

Maître d'ouvrage : **SYMAC**  
12 ROUTE DE LA CAPELLE  
76780 CROISY SUR ANDELLE

Réalisation de l'ouvrage hydraulique de lutte contre les inondations Biev03

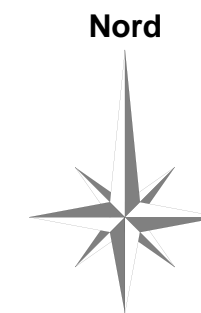
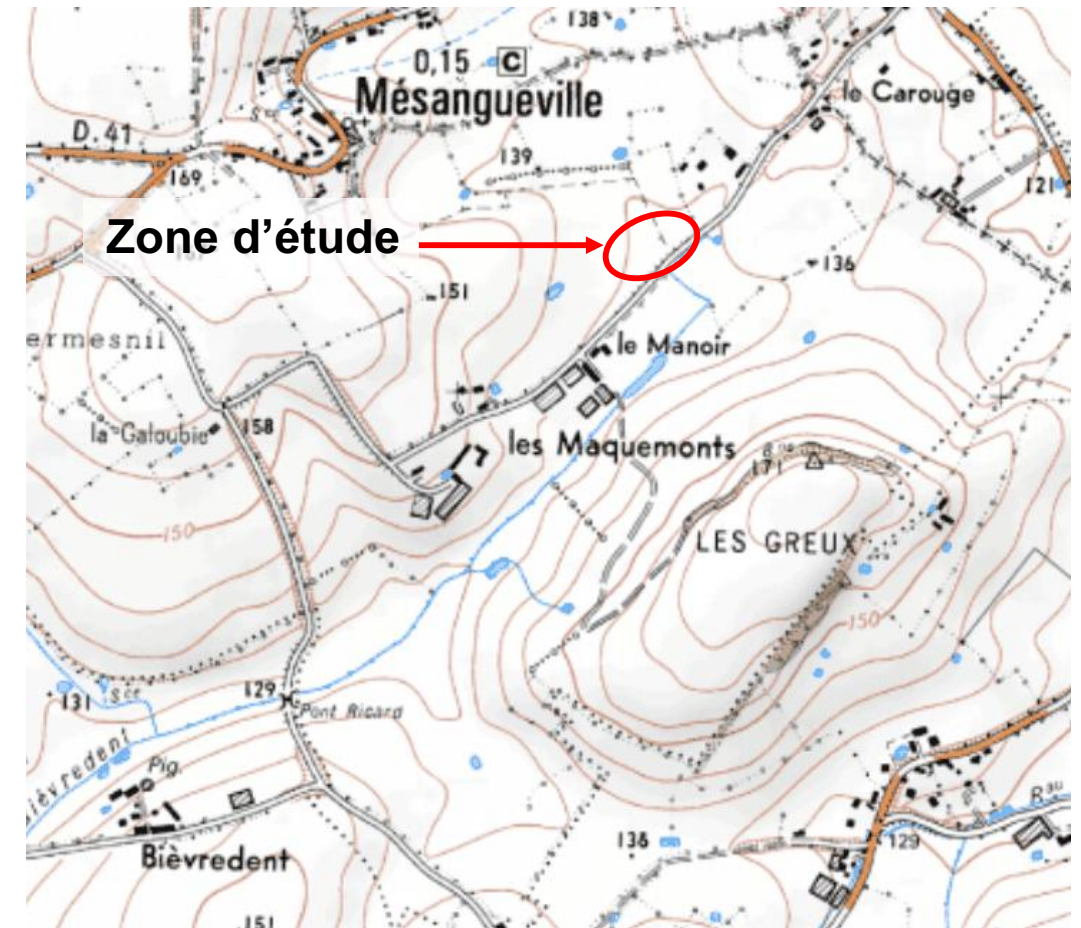
Bassin versant du Bièvredent

Etude géotechnique d'AVANT-PROJET (G12)

Commune de Mésangueville (76)



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



Indice	Document	Date	Demandeur	Réalisation	Relecture	Référence affaire	Mission géotechnique	Maître d'Ouvrage
A		03/2013	SYMAC	Y. PECOURT	M. ARIS	2010/R1/76/1996 2010/2678	AVP	SYMAC



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

## 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 .....	10
4- PRECONISATIONS TECHNIQUES.....	11
4.1 Potentiel de réemploi des matériaux de déblai.....	11
4.2 Mode de réalisation du compactage.....	12
4.3 Etanchéité .....	13
4.4 Conclusion .....	13
4.5 Préconisations d'ordre général.....	13

## ANNEXES

ANNEXE A : PLAN D'IMPLANTATION DES RECONNAISSANCES

ANNEXE B : SONDAGES GEOLOGIQUES A LA TARIERE

ANNEXE C : ESSAIS DE PERMEABILITE

ANNEXE D : ESSAIS EN LABORATOIRE

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

ANNEXE F : CLASSIFICATION DES MISSIONS GEOTECHNIQUES

## 1- INTRODUCTION

La présente étude a été réalisée à la demande et pour le compte du Syndicat Mixte d'études, d'aménagement et d'entretien des bassins versants de l'Andelle et du Crevon. Elle concerne la réalisation de l'ouvrage hydraulique Biev03 située dans le sous-bassin versant du Bièvredent, dans la commune de Mésangueville (76). L'ouvrage hydraulique BIEV03 est un ouvrage de type bassin.

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

Il s'agit d'une mission géotechnique d'avant-projet de type G12, selon la norme NF P94-500 décembre 2006, consistant à réaliser l'exécution des sondages de reconnaissance du sous-sol et l'étude de faisabilité géotechnique pour la réalisation d'un bassin de stockage des eaux pluviales. 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 le contexte hydrogéologique et la perméabilité 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 préciser les dispositions constructives particulières (amélioration des sols, drainage, blindage...).

Cette étude s'appuie sur le plan de Ecotone Ing..

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

➤ Sondages in situ :

- 2 sondages géologiques (SG1 à SG2) ;
- 2 prélèvements d'échantillons remaniés.

➤ Essais de laboratoire réalisés :

- 2 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) ;
- 2 essais Proctor-IPI pour déterminer l'indice de portance immédiat (norme AFNOR NF P 94-078) et la qualification de l'optimum Proctor ;
- 1 essai de cisaillement (1 sur échantillon à l'OPN) (norme AFNOR NF P94-071-1) ;
- 2 essais de perméabilité sur échantillon compacté à l'OPN (norme AFNOR NF X30-441).

Les sondages ont été réalisés au cours de la semaine 5. 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 (Ecotone Ingénierie) ;
- Extraits de la carte géologique de Rouen Est (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**

	Biev 03
Volume :	460 m <sup>3</sup>
Surface inondable :	670 m <sup>2</sup>
Plus Haute Eau :	133 m
Fond du bassin :	132,10 m
Hauteur d'eau :	0,9 m
Pentes :	2H/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.



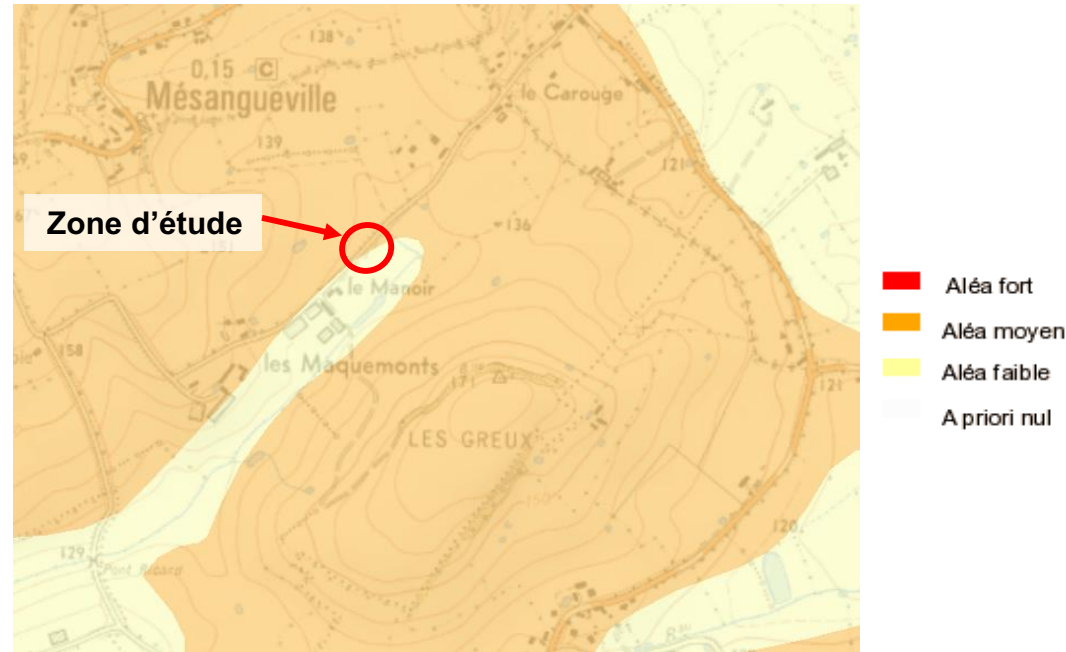


Figure 2 : Extrait de la carte BRGM au 1/10 000<sup>ème</sup>, échelle modifiée, l'aléa retrait-gonflement.

**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 et de notre intervention sur le terrain, aucun indice de cavité n'a été recensé au droit des ouvrages.

**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**

Les résultats des sondages géologiques à la tarière sont résumés ci-dessous :

Sol	Faciès	SG1	SG2
Sol 0	Terre végétale	0 à 0,3 m/TN	0 à 0,3 m/TN
Sol 1	Sable argileux gris bariolé	0,3 à 1,3 m/TN	0,3 à 0,9 m/TN
Sol 2	Sable argileux gris bariolé et gravier	1,3 à 1,5 m/TN <b>REFUS</b>	0,9 à 1,5 m/TN <b>REFUS</b>
EAU	/	0,7 m/TN	0,7 m/TN

Tableau 1 : récapitulatif des sondages à la tarière manuelle

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

Echantillons	E1	E2
<b>Echantillons remaniés</b>		
Profondeur	0,6	0,5
Sol	1	1
Nature géologique	Sable argileux gris bariolé	Sable argileux gris bariolé
Dmax (mm)	8	6
Wn (%)	19,4	33,6
80 µm (%)	41,53	77,65
VBS	2,29	5,19
W <sub>OPN</sub> (%)	13,71	20,2
IPI nat	1,75	3,31
<b>Classe GTR 92</b>	<b>A1 th</b>	<b>A2 h</b>
<b>Echantillons intacts</b>		
c' (kPa)		
φ' (°)		
<b>Echantillons compactés</b>		
c' (kPa)		39,2
φ' (°)		23,7
K (m/s)	3,64. 10 <sup>-9</sup>	9,71.10 <sup>-9</sup>

Tableau 2 : Récapitulatif des résultats d'essais en laboratoire

## 4- PRÉCONISATIONS TECHNIQUES

### 4.1 Potentiel de réemploi des matériaux de déblai

Le sol 1 présente des passées de classe A1 dont le passant à 80 µm est de 41 %. Ce sol est trop sableux pour être réutilisé dans un ouvrage hydraulique.

**Sable argileux gris bariolé (sols 1), de classe A2, sont réutilisables à condition de ramener leur état hydrique à m.** Ceci implique qu'à la date de prélèvement des matériaux, un aérage/traitement sera nécessaire.

A **titre informatif**, les matériaux à l'état th et s ne sont pas réutilisables en l'état et nécessitent un aérage doublé d'un traitement éventuellement ou 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 « Réalisation des remblais et couches de forme ».

Les conditions hydriques du sol peuvent être différentes au moment des travaux. Les sols de classe A2 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 (Sol 1). En effet, le traitement à la chaux augmente la perméabilité du sol. Nous recommandons de préférer l'aérage des matériaux à leur traitement. Dans le cas où le traitement à la chaux serait tout de même choisi, une étude de formulation devra être menée au moment avant les travaux afin de définir le pourcentage de chaux à intégrer au matériau. Des essais d'aptitude au traitement à la chaux sont actuellement en cours et nous indiquerons si les sols peuvent être traités.

La perméabilité des matériaux compactés et traités devra également être étudiée afin de prévoir, le cas échéant, une solution d'étanchéité du remblai.

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 sables argileux. 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'aérage des sols extraits. Les engins les mieux adaptés dans ce cas sont des ateliers de terrassement composés de boteurs (bulldozers) et de chargeurs.

Si des poches trop sableuses ou des zones de bétoires 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 nécessaires. 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 Amont afin de déterminer si des purges complémentaires sont nécessaires compte-tenu de la présence de bétoire sur l'emprise du projet.

### 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.

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.

### 4.3 Etanchéité

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

#### BASSIN :

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

Si de la craie était mise en évidence lors du décapage du fond de bassin, elle devrait être purgée sur une épaisseur de 0,5 m et remplacée par de l'argile.

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.

#### 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.**

Les pentes données ci-après devront être respectées :

En phase de travaux : 1/1 (B/H)

En phase définitive : de l'ordre de 3/1 (B/H)

### 4.4 Conclusion

La campagne de reconnaissance réalisée sur le site de l'ouvrage Biev 03 a permis de collecter un ensemble de données géologiques et géotechniques nécessaires à l'aménagement hydraulique projeté.

Les sols superficiels sont constitués par des sables argileux. Selon la classification GTR, les sols superficiels sont classés en A<sub>1</sub> et A<sub>2</sub>. Ce type de matériaux, difficile à mettre en œuvre en raison de leur faible portance, peut néanmoins être réutilisé en remblai sous réserve de présenter les caractéristiques hydriques au moment de l'exécution des travaux.

Nous avons observé de venue d'eau dans les sondages SG1 et SG2 à partir de 0,7 m.

L'entreprise devra impérativement respecter les angles de talus du bassin définis dans le présent rapport.

### 4.5 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 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.**

Etabli par M. ARIS le 25/02/2013

## ANNEXES

ANNEXE A : PLAN D'IMPLANTATION DES RECONNAISSANCES

ANNEXE B : SONDAGES GEOLOGIQUES A LA TARIERE

ANNEXE C : ESSAIS DE PERMEABILITE

ANNEXE D : ESSAIS EN LABORATOIRE

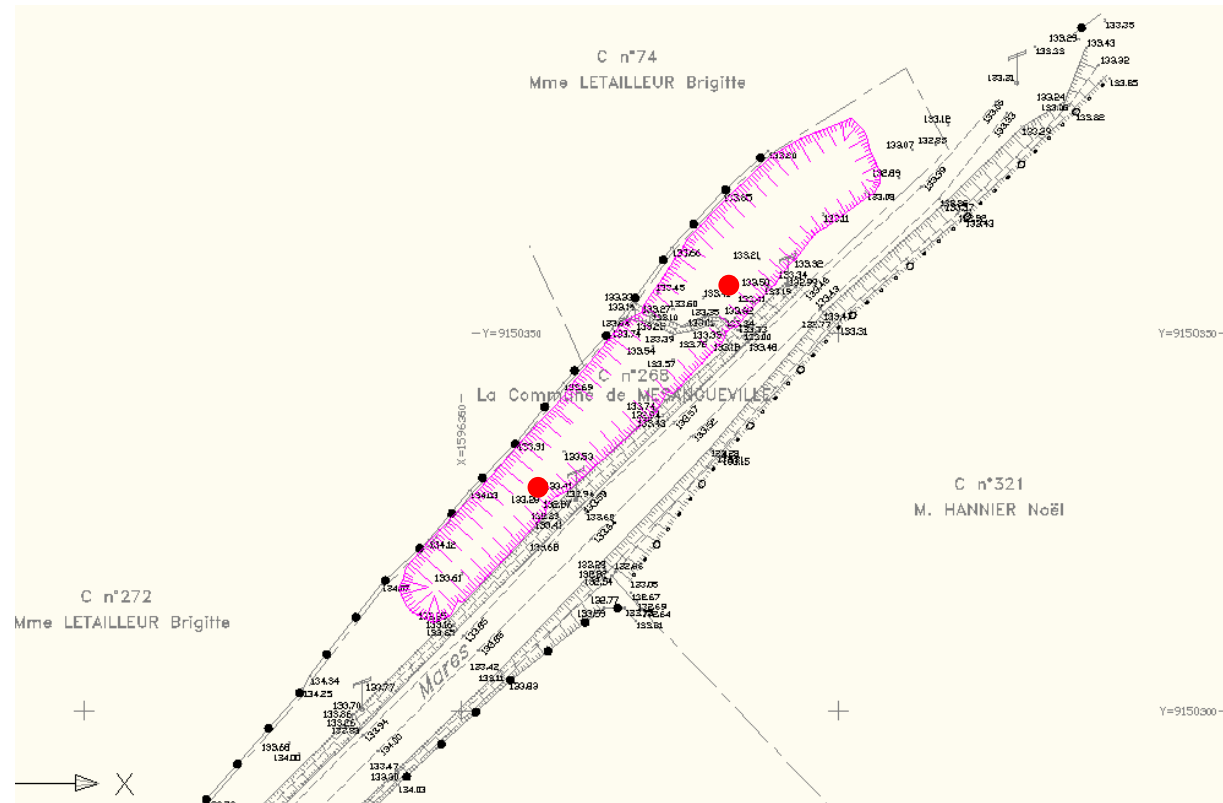
ANNEXE E : EXTRAIT DU GUIDE SETRA-LCPC : « Réalisation des remblais et des couches de forme »

ANNEXE F : CLASSIFICATION DES MISSIONS GEOTECHNIQUES


## ANNEXE A : PLAN D'IMPLANTATION DES RECONNAISSANCES




- Sondage à la tarière manuelle


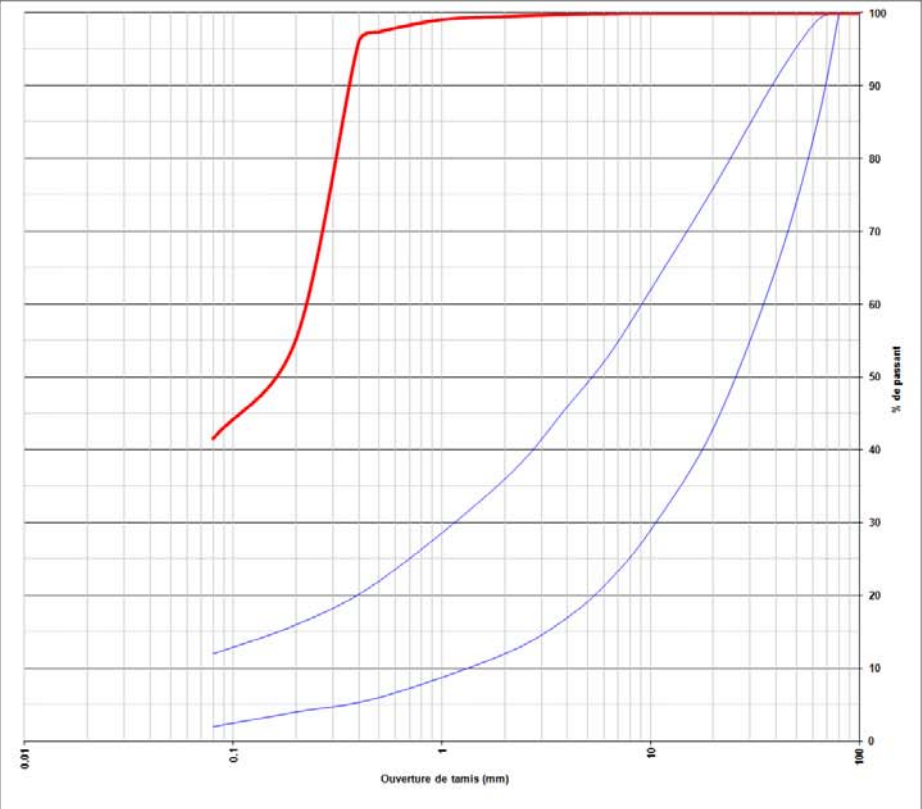


## ANNEXE B : SONDAGES GEOLOGIQUES A LA TARIERE

 Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels		site d'étude <b>SYMAC</b>	référence sondage	
			ouvrage : <b>Biev 03</b>	sondage : <b>SG1</b>
<b>FORAGE DESTRUCTIF</b>		dossier n° 2010/R1/76/1996	cote Z : /	profondeur : 1,5
			date sondage : 09/01/2013	Equipe de forage : Y.P. - M.A.
		inclinaison : 90°	Niveau d'eau en cours de forage : Niveau d'eau en fin de forage : Niveau d'eau en fin de chantier : 0,7m	
prof. (m)	eau outil	faciès géologique sur cuttings		observations
0		Terre végétale		
		Sable argileux gris bariolé, avec des modules de fer		<b>Echantillon E1 à 0,6 m pour les essais d'identification "GTR" et Proctor avec mesure d'IPI</b>
1		Sable argileux gris bariolé, gravier très humide(Dmax=10mm, 10%)		
		<b>Fin de sondage (Refus)</b>		
2				
3				
commentaires :			Visa : Y. PECOURT	
Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels - Agence Nord Ouest voie A n°80 ZAC de la Briqueterie - 76160 St Jacques sur Damétal 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		site d'étude <b>SYMAC</b>	référence sondage	
			ouvrage : <b>Biev 03</b>	sondage : <b>SG2</b>
<b>FORAGE DESTRUCTIF</b>		dossier n° 2010/R1/76/1996	cote Z : /	profondeur : 1,6
			date sondage : 09/01/2013	Equipe de forage : Y.P. - M.A.
		inclinaison : 90°	Niveau d'eau en cours de forage : 0,7m Niveau d'eau en fin de forage : 0,7m Niveau d'eau en fin de chantier : 0,7m	
prof. (m)	eau outil	faciès géologique sur cuttings		observations
0		Terre végétale		
		Sable argileux gris bariolé.		<b>Echantillon E2 à 0,5 m pour les essais d'identification "GTR" et Proctor avec mesure d'IPI.</b>
1		Sable argileux gris bariolé, gravier humide(Dmax=10mm, 10%)		
		Sable argileux gris bariolé, gravier humide(Dmax=20mm, 30%)		
		<b>Fin de sondage (Refus)</b>		
2				
3				
commentaires :			Visa : Y. PECOURT	
Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels - Agence Nord Ouest voie A n°80 ZAC de la Briqueterie - 76160 St Jacques sur Damétal tél. 02 35 60 14 51 - fax 02 35 60 14 53 - ims.rouen@imsrn.com - www.imsrn.com				

## ANNEXE C : ESSAIS EN LABORATOIRE

 Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels		<b>ESSAIS D'IDENTIFICATION DE SOL</b>									
norme NF P 11-300											
N° Affaire :	2012/R1/76/1996	Nom de l'opérateur :	Z.E.								
Nom du site :	SYMAC	Date de l'essai :	07/02/2013								
Nom de l'ouvrage :	Biev 03	PV saisi par :	Z.E.								
Commune :	Mésangueville	Date de saisi du PV :	07/02/2013								
Date du prélèvement :	11/01/2013	Sondage :	SG1								
Référence de l'échantillon :	E1	Prof. du prélèvement :	1 m								
Nature du matériau :	Argile sableuse grise-orange										
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)	1294.90	MTH (g)	512.70								
MTS (g)	1087.30	MT sec (g)	434.50								
MTARE (g)	16.40	M Tare (g)	13.90								
W%	<b>19.4</b>	W%	<b>18.6</b>								
		Masse échantillon (g)	67.3								
		Volume de bleu (ml)	130								
		Masse de bleu (g)	1.3								
		VB	2.29								
		VBS	<b>2.29</b>								
<b>ANALYSE GRANULOMETRIQUE (NF P 94-056)</b>											
Tamis (mm)	Refus cumulé (g)	% passant cumulé									
100		100.00									
80		100.00									
63		100.00									
50		100.00									
40		100.00									
31.5	0.00	100.00									
20	0.00	100.00									
10	0.00	100.00									
8	0.00	100.00									
6.3	0.50	99.95									
5	0.80	99.93									
4	1.60	99.85									
2	4.90	99.54									
1	9.50	99.11									
0.5	27.70	97.41									
0.4	41.30	96.14									
0.2	479.70	55.21									
0.08	626.20	41.53									
D max (mm) :	8										
											
<p>— Courbe granulométrique du matériau d'étude</p> <p>— Fuseau granulométrique pour matériaux de carrière</p>											
<b>Observations :</b>											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Teneur en eau naturelle</td><td>19,4 %</td></tr> <tr><td>Passant à 80 µm</td><td>41,53 %</td></tr> <tr><td>VBS</td><td>2.29</td></tr> <tr><td>Classe matériau GTR</td><td>A1 th</td></tr> </table>		Teneur en eau naturelle	19,4 %	Passant à 80 µm	41,53 %	VBS	2.29	Classe matériau GTR	A1 th	Visa : Z. EL AZMI	
Teneur en eau naturelle	19,4 %										
Passant à 80 µm	41,53 %										
VBS	2.29										
Classe matériau GTR	A1 th										
Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels - Agence Nord Ouest voie A n°80 ZAC de la Briquetterie - 76160 St Jacques sur Dametal tél. 02 35 60 14 51 - fax 02 35 60 14 53 - ims.rouen@imsrn.com - www.imsrn.com											

IMS RN		INDICE PORTANT IMMEDIAT								
Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels		Norme NF P 94-078								
N° Affaire :	2012/R1/76/1996	Nature du matériau :	Argile sableuse grise-orange							
Nom de l'ouvrage :	Biev 03	Référence de l'échantillon :	E1							
Commune :	Mésangueville	Nom de l'opérateur :	Z.E.							
Date du prélèvement :	11/01/13	Date de l'essai :	11/02/13							
Sondage :	SG1	Date de saisi du PV :	25/02/2013							
Prof. du prélèvement :	1 m	PV saisi par :	Z.E.							
<b>TENEUR EN EAU NF P 94-050</b>										
					Nat.					
Masse totale humide (g)	1608	680	672.2	748.5	748.5					
Masse totale sèche (g)	1539.5	608.3	586.7	634	634					
Masse de la tare (g)	733.9	14.9	13	14.3	14.3					
Masse sèche (g)	805.6	593.4	573.7	619.7	619.7					
W (%)	8.5	12.1	14.9	18.5	18.5					
<b>ESSAI PROCTOR NORMAL NF P 94-093</b>										
Moule	CBR	PROCTOR	Energie de compactage	Normale	Modifiée					
	X	X	X	X	X					
	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5					
W atteinte	8.5	12.1	14.9	18.5	18.5					
Masse totale Humide (g)	11792	12282	12392	12220	12220					
Masse du moule (g)	7908	7908	7908	7908	7908					
Masse sol Humide (g)	3884	4374	4484	4312	4312					
Volume moule (cm <sup>3</sup> )	2112	2112	2112	2112	2112					
Masse vol. humide (g/cm <sup>3</sup> )	1.839	2.071	2.123	2.042	2.042					
Teneur en eau mesurée (%)	8.5	12.1	14.9	18.5	18.5					
Masse vol. sèche (g/cm <sup>3</sup> )	1.69	1.85	1.85	1.72	1.72					
<b>ESSAI DE PORTANCE IMMEDIAT NF P 94-078</b>										
Mesure de portance	8.5		12.1		14.9		18.5		18.5	
	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	0.000
1.25	0.520	12.093	0.200	4.651	0.025	0.582	0.003	0.070	0.003	0.070
2.00	0.740	17.209	0.350	8.140	0.045	1.047	0.008	0.186	0.008	0.186
2.50	0.820	19.070	0.430	10.000	0.060	1.396	0.009	0.210	0.009	0.210
5.00	1.040	24.186	0.710	16.512	0.140	3.256	0.015	0.349	0.015	0.349
7.50			0.900	20.930	0.210	4.884	0.020	0.465	0.020	0.465
10.00					0.260	6.047	0.022	0.512	0.022	0.512
Valeur IPI	2.5 mm	142.85	74.91	10.45	1.57					
	5.0 mm	121.36	82.85	16.34	1.75					
IPI		142.85	82.85	16.34	1.75					

OPTIMUM PROCTOR	W <sub>OPN</sub> (%)	γ <sub>dOPN</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	γ <sub>TOPN</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	Valeur IPI (Echantillon naturel)
	13.71	18.60	21.15	1.75

Observations : Visa : 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

IMS RN		ESSAIS D'IDENTIFICATION DE SOL				
Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels		norme NF P 11-300				
N° Affaire :	2012/R1/76/1996	Nom de l'opérateur :	Z.E.			
Nom du site :	SYMAC	Date de l'essai :	05/02/2013			
Nom de l'ouvrage :	Biev 03	PV saisi par :	Z.E.			
Commune :	Mésangueville	Date de saisi du PV :	07/02/2013			
Date du prélèvement :	11/01/2013	Sondage :	SG2			
Référence de l'échantillon :	E2	Prof. du prélèvement :	1 m			
Nature du matériau :	Argile limoneuse grise-verdâtre avec des taches orange					
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)	1014.50		MTH (g)	350.10	Masse échantillon (g)	53.23
MTS (g)	762.80		MT sec (g)	269.60	Volume de bleu (ml)	210
MTARE (g)	13.00		M Tare (g)	14.40	Masse de bleu (g)	2.1
W%	33.6		W%	31.5	VB	5.19
<b>ANALYSE GRANULOMETRIQUE (NF P 94-056)</b>						
Tamis (mm)	Refus cumulé (g)	% passant cumulé				
100		100.00				
80		100.00				
63		100.00				
50		100.00				
40		100.00				
31.5	0.00	100.00				
20	0.00	100.00				
10	0.00	100.00				
8	0.00	100.00				
6.3	0.00	100.00				
5	0.50	99.93				
4	1.10	99.85				
2	7.50	99.00				
1	20.50	97.27				
0.5	36.60	96.12				
0.4	45.30	93.96				
0.2	123.90	83.48				
0.08	167.60	77.65				
D max (mm) : 6			<p>— Courbe granulométrique du matériau d'étude</p> <p>— Fuseau granulométrique pour matériaux de carrière</p>			
Observations :						
Teneur en eau naturelle		33,6 %	Visa : Z. EL AZMI			
Passant à 80 µm		77,65 %				
VBS		5,19				
Classe matériau GTR		A2h				
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						

IMS RN		INDICE PORTANT IMMEDIAT									
Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels		Norme NF P 94-078									
N° Affaire :	2012/R1/76/1996	Nature du matériau :	Argile limoneuse grise-verdâtre avec des taches orange								
Nom de l'ouvrage :	Biev 03	Référence de l'échantillon :	E2								
Commune :	Mésangueville	Nom de l'opérateur :	Y.P.								
Date du prélèvement :	11/01/13	Date de l'essai :	25/02/13								
Sondage :	SG2	Date de saisi du PV :	28/02/2013								
Prof. du prélèvement :	1 m	PV saisi par :	Z.E.								
TENEUR EN EAU NF P 94-050											
					Nat.						
Masse totale humide (g)	1531	502.1	410.4	548.8	464.8						
Masse totale sèche (g)	1455	422.3	333.2	428.2	367.9						
Masse de la tare (g)	872.9	13	16.3	16.2	15.7						
Masse sèche (g)	582.1	409.3	316.9	412.0	352.2						
W (%)	13.1	19.5	24.4	29.3	27.5						
ESSAI PROCTOR NORMAL NF P 94-093											
Moule	CBR	PROCTOR	Energie de compactage	Normale	Modifiée						
	X	X	X	X	X						
	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5						
W atteinte	13.1	19.5	24.4	29.3	27.5						
Masse totale Humide (g)	11478	11997	12022	11898	11851						
Masse du moule (g)	7908	7908	7908	7908	7908						
Masse sol Humide (g)	3570	4089	4114	3990	3943						
Volume moule (cm <sup>3</sup> )	2112	2112	2112	2112	2112						
Masse vol. humide (g/cm <sup>3</sup> )	1.690	1.936	1.948	1.889	1.867						
Teneur en eau mesurée (%)	13.1	19.5	24.4	29.3	27.5						
Masse vol. sèche (g/cm <sup>3</sup> )	1.50	1.62	1.57	1.46	1.48						
ESSAI DE PORTANCE IMMEDIAT NF P 94-078											
		13.1	19.5	24.4	29.3	27.5					
Mesure de portance	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	0.400	9.302	0.083	1.930	0.024	0.558	0.013	0.303	0.012	0.279
	2.00	0.540	12.558	0.123	2.861	0.033	0.768	0.020	0.485	0.015	0.349
	2.50	0.610	14.186	0.148	3.442	0.040	0.930	0.022	0.512	0.019	0.442
	5.00	0.830	19.302	0.232	5.396	0.065	1.512	0.032	0.744	0.028	0.651
	7.50			0.290	6.744	0.085	1.977	0.039	0.907	0.032	0.744
	10.00			0.338	7.861	0.098	2.279	0.042	0.977	0.038	0.884
	Valeur IPI	2.5 mm	106.26	25.78	6.97	3.83	3.31				
		5.0 mm	96.85	27.07	7.59	3.74	3.27				
IPI		106.26	27.07	7.59	3.83	3.31					
OPTIMUM PROCTOR		W <sub>OPN</sub> (%)	γ <sub>dOPN</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	γ <sub>hOPN</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	Valeur IPI (Echantillon naturel)						
		20.2	16.05	19.30	3.31						
Observations : Visa : 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 Darnétal tél. 02 35 60 14 51 - fax 02 35 60 14 53 - ims.rouen@imsrn.com - www.imsrn.com											

IMS RN		Procès verbal d'essai			
Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels		Essai de cisaillement direct rectiligne			
		Effectué conformément à la norme NF P 94-071-1			
Affaire :	2012/R1/76/1996	Site :	SYMAC	Ouvrage :	BlèV 03
Sondage :	SG2	Profondeur :	1.0	Date de prélèvement :	11/01/2013
Date de l'essai :	28/02/2013	Opérateur laboratoire :	Z.EL AZMI	Nature du matériau :	Limon argileux compacté à l'OPN
Caractéristiques de l'éprouvette					
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>
Eprouvette 1	Hauteur	24.889	1.909	1.604	0.683
Eprouvette 2	Hauteur	25.11	1.920	1.609	0.677
Eprouvette 3	Hauteur	25.50	1.882	1.586	0.702
Eprouvette 4	Hauteur	/	/	/	/
		S <sub>0</sub> (%)	W <sub>0</sub> (%)	W <sub>l</sub> (%)	γ <sub>l</sub> (g/cm <sup>3</sup> )
Eprouvette 1		75.264	19.04	22.646	2.017
Eprouvette 2		76.939	19.31	21.769	2.039
Eprouvette 3		71.766	18.669	12.832	1.918
Eprouvette 4		/	/	/	/
		S <sub>r</sub> (%)			
Eprouvette 1		95.370			
Eprouvette 2		96.012			
Eprouvette 3		58.901			
Eprouvette 4		/			
	Contrainte (kPa)	H <sub>z</sub> (mm)	τ <sub>r</sub> (kPa)	S <sub>h p</sub> (mm)	S <sub>h f</sub> (mm)
Eprouvette 1	55.00	24.27	57.00	/	10
Eprouvette 2	100.00	24.129	92.00	/	10
Eprouvette 3	200.00	23.790	124.00	/	10
Eprouvette 4	/	/	/	/	/
Caractéristiques de l'état de rupture					
<b>Résultats</b> Φ' <sub>p</sub> = ° c' <sub>p</sub> = kPa Φ' <sub>r</sub> = 23.7 ° c' <sub>r</sub> = 39.12 kPa					
Responsable du laboratoire géotechnique				Nom : Z.E LAZMI Date : 28/02/2013	
Observations :					
Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels - Agence Nord Ouest voie A n°80 ZAC de la Briquetterie - 76160 St Jacques sur Darnétal tél. 02 35 60 14 51 - fax 02 35 60 14 53 - ims.rouen@imsrn.com - www.imsrn.com					

		Agence Nord Ouest n°80 ZAC de la Briquetterie 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> Essais à charge variable					
Affaire :	2012/R1/76/1996	Matériau :	Argile sableuse grise-ornage compacté		
Site :	SYMAC	Nature :			
Date :	25/02/2013	provenance :			
opérateur :	Z.EL AZMI	Classification matériau (NF P11-300) :	A1		
Référence de l'essai :	SG1	Classe de qualité (XP P94-202) :			
Ouvrage :	Biév-03	D <sub>max</sub> (mm) :			
<b>Mesures brutes des charges</b>					
Temps (s)	Perte de charge (mm)	Charge hydraulique (mm)	TC°	K en m/s	
0.00E+00	0	1345	10.9		
1.26E+03	10	1335	10.9	5.9220E-09	
4.20E+03	38	1307	10	7.2088E-09	
1.25E+04	115	1230	9.8	7.3324E-09	
1.63E+04	143	1202	10.8	5.9959E-09	
2.08E+04	170	1175	12.7	5.0479E-09	
2.23E+04	177	1168	12.8	4.1489E-09	
7.83E+04	372	973	14.4	3.2591E-09	
8.79E+04	393	952	14	2.2725E-09	
 Perméamètre à paroi rigide Essai NF X 30-441, Afnor, 2008					
Hauteur de l'éprouvette H (mm) :		41.87	Diamètre de tube en mm:		15.7
Diamètre de l'éprouvette (mm) :		101.54	Masse volumique des grains (kg/m³)		2650
Teneur en eau (%) initial :		17.09	Charge hydraulique (m) :		1.345
Degré de saturation (%) initial :		91.21	finale :		16.622
Masse volumique sèche (kg/m³)		1770.82	Gradient hydraulique i :		32.12
TC° Eau :		12.40	Valeur contre-pression (m) :		0
 Charge hydraulique (mm) vs Temps (s)					
 LN Δh vs Temps (s)					
Durée de la phase de saturation préalable en h:		8			
Température dans le local d'essai (C°) moyenne		13.84			
Nature est origine du liquide d'essai :		Eau du robinet			
coefficient de perméabilité cumulé à 12,4		5.92E-09			
Coefficient de perméabilité (m/s) à 20 °C		9.71E-09			
Observation en fin d'essai :					
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>	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 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					

		Agence Nord Ouest n°80 ZAC de la Briquetterie 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> Essais à charge variable					
Affaire :	2012/R1/76/1996	Matériau :	Argile limoneuse grise-verdâtre		
Site :	SYMAC	Nature :			
Date :	28/02/2013	provenance :			
opérateur :	Z.EL AZMI	Classification matériau (NF P11-300) :	A2		
Référence de l'essai :	SG2	Classe de qualité (XP P94-202) :			
Ouvrage :	Biév-03	D <sub>max</sub> (mm) :			
<b>Mesures brutes des charges</b>					
Temps (s)	Perte de charge (mm)	Charge hydraulique (mm)	TC°	K en m/s	
0.00E+00	0	1345	13.7		
2.58E+03	7	1338	13.7	2.2217E-09	
3.90E+03	11	1334	13.7	2.4916E-09	
5.70E+03	16	1329	11	2.2917E-09	
1.25E+04	35	1310	11	2.3330E-09	
1.95E+04	50	1295	11.2	1.8021E-09	
2.52E+04	62	1283	11.2	1.7941E-09	
3.12E+04	75	1270	11.2	1.8645E-09	
8.53E+04	173	1172	9.4	1.6300E-09	
1.13E+05	207	1138	14.3	1.1794E-09	
 Perméamètre à paroi rigide Essai NF X 30-441, Afnor, 2008					
Hauteur de l'éprouvette H (mm) :		43.54	Diamètre de tube en mm:		15.7
Diamètre de l'éprouvette (mm) :		101.54	Masse volumique des grains (kg/m³)		2650
Teneur en eau (%) initial :		19.46	Charge hydraulique (m) :		1.345
Degré de saturation (%) initial :		87.56	finale :		22.344
Masse volumique sèche (kg/m³)		1667.67	Gradient hydraulique i :		30.89
TC° Eau :		12.00	Valeur contre-pression (m) :		0
 Charge hydraulique (mm) vs Temps (s)					
 LN Δh vs Temps (s)					
Durée de la phase de saturation préalable en h:		24			
Température dans le local d'essai (C°) moyenne		13.84			
Nature est origine du liquide d'essai :		Eau du robinet			
coefficient de perméabilité cumulé à 12		2.22E-09			
Coefficient de perméabilité (m/s) à 20 °C		3.64E-09			
Observation en fin d'essai :					
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>	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 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					

**ANNEXE D :**

**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>2</sub> (états th, h)											
Sol	Observations générales	Situation météorologique	Condition d'utilisation en remblai	Code							
				E	G	W	T	R	C	H	
A <sub>2</sub> th	Sols normalement inutilisables en l'état			NON							
A <sub>2</sub> h	Ces sols sont difficiles à mettre en œuvre en raison de leur portance faible. La mise en dépôt provisoire et le drainage préalable ne sont habituellement pas des solutions envisageables dans le climat français moyen. 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				0	0	0	2	0	2	0	
=		ni pluie, ni évaporation importante	Solution 1 : traitement T : traitement à la chaux C : compactage moyen								
Solution 2 : utilisation de l'état C : compactage faible H : remblais de faible hauteur (≤ 5 m)				0	0	0	0	0	3	1	
-		évaporation importante	Solution 1 : aération 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)								
Solution 2 : traitement T : traitement à la chaux C : compactage moyen				0	0	0	2	0	2	0	

Sol	Observations générales	Situation météorologique	Condition d'utilisation en remblai	Code							
				E	G	W	T	R	C	H	
A <sub>2</sub> m	Ces sols ne posent pas de problème de réutilisation en remblai sauf par pluie forte ou moyenne	++	pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai, avec des garanties de qualité suffisantes							
NON				2	0	0	0	0	2	2	
+		pluie faible	E : extraction frontale C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)								
=		ni pluie, ni évaporation importante	C : compactage moyen								
-		évaporation importante	Solution 1 : arrosage superficiel W : arrosage superficiel pour maintien de l'état C : compactage intense								
Solution 2 : emploi en l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)				0	0	3	0	0	2	0	
Solution 3 : extraction frontale E : extraction frontale C : compactage moyen				2	0	3	0	0	1	2	
A <sub>2</sub> s	La teneur en eau faible de ces sols oblige à un compactage intense. Il faut au moins éviter de réduire encore leur teneur en eau et pour des remblais de grande hauteur un chagement de leur état hydrique est nécessaire.  L'humidification dans la masse exige un malaxage soigné avec apport d'importantes quantités d'eau	++	pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai, avec des garanties de qualité suffisantes							
NON				1	0	0	0	1	1	2	
+		pluie faible	E : extraction en couche R : couches minces C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)								
=		ni pluie, ni évaporation importante	Solution 1 : humidification dans la masse W : humidification pour changer l'état R : couches minces C : compactage moyen								
Solution 2 : utilisation en l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)				0	0	4	0	1	2	0	
-	évaporation importante	Solution 1 : humidification W : humidification pour changer l'état R : couches minces C : compactage intense									
Solution 2 : arrosage 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 3 : extraction frontale avec arrosage E : extraction frontale W : arrosage superficiel pour maintien de l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)				2	0	3	0	0	1	2	
A <sub>2</sub> ts	Sols normalement inutilisable en l'état			NON							



## ANNEXE E :

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

### Classification des missions types d'ingénierie géotechnique (Norme NFP 94-500 révisée en Décembre 2006)

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique doit suivre les étapes d'élaboration et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géologiques. Chaque mission s'appuie sur des investigations géotechniques spécifiques. Il appartient au maître d'ouvrage ou à son mandataire de veiller à la réalisation successive de toutes ces missions par une ingénierie géotechnique.

#### ÉTAPE 1 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES PRELABLES (G1)

Ces missions excluent toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre d'une mission d'étude géotechnique de projet (étape 2). Elles sont normalement à la charge du maître d'ouvrage.

##### ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉLIMINAIRE DE SITE (G11)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire ou d'esquisse et permet une première identification des risques géologiques d'un site:

- Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.
- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport avec un modèle géologique préliminaire, certains principes généraux d'adaptation du projet au site et une première identification des risques.

##### ÉTUDE GÉOTECHNIQUE D'AVANT PROJET (G12)

Elle est réalisée au stade de l'avant projet et permet de réduire les conséquences des risques géologiques majeurs identifiés :

- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, certains principes généraux de construction (notamment terrassements, soutènements, fondations, risques de déformation des terrains, dispositions générales vis-à-vis des nappes et avoisinants).

Cette étude sera obligatoirement complétée lors de l'étude géotechnique de projet (étape 2).

#### ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE PROJET (G2)

Elle est réalisée pour définir le projet des ouvrages géotechniques et permet de réduire les conséquences des risques géologiques importants identifiés. Elle est normalement à la charge du maître d'ouvrage et peut être intégrée à la mission de maîtrise d'oeuvre générale.

##### Phase Projet

- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir une synthèse actualisée du site et les notes techniques donnant les méthodes d'exécution proposées pour les ouvrages géotechniques (notamment terrassements, soutènements, fondations, dispositions vis-à-vis des nappes et avoisinants) et les valeurs seuils associées, certaines notes de calcul de dimensionnement niveau projet.
- Fournir une approche des quantités/délais/coûts d'exécution de ces ouvrages géotechniques et une identification des conséquences des risques géologiques résiduels.

##### Phase Assistance aux Contrats de Travaux

- Établir les documents nécessaires à la consultation des entreprises pour l'exécution des ouvrages géotechniques (plans, notices techniques, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).
- Assister le client pour la sélection des entreprises et l'analyse technique des offres.

#### ÉTAPE 3 : EXÉCUTION DES OUVRAGES GÉOTECHNIQUES (G3 et G 4, distinctes et simultanées)

##### ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXÉCUTION (G3)

Se déroulant en 2 phases interactives et indissociables, elle permet de réduire les risques résiduels par la mise en oeuvre à temps de mesures d'adaptation ou d'optimisation. Elle est normalement confiée à l'entrepreneur.

##### Phase Étude

- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment validation des hypothèses géotechniques, définition et dimensionnement (calculs justificatifs), méthodes et conditions d'exécution (phasages, suivis, contrôles, auscultations en fonction des valeurs seuils associées, dispositions constructives complémentaires éventuelles), élaborer le dossier géotechnique d'exécution.

##### Phase Suivi

- Suivre le programme d'auscultation et l'exécution des ouvrages géotechniques, déclencher si nécessaire les dispositions constructives prédéfinies en phase Etude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des excavations et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- Participer à l'établissement du dossier de fin de travaux et des recommandations de maintenance des ouvrages géotechniques.

##### SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXÉCUTION (G4)

Elle permet de vérifier la conformité aux objectifs du projet, de l'étude et du suivi géotechniques d'exécution. Elle est normalement à la charge du maître d'ouvrage.

##### Phase Supervision de l'étude d'exécution

- Avis sur l'étude géotechnique d'exécution, sur les adaptations ou optimisations potentielles des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, sur le programme d'auscultation et les valeurs seuils associées.

##### Phase Supervision du suivi d'exécution

- Avis, par interventions ponctuelles sur le chantier, sur le contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur, sur le comportement observé de l'ouvrage et des avoisinants concernés et sur l'adaptation ou l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur.

##### DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle.

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, rabattement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans d'autres éléments géotechniques.

Des études géotechniques de projet et/ou d'exécution, de suivi et supervision, doivent être réalisées ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique, si ce diagnostic conduit à modifier ou réaliser

Maître d'ouvrage : **SYMAC**  
12 ROUTE DE LA CAPELLE  
76780 CROISY SUR ANDELLE

## Réalisation de l'ouvrage hydraulique de lutte contre les inondations BIEV08

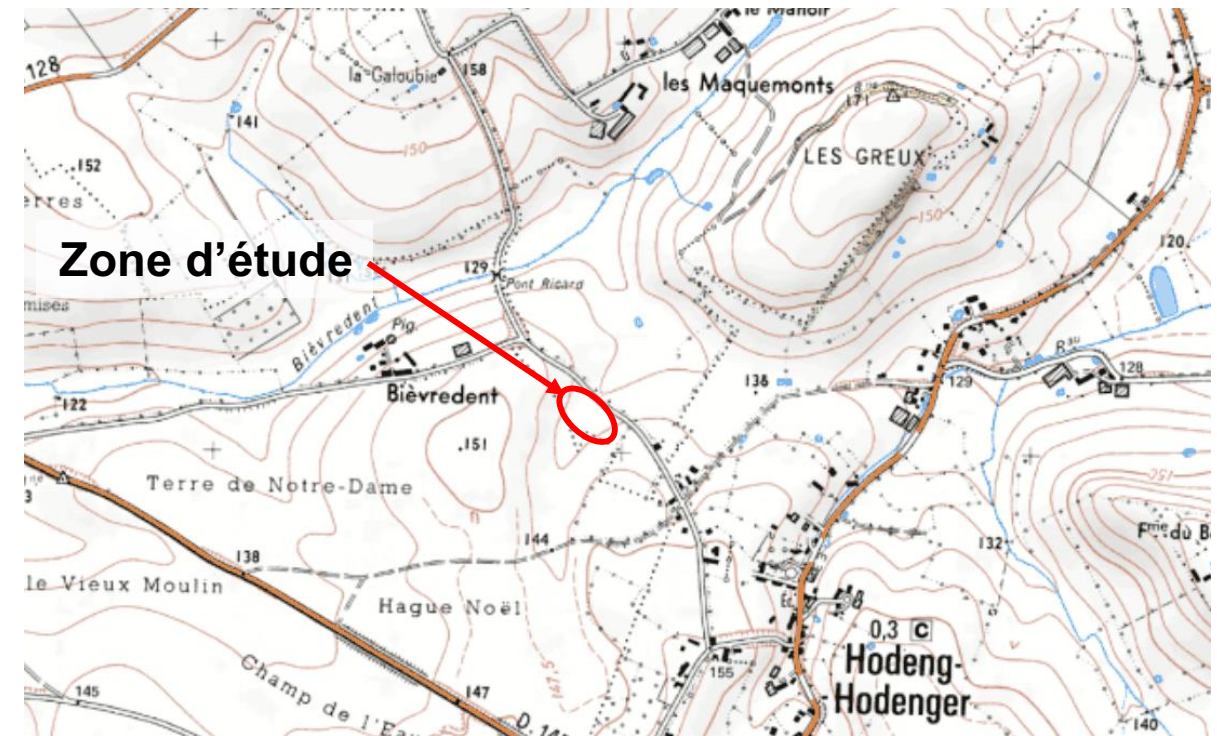
Bassin versant du Bièvredent

### Etude géotechnique d'AVANT-PROJET (G12)

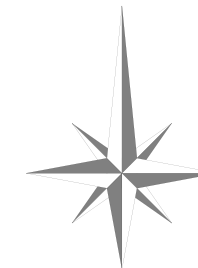
Commune de Mésangueville (76)



### Plan de situation Fond de carte IGN 1/10 000ème (échelle modifiée)



Nord



Indice	Document	Date	Demandeur	Réalisation	Relecture	Référence affaire	Mission géotechnique	Maître d'Ouvrage
A	Définir	03/2013	SYMAC	M. ARIS	Y. PECOURT	2010/R1/76/1996 2010/2678	AVP	SYMAC

## 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 .....	10
4- PRECONISATIONS TECHNIQUES.....	12
4.1 Potentiel de réemploi des matériaux de déblai.....	12
4.2 Mode de réalisation du compactage.....	13
4.3 Assise du barrage .....	13
4.4 Stabilité externe de l'ouvrage .....	14
4.5 Stabilité interne .....	18
4.6 Etanchéité .....	21
4.7 Préconisations d'ordre général.....	23

## ANNEXES

ANNEXE A : PLAN D'IMPLANTATION DES RECONNAISSANCES

ANNEXE B : SONDAGES GEOLOGIQUES A LA TARIERE

ANNEXE C : ESSAIS AU PENETROMETRE DYNAMIQUE

ANNEXE D : ESSAIS DE PERMEABILITE

ANNEXE E : ESSAIS EN LABORATOIRE

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

ANNEXE G : CLASSIFICATION DES MISSIONS GEOTECHNIQUES

## 1- INTRODUCTION

La présente étude a été réalisée à la demande et pour le compte du Syndicat Mixte d'études, d'aménagement et d'entretien des bassins versants de l'Andelle et du Crevon. Elle concerne la réalisation de l'ouvrage hydraulique BIEV08 située dans le sous-bassin versant du Biévrevent, sur la parcelle C 167 dans la commune de Mésangueville (76). L'ouvrage hydraulique BIEV08 est un ouvrage de type Digue.

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

Il s'agit d'une mission géotechnique d'avant-projet de type G12, selon la norme NF P94-500 décembre 2006, 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...).

Cette étude s'appuie sur le plan n°10 d'Ecotone, indice 1, de septembre 2012.

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

➤ Sondages in situ :

- 3 sondages géologiques (SG1 à SG3) ;
- 1 sondage à la tarière à 10,0 m (TA1) ;
- 3 sondages au pénétromètre dynamique (Pdy1 à Pdy3) ;
- 3 essais de perméabilité de type Porchet (P1 à P3) ;
- 3 prélèvements d'échantillons remaniés ;
- 1 prélèvement d'échantillons intacts.

➤ Essais de laboratoire réalisés :

- 3 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) ;
- 2 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 de la semaine 5. 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 (Ecotone Ing.) ;
- Extraits de la carte géologique de Rouen Est (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**

	BIE08
Volume :	2 600 m <sup>3</sup>
Crête :	137,70 m
Plus Haute Eau :	137,25 m
Fond du bassin :	136 m
Hauteur d'eau :	1,25 m
Hauteur de l'ouvrage :	1,7 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.



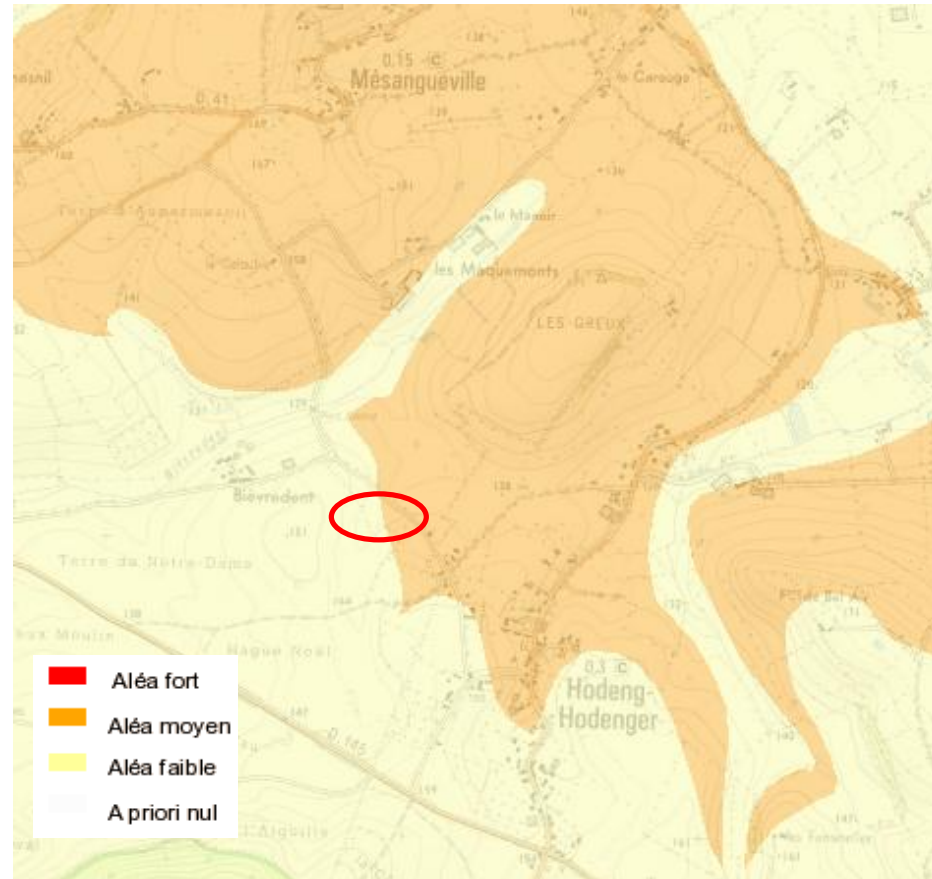


Figure 2 : Extrait de la carte BRGM au 1/10 000<sup>ème</sup>, échelle modifiée, l'aléa retrait-gonflement.

#### 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 et de notre intervention sur le terrain, aucun indice de cavité n'a été recensé au droit des ouvrages.

#### 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

Les résultats des sondages géologiques à la tarière sont résumés ci-dessous :

Sol	Faciès	TA1
Sol 0	Terre végétale	0 à 0,2 m/TN
Sol 1	Limon argileux	0,2 à 3 m/TN
Sol 2	Limon argileux sableux	3 à 5,0 m/TN
Sol 3	Limon argileux sableux vert à grains noir	5 à 8 m/TN <b>Fin</b>
EAU	/	1,0 m/TN

Tableau 2 : récapitulatif des sondages à la tarière mécanique

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

Sol	Faciès	SG1	SG2	SG3
Sol 0	Terre végétale	0 à 0,2 m/TN	0 à 0,2 m/TN	0 à 0,2 m/TN
Sol 1	Limon argileux	0,2 à 1,5 m/TN <b>FIN</b>	0,2 à 1,6 m/TN <b>FIN</b>	0,2 à 1,2 m/TN
Sol 2	Limon argileux sableux	Observé dans le sondage TA1		
Sol 3	Limon argileux sableux vert à grains noir	Observé dans le sondage TA1		
Sol 4	Limon argileux légèrement graveleux			1,2 à 1,4 m/TN <b>FIN</b>
EAU	/	0,7 m/TN	0,8 m/TN	0,9 m/TN

Tableau 3 : récapitulatif des sondages à la tarière mécanique

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

Sol		Pdy1	Pdy2	Pdy3
Sol 1	Qd MPa	1,5 à 3	1,5 à 3	1,7 à 5,0
	Z m/TN	0 à 2,3	0 à 3,2	0 à 3,0
Sol 2	Qd MPa	2 à 9	3 à 5	1,8 à 4,5
	Z m/TN	2,3 à 4,8	3,2 à 5,0	3,0 à 5,0
Sol 3	Qd MPa	4 à 10	5 à 9	4,5 à 9,5
	Z m/TN	4,8 à 8,0 <b>FIN</b>	5,0 à 8,0 <b>FIN</b>	5,0 à 8,0 <b>FIN</b>
EAU		1,0 m/TN	1,0 m/TN	1,0 m/TN

Tableau 4 : récapitulatif des résistances en pointes

Le tableau ci-après présente les résultats des essais de perméabilité réalisés :

	P1	P2	P3
Profondeur	0,50 m/TN	0,50 m/TN	0,40 m/TN
Sol	1	1	1
Perméabilité	6,1 mm/h $1,7 \cdot 10^{-6}$ m/s	1,3 mm/h $1,7 \cdot 10^{-7}$ m/s	1,5 mm/h $4,2 \cdot 10^{-7}$ m/s

Tableau 5 : récapitulatif des essais de perméabilité

Les sondages ont été faits une profondeur de l'ordre de 0,4 à 0,5 m/TN afin de ne pas noyer les dispositifs.

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

Echantillons		E1	E2
Naturel	Echantillons remaniés		
	Profondeur	1	1
	Sol	1	1
	Nature géologique	Limon argileux	Limon argileux
	Dmax (mm)	6	12
	Wn (%)	29,2	36,7
	80 µm (%)	93,71	90,25
	VBS	5,37	4,31
	W <sub>OPN</sub> (%)	22,3	23,4
	IPI nat	3,74	1,75
	Classe GTR 92	A2 h	A2 th
	Echantillons intacts		
	c' (kPa)		28,9
φ' (°)		5,5	
OPN	Echantillons compactés		
	c' (kPa)	28,33	
	φ' (°)	27,6	
K (m/s)	$8,4 \cdot 10^{-11}$	$3,73 \cdot 10^{-7}$	

Tableau 6 : Récapitulatif des résultats d'essais en laboratoire

## 4- PRÉCONISATIONS TECHNIQUES

### 4.1 Potentiel de réemploi des matériaux de déblai

Les limons argileux marron (sols 1), de classe A2, sont réutilisables à condition de ramener leur état hydrique à m. Ceci implique qu'à la date de prélèvement des matériaux, un aérage/traitement sera nécessaire.

A titre informatif, les matériaux à l'état th et s ne sont pas réutilisables en l'état et nécessite un aérage doublé d'un traitement éventuellement ou 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 « Réalisation des remblais et couches de forme ».

Les conditions hydriques du sol peuvent être différentes au moment des travaux. Les sols de classe A2 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 (Sol 1). En effet, le traitement à la chaux augmente la perméabilité du sol. 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, une étude de formulation devra être menée au moment avant les travaux afin de définir le pourcentage de chaux à intégrer au matériau. Des essais d'aptitude au traitement à la chaux sont actuellement en cours et nous indiquerons si les sols peuvent être traités.

La perméabilité des matériaux compactés et traités devra également être étudiée afin de prévoir, le cas échéant une solution d'étanchéité du remblai.

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 appartenant à la formation des limons des plateaux. 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'aérage des sols extraits. Les engins les mieux adaptés dans ce cas sont des ateliers de terrassement composés de boteurs (bulldozers) et de chargeurs.

Si des poches trop sableuses ou des zones de bétoires 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.

#### 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 20 à 25% pour les limons A2 du sol1 (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.

#### 4.3 Assise du barrage

L'ancrage du barrage sera réalisé à une profondeur de 1,16 m/Fond de bassin. L'ancrage sera réalisé selon la coupe de principe suivante :

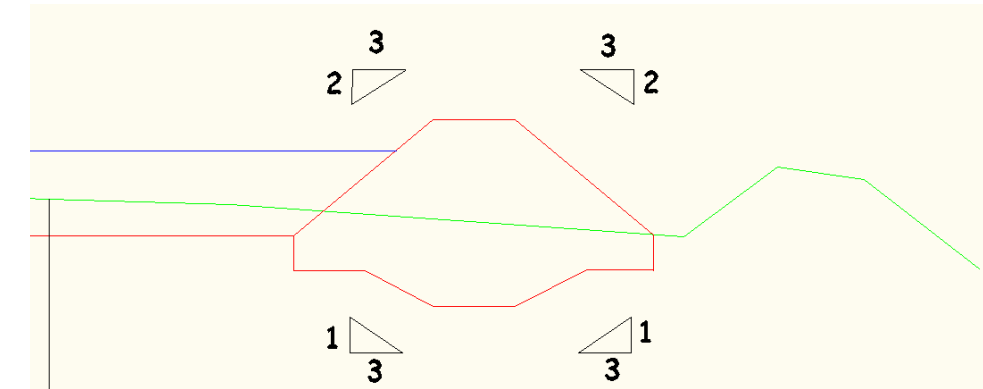


Figure 3 : Coupe schématique du principe d'ancrage de l'ouvrage Aval au 5/2, échelle modifiée (coupe BB')

La valeur minimale à retenir en terme de résistance de pointe pour l'ancrage à 2,0 m/Fond de bassin est de :  
 $q_d = 2000 \text{ kPa}$

La contrainte de calcul est de :  
 $q_u = q_d / 5 = 400 \text{ kPa}$

La hauteur du barrage est de 3,7 m maximum. Le poids propre du barrage est estimé à :

$$G = \gamma_h \times (H_{\text{digue}} + H_{\text{ancrage}}) = 20 \times (3,70 + 2) = 114 \text{ kPa.}$$

Le critère de portance est donné par :  
 $q_{ELU} = q_u / 2 = 200 \text{ kPa}$

$$1,35 \times G = 154 \text{ kPa} < q_{ELU} = 200 \text{ kPa}$$

La portance est vérifiée pour une profondeur d'ancrage de 2,00 m/TN.

On prévoira le compactage du fond de fouille avant le terrassement du barrage, si nécessaire avec un liant hydraulique.

#### 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.

Ces calculs ont permis d'identifier le cercle de rupture le plus probable et amenant la ruine de l'ouvrage. L'équilibre limite de l'ouvrage correspond à un facteur de sécurité  $F = 1,5$  en condition fondamentale (remplissage de l'ouvrage) et  $F = 1,2$  en condition accidentelle (remplissage de l'ouvrage puis vidange rapide).

La profondeur de l'ouvrage et le niveau des plus hautes eaux ont été fournis par le maître d'œuvre.



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> )	20	20
Cohésion, c (kPa)	1	5
Angle de frottement, $\phi$ (°)	28	28

Tableau 7 : récapitulatif des caractéristiques de sol pour la modélisation Talren

Nous avons réalisé un calcul de stabilité selon les profils ci-dessous en prenant pour référence les coupes :

- AA'

Nous avons vérifié la stabilité des pentes de déblais en phase chantier pour une valeur de pente de 3H/2V.

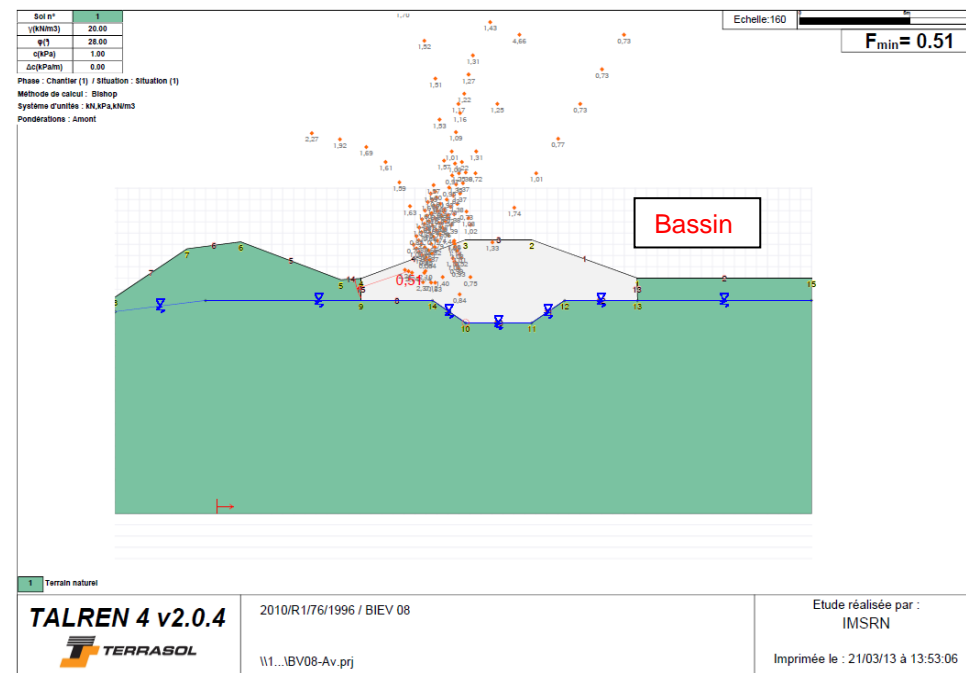


Figure 4 : Calcul de stabilité en phase chantier pour une pente de déblais de 3H/2V

La stabilité du déblais au niveau de la coupe AA' n'est pas assurée en phase chantier, au niveau du talus routier. Nous envisageons de baisser cette pente (voir la figure 5).



Figure 5 : Calcul de stabilité en phase chantier pour une pente de déblais de 3H/1V

Le facteur de sécurité est passé de 0,5 à 1,39 au minimum, supérieur à la valeur seuil de 1,2.

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

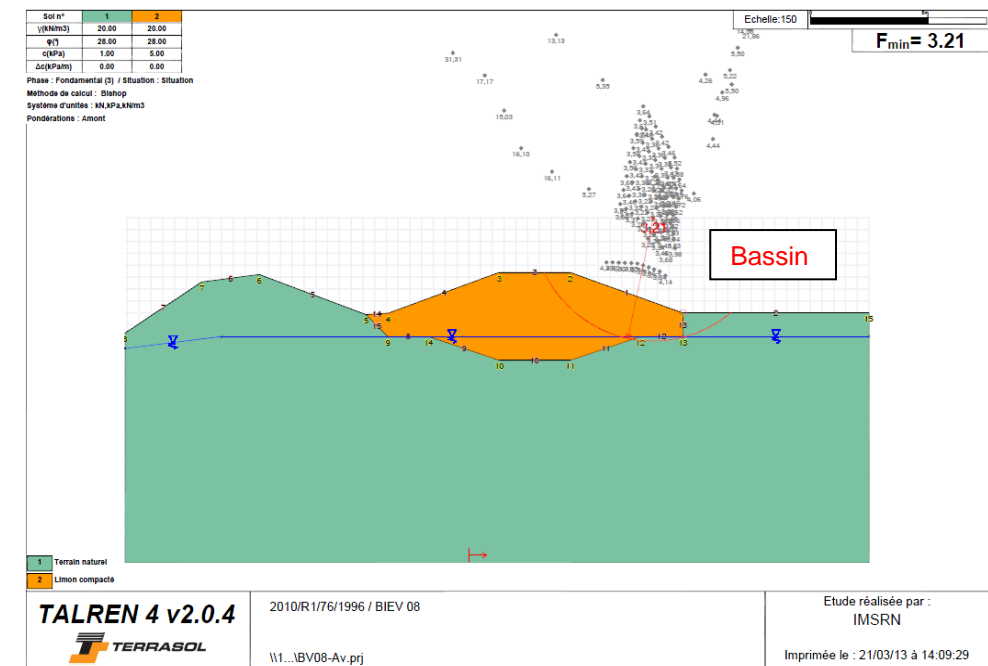


Figure 6 : calcul de stabilité du remblai amont en situation fondamentale

La stabilité du remblai amont est assurée pour une pente de bassin égale à 3H/1V. Le coefficient de sécurité atteint 3,21 pour une valeur seuil égale à 1,50.

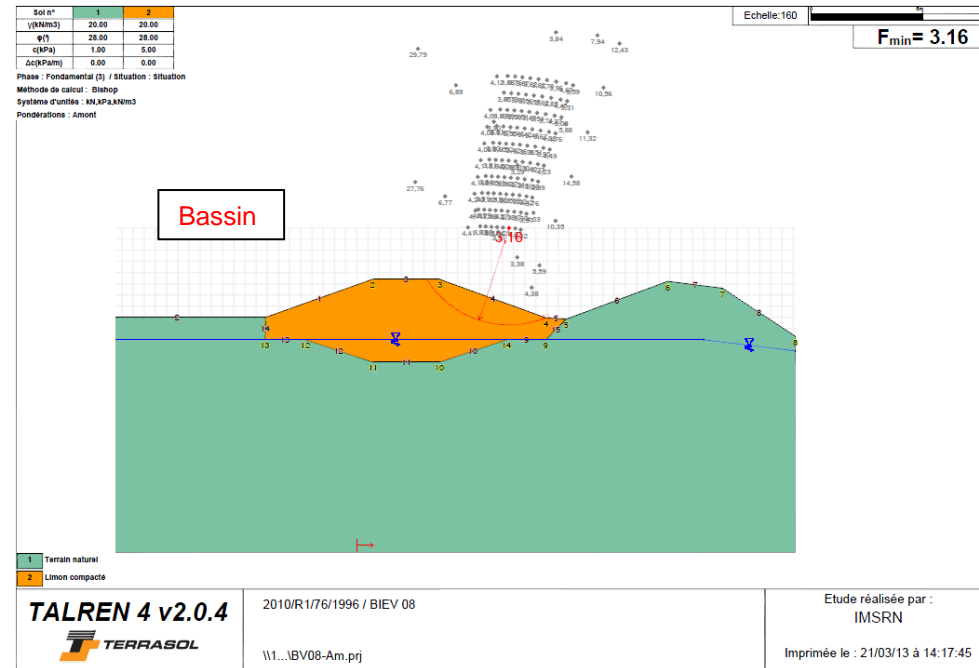


Figure 7 : calcul de stabilité du remblai aval en situation fondamentale

La stabilité du remblai aval est assurée pour une pente de bassin égale à 3H/1V. Le coefficient de sécurité atteint 3,76 pour une valeur seuil égale à 1,50.

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

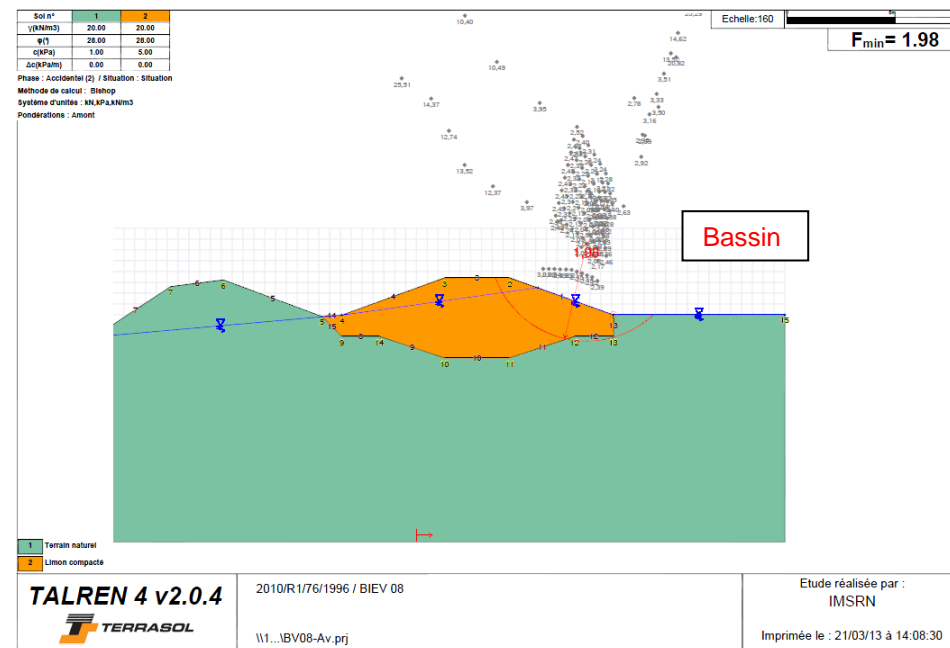


Figure 8 : calcul de stabilité du remblai amont en situation accidentelle

La stabilité du remblai amont est assurée pour une pente de bassin égale à 3H/1V. Le coefficient de sécurité atteint 1,98 pour une valeur seuil égale à 1,20.

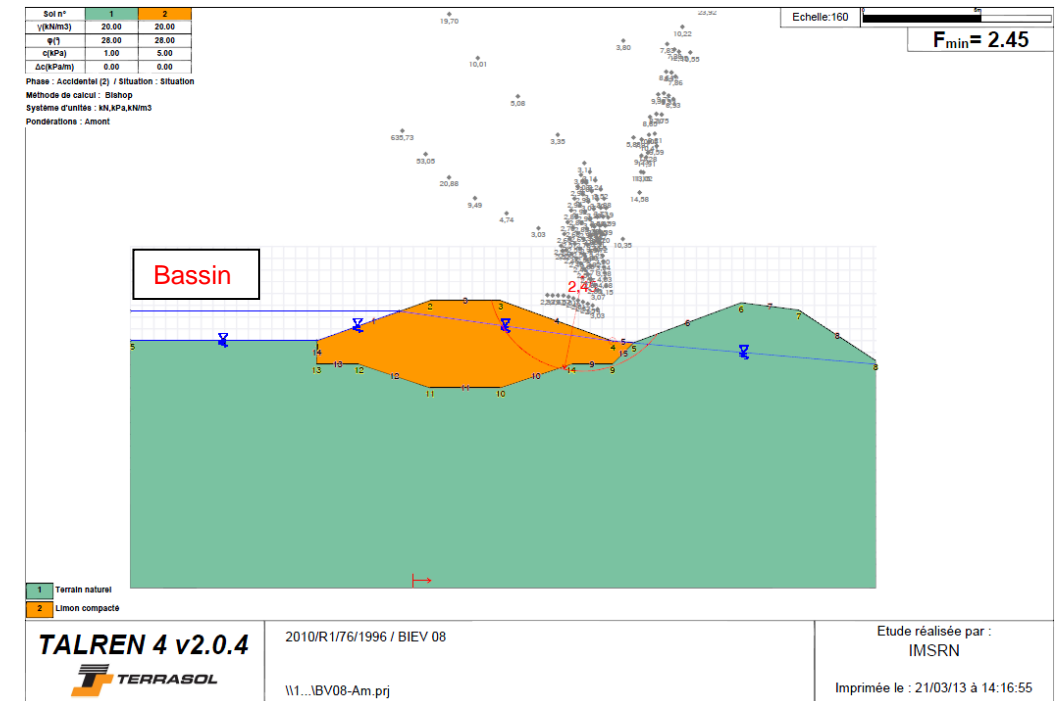


Figure 9 : calcul de stabilité du remblai aval en situation accidentelle

La stabilité du remblai aval est assurée pour une pente de bassin égale à 3H/1V. Le coefficient de sécurité atteint 2,45 pour une valeur seuil égale à 1,20.

#### 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 **IMSRN** 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.

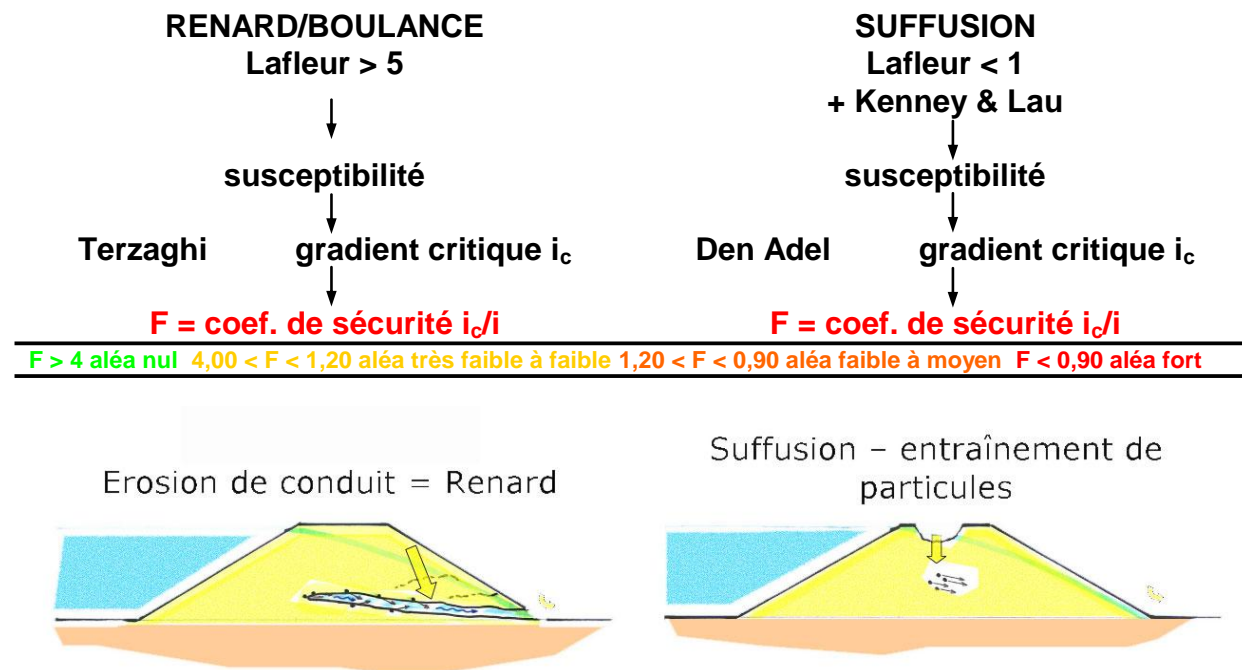


Figure 10 : Deux exemples d'érosion interne mis en évidence par les calculs de stabilité interne

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 48h :

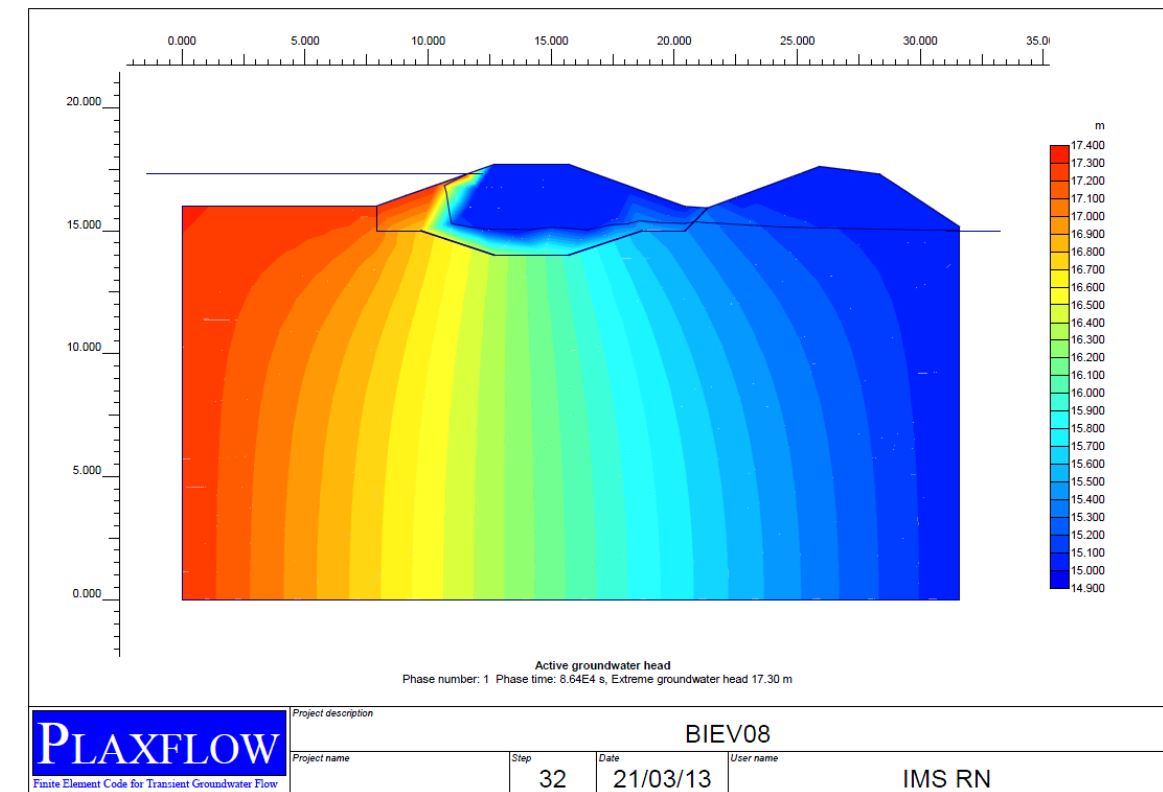


Figure 11 : imbibition du talus lors de la mise en charge de l'ouvrage

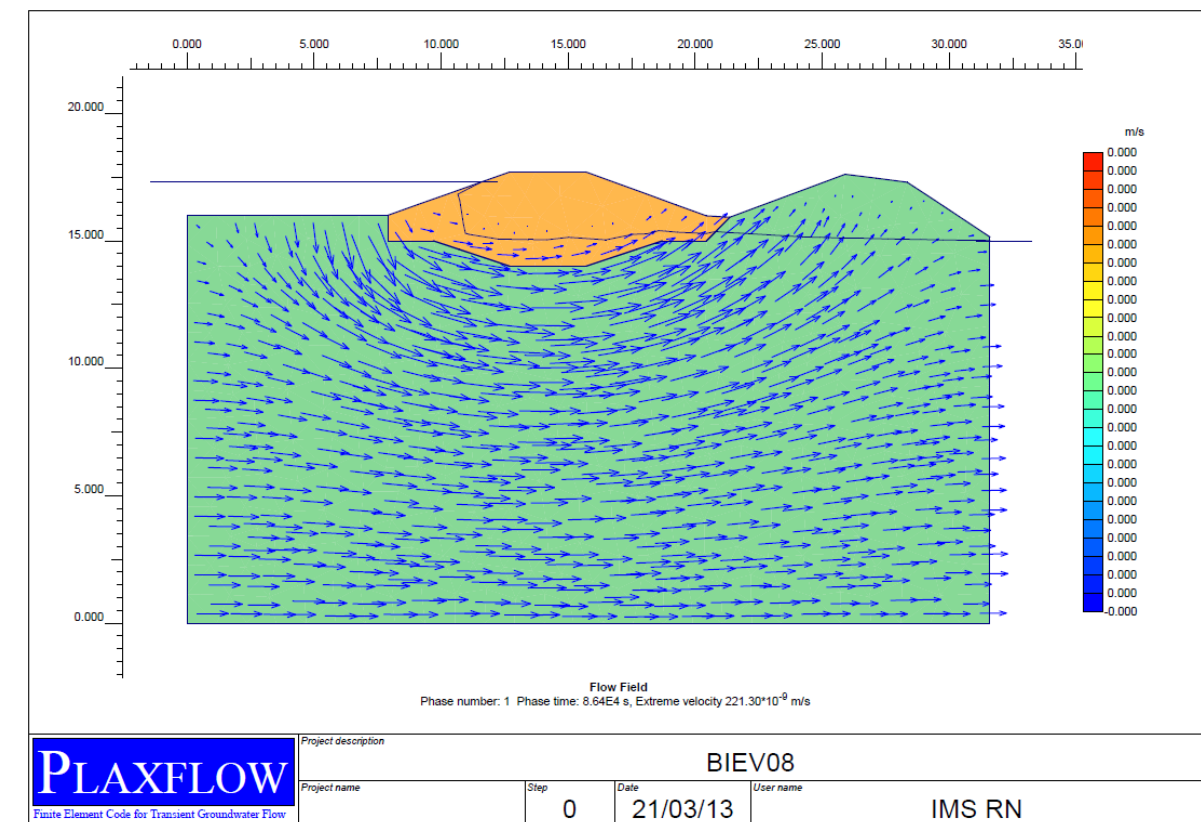


Figure 12 : Champ d'écoulement sous l'ouvrage - arrows

Nous avons considéré les hypothèses de perméabilités suivantes :

Sol en place :  $1.10^{-5}$  m/s (perméabilité mesurée) ;  
Sol compacté (barrage) :  $1.10^{-8}$  m/s (perméabilité mesurée en laboratoire) ;

On note ici l'imbibition superficielle du talus amont. Le bulbe de saturation n'atteint pas le talus aval. En revanche on note 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 sur une épaisseur de 0,5 m est également possible.

#### **4.6 Etanchéité**

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

##### ANCRAGE :

On prévoira la réalisation d'une clé d'étanchéité afin de limiter les infiltrations sous le barrage et de couper les circulations qui pourraient se faire dans les niveaux de limons. Au droit de l'ouvrage amont, elle devrait également permettre de retrouver des terrains plus sains, non lessivés. Les dimensions de cette clé sont les suivantes :

- Profondeur d'au moins 1 m/ancrage
- Largeur à la base de 3 m minimum ;
- Pentes de 3H/1V.

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 préférentielles.

Les eaux collectées 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.

On prévoira le bétonnage pleine fouille des canalisations traversantes afin de limiter les risques de renard le long des conduites. Nous recommandons la réalisation de test d'étanchéité en phase chantier.

Les eaux de ruissellement devront être évacuées vers l'aval, on évitera les infiltrations en pied de talus aval, notamment au niveau du fossé.

##### BASSIN :

Afin de réduire les risques d'infiltrations préférentielles, on prévoira, au minimum le compactage du fond de bassin sur une largeur de 5 m en pied de talus amont. Nous recommandons la mise en place d'une couche d'argile imperméable d'une épaisseur de 0,5 m sur le fond de bassin.

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.

##### 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.**

##### TALUS AVAL :

Nous recommandons la réalisation d'une étanchéité de la zone entre le talus aval de l'ouvrage et le talus routier. Un exutoire devra être prévu dans la zone basse.

#### 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 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 M. ARIS le 20/03/2013

## ANNEXES

ANNEXE A : PLAN D'IMPLANTATION DES RECONNAISSANCES

ANNEXE B : SONDAGES GEOLOGIQUES A LA TARIERE

ANNEXE C : ESSAIS AU PENETROMETRE DYNAMIQUE

ANNEXE D : ESSAIS DE PERMEABILITE

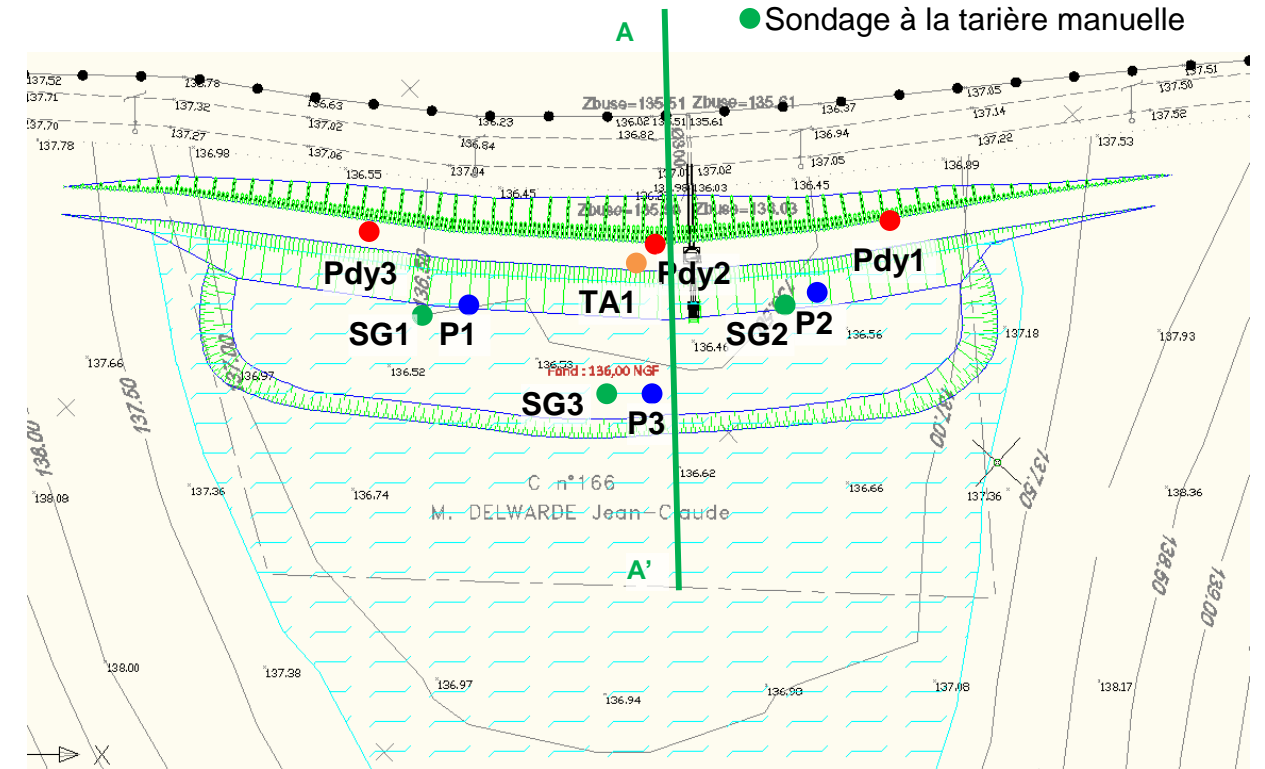
ANNEXE E : ESSAIS EN LABORATOIRE

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


ANNEXE G : CLASSIFICATION DES MISSIONS GEOTECHNIQUES


**ANNEXE A :**  
**PLAN D'IMPLANTATION DES**  
**RECONNAISSANCES**


- Sondage pénétrométrique
- Essais de perméabilité Porchet
- Sondage à la tarière mécanique
- Sondage à la tarière manuelle




**ANNEXE B :**  
**SONDAGES GEOLOGIQUES A LA TARIERE**

 Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels		site d'étude	référence sondage	
			ouvrage : <b>Biev 08</b>	sondage : <b>SG1</b>
<b>FORAGE DESTRUCTIF</b>		SYMAC	cote Z : /	profondeur : <b>1.50</b>
			date sondage : <b>15/01/2013</b>	Equipe de forage : <b>Y.P. - M.A.</b>
		dossier n° 2010/R1/76/1996	inclinaison : 90°	Niveau d'eau en cours de forage : 0,7m Niveau d'eau en fin de forage : 0,7m Niveau d'eau en fin de chantier : 0,7m
prof. (m)	eau outil	faciès géologique sur cuttings		observations
0		Terre végétale		
		Limon argileux		
1		<b>FIN DE SONDAGE</b>		
2				
3				
commentaires :				Visa : Y. PECOURT
Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels - Agence Nord Ouest voie A n°80 ZAC de la Briqueterie - 76160 St Jacques sur Damétal tél. 02 35 60 14 51 - fax 02 35 60 14 53 - ims.rouen@imsrn.com - www.imsrn.com				

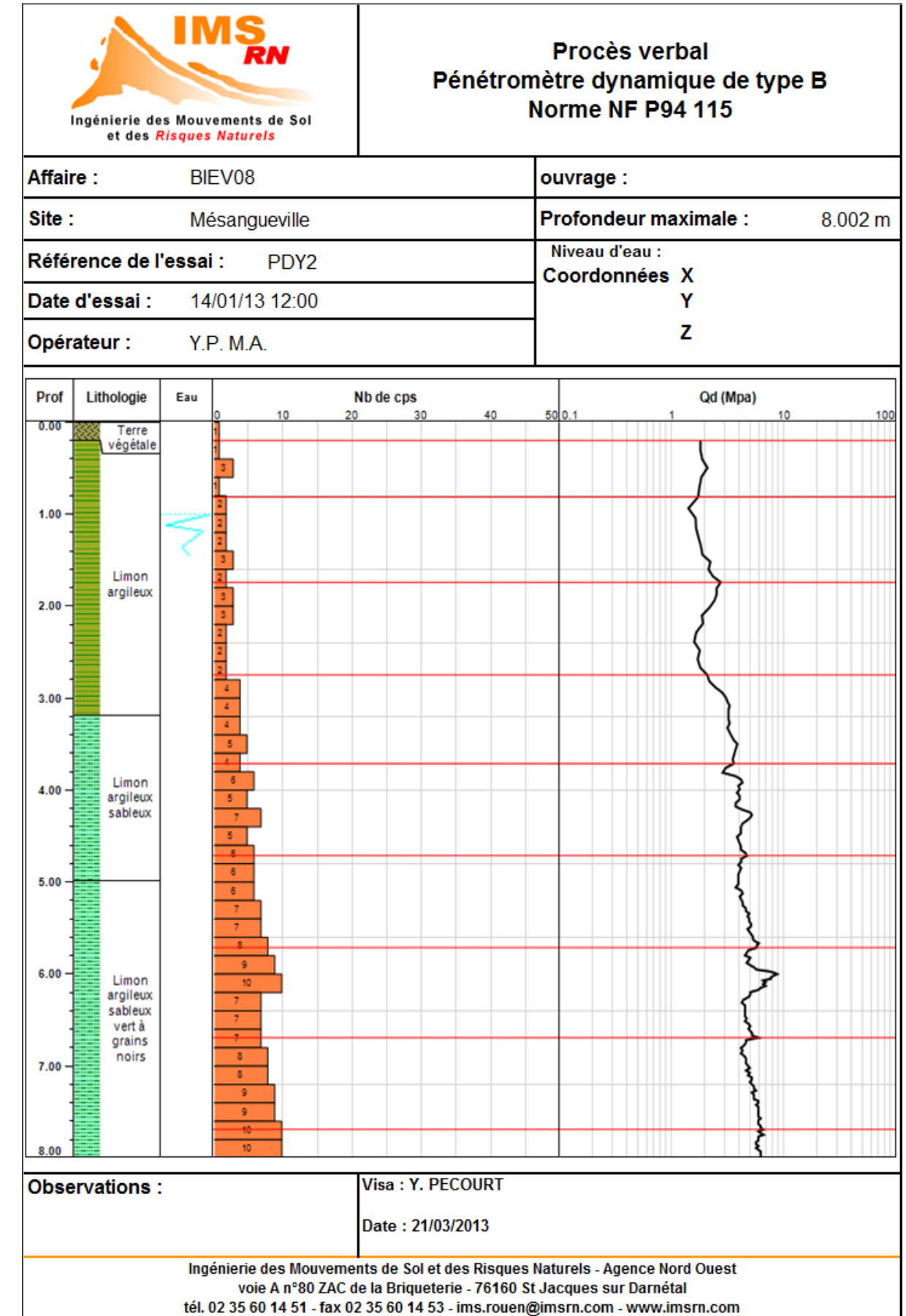
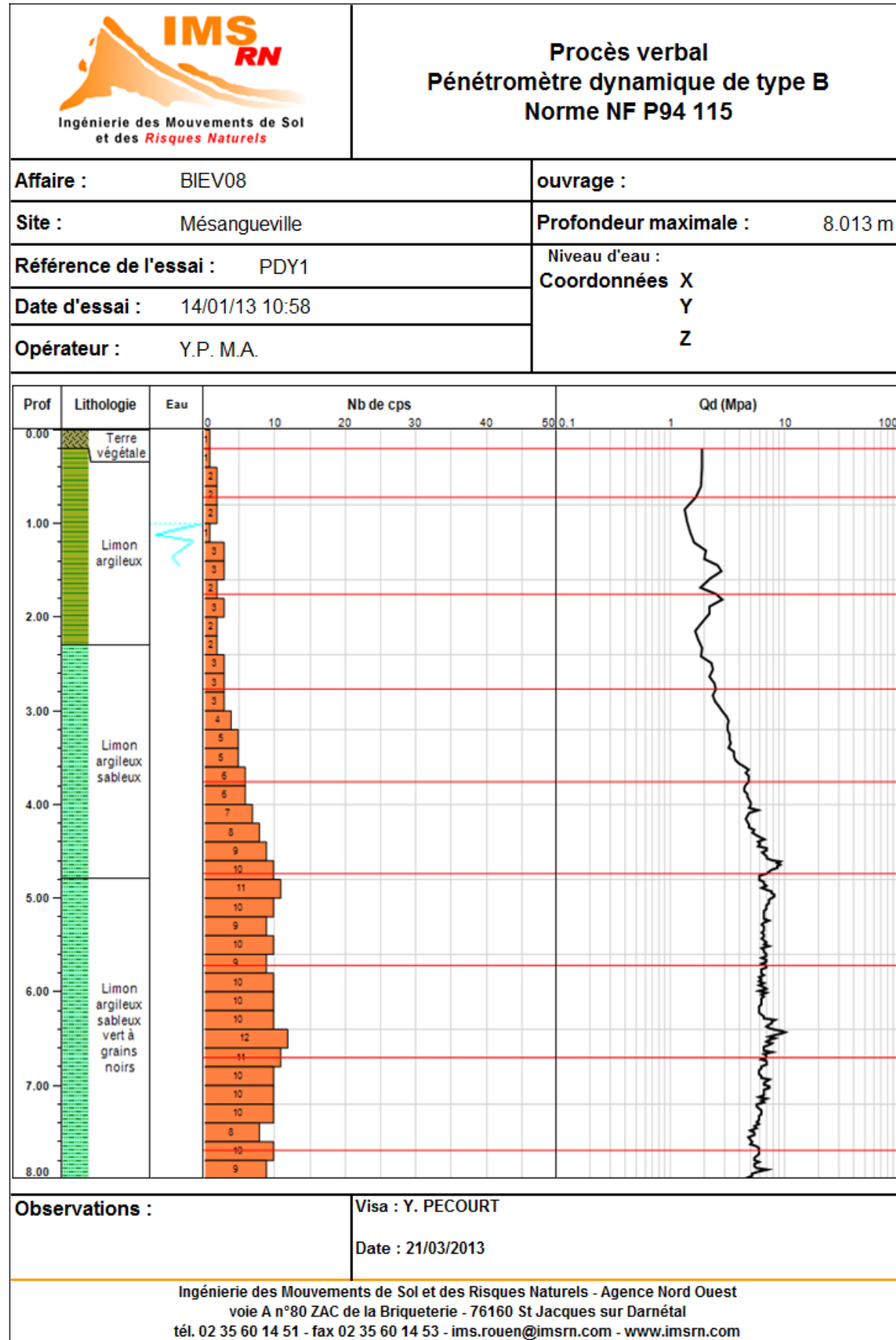
 Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels		site d'étude <b>SYMAC</b>	référence sondage	
			ouvrage : <b>Biev 08</b>	sondage : <b>SG2</b>
<b>FORAGE DESTRUCTIF</b>		dossier n° 2010/R1/76/1996	cote Z : /	profondeur : 1,6
			date sondage : 15/01/2013	Equipe de forage : Y.P. - M.A.
		inclinaison : 90°	Niveau d'eau en cours de forage : 0,8m	
			Niveau d'eau en fin de forage : 0,8m	
			Niveau d'eau en fin de chantier : 0,8m	
prof. (m)	eau outil	faciès géologique sur cuttings		observations
0		Terre végétale		
1		Limon argileux		
		<b>FIN DE SONDAGE</b>		
2				
3				
commentaires :			Visa : Y. PECOURT	
Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels - Agence Nord Ouest voie A n°80 ZAC de la Briqueterie - 76160 St Jacques sur Damétal tél. 02 35 60 14 51 - fax 02 35 60 14 53 - ims.rouen@imsrn.com - www.imsrn.com				

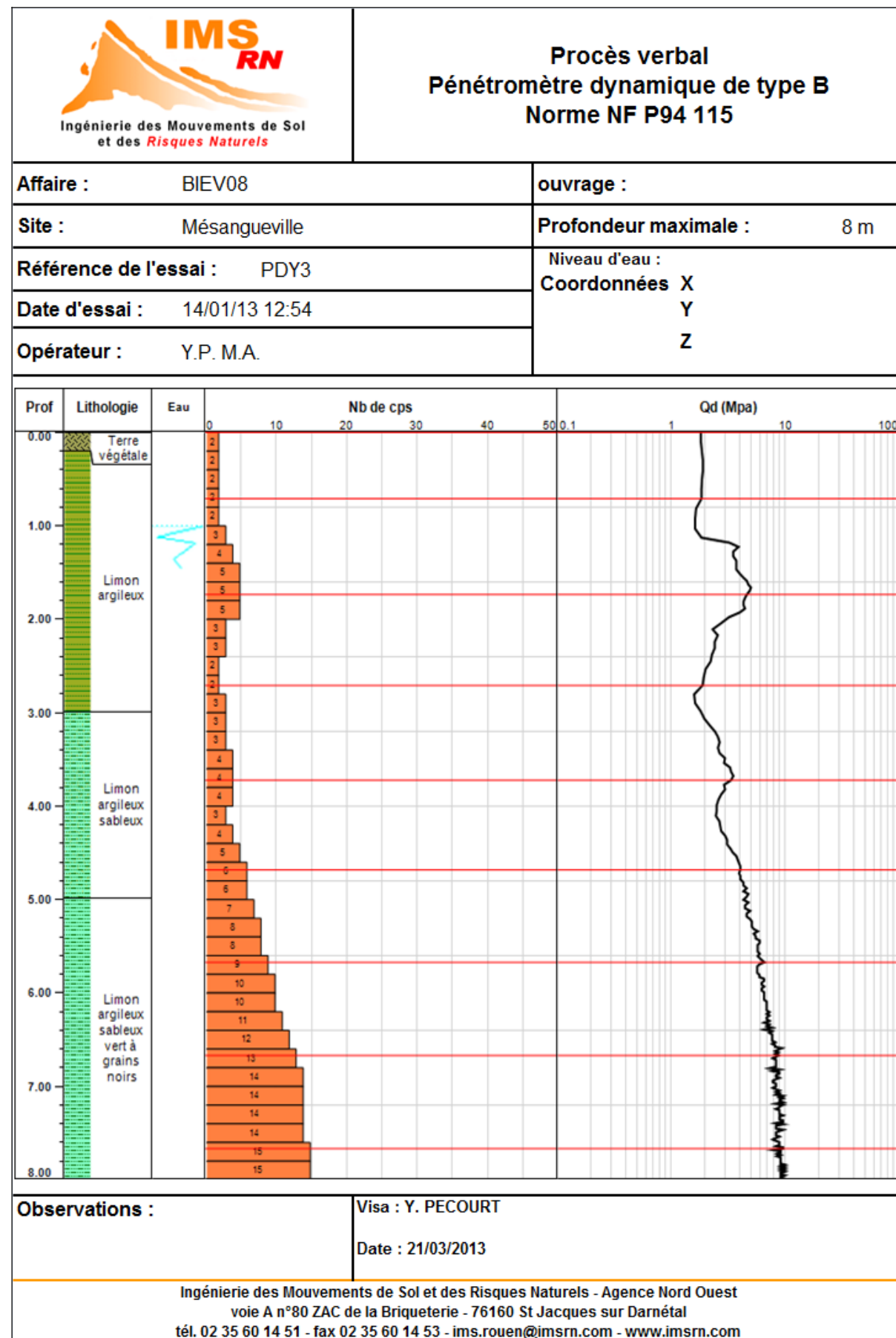
 Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels		site d'étude <b>SYMAC</b>	référence sondage	
			ouvrage : <b>Biev 08</b>	sondage : <b>SG3</b>
<b>FORAGE DESTRUCTIF</b>		dossier n° 2010/R1/76/1996	cote Z : /	profondeur : 1,5
			date sondage : 15/01/2013	Equipe de forage : Y.P. - M.A.
		inclinaison : 90°	Niveau d'eau en cours de forage : 0,9m	
			Niveau d'eau en fin de forage : 0,9m	
			Niveau d'eau en fin de chantier : 0,9m	
prof. (m)	eau outil	faciès géologique sur cuttings		observations
0		Terre végétale		
1		Limon argileux		
		Limon argileux légèrement graveleux		
		<b>FIN DE SONDAGE</b>		
2				
3				
commentaires :			Visa : Y. PECOURT	
Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels - Agence Nord Ouest voie A n°80 ZAC de la Briqueterie - 76160 St Jacques sur Damétal tél. 02 35 60 14 51 - fax 02 35 60 14 53 - ims.rouen@imsrn.com - www.imsrn.com				



 <b>Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels</b>		site d'étude <b>SYMAC</b>	référence sondage	
			ouvrage : <b>Biev 08</b>	sondage : <b>TA1</b>
<b>FORAGE DESTRUCTIF</b>		dossier n° 2010/R1/76/1996	cote Z : /	profondeur : 8,0 m
			date sondage : 14/01/2013	Equipe de forage : M.A - Z.E
		inclinaison : 90°	Niveau d'eau en cours de forage : 1 m	
			Niveau d'eau en fin de forage : 1 m	
			Niveau d'eau en fin de chantier : 1 m	
prof. (m)	eau outil	faciès géologique sur cuttings		observations
0		Terre végétale		
1		Limon argileux		
2		Limon argileux sableux		
3	Eau à 1 m T arriere 63 mm	Limon argileux sableux vert à grains noirs		
4				
5				
6				
7				
8		<b>FIN DE SONDAGE</b>		
9				
10				
commentaires :			Visa : Y. PECOURT	
<b>Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels - Agence Nord Ouest</b> voie A n°80 ZAC de la Briqueterie - 76160 St Jacques sur Damétal tél. 02 35 60 14 51 - fax 02 35 60 14 53 - <a href="mailto:ims.rouen@imsrn.com">ims.rouen@imsrn.com</a> - <a href="http://www.imsrn.com">www.imsrn.com</a>				

## ANNEXE C : ESSAIS AU PENETROMETRE DYNAMIQUE



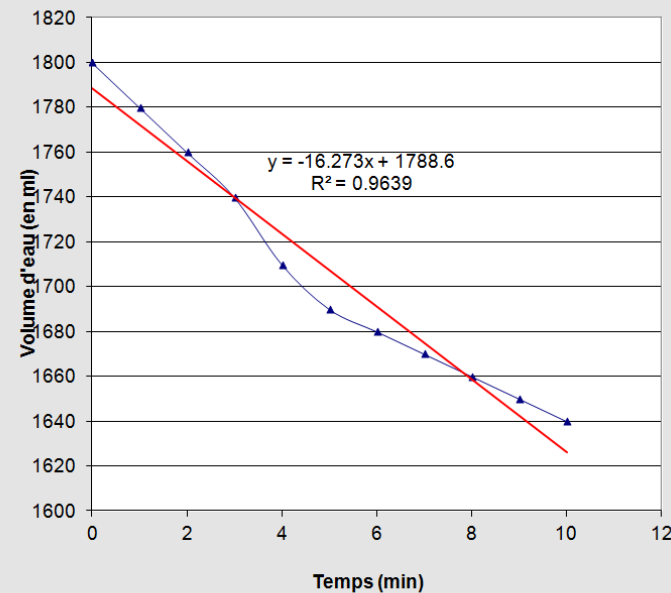


## ANNEXE D : ESSAIS DE PERMEABILITE

<p>Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels</p>		Agence Nord Ouest n°80 ZAC de la Briqueterie 76160 Saint Jacques sur Darnetal	
Affaire :	2012/R1/76/1996	Commune :	Mésangueville
Site :	SYMAC	Localisation (m) :	x
Ouvrage :	Biev 08		y
Référence de l'essai :	P1		z
Nom de l'opérateur :	M.A. - Y.P	PV saisi par :	M.A.
Date du sondage :	15/01/2013	PV saisi le :	29/01/2013

**ESSAI DE PERMEABILITE IN SITU (méthode Porchet)**

Mesures temps (min)	Volume (mL)
0	1800
1	1780
2	1760
3	1740
4	1710
5	1690
6	1680
7	1670
8	1660
9	1650
10	1640



Géométrie de la fouille	
Profondeur (cm)	50
Hauteur de charge (cm)	20
Diamètre du trou (cm)	20

Temps de saturation (min)	20
Volume de saturation (ml)	3000
Nature du sol	Limon argileux
Perméabilité K (mm.h <sup>-1</sup> ) :	6.1 mm.h <sup>-1</sup>
Perméabilité K (m.s <sup>-1</sup> ) :	1.7E-06 m.s <sup>-1</sup>

Légende :  
— courbe d'essai  
— droite de tendance

$$K \text{ (mm/h)} = \frac{Q}{S \cdot t}$$

Q : volume d'eau percolé en mm<sup>3</sup>  
 S : surface d'infiltration en mm<sup>2</sup>  
 t : temps en heures

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

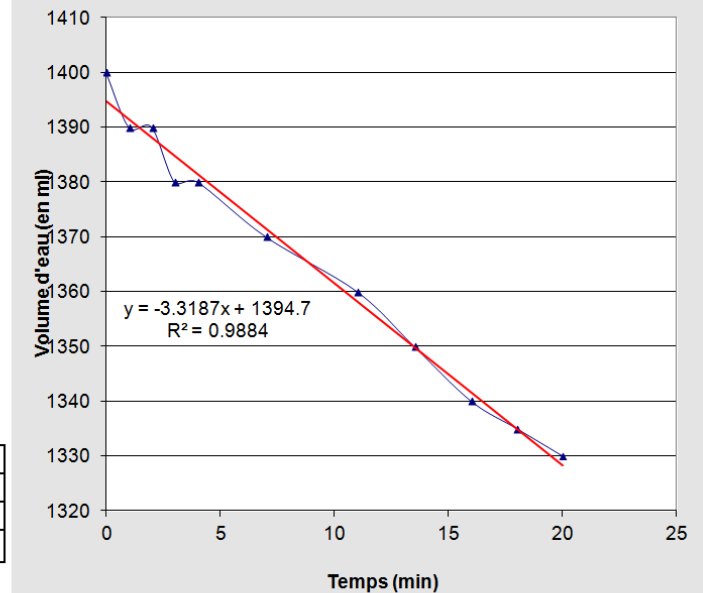
très bonne droite de regression  
**sol moyennement perméable**

Observations :	VISA: Y. PECOURT
----------------	------------------

<p>Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels</p>		Agence Nord Ouest n°80 ZAC de la Briqueterie 76160 Saint Jacques sur Darnetal	
Affaire :	2012/R1/76/1996	Commune :	Mésangueville
Site :	SYMAC	Localisation (m) :	x
Ouvrage :	Biev 08		y
Référence de l'essai :	P2		z
Nom de l'opérateur :	M.A. - Y.P	PV saisi par :	M.A.
Date du sondage :	15/01/2013	PV saisi le :	29/01/2013

**ESSAI DE PERMEABILITE IN SITU (méthode Porchet)**

Mesures temps (min)	Volume (mL)
0	1400
1	1390
2	1390
3	1380
4	1380
7	1370
11	1360
13.5	1350
16	1340
18	1335
20	1330



Géométrie de la fouille	
Profondeur (cm)	50
Hauteur de charge (cm)	20
Diamètre du trou (cm)	20

Temps de saturation (min)	20
Volume de saturation (ml)	3000
Nature du sol	Limon argileux
Perméabilité K (mm.h <sup>-1</sup> ) :	1.3 mm.h <sup>-1</sup>
Perméabilité K (m.s <sup>-1</sup> ) :	3.7E-07 m.s <sup>-1</sup>

Légende :  
— courbe d'essai  
— droite de tendance


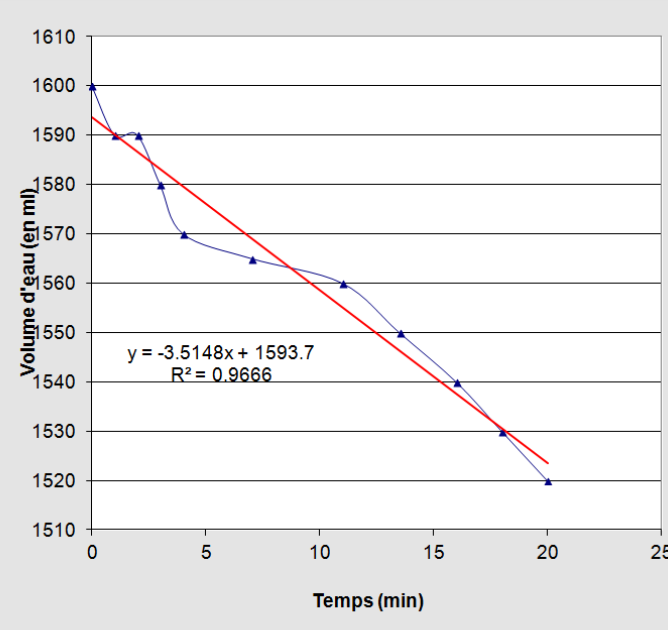
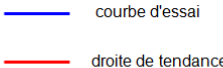
$$K \text{ (mm/h)} = \frac{Q}{S \cdot t}$$

Q : volume d'eau percolé en mm<sup>3</sup>  
 S : surface d'infiltration en mm<sup>2</sup>  
 t : temps en heures

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  
**sol peu perméable**

Observations : Présence d'eau au fond du trou	VISA: Y. PECOURT
---	------------------

 <b>Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels</b>		Agence Nord Ouest n°80 ZAC de la Briqueterie 76160 Saint Jacques sur Darnetal																									
Affaire :	2012/R1/76/1996	Commune :	Mésangueville																								
Site :	SYMAC	Localisation (m) :	x																								
Ouvrage :	Biev 08		y																								
Référence de l'essai :	P3		z																								
Nom de l'opérateur :	M.A. - Y.P	PV saisi par :	M.A.																								
Date du sondage :	15/01/2013	PV saisi le :	29/01/2013																								
<b>ESSAI DE PERMEABILITE IN SITU (méthode Porchet)</b>																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Mesures temps (min)</th> <th>Volume (mL)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>1600</td></tr> <tr><td>1</td><td>1590</td></tr> <tr><td>2</td><td>1590</td></tr> <tr><td>3</td><td>1580</td></tr> <tr><td>4</td><td>1570</td></tr> <tr><td>7</td><td>1565</td></tr> <tr><td>11</td><td>1560</td></tr> <tr><td>13.5</td><td>1550</td></tr> <tr><td>16</td><td>1540</td></tr> <tr><td>18</td><td>1530</td></tr> <tr><td>20</td><td>1520</td></tr> </tbody> </table>	Mesures temps (min)	Volume (mL)	0	1600	1	1590	2	1590	3	1580	4	1570	7	1565	11	1560	13.5	1550	16	1540	18	1530	20	1520			
Mesures temps (min)	Volume (mL)																										
0	1600																										
1	1590																										
2	1590																										
3	1580																										
4	1570																										
7	1565																										
11	1560																										
13.5	1550																										
16	1540																										
18	1530																										
20	1520																										
<b>Géométrie de la fouille</b>																											
Profondeur (cm)	40																										
Hauteur de charge (cm)	20																										
Diamètre du trou (cm)	20																										
<table border="1"> <tr> <td>Temps de saturation (min)</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>Volume de saturation (ml)</td> <td>2500</td> </tr> <tr> <td>Nature du sol</td> <td>Limon argileux</td> </tr> <tr> <td>Perméabilité K (mm.h<sup>-1</sup>) :</td> <td>1.5 mm.h<sup>-1</sup></td> </tr> <tr> <td>Perméabilité K (m.s<sup>-1</sup>) :</td> <td>4.2E-07 m.s<sup>-1</sup></td> </tr> </table>		Temps de saturation (min)	15	Volume de saturation (ml)	2500	Nature du sol	Limon argileux	Perméabilité K (mm.h <sup>-1</sup> ) :	1.5 mm.h <sup>-1</sup>	Perméabilité K (m.s <sup>-1</sup> ) :	4.2E-07 m.s <sup>-1</sup>	Légende : 															
Temps de saturation (min)	15																										
Volume de saturation (ml)	2500																										
Nature du sol	Limon argileux																										
Perméabilité K (mm.h <sup>-1</sup> ) :	1.5 mm.h <sup>-1</sup>																										
Perméabilité K (m.s <sup>-1</sup> ) :	4.2E-07 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>		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 peu perméable</b>																											
Observations : Présence d'eau au fond du trou		VISA: Y. PECOURT																									
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																											

## ANNEXE E : ESSAIS EN LABORATOIRE

		<b>ESSAIS D'IDENTIFICATION DE SOL</b>									
<b>norme NF P 11-300</b>											
N° Affaire :	2012/R1/76/1996	Nom de l'opérateur :	Z.E.								
Nom du site :	SYMAC	Date de l'essai :	24/01/2013								
Nom de l'ouvrage :	Biev 08	PV saisi par :	Z.E.								
Commune :	Mésangueville	Date de saisi du PV :	07/02/2013								
Date du prélèvement :	11/01/2013	Sondage :	SG1								
Référence de l'échantillon :	E1	Prof. du prélèvement :	1 m								
Nature du matériau :	Limon argileux brun										
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)	1256.40	MTH (g)	221.50								
MTS (g)	976.40	MT sec (g)	170.30								
MTARE (g)	16.20	M Tare (g)	7.30								
W%	<b>29.2</b>	W%	<b>31.4</b>								
		Masse échantillon (g)	<b>48.9</b>								
		Volume de bleu (ml)	<b>200</b>								
		Masse de bleu (g)	<b>2</b>								
		VB	<b>5.37</b>								
		VBS	<b>5.37</b>								
<b>ANALYSE GRANULOMETRIQUE (NF P 94-056)</b>											
Tamis (mm)	Refus cumulé (g)	% passant cumulé									
100		100.00									
80		100.00									
63		100.00									
50		100.00									
40		100.00									
31.5		100.00									
20		100.00									
10	0.00	100.00									
8	0.40	99.96									
6.3	0.40	99.96									
5	0.90	99.91									
4	1.40	99.86									
2	4.90	99.49									
1	12.00	98.76									
0.5	21.10	97.80									
0.4	24.40	97.46									
0.2	37.80	96.66									
0.08	60.40	93.71									
D max (mm) : 6											
<b>Observations :</b>											
<table border="1"> <tr> <td>Teneur en eau naturelle</td> <td>29,2 %</td> </tr> <tr> <td>Passant à 80 µm</td> <td>93,71 %</td> </tr> <tr> <td>VBS</td> <td>5,37</td> </tr> <tr> <td>Classe matériau GTR</td> <td>A2 h</td> </tr> </table>		Teneur en eau naturelle	29,2 %	Passant à 80 µm	93,71 %	VBS	5,37	Classe matériau GTR	A2 h	Visa : Z. EL AZMI	
Teneur en eau naturelle	29,2 %										
Passant à 80 µm	93,71 %										
VBS	5,37										
Classe matériau GTR	A2 h										
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											

		<b>INDICE PORTANT IMMEDIAT</b>							
<b>Norme NF P 94-078</b>									
N° Affaire :	2012/R1/76/1996	Nature du matériau :	Limon argileux brun						
Nom de l'ouvrage :	Biev 08	Référence de l'échantillon :	E1						
Commune :	Mésangueville	Nom de l'opérateur :	Z.E.						
Date du prélèvement :	11/01/13	Date de l'essai :	/						
Sondage :	SG1	Date de saisi du PV :	/						
Prof. du prélèvement :	1 m	PV saisi par :	Z.E.						
<b>TENE</b>									
					Nat.				
Masse totale humide (g)	612.1	677.3	625.3	740.6	733				
Masse totale sèche (g)	527.6	564.7	502.6	582.8	564.4				
Masse de la tare (g)	13.8	14.3	11.1	14	14.5				
Masse sèche (g)	513.8	550.4	491.5	568.8	549.9				
W (%)	<b>16.4</b>	<b>20.5</b>	<b>25.0</b>	<b>27.7</b>	<b>30.7</b>				
<b>ESSAI PROCTOR NORMAL NF P 94-093</b>									
Moule	CBR	PROCTOR	Energie de compactage	Normale	Modifiée				
	<b>X</b>			<b>X</b>					
	<b>Point 1</b>	<b>Point 2</b>	<b>Point 3</b>	<b>Point 4</b>	<b>Point 5</b>				
W atteinte	16.4	20.5	25.0	27.7	30.7				
Masse totale Humide (g)	11569	11840	11975	11944	11847				
Masse du moule (g)	7908	7908	7908	7908	7908				
Masse sol Humide (g)	3661	3932	4067	4036	3939				
Volume moule (cm³)	2112	2112	2112	2112	2112				
Masse vol. humide (g/cm³)	<b>1.733</b>	<b>1.862</b>	<b>1.926</b>	<b>1.911</b>	<b>1.865</b>				
Teneur en eau mesurée (%)	<b>16.4</b>	<b>20.5</b>	<b>25.0</b>	<b>27.7</b>	<b>30.7</b>				
Masse vol. sèche (g/cm³)	1.49	1.55	1.54	1.50	1.43				
<b>ESSAI DE PORTANCE IMMEDIAT NF P 94-078</b>									
		16.4	20.5	25.0	27.7	30.7			
Mesure de portance	mm	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
	1.25	0.340	7.907	0.210	4.884	0.062	1.442	0.020	0.465
	2.00	0.430	10.000	0.290	6.744	0.100	2.326	0.025	0.582
	2.50	0.470	10.930	0.330	7.675	0.120	2.791	0.032	0.744
	5.00	0.630	14.651	0.460	10.698	0.200	4.651	0.060	1.396
	7.50	0.750	17.442	0.580	13.488	0.245	5.698	0.080	1.861
10.00			0.650	15.116	0.280	6.512	0.095	2.209	
2.5 mm		81.88		57.49		20.91		5.58	3.49
5.0 mm		73.51		53.68		23.34		7.00	3.74
IPI		<b>81.88</b>		<b>57.49</b>		<b>23.34</b>		<b>7.00</b>	<b>3.74</b>
<b>OPTIMUM PROCTOR</b>		W <sub>OPH</sub> (%)	γ <sub>dOPH</sub> (kN/m³)	γ <sub>hOPH</sub> (kN/m³)	Valeur IPI (Echantillon naturel)				
		22.3	15.52	18.98	3.74				
<b>Observations :</b>						Visa : 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									

IMS RN Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels		ESSAIS D'IDENTIFICATION DE SOL									
norme NF P 11-300											
N° Affaire :	2012/R1/76/1996	Nom de l'opérateur :	Z.E.								
Nom du site :	SYMAC	Date de l'essai :	24/01/2013								
Nom de l'ouvrage :	Biev 08	PV saisi par :	Z.E.								
Commune :	Mésangueville	Date de saisi du PV :	07/02/2013								
Date du prélèvement :	11/01/2013	Sondage :	SG2								
Référence de l'échantillon :	E2	Prof. du prélèvement :	1 m								
Nature du matériau :	Limon argileux brun										
T°c de l'étuve : 105°C											
Teneur en eau naturelle (NF P 94-050)		Essai au bleu de méthylène (NF P 94-068)									
Echantillon		Echantillon									
MTH (g)	1073.60	MTH (g)	331.50								
MTS (g)	790.00	MT sec (g)	250.60								
MTARE (g)	16.40	M Tare (g)	7.30								
W%	36.7	W%	33.3								
		Masse échantillon (g)	61.4								
		Volume de bleu (ml)	200								
		Masse de bleu (g)	2								
		VB	4.34								
		VBS	4.31								
ANALYSE GRANULOMETRIQUE (NF P 94-056)											
Tamis (mm)	Refus cumulé (g)	% passant cumulé									
100		100.00									
80		100.00									
63		100.00									
50		100.00									
40		100.00									
31.5		100.00									
20	0.00	100.00									
10	0.70	99.51									
8	3.00	99.61									
6.3	3.80	99.51									
5	5.40	99.30									
4	6.30	99.19									
2	9.80	98.73									
1	15.30	98.02									
0.5	24.20	96.87									
0.4	28.00	96.38									
0.2	46.60	93.98									
0.08	75.40	90.25									
D max (mm) :	12										
<p>Observations :</p>											
<table border="1"> <tr> <td>Teneur en eau naturelle</td> <td>36,7 %</td> </tr> <tr> <td>Passant à 80 µm</td> <td>90,25 %</td> </tr> <tr> <td>VBS</td> <td>4,31</td> </tr> <tr> <td>Classe matériau GTR</td> <td>A2 th</td> </tr> </table>		Teneur en eau naturelle	36,7 %	Passant à 80 µm	90,25 %	VBS	4,31	Classe matériau GTR	A2 th	Visa : Z. EL AZMI	
Teneur en eau naturelle	36,7 %										
Passant à 80 µm	90,25 %										
VBS	4,31										
Classe matériau GTR	A2 th										
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											

IMS RN Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels		INDICE PORTANT IMMEDIAT			
Norme NF P 94-078					
N° Affaire :	2012/R1/76/1996	Nature du matériau :	Limon argileux brun		
Nom de l'ouvrage :	Biev 08	Référence de l'échantillon :	E2		
Commune :	Mésangueville	Nom de l'opérateur :	Z.E.		
Date du prélèvement :	11/01/13	Date de l'essai :	/		
Sondage :	SG2	Date de saisi du PV :	/		
Prof. du prélèvement :	1 m	PV saisi par :	Z.E.		
TENE					
					Nat.
Masse totale humide (g)	779	575.4	640.7	743.3	698.7
Masse totale sèche (g)	670.9	476.3	503.4	579.6	525.4
Masse de la tare (g)	13.2	13.8	14.2	14.5	12.9
Masse sèche (g)	657.7	462.5	489.2	565.1	512.5
W (%)	16.4	21.4	28.1	29.0	33.8
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	16.4	21.4	28.1	29.0	33.8
Masse totale Humide (g)	11419	11731	11865	11858	11740
Masse du moule (g)	7908	7908	7908	7908	7908
Masse sol Humide (g)	3511	3823	3957	3950	3832
Volume moule (cm³)	2112	2112	2112	2112	2112
Masse vol. humide (g/cm³)	1.662	1.810	1.874	1.870	1.814
Teneur en eau mesurée (%)	16.4	21.4	28.1	29.0	33.8
Masse vol. sèche (g/cm³)	1.43	1.49	1.46	1.45	1.36
ESSAI DE PORTANCE IMMEDIAT NF P 94-078					
	16.4	21.4	28.1	29.0	33.8
Mesure de portance	mm	mm	mm	mm	mm
	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
	1.25	0.250	5.814	0.150	3.489
	2.00	0.320	7.442	0.250	5.814
	2.50	0.360	8.372	0.300	6.977
	5.00	0.490	11.395	0.450	10.465
	7.50	0.610	14.186	0.530	12.326
10.00	0.710	16.512	0.580	13.488	
Valeur IPI	2.5 mm	62.71	52.26	5.58	4.30
	5.0 mm	57.18	52.51	6.77	5.84
IPI	62.71	62.61	6.77	5.84	1.76
OPTIMUM PROCTOR	W <sub>OPH</sub> (%)	γ <sub>dOPH</sub> (kN/m³)	γ <sub>hOPH</sub> (kN/m³)	Valeur IPI (Echantillon naturel)	
	23.4	14.92	18.41	1.75	
Observations :				Visa : 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					

		Agence Nord Ouest n°80 ZAC de la Briquetterie 76160 Saint Jacques sur Darnetal		
Procès-verbal d'essai de perméabilité avec une cellule oedométrique				
Affaire:	2012/R1/76/1996	Date de l'essai :	18/02/2013	
Non du site:	SYMAC	Opérateur :	Z.E.	
Ouvrage :	Biév-08	Document rédigé le :	25/02/2013	
Référence de l'essai :	Perméa1	Document rédigé par :	Z.E.	
profondeur de l'échantillon :	1	Nature du sol : argile limoneuse		
<b>Caractéristiques de l'échantillon</b>				
Diamètre (mm) :	71.3			
Hauteur H (mm) :	21	Charge hydraulique (cm) :	35.9	
Contrainte effective (Kpa) :	20	Diamètre du tube d'essai (mm) :	9.9	
		Température de l'eau	11	
Charge hydraulique	Perte de charge	Temps	Coefficient de perméabilité par intervalle à 11 °	Coefficient de perméabilité cumulé à 11 °
35.9	0	0		
35.7	0.2	18000	4.00E-11	4.00E-11
35.4	0.5	27240	1.18E-10	6.63E-11
34.1	1.8	88200	7.90E-11	7.51E-11
33.5	2.4	118800	7.47E-11	7.50E-11
32.5	3.4	172800	7.22E-11	7.41E-11
31.8	4.1	212400	7.08E-11	7.35E-11
30.8	5.1	230400	2.29E-10	8.56E-11
Coefficient de perméabilité cumulé à 11 °		Coefficient de perméabilité de référence à 20 °		
6.6E-11 m/s		8.4E-11 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>	impermeable		
<b>Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels - Agence Nord Ouest</b> 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				

		Agence Nord Ouest n°80 ZAC de la Briquetterie 76160 Saint Jacques sur Darnetal		
FICHE D'ESSAI		Essai réalisé selon norme: NF X30-441		
<b>ESSAI DE PERMEABILITE AU PERMEAMETRE A PAROI RIGIDE</b>				
<b>Essais à charge variable</b>				
Affaire :	2012/R1/76/1996	Matériau :	Limon argileux brun compacté	
Site :	SYMAC	Nature :		
Date :	25/02/2013	provenance :		
opérateur :	Z.EL AZMI	Classification matériau (NF P11-300) :	A2	
Référence de l'essai :	SG2	Classe de qualité (XP P94-202) :		
Ouvrage :	Biév-08	D <sub>max</sub> (mm) :		
<b>Mesures brutes des charges</b>				
Temps (s)	Perte de charge (mm)	Charge hydraulique (mm)	TC°	K en m/s
0.00E+00	0	1345	17.6	
6.00E+01	43	1302	17.6	2.4571E-07
1.20E+02	80	1265	17.6	2.1801E-07
1.80E+02	110	1235	17.6	1.8150E-07
2.40E+02	137	1208	17.6	1.6716E-07
3.00E+02	160	1185	17.6	1.4537E-07
3.60E+02	182	1163	17.6	1.4171E-07
4.20E+02	201	1144	17.6	1.2456E-07
4.80E+02	220	1125	17.6	1.2665E-07
5.40E+02	236	1109	17.6	1.0832E-07
Hauteur de l'éprouvette H (mm) :		19	Diamètre de tube en mm: Masse volumique des grains (kg/m <sup>3</sup> )	
Diamètre de l'éprouvette (mm) :		101.54	15.7	
Teneur en eau (%) initial :		21.54	finale :	32.718
Degré de saturation (%) initial :		47.09	final :	71.522
Masse volumique sèche (kg/m <sup>3</sup> )		1197.86	TC° Eau :	17.60
Charge hydraulique (m) :		Gradient hydraulique i :		
Valeur contre-pression (m) :		0		
Perméamètre à paroi rigide Essai NF X 30-441, Afnor, 2008				
Durée de la phase de saturation préalable en h:		8		
Température dans le local d'essai (C°) moyenne		18		
Nature est origine du liquide d'essai :		Eau du robinet		
Coefficient de perméabilité cumulé à 17,6		2.46E-07		
Coefficient de perméabilité (m/s) à 20 °C		3.73E-07		
Observation en fin d'essai :				
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>	faible		
Argile franche	10 <sup>-12</sup> à 10 <sup>-9</sup>	impermeable		
<b>Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels - Agence Nord Ouest</b> 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				



Affaire : 2012/R1/76/1996		Site : SYMAC		Ouvrage : Bièlv 08						
Sondage : SG1		Profondeur : 1.0		Date de prélèvement : 11/01/2013						
Date de l'essai : 12/02/2013		Opérateur laboratoire : Z.EL AZMI		Nature du matériau :						
<b>Caractéristiques de l'éprouvette</b>										
Limon argileux 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>L</sub> (%)	γ <sub>s</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	S <sub>r</sub> (%)
Eprouvette 1	Hauteur	25.239	1.891	1.555	0.736	79.332	21.626	26.016	1.999	100.000
Eprouvette 2	Hauteur	25.29	1.898	1.56	0.73	80.222	21.7	25.260	2.012	100.000
Eprouvette 3	Hauteur	25.19	1.881	1.537	0.755	79.843	22.352	24.754	2.024	100
Eprouvette 4	Hauteur	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	Contrainte (kPa)	H <sub>i</sub> (mm)	τ <sub>i</sub> (kPa)	S <sub>h,p</sub> (mm)	S <sub>h,f</sub> (mm)	V (μm/min)				
Eprouvette 1	55.00	24.739	56.45	2.543	10	50				
Eprouvette 2	100.00	24.559	81.55	3.584	10	50				
Eprouvette 3	200.00	23.870	132.63	3.614	10	50				
Eprouvette 4	/	/	/	/	/	/				
<b>Caractéristiques de l'état de rupture</b>										
<b>Résultats</b> $\Phi'_p = 27.6^\circ$ $c'_p = 28.33 \text{ kPa}$ $\Phi'_f = \text{°}$ $c'_f = \text{kPa}$										
Responsable du laboratoire géotechnique Nom : Z.E LAZMI Date : 12/02/2013										
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										

Affaire : 2012/R1/76/1996		Site : #REF!		Ouvrage : Bièlv 08						
Sondage : SG2		Profondeur : 0,5m		Date de prélèvement : 11/01/2013						
Date de l'essai : 12/02/2013		Opérateur laboratoire : Z.E		Nature du matériau :						
<b>Caractéristiques de l'éprouvette</b>										
Limon argileux intact										
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>L</sub> (%)	γ <sub>s</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	S <sub>r</sub> (%)
Eprouvette 1	Hauteur	24.79	2.027	1.755	0.538	77.83	15.517	15.525	2.196	99.857
Eprouvette 2	Hauteur	24.68	1.886	1.598	0.688	70.62	18.011	16.279	2.125	92.108
Eprouvette 3	Hauteur	23.99	2.128	1.857	0.453	86.896	14.602	9.801	2.346	100
Eprouvette 4	Hauteur	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	Contrainte (kPa)	H <sub>i</sub> (mm)	τ <sub>i</sub> (kPa)	S <sub>h,p</sub> (mm)	S <sub>h,f</sub> (mm)	V (μm/min)				
Eprouvette 1	55.00	22.879	34.86	/	5	60				
Eprouvette 2	100.00	21.590	62.26	/	5	60				
Eprouvette 3	200.00	20.850	115.45	/	5	60				
Eprouvette 4	/	/	/	/	/	/				
<b>Caractéristiques de l'état de rupture</b>										
<b>Résultats</b> $\Phi'_p = \text{°}$ $c'_p = \text{kPa}$ $\Phi'_f = 28.9^\circ$ $c'_f = 5.56 \text{ kPa}$										
Responsable du laboratoire géotechnique Nom : Z.E LAZMI Date : 21/03/2013										
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										

**ANNEXE F :**

**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	<b>Solution 1 : humidification dans la masse</b> W : humidification pour changer l'état R : réglage en couches minces C : compactage moyen <b>Solution 2 : emploi en l'état</b> C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0	0	4	0	1	2	0
		-	évaporation importante	<b>Solution 1 : arrosage superficiel</b> W : arrosage superficiel pour maintien de l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m) <b>Solution 2 : extraction avec arrosage superficiel</b> E : extraction frontale W : arrosage superficiel C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m) <b>Solution 3 : humidification dans la masse</b> W : humidification pour changement d'état R : couches minces C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0	0	3	0	0	1	1
					2	0	3	0	0	1	2
					0	0	4	0	1	1	2
A <sub>1ts</sub>	Sols normalement inutilisables en l'état Leur humidification pour les ramener dans l'état s voire m peut être envisagée sous réserve d'une étude spécifique			NON							

A <sub>2</sub> (états th, h)											
Sol	Observations générales	Situation météorologique	Condition d'utilisation en remblai	Code							
				E	G	W	T	R	C	H	
A <sub>2th</sub>	Sols normalement inutilisables en l'état			NON							
A <sub>2h</sub>	Ces sols sont difficiles à mettre en œuvre en raison de leur portance faible. La mise en dépôt provisoire et le drainage préalable ne sont habituellement pas des solutions envisageables dans le climat français moyen. 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 importante	<b>Solution 1 : traitement</b> T : traitement à la chaux C : compactage moyen <b>Solution 2 : utilisation de l'état</b> C : compactage faible H : remblais de faible hauteur (≤ 5 m)	0	0	0	2	0	2	0
		-	évaporation importante	<b>Solution 1 : aération</b> 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) <b>Solution 2 : traitement</b> T : traitement à la chaux C : compactage moyen	1	0	1	0	1	2	2
					0	0	0	2	0	2	0

Sol	Observations générales	Situation météorologique	Condition d'utilisation en remblai	Code							
				E	G	W	T	R	C	H	
A <sub>2m</sub>	Ces sols ne posent pas de problème de réutilisation en remblai sauf par pluie forte ou moyenne	++	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	<b>Solution 1 : arrosage superficiel</b> W : arrosage superficiel pour maintien de l'état C : compactage intense <b>Solution 2 : emploi en l'état</b> C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m) <b>Solution 3 : extraction frontale</b> E : extraction frontale C : compactage moyen	0	0	3	0	0	2	0
A <sub>2s</sub>	La teneur en eau faible de ces sols oblige à un compactage intense. 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.  L'humidification dans la masse exige un malaxage soigné avec apport d'importantes quantités d'eau	++	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 intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	1	0	0	0	1	1	2
		=	ni pluie, ni évaporation importante	<b>Solution 1 : humidification dans la masse</b> W : humidification pour changer l'état R : couches minces C : compactage moyen <b>Solution 2 : utilisation en l'état</b> C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0	0	4	0	1	2	0
		-	évaporation importante	<b>Solution 1 : humidification</b> W : humidification pour changer l'état R : couches minces C : compactage intense <b>Solution 2 : arrosage</b> W : arrosage superficiel pour maintien de l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m) <b>Solution 3 : extraction frontale avec arrosage</b> E : extraction frontale W : arrosage superficiel pour maintien de l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0	0	3	0	0	1	1
A <sub>2ts</sub>	Sols normalement inutilisables en l'état			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	Sols inutilisables en l'état			NON							
C <sub>1</sub> A <sub>1</sub> h C <sub>1</sub> B <sub>5</sub> h	La réduction de teneur en eau par une mise en dépôt provisoire ou un drainage préalable (plusieurs mois) peut être envisagée après étude spécifique.			NON							
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							
		=	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	
				0	2	0	1	0	2	0	
		-	évaporation importante	Solution 2 : traitement G : élimination des éléments > 250 mm pour traitement T : traitement avec un réactif adapté C : compactage moyen							
				0	0	0	0	0	3	1	
				Solution 1 : utilisation en l'état C : compactage faible H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)							
				1	0	1	0	1	2	0	
				Solution 2 : aération E : extraction en couches W : réduction de teneur en eau par aération R : couches minces C : compactage moyen							
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							
			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 : arrosage pour 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>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>1</sub> s C <sub>1</sub> B <sub>5</sub> s	Ces sols sont difficiles à compacter	++	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							
	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 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 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	Solution 1 : utilisation en l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)							
				0	0	0	0	0	1	1	
				Solution 2 : humidification W : humidification pour changer d'état R : couches minces C : compactage moyen							
				0	0	4	0	1	2	0	
		-	évaporation importante	Solution 1 : maintien de l'état W : arrosage pour maintien de l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)							
				0	0	3	0	0	1	2	
				Solution 2 : humidification W : humidification pour changer d'état R : couches minces C : compactage intense							
				0	0	4	0	1	1	0	
C <sub>1</sub> A <sub>1</sub> ts C <sub>1</sub> B <sub>5</sub> ts	Sols normalement inutilisable en l'état			NON							
	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							

## ANNEXE G :

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

### Classification des missions types d'ingénierie géotechnique (Norme NFP 94-500 révisée en Décembre 2006)

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique doit suivre les étapes d'élaboration et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géologiques. Chaque mission s'appuie sur des investigations géotechniques spécifiques. Il appartient au maître d'ouvrage ou à son mandataire de veiller à la réalisation successive de toutes ces missions par une ingénierie géotechnique.

#### ÉTAPE 1 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES PRELABLES (G1)

Ces missions excluent toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre d'une mission d'étude géotechnique de projet (étape 2). Elles sont normalement à la charge du maître d'ouvrage.

##### ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉLIMINAIRE DE SITE (G11)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire ou d'esquisse et permet une première identification des risques géologiques d'un site:

- Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.
- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport avec un modèle géologique préliminaire, certains principes généraux d'adaptation du projet au site et une première identification des risques.

##### ÉTUDE GÉOTECHNIQUE D'AVANT PROJET (G12)

Elle est réalisée au stade de l'avant projet et permet de réduire les conséquences des risques géologiques majeurs identifiés :

- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, certains principes généraux de construction (notamment terrassements, soutènements, fondations, risques de déformation des terrains, dispositions générales vis-à-vis des nappes et avoisinants).

Cette étude sera obligatoirement complétée lors de l'étude géotechnique de projet (étape 2).

#### ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE PROJET (G2)

Elle est réalisée pour définir le projet des ouvrages géotechniques et permet de réduire les conséquences des risques géologiques importants identifiés. Elle est normalement à la charge du maître d'ouvrage et peut être intégrée à la mission de maîtrise d'oeuvre générale.

##### Phase Projet

- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir une synthèse actualisée du site et les notes techniques donnant les méthodes d'exécution proposées pour les ouvrages géotechniques (notamment terrassements, soutènements, fondations, dispositions vis-à-vis des nappes et avoisinants) et les valeurs seuils associées, certaines notes de calcul de dimensionnement niveau projet.
- Fournir une approche des quantités/délais/coûts d'exécution de ces ouvrages géotechniques et une identification des conséquences des risques géologiques résiduels.

##### Phase Assistance aux Contrats de Travaux

- Établir les documents nécessaires à la consultation des entreprises pour l'exécution des ouvrages géotechniques (plans, notices techniques, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).
- Assister le client pour la sélection des entreprises et l'analyse technique des offres.

#### ÉTAPE 3 : EXÉCUTION DES OUVRAGES GÉOTECHNIQUES (G3 et G 4, distinctes et simultanées)

##### ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXÉCUTION (G3)

Se déroulant en 2 phases interactives et indissociables, elle permet de réduire les risques résiduels par la mise en oeuvre à temps de mesures d'adaptation ou d'optimisation. Elle est normalement confiée à l'entrepreneur.

##### Phase Étude

- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment validation des hypothèses géotechniques, définition et dimensionnement (calculs justificatifs), méthodes et conditions d'exécution (phasages, suivis, contrôles, auscultations en fonction des valeurs seuils associées, dispositions constructives complémentaires éventuelles), élaborer le dossier géotechnique d'exécution.

##### Phase Suivi

- Suivre le programme d'auscultation et l'exécution des ouvrages géotechniques, déclencher si nécessaire les dispositions constructives prédéfinies en phase Etude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des excavations et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- Participer à l'établissement du dossier de fin de travaux et des recommandations de maintenance des ouvrages géotechniques.

##### SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXÉCUTION (G4)

Elle permet de vérifier la conformité aux objectifs du projet, de l'étude et du suivi géotechniques d'exécution. Elle est normalement à la charge du maître d'ouvrage.

##### Phase Supervision de l'étude d'exécution

- Avis sur l'étude géotechnique d'exécution, sur les adaptations ou optimisations potentielles des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, sur le programme d'auscultation et les valeurs seuils associées.

##### Phase Supervision du suivi d'exécution

- Avis, par interventions ponctuelles sur le chantier, sur le contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur, sur le comportement observé de l'ouvrage et des avoisinants concernés et sur l'adaptation ou l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur.

##### DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle.

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, rabattement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans d'autres éléments géotechniques.

Des études géotechniques de projet et/ou d'exécution, de suivi et supervision, doivent être réalisées ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique, si ce diagnostic conduit à modifier ou réaliser

Maître d'ouvrage : **SYMAC**  
12 ROUTE DE LA CAPELLE  
76780 CROISY SUR ANDELLE

## Réalisation de l'ouvrage hydraulique de lutte contre les inondations BIEVZEL03

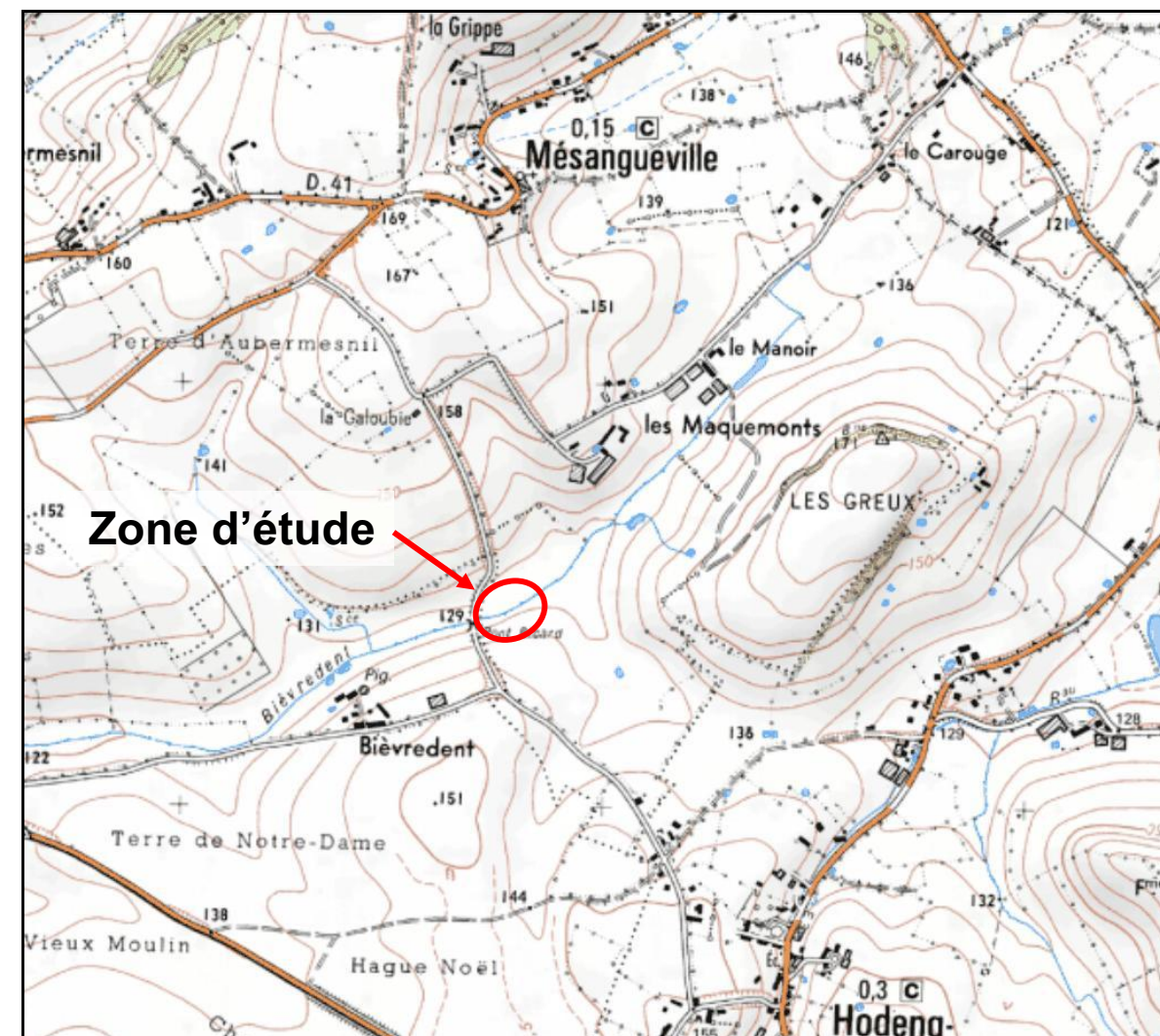
Bassin versant du Bièvredent

### Etude géotechnique d'AVANT-PROJET (G12)

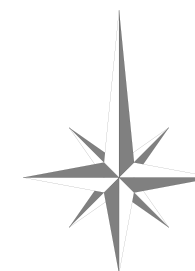
Commune de Mésangueville (76)



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



Nord



Indice	Document	Date	Demandeur	Réalisation	Relecture	Référence affaire	Mission géotechnique	Maître d'Ouvrage
A		03/2013	SYMAC	Y. PECOURT	M. ARIS	2010/R1/76/1996 2010/2678	AVP	SYMAC

## 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 .....	10
4- PRECONISATIONS TECHNIQUES.....	12
4.1 Potentiel de réemploi des matériaux de déblai.....	12
4.2 Mode de réalisation du compactage.....	13
4.3 Assise du barrage .....	13
4.4 Stabilité externe de l'ouvrage .....	14
4.5 Stabilité interne .....	17
4.6 Etanchéité .....	19
4.7 Préconisations d'ordre général.....	20

## ANNEXES

ANNEXE A : PLAN D'IMPLANTATION DES RECONNAISSANCES

ANNEXE B : SONDAGES GEOLOGIQUES A LA TARIERE

ANNEXE C : ESSAIS AU PENETROMETRE DYNAMIQUE

ANNEXE D : ESSAIS DE PERMEABILITE

ANNEXE E : PIEZOMETRE

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 d'études, d'aménagement et d'entretien des bassins versants de l'Andelle et du Crevon. Elle concerne la réalisation de l'ouvrage hydraulique BIEVZEL03 située dans le sous-bassin versant du Bièvredent, sur les parcelles C141 et C168 dans la commune de Mésangueville (76). L'ouvrage hydraulique BIEVZEL03 est un ouvrage de type Digue.

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

Il s'agit d'une mission géotechnique d'avant-projet de type G12, selon la norme NF P94-500 décembre 2006, 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...).

Cette étude s'appuie sur le plan n°8 d'Ecotone Ing., indice 1 de septembre 2012.

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

➤ Sondages in situ :

- 4 sondages géologiques (SG1 à SG4) ;
- 1 sondage à la tarière à 10,0 m (TA1) ;
- 1 sondage équipé en piézomètre à 4,0 m (Pz1) ;
- 2 sondages au pénétromètre dynamique (Pdy1 et Pdy2) ;
- 3 essais de perméabilité de type Porchet (P1 à P3) ;
- 7 prélèvements d'échantillons remaniés.

➤ Essais de laboratoire réalisés :

- 3 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) ;
- 2 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) ;
- 2 essais de perméabilité sur échantillon compacté à l'OPN (norme AFNOR NF X30-441).

Les sondages ont été réalisés au cours de la semaine 2. 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 (Ecotone Ing.) ;
- Extraits de la carte géologique de Forges les eaux (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**

	BIEVZEL03
Volume :	6 000 m <sup>3</sup>
Crête :	130,40 m
Plus Haute Eau :	129,90 m
Fond du bassin :	128,20 m
Hauteur d'eau :	1,7 m
Hauteur de l'ouvrage :	2,2 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 localisé sur la commune de Mésangueville (76), Le long de la RD.

La parcelle devant accueillir l'ouvrage est une vallée large en pente douce. Le centre est occupé par le Bièvredent. La rivière a creusé un lit sur environ 1 m par rapport au terrain actuel.

L'ouvrage est situé en amont d'une route en remblai et du Pont Ricard.

### 2.2 Contexte géologique local

D'un point de vue géologique, la région appartient au domaine structural Ouest du Bassin Parisien.

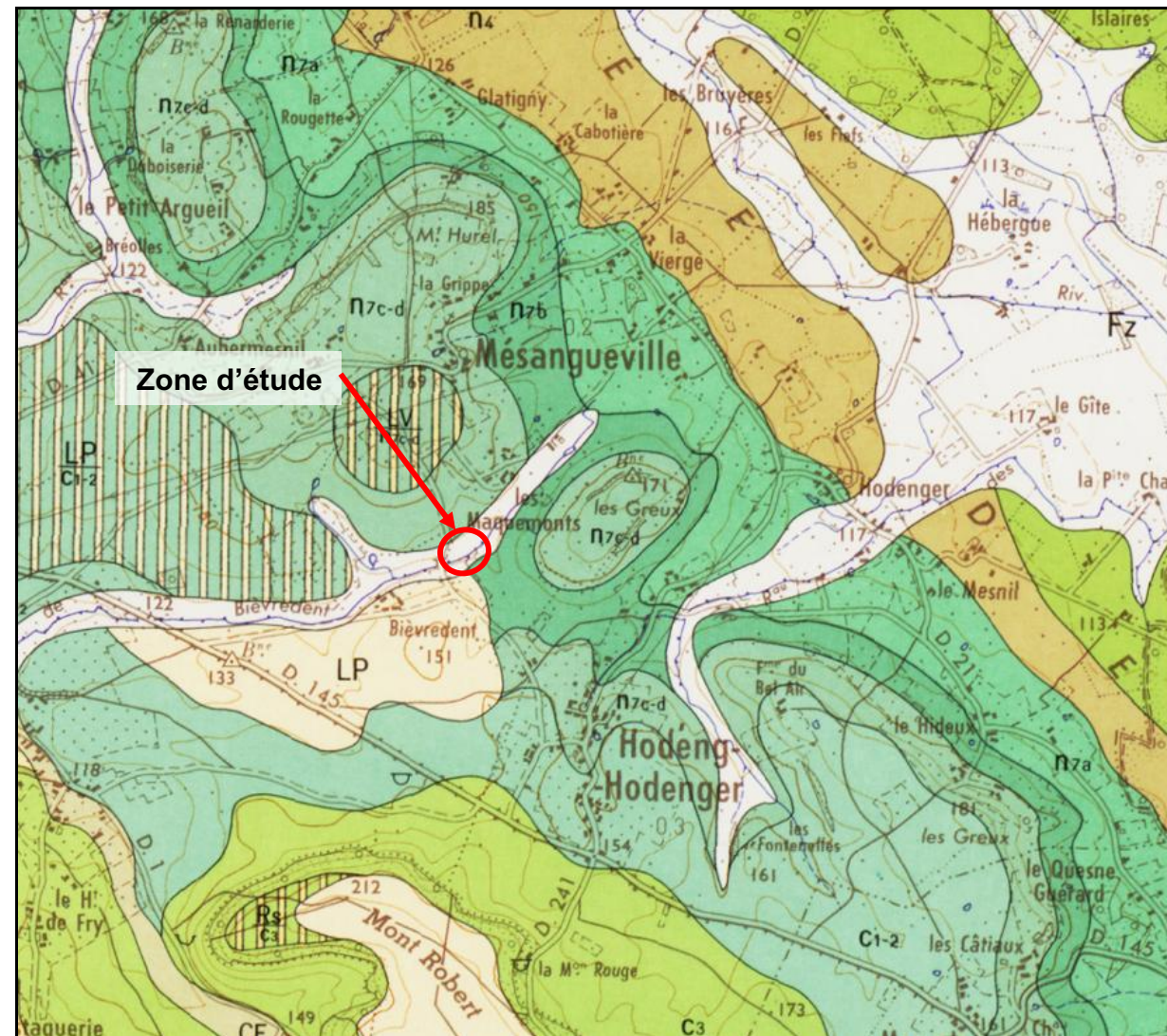


Figure 1 : Extrait de la carte géologique de Forges les eaux au 1/50 000<sup>ème</sup>, échelle modifiée.

D'après la carte géologique de Forges les eaux (Figure 1), les formations suivantes sont présentes au voisinage du site :

- **Alluvions modernes, Fz.** Cette formation est constituée de limons sableux et tourbeux. Son épaisseur est de quelques mètres ;
- **Limons des plateaux, LP et Limons des plateaux sur Cénomaniens, LP/C<sub>1-2</sub>.** Cette formation est constituée de limons. Ils sont bruns, fins et épais lorsqu'ils reposent sur la craie ;
- **Albien terminal, gaize, n<sub>7c-d</sub>.** Cette formation est constituée de deux faciès : la *gaize solide* et la *gaize bleue*. La *gaize solide* est une marne argileuse gris à blanchâtre à nombreux blocs siliceux. La *gaize bleue* est une marne tendre, siliceuse et micacée de couleur gris foncée devenant blanche en séchant. L'épaisseur de la formation est de l'ordre de 15 m.

#### Hydrogéologie :

Sur site, et au moment des investigations, il a été constaté plusieurs zones de stagnation d'eau au droit du futur bassin. Une zone de ruissellement d'eau a également été observée sur le flanc Sud de la vallée.

Nous avons observé les niveaux d'eau suivant dans les sondages :

Sondage	Niveau d'eau	Sondage	Niveau d'eau
SG1	0,9 m	TA1	0,9 m
SG2	0,9 m	Pz1	0,55 m
SG3	0,7 m	Pdy1	2,0 m
SG4	0,5 m	Pdy2	1,7 m

D'après la carte hydrogéologique de Haute-Normandie, la nappe est présente à une profondeur proche de +130 m NGF soit à une profondeur très faible sous la terre végétale.

Un piézomètre a été installé sur la parcelle au droit de la future digue. Le niveau d'eau le 15/01/2013 est à 0,55 m/TN. Nous recommandons la réalisation d'un suivi piézométrique au minimum sur l'année précédant les travaux.

#### Risque sismique :

La zone d'étude est située en zone sismique 1. Le risque sismique est très faible mais non nul.

#### 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.

#### 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 et de notre intervention sur le terrain, aucun indice de cavité n'a été recensé au droit des ouvrages.

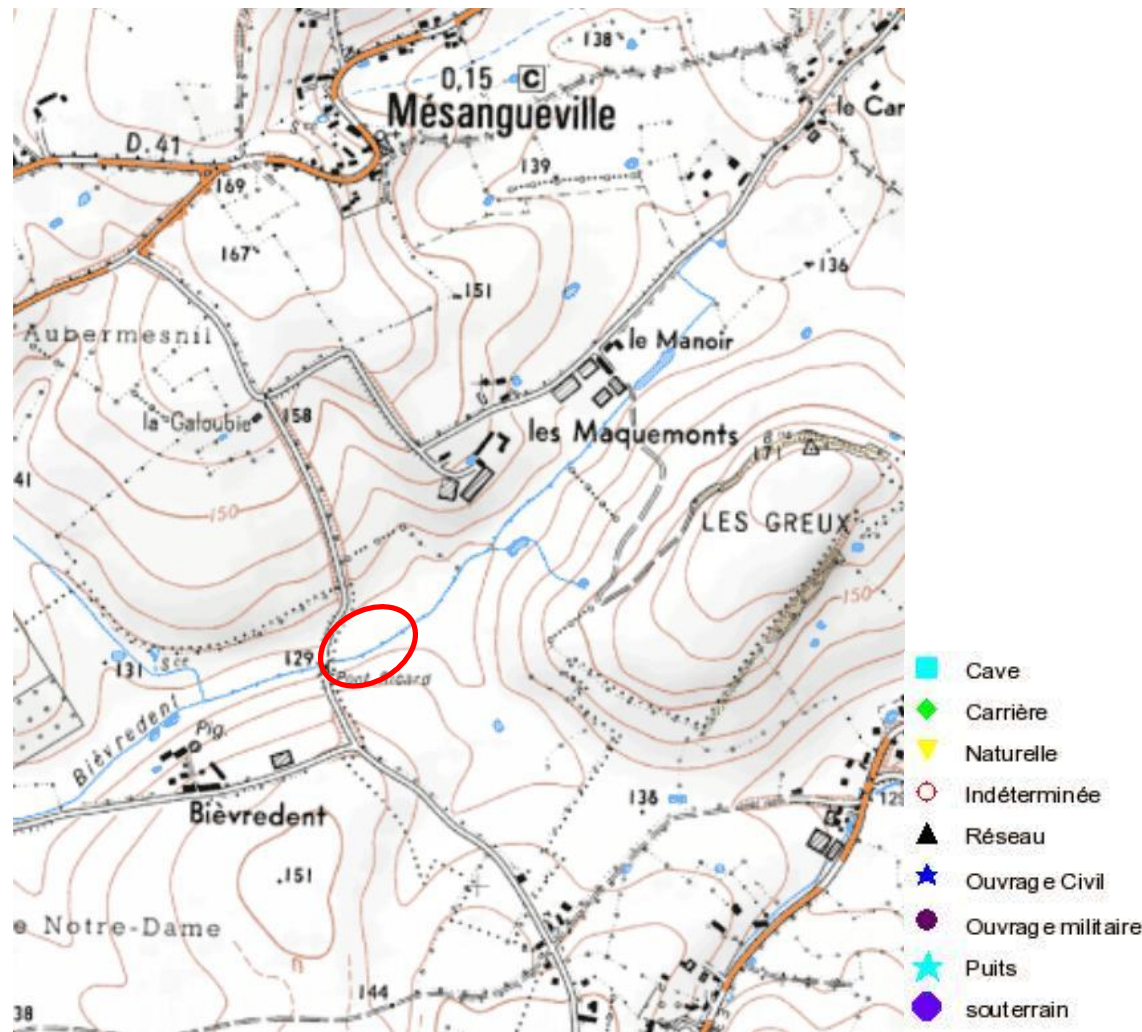


Figure 2 : Carte des cavités, éch : 1/25000<sup>ème</sup>.

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

Les résultats des sondages géologiques à la tarière sont résumés ci-dessous :

Sol	Faciès	TA1	Pz1
Sol 0	Terre végétale	0 à 0,2 m/TN	0 à 0,2 m/TN
Sol 1	Limon argileux marron	0,2 à 2,2 m/TN	0,2 à 1,8 m/TN
Sol 2	Argile limoneuse grise	2,2 à 10,0 m/TN <b>FIN</b>	1,8 à 4,0 m/TN <b>FIN</b>
EAU	/	0,90 m	0,55 m

Tableau 1 : récapitulatif des sondages à la tarière mécanique

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

Sol	Faciès	SG1	SG2	SG3	SG4
Sol 0	Terre végétale	0 à 0,2 m/TN	0 à 0,2 m/TN	0 à 0,2 m/TN	0, à 0,2 m/TN
Sol 1	Limon argileux marron	0,2 à 1,2 m/TN <b>FIN</b>	0,2 à 0,5 m/TN	0,2 à 1,0 m/TN <b>FIN</b>	0,2 à 0,9 m/TN <b>FIN</b>
Sol 2	Argile limoneuse grise	/	0,5 à 1,5 m/TN <b>FIN</b>	/	/
EAU	/	0,9 m	0,9 m	0,7 m	0,5 m

Tableau 2 : récapitulatif des sondages à la tarière mécanique

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

Sol		Pdy1	Pdy2
Sol 1	Qd MPa	1,3 à 5,4	1,7 à 12,7
	Z m/TN	0 à 2,1	0 à 2,1
Sol 2	Qd MPa	1,2 à 9,4	1,6 à 9,2
	Z m/TN	2,1 à 8,0 <b>FIN</b>	2,1 à 8,0 <b>FIN</b>
EAU		2,0 m	1,7 m

Tableau 3 : récapitulatif des résistances en pointes et caractéristiques pressiométriques

Le tableau ci-après présente les résultats des essais de perméabilité réalisés :

	P1	P2	P3
Profondeur	0,70 m/TN	0,70 m/TN	0,70 m/TN
Sol	1	1	1
Perméabilité	4,4 mm/h 1,2.10 <sup>-6</sup> m/s	0,3 mm/h 7,3.10 <sup>-8</sup> m/s	noyé

Tableau 4 : récapitulatif des essais de perméabilité

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

Echantillons	E1	E2	E3
<b>Echantillons remaniés</b>			
Profondeur	1	1	1,5
Sol	1	1	1
Nature géologique	Limon argileux marron	Limon argileux marron	Limon argileux marron
Dmax (mm)	15	25	6
Wn (%)	32,7	32,2	39,6
80 µm (%)	95,49	79,95	95,20
VBS	8,18	3,06	4,53
W <sub>OPN</sub> (%)	21,2	24,7	
IPI nat	4,09	0,58	
<b>Classe GTR 92</b>	<b>A3m</b>	<b>A2th</b>	<b>A2</b>
<b>Echantillons intacts</b>			
c' (kPa)	0,27		
φ' (°)	28,7		
<b>Echantillons compactés</b>			
c' (kPa)		39,9	
φ' (°)		26,1	
K (m/s)	3,25.10 <sup>-9</sup>	3,29.10 <sup>-10</sup>	

Tableau 5 : Récapitulatif des résultats d'essais en laboratoire

## 4- PRÉCONISATIONS TECHNIQUES

### 4.1 Potentiel de réemploi des matériaux de déblai

**Nous déconseillons le réemploi des matériaux de classe A3.** Ces sols peuvent être sujets à des phénomènes de retrait-gonflement. Leur réemploi pourra être envisagé si un essai de gonflement est réalisé et indique un gonflement faible.

**Les limons marron et marron à silex (sols 1), de classe A2, sont réutilisables à condition de ramener leur état hydrique à m.** Ceci implique qu'à la date de prélèvement des matériaux, un aérage/traitement sera nécessaire.

A **titre informatif**, les matériaux à l'état th et s ne sont pas réutilisables en l'état et nécessitent un aérage doublé d'un traitement éventuellement ou 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 « Réalisation des remblais et couches de forme ».

Les conditions hydriques du sol peuvent être différentes au moment des travaux. Les sols de classe A2 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 (Sol 1). En effet, le traitement à la chaux augmente la perméabilité du sol. Nous recommandons de préférer l'aérage des matériaux à leur traitement. Dans le cas où le traitement à la chaux serait tout de même choisi, une étude de formulation devra être menée au moment avant les travaux afin de définir le pourcentage de chaux à intégrer au matériau. Des essais d'aptitude au traitement à la chaux sont actuellement en cours et nous indiquerons si les sols peuvent être traités.

La perméabilité des matériaux compactés et traités devra également être étudiée afin de prévoir, le cas échéant une solution d'étanchéité du remblai.

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 appartenant à la formation des limons des plateaux. 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'aération des sols extraits. Les engins les mieux adaptés dans ce cas sont des ateliers de terrassement composés de boteurs (bulldozers) et de chargeurs.

Si des poches trop sableuses ou des zones de bétoires 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.

#### 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 19 à 30% pour les limons A2 du sol1 (fraction 0/20 mm), de l'ordre de 17 à 27% pour les limons A3 du sol1 (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.

#### 4.3 Assise du barrage

L'ancrage du barrage sera réalisé à une profondeur de 1,0 m/Fond de Bassin. L'ancrage sera donc réalisé selon la coupe de principe suivante :

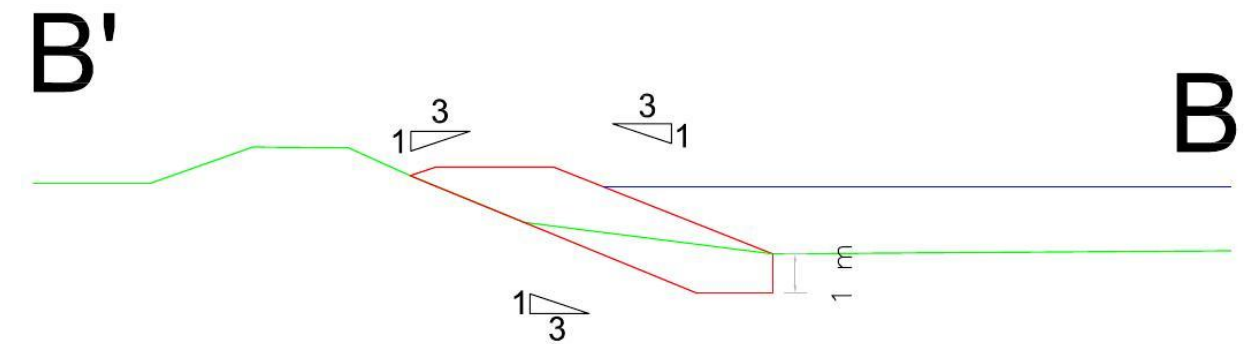


Figure 3 : Coupe schématique du principe d'ancrage de l'ouvrage Aval (coupe BB')

**A noter** : pour des questions de stabilité en phase chantier (voir § 4.4) un ancrage de 1 m de la partie aval mettrait en péril le talus routier. Nous recommandons d'assoir directement l'ouvrage sur le talus routier.

La valeur minimale à retenir en terme de résistance de pointe pour l'ancrage à 3,0 m est de :

$$q_d = 1000 \text{ kPa}$$

La contrainte de calcul est de :

$$q_u = q_d / 5 = 200 \text{ kPa}$$

La hauteur du barrage est de 5,30 m maximum. Le poids propre du barrage est estimé à :

$$G = \gamma_h \times (H_{\text{digue}} + H_{\text{ancrage}}) = 20 \times (2,20 + 1,00) = 64 \text{ kPa.}$$

Le critère de portance est donné par :

$$q_{ELU} = q_u / 2 = 100 \text{ kPa}$$

$$1,35 \times G = 86 \text{ kPa} < q_{ELU} = 100 \text{ kPa}$$

La portance est vérifiée pour une profondeur d'ancrage de 1,00 m/TN.

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.

Ces calculs ont permis d'identifier le cercle de rupture le plus probable et amenant la ruine de l'ouvrage. L'équilibre limite de l'ouvrage correspond à un facteur de sécurité  $F = 1,5$  en condition fondamentale et  $F = 1,2$  en condition accidentelle (remplissage de l'ouvrage puis vidange rapide, ainsi que la phase chantier).

La profondeur de l'ouvrage et le niveau des plus hautes eaux ont été fournis par le maître d'œuvre. 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> )	20	20
Cohésion, c (kPa)	1	5
Angle de frottement, $\phi$ (°)	28	28

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

Nous avons réalisé un calcul de stabilité selon les profils ci-dessous en prenant pour référence les coupes :

- BB'

Nous avons vérifié la stabilité des pentes de déblais en phase chantier pour une valeur de pente de 3H/2V et un ancrage de 1,0 m du pied de talus aval.

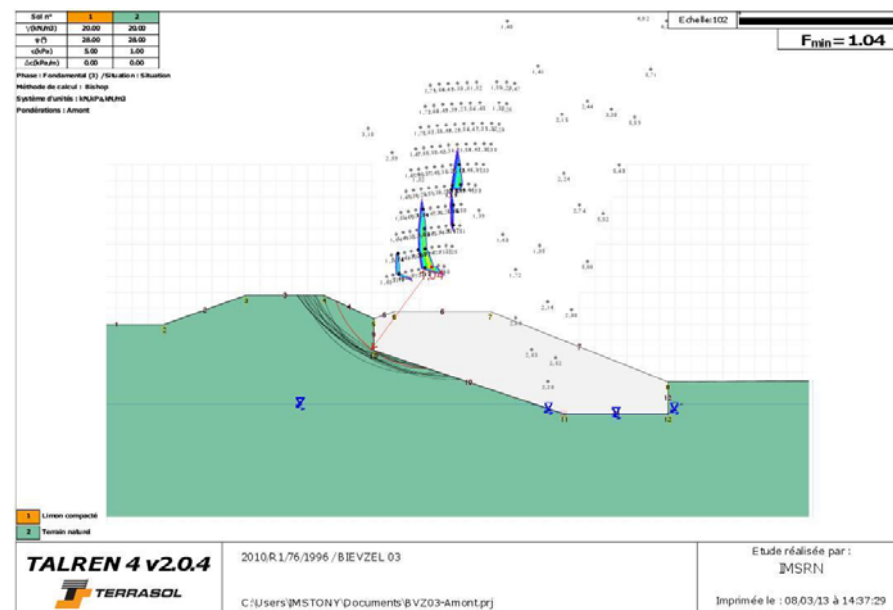


Figure 4 : Calcul de stabilité en phase chantier pour une pente de déblais de 3H/2V

La stabilité du déblais au niveau de la coupe BB' n'est pas assurée en phase chantier. Le facteur de sécurité est de 1,04 au minimum, inférieur à la valeur seuil de 1,2.

Nous avons vérifié la stabilité des pentes de déblais en phase chantier pour une valeur de pente de 3H/1V.

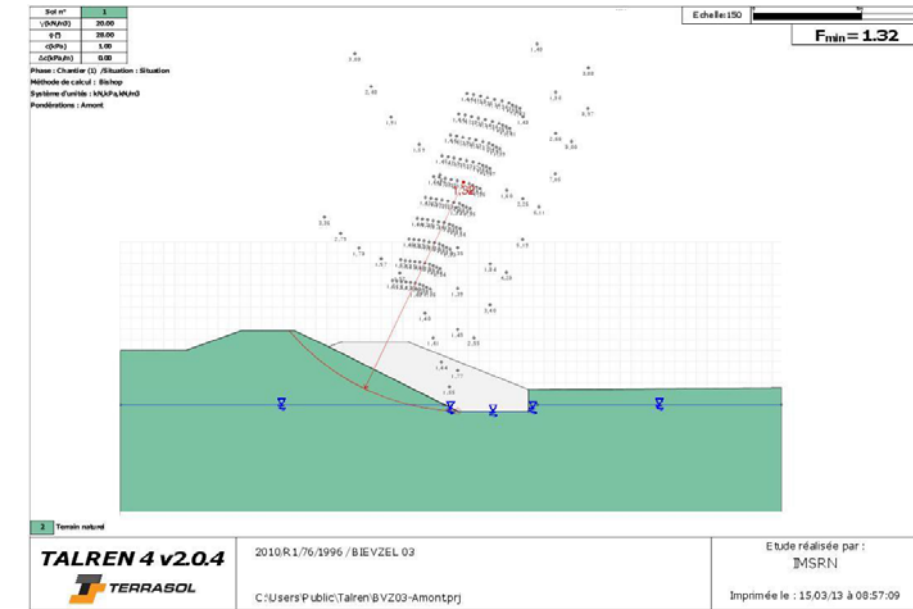


Figure 5 : Calcul de stabilité en phase chantier pour une pente de déblais de 3H/2V

La stabilité du déblais au niveau de la coupe BB' n'est pas assurée en phase chantier. Le facteur de sécurité est de 1,32 au minimum, supérieur à la valeur seuil de 1,2.

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

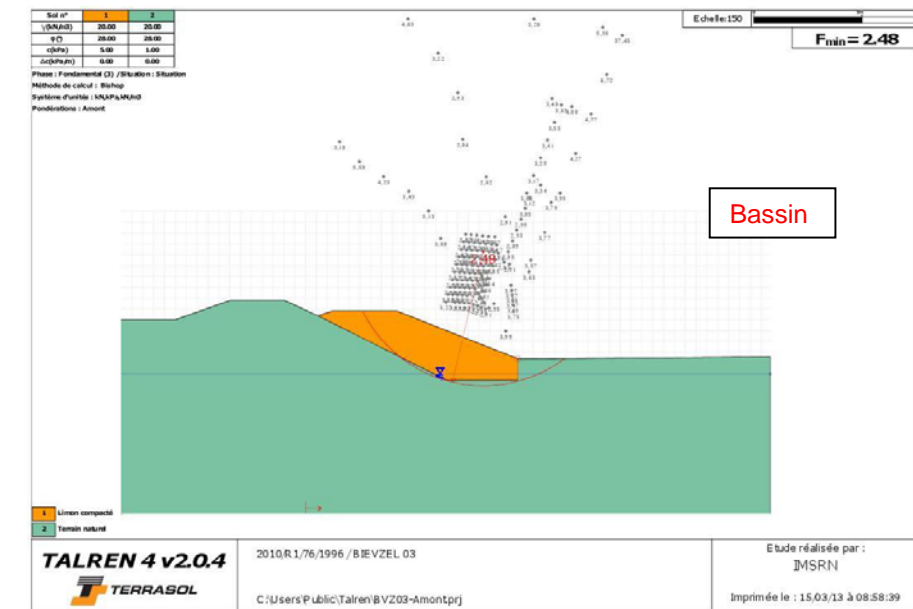


Figure 6 : calcul de stabilité du remblai amont en situation fondamentale

La stabilité du remblai amont est assurée pour une pente de bassin égale à 3H/1V. Le coefficient de sécurité atteint 2,48 pour une valeur seuil égale à 1,50.

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

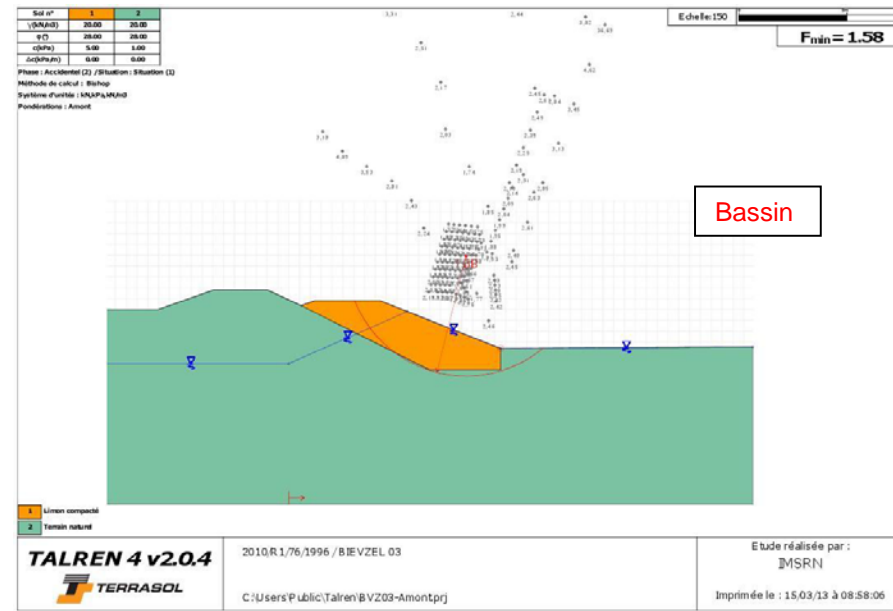


Figure 7 : calcul de stabilité du remblai amont en situation accidentelle

La stabilité du remblai amont est assurée pour une pente de bassin égale à 3H/1V. Le coefficient de sécurité atteint 1,58 pour une valeur seuil égale à 1,20.

Compte tenu de la très faible hauteur du talus amont, nous n'avons pas réalisé de calcul de stabilité sur le talus aval de l'ouvrage.

#### 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 **IMSRN** 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 Laflaur),
- 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.

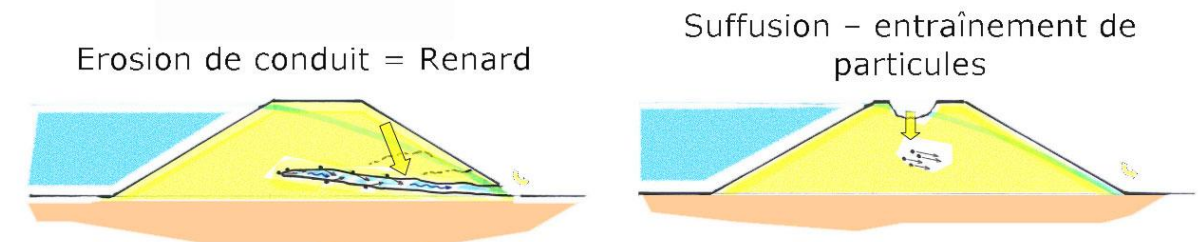
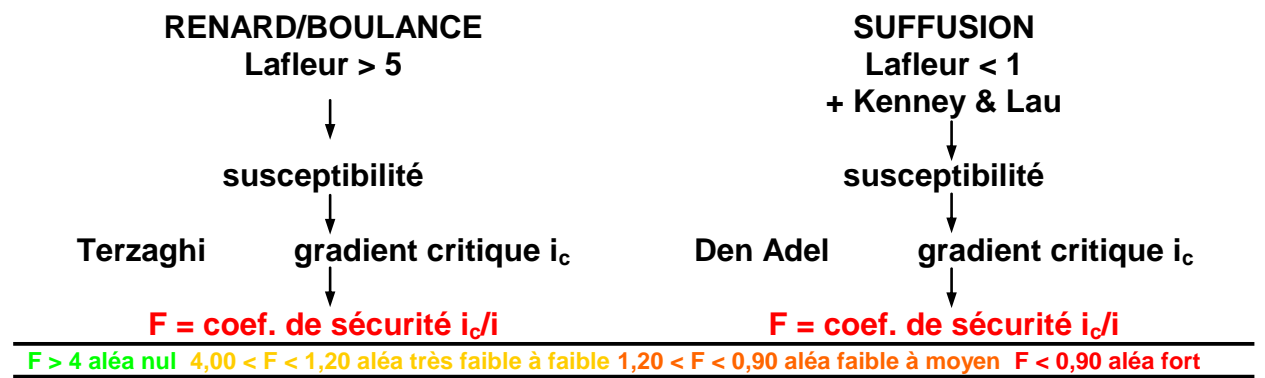


Figure 8 : Deux exemples d'érosion interne mis en évidence par les calculs de stabilité interne

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 bétouille en fond de bassin. Les graphes PlaxFlow ci-après présentent, pour une coupe type de l'ouvrage, une situation hydraulique de crue calculée sur 48h :

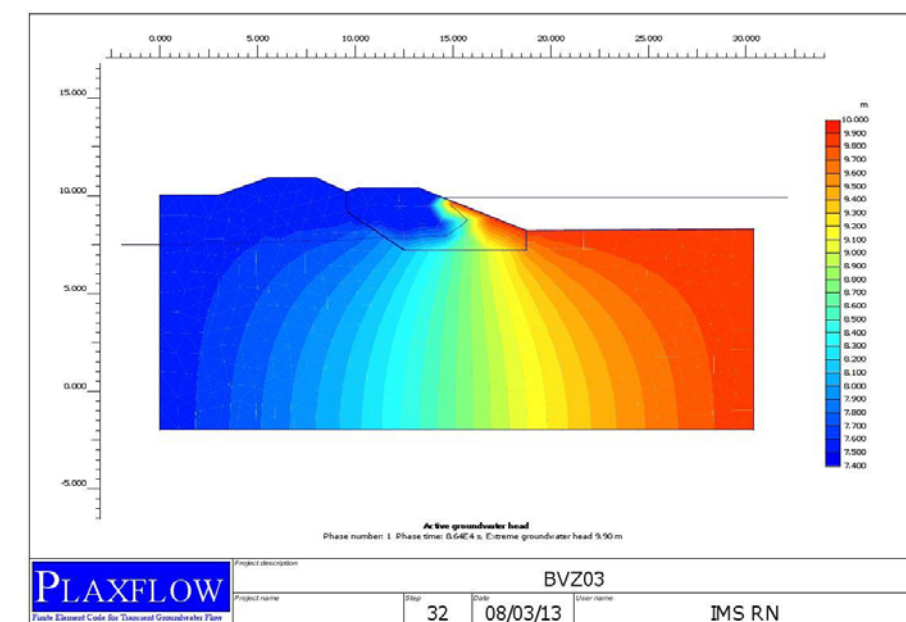


Figure 9 : imbibition du talus lors de la mise en charge de l'ouvrage

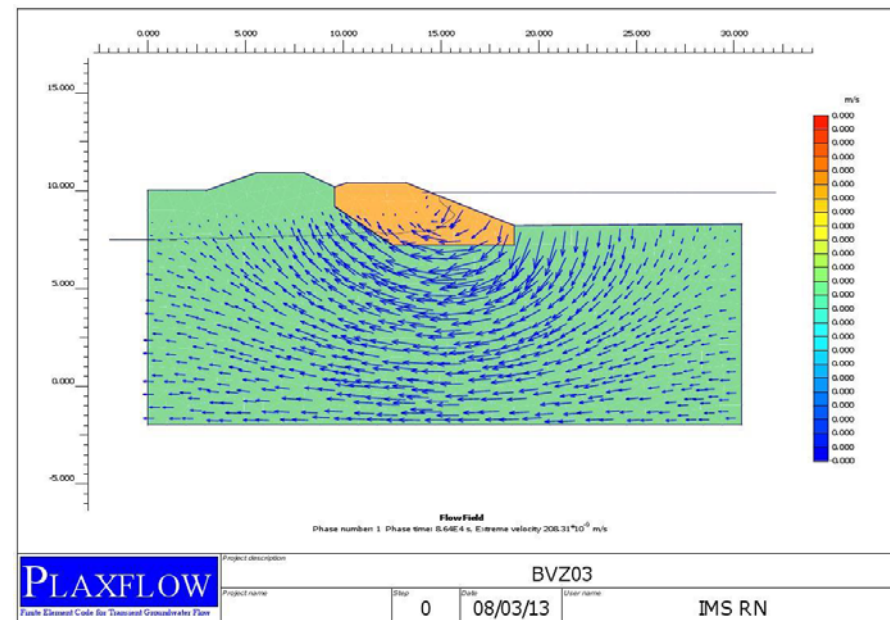


Figure 10 : Champ d'écoulement sous l'ouvrage - arrows

Nous avons considéré les hypothèses de perméabilités suivantes :

Sol en place :  $1.10^{-6}$  m/s (perméabilité mesurée) ;  
Sol compacté (barrage) :  $1.10^{-8}$  m/s (perméabilité mesurée en laboratoire) ;

On note ici l'imbibition superficielle du talus amont. Le bulbe de saturation n'atteint pas le talus aval. En revanche on note le fort écoulement en pied de talus amont et sous le barrage. La clef d'étanchéité pour coupe le flux. 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 sur une épaisseur de 0,5 m est également possible.

#### 4.6 Etanchéité

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

##### ANCRAGE :

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 préférentielles.

On prévoira le bétonnage pleine fouille des canalisations traversantes afin de limiter les risques de renard le long des conduites. Nous recommandons la réalisation de test d'étanchéité en phase chantier.

Les eaux de ruissellement devront être évacuées vers l'aval, on évitera les infiltrations en pied de talus aval, notamment au niveau du fossé.

##### BASSIN :

Afin de réduire les risques d'infiltrations préférentielles, on prévoira, au minimum le compactage du fond de bassin sur une largeur de 5 m en pied de talus amont. Compte

tenu des différentes bétoires observées sur le terrain, nous recommandons la mise en place d'une couche d'argile imperméable d'une épaisseur de 0,5 m sur le fond de bassin.

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.

##### 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.**

##### TALUS AVAL :

Nous recommandons la réalisation d'une étanchéité de la zone entre le talus aval de l'ouvrage et le talus routier. Un exutoire devra être prévu dans la zone basse.

#### 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 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 19/03/2013

**SAS IMSRN - Agence Nord-Ouest**  
Voie A N° 80 - ZAC de la Briqueterie  
76160 ST JACQUES SUR DARNETAL  
Tél. 02 35 60 14 31 - 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 GEOLOGIQUES A LA TARIERE

ANNEXE C : ESSAIS AU PENETROMETRE DYNAMIQUE

ANNEXE D : ESSAIS DE PERMEABILITE

ANNEXE E : PIEZOMETRE

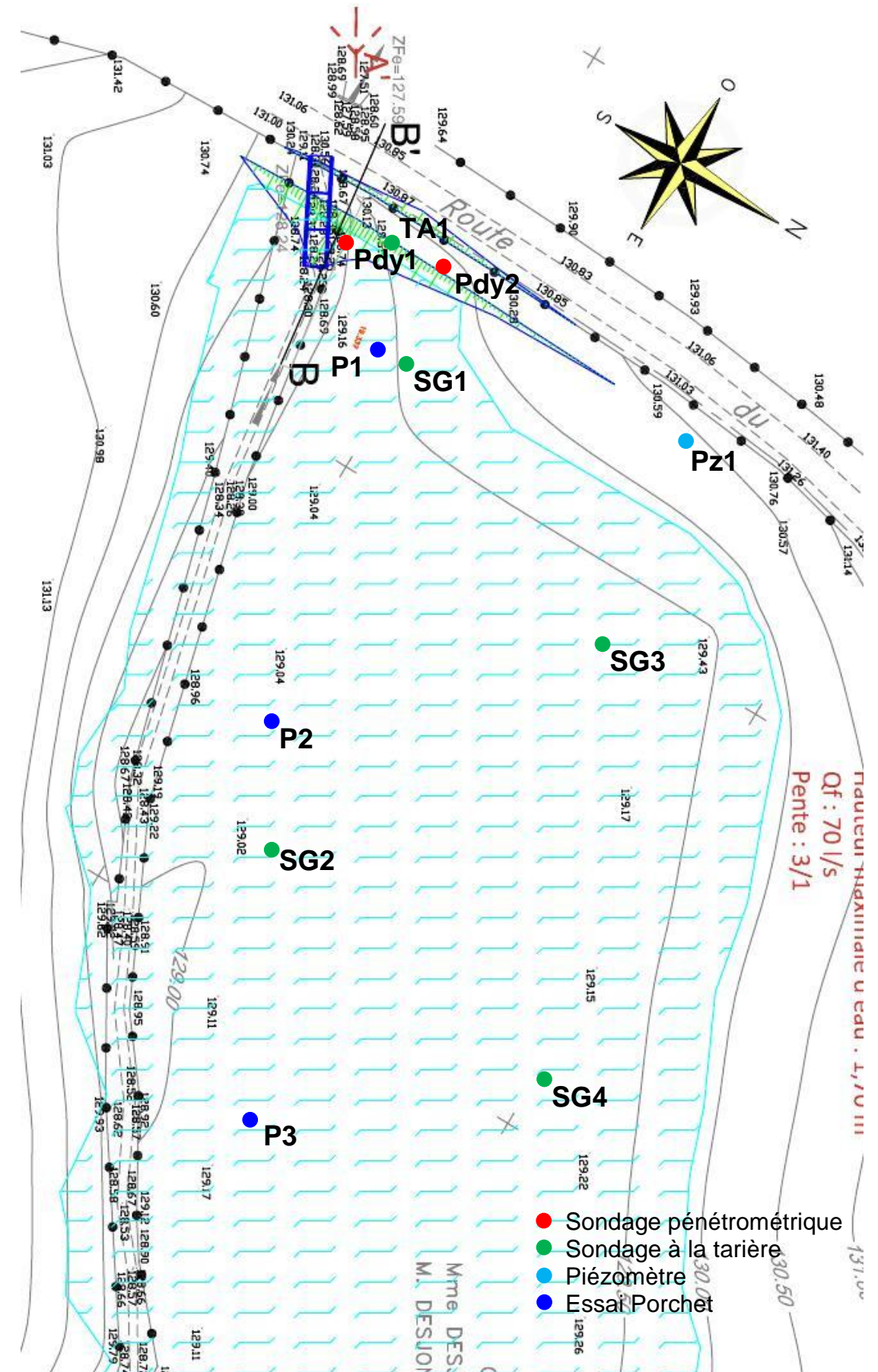
ANNEXE F : ESSAIS EN LABORATOIRE

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**






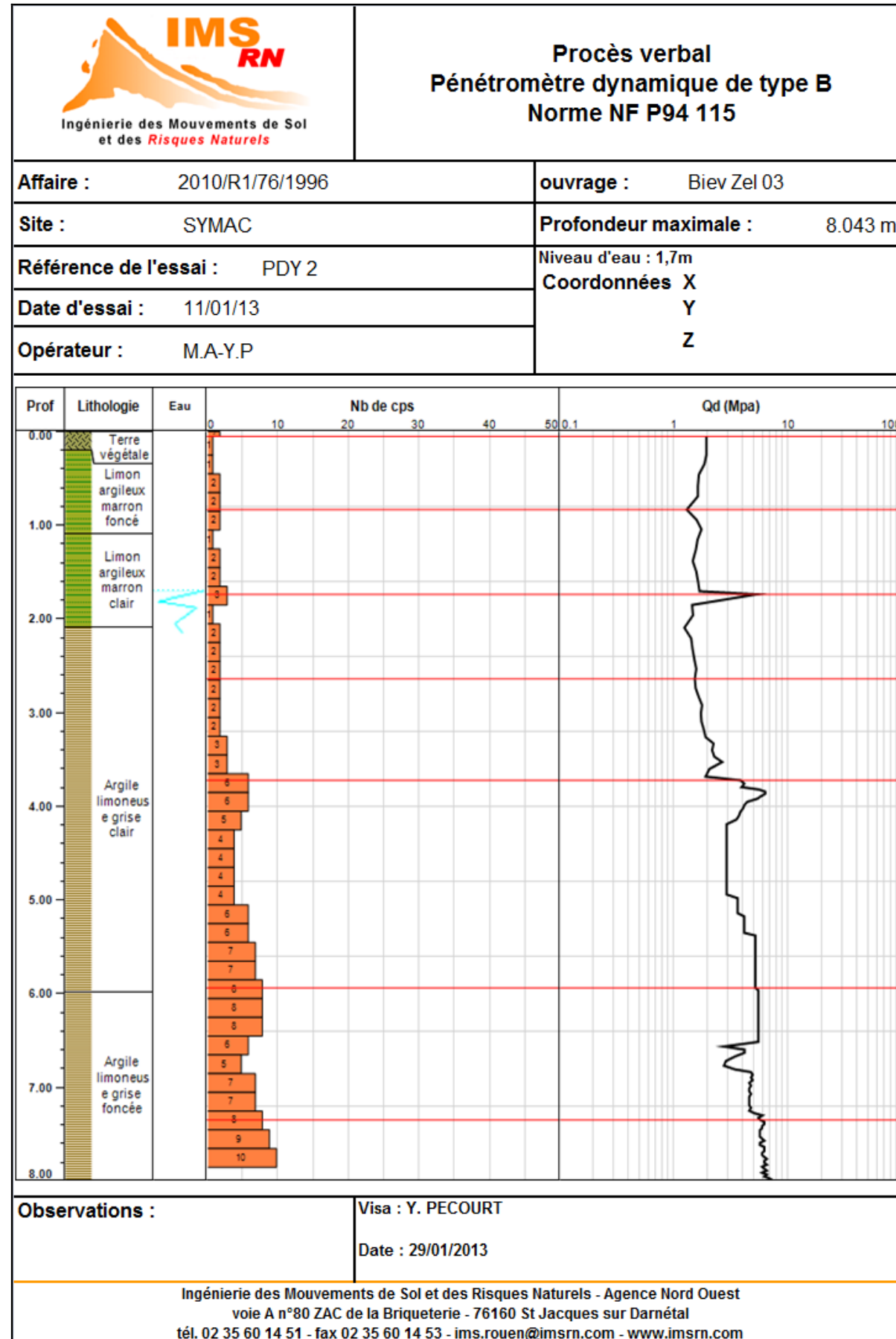
 <b>Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels</b>		site d'étude <b>SYMAC</b>	référence sondage	
			ouvrage : <b>Biev Zel 03</b>	sondage : <b>SG2</b>
			cote Z : /	profondeur : <b>1,5</b>
		dossier n° 2010/R1/76/1996	date sondage : <b>15/01/2013</b>	Equipe de forage : <b>Y.P. - M.A.</b>
<b>FORAGE DESTRUCTIF</b>		inclinaison : 90°	Niveau d'eau en cours de forage : 0,9 m Niveau d'eau en fin de forage : / Niveau d'eau en fin de chantier : /	
prof. (m)	eau outil	faciès géologique sur cuttings		observations
0		Terre végétale		<p style="text-align: center;"><b>Echantillon E2 à 0,4 m pour les essais d'identification GTR et Proctor</b></p>
		Limon argileux marron avec des traces hydromorphie.		
		Argile limoneuse grise bariolée		
1		<b>FIN DE SONDAGE</b>		
2				
3				
commentaires :			Visa : Y. PECOURT	
<b>Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels - Agence Nord Ouest</b> 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 - <a href="mailto:ims.rouen@imsrn.com">ims.rouen@imsrn.com</a> - <a href="http://www.imsrn.com">www.imsrn.com</a>				

 <b>Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels</b>		site d'étude <b>SYMAC</b>	référence sondage	
			ouvrage : <b>Biev Zel 03</b>	sondage : <b>SG3</b>
			cote Z : /	profondeur : <b>1,00</b>
		dossier n° 2010/R1/76/1996	date sondage : <b>15/01/2013</b>	Equipe de forage : <b>Y.P. - M.A.</b>
<b>FORAGE DESTRUCTIF</b>		inclinaison : 90°	Niveau d'eau en cours de forage : 0,7 m Niveau d'eau en fin de forage : / Niveau d'eau en fin de chantier : /	
prof. (m)	eau outil	faciès géologique sur cuttings		observations
0		Terre végétale		<p style="text-align: center;"><b>Echantillon E3 à 0,7 m pour les essais d'identification GTR et Proctor</b></p>
		Argile limoneuse grise bariolée avec des traces hydromorphie.		
		<b>FIN DE SONDAGE</b>		
1				
2				
3				
commentaires :			Visa : Y. PECOURT	
<b>Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels - Agence Nord Ouest</b> 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 - <a href="mailto:ims.rouen@imsrn.com">ims.rouen@imsrn.com</a> - <a href="http://www.imsrn.com">www.imsrn.com</a>				

 <b>Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels</b>		site d'étude <b>SYMAC</b>	référence sondage	
			ouvrage : <b>Biev Zel 03</b>	sondage : <b>SG4</b>
<b>FORAGE DESTRUCTIF</b>		dossier n° 2010/R1/76/1996	cote Z : /	profondeur : <b>0,9</b>
			date sondage : <b>15/01/2013</b>	Equipe de forage : <b>Y.P. - M.A.</b>
		inclinaison : 90°	Niveau d'eau en cours de forage : 0,5 m	
			Niveau d'eau en fin de forage : /	
			Niveau d'eau en fin de chantier : /	
prof. (m)	eau outil	faciès géologique sur cuttings		observations
0		Terre végétale		
		Limon argileux marron gris à silex (Dmax=10).		
1		<b>FIN DE SONDAGE</b>		
2				
3				
commentaires :		Visa : Y. PECOURT		
<b>Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels - Agence Nord Ouest</b> 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				

 <b>Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels</b>		site d'étude <b>SYMAC</b>	référence sondage	
			ouvrage : <b>Biev Zel 03</b>	sondage : <b>TA1</b>
<b>FORAGE DESTRUCTIF</b>		dossier n° 2010/R1/76/1996	cote Z : /	profondeur : <b>10/01/1900</b>
			date sondage : <b>28/01/2013</b>	Equipe de forage : <b>M.A - Z.E</b>
		inclinaison : 90°	Niveau d'eau en cours de forage : 2,0 m	
			Niveau d'eau en fin de forage : 2,0 m	
			Niveau d'eau en fin de chantier : 0,9 m	
prof. (m)	eau outil	faciès géologique sur cuttings		observations
0		Terre végétale		
		Limon argileux marron foncé		
1		Limon argileux marron clair		
2				
3		Argile limoneuse grise clair		
4				
5				
6		Argile limoneuse grise foncée		
7				
8				
9				
10		<b>Fin de sondage</b>		
commentaires :		Visa : Y. PECOURT		
<b>Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels - Agence Nord Ouest</b> 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				



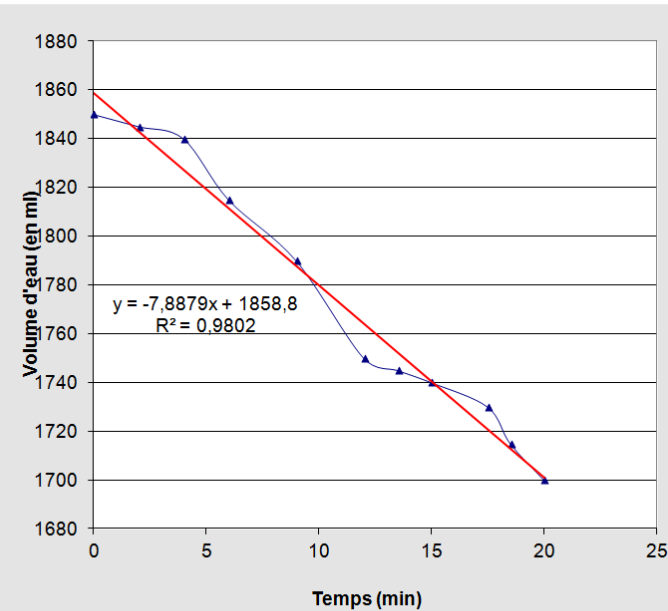


## ANNEXE D : ESSAIS DE PERMEABILITE

<p>Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels</p>		Agence Nord Ouest n°80 ZAC de la Briqueterie 76160 Saint Jacques sur Darnetal	
Affaire :	2012/R1/76/1996	Commune :	Mésangueville
Site :	SYMAC	Localisation (m) :	x
Ouvrage :	Biev Zel 03		y
Référence de l'essai :	P1		z
Nom de l'opérateur :	M.A. - Y.P	PV saisi par :	M.A.
Date du sondage :	11/01/2013	PV saisi le :	29/01/2013

**ESSAI DE PERMEABILITE IN SITU (méthode Porchet)**

Mesures temps (min)	Volume (mL)
0	1850
2	1845
4	1840
6	1815
9	1790
12	1750
13,5	1745
15	1740
17,5	1730
18,5	1715
20	1700



Géométrie de la fouille	
Profondeur (cm)	70
Hauteur de charge (cm)	18
Diamètre du trou (cm)	15

Temps de saturation (min)	20
Volume de saturation (ml)	3000
Nature du sol	Argileux limoneuse grise
Perméabilité K (mm.h <sup>-1</sup> ) :	4,4 mm.h <sup>-1</sup>
Perméabilité K (m.s <sup>-1</sup> ) :	1,2E-06 m.s <sup>-1</sup>

Légende :  
— courbe d'essai  
— droite de tendance

$$K \text{ (mm/h)} = \frac{Q}{S \cdot t}$$

Q : volume d'eau percolé en mm<sup>3</sup>  
 S : surface d'infiltration en mm<sup>2</sup>  
 t : temps en heures

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

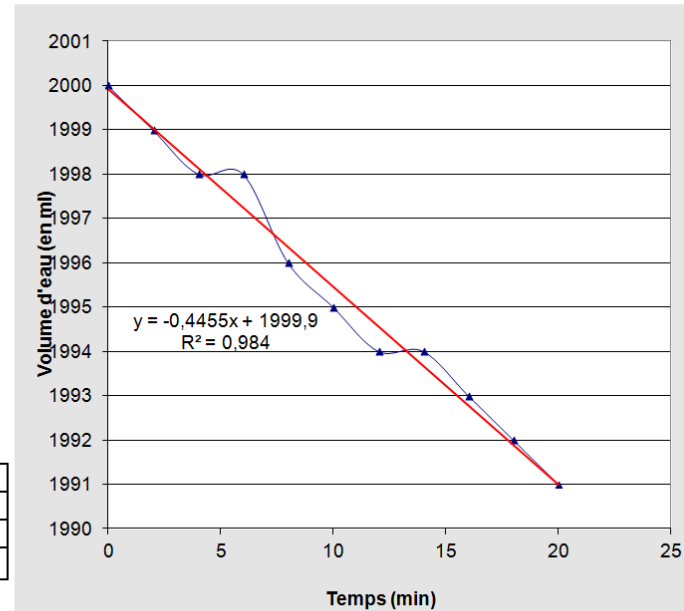
très bonne droite de regression  
**sol moyennement perméable**

Observations : VISA: Y. PECOURT

<p>Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels</p>		Agence Nord Ouest n°80 ZAC de la Briqueterie 76160 Saint Jacques sur Darnetal	
Affaire :	2012/R1/76/1996	Commune :	Mésangueville
Site :	SYMAC	Localisation (m) :	x
Ouvrage :	Biev Zel 03		y
Référence de l'essai :	P2		z
Nom de l'opérateur :	M.A. - Y.P	PV saisi par :	M.A.
Date du sondage :	11/01/2013	PV saisi le :	29/01/2013

**ESSAI DE PERMEABILITE IN SITU (méthode Porchet)**

Mesures temps (min)	Volume (mL)
0	2000
2	1999
4	1998
6	1998
8	1996
10	1995
12	1994
14	1994
16	1993
18	1992
20	1991



Géométrie de la fouille	
Profondeur (cm)	70
Hauteur de charge (cm)	18
Diamètre du trou (cm)	15

Temps de saturation (min)	20
Volume de saturation (ml)	3000
Nature du sol	Argileux limoneuse grise
Perméabilité K (mm.h <sup>-1</sup> ) :	0,3 mm.h <sup>-1</sup>
Perméabilité K (m.s <sup>-1</sup> ) :	7,3E-08 m.s <sup>-1</sup>

Légende :  
— courbe d'essai  
— droite de tendance


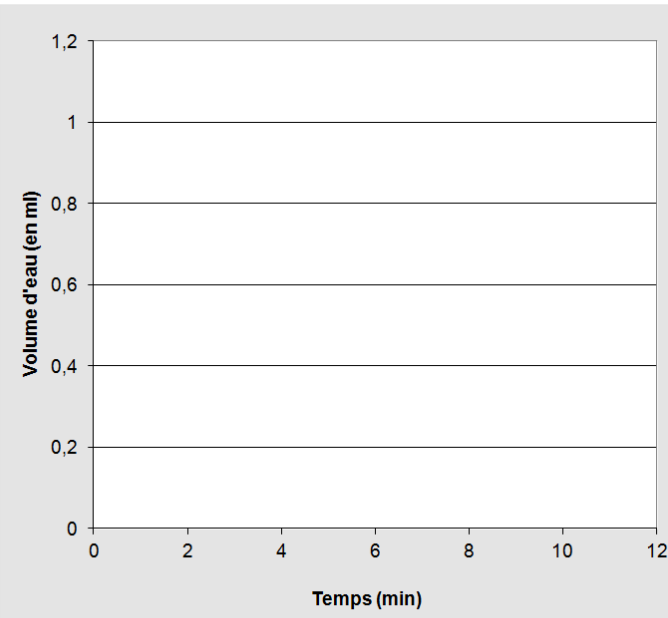
$$K \text{ (mm/h)} = \frac{Q}{S \cdot t}$$

Q : volume d'eau percolé en mm<sup>3</sup>  
 S : surface d'infiltration en mm<sup>2</sup>  
 t : temps en heures

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

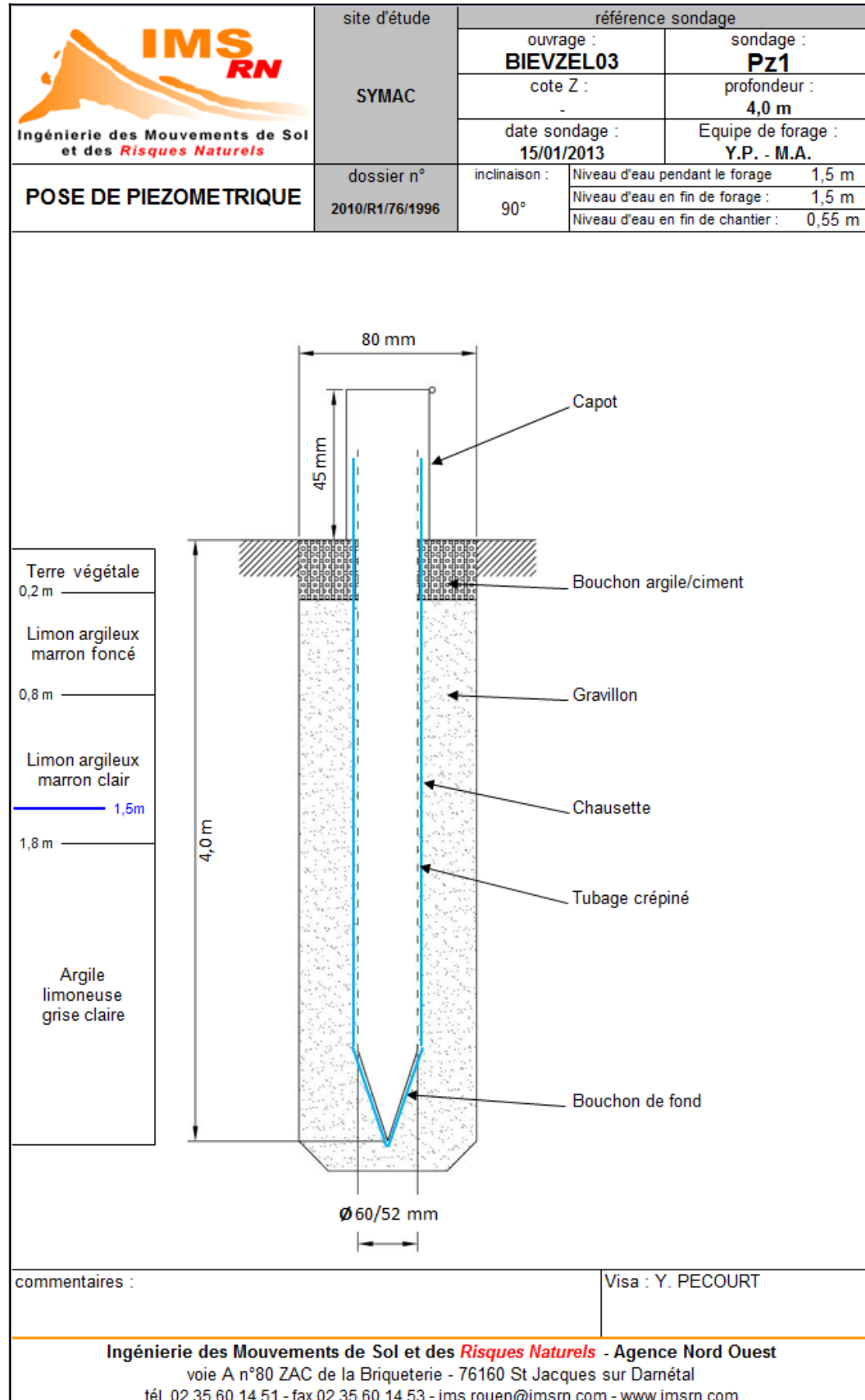
très bonne droite de regression  
**sol imperméable**

Observations : VISA: Y. PECOURT

 <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 :	2013/R1/27/0030	Commune :	Gravigny																														
Site :	GEA	Localisation (m) :	x																														
Ouvrage :	Z.A. des Surettes		y																														
Référence de l'essai :	P06		z																														
Nom de l'opérateur :	Y.P.	PV saisi par :	Y.P.																														
Date du sondage :	31/01/2013	PV saisi le :	01/02/2013																														
<b>ESSAI DE PERMEABILITE IN SITU (méthode Porchet)</b>																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Mesures temps (min)</th> <th>Volume (mL)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td></td></tr> <tr><td>1</td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td></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		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10										
Mesures temps (min)	Volume (mL)																																
0																																	
1																																	
2																																	
3																																	
4																																	
5																																	
6																																	
7																																	
8																																	
9																																	
10																																	
<b>Géométrie de la fouille</b>																																	
Profondeur (cm)	50																																
Hauteur de charge (cm)	20																																
Diamètre du trou (cm)	20																																
<b>Temps de saturation (min)</b>	<b>34</b>	<b>Légende :</b>																															
<b>Volume de saturation (ml)</b>	<b>10000</b>	— courbe d'essai																															
<b>Nature du sol</b>	Remblais graveleux	— droite de tendance																															
<b>Perméabilité K (mm.h<sup>-1</sup>) :</b>	/	mm.h <sup>-1</sup>																															
<b>Perméabilité K (m.s<sup>-1</sup>) :</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>	<b>Classes de perméabilité en fonction de K (mm.h<sup>-1</sup>)</b> <table border="1"> <tr><td>Sols imperméables</td><td>0,36</td></tr> <tr><td>Sols peu perméables</td><td>3,6</td></tr> <tr><td>Sols moyennement perméables</td><td>36</td></tr> <tr><td>Sols perméables</td><td>360</td></tr> </table>			Sols imperméables	0,36	Sols peu perméables	3,6	Sols moyennement perméables	36	Sols perméables	360																						
Sols imperméables	0,36																																
Sols peu perméables	3,6																																
Sols moyennement perméables	36																																
Sols perméables	360																																
<b>#VALEUR!</b>																																	
<b>sol très perméable</b>																																	
Observations : très humide, suintement à partir de 40 cm, dispositif noyé	VISA: Y. PECOURT																																
Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels - Agence Nord Ouest <small>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 - imsm.rouen@imsm.com - www.imsm.com</small>																																	

## ANNEXE E : PIEZOMETRE





## ANNEXE F : ESSAIS EN LABORATOIRE

IMS RN Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels		ESSAIS D'IDENTIFICATION DE SOL									
norme NF P 11-300											
N° Affaire :	2012/R1/76/1996	Nom de l'opérateur :	Z.E.								
Nom du site :	SYMAC	Date de l'essai :	05/02/2013								
Nom de l'ouvrage :	Biev zel 03	PV saisi par :	Z.E.								
Commune :	Mésangueville	Date de saisi du PV :	07/02/2013								
Date du prélèvement :	11/01/2013	Sondage :	SG1								
Référence de l'échantillon :	E1	Prof. du prélèvement :	1 m								
Nature du matériau :	Argile grise-orange										
T°c de l'étuve : 105°c											
Teneur en eau naturelle (NF P 94-050)		Essai au bleu de méthylène (NF P 94-068)									
Echantillon		Echantillon									
MTH (g)	985,00	MTH (g)	431,10								
MTS (g)	745,90	MT sec (g)	295,80								
MTARE (g)	14,10	M Tare (g)	14,10								
W%	32,7	W%	48,0								
		Masse échantillon (g)	50,58								
		Volume de bleu (ml)	280								
		Masse de bleu (g)	2,8								
		VB	8,18								
		VBS	8,18								
ANALYSE GRANULOMETRIQUE (NF P 94-056)											
Tamis (mm)	Refus cumulé (g)	% passant cumulé									
100		100,00									
80		100,00									
63		100,00									
50		100,00									
40		100,00									
31,5		100,00									
20		100,00									
10	0,00	100,00									
8	0,60	99,92									
6,3	1,10	99,85									
5	1,40	99,81									
4	1,80	99,75									
2	5,40	99,26									
1	9,40	98,72									
0,5	12,50	98,29									
0,4	13,80	98,11									
0,2	22,20	96,97									
0,08	33,00	96,49									
D max (mm) :		15									
<p>— Courbe granulométrique du matériau d'étude</p> <p>— Fusau granulométrique pour matériaux de carrière</p>											
Observations :											
<table border="1"> <tr> <td>Teneur en eau naturelle</td> <td>32,7 %</td> </tr> <tr> <td>Passant à 80 µm</td> <td>95,49 %</td> </tr> <tr> <td>VBS</td> <td>8,18</td> </tr> <tr> <td>Classe matériau GTR</td> <td>A3m</td> </tr> </table>		Teneur en eau naturelle	32,7 %	Passant à 80 µm	95,49 %	VBS	8,18	Classe matériau GTR	A3m	Visa : Z. EL AZMI	
Teneur en eau naturelle	32,7 %										
Passant à 80 µm	95,49 %										
VBS	8,18										
Classe matériau GTR	A3m										
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											

IMS RN Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels		INDICE PORTANT IMMEDIAT					
Norme NF P 94-078							
N° Affaire :	2012/R1/76/1996	Nature du matériau :	Argile grise-orange				
Nom de l'ouvrage :	Biev zel 03	Référence de l'échantillon :	E1				
Commune :	Mésangueville	Nom de l'opérateur :	Z.E.				
Date du prélèvement :	11/01/13	Date de l'essai :	06/02/13				
Sondage :	SG1	Date de saisi du PV :	07/02/2013				
Prof. du prélèvement :	1 m	PV saisi par :	Z.E.				
TENEUR EN EAU NF P 94-050							
						Nat.	
Masse totale humide (g)	357,6	195	311	417,9	532,6		
Masse totale sèche (g)	302	160	243,4	314,5	390		
Masse de la tare (g)	13,9	7,2	16,4	16,4	7,2		
Masse sèche (g)	288,1	152,8	227,0	298,1	382,8		
W (%)	19,3	22,9	29,8	34,7	37,3		
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	19,3	22,9	29,8	34,7	37,3		
Masse totale Humide (g)	11550	11664	11747	11581	11554		
Masse du moule (g)	7908	7908	7908	7908	7908		
Masse sol Humide (g)	3642	3756	3839	3673	3646		
Volume moule (cm³)	2112	2112	2112	2112	2112		
Masse vol. humide (g/cm³)	1,724	1,778	1,818	1,739	1,726		
Teneur en eau mesurée (%)	19,3	22,9	29,8	34,7	37,3		
Masse vol. sèche (g/cm³)	1,45	1,45	1,40	1,29	1,26		
ESSAI DE PORTANCE IMMEDIAT NF P 94-078							
		19,3	22,9	29,8	34,7	37,3	
Mesure de portance	mm	mm	kN	mm	kN	mm	kN
	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	1,25	0,190	4,419	0,200	4,651	0,048	1,105
	2,00	0,250	5,814	0,290	6,744	0,070	1,628
	2,50	0,280	6,512	0,330	7,675	0,083	1,919
	5,00	0,340	7,907	0,440	10,233	0,140	3,256
	7,50	0,450	10,465	0,540	12,558	0,170	3,954
	10,00			0,000		0,185	4,303
						0,065	1,512
						0,040	0,930
Valeur IPI	2,5 mm	48,78	57,49	14,37	3,49	2,18	
	5,0 mm	39,67	51,34	16,34	4,09	2,33	
IPI		48,78	57,49	16,3	4,1	2,33	
OPTIMUM PROCTOR		W <sub>OPH</sub> (%)	γ <sub>dOPH</sub> (kN/m³)	γ <sub>hOPH</sub> (kN/m³)	Valeur IPI (Echantillon naturel)		
		21,2	14,49	17,57	4,09		
Observations :						Visa : 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							

<p>Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels</p>		Agence Nord Ouest n°80 ZAC de la Briquetterie 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 :	2012/R1/76/1996	Matériau :	Argile grise-ornagé compacté
Site :	SYMAC	Nature :	
Date :	04/03/2013	provenance :	
opérateur :	Z.EL AZMI	Classification matériau (NF P11-300) :	A3
Référence de l'essai :	SG1	Classe de qualité (XP P94-202) :	
Ouvrage :	Biévell-03	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°
0,00E+00	0	1345	10,9
2,64E+03	13	1332	10,9
3,96E+03	20	1325	10
5,70E+03	27	1318	9,8
1,25E+04	55	1290	10,8
1,95E+04	80	1265	12,7
2,52E+04	99	1246	12,8
3,13E+04	116	1229	14,4
8,54E+04	217	1128	14
1,13E+05	246	1099	14
Hauteur de l'éprouvette H (mm) :		20	Diamètre de tube en mm :
Diamètre de l'éprouvette (mm) :		101,54	15,7
Teneur en eau (%) initial :		26,92	finale : 29,078
Degré de saturation (%) initial :		92,19	final : 99,575
Masse volumique sèche (kg/m <sup>3</sup> ) :		1493,91	TC° Eau : 12,30
Masse volumique des grains (kg/m <sup>3</sup> ) :		2650	Charge hydraulique (m) :
			1,345
			Gradient hydraulique i :
			67,25
			Valeur contre-pression (m) :
			0
		Perméamètre à paroi rigide Essai NF X 30-441, Afnor, 2008	
Durée de la phase de saturation préalable en h :		8	
Température dans le local d'essai (C°) moyenne :		13,84	
Nature et origine du liquide d'essai :		Eau du robinet	
coefficient de perméabilité cumulé à 12,3 :		1,99E-09	
Coefficient de perméabilité (m/s) à 20 °C :		3,25E-09	
Observation en fin d'essai :			
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>	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 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			

<p>Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels</p>		<b>ESSAIS D'IDENTIFICATION DE SOL</b>	
		norme NF P 11-300	
N° Affaire :	2012/R1/76/1996	Nom de l'opérateur :	Z.E.
Nom du site :	SYMAC	Date de l'essai :	05/02/2013
Nom de l'ouvrage :	Biev zel 03	PV saisi par :	Z.E.
Commune :	Mésangueville	Date de saisi du PV :	07/02/2013
Date du prélèvement :	11/01/2013	Sondage :	SG4
Référence de l'échantillon :	E2	Prof. du prélèvement :	1 m
Nature du matériau :	Limon argileux à gravier marron clair		
T°c de l'étau : 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)	1167,60	MTH (g)	420,00
MTS (g)	886,40	MT sec (g)	303,80
MTARE (g)	13,00	M Tare (g)	14,20
W%	32,2	W%	40,1
		Masse échantillon (g)	64,07
		Volume de bleu (ml)	150
		Masse de bleu (g)	1,5
		VB	3,28
		VBS	3,06
<b>ANALYSE GRANULOMETRIQUE (NF P 94-056)</b>			
Tamis (mm)	Refus cumulé (g)	% passant cumulé	
100		100,00	
80		100,00	
63		100,00	
50		100,00	
40		100,00	
31,5	0,00	100,00	
20	7,50	99,14	
10	34,10	96,10	
8	45,90	94,74	
6,3	53,10	93,92	
5	58,30	93,32	
4	64,00	92,67	
2	80,70	90,76	
1	93,40	89,31	
0,5	102,00	88,32	
0,4	105,20	87,96	
0,2	127,10	85,45	
0,08	175,10	79,95	
D max (mm) :		25	
Courbe granulométrique du matériau d'étude Fuséau granulométrique pour matériaux de carrière			
Observations :			
Teneur en eau naturelle : 32,2 % Passant à 80 µm : 79,95 % VBS : 3,06 Classe matériau GTR : A2th		Visa : 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			

IMS RN		INDICE PORTANT IMMEDIAT				
Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels		Norme NF P 94-078				
N° Affaire :	2012/R1/76/1996	Nature du matériau :	Limon argileux à gravier marron clair			
Nom de l'ouvrage :	Biev zel 03	Référence de l'échantillon :	E2			
Commune :	Mésangueville	Nom de l'opérateur :	Z.E.			
Date du prélèvement :	11/01/13	Date de l'essai :	28/02/13			
Sondage :	SG4	Date de saisi du PV :	27/02/2013			
Prof. du prélèvement :	1 m	PV saisi par :	Z.E.			
TENEUR EN EAU NF P 94-050						
Masse totale humide (g)	1298,1	251,4	405	473,4	521	
Masse totale sèche (g)	1205	203,8	313,8	347,4	374,2	
Masse de la tare (g)	728,2	5,8	16	13,5	14,2	
Masse sèche (g)	476,8	198,0	297,8	333,9	360,0	
W (%)	19,5	24,0	30,6	37,7	40,8	
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	19,5	24,0	30,6	37,7	40,8	
Masse totale Humide (g)	11368	11552	11683	11543	11454	
Masse du moule (g)	7908	7908	7908	7908	7908	
Masse sol Humide (g)	3460	3644	3775	3635	3546	
Volume moule (cm <sup>3</sup> )	2112	2112	2112	2112	2112	
Masse vol. humide (g/cm <sup>3</sup> )	1,638	1,725	1,787	1,721	1,679	
Teneur en eau mesurée (%)	19,5	24,0	30,6	37,7	40,8	
Masse vol. sèche (g/cm <sup>3</sup> )	1,37	1,39	1,37	1,25	1,19	
ESSAI DE PORTANCE IMMEDIAT NF P 94-078						
	19,5	24,0	30,6	37,7	40,8	
Mesure de portance	mm	mm	mm	mm	mm	
	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	
	1,25	0,350	8,140	0,200	4,651	
	2,00	0,470	10,930	0,300	6,977	
	2,50	0,540	12,558	0,345	8,023	
	5,00	0,780	18,140	0,420	9,768	
	7,50			0,510	11,861	
	10,00			0,260	6,047	
	Valeur IPI	2,5 mm	94,07	60,10	5,40	1,05
		5,0 mm	91,02	49,01	4,96	1,05
IPI		94,07	60,10	5,40	1,05	

OPTIMUM PROCTOR	W <sub>OPH</sub> (%)	γ <sub>dOPH</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	γ <sub>hOPH</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	Valeur IPI (Echantillon naturel)
	24,7	13,92	17,35	0,58


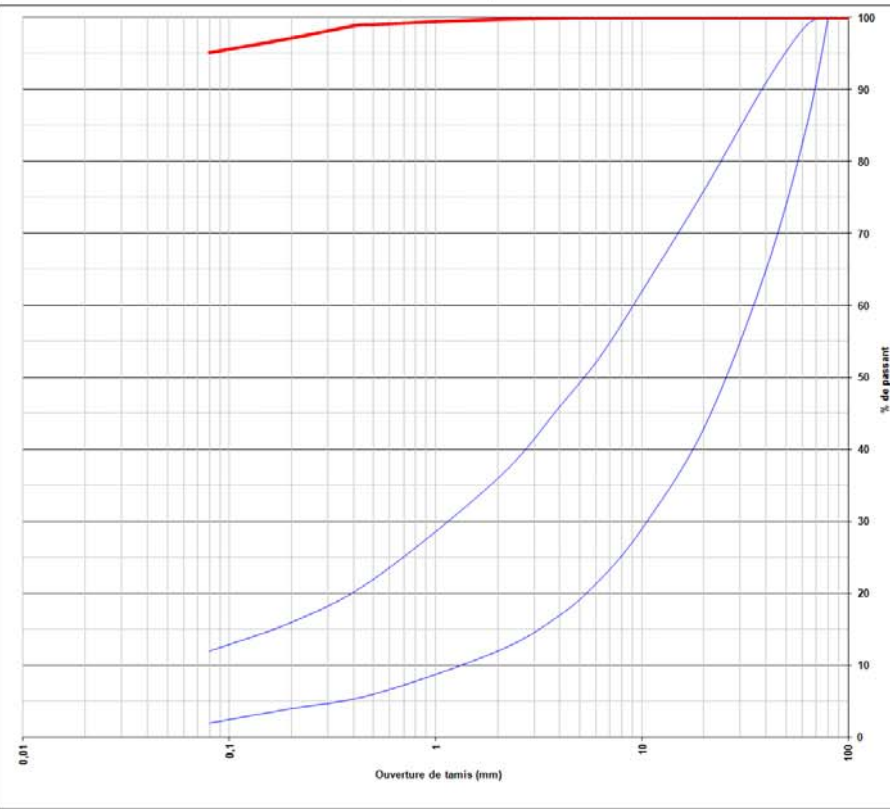
Observations : Visa : Z. EL AZMI

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

IMS RN		Agence Nord Ouest n°80 ZAC de la Briquetterie 76160 Saint Jacques sur Darnetal	
Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels		FICHE D'ESSAI	Essai réalisé selon norme: NF X30-441
ESSAI DE PERMEABILITE AU PERMEAMETRE A PAROI RIGIDE			
Essais à charge variable			
Affaire :	2012/R1/76/1996	Matériau :	Argile limoneuse à gravier compacté
Site :	SYMAC	Nature :	
Date :	05/03/2013	provenance :	
opérateur :	Z.EL AZMI	Classification matériau (NF P11-300) :	A2
Référence de l'essai :	SG4	Classe de qualité (XP P94-202) :	
Ouvrage :	Biév zel-03	D <sub>max</sub> (mm) :	
Mesures brutes des charges		K en m/s	
Temps (s)	Perte de charge (mm)	Charge hydraulique (mm)	TC°
0,00E+00	0	1345	11,2
6,48E+04	25	1320	9,4
9,00E+04	27	1318	14,3
<p>Perméamètre à paroi rigide Essai NF X 30-441, Afnor, 2008</p>			
Hauteur de l'éprouvette H (mm) :		29	Diamètre de tube en mm :
Diamètre de l'éprouvette (mm) :		101,54	15,7
Teneur en eau (%) initial :		28,73	finale :
Degré de saturation (%) initial :		98,63	final :
Masse volumique sèche (kg/m <sup>3</sup> ) :		1516,35	TC° Eau :
			12,30
Masse volumique des grains (kg/m <sup>3</sup> ) :		2650	Charge hydraulique (m) :
			1,345
			Gradient hydraulique i :
			46,38
			Valeur contre-pression (m) :
			0
Durée de la phase de saturation préalable en h :		24	
Température dans le local d'essai (C°) moyenne :		15	
Nature est origine du liquide d'essai :		Eau du robinet	
coefficient de perméabilité cumulé à 12,3 :		2,01E-10	
Coefficient de perméabilité (m/s) à 20 °C :		3,29E-10	
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>	faible
Argile franche		10 <sup>-12</sup> à 10 <sup>-9</sup>	impermeable
<p>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</p>			

Affaire : 2010/R1/76/1996		Site : SYMAC		Ouvrage : BIEVZEL03							
Sondage : SG2		Profondeur : 1,0		Date de prélèvement : 04/03/2013							
Date de l'essai : 08/03/2013		Opérateur laboratoire : Z.EL AZMI		Nature du matériau :							
<b>Caractéristiques de l'éprouvette</b>											
Limon argileux marron											
<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>l</sub> (%)	γ <sub>l</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	S <sub>l</sub> (%)	
Eprouvette 1	Hauteur	25,022	1,994	1,710	0,570	76,406	16,217	19,9	2,079	96,510	
Eprouvette 2	Hauteur	24,52	2,045	1,765	0,53	79,998	15,573	17,851	2,129	97,529	
Eprouvette 3	Hauteur	24,79	2,044	1,755	0,545	83,441	16,722	18,281	2,132	99,156	
Eprouvette 4	Hauteur	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
	Contrainte (kPa)	H <sub>i</sub> (mm)	τ <sub>i</sub> (kPa)	S <sub>h,p</sub> (mm)	S <sub>h,t</sub> (mm)	V (μm/min)					
Eprouvette 1	55,00	24,745	30,81	2,001	5	75					
Eprouvette 2	100,00	24,142	54,57	2,386	5	75					
Eprouvette 3	200,00	24,135	110,13	2,930	5	75					
Eprouvette 4	/	/	/	/	/	/					
<b>Caractéristiques de l'état de rupture</b>											
<b>Résultats</b>											
$\Phi'_p = 28,7^\circ$ $c'_p = 0,27 \text{ kPa}$ $\Phi'_r = \text{°}$ $c'_r = \text{kPa}$											
Responsable du laboratoire géotechnique Nom : Z.E LAZMI Date : 08/03/2013											
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											

Affaire : 2012/R1/76/1996		Site : SYMAC		Ouvrage : Bièlv zell 03							
Sondage : SG4		Profondeur : 1,0		Date de prélèvement : 11/01/2013							
Date de l'essai : 04/03/2013		Opérateur laboratoire : Z.EL AZMI		Nature du matériau :							
<b>Caractéristiques de l'éprouvette</b>											
Limon argileux à gravier marron clair compacté à l'OPN											
<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>l</sub> (%)	γ <sub>l</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	S <sub>l</sub> (%)	
Eprouvette 1	Hauteur	25,25	1,949	1,626	0,660	81,367	19,896	22,366	2,027	95,958	
Eprouvette 2	Hauteur	25,569	1,933	1,626	0,66	77,362	18,919	20,852	2,027	92,448	
Eprouvette 3	Hauteur	25,02	1,976	1,659	0,627	82,243	19,1	19,74	2,094	98,01	
Eprouvette 4	Hauteur	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
	Contrainte (kPa)	H <sub>i</sub> (mm)	τ <sub>i</sub> (kPa)	S <sub>h,p</sub> (mm)	S <sub>h,t</sub> (mm)	V (μm/min)					
Eprouvette 1	55,00	24,780	66,48	/	5	50					
Eprouvette 2	100,00	24,780	89,68	/	10	50					
Eprouvette 3	200,00	23,739	137,91	/	5	50					
Eprouvette 4	/	/	/	/	/	/					
<b>Caractéristiques de l'état de rupture</b>											
<b>Résultats</b>											
$\Phi'_p = 26,1^\circ$ $c'_p = 39,93 \text{ kPa}$ $\Phi'_r = 27,6^\circ$ $c'_r = 29,81 \text{ kPa}$											
Responsable du laboratoire géotechnique Nom : Z.E LAZMI Date : 04/03/2013											
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		ESSAIS D'IDENTIFICATION DE SOL									
norme NF P 11-300											
N° Affaire :	2012/R1/76/1996	Nom de l'opérateur :	Z.E.								
Nom du site :	SYMAC	Date de l'essai :	06/02/2013								
Nom de l'ouvrage :	Biev zel 03	PV saisi par :	Z.E.								
Commune :	Mésangueville	Date de saisi du PV :	07/02/2013								
Date du prélèvement :	11/01/2013	Sondage :	TA1								
Référence de l'échantillon :	E3	Prof. du prélèvement :	1,5 m								
Nature du matériau :	Argile marron grise très humide										
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)	999,80	MTH (g)	459,60								
MTS (g)	720,40	MT sec (g)	329,80								
MTARE (g)	14,20	M Tare (g)	11,00								
W%	<b>39,6</b>	W%	<b>40,7</b>								
		Masse échantillon (g)	58,99								
		Volume de bleu (ml)	190								
		Masse de bleu (g)	1,9								
		VB	4,53								
		VBS	<b>4,53</b>								
ANALYSE GRANULOMETRIQUE (NF P 94-056)											
Tamis (mm)	Refus cumulé (g)	% passant cumulé									
100		100,00									
80		100,00									
63		100,00									
50		100,00									
40		100,00									
31,5	0,00	100,00									
20	0,00	100,00									
10	0,00	100,00									
8	0,00	100,00									
6,3	0,00	100,00									
5	0,10	99,99									
4	0,30	99,96									
2	1,50	99,79									
1	3,70	99,48									
0,5	6,60	99,07									
0,4	7,80	98,90									
0,2	19,80	97,20									
0,08	33,90	95,20									
D max (mm) :		5									
											
Observations :											
<table border="1"> <tr> <td>Teneur en eau naturelle</td> <td>39,6 %</td> </tr> <tr> <td>Passant à 80 µm</td> <td>95,2 %</td> </tr> <tr> <td>VBS</td> <td>4,53</td> </tr> <tr> <td>Classe matériau GTR</td> <td>A2</td> </tr> </table>		Teneur en eau naturelle	39,6 %	Passant à 80 µm	95,2 %	VBS	4,53	Classe matériau GTR	A2	Visa : Z. EL AZMI	
Teneur en eau naturelle	39,6 %										
Passant à 80 µm	95,2 %										
VBS	4,53										
Classe matériau GTR	A2										
Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels - Agence Nord Ouest voie A n°80 ZAC de la Briquetterie - 76160 St Jacques sur Dametal 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 »

A <sub>2</sub> (états th, h)											
Sol	Observations générales	Situation météorologique	Condition d'utilisation en remblai	Code							
				E	G	W	T	R	C	H	
A <sub>2</sub> th	Sols normalement inutilisables en l'état			NON							
A <sub>2</sub> h	Ces sols sont difficiles à mettre en œuvre en raison de leur portance faible. La mise en dépôt provisoire et le drainage préalable ne sont habituellement pas des solutions envisageables dans le climat français moyen. 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				0	0	0	2	0	2	0	
=		ni pluie, ni évaporation importante	Solution 1 : traitement T : traitement à la chaux C : compactage moyen		0	0	0	0	0	3	1
-		évaporation importante	Solution 1 : aération E : Extraction en couches W : réduction de la teneur en eau par aération R : couches minces C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 5 m)		1	0	1	0	1	2	2
Solution 2 : traitement T : traitement à la chaux C : compactage moyen				0	0	0	2	0	2	0	

Sol	Observations générales	Situation météorologique	Condition d'utilisation en remblai	Code							
				E	G	W	T	R	C	H	
A <sub>2</sub> m	Ces sols ne posent pas de problème de réutilisation en remblai sauf par pluie forte ou moyenne	++	pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai, avec des garanties de qualité suffisantes							
NON				2	0	0	0	0	2	2	
+		pluie faible	E : extraction frontale C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)		0	0	0	0	0	2	0
=		ni pluie, ni évaporation importante	C : compactage moyen		0	0	3	0	0	2	0
-		évaporation importante	Solution 1 : arrosage superficiel W : arrosage superficiel pour maintien de l'état C : compactage intense Solution 2 : emploi en l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)		0	0	3	0	0	2	0
Solution 3 : extraction frontale E : extraction frontale C : compactage moyen				2	0	0	0	0	2	0	
A <sub>2</sub> s	La teneur en eau faible de ces sols oblige à un compactage intense. Il faut au moins éviter de réduire encore leur teneur en eau et pour des remblais de grande hauteur un chagement de leur état hydrique est nécessaire.  L'humidification dans la masse exige un malaxage soigné avec apport d'importantes quantités d'eau	++	pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai, avec des garanties de qualité suffisantes							
NON				1	0	0	0	1	1	2	
+		pluie faible	E : extraction en couche R : couches minces C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)		0	0	4	0	1	2	0
=		ni pluie, ni évaporation importante	Solution 1 : humidification dans la masse W : humidification pour changer l'état R : couches minces C : compactage moyen Solution 2 : utilisation en l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)		0	0	0	0	0	1	2
-		évaporation importante	Solution 1 : humidification W : humidification pour changer l'état R : couches minces C : compactage intense Solution 2 : arrosage W : arrosage superficiel pour maintien de l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)		0	0	4	0	1	1	0
Solution 3 : extraction frontale avec arrosage E : extraction frontale W : arrosage superficiel pour maintien de l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)				2	0	3	0	0	1	2	
A <sub>2</sub> ts	Sols normalement inutilisable en l'état			NON							

## ANNEXE H :

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

### Classification des missions types d'ingénierie géotechnique (Norme NFP 94-500 révisée en Décembre 2006)

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique doit suivre les étapes d'élaboration et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géologiques. Chaque mission s'appuie sur des investigations géotechniques spécifiques. Il appartient au maître d'ouvrage ou à son mandataire de veiller à la réalisation successive de toutes ces missions par une ingénierie géotechnique.

#### ÉTAPE 1 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES PRELABLES (G1)

Ces missions excluent toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre d'une mission d'étude géotechnique de projet (étape 2). Elles sont normalement à la charge du maître d'ouvrage.

##### ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉLIMINAIRE DE SITE (G11)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire ou d'esquisse et permet une première identification des risques géologiques d'un site:

- Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.
- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport avec un modèle géologique préliminaire, certains principes généraux d'adaptation du projet au site et une première identification des risques.

##### ÉTUDE GÉOTECHNIQUE D'AVANT PROJET (G12)

Elle est réalisée au stade de l'avant projet et permet de réduire les conséquences des risques géologiques majeurs identifiés :

- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, certains principes généraux de construction (notamment terrassements, soutènements, fondations, risques de déformation des terrains, dispositions générales vis-à-vis des nappes et avoisinants).

Cette étude sera obligatoirement complétée lors de l'étude géotechnique de projet (étape 2).

#### ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE PROJET (G2)

Elle est réalisée pour définir le projet des ouvrages géotechniques et permet de réduire les conséquences des risques géologiques importants identifiés. Elle est normalement à la charge du maître d'ouvrage et peut être intégrée à la mission de maîtrise d'oeuvre générale.

##### Phase Projet

- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir une synthèse actualisée du site et les notes techniques donnant les méthodes d'exécution proposées pour les ouvrages géotechniques (notamment terrassements, soutènements, fondations, dispositions vis-à-vis des nappes et avoisinants) et les valeurs seuils associées, certaines notes de calcul de dimensionnement niveau projet.
- Fournir une approche des quantités/délais/coûts d'exécution de ces ouvrages géotechniques et une identification des conséquences des risques géologiques résiduels.

##### Phase Assistance aux Contrats de Travaux

- Établir les documents nécessaires à la consultation des entreprises pour l'exécution des ouvrages géotechniques (plans, notices techniques, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).
- Assister le client pour la sélection des entreprises et l'analyse technique des offres.

#### ÉTAPE 3 : EXÉCUTION DES OUVRAGES GÉOTECHNIQUES (G3 et G 4, distinctes et simultanées)

##### ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXÉCUTION (G3)

Se déroulant en 2 phases interactives et indissociables, elle permet de réduire les risques résiduels par la mise en oeuvre à temps de mesures d'adaptation ou d'optimisation. Elle est normalement confiée à l'entrepreneur.

##### Phase Étude

- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment validation des hypothèses géotechniques, définition et dimensionnement (calculs justificatifs), méthodes et conditions d'exécution (phasages, suivis, contrôles, auscultations en fonction des valeurs seuils associées, dispositions constructives complémentaires éventuelles), élaborer le dossier géotechnique d'exécution.

##### Phase Suivi

- Suivre le programme d'auscultation et l'exécution des ouvrages géotechniques, déclencher si nécessaire les dispositions constructives prédéfinies en phase Etude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des excavations et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- Participer à l'établissement du dossier de fin de travaux et des recommandations de maintenance des ouvrages géotechniques.

##### SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXÉCUTION (G4)

Elle permet de vérifier la conformité aux objectifs du projet, de l'étude et du suivi géotechniques d'exécution. Elle est normalement à la charge du maître d'ouvrage.

##### Phase Supervision de l'étude d'exécution

- Avis sur l'étude géotechnique d'exécution, sur les adaptations ou optimisations potentielles des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, sur le programme d'auscultation et les valeurs seuils associées.

##### Phase Supervision du suivi d'exécution

- Avis, par interventions ponctuelles sur le chantier, sur le contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur, sur le comportement observé de l'ouvrage et des avoisinants concernés et sur l'adaptation ou l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur.

##### DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle.

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, rabattement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans d'autres éléments géotechniques.

Des études géotechniques de projet et/ou d'exécution, de suivi et supervision, doivent être réalisées ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique, si ce diagnostic conduit à modifier ou réaliser



Maître d'ouvrage : **SYMAC**  
12ROUTE DE LA CAPELLE  
76780 CROISY SUR ANDELLE

## Réalisation de l'ouvrage hydraulique de lutte contre les inondations BIEVZEL22

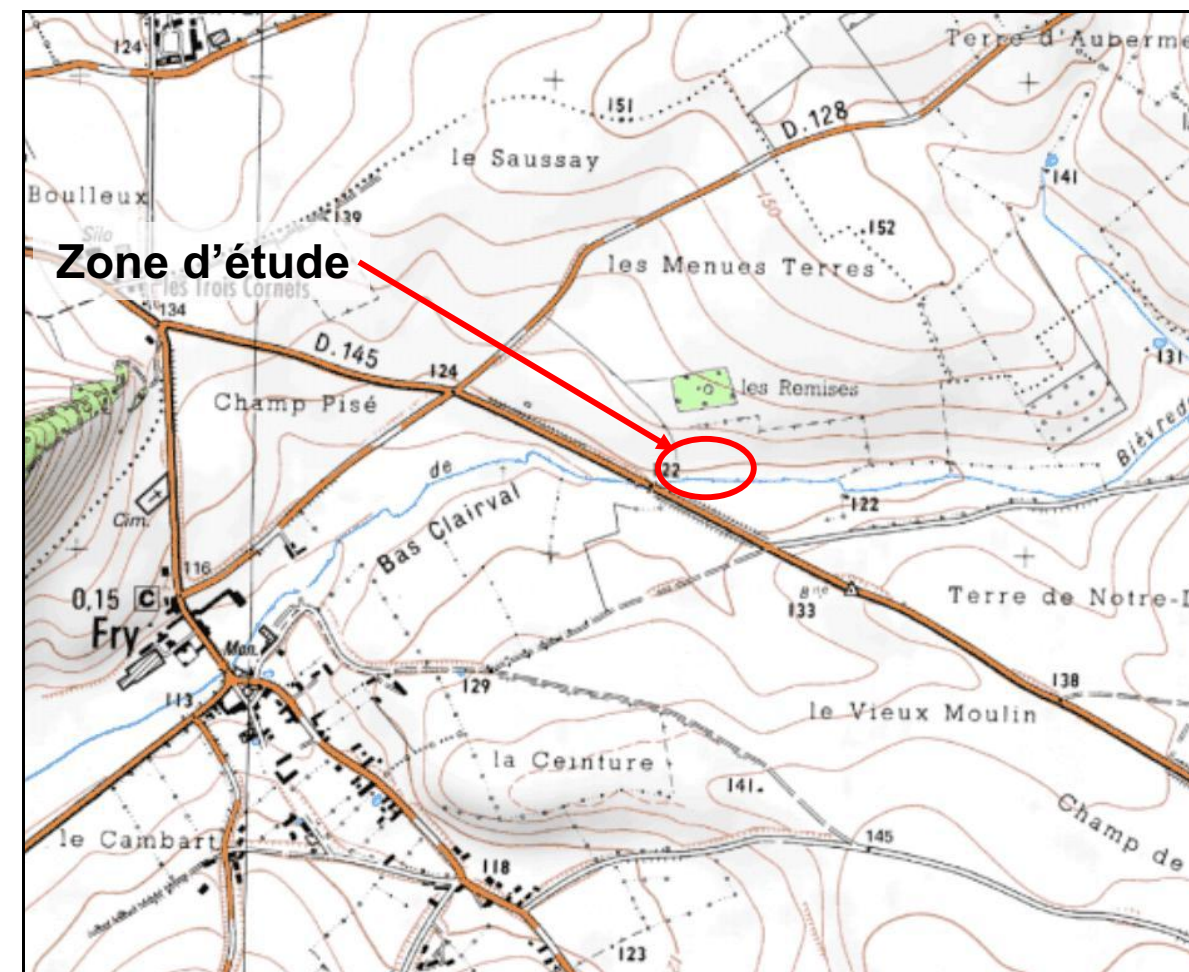
Bassin versant du Bièvredent

### Etude géotechnique d'AVANT-PROJET (G12)

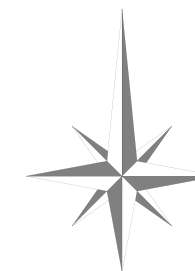
Commune de Fry (76)



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



Nord



Indice	Document	Date	Demandeur	Réalisation	Relecture	Référence affaire	Mission géotechnique	Maître d'Ouvrage
A		03/2013	SYMAC	Y. PECOURT	M. ARIS	2012/R1/76/1303 2012/1951	AVP	SYMAC

## 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 .....	10
4- PRECONISATIONS TECHNIQUES.....	12
4.1 Potentiel de réemploi des matériaux de déblai.....	12
4.2 Mode de réalisation du compactage.....	13
4.3 Assise du barrage .....	13
4.4 Stabilité externe de l'ouvrage .....	14
4.5 Stabilité interne .....	18
4.6 Etanchéité .....	23
4.7 Préconisations d'ordre général.....	25

## ANNEXES

ANNEXE A : PLAN D'IMPLANTATION DES RECONNAISSANCES

ANNEXE B : SONDAGES GEOLOGIQUES A LA TARIERE

ANNEXE C : ESSAIS AU PENETROMETRE DYNAMIQUE

ANNEXE D : ESSAIS DE PERMEABILITE

ANNEXE E : ESSAIS EN LABORATOIRE

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

ANNEXE G : CLASSIFICATION DES MISSIONS GEOTECHNIQUES

## 1- INTRODUCTION

La présente étude a été réalisée à la demande et pour le compte du Syndicat Mixte d'études, d'aménagement et d'entretien des bassins versants de l'Andelle et du Crevon. Elle concerne la réalisation de l'ouvrage hydraulique BIEVZEL22 située dans le sous-bassin versant du Biévrement, sur les parcelles A40, A44 et A190 dans la commune de Fry (76). L'ouvrage hydraulique BIEVZEL22 est un ouvrage de type digue.

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

Il s'agit d'une mission géotechnique d'avant-projet de type G12, selon la norme NF P94-500 décembre 2006, 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...).

Cette étude s'appuie sur le plan n°10 d'Ecotone, indice 1, de septembre 2012.

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

➤ Sondages in situ :

- 4 sondages géologiques (SG1 à SG4) ;
- 1 sondage à la tarière à 10,0 m (TA1) ;
- 1 sondage à la tarière à 4,0 m pour mise en place d'un piézomètre (Pz1) ;
- 3 sondages au pénétromètre dynamique (Pdy1 à Pdy3) ;
- 4 essais de perméabilité de type Porchet (P1 à P4) ;
- 3 prélèvements d'échantillons remaniés ;
- 1 prélèvement d'échantillons intacts.

➤ Essais de laboratoire réalisés :

- 3 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) ;
- 2 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 de la semaine 5. 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 (Ecotone Ing.) ;
- Extraits de la carte géologique de Rouen Est (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**

	BIEVZEL22
Volume :	15 000 m <sup>3</sup>
Crête :	123,10 m
Plus Haute Eau :	122,60 m
Fond du bassin :	120,80 m
Hauteur d'eau :	1,8 m
Hauteur de l'ouvrage :	2,3 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 localisé sur la commune de Fry (76), au Nord de la RD 145.

Les parcelles devant accueillir le projet sont situées Dans la vallée du Bièvredent. La rivière occupe le centre du talweg.

La parcelle est en contrebas de la RD 145. Une zone de remblais est présente au niveau de l'entre de la parcelle pour accéder à la route.

### 2.2 Contexte géologique local

D'un point de vue géologique, la région appartient au domaine structural Ouest du Bassin Parisien.

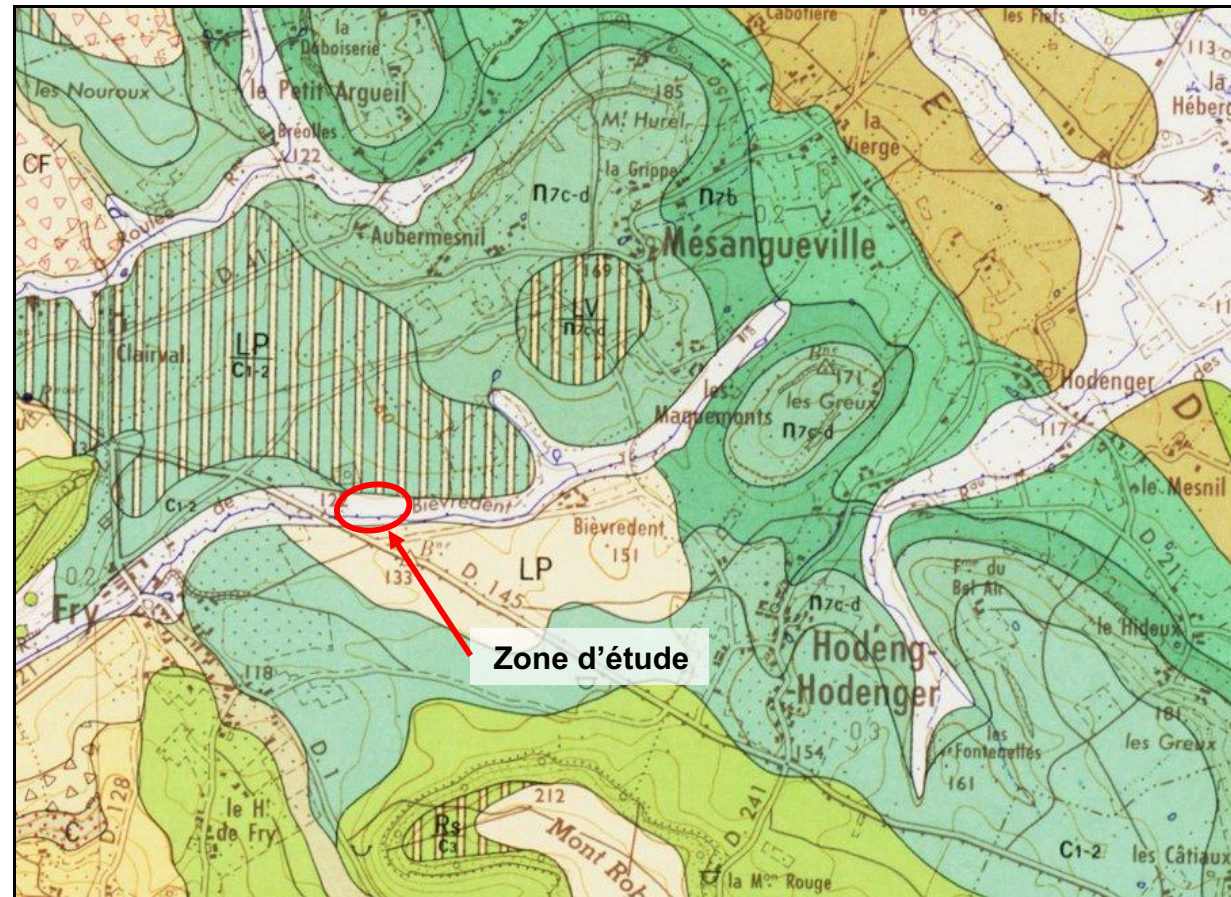


Figure 1 : Extrait de la carte géologique de Rouen Est au 1/50 000<sup>ème</sup>, échelle modifiée.

D'après la carte géologique de Rouen Est (Figure 1), les formations suivantes sont présentes au voisinage du site :

- **Alluvions modernes, Fz.** Cette formation est constituée de limons sableux et tourbeux. Son épaisseur est de quelques mètres ;

- **Limons des plateaux, LP et Limons des plateaux sur Cénomaniens, LP/C1-2.** Cette formation est constituée de limons. Ils sont bruns, fins et épais lorsqu'ils reposent sur la craie ;
- **Albien terminal, gaize, n7c-d.** Cette formation est constituée de deux faciès : la *gaize solide* et la *gaize bleue*. La *gaize solide* est une marne argileuse gris à blanchâtre à nombreux blocs siliceux. La *gaize bleue* est une marne tendre, siliceuse et micacée de couleur gris foncée devenant blanche en séchant. L'épaisseur de la formation est de l'ordre de 15 m.

#### Hydrogéologie :

Sur site, et au moment des investigations, il n'a été constaté aucun écoulement de surface. Nous avons cependant observé des zones de stagnations d'eau au droit du futur bassin.

Nous avons observé les niveaux d'eau suivant dans les sondages :

Sondage	Niveau d'eau	Sondage	Niveau d'eau
TA1	1,0 m	SG4	0,1 m
Pz1	0,9 m	Pdy1	1,0 m
SG1	0,1 m	Pdy2	1,0 m
SG2	0,5 m	Pdy3	1,0 m
SG3	0,7 m	P4	0,5 m

Tableau 1 : niveau observé dans les sondages

D'après la carte hydrogéologique de Haute-Normandie, la nappe est présente à une profondeur proche de +120 m NGF soit à une profondeur de l'ordre de moins 2 m sous la terre végétale.

Un piézomètre a été installé sur la parcelle au droit de la future digue. Le niveau d'eau le 10/01/2013 est à 0,9 m/TN. Nous recommandons la réalisation d'un suivi piézométrique au minimum sur l'année précédant les travaux.

#### Risque sismique :

La zone d'étude est située en zone sismique 1. Le risque sismique est très faible mais non nul.

#### 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.

#### 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 et de notre intervention sur le terrain, aucun indice de cavité n'a été recensé au droit des ouvrages.

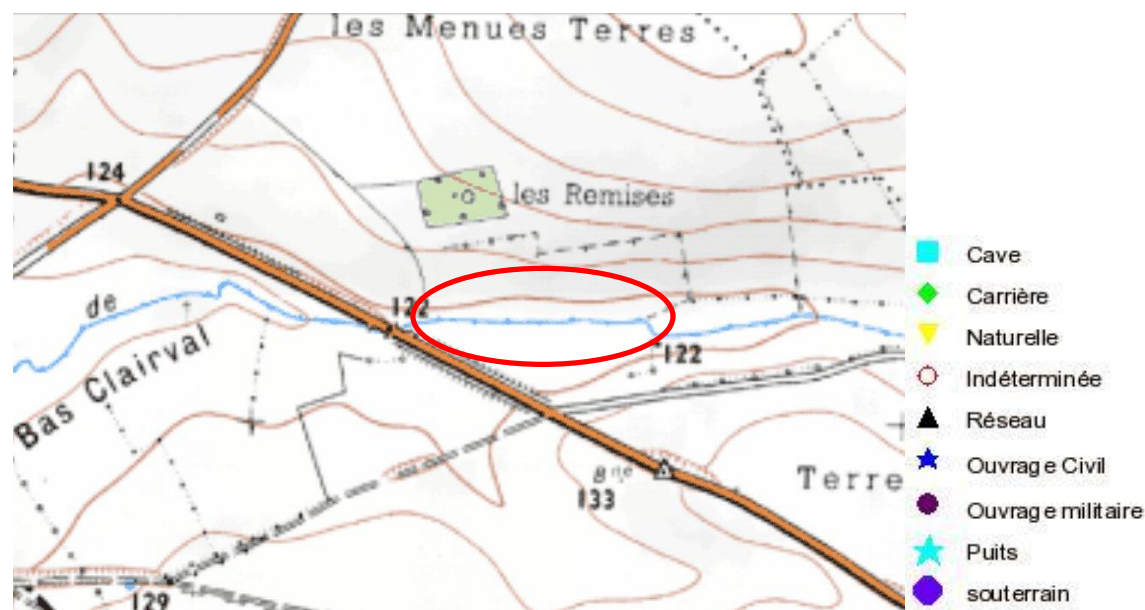


Figure 2 : Carte des cavités, éch : 1/25000<sup>ème</sup>.

**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

Les résultats des sondages géologiques à la tarière sont résumés ci-dessous :

Sol	Faciès	TA1	Pz1
Sol 0	Terre végétale	0 à 0,2 m/TN	0 à 0,2 m/TN
Sol 1	Limon argileux marron	0,2 à 2,8 m/TN	0,2 à 2,8 m/TN
Sol 2	Argile sableuse grise	2,8 à 7,0 m/TN <b>REFUS</b>	2,8 à 4,0 m/TN <b>FIN</b>
Sol 3	Argile plastique	Observé dans les sondages pénétrométriques	
EAU	/	1,0 m/TN	0,9 m/TN

Tableau 2 : récapitulatif des sondages à la tarière mécanique

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

Sol	Faciès	SG1	SG2	SG3	SG4
Sol 0	Terre végétale	0 à 0,1 m/TN	0 à 0,1 m/TN	0 à 0,1 m/TN	0, à 0,1 m/TN
Sol 1	Limon argileux marron	0,1 à 1,0 m/TN <b>FIN</b>	0,1 à 1,5 m/TN <b>FIN</b>	0,1 à 1,5 m/TN <b>FIN</b>	0,1 à 1,0 m/TN <b>FIN</b>
Sol 2	Argile sableuse grise	Observé dans les sondages TA1 et Pz1			
Sol 3	Argile plastique	Observé dans les sondages pénétrométriques			
EAU	/	0,1 m/TN	0,5 m/TN	0,7 m/TN	0,1 m/TN

Tableau 3 : récapitulatif des sondages à la tarière mécanique

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

Sol		Pdy1	Pdy2	Pdy3
Sol 1	Qd MPa	1,4 à 3,7	1,5 à 4,4	1,8 à 15,9
	Z m/TN	0 à 2,4	0 à 1,6	0 à 2,8
Sol 2	Qd MPa	2,7 à 18,4	2,4 à 9,4	1,5 à >50
	Z m/TN	2,4 à 7,0	1,6 à 6,8	2,8 à 6,8
Sol 3	Qd MPa	7,4 à 12,0	4,6 à 6,3	1,9 à 7,5
	Z m/TN	7,0 à 8,0 <b>FIN</b>	6,8 à 8,0 <b>FIN</b>	6,8 à 8,0 <b>FIN</b>
EAU		1,0 m/TN	1,0 m/TN	1,0 m/TN

Tableau 4 : récapitulatif des résistances en pointes

Le tableau ci-après présente les résultats des essais de perméabilité réalisés :

	P1	P2	P3	P4
Profondeur	0,40 m/TN	0,40 m/TN	0,50 m/TN	0,50 m/TN
Sol	1	1	1	1
Perméabilité	5,3 mm/h $1,5 \cdot 10^{-6}$ m/s	3,1 mm/h $8,5 \cdot 10^{-7}$ m/s	42,0 mm/h $1,2 \cdot 10^{-5}$ m/s	NOYE

Tableau 5 : récapitulatif des essais de perméabilité

Les sondages ont été fait une profondeur de l'ordre de 0,4-0,5 m/TN afin de ne pas noyer les dispositifs.

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

Echantillons		E1	E2	E3
Naturel	Echantillons remaniés			
	Profondeur	1	1	1
	Sol	1	1	1
	Nature géologique	Limon argileux	Limon argileux	Limon argileux
	Dmax (mm)	12	12	4
	Wn (%)	35,5	32,1	29,8
	80 µm (%)	94,84	95,28	96,73
	VBS	5,28	5,02	3,64
	W <sub>OPN</sub> (%)		24,1	20,8
	IPI nat		2,33	1,17
	Classe GTR 92	A2	A2th	A2th
	Echantillons intacts			
	c' (kPa)		39,8	
φ' (°)		27,9		
OPN	Echantillons compactés			
	c' (kPa)			28,7
	φ' (°)			25
K (m/s)		$1,66 \cdot 10^{-10}$	$1,20 \cdot 10^{-8}$	

Tableau 6 : Récapitulatif des résultats d'essais en laboratoire

## 4- PRÉCONISATIONS TECHNIQUES

### 4.1 Potentiel de réemploi des matériaux de déblai

Les limons argileux marron (sols 1), de classe A2, sont réutilisables à condition de ramener leur état hydrique à m. Ceci implique qu'à la date de prélèvement des matériaux, un aérage/traitement sera nécessaire.

A titre informatif, les matériaux à l'état th et s ne sont pas réutilisables en l'état et nécessite un aérage doublé d'un traitement éventuellement ou 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 « Réalisation des remblais et couches de forme ».

Les conditions hydriques du sol peuvent être différentes au moment des travaux. Les sols de classe A2 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 (Sol 1). En effet, le traitement à la chaux augmente la perméabilité du sol. 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, une étude de formulation devra être menée au moment avant les travaux afin de définir le pourcentage de chaux à intégrer au matériau. Des essais d'aptitude au traitement à la chaux sont actuellement en cours et nous indiquerons si les sols peuvent être traités.

La perméabilité des matériaux compactés et traités devra également être étudiée afin de prévoir, le cas échéant une solution d'étanchéité du remblai.

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.**

Aucun sondage n'as été effectué dans le remblais permettant l'accès au terrain. Nous recommandons de purgé intégralement se remblais et de ne pas le réutilisé pour l'ouvrage.

➤ Conditions d'extraction des matériaux

Les matériaux concernés par l'extraction seront des limons appartenant à la formation des limons des plateaux. 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'aération des sols extraits. Les engins les mieux adaptés dans ce cas sont des ateliers de terrassement composés de boteurs (bulldozers) et de chargeurs.

Si des poches trop sableuses ou des zones de bétoires 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.

#### 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 20 à 25% pour les limons A2 du sol1 (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.

#### 4.3 Assise du barrage

L'ancrage du barrage sera réalisé à une profondeur de 1,16 m/Fond de Bassin. L'ancrage sera réalisé selon la coupe de principe suivante :

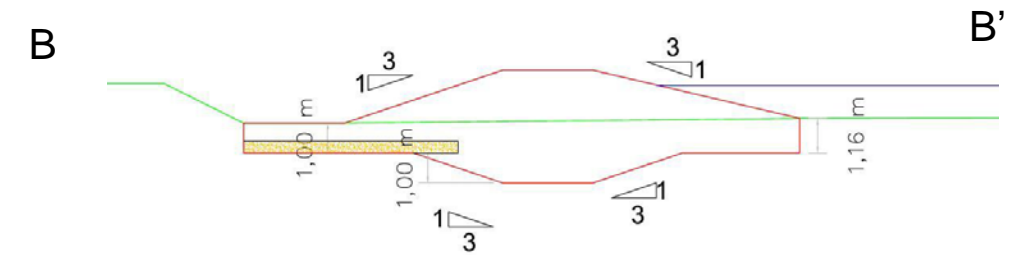


Figure 3 : Coupe schématique du principe d'ancrage de l'ouvrage Aval (coupe BB')

La valeur minimale à retenir en terme de résistance de pointe pour l'ancrage à 2,0 m est de :

$$q_d = 1400 \text{ kPa}$$

La contrainte de calcul est de :

$$q_u = q_d / 5 = 280 \text{ kPa}$$

La hauteur du barrage est de 5,30 m maximum. Le poids propre du barrage est estimé à :

$$G = \gamma_h \times (H_{\text{digue}} + H_{\text{ancrage}}) = 20 \times (2,30 + 2,00) = 86 \text{ kPa.}$$

Le critère de portance est donné par :

$$q_{ELU} = q_u / 2 = 140 \text{ kPa}$$

$$1,35 \times G = 116 \text{ kPa} < q_{ELU} = 140 \text{ kPa}$$

La portance est vérifiée pour une profondeur d'ancrage de 2,00 m/TN.

On prévoira le compactage du fond de fouille avant le terrassement du barrage, si nécessaire avec un liant hydraulique.

#### 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.

Ces calculs ont permis d'identifier le cercle de rupture le plus probable et amenant la ruine de l'ouvrage. L'équilibre limite de l'ouvrage correspond à un facteur de sécurité  $F = 1,5$  en condition fondamentale et  $F = 1,2$  en condition accidentelle (remplissage de l'ouvrage puis vidange rapide, et la phase chantier).

La profondeur de l'ouvrage et le niveau des plus hautes eaux ont été fournis par le maître d'œuvre. 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> )	20	20
Cohésion, c (kPa)	1	5
Angle de frottement, $\phi$ (°)	28	28

Tableau 7 : récapitulatif des caractéristiques de sol pour la modélisation Talren

Nous avons réalisé un calcul de stabilité selon les profils ci-dessous en prenant pour référence les coupes :

- BB'

Nous avons vérifié la stabilité des pentes de déblais en phase chantier pour une valeur de pente de 3H/2V.

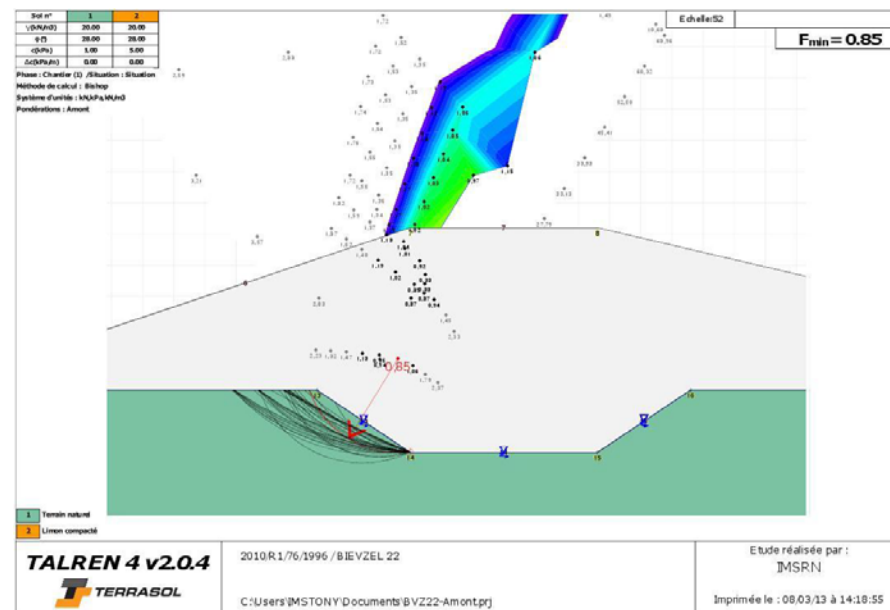


Figure 4 : Calcul de stabilité en phase chantier pour une pente de déblais de 3H/2V

La stabilité du déblais au niveau de la coupe BB' n'est pas assurée en phase chantier. Le facteur de sécurité est de 0,85 au minimum, inférieur à la valeur seuil de 1,2.

Nous avons vérifiée la stabilité des pentes de déblais en phase chantier pour une valeur de pente de 3H/1V.

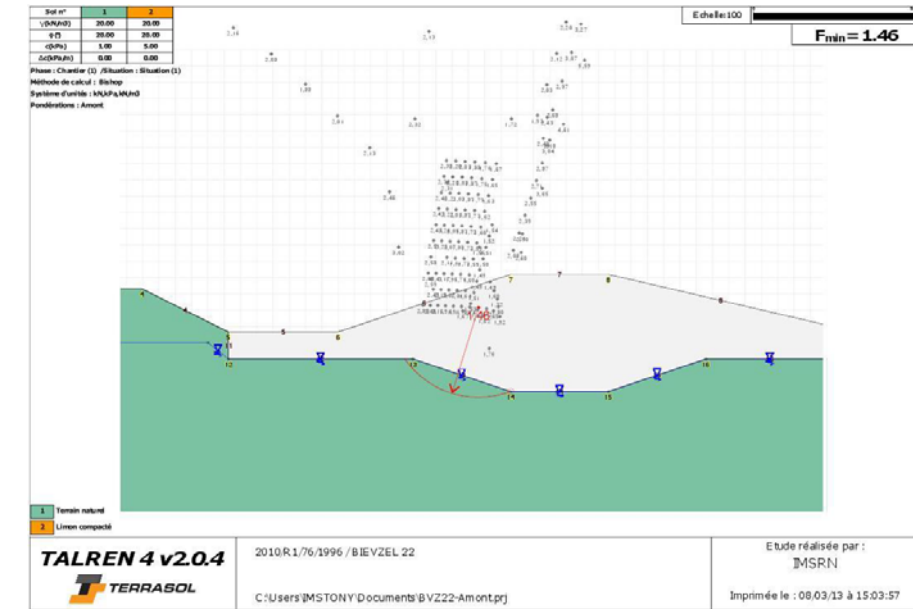


Figure 5 : Calcul de stabilité en phase chantier pour une pente de déblais de 3H/1V

La stabilité du déblais au niveau de la coupe BB' est assurée en phase chantier. Le facteur de sécurité est de 1,46 au minimum, supérieur à la valeur seuil de 1,2.

Nous avons vérifiée la stabilité des pentes du talus routier en phase chantier.

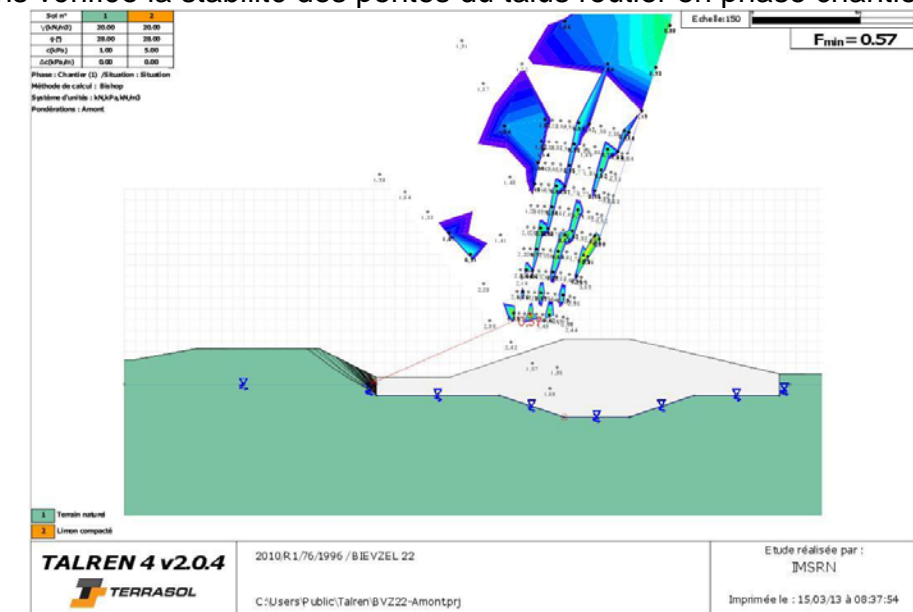


Figure 6 : Calcul de stabilité en phase chantier pour une pente de déblais de 3H/1V

La stabilité du déblais au niveau de la coupe AA' n'est pas assurée en phase chantier. Le facteur de sécurité est de 0,57 au minimum, inférieur à la valeur seuil de 1,2. Les différents cercles de glissement calculé dont le facteur de sécurité est inférieur à 1,2 affecte le talus routier et met en péril la chaussée. Des solutions de confortement provisoire devront être mise en œuvre pour protégé le talus routier.



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

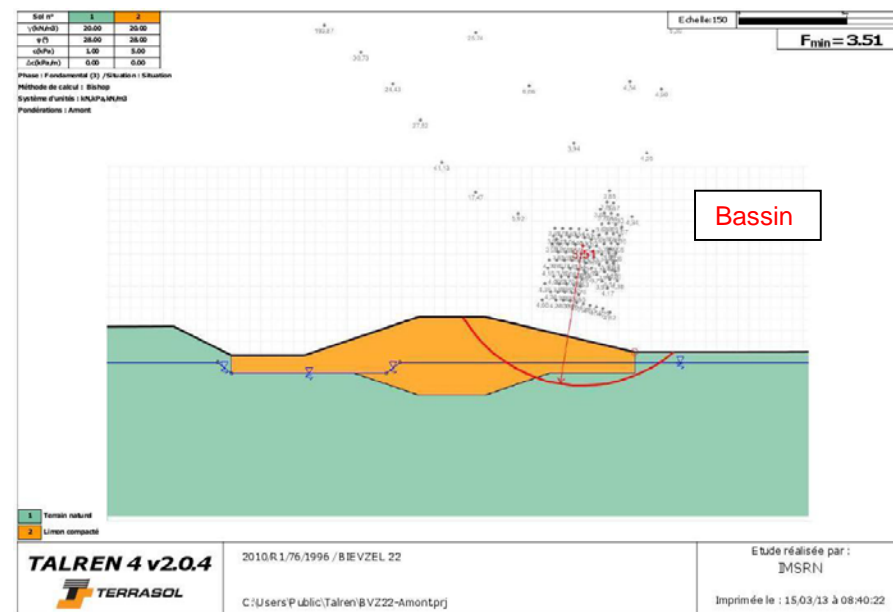


Figure 7 : calcul de stabilité du remblai amont en situation fondamentale

La stabilité du remblai amont est assurée pour une pente de bassin égale à 3H/1V. Le coefficient de sécurité atteint 3,51 pour une valeur seuil égale à 1,50.

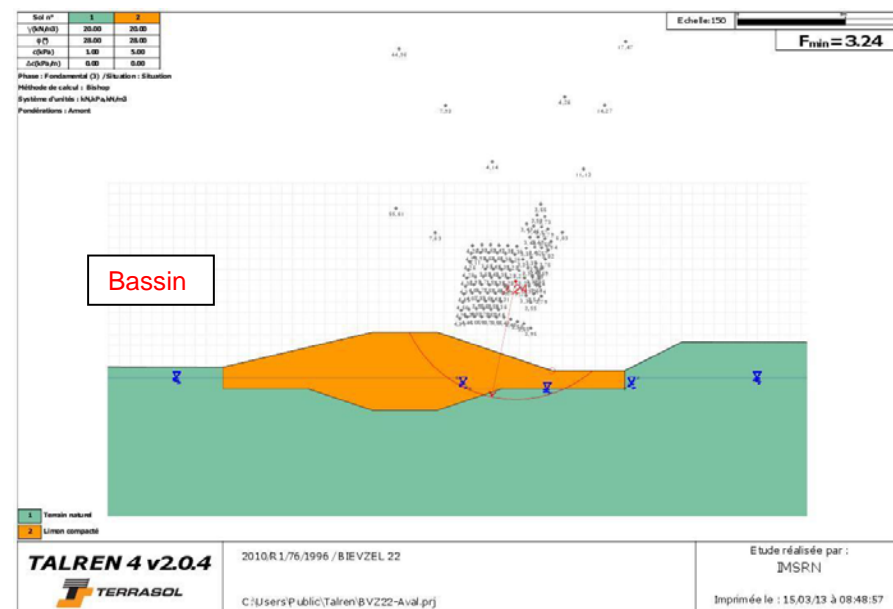


Figure 8 : calcul de stabilité du remblai aval en situation fondamentale

La stabilité du remblai aval est assurée pour une pente de bassin égale à 3H/1V. Le coefficient de sécurité atteint 3,24 pour une valeur seuil égale à 1,50.

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

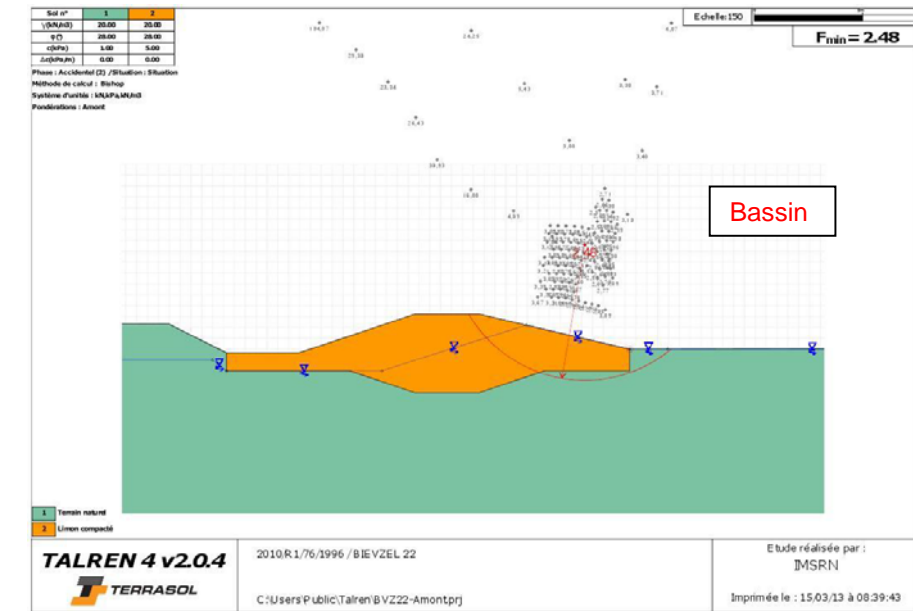


Figure 9 : calcul de stabilité du remblai amont en situation accidentelle

La stabilité du remblai amont est assurée pour une pente de bassin égale à 3H/1V. Le coefficient de sécurité atteint 2,48 pour une valeur seuil égale à 1,20.

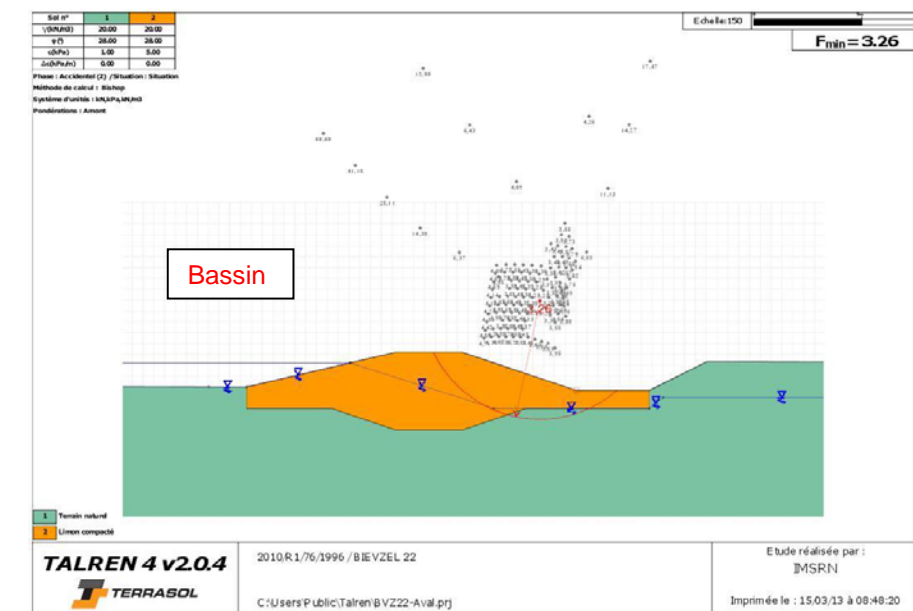


Figure 10 : calcul de stabilité du remblai aval en situation accidentelle

La stabilité du remblai aval est assurée pour une pente de bassin égale à 3H/1V. Le coefficient de sécurité atteint 3,26 pour une valeur seuil égale à 1,20.

#### 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 **IMSRN** 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.

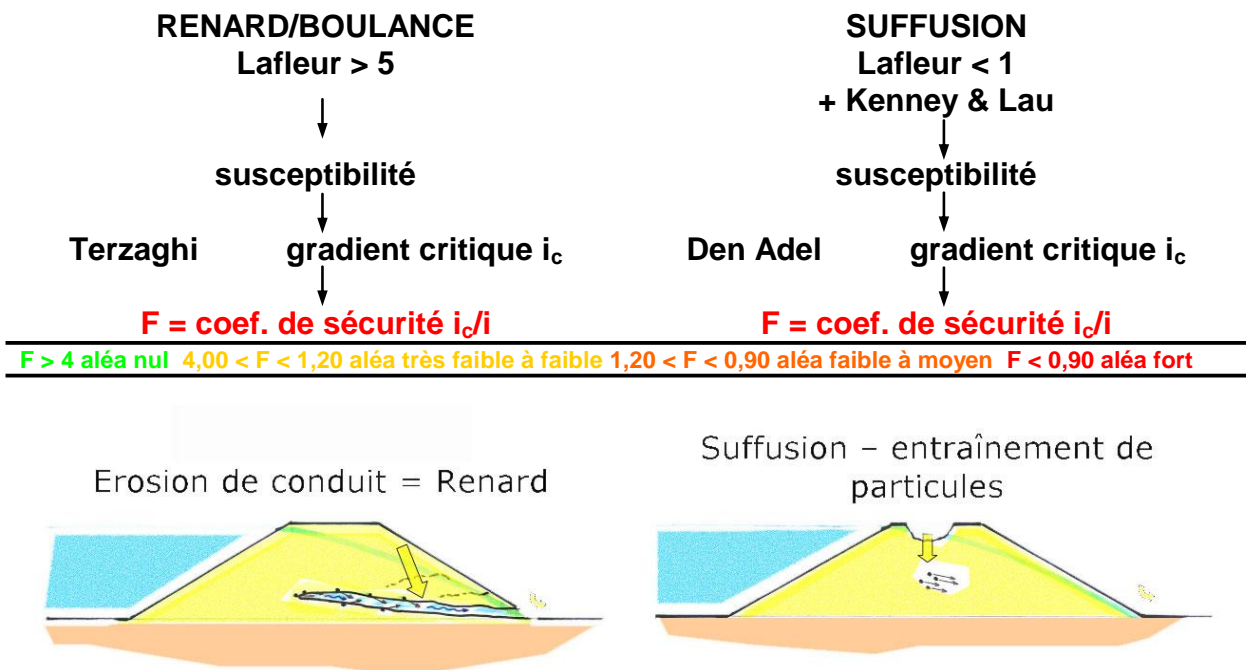


Figure 11 : Deux exemples d'érosion interne mis en évidence par les calculs de stabilité interne

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 48h :

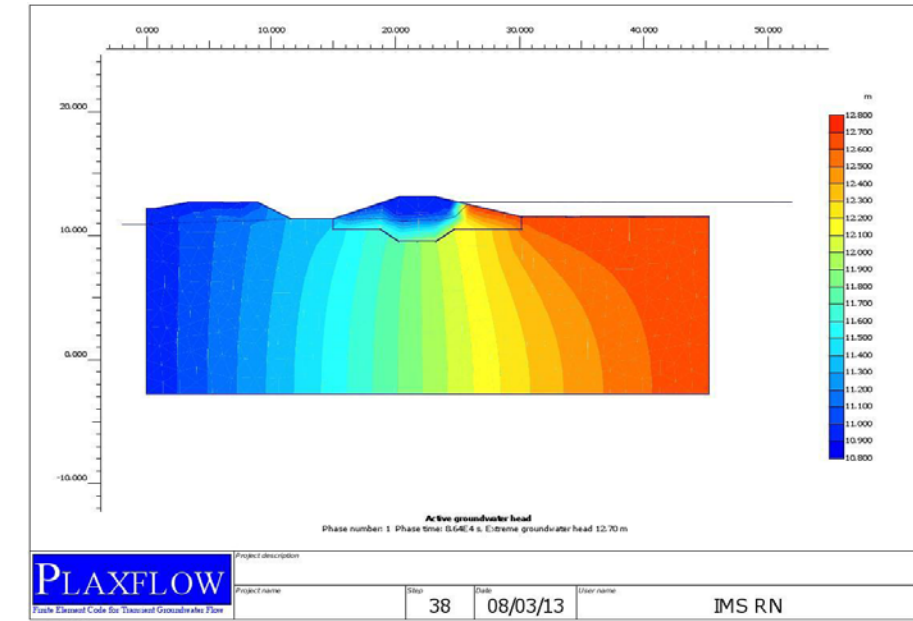


Figure 12 : imbibition du talus lors de la mise en charge de l'ouvrage

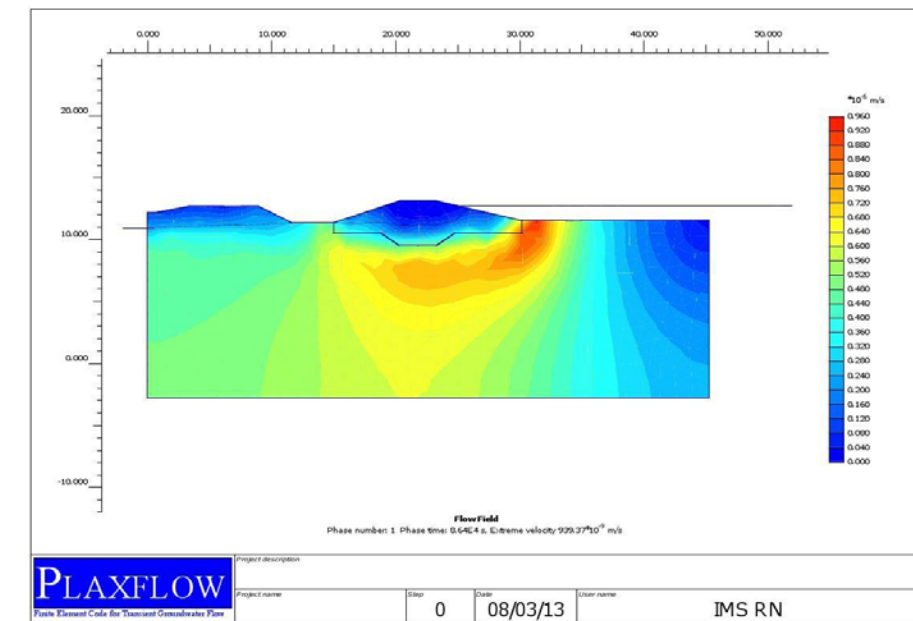


Figure 13 : Champ d'écoulement sous l'ouvrage

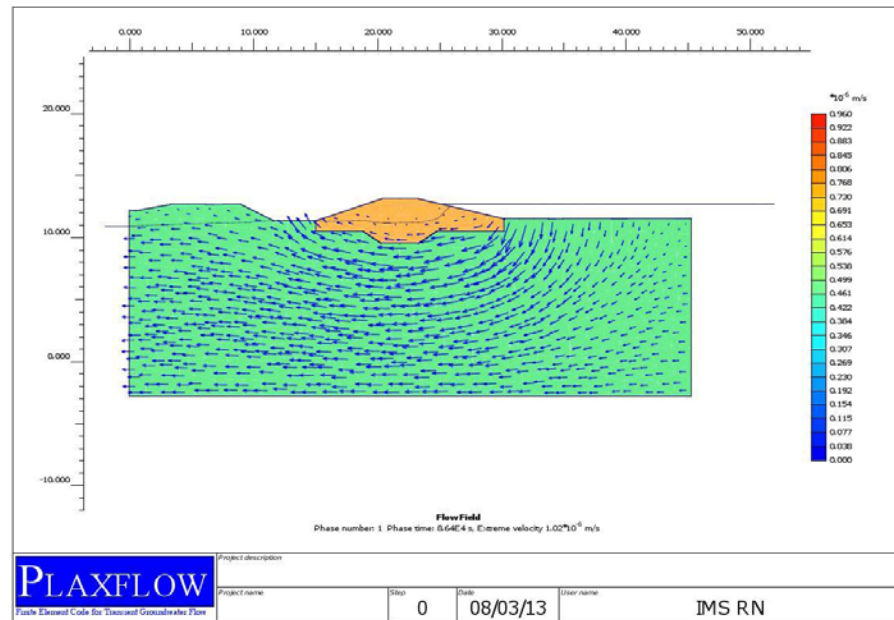


Figure 14 : Champ d'écoulement sous l'ouvrage - arrows

Nous avons considéré les hypothèses de perméabilités suivantes :

- Sol en place :  $1.10^{-6}$  m/s (perméabilité mesurée) ;
- Sol compacté (barrage) :  $1.10^{-8}$  m/s (perméabilité mesurée en laboratoire) ;

Nous notons ici l'imbibition du talus amont. Le bulbe de saturation atteint le talus aval. Nous notons également le fort écoulement en pied de talus amont et sous le barrage et ceux malgré la réalisation d'une clef d'ancrage. Cette saturation est due à la présence d'une nappe d'eau à une faible profondeur.

Nous avons effectué une nouvelle modélisation avec la réalisation d'un tapis entre le talus routier et le talus aval de l'ouvrage ainsi que la mise en place d'un tapis drainant en pied de talus aval.

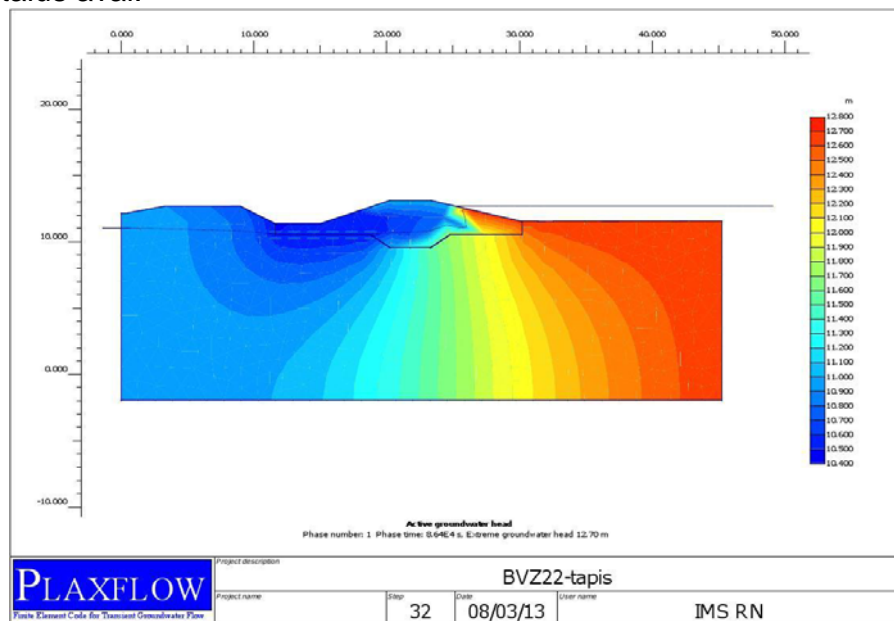


Figure 15 : imbibition du talus lors de la mise en charge de l'ouvrage

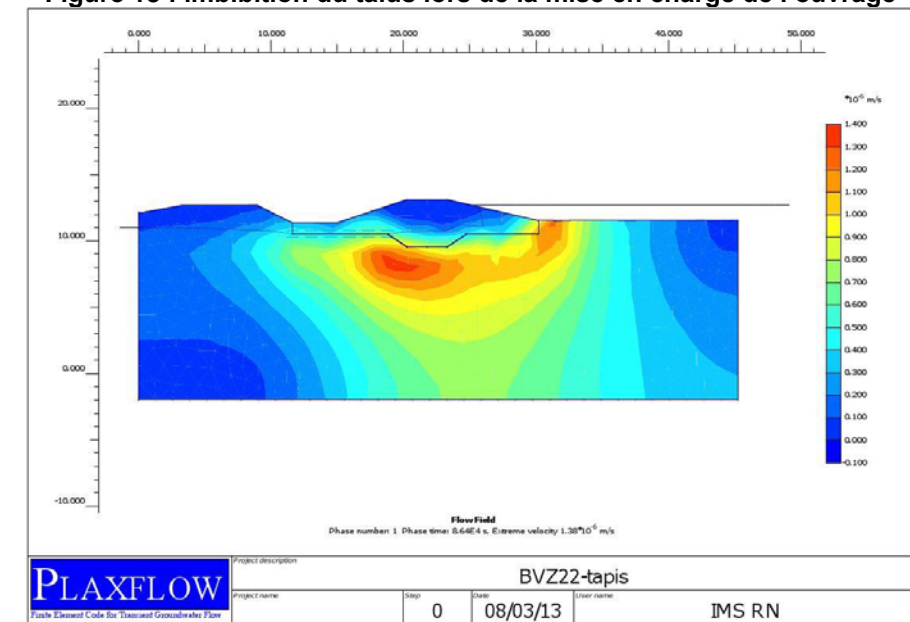


Figure 16 : Champ d'écoulement sous l'ouvrage

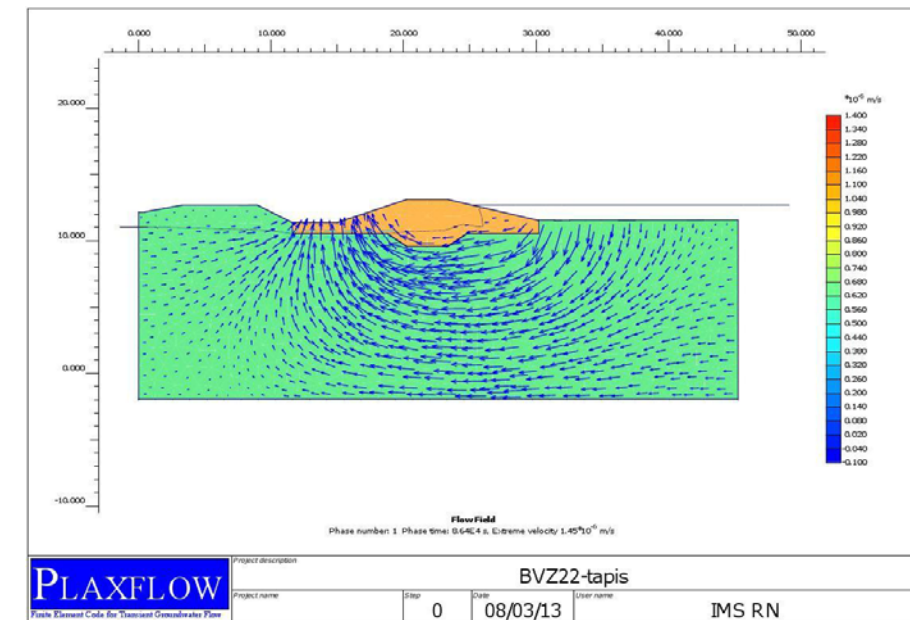


Figure 17 : Champ d'écoulement sous l'ouvrage - arrows

Nous notons toujours ici l'imbibition superficielle du talus amont. Le bulbe de saturation n'atteint pas le talus aval. Nous notons toujours le fort écoulement en pied de talus amont et sous le barrage. Le tapis drainant empêche le bulbe de saturation d'atteindre le talus aval.

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 sur une épaisseur de 0,5 m est également possible.

#### 4.6 Etanchéité

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

##### ANCRAGE :

On prévoira la réalisation d'une clé d'étanchéité afin de limiter les infiltrations sous le barrage et de diminuer les circulations qui pourraient se faire dans les niveaux de limons. Au droit de l'ouvrage amont, elle devrait également permettre de retrouver des terrains plus sains, non lessivés. Les dimensions de cette clé sont les suivantes :

- Profondeur d'au moins 2 m/ancrage du pied talus aval ;
- Largeur à la base de 3 m minimum ;
- Pentés de 3H/1V.

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 préférentielles.

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

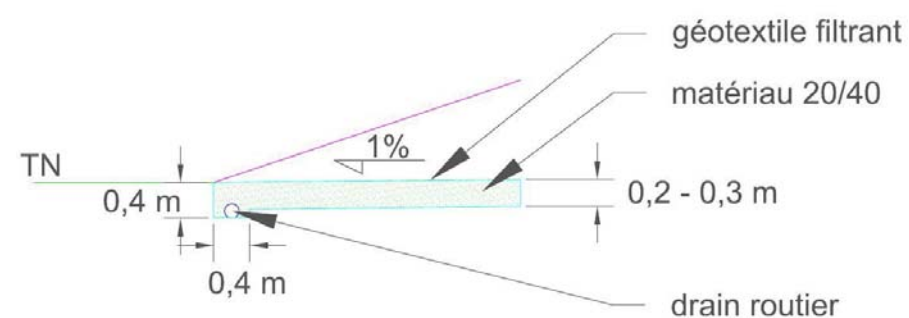


Figure 18 : coupe de principe du tapis drainant en pied de talus aval

On prévoira le bétonnage pleine fouille des canalisations traversantes afin de limiter les risques de renard le long des conduites. Nous recommandons la réalisation de test d'étanchéité en phase chantier.

Les eaux de ruissellement devront être évacuées vers l'aval, on évitera les infiltrations en pied de talus aval, notamment au niveau du fossé.

##### BASSIN :

Afin de réduire les risques d'infiltrations préférentielles, on prévoira, au minimum le compactage du fond de bassin sur une largeur de 5 m en pied de talus amont. Compte tenu des différentes bétoires observées sur le terrain, nous recommandons la mise en place d'une couche d'argile imperméable d'une épaisseur de 0,5 m sur le fond de bassin.

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.

##### 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.

##### TALUS AVAL :

Nous recommandons la réalisation d'une étanchéité de la zone entre le talus aval de l'ouvrage et le talus routier. Un exutoire devra être prévu dans la zone basse.

#### 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 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.**

Etabli par Y. PECOURT le 19/03/2013

**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 GEOLOGIQUES A LA TARIERE

ANNEXE C : ESSAIS AU PENETROMETRE DYNAMIQUE

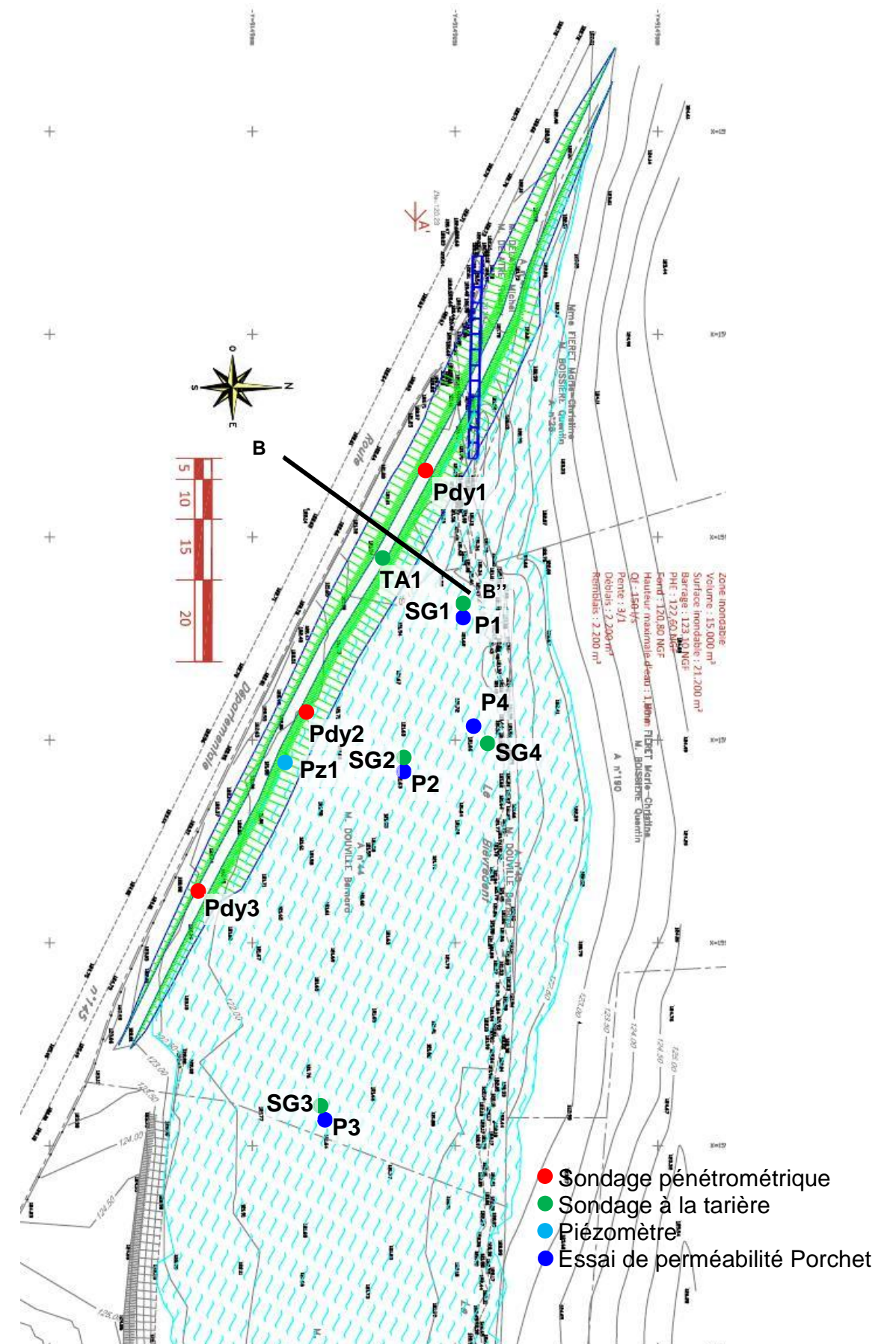
ANNEXE D : ESSAIS DE PERMEABILITE

ANNEXE E : ESSAIS EN LABORATOIRE


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

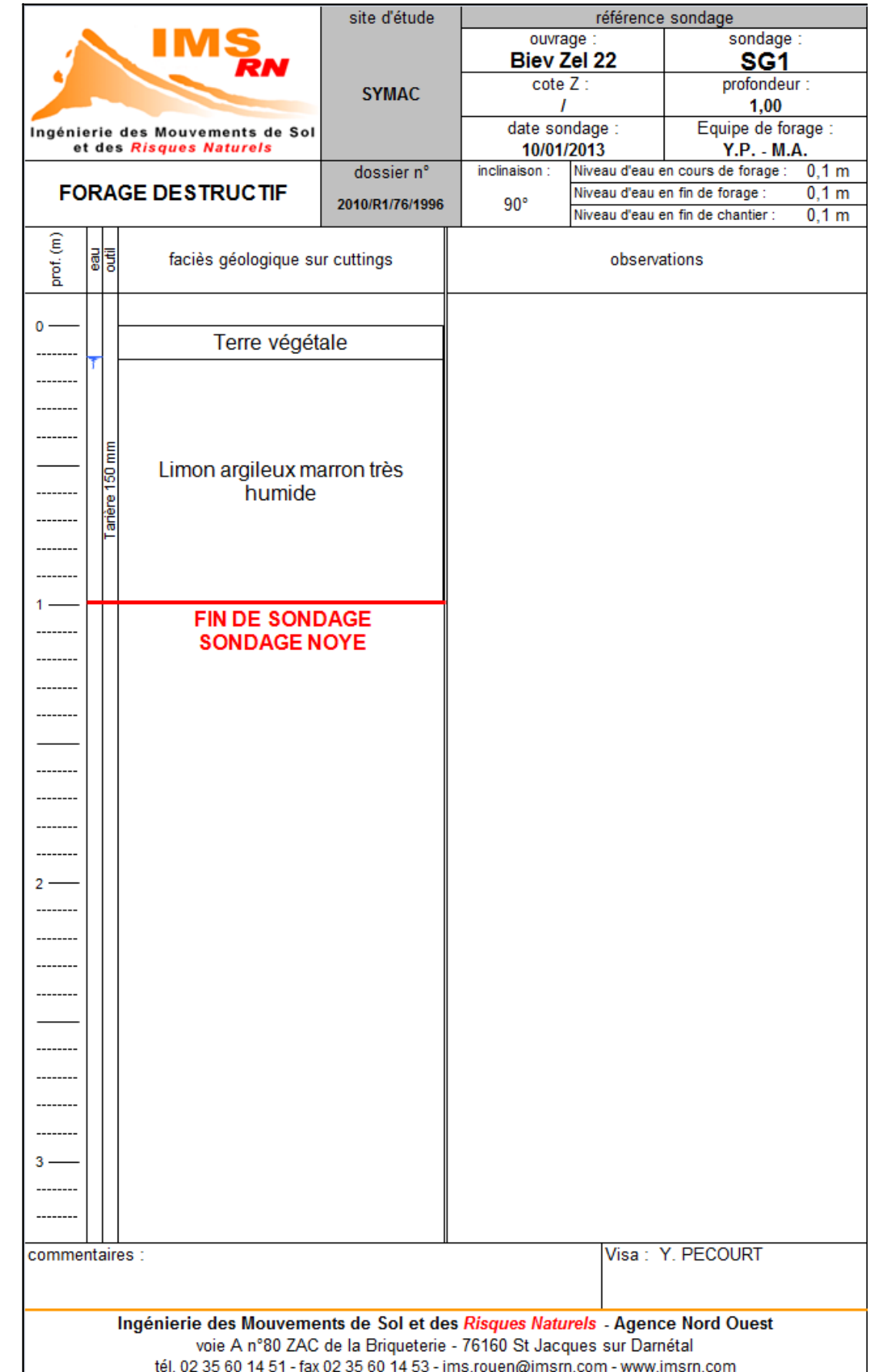
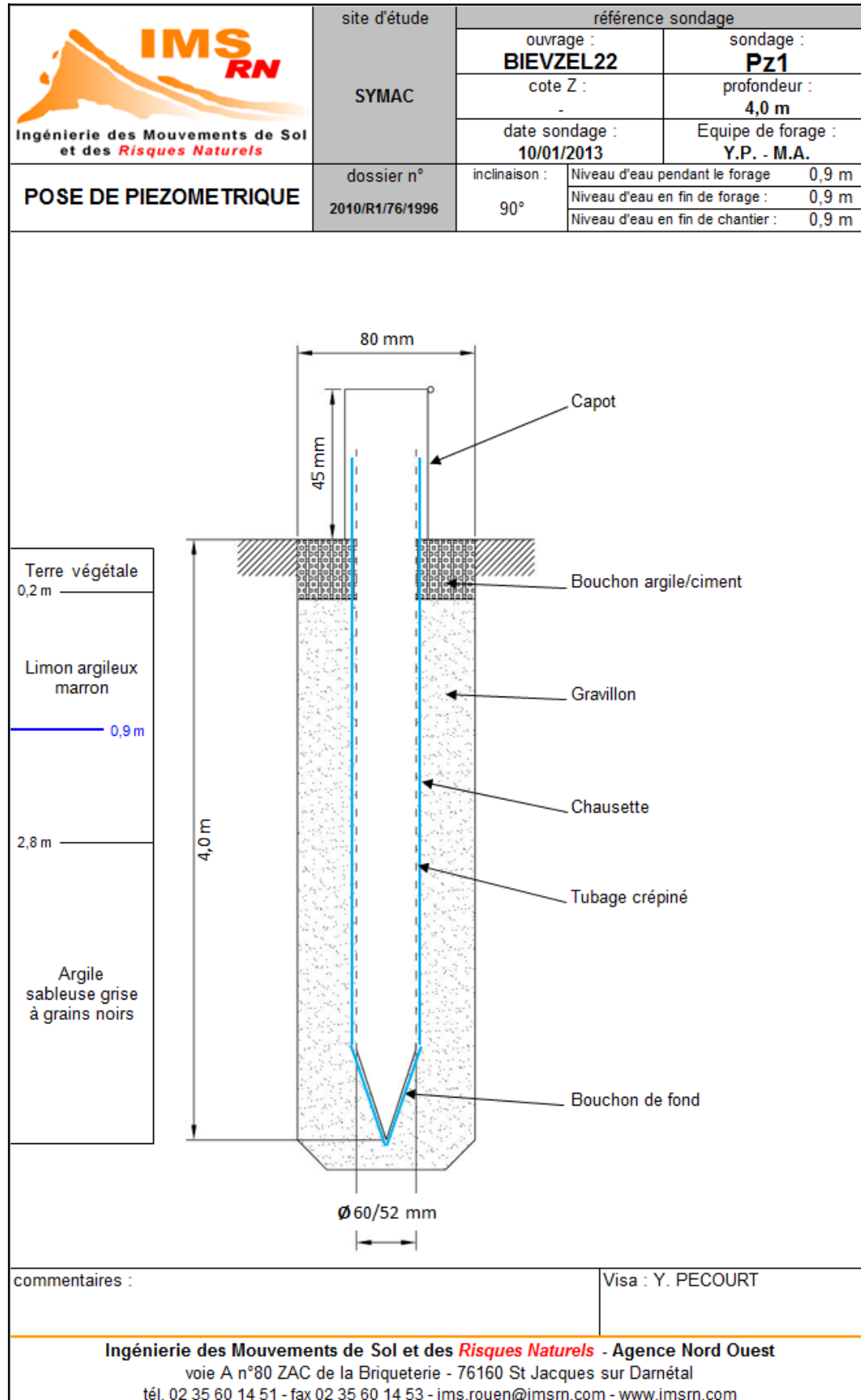
ANNEXE G : CLASSIFICATION DES MISSIONS GEOTECHNIQUES

**ANNEXE A :**  
**PLAN D'IMPLANTATION DES**  
**RECONNAISSANCES**





**ANNEXE B :**  
**SONDAGES GEOLOGIQUES A LA TARIERE**


 Ingénierie des Mouvements de Sol et des <i>Risques Naturels</i>		site d'étude	référence sondage	
			ouvrage :	sondage :
<b>FORAGE DESTRUCTIF</b>		SYMAC	<b>Biev Zel 22</b>	<b>TA1</b>
			cote Z : /	profondeur : 7,0 m
			date sondage : 28/01/2013	Equipe de forage : M.A - Z.E
		dossier n° 2010/R1/76/1996	inclinaison : 90°	Niveau d'eau en cours de forage : / Niveau d'eau en fin de forage : 1 m Niveau d'eau en fin de chantier : 1 m
prof. (m)	eau outil	faciès géologique sur cuttings		observations
0		Terre végétale		
		Limon argileux marron		
1		Limon argileux marron humide		
2		Limon argileux marron humide		
3	Eau à 1,80 m Tanière 63 mm	Argile sableuse graveleuse humide		
4		Argile sableuse grise à grains noirs		
5		Argile sableuse grise à grains noirs		
6		Argile sableuse grise à grains noirs		
7		<b>REFUS SUR ARGILE PLASTIQUE</b>		
8				
9				
10				
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 Damétal tél. 02 35 60 14 51 - fax 02 35 60 14 53 - ims.rouen@imsrn.com - www.imsrn.com				





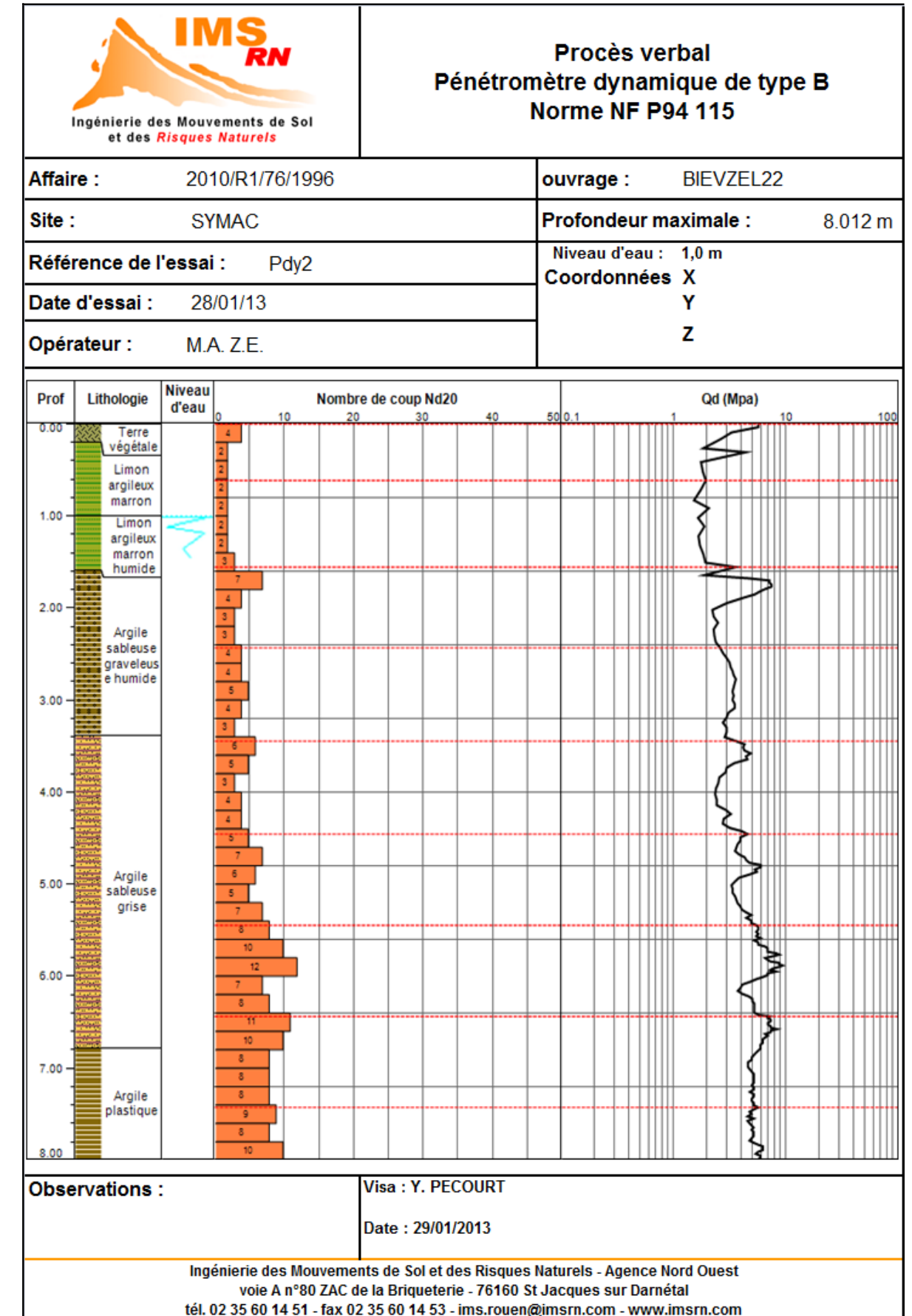
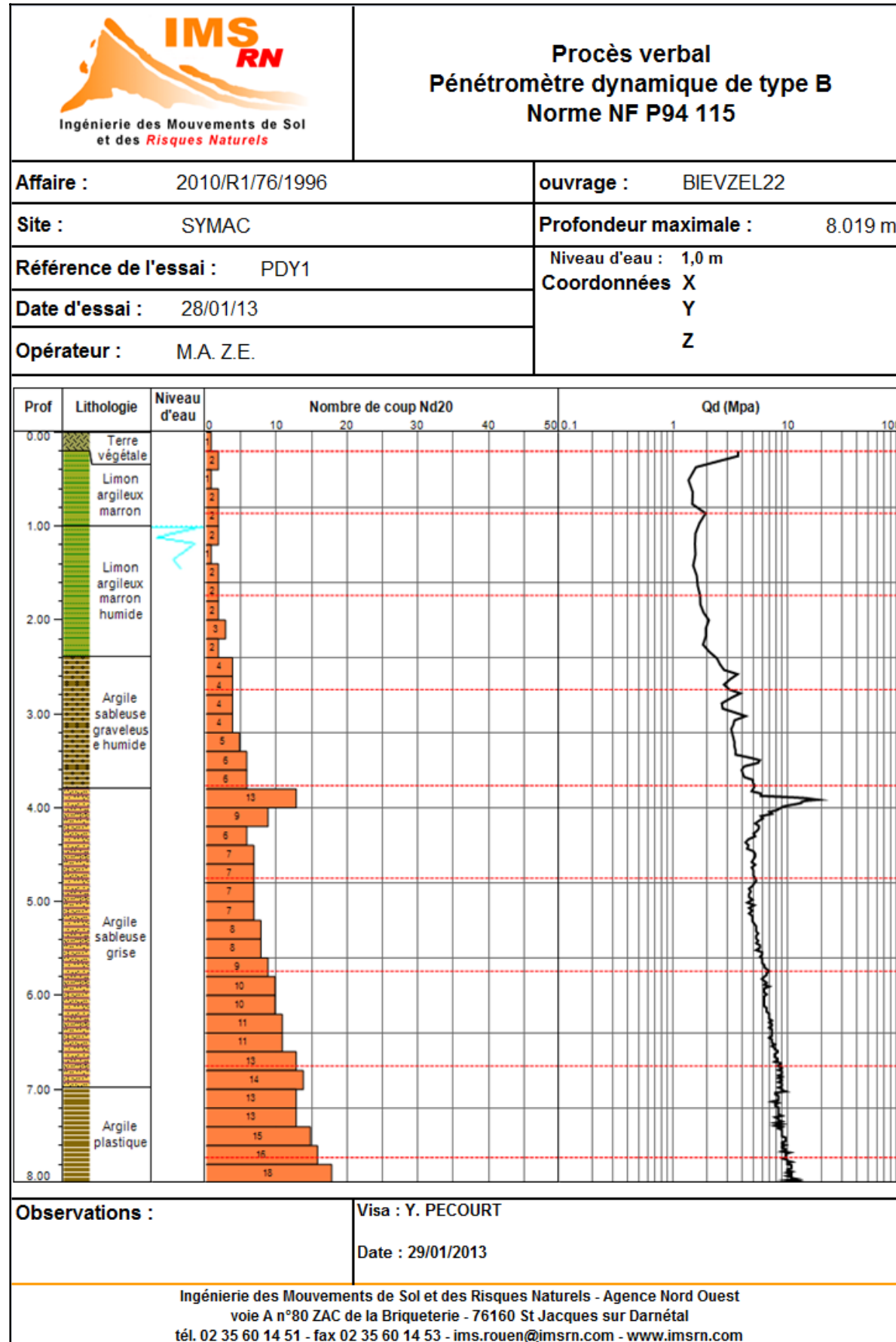
 Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels		site d'étude <b>SYMAC</b>	référence sondage	
			ouvrage : <b>Biev Zel 22</b>	sondage : <b>SG2</b>
<b>FORAGE DESTRUCTIF</b>		dossier n° 2010/R1/76/1996	cote Z : /	profondeur : 1,00
			date sondage : 10/01/2013	Equipe de forage : Y.P. - M.A.
		inclinaison : 90°	Niveau d'eau en cours de forage : 0,5 m Niveau d'eau en fin de forage : 0,5 m Niveau d'eau en fin de chantier : 0,5 m	
prof. (m)	eau outil	faciès géologique sur cuttings		observations
0		Terre végétale		
		Limon argileux marron à traces d'hydromorphie		
		<b>FIN DE SONDAGE</b>		
1				
2				
3				
commentaires :			Visa : Y. PECOURT	
Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels - Agence Nord Ouest voie A n°80 ZAC de la Briqueterie - 76160 St Jacques sur Damétal tél. 02 35 60 14 51 - fax 02 35 60 14 53 - ims.rouen@imsrn.com - www.imsrn.com				

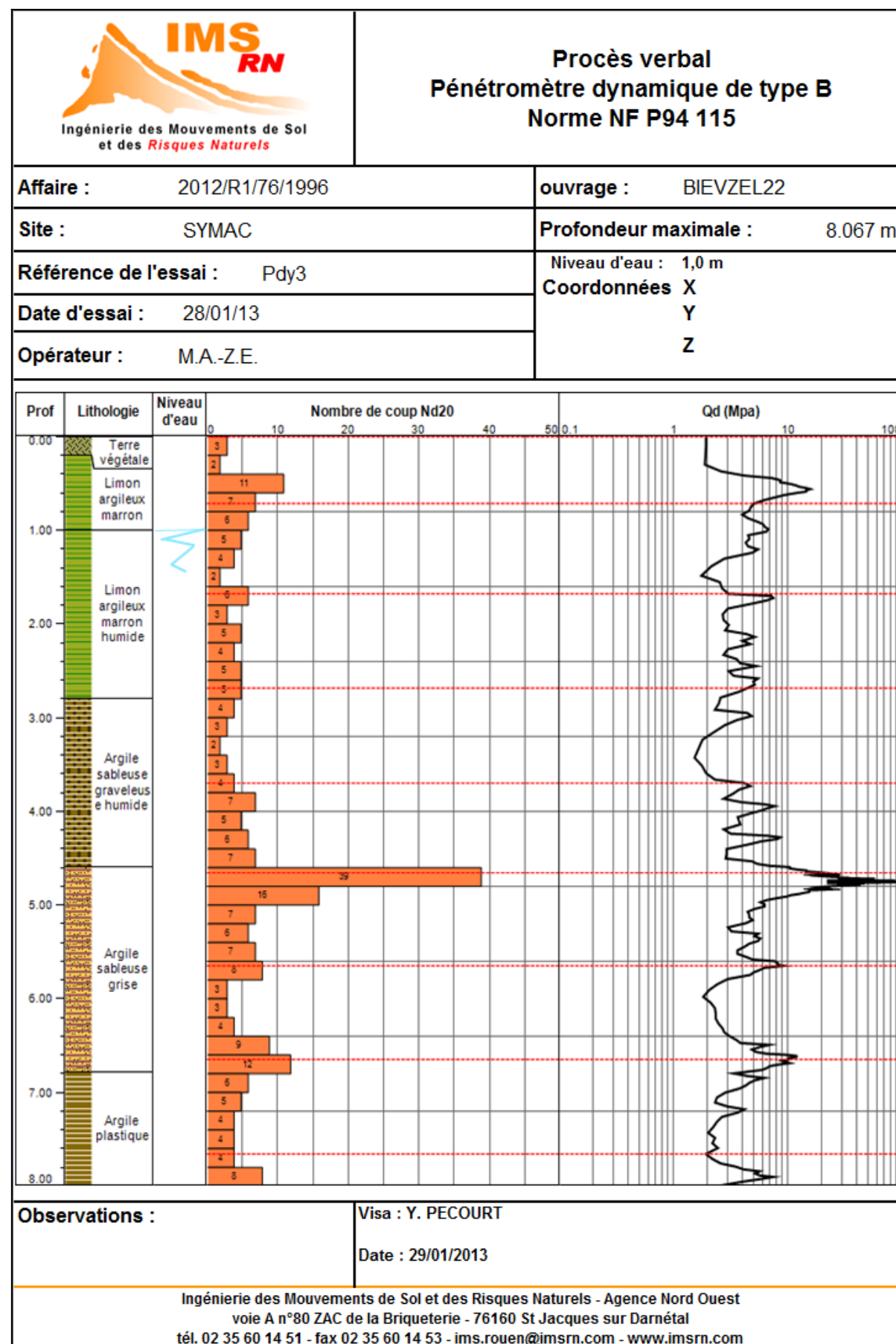
 Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels		site d'étude <b>SYMAC</b>	référence sondage	
			ouvrage : <b>Biev Zel 22</b>	sondage : <b>SG3</b>
<b>FORAGE DESTRUCTIF</b>		dossier n° 2010/R1/76/1996	cote Z : /	profondeur : 1,00
			date sondage : 10/01/2013	Equipe de forage : Y.P. - M.A.
		inclinaison : 90°	Niveau d'eau en cours de forage : 0,7 m Niveau d'eau en fin de forage : 0,7 m Niveau d'eau en fin de chantier : 0,7 m	
prof. (m)	eau outil	faciès géologique sur cuttings		observations
0		Terre végétale		
		Limon argileux marron à traces d'hydromorphie		
		<b>FIN DE SONDAGE</b>		
1				
2				
3				
commentaires :			Visa : Y. PECOURT	
Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels - Agence Nord Ouest voie A n°80 ZAC de la Briqueterie - 76160 St Jacques sur Damétal tél. 02 35 60 14 51 - fax 02 35 60 14 53 - ims.rouen@imsrn.com - www.imsrn.com				

 <b>Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels</b>		site d'étude  SYMAC	référence sondage	
			ouvrage : <b>Biev Zel 22</b>	sondage : <b>SG4</b>
<b>FORAGE DESTRUCTIF</b>		dossier n° 2010/R1/76/1996	cote Z : /	profondeur : 1,00
			date sondage : 10/01/2013	Equipe de forage : Y.P. - M.A.
		inclinaison : 90°	Niveau d'eau en cours de forage : 0,1 m	
			Niveau d'eau en fin de forage : 0,1 m	
				Niveau d'eau en fin de chantier : 0,1 m
prof. (m)	eau outil	faciès géologique sur cuttings		observations
0		Terre végétale		
		Limon argileux marron très humide		
1		<b>FIN DE SONDAGE SONDAGE NOYE</b>		
2				
3				
commentaires :			Visa : Y. PECOURT	
<b>Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels - Agence Nord Ouest</b> voie A n°80 ZAC de la Briqueterie - 76160 St Jacques sur Damétal tél. 02 35 60 14 51 - fax 02 35 60 14 53 - <a href="mailto:ims.rouen@imsrn.com">ims.rouen@imsrn.com</a> - <a href="http://www.imsrn.com">www.imsrn.com</a>				

## ANNEXE C :

## ESSAIS AU PENETROMETRE DYNAMIQUE



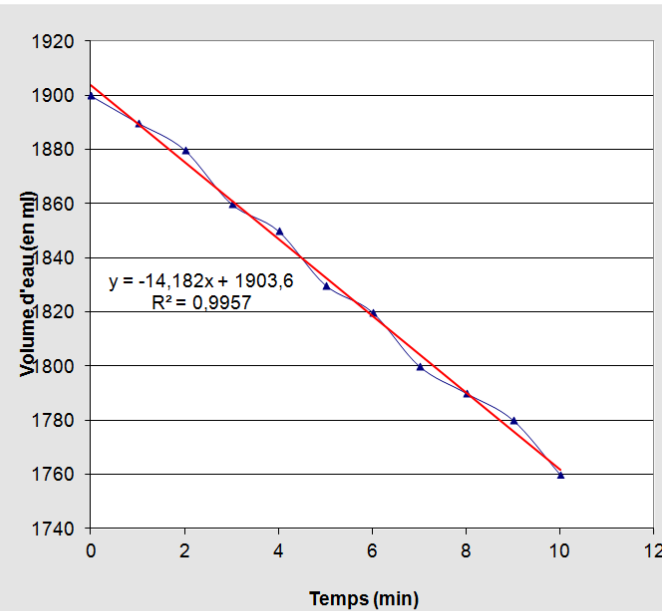


## ANNEXE D : ESSAIS DE PERMEABILITE

<p>Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels</p>		Agence Nord Ouest n°80 ZAC de la Briqueterie 76160 Saint Jacques sur Darnetal	
Affaire :	2012/R1/76/1996	Commune :	Mésangueville
Site :	SYMAC	Localisation (m) :	x
Ouvrage :	Biev Zel 22		y
Référence de l'essai :	P1		z
Nom de l'opérateur :	M.A. - Z.E.	PV saisi par :	M.A.
Date du sondage :	28/01/2013	PV saisi le :	29/01/2013

**ESSAI DE PERMEABILITE IN SITU (méthode Porchet)**

Mesures temps (min)	Volume (mL)
0	1900
1	1890
2	1880
3	1860
4	1850
5	1830
6	1820
7	1800
8	1790
9	1780
10	1760



Géométrie de la fouille	
Profondeur (cm)	40
Hauteur de charge (cm)	20
Diamètre du trou (cm)	20

Temps de saturation (min)	15
Volume de saturation (ml)	3000
Nature du sol	Limon argileux
Perméabilité K (mm.h <sup>-1</sup> ) :	5,3 mm.h <sup>-1</sup>
Perméabilité K (m.s <sup>-1</sup> ) :	1,5E-06 m.s <sup>-1</sup>

Légende :  
— courbe d'essai  
— droite de tendance

$$K \text{ (mm/h)} = \frac{Q}{S \cdot t}$$

Q : volume d'eau percolé en mm<sup>3</sup>  
 S : surface d'infiltration en mm<sup>2</sup>  
 t : temps en heures

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

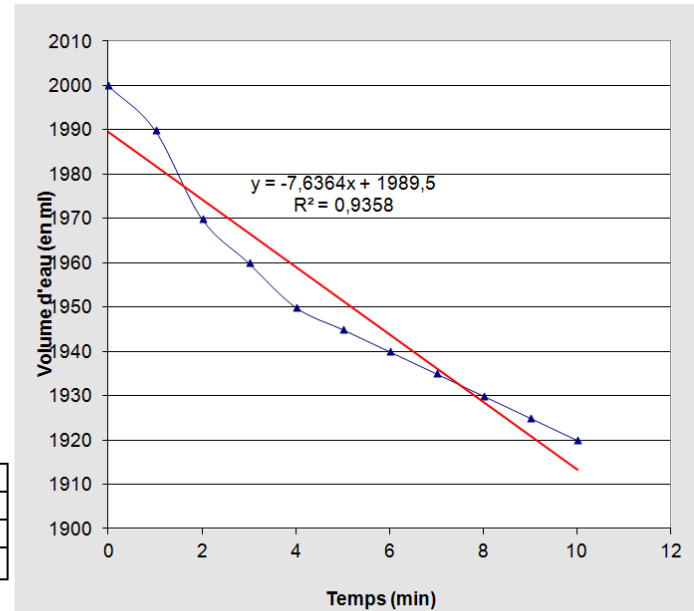
très bonne droite de regression  
**sol moyennement perméable**

Observations :	VISA: Y. PECOURT
Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels - Agence Nord Ouest <small>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@imsr.com - www.imsr.com</small>	

<p>Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels</p>		Agence Nord Ouest n°80 ZAC de la Briqueterie 76160 Saint Jacques sur Darnetal	
Affaire :	2012/R1/76/1996	Commune :	Mésangueville
Site :	SYMAC	Localisation (m) :	x
Ouvrage :	Biev Zel 22		y
Référence de l'essai :	P2		z
Nom de l'opérateur :	M.A. - Z.E.	PV saisi par :	M.A.
Date du sondage :	28/01/2013	PV saisi le :	29/01/2013

**ESSAI DE PERMEABILITE IN SITU (méthode Porchet)**

Mesures temps (min)	Volume (mL)
0	2000
1	1990
2	1970
3	1960
4	1950
5	1945
6	1940
7	1935
8	1930
9	1925
10	1920



Géométrie de la fouille	
Profondeur (cm)	40
Hauteur de charge (cm)	20
Diamètre du trou (cm)	20

Temps de saturation (min)	15
Volume de saturation (ml)	2500
Nature du sol	Limon argileux
Perméabilité K (mm.h <sup>-1</sup> ) :	3,1 mm.h <sup>-1</sup>
Perméabilité K (m.s <sup>-1</sup> ) :	8,5E-07 m.s <sup>-1</sup>

Légende :  
— courbe d'essai  
— droite de tendance

$$K \text{ (mm/h)} = \frac{Q}{S \cdot t}$$

Q : volume d'eau percolé en mm<sup>3</sup>  
 S : surface d'infiltration en mm<sup>2</sup>  
 t : temps en heures

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

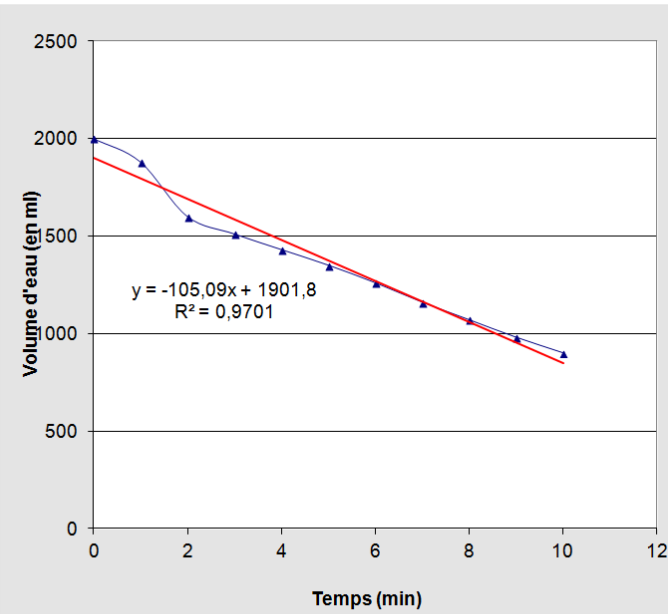
très bonne droite de regression  
**sol peu perméable**

Observations : Présence d'eau au fond du trous	VISA: Y. PECOURT
Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels - Agence Nord Ouest <small>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@imsr.com - www.imsr.com</small>	

<p>Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels</p>		Agence Nord Ouest n°80 ZAC de la Briqueterie 76160 Saint Jacques sur Darnetal	
Affaire :	2012/R1/76/1996	Commune :	Mésangueville
Site :	SYMAC	Localisation (m) :	x
Ouvrage :	Biev Zel 22		y
Référence de l'essai :	P3		z
Nom de l'opérateur :	M.A. - Z.E.	PV saisi par :	M.A.
Date du sondage :	28/01/2013	PV saisi le :	29/01/2013

**ESSAI DE PERMEABILITE IN SITU (méthode Porchet)**

Mesures temps (min)	Volume (mL)
0	2000
1	1880
2	1600
3	1510
4	1430
5	1350
6	1260
7	1160
8	1070
9	980
10	900



Géométrie de la fouille	
Profondeur (cm)	50
Hauteur de charge (cm)	20
Diamètre du trou (cm)	20

Temps de saturation (min)	20
Volume de saturation (ml)	3500
Nature du sol	Limon argileux
Perméabilité K (mm.h <sup>-1</sup> ) :	42,0 mm.h <sup>-1</sup>
Perméabilité K (m.s <sup>-1</sup> ) :	1,2E-05 m.s <sup>-1</sup>

Légende :  
— courbe d'essai  
— droite de tendance

$$K \text{ (mm/h)} = \frac{Q}{S \cdot t}$$

Q : volume d'eau percolé en mm<sup>3</sup>  
 S : surface d'infiltration en mm<sup>2</sup>  
 t : temps en heures

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

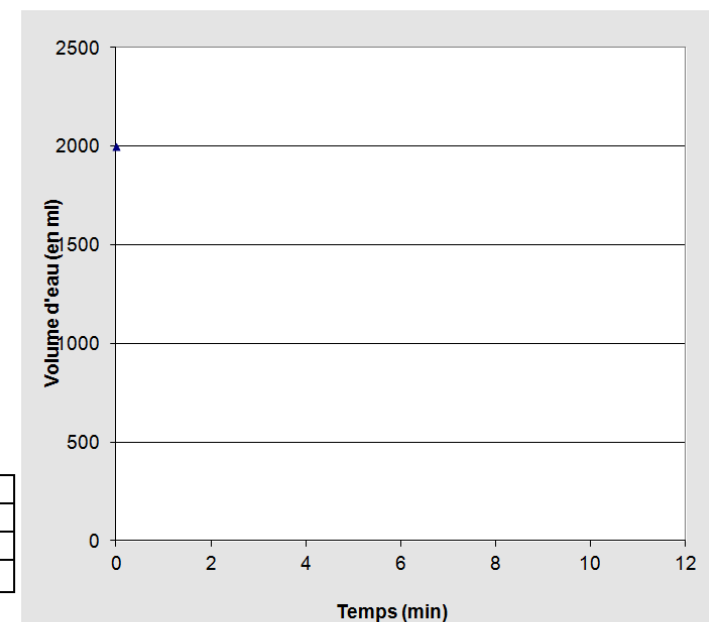
très bonne droite de regression  
**sol perméable**

Observations :	VISA: Y. PECOURT
Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels - Agence Nord Ouest <small>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@imsm.com - www.imsm.com</small>	

<p>Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels</p>		Agence Nord Ouest n°80 ZAC de la Briqueterie 76160 Saint Jacques sur Darnetal	
Affaire :	2012/R1/76/1996	Commune :	Mésangueville
Site :	SYMAC	Localisation (m) :	x
Ouvrage :	Biev Zel 22		y
Référence de l'essai :	P4		z
Nom de l'opérateur :	M.A. - Z.E.	PV saisi par :	M.A.
Date du sondage :	28/01/2013	PV saisi le :	29/01/2013

**ESSAI DE PERMEABILITE IN SITU (méthode Porchet)**

Mesures temps (min)	Volume (mL)
0	2000
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	



Géométrie de la fouille	
Profondeur (cm)	50
Hauteur de charge (cm)	20
Diamètre du trou (cm)	20

Temps de saturation (min)	15
Volume de saturation (ml)	3000
Nature du sol	Limon argileux
Perméabilité K (mm.h <sup>-1</sup> ) :	76,4 mm.h <sup>-1</sup>
Perméabilité K (m.s <sup>-1</sup> ) :	2,1E-05 m.s <sup>-1</sup>

Légende :  
— courbe d'essai  
— droite de tendance

$$K \text{ (mm/h)} = \frac{Q}{S \cdot t}$$


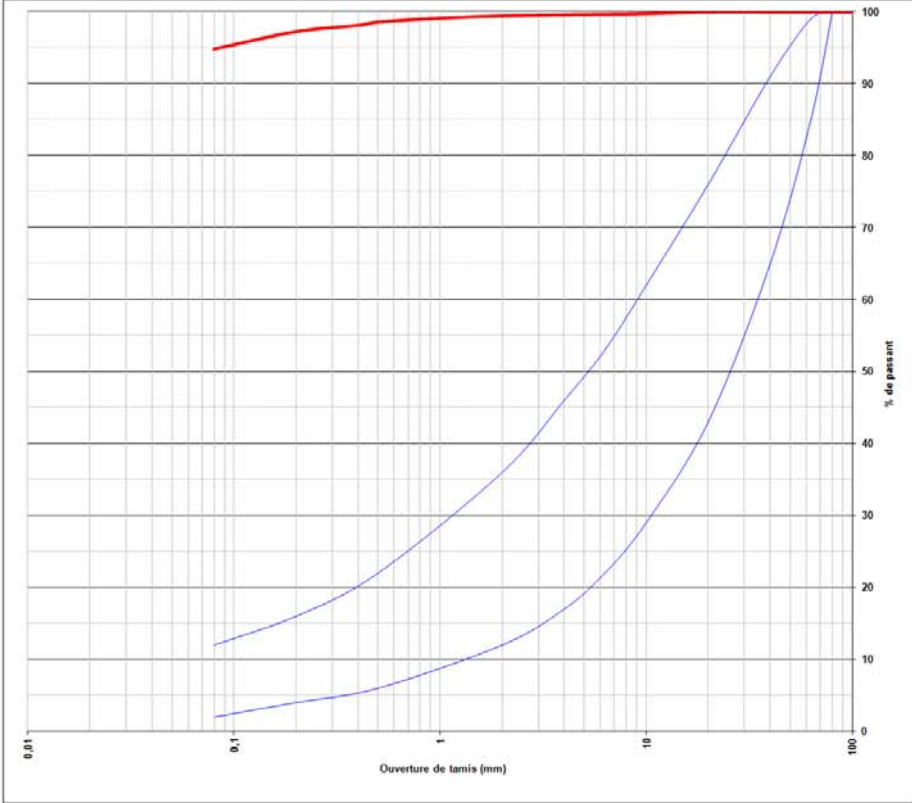
Q : volume d'eau percolé en mm<sup>3</sup>  
 S : surface d'infiltration en mm<sup>2</sup>  
 t : temps en heures

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

#VALEUR!  
**sol perméable**

Observations : niveau d'eau à 0,5 m ; dispositif noyé	VISA: Y. PECOURT
Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels - Agence Nord Ouest <small>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@imsm.com - www.imsm.com</small>	

## ANNEXE E : ESSAIS EN LABORATOIRE

 Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels		<b>ESSAIS D'IDENTIFICATION DE SOL</b>									
norme NF P 11-300											
N° Affaire :	2012/R1/76/1996	Nom de l'opérateur :	Z.E.								
Nom du site :	SYMAC	Date de l'essai :	06/02/2013								
Nom de l'ouvrage :	Biev zel 22	PV saisi par :	Z.E.								
Commune :	Mésangueville	Date de saisi du PV :	07/02/2013								
Date du prélèvement :	11/01/2013	Sondage :	SG1								
Référence de l'échantillon :	E1	Prof. du prélèvement :	1 m								
Nature du matériau :	Limon argileux brun										
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)	1201,40	MTH (g)	350,40								
MTS (g)	890,40	MT sec (g)	268,50								
MTARE (g)	14,40	M Tare (g)	13,00								
W%	35,5	W%	32,1								
		Masse échantillon (g)	44,84								
		Volume de bleu (ml)	180								
		Masse de bleu (g)	1,8								
		VB	5,30								
		VBS	5,28								
ANALYSE GRANULOMETRIQUE (NF P 94-056)											
Tamis (mm)	Refus cumulé (g)	% passant cumulé									
100		100,00									
80		100,00									
63		100,00									
50		100,00									
40		100,00									
31,5		100,00									
20	0,00	100,00									
10	1,85	99,79									
8	2,45	99,72									
6,3	2,70	99,69									
5	3,01	99,66									
4	3,34	99,62									
2	4,70	99,46									
1	7,50	99,14									
0,5	12,20	98,61									
0,4	16,20	98,15									
0,2	23,87	97,28									
0,08	45,20	94,84									
D max (mm) :		12									
											
<p>— Courbe granulométrique du matériau d'étude</p> <p>— Fuséau granulométrique pour matériaux de carrière</p>											
Observations :											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Teneur en eau naturelle</td><td>35,5 %</td></tr> <tr><td>Passant à 80 µm</td><td>94,84 %</td></tr> <tr><td>VBS</td><td>5,28</td></tr> <tr><td>Classe matériau GTR</td><td>A2</td></tr> </table>		Teneur en eau naturelle	35,5 %	Passant à 80 µm	94,84 %	VBS	5,28	Classe matériau GTR	A2	Visa : Z. EL AZMI	
Teneur en eau naturelle	35,5 %										
Passant à 80 µm	94,84 %										
VBS	5,28										
Classe matériau GTR	A2										
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											

		<b>ESSAIS D'IDENTIFICATION DE SOL</b>									
<b>norme NF P 11-300</b>											
N° Affaire :	2012/R1/76/1996	Nom de l'opérateur :	Z.E.								
Nom du site :	SYMAC	Date de l'essai :	06/02/2013								
Nom de l'ouvrage :	Biev zel 22	PV saisi par :	Z.E.								
Commune :	Mésangueville	Date de saisi du PV :	07/02/2013								
Date du prélèvement :	11/01/2013	Sondage :	SG2								
Référence de l'échantillon :	E2	Prof. du prélèvement :	1 m								
Nature du matériau :	Limon argileux brun										
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)	1088,40	MTH (g)	405,00								
MTS (g)	827,30	MT sec (g)	305,60								
MTARE (g)	14,40	M Tare (g)	13,00								
W%	32,1	W%	34,0								
		Masse échantillon (g)	45,21								
		Volume de bleu (ml)	170								
		Masse de bleu (g)	1,7								
		VB	5,04								
		VBS	5,02								
<b>ANALYSE GRANULOMETRIQUE (NF P 94-056)</b>											
Tamis (mm)	Refus cumulé (g)	% passant cumulé									
100		100,00									
80		100,00									
63		100,00									
50		100,00									
40		100,00									
31,5		100,00									
20	0,00	100,00									
10	1,70	99,79									
8	2,50	99,69									
6,3	2,60	99,68									
5	2,80	99,66									
4	3,20	99,61									
2	4,60	99,43									
1	7,20	99,11									
0,5	11,90	98,54									
0,4	14,20	98,25									
0,2	22,70	97,21									
0,08	38,40	95,28									
D max (mm) :		12									
<b>Observations :</b>											
<table border="1"> <tr> <td>Teneur en eau naturelle</td> <td>32,1 %</td> </tr> <tr> <td>Passant à 80 µm</td> <td>95,28 %</td> </tr> <tr> <td>VBS</td> <td>5,02</td> </tr> <tr> <td>Classe matériau GTR</td> <td>A2th</td> </tr> </table>		Teneur en eau naturelle	32,1 %	Passant à 80 µm	95,28 %	VBS	5,02	Classe matériau GTR	A2th	Visa : Z. EL AZMI	
Teneur en eau naturelle	32,1 %										
Passant à 80 µm	95,28 %										
VBS	5,02										
Classe matériau GTR	A2th										
Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels - Agence Nord Ouest voie A n°80 ZAC de la Briquetterie - 76160 St Jacques sur Dametal tél. 02 35 60 14 51 - fax 02 35 60 14 53 - ims.rouen@imsrn.com - www.imsrn.com											

		<b>INDICE PORTANT IMMEDIAT</b>									
<b>Norme NF P 94-078</b>											
N° Affaire :	2012/R1/76/1996	Nature du matériau :	Limon argileux brun								
Nom de l'ouvrage :	Biev zel 22	Référence de l'échantillon :	E2								
Commune :	Mésangueville	Nom de l'opérateur :	Z.E.								
Date du prélèvement :	11/01/13	Date de l'essai :	/								
Sondage :	SG2	Date de saisi du PV :	/								
Prof. du prélèvement :	1 m	PV saisi par :	Z.E.								
<b>TENEUR EN EAU NF P 94-050</b>											
					Nat.						
Masse totale humide (g)	599,9	389,3	354,9	345,5	405,8						
Masse totale sèche (g)	522	326,8	284,3	267	303,7						
Masse de la tare (g)	14,4	14,4	13,8	13,7	13,7						
Masse sèche (g)	507,6	312,4	270,5	253,3	290,0						
W (%)	15,3	20,0	26,1	31,0	35,2						
<b>ESSAI PROCTOR NORMAL NF P 94-093</b>											
Moule	CBR	PROCTOR	Energie de compactage	Normale	Modifiée						
	X			X							
	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5						
W atteinte	15,3	20,0	26,1	31,0	35,2						
Masse totale Humide (g)	11278	11638	11907	11800	11686						
Masse du moule (g)	7903	7903	7903	7903	7903						
Masse sol Humide (g)	3375	3735	4004	3897	3783						
Volume moule (cm³)	2112	2112	2112	2112	2112						
Masse vol. humide (g/cm³)	1,598	1,768	1,896	1,845	1,791						
Teneur en eau mesurée (%)	15,3	20,0	26,1	31,0	35,2						
Masse vol. sèche (g/cm³)	1,39	1,47	1,50	1,41	1,32						
<b>ESSAI DE PORTANCE IMMEDIAT NF P 94-078</b>											
		15,3	20,0	26,1	31,0	35,2					
Masse de portance	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	0,160	3,721	0,050	1,163	0,035	0,814	0,020	0,465	0,009	0,210
	2,00	0,230	5,349	0,080	1,861	0,070	1,628	0,029	0,675	0,010	0,233
	2,50	0,260	6,047	0,100	2,326	0,090	2,093	0,031	0,721	0,011	0,256
	5,00	0,340	7,907	0,220	5,116	0,156	3,616	0,052	1,210	0,020	0,465
	7,50	0,400	9,302	0,320	7,442	0,180	4,186	0,070	1,628	0,030	0,698
	10,00	0,460	10,698	0,360	8,372	0,210	4,884	0,090	2,093	0,040	0,930
	Valeur IPI	2,5 mm	45,29		17,42		15,68		5,40		1,92
		5,0 mm	39,67		25,67		18,15		6,07		2,33
IPI		45,3		25,67		18,1		6,1		2,3	
<b>OPTIMUM PROCTOR</b>				W <sub>OPH</sub> (%)	γ <sub>dOPH</sub> (kN/m³)	γ <sub>hOPH</sub> (kN/m³)	Valeur IPI (Echantillon naturel)				
				24,1	14,97	18,57	2,33				
<b>Observations :</b>							Visa : 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 Dametal tél. 02 35 60 14 51 - fax 02 35 60 14 53 - ims.rouen@imsrn.com - www.imsrn.com											



Affaire : 2010/R1/76/1990		Site : SYMAC		Ouvrage : Bievzel 22	
Sondage : SG2		Profondeur : 0,2-0,5		Date de prélèvement : 11/01/2013	
Date de l'essai : 20/01/2013		Opérateur laboratoire : Z.EL AZMI		Nature du matériau : Limon argileux brun	
<b>Caractéristiques de l'éprouvette</b>					
<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>
Eprouvette 1	Hauteur	25,04	1,882	1,519	0,777
Eprouvette 2	Hauteur	25,899	1,837	1,475	0,829
Eprouvette 3	Hauteur	24,87	1,857	1,509	0,789
Eprouvette 4	Hauteur	/	/	/	/
		S <sub>0</sub> (%)	W <sub>0</sub> (%)	W <sub>l</sub> (%)	γ <sub>l</sub> (g/cm <sup>3</sup> )
Eprouvette 1		83,144	23,929	26,815	1,965
Eprouvette 2		79,777	24,503	25,165	1,952
Eprouvette 3		79,046	23,102	25,21	2,002
Eprouvette 4		/	/	/	/
		S <sub>p</sub> (mm)	S <sub>f</sub> (mm)	V (µm/mm)	
Eprouvette 1		2,549	/	55	
Eprouvette 2		2,587	/	55	
Eprouvette 3		7,918	/	55	
Eprouvette 4		/	/	/	
<b>Caractéristiques de l'état de rupture</b>					
<b>Résultats</b> $\Phi'_p = 27,9^\circ$ $c'_p = 39,78 \text{ kPa}$ $\Phi'_f = /$ $c'_f = / \text{ kPa}$					
Responsable du laboratoire géotechnique Nom : Z.E LAZMI Date : 20/01/2013					
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					

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> Essais à charge variable					
Affaire : 2012/R1/76/1996	Matériau : Limon argileux brun				
Site : SYMAC	Nature :				
Date : 04/03/2013	provenance :				
opérateur : Z.EL AZMI	Classification matériau (NF P11-300) : A2				
Référence de l'essai : SG2	Classe de qualité (XP P94-202) :				
Ouvrage : Biév zell-22	D <sub>max</sub> (mm) :				
<b>Mesures brutes des charges</b>					
Temps (s)	Perte de charge (mm)	Charge hydraulique (mm)	TC°	K en m/s	
0,00E+00	0	1345	11,2		
1,96E+04	5	1340	11,2	1,0109E-10	
2,52E+04	6	1339	11,2	7,1247E-11	
3,12E+04	7	1338	11,3	6,6309E-11	
8,55E+04	22	1323	9,4	1,1057E-10	
1,09E+05	24	1321	14,3	3,3822E-11	
1,93E+05	42	1303	13,6	8,7352E-11	
Perméamètre à paroi rigide Essai NF X 30-441, Afnor, 2008					
Hauteur de l'éprouvette H (mm) :	22,3	Diamètre de tube en mm :	15,7	Masse volumique des grains (kg/m <sup>3</sup> ) :	2650
Diamètre de l'éprouvette (mm) :	101,54	Charge hydraulique (m) :			1,345
Teneur en eau (%) initial :	29,78	finale :	33,735	Gradient hydraulique i :	60,31
Degré de saturation (%) initial :	79,68	final :	90,249	Valeur contre-pression (m) :	0
Masse volumique sèche (kg/m <sup>3</sup> ) :	1331,27	TC° Eau :	11,74		
Durée de la phase de saturation préalable en h :		8			
Température dans le local d'essai (C°) moyenne		13,84			
Nature est origine du liquide d'essai :		Eau du robinet			
coefficient de perméabilité cumulé à 11,7428571428571		1,01E-10			
Coefficient de perméabilité (m/s) à 20 °C		1,66E-10			
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>	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					

IMS RN Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels		ESSAIS D'IDENTIFICATION DE SOL									
norme NF P 11-300											
N° Affaire :	2012/R1/76/1996	Nom de l'opérateur :	Z.E.								
Nom du site :	SYMAC	Date de l'essai :	06/02/2013								
Nom de l'ouvrage :	Biev zel 22	PV saisi par :	Z.E.								
Commune :	Mésangeville	Date de saisi du PV :	07/02/2013								
Date du prélèvement :	11/01/2013	Sondage :	SG3								
Référence de l'échantillon :	E3	Prof. du prélèvement :	1 m								
Nature du matériau :	Limon argileux marron										
T°c de l'étuve : 105°c											
Teneur en eau naturelle (NF P 94-050)		Essai au bleu de méthylène (NF P 94-068)									
Echantillon		Echantillon									
MTH (g)	1177,20	MTH (g)	454,40								
MTS (g)	910,60	MT sec (g)	356,20								
MTARE (g)	16,50	M Tare (g)	13,80								
W%	29,8	W%	28,7								
		Masse échantillon (g)	63,63								
		Volume de bleu (ml)	180								
		Masse de bleu (g)	1,8								
		VB	3,64								
		VBS	3,64								
ANALYSE GRANULOMETRIQUE (NF P 94-056)											
Tamis (mm)	Refus cumulé (g)	% passant cumulé									
100		100,00									
80		100,00									
63		100,00									
50		100,00									
40		100,00									
31,5		100,00									
20		100,00									
10		100,00									
8		100,00									
6,3		100,00									
5	0,00	100,00									
4	0,80	99,91									
2	1,10	99,88									
1	3,80	99,57									
0,5	7,10	99,21									
0,4	8,40	99,06									
0,2	12,20	98,64									
0,08	29,20	96,73									
D max (mm) :		5									
Observations :											
<table border="1"> <tr> <td>Teneur en eau naturelle</td> <td>29,8 %</td> </tr> <tr> <td>Passant à 80 µm</td> <td>96,73 %</td> </tr> <tr> <td>VBS</td> <td>3,64</td> </tr> <tr> <td>Classe matériau GTR</td> <td>A2th</td> </tr> </table>		Teneur en eau naturelle	29,8 %	Passant à 80 µm	96,73 %	VBS	3,64	Classe matériau GTR	A2th	Visa : Z. EL AZMI	
Teneur en eau naturelle	29,8 %										
Passant à 80 µm	96,73 %										
VBS	3,64										
Classe matériau GTR	A2th										
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											

IMS RN Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels		INDICE PORTANT IMMEDIAT							
Norme NF P 94-078									
N° Affaire :	2012/R1/76/1996	Nature du matériau :	Limon argileux marron						
Nom de l'ouvrage :	Biev zel 22	Référence de l'échantillon :	E3						
Commune :	Mésangeville	Nom de l'opérateur :	Z.E.						
Date du prélèvement :	11/01/13	Date de l'essai :	/						
Sondage :	SG3	Date de saisi du PV :	/						
Prof. du prélèvement :	1 m	PV saisi par :	Z.E.						
TENEUR EN EAU NF P 94-050									
					Nat.				
Masse totale humide (g)	416,2	471,5	387,3	478,2	431,4				
Masse totale sèche (g)	371	398,3	318,7	377,7	332,2				
Masse de la tare (g)	14,3	14,2	13,7	14,4	14,6				
Masse sèche (g)	356,7	384,1	305,0	363,3	317,6				
W (%)	12,7	19,1	22,5	27,7	31,2				
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	12,7	19,1	22,5	27,7	31,2				
Masse totale Humide (g)	11381	11895	12040	11909	11749				
Masse du moule (g)	7908	7908	7908	7908	7908				
Masse sol Humide (g)	3473	3987	4132	4001	3841				
Volume moule (cm³)	2112	2112	2112	2112	2112				
Masse vol. humide (g/cm³)	1,644	1,888	1,956	1,894	1,819				
Teneur en eau mesurée (%)	12,7	19,1	22,5	27,7	31,2				
Masse vol. sèche (g/cm³)	1,46	1,59	1,60	1,48	1,39				
ESSAI DE PORTANCE IMMEDIAT NF P 94-078									
		12,7	19,1	22,5	27,7	31,2			
Mesure de portance	mm	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
	1,25	0,250	5,814	0,150	3,489	0,030	0,698	0,009	0,210
	2,00	0,360	8,372	0,240	5,562	0,055	1,279	0,013	0,291
	2,50	0,395	9,186	0,270	6,279	0,070	1,628	0,015	0,349
	6,00	0,555	12,907	0,385	8,954	0,135	3,140	0,030	0,698
	7,50			0,480	11,163	0,175	4,070	0,045	1,047
	10,00							0,020	0,465
	Valeur IPI	2,5 mm	68,81	47,04	12,20	2,81	0,87		
		5,0 mm	64,76	44,93	15,75	3,50	1,17		
IPI		68,81	47,04	15,8	3,50	1,17			
OPTIMUM PROCTOR		W <sub>OPN</sub> (%)	γ <sub>dOPN</sub> (kN/m³)	γ <sub>tOPN</sub> (kN/m³)	Valeur IPI (Echantillon naturel)				
		20,8	15,92	19,24	1,17				
Observations :						Visa : 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									

Affaire : 2012/R1/76/1996		Site : SYMAC		Ouvrage : Bievzel 22						
Sondage : SG3		Profondeur : 1,0		Date de prélèvement : 11/01/2013						
Date de l'essai : 01/03/2013		Opérateur laboratoire : Z.EL AZMI		Nature du matériau :						
<b>Caractéristiques de l'éprouvette</b>										
Limon argileux marron compacté à l'OPN										
<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>L</sub> (%)	γ <sub>L</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	S <sub>r</sub> (%)
Eprouvette 1	Hauteur	26,569	1,814	1,525	0,769	66,392	18,932	23,797	1,932	88,020
Eprouvette 2	Hauteur	25,42	1,941	1,64	0,645	76,668	18,33	21,775	2,063	99,126
Eprouvette 3	Hauteur	25,14	1,839	1,547	0,745	68,565	18,925	22,213	1,98	90,035
Eprouvette 4	Hauteur	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	Contrainte (kPa)	H <sub>r</sub> (mm)	τ <sub>r</sub> (kPa)	S <sub>h,p</sub> (mm)	S <sub>h,f</sub> (mm)	V (μm/min)				
Eprouvette 1	55,00	25,969	52,48	/	5	50				
Eprouvette 2	100,00	24,610	78,00	/	10	50				
Eprouvette 3	200,00	24,000	121,00	/	5	50				
Eprouvette 4	/	/	/	/	/	/				
<b>Caractéristiques de l'état de rupture</b>										
<b>Résultats</b>										
Φ <sub>p</sub> = °										
c <sub>p</sub> = kPa										
Φ <sub>f</sub> = 25,0 °										
c <sub>f</sub> = 28,75 kPa										
Responsable du laboratoire géotechnique Nom : Z.E LAZMI Date : 01/03/2013										
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 Darnetal tél. 02 35 60 14 51 - fax 02 35 60 14 53 - ims.rouen@imsrn.com - www.imsrn.com										

Agence Nord Ouest n°80 ZAC de la Briqueterie 76160 Saint Jacques sur Darnetal					
<b>FICHE D'ESSAI</b>	<b>Essai réalisé selon norme: NF X30-441</b>				
<b>ESSAI DE PERMEABILITE AU PERMEAMETRE A PAROI RIGIDE</b>					
<b>Essais à charge variable</b>					
Affaire :	2012/R1/76/1996				
Site :	SYMAC				
Date :	04/03/2013				
opérateur :	Z.EL AZMI				
Référence de l'essai :	SG3				
Ouvrage :	Biév zell-22				
Matériau :	Limon argileux marron compacté à l'OPN				
Nature :					
provenance :					
Classification matériau (NF P11-300) :	A2				
Classe de qualité (XP P94-202) :					
D <sub>max</sub> (mm) :					
<b>Mesures brutes des charges</b>					
Temps (s)	Perte de charge (mm)	Charge hydraulique (mm)	TC°	K en m/s	
0,00E+00	0	350	11,2		
2,16E+03	12	338	11,3	1,0546E-08	
3,60E+03	16	334	11,3	5,3980E-09	
5,52E+03	22	328	11,3	6,1646E-09	
9,00E+03	34	316	11,3	6,9930E-09	
1,16E+04	41	309	11,3	5,6691E-09	
6,93E+04	151	199	9,4	4,9777E-09	
9,36E+04	198	152	14,3	7,2393E-09	
Perméamètre à paroi rigide Essai NF X 30-441, Afnor, 2008					
Hauteur de l'éprouvette H (mm) :	32,68	Diamètre de tube en mm :	70	Masse volumique des grains (kg/m <sup>3</sup> ) :	2650
Diamètre de l'éprouvette (mm) :	70	TC° :	15,7	Charge hydraulique (m) :	0,035
Teneur en eau (%) initial :	17,43	finale :	25,189	Gradient hydraulique i :	1,07
Degré de saturation (%) initial :	68,03	final :	98,306	Valeur contre-pression (m) :	0
Masse volumique sèche (kg/m <sup>3</sup> ) :	1578,31	TC° Eau :	11,43		
Durée de la phase de saturation préalable en h :		8			
Température dans le local d'essai (C°) moyenne :		13,84			
Nature est origine du liquide d'essai :		Eau du robinet			
coefficient de perméabilité cumulé à 11,425 :		7,24E-09			
Coefficient de perméabilité (m/s) à 20 °C :		1,20E-08			
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>	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					

**ANNEXE F :**

**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,th</sub>	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,h</sub>			NON									
A <sub>1,h</sub>	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,m</sub>	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>2s</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	<b>Solution 1 : humidification dans la masse</b> W : humidification pour changer l'état R : réglage en couches minces C : compactage moyen	0	0	4	0	1	2	0
				<b>Solution 2 : emploi en l'état</b> C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0	0	0	0	0	1	2
		-	évaporation importante	<b>Solution 1 : arrosage superficiel</b> 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
				<b>Solution 2 : extraction avec arrosage superficiel</b> E : extraction frontale W : arrosage superficiel C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	2	0	3	0	0	1	2
A <sub>2ts</sub>	Sols normalement inutilisables en l'état Leur humidification pour les ramener dans l'état s voire m peut être envisagée sous réserve d'une étude spécifique			NON							
				NON							
				NON							

A <sub>2</sub> (états th, h)											
Sol	Observations générales	Situation météorologique	Condition d'utilisation en remblai	Code							
				E	G	W	T	R	C	H	
A <sub>2th</sub>	Sols normalement inutilisables en l'état			NON							
A <sub>2h</sub>	Ces sols sont difficiles à mettre en œuvre en raison de leur portance faible. La mise en dépôt provisoire et le drainage préalable ne sont habituellement pas des solutions envisageables dans le climat français moyen. 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 importante	<b>Solution 1 : traitement</b> T : traitement à la chaux C : compactage moyen	0	0	0	2	0	2	0
				<b>Solution 2 : utilisation de l'état</b> C : compactage faible H : remblais de faible hauteur (≤ 5 m)	0	0	0	0	0	3	1
		-	évaporation importante	<b>Solution 1 : aération</b> 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
			<b>Solution 2 : traitement</b> T : traitement à la chaux C : compactage moyen	0	0	0	2	0	2	0	

Sol	Observations générales	Situation météorologique	Condition d'utilisation en remblai	Code							
				E	G	W	T	R	C	H	
A <sub>2m</sub>	Ces sols ne posent pas de problème de réutilisation en remblai sauf par pluie forte ou moyenne	++	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	<b>Solution 1 : arrosage superficiel</b> W : arrosage superficiel pour maintien de l'état C : compactage intense	0	0	3	0	0	2	0
			<b>Solution 2 : emploi en l'état</b> C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	2	0	3	0	0	1	2	
			<b>Solution 3 : extraction frontale</b> E : extraction frontale C : compactage moyen	2	0	0	0	0	2	0	
A <sub>2s</sub>	La teneur en eau faible de ces sols oblige à un compactage intense. 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.  L'humidification dans la masse exige un malaxage soigné avec apport d'importantes quantités d'eau	++	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 intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	1	0	0	0	1	1	2
		=	ni pluie, ni évaporation importante	<b>Solution 1 : humidification dans la masse</b> W : humidification pour changer l'état R : couches minces C : compactage moyen	0	0	4	0	1	2	0
				<b>Solution 2 : utilisation en l'état</b> C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0	0	0	0	0	1	2
		-	évaporation importante	<b>Solution 1 : humidification</b> W : humidification pour changer l'état R : couches minces C : compactage intense	0	0	4	0	1	1	0
				<b>Solution 2 : arrosage</b> 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
			<b>Solution 3 : extraction frontale avec arrosage</b> E : extraction frontale W : arrosage superficiel pour maintien de l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	2	0	3	0	0	1	2	
A <sub>2ts</sub>	Sols normalement inutilisables en l'état			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	Sols inutilisables en l'état			NON							
C <sub>1</sub> A <sub>1</sub> h C <sub>1</sub> B <sub>5</sub> h	La réduction de teneur en eau par une mise en dépôt provisoire ou un drainage préalable (plusieurs mois) peut être envisagée après étude spécifique.			NON							
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							
		=	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	
				0	2	0	1	0	2	0	
		-	évaporation importante	Solution 2 : traitement G : élimination des éléments > 250 mm pour traitement T : traitement avec un réactif adapté C : compactage moyen							
				0	0	0	0	0	3	1	
				Solution 1 : utilisation en l'état C : compactage faible H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)							
				1	0	1	0	1	2	0	
				Solution 2 : aération E : extraction en couches W : réduction de teneur en eau par aération R : couches minces C : compactage moyen							
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							
			NON								
		+	pluie faible	E : Extraction frontale C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)							
			0	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 : arrosage pour 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>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>1</sub> s C <sub>1</sub> B <sub>5</sub> s	Ces sols sont difficiles à compacter	++	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							
	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 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 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	Solution 1 : utilisation en l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)							
				0	0	0	0	0	1	1	
				Solution 2 : humidification W : humidification pour changer d'état R : couches minces C : compactage moyen							
				0	0	4	0	1	2	0	
		-	évaporation importante	Solution 1 : maintien de l'état W : arrosage pour maintien de l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)							
				0	0	3	0	0	1	2	
				Solution 2 : humidification W : humidification pour changer d'état R : couches minces C : compactage intense							
				0	0	4	0	1	1	0	
C <sub>1</sub> A <sub>1</sub> ts C <sub>1</sub> B <sub>5</sub> ts	Sols normalement inutilisable en l'état			NON							
	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							

## ANNEXE G :

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

### Classification des missions types d'ingénierie géotechnique (Norme NFP 94-500 révisée en Décembre 2006)

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique doit suivre les étapes d'élaboration et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géologiques. Chaque mission s'appuie sur des investigations géotechniques spécifiques. Il appartient au maître d'ouvrage ou à son mandataire de veiller à la réalisation successive de toutes ces missions par une ingénierie géotechnique.

#### ÉTAPE 1 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES PREALABLES (G1)

Ces missions excluent toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre d'une mission d'étude géotechnique de projet (étape 2). Elles sont normalement à la charge du maître d'ouvrage.

##### ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉLIMINAIRE DE SITE (G11)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire ou d'esquisse et permet une première identification des risques géologiques d'un site:

- Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.
- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport avec un modèle géologique préliminaire, certains principes généraux d'adaptation du projet au site et une première identification des risques.

##### ÉTUDE GÉOTECHNIQUE D'AVANT PROJET (G12)

Elle est réalisée au stade de l'avant projet et permet de réduire les conséquences des risques géologiques majeurs identifiés :

- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, certains principes généraux de construction (notamment terrassements, soutènements, fondations, risques de déformation des terrains, dispositions générales vis-à-vis des nappes et avoisinants).

Cette étude sera obligatoirement complétée lors de l'étude géotechnique de projet (étape 2).

#### ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE PROJET (G2)

Elle est réalisée pour définir le projet des ouvrages géotechniques et permet de réduire les conséquences des risques géologiques importants identifiés. Elle est normalement à la charge du maître d'ouvrage et peut être intégrée à la mission de maîtrise d'œuvre générale.

##### Phase Projet

- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir une synthèse actualisée du site et les notes techniques donnant les méthodes d'exécution proposées pour les ouvrages géotechniques (notamment terrassements, soutènements, fondations, dispositions vis-à-vis des nappes et avoisinants) et les valeurs seuils associées, certaines notes de calcul de dimensionnement niveau projet.
- Fournir une approche des quantités/délais/coûts d'exécution de ces ouvrages géotechniques et une identification des conséquences des risques géologiques résiduels.

##### Phase Assistance aux Contrats de Travaux

- Établir les documents nécessaires à la consultation des entreprises pour l'exécution des ouvrages géotechniques (plans, notices techniques, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).
- Assister le client pour la sélection des entreprises et l'analyse technique des offres.

#### ÉTAPE 3 : EXÉCUTION DES OUVRAGES GÉOTECHNIQUES (G3 et G 4, distinctes et simultanées)

##### ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXÉCUTION (G3)

Se déroulant en 2 phases interactives et indissociables, elle permet de réduire les risques résiduels par la mise en oeuvre à temps de mesures d'adaptation ou d'optimisation. Elle est normalement confiée à l'entrepreneur.

##### Phase Étude

- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment validation des hypothèses géotechniques, définition et dimensionnement (calculs justificatifs), méthodes et conditions d'exécution (phasages, suivis, contrôles, auscultations en fonction des valeurs seuils associées, dispositions constructives complémentaires éventuelles), élaborer le dossier géotechnique d'exécution.

##### Phase Suivi

- Suivre le programme d'auscultation et l'exécution des ouvrages géotechniques, déclencher si nécessaire les dispositions constructives prédéfinies en phase Etude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des excavations et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- Participer à l'établissement du dossier de fin de travaux et des recommandations de maintenance des ouvrages géotechniques.

##### SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXÉCUTION (G4)

Elle permet de vérifier la conformité aux objectifs du projet, de l'étude et du suivi géotechniques d'exécution. Elle est normalement à la charge du maître d'ouvrage.

##### Phase Supervision de l'étude d'exécution

- Avis sur l'étude géotechnique d'exécution, sur les adaptations ou optimisations potentielles des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, sur le programme d'auscultation et les valeurs seuils associées.

##### Phase Supervision du suivi d'exécution

- Avis, par interventions ponctuelles sur le chantier, sur le contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur, sur le comportement observé de l'ouvrage et des avoisinants concernés et sur l'adaptation ou l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur.

##### DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle.

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, rabattement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans d'autres éléments géotechniques.

Des études géotechniques de projet et/ou d'exécution, de suivi et supervision, doivent être réalisées ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique, si ce diagnostic conduit à modifier ou réaliser





## RUBRIQUES

[Rechercher une commune à risques](#)
[Consultation de la base de données Gaspar](#)
[Relancer une recherche](#)

## Résultat de la recherche

Mésangueville  
INSEE : 76426 - Population : 200  
Département : SEINE-MARITIME - Région : Haute-Normandie

Aa<sup>+</sup> Aa<sup>-</sup> 

AFFICHER TOUT

## Risques

## Information acquéreur / locataire

## Information préventive

## Arrêtés de reconnaissance de catastrophe naturelle

Type de catastrophe	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
Inondations, coulées de boue, glissements et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999
Inondations et coulées de boue	18/05/2008	18/05/2008	11/09/2008	16/09/2008

Mise à jour : 26/09/2008

CONTACTEZ-NOUS

 HAUT DE PAGE

RISQUES MAJEURS

MA COMMUNE

CATALOGUE

JURISPRUDENCE

PHOTOThÈQUE

ALEAS.TV

BD-DICRIM.FR

CARTORISQUE

MÉMOIRE

Un partenariat



CONCEPTION &amp; RÉALISATION - DEBUSSAC MULTIMEDIA

Fry  
INSEE : 76292 - Population : 100  
Département : SEINE-MARITIME - Région : Haute-Normandie

AFFICHER TOUT

## Risques

## Information acquéreur / locataire

## Information préventive

## Arrêtés de reconnaissance de catastrophe naturelle

Type de catastrophe	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
Inondations, coulées de boue, glissements et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999
Inondations et coulées de boue	18/05/2008	18/05/2008	11/09/2008	16/09/2008

Mise à jour : 26/09/2008

## ZNIEFF 230030405 - LE MONT ROBERT

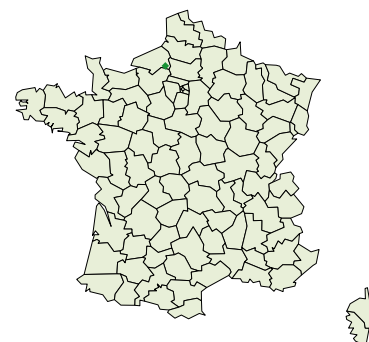
2ème génération

Recherche de données ZNIEFF  
Cartographie du site ZNIEFF :  
LE MONT ROBERT

(n° régional : 72040042)

Description	Habitats	Espèces	Espèces / Habitats	Communes	Commentaires	Sources	Bilans
Identification du site							
Région: 23 HAUTE-NORMANDIE		Année de description: 2004 Année de mise à jour: null		Année de validation nationale: 2010			
Type de procédure: Nouvelle zone		Type de zone: 1		Rédacteur de la fiche: DIREN HAUTE-NORMANDIE			

Description du site	
Altitude (m): minimale: 108 maximale: 216	Carte de localisation: Centroïde calculé : 49.51° - 1.56°
Superficie (ha): base: 27	



Facteurs d'évolution de la zone	Compléments descriptifs
01 Répartition des espèces (faune, flore) 02 Répartition et agencement des habitats	

Compléments descriptifs	
Géomorphologie : 61 Plateau	Activités humaines : 02 Sylviculture 05 Chasse

Statut de propriété :	
61 Domaine privé de l'état	Mesure de protection : 21 Forêt domaniale 62 Zone Spéciale de Conservation (Directive Habitat)

Critères d'intérêts		
Patrimoniaux :	Fonctionnels :	Complémentaires :
10 Ecologique 30 Floristique 36 Phanérogames		

## ZNIEFF 230009230 - LES CUESTAS DU PAYS DE BRAY

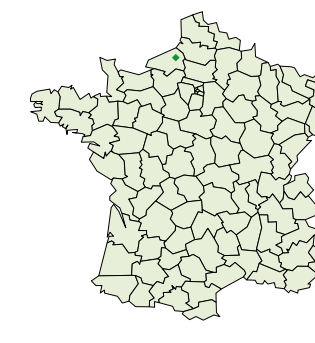
2ème génération

Recherche de données ZNIEFF  
Cartographie du site ZNIEFF :  
LES CUESTAS DU PAYS DE  
BRAY

(n° régional : 7204)

Description	Habitats	Espèces	Espèces / Habitats	Communes	Commentaires	Sources	Bilans
Identification du site							
Région: 23 HAUTE-NORMANDIE		Année de description: 1987 Année de mise à jour: 2008		Année de validation nationale: 1997			
Type de procédure: Modernisation de zone		Type de zone: 2		Rédacteur de la fiche: BESNARD B.			

Description du site	
Altitude (m): minimale: 35 maximale: 240	Carte de localisation: Centroïde calculé : 49.79° - 1.37°
Superficie (ha): base: 8456	



Facteurs d'évolution de la zone	Compléments descriptifs
01 Répartition des espèces (faune, flore) 02 Répartition et agencement des habitats 03 Fonctionnement et relation d'écosystèmes 04 Degré d'artificialisation du milieu ou pression d'usage 05 Occupation du sol (CORINE-Landcover) 07 Formations végétales, étages de végétation	410 Mises en culture, travaux du sol 450 Pâturage 470 Abandons de systèmes culturels et pastoraux, apparition de friches 510 Coupes, abattages, arrachages et déboisements 530 Plantations, semis et travaux connexes 610 Sports et loisirs de plein-air 620 Chasse 730 Gestion des habitats pour l'accueil et l'information du public 914 Envahissement d'une espèce ou d'un groupe 915 Fermeture du milieu

Compléments descriptifs	
Géomorphologie : 57 Vallon 59 Coteau, cuesta 60 Butte témoin, butte 61 Plateau 70 Escarpement, versant pentu 71 Versant de faible pente 78 Grotte	Activités humaines : 01 Agriculture 02 Sylviculture 03 Elevage 05 Chasse 07 Tourisme et loisirs 19 Gestion conservatoire

Statut de propriété :	
01 Propriété privée (personne physique) 05 Propriété d'une association, groupement ou société 20 Collectivité territoriale 61 Domaine privé de l'état	Mesure de protection : 13 Terrain acquis par le département grâce à la TDENS 21 Forêt domaniale 62 Zone Spéciale de Conservation (Directive Habitat) 81 Zone sous convention de gestion

Critères d'intérêts		
Patrimoniaux :	Fonctionnels :	Complémentaires :
10 Ecologique 20 Faunistique 22 Insectes 25 Reptiles 26 Oiseaux 27 Mammifères 30 Floristique 35 Ptéridophytes 36 Phanérogames	42 Ralentissement du ruissellement 50 Fonctions de protection du milieu physique 51 Role naturel de protection contre l'érosion des sols 60 Fonction d'habitat pour les populations animales ou végétales 61 Corridor écologique, zone de passages, zone d'échanges 62 Etapes migratoires, zones de stationnement, dortoirs	81 Paysager 82 Géomorphologique 83 Géologique 86 Historique 90 Pédagogique ou autre (préciser)

## ZNIEFF 230000754 - LE PAYS DE BRAY HUMIDE

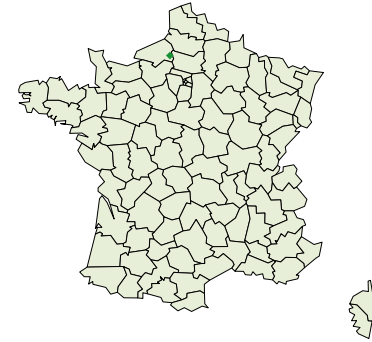
2ème génération

Recherche de données ZNIEFF  
Cartographie du site ZNIEFF :  
LE PAYS DE BRAY HUMIDE

(n° régional : 8300)

Description	Habitats	Espèces	Espèces / Habitats	Communes	Commentaires	Sources	Bilans
Identification du site							
Région: 22 PICARDIE 23 HAUTE-NORMANDIE			Année de description: 1984 Année de mise à jour: 2007			Année de validation nationale: 1997	
Type de procédure: Modernisation de zone		Type de zone: 2				Rédacteur de la fiche: BESNARD Béatrice	

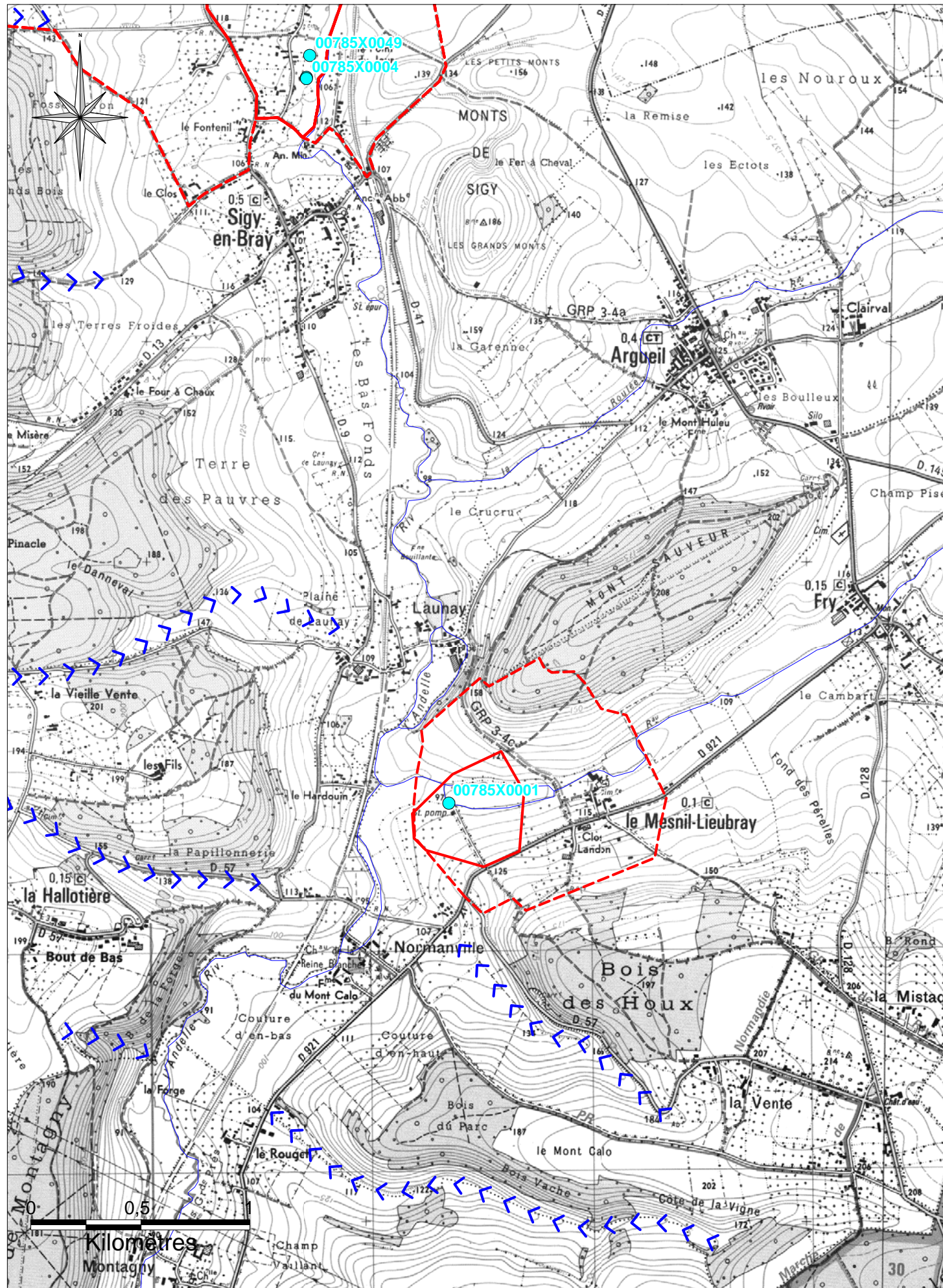
Description du site	
Altitude (m): minimale: 14 maximale: 232	Carte de localisation: Centroïde calculé : 49.6° - 1.62°
Superficie (ha): base: 31431	



Facteurs d'évolution de la zone	Compléments descriptifs
01 Répartition des espèces (faune, flore) 02 Répartition et agencement des habitats 03 Fonctionnement et relation d'écosystèmes 04 Degré d'artificialisation du milieu ou pression d'usage 05 Occupation du sol (CORINE-Landcover) 07 <u>Formations</u> végétales, étages de végétation	110 Habitat humain, zones urbanisées 310 Comblement, assèchement, drainage, poldérisation des zones humides 340 Création ou modification des berges et des digues, îles et îlots artificiels, remblais et déblais, fossés 350 Entretien des rivières, canaux, fossés, plans d'eau 370 Actions sur la végétation immergée, flottante ou amphibie, y compris faucardage et démottage 410 Mises en culture, travaux du sol 420 Débroussaillage, suppression des haies et des bosquets, remembrement et travaux connexes 440 Traitements de fertilisation et pesticides 450 Pâturage 463 Fauchage, fenaison 470 Abandons de systèmes culturaux et pastoraux, apparition de friches 510 Coupes, abattages, arrachages et déboisements 530 Plantations, semis et travaux connexes 540 Entretien liés à la sylviculture, nettoyages, épandages 610 Sports et loisirs de plein-air 620 Chasse 630 Pêche 730 Gestion des habitats pour l'accueil et l'information du public 830 Submersions 911 Attérissement 912 Eutrophisation 914 Envahissement d'une espèce ou d'un groupe 915 Fermeture du milieu

Compléments descriptifs	
Géomorphologie :	Activités humaines : 01 Agriculture 02 Sylviculture 03 Elevage 04 Pêche 05 Chasse 07 Tourisme et loisirs 08 Habitat dispersé 09 Urbanisation discontinue, agglomération 12 Circulation routière ou autoroutière 19 Gestion conservatoire
Statut de propriété : 01 Propriété privée (personne physique) 05 Propriété d'une association, groupement ou société 20 Collectivité territoriale 31 Domaine privé communal	Mesure de protection : 13 Terrain acquis par le département grâce à la TDENS 15 Terrain acquis (ou assimilé) par un Conservatoire d'espaces naturels 22 Forêt non domaniale bénéficiant du régime forestier 62 Zone Spéciale de Conservation (Directive Habitat) 81 Zone sous convention de gestion

Critères d'intérêts		
Patrimoniaux :	Fonctionnels :	Complémentaires :
10 Ecologique 20 Faunistique 22 Insectes 24 Amphibiens 26 Oiseaux	40 Fonctions de régulation hydraulique 41 Expansion naturelle des crues 42 Ralentissement du ruissellement 43 Soutien naturel d'étiage 44 Auto-épuration des eaux	81 Paysager 82 Géomorphologique 83 Géologique 90 Pédagogique ou autre (préciser)



## POLLUTIONS ACCIDENTELLES DES CAPTAGES D'EAU POTABLE DU DEPARTEMENT 76 (SEINE-MARITIME)

Fiche créée le:	19/06/2007	Fiche modifiée le:	19/06/2007
Validation terrain:		Qualité de la fiche (%):	45

### Localisation du site de captage

<b>Commune:</b>	LE MESNIL-LIEUBRAY
<b>Adresse / Lieu dit:</b>	PUITS DU SYNDICAT DE BEZANCOURT
<b>Accès:</b>	
<b>Environnement Immédiat:</b>	

### Identification

<b>Identifiant Pollac:</b>	FP076-145	<b>Points de captage:</b>	00785X0001
<b>Masse d'eau captée:</b>	CRAIE DU VEXIN NORMAND ET PICARD	<b>Bassin versant hydrologique:</b>	ANDELLE
<b>Contexte morphologique:</b>	FOND DE VALLEE HUMIDE	<b>Date D.U.P</b>	
<b>Périmètre de protection:</b>	EN COURS	<b>Carte Géologique:</b>	FORGES-LES-EAUX
<b>Carte IGN:</b>	2110 - OUEST		

### Desserte

<b>Unité de gestion:</b>	SYN. BEZANCOURT - 02 32 89 04 11
<b>Exploitant:</b>	SOGEPAB - 02 35 90 09 21
<b>Mode de gestion:</b>	AFFERMAGE
<b>Communes desservies:</b>	Beauvoir-en-lyons, Bezancourt, Bosc-hyons, Bremon-tier-merval, La feuille, Le mesnil-lieubray
<b>Population desservie (hab):</b>	2 087
<b>Unité de traitement:</b>	TRAITEMENT PHYSIQUE SIMPLE ET DESINFECTIION

### Synthèse des risques liés au site de captage

RISQUE	Rapproché	Eloigné
Elevé		
Moyen		
Faible		

### Alimentation de secours

<b>Plan de secours:</b>	NON-DEFINI
<b>Commentaires:</b>	Capacités des réservoirs : 900 m3 (aérien) Interconnexions : aucune information recueillie Usine de traitement : aucune information recueillie

## Vulnérabilité

<b>Formations superficielles:</b>	ARGILES, LIMONS, SILEX ET GRAVELLES CRAYEUSES (entre 2,5 et 5m)
<b>Etat de l'aquifère:</b>	Craie fissurée
<b>Configuration:</b>	LIBRE
<b>Relation nappe-eaux de surface:</b>	Possible alimentation par le ruisseau de Bievredent en condition de pompage. Le risque reste faible car les berges semblent partiellement colmatées.
<b>Zone inondable:</b>	NON
<b>Epaisseur de la zone non saturée:</b>	entre 2,5 et 5m
<b>Date de la mesure:</b>	01/01/1964
<b>Zones vulnérables:</b>	Ressource en eau souterraine vulnérable en fond de vallée humide en raison de la quasi-absence de couverture imperméable pouvant freiner les infiltrations depuis la surface vers la nappe (nappe subaffleurante).

## Sources potentielles de pollution

Identification	Type d'activité	Commune	Localisation
----------------	-----------------	---------	--------------

## Identification des points de captage

Indice BSS	Code SISEAU	Type d'ouvrage	Date de réalisation	X (m Lille)	Y (m Lille)	Z(m NGF)	Parcelle cadastrale
00785X0001	076000160	PUITS	05/08/1955	539 303	2 503 188	98	A 113

## Productivité des points de captage

Indice BSS	Débit d'exploitation moyen (m3/jour)	Nombre de pompes	Débit des pompes (m³/h)	Débit autorisé (m³/h)	Débit autorisé (m³/j)
00785X0001				40	400

## Caractéristiques hydrodynamiques locales

Indice BSS	prof. (m)	Diam. mini (mm)	Date d'essai	Débit d'essai (m³/h)	Niveau statique (m/sol)	Niveau dynamique (m/sol)	Transmissivité (m²/s)	Emmagasinement
00785X0001	14,80	2000	01/10/1955	70	1.80	8.65		

## Vitesse de circulation des eaux

Au sein de l'aquifère crayeux :

- de 1 à 10 mètres par an sous les plateaux et à grande profondeur (craie compacte) ;
- de plusieurs dizaines à plusieurs centaines de mètres par an au droit des vallées sèches et humides (craie fissurée) ;
- de quelques mètres à 1 km par heure au sein de la craie intensément fissurée à karstique.

## Traçages

Point d'injection	Exutoire	Distance (m)	Temps (h)	Vitesse (m/h)
-------------------	----------	--------------	-----------	---------------

## Qualité des eaux captées

Indice BSS	Chloration crépine	Turbidité	Nitrates min (mg/l)	Nitrates max (mg/l)	Nitrates moy (mg/l)	Nombre d'analyses Nitrates	Pesticides: Molécules > Norme	Nombre analyses Pesticides
00785X0001	OUI	NON				0		0

## Qualité des eaux distribuées

Eau de très bonne qualité bactériologique. Concernant la qualité chimique, le contrôle sanitaire a révélé, au niveau de l'unité de distribution de "Mesnil Lieubray", 8 dépassements de la norme de 0,1 µg/L pendant 7 mois pour la déséthyl Atrazine et l'atrazine (pesticides). Néanmoins, l'eau a pu être consommée sans risque pour la santé, conformément à la position sanitaire définie par le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France du 7/7/1998. Une dérogation a été accordée par le Préfet de décembre 2005 à décembre 2007. Un projet de station de traitement des pesticides est en cours pour l'eau du captage de Mesnil Lieubray. La collectivité doit tenir informées les communes et les populations concernées.

## Cadre légal et réglementaire

SDAGE du bassin Seine Normandie

## Bibliographie

Date	Auteur	Titre
Novembre 1979	Ph. de la Quèrière	Définition des périmètres de protection du puits de Mesnil-Lieubray

## Liens Internet

Site	Description
<a href="http://basias.brgm.fr">http://basias.brgm.fr</a>	Inventaire d'Anciens Sites Industriels et Activités de Service (en activité ou non)
<a href="http://basol.environnement.gouv.fr">http://basol.environnement.gouv.fr</a>	Base de données sur les sites et sols pollués appelant une action des pouvoirs publics
<a href="http://www.adeseaufrance.fr">http://www.adeseaufrance.fr</a>	Accès aux Données sur les Eaux Souterraines (données quantitatives et qualitatives)
<a href="http://www.ademe.fr">http://www.ademe.fr</a>	Guides des déchets en Haute-Normandie (centres de stockage et prestataires)







DEPARTEMENT DE LA SEINE-MARITIME (76)

MESANGUEVILLE

Rue du Bourg

SYMAC

Aménagement BIEVO2 Bis

PLAN PARCELLAIRE

Echelle : 1/500

CADASTRE  
Section : C  
Lieu-dit : "Mesangueville"

Nota : Coordonnées planimétriques rattachées au système Lambert 93 Zone 9 (CC50)  
Coordonnées altimétriques rattachées au Nivellement Général de la France  
(Altitudes Normales I.G.N. 69)

Adaptation du plan cadastral pour aide à la détermination des assiettes fiscales des propriétés

Indice	Nature des Modifications	Date	Références cabinet
d	Dessin informatisé	14/02/13	Dossier n°F13004/LAM/DUV Fichier Autocad 2000 : F13004.2.dwg



Les Andelys

**Eurotop**  
Cabinet Géomètres Experts  
1 rue Leroux 76440 FORGES LES EAUX  
Tél : 02 35 09 23 08 : 02 35 09 17 23  
E-mail : forges@cabinet-eurotop.com  
Site : www.cabinet-eurotop.com

Forges-les-Eaux

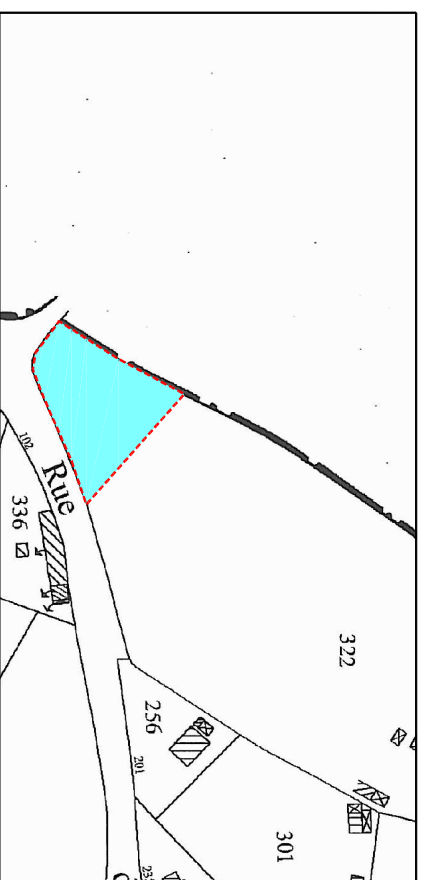
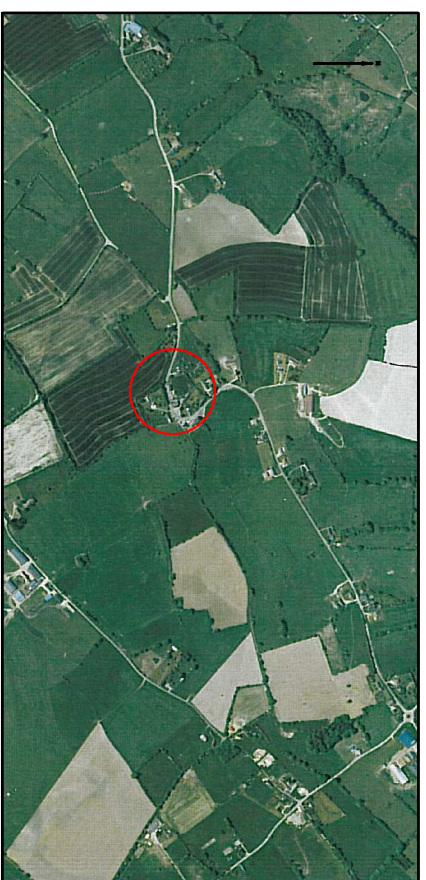
Rouen

Bureau Études VRD

Agence Urbanisme

Buchy

Le Mesnil-Estrard



EXTRAIT PARCELLAIRE DU PLAN D'AMÉNAGEMENT BIEVO2 BIS  
COMMUNE DE MESANGUEVILLE

MESANGUEVILLE

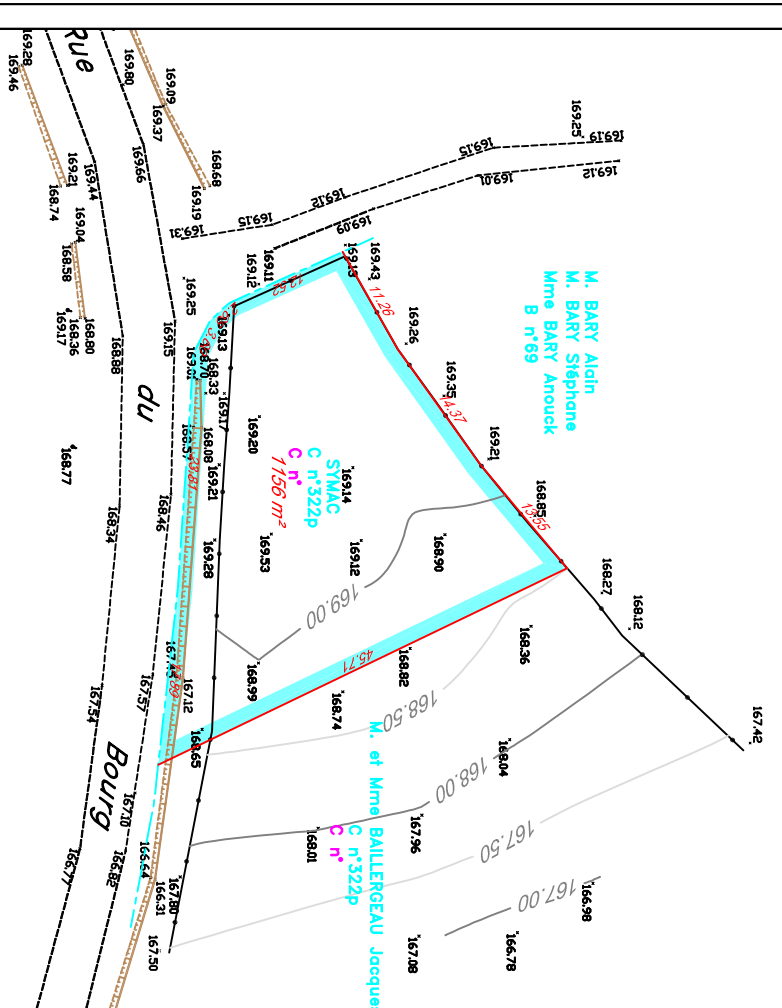
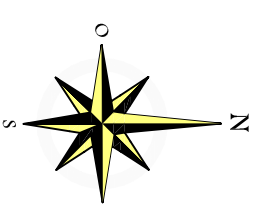
Propriétaires inscrits

Propriétaires restés

Propriétaires inscrits	Section	N°	Lieux-dits	Nature	Contenance	Noms, prénoms	Surface à		Noms et adresse de l'exploitant
							acquérir	restituer	
M. et Mme BAILLEURGAU Jacques	C	322	Meslin à vent	Pte	1 19 80	M. et Mme BAILLEURGAU Jacques	11 56	1 08 24	

Élaboré par EUROTOP, Cabinet de Géomètres Experts, 1 rue Leroux, 76440 Forges-les-Eaux, Normandie.  
N° 11 02 35 09 23 08 / 02 35 09 17 23  
Site : www.cabinet-eurotop.com

LEGENDE  
Cote altimétrique  
Cotation linéaire  
Acquisition



0 10m 20m



**Eurotop**  
Cabinet Géomètres Experts  
Forges-les-Eaux • Buchy  
Dossier n°F13004/DUV

DEPARTEMENT DE LA SEINE-MARITIME (76)

MESANGUEVILLE

Manoir des Mares

SYMAC

Aménagement BIEV03

PLAN PARCELLAIRE

Echelle : 1/500

CADASTRE  
Section : " Mesangueville "

Nota : Coordonnées planimétriques rattachées au système Lambert 93 Zone 9 (CS93)  
Coordonnées altimétriques rattachées au Nivellement Général de la France  
(Altitudes Normales IGN, 69)

Adoption du plan cadastre pour aide à la détermination des analyses fiscales des propriétés

Indice	Nature des Modifications	Date	Références cadast.
0	Dessin informatisé	14/02/73	Dossier n°13004/AM/DUV Fichier AutoCAD 2000 : F13004_3.dwg



Les Andelys

Bureau Etudes VRD

Agence Urbanisme

**Eurotop**  
Géomat'Expert

1 rue Lemaire 76440 FORGES LES EAUX

Tel : 02 35 09 25 26 ; 02 35 09 17 23

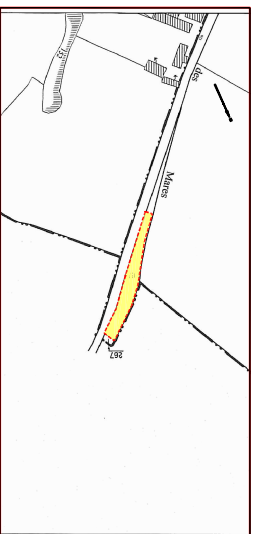
Fax : 02 35 09 25 26 ; 02 35 09 17 23

Site : www.eurotop-geo.com

Forges-les-Eaux

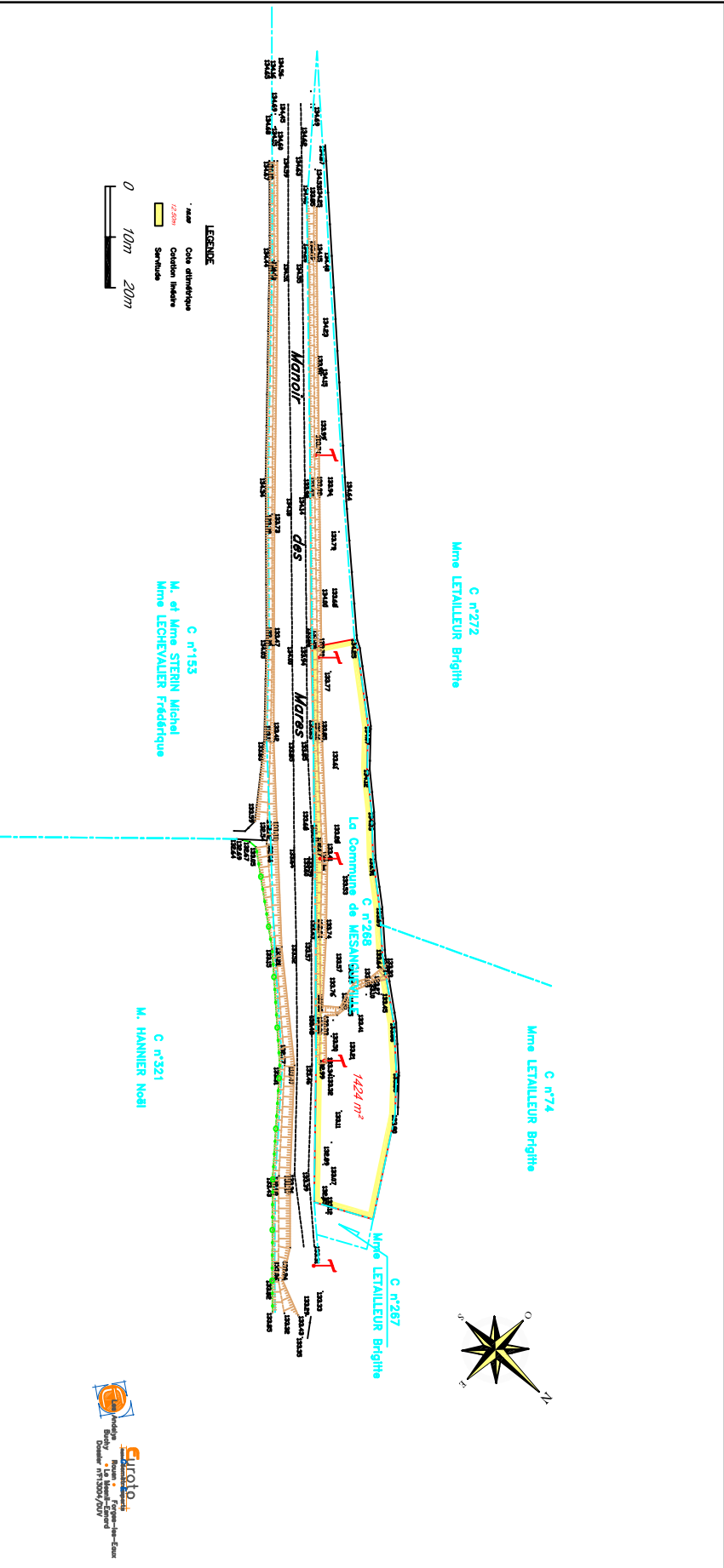
Buchy

Le Mesnil-Erford



ÉTAT PARCELLAIRE ET PLAN D'AMÉNAGEMENT BIEV03

Parcelle	Propriétaire	Surface (m²)	Statut	Observations
1424	La Commune de Mesangueville	1424	Commune	
1425	Mme LETAULIEUR Brigitte	1425	Particulier	
1426	Mme LETAULIEUR Brigitte	1426	Particulier	
1427	Mme LETAULIEUR Brigitte	1427	Particulier	
1428	Mme LETAULIEUR Brigitte	1428	Particulier	
1429	Mme LETAULIEUR Brigitte	1429	Particulier	
1430	Mme LETAULIEUR Brigitte	1430	Particulier	
1431	Mme LETAULIEUR Brigitte	1431	Particulier	
1432	Mme LETAULIEUR Brigitte	1432	Particulier	
1433	Mme LETAULIEUR Brigitte	1433	Particulier	
1434	Mme LETAULIEUR Brigitte	1434	Particulier	
1435	Mme LETAULIEUR Brigitte	1435	Particulier	
1436	Mme LETAULIEUR Brigitte	1436	Particulier	
1437	Mme LETAULIEUR Brigitte	1437	Particulier	
1438	Mme LETAULIEUR Brigitte	1438	Particulier	
1439	Mme LETAULIEUR Brigitte	1439	Particulier	
1440	Mme LETAULIEUR Brigitte	1440	Particulier	
1441	Mme LETAULIEUR Brigitte	1441	Particulier	
1442	Mme LETAULIEUR Brigitte	1442	Particulier	
1443	Mme LETAULIEUR Brigitte	1443	Particulier	
1444	Mme LETAULIEUR Brigitte	1444	Particulier	
1445	Mme LETAULIEUR Brigitte	1445	Particulier	
1446	Mme LETAULIEUR Brigitte	1446	Particulier	
1447	Mme LETAULIEUR Brigitte	1447	Particulier	
1448	Mme LETAULIEUR Brigitte	1448	Particulier	
1449	Mme LETAULIEUR Brigitte	1449	Particulier	
1450	Mme LETAULIEUR Brigitte	1450	Particulier	
1451	Mme LETAULIEUR Brigitte	1451	Particulier	
1452	Mme LETAULIEUR Brigitte	1452	Particulier	
1453	Mme LETAULIEUR Brigitte	1453	Particulier	
1454	Mme LETAULIEUR Brigitte	1454	Particulier	
1455	Mme LETAULIEUR Brigitte	1455	Particulier	
1456	Mme LETAULIEUR Brigitte	1456	Particulier	
1457	Mme LETAULIEUR Brigitte	1457	Particulier	
1458	Mme LETAULIEUR Brigitte	1458	Particulier	
1459	Mme LETAULIEUR Brigitte	1459	Particulier	
1460	Mme LETAULIEUR Brigitte	1460	Particulier	
1461	Mme LETAULIEUR Brigitte	1461	Particulier	
1462	Mme LETAULIEUR Brigitte	1462	Particulier	
1463	Mme LETAULIEUR Brigitte	1463	Particulier	
1464	Mme LETAULIEUR Brigitte	1464	Particulier	
1465	Mme LETAULIEUR Brigitte	1465	Particulier	
1466	Mme LETAULIEUR Brigitte	1466	Particulier	
1467	Mme LETAULIEUR Brigitte	1467	Particulier	
1468	Mme LETAULIEUR Brigitte	1468	Particulier	
1469	Mme LETAULIEUR Brigitte	1469	Particulier	
1470	Mme LETAULIEUR Brigitte	1470	Particulier	
1471	Mme LETAULIEUR Brigitte	1471	Particulier	
1472	Mme LETAULIEUR Brigitte	1472	Particulier	
1473	Mme LETAULIEUR Brigitte	1473	Particulier	
1474	Mme LETAULIEUR Brigitte	1474	Particulier	
1475	Mme LETAULIEUR Brigitte	1475	Particulier	
1476	Mme LETAULIEUR Brigitte	1476	Particulier	
1477	Mme LETAULIEUR Brigitte	1477	Particulier	
1478	Mme LETAULIEUR Brigitte	1478	Particulier	
1479	Mme LETAULIEUR Brigitte	1479	Particulier	
1480	Mme LETAULIEUR Brigitte	1480	Particulier	
1481	Mme LETAULIEUR Brigitte	1481	Particulier	
1482	Mme LETAULIEUR Brigitte	1482	Particulier	
1483	Mme LETAULIEUR Brigitte	1483	Particulier	
1484	Mme LETAULIEUR Brigitte	1484	Particulier	
1485	Mme LETAULIEUR Brigitte	1485	Particulier	
1486	Mme LETAULIEUR Brigitte	1486	Particulier	
1487	Mme LETAULIEUR Brigitte	1487	Particulier	
1488	Mme LETAULIEUR Brigitte	1488	Particulier	
1489	Mme LETAULIEUR Brigitte	1489	Particulier	
1490	Mme LETAULIEUR Brigitte	1490	Particulier	
1491	Mme LETAULIEUR Brigitte	1491	Particulier	
1492	Mme LETAULIEUR Brigitte	1492	Particulier	
1493	Mme LETAULIEUR Brigitte	1493	Particulier	
1494	Mme LETAULIEUR Brigitte	1494	Particulier	
1495	Mme LETAULIEUR Brigitte	1495	Particulier	
1496	Mme LETAULIEUR Brigitte	1496	Particulier	
1497	Mme LETAULIEUR Brigitte	1497	Particulier	
1498	Mme LETAULIEUR Brigitte	1498	Particulier	
1499	Mme LETAULIEUR Brigitte	1499	Particulier	
1500	Mme LETAULIEUR Brigitte	1500	Particulier	



**Eurotop**  
Géomat'Expert  
1 rue Lemaire 76440 FORGES LES EAUX  
Tel : 02 35 09 25 26 ; 02 35 09 17 23  
Fax : 02 35 09 25 26 ; 02 35 09 17 23  
Site : www.eurotop-geo.com  
Forges-les-Eaux  
Buchy  
Le Mesnil-Erford









