (min) :	10 min	
	Volume percolé (litres) :	0,08 litres	
	Volume percolé en 10 minutes :	0,08 litres	
Essai n° 4 :	Hauteur d'eau sous l'appareil :	1,00 m	
	Durée d'infiltration (min) :	10 min	
	Volume percolé (litres) :	0,10 litres	
	Volume percolé en 10 minutes :	0,10 litres	
Essai n° 5 :	Hauteur d'eau sous l'appareil :	1,00 m	
	Durée d'infiltration (min) :	10 min	
	Volume percolé (litres) :	0,13 litres	
	Volume percolé en 10 minutes :	0,13 litres	
Volume percolé en 10 min (l) Moyenne : 0,10 litres Minimum : 0,08 litres Maximum : 0,13 litres			

Calcul de la perméabilité MOYENNE : (toutes les mesures en mm)

Surface latérale + surface du fond = $(\pi \times \varnothing \times \text{hauteur}) + (\pi \times (\varnothing^2) / 4) =$ 322014 mm²

K = Volume d'eau percolé en 10 minutes (mm³) x 6 / surface (mm²) = 1,863 mm/h

5,176E-07 m/s

Calcul de la perméabilité MINIMALE : (toutes les mesures en mm)

Surface latérale + surface du fond = $(\pi \times \varnothing \times \text{hauteur}) + (\pi \times (\varnothing^2) / 4) =$ 322014 mm²

K = Volume d'eau percolé en 10 minutes (mm³) x 6 / surface (mm²) = 1,397 mm/h

3,882E-07 m/s

Calcul de la perméabilité MAXIMALE : (toutes les mesures en mm)

Surface latérale + surface du fond = $(\pi \times \varnothing \times \text{hauteur}) + (\pi \times (\varnothing^2) / 4) =$ 322014 mm²

K = Volume d'eau percolé en 10 minutes (mm³) x 6 / surface (mm²) = 2,329 mm/h

6,47E-07 m/s

Date d'exportation : 6 nov. 2025 18:26:33			
Chemin du projet : \\Srv-files\ressources\AFFAIRES\2025\G250623 ADP Issy les Moulineaux Hélicopt - vigie_G2AVP+G2PRO+G2DCE+ACT_LR\7 - Rapport\test.f4p			
Titre du projet : Heliport Issy			
Numéro d'affaire du projet : G230980			
Module courant : Fondprof			
Cas courant : 200 mm			

z [m]	Q-ELS-QP [kN]	Q-ELS-CARAC [kN]	Q-ELU-FOND [kN]	Q-ELU-ACC [kN]
28,500	21,63	26,46	30,9	34,0
28,000	27,02	33,06	38,6	42,5
27,500	32,42	39,65	46,3	51,0
27,000	37,81	46,25	54,0	59,4
26,500	43,20	52,85	61,7	67,9
26,000	48,59	59,44	69,5	76,4
25,500	53,99	66,04	77,2	84,9
25,000	59,38	72,64	84,9	93,4
24,500	64,77	79,23	92,6	101,8
24,000	70,16	85,83	100,3	110,3
24,000	70,16	85,83	100,3	110,3
24,000	70,16	85,83	100,3	110,3
24,000	70,16	85,83	100,3	110,3
23,500	84,38	103,22	120,6	132,7
23,000	98,59	120,61	140,9	155,0
22,500	112,81	138,00	161,2	177,4
22,000	127,02	155,38	181,6	199,7
21,500	141,24	172,77	201,9	222,1
21,000	155,45	190,16	222,2	244,4
20,500	169,67	207,55	242,5	266,8
20,500	169,67	207,55	242,5	266,8
20,500	169,67	207,55	242,5	266,8
20,000	180,62	220,94	258,1	284,0
19,500	191,56	234,33	273,8	301,2
19,000	202,51	247,72	289,4	318,4
18,500	213,45	261,11	305,1	335,6
18,000	224,40	274,50	320,7	352,8
17,500	235,34	287,89	336,4	370,0
17,000	246,29	301,27	352,0	387,2
16,500	257,23	314,66	367,7	404,5
16,000	268,18	328,05	383,3	421,7
15,500	279,12	341,44	398,9	438,9
15,000	290,07	354,83	414,6	456,1
15,000	290,07	354,83	414,6	456,1
15,000	290,07	354,83	414,6	456,1
14,500	309,05	378,05	441,7	485,9
14,000	328,03	401,27	468,8	515,8
13,500	347,01	424,48	496,0	545,6
13,000	365,99	447,70	523,1	575,5
12,500	384,97	470,92	550,2	605,3
12,000	403,95	494,14	577,3	635,1
11,800	411,54	503,43	588,2	647,1

Date d'exportation : 6 nov. 2025 18:42:33			
Chemin du projet : \\Srv-files\ressources\AFFAIRES\2025\G250623 ADP Issy les Moulineaux Héliport - vigie_G2AVP+G2PRO+G2DCE+ACT_LR\7 - Rapport\test.f4p			
Titre du projet : Heliport Issy			
Numéro d'affaire du projet : G230980			
Module courant : Fondprof			
Cas courant : 300 mm			

z [m]	Q-ELS-QP [kN]	Q-ELS-CARAC [kN]	Q-ELU-FOND [kN]	Q-ELU-ACC [kN]
29,000	24,36	29,80	34,8	38,3
28,500	32,45	39,69	46,4	51,0
28,000	40,54	49,59	57,9	63,7
27,500	48,62	59,48	69,5	76,5
27,000	56,71	69,38	81,1	89,2
26,500	64,80	79,27	92,6	101,9
26,000	72,89	89,16	104,2	114,6
25,500	80,98	99,06	115,7	127,3
25,000	89,07	108,95	127,3	140,0
24,500	97,16	118,85	138,9	152,8
24,000	105,24	128,74	150,4	165,5
24,000	105,24	128,74	150,4	165,5
24,000	105,24	128,74	150,4	165,5
24,000	105,24	128,74	150,4	165,5
23,500	126,57	154,83	180,9	199,0
23,000	147,89	180,91	211,4	232,5
22,500	169,21	206,99	241,9	266,1
22,000	190,54	233,08	272,3	299,6
21,500	211,86	259,16	302,8	333,1
21,000	233,18	285,24	333,3	366,6
20,500	254,51	311,33	363,8	400,2
20,500	254,51	311,33	363,8	400,2
20,500	254,51	311,33	363,8	400,2
20,000	270,92	331,41	387,2	426,0
19,500	287,34	351,50	410,7	451,8
19,000	303,76	371,58	434,2	477,6
18,500	320,18	391,66	457,6	503,4
18,000	336,59	411,75	481,1	529,2
17,500	353,01	431,83	504,5	555,1
17,000	369,43	451,91	528,0	580,9
16,500	385,85	472,00	551,5	606,7
16,000	402,27	492,08	574,9	632,5
15,500	418,68	512,16	598,4	658,3
15,000	435,10	532,25	621,9	684,1
15,000	435,10	532,25	621,9	684,1
15,000	435,10	532,25	621,9	684,1
14,500	463,57	567,07	662,6	728,9
14,000	492,04	601,90	703,3	773,7
13,500	520,51	636,73	743,9	818,4
13,000	548,98	671,55	784,6	863,2
12,500	577,45	706,38	825,3	907,9
12,000	605,92	741,21	866,0	952,7
11,800	617,31	755,14	882,3	970,6