



AQUATEST

Réhabilitation de la Station d'épuration

Rue Hélène Boucher (RD940) – SANGATTE (62)

Étude géotechnique de conception (G2)
Phase Avant-Projet (AVP)

18/08/2016



Agence de BETHUNE • TECHNOPARC FUTURA - Rue de l'Université - 62400 BETHUNE
Tél. +33 (0) 3 21 56 43 43 • Fax +33 (0) 3 21 68 19 99 • cebtb.bethune@groupe-cebtb.com



Vue du site avant travaux (GINGER CEBTP le 18/08/2016)

AQUATEST

REHABILITATION / EXTENSION DE LA STATION D'EPURATION

Rue Hélène Boucher (RD940) – SANGATTE (62)

Rapport - Etude géotechnique de conception (G2) – Phase Avant-projet (AVP)

Dossier : NBE2.G0166			Référence : 16CR01V1BE		Contrat : NBE2.G.0468	
Indice	Date	Chargé d'affaire	Visa	Vérifié par	Visa	Contenu
1	18/08/16	Fabien KNOEPFFLER		René LETY		24 pages + annexes

A compter du paiement intégral de la mission, le client devient libre d'utiliser le rapport et de le diffuser à condition de respecter et de faire respecter les limites d'utilisation des résultats qui y figurent et notamment les conditions de validité et d'application du rapport.

SOMMAIRE

1. Plans de situation	5
1.1. Extrait de carte IGN.....	5
1.2. Image aérienne	5
2. Contexte de l'étude	6
2.1. Données générales	6
2.1.1. Généralités	6
2.1.2. Documents communiqués	6
2.2. Description du site	6
2.2.1. Topographie, occupation du site et avoisinants	6
2.2.2. Contextes géotechnique, hydrogéologique et sismique	6
2.2.3. Aléas – Risques.....	7
2.3. Caractéristiques de l'avant-projet.....	9
2.3.1. Description du projet	9
2.3.2. Sollicitations appliquées aux fondations	9
2.3.3. Terrassements prévus	9
2.4. Mission Ginger CEBTP	9
3. Investigations géotechniques	11
3.1. Préambule.....	11
3.2. Implantation et nivellement	11
3.3. Sondages, essais et mesures in situ	11
3.3.1. Investigations in situ.....	11
3.3.2. Piézométrie	12
3.4. Essais en laboratoire	13
4. Synthèse des investigations.....	14
4.1. Modèle géologique général	14
4.1.1. Lithologie	14
4.1.2. Caractéristiques physiques des sols.....	15
4.2. Contexte hydrogéologique général.....	16
4.2.1. Piézométrie	16
4.2.2. Inondabilité.....	17
4.3. Sismicité.....	17

5. Principes généraux de construction en phase avant-projet.....	19
5.1. Analyse du contexte et principes d'adaptation	19
5.1.1. Contexte géologique et géotechnique et rappel du projet.....	19
5.1.2. Recommandations et principes de fondation	19
5.2. Adaptations générales de l'avant-projet	20
5.2.1. Traficabilité en phase chantier	20
5.2.2. Terrassabilité des matériaux	20
5.2.3. Drainage en phase chantier	21
5.3. Fondations superficielles via amélioration de sol.....	21
5.4. Fondations profondes par pieux ou micropieux.....	22
5.5. Protection des ouvrages vis-à-vis de l'eau.....	23
6. Observations majeures.....	24

ANNEXES

ANNEXE 1 – NOTES GENERALES SUR LES MISSIONS GEOTECHNIQUES

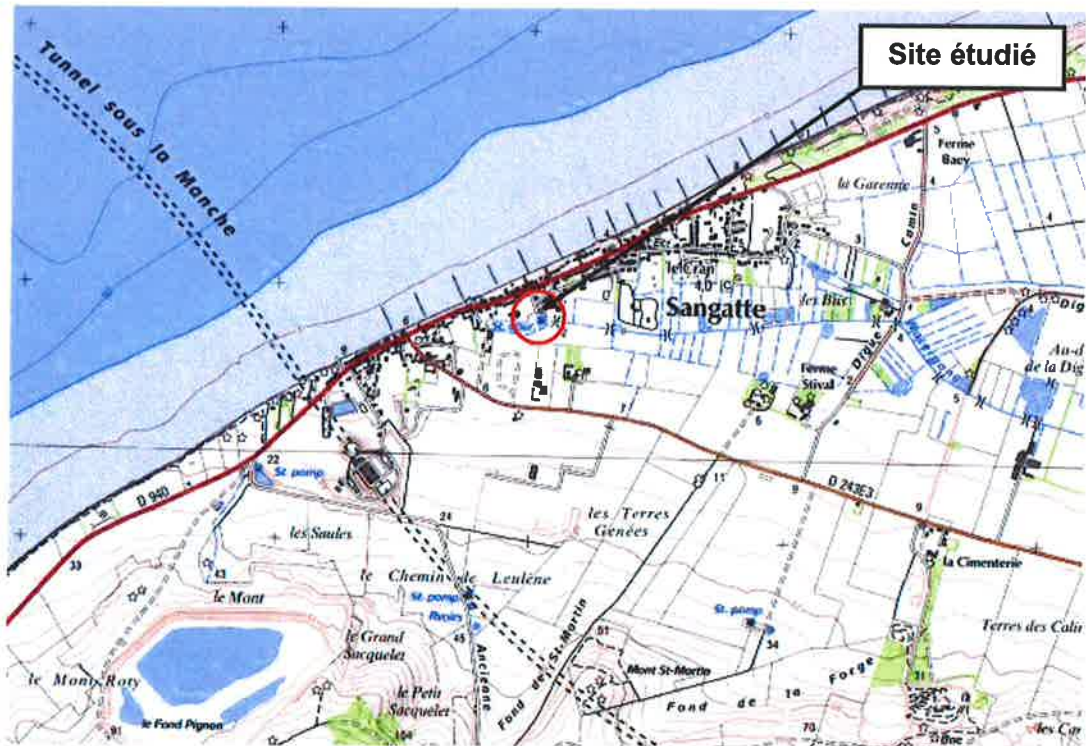
ANNEXE 2 – SONDAGES IN-SITU

ANNEXE 3 – PROCES VERBAUX DES ESSAIS EN LABORATOIRE

ANNEXE 4 – PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

1. Plans de situation

1.1. Extrait de carte IGN



Source : <http://infoterre.brgm.fr>

1.2. Image aérienne



Source : <http://www.geoportail.gouv.fr/>

2. Contexte de l'étude

2.1. Données générales

2.1.1. Généralités

Nom de l'opération : Réhabilitation / Extension de la Station d'épuration.

Adresse : Rue Hélène Boucher (RD940) – SANGATTE (62).

Maîtrise d'ouvrage : AQUATEST.

2.1.2. Documents communiqués

Dans le cadre de ce rapport, il nous a été remis un plan d'implantation AVP (référéncé 1_Avp_Sch_Prin_a A3V.200) à l'échelle 1/200 en date du 13/05/2016.

Nous avons également consulté diverses cartes (géologique, d'aléas...) et photographies aériennes du site.

2.2. Description du site

2.2.1. Topographie, occupation du site et avoisinants

La zone d'étude se situe en contexte de plaine alluviale à moins de 200 m du rivage et bordée au sud par le Watergang de Sangatte.

Le site concerné par les investigations qui est relativement plat présente une cote altimétrique est comprise entre 2.4 et 2.6 mètres NGF.

Il correspond à l'actuelle station d'épuration de Sangatte, située à proximité de la RD940 et dont l'accès se fait par la Rue Hélène Boucher.

Lors de notre intervention, le terrain était en grande partie occupé par les aménagements de la station d'épuration actuelle :

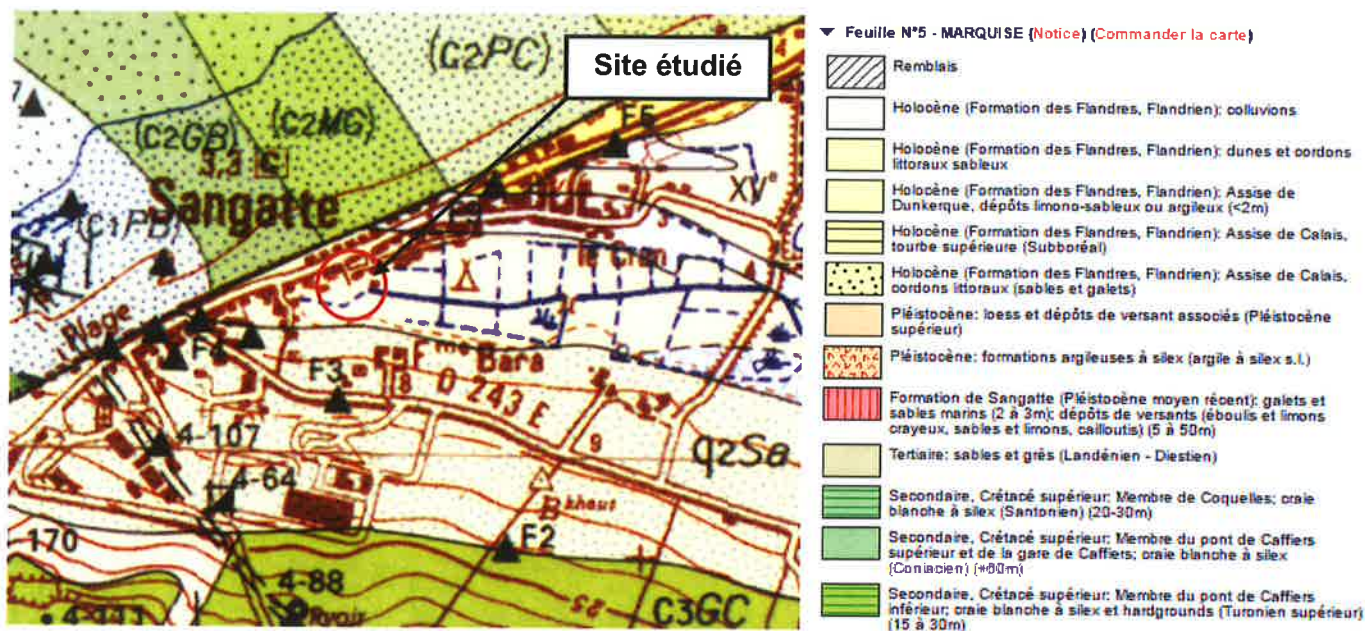
- voiries de desserte,
- un local RDC,
- divers bassins.

L'emprise des ouvrages projetés sont toutefois libres de toute mitoyenneté.

2.2.2. Contextes géotechnique, hydrogéologique et sismique

D'après notre connaissance du secteur et les informations recueillies auprès du Bureau de Recherches Géologiques et Minières (extrait de la carte géologique de *MARQUISE* ci-après), le site serait constitué des formations suivantes de haut en bas, sous d'inévitables remblais d'aménagement :

- Limon sableux ou argileux de l'Assise de Dunkerque (Holocène) (q_4M_D).
- Tourbe supérieure et cordons littoraux (sables et galets) de l'Assise de Calais (Holocène).
- Craie blanche à silex du Coniacien (Crétacé supérieur) (c_3GC).

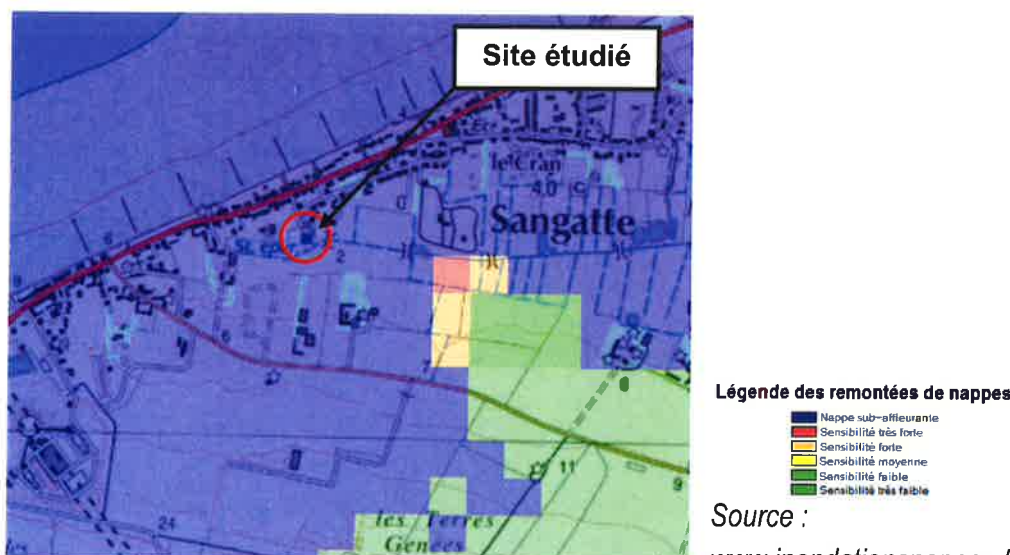


Source : <http://infoterre.brgm.fr>

2.2.3. Aléas – Risques

2.2.3.1. Inondabilité

Vis-à-vis du risque d'inondation par remontée de nappe ou ruissellement, la carte de l'aléa (cf. BRGM) montre que le site se place en zone de « nappe sub-affleurante » en lien avec le niveau de la mer, voire de submersion marine sur l'ensemble du site.



Source :
www.inondationsnappes.fr

La commune de SANGATTE a fait l'objet de plusieurs arrêtés de reconnaissance de catastrophe naturelle due aux inondations, coulées de boue entre 1991 et 2014.

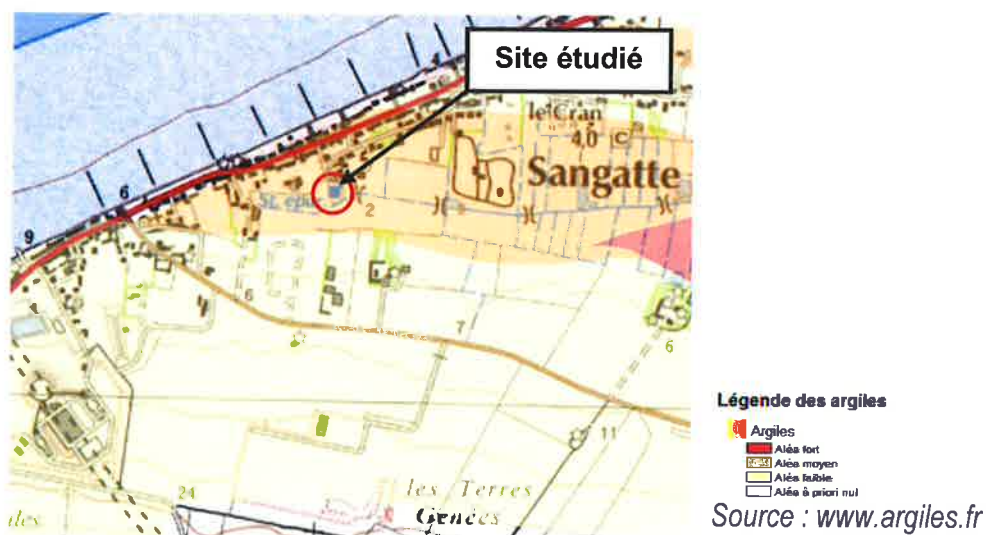
Arrêtés portant reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle

Type de catastrophe	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
Inondations et coulées de boue	18/11/1991	22/11/1991	21/09/1992	15/10/1992
Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999
Inondations par remontées de nappe phréatique	01/12/2000	21/12/2000	29/05/2001	14/06/2001
Inondations et coulées de boue	12/08/2006	13/08/2006	01/12/2006	08/12/2006
Inondations et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	06/12/2013	06/12/2013	27/02/2014	01/03/2014

Source : <http://macommune.prim.net/>

2.2.3.2. Retrait-gonflement des argiles

Vis-à-vis de l'aléa retrait-gonflement des argiles (cf. BRGM), le site se trouve en zone d'aléa « moyen ».



2.2.3.3. Sismicité

D'après le nouveau zonage sismique de la France (décret n°2010-1255 du 22/10/2010 modifié le 15/09/2014) actuellement en vigueur depuis le 1er mai 2011, le site étudié est classé en zone de sismicité 2 « aléa faible ».

2.3. Caractéristiques de l'avant-projet

2.3.1. Description du projet

D'après le plan qui nous a été fourni, le projet consiste en l'extension de la station d'épuration par la création de :

- 1 Unité de prétraitement rectangulaire (9 m × 5.5 m)
- 1 Bassin d'aération de 280 m³ (emprise au sol d'environ 55 m²)
- 1 Local de traitement des boues (8 m × 5.0 m)

Chacun de ces ouvrages sera libre de toute mitoyenneté directe.

2.3.2. Sollicitations appliquées aux fondations

Les descentes de charge des ouvrages et les surcharges sur le niveau bas ne sont pas connues à ce stade de l'étude. Il conviendra de s'assurer que les systèmes de fondation préconisés dans la suite du rapport et les dispositions retenues sont compatibles avec les charges réellement apportées et les caractéristiques du projet.

Dans le cas de charges réelles différentes des estimations ci-dessus, il conviendrait de revoir tout ou partie de nos conclusions.

2.3.3. Terrassements prévus

Dans le cadre de ce projet, il n'est a priori prévu aucun autre terrassement que le simple reprofilage du terrain (± 0.3 m) et ceux nécessaires à la réalisation des fondations des structures.

2.4. Mission Ginger CEBTP

La mission de Ginger CEBTP est conforme au contrat n° NBE2.G.0468.

Il s'agit d'une Etude Géotechnique de Conception (G2) selon la norme AFNOR NF P 94-500 de novembre 2013 sur les missions d'ingénierie géotechnique. Plus précisément, compte tenu du niveau d'avancement du projet, notre mission s'intègre dans la phase *Avant-projet* (G2 AVP).

La mission comprend, conformément au contrat, les prestations suivantes :

- La réalisation d'une campagne de reconnaissance de sols au droit du site et du projet.
- Le relevé ponctuel du niveau d'eau au droit des sondages réalisés.
- La description de la lithologie et la détermination des caractéristiques géologiques, géotechniques, hydrogéologiques et sismiques de la zone d'étude.
- La définition d'un programme d'investigations géotechniques spécifiques, sa réalisation et son suivi technique, et l'exploitation des résultats.

- La réalisation d'un rapport donnant :
 - les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet,
 - les principes de construction envisageables (terrassements, fondations, assises des dallages, améliorations des sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et avoisinants),
 - une ébauche dimensionnelle.

Il convient de rappeler que la Norme NF P 94-500 de Novembre 2013 précise que la phase G2 AVP :

- contribue à la mise au point de l'AVP ou de l'APD de l'ouvrage pour la part des ouvrages géotechniques,
- peut compléter le modèle géologique et le contexte géotechnique,
- définit les hypothèses géotechniques à prendre en compte à ce stade et les principes de constructions des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, fondations, assises des dallages, améliorations des sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants),
- fournit une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique, une première approche des quantités et conclut sur la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure gestion des risques géotechniques.

Les aspects suivants ne font pas également partie de la mission G2 AVP :

- L'évolution dans le temps de l'hydrogéologie locale (suivi piézométrique).
- L'étude documentaire et historique du site, la recherche de pollutions.
- La reconnaissance des anomalies géotechniques situées en dehors de l'emprise des investigations.

Cette mission G2 AVP exclut tout dimensionnement des ouvrages et études spécifiques qui entrent dans le cadre exclusif d'une mission d'étude géotechnique de conception en phase projet G2 PRO. Elle ne comprend pas non plus la phase G2 DCE/ACT.

Nous rappelons que selon la norme NF P 94-500 de Novembre 2013, la mission G2 AVP devrait être suivie d'une étude G2 PRO et G2 DCE/ACT afin de bénéficier d'un accompagnement géotechnique en maîtrise d'œuvre projet pour la conception de celui-ci (dimensionnement des fondations en fonction des descentes de charge actualisées déterminées au niveau projet, assistance dans le choix de l'entreprise après étude des offres techniques, ...).

Les résultats de la mission G2 phase AVP, réalisée au stade de l'Avant-Projet, si cette mission n'est pas suivie d'une mission G2 phase PRO, ne peuvent pas être utilisés dans un DCE (Document de Consultation des Entreprises).

3. Investigations géotechniques

3.1. Préambule

Les moyens de reconnaissance et d'essais ont été définis par Ginger CEBTP en accord avec le client.

Ces investigations ont toutes été réalisées.

3.2. Implantation et nivellement

L'implantation des sondages et essais in situ figure sur le plan joint en Annexe 4. Elle a été définie et réalisée par GINGER CEBTP en fonction du projet et des contraintes du site (réseaux, accès...).

L'altitude des têtes de sondages qui a été estimée d'après le plan topographique qui nous a été transmis (cf. *Paragraphe 2.1*), correspond au niveau du terrain actuel au moment des investigations en juin 2016.

3.3. Sondages, essais et mesures in situ

3.3.1. Investigations in situ

Dans le cadre de l'étude géotechnique de conception en phase avant-projet (Mission G2-AVP), nous avons réalisé les investigations suivantes :

Type de sondage	Quantité	Noms	Prof. (m/TA)	Observation
Sondage destructif au tricône Ø 66mm avec réalisation d'essais pressiométriques (Norme NF P94-110).	3	PRS2 PRS5 PRS9	15.0 6.0 15.0	10 essais pressiométriques 3 essais pressiométriques 10 essais pressiométriques
Sondage semi-destructif à la tarière hélicoïdale Ø 63 mm	3	T3 T4 T8	10.0	Prélèvement d'échantillons remaniés
Essai au pénétromètre statique lourd de type VAN DER BERG 170 kN Norme NF P94-113	7	PS1 PS3 PS4 PS6bis PS7 PS8 PS10	8.8 9.0 8.6 8.6 8.4 5.7 6.6	Essais menés au refus

La profondeur des sondages est conforme à celle définie au contrat.

Les coupes des sondages et les pénétrogrammes sont présentés en Annexe 2, où l'on trouvera en particulier les renseignements décrits ci-après :

- **Sondages semi-destructifs à la tarière continue :**

- Coupe des sols.
- Résultats des analyses en laboratoire.

- **Sondages destructifs :**

- Coupe approximative des sols*.
- Résultats des essais pressiométriques.

(1) l'interprétation des sols à partir des forages de type destructif est faite uniquement d'après l'examen des cuttings.

- **Essais pressiométriques :**

- Module pressiométrique : **EM (MPa).**
- Pression limite nette : **PI* (MPa).**
- Pression de fluage nette : **Pf* (MPa).**
- Rapport : **EM/PI*.**

- **Essais au pénétromètre statique 170 kN :**

- Résistance statique sur la pointe de 50 cm² : **qc (MPa).**
- Frottement latéral sur manchon : **fs (kPa).**
- Rapport de frottement : **Rf (%).**

Ces paramètres sont portés directement sur les coupes de forage.

Nota : les feuilles de sondages peuvent également contenir des informations complémentaires dont les niveaux d'eau éventuels, les incidents de forage, etc.

3.3.2. Piézométrie

L'équipement suivant a été mis en place :

Equipement piézométrique	Sondage	Profondeur
Tube piézométrique définitif à tube ouvert (Norme NF P 94 157-1)	Pz4	10.0 m/TA

Le relevé du niveau d'eau effectué ainsi que le détail de l'équipement mis en place sont indiqués sur la coupe de forage correspondante donnée en Annexe 2.

3.4. Essais en laboratoire

Les essais suivants ont été réalisés (Annexe 3) :

Identification des sols	Nombre	Norme
Teneur en eau pondérale (<i>W</i>)	5	NF P94-050
Analyse granulométrique par tamisage	5	NF P94-056
Valeur au bleu du sol (<i>VBS</i>)	5	NF P94-068
Classification des sols (<i>GTR</i>)	5	NF P11-300

Nota : les prélèvements d'échantillons sont la propriété du client. Ils seront conservés pendant un mois à compter de l'envoi du rapport. S'il le souhaite, le client pourra donc soit récupérer ses prélèvements, soit demander à ce qu'ils soient conservés. A défaut de demande expresse, les prélèvements seront mis au rebut.

4. Synthèse des investigations

4.1. Modèle géologique général

Cette synthèse devra être confirmée dans la mission d'étude géotechnique de conception G2 PRO.

4.1.1. Lithologie

Il est à noter que la profondeur des formations est donnée par rapport à la surface topographique telle qu'elle était au moment de la reconnaissance en Juin 2016.

L'analyse et la synthèse des résultats des investigations réalisées ont permis de dresser la coupe géotechnique schématique suivante :

Formation n°0 : **Remblais sableux puis limon vasard.**

Epaisseur : 1.2 à 2.4 m.

Caractéristiques géotechniques :

- Résistance statique de pointe (q_c) : 0.0 à 0.5 MPa (pics > 8 MPa dans les remblais).
- Pression limite nette (PI^*) : 0.11 à 0.22 MPa.
- Module pressiométrique (EM) : 1.1 à 1.8 MPa.

Nous rappelons que de par l'origine anthropique des remblais, l'épaisseur, la nature et les caractéristiques géo-mécaniques de cette formation sont susceptibles de varier brutalement et fortement.

Les terrains alluvionnaires sous-jacents sont des sols fins sensibles et potentiellement tourbeux.

Ils sont imprégnés par la nappe phréatique relevée à 0.8 m de profondeur en Juillet 2016 au droit de l'équipement piézométrique.

De manière générale, les remblais et les alluvions vasardes sont impropres à toute construction.

Formation n°1 : **Alluvions sablo-limoneuses grises à silex et cailloux/galets.**

Profondeur de base de la formation : 4.6 à 5.8 m/TA.

Caractéristiques géotechniques :

- Résistance statique de pointe (q_c) : 1 à 8 MPa
(voire >12 MPa vers 2.5 m/TA en PS6 et PS7).
- Pression limite nette (PI^*) : 0.33 à 1.46 MPa.
- Module pressiométrique (EM) : 2.2 à 12.4 MPa.

Cette formation présente de nombreuses variations de faciès (sable limoneux de classe GTR B₅ à limon sableux de classe GTR A₁, argile limoneuse et des passages localement plus riche en matériaux plus grossier – graviers/galets/silex).

Formation n°2a : Craie légèrement altérée blanche.

Profondeur de base de la formation : environ 8.5 m/TA.

Caractéristiques géotechniques :

- Résistance statique de pointe (q_c) : 8 à 16 MPa.
- Pression limite nette (PI^*) : 2.06 à 3.20 MPa.
- Module pressiométrique (EM) : 23.5 à 45.2 MPa.

Cette formation présente des caractéristiques géomécaniques moyennes à élevées.

Formation n°2b : Craie compacte.

Profondeur de base de la formation : > 15.0 m/TA.

Caractéristiques géotechniques :

- Résistance statique de pointe (q_c) : refus (> 20 MPa).
- Pression limite nette (PI^*) : 3.72 à > 5.00 MPa.
- Module pressiométrique (EM) : 84.5 à > 250 MPa.

Cette formation présente des caractéristiques géomécaniques très élevées (refus à l'enfoncement des pointes de pénétromètre statique).

Remarques :

- Nous rappelons qu'il n'est pas toujours évident de distinguer les variations horizontales et/ou verticales éventuelles, inhérentes aux changements de faciès, compte tenu de la surface investiguée par rapport à celle concernée par le projet. De ce fait, les caractéristiques indiquées précédemment ont un caractère représentatif mais non absolu.
- Les essais de pénétration statique des sols étant des sondages dits « aveugles », la géologie des terrains ainsi que les limites de couches sont interprétées ou extrapolées au-delà de la fin des sondages géologiques à la tarière, à partir des diagrammes de sols obtenus (résistance de pointe et rapport de frottement). La nature des terrains et leur compacité devront, par conséquent, être confirmées lors des travaux.

4.1.2. Caractéristiques physiques des sols

Les procès-verbaux des essais en laboratoire sont insérés en Annexe 3.

Les résultats de ces essais d'identification sont synthétisés ci-après.

Formation – Nature du sol	Sondage	Profondeur (m/TA)	W_{nat} (%)	VBS	Tamisat < 80 μ m (%)	Classe G.T.R.
1 – Sable limoneux	T3	1.9 – 3.4	28	1.0	28.3	B₅
1 – Limon sableux		3.4 – 5.8	30	1.5	42.3	A₁
1 – Limon sableux	T4	2.2 – 3.3	50	1.2	62.8	A₁
1 – Sable limoneux		3.3 – 5.3	25	1.2	19.5	B₅
1 – Sable limoneux	T8	2.4 – 4.6	36	1.0	27.5	B₅

Légende :

W_{nat}	:	Teneur en eau pondérale à l'état naturel
VBS	:	Valeur au Bleu du Sol
< 80 μ m	:	Pourcentage d'éléments fins passant au tamis de 80 microns
Classe G.T.R.	:	Classe de sol selon la norme NF P11-300.

Les matériaux limoneux de classe A₁ (limon sableux) et B₅ (sable limoneux) sont très sensibles à l'eau et sont sujets à une perte de portance pour de faibles variations de teneur en eau.

4.2. Contexte hydrogéologique général

4.2.1. Piézométrie

Aucune arrivée d'eau n'a été identifiée dans les sondages lors des investigations en Juin 2016. Toutefois, nous rappelons que les forages destructifs ayant été réalisés à l'eau, il est possible que les niveaux d'eau réels n'aient pas été reconnus.

D'autre part, les essais de pénétration statique permettent rarement de détecter ou de localiser les niveaux d'eau dans le sol étant donné le frottement des tiges lors de leur pénétration dans les formations superficielles.

Un relevé du niveau d'eau stabilisé le 18/08/2016 au droit de l'équipement piézométrique (Pz4) a permis de mettre en évidence la présence d'une nappe à 0.80 m de profondeur.

Il est à noter que le régime hydrogéologique peut varier en fonction de la saison, de la pluviométrie, voire du cycle des marées. Ce niveau d'eau doit donc être considéré à un instant donné.

Pour mieux préciser ce niveau, il conviendrait d'effectuer un suivi piézométrique basé sur des mesures périodiques (une fois tous les 15 jours/par mois) du niveau d'eau dans le piézomètre mis en place sur le site, sur une durée d'au moins un an.

N'ayant pas d'information sur les niveaux prévisibles des P.H.E., seule une mission complémentaire permettra de préciser cette altitude.

Cette recherche et le suivi piézométrique ne font pas partie de la présente mission et devront faire l'objet d'une mission complémentaire dans le cadre d'une étude en phase projet (G2 PRO).

Par ailleurs, il peut exister des circulations d'eau anarchiques / ponctuelles dans les formations superficielles, notamment en cas de précipitations.

4.2.2. Inondabilité

D'après les données issues du BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières : www.inondationsnappes.fr), la parcelle présente une « *nappe sub-affleurante* » vis-à-vis du risque d'inondations par remontée de la nappe (cf. 2.2.2 Contextes géotechnique, hydrogéologique et sismique).

Par ailleurs, des informations précises sur le risque réel d'inondation peuvent être fournies dans les documents d'urbanisme (P.L.U.) et dépendent des travaux de protection réalisés, donc susceptibles de varier dans le temps. S'agissant de données d'aménagement hydraulique et non de données hydrogéologiques, elles ne font pas partie de notre mission d'étude géotechnique.

4.3. Sismicité

Les exigences sur le bâti neuf dépendent de la catégorie d'importance du projet et de la zone de sismicité.

Dans le cas présent, on supposera que les ouvrages projetés appartiennent à la catégorie d'importance I « Bâtiment dans lequel il n'y a aucune activité humaine nécessitant un séjour de longue durée ».

Cette classe de bâtiment devra être confirmée par la Maîtrise d'ouvrage.

D'après le nouveau zonage sismique de la France (décret n° 2010-1255 du 22/10/2010 modifié le 15/09/2014) actuellement en vigueur depuis le 1er mai 2011, le site étudié est classé en zone de sismicité 2 « *aléa faible* ».

Zone de sismicité	Zone 2 – Aléa Faible
Accélération nominale a_{gr} correspondante (valeur minimale en m/s^2)	0.7
Catégorie d'importance du bâtiment projeté	Catégorie I
Coefficient d'importance correspondant	0.8
Classe de sol	D
Paramètre de sol S correspondant	1.6

L'application des règles parasismiques est donc dispensée selon l'Eurocode 8 (Norme NF EN 1998 – Calcul des structures par leur résistance au séisme).

Catégorie d'importance	Description
I	■ Bâtiments dans lesquels il n'y a aucune activité humaine nécessitant un séjour de longue durée.
II	■ Habitations individuelles. ■ Etablissements recevant du public (ERP) de catégories 4 et 5. ■ Habitations collectives de hauteur inférieure à 28 m. ■ Bureaux ou établissements commerciaux non ERP, h ≤ 28 m, max. 300 pers. ■ Bâtiments industriels pouvant accueillir au plus 300 personnes. ■ Parcs de stationnement ouverts au public.
III	■ ERP de catégories 1, 2 et 3. ■ Habitations collectives et bureaux, h > 28 m. ■ Bâtiments pouvant accueillir plus de 300 personnes. ■ Etablissements sanitaires et sociaux. ■ Centres de production collective d'énergie. ■ Etablissements scolaires.
IV	■ Bâtiments indispensables à la sécurité civile, la défense nationale et le maintien de l'ordre public. ■ Bâtiments assurant le maintien des communications, la production et le stockage d'eau potable, la distribution publique de l'énergie. ■ Bâtiments assurant le contrôle de la sécurité aérienne. ■ Etablissements de santé nécessaires à la gestion de crise. ■ Centres météorologiques.

	I	II	III	IV
Zone 1				
Zone 2		aucune exigence	Eurocode 8 ³ $a_g=0,7 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 ³ $a_g=0,7 \text{ m/s}^2$
Zone 3		PS-MI ¹	Eurocode 8 ³ $a_g=1,1 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 ³ $a_g=1,1 \text{ m/s}^2$
Zone 4		PS-MI ¹	Eurocode 8 ³ $a_g=1,6 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 ³ $a_g=1,6 \text{ m/s}^2$
Zone 5		CP-MI ²	Eurocode 8 ³ $a_g=3 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 ³ $a_g=3 \text{ m/s}^2$

¹ Application possible (en dispense de l'Eurocode 8) des PS-MI sous réserve du respect des conditions de la norme PS-MI
² Application possible du guide CP-MI sous réserve du respect des conditions du guide
³ Application obligatoire des règles Eurocode 8

Source : Réglementation sismique applicable aux bâtiments de Janvier 2011

Le site étant classé en zone de sismicité 2 « *aléa faible* », l'étude de la liquéfaction n'est pas requise d'après l'Eurocode 8 et le décret n°2010-1255 du 22/10/2010 modifié le 15/09/2014.

5. Principes généraux de construction en phase avant-projet

5.1. Analyse du contexte et principes d'adaptation

5.1.1. Contexte géologique et géotechnique et rappel du projet

Compte-tenu de ce qui a été indiqué dans les paragraphes précédents, les points essentiels ci-dessous sont à prendre en compte et conduiront les choix d'adaptation du projet :

- Parcelle aménagée par la station d'épuration actuelle composée de diverses structures.
- Présence de sols alluvionnaires globalement limoneux avec débris de silex, mais présentant de nombreuses variations de faciès (limon sablo-argileux à argile) et comportant des sols plus ou moins vasards (voire tourbeux) aux caractéristiques géomécaniques très faibles jusqu'à 2.5 m puis médiocres jusqu'à environ 5.5 m de profondeur.
- Substratum crayeux compact au-delà, mais légèrement altéré en tête, présentant des caractéristiques géomécaniques élevées.
- Niveau de nappe phréatique sub-affleurante rencontré à moins de 1 m de profondeur.
- Projet de construction de 3 structures de type RDC d'une superficie au sol d'environ 50 m² chacune, sans sous-sol ni mitoyenneté directe.

Compte-tenu de ce qui a été indiqué dans les paragraphes précédents, les points essentiels ci-dessous sont à prendre en compte et conduiront les choix d'adaptation du projet.

5.1.2. Recommandations et principes de fondation

Compte tenu des points précédents et afin de s'affranchir des horizons alluvionnaires vasards/tourbeux très mous (rencontrés jusqu'à environ 2.5 m de profondeur) et de la nappe présente dès 0.8 m de profondeur, on privilégiera un renforcement de sol préalablement à la réalisation de fondations superficielles par radier. Les inclusions devront atteindre la formation crayeuse compacte reconnue au-delà de 6 m de profondeur.

Compte tenu de la faible portance des terrains impactés par le projet, une couche de forme épaisse sera réalisée après renforcement de sol, cette couche de forme pouvant être constituée par le matelas de répartition sous réserve qu'il ne soit pas pollué et qu'il soit compacté pour servir d'assise de fondation.

La présence d'eau à faible profondeur pourra nécessiter la mise en œuvre d'un dispositif adapté de captage et d'évacuation de l'eau en cas de terrassement.

En variante, des fondations profondes par pieux ou micro-pieux restent envisageables. Ces fondations devront être ancrées dans le substratum crayeux reconnu à partir de 6 m de profondeur.

Ces principes sont détaillés dans les paragraphes suivants.

Nous rappelons que toute modification du projet ou du modèle lithologique peut entraîner une modification partielle ou complète des adaptations préconisées.

La mission géotechnique en phase projet (G2-PRO) devra, en particulier, étudier la nouvelle configuration.

5.2. Adaptations générales de l'avant-projet

Nota : les indications données dans les chapitres suivants qui sont fournies en estimant des conditions normales d'exécution pendant les travaux, seront forcément adaptées aux conditions réelles rencontrées (intempéries, niveau de nappe, matériels utilisés, provenance et qualité des matériaux, phasages, plannings et précautions particulières).

Nous rappelons que les conditions d'exécution sont absolument prépondérantes pour obtenir le résultat attendu et qu'elles ne peuvent être définies précisément à l'heure actuelle. A défaut, seules des orientations seront retenues.

5.2.1. Traficabilité en phase chantier

Les essais d'identification ont permis de classer les sols extraits comme étant des limons sableux, voire argileux de classe A₁/B₅ selon le GTR. Ces matériaux se trouvent dans un état hydrique très humide et même saturé, puisqu'en grande partie situés sous le niveau de la nappe.

Compte tenu de cette classification, les formations superficielles principalement concernées par les travaux s'avèrent très sensibles à l'eau et susceptibles de perdre toute portance par imbibition.

Par conséquent, les travaux devront être réalisés dans des conditions météorologiques favorables (périodes sèches notamment), sinon le chantier pourrait rapidement devenir impraticable (terrain très boueux) et nécessiterait alors la mise en place de surépaisseurs en matériaux insensibles à l'eau et de systèmes de drainage adaptés.

Les aménagements du site (voirie en enrobé) permettront toutefois d'assurer la traficabilité jusqu'aux zones de travaux.

5.2.2. Terrassabilité des matériaux

Pour insérer le projet dans le site, il n'est a priori prévu qu'un simple décapage de surface. Des déblais plus profonds seront toutefois à prévoir pour la réalisation des fondations.

La réalisation des déblais concernant les remblais, puis les matériaux alluvionnaires vasards et limono-sableux ne présenteront pas de difficulté particulière d'extraction. Les terrassements pourront donc se faire à l'aide d'engins classiques de moyenne puissance.

Toutefois, les arrivées d'eau rendront les parois des fouilles sujettes à des éboulements en phase chantier.

De plus, d'éventuels éléments enterrés résiduels, voire des remblais de construction potentiellement plus grossiers, peuvent éventuellement être présents à faible profondeur au droit de ce site déjà aménagé. Les terrassements pourront dans ce cas nécessiter l'emploi d'outils ou d'engins plus puissants (dérocteur, BRH...).

Rappelons aussi que de manière générale, toute zone décomprimée et/ou remblayée fera l'objet d'un traitement spécifique par purge et compactage notamment.

5.2.3. Drainage en phase chantier

La présence de la nappe alluviale à faible profondeur et la qualité médiocre des sols superficiels nécessiteront de procéder à un drainage dès le démarrage du chantier (rigoles, épuisement périphérique). Il est à signaler qu'en fonction de la saison envisagée pour les travaux, le niveau de la nappe pourrait présenter de fortes variations.

De plus, des venues d'eau peuvent apparaître exceptionnellement en cours de terrassement dans ce contexte de matériaux perméables. Elles seront alors collectées en périphérie et évacuées en dehors de la fouille (captage).

Suivant les conditions climatiques et le type de fondation retenu, il sera nécessaire de procéder à l'évacuation des eaux se trouvant en fond de fouille par un moyen approprié (captage, drainage, pompage...). Pour limiter le surcoût, il sera préférable de réaliser les travaux durant les périodes les plus sèches où le niveau de la nappe est au plus bas.

Les dispositions spécifiques prévisibles seront adaptées au cas par cas pour assurer la mise au sec de la plateforme de travail à tout moment.

5.3. Fondations superficielles via amélioration de sol

Au vu du contexte géomécanique défavorable à toute solution de fondation superficielles (terrain alluvionnaire très sensible/compressible) et la présence d'une nappe sub-affleurante, on pourra envisager la réalisation d'un renforcement de sol préalable par inclusions ancrées d'au moins 0.5 m dans le substratum crayeux, dont le toit a été repéré entre 4.6 et 5.8 m de profondeur ou amenées au refus au toit de la formation soit des fiches comprises entre 6.5 et 7.5 m.

Les techniques d'amélioration des sols permettent essentiellement la réduction de la déformabilité globale des sols et, conjointement, de diminuer l'amplitude des tassements prévisibles sous l'influence des charges induites par le projet.

En fonction du projet et de la nature des sols rencontrés, la réalisation d'inclusions rigides peut être envisagée.

En variante, il pourra également être envisagé la réalisation d'un système de fondations profondes, de type pieux ou micropieux, ancrées dans le substratum crayeux sain.

La solution définitive devra faire l'objet d'une note de calcul de l'entreprise en fonction des moyens d'exécution mis en œuvre dont dépendent les caractéristiques des inclusions (diamètre et maillage).

L'entrepreneur mettra en œuvre la technique appropriée pour assurer l'efficacité et l'ancrage de la technique de renforcement qu'il propose.

Il conviendra de réaliser un matelas de répartition dont l'épaisseur sera définie dans la phase projet.

Il est à noter que la plateforme de travail peut servir par la suite, sous réserve qu'elle ne soit pas polluée et uniquement après recompactage du matelas de répartition, de couche de forme / assise de fondation.

La mise en place du matelas de répartition nécessitera probablement la réalisation de déblais de faible épaisseur.

Remarques :

- Le renforcement de sol ne permet pas de supprimer les tassements, mais de les réduire d'un facteur 2 à 3 et de les homogénéiser.
- La solution de renforcement de sol offre un bon compromis pour des ouvrages apportant des descentes de charge moyennes et devant reprendre de fortes surcharges sur le dallage par exemple.

L'entreprise devra prévoir des engins et outils adaptés afin de s'affranchir de tout refus prématuré dans le substratum crayeux.

Le modèle géotechnique utilisé devra prendre en compte la neutralisation des frottements sur toute la hauteur des limons vasards et des sables limoneux lâches, soit environ 2 à 4 m.

Une étude et un suivi géotechnique d'exécution de type G3 et G4 seront alors nécessaires pour valider la méthodologie et les tassements prévisibles sous les ouvrages et superviser l'exécution des inclusions lors des travaux.

L'entrepreneur vérifiera au préalable que le type de renforcement proposé et la puissance du matériel qu'il propose, permettront de réaliser les ancrages demandés pour assurer les capacités portantes retenues.

Un point important, la problématique des éventuels sous-pressions restera à traiter, ce qui impliquera la mise en place nécessaire de dispositifs particulier ou bien le recalage des ouvrages en tenant compte de leur charge à vide.

5.4. Fondations profondes par pieux ou micropieux

En variante à la solution de renforcement de sol par inclusions permettant des fondations superficielles par radier, on pourrait envisager des fondations profondes par pieux ou micropieux ancrés dans le substratum crayeux compact (formation n°2b) dont le toit a été repéré vers 8.5 m/TA, tout en respectant un ancrage minimal de 3 diamètres dans la couche porteuse ou au moins 1.5 m pour des pieux de diamètre supérieur à 0.5 m.

En raison de la présence d'une nappe subaffleurante, de sols limoneux à sablo-limoneux lâches et du substratum crayeux compact servant de couche d'ancrage, il est proposé de mettre en œuvre des pieux forés boue notés FB ou des pieux forés tubés (viroles récupérée) notés FTR.

NB : il pourra être proposé par l'entreprise d'autres techniques de pieux équivalents prenant en compte les contraintes d'exécution exposées ci-avant.

La capacité portante de chaque pieu prendra en compte la résistance de pointe dans la formation n°2b.

Le frottement latéral pourra être pris en compte dans les formations n°1 (à partir de 4 m en PRS9, sondage le plus pessimiste) et n°2. Il sera neutralisé sur toute l'épaisseur des limons à sables limoneux lâches.

5.5. Protection des ouvrages vis-à-vis de l'eau

Il appartient aux concepteurs de s'assurer auprès des services compétents que le terrain n'est pas inondable.

Le projet n'étant pas enterré, les variations du niveau de la nappe n'auront pas d'influence.

Outre les dispositions particulières à prévoir vis-à-vis des sous-pressions comme indiquées précédemment, la proximité de la nappe sous le niveau-bas du bâtiment d'exploitation et le fort risque de remontée au droit du projet nous conduit à préconiser (si nécessaire en fonction des traitements appliqués au béton) la mise en place en sous-face du radier d'une protection étanche afin de se prémunir contre les remontées capillaires lors des épisodes pluvieux exceptionnels. Cette protection étanche sera posée depuis le sommet de la couche de forme et pourra être constituée d'une couche de béton maigre (C8/10) sur laquelle le système d'étanchéité sera mis en place (géotextile associé à une géomembrane ou un film polyéthylène puis une couche de protection).

6. Observations majeures

On s'assurera que la stabilité des ouvrages et des sols avoisinant le projet est assurée pendant et après la réalisation de ce dernier.

Les reconnaissances de sol procédant par sondages ponctuels, les résultats ne sont pas rigoureusement extrapolables à l'ensemble du site. Il persiste des aléas (hétérogénéité locale des alluvions, surprofondeur du toit du substratum crayeux...) qui peuvent entraîner des adaptations tant de la conception que de l'exécution qui ne sauraient être à la charge du géotechnicien.

Le présent rapport et ses annexes constituent un tout indissociable. La mauvaise utilisation qui pourrait être faite suite à une communication ou reproduction partielle ne saurait engager GINGER CEBTP.

De même, des éléments nouveaux mis en évidence lors de l'exécution des fondations et n'ayant pu être détectés au cours de la reconnaissance de sol (hétérogénéité localisée, venues d'eau, etc.) peuvent rendre caduques certaines des recommandations figurant dans le rapport.

Des modifications dans l'implantation, la conception ou l'importance de la construction ainsi que dans les hypothèses prises en compte et en particulier dans les indications de la partie «Contexte de l'étude» du présent rapport peuvent conduire à des remises en cause des prescriptions. Une nouvelle mission devra alors être confiée à GINGER CEBTP afin de réadapter ses conclusions ou de valider par écrit le nouveau projet.

Nous rappelons que cette étude a été menée dans le cadre d'une mission géotechnique de conception en phase avant-projet (G2 AVP) et que, conformément à la norme NF P94-500 de novembre 2013, une étude en phase projet (G2 PRO) sera à réaliser (collaboration avec l'équipe de conception) pour :

- permettre l'optimisation du projet avec, notamment, la prise en compte des interactions sol / structure ;
- vérifier la bonne transcription de toutes les préconisations dans les pièces techniques du marché.

GINGER CEBTP peut prendre en charge la maîtrise d'œuvre dans le domaine de la géotechnique, au stade du projet.

Les conclusions du présent rapport ne sont valables que sous réserve des conditions générales des missions géotechniques de l'Union Syndicale Géotechnique fournies en Annexe 1 (norme NF P94-500 de novembre 2013).

ANNEXE 1 – NOTES GENERALES SUR LES MISSIONS GEOTECHNIQUES

- Schéma d'enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique.
- Classification des missions types d'ingénierie géotechnique.

ENCHAÎNEMENT DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE

Extrait de la norme AFNOR sur les MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (NF P 94-500 - version de Novembre 2013)

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

CLASSIFICATION DES MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE

Extrait de la norme AFNOR sur les MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (NF P 94-500 - version de Novembre 2013)

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

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

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

Phase Étude de Site (ES)

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

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

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

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

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

Phase Avant-projet (AVP)

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

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

Phase Projet (PRO)

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

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

Phase DCE / ACT

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

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

ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G4, distinctes et simultanées)

ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

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

Phase Étude

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

Phase Suivi

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

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

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

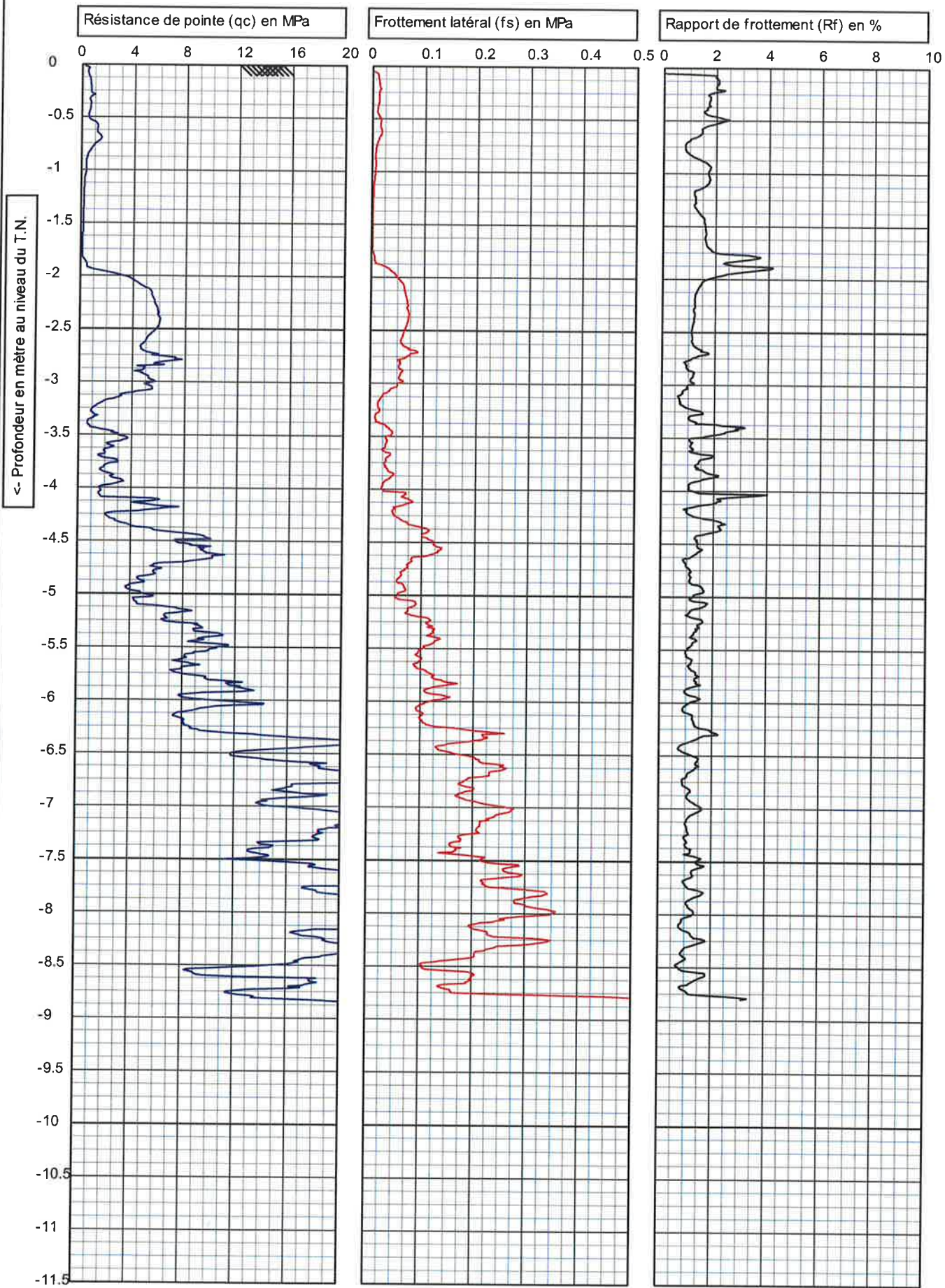
DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

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

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

ANNEXE 2 – SONDAGES IN-SITU

- Coupes des sols.
- Courbes pressiométriques (P_l et EM).
- Pénétrogrammes (q_c , f_s , R_f).
- Equipement piézométrique.



SONDAGE PRESSIOMETRIQUE PRS2

Chantier: **Rue Hélène Boucher - SANGATTE (62)**

Dossier : **NBE2.G0166**

Client : **AQUATEST / CDA DU CALAISIS**

Echelle : **1/85**

Machine : **SOCOMAFOR 50C**

Date début de forage : **04/07/2016**

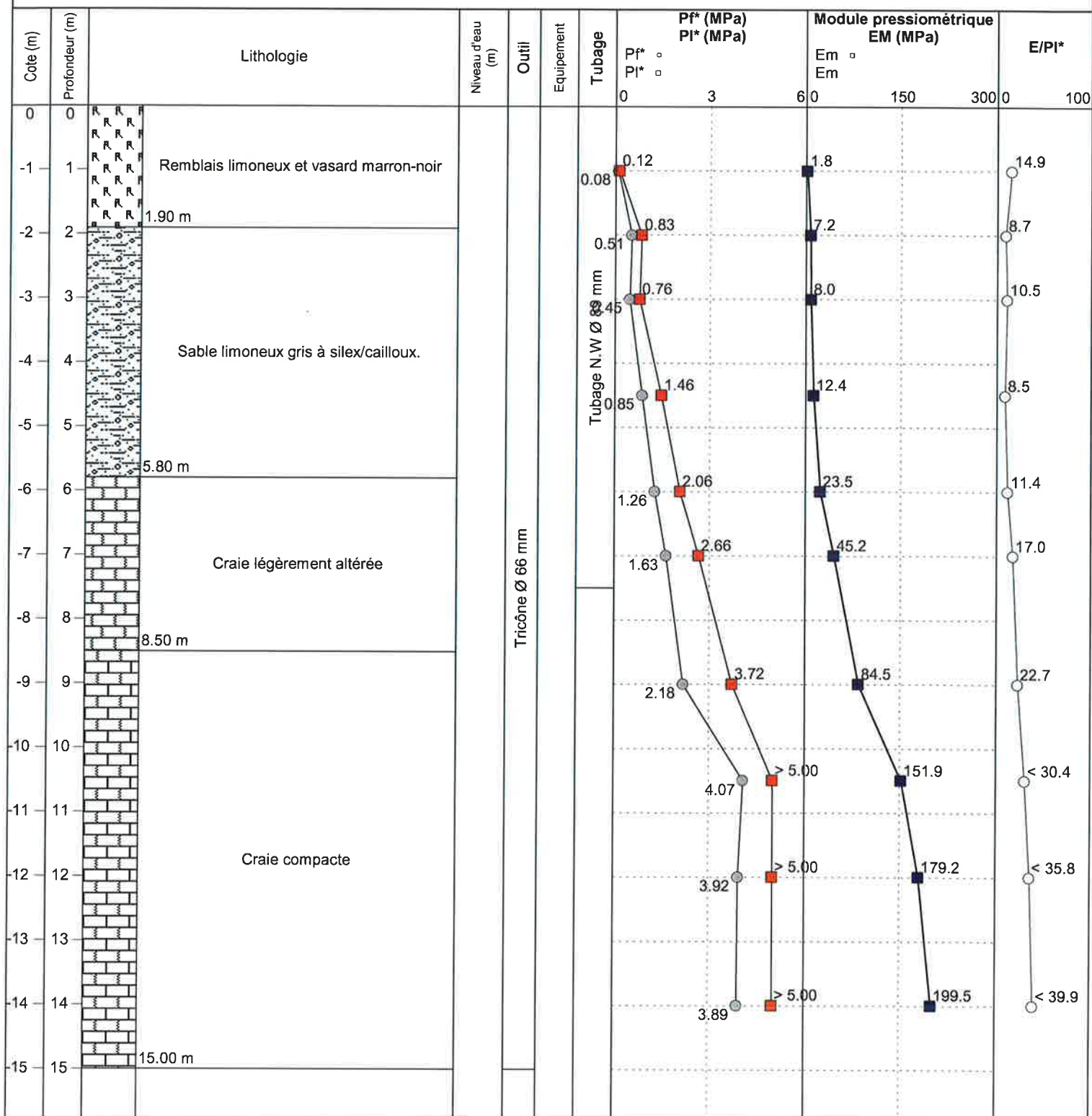
Date fin de forage : **04/07/2016**

Profondeur de fin : **15.00m**

X :

Y :

Z :



Observation :

SONDAGE à la TARIERE T3

Chantier: **Rue Hélène Boucher - SANGATTE (62)**

Dossier : **NBE2.G0166**

Client : **AQUATEST / CDA DU CALAISIS**

Echelle : **1/85**

Machine : **SOCOMAFOR 50C**

X :

Y :

Z :

Date début de forage : **01/07/2016**

Date fin de forage : **01/07/2016**

Profondeur de fin : **10.00m**

Cote (m)	Profondeur (m)	Outil	Tubage	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Equipement	Echantillons	Résultats des essais en laboratoire
0	0			Remblais limono-sableux à vasard				
-1	1			1.20 m				
-2	2			Limon vasard				
-3	3			1.90 m				
-4	4			Sable limoneux gris à silex (GTR : B5)				
-5	5			3.40 m				
-6	6			Limon sableux gris-beige, présence de silex/cailloux (GTR : A1)				
-7	7			5.80 m				
-8	8			Craie				
-9	9							
-10	10			10.00 m				
-11	11							
-12	12							
-13	13							
-14	14							
-15	15							

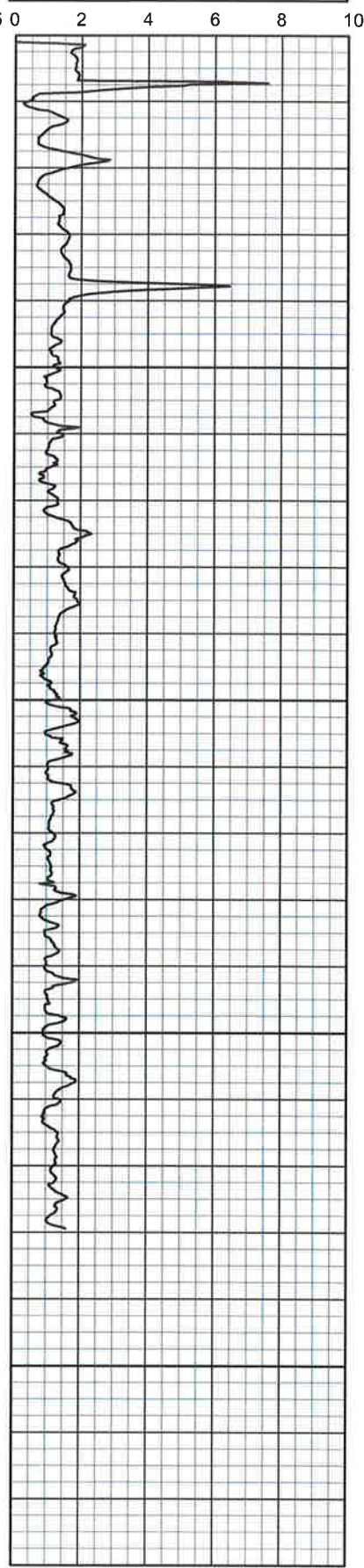
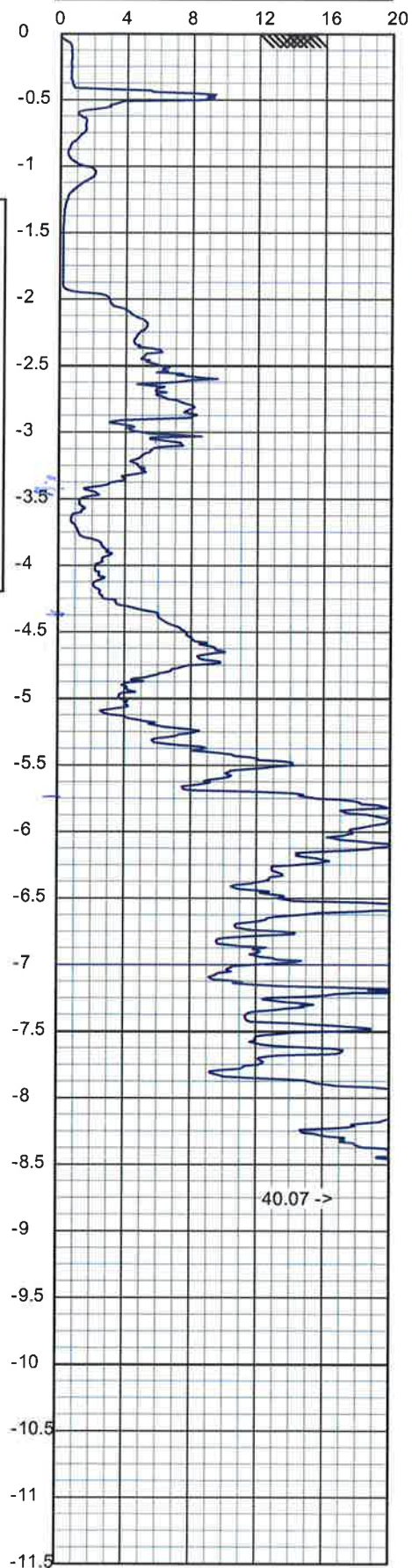
Observation :

<- Profondeur en mètre au niveau du T.N.

Résistance de pointe (qc) en MPa

Frottement latéral (fs) en MPa

Rapport de frottement (Rf) en %



SONDAGE à la TARIERE T4

Chantier: **Rue Hélène Boucher - SANGATTE (62)**

Dossier : **NBE2.G0166**

Client : **AQUATEST / CDA DU CALAISIS**

Echelle : **1/85**

Machine : **SOCOMAFOR 50C**

X :

Y :

Z :

Date début de forage : **30/06/2016**

Date fin de forage : **30/06/2016**

Profondeur de fin : **10.00m**

Cote (m)	Profondeur (m)	Outil	Tubage	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Equipement	Echantillons	Résultats des essais en laboratoire
0	0			Remblais sableux + cailloux 0.80 m				
-1	1			Limon vasard 2.20 m				
-2	2			Sable limoneux gris (GTR : A1) 3.30 m				
-3	3			Sable limono-argileux + galets/cailloux (GTR : B5) 5.30 m				
-4	4			Craie blanche 10.00 m				
-5	5							
-6	6							
-7	7							
-8	8							
-9	9							
-10	10							
-11	11							
-12	12							
-13	13							
-14	14							
-15	15							

Observation :

Ech.Prof: 1/50°

date travaux: 30/06/16

Prof. (m)	Outils	Tubage	Etages	COUPE Prof NGF	Description des sols	Piezomètre	Echant.	équipement Piezo et observations
1				0.80	Remblais sableux + cailloux			capot métallique en tête du Piézo sur massif de scellement. gravillons drainants autour du tube début crépine à 1 m.
2				2.20	Limon vasard			
3				3.30	Sable limoneux gris			
4				5.30	Sable limono-argileux + galets/cailloux			
5								
6								
7								
8					Craie blanche			
9								
10				10.00	[Arrêt du sondage]			tube piezo PVC diamètre Int. 52 mm longueur 10 m. bouchon à la base

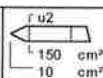
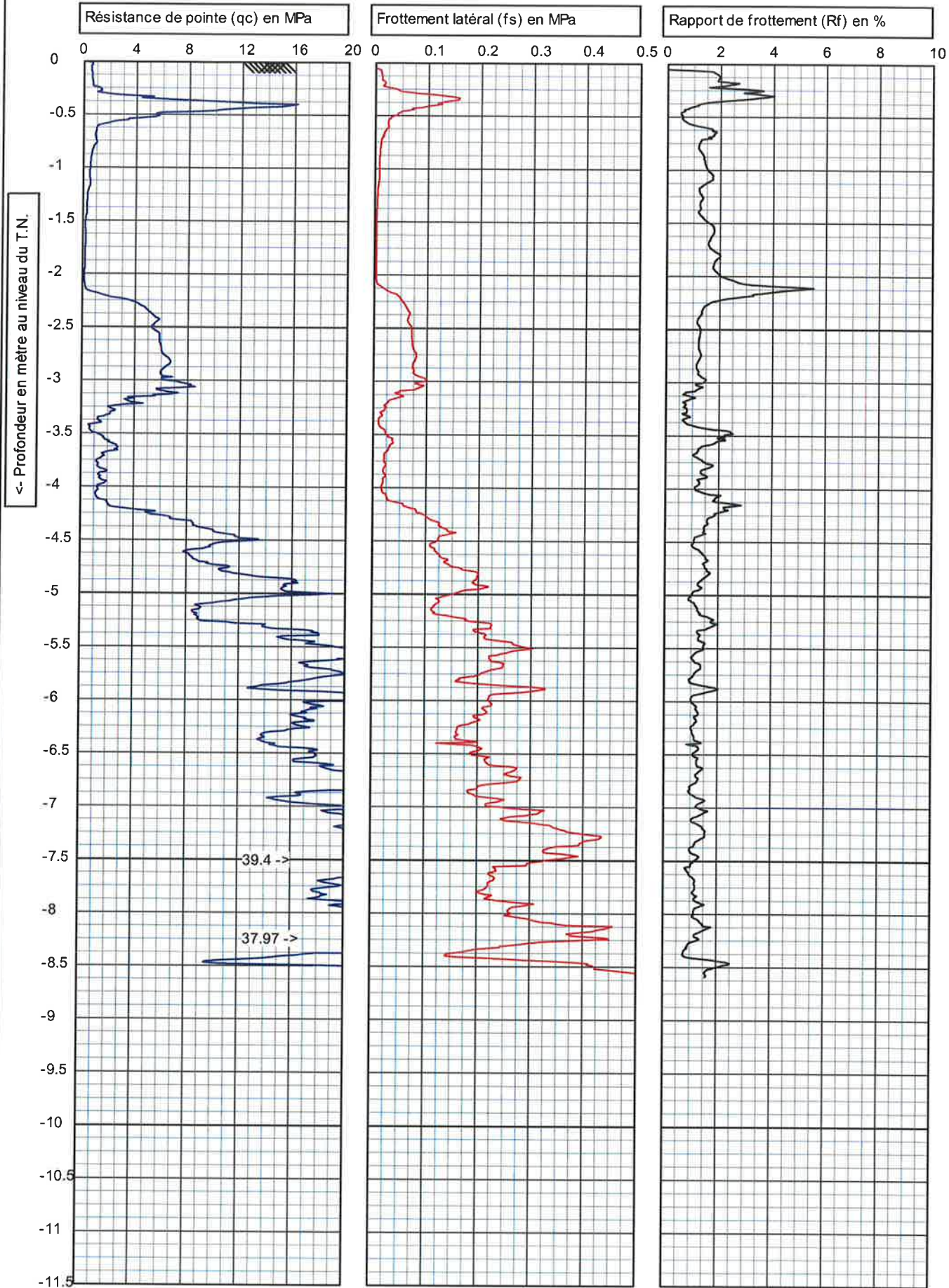
Logiciel SONDAGE32 - Version 3.62 du 03-12-2015 -- [D.O.E137 - V.1 du 17/05/2011]

Sondeuse: SOCOMAFOR 50C

Observations : /

Niveau d'eau à 0.8 m.
niveau relevé le 18/08/16

Edité le 18/08/2016



NF EN ISO 22476-1

T.N.: 0.00 m

Niv. \pm 0.00 m

Projet: **Extension de la STEP**
 Site: **SANGATTE (62)**
 Position: **0, 0**

Avant trou: **0.00 m**

Date: **24/06/2016**

N° pointe: **C10CFIP.C14478**

N° projet: **NBE2.G0166**

N° essai: **PS4**

1/1

SONDAGE PRESSIOMETRIQUE PRS5

Chantier: **Rue Hélène Boucher - SANGATTE (62)**

Dossier : **NBE2.G0166**

Client : **AQUATEST / CDA DU CALAISIS**

Echelle : **1/85**

Machine : **SOCOMAFOR 50C**

Date début de forage : **30/06/2016**

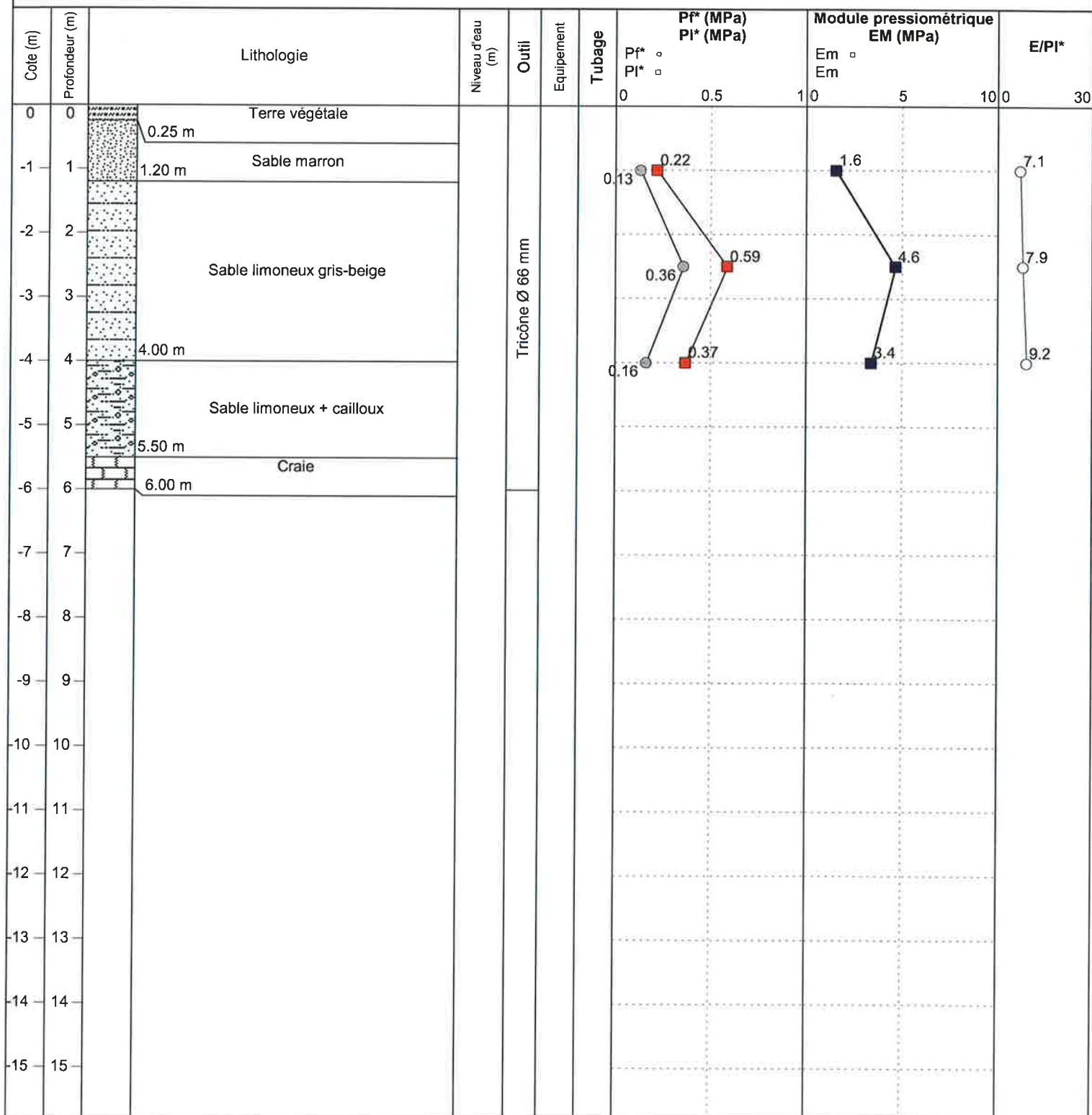
Date fin de forage : **30/06/2016**

Profondeur de fin : **6.00m**

X :

Y :

Z :



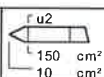
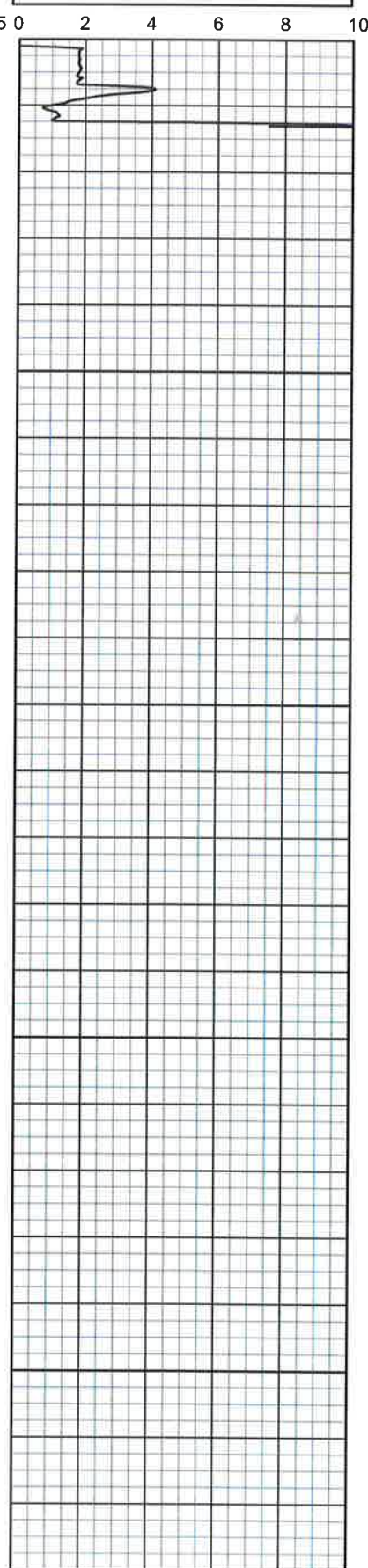
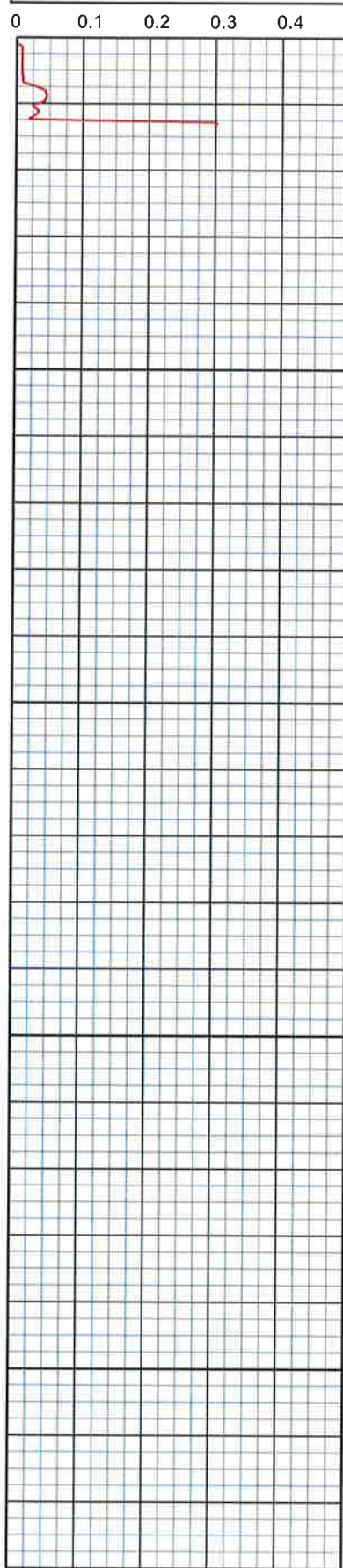
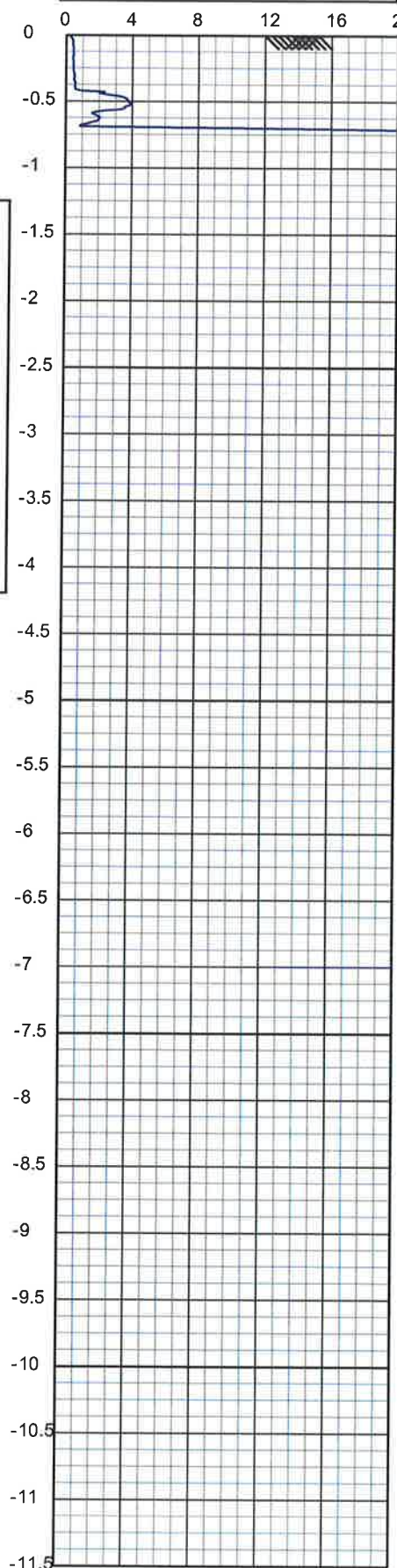
Observation :

← Profondeur en mètre au niveau du T.N.

Résistance de pointe (qc) en MPa

Frottement latéral (fs) en MPa

Rapport de frottement (Rf) en %



NF EN ISO 22476-1

T.N.: 0.00 m

Niv. \pm 0.00 m

Projet: **Extension de la STEP**
Site: **SANGATTE (62)**
Position: **0, 0**

Avant trou: **0.00 m**

Date: **24/06/2016**

N° pointe: **C10CFIP.C14478**

N° projet: **NBE2.G0166**

N° essai: **PS6**

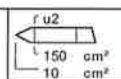
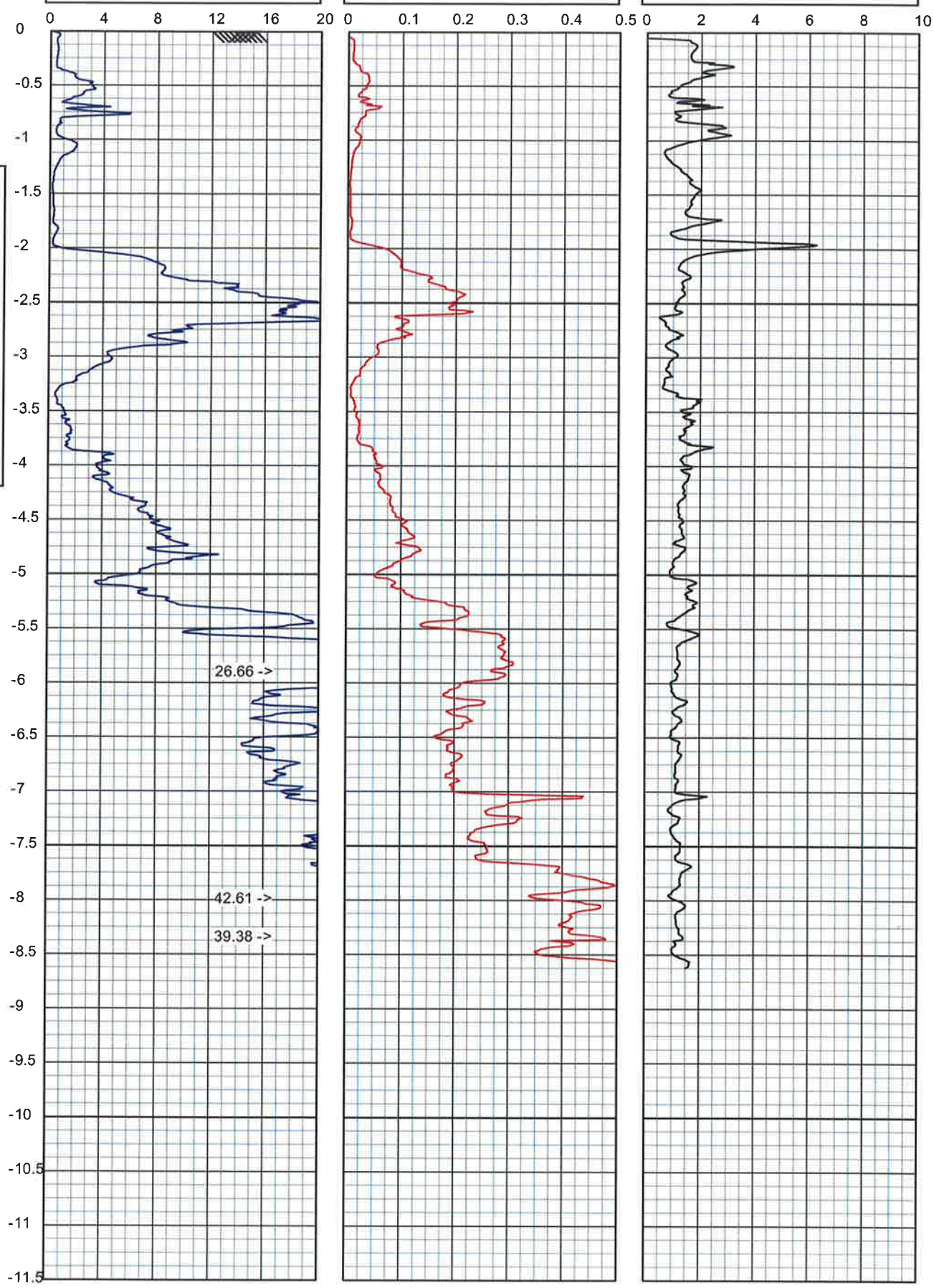
1/1

<- Profondeur en mètre au niveau du T.N.

Résistance de pointe (qc) en MPa

Frottement latéral (fs) en MPa

Rapport de frottement (Rf) en %



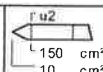
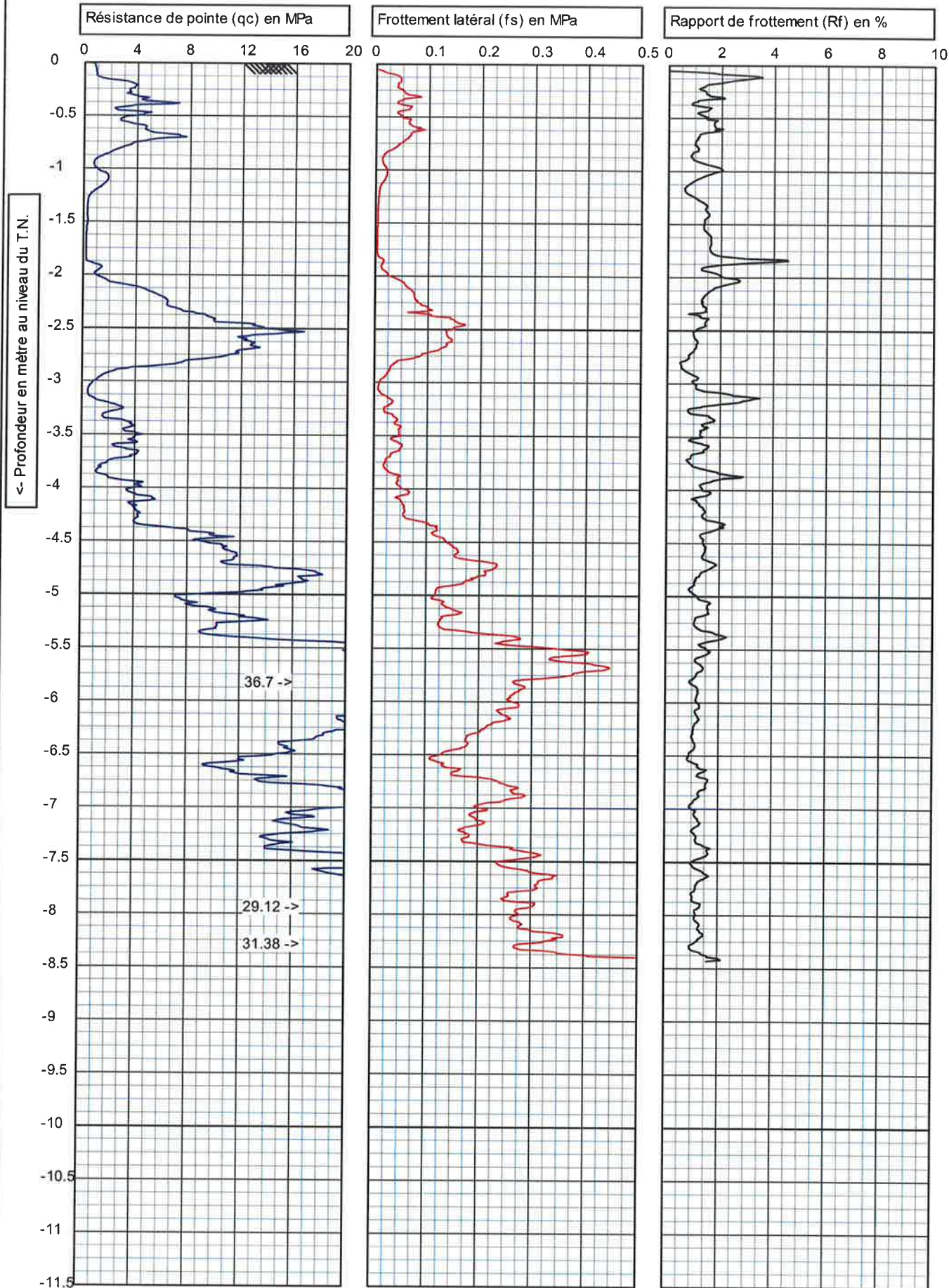
NF EN ISO 22476-1

T.N.: 0.00 m

Niv. ez0.00 m

Projet: **Extension de la STEP**
Site: **SANGATTE (62)**
Position: **0, 0**

Avant trou:	0.00 m
Date:	24/06/2016
N° pointe:	C10CFIP.C14478
N° projet:	NBE2.G0166
N° essai:	PS6 BIS



NF EN ISO 22476-1

T.N.: 0.00 m

Niv. \approx 0.00 m

Avant trou: 0.00 m

Date: 24/06/2016

Projet: **Extension de la STEP**

Site: **SANGATTE (62)**

Position: **0, 0**

N° pointe: **C10CFIP.C14478**

N° projet: **NBE2.G0166**

N° essai: **PS7**

1/1

SONDAGE à la TARIERE T8

Chantier: **Rue Hélène Boucher - SANGATTE (62)**

Dossier : **NBE2.G0166**

Client : **AQUATEST / CDA DU CALAISIS**

Echelle : **1/85**

Machine : **SOCOMAFOR 50C**

X :

Y :

Z :

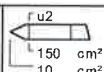
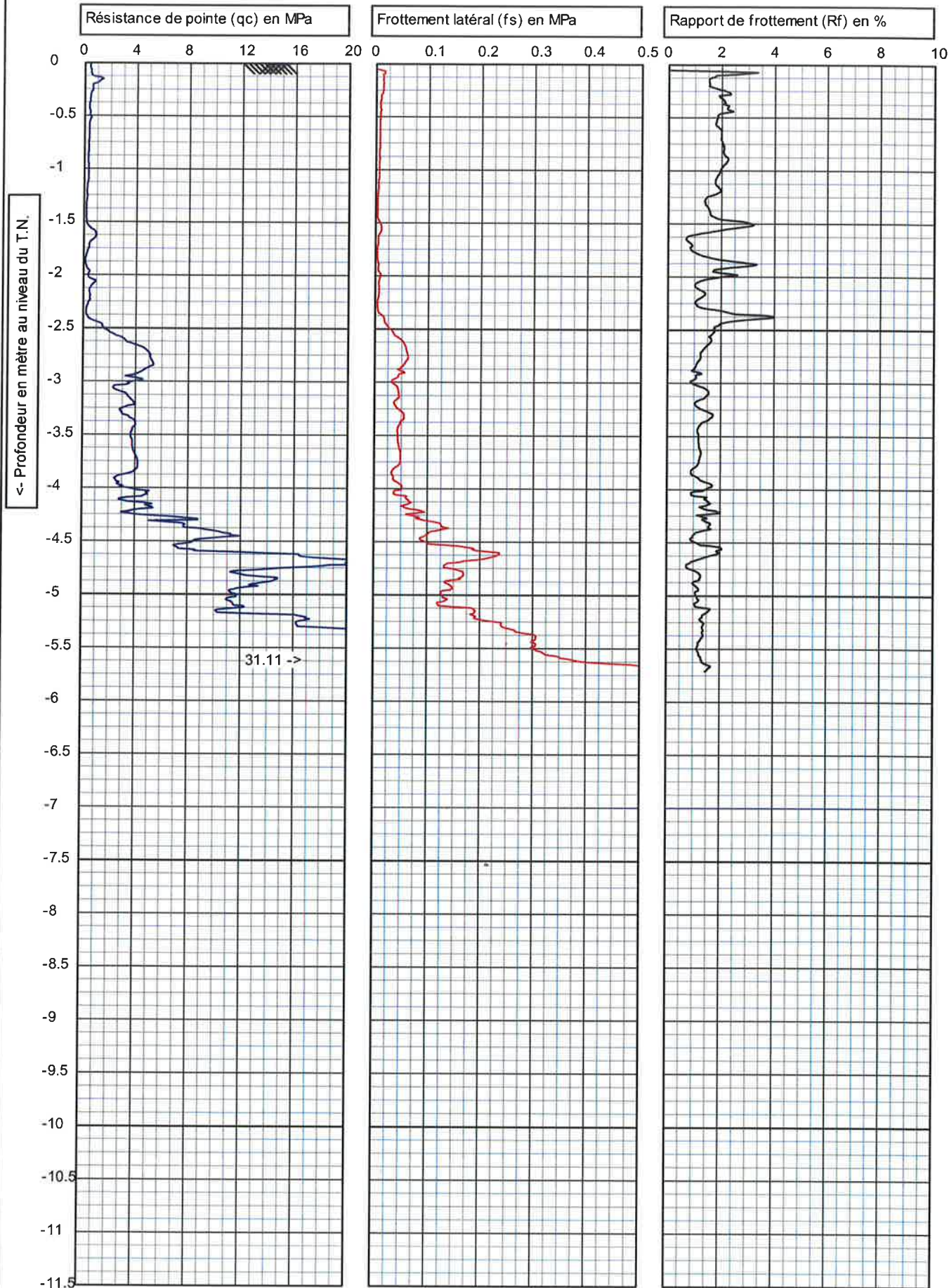
Date début de forage : **04/07/2016**

Date fin de forage : **04/07/2016**

Profondeur de fin : **10.00m**

Cote (m)	Profondeur (m)	Outil	Tubage	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Equipement	Echantillons	Résultats des essais en laboratoire
0	0							
-1	1			Limon vasard				
-2	2			2.40 m				
-3	3			Sable limoneux gris + cailloux (GTR : B5)				
-4	4			4.60 m				
-5	5							
-6	6							
-7	7			Craie				
-8	8							
-9	9							
-10	10			10.00 m				
-11	11							
-12	12							
-13	13							
-14	14							
-15	15							

Observation :



NF EN ISO 22476-1

T.N.: 0.00 m

Niv. \approx 0.00 m

Projet: **Extension de la STEP**

Site: **SANGATTE (62)**

Position: **0, 0**

Avant trou: **0.00 m**

Date: **24/06/2016**

N° pointe: **C10CFIP.C14478**

N° projet: **NBE2.G0166**

N° essai: **PS8**

1/1

SONDAGE PRESSIOMETRIQUE PRS9

Chantier: **Rue Hélène Boucher - SANGATTE (62)**

Dossier : **NBE2.G0166**

Client : **AQUATEST / CDA DU CALAISIS**

Echelle : **1/85**

Machine : **SOCOMAFOR 50C**

Date début de forage : **04/07/2016**

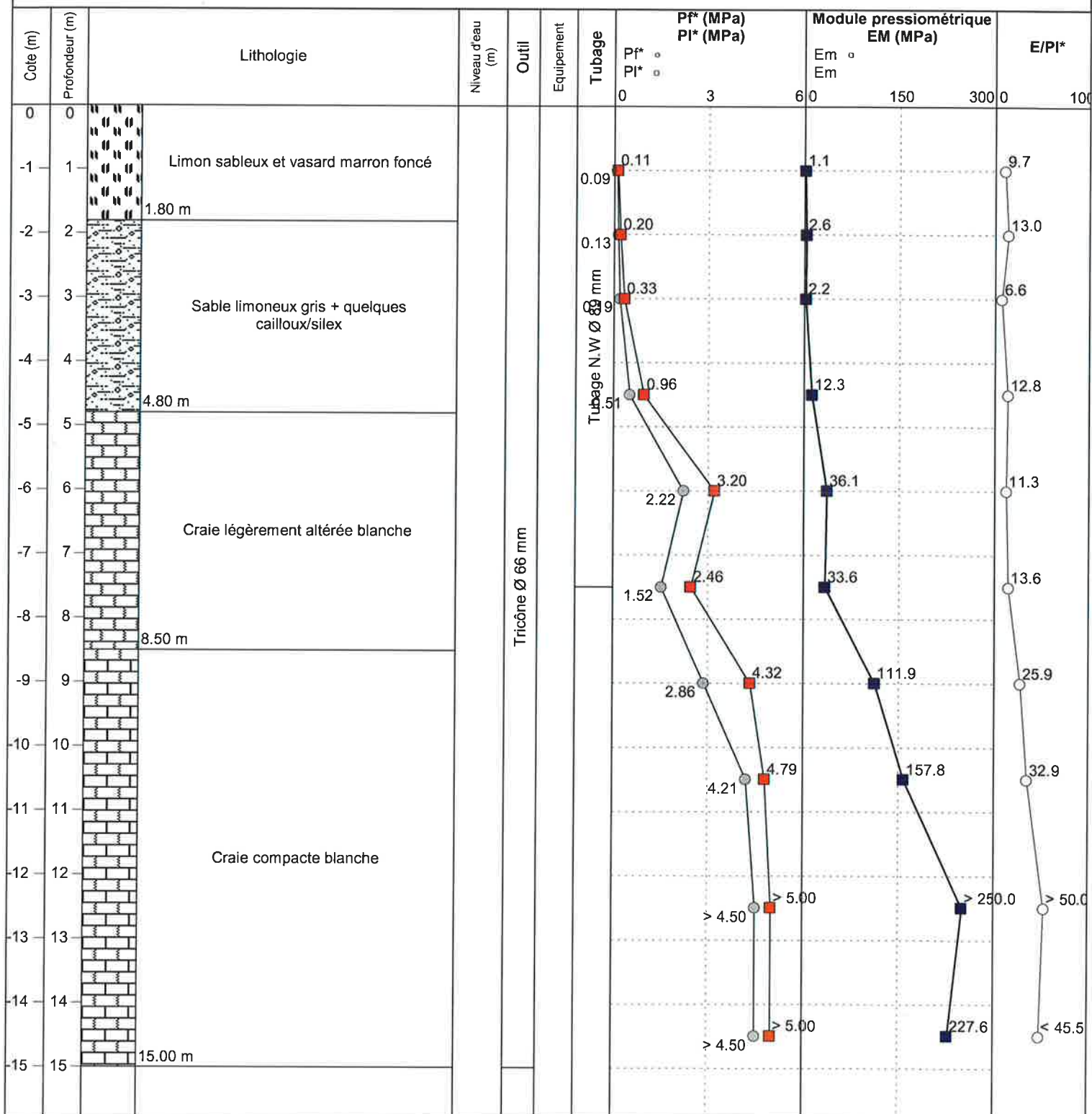
Date fin de forage : **04/07/2016**

Profondeur de fin : **15.00m**

X :

Y :

Z :



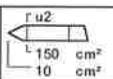
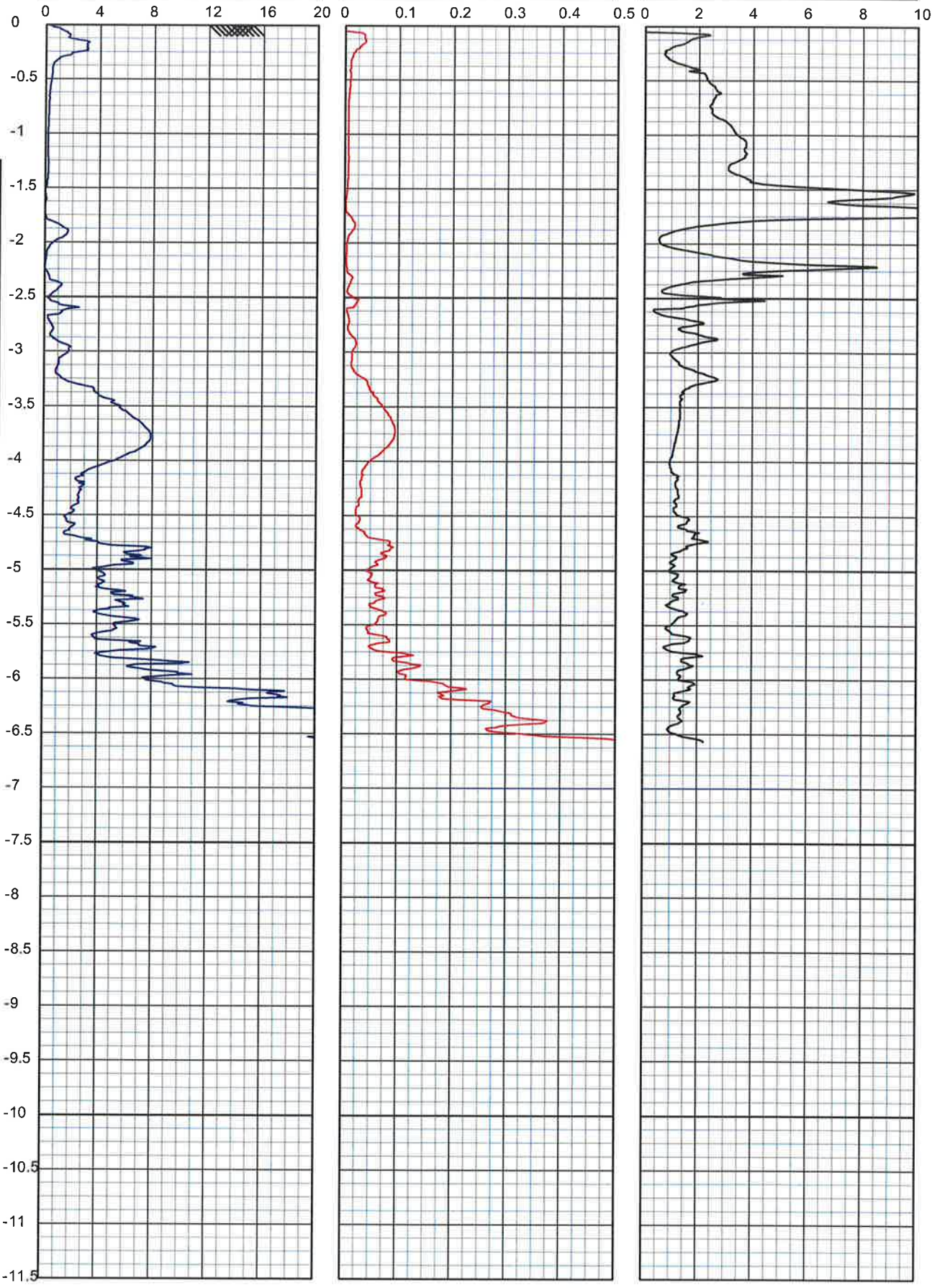
Observation :

← Profondeur en mètre au niveau du T.N.

Résistance de pointe (qc) en MPa

Frottement latéral (fs) en MPa

Rapport de frottement (Rf) en %



NF EN ISO 22476-1

T.N.: 0.00 m

Niv. e: 0.00 m

Avant trou: 0.00 m

Date: 24/06/2016

Projet: **Extension de la STEP**

Site: **SANGATTE (62)**

Position: **0, 0**

N° pointe: **C10CFIP.C14478**

N° projet: **NBE2.G0166**

N° essai: **PS10**

1/1

ANNEXE 3 – PROCES VERBAUX DES ESSAIS EN LABORATOIRE

- Identifications des sols.

RAPPORT D' ESSAI

CLASSIFICATION DES MATERIAUX UTILISABLES DANS LA CONSTRUCTION DES REMBLAIS ET DES COUCHES DE FORME D'INFRASTRUCTURES ROUTIERES NF P 11-300

Informations générales

N° dossier : **NBE2.G0166.0001**
Désignation : **SANGATTE - EXTENSION STEP**
Localité : **SANGATTE**
Chargé d'affaire : **Mickaël DEPLAGNE**

Client / MO : **SAS AQUATEST**

Demandeur / MOE :

Informations sur l'échantillon

N° 16NBE-0194

Mode de prélèvement : **Sondage tarière**
Prélevé par : **POLE SONDAGE**
Date prélèvement : **01/07/16**
Mode de conservation : **Ech. prélevé en sac**
Date de livraison : **04/07/16**
Description : **Limon sableux**

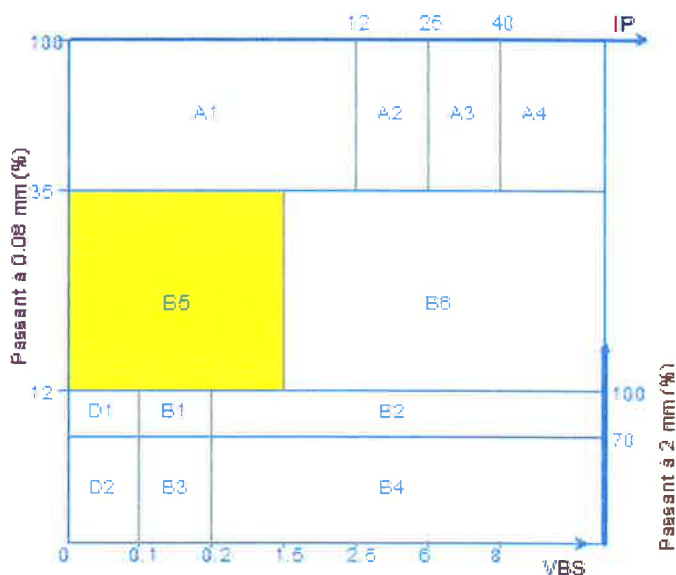
Sondage : **T3**

Profondeur : **1.90/3.40 m**

Paramètres de nature

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax	NF P94-056	20	mm
Passant à 50 mm	NF P94-056	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/50 mm)	NF P94-056	72.4	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	NF P94-056	28.3	%
Passant à 2 µm	NF P94-057		%
Limite de liquidité - WL	NF P94-051		%
Limite de plasticité - WP	NF P94-051		%
Indice de plasticité - IP	WL - WP		
VBS	NF P94-068	0.98	g de bleu pour 100 g

CLASSIFICATION NF P 11-300 : B5



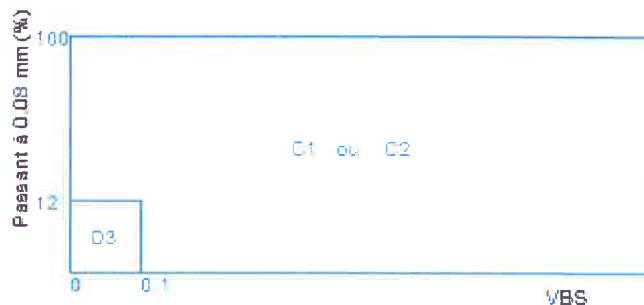
Paramètres d'état hydrique

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - Wn	NF P94-050	27.6	%
Indice Portant immédiat - IPI	NF P94-078		
Indice de Consistance - Ic	(WL - Wn) / IP		
Wn / W OPN	NF P94-093		

Pour information:

Teneur en eau Optimale W OPN (%) :

Masse volumique sèche Optimale ρ OPN (Mg/m3) :



Observations :

Le Responsable du Laboratoire

Josselin DELBROEUVÉ

Informations générales

N° dossier : **NBE2.G0166.0001**

Désignation : SANGATTE - EXTENSION STEP

Localité : SANGATTE

Chargé d'affaire : Mickaël DEPLAGNE

Demandeur / MOE :

Informations sur l'échantillon

N° 16NBE-0194

Mode de prélèvement : Sondage tarière

Sondage : T3

Prélevé par : POLE SONDAGE

Profondeur : 1.90/3.40 m

Date prélèvement : 01/07/16

Mode de conservation : Ech. prélevé en sac

Date de livraison : 04/07/16

dm (mm) : 20

Description : Limon sableux

Informations sur l'essai

Mode de séchage : Etuvage

Technicien : Jean-Philippe SAUVAGE

Température : 105°C

Date essai : 11/07/16

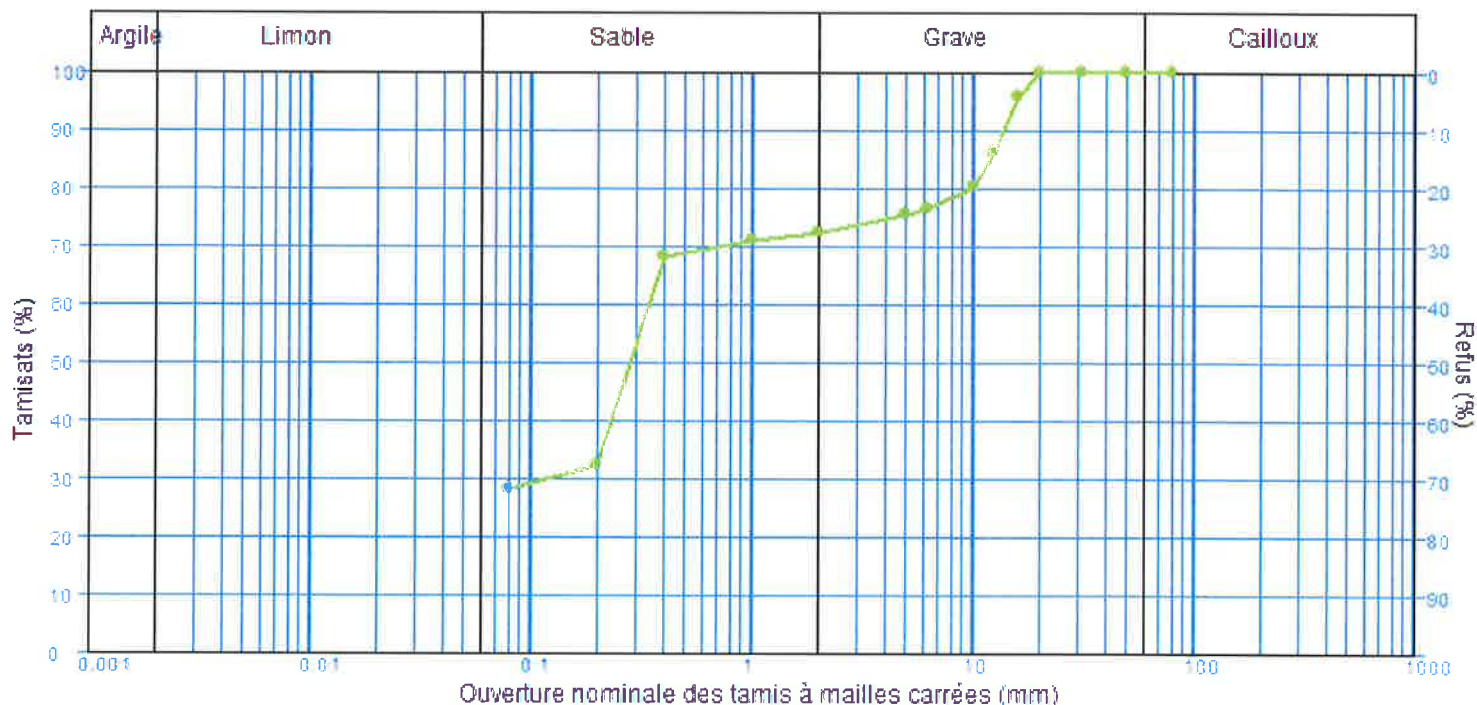
Analyse granulométrique (NF P 94-056) sur 0/D mm

Tamis à mailles carrées (mm)	80	50	31.5	20	16	12.5	10	6.3	5	2	1	400	200	80
Passant cumulé (%)	100.0	100.0	100.0	100.0	95.7	86.2	80.1	76.4	75.2	72.4	71.0	67.9	32.1	28.3

Facteur d'uniformité $C_u = (N.D.)$

Facteur de courbure $C_c = (N.D.)$

Facteur de symétrie $C_s = (N.D.)$



Observations :

Le Responsable du Laboratoire
Josselin DELBROEUVÉ

[Signature]

RAPPORT D' ESSAI

CLASSIFICATION DES MATERIAUX UTILISABLES DANS LA CONSTRUCTION DES REMBLAIS ET DES COUCHES DE FORME D'INFRASTRUCTURES ROUTIERES NF P 11-300

Informations générales

N° dossier : **NBE2.G0166.0001**

Désignation : SANGATTE - EXTENSION STEP

Localité : SANGATTE

Chargé d'affaire : Mickaël DEPLAGNE

Client / MO : SAS AQUATEST

Demandeur / MOE :

Informations sur l'échantillon

N° 16NBE-0194

Mode de prélèvement : Sondage tarière

Prélevé par : POLE SONDAGE

Date prélèvement : 01/07/16

Mode de conservation : Ech. prélevé en sac

Date de livraison : 04/07/16

Description : Limon sableux

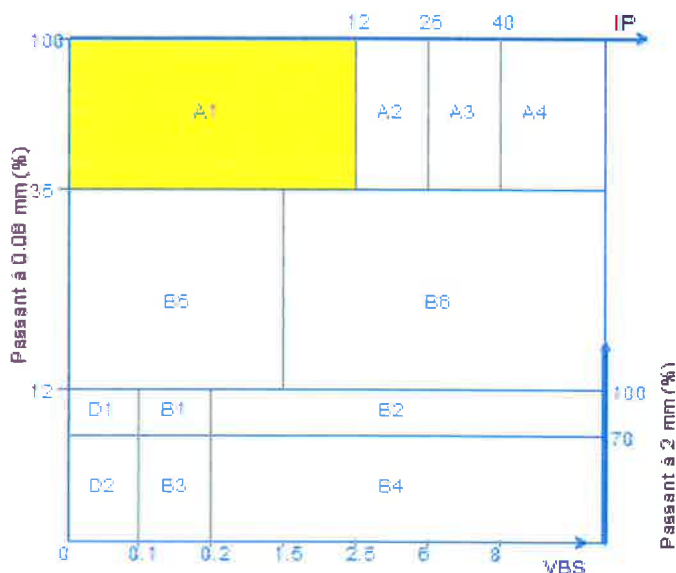
Sondage : T3

Profondeur : 3.40/5.80 m

Paramètres de nature

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax	NF P94-056	13	mm
Passant à 50 mm	NF P94-056	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/50 mm)	NF P94-056	85.8	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	NF P94-056	42.3	%
Passant à 2 µm	NF P94-057		%
Limite de liquidité - WL	NF P94-051		%
Limite de plasticité - WP	NF P94-051		%
Indice de plasticité - IP	WL - WP		
VBS	NF P94-068	1.53	g de bleu pour 100 g

CLASSIFICATION NF P 11-300 : A1



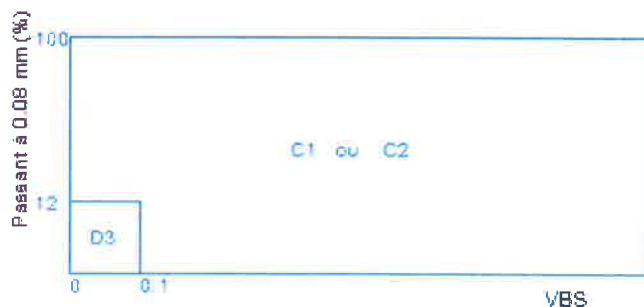
Paramètres d'état hydrique

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - Wn	NF P94-050	30.2	%
Indice Portant immédiat - IPI	NF P94-078		
Indice de Consistance - Ic	(WL - Wn) / IP		
Wn / W _{OPN}	NF P94-093		

Pour information:

Teneur en eau Optimale W_{OPN} (%) :

Masse volumique sèche Optimale ρ_{OPN} (Mg/m³) :



Observations :

Le Responsable du Laboratoire

Josselin DELBROEUVÉ

GINGER CEBTP Béthune
TECHNOPARC FUTURA
62400 BETHUNE



N°06-77

Client / MO : SAS AQUATEST

Informations générales

N° dossier : **NBE2.G0166.0001**

Désignation : SANGATTE - EXTENSION STEP

Localité : SANGATTE

Chargé d'affaire : Mickaël DEPLAGNE

Demandeur / MOE :

Informations sur l'échantillon

N° 16NBE-0194

Mode de prélèvement : Sondage tarière

Sondage : T3

Prélevé par : POLE SONDAGE

Profondeur : 3.40/5.80 m

Date prélèvement : 01/07/16

Mode de conservation : Ech. prélevé en sac

Date de livraison : 04/07/16

dm (mm) : 12.5

Description : Limon sableux

Informations sur l'essai

Mode de séchage : Etuvage

Technicien : Jean-Philippe SAUVAGE

Température : 105°C

Date essai : 11/07/16

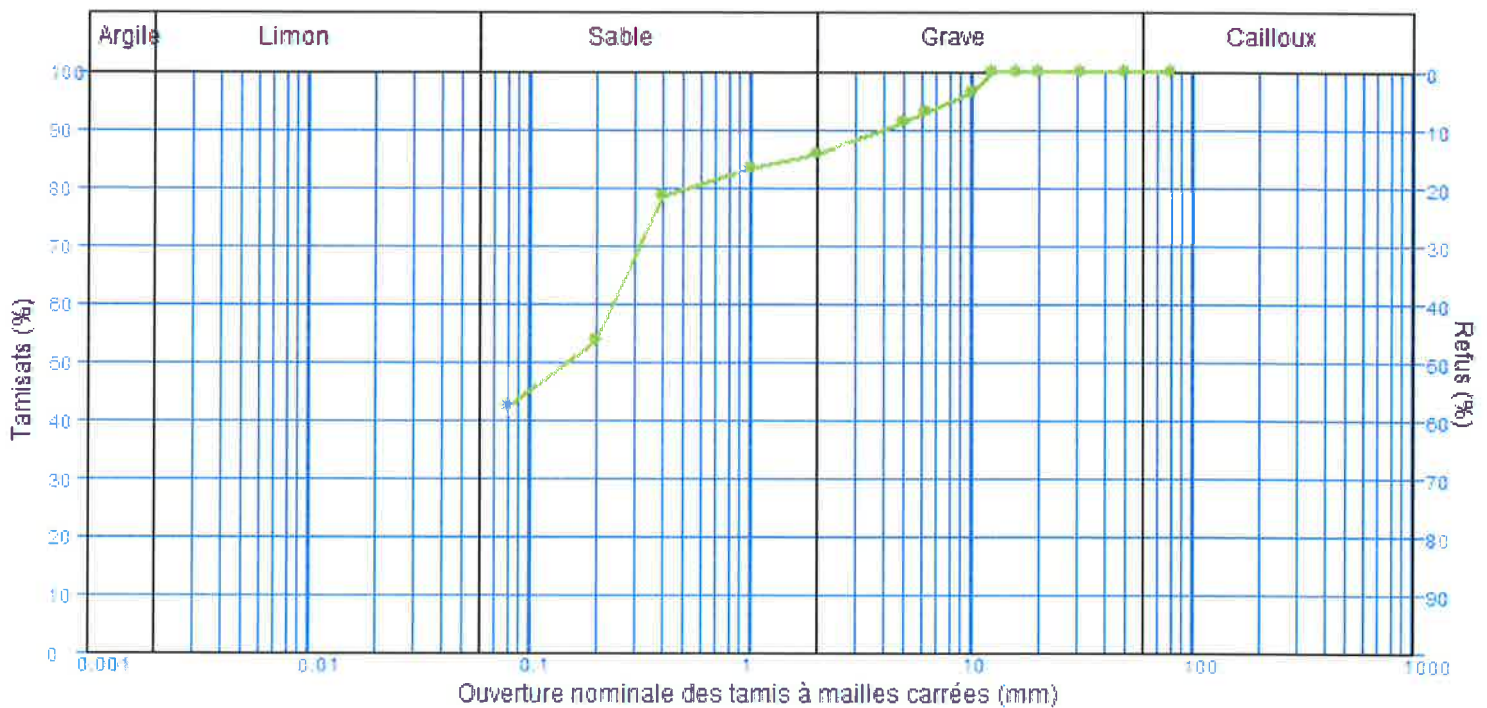
Analyse granulométrique (NF P 94-056) sur 0/D mm

Tamis à mailles carrées (mm)	80	50	31.5	20	16	12.5	10	6.3	5	2	1	400	200	80
Passant cumulé (%)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	96.3	92.9	91.1	85.8	83.4	78.4	53.8	42.3

Facteur d'uniformité $C_u = (N.D.)$

Facteur de courbure $C_c = (N.D.)$

Facteur de symétrie $C_s = (N.D.)$



Observations :

Le Responsable du Laboratoire

Josselin DELBROEUVÉ

RAPPORT D' ESSAI

CLASSIFICATION DES MATERIAUX UTILISABLES DANS LA CONSTRUCTION DES REMBLAIS ET DES COUCHES DE FORME D'INFRASTRUCTURES ROUTIERES NF P 11-300

Informations générales

N° dossier : **NBE2.G0166.0001**
Désignation : **SANGATTE - EXTENSION STEP**
Localité : **SANGATTE**
Chargé d'affaire : **Mickaël DEPLAGNE**

Client / MO : **SAS AQUATEST**

Demandeur / MOE :

Informations sur l'échantillon

N° 16NBE-0195

Mode de prélèvement : **Sondage tarière**
Prélevé par : **POLE SONDAGE**
Date prélèvement : **01/07/16**
Mode de conservation : **Ech. prélevé en sac**
Date de livraison : **04/07/16**
Description : **Limon sableux**

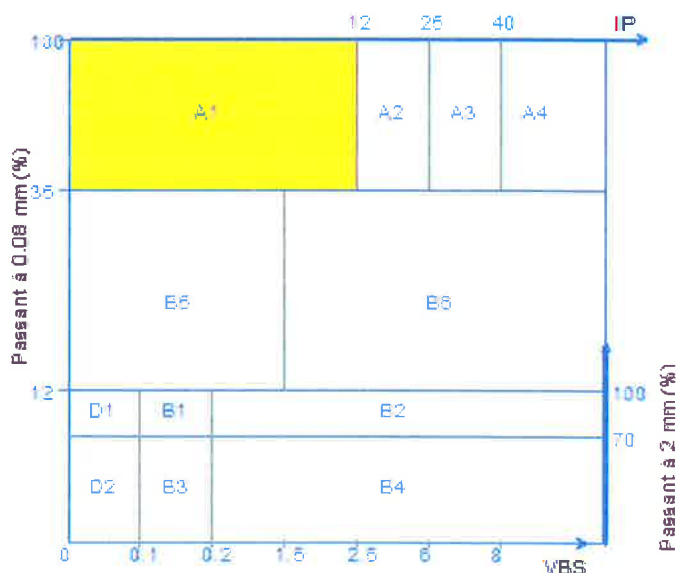
Sondage : **T4**

Profondeur : **2.20/3.30 m**

Paramètres de nature

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax	NF P94-056	13	mm
Passant à 50 mm	NF P94-056	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/50 mm)	NF P94-056	93.7	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	NF P94-056	62.8	%
Passant à 2 µm	NF P94-057		%
Limite de liquidité - WL	NF P94-051		%
Limite de plasticité - WP	NF P94-051		%
Indice de plasticité - IP	WL - WP		
VBS	NF P94-068	1.15	g de bleu pour 100 g

CLASSIFICATION NF P 11-300 : A1

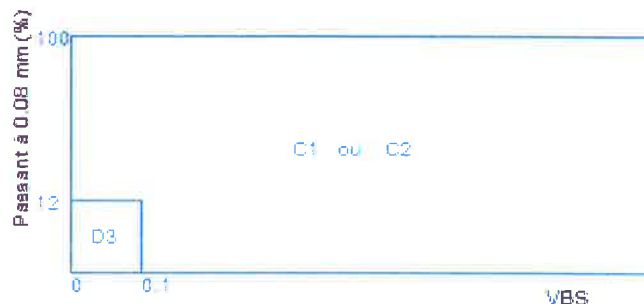


Paramètres d'état hydrique

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - Wn	NF P94-050	49.7	%
Indice Portant immédiat - IPI	NF P94-078		
Indice de Consistance - Ic	(WL - Wn) / IP		
Wn / W OPN	NF P94-093		

Pour information:

Teneur en eau Optimale W OPN (%) :
Masse volumique sèche Optimale ρ OPN (Mg/m3) :



Observations :

Le Responsable du Laboratoire

Josselin DELBROEUV

Informations générales

N° dossier : **NBE2.G0166.0001**

Client / MO : **SAS AQUATEST**

Désignation : **SANGATTE - EXTENSION STEP**

Localité : **SANGATTE**

Demandeur / MOE :

Chargé d'affaire : **Mickaël DEPLAGNE**

Informations sur l'échantillon

N° 16NBE-0195

Mode de prélèvement : **Sondage tarière**

Sondage : **T4**

Prélevé par : **POLE SONDAGE**

Profondeur : **2.20/3.30 m**

Date prélèvement : **01/07/16**

Mode de conservation : **Ech. prélevé en sac**

Date de livraison : **04/07/16**

dm (mm) : **12.5**

Description : **Limon sableux**

Informations sur l'essai

Mode de séchage : **Etuvage**

Technicien : **Jean-Philippe SAUVAGE**

Température : **105°C**

Date essai : **11/08/16**

Analyse granulométrique (NF P 94-056) sur 0/D mm

Tamis à mailles carrées (mm)	80	50	31.5	20	16	12.5	10	6.3	5	2	1	400	200	80
Passant cumulé (%)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.8	99.1	98.1	93.7	90.6	85.6	66.4	62.8

Facteur d'uniformité $C_u = (N.D.)$

Facteur de courbure $C_c = (N.D.)$

Facteur de symétrie $C_s = (N.D.)$



Observations :

Le Responsable du Laboratoire
Josselin DELBROEUE

RAPPORT D' ESSAI

CLASSIFICATION DES MATERIAUX UTILISABLES DANS LA CONSTRUCTION DES REMBLAIS ET DES COUCHES DE FORME D'INFRASTRUCTURES ROUTIERES NF P 11-300

Informations générales

N° dossier : **NBE2.G0166.0001**
Désignation : **SANGATTE - EXTENSION STEP**
Localité : **SANGATTE**
Chargé d'affaire : **Mickaël DEPLAGNE**

Client / MO : **SAS AQUATEST**

Demandeur / MOE :

Informations sur l'échantillon

N° 16NBE-0195

Mode de prélèvement : **Sondage tarière**
Prélevé par : **POLE SONDRAGE**
Date prélèvement : **01/07/16**
Mode de conservation : **Ech. prélevé en sac**
Date de livraison : **04/07/16**
Description : **Sable limoneux**

Sondage : **T4**

Profondeur : **3.30/5.30 m**

Paramètres de nature

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax	NF P94-056	13	mm
Passant à 50 mm	NF P94-056	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/50 mm)	NF P94-056	81.1	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	NF P94-056	19.5	%
Passant à 2 µm	NF P94-057		%
Limite de liquidité - WL	NF P94-051		%
Limite de plasticité - Wp	NF P94-051		%
Indice de plasticité - IP	WL - Wp		
VBS	NF P94-068	1.21	g de bleu pour 100 g

Paramètres d'état hydrique

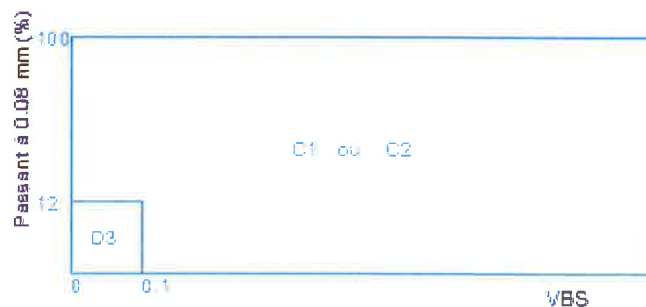
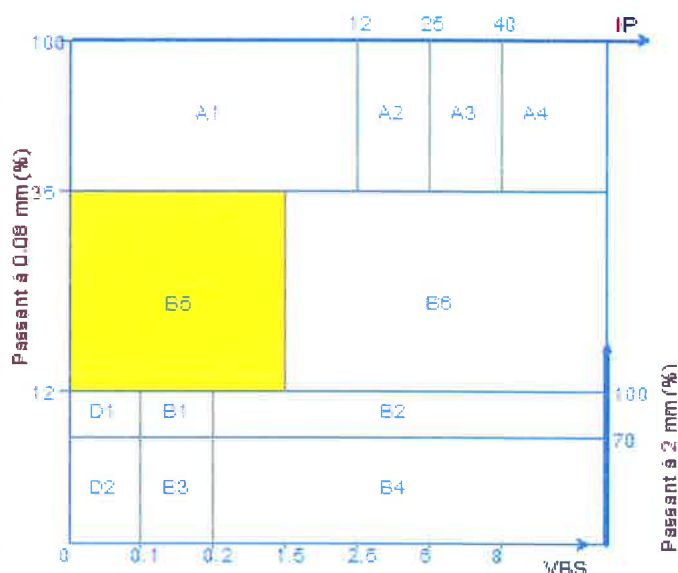
Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - Wn	NF P94-050	25.0	%
Indice Portant immédiat - IPI	NF P94-078		
Indice de Consistance - Ic	(WL - Wn) / IP		
Wn / W OPN	NF P94-093		

Pour information:

Teneur en eau Optimale W OPN (%) :

Masse volumique sèche Optimale ρ OPN (Mg/m3) :

CLASSIFICATION NF P 11-300 : B5



Observations :

Le Responsable du Laboratoire
Josselin DELBROEUVÉ

GINGER CEBTP Béthune
TECHNOPARC FUTURA
62400 BETHUNE



N°06-77

Informations générales

N° dossier : **NBE2.G0166.0001**

Client / MO : **SAS AQUATEST**

Désignation : **SANGATTE - EXTENSION STEP**

Localité : **SANGATTE**

Demandeur / MOE :

Chargé d'affaire : **Mickaël DEPLAGNE**

Informations sur l'échantillon

N° 16NBE-0195

Mode de prélèvement : **Sondage tarière**

Sondage : **T4**

Prélevé par : **POLE SONDAGE**

Profondeur : **3.30/5.30 m**

Date prélèvement : **01/07/16**

Mode de conservation : **Ech. prélevé en sac**

Date de livraison : **04/07/16**

dm (mm) : **12.5**

Description : **Sable limoneux**

Informations sur l'essai

Mode de séchage : **Etuvage**

Technicien : **Jean-Philippe SAUVAGE**

Température : **105°C**

Date essai : **11/07/16**

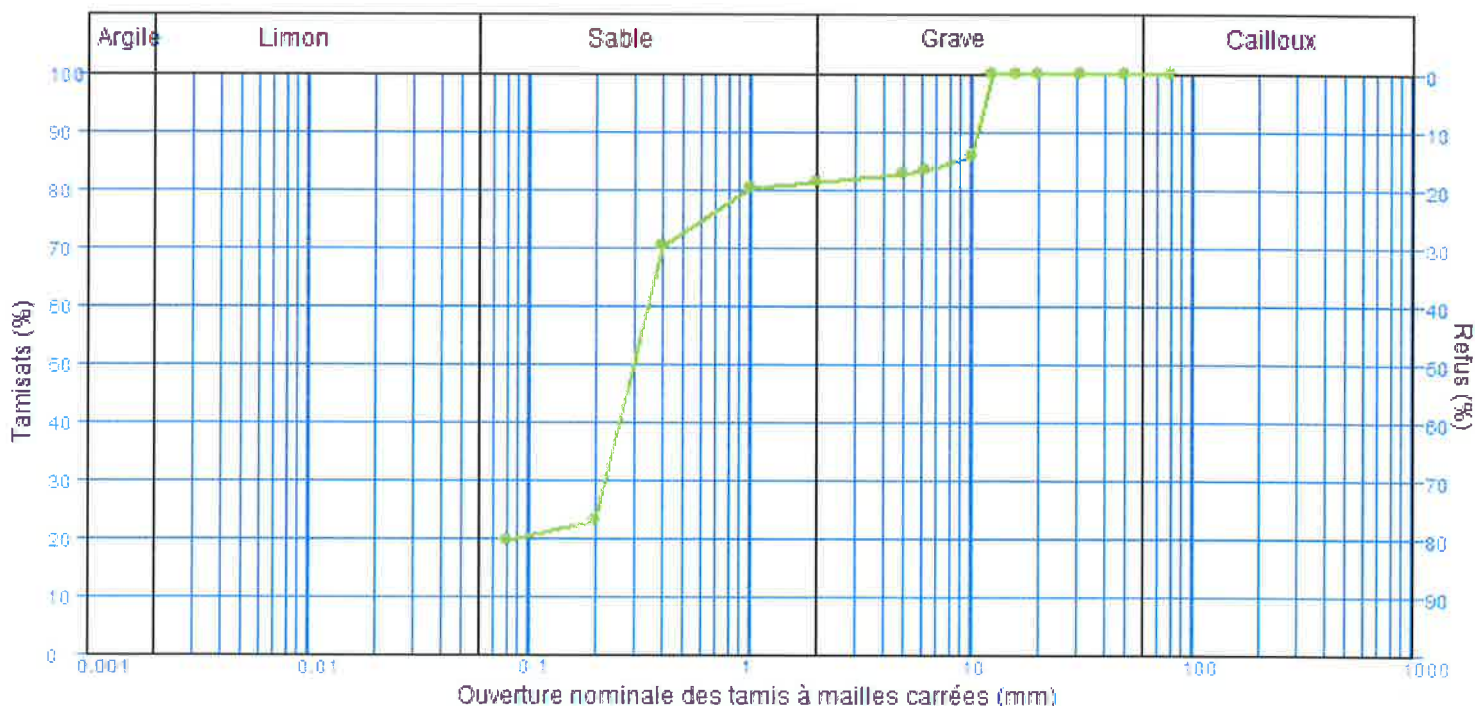
Analyse granulométrique (NF P 94-056) sur 0/D mm

Tamis à mailles carrées (mm)	80	50	31.5	20	16	12.5	10	6.3	5	2	1	400	200	80
Passant cumulé (%)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	85.7	83.3	82.5	81.1	80.1	70.2	22.9	19.5

Facteur d'uniformité $C_u = (N.D.)$

Facteur de courbure $C_c = (N.D.)$

Facteur de symétrie $C_s = (N.D.)$



Observations :

Le Responsable du Laboratoire
Josselin DELBROEUVÉ

CLASSIFICATION DES MATERIAUX UTILISABLES DANS LA CONSTRUCTION DES
REMBLAIS ET DES COUCHES DE FORME D'INFRASTRUCTURES ROUTIERES
NF P 11-300

GINGER CEBTP Béthune
TECHNOPARC FUTURA
62400 BETHUNE

Informations générales

N° dossier : NBE2.G0166.0001

Client / MO : SAS AQUATEST

Désignation : SANGATTE - EXTENSION STEP

Localité : SANGATTE

Demandeur / MOE :

Chargé d'affaire : Mickaël DEPLAGNE

Informations sur l'échantillon

N° 16NBE-0196

Mode de prélèvement : Sondage tarière

Sondage : T8

Prélevé par : POLE SONDAGE

Date prélèvement : 01/07/16

Profondeur : 2.40/4.60 m

Mode de conservation : Ech. prélevé en sac

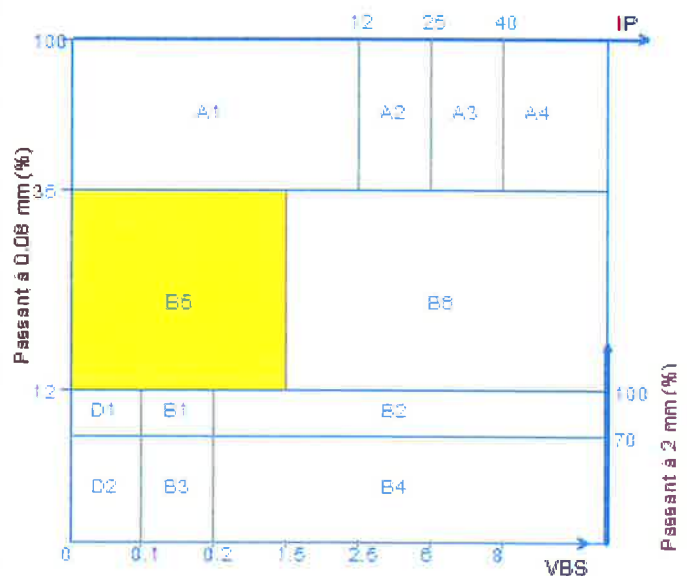
Date de livraison : 04/07/16

Description : Sable limoneux

Paramètres de nature

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax	NF P94-056	10	mm
Passant à 50 mm	NF P94-056	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/50 mm)	NF P94-056	99.0	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	NF P94-056	27.5	%
Passant à 2 µm	NF P94-057		%
Limite de liquidité - WL	NF P94-051		%
Limite de plasticité - WP	NF P94-051		%
Indice de plasticité - IP	WL - WP		
VBS	NF P94-068	0.99	g de bleu pour 100 g

CLASSIFICATION NF P 11-300 : B5



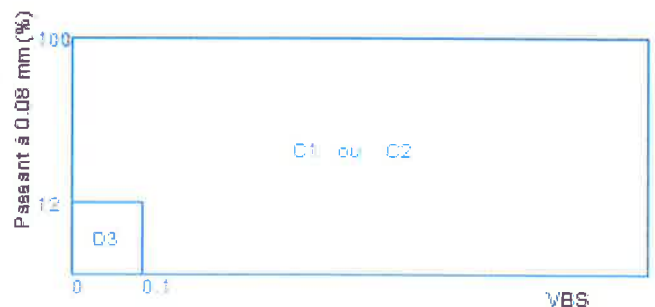
Paramètres d'état hydrique

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - Wn	NF P94-050	35.9	%
Indice Portant immédiat - IPI	NF P94-078		
Indice de Consistance - Ic	(WL - Wn) / IP		
Wn / W OPN	NF P94-093		

Pour information:

Teneur en eau Optimale W OPN (%) :

Masse volumique sèche Optimale ρ OPN (Mg/m3) :



Observations :

Le Responsable du Laboratoire

Josselin DELBROEUVES

Informations générales

N° dossier : **NBE2.G0166.0001**

Client / MO : **SAS AQUATEST**

Désignation : **SANGATTE - EXTENSION STEP**

Localité : **SANGATTE**

Demandeur / MOE :

Chargé d'affaire : **Mickaël DEPLAGNE**

Informations sur l'échantillon

N° 16NBE-0196

Mode de prélèvement : **Sondage tarière**

Sondage : **T8**

Prélevé par : **POLE SONDAJE**

Profondeur : **2.40/4.60 m**

Date prélèvement : **01/07/16**

Mode de conservation : **Ech. prélevé en sac**

Date de livraison : **04/07/16**

dm (mm) : **10**

Description : **Sable limoneux**

Informations sur l'essai

Mode de séchage : **Etuvage**

Technicien : **Jean-Philippe SAUVAGE**

Température : **105°C**

Date essai : **11/07/16**

Analyse granulométrique (NF P 94-056) sur 0/D mm

Tamis à mailles carrées (mm)	80	50	31.5	20	16	12.5	10	6.3	5	2	1	400	200	80
Passant cumulé (%)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.8	99.0	98.0	78.0	29.6	27.5

Facteur d'uniformité $C_u = (N.D.)$

Facteur de courbure $C_c = (N.D.)$

Facteur de symétrie $C_s = (N.D.)$



Observations :

Le Responsable du Laboratoire
Joselin DELBROEUVÉ

ANNEXE 4 – PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES



La Réunion



Guyane



Martinique



Guadeloupe



Nouvelle
Calédonie



Polynésie



Maghreb

CONTACT

Agence de BETHUNE
TECHNOPARC FUTURA
Rue de l'Université
62400 BETHUNE

Tél. : +33 (0) 3.21.56.43.43

Fax. : +33 (0) 3.21.68.19.99

www.groupe-cebtp.com