



fondasol



MARCQ – EN – BAROEUL (59) Étude géotechnique G2 phase AVP

Rapport n° 59GT.20.0107 - Pièce n°002 – 22/03/2022

SCCV STRATEGIE



AVENTIM
L'IMMOBILIER AVANCE

La Belle Vallée

Construction de 6 immeubles de bureaux, 8 espaces locatifs et 1 pôle médical - Rue du Pavé Stratégique à Marcq-en-Baroeul (59)

VOTRE AGENCE

FONDASOL LILLE

50 RUE DES SORBIERS

PARC D'ACTIVITES DU MELANTOIS

59262 SAINGHIN-EN-MELANTOIS

☎ 03 20 14 99 40

✉ lille@fondasol.fr

SUIVI DES MODIFICATIONS ET MISES A JOUR

FTQ.261-B

Rév.	Date	Nb pages	Modifications	Rédacteur	Contrôleur
-	22/06/2020	86	Pièce 001 - 1 ^{ère} diffusion	N.SEIGNEZ 	C.LACHERE 
-	22/04/2022	132	Pièce 002 - 1 ^{ère} diffusion	L.DUSSART et N.SEIGNEZ 	C. LACHERE 
B					

REV PAGE	-	A	REV PAGE	-	A	REV PAGE	-	-	A	REV PAGE	-	-	A
1	X		41	X		81	X			121	X		
2	X		42	X		82	X			122	X		
3	X		43	X		83	X			123	X		
4	X		44	X		84	x			124	x		
5	X		45	X		85	x			125	x		
6	X		46	X		86	X			126	X		
7	X		47	X		87	X			127	X		
8	X		48	X		88	X			128	X		
9	X		49	X		89	X			129	X		
10	X		50	X		90	x			130	x		
11	X		51	X		91	x			131	x		
12	X		52	X		92	X						
13	X		53	X		93	X						
14	X		54	X		94	X						
15	X		55	X		95	X						
16	X		56	X		96	x						
17	X		57	X		97	x						
18	X		58	X		98	X						
19	X		59	X		99	X						
20	X		60	X		100	X						
21	X		61	X		101	x						
22	X		62	X		102	x						
23	X		63	X		103	X						
24	X		64	X		104	X						
25	X		65	X		105	X						
26	X		66	X		106	X						
27	X		67	X		107	x						
28	X		68	X		108	x						
29	X		69	X		109	X						
30	X		70	X		110	X						
31	X		71	X		111	X						
32	X		72	X		112	X						
33	X		73	X		113	X						
34	X		74	X		114	X						
35	X		75	X		115	x						
36	X		76	X		116	x						
37	X		77	X		117	X						
38	X		78	X		118	X						
39	X		79	X		119	X						
40	X		80	X		120	X						

SOMMAIRE

A.	Présentation de notre mission	5
A.1.	Eléments du contrat	5
A.2.	Mission selon la norme NF P 94-500	5
A.3.	Documents à notre disposition pour cette étude	6
A.4.	Description du projet	6
A.5.	Programme d'investigations	8
B.	Descriptif générale du site et approche documentaire (GI ES)	10
B.1.	Description générale du site	10
B.2.	Résultats de l'enquête documentaire	11
B.3.	Etude réalisée à proximité du site	19
C.	Résultats des investigations 2020	20
C.1.	Altitude des reconnaissances	20
C.2.	Lithologie	20
C.3.	Données hydrogéologiques	21
C.4.	Données géomécaniques	22
C.5.	Essais pénétrométriques	23
C.6.	Essais de perméabilité	23
D.	Résultats des investigations 2022	25
D.1.	Altitude des reconnaissances	25
D.2.	Lithologie	25
D.3.	Données hydrogéologiques	26
D.4.	Données géomécaniques	27
D.5.	Essais pénétrométriques	27
D.6.	Résultats des essais et analyses en laboratoire	28
D.7.	Données liées au risque sismique	30
E.	Principes de construction envisageables pour les ouvrages géotechniques	31
E.1.	Première approche de la Zone d'Influence Géotechnique (ZIG) et dispositions particulières vis-à-vis des avoisinants	31
E.2.	Travaux d'adaptation du projet au site – Conditions de terrassement	31
E.3.	Mode de fondations envisageable	35
E.4.	Possibilités techniques pour les niveaux bas (RDC)	35
F.	Étude des fondations	36
F.1.	Renforcement de sols par inclusions rigides (bâtiments L1 et L2)	36
F.2.	Solution de fondations sur pieux (bâtiments B1 et B2)	37
G.	Réalisation des voiries	42

G.1. Exécution des terrassements	42
G.2. Réalisation de la couche de forme	42
G.3. Constitution de la chaussée	43

ANNEXES

- 1. Conditions Générales de service**
- 2. Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (NF P94-500)**
- 3. Missions types d'ingénierie géotechnique (Norme NF P94-500)**
- 4. Plan de localisation**
- 5. Plan d'implantation**
- 6. Coupes des sondages de 2020**
- 7. Coupes des sondages de 2022**
- 8. Essais penetrometriques de 2020 et 2022**
- 9. Fouilles à la pelle mécanique 2022**
- 10. Compte-rendu de pose des piezometres 2022**
- 11. Classe sismique de sol**
- 12. Essais de laboratoire**
- 13. Predimensionnement des pieux**

A. PRESENTATION DE NOTRE MISSION

A.1. Eléments du contrat

En 2020, la société AVENTIM par sa SCCV STRATEGE avait bien voulu nous confier la réalisation d'une étude géotechnique d'avant-projet de classe G2 AVP dans le cadre de la construction de 4 immeubles de bureaux et de 4 espaces locatifs. L'emprise de ce projet est localisée au niveau d'un foncier compris entre les rues du Pavé Stratégique et du Docteur Ducroquet et l'allée des Olympiades, à MARCQ-EN-BAROEUL (59).

Cette étude géotechnique pièce 001 avait été confiée à FONDASOL, agence de LILLE, suite à l'acceptation de notre devis référencé SQ.59GT.19.12.058C du 04/03/20, par la lettre de commande en date du 05/03/2020 et celle du 10/03/2020.

En 2022, la société AVENTIM par sa SCCV STRATEGE a bien voulu nous confier la réalisation d'un complément d'étude géotechnique G2 AVP sur son site de MARCQ-EN-BAROEUL (59) et sera donc la **pièce 002**.

Cette étude géotechnique G2 AVP **pièce 002** a été confiée à FONDASOL, Agence de Lille, suite à l'acceptation de notre devis référencé SQ.59GT.21.12.028 – Indice D du 14/01/2022 par votre lettre de commande en date du 14/01/2022.

Remarque

A noter qu'il nous a aussi été commandé une étude géotechnique G2 PRO suite à l'acceptation de notre devis référencé SQ.59GT.19.12.058C du 04/03/20, par la lettre de commande en date du 05/03/2020 et celle du 10/03/2020.

Cette étude fera l'objet d'un rapport distinct du présent rapport.

A.2. Mission selon la norme NF P 94-500

Mission : G2 AVP selon la norme NF P 94-500 (Missions d'Ingénierie Géotechnique Types – Révision de novembre 2013).

Objectifs définis dans notre devis :

- définir le contexte géotechnique et les niveaux d'eau du site (rencontrés lors de l'intervention),
- appréhender le mode de fondation, la géométrie et les dimensions des fondations existantes,
- analyser les modes de fondations du projet (types, hypothèses de calculs dans le cas de fondations spéciales),
- effectuer une ébauche dimensionnelle de fondations,
- donner les recommandations particulières de conception et d'exécution liées à la géotechnique du site.

A.3. Documents à notre disposition pour cette étude

Pour l'établissement de la première édition du rapport G2 AVP pièce 001, nous étions en possession des documents suivants :

- I nouveau plan masse du projet réceptionné en date du 31/01/2020,
- I plan topographique du site réceptionné en date du 29/04/2020,
- Les altitudes de niveaux bas RDC et un plan masse des bâtiments à construire réceptionné en date du 11/06/2020.

Pour ce complément d'étude pièce 002, nous sommes cette fois en possession de documents mis à jour :

- I nouveau plan de masse du projet réceptionné en date du 25/01/2022,
- I plan topographique du site réceptionné en date du 29/04/2020.
- l'étude G2-AVP référencée PR.59GT.20.0107 pièce 001 réalisée juin 2020.

A.4. Description du projet

Il est prévu la construction d'un ensemble de bâtiments sur un terrain situé entre les rues Ducroquet et du Pavé Stratégique et de l'Allée des Olympiades à MARCQ EN BAROEUL (59).

Plus précisément, ce projet ne prévoit a priori aucun niveau de sous-sol. En revanche, il prévoit :

- 2 groupes de bâtiments de bureaux notés B1 et B2 en R+1 à R+3 sur une superficie totale de 6000 m²,
- 2 groupes d'espaces de loisirs notés L1 et L2 en RDC à R+1 sur une superficie totale de 5900 m²,
- Des espaces de restauration sur une superficie totale de 2000 m² (a priori inclus dans ces groupes de bâtiments),
- Un pôle médical en R+1 sur une superficie totale de 1100 m² (a priori inclus dans ces groupes de bâtiments),
- Un ensemble de parking et de voirie pour véhicules légers sur une superficie de l'ordre de 15 000 m² pour un total de 345 places.

L'implantation des bâtiments a été adaptée lors des mises à jour de plan projet.



Figure 1. Plan de masse du projet

Les niveaux bas projetés nous ont été transmis et sont repris dans le tableau suivant. Les altimétries projetées entre 2020 et 2022 n'ont pas significativement changées à l'échelle du projet.

Bâtiment	B1 – Nord Ouest	B1 Nord-Est et B2 Nord-Ouest	B2 Sud-Est ; L1 Nord-Est et L2 Sud-Ouet	L1 Sud-Ouest	L2 Nord-Est
Niveau bas projeté (mNGF)	+25,80	+25,30	+ 24,30	+25,00	+23,50

En date de rédaction du présent rapport, aucune descente de charges n'a été communiquée et aucune surcharge d'exploitation appliqué aux dallages RDC n'est connue.

A.5. Programme d'investigations

A.5.1. Investigations in-situ 2020

A l'époque, les investigations avaient consisté en :

- 2 sondages pressiométriques notés SP1 et SP2 et descendus à 20,0 m de profondeur avec 14 essais pressiométriques,
- 2 sondages pressiométriques notés SP3 et SP4 et descendus à 15,0 m de profondeur avec 10 essais pressiométriques,
- 4 sondages pressiométriques notés SP5 à SP8 et descendus à 10,0 m de profondeur avec 7 essais pressiométriques,
- 4 essais au pénétromètre statique notés PSI à PS4 et descendus à 20,0 m de profondeur,
- 4 essais au pénétromètre statique notés PS5 à PS8 et descendus à 10,0 m de profondeur,
- 3 sondages lithologiques notés R1 à R3 et descendus à 5 m de profondeur, mise à profit de ces sondages pour mettre en place 3 équipements piézométriques en diamètre 45/50 mm. Un suivi piézométrique régulier sur 6 mois sera réalisé par nos soins.
- 10 fouilles à la pelle mécanique descendues à 2.0 m de profondeur environ,
- Mise à profit pour la réalisation de 3 essais de perméabilité MATSUO.

A.5.2. Investigations in-situ 2022

Afin de compléter nos investigations dans les secteurs peu couverts lors de la première étude, nous avons réalisé en 2022 :

Sondages	SPI01	SPI02	SPI03
Localisation	Bâtiment B1	Bâtiment B2	Bâtiment L2
Type	Pressiométrique	Pressiométrique	Pressiométrique
Profondeur	25,0 m	25,0 m	20,0 m
Essais	17	17	14
Critère d'arrêt	Volontaire	Volontaire	Volontaire
Nivellement	+26,2 m NGF	+24,40 m NGF	+23,25 m NGF

Sondages	RI01/PZ	RI02/PZ	PSI01	PSI02
Localisation	Espaces verts		Bâtiment L2	Bâtiment B2
Type	Lithologique	Lithologique	Pénétromètre statique	Pénétromètre statique
Profondeur	5,0 m	5,0 m	20,10 m	20,10 m
Équipement	Piézomètre	Piézomètre	--	--
Critère d'arrêt	Volontaire	Volontaire	Volontaire	Volontaire
Nivellement	+24,5 m NGF	+23,8 m NGF	+23,8 m NGF	+25,0 m NGF

Sondages	PMI01	PMI02	PMI03
Localisation	Voirie et parkings projetés		
Type	Pelle mécanique	Pelle mécanique	Pelle mécanique
Profondeur	3,00 m	3,0 m	2,70 m
Critère d'arrêt	Volontaire	Volontaire	Volontaire
Nivellement	+23,9 m NGF	+26,3 m NGF	+24,2 m NGF

Sondages	PMI04	PMI06	PMI05
Localisation	Voirie et parkings projetés		Bâtiment L2
Type	Pelle mécanique	Pelle mécanique	Pelle mécanique
Profondeur	2,70 m	3,0 m	3,0 m
Critère d'arrêt	Volontaire	Volontaire	Volontaire
Nivellement	+23,8 m NGF	+25,3 m NGF	+23,0 m NGF

A.5.3. Essais en laboratoire 2022

Les essais en laboratoire suivants ont été réalisés :

- 21 mesures de la teneur en eau naturelle selon la norme NF P 94-050,
- 12 mesures de la valeur au bleu de méthylène selon la norme NF P 94-068
- 3 tests d'aptitudes de traitement des sols à la chaux vive et chaux vive/ ciment.

B. DESCRIPTIF GENERALE DU SITE ET APPROCHE DOCUMENTAIRE (G I ES)

B.1. Description générale du site

Le site concerné par le projet correspond à une friche localisée entre les rues du Pavé Stratégique et du Docteur Ducroquet et l'allée des Olympiades, à MARCQ-EN-BAROEUL (59).



Figure 1. Vue aérienne du site (d'après Géoportail)

Cette friche est constituée d'une raquette d'accès, d'espaces herbacés et d'un espace boisé (Sud-Est uniquement).



Figure 2. Photographies du site lors de notre intervention (fin-janvier 2022)

A noter que, d'après le plan topographique du site et transmis par vos soins, l'altitude du site serait globalement comprise entre 22,3 m NGF et 26,6 m NGF environ avec pour point haut le Nord-Ouest du site et une pente répartie vers l'Est, le Sud et le Sud-Est. Ce qui représenterait un dénivelé de l'ordre de 4,3 m entre les points extrêmes.

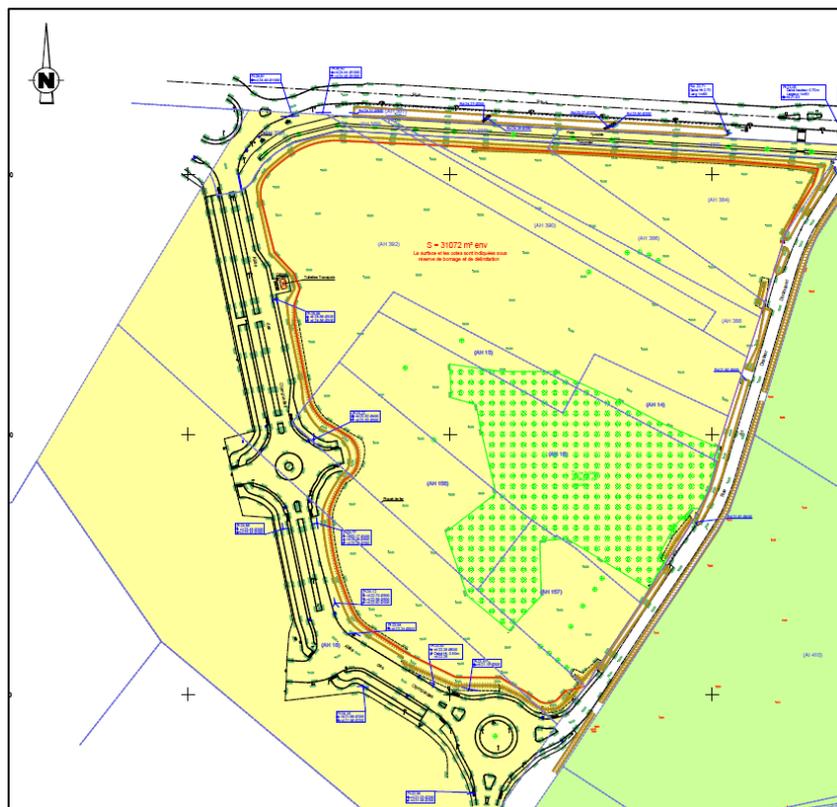


Figure 3. Plan topographique du site d'étude (d'après Geolys Géomètres Experts)

B.2. Résultats de l'enquête documentaire

B.2.1. Contexte géologique général

D'après la carte géologique de LILLE au 1/50000 du BRGM et les études que nous avons pu mener à proximité du projet, on peut s'attendre à rencontrer sous un **recouvrement de remblais**, puis des **Limons des Plateaux** de l'ère **Quaternaire**, reposant ensuite sur les **Argiles de l'Yprésien** d'ère **Tertiaire**.



Figure 4. Extrait de la carte géologique au 1/50 000 de LILLE (source : BRGM ©)

B.2.2. Risques naturels connus

B.2.2.1. Arrêtés de reconnaissance de catastrophe naturelle publiés pour la commune

Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
59PREF19990415	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999

Inondations et coulées de boue : 6

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
59PREF20160104	07/06/2016	07/06/2016	26/10/2016	07/12/2016
59PREF19940175	24/07/1993	25/07/1993	27/01/1994	11/02/1994
59PREF19920124	19/11/1991	20/11/1991	31/07/1992	18/08/1992
59PREF19920045	06/07/1991	08/07/1991	01/04/1992	03/04/1992
59PREF19900089	07/07/1989	09/07/1989	24/07/1990	15/08/1990
59PREF19870014	17/07/1987	17/07/1987	15/10/1987	30/10/1987

B.2.2.2. Synthèse des risques recensés

Risque	Aléa / sensibilité
Inondations	Commune soumise à un Territoire à Risque important d'Inondation (TRI) (secteur hors zone d'aléa) mais non soumise à un PPRI.
Remontées de nappe	Terrain situé en zone potentiellement sujette aux inondations de caves
Retrait-gonflement des sols argileux	Secteur en zone d'aléa moyen selon l'arrêté du 22 juillet 2020
Cavités / Mouvements de terrain	Aucun mouvement de terrain ou cavités recensés à 500 m du site
Risque sismique	Zone de sismicité 2 (sismicité faible)
Rayonnements ionisants (décret n° 2002-460 du 4 avril 2002) – Radon	Potentiel faible (catégorie I)

Il appartient aux concepteurs du projet de s'assurer que le projet tient compte de l'intégralité des prescriptions liées aux risques répertoriés, y compris non géotechniques.

RISQUE INONDATION / REMONTEE DE NAPPE

Le terrain concerné par la présente étude, qui n'est pas situé au regard du site georisque.gov.fr dans une zone soumise à un PPRI, se situe dans une zone :

- **dans un Territoire à Risque important d'Inondation**, mais a priori hors de tout secteur de crue probable.

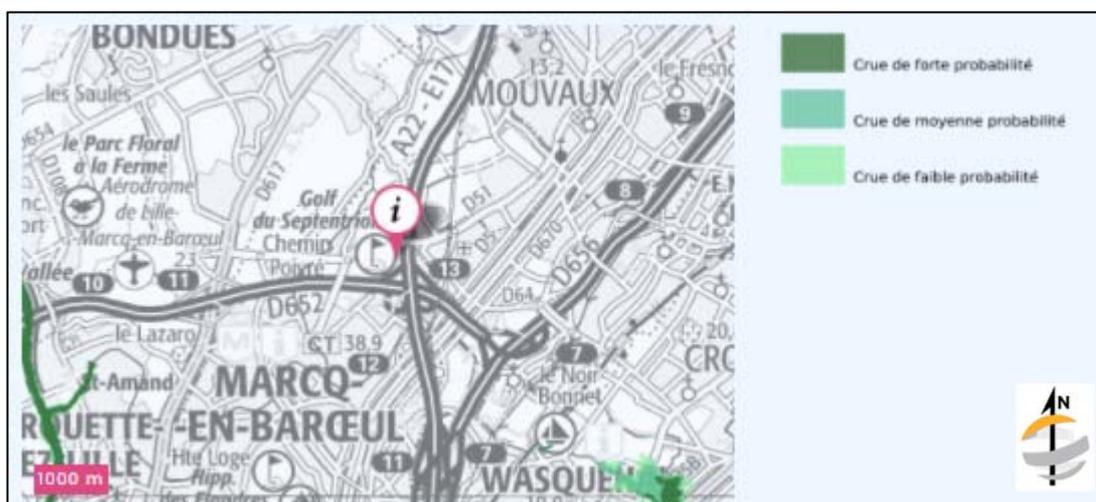


Figure 5. Extrait du plan du TRI (source : www.georisques.gov.fr)

- D'après la carte de sensibilité de remontée de la nappe, le site serait en zone potentiellement sujette aux inondations de caves.



Figure 6. Extrait de la carte des remontées de nappe (source : www.georisques.gov.fr)

RISQUE RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES

Une carte des argiles sensibles au retrait / gonflement disponible sur le site www.georisques.gouv.fr indique que le risque d'argiles gonflantes, à l'emplacement du projet est **moyen**.

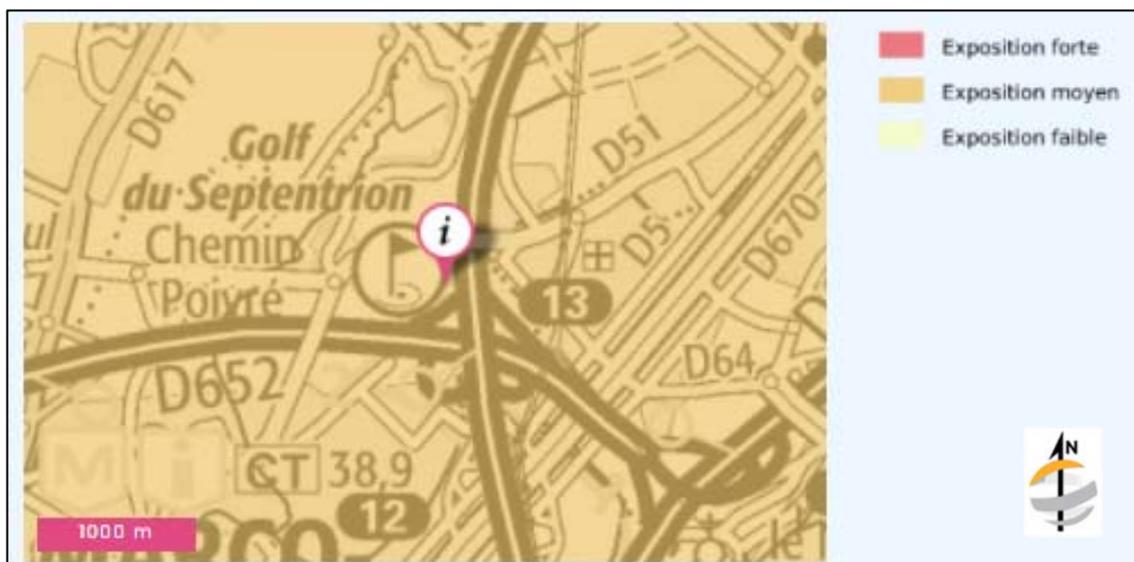


Figure7. Extrait de la carte de sensibilité au retrait-gonflement des argiles (source : www.georisques.gouv.fr)

RISQUE SISMIQUE

Selon le décret n°2010-1254 du 22/10/10, la commune de MARCQ-EN-BAROEUL est située en zone de **sismicité faible (aléa 2)**.

Selon l'arrêté du 22/10/10, article 5, en zone de **sismicité faible**, l'analyse du risque de liquéfaction des sols n'est a priori pas requise.

Compte tenu d'ouvrages a priori de **catégorie d'importance II** (hypothèse à confirmer par le maître d'ouvrage), la détermination de la classe sismique de site ne serait a priori pas nécessaire pour la majorité des bâtiments du projet.

Toutefois, il est prévu un pôle médicale, ouvrage a priori de **catégorie d'importance III** (hypothèse à confirmer par le maître d'ouvrage), la détermination de la classe sismique de site est nécessaire et inclus dans notre rapport.

B.2.3. Vues aériennes anciennes

Les vues aériennes anciennes permettent de se rendre compte que des installations agricoles étaient présentes sur le site antérieurement à 1947. Ces installations ont perduré jusqu'en 1990 pour le moins.

Une partie de ces installations fut détruite vers 2000. Il s'agit des installations situées au Nord-Est de l'emprise du projet.

La dernière partie semble avoir été détruite vers 2010. Actuellement, cette partie du site (Sud-Est) est abondamment boisée.

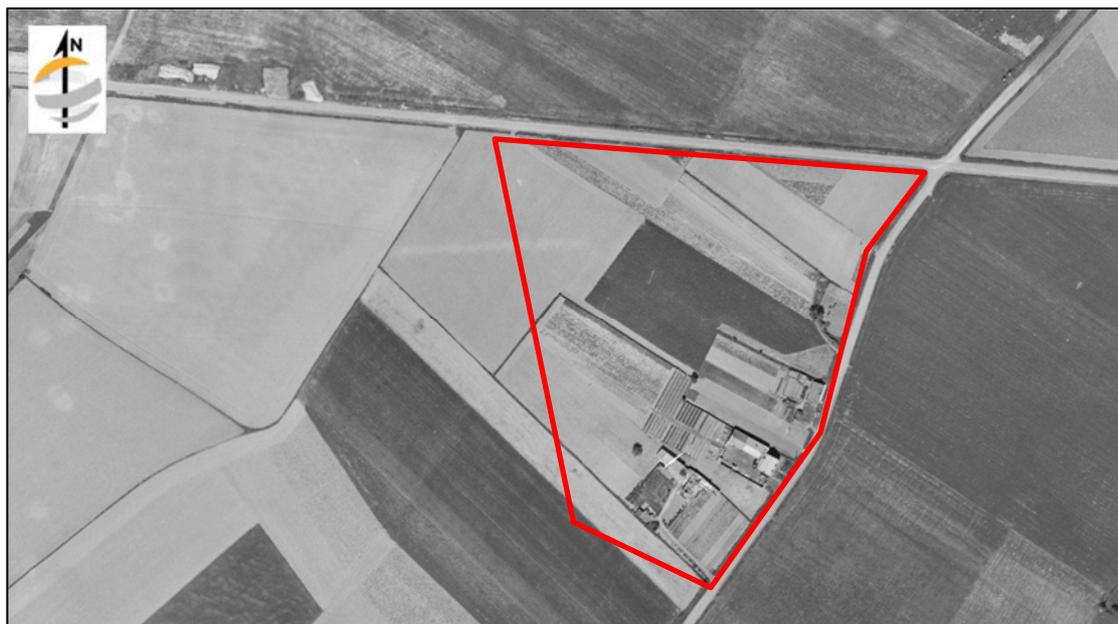


Figure 8. Vue aérienne du site datant de 1947 (remonterletemps.fr)



Fig. 8bis. Vue aérienne rapprochée de 1947 (remonterletemps.fr).



Figure 9. Vue aérienne du site datant de 1955 (remonterletemps.fr)

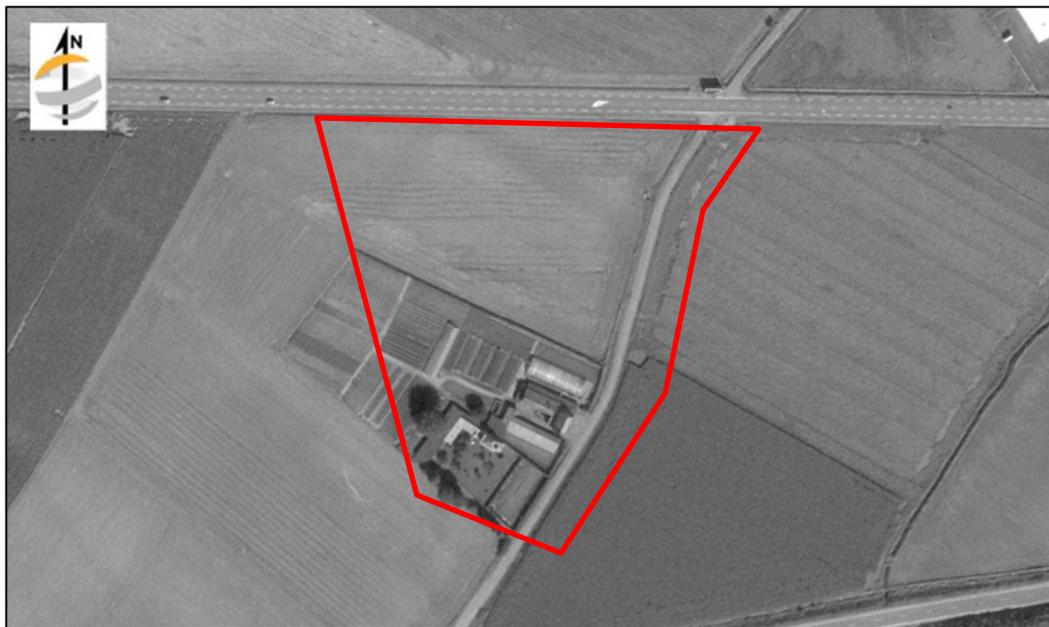


Figure 10. Vue aérienne du site dantant de 1988 (remonterletemps.fr)



Figure 11. Vue aérienne du site datant de 1995 (remonterletemps.fr)



Figure 12. Vue aérienne du site datant de 2000 (remonterletemps.fr)



Figure 13. Vue aérienne du site datant de 2009 (remonterletemps.fr)

B.3. Etude réalisée à proximité du site

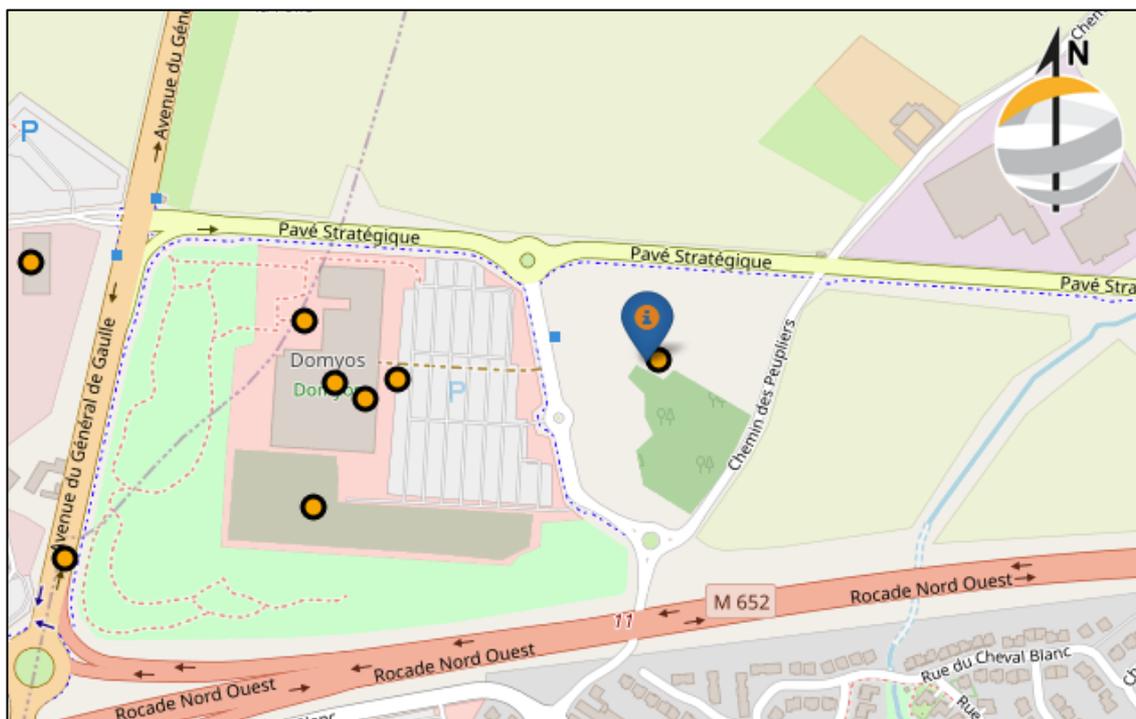


Figure 14. Localisation des études FONDASOL réalisées à proximité du site

ETUDE FONDASOL REFERENCEE ML.07.353 POUR LA REALISATION DU DECATHLON DOMYOS CENTER SITUE A 200 M DU PROJET :

Les investigations de 2006 avaient pu mettre en évidence :

- de la terre végétale reconnue sur une épaisseur de l'ordre de 30 cm,
- un ensemble de limons silteux à argileux mous à fermes reconnu jusqu'à une profondeur de 5,00 m environ,
- des argiles pouvant être localement sableuses et présenter des nodules calcaires molles à très raides reconnues jusqu'à des profondeurs de 18 m à 20 m environ.
- des sables argileux denses à très denses reconnus jusqu'à la base des sondages, soit 25 m de profondeur environ,

En septembre 2006 des arrivées d'eau en cours de sondage avaient été décelées entre 2,10 et 2,40 m de profondeur sous le TN.

Les investigations de 2007 avaient pu mettre en évidence :

- de la terre végétale reconnue sur une épaisseur 40 cm environ,
- des remblais sablo-graveleux ou limoneux fermes reconnus sur une épaisseur pouvant atteindre 2,70 m environ,
- un ensemble de limons silto-argileux très mous à fermes reconnu jusqu'à une profondeur variant entre 4,80 et 8,00 m environ,
- des argiles molles à fermes reconnues jusqu'à une profondeur de 20,00 m environ,
- des argiles sableuses fermes à raides reconnues jusqu'à la base du sondage, soit 25 m de profondeur environ,

En septembre 2007, des arrivées d'eau en cours de sondages avaient été décelées entre 0,85 et 2,50 m de profondeur sous TN.

C. RESULTATS DES INVESTIGATIONS 2020

C.1. Altitude des reconnaissances

Le nivellement a été réalisé à l'aide d'un GPS de chantier. Les coordonnées des points de sondages ont été relevées en x et y. L'altimétrie (z) a été relevée lors d'un deuxième passage.

L'ensemble des coordonnées x, y et z est disponible en annexe du présent rapport.

C.2. Lithologie

C.2.1. Sondages lithologiques

Le sondage de reconnaissance lithologique SPI à SP8 et RI à R3 réalisés dans le cadre de la présente investigation (cf. annexe 2) ont rencontré successivement :

- Des **remblais terreux, limoneux, voire limono-argileux marron à brun et présentant des pointes de brique et de craie** reconnus sur des épaisseurs variant de 0,10 m et 0,80 m environ,

Nous rappelons que des surépaisseurs de remblais pourront être rencontrées au droit du site compte tenu de son occupation antérieure, et en particulier, la présence de bâtiments existants et à démolir.

- Un **sable gris très fin** reconnu jusqu'à une profondeur de 1,00 m de profondeur environ au droit de RI uniquement,
- Un ensemble de **limons, limons sableux, limons sablo-argileux marron à marron-beige** reconnu au droit de l'ensemble des sondages jusqu'à des profondeurs variant de 3,80 m et 6,60 m environ,

Cet horizon semble correspondre aux **Limons des Plateaux** d'ère Quaternaire

- Un ensemble d'**argiles marron, grises à verdâtres** jusqu'à la base du sondage RI à R3, soit jusqu'à 6,0 m de profondeur environ, jusqu'à la base des sondages SP5 à SP8, soit jusqu'à une profondeur de l'ordre de 10,0 m environ, jusqu'à la base des sondages SP3 et SP4, soit jusqu'à une profondeur de l'ordre de 15,0 m environ, et jusqu'à des profondeurs comprises variant de 12,5 m à 15,0 m de profondeur environ au droit des sondages SPI et SP2.
- Un ensemble d'**argiles grises** jusqu'à la base des sondages SPI et SP2, soit jusqu'à 20,0 m de profondeur environ.

Cet horizon semble correspondre aux **Argiles de l'Yprésien** d'ère Tertiaire.

C.2.2. Fouilles à la pelle mécanique

Les fouilles de reconnaissance lithologique notées PM1 à PM10 réalisées dans le cadre de la présente investigation (cf. annexe 2) ont rencontré successivement :

- Des **remblais terreux et limoneux présentant des pointes de brique et plus rarement de la ferraille** reconnus sur des épaisseurs variant entre 0,20 m et 1,10 m environ,

Nous rappelons que des surépaisseurs de remblais pourront être rencontrées au droit du site compte tenu de son occupation antérieure, et en particulier, la présence de bâtiments existants et à démolir.

- Un ensemble de **limons et limons sablonneux marron à marron-beige** reconnu jusqu'à la base des fouilles, soit jusqu'à 2,0 m de profondeur environ.

Cet horizon semble correspondre aux **Limons des Plateaux** d'ère Quaternaire

C.3. Données hydrogéologiques

Lors de la campagne du début mai 2020, des arrivées d'eau en cours de sondage ont été rencontrées à des profondeurs variant entre 1,40 m et 3,40 m de profondeur environ.

Compte tenu de l'utilisation de fluide de forage (eau ou bentonite selon le type de sondage), nécessaire à la bonne réalisation des sondages et des essais pressiométriques, nous n'avons pas pu observer d'éventuelles arrivées d'eau ultérieures au droit des sondages réalisés.

A noter aussi que les fouilles à la pelle mécanique ont pu mettre en évidence une arrivée d'eau en PM4 vers 1,70 m environ. De même, des sols très humides ont été rencontrés au droit de PM1 et de PM7 à PM10 à des profondeurs variant entre 1,20 m et 1,90 m environ.

Il convient aussi de signaler que des arrivées d'eau d'origine météorologique à la circulation anarchique pourront être rencontrées dans les remblais et horizons de surface.

On retiendra aussi que le niveau d'eau pourra être variable localement en fonction du temps et des conditions climatiques du moment.

Remarque

Dans le cadre de cette étude, nous avons réalisé la pose de 3 piézomètres. Ces équipements ont fait l'objet de relevés en date du 22/05/2020 et du 15/06/2020.

Les niveaux d'eau rencontrés à cette date ont été les suivants :

Le 22/05/2020 :

- R1pz : 2,24 m de profondeur/TN soit 21,59 m NGF
- R2pz : 4,22 m de profondeur/TN soit 19,41 m NGF
- R3pz : 2,45 m de profondeur/TN soit 21,81 m NGF

Le 15/06/2020 :

- R1pz : 2,16 m de profondeur/TN soit 21,67 m NGF
- R2pz : 4,13 m de profondeur/TN soit 19,50 m NGF
- R3pz : 2,34 m de profondeur/TN soit 21,92 m NGF

Remarque 2

Notre intervention ponctuelle dans le cadre de la présente étude ne nous permet pas de fournir des informations hydrogéologiques suffisantes pour définir les niveaux d'eau caractéristiques EF, EH et EB (a priori non nécessaires dans le cadre de ce projet sans nouveau sous-sol à créer).

En effet, les niveaux d'eau constatés ci-avant correspondent nécessairement à ceux relevés à un moment donné, sans possibilité d'apprécier la variation inéluctable des nappes et circulations d'eau qui dépendent notamment des conditions météorologiques.

Afin d'obtenir des indications plus précises, une étude hydrogéologique pourra nous être confiée.

C.4. Données géomécaniques

Les caractéristiques mécaniques des sols ont été mesurées au moyen d'essais pressiométriques lors de la campagne de début mai 2020.

Ces essais ont été réalisés au moyen d'une sonde standard de 60 mm de diamètre ou d'une sonde de 44 mm mise en place dans un tube lanterné et on trouvera sur les graphiques joints en annexe les résultats de ces différents essais.

Au droit de ces sondages, et d'après les caractéristiques géomécaniques obtenues lors des essais, il est possible de classer les horizons de sols rencontrés comme suit :

- des **limons globalement très mous à fermes** avec des pressions limites nettes comprises entre 0,10 MPa et 0,48 MPa et des modules pressiométriques compris entre 1,0 MPa et 5,1 MPa,
- des **argiles molles à fermes** avec des pressions limites nettes comprises entre 0,32 MPa et 1,25 MPa et des modules pressiométriques compris entre 2,0 MPa et 37,5 MPa,
- des **argiles fermes à raides** avec des pressions limites nettes comprises entre 1,11 MPa et 1,77 MPa et des modules pressiométriques compris entre 20,8 MPa et 32,6 MPa.

C.5. Essais pénétrométriques

Les caractéristiques mécaniques des sols ont été mesurées au moyen d'essais au pénétromètre statiques menés avec un pénétromètre sur chenilles de 200 kN.

Au droit de ces essais, d'après les sondages réalisés et d'après les caractéristiques géomécaniques obtenues, il est possible de classer les horizons de sols rencontrés comme suit :

- des **remblais mous à raides et aux propriétés variables, hétérogènes et non significatives** avec un terme de pointe variant entre 0,5 MPa et 16,0 MPa environ,
- des sols probablement **limoneux mous à fermes** jusqu'à des profondeurs comprises entre 4,0 et 7,0 m de profondeur environ, avec un terme de pointe variant entre 0,5 MPa et 1,0 MPa environ,
- des sols probablement **argileux fermes** jusqu'à environ 14,0 m de profondeur environ, avec un terme de pointe variant entre 1,0 MPa et 2,0 MPa environ,
- des sols probablement **argileux fermes à raides** jusqu'à la base des essais PS1 et PS2 (soit 20,0 m de profondeur environ) avec un terme de pointe variant entre 2,0 MPa et 5,0 MPa environ,
- des sols probablement **sableux fermes à raides** à partir de 19,0 m de profondeur environ au droit des sondages PS3 et PS4 uniquement avec un terme de pointe généralement supérieur à 10,0 MPa voire à 15,0 MPa.

Remarque importante

On soulignera le fait que les terrains rencontrés à faible profondeur (2 et 3 m) étaient très humides (sols saturés), même si la présence de nappe n'a été relevée qu'un peu plus profondément (selon les sondages).

De même, on remarquera que les essais pressiométriques vers 2,0 à 5,0 profondeurs se caractérisent parfois par des valeurs de pression limite très faibles.

Ces caractéristiques sont confirmées par les essais au pénétromètre statique aux mêmes profondeurs avec des valeurs comprises entre 0,5 MPa et 1,0 Mpa.

Les limons sont donc mous à très mous dans ce secteur sur des épaisseurs conséquentes. Cette observation influencera fortement la solution de fondation.

C.6. Essais de perméabilité

C.6.1. Principes et résultats des essais MATSUO

Trois essais de perméabilité de type MATSUO ont été réalisés au droit des fouilles à la pelle mécanique PMI, PM7 et PM10.

Le principe consiste à réaliser une fouille calibrée rectangulaire d'une profondeur de l'ordre de 1,50 m à 2,00 m. La fouille est remplie d'eau au niveau de l'horizon testé.

Un débit d'injection constant permet de maintenir une charge constante dans la fouille et de mesurer la perméabilité du terrain de manière simple.

Pour les faibles perméabilités et dans le cadre de fouilles suffisamment grandes (supérieures à 0,25 m²), le niveau de descente de l'eau est faible (quelques centimètres en une heure). Le débit d'injection est donc estimé par approximation du volume infiltré dans la fouille.

Après le relevé des caractéristiques de la fouille (longueur, largeur, profondeur), la fosse est ensuite remplie d'eau jusqu'à la surface afin de saturer le terrain.

Le calcul de la perméabilité k se fait de la manière suivante :

$$\text{Avec : } c = \frac{L \times l}{2(L+l)}$$

$$k = \frac{c}{(t_2 - t_1)} \times \ln\left(\frac{c+h_1}{c+h_2}\right)$$

L : longueur de la fouille

l : largeur de la fouille

h_i : hauteur d'eau à un instant t_i

c : facteur de forme

On trouvera dans le tableau inclus ci-après, les valeurs de perméabilité relevées au droit des différents essais réalisés.

Fouilles	Profondeur/TN	Nature du sol	Perméabilité (m/s)
M1 (PM1)	2,00 m	Limons	5,2x10⁻⁷
M2 (PM7)	2,00 m	Limons	4,3x10⁻⁷
M3 (PM10)	2,00 m	Limons	6,0x10⁻⁷

C.6.2. Remarques sur les éventuels dispositifs d'infiltration

Nous rappelons que les essais de perméabilité sont ponctuels et que les valeurs de perméabilité peuvent être hétérogènes au sein d'un même horizon. Ces valeurs sont variables en fonction de l'implantation et de la profondeur du ou des ouvrage(s) d'infiltration projeté(s).

Le dimensionnement de ces ouvrages est du ressort d'un Bureau d'Etudes VRD.

Dans le cas où il est envisagé pour le projet l'infiltration des EP sur site, on recommande :

- De prendre un coefficient de sécurité (défini par le bureau d'étude VRD du projet et/ou par la maîtrise d'œuvre) qui sera à appliquer à la valeur de perméabilité donnée ci-avant afin de se prémunir de toutes zones d'hétérogénéité (dans le cas de dispositifs d'infiltration des EP),
- De réaliser un essai en vraie grandeur lors de la réalisation d'ouvrages d'infiltration, afin de vérifier la perméabilité globale des sols en place,
- De prévoir un entretien régulier du système d'infiltration (curage, etc, ...) qui pourra se colmater au court du temps dans le cas de la présence de fines (limons et argiles) au droit du site.

Seule une étude spécifique VRD permettra de valider ou non un dispositif d'infiltration des EP sur site en tenant compte des débits d'EP à gérer, des éventuels débits de fuite autorisés et de l'hypothèse de perméabilité des sols prise en compte.

D'autre part, l'implantation de tout ouvrage d'infiltration ou de rétention d'eau devra être suffisamment éloignée (au minimum de 5 m) des ouvrages (bâtiment(s) existant(s) ou projetés, voiries, talus, etc.) afin d'éviter toute déstabilisation de ces derniers.

D. RESULTATS DES INVESTIGATIONS 2022

D.1. Altitude des reconnaissances

L'ensemble des sondages a été rattaché au système de Nivellement Général de la France (NGF) à partir du fond de plan topographique du site qui nous a été fourni.

On trouvera au droit de chaque coupe de sondage présentée en annexe de ce présent rapport, la cote NGF du terrain lors de la réalisation des investigations.

D.2. Lithologie

D.2.1. Sondages lithologiques

Les sondages SP101, SP102, SP103, R101/PZ et R102/PZ ont permis de mettre en évidence la succession lithologique suivante :

- Des **remblais terreux, limoneux, voire sableux** brun et présentant des pointes de brique et cailloutis divers reconnus sur des épaisseurs variant de 0,10 m et 0,70 m environ,

Nous rappelons que des surépaisseurs de remblais pourront être rencontrées au droit du site compte tenu de son occupation antérieure, et en particulier, la présence de bâtiments existants et à démolir.

- Des **limons sableux à argilo-sableux marron à marron clair-beige** rencontrés directement sous les remblais, jusqu'à 4,60 m de profondeur à 5,50 m de profondeur par rapport au niveau du terrain actuel,

Ces formations semblent correspondre aux Limons des Plateaux d'ère Quaternaire.

- un **ensemble d'argiles à argiles sableuses grises** reconnu jusqu'à la base des sondages (soit jusqu'à 25,0 m de profondeur au droit de SP101 et SP102).
- Cet horizon semble correspondre aux Argiles de l'Yprésien d'ère Tertiaire.

D.2.2. Fouilles à la pelle mécanique

Les fouilles de reconnaissances lithologiques à la pelle mécanique notées PM101 à PM106 ont permis de mettre en évidence la succession lithologique suivante :

- Des remblais terreux à limoneux brun présentant des débris de brique et cailloutis divers reconnus sur des épaisseurs variant de 0,20 m et 1,40 m environ,

Nous rappelons que des surépaisseurs de remblais pourront être rencontrées au droit du site compte tenu de son occupation antérieure, et en particulier, la présence de bâtiments existants et à démolir.

- Des **limons marron, gris à beige avec veines d'oxydation ocre** rencontrés directement sous les remblais, jusqu'à la base des fouilles, soit jusqu'à 2,70 à 3,00 m de profondeur sous le niveau du terrain actuel.

Ces formations semblent correspondre aux Limons des Plateaux d'ère Quaternaire.

D.3. Données hydrogéologiques

En fin d'année 2021, nous nous sommes rendu sur site pour de nouvelles mesures sur les piézomètres R1pz à R3pz. Les niveaux relevés dans ces piézomètres semblaient douteux car restant continuellement inchangés sur des périodes d'observation de plusieurs semaines.

De nouveaux piézomètres ont été posés afin de permettre un nouveau suivi en 2022.

Les niveaux d'eaux relevés dans les piézomètres R101/PZ et R102/PZ le 23 février 2022 sont précisés dans le tableau ci-après :

Niveau d'eau	R101/PZ (Cote TA +24,5 m NGF)		R102/PZ (Côte TA +23,8 mNGF)	
	Prof. ⁽¹⁾	Cote ⁽²⁾	Prof. ⁽¹⁾	Côte ⁽²⁾
Le 04/02/2022	1,00 m	+23,60 m	0,50	+23,30 m
Le 23/02/2022	0,85 m	+23,75 m	0,30	+23,50 m

(1) Profondeur en mètre par rapport au niveau du terrain actuel (TA) ; (2) Cote NGF

Des arrivées d'eaux ont également été relevées entre 0,60 et 2,80 m de profondeur par rapport au terrain naturel au droit des sondages SPI01, SPI02, SPI03, PMI01, PMI03, PMI05 et PMI06, il s'agit de niveaux d'eaux non stabilisés.

Il est important de préciser que le niveau de la nappe est susceptible de varier en fonction des conditions météorologiques et des saisons.

De plus, en périodes humides, des **circulations d'eau** pourraient avoir lieu selon des cheminements préférentiels (ancien drain agricole, source, filon sableux...), et **en particulier au sein des remblais.**

A noter que les piézomètres font le cadre d'un relevé du niveau d'eau pour une période de 6 mois.

Remarques :

Notre intervention ponctuelle dans le cadre de la présente étude ne nous permet pas de fournir des informations hydrogéologiques suffisantes pour définir les niveaux d'eau caractéristiques EE, EH et EB.

En effet, les observations mentionnées ci-avant correspondent nécessairement à un relevé effectué à un moment donné, sans possibilité d'apprécier la variation inéluctable des nappes et circulations d'eau qui dépendent notamment des conditions météorologiques.

Une étude hydrogéologique permettra de déterminer, au besoin, ces niveaux d'eau caractéristiques.

D.4. Données géomécaniques

Les caractéristiques mécaniques des sols ont été mesurées in situ à partir des essais pressiométriques.

Elles sont récapitulées dans le tableau ci-dessous :

Formation	Essais pressiométriques					Consistance/ compacité* au regard de l'Eurocode 7
	Pression limite nette P _l * (MPa)		Module pressiométrique E _m (MPa)		Nb valeurs	
	Min	Max	Min	Max		
Limons argilo-sableux	0,14	0,47	1,4	5,7	11	Très mous à mous
Argiles I (jusqu'à 14 m de profondeur / TA)	0,42	1,35	3,8	19,6	16	Mous à raides
Argiles II (au-delà de 14 m de profondeur / TA)	1,12	2,53	9,9	40,9	18	Raides à très raides

* décrite selon la catégorie conventionnelle du tableau A.2.1 de la norme NF P94-261 (ou B.2.1 de la norme NF P94-262).

On trouvera, en annexe, les coupes de sondages des essais pressiométriques SPI01 à SPI03.

D.5. Essais pénétrométriques

Les caractéristiques mécaniques des sols ont été mesurées au moyen d'essais au pénétromètre statiques menés avec un pénétromètre sur chenilles de 200 kN.

Au droit de ces essais, d'après les sondages réalisés et d'après les caractéristiques géomécaniques obtenues, il est possible de classer les horizons de sols rencontrés comme suit :

- des **remblais mous et aux propriétés variables, hétérogènes et non significatives** avec un terme de pointe variant entre 0,5 MPa et 0,6 MPa environ reconnus entre 0,50 et 1,10 m de profondeur environ,
- des sols probablement **limoneux mous** avec un terme de pointe variant globalement entre 1,0 MPa et 2,0 MPa environ reconnus jusque vers 7,50 m de profondeur environ / TA,
- des sols probablement **argileux fermes** avec un terme de pointe variant globalement entre 1,5 MPa et 2,5 MPa environ reconnus jusque vers 17,00 m de profondeur environ / TA,
- des sols probablement **sableux lâches à denses** avec un terme de pointe variant globalement entre 3,0 MPa et 18,0 MPa.

Remarque importante

On soulignera le fait que les terrains rencontrés à faible profondeur (2 et 3 m) étaient très humides (sols saturés), même si la présence de nappe n'a été relevée qu'un peu plus profondément (selon les sondages).

De même, on remarquera que les essais pressiométriques vers 2,0 à 5,0 profondeurs se caractérisent parfois par des valeurs de pression limite très faible.

Ces caractéristiques sont confirmées par les essais au pénétromètre statique aux mêmes profondeurs avec des valeurs comprises entre 0,5 MPa et 1,0 Mpa.

Les limons sont donc mous à très mous dans ce secteur sur des épaisseurs conséquentes. Cette observation influencera fortement la solution de fondation.

D.6. Résultats des essais et analyses en laboratoire

D.6.1. Programme d'essais en laboratoire

Des échantillons de sols remaniés ont été prélevés au droit des sondages pour essais en laboratoire.

Ces essais ont consisté en :

- 21 mesures de la teneur en eau naturelle selon la norme NF P 94-050,
- 12 mesures de la valeur au bleu de méthylène selon la norme NF P 94-068,
- 2 tests d'aptitudes à la chaux vive seule,
- 1 test d'aptitude à la chaux vive et au ciment.

D.6.2. Résultats des essais d'identification

On trouvera dans le tableau ci-dessous la synthèse des identifications GTR :

Fouille	Profondeur (m)	Lithologie	Teneur en eau naturelle (Wn)	VBS	Dmax
PMI01	1,00	Limon marron	23,6	2,82	
	2,00	Limon marron	21,0	2,71	
	3,00	Limon marron	21,8		<5
PMI02	1,00	Limon marron	25,5	3,36	
	2,00	Limon marron	21,5	3,36	
	3,00	Limon marron	20,7		<5
PMI03	0,45	Limon marron	23,7	2,81	<5
	2,00	Limon marron	19,0		<5
	3,00	Limon marron	19,5		<5
PMI04	1,50	Limon marron	20,0	2,68	<5
	2,00	Limon marron	20,5	2,61	
	3,00	Limon marron	21,3		<5
PMI05	0,55	Limon marron	22,8	3,51	<5
	2,00	Limon marron	22,0		<5
	3,00	Limon marron	21,6		<5
PMI06	1,00	Limon marron	24,8	2,89	
	2,00	Limon marron	22,90		<5
	3,00	Limon marron	22,40		<5

Ces analyses ont permis de mettre en évidence des horizons limoneux rencontrés entre 1,00 et 3,00 m au droit des fouilles PMI01 à PMI06 de classe A2 selon le GTR.

Il s'agit d'horizons sensibles à l'eau.

D.6.3. Tests d'aptitude au traitement

Les échantillons prélevés à 0,45 m de profondeur en PMI03-PMI05 et à 1,25 m en PMI-102-104-106 ont permis de réaliser 2 test d'aptitude au traitement à la chaux vive seule à 1,5 % et 2% et les échantlions prélevés à 0,90 m de profondeur en PMI01-102-104-106, un test d'aptitude au traitement à la chaux vive à 1,5 % et au ciment à 6%.

On trouvera dans le tableau ci-dessous la synthèse des tests réalisés :

Fouille	PMI03-105	PMI01-102-104-106	
Profondeur (m)	0,45	1,25	0,90
Teneur en eau naturelle (%)	23,0	23,2	23,6
VBS	3,00	2,68	3,52
Nature du traitement	1,5% CaO	2% CaO	1,5% CaO + 6% CPJ
Masse volumique sèche (T/m3)	1,63	1,66	1,69
Teneur en eau après traitement (%)	23,5	21,40	19,7
IPI	3,0	4,5	10,3
ICBR après immersion	6,3	9,8	71,9
Gonflement %	0,0	0,00	0,00
Gv (%)	1,26	0,71	0,95
Rtb	--	--	0,27
Aptitude au traitement	Apte	Apte	Apte

D.6.3.1. Aptitude au traitement à la chaux vive seule

Les essais de laboratoire permettent de confirmer que les horizons testés sont aptes à un traitement à la chaux (dosage de 2 % minimum). Toutefois, le teneur en eau devra être maîtrisée par aération des horizons à traiter.

La valeur de gonflement volumique après traitement à la chaux vive des limons pourrait s'expliquer par une réaction du liant avec des matériaux limoneux présentant une teneur en sulfate trop élevée.

Une vérification en phase de préparation de chantier et des tests d'aptitude complémentaires seront à réaliser. On procèdera alors à une étude formulation avec essais proctor, IPI et CBR immergé.

En phase chantier, des essais en laboratoire (mesure de la teneur en eau naturelle, essais proctor) seront à réaliser afin de déterminer la nécessité d'une aération (pour baisser la teneur en eau) ou au contraire une réhumidification (pour augmenter la teneur en eau). Ces opérations permettront d'obtenir une teneur en eau compatible avec le traitement à la chaux vive.

Avec des adaptations de le teneur en eau naturelle et un dosage adapté, les matériaux seront aptes au traitement à la chaux vive pour une réutilisation des matériaux en remblais et/ou un surclassement de la PST.

D.6.3.2. Aptitude au traitement à la chaux vive et au ciment

Nos analyses en laboratoire ont permis de déterminer que les limons vers 0,90 m de profondeur en PMI01-102-104-106 sont aptes au traitement à la chaux vive et au ciment (1,5 % chaux vive et 6 % ciment).

Ainsi, un traitement à 1,5% de chaux vive et 6 % de ciment pourra être retenu pour le traitement des limons en couche de forme.

On retiendra également qu'un laboratoire de chantier sera nécessaire afin d'adapter les méthodologies de traitement, les dosages de liants, de réhumidification ou au contraire d'aération des horizons limono-sableux en place en fonction des conditions réelles de chantier.

On procédera alors à une étude formulation avec essais proctor, IPI et CBR immergé.

En phase préparatoire et de chantier, des essais en laboratoire (mesure de la teneur en eau naturelle, essais proctor avec IPI et CBR immergé, rtb...) seront à réaliser afin de déterminer la nécessité d'une aération (pour baisser la teneur en eau) ou au contraire une réhumidification (pour augmenter la teneur en eau). Ces opérations permettront d'obtenir une teneur en eau compatible avec le traitement à la chaux vive et ciment.

D.7. Données liées au risque sismique

Zone de sismicité de la commune selon le décret n°2010-1255 daté du 22 Octobre 2010 : **faible**

CLASSE SISMIQUE DES SOLS

En première approche, au sens des règles de l'EUROCODE 8 en vigueur, la succession lithologique au droit des différents sondages constitue un sol de **classe C**.

PARAMETRES LIES AU SEISME

L'ouvrage projeté semble entrer en catégorie d'importance II vis-à-vis du risque sismique.

L'hypothèse faite ci-après, qui influence les paramètres de calculs structurels, doit être confirmée par le maître d'ouvrage.

Les paramètres qui découlent de la zone de sismicité, de la classe de sol et de la catégorie d'importance du bâtiment sont :

Zone de sismicité :	2	D'où l'accélération maximale au rocher : $a_{gr} =$	0.7
Catégorie d'importance du bâtiment :	III	D'où le coefficient d'importance : $\gamma_I =$	1.2
Classe de sol :	C	D'où le paramètre de sol : $S =$	1.5

D'où $a_{max} = a_{gr} \times \gamma_I \times S = 1.26 \text{ m/s}^2$

E. PRINCIPES DE CONSTRUCTION ENVISAGEABLES POUR LES OUVRAGES GEOTECHNIQUES

E.1. Première approche de la Zone d'Influence Géotechnique (ZIG) et dispositions particulières vis-à-vis des avoisinants

ZIG : volume de terrain au sein duquel il y a interaction entre l'ouvrage ou l'aménagement de terrain, et l'environnement. La forme et l'extension de cette zone d'influence géotechnique sont spécifiques à chaque site et à chaque ouvrage ou aménagement de terrain.

Dans tous les cas, la ZIG à considérer concerne, à minima, la totalité du périmètre foncier des terrains d'assiette des projets et une emprise autour des parcelles relatives aux projets de 10,00 m minimum.

Suite aux DICT lancées dans le cadre de notre intervention, nous avons remarqué la présence de conduites d'eaux potables, de lignes téléphoniques à proximité du site et d'un réseau HTA à proximité du site.

Il faudra porter une attention particulière pour les travaux de terrassements (phasages, talutages, etc...) et les dispositions constructives à mettre en œuvre pour garantir la stabilité générale du site et des existants (ouvrages de soutènements, reprises en sous-œuvre, etc...).

La définition des dispositions particulières pour garantir la stabilité des avoisinants relève de la phase PRO. **Dans le cas de soutènements ou de remblaiements, l'emprise de la ZIG s'étendra largement au-delà de l'emprise de la parcelle du projet.**

E.2. Travaux d'adaptation du projet au site – Conditions de terrassement

E.2.1. Repérage des plateformes en remblais

Suite à nos investigations de 2020 et au vu du terrain caractérisé par un dénivelé de l'ordre de 4,30 m entre les points extrêmes du terrain, nous avons identifiés plusieurs secteurs où la constitution d'une plateforme en remblais était à priori nécessaire.

Le plan ci-dessous reprend les niveaux bas des RDC prévus et la localisation des zones nécessitant la réalisation de plateforme en remblais.

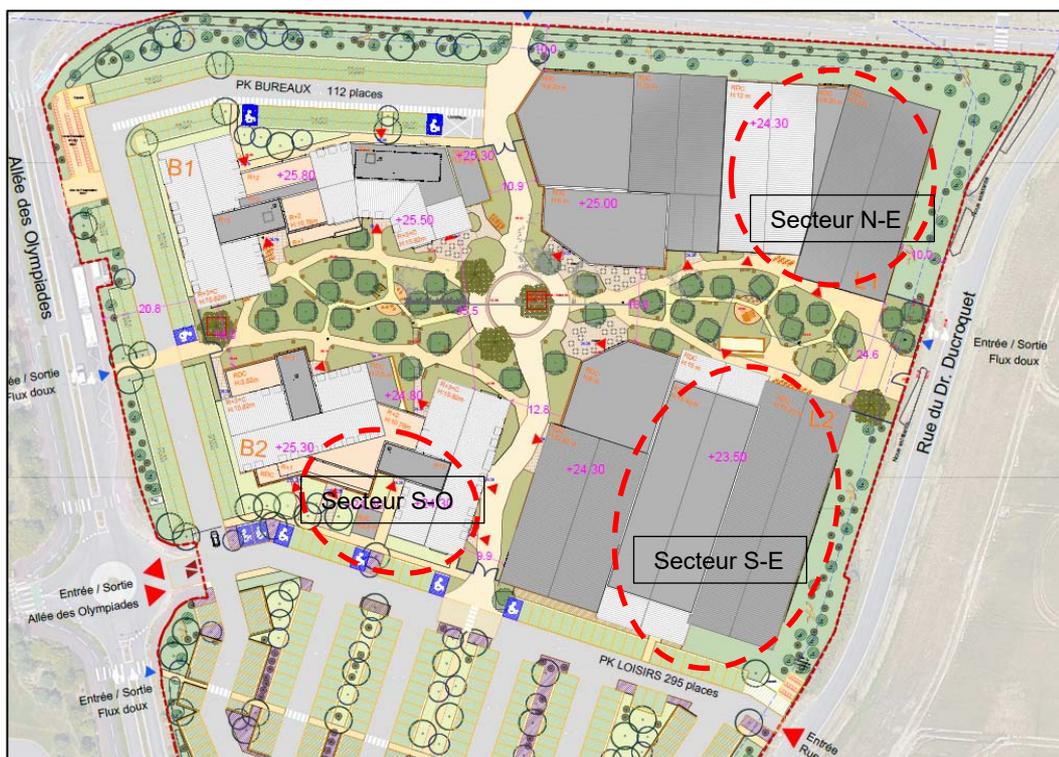


Figure 15. Plan de masse réceptionné le 25/01/2022 indiquant les niveaux bas RDC et la localisation des zones nécessitant des remblais altimétriques

E.2.2. Tassements prévisibles liés aux remblaiement et adaptations

Nous avons considéré en première approche des remblais altimétriques de l'ordre de 1,0 m, soit une surcharge appliquée au sol estimée à 2,0 T/m². En première approche, nous avons considéré également une surcharge d'exploitation variable sur dallage de l'ordre de 0,5 T/m² et 1,0T/m² (à confirmer par le Maître d'œuvre).

Le poids du dallage est pris en compte dans le calcul des tassements.

Nous avons donc envisagé une surcharge totale appliquée au sol variant entre 1,5 T/m² et 3,0 T/m².

Les tassements correspondant sont les suivants :

		surcharge de 1,5 T/m ² (poids dallage compris)	surcharge de 2,5 T/m ² (remblai compris)	surcharge de 3,0 T/m ² (remblai compris)
Secteur S-O	SP5	≤ 2,0 cm	≤ 4,5 cm	≤ 5,0 cm
Secteur N-E	SP4	≤ 2,5 cm	≤ 5,5 cm	≤ 6,5 cm
Secteur S-E	SP7	≤ 2,0 cm	≤ 4,0 cm	≤ 5,0 cm
	SP8	≤ 2,5 cm	≤ 5,0 cm	≤ 6,0 cm
	SP103	≤ 2,0 cm	≤ 4,0 cm	≤ 5,0 cm

Dans les zones ne nécessitant pas de remblais altimétriques, les tassements seraient a priori acceptables pour des surcharges d'exploitation de 0,5 T/m² à 1,0 T/m² (à confirmer par le BET Structure), un dallage sur terre-plein pourrait être alors envisagé dans ces zones sans renforcement spécifique pour les surcharges d'exploitation considérées.

Pour les zones nécessitant la réalisation de remblais altimétriques de 1,0 m environ, les tassements d'ensemble deviennent incompatibles pour le projet. Dans ce cas, il convient de prévoir dans ces zones :

- Dans le cas d'un dallage sur terre-plein, renforcement de sol par inclusions rigides sous dallage (et sous fondations),
- Dans le cas d'un plancher porté sur pieux, prise en compte de frottements négatifs dans le dimensionnement des pieux.

E.2.3. Préparation du terrain au niveau du futur remblai

EXECUTION DES TERRASSEMENTS

Nous rappelons que les sols constituant l'arasement des terrassements sont des sols naturels de principalement limoneux et donc **susceptibles d'être sensibles à l'eau**.

Les terrassements devront donc être réalisés en période favorable, les travaux en période de pluie étant à éviter.

On évitera toute circulation directe d'engin sur l'arasement des terrassements et on procédera à un cloutage de l'arasement avec la mise en place d'une couche de roulement granulaire afin d'assurer la traficabilité des pistes lors de la phase chantier.

En fonction de la période de réalisation des travaux et des conditions climatiques, on prévoira la mise en œuvre d'un drainage de plateformes, afin d'assainir celles-ci et de réaliser les travaux dans de meilleures conditions.

On prévoira également l'utilisation d'un **BRH** afin de s'affranchir des éventuels remblais indurés rencontrés au droit du projet (notamment au droit du bâtiment à démolir).

REALISATION DE LA PLATE-FORME

Dans le cadre de la réalisation de la plateforme en remblai au droit du projet, on retiendra au préalable :

- la purge systématique de la terre végétale, de tous coproduits industriels et de tous remblais évolutifs rencontrés au droit de la future plateforme,
- un contrôle strict de l'arasement des terrassements afin de déceler toute poche molle,
- la réalisation de redans dans les sols en place permettant la mise en œuvre du remblai d'apport par couches horizontales,
- la mise en place d'un géotextile non tissé en fond et remontant sur les bords de la fouille afin d'éviter la contamination du remblai d'apport par le sol sous-jacent,

- la mise en place d'un remblai constitué par un matériau d'apport, sain, non évolutif, correctement gradué et soigneusement compacté par couches minces.
- On pourra envisager la réutilisation de remblais limoneux traités à la chaux vive (A1/A2 selon le GTR)

Les pentes de talus de redans auront une pente de 3 de base pour 2 de hauteur au minimum.

Alternativement, des matériaux d'apports extérieurs pourront être utilisés. Ils devront correspondre à un tout venant de granulométrie 0/120 mm, avec un pourcentage de sédiments fins : passants à 80 μm < 12% ; VBS < 0,1 ; pouvant correspondre à un matériau D2 ou D3 selon le GTR.

Le remblai d'apport devra être correctement gradué et soigneusement compacté par couches minces, selon les préconisations du GTR en fonction de la nature des remblais et des matériaux utilisés.

On prévoira, là aussi, le contrôle en continu de la portance et du compactage par essais de chargement à la plaque tous les 0,60 m de matériaux d'apport mis en œuvre (EV2 > 35 MPa en phase finale de remblaiement et rapport de compactage EV2/EV1 < 2,2).

L'épaisseur de la plateforme créée sera fonction du niveau fini à atteindre mais aussi des couches de forme à mettre en œuvre sous bâtiment et voiries dont l'épaisseur sera au minimum de 60 cm.

On prévoira des essais au pénétrodensitographe pour contrôler le compactage des remblais altimétriques avec un objectif q_4 toute hauteur.

Le pourtour de cette plateforme sera traité par un talus périphérique dont la pente maximum sera de 3 de base pour 2 de hauteur. Cette plateforme sera aussi caractérisée par un débord périphérique d'une distance minimale équivalent à deux fois la hauteur du talus. Ces proportions seront à confirmer selon le matériau utilisé.

Les talus périphériques définitifs seront végétalisés pour les protéger de l'érosion de surface.

Il pourra aussi être envisagé un système de soutènement à choisir de façon appropriée.

De plus, la vérification de la stabilité du talus devra être effectuée une fois le projet défini et établi via une étude spécifique.

Remarque

On veillera à éloigner les bords de la plateforme des fondations à réaliser afin de ne pas impacter la valeur de $i_{\delta\beta}$ et ne pas déprécier ainsi les capacités portantes.

Nota 1 : nous insistons sur le fait qu'en cas de mise en place d'inclusions, il conviendra de respecter les étapes suivantes :

1. mise en place d'un matelas granulaire pour la circulation en sécurité des machines d'inclusions,
2. réaliser les inclusions avant tout remblais de mise à niveau,
3. Réaliser ensuite le remblai de mise à niveau.

Nota 2 : dans le cadre de la mise en place d'un dallage sur terre plein après renforcement de sol, on devra constituer la plateforme en remblais pour partie à l'aide de matériaux D2 et D3 pour la partie basale du remblai et on terminera le remblaiement à l'aide d'un matériau D3I afin d'atteindre les objectifs de la constitution d'un dallage sur terre-plein (voir partie F.2.8.)

Nota 3 : en cas de surplus de limons sur le site, on pourra envisager de procéder au traitement à la chaux vive des limons afin de mettre en place la partie basale de la plateforme remblais en substitution de matériaux D2 ou D3 apporté de l'extérieur.

E.3.Mode de fondations envisageable

Les sondages de reconnaissance menés en 2022 ont mis en évidence une épaisseur de remblais divers pouvant atteindre 1,40 m environ (uniquement au droit de PM104), puis des limons argilo-sableux à limons sableux très mous à mous reconnus jusqu'à une profondeur de ... m environ, puis des argiles molles à fermes reconnues jusqu'à ... m de profondeur environ et devenant fermes à raides à partir de ... m de profondeur jusqu'à la base des sondages (soit jusqu'à 25,0 m de profondeur).

Les essais au pénétromètre statique détectent des horizons sableux denses à environ ... m de profondeur au droit du sondage...

Au niveau des piézomètres, nous avons relevé des niveaux d'eau de 0,20 à 1,20 m de profondeur sous le niveau du terrain actuel.

Compte tenu du contexte géotechnique et des projets, il conviendra de retenir les solutions de fondations suivantes :

- **Pour les bâtiments de bureaux B1 et B2 :** une solution de fondations profondes sur pieux forés à la tarière creuse (FTC) descendus dans les horizons argileux
- **Pour les bâtiments de loisirs L1 et L2 :** une solutions de fondations superficielles sur renforcement de sols par inclusions rigides.

E.4.Possibilités techniques pour les niveaux bas (RDC)

Compte tenu de la nature du projet et du contexte géotechnique du site, il conviendra de réaliser les nouvelles structures avec des **planchers bas RdC portés par les fondations**, pour les deux **bâtiments bureaux B1 et B2**.

Pour les **batiments L1 et L2**, on pourra envisager des **planchers bas RdC portés par les fondations** ou la réalisation **d'un dallage sur terre-plein** après amélioration de sol par inclusions.

F. ÉTUDE DES FONDATIONS

F.1. Renforcement de sols par inclusions rigides (bâtiments L1 et L2)

F.1.1. Fonctionnement d'une inclusion rigide

Il s'agira de réaliser sous l'emprise des fondations des colonnes en béton de diamètre 30 cm en moyenne. Les colonnes peuvent être mises en œuvre par divers procédés notamment par une tarière à refoulement. Une plateforme de travail en matériaux granulaires sera réalisée afin de permettre le trafic de la machine d'inclusions.

F.1.2. Modélisation des sols

Afin de modéliser une maquette de sols pour le prédimensionnement du réseau d'inclusions, nous avons utilisé les résultats des investigations de 2020 auxquels nous avons ajouté les résultats des investigations de 2022. Ainsi, on pourra retenir en première approche, la modélisation des sols suivante selon l'Eurocode 7 (méthodologie de type pieu battu moulé, classe 4, catégorie II) :

Cote NGF	Profondeurs (m)	Sol	Ple* (MPa)	Em (MPa)	Coefficient rhéologique α	qs (kPa)	K _{pmax}
de 23,50 à 22,50(*)	de 0,00 à 1,00(*)	Mort terrain - remblais	--	1,0	2/3	--	--
de 22,50 à 17,00	de 1,00 à 6,50	Limons sableux	0,20	2,5	1/2	24	--
de 17,00 à 11,00	de 6,50 à 12,50	Argiles 1	0,50	9,0	2/3	42	--
De 11,00 à 7,00	De 12,50 à 16,50	Argiles 2	1,10	20,0	2/3	47	1,35
de 7,00 à -1,00	de 16,50 à 24,50	Argiles 3	2,00	30,0	2/3	50	1,35

(*)Pour une plateforme de travail vers la cote +23,50 m NGF

F.1.3. Ebauche dimensionnelle

En première approche, compte tenu de la modélisation des sols précédemment proposée, une inclusion de 300 mm de diamètre ancrée de 0,50 m dans la couche « Argile 2 » (soit vers 13,0 m de profondeur/TA, et vers 10,50 m NGF) peut reprendre une charge de 229 kN à l'ELS quasi-permanent et 280 kN à l'ELS caractéristique.

Sous fondation, la distance minimale entre inclusion sera de 1,20 m (4 diamètres) et la distance maximale de 2,50 m.

Sous dallage, on pourra utiliser un maillage d'inclusion plus lâche en 3 m x 3 m maximum.

La contrainte du sol non traité entre inclusion est fixée à 0,06 MPa à l'ELS et 0,10 MPa à l'ELU.

F.1.4. Sujétions générales d'exécution

La plateforme de travail sera constituée de matériaux granulaires non évolutifs de type D2 ou D3.

Afin d'assurer la traficabilité des engins de chantier, il conviendra de respecter un module EV2 supérieur à 50 MPa pour la plateforme.

Les préconisations de réalisation et de contrôle du renforcement de sol seront définies dans le cadre d'une mission géotechnique G2, phase PRO. Ils devront être conformes à la norme NF P94-262 et au guide Asiri.

De plus, on prendra soin de définir les procédures d'exécution adaptées afin que la réalisation des travaux n'impacte pas les mitoyens. (Cas des vibrations et de la réalisation du matelas notamment).

F.2. Solution de fondations sur pieux (bâtiments B1 et B2)

F.2.1. Type et caractéristiques des pieux

Nous avons étudié pour l'ensemble du projet, une solution de fondations profondes sur pieux forés à la tarière creuse descendus dans les horizons argileux en place.

On limitera la fiche des pieux à 20,00 m de profondeur sous le niveau du terrain naturel actuel.

L'étude des fondations profondes par pieux a été menée conformément à l'Eurocode 7 et à la norme d'application nationale NF P94-262 de Juillet 2012.

Nous avons utilisé l'approche « modèle de terrain » avec la méthode pressiométrique et considérons un ouvrage de catégorie géotechnique 2.

F.2.2. Modèle et hypothèses géotechniques

Afin de modéliser une maquette de sols pour le prédimensionnement du réseau d'inclusions, nous avons utilisé les résultats des investigations de 2020 auxquels nous avons ajouté les résultats des investigations de 2022.

Conformément à l'EUROCODE 7, les paramètres géotechniques pris en compte doivent être une estimation prudente de la valeur qui influence l'occurrence de l'état limite, ce qui conduit au modèle géotechnique suivant, pour le type de pieu proposé au § précédent :

Cote NGF	Profondeur (m)	Sol	Ple* (MPa)	Module Em (MPa)	Coefficient rhéologique α
de 25,00 à 22,50(*)	de 0,00 à -2,50	Mort terrain - remblais	--	1,0	2/3
de 22,50 à 17,00	de -2,50 à -8,00	Limons sableux	0,20	2,5	1/2
de 17,00 à 14,00	de -8,00 à -11,00	Argiles I	0,50	9,0	2/3
de 14,00 à 7,00	de -11,00 à -18,00	Argiles II	1,10	20,0	2/3
de 7,00 à -1,00	de -18,00 à -25,00	Argiles III	2,00	30,0	2/3

(*)Pour une plateforme de travail vers la cote +25,00 m NGF

F.2.3. Ebauche dimensionnelle

En conséquence, nous proposons à partir des résultats des essais pressiométriques de retenir en phase d'avant-projet G2 AVP, la réalisation de pieux de type forés tarière creuse (FTC) de classe 2 et de catégorie 6 descendus au minimum de 1.50 m (ou 3 diamètres) dans les argiles.

Les résultats de calcul présentés ci-après (voir 7.2.2.) mentionnent des valeurs de résistances intrinsèques en considérant l'utilisation d'un béton dont la résistance caractéristique f_{ck} est de 25 MPa et sans contrôle renforcé ($k_3 = 1,0$).

F.2.4. Valeurs de calcul

La capacité portante d'un pieu se décompose en deux termes, à savoir un terme de pointe et un terme de frottement axial.

Nous avons retenu les valeurs suivantes du frottement axial à prendre en compte pour le dimensionnement de pieux forés tarière creuse.

Cote NGF en m	Profondeur (m)	Sol	Ple*(MPa)	Courbe type	qs (kPa)	Kpmax
de 25,00 à 22,50(*)	de 0,00 à -2,50	Mort terrain - remblais	--	--	--	--
de 22,50 à 17,00	de -2,50 à -8,00	Lims sableux	0,20	QI	30	-
de 17,00 à 14,00	de -8,00 à -11,00	Argiles I	0,50	QI	51	-
de 14,00 à 7,00	de -11,00 à -18,00	Argiles II	1,10	QI	63	1,30
de 7,00 à -1,00	de -18,00 à -25,00	Argiles III	2,00	QI	68	1,30

(*)Pour une plateforme de travail vers la cote +25,00 m NGF

Les tableaux récapitulatifs de la capacité portante des pieux en compression en fonction de la profondeur et du diamètre sont fournis en annexe.

Terme de pointe :

Pour un ancrage effectif dans les horizons argileux à partir de 18,00 m de profondeur et pour D_{ef}/B supérieur à 5, on pourra retenir :

Pour les deux cadrans Ouest : $Ple^* = 2,00$ MPa

$$k_{p_{max}} = 1,30$$

Coefficients de modèle :

Compte tenu de la méthode d'évaluation utilisée et du type de pieu envisagé, on retiendra les coefficients de modèle suivants :

$$\gamma_{R;d1} = 1,15$$

$$\gamma_{R;d2} = 1,10$$

F.2.5. Résultats des calculs

Pour un pieu en compression en diamètre 60 cm, descendu à 20,00 m de profondeur sous le niveau du terrain naturel actuel, on retiendra les valeurs de résistance suivantes (en kN) :

Cadran Nord-Ouest – bâtiments de restauration :

		Résistance en compression	Résistance intrinsèque (pieu armé)
ELU	Situations durables et transitoires Rc ;d	1741 kN	2764 kN
ELS	Combinaisons caractéristiques Rc ;cr ;d	1360 kN	1555 kN
	Combinaisons quasi-permanentes Rc ;cr ;d	1113 kN	-

(*) Résistance intrinsèque maximale en compression pour un pieu en béton armé toute hauteur dont la résistance caractéristique f_{ck} est de 25 MPa et sans contrôle renforcé ($k_3= 1,0$)

Remarque

Il conviendra également de vérifier que l'on ne dépasse pas la contrainte du béton constitutif du pieu, auquel cas la capacité portante de celui-ci devra être minorée.

F.2.6. Sujétions d'exécution des pieux

On bétonnera les fondations à l'aide d'un béton non délavable et résistant aux eaux agressives.

On préconisera donc la réalisation d'essais d'agressivité des sols et de l'eau de la nappe à réaliser au plus tard en phase projet afin de déterminer de façon fiable la catégorie de béton à employer.

L'entreprise spécialisée prévoira également un système d'asservissement permettant de garantir le bétonnage des fondations sous le niveau du béton afin d'éviter toute striction des pieux.

On prévoira de plus l'**enregistrement des paramètres** de forage et de bétonnage, à savoir : couple de rotation, pression d'injection, quantité de béton, vitesse d'avancement, pression sur l'outil, profondeur.

On prévoira une **surconsommation de béton** dans les remblais et horizons peu compacts sous-jacents.

En cas de rencontre **d'obstacles** éventuels liés à l'occupation du site, on prévoira la purge de ceux-ci à l'aide d'une pelle hydraulique ou leur carottage (outil et machine spécifiques).

Ces purges devront alors être comblées par un matériau sablo-graveleux, soigneusement compacté avant foration.

En cas de carottage, la méthodologie de pose des pieux devra permettre de s'assurer que les vestiges traversés et les pieux ne rentrent jamais en contact. Le carottage sera large et les pieux traverseront les vestiges sans contact à l'aide de tubages perdus.

F.2.7. Niveaux bas des bâtiments

Compte tenu du projet, et sous réserve de purger les remblais et vestiges du site, le niveau bas rez-de-chaussée des bâtiments B1 et B2 (sur pieux) devra être constitué par un **plancher bas RdC porté par les fondations sur pieux.**

Pour les **batiments L1 et L2**, on pourra envisager des **planchers bas RdC portés par les fondations** ou la réalisation **d'un dallage sur terre-plein** après amélioration de sol par inclusions.

La mise en place d'un dallage sur terre-plein se fera moyennant les recommandations suivantes.

F.2.8. Réalisation d'un dallage sur terre-plein

F.2.8.1. Couche de forme

Dans le cadre de la réalisation d'un dallage sur terre-plein pour le niveau bas rez-de-chaussée du projet, on retiendra les dispositions constructives suivantes :

- le décapage de tous les remblais rencontrés ainsi que des terrains en place permettant la mise en œuvre des couches de forme,
- le contrôle visuel et soigné du fond de forme afin de déceler et de purger toute poche de sols mous ou remaniés au niveau d'assise retenu,
- la mise en place d'un géotextile non tissé remontant sur les parois latérales du sol encaissant afin d'éviter la contamination du remblai d'apport par le sol sous-jacent,
- la mise en œuvre d'une couche de forme en matériau sablo-graveleux, sain, non évolutif, correctement gradué et soigneusement compacté par couches minces.

Ce matériau sera constitué par un tout-venant de granulométrie 0/120 mm, avec un pourcentage de sédiments fins (passant à 80 μm) inférieur à 12 %, VBS $\leq 0,1$, LA et MDE < 45 et sera classé D31 d'après le GTR.

L'épaisseur minimale de la couche de forme sera de **60 cm** et augmentera en fonction des épaisseurs de remblais à purger et/ou afin de rattraper les niveaux finis du projet.

On prévoira le contrôle de la portance et du compactage des plateformes mises en œuvre par essais de chargement à la plaque selon la procédure du LCPC.

Dans le cadre de la mise en œuvre d'une couche de forme en matériau D31, on retiendra les critères de réception aux essais de chargement à la plaque suivants :

- Westergaard $k > 50 \text{ MPa/m}$;
- Portance EV2 $> 50 \text{ MPa}$;
- Rapport de compactage EV2/EV1 < 2 à 2,2.

Nous recommandons de réaliser les plateformes en matériau d'apport en période favorable (hors intempéries) afin de réaliser celles-ci dans de meilleures conditions.

En fonction des conditions climatiques au moment des travaux, on prévoira si nécessaire la réalisation d'un réseau de tranchées drainantes périphériques et intérieures aux plateformes munies de pompes de chantier reliées à un exutoire afin d'essorer le site et de réaliser les travaux dans de meilleures conditions.

La réalisation du dallage devra se faire en le désolidarisant de la structure.

F.2.8.2. Modules de déformation des sols sous dallages

Dans le cadre de la réalisation des dallages posés sur terre-plein pour les niveaux bas rez-de-chaussée du projet, et conformément au DTU 13.3 « Dallages », on retiendra la modélisation géotechnique des sols donnée ci-après (à partir du terrain actuel) :

Nature	Stratigraphie	Module Es
Remblais de forme	Jusque 60 cm	$\geq 45 \text{ MPa}$
Sols traités/remblais de PF	A préciser par l'entreprise ayant mis en place la PF en remblais	
Limon sablonneux	Jusque 5,00 m / 8,00 m	$\simeq 10 \text{ MPa}$
Argiles	Au-delà	$\simeq 25 \text{ MPa}$ à 50 MPa

Le module Es donné dans le tableau ci-avant est le module de déformation des sols à long terme.

Le module ES de la couche de forme a quant à lui été estimé selon les recommandations SYNTEC – FFB – COPREC et en respectant impérativement les critères de réception cités précédemment.

G. REALISATION DES VOIRIES

G.1. Exécution des terrassements

Au niveau d'assise des futures voiries, les fouilles à la pelle mécanique ont permis de mettre en évidence des remblais puis des horizons limoneux reposant de la craie blanche. Les limons sont des matériaux sensibles à l'eau.

Les terrassements devront donc être réalisés en période favorable, les travaux en période de pluie étant à proscrire.

On évitera toute circulation d'engin sur l'arase des terrassements afin d'éviter le matelassage et l'orniérage de celle-ci.

Les engins de terrassements travailleront en rétro à l'aide d'un godet sans dents. On protégera les fouilles à la veille des week-ends et des périodes pluvieuses.

La réalisation des travaux ne devrait pas poser de problèmes aux machines de terrassements usuelles. On prévoira toutefois l'utilisation d'un BRH (Brise Roche Hydraulique) en cas de rencontre d'éventuels remblais indurés.

G.2. Réalisation de la couche de forme

Dans le cadre de la réalisation des voiries, on prévoira le décapage de la terre végétale, des remblais, ainsi que des terrains en place sur une épaisseur suffisante permettant la mise en œuvre de la voirie.

Dans les secteurs où les remblais s'avèreraient particulièrement épais, on veillera à décaper une surépaisseur de remblais de manière à respecter les épaisseurs de couche de forme détaillées ci-après.

Les racines, les éventuels vestiges enterrés, les poches de matériaux évolutifs et les éléments douteux rencontrés en arase de terrassements devront être purgés et substitués par du matériau de couche de forme soigneusement compacté.

On prévoira la mise en place d'une couche de forme constituée :

- par un matériau sablo-graveleux, sain, non évolutif, insensible à l'eau, correctement gradué et soigneusement compacté par couches minces conformément à une classe D31 d'après le GTR 2000.

Ce matériau D31 aura les caractéristiques suivantes :

- Granulométrie 0/120 mm,
- Passant à 80 µm < 12 %,
- VBS < 0,1,
- LA et MDE < 45.

En cas d'épaisseur de remblais compatible avec un ancrage au niveau de la craie en place et non remaniée, l'épaisseur minimale de la couche de forme sera de **40 cm** minimum pour des voiries légères et de **60 cm** pour des voiries lourdes.

Les épaisseurs indiquées ci-avant sont annoncées dans l'hypothèse de l'obtention d'une PSTI-ARI en arase de terrassement comme indiqué au point Portance du sol support

L'épaisseur de couche de forme sera, selon l'état hydrique du sol support, pour obtenir une plateforme PF2 ($EV2 \geq 50$ MPa) : 60 cm minimum pour un état hydrique moyen.

On procédera à la mise en œuvre d'un géotextile non tissé remontant sur les parois latérales du sol encaissant afin d'éviter la contamination de la couche de forme par le sol sous-jacent.

La réalisation des travaux de VRD en période et conditions défavorables pourra nécessiter l'augmentation des épaisseurs de couche de forme afin d'atteindre les objectifs suivants :

- $EV2 > 35$ MPa pour des voiries légères
- $EV2 > 50$ MPa pour des voiries lourdes
- rapport de compactage $EV2/EV1 < 2.2$

Les dénivellations entre les niveaux des remblais devront être reprises par redans successifs.

Alternativement, à l'utilisation d'un D3I, on pourra envisager la valorisation des limons du site en les traitant à la chaux+ciment sur une épaisseur de 35 cm après avoir procédé au surclassement de PST à la chaux vive sur une épaisseur de 40 cm. On visera comme objectif un surclassement de la PST avec $EV2 \geq 30$ MPa.

G.3. Constitution de la chaussée

La structure de chaussée sera alors adaptée à la circulation prévisible via une étude spécifique par un bureau d'études VRD.

Les calculs et valeurs dimensionnelles donnés dans le présent rapport ne sont que des ébauches destinées à donner un premier aperçu des sujétions techniques d'exécution et ne constituent pas un dimensionnement du projet.

Ce rapport conclut la mission G2 AVP qui nous a été confiée pour cette affaire. L'enchaînement des missions selon la norme NF P 94-500 est rappelée en annexe.

FONDASOL reste à la disposition d'AVENTIM (SCCV STRATEGIE) pour réaliser toutes ou parties de ces missions.

ANNEXES



I. CONDITIONS GENERALES DE SERVICE

1. Formation du Contrat

Toute commande par le co-contractant (« le Client »), qui a reçu un devis de la part de FONDASOL, ou l'une quelconque de ses filiales (ci-après le « Prestataire »), quelle qu'en soit la forme (par exemple bon de commande, lettre de commande, ordre d'exécution ou acceptation de devis, sans que cette liste ne soit exhaustive) et ses avenants éventuels, constituent l'acceptation totale et sans réserve des présentes conditions générales par ledit Client, que ce dernier ait contresigné les conditions générales ou non, ou qu'il ait émis des conditions contradictoires. Tout terme de la commande, quelle qu'en soit la forme, et de ses avenants éventuels, qui serait en contradiction avec les présentes conditions générales ou le devis, serait réputé de nul effet et inapplicable, sauf s'il a fait l'objet d'une acceptation écrite expresse non équivoque par le Prestataire. Cette acceptation ne peut pas résulter de l'exécution des Prestations prévues au devis et/ou à la commande, quelle qu'en soit la forme, et/ou avenant éventuel, ou de l'absence de réponse du Prestataire sur ledit terme.

Les présentes conditions générales prévalent sur toutes autres conditions y compris contenues dans la commande (quelle que soit sa forme) du Client ou dans les accusés de réception des échanges de données informatisés, sur portail électronique, dans la gestion électronique des achats ou dans les courriers électroniques du Client. Aucune exception ou dérogation n'est applicable sauf si elle est émise par le Prestataire ou acceptée expressément, préalablement et de manière non équivoque par écrit par le Prestataire. À ce titre, toute condition de la commande ne peut être considérée comme acceptée qu'après accord écrit exprès et non-équivoque du Prestataire. Le contrat est constitué par le dernier devis émis par le Prestataire, les présentes conditions générales, la commande ou l'acceptation de devis ou lettre de commande du Client et, à titre accessoire et complémentaire les conditions de la commande expressément acceptées et spécifiquement indiquées par écrit par le Prestataire comme acceptées (le « Contrat »).

2. Entrée en vigueur

Le Contrat n'entrera en vigueur qu'à la réception par le Prestataire de l'acompte prévu au Contrat ou suivant les conditions particulières du devis, ou, le cas échéant, de l'accusé de réception de commande et/ou de réception de paiement émis par le Prestataire. Sauf disposition contraire des conditions particulières du devis, les délais d'exécution par le Prestataire de ses obligations au titre du Contrat commencent quinze (15) jours ouvrés après la date d'entrée en vigueur du Contrat.

3. Prix

Les prix sont établis aux conditions économiques en vigueur à la date d'établissement du devis. Préalablement au Contrat, les prix sont valables selon la durée mentionnée au devis et au maximum pendant deux (2) mois à compter de la date du devis. À l'entrée en vigueur du Contrat, les prix sont fermes et définitifs pour une durée de six (6) mois mis à jour tous les six (6) mois par application de l'indice "Sondages et Forages TP 04" pour les investigations in situ et en laboratoire, et par application de l'indice « SYNTEC » pour les prestations d'études, l'Indice de base étant le dernier indice publié à la date d'émission du devis.

Les prix mentionnés dans le Contrat ou le devis ne comprennent pas la TVA, les taxes sur les ventes, les droits, les prélèvements, les taxes sur le chiffre d'affaires, les droits de douane et d'importation, les surtaxes, les droits de timbre, les impôts retenus à la source et toutes les autres taxes similaires qui peuvent être imposées au Prestataire, à ses employés, à ses sociétés affiliées et/ou à ses représentants, dans le cadre de l'exécution du Contrat (les « Impôts »), qui seront supportés par le Client en supplément des prix indiqués. Le Prestataire restera toutefois responsable du paiement de tous les impôts applicables en France.

Au cas où le Prestataire serait obligé de payer l'un des Impôts mentionnés ci-dessus, le Client remboursera le Prestataire dans les trente (30) jours suivant la réception des documents correspondants justifiant le paiement de celui-ci. Au cas où ce remboursement serait interdit par toute législation applicable, le Prestataire aura le droit d'augmenter les prix indiqués dans le devis ou spécifiés dans le Contrat du montant des Impôts réellement supportés.

Sauf indication contraire dans le devis, les prix des Prestations relatifs à des quantités à réaliser, quelle qu'en soit l'unité (notamment sans que cela ne soit exhaustif, profonds, mètres linéaires, nombre d'essais, etc) ne sont que des estimatifs sur la base des informations du Client, en conséquence seules les quantités réellement réalisées seront facturées sur la base des prix unitaires du Contrat.

4. Obligations générales du Client

4.1 Le terme « Prestations » désigne exclusivement les prestations énumérées dans le devis du Prestataire comme étant comprises dans le devis à la charge du Prestataire. Toute prestation non comprise dans les Prestations, ou dont le prix unitaire n'est pas indiqué au Contrat, fera l'objet d'un prix nouveau à négocier.

4.2 Par référence à la norme NF P 94-500, il appartient au maître d'ouvrage, au maître d'œuvre ou à toute entreprise de faire réaliser impérativement par des ingénieries compétentes chacune des missions géotechniques (successivement G1, G2, G3 et G4 et les investigations associées) pour suivre toutes les étapes d'élaboration et d'exécution du projet. Si la mission d'investigation est commandée seule, elle est limitée à l'exécution matérielle de sondages et à l'établissement d'un compte rendu factuel sans interprétation et elle exclut toute activité d'étude, d'ingénierie ou de conseil, ce que le Client reconnaît et accepte expressément. La mission de diagnostic géotechnique G5 engage le géotechnicien uniquement dans le cadre strict des objectifs ponctuels fixés et acceptés expressément par écrit.

4.3 Sauf disposition contraire expresse du devis, le Client obtiendra à ses propres frais, dans un délai permettant le respect du délai d'exécution du Contrat, tous les permis et autorisations d'importation nécessaires pour l'importation des matériels et équipements et l'exécution des Prestations dans le pays où les matériels et équipements doivent être livrés et où les Prestations doivent être exécutées. En plus de ce qui précède et sauf à ce que l'une ou plusieurs des obligations suivantes soient expressément et spécifiquement intégrées aux Prestations et au bordereau de prix, le Client devra également, notamment, sans que cela ne soit exhaustif :

- Payer au Prestataire les Prestations conformément aux conditions du Contrat ;
- Communiquer en temps utile toutes les informations et/ou documentations nécessaires pour l'exécution du Contrat et notamment, mais pas seulement, tout élément qui lui paraîtrait de nature à compromettre la bonne exécution des Prestations ou devant être pris en compte par le Prestataire ;
- Permettre un accès libre et rapide au Prestataire à ses locaux et/ou au site où sont réalisées les Prestations y compris pour la livraison des matériels et équipements nécessaires à la réalisation des Prestations et notamment, mais pas seulement, les machines de forage ;
- Approuver tous les documents du Prestataire conformément au devis et à défaut dans un délai de deux jours au plus ;

- Préparer ses installations pour l'exécution du Contrat, et notamment, sans que cela ne soit exhaustif, décider et préparer les implantations des forages, fournir eau et électricité, et veiller, le Client étant toujours responsable de ses installations, à ce que le Prestataire dispose en permanence de toutes les ressources nécessaires pour exécuter le Contrat, sauf accord spécifique contraire dans le Contrat. Si le Personnel du Client est tenu d'exécuter un travail lié au Contrat incluant, mais sans s'y limiter, l'assemblage ou l'installation d'équipements, ce personnel sera qualifié et restera en permanence sous la responsabilité du Client. Le Client conservera le droit exclusif de diriger et de superviser le travail quotidien de son personnel. Dans ce cas, le Prestataire ne sera en aucun cas responsable d'une négligence ou d'une faute du personnel du Client dans l'exécution de ses tâches, y compris les conséquences que cette négligence ou faute peut avoir sur le Contrat. Par souci de clarté, tout sous-traitant du Prestataire imposé ou choisi par le Client restera sous l'entière responsabilité du Client ;
- fournir, conformément aux articles R.554-1 et suivants du même chapitre du code de l'environnement, à sa charge et sous sa responsabilité, l'implantation des réseaux privés, la liste et l'adresse des exploitants des réseaux publics à proximité des travaux, les plans, informations et résultats des investigations complémentaires consécutifs à sa Déclaration de projet de Travaux (DT). Ces informations sont indispensables pour permettre les éventuelles déclarations d'intentions de commencement de travaux (DICT) (le délai de réponse, est de 7 à 15 jours selon les cas, hors jours fériés) et pour connaître l'environnement du projet. En cas d'incertitude ou de complexité pour la localisation des réseaux sur le domaine public, il pourra être nécessaire de faire réaliser, à la charge du Client, des fouilles manuelles ou des avant-trous à la pelle mécanique pour les repérer. Les conséquences et la responsabilité de toute détérioration de ces réseaux par suite d'une mauvaise communication sont à la charge exclusive du Client.
- Déclarer aux autorités administratives compétentes tout forage réalisé, notamment, sans que cela ne soit exhaustif, de plus de 10 m de profondeur ou lorsqu'ils sont destinés à la recherche, la surveillance ou au prélèvement d'eaux souterraines (piézomètres notamment).

4.4 La responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en aucun cas pour quelque dommage que ce soit à des ouvrages publics ou privés (notamment, à titre d'exemple, des ouvrages, canalisations enterrés) dont la présence et l'emplacement précis ne lui auraient pas été signalés par écrit préalablement à l'émission du dernier devis et intégrés au Contrat.

5. Obligations générales du Prestataire

Le Prestataire devra :

- Exécuter avec le soin et la diligence requis ses obligations conformément au Contrat, toujours dans le respect des spécifications techniques et du calendrier convenus entre les Parties par écrit ;
- Respecter toutes les règles internes et les règles de sécurité raisonnables qui sont communiquées par le Client par écrit et qui sont applicables dans les endroits où les Prestations doivent être exécutées par le Prestataire ;
- S'assurer que son personnel reste à tout moment sous sa supervision et direction et exercer son pouvoir de contrôle et de direction sur ses équipes ;
- Procéder selon les moyens actuels de son art, à des recherches consciencieuses et à fournir les indications qu'on peut en attendre, étant entendu qu'il s'agit d'une obligation de moyen et en aucun cas d'une obligation de résultat ou de moyens renforcée ;
- Faire en sorte que son personnel localisé dans le pays de réalisation des Prestations respecte les lois dudit pays.

Le Prestataire n'est solidaire d'aucun autre intervenant sauf si la solidarité est explicitement prévue et expressément agréée dans le devis et dans ce cas la solidarité ne s'exerce que sur la durée de réalisation sur site du Client du Contrat.

En cas d'intervention du Prestataire sur site du Client, si des éléments de terrain diffèrent des informations préalables fournies par le Client, le Prestataire peut à tout moment décider que la protection de son personnel n'est pas assurée ou adéquate et suspendre ses Prestations jusqu'à ce que les mesures adéquates soient mises en œuvre pour assurer la protection du personnel, par exemple si des traces de pollution sont découvertes ou révélées. Une telle suspension sera considérée comme un Imprévu, tel que défini à l'article 14 ci-dessous.

6. Délais de réalisation

À défaut d'engagement précis, ferme et expresse du Prestataire dans le devis sur une date finale de réalisation ou une durée de réalisation fixe et non soumise à variations, les délais d'intervention et d'exécution données dans le devis sont purement indicatifs et, notamment du fait de la nature de l'activité du Prestataire, dépendante des interventions du Client ou de tiers, ne sauraient en aucun cas engager le Prestataire. Les délais de réalisation sont soumis aux ajustements tels qu'indiqués au Contrat. À défaut d'accord exprès spécifique contraire, il ne sera pas appliqué de pénalités de retard. Nonobstant toute clause contraire, les pénalités de retard, si elles sont prévues, sont plafonnées à un montant total maximum et cumulé pour le Contrat de 5% du montant total HT du Contrat.

Le Prestataire réalise le Contrat sur la base des informations communiquées par le Client. Ce dernier est seul responsable de l'exactitude et de la complétude de ces données et transmettra au Prestataire toute information nécessaire à la réalisation des Prestations. En cas d'absence de transmission, d'inexactitude de ces données ou d'absence d'accès au(x) site(s) d'intervention, quelles que soient les hypothèses que le Prestataire a pu prendre, notamment en cas d'absence de données ou d'accès, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité et les délais de réalisation sont automatiquement prolongés d'une durée au moins équivalente à la durée de correction de ces données et de reprise des Prestations correspondantes.

7. Formalités, autorisations et accès, obligations d'information, dégâts aux ouvrages et cultures

À l'exception d'un accord contraire dans les conditions spécifiques du devis ou dans les cas d'obligations législatives ou réglementaires non transférable par convention à la charge du Prestataire, toutes les démarches et formalités administratives ou autres, pour l'obtention des autorisations et permis de pénétrer sur les lieux et/ou d'effectuer les Prestations sont à la charge du Client. Le Client doit obtenir et communiquer les autorisations requises pour l'accès du personnel et des matériels nécessaires au Prestataire en toute sécurité dans l'enceinte des propriétés privées ou sur le domaine public. Le Client doit également fournir tous les documents et informations relatifs aux dangers et aux risques de toute nature, notamment sans que cela ne

soit exhaustif, ceux cachés, liés aux réseaux, aux obstacles enterrés, à l'historique du site et à la pollution des sols, sous-sols et des nappes. Le Client communiquera les règles pratiques que les intervenants doivent respecter en matière de santé, sécurité, hygiène et respect de l'environnement. Il assure également en tant que de besoin la formation du personnel, notamment celui du Prestataire, sur les règles propres à son site, avant toute intervention sur site. Le Client sera responsable de tout dommage corporel, matériel ou immatériel, consécutif ou non-consécutif, résultant des événements mentionnés au présent paragraphe et qui n'aurait pas été mentionné au Prestataire.

Lorsque les Prestations consistent à mesurer, relever voire analyser ou traiter des sols pollués, le Prestataire a l'obligation de prendre les mesures nécessaires pour protéger son personnel dans la réalisation desdites Prestations, sur la base des données fournies par le Client.

Les forages et investigations de sols et sous-sols peuvent par nature entraîner des dommages sur le site en ce compris tout chemin d'accès, en particulier sur la végétation, les cultures et les ouvrages existants, sans qu'il y ait négligence ou faute de la part du Prestataire. Ce dernier n'est en aucun cas tenu de remettre en état ou réparer ces dégâts, sauf si la remise en état et /ou les réparations partielles des Prestations, et n'est en aucun cas tenu d'indemniser le Client ou les tiers pour lesdits dommages inhérents à la réalisation des Prestations.

8. Implantation, nivellement des sondages

À l'exception des cas où l'implantation des sondages fait partie des Prestations à réaliser par le Prestataire, ce dernier est exonéré de toute responsabilité dans les événements consécutifs à ladite implantation et est tenu indemne des conséquences liées à la décision d'implantation, tels que notamment, sans que cela ne soit exhaustif, le retard de réalisation, les surcoûts et/ou la perte de forage. Les Prestations ne comprennent pas les implantations topographiques permettant de définir l'emprise des ouvrages et zones à étudier ni la mesure des coordonnées précises des points de sondages ou d'essais. Les éventuelles altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cotes de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des essais.

9. Hydrogéologie - Géotechnique

9.1 Les niveaux d'eau indiqués dans le rapport final d'exécution des Prestations correspondent uniquement aux niveaux relevés au droit des sondages exécutés et au moment précis du relevé. En dépit de la qualité de l'étude les aléas suivants subsistent, notamment la variation des niveaux d'eau en relation avec la météo ou une modification de l'environnement des études et Prestations. Seule une étude hydrogéologique spécifique permet de déterminer les amplitudes de variation de ces niveaux et les PHEC (Plus Hautes Eaux Connues).

9.2 L'étude géotechnique s'appuie sur les renseignements reçus concernant le projet, sur un nombre limité de sondages et d'essais, et sur des profondeurs d'investigations limitées qui ne permettent pas de lever toutes les incertitudes inévitables à cette science naturelle. En dépit de la qualité de l'étude, des incertitudes subsistent du fait notamment du caractère ponctuel des investigations, de la variation d'épaisseur des remblais et/ou des différentes couches, de la présence de vestiges enterrés et de bien d'autres facteurs telle que la variation latérale de faciès. Les conclusions géotechniques ne peuvent donc conduire à traiter à forfait le prix des fondations compte tenu d'une hétérogénéité, naturelle ou du fait de l'homme, toujours possible et des aléas d'exécution pouvant survenir lors de la découverte des terrains. Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment à titre d'exemple glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une actualisation à chaque étape du projet notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant l'étape suivante.

9.3 L'estimation des quantités des ouvrages géotechniques nécessite, une mission d'étude géotechnique de conception G2 (phase projet). Les éléments géotechniques non décelés par l'étude et mis en évidence lors de l'exécution (pouvant avoir une incidence sur les conclusions du rapport) et les incidents importants survenus au cours des travaux (notamment glissement, dommages aux avoisinants ou aux existants) doivent obligatoirement être portés à la connaissance du Prestataire ou signalés aux géotechniciens chargés des Prestations de suivi géotechnique d'exécution G3 et de supervision géotechnique d'exécution G4, afin que les conséquences sur la conception géotechnique et les conditions d'exécution soient analysées par un homme de l'art.

10. Pollution - dépollution

Lorsque l'objet de la Prestation est le diagnostic ou l'analyse de la pollution de sols et/ou sous-sols, ou l'assistance à la maîtrise d'œuvre ou la maîtrise d'œuvre de prestations de dépollution, le Client devra désigner un coordonnateur de Sécurité et de Protection de la Santé sur le site (SPS), assister le Prestataire pour l'obtention des autorisations nécessaires auprès des autorités compétentes, fournir au Prestataire toute information (notamment visite sur site, documents et échantillons) nécessaire à l'obtention des Certificats d'Acceptation Préalable de Déchets ainsi que pour l'obtention des autorisations nécessaires au transport, au traitement et à l'élimination des terres, matériaux, effluents, rejets, déchets, et plus généralement de toute substance polluante.

Sauf s'il s'agit de l'objet des Prestations tel que précisé au devis, notre devis est réalisé sur la base d'un site sur lequel il n'existe aucun danger potentiel lié à la présence de produits radioactifs.

Les missions d'assistance à maîtrise d'œuvre ou de maîtrise d'œuvre seront exercées conformément à l'objectif de réhabilitation repris dans le devis. À défaut d'une telle définition d'objectif, ces missions ne pourront commencer.

11. Rapport de mission, réception des Prestations par le Client

Sauf disposition contraire du Contrat et sous réserve des présentes conditions générales, la remise du dernier document à fournir dans le cadre des Prestations marque la fin de la réalisation des Prestations. La fin de la réalisation des Prestations sur site du Client est marquée par le départ autorisé du personnel du Prestataire du site. L'approbation du dernier document fourni dans le cadre des Prestations doit intervenir au plus tard deux semaines après sa remise au Client. À défaut de rejet explicite et par écrit par le Client dans ce délai, le document sera considéré comme approuvé. L'émission de commentaires ne vaut pas rejet et n'interrompt pas le délai d'approbation. Le Prestataire répondra aux commentaires dans les dix (10) jours de leur réception. À défaut de rejet explicite et par écrit par le Client dans les cinq (5) jours de la réception des réponses aux commentaires ou du document modifié, le document sera considéré comme approuvé. Si le Client refuse le document et que le document n'est toujours pas approuvé deux (2) mois après sa remise initiale, les Parties pourront mettre en œuvre le processus de règlement des litiges tel que défini au Contrat. À défaut de mise en œuvre de ce processus, le rapport sera considéré comme approuvé définitivement trois mois après la date de sa remise initiale au Client.

12. Réserve de propriété, confidentialité

Les coupes de sondages, plans et documents établis par le Prestataire dans le cadre des Prestations ne peuvent être utilisés, publiés ou reproduits par des tiers sans son autorisation. Le Client ne peut pas les utiliser pour d'autres ouvrages sans accord écrit préalable exprès du Prestataire. Le Client s'engage à maintenir confidentielle et à ne pas utiliser pour tout autre objectif que celui prévu au Contrat ou pour le compte de tiers, toute information se rapportant au savoir-faire, techniques et données du Prestataire, que ces éléments soient brevetés ou non, dont le Client a pu avoir connaissance au cours des Prestations ou qui ont été acquises ou développées par le Prestataire au cours du Contrat, sauf accord préalable écrit exprès du Prestataire.

13. Propriété Intellectuelle

Si dans le cadre du Contrat, le Prestataire met au point, développe ou utilise une nouvelle technique, celle-ci est et/ou reste sa propriété exclusive. Le Prestataire est libre de déposer tout brevet s'y rapportant. Le Prestataire est titulaire des droits d'auteur et de propriété sur les résultats et/ou données compris, relevés ou utilisés dans les ou, au cours des, Prestations et/ou développés, générés, compilés et/ou traités dans le cadre du Contrat. Le Prestataire concède au Client, sous réserve qu'il remplisse ses obligations au titre du Contrat, un droit non exclusif de reproduction des documents remis dans le cadre des Prestations pour la seule utilisation des besoins de l'exploitation, la maintenance et l'entretien du site Client concerné.

En cas de reproduction des documents remis par le Prestataire dans le cadre des Prestations, le Client s'engage à indiquer la source en portant sur tous les documents diffusés intégrant lesdits documents du Prestataire, quelle que soit leur forme, la mention suivante en caractères apparents : « source originelle : Groupe Fondasol – date du document : JJ/MM/AAAA » sans que ces mentions ne puissent être interprétées comme une quelconque garantie donnée par le Prestataire. Le Client s'engage à ce que tout tiers à qui il aurait été dans l'obligation de remettre l'un ou les documents, se conforme à l'obligation de citation de la source originelle telle que prévue au présent article.

14. Modifications du contenu des Prestations en cours de réalisation

La nature des Prestations et des moyens à mettre en œuvre, les prévisions des avancements et délais, ainsi que les prix sont déterminés en fonction des éléments communiqués par le Client et ceux recueillis lors de l'établissement du devis. Des conditions imprévisibles par le Prestataire au moment de l'établissement du devis touchant à la géologie et éléments de terrains et découvertes imprévues, aux hypothèses de travail, au projet et à son environnement, à la législation et aux règlements, à des événements imprévus, survenant au cours de la réalisation des Prestations (l'ensemble désigné par les « Imprévus ») pourront conduire le Prestataire à proposer au Client un ou des avenant(s) avec notamment application des prix du bordereau du devis, ou en leur absence, de nouveau prix raisonnables et des délais de réalisation mis à jour. À défaut d'un refus écrit exprès du Client dans un délai de sept (7) jours à compter de la réception de la proposition d'avenant ou de modification des Prestations, ledit avenant ou modification des Prestations devient pleinement effectif et le Prestataire est donc rémunéré du prix de cet avenant ou de cette modification des Prestations, in sus. En cas de refus écrit exprès du Client, le Prestataire est en droit de suspendre immédiatement l'exécution des Prestations jusqu'à confirmation écrite expresse du Client des modalités pour traiter de ces Imprévus et accord des deux Parties sur lesdites modalités. Les Prestations réalisées à cette date sont facturées et rémunérées intégralement, sans que le Client ne puisse faire état d'un préjudice. Le temps d'immobilisation du personnel du Prestataire est rémunéré selon le prix unitaire indiqué dans le bordereau de prix du devis. Dans l'hypothèse où le Prestataire notifie qu'il est dans l'impossibilité d'accepter les modalités de traitement des Imprévus telles que demandées par le Client, ce dernier aura le droit de résilier le Contrat selon les termes prévus à l'article 19.2 (Résiliation).

15. Modifications du projet après fin de mission, délai de validité du rapport

Le rapport de fin de mission, quel que soit son nom, constitue une synthèse des Prestations telle que définie au Contrat. Ce rapport et ses annexes forment un ensemble indissociable. Toute interprétation, reproduction partielle ou totale, ou utilisation par un autre maître de l'ouvrage, un autre constructeur ou maître d'œuvre, ou conseil desdits maître d'ouvrage, constructeur ou maître d'œuvre pour un projet différent de celui objet du Contrat est interdite et ne saurait en aucun cas engager la responsabilité du Prestataire à quelque titre que ce soit. La responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission objet du rapport. Toute modification apportée au projet, au site, à l'ouvrage et/ou à son environnement non révisé expressément au Prestataire lors de la réalisation des Prestations ou dont il lui a été demandé de ne pas tenir compte, rend le rapport caduc, dégage la responsabilité du Prestataire et engage celle du Client. Le Client doit faire actualiser le dernier rapport émis dans le cadre du Contrat en cas d'ouverture du chantier (pour lequel le rapport a été émis) plus d'un an après remise dudit rapport. Il en est de même notamment en cas de travaux de terrassements, de démolition ou de réhabilitation du site (à la suite d'une contamination des terrains et/ou de la nappe) modifiant entre autres les qualités mécaniques, les dispositions constructives et/ou la répartition de tout ou partie des sols sur les emprises concernées par l'étude géotechnique.

16. Force Majeure

Le Prestataire ne sera pas responsable, de quelque manière que ce soit, de la non-exécution ou du retard d'exécution de ses obligations à la suite d'un événement de Force Majeure. La Force Majeure sera définie comme un événement qui empêche l'exécution totale ou partielle du Contrat et qui ne peut être surmonté en dépit des efforts raisonnables de la part de la Partie affectée, qui lui est extérieure. La Force Majeure inclura, notamment les événements suivants: catastrophes naturelles ou climatiques, pénurie de main d'œuvre qualifiée ou de matières premières, incidents majeurs affectant la production des agents ou sous-traitants du Prestataire, actes de guerre, de terrorisme, sabotages, embargos, insurrections, émeutes ou atteintes à l'ordre public.

Tout événement de Force Majeure sera notifié par écrit à l'autre Partie dès que raisonnablement possible. Si l'événement de Force Majeure se poursuit pendant plus de deux (2) mois et que les Parties ne se sont pas mises d'accord sur les conditions de poursuite du Contrat, l'une ou l'autre des Parties aura le droit de résilier le Contrat, sur préavis écrit d'au moins trente (30) jours adressé à l'autre Partie, auquel cas la stipulation de la clause de Résiliation du Contrat s'appliquera.

Quand l'événement de Force Majeure aura cessé de produire ses effets, le Prestataire reprendra l'exécution des obligations affectées dès que possible. Le délai de réalisation sera automatiquement prolongé d'une période au moins équivalente à la durée réelle des effets de l'événement de Force Majeure. Tous frais supplémentaires raisonnablement engagés par le Prestataire suite à l'événement de Force Majeure seront remboursés par le Client au Prestataire contre présentation de la preuve de paiement associée et de la facture correspondante.

17. Conditions de paiement, acompte, retenue de garantie

Aucune retenue de garantie n'est appliquée sur les paiements des Prestations. Dans le cas où le Contrat nécessite une intervention d'une durée supérieure à un mois, des factures mensuelles intermédiaires sont établies et envoyées par le Prestataire pour paiement par le Client. Les paiements interviennent à réception et sans escompte. L'acompte dont le montant est défini dans les conditions particulières du devis est déduit de la facture ou décompte final(e).

En cas de sous-traitance par le Client au Prestataire dans le cadre d'un ouvrage public, les factures du Prestataire sont réglées directement et intégralement par le maître d'ouvrage, conformément à la loi n°75-1334 du 31/12/1975.

En l'absence de paiement au plus tard le jour suivant la date de règlement figurant sur la facture, il sera appliqué à compter dudit jour et de plein droit, un intérêt de retard égal au taux d'intérêt appliqué par la Banque Centrale Européenne à son opération de refinancement la plus récente majorée de 10 points de pourcentage. Cette pénalité sera exigible sans qu'un rappel ou mise en demeure soit nécessaire à compter du jour suivant la date de règlement figurant sur la facture.

En sus de ces pénalités de retard, le Client sera redevable de plein droit des frais de recouvrement exposés ou d'une indemnité forfaitaire de 40 €.

Si la carence du Client rend nécessaire un recouvrement contentieux, le Client s'engage à payer, en sus du principal, des frais, dépens et émoluments ordinairement et légalement à sa charge et des dommages-intérêts éventuels, une indemnité fixée à 15% du montant TTC de la créance avec un minimum de 500 euros. Cette indemnité est due de plein droit, sans mise en demeure préalable, du seul fait du non-respect de la date de paiement. Les Parties reconnaissent expressément qu'elle constitue une évaluation raisonnable de l'indemnité de recouvrement et de l'indemnisation des frais de recouvrement.

Un désaccord quelconque dans le cadre de l'exécution des Prestations ne saurait en aucun cas constituer un motif de non-paiement des Prestations réalisées et non soumises à contestation précise et documentée. La compensation est formellement exclue. En conséquence, le Client

s'interdit de déduire le montant des préjudices qu'il allègue du prix des Prestations facturé ou de retenir les paiements.

18. Suspension

L'exécution du Contrat ne peut être suspendue par le Prestataire que dans les cas suivants :

- (i) En cas d'Imprévu,
- (ii) En cas de violation par le Client d'une ou plusieurs de ses obligations contractuelles,
- (iii) En cas de Force Majeure.

Quand l'un des événements mentionnés ci-dessus se produit, le Prestataire a le droit de notifier au Client son intention de suspendre l'exécution du Contrat. Dans ce cas, le délai de réalisation sera prolongé d'une période équivalente à la durée de cette suspension et tous les frais associés engagés par le Prestataire suite à cette suspension seront remboursés par le Client contre présentation des preuves de paiement associées, en ce compris l'indemnité d'immobilisation au taux prévu au devis. Le Prestataire peut soumettre la reprise des obligations suspendues au remboursement par le Client au Prestataire des sommes mentionnées ci-dessus.

Si l'exécution du Contrat est suspendue pendant une période de plus de deux (2) mois, le Prestataire aura le droit de résilier le Contrat immédiatement sur préavis écrit d'au moins trente (30) jours, auquel cas les stipulations de l'article « Résiliation » (19.2 et suivants) du Contrat s'appliqueront. À partir du moment où les obligations du Prestataire ou le Contrat sont suspendus pendant une durée égale ou supérieure à deux (2) mois, les Prestations seront considérées comme finies et acceptées par le Client.

19. Résiliation

Toute procédure de résiliation est obligatoirement précédée d'une tentative de négociation et résolution amiable du différend.

19.1 Résiliation pour manquement

Si l'une des Parties commet une violation substantielle du Contrat, l'autre Partie peut demander, par écrit, que la Partie défaillante respecte les conditions du Contrat. Si dans un délai de trente (30) jours, ou dans un autre délai dont les Parties auront convenu, après la réception de cette demande, la Partie défaillante n'a pas pris de mesures satisfaisantes pour respecter le Contrat, la Partie non défaillante peut, sans préjudice de l'exercice des autres droits ou recours dont elle peut disposer, résilier le Contrat en remettant à la Partie défaillante une notification écrite à cet effet.

19.2 Résiliation pour insolvabilité ou événement similaire ou après suspension prolongée

Si l'une ou l'autre des Parties est en état de cessation des paiements ou devient incapable de répondre à ses obligations financières, ou après une suspension supérieure à deux (2) mois, l'autre Partie peut, sans préjudice de l'exercice des autres droits ou recours dont elle peut disposer, résilier le Contrat en remettant à la première Partie une notification à cet effet. Cette résiliation entrera en vigueur à la date où ladite notification de résiliation est reçue par la première Partie.

19.3 Indemnisation pour résiliation

En cas de résiliation du Contrat en totalité ou en partie par le Client ou le Prestataire, conformément aux stipulations des Articles 19.1 ou 19.2, le Client paiera au Prestataire :

- (i) Le solde du prix des Prestations exécutées conformément au Contrat, à la date de résiliation non encore payées, et
- (ii) Les coûts réellement engagés par le Prestataire jusqu'à la date de résiliation pour la réalisation des Prestations y compris si certaines Prestations ne sont pas terminées,
- (iii) Les coûts engagés par le Prestataire suite à la résiliation, y compris, mais sans s'y limiter, tous les frais liés à l'annulation de ses contrats de sous-traitance ou de ses contrats avec ses propres fournisseurs et les frais engagés pour toute suspension prolongée (le cas échéant), et
- (iv) un montant raisonnable pour compenser les frais administratifs et généraux du Prestataire du fait de la résiliation, qui ne sera en aucun cas inférieur à quinze (15) pour cent du prix des Prestations restant à effectuer à la date de résiliation.

En cas de résiliation du Contrat due à un événement de Force Majeure conformément à l'Article 16, le Client paiera au Prestataire les montants mentionnés aux alinéas (i), (ii) et (iii) ci-dessus et tous les autres frais raisonnables engagés par le Prestataire suite à l'événement de Force Majeure et à la suspension associée.

19.4 Effets de la résiliation

La résiliation du Contrat en totalité ou en partie, pour quelque raison que ce soit, n'affectera pas les stipulations du présent article et des articles concernant la propriété intellectuelle, la confidentialité, la limitation de responsabilité, le droit applicable et le règlement des différends.

20. Répartition des risques, responsabilités

20.1 Le Prestataire n'est pas tenu d'avertir son Client sur les risques encourus déjà connus ou ne pouvant être ignorés du Client compte-tenu de sa compétence. Le devoir de conseil du Prestataire vis-à-vis du Client ne s'exerce que dans les domaines de compétence requis pour l'exécution des Prestations spécifiquement confiées. Tout élément nouveau connu du Client après la fin de la réalisation des Prestations doit être communiqué au Prestataire qui pourra, le cas échéant, proposer la réalisation d'une prestation complémentaire. À défaut de communication des éléments nouveaux ou d'acceptation de la prestation complémentaire, le Client en assumera toutes les conséquences. En aucun cas, le Prestataire ne sera tenu pour responsable des conséquences d'un non-respect de ses préconisations ou d'une modification de celles-ci par le Client pour quelque raison que ce soit. L'attention du Client est attirée sur le fait que toute estimation de quantités faite à partir des données obtenues par prélèvements ou essais ponctuels sur le site objet des Prestations possède une représentativité limitée et donc incertaine par rapport à l'ensemble du site pour lequel elles seraient extrapolées.

20.2 Le Prestataire est responsable des dommages qu'il cause directement par l'exécution de ses Prestations, dans les conditions et limites du Contrat. À ce titre, il est responsable de ses Prestations dont la défectuosité lui est imputable. Nonobstant toute clause contraire dans le Contrat ou tout autre document, la responsabilité totale et cumulée du Prestataire au titre du ou en relation avec le Contrat sera plafonnée au prix total HT du Contrat et à dix mille (10 000)

euros pour tout Contrat dont le prix HT serait inférieur à ce montant, quel que soit le fondement de la responsabilité (contractuelle, délictuelle, garantie, légale ou autre). Nonobstant toute clause contraire dans le Contrat ou tout autre document, il est expressément convenu que le Prestataire ne sera pas responsable des dommages immatériels consécutifs et/ou non-consécutifs à un dommage matériel et ne sera pas responsable des dommages tels que, notamment, la perte d'exploitation, la perte de production, le manque à gagner, la perte de profit, la perte de contrat, la perte d'image, l'immobilisation de personnel ou d'équipements, que ceux-ci soient considérés directs ou non.

20.3 Le Prestataire sera garanti et indemnisé en totalité par le Client contre tous recours, demandes, actions, procédures, recherches en responsabilité de toute nature de la part de tiers au Contrat à l'encontre du Prestataire du fait des Prestations.

21. Assurances

Le Prestataire bénéficie d'un contrat d'assurance au titre de la responsabilité décennale afférente aux ouvrages soumis à obligation d'assurance, conformément à l'article L241-1 du Code des assurances. **À ce titre et en toute hypothèse y compris pour les ouvrages non soumis à obligation d'assurance, les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède au jour de la déclaration d'ouverture de chantier un montant de 15 M€ HT doivent faire l'objet d'une déclaration auprès du Prestataire.** Il est expressément convenu que le Client a l'obligation d'informer le Prestataire d'un éventuel dépassement de ce seuil, et accepte, de fournir tous éléments d'information nécessaires à l'adaptation de la garantie. Au-delà de 15 M€ HT de valeur de l'ouvrage, le Client prend également l'engagement, de souscrire à ses frais un Contrat Collectif de Responsabilité Décennale (CCRD), contrat dans lequel le Prestataire sera expressément mentionné parmi les bénéficiaires. Le Client prendra en charge toute éventuelle sur-cotation qui serait demandée au Prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Par ailleurs, les ouvrages de caractère exceptionnel, voire inhabituels sont exclus du contrat d'assurance en vigueur et doivent faire l'objet d'une cotation particulière. À défaut de respecter ces engagements, le Client en supportera les conséquences financières. Le maître d'ouvrage est tenu d'informer le Prestataire de la DOC (déclaration d'ouverture de chantier).

Toutes les conséquences financières d'une déclaration insuffisante quant au coût de l'ouvrage seront supportées par le Client.

22. Changement de lois

Si à tout moment après la date du devis du Prestataire au Client, une loi, un règlement, une norme ou une méthode entre en vigueur ou change, et si cela augmente le coût de réalisation des Prestations, ou si cela affecte plus généralement l'une des conditions du Contrat, tel que, mais sans que ce ne soit limitatif, le délai de réalisation ou les garanties, le prix du Contrat sera ajusté en fonction de l'augmentation des coûts subie par le Prestataire du fait de ce changement et supporté par le Client. Les autres conditions du Contrat affectées seront ajustées de bonne foi pour refléter ce/ces changement(s).

23. Interprétation, langue

En cas de contradiction ou de conflit entre les termes des différents documents composant le Contrat tel qu'indiqué en article 1, les documents prévalent l'un sur l'autre dans l'ordre dans lequel ils sont énoncés audit article 1. Sauf clause contraire spécifique dans le devis, tout rapport et/ou document objet des Prestations sera fourni en français. Les titres des articles des présentes conditions générales n'ont aucune valeur juridique ni interprétative.

24. Cessibilité de Contrat, non-renonciation

Le Contrat ne peut être cédé, en tout ou en partie, par le Client ou le Prestataire à un tiers sans le consentement exprès, écrit, préalable de l'autre Partie. La sous-traitance par le Prestataire n'est pas considérée comme une cession au titre du présent article. Le fait que le Prestataire ne se prévale pas à un moment donné de l'une quelconque des stipulations du Contrat et/ou tolère un manquement par le Client à l'une quelconque des obligations visées dans le Contrat ne peut en aucun cas être interprété comme valant renonciation par le Prestataire à se prévaloir ultérieurement de l'une quelconque desdites stipulations.

25. Divisibilité

Si une stipulation du Contrat est jugée par une autorité compétente comme nulle et inapplicable en totalité ou en partie, la validité des autres stipulations du Contrat et le reste de la stipulation en question n'en sera pas affectée. Le Client et le Prestataire remplaceront cette stipulation par une stipulation aussi proche que possible de la stipulation rendue invalide, produisant les mêmes effets juridiques que ceux initialement prévus par le Client et le Prestataire.

26. Litiges - Attribution de juridiction

LE PRÉSENT CONTRAT EST SOUMIS AU DROIT FRANÇAIS ET TOUT LITIGE RELATIF AUDIT CONTRAT (SA VALIDITÉ, SON INTERPRÉTATION, SON EXISTENCE, SA RÉALISATION, DÉFECTUEUSE OU TOTALE, SON EXPIRATION OU SA RÉSILIATION NOTAMMENT) SERA SOUMIS EXCLUSIVEMENT AU DROIT FRANÇAIS.

À DÉFAUT D'ACCORD AMIABLE DANS UN DÉLAI DE 30 JOURS SUIVANT L'ENVOI D'UNE CORRESPONDANCE FAISANT ÉTAT D'UN DIFFÉREND, TOUT LITIGE SERA SOUMIS POUR RÉSOLUTION AUX JURIDICTIONS DU RESSORT DU SIÈGE SOCIAL DU PRESTATAIRE QUI SONT SEULES COMPÉTENTES, ET AUXQUELLES LES PARTIES ATTRIBUENT COMPÉTENCE EXCLUSIVE, MÊME EN CAS DE DEMANDE INCIDENTE OU D'APPEL EN GARANTIE OU DE PLURALITÉ DE DÉFENDEURS. LA LANGUE DU CONTRAT ET DE TOUT RÈGLEMENT DES LITIGES EST LE FRANÇAIS.

NOVEMBRE 2018

2. ENCHAINEMENT DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (NF P94-500)

Le Maître d'Ouvrage doit associer l'ingénierie géotechnique au même titre que les autres ingénieries à la Maîtrise d'Œuvre et ce, à toutes les étapes successives de conception, puis de réalisation de l'ouvrage. Le Maître d'Ouvrage, ou son mandataire, doit veiller à la synchronisation des missions d'ingénierie géotechnique avec les phases effectives à la Maîtrise d'Œuvre du projet.

L'enchaînement et la définition synthétique des missions d'ingénierie géotechnique sont donnés ci-après. Deux ingénieries géotechniques différentes doivent intervenir : la première pour le compte du Maître d'Ouvrage ou de son mandataire lors des étapes 1 à 3, la seconde pour le compte de l'entreprise lors de l'étape 3.

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique 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	Études 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	Fonctions 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	Études géotechniques 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)		A la charge de l'entreprise	A la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Étude de 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'exécutions (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

Classification des missions d'ingénierie géotechnique en page suivante

Février 2014

3. MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (NORME NF P94-500)

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.

ETAPE 1 : ETUDE GEOTECHNIQUE PRELABLE (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).

ETAPE 2 : ETUDE GEOTECHNIQUE 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, participé à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

ETAPE 3 : ETUDES GEOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G4, distinctes et simultanées)

ETUDE ET SUIVI GEOTECHNIQUES 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 GEOTECHNIQUE 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.

A TOUTES ETAPES : DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (G5)

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

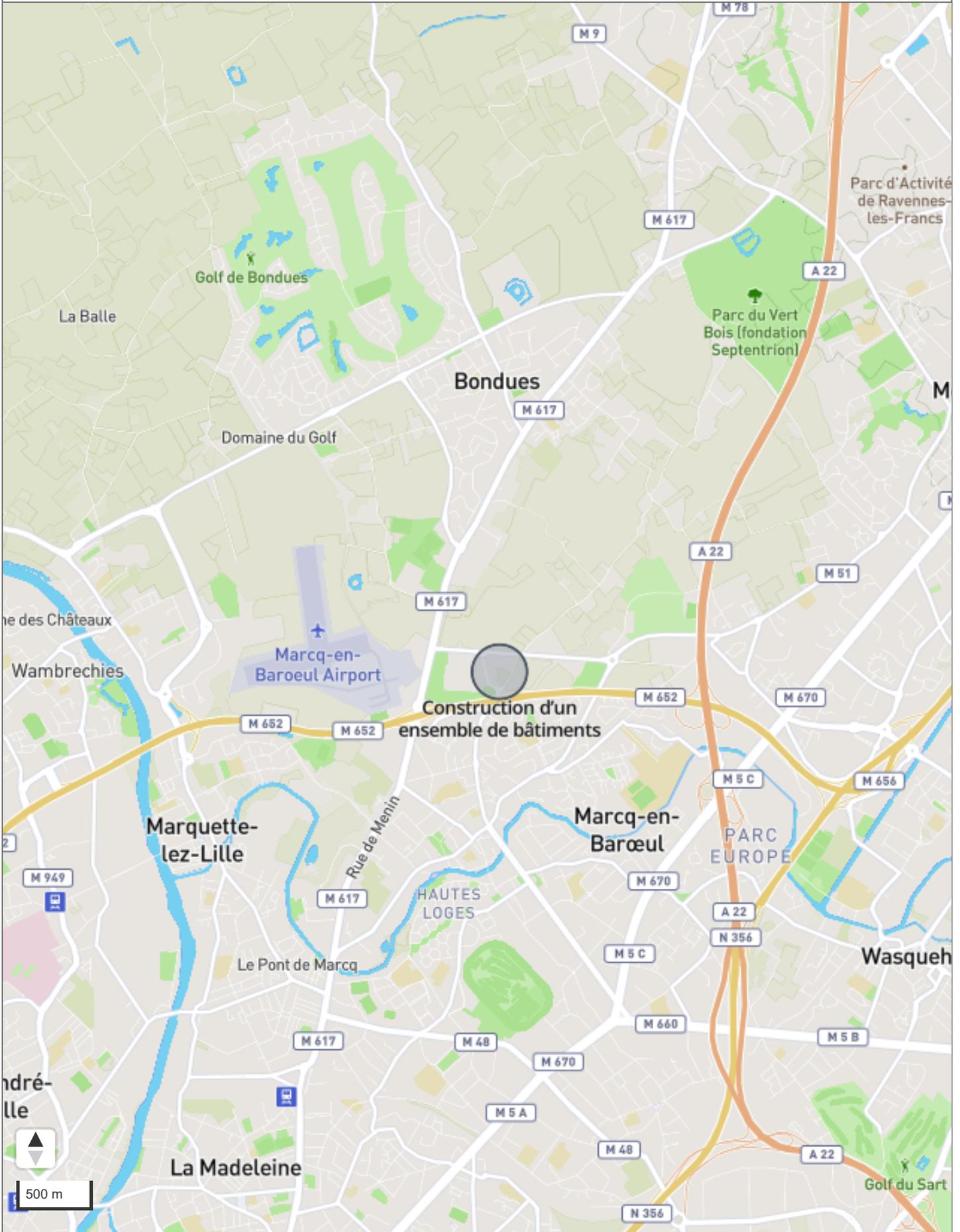
- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'état général de l'ouvrage existant.

Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

Février 2014

4. PLAN DE LOCALISATION

PLAN DE LOCALISATION

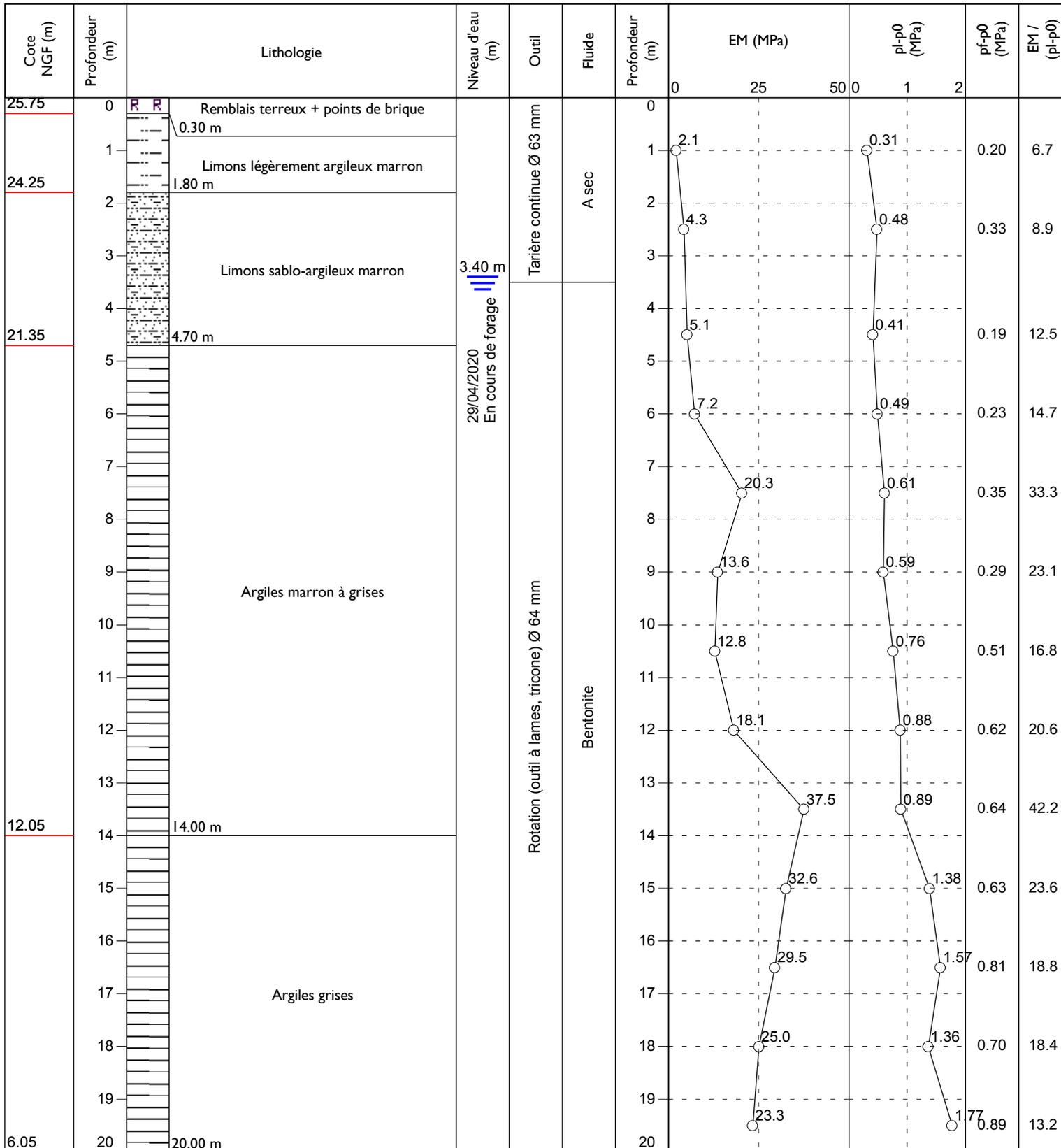


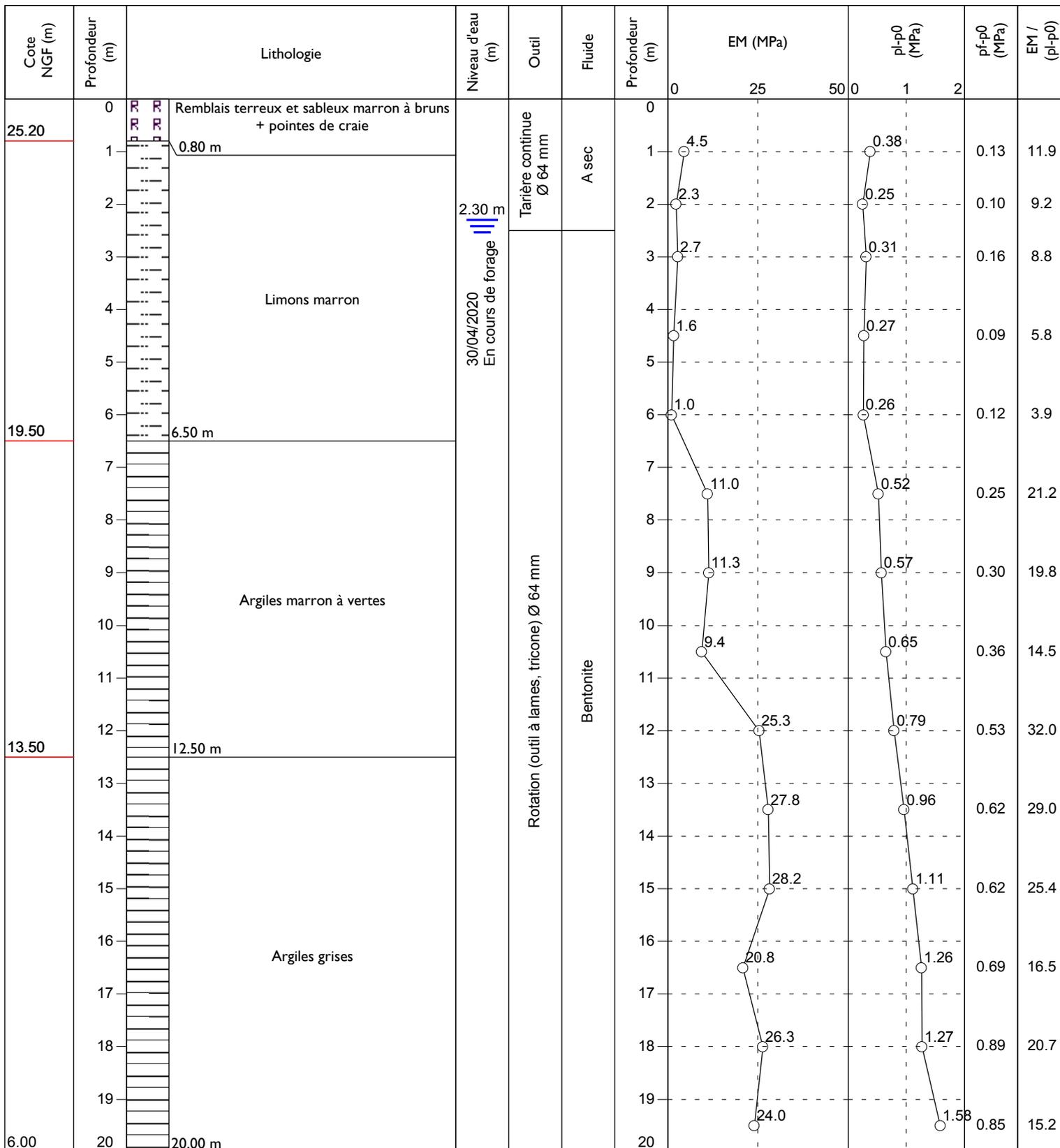
5. PLAN D'IMPLANTATION

PLAN D'IMPLANTATION

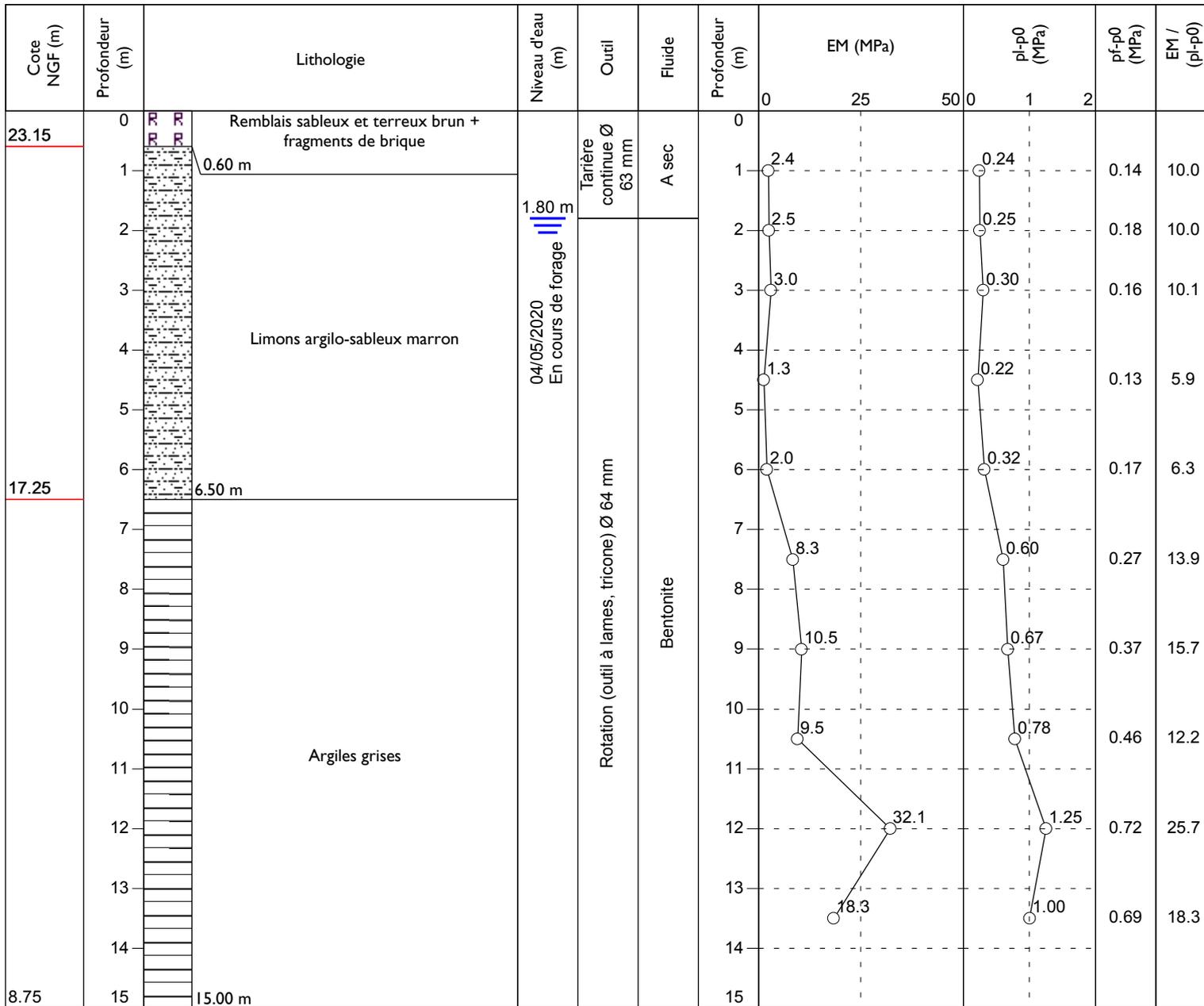


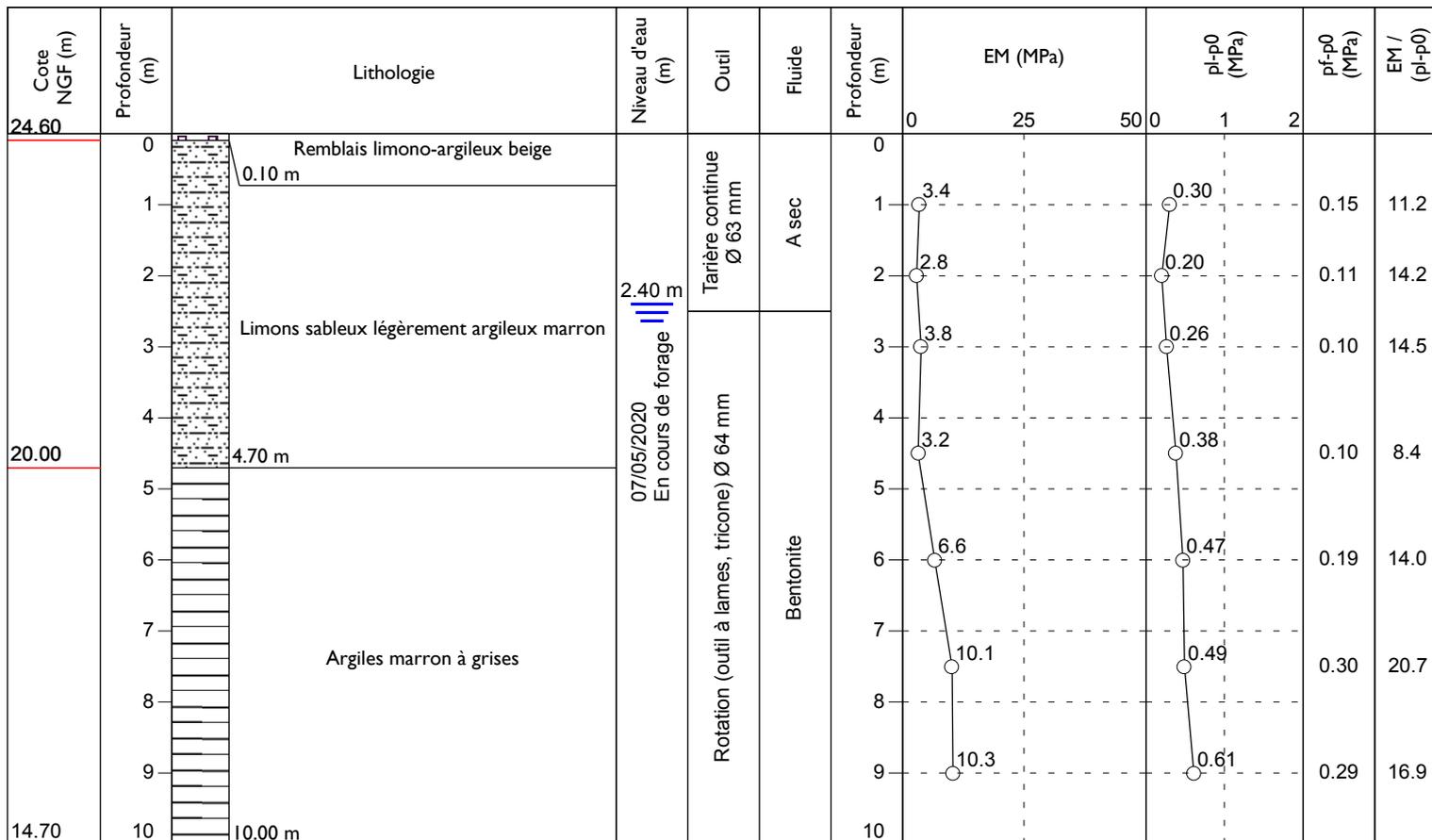
6. COUPES DES SONDAGES DE 2020

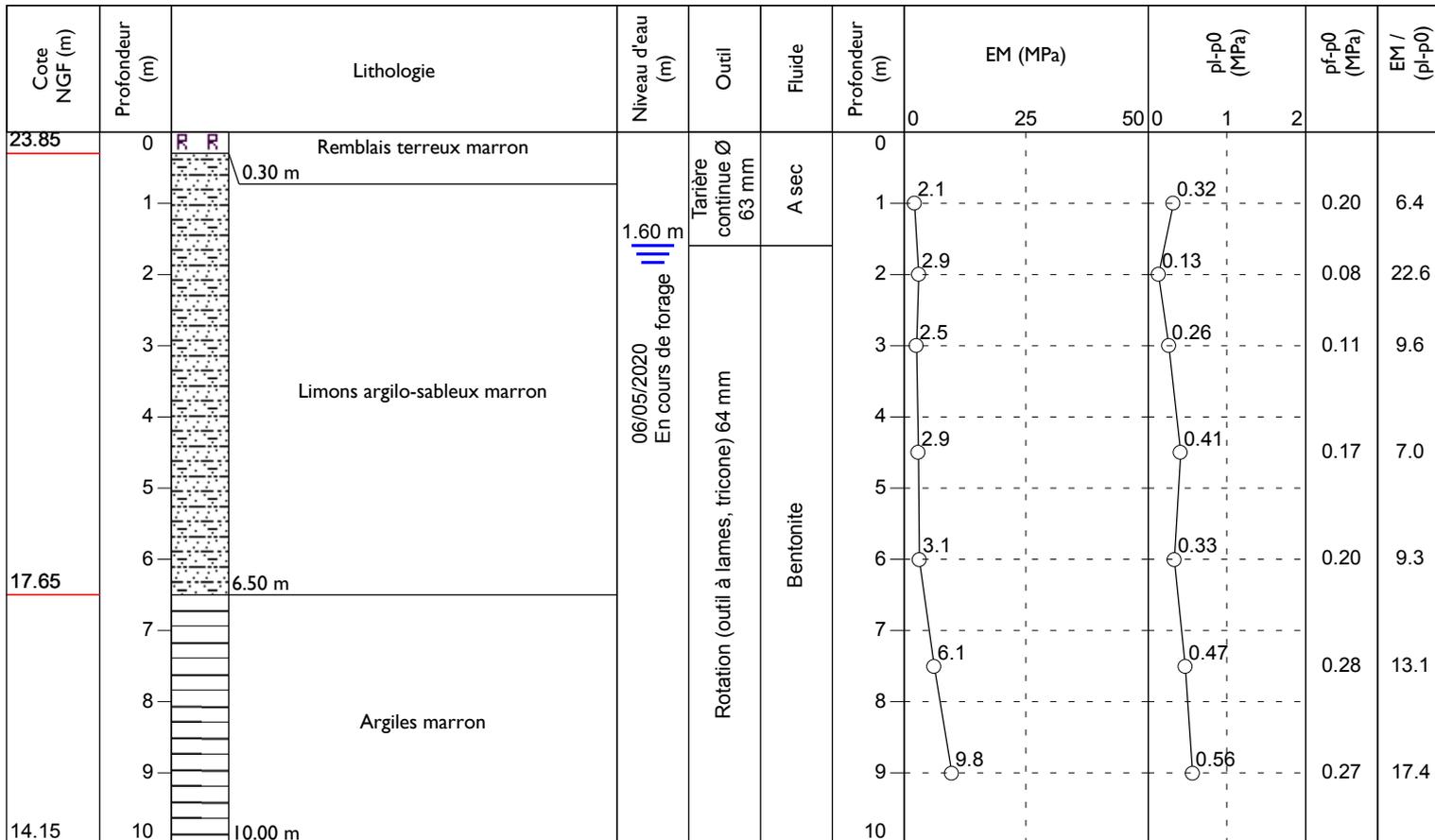




Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outil	Fluide	Profondeur (m)	EM (MPa)			EM / (pl-p0)				
							0	25	50					
23.70	0	Remblais terreux marron	1.40 m 05/05/2020 En cours de forage	Tarière continue Ø 63 mm	A sec	0								
	0.60 m													
22.90	1	Limons sableux verdâtres							5.1			0.43	0.19	11.9
	1.40 m													
	2	Limons argilo-sableux marron							1.2			0.18	0.10	6.4
	3								2.4			0.21	0.07	11.4
	4								4.1			0.28	0.19	14.6
	5								2.6			0.28	0.14	9.3
17.70	6								6.5			0.48	0.30	13.5
	7								10.6			0.59	0.36	17.9
	8								13.9			0.66	0.32	21.0
	9								14.8			0.56	0.32	26.4
	10								11.1			0.69	0.31	16.0
	11					Argiles grises								
	12													
	13													
	14													
9.30	15													







Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outil	Fluide	Profondeur (m)	EM (MPa)		pl-p0 (MPa)		EM / (pl-p0)
							0	25	50	0	
23.05	0	Remblais terreux				0					
	0.30										
	1	Lims sableux marorn à beige	2.40 m	Tarière continue Ø 63 mm	A sec	1	3.5		> 0.24	0.10	< 14.4
	2					2.4		0.23	0.09	10.5	
	3					2.0		0.12	0.06	16.7	
	4					4.0		0.33	0.09	12.0	
	5										
16.85	6	Argiles grises à verdâtres	06/05/2020 En cours de forage	Rotation (outil à lames, tricone) 64mm	Bentonite	6	2.9		0.41	0.20	7.2
	7										
	8					7.9		0.48	0.29	16.5	
	9					10.2		0.56	0.28	18.1	
	10										
13.35	10.00										

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outil	Fluide	Profondeur (m)	EM (MPa)			pf-p0 (MPa)	EM / (pl-p0)
							0	25	50		
22.65	0	Remblais terreux bruns	2.40 m 05/05/2020 En cours de forage	Tarière continue Ø 63 mm	A sec	0					
	1					1	3.6			0.36	0.15
	2			2	3.4			0.25	0.09	13.4	
	3			3	2.9			0.27	0.13	10.7	
	4			4	1.7			0.28	0.10	6.2	
	5			5							
	6			6	1.2			0.24	0.14	5.1	
	7			7	10.2			0.60	0.31	17.0	
	8			8							
	9			9	13.5			0.69	0.32	19.5	
16.75	6.50	Limons sablo-argileux beige		Rotation (outil à lames, tricône) Ø 64 mm	Bentonite	0					
	10		10								
13.25	10.00	Argiles grises à verdâtres									



AVENTIM - Création de 4 immeubles de bureaux et 4 espaces locatifs - Rue du Pavé Stratégique - MARCQ-EN-BAROEUL (59)

Projet n° : PR.59GT.20.0107

Date début : 06/05/2020

Cote NGF (m) : 23.85

Profondeur : 0.00 - 5.50 m

Machine : GEO205.2

1/100

Forage : R1

EXGTE B3.22.7/GTE

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outil	Fluide	Equipement forage
23.15	0	Remblais terreux marron	2.40 m 06/05/2020 En cours de forage	Tarière continue Ø 63 mm	A sec	Tubage PVC en Ø 45/50 mm + crépines entre 1 m et 6 m de profondeur + chaussette textile
22.85	0.70 m	Sables gris très fins + tâches rouilles				
	1.00 m					
	2	Limons sablo-argileux marron- beige				
	3					
19.15	4.70 m	Argiles grises				
18.85	5.00 m					



AVENTIM - Création de 4 immeubles de bureaux et 4 espaces locatifs - Rue du Pavé Stratégique - MARCQ-EN-BAROEUL (59) Projet n° : PR.59GT.20.0107

Date début : 07/05/2020 Cote NGF (m) : 23.65 Profondeur : 0.00 - 5.00 m
 Machine : GEO205.2

1/100

Forage : R2

EXGTE B3.22.7/GTE

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outil	Fluide	Equipement forage
23.05	0	Remblais terreux et sableux bruns	3.10 m En cours de forage	Tarière Ø 64 mm et carottier percussion 60 mm	A sec	Tubage PVC en Ø 45/50 mm + crépines entre 1 m et 6 m de profondeur + chaussette textile
	1	Limons sableux marron beige				
19.85	4					
18.65	5	Limons sablo-argileux beige				



AVENTIM - Création de 4 immeubles de bureaux et 4 espaces locatifs - Rue du Pavé Stratégique - MARCQ-EN-BAROEUL (59) Projet n° : PR.59GT.20.0107

Date début : **07/05/2020** Cote NGF (m) : **24.25** Profondeur : **0.00 - 5.00 m**
 Machine : **GEO205.2**

1/100

Forage : R3

EXGTE B3.22.7/GTE

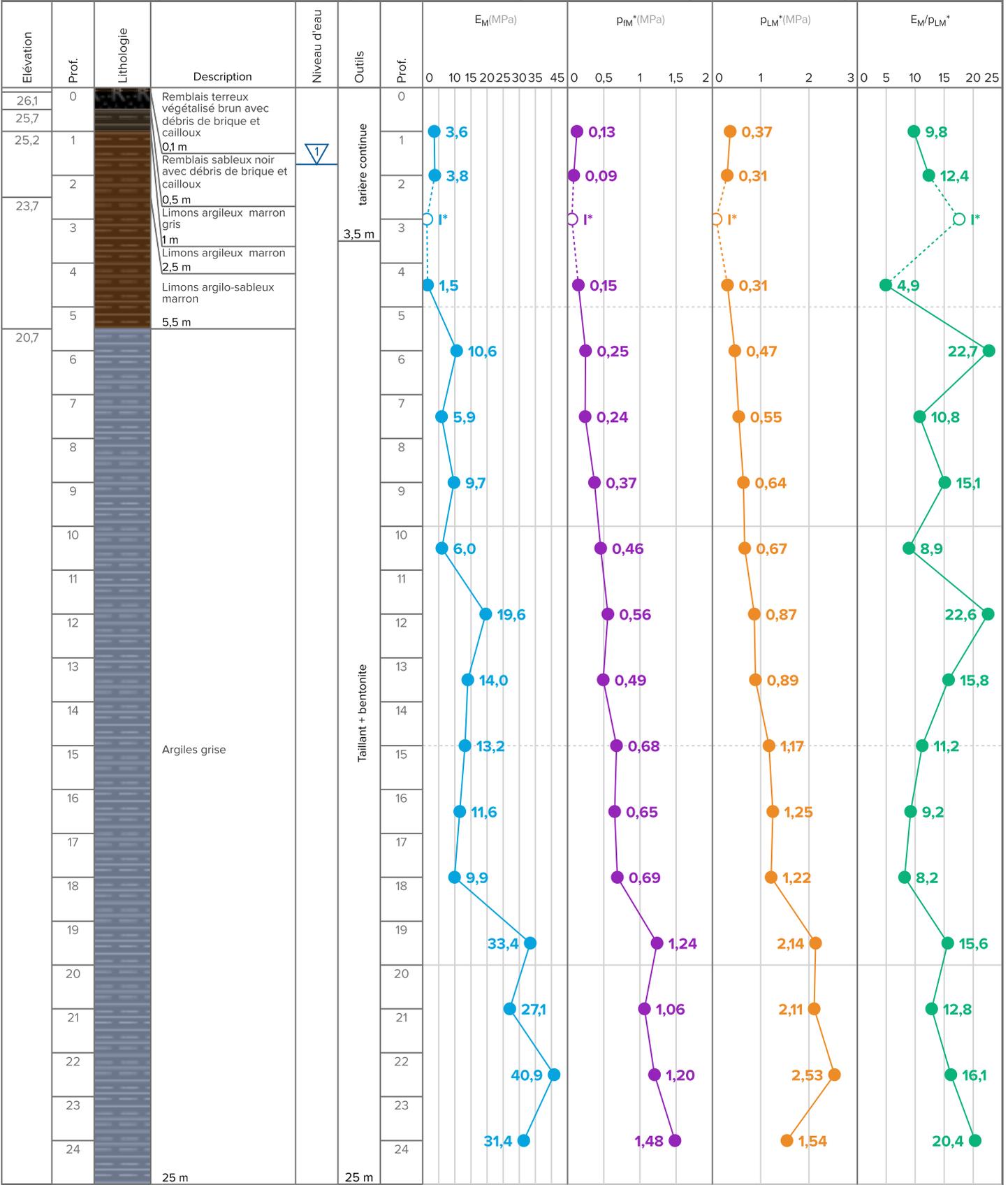
Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outil	Fluide	Equipement forage
	0	Limons sableux	2.50 m 07/05/2020 En cours de forage	Tarière continue Ø 63 mm	A sec	Tubage PVC en Ø 45/50 mm + crépines entre 1 m et 6 m de profondeur + chaussette textile
	1					
	2					
	3					
19.75	4.50 m	Argiles marron à grises				
19.25	5.00 m					



7. COUPES DES SONDAGES DE 2022

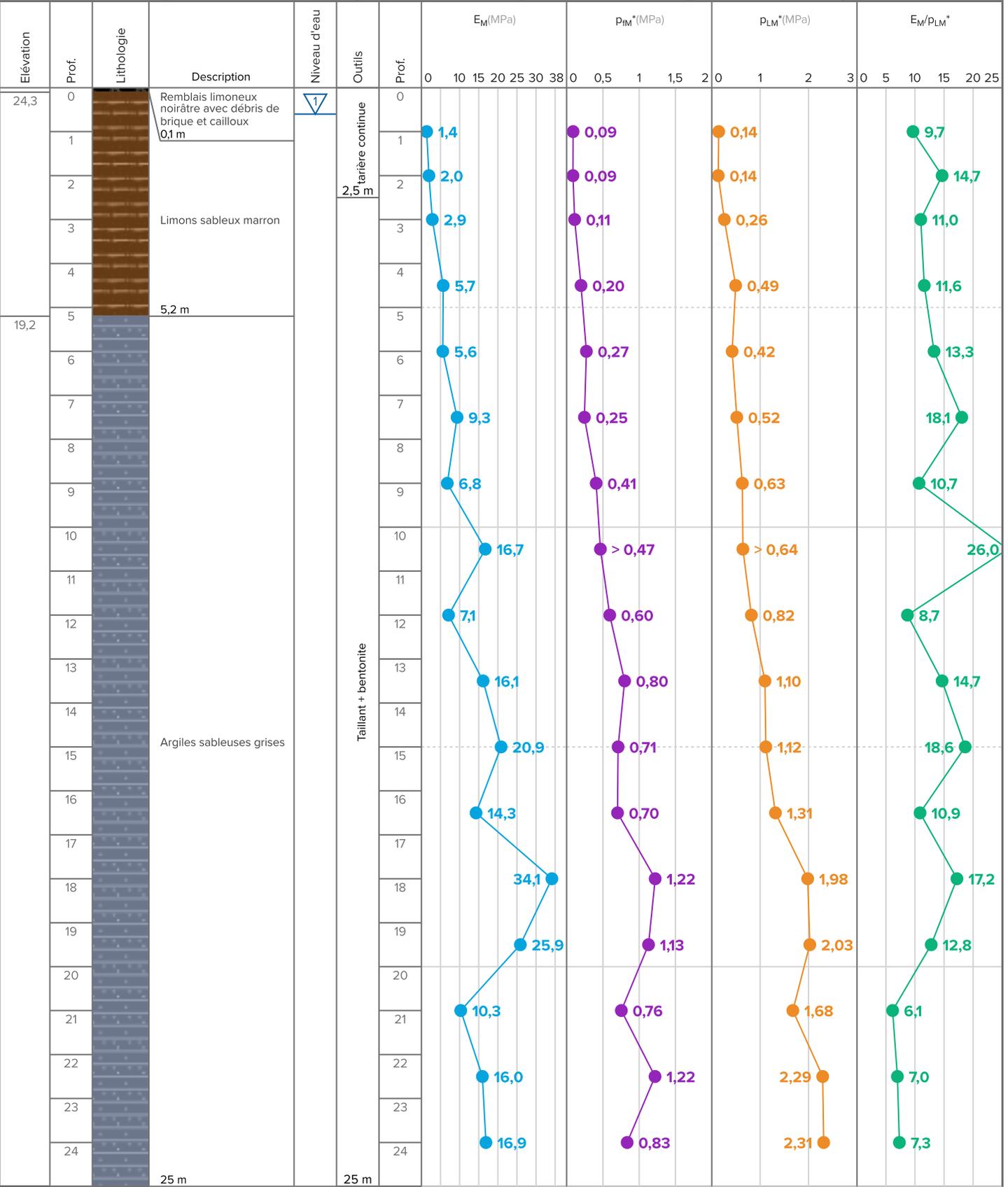
SP101	Longitude (WGS84)	Latitude (WGS84)	Élévation (NGF)	Angle	Prof. atteinte	Niveau d'eau		
	3,0915	50,6867	+26,2 m	0,0°	25,0 m	<input type="checkbox"/> Néant	<input type="checkbox"/> Non mesuré	<input checked="" type="checkbox"/> En cours de forage
						<input type="checkbox"/> Stabilisé	<input checked="" type="checkbox"/> Non stabilisé	<input type="checkbox"/> Sec

Données		Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
PMT-SP101		Pressiomètre	27/01/2022	27/01/2022	ECOFORE	



SP102	Longitude (WGS84)	Latitude (WGS84)	Élévation (NGF)	Angle	Prof. atteinte	Niveau d'eau		
	3,0922	50,6862	+24,4 m	0,0°	25,0 m	<input type="checkbox"/> Néant	<input type="checkbox"/> Non mesuré	<input checked="" type="checkbox"/> En cours de forage
						<input type="checkbox"/> Stabilisé	<input checked="" type="checkbox"/> Non stabilisé	<input type="checkbox"/> Sec

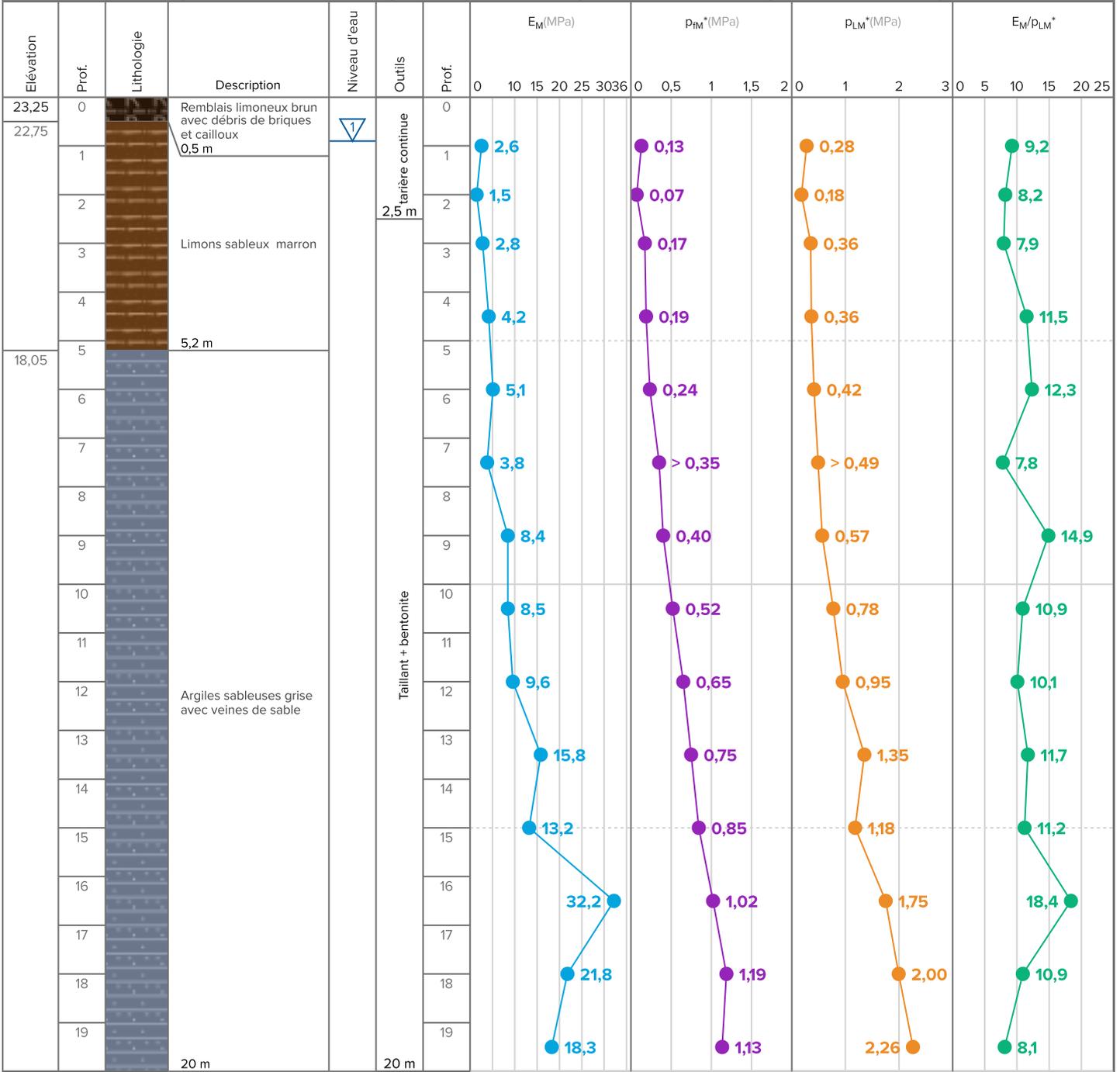
Données		Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
PMT-SP102		Pressiomètre	11/02/2022	11/02/2022	ECOFORE	



1 11/02/2022 - Niveau d'Eau En fin de forage - Après les deux premiers essais 0,6m 0,6 m

SP103	Longitude (WGS84)	Latitude (WGS84)	Élévation (NGF)	Angle	Prof. atteinte	Niveau d'eau		
	3,0932	50,6860	+23,25 m	0,0°	20,0 m	<input type="checkbox"/> Néant	<input type="checkbox"/> Non mesuré	<input checked="" type="checkbox"/> En cours de forage
						<input type="checkbox"/> Stabilisé	<input checked="" type="checkbox"/> Non stabilisé	<input type="checkbox"/> Sec

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
PMT-SP103	Pressiomètre	01/02/2022	01/02/2022	ECOFORE	



1 11/02/2022 - Niveau d'Eau En fin de forage - Après les trois premiers essais 0,9m 0,9 m

R101PZ Longitude (WGS84) 3,0919 Latitude (WGS84) 50,6857 Elévation (NGF) +24,5 m Angle 0,0° Prof. atteinte 5,0 m Niveau d'eau
 Néant Non mesuré En cours de forage
 Stabilisé Non stabilisé Sec

Début Non renseigné **Fin** Non renseigné **Machine** ECOFORE **Opérateur**

Elévation	Prof.	Lithologie	Description	Niveau d'eau	Outils	Equipement	
24,5	0		Remblais limoneux brun avec débris de brique 0,7 m				
23,8	1		Limons sableux marron	0,85 m	Tarière	Tubage PVC en Ø48/50 mm	
	2			Stabilisé			3 m
	3						
	4					5 m	
19,9			Argiles marron-grise 4,6 m				
19,5	5		5 m				

R102PZ Longitude (WGS84) 3,0927 Latitude (WGS84) 50,6866 Elévation (NGF) +23,8 m Angle 0,0° Prof. atteinte 5,0 m Niveau d'eau
 Néant Non mesuré En cours de forage
 Stabilisé Non stabilisé Sec

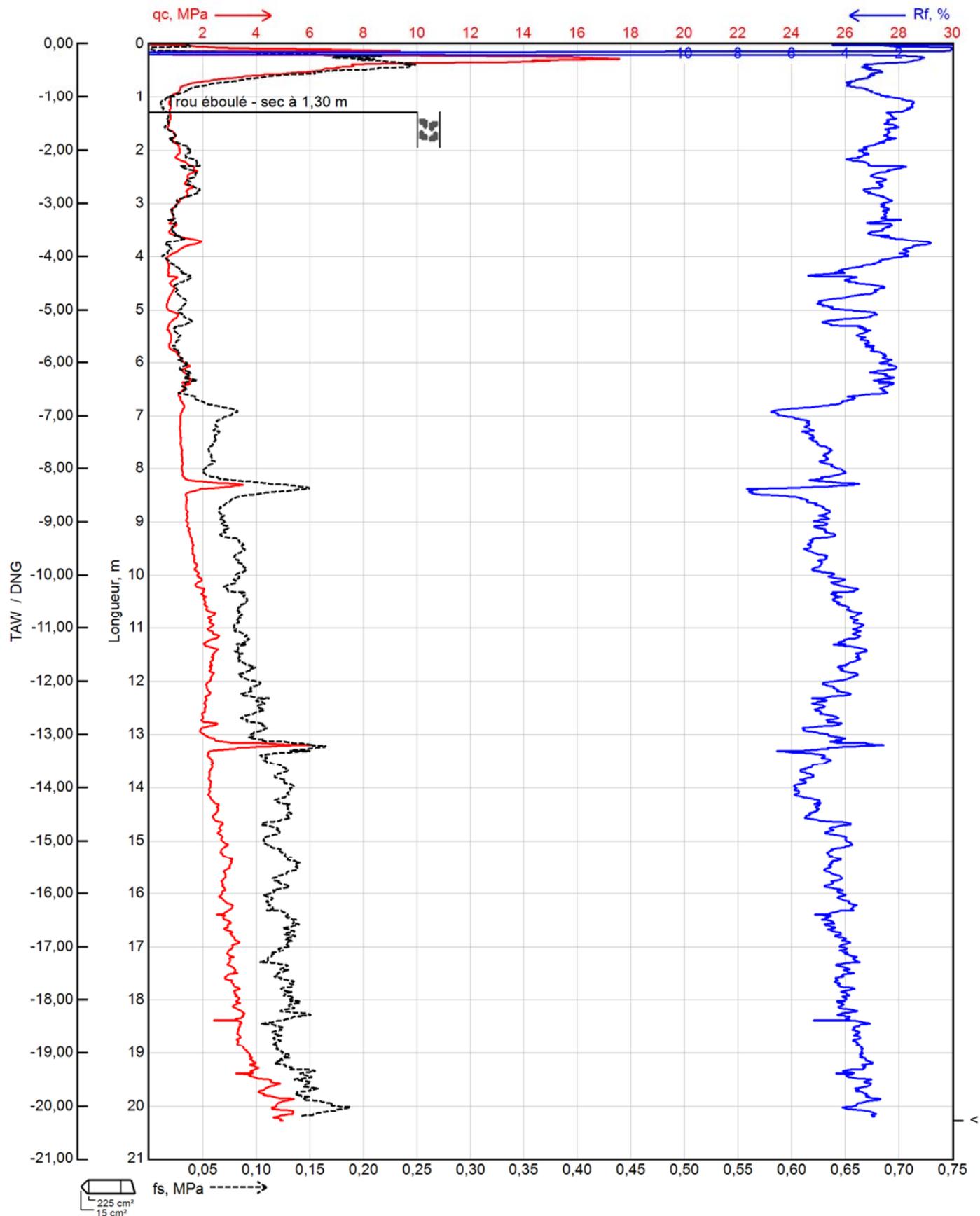
Début		Fin		Machine		Opérateur	
Non renseigné		Non renseigné		ECOFORE			
Elévation	Prof.	Lithologie	Description	Niveau d'eau	Outils	Equipement	
23,8	0		Remblais terreux brun 0,7 m	0,3 m			
23,1	1		Limons argilo-sableux marron-beige	Stabilisé	Tarière	Tubage PVC en Ø48/50 mm	
	2					3 m	
	3						
	4						
			4,7 m			Tubage PVC en	
			Argiles grises			5 m	
18,8	5		5 m				

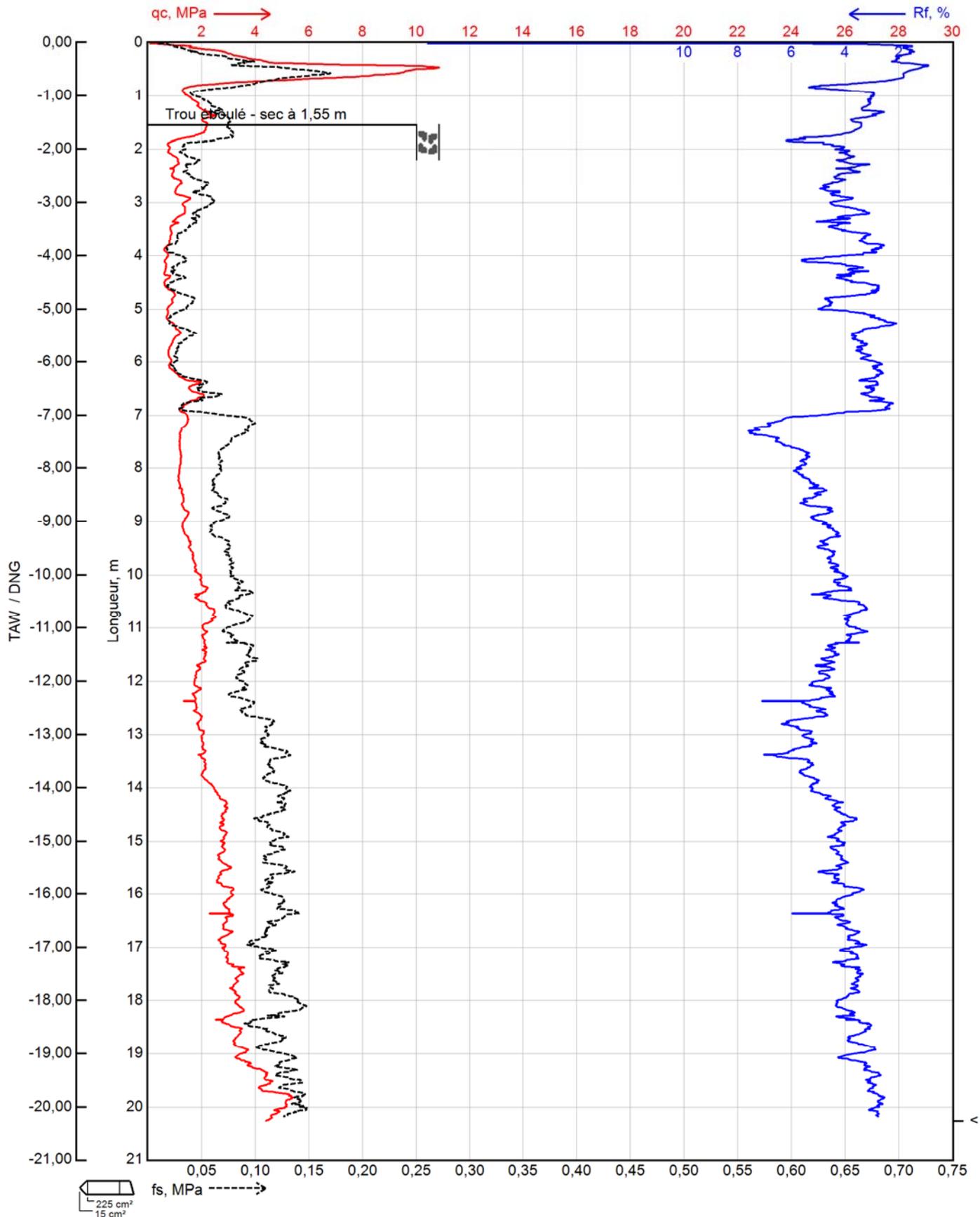


8. ESSAIS PENETROMETRIQUES DE 2020 ET 2022

Z2052799 - S01
 Date d'exécution : 15-05-2020
 59700 MARCQ EN BAROEUL
 Altimétrie du terrain: 26,15 m NGF

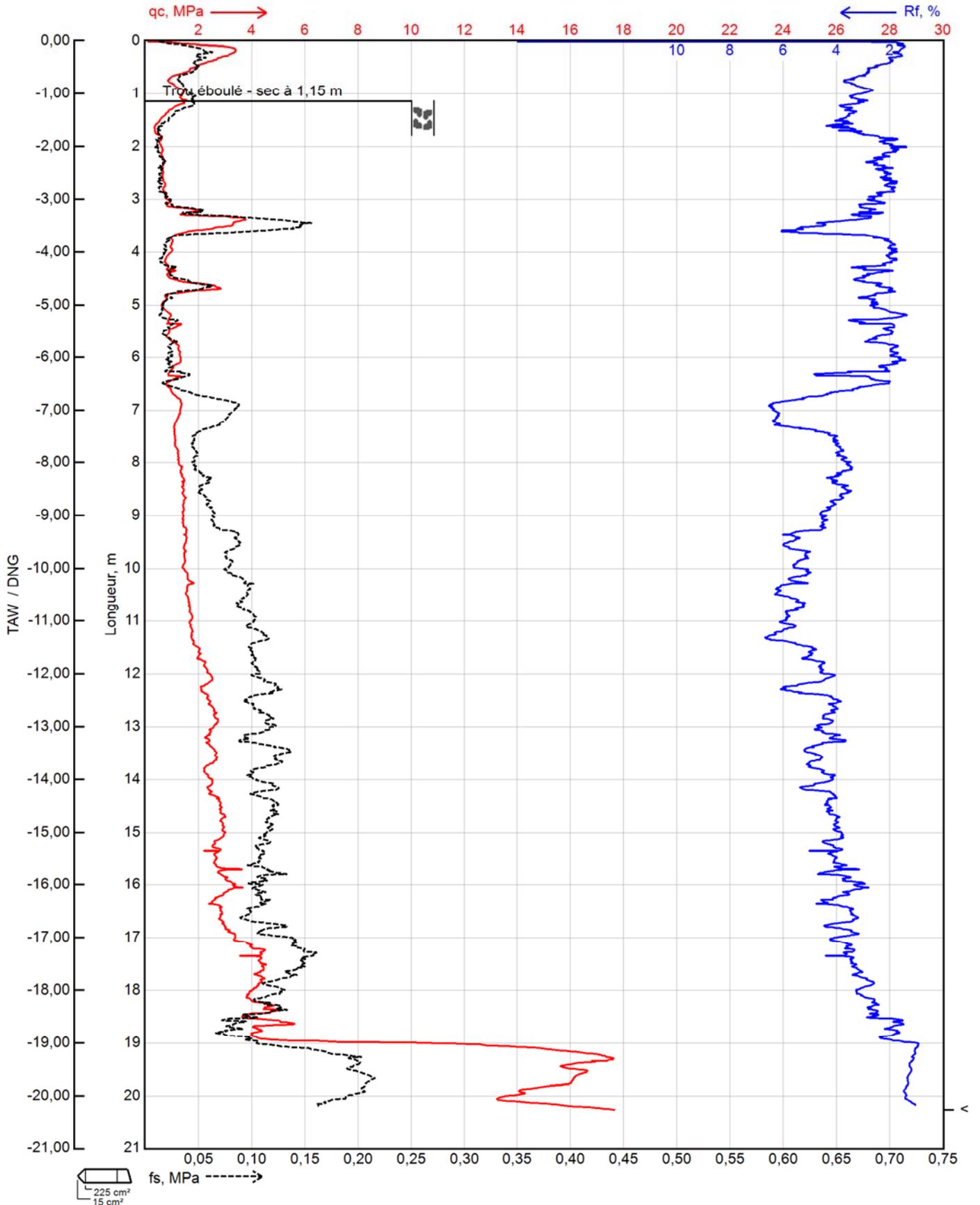
CPT-E 15 cm²
 200 kN
 niveau d'eau (Niv E) : Trou éboulé - sec à 1,30 m

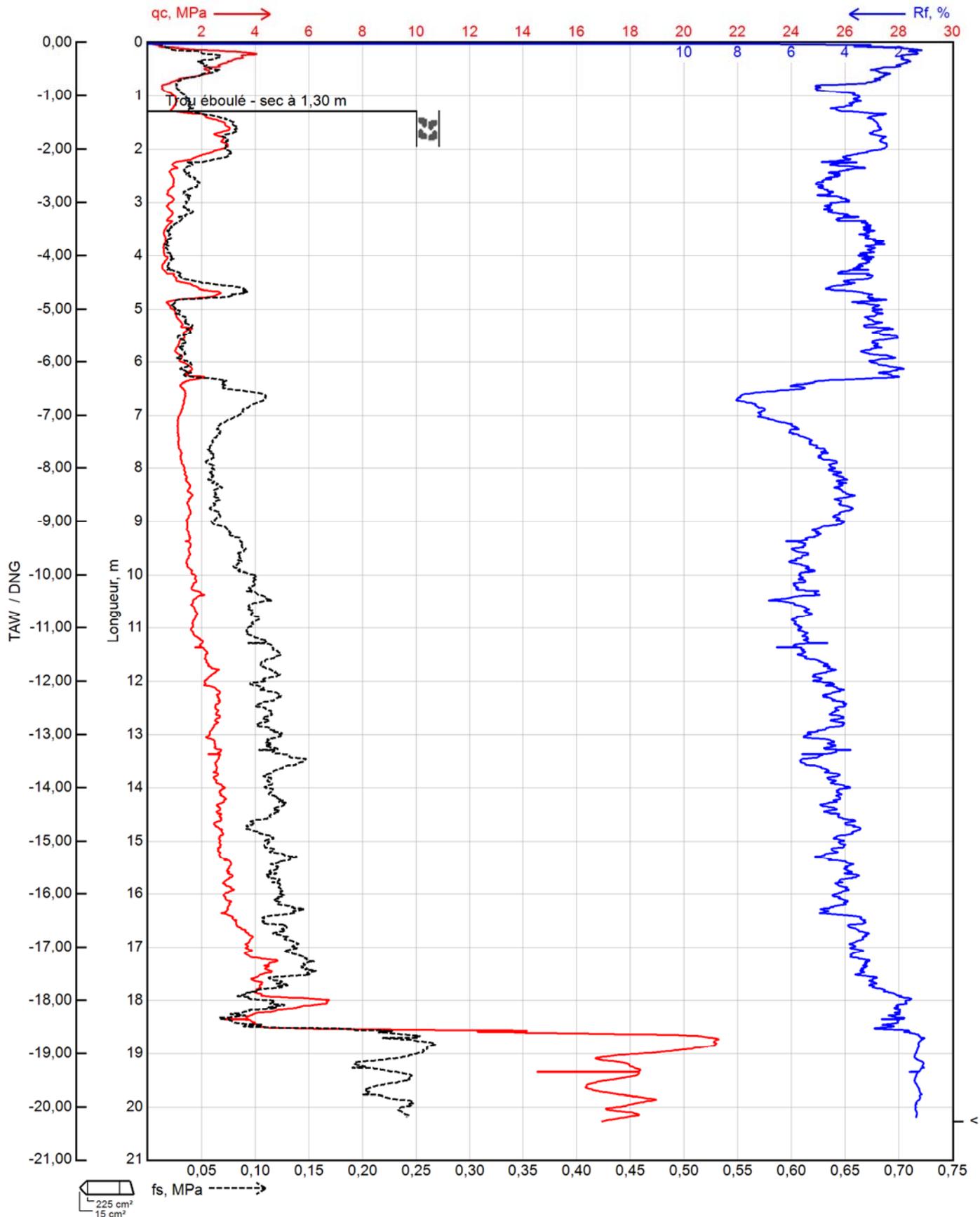


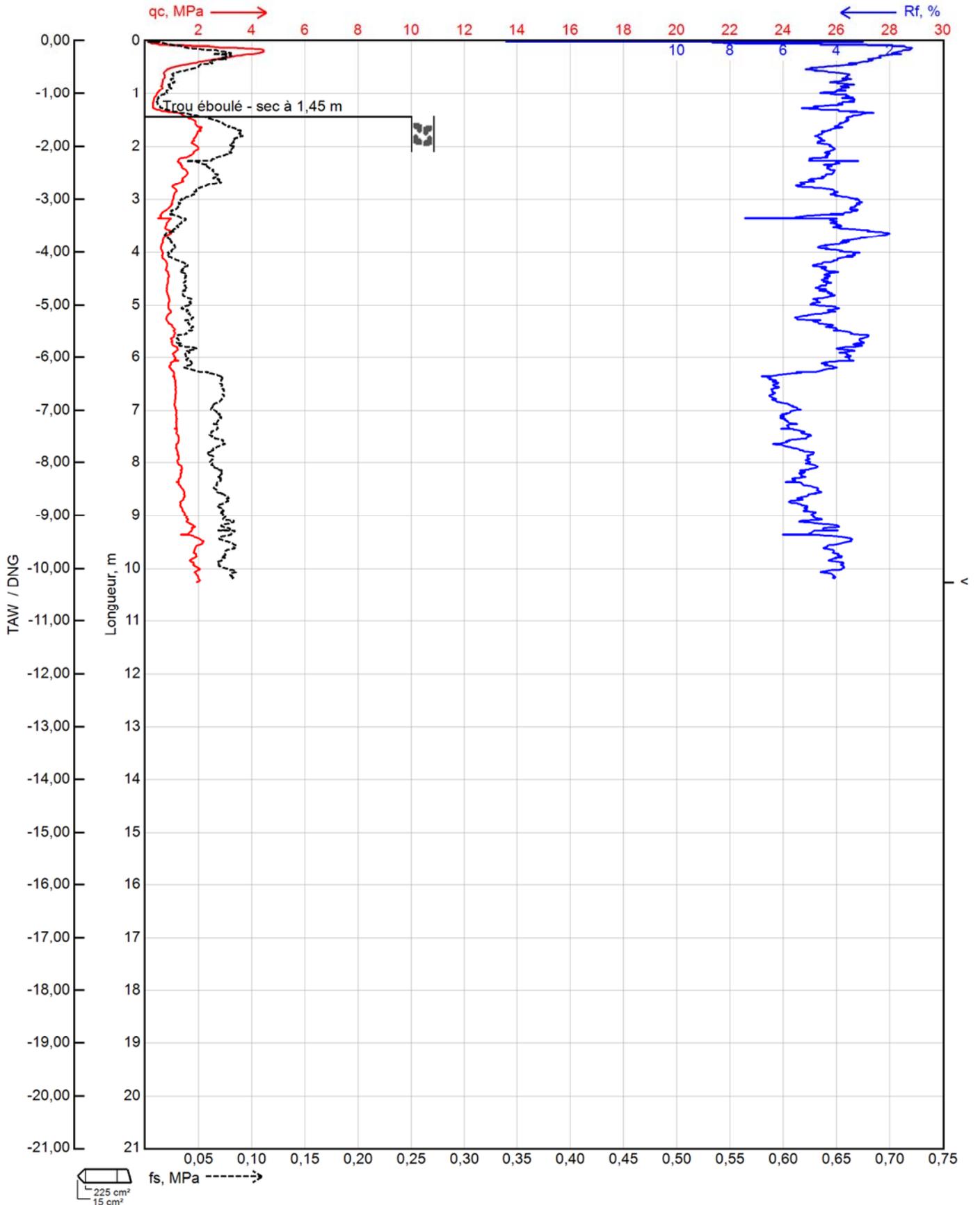


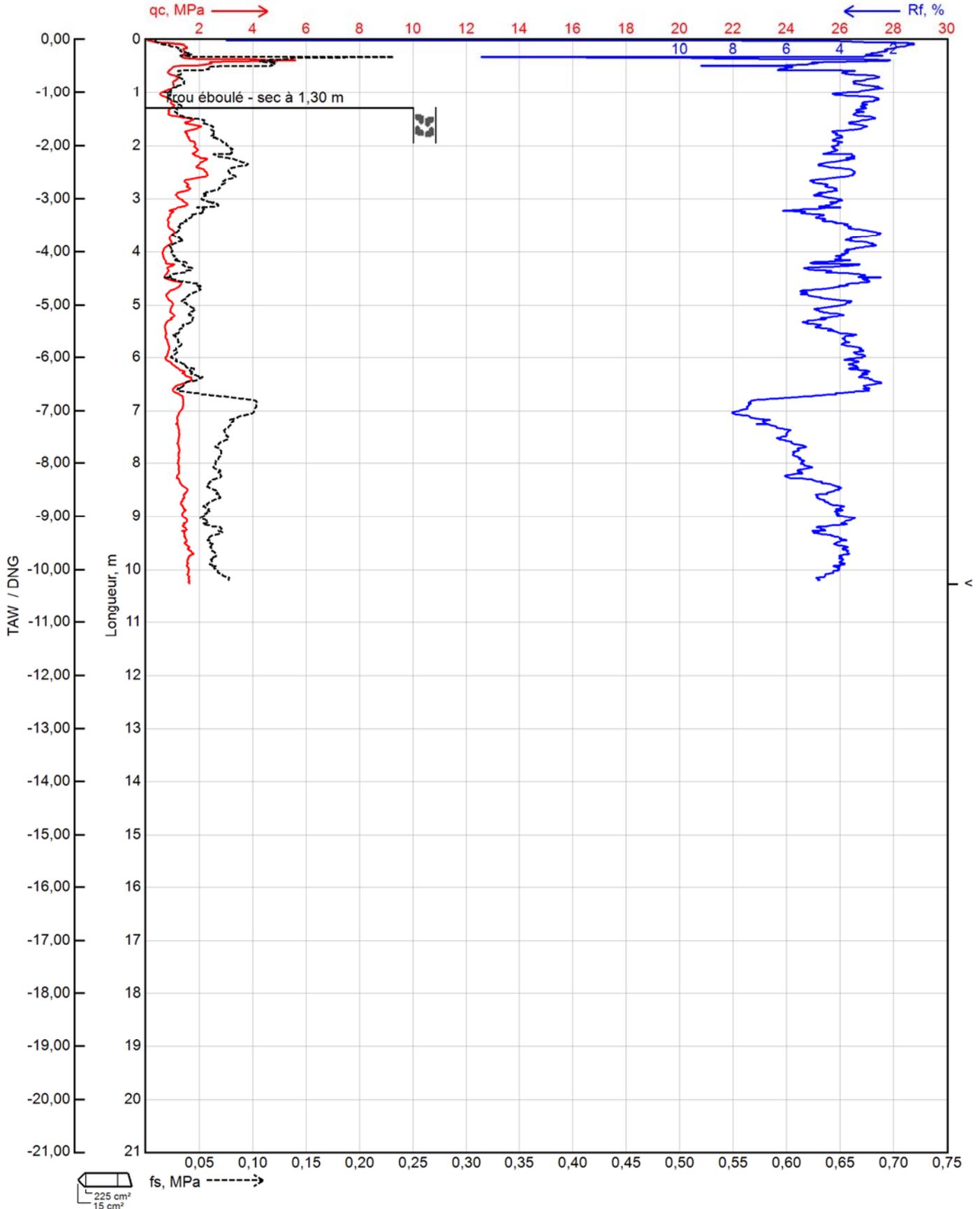
Z2052799 - S03
 Date d'exécution : 15-05-2020
 59700 MARCQ EN BAROEUL
 Altimétrie du terrain: 23,85 m NGF

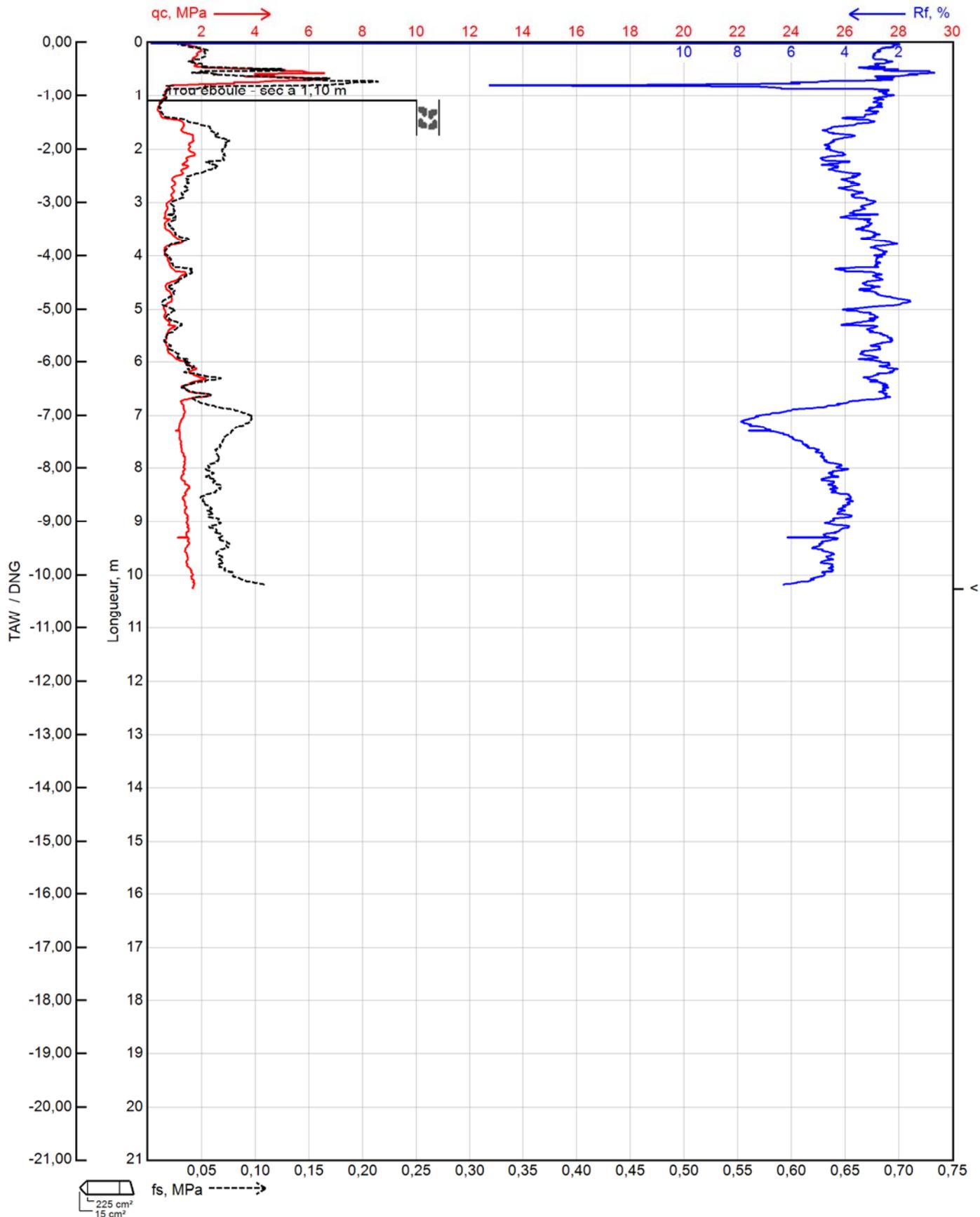
CPT-E 15 cm²
 200 kN
 niveau d'eau (Niv E) : Trou éboulé - sec à 1,15 m

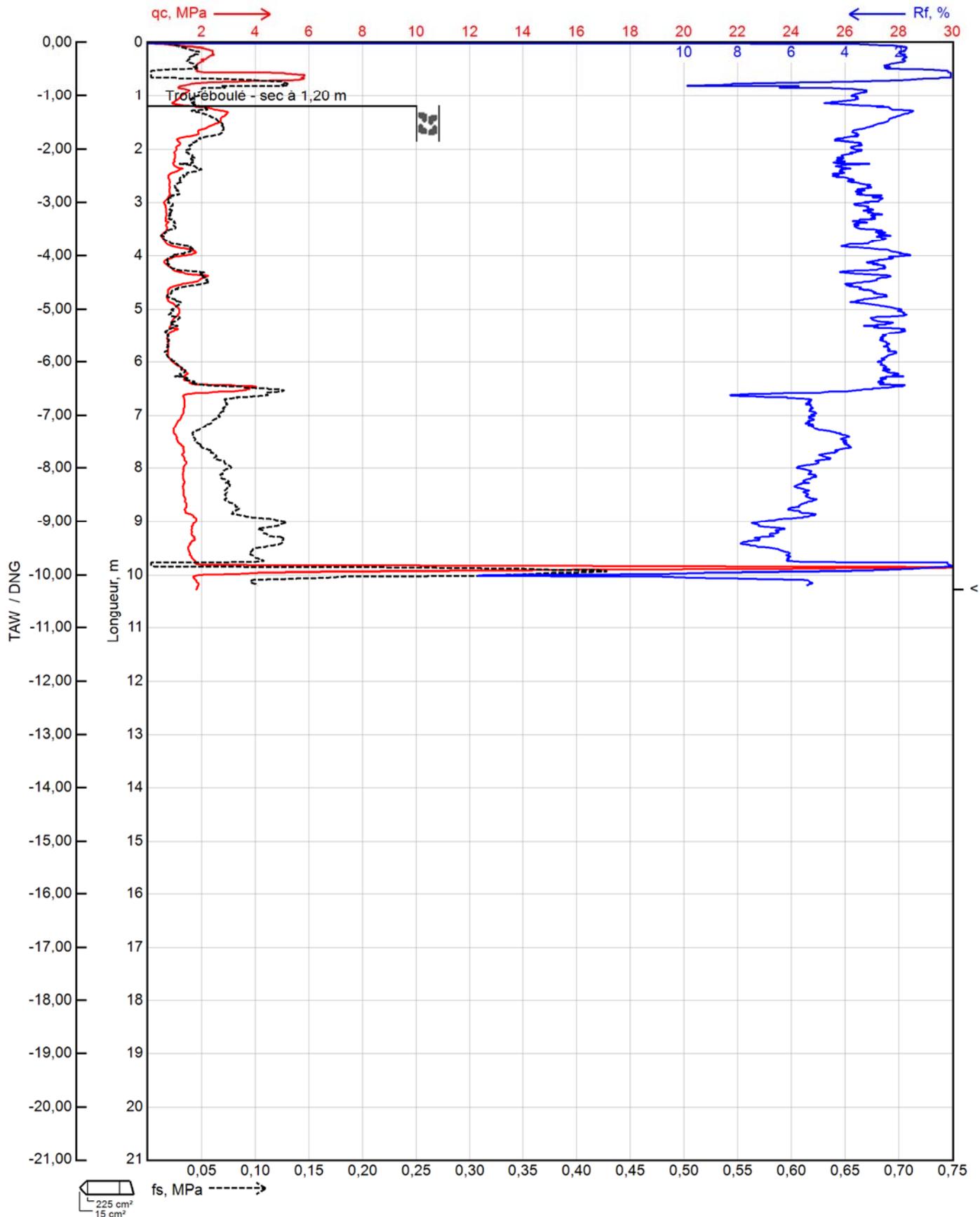


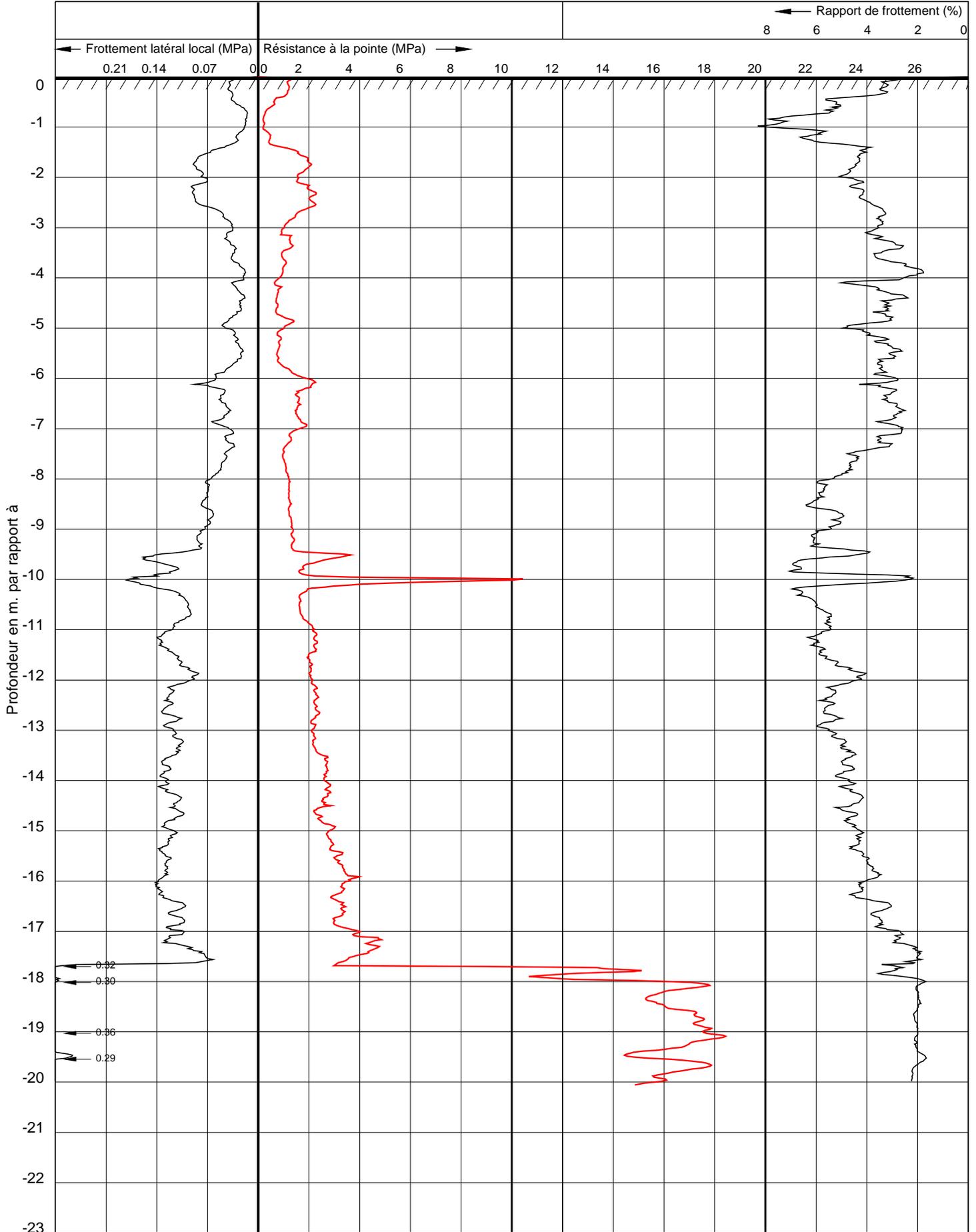


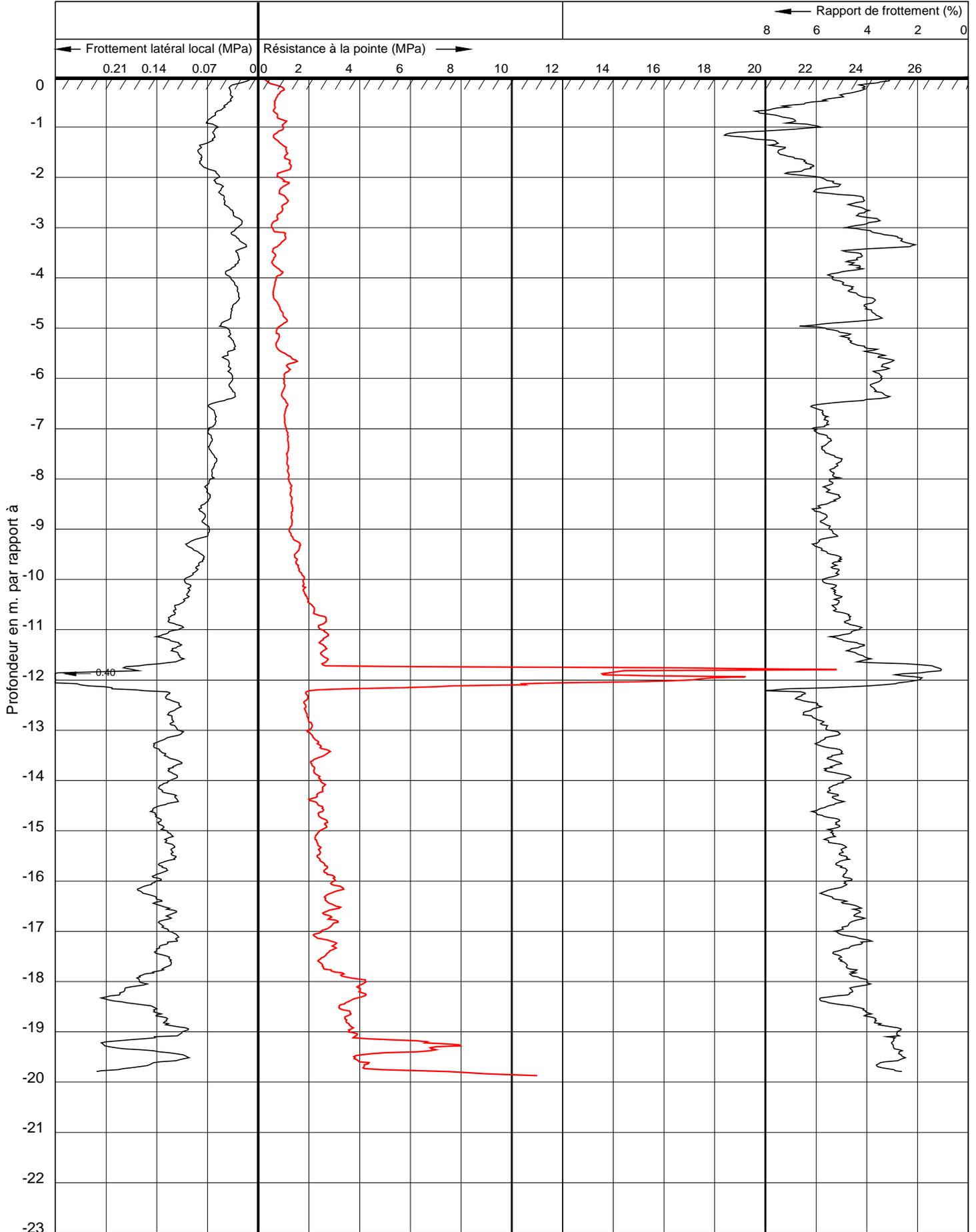












9. FOUILLES A LA PELLE MECANIQUE 2022

PM101	Longitude (WGS84)	Latitude (WGS84)	Élévation (NGF)	Angle	Prof. atteinte	Niveau d'eau	
	3,0926	50,6867	+23,85 m	0,0°	3,0 m	<input type="checkbox"/> Néant <input type="checkbox"/> Non mesuré <input checked="" type="checkbox"/> En cours de forage <input type="checkbox"/> Stabilisé <input checked="" type="checkbox"/> Non stabilisé <input type="checkbox"/> Sec	

Début		Fin		Machine		Opérateur	
Non renseigné		Non renseigné		Pelle mécanique			

Élévation	Prof.	Lithologie	Description	Niveau d'eau
23,85	0		Remblais limoneux brun avec débris de brique rouge 0,9 m	▼ 1,85 m
22,95	1		Limons beige avec veines d'oxydation ocre 3 m	
	2			
20,85	3			

RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE

Sondage	Type	Élévation	Prof. atteinte
PM101	Pelle mécanique	+23,85 m NGF	3,0 m



Ref. 1



Ref. 2



Ref. 3

PM102	Longitude (WGS84)	Latitude (WGS84)	Élévation (NGF)	Angle	Prof. atteinte	Niveau d'eau	
	3,0913	50,6867	+26,3 m	0,0°	3,0 m	<input type="checkbox"/> Néant <input checked="" type="checkbox"/> Non mesuré <input type="checkbox"/> En cours de forage <input type="checkbox"/> Stabilisé <input type="checkbox"/> Non stabilisé <input type="checkbox"/> Sec	

Début	Fin	Machine	Opérateur
Non renseigné	Non renseigné	Pelle mécanique	

Élévation	Prof.	Lithologie	Description
26,3	0		Remblais limoneux brun avec débris de brique et bloc béton 0,8 m
25,5	1		Limons gris 1,3 m
25	2		Limons marron 3 m

23,3	3		
------	---	--	--

RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE

Sondage	Type	Elévation	Prof. atteinte
PM102	Pelle mécanique	+26,3 m NGF	3,0 m



Ref. 1

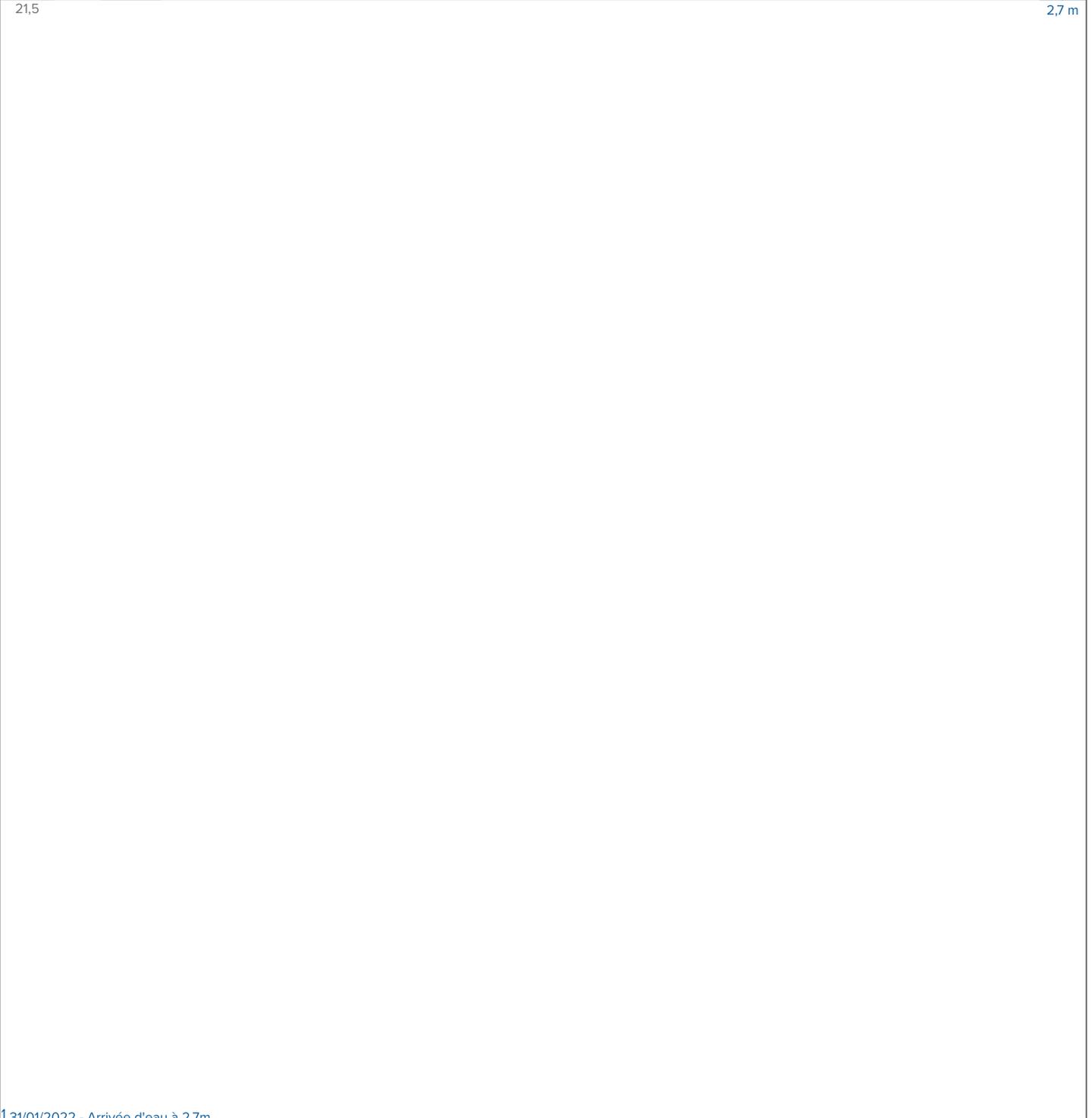


Ref. 2

PM103	Longitude (WGS84)	Latitude (WGS84)	Élévation (NGF)	Angle	Prof. atteinte	Niveau d'eau	
	3,0915	50,6858	+24,2 m	0,0°	2,7 m	<input type="checkbox"/> Néant <input type="checkbox"/> Non mesuré <input checked="" type="checkbox"/> En cours de forage <input type="checkbox"/> Stabilisé <input checked="" type="checkbox"/> Non stabilisé <input type="checkbox"/> Sec	

Début		Fin		Machine		Opérateur	
Non renseigné		Non renseigné		Pelle mécanique			

Élévation	Prof.	Lithologie	Description	Niveau d'eau
24	0		Remblais limoneux brun 0,2 m	▼ 2,7 m
	1		Limons marron	
	2		2,7 m	



¹ 31/01/2022 - Arrivée d'eau à 2,7m

RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE

Sondage	Type	Elévation	Prof. atteinte
PM103	Pelle mécanique	+24,2 m NGF	2,7 m



Ref. 1



Ref. 2



Ref. 3

PM104	Longitude (WGS84)	Latitude (WGS84)	Élévation (NGF)	Angle	Prof. atteinte	Niveau d'eau
	3,0923	50,6855	+23,8 m	0,0°	2,7 m	<input type="checkbox"/> Néant <input checked="" type="checkbox"/> Non mesuré <input type="checkbox"/> En cours de forage <input type="checkbox"/> Stabilisé <input type="checkbox"/> Non stabilisé <input type="checkbox"/> Sec

Début	Fin	Machine	Opérateur
Non renseigné	Non renseigné	Pelle mécanique	

Élévation	Prof.	Lithologie	Description
23,8	0		Remblais limoneux brun
	1		1,4 m
22,4	2		Limons marron
			2,7 m

21,1			
------	--	--	--

RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE

Sondage	Type	Elévation	Prof. atteinte
PM104	Pelle mécanique	+23,8 m NGF	2,7 m



Ref. 1



Ref. 2



Ref. 3

PM105	Longitude (WGS84)	Latitude (WGS84)	Élévation (NGF)	Angle	Prof. atteinte	Niveau d'eau	
	3,0933	50,6862	+23,05 m	0,0°	3,0 m	<input type="checkbox"/> Néant <input type="checkbox"/> Non mesuré <input checked="" type="checkbox"/> En cours de forage <input type="checkbox"/> Stabilisé <input checked="" type="checkbox"/> Non stabilisé <input type="checkbox"/> Sec	

Début		Fin		Machine		Opérateur	
Non renseigné		Non renseigné		Pelle mécanique			

Élévation	Prof.	Lithologie	Description	Niveau d'eau
22,95	0		Remblais végétalisé brun 0,1 m	
	1		Limons marron 2 m	
21,05	2		Limons marron avec traces d'oxydation 2,5 m	
20,55			Limons beige-gris avec traces d'oxydation 3 m	
20,05	3			2,8 m

RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE

Sondage	Type	Elévation	Prof. atteinte
PM105	Pelle mécanique	+23,05 m NGF	3,0 m



Ref. 1



Ref. 2



Ref. 3

PM106	Longitude (WGS84)	Latitude (WGS84)	Élévation (NGF)	Angle	Prof. atteinte	Niveau d'eau	
	3,0922	50,6870	+25,3 m	0,0°	3,0 m	<input type="checkbox"/> Néant <input type="checkbox"/> Non mesuré <input checked="" type="checkbox"/> En cours de forage <input type="checkbox"/> Stabilisé <input checked="" type="checkbox"/> Non stabilisé <input type="checkbox"/> Sec	

Début	Fin	Machine	Opérateur
Non renseigné	Non renseigné	Pelle mécanique	

Elévation	Prof.	Lithologie	Description	Niveau d'eau
25,3	0		Remblais brun foncé avec enrobé et bloc béton 0,9 m	 2,8 m
24,1	1		Limons gris-vert 1,2 m	
	2		Limons beige 3 m	
22,3	3			

RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE

Sondage	Type	Elévation	Prof. atteinte
PM106	Pelle mécanique	+25,3 m NGF	3,0 m



Ref. 1



Ref. 2



Ref. 3

10. COMPTE-RENDU DE POSE DES PIEZOMETRES 2022

R101PZ	Longitude (WGS84)	Latitude (WGS84)	Élévation (NGF)	Angle	Prof. atteinte	Niveau d'eau		
	3,0919	50,6857	+24,5 m	0,0°	5,0 m	<input type="checkbox"/> Néant	<input type="checkbox"/> Non mesuré	<input type="checkbox"/> En cours de forage
						<input checked="" type="checkbox"/> Stabilisé	<input type="checkbox"/> Non stabilisé	<input type="checkbox"/> Sec

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
PZO-R101pz	Piézomètre ouvert	Non renseigné	Non renseigné	ECOFORE	

Sondage

Prof.	P	5,0 m
Diamètre	D	64,0 mm

Niveau d'eau

En cours de forage	H_w	- m
Après équipement	H_w	0,85 m

Tube
 PVC

Diamètre intérieur	D_t	45,0 mm
Diamètre extérieur	D_t	50,0 mm
Crépines	Fente	1,0 mm
		De 3,0 à 6,0 m

 Bouchon de fond Oui

 Hauteur hors sol H_t 0,25 m

Mise en place

Bouchon d'argile De - à - m

Hauteur cimentation De - à - m

Gravier calibré - / - mm De - à - m

Chaussette De - à - m

Protection

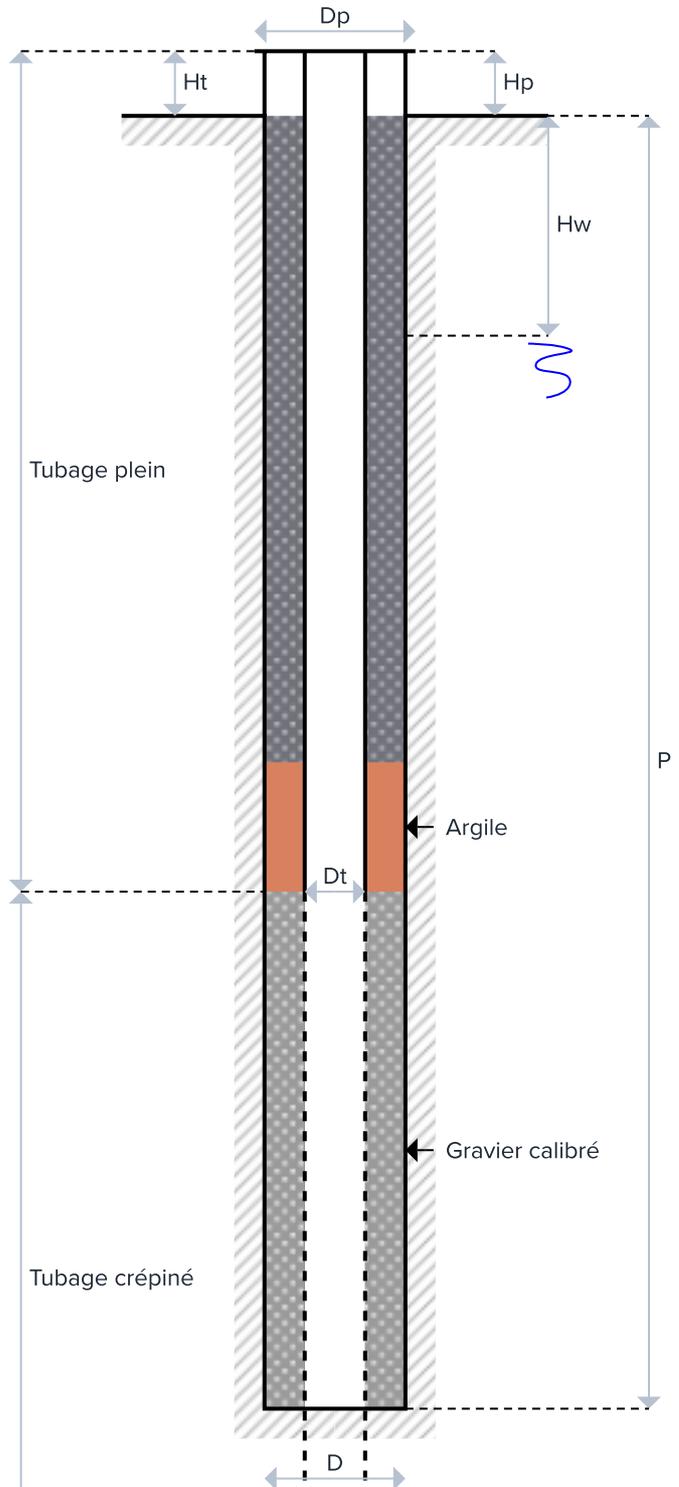
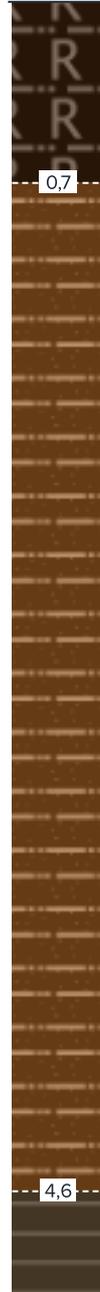
 Tête métallique Non

 Cadenas Non

 Bouche à clef Oui

 Regard béton Non

 Diamètre protection D_p 5,0 mm

 Hauteur hors sol H_p 0,25 m


R102PZ	Longitude (WGS84)	Latitude (WGS84)	Élévation (NGF)	Angle	Prof. atteinte	Niveau d'eau
3,0927	50,6866	+23,8 m	0,0°	5,0 m	<input type="checkbox"/> Néant <input type="checkbox"/> Non mesuré <input type="checkbox"/> En cours de forage <input checked="" type="checkbox"/> Stabilisé <input type="checkbox"/> Non stabilisé <input type="checkbox"/> Sec	

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
PZO-R102pz	Piézomètre ouvert	Non renseigné	Non renseigné	ECOFORE	

Sondage

Prof.	P	5,0 m
Diamètre	D	64,0 mm

Niveau d'eau

En cours de forage	H_w	- m
Après équipement	H_w	0,3 m

Tube

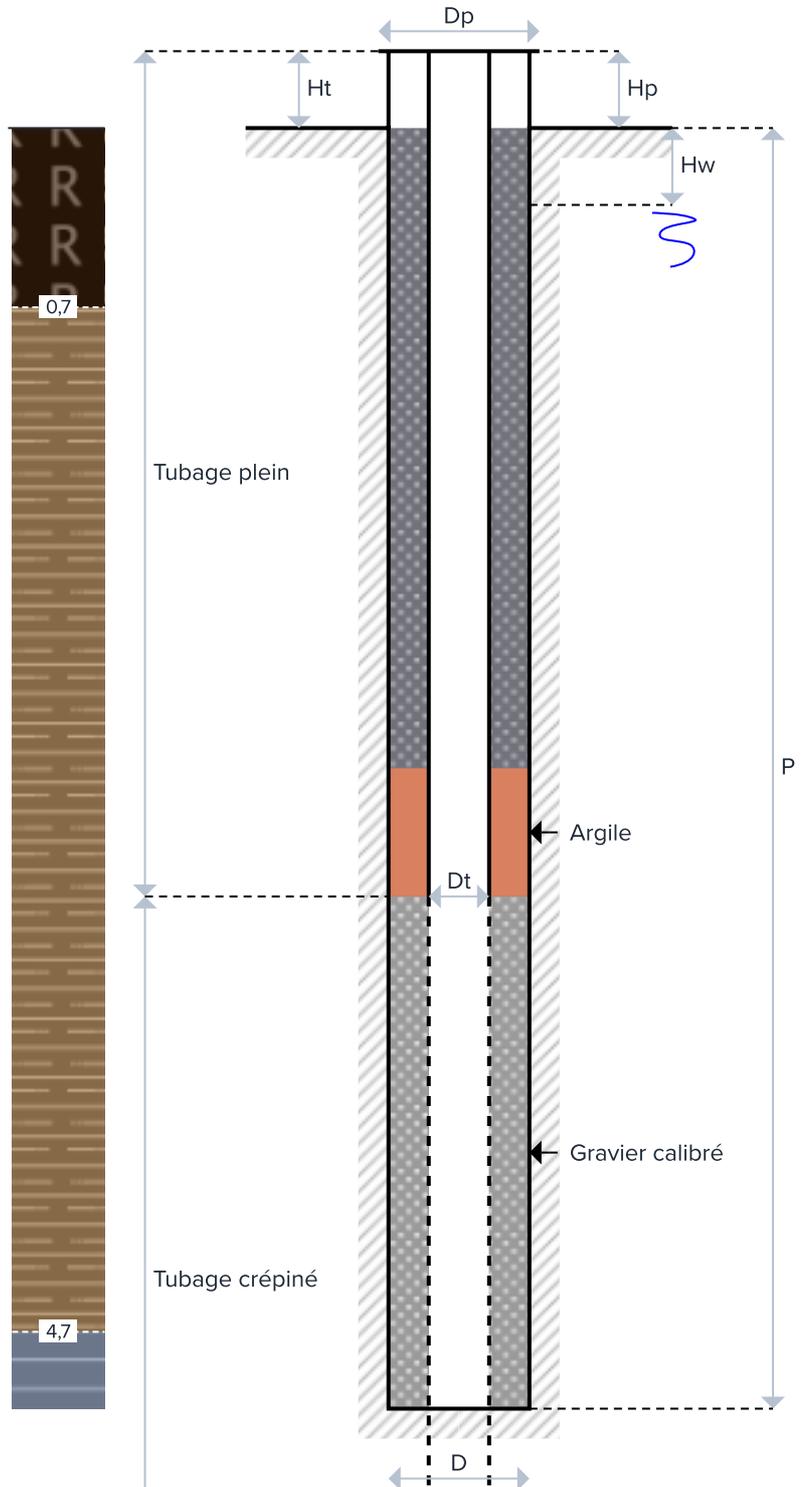
<input checked="" type="checkbox"/> PVC		
Diamètre intérieur	D_t	45,0 mm
Diamètre extérieur	D_t	50,0 mm
Crépines	Fente	1,0 mm
	De	3,0 à 6,0 m
Bouchon de fond	<input checked="" type="checkbox"/> Oui	
Hauteur hors sol	H_t	0,3 m

Mise en place

Bouchon d'argile	De - à - m
Hauteur cimentation	De - à - m
Gravier calibré	De - à - m
- / - mm	
Chaussette	De - à - m

Protection

Tête métallique	<input checked="" type="checkbox"/> Non	
Cadenas	<input checked="" type="checkbox"/> Non	
Bouche à clef	<input checked="" type="checkbox"/> Oui	
Regard béton	<input checked="" type="checkbox"/> Non	
Diamètre protection	D_p	50,0 mm
Hauteur hors sol	H_p	0,3 m



II. CLASSE SISMIQUE DE SOL



I2. ESSAIS DE LABORATOIRE

DÉTERMINATION DE LA TENEUR EN EAU PONDÉRALE DES MATÉRIAUX
(réalisé selon la norme NF P 94-050)

Nom de l'affaire :	Aventim- Marcq en Baroeul	N° d'affaire :	59.GT.20.0107	Laboratoire :	0
--------------------	---------------------------	----------------	---------------	---------------	---

Sondage	PM101												
---------	-------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Dates	prélèvement	31/01/2022	31/01/2022	31/01/2022									
	réception	22/02/2022	22/02/2022	22/02/2022									
	essai	09/03/2022	09/03/2022	09/03/2022									

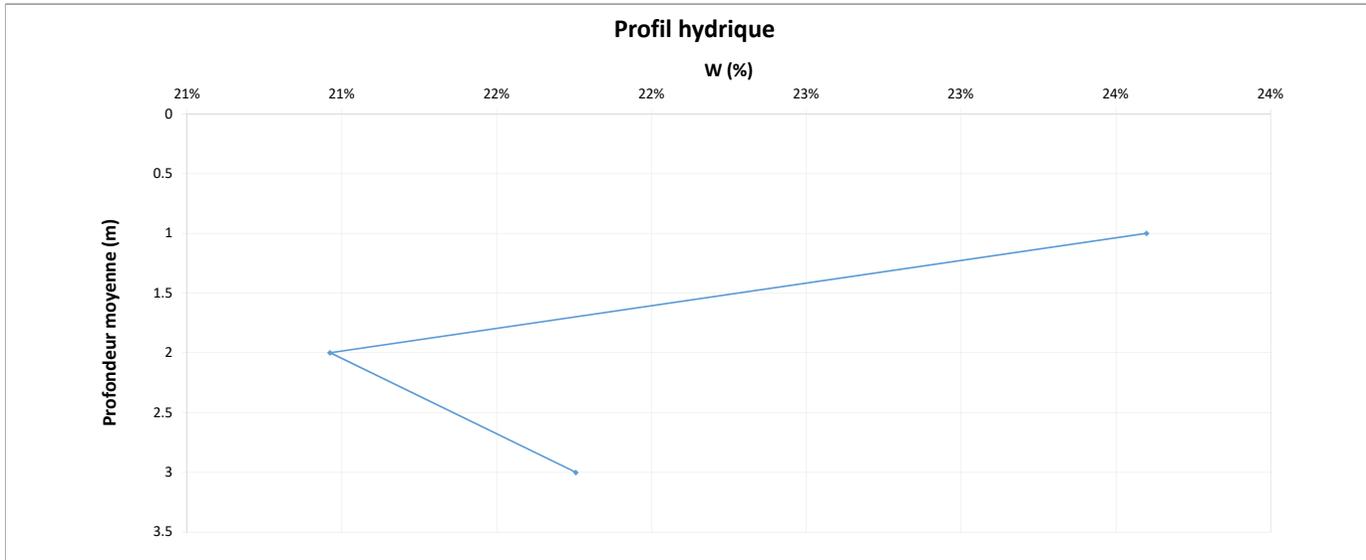
Profondeur Bas (m)	1.00	2.00	3.00										
Profondeur Haut (m)	1.00	2.00	3.00										
Cote inférieure (m)													
Cote supérieure (m)													
Profondeur moyenne (m)	1.00	2.00	3.00										

Température	105°	105°	105°										
-------------	------	------	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Nature des matériaux	Limons marron	Limons marron	limons marron										
Dmax (mm)	<5	<5	<5										

Essai normalisé	oui	oui	oui										
-----------------	-----	-----	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

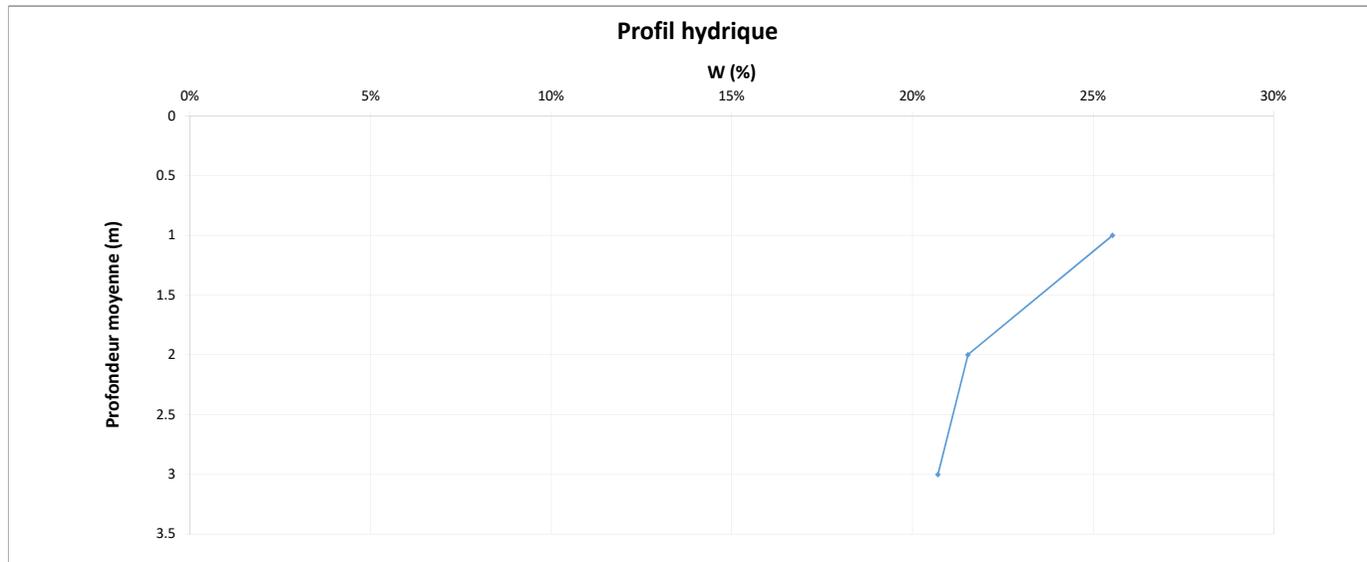
W (%)	23.60	20.96	21.76										
-------	-------	-------	-------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



DÉTERMINATION DE LA TENEUR EN EAU PONDÉRALE DES MATÉRIAUX
(réalisé selon la norme NF P 94-050)

Nom de l'affaire :	Aventim- Marcq en Baroeul	N° d'affaire :	59.GT.20.0107	Laboratoire :	TOULOUSE
--------------------	---------------------------	----------------	---------------	---------------	----------

Sondage		PM102												
Dates	prélèvement	31/01/2022	31/01/2022	31/01/2022										
	réception	22/02/2022	22/02/2022	22/02/2022										
	essai													
Profondeur Bas (m)	1.00	2.00	3.00											
Profondeur Haut (m)	1.00	2.00	3.00											
Cote inférieure (m)														
Cote supérieure (m)														
Profondeur moyenne (m)	1.00	2.00	3.00											
Température	105	105	105											
Nature des matériaux	Limon marron	Limon marron	Limon marron											
Dmax (mm)	<5	<5	<5											
Essai normalisé	oui	oui	oui											
W (%)	25.54	21.54	20.71											



DÉTERMINATION DE LA TENEUR EN EAU PONDÉRALE DES MATÉRIAUX
(réalisé selon la norme NF P 94-050)

Nom de l'affaire :	Aventim- Marcq en Baroeul	N° d'affaire :	59.GT.20.0107	Laboratoire :	0
--------------------	---------------------------	----------------	---------------	---------------	---

Sondage	PM103												
---------	-------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Dates	prélèvement	31/01/2022	31/01/2022	31/01/2022									
	réception	22/02/2022	22/02/2022	22/02/2022									
	essai	10/03/2022	09/03/2022	09/03/2022									

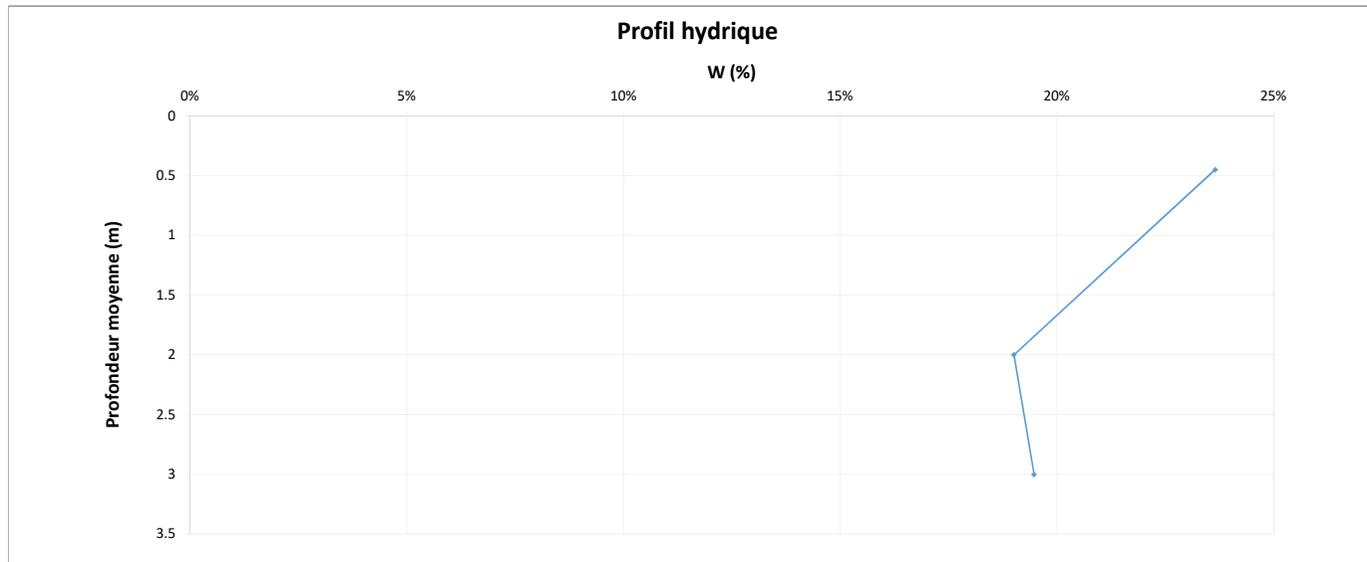
Profondeur Bas (m)	0.30	2.00	3.00										
Profondeur Haut (m)	0.60	2.00	3.00										
Cote inférieure (m)													
Cote supérieure (m)													
Profondeur moyenne (m)	0.45	2.00	3.00										

Température	105	105	105										
-------------	-----	-----	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Nature des matériaux	Limon marron	Limon marron	Limon marron										
Dmax (mm)	<5	<5	<5										

Essai normalisé	oui	oui	oui										
-----------------	-----	-----	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

W (%)	23.65	19.01	19.47										
-------	-------	-------	-------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



DÉTERMINATION DE LA TENEUR EN EAU PONDÉRALE DES MATÉRIAUX
(réalisé selon la norme NF P 94-050)

Nom de l'affaire :	Aventim- Marcq en Baroeul	N° d'affaire :	59.GT.20.0107	Laboratoire :	0
--------------------	---------------------------	----------------	---------------	---------------	---

Sondage	PM104												
---------	-------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Dates	prélèvement	31/01/2022	31/01/2022	31/01/2022									
	réception	22/02/2022	22/02/2022	22/02/2022									
	essai	09/03/2022	09/03/2022	09/03/2022									

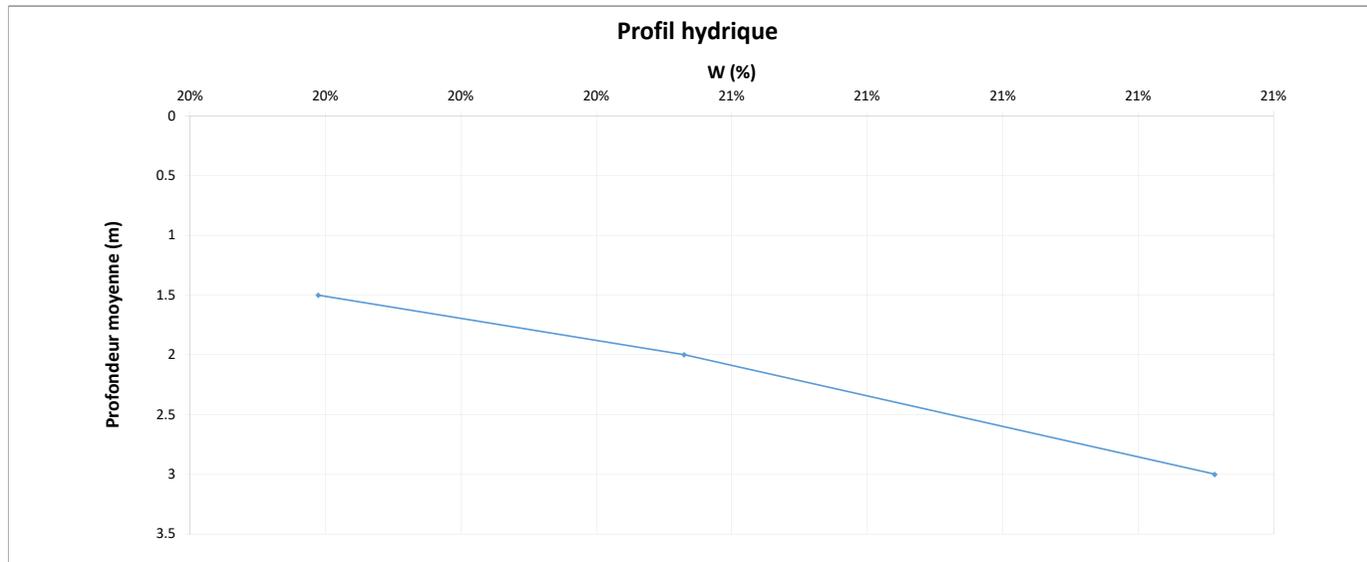
Profondeur Bas (m)	1.50	2.00	3.00										
Profondeur Haut (m)	1.50	2.00	3.00										
Cote inférieure (m)													
Cote supérieure (m)													
Profondeur moyenne (m)	1.50	2.00	3.00										

Température	105	105	105										
-------------	-----	-----	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Nature des matériaux	Limon marron	Limon marron	Limon marron										
Dmax (mm)	<5	<5	<5										

Essai normalisé	oui	oui	oui										
-----------------	-----	-----	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

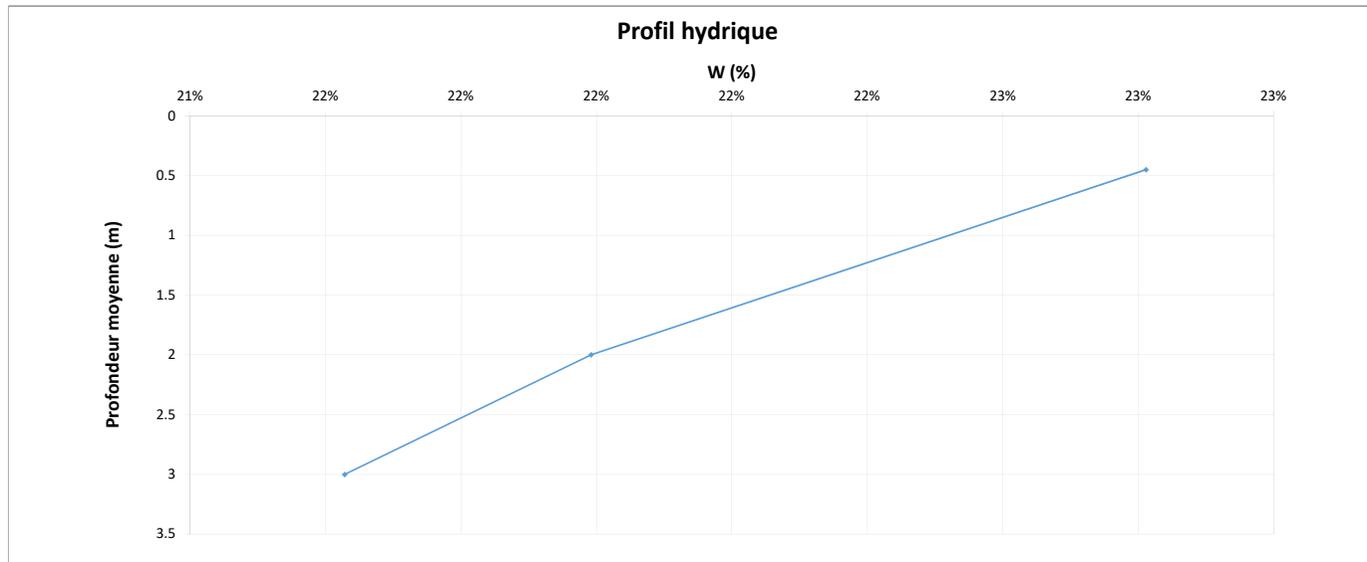
W (%)	19.99	20.53	21.31										
-------	-------	-------	-------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



DÉTERMINATION DE LA TENEUR EN EAU PONDÉRALE DES MATÉRIAUX
(réalisé selon la norme NF P 94-050)

Nom de l'affaire :	Aventim- Marcq en Baroeul	N° d'affaire :	59.GT.20.0107	Laboratoire :	0
--------------------	---------------------------	----------------	---------------	---------------	---

Sondage		PM105												
Dates	prélèvement	31/01/2022	31/01/2022	31/01/2022										
	réception	22/02/2022	22/02/2022	22/02/2022										
	essai	09/03/2022	09/03/2022	09/03/2022										
Profondeur Bas (m)	0.30	2.00	3.00											
Profondeur Haut (m)	0.60	2.00	3.00											
Cote inférieure (m)														
Cote supérieure (m)														
Profondeur moyenne (m)	0.45	2.00	3.00											
Température	105	105	105											
Nature des matériaux	Limon marron	Limon marron	Limon marron											
Dmax (mm)	<5	<5	<5											
Essai normalisé	oui	oui	oui											
W (%)	22.81	21.99	21.63											



DÉTERMINATION DE LA TENEUR EN EAU PONDÉRALE DES MATÉRIAUX
(réalisé selon la norme NF P 94-050)

Nom de l'affaire :	Aventim- Marcq en Baroeul	N° d'affaire :	59.GT.20.0107	Laboratoire :	0
--------------------	---------------------------	----------------	---------------	---------------	---

Sondage	PM106												
---------	-------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Dates	prélèvement	31/01/2022	31/01/2022	31/01/2022										
	réception	22/02/2022	22/02/2022	22/02/2022										
	essai	10/03/2022	09/03/2022	10/03/2022										

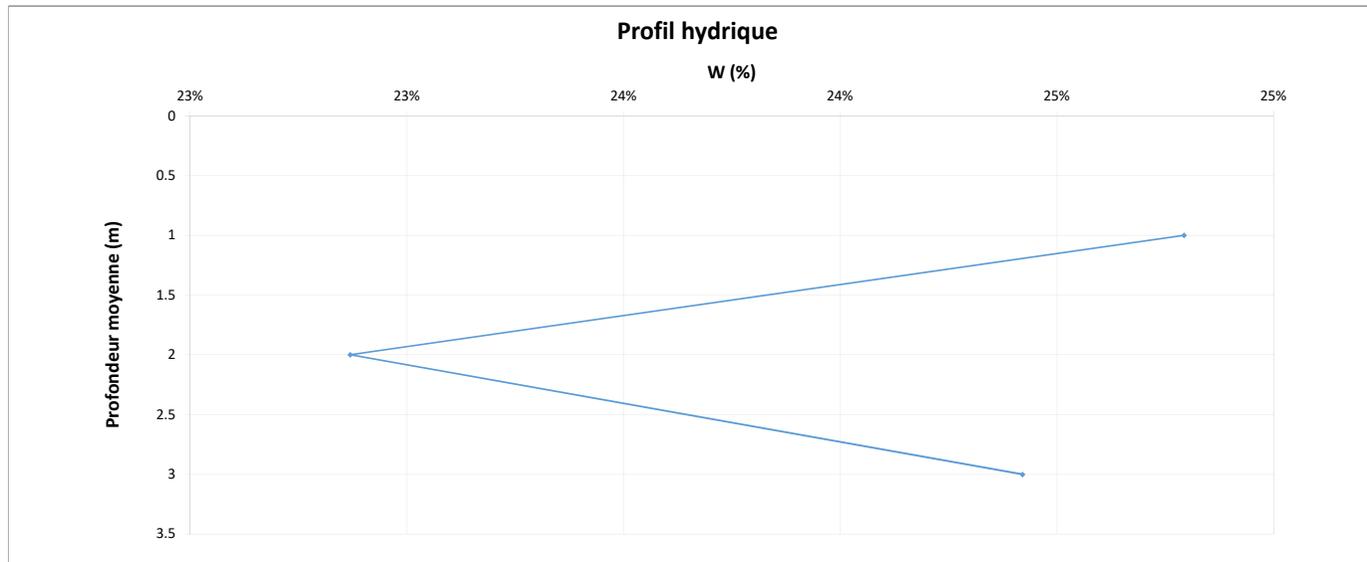
Profondeur Bas (m)	1.00	2.00	3.00											
Profondeur Haut (m)	1.00	2.00	3.00											
Cote inférieure (m)														
Cote supérieure (m)														
Profondeur moyenne (m)	1.00	2.00	3.00											

Température	105	105	105											
-------------	-----	-----	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Nature des matériaux	Limon marron	Limon marron	Limon marron											
Dmax (mm)	<5	<5	<5											

Essai normalisé	oui	oui	oui											
-----------------	-----	-----	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

W (%)	24.79	22.87	24.42											
-------	-------	-------	-------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



IDENTIFICATION D'UN SOL EN LABORATOIRE

Nom de l'affaire : AVENTIM- MARCQ EN BAROEUL (59)
N° d'affaire : 59GT.20.0107 **Laboratoire :** TOULOUSE

Quantité de matériau Normalisée:

Sondage : PM101-102-104-106 **Date de prélèvement :** 31/01/2022
Profondeur (m) : 1.00 à 1.50 **Date de réception :** 22/02/2022
Cote (m) : à **Mode de prélèvement :** Pelle mécanique
Profondeur moyenne : 1.25 m
Nature matériau : limons marron **Étuve (°C)**

x	
105°C	50°C

TENEUR EN EAU PONDÉRALE (NF P 94-050)

Date de l'essai : 10/03/2022
Observations : **Résultat :**
Teneur en eau :
w_n = 23.2 %

MASSE VOLUMIQUE DES SOLS FINS (NF P 94-053) - MÉTHODE D'IMMERSION DANS L'EAU

Date de l'essai :
Conditions :
Conditions de conservations :
Conditions de préparation : immersion dans l'eau
Température de la salle d'essai : °C
Observations : **Résultats :**
ρ = t/m³
Autres paramètres :
ρ_d = t/m³
γ = kN/m³
γ_d = kN/m³

LIMITES D'ATTERBERG

Limite de liquidité: Méthode du cône (NF P 94-052-1) et limite de plasticité (NF P 94-051)

Limite de liquidité W_L :

Mesure N°	1	2	3	4
Enfoncement (mm)				
w (%) (NF P 94-050)				

Date de l'essai :
Limite de plasticité W_p :

Mesure N°	1	2	3
w (%) (NF P 94-050)			

Résultats :
W_L = %
W_p = %
I_p =

ESSAI AU BLEU DE MÉTHYLÈNE (NF P 94-068)

Date de l'essai : 11/03/2022 **Fraction 0/5mm dans la fraction**
Proportion : C = 100
Observations : **Résultat :**
Valeur de bleu du sol :
VBS = 2.68

EQUIVALENT DE SABLE (NF EN 933-8+A1)

Date de l'essai :
Fraction testée : fraction 0/2 mm **f =** %
Teneur en eau : w = %
Observations : **Résultats :**
SE₁ = %
SE₂ = %
Equivalent de sable :
SE(10) = %

COEFFICIENT DE FRIABILITÉ DES SABLES (NF P 18-576)

Observations : **Résultat :**
F_s = %

IDENTIFICATION D'UN SOL EN LABORATOIRE

Nom de l'affaire : AVENTIM- MARCQ EN BAROEUL (59)
N° d'affaire : 59GT.20.0107 **Laboratoire :** TOULOUSE

Quantité de matériau Normalisée:

Sondage : PM101 **Date de prélèvement :** 31/01/2022
Profondeur (m) : 1.00 à 1.00 **Date de réception :** 22/02/2022
Cote (m) : à **Mode de prélèvement :** Pelle mécanique
Profondeur moyenne : 1.00 m
Nature matériau : Limon Marron **Étuve (°C)**

x	
105°C	50°C

TENEUR EN EAU PONDÉRALE (NF P 94-050)

Date de l'essai : 09/03/2022
Observations : **Résultat :**
Teneur en eau :
w_n = 23.6 %

MASSE VOLUMIQUE DES SOLS FINS (NF P 94-053) - MÉTHODE D'IMMERSION DANS L'EAU

Date de l'essai :
Conditions :
Conditions de conservations :
Conditions de préparation : immersion dans l'eau
Température de la salle d'essai : °C
Observations : **Résultats :**
ρ = t/m³
Autres paramètres :
ρ_d = t/m³
γ = kN/m³
γ_d = kN/m³

LIMITES D'ATTERBERG

Limite de liquidité: Méthode du cône (NF P 94-052-1) et limite de plasticité (NF P 94-051)

Limite de liquidité W_L :

Mesure N°	1	2	3	4
Enfoncement (mm)				
w (%) (NF P 94-050)				

Date de l'essai :
Limite de plasticité W_p :

Mesure N°	1	2	3
w (%) (NF P 94-050)			

Résultats :
W_L = %
W_p = %
I_p =

ESSAI AU BLEU DE MÉTHYLÈNE (NF P 94-068)

Date de l'essai : 11/03/2022 **Fraction 0/5mm dans la fraction**
Proportion : C = 100
Observations : **Résultat :**
Valeur de bleu du sol :
VBS = 2.83

EQUIVALENT DE SABLE (NF EN 933-8+A1)

Date de l'essai :
Fraction testée : fraction 0/2 mm **f =** %
Teneur en eau : w = %
Observations : **Résultats :**
SE₁ = %
SE₂ = %
Equivalent de sable :
SE(10) = %

COEFFICIENT DE FRIABILITÉ DES SABLES (NF P 18-576)

Observations : **Résultat :**
F_s = %

IDENTIFICATION D'UN SOL EN LABORATOIRE

Nom de l'affaire : AVENTIM- MARCQ EN BAROEUL (59)
N° d'affaire : 59GT.20.0107 **Laboratoire :** TOULOUSE

Quantité de matériau Normalisée:

Sondage : PM101 **Date de prélèvement :** 31/01/2022
Profondeur (m) : 2.00 à 2.00 **Date de réception :** 22/02/2022
Cote (m) : à **Mode de prélèvement :** Pelle mécanique
Profondeur moyenne : 2.00 m
Nature matériau : Limons marron **Étuve (°C)**

x	
105°C	50°C

TENEUR EN EAU PONDÉRALE (NF P 94-050)

Date de l'essai : 09/03/2022
Observations : **Résultat :**
Teneur en eau :
w_n = 21.0 %

MASSE VOLUMIQUE DES SOLS FINS (NF P 94-053) - MÉTHODE D'IMMERSION DANS L'EAU

Date de l'essai :
Conditions :
Conditions de conservations :
Conditions de préparation : immersion dans l'eau
Température de la salle d'essai : °C
Observations : **Résultats :**
ρ = t/m³
Autres paramètres :
ρ_d = t/m³
γ = kN/m³
γ_d = kN/m³

LIMITES D'ATTERBERG

Limite de liquidité: Méthode du cône (NF P 94-052-1) et limite de plasticité (NF P 94-051)

Limite de liquidité W_L :

Mesure N°	1	2	3	4
Enfoncement (mm)				
w (%) (NF P 94-050)				

Date de l'essai :
Limite de plasticité W_p :

Mesure N°	1	2	3
w (%) (NF P 94-050)			

Résultats :
W_L = %
W_p = %
I_p =

ESSAI AU BLEU DE MÉTHYLÈNE (NF P 94-068)

Date de l'essai : 11/03/2022 **Fraction 0/5mm dans la fraction**
Proportion : C = 100
Observations : **Résultat :**
Valeur de bleu du sol :
VBS = 2.71

EQUIVALENT DE SABLE (NF EN 933-8+A1)

Date de l'essai :
Fraction testée : fraction 0/2 mm **f =** %
Teneur en eau : w = %
Observations : **Résultats :**
SE₁ = %
SE₂ = %
Equivalent de sable :
SE(10) = %

COEFFICIENT DE FRIABILITÉ DES SABLES (NF P 18-576)

Observations : **Résultat :**
F_s = %

IDENTIFICATION D'UN SOL EN LABORATOIRE

Nom de l'affaire : AVENTIM- MARCQ EN BAROEUL (59)
N° d'affaire : 59GT.20.0107 **Laboratoire :** TOULOUSE

Quantité de matériau Normalisée:

Sondage : PM101-102-103-104-105-106 **Date de prélèvement :** 31/01/2022
Profondeur (m) : 0.30 à 1.50 **Date de réception :** 22/02/2022
Cote (m) : à **Mode de prélèvement :** Pelle mécanique
Profondeur moyenne : 0.90 m
Nature matériau : Limons marron **Étuve (°C)**

x	
105°C	50°C

TENEUR EN EAU PONDÉRALE (NF P 94-050)

Date de l'essai : 10/03/2022
Observations : **Résultat :**
Teneur en eau :
w_n = 23.6 %

MASSE VOLUMIQUE DES SOLS FINS (NF P 94-053) - MÉTHODE D'IMMERSION DANS L'EAU

Date de l'essai :
Conditions :
Conditions de conservations :
Conditions de préparation : immersion dans l'eau
Température de la salle d'essai : °C
Observations : **Résultats :**
ρ = t/m³
Autres paramètres :
ρ_d = t/m³
γ = kN/m³
γ_d = kN/m³

LIMITES D'ATTERBERG

Limite de liquidité: Méthode du cône (NF P 94-052-1) et limite de plasticité (NF P 94-051)

Limite de liquidité W_L :

Mesure N°	1	2	3	4
Enfoncement (mm)				
w (%) (NF P 94-050)				

Date de l'essai :
Limite de plasticité W_p :

Mesure N°	1	2	3
w (%) (NF P 94-050)			

Résultats :
W_L = %
W_p = %
I_p =

Observations :

ESSAI AU BLEU DE MÉTHYLÈNE (NF P 94-068)

Date de l'essai : 11/03/2022 **Fraction 0/5mm dans la fraction**
Proportion : C = 100
Observations : **Résultat :**
Valeur de bleu du sol :
VBS = 3.52

EQUIVALENT DE SABLE (NF EN 933-8+A1)

Date de l'essai :
Fraction testée : fraction 0/2 mm **f =** %
Teneur en eau : w = %
Observations : **Résultats :**
SE₁ = %
SE₂ = %
Equivalent de sable :
SE(10) = %

COEFFICIENT DE FRIABILITÉ DES SABLES (NF P 18-576)

Observations : **Résultat :**
F_s = %

IDENTIFICATION D'UN SOL EN LABORATOIRE

Nom de l'affaire : AVENTIM- MARCQ EN BAROEUL (59)
N° d'affaire : 59GT.20.0107 **Laboratoire :** TOULOUSE

Quantité de matériau Normalisée:

Sondage : PM102 **Date de prélèvement :** 31/01/2022
Profondeur (m) : 1.00 à 1.00 **Date de réception :** 22/02/2022
Cote (m) : à **Mode de prélèvement :** Pelle mécanique
Profondeur moyenne : 1.00 m
Nature matériau : Limons marron **Étuve (°C)**

x	
105°C	50°C

TENEUR EN EAU PONDÉRALE (NF P 94-050)

Date de l'essai : 09/03/2022
Observations : **Résultat :**
Teneur en eau :
w_n = 25.5 %

MASSE VOLUMIQUE DES SOLS FINS (NF P 94-053) - MÉTHODE D'IMMERSION DANS L'EAU

Date de l'essai :
Conditions :
Conditions de conservations :
Conditions de préparation : immersion dans l'eau
Température de la salle d'essai : °C
Observations : **Résultats :**
ρ = t/m³
Autres paramètres :
ρ_d = t/m³
γ = kN/m³
γ_d = kN/m³

LIMITES D'ATTERBERG

Limite de liquidité: Méthode du cône (NF P 94-052-1) et limite de plasticité (NF P 94-051)

Limite de liquidité W_L :

Mesure N°	1	2	3	4
Enfoncement (mm)				
w (%) (NF P 94-050)				

Date de l'essai :
Limite de plasticité W_p :

Mesure N°	1	2	3
w (%) (NF P 94-050)			

Résultats :
W_L = %
W_p = %
I_p =

ESSAI AU BLEU DE MÉTHYLÈNE (NF P 94-068)

Date de l'essai : 11/03/2022 **Fraction 0/5mm dans la fraction**
Proportion : C = 100
Observations : **Résultat :**
Valeur de bleu du sol :
VBS = 3.36

EQUIVALENT DE SABLE (NF EN 933-8+A1)

Date de l'essai :
Fraction testée : fraction 0/2 mm **f =** %
Teneur en eau : w = %
Observations : **Résultats :**
SE₁ = %
SE₂ = %
Equivalent de sable :
SE(10) = %

COEFFICIENT DE FRIABILITÉ DES SABLES (NF P 18-576)

Observations : **Résultat :**
F_s = %

IDENTIFICATION D'UN SOL EN LABORATOIRE

Nom de l'affaire : AVENTIM- MARCQ EN BAROEUL (59)
N° d'affaire : 59GT.20.0107 **Laboratoire :** TOULOUSE

Quantité de matériau Normalisée:

Sondage : PM102 **Date de prélèvement :** 31/01/2022
Profondeur (m) : 2.00 à 2.00 **Date de réception :** 22/02/2022
Cote (m) : à **Mode de prélèvement :** Pelle mécanique
Profondeur moyenne : 2.00 m
Nature matériau : Limons marron **Étuve (°C)**

x	
105°C	50°C

TENEUR EN EAU PONDÉRALE (NF P 94-050)

Date de l'essai : 09/03/2022
Observations : **Résultat :**
Teneur en eau :
w_n = 21.5 %

MASSE VOLUMIQUE DES SOLS FINS (NF P 94-053) - MÉTHODE D'IMMERSION DANS L'EAU

Date de l'essai :
Conditions :
Conditions de conservations :
Conditions de préparation : immersion dans l'eau
Température de la salle d'essai : °C
Observations : **Résultats :**
ρ = t/m³
Autres paramètres :
ρ_d = t/m³
γ = kN/m³
γ_d = kN/m³

LIMITES D'ATTERBERG

Limite de liquidité: Méthode du cône (NF P 94-052-1) et limite de plasticité (NF P 94-051)

Limite de liquidité W_L :

Mesure N°	1	2	3	4
Enfoncement (mm)				
w (%) (NF P 94-050)				

Date de l'essai :
Limite de plasticité W_p :

Mesure N°	1	2	3
w (%) (NF P 94-050)			

Résultats :
W_L = %
W_p = %
I_p =

Observations :

ESSAI AU BLEU DE MÉTHYLÈNE (NF P 94-068)

Date de l'essai : 11/03/2022 **Fraction 0/5mm dans la fraction**
Proportion : C = 100
Observations : **Résultat :**
Valeur de bleu du sol :
VBS = 3.36

EQUIVALENT DE SABLE (NF EN 933-8+A1)

Date de l'essai :
Fraction testée : fraction 0/2 mm **f =** %
Teneur en eau : w = %
Observations : **Résultats :**
SE₁ = %
SE₂ = %
Equivalent de sable :
SE(10) = %

COEFFICIENT DE FRIABILITÉ DES SABLES (NF P 18-576)

Observations : **Résultat :**
F_s = %

IDENTIFICATION D'UN SOL EN LABORATOIRE

Nom de l'affaire : AVENTIM- MARCQ EN BAROEUL (59)
N° d'affaire : 59GT.20.0107 **Laboratoire :** TOULOUSE

Quantité de matériau Normalisée: oui
Sondage : PM103 **Date de prélèvement :** 31/01/2022
Profondeur (m) : 0.30 à 0.60 **Date de réception :** 22/02/2022
Cote (m) : à **Mode de prélèvement :** Pelle mécanique
Profondeur moyenne : 0.45 m
Nature matériau : Limon marron **Étuve (°C)**

x	
105°C	50°C

TENEUR EN EAU PONDÉRALE (NF P 94-050)
Date de l'essai : 10/03/2022
Observations : **Résultat :**
Teneur en eau :
 $w_n = 23.7 \%$

MASSE VOLUMIQUE DES SOLS FINS (NF P 94-053) - MÉTHODE D'IMMERSION DANS L'EAU
Date de l'essai :
Conditions :
 Conditions de conservations :
 Conditions de préparation : immersion dans l'eau
 Température de la salle d'essai : °C
Observations : **Résultats :**
 $\rho = \text{t/m}^3$
Autres paramètres :
 $\rho_d = \text{t/m}^3$
 $\gamma = \text{kN/m}^3$
 $\gamma_d = \text{kN/m}^3$

LIMITES D'ATTERBERG
Limite de liquidité: Méthode du cône (NF P 94-052-1) et limite de plasticité (NF P 94-051)
Limite de liquidité W_L :

Mesure N°	1	2	3	4
Enfoncement (mm)				
w (%) (NF P 94-050)				

Date de l'essai :
Limite de plasticité W_p :

Mesure N°	1	2	3
w (%) (NF P 94-050)			

Résultats :
 $W_L = \%$
 $W_p = \%$
 $I_p = \%$
Observations :

ESSAI AU BLEU DE MÉTHYLÈNE (NF P 94-068)
Date de l'essai : 11/03/2022 **Fraction 0/5mm dans la fraction**
 Proportion : C = 100
Observations : **Résultat :**
Valeur de bleu du sol :
 $VBS = 2.81$

EQUIVALENT DE SABLE (NF EN 933-8+A1)
Date de l'essai :
Fraction testée : fraction 0/2 mm $f = \%$
Teneur en eau : w = %
Observations : **Résultats :**
 $SE_1 = \%$
 $SE_2 = \%$
Equivalent de sable :
 $SE(10) = \%$

COEFFICIENT DE FRIABILITÉ DES SABLES (NF P 18-576)
Observations : **Résultat :**
 $F_s = \%$

IDENTIFICATION D'UN SOL EN LABORATOIRE

Nom de l'affaire : AVENTIM- MARCQ EN BAROEUL (59)
N° d'affaire : 59GT.20.0107 **Laboratoire :** TOULOUSE

Quantité de matériau Normalisée: oui
Sondage : PM103+PM105 **Date de prélèvement :** 31/01/2022
Profondeur (m) : 0.30 à 0.60 **Date de réception :** 22/02/2022
Cote (m) : à **Mode de prélèvement :** Pelle mécanique
Profondeur moyenne : 0.45 m
Nature matériau : Limons marron **Étuve (°C)**

x	
105°C	50°C

TENEUR EN EAU PONDÉRALE (NF P 94-050)

Date de l'essai : 10/03/2022
Observations : **Résultat :**
Teneur en eau :
w_n = 23.0 %

MASSE VOLUMIQUE DES SOLS FINS (NF P 94-053) - MÉTHODE D'IMMERSION DANS L'EAU

Date de l'essai :
Conditions :
Conditions de conservations :
Conditions de préparation : immersion dans l'eau
Température de la salle d'essai : °C
Observations : **Résultats :**
ρ = t/m³
Autres paramètres :
ρ_d = t/m³
γ = kN/m³
γ_d = kN/m³

LIMITES D'ATTERBERG

Limite de liquidité: Méthode du cône (NF P 94-052-1) et limite de plasticité (NF P 94-051)

Limite de liquidité W_L :

Mesure N°	1	2	3	4
Enfoncement (mm)				
w (%) (NF P 94-050)				

Date de l'essai :
Limite de plasticité W_p :

Mesure N°	1	2	3
w (%) (NF P 94-050)			

Résultats :
W_L = %
W_p = %
I_p =

ESSAI AU BLEU DE MÉTHYLÈNE (NF P 94-068)

Date de l'essai : 11/03/2022 **Fraction 0/5mm dans la fraction**
Proportion : C = 100
Observations : **Résultat :**
Valeur de bleu du sol :
VBS = 3.00

EQUIVALENT DE SABLE (NF EN 933-8+A1)

Date de l'essai :
Fraction testée : fraction 0/2 mm **f =** %
Teneur en eau : w = %
Observations : **Résultats :**
SE₁ = %
SE₂ = %
Equivalent de sable :
SE(10) = %

COEFFICIENT DE FRIABILITÉ DES SABLES (NF P 18-576)

Observations : **Résultat :**
F_s = %

IDENTIFICATION D'UN SOL EN LABORATOIRE

Nom de l'affaire : AVENTIM- MARCQ EN BAROEUL (59)
N° d'affaire : 59GT.20.0107 **Laboratoire :** TOULOUSE

Quantité de matériau Normalisée:

Sondage : PM104 **Date de prélèvement :** 31/01/2022
Profondeur (m) : 1.50 à 1.50 **Date de réception :** 22/02/2022
Cote (m) : à **Mode de prélèvement :** Pelle mécanique
Profondeur moyenne : 1.50 m
Nature matériau : Limon marron **Étuve (°C)**

x	
105°C	50°C

TENEUR EN EAU PONDÉRALE (NF P 94-050)

Date de l'essai : 10/03/2022
Observations : **Résultat :**
Teneur en eau :
w_n = 20.0 %

MASSE VOLUMIQUE DES SOLS FINS (NF P 94-053) - MÉTHODE D'IMMERSION DANS L'EAU

Date de l'essai :
Conditions :
Conditions de conservations :
Conditions de préparation : immersion dans l'eau
Température de la salle d'essai : °C
Observations : **Résultats :**
ρ = t/m³
Autres paramètres :
ρ_d = t/m³
γ = kN/m³
γ_d = kN/m³

LIMITES D'ATTERBERG

Limite de liquidité: Méthode du cône (NF P 94-052-1) et limite de plasticité (NF P 94-051)

Limite de liquidité W_L :

Mesure N°	1	2	3	4
Enfoncement (mm)				
w (%) (NF P 94-050)				

Date de l'essai :
Limite de plasticité W_p :

Mesure N°	1	2	3
w (%) (NF P 94-050)			

Résultats :
W_L = %
W_p = %
I_p =

Observations :

ESSAI AU BLEU DE MÉTHYLÈNE (NF P 94-068)

Date de l'essai : 11/03/2022 **Fraction 0/5mm dans la fraction**
Proportion : C = 100
Observations : **Résultat :**
Valeur de bleu du sol :
VBS = 2.68

EQUIVALENT DE SABLE (NF EN 933-8+A1)

Date de l'essai :
Fraction testée : fraction 0/2 mm **f =** %
Teneur en eau : w = %
Observations : **Résultats :**
SE₁ = %
SE₂ = %
Equivalent de sable :
SE(10) = %

COEFFICIENT DE FRIABILITÉ DES SABLES (NF P 18-576)

Observations : **Résultat :**
F_s = %

IDENTIFICATION D'UN SOL EN LABORATOIRE

Nom de l'affaire : AVENTIM- MARCQ EN BAROEUL (59)
N° d'affaire : 59GT.20.0107 **Laboratoire :** TOULOUSE

Quantité de matériau Normalisée:

Sondage : PM104 **Date de prélèvement :** 31/01/2022
Profondeur (m) : 2.00 à 2.00 **Date de réception :** 22/02/2022
Cote (m) : à **Mode de prélèvement :** Pelle mécanique
Profondeur moyenne : 2.00 m
Nature matériau : Limons marron **Étuve (°C)**

x	
105°C	50°C

TENEUR EN EAU PONDÉRALE (NF P 94-050)

Date de l'essai : 09/03/2022
Observations : **Résultat :**
Teneur en eau :
w_n = 20.5 %

MASSE VOLUMIQUE DES SOLS FINS (NF P 94-053) - MÉTHODE D'IMMERSION DANS L'EAU

Date de l'essai :
Conditions :
Conditions de conservations :
Conditions de préparation : immersion dans l'eau
Température de la salle d'essai : °C
Observations : **Résultats :**
ρ = t/m³
Autres paramètres :
ρ_d = t/m³
γ = kN/m³
γ_d = kN/m³

LIMITES D'ATTERBERG

Limite de liquidité: Méthode du cône (NF P 94-052-1) et limite de plasticité (NF P 94-051)

Limite de liquidité W_L :

Mesure N°	1	2	3	4
Enfoncement (mm)				
w (%) (NF P 94-050)				

Date de l'essai :
Limite de plasticité W_p :

Mesure N°	1	2	3
w (%) (NF P 94-050)			

Résultats :
W_L = %
W_p = %
I_p =

Observations :

ESSAI AU BLEU DE MÉTHYLÈNE (NF P 94-068)

Date de l'essai : 11/03/2022 **Fraction 0/5mm dans la fraction**
Proportion : C = 100
Observations : **Résultat :**
Valeur de bleu du sol :
VBS = 2.61

EQUIVALENT DE SABLE (NF EN 933-8+A1)

Date de l'essai :
Fraction testée : fraction 0/2 mm **f =** %
Teneur en eau : w = %
Observations : **Résultats :**
SE₁ = %
SE₂ = %
Equivalent de sable :
SE(10) = %

COEFFICIENT DE FRIABILITÉ DES SABLES (NF P 18-576)

Observations : **Résultat :**
F_s = %

IDENTIFICATION D'UN SOL EN LABORATOIRE

Nom de l'affaire : AVENTIM- MARCQ EN BAROEUL (59)
N° d'affaire : 59GT.20.0107 **Laboratoire :** TOULOUSE

Quantité de matériau Normalisée: oui
Sondage : PM105 **Date de prélèvement :** 31/01/2022
Profondeur (m) : 0.30 à 0.80 **Date de réception :** 22/02/2022
Cote (m) : à **Mode de prélèvement :** Pelle mécanique
Profondeur moyenne : 0.55 m
Nature matériau : Limon marron **Étuve (°C)**

x	
105°C	50°C

TENEUR EN EAU PONDÉRALE (NF P 94-050)
Date de l'essai : 09/03/2022
Observations : **Résultat :**
Teneur en eau :
w_n = 22.8 %

MASSE VOLUMIQUE DES SOLS FINS (NF P 94-053) - MÉTHODE D'IMMERSION DANS L'EAU
Date de l'essai :
Conditions :
Conditions de conservations :
Conditions de préparation : immersion dans l'eau
Température de la salle d'essai : °C
Observations : **Résultats :**
ρ = t/m³
Autres paramètres :
ρ_d = t/m³
γ = kN/m³
γ_d = kN/m³

LIMITES D'ATTERBERG
Limite de liquidité: Méthode du cône (NF P 94-052-1) et limite de plasticité (NF P 94-051)
Limite de liquidité W_L :

Mesure N°	1	2	3	4
Enfoncement (mm)				
w (%) (NF P 94-050)				

Date de l'essai :
Limite de plasticité W_p :

Mesure N°	1	2	3
w (%) (NF P 94-050)			

Résultats :
W_L = %
W_p = %
I_p =

ESSAI AU BLEU DE MÉTHYLÈNE (NF P 94-068)
Date de l'essai : 11/03/2022 **Fraction 0/5mm dans la fraction**
Proportion : C = 100
Observations : **Résultat :**
Valeur de bleu du sol :
VBS = 3.51

EQUIVALENT DE SABLE (NF EN 933-8+A1)
Date de l'essai :
Fraction testée : fraction 0/2 mm **f =** %
Teneur en eau : w = %
Observations : **Résultats :**
SE₁ = %
SE₂ = %
Equivalent de sable :
SE(10) = %

COEFFICIENT DE FRIABILITÉ DES SABLES (NF P 18-576)
Observations : **Résultat :**
F_s = %

IDENTIFICATION D'UN SOL EN LABORATOIRE

Nom de l'affaire : AVENTIM- MARCQ EN BAROEUL (59)
N° d'affaire : 59GT.20.0107 **Laboratoire :** TOULOUSE

Quantité de matériau Normalisée:

Sondage : PM106 **Date de prélèvement :** 31/01/2022
Profondeur (m) : 1.00 à 1.00 **Date de réception :** 22/02/2022
Cote (m) : à **Mode de prélèvement :** Pelle mécanique
Profondeur moyenne : 1.00 m
Nature matériau : Limons marron **Étuve (°C)**

x	
105°C	50°C

TENEUR EN EAU PONDÉRALE (NF P 94-050)

Date de l'essai : 10/03/2022
Observations : **Résultat :**
Teneur en eau :
w_n = 24.8 %

MASSE VOLUMIQUE DES SOLS FINS (NF P 94-053) - MÉTHODE D'IMMERSION DANS L'EAU

Date de l'essai :
Conditions :
Conditions de conservations :
Conditions de préparation : immersion dans l'eau
Température de la salle d'essai : °C
Observations : **Résultats :**
ρ = t/m³
Autres paramètres :
ρ_d = t/m³
γ = kN/m³
γ_d = kN/m³

LIMITES D'ATTERBERG

Limite de liquidité: Méthode du cône (NF P 94-052-1) et limite de plasticité (NF P 94-051)

Limite de liquidité W_L :

Mesure N°	1	2	3	4
Enfoncement (mm)				
w (%) (NF P 94-050)				

Date de l'essai :
Limite de plasticité W_p :

Mesure N°	1	2	3
w (%) (NF P 94-050)			

Résultats :
W_L = %
W_p = %
I_p =

ESSAI AU BLEU DE MÉTHYLÈNE (NF P 94-068)

Date de l'essai : 11/03/2022 **Fraction 0/5mm dans la fraction**
Proportion : C = 100
Observations : **Résultat :**
Valeur de bleu du sol :
VBS = 2.89

EQUIVALENT DE SABLE (NF EN 933-8+A1)

Date de l'essai :
Fraction testée : fraction 0/2 mm **f =** %
Teneur en eau : w = %
Observations : **Résultats :**
SE₁ = %
SE₂ = %
Equivalent de sable :
SE(10) = %

COEFFICIENT DE FRIABILITÉ DES SABLES (NF P 18-576)

Observations : **Résultat :**
F_s = %

**INDICE PORTANT IMMÉDIAT - INDICE CBR
IMMÉDIAT - INDICE CBR APRÈS IMMERSION**
(réalisé selon la norme NF P 94-078)

Nom de l'affaire : AVENTIM- MARCQ EN BAROEUL (59) **Laboratoire :** TOULOUSE
N° d'affaire : 59GT.21.00107

Sondage : PM101-102-103-104-105-106 **Date de prélèvement :** 31/01/2022
Profondeur : 0.30 à 1.50 m **Date d'essai :** 21/03/2022
Cote : à m **Date de réception :** 22/02/2022
Profondeur moyenne : 0.90 m
Nature du sol : Limon marron
Classification du sol :
Liant : Nature : 1.5% CaO+6% CPJ

Caractéristique de l'essai :
Énergie proctor : Normale x
Modifiée
Température d'étuvage : 105°C x
50°C

Indice Portant Immédiat (IPI) :

Teneur en eau (Méthode par étuvage selon la norme NF P 94-050) :

Teneur en eau sans liant :
w = 23.7 %
w = % de wOPN
Teneur en eau avec liant :
w = 19.7 %
w = % de wOPN

Résultat :

IPI = 10.3 %

Masse volumique sèche :

pd = 1.69 t/m³
pd = % de pdOPN

Observations :

Indice CBR immédiat (I.CBR immédiat) :

Teneur en eau (Méthode par étuvage selon la norme NF P 94-050) :

Teneur en eau sans liant :
w = %
w = % de wOPN
Teneur en eau avec liant :
w = %
w = % de pdOPN

Résultat :

I.CBR immédiat = %

Masse volumique sèche :

pd = t/m³
pd = % de pdOPN

Observations :

Indice CBR après immersion (I.CBR immersion) :

Teneur en eau (Méthode par étuvage selon la norme NF P 94-050) :

Teneur en eau sans liant :
w avant immersion = 23.7 %
w avant immersion = % de wOPN
Teneur en eau avec liant :
w avant immersion = 19.7 %
w avant immersion = % de pdOPN

Teneur en eau après immersion :

w après immersion = 20.1 %

Résultat :

I.CBR immersion = 71.9 %
Gonflement G = 0.000 %

Masse volumique sèche :

pd = 1.69 t/m³
pd = % de pdOPN

Observations :

**INDICE PORTANT IMMÉDIAT - INDICE CBR
IMMÉDIAT - INDICE CBR APRÈS IMMERSION**
(réalisé selon la norme NF P 94-078)

Nom de l'affaire : AVENTIM- MARCQ EN BAROEUL (59) **Laboratoire :** TOULOUSE
N° d'affaire : 59GT.21.00107

Sondage : PM101-102-103-104-105-106
Profondeur : 0.30 à 1.50 m
Cote : à m
Profondeur moyenne : 0.90 m
Nature du sol : Limon marron
Classification du sol :

Liante : Nature : 1.5% CaO+6% CPJ

Date de prélèvement : 31/01/2022
Date d'essai : 18/03/2022
Date de réception : 22/02/2022

Caractéristique de l'essai :

Énergie proctor :	Normale	<input checked="" type="checkbox"/>
	Modifiée	<input type="checkbox"/>
Température d'étuvage :	105°C	<input checked="" type="checkbox"/>
	50°C	<input type="checkbox"/>

Indice Portant Immédiat (IPI) :

Teneur en eau (Méthode par étuvage selon la norme NF P 94-050) :

Teneur en eau sans liant :
w = 25.4 %
w = % de wOPN
Teneur en eau avec liant :
w = 22.3 %
w = % de wOPN

Résultat :

IPI = 2.7 %

Masse volumique sèche :

pd = 1.61 t/m³
pd = % de pdOPN

Observations :

Indice CBR immédiat (I.CBR immédiat) :

Teneur en eau (Méthode par étuvage selon la norme NF P 94-050) :

Teneur en eau sans liant :
w = %
w = % de wOPN
Teneur en eau avec liant :
w = %
w = % de pdOPN

Résultat :

I.CBR immédiat = %

Masse volumique sèche :

pd = t/m³
pd = % de pdOPN

Observations :

Indice CBR après immersion (I.CBR immersion) :

Teneur en eau (Méthode par étuvage selon la norme NF P 94-050) :

Teneur en eau sans liant :
w avant immersion = 25.4 %
w avant immersion = % de wOPN
Teneur en eau avec liant :
w avant immersion = 22.3 %
w avant immersion = % de pdOPN

Teneur en eau après immersion :

w après immersion = 22.0 %

Résultat :

I.CBR immersion = 39.3 %
Gonflement G = 0.138 %

Masse volumique sèche :

pd = 1.63 t/m³
pd = % de pdOPN

Observations :

**INDICE PORTANT IMMÉDIAT - INDICE CBR
IMMÉDIAT - INDICE CBR APRÈS IMMERSION**
(réalisé selon la norme NF P 94-078)

Nom de l'affaire : AVENTIM- MARCQ EN BAROEUL (59) **Laboratoire :** TOULOUSE
N° d'affaire : 59GT.21.00107

Sondage : PM101-102-104-106
Profondeur : 1.00 à 1.50 m
Cote : à m
Profondeur moyenne : 1.25 m
Nature du sol :
Classification du sol :

Liant : Nature : 2% CaO

Date de prélèvement : 31/01/2022
Date d'essai : 17/03/2022
Date de réception : 22/02/2022

Caractéristique de l'essai :

Énergie proctor :	Normale	<input checked="" type="checkbox"/>
	Modifiée	<input type="checkbox"/>
Température d'étuvage :	105°C	<input checked="" type="checkbox"/>
	50°C	<input type="checkbox"/>

Indice Portant Immédiat (IPI) :

Teneur en eau (Méthode par étuvage selon la norme NF P 94-050) :

Teneur en eau sans liant :
w = 23.2 %
w = % de wOPN
Teneur en eau avec liant :
w = 21.4 %
w = % de wOPN

Résultat :

IPI = 4.5 %

Masse volumique sèche :

pd = 1.66 t/m³
pd = % de pdOPN

Observations :

Indice CBR immédiat (I.CBR immédiat) :

Teneur en eau (Méthode par étuvage selon la norme NF P 94-050) :

Teneur en eau sans liant :
w = %
w = % de wOPN
Teneur en eau avec liant :
w = %
w = % de pdOPN

Résultat :

I.CBR immédiat = %

Masse volumique sèche :

pd = t/m³
pd = % de pdOPN

Observations :

Indice CBR après immersion (I.CBR immersion) :

Teneur en eau (Méthode par étuvage selon la norme NF P 94-050) :

Teneur en eau sans liant :
w avant immersion = 23.2 %
w avant immersion = % de wOPN
Teneur en eau avec liant :
w avant immersion = 21.4 %
w avant immersion = % de pdOPN

Teneur en eau après immersion :

w après immersion = 21.3 %

Résultat :

I.CBR immersion = 9.8 %
Gonflement G = 0.000 %

Masse volumique sèche :

pd = 1.65 t/m³
pd = % de pdOPN

Observations :

**INDICE PORTANT IMMÉDIAT - INDICE CBR
IMMÉDIAT - INDICE CBR APRÈS IMMERSION**
(réalisé selon la norme NF P 94-078)

Nom de l'affaire : AVENTIM- MARCQ EN BAROEUL (59) **Laboratoire :** TOULOUSE
N° d'affaire : 59GT.21.00107

Sondage : PM103+PM105 **Date de prélèvement :** 31/01/2022
Profondeur : 0.30 à 0.60 m **Date d'essai :** 17/03/2022
Cote : à à m **Date de réception :** 22/02/2022
Profondeur moyenne : 0.45 m
Nature du sol : Limon marron
Classification du sol :
Liant : Nature : 1.5% CaO

Caractéristique de l'essai :
Énergie proctor : Normale x
Modifiée
Température d'étuvage : 105°C x
50°C

Indice Portant Immédiat (IPI) :

Teneur en eau (Méthode par étuvage selon la norme NF P 94-050) :

Teneur en eau sans liant :
w = 23.0 %
w = % de wOPN
Teneur en eau avec liant :
w = 23.5 %
w = % de wOPN

Résultat :

IPI = 3.0 %

Masse volumique sèche :

pd = 1.63 t/m³
pd = % de pdOPN

Observations :

Indice CBR immédiat (I.CBR immédiat) :

Teneur en eau (Méthode par étuvage selon la norme NF P 94-050) :

Teneur en eau sans liant :
w = %
w = % de wOPN
Teneur en eau avec liant :
w = %
w = % de pdOPN

Résultat :

I.CBR immédiat = %

Masse volumique sèche :

pd = t/m³
pd = % de pdOPN

Observations :

Indice CBR après immersion (I.CBR immersion) :

Teneur en eau (Méthode par étuvage selon la norme NF P 94-050) :

Teneur en eau sans liant :
w avant immersion = 23.0 %
w avant immersion = % de wOPN
Teneur en eau avec liant :
w avant immersion = 21.7 %
w avant immersion = % de pdOPN

Teneur en eau après immersion :

w après immersion = 21.7 %

Résultat :

I.CBR immersion = 6.3 %
Gonflement G = 0.000 %

Masse volumique sèche :

pd = 1.65 t/m³
pd = % de pdOPN

Observations :

FTQ 243-502

V4 du 30/11/2018

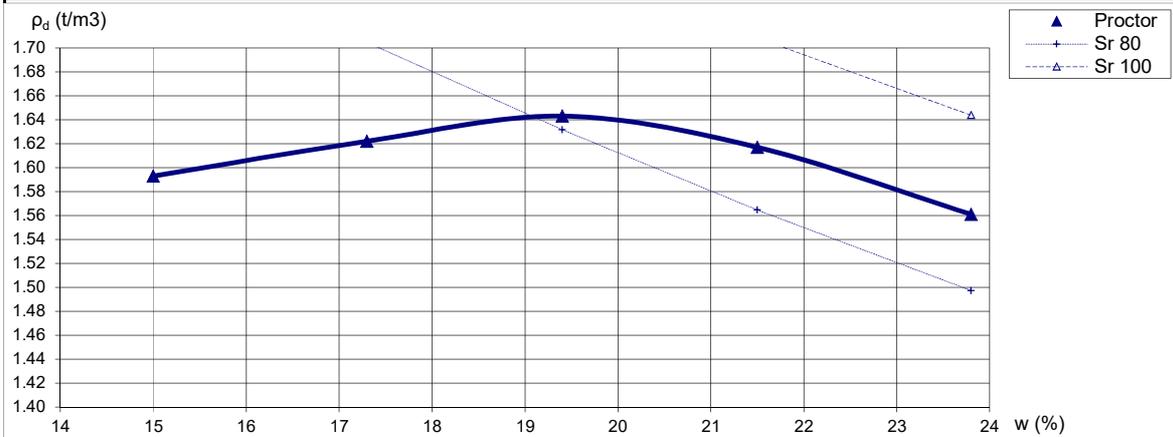
**MATÉRIAUX TRAITÉS À LA CHAUX
ET/OU AUX LIANTS HYDRAULIQUES :**

Essai d'évaluation de l'aptitude d'un sol au traitement
(réalisé selon les normes NF P 94-100 et NF P 98-846-49 (EN 13286-49))

Nom de l'affaire : AVERTIM- MARCQ EN BAROEUL (59) **Laboratoire :** TOULOUSE
N° d'affaire : 59GT.20.0107

Nature : Limons marrons **Date de début d'essai :** 18/03/2022
Lieu de prélèvement : PM103+PM105 **Date de fin d'essai :** 28/03/2022
Profondeur (m) : 0.30 à 0.60

Matériau testé	Classification (NF P 11-300) :	
	Teneur en eau (%) :	19.4
	Provenance :	
	N° échantillon :	
Référence Proctor traité :		$W_{OPN} (%) = 19.4$ $\rho_{d, OPN} (t/m^3) = 1.643$



Mélange	Teneur en eau avant traitement :	%	
	Masse volumique humide :	1.96	t/m ³
	Traitement :	1.5% CaO	
	Fraction utilisée :	0 / 5 mm	0 / 6.3mm <input checked="" type="checkbox"/>
Modalité alternative complémentaire :			Temps de cure : 3 JOURS

Confection des éprouvettes à 96% ρ_H		Eprouvette 1	Eprouvette 2	Eprouvette 3	
	Teneur en eau après traitement (%)	19.42	19.42	19.42	
	Masse volumique (t/m ³)	1.88	1.88	1.88	
	Masse éprouvette (g)	184.95	184.95	184.95	

Gonflement volumique		Eprouvette 1	Eprouvette 2	Eprouvette 3	Moyenne (%)
	Après 7j d'immersion (%)	1.33	0.91	1.54	1.26

Caractéristiques mécaniques		Eprouvette 1	Eprouvette 2	Eprouvette 3	Moyenne (%)
	Résistance en compression diamétrale - R _{tb} (MPa)				
	Module de déformation - E				

Aptitude au traitement	Gonflement volumique	Gv 7j %	R _{tb} (MPa)
	Adapté	≤ 5	≥ 0.2
	Douteux	5 ≤ Gv 7j ≤ 10	0.1 ≤ R _{tb} ≤ 0.2
	Inadapté	≥ 10	≤ 0.1

Conclusion : Matériau adapté à ce type de traitement

Observations :

Le responsable du laboratoire :
F.BOUTON

FTQ 243-502

V4 du 30/11/2018

**MATÉRIAUX TRAITÉS À LA CHAUX
ET/OU AUX LIANTS HYDRAULIQUES :**

Essai d'évaluation de l'aptitude d'un sol au traitement
(réalisé selon les normes NF P 94-100 et NF P 98-846-49 (EN 13286-49))

Nom de l'affaire : AVERTIM- MARCQ EN BAROEUL (59) **Laboratoire :** TOULOUSE

N° d'affaire : 59GT.20.0107

Nature : Limons marrons **Date de début d'essai :** 16/03/2022
Lieu de prélèvement : PM101-102-103-104-105-106 **Date de fin d'essai :** 24/03/2022
Profondeur (m) : 0.30 à 1.50

Matériau testé	Classification (NF P 11-300) :	
	Teneur en eau (%) :	18.5
	Provenance :	
	N° échantillon :	
	Référence Proctor traité :	$W_{OPN} (%) = 18.5$ $\rho_{d, OPN} (t/m^3) = 1.666$



Mélange	Teneur en eau avant traitement :	%	
	Masse volumique humide :	1.97	t/m ³
	Traitement :	1.5% CaO+6% CPJ	
	Fraction utilisée :	0 / 5 mm	0 / 6.3mm <input checked="" type="checkbox"/>
	Modalité alternative complémentaire :		Temps de cure : 1 JOUR

Confection des éprouvettes à 96% ρ_H		Eprouvette 1	Eprouvette 2	Eprouvette 3	
	Teneur en eau après traitement (%)	18.45	18.45	18.45	
	Masse volumique (t/m ³)	1.89	1.89	1.89	
	Masse éprouvette (g)	185.95	185.95	185.95	

Gonflement volumique		Eprouvette 1	Eprouvette 2	Eprouvette 3	Moyenne (%)
	Après 7j d'immersion (%)	0.81	1.23	0.81	0.95

Caractéristiques mécaniques		Eprouvette 1	Eprouvette 2	Eprouvette 3	Moyenne (%)
	Résistance en compression diamétrale - R _{tb} (MPa)	0.249	0.281	0.284	0.27
	Module de déformation - E				

Aptitude au traitement	Gonflement volumique	Gv 7j %	R _{tb} (MPa)
	Adapté	≤ 5	≥ 0.2
	Douteux	5 ≤ Gv 7j ≤ 10	0.1 ≤ R _{tb} ≤ 0.2
	Inadapté	≥ 10	≤ 0.1

Conclusion : Matériau adapté à ce type de traitement

Observations :

Le responsable du laboratoire :
F.BOUTON

FTQ 243-502

V4 du 30/11/2018

**MATÉRIAUX TRAITÉS À LA CHAUX
ET/OU AUX LIANTS HYDRAULIQUES :**

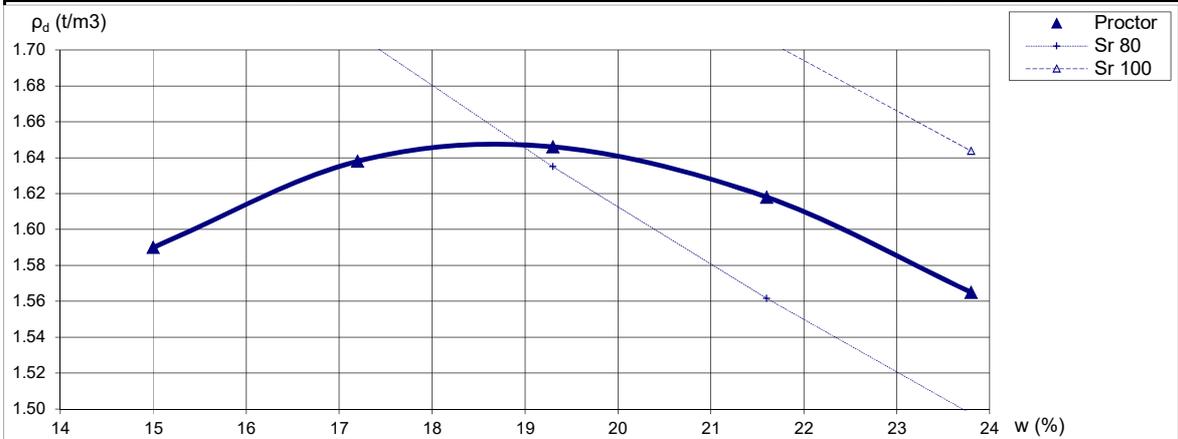
Essai d'évaluation de l'aptitude d'un sol au traitement
(réalisé selon les normes NF P 94-100 et NF P 98-846-49 (EN 13286-49))

Nom de l'affaire : AVERTIM- MARCQ EN BAROEUL (59) **Laboratoire :** TOULOUSE

N° d'affaire : 59GT.20.0107

Nature : Limons marrons **Date de début d'essai :** 18/03/2022
Lieu de prélèvement : PM101+PM102+PM104+PM106 **Date de fin d'essai :** 28/03/2022
Profondeur (m) : 1.00 à 1.50

Matériau testé	Classification (NF P 11-300) :	
	Teneur en eau (%) :	19.3
	Provenance :	
	N° échantillon :	
	Référence Proctor traité :	$W_{OPN} (%) = 18.5$ $\rho_{d, OPN} (t/m^3) = 1.65$



Mélange	Teneur en eau avant traitement :	%	
	Masse volumique humide :	1.96	t/m^3
	Traitement :	2% CaO	
	Fraction utilisée :	0 / 5 mm	0 / 6.3mm <input checked="" type="checkbox"/>
	Modalité alternative complémentaire :		Temps de cure : 3JOURS

Confection des éprouvettes à 96% ρ_{OPN}		Eprouvette 1	Eprouvette 2	Eprouvette 3	
	Teneur en eau après traitement (%)	19.32	19.32	19.32	
	Masse volumique (t/m^3)	1.89	1.89	1.89	
	Masse éprouvette (g)	185.15	185.15	185.15	

Gonflement volumique		Eprouvette 1	Eprouvette 2	Eprouvette 3	Moyenne (%)
	Après 7j d'immersion (%)	0.81	0.29	1.02	0.71

Caractéristiques mécaniques		Eprouvette 1	Eprouvette 2	Eprouvette 3	Moyenne (%)
	Résistance en compression diamétrale - R_{tb} (MPa)				
	Module de déformation - E				

Aptitude au traitement	Gonflement volumique	$G_v 7j$ %	R_{tb} (MPa)
	Adapté	≤ 5	≥ 0.2
	Douteux	$5 \leq G_v 7j \leq 10$	$0.1 \leq R_{tb} \leq 0.2$
	Inadapté	≥ 10	≤ 0.1

Conclusion	Matériau adapté à ce type de traitement
-------------------	---

Observations :	
-----------------------	--

Le responsable du laboratoire :
F.BOUTON



I3. PREDIMENSIONNEMENT DES PIEUX

Affaire : AVENTIM / SCCV STARTEGE
 Référence : 59GT.20.0107
 Commentaires : partie Ouest - RDC bâtiments à 25,00 m NGF

1. Caractéristiques du pieu

Données relatives au pieu :

1ère dimension transversale : B = 600 mm (diamètre si circulaire)

Données pour le calcul de la résistance intrinsèque (pieu béton) :

Type d'ouvrage = Autre que pont

Section de la pointe de calcul : $A_b = 2\,827 \text{ cm}^2$

$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$

Périmètre frottant de calcul : $P_s = 188 \text{ cm}$

Longueur du pieu dans le terrain : D = 20.00 m

Reduction sur $k_1 = 0.0$

Cote de la tête du pieu : $z_{tête} = 25.00 \text{ m}$

Pieu armé = Non

Cote de la base du pieu : $z_{base} = 5.00 \text{ m}$

$k_3 = 1.00$

Catégorie du pieu = 6 FTC, FTCD

$k_1 = 1.35$

Classe = 2

$k_2 = 1.05$

Technique = Foré tarière creuse simple rotation ou double rotation

Norme = NF EN 1536

Mise en œuvre = Sans refoulement du sol

Effet de groupe = Non

2. Modèle géotechnique

N°	Couche	Catégorie de sol (selon B.2.1)	z_{inf}	pl^*	ép. couche	long. pieu	pl_e^*	k_p	q_s
			(m)	(MPa)					
-	-	-	25.0	-	-	-	-	-	-
1	Remblais et morts-terrains	argiles et limons	22.5	0.00	2.5	2.5			0
2	Limons	argiles et limons	17.0	0.20	5.5	5.5			30
3	Argiles I	argiles et limons	14.0	0.50	3.0	3.0			51
4	Argiles II	argiles et limons	7.0	1.10	7.0	7.0			63
5	Argiles III	argiles et limons	-1.0	2.00	8.0	2.0	2	1.30	68

3. Résultats

Etat limite		Portance (compression)	Résistance de traction	Résistance intrinsèque (***)
ELS	Caractéristiques	$R_{c,cr;d} = 1\,360 \text{ kN}$	$R_{t,cr;d} = -697 \text{ kN}$	$R_{c;d;ELS}^* = 1\,555 \text{ kN}$
	Quasi-permanents	$R_{c,cr;d} = 1\,113 \text{ kN}$	$R_{t,cr;d} = -511 \text{ kN}$	sans objet
ELU	Fondamentaux	$R_{c;d} = 1\,741 \text{ kN}$	$R_{t;d} = -953 \text{ kN}$	$R_{c;d;ELU}^* = 2\,764 \text{ kN}$
	Sismiques	$R_{c;d} = 1\,741 \text{ kN}$	$R_{t;d} = -953 \text{ kN}$	$R_{c;d;ELU}^* = 3\,189 \text{ kN}$
	Accidentels	$R_{c;d} = 1\,915 \text{ kN}$	$R_{t;d} = -1\,043 \text{ kN}$	$R_{c;d;ELU}^* = 3\,455 \text{ kN}$

(***) : Effort axial maximal en compression

Affaire : AVENTIM / SCCV STARTEGE
 Référence : 59GT.20.0107 - 2022
 Commentaires : Est - RDC bâtiments à 23,50 m NGF

1. Caractéristiques du pieu

Données relatives au pieu :

1ère dimension transversale : B = 300 mm (diamètre si circulaire)

Section de la pointe de calcul : $A_b = 707 \text{ cm}^2$
 Périmètre frottant de calcul : $P_s = 94 \text{ cm}$
 Longueur du pieu dans le terrain : D = 13.00 m
 Cote de la tête du pieu : $z_{\text{tête}} = 23.50 \text{ m}$
 Cote de la base du pieu : $z_{\text{base}} = 10.50 \text{ m}$
 Catégorie du pieu = 11 BM
 Classe = 4
 Technique = Battu moulé
 Norme = NF EN 12699
 Mise en œuvre = Avec refoulement du sol

Effet de groupe = Non

Données pour le calcul de la résistance intrinsèque (pieu béton) :

Type d'ouvrage = Autre que pont
 Inclusions forcées tarière creuse avec refoulement

$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$
 $f_{cd,max} = 7 \text{ MPa}$
 Réduction sur $k_1 = 0.0$
 Pieu armé = Non
 $k_3 = 1.00$
 $k_1 = 1.30$
 $k_2 = 1.20$

2. Modèle géotechnique

N°	Couche	Catégorie de sol (selon B.2.1)	z_{inf}	pl^*	ép. couche	long. pieu	pl_e^*	k_p	q_s
			(m)	(MPa)			(MPa)		
-	-	-	23.5	-	-	-	-	-	-
1	Remblais et morts-terrains	argiles et limons	22.5	0.00	1.0	1.0			0
2	Limons	argiles et limons	17.0	0.20	5.5	5.5			24
3	Argiles I	argiles et limons	11.0	0.55	6.0	6.0			42
4	Argiles II	argiles et limons	7.0	0.75	4.0	0.5	0.75	1.35	47
5	Argiles III	argiles et limons	-1.0	1.00	8.0				

3. Résultats

Etat limite		Portance (compression)	Résistance de traction	Résistance intrinsèque (***)
ELS	Caractéristiques	$R_{c,cr;d} = 280 \text{ kN}$	$R_{t,cr;d} = -159 \text{ kN}$	$R_{c;d;ELS}^* = 340 \text{ kN}$
	Quasi-permanents	$R_{c,cr;d} = 229 \text{ kN}$	$R_{t,cr;d} = -116 \text{ kN}$	sans objet
ELU	Fondamentaux	$R_{c;d} = 327 \text{ kN}$	$R_{t;d} = -217 \text{ kN}$	$R_{c;d;ELU}^* = 495 \text{ kN}$
	Sismiques	$R_{c;d} = 327 \text{ kN}$	$R_{t;d} = -217 \text{ kN}$	$R_{c;d;ELU}^* = 495 \text{ kN}$
	Accidentels	$R_{c;d} = 360 \text{ kN}$	$R_{t;d} = -238 \text{ kN}$	$R_{c;d;ELU}^* = 495 \text{ kN}$

(***) : Effort axial maximal en compression



www.groupefondasol.com

VOTRE AGENCE