

**ANNEXE 2 : ETUDE GEOTECHNIQUE : FONDASOL G2AVP
N°PR.OPEX.22.0023-001**



AMERICAN BATTLE MONUMENTS COMMISSION

"Time will not dim the glory of their deeds."

GENERAL OF THE ARMIES JOHN J. PERSHING

POINTE DU HOC

CONCEPTION-REALISATION - DOCUMENTS DE TRANSITION

ÉTUDE GÉOTECHNIQUE

30 JANVIER 2024



fondasol

Cricqueville-en-Bessin (14, France)
Etude géotechnique G2AVP

Rapport n° PR.OPEX.22.0023 – 001 – Ind. A- 03/05/2023

AECOM

AECOM

Réhabilitation du sentier visiteurs du site de la pointe du Hoc et de ses environs

Etudes Internationales

355 rue du Mas Saint Pierre
ZI du Tournezy
34070 – Montpellier

☎ +33 (0)4 67 22 13 33

✉ international@groupefondasol.com

SUIVI DES MODIFICATIONS ET MISES A JOUR

FTQ.261-B

Rév.	Date	Nb pages	Modifications	Rédacteur	Contrôleur
-	21/03/2023	124	1ère diffusion	J. Aubry-Kientz	S. Ciesielski
A	03/05/2023	133	Com. AECOM	J. Aubry-Kientz	S. Ciesielski
B					
C					

REV PAGE	-	A	B	C	REV PAGE	-	A	B	C	REV PAGE	-	A	B	C
1	X				41	X				81	X			
2	X				42	X				82	X			
3	X				43	X				83	X			
4	X				44	X				84	X			
5	X				45	X				85	X			
6	X				46	X				86	X			
7	X	X			47	X				87	X			
8	X				48	X				88	X			
9	X				49	X				89	X			
10	X				50	X				90	X			
11	X				51	X				91	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	X			60	X				100	X			
21	X				61	X				101	X			
22	X	X			62	X				102	X			
23	X	X			63	X				103	X			
24	X				64	X				104	X			
25	X	X			65	X				105	X			
26	X				66	X				106	X			
27	X	X			67	X				107	X			
28	X	X			68	X				108	X			
29	X	X			69	X				109	X			
30	X	X			70	X				110	X			
31	X				71	X				111	X			
32	X				72	X				112	X			
33	X	X			73	X				113	X			
34	X	X			74	X				114	X			
35	X	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 to 132	X	X		

SOMMAIRE

A.	Présentation de notre mission	5
A.1.	Mission selon la norme NF P94-500	5
A.2.	Documents à notre disposition pour cette étude	6
A.3.	Description du projet	6
A.4.	Programme d'investigation	8
B.	Description générale du site et approche documentaire	10
B.1.	Description générale du site	10
B.2.	Contexte géologique	11
B.3.	Étude documentaire des risques naturels identifiés	12
C.	Résultats des investigations in situ	16
C.1.	Résultats des sondages	16
C.2.	Aspects géomécaniques	17
C.3.	Résultats des essais de laboratoire	18
C.4.	Niveaux d'eau	21
C.5.	Agressivité du sol sur le béton	21
C.6.	Essais de perméabilité	22
C.7.	Données relatives au risque sismique	22
D.	Implication des données géotechniques pour le projet	23
D.1.	Première approche de la zone d'influence géotechnique (ZIG)	23
D.2.	Adaptation du projet au site	23
D.3.	Méthodes de fondation envisageables	23
D.4.	Possibilités techniques pour les niveaux inférieurs des bâtiments (salle de projection et lieu de commémoration)	23
E.	Etude des ouvrages géotechniques	24
E.1.	Conditions générales de terrassement	24
E.1.1.	Principes généraux de terrassement	24
E.2.	Ebauche dimensionnelle des fondations superficielles	25
E.2.1.	Modèle géotechnique	25
E.2.2.	Niveau d'assise des fondations	25
E.2.3.	Calcul de la capacité portante	27
E.2.4.	Exemples de calcul	28
E.2.5.	Sujétions de construction pour les fondations superficielles	29
E.3.	Dallage sur terre-plein (salle de projection et lieu de commémoration)	30
E.3.1.	Tassements estimés	30
E.3.2.	Principes généraux de construction	30
E.3.3.	Modules de déformation des sols sous les dallages	31
E.4.	Ebauche dimensionnelle d'une fondation profonde (passerelle sur les cratères)	32

E.4.1.	Type de pieux	32
E.4.2.	Modèle géotechnique et ébauche dimensionnelle	33
E.4.3.	Conditions et dispositions relatives aux fondations profondes	33
E.5.	Couche de forme de voirie (parking)	34
E.6.	Protection contre les eaux (salle de projection)	35
E.6.1.	Gestion des eaux pluviales et de ruissellement	35
F.	Conclusions	36
	Annexes	37
1.	Conditions Générales de service	38
2.	Enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique (Norme NF P94-500)	41
3.	Missions types d'ingénierie géotechnique (Norme NF P94-500)	42
4.	Plan de situation	43
5.	Plan d'implantation des sondages et coordonnées	45
6.	Coupes des sondages carottes	48
7.	Coupes des sondages pressiométriques	66
8.	Resultats des essais penetrométriques	74
9.	Résultats des essais en laboratoire	81
10.	Methode de calcul des tassements	127
11.	Méthode de calcul du frottement lateral pour des fondations profondes	129

A. PRESENTATION DE NOTRE MISSION

Maître d'Ouvrage : ABMC

Architecte : Hartman-Cox

Maître d'œuvre : AECOM Technical Services Inc.

Devis: SQ.OPEX.22.07.001.IndD

Commande : I51279

Le présent document est le rapport géotechnique. Le relevé topographique, qui faisait également partie de notre contrat, a été traité dans le rapport spécifique daté du 20 janvier 2023.

A.1. Mission selon la norme NF P94-500

Etude géotechnique G2-AVP selon la norme NF P94-500 (Missions d'Ingénierie Géotechnique Types – Révision de novembre 2013).

Objectifs définis dans notre devis :

- L'étude préliminaire du site,
- Le suivi et l'analyse des résultats des investigations,
- La synthèse du contexte géologique et géomécanique du site et l'analyse de son influence sur le projet,
- La caractérisation de l'agressivité du sol et de la nappe vis-à-vis des bétons,
- Les hypothèses géotechniques pour la justification des ouvrages géotechniques,
- Ebauche géotechnique des fondations,
- L'approche de la Zone d'Influence Géotechnique (ZIG),

Notre mission ne comprend pas, notamment :

- L'ébauche dimensionnelle des ouvrages de soutènement,
- L'ébauche dimensionnelle des structures de chaussées,
- Etude de stabilité des falaises autour du site.

Remarque importante :

L'objet de l'étude géotechnique n'est pas de détecter une éventuelle contamination des sols par des matières polluantes, ni de définir les filières d'évacuation des déblais. Le cas échéant, le service Environnement de FONDASOL est disponible pour établir un devis de diagnostic environnemental.

A.2. Documents à notre disposition pour cette étude

- [1]. Scope of Work (SoW) – Geotechnical/Soil Investigation Rev.2 (cahier des charges) daté du 26/09/2022.
- [2]. Protocole pour la sécurisation pyrotechnique des forages transmis sur 29/09/2022.

Les descentes de charges ainsi que les tassements absolus et différentiels admissibles pour le projet ne nous ont pas été communiqués pour cette étude.

A.3. Description du projet

Le projet consiste à réhabiliter le sentier des visiteurs du Monument des Rangers de la Pointe du Hoc et de ses environs. Il comprend :

- Réaménagement des sentiers piétonniers :
 - o Promenade surélevée dans le bocage :



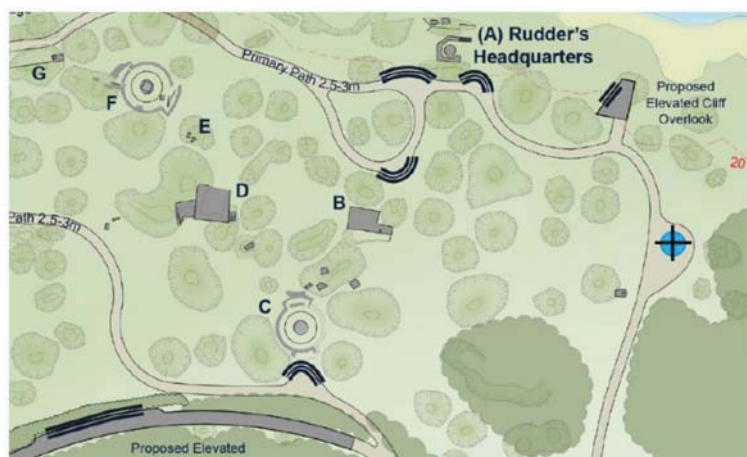
- o Nouveau plan des sentiers piétonniers :



- Réhabilitation des ouvrages historiques, y compris le déplacement du monument aux Rangers vers un emplacement plus approprié, sur le lieu de commémoration :



- Construction d'un point de rassemblement et de 3 passerelles piétonnes au-dessus des cratères. Ces passerelles seront fondées sur des fondations superficielles ou profondes, en fonction des contraintes de construction liées à la proximité des pentes des cratères.



- Modification des aménagements d'accès existants pour améliorer l'arrivée sur le site, la sécurité et le contrôle d'accès ainsi que la création d'une salle de projection :



Aucune information sur les détails du projet n'a été transmise pour la préparation de ce rapport.

En l'absence d'information à ce stade du projet, les structures seront considérées comme étant de catégorie géotechnique 2 selon l'EUROCODE 7 et de catégorie d'importance II en ce qui concerne le risque sismique selon les décrets d'application de l'EUROCODE 8. Ces catégories doivent être confirmées par le client.

A.4. Programme d'investigation

Pour répondre aux objectifs de l'étude, nous avons mené les investigations suivantes.

Le programme était défini dans le cahier des charges (SoW [1]) et a été adapté lors de nos échanges du 6 octobre 2022.

INVESTIGATIONS IN SITU

Sondage	SP1	SP2	SP3	SP4	SP5
Type	Sondage pressiométrique	Sondage pressiométrique	Sondage pressiométrique	Sondage pressiométrique	Sondage pressiométrique
Profondeur (m)	8.0	8.0	11.0	11.0	11.0
Nombre d'essais	7	7	10	10	10
Niveau tête de sondage (NGF)	34.9	33.9	31.5	31.2	30.4

Sondage	SP6	SP7	SC8 *	SC9 *	SC10
Type	Sondage pressiométrique	Sondage pressiométrique	Sondage carotté avec échantillons intacts et essai de perméabilité	Sondage carotté avec échantillons intacts et essai de perméabilité	Sondage carotté avec échantillons intacts
Profondeur (m)	11.5	11.0	5.0	5.2	11.0
Nombre d'essais	11	10	2 / 2	2 / 1	2
Niveau tête de sondage (NGF)	30.4	30.7	34.1	33.6	29.6

Sondage	SC11	SC12 *	PEN13	PEN14	PEN15
Type	Sondage carotté avec échantillons intacts	Sondage carotté avec échantillons intacts	Essai au pénétromètre dynamique	Essai au pénétromètre dynamique	Essai au pénétromètre dynamique
Profondeur (m)	11.0	8.0	4.5 (Refus)	5.9 (Refus)	5.5 (Refus)
Nombre d'essais	2	2	-	-	-
Niveau tête de sondage (NGF)	31.1	32.3	28.6	31.3	30.3

Sondage	PEN16	PEN17	PEN18
Type	Essai au pénétromètre dynamique	Essai au pénétromètre dynamique	Essai au pénétromètre dynamique
Profondeur (m)	5.9	6.0	3.6 (Refus)
Nombre d'essais	-	-	-
Niveau tête de sondage (NGF)	30.5	32.8	31.7

* Les sondages SC8, SC9 et SC12 ont été doublé pour permettre la récupération d'assez de matériau pour les essais de laboratoire

Le niveau des forages en NGF (Niveau Général de France) est noté sur les logs présentés en annexe.

ESSAIS DE LABORATOIRE

Le programme d'investigation en laboratoire a été défini dans le cahier des charges (SoW [1]) et adapté conformément à nos échanges.

Les essais réalisés sont les suivants :

- 10 analyses granulométriques,
- 10 limites d'Atterberg,
- 10 mesures de la teneur en eau,
- 5 mesures de densité sèche,
- 1 essai de compression non consolidé,
- 4 essais de cisaillement direct,
- 3 tests CBR,
- 3 mesures d'agressivité des sols sur le béton.

Sont présentés en annexe :

- Plan de situation,
- Plan d'implantation des sondages,
- Coupes des sondages,
- Procès-verbaux des essais de laboratoire.

B. DESCRIPTION GENERALE DU SITE ET APPROCHE DOCUMENTAIRE

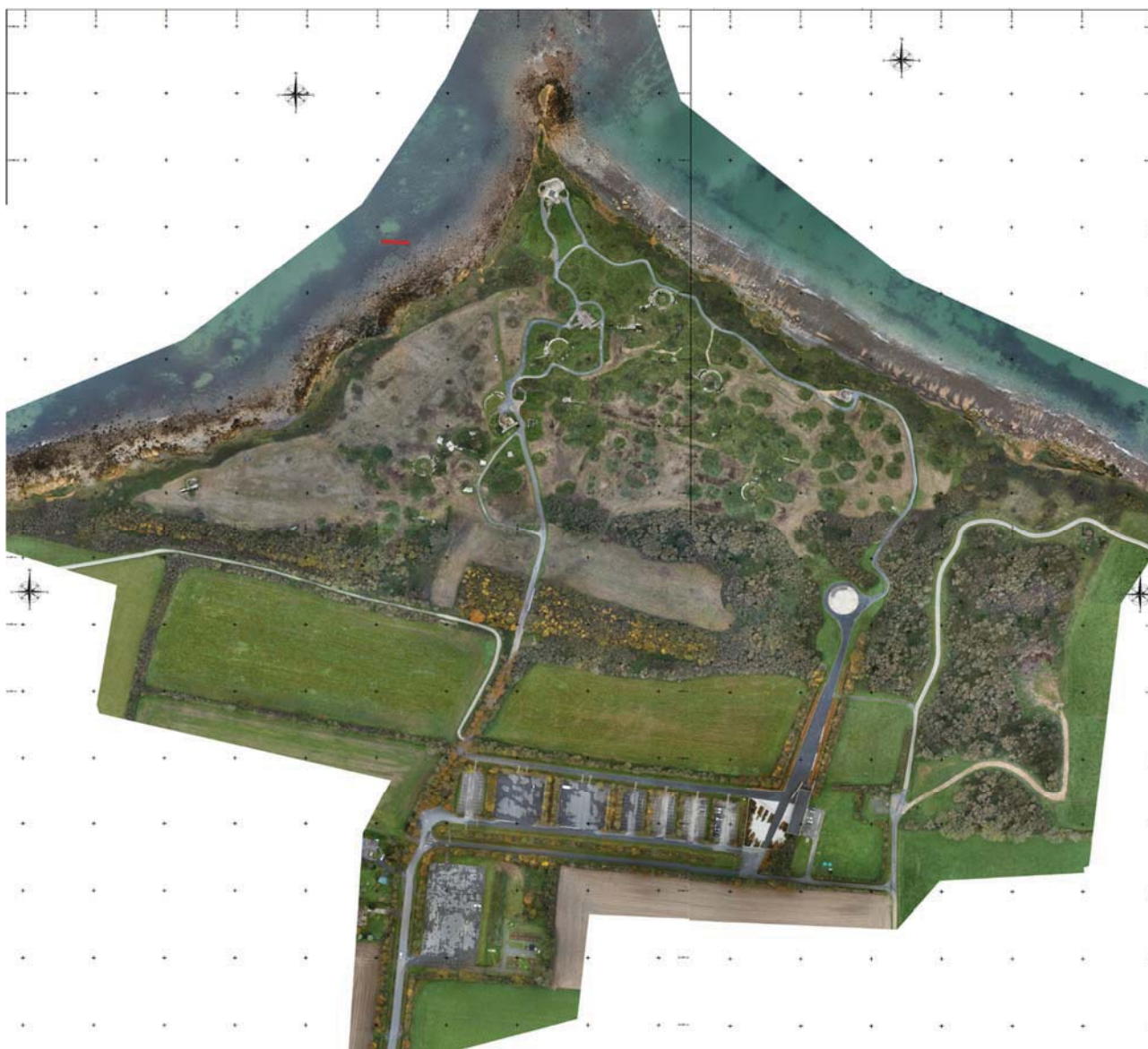
B.1. Description générale du site

Le site se trouve à la Pointe du Hoc, sur la commune de Cricqueville-en-Bessin, Calvados (14), France.

Il se trouve au sommet de falaises de 30 m de hauteur, qui surplombent la mer (Manche).

La surface totale du site est de l'ordre de 28 ha. Il est relativement plat, avec une légère pente en direction de la mer et vers l'Ouest. L'altitude du site varie entre 28.6 et 34.9 NGF au droit de nos points de sondage, soit 6.3 m d'écart.

Le site présente de nombreux trous et tranchées, ainsi que des constructions datant de la guerre. Il est presque totalement recouvert de végétation : herbes et buissons, parfois hauts et denses dans la partie Sud. Des cheminements piétons traversent le site et relient les différentes constructions ainsi que le parking au Sud.



Photographie aérienne du site

B.3. Étude documentaire des risques naturels identifiés

LISTE DES ARRETES DE CATASTROPHE NATURELLE PUBLIES SUR LA COMMUNE :

Code National CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le journal officiel du	Risque	Commune
INTE9400065A	12/10/1993	14/10/1993	02/02/1994	18/02/1994	Inondations et/ou Coulées de Boue	CRICQUEVILLE-EN-BESSIN
INTE9500070A	17/01/1995	31/01/1995	06/02/1995	08/02/1995	Inondations et/ou Coulées de Boue	CRICQUEVILLE-EN-BESSIN
INTE9900627A	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999	Inondations et/ou Coulées de Boue	CRICQUEVILLE-EN-BESSIN
INTE9900627A	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999	Mouvement de Terrain	CRICQUEVILLE-EN-BESSIN
INTX8710333A	15/10/1987	16/10/1987	22/10/1987	24/10/1987	Tempête	CRICQUEVILLE-EN-BESSIN
IOCE1109178A	04/12/2010	05/12/2010	30/03/2011	06/04/2011	Inondations et/ou Coulées de Boue	CRICQUEVILLE-EN-BESSIN
NOR19861211	21/06/1986	21/06/1986	11/12/1986	09/01/1987	Inondations et/ou Coulées de Boue	CRICQUEVILLE-EN-BESSIN

Liste des arrêtés de reconnaissance de catastrophe naturelle (source : Georisques)

Ces documents concernent les risques d'inondations et/ou de coulées de boue, de glissements de terrain et de tempêtes.

PLAN DE PREVENTION DES RISQUES (PPR) :

Aucun PPR n'a été approuvé ni prescrit sur la commune de Cricqueville-en-Bessin.

SYNTHESE DES RISQUES IDENTIFIES SUR LA COMMUNE :

Il incombe aux concepteurs du projet de s'assurer que le projet n'est pas affecté par les risques identifiés listés ci-dessous.

Risque	Aléa / sensibilité
Inondations, remontée de nappe	Zone potentiellement sujette au débordement de nappe
Retrait gonflement	Aléa faible à fort
Cavités naturelles	Aucune cavité répertoriée à proximité
Glissement de terrain	Aucun glissement répertorié dans le secteur
Risque sismique	Faible (zone sismique 2)
Rayonnement ionisant (décret n° 2002-460 du 4 Avril 2002) - Radon	Non situé dans un département prioritaire - faible potentiel (catégorie 1)

Nous rappelons que les risques potentiels liés à la proximité de la falaise ne font pas partie de notre mission.

RISQUE D'INONDATION / REMONTEE DE NAPPE

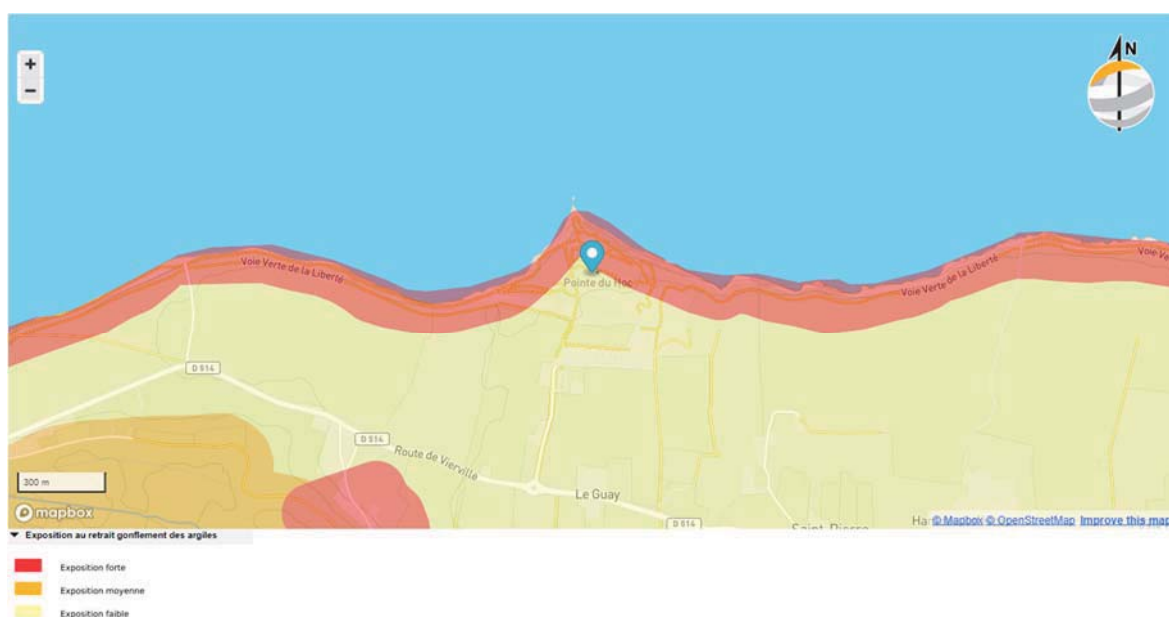
La carte des zones de sensibilité aux remontées de nappes montre que le site est concerné par ce risque.



Extrait de la carte des remontées de nappes

RISQUE DE RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES

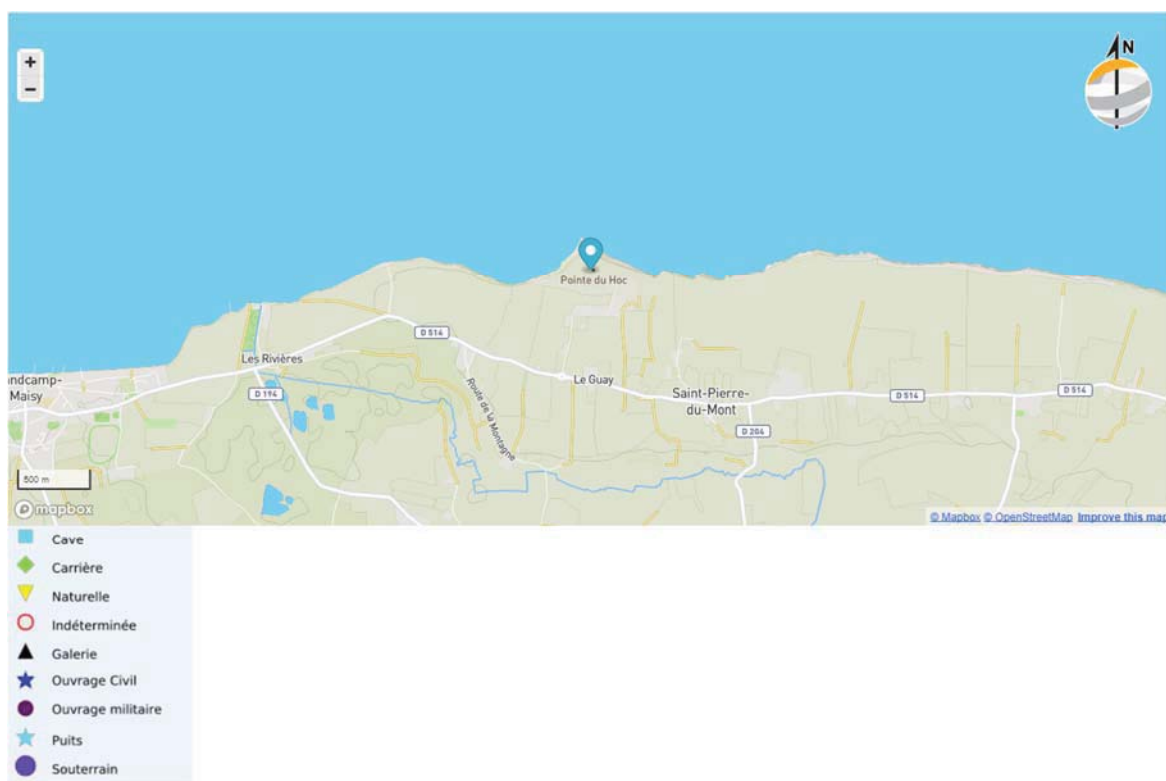
La carte du risque de retrait-gonflement des argiles montre que le site est situé dans une zone à risque faible. La zone représentée en rouge (risque élevé) correspond à l'horizon géologique qui affleure au pied de la falaise.



Extrait de la carte de sensibilité au retrait-gonflement des argiles

RISQUE DE CAVITES NATURELLES

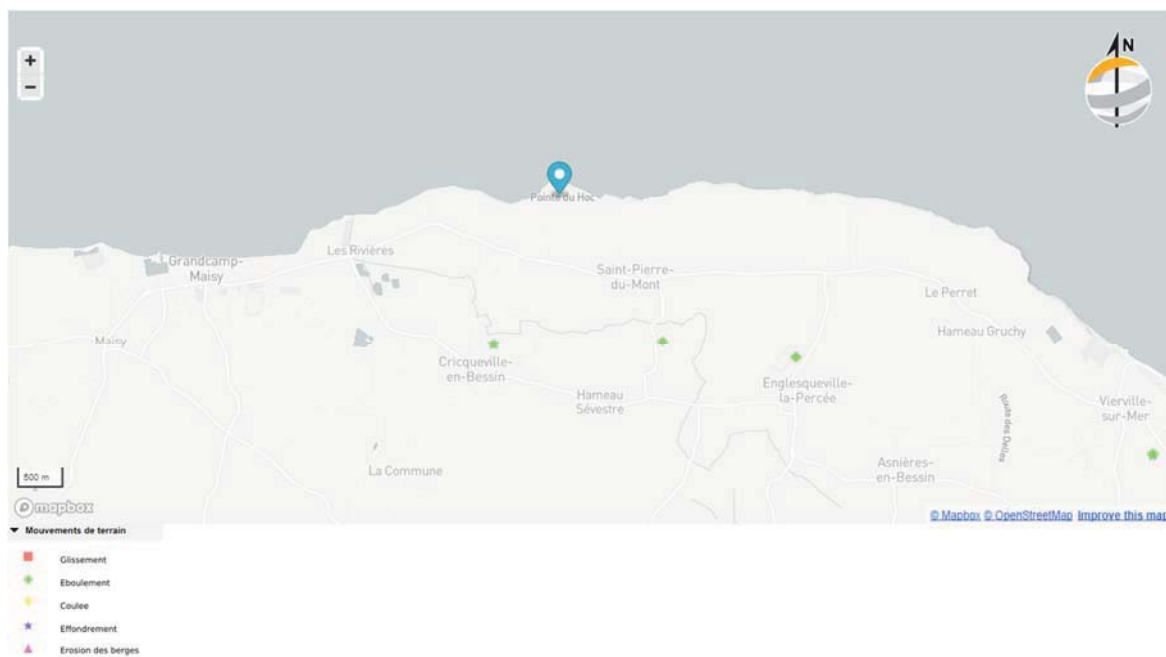
Aucune cavité naturelle n'est recensée autour du site.



Extrait de la carte des cavités répertoriées

RISQUE DE MOUVEMENT DE TERRAIN

Des mouvements de terrain sont répertoriés dans la région, mais ils sont éloignés du site étudié (données de www.georisques.gouv.fr).



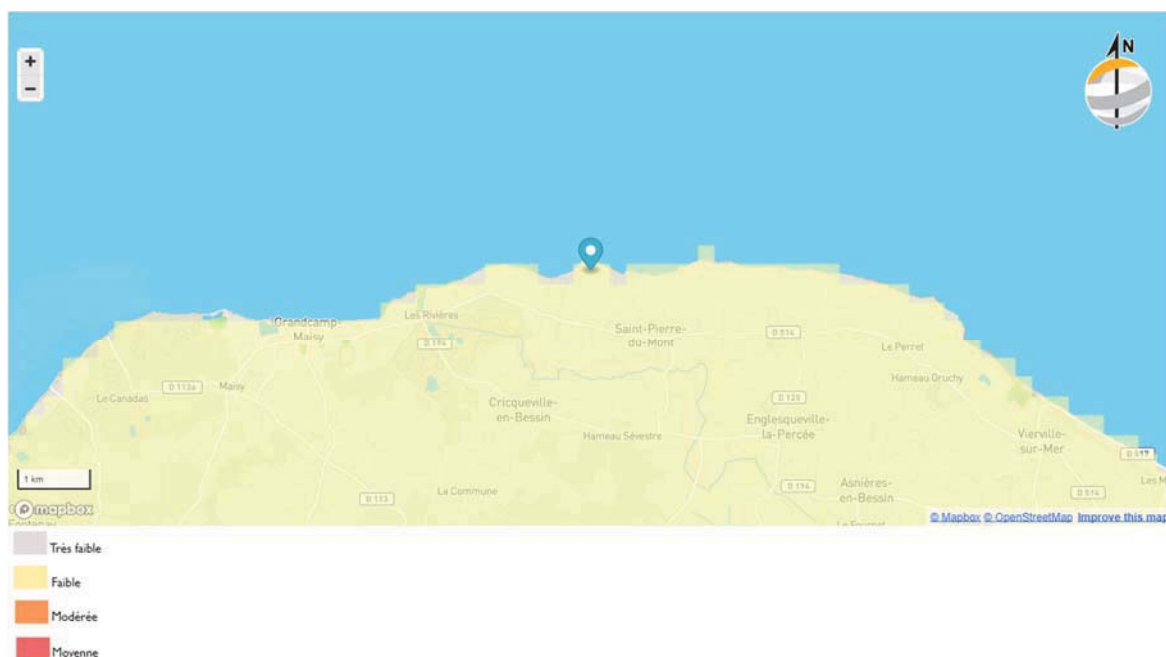
Extrait de la carte des mouvements de terrain connus

RISQUE SISMIQUE

Le gouvernement français a publié au journal officiel du 22 oct. 2010 deux arrêtés relatifs au nouveau zonage sismique national et un arrêté fixant les règles de construction parasismique conformément aux règles de l'Eurocode 8. Ces documents sont les suivants :

- décret n°2010-1254 relatif à la prévention du risque sismique ;
- décret n°2010-1255 relatif à la délimitation des zones de sismicité du territoire français ;
- arrêté du 22 oct. 2010 modifié par l'arrêté du 19 juillet 2011 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite "à risque normal".

Cricqueville-en-Bessin est situé dans une zone de faible sismicité (zone sismique 2) selon cette réglementation.



Extrait de la carte de zonage sismique

C. RESULTATS DES INVESTIGATIONS IN SITU

C.1. Résultats des sondages

Les sondages pressiométriques et les carottages ont montré la lithologie suivante :

- De 0.0 à 0.2/0.7 m de profondeur/TN (potentiellement jusqu'à 1.4 m en SP3) : Remblais composés de sable graveleux gris, limon graveleux brun foncé, limon argileux graveleux brun foncé, sable graveleux ou limoneux gris foncé, gravier gris clair selon les sondages. A l'exception de SP3, ces remblais n'ont été observés que dans les sondages réalisés à l'emplacement de chaussée existantes (parking) ou de sentiers piétons : SP1, SP2, SP7, SC8, SC10 et SC11.
- De 0.0 à 0.5/2.6 de profondeur/TN : Terre végétale et/ou limons. Ils se présentent sous la forme de limons bruns, parfois sableux ou argileux, qui contiennent localement des racines et des graviers dans leur partie supérieure.
- De 1.4/7.6 à la base des sondages courts (SP1, SP2, SC8, SC9, arrêtés entre 6 et 8 m de profondeur) et jusqu'à 5.1/9.4 m de profondeur/TN : Argile beige, légèrement sableuse et contenant localement quelques graviers. Sa couleur varie du brun clair au beige, devenant parfois ocre. Elle devient calcaire en profondeur, à la transition avec la couche calcaire inférieure. En SC11 et SC12, cette couche de transition n'a pas été identifiée.
- De 5.1/9.5 m de profondeur/TN à la base des forages (8/11.5 m de profondeur/TN) : Calcaire altéré à très altéré. Il se présente sous la forme d'un calcaire beige clair, parfois alterné avec des couches plus argileuses. Il devient plus foncé avec la profondeur dans SP3, SP4, SP5 et SC10.

Note : La description des sols et la position des interfaces comportent des imprécisions inhérentes à la méthode des forages destructifs (sondages pressiométriques). Elles ne permettent pas de déterminer la granulométrie exacte des sols ni d'identifier la présence d'éléments grossiers ou de blocs. Pour cette raison, le calcaire est parfois identifié comme de l'argile marneuse dans ces sondages.

Nous résumons le niveau de base de chaque couche dans chaque sondage dans les tableaux ci-dessous :

Sondages pressiométriques	SP1	SP2	SP3	SP4	SP5	SP6	SP7
Couche	Prof. (cote)	Prof. (cote)	Prof. (cote)	Prof. (cote)	Prof. (cote)	Prof. (cote)	Prof. (cote)
Couche 0: Remblais	0.3 (34.6)	0.7 (33.2)	0.2 (31.3)	-	-	-	0.5 (30.2)
Couche 1: Limons	2.6 (32.3)	1.5 (32.4)	1.4 (30.1)	0.5 (30.7)	0.5 (29.9)	0.5 (29.9)	-
Couche 2: Argile brun-ocre	5.5 (29.4)	4.5 (29.4)	2.7 (28.8)	1.4 (29.8)	3.3 (27.1)	7.6 (22.8)	6.2 (24.5)
Couche 3: Argile beige	> 8.0 (< 26.9)	> 8.0 (< 25.9)	5.2 (26.3)	6.4 (24.8)	5.1 (25.3)	9.4 (21.0)	8.4 (22.3)
Couche 4: Calcaire altéré	-	-	> 11.0 (< 20.5)	> 11.0 (< 20.2)	> 11.0 (< 19.4)	> 11.5 (< 18.9)	> 11.0 (< 19.7)

Sondages carottés	SC8	SC9	SC10	SC11	SC12
Couche	Prof. (cote)	Prof. (cote)	Prof. (cote)	Prof. (cote)	Prof. (cote)
Couche 0: Remblais	0.5 (33.6)	-	0.5 (29.1)	0.7 (30.4)	-
Couche 1: Limons	1.8 (32.3)	1.2 (32.4)	1.0 (28.6)	-	1.0 (31.3)
Couche 2: Argile brun-ocre	4.0 (30.1)	3.6 (30.0)	4.0 (25.6)	6.6 (24.4)	7.0 (25.3)
Couche 3: Argile beige	> 5.0 (< 29.1)	> 5.0 (< 28.4)	7.8 (21.8)	-	-
Couche 4: Calcaire altéré	-	-	> 11.0 (< 18.6)	> 11.0 (< 20.1)	> 8.0 (< 24.3)

C.2. Aspects géomécaniques

Les caractéristiques mécaniques des sols ont été mesurées à partir d'essais pressiométriques. Elles sont résumées dans le tableau ci-dessous :

		Essais pressiométriques								Consistance
N°	Sol	Pression limite nette PI* (MPa)				Module pressiométrique E _M (MPa)		Nb valeurs		
		Min	Max	Moy Aritm. (1)	Ecart type	Min	Max	Moy. Harm. (2)		
1	Limon	0.43	0.91	0.57	0.20	3.5	9.5	5.5	4	Ferme
2	Argile brun-ocre	0.64	1.45	0.90	0.17	6.8	19.7	11.0	24	Ferme à raide
3	Argile beige	1.04	2.61	1.49	0.44	8.5	50.7	16.5	19	Raide à très raide
4	Calcaire altéré	2.51	3.98	3.34	0.44	20.6	284	49.7	18	Raide

(1) moyenne arithmétique (2) moyenne harmonique

Les 6 essais au pénétromètre dynamique ont donné les résultats suivants :

- De 0.0 à 3.0/4.5 de profondeur/TN en PEN13, 14, 15 et 18 et jusqu'à la base des essais pour PEN16 et 17 (6.0 m de profondeur/TN) : résistance de pointe qd de l'ordre de 5 à 7 MPa en moyenne (min/max ponctuels : 3/50 MPa). Ces valeurs correspondent à des sols fermes.
- De 3.0/4.5 m jusqu'au refus (entre 3.6 et 5.9 m de profondeur/TN) pour PEN13, 14, 15 et 18 : qd > 15/20 MPa et refus, ce qui correspond à des sols très raides ou à des roches altérées.

Ces valeurs sont cohérentes avec les résultats des essais pressiométriques.

C.3. Résultats des essais de laboratoire

Les résultats des tests en laboratoire sont synthétisés dans les tableaux ci-dessous :

Essais d'identification :

Sondage	Prof. moy. (m)	Sol	W _n (%)	Limites d'Atterberg		ρ_s (t/m ³)	Granulo. < 80µm (%)	Classification (NF P11-300)
				W _L (%)	I _p (-)			
SC8	0.6*	Argile limoneuse brune	21.5	37	14	2.641	92.9	A2th
SC8	3.5	Argile graveleuse brun clair	38.4	62	24	-	62.7	A2
SC9	0.7*	Argile limoneuse graveleuse brune	25.4	33	10	2.605	90.5	CIA1th
SC9	3.6	Argile graveleuse brun clair	43.1	62	23	-	37.2	A2
SC10	1.3	Argile sablo-graveleuse beige	34.3	62	28	2.609	56.5	A3
SC10	9.4	Argile sablo-graveleuse beige	25.7	41	13	-	28.5	B6
SC11	3.4	Argile sablo-graveleuse beige	33.4	62	24	-	52.2	CIA2
SC11	9.4	Grave calcaire beige	22.1	37	11	2.623	8.3	CIB4
SC12	0.6*	Argile limoneuse brune	24.5	36	12	-	86.5	A1/A2 th
SC12	4.4	Argile limono-sableuse graveleuse	33.1	57	19	2.606	43.4	A2

* Les sondages SC8, 9 et 12 ont été doublés afin d'obtenir suffisamment de matériau pour effectuer les essais en laboratoire. Pour cette raison, la profondeur et le type de sol ne correspondent pas exactement aux coupes des sondages.

The soils tested are fine soils (Ai), or soils with fine particles and bigger elements (CIAi and CIBi).

Le comportement des sols CIAi, CIBi et B6 est proche de celui de leur fraction 0/50 mm (c'est-à-dire leur partie Ai, soit dans le cas présent A2 pour les sols B6 et A1 pour les sols CIB4).

Selon la classification GTR, les sols A2 sont des sables argileux, des limons ou des marnes de faible plasticité. Les sols A3 sont des argiles ou des argiles marneuses de forte plasticité et les sols A1 sont des limons ou des sables fins de faible plasticité.

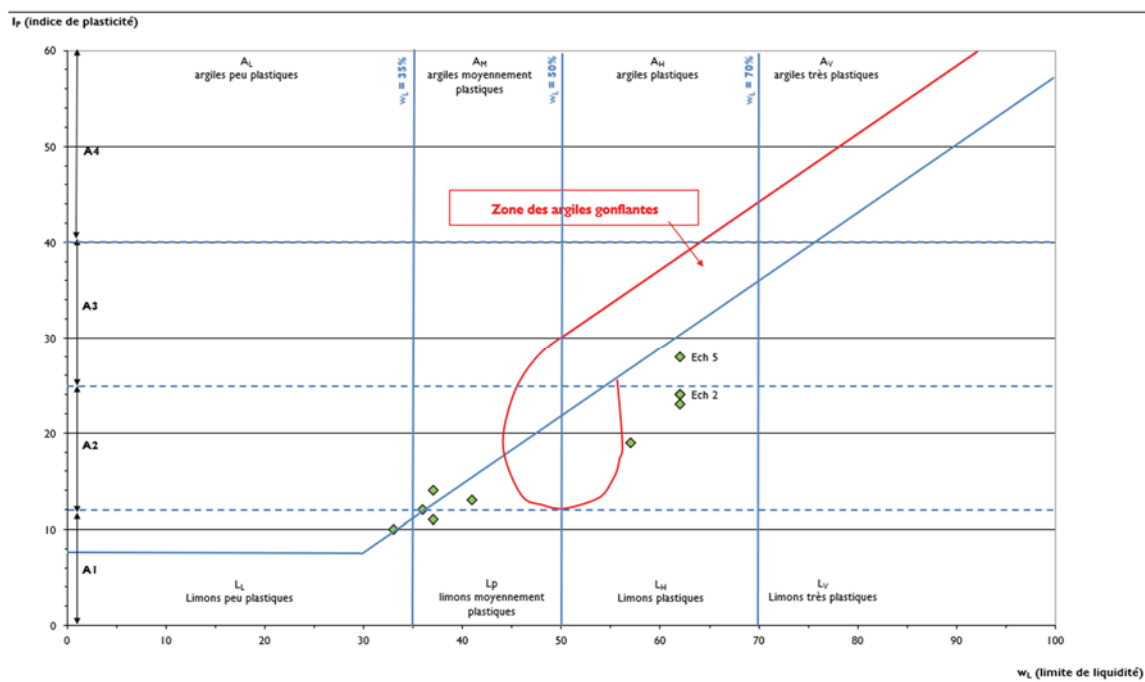
Les sols A1 peuvent changer brusquement de consistance pour de petites variations de leur teneur en eau.

Les sols A2 sont des sols moyens et peuvent être facilement réutilisés pour les travaux si leur teneur en eau n'est pas trop élevée.

Les sols A3 sont fermes à raides lorsqu'ils sont moyennement humides ou secs, mais deviennent glissants ou collants lorsque leur teneur en eau augmente.

Tous les échantillons dont l'état hydrique a pu être estimé présentaient un état "très humide". Cela signifie qu'ils ne sont pas réutilisables en l'état et qu'ils peuvent générer des difficultés pendant la phase de construction, en particulier pour la circulation des engins.

Si l'on représente la position des échantillons testés sur le diagramme de Casagrande, on constate que tous sont en dehors de la zone de retrait et de gonflement (cette zone est définie par le retour d'expérience des géotechniciens) :



Position des échantillons de sol dans le diagramme de Casagrande

Essais mécaniques et proctor :

Sondage	Prof. moy. (m)	Sol	Cisaillement direct		Compression simple	Proctor	
			C' (kPa)	φ' (°)		W _{OPN} (%)	ρ_{OPN} (t/m³)
SC8	0.6*	Argile limoneuse brune	-	-	-	16.5	1.71
SC9	0.7*	Argile limono-graveleuse brune	-	-	-	16.2	1.71
SC10	1.3	Argile sablo-graveleuse beige	20	27	-	-	-
SC10	9.4	Argile sablo-graveleuse beige	0	37	-	-	-
SC11	9.4	Grave calcaire beige	0	40	-	-	-
SC11	10.1	-	-	-	40.8	-	-
SC12	0.6*	Argile limoneuse brune	-	-	-	15.7	1.69
SC12	4.4	Argile limono-sableuse graveleuse	12	36	-	-	-

* Les sondages SC8, 9 et 12 ont été doublés afin d'obtenir suffisamment de matériau pour effectuer les essais en laboratoire. Pour cette raison, la profondeur et le type de sol ne correspondent pas exactement aux coupes des sondages.

Sur la base des résultats présentés ci-dessus, les valeurs suivantes de cohésion et d'angle de frottement peuvent être retenues pour les différentes formations géotechniques rencontrées sur le site :

Sol	Cohésion (kPa)	Angle de frottement (°)
Limon	10	25
Argile brun-ocre	10	25
Argile beige	10	28
Calcaire altéré	15	30

C.4. Niveaux d'eau

Lors de notre campagne d'investigation (7/12 au 22/12/2022), les niveaux d'eau suivants ont été observés à la fin de chaque sondage :

Niveau d'eau	SP3		SP4		SP5		SP6	
	Prof. (1)	Niveau (2)	Prof. (1)	Niveau (2)	Prof. (1)	Niveau (2)	Prof. (1)	Niveau (2)
En fin de sondage	4.9	26.6	5.2	26.0	3.5	26.9	6.7	23.7

(1) Profondeur en mètres / TN ; (2) Niveau NGF en mètres.

Niveau d'eau	SP7		SC10		SC11	
	Prof. (1)	Niveau (2)	Prof. (1)	Niveau (2)	Prof. (1)	Niveau (2)
En fin de sondage	4.7	26.0	6.2	23.4	8.5	22.6

(1) Profondeur en mètres / TN ; (2) Niveau NGF en mètres.

Ces niveaux d'eau ont été mesurés immédiatement après la fin des sondages. Ils sont donc nécessairement influencés par l'eau et la boue injectées pour réaliser les sondages.

Dans les sondages SC8 et SC9, les niveaux d'eau mesurés en fin de sondage sont proches du terrain naturel (0.1 et 0.7 m de profondeur). Ces niveaux sont dus à l'injection et ne reflètent pas une nappe phréatique naturelle.

D'autres forages (SP1, SP2 et SC12) sont restés secs en fin de sondage.

Nous rappelons que le niveau de la nappe peut varier en fonction des conditions météorologiques et des saisons.

La mise en place et le suivi de piézomètres peuvent être effectués afin de fournir des données plus précises sur les niveaux de la nappe sur le site.

Note:

L'intervention ponctuelle pour la présente étude ne permet pas de fournir des informations hydrogéologiques suffisantes, dans la mesure où le niveau d'eau mentionné dans le rapport correspond nécessairement à celui enregistré à un moment donné, sans possibilité d'apprécier la variation inéluctable des nappes phréatiques et des circulations d'eau qui dépend des conditions météorologiques.

C.5. Agressivité du sol sur le béton

Trois échantillons de sol ont été prélevés à 1.5 m, 4.5 et 9.5 m de profondeur au droit de SC10, SC11 et SC12 respectivement, afin de réaliser des tests d'agressivité du sol sur le béton.

Les résultats complets sont présentés en annexe.

Les tests permettent de définir une classe d'agressivité chimique du sol vis-à-vis du béton :

< XA1, correspondant à un environnement non agressif.

C.6. Essais de perméabilité

Trois tests de perméabilité Nasberg (hors nappe) ont été réalisés dans les forages SC8 et SC9. Les essais ont été réalisés selon la norme NF EN ISO 22282-2. Ces tests permettent d'évaluer la perméabilité locale dans des sondages carottés ou en destructif.

Sondage	SC8	SC8	SC9
Prof. de l'essai (m / TN)	1.5 à 2.5	4.0 à 5.0 m	2.0 à 3.0
Valeur à débit d'injection constant K (m/s)	4.0×10^{-6}	2.9×10^{-6}	5.6×10^{-6}
Sol	Limon argileux	Argile limoneuse à sable limoneux	Argile graveleuse à sableuse

CONCLUSION :

La perméabilité mesurée est cohérente avec la nature argileuse des sols observés dans les forages.

A ce stade de l'AVP, il est possible de retenir une valeur de perméabilité de l'ordre de 1.10^{-6} m/s dans ces couches de limon et d'argile, pour le calcul des volumes d'infiltration des eaux pluviales.

Cependant, nous rappelons que les essais caractérisent le sol de manière très locale (c'est-à-dire à l'emplacement du sondage et à la profondeur de l'essai) en raison de la taille limitée des cavités d'essai. Les valeurs de perméabilité peuvent varier dans de larges proportions à l'échelle du projet, notamment en fonction des variations de la granulométrie du sol.

De plus, ces valeurs ponctuelles peuvent s'écarter de la valeur de perméabilité à grande échelle.

Nous conseillons donc à l'équipe de conception de prendre en compte les risques liés à l'hétérogénéité et d'utiliser des valeurs conservatrices pour chaque type de sol, dans un souci de sécurité dans la conception des structures.

C.7. Données relatives au risque sismique

Zone de sismicité de la commune selon le décret n°2010-1255 du 22 oct. 2010 : 2.

CLASSE SISMIQUE DES SOLS

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

Dans les zones de sismicité 1 et 2, l'analyse du risque de liquéfaction n'est pas requise.

D. IMPLICATION DES DONNEES GEOTECHNIQUES POUR LE PROJET

D.1. Première approche de la zone d'influence géotechnique (ZIG)

La ZIG est le 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.

La ZIG à prendre en compte pour ce projet est une zone de 10 m autour de chaque élément du projet.

Nous rappelons que la stabilité de la falaise ne fait pas partie de cette étude.

D.2. Adaptation du projet au site

Aucuns travaux d'excavation ou de remblai n'est prévu dans le cadre de ce projet.

D.3. Méthodes de fondation envisageables

Compte tenu de la nature des différents éléments du projet et du contexte géotechnique du site, les nouvelles structures peuvent être fondées sur des fondations superficielles ou sur des fondations profondes si l'on veut limiter les terrassements, notamment à proximité des cratères (passerelles piétonnes).

D.4. Possibilités techniques pour les niveaux inférieurs des bâtiments (salle de projection et lieu de commémoration)

Compte tenu de la nature du projet et du contexte géotechnique du site, les nouvelles structures pourront être construites en plancher porté par les fondations sur vide sanitaire, ou en dallage sur terre-plein, à condition qu'une couche de fondation épaisse et soigneusement compactée soit mise en place et que le projet n'implique pas de remblai (niveau final ne dépassant pas le niveau du sol existant).

E. ETUDE DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES

E.I. Conditions générales de terrassement

E.I.I. Principes généraux de terrassement

Aucun terrassement important n'est prévu dans le cadre du projet. Ce paragraphe traite des travaux de terrassement de faible hauteur qui seront effectués pour la construction de nouvelles circulations piétonnes sur l'ensemble du site, la reconstruction du parking et le dallage sur terre-plein de la dalle de la salle de projection (si cette solution est retenue pour le projet).

En cas d'évacuation de matériaux hors du site, il conviendra de définir le type de filière adapté.

D'une façon générale, l'entreprise devra adapter sa méthodologie d'exécution des travaux (terrassement, compactage, ...) afin d'assurer l'assainissement et la portance des plateformes et d'éviter de générer des désordres dans les avoisinants pouvant être influencés par les travaux.

DEBLAIS

Dans le sol existant, les travaux de terrassement peuvent être réalisés avec des machines courantes, sauf en cas de présence éventuelle de blocs rocheux ou erratiques.

La présence éventuelle de munitions anciennes ou d'engins explosifs doit être considérée et étudiée avant le début des travaux sur le site.

REMBLAIS

Les remblais seront mis en œuvre sur une plate-forme préalablement débarrassée de la terre végétale et de tous les sols meubles (sols mous, évolutifs ou détériorés par les engins ou les intempéries).

L'assise des remblais devra être horizontale avec des redans le cas échéant.

Pour les remblais paysagers / support d'espaces verts ou de cheminements piétons, les matériaux seront mis en œuvre conformément au guide GTR 2000 pour les remblais courants.

Pour les remblais supportant des dallages sur terre-plein, les matériaux doivent être des matériaux graveleux propres, insensibles à l'eau et non évolutifs (par exemple classe D1, D2, D31, B11, B31 ou roches concassées de type R21, R41 ou R61 ou équivalent), mis en œuvre par couche de faible épaisseur compactée conformément au GTR 2000 pour une couche de forme.

Le critère d'acceptation sera $EV2 > 35 \text{ MPa}$.

Les paramètres suivants doivent être pris en compte pendant la phase de préparation des travaux afin d'éviter les difficultés pendant la phase de construction :

- Drainage de la plate-forme : formes de pente et fossés à créer et à entretenir pendant toute la durée de la construction.
- Les travaux de terrassement seront exécutés en dehors des périodes de pluie car des difficultés sont à prévoir pendant les périodes de pluie. Si nécessaire, une couche de roulement temporaire doit être prévue (lorsque le niveau inférieur des terrassements (PST)

est atteint, la classe d'arase, si les sols sablo-limoneux sont secs au moment du terrassement, sera ARI. A l'inverse, elle sera de classe ARO si les sols sont humides ou saturés d'eau).

- Il reste toujours possible de rencontrer des vestiges anciens et enterrés (pierres) ou plus modernes (béton), ce qui peut nécessiter l'utilisation d'une méthode d'excavation adaptée (non observée lors de nos investigations).

E.2. Ebauche dimensionnelle des fondations superficielles

Les différents éléments du projet qui nécessitent des fondations sont les suivants :

- La salle de projection,
- Le lieu de commémoration où le monument aux Rangers sera installé,
- La promenade surélevée au dessus du bocage,
- La plateforme d'observation du cratère,
- La plateforme,
- Les passerelles au dessus des cratères.

Compte tenu du contexte géotechnique du site, tous peuvent être fondés sur des fondations superficielles. Si certaines parties du projet nécessitent des fondations profondes (pour limiter l'impact des terrassements à proximité des cratères par exemple), le § E.4. fournit une ébauche dimensionnelle de fondations profondes pour la zone historique du site.

E.2.1. Modèle géotechnique

Au stade de l'avant-projet, nous avons retenu le modèle géotechnique suivant, à partir du terrain naturel actuel (TN) :

Sol	Prof. de la base (m/TN)	pl* (MPa)	E _M (MPa)	α
Limon	0.5 à 2.6	0.45	5.5	1/2
Argile brun-ocre	5.0	0.80	11.0	2/3
Argile beige	6.5	1.25	16.5	2/3
Calcaire altéré	> 11.0	3.10	49.0	1/2

avec α: coefficient rhéologique du sol

E.2.2. Niveau d'assise des fondations

Compte tenu de la nature du projet et du contexte géotechnique du site, les différents éléments du projet peuvent être fondés sur des semelles filantes ou isolées reposant dans les limons.

Une profondeur minimale de 0,7 m par rapport au niveau fini extérieur doit être respectée pour les fondations. Ceci permet de respecter la garde hors gel qui est de 0,5 m dans ce secteur.

Les fondations doivent être ancrées d'au moins 0.3 m dans les limons ou dans l'argile brun-ocre sous-jacente si nécessaire pour respecter la protection contre le gel.

Le niveau de base (y compris l'ancrage) sera, au droit des différents sondages:

Sondage	SP1	SP2	SP3	SP4
Prof. / TN (m)	0.7	1.0	0.7 / 1.7*	0.8
Niveau base fondation (m, NGF)	34.2	32.9	30.8 / 29.9	30.4

* Il existe une incertitude sur la nature du sol rencontré entre 0.2 et 1.4 m de profondeur dans SP3. Ce point devra être tranché lors de l'ouverture de la fouille.

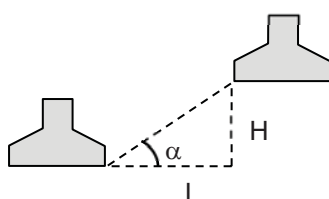
Sondage	SP5	SP6	SP7	SC10
Prof. / TN (m)	0.8	0.8	0.8	0.8
Niveau base fondation (m, NGF)	29.6	29.6	29.9	33.3

Sondage	SC11	SC12
Prof. / TN (m)	1.0	0.7
Niveau base fondation (m, NGF)	30.1	31.6

Le toit du sol support de fondation est soumis à des variations altimétriques, et le niveau de la fondation sera adapté pour respecter l'ancrage prescrit. Il sera nécessaire de prévoir des quantités supplémentaires de béton pour compenser cet aléa.

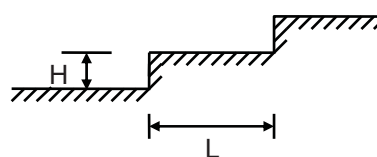
De plus, en dehors de la zone sismique, si le projet comporte des variations altimétriques, on respectera une pente maximale de 3H/2V entre fondations isolées adjacentes et des redans selon une pente de 3H/1V pour les fondations filantes.

Semelles isolées



$$\tan \alpha = \frac{H}{L} \leq 2/3$$

Semelles filantes à redans



$$\frac{H}{L} \leq 1/3 \text{ et } H < 0.5 \text{ m}$$

Schéma de la règle pour les fondations placées à différents niveaux

E.2.3. Calcul de la capacité portante

METHODE PRESSIOMETRIQUE (NORME NF P94-261)

Pour une semelle isolée (ou filante) descendue et ancrée de manière homogène dans les limons à 0,7 m de profondeur/TN, la pression limite nette p_{le}^* calculée sous la base de la fondation et le facteur de portance k_p sont :

$$\begin{aligned} p_{le}^* &= 0.45 \text{ MPa} \\ k_p &= 0.80 \\ q_0 &= 0: \text{ contrainte verticale dans le sol à la base de la fondation après la construction (négligée à ce stade)} \end{aligned}$$

Selon la norme française NF P94-261 (d'application de l'Eurocode 7), la portance du sol est vérifiée de la manière suivante :

$$V_d - R_0 \leq R_{v;d}$$

Avec :

- V_d : valeur de calcul de la composante verticale de la charge transmise au sol par la fondation superficielle, y compris le poids propre de la fondation,
- R_0 : valeur de la résistance due à q_0 ,
- $R_{v;d}$: valeur de calcul de la résistance nette du sol sous la fondation superficielle.

Ces paramètres sont calculés comme suit :

$$R_0 = A \cdot q_0$$

Avec :

- A : surface totale de la base des fondations superficielles,
- q_0 : contrainte verticale dans le sol à la base de la fondation après la construction (négligée à ce stade).

$$R_{v;d} = \frac{R_{v;k}}{\gamma_{R;v}}$$

Avec :

- $\gamma_{R;v}$: coefficient pour le calcul de la capacité portante :
 - o 1.4 à l'ELU fondamental,
 - o 2.3 à l'ELS.
- $R_{v;k}$: valeur caractéristique de la résistance nette du sol sous la fondation superficielle :

$$R_{v;k} = \frac{A' \cdot q_{net}}{\gamma_{R;d;v}}$$

Avec :

- A' : valeur de la surface effective de fondation (surface comprimée réduite correspondant au modèle Meyerhof, selon l'annexe Q de la NF P94-261).

- q_{net} : contrainte nette du sol calculée sous la fondation superficielle (méthode pressiométrique),
- $\gamma_{R;d,v}$: coefficient de modèle :
 - o 1.2 pour la méthode pressiométrique.

A ce stade AVP du projet, sans information sur les dimensions des fondations superficielles et les charges du projet, nous pouvons donner une valeur pour l'ébauche dimensionnelle des fondations :

$$q'_{ELS/ELU} = \frac{k_p \cdot p_{te}^*}{\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{R;d,v}} \cdot i_\delta \cdot i_\beta$$

La capacité portante calculée est alors :

$$\begin{aligned} q'_{ELS} &= 0.13 i_\delta i_\beta \text{ MPa (ELS)} \\ q'_{ELU} &= 0.21 i_\delta i_\beta \text{ MPa (ELU)} \end{aligned}$$

Ces valeurs de capacité portante sont valables pour des fonds de fouille propres et non remaniés.

Note : Dans le cas d'une charge inclinée par rapport à la verticale, ou d'une fondation construite à proximité d'un talus respectivement, les coefficients i_δ et i_β seront respectivement inférieurs à 1. Nous donnons un exemple de fondation proche de la crête d'un cratère dans le paragraphe ci-dessous.

Les fondations auront une largeur minimale de 0.40 m pour les semelles filantes et de 0.60 m pour les fondations isolées.

E.2.4. Exemples de calcul

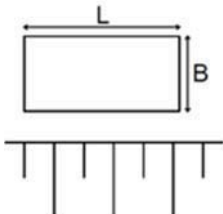
A ce stade G2 AVP, nous ne considérerons que le cas de charges verticales centrées ; la stabilité au glissement et à l'excentricité des charges devra être étudiée dans la phase G2 PRO.

La conception structurelle des fondations et des structures sera confiée à un ingénieur structurel spécialisé.

L'application de ces valeurs de capacité portante aux dimensions des fondations données par le client et à d'autres dimensions types conduit aux charges admissibles et aux tassements associés suivants :

	Semelle isolée		Semelle filante	
Taille de la fondation	0.75m x 0.75m	1.50m x 1.50m	0.50m	1.00m
Charge ELS quasi-permanent	70 kN	290 kN	65 kN/m	130 kN/m
Tassement estimé (cm)	≈ 0.5	< 1.0	≈ 0.5	≈ 1.0

A titre d'exemple, nous donnons dans le tableau ci-dessous l'application de la capacité portante à la taille de la fondation donnée par le client pour une fondation superficielle située à 3 m de la crête du cratère :

	Fondation isolée	Orientation de la semelle par rapport à la crête du cratère 
Taille de la fondation	L : 3.00 / B : 0.75m	
Distance par rapport à la crête du cratère	3.0 m*	
Pente du cratère	33°**	
$i\beta$	0.94	
Charge ELS quasi-permanent	275 kN	
Tassement estimé (cm)	< 1.0	

* Cette distance a été considérée comme une première estimation à ce stade préliminaire du projet. Nous rappelons que la distance minimale entre les fondations et la crête du cratère dépend également de la possibilité technique pour l'entreprise de construire les fondations sans déstabiliser ou endommager les pentes du cratère. Cette distance finale sera estimée pour chaque cas lors des prochaines phases de l'étude, en fonction de la géométrie des fondations, du poids des machines de travail et de la possibilité technique pour l'entreprise de travailler à proximité de la crête sans l'endommager.

** La pente du cratère est estimée à partir du plan topographique. Elle sera estimée pour chaque cas lors des prochaines phases de l'étude.

Nous rappelons que cette première estimation est donnée sans tenir compte de l'inclinaison de la charge par rapport à la verticale, car aucun cas de charge n'est disponible à ce stade. L'inclinaison de la charge, qui doit être considérée pour le pont, aura un impact sur la capacité portante via le coefficient i_δ .

Les tassements sont estimés selon l'annexe H de la norme NF P94-261. Voir l'annexe du présent document pour la présentation de la méthode de calcul.

E.2.5. Sujétions de construction pour les fondations superficielles

L'étude détaillée des sujétions d'exécution fait partie de la phase PRO de l'étude géotechnique G2. A ce stade AVP, nous nous limiterons à citer les principes généraux.

TERRASSEMENTS

- Les travaux de terrassement des fondations superficielles peuvent être réalisés en rétro avec un engin de terrassement traditionnel puissant (pelle hydraulique, par exemple).
- La présence éventuelle de munitions anciennes ou de bombes non explosées doit être étudiée avant le début des travaux d'excavation sur le site.
- Les fonds de fouille seront scrupuleusement vérifiés et purgés de toute poche douteuse (poches de limon ou de sable très mou, remblais, terre contenant des éléments végétaux, etc.). Les terres douteuses observées à l'ouverture des fosses seront purgées et remplacées par du béton coulé pleine fouille.
- Les fondations seront coulées à pleine fouille immédiatement après ouverture.

- Les sols pouvant s'avérer instables, on prévoira des soutènements temporaires ou on prévoira des hors profil de terrassement, ce qui augmentera alors le volume de béton coulé.
- Pour éviter que les travaux ne déstabilisent ou n'endommagent les pentes du cratère au cas où des fondations peu profondes seraient construites à proximité de ceux-ci, une distance minimale de 3 m (ou de la profondeur du cratère s'il est plus profond que 3 m) sera maintenue entre les fondations et la crête du cratère. Cette distance sera recalculée lors des prochaines phases de l'étude en fonction de la géométrie finale des fondations et des données techniques des engins. L'entreprise devra confirmer sa capacité à travailler à proximité de la crête du cratère sans l'endommager avant le début des travaux.

RISQUES LIES A L'EAU (EAUX PLUVIALES, NAPPE,...)

- Les travaux seront réalisés en dehors des périodes de pluie.
- Le coulage du béton sera effectué immédiatement après l'achèvement des fouilles de fondation. Malgré cette précaution, en cas de pluie avant le bétonnage des fouilles, la base de la fouille remaniée par l'eau et les matériaux effondrés des murs doivent être purgés et nettoyés avant le coulage.
- En cas d'arrivée d'eau au fond de la fosse par remontée de la nappe, un drainage sera nécessaire pour travailler hors d'eau.

SUJETIONS D'EXECUTIONS LIEES A LA PRESENCE D'EXISTANTS

Le projet ne prévoit pas d'isolation structurelle entre les nouveaux bâtiments et les bâtiments existants pour la salle de projection. Cela implique que les charges restent faibles et que les études du bureau d'ingénierie des structures confirment que les fondations existantes peuvent supporter les nouvelles charges apportées par l'extension.

Cette vérification nécessite que les fondations existantes soient contrôlées sur place (taille, profondeur) afin d'estimer l'impact de la nouvelle charge sur celles-ci (capacité portante, tassement supplémentaire...).

Nous rappelons également que les nouvelles fondations se tasseront différemment des fondations précédentes (fondations rechargées et fondations non rechargées). Les tassements différentiels doivent donc être estimés lors des phases ultérieures des études pour confirmer qu'ils sont admissibles pour les structures existantes et à créer.

E.3. Dallage sur terre-plein (salle de projection et lieu de commémoration)

E.3.1. Tassements estimés

Le sol de la salle de projection peut être construit en dallage sur terre-plein.

Sous les charges de service de 0,5 t/m², le tassement estimé est de 1,0 à 2,0 cm.

E.3.2. Principes généraux de construction

Un dallage sur terre-plein peut être envisagé à condition de respecter les recommandations suivantes :

- Prévoir un drainage pour assurer la pérennité de la capacité portante de la plate-forme ;
- Travailler par temps sec ;

- Décapage de la terre végétale et des sols contenant des racines sur toute leur épaisseur ;
- Purger à l'aide d'un brise-roche hydraulique tous les vestiges de constructions et de fondations qui pourraient constituer des points durs sous les nouvelles dalles et purger les éventuels réseaux enterrés en les comblant avec des matériaux graveleux soigneusement compactés ;
- Décaper les remblais et les surépaisseurs de terre sur une hauteur minimale de 50 cm sous la face inférieure du futur dallage ;
- Si nécessaire pour atteindre le niveau du projet, la mise en œuvre d'un remblai granulaire correctement compacté en couches d'épaisseur appropriée conformément au GTR ;
- Une fermeture (recompactage léger) du sol de support sera effectuée sans remaniement la couche d'assise.
- Placer un géotextile de séparation et de filtration à la base de la fouille.
- Mettre en place une couche de fondation soigneusement compactée en matériaux granulaires non évolutifs (par exemple, gravier GNT non traité ou roche dure concassée 0/40 mm avec moins de 12 % de passant à 80 μ m et VBS $\leq$ 0,1, insensible à l'eau).

Les graviers issus de l'industrie du recyclage ne seront pas utilisés sous le futur bâtiment (voir DTU 13.3).

L'entrepreneur devra adapter les méthodes de travail et de compactage aux caractéristiques du site, au matériau choisi et au matériel dont il dispose, afin d'atteindre les critères d'acceptation requis.

- L'épaisseur de la couche de forme sera au minimum de 40 cm, à adapter en fonction de l'état hydrique et de la portance du sol support au moment des travaux.
- L'assise des dalles doit être contrôlée par des essais de charge sur plaque afin de vérifier l'exécution du remblai et de la couche de forme. Les critères minimaux seront les suivants:
 - Module de second cycle EV2: $EV2 \geq 50 \text{ MPa}$
- Si des critères d'acceptation de la couche de forme plus élevés que ceux mentionnés ci-dessus sont requis, ou en cas de pluie, l'épaisseur de la couche de forme doit être augmentée.
- Désolidariser la dalle des structures verticales adjacentes.

Remarques:

- La présence d'eau à la base de la plate-forme de travail peut nécessiter un drainage et un pompage temporaire.
- La mise en œuvre de remblais de nivellement pourrait générer des tassements.
- L'épaisseur de la couche de forme dépendra des conditions climatiques au moment de sa mise en œuvre. C'est pourquoi il est recommandé de réaliser des planches d'essai (vérifiées par des essais de chargement à la plaque) au début des travaux afin de déterminer l'épaisseur de la couche de forme permettant d'atteindre les objectifs de portance.
- La mise en place de la couche de forme doit se faire directement après le décapage et les éventuelles excavations afin de ne pas exposer la base aux intempéries.

E.3.3. Modules de déformation des sols sous les dallages

Les modules de déformation du sol E_s à retenir pour le calcul des dalles sont estimés à partir du module pressiométrique EM et du coefficient rhéologique α .

Nous avons considéré le profil géomécanique du forage SPI (avec pour niveau de référence le toit de la nouvelle couche de forme graveleuse) :

N°	Sol	Prof. et module
-	Couche de forme graveleuse compactée et contrôlée par des essais de chargement à la plaque	De 0.0 à 0.5 m Es1 = 45 MPa
1	Limon	De 0.5 à 2.6 m Es2 = 10 MPa
2	Argile brun-ocre	De 2.6 à 5.5 m Es3 = 10 MPa
3	Argile beige	De 5.5 à 8.0 m Es4 = 20 MPa

E.4. Ebauche dimensionnelle d'une fondation profonde (passerelle sur les cratères)

E.4.1. Type de pieux

Dans le cas où les fondations superficielles ne sont pas possibles pour les ponts sur les cratères, leur construction peut être envisagée sur des fondations profondes telles que des micropieux.

Dans ce cas, les micropieux devront être ancrés dans le calcaire altéré rencontré entre 5.2 et 9.4 m de profondeur selon le sondage.

L'étude des fondations profondes sera réalisée conformément à l'EUROCODE 7 et à la norme nationale d'application NF P94-262 de juillet 2012.

Pour l'ébauche dimensionnelle d'avant-projet, nous utiliserons l'approche " modèle de sol " et la méthode pressiométrique. Nous considérerons une structure de catégorie géotechnique 2.

Au stade de la présente étude, nous ne disposons pas de descentes de charges.

A ce stade de l'AVP, nous ne considérerons que les charges verticales centrées ; la prise en compte des forces horizontales devra être étudiée dans la phase G2 PRO.

Nous proposons un micropieu de type II (M2), donc de classe Ibis et de catégorie I8.

Les micropieux devront être ancrés à au moins 3,0 m dans le calcaire altéré rencontré dans nos sondages entre 5.1 et 9.4 m de profondeur/TN.

E.4.2. Modèle géotechnique et ébauche dimensionnelle

Conformément à l'EUROCODE 7, les paramètres géotechniques considérés doivent être une estimation conservatrice de la valeur qui influence l'apparition de l'état limite, ce qui conduit au modèle géotechnique suivant, pour le type de pieu proposé dans le § précédent :

Terrain naturel : 30.5 m NGF (considéré à proximité des cratères)

N°	Sol	Base de la couche (NGF)	Classe de sol (NF P94-262)	pl* (MPa)	Frottement latéral		Résistance de pointe	
					Courbe	q _{si} (kPa)	k _p	pl _e * (MPa)
1	Limon	30.0	I	0.45	Négligé		-	-
2	Argile brun-ocre	27.5	I	0.80	QI	49	-	-
3	Argile beige	23.5	I	1.25	QI	53	-	-
4	Calcaire altéré	< 19.0	4	3.10	Q4	157	(I)	

⁽¹⁾ Aucune résistance de pointe n'est considérée pour les micropieux

Les valeurs de frottement latéral sont calculées selon l'annexe F de la norme française NF P94-262. Voir l'annexe du présent rapport pour la présentation de la méthode de calcul.

RESULTATS DES CALCULS

Pour un micropieu de type II de 250 mm de diamètre avec une base à 20,5 m NGF, on obtient :

		Compression	Traction
ELU	Situations durables et transitoires R_{c;d} résistance	261 kN	-250 kN
ELS	Caractéristique R_{c;cr;d}	224 kN	-183 kN
	Quasi-permanent R_{c;cr;d}	183 kN	-134 kN

E.4.3. Conditions et dispositions relatives aux fondations profondes

L'étude détaillée des sujétions d'exécution fait partie de la phase PRO de l'étude géotechnique G2. Au stade G2AVP, nous nous limiterons à lister les principes généraux.

La profondeur d'ancrage finale des micropieux devra être adaptée en fonction de la variation des horizons géologiques. Elle sera d'au moins 3,0 m dans le calcaire altéré.

L'absence d'engins explosifs au droit de chaque micropieu doit être vérifiée avant le début du forage des micropieux.

La technique d'exécution choisie (outils et méthodes de forage) devra permettre d'atteindre les niveaux d'ancrage demandés en tenant compte de la résistance du substratum mais aussi de la présence et de la nature des remblais rencontrés sur le site (présence d'anciennes munitions, de remblais de démolition, de tuyaux enterrés, de blocs, etc.

Des surconsommations de béton sont à prévoir dans les terrains mous et dans les zones où des vides résiduels peuvent subsister dans le remblai.

Les micropieux reprenant des efforts horizontaux ou d'arrachement importants doivent être armés en conséquence.

Afin d'éviter l'effet de groupe pour les pieux, on respectera un entraxe minimal de trois fois le diamètre du micropieu entre chaque micropieu.

A ce stade préliminaire du projet, on peut retenir qu'une distance minimale de 3 m (ou la profondeur du cratère s'il est plus profond que 3 m) entre les engins de forage de micropieux et les crêtes de talus doit être respectée afin d'éviter que ces talus ne soient déstabilisés ou endommagés lors des travaux. La distance exacte sera estimée plus précisément lorsque la géométrie exacte du projet sera définie et la machine de forage spécifiée. L'entrepreneur devra également confirmer que la distance permet aux machines de travailler sans endommager les pentes.

E.5. Couche de forme de voirie (parking)

Pour réaliser la couche de forme sous les voiries, il faudra :

- Travailler par temps sec.
- Décaper la terre végétale et les sols contenant des racines sur toute leur épaisseur.
- Une fermeture (recompactage léger) du sol de support sera effectuée sans remaniement de l'arase de terrassement.
- Placer un géosynthétique de séparation à la base de l'excavation.
- Mettre en œuvre une couche de forme constituée de matériaux propres et non évolutifs (grave non traitée GNT ou roche dure concassée 0/40 mm avec moins de 12 % de passant à 80 µm afin qu'elle soit insensible à l'eau), soigneusement compactée.
- L'entreprise devra adapter les méthodes de mise en œuvre et de compactage aux caractéristiques du site (notamment l'état hydrique du sol support au moment des travaux), aux matériaux retenus et aux matériaux dont elle dispose, afin d'obtenir les critères d'accueil demandés.
- L'épaisseur de la couche de forme sera, en fonction de l'état hydrique du sol support, et afin d'obtenir une plate-forme PF2 ($EV2 \geq 50$ MPa) : 40 cm minimum pour un état hydrique moyen.
- Des mesures de l'état hydrique du sol support seront indispensables au début des travaux, pour caractériser l'épaisseur adaptée à l'objectif recherché.
- Il sera nécessaire de contrôler la portance par des essais à la plaque (NF P94-117-1) ou par des essais à la dynaplaque (NF P94-117-2).
- Si l'on souhaite obtenir des critères de réception plus élevés que ceux indiqués ci-dessus, ou si l'état hydrique du sol l'exige, l'épaisseur du sol doit être augmentée.

- Au-dessus de la couche de forme, la structure routière appropriée doit être réalisée (couche de forme, le cas échéant, couche de base et couche de roulement).

RESEAUX ENTERRES SOUS LA VOIRIE

Les tranchées doivent être creusées pour permettre le passage des réseaux enterrés, elles peuvent être réalisées sub-verticalement si leur profondeur reste inférieure à 1,3 m. Dans ce cas, une attention particulière doit être portée aux petites instabilités qui peuvent se produire dans la couche supérieure de remblai. Aucun matériau de déblai ne sera stocké à proximité de la crête de la tranchée.

Si la tranchée a une profondeur supérieure à 1.3 m, elle doit être blindée sur toute sa hauteur.

Les réseaux enterrés sous la chaussée doivent être soigneusement remblayés et compactés selon les règles en vigueur.

E.6. Protection contre les eaux (salle de projection)

E.6.1. Gestion des eaux pluviales et de ruissellement

Les eaux de toiture seront collectées par des gouttières reliées à un réseau étanche, et une légère pente autour du bâtiment permettra à l'eau de pluie de ne pas stagner au pied des façades.

Les gouttières devront éloigner les eaux des fondations et déboucher sur des points d'évacuation non refoulant, éloignés des fondations.

Un drain sera installé en amont des façades de la construction. Ils doivent avoir une pente régulière vers un exutoire.

Ces drains doivent être constitués d'un tube en PVC avec une crépine sur la partie supérieure, entouré de gravier, le tout enrobé dans une enveloppe géosynthétique anti-contaminante.

F. CONCLUSIONS

Le projet consiste à réhabiliter le sentier des visiteurs du monument aux Rangers de la Pointe du Hoc et des environs. Il comprend le réaménagement de sentiers piétonniers (promenade bocagère, nouveau plan de circulation), la réhabilitation de structures historiques, le déplacement du Monument aux Rangers à un endroit plus approprié, la construction d'un point de rassemblement et de 3 passerelles piétonnes au-dessus des cratères, la modification des bâtiments et aménagements existants à l'entrée du site et la création d'une salle de projection.

Les sols identifiés sont des limons recouvrant des argiles brun-ocre puis des argiles beiges qui constituent la couche de transition avec le calcaire altéré sous-jacent.

Les sols ne sont pas agressifs pour le béton et insensibles aux phénomènes de retrait et de gonflement selon nos tests en laboratoire.

Les différentes parties du projet peuvent être construites sur des fondations superficielles reposant dans les limons ou l'argile brun-ocre, à environ 0,7 m de profondeur / TN avec 0,3 m d'ancrage minimum dans la couche de base. Les tassements resteront faibles pour les cas types étudiés dans ce rapport.

Si des fondations profondes sont retenues pour les fondations des ponts du cratère, des micropieux ancrés dans le calcaire altéré à 10 m de profondeur pourront être réalisés.

Ce rapport conclut la phase AVP de l'étude géotechnique G2 confiée à FONDASOL.

Les calculs et les valeurs d'avant-projet donnés dans ce rapport ne sont que des ébauches destinées à donner un premier aperçu des contraintes techniques d'exécution et ne constituent pas un dimensionnement du projet.

Selon la norme NF P94-500, cette phase est insuffisante pour consulter les entreprises ; elle doit être suivie des phases PRO de prédimensionnement des ouvrages géotechniques, et DCE/ACT visant notamment à vérifier avant l'envoi du DCE aux entreprises, que les préconisations de l'étude G2 sont bien prises en compte dans les paragraphes du CCTP relatifs aux ouvrages géotechniques.

Il conviendra également de missionner un géotechnicien pour la supervision d'exécution des travaux géotechniques dans le cadre d'une mission G4. L'étude et le suivi d'exécution de ces travaux est à confier à l'entreprise dans le cadre d'une mission G3.

FONDASOL est à la disposition du Maître d'ouvrage et du Maître d'œuvre pour réaliser les missions d'étude G2 phases PRO et DCE/ACT et la mission G4.



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, profondeurs, 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'investigations 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 ou 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-I 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'histoire 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 font partie 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 inéluctables 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 traitements 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 remplit 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 originale : 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 originale 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, en 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 révélé 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 L.241-I 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-cotisation 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 TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (NORME 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 (<i>choix constructifs</i>)
	PRO	Études géotechniques de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (<i>choix constructifs</i>)
	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 (<i>réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience</i>)	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'étude de l'état général de l'ouvrage existant.

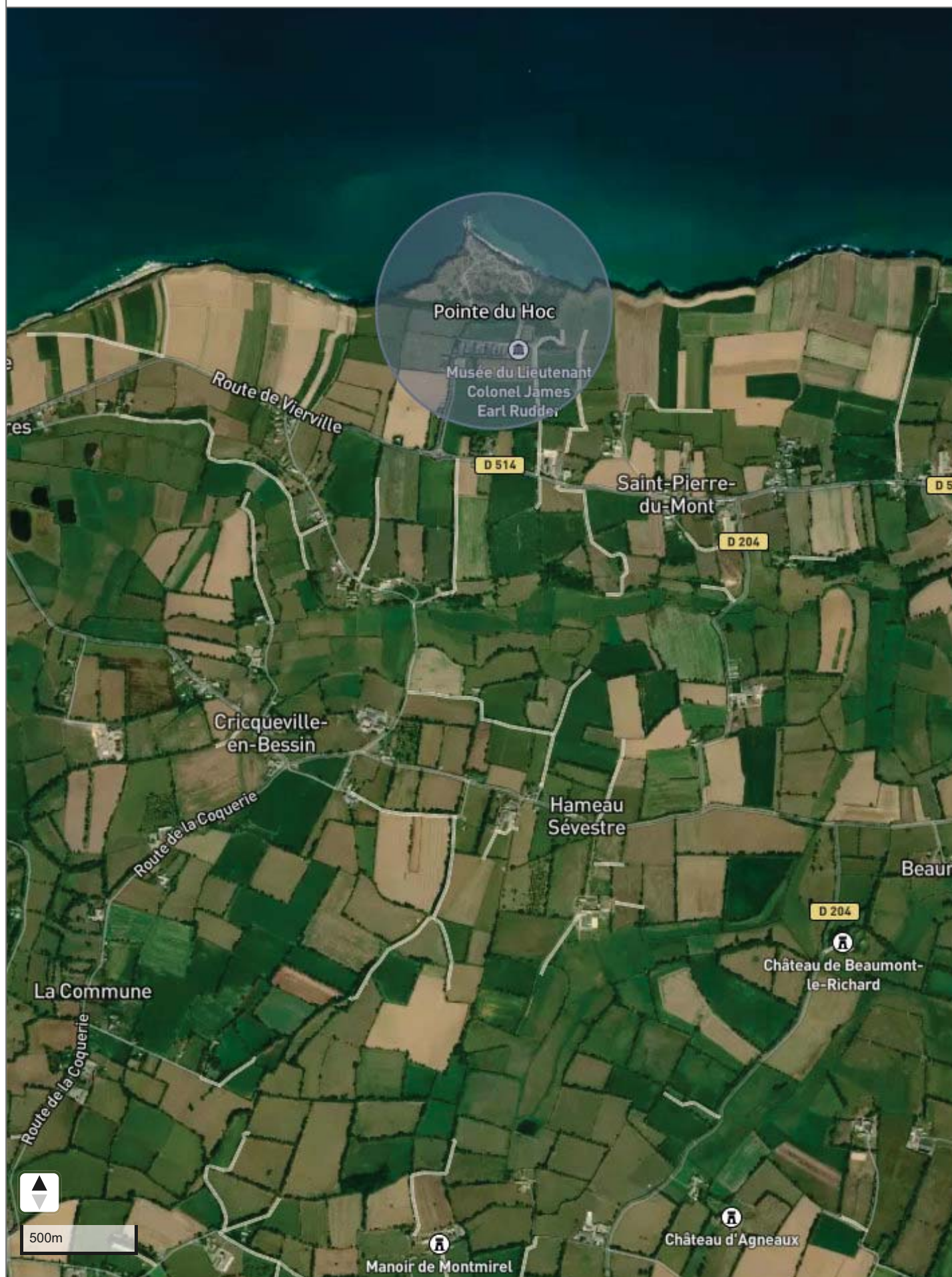
Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie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

Février 2014



4. PLAN DE SITUATION

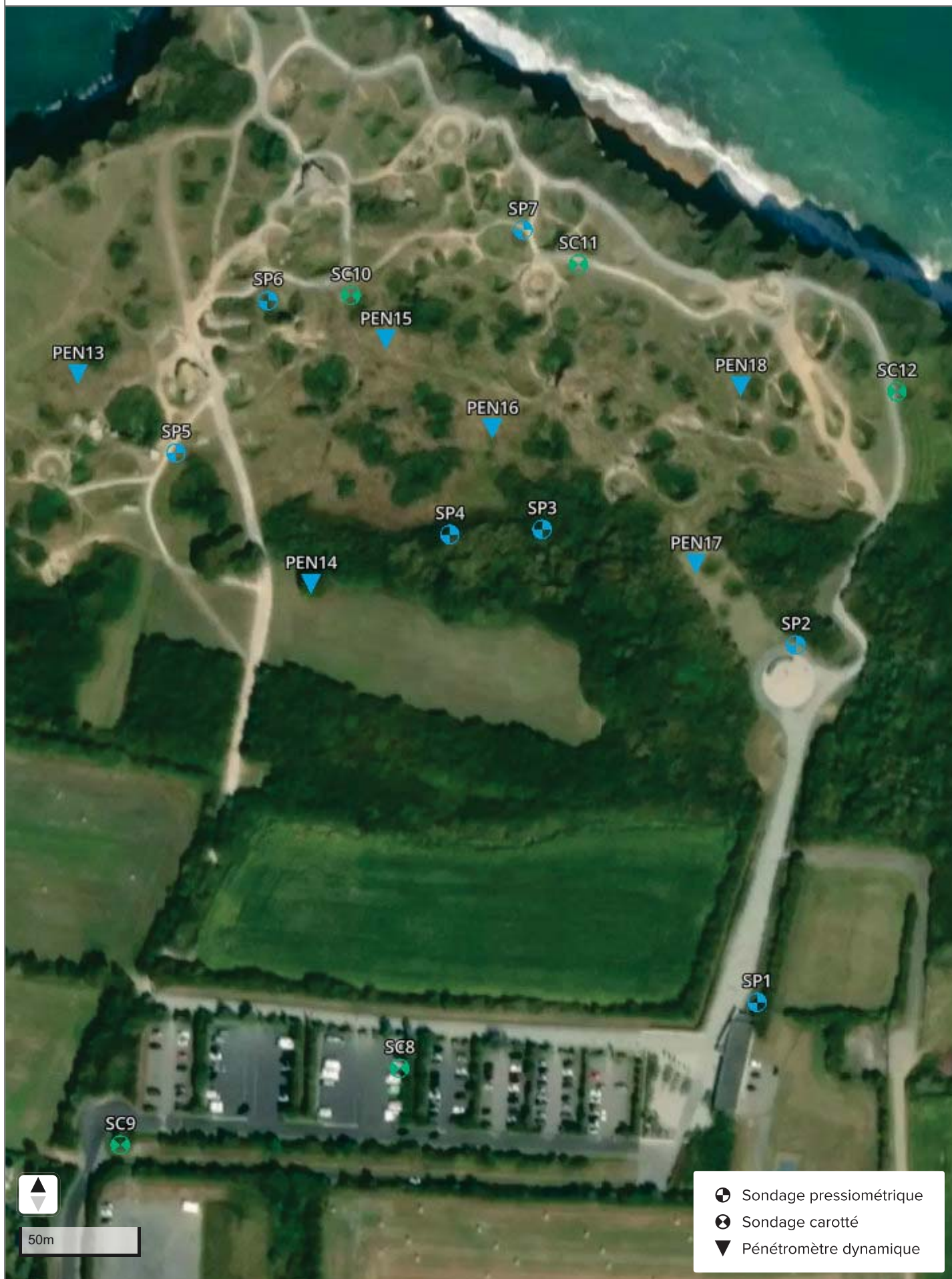
PLAN DE LOCALISATION





5. PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES ET COORDONNEES

PLAN D'IMPLANTATION



PLAN D'IMPLANTATION

Précision des relevés (X / Y)	Relevé par géomètre
Décimètre	Non
Système de coordonnées du projet	Nivellement
WGS 84	NGF

WGS 84			
Nom	Longitude	Latitude	Élévation (m)
SC10	-0,988813	49,395953	29,62
SC11	-0,987527	49,396067	31,09
SC12	-0,985729	49,3956	32,29
SC8	-0,988537	49,393115	34,07
SC9	-0,990116	49,392834	33,59
SP1	-0,986519	49,393357	34,9
SP2	-0,986301	49,394669	33,89
SP3	-0,987733	49,395094	31,54
SP4	-0,988254	49,395075	31,17
SP5	-0,989801	49,395374	30,37
SP6	-0,989282	49,395933	30,36
SP7	-0,987842	49,396193	30,7
PEN13	-0,990354	49,395663	28,63
PEN14	-0,989039	49,394893	31,31
PEN15	-0,988616	49,39579	30,32
PEN16	-0,988015	49,395462	30,5
PEN17	-0,986864	49,394965	32,76
PEN18	-0,986611	49,395618	31,69



6. COUPES DES SONDAGES CAROTTES

SC8	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés	Niveau d'eau										
	-0,988537	49,393115	WGS 84		Décimètre	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage										
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements	☐ Stabilisé ☒ Non stabilisé ☐ Sec										
	+34,07 m	5,0 m	0,0°	NGF	Centimètre											
Début			Fin		Machine	Opérateur										
21/12/2022			22/12/2022		SD70.8	-										
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions			Outils	Fluides	Tubages	Echantillons	Niveau d'eau						
34,07	0		Remblais : Sables graveleux à caillouteux gris foncé			Carottier rotation - couronne diamant - diam 116 mm	Eau	Diam 120-140 mm - rotopercussion	1 m	0,1 m						
33,82			0,25 m Remblais : Sables limoneux marron-gris à quelques graviers													
33,47			0,5 m Limons marron-gris													
33,22			0,6 m Limons argileux marron													
	1		0,85 m Echantillon intact : Limon argileux marron													
			1,75 m Argiles caillouteuses et blocailleuses ocre à grisâtres									4 m	Echantillon intact			
32,32			2,13 m													
31,94	2		Sables limoneux gris clair à liserés roux													
			2,64 m													
31,43			Argiles caillouteuses et blocailleuses marron clair													
			3 m													Echantillon intact
31,07	3		Echantillon intact : Argiles caillouteuses et blocailleuses marron clair													
			4 m													
			Sables limoneux gris clair													
			4,15 m													
29,77			Argiles sableuses et caillouteuses grise clair			5 m	5 m									4 m
			4,3 m													
			Sables limoneux à argileux gris clair à liserés roux													
29,32			4,6 m													
			Sables limoneux à argileux gris clair à liserés roux avec graviers et blocs													
29,07	5		4,75 m													
		Sables limoneux à gris clair à liserés roux														
			5 m													

¹ Niveau d'eau en fin de forage (certainement influencé par l'eau de forage injecté) 0,1m

ECHANTILLONS

Sondage	Élévation	Prof. atteinte
SC8	+34,07 m NGF	5,0 m



SC8



EI-SC8



SC8

ECHANTILLONS

Sondage	Élévation	Prof. atteinte
SC8	+34,07 m NGF	5,0 m



EI - SC8



SC8

SC9	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés	Niveau d'eau	
	-0,990116	49,392834	WGS 84		Décimètre	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage	
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements	☐ Stabilisé ☒ Non stabilisé ☐ Sec	
	+33,59 m	5,2 m	0,0°	NGF	Centimètre		

Début	Fin	Machine	Opérateur
20/12/2022	21/12/2022	SD70.8	—

Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Fluides	Tubages	Echantillons	Niveau d'eau
33,49	0		Terre végétale limoneuse marron foncé à quelques graviers	Eau	Diam 120-140 mm - rotoperçusion	1 m Echantillon intact ¹	0,7 m
33,19			0,1 m Limon marron-gris à rouille				
32,89			0,4 m Limons marrons à quelques graviers				
32,59	1		0,7 m Limons graveleux marron/rouille				
32,39			1 m Echantillon intact : Limons graveleux marron/rouille				
31,79			1,2 m Echantillon intact : Argiles graveleuses et caillouteuses ocre à gris clair				
31,44	2		1,8 m Argiles graveleuses et caillouteuses ocre à gris clair				
31,09			2 m Argiles graveleuses ocre à gris clair				
30,59			2,15 m Argiles caillouteuses ocre à gris clair				
30,39	3		2,5 m Argiles sableuses et caillouteuses gris clair à ocre				
29,99			3 m Argiles graveleuses marron clair				
29,59			3,2 m Echantillon intact : Argiles graveleuses marron clair				
29,31	4		3,6 m Echantillon intact : Argiles caillouteuses gris clair à liserés roux				
28,89			4 m Argiles caillouteuses gris clair à liserés roux				
28,59			4,28 m Sables caillouteux gris clair				
28,39	5		4,7 m Sables limoneux ocre à gris clair				
			5 m Sables caillouteux marron clair à ocre				
			5,2 m				

¹ Niveau d'eau fin de forage (certainement influencé par l'eau de forage injecté) 0,7m

ECHANTILLONS

Sondage	Élévation	Prof. atteinte
SC9	+33,59 m NGF	5,2 m



SC9



EI - SC9



SC9

ECHANTILLONS

Sondage	Élévation	Prof. atteinte
SC9	+33,59 m NGF	5,2 m



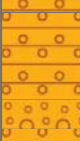
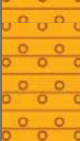
EI - SC9



SC9

SC10	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés	Niveau d'eau
	-0,988813	49,395953	WGS 84		Décimètre	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage ☐ Stabilisé ☒ Non stabilisé ☐ Sec
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements	
	+29,62 m	11,0 m	0,0°	NGF	Centimètre	

Début		Fin	Machine	Opérateur
16/12/2022		19/12/2022	SD70.8	MICHALEC FREDDY

Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Echantillons	Niveau d'eau
29,62	0		Remblais : Limons marron foncé à radicelles et quelques cailloutis		
29,37			0,25 m Remblais : Graves caillouteuses gris clair		
29,1			0,52 m Limons marron foncé à quelques cailloux		
			0,84 m Limons caillouteux marron foncé		
28,62	1		1 m	1 m Echantillon intact	
			2 m		
27,62	2		Argiles légèrement sablo-limoneuses ocre à gris clair à quelques graviers	2 m	
			2,6 m		
27,02			Graves caillouteuses légèrement argileuses ocre à grises		
26,82			2,8 m		
	3		Argiles sablo-caillouteuses ocre à grises		
			3,55 m		
26,07			Argiles sablo-limoneuses ocre à grises à quelques graviers		
			4 m		
25,62	4				
	5				
	6				
	7				
			7,8 m		
21,82			Calcaire gris clair		
21,62	8		8 m	Echantillon intact	
			Echantillon intact : Alternance de calcaire gris clair et d'argiles sableuses et caillouteuses ocre à grises		
	9		9,8 m	9,8 m	
19,82	10		Calcaire fracturé gris clair à gris foncé		
18,62	11				

¹ Niveau d'eau en fin de forage (certainement influencé par l'eau de forage injecté) 6,2m

ECHANTILLONS

Sondage	Élévation	Prof. atteinte
SC10	+29,62 m NGF	11,0 m



EI - SC10



ECHANTILLONS

Sondage	Élévation	Prof. atteinte
SC10	+29,62 m NGF	11,0 m



SC10



SC10



EI - SC10

ECHANTILLONS

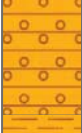
Sondage	Élévation	Prof. atteinte
SC10	+29,62 m NGF	11,0 m



9,8 m

11,0 m

SC10

SC11	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés	Niveau d'eau				
	-0,987527	49,396067	WGS 84		Décimètre	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage				
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements	☐ Stabilisé ☒ Non stabilisé ☐ Sec				
	+31,09 m	11,0 m	0,0°	NGF	Centimètre					
Début			Fin			Machine		Opérateur		
14/12/2022			15/12/2022			SD70.8		-		
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions				Outils	Fluides	Echantillons	Niveau d'eau
31,09	0		Remblais : Graves sableuses et caillouteuses grises				Carottier percussion - diam 114 mm	Eau	Echantillon intact	 8,5 m
			0,65 m							
30,44	1		Argiles marron/orangé à quelques graviers							
			1,75 m							
29,34			Argiles limoneuses ocre à grises							
			2 m							
29,09	2		Argiles caillouteuses ocre à grises							
			3 m							
28,09	3		Echantillon intact : Argiles sableuses et caillouteuses ocre à grises							
			3,8 m							
27,29			Limons sablo-argileux ocre à gris							
			4 m							
27,09	4		Argiles sableuses et caillouteuses ocre à grises							
			4,9 m							
26,19	5		Argiles sableuses, légèrement graveleuses marron-orangé							
	6		Bloc de calcaire beige clair							
			6,6 m							
24,39			Calcaire très fracturé gris clair							
			6,7 m							
24,09	7		Calcaire très fracturé argileux beige foncé							
			7 m							
			Graves sableuses grises							
			7,28 m							
23,67			Calcaire très fracturé gris clair							
			7,42 m							
	8		Calcaire très fracturé gris clair							
			8,7 m							
22,39	9		Echantillon intact : Alternance de calcaire très fracturé et très altéré gris clair et d'argile sableuse marron-orangé							
			10,5 m							
	10		Calcaire très fracturé gris clair							
			11 m							
20,59										
20,09	11									

1

15/12/2022 - Niveau d'eau certainement influencé par l'eau de forage injecté à 8,5m

www.soilcloud.fr

15/12/2022 - Niveau d'eau certainement influencé par l'eau de forage injecté à 8,5m

ECHANTILLONS

Sondage	Élévation	Prof. atteinte
SC11	+31,09 m NGF	11,0 m

0,0 m



2,0 m

2,0 m



3,0 m

3,0 m



3,8 m

EI - SC11

ECHANTILLONS

Sondage	Élévation	Prof. atteinte
SC11	+31,09 m NGF	11,0 m

4,0 m



6,0 m

6,0 m



8,0 m

8,0 m



8,7 m

ECHANTILLONS

Sondage	Élévation	Prof. atteinte
SC11	+31,09 m NGF	11,0 m



EI - SC11

SC12	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés	Niveau d'eau	
	-0,985729	49,395600	WGS 84		Décimètre	☒ Néant	☐ Non mesuré ☐ En cours de forage
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements	☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé	☒ Sec
	+32,29 m	8,0 m	0,0°	NGF	Centimètre		

Début		Fin	Machine	Opérateur
12/12/2022		13/12/2022	SD70.8	—

Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Fluides	Echantillons
32,29	0		Limon marron foncé à quelques graviers et radicelles	Carottier percussion - diam 114 mm	A sec	0,7 m Echantillon intact
31,92			0,37 m Limons sableux marron à quelques graviers et quelques radicelles			
31,59			0,7 m Echantillon intact : Limons sableux marron à quelques graviers et quelques radicelles			
31,29	1		1 m Echantillon intact : Argiles ocre à grises à quelques graviers			1,5 m Echantillon intact
30,89			1,4 m Argiles ocre à grises à quelques graviers			
30,29	2		2 m Argiles sableuses et caillouteuses ocre à grises			
	3		4 m Echantillon intact : Limons argileux et sableux à cailloux ocre à gris			5 m Echantillon intact
28,29	4		4,8 m Limons argileux et sableux à cailloux ocre à gris			
27,49	5		6,5 m Argiles sableuses ocre à grises			
25,79	6		7 m Argiles sablo-caillouteuses calcaire gris clair			8 m 8 m
25,29	7		8 m			
24,29	8					

ECHANTILLONS

Sondage	Élévation	Prof. atteinte
SC12	+32,29 m NGF	8,0 m



ECHANTILLONS

Sondage	Élévation	Prof. atteinte
SC12	+32,29 m NGF	8,0 m



EI - SC12



SC12



SC12

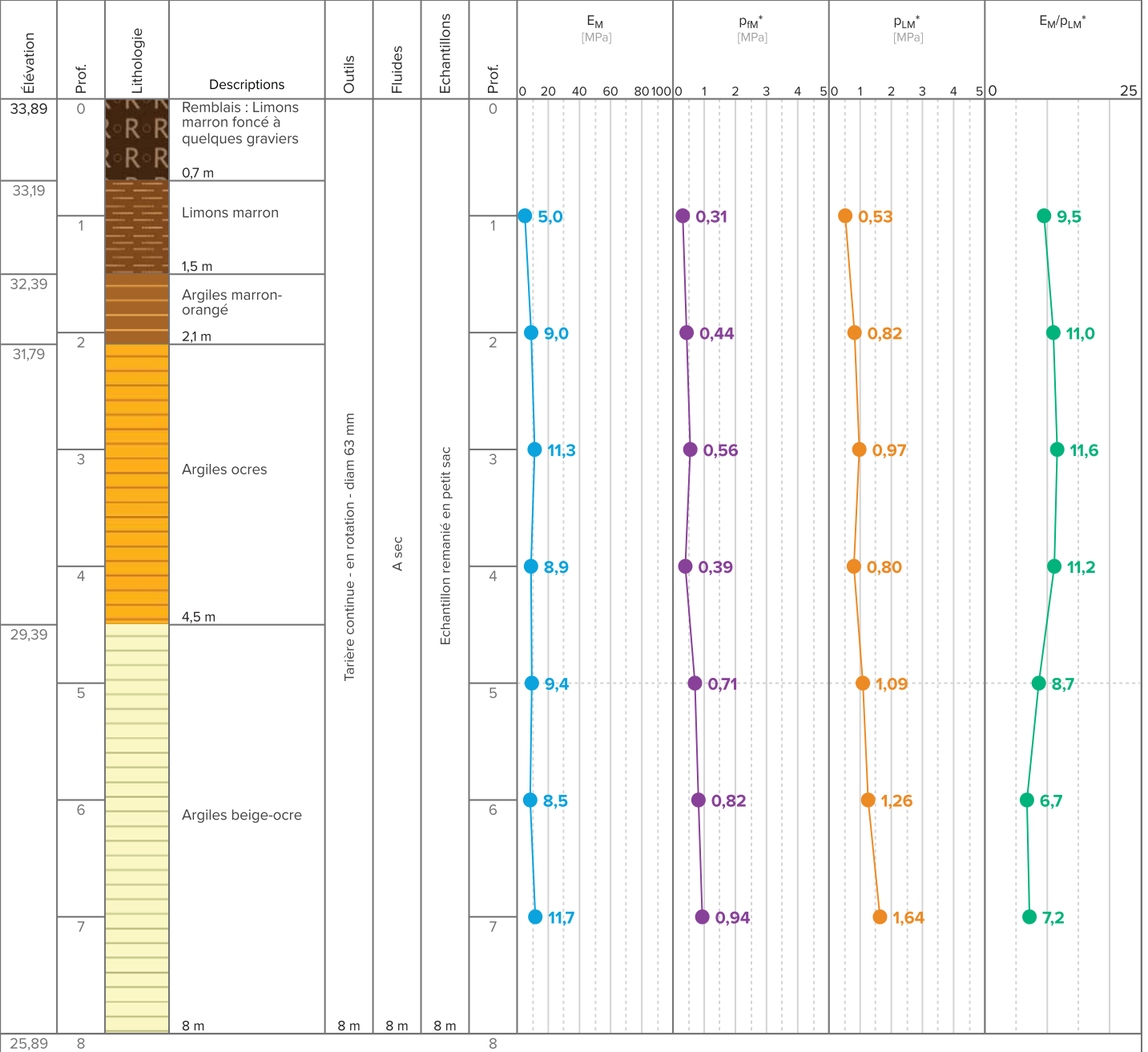


7. COUPES DES SONDAGES PRESSIOMETRIQUES

SP1	Longitude		Latitude		Système de coordonnées		Niveau d'eau																							
	-0,986519		49,393357		WGS 84		☒ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage																							
	Élévation		Nivellement		Angle	Prof. atteinte	☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☒ Sec																							
	+34,9 m		NGF		0,0°	8,0 m																								
Données			Type			Début			Fin			Machine			Opérateur															
PMT-SP1			Non renseigné			07/12/2022			07/12/2022			SD70.8			—															
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Prof.	E_M [MPa]					p_{fM}^* [MPa]					p_{LM}^* [MPa]					E_M/p_{LM}^*									
34,9	0		Remblais sablo-graveleux gris	Tarière continue diam 63 mm	0	0	20	40	60	80	100	0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5	0						
34,6			0,3 m		1	7,3								0,28						0,43										
34,1	1		Limons sableux marron foncé		2	3,5								0,23						0,43										
	2		0,8 m		3	7,3								0,47						0,97										
			Limons marron		4	7,0								0,45						0,77										
32,3	3		2,6 m		5	6,8								0,48						0,85										
	4		Argile marron-orangé avec passages caillouteux		6	14,2								0,80						1,30										
31,1	4		3,8 m		7	11,5								0,94						1,79										
			Argiles légèrement sableuses beige clair		8																									
30,4	5		4,5 m																											
			Argiles légèrement sableuses beige à ocres																											
29,4	6		5,5 m																											
	7		Argiles légèrement sableuses beige																											
26,9	8		8 m	8 m	8																									

SP2	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Niveau d'eau		
	-0,986301	49,394669	WGS 84		☒ Néant	☐ Non mesuré	☐ En cours de forage
	Élévation	Nivellement	Angle	Prof. atteinte	☐ Stabilisé	☐ Non stabilisé	☒ Sec
	+33,89 m	NGF	0,0°	8,0 m			

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
PMT-SP2	Non renseigné	08/12/2022	08/12/2022	SD70.8	—



SP3		Longitude		Latitude		Système de coordonnées				Niveau d'eau										
		-0,987733		49,395094		WGS 84				☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage										
		Élévation		Nivellement		Angle		Prof. atteinte		☐ Stabilisé ☒ Non stabilisé ☐ Sec										
		+31,54 m		NGF		0,0°		11,0 m												
Données			Type				Début				Fin				Machine			Opérateur		
PMT-SP3			Non renseigné				15/12/2022				15/12/2022				GEO205.4			-		
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Fluides	Echantillons	Niveau d'eau	Prof.	E_M [MPa]	P_{IM}^* [MPa]	P_{LM}^* [MPa]	E_M/P_{LM}^*								
31,54	0		Remblais : Limons marron foncé à 0,2 m	Tarière continue - en rotation - diam 63 mm	A sec	Echantillon remanié en petit sac		0												
31,34	1		Limons marron foncé (remblais possibles)					1	9,5	0,52	0,91	10,5								
30,14	2	Argiles marron clair	2				18,1	0,76	1,14	15,8										
28,84	3	Argiles beige foncé	3				17,7	0,91	1,25	14,2										
27,24	4	Argiles caillouteuses calcaire beige	4				16,3	0,76	1,33	12,2										
26,34	5	Calcaire beige clair	5				36,1	1,52	2,55	14,1										
	6		6				284,0	> 3,97	> 3,97	71,6										
	7		7				217,6	> 3,87	> 3,87	56,3										
24,24	8	Calcaire argileux altéré beige clair	8				60,1	1,84	3,77	15,9										
22,84	9	Argiles marneuses grise à quelques gravillons	9				52,4	2,00	3,25	16,1										
	10		10				53,6	2,04	3,52	15,2										
20,54	11		11 m	11 m	11 m		11													

1 Niveau d'eau fin de forage 4,9m

SP4		Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Niveau d'eau										
		-0,988254	49,395075	WGS 84		☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage										
		Élévation	Nivellement	Angle	Prof. atteinte	☐ Stabilisé ☒ Non stabilisé ☐ Sec										
		+31,17 m	NGF	0,0°	11,0 m											
Données		Type		Début		Fin		Machine		Opérateur						
PMT-SP4		Non renseigné		13/12/2022		14/12/2022		GEO205.4		—						
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Fluides	Echantillons	Niveau d'eau	Prof.	E_M [MPa]	P_{IM}^* [MPa]	P_{LM}^* [MPa]	E_M/P_{LM}^*				
31,17	0		Limons marron foncé à quelques gravillons et débris végétaux	Tarière continue - en rotation - diam 63 mm	A sec	Echantillon remanié en petit sac		0	0 20 40 60 80 100	0 1 2 3 4 5 0	0 1 2 3 4 5 0	0 25				
30,67			0,5 m													
	1		Argiles bariolées gris/ocre									1	14,5	0,61	0,96	15,0
			1,4 m													
29,77			Argiles marron clair à ocre									2	16,2	0,63	1,04	15,5
	2															
	3											3	20,2	1,11	1,59	12,7
	4											4	25,3	1,10	1,91	13,2
	5		5,7 m									5	23,2	0,74	1,31	17,6
25,47																
	6		Calcaire argileux altéré beige foncé									6	23,7	0,94	1,56	15,2
			6,4 m													
24,77			Argiles marneuses grise clair					7	54,6	1,88	3,25	16,8				
	7															
	8							8	43,9	1,61	2,71	16,2				
	9		9,2 m					9	63,9	1,97	3,52	18,2				
21,97			Argiles marneuses gris foncé													
	10							10	33,7	1,35	2,82	11,9				
			11 m													
20,17	11							11								

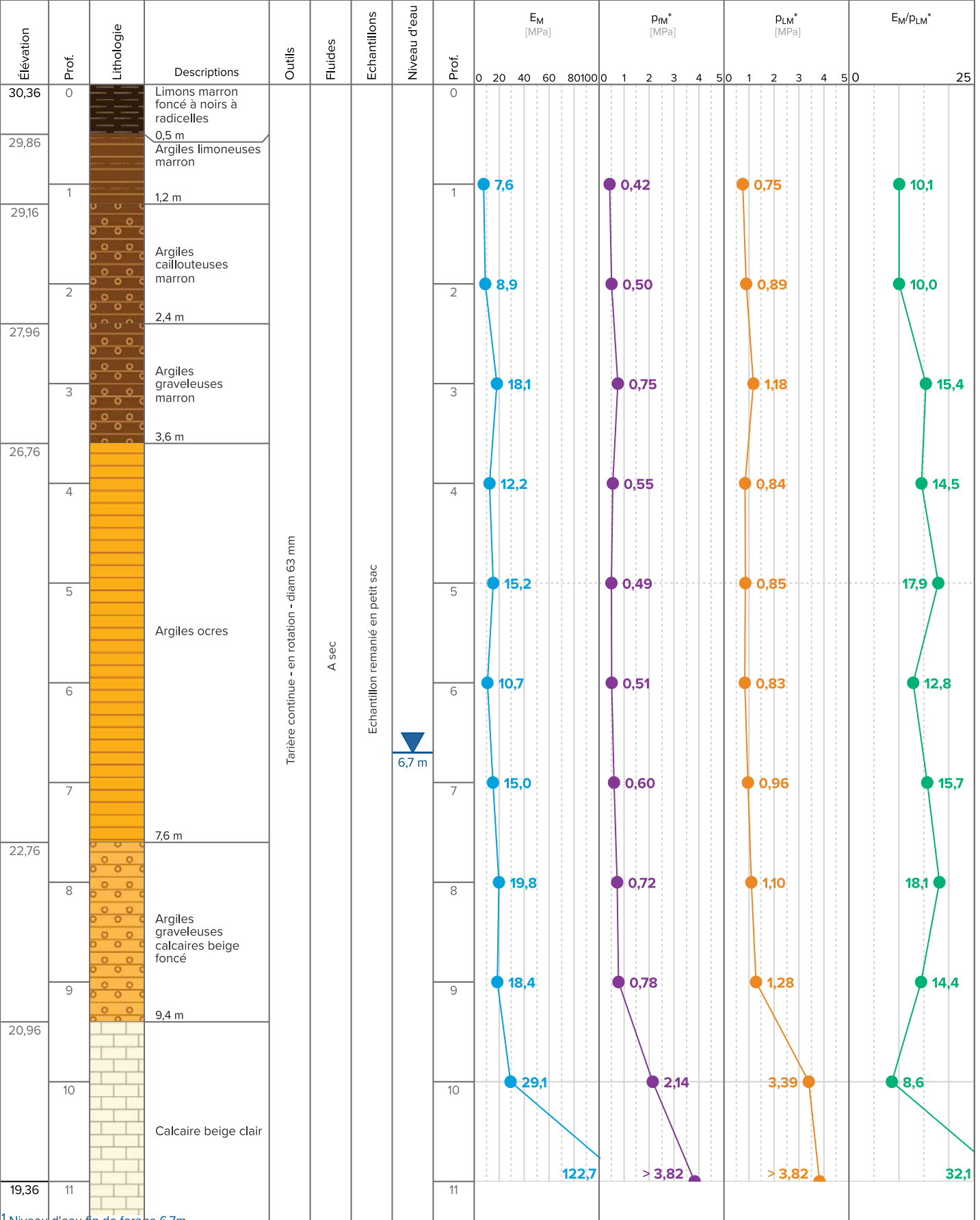
1 Niveau d'eau fin de forage 5,2m

SP5		Longitude		Latitude		Système de coordonnées				Niveau d'eau																	
		-0,989801		49,395374		WGS 84				☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage																	
		Élévation		Nivellement		Angle		Prof. atteinte		☐ Stabilisé ☒ Non stabilisé ☐ Sec																	
		+30,37 m		NGF		0,0°		11,0 m																			
Données		Type				Début				Fin				Machine				Opérateur									
PMT-SP5		Non renseigné				12/12/2022				13/12/2022				GEO205.4				-									
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Echantillons	Niveau d'eau	Prof.	E_M [MPa]					P_{IM}^* [MPa]					P_{LM}^* [MPa]					E_M/P_{LM}^*				
30,37	0		Limons marron foncé à radicelles 0,5 m	Tarière continue - en rotation - diam 63 mm	Echantillon remanié en petit sac	 3,5 m	0																				
29,87	1		Limons argileux marron-orangé 1,7 m				1	12,0	0,44	0,72	16,6																
28,67	2		Argiles marron clair à quelques cailloux 3,3 m				2	8,3	0,43	0,72	11,4																
27,07	3		Calcaire argileux altéré beige 5,1 m				3	16,9	0,63	1,10	15,3																
	4	13,2					0,64	1,16	11,3																		
25,27	5		Calcaire argileux altéré beige clair 9,5 m				5	50,7	1,35	2,60	19,5																
	6	60,1					1,53	3,07	19,5																		
	7	46,0					1,52	3,02	15,2																		
	8	20,6					1,41	2,49	8,3																		
20,87	9		Argiles marneuses gris foncé 11 m				9	35,0	1,62	3,08	11,4																
	10	46,7					1,44	2,78	16,8																		
19,37	11			11 m	11 m		11																				

1 Niveau d'eau fin de forage 3,5m

SP6	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Niveau d'eau		
	-0,989282	49,395933	WGS 84		☐ Néant	☐ Non mesuré	☐ En cours de forage
	Élévation	Nivellement	Angle	Prof. atteinte	☐ Stabilisé	☒ Non stabilisé	☐ Sec
	+30,36 m	NGF	0,0°	11,0 m			

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
PMT-SP6	Non renseigné	19/12/2022	20/12/2022	GEO205.4	—



SP7	Longitude		Latitude		Système de coordonnées			Niveau d'eau								
	-0,987842		49,396193		WGS 84			☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage								
	Élévation		Nivellement		Angle	Prof. atteinte		☐ Stabilisé ☒ Non stabilisé ☐ Sec								
	+30,7 m		NGF		0,0°	11,0 m										
Données		Type			Début			Fin			Machine			Opérateur		
PMT-SP7		Non renseigné			16/12/2022			19/12/2022			GEO205.4			-		
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Fluides	Echantillons	Niveau d'eau	Prof.	E_M [MPa]	P_M^* [MPa]	P_{LM}^* [MPa]	E_M/P_{LM}^*				
30,7	0		Remblais : Limons argileux marron foncé à graviers 0,5 m	Tarière continue - en rotation - diam 63 mm	A sec	Echantillon remanié en petit sac		0								
30,2																
	1		Argiles marron				1	11,5	0,43	0,64	18,1					
29,4																
	2		Argiles marron à quelques graviers				2	10,2	0,49	0,76	13,4					
28,1			Argiles caillouteuses ocre				3	13,6	0,52	0,82	16,6					
	4						16,6	0,64	0,92	18,1						
	5						15,1	0,62	0,86	17,5						
	6						19,7	0,84	1,44	13,7						
24,5			Calcaire altéré argileux beige				7	18,2	0,73	1,13	16,1					
	8			21,6	0,81	1,41	15,3									
22,3					Calcaire beige clair	9	42,7	2,30	3,52	12,1						
	10	95,7	> 3,95			> 3,95	24,2									
19,7	11															

¹ Niveau d'eau fin de forage 4,7m

www.soilcloud.fr

1 Niveau d'eau fin de forage 4,7m



8. RESULTATS DES ESSAIS PENETROMETRIQUES

PEN13

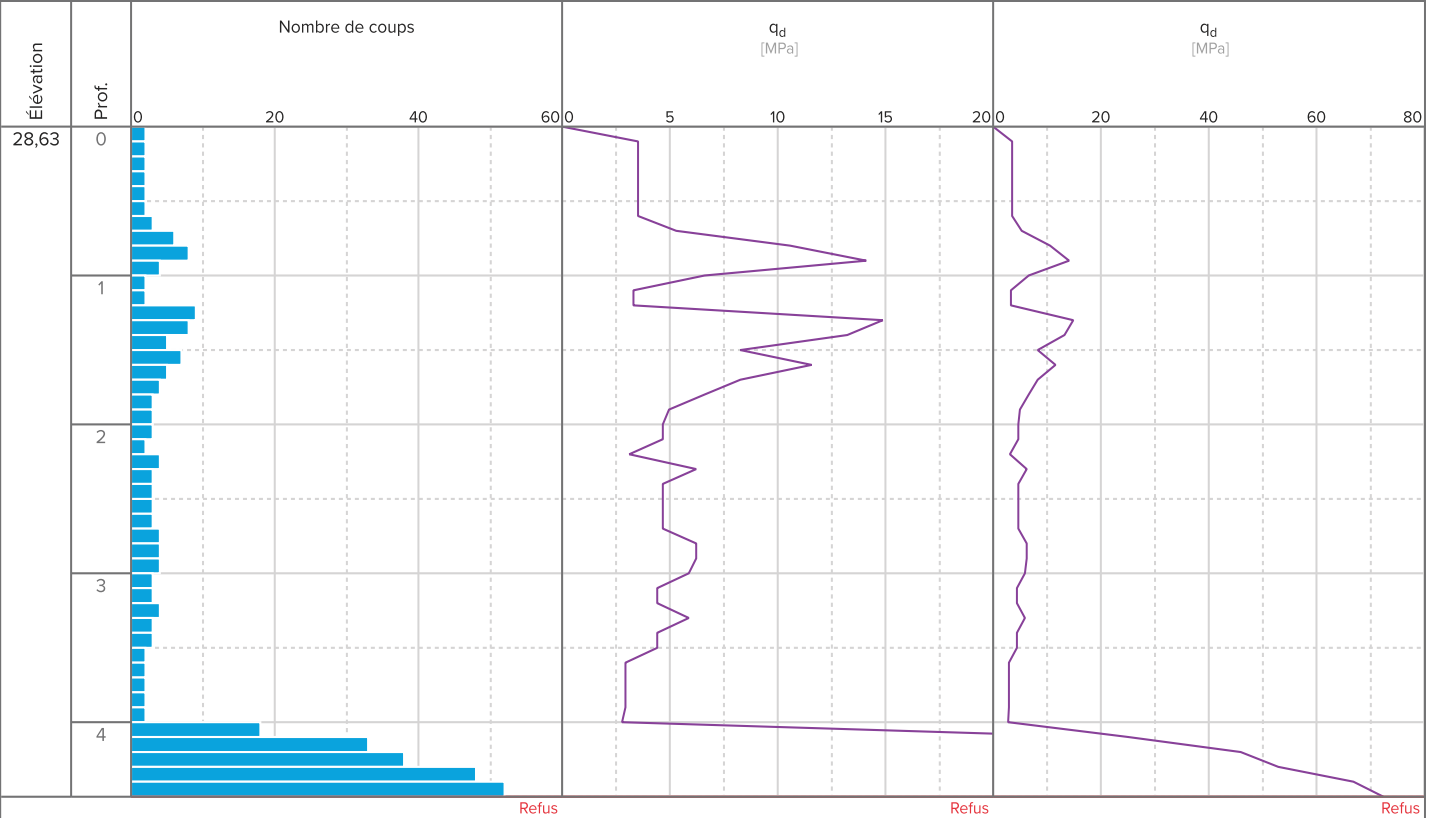
Longitude	Latitude	Système de coordonnées	
-0,990354	49,395663	WGS 84	
Élévation	Nivellement	Angle	Prof. atteinte
+28,63 m	NGF	0,0°	4,5 m

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
DPRB-PEN_13	Non renseigné	13/12/2022	13/12/2022	PAGANI	—

Type de pénétromètre

DPSH-B

Hauteur de chute	Surface de pointe	Masse frappante	Masse accessoire	Masse de la tige
75,0 cm	20,0 cm ²	63,5 kg	15,0 kg	5,6 kg/m



PEN14

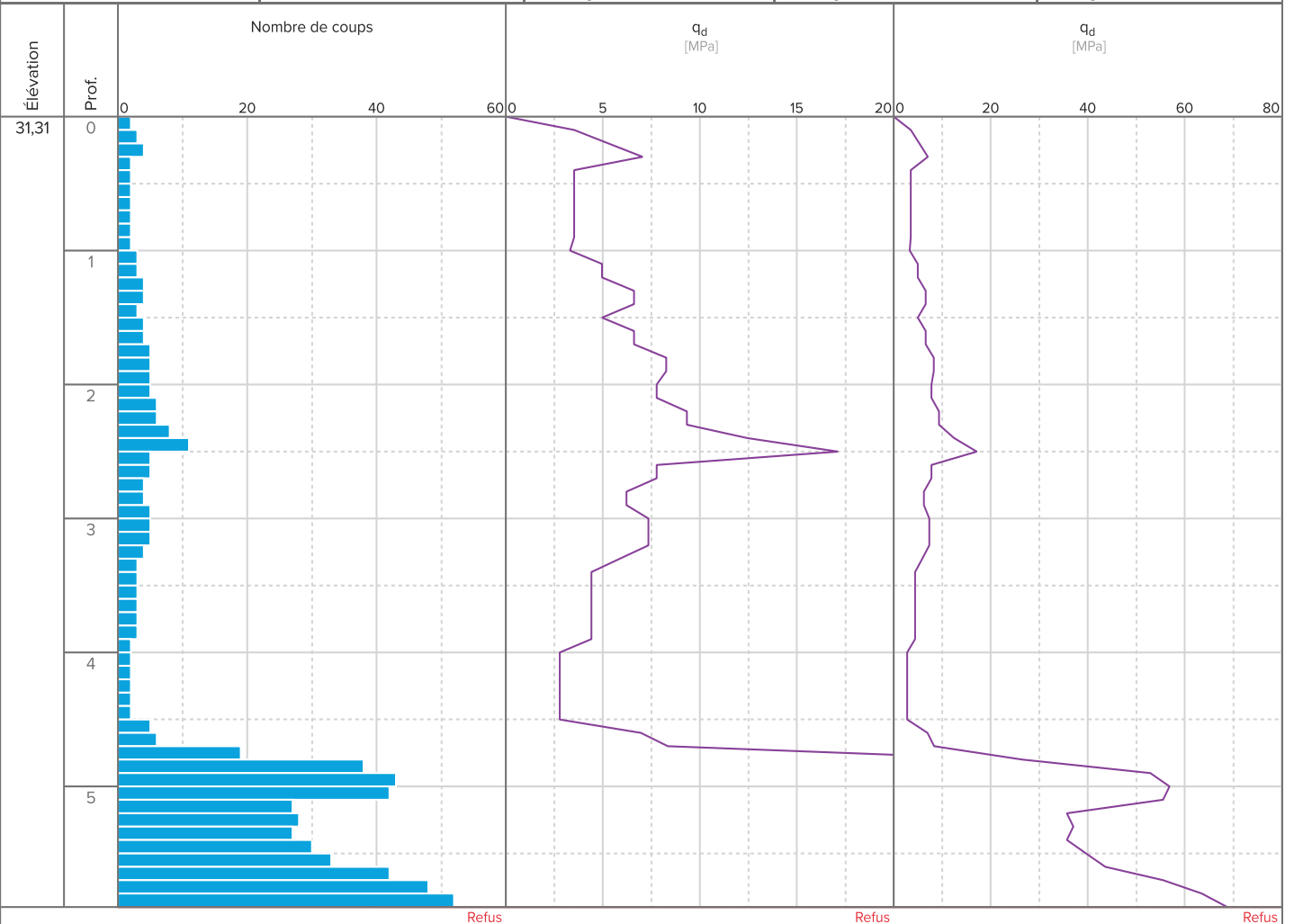
Longitude	Latitude	Système de coordonnées	
-0,989039	49,394893	WGS 84	
Élévation	Nivellement	Angle	Prof. atteinte
+31,31 m	NGF	0,0°	5,9 m

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
DPRB-PEN_14	Non renseigné	13/12/2022	13/12/2022	PAGANI	—

Type de pénétromètre

DPSH-B

Hauteur de chute	Surface de pointe	Masse frappante	Masse accessoire	Masse de la tige
75,0 cm	20,0 cm ²	63,5 kg	15,0 kg	5,6 kg/m



PEN15

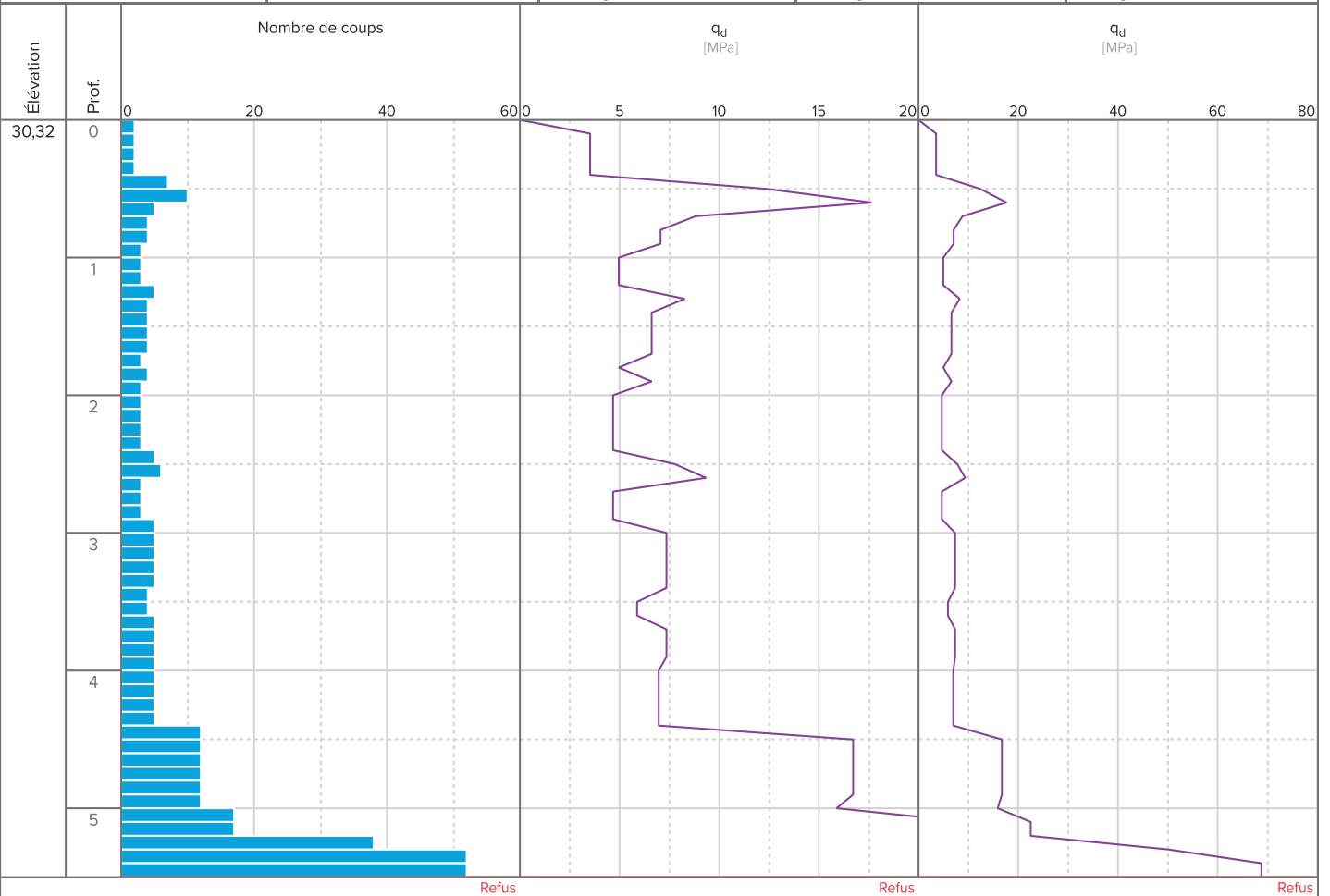
Longitude	Latitude	Système de coordonnées	
-0,988616	49,395790	WGS 84	
Élévation	Nivellement	Angle	Prof. atteinte
+30,32 m	NGF	0,0°	5,5 m

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
DPRB-PEN_15	Non renseigné	13/12/2022	13/12/2022	PAGANI	—

Type de pénétromètre

DPSH-B

Hauteur de chute	Surface de pointe	Masse frappante	Masse accessoire	Masse de la tige
75,0 cm	20,0 cm ²	63,5 kg	15,0 kg	5,6 kg/m



PEN16

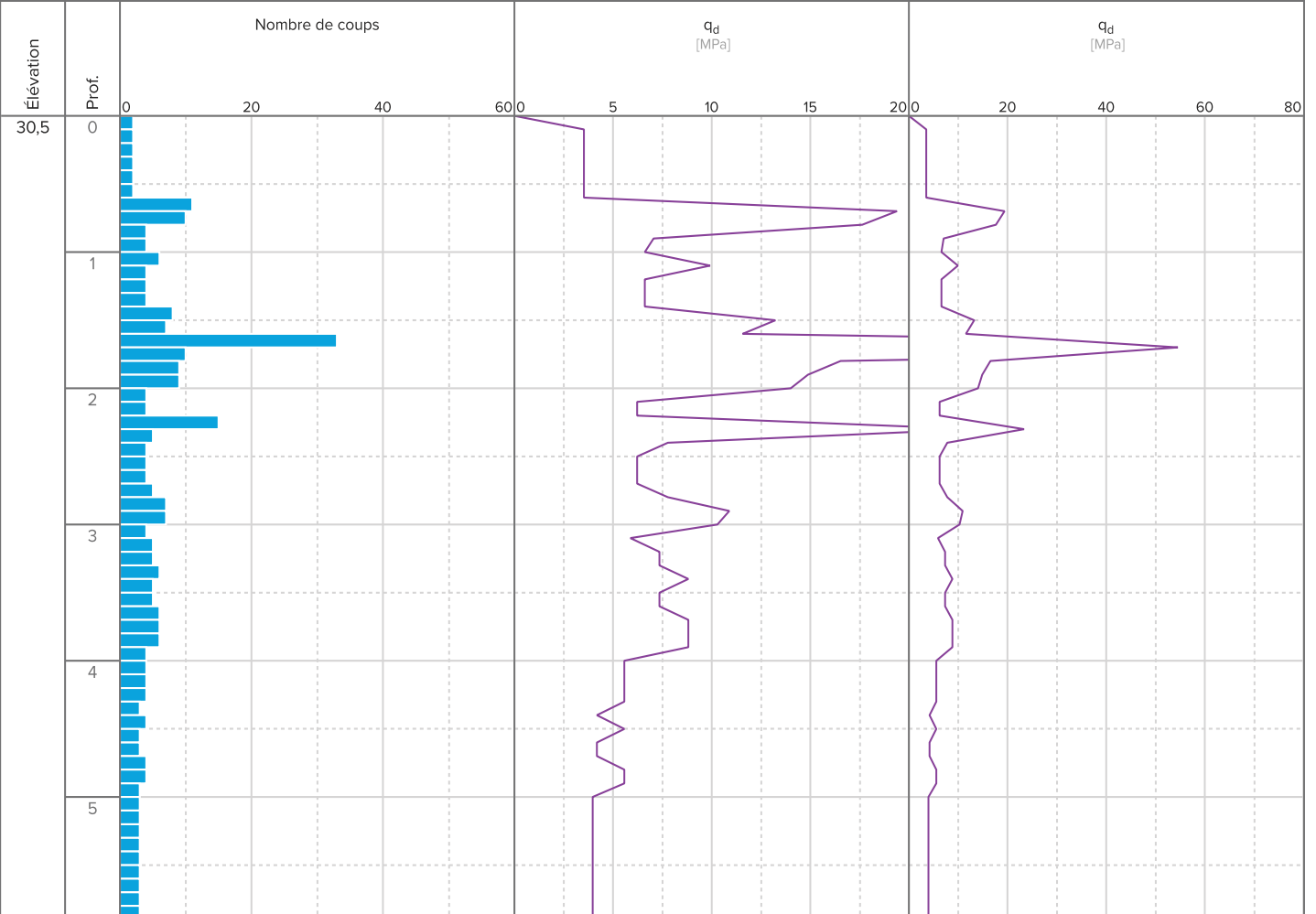
Longitude	Latitude	Système de coordonnées	
-0,988015	49,395462	WGS 84	
Élévation	Nivellement	Angle	Prof. atteinte
+30,5 m	NGF	0,0°	5,9 m

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
DPRB-PEN_16	Non renseigné	13/12/2022	13/12/2022	PAGANI	—

Type de pénétromètre

DPSH-B

Hauteur de chute	Surface de pointe	Masse frappante	Masse accessoire	Masse de la tige
75,0 cm	20,0 cm ²	63,5 kg	15,0 kg	5,6 kg/m



PEN17

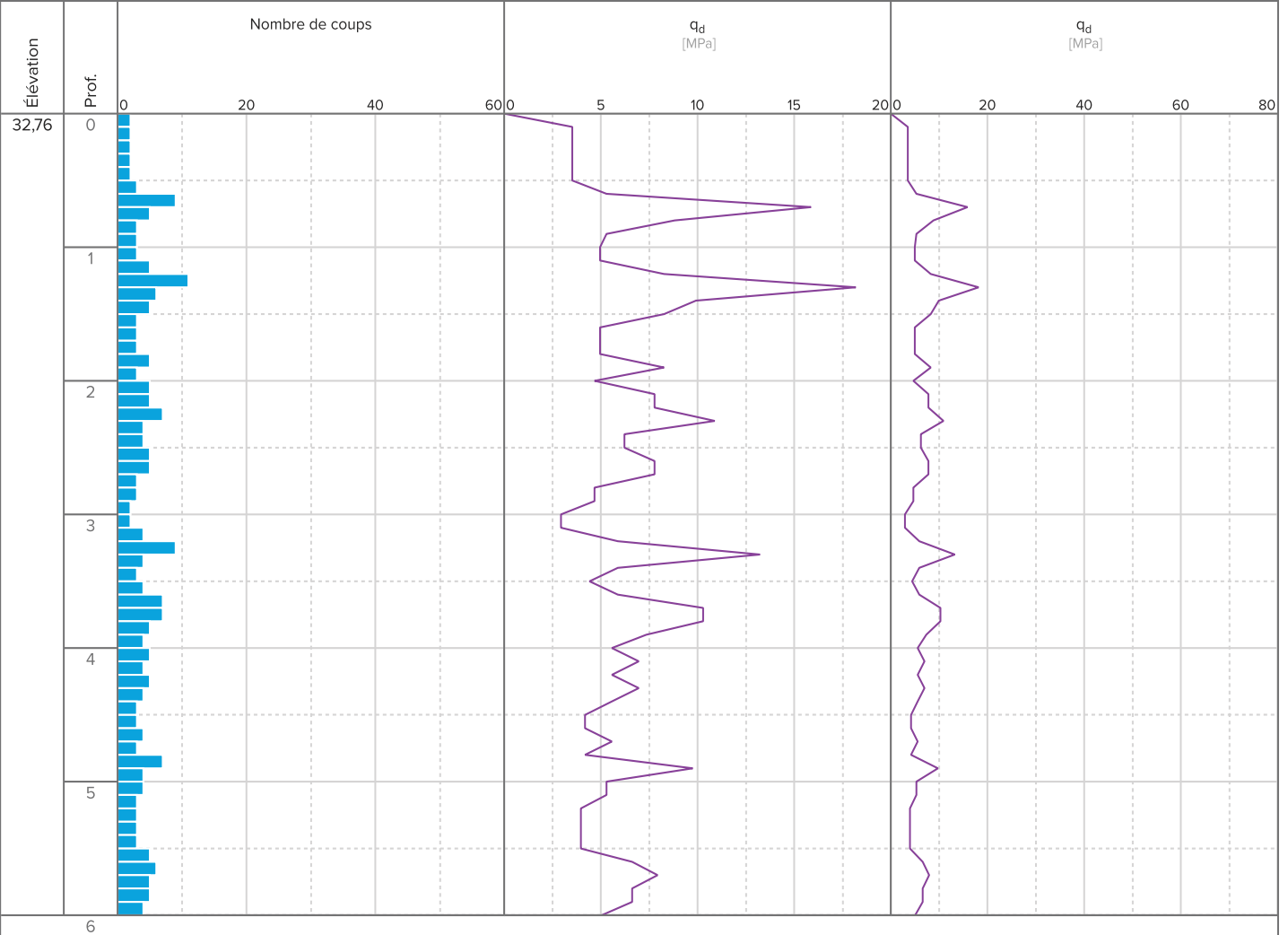
Longitude	Latitude	Système de coordonnées	
-0,986864	49,394965	WGS 84	
Élévation	Nivellement	Angle	Prof. atteinte
+32,76 m	NGF	0,0°	6,0 m

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
DPRB-PEN_17	Non renseigné	14/12/2022	14/12/2022	PAGANI	—

Type de pénétromètre

DPSH-B

Hauteur de chute	Surface de pointe	Masse frappante	Masse accessoire	Masse de la tige
75,0 cm	20,0 cm ²	63,5 kg	15,0 kg	5,6 kg/m



PEN18

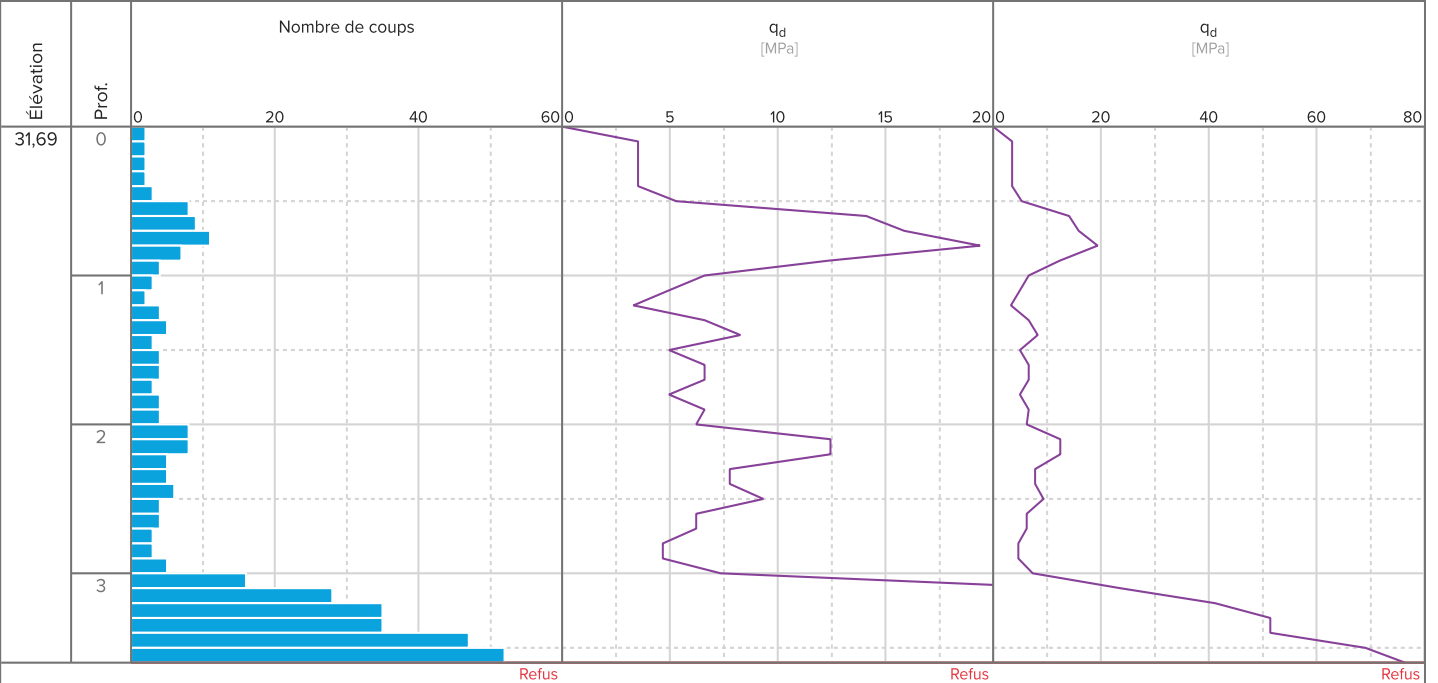
Longitude	Latitude	Système de coordonnées	
-0,986611	49,395618	WGS 84	
Élévation	Nivellement	Angle	Prof. atteinte
+31,69 m	NGF	0,0°	3,6 m

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
DPRB-PEN_18	Non renseigné	14/12/2022	14/12/2022	PAGANI	—

Type de pénétromètre

DPSH-B

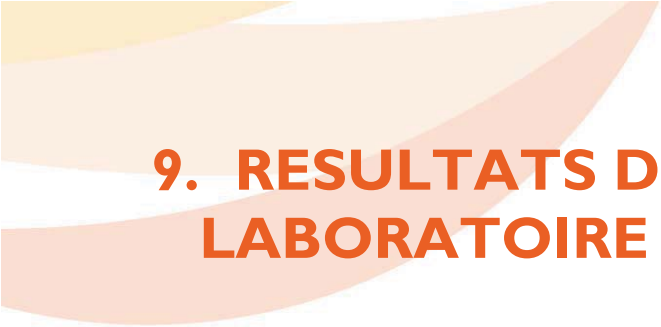
Hauteur de chute	Surface de pointe	Masse frappante	Masse accessoire	Masse de la tige
75,0 cm	20,0 cm ²	63,5 kg	15,0 kg	5,6 kg/m



Refus

Refus

Refus



9. RESULTATS DES ESSAIS EN LABORATOIRE

$F_s =$ %

**ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE PAR TAMISAGE À SEC
APRÈS LAVAGE ET SÉDIMENTATION**
(réalisé selon la norme NF EN ISO 17892-4)

Nom de l'affaire :

POINTE DU HOC - NORMANDIE

N° d'affaire :

OPEX.22.0023

Laboratoire : AVIGNON

Quantité de matériau Normalisée:

oui

Sondage : SC8

Date d'essai de prélèvement :

23/12/2022

Profondeur (m) 0.30 à 0.80 m

Date de réception :

02/01/2023

Cote (m) : à m

Mode de prélèvement :

Sondage carotté

Profondeur moyenne : 0.55 m

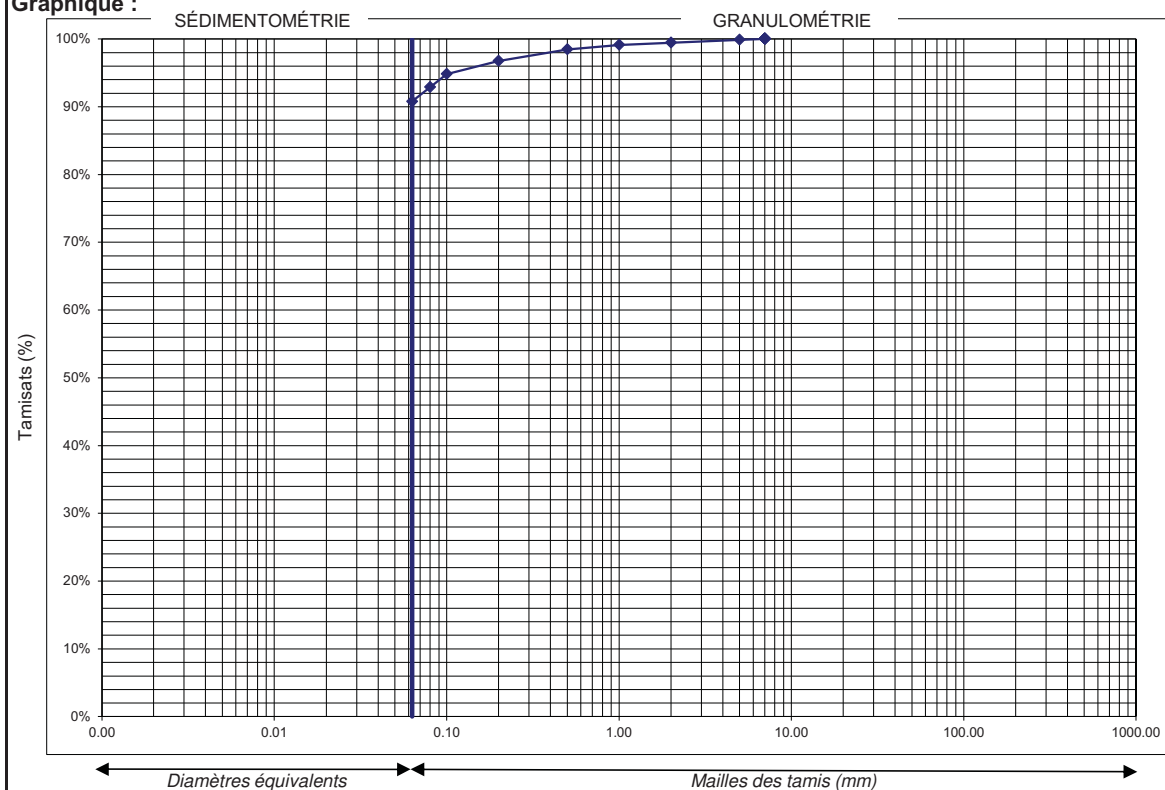
Date d'essai :

07/01/1900

NATURE DU SOL TESTÉ ET CONDITION D'ESSAI :

Classification NF P 11-300 :	A2th	Nature du sol selon Classification granulométrique	argile limoneuse
Nature du sol :	argile limoneuse marron	Maille Maximum utilisée ou Diamètre maximum :	% estimé d'éléments > d _m
% de passant à :			Température d'étuvage : 105°C
50 mm = 100.00%	2 mm = 99.44%		Plus gros élément
20 mm = 100.00%	80 µm = 92.88%	dm = 10 mm	Dmax = 7 mm
5 mm = 99.88%	63 µm = 90.78%		

Graphique :



Facteurs d'uniformité Cu : Impossible à déterminer Facteur de courbure Cc : Impossible à déterminer

DONNÉES GRANULOMÉTRIQUES (NF EN ISO 17892-4)

Résultats :

Mailles (X) mm	80	63.0	50	31.5	20	10	5	2	1	0.5	0.2	0.1	0.08	0.063
Passant %	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	99.88	99.44	99.11	98.43	96.74	94.82	92.88	90.78
Refus %							0.12	0.56	0.89	1.57	3.26	5.18	7.12	9.22

Observations :

FTQ 243-105

V3 du 30/11/2018

PROCÈS-VERBAL D'ESSAI

**DÉTERMINATION DE LA MASSE VOLUMIQUE
DES PARTICULES SOLIDES DES SOLS**

Méthode du pycnomètre à eau
(réalisé selon la norme NF P 94-054)

Nom de l'affaire : POINTE DU HOC - NORMANDIE

Laboratoire : AVIGNON

N° d'affaire : OPEX.22.0023

Sondage : SC8

Profondeur : 0.3 à 0.8 m

Cote : à m

Profondeur moyenne : 0.55 m

Date de prélèvement : 23/12/2022

Date d'essai : 09/02/2023

Date de réception : 02/01/2023

Conditions :

Concassage du sol :

oui ☒
non ☐

Procédé de désaérage utilisé : Depression

Résultats :

**Masse volumique des particules
solides des sols :**

$\rho_{s \text{ moyen}} = 2.641 \text{ t/m}^3$

Prises d'essai :

$\rho_s 1 = 2.665 \text{ t/m}^3$

$\rho_s 2 = 2.617 \text{ t/m}^3$

Observations :

Nom de l'expérimentateur : JBI

Nom de l'affaire : **POINTE DU HOC - NORMANDIE**

Laboratoire : **AVIGNON**

N° d'affaire : **OPEX.22.0023**

Sondage(s) : SC8
Profondeur : 0.30 à 0.80
Cote : à
Profondeur moyenne : 0.55 m

Date de prélèvement : 23/12/2022
Date d'essai : 03/02/2023
Date de réception : 02/01/2023

Caractéristiques de l'essai :

Énergie normale ☒ Moule Proctor ☐
modifiée ☐ CBR ☒

Méthode de détermination des teneurs en eau : NF P 94-050

Température d'étuvage : 105°C

Nature du sol : argile limoneuse marron

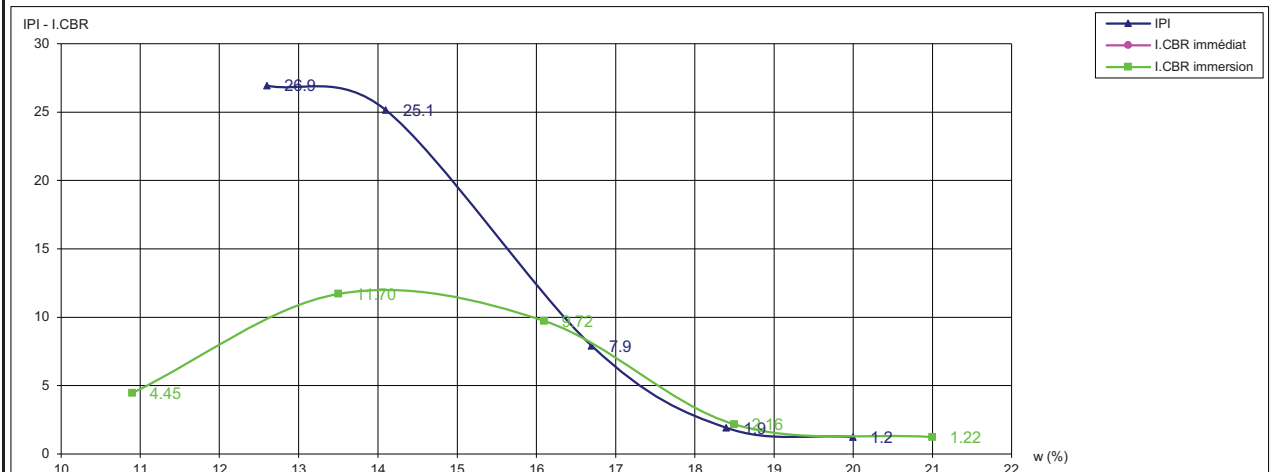
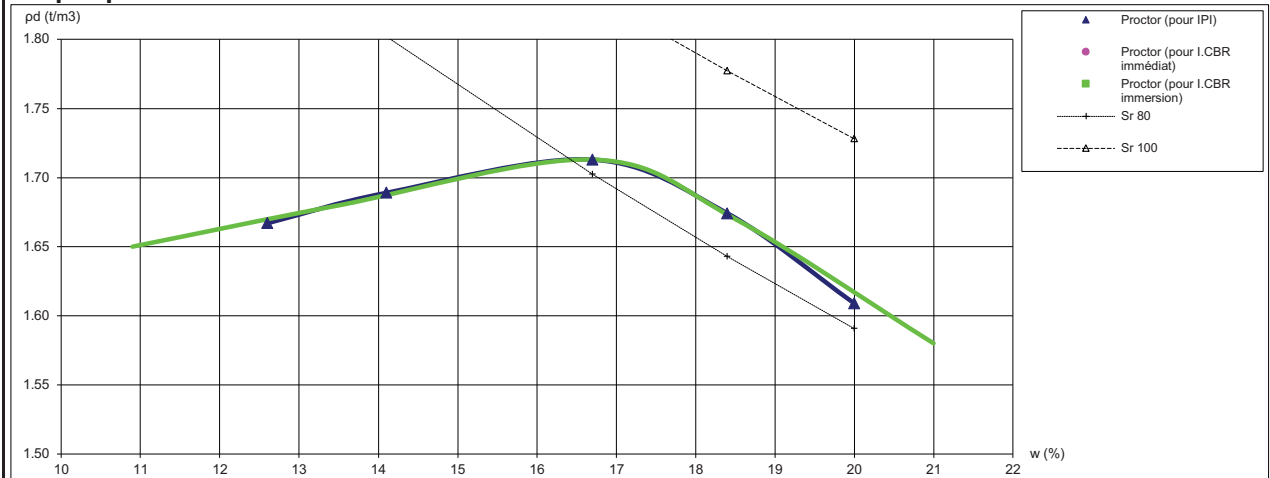
Classification A2th

Paramètres :

ρ_s = Valeur mesurée
 ρ_s = 2.64 t/m³
Refus à 20mm = 0 %

Proctor et IPI			Proctor et I.CBR Immédiat				Proctor et I.CBR Immersion					
w (%)	ρ_d (t/m ³)	IPI (%)	w (%)	ρ_d (t/m ³)	w + liants (%)	I.CBR _{immédiat} (%)	w (%)	ρ_d (t/m ³)	w + liants (%)	I.CBR _{immersion} (%)	W après immersion (%)	G (%)
12.6	1.67	27					10.9	1.64		4	21.6	1.385
14.1	1.69	25					13.5	1.69		12	19.7	0.794
16.7	1.71	8					16.1	1.71		10	18.5	0.388
18.4	1.67	2					18.5	1.65		2	20.3	0.018
20.0	1.61	1					21.0	1.61		1	22.3	0.000
wOPN = 16.5 %			wOPN = %				wOPN = 16.5 %					
pdOPN = 1.71 t/m ³			pdOPN = t/m ³				pdOPN = 1.71 t/m ³					
w'OPN = 16.5 %							w'OPN = 16.5 %					
pd'OPN = 1.71 t/m ³							pd'OPN = 1.71 t/m ³					

Graphiques :



Observations :

**ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE PAR TAMISAGE À SEC
APRÈS LAVAGE ET SÉDIMENTATION**
(réalisé selon la norme NF EN ISO 17892-4)

Nom de l'affaire :

POINTE DU HOC - NORMANDIE

N° d'affaire :

OPEX.22.0023

Laboratoire : AVIGNON

Quantité de matériau Normalisée:

oui

Sondage : SC8

Date d'essai de prélèvement :

21/12/2022

Profondeur (m) 3.00 à 4.00 m

Date de réception :

02/01/2023

Cote (m) : 0.44 à 0.58 m

Mode de prélèvement :

Sondage carotté

Profondeur moyenne : 3.51 m

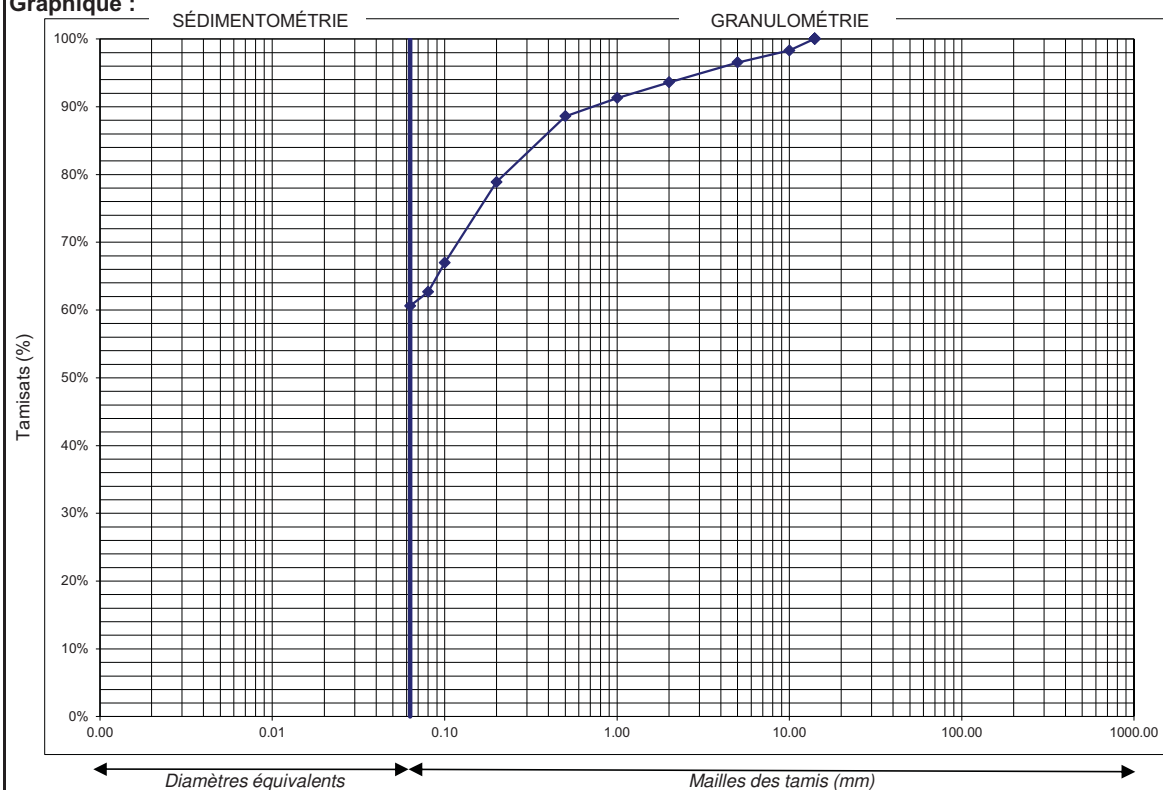
Date d'essai :

10/02/2023

NATURE DU SOL TESTÉ ET CONDITION D'ESSAI :

Classification NF P 11-300 :	A2	Nature du sol selon Classification granulométrique	argile sableuse
Nature du sol :	argile sableuse bariolée	Maille Maximum utilisée ou Diamètre maximum :	% estimé d'éléments > d _m
% de passant à :			Température d'étuvage : 105°C
50 mm = 100.00%	2 mm = 93.59%		Plus gros élément
20 mm = 100.00%	80 µm = 62.65%	dm = 20 mm	Dmax = 14 mm
5 mm = 96.53%	63 µm = 60.58%		

Graphique :



Facteurs d'uniformité Cu : Impossible à déterminer Facteur de courbure Cc : Impossible à déterminer

DONNÉES GRANULOMÉTRIQUES (NF EN ISO 17892-4)

Résultats :

Mailles (X) mm	80	63.0	50	31.5	20	10	5	2	1	0.5	0.2	0.1	0.08	0.063
Passant %	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	98.29	96.53	93.59	91.26	88.58	78.87	66.95	62.65	60.58
Refus %						1.71	3.47	6.41	8.74	11.42	21.13	33.05	37.35	39.42

Observations :

$F_s =$	%
---------	---

**ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE PAR TAMISAGE À SEC
APRÈS LAVAGE ET SÉDIMENTATION**
(réalisé selon la norme NF EN ISO 17892-4)

Nom de l'affaire :

POINTE DU HOC - NORMANDIE

N° d'affaire :

OPEX.22.0023

Laboratoire : AVIGNON

Quantité de matériau Normalisée:

oui

Sondage : SC9

Date d'essai de prélèvement :

23/12/2023

Profondeur (m) : 0.40 à 1.00 m

Date de réception :

02/01/2023

Cote (m) : à m

Mode de prélèvement :

Sondage carotté

Profondeur moyenne : 0.7 m

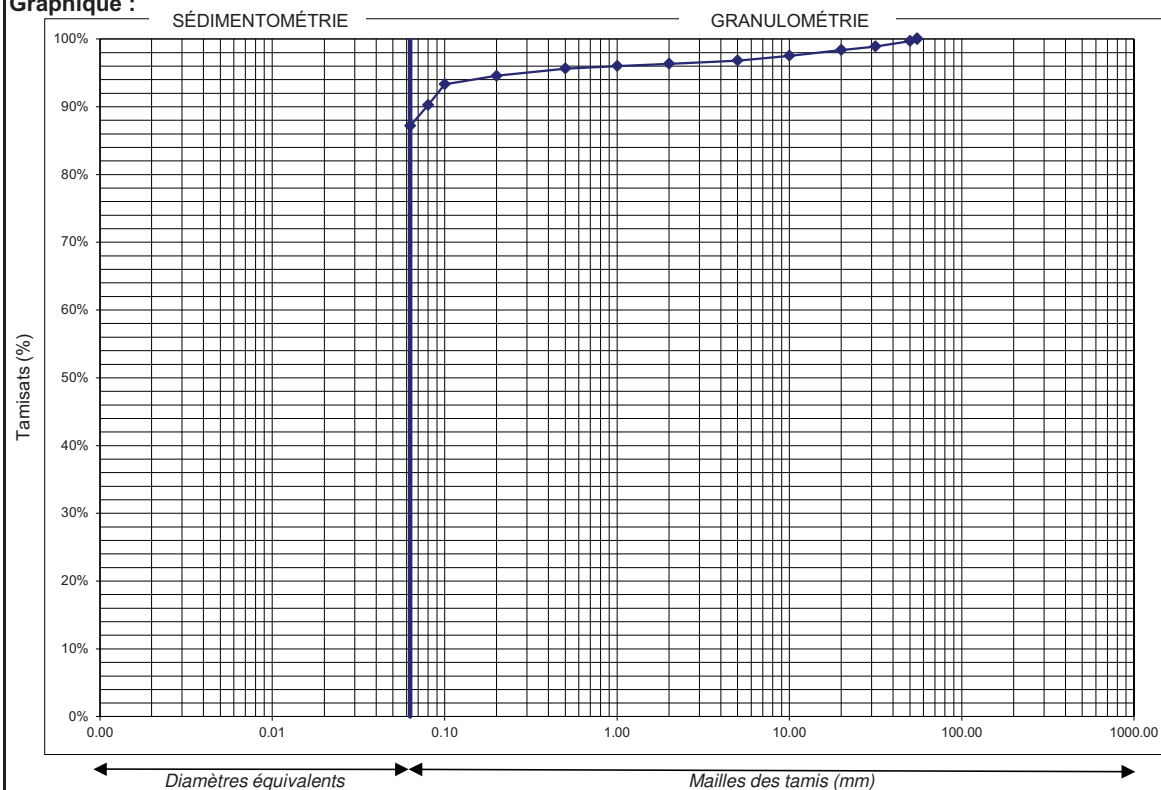
Date d'essai :

09/02/2023

NATURE DU SOL TESTÉ ET CONDITION D'ESSAI :

Classification NF P 11-300 :	C1A1th	Nature du sol selon Classification granulométrique	argile limoneuse
Nature du sol :	argile limoneuse marron	Maille Maximum utilisée ou Diamètre maximum :	% estimé d'éléments > d _m
% de passant à :			Température d'étuvage : 105°C
50 mm = 99.70%	2 mm = 96.33%		Plus gros élément
20 mm = 98.35%	80 µm = 90.23%	dm = 80 mm	Dmax = 55 mm
5 mm = 96.81%	63 µm = 87.16%		

Graphique :



Facteurs d'uniformité Cu : Impossible à déterminer Facteur de courbure Cc : Impossible à déterminer

DONNÉES GRANULOMÉTRIQUES (NF EN ISO 17892-4)

Résultats :

Mailles (X) mm	80	63.0	50	31.5	20	10	5	2	1	0.5	0.2	0.1	0.08	0.063
Passant %	100.00	100.00	99.70	98.88	98.35	97.52	96.81	96.33	96.01	95.62	94.56	93.31	90.23	87.16
Refus %			0.30	1.12	1.65	2.48	3.19	3.67	3.99	4.38	5.44	6.69	9.77	12.84

Observations :

FTQ 243-105

V3 du 30/11/2018

PROCÈS-VERBAL D'ESSAI

**DÉTERMINATION DE LA MASSE VOLUMIQUE
DES PARTICULES SOLIDES DES SOLS**

Méthode du pycnomètre à eau
(réalisé selon la norme NF P 94-054)

Nom de l'affaire : POINTE DU HOC - NORMANDIE

Laboratoire : AVIGNON

N° d'affaire : OPEX.22.0023

Sondage : SC9

Profondeur : 0.4 à 1 m

Cote : à m

Profondeur moyenne : 0.7 m

Date de prélèvement : 23/12/2022

Date d'essai : 09/02/2023

Date de réception : 02/01/2023

Conditions :

Concassage du sol :

oui ☒
non ☐

Résultats :

**Masse volumique des particules
solides des sols :**

$\rho_{s \text{ moyen}} = 2.605 \text{ t/m}^3$

Procédé de désaéragage utilisé : Depression

Prises d'essai :

$\rho_s 1 = 2.619 \text{ t/m}^3$

$\rho_s 2 = 2.590 \text{ t/m}^3$

Observations :

Nom de l'expérimentateur : JBI

Nom de l'affaire : **POINTE DU HOC - NORMANDIE**

Laboratoire : **AVIGNON**

N° d'affaire : **OPEX.22.0023**

Sondage(s) : SC9
Profondeur : 0.40 à 1.00
Cote : à
Profondeur moyenne : 0.70 m

Date de prélèvement : 23/12/2022
Date d'essai : 03/02/2023
Date de réception : 02/01/2023

Caractéristiques de l'essai :

Énergie normale ☒ Moule Proctor ☐
modifiée ☐ CBR ☒

Méthode de détermination des teneurs en eau : NF P 94-050

Température d'étuvage : 105°C

Nature du sol : argile limoneuse marron

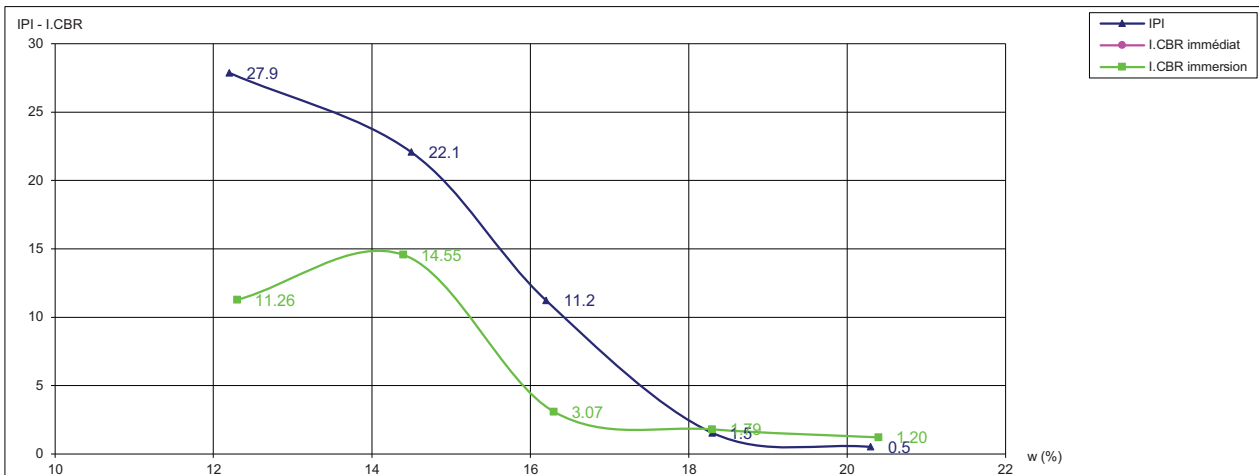
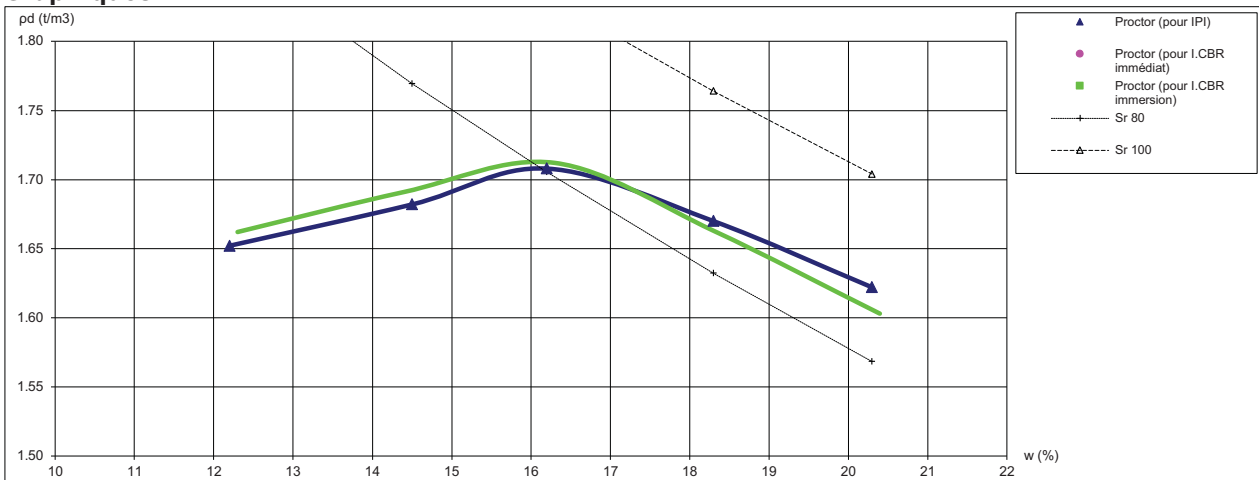
Classification C1A1th

Paramètres :

ρ_s = Valeur mesurée
 ρ_s = 2.61 t/m³
Refus à 20mm = 2 %

Proctor et IPI			Proctor et I.CBR Immédiate				Proctor et I.CBR Immersion					
w (%)	ρ_d (t/m ³)	IPI (%)	w (%)	ρ_d (t/m ³)	w + liants (%)	I.CBR _{immédiate} (%)	w (%)	ρ_d (t/m ³)	w + liants (%)	I.CBR _{immersion} (%)	W après immersion (%)	G (%)
12.2	1.65	28					12.3	1.66		11	19.4	0.788
14.5	1.68	22					14.4	1.69		15	18.5	0.497
16.2	1.71	11					16.3	1.71		3	19.2	0.668
18.3	1.67	2					18.3	1.66		2	19.7	0.201
20.3	1.62	1					20.4	1.60		1	20.9	0.000
wOPN = 16.2 %			wOPN = %				wOPN = 16.2 %					
pdOPN = 1.71 t/m ³			pdOPN = t/m ³				pdOPN = 1.71 t/m ³					
w'OPN = 15.9 %							w'OPN = 15.9 %					
pd'OPN = 1.72 t/m ³							pd'OPN = 1.72 t/m ³					

Graphiques :



Observations :

IDENTIFICATION D'UN SOL EN LABORATOIRE

Nom de l'affaire :	POINTE DU HOC - NORMANDIE		
N° d'affaire :	OPEX.22.0023	Laboratoire :	AVIGNON

Quantité de matériau Normalisée: non

Sondage : SC9 **Date de prélèvement :** 22/12/2022

Profondeur (m) : 3.00 à 4.00 **Date de réception :** 02/01/2023

Cote (m) : 0.20 à 1.00 **Mode de prélèvement :** Sondage carotté

Profondeur moyenne : 3.60 m

Nature matériau : argile gravelo sableuse bariolée **Étuve (°C)**

x	
105°C	50°C

TENEUR EN EAU PONDÉRALE (NF P 94-050)	
Date de l'essai :	08/02/2023
Observations :	Résultat :
	Teneur en eau :
	w_n = 43.1 %

MASSE VOLUMIQUE DES SOLS FINS (NF P 94-053) - MÉTHODE D'IMMERSION DANS L'EAU	
Date de l'essai :	
Conditions :	Résultats :
Conditions de conservations :	ρ = t/m ³
Conditions de préparation :	Autres paramètres :
Température de la salle d'essai :	ρ_d = t/m ³
	γ = kN/m ³
Observations :	γ_d = 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:	Date de l'essai : 16/02/2023															
<table border="1"> <tr> <th>Mesure N°</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> <tr> <td>Enfoncement (mm)</td> <td>21.1</td> <td>17.9</td> <td>14.8</td> <td>12.5</td> </tr> <tr> <td>w (%) (NF P 94-050)</td> <td>65.0</td> <td>62.8</td> <td>60.0</td> <td>58.5</td> </tr> </table>	Mesure N°	1	2	3	4	Enfoncement (mm)	21.1	17.9	14.8	12.5	w (%) (NF P 94-050)	65.0	62.8	60.0	58.5	
Mesure N°	1	2	3	4												
Enfoncement (mm)	21.1	17.9	14.8	12.5												
w (%) (NF P 94-050)	65.0	62.8	60.0	58.5												
Limite de plasticité W_p :	Résultats :															
<table border="1"> <tr> <th>Mesure N°</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> <tr> <td>w (%) (NF P 94-050)</td> <td>38.3</td> <td>38.9</td> <td>39.0</td> </tr> </table>	Mesure N°	1	2	3	w (%) (NF P 94-050)	38.3	38.9	39.0	W_L = 62 %							
Mesure N°	1	2	3													
w (%) (NF P 94-050)	38.3	38.9	39.0													
	W_p = 39 %															
Observations :	I_p = 23															

ESSAI AU BLEU DE MÉTHYLÈNE (NF P 94-068)	
Date de l'essai :	Fraction 0/5mm dans la fraction
	Proportion : C = 68.22
Observations :	Résultat :
	Valeur de bleu du sol :
	VBS =

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

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

**ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE PAR TAMISAGE À SEC
APRÈS LAVAGE ET SÉDIMENTATION**
(réalisé selon la norme NF EN ISO 17892-4)

Nom de l'affaire :

POINTE DU HOC - NORMANDIE

N° d'affaire :

OPEX.22.0023

Laboratoire : AVIGNON

Quantité de matériau Normalisée:

non

Sondage : SC9

Date d'essai de prélèvement :

22/12/2022

Profondeur (m) 3.00 à 4.00 m

Date de réception :

02/01/2023

Cote (m) : 0.20 à 1.00 m

Mode de prélèvement :

Sondage carotté

Profondeur moyenne : 3.6 m

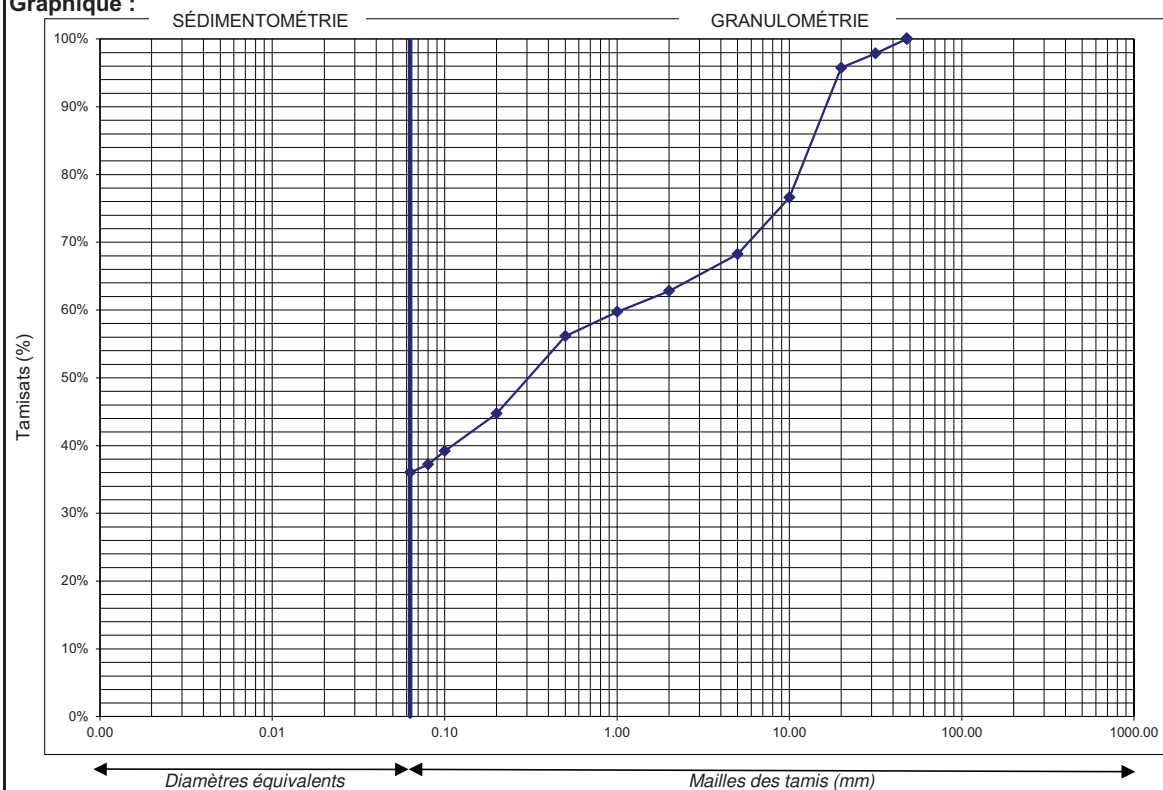
Date d'essai :

10/02/2023

NATURE DU SOL TESTÉ ET CONDITION D'ESSAI :

Classification NF P 11-300 :	A2	Nature du sol selon Classification granulométrique	argile gravelo sableuse
Nature du sol :	argile gravelo sableuse bariolée	Maille Maximum utilisée ou Diamètre maximum :	% estimé d'éléments > d _m
% de passant à :			Température d'étuvage : 105°C
50 mm = 100.00%	2 mm = 62.82%		Plus gros élément
20 mm = 95.74%	80 µm = 37.21%		
5 mm = 68.22%	63 µm = 36.01%	dm = 50 mm	Dmax = 48 mm

Graphique :



Facteurs d'uniformité Cu : Impossible à déterminer

Facteur de courbure Cc : Impossible à déterminer

DONNÉES GRANULOMÉTRIQUES (NF EN ISO 17892-4)

Résultats :

Mailles (X) mm	80	63.0	50	31.5	20	10	5	2	1	0.5	0.2	0.1	0.08	0.063
Passant %	100.00	100.00	100.00	97.85	95.74	76.60	68.22	62.82	59.74	56.15	44.72	39.20	37.21	36.01
Refus %				2.15	4.26	23.40	31.78	37.18	40.26	43.85	55.28	60.80	62.79	63.99

Observations :

IDENTIFICATION D'UN SOL EN LABORATOIRE

Nom de l'affaire : POINTE DU HOC - NORMANDIE
N° d'affaire : OPEX.22.0023 **Laboratoire :** AVIGNON

Quantité de matériau Normalisée: non
Sondage : SC10 **Date de prélèvement :** 16/12/2022
Profondeur (m) : 1.00 à 2.00 **Date de réception :** 02/01/2023
Cote (m) : 0.00 à 0.65 **Mode de prélèvement :** Sondage carotté
Profondeur moyenne : 1.33 m
Nature matériau : argile sablo graveleuse beige **Étuve (°C)**

x	
105°C	50°C

TENEUR EN EAU PONDÉRALE (NF P 94-050)

Date de l'essai : 31/01/2023
Observations : **Résultat :**
Teneur en eau :
w_n = 34.3 %

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)	22.2	20.2	17.1	13.3
w (%) (NF P 94-050)	68.9	65.8	61.8	57.8

Date de l'essai : 10/02/2023

Limite de plasticité W_p :

Mesure N°	1	2	3
w (%) (NF P 94-050)	34.4	34.3	34.3

Résultats :
W_L = 62 %
W_p = 34 %
I_p = 28

Observations :

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

Date de l'essai : **Fraction 0/5mm dans la fraction**
Proportion : C = 79.96
Observations : **Résultat :**
Valeur de bleu du sol :
VBS =

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 = %

**ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE PAR TAMISAGE À SEC
APRÈS LAVAGE ET SÉDIMENTATION**
(réalisé selon la norme NF EN ISO 17892-4)

Nom de l'affaire :

POINTE DU HOC - NORMANDIE

N° d'affaire :

OPEX.22.0023

Laboratoire : AVIGNON

Quantité de matériau Normalisée:

non

Sondage : SC10

Date d'essai de prélèvement :

16/12/2022

Profondeur (m) 1.00 à 2.00 m

Date de réception :

02/01/2023

Cote (m) : 0.00 à 0.65 m

Mode de prélèvement :

Sondage carotté

Profondeur moyenne : 1.325 m

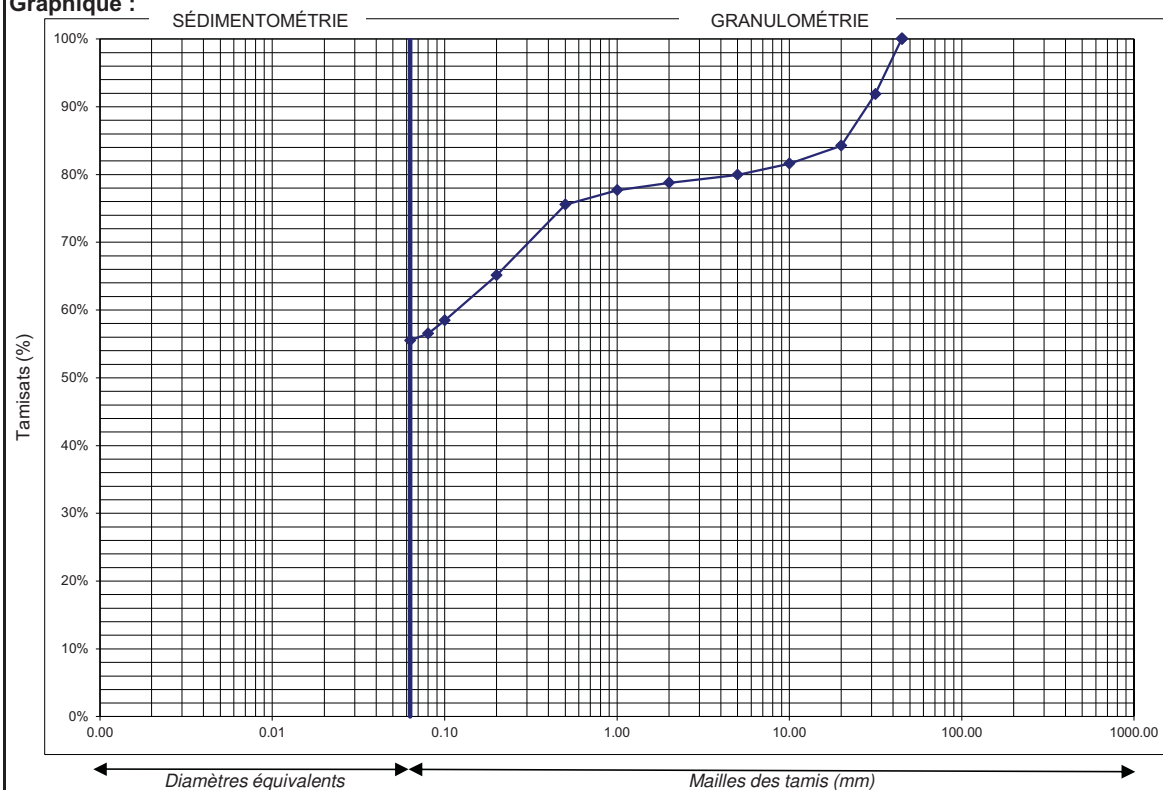
Date d'essai :

09/02/2023

NATURE DU SOL TESTÉ ET CONDITION D'ESSAI :

Classification NF P 11-300 :	A3	Nature du sol selon Classification granulométrique	argile sablo graveleuse
Nature du sol :	argile sablo graveleuse beige	Maille Maximum utilisée ou Diamètre maximum :	% estimé d'éléments > d _m
% de passant à :			Température d'étuvage : 105°C
50 mm = 100.00%	2 mm = 78.74%		Plus gros élément
20 mm = 84.24%	80 µm = 56.53%		
5 mm = 79.96%	63 µm = 55.50%	dm = 50 mm	Dmax = 45 mm

Graphique :



Facteurs d'uniformité Cu : Impossible à déterminer

Facteur de courbure Cc : Impossible à déterminer

DONNÉES GRANULOMÉTRIQUES (NF EN ISO 17892-4)

Résultats :

Mailles (X) mm	80	63.0	50	31.5	20	10	5	2	1	0.5	0.2	0.1	0.08	0.063
Passant %	100.00	100.00	100.00	91.85	84.24	81.58	79.96	78.74	77.67	75.53	65.13	58.45	56.53	55.50
Refus %				8.15	15.76	18.42	20.04	21.26	22.33	24.47	34.87	41.55	43.47	44.50

Observations :

FTQ 243-105

V3 du 30/11/2018

PROCÈS-VERBAL D'ESSAI

**DÉTERMINATION DE LA MASSE VOLUMIQUE
DES PARTICULES SOLIDES DES SOLS**

Méthode du pycnomètre à eau
(réalisé selon la norme NF P 94-054)

Nom de l'affaire : **POINTE DU HOC - NORMANDIE**

Laboratoire : **AVIGNON**

N° d'affaire : **OPEX.22.0023**

Sondage : SC10

Profondeur : 1 à 2 m

Cote : 0 à 0.65 m

Profondeur moyenne : 1.325 m

Date de prélèvement : 16/12/2022

Date d'essai : 09/02/2023

Date de réception : 02/01/2023

Conditions :

Concassage du sol :

oui ☒
non ☐

Résultats :

**Masse volumique des particules
solides des sols :**

$\rho_{s \text{ moyen}} = 2.609 \text{ t/m}^3$

Procédé de désaéragage utilisé : Depression

Prises d'essai :

$\rho_s 1 = 2.614 \text{ t/m}^3$

$\rho_s 2 = 2.604 \text{ t/m}^3$

Observations :

Nom de l'expérimentateur : JBI

ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE A LA BOITE

Partie I : Cisaillement Direct

(NF EN ISO 17892-10)

Nom de l'affaire :

POINTE DU HOC - NORMANDIE

N° d'affaire :

OPEX.22.0023

Laboratoire :

Avignon

Sondage : SC10

Profondeur : 1.00-2.00m

Echantillonnage : 0.33-0.53m

Description : argile sablo graveleuse beige

Date de prélèvement : 16/12/22

Mode de conservation : Echantillon intact

Date de réception : 02/01/23

Niveau d'eau : -

Date d'essai : 31/01/23

Opérateur : CASTELLS Alexis
Approbateur : GUILLEMAN Cyril

Etuvage (°C)

X
105°C

50°C

Caractéristiques des éprouvettes

Initial		1	2	3	4
H	mm	25.62	25.64	25.66	
D	mm	60.00	60.00	60.00	
w	%	35.4	35.2	36.6	
ph	kg/m ³	1795	1814	1781	
pd	kg/m ³	1325	1342	1304	
ps estimée	kg/m ³	2700	2700	2700	
e		1.04	1.01	1.07	
Sr	%	92	94	92	
Consolidation					
σ_3 cons	kPa	50	101	200	
ΔH_{cons}	mm	0.77	1.06	1.55	
H_{cons}	mm	24.85	24.58	24.11	
$\rho_{d_{cons}}$	kg/m ³	1366	1399	1388	
w	%	37.8	36.4	36.3	
t_{100}	min	2.4	1.5	4.7	

Informations sur l'essai

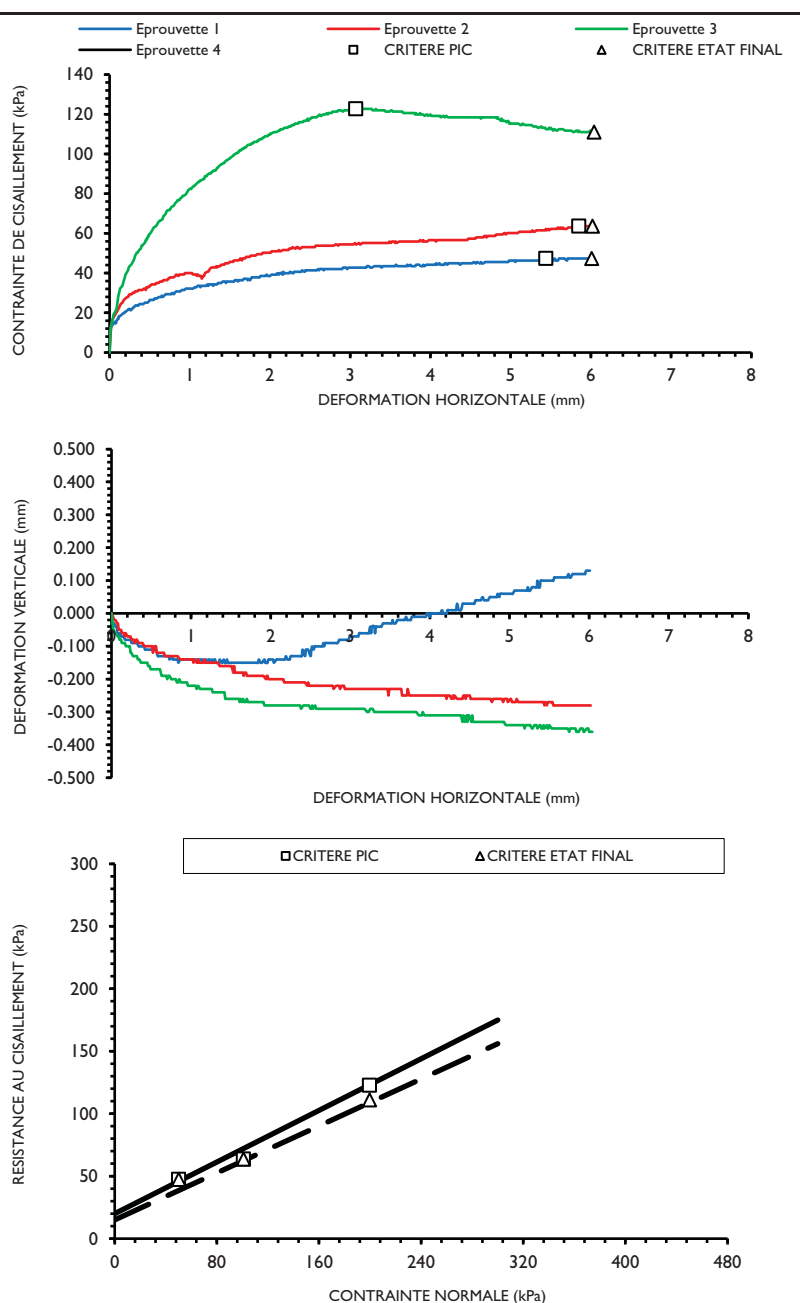
σ_3 cis	kPa	50	101	200	
Vitesse cisaillement	mm/min	0.005	0.005	0.005	

Critères de rupture

$\tau_{f,pic}$	kPa	47	64	123	
Δl à $\tau_{f,pic}$	mm	5.44	5.85	3.07	
$\tau_{f,rés}$	kPa	47	64	111	
Δl à $\tau_{f,rés}$	mm	6.01	6.02	6.04	

CRITERE DE PIC	$\phi'_p =$ 27 Degrés $c'_p =$ 20 kPa
CRITERE D'ETAT FINAL	$\phi'_f =$ 25 Degrés $c'_f =$ 15 kPa

Observations



IDENTIFICATION D'UN SOL EN LABORATOIRE

Nom de l'affaire :	POINTE DU HOC - NORMANDIE		
N° d'affaire :	OPEX.22.0023	Laboratoire :	AVIGNON

Quantité de matériau Normalisée: non

Sondage : SC10 **Date de prélèvement :** 19/12/2022

Profondeur (m) : 8.00 à 9.80 **Date de réception :** 02/01/2023

Cote (m) : 1.21 à 1.50 **Mode de prélèvement :** Sondage carotté

Profondeur moyenne : 9.36 m

Nature matériau : argile limoneuse gravelo sableuse beige **Étude (°C)**

x	
105°C	50°C

TENEUR EN EAU PONDÉRALE (NF P 94-050)	
Date de l'essai :	30/01/2023
Observations :	Résultat :
	Teneur en eau :
	w_n = 25.7 %

MASSE VOLUMIQUE DES SOLS FINS (NF P 94-053) - MÉTHODE D'IMMERSION DANS L'EAU	
Date de l'essai :	
Conditions :	Résultats :
Conditions de conservations :	ρ = t/m ³
Conditions de préparation :	Autres paramètres :
Température de la salle d'essai :	ρ_d = t/m ³
	γ = kN/m ³
Observations :	γ_d = 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:	Date de l'essai : 10/02/2023															
<table border="1"> <tr> <th>Mesure N°</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> <tr> <td>Enfoncement (mm)</td> <td>23.7</td> <td>20.9</td> <td>17.9</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>w (%) (NF P 94-050)</td> <td>44.6</td> <td>42.7</td> <td>41.3</td> <td>40.2</td> </tr> </table>	Mesure N°	1	2	3	4	Enfoncement (mm)	23.7	20.9	17.9	15	w (%) (NF P 94-050)	44.6	42.7	41.3	40.2	
Mesure N°	1	2	3	4												
Enfoncement (mm)	23.7	20.9	17.9	15												
w (%) (NF P 94-050)	44.6	42.7	41.3	40.2												
Limite de plasticité W_p :	Résultats :															
<table border="1"> <tr> <th>Mesure N°</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> <tr> <td>w (%) (NF P 94-050)</td> <td>28.3</td> <td>28.5</td> <td>28.1</td> </tr> </table>	Mesure N°	1	2	3	w (%) (NF P 94-050)	28.3	28.5	28.1	W_L = 41 %							
Mesure N°	1	2	3													
w (%) (NF P 94-050)	28.3	28.5	28.1													
	W_p = 28 %															
Observations :	I_p = 13															

ESSAI AU BLEU DE MÉTHYLÈNE (NF P 94-068)	
Date de l'essai :	Fraction 0/5mm dans la fraction
	Proportion : C = 64.65
Observations :	Résultat :
	Valeur de bleu du sol :
	VBS =

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

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

**ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE PAR TAMISAGE À SEC
APRÈS LAVAGE ET SÉDIMENTATION**
(réalisé selon la norme NF EN ISO 17892-4)

Nom de l'affaire :

POINTE DU HOC - NORMANDIE

N° d'affaire :

OPEX.22.0023

Laboratoire : AVIGNON

Quantité de matériau Normalisée:

non

Sondage : SC10

Date d'essai de prélèvement :

19/12/2022

Profondeur (m) 8.00 à 9.80 m

Date de réception :

02/01/2023

Cote (m) : 1.21 à 1.50 m

Mode de prélèvement :

Sondage carotté

Profondeur moyenne : 9.355 m

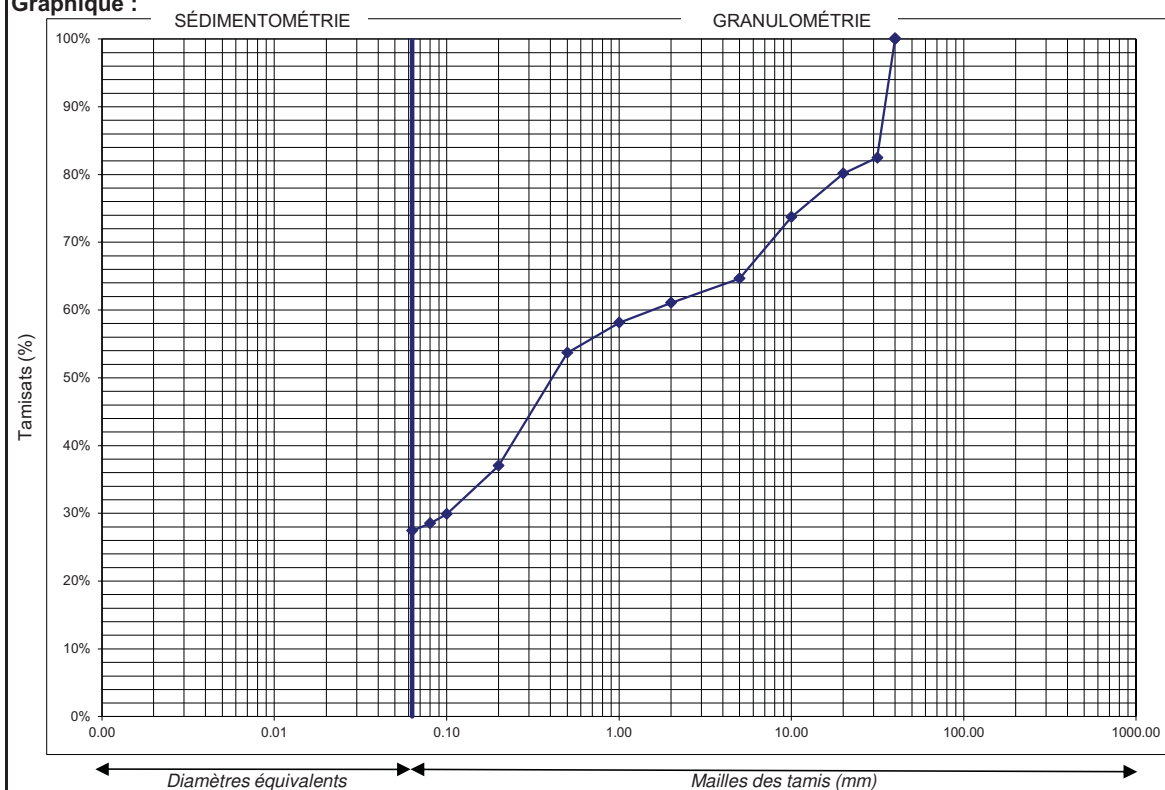
Date d'essai :

09/02/2023

NATURE DU SOL TESTÉ ET CONDITION D'ESSAI :

Classification NF P 11-300 :	B6	Nature du sol selon Classification granulométrique	argile limoneuse gravo sableuse
Nature du sol :	argile limoneuse gravo sableuse beige	Maille Maximum utilisée ou Diamètre maximum :	% estimé d'éléments > d _m
% de passant à :			Température d'étuvage : 105°C
50 mm = 100.00%	2 mm = 61.04%		Plus gros élément
20 mm = 80.11%	80 µm = 28.50%		
5 mm = 64.65%	63 µm = 27.40%	dm = 50 mm	Dmax = 40 mm

Graphique :



Facteurs d'uniformité Cu : Impossible à déterminer Facteur de courbure Cc : Impossible à déterminer

DONNÉES GRANULOMÉTRIQUES (NF EN ISO 17892-4)

Résultats :

Mailles (X) mm	80	63.0	50	31.5	20	10	5	2	1	0.5	0.2	0.1	0.08	0.063
Passant %	100.00	100.00	100.00	82.46	80.11	73.70	64.65	61.04	58.13	53.67	37.03	29.90	28.50	27.40
Refus %				17.54	19.89	26.30	35.35	38.96	41.87	46.33	62.97	70.10	71.50	72.60

Observations :

ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE A LA BOITE

Partie I : Cisaillement Direct

(NF EN ISO 17892-10)

Nom de l'affaire :

POINTE DU HOC - NORMANDIE

N° d'affaire :

OPEX.22.0023

Laboratoire :

Avignon

Sondage : SC10

Profondeur : 8.00-9.80m

Echantillonnage : 1.21-1.50m

Description : argile limoneuse gravelo sableuse beige

Date de prélèvement : 19/12/22

Mode de conservation : Echantillon intact

Date de réception : 02/01/23

Niveau d'eau : -

Date d'essai : 27/01/23

Opérateur : CASTELLS Alexis
Approbateur : GUILLEMAN Cyril

Etuvage (°C)

X
105°C 50°C

Caractéristiques des éprouvettes

Initial		1	2	3	4
H	mm	25.50	25.60	25.64	
D	mm	60.00	60.00	60.00	
w	%	25.7	25.7	25.7	
ph	kg/m ³	1789	1789	1786	
pd	kg/m ³	1423	1423	1421	
ps estimée	kg/m ³	2700	2700	2700	
e		0.90	0.90	0.90	
Sr	%	77	77	77	
Consolidation					
σ_3 cons	kPa	75	149	300	
ΔH_{cons}	mm	0.87	1.08	1.99	
H_{cons}	mm	24.63	24.52	23.65	
$\rho_{d_{cons}}$	kg/m ³	1474	1486	1541	
w	%	32.5	29.1	28.2	
t_{100}	min	0.4	1.5	2.2	

Informations sur l'essai

σ_3 cis	kPa	75	149	300	
Vitesse cisaillement	mm/min	0.012	0.012	0.012	

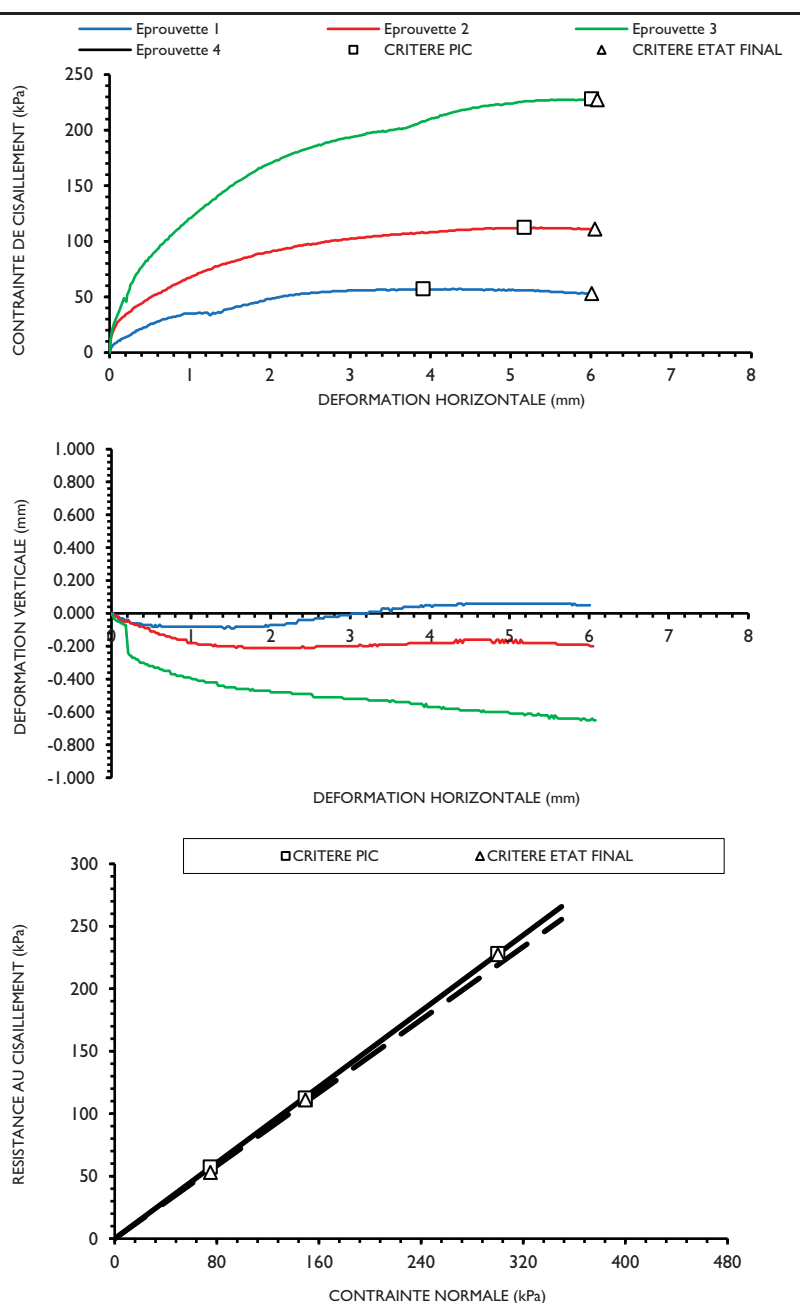
Critères de rupture

$\tau_{f,pic}$	kPa	57	112	228	
Δl à $\tau_{f,pic}$	mm	3.91	5.17	6.01	
$\tau_{f,rés}$	kPa	53	111	227	
Δl à $\tau_{f,rés}$	mm	6.01	6.05	6.08	

CRITERE DE PIC	$\phi'_p =$ 37 Degrés $c'_p =$ 0 kPa
CRITERE D'ETAT FINAL	$\phi'_f =$ 36 Degrés $c'_f =$ 0 kPa

Observations

Reconstitué sur fraction 0-5 mm par compactage statique.



IDENTIFICATION D'UN SOL EN LABORATOIRE

Nom de l'affaire :	POINTE DU HOC - NORMANDIE		
N° d'affaire :	OPEX.22.0023	Laboratoire :	AVIGNON

Quantité de matériau Normalisée: non

Sondage : SC11 **Date de prélèvement :** NC

Profondeur (m) : 3.00 à 4.00 **Date de réception :** 02/01/2023

Cote (m) : 0.00 à 0.75 **Mode de prélèvement :** Sondage carotté

Profondeur moyenne : 3.38 m

Nature matériau : argile sablo graveleuse beige **Étuve (°C)**

x	
105°C	50°C

TENEUR EN EAU PONDÉRALE (NF P 94-050)	
Date de l'essai :	09/02/2023
Observations :	Résultat :
	Teneur en eau :
	w_n = 33.4 %

MASSE VOLUMIQUE DES SOLS FINS (NF P 94-053) - MÉTHODE D'IMMERSION DANS L'EAU	
Date de l'essai :	
Conditions :	Résultats :
Conditions de conservations :	ρ = t/m ³
Conditions de préparation :	Autres paramètres :
Température de la salle d'essai :	ρ_d = t/m ³
	γ = kN/m ³
Observations :	γ_d = 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:	Date de l'essai : 14/02/2023															
<table border="1"> <tr> <th>Mesure N°</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> <tr> <td>Enfoncement (mm)</td> <td>20.5</td> <td>17.6</td> <td>15.3</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>w (%) (NF P 94-050)</td> <td>65.7</td> <td>63.1</td> <td>60.1</td> <td>56.5</td> </tr> </table>	Mesure N°	1	2	3	4	Enfoncement (mm)	20.5	17.6	15.3	12	w (%) (NF P 94-050)	65.7	63.1	60.1	56.5	
Mesure N°	1	2	3	4												
Enfoncement (mm)	20.5	17.6	15.3	12												
w (%) (NF P 94-050)	65.7	63.1	60.1	56.5												
Limite de plasticité W_p :	Résultats :															
<table border="1"> <tr> <th>Mesure N°</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> <tr> <td>w (%) (NF P 94-050)</td> <td>38.4</td> <td>38.2</td> <td>38.2</td> </tr> </table>	Mesure N°	1	2	3	w (%) (NF P 94-050)	38.4	38.2	38.2	W_L = 62 %							
Mesure N°	1	2	3													
w (%) (NF P 94-050)	38.4	38.2	38.2													
	W_p = 38 %															
Observations :	I_p = 24															

ESSAI AU BLEU DE MÉTHYLÈNE (NF P 94-068)	
Date de l'essai :	Fraction 0/5mm dans la fraction
	Proportion : C = 87.72
Observations :	Résultat :
	Valeur de bleu du sol :
	VBS =

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

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

**ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE PAR TAMISAGE À SEC
APRÈS LAVAGE ET SÉDIMENTATION**
(réalisé selon la norme NF EN ISO 17892-4)

Nom de l'affaire :

POINTE DU HOC - NORMANDIE

N° d'affaire :

OPEX.22.0023

Laboratoire : AVIGNON

Quantité de matériau Normalisée:

non

Sondage : SC11

Date d'essai de prélèvement :

NC

Profondeur (m) 3.00 à 4.00 m

Date de réception :

02/01/2023

Cote (m) : 0.00 à 0.75 m

Mode de prélèvement :

Sondage carotté

Profondeur moyenne : 3.375 m

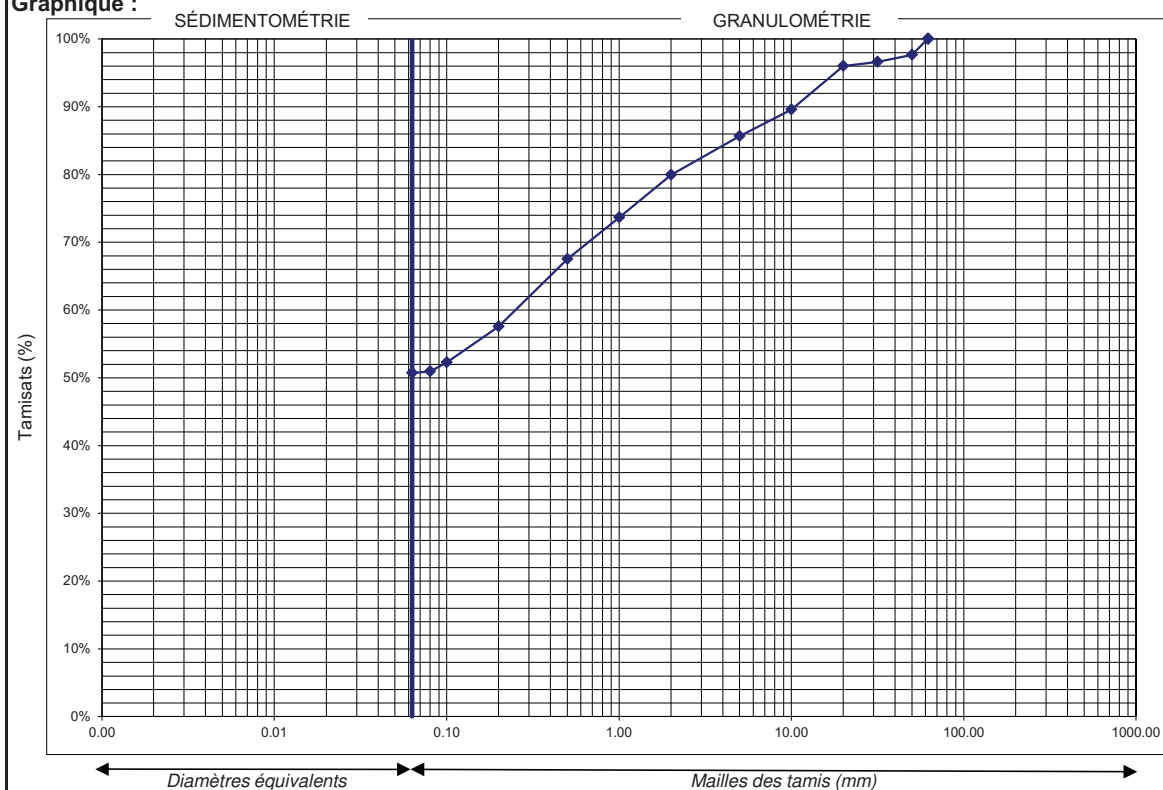
Date d'essai :

14/02/2023

NATURE DU SOL TESTÉ ET CONDITION D'ESSAI :

Classification NF P 11-300 :	C1A2	Nature du sol selon Classification granulométrique	argile sablo graveleuse
Nature du sol :	argile sablo graveleuse beige	Maille Maximum utilisée ou Diamètre maximum :	% estimé d'éléments > d _m
% de passant à :			Température d'étuvage : 105°C
50 mm = 97.67%	2 mm = 79.93%		Plus gros élément
20 mm = 96.01%	80 µm = 50.94%		
5 mm = 85.68%	63 µm = 50.69%	dm = 80 mm	Dmax = 62 mm

Graphique :



Facteurs d'uniformité Cu : Impossible à déterminer Facteur de courbure Cc : Impossible à déterminer

DONNÉES GRANULOMÉTRIQUES (NF EN ISO 17892-4)

Résultats :

Mailles (X) mm	80	63.0	50	31.5	20	10	5	2	1	0.5	0.2	0.1	0.08	0.063
Passant %	100.00	100.00	97.67	96.63	96.01	89.56	85.68	79.93	73.68	67.50	57.57	52.28	50.94	50.69
Refus %			2.33	3.37	3.99	10.44	14.32	20.07	26.32	32.50	42.43	47.72	49.06	49.31

Observations :

IDENTIFICATION D'UN SOL EN LABORATOIRE

Nom de l'affaire :	POINTE DU HOC - NORMANDIE		
N° d'affaire :	OPEX.22.0023	Laboratoire :	AVIGNON

Quantité de matériau Normalisée: non

Sondage : SC11 **Date de prélèvement :** NC

Profondeur (m) : 8.70 à 10.50 **Date de réception :** 02/01/2023

Cote (m) : 0.12 à 1.25 **Mode de prélèvement :** Sondage carotté

Profondeur moyenne : 9.39 m

Nature matériau : grave beige **Étuve (°C)**

x	
105°C	50°C

TENEUR EN EAU PONDÉRALE (NF P 94-050)	
Date de l'essai :	31/01/2023
Observations :	Résultat :
	Teneur en eau :
	w_n = 22.1 %

MASSE VOLUMIQUE DES SOLS FINS (NF P 94-053) - MÉTHODE D'IMMERSION DANS L'EAU	
Date de l'essai :	
Conditions :	Résultats :
Conditions de conservations :	ρ = t/m ³
Conditions de préparation :	Autres paramètres :
Température de la salle d'essai :	ρ_d = t/m ³
Observations :	γ = kN/m ³
	γ_d = 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:	Date de l'essai : 13/02/2023															
<table border="1"> <tr> <th>Mesure N°</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> <tr> <td>Enfoncement (mm)</td> <td>21.5</td> <td>19.5</td> <td>15.2</td> <td>12.6</td> </tr> <tr> <td>w (%) (NF P 94-050)</td> <td>38.8</td> <td>37.7</td> <td>35.6</td> <td>34.4</td> </tr> </table>	Mesure N°	1	2	3	4	Enfoncement (mm)	21.5	19.5	15.2	12.6	w (%) (NF P 94-050)	38.8	37.7	35.6	34.4	
Mesure N°	1	2	3	4												
Enfoncement (mm)	21.5	19.5	15.2	12.6												
w (%) (NF P 94-050)	38.8	37.7	35.6	34.4												
Limite de plasticité W_p :	Résultats :															
<table border="1"> <tr> <th>Mesure N°</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> <tr> <td>w (%) (NF P 94-050)</td> <td>26.0</td> <td>26.0</td> <td>25.6</td> </tr> </table>	Mesure N°	1	2	3	w (%) (NF P 94-050)	26.0	26.0	25.6	W_L = 37 %							
Mesure N°	1	2	3													
w (%) (NF P 94-050)	26.0	26.0	25.6													
Observations :	W_p = 26 %															
	I_p = 11															

ESSAI AU BLEU DE MÉTHYLÈNE (NF P 94-068)	
Date de l'essai :	Fraction 0/5mm dans la fraction
	Proportion : C = 22.16
Observations :	Résultat :
	Valeur de bleu du sol :
	VBS =

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

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

**ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE PAR TAMISAGE À SEC
APRÈS LAVAGE ET SÉDIMENTATION**
(réalisé selon la norme NF EN ISO 17892-4)

Nom de l'affaire :

POINTE DU HOC - NORMANDIE

N° d'affaire :

OPEX.22.0023

Laboratoire : AVIGNON

Quantité de matériau Normalisée:

non

Sondage : SC11

Date d'essai de prélèvement :

NC

Profondeur (m) 8.70 à 10.50 m

Date de réception :

02/01/2023

Cote (m) : 0.12 à 1.25 m

Mode de prélèvement :

Sondage carotté

Profondeur moyenne : 9.385 m

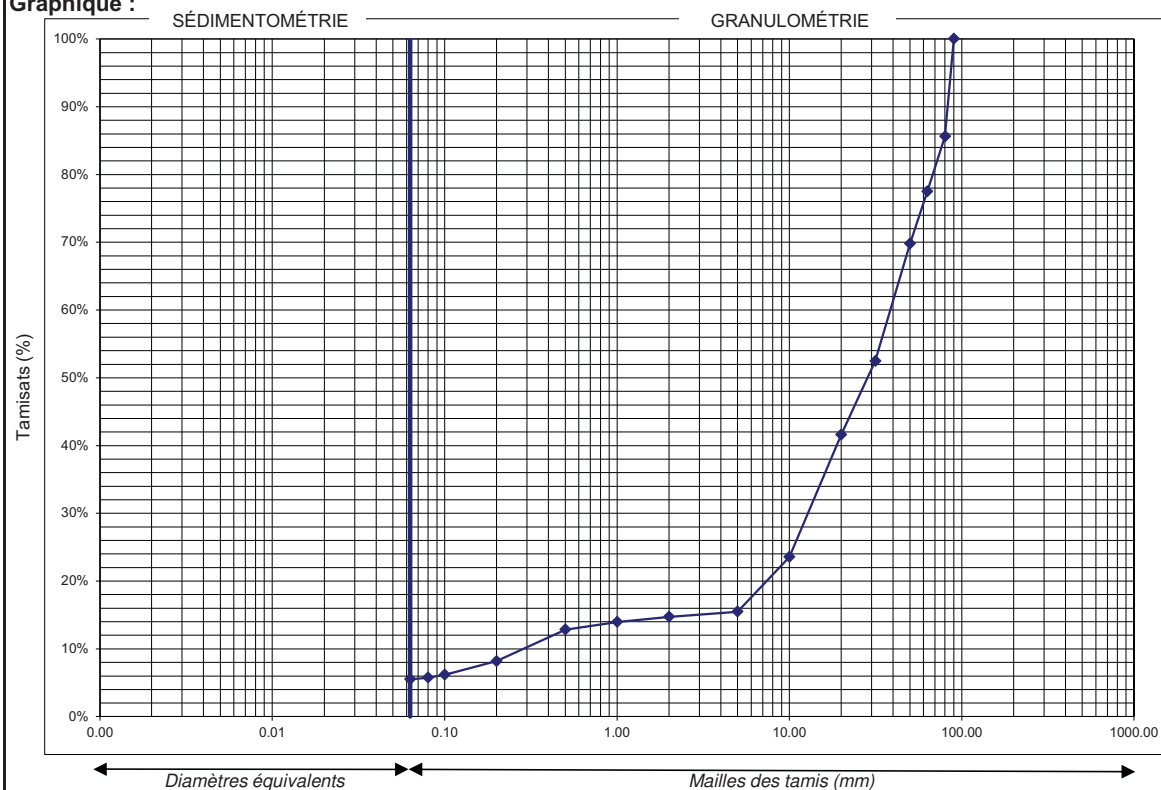
Date d'essai :

08/02/2023

NATURE DU SOL TESTÉ ET CONDITION D'ESSAI :

Classification NF P 11-300 :	Nature du sol selon Classification granulométrique	grave
Nature du sol : grave beige	Maille Maximum utilisée ou Diamètre maximum :	% estimé d'éléments > d_m
% de passant à :		Température d'étuvage : 105°C
50 mm = 69.81% 2 mm = 14.71%		Plus gros élément
20 mm = 41.61% 80 μ m = 5.76%		
5 mm = 15.47% 63 μ m = 5.50%	dm = 90 mm	Dmax = 90 mm

Graphique :



Facteurs d'uniformité Cu : 124.60

Facteur de courbure Cc : 14.70

DONNÉES GRANULOMÉTRIQUES (NF EN ISO 17892-4)

Résultats :

Mailles (X) mm	80	63.0	50	31.5	20	10	5	2	1	0.5	0.2	0.1	0.08	0.063
Passant %	85.60	77.47	69.81	52.47	41.61	23.57	15.47	14.71	13.95	12.84	8.18	6.18	5.76	5.50
Refus %	14.40	22.53	30.19	47.53	58.39	76.43	84.53	85.29	86.05	87.16	91.82	93.82	94.24	94.50

Observations :

FTQ 243-105

V3 du 30/11/2018

PROCÈS-VERBAL D'ESSAI

**DÉTERMINATION DE LA MASSE VOLUMIQUE
DES PARTICULES SOLIDES DES SOLS**

Méthode du pycnomètre à eau
(réalisé selon la norme NF P 94-054)

Nom de l'affaire : POINTE DU HOC - NORMANDIE

Laboratoire : AVIGNON

N° d'affaire : OPEX.22.0023

Sondage : SC11

Profondeur : 8.7 à 10.5 m

Cote : 0.12 à 1.25 m

Profondeur moyenne : 9.385 m

Date de prélèvement : NC

Date d'essai : 09/02/2023

Date de réception : 02/01/2023

Conditions :

Concassage du sol :

oui ☒
non ☐

Résultats :

**Masse volumique des particules
solides des sols :**

$\rho_{s \text{ moyen}} = 2.623 \text{ t/m}^3$

Procédé de désaéragage utilisé : Depression

Prises d'essai :

$\rho_s 1 = 2.627 \text{ t/m}^3$

$\rho_s 2 = 2.619 \text{ t/m}^3$

Observations :

Nom de l'expérimentateur : JBI

ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE A LA BOITE

Partie I : Cisaillement Direct

(NF EN ISO 17892-10)

Nom de l'affaire :

POINTE DU HOC - NORMANDIE

N° d'affaire :

OPEX.22.0023

Laboratoire :

Avignon

Sondage : SC11

Profondeur : 8.70-10.50m

Echantillonnage : 0.12-1.25m

Description : grave beige

Date de prélèvement :

Mode de conservation : Echantillon intact

Date de réception : 02/01/23

Niveau d'eau : -

Date d'essai : 31/01/23

Opérateur : CASTELLS Alexis
Approbateur : GUILLEMAN Cyril

Etuvage (°C)

X
105°C

50°C

Caractéristiques des éprouvettes

Initial		1	2	3	4
H	mm	25.50	25.60	25.64	
D	mm	60.00	60.00	60.00	
w	%	22.0	22.0	22.0	
ph	kg/m ³	1709	1709	1706	
pd	kg/m ³	1400	1401	1398	
ps estimée	kg/m ³	2700	2700	2700	
e		0.93	0.93	0.93	
Sr	%	64	64	64	
Consolidation					
σ_3 cons	kPa	75	150	301	
ΔH_{cons}	mm	0.59	1.02	1.49	
H_{cons}	mm	24.91	24.58	24.15	
$\rho_{d_{cons}}$	kg/m ³	1433	1459	1485	
w	%	30.5	28.8	27.8	
t_{100}	min	0.5	1.7	2.0	

Informations sur l'essai

σ_3 cis	kPa	75	150	301	
Vitesse cisaillement	mm/min	0.012	0.012	0.012	

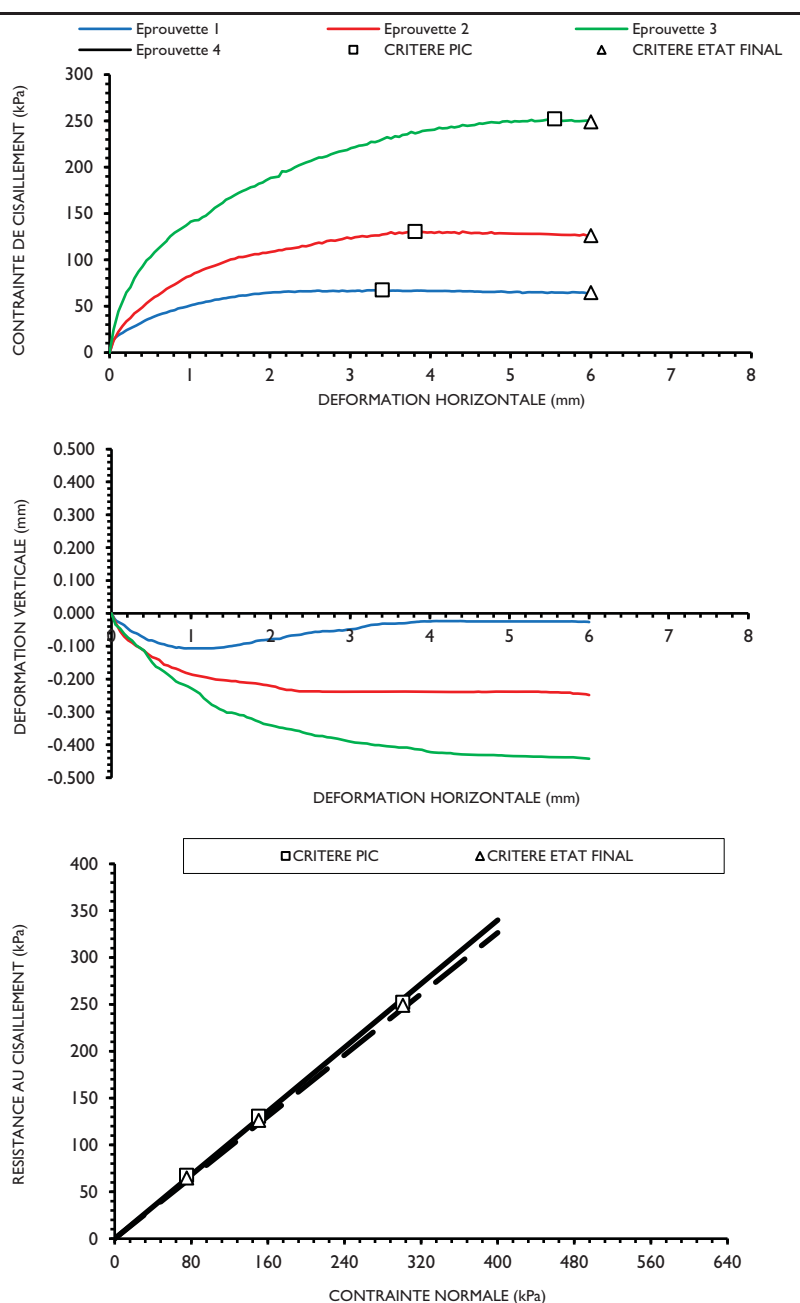
Critères de rupture

$\tau_{f,pic}$	kPa	68	131	252	
Δl à $\tau_{f,pic}$	mm	3.40	3.81	5.55	
$\tau_{f,rés}$	kPa	65	126	249	
Δl à $\tau_{f,rés}$	mm	6.00	6.00	6.00	

CRITERE DE PIC	$\phi'_p =$ 40 Degrés $c'_p =$ 0 kPa
CRITERE D'ETAT FINAL	$\phi'_f =$ 39 Degrés $c'_f =$ 0 kPa

Observations

Reconstitué sur fraction 0-5 mm par compactage statique.



**DÉTERMINATION DE LA RÉSISTANCE
À LA COMPRESSION UNIAXIALE**
(réalisé selon la norme NF P 94-420)

Nom de l'affaire :

POINTE DU HOC - NORMANDIE

N° d'affaire : OPEX.22.0023

Laboratoire : AVIGNON

Sondage : SC11

Profondeur (m) : 8.70 à 10.50 m

Date de prélèvement : NC

Cote (m) : 1.26 à 1.46 m

Date de réception : 02/01/2023

Profondeur moyenne : 10.06 m

Date d'essai : 08/02/2023

Caractéristiques de l'éprouvette :

Hauteur, H (mm)	106.67
Diamètre, D (mm)	88.42
Elancement	1.2
Aire (cm ²)	61.4
Volume (cm ³)	655.0
wi (%)	0.8
pdi (t/m ³)	2.58
phi (t/m ³)	2.60

Résultats compression :

Durée de l'essai :

t = 7 min

Force maximale :

F_{max} = 250.6 kN

Résistance à la compression :

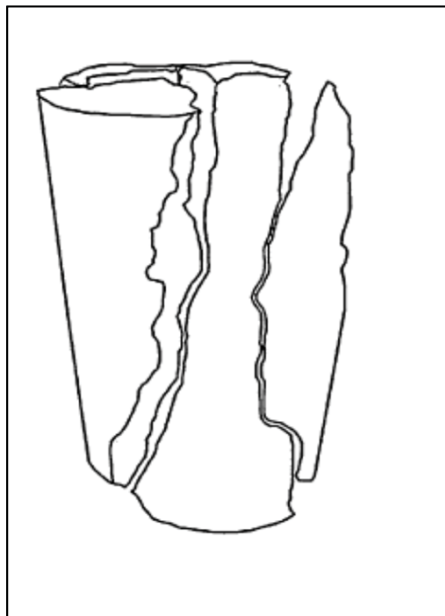
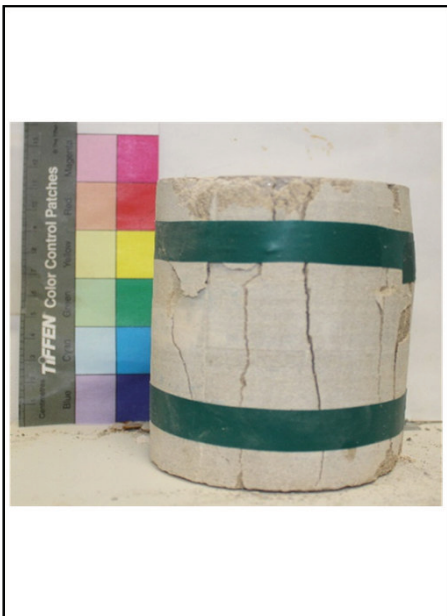
$\sigma_c = 40.8$ MPa

Essai réalisé sur éprouvette humide

Séchage selon NF P 94-410-1 : 110°C

Rupture : Fractionnement axial

Photo ou schéma (éprouvette après la rupture) : Litage / Foliation / Discontinuité locale / Hétérogénéités



Observations :

IDENTIFICATION D'UN SOL EN LABORATOIRE

Nom de l'affaire :	POINTE DU HOC - NORMANDIE		
N° d'affaire :	OPEX.22.0023	Laboratoire :	AVIGNON

Quantité de matériau Normalisée: oui

Sondage : SC12 **Date de prélèvement :** 23/12/2023

Profondeur (m) : 0.40 à 0.80 **Date de réception :** 02/01/2023

Cote (m) : à **Mode de prélèvement :** Sondage carotté

Profondeur moyenne : 0.60 m

Nature matériau : argile limoneuse marron **Étuve (°C)**

x	
105°C	50°C

TENEUR EN EAU PONDÉRALE (NF P 94-050)	
Date de l'essai :	06/02/2023
Observations :	Résultat :
	Teneur en eau :
	w_n = 24.5 %

MASSE VOLUMIQUE DES SOLS FINS (NF P 94-053) - MÉTHODE D'IMMERSION DANS L'EAU	
Date de l'essai :	
Conditions :	Résultats :
Conditions de conservations :	ρ = t/m ³
Conditions de préparation :	Autres paramètres :
Température de la salle d'essai :	ρ_d = t/m ³
	γ = kN/m ³
Observations :	γ_d = 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:	Date de l'essai : 13/02/2023															
<table border="1"> <tr> <th>Mesure N°</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> <tr> <td>Enfoncement (mm)</td> <td>21.3</td> <td>18.6</td> <td>15.2</td> <td>13.2</td> </tr> <tr> <td>w (%) (NF P 94-050)</td> <td>38.1</td> <td>36.8</td> <td>34.4</td> <td>33.5</td> </tr> </table>	Mesure N°	1	2	3	4	Enfoncement (mm)	21.3	18.6	15.2	13.2	w (%) (NF P 94-050)	38.1	36.8	34.4	33.5	
Mesure N°	1	2	3	4												
Enfoncement (mm)	21.3	18.6	15.2	13.2												
w (%) (NF P 94-050)	38.1	36.8	34.4	33.5												
Limite de plasticité W_p :	Résultats :															
<table border="1"> <tr> <th>Mesure N°</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> <tr> <td>w (%) (NF P 94-050)</td> <td>23.9</td> <td>23.8</td> <td>23.6</td> </tr> </table>	Mesure N°	1	2	3	w (%) (NF P 94-050)	23.9	23.8	23.6	W_L = 36 %							
Mesure N°	1	2	3													
w (%) (NF P 94-050)	23.9	23.8	23.6													
	W_p = 24 %															
Observations :	I_p = 12															

ESSAI AU BLEU DE MÉTHYLÈNE (NF P 94-068)	
Date de l'essai :	Fraction 0/5mm dans la fraction
	Proportion : C = 95.1
Observations :	Résultat :
	Valeur de bleu du sol :
	VBS =

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

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

**ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE PAR TAMISAGE À SEC
APRÈS LAVAGE ET SÉDIMENTATION**
(réalisé selon la norme NF EN ISO 17892-4)

Nom de l'affaire :

POINTE DU HOC - NORMANDIE

N° d'affaire :

OPEX.22.0023

Laboratoire : AVIGNON

Quantité de matériau Normalisée:

oui

Sondage : SC12

Date d'essai de prélèvement :

23/12/2023

Profondeur (m) 0.40 à 0.80 m

Date de réception :

02/01/2023

Cote (m) : à m

Mode de prélèvement :

Sondage carotté

Profondeur moyenne : 0.6 m

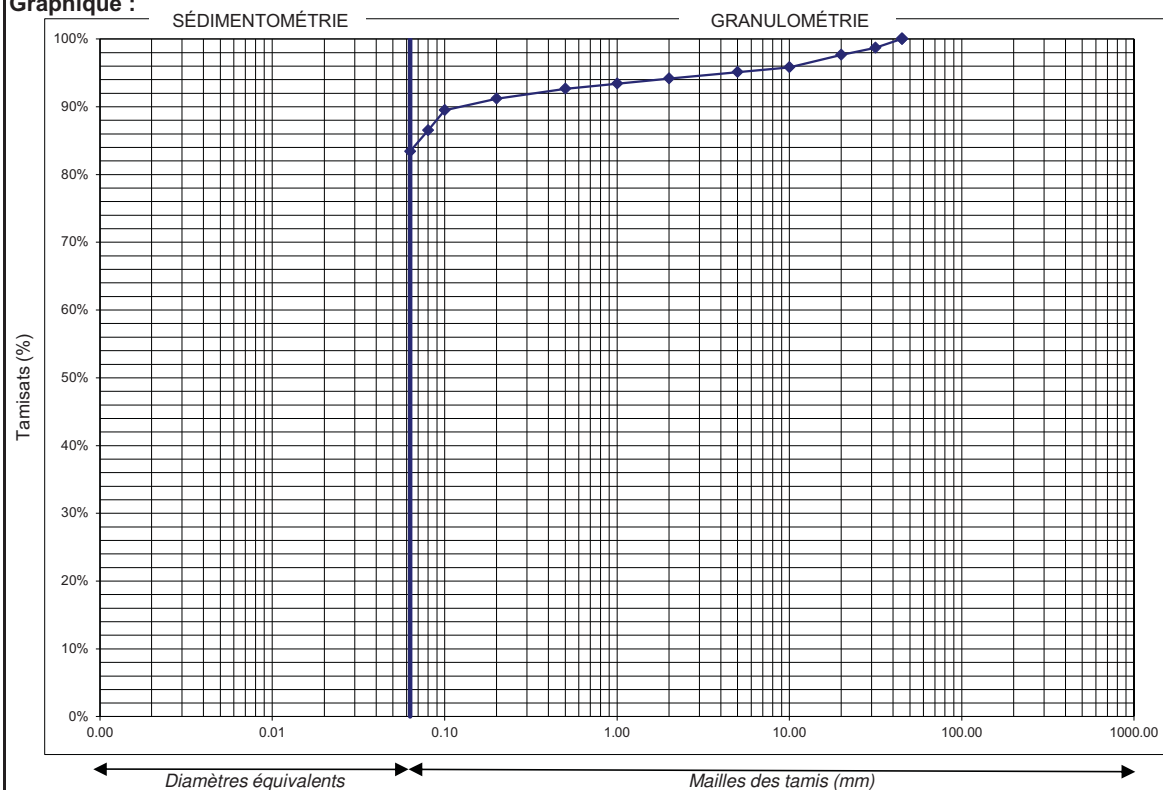
Date d'essai :

10/02/2023

NATURE DU SOL TESTÉ ET CONDITION D'ESSAI :

Classification NF P 11-300 :	A1th	Nature du sol selon Classification granulométrique	argile limoneuse
Nature du sol :	argile limoneuse marron	Maille Maximum utilisée ou Diamètre maximum :	% estimé d'éléments > d _m
% de passant à :			Température d'étuvage : 105°C
50 mm = 100.00%	2 mm = 94.17%		Plus gros élément
20 mm = 97.64%	80 µm = 86.52%		
5 mm = 95.10%	63 µm = 83.41%	dm = 50 mm	Dmax = 45 mm

Graphique :



Facteurs d'uniformité Cu : Impossible à déterminer

Facteur de courbure Cc : Impossible à déterminer

DONNÉES GRANULOMÉTRIQUES (NF EN ISO 17892-4)

Résultats :

Mailles (X) mm	80	63.0	50	31.5	20	10	5	2	1	0.5	0.2	0.1	0.08	0.063
Passant %	100.00	100.00	100.00	98.69	97.64	95.81	95.10	94.17	93.38	92.66	91.18	89.48	86.52	83.41
Refus %				1.31	2.36	4.19	4.90	5.83	6.62	7.34	8.82	10.52	13.48	16.59

Observations :

Nom de l'affaire : **POINTE DU HOC - NORMANDIE**

Laboratoire : **AVIGNON**

N° d'affaire : **OPEX.22.0023**

Sondage(s) : SC12
Profondeur : 0.40 à 0.80
Cote : à
Profondeur moyenne : 0.60 m

Date de prélèvement : 23/12/2022
Date d'essai :
Date de réception : 02/01/2023

Caractéristiques de l'essai :

Énergie normale ☒ Moule Proctor ☐
modifiée ☐ CBR ☒

Méthode de détermination des teneurs en eau : NF P 94-050

Température d'étuvage : 105°C

Nature du sol : argile limoneuse marron

Classification A1th

du sol :

Paramètres :

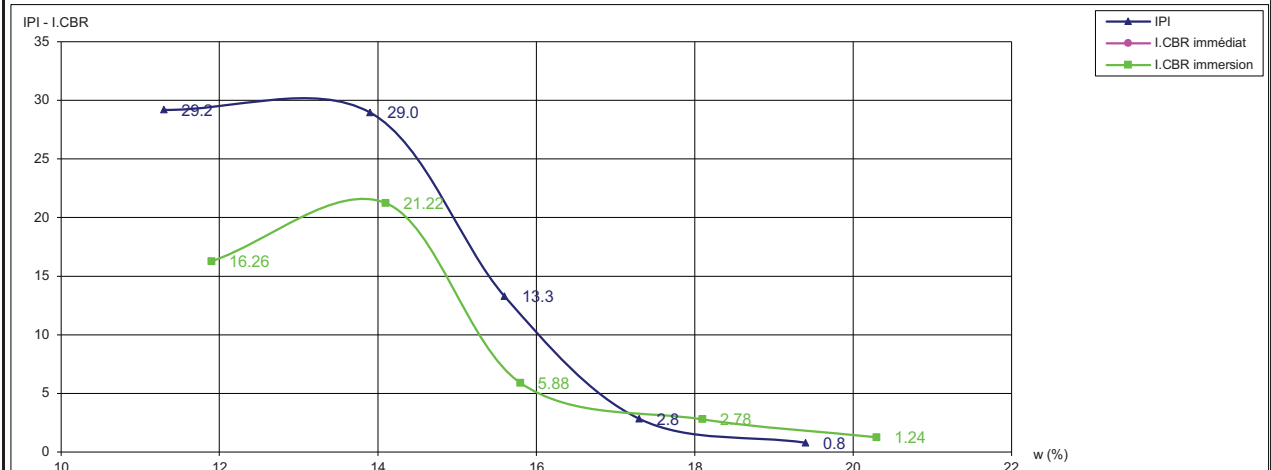
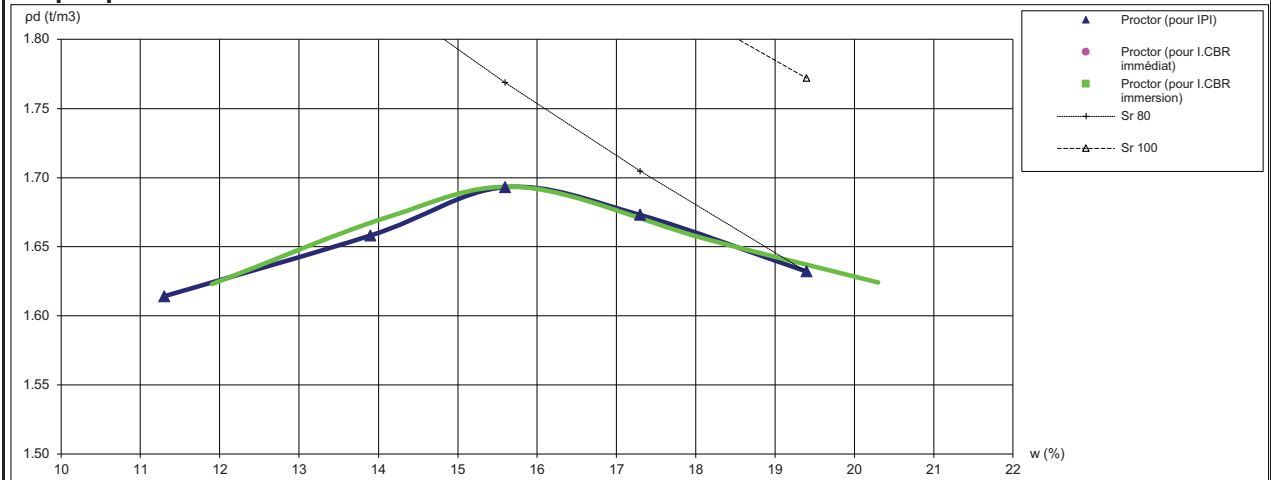
ρ_s = Valeur estimée

ρ_s = 2.70 t/m³

Refus à 20mm = 2 %

Proctor et IPI			Proctor et I.CBR Immédiate				Proctor et I.CBR Immersion					
w (%)	ρ_d (t/m ³)	IPI (%)	w (%)	ρ_d (t/m ³)	w + liants (%)	I.CBR _{immédiate} (%)	w (%)	ρ_d (t/m ³)	w + liants (%)	I.CBR _{immersion} (%)	W après immersion (%)	G (%)
11.3	1.61	29					11.9	1.62		16	18.9	0.517
13.9	1.66	29					14.1	1.67		21	18.4	0.311
15.6	1.69	13					15.8	1.69		6	18.9	0.419
17.3	1.67	3					18.1	1.66		3	19.6	0.003
19.4	1.63	1					20.3	1.62		1	21.1	0.005
wOPN = 15.7 %			wOPN = %				wOPN = 15.7 %					
pdOPN = 1.69 t/m ³			pdOPN = t/m ³				pdOPN = 1.69 t/m ³					
w'OPN = 15.3 %							w'OPN = 15.3 %					
pd'OPN = 1.71 t/m ³							pd'OPN = 1.71 t/m ³					

Graphiques :



Observations :

IDENTIFICATION D'UN SOL EN LABORATOIRE

Nom de l'affaire :	POINTE DU HOC - NORMANDIE		
N° d'affaire :	OPEX.22.0023	Laboratoire :	AVIGNON

Quantité de matériau Normalisée: non

Sondage : SC12 **Date de prélèvement :** 13/12/2022

Profondeur (m) : 4.00 à 5.00 **Date de réception :** 02/01/2023

Cote (m) : 0.00 à 0.85 **Mode de prélèvement :** Sondage carotté

Profondeur moyenne : 4.43 m

Nature matériau : argile limoneuse sablo graveleuse beige **Étuve (°C)**

x	
105°C	50°C

TENEUR EN EAU PONDÉRALE (NF P 94-050)	
Date de l'essai :	30/01/2023
Observations :	Résultat :
	Teneur en eau :
	w_n = 33.1 %

MASSE VOLUMIQUE DES SOLS FINS (NF P 94-053) - MÉTHODE D'IMMERSION DANS L'EAU	
Date de l'essai :	
Conditions :	Résultats :
Conditions de conservations :	ρ = t/m ³
Conditions de préparation :	Autres paramètres :
Température de la salle d'essai :	ρ_d = t/m ³
Observations :	γ = kN/m ³
	γ_d = 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:	Date de l'essai : 10/02/2023															
<table border="1"> <tr> <th>Mesure N°</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> <tr> <td>Enfoncement (mm)</td> <td>20.6</td> <td>18.6</td> <td>15.1</td> <td>13.1</td> </tr> <tr> <td>w (%) (NF P 94-050)</td> <td>59.4</td> <td>58.1</td> <td>55.5</td> <td>53.6</td> </tr> </table>	Mesure N°	1	2	3	4	Enfoncement (mm)	20.6	18.6	15.1	13.1	w (%) (NF P 94-050)	59.4	58.1	55.5	53.6	
Mesure N°	1	2	3	4												
Enfoncement (mm)	20.6	18.6	15.1	13.1												
w (%) (NF P 94-050)	59.4	58.1	55.5	53.6												
Limite de plasticité W_p :	Résultats :															
<table border="1"> <tr> <th>Mesure N°</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> <tr> <td>w (%) (NF P 94-050)</td> <td>38.0</td> <td>38.1</td> <td>38.1</td> </tr> </table>	Mesure N°	1	2	3	w (%) (NF P 94-050)	38.0	38.1	38.1	W_L = 57 %							
Mesure N°	1	2	3													
w (%) (NF P 94-050)	38.0	38.1	38.1													
	W_p = 38 %															
Observations :	I_p = 19															

ESSAI AU BLEU DE MÉTHYLÈNE (NF P 94-068)	
Date de l'essai :	Fraction 0/5mm dans la fraction
	Proportion : C = 77.94
Observations :	Résultat :
	Valeur de bleu du sol :
	VBS =

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

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

**ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE PAR TAMISAGE À SEC
APRÈS LAVAGE ET SÉDIMENTATION**
(réalisé selon la norme NF EN ISO 17892-4)

Nom de l'affaire :

POINTE DU HOC - NORMANDIE

N° d'affaire :

OPEX.22.0023

Laboratoire : AVIGNON

Quantité de matériau Normalisée:

non

Sondage : SC12

Date d'essai de prélèvement :

13/12/2022

Profondeur (m) 4.00 à 5.00 m

Date de réception :

02/01/2023

Cote (m) : 0.00 à 0.85 m

Mode de prélèvement :

Sondage carotté

Profondeur moyenne : 4.425 m

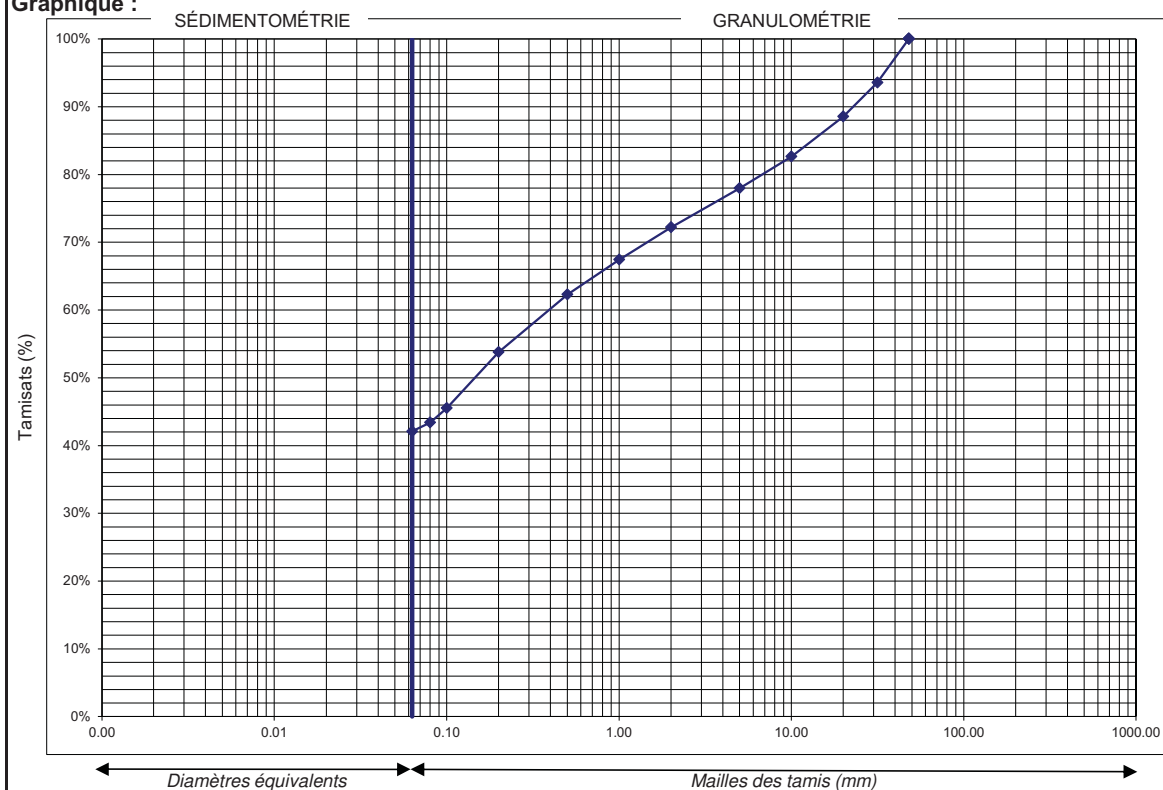
Date d'essai :

09/02/2023

NATURE DU SOL TESTÉ ET CONDITION D'ESSAI :

Classification NF P 11-300 :	A2	Nature du sol selon Classification granulométrique	argile limoneuse sablo graveleuse
Nature du sol :	argile limoneuse sablo graveleuse beige	Maille Maximum utilisée ou Diamètre maximum :	% estimé d'éléments > d _m
% de passant à :			Température d'étuvage : 105°C
50 mm = 100.00%	2 mm = 72.17%		Plus gros élément
20 mm = 88.53%	80 µm = 43.40%		
5 mm = 77.94%	63 µm = 42.09%	dm = 50 mm	Dmax = 48 mm

Graphique :



Facteurs d'uniformité Cu : Impossible à déterminer Facteur de courbure Cc : Impossible à déterminer

DONNÉES GRANULOMÉTRIQUES (NF EN ISO 17892-4)

Résultats :

Mailles (X) mm	80	63.0	50	31.5	20	10	5	2	1	0.5	0.2	0.1	0.08	0.063
Passant %	100.00	100.00	100.00	93.55	88.53	82.64	77.94	72.17	67.42	62.29	53.76	45.53	43.40	42.09
Refus %				6.45	11.47	17.36	22.06	27.83	32.58	37.71	46.24	54.47	56.60	57.91

Observations :

FTQ 243-105

V3 du 30/11/2018

PROCÈS-VERBAL D'ESSAI

**DÉTERMINATION DE LA MASSE VOLUMIQUE
DES PARTICULES SOLIDES DES SOLS**

Méthode du pycnomètre à eau
(réalisé selon la norme NF P 94-054)

Nom de l'affaire :	POINTE DU HOC - NORMANDIE	Laboratoire :	AVIGNON
N° d'affaire :	OPEX.22.0023		

Sondage :	SC12	Date de prélèvement :	13/12/2022
Profondeur :	4 à 5 m	Date d'essai :	09/02/2023
Cote :	0 à 0.85 m	Date de réception :	02/01/2023
Profondeur moyenne :	4.425 m		

Conditions :

Concassage du sol :

oui ☒
non ☐

Procédé de désaéragé utilisé : Depression

Résultats :

**Masse volumique des particules
solides des sols :**

ρ_s moyen = 2.606 t/m³

Prises d'essai :

ρ_s 1 = 2.613 t/m³

ρ_s 2 = 2.599 t/m³

Observations :

Nom de l'expérimentateur : SAR

ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE A LA BOITE

Partie I : Cisaillement Direct

(NF EN ISO 17892-10)

Nom de l'affaire :

POINTE DU HOC - NORMANDIE

N° d'affaire :

OPEX.22.0023

Laboratoire :

Avignon

Sondage : SC12

Profondeur : 4.00-5.00m

Echantillonnage : 0.50-0.67m

Description : argile limoneuse sablo graveleuse beige

Date de prélèvement : 13/12/22

Mode de conservation : Echantillon intact

Date de réception : 02/01/23

Niveau d'eau : -

Date d'essai : 30/01/23

Opérateur : CASTELLS Alexis
Approbateur : GUILLEMAN Cyril

Etuvage (°C)

105°C 50°C

Caractéristiques des éprouvettes

Initial		1	2	3	4
H	mm	25.64	25.64	25.68	
D	mm	60.00	60.00	60.00	
w	%	39.1	34.9	37.9	
ph	kg/m ³	1731	1699	1679	
pd	kg/m ³	1245	1260	1218	
ps estimée	kg/m ³	2700	2700	2700	
e		1.17	1.14	1.22	
Sr	%	90	82	84	
Consolidation					
σ_3 cons	kPa	50	100	200	
ΔH_{cons}	mm	0.87	1.46	2.20	
H_{cons}	mm	24.77	24.18	23.48	
$\rho_{d_{cons}}$	kg/m ³	1288	1336	1332	
w	%	44.2	39.1	40.0	
t_{100}	min	4.1	1.4	2.8	

Informations sur l'essai

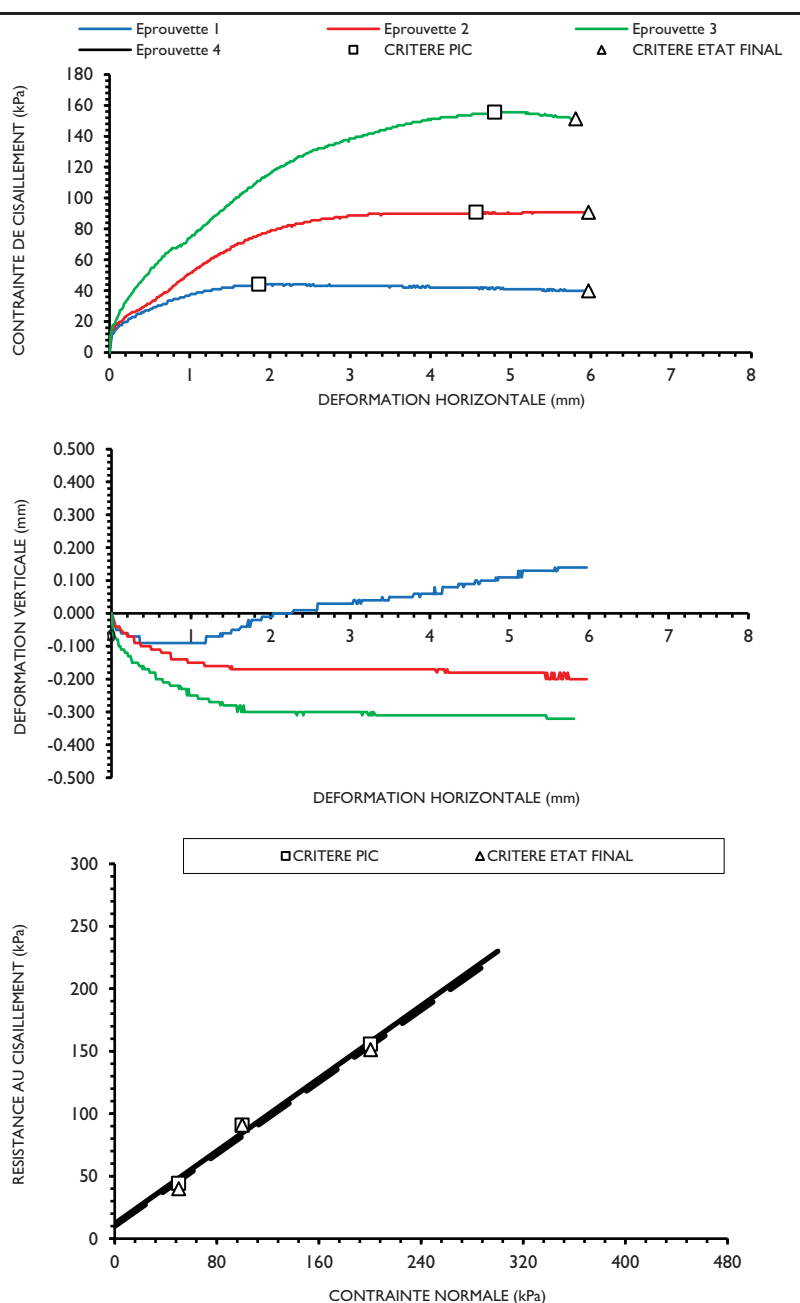
σ_3 cis	kPa	50	100	200	
Vitesse cisaillement	mm/min	0.005	0.005	0.005	

Critères de rupture

$\tau_{f,pic}$	kPa	44	91	156	
Δl à $\tau_{f,pic}$	mm	1.86	4.57	4.80	
$\tau_{f,rés}$	kPa	40	91	151	
Δl à $\tau_{f,rés}$	mm	5.97	5.97	5.81	

CRITERE DE PIC	$\phi'_p =$ 36 Degrés $c'_p =$ 12 kPa
CRITERE D'ETAT FINAL	$\phi'_f =$ 36 Degrés $c'_f =$ 10 kPa

Observations



EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

FONDASOL
Monsieur Junist SELY
290 rue des Galoubets
Montfavet
84140 AVIGNON

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 23E019129

Version du : 20/02/2023

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-032848-01

Date de réception technique : 03/02/2023

Première date de réception physique : 03/02/2023

Référence Dossier : N° Projet :

Nom Projet :

Nom Commande : POINTE DU HOC - NORMANDIE

Référence Commande : PO.84LB.23.0019

OPEX.22.0023

Coordinateur de Projets Clients : Clémence BARTHEL / ClemenceBARTHEL@eurofins.com / +33 3 88 91 19 11

N° Ech	Matrice		Référence échantillon
001	Sol	(SOL)	SC10 1.00-2.00 0.00-0.65
002	Sol	(SOL)	SC11 8.70-10.50 0.12-1.25
003	Sol	(SOL)	SC12 4.00-5.00 0.00-0.85

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 23E019129

Version du : 20/02/2023

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-032848-01

Date de réception technique : 03/02/2023

Première date de réception physique : 03/02/2023

Référence Dossier : N° Projet :

Nom Projet :

Nom Commande : POINTE DU HOC - NORMANDIE

Référence Commande : PO.84LB.23.0019

OPEX.22.0023

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

001
SC10
1.00-2.00
0.00-0.65
SOL

02/02/2023

03/02/2023

6.3°C

002
SC11
8.70-10.50
0.12-1.25
SOL

02/02/2023

03/02/2023

6.3°C

003
SC12
4.00-5.00
0.00-0.85
SOL

02/02/2023

03/02/2023

6.3°C

Sous-traitance

EM00B : **Sulfates solubles dans l'acide (SO4) -**
Agressivité sur béton

Sulfate dans l'acide (SO4) Agressivité mg/kg

Béton

Classe d'agressivité selon NF EN 206

530

< XA1

369

< XA1

410

< XA1


Marion Medina

Coordinatrice Projets Clients

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 5 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai. Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon et autres informations identifiées comme provenant du client), ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire.

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 23E019129

Version du : 20/02/2023

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-032848-01

Date de réception technique : 03/02/2023

Première date de réception physique : 03/02/2023

Référence Dossier : N° Projet :

Nom Projet :

Nom Commande : POINTE DU HOC - NORMANDIE

Référence Commande : PO.84LB.23.0019

OPEX.22.0023

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 5 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai. Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon et autres informations identifiées comme provenant du client), ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire.

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Tous les éléments de traçabilité et incertitude (déterminée avec $k = 2$) sont disponibles sur demande.

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire agréé par le gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg pour l'accomplissement de tâches techniques d'étude et de vérification dans le domaine de l'environnement – Détail disponible sur demande

Annexe technique

Dossier N° :23E019129

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-032848-01

Emetteur : Mr Junist SELY

Commande EOL : 006-10514-970174

Nom projet : N° Projet :

 Référence commande : PO.84LB.23.0019
OPEX.22.0023

Nom Commande : POINTE DU HOC - NORMANDIE

Sol

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Incertitude à la LQ	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
EM00B	Sulfates solubles dans l'acide (SO4) - Agressivité sur béton Sulfate dans l'acide (SO4) Agressivité Béton Classe d'agressivité selon NF EN 206	Gravimétrie - NF EN 196-2 - NF EN 206	100		mg/kg	Prestation soustraite à Eurofins Analyses Des Matériaux Et Combustibles Fr

Annexe de traçabilité des échantillons

Cette traçabilité recense les flaconnages des échantillons scannés dans EOL sur le terrain avant envoi au laboratoire

Dossier N° : 23E019129

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-032848-01

Emetteur :

Commande EOL :

Nom projet : N° Projet :

Référence commande : PO.84LB.23.0019

OPEX.22.0023

Nom Commande : POINTE DU HOC - NORMANDIE

Sol

N° Ech	Référence Client	Date & Heure Prélèvement	Date de Réception Physique (1)	Date de Réception Technique (2)	Code-Barre	Nom Flacon
001	SC10 1.00-2.00 0.00-0.65	02/02/2023 07:19:00	03/02/2023	03/02/2023		
002	SC11 8.70-10.50 0.12-1.25	02/02/2023 07:20:00	03/02/2023	03/02/2023		
003	SC12 4.00-5.00 0.00-0.85	02/02/2023 07:20:00	03/02/2023	03/02/2023	V05A0090662	374mL verre (sol)

(1) : Date à laquelle l'échantillon a été réceptionné au laboratoire.

Lorsque l'information n'a pas pu être récupérée, cela est signalé par la mention N/A (non applicable).

(2) : Date à laquelle le laboratoire disposait de toutes les informations nécessaires pour finaliser l'enregistrement de l'échantillon.

**EUROFINS ANALYSES POUR
L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS**
Département Environnement

5 rue d'Otterswiller
67700 SAVERNE

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-23-EM-002378-01 Version du : 17/02/2023

Page 1/2

Dossier N° : 23Q000837

Date de réception : 06/02/2023

Référence Dossier :

Référence Commande : EUFRSA200128648

N° Ech	Matrice	Référence échantillon	Préleveur
001	Sols	23E019129-001	Client

Conservation de vos échantillons

Les échantillons seront conservés pendant 1 mois après la date d'édition du rapport. Sans avis contraire, ils seront détruits après cette période sans aucune communication de notre part.

EUROFINS ANALYSES DES MATERIAUX ET COMBUSTIBLES France SAS

20 rue du Kochersberg
67700 Saverne
SAS au capital de 115 750 €
APE 7120B RCS SAVERNE 529294100
TVA FR72529294100
Tél 03 88 021 562 - fax 03 88 916 531
Mail : Materiaux@Eurofins.com

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-23-EM-002378-01 Version du : 17/02/2023 Page 2/2
 Dossier N° : 23Q000837 Date de réception : 06/02/2023
 Référence Dossier :
 Référence Commande : EUFRSA200128648

N° Echantillon **23Q000837-001** Référence : 23E019129-001
 Date de prélèvement : 02/02/2023
 Début d'analyse : 17/02/2023
 Description échantillon : SC10 1.00-2.00 0.00-0.65 -

Essais Chimiques

	Résultat	Unité	Limite
EM00B : Sulfates solubles dans l'acide (SO4) - Agressivité sur béton Prestation réalisée sur le site de Saverne (Non accrédité) Gravimétrie - NF EN 196-2 - NF EN 206			
Sulfate dans l'acide (SO4) Agressivité Béton	530	mg/kg	
Classe d'agressivité selon NF EN 206	< XA1		

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 2 page(s).

Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire n'est pas responsable de la représentativité des échantillons. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon et autres informations identifiées comme provenant du client), ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire.

Les résultats non conformes aux limites ou références de qualité sont signalés par un rond noir ● .

Lors de l'émission d'une nouvelle version de rapport, toute modification est identifiée par une mise en forme gras, italique et souligné ou notifiée en observation.

Les résultats précédés du signe "<" correspondent à des limites de quantification. Tous les éléments de traçabilité et incertitude (déterminée avec k = 2) sont disponibles sur demande. Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

MS : Matières Sèches
 P.B. : Produit Brut



Jérôme Jaffrain
 Dr. Jérôme JAFFRAIN (Ph.D.)

**EUROFINS ANALYSES POUR
L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS**
Département Environnement

5 rue d'Otterswiller
67700 SAVERNE

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-23-EM-002379-01 Version du : 17/02/2023

Page 1/2

Dossier N° : 23Q000837

Date de réception : 06/02/2023

Référence Dossier :

Référence Commande : EUFRSA200128648

N° Ech	Matrice	Référence échantillon	Préleveur
002	Sols	23E019129-002	Client

Conservation de vos échantillons

Les échantillons seront conservés pendant 1 mois après la date d'édition du rapport. Sans avis contraire, ils seront détruits après cette période sans aucune communication de notre part.

EUROFINS ANALYSES DES MATERIAUX ET COMBUSTIBLES France SAS

20 rue du Kochersberg
67700 Saverne
SAS au capital de 115 750 €
APE 7120B RCS SAVERNE 529294100
TVA FR72529294100
Tél 03 88 021 562 - fax 03 88 916 531
Mail : Materials@Eurofins.com

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-23-EM-002379-01 Version du : 17/02/2023 Page 2/2
 Dossier N° : 23Q000837 Date de réception : 06/02/2023
 Référence Dossier :
 Référence Commande : EUFRSA200128648

N° Echantillon **23Q000837-002** Référence : 23E019129-002
 Date de prélèvement : 02/02/2023
 Début d'analyse : 17/02/2023
 Description échantillon : SC11 8.70-10.50 0.12-1.25 -

Essais Chimiques

	Résultat	Unité	Limite
EM00B : Sulfates solubles dans l'acide (SO4) - Agressivité sur béton Prestation réalisée sur le site de Saverne (Non accrédité) Gravimétrie - NF EN 196-2 - NF EN 206			
Sulfate dans l'acide (SO4) Agressivité Béton	369	mg/kg	
Classe d'agressivité selon NF EN 206	< XA1		

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 2 page(s).

Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire n'est pas responsable de la représentativité des échantillons. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon et autres informations identifiées comme provenant du client), ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire.

Les résultats non conformes aux limites ou références de qualité sont signalés par un rond noir ● .

Lors de l'émission d'une nouvelle version de rapport, toute modification est identifiée par une mise en forme gras, italique et souligné ou notifiée en observation.

Les résultats précédés du signe "<" correspondent à des limites de quantification. Tous les éléments de traçabilité et incertitude (déterminée avec k = 2) sont disponibles sur demande. Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

MS : Matières Sèches
 P.B. : Produit Brut



Jérôme Jaffrain
 Dr. Jérôme JAFFRAIN (Ph.D.)

**EUROFINS ANALYSES POUR
L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS**
Département Environnement

5 rue d'Otterswiller
67700 SAVERNE

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-23-EM-002380-01 Version du : 17/02/2023

Page 1/2

Dossier N° : 23Q000837

Date de réception : 06/02/2023

Référence Dossier :

Référence Commande : EUFRSA200128648

N° Ech	Matrice	Référence échantillon	Préleveur
003	Sols	23E019129-003	Client

Conservation de vos échantillons

Les échantillons seront conservés pendant 1 mois après la date d'édition du rapport. Sans avis contraire, ils seront détruits après cette période sans aucune communication de notre part.

EUROFINS ANALYSES DES MATERIAUX ET COMBUSTIBLES France SAS

20 rue du Kochersberg
67700 Saverne
SAS au capital de 115 750 €
APE 7120B RCS SAVERNE 529294100
TVA FR72529294100
Tél 03 88 021 562 - fax 03 88 916 531
Mail : Materiaux@Eurofins.com

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-23-EM-002380-01 Version du : 17/02/2023 Page 2/2
 Dossier N° : 23Q000837 Date de réception : 06/02/2023
 Référence Dossier :
 Référence Commande : EUFRSA200128648

N° Echantillon **23Q000837-003** Référence : 23E019129-003
 Date de prélèvement : 02/02/2023
 Début d'analyse : 17/02/2023
 Description échantillon : SC12 4.00-5.00 0.00-0.85 -

Essais Chimiques

	Résultat	Unité	Limite
EM00B : Sulfates solubles dans l'acide (SO4) - Agressivité sur béton Prestation réalisée sur le site de Saverne (Non accrédité) Gravimétrie - NF EN 196-2 - NF EN 206			
Sulfate dans l'acide (SO4) Agressivité Béton	410	mg/kg	
Classe d'agressivité selon NF EN 206	< XA1		

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 2 page(s).

Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire n'est pas responsable de la représentativité des échantillons. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon et autres informations identifiées comme provenant du client), ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire.

Les résultats non conformes aux limites ou références de qualité sont signalés par un rond noir ● .

Lors de l'émission d'une nouvelle version de rapport, toute modification est identifiée par une mise en forme gras, italique et souligné ou notifiée en observation.

Les résultats précédés du signe "<" correspondent à des limites de quantification. Tous les éléments de traçabilité et incertitude (déterminée avec k = 2) sont disponibles sur demande. Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

MS : Matières Sèches
 P.B. : Produit Brut



Jérôme Jaffrain
 Dr. Jérôme JAFFRAIN (Ph.D.)



I0.METHODE DE CALCUL DES TASSEMENTS

Tassements à l'ELS

Méthode pressiométrique

Le tassement est calculé à partir de la relation suivante : $s_f = s_c + s_d$

Où :

s_f est le tassement final (estimé pour une échéance de 10 ans)

s_c est le tassement "sphérique" (dû aux déformations volumétriques) : $s_c = \frac{\alpha}{9E_c} (q' - \sigma'_{v0}) \lambda_c B$

s_d est le tassement "déviatorique" (dû aux déformations de cisaillement) : $s_d = \frac{2}{9E_d} (q' - \sigma'_{v0}) B_0 \left(\lambda_d \frac{B}{B_0} \right)^\alpha$

Avec :

E_c le module pressiométrique Ménard équivalent correspondant à la zone où les déformations volumétriques sont prépondérantes (zone dite d'influence sphérique)

E_d le module pressiométrique Ménard équivalent correspondant à la zone où les déformations de cisaillement sont prépondérantes (zone dite d'influence déviatorique)

q' la contrainte effective moyenne appliquée au sol par la semelle aux ELS

σ'_{v0} la contrainte verticale effective calculée dans la configuration avant travaux au niveau de la semelle.

B, L la largeur et la longueur de la semelle

B_0 la largeur de référence égale à 0,60 m

le coefficient rhéologique moyen dépendant de la nature du terrain

c, d les facteurs de forme, fonction du rapport L/B

Les valeurs de c, d sont données dans le tableau 10.

L/B	Cercle	Carré	2	3	5	≥ 20
c	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50
d	1,00	1,12	1,53	1,78	2,14	2,65

Tableau 10 : Coefficients de forme

Les modules E_c et E_d sont déterminés à partir des modules E_i de 16 couches élémentaires d'épaisseur égale à la demi-largeur de la semelle ($= B/2$), disposées sous la semelle.

Chaque module E_i est la moyenne harmonique des modules pressiométriques E_m mesurés dans la couche i . De même, le module $E_{i,j}$ ($= E_{3,5}, E_{6,8}$ ou $E_{9,16}$) est la moyenne harmonique des modules E_m de la tranche i à j :

$$\frac{1}{E_{ij}} = \frac{1}{j-1+1} \sum_{k=i}^j \frac{1}{E_k}$$

Les modules E_c et E_d sont donnés par les relations suivantes :

$$E_c = E_1$$

$$\frac{1}{E_d} = \frac{0,25}{E_1} + \frac{0,3}{E_2} + \frac{0,25}{E_{3:5}} + \frac{0,1}{E_{6:8}} + \frac{0,1}{E_{9:16}}$$

Les coefficients rhéologiques sont calculés de la manière suivante :

- Pour le calcul de s_c (coefficient dénommé α_c) : moyenne géométrique des coefficients α sur la 1^{ère} couche élémentaire d'épaisseur $B/2$
- Pour le calcul de s_d (coefficient dénommé α_d) : moyenne géométrique des coefficients α sur les 16 couches élémentaires



II.METHODE DE CALCUL DU FROTTEMENT LATERAL POUR DES FONDATIONS PROFONDES

Frottement axial unitaire

Méthode pressiométrique

$q_s(z)$: le frottement axial unitaire limite à la profondeur z

On notera les particularités suivantes :

- Les frottements axiaux q_s sont calculés comme le produit de deux termes : $\alpha_{\text{pieu-sol}} \cdot f_{\text{sol}}$ avec une borne supérieure $q_{s\text{max}}$.

Le premier terme $\alpha_{\text{pieu-sol}}$ (tableau F.5.2.1) module l'amplitude de cette courbe à la fois selon le type de pieu et selon le type de sol.

Tableau F.5.2.1 — Choix des valeurs de $\alpha_{\text{pieu-sol}}$ — Méthode pressiométrique

N°	Abréviation	Technique de mise en œuvre	Argile % CaCO ₃ < 30% Limon Sols intermédiaires	Sols intermédiaires Sable Grave	Craie	Marne et Calcaire-Marneux	Roche altérée ou fragmentée
1	FS ##	Foré simple (pieux et barrettes)	1,1	1	1,8	1,5	1,6
2	F B ##	Foré boue (pieux et barrettes)	1,25	1,4	1,8	1,5	1,6
3	FTP	Foré tube (virole perdue)	0,7	0,6	0,5	0,9	—
4	FTR	Foré tube (virole récupérée)	1,25	1,4	1,7	1,4	—
5	FSR, FBR, PU ##	Foré simple ou boue avec rainurage ou puits	1,3	—	—	—	—
6	FTC, FTCD (c)	Foré tarière continue simple rotation ou double rotation	1,5	1,8	2,1	1,6	1,6
7	VM	Visse moulé	1,9	2,1	1,7	1,7	—
8	VT	Visse tubé	0,6	0,6	1	0,7	—
9	BPF**, BPR**	Battu béton préfabriqué ou précontraint	1,1	1,4	1	0,9	—
10	BE**	Battu enrobé (béton – mortier – coulis)	2	2,1	1,9	1,6	—
11	B M**	Battu moulé	1,2	1,4	2,1	1	—
12	BAF**	Battu acier fermé	0,8	1,2	0,4	0,9	—
13	BAO** #	Battu acier ouvert	1,2	0,7	0,5	1	1
	HB** #	H battu	1,1	1	0,4	1	0,9
14	HBi**	H battu injecté IGU ou IRS	2,7	2,9	2,4	2,4	2,4
15							
16	PP** #	Palplanches battues	0,9	0,8	0,4	1,2	1,2
17	M1	Micropieu type I	—	—	—	—	—
18	M2	Micropieu type II	—	—	—	—	—
19	PIGU, MIGU	Pieu ou micropieu injecté (type III)	2,7	2,9	2,4	2,4	2,4
20	PIRS, MIRS	Pieu ou micropieu injecté (type IV)	3,4	3,8	3,1	3,1	3,1

** Il convient de se reporter à l'article A.10 pour le calcul du périmètre.

Pour les pieux de type BAO, HB et PP, mis en œuvre par vibrofonçage, et pas par battage, il y a lieu de faire un abattement de 30% sur les valeurs de q_s .

Pour les pieux de grande longueur, il convient d'appliquer la clause (6) de la présente section.

(a) Pour les catégories 10, 15, 17, 18, 19 et 20, les valeurs proposées correspondent à une exécution stricte et soignée de l'injection correspondante. Les essais de chargement statique menés à la rupture dans le cadre d'essais préalables ou d'essais de conformité (Section 8.9) permettent de définir précisément les valeurs de frottement axial unitaire à considérer. Le choix du coefficient de modèle à adopter dépend de la dispersion des valeurs de frottement axial unitaire mesurées. Les facteurs de corrélations ξ_1^* et ξ_2^* du tableau C.2.3.1 sont à considérer pour des pieux ou micropieux identiques à ceux l'ouvrage construit et ne sont à appliquer que sur les valeurs de portance (cas de charges de compression) ou de résistance de frottement (cas de charges de traction). On attire l'attention sur le fait que cette recommandation est d'autant plus importante dans les argiles, les craies et les marnes que les performances dans ces terrains sont très sensibles à toute insuffisance lors de la mise en œuvre.

(b) Pour les micropieux et les pieux de catégorie 17 et 18, il convient de considérer les valeurs de frottement axial unitaire des techniques de pieux ou de micropieux les plus proches sur le plan de la technologie.

(c) Les valeurs mentionnées pour les fondations profondes de catégorie 6 sont données pour des pieux réalisés avec un enregistrement continu des paramètres de forage et de bétonnage (tableau 6.4.1.1 Note (1)). Dans le cas contraire, on s'expose à des discontinuités et des détériorations du pieu lors de sa réalisation.

(d) Les valeurs mentionnées pour les fondations profondes de catégorie 7 mises en œuvre avec une technique de bétonnage directement à la pompe à béton sont données pour des pieux réalisés avec un enregistrement continu des paramètres de réalisation du pieu. Dans le cas contraire, on s'expose à des discontinuités et des détériorations du pieu lors de sa réalisation.

(e) Il convient de se référer à l'article A.10 pour le choix des périmètres et des aires des pieux à considérer dans les calculs.

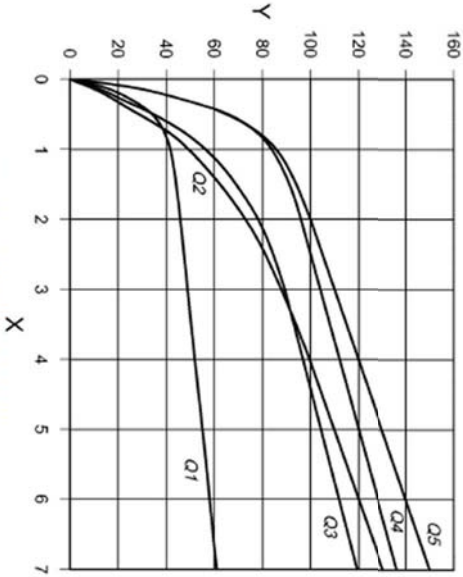
(f) D'autres valeurs peuvent être utilisées à condition de satisfaire les conditions de la clause 9 de la section 1.

Le second terme f_{sol} donne une forme de courbe du frottement en fonction de la résistance du sol $pl^*(qc)$ qui dépend du type de sol : relation F.5.2.2 et tableau F.5.2.2 :

$$f_{sol} \left(p_i^* \right) = \left(ap_i^* + b \right) \left(1 - e^{-cp_i^*} \right)$$

Tableau F.5.2.2 — Valeurs numériques des paramètres a, b et c des courbes f_{sol} — Méthode pressiométrique

Type de sol	Argile % CaCO ₃ < 30% Limon Soils intermédiaires	Sols intermédiaires Sable Graine	Craie	Marne et Calcaire- Marnaux	Roche altérée ou fragmentée
Choix de la courbe	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
a	0,003	0,01	0,007	0,008	0,01
b	0,04	0,06	0,07	0,08	0,08
c	3,5	1,2	1,3	3	3



Légende : X p_i^* [MPa] — Y f_{sol} [kPa]
Figure F.5.2.1 — Courbes f_{sol} pour la méthode pressiométrique

La valeur maximale q_{smax} est donnée dans le tableau suivant :

Tableau F.5.2.2 — Valeurs maximales de frottement axial unitaire limite q_a

		Valeurs en kPa						
N°	Abréviation	Technique de mise en œuvre	Argile % CaCO ₃ < 30 % Limon	Soils intermédiaires	Sable Grave	Craie	Marne et Calcaire- Marnieux	Roche altérée ou fragmentée
1	FS #	Foré simple (pieux et barrettes)	90	90	90	200	170	200
2	FB #	Foré boue (pieux et barrettes)	90	90	90	200	170	200
3	FTP	Foré tube (virole perdue)	50	50	50	50	90	—
4	FTR	Foré tube (virole récupérée)	90	90	90	170	170	—
5	FSR, FBR, PU #	Foré simple ou boue avec rainurage ou puits	90	90	—	—	—	—
6	FTC, FTCD	Foré tarière continue simple rotation ou double rotation	90	90	170	200	200	200
7	VM	Visse moule	130	130	200	170	170	—
8	VT	Visse tube	50	50	90	90	90	—
9	BPR ¹ , BPR ²	Battu Béton préfabrique ou précontraint	130	130	130	90	90	—
10	BE ²	Battu enrobé (béton – mortier – coulis)	170	170	260	200	200	—
11	BM ²	Battu moule	90	90	130	260	200	—
12	BAF ²	Battu acier fermé	90	90	90	50	90	—
13	BAO ² #	Battu acier ouvert	90	90	50	50	90	90
14	HGB ² #	H battu	90	90	130	50	90	90
15	HB ²	H battu injecté IGU ou IRS	200	200	380	320	320	320
16	PP ² #	Palplanches battues	90	90	50	50	90	90
17	M1	Micropieu type I	—	—	—	—	—	—
18	M2	Micropieu type II	—	—	—	—	—	—
19	PIGU, MIGU	Pieu ou micropieu injecté (type III)	200	200	380	320	320	320
20	PIRS, MIRS	Pieu ou micropieu injecté (type IV)	200	200	440	440	440	500

- Des réductions sont prévues dans certains cas :
 - pour pieux longs ($D > 25$ m) pour certaines catégories de pieux,
 - certains pieux mis en place par vibrofonçage au lieu de battage.



www.groupefondasol.com

Etudes Internationales

355 rue du Mas Saint Pierre
ZI de Tournezy
34070 – Montpellier

☎ +33(0)4 67 22 13 33

✉ international@groupefondasol.com