

Aménagement des espaces publics, VRD de la zone d'aménagement de concerté des rives de la Clairette, DEVILLE-LES-ROUEN (76)

Etude géotechnique préliminaire - Mission G1 et Etude géotechnique de conception – Phase avant-projet (Mission G2 AVP)

Octobre 2016

Rapport n°86206/ version A



Ville de Déville-Lès-Rouen
Services techniques
1, Place François Mitterrand – B.P 73
76250 DEVILLE-LES-ROUEN

Présenté par :



Antea Group
Région Paris Centre Normandie
Pôles Infrastructures et Eau
Immeuble AXEO
29 avenue Aristide Briand
94117 Arcueil cedex
Tél. : 01 57 63 14 00



Ville de DEVILLE-LES-ROUEN
 Aménagement des espaces publics de la ZAC des Rives de la Clairette, Déville-lès-Rouen (76)
 Etude géotechnique préliminaire – Mission G1 et Etude géotechnique de conception phase Avant-projet –
 Mission G2 AVP

Sommaire

	Pages
1. INTRODUCTION.....	2
1.1. PRESENTATION DU PROJET	2
1.2. DESCRIPTION DE LA MISSION.....	3
1.3. DOCUMENTS DE REFERENCE	4
2. CONTEXTE ET DONNEES DU PROJET	5
2.1. LOCALISATION GEOGRAPHIQUE	5
2.2. CARACTERISTIQUES GENERALES DU SITE	6
2.3. DOCUMENTS CONSULTES	7
3. CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE.....	8
3.1. CONTEXTE GEOLOGIQUE	8
3.2. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE ET HYDROLOGIQUE	9
3.3. RISQUES NATURELS.....	10
3.3.1. <i>Phénomène d'inondation</i>	10
3.3.2. <i>Phénomène de retrait-gonflement des argiles</i>	12
3.3.3. <i>Sismicité</i>	13
4. SYNTHESE GEOTECHNIQUE DU SITE	14
4.1. INVESTIGATIONS REALISEES.....	14
4.2. LITHOLOGIE.....	14
4.3. CARACTERISTIQUES PRESSIOMETRIQUES.....	15
4.3.1. <i>Paramètres de foration</i> :.....	15
4.3.2. <i>Remblais</i>	15
4.3.3. <i>Alluvions ou remblais alluvionnaires</i>	17
4.4. NIVEAUX D'EAU MESURES	20
4.5. PERMEABILITES DES FORMATIONS SUPERFICIELLES.....	20
4.6. SYNTHESE GEOTECHNIQUE	20
5. PRINCIPES GENERAUX DE CONSTRUCTION.....	24
5.1. RAPPEL DES CARACTERISTIQUES DU PROJET.....	24
5.2. MODE DE FONDATION	25
5.2.1. <i>Mode de fondation envisagé</i>	25
5.2.1. <i>Estimation de la capacité portante du sol – modèle 2</i>	26
5.2.2. <i>Dallage/planchers</i>	27
5.3. TERRASSEMENTS	27
5.4. STRUCTURES DE CHAUSSEE	28
5.5. GESTION DES EAUX	29
5.6. INFILTRATION DES EAUX PLUVIALES	29
5.7. RECOMMANDATIONS POUR LES INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES A MENER	29
5.8. RECOMMANDATIONS POUR LA MISE AU POINT DU PROJET ET L'ENCHAÎNEMENT DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE	30

Ville de DEVILLE-LES-ROUEN
Aménagement des espaces publics de la ZAC des Rives de la Clairette, Déville-lès-Rouen (76)
Etude géotechnique préliminaire – Mission G1 et Etude géotechnique de conception phase Avant-projet –
Mission G2 AVP

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Plan masse du projet d'aménagement de la ZAC Clairette (Source : Ville de Déville-Lès-Rouen)	3
Figure 2 : Localisation du site sur fond de carte IGN au 1/25000e (Source : Géoportail)	5
Figure 3 : Photographie aérienne (Source : Géoportail)	6
Figure 4 : Extrait de la carte géologique au 1/50 000e (BRGM)	8
Figure 5: légende de la carte géologique.....	9
Figure 6 : Cours d'eau à proximité du site	9
Figure 7 : Extrait de la cartographie des zones de remontées de nappes	10
Figure 8 : Extrait de la cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles	12
Figure 10: Histogramme des pressions limites - Remblais	16
Figure 11 : Histogramme des modules pressiométrique - Remblais	16
Figure 12: Histogramme des pressions limites-Craie.....	18
Figure 13: Histogramme des modules pressiométriques-Craie.....	18
Figure 14 : Modèle géotechnique n°1.....	22
Figure 15 : Modèle géotechnique n°2.....	23
Figure 16: Plan masse du projet d'aménagement de la ZAC Clairette et localisation des sondages (Source : Ville de Déville-Lès-Rouen)	25

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Synthèse des résultats pressiométriques – Remblais	15
Tableau 2: Synthèse des résultats pressiométriques – Craie du Cénomaniens	17
Tableau 4: Profondeur des niveaux d'eaux mesurés	20
Tableau 5: résultats des essais de perméabilité	20
Tableau 6: Coefficient partiel à prendre en compte dans la vérification de la portance	27
Tableau 7 : Succession des couches structurelles de la chaussée	28

LISTE DES PHOTOS

Photo 1 : Vue du site – Côté Rue Jules Ferry	6
--	---

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1. Plan d'implantation des sondages géotechniques étudiés	
Annexe 2. Coupe des sondages pressiométriques	
Annexe 3. Coupe des sondages à la tarière	
Annexe 4. Résultats des essais de perméabilité	
Annexe 5. Extrait de la norme NF P94 500 de Novembre 2013 – Classification des missions géotechniques	

*Ville de DEVILLE-LES-ROUEN
Aménagement des espaces publics de la ZAC des Rives de la Clairette, Déville-lès-Rouen (76)
Etude géotechnique préliminaire – Mission G1 et Etude géotechnique de conception phase Avant-projet –
Mission G2 AVP*

1. Introduction

1.1. Présentation du projet

La Zone d'Aménagement Concertée (ZAC) des Rives de la Clairette consiste en la reconversion d'une unité foncière de 1,7 hectares composée :

- d'une ancienne friche d'activités d'environ 1 hectare occupée précédemment par l'entreprise SPIE ;
- de terrains occupés par des surfaces d'activités d'environ 0,4 hectares ;
- de terrains vierges anciennement occupés par de l'habitat pour les 0,3 hectares.

Le projet a notamment pour objet de :

- créer des logements collectifs et individuels (13 000 m² de surface de plancher de logements) ;
- créer de nouvelles voies de circulations
 - o voie nouvelle
 - o voiries lourdes (classe de trafic TC1)
 - o voiries légères de stationnement
 - o zones de stationnement
 - o zones de circulations douces ;
- requalifier des voies existantes (rue Jules Ferry, place Salengro et rue de la Cité Monfray) ;
- d'aménager les berges de la Clairette et de créer de jardins ;
- créer des zones d'infiltration des eaux pluviales (noues d'infiltration le long des voiries lourdes) et des zones de rétention non étanches des eaux pluviales.

Il n'est pas prévu à ce stade de réaliser des sous-sols sous les futures constructions. La typologie des habitations collectives n'est pas connue à ce stade.

Le projet de la Zone d'Aménagement Concerté des Rives de la Clairette est situé entre les rues Jules Ferry et du Grand Aulnay et la cité Monfray, au Sud.

L'aménagement de l'espace public de l'ensemble du périmètre de la ZAC est sous la maîtrise d'ouvrage de Déville-lès-Rouen. L'aménagement des voies métropolitaines sera sous la maîtrise d'ouvrage de la métropole Rouen Normandie.

*Ville de DEVILLE-LES-ROUEN
Aménagement des espaces publics de la ZAC des Rives de la Clairette, Déville-lès-Rouen (76)
Etude géotechnique préliminaire – Mission G1 et Etude géotechnique de conception phase Avant-projet –
Mission G2 AVP*

Les terrains concernés par ces missions sont :

- l'ancienne friche d'activités d'environ 1 hectare occupée précédemment par l'entreprise SPIE ;
- les terrains vierges anciennement occupés par de l'habitat soit 0,3 hectares.

Soit une surface totale de 1,3 hectares.

L'étude a pour objectif d'évaluer le contexte géologique, géotechnique et hydrogéologique du site et d'accompagner le futur aménageur, la Ville de Déville-lès-Rouen, dans la conception des ouvrages.

Les principaux objectifs de notre mission sont :

- l'étude du contexte géotechnique et hydrogéologique du site ;
- la définition d'un premier modèle géologique ;
- une première estimation des caractéristiques géotechniques importantes ;
- une estimation des perméabilités des terrains superficiels ;
- la définition des différentes techniques de fondations envisageables suite aux investigations réalisées ;
- la réalisation d'un calcul de capacité portante pour une fondation types ;
- l'élaboration d'un avis concernant les techniques d'infiltration des eaux pluviales ;
- la définition des principes généraux de sujétion d'exécution des ouvrages géotechniques.

1.3. Documents de référence

Les documents mis à notre disposition par le Maître d'ouvrage sont les suivants :

- Plan masse du projet de ZAC des Rives de la Clairette ;
- Plan topographique, Commune de Déville-lès-Rouen, Rue Jules Ferry, dossier n°15689, affaire n°15689, 24/04/2015, indice A.

Etudes antérieures au droit du site :

Les études environnementales réalisées par Antea Group sur le site :

- Projet de ZAC des Rives de la Clairette à Déville-lès-Rouen (76) – Diagnostic de l'état de pollution des sols, EQRS et Plan de gestion, rapport Antea Group A84328 vA de Juin 2016 ;
- Ilot SPIE, rue du Grand Aulnay à Déville-lès-Rouen (76) – Diagnostic de l'état de pollution des sols, rapport Antea Group A57870 vA de Mai 2010 ;
- Ilot SPIE, rue du Grand Aulnay à Déville-lès-Rouen (76) – Etude historique et documentaire, rapport Antea Group A55886 vB d'Octobre 2009.

2. Contexte et données du projet

2.1. Localisation géographique

Le site de la ZAC des Rives de la Clairette est localisé sur la commune de Déville-lès-Rouen, à proximité de la rue Jules Ferry et la Place Salengro dans le département de la Seine-Maritime comme le montre la Figure 3.

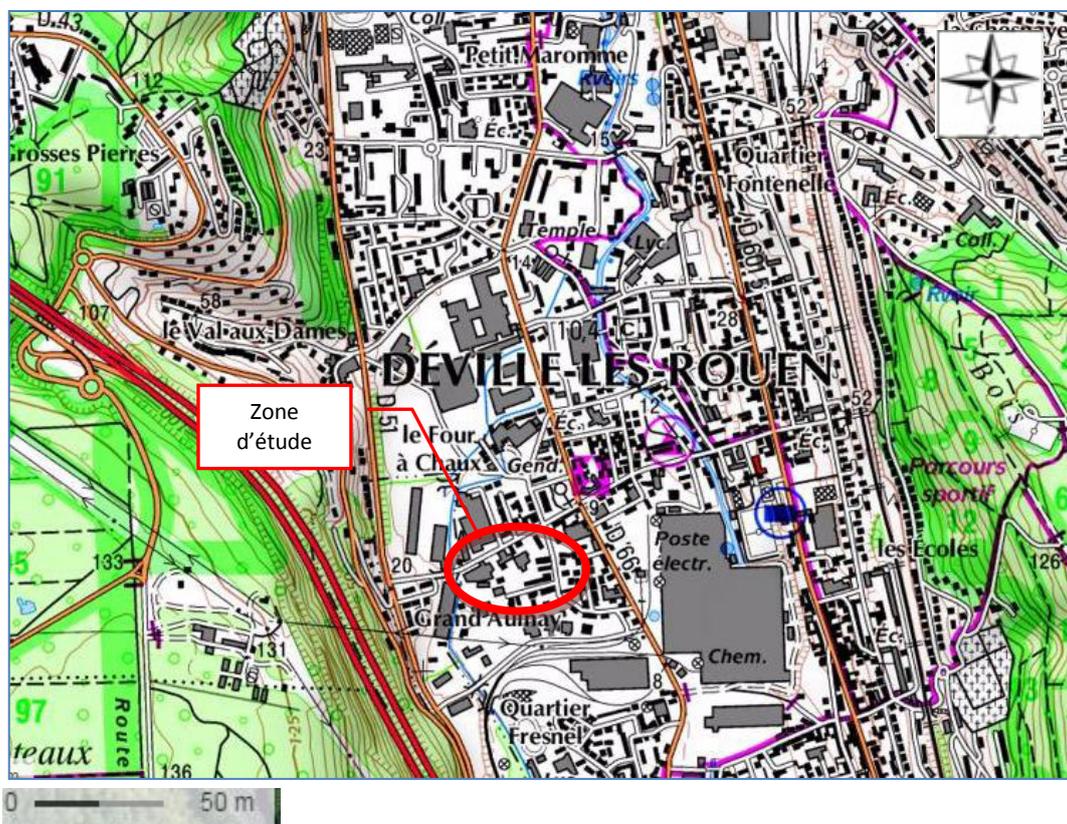


Figure 2 : Localisation du site sur fond de carte IGN au 1/25000e (Source : Géoportail)

Ville de DEVILLE-LES-ROUEN
Aménagement des espaces publics de la ZAC des Rives de la Clairette, Déville-lès-Rouen (76)
Etude géotechnique préliminaire – Mission G1 et Etude géotechnique de conception phase Avant-projet –
Mission G2 AVP

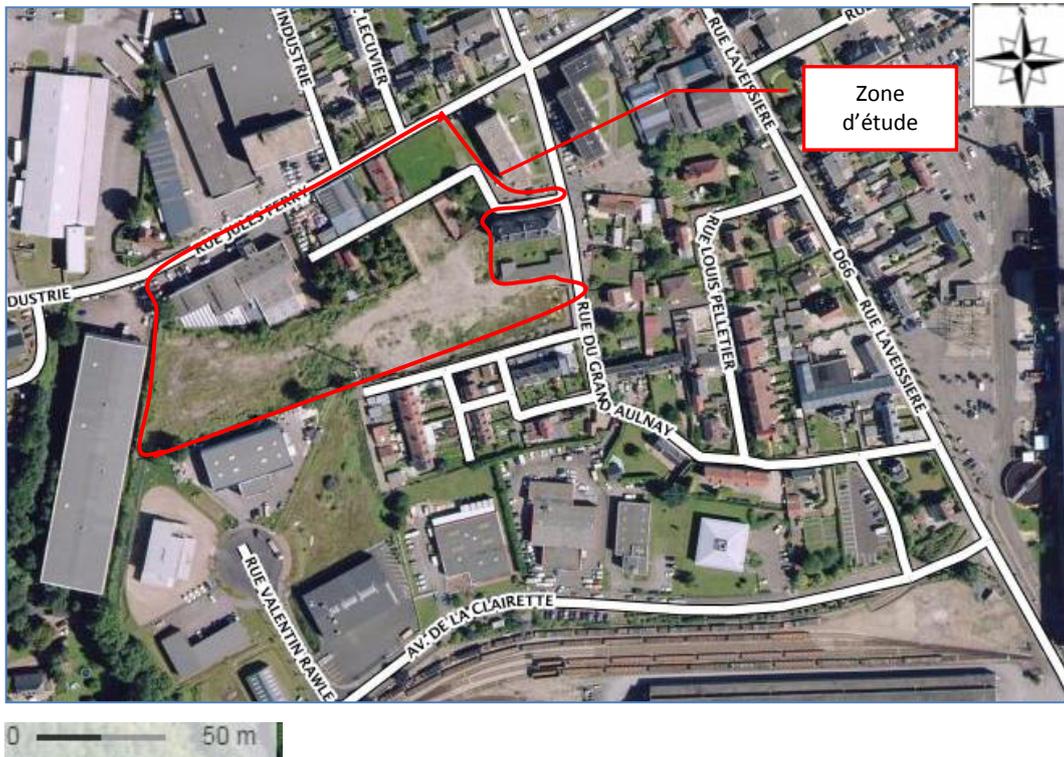


Figure 3 : Photographie aérienne (Source : Géoportail)

2.2. Caractéristiques générales du site

Le site comporte actuellement des zones de terrains en friche, enherbées ainsi que des zones bâties et partiellement déconstruites.



Photo 1 : Vue du site – Côté Rue Jules Ferry

*Ville de DEVILLE-LES-ROUEN
Aménagement des espaces publics de la ZAC des Rives de la Clairette, Déville-lès-Rouen (76)
Etude géotechnique préliminaire – Mission G1 et Etude géotechnique de conception phase Avant-projet –
Mission G2 AVP*

2.3. Documents consultés

Les documents consultés dans le cadre de notre étude sont :

- Le site Géoportail : <http://www.geoportail.fr> ;
- Les sites du BRGM ;
 - Cartes géologiques : <http://infoterre.brgm.fr> ;
 - aléa retrait gonflement : <http://www.georisques.gouv.fr> ;
 - remontées de nappes : <http://www.inondationsnappes.fr> ;
 - risques sismiques : <http://www.sisfrance.net>.

Ville de DEVILLE-LES-ROUEN
Aménagement des espaces publics de la ZAC des Rives de la Clairette, Déville-lès-Rouen (76)
Etude géotechnique préliminaire – Mission G1 et Etude géotechnique de conception phase Avant-projet –
Mission G2 AVP

3. Contexte géologique et hydrogéologique

Antea Group a une connaissance du site de la ZAC et a étudié en première approche son contexte géologique et environnemental suite à plusieurs études environnementales réalisées dans ce secteur :

- Projet de ZAC des Rives de la Clairette à Déville-lès-Rouen (76) – Diagnostic de l'état de pollution des sols, EQRS et Plan de gestion, rapport Antea Group A84328 va de Juin 2016
- Ilot SPIE, rue du Grand Aulnay à Déville-lès-Rouen (76) – Diagnostic de l'état de pollution des sols, rapport Antea Group A57870 va de Mai 2010
- Ilot SPIE, rue du Grand Aulnay à Déville-lès-Rouen (76) – Etude historique et documentaire, rapport Antea Group A55886 va d'Octobre 2009.

3.1. Contexte géologique

D'après ces études, le site est localisé dans un contexte de plaine alluviale. Les formations géologiques présentes au droit du site sont les suivantes :

- les alluvions récentes composées principalement de limons parfois sableux et de minces lits tourbeux, a priori présentes sur une faible épaisseur (1 à 2 m) ;
- les alluvions anciennes représentées par des graviers et galets de silex dans une matrice sableuse ou argilo-sableuse ;
- la craie glauconieuse du Cénomaniens.

D'après les sondages de la Banque de données du sous-sol du BRGM (BSS), l'épaisseur globale des alluvions est de l'ordre de 4 à 6 m.



Figure 4 : Extrait de la carte géologique au 1/50 000e (BRGM)

Ville de DEVILLE-LES-ROUEN
Aménagement des espaces publics de la ZAC des Rives de la Clairette, Déville-lès-Rouen (76)
Etude géotechnique préliminaire – Mission G1 et Etude géotechnique de conception phase Avant-projet –
Mission G2 AVP

LP	<i>Limons des plateaux</i>
LV	<i>Limons des fonds de vallées sèches</i>
Rs	<i>Formation à silex</i>
Fz	<i>Alluvions modernes</i>
Fyd Fycb Fyc Fyb	<i>Alluvions anciennes (différentes terrasses)</i>
Fya	
C _a	<i>Craie jaunâtre à silex dolomitique (Coniacien)</i>
C ₃	<i>Craie marneuse blanche à silex rares (Turonien)</i>
C ₂	<i>Craie glauconieuse grise (Cénomanién)</i>
C ₁	<i>Argile noire de Gault et Sables verts (Albien)</i>

Figure 5: légende de la carte géologique

Des remblais peuvent également être présents au droit du site suite aux différents aménagements qui y ont été faits.

3.2. Contexte hydrogéologique et hydrologique

La craie du Sénonien et du Turonien constituent des aquifères. La nappe de la craie est en communication avec la nappe alluviale ; l'ensemble étant en relation hydraulique avec le cours d'eau Le Cailly, affluent de la Seine, qui se situe à l'Est du site de la ZAC. En bordure Ouest du site, se trouve la rivière la Clairette qui se jette dans le Cailly et qui est donc un sous affluent de la Seine.

Des niveaux de nappes à 1 et 1,3 m de profondeur par rapport au sol ont été mesurés au sein de deux piézomètres réalisés sur le site dans le cadre des études antérieures.

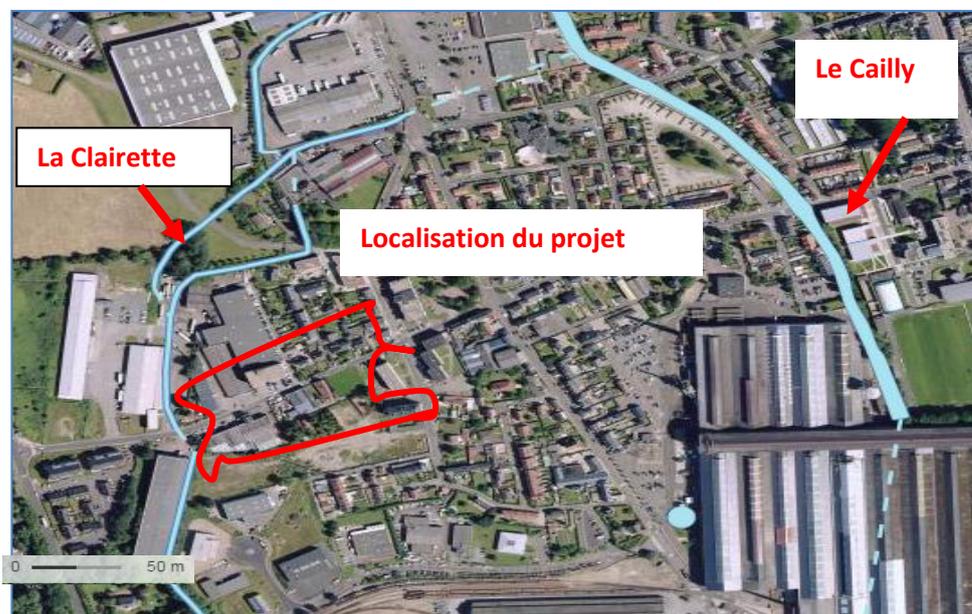


Figure 6 : Cours d'eau à proximité du site

Ville de DEVILLE-LES-ROUEN
Aménagement des espaces publics de la ZAC des Rives de la Clairette, Déville-lès-Rouen (76)
Etude géotechnique préliminaire – Mission G1 et Etude géotechnique de conception phase Avant-projet –
Mission G2 AVP

3.3. Risques naturels

3.3.1. Phénomène d'inondation

Inondation par remontée de la nappe

D'après la cartographie du BRGM concernant le risque de remontées de nappes (Figure 7), le site est localisé dans une zone où la nappe peut être affleurante et où la sensibilité au risque d'inondation par remontée de nappe est très élevée.

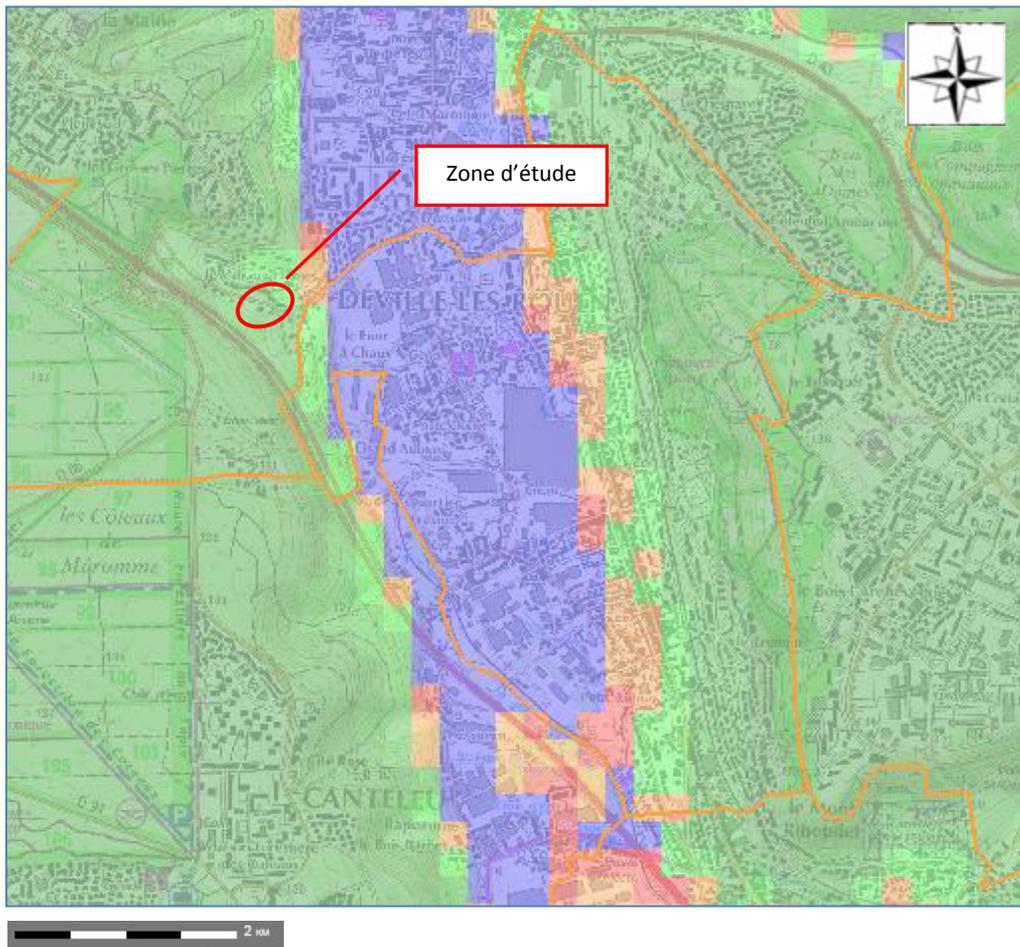


Figure 7 : Extrait de la cartographie des zones de remontées de nappes
(Source : inondationsnappes.fr)

Ville de DEVILLE-LES-ROUEN
Aménagement des espaces publics de la ZAC des Rives de la Clairette, Déville-lès-Rouen (76)
Etude géotechnique préliminaire – Mission G1 et Etude géotechnique de conception phase Avant-projet –
Mission G2 AVP

Légende socle

	Nappe sub-affleurante
	Sensibilité très forte
	Sensibilité forte
	Sensibilité moyenne
	Sensibilité faible
	Sensibilité très faible
	Non réalisé

Inondation par débordement de cours d'eau

Compte tenu du contexte hydrologique, le site peut être concerné par le risque d'inondation par débordement des cours d'eau de la Clairette et du Cailly. Les données concernant le risque inondation par débordement de cours d'eau au droit du site n'ont pas pu être collectées, le Plan de Prévention des Risques Inondation étant en cours d'instruction.

Ville de DEVILLE-LES-ROUEN
Aménagement des espaces publics de la ZAC des Rives de la Clairette, Déville-lès-Rouen (76)
Etude géotechnique préliminaire – Mission G1 et Etude géotechnique de conception phase Avant-projet –
Mission G2 AVP

3.3.2. Phénomène de retrait-gonflement des argiles

Le site étudié se situe en aléa faible vis-à-vis du phénomène de retrait/gonflement des Argiles. Un extrait de la carte d'aléa de la zone du site d'étude est présenté ci-après (Figure 8) :

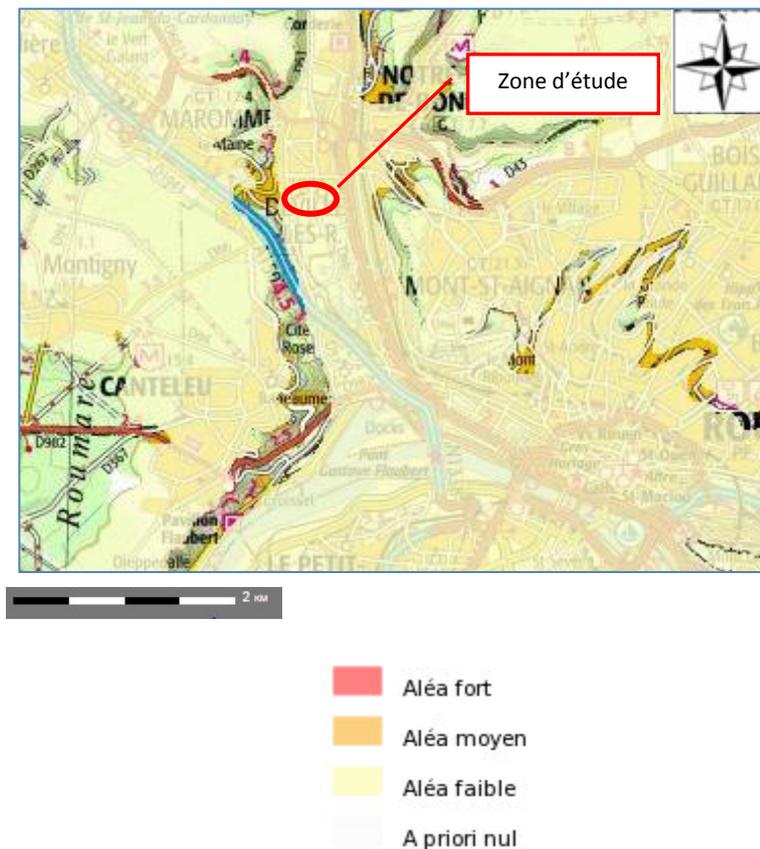


Figure 8 : Extrait de la cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles
 (Source : Géorisques)

Selon la carte du BRGM, le site étudié se trouve en zone d'aléa faible vis-à-vis du risque de retrait gonflement des argiles.

Ville de DEVILLE-LES-ROUEN
Aménagement des espaces publics de la ZAC des Rives de la Clairette, Déville-lès-Rouen (76)
Etude géotechnique préliminaire – Mission G1 et Etude géotechnique de conception phase Avant-projet –
Mission G2 AVP

3.3.3. Sismicité

Le site d'étude est classé en zone d'aléa très faible selon le zonage sismique de la France, applicable à compter du 1^{er} mai 2011 (Figure 9). L'accélération nominale a_N est inférieure à $0,7 \text{ m/s}^2$.

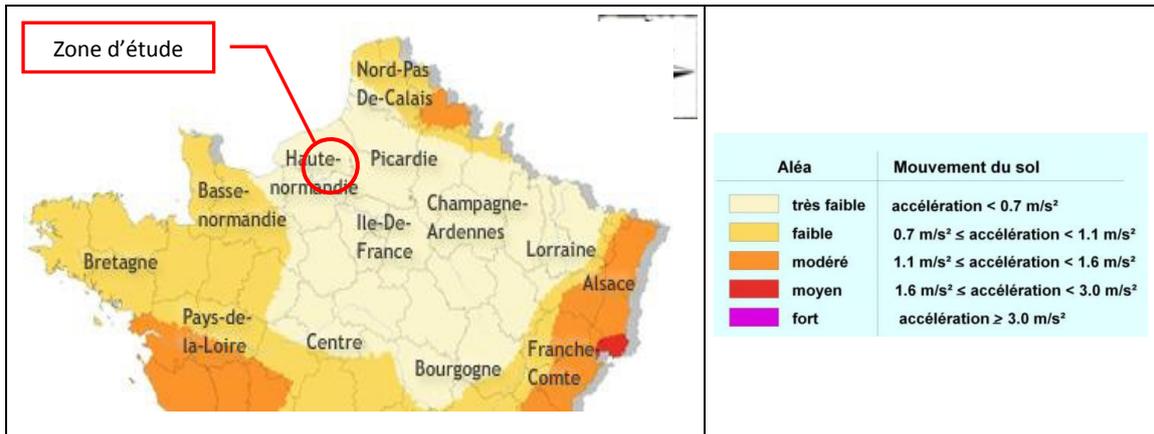


Figure 9 : Implantation de la zone d'étude sur le zonage sismique

D'après les arrêtés et décrets publiés le 22 octobre 2010 et celui du 6 janvier 2015 concernant la prévention du risque sismique, les sollicitations sismiques n'ont pas à être prises en compte dans le dimensionnement des ouvrages projetés.

4. Synthèse géotechnique du site

4.1. Investigations réalisées

XXX

- 4 sondages en roto percussion au taillant Ø 64 mm nommés S1 à S4, descendus à des profondeurs de 10,0 à 10,7 m ;
- 24 essais pressiométriques, répartis à raison de 6 essais tous les 1,5 m dans les sondages géologiques précédents. Ils ont été réalisés au moyen d'une sonde 44 mm contenue dans un tube fendu Ø 55 mm ;
- 4 équipements piézométriques, notés PZ1 à PZ4, mis en place dans les sondages S1 à S4, comprenant 1 m de tube PVC plein et 9 m de tube PVC crépine (Ø 34/40 mm en PZ1, PZ2 et PZ3, Ø 51/60 mm en PZ4), avec massif filtrant granulaire, bouchon de sobranite et capot de Protection diamètre 76 mm dans un massif cimenté en tête ;
- 4 sondages de reconnaissance géologique, nommés T1 à T4, réalisés à la tarière hélicoïdale continue Ø 80 mm et descendus à 3,0 m de profondeur ;
- 9 essais de perméabilité à tube ouvert, notés EP1 à EP9, répartis à raison de 3 essais à -1, -2 et -3 m de profondeur, réalisés dans les sondages T1, S1 et T4.

Le plan d'implantation est fourni en annexe 1.

Les coupes des sondages réalisés sont données en annexe 2 et 3 du présent rapport.

Toutes les profondeurs indiquées sont décomptées à partir du terrain naturel existant au moment des essais.

4.2. Lithologie

Les sondages ont mis en évidence les terrains suivants :

- Remblais : sous une couverture de terre végétale, des remblais sableux à éléments de silex, de mâchefer et de brique ont été rencontrés sur une épaisseur de 2,9 m au droit des sondages S1 et S2, de 1,9 m pour le sondage S3 et 2,1 m pour le sondage S4.
- Argile (alluvions probables) : des argiles marrons verdâtres sont présentes au droit des sondages S3, T1, T2, T3 et T4 sur une épaisseur de l'ordre 1,5 à 2,0 m environ. D'après le contexte géologique du site, ces formations peuvent correspondre à des alluvions ou des remblais issus d'alluvions ;
- Craie : une craie blanche à bloc de silex à passages altérés est rencontrée jusqu'à la base des sondages (10 m environ).

Les sondages descendus jusqu'à 10,0 à 10,7 m étant réalisés en mode destructif, la coupe géotechnique des sols est réalisée à partir des remontées de cuttings et des paramètres de forages. Compte tenu du caractère aléatoire des remontées de matériau

*Ville de DEVILLE-LES-ROUEN
Aménagement des espaces publics de la ZAC des Rives de la Clairette, Déville-lès-Rouen (76)
Etude géotechnique préliminaire – Mission G1 et Etude géotechnique de conception phase Avant-projet –
Mission G2 AVP*

et du remaniement des sols avec cette méthode, les interfaces entre les formations peuvent présenter des imprécisions.

4.3. Caractéristiques pressiométriques

4.3.1. Paramètres de foration :

L'enregistrement des paramètres de forage, pression sur l'outil (PO), pression d'injection (PI), couple de rotation (CR) et vitesse d'avancement (VIA), a été effectué lors de la réalisation des sondages destructifs.

4.3.2. Remblais

Au droit des sondages S1, S2, S3 et S4, quatre essais pressiométriques ont été réalisés à 1,5 m de profondeur au sein des remblais. Les caractéristiques mesurées sont hétérogènes, en relation avec la nature variable et anthropique de ces dépôts. Les caractéristiques mesurées sont faibles au droit de S1, S2 et S3 et relativement bonnes au droit du sondage S4 : pressions limites comprises entre $0,2 < PI^* < 1,5$ MPa et modules pressiométriques compris entre $0,9 < E_M < 13$ MPa.

Les vitesses d'avancement au sein des remblais sont hétérogènes avec parfois des pics à plus de 600 m/h au droit des différents sondages.

Compte tenu de l'hétérogénéité de ces formations, les valeurs moyennes mesurées ne sont pas représentatives de l'ensemble des terrains rencontrés (Tableau 1 : Synthèse des résultats pressiométriques – Remblais

Tableau 1 : Synthèse des résultats pressiométriques – Remblais

	E_M (MPa)	PI^* (MPa)
Nombre	4	4
Moyenne	6	1
Min	1	0,2
Max	13	1,5
Ecart-type	5	0,5

Moyenne Géométrique PI^*	0,5
Moyenne Harmonique E_M	2
E_M/PI^* moyen	4

Ville de DEVILLE-LES-ROUEN
 Aménagement des espaces publics de la ZAC des Rives de la Clairette, Déville-lès-Rouen (76)
 Etude géotechnique préliminaire – Mission G1 et Etude géotechnique de conception phase Avant-projet –
 Mission G2 AVP

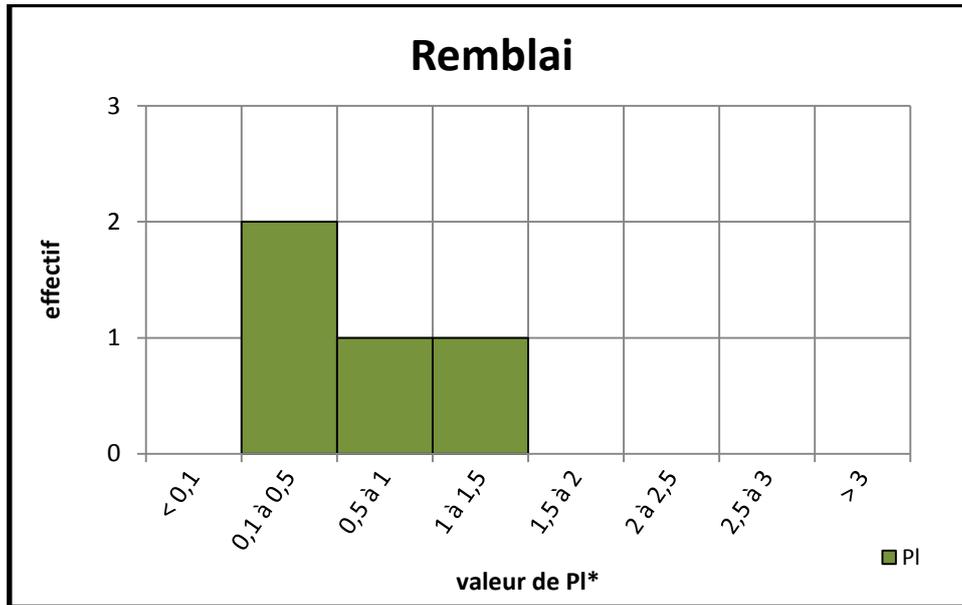


Figure 10: Histogramme des pressions limites - Remblais

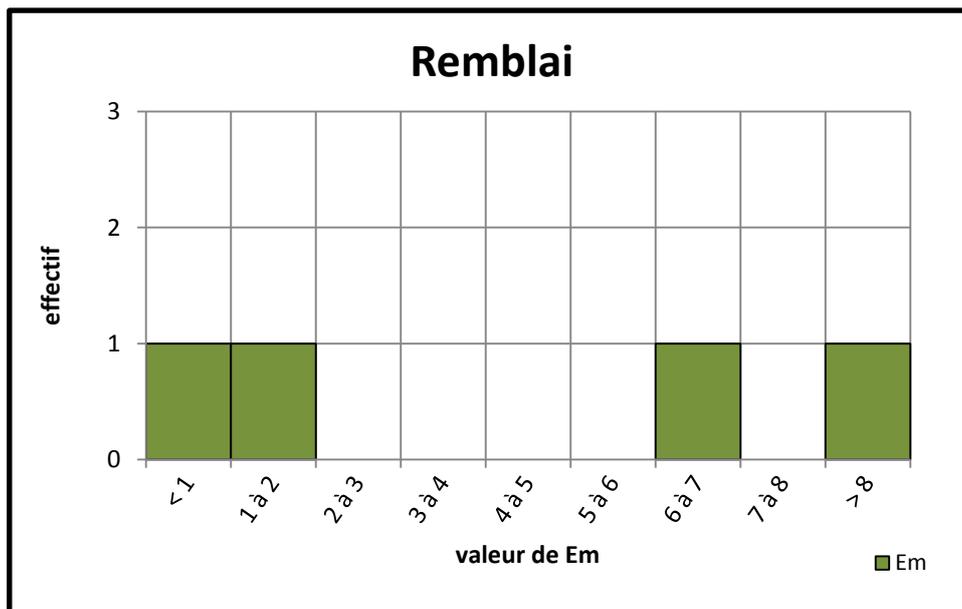


Figure 11 : Histogramme des modules pressiométrique - Remblais

Les valeurs retenues pour le modèle géotechnique seront les suivantes :

- $PI^* = 0,2 \text{ MPa}$
- $E_M = 1 \text{ MPa}$

Ville de DEVILLE-LES-ROUEN
Aménagement des espaces publics de la ZAC des Rives de la Clairette, Déville-lès-Rouen (76)
Etude géotechnique préliminaire – Mission G1 et Etude géotechnique de conception phase Avant-projet –
Mission G2 AVP

4.3.3. Alluvions ou remblais alluvionnaires

Des argiles marrons verdâtres ont été observées au droit des sondages (S3 de 1,9 à 3,4 m, T1 de 0,8 à 1,4, T2 de 0,6 à 1,4 m, T3 de 1 à 1,6m et le T4 de 1,1 à 3 m). Compte de tenu des caractéristiques observées au droit des tarières et du contexte géologique, il peut s'agit d'alluvions et/ou de remblais constitués de matériaux alluvionnaires.

Les caractéristiques mécaniques de ce faciès argileux ont été évaluées au droit du sondage S3, à 3 m de profondeur/TN et sont les suivantes ;

- Module pressiométrique $E_M = 2$ MPa
- Pression limite $PI^* = 0,4$ MPa
- Le rapport E_M/PI^* de l'ordre de 5 ce qui caractérise un état sous consolidé.

4.3.3.1. Craie du Cénomanién

Dix-neuf essais pressiométriques ont été réalisés au sein de cette formation .

Les caractéristiques pressiométriques évaluées sont faibles à bonnes. La synthèse des résultats pressiométriques est indiquée dans le Tableau 2.

Tableau 2: Synthèse des résultats pressiométriques – Craie du Cénomanién

	E_M (MPa)	PI^* (MPa)
Nombre	19	19
Moyenne	18	1,3
Min	1	0,3
Max	117	3,9
Ecart-type	27	0,1

Moyenne Géométrique PI^*	1
Moyenne Harmonique E_M	6
E_M/PI^* moyen	6

La répartition des caractéristiques mesurées est représentée sur les figures suivantes.

Ville de DEVILLE-LES-ROUEN
 Aménagement des espaces publics de la ZAC des Rives de la Clairette, Déville-lès-Rouen (76)
 Etude géotechnique préliminaire – Mission G1 et Etude géotechnique de conception phase Avant-projet –
 Mission G2 AVP

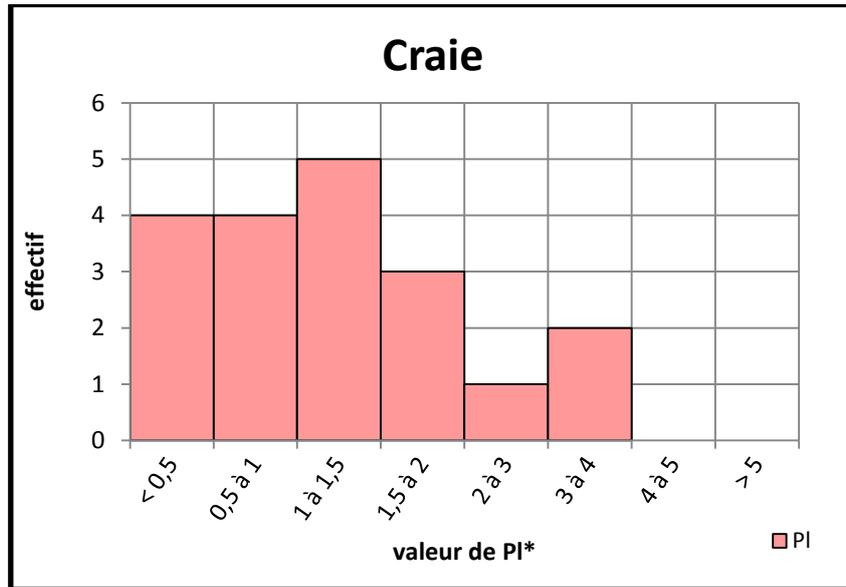


Figure 12: Histogramme des pressions limites-Craie

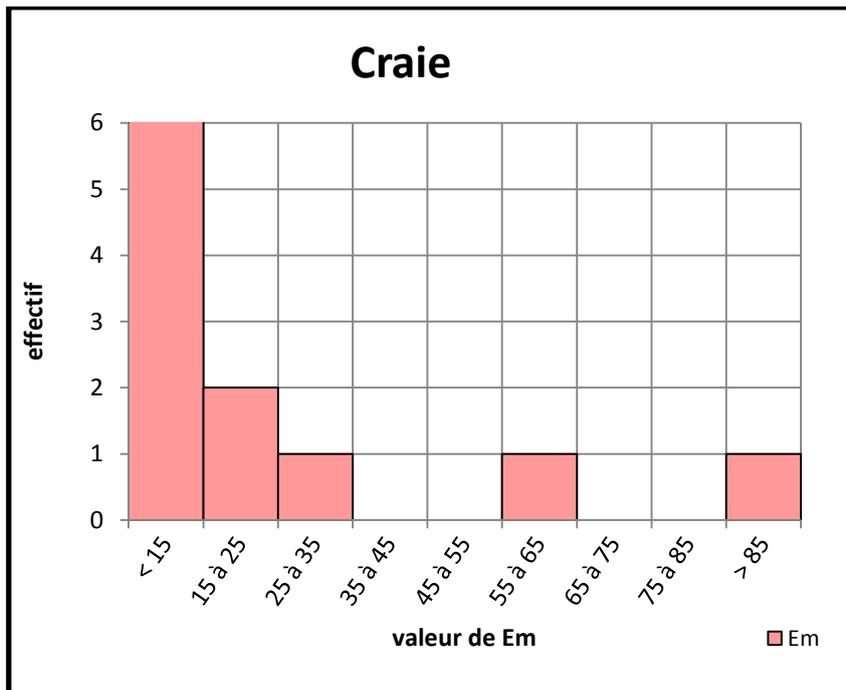


Figure 13: Histogramme des modules pressiométriques-Craie

Les caractéristiques pressiométriques de cet horizon sont hétérogènes, en relation avec la présence de passages altérés, caractéristiques de la formation. Elle présente des valeurs de caractéristiques médiocres à assez bonnes.

Sur l'ensemble de la formation, des caractéristiques mécaniques faibles ont été évaluées au droit des sondages S1, S2 et S3 entre 3 m et 8 m de profondeur/TN environ.

Trois résultats très faibles ont été identifiés et sont indiqués ci-après :

- $pl^* = 0,3$ MPa et $E_M = 1,4$ MPa à 6 m de profondeur au droit du sondage S1

Ville de DEVILLE-LES-ROUEN
Aménagement des espaces publics de la ZAC des Rives de la Clairette, Déville-lès-Rouen (76)
Etude géotechnique préliminaire – Mission G1 et Etude géotechnique de conception phase Avant-projet –
Mission G2 AVP

- $p_l^* = 0,4$ MPa et $E_M = 3$ MPa à 3 m de profondeur
- $p_l^* = 0,4$ MPa et $E_M = 3$ MPa à 7 m de profondeur au droit du S2.

Les valeurs mesurées à 9 m de profondeur au droit de l'ensemble des sondages sont bonnes. Il sera nécessaire de vérifier les caractéristiques mécaniques des terrains au-delà de 9 m de profondeur.

Compte tenu des hétérogénéités importantes dans la formation, les moyennes calculées ne sont pas représentatives de l'ensemble de la formation.

Au regard des résultats des essais pressiométriques et des valeurs de paramètres de forage, les zones potentiellement altérées ont été recensées. Elles sont indiquées et justifiées dans le tableau ci-après.

Tableau 3 : Synthèse de zones altérées dans la craie

Sondage	Profondeur zone altérée ou Zone d'anomalie	Résultats des essais pressiométriques et paramètres de forage
S1	Entre 4 et 6 m	La vitesse d'avancement au droit du sondage atteint parfois plus de 50 % de la vitesse d'avancement de l'essai à vide (1200 m/h). Valeurs pressiométriques faibles à 4,5 et 6 m. Ces résultats caractérisent des passages altérés.
S2	Entre 3 et 8 m	La vitesse d'avancement au droit du sondage est relativement importante (pouvant atteindre plus de 50 % de la vitesse de l'essai à vide). Par ailleurs, des caractéristiques mécaniques faibles sont mesurées à 3, 6 et 7,5 m de profondeur.
S3	Entre 4 et 9 m	Les vitesses d'avancement enregistrées sont hétérogènes, avec parfois des pics à plus de 600m/h sur des hauteurs de 50 cm à 70cm caractérisant des passages altérés. Valeurs pressiométriques faibles à 4,5, 6 et 7,5 m de profondeur.
S4	Entre 2,1 et 5,5 m	Les vitesses d'avancement enregistrées présentent des variations avec des pics égaux ou légèrement supérieurs à 600 m/h.

A noter une augmentation du couple de rotation au droit du sondage S4 à partir de 5,5 m de profondeur qui traduit le passage à une craie plus compacte. Au droit du sondage S4, l'épaisseur de craie à passages altérés est moins importante. Les essais pressiométriques n'ont pas mis en évidence de caractéristiques mécaniques faibles au sein de ce sondage.

4.4. Niveaux d'eau mesurés

Les niveaux d'eau mesurés en fin de chantier au droit des piézomètres mis en place sont indiqués dans le tableau ci-après. Ils correspondent à la nappe alluviale de la Seine.

Tableau 4: Profondeur des niveaux d'eaux mesurés

Piézomètre	Profondeur niveau d'eau (m/TN)	Formation
S1	1,5	Remblais
S2	1,7	Remblais
S3	1,4	Remblais
S4	1,4	Remblais

4.5. Perméabilités des formations superficielles

Les résultats des essais de perméabilité effectués au sein des remblais superficiels sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 5: résultats des essais de perméabilité

	Perméabilité K (m/s)		
	T1	S1	T4
Profondeur de l'essai (m)			
0,5-1,5	7E-06	4E-05	9E-06
1,5-2,5	9E-06	1E-08	4E-06
2,5-3,5	5E-07	2E-08	2E-04

Les terrains sont globalement peu perméables et présentent ainsi une capacité d'infiltration faible. L'aptitude d'infiltration des terrains superficiels est d'autant plus réduite compte tenu de la présence de la nappe à faible profondeur et donc de la présence de terrains saturés.

4.6. Synthèse géotechnique

Les schémas suivants synthétisent la succession des terrains présents au droit du site et leurs caractéristiques mécaniques.

Il est peu pertinent de considérer des caractéristiques mécaniques moyennes pour l'ensemble de la formation crayeuse compte tenu de la présence de nombreux passages altérés de caractéristiques mécaniques plus faibles.

Ville de DEVILLE-LES-ROUEN

*Aménagement des espaces publics de la ZAC des Rives de la Clairette, Déville-lès-Rouen (76)
Etude géotechnique préliminaire – Mission G1 et Etude géotechnique de conception phase Avant-projet –
Mission G2 AVP*

Au droit du sondage S4, les caractéristiques pressiométriques mesurées sont relativement bonnes en comparaison avec les autres sondages où des valeurs faibles associées à des passages altérés ont été mesurées. Au stade de l'avant-projet, deux modèles géotechniques sont donc proposées :

- Un modèle défini sur la base des sondages S1, S2 et S3 qui sera nommé **modèle 1** ;
- Un modèle défini sur la base du sondage S4 qui sera nommé **modèle 2**.

Ville de DEVILLE-LES-ROUEN
Aménagement des espaces publics de la ZAC des Rives de la Clairette, Déville-lès-Rouen (76)
Etude géotechnique préliminaire – Mission G1 et Etude géotechnique de conception phase Avant-projet –
Mission G2 AVP

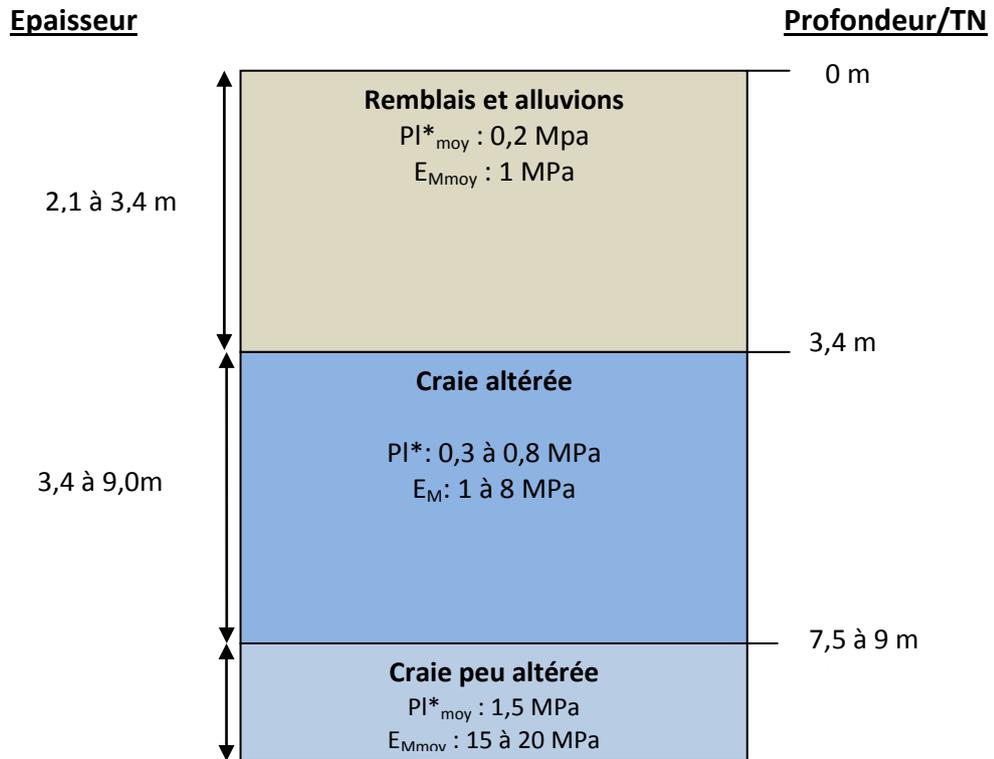


Figure 14 : Modèle géotechnique n°1

Ville de DEVILLE-LES-ROUEN
Aménagement des espaces publics de la ZAC des Rives de la Clairette, Déville-lès-Rouen (76)
Etude géotechnique préliminaire – Mission G1 et Etude géotechnique de conception phase Avant-projet –
Mission G2 AVP

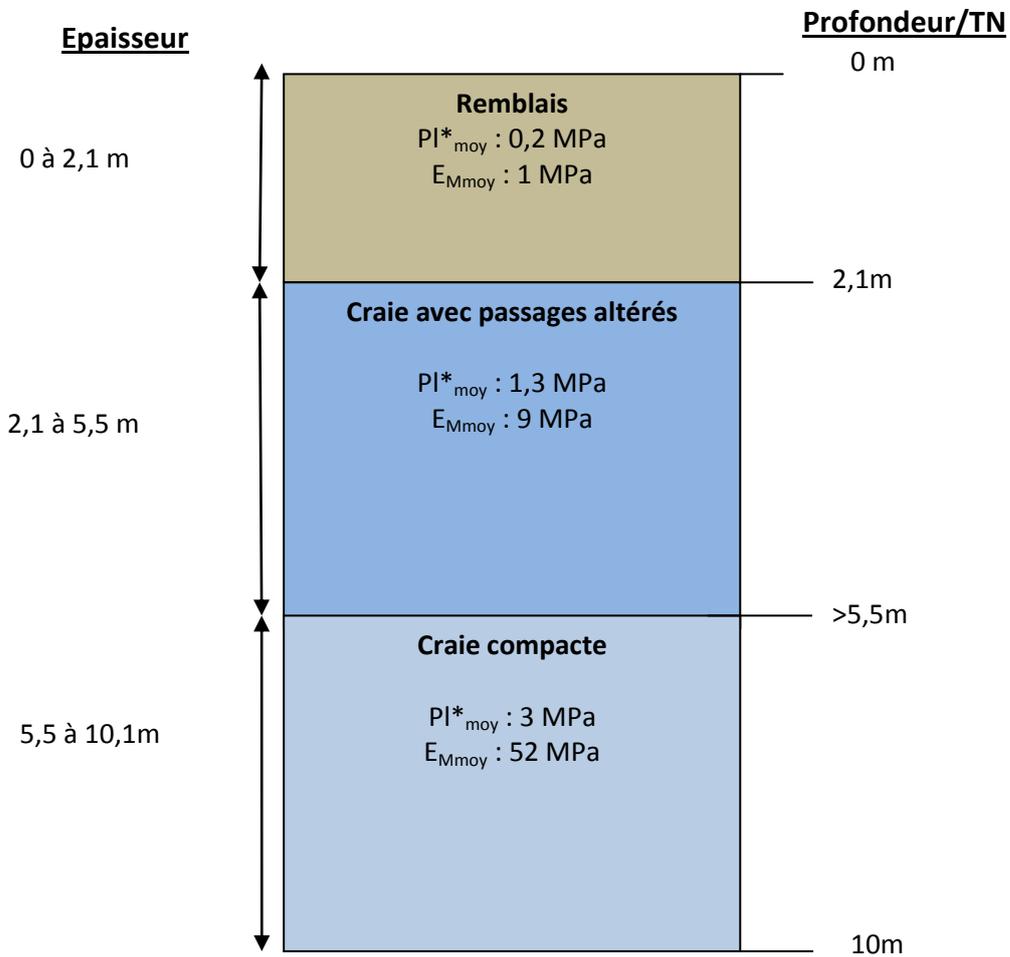


Figure 15 : Modèle géotechnique n°2

5. Principes généraux de construction

5.1. Rappel des caractéristiques du projet

La Zone d'Aménagement Concertée (ZAC) des Rives de la Clairette consiste en la reconversion d'une unité foncière de 1,7 hectare composé :

- d'une ancienne friche d'activités d'environ 1 hectare occupée précédemment par l'entreprise SPIE ;
- de terrains occupés par des surfaces d'activités d'environ 0,4 hectares ;
- de terrains vierges anciennement occupés par de l'habitat pour les 0,3 hectares.

Le projet a notamment pour objet de :

- créer des logements collectifs et individuels (13 000 m² de surface de plancher de logements) ;
- créer de nouvelles voies de circulations
 - o voie nouvelle
 - o voiries lourdes (classe de trafic TC1)
 - o voiries légères de stationnement
 - o zones de stationnement
 - o zones de circulations douces ;
- requalifier des voies existantes (rue Jules Ferry, place Salengro et rue de la Cité Monfray) ;
- d'aménager les berges de la Clairette et de créer de jardins ;
- créer des zones d'infiltration des eaux pluviales (noues d'infiltration le long des voiries lourdes) et des zones de rétention non étanches des eaux pluviales.

Il n'est pas prévu à ce stade de réaliser des sous-sols sous les futures constructions. La typologie des habitations collectives n'est pas connue à ce stade.

Ville de DEVILLE-LES-ROUEN
 Aménagement des espaces publics de la ZAC des Rives de la Clairette, Déville-lès-Rouen (76)
 Etude géotechnique préliminaire – Mission G1 et Etude géotechnique de conception phase Avant-projet –
 Mission G2 AVP

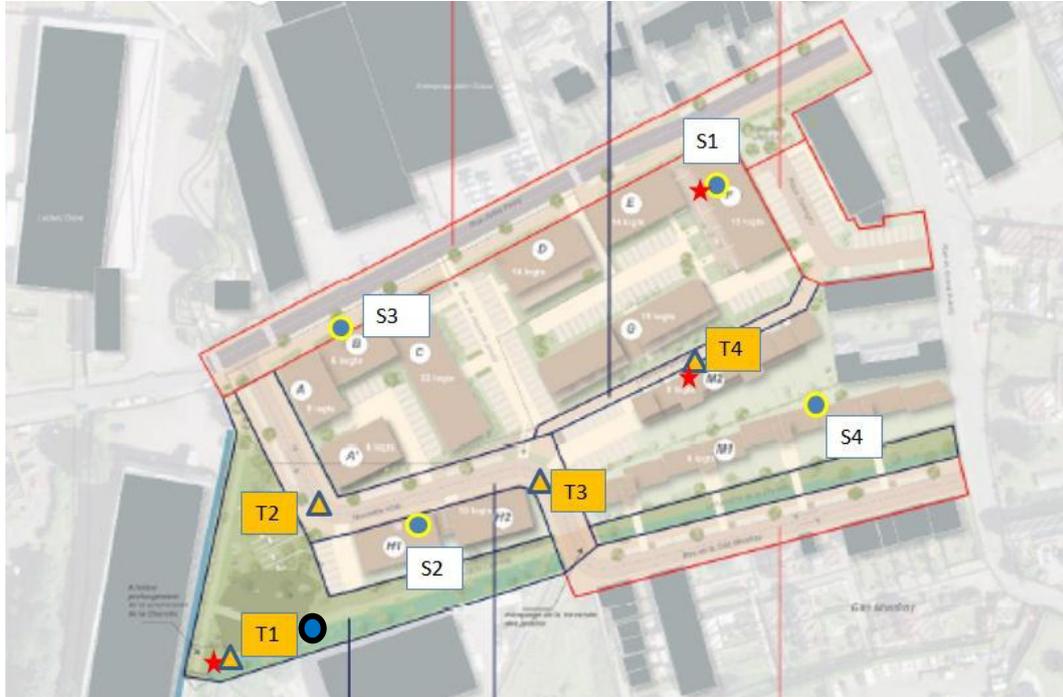


Figure 16: Plan masse du projet d'aménagement de la ZAC Clairette et localisation des sondages (Source : Ville de Déville-Lès-Rouen)

La typologie des bâtiments et les descentes de charges du projet ne sont pas connues.

5.2. Mode de fondation

5.2.1. Mode de fondation envisagé

Les campagnes d'investigations réalisées en phase G2 AVP ont mis en évidence au droit de la zone du projet, des remblais et alluvions sur une épaisseur variable de l'ordre de 2,1 m à 3,4 m environ. Les caractéristiques mécaniques de ces matériaux sont hétérogènes et faibles.

Ces formations surmontent la craie qui présente des caractéristiques mécaniques hétérogènes et des passages altérés de faibles caractéristiques mécaniques entre 3 à 8 m de profondeur. L'épaisseur de craie concernée par ces altérations est variable. Les zones altérées ont été reconnues jusqu'à 7,5 à 8 m de profondeur par rapport au terrain naturel au droit des sondages S1, S2 et S3. Au droit du sondage S2, une craie relativement compacte a été atteinte vers 5,5 m de profondeur.

Ville de DEVILLE-LES-ROUEN
 Aménagement des espaces publics de la ZAC des Rives de la Clairette, Déville-lès-Rouen (76)
 Etude géotechnique préliminaire – Mission G1 et Etude géotechnique de conception phase Avant-projet –
 Mission G2 AVP

Compte tenu de ces résultats obtenus au droit des sondages S1 à S3, les fondations devront a priori être de type profondes et ancrés dans un niveau de craie peu altérée à plus de 9 m de profondeur. Des investigations complémentaires plus profondes devront être réalisées pour évaluer les caractéristiques mécaniques à plus de 9 m de profondeur.

Au droit du sondage S4 (zones du bâtiment M1), les caractéristiques mécaniques mesurées au sein de la craie n'ont pas mis en évidence la présence de passages altérés de caractéristiques faibles. Les vitesses d'avancement indiquent potentiellement la présence de niveaux altérés.

A ce stade des connaissances, des fondations de type semi-profondes ancrées dans la craie peuvent être envisagées pour le bâtiment M1 sous réserve de descentes de charges compatibles et de vérifier l'absence de passages altérées de faibles caractéristiques mécaniques au droit de cette zone du projet par des investigations complémentaires.

5.2.1. Estimation de la capacité portante du sol – modèle 2

Une estimation de la capacité portante du sol sous une fondation semi-profonde est fournie ci-après (sondage de référence S4) :

La méthodologie de calcul est basée sur la norme Fondations Superficielles NF P 94-261 de juin 2013 (associée à l'Eurocode 7), complétée par l'Annexe P de la NF P94-261 de juin 2013 (Dispositions particulières pour les fondations semi-profondes).

q_{net} est la contrainte associée à la résistance nette du terrain sous la fondation calculée selon la méthode pressiométrique (Annexe D de la norme NF P 94-261), elle s'écrit :

$$q_{net} = k_p p_{le}^* i_\delta i_\beta$$

Où

i_δ : coefficient de réduction de portance lié à l'inclinaison du chargement (vaut 1 si la charge est verticale),

i_β : coefficient de réduction de portance lié à la proximité d'un talus de pente β (vaut 1 si fondation suffisamment éloignée du talus),

p_{le}^* : pression limite nette équivalente,

k_p : facteur de portance pressiométrique définit dans le *tableau D.2.3 de la norme NF P 261*.

Les coefficients à prendre en compte sont présentés dans le tableau suivant :

Ville de DEVILLE-LES-ROUEN
 Aménagement des espaces publics de la ZAC des Rives de la Clairette, Déville-lès-Rouen (76)
 Etude géotechnique préliminaire – Mission G1 et Etude géotechnique de conception phase Avant-projet –
 Mission G2 AVP

Tableau 6: Coefficient partiel à prendre en compte dans la vérification de la portance

	Coefficient partiel pour le calcul de la portance – $\gamma_{R;d,v}$		Coefficient de méthode (Calcul pressiométrique, §D.1) $\gamma_{R;d,v}$	
ELU transitoire et durable	Tableau P.2.1 – Normale à la base de la fondation – NF P 94 - 261	2,0	Méthode pressiométrique §D.1 – NF P 261	1,2
ELU accidentel		1,4		
ELS Quasi-permanent	§13.4 – NF P 261	2,3		
ELS caractéristique				

$$K_p = 1,75 \text{ (courbe Q6- Norme NF P 94 -261)}$$

$Pl_e^* = 1,2 \text{ MPa}$ (valeur de la pression limite à 3 m de profondeur au droit du sondage S4)

$$i_\delta = 1$$

$$i_\beta = 1$$

$$\text{D'où } q_{net} = 2,1 \text{ MPa,}$$

$$\text{Aux ELS, } q'_{ELS} = q_{net}/(\gamma_{R;d,v} \gamma_{R;d,v}) = 2,1/ (1,2*2,3) = 0,8 \text{ MPa}$$

$$\text{Aux ELU (transitoire), } q'_{ELU} = q_{net}/(\gamma_{R;d,v} \gamma_{R;d,v}) = 2,1/ (1,2*2,0) = 0,9 \text{ MPa}$$

Par sécurité et compte tenu des ouvrages projetés, le taux de sollicitation des fondations semi-profondes sera limité en première approche à 0,6 MPa aux Etats Limites de Service.

5.2.2. Dallage/planchers

Le dallage des zones du bâtiment qui reposeront directement sur du sol devra être réalisé sur une couche de fondation constituée de matériau sableux suivant les règles de l'Art.

Dans une situation rendant possible les dallages, ceux-ci devront être entièrement dissociés de la superstructure. Le dallage devra être dimensionné conformément aux prescriptions du DTU 13.3. Sur la base des modules de déformation des sols qui seront déduits des missions de projet géotechnique.

5.3. Terrassements

A ce stade de la définition du projet, la réalisation de niveaux de sous-sol ou de niveaux enterrés n'est pas envisagée.

Les études ultérieures devront préciser les pentes maximales à respecter lors des phases de terrassements et en phase définitive. Les terrains rencontrés au droit des sondages pourront a priori être terrassés par des moyens classiques. Les déblais devront être déposés dans des centres de gestion adaptés.

5.4. Structures de chaussée

Compte tenu de la présence de remblais et d'alluvions de caractéristiques mécaniques faibles sur au moins 3 m d'épaisseur, les structures de voiries devront être réalisées après certains travaux préalables, les solutions envisagées sont les suivantes :

- substitution des terrains sur au moins 1 à 2 m d'épaisseur par un matériau sablo-graveleux de caractéristiques suffisantes, mis en œuvre et compacté selon les règles de l'art ;
- modification des caractéristiques des terrains en place par des techniques d'amélioration des sols.

Le niveau de portance de la plateforme de chaussée devra être au moins égal à celui d'une plateforme de type PF2, c'est-à-dire avec un module d'Young de 50 MPa. La portance devra être contrôlée avant la mise en œuvre des couches de la structure de voirie. Ces essais pourront correspondre à des essais à la plaque.

Le trafic prévisionnel au droit des voiries de la future ZAC aménagé correspond à un trafic de type TC1.

Sur la base de ce trafic prévisionnel, la structure de chaussée prévisionnelle suivante pourra être envisagée :

Tableau 7 : Succession des couches structurelles de la chaussée

Nom	Epaisseur (m)
Béton Bitumineux Semi-Grenu (BBSG)	0,05
Grave Bitume 2 (GB2)	0,10
Plateforme PF2	-

Dans le cadre des études de projet, la structure de chaussée sera précisée en fonction des évolutions de trafic et de la qualité des matériaux in-situ et mis en œuvre. Une vérification de la structure vis-à-vis de sa résistance mécanique et sa résistance au gel/dégel devra être réalisée dans le cadre des études ultérieures.

Une attention particulière sera portée à la vérification de la compatibilité entre le niveau d'agressivité des matériaux mis en œuvre pour les voiries en particulier en cas de traitement aux liants de ces matériaux.

La possibilité d'effectuer un traitement aux liants hydrauliques et/ou à la chaux devra faire l'objet d'études préalables en laboratoire (Guide technique SETRA/LCPC : Traitement des sols à la chaux et/ou aux liants hydrauliques) :

- *Essais d'aptitude au traitement sur le sol (NF P94-100),*
- *Analyses chimiques en laboratoire* permettant de détecter la présence de constituants susceptibles de réagir avec les liants hydrauliques et/ou chaux (matières organiques, phosphates, nitrates, chlorures, sulfates et sulfures...),

*Ville de DEVILLE-LES-ROUEN
Aménagement des espaces publics de la ZAC des Rives de la Clairette, Déville-lès-Rouen (76)
Etude géotechnique préliminaire – Mission G1 et Etude géotechnique de conception phase Avant-projet –
Mission G2 AVP*

- *Etude de formulation (NF P 94-102) permettant de définir les teneurs optimales en chaux et/ou liants hydrauliques.*

5.5. Gestion des eaux

Les dispositions constructives doivent prendre en compte la présence de la nappe alluviale. Le niveau d'eau a été reconnu à moins de 2 m par rapport au niveau du terrain naturel.

A ce stade de la définition du projet, la réalisation de niveaux de sous-sol ou de niveaux enterrés n'est pas envisagée.

Il y aura lieu de prendre en compte le risque de remontées éventuelles de la nappe alluviale lors de la réalisation des terrassements et des ouvrages.

L'ensemble des dispositions constructives du projet devront être validées auprès des services préfectoraux afin de s'assurer de leur compatibilité avec les mesures de protection et de prévention vis-à-vis du risque d'inondation.

5.6. Infiltration des eaux pluviales

Compte tenu des faibles perméabilités évaluées et de la présence d'une nappe subaffleurante, la gestion des eaux pluviales par infiltration directe dans les sols n'est pas envisageable. Les eaux pluviales devront faire l'objet d'une rétention au droit d'un dispositif adapté et le rejet devra se faire au droit des réseaux d'eau communaux ou cours d'eau avoisinants sous réserve d'autorisation des différents services concernés par ces rejets. La gestion des eaux pluviales devra respecter les dispositions environnementales en vigueur, notamment celles concernant la protection des eaux des nappes et des cours d'eau.

5.7. Recommandations pour les investigations complémentaires à mener

L'étude G2-AVP a mis en évidence la présence de zones très altérées au droit du projet et, au stade de notre connaissance actuel du projet, la nécessité de recourir à des fondations profondes.

Des investigations complémentaires devront être réalisées au stade de la G2 PRO, notamment pour répondre aux objectifs suivants :

- Evaluer les caractéristiques mécaniques de la craie
 - notamment au-delà de 9 m de profondeur et la présence de zones d'altérations éventuelles ;

*Ville de DEVILLE-LES-ROUEN
Aménagement des espaces publics de la ZAC des Rives de la Clairette, Déville-lès-Rouen (76)
Etude géotechnique préliminaire – Mission G1 et Etude géotechnique de conception phase Avant-projet –
Mission G2 AVP*

- vérifier la présence de zones altérées, caractériser leur épaisseur et les caractéristiques pressiométriques associées, la réalisation d'un sondage carotté permettrait de reconnaître visuellement ces passages altérés ;
- Evaluer l'agressivité des eaux et des sols vis-à-vis des bétons pour définir les types de béton (notamment ceux des fondations) qui seront adaptés à l'usage aux classes d'exposition conformément à la norme NF EN206-1.

Le programme de reconnaissance complémentaires sera affiné dès lors que les informations sur le projet nous seront mis à disposition.

5.8. Recommandations pour la mise au point du projet et l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

Nous rappelons que la présente étude correspond à une étude géotechnique d'avant-projet (mission G2 AVP), au sens de la norme NF P 94-500.

Conformément à l'esprit de cette norme, qui est de réduire étape par étape les risques liés au sol, elle doit être normalement suivie par une étude géotechnique de projet (mission G2 PRO).

Pour la phase de réalisation des travaux, une mission de supervision géotechnique (mission G4) devra être réalisée. Elle comportera, d'une part, la validation des documents géotechniques produits par l'entreprise, et d'autre part le suivi géotechnique du chantier, permettant de s'assurer que les terrains rencontrés présentent des caractéristiques géotechniques cohérentes avec les hypothèses faites dans le cadre des études et le cas échéant définir en concertation avec l'entreprise les adaptations nécessaires.

*Ville de DEVILLE-LES-ROUEN
Aménagement des espaces publics de la ZAC des Rives de la Clairette, Déville-lès-Rouen (76)
Etude géotechnique préliminaire – Mission G1 et Etude géotechnique de conception phase Avant-projet –
Mission G2 AVP*

Observations sur l'utilisation du rapport

Observation 1

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable ; en conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle de ce rapport et annexes ainsi que toute interprétation au-delà des énonciations d'Antea Group ne sauraient engager la responsabilité de celle-ci. Il en est de même pour une éventuelle utilisation à d'autres fins que celles définies pour la présente prestation.

Observation 2

Il est rappelé que les résultats de la reconnaissance s'appuient sur un échantillonnage et que ce dispositif ne permet pas de lever la totalité des aléas liés à l'hétérogénéité du milieu naturel ou artificiel étudié.

Observation 3

La prestation a été réalisée à partir d'informations extérieures non garanties par Antea Group ; sa responsabilité ne saurait être engagée en la matière.

**Annexe 1. Plan d'implantation des sondages
géotechniques étudiés**

AMÉNAGEMENT DES ESPACES PUBLICS, VRD DE LA ZONE D'AMÉNAGEMENT CONCERTÉ DES RIVES DE LA CLAIRETTE (76)
Plan d'implantation des sondages de la mission G2 AVP



● Sondage pressiométrique à 10 m avec piézomètre (crépine de 1 m jusqu'à la base)

▲ Sondage à la tarière à 3 m

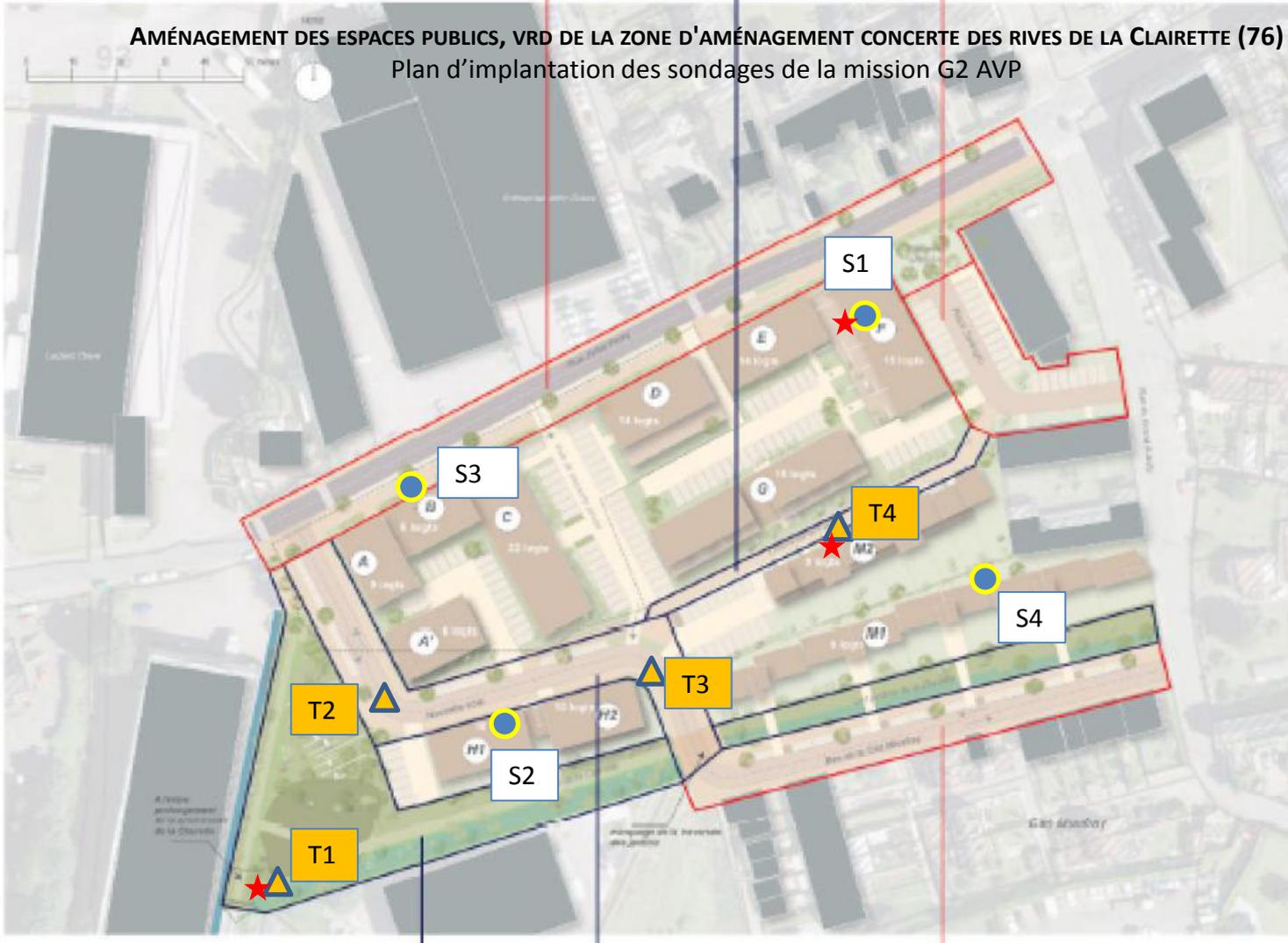
★ Essais de perméabilité de 0.5 à 3.5 m

Requalification de la rue Jules Ferry

Création d'un
cheminement
piéton

Requalification
de la place
Salengro

AMÉNAGEMENT DES ESPACES PUBLICS, VRD DE LA ZONE D'AMÉNAGEMENT CONCERTE DES RIVES DE LA CLAIRETTE (76)
Plan d'implantation des sondages de la mission G2 AVP



● Sondage pressiométrique à 10 m avec piézomètre (crépine de 1 m jusqu'à la base)

▲ Sondage à la tarière à 3 m

★ Essais de perméabilité de 0.5 à 3.5 m

Annexe 2. Coupe des sondages pressiométriques

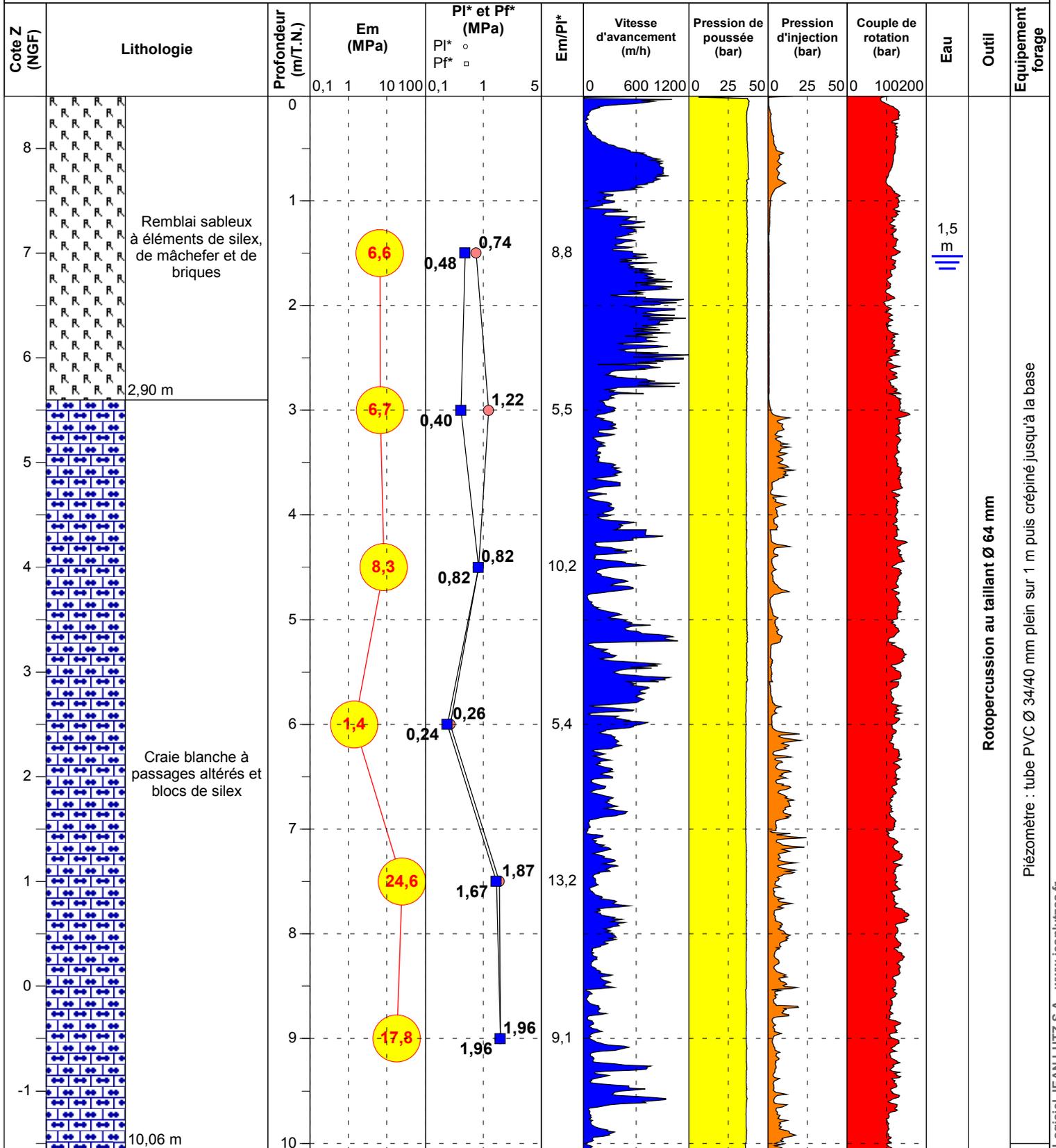
Sondage pressiométrique : S1

X : 506220,79

Y : 197274,84

Z_mNGF : 8,50

Echelle : 1/50



EXGTE 3.20/LB2EPF576FR



Client : **Ville de Déville-lès-Rouen**

Etude : **ZAC des Clairettes**

Site : **Déville-lès-Rouen (76)**

N° d'affaire : **1400672**

Mission : **Inv. géotech.**

Date : **20/09/2016**

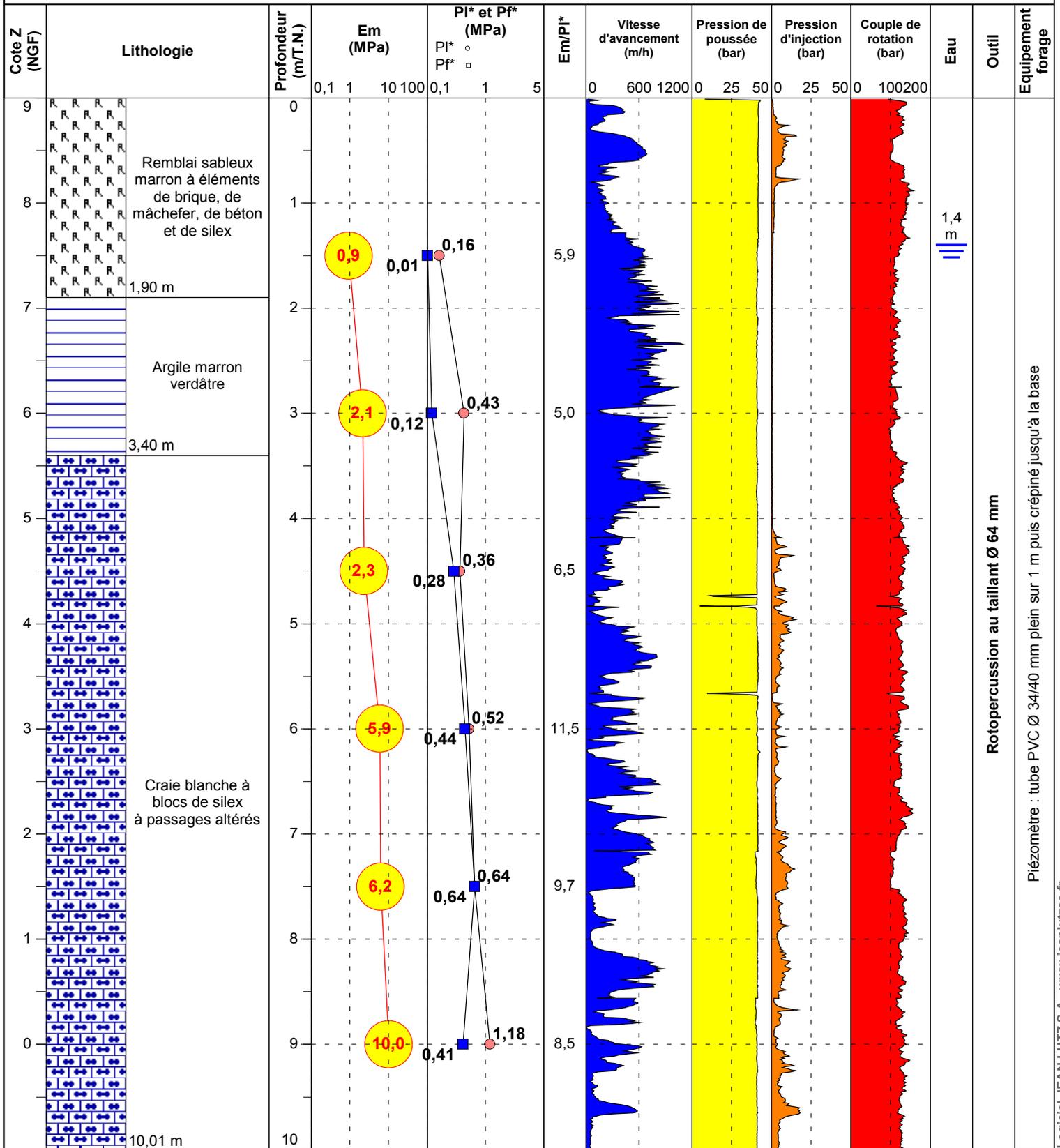
Sondage pressiométrique : S3

X : 506114,30

Y : 197230,18

Z_mNGF : 9,00

Echelle : 1/50



EXGTE 3.20/LB2EPF576FR

Rotopercussion au taillant Ø 64 mm
Piézomètre : tube PVC Ø 34/40 mm plein sur 1 m puis crépiné jusqu'à la base

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr



Client : **Ville de Déville-lès-Rouen**

Etude : **ZAC des Clairettes**

Site : **Déville-lès-Rouen (76)**

N° d'affaire : **1400672**

Mission : **Inv. géotech.**

Date : **14/09/2016**

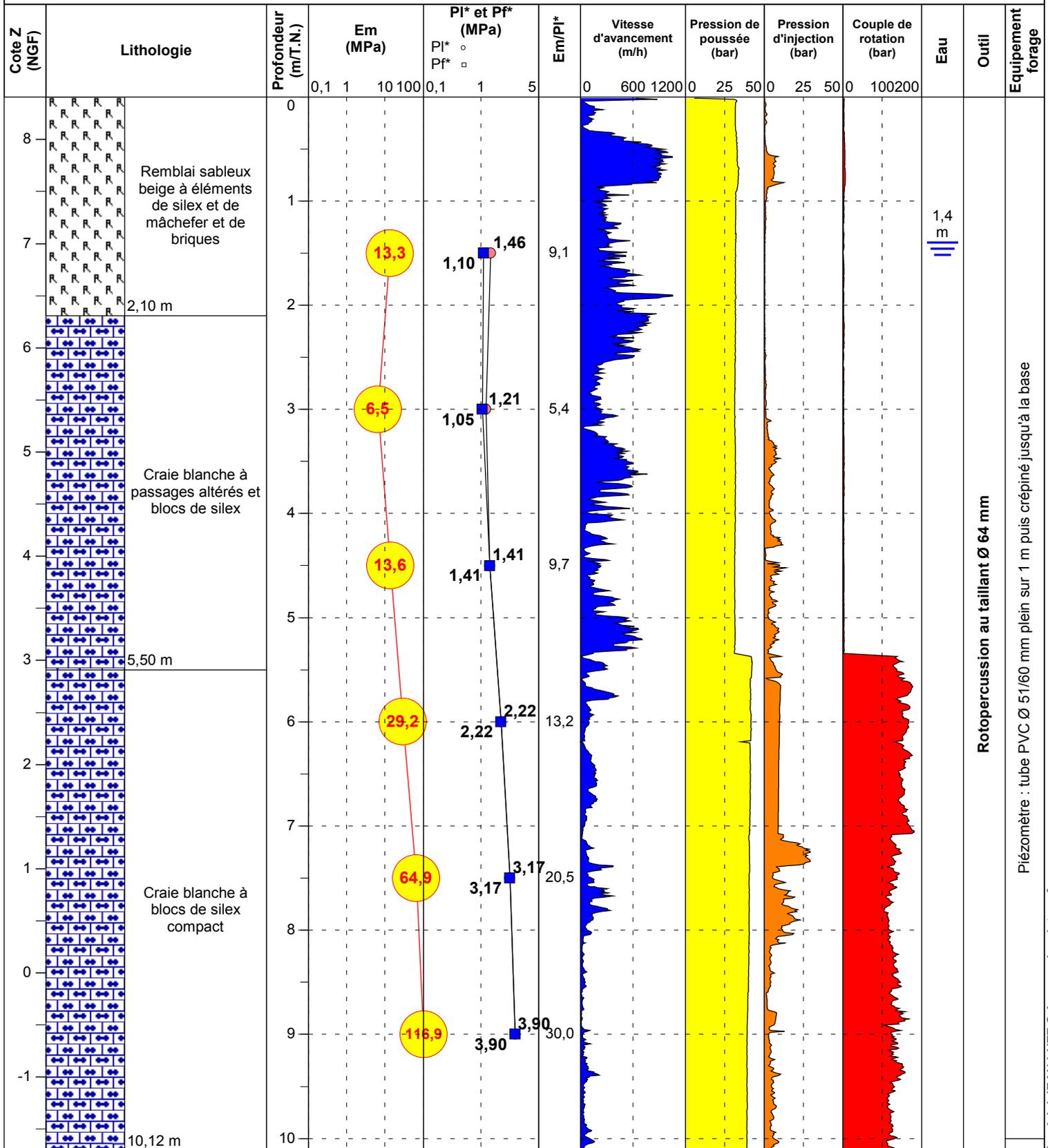
Sondage pressiométrique : S4

X : 506252,589

Y : 197205,937

Z_mNGF : 8,41

Echelle : 1/50



Rotopercussion au taillant Ø 64 mm
Piézomètre : tube PVC Ø 51/60 mm plein sur 1 m puis crépiné jusqu'à la base

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

EXGTE 3.20/LB2EPF576FR



Client : **Déville-lès-Rouen**

Etude : **ZAC des Clairettes**

Site : **Déville-lès-Rouen (76)**

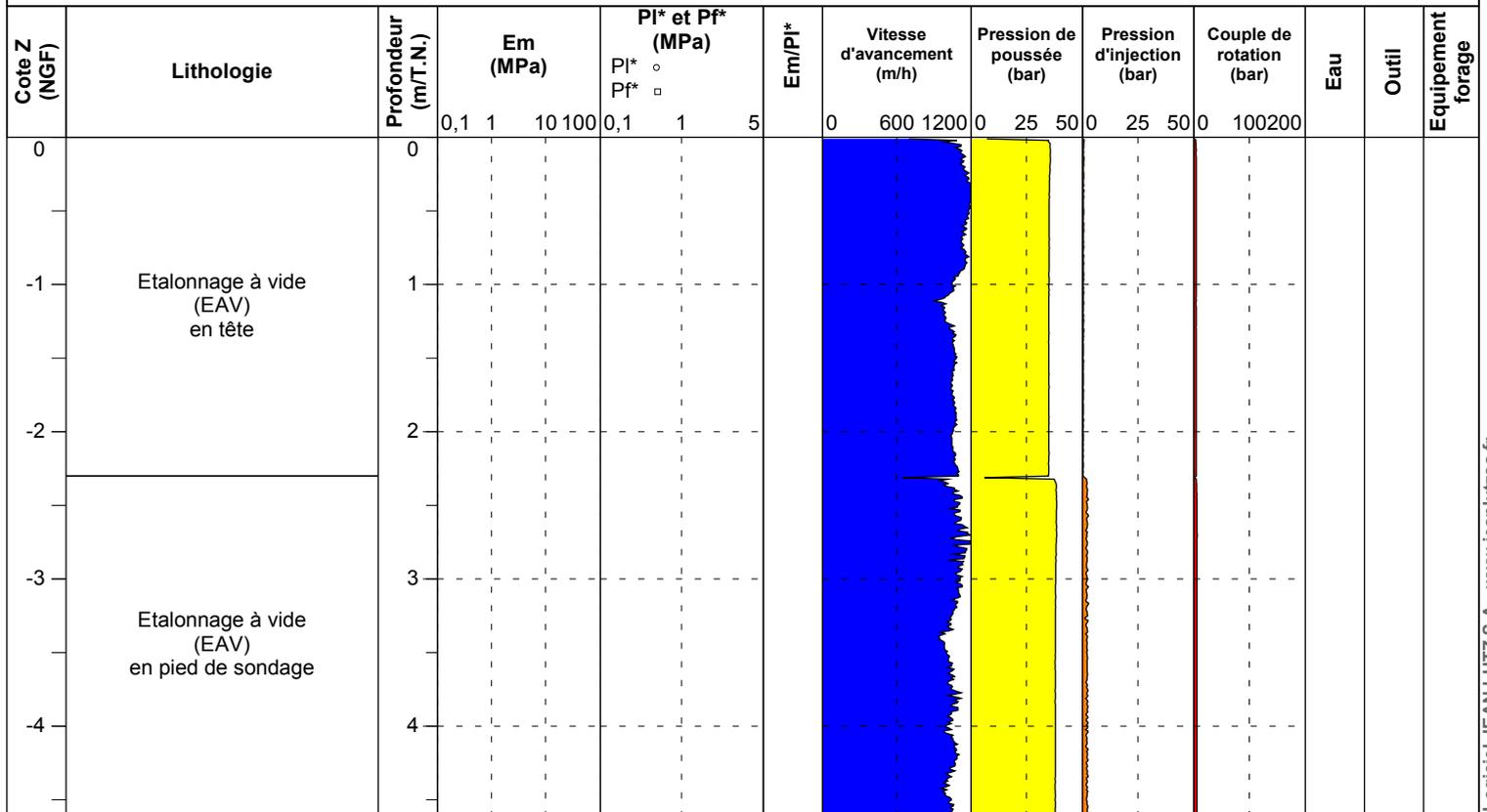
N° d'affaire : **1400672**

Mission : **Inv. géotech.**

Date : **13/09/2016**

Sondage pressiométrique : Etalonnage n°1

Echelle : 1/50



Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

EXGTE 3.20/LB2EPF576FR

Annexe 3. Coupe des sondages à la tarière



Client : **Ville de Déville-lès-Rouen**

Etude : **ZAC des Clairettes**

Site : **Déville-lès-Rouen (76)**

N° d'affaire : **1400672**

Inv. géotech.

Date : **07/09/2016**

Sondage géologique : **T1**

X : 506084,748

Y : 197141,671

Z_mNGF : 8,71

Echelle : **1/30**

Cote Z (NGF)	Profondeur (m/T.N.)	Lithologie	Eau	Outil	Equipement forage
	0	Sable marron à silex compact			
	0,50 m				
8		Mâchefer			
	0,80 m				
1		Remblai argileux gris			
	1,40 m				
7		Argile grise à gros silex	1,39 m	Tarière hélicoïdale continue Ø 80 mm	
2					
6					
3	3,00 m				

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

EXGTE 3.20



Client : **Ville de Déville-lès-Rouen**

Etude : **ZAC des Clairettes**

Site : **Déville-lès-Rouen (76)**

N° d'affaire : **1400672**

Inv. géotech.

Date : **07/09/2016**

Sondage géologique : **T2**

X : 506115,36

Y : 197178,98

Z_mNGF : 8,79

Echelle : 1/30

Cote Z (NGF)	Profondeur (m/T.N.)	Lithologie	Eau	Outil	Equipement forage
0		Dalle en béton			
	0,20 m	Argile limoneuse marron à petits silex			
	0,60 m	Mâchefer noir			
8		Remblai argileux marron avec présence d'éléments de briques et de verre			
1					
	1,40 m		1,51 m		
7		Remblai d'argile sableuse grise à gros silex Présence de morceaux de bois			
2					
6					
3	3,00 m			Tarière hélicoïdale continue Ø 80 mm	

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

EXGTE 3.20



Client : **Ville de Déville-lès-Rouen**

Etude : **ZAC des Clairettes**

Site : **Déville-lès-Rouen (76)**

N° d'affaire : **1400672**

Inv. géotech.

Date : **07/09/2016**

Sondage géologique : **T3**

X : 506178,541

Y : 197184,73

Z_mNGF : 8,95

Echelle : 1/30

Cote Z (NGF)	Profondeur (m/T.N.)	Lithologie	Eau	Outil	Equipement forage
0		Remblai sableux marron à silex, humide avec présence d'éléments de briques			
	0,70 m				
8		Mâchefer			
	1,00 m				
		Remblai argileux marron-gris avec présence d'éléments de briques et de verre			
	1,60 m				
7		Argile sableuse grise à silex	1,68 m		
	2,00 m				
6					
	3,00 m				

Tarière hélicoïdale continue Ø 80 mm

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

EXGTE 3.20



Client : **Ville de Déville-lès-Rouen**

Etude : **ZAC des Clairettes**

Site : **Déville-lès-Rouen (76)**

N° d'affaire : **1400672**

Inv. géotech.

Date : **07/09/2016**

Sondage géologique : **T4**

X : 506217,557

Y : 197223,102

Z_mNGF : 8,87

Echelle : 1/30

Cote Z (NGF)	Profondeur (m/T.N.)	Lithologie	Eau	Outil	Equipement forage
0		Remblai sableux marron-gris à silex avec présence d'éléments de briques			
	0,30 m				
	0,80 m	Mâchefer noir			
8		Remblai argilo-sableux marron à silex avec présence d'éléments de verre			
	1,10 m				
7		Argile à silex décompressée, très humide	1,34 m	Tarière hélicoïdale continue Ø 80 mm	
	2				
6					
	3				
	3,00 m				

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

EXGTE 3.20

Annexe 4. Résultats des essais de perméabilité

Agence de : Caen
 N° Affaire : 1400672
 Etude : ZAC de la Clairette
 Lieu : DEVILLE LES ROUEN (76)
 Client : Ville de Déville-lès-Rouen
 Date : 08/09/2016

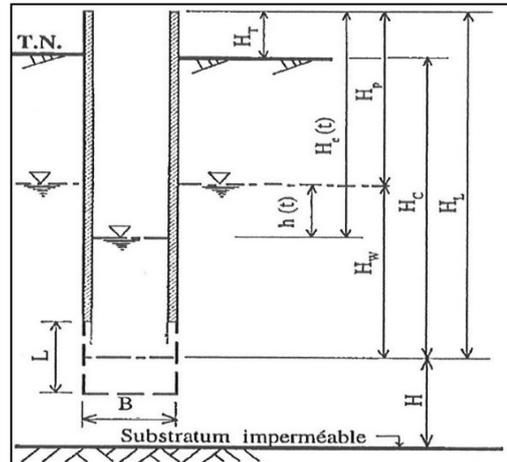


ESSAI DE PERMEABILITE EP1 entre 0,5 et 1,5 m/TN

cf. norme NF EN ISO 22282-2

● Paramètres de l'essai :

Nom : EP1 Nature : Remblai
 Diamètre de la cavité B = 0,080 m
 Longueur de la cavité L = 1,00 m
 Profondeur de la cavité/TN Hc = 1,00 m
 Hauteur tube hors sol Ht = 0,00 m
 Niveau de la nappe/TN Hp-Ht = 1,50 m
 Prof. eau/haut du tube début essai He(t0) = 0,50 m
 Prof. substratum imperméable/TN S = 0,005 m²
 Section cavité L/B = 12,50
 Elancement cavité F = 1,95
 Facteur de forme h0 = 0,50 m
 Charge initiale



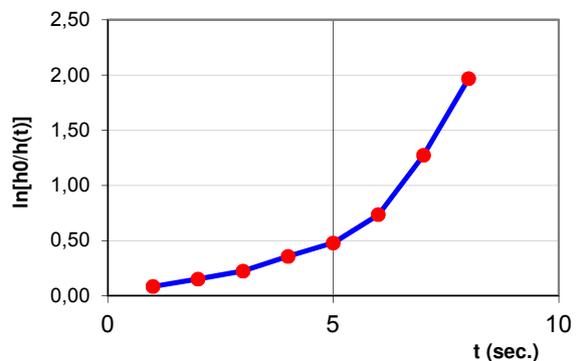
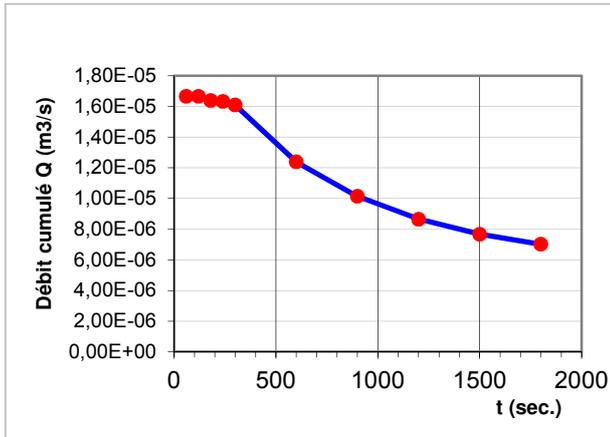
● Suivi :

Méthode d'essai à débit constant

Temps cumulé (sec)	Volume cumulé (l)	Débit cumulé Q (m ³ /s)
0	0,00	0
60	1,00	1,67E-05
120	2,00	1,67E-05
180	2,95	1,64E-05
240	3,92	1,63E-05
300	4,83	1,61E-05
600	7,43	1,24E-05
900	9,13	1,01E-05
1200	10,38	8,65E-06
1500	11,51	7,67E-06
1800	12,62	7,01E-06

Méthode d'essai à charge variable

Temps cumulé (sec)	He (m)
0	0,50
60	0,54
120	0,57
180	0,60
240	0,65
300	0,69
600	0,76
900	0,86
1200	0,93



● Résultats :

Q ≈	1,1E-05	m ³ /s
K ≈	1,1E-05	m/s

Pente α ≈	0,00167	
K ≈	4,3E-06	m/s

K ≈ 7,1E-06 m/s

Agence de : Caen
 N° Affaire : 1400672
 Etude : ZAC de la Clairette
 Lieu : DEVILLE LES ROUEN (76)
 Client : Ville de Déville-lès-Rouen
 Date : 08/09/2016

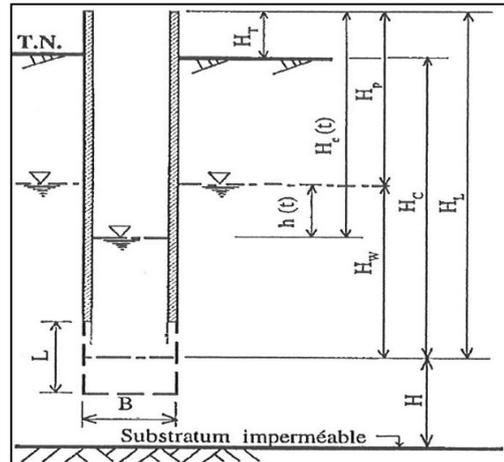


ESSAI DE PERMEABILITE EP2 entre 1,5 et 2,5 m/TN

cf. norme NF EN ISO 22282-2

● Paramètres de l'essai :

Nom : EP2 Nature : Argile grise
 Diamètre de la cavité B = 0,089 m
 Longueur de la cavité L = 1,00 m
 Profondeur de la cavité/TN Hc = 2,00 m
 Hauteur tube hors sol Ht = 0,50 m
 Niveau de la nappe/TN Hp-Ht = 1,50 m
 Prof. eau/haut du tube début essai He(t0) = 0,00 m
 Prof. substratum imperméable/TN S = 0,006 m²
 Section cavité L/B = 11,24
 Elancement cavité F = 2,02
 Facteur de forme h0 = 2,00 m
 Charge initiale



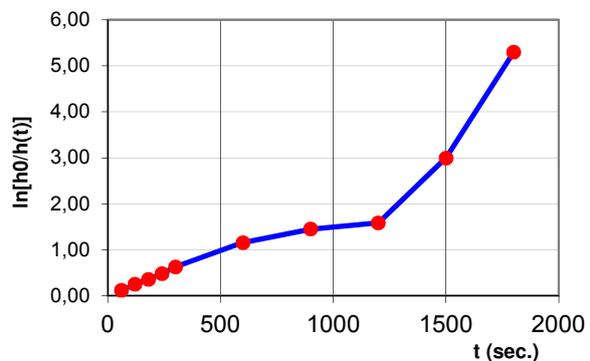
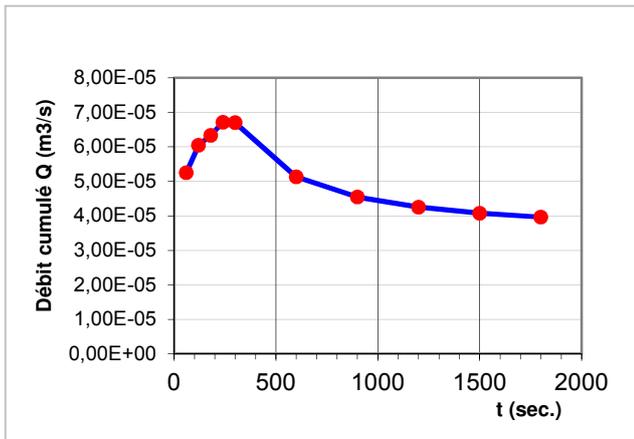
● Suivi :

Méthode d'essai à débit constant

Temps cumulé (sec)	Volume cumulé (l)	Débit cumulé Q (m ³ /s)
0	0,00	0
60	3,15	5,25E-05
120	7,25	6,04E-05
180	11,40	6,33E-05
240	16,10	6,71E-05
300	20,10	6,70E-05
600	30,75	5,13E-05
900	40,90	4,54E-05
1200	51,00	4,25E-05
1500	61,15	4,08E-05
1800	71,30	3,96E-05

Méthode d'essai à charge variable

Temps cumulé (sec)	He (m)
0	0,00
60	0,22
120	0,44
180	0,60
240	0,76
300	0,93
600	1,37
900	1,53
1200	1,59
1500	1,90
1800	1,99



● Résultats :

Q ≈	4,4E-05	m ³ /s
K ≈	1,1E-05	m/s

Pente α ≈	0,00259	
K ≈	8,0E-06	m/s

K ≈ 9,3E-06 m/s

Agence de : Caen
 N° Affaire : 1400672
 Etude : ZAC de la Clairette
 Lieu : DEVILLE LES ROUEN (76)
 Client : Ville de Déville-lès-Rouen
 Date : 08/09/2016

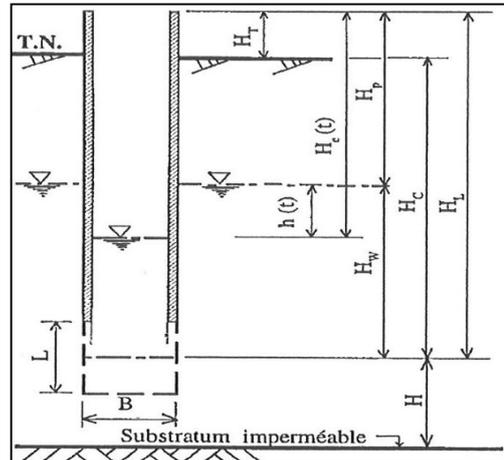


ESSAI DE PERMEABILITE EP3 entre 2,5 et 3,5 m/TN

cf. norme NF EN ISO 22282-2

● Paramètres de l'essai :

Nom : EP3 Nature : Argile grise
 Diamètre de la cavité B = 0,089 m
 Longueur de la cavité L = 1,00 m
 Profondeur de la cavité/TN Hc = 3,00 m
 Hauteur tube hors sol Ht = 0,50 m
 Niveau de la nappe/TN Hp-Ht = 1,50 m
 Prof. eau/haut du tube début essai He(t0) = 0,00 m
 Prof. substratum imperméable/TN S = 0,006 m²
 Section cavité L/B = 11,24
 Elancement cavité F = 2,02
 Facteur de forme h0 = 2,00 m
 Charge initiale



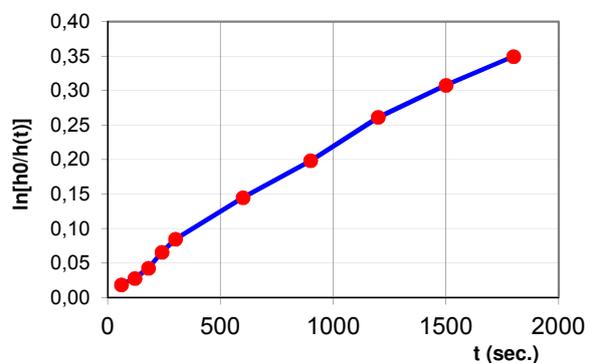
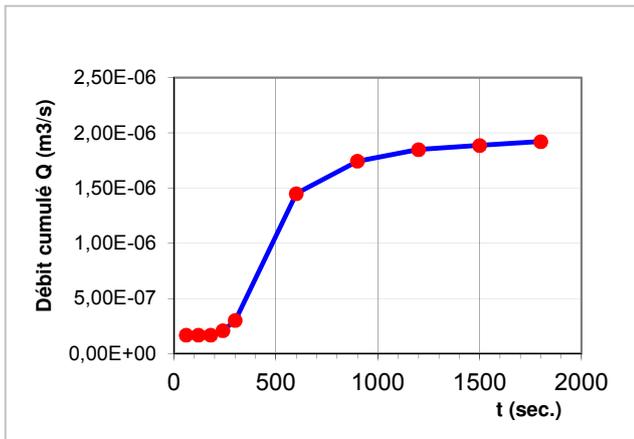
● Suivi :

Méthode d'essai à débit constant

Temps cumulé (sec)	Volume cumulé (l)	Débit cumulé Q (m ³ /s)
0	0,00	0
60	0,01	1,67E-07
120	0,02	1,67E-07
180	0,03	1,67E-07
240	0,05	2,08E-07
300	0,09	3,00E-07
600	0,87	1,45E-06
900	1,57	1,74E-06
1200	2,22	1,85E-06
1500	2,83	1,89E-06
1800	3,46	1,92E-06

Méthode d'essai à charge variable

Temps cumulé (sec)	He (m)
0	0,00
60	0,04
120	0,06
180	0,08
240	0,13
300	0,16
600	0,27
900	0,36
1200	0,46
1500	0,53
1800	0,59



● Résultats :

Q ≈	1,8E-06	m ³ /s
K ≈	4,4E-07	m/s

Pente α ≈	0,00018	
K ≈	5,6E-07	m/s

K ≈ 5,0E-07 m/s

Agence de : Caen
 N° Affaire : 1400672
 Etude : ZAC de la Clairette
 Lieu : DEVILLE LES ROUEN (76)
 Client : Ville de Déville-lès-Rouen
 Date : 09/09/2016



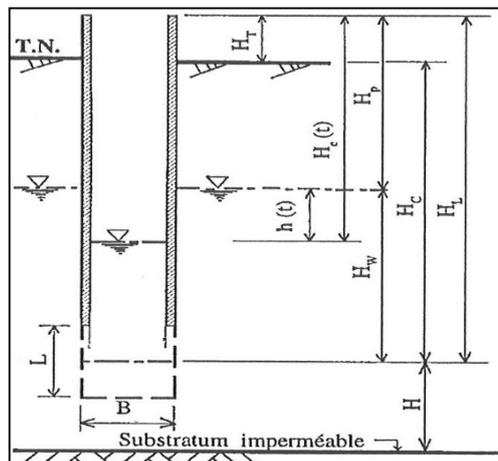
ESSAI DE PERMEABILITE EP4 entre 0,5 et 1,5 m/TN

cf. norme NF EN ISO 22282-2

● Paramètres de l'essai :

Nom : EP4 Nature : Remblai

Diamètre de la cavité B = 0,089 m
 Longueur de la cavité L = 1,00 m
 Profondeur de la cavité/TN Hc = 1,00 m
 Hauteur tube hors sol Ht = 1,00 m
 Niveau de la nappe/TN Hp-Ht = 1,51 m
 Prof. eau/haut du tube début essai He(t0) = 0,00 m
 Prof. substratum imperméable/TN S = 0,006 m²
 Section cavité L/B = 11,24
 Elancement cavité F = 2,02
 Facteur de forme h0 = 2,00 m
 Charge initiale



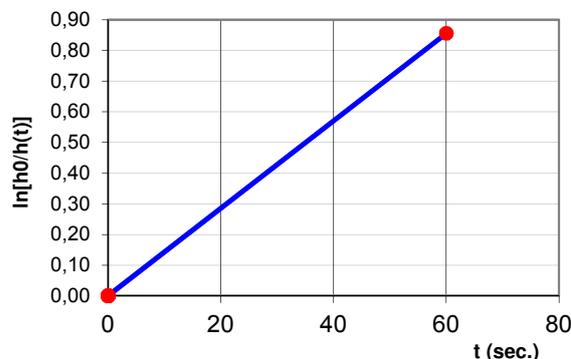
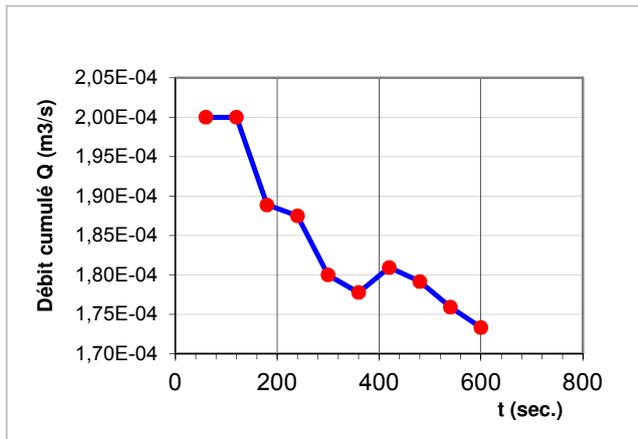
● Suivi :

Méthode d'essai à débit constant

Temps cumulé (sec)	Volume cumulé (l)	Débit cumulé Q (m ³ /s)
0	0,00	0
60	12,00	2,00E-04
120	24,00	2,00E-04
180	34,00	1,89E-04
240	45,00	1,88E-04
300	54,00	1,80E-04
360	64,00	1,78E-04
420	76,00	1,81E-04
480	86,00	1,79E-04
540	95,00	1,76E-04
600	104,00	1,73E-04

Méthode d'essai à charge variable

Temps cumulé (sec)	He (m)
0	0,00
60	1,15
0	0,00
0	0,00
0	0,00
0	0,00
0	0,00
0	0,00
0	0,00
0	0,00
0	0,00
0	0,00
0	0,00



● Résultats :

Q ≈	1,8E-04	m ³ /s
K ≈	4,4E-05	m/s

Pente α ≈	0,01426	
K ≈	4,4E-05	m/s

K ≈ 4,4E-05 m/s

Agence de : Caen
 N° Affaire : 1400672
 Etude : ZAC de la Clairette
 Lieu : DEVILLE LES ROUEN (76)
 Client : Ville de Déville-lès-Rouen
 Date : 12/09/2016

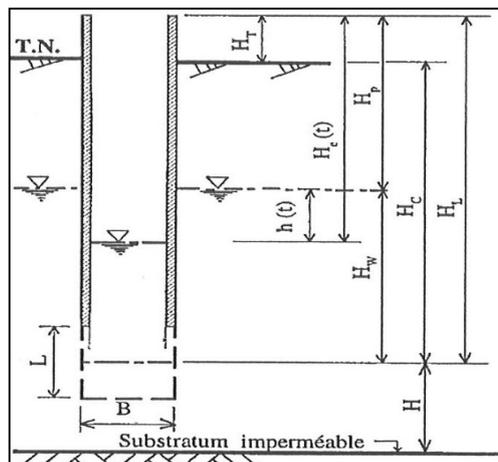


ESSAI DE PERMEABILITE EP5 entre 1,5 et 2,5 m/TN

cf. norme NF EN ISO 22282-2

● Paramètres de l'essai :

Nom : EP5 Nature : Argile grise
 Diamètre de la cavité B = 0,089 m
 Longueur de la cavité L = 1,00 m
 Profondeur de la cavité/TN Hc = 2,00 m
 Hauteur tube hors sol Ht = 0,50 m
 Niveau de la nappe/TN Hp-Ht = 1,51 m
 Prof. eau/haut du tube début essai He(t0) = 0,00 m
 Prof. substratum imperméable/TN 10,00 m
 Section cavité S = 0,006 m²
 Elancement cavité L/B = 11,24
 Facteur de forme F = 2,02
 Charge initiale h0 = 2,01 m



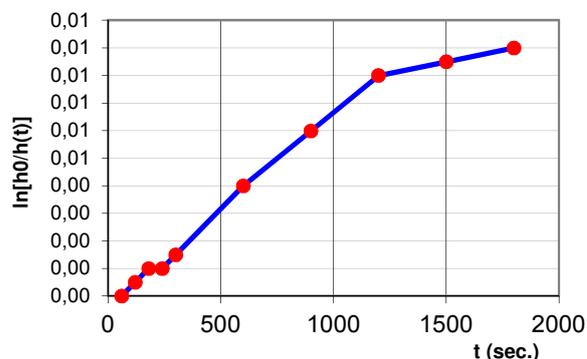
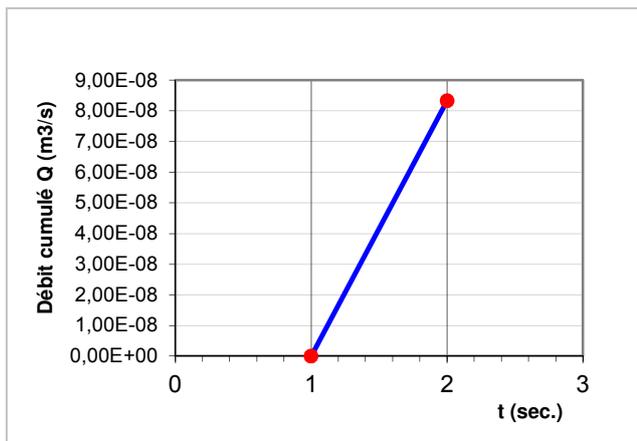
● Suivi :

Méthode d'essai à débit constant

Temps cumulé (sec)	Volume cumulé (l)	Débit cumulé Q (m ³ /s)
0	0,00	0
60	0,00	0,00E+00
1800	0,15	8,33E-08

Méthode d'essai à charge variable

Temps cumulé (sec)	He (m)
0	0,00
60	0,00
120	0,00
180	0,00
240	0,00
300	0,00
600	0,01
900	0,01
1200	0,02
1500	0,02
1800	0,02



● Résultats :

Q ≈	4,2E-08	m ³ /s
K ≈	1,0E-08	m/s

Pente α ≈	0,00001	
K ≈	1,7E-08	m/s

K ≈	1,3E-08	m/s
-----	---------	-----

Agence de : Caen
 N° Affaire : 1400672
 Etude : ZAC de la Clairette
 Lieu : DEVILLE LES ROUEN (76)
 Client : Ville de Déville-lès-Rouen
 Date : 12/09/2016

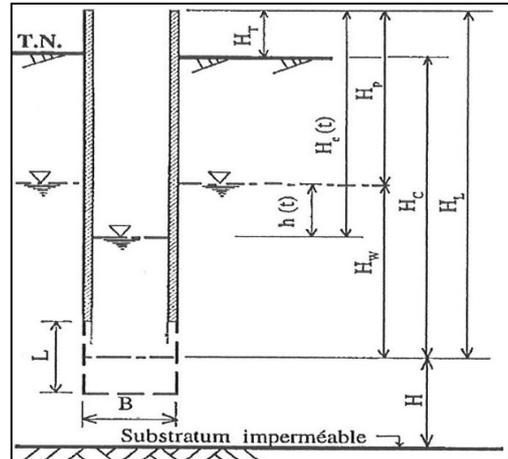


ESSAI DE PERMEABILITE EP6 entre 2,5 et 3,5 m/TN

cf. norme NF EN ISO 22282-2

● Paramètres de l'essai :

Nom :	EP6	Nature :	Argile grise
Diamètre de la cavité	B =	0,089 m	
Longueur de la cavité	L =	1,00 m	
Profondeur de la cavité/TN	Hc =	3,00 m	
Hauteur tube hors sol	Ht =	0,50 m	
Niveau de la nappe/TN	Hp-Ht =	1,51 m	
Prof. eau/haut du tube début essai	He(t0) =	0,00 m	
Prof. substratum imperméable/TN		10,00 m	
Section cavité	S =	0,006 m ²	
Elancement cavité	L/B =	11,24	
Facteur de forme	F =	2,02	
Charge initiale	h0 =	2,01 m	



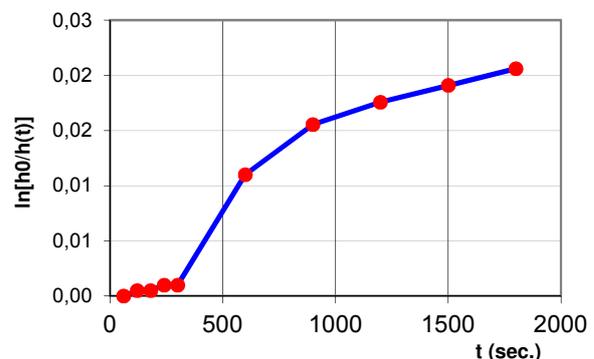
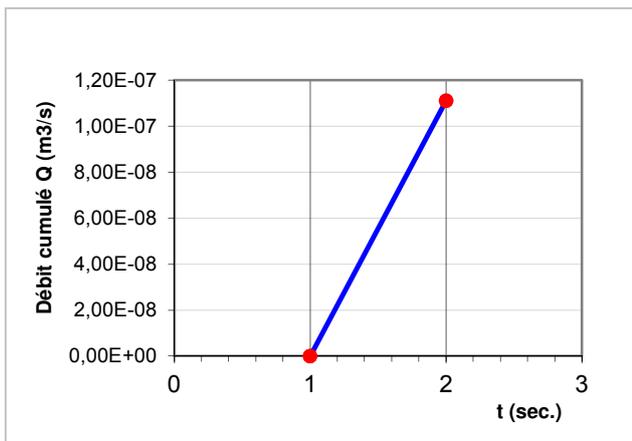
● Suivi :

Méthode d'essai à débit constant

Temps cumulé (sec)	Volume cumulé (l)	Débit cumulé Q (m ³ /s)
0	0,00	0
60	0,00	0,00E+00
1800	0,20	1,11E-07

Méthode d'essai à charge variable

Temps cumulé (sec)	He (m)
0	0,00
60	0,00
120	0,00
180	0,00
240	0,00
300	0,00
600	0,02
900	0,03
1200	0,04
1500	0,04
1800	0,04



● Résultats :

Q ≈	5,6E-08	m ³ /s
K ≈	1,4E-08	m/s

Pente α ≈	0,00001	
K ≈	1,7E-08	m/s

K ≈ 1,5E-08 m/s

Agence de : Caen
 N° Affaire : 1400672
 Etude : ZAC de la Clairette
 Lieu : DEVILLE LES ROUEN (76)
 Client : Ville de Déville-lès-Rouen
 Date : 08/09/2016

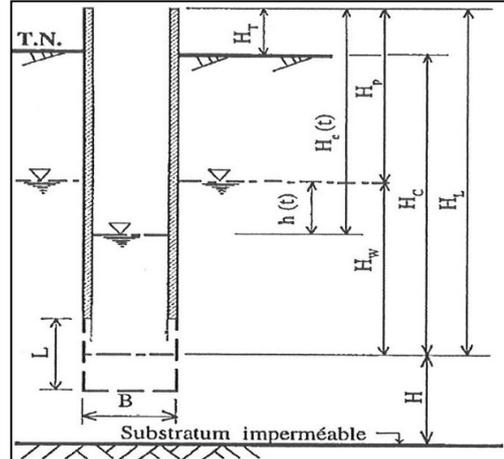


ESSAI DE PERMEABILITE EP7 entre 0,5 et 1,5 m/TN

cf. norme NF EN ISO 22282-2

● Paramètres de l'essai :

Nom : **EP7** Nature : **Remblai**
 Diamètre de la cavité B = 0,080 m
 Longueur de la cavité L = 1,00 m
 Profondeur de la cavité/TN Hc = 1,00 m
 Hauteur tube hors sol Ht = 0,00 m
 Niveau de la nappe/TN Hp-Ht = 1,68 m
 Prof. eau/haut du tube début essai He(t0) = 0,50 m
 Prof. substratum imperméable/TN S = 0,005 m²
 Section cavité L/B = 12,50
 Elancement cavité F = 1,95
 Facteur de forme h0 = 0,50 m
 Charge initiale



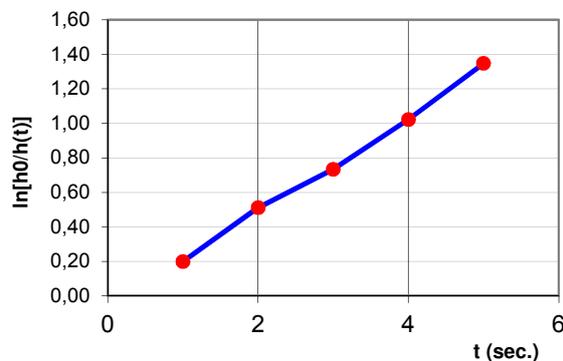
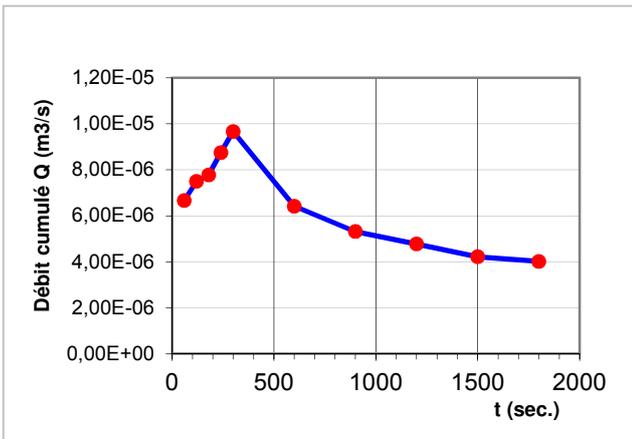
● Suivi :

Méthode d'essai à débit constant

Temps cumulé (sec)	Volume cumulé (l)	Débit cumulé Q (m ³ /s)
0	0,00	0
60	0,40	6,67E-06
120	0,90	7,50E-06
180	1,40	7,78E-06
240	2,10	8,75E-06
300	2,90	9,67E-06
600	3,85	6,42E-06
900	4,78	5,31E-06
1200	5,73	4,78E-06
1500	6,33	4,22E-06
1800	7,23	4,02E-06

Méthode d'essai à charge variable

Temps cumulé (sec)	He (m)
0	0,50
60	0,59
120	0,70
180	0,76
240	0,82
300	0,87



● Résultats :

Q ≈	4,9E-06	m ³ /s
K ≈	5,1E-06	m/s

Pente α ≈	0,00468	
K ≈	1,2E-05	m/s

K ≈ 7,8E-06 m/s

Agence de : Caen
 N° Affaire : 1400672
 Etude : ZAC de la Clairette
 Lieu : DEVILLE LES ROUEN (76)
 Client : Ville de Déville-lès-Rouen
 Date : 08/09/2016

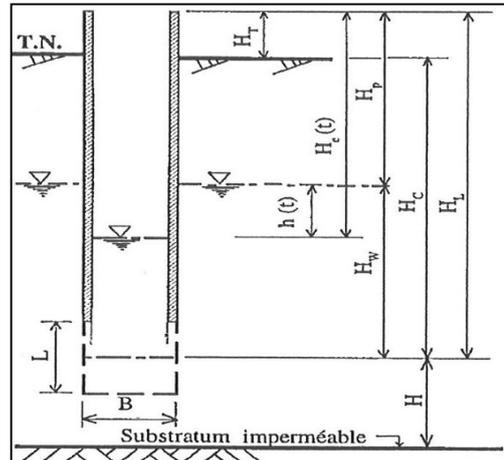


ESSAI DE PERMEABILITE EP8 entre 1,5 et 2,5 m/TN

cf. norme NF EN ISO 22282-2

● Paramètres de l'essai :

Nom : EP8 Nature : Argile grise
 Diamètre de la cavité B = 0,089 m
 Longueur de la cavité L = 1,00 m
 Profondeur de la cavité/TN Hc = 2,00 m
 Hauteur tube hors sol Ht = 0,50 m
 Niveau de la nappe/TN Hp-Ht = 1,68 m
 Prof. eau/haut du tube début essai He(t0) = 0,00 m
 Prof. substratum imperméable/TN S = 0,006 m²
 Section cavité L/B = 11,24
 Elancement cavité F = 2,02
 Facteur de forme h0 = 2,18 m
 Charge initiale



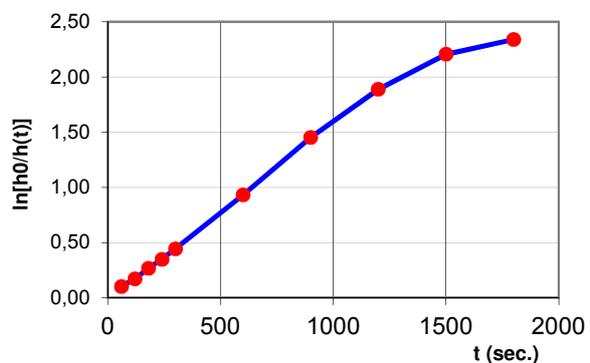
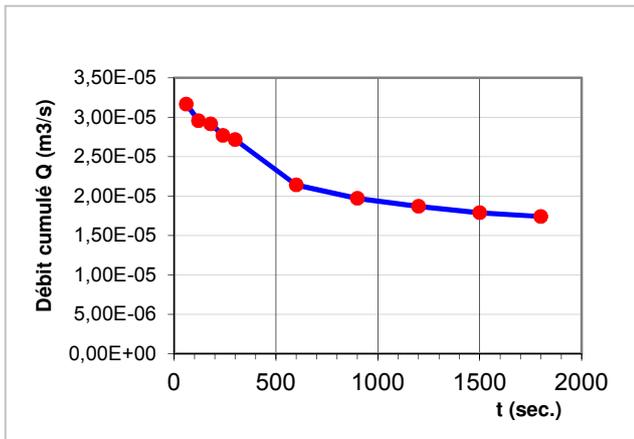
● Suivi :

Méthode d'essai à débit constant

Temps cumulé (sec)	Volume cumulé (l)	Débit cumulé Q (m ³ /s)
0	0,00	0
60	1,90	3,17E-05
120	3,55	2,96E-05
180	5,25	2,92E-05
240	6,65	2,77E-05
300	8,15	2,72E-05
600	12,85	2,14E-05
900	17,75	1,97E-05
1200	22,45	1,87E-05
1500	26,85	1,79E-05
1800	31,35	1,74E-05

Méthode d'essai à charge variable

Temps cumulé (sec)	He (m)
0	0,00
60	0,21
120	0,34
180	0,51
240	0,64
300	0,78
600	1,32
900	1,67
1200	1,85
1500	1,94
1800	1,97



● Résultats :

Q ≈	1,9E-05	m ³ /s
K ≈	4,3E-06	m/s

Pente α ≈	0,00140	
K ≈	4,3E-06	m/s

K ≈ 4,3E-06 m/s

Agence de : Caen
 N° Affaire : 1400672
 Etude : ZAC de la Clairette
 Lieu : DEVILLE LES ROUEN (76)
 Client : Ville de Déville-lès-Rouen
 Date : 08/09/2016

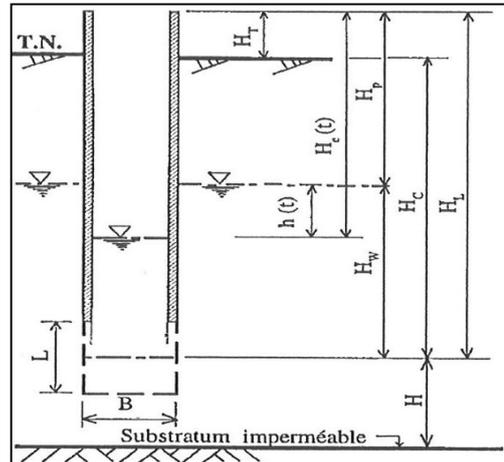


ESSAI DE PERMEABILITE EP9 entre 2,5 et 3,5 m/TN

cf. norme NF EN ISO 22282-2

● Paramètres de l'essai :

Nom : EP9 Nature : Argile grise
 Diamètre de la cavité B = 0,089 m
 Longueur de la cavité L = 1,00 m
 Profondeur de la cavité/TN Hc = 3,00 m
 Hauteur tube hors sol Ht = 0,50 m
 Niveau de la nappe/TN Hp-Ht = 1,68 m
 Prof. eau/haut du tube début essai He(t0) = 0,00 m
 Prof. substratum imperméable/TN S = 0,006 m²
 Section cavité L/B = 11,24
 Elancement cavité F = 2,02
 Facteur de forme h0 = 2,18 m
 Charge initiale



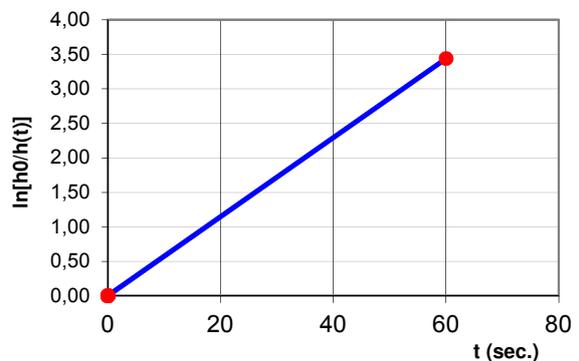
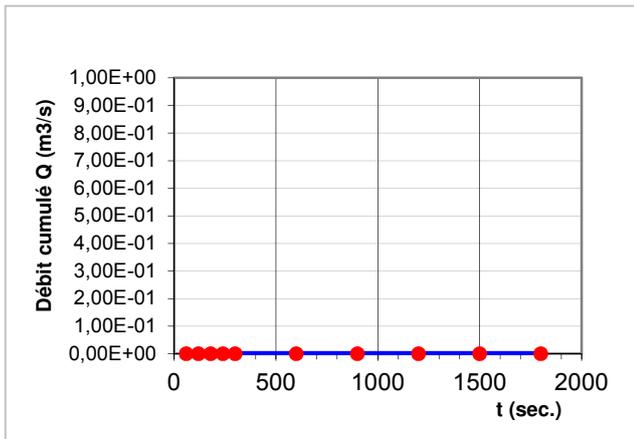
● Suivi :

Méthode d'essai à débit constant

Temps cumulé (sec)	Volume cumulé (l)	Débit cumulé Q (m ³ /s)
0	0,00	0
60	0,00	0,00E+00
120	0,00	0,00E+00
180	0,00	0,00E+00
240	0,00	0,00E+00
300	0,00	0,00E+00
600	0,00	0,00E+00
900	0,00	0,00E+00
1200	0,00	0,00E+00
1500	0,00	0,00E+00
1800	0,00	0,00E+00

Méthode d'essai à charge variable

Temps cumulé (sec)	He (m)
0	0,00
60	2,11
0	0,00
0	0,00
0	0,00
0	0,00
0	0,00
0	0,00
0	0,00
0	0,00
0	0,00
0	0,00
0	0,00



● Résultats :

Non mesurable

Q ≈	-	m ³ /s
K ≈	-	m/s

Pente α ≈	0,05731
K ≈	1,8E-04 m/s

K ≈ 1,8E-04 m/s

**Annexe 5. Extrait de la norme NF P94 500
de Novembre 2013 – Classification des missions
géotechniques**

4.2.4 Tableaux synthétiques

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)		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

Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique

<p>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.</p>
<p>ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)</p> <p>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 :</p> <p><u>Phase Étude de Site (ES)</u></p> <p>Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.</p> <ul style="list-style-type: none">— 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. <p><u>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</u></p> <p>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.</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.— 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).
<p>ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)</p> <p>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 :</p> <p><u>Phase Avant-projet (AVP)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</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.— 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. <p><u>Phase Projet (PRO)</u></p> <p>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.</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.— 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. <p><u>Phase DCE / ACT</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none">— 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.

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

ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)

ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

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

Phase Étude

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

Phase Suivi

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

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

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

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

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

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

Rapport

Titre : Aménagement des Espaces publics VRD de la Zone d'Aménagement concrète des rives de la clairette Etude géotechnique préalable -Étude géotechnique de conception Phase Avant-projet – Mission G2 AVP

Numéro et indice de version : 86206/version A

Date d'envoi : 13/10/2016

Nombre de pages : 34

Diffusion (nombre et destinataires) :

1 ex. Client

1 ex. Agence

Nombre d'annexes dans le texte : 5

Nombre d'annexes en volume séparé : 0

Client

Coordonnées complètes :

Ville de Deville les Rouen

Services techniques

1, Place François Mitterrand – B.P. 73

76250 DEVILLE-LES-ROUEN

Nom et fonction des interlocuteurs :

Mr Guillaume LABOULLE – Directeur de l'Urbanisme et de la Réglementation

Antea Group

Unité réalisatrice :

Nom des intervenants et fonction remplie dans le projet :

Interlocuteur commercial : Céline CHAU

Responsable de projet : Céline CHAU

Auteur(s): Aminata BARRY, Céline CHAU

Secrétariat : Solène TOUTAIN

Qualité

Contrôlé par : *Laurence HUCHET*

Date : 13/10/2016 - Version A

N° du projet : *NIEA160281*

Références et date de la commande : Bon de commande n°ZA160003 reçue le 18/07/2016