



Ingénierie des Mouvements de Sol  
et des **Risques Naturels**

---

Maître d'ouvrage : **SMBV LA FONTAINE, LA CABOTERIE ET ST MARTIN DE B.**  
**MAIRIE**  
**76960 LA VAUPALIERE**

---

## Réalisation de l'ouvrage hydraulique de lutte contre les inondations SBV4-6.a

### Etude géotechnique d'AVANT-PROJET (G2)

*Commune de Hénouville (76)*



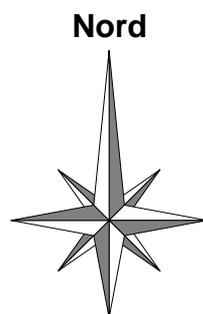
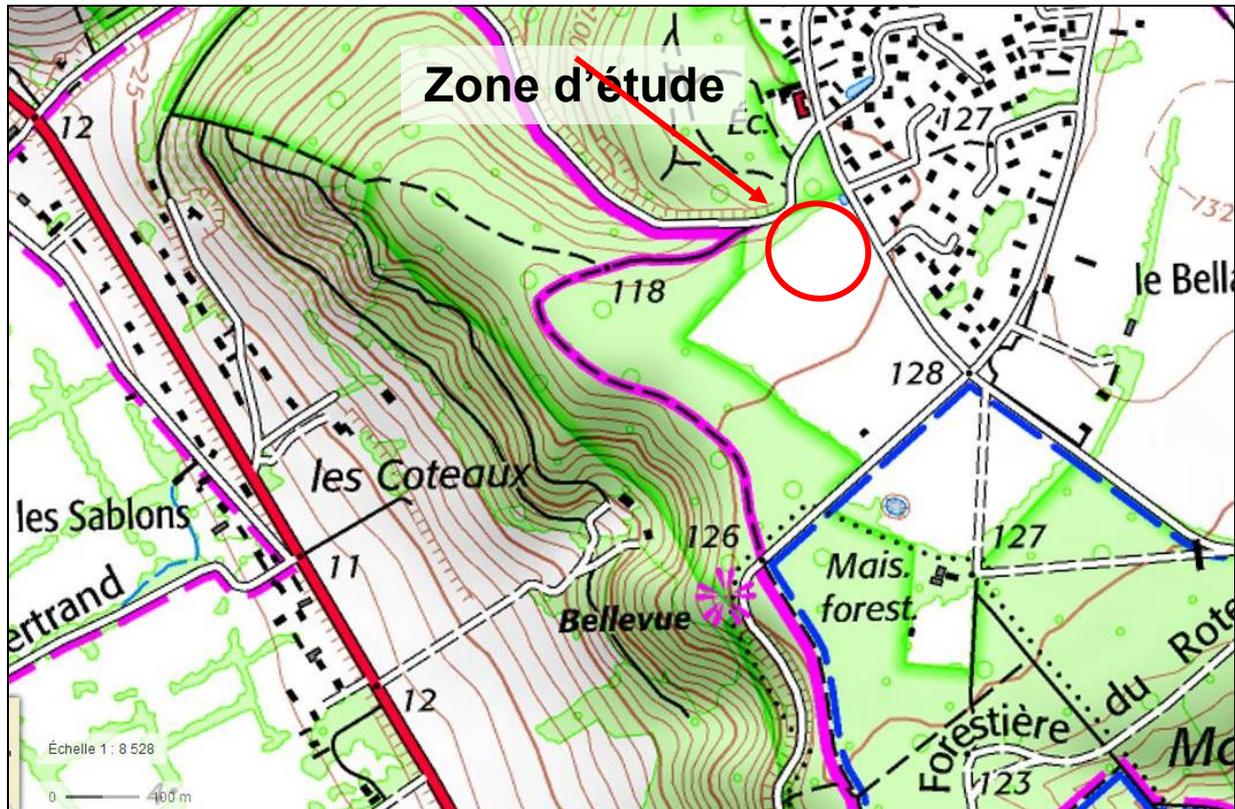
Indice	Document	Date	Demandeur	Réalisation	Référence affaire	Mission géotechnique	Maître d'Ouvrage
A	Définitif	02/2018	SMBV St Martin de B.	Y. PECOURT	2017/R1/76/1253	AVP	SMBV ST MARTIN DE BOSCHERVILLE



*Adresse postale*, ZAC de la Briqueterie – 76160 SAINT JACQUES SUR DARNETAL  
☎ 02 35 60 14 51 – 📠 02 35 60 14 53 – email : [rouen@imsrn.com](mailto:rouen@imsrn.com) – site web : [www.imsrn.com](http://www.imsrn.com)  
SAS capital 400 000 € - SIRET 392 133 633 00108 - RCS Grenoble B 392 133 633 - APE 7112B - N° TVA intracommunautaire FR43 392 133 633

## Plan de situation

Fond de carte IGN 1/25 000ème (échelle modifiée)



## SOMMAIRE

1- INTRODUCTION.....	4
2- SITUATION GÉNÉRALE – CONTEXTE GÉOLOGIQUE LOCAL.....	7
2.1 Situation générale, morphologie.....	7
2.2 Contexte géologique local .....	7
3- RECONNAISSANCES .....	11
4- PRECONISATIONS TECHNIQUES.....	13
4.1 Potentiel de réemploi des matériaux de déblai .....	13
4.2 Mode de réalisation du compactage.....	15
4.3 Assise du barrage .....	16
4.4 Stabilité externe de l'ouvrage .....	17
4.5 Stabilité interne .....	20
4.6 Étanchéité .....	23
4.7 Préconisations d'ordre général.....	24

## ANNEXES

ANNEXE A : PLAN D'IMPLANTATION DES RECONNAISSANCES

ANNEXE B : SONDAGES A LA PELLE MECANIQUE

ANNEXE C : SONDAGES A LA TARIERE MECANIQUE

ANNEXE D : ESSAIS AU PENETROMETRE DYNAMIQUE

ANNEXE E : ESSAIS DE PERMEABILITE

ANNEXE F : ESSAIS EN LABORATOIRE

ANNEXE G : EXTRAIT DU GUIDE SETRA-LCPC : « Réalisation des remblais et des couches de forme »

ANNEXE H : CLASSIFICATION DES MISSIONS GEOTECHNIQUES

## 1- INTRODUCTION

La présente étude a été réalisée à la demande et pour le compte du Syndicat Mixte des bassins Versant de La Fontaine de La Caboterie, et Saint Martin de Boscherville. Elle concerne la réalisation de l'ouvrage hydraulique 4.6.a située dans le bassin versant de La Fontaine de la Caboterie, il est implanté sur les parcelles 0876 et 1202 de la division cadastrale OA dans la commune d'Hénouville (76).

La maîtrise d'œuvre est assurée par le bureau d'études SEEN.

Il s'agit d'une mission géotechnique d'avant-projet de type G2, selon la norme NF P94-500 novembre 2013, consistant à réaliser l'exécution des sondages de reconnaissance du sous-sol et l'étude de faisabilité géotechnique pour les ouvrages projetés. Selon la norme NF P94-500, les missions géotechniques doivent se suivre selon toutes les étapes du projet.

Les objectifs de cette étude géotechnique sont :

- de préciser la nature et les caractéristiques mécaniques des terrains,
- de préciser les niveaux d'eau en fin de chantier,
- de définir les conditions d'extraction et de réutilisation des matériaux de déblais (possibilité ou non de réemploi des déblais en remblais et les conditions de mise en œuvre),
- de confirmer la possibilité de maintenir les pentes de talus proposées par la maîtrise d'œuvre,
- de préciser les conditions de fondation des ouvrages,
- de préciser les dispositions constructives particulières (amélioration des sols, drainage, blindage...).

La zone d'emprise du projet a fait l'objet de plusieurs investigations géotechniques, à savoir :

➤ Sondages in situ :

- 5 sondages géologiques (SG1 à SG5) ;
- 2 sondages au pénétromètre dynamique (Pdy1 et Pdy2) ;
- 1 sondage à la tarière mécanique (TA1) ;
- 2 essais de perméabilité de type Porchet (P1 et P5) ;
- 1 panneau électrique de 32 électrodes (PE1) ;
- 6 prélèvements d'échantillons remaniés ;
- 3 prélèvements d'échantillons intacts.

➤ Essais de laboratoire réalisés :

- 5 essais de classification GTR comprenant :
  - Teneur en eau naturelle (norme AFNOR NF P 94-050) ;
  - Essai au bleu (norme AFNOR NF P 94-068) ;
  - Analyse granulométrique (norme AFNOR NF P 94-056) ;
- 3 essais Proctor-IPI pour déterminer l'indice de portance immédiat (norme AFNOR NF P 94-078) et la qualification de l'optimum Proctor ;
- 2 essais de cisaillement (1 sur échantillon naturel et 1 sur échantillon à l'OPN) (norme AFNOR NF P94-071-1) ;
- 1 essai de perméabilité sur échantillon compacté à l'OPN (norme AFNOR NF X30-441).

Les sondages ont été réalisés au cours des semaines 41 et 42. L'implantation des différents sondages est indiquée sur le plan d'implantation des reconnaissances disponible en ANNEXE A.

Les documents qui nous ont été fournis et/ou utilisés sont les suivants :

- Plan d'avant-projet indice 1 ;
- Extraits de la carte géologique de Rouen Ouest (source BRGM) ;
- Extrait de la carte du risque argile (source BRGM) ;
- Extrait de la carte cavité (source BRGM) ;
- Extrait de la carte IGN au 1/25 000<sup>ème</sup>.

**Caractéristiques de l'ouvrage**

	SMBV4-6.a
Volume :	2 950 m <sup>3</sup>
Crête :	122,00 m
Plus Haute Eau :	121,50 m
Fond du bassin :	120,00 m
Hauteur d'eau :	1,50 m
Hauteur de l'ouvrage :	2,00 m
Pentes :	3H/1V

**Textes de référence**

- « Petits barrages de ralentissement dynamique en Seine Maritime ; Principes de conception et de réalisation » S. Merckle, P. Royet, CEMAGREF, 2010 ;
- Fascicule I et II du Guide technique de réalisation des remblais et des couches de formes (SETRA/LCPC) ;
- Guide technique « Etude et réalisation des remblais sur sols compressibles » (SETRA/LCPC) ;
- Norme XP ENV 1997-1 : Eurocode 7 : calcul géotechnique - Partie 1 : règles générales

- **Norme NF P11-300 : Exécution des terrassements Classification des matériaux utilisables dans la construction des remblais et des couches de forme d'infrastructures routières ;**
- Fascicule n°62 – Règles techniques de conception et de calcul des fondations des ouvrages de génie civil ;
- « Guide technique des Bassins de retenue d'eau fluviales ». Agence de l'eau, Service technique de l'urbanisme. Lavoisier Tec & Doc 1994 ;
- « Méthodes géophysiques et géotechniques pour le diagnostic des digues de protection contre les crues ». Guide pour la mise en œuvre et l'interprétation. Cemagref, 2004 ;
- « Dignes et barrages en terre de faible hauteur ». Bulletin de liaison des laboratoires des Ponts et Chaussées. 1984 ;
- « **Petits Barrages, recommandations pour la conception, la réalisation et le suivi** ». **CEMAGREF, 2002.**

## 2- SITUATION GÉNÉRALE – CONTEXTE GÉOLOGIQUE LOCAL

### 2.1 Situation générale, morphologie

Le site d'étude est situé au sud du village Hénouville, il est bordé successivement au nord-est et au sud-est par les routes départementale D86 et D67, et au nord-ouest et sud-ouest par la forêt.

Du point de vue topographique, le site globale au s'inscrit le projet est en pente, passant de +125 NGF vers l'est à 120 NGF vers L'ouest d'après la carte IGN.

### 2.2 Contexte géologique local

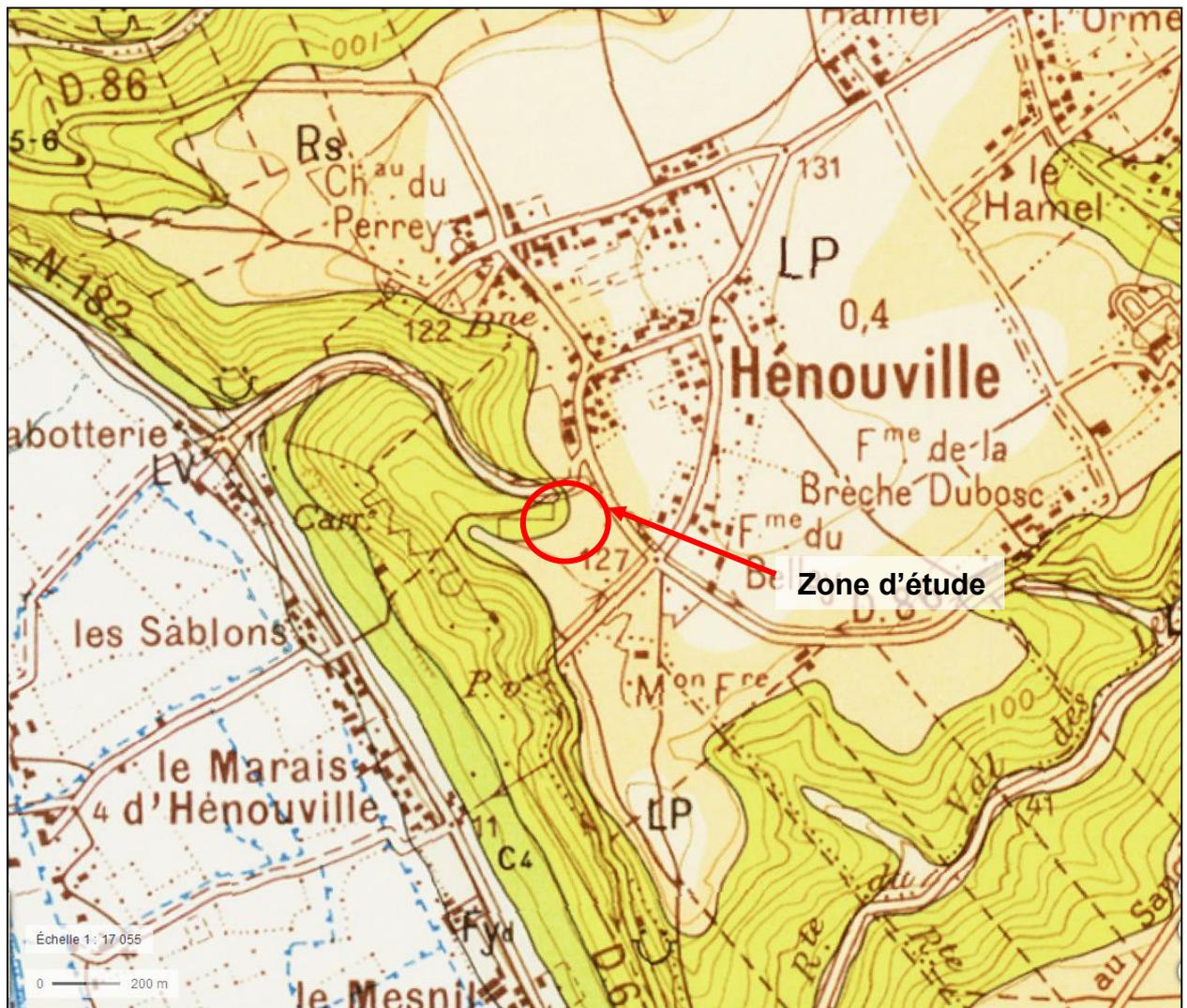


Figure 1 : Extrait des cartes géologiques de Rouen Ouest au 1/50 000<sup>ème</sup>, échelle modifiée.

D'après la carte géologique de Rouen Ouest (Figure 1) à l'échelle 1/50 000<sup>ème</sup>, le site serait présenté les formations suivantes du haut en bas :

- **Formation à silex (notés R<sub>S</sub>).** Cette formation est composé d'une argile rouge grise ou brune, très collante pour une certaine teneur en eau. et renfermant de nombreux silex entiers ou brisés ;

- **Campanien-Santonien, (noté C<sub>5-6</sub>).** Cette formation est formée de la craie blanche assez tendre, à l’affleurement elle est affectée de diaclases verticales. Les assises supérieures sont caractérisées par de gros silex renfermant des échinodermes et les assises inférieures sont caractérisées par des silex noirs, zoné creux renfermant la poudre blanche ; Son épaisseur peut atteindre 200 mètres.
- **Coniacien, (noté C<sub>4</sub>).** Cette formation est formée d’une craie dure, jaunâtre ou grisâtre, parfois sableuse, elle se présente en banc épais bien homogène, elle a été exploitée comme pierre de taille.

Hydrogéologie :

Sur site, et au moment des investigations, il n’a été constaté aucun écoulement de surface.

Nous n’avons constaté aucune venue d’eau dans nos sondages lors de leur réalisation.

La carte hydrogéologique de l’atlas hydrologique de la Normandie situe la nappe à la cote +20 NGF environ, soit à une profondeur de l’ordre de 105 à 100 m sous le projet. Le toit de la nappe peut varier à cause des conditions météorologiques.

Nous rappelons que les observations hydrogéologiques sont ponctuelles et que le niveau des nappes peut varier au cours du temps, notamment en fonction des précipitations.

Risque sismique :

Depuis le 1er mai 2011, la France dispose d’un nouveau zonage sismique divisant le Territoire national en cinq zones de sismicité croissante (articles R.563-1 à R.563-8 du code de l’environnement, modifiés par le décret no 2010-1254 du 22 octobre 2010, et article D.563-8-1 du code de l’environnement, créé par le décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010) :

La commune d’Hérouville se trouve en zone de sismicité 1(très faible).

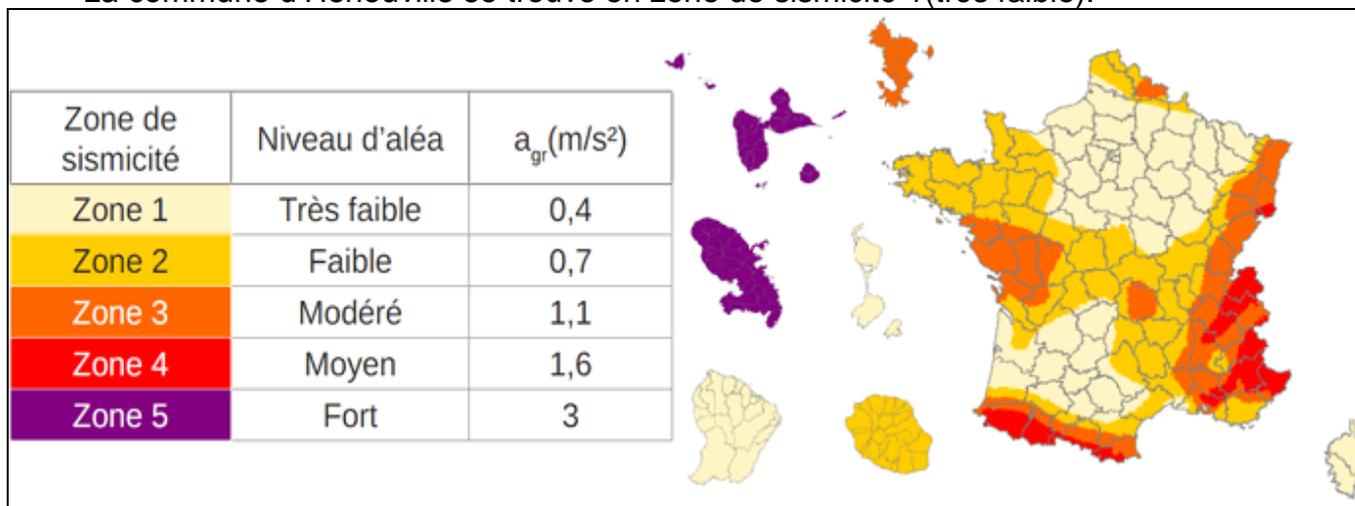


Figure 2 : zonage sismique de la France

Risque retrait-gonflement :

D'après la base de données du BRGM, l'aléa retrait-gonflement est faible au niveau du projet. Compte tenu des terrassements et des variations de faciès possibles, cet aléa peut varier et engendrer des prescriptions particulières quant à la réalisation de l'ouvrage et la réutilisation des matériaux.

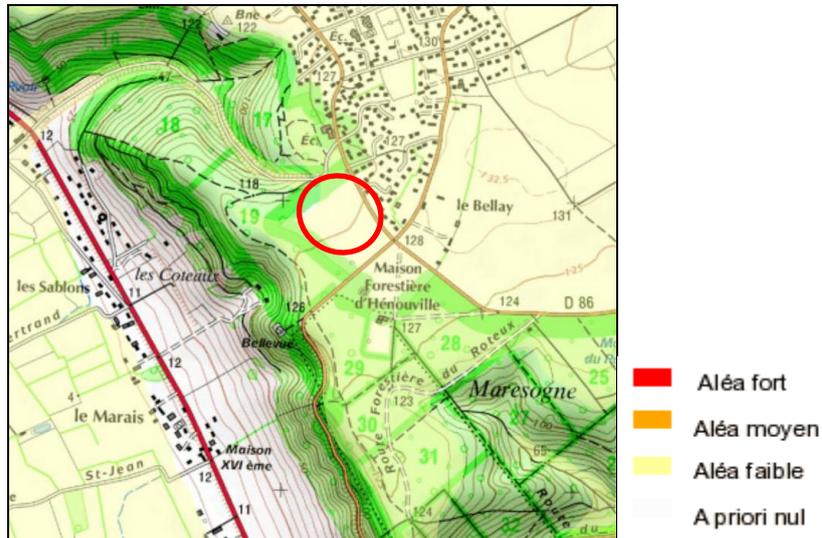


Figure 3 : Extrait de la carte BRGM au 1/10 000<sup>ème</sup>, échelle modifiée, l'aléa retrait-gonflement.

#### Risque pollution

D'après les bases de données du BRGM et de BASIAS, aucun site pollué n'est répertorié à proximité du projet.

#### Recherche des cavités :

D'après les données recueillies auprès du BRGM, de la BDCAVITE, aucune cavité n'est recensée au droit du projet.

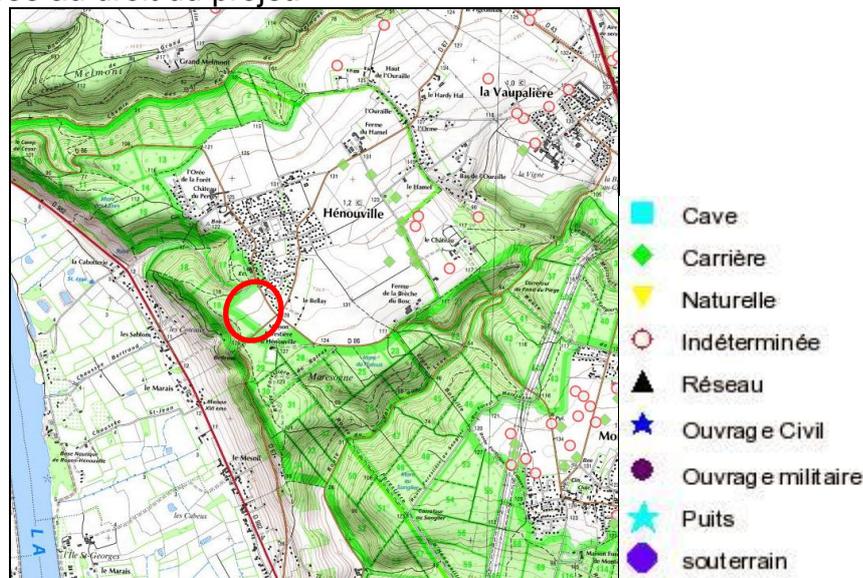


Figure 4 : Carte des cavités, éch : 1/25000<sup>ème</sup>.

#### Remarque :

Nous avons réalisé une recherche documentaire et morphologique concernant les indices de cavité. Les prestations qui nous ont été commandées ne comprenaient pas la réalisation de sondages profonds.

**La Normandie est l'une des régions françaises les plus exposées aux risques d'effondrement de cavités souterraines. Il faut distinguer les cavités d'origine naturelle de celles d'origine anthropique.**

- ✓ Les cavités d'origine naturelle résultent de la dissolution de la craie par les eaux d'infiltration. Elles sont essentiellement situées sous les plateaux et en pieds de falaise.
- ✓ En Haute-Normandie, on estime à entre 100 000 et 120 000 le nombre de marnières. Les estimations de la densité de ce type de cavité permettent d'avancer le chiffre de 11 marnières au km<sup>2</sup>. Seulement 1/3 des marnières est connu et recensé.

**Dans ce contexte, la présence d'une cavité souterraine n'est jamais à exclure au-delà de la profondeur des investigations réalisées dans le cadre de cette étude. Nous rappelons de plus que les sondages effectués restent des sondages ponctuels et peu profonds. La recherche de cavité la plus adaptée est le maillage de forages profonds (1 tout les 2,5-3m) préconisé par les services de la DDE76.**

### 3- RECONNAISSANCES

Le tableau ci-après présente les résultats des sondages géologiques à la pelle mécanique :

Sol	Faciès	SG1	SG2	SG3	SG4	SG5
<b>Sol 0</b>	Terre végétale	0 à 0,2 m/TN	0 à 0,2 m/TN	0 à 0,1 m/TN	0 à 0,1 m/TN	0 à 0,1 m/TN
<b>Sol 1</b>	Limon marron à silex	0,2 à 1,2 m/TN <b>FIN</b>	0,2 à 0,9 m/TN	0,1 à 0,8 m/TN <b>REFUS</b>	0,1 à 0,7 m/TN	0,1 à 0,45 m/TN
<b>Sol 2</b>	Limon argileux orange à silex	/	/	/	0,7 à 0,8 m/TN <b>REFUS</b>	0,45 à 0,6 m/TN
<b>Sol 3</b>	Argile rouge à silex		0,9-1,0 m/TN <b>REFUS</b>	/	/	0,6 à 1,0 m/TN <b>REFUS</b>
<b>EAU</b>	/	/	/	/	/	/

Tableau 1 : récapitulatif des sondages à la pelle mécanique

Le tableau ci-après présente les résultats des sondages géologiques à la tarière :

Sol	Faciès	TA1
<b>Sol 0</b>	Terre végétale	0 à 0,2 m/TN
<b>Sol 1</b>	Limon marron à silex	0,2 à 1,5 m/TN
<b>Sol 2</b>	Limon argileux orange à silex	1,5 à 3,7 m/TN
<b>Sol 3</b>	Argile rouge à silex	3,7 à 5,0 m/TN <b>FIN</b>
<b>EAU</b>	/	/

Tableau 2 : récapitulatif des sondages à la tarière mécanique

Le tableau ci-après présente les résultats obtenus par le sondage au pénétromètre dynamique (résistances en pointe Qd en MPa en bleu et profondeur en m/TN en rouge) :

Sol		Pdy1	Pdy2
<b>Sol 1</b>	Qd MPa	2,4 à 3,9	2,9 à 7,0
	Z m/TN	0,0 à 0,6	0 à 0,80
<b>Sol 2</b>	Qd MPa	2,6 à 35,5	4,4 à 7,5
	Z m/TN	0,6 à 2,20	0,8 à 2,40/
<b>Sol 4</b>	Qd MPa	2,1 à 5,5	4,7 à >100
	Z m/TN	2,20 à 8,00	2,4 à 8,0
<b>EAU</b>		/	/

Tableau 3 : récapitulatif des résistances en pointes et caractéristiques pénétrométriques

Le tableau ci-après présente les résultats obtenus par les essais de perméabilité :

Sol	P1	P2
Sol 1	/	61,1 mm/h 1,7.10 <sup>-5</sup> m/s
Sol 3	55,0 mm/h 1,5.10 <sup>-5</sup> m/s	/

Tableau 4 : récapitulatif des essais de perméabilité

Nous avons réalisé un panneau électrique le long de l'ouvrage.

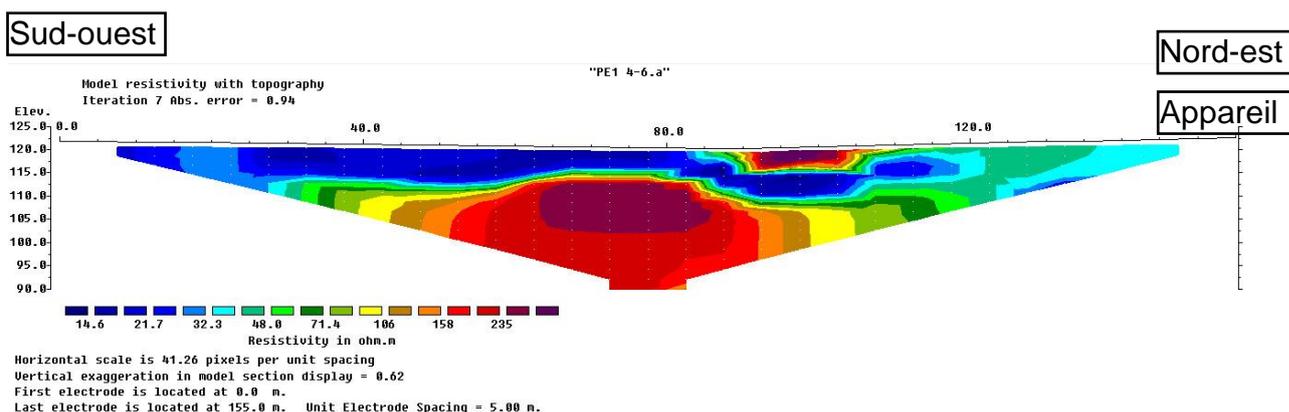


Figure 4 : Panneau électrique réalisé parallèlement à l'ouvrage

Un panneau électrique de type Wenner-schlumberger (noté PE1 sur le plan d'implantation des reconnaissances) a été réalisé le long de l'ouvrage. Ce dispositif consiste en la mise en place d'un système de 32 électrodes (espacés de 5 m) par lesquelles est injecté et collecté un courant électrique permettant la mesure d'une différence de potentiel.

Ce panneau met en évidence

- Des terrains de résistivité faible (10 à <30 Ω.m) correspondant aux matériaux argileux de couleur bleu;
- Des terrains de résistivité élevée (80 à <200 Ω.m) correspondant aux matériaux ; crayeux de couleur bleu clair à rouge;
- Une zone de résistivité élevée très localisée à la surface (100 à 200 Ω.m) correspondant à la limite des deux parcelles occupées par la végétation, cette résistivité élevée est due à la présence des racines dans le sol ;
- Des terrains de résistivité moyenne (30 à 80 Ω.m), à l'extrémité du panneau nord-ouest, ils pourraient correspondre aux formations à silex.

Les valeurs de résistivité sont compatibles avec les sols observés dans les sondages.

Le panneau électrique n'a pas mis en évidence de zones très résistives pouvant être le signe d'une cavité.

Le tableau ci-après récapitule les principaux résultats des différents essais réalisés :

Echantillons		E1	E2	E3	E4	E5
Naturel	<b>Echantillons remaniés</b>					
	Profondeur	1,0 m	0,8 m	0,70 m	0,70 m	0,80 m
	Sol	1	3	1	1	3
	Nature géologique	Limon marron à rare silex	Argile limoneuse à silex	Limon à silex	Limon à silex	Argile orange
	Dmax (mm)	25	55	>70	>100	10
	Wn (%)	15,1	14,1	11,3	11,3	16,6
	80 µm (%)	61,4	36,43	22,65	23,71	82,54
	VBS	1,53	1,92	0,65	1,24	5,12
	W <sub>OPN</sub> (%)	11,1				17,8
	IPI nat	0,85				21,06
	<b>Classe GTR 92</b>	<b>A1th</b>	<b>C1A1</b>	<b>C1B5</b>	<b>C1B5</b>	<b>A2s</b>
	<b>Echantillons intacts</b>					
	c' (kPa)	21,48				15,84
φ' (°)	25,05				22,19	
OPN	<b>Echantillons compactés</b>					
	c' (kPa)	16,5				18,90
	φ' (°)	22,14				11,54
	K (m/s)	1,26.10 <sup>-8</sup>				1,0.10 <sup>-10</sup>

*Tableau 5 : Récapitulatif des résultats d'essais en laboratoire*

## 4- PRÉCONISATIONS TECHNIQUES

### 4.1 Potentiel de réemploi des matériaux de déblai

Les limons et argiles (sols 1 et 3), de classe A1, C1A1, A2 et C1B5 constituent des « limons sables fins argileux, limons, argiles peu plastiques et blocs de silex... » Suivant le GTR 92. Les sols de cette classe sont réutilisables en remblai à condition qu'ils soient dans un état hydrique **moyen (m)**. Il conviendra cependant de ne pas les utiliser lors de pluies fortes ou moyennes.

**Les limons à silex (sols 1) peuvent être de classe A1 et C1B5.** Ces sols présentent une fraction fine trop faible pour être utilisable en remblais pour le corps de digue. La perméabilité, une fois les sols compacté ne sera pas suffisante.

**Les argiles (sols 3) sont de classe C1A1 à A2.** Ces sols sont réutilisables sous réserve de leur état hydrique. Les sols argileux A2 sont à privilégier. Lors de notre intervention, les sols A2 était à l'état hydrique s. Leur réemploi pourra nécessiter un traitement préalable par humidification.

Pour obtenir le volume nécessaire à la réalisation de l'ouvrage, des substitutions pourront être nécessaire, notamment au droit de la zone inondable. Les sols inutilisés

pourront être remis en remblais pour combler les substitutions. Comme pour l'ouvrage, la mise en œuvre des sols devra suivre les prescriptions du guide SETRA-LCPC pour « la réalisation des remblais et couches de forme ». Nous recommandons également que les zones de substitution soient reportées sur les plans de recollement à l'issue des travaux.

A **titre informatif**, les matériaux à l'état th ne sont pas réutilisables en l'état et nécessite un aérage. Les matériaux à l'état ts ne sont pas réutilisables en l'état et nécessite une humidification.

Les matériaux à l'état h restent difficiles à mettre en œuvre. Au besoin, leur portance peut être améliorée par un traitement adéquat. Leur forte sensibilité à l'eau implique l'arrêt du chantier en cas de précipitation même modérée.

La réutilisation des sols devra suivre les prescriptions du guide SERTA-LCPC de « La réalisation des remblais et couches de forme ».

Les conditions hydriques du sol peuvent être différentes au moment des travaux. Les sols de classe A, sont des sols sensibles à l'eau, pour lesquels la consistance peut changer brutalement pour des variations de teneur en eau faible.

Nous déconseillons le traitement à la chaux pour les matériaux identifiés. Nous recommandons de préférer l'aérage des matériaux à leur traitement. Dans le cas où le traitement à la chaux serait tout de même choisit, des tests d'aptitude aux traitements et une étude de formulation devront être menées au moment des travaux afin de définir le pourcentage de chaux à intégrer au matériau et le gonflement du sol. Des tests de perméabilité du remblai devront également être prévus pour valider la perméabilité du remblai.

L'aération des matériaux sera favorisée par le soleil et le vent. Un suivi de la teneur en eau et un brassage régulier des matériaux devront être prévu.

Aussi, il appartiendra à l'entreprise réalisant les travaux d'effectuer les essais en laboratoire nécessaires afin de déterminer les conditions de réemploi des matériaux au moment des travaux.

**Un suivi laboratoire devra être effectué afin de valider les matériaux avant leur mise en remblai (références de compactage, état hydrique).**

**Dans tous les cas, l'entreprise devra scrupuleusement respecter le GUIDE TECHNIQUE SETRA DE REALISATION DES REMBLAIS.**

➤ Conditions d'extraction des matériaux

Les matériaux concernés par l'extraction seront des limons et argiles appartenant à la formation des limons des plateaux. Ils peuvent contenir des silex dont le Dmax observé est de 110 mm. L'extraction pourra être réalisée avec des engins classiques de moyenne puissance.

**Pour assurer la traficabilité du chantier, un traitement spécifique de la PST au liant hydraulique et/ou cloutage et/ou géosynthétique adapté pourrait s'avérer nécessaire en fonction des conditions hydriques de la période des travaux.**

L'extraction en couches peut être adaptée compte tenu du projet. Ce type d'extraction permet l'aéragé des sols extraits. Les engins les mieux adaptés dans ce cas sont des ateliers de terrassement composés de bousseurs (bulldozers) et de chargeurs.

Si des poches trop sableuses venaient à être mises à jour en fond de bassin ou au niveau de l'ancrage, elles devront être purgées et substituées sur une épaisseur minimum de 0,5 m par des matériaux de même nature que ceux employés pour le remblai. Dans le cas de bétoire, la mise en place de géocomposite de renforcement de type géotextile non tissé doté de câbles polyester cousus pourront être nécessaire. Les matériaux sableux ne devront pas faire l'objet d'une mise en remblai dans le cadre de la construction d'un ouvrage hydraulique.

➤ Terrassement

Nous recommandons la visite d'un géotechnicien à l'issue du décapage et du terrassement de l'ancrage de l'ouvrage afin de vérifier la concordance des sols avec ceux observé lors de la présente étude. La visite permettra également de vérifier l'absence d'indices de cavité sur l'emprise du projet et, le cas échéant, de préconiser les adaptations nécessaires.

Des arbres sont présents à proximité et au droit de l'implantation de l'ouvrage. Une purge complète des réseaux racinaires devra être réalisée. Des surprofondeurs de terrassement pourront être possibles pour bien purger l'ensemble des racines.

#### **4.2 Mode de réalisation du compactage**

Les différents remblaiements seront réalisés par la mise en place de couches minces (épaisseur de 20 ou 30 cm). Le compactage, d'énergie moyenne, devra être réalisé à l'aide d'un compacteur à pied de mouton (VP4 ou VP5). Ce matériel permet d'obtenir un bon contact entre les couches et ainsi de réduire les infiltrations préférentielles au sein d'un remblai « mille-feuilles » réalisé par un cylindre lisse.

Le taux de compactage requis doit être supérieur à 98% de l'OPN (Optimum Proctor Normal) du matériau. Il sera obtenu pour une teneur en eau proche de  $W_{OPN}$ , de l'ordre de 8 à 14% pour les limons A1 du sol 1 et de 15 à 21% pour les argiles du sol 3 (fraction 0/20 mm).

Les travaux devront **impérativement** se dérouler en **période sèche**. La mise en œuvre des matériaux devra être conforme aux conditions d'utilisation des matériaux en remblai, définies par le guide technique du SETRA.

Nous attirons l'attention du pétitionnaire sur le fait que des contrôles de la mise en œuvre des matériaux devront être prévus lors de la réalisation des terrassements (contrôle des fonds de fouille et contrôle du compactage). A ce titre, IMSRN se tient à la disposition du maître d'œuvre pour le suivi des travaux et la réalisation des contrôles de compactage.

Dans le cas de l'utilisation de matériaux de nature différente (limons et argiles à silex par exemple), on évitera de les superposer à la construction du barrage. Pour la création d'un barrage pseudozoné, il est préférable de juxtaposer les matériaux de sorte que l'argile se retrouve en masque amont (voir Figure 5).

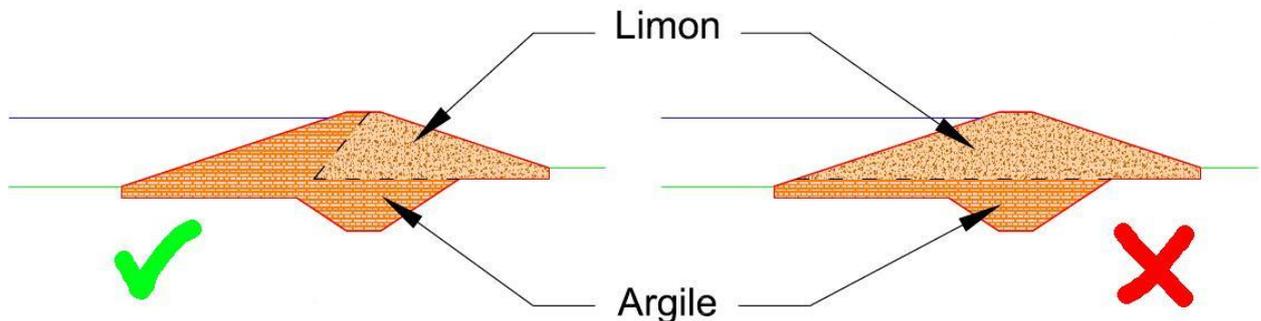


Figure 5 : schéma de principe de la réutilisation de deux sols

### 4.3 Assise du barrage

L'ancrage du barrage sera réalisé à une profondeur de 1,0 m sous les pieds de talus. Une clef d'étanchéité sera réalisée à 2,0 m sous le pied de talus amont de l'ouvrage.

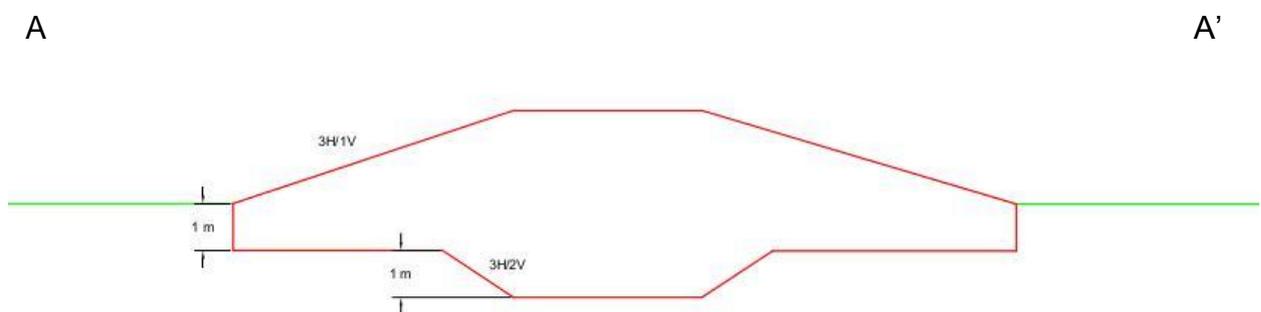


Figure 6 : coupe de principe de l'ancrage de l'ouvrage

La valeur minimale à retenir en terme de résistance de pointe est de :  
 $q_d = 5800 \text{ kPa}$

La contrainte de calcul est de :  
 $q_u = q_d / 6 = 970 \text{ kPa}$

La hauteur maximale du barrage est de 2,0 m. Le poids propre du barrage est estimé à :

$$G = \gamma_h \times (H_{\text{digue}} + H_{\text{ancrage}}) = 20 \times (2,0 + 2,0) = 80 \text{ kPa.}$$

Le critère de portance est donné par :  
 $q_{\text{ELU}} = q_u / 2 = 490 \text{ kPa}$

$$1,35 \times G = 110 \text{ kPa} < q_{\text{ELU}} = 490 \text{ kPa}$$

La portance est vérifiée pour une profondeur d'ancrage de 2,0 m/pied de talus amont. Les valeurs étant cependant proche, un examen attentif du fond de fouille et des solutions de renforcement par géosynthétique ou approfondissement de l'ancrage pourront être nécessaires si des sols trop mous étaient mis en évidence. Le géosynthétique de renforcement devra l'objet d'une note de calcul de la part du fournisseur ou de l'entreprise réalisant les travaux.

On prévoira le compactage du fond de fouille avant le terrassement du barrage.

Suivant les conditions climatiques lors des travaux, les matériaux sont susceptibles de matelasser, même en période sèche ou de ne pas avoir une portance suffisante pour que le compactage puisse correctement être réalisé. Il pourra s'avérer nécessaire de prévoir des purges complémentaires. Le cas échéant, l'amélioration de la portance pourra être envisagée par une solution géosynthétique à définir en phase projet.

#### 4.4 Stabilité externe de l'ouvrage

Des calculs de stabilité à la rupture circulaire selon la méthode de Bishop ont été réalisés à l'aide du logiciel Talren 4 (Terrasol) sur la base des données initiales fournies par le maître d'œuvre. Si des changements (hauteur, largeur...) sont à prévoir, une mission géotechnique complémentaire devra en tenir compte.

Les calculs ont été menés en prenant en compte les coefficients de sécurité de l'Eurocode 7, selon l'approche 2, en retenant un coefficient de méthode global de 1,1 (ouvrage peu sensible aux déformations). Le coefficient de sécurité minimal à atteindre est de 1.

Les caractéristiques mécaniques des couches de sol considérées ont été évaluées d'après les sondages géotechniques et essais de laboratoire mis en œuvre. Pour les calculs, nous considérerons les hypothèses suivantes :

	Sol 1 Terrain naturel	Sol 2 Limon compacté
Poids volumique $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	18	20
Cohésion, c (kPa)	5	10
Angle de frottement, $\phi$ (°)	22	12

Tableau 6 : récapitulatif des caractéristiques de sol pour la modélisation Talren

Nous nous sommes basés sur une réutilisation des argiles (sol 3), dont les caractéristiques de perméabilités sont plus adaptées pour la création d'un ouvrage hydraulique.

Nous avons réalisé un calcul de stabilité du talus amont en situation accidentelle du remblai constituant l'ouvrage (remplissage et vidange rapide du bassin) avec une pente égale à 3H/1V :

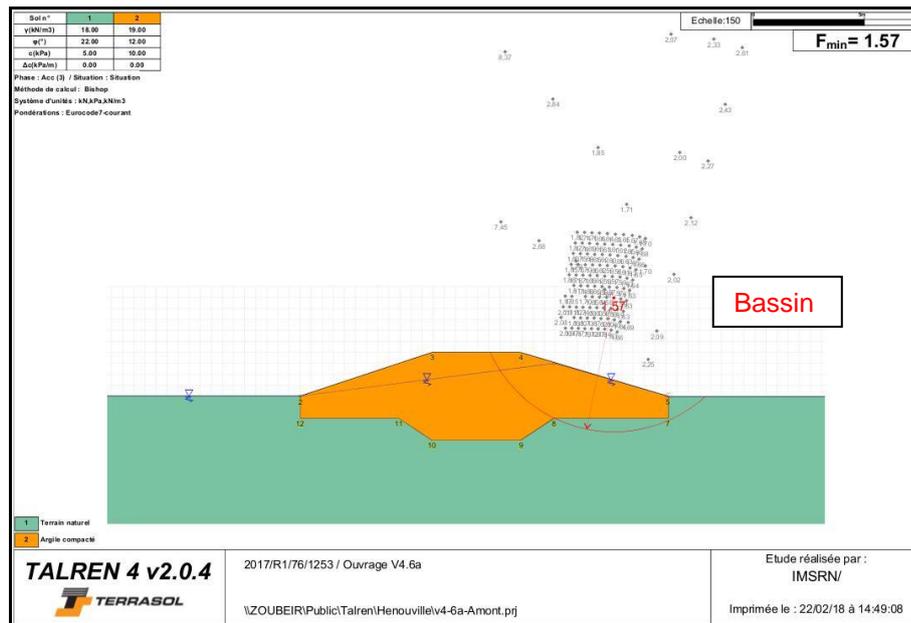


Figure 7 : Stabilité du talus amont lors du remplissage et de la vidange rapide du bassin

La stabilité du talus amont du bassin, lors de son remplissage et de sa vidange rapide, est vérifiée. Le facteur de sécurité est égal à 1,57; supérieur à la valeur seuil de 1,0 (Figure 7).

Nous avons réalisé un calcul de stabilité en situation fondamentale du remblai constituant l'ouvrage avec une pente égale à 3H/1V :

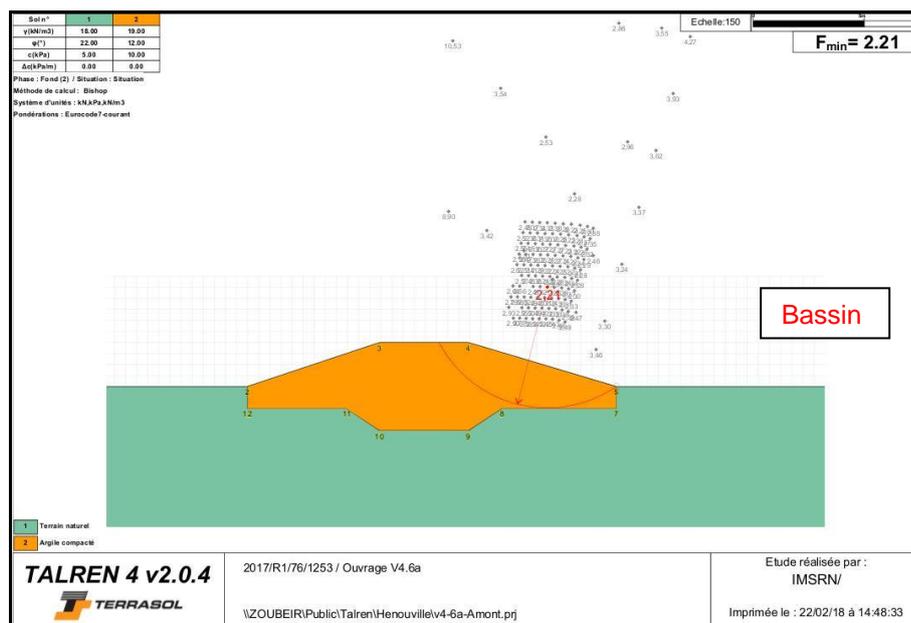


Figure 8 : calcul de stabilité du remblai amont en situation fondamentale

La stabilité du remblai amont est assurée pour une pente de bassin égale à 3H/1V. Le coefficient de sécurité atteint 2,21 pour une valeur seuil égale à 1,0.

Nous avons réalisé un calcul de stabilité du talus aval en situation accidentelle du remblai constituant l'ouvrage (remplissage et vidange rapide du bassin) avec une pente égale à 3H/1V :

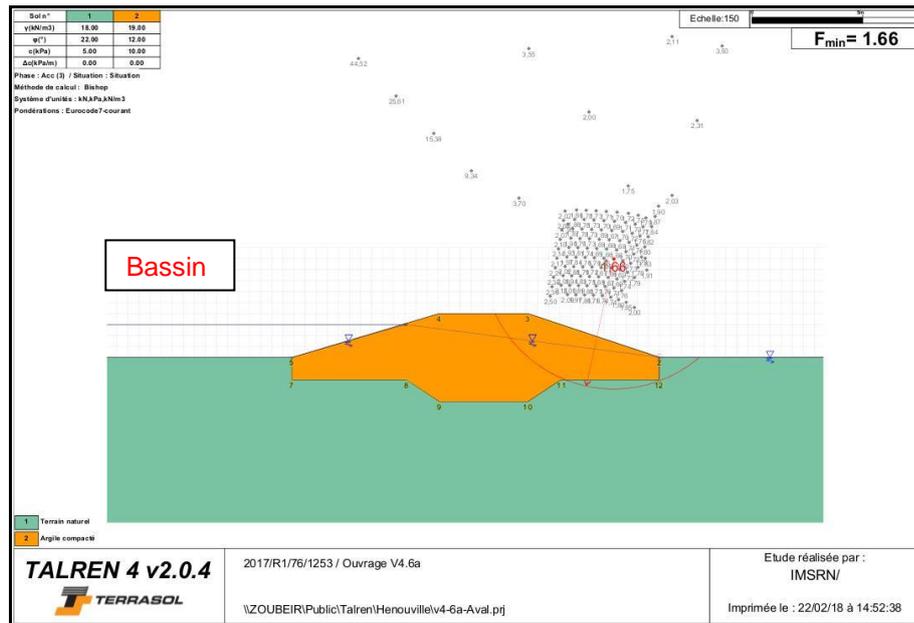


Figure 9 : Stabilité du talus aval lors du remplissage du bassin

La stabilité du talus aval du bassin, lors de son remplissage, est vérifiée. Le facteur de sécurité est égal à 1.68; supérieur à la valeur seuil de 1,0 (Figure 9).

Nous avons réalisé un calcul de stabilité en situation fondamentale du remblai constituant l'ouvrage avec une pente égale à 3H/1V :

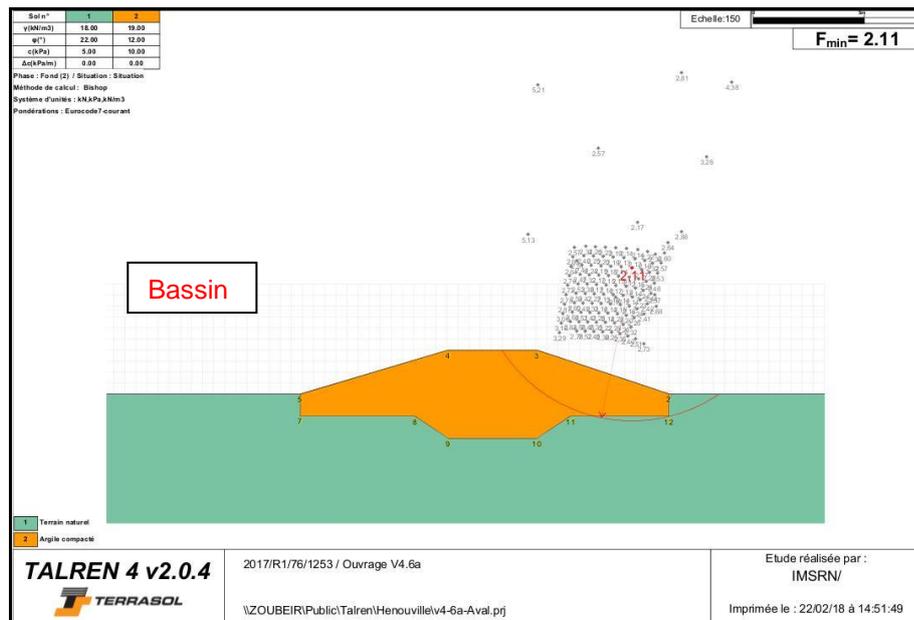


Figure 10 : calcul de stabilité du remblai aval en situation fondamentale

La stabilité du remblai aval est assurée pour une pente de bassin égale à 3H/1V. Le coefficient de sécurité atteint 2,11 pour une valeur seuil égale à 1,0.

Nous avons réalisé un calcul de stabilité en phase chantier du terrassement de l'ouvrage avec une pente égale à 3H/2V :

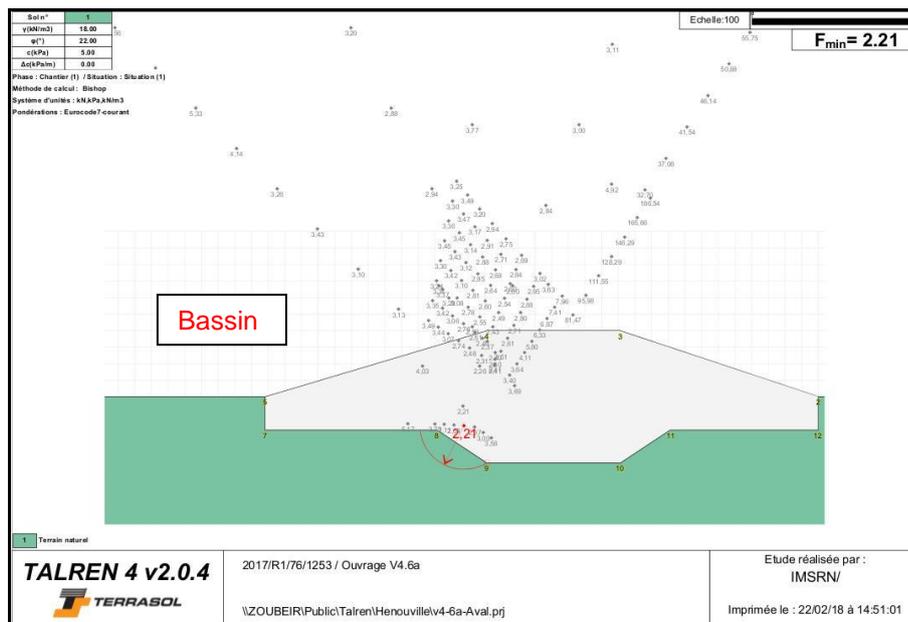


Figure 11 : calcul de stabilité du remblai amont en situation fondamentale

La stabilité en phase chantier est assurée pour une pente de terrassement égale à 3H/2V. Le coefficient de sécurité atteint 2,21 pour une valeur seuil égale à 1,0.

Afin d'éviter les phénomènes d'érosion accélérés, nous recommandons également de protéger les talus contre l'érosion. Cette protection pourra être obtenue par un engazonnement entretenu avec un apport éventuel de terre végétale sur une épaisseur de 0,2 à 0,3 m. Le maintien de la terre végétale pourra éventuellement être réalisé à l'aide d'un géosynthétique accroche terre.

#### 4.5 Stabilité interne

NB : L'état de l'art en matière d'évaluation du risque d'érosion interne est à la fois riche de méthodes diverses et pauvre en termes de précision. Le projet national **Erinoh** (ERosion INterne des Ouvrages Hydrauliques), auquel **IMS RN** contribue via une thèse en cours, ambitionne d'établir une méthodologie et une normalisation de l'étude de ces phénomènes. Dans le principe, pour qu'il y ait initiation d'une érosion interne, il faut que deux conditions soient réunies simultanément :

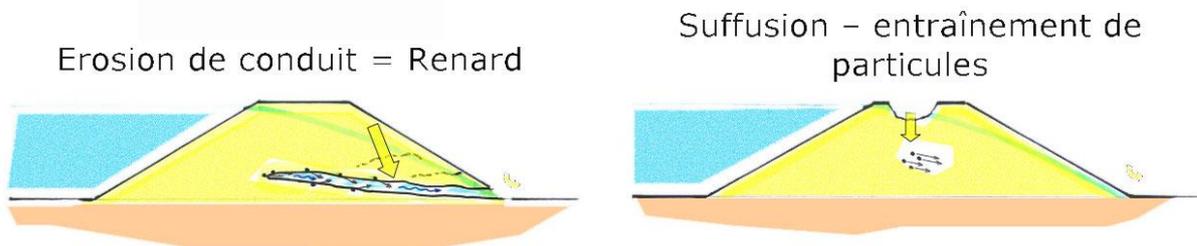
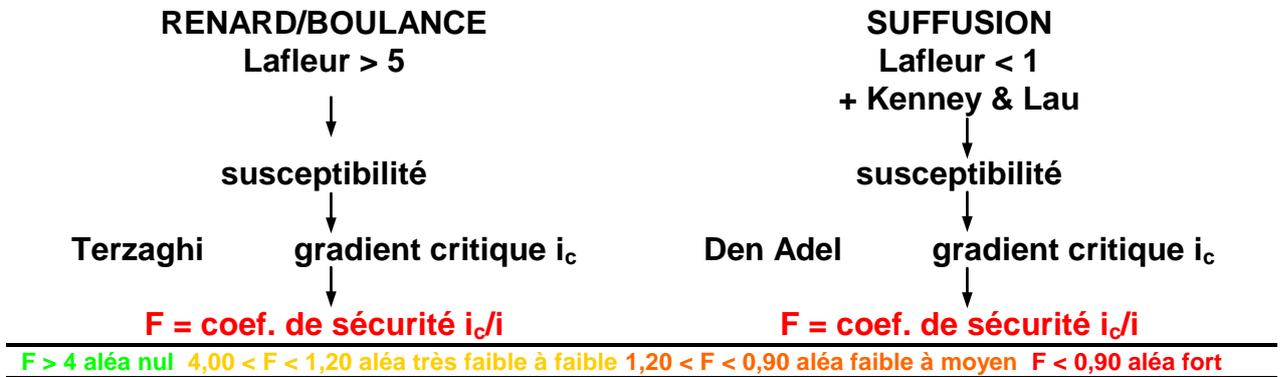
- Condition géométrique indiquant que le déplacement d'une particule de sol est possible (critère de Kenney & Lau et critère de Lafleur),
- Condition mécanique vérifiant que l'écoulement effectif (logiciel de calcul PlaxFlow) est suffisant pour bouger une particule de sol (critère de Den Adel et critère de Terzaghi).

Pour chaque condition, le choix du critère dépend du type de sol, du sens de l'écoulement, de la géométrie du terrain et des zones à risque, à savoir :

- Les interfaces entre 2 sols différents soumis à un écoulement perpendiculaire ou parallèle à l'interface,
- les zones de sol soumises à un fort gradient hydraulique,
- les zones de sol soumises à un fort écoulement vertical ascendant.

### Méthodologie

Considérant les profils de digues, la géométrie des interfaces et les conditions hydrauliques (crue puis décrue rapide), l'analyse suivante est appliquée.



**Figure 12 : Deux exemples d'érosion interne mis en évidence par les calculs de stabilité interne**

N.B. le gradient effectif  $i$  est déterminé à partir de modélisations hydrodynamiques réalisées avec le logiciel de calcul PlaxFlow.

Les limons étudiés sont fortement sensibles au phénomène de suffusion. Les principaux risques d'érosion dans l'étude de ce cas sont l'érosion régressive par l'émergence d'un bulbe saturé au niveau du talus aval et la création de bétoire en fond de bassin. Les graphes PlaxFlow ci-après présentent, pour une coupe type de l'ouvrage, une situation hydraulique de crue calculée sur 24h :

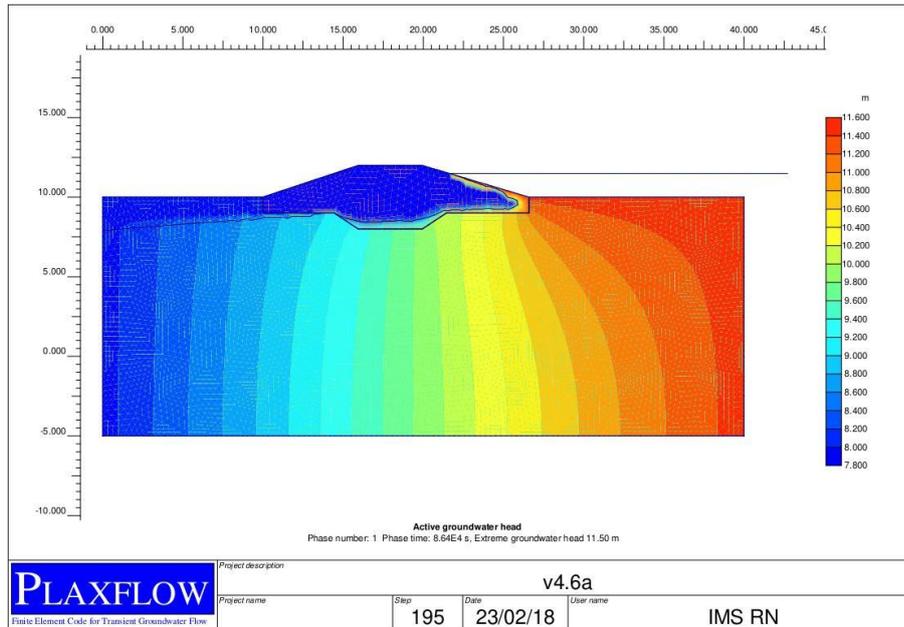


Figure 13 : imbibition du talus lors de la mise en charge de l'ouvrage

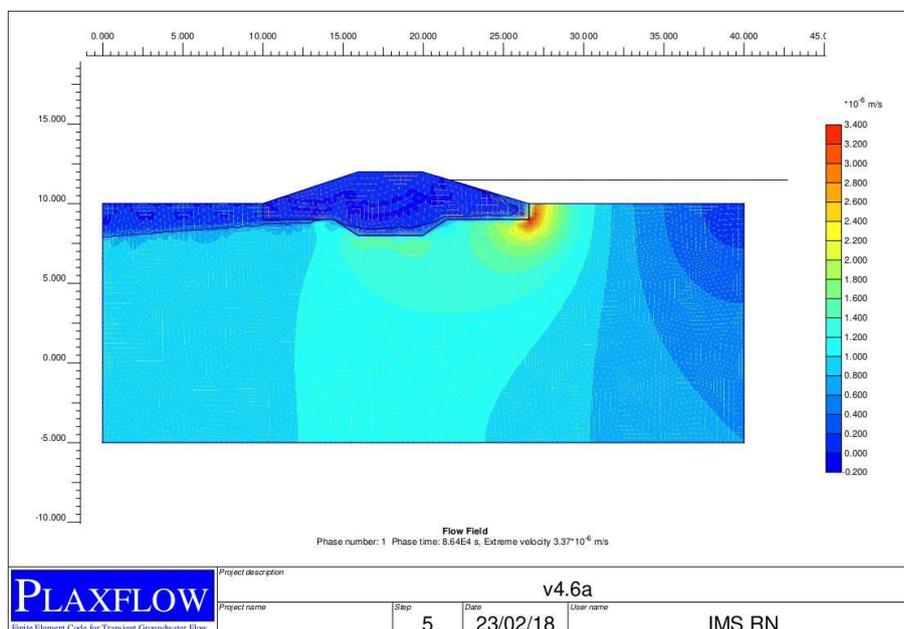


Figure 14 : Champ d'écoulement sous l'ouvrage

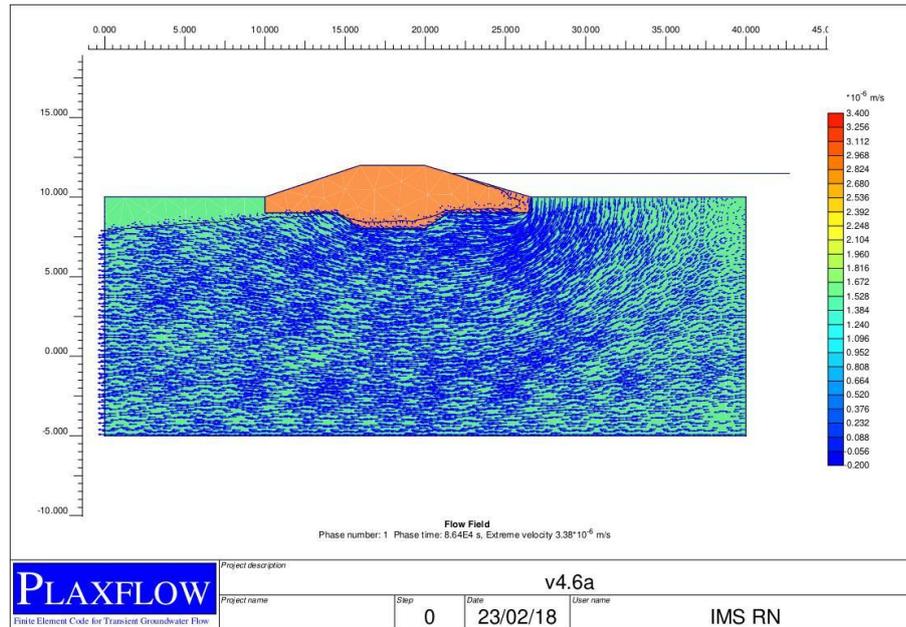


Figure 15 : Champ d'écoulement sous l'ouvrage - arrows

Nous avons considéré les hypothèses de perméabilités suivantes :

- Sol en place :  $1.10^{-5}$  m/s (perméabilité mesurée) ;
- Sol compacté (barrage) :  $1.10^{-7}$  m/s (perméabilité maximal requise) ;

On note ici l'imbibition du talus amont. Le bulbe de saturation n'atteint pas le talus aval mais est proche de la surface. Nous notons le fort écoulement en pied de talus amont et sous le barrage. Afin de diminuer les infiltrations en pied de talus amont, nous recommandons au minimum le compactage du bassin sur 5 m. Le décapage du fond de bassin avec mise en place d'argile compactée (un sol d'apport pourra être nécessaire) sur une épaisseur de 0,5 m est également possible. L'utilisation des argiles du site de l'ouvrage v4.6a sera possible si les quantités disponibles sont suffisantes.

#### 4.6 Etanchéité

Le fond de fouille du barrage et du bassin seront composés de matériaux limoneux.

##### ANCRAGE :

On prévoira la réalisation d'un ancrage du barrage à 1m/fond de bassin avec une clef d'étanchéité à 2,0 m par rapport au pied de talus amont.

Le fond de fouille de l'ancrage devra être compacté. Ceci permettra de réduire la vulnérabilité du fond de l'ouvrage ainsi que de diminuer les risques d'infiltrations préférentiels.

Nous recommandons la mise en place d'un dispositif de drainage du talus aval de type tapis drainant, permettant l'évacuation des eaux infiltrées et des éventuelles sous-pressions. Le tapis drainant devra avoir une épaisseur de l'ordre 0,20 à 0,30 m. Il sera réalisé en matériau granulaire de granulométrie 20/40. Le matériau drainant sera

enrobé dans un géotextile filtrant. Le tapis sera mis en place avec une pente de 1% vers l'aval.

Les eaux collectées dans le tapis drainant devront être évacuée à l'aval de l'ouvrage. Un drain routier Ø 160 mm sera mis en place en pied de talus aval. Des regards aveugles seront placés aux points bas pour permettre la liaison avec les tuyaux PVC d'évacuation. Le remblaiement des tranchées d'évacuation pourra être réalisé avec les limons du remblai de comblement.

Coupe de principe du tapis drainant

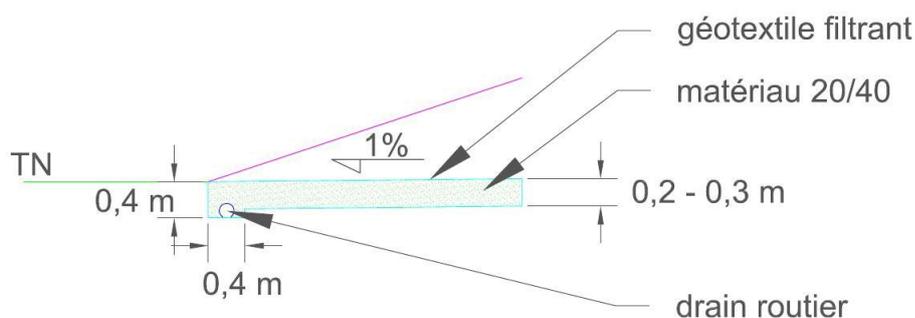


Figure 16 : coupe de principe du tapis drainant en pied de talus aval

Le drainage peut aussi être réalisé avec un géosynthétique de type enkadrain. Il appartiendra à l'entreprise ou au fournisseur de fournir une note de calcul pour justifier le dispositif.

#### BASSIN :

Afin de réduire les risques d'infiltrations préférentielles, on prévoira le compactage du fond de bassin.

Nous recommandons soit la mise en place d'une couche d'argile (tapis étanche) sur 0,5 m de profondeur et 5 m de large soit le compactage du fond de bassin sur une largeur de 5 m minimum.

La mise en place d'une géomembrane peut également être envisagée. Si cette solution était retenue, l'entreprise réalisant les travaux devra fournir une note de calcul justifiant le type de géomembrane retenu ainsi que son ancrage. Un géosynthétique antipoinçonnement sera nécessaire sous la géomembrane pour éviter les déchirements de cette dernière sur les silex.

#### Remarque :

Compte-tenu du contexte géologique en Haute Normandie la création de bassin d'infiltration et de zone d'infiltration préférentielle pourra occasionner l'ouverture de bétoire dans le bassin.

### **4.7 Préconisations d'ordre général**

1- Les reconnaissances de sols procèdent par sondages, les résultats ne sont pas rigoureusement extrapolables à l'ensemble du site. Il persiste des aléas (exemple : hétérogénéité locale, variations de position des interfaces) qui peuvent entraîner des

adaptations tant de la conception que de l'exécution qui ne sauraient être à la charge du géotechnicien.

2- 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 IMS RN.

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

4- De même, des éléments nouveaux mis en évidence lors de l'exécution des travaux et n'ayant pu être détectés au cours des reconnaissances de sol (exemples : dissolution, cavité, hétérogénéité localisée, venue d'eau...) peuvent rendre caduques certaines recommandations figurant dans ce rapport.

5- Compte tenu de la spécificité géotechnique des travaux, nous recommandons d'être associés à l'équipe d'ingénierie pour la conception et le suivi des travaux.

Nous rappelons qu'il est de la responsabilité du maître d'ouvrage ou de son mandataire de faire appliquer l'enchaînement des missions géotechniques dans le cadre de l'étude, de la conception et de l'exécution des travaux en référence à la norme NF P94-500 de décembre 2006.

**Nous recommandons vivement la réalisation d'une mission G2-PRO et d'une mission G4 afin d'affiner le projet et de s'assurer de la concordance des données et de la bonne réalisation des travaux. Nous nous tenons à la disposition du maître d'ouvrage pour la réalisation de ces missions.**

Etablit par Y. PECOURT le 26/02/2018

**SAS IMSRN - Agence Nord-Ouest**

Voie A N° 80 - ZAC de la Briqueterie  
76160 ST JACQUES SUR DARNETAL  
Tél. 02 35 60 14 51 - Fax. 02 35 60 14 53  
Siret 392 133 633 00090 - capital 400 000 €

## **ANNEXES**

ANNEXE A : PLAN D'IMPLANTATION DES RECONNAISSANCES

ANNEXE B : SONDAGES A LA PELLE MECANIQUE

ANNEXE C : SONDAGES A LA TARIERE MECANIQUE

ANNEXE D : ESSAIS AU PENETROMETRE DYNAMIQUE

ANNEXE E : ESSAIS DE PERMEABILITE

ANNEXE F : ESSAIS EN LABORATOIRE

ANNEXE G : EXTRAIT DU GUIDE SETRA-LCPC : « Réalisation des remblais et des couches de forme »

ANNEXE H : CLASSIFICATION DES MISSIONS GEOTECHNIQUES

**ANNEXE A :**

**PLAN D'IMPLANTATION DES  
RECONNAISSANCES**



## **ANNEXE B :**

# **SONDAGES A LA PELLE MECANIQUE**

 Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels		Agence Nord Ouest n°80 ZAC de la Briqueterie 76160 Saint Jacques sur Darnetal
<b>SONDAGE A LA PELLE</b>		
<b>Affaire :</b>	2017/R1/76/1253	<b>Description du site : Prairie permanente</b>
<b>Commune :</b>	Hénouville	
<b>Ouvrage :</b>	SBV4-6.a	
<b>Nom sondage :</b>	SG1	
<b>Nom des opérateurs :</b>	Y.P. - Z.E.	
<b>Date du sondage :</b>	12/10/2017	
Matériel de sondage : mini-pelle 1,0 T Entreprise de location de la pelle : Loxam		
<b>PROFONDEUR</b>	<b>DESCRIPTION GEOLOGIQUE DES MATERIAUX</b> Nature, texture, couleurs, présence de blocs, nature des blocs, proportion des blocs, Diamètre max des blocs, etc...	
0,20 m	Terre végétale formée de limon	
1,20 m	Limon marron à rare silex Dmax:20 mm <b>Echantillon E1 à 1,0 m pour identification GTR,                  Proctor, IPI et cisaillement</b>	
<b>FIN DE SONDAGE</b>		
<b>Tenue des parois :</b> Bonne		
<b>Eau :</b>		

 <p>Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels</p>		<p>Agence Nord Ouest n°80 ZAC de la Briqueterie 76160 Saint Jacques sur Darnetal</p>	
<b>SONDAGE A LA PELLE</b>			
<b>Affaire :</b>	2017/R1/76/1253	<b>Description du site : Prairie permanente</b>	
<b>Commune :</b>	Hénouville		
<b>Ouvrage :</b>	SBV4-6.a		
<b>Nom sondage :</b>	SG2		
<b>Nom des opérateurs :</b>	Y.P. - Z.E.		
<b>Date du sondage :</b>	12/10/2017		
<p><b>Matériel de sondage :</b> mini-pelle 1,0 T <b>Entreprise de location de la pelle :</b> Loxam</p>			
<b>PROFONDEUR</b>	<b>DESCRIPTION GEOLOGIQUE DES MATERIAUX</b> Nature, texture, couleurs, présence de blocs, nature des blocs, proportion des blocs, Diamètre max des blocs, etc...		
0.20 m	Terre végétale formée de limon		
0.60 m	Limon marron à rare silex Dmax ≈20 mm		
0.90 m	Limon à silex Dmax ≈20 mm		
1.0 m	Argile à silex orange Dmax ≈100 mm <b>Echantillon E2 à 0,90 m pour identification GTR</b>		
	<b>FIN DE SONDAGE</b>		
<b>Tenue des parois :</b> Bonne			
<b>Eau :</b>			

 Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels		Agence Nord Ouest n°80 ZAC de la Briqueterie 76160 Saint Jacques sur Darnetal
<b>SONDAGE A LA PELLE</b>		
<b>Affaire :</b>	2017/R1/76/1253	<b>Description du site : Prairie permanente</b>
<b>Commune :</b>	Hénouville	
<b>Ouvrage :</b>	SBV4-6.a	
<b>Nom sondage :</b>	SG3	
<b>Nom des opérateurs :</b>	Y.P. - Z.E.	
<b>Date du sondage :</b>	12/10/2017	
<b>Matériel de sondage :</b> mini-pelle 1,0 T <b>Entreprise de location de la pelle :</b> Loxam		
<b>PROFONDEUR</b>	<b>DESCRIPTION GEOLOGIQUE DES MATERIAUX</b> Nature, texture, couleurs, présence de blocs, nature des blocs, proportion des blocs, Diamètre max des blocs, etc...	
0.10 m	Terre végétale formée de limon	
0.80 m	Limon marron avec les éléments de silex abondants de plus en plus en profondeur. Dmax > 50 mm  <b>Echantillon E3 à 0,7 m pour identification GTR</b>	
	<b>FIN DE SONDAGE</b>	
<b>Tenue des parois :</b> Bonne		
<b>Eau :</b>		

 <p>Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels</p>		<p>Agence Nord Ouest n°80 ZAC de la Briqueterie 76160 Saint Jacques sur Darnetal</p>	
<b>SONDAGE A LA PELLE</b>			
<b>Affaire :</b>	2017/R1/76/1253	<b>Description du site : Prairie permanente</b>	
<b>Commune :</b>	Hénouville		
<b>Ouvrage :</b>	SBV4-6.a		
<b>Nom sondage :</b>	SG4		
<b>Nom des opérateurs :</b>	Y.P. - Z.E.		
<b>Date du sondage :</b>	12/10/2017		
<p><b>Matériel de sondage :</b> mini-pelle 1,0 T <b>Entreprise de location de la pelle :</b> Loxam</p>			
<b>PROFONDEUR</b>	<b>DESCRIPTION GEOLOGIQUE DES MATERIAUX</b> Nature, texture, couleurs, présence de blocs, nature des blocs, proportion des blocs, Diamètre max des blocs, etc...		
0.10 m	Terre végétale formée de limon		
0.70 m	Limon marron avec les éléments de silex abondants de plus en plus en profondeur Dmax >100 mm <b>Echantillon E4 à 0,6 m pour identification GTR</b>		
0.80 m	Limon argileux orange à silex Dmax >100 mm		
	<b>FIN DE SONDAGE</b>		
<b>Tenue des parois :</b> Bonne			
<b>Eau :</b>			

 Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels		Agence Nord Ouest n°80 ZAC de la Briqueterie 76160 Saint Jacques sur Darnetal	
<b>SONDAGE A LA PELLE</b>			
<b>Affaire :</b>	2017/R1/76/1253	<b>Description du site : Prairie permanente</b>	
<b>Commune :</b>	Hénouville		
<b>Ouvrage :</b>	SBV4-6.a		
<b>Nom sondage :</b>	SG5		
<b>Nom des opérateurs :</b>	Y.P. - Z.E.		
<b>Date du sondage :</b>	12/10/2017		
<b>Matériel de sondage :</b> mini-pelle 1,0 T <b>Entreprise de location de la pelle :</b> Loxam			
<b>PROFONDEUR</b>	<b>DESCRIPTION GEOLOGIQUE DES MATERIAUX</b> Nature, texture, couleurs, présence de blocs, nature des blocs, proportion des blocs, Diamètre max des blocs, etc...		
0.10 m	Terre végétale formée de limon		
0.45 m	Limon marron avec quelques éléments de silex Dmax ≈ 20 mm		
0.60 m	Argile orange <b>Echantillon E5 à 0,8 m pour identification GTR,</b>		
1.0 m	Argile rouge		
	<b>FIN DE SONDAGE</b>		
<b>Tenue des parois :</b> Bonne			
<b>Eau :</b>			

## **ANNEXE C :**

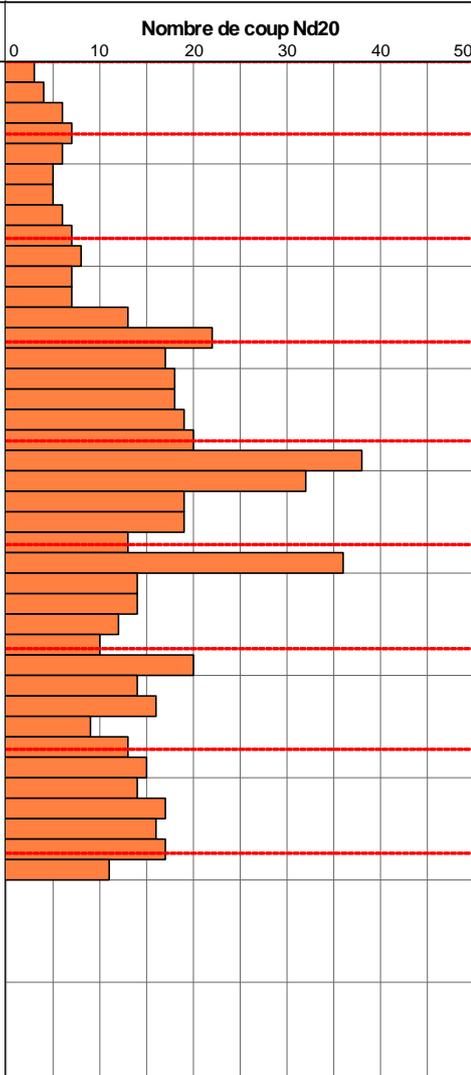
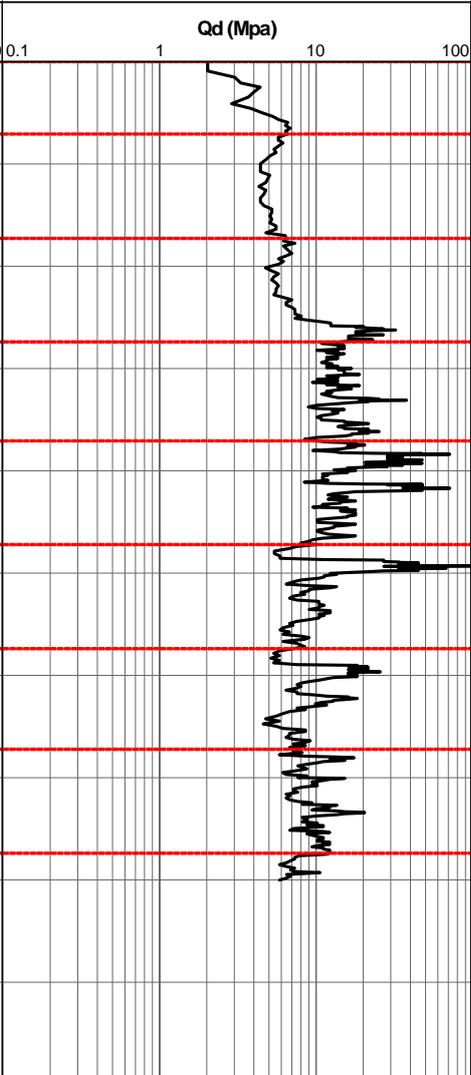
# **SONDAGES A LA TARIERE MECANIQUE**

 Ingénierie des Mouvements de Sol et des <i>Risques Naturels</i>		site d'étude  <b>SMBV St Martin</b>	référence sondage	
			ouvrage : <b>4-6.a</b>	sondage : <b>TA1</b>
<b>FORAGE DESTRUCTIF</b>		dossier n° <b>2017/R1/76/1253</b>	cote Z : <b>0.0</b>	profondeur : <b>5,0 m</b>
			date sondage : <b>13/10/2017</b>	Equipe de forage : <b>Y.P. - Z.E.</b>
			inclinaison : 90°	Niveau d'eau en cours de forage : / Niveau d'eau en fin de forage : / Niveau d'eau en fin de chantier : /
prof. (m)	eau outil	faciès géologique sur cuttings	observations	
0 0,20 1 1,50 2 3 3,70 4 5 6 7 8 9 10	PAS D'EAU Tanière 63 mm	Terre végétale  Limon sableux marron à silex  Limon sableux orange à silex  Argile rouge  <b>FIN DE SONDRAGE</b>		
commentaires :			Visa : Y. PECOURT	
Ingénierie des Mouvements de Sol et des <i>Risques Naturels</i> - Agence Nord Ouest voie A n°80 ZAC de la Briqueterie - 76160 St Jacques sur Darnétal tél. 02 35 60 14 51 - fax 02 35 60 14 53 - ims.rouen@imsrn.com - www.imsrn.com				

## **ANNEXE D :**

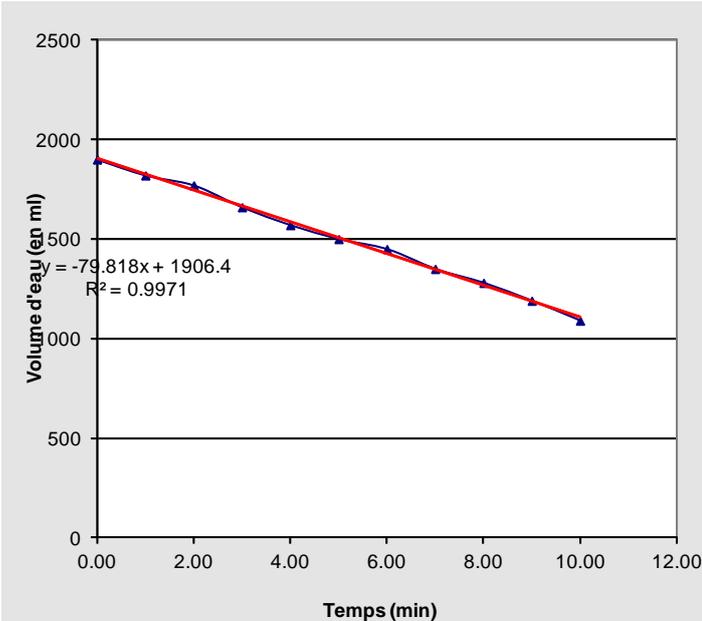
# **ESSAIS AU PENETROMETRE DYNAMIQUE**

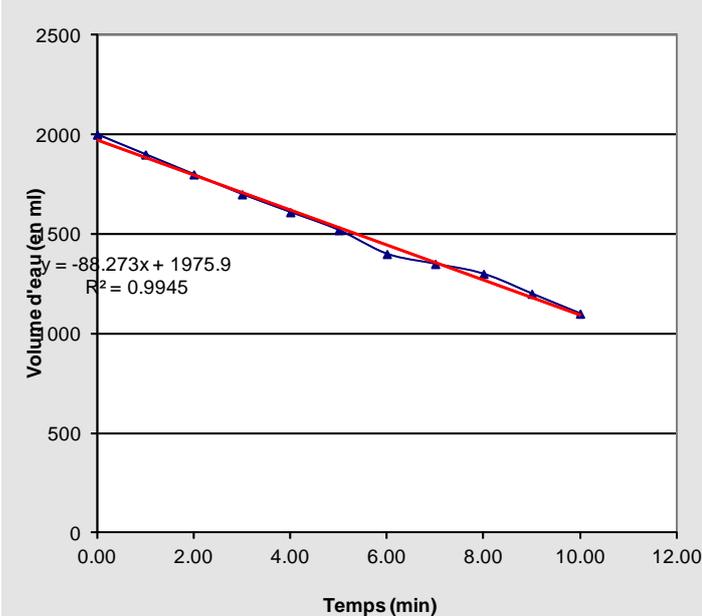
 Ingénierie des Mouvements de Sol et des <i>Risques Naturels</i>		<b>Procès verbal</b> <b>Pénétromètre dynamique de type B</b> <b>Norme NF P94 115</b>		
Affaire : 2017/r1/76/1253		ouvrage : HENOUVILLE		
Site : HENOUVILLE		Profondeur maximale : 8.008 m		
Référence de l'essai : PDY1		Niveau d'eau : Coordonnées X Y Z		
Date d'essai : 13/10/2017 09:43:17				
Opérateur : Y.P.				
Prof	Lithologie	Niveau d'eau	Nombre de coup Nd20	Qd (Mpa)
0.00	Terre végétale		4	
	Limon sableux marron à silex		3	
			3	
			4	
			6	
1.06	Limon sableux orange à silex		16	
			23	
			13	
			15	
			17	
2.12			9	
			5	
			4	
			4	
3.18			5	
			4	
			6	
			6	
4.24			5	
			6	
			6	
5.30	Argile rouge à silex		5	
			7	
			7	
			5	
			5	
6.36			4	
			5	
			6	
			4	
7.42			4	
			4	
			4	
			4	
8.48			5	
Observations :		Visa : Y. PECOURT		
		Date :		
Ingénierie des Mouvements de Sol et des <i>Risques Naturels</i> - Agence Nord Ouest voie A n°80 ZAC de la Briqueterie - 76160 St Jacques sur Darnétal tél. 02 35 60 14 51 - fax 02 35 60 14 53 - ims.rouen@imsrn.com - www.imsrn.com				

 <p>Ingénierie des Mouvements de Sol et des <i>Risques Naturels</i></p>		<p><b>Procès verbal</b> <b>Pénétromètre dynamique de type B</b> <b>Norme NF P94 115</b></p>		
<b>Affaire :</b> 2017/R1/76/1253		<b>ouvrage :</b> HÉNOUVILLE		
<b>Site :</b> HÉNOUVILLE		<b>Profondeur maximale :</b> 8.001 m		
<b>Référence de l'essai :</b> PDY2		<b>Niveau d'eau :</b> <b>Coordonnées X</b> <b>Y</b> <b>Z</b>		
<b>Date d'essai :</b> 13/10/2017 10:33:54				
<b>Opérateur :</b> Y.P.				
<b>Prof</b> 0.00 1.00 2.00 3.00 4.00 5.00 6.00 7.00 8.00 9.00 10.00	<b>Lithologie</b> Terre végétale Limon sableux marron à silex Limon sableux orange à silex Argile rouge à silex	<b>Niveau d'eau</b> 	<b>Nombre de coup Nd20</b> 	<b>Qd (Mpa)</b> 
<b>Observations :</b>		<b>Visa :</b> Y. PECOURT  <b>Date :</b>		
<p>Ingénierie des Mouvements de Sol et des <i>Risques Naturels</i> - Agence Nord Ouest          voie A n°80 ZAC de la Briqueterie - 76160 St Jacques sur Darnétal          tél. 02 35 60 14 51 - fax 02 35 60 14 53 - ims.rouen@imsrn.com - www.imsrn.com</p>				

# **ANNEXE E :**

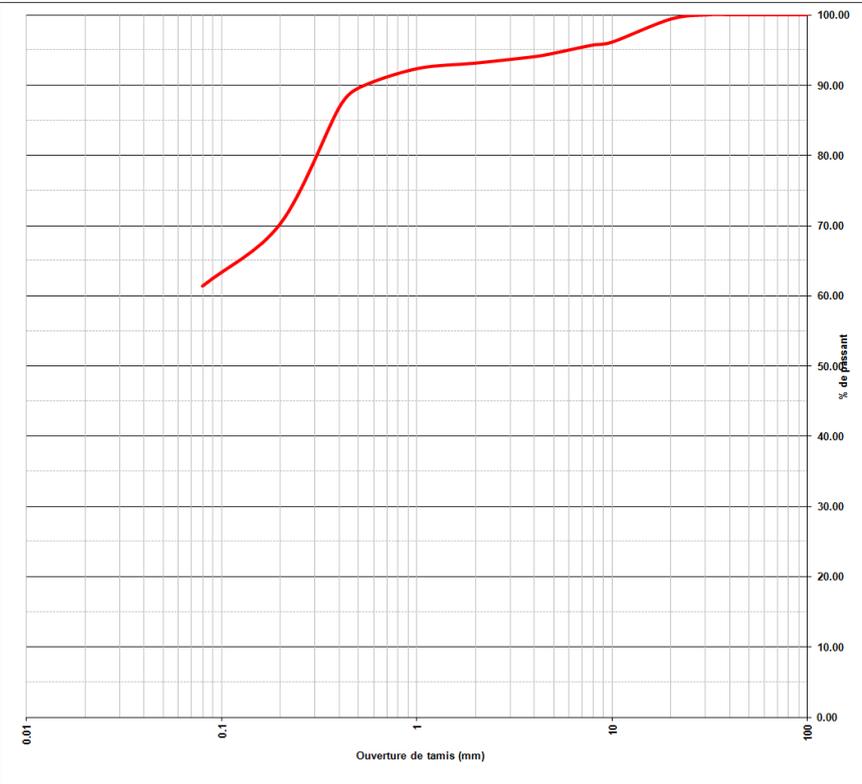
## **ESSAIS DE PERMEABILITE**

 <b>Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels</b>		<b>Agence Nord Ouest</b> <b>n°80 ZAC de la Briqueterie</b> <b>76160 Saint Jacques sur Darnetal</b>																															
Affaire : 2017/R1/76/1253		Commune : Hénouville																															
Site : Hénouville		Localisation (m) :																															
Ouvrage : SMBV4-6.a		x																															
Référence de l'essai : P1		y																															
Nom de l'opérateur : Z.E.Y.P.		z																															
Date du sondage : 13/10/2017		PV saisi par : Z.E.																															
		PV saisi le : 12/12/2017																															
<b>ESSAI DE PERMEABILITE IN SITU (méthode Porchet)</b>																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Mesures temps (min)</th> <th>Volume (mL)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.00</td><td>1900</td></tr> <tr><td>1.00</td><td>1820</td></tr> <tr><td>2.00</td><td>1770</td></tr> <tr><td>3.00</td><td>1660</td></tr> <tr><td>4.00</td><td>1570</td></tr> <tr><td>5.00</td><td>1500</td></tr> <tr><td>6.00</td><td>1450</td></tr> <tr><td>7.00</td><td>1350</td></tr> <tr><td>8.00</td><td>1280</td></tr> <tr><td>9.00</td><td>1190</td></tr> <tr><td>10.00</td><td>1090</td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>		Mesures temps (min)	Volume (mL)	0.00	1900	1.00	1820	2.00	1770	3.00	1660	4.00	1570	5.00	1500	6.00	1450	7.00	1350	8.00	1280	9.00	1190	10.00	1090								
Mesures temps (min)	Volume (mL)																																
0.00	1900																																
1.00	1820																																
2.00	1770																																
3.00	1660																																
4.00	1570																																
5.00	1500																																
6.00	1450																																
7.00	1350																																
8.00	1280																																
9.00	1190																																
10.00	1090																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Géométrie de la fouille</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Profondeur (cm)</td> <td style="text-align: center;"><b>60</b></td> </tr> <tr> <td>Hauteur de charge (cm)</td> <td style="text-align: center;"><b>15</b></td> </tr> <tr> <td>Diamètre du trou (cm)</td> <td style="text-align: center;"><b>15</b></td> </tr> </tbody> </table>		Géométrie de la fouille		Profondeur (cm)	<b>60</b>	Hauteur de charge (cm)	<b>15</b>	Diamètre du trou (cm)	<b>15</b>	<p>Légende :</p> <p><span style="color: blue;">—</span> courbe d'essai</p> <p><span style="color: red;">—</span> droite de tendance</p>																							
Géométrie de la fouille																																	
Profondeur (cm)	<b>60</b>																																
Hauteur de charge (cm)	<b>15</b>																																
Diamètre du trou (cm)	<b>15</b>																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td>Temps de saturation (min)</td> <td style="text-align: center;"><b>60</b></td> </tr> <tr> <td>Volume de saturation (ml)</td> <td style="text-align: center;"><b>4000</b></td> </tr> <tr> <td>Nature du sol</td> <td style="text-align: center;"><b>Limon argileux orange</b></td> </tr> </tbody> </table>		Temps de saturation (min)	<b>60</b>	Volume de saturation (ml)	<b>4000</b>	Nature du sol	<b>Limon argileux orange</b>																										
Temps de saturation (min)	<b>60</b>																																
Volume de saturation (ml)	<b>4000</b>																																
Nature du sol	<b>Limon argileux orange</b>																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td>Perméabilité K (mm.h<sup>-1</sup>) :</td> <td style="text-align: center;"><b>55.0</b></td> <td style="text-align: center;">mm.h<sup>-1</sup></td> </tr> <tr> <td>Perméabilité K (m.s<sup>-1</sup>) :</td> <td style="text-align: center;"><b>1.5E-05</b></td> <td style="text-align: center;">m.s<sup>-1</sup></td> </tr> </tbody> </table>		Perméabilité K (mm.h <sup>-1</sup> ) :	<b>55.0</b>	mm.h <sup>-1</sup>	Perméabilité K (m.s <sup>-1</sup> ) :	<b>1.5E-05</b>	m.s <sup>-1</sup>																										
Perméabilité K (mm.h <sup>-1</sup> ) :	<b>55.0</b>	mm.h <sup>-1</sup>																															
Perméabilité K (m.s <sup>-1</sup> ) :	<b>1.5E-05</b>	m.s <sup>-1</sup>																															
$K \text{ (mm/h)} = \frac{Q}{S \cdot t}$ <p>Q : volume d'eau percolé en mm<sup>3</sup>            S : surface d'infiltration en mm<sup>2</sup>            t : temps en heures</p>		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Classes de perméabilité en fonction de K (mm.h<sup>-1</sup>)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sols imperméables</td> <td style="text-align: center;">0.36</td> </tr> <tr> <td>Sols peu perméables</td> <td style="text-align: center;">3.6</td> </tr> <tr> <td>Sols moyennement perméables</td> <td style="text-align: center;">36</td> </tr> <tr> <td>Sols perméables</td> <td style="text-align: center;">360</td> </tr> </tbody> </table>		Classes de perméabilité en fonction de K (mm.h <sup>-1</sup> )		Sols imperméables	0.36	Sols peu perméables	3.6	Sols moyennement perméables	36	Sols perméables	360																				
Classes de perméabilité en fonction de K (mm.h <sup>-1</sup> )																																	
Sols imperméables	0.36																																
Sols peu perméables	3.6																																
Sols moyennement perméables	36																																
Sols perméables	360																																
		très bonne droite de regression																															
		<b>sol perméable</b>																															
Observations :		VISA: Y. PECOURT																															
<b>Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels - Agence Nord Ouest</b> <small>voie An°80 ZAC de la Briqueterie - 76160 St Jacques sur Darnetal            tél. 02 35 60 14 51 - fax 02 35 60 14 53 - rouen@imsrn.com - www.imsrn.com</small>																																	

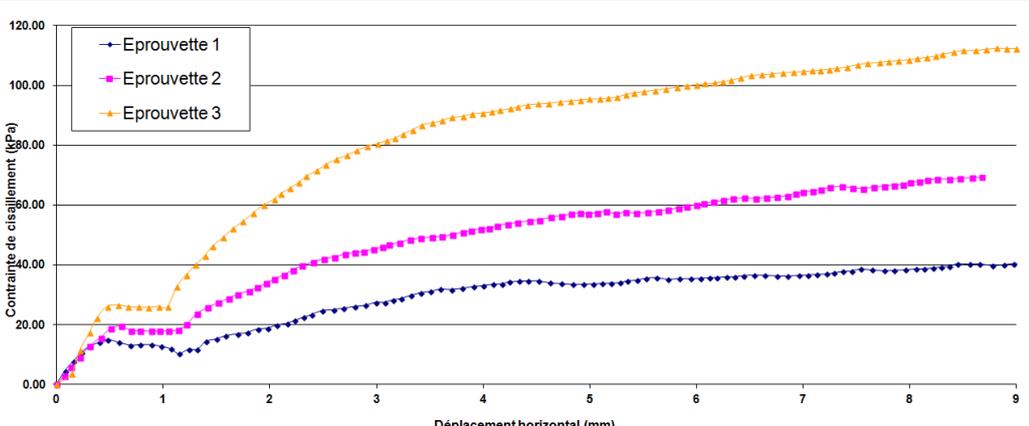
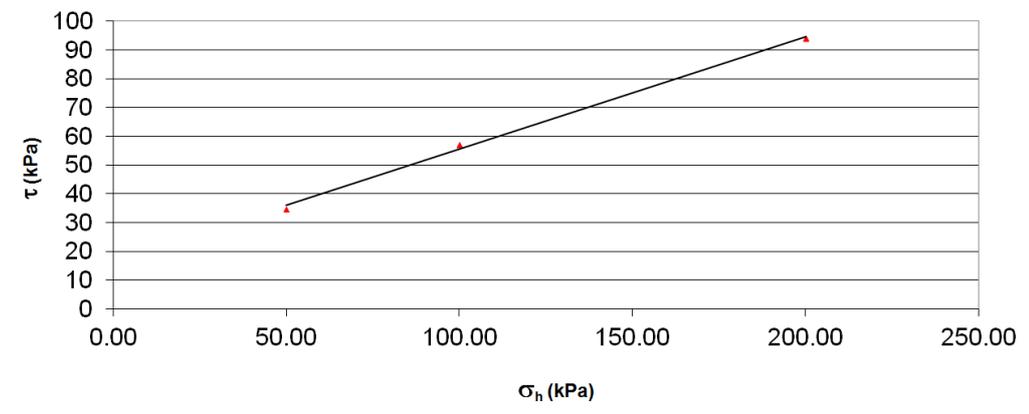
 <b>Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels</b>		<b>Agence Nord Ouest</b> n°80 ZAC de la Briqueterie 76160 Saint Jacques sur Darnetal																															
Affaire : 2017/R1/76/1253		Commune : Hénouville																															
Site : Hénouville		Localisation (m) :																															
Ouvrage : SMBV4-6.a		x																															
Référence de l'essai : P2		y																															
Nom de l'opérateur : Z.E.Y.P.		z																															
Date du sondage : 13/10/2017		PV saisi par : Z.E.																															
		PV saisi le : 12/12/2017																															
<b>ESSAI DE PERMEABILITE IN SITU (méthode Porchet)</b>																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Mesures temps (min)</th> <th>Volume (mL)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.00</td><td>2000</td></tr> <tr><td>1.00</td><td>1900</td></tr> <tr><td>2.00</td><td>1800</td></tr> <tr><td>3.00</td><td>1700</td></tr> <tr><td>4.00</td><td>1610</td></tr> <tr><td>5.00</td><td>1520</td></tr> <tr><td>6.00</td><td>1400</td></tr> <tr><td>7.00</td><td>1350</td></tr> <tr><td>8.00</td><td>1300</td></tr> <tr><td>9.00</td><td>1200</td></tr> <tr><td>10.00</td><td>1100</td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>		Mesures temps (min)	Volume (mL)	0.00	2000	1.00	1900	2.00	1800	3.00	1700	4.00	1610	5.00	1520	6.00	1400	7.00	1350	8.00	1300	9.00	1200	10.00	1100								
Mesures temps (min)	Volume (mL)																																
0.00	2000																																
1.00	1900																																
2.00	1800																																
3.00	1700																																
4.00	1610																																
5.00	1520																																
6.00	1400																																
7.00	1350																																
8.00	1300																																
9.00	1200																																
10.00	1100																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Géométrie de la fouille</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Profondeur (cm)</td> <td style="text-align: center;"><b>80</b></td> </tr> <tr> <td>Hauteur de charge (cm)</td> <td style="text-align: center;"><b>15</b></td> </tr> <tr> <td>Diamètre du trou (cm)</td> <td style="text-align: center;"><b>15</b></td> </tr> </tbody> </table>		Géométrie de la fouille		Profondeur (cm)	<b>80</b>	Hauteur de charge (cm)	<b>15</b>	Diamètre du trou (cm)	<b>15</b>	Temps (min)																							
Géométrie de la fouille																																	
Profondeur (cm)	<b>80</b>																																
Hauteur de charge (cm)	<b>15</b>																																
Diamètre du trou (cm)	<b>15</b>																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td>Temps de saturation (min)</td> <td style="text-align: center;"><b>60</b></td> </tr> <tr> <td>Volume de saturation (ml)</td> <td style="text-align: center;"><b>4000</b></td> </tr> <tr> <td>Nature du sol</td> <td style="text-align: center;">Limon sableux à silex</td> </tr> <tr> <td>Perméabilité K (mm.h<sup>-1</sup>) :</td> <td style="text-align: center;"><b>61.1</b> mm.h<sup>-1</sup></td> </tr> <tr> <td>Perméabilité K (m.s<sup>-1</sup>) :</td> <td style="text-align: center;"><b>1.7E-05</b> m.s<sup>-1</sup></td> </tr> </tbody> </table>		Temps de saturation (min)	<b>60</b>	Volume de saturation (ml)	<b>4000</b>	Nature du sol	Limon sableux à silex	Perméabilité K (mm.h <sup>-1</sup> ) :	<b>61.1</b> mm.h <sup>-1</sup>	Perméabilité K (m.s <sup>-1</sup> ) :	<b>1.7E-05</b> m.s <sup>-1</sup>	Légende : <span style="color: blue;">—</span> courbe d'essai <span style="color: red;">—</span> droite de tendance																					
Temps de saturation (min)	<b>60</b>																																
Volume de saturation (ml)	<b>4000</b>																																
Nature du sol	Limon sableux à silex																																
Perméabilité K (mm.h <sup>-1</sup> ) :	<b>61.1</b> mm.h <sup>-1</sup>																																
Perméabilité K (m.s <sup>-1</sup> ) :	<b>1.7E-05</b> m.s <sup>-1</sup>																																
$K \text{ (mm/h)} = \frac{Q}{S \cdot t}$ <p>Q : volume d'eau percolé en mm<sup>3</sup>                  S : surface d'infiltration en mm<sup>2</sup>                  t : temps en heures</p>		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Classes de perméabilité en fonction de K (mm.h<sup>-1</sup>)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sols imperméables</td> <td style="text-align: center;">0.36</td> </tr> <tr> <td>Sols peu perméables</td> <td style="text-align: center;">3.6</td> </tr> <tr> <td>Sols moyennement perméables</td> <td style="text-align: center;">36</td> </tr> <tr> <td>Sols perméables</td> <td style="text-align: center;">360</td> </tr> </tbody> </table>		Classes de perméabilité en fonction de K (mm.h <sup>-1</sup> )		Sols imperméables	0.36	Sols peu perméables	3.6	Sols moyennement perméables	36	Sols perméables	360																				
Classes de perméabilité en fonction de K (mm.h <sup>-1</sup> )																																	
Sols imperméables	0.36																																
Sols peu perméables	3.6																																
Sols moyennement perméables	36																																
Sols perméables	360																																
très bonne droite de regression		<b>sol perméable</b>																															
Observations :		VISA: Y. PECOURT																															
Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels - Agence Nord Ouest voie An°80 ZAC de la Briqueterie - 76160 St Jacques sur Darnetal tél. 02 35 60 14 51 - fax 02 35 60 14 53 - rouen@imsrn.com - www.imsrn.com																																	

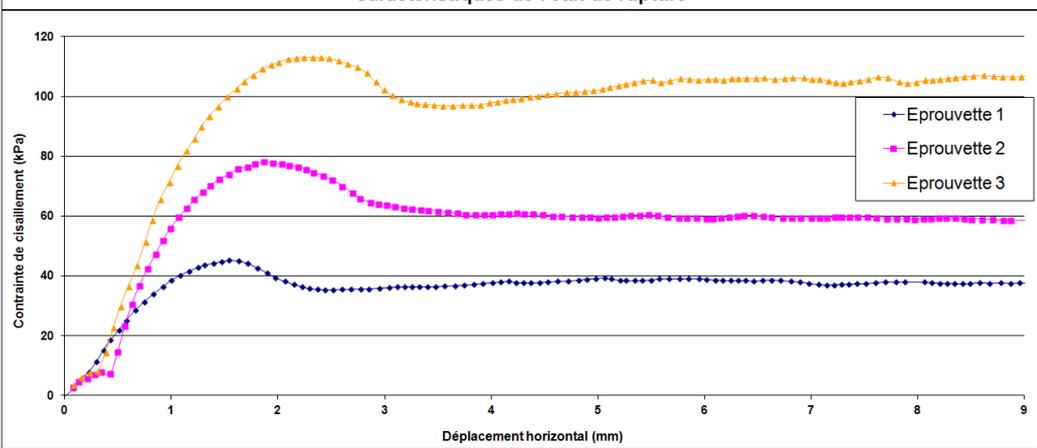
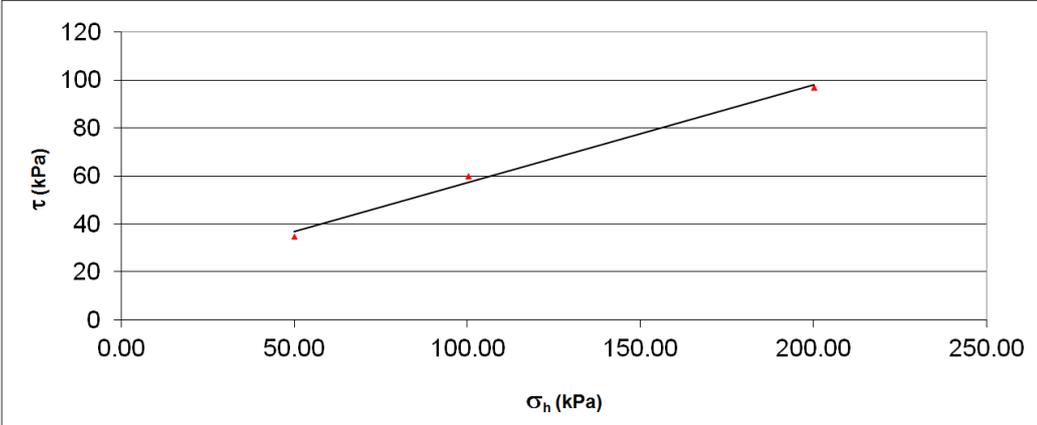
# **ANNEXE F :**

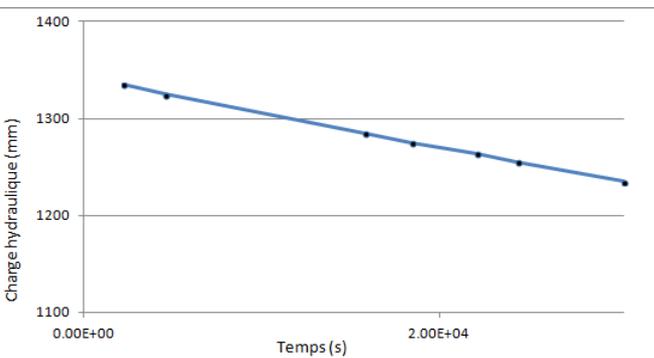
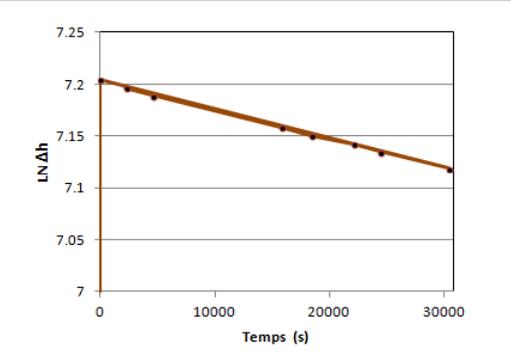
## **ESSAIS EN LABORATOIRE**

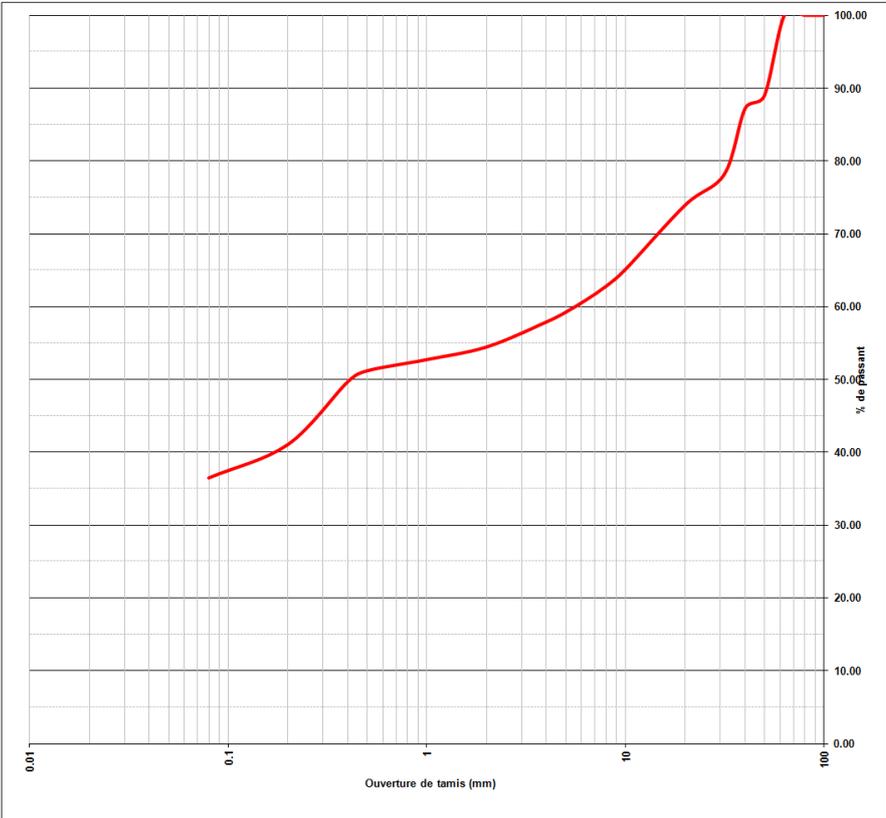
 Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels		ESSAIS D'IDENTIFICATION DE SOL																					
N° Affaire :	2017/R1/76/1253	<b>norme NF P 11-300</b>																					
Nom du site :	Hénouville																						
Nom de l'ouvrage :	SBV4-6a	Localisation :	X																				
Commune :	Hénouville		Y																				
Date du prélèvement :	12/10/2017	Z																					
Sondage :	SG1	Nom de l'opérateur :	Z.EL AZMI																				
Référence de l'échantillon	E1	Date de l'essai :	23/10/2017																				
Profondeur du prélèvement	1.0	PV saisi par :	Z.EL AZMI																				
Nature du matériau :	Limon marron à rare silex	Date de saisi du PV :	30/11/2017																				
T°c de l'étuve : 105°c																							
<b>Teneur en eau naturelle (NF P 94-050)</b>			<b>Essai au bleu de méthylène (NF P 94-068)</b>																				
Echantillon			Echantillon																				
MTH (g)	1802.20	MTH (g)	605.50	Masse échantillon (g)	57.3																		
MTS (g)	1568.50	MT sec (g)	524.60	Volume de bleu (ml)	80																		
MTARE (g)	16.50	M Tare (g)	8.50	Masse de bleu (g)	0.8																		
W%	<b>15.1</b>	W%	<b>15.7</b>	VB	1.62																		
				VBS	1.53																		
<b>ANALYSE GRANULOMETRIQUE (NF P 94-056)</b>																							
Tamis (mm)	Refus cumulé (g)	% passant cumulé																					
100	0.00	100.00																					
80	0.00	100.00																					
63	0.00	100.00																					
50	0.00	100.00																					
40	0.00	100.00																					
31.5	0.00	100.00																					
20	9.40	99.39																					
10	60.30	96.11																					
8	66.60	95.71																					
6.3	75.90	95.11																					
5	85.10	94.52																					
4	92.40	94.05																					
2	106.70	93.13																					
1	119.00	92.33																					
0.5	162.20	89.55																					
0.4	205.10	86.78																					
0.2	461.30	70.28																					
0.08	599.00	61.40																					
D <sub>MAX</sub> :		25																					
<b>% cumulé de la fraction 0-50 mm</b>																							
50		100.00																					
5		94.52																					
2		93.13																					
0.08		61.40																					
Observations :																							
<table border="1"> <tr><td>Teneur en eau naturelle</td><td>15.1 %</td></tr> <tr><td>Passant à 80 µm</td><td>61.4 %</td></tr> <tr><td>VBS</td><td>1.53</td></tr> <tr><td>Classe matériau GTR</td><td>A<sub>1</sub>th</td></tr> <tr><td>d<sub>10</sub></td><td></td></tr> <tr><td>d<sub>50</sub></td><td></td></tr> <tr><td>d<sub>30</sub></td><td></td></tr> <tr><td>C<sub>u</sub></td><td></td></tr> <tr><td>C<sub>c</sub></td><td></td></tr> </table>			Teneur en eau naturelle	15.1 %	Passant à 80 µm	61.4 %	VBS	1.53	Classe matériau GTR	A <sub>1</sub> th	d <sub>10</sub>		d <sub>50</sub>		d <sub>30</sub>		C <sub>u</sub>		C <sub>c</sub>		Responsable du laboratoire géotechnique: Nom: Z.EL AZMI Date: 30/11/2017		
Teneur en eau naturelle	15.1 %																						
Passant à 80 µm	61.4 %																						
VBS	1.53																						
Classe matériau GTR	A <sub>1</sub> th																						
d <sub>10</sub>																							
d <sub>50</sub>																							
d <sub>30</sub>																							
C <sub>u</sub>																							
C <sub>c</sub>																							
Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels - Agence Nord Ouest voie A n°80 ZAC de la Briquetterie - 76160 St Jacques sur Darnetal tél. 02 35 60 14 51 - fax 02 35 60 14 53 - ims.rouen@imsrn.com - www.imsrn.com																							

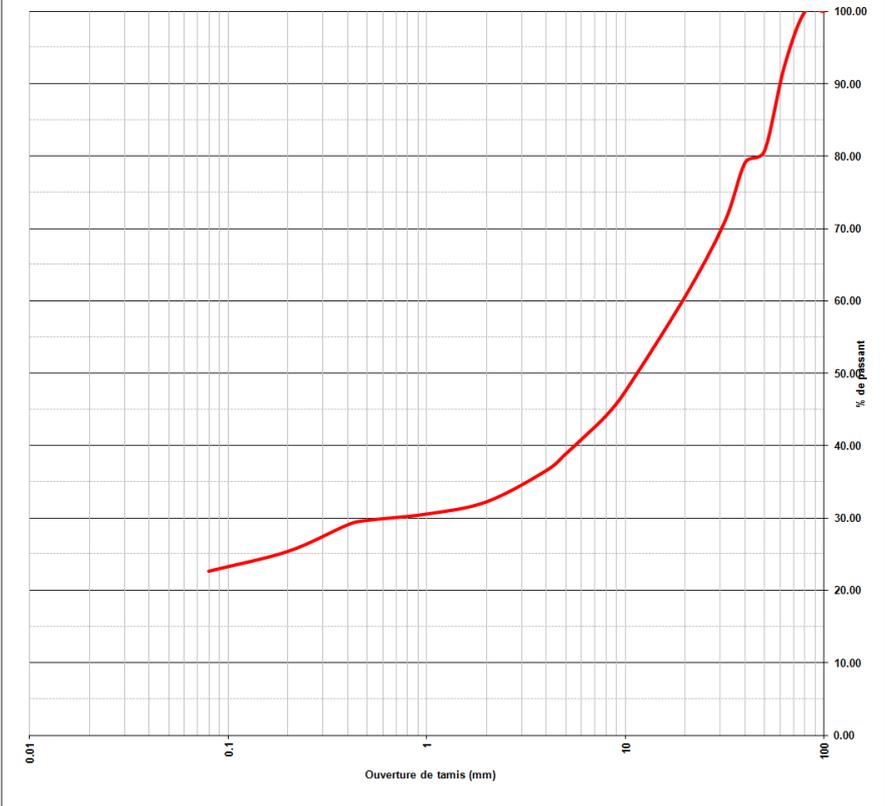
 Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels		INDICE PORTANT IMMEDIAT								
		Norme NF P 94-078								
N° Affaire :	2017/R1/76/1253	Nature du matériau :	Limon marron à rare silex							
Nom de l'ouvrage :	SBV4-6a	Référence de l'échantillon :	E1							
Commune :	Hénouville	Nom de l'opérateur :	Z.ELAZMI							
Date du prélèvement :	12/10/17	Date de l'essai :	02/11/17							
Sondage :	SG1	Date de saisi du PV :	30/11/2017							
Prof. du prélèvement :	1.00	PV saisi par :	Z.ELAZMI							
TENEUR EN EAU NF P 94-050										
Masse totale humide (g)	973.9	681.4	928.3	630.3	963.2					
Masse totale sèche (g)	897	618.5	823	548.2	831.5					
Masse de la tare (g)	8.2	8.3	8.5	8.4	8.6					
Masse sèche (g)	888.8	610.2	814.5	539.8	822.9					
W (%)	8.7	10.3	12.9	15.2	16.0					
ESSAI PROCTOR NORMAL NF P 94-093										
Moule	CBR		PROCTOR	Energie de compactage						
	X			Normale	Modifiée					
	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5					
W atteinte	8.7	10.3	12.9	15.2	16.0					
Masse totale Humide (g)	12480	12610	12683	12610	12625					
Masse du moule (g)	6213	6212	6212	6212	6212					
Masse sol Humide (g)	4267	4398	4471	4398	4413					
Volume moule (cm <sup>3</sup> )	2112	2112	2112	2112	2112					
Masse vol. humide (g/cm <sup>3</sup> )	2.020	2.082	2.117	2.082	2.089					
Teneur en eau mesurée (%)	8.7	10.3	12.9	15.2	16.0					
Masse vol. sèche (g/cm <sup>3</sup> )	1.86	1.89	1.87	1.81	1.80					
ESSAI DE PORTANCE IMMEDIAT NF P 94-078										
	8.7		10.3		12.9		15.2		16.0	
Mesure de portance	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	1.25	0.480	2.699	0.480	2.699	0.010	0.056	0.005	0.028	0.005
	2.00	0.700	3.936	0.700	3.936	0.020	0.112	0.009	0.051	0.009
	2.50	0.810	4.555	0.810	4.555	0.025	0.141	0.010	0.056	0.010
	5.00	1.080	6.073	1.220	6.860	0.065	0.365	0.030	0.169	0.020
	7.50					0.130	0.731	0.050	0.281	0.030
10.00					0.220	1.237	0.065	0.365	0.040	
Valeur IPI:	2,5 mm	34.12	34.12	34.12	1.05	1.05	0.42	0.42	0.42	
	5,0 mm	30.47	34.42	34.42	1.83	1.83	0.85	0.85	0.56	
IPI		34.12	34.42	34.42	1.83	1.83	0.85	0.85	0.56	
Optimum Proctor Normal	W <sub>OPN</sub> (%)	$\gamma_{dOPN}$ (kN/m <sup>3</sup> )		$\gamma_{hOPN}$ (kN/m <sup>3</sup> )		Valeur IPI (Echantillon naturel)				
sur la fraction 0/20 mm	11.1	18.86		20.95		0.85				
sur la fraction 0/D mm	11.1	18.86		20.95						
Observations :							Responsable de laboratoire:			
							Z.EL AZMI			
Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels - Agence Nord Ouest voie A n°80 ZAC de la Briquetterie - 76160 St Jacques sur Darnetal tél. 02 35 60 14 51 - fax 02 35 60 14 53 - ims.rouen@imsn.com - www.imsn.com										

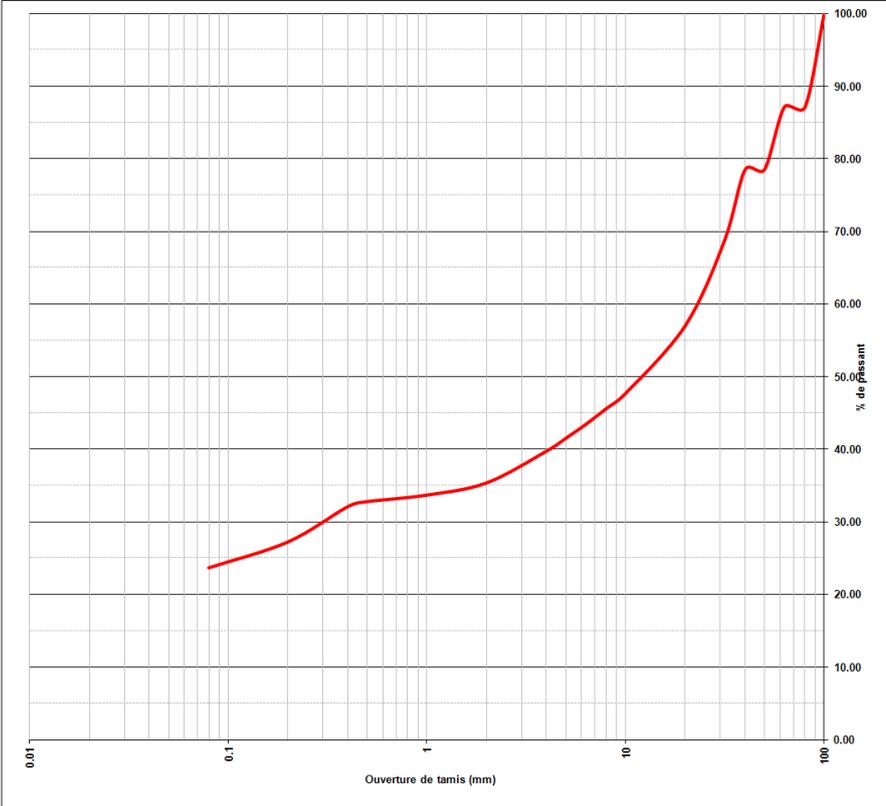
		<b>Procès verbal d'essai</b> <b>Essai de cisaillement direct rectiligne</b> <b>Effectué conformément à la norme NF P 94-071-1</b>							
Affaire : 2017/R1/76/1253			Site : Hénouville			Ouvrage : SBV4-6a			
Sondage : SG1		E1		Profondeur : 1.0			Date de prélèvement : 12/10/2017		
Date de l'essai : 18/10/1017			Opérateur laboratoire : Z.EL AZMI			Nature du matériau :			
<b>Caractéristiques de l'éprouvette</b>								Limon marron à rare silex	
<b>Avant l'essai</b>									
	Hauteur (mm)	H <sub>0</sub> (mm)	γ <sub>h</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	γ <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	e <sub>0</sub>	S <sub>0</sub> (%)	W <sub>0</sub> (%)	W <sub>f</sub> (%)	γ <sub>f</sub> (g/cm <sup>3</sup> )
Eprouvette 1	Hauteur	25	1.975	1.632	0.653	87	21.0	20.2	2.06
Eprouvette 2	Hauteur	25	1.983	1.632	0.547	88.7	21.5	19.9	2.09
Eprouvette 3	Hauteur	25	1.943	1.6	0.687	84	21.4	19.462	2.10
Eprouvette 4	Hauteur	/	/	/	/	/	/	/	/
	Contrainte (kPa)	H <sub>r</sub> (mm)	τ <sub>r,p</sub> (kPa)	τ <sub>r,t</sub> (kPa)	S <sub>h,p</sub> (mm)	S <sub>h,t</sub> (mm)			
Eprouvette 1	50.00	23.8		34.72		4.518			
Eprouvette 2	100.00	23.4		57.20		4.904			
Eprouvette 3	200.00	23		94.00		5			
Eprouvette 4									
<b>Caracteristiques de l'état de rupture</b>									
 <p>Graphique montrant la contrainte de cisaillement (kPa) en fonction du déplacement horizontal (mm) pour trois éprouvettes. L'axe des ordonnées va de 0.00 à 120.00 kPa, et l'axe des abscisses de 0 à 9 mm. Les courbes sont : Eprouvette 1 (bleue), Eprouvette 2 (rose), et Eprouvette 3 (orange).</p>									
 <p>Diagramme de Mohr montrant la contrainte de cisaillement τ (kPa) en fonction de la contrainte normale σ<sub>h</sub> (kPa). L'axe des ordonnées va de 0 à 100 kPa, et l'axe des abscisses de 0.00 à 250.00 kPa. Trois points de rupture sont tracés et reliés par une droite passant par l'origine.</p>									
<b>Résultats</b>									
<b>Φ<sub>p</sub> =</b>		°							
<b>c'<sub>p</sub> =</b>		kPa							
<b>Φ<sub>f</sub> =</b>		25.05 °							
<b>c'<sub>f</sub> =</b>		21.48 kPa							
					Responsable du laboratoire géotechnique				
					Nom		Z.E LAZMI		
					Date		23/10/2017		
<small>φ<sub>p</sub> et c'<sub>p</sub> : angle de frottement et cohésion pour le critère de pic                  φ<sub>f</sub> et c'<sub>f</sub> : angle de frottement et cohésion pour le critère d'état final (palier)</small>									
Observations :									
Ingénierie des Mouvements de Sol et des <i>Risques Naturels</i> - Agence Nord Ouest voie A n°80 ZAC de la Briqueterie - 76160 St Jacques sur Darnétal tél. 02 35 60 14 51 - fax 02 35 60 14 53 - ims.rouen@imsrn.com - www.imsrn.com									

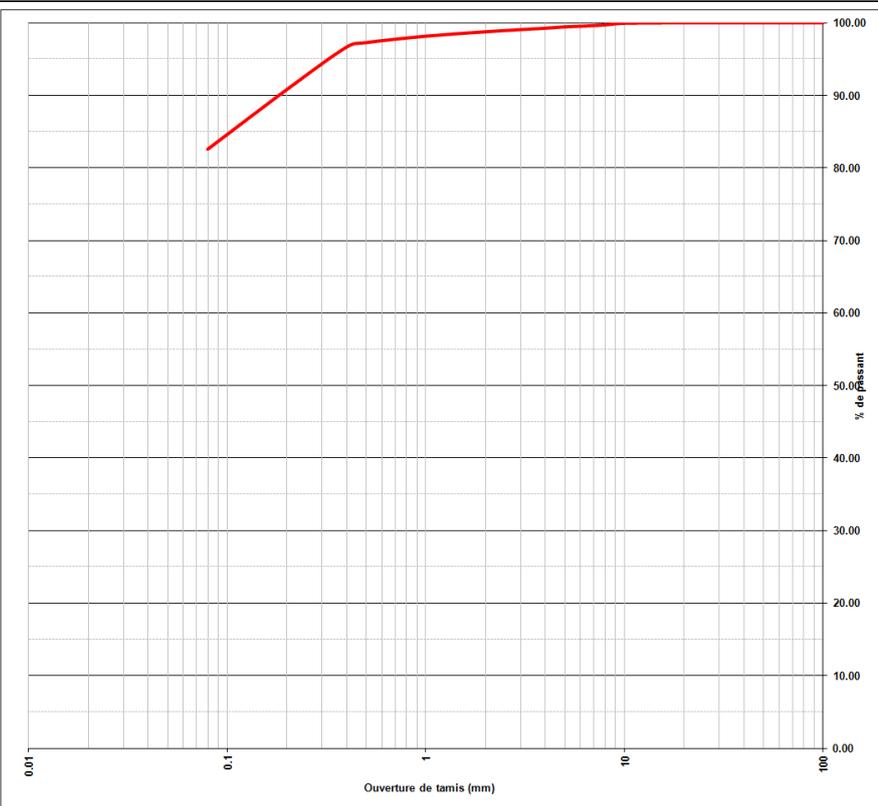
IMS RN Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels		Procès verbal d'essai Essai de cisaillement direct rectiligne Effectué conformément à la norme NF P 94-071-1											
Affaire : 2017/R1/76/1253		Site : Hénouville		Ouvrage : SBV4-6a									
Sondage : SG1	E2	Profondeur : 1.0		Date de prélèvement : 12/10/2017									
Date de l'essai : 18/10/1017		Opérateur laboratoire : Z.EL AZMI		Nature du matériau :									
<b>Caractéristiques de l'éprouvette</b>						Limon marron à rare silex compacté à l'OPN							
Avant l'essai													
	Hauteur (mm)	H <sub>0</sub> (mm)	γ <sub>h</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	γ <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	e <sub>0</sub>	S <sub>0</sub> (%)	W <sub>0</sub> (%)	W <sub>f</sub> (%)	γ <sub>f</sub> (g/cm <sup>3</sup> )				
Eprouvette 1	Hauteur	25	2.111	1.907	0.415	69	10.7	14.0	2.22				
Eprouvette 2	Hauteur	25	2.142	1.939	0.392	72.1	10.5	13.8	2.14				
Eprouvette 3	Hauteur	25	2.128	1.923	0.403	71	10.6	13.475	2.26				
Eprouvette 4	Hauteur												
	Contrainte (kPa)	H <sub>r</sub> (mm)	τ <sub>r,p</sub> (kPa)	τ <sub>r,f</sub> (kPa)	S <sub>h,p</sub> (mm)	S <sub>h,f</sub> (mm)							
Eprouvette 1	50.00	24.5	45.14	35.00	1.543	5							
Eprouvette 2	100.10	24.4	78.21	60.00	2.129	5							
Eprouvette 3	200.10	24	113.17	97.00	2.321	5							
Eprouvette 4													
<b>Caractéristiques de l'état de rupture</b>													
													
													
<b>Résultats</b>													
<table border="1"> <tr> <td><math>\Phi'_p = 22.14^\circ</math></td> </tr> <tr> <td><math>c'_p = 16.50 \text{ kPa}</math></td> </tr> <tr> <td><math>\Phi'_f = 23.68^\circ</math></td> </tr> <tr> <td><math>c'_f = 27.66 \text{ kPa}</math></td> </tr> </table>										$\Phi'_p = 22.14^\circ$	$c'_p = 16.50 \text{ kPa}$	$\Phi'_f = 23.68^\circ$	$c'_f = 27.66 \text{ kPa}$
$\Phi'_p = 22.14^\circ$													
$c'_p = 16.50 \text{ kPa}$													
$\Phi'_f = 23.68^\circ$													
$c'_f = 27.66 \text{ kPa}$													
Responsable du laboratoire géotechnique					Nom : Z.EL AZMI								
Date					11/12/2017								
<small> <math>\phi'_p</math> et <math>c'_p</math> : angle de frottement et cohésion pour le critère de pic  <math>\phi'_f</math> et <math>c'_f</math> : angle de frottement et cohésion pour le critère d'état final (palier)         </small>													
Observations :													
Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels - Agence Nord Ouest voie A n°80 ZAC de la Briqueterie - 76160 St Jacques sur Darnétal tél. 02 35 60 14 51 - fax 02 35 60 14 53 - ims.rouen@imsrn.com - www.imsrn.com													

 Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels		Agence Nord Ouest n°80 ZAC de la Briqueterie 76160 Saint Jacques sur Darnetal			
		FICHE D'ESSAI		Essai réalisé selon norme: NF X30-441	
<b>ESSAI DE PERMEABILITE AU PERMEAMTRE A PAROI RIGIDE</b> <b>Essais à charge variable</b>					
Affaire :	2017/R1/76/1253		Matériau :	Limon marron à rare silex	
Site :	Hénouville		Nature :	compacté à l'énergie du Proctor normal	
Date :	12/10/2017		provenance :		
opérateur :	Z.EL AZMI		Classification matériau (NF P11-300) :	/	
Référence de l'essai :	P1		Classe de qualité (XP P94-202) :		
Ouvrage :	SBV4-6a		D <sub>max</sub> (mm) :		
<b>Mesures brutes des charges</b>			<b>K en m/s</b>		
Temps (s)	Perte de charge (mm)	Charge hydraulique (mm)	TC°		
2.22E+03	10	1335	12.8		
4.56E+03	20	1325	12.8	8.9008E-09	
1.58E+04	60	1285	13.8	7.5681E-09	
1.84E+04	70	1275	13.8	8.1975E-09	
2.21E+04	81	1264	13.9	6.5581E-09	
2.44E+04	90	1255	13.9	8.6817E-09	
3.04E+04	110	1235	13.9	7.4168E-09	
0.00E+00					
0.00E+00					
0.00E+00					
Hauteur de l'éprouvette H (mm) :		116	Diamètre de tube en mm:	Masse volumique des grains (kg/m <sup>3</sup> )	2650
Diamètre de l'éprouvette (mm) :		101.54	15.7	Charge hydraulique (m) :	1.345
Teneur en eau (%) initial :		10.28	finale :	12.892	Gradient hydraulique i :
Degré de saturation (%) initial :		69.76	final :		Valeur contre-pression (m) :
Masse volumique sèche (kg/m <sup>3</sup> )		1905.92	TC° Eau :	14	
					
Durée de la phase de saturation préalable en h:		456		Observation en fin d'essai :	
Température d'eau dans le local d'essai (C°) moyenne		14			
Nature est origine du liquide d'essai :		Eau du robinet			
coefficient de perméabilité cumulé à 13.5571428571429		7.89E-09			
Coefficient de perméabilité de référence (m/s) à 20 °C		1.26E-08			
<b>Degré de perméabilité très faible</b>					
Gravier moyen à gros		10 <sup>-3</sup> à 10 <sup>-1</sup>	très élevé		
Petit gravier, sable		10 <sup>-5</sup> à 10 <sup>-3</sup>	assez élevé		
Sable très fin, sable limoneux, loess		10 <sup>-7</sup> à 10 <sup>-5</sup>	faible		
Limon compact, argile silteuse		10 <sup>-9</sup> à 10 <sup>-7</sup>	très faible		
Argile franche		10 <sup>-12</sup> à 10 <sup>-9</sup>	impermeable		
Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels - Agence Nord Ouest voie A n°80 ZAC de la Briqueterie - 76160 St Jacques sur Darnetal tél. 02 35 60 14 51 - fax 02 35 60 14 53 - ims.rouen@imsrn.com - www.imsrn.com					

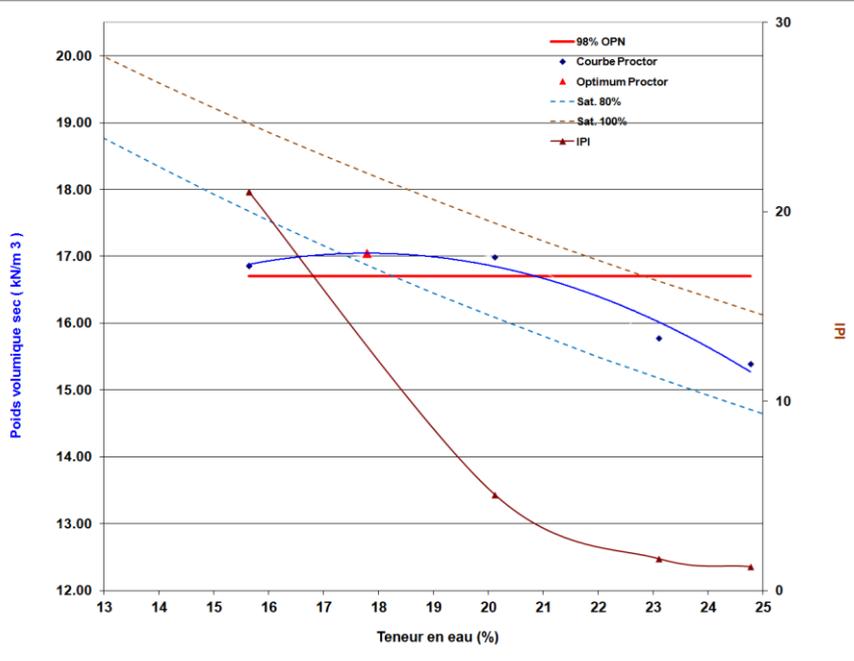
 Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels		<b>ESSAIS D'IDENTIFICATION DE SOL</b>																					
N° Affaire :		2017/R1/76/1253		<b>norme NF P 11-300</b>																			
Nom du site :		Hénouville																					
Nom de l'ouvrage :		SBV4-6a		Localisation :																			
Commune :		Hénouville																					
Date du prélèvement :		12/10/2017		Z																			
Sondage :		SG2		Nom de l'opérateur :																			
Référence de l'échantillon		E2		Date de l'essai :																			
Profondeur du prélèvement		0.8		PV saisi par :																			
Nature du matériau :		argile limoneuse à silex		Date de saisi du PV :																			
T°c de l'étuve : 105°c																							
<b>Teneur en eau naturelle (NF P 94-050)</b>			<b>Essai au bleu de méthylène (NF P 94-068)</b>																				
Echantillon			Echantillon		Masse échantillon (g)																		
MTH (g)	6056.00	MTH (g)	523.20	Volume de bleu (ml)	130																		
MTS (g)	5362.00	MT sec (g)	443.60	Masse de bleu (g)	1.3																		
MTARE (g)	446.50	M Tare (g)	8.30	VB	2.89																		
W%	<b>14.1</b>	W%	<b>18.3</b>	VBS	<b>1.92</b>																		
<b>ANALYSE GRANULOMETRIQUE (NF P 94-056)</b>																							
Tamis (mm)	Refus cumulé (g)	% passant cumulé																					
100	0.00	100.00																					
80	0.00	100.00																					
63	0.00	100.00																					
50	542.10	88.97																					
40	628.70	87.21																					
31.5	1071.20	78.21																					
20	1280.70	73.95																					
10	1715.80	65.09																					
8	1829.20	62.79																					
6.3	1924.60	60.85																					
5	2005.60	59.20																					
4	2071.30	57.86																					
2	2240.50	54.42																					
1	2325.50	52.69																					
0.5	2401.60	51.14																					
0.4	2475.90	49.63																					
0.2	2899.50	41.01																					
0.08	3124.80	36.43																					
<b>DMAX :</b>		<b>55</b>																					
<b>% cumulé de la fraction 0-50 mm</b>																							
50		100.00																					
5		66.54																					
2		61.17																					
0.08		40.95																					
<b>Observations :</b>																							
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="background-color: yellow;">Teneur en eau naturelle</td><td style="text-align: center;">14.1 %</td></tr> <tr><td style="background-color: yellow;">Passant à 80 µm</td><td style="text-align: center;">36.43 %</td></tr> <tr><td style="background-color: yellow;">VBS</td><td style="text-align: center;">1.92</td></tr> <tr><td style="background-color: yellow;">Classe matériau GTR</td><td style="text-align: center;">C<sub>1</sub>A<sub>1</sub></td></tr> <tr> <td>d<sub>10</sub></td> <td>d<sub>60</sub></td> <td>d<sub>50</sub></td> <td>C<sub>u</sub></td> <td>C<sub>c</sub></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			Teneur en eau naturelle	14.1 %	Passant à 80 µm	36.43 %	VBS	1.92	Classe matériau GTR	C <sub>1</sub> A <sub>1</sub>	d <sub>10</sub>	d <sub>60</sub>	d <sub>50</sub>	C <sub>u</sub>	C <sub>c</sub>						<b>Responsable du laboratoire géotechnique:</b> Nom: Z.EL AZMI Date: 08/12/2017		
Teneur en eau naturelle	14.1 %																						
Passant à 80 µm	36.43 %																						
VBS	1.92																						
Classe matériau GTR	C <sub>1</sub> A <sub>1</sub>																						
d <sub>10</sub>	d <sub>60</sub>	d <sub>50</sub>	C <sub>u</sub>	C <sub>c</sub>																			
Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels - Agence Nord Ouest voie A n°80 ZAC de la Briquetterie - 76160 St Jacques sur Darnetal tél. 02 35 60 14 51 - fax 02 35 60 14 53 - ims.rouen@imsrn.com - www.imsrn.com																							

 Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels		<b>ESSAIS D'IDENTIFICATION DE SOL</b>											
N° Affaire :		2017/R1/76/1253		<b>norme NF P 11-300</b>									
Nom du site :		Hénuville											
Nom de l'ouvrage :		SBV4-6a		Localisation :									
Commune :		Hénuville											
Date du prélèvement :		12/10/2017		Z									
Sondage :		SG3		Nom de l'opérateur :									
Référence de l'échantillon		E3		Date de l'essai :									
Profondeur du prélèvement		0.7		PV saisi par :									
Nature du matériau :		Limon à silex		Date de saisi du PV :									
T°c de l'étuve : 105°c													
<b>Teneur en eau naturelle (NF P 94-050)</b>			<b>Essai au bleu de méthylène (NF P 94-068)</b>										
Echantillon			Echantillon		Masse échantillon (g)								
MTH (g)	7121.00	MTH (g)	650.60	Masse échantillon (g)	78.5								
MTS (g)	6441.00	MT sec (g)	557.40	Volume de bleu (ml)	90								
MTARE (g)	448.80	M Tare (g)	8.30	Masse de bleu (g)	0.9								
W%	<b>11.3</b>	W%	<b>17.0</b>	VB	1.34								
				<b>VBS</b>	<b>0.65</b>								
<b>ANALYSE GRANULOMETRIQUE (NF P 94-056)</b>													
Tamis (mm)	Refus cumulé (g)	% passant cumulé											
100	0.00	100.00											
80	0.00	100.00											
63	452.70	92.45											
50	1154.90	80.73											
40	1250.10	79.14											
31.5	1744.10	70.89											
20	2356.80	60.67											
10	3142.50	47.56											
8	3345.50	44.17											
6.3	3510.80	41.41											
5	3663.30	38.87											
4	3800.60	36.57											
2	4060.10	32.24											
1	4161.00	30.56											
0.5	4214.00	29.68											
0.4	4250.70	29.06											
0.2	4470.50	25.39											
0.08	4635.00	22.65											
D <sub>MAX</sub> :		>70											
<b>% cumulé de la fraction 0-50 mm</b>													
50	100.00												
5	48.14												
2	39.94												
0.08	28.06												
<b>Observations :</b>													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="background-color: yellow;">Teneur en eau naturelle</td> <td>11.3 %</td> </tr> <tr> <td style="background-color: yellow;">Passant à 80 µm</td> <td>22.65 %</td> </tr> <tr> <td style="background-color: yellow;">VBS</td> <td>0.65</td> </tr> <tr> <td style="background-color: yellow;">Classe matériau GTR</td> <td>C<sub>1</sub>B<sub>5</sub></td> </tr> </table>			Teneur en eau naturelle	11.3 %	Passant à 80 µm	22.65 %	VBS	0.65	Classe matériau GTR	C <sub>1</sub> B <sub>5</sub>	Responsable du laboratoire géotechnique: Nom: Z.EL AZMI Date: 08/12/2017		
Teneur en eau naturelle	11.3 %												
Passant à 80 µm	22.65 %												
VBS	0.65												
Classe matériau GTR	C <sub>1</sub> B <sub>5</sub>												
d <sub>10</sub>	d <sub>60</sub>	d <sub>30</sub>	C <sub>u</sub>	C <sub>c</sub>									
Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels - Agence Nord Ouest voie A n°80 ZAC de la Briquetterie - 76160 St Jacques sur Darnetal tél. 02 35 60 14 51 - fax 02 35 60 14 53 - ims.rouen@imsrn.com - www.imsrn.com													

 Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels		<b>ESSAIS D'IDENTIFICATION DE SOL</b>																					
N° Affaire :		2017/R1/76/1253		<b>norme NF P 11-300</b>																			
Nom du site :		Hénouville																					
Nom de l'ouvrage :		SBV4-6a		Localisation :																			
Commune :		Hénouville																					
Date du prélèvement :		12/10/2017		Z																			
Sondage :		SG4		Nom de l'opérateur :																			
Référence de l'échantillon		E4		Date de l'essai :																			
Profondeur du prélèvement		0.6		PV saisi par :																			
Nature du matériau :		Limon à silex		Date de saisi du PV :																			
T°c de l'étuve : 105°C																							
<b>Teneur en eau naturelle (NF P 94-050)</b>		<b>Essai au bleu de méthylène (NF P 94-068)</b>																					
Echantillon		Echantillon		Masse échantillon (g)	49.5																		
MTH (g)	3934.00	MTH (g)	604.70	Volume de bleu (ml)	100																		
MTS (g)	3588.70	MT sec (g)	523.90	Masse de bleu (g)	1																		
MTARE (g)	539.50	M Tare (g)	8.30	VB	2.34																		
W%	<b>11.3</b>	W%	<b>15.7</b>	VBS	<b>1.24</b>																		
<b>ANALYSE GRANULOMETRIQUE (NF P 94-056)</b>																							
Tamis (mm)	Refus cumulé (g)	% passant cumulé																					
100	0.00	100.00																					
80	393.00	87.11																					
63	393.00	87.11																					
50	655.20	78.51																					
40	655.20	78.51																					
31.5	952.40	68.77																					
20	1309.70	57.05																					
10	1594.60	47.70																					
8	1658.00	45.63																					
6.3	1724.80	43.43																					
5	1783.00	41.53																					
4	1836.60	39.77																					
2	1969.70	35.40																					
1	2021.00	33.72																					
0.5	2048.50	32.82																					
0.4	2069.60	32.13																					
0.2	2217.70	27.27																					
0.08	2326.10	23.71																					
D <sub>MAX</sub> :		>100																					
<b>% cumulé de la fraction 0-50 mm</b>																							
50		100.00																					
5		52.89																					
2		45.09																					
0.08		30.20																					
<b>Observations :</b>																							
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="background-color: yellow;">Teneur en eau naturelle</td><td style="text-align: center;">11.3 %</td></tr> <tr><td style="background-color: yellow;">Passant à 80 µm</td><td style="text-align: center;">23.71 %</td></tr> <tr><td style="background-color: yellow;">VBS</td><td style="text-align: center;">1.24</td></tr> <tr><td style="background-color: yellow;">Classe matériau GTR</td><td style="text-align: center;">C<sub>1</sub>B<sub>5</sub></td></tr> <tr> <td>d<sub>10</sub></td><td>d<sub>60</sub></td><td>d<sub>30</sub></td><td>C<sub>u</sub></td><td>C<sub>c</sub></td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>			Teneur en eau naturelle	11.3 %	Passant à 80 µm	23.71 %	VBS	1.24	Classe matériau GTR	C <sub>1</sub> B <sub>5</sub>	d <sub>10</sub>	d <sub>60</sub>	d <sub>30</sub>	C <sub>u</sub>	C <sub>c</sub>						<b>Responsable du laboratoire géotechnique:</b> Nom: Z.EL AZMI Date: 08/12/2017		
Teneur en eau naturelle	11.3 %																						
Passant à 80 µm	23.71 %																						
VBS	1.24																						
Classe matériau GTR	C <sub>1</sub> B <sub>5</sub>																						
d <sub>10</sub>	d <sub>60</sub>	d <sub>30</sub>	C <sub>u</sub>	C <sub>c</sub>																			
Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels - Agence Nord Ouest voie A n°80 ZAC de la Briquetterie - 76160 St Jacques sur Darnetal tél. 02 35 60 14 51 - fax 02 35 60 14 53 - ims.rouen@imsrn.com - www.imsrn.com																							

 Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels		<b>ESSAIS D'IDENTIFICATION DE SOL</b>																															
N° Affaire :		2017/R1/76/1253		<b>norme NF P 11-300</b>																													
Nom du site :		Hénouville																															
Nom de l'ouvrage :		SBV4-6a		Localisation :																													
Commune :		Hénouville																															
Date du prélèvement :		12/10/2017		Z																													
Sondage :		SG5		Nom de l'opérateur :																													
Référence de l'échantillon		E5		Date de l'essai :																													
Profondeur du prélèvement		0.8		PV saisi par :																													
Nature du matériau :		Argile orange		Date de saisi du PV :																													
T°c de l'étuve : 105°c																																	
<b>Teneur en eau naturelle (NF P 94-050)</b>		<b>Essai au bleu de méthylène (NF P 94-068)</b>																															
Echantillon		Echantillon		Masse échantillon (g)	50.3																												
MTH (g)	1359.20	MTH (g)	291.50	Volume de bleu (ml)	220																												
MTS (g)	1167.60	MT sec (g)	248.50	Masse de bleu (g)	2.2																												
MTARE (g)	16.20	M Tare (g)	6.30	VB	5.15																												
W%	<b>16.6</b>	W%	<b>17.8</b>	<b>VBS</b>	<b>5.12</b>																												
<b>ANALYSE GRANULOMETRIQUE (NF P 94-056)</b>																																	
Tamis (mm)	Refus cumulé (g)	% passant cumulé																															
100	0.00	100.00																															
80	0.00	100.00																															
63	0.00	100.00																															
50	0.00	100.00																															
40	0.00	100.00																															
31.5	0.00	100.00																															
20	0.00	100.00																															
10	0.80	99.93																															
8	3.30	99.71																															
6.3	5.20	99.55																															
5	6.50	99.44																															
4	8.60	99.25																															
2	14.30	98.76																															
1	21.30	98.15																															
0.5	31.60	97.26																															
0.4	38.50	96.66																															
0.2	106.10	90.79																															
0.08	201.00	82.54																															
<b>DMAX :</b>		<b>10</b>																															
<b>% cumulé de la fraction 0-50 mm</b>																																	
50		100.00																															
5		99.44																															
2		98.76																															
0.08		82.54																															
<b>Observations :</b>																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td colspan="2">Teneur en eau naturelle</td><td colspan="2" style="text-align: center;">16.6 %</td></tr> <tr><td colspan="2">Passant à 80 µm</td><td colspan="2" style="text-align: center;">82.54 %</td></tr> <tr><td colspan="2">VBS</td><td colspan="2" style="text-align: center;">5.12</td></tr> <tr><td colspan="2">Classe matériau GTR</td><td colspan="2" style="text-align: center;">A<sub>2</sub>S</td></tr> <tr> <td>d<sub>10</sub></td> <td>d<sub>60</sub></td> <td>d<sub>30</sub></td> <td>C<sub>u</sub></td> <td>C<sub>c</sub></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			Teneur en eau naturelle		16.6 %		Passant à 80 µm		82.54 %		VBS		5.12		Classe matériau GTR		A <sub>2</sub> S		d <sub>10</sub>	d <sub>60</sub>	d <sub>30</sub>	C <sub>u</sub>	C <sub>c</sub>								Responsable du laboratoire géotechnique: Nom: Z.EL AZMI Date: 30/11/2017		
Teneur en eau naturelle		16.6 %																															
Passant à 80 µm		82.54 %																															
VBS		5.12																															
Classe matériau GTR		A <sub>2</sub> S																															
d <sub>10</sub>	d <sub>60</sub>	d <sub>30</sub>	C <sub>u</sub>	C <sub>c</sub>																													
Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels - Agence Nord Ouest voie A n°80 ZAC de la Briquetterie - 76160 St Jacques sur Darnetal tél. 02 35 60 14 51 - fax 02 35 60 14 53 - ims.rouen@imsrn.com - www.imsrn.com																																	

 Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels		INDICE PORTANT IMMEDIAT									
		Norme NF P 94-078									
N° Affaire :	2017/R/176/1253	Nature du matériau :	Argile orange								
Nom de l'ouvrage :	SBV4-6a	Référence de l'échantillon :	E2								
Commune :	Hénouville	Nom de l'opérateur :	Z.ELAZMI								
Date du prélèvement :	12/10/17	Date de l'essai :	06/11/17								
Sondage :	SG5	Date de saisi du PV :	30/11/2017								
Prof. du prélèvement :	0.80	PV saisi par :	Z.ELAZMI								
TENEUR EN EAU NF P 94-059											
Masse totale humide (g)	934.3	927.2	851.2	813.4	813.4						
Masse totale sèche (g)	750.5	754.8	710.1	704.5	704.5						
Masse de la tare (g)	8.3	8.3	8.5	8.2	8.2						
Masse sèche (g)	742.2	746.5	701.6	696.3	696.3						
W (%)	24.8	23.1	20.1	15.6	15.6						
ESSAI PROCTOR NORMAL NF P 94-093											
Moule	CBR	PROCTOR	Energie de compactage	Normale	Modifiée						
	X			X							
	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5						
W atteinte	24.8	23.1	20.1	15.6	15.6						
Masse totale Humide (g)	12270	12314	12522	12331	12331						
Masse du moule (g)	8213	8212	8212	8212	8212						
Masse sol Humide (g)	4057	4102	4310	4119	4119						
Volume moule (cm <sup>3</sup> )	2112	2112	2112	2112	2112						
Masse vol. humide (g/cm <sup>3</sup> )	1.921	1.942	2.041	1.950	1.950						
Teneur en eau mesurée (%)	24.8	23.1	20.1	15.6	15.6						
Masse vol. sèche (g/cm <sup>3</sup> )	1.54	1.58	1.70	1.69	1.69						
ESSAI DE PORTANCE IMMEDIAT NF P 94-078											
Mesure de portance	24.8		23.1		20.1		15.6		15.6		
	mm	mm	kN	mm	kN	mm	kN	mm	kN	mm	kN
	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	1.25	0.020	0.112	0.025	0.141	0.070	0.394	0.350	1.968	0.350	1.968
	2.00	0.025	0.141	0.030	0.169	0.100	0.562	0.450	2.530	0.450	2.530
	2.50	0.030	0.169	0.040	0.225	0.120	0.675	0.500	2.811	0.500	2.811
	5.00	0.045	0.253	0.060	0.337	0.180	1.012	0.630	3.542	0.630	3.542
	7.50	0.050	0.281	0.080	0.450	0.210	1.181	0.730	4.105	0.730	4.105
	10.00	0.060	0.337	0.090	0.506	0.235	1.321	0.810	4.555	0.810	4.555
	Valeur IPI :	2,5 mm	1.26	1.68	5.05	21.06	21.06				
	5,0 mm	1.27	1.69	5.08	17.77	17.77					
IPI		1.27	1.69	5.08	21.06	21.06					

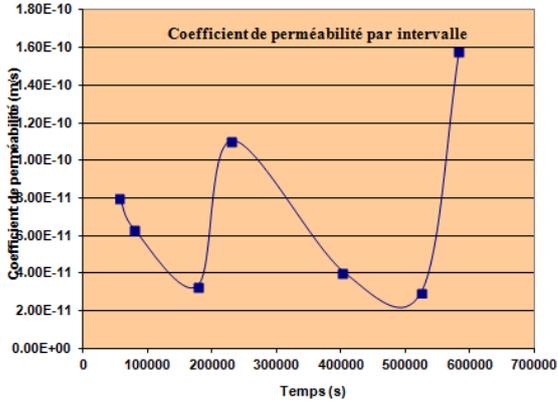
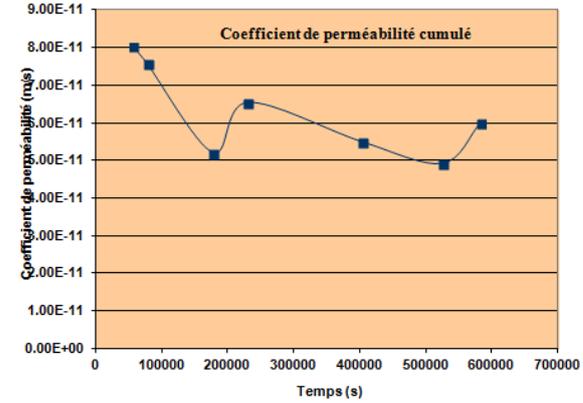
  


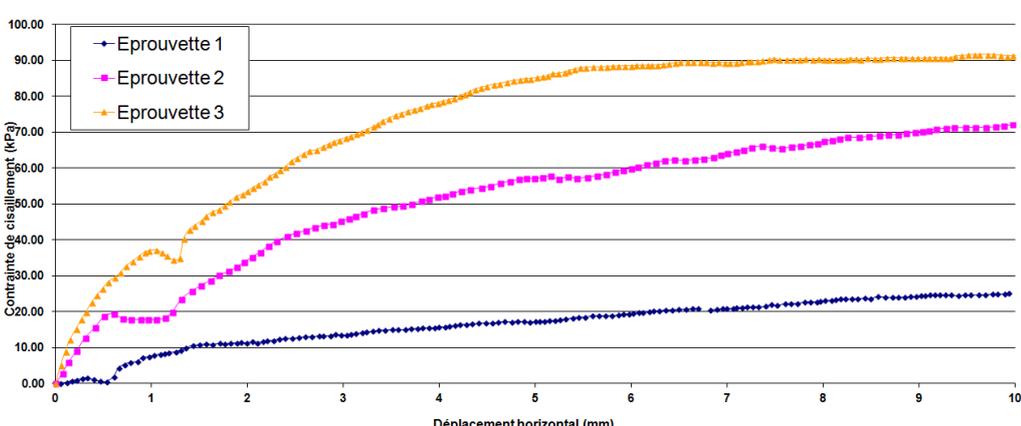
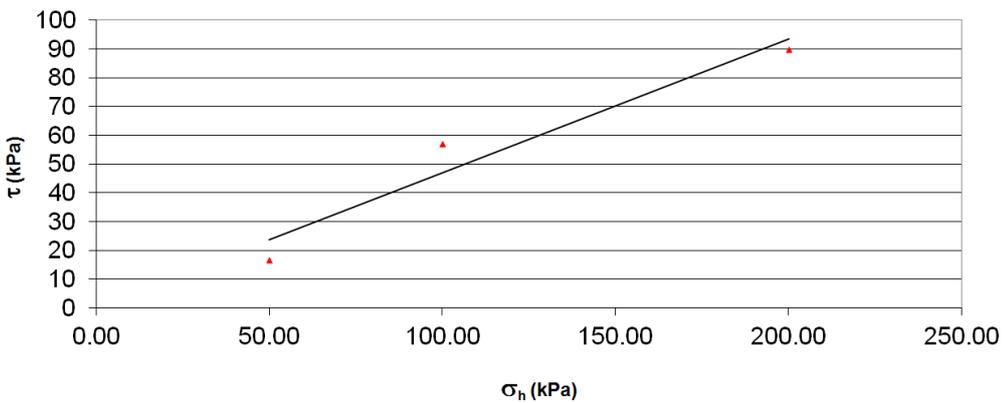
Optimum Proctor Normal	W <sub>OPN</sub> (%)	γ <sub>dOPN</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	γ <sub>dOPN</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	Valeur IPI (Echantillon naturel)
sur la fraction 0/20 mm	17.8	17.05	20.08	21.06
sur la fraction 0/D mm	17.8	17.05	20.08	

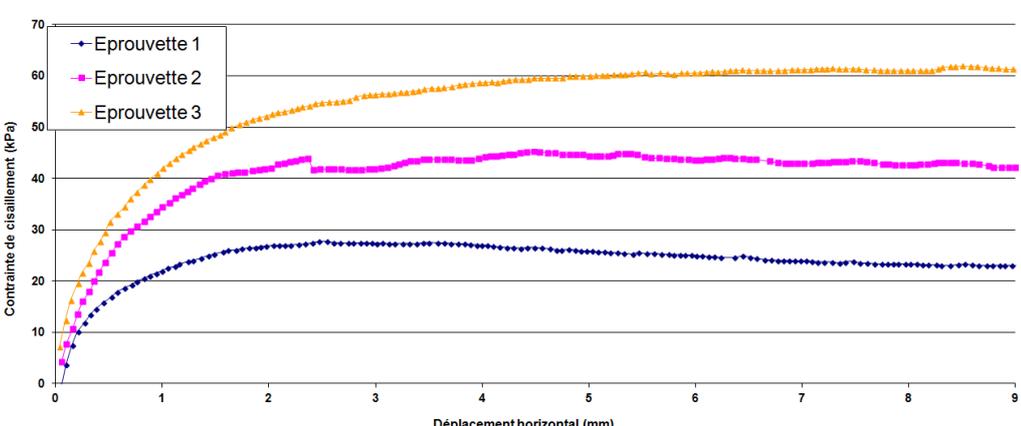
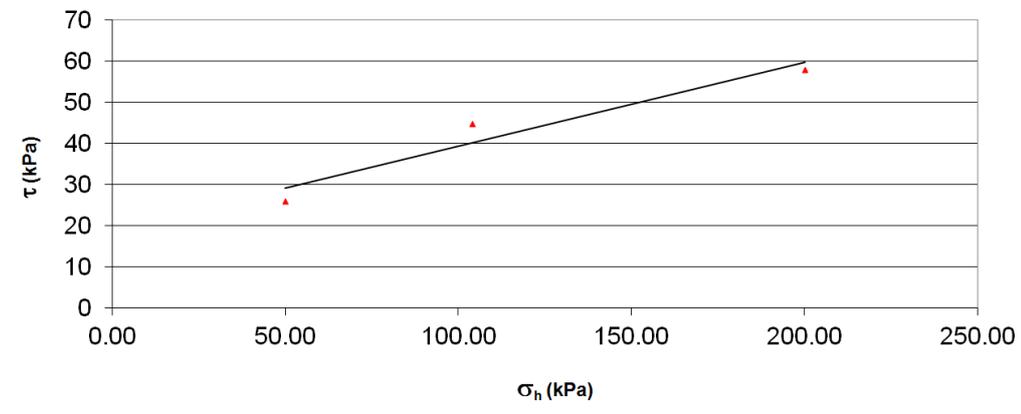
Observations :

Responsable de laboratoire:  
Z.EL AZMI

Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels - Agence Nord Ouest  
voie A n°80 ZAC de la Briquetterie - 76160 St Jacques sur Darnetal  
tél. 02 35 60 14 51 - fax 02 35 60 14 53 - ims.rouen@imsrn.com - www.imsrn.com

 Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels		Agence Nord Ouest n°80 ZAC de la Briqueterie 76160 Saint Jacques sur Darnetal		
		Procès-verbal d'essai de perméabilité avec une cellule oedométrique		
Affaire:	2017/R1/76/1253	Date de l'essai :	06/11/2017	
Non du site:	Hérouville	Opérateur :	Z.EL AZMI	
Ouvrage :	SBV4-6a	Document rédigé le :	07/12/2017	
Référence de l'essai :	P2	Document rédigé par :	Z.EL AZMI	
profondeur de l'échantillon :	0.80	Nature du sol:	Argile orange	
<b>Caractéristiques de l'échantillon</b>				
Diamètre (mm) :	71.3			
Hauteur H (mm) :	26	Charge hydraulique (cm) :	35.5	
Contrainte effective (Kpa) :	20	Diamètre du tube d'essai (mm) :	9.9	
		Température de l'eau	14	
Charge hydraulique	Perte de charge	Temps	Coefficient de perméabilité par intervalle à 14 °	Coefficient de perméabilité cumulé à 14 °
35.5	0	0		
34.5	1	56700	8.03E-11	8.03E-11
34.2	1.3	78600	6.36E-11	7.56E-11
33.5	2	177780	3.32E-11	5.20E-11
32.3	3.2	230400	1.10E-10	6.53E-11
30.9	4.6	403200	4.09E-11	5.49E-11
30.2	5.3	524760	3.00E-11	4.91E-11
28.5	6	583200	1.58E-10	6.00E-11
				
Coefficient de perméabilité cumulé à 14 °		Coefficient de perméabilité de référence à 20 °		Observations:
8.7E-11 m/s		1.0E-10 m/s		
<b>sol pratiquement imperméable</b>				
Nature de sol	Ordre de grandeur de la perméabilité	Degré de perméabilité		
Gravier moyen à gros	10 <sup>-3</sup> à 10 <sup>-1</sup>	très élevé		
Petit gravier, sable	10 <sup>-5</sup> à 10 <sup>-3</sup>	assez élevé		
Sable très fin, sable limoneux, loess	10 <sup>-7</sup> à 10 <sup>-5</sup>	faible		
Limon compact, argile silteuse	10 <sup>-9</sup> à 10 <sup>-7</sup>	très faible		
Argile franche	10 <sup>-12</sup> à 10 <sup>-9</sup>	imperméable		
Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels - Agence Nord Ouest voie A n°80 ZAC de la Briqueterie - 76160 St Jacques sur Darnetal tél. 02 35 60 14 51 - fax 02 35 60 14 53 - ims.rouen@imsrn.com - www.imsrn.com				

		<b>Procès verbal d'essai</b> <b>Essai de cisaillement direct rectiligne</b> <b>Effectué conformément à la norme NF P 94-071-1</b>								
Affaire : 2017/R1/76/1253			Site : Hénouville			Ouvrage : SBV4-6a				
Sondage : SG5		E3		Profondeur : 1.0			Date de prélèvement : 12/10/2017			
Date de l'essai : 08/11/2017			Opérateur laboratoire : Z.EL AZMI			Nature du matériau :				
<b>Caractéristiques de l'éprouvette</b>									Argile orange	
<b>Avant l'essai</b>										
	Hauteur (mm)	H <sub>0</sub> (mm)	γ <sub>h</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	γ <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	e <sub>0</sub>	S <sub>0</sub> (%)	W <sub>0</sub> (%)	W <sub>f</sub> (%)	γ <sub>f</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	
Eprouvette 1	Hauteur	25	1.840	1.534	0.759	71	20.0	24.4	2.06	
Eprouvette 2	Hauteur	25	1.826	1.563	0.727	62.7	16.9	26.1	2.01	
Eprouvette 3	Hauteur	25	1.937	1.666	0.620	71	16.2	22.076	2.07	
Eprouvette 4	Hauteur	/	/	/	/	/	/	/	/	
	Contrainte (kPa)	H <sub>f</sub> (mm)	τ <sub>r,p</sub> (kPa)	τ <sub>r,f</sub> (kPa)	S <sub>h,p</sub> (mm)	S <sub>h,f</sub> (mm)				
Eprouvette 1	50.00	23.2		16.87		5				
Eprouvette 2	100.00	24.6		57.36		5				
Eprouvette 3	200.00	23		90.00		5.9				
Eprouvette 4										
<b>Caractéristiques de l'état de rupture</b>										
 <p>Contrainte de cisaillement (kPa) vs Déplacement horizontal (mm)</p>										
 <p>τ (kPa) vs σ<sub>h</sub> (kPa)</p>										
<b>Résultats</b>										
$\Phi'_p =$		°								
$c'_p =$		kPa								
$\Phi'_f =$		22.19 °								
$c'_f =$		15.48 kPa								
					Responsable du laboratoire géotechnique					
					Nom			Z.E LAZMI		
					Date			08/11/2017		
<small> <math>\phi'_p</math> et <math>c'_p</math> : angle de frottement et cohésion pour le critère de pic  <math>\phi'_f</math> et <math>c'_f</math> : angle de frottement et cohésion pour le critère d'état final (palier)         </small>										
Observations :										
Ingénierie des Mouvements de Sol et des <i>Risques Naturels</i> - Agence Nord Ouest voie A n°80 ZAC de la Briqueterie - 76160 St Jacques sur Darnétal tél. 02 35 60 14 51 - fax 02 35 60 14 53 - ims.rouen@imsrn.com - www.imsrn.com										

		Procès verbal d'essai Essai de cisaillement direct rectiligne Effectué conformément à la norme NF P 94-071-1																																																																			
Affaire : 2017/R1/76/1253		Site : Hénouville			Ouvrage : SBV4-6a																																																																
Sondage : SG5	E4	Profondeur : 1.0			Date de prélèvement : 30/11/2017																																																																
Date de l'essai : 18/10/1017		Opérateur laboratoire : Z.EL AZMI			Nature du matériau :			Argile orange compacté à l'OPN																																																													
<b>Caractéristiques de l'éprouvette</b>																																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="10">Avant l'essai</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Hauteur (mm)</th> <th>H<sub>0</sub> (mm)</th> <th>γ<sub>h</sub> (g/cm<sup>3</sup>)</th> <th>γ<sub>d</sub> (g/cm<sup>3</sup>)</th> <th>e<sub>0</sub></th> <th>S<sub>0</sub> (%)</th> <th>W<sub>0</sub> (%)</th> <th>W<sub>f</sub> (%)</th> <th>γ<sub>f</sub> (g/cm<sup>3</sup>)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Eprouvette 1</td> <td>Hauteur</td> <td>25</td> <td>2.032</td> <td>1.680</td> <td>0.606</td> <td>93</td> <td>20.9</td> <td>21.6</td> <td>2.08</td> </tr> <tr> <td>Eprouvette 2</td> <td>Hauteur</td> <td>25</td> <td>2.047</td> <td>1.7</td> <td>0.587</td> <td>93.8</td> <td>20.4</td> <td>21.2</td> <td>2.12</td> </tr> <tr> <td>Eprouvette 3</td> <td>Hauteur</td> <td>25</td> <td>2.064</td> <td>1.713</td> <td>0.575</td> <td>96</td> <td>20.5</td> <td>20.056</td> <td>2.18</td> </tr> <tr> <td>Eprouvette 4</td> <td>Hauteur</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>										Avant l'essai											Hauteur (mm)	H <sub>0</sub> (mm)	γ <sub>h</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	γ <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	e <sub>0</sub>	S <sub>0</sub> (%)	W <sub>0</sub> (%)	W <sub>f</sub> (%)	γ <sub>f</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	Eprouvette 1	Hauteur	25	2.032	1.680	0.606	93	20.9	21.6	2.08	Eprouvette 2	Hauteur	25	2.047	1.7	0.587	93.8	20.4	21.2	2.12	Eprouvette 3	Hauteur	25	2.064	1.713	0.575	96	20.5	20.056	2.18	Eprouvette 4	Hauteur								
Avant l'essai																																																																					
	Hauteur (mm)	H <sub>0</sub> (mm)	γ <sub>h</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	γ <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	e <sub>0</sub>	S <sub>0</sub> (%)	W <sub>0</sub> (%)	W <sub>f</sub> (%)	γ <sub>f</sub> (g/cm <sup>3</sup> )																																																												
Eprouvette 1	Hauteur	25	2.032	1.680	0.606	93	20.9	21.6	2.08																																																												
Eprouvette 2	Hauteur	25	2.047	1.7	0.587	93.8	20.4	21.2	2.12																																																												
Eprouvette 3	Hauteur	25	2.064	1.713	0.575	96	20.5	20.056	2.18																																																												
Eprouvette 4	Hauteur																																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Contrainte (kPa)</th> <th>H<sub>f</sub> (mm)</th> <th>τ<sub>r,p</sub> (kPa)</th> <th>τ<sub>r,f</sub> (kPa)</th> <th>S<sub>h,p</sub> (mm)</th> <th>S<sub>h,f</sub> (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Eprouvette 1</td> <td>50.00</td> <td>24.6</td> <td>27.68</td> <td>26.00</td> <td>2.890</td> <td>4.518</td> </tr> <tr> <td>Eprouvette 2</td> <td>104.00</td> <td>24.3</td> <td>45.24</td> <td>45.00</td> <td>4.490</td> <td>4.904</td> </tr> <tr> <td>Eprouvette 3</td> <td>200.00</td> <td>24</td> <td>61.95</td> <td>58.00</td> <td>8.500</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Eprouvette 4</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>											Contrainte (kPa)	H <sub>f</sub> (mm)	τ <sub>r,p</sub> (kPa)	τ <sub>r,f</sub> (kPa)	S <sub>h,p</sub> (mm)	S <sub>h,f</sub> (mm)	Eprouvette 1	50.00	24.6	27.68	26.00	2.890	4.518	Eprouvette 2	104.00	24.3	45.24	45.00	4.490	4.904	Eprouvette 3	200.00	24	61.95	58.00	8.500	5	Eprouvette 4																															
	Contrainte (kPa)	H <sub>f</sub> (mm)	τ <sub>r,p</sub> (kPa)	τ <sub>r,f</sub> (kPa)	S <sub>h,p</sub> (mm)	S <sub>h,f</sub> (mm)																																																															
Eprouvette 1	50.00	24.6	27.68	26.00	2.890	4.518																																																															
Eprouvette 2	104.00	24.3	45.24	45.00	4.490	4.904																																																															
Eprouvette 3	200.00	24	61.95	58.00	8.500	5																																																															
Eprouvette 4																																																																					
<b>Caracteristiques de l'état de rupture</b>																																																																					
																																																																					
																																																																					
<b>Résultats</b>																																																																					
<table border="1"> <tr> <td><math>\Phi'_p = 11.54^\circ</math></td> <td rowspan="2">                     Responsable du laboratoire géotechnique                      Nom : Z.E LAZMI                      Date : 23/10/2017                 </td> </tr> <tr> <td><math>c'_p = 18.90 \text{ kPa}</math></td> </tr> <tr> <td><math>\Phi'_f = 12.53^\circ</math></td> <td></td> </tr> <tr> <td><math>c'_f = 18.74 \text{ kPa}</math></td> <td></td> </tr> </table>										$\Phi'_p = 11.54^\circ$	Responsable du laboratoire géotechnique Nom : Z.E LAZMI Date : 23/10/2017	$c'_p = 18.90 \text{ kPa}$	$\Phi'_f = 12.53^\circ$		$c'_f = 18.74 \text{ kPa}$																																																						
$\Phi'_p = 11.54^\circ$	Responsable du laboratoire géotechnique Nom : Z.E LAZMI Date : 23/10/2017																																																																				
$c'_p = 18.90 \text{ kPa}$																																																																					
$\Phi'_f = 12.53^\circ$																																																																					
$c'_f = 18.74 \text{ kPa}$																																																																					
<small> <math>\Phi'_p</math> et <math>c'_p</math> : angle de frottement et cohésion pour le critère de pic  <math>\Phi'_f</math> et <math>c'_f</math> : angle de frottement et cohésion pour le critère d'état final (palier)                 </small>																																																																					
<b>Observations :</b>																																																																					
Ingénierie des Mouvements de Sol et des <i>Risques Naturels</i> - Agence Nord Ouest voie A n°80 ZAC de la Briqueterie - 76160 St Jacques sur Darnétal tél. 02 35 60 14 51 - fax 02 35 60 14 53 - ims.rouen@imsrn.com - www.imsrn.com																																																																					

## **ANNEXE G :**

### **EXTRAIT DU GUIDE SETRA-LCPC : « Réalisation des remblais et des couches de forme »**

### Conditions d'utilisation des matériaux en remblais

A <sub>1</sub> (états th, h,m)											
Sol	Observations générales	Situation météorologique	Condition d'utilisation en remblai	Code							
				E	G	W	T	R	C	H	
A <sub>1</sub> th	Sols normalement inutilisables en l'état La réduction de teneur en eau par une mise en dépôt provisoire ou drainage préalable (plusieurs mois) peut être envisageable après étude spécifique et permettrait de les ramener en A <sub>1</sub> h			NON							
A <sub>1</sub> h	Ces sols sont difficiles à mettre en œuvre en raison de leur portance faible.  Ils sont sujets au matelassage  Le matelassage est à éviter au niveau de l'arase terrassement	+	pluie faible	Situation ne permettant pas la mise en remblai, avec des garanties de qualité suffisantes	NON						
		=	ni pluie, ni évaporation	<b>Solution 1 : traitement</b> T : traitement avec un réactif adapté H : remblai de hauteur faible (≤ 5m)	0	0	0	1	0	2	0
		-	évaporation importante	<b>Solution 1 : utilisation en l'état</b> C : compactage faible H : remblai de hauteur faible	0	0	0	0	0	3	1
		-	évaporation importante	<b>Solution 2 : aération</b> E : extraction en couche W : réduction de la teneur en eau par aération R : couches minces C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	1	0	1	0	1	2	2
A <sub>1</sub> m	Ces sols s'emploient facilement mais sont très sensibles aux conditions météorologiques qui peuvent très rapidement interrompre le chantier à cause d'un excès de teneur en eau ou au contraire conduire à un matériau sec difficile à compacter	++	pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai, avec des garanties de qualité suffisantes	NON						
		+	pluie faible	E : extraction frontale C : compactage moyen H : remblais de hauteur moyenne (≤ 10 m)	2	0	0	0	0	2	2
		=	ni pluie, ni évaporation	C : compactage moyen	0	0	0	0	0	2	0
		-	évaporation importante	<b>Solution 1 : arrosage superficiel</b> W : arrosage superficiel pour maintien de l'état C : compactage moyen	0	0	3	0	0	2	0
		-	évaporation importante	<b>Solution 2 : aération</b> C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0	0	0	0	0	1	2
-	évaporation importante	<b>Solution 3 : extraction frontale</b> E : extraction frontale C : compactage moyen	2	0	0	0	0	2	0		

A <sub>1</sub> (états s et ts)											
Sol	Observations générales	Situation météorologique	Condition d'utilisation en remblai	Code							
				E	G	W	T	R	C	H	
A <sub>1s</sub>	Ces sols sont difficiles à compacter. Il faut au moins éviter de réduire encore leur teneur en eau et pour des remblais de grande hauteur un changement de leur état hydrique est nécessaire.	++	pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai, avec des garanties de qualité suffisantes	NON						
		+	pluie faible	E : extraction en couche R : couches minces C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	1	0	0	0	1	1	2
		=	ni pluie, ni évaporation importante	Solution 1 : humidification dans la masse W : humidification pour changer l'état R : régalinge en couches minces C : compactage moyen	0	0	4	0	1	2	0
				Solution 2 : emploi en l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0	0	0	0	0	1	2
		-	évaporation importante	Solution 1 : arrosage superficiel W : arrosage superficiel pour maintien de l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)	0	0	3	0	0	1	1
				Solution 2 : extraction avec arrosage superficiel E : extraction frontale W : arrosage superficiel C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	2	0	3	0	0	1	2
		Solution 3 : humidification dans la masse W : humidification pour changement d'état R : couches minces C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0	0	4	0	1	1	2		
A <sub>1ts</sub>	Sols normalement inutilisable en l'état Leur humidification pour les ramener dans l'état s voire m peut être envisagée sous réserve d'une étude spécifique			NON							

**C<sub>1</sub>A<sub>1</sub> et C<sub>1</sub>B<sub>5</sub> (état th, h et m)**

Sol	Observations générales	Situation météorologique	Condition d'utilisation en remblai	Code							
				E	G	W	T	R	C	H	
C <sub>1</sub> A <sub>1</sub> th C <sub>1</sub> B <sub>5</sub> th	<b>Sols inutilisables en l'état</b> La réduction de teneur en eau par une mise en dépôt provisoire ou un drainage préalable (plusieurs mois) peut être envisagée après étude spécifique.			<b>NON</b>							
C <sub>1</sub> A <sub>1</sub> h C <sub>1</sub> B <sub>5</sub> h	Ces sols sont très difficiles à mettre en œuvre en raison de leur faible portance ; ils peuvent conserver des pressions interstitielles après mise en œuvre.  La présence de blocs peut entraîner des difficultés lors de la réalisation des traitements.	+	pluie faible	Situation ne permettant pas la mise en remblai, avec des garanties de qualité suffisantes	<b>NON</b>						
=		ni pluie, ni évaporation importante	<b>Solution 1 : utilisation en l'état</b> C : Compactage faible H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)	0	0	0	0	0	3	1	
-		évaporation importante	<b>Solution 2 : traitement</b> G : élimination des éléments > 250 mm pour traitement T : traitement avec un réactif adapté C : compactage moyen	0	2	0	1	0	2	0	
-		évaporation importante	<b>Solution 1 : utilisation en l'état</b> C : compactage faible H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m) <b>Solution 2 : aération</b> E : extraction en couches W : réduction de teneur en eau par aération R : couches minces C : compactage moyen	0	0	0	0	0	3	1	
C <sub>1</sub> A <sub>1</sub> m C <sub>1</sub> B <sub>5</sub> m	Ces sols sont très sensibles aux conditions atmosphériques qui peuvent très rapidement interrompre le chantier par excès de teneur en eau ou au contraire conduire à une sol trop sec difficile à compacter.	++	pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai, avec des garanties de qualité suffisantes	<b>NON</b>						
+		pluie faible	E : Extraction frontale C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	2	0	0	0	0	2	2	
=		ni pluie, ni évaporation importante	C : Compactage moyen	0	0	0	0	0	2	0	
-		évaporation importante	<b>Solution 1 : utilisation en l'état</b> C : compactage intense	0	0	0	0	0	1	0	
-		évaporation importante	<b>Solution 2 : arrosage pour maintien de l'état</b> W : arrosage pour maintien de l'état C : compactage moyen	0	0	3	0	0	2	0	

**C<sub>1</sub>A<sub>1</sub> et C<sub>1</sub>B<sub>5</sub> (états s et ts)**

Sol	Observations générales	Situation météorologique	Condition d'utilisation en remblai	Code							
				E	G	W	T	R	C	H	
C <sub>1</sub> A <sub>1s</sub> C <sub>1</sub> B <sub>5s</sub>	Ces sols sont difficiles à compacter  L'humidification pour changer d'état exigeant un malaxage au moins grossier du sol peut être rendue difficile par la présence des blocs. Si ce malaxage ne peut être réalisé il convient alors de laisser percoler l'eau à partir de la surface après avoir réalisé une scarification. Dans ce cas il convient d'observer un temps de percolation de plusieurs heures.	++	pluie forte	Situation ne permettant pas de maîtriser l'humidification des sols nécessaire pour permettre leur utilisation et risquant de conduire rapidement à des excès de teneur en eau	NON						
		+	pluie faible	<b>Solution 1 : utilisation en l'état</b> C : compactage intense H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)	0	0	0	0	0	1	1
				<b>Solution 2 : extraction en couches</b> E : extraction en couches R : couches minces C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	1	0	0	0	1	1	2
		=	ni pluie, ni évaporation importante	<b>Solution 1 : utilisation en l'état</b> C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0	0	0	0	0	1	1
				<b>Solution 2 : humidification</b> W : humidification pour changer d'état R : couches minces C : compactage moyen	0	0	4	0	1	2	0
				<b>Solution 1 : maintien de l'état</b> W : arrosage pour maintien de l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0	0	3	0	0	1	2
-	évaporation importante	<b>Solution 2 : humidification</b> W : humidification pour changer d'état R : couches minces C : compactage intense	0	0	4	0	1	1	0		
		<b>Sols normalement inutilisable en l'état</b>			NON						
C <sub>1</sub> A <sub>1ts</sub> C <sub>1</sub> B <sub>5ts</sub>	L'humidification de ces sols pour les ramener au moins à l'état (s) peut être envisagée à l'appui d'une étude spécifique			NON							

### Conditions d'utilisation des matériaux en remblais

**C<sub>1</sub>A<sub>2</sub>, C<sub>1</sub>A<sub>3</sub> et C<sub>1</sub>B<sub>6</sub> (état th, h)**

Sol	Observations générales	Situation météorologique	Condition d'utilisation en remblai	Code									
				E	G	W	T	R	C	H			
C <sub>1</sub> A <sub>2</sub> th C <sub>1</sub> A <sub>3</sub> th C <sub>1</sub> B <sub>6</sub> th	Sols normalement inutilisables en l'état Le drainage préalable ou la mise en dépôt provisoire n'est pas une solution fiable sous le climat français pour ramener ces sols à l'état h.			NON									
C <sub>1</sub> A <sub>2</sub> h C <sub>1</sub> A <sub>3</sub> h C <sub>1</sub> B <sub>6</sub> h	Ces sols sont difficiles à mettre en œuvre en raison de leur faible portance ; ils peuvent conserver des pressions intersticielles après mise en œuvre. La fraction grossière n'est pas suffisante pour modifier sensiblement le comportement de la fraction argileuse. Ces sols réagissent en général bien avec la chaux mais la présence de blocs peut rendre leur traitement difficile. Leur emploi sans traitement comporte des risques de générer des pressions intersticielles sous l'effet d'un compactage lié notamment à la circulation des engins de transport.	++	pluie moyenne ou forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai, avec des garanties de qualité suffisantes			NON						
		+	pluie faible	E : extraction frontale C : compactage faible H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)			2	0	0	0	0	3	1
		=	ni pluie, ni évaporation importante	Solution 1 : utilisation en l'état C : Compactage faible H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)			0	0	0	0	0	3	1
				Solution 2 : traitement G : élimination des éléments > 250 mm T : traitement à la chaux seule C : compactage moyen			0	2	0	2	0	2	0
		-	évaporation importante	E : extraction en couches W : réduction de la teneur en eau par aération R : couches minces C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)			1	0	1	0	1	2	2

**C<sub>2</sub>A<sub>2</sub>, C<sub>1</sub>A<sub>3</sub> et C<sub>2</sub>B<sub>3</sub> (états m, s et ts)**

Sol	Observations générales	Situation météorologique	Condition d'utilisation en remblai	Code							
				E	G	W	T	R	C	H	
C <sub>1</sub> A <sub>2</sub> m C <sub>1</sub> A <sub>3</sub> m C <sub>1</sub> B <sub>3</sub> m	Ces sols ne posent pas de problème d'utilisation en remblai sauf par pluie forte	++	pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai, avec des garanties de qualité suffisantes	NON						
		+	pluie faible	E : Extraction frontale C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	2	0	0	0	0	2	2
		=	ni pluie, ni évaporation importante	C : Compactage moyen	0	0	0	0	0	2	0
		-	évaporation importante	Solution 1 : utilisation en l'état C : compactage intense	0	0	0	0	0	1	0
				Solution 2 : maintien de l'état W : arrosage pour maintien de l'état C : compactage moyen	0	0	3	0	0	2	0
C <sub>1</sub> A <sub>2</sub> s C <sub>1</sub> A <sub>3</sub> s C <sub>1</sub> B <sub>3</sub> s	La faible teneur en eau de ces sols nécessite d'avoir recours à un compactage intense si l'on veut les réutiliser en l'état.  L'humidification pour changer l'état de ces sols est toujours une opération difficile : présence de blocs empêchant un malaxage intime du sol avec l'eau, argilosité importante imposant des délais d'imbibition longs (plusieurs heures à quelques jours) grandes quantités d'eau nécessaire.	++	pluie forte	Situation ne permettant pas de maîtriser l'humidification des sols nécessaires pour permettre leur utilisation	NON						
		+	pluie faible	Solution 1 : utilisation en l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)	0	0	0	0	0	1	1
				Solution 2 : extraction en couches E : extraction en couches C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	1	0	0	0	1	1	2
		=	ni pluie, ni évaporation importante	Solution 1 : utilisation en l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)	0	0	0	0	0	1	1
				Solution 2 : humidification W : humidification pour changer d'état R : couches minces C : compactage intense	0	0	4	0	1	1	0
		-	évaporation importante	Solution 1 : maintien de l'état W : arrosage pour maintien de l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)	0	0	3	0	0	1	1
				Solution 2 : humidification W : humidification pour changer d'état R : couches minces C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0	0	4	0	1	1	2
C <sub>1</sub> A <sub>2</sub> ts C <sub>1</sub> A <sub>3</sub> ts C <sub>1</sub> B <sub>3</sub> ts	Sols normalement inutilisable en l'état			NON							
	L'humidification pour changer l'état de ces sols est en général trop difficile pour rester acceptable économiquement			NON							

**ANNEXE H :**

**CLASSIFICATION DES MISSIONS  
GEOTECHNIQUES  
(Norme NF 94-500)**

## Classification et enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique (Extrait de la norme NF P 94-500 révisée en Novembre 2013)

Tout ouvrage est en interaction avec son environnement géotechnique. C'est pourquoi, au même titre que les autres ingénieries, l'ingénierie géotechnique est une composante de la maîtrise d'œuvre indispensable à l'étude puis à la réalisation de tout projet.

Le modèle géologique et le contexte géotechnique général d'un site, définis lors d'une mission géotechnique préliminaire, ne peuvent servir qu'à identifier des risques potentiels liés aux aléas géologiques du site. L'étude de leurs conséquences et de leur réduction éventuelle ne peut être faite que lors d'une mission géotechnique au stade de la mise au point du projet : en effet, les contraintes géotechniques de site sont conditionnées par la nature de l'ouvrage et variables dans le temps, puisque les formations géologiques se comportent différemment en fonction des sollicitations auxquelles elles sont soumises (géométrie de l'ouvrage, intensité et durée des efforts, cycles climatiques, procédés de construction, phasage des travaux notamment).

L'ingénierie géotechnique doit donc être associée aux autres ingénieries, à toutes les étapes successives d'étude et de réalisation d'un projet, et ainsi contribuer à une gestion efficace des risques géologiques afin de fiabiliser le délai d'exécution, le coût réel et la qualité des ouvrages géotechniques que comporte le projet.

L'enchaînement et la définition synthétique des missions types d'ingénierie géotechnique sont donnés dans le tableau 1.

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	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	avec détection au plus tôt de leur survenance	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