

Maîtrise d'Ouvrage

AMÉNAGEMENT ET TERRITOIRES

Aménagement et Territoires
17 QUAI DU PRESIDENT PAUL DOUMER, 92400 COURBEVOIE

Rue du Petit Bonheur - 14 150 OUISTREHAM

AMENAGEMENT DES QUARTIERS OUEST - Phase 2a - PETIT BONHEUR

DEMANDE DE PERMIS D'AMENAGER

Titre		N°	
ETUDE GEOTECHNIQUE		PA012-1	
Date	Réf	Echelle	
DECEMBRE 2025	3556	ECH :	

Indice	Date	Modifications
0	DEC 2025	

Maîtrise d'Oeuvre



Architectes-Urbanistes
Agence certifiée ISO 9001 - ISO 14001
167, rue de VAUGIRARD - 75015 PARIS
Tél: 01.45.67.09.02 - email : contact-blm@a26.eu



Bureau d'étude VRD et Paysage
CITIS - LES MANAGERS
15 AV DE CAMBRIDGE - BP 60269
14209 HÉROUVILLE-SAINT-CLAIR CEDEX
Tél: 02.31.06.66.65 - email : contact@mosaic-amenagement.fr

AMENAGEMENT ET TERRITOIRES
17, quai du Président Paul Doumer
CS 90001
92672 COURBEVOIE CEDEX
Tél.: 01 41 43 31 02
R.C.S. Nanterre 817 434 947

Rapport d'étude

TEA250022_P001_VB

AMENAGEMENT ET TERRITOIRES
17 quai du Président Paul Doumer
CS 9001
92672 COURBEVOIE Cedex

Aménagement d'un nouveau quartier

Missions G1 PGC + G2 AVP (voirie)

Avenue de la Liberté / Rue du Petit Bonheur
14150 OUISTREHAM

VOTRE INTERLOCUTEUR

Baptiste BILLOIN
02.31.73.63.30

b.billoin@technosol-gengis.fr

AMENAGEMENT ET TERRITOIRES
17, quai du Président Paul Doumer
CS 90001
92672 COURBEVOIE CEDEX
Tél. : 01 41 43 31 02
R.C.S. Nanterre 817 434 947

SIÈGE SOCIAL
13, route de la Grange aux
Cercles
91160 Ballainvilliers
01 69 09 14 51
contact@technosol-gengis.fr
technosol-gengis.fr



RÉFÉRENCES

N° Affaire	TEA250022	Pièce	P001
Réf. du client	Bon de commande n° 81051/202501/12 du 27/01/25		

CLIENT

Nom et adresse	AMENAGEMENT ET TERRITOIRES 17 quai du Président Paul Doumer CS 9001 92672 COURBEVOIE Cedex
Nom du contact et coordonnées	Mme Marie-Amandine JOURNOUD 06.11.73.59.54 majournoud@ketb.com

INTERVENANTS TECHNOSOL

Rédacteur	Baptiste BILLOIN	Accord pour diffusion
Vérificateur	Hervé WRIGHT	
Superviseur	Mickaël REBOUL	

STATUT DU RAPPORT

Version	Date	Détails
A	07/04/25	Version initiale
B	07/05/25	Ajout des § 5.5. <i>Essais de laboratoire</i> et § 6.4. <i>Etude de la voirie</i>
C		
D		
E		

MOD_IET_TEC_052

CERTIFICATIONS DE TECHNOSOL





1. PRESENTATION GENERALE.....	5
1.1. DEFINITION DE LA MISSION	5
1.2. OBJECTIFS DE LA MISSION.....	5
1.3. CAMPAGNE DE RECONNAISSANCE.....	5
1.4. DOCUMENTS DE REFERENCE.....	6
2. SITUATION ET CARACTERISTIQUES DU SITE	7
3. CARACTERISTIQUES DU PROJET	8
4. CONTEXTE HISTORIQUE, CONTEXTE GEOLOGIQUE ET RISQUES NATURELS.....	9
4.1. CONTEXTE HISTORIQUE	9
4.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE PREVISIBLE	10
4.3. HYDROLOGIE.....	10
4.4. RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES	11
4.5. CAVITES SOUTERRAINES	12
4.6. SISMICITE.....	12
5. RESULTATS OBTENUS.....	12
5.1. NATURE DES SOLS RECONNUS	12
5.2. SYNTHESE HYDROLOGIQUE ISSUE DES SONDAGES	14
5.3. CARACTERISTIQUES GEOTECHNIQUES DU SITE	15
5.4. ESSAIS DE PERMEABILITE.....	16
5.5. ESSAIS DE LABORATOIRE	18
6. ANALYSE DES RESULTATS ET INTERPRETATION	28
6.1. PREAMBULE	28
6.2. ETUDE PRELIMINAIRE DE FAISABILITE DES FONDATIONS.....	28
6.3. ETUDE PRELIMINAIRE DE FAISABILITE DE DALLAGES SUR TERRE-PLEIN	29
6.4. ETUDE DE LA VOIRIE	30
6.5. ETUDE DES POSSIBILITES D'INFILTRATION DES EAUX PLUVIALES DANS LE SOL.....	35
7. ETUDES COMPLEMENTAIRES	35



ANNEXES

- 1 Enchaînement et classification des missions d'ingénierie géotechnique selon la norme NF P 94-500 de novembre 2013
- 2 Plan de situation
- 3 Plans d'implantation des sondages
- 4 Coupes des sondages pressiométriques et coupes et photographies des sondages à la mini-pelle
- 5 Résultats des essais de perméabilité
- 6 Résultats des essais de laboratoire



1. Présentation générale

1.1. Définition de la mission

A la demande et pour le compte de la société AMENAGEMENT ET TERRITOIRES, nous avons procédé à une reconnaissance de sols et à une étude géotechnique dans le cadre du projet d'aménagement d'un nouveau quartier entre l'avenue de la Liberté et la rue du Petit Bonheur à OUISTREHAM (14).

Le présent rapport rend compte des résultats obtenus dans le cadre d'une mission d'exécution de sondages et d'essais in situ, et d'une étude géotechnique préalable phase Etude de Site et phase Principes Généraux de Construction (missions d'ingénierie géotechnique classées respectivement G1 ES et G1 PGC selon la norme NF P 94-500 de novembre 2013 ; cf. pièces jointes en annexe n° 1).

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique devra être respecté dans les développements futurs de cette opération, avec notamment la réalisation de l'étude géotechnique de conception (mission d'ingénierie géotechnique classée G2 selon la norme NF P 94-500 de novembre 2013 ; cf. pièces jointes en annexe n° 1) comprenant une mission G2 AVP en phase avant-projet et une mission G2 PRO en phase projet.

1.2. Objectifs de la mission

Les objectifs de la mission sont :

- l'analyse géologique, hydrologique et géotechnique du site,
- un suivi piézométrique sur une période d'un an,
- l'étude préliminaire de faisabilité des fondations des futurs bâtiments en adéquation avec le sol,
- l'étude préliminaire de faisabilité de dallages sur terre-plein comme planchers bas des rez-de-chaussée des futurs bâtiments,
- l'étude de faisabilité de la voirie,
- les possibilités d'infiltration des eaux pluviales dans le sol.

Nota : l'étude de faisabilité de la voirie fera l'objet d'une version B de ce rapport.

1.3. Campagne de reconnaissance

Dans le cadre de notre mission, afin de préciser la nature des sols et de déterminer leurs caractéristiques mécaniques et leur perméabilité, nous avons procédé à la réalisation des investigations géotechniques suivantes :

- 5 sondages de reconnaissance géologique pour essais pressiométriques, notés SP1 à SP5, descendus jusqu'aux profondeurs approximatives de 6 m en SP2 et SP4, et 15 m en SP1, SP3 et SP5,



- 31 essais pressiométriques réalisés dans les forages précédents à raison d'un essai tous les 0,70 m à 2 m, soit 4 unités dans les sondages SP1, SP2 et SP4, 9 unités en SP3 et 10 unités en SP5,
- la fourniture et la mise en œuvre jusqu'à 15 m de profondeur en SP1 et SP5, d'un tube piézométrique en PVC crépiné de diamètre 51/60 mm avec massif filtrant, bouchon d'étanchéité et regard avec une protection en tête de type tube métallique cadenassé scellé au mortier,
- 13 sondages de reconnaissance géologique à la mini-pelle, notés PM1 à PM10, PM1 bis et PM1 ter, descendus entre 0,80 m et 2,20 m de profondeur,
- 10 essais de percolation de type Porchet à niveau variable réalisés dans les sondages PM1 ter et PM2 à PM10,
- les analyses en laboratoire suivantes, réalisées sur des échantillons de sol prélevés dans les sondages PM2, PM5, PM9 et PM10 :
 - ✓ 4 mesures de la teneur en eau naturelle des sols,
 - ✓ 4 analyses granulométriques,
 - ✓ 4 mesures des limites d'Atterberg,
 - ✓ 4 mesures de l'indice portant immédiat (IPI) à la teneur en eau naturelle.

Notre intervention sur le site (cf. plan de situation joint en annexe n° 2) s'est déroulée :

- du 19 au 25 février 2025 pour les sondages pressiométriques,
- du 18 au 20 février 2025 pour les sondages à la mini-pelle avec essais de perméabilité.

Les sondages ont été implantés conformément au plan schématique joint en annexe n° 3 en fonction de l'occupation du site au moment de notre intervention.

Dans la suite de notre rapport, toutes les profondeurs sont données par rapport à la tête des sondages qui correspond au niveau du terrain au moment de notre intervention.

Par ailleurs, nous avons procédé au positionnement des sondages par GPS selon la projection CC49 et à leur nivellement par GPS rattaché au système NGF. Le nivellement devra être contrôlé par un Géomètre.

1.4. Documents de référence

Les pièces afférentes à cette étude sont :

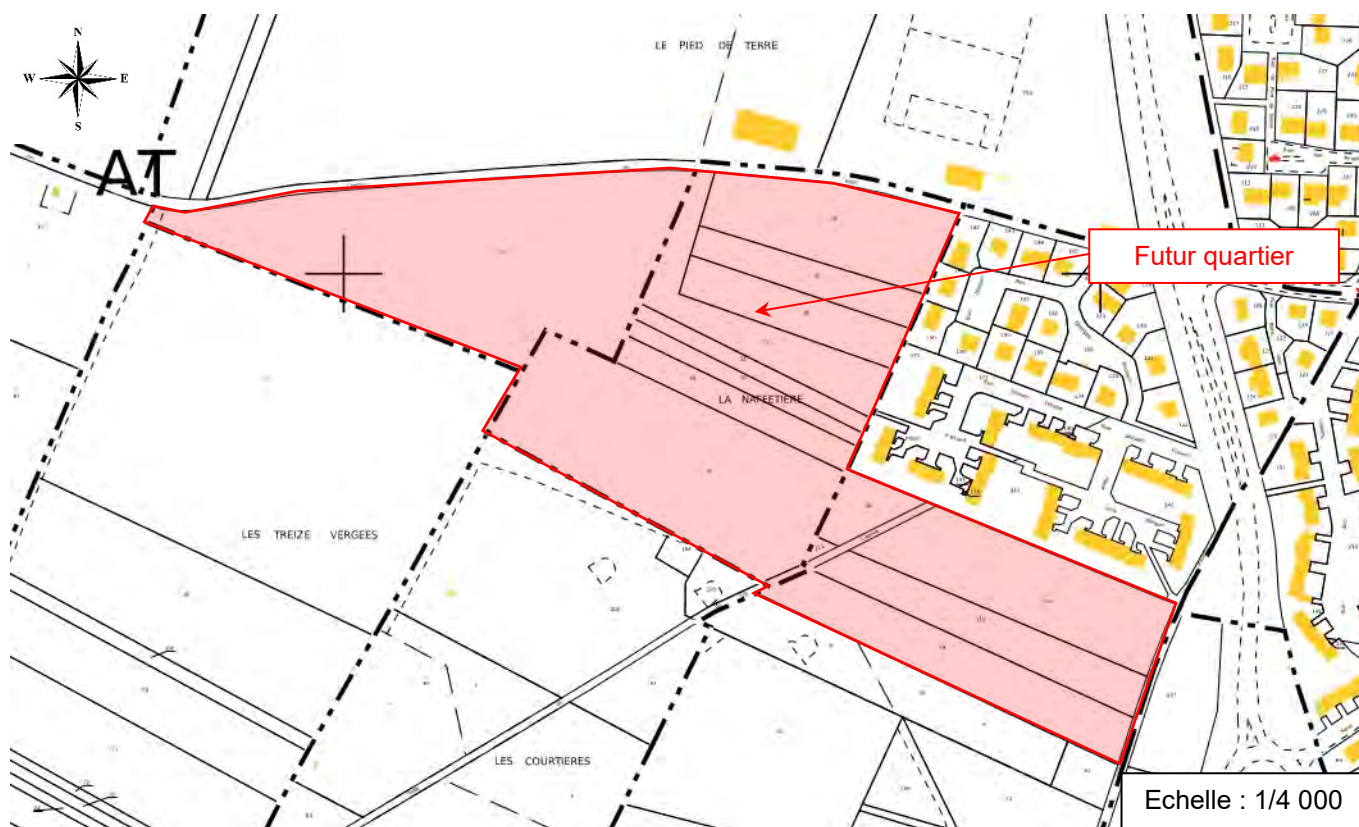
- la demande de devis de la société AMENAGEMENT ET TERRITOIRES du 24/09/24,
- notre devis référencé TED240920-000 du 07/10/24,
- le bon de commande de la société AMENAGEMENT ET TERRITOIRES n° 81051/202501/12 du 27/01/25,
- un plan topographique du site, établi par le BET MOSAIC, référencé 10621 du 03/10/24, échelle 1/500,
- un dossier de plans, établi par le cabinet d'architectes A26 BLM, référencé 3556 du 09/12/24, comprenant notamment :
 - ✓ un plan de masse du projet, échelle 1/2 000,



- ✓ un plan des emprises au sol, échelle 1/2 000,
- ✓ un plan des stationnements, échelle 1/2 000,
- ✓ des plans axonométries du projet.

2. Situation et caractéristiques du site

Le terrain étudié, d'une superficie de 8,2 ha environ, est situé au Sud-Ouest de la commune de OUISTREHAM, entre l'avenue de la Liberté et la rue du Petit Bonheur (cf. plan de situation joint en annexe n° 2). Il correspond à tout ou partie des parcelles figurant au cadastre sous les n° 27 à 36, 48, 49, 111, 112 et 230 de la section AT et le n° 167 de la section AV (cf. extrait du plan cadastral ci-dessous).



Extrait du plan cadastral

Actuellement, il s'agit principalement d'un champ (cf. photographie aérienne ci-après).



Photographie aérienne

D'un point de vue topographique, le terrain est subhorizontal, avec une légère pente de l'ordre de 1 %, descendant globalement vers le Sud-Est, avec des cotes altimétriques allant de 12,00 NGF à 17,00 NGF environ.

3. Caractéristiques du projet

Il est prévu l'aménagement d'un nouveau quartier comprenant (cf. plan d'implantation des sondages à l'état projeté joint en annexe n° 3) :

- 10 lots pour la construction de maisons individuelles et d'immeubles.
Au moment de notre étude, le projet n'étant pas encore défini précisément, les caractéristiques des bâtiments, leur calage altimétrique, les descentes de charges sur leurs fondations et les surcharges d'exploitation sur leur dallage ne sont pas connus,
- des voies de desserte du quartier, 444 places de stationnement, des cheminements piétonniers et une piste cyclable.
Au moment de notre étude, le trafic sur la voirie, et notamment le nombre de logements ne sont pas connus,
- des ouvrages d'infiltration des eaux pluviales issues des aires imperméabilisées du projet (toitures des bâtiments, voirie et cheminements piétonniers).
Il s'agira vraisemblablement d'un bassin à ciel ouvert situé dans l'espace vert au Nord du quartier et de noues implantées dans les espaces verts le long de la voirie et des cheminements piétonniers.



Au moment de notre étude, les caractéristiques précises des ouvrages, et notamment leur implantation et leur profondeur ne sont pas connues.

Les hypothèses devront être précisées par le Maître d'Ouvrage dans le cadre de l'étude géotechnique de conception phase projet (mission d'ingénierie géotechnique classée G2 PRO selon la norme NF P 94-500 de novembre 2013 ; cf. pièces jointes en annexe n° 1).

4. Contexte historique, contexte géologique et risques naturels

4.1. Contexte historique

Nous avons analysé la photographie aérienne n° 887 de la mission C1612-0051 du 30/09/1945, en noir et blanc au 1/6 985.

Ce cliché montre la présence de plusieurs impacts de bombe situés au droit du terrain étudié.



Photographie aérienne du 30/09/1945



4.2. Contexte géologique prévisible

Du point de vue géologique, nous étions susceptibles de mettre en évidence dans ce secteur, sous la couverture de terre végétale du champ, des sols constitués successivement (cf. extrait de carte ci-dessous consultable sur le site internet <https://infoterre.brgm.fr>) :

- de limons des plateaux (LP),
- de galets, graviers, sables ou silts correspondant à des dépôts marins anciens (My), parfois entaillés par la nappe alluviale saalienne (sous forme de chenaux) constituée d'éléments caillouteux issus des bassins amont (schiste gréseux, quartzite, grès et granite) dans une matrice sablo-argileuse,
- du substratum correspondant à l'une des formations suivantes ou à leur succession lithologique :
 - ✓ de l'argile ou une alternance d'argile et de calcaire marneux du Callovien inférieur (j_{2h-3a}),
 - ✓ du calcaire du Bathonien supérieur (j_{2g}), pouvant être altéré en tête d'horizon.



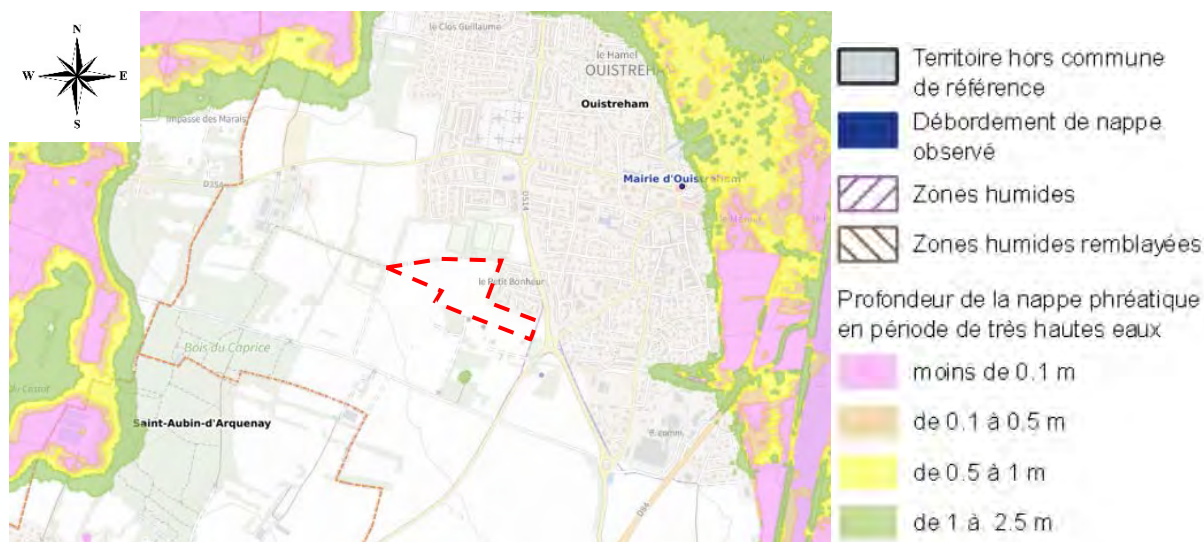
Extrait de la carte géologique de CAEN n° 120 au 1/50 000

4.3. Hydrologie

Selon la cartographie de la profondeur de la nappe phréatique en période de très hautes eaux établie par la DREAL de Normandie (état de la connaissance au 12/09/2024) et consultable sur le site internet <https://valflux.din.developpement-durable.gouv.fr>, le niveau de l'eau est situé au-delà de 2,50 m de profondeur (cf. extrait de carte ci-après).



On notera toutefois que d'après les informations communiquées par l'exploitant du champ, la partie Nord-Ouest du terrain est une zone où les sols ont tendance à se gorger d'eau, pouvant rendre son accès difficile.



Extrait de la cartographie de la profondeur de la nappe phréatique en période de très hautes eaux

4.4. Retrait-gonflement des argiles

Nous avons consulté le site internet du Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie (<https://www.georisques.gouv.fr>) concernant l'exposition au retrait-gonflement des argiles et il s'en dégage que le terrain se trouve dans une zone d'exposition faible (cf. extrait de carte ci-dessous).



Extrait de la cartographie de l'exposition au retrait-gonflement des argiles



Le niveau d'exposition faible est affecté à des zones pour lesquelles la survenance de sinistre est possible en cas de sécheresse importante mais avec des désordres ne touchant qu'une faible proportion des bâtiments et en priorité ceux qui présentent des défauts de construction ou un contexte local défavorable (proximité d'arbre ou hétérogénéité du sol par exemple).

Une caractérisation en toute rigueur du niveau d'exposition nécessite la réalisation d'essais en laboratoire spécifiques pouvant être réalisés dans le cadre de l'étude géotechnique de conception phase projet (mission d'ingénierie géotechnique classée G2 PRO selon la norme NF P 94-500 de novembre 2013 ; cf. pièces jointes en annexe n° 1).

4.5. Cavités souterraines

Selon l'atlas régional des indices de cavité souterraine établi par la DREAL de Normandie et consultable sur le site internet <https://valflux.din.developpement-durable.gouv.fr>, il n'y a pas d'indice de cavité souterraine dont le périmètre de sécurité impacterait le terrain du projet.

4.6. Sismicité

Selon le décret n° 2010-1255 du 22 octobre 2010 portant sur la délimitation des zones de sismicité du territoire français, entré en vigueur depuis le 1^{er} mai 2011, la commune de OUISTREHAM est située en zone de sismicité **très faible** (zone 1).

Par conséquent, les règles de construction parasismique ne concernent pas le projet envisagé (selon l'Eurocode 8).

5. Résultats obtenus

5.1. Nature des sols reconnus

On trouvera les coupes des sondages pressiométriques SP1 à SP5, et les coupes et les photographies des sondages à la mini-pelle PM1 à PM10 en annexe n° 4.

Les sondages ont permis de mettre en évidence successivement :

- de la terre végétale sur des épaisseurs allant de 40 cm à 60 cm. Cette dernière ne sera pas caractérisée dans le cadre de notre étude,
- du limon plus ou moins argileux marron foncé à marron clair, jusqu'à des profondeurs comprises entre 0,80 m et 2,20 m, et jusqu'à la base des sondage PM1 bis, PM1 ter, PM2, PM5, PM6, PM7, PM8 et PM10,
- du silt plus ou moins argileux beige foncé ou marron clair, avec plus ou moins de graviers jusqu'à des profondeurs allant de 1,70 m à 3,40 m, et jusqu'à la base des sondages PM1, PM3, PM4 et PM9. Cet horizon n'a pas été observé distinctement en SP3.





Le limon plus ou moins argileux et le silt plus ou moins argileux correspondent aux limons des plateaux,

- de l'argile sableuse marron ou beige foncé à beige, orangé, jaunâtre ou verdâtre, jusqu'à des profondeurs comprises entre 6,80 m et 9 m, et jusqu'à la base des sondages SP2 et SP4. Cet horizon correspond aux dépôts marins anciens,
- du marno-calcaire beige à beige clair, gris ou blanchâtre au-delà et jusqu'à la base des sondages SP1, SP3 et SP5. Il s'agit du substratum du Callovien inférieur.

Les tableaux ci-après synthétisent les profondeurs et les cotes du toit des formations rencontrées au droit de nos sondages (NR signifie horizon non reconnu).

Nature du sol	SP1	SP2	SP3	SP4	SP5
	m / Cote NGF	m / Cote NGF	m / Cote NGF	m / Cote NGF	m / Cote NGF
Terre végétale	0,00 / 14,18	0,00 / 15,35	0,00 / 13,87	0,00 / 13,15	0,00 / 12,65
Limon +/- argileux	0,60 / 13,58	0,40 / 14,95	0,40 / 13,47	0,40 / 12,75	0,40 / 12,25
Silt +/- argileux	1,50 / 12,68	0,80 / 14,55	NR	1,10 / 12,05	1,80 / 10,85
Argile sableuse	3,40 / 10,78	2,40 / 12,95	2,20 / 11,67	1,70 / 11,45	2,50 / 10,15
Marno-calcaire	9,00 / 5,18	NR	6,80 / 7,07	NR	9,00 / 3,65

Nature du sol	PM1	PM1 bis	PM1 ter	PM2	PM3
	m / Cote NGF	m / Cote NGF	m / Cote NGF	m / Cote NGF	m / Cote NGF
Terre végétale	0,00 / 17,04	0,00 / 17,05	0,00 / 17,02	0,00 / 14,03	0,00 / 12,92
Limon +/- argileux	0,40 / 16,64	0,40 / 16,65	0,40 / 16,62	0,40 / 13,63	0,40 / 12,52
Silt +/- argileux	0,80 / 16,24	NR	NR	NR	1,60 / 2,20
Argile sableuse	NR	NR	NR	NR	NR
Marno-calcaire	NR	NR	NR	NR	NR



Nature du sol	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8
	m / Cote NGF	m / Cote NGF	m / Cote NGF	m / Cote NGF	m / Cote NGF
Terre végétale	0,00 / 13,04	0,00 / 15,61	0,00 / 14,04	0,00 / 14,81	0,00 / 13,53
Limon +/- argileux	0,40 / 12,64	0,40 / 15,21	0,40 / 13,64	0,50 / 14,31	0,40 / 13,13
Silt +/- argileux	1,40 / 11,64	NR	NR	NR	NR
Argile sableuse	NR	NR	NR	NR	NR
Marno-calcaire	NR	NR	NR	NR	NR

Nature du sol	PM9	PM10
	m / Cote NGF	m / Cote NGF
Terre végétale	0,00 / 12,67	0,00 / 12,53
Limon +/- argileux	0,40 / 12,27	0,40 / 12,13
Silt +/- argileux	1,20 / 11,47	NR
Argile sableuse	NR	NR
Marno-calcaire	NR	NR

5.2. Synthèse hydrologique issue des sondages

Lors de notre intervention, fin février 2025, nous avons relevé un niveau d'eau en fin de sondage vers 1,10 m de profondeur en SP2 et nous avons observé des arrivées d'eau en PM1 et PM1 bis respectivement vers 1,20 m et 1 m de profondeur.

Au-delà de 6,26 m, de 4,51 m et de 7,32 m de profondeur respectivement en SP1, SP3 et SP5, les sondages ont été réalisés à l'aide d'un tricône avec injection d'eau et éventuellement de GSP (boue de forage), ce qui ne permet pas de relever le niveau des arrivées d'eau en cours de forage, ou la profondeur de la nappe phréatique en fin de sondage.

Nous avons procédé au relevé des piézomètres installés en SP1 et SP5 le 21/03/25, soit environ un mois après leur pose, et le niveau d'eau se situait respectivement à des profondeurs de 1,93 m et de 7,61 m.



Ces niveaux d'eau confirment la présence d'une zone au Nord-Ouest du terrain (sondages SP1, SP2 et PM1 à PM6) avec des circulations d'eau à faible profondeur dans le limon plus ou moins argileux et le silt plus ou moins argileux probablement retenues au-dessus de l'argile sableuse sous-jacente moins perméable.

Le niveau d'eau observé en SP5 correspond vraisemblablement à la nappe phréatique.

Nous procéderons au suivi mensuel des piézomètres installés en SP1 et SP5 sur une durée d'un an.

5.3. Caractéristiques géotechniques du site

Les caractéristiques mécaniques des sols, mesurées au moyen d'essais pressiométriques dans les forages SP1 à SP5, s'avèrent :

- faibles dans le limon plus ou moins argileux avec des pressions limites allant de 0,35 MPa à 0,49 MPa, ce qui caractérise un limon mou à ferme selon l'annexe A de la norme NF P 94-261,
- très faibles à médiocres dans le silt plus ou moins argileux avec des pressions limites comprises entre 0,24 MPa et 0,64 MPa, ce qui caractérise un silt très mou à ferme selon l'annexe A de la norme NF P 94-261. On notera que les valeurs les plus faibles ont été mesurées en SP1 et SP2 dans la partie Nord-Ouest du terrain présentant des circulations d'eau superficielles,
- moyennes à très bonnes dans l'argile sableuse avec des pressions limites allant de 0,92 MPa à 2,68 MPa, ce qui caractérise une argile ferme à très raide selon l'annexe A de la norme NF P 94-261. En SP5, à 5 m, à 6,50 m et à 8 m de profondeur, nous avons mesuré des pressions limites de plus de 3,66 MPa, de 4,70 MPa et de 4,98 MPa dans des passages fortement charpentés en silex, ce qui n'est pas représentatif de l'horizon dans son ensemble,
- très bonnes à excellentes dans le marno-calcaire avec des pressions limites comprises entre 3,61 MPa et plus de 4,97 MPa, ce qui caractérise un marno-calcaire raide à très raide selon l'annexe A de la norme NF P 94-261. Les valeurs les plus faibles ont été mesurées en tête d'horizon, dans un passage marneux.

Les caractéristiques mécaniques sont synthétisées dans le tableau ci-après en écartant les valeurs non représentatives mesurées en SP5 à 5 m, à 6,50 m et à 8 m de profondeur, vraisemblablement dans des passages fortement charpentés en silex.



Nature du sol	Nb essais	Pression limite nette p_l^* (MPa)				Module pressiométrique E_M (MPa)			
		Min	Max	Moy	Ecart-type	Min	Max	Moy	Ecart-type
Limon +/- argileux	6	0,35	0,49	0,41	0,05	2,1	5,1	3,8	0,9
Silt +/- argileux	4	0,24	0,64	0,46	0,18	1,0	3,5	2,2	1,1
Argile sableuse	11 + 3 (#)	0,82	2,68	1,46	0,53	6,4	27,9	14,4	8,2
Marno-calcaire	7	3,61	> 4,97	-	-	30,5	478,6	328,2	138,8

(#) : essai non pris en compte.

5.4. Essais de perméabilité

Nous avons réalisé 10 essais de percolation de type Porchet à niveau variable au droit des sondages à la pelle PM1 ter et PM2 à PM10 afin de déterminer les coefficients de perméabilité du limon plus ou moins argileux et du silt plus ou moins argileux.

5.4.1. Principe de l'essai Porchet à niveau variable

Cet essai de percolation a pour objectif de mesurer la perméabilité des sols. Il est réalisé après mise en saturation des sols pendant plusieurs heures.

Il s'effectue par infiltration d'eau dans une poche cylindrique ou dans une fouille rectangulaire. La poche ou la fouille est ensuite remplie d'eau (schéma ci-dessous).

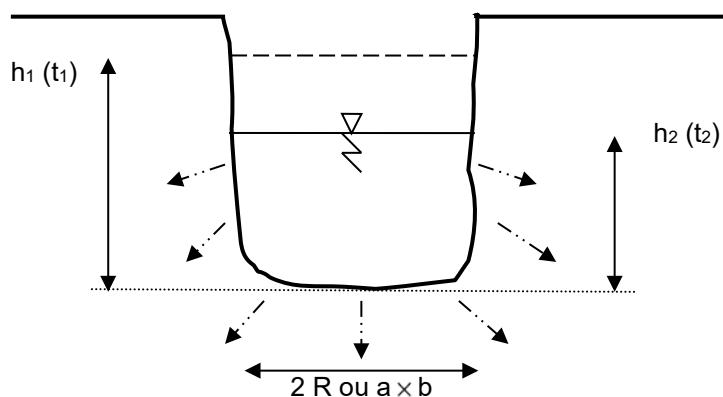


Schéma de principe de l'essai Porchet à niveau variable

L'essai consiste à relever pendant plusieurs dizaines de minutes le niveau d'eau dans la poche ou dans la fouille.



Au temps t_1 , on note le niveau h_1 de l'eau dans la poche ou dans la fouille, au temps t_2 celui-ci devient h_2 .

On écrit :

$$Q = V.S \quad \text{et} \quad V = K.i$$

avec : Q : débit d'infiltration (m^3/s),

K : perméabilité du sol (m/s),

S : surface humectée [partie latérale + fond (m^2)] = $\pi R^2 + 2\pi R h$ (poche cylindrique) ou $ab + 2(a+b)h$ (fouille rectangulaire),

V : vitesse de percolation de l'eau dans le terrain (m/s),

i : gradient hydraulique = 1.

D'où : $Q = K.S$

Or, $Q = -\pi R^2 \frac{dh}{dt}$ (poche cylindrique) ou $Q = ab \frac{dh}{dt}$ (fouille rectangulaire)

Après intégration, on obtient :

— pour une poche cylindrique :

$$K = \frac{R}{2(t_2 - t_1)} \times \ln \frac{h_1 + \frac{R}{2}}{h_2 + \frac{R}{2}}$$

— pour une fouille rectangulaire :

$$K = \frac{ab}{2(a+b)(t_2 - t_1)} \times \ln \frac{h_1 + \frac{ab}{2(a+b)}}{h_2 + \frac{ab}{2(a+b)}}$$

5.4.2. Résultats des essais

Les feuilles de calcul des résultats des essais figurent en annexe n° 5.

Nous avons résumé l'ensemble des résultats dans le tableau ci-après.



N° de sondage	Profondeur de l'essai (m)	Nature du sol	Coefficient de perméabilité (m/s)
PM1 ter	0,40 à 0,80	Limon	$7,34.10^{-7}$
PM2	0,60 à 1,10	Limon	$8,65.10^{-7}$
PM3	1,60 à 2,20	Silt	$3,65.10^{-7}$
PM4	1,40 à 2,00	Silt avec graviers	$1,13.10^{-6}$
PM5	0,60 à 1,30	Limon	$3,14.10^{-7}$
PM6	0,40 à 1,00	Limon	$8,34.10^{-7}$
PM7	0,55 à 1,10	Limon	$1,79.10^{-6}$
PM8	0,50 à 1,50	Limon	$2,18.10^{-6}$
PM9	1,20 à 1,50	Silt	$9,31.10^{-7}$
PM10	1,20 à 1,50	Limon argileux	$2,85.10^{-6}$

En conclusion, nous retiendrons que :

- le limon plus ou moins argileux a une perméabilité faible avec des coefficients de perméabilité allant de $3,14.10^{-7}$ m/s à $2,85.10^{-6}$ m/s,
- le silt plus ou moins argileux a une perméabilité faible avec des coefficients de perméabilité compris entre $3,65.10^{-7}$ m/s et $1,13.10^{-6}$ m/s.

On notera une perméabilité plus faible dans le limon plus ou moins argileux dans la partie Nord-Ouest du terrain (sondages PM1 à PM6).

5.5. Essais de laboratoire

Nous avons procédé aux analyses en laboratoire suivantes, réalisées sur des échantillons de sol prélevés dans les sondages PM2, PM5, PM9 et PM10 :

- 4 mesures de la teneur en eau naturelle des sols,
- 4 analyses granulométriques,
- 4 mesures des limites d'Atterberg,
- 4 mesures de l'Indice Portant Immédiat (IPI) à la teneur en eau naturelle.

On trouvera en annexe n° 6 les résultats des essais de laboratoire sur nos procès-verbaux.



5.5.1. Classification GTR selon la norme NF P 11-300

5.5.1.1. Limon (sondage PM2 entre 0,40 m et 1,10 m de profondeur)

La dimension maximale du plus gros élément contenu dans l'échantillon de limon est inférieure à 50 mm ($D_{max} = 11 \text{ mm}$) et la proportion de fines $< 80 \mu\text{m}$ est nettement supérieure à 35 % (passant à $80 \mu\text{m} = 98,2 \%$), ce qui permet de classer le matériau parmi les sols fins (classe A).

L'indice de plasticité de ce sol est $I_p = 9,4$, ce qui caractérise un limon peu plastique (sols A_1).

L'Indice Portant Immédiat à la teneur en eau naturelle ($w_n = 23,8 \%$) est nul ($IPI = 0$) et permet de caractériser un sol dans un état hydrique très humide (th).

Au moment de notre intervention, mi-février 2025, le classement GTR de l'échantillon de limon selon la norme NF P 11-300 est $A_1 \text{ th}$ (cf. fiche d'identification ci-après), pour une teneur en eau de 23,8 %.

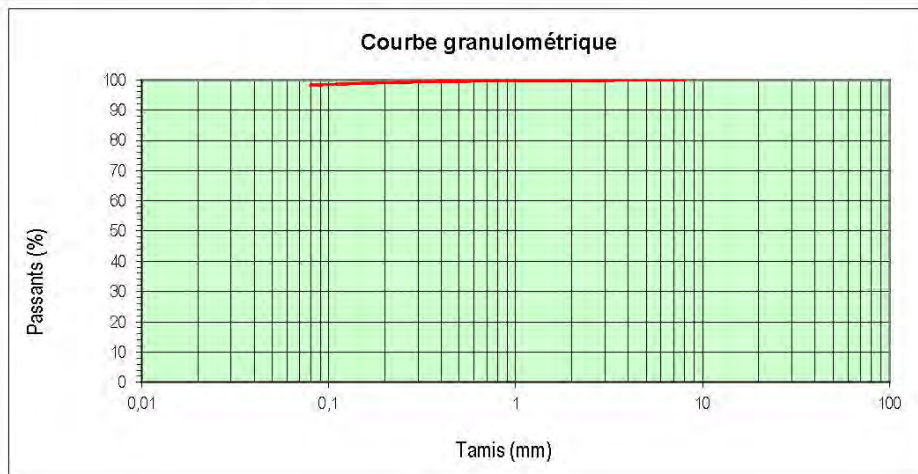


CLASSIFICATION DES SOLS
- FICHE D'IDENTIFICATION -
(NF P 11-300)

Dossier n° : Chantier : Site : Client :	TEA250022 OUISTREHAM (14) avenue de la Liberté / rue du Petit Bonheur Aménagement et Territoires	Date des essais : 12/03/2025 Opérateur : FFI Température de séchage : 105°C
Prélèvement		Matériau à l'essai
Mode : Date : Réception n° :	Pelle Mécanique 19/02/2025 2025.03.062	Sondage n° : PM2 Prof. Échan. (m) : 0.40-1.10 Prof. Prêlt (m) : 0.40-1.10 Description visuelle des sols : Limon marron

Granularité (NF P 94-056)

Dmax (mm) :	11
Tamis (mm)	Passants (%)
Fraction 0/50	100,0
Sur fraction 0/50	
50	100,0
20	100,0
5	99,9
2	99,8
0,08	98,2



Argilosité

	Norme	Valeur
Indice de plasticité Ip	NF P94-051	9,4

Comportement mécanique

	Norme	Valeur

Etat hydrique

	Norme	Valeur
Teneur en eau Wn, (%)	NF P94-050	23,6

Etat hydrique (suite)

	Norme	Valeur
Indice de consistance Ic	NF P94-051	0,92
Indice portant immédiat IPI	NF P94-078	0

CLASSE du SOL

A1 th

à Titre indicatif :

A1_Limons peu plastiques, loess, silts alluvionnaires, sables fins peu pollués, arènes peu plastiques...

Date : 03/04/2025

Observation :

Date : 03/04/2025

Rédacteur : FFI

Vérificateur : J-LT

Version de PV :

N° :

14

Date :

22/11/2024





5.5.1.2. Limon (sondage PM5 entre 0,40 m et 1,30 m de profondeur)

La dimension maximale du plus gros élément contenu dans l'échantillon de limon est inférieure à 50 mm ($D_{max} = 10$ mm) et la proportion de fines $< 80 \mu\text{m}$ est nettement supérieure à 35 % (passant à $80 \mu\text{m} = 98,8$ %), ce qui permet de classer le matériau parmi les sols fins (classe A).

L'indice de plasticité de ce sol est $I_p = 18,2$, ce qui caractérise un limon peu plastique (sols A_2).

L'Indice Portant Immédiat à la teneur en eau naturelle ($w_n = 21,6$ %) est très faible ($IPI = 1$) et permet de caractériser un sol dans un état hydrique très humide (th).

Au moment de notre intervention, mi-février 2025, le classement GTR de l'échantillon de limon selon la norme NF P 11-300 est A_2 th (cf. fiche d'identification ci-après), pour une teneur en eau de 21,6 %.

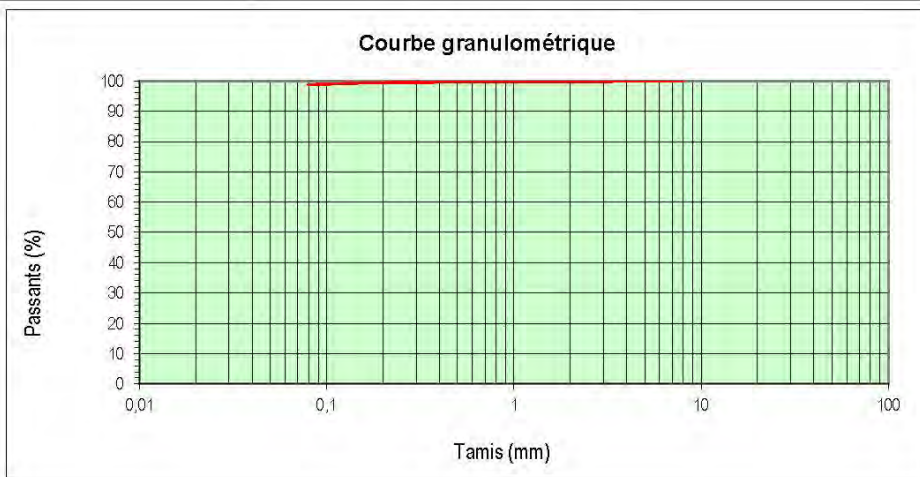


CLASSIFICATION DES SOLS
- FICHE D'IDENTIFICATION -
(NF P 11-300)

Dossier n° : Chantier : Site : Client :	TEA250022 OUISTREHAM (14) avenue de la Liberté / rue du Petit Bonheur Aménagement et Territoires	Date des essais : 12/03/2025 Opérateur : FFI Température de séchage : 105°C
		Matériau à l'essai
		Sondage n° : PM5
		Prof. Échan. (m) : 0.40-1.30
		Prof. Prêlt (m) : 0.40-1.30
		Description visuelle des sols : Limon marron
Prélèvement		
Mode : Pelle Mécanique		
Date : 18/02/2025		
Réception n° : 2025.03.062		

Granularité (NF P 94-056)

Dmax (mm) :	10
Tamis (mm)	Passants (%)
Fraction 0/50	100,0
Sur fraction 0/50	
50	100,0
20	100,0
5	99,9
2	99,8
0,08	98,8



Argilosité	Norme	Valeur
Indice de plasticité Ip	NF P94-051	18,2

Comportement mécanique	Norme	Valeur

Etat hydrique	Norme	Valeur
Teneur en eau Wn, (%)	NF P94-050	22,9

Etat hydrique (suite)	Norme	Valeur
Indice de consistance Ic	NF P94-051	0,99
Indice portant immédiat IPI	NF P94-078	1

CLASSE du SOL

A2 th

à Titre indicatif :

A2_Sables fins argileux, limons, argiles et marnes peu plastiques, arènes...

Date : 03/04/2025	Observation :	Date : 03/04/2025
Rédacteur : FFI		Vérificateur : J-LT





5.5.1.3. Limon argileux (sondage PM10 entre 1,20 m et 1,50 m de profondeur)

La dimension maximale du plus gros élément contenu dans l'échantillon de limon argileux est inférieure à 50 mm ($D_{max} = 4,5$ mm) et la proportion de fines $< 80 \mu\text{m}$ est nettement supérieure à 35 % (passant à $80 \mu\text{m} = 99,2$ %), ce qui permet de classer le matériau parmi les sols fins (classe A).

L'indice de plasticité de ce sol est $I_p = 14,9$, ce qui caractérise un limon peu plastique (sols A_2).

L'Indice Portant Immédiat à la teneur en eau naturelle ($w_n = 22,2$ %) est très faible ($IPI = 2$) et permet de caractériser un sol dans un état hydrique très humide (th).

Au moment de notre intervention, mi-février, le classement GTR de l'échantillon de limon argileux selon la norme NF P 11-300 est A_2 th (cf. fiche d'identification ci-après), pour une teneur en eau de 22,2 %.

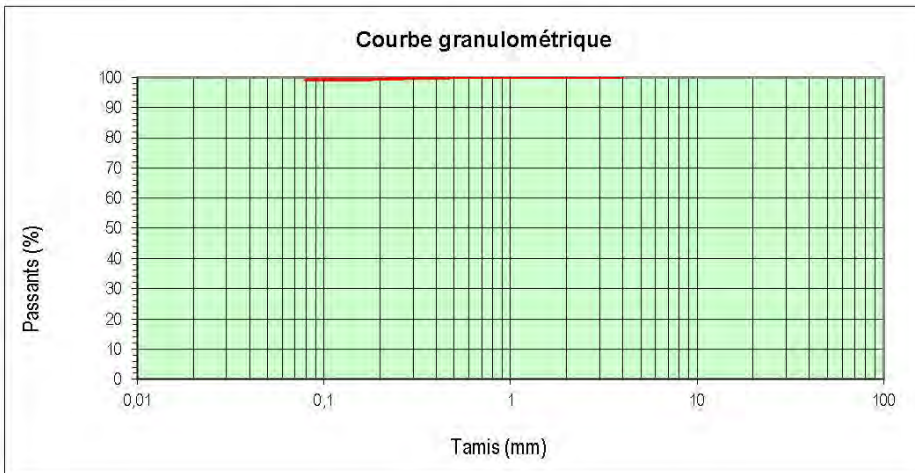


CLASSIFICATION DES SOLS
- FICHE D'IDENTIFICATION -
(NF P 11-300)

Dossier n° : Chantier : Site : Client :	TEA250022 OUISTREHAM (14) avenue de la Liberté / rue du Petit Bonheur Aménagement et Territoires	Date des essais : 12/03/2025 Opérateur : FFI Température de séchage : 105°C
Prélèvement		Matériau à l'essai
Mode : Date : Réception n° :	Pelle Mécanique 20/02/2025 2025.03.062	Sondage n° : PM10 Prof. Échan. (m) : 1.20-1.50 Prof. Prêlt (m) : 1.20-1.50 Description visuelle des sols : Limon argileux marron

Granularité (NF P 94-056)

Dmax (mm) :	4,5
Tamis (mm)	Passants (%)
Fraction 0/50	100,0
Sur fraction 0/50	
50	100,0
20	100,0
5	100,0
2	100,0
0,08	99,2



Argilosité	Norme	Valeur
Indice de plasticité Ip	NF P94-051	14,9

Comportement mécanique	Norme	Valeur

Etat hydrique	Norme	Valeur
Teneur en eau Wn, (%)	NF P94-050	23,9

Etat hydrique (suite)	Norme	Valeur
Indice de consistance Ic	NF P94-051	1,01
Indice portant immédiat IPI	NF P94-078	2

CLASSE du SOL

A2 th

à Titre indicatif :

A2_Sables fins argileux, limons, argiles et marnes peu plastiques, arènes...

Date : 03/04/2025 Rédacteur : FFI	Observation :	Date : 03/04/2025 Vérificateur : J-LT
--------------------------------------	---------------	--



5.5.1.4. Silt (sondage PM9 entre 1,20 m et 1,50 m de profondeur)

La dimension maximale du plus gros élément contenu dans l'échantillon de silt est inférieure à 50 mm ($D_{max} = 19,5$ mm) et la proportion de fines $< 80 \mu\text{m}$ est nettement supérieure à 35 % (passant à $80 \mu\text{m} = 96,3$ %), ce qui permet de classer le matériau parmi les sols fins (classe A).

L'indice de plasticité de ce sol est $I_p = 7,7$, ce qui caractérise un silt alluvionnaire (sols A_2).

L'Indice Portant Immédiat à la teneur en eau naturelle ($w_n = 19,9$ %) est très faible ($IPI = 1$) et permet de caractériser un sol dans un état hydrique très humide (th).

Au moment de notre intervention, mi-février, le classement GTR de l'échantillon de silt selon la norme NF P 11-300 est A_1 th (cf. fiche d'identification ci-après), pour une teneur en eau de 19,9 %.

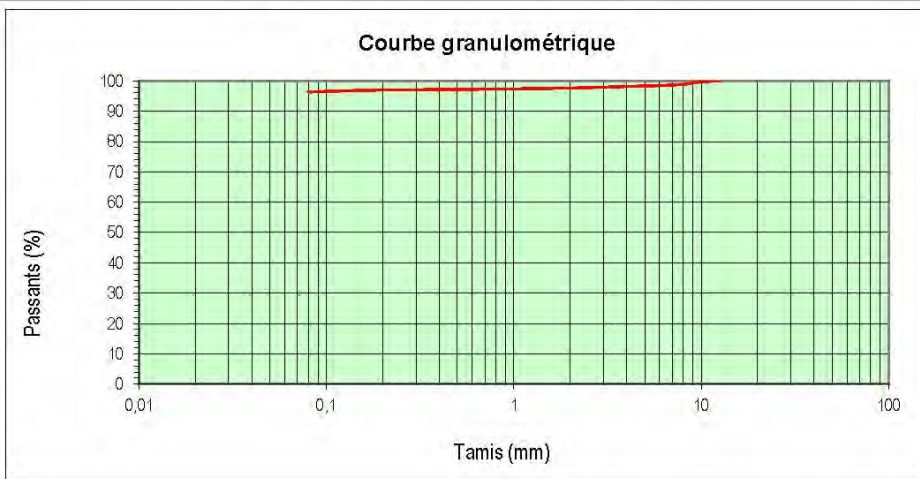


**CLASSIFICATION DES SOLS
- FICHE D'IDENTIFICATION -
(NF P 11-300)**

Dossier n° : Chantier : Site : Client :	TEA250022 OUISTREHAM (14) avenue de la Liberté / rue du Petit Bonheur Aménagement et Territoires	Date des essais : 12/03/2025 Opérateur : FFI Température de séchage : 105°C
		Matériau à l'essai
		Sondage n° : PM9
Prélèvement		Prof. Échan. (m) : 1.20-1.50
Mode : Date : Réception n° :	Pelle Mécanique 20/02/2025 2025.03.062	Prof. Prêt (m) : 1.20-1.50 Description visuelle des sols : Silt marron clair

Granularité (NF P 94-056)

Dmax (mm) :	19,5
Tamis (mm)	Passants (%)
Fraction 0/50	100,0
Sur fraction 0/50	
50	100,0
20	100,0
5	98,3
2	97,6
0,08	96,3



Argilosité	Norme	Valeur
Indice de plasticité Ip	NF P94-051	7,7

Comportement mécanique	Norme	Valeur

Etat hydrique	Norme	Valeur
Teneur en eau Wn, (%)	NF P94-050	19,7

Etat hydrique (suite)	Norme	Valeur
Indice de consistance Ic	NF P94-051	1,60
Indice portant immédiat IPI	NF P94-078	1

CLASSE du SOL

A1 th

à Titre indicatif : A1_Limons peu plastiques, loess, silts alluvionnaires, sables fins peu pollués, arènes peu plastiques...

Date : 03/04/2025

Observation :

Date : 03/04/2025

Rédacteur : FFI

Vérificateur : J-LT





5.5.2. Limites d'Atterberg et limite de retrait

Les résultats des limites d'Atterberg montrent :

- dans le limon en PM2 :
 - ✓ w_L (limite de liquidité) = 32,2 %,
 - ✓ I_P (indice de plasticité) = 9,4 ;
- dans le limon en PM5 :
 - ✓ w_L (limite de liquidité) = 40,9 %,
 - ✓ I_P (indice de plasticité) = 18,2 ;
- dans le limon argileux en PM10 :
 - ✓ w_L (limite de liquidité) = 39,0 %,
 - ✓ I_P (indice de plasticité) = 14,9 ;
- dans le silt en PM9 :
 - ✓ w_L (limite de liquidité) = 32,0 %,
 - ✓ I_P (indice de plasticité) = 7,7.

Le report de ces couples de valeurs sur le diagramme de Casagrande ci-dessous montre que le limon, le limon argileux et le silt ne se situent pas dans le domaine théorique des argiles potentiellement gonflantes.

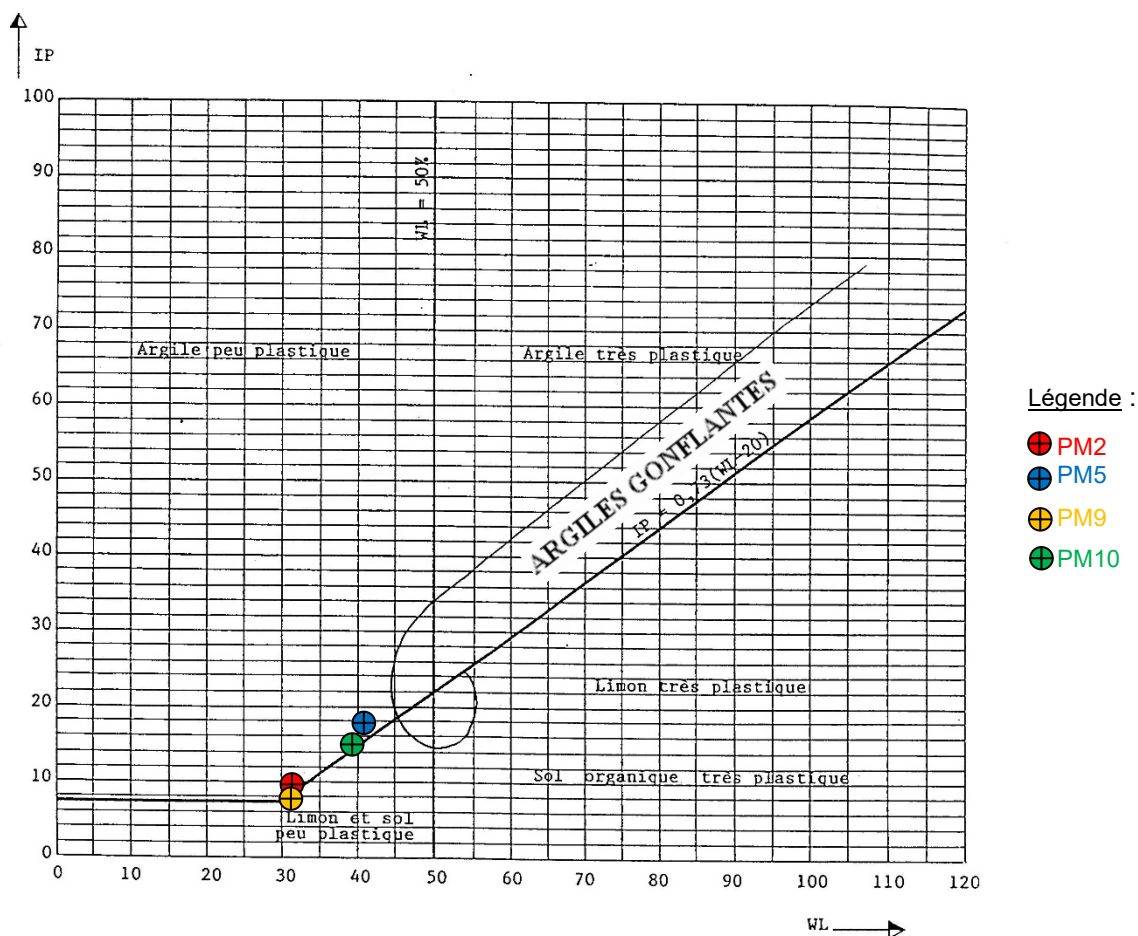


Diagramme de Casagrande



5.5.3. Propriétés des sols

Etant peu plastiques, les sols classés A₁ ou A₂ ont la propriété de changer de consistance pour de faibles variations de teneur en eau, avec un temps de réaction aux variations de l'environnement hydrique et climatique relativement court.

Le limon plus ou moins argileux et le silt plus ou moins argileux auront un comportement variable selon la météorologie au moment des travaux de terrassement. Compte tenu de la météorologie normande, l'état hydrique de ces sols sera proche de humide à très humide (h à th) en période de météorologie défavorable, et de moyen à humide (m à h) en période de météorologie favorable et en l'absence de pluies importantes et/ou prolongées.

6. Analyse des résultats et interprétation

6.1. Préambule

La présente analyse n'a qu'un caractère général et sommaire. Elle devra être impérativement suivie d'études géotechniques de conception phase avant-projet et phase projet conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (missions d'ingénierie géotechnique classées respectivement G2 AVP et G2 PRO selon la norme NF P 94-500 de novembre 2013 ; cf. pièces jointes en annexe n° 1), réalisées une fois le projet défini, de façon à ce que le mode de fondation proposé soit adapté à celui-ci (cf. § 6. *Etudes complémentaires*).

Nous détaillons dans les paragraphes suivants :

- les principes généraux de construction en matière de faisabilité de fondations et de dallage,
- les possibilités d'infiltration des eaux pluviales dans le sol,
- la faisabilité de la voirie.

6.2. Etude préliminaire de faisabilité des fondations

En première approche, il sera possible de faire reposer les bâtiments :

- dans la partie Nord-Ouest du terrain, sur des fondations profondes de type pieux ou micropieux ancrés dans le marno-calcaire,
- dans la partie Sud-Est du terrain :
 - ✓ soit, pour des descentes de charges faibles (< 10 t/ml), sur des fondations superficielles de type semelles filantes ou isolées encastées dans le limon plus ou moins argileux,
 - ✓ soit, pour des descentes de charges plus importantes (> 10 t/ml), sur des fondations profondes de type pieux ou micropieux ancrés dans le marno-calcaire.



Pour les bâtiments situés au Nord-Ouest du terrain, une solution de fondation superficielle pourra être étudiée lors de l'étude géotechnique de conception phase avant-projet (mission G2 AVP ; cf. § 7. *Etudes complémentaires*) en prévoyant un maillage d'investigations adapté à chaque bâtiment et une rigidification des fondations.

L'étude géotechnique complémentaire (mission G2 AVP ; cf. § 7. *Etudes complémentaires*) effectuée une fois le projet défini devra préciser :

- pour les fondations superficielles : la hauteur minimale d'encastrement des semelles, leur niveau d'assise prévisible, les contraintes de calcul à retenir à l'ELU et à l'ELS, les tassements absolus et différentiels estimés à partir des descentes de charges prévisibles et les préconisations pour leur exécution,
- pour les fondations profondes : le ou les type(s) de pieux ou de micropieux, leur ancrage minimal, leur longueur prévisible, leur capacité portante estimée à partir d'une modélisation géologique et les préconisations pour leur exécution.

6.3. Etude préliminaire de faisabilité de dallages sur terre-plein

En première approche, une solution de dallages sur terre-plein serait envisageable après purge intégrale de la terre végétale.

Le fond de forme sera constitué de limon plus ou moins argileux et la couche de forme devra être réalisée en grave de bonne qualité et insensible à l'eau (type D₂₁ selon la norme NF P 11-300).

Cependant, étant donné les caractéristiques mécaniques faibles du limon plus ou moins argileux, l'épaisseur de la couche de forme sera vraisemblablement sensiblement importante et le fond de forme pourrait se situer proche des circulations d'eau observées, notamment dans la partie Nord-Ouest du terrain. Dans ces cas, compte tenu de l'épaisseur importante de la couche de forme et des dispositions à prendre vis-à-vis de l'eau, une solution de dalle en béton armé portée par les fondations, éventuellement sur vide sanitaire peut s'avérer plus économique, notamment pour des bâtiments sur des fondations profondes.

L'étude géotechnique complémentaire (mission G2 AVP ; cf. § 7. *Etudes complémentaires*) effectuée une fois le projet défini devra préciser l'épaisseur minimale de la couche de forme, les modules de YOUNG à retenir, éventuellement les tassements prévisibles s'ils sont importants et les préconisations pour l'exécution de dallages sur terre-plein.



6.4. Etude de la voirie

6.4.1. Préambule

Le présent dimensionnement de chaussée est effectué à titre d'exemple à partir des données géotechniques et du trafic estimé.

Celui-ci n'est pas unique et il sera à adapter en fonction des souhaits du Maître d'Ouvrage, du Maître d'Œuvre ou des propositions spécifiques des entreprises de VRD.

Il s'appuie sur :

- le guide technique pour la réalisation des remblais et des couches de forme du SETRA et du LCPC de juillet 2000,
- le guide pour la conception des structures des voiries des zones d'habitation en région d'Ile-de-France de la DREIF et des LROP et LREP de 1977,
- le guide technique de conception et de dimensionnement des structures de chaussées du SETRA et du LCPC de décembre 1994,
- le catalogue des structures types de chaussées neuves pour le réseau routier national du SETRA et du LCPC de 1998,
- le guide technique pour l'utilisation des matériaux régionaux d'Ile-de-France (catalogue des structures de chaussées) de la DREIF et des LROP et LREP de décembre 2003, et sa révision de septembre 2008.

6.4.2. Trafic

6.4.2.1. Voie de desserte

Nous avons retenu des sollicitations d'indice C « faibles » selon le guide pour la conception des structures des voiries des zones d'habitation en région d'Ile-de-France, étant donné qu'il s'agit d'une voie circulée principalement par des véhicules légers et exceptionnellement par des poids lourds.

6.4.2.2. Parking VL

Nous préconisons de retenir la solution « parkings » du guide pour la conception des structures des voiries des zones d'habitation en région d'Ile-de-France.

6.4.3. Partie Supérieure des Terrassements (PST) et arase terrassement

L'intégralité de la terre végétale reconnue sur des épaisseurs allant de 40 cm à 60 cm au droit de nos sondages devra être purgée et ne servira jamais de support de plate-forme.



On notera que des purges plus importantes pourront s'avérer nécessaires en cas de surépaisseurs de terre végétale ou de trou de bombe remblayé.

Après purge, selon les sondages que nous avons réalisés, la PST sera constituée de limon plus ou moins argileux de classement GTR A₁ ou A₂.

Après compactage des fonds de forme, on obtiendra des modules de déformation du sol support (EV₂) au niveau de l'arase terrassement de l'ordre de :

- en période de météorologie défavorable : EV₂ ≈ 6 MPa pouvant chuter sensiblement en cas de pluie forte ou de longue période pluvieuse (même faible),
- en période de météorologie favorable : EV₂ ≈ 9 MPa.

6.4.4. Couche de forme

Nota : l'épaisseur de la couche de forme décrite ci-après devra être éventuellement adaptée en fonction du module de déformation du sol support (EV₂) réellement mesuré au niveau de l'arase terrassement au moment des travaux.

L'objectif est d'obtenir une plate-forme PF2 (module de déformation au moins égal à 50 MPa) correspondant a priori à un indice de qualité du support **3** (selon le guide pour la conception des structures des voiries des zones d'habitation en région d'Ile-de-France).

Nous supposons pour exemple que la couche de forme sera constituée d'une grave non traitée de classement D₂₁ ou D₃₁ selon la norme NF P 11-300.

Nota :

- La grave non traitée de classement D₃₁ nécessite une préparation particulière pour son utilisation en couche de forme non traitée (action sur la granularité : élimination de la fraction grossière > 100 mm empêchant un réglage correct de la plate-forme).
- En cas de pluies importantes et/ou prolongées, les matériaux constituant la PST seront probablement dans un état hydrique très humide (th). Dans ce cas, la portance chutera sensiblement et les travaux devront être arrêtés et repris une fois les sols revenus dans un état hydrique humide.

6.4.4.1. Condition météorologiques défavorables (période hivernale, temps pluvieux)

Les matériaux de la PST étant constitués de limon peu plastique, il se formera de la boue lorsqu'ils seront circulés sous la pluie et le module de déformation de l'arase terrassement s'en retrouvera fortement diminué.



A ce stade du projet et étant donné les résultats des essais de laboratoire, nous déconseillons de réaliser les travaux de couche de forme en période de météorologie défavorable.

6.4.4.2. Conditions météorologiques favorables (période estivale, temps sec)

Dans ce contexte, le limon plus ou moins argileux présentera vraisemblablement une meilleure tenue aux sollicitations du trafic.

Dans ces conditions, nous préconisons de mettre en œuvre une couche de forme de 75 cm d'épaisseur au minimum sur le limon plus ou moins argileux.

Une réduction d'épaisseur de 15 cm peut être admise si l'on intercale un géotextile de séparation entre la PST et la couche de forme. Ce géotextile sera de type anticontaminant et résistant au poinçonnement. La mise en place d'un géotextile est impérative du fait de la présence de fines au niveau de la PST.

Nous retenons donc la réalisation d'une couche de forme de 60 cm d'épaisseur minimum reposant sur un géotextile de renforcement et anticontaminant.

6.4.5. Structures de chaussée

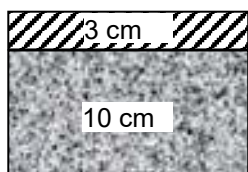
Sur les couches de forme décrites précédemment, il sera nécessaire de mettre en œuvre une chaussée constituée d'une couche d'assise et d'une couche de surface, et choisie dans les catalogues des structures de chaussées de 1977, 1998 et décembre 2003.

Nota : dans tous les cas, il faut proscrire des structures de chaussée rigides à base de grave traitée aux liants hydrauliques (Grave-Ciment) en raison du risque important de fissuration.

6.4.5.1. Voie de desserte

Pour des sollicitations d'indice C « faibles » et une plate-forme PF2 d'indice de qualité 3, on pourra retenir par exemple une chaussée constituée à base de Grave-Bitume (à privilégier pour limiter la profondeur des terrassements) ou de Grave Non Traitée.

6.4.5.1.1. Cas d'une chaussée à base de Grave Bitume



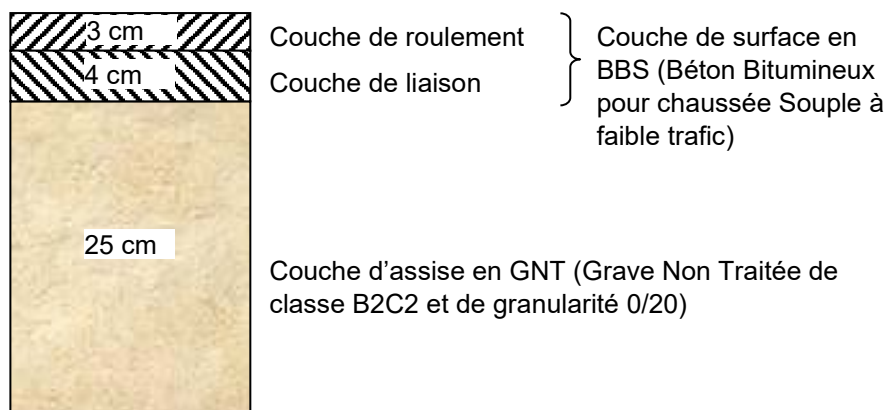
Couche de surface en BBM (Béton Bitumineux Mince)

Couche d'assise en GB3 (Grave-Bitume de classe 3 et de granularité 0/14 ou 0/20)



Un nivellement de la plate-forme à ± 2 cm est exigé. Il peut être obtenu par apport d'une couche de réglage de 10 cm en GNT insensible à l'eau

6.4.5.1.2. Cas d'une chaussée à base de Grave Non Traitée

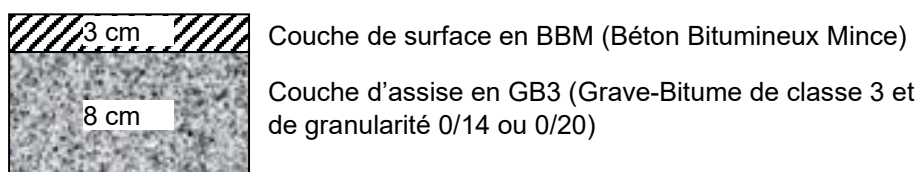


Pour une GNT de classe B2C1, on pourra réduire de 5 cm l'épaisseur de GNT.

6.4.5.2. Parking VL

Pour des « parkings » et une plate-forme PF2 d'indice de qualité **3**, on pourra retenir par exemple une chaussée constituée à base de Grave-Bitume (à privilégier pour limiter la profondeur des terrassements) ou de Grave Non Traitée.

6.4.5.2.1. Cas d'une chaussée à base de Grave Bitume



Un nivellement de la plate-forme à ± 2 cm est exigé. Il peut être obtenu par apport d'une couche de réglage de 10 cm en GNT insensible à l'eau.



6.4.5.2.2. Cas d'une chaussée à base de Grave Non Traitée



Couche de surface en BBS (Béton Bitumineux pour chaussée Souple à faible trafic)

Couche d'assise en GNT (Grave Non Traitée de classe B2C2 et de granularité 0/20)

Pour une GNT de classe B2C1, on pourra réduire de 5 cm l'épaisseur de GNT.

6.4.6. Préconisations d'exécution de la voirie

- Nous conseillons vivement de prévoir la réalisation des travaux de voirie en période de météorologie favorable afin d'éviter la dégradation de la plate-forme aux intempéries. En période de météorologie défavorable, la plate-forme pourra s'avérer rapidement impraticable. Dans tous les cas, il sera nécessaire de créer de légères pentes pour l'écoulement des eaux pluviales permettant leur évacuation vers les fossés (cf. § suivant).
- Nous préconisons de prévoir un drainage autour de la voirie (fossés) de manière à évacuer les eaux pluviales et éviter qu'elles ne stagnent dans le corps de chaussée. Les fossés devront être entretenus, notamment nettoyés régulièrement pour en enlever les boues et les dépôts argileux qui auront pu s'y être décantés.
- La plate-forme devra être fermée avant tout épisode pluvieux pour limiter les risques d'infiltration d'eau.
- Les matériaux mis en œuvre devront être soigneusement compactés et la qualité du compactage des couches mises en œuvre devra être vérifiée par essais à la plaque. De plus, on prévoira un compactage du fond de forme avant mise en œuvre de la couche de forme. Il serait ainsi préférable de compacter le fond de forme aussitôt après son terrassement afin de réduire les possibilités de percolation des eaux pluviales.
- Il conviendra de vérifier la tenue au gel de la structure de chaussée retenue (corps de chaussée + couche de forme).



6.5. Etude des possibilités d'infiltration des eaux pluviales dans le sol

6.5.1. Dimensionnement de l'ouvrage d'infiltration

Pour le dimensionnement de l'ouvrage d'infiltration, on pourra retenir comme coefficients de perméabilité caractéristique :

- dans le limon plus ou moins argileux : $K = 5.10^{-7}$ m/s,
- dans le silt plus ou moins argileux : $K = 5.10^{-7}$ m/s.

6.5.2. Préconisations d'exécution de l'ouvrage d'infiltration

Il sera possible d'envisager la réalisation d'ouvrages d'infiltration de type noue ou bassin à ciel ouvert, descendus dans le limon plus ou moins argileux et/ou le silt plus ou moins argileux, et ceci de manière plus ou moins efficace et moyennant quelques précautions pour son dimensionnement :

- compte tenu de la faible perméabilité du limon plus ou moins argileux et du silt plus ou moins argileux, les ouvrages d'infiltration devront disposer d'un volume important et suffisant pour stocker les eaux des pluies courantes avant infiltration dans ces horizons, qui se fera plus ou moins lentement dans le temps,
- il convient de noter qu'en cas de circulations d'eau superficielles, les capacités de stockage et d'infiltration des EP seront réduites selon la profondeur de l'ouvrage,
- l'évacuation des eaux des pluies importantes nécessitera la mise en œuvre d'une surverse, permettant un débit de fuite vers un exutoire (réseau EP ou milieu naturel sous réserve des autorisations administratives, éventuellement par l'intermédiaire d'un puisard avec pompe de relevage).

L'ouvrage devra être entretenu et notamment nettoyé régulièrement pour en enlever les dépôts limoneux qui auront pu s'y être décantés.

7. Etudes complémentaires

Le présent rapport est établi dans le cadre d'une mission G1 PGC conformément à la norme NF P 94-500 de novembre 2013 (cf. pièces jointes en annexe n° 1), et en l'absence de projet précis. En conséquence, lorsque le projet sera défini par les futurs propriétaires, il devra être soumis impérativement au Géotechnicien afin de procéder aux études complémentaires dans le cadre des missions G2 AVP et G2 PRO.



Les études géotechniques complémentaires (missions G2 AVP et G2 PRO) devront comporter une campagne de sondages de reconnaissance de sols et d'essais in situ, et éventuellement en laboratoire, implantés dans l'emprise des futures constructions et des ouvrages d'infiltration des eaux pluviales le cas échéant, à des profondeurs adaptées en fonction des caractéristiques des ouvrages projetés. Ces investigations permettront de vérifier l'homogénéité des caractéristiques mécaniques des sols et la profondeur des différents horizons, et le cas échéant, de déterminer leur perméabilité.

Nous rappelons qu'il est impératif de réaliser les missions d'ingénierie géotechnique selon l'avancement du projet, et notamment les missions G2 AVP, G2 PRO, G3 (par l'entreprise) et G4 au sens de la norme NF P 94-500 de novembre 2013 (cf. pièces jointes en annexe n° 1).

TECHNOSOL reste à la disposition du Maître de l'Ouvrage et de son équipe de conception et de réalisation pour leur fournir tout renseignement complémentaire qu'ils pourraient juger utile concernant nos résultats de sondages et nos conclusions.

La description des missions normées et obligatoires ainsi que leur enchaînement sont présentés en annexe de ce rapport.



EXPLOITATION DU RAPPORT D'ETUDE

I - Le présent rapport d'étude a été établi à partir de la connaissance d'un projet au moment de cette étude. Il constitue un document indissociable dans lequel figurent les conclusions propres à ce projet. Toute exploitation partielle du rapport peut conduire à des erreurs d'interprétation et ne pourrait engager notre responsabilité.

II - En cas d'évolution de projet (par exemple changement d'implantation, changement de nature de construction, etc.), il importe de consulter le bureau d'étude géotechnique pour vérifier la bonne adaptation du projet en fonction du sol reconnu. Cette étape peut conduire à la réalisation d'une étude complémentaire si les informations du rapport d'étude s'avèrent insuffisantes.

III - L'étude géotechnique est basée sur la réalisation d'un nombre réduit de sondages donnant des informations ponctuelles. Les variations de caractéristiques géologiques et géotechniques peuvent intervenir entre les sondages (anomalies naturelles ou anthropiques). Ces variations ne peuvent être imputables au bureau d'étude géotechnique mais devront être signalées de manière systématique au bureau d'étude géotechnique afin de vérifier la bonne adaptation des fondations au contexte nouveau.

IV - Les profondeurs des différentes couches de sols rencontrés sont données par rapport à une référence qui peut être locale ou rattachée à une référence officielle (NGF, IGN, CM). Dans tous les cas, il appartient au Maître d'Ouvrage de faire relier notre référence de nivellement à celle qui constituera la base du futur projet.

V - Notre société ne pourra être responsable de toute adaptation de fondations qui aura été apportée sur le chantier sans qu'elle ne lui ait été soumise.



Enchaînement et classification des missions d'ingénierie géotechnique selon la norme NF P 94-500 de novembre 2013



Tableau 1 - Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : Étude géotechnique préalable (G1)		Étude géotechnique préalable (G1) Phase Étude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Étude préliminaire, esquisse, APS	Étude géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Étude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	PRO	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	DCE/ACT	Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCE ACT		Consultation sur le projet de base Choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Études géotechniques de réalisation (G3/G4)		<u>À la charge de l'entreprise</u>	<u>À la charge du maître d'ouvrage</u>			
	EXE/VISA	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Étude (en interaction avec la phase Suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision du suivi)	Étude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
DET/AOR	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Suivi (en interaction avec la phase Étude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage	Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux		
À toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

Tableau 2 - Classification des missions d'ingénierie géotechnique

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

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

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

Phase Étude de Site (ES)

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

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

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

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

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

Phase Avant-projet (AVP)

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

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

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 avoisnants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

Phase DCE IACT

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

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

NF P94-500 – Novembre 2013

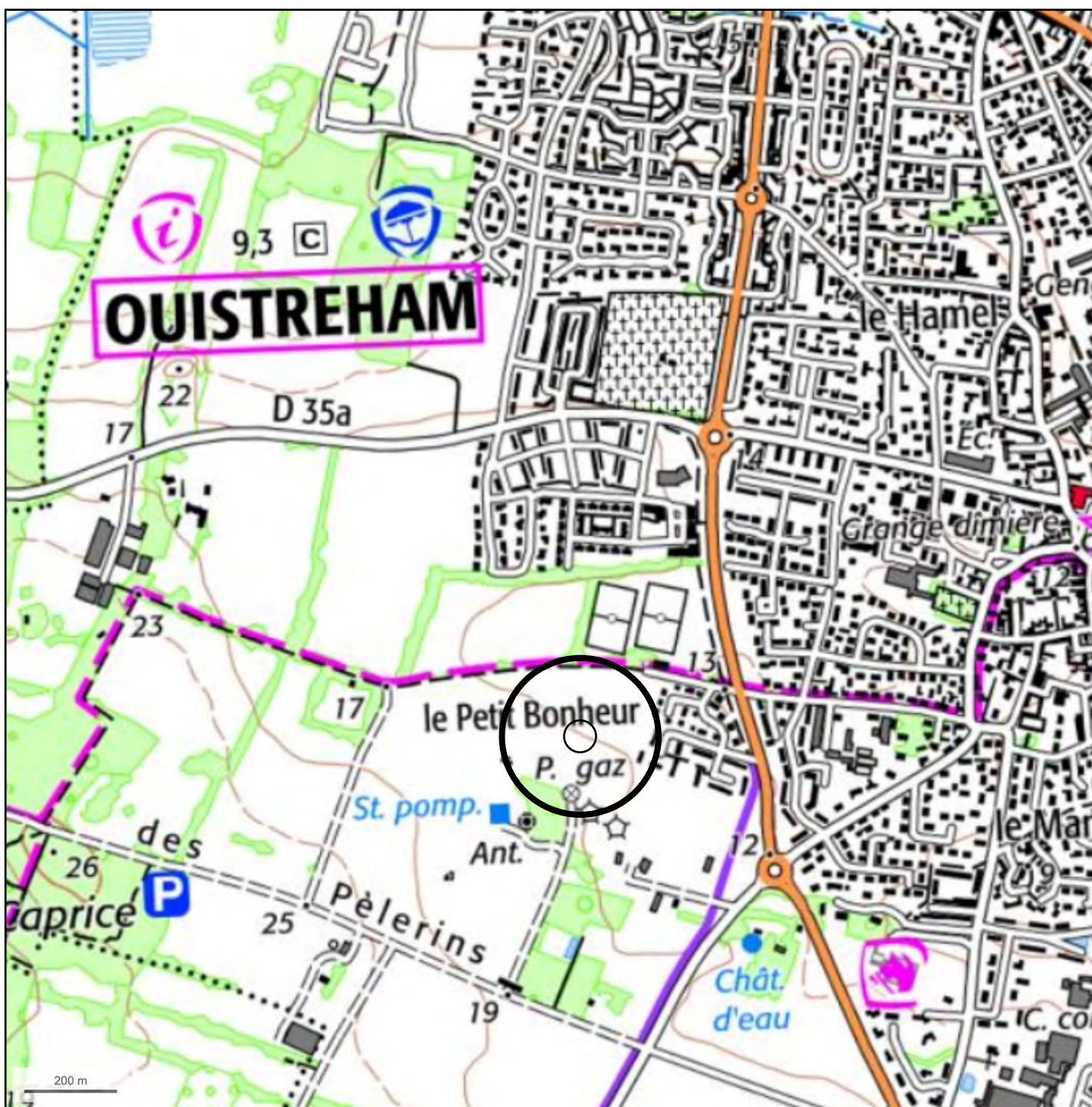
Tableau 2 - Classification des missions d'ingénierie géotechnique (suite)

<p>ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G4, distinctes et simultanées)</p> <p>ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)</p> <p>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 :</p> <p>Phase Étude</p> <ul style="list-style-type: none"> • Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. • 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. <p>Phase Suivi</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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).
<p>SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)</p> <p>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 :</p> <p>Phase Supervision de l'étude d'exécution</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>Phase Supervision du suivi d'exécution</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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.
<p>DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)</p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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).



Plan de situation





PLAN DE SITUATION

Indice	Libellé	Date	Dessin	Chargé d'affaire	Approuvé
0	Initial	31/01/2025	NCO	BBI	JDU
N° de dossier : TEA250022		Chantier : 14 – OUISTREHAM			Format fichier : doc
		Adresse : avenue de la Liberté / rue du Petit Bonheur			Echelle : graphique

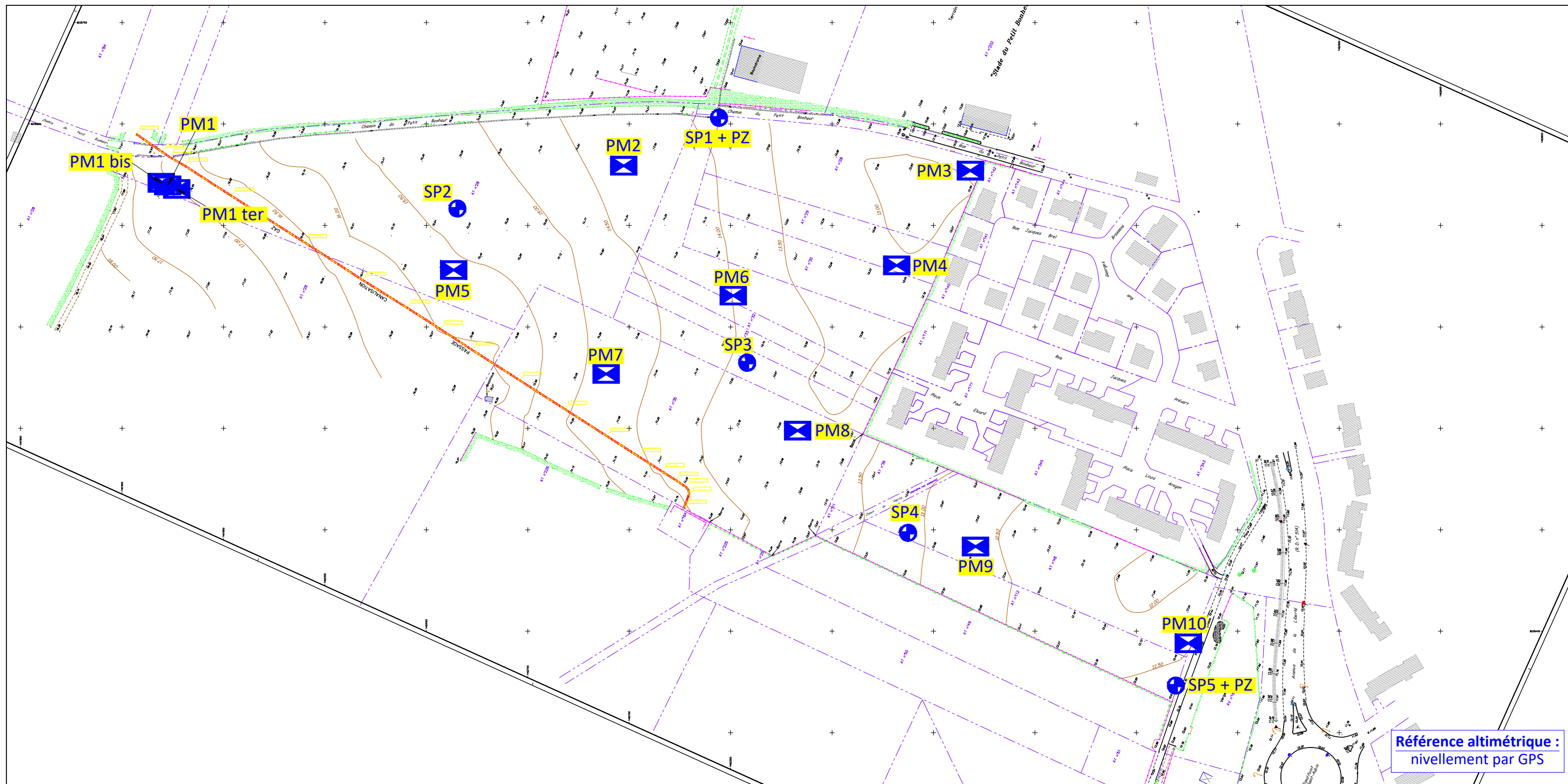


Tél 02 31 73 63 30
 Fax 02 31 73 63 31
 caen@technosol-gengis.fr
 1 rue Ampère
 14120 MONDEVILLE





Plans d'implantation des sondages





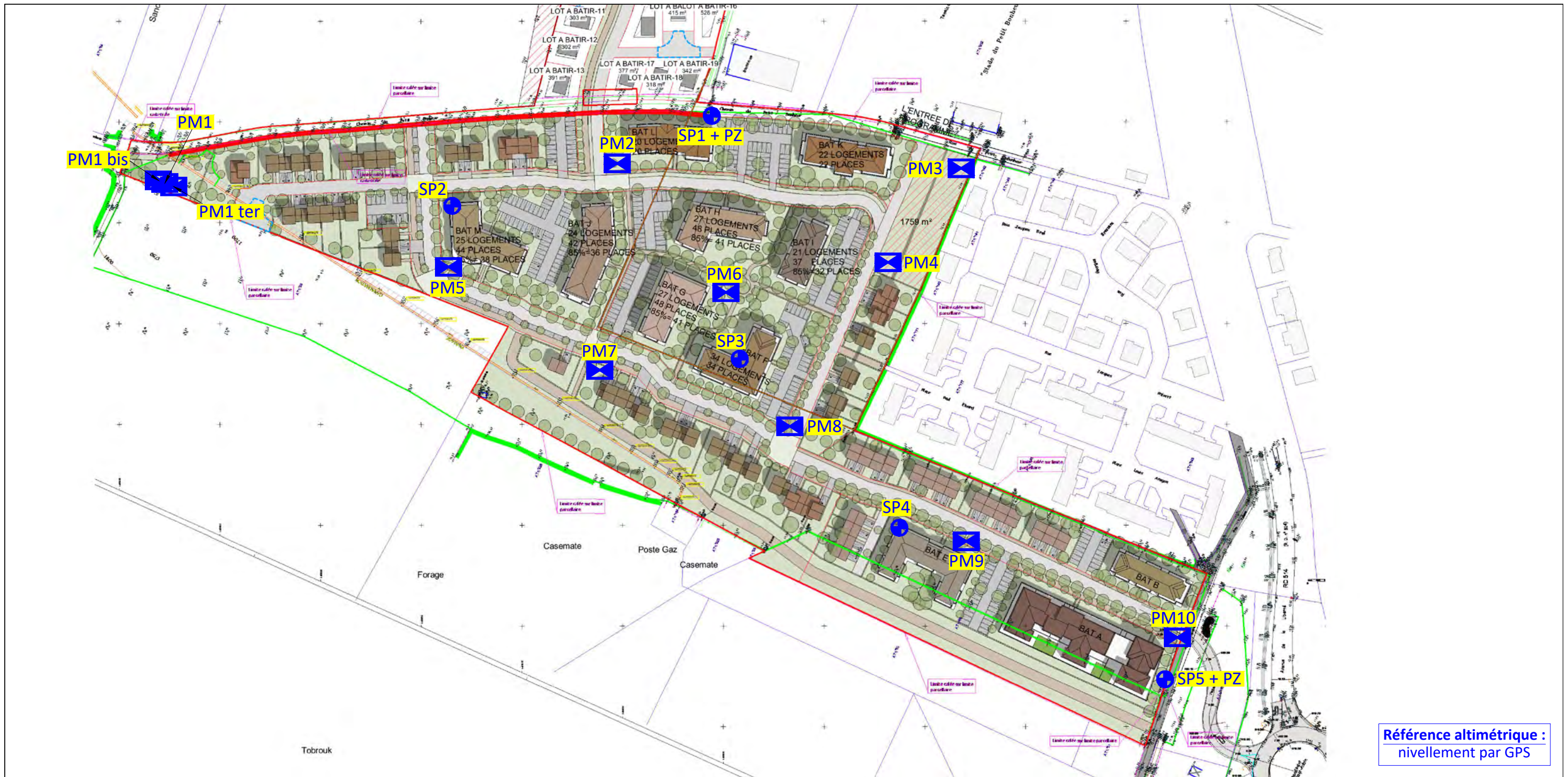
LEGENDE :

-  SONDAGE PRESSIOMETRIQUE
-  SONDAGE A LA PELLE

PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES (état existant)					
Indice	Libellé	Date	Dessin	Chargé d'affaire	Approuvé
2	Suivant implantation	11/02/2025	NCO	BBI	JDU
1	Modification de l'implantation	31/01/2025	NCO	BBI	JDU
0	Initial	22/01/2025	NCO	BBI	JDU
N° de dossier : TEA250022			Chantier : 14 - OUISTREHAM		Format fichier : dwg
			Adresse : avenue de la Liberté / rue du Petit Bonheur		Echelle : 1/2000




TECHNOSOL
GROUPE GENGIS

Tél 02 31 73 63 30
 Fax 02 31 73 63 31
 caen@technosol-gengis.fr
 1 rue Ampère
 14120 MONDEVILLE



Référence altimétrique :
nivellement par GPS

LEGENDE :

-  SONDAGE PRESSIOMETRIQUE
-  SONDAGE A LA PELLE

PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES (état projeté)

Indice	Libellé	Date	Dessin	Chargé d'affaire	Approuvé
2	Suivant implantation	11/02/2025	NCO	BBI	JDU
1	Modification de l'implantation	31/01/2025	NCO	BBI	JDU
0	Initial	22/01/2025	NCO	BBI	JDU
N° de dossier : TEA250022			Chantier : 14 - OUISTREHAM		Format fichier : dwg
			Adresse : avenue de la Liberté / rue du Petit Bonheur		Echelle : 1/2000



TECHNOSOL
GROUPE GENGIS

Tél 02 31 73 63 30
Fax 02 31 73 63 31
caen@technosol-gengis.fr
1 rue Ampère
14120 MONDEVILLE



Coupes des sondages pressiométriques et coupes et photographies des sondages à la mini-pelle



Sondage : SP2

Type : SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

Client : AMENAGEMENT ET TERRITOIRES

Echelle : **1/75**

Date début de forage : **24/02/2025**

Sondeur : **S. LOUISE**

X : **1462065,28**

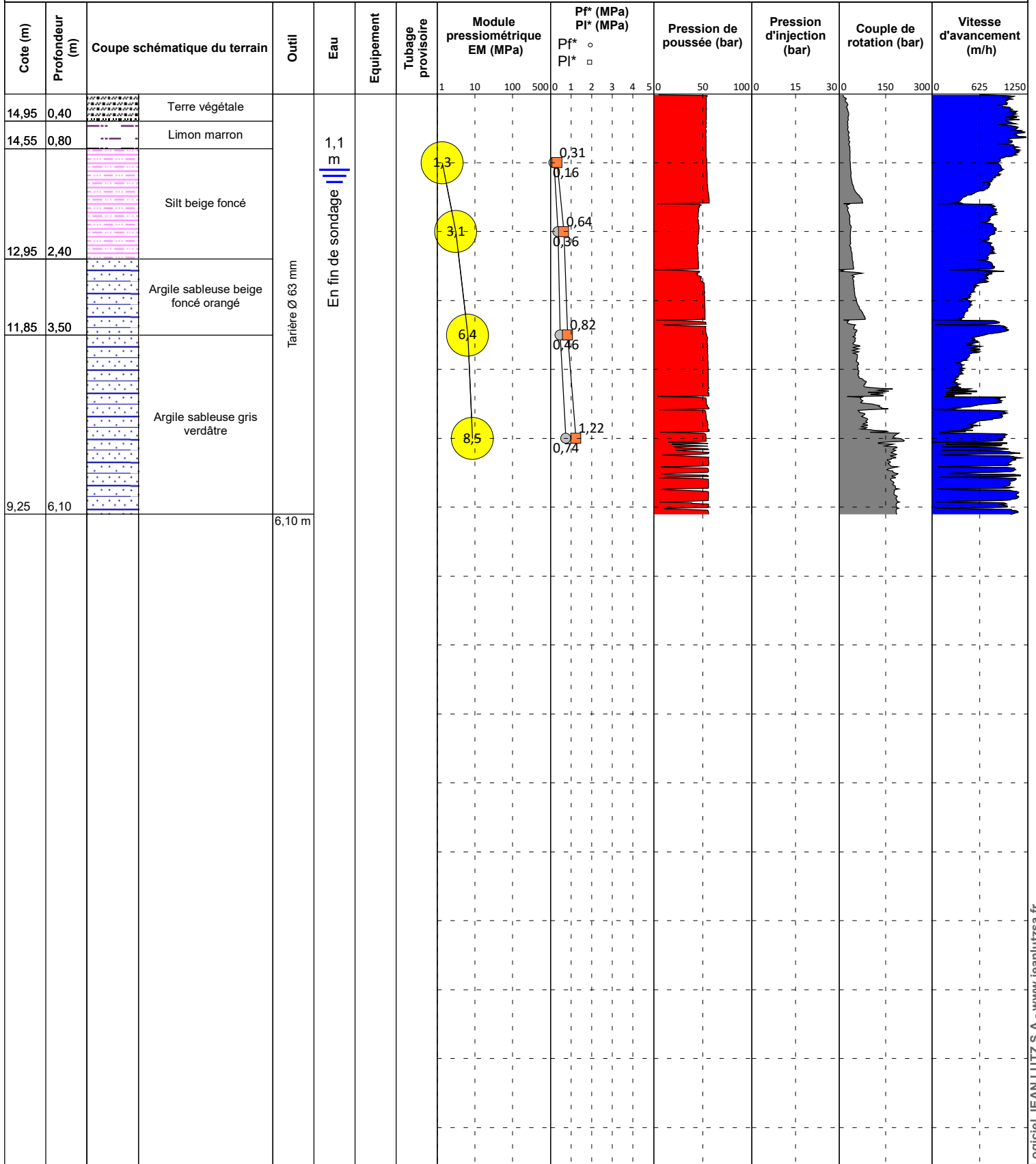
Date fin de forage : **24/02/2025**

Machine : **EMCI E 7.50**

Y : **8235608,39**

Z : **15,35**

Longueur : **6,10m**



NOTA :

Sondage : SP3

Type : SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

Client : AMENAGEMENT ET TERRITOIRES

Echelle : **1/75**

Date début de forage : **21/02/2025**

Sondeur : **S. LOUISE**

X : **1462208,16**

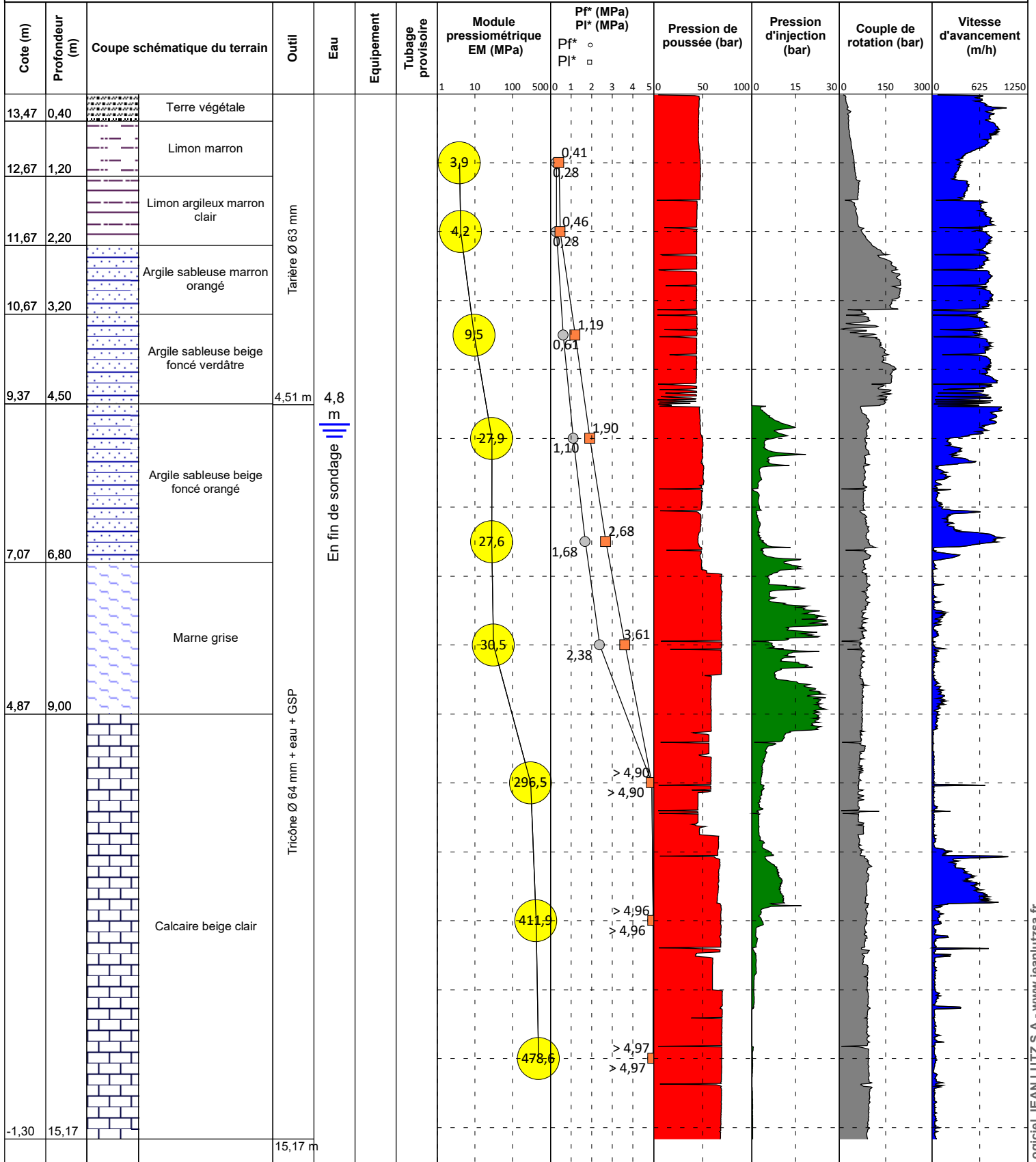
Date fin de forage : **24/02/2025**

Machine : **EMCI E 7.50**

Y : **8235532,38**

Z : **13,87**

Longueur : **15,17m**



NOTA :

Sondage : SP4

Type : SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

Client : AMENAGEMENT ET TERRITOIRES

Echelle : **1/75**

Date début de forage : **20/02/2025**

Sondeur : **S. LOUISE**

X : **1462287,51**

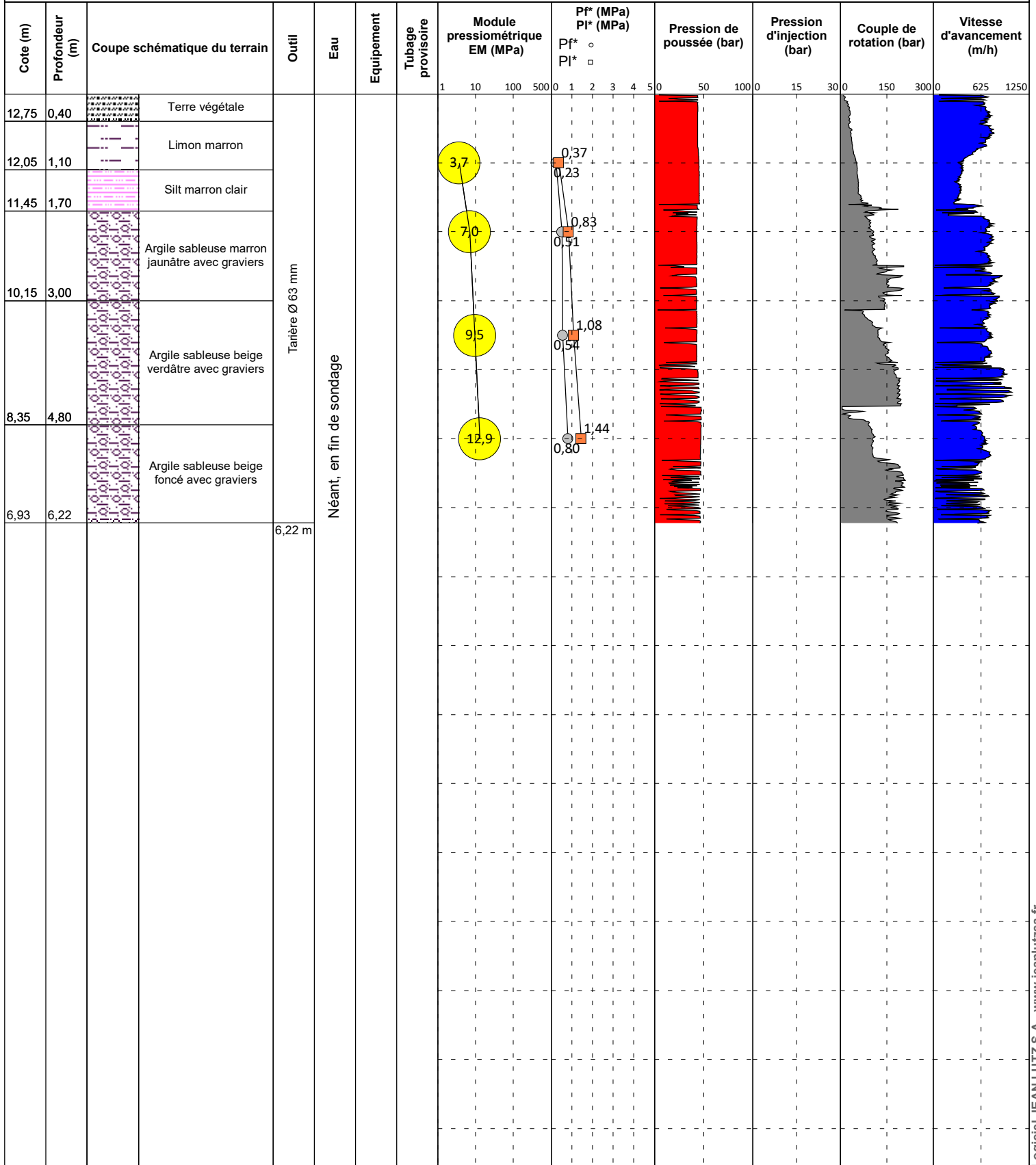
Date fin de forage : **21/02/2025**

Machine : **EMCI E 7.50**

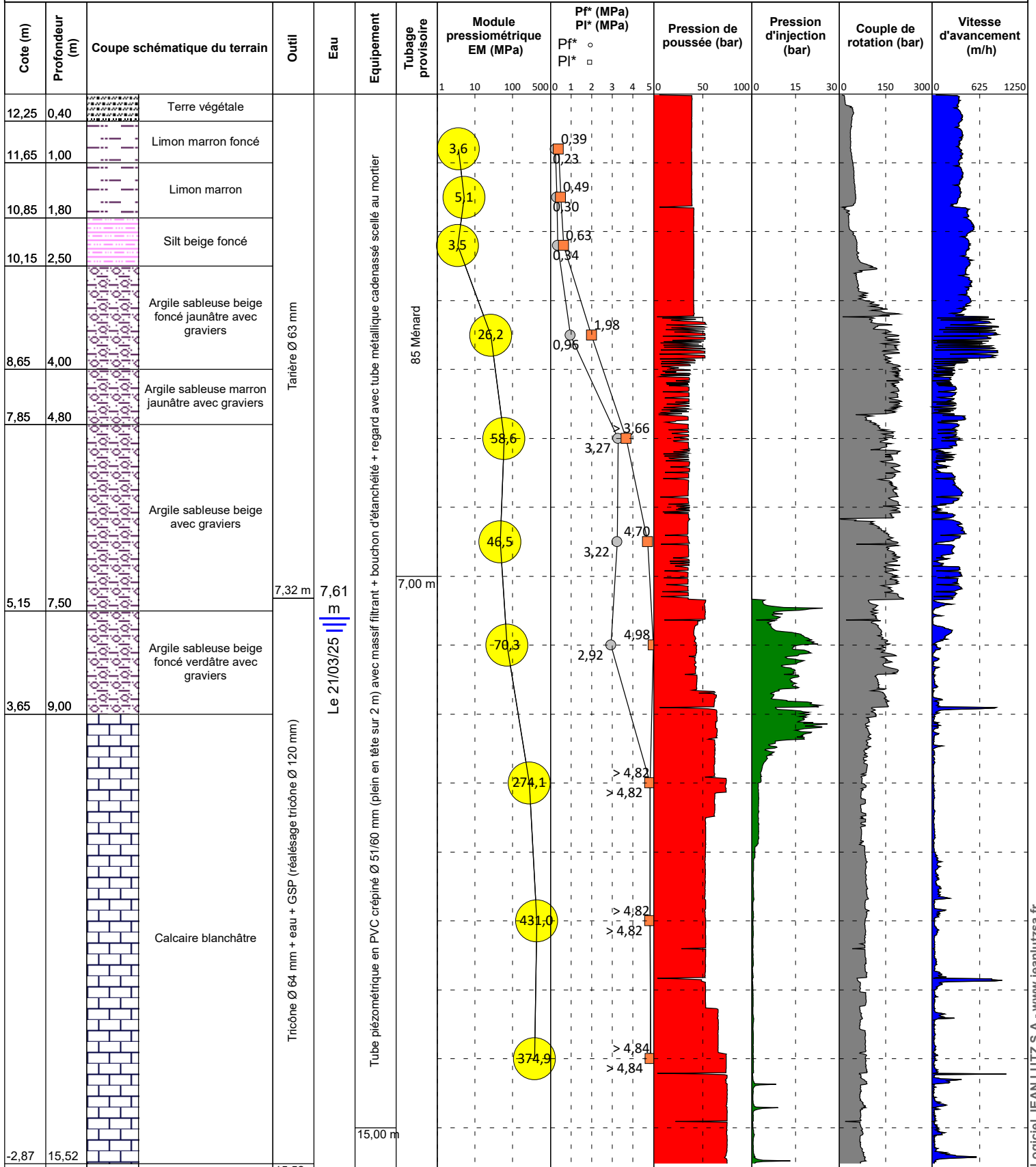
Y : **8235448,51**

Z : **13,15**






Longueur : **6,22m**




NOTA :









NOTA :





Cote (m)	Profondeur (m)	Coupe schématique du terrain	Outil	Eau	Essai	Perméabilité (m/s)
16,64	0,40	 <p>Terre végétale</p>	Godet 350 mm	<p>1,2 m</p>  <p>Arrivée d'eau</p>		
16,24	0,80	 <p>Limon marron foncé</p>				
15,54	1,50	 <p>Silt beige foncé</p>				
			1,50 m			




Cote (m)	Profondeur (m)	Coupe schématique du terrain	Outil	Eau	Essai	Perméabilité (m/s)
16,65	0,40	 Terre végétale	Godet 350 mm	1 m		
16,05	1,00	 Limon marron				
			1,00 m	Arrivée d'eau		



Cote (m)	Profondeur (m)	Coupe schématique du terrain	Outil	Eau	Essai	Perméabilité (m/s)
16,62	0,40	 Terre végétale	Godet 350 mm	Néant, en fin de sondage	0,40 m	
16,22	0,80	 Limon marron			Essai Porchet à niveau variable	K = 7,34E-07
			0,80 m		0,80 m	
						


Cote (m)	Profondeur (m)	Coupe schématique du terrain	Outil	Eau	Essai	Perméabilité (m/s)
13,63	0,40	 Terre végétale	Godet 350 mm	Néant, en fin de sondage	0,60 m Essai Porchet à niveau variable + GTR	K = 8,65E-06
12,93	1,10	 Limon marron				
			1,10 m		1,10 m	
						




Cote (m)	Profondeur (m)	Coupe schématique du terrain	Outil	Eau	Essai	Perméabilité (m/s)
12,52	0,40	 <p>Terre végétale</p>	Godet 350 mm	Néant, en fin de sondage	Essai Porchet à niveau variable	K = 3,65E-07
11,32	1,60	 <p>Limon marron</p>				
10,72	2,20	 <p>Silt beige foncé</p>				
			2,20 m		2,20 m	

Cote (m)	Profondeur (m)	Coupe schématique du terrain	Outil	Eau	Essai	Perméabilité (m/s)
12,64	0,40	 <p>Terre végétale</p>	Godet 350 mm	Néant, en fin de sondage	1,40 m	K = 1,13E-06
11,64	1,40	 <p>Limon marron</p>				
11,04	2,00	 <p>Silt beige foncé avec quelques graviers</p>				
			2,00 m		2,00 m	

Cote (m)	Profondeur (m)	Coupe schématique du terrain	Outil	Eau	Essai	Perméabilité (m/s)
15,21	0,40	 <p>Terre végétale</p>	Godet 350 mm	Néant, en fin de sondage	0,60 m	K = 3,14E-07
14,31	1,30	 <p>Limon marron</p>			Essai Porchet à niveau variable + GTR	
			1,30 m		1,30 m	
						





Cote (m)	Profondeur (m)	Coupe schématique du terrain	Outil	Eau	Essai	Perméabilité (m/s)
13,64	0,40	 Terre végétale	Godet 350 mm	Néant, en fin de sondage	0,40 m	
13,04	1,00	 Limon marron			Essai Porchet à niveau variable	K = 8,34E-07
			1,00 m		1,00 m	



Cote (m)	Profondeur (m)	Coupe schématique du terrain	Outil	Eau	Essai	Perméabilité (m/s)
14,31	0,50	 Terre végétale	Godet 350 mm	Néant, en fin de sondage	0,55 m	
13,71	1,10	 Limon marron			Essai Porchet à niveau variable	K = 1,79E-06
			1,10 m		1,10 m	

Cote (m)	Profondeur (m)	Coupe schématique du terrain	Outil	Eau	Essai	Perméabilité (m/s)
13,13	0,40	 <p>Terre végétale</p>	Godet 350 mm	Néant, en fin de sondage	0,50 m	
12,03	1,50	 <p>Limon marron</p>			Essai Porchet à niveau variable	K = 2,18E-06
			1,50 m		1,50 m	

Cote (m)	Profondeur (m)	Coupe schématique du terrain	Outil	Eau	Essai	Perméabilité (m/s)
12,27	0,40	 Terre végétale	Godet: 350 mm	Néant, en fin de sondage	1,20 m Essai Porchet à niveau variable + GTR	K = 9,31E-07
11,47	1,20	 Limon marron				
11,17	1,50	 Silt marron clair				
			1,50 m		1,50 m	

Cote (m)	Profondeur (m)	Coupe schématique du terrain	Outil	Eau	Essai	Perméabilité (m/s)
12,13	0,40	 <p>Terre végétale</p>	Godet: 350 mm	Néant, en fin de sondage	1,20 m Essai Porchet à niveau variable + GTR	K = 2,85E-06
11,33	1,20	 <p>Limons marron foncé</p>				
11,03	1,50	 <p>Limons argileux marron</p>				
			1,50 m		1,50 m	



Résultats des essais de perméabilité





Résultats des essais de laboratoire



Analyse Granulométrique

(NF P94-056)

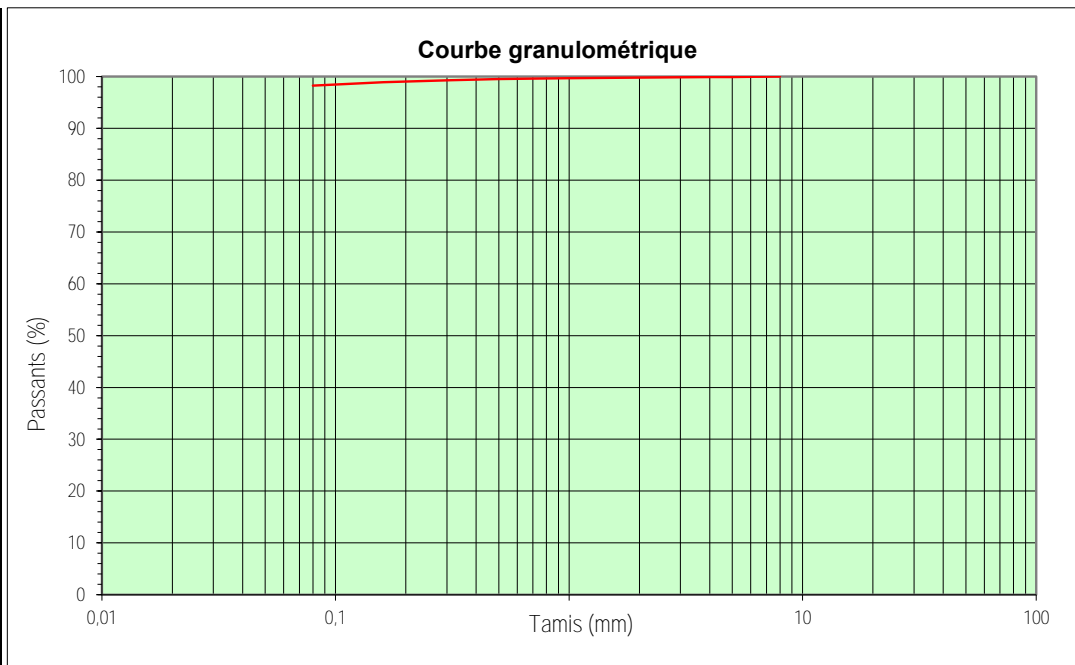
Dossier n° : Chantier : Site : Client :	TEA250022 OUISTREHAM (14) avenue de la Liberté / rue du Petit Bonheur Aménagement et Territoires	Date des essais : 12/03/2025 Opérateur : FFI Température de séchage : 105°C
		Matériau à l'essai
		Sondage n° : PM2
		Prof. Échan. (m) : 0.40-1.10
		Prof. Prélt (m) : 0.40-1.10
		Description visuelle des sols : Limon marron
<u>Prélèvement</u>		
Mode :	Pelle Mécanique	
Date :	19/02/2025	
Réception n° :	2025.03.062	

Méthode appliquée

- Tamisage à sec après lavage

Résultats

Tamis (mm)	Passants (%)
125	100,0
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
31,5	100,0
25	100,0
20	100,0
16	100,0
12,5	100,0
10	100,0
8	100,0
6,3	99,9
5	99,9
4	99,9
2	99,8
1	99,7
0,5	99,5
0,315	99,3
0,160	98,9
0,08	98,2



dm (mm) :	6,3	plus grand tamis utilisé
Dmax (mm) :	11,0	dimension max. des plus gros éléments contenus dans le sol

w (%) :	23,6	teneur en eau naturelle (NF P94-050)
---------	------	--------------------------------------

Date : 03/04/2025	Observation :	Date : 03/04/2025
Rédacteur : FFI		Vérificateur : J-LT

Détermination des limites d'Atterberg

Limite de liquidité - Méthode au cône de pénétration : NF P 94-052-1
 Limite de plasticité au rouleau : NF P 94-051

Dossier n° : TEA250022 Chantier : OUISTREHAM (14) Site : avenue de la Liberté / rue du Petit Bonheur Client : Aménagement et Territoires	Date des essais : 31/03/2025 Opérateur : CGA Température de séchage : 105°C
Matériau à l'essai	
Mode : Pelle Mécanique Date : 19/02/2025 Réception n° : 2025.03.062	Sondage n° : PM2 Prof. Échan. (m) : 0.40-1.10 Prof. Prêt (m) : 0.40-1.10 Description visuelle des sols : Limon marron

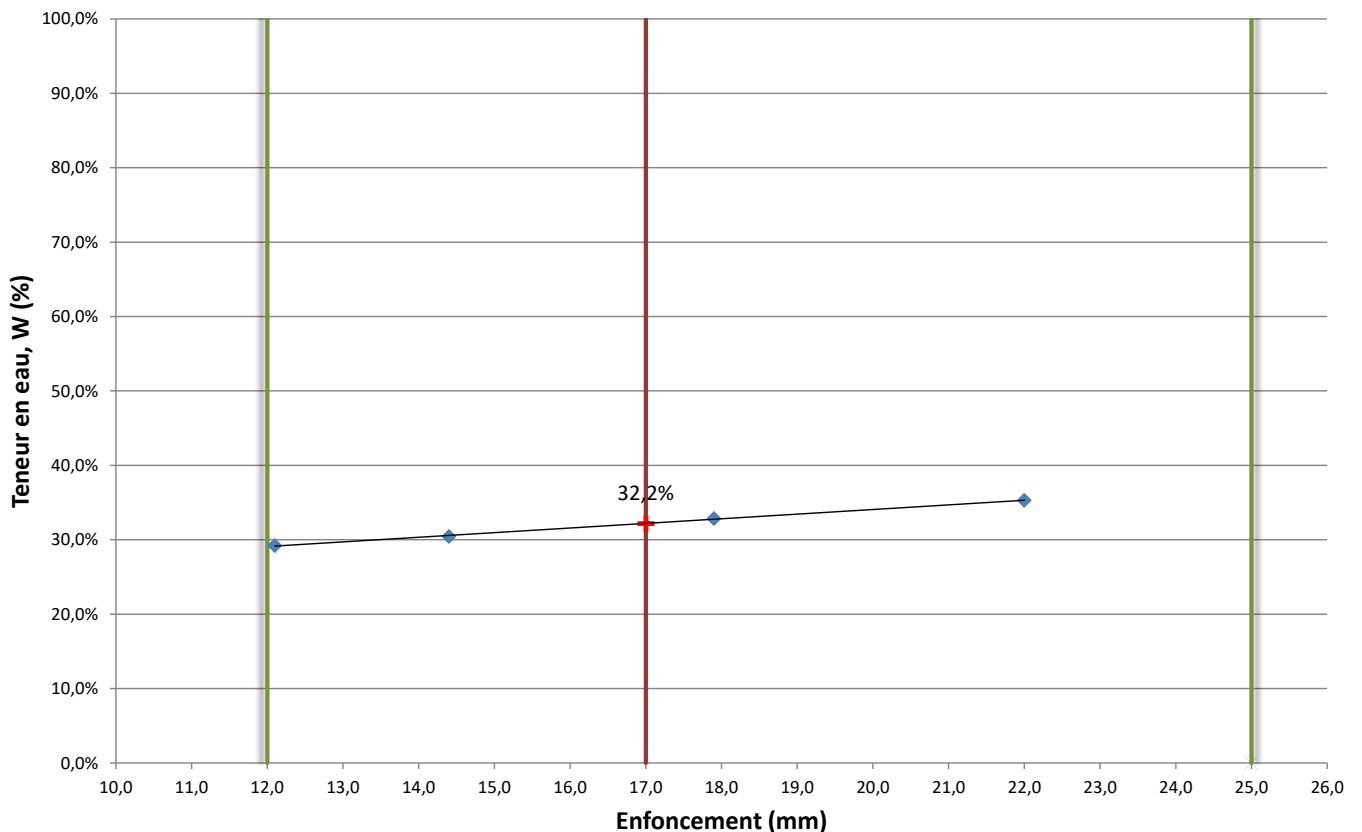
Limite de liquidité au cône de pénétration

Mesures n°	1	2	3	4
Enfoncement (mm)	22,0	17,9	14,4	12,1
Teneur en eau, w (%)	35,3%	32,9%	30,4%	29,2%

Limite de plasticité

Teneur en eau de plasticité (%)	
w =	22,8%
w =	22,9%
w_p = 22,8%	

Limites d'Atterberg au pénétromètre à cône



Limite de liquidité : w _L =	32,2%		Indice de plasticité I _p =	9,4
Limite de plasticité : w _p =	22,8%		Indice de consistance I _c =	0,92
Teneur en eau du sol : w _n =	23,6%			

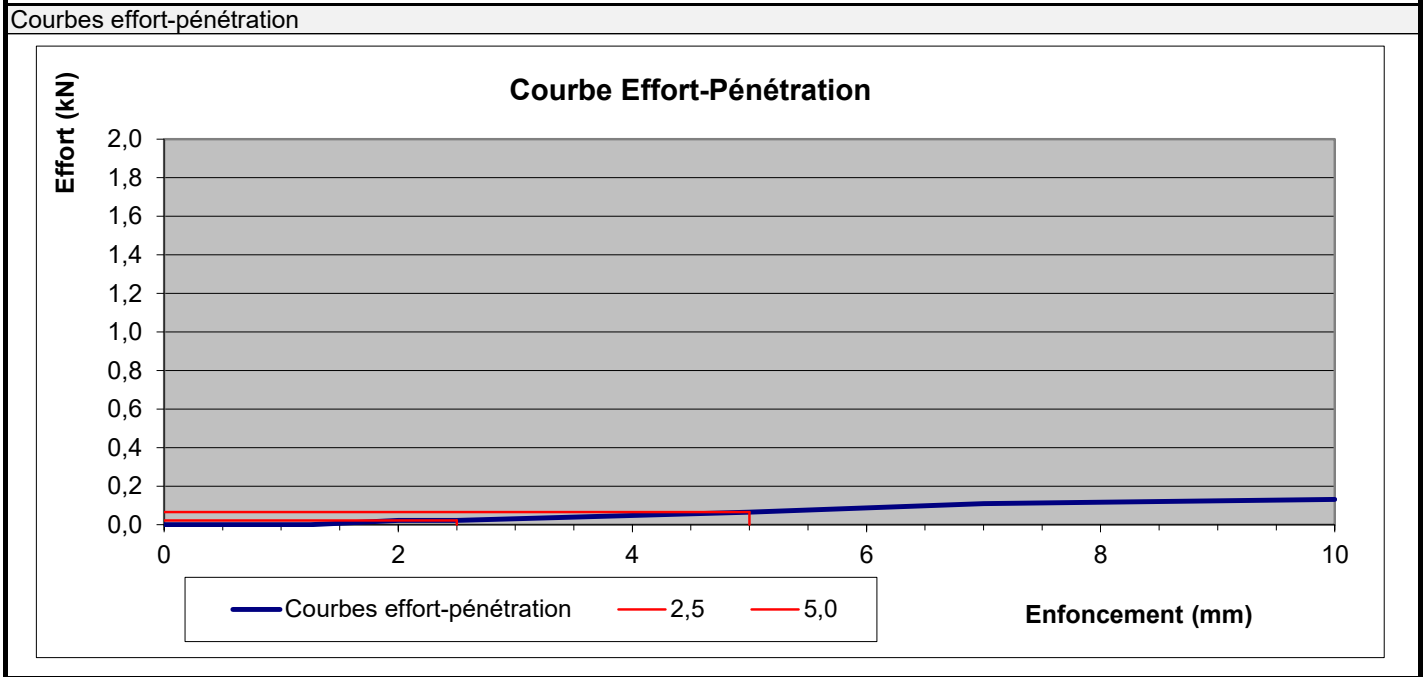
Date : 03/04/2025	Observation :	Date : 03/04/2025
Rédacteur : FFI		Vérificateur : J-LT

Indice Portant Immédiat Mesure sur échantillon compacté dans le moule CBR (NF P 94-078)

Dossier : TEA250022 Chantier : OUISTREHAM (14) Site : avenue de la Liberté / rue du Petit Bonheur Client : Aménagement et Territoires	Date des essais : 25/03/2025 Opérateur : FFI Température de séchage : 105°C
Matériau à l'essai	
Sondage n° :	PM2
<u>Prélèvement</u>	Prof.échantillon (m) : 0.40-1.10
Mode : Pelle Mécanique	Prof.prélt (m) : 0.40-1.10
Date : 19/02/2025	Description visuelle des sols : Limon marron
Réception : 2025.03.062	

Caractéristiques de l'éprouvette	
mode de compactage	OPN
densité sèche	$\rho_d (t/m^3) = 1,564$
teneur en eau de confection	$w (\%) = 23,8$
IPI = 0	

Poinçonnement de l'éprouvette										
Enfoncement (mm)	0	0,5	1	1,25	2	2,5	5	7	10	
Effort en (kN)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	
IPI - 2,5 (mm)	0									
IPI - 5 (mm)	0									



Date : 03/04/2025	Observation :	Date : 03/04/2025
Rédacteur : FFI		Vérificateur : J-LT

Analyse Granulométrique

(NF P94-056)

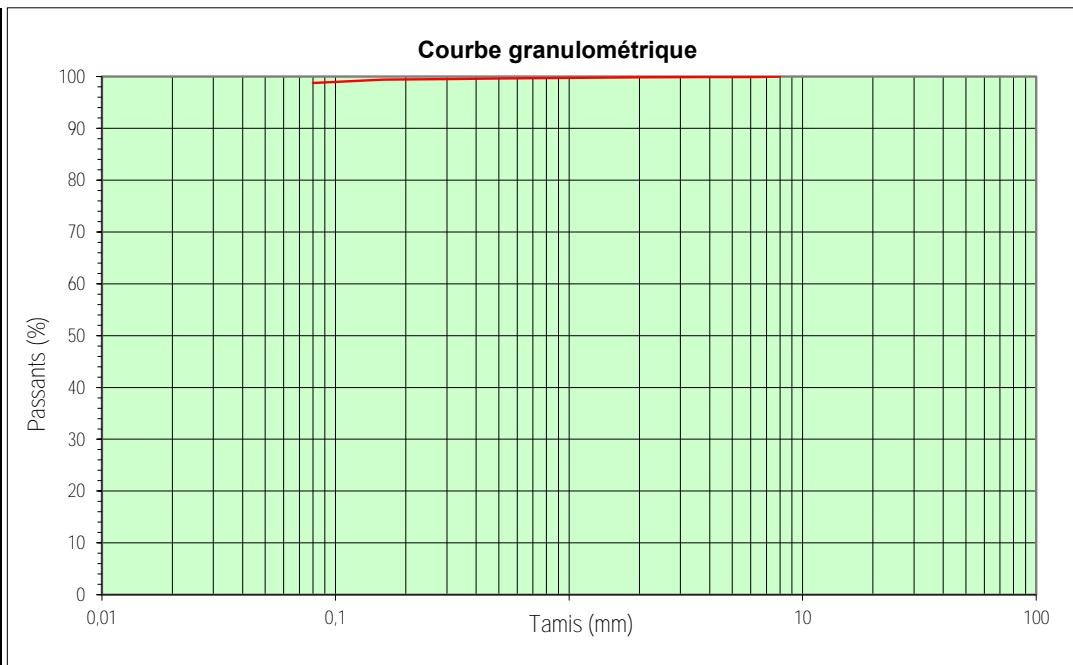
Dossier n° : Chantier : Site : Client :	TEA250022 OUISTREHAM (14) avenue de la Liberté / rue du Petit Bonheur Aménagement et Territoires	Date des essais : 12/03/2025 Opérateur : FFI Température de séchage : 105°C
		Matériau à l'essai
		Sondage n° : PM5
		Prof. Échan. (m) : 0.40-1.30
		Prof. Prélt (m) : 0.40-1.30
		Description visuelle des sols : Limon marron
<u>Prélèvement</u>		
Mode : Date : Réception n° :	Pelle Mécanique 18/02/2025 2025.03.062	

Méthode appliquée

- Tamisage à sec après lavage

Résultats

Tamis (mm)	Passants (%)
125	100,0
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
31,5	100,0
25	100,0
20	100,0
16	100,0
12,5	100,0
10	100,0
8	100,0
6,3	99,9
5	99,9
4	99,9
2	99,8
1	99,7
0,5	99,6
0,315	99,5
0,160	99,4
0,08	98,8



dm (mm) :	6,3	plus grand tamis utilisé
Dmax (mm) :	10,0	dimension max. des plus gros éléments contenus dans le sol

w (%) :	22,9	teneur en eau naturelle (NF P94-050)
---------	------	--------------------------------------

Date : 03/04/2025 Rédacteur : FFI	Observation :	Date : 03/04/2025 Vérificateur : J-LT
--------------------------------------	---------------	--

Détermination des limites d'Atterberg

Limite de liquidité - Méthode au cône de pénétration : NF P 94-052-1
Limite de plasticité au rouleau : NF P 94-051

Dossier n° : TEA250022 Chantier : OUISTREHAM (14) Site : avenue de la Liberté / rue du Petit Bonheur Client : Aménagement et Territoires	Date des essais : 31/03/2025 Opérateur : CGA Température de séchage : 105°C
Matériau à l'essai	
Mode : Pelle Mécanique Date : 18/02/2025 Réception n° : 2025.03.062	Sondage n° : PM5 Prof. Échan. (m) : 0.40-1.30 Prof. Prêt (m) : 0.40-1.30 Description visuelle des sols : Limon marron

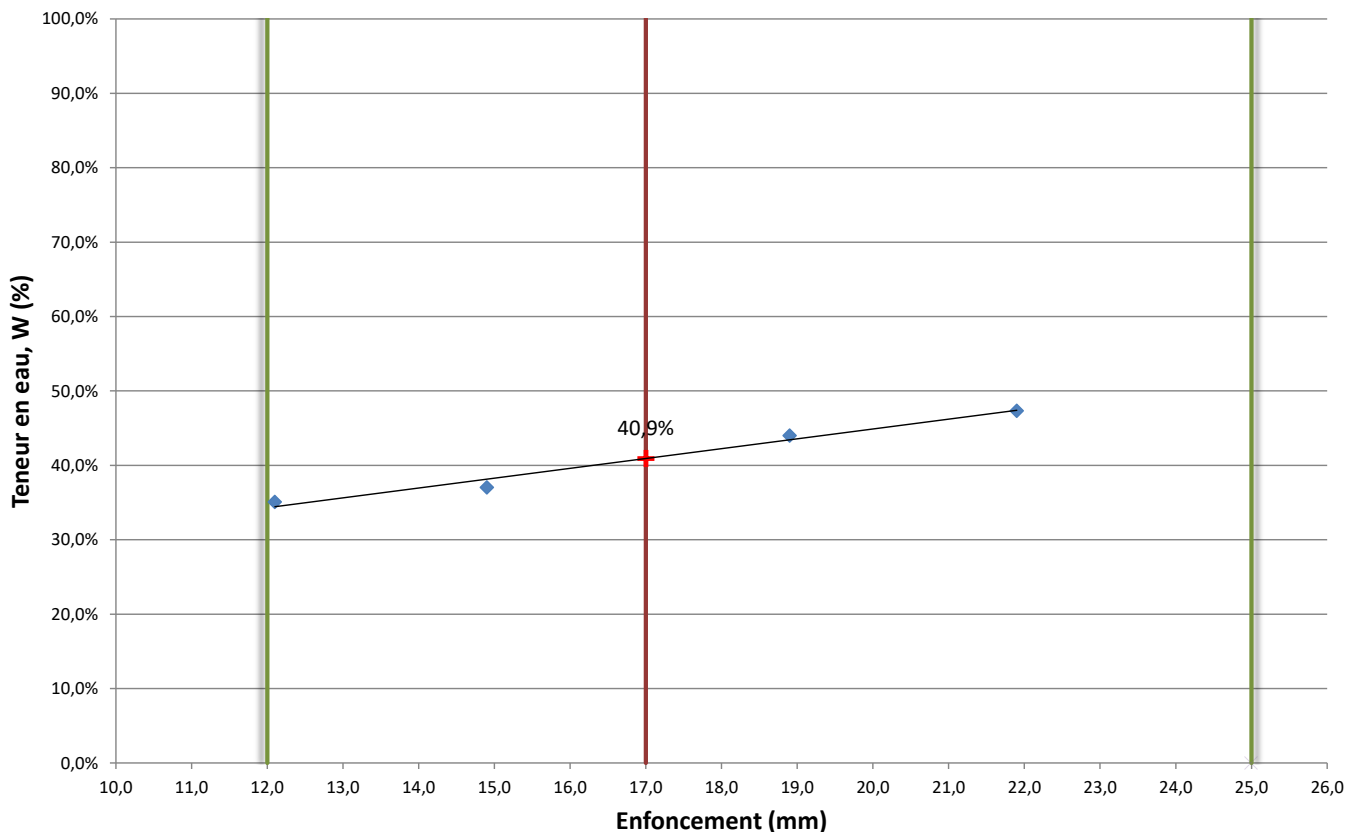
Limite de liquidité au cône de pénétration

Mesures n°	1	2	3	4
Enfoncement (mm)	21,9	18,9	14,9	12,1
Teneur en eau, w (%)	47,3%	44,0%	37,0%	35,1%

Limite de plasticité

Teneur en eau de plasticité (%)	
w =	22,7%
w =	22,7%
w_p = 22,7%	

Limites d'Atterberg au pénétromètre à cône



Limite de liquidité : w _L =	40,9%	Indice de plasticité I _p =	18,2
Limite de plasticité : w _p =	22,7%	Indice de consistance I _c =	0,99
Teneur en eau du sol : w _n =	22,9%		

Date : 03/04/2025	Observation :	Date : 03/04/2025
Rédacteur : FFI		Vérificateur : J-LT

Indice Portant Immédiat

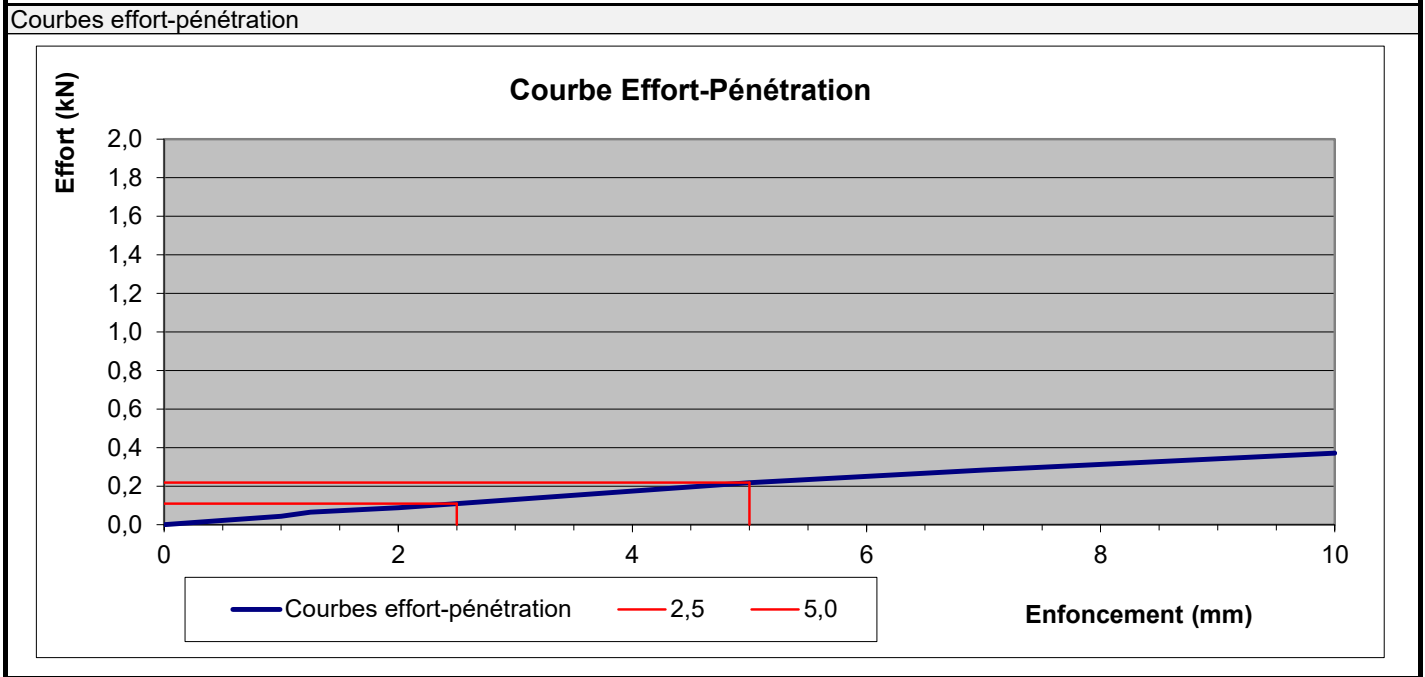
Mesure sur échantillon compacté dans le moule CBR

(NF P 94-078)

Dossier : TEA250022 Chantier : OUISTREHAM (14) Site : avenue de la Liberté / rue du Petit Bonheur Client : Aménagement et Territoires	Date des essais : 25/03/2025 Opérateur : FFI Température de séchage : 105°C
Matériau à l'essai	
Sondage n° :	PM5
<u>Prélèvement</u>	Prof.échantillon (m) : 0.40-1.30
Mode : Pelle Mécanique	Prof.prélt (m) : 0.40-1.30
Date : 18/02/2025	Description visuelle des sols : Limon marron
Réception : 2025.03.062	

Caractéristiques de l'éprouvette	
mode de compactage	OPN
densité sèche	$\rho_d (t/m^3) = 1,636$
teneur en eau de confection	$w (\%) = 21,6$
IPI = 1	

Poinçonnement de l'éprouvette										
Enfoncement (mm)	0	0,5	1	1,25	2	2,5	5	7	10	
Effort en (kN)	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	
IPI - 2,5 (mm)	1									
IPI - 5 (mm)	1									



Date : 03/04/2025	Observation :	Date : 03/04/2025
Rédacteur : FFI		Vérificateur : J-LT

Analyse Granulométrique

(NF P94-056)

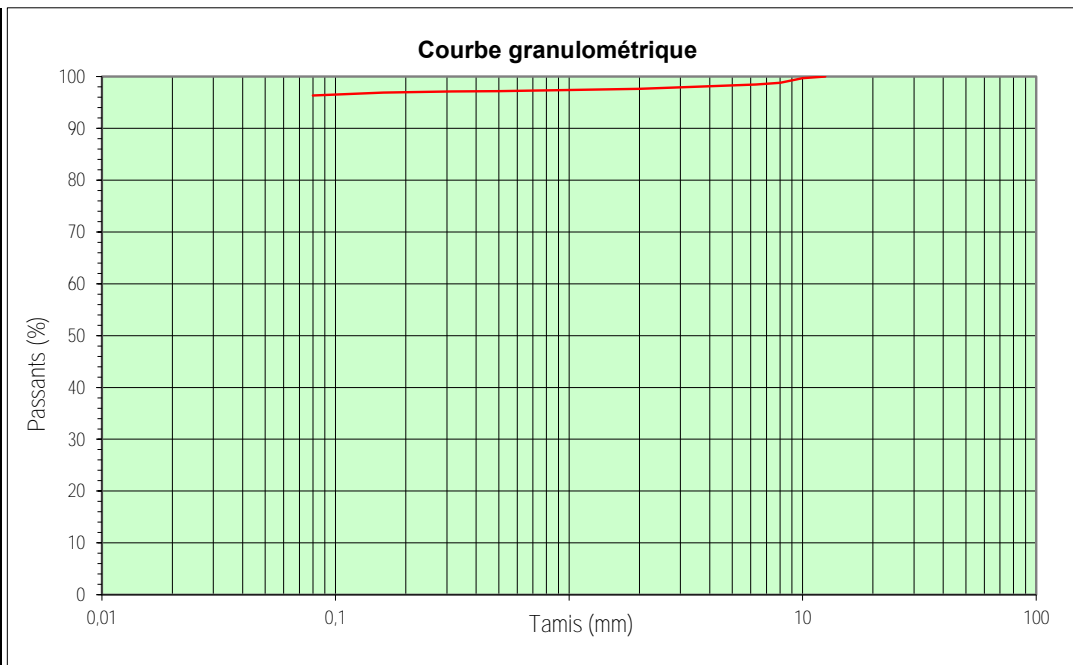
Dossier n° : Chantier : Site : Client :	TEA250022 OUISTREHAM (14) avenue de la Liberté / rue du Petit Bonheur Aménagement et Territoires	Date des essais : 12/03/2025 Opérateur : FFI Température de séchage : 105°C
		Matériau à l'essai
		Sondage n° : PM9
		Prof. Échan. (m) : 1.20-1.50
		Prof. Prélt (m) : 1.20-1.50
		Description visuelle des sols : Silt marron clair
<u>Prélèvement</u>		
Mode : Date : Réception n° :	Pelle Mécanique 20/02/2025 2025.03.062	

Méthode appliquée

- Tamisage à sec après lavage

Résultats

Tamis (mm)	Passants (%)
125	100,0
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
31,5	100,0
25	100,0
20	100,0
16	100,0
12,5	100,0
10	99,7
8	98,8
6,3	98,5
5	98,3
4	98,1
2	97,6
1	97,4
0,5	97,2
0,315	97,1
0,160	96,9
0,08	96,3



dm (mm) :	10,0	plus grand tamis utilisé
Dmax (mm) :	19,5	dimension max. des plus gros éléments contenus dans le sol

w (%) :	19,7	teneur en eau naturelle (NF P94-050)
---------	------	--------------------------------------

Date : 03/04/2025 Rédacteur : FFI	Observation :	Date : 03/04/2025 Vérificateur : J-LT
--------------------------------------	---------------	--

Détermination des limites d'Atterberg

Limite de liquidité - Méthode au cône de pénétration : NF P 94-052-1
 Limite de plasticité au rouleau : NF P 94-051

Dossier n° : TEA250022 Chantier : OUISTREHAM (14) Site : avenue de la Liberté / rue du Petit Bonheur Client : Aménagement et Territoires	Date des essais : 31/03/2025 Opérateur : CGA Température de séchage : 105°C
Matériau à l'essai	
Mode : Pelle Mécanique Date : 20/02/2025 Réception n° : 2025.03.062	Sondage n° : PM9 Prof. Échan. (m) : 1.20-1.50 Prof. Prélt (m) : 1.20-1.50 Description visuelle des sols : Silt marron clair

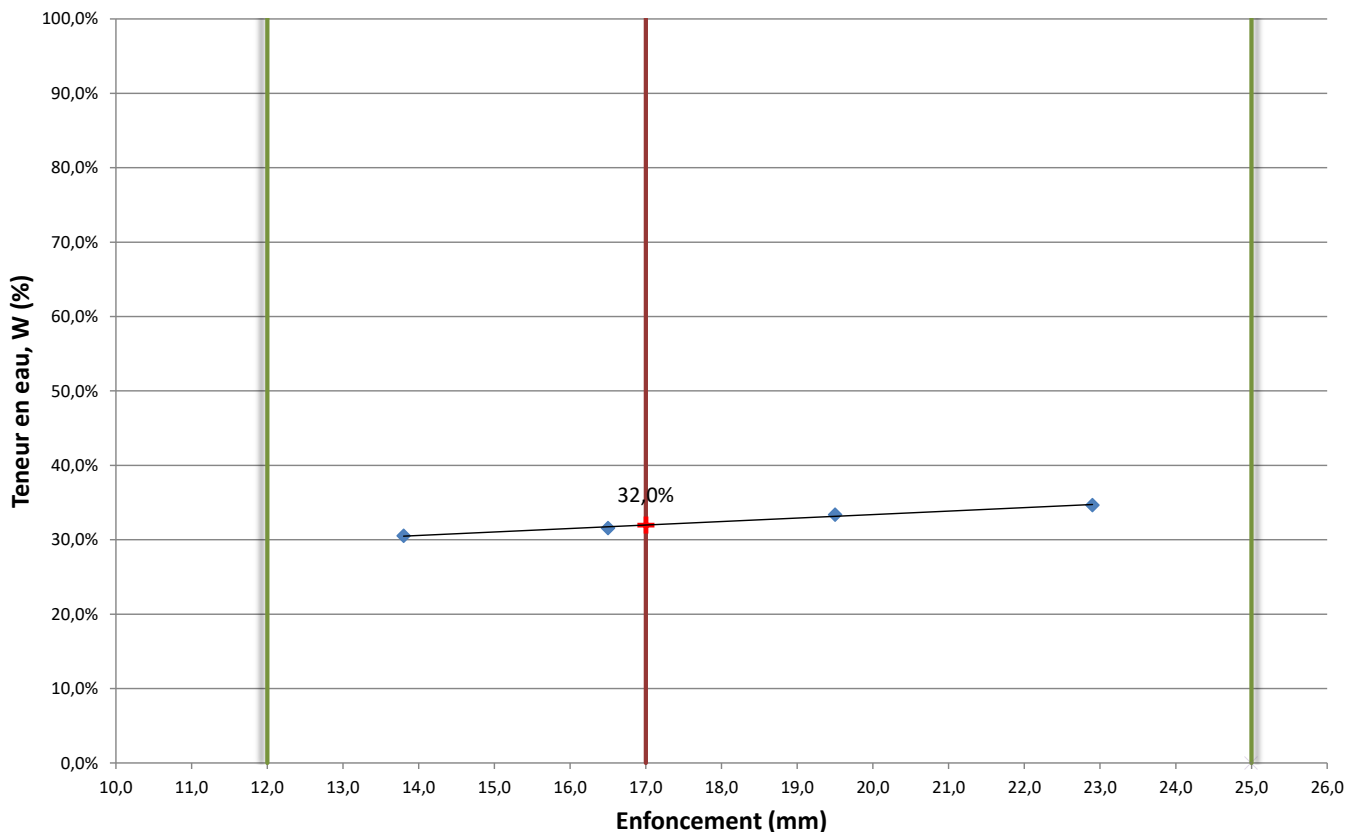
Limite de liquidité au cône de pénétration

Mesures n°	1	2	3	4
Enfoncement (mm)	22,9	19,5	16,5	13,8
Teneur en eau, w (%)	34,7%	33,4%	31,6%	30,5%

Limite de plasticité

Teneur en eau de plasticité (%)		w _p =	24,3%
w =	24,1%		
w =	24,5%		

Limites d'Atterberg au pénétromètre à cône



Limite de liquidité : w _L =	32,0%	Indice de plasticité I _p =	7,7
Limite de plasticité : w _p =	24,3%	Indice de consistance I _c =	1,60
Teneur en eau du sol : w _n =	19,7%		

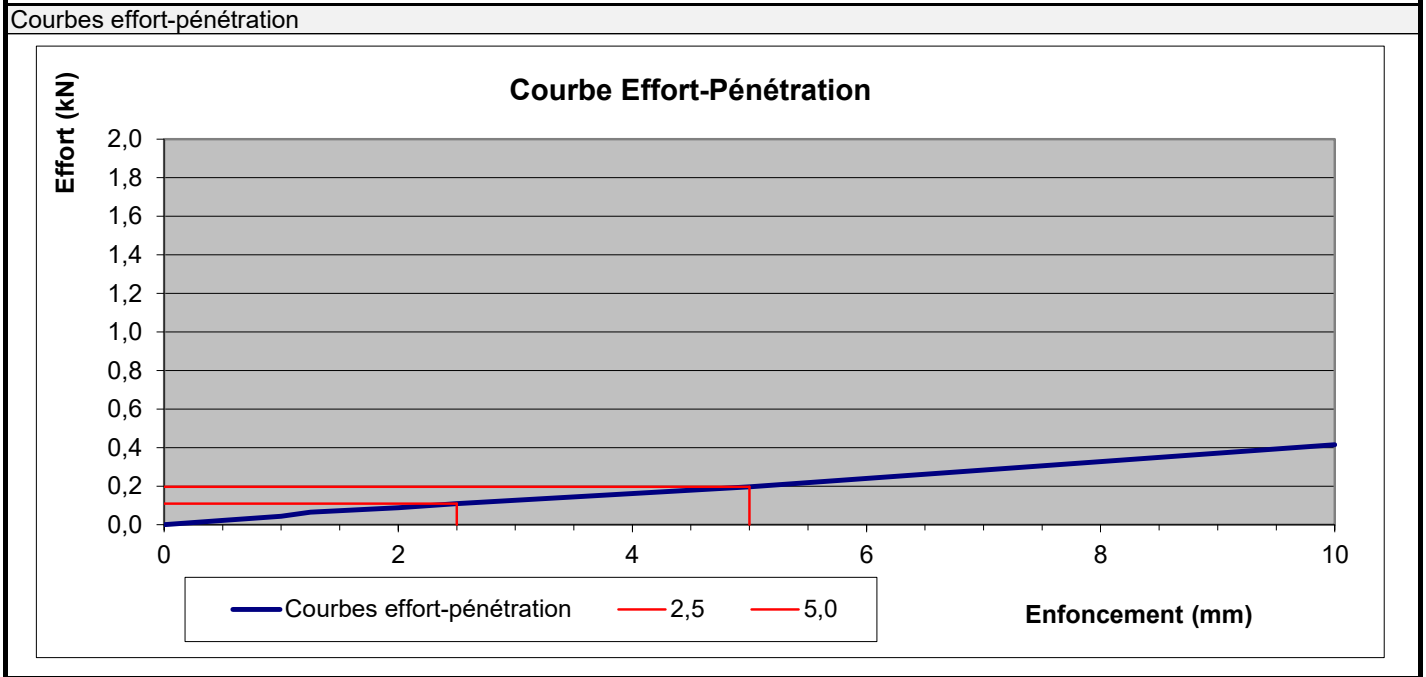
Date : 03/04/2025	Observation :	Date : 03/04/2025
Rédacteur : FFI		Vérificateur : J-LT

Indice Portant Immédiat Mesure sur échantillon compacté dans le moule CBR (NF P 94-078)

Dossier : TEA250022 Chantier : OUISTREHAM (14) Site : avenue de la Liberté / rue du Petit Bonheur Client : Aménagement et Territoires	Date des essais : 25/03/2025 Opérateur : FFI Température de séchage : 105°C
Matériau à l'essai	
Sondage n° :	PM9
<u>Prélèvement</u>	Prof.échantillon (m) : 1.20-1.50
Mode : Pelle Mécanique	Prof.prélt (m) : 1.20-1.50
Date : 20/02/2025	Description visuelle des sols : Silt marron clair
Réception : 2025.03.062	

Caractéristiques de l'éprouvette	
mode de compactage	OPN
densité sèche	$\rho_d (t/m^3) = 1,651$
teneur en eau de confection	$w (\%) = 19,9$
IPI = 1	

Poinçonnement de l'éprouvette										
Enfoncement (mm)	0	0,5	1	1,25	2	2,5	5	7	10	
Effort en (kN)	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	
IPI - 2,5 (mm)	1									
IPI - 5 (mm)	1									



Date : 03/04/2025	Observation :	Date : 03/04/2025
Rédacteur : FFI		Vérificateur : J-LT

Analyse Granulométrique

(NF P94-056)

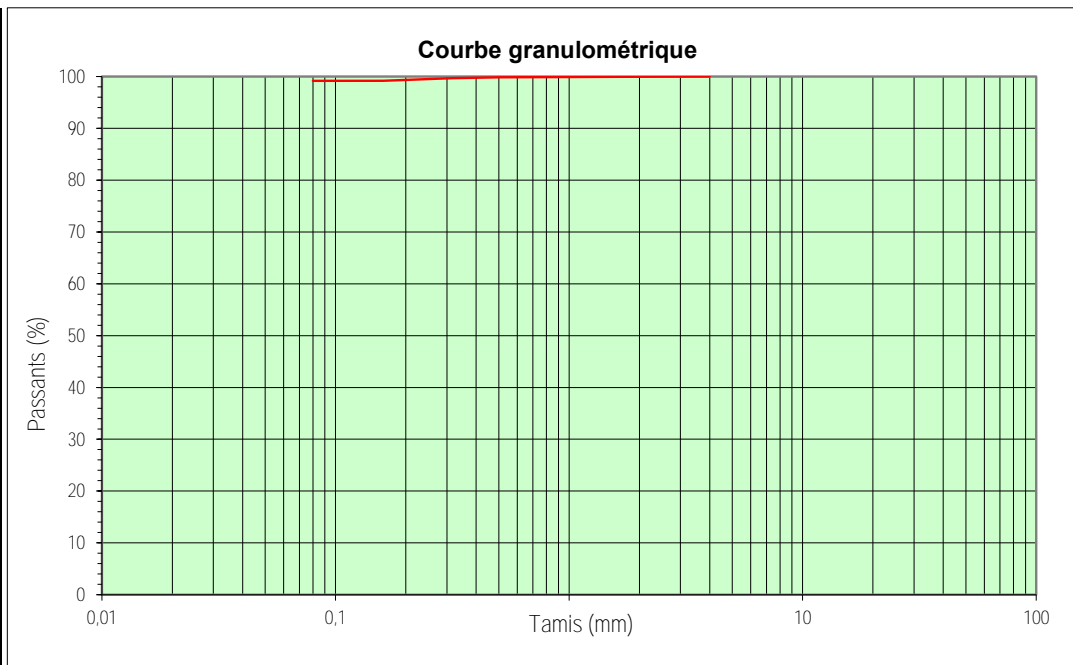
Dossier n° : Chantier : Site : Client :	TEA250022 OUISTREHAM (14) avenue de la Liberté / rue du Petit Bonheur Aménagement et Territoires	Date des essais : 12/03/2025 Opérateur : FFI Température de séchage : 105°C
		Matériau à l'essai
		Sondage n° : PM10
		Prof. Échan. (m) : 1.20-1.50
		Prof. Prélt (m) : 1.20-1.50
		Description visuelle des sols : Limon argileux marron
<u>Prélèvement</u>		
Mode :	Pelle Mécanique	
Date :	20/02/2025	
Réception n° :	2025.03.062	

Méthode appliquée

- Tamisage à sec après lavage

Résultats

Tamis (mm)	Passants (%)
125	100,0
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
31,5	100,0
25	100,0
20	100,0
16	100,0
12,5	100,0
10	100,0
8	100,0
6,3	100,0
5	100,0
4	100,0
2	100,0
1	99,9
0,5	99,9
0,315	99,7
0,160	99,2
0,08	99,2



dm (mm) :	2,0	plus grand tamis utilisé
Dmax (mm) :	4,5	dimension max. des plus gros éléments contenus dans le sol

w (%) :	23,9	teneur en eau naturelle (NF P94-050)
---------	------	--------------------------------------

Date : 03/04/2025	Observation :	Date : 03/04/2025
Rédacteur : FFI		Vérificateur : J-LT

Détermination des limites d'Atterberg

Limite de liquidité - Méthode au cône de pénétration : NF P 94-052-1
Limite de plasticité au rouleau : NF P 94-051

Dossier n° : TEA250022 Chantier : OUISTREHAM (14) Site : avenue de la Liberté / rue du Petit Bonheur Client : Aménagement et Territoires	Date des essais : 31/03/2025 Opérateur : CGA Température de séchage : 105°C
Matériau à l'essai	
Mode : Pelle Mécanique Date : 20/02/2025 Réception n° : 2025.03.062	Sondage n° : PM10 Prof. Échan. (m) : 1.20-1.50 Prof. Prélé (m) : 1.20-1.50 Description visuelle des sols : Limon argileux marron

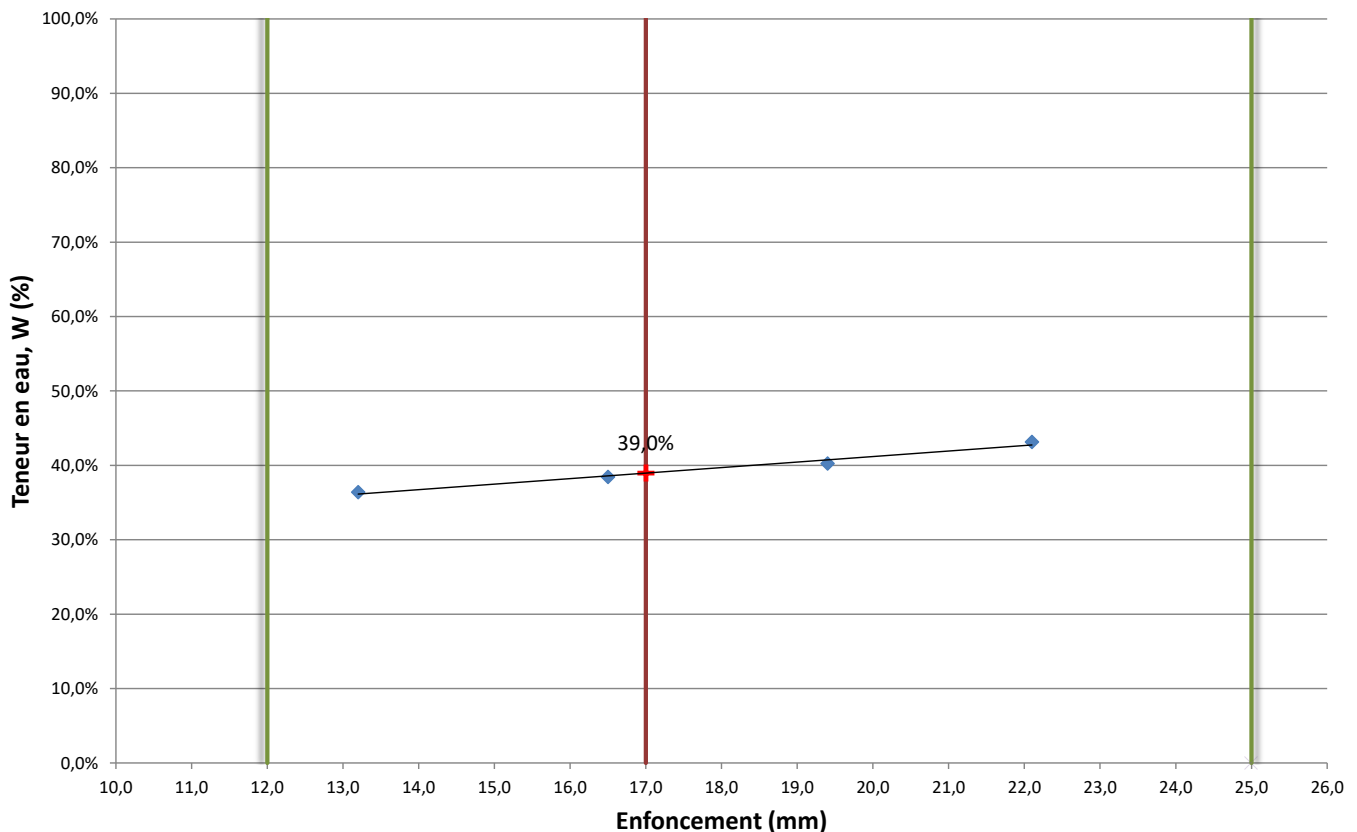
Limite de liquidité au cône de pénétration

Mesures n°	1	2	3	4
Enfoncement (mm)	22,1	19,4	16,5	13,2
Teneur en eau, w (%)	43,1%	40,3%	38,4%	36,4%

Limite de plasticité

Teneur en eau de plasticité (%)		w _p =	24,0%
w =	24,2%		
w =	23,9%		

Limites d'Atterberg au pénétromètre à cône



Limite de liquidité : w _L =	39,0%	Indice de plasticité I _p =	14,9
Limite de plasticité : w _P =	24,0%	Indice de consistance I _c =	1,01
Teneur en eau du sol : w _n =	23,9%		

Date : 03/04/2025	Observation :	Date : 03/04/2025
Rédacteur : FFI		Vérificateur : J-LT

Indice Portant Immédiat

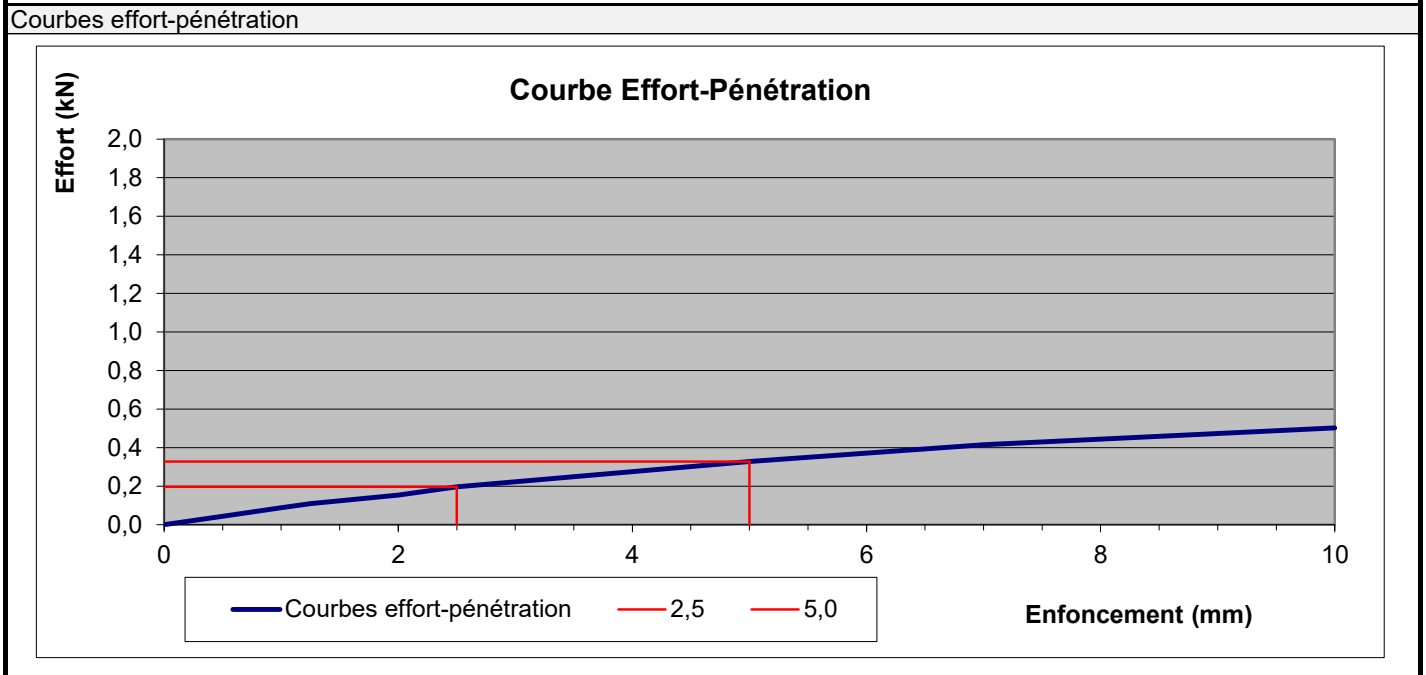
Mesure sur échantillon compacté dans le moule CBR

(NF P 94-078)

Dossier : TEA250022 Chantier : OUISTREHAM (14) Site : avenue de la Liberté / rue du Petit Bonheur Client : Aménagement et Territoires	Date des essais : 25/03/2025 Opérateur : FFI Température de séchage : 105°C
Matériau à l'essai	
Sondage n° :	PM10
<u>Prélèvement</u>	Prof.échantillon (m) : 1.20-1.50
Mode : Pelle Mécanique	Prof.prélt (m) : 1.20-1.50
Date : 20/02/2025	Description visuelle des sols : Limon argileux marron
Réception : 2025.03.062	

Caractéristiques de l'éprouvette	
mode de compactage	OPN
densité sèche	$\rho_d (t/m^3) = 1,635$
teneur en eau de confection	$w (\%) = 22,2$
IPI = 2	

Poinçonnement de l'éprouvette										
Enfoncement (mm)	0	0,5	1	1,25	2	2,5	5	7	10	
Effort en (kN)	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	
IPI - 2,5 (mm)	1									
IPI - 5 (mm)	2									



Date : 03/04/2025	Observation :	Date : 03/04/2025
Rédacteur : FFI		Vérificateur : J-LT

Synergie
d'expertises

SIÈGE SOCIAL - 01 69 09 14 51 - contact@technosol-gengis.fr
13, route de la Grange aux Cercles - 91160 Ballainvilliers

technosol-gengis.fr

SAS au capital de 120 000 € - APE : 7112B
Siret : 972 200 661 00015 - TVA : FR78 972 200 661

AGENCE
ÎLE-DE-FRANCE

13, route de la Grange aux Cercles
91160 Ballainvilliers
01 69 09 14 51
paris@technosol-gengis.fr

AGENCE
BASSE-NORMANDIE

1, rue Ampère
14120 Mondeville
02 31 73 63 30
caen@technosol-gengis.fr

AGENCE
HAUTE-NORMANDIE

10, rue des Jardiniers
76000 Rouen
02 35 66 22 30
rouen@technosol-gengis.fr

AGENCE
AUVERGNE-RHONE-ALPES

5, rue des Essarts
69500 Bron
04 87 91 55 28
lyon@technosol-gengis.fr

AGENCE
NOUVELLE-AQUITAINE

4, voie Romaine
33610 Canéjan
05 33 09 27 70
bordeaux@technosol-gengis.fr

AGENCE
PAYS DE LA LOIRE

8, rue Léon Gaumont
44700 Orvault
06 48 78 50 86
nantes@technosol-gengis.fr