



## ENTENTE OISE AISNE

11, rue Guynemer  
60200, Compiègne

**Sondage géotechnique dans le cadre de l’aménagement de trois ouvrages  
écrêteurs des crues de la Verse,**

**Pièce n°2 – Barrage de Beaugies sous Bois**

Rue de Guiscard à Beaugies sous Bois (60)

**Rapport d’étude géotechnique de conception phase  
avant - projet  
Mission G2 phase AVP**

Dossier : C15-8013			Pièce n°2		
Indice	Date	Observations - Modifications	Etabli par	Vérfié par	Approuvé par
A	16/12/2015	Diffusion après contrôle interne. Modification des résultats des essais de cisaillement	M F. LABAT	Mme K. LEBAS	Mme C. GARCIA
A	20/11/2015	Diffusion après contrôle interne.	M F. LABAT	M C. CASADO	Mme C. GARCIA
0	20/11/2015	Contrôle interne - relecture.	M F. LABAT	M C. CASADO	-

Nombre de pages :	26	Nombre d’annexes :	8
-------------------	----	--------------------	---

# Sommaire

<b>1</b>	<b>Généralité</b> .....	<b>3</b>
1.1	Définition de l'opération .....	3
1.2	Descriptif du contexte et caractéristiques générales du projet.....	4
1.3	Documents fournis.....	5
<b>2</b>	<b>Enquête documentaire et de site préalable</b> .....	<b>5</b>
2.1	Documents de base.....	5
2.2	Contexte géographique et géomorphologique .....	6
2.3	Contexte historique sommaire.....	6
2.4	Contexte géologique.....	7
2.5	Contexte hydrogéologique.....	8
2.6	Aléas géotechniques .....	9
2.6.1	Mouvement de terrain.....	9
2.6.2	Inondations .....	10
2.6.3	Risque Sismique.....	11
<b>3</b>	<b>Investigations géotechniques</b> .....	<b>12</b>
3.1	Généralités .....	12
3.2	Résultats des investigations in situ .....	12
3.3	Résultats des essais en laboratoire .....	16
3.3.1	Identification GTR.....	16
3.3.2	Essai de cisaillement .....	16
3.3.3	Essai œdométrique .....	17
3.4	Piézométrie.....	17
<b>4</b>	<b>Analyse et recommandations géotechniques</b> .....	<b>18</b>
4.1	Etude de site.....	18
4.1.1	Modèle géotechnique .....	18
4.1.2	Profil géotechnique au droit du projet.....	19
4.2	Recommandations générales concernant l'ouvrage .....	20
4.2.1	Nature de l'ouvrage .....	20
4.2.2	Aléas géotechniques associés au tracé .....	20
4.2.3	Réutilisation des matériaux du site en remblais constitutifs de l'ouvrage .....	20
4.3	Ebauche dimensionnelle de l'ouvrage.....	21
4.3.1	Etude de la fondation.....	21
4.3.2	Pente des parements .....	23
4.3.3	Stabilité hydraulique .....	23
4.4	Principes de terrassement.....	24
4.4.1	Conditions de terrassement.....	24
4.4.2	Stabilité de la fouille.....	24
4.4.3	Réalisation du remblai .....	24
4.4.4	Traficabilité en phase chantier :.....	25
4.5	Discussion sur les incertitudes géotechniques.....	25
4.6	Avoisinants et remarques générales .....	26

**Annexe n°1** : Plan de situation

**Annexe n°2** : Schéma d'implantation des investigations

**Annexe n°3** : Description des techniques de sondage

**Annexe n°4** : Coupes des sondages carottés

**Annexe n°5** : Coupes des sondages pressiométriques

**Annexe n°6** : Coupes des sondages à la pelle mécanique

**Annexe n°7** : Résultats des essais de laboratoire

**Annexe n°8** : Missions géotechniques

# 1 GENERALITE

## 1.1 Définition de l'opération

Références	Désignations
Devis : P15-14259 Commande : Notification du 24 juillet 2015 Demandeur : ENTENTE OISE AISNE Mandataire : SEMOFI	Projet : Barrage de Beaugies sous Bois Lieu : Parcelles agricoles proches de la rue de Guiscard à Beaugies sous Bois (60)
Définition de l'étude géotechnique	Missions de SEMOFI
<p><b>Caractéristiques générales :</b>            Création d'un barrage écrêteur de crue sur le cours de la Verse, sur la commune de Beaugies sous Bois (60)</p> <p><b>Objectifs :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Définir un programme d'investigations géotechniques ; suivre et contrôler son exécution,</li> <li>- Fournir une synthèse des investigations géotechniques,</li> <li>- Proposer, le cas échéant, à la suite de l'étude de site, un programme d'investigations complémentaires,</li> <li>- Compléter la synthèse géotechnique de l'étude géotechnique préalable (G1),</li> <li>- Définir les ouvrages géotechniques au stade avant-projet,</li> <li>- Identifier les contraintes liées aux phases provisoires de travaux,</li> <li>- Assurer la cohérence de l'ensemble des données collectées et réduire les incertitudes et risques géotechniques,</li> </ul> <p>RQ : Une ébauche dimensionnelle est établie à partir des résultats de la phase AVP d'une étude géotechnique de conception (G2). Elle donne des ordres de grandeur des caractéristiques dimensionnelles envisageables, ainsi qu'un premier aperçu des sujétions géotechniques d'exécution. Elle ne permet pas le dimensionnement d'un projet.</p>	<p><b>Etude géotechnique de conception G2 Phases AVP (NF 94-500 de novembre 2013)</b></p> <p><b>Enquête documentaire et de site préalables :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Caractériser le cadre géotechnique du site,</li> <li>- Identifier l'existence d'avoisinants.</li> </ul> <p><b>Investigations géotechniques :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Définir, suivre des investigations géotechniques et interpréter leurs résultats,</li> </ul> <p><b>Etude de site (Phase ES) :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Définir le modèle géologique préalable du site et les principales caractéristiques géotechniques,</li> <li>- Fournir une première identification des risques géotechniques majeurs,</li> <li>- Donner certaines recommandations et dispositions constructives relative au projet de réhabilitation.</li> </ul> <p><b>Principes généraux de construction (Phase PGC) :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fournir les hypothèses géotechniques (première approche de la zone d'influence géotechnique ZIG, terrassements, amélioration de sol),</li> <li>- Fournir certains principes généraux de construction des ouvrages géotechniques,</li> </ul> <p><b>Etude géotechnique d'avant-projet (AVP) :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Préciser et actualiser le contexte géotechnique, le modèle géologique, et les principales caractéristiques géotechniques des couches de sol,</li> <li>- Affiner, en fonction de l'ouvrage projeté, les risques géotechniques, et proposer des mesures adaptées pour réduire les risques géotechniques importants en cas de survenance,</li> <li>- Par type d'ouvrage géotechnique :             <ul style="list-style-type: none"> <li>x Affiner la zone d'influence géotechnique (ZIG),</li> <li>x Donner le ou les principes constructifs envisageables,</li> <li>x Fournir une ébauche dimensionnelle.</li> </ul> </li> <li>- Préciser les incertitudes géotechniques qui subsistent quant à la connaissance du site, Préciser les types d'investigations envisageables pour réduire les incertitudes et risques géotechniques.</li> </ul>

## 1.2 Descriptif du contexte et caractéristiques générales du projet

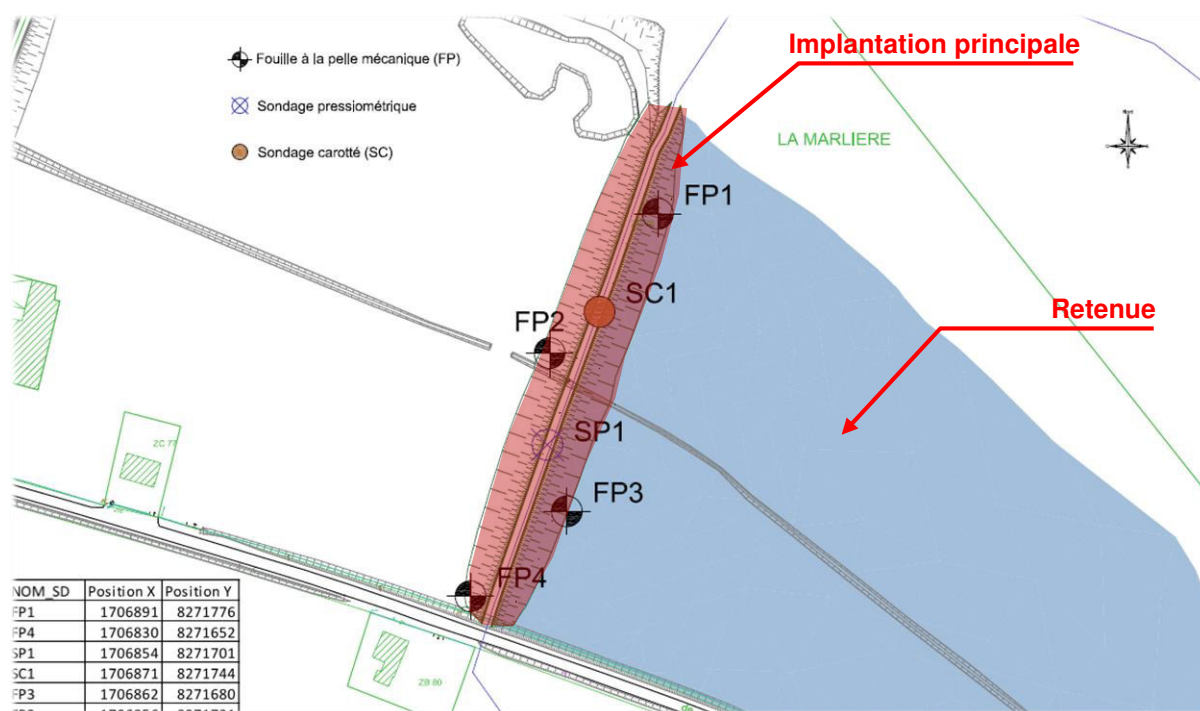
Dans le cadre d'un projet de lutte contre les inondations, l'Entente interdépartementale Oise-Aisne souhaite étudier la création d'un ouvrage écreteur de crue sur la commune de Beaugies sous Bois (60).

Il est envisagé la création d'un barrage en remblai barrant le cours de la Verse.

Les caractéristiques de l'ouvrage projeté sont les suivantes :

- Barrage insubmersible perpendiculaire à la vallée,
- Pertuis de 0,25 m<sup>2</sup> d'ouverture sur le lit mineur,
- Hauteur maximale : 4,6 m (hauteur d'eau maximale derrière la digue = 3,3 m + revanche de 1,3 m),
- Pente des talus : 3H/1V,
- Capacité maximale de la zone de rétention amont : 127 000 m<sup>3</sup>.

La localisation et la géométrie précise de l'ouvrage n'est pas encore arrêtée. Notre étude gardera donc un caractère général. Une seule implantation est envisagée pour le moment.



Localisation envisagée de l'ouvrage – Extrait du plan d'implantation réalisé par ANTEA

### 1.3 Documents fournis

Les documents qui nous ont été transmis dans le cadre de cette étude sont les suivants :

PLANS FOURNIS			
Auteur	Référence	Date	Information
ANTEA	CCTP	-	Objectifs de l'étude
	Vue en plan des sondages à l'échelle 1/1000	13/08/2015	Localisation de la zone d'étude et des sondages

## 2 ENQUETE DOCUMENTAIRE ET DE SITE PREALABLE

### 2.1 Documents de base

CARTES			
Auteur	Référence	Echelle	Information
BRGM	Carte géologique de la France, feuille de Chauny n°82	1/50 000	Informations relatives au contexte géologique et hydrogéologique du secteur.
PORTAILS / SITES INTERNET			
Organisme	Adresse web	Informations	
MEEDDM	<a href="http://www.prim.net">www.prim.net</a>	Informations relatives à la prévention des risques majeurs.	
IGN/ BRGM	<a href="http://www.geoportail.fr">www.geoportail.fr</a>	Carte topographique actuelle. Cartes anciennes	
BRGM	<a href="http://infoterre.brgm.fr">infoterre.brgm.fr</a>	portail géomatique d'accès aux données géoscientifiques du BRGM : cartes géologiques, dossiers de la Banque de données du Sous-Sol, cartes des risques naturels et industriels, données sur les eaux souterraines...	
BRGM	<a href="http://www.georisques.gouv.fr">www.georisques.gouv.fr</a>	Informations relatives à l'aléa retrait-gonflement des sols argileux.	
		Informations relatives aux mouvements de terrains (glissement, chute, éboulement, effondrement, coulée, érosion).	
		Informations relatives aux cavités souterraines abandonnées en France métropolitaine "hors mines".	
DREAL Picardie	<a href="http://www.picardie.developpement-durable.gouv.fr/">http://www.picardie.developpement-durable.gouv.fr/</a>	Informations relatives au risque d'inondation par remontée de nappe.	
ADES	<a href="http://www.ades.eaufrance.fr">www.ades.eaufrance.fr</a>	Informations relatives aux risques naturels et aux plus hautes eaux connues de la région Picardie	
		Banque nationale d'Accès aux Données sur les Eaux Souterraines	

## 2.2 Contexte géographique et géomorphologique

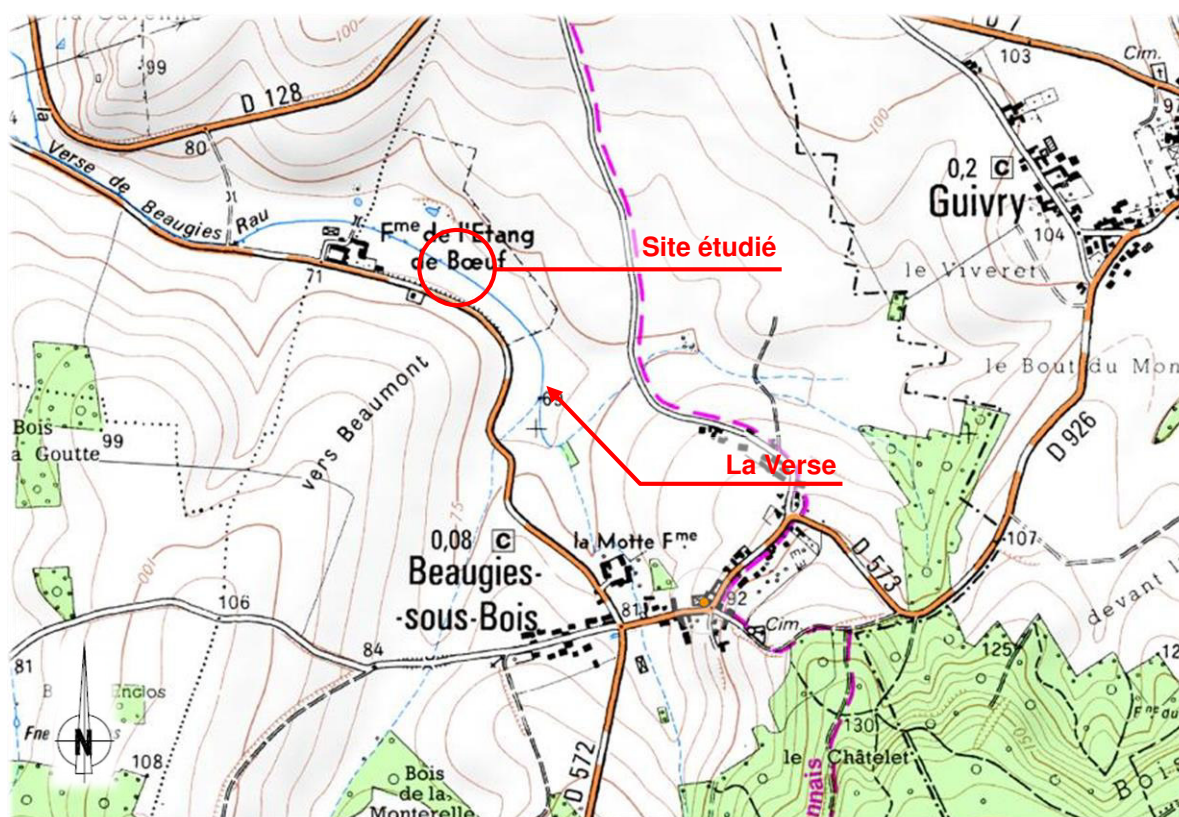
D'un point de vue géographique, le site étudié se trouve sur la commune de Beaugies sous Bois, dans le département de l'Oise (60).

De manière plus précise, le site étudié se trouve au Nord de Beaugies sous Bois, à proximité de la RD 572, en contexte rurale.

Le site étudié est occupé par des parcelles agricoles se trouvant dans l'axe de la vallée de la Verse.

Le site étudié se trouve en contexte de plaine alluviale de la Verse et possède une topographie en cuvette, le point bas étant constitué directement par le ruisseau. L'altitude du site est voisine de 65 à 70m NGF.

Localisation du site sur extrait de la carte IGN à l'échelle 1/25.000 :



Extrait de carte IGN au 1/25.000. *Source* : [www.geoportail.fr](http://www.geoportail.fr)

## 2.3 Contexte historique sommaire

L'étude des cartes anciennes et prises de vues aériennes du XXème siècle ne met pas en évidence d'activité particulière au niveau du site.

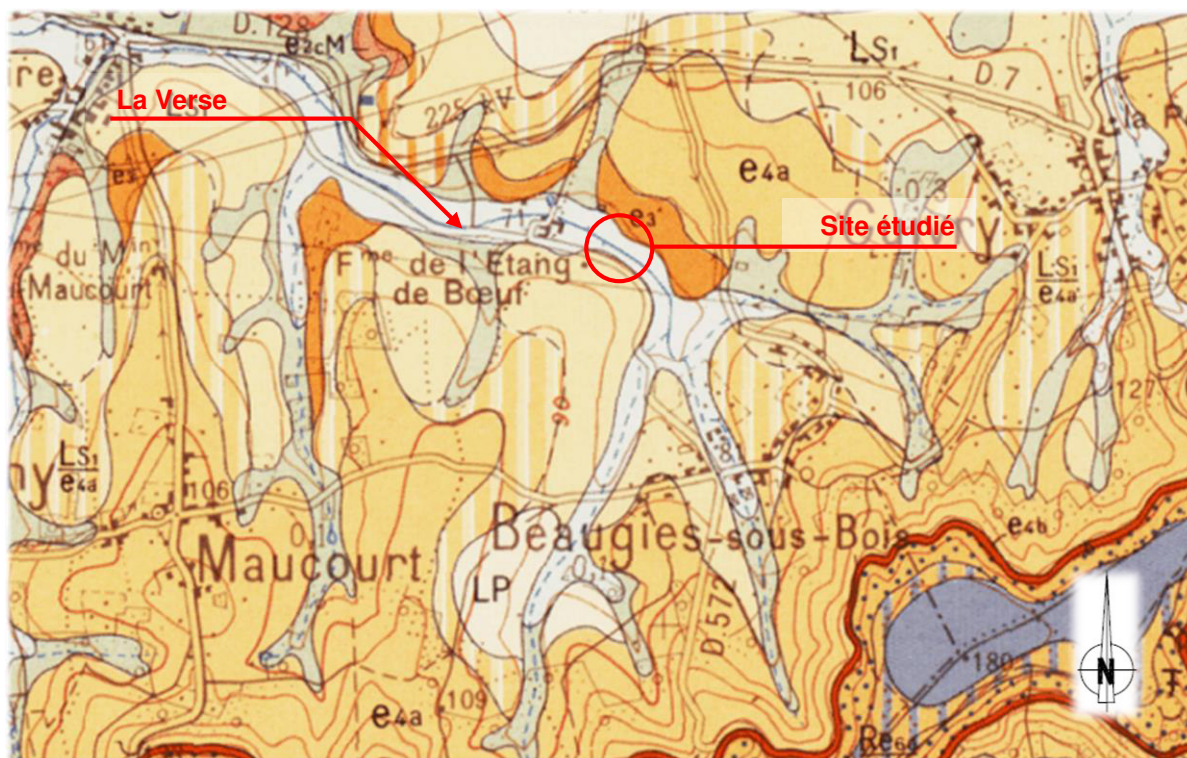
## 2.4 Contexte géologique

D'après notre connaissance du secteur et la carte géologique 1/50 000<sup>ème</sup> de Chauny, le site se localise au niveau de la plaine alluviale de la Verse.

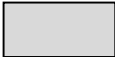



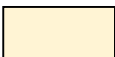
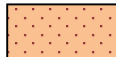
Dans le secteur, la Verse est venue entailler le substratum sédimentaire représenté par les Sables et argiles de l'Yprésien.

Les sommets des plateaux ainsi formés sont recouverts par un faciès d'altération limono-sableux. Sur les pentes, cette formation peut être retrouvée dans un état remanié sous la forme de colluvions.

En fond de vallée, sont attendues les Alluvions modernes, limon-argileuses, de la Verse en recouvrement du substratum sédimentaire sableux.



Extrait de carte géologique au 1/50.000, feuille de Chauny. *Source* : [www.infoterre.brgm.fr](http://www.infoterre.brgm.fr)

	<b>Fz : Alluvions modernes</b>		<b>e4a : Yprésien (Sables de Cuise)</b>
	<b>C : Colluvions</b>		<b>e3 : Argiles du Sparnacien</b>
	<b>Ls1 : Limons des Plateaux</b>		<b>e2c : Sable de Bracheux</b>

D'après la carte géologique au 1/50.000<sup>ème</sup> et notre connaissance du secteur, les terrains intéressés par le projet sont représentés par les formations géologiques suivantes (du haut vers le bas) :

### Remblais :

Ce sont des terrains d'origine anthropique, plus ou moins compacts, de nature diverse pouvant contenir des blocs anthropiques de différentes tailles. L'épaisseur de ces matériaux est susceptible de pouvoir varier rapidement compte tenu de l'histoire anthropique du site (bombardement pendant la guerre) et du caractère agricole du site.

**Alluvions modernes :**

Il s'agit de dépôts alluvionnaires représentés par un ensemble de matériaux limono-argileux à sableux, souvent riche en matière organique. Cette formation peut venir à incorporer des niveaux tourbeux, vaseux. Des surépaisseurs à relier au mode de dépôt lenticulaire des Alluvions Modernes sont possibles. Présente en domaine de plaine alluviale, cette formation sera susceptible d'être rencontrée en surface. Cette formation peut se retrouver en état sous consolidée.

**Colluvions :**

Il s'agit de matériaux remaniés issus de l'altération et du démantèlement des formations constituant les plateaux environnant (Argiles du sparnacien, Sables de Cuise). Ces dépôts sont susceptibles d'être présents sur des épaisseurs très variables le long de la pente.

**Sables de Bracheux :**

Il s'agit de sables quartzeux, fins, très rarement fossilifères et de couleur grise à verdâtres. En tête de formation, ces sables pourront se présenter sous la forme d'un faciès blanchâtre. Leur épaisseur peut atteindre 8m.

**Craie Campanienne :**

Il s'agit d'une craie blanche à rognon de silex. Parfois, cette craie présente un faciès dolomitique jaunâtre.

***2.5 Contexte hydrogéologique***

D'après le contexte géologique au 1/50.000<sup>ème</sup>, nous pouvons nous attendre à rencontrer, au droit du site, les circulations d'eau et nappes suivantes :

**Circulations superficielles :**

Au droit du site, des circulations superficielles sont susceptibles de se produire dans les Remblais, les Colluvions de pente et les Alluvions modernes. Ces circulations, alimentées par l'impluvium peuvent générer des niveaux d'eau temporaires et anarchiques dans ces formations, en faveur des niveaux moins perméables. Ces circulations sont susceptibles de suivre des chemins préférentiels d'écoulement

**Nappe Alluviale :**

Les Alluvions moderne sont le siège de la nappe d'accompagnement de la Verse. Les eaux y circulent à la faveur d'une perméabilité d'interstice au niveau des horizons les plus sableux. Des poches et lentilles argileuses peuvent perturber leur écoulement. Ce niveau de nappe alluviale est probablement influencé par celui de la Verse à proximité et les conditions météorologiques locales.

L'aquifère constitué par les Alluvions modernes est susceptible se prolonger dans les Sables de Bracheux perméables.

**Nappe du Cuisien :**

Sous les plateaux, les sables de Cuise forment un aquifère possédant une perméabilité de porosité et abritant une nappe. Dans le secteur, cette nappe est drainée par les vallées dont notamment celle de la Verse.



## 2.6 Aléas géotechniques

L'inventaire des aléas géotechnique répertoriés au niveau du site s'établit comme suit :

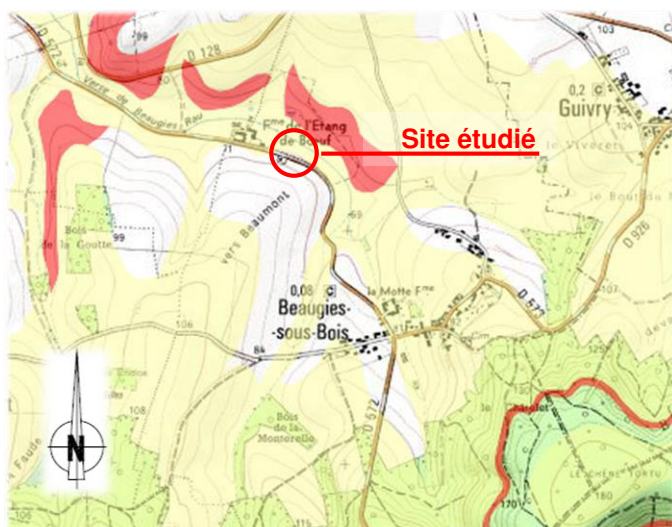
Risque	Type d'aléas	Etat	Commentaires	Source
Cavités	Carrières à ciel ouvert	Non concernée	-	Carte géologique au 1/50.000
	Carrières/cavités souterraines	Non concernée	-	www.géorisques.gouv.fr Dossier départemental des risques majeurs de l'Oise
Mouvement de terrain	Affaissement et effondrement de terrain	Non concernée	-	www.géorisques.gouv.fr Dossier départemental des risques majeurs de l'Oise
	Retrait-gonflement des argiles	Aléa «faible»	Aléa faible en fond de vallée, en présence des alluvions	www.géorisques.gouv.fr Dossier départemental des risques majeurs de l'Oise
Inondations	Inondation et coulées de boue par ruissellement en secteur urbain	Site concerné	Dernier arrêté en date du 27/07/2007	www.prim.net Dossier départemental des risques majeurs de l'Oise
	Inondations par remontée de nappe	Sensibilité très forte	L'ouvrage, de par sa nature, se situe au niveau du lit mineur de la Verse	www.géorisques.gouv.fr Dossier départemental des risques majeurs de l'Oise
	Inondations par crue	Sensibilité très forte	L'ouvrage, de par sa nature, se situe au niveau du lit mineur de la Verse	www.géorisques.gouv.fr Dossier départemental des risques majeurs de l'Oise
Séisme	Sismique	Aléa «très faible»	Zone de sismicité 1 (très faible)	Zonage sismique de la France (version 2011).

### 2.6.1 Mouvement de terrain

#### Retrait gonflement des argiles :

Au droit du site étudié sont attendus les Colluvions et/ou Alluvions modernes de la Verse. Il s'agit de matériaux limono-argileux, généralement peu sensibles au phénomène de retrait gonflement des argiles. Néanmoins, les colluvions étant susceptibles de remanier les Argiles du sparnacien, dont le comportement est attendu plastique, nous recommandons de rester vigilant vis-à-vis de ce phénomène.

Le BRGM cartographie l'aléa comme faible au niveau du site. Cette sensibilité est attendue comme pouvant s'accroître le long des pentes de part et d'autre de la vallée de la Verse en présence des Argiles du sparnacien.



Cartographie de l'aléa retrait gonflement des argiles par le BRGM



### 2.6.2 Inondations

#### Inondation et coulée de boue :

D'après le dossier départemental de risque majeur de l'Oise (60), la commune de Beaugies sous Bois est concernée par ce phénomène.

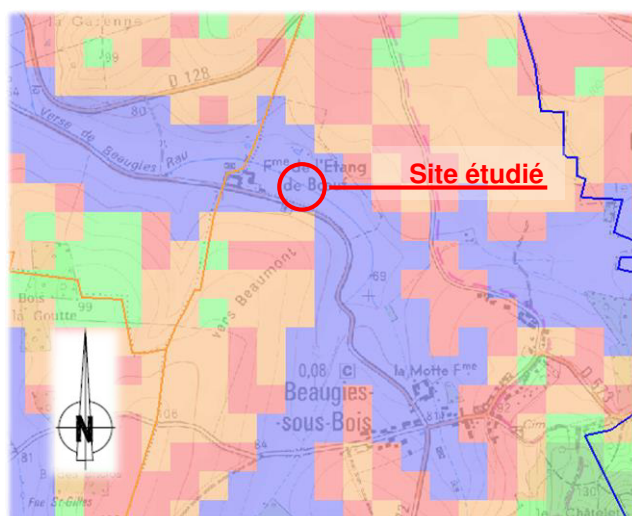
Le site étudié est d'autant plus sensible qu'il se situe en fond de vallée et à proximité d'un contexte de pente.

Le dernier arrêté de catastrophe naturel concernant ce phénomène a été pris le 27/07/2007.

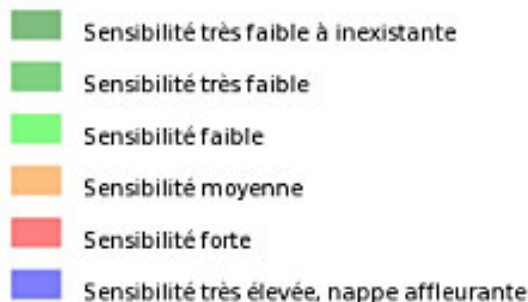
#### Inondation par remontée de nappe :

Nous rappelons que le site étudié est situé en domaine de plaine alluviale de la Verse et se positionne à proximité immédiate du lit mineur du ruisseau, inondable par définition.

Ainsi, d'après les informations recueillies auprès des services du BRGM, et le contexte géographique du site, il convient de considérer une sensibilité importante du site vis-à-vis d'un phénomène de remontée de nappe.



Cartographie de l'aléa inondation par remontée de nappe par le BRGM



### **Inondation par débordement direct :**

D'après le dossier départemental de risque majeur de l'Oise (60), la commune de Beaugies sous bois est concernée par ce phénomène.

Un PPRi a été prescrit au niveau du bassin versant de la Verse le 26/12/2012. Celui-ci est toujours en cours d'élaboration au moment de la rédaction de notre rapport.

Le site étudié est d'autant plus sensible qu'il se situe en fond de vallée.

De par sa nature l'ouvrage est rendu inondable et a pour but de lutter contre les crues.

### **2.6.3 Risque Sismique**

Le zonage sismique français en vigueur depuis le 1er mai 2011 est défini dans les décrets n° 2010-1254 et 2010-1255 du 22 octobre 2010, et codifiés dans les articles R.563-1 à 8 et D.563-8-1 du Code de l'Environnement.

Ce zonage, reposant sur une analyse probabiliste de l'aléa, divise la France en 5 zones de sismicité, de 1 (sismicité très faible) à 5 (sismicité forte).

L'Oise et le site étudié se trouve en zone de sismicité 1 (très faible), aucune exigence y est spécifiée.

### 3 INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES

#### 3.1 Généralités

##### Investigations in situ :

Les investigations sur site ont été réalisées du 07/09 au 19/09/2015 et la profondeur de certains sondages a été adaptée par rapport à notre proposition P15-14259, afin de permettre la reconnaissance d'horizons résistants. Les investigations ont consistées en l'exécution des sondages et essais présentés dans le tableau suivant :

Sondage	Prof. (m)	Type	Machine	Essais	Prélèvement
SC1	5.0	Carotté	TEC 75	-	2-3m
SP1	11.5	Pressiométrique	BE 20-50	11 essais pressiométriques *	-
FP1	4.3	Fouille à la pelle mécanique	Pelle mécanique 14t	-	0-2m
FP2	3.5			-	0-2m
FP3	4.3			-	0-2m
FP4	4.9			-	0-2m

\* Essais pressiométriques réalisés tous les mètres à partir de 1m/TN

Les sondages ont été réalisés depuis la surface au niveau de la route en rive droite et de la berge en rive gauche. La profondeur est exprimée depuis le niveau du terrain naturel au moment des investigations (m/TN). L'implantation des sondages figurent sur le plan d'implantation reporté en annexe n°2.

##### Investigations en laboratoire :

Les investigations en laboratoire réalisées sont conformes au programme proposé dans notre proposition P15-14259. Elles ont consistés en l'exécution des essais suivants :

Nom	Prof. (m)	Essais
SC1	2.6-2.8m	- Essai œdométrique - Essai de cisaillement rectiligne, consolidé drainé
FP1	1-2m	- Identification GTR - Masse volumique apparente
FP3	1-2m	- Identification GTR - Masse volumique apparente

#### 3.2 Résultats des investigations in situ

Les sondages destructifs et pressiométriques, de par le mode de foration, ne constituent pas une façon sûre de reconnaissance des faciès souterrains. Seul le mode par carottage permet cette reconnaissance précise. En fonction des indications fournies par le sondeur, nous vous proposons les coupes de sol décrites sur les coupes de sondage en annexe, et dans les tableaux en pages suivantes.

*Remarque :* Dans nos analyses statistiques sur les valeurs pressiométriques mesurées, l'écart type, caractérise la répartition des pressions limites et des modules pressiométriques autour de la moyenne calculée et la dispersion indique si ces valeurs sont homogènes ou non.

- **Faciès n°1 : Terre végétale/remblais**

<b>Description du faciès</b>						
<p>Les premiers matériaux rencontrés au niveau du site correspondent à un horizon de terre végétale limono-argileuse et riche en matière organique.</p> <p>Ponctuellement des matériaux en remblai ont été rencontrés. Ils sont représentés par des limons marron à graviers jusque vers 0.9m/TN.</p> <p>Ces matériaux ont été rencontrés jusque vers 0.4 à 0.9m/TN au droit des sondages</p> <p>Compte tenu du caractère anthropique de ces matériaux et du contexte de parcelles agricoles, des variations brutales d'épaisseur non mises en évidence par nos sondages ponctuels ne sont pas à exclure.</p>						
<b>Profondeur / épaisseur</b>						
<b>Sondages</b>	<b>SC1</b>	<b>SP1</b>	<b>FP1</b>	<b>FP2</b>	<b>FP3</b>	<b>FP4</b>
<b>Toit (m/TN)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Base (m/TN)</b>	<b>0.4</b>	<b>0.8</b>	<b>0.9</b>	<b>0.8</b>	<b>0.5</b>	<b>0.5</b>
<b>ép. (m)</b>	<b>0.4</b>	<b>0.8</b>	<b>0.9</b>	<b>0.8</b>	<b>0.5</b>	<b>0.5</b>
<b>ép. Moy. (m)</b>	<b>0.7</b>					
<b>Caractéristiques mécaniques pressiométriques</b>						
Aucun essai pressiométrique réalisé au sein de ces matériaux						
<b>Commentaires géotechniques</b>						
<p>La signature paramétrique de ces matériaux se caractérise par une vitesse d'avancement importante.</p> <p>Compte tenu de la faible épaisseur de ces matériaux, aucun essai pressiométrique n'y a été réalisé. Néanmoins, des caractéristiques mécaniques globalement faibles sont attendues au sein de ces matériaux.</p> <p>Au sein des remblais, elles sont principalement liées aux modalités de compactage utilisées au moment de leur mise en œuvre.</p> <p>La présence de matériaux organique au sein des horizons de terre végétale et susceptible d'induire un comportement évolutif dans le temps.</p>						

- **Faciès n°2 : Alluvions modernes / colluvions**

<b>Description du faciès</b>						
<p>Les Alluvions modernes de la Verse ont été rencontrées au niveau du site sous un horizon de terre végétale. Elles sont représentées par un ensemble de limons argileux à sableux de couleur marron à orangé et sont relativement tendres.</p> <p>Le caractère parfois sableux de celle-ci, peut être identifié comme provenant du remaniement du substratum sableux (Sables de Bracheux) du secteur, témoignant de faibles distances de transport de ces matériaux (mécanisme proche du colluvionnement). Ce faciès sableux a été reconnu à partir de 4.5m/TN en SP1.</p> <p>Cette formation a été rencontrée à partir de 0.4 à 0.9m/TN et jusque vers 9.6m/TN au sein du sondage SP1.</p> <p>Compte tenu du mode de dépôt de cette formation, des variations brutales d'épaisseurs, non mise en évidence par nos sondages ponctuels, ne peuvent pas être totalement exclues.</p>						
<b>Profondeur / épaisseur</b>						
<b>Sondages</b>	<b>SC1</b>	<b>SP1</b>	<b>FP1</b>	<b>FP2</b>	<b>FP3</b>	<b>FP4</b>
<b>Toit (m/TN)</b>	<b>0.4</b>	<b>0.8</b>	<b>0.9</b>	<b>0.8</b>	<b>0.5</b>	<b>0.5</b>
<b>Base (m/TN)</b>	<b>&gt;5.0*</b>	<b>9.6</b>	<b>&gt;4.3*</b>	<b>&gt;3.5*</b>	<b>&gt;4.3*</b>	<b>&gt;4.9*</b>
<b>ép. (m)</b>	<b>&gt;4.6*</b>	<b>8.8</b>	<b>&gt;3.4*</b>	<b>&gt;2.7*</b>	<b>&gt;3.8*</b>	<b>&gt;4.4*</b>
<b>Caractéristiques mécaniques pressiométriques</b>						
PI moy : 0.45 MPa <i>(moyenne géométrique)</i>		Em moy : 11.8 MPa <i>(moyenne harmonique)</i>		Nombre d'essais : 9		
PI min : 0.24 MPa PI max : 0.89 MPa	Ecart type : 0.26 Dispersion : 1.46	Em min : 4.4 MPa Em max : 29.4 MPa	Ecart type : 6.8 Dispersion : 2.1			
<b>Commentaires géotechniques</b>						
<p>La signature paramétrique de ces matériaux se caractérise par une vitesse d'avancement importante et des paramètres de pression d'injection et couple de rotation faibles. Cette combinaison de paramètres traduit le caractère peu résistant de la formation vis-à-vis des opérations de sondage.</p> <p>Les essais pressiométrique réalisés au sein de cette formation ont permis de mettre en évidence des caractéristiques mécaniques faibles, typiques de ce type de formation remaniée et peu consolidée. Notons une amélioration des caractéristiques mécaniques à partir de 4.5m/TN en SP1 pouvant être attribuée au caractère plus sableux des matériaux.</p> <p>De manière générale, cette formation est attendue peu portante et pourra être à l'origine de phénomènes de tassement.</p>						

*\*Fin de sondage*

- **Faciès n°3 : Sables de Bracheux**

<b>Description du faciès</b>						
Les Sables de Bracheux sont représentés au droit du site par un ensemble de sables argileux de couleur beige à grisâtre, voir localement verdâtre.						
Cette formation a été rencontrée à l'état résiduel sous les Alluvions modernes, au niveau du sondage SP1.						
Cette formation a été rencontrée à partir de 9.6m/TN. Sa base n'a pas été reconnue dans le cadre de nos investigations (fin de sondage).						
<b>Profondeur / épaisseur</b>						
<b>Sondages</b>	<b>SC1</b>	<b>SP1</b>	<b>FP1</b>	<b>FP2</b>	<b>FP3</b>	<b>FP4</b>
<b>Toit (m/TN)</b>	-	<b>9.6</b>	-	-	-	-
<b>Base (m/TN)</b>	-	<b>&gt;11.5*</b>	-	-	-	-
<b>ép. (m)</b>	-	<b>&gt;1.9*</b>	-	-	-	-
<b>Caractéristiques mécaniques pressiométriques</b>						
PI min : 1.82 MPa PI max : 3.23 MPa		Em min : 32.7 MPa Em max : 42.1 MPa			Nombre d'essais : 2	
<b>Commentaires géotechniques</b>						
La signature paramétrique de ces matériaux se caractérise par une vitesse d'avancement faible et un couple de rotation important. Cette combinaison de paramètres traduit le caractère résistant de la formation vis-à-vis des opérations de sondage.						
Seul deux essais pressiométriques ont été réalisés au sein de cette formation et peuvent ne pas en être totalement représentatifs. Ils ont permis de mettre en évidence de bonnes caractéristiques mécaniques en adéquation avec les paramètres de forage.						

\*fin de sondage

### 3.3 Résultats des essais en laboratoire

#### 3.3.1 Identification GTR

Les essais en laboratoire sont réalisés sur des échantillons intacts prélevés au sein des sondages carottés. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Echantillon			Paramètres de nature						γ (t/m <sup>3</sup> )	VBS	Paramètres d'état	Classe GTR
			Granulométrie Passant					W %				
Nom	Prof. (m)	Description	Tamis 50mm	Tamis 20mm	Tamis 5mm	Tamis 2mm	Tamis 80µm					
FP1	1-2	Limons argileux	100%	95%	91%	90%	77%	2.00	3.78	21.8	A2	
FP3	1-2	Argile sableuse	100%	100%	100%	100%	66%	1.94	2.42	24.0	A1	

#### Remarque :

- W : teneur en eau en % ;
- γ : masse volumique apparente ;
- VBS : valeur de bleu de méthylène.

Commentaire : Les résultats des essais en laboratoire ont permis de mettre en évidence que les matériaux présents au droit du site se classent principalement dans la catégorie des sols fins limoneux à argileux (classes GTR A1-A2).

Du fait de la présence d'une fraction fine, ces matériaux sont attendus sensibles à l'eau. C'est-à-dire dont le comportement est susceptible de pouvoir varier de manière brutale en fonction des conditions hydriques.

#### 3.3.2 Essai de cisaillement

L'essai de cisaillement, réalisé à partir de l'échantillon intact prélevé à partir du sondage carotté a permis de mettre en évidence les paramètres intrinsèques suivants :

Echantillon				Paramètres intrinsèques à long terme	
sondage	Prof. (m)	Formation	Faciès de l'échantillon	Angle de frottement interne φ' (°)	Cohésion C' (kPa)
SC1	2.6-2.8	Alluvions modernes	sable	29.1	1

Commentaires : L'essai réalisé sur l'échantillon prélevé au sein des Alluvions modernes/colluvions ont permis de mettre en évidence un angle de frottement interne de 29.1° et une cohésion faible de 1 kPa à long terme.



### 3.3.3 Essai œdométrique

L'essai œdométrique, réalisé à partir de l'échantillon intact prélevé à partir du sondage carotté a permis de mettre en évidence les caractéristiques de compressibilité suivantes :

Echantillon			Caractéristiques de compressibilité					
sondage	Prof. (m)	Description	$e_0$	$\sigma'_{v0}$	$\sigma'_p$	Cc	Cs	Etat du sol
SC1		Alluvions modernes	0.7	54 kPa	56 kPa	0.14	0.019	Sol normalement consolidé

Avec :

$2.6-2.8e0$  : indice des vides ;

$\sigma'_{v0}$  : contrainte effective verticale ;

$\sigma'_p$  : contrainte de préconsolidation ;

Cc : indice de compression ;

Cs : indice de gonflement.

Commentaire : L'essai œdométrique met en évidence le caractère normalement consolidé des Alluvions modernes / colluvions.

### 3.4 Piézométrie

Notre mission ne comprenait pas la mise en place de piézomètre, ni leur suivi.

Néanmoins, un niveau de nappe est attendu au droit du site, correspondant à la nappe alluviale de la Verse.

Le toit de cette nappe est attendu grossièrement à la cote altimétrique de la rivière, et est susceptible de pouvoir varier en fonction des conditions météorologiques à l'échelle du bassin versant de la Verse.

## 4 ANALYSE ET RECOMMANDATIONS GEOTECHNIQUES

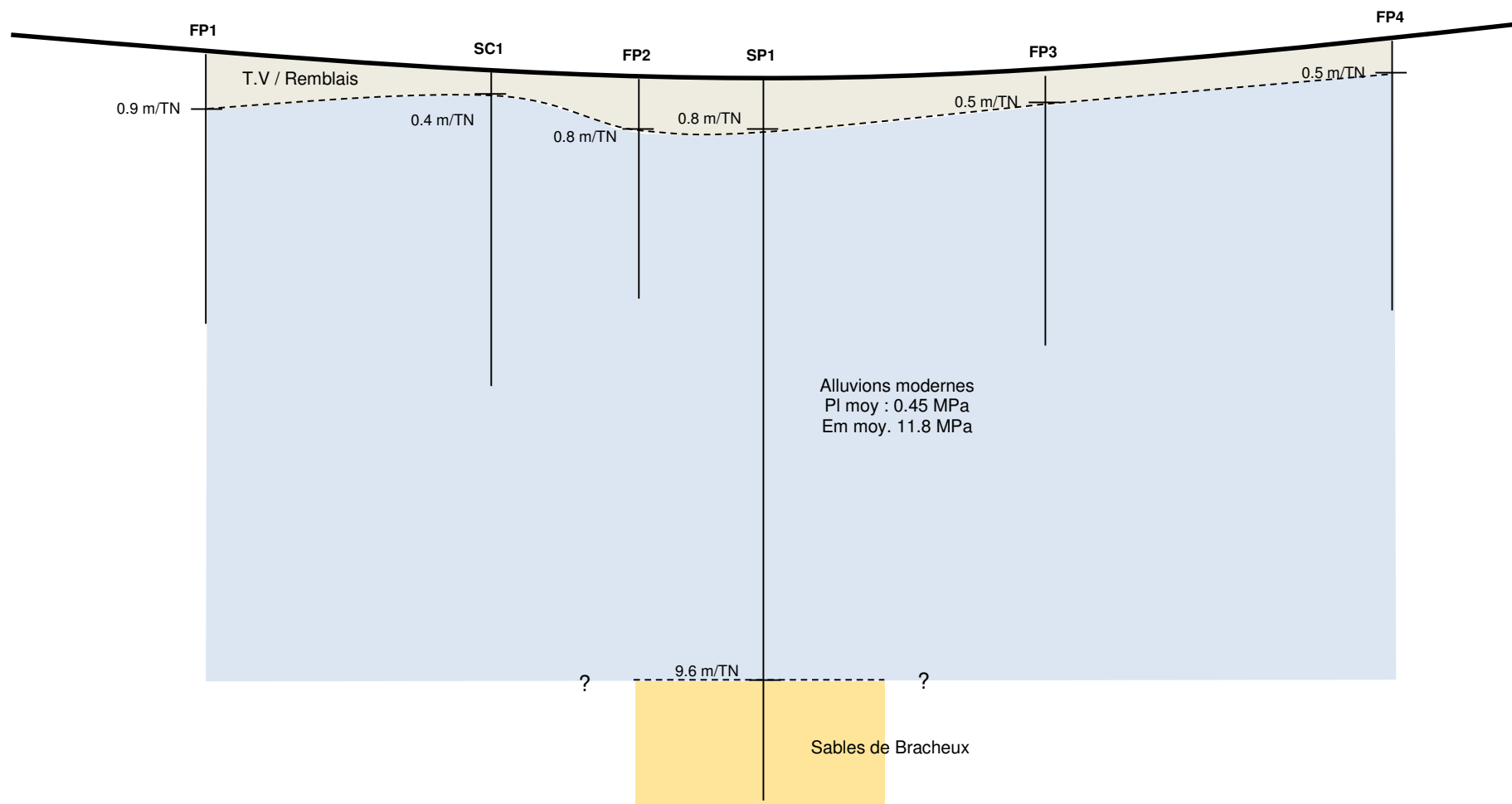
### 4.1 Etude de site

#### 4.1.1 Modèle géotechnique

Le tableau suivant synthétise les principales caractéristiques des formations rencontrées :

Formation	Description lithologique	Base	Epaisseur	Caractéristiques mécaniques		Caractéristiques intrinsèque à long terme	$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	Classe GTR
		m/TN		PI (MPa)	Em (MPa)			
Terre végétale/ Remblais	Limons argileux	0.4 – 0.9	0.4 – 0.9	-	-	-	-	-
Alluvions modernes	Limons argileux	9.6	8.8	0.24 à 0.89 MPa Moy. 0.45 MPa	4.4 à 29.4 MPa Moy. 11.8 MPa	$\phi' = 29.1^\circ$ $C' = 1 \text{ kPa}$	1.9	A1-A2
Sables de Bracheux	Sables argileux	>11.5	-	1.82 à 3.23 MPa	32.7 à 42.1 MPa	-	-	-

#### 4.1.2 Profil géotechnique au droit du projet



## **4.2 Recommandations générales concernant l'ouvrage**

### **4.2.1 Nature de l'ouvrage**

Le projet prévoit la création d'un barrage en terre d'une hauteur maximale de l'ordre de 4.6m.

Au stade actuel du projet, la nature des matériaux constituant la digue reste indéterminée. Néanmoins, compte tenu de la hauteur de l'ouvrage et des volumes de matériaux engagés pour sa réalisation, nous conseillons d'orienter le choix du type d'ouvrage vers une solution de barrage en terre homogène constitués de matériaux étanches.

Cette solution a pour avantage d'être relativement économique dans le cas de petit ouvrage.

### **4.2.2 Aléas géotechniques associés au tracé**

Les sondages réalisés ont permis de mettre en évidence la présence des Alluvions modernes / Colluvions de faibles caractéristiques mécaniques sur une forte épaisseur.

Compte tenu de la nature de l'ouvrage et de sa hauteur, sa mise en œuvre s'accompagnera d'un phénomène de tassement qui se poursuivra dans le temps au-delà de la période des travaux, durant la phase de service de l'ouvrage.

Compte tenu de sa nature, un phénomène de tassement n'est pas préjudiciable au bon fonctionnement de l'ouvrage.

La hauteur de la revanche devra tenir compte de ce phénomène de tassement à long terme.

Notons que les sols d'assise de l'ouvrage (Alluvions modernes) présentent des faciès sableux. Nous recommandons de vérifier la perméabilité de ces horizons au moyen d'essai d'eau de type Lefranc (ou équivalent) afin d'étudier la stabilité hydraulique de l'ouvrage lors d'épisodes de mise en charge.

### **4.2.3 Réutilisation des matériaux du site en remblais constitutifs de l'ouvrage**

Compte tenu des résultats des essais en laboratoire, les Alluvions modernes/Colluvions présentes au droit du site pourraient théoriquement être aptes à une réutilisation en remblai, en vue de constituer le corps du barrage.

Cependant, nous alertons le lecteur, sur la présence de la nappe attendue au sein de ces matériaux et pouvant induire un état hydrique « th » (très humique) et occasionner des problèmes importants de compactage et de mise en œuvre.

Ainsi, au stade actuel du projet, il convient de considérer que seuls les matériaux situés hors nappe pourront éventuellement être réutilisés.

Ces matériaux sont attendus en relativement faibles quantités au droit du site.

Dans le cas où il serait privilégier une utilisation des matériaux du site, nous recommandons de prévoir la réalisation d'investigations complémentaires (sondages à la pelle mécanique et identifications GTR associées à des essais Proctor/IPI) au droit de la future zone de retenue, afin d'identifier la localisation des zones d'emprunts éventuellement disponibles.

*Remarque :* Nous excluons toute réutilisation des Remblais, Terres végétales et matériaux tourbeux présents au droit du site, dont le caractère hétérogène et la présence de matière organique pourrait conférer un comportement évolutif dans le temps et être la source de désordres.

### 4.3 Ebauche dimensionnelle de l'ouvrage

#### 4.3.1 Etude de la fondation

##### Principe de fondation :

Les investigations réalisées ont permis de mettre en évidence la présence des Alluvions modernes / colluvions de faibles caractéristiques mécaniques jusque vers 9.6m/TN en SP1.

Néanmoins, compte tenu de la nature de l'ouvrage (souple de par sa conception), les caractéristiques mécaniques mesurées devraient être suffisantes pour l'assoir au sein des Alluvions modernes / colluvions.

De plus, la construction de l'ouvrage s'accompagnera d'un phénomène de consolidation, qui permettra une amélioration sensible des caractéristiques mécaniques des sols d'assise (effet de pré-chargement).

Une simple préparation du fond de forme par compactage sera donc nécessaire afin de permettre aux engins de circuler convenablement et de mettre en œuvre les différentes couches constitutives du remblai.

Il sera recherché un module :

$$EV2 > 30 \text{ MPa}$$

##### Horizon porteur :

L'assise de l'ouvrage sera constituée par les Alluvions modernes / Colluvions.

Afin de garantir la stabilité hydraulique de l'ouvrage, nous recommandons de prévoir un ancrage de 1m/TN au sein de cette formation.

Le fond de forme de la fondation devra être purgé de tout horizon de terre végétale et/ou tourbeux, qui pourrait être à l'origine de tassements.

##### Capacité portante des sols d'assise du remblai :

Les hypothèses géotechniques de dimensionnement sont fournies conformément à la norme d'application de l'Eurocode 7 pour les semelles superficielles (NF P 94-261), selon la méthode semi-empirique basée sur les caractéristiques pressiométriques Ménard des sols. Les règles générales de calcul sont présentées en annexe « Règles de calcul ».

A ce stade de l'étude, où les descentes de charge (hauteur de remblaiement, nature des matériaux, géométrie, ...) ne nous ont pas été communiquées, hors situation accidentelles, nous proposons les hypothèses géotechniques suivantes :

Caractéristiques de la fondation		Caractéristiques d'ancrage			Hypothèses géotechniques				Résistance	
Type	A=A' (m <sup>2</sup> )	Formation d'ancrage (catégorie de sol)	toit de la formation (m/TN)	Ancrage dans la formation (m)	Ple* (kPa)	Kp	iδiβ	q <sub>0</sub> (kPa)	R <sub>v;d</sub> ELU (kN)	R <sub>v ;d</sub> ELS (kN)
Remblais	1	Alluvions	0.4	0	250	0.8	1	18	167	90.5

A : surface totale de la semelle

A' : surface effective de la semelle

Ple\* : pression limite nette équivalente

$k_p$  : facteur de portance pressiométrique

$i\delta\beta$  : coefficient de réduction de portance lié à l'inclinaison du chargement et à la proximité d'un talus (pas d'influence renseignée à ce stade de l'étude)

$q'0$  : contrainte verticale effective au niveau de la base de la fondation après travaux

$R_{v,d}$  : résistance de fluage aux ELS Quasi-Permanent (en kN)

$R_{v,d}$  : résistance ultime du terrain aux ELU Fondamental-Courant (en kN)

**La capacité portante à l'ELS exprimée en contrainte est :  $Q_{ELS} = 91 \text{ kPa (0.09 MPa)}$ .**

*Remarque :* En l'absence d'une définition précise des descentes de charges pour les différentes combinaisons d'action, nous avons considéré des descentes de charges verticales uniquement. Toute modification des descentes de charges (excentrement, inclinaison, présence d'une surcharge en tête de talus, ...) nécessiterait d'être étudiée en détail et serait susceptible d'engendrer une révision de la capacité portante des sols de fondation.

La capacité portante du sol est de 91 kPa, cette valeur est très proche du poids de l'ouvrage estimé. Le poids de l'ouvrage dépendra de la hauteur réelle de celui-ci et de la densité des matériaux utilisés pour son élaboration.

Nous alertons l'équipe de conception sur ce sujet, et nous alertons sur le fait qu'il serait probablement judicieux de limiter la hauteur de l'ouvrage, tout en veillant sur la densité des matériaux à mettre en œuvre.

Dans le cas où des adaptations ne pourraient pas être envisagées, une technique de renforcement de sol devrait être étudiée.

#### **Estimation des tassements :**

Compte tenu de la nature du projet et du contexte géotechniques, des tassements pouvant être important au droit de la zone de réception une fois le remblai mis en place sont attendus. Ces tassements seront principalement associés à une consolidation des sols d'assises représentés par les Alluvions modernes de faibles caractéristiques mécaniques.

Le projet prévoit une hauteur maximale de remblais de l'ordre de 4.6m. En l'absence d'une définition précise des descentes de charge attendues au droit du remblai, pour la vérification de l'état limite de tassement nous avons considéré en première approche une contrainte transmise aux sols d'assise correspondant au poids des terres constitutives du remblai (91 kPa environ).

Ces tassements peuvent être estimés en première approche avec la formule suivante :

$$S = \sum_0^z \frac{(\alpha \times \sigma(z) \times h(z))}{E}$$

$\alpha$  : Coefficient rhéologique dépendant de la nature du terrain (pris à 1/2 dans les Alluvions modernes)

$E$  : module pressiométrique Ménard du sol (pris à 10MPa dans les Alluvions modernes)

$\sigma(z)$  : contrainte verticale à la profondeur  $z$  (pris à 91 kN)

$h(z)$  : épaisseur de la couche de sol considérée (ici, épaisseur des Alluvions modernes compressibles, soit  $h(z) = 8\text{m}$ )

$S$  : tassement final

Ainsi, les tassements calculés sont de l'ordre de 30 à 50mm au droit de l'épaisseur maximale de remblai. Des tassements de moindre importance sont attendus pour des épaisseurs moindres.

*Remarque :* Ces estimations ne constituent qu'un ordre de grandeur du phénomène. Elles dépendent également des conditions de mise en œuvre (compactage, préparation de l'assise, ...). Des tassements supplémentaires pourraient s'opérer en cas de remaniement des sols lors de cette opération.

*Ces estimations sont sommaires et basées uniquement sur les données pressiométriques. Il sera absolument nécessaire d'affiner ces calculs lors des phases ultérieures du projet (missions G2PRO et G3/G4).*

#### **4.3.2 Pente des parements**

La pente des parements du barrage devront être suffisamment faibles afin de garantir la stabilité de l'ouvrage vis-à-vis du glissement dans les cas suivants :

- Stabilité du parement aval lorsque l'ouvrage est à vide ;
- Stabilité du parement aval lorsque l'ouvrage est en charge ;
- Stabilité du parement amont lorsque l'ouvrage est à vide ;
- Stabilité du parement amont lorsque l'ouvrage est en charge ;
- Stabilité du parement amont en situation de vidange rapide (instantanée, retenue vide, corps du remblai saturé).

Le dimensionnement des pentes maximales à respecter est fonction de la nature des matériaux utilisés pour la confection du remblai (angle de frottement interne, cohésion, poids volumique, perméabilité).

Au stade actuel du projet où la nature des matériaux du remblai n'est pas encore connue, nous recommandons de prévoir l'utilisation d'une pente maximale de 3(h)/1(v) sécuritaire et généralement adaptée à la plus part des cas de figure.

**Le dimensionnement final des pentes des parements devra obligatoirement être étudié dans les phases ultérieures du projet (mission G2 PRO), en connaissance de la nature précise des matériaux prévus pour la constitution du corps du remblai.**

#### **4.3.3 Stabilité hydraulique**

##### **Stabilité hydraulique interne au remblai :**

Elle dépendra essentiellement de la nature des matériaux utilisés pour l'édification de l'ouvrage.

En première approche, dans le cas de l'utilisation de matériaux argileux de classe GTR A1-A2 et compte tenu du caractère limité dans le temps des mises en charges et vidanges de l'ouvrage, les perméabilités de ces matériaux devraient être suffisamment faibles pour ne pas nécessiter la mise en œuvre de dispositifs d'étanchement particulier.

Une perméabilité maximale de l'ordre de  $10^{-7}$  m/s sera recherchée lors de la réalisation du remblai.

Il conviendra dans les phases ultérieures du projet de mesurer la perméabilité des matériaux utilisés pour l'édification du corps du remblai (sur éprouvette de sol compactée à l'optimum Proctor), afin de vérifier qu'une telle perméabilité pourra être respectée.

A défaut de pouvoir obtenir une perméabilité suffisamment faible, il conviendra de s'orienter vers une solution de filtre (type tapis drainant en pied de parement aval) ou d'écran d'étanchement.

Des écrans anti-renards devront être mis en œuvre autour du pertuis.

##### **Stabilité hydraulique sous le remblai :**

Les Alluvions modernes/colluvions qui constitueront l'assise de l'ouvrage, sont attendues de nature argileuse (matériaux de classes GTR A1-A2).

Leur perméabilité n'a pas été caractérisée dans le cadre de notre mission, elle est néanmoins attendue comme étant faible.

L'ancrage de la fondation de 1m/TN au sein des Alluvions modernes/colluvions devrait être suffisant pour assurer la stabilité hydraulique sous le remblai.

Nous recommandons néanmoins de vérifier cette hypothèse par l'intermédiaire notamment d'essai d'eau (de type Lefranc) afin de déterminer la perméabilité exacte des Alluvions modernes/colluvions (faciès argileux et sableux plus profonds).

Celle-ci pourra être étudiée dans les phases ultérieures du projet à l'occasion d'une mission G2 PRO.

#### **4.4 Principes de terrassement**

##### **4.4.1 Conditions de terrassement**

Nous recommandons de prévoir un ancrage de l'ouvrage de 1.0m/TN et la purge de l'ensemble des horizons de terre végétale.

Les matériaux intéressés par les opérations de terrassements seront :

- Les remblais : L'extraction des remblais, limono-argileux, ne devraient pas poser de problème de terrassement particuliers. Ils pourront donc être réalisés à l'aide de matériel courant de moyenne puissance. Les remblais sont également susceptibles de pouvoir présenter des blocs de taille importante bien que non reconnus dans nos sondages. L'utilisation du BRH ( : Brise roche hydraulique) pourra s'avérer utile de manière ponctuelle ;
- Les Alluvions modernes/Colluvions: de nature limono-argileuse à limono-sableuse, elles ne devraient pas poser de problème particulier d'extraction. Les terrassements pourront donc être réalisés à l'aide de matériel courant de moyenne puissance.

*Remarque : Lors de la phase terrassement, l'ouverture des fouilles peut provoquer des éboulements locaux (ex : présence possible de poches sableuses, de poches d'eau, de niveaux à gravier).*

##### **4.4.2 Stabilité de la fouille**

Compte tenu du contexte géotechnique, afin d'assurer la stabilité des terrassements pendant la phase chantier, il conviendra de prévoir la réalisation d'un talutage provisoire à 1(h)/1(v) au niveau de l'ancrage.

##### **4.4.3 Réalisation du remblai**

Concernant la réalisation du corps de l'ouvrage (remblai), la qualité des matériaux utilisés devra être vérifiée et validée, afin d'établir les modalités et préconisations nécessaires à leur mise en œuvre (compactage, traitement éventuel, ...). Il conviendra notamment d'exclure toute utilisation:

- de matériaux fortement argileux (type classe GTR « A3 » à « A4 ») pouvant présenter un comportement gonflant et pouvant poser des difficultés de mise en œuvre ;
- de matériaux fins purement sableux (type classe GTR « B1 » à « B2 ») dont la mise en œuvre est particulièrement délicate (difficultés de compactage) ;
- de matériaux graveleux ou rocheux concassés et fortement perméables ;
- de matériaux riches en éléments évolutifs notamment en matière organique (ex : alluvions modernes, vases, tourbes, ...), gypseux, sous-produits industriels, ...

En première approche nous conseillons l'emploi de matériaux fins faiblement argileux à argileux de classe GTR « A1 » à « A2 », qui possèdent l'avantage d'être peu perméables une fois compactés.

Les matériaux seront régalez et compactés en couches élémentaires. Pour chaque couche, il sera recherché un indice de compacité q4 :



$$I_c > 95\% \gamma_d \text{ OPN}$$

La perméabilité maximale des matériaux ne devra pas être supérieure à :

$$K = 10^{-7} \text{ m/s}$$

Les matériaux A1/A2 sont réputés sensibles à l'eau, c'est-à-dire dont le comportement est susceptible de pouvoir changer de manière brutale pour de faible variation de teneur en eau. C'est matériaux à l'état humide peuvent être sujet au matelassage.

Nous conseillons donc de réaliser les travaux en période favorable.

#### **4.4.4 Traficabilité en phase chantier :**

Compte tenu des résultats des essais en laboratoire et des essais pressiométriques réalisés sur site, le fond de forme de l'ouvrage est attendu relativement peu portant.

Des conditions de traficabilité délicates sont donc attendues en phase travaux et pourront nécessiter la réalisation d'une piste de chantier en matériaux d'apport granulaires et insensibles à l'eau associés à un géotextile en sous face.

En cas de mauvaises conditions climatiques et/ou remontée de la nappe, les conditions de traficabilité des engins pourront chuter de manière importante.

Nous conseillons de réaliser les travaux en période favorable (généralement de mai à octobre).

### **4.5 Discussion sur les incertitudes géotechniques**

#### **Perméabilité des Alluvions modernes :**

Aucun essai de perméabilité n'était prévu dans le cadre de notre mission. La perméabilité de l'assise de l'ouvrage n'a donc pas pu être déterminée.

Dans le cadre de ce rapport nous sommes partie sur l'hypothèse que des perméabilités faibles sont à attendre au sein des Alluvions modernes/colluvions.

La réalisation d'essai de perméabilité de type Lefranc (ou équivalent) permettrait de valider cette hypothèse. A défaut, la réalisation d'écrans verticaux étanches visant à diminuer le risque de voir apparaître un gradient hydraulique élevé lors d'épisode de mise en charge de l'ouvrage serait à prévoir.

#### **Etude de la zone d'emprunt :**

Compte tenu des résultats des essais en laboratoire, il apparait que les matériaux de sub-surfaces au droit de l'ouvrage pourraient éventuellement être réutilisés pour l'édification du remblai du barrage.

Des investigations complémentaires de type sondages à la pelle mécanique et essais en laboratoire (identification GTR, essais de perméabilité à l'appareil œdométrique et essais Proctor/IPI), menées au niveau de la retenue de l'ouvrage, pourraient permettre d'étudier la position d'éventuelles zones d'emprunts et ainsi, de faire l'économie sur l'utilisation de matériaux d'apports extérieurs au site.

#### **Stabilité et tassement de l'ouvrage :**

Dans les phases ultérieures du projet, nous recommandons de réaliser des essais pressiométriques et œdométriques complémentaires afin de pouvoir affiner le calcul des tassements prévisionnels.

#### **4.6 Avoisinants et remarques générales**

Les travaux réalisés ne devront en aucun cas déstabiliser les avoisinants (réseaux existants, fondation de bâtiment,...). Ils devront faire l'objet d'une méthodologie et d'un phasage spécifique, soumis à l'accord préalable du Bureau de contrôle.

L'ingénieur chargé du dossier

***Florent LABAT***



# **ANNEXES**

**Annexe n°1** : Plan de situation

**Annexe n°2** : Schéma d'implantation des investigations

**Annexe n°3** : Description des techniques de sondage

**Annexe n°4** : Coupes des sondages carottés

**Annexe n°5** : Coupes des sondages pressiométriques

**Annexe n°6** : Coupes des sondages à la pelle mécanique

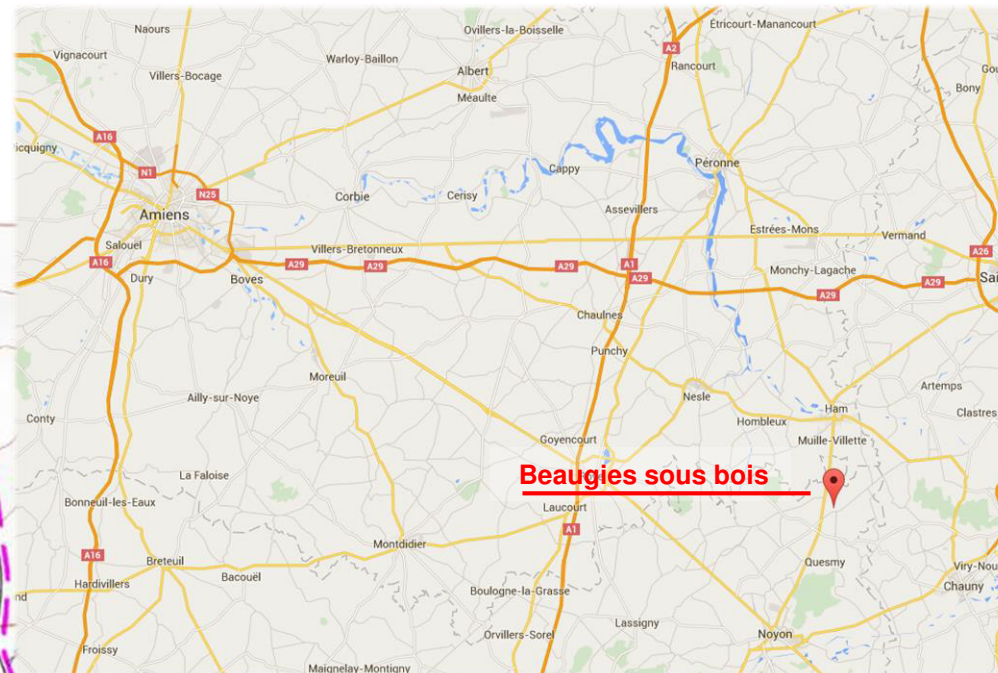
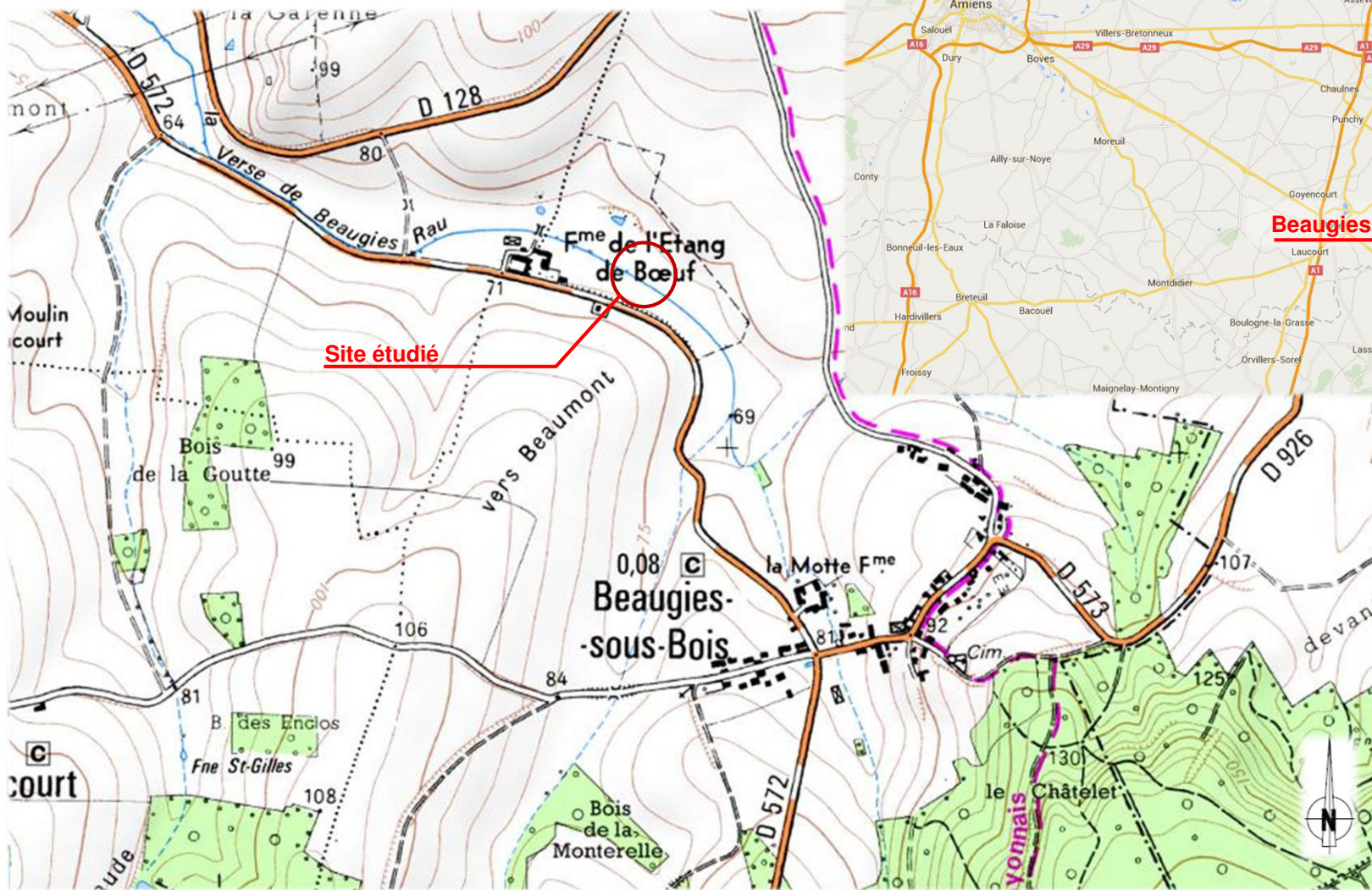
**Annexe n°7** : Résultats des essais de laboratoire

**Annexe n°8** : Missions géotechniques

## **ANNEXE 1**

### **PLAN DE SITUATION**

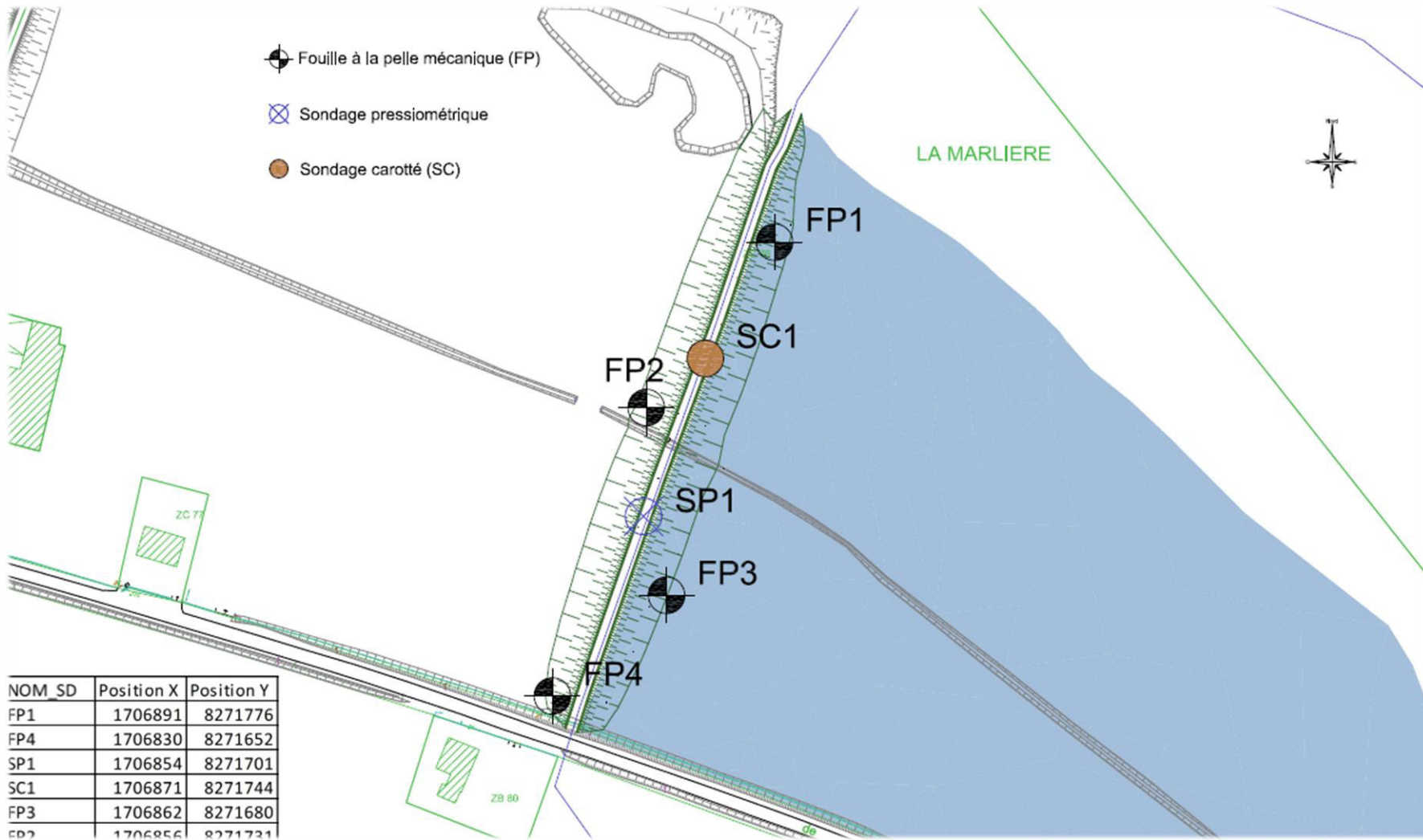
**Plan de situation**



## **ANNEXE 2**

# **SCHEMA D'IMPLANTATION DES INVESTIGATIONS**

**Plan de situation**



## **ANNEXE 3**

# **DESCRIPTION DES TECHNIQUES DE SONDAGES**



### Les sondages destructifs enregistrés

Les sondages destructifs préalables aux essais pressiométriques ont été effectués conformément aux prescriptions de la norme 94.110. Ces sondages ne sont donc pas en tout point comparables aux sondages destructifs purs. Dans tous les cas, les enregistrements des paramètres sont les suivants :

- **la vitesse instantanée d'avancement de l'outil (VIA)**, en m/h. Elle traduit la rapidité avec laquelle l'outil de forage traverse le matériau. A ce titre, elle est représentative de la résistance globale de la matière traversée, mais aussi de l'adéquation entre l'outil et ce matériau. En effet, un matériau peut être peu résistant à la traversée de l'outil tout en présentant des caractéristiques mécaniques acceptables pour d'autres contraintes,
- **la pression sur l'outil (PO)** en bar. Elle représente généralement l'appui appliqué par la tête de rotation sur le train de tiges (sur l'outil s'applique aussi le poids des tiges). Cette pression enregistre aussi la retenue de la machine vis-à-vis de la chute libre (pour des raisons de sécurité). Elle devra rester la plus constante possible,
- **la pression d'injection (PI)** en bar. Elle représente la pression dans le conduit du fluide de foration et donc est proportionnelle à la capacité du terrain à boucher l'outil de forage. Généralement, ce sont les terrains imperméables qui génèrent les pressions les plus fortes,
- **le couple de rotation (CR)** en bar. Il enregistre la pression hydraulique dans les flexibles d'arrivée des moteurs qui entraînent le train de tiges. Globalement, cette pression est inversement proportionnelle à la facilité avec laquelle l'outil tourne dans le sol,

Ces paramètres sont enregistrés en numérique, avec sortie en parallèle sur bande papier.

Afin de déterminer la signature paramétrique de l'équipement en condition de chute libre, deux types d'étalonnage ont été effectués :

- le premier (étal.1) avant foration avec la tête de foration seule. Cet étalonnage a été réalisé de façon systématique pour chacun des sondages ;
- le second (étal.2) en fin de foration avec la tête équipée de l'ensemble des tiges et de l'outil utilisé pour réaliser le forage. Cet étalonnage se fait en remontant l'ensemble des tiges d'environ 2 m depuis le fond du forage.

### Les essais pressiométriques

Les essais pressiométriques ont été réalisés conformément aux prescriptions de la norme AFNOR NF-P94.110.

L'essai pressiométrique consiste à gonfler une sonde normalisée dans le sol jusqu'à que ce dernier cède sous la pression de gonflement.

La réalisation des essais dépend donc fortement de la qualité des parois du forage préalable. De ce fait, les enregistrements des paramètres des forages préalables ne sont pas à interpréter comme ceux de véritables sondages destructifs décrits auparavant.

L'analyse de la courbe effort/déformation de chaque essai permet de déterminer, conformément à la norme, trois phases distinctes de l'essai :

- l'amorce de la courbe reflète la mise en contact de la sonde avec les parois du sol, et donc de la qualité du forage,
- une deuxième partie centrale rectiligne qui traduit la plage de résistance du massif de sol permettant de calculer le module du terrain et de définir la pression de fluage. C'est la phase pseudo-élastique de l'essai.
- au-delà du point de fluage, la courbe tend rapidement vers une asymptote verticale donnant la pression limite de rupture du sol.

Les résultats sont présentés sur un profil-coupe faisant apparaître les éléments suivants :

- les formations géologiques,
- les caractéristiques pressiométriques des sols :
  - la pression de fluage  $P_f$ , en MPa,
  - la pression limite de rupture  $P_l$ , en MPa,
  - le module pressiométrique  $E$ , en MPa.

### **Les sondages carottés**

Les sondages carottés ont été réalisés avec un carottier doté d'une couronne en carbure en diamètre 114 mm, à l'eau claire.

Ce type de sondage permet la visualisation et la définition précise des sols rencontrés sans remaniement ainsi que le prélèvement, si nécessaire, d'échantillons intacts sous protection de gaine PVC.

## **ANNEXE 4**

# **COUPES DES SONDAGES CAROTTES**



**ANNEXE 5**

**COUPES DES SONDAGES**  
**PRESSIOMETRIQUES**



# Forage : SP1

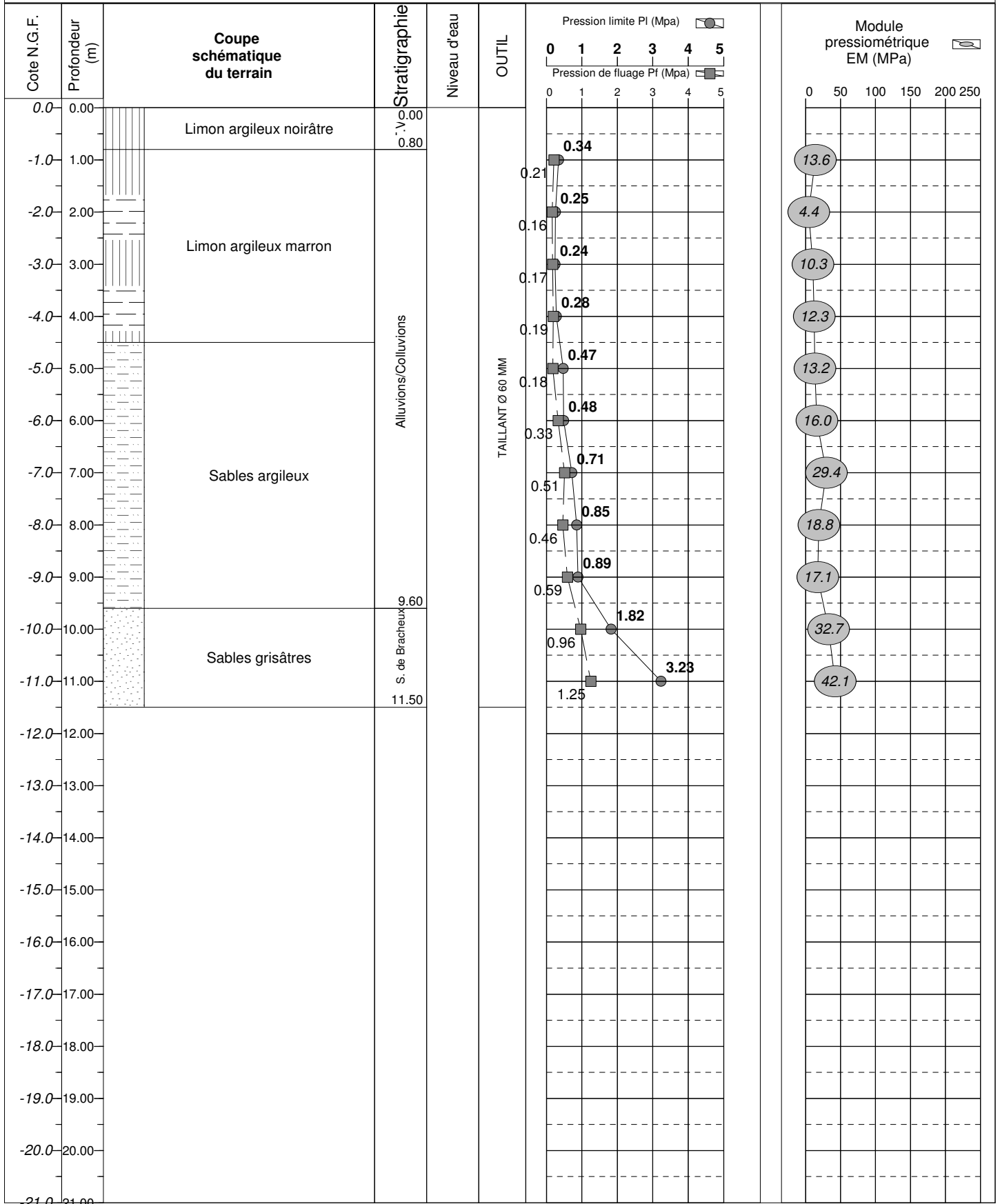
Type : **Sondage Pressiométrique**

Client : **Entente OISE AISNE**  
Etude : **Barrage de BEAUGIES-SOUS-BOIS (60)**

Z :                                      Date : **18/09/2015**  
X :                                      Début : **0.00 m**  
Y :                                      Fin : **11.50 m**  
Echelle : **1 / 100**  
Remarque : Machine: **EMCI 45**

Affaire N° : **C 15.8013**

Page: **1 / 1**



# BEAUGIES-SOUS-BOIS (60)

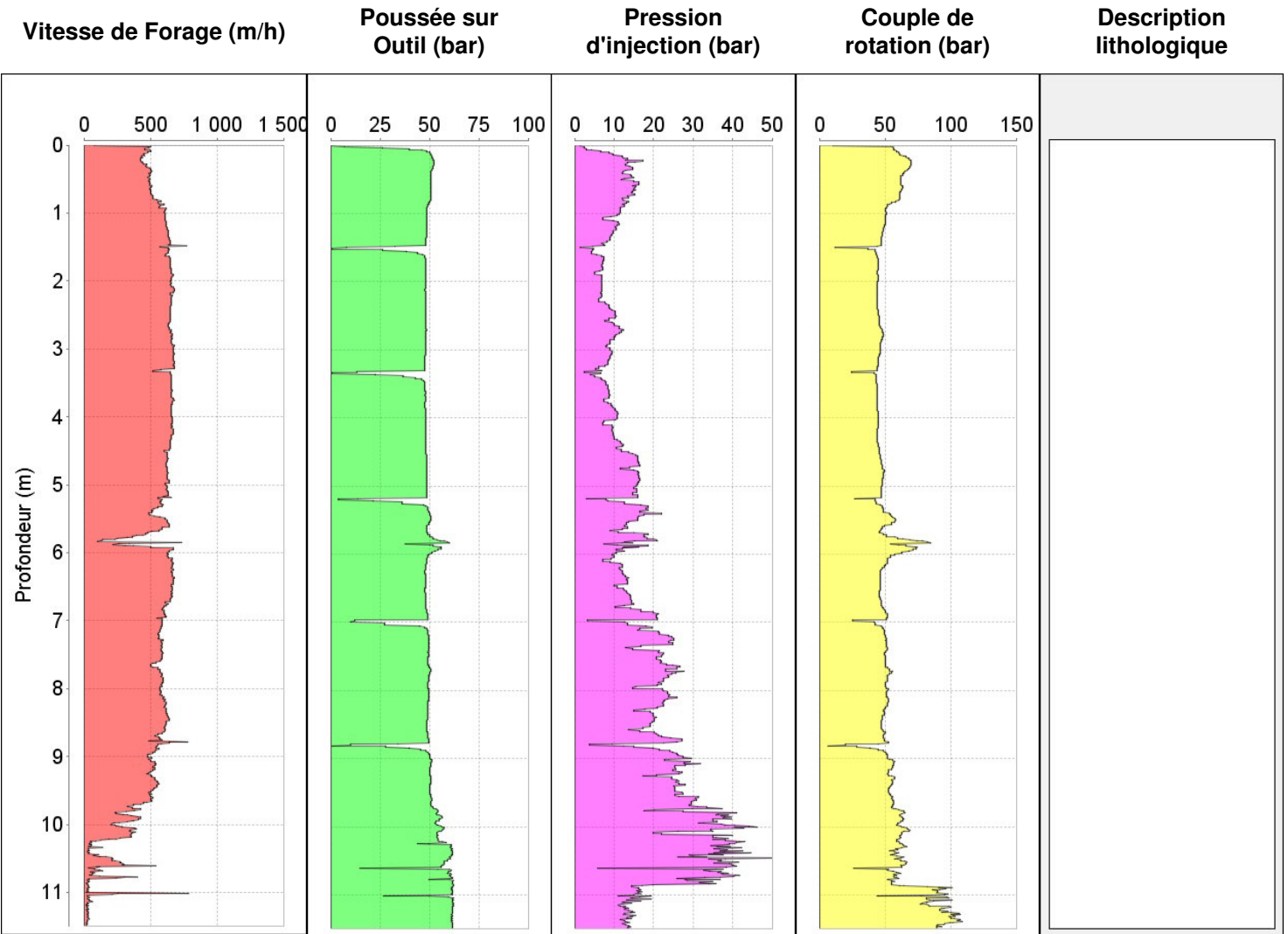
Echelle : 1 / 100



**SEMOFI**  
 868 rue des Voeux St Georges  
 94290 VILLENEUVE le ROI  
 tel : 01 49 61 11 88  
 fax : 01 49 61 11 99

<b>Nom du chantier :</b>	<b>Machine :</b> BE20-50
<b>Client :</b>	
<b>Numéro contrat :</b> C15-8013	
	<b>Outil :</b> Tricône
	<b>Fluide :</b> Benonite
	<b>Diamètre :</b> Ø60mm

<b>Forage :</b> SP 1	<b>Jour de début :</b> 18/09/2015	<b>Prof. Forée :</b> 11,50
<b>X :</b> 0,00	<b>Y :</b> 0,00	<b>Z :</b> 0,00



# BEAUGIES-SOUS-BOIS (60)

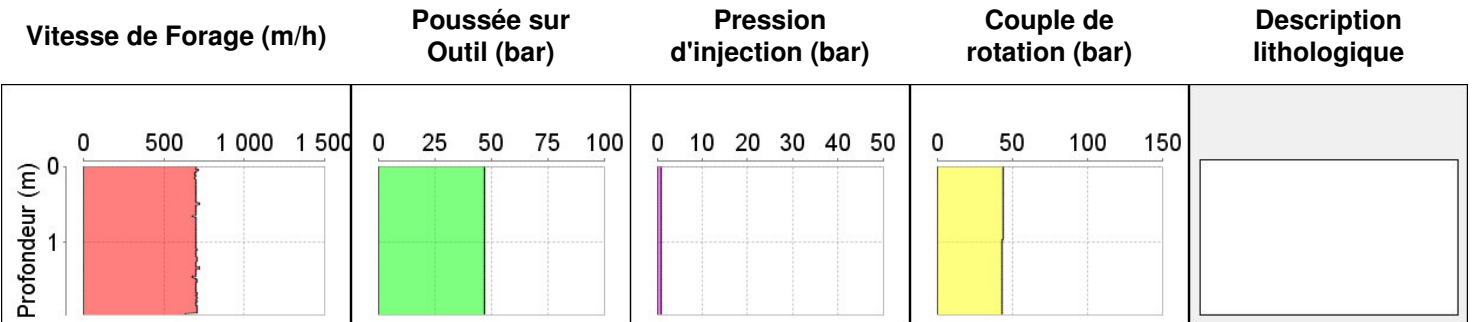
Echelle : 1 / 100



**SEMOFI**  
 888 rue des Voeux St Georges  
 94290 VILLENEUVE le ROI  
 tel : 01 49 81 11 88  
 fax : 01 49 81 11 99

<b>Nom du chantier :</b> <b>Client :</b> <b>Numéro contrat :</b> C15-8013	<b>Machine :</b> BE20-50 <b>Outil :</b> Tricône <b>Fluide :</b> Benonite <b>Diamètre :</b> Ø60mm
---	---

<b>Forage :</b> SP 1 ET	<b>Jour de début :</b> 18/09/2015	<b>Prof. Forée :</b> 1,96
<b>X :</b> 0,00	<b>Y :</b> 0,00	<b>Z :</b> 0,00





## **ANNEXE 6**

# **COUPE DES SONDAGES A LA PELLE** **MECANIQUE**









**ANNEXE 7**

**RESULTATS DES ESSAIS EN**  
**LABORATOIRE**



**Essai de cisaillement rectiligne  
Cisaillement direct  
réalisé selon la norme NF P 94-071-1**

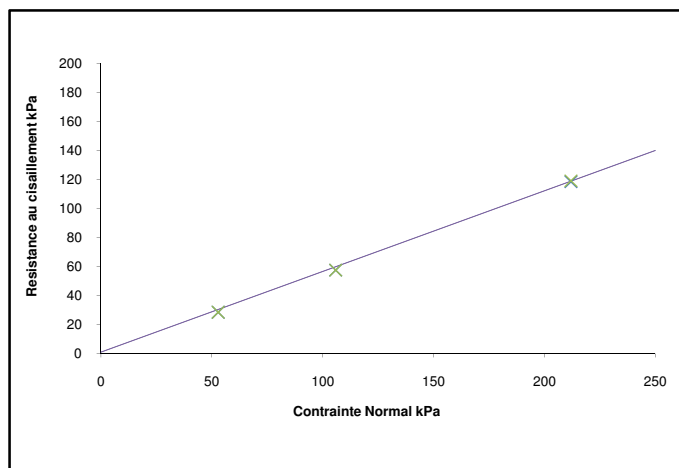
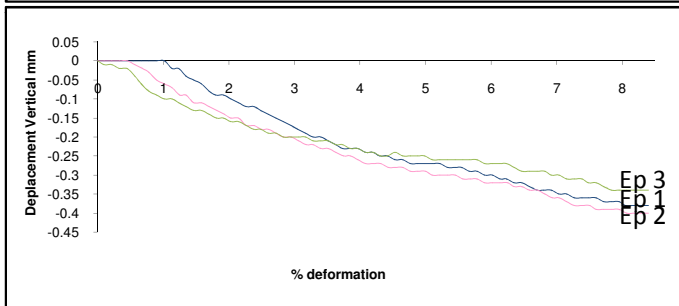
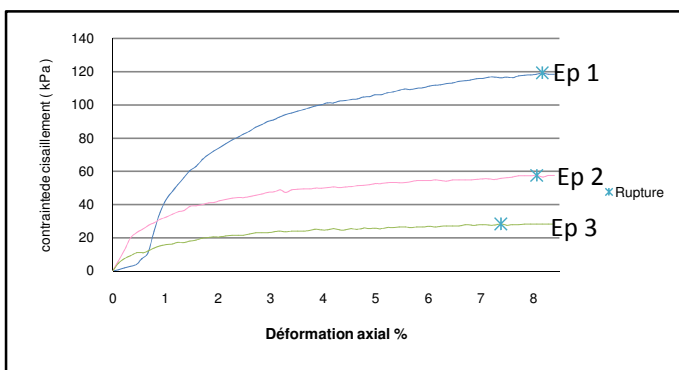
**Site de prélèvement**     **Beaugies sous Bois**  
**N° de Sondage**         **SC 01**  
**Profondeur (m)**        **2.6 - 2.8 m**  
 **$\sigma'_{v0}$  (kPa)**             **54**  
**Prélèvement effectué par**     GeoSond  
**Condition de conservation**     Gaine PVC

**Société Semofi**  
**Vos références dossier**        C15-8013  
**Nos références dossier**        S15-4617  
**Date de réception**                     5-oct.-15  
**Date de réalisation de l'essai**     5-oct.-15  
**Opérateur:**     LAK + MAL

**Nature de l'échantillon :**     **Sable limoneux marron ferme**

**Observations de prélèvement / Réception**

Caracteristiques des éprouvettes				
Valeur initiales	1	2	3	4
$H_0$ (mm)	20	20	20	
$D_0$ (mm)	60	60	60	
Wini (%)	20.13	20.13	20.13	
ei	0.691	0.7	0.697	
Sr (%)	77	76	77	
$\gamma_h$ (T/m <sup>3</sup> )	1.88	1.87	1.88	
$\gamma_d$ (T/m <sup>3</sup> )	1.57	1.56	1.56	
$\gamma_s$ estimé (T/m <sup>3</sup> )	2.65	2.65	2.65	
Contrainte normale (kPa)	212	106	53	
Après Consolidation				
t100 (min)	2.4	1.1	1	
$\gamma_d$ (T/m <sup>3</sup> )	1.78	1.66	1.59	
Après Cisaillement				
Wf (%)	18.78	22.51	25.26	
ei	0.49	0.593	0.669	
Sr (%)	100	100	100	
$\tau_{r,p}$ (kPa)	119.2	57.6	28.3	
Deformation pic (%)	8.167	8.067	7.383	
$\tau_{r,f}$ (kPa)	118.5	57.6	28.3	
Deformation final (%)	8.4	8.4	8.4	



Resultats	$C'$ (kPa)		$\phi'$ (°)	
	$C'_p$	$C'_f$	$\Phi'_p$	$\Phi'_f$
	1	1	29.1	29.1

**Remarques :**

Nota : Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doit être effectuée par une ingénierie compétente.

**Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le :**                     26-oct.-15

Daniel AVRIL  
Responsable des essais

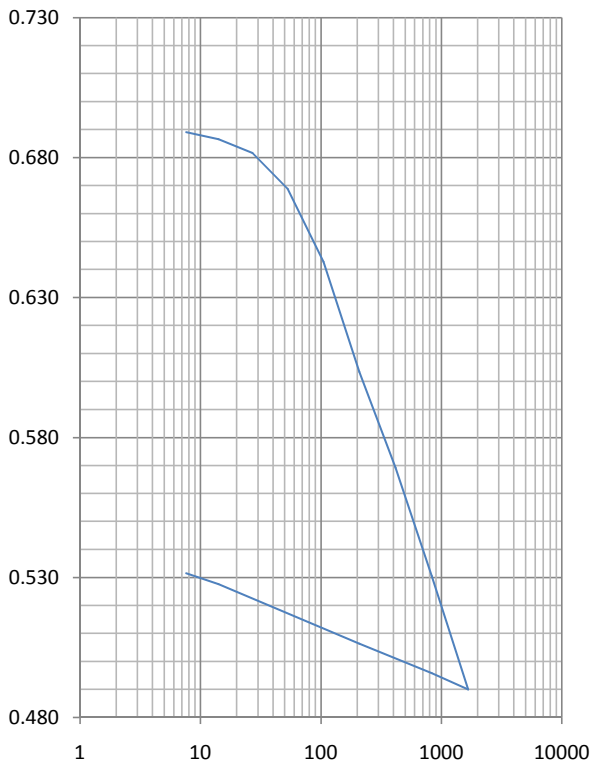
Jérôme GARCIA  
 Responsable Laboratoire



**Essai de compressibilité sur sols fins saturés avec chargement par paliers  
réalisé selon la norme NF P 94-090-1**

<b>Site de prélèvement</b>	<b>Beaugies Sous Bois</b>	<b>Société</b>	<b>Semofi</b>
<b>N° de Sondage</b>	<b>SC 01</b>	<b>Vos références dossier</b>	C15-8013
<b>Profondeur (m)</b>	<b>2.6 - 2.8 m</b>	<b>Nos références dossier</b>	S15-4617
<b><math>\sigma'_{v0}</math> (kPa)</b>	<b>54</b>	<b>Date de réception</b>	5-oct.-15
<b>Prélèvement effectué par</b>	<b>GeoSond</b>	<b>Date de réalisation de l'essai</b>	6-oct.-15
<b>Condition de conservation</b>	<b>Gaine PVC</b>	<b>Opérateur:</b>	<b>MAL + LAK</b>
<b>Nature de l'échantillon :</b> Sable limoneux marron ferme			
<b>Observations de prélèvement / Réception</b>			

Caractéristique de l'éprouvette	Avant essai	Après essai
Diamètre ( mm )	70	70
Hauteur ( mm )	20	18.138
$\gamma_d$ ( T/m <sup>3</sup> )	1.57	1.73
$\gamma_s$ ( T/m <sup>3</sup> ) Estimé	2.65	
W ( % )	20.13	20.09
Sr ( % )	77.5	100.0



Date	$\sigma_v$ kPa	$\Delta h$ mm	e	Eoed Mpa
6-oct.	0	0.000	0.689	
	7.6	-0.005	0.689	
	14.1	0.025	0.687	4.45
	27	0.083	0.682	3.42
	53	0.235	0.669	3.38
	105	0.543	0.643	4.46
	208.9	1.009	0.603	10.24
	416.8	1.415	0.569	18.20
	832.6	1.872	0.531	34.57
	1664.1	2.353	0.490	241.01
21-oct.	832.6	2.284	0.496	
	208.9	2.159	0.506	
	14.1	1.907	0.528	
	7.6	1.862	0.531	

Résultats	
Coefficient de Consolidation	
$\sigma_v$ en kPa	Cv en 10 <sup>-6</sup> m <sup>2</sup> /s
de 208.9 à 416.8	0.34
de 416.8 à 832.6	0.72
de 832.6 à 1664.1	0.80
Caractéristiques de compressibilité	
ei	0.69
e0	-
$\sigma'_{v0}$ kPa	54.00
$\sigma'_p$ kPa	<b>56.00</b>
Indice de compression Cc	<b>0.14</b>
Indice de décompression Cs	<b>0.019</b>

**Remarque :**  
**Essai réalisé conformément au paragraphe 6.3.1.2 - Gonflement de l'éprouvette à la mise en eau -**

Nota : Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doit être effectuée par une ingénierie compétente

**Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le :** 26-oct.-15

Daniel AVRIL  
Responsable des essais

Jérôme GARCIA  
Responsable Laboratoire



S15-4616



Description des sondages

NF EN ISO 14688-1

Site de prélèvement	Beaugies sous Bois	Date de réalisation de l'essai:	06/10/2015
N° de Sondage	SC1	Opérateur:	LAK
Profondeur (m)	2,0 - 3,0	Condition de conservation:	EI
Date du prélèvement	Semaine 37	Observation de prélèvements / Réceptions:	
Prélèvement effectué par	SEMOFI	Observation pendant la réalisation de l'essai:	
Société	SEMOFI		
Vos références dossier	C15-8013		
Nos références dossier	S15-4616		
Date de réception du dossier	05/10/2015		

**Faciès I** de 2,0 à 3,0 m Description Sable fin limoneux, marron, ferme



*[Handwritten signature]*



**Identification GTR**  
Selon la norme  
**NF P 94-050/56/68**

PV 47414

Site de prélèvement	Beaugies sous Bois	Société	SEMOFI
N° de Sondage	FP1	Vos références dossier	C15-8013
Profondeur (m)	1,0 - 2,0	Nos références dossier	S15-4616
Date du prélèvement	Semaine 37	Date de réception du dossier	05/10/2015
Prélèvement effectué par	SEMOFI	Date de réalisation de l'essai	09/10/2015
Condition de conservation	sac	Opérateur:	AGJ

**Observation de prélèvements / Réceptions**

Argile calcaire, verte / ocre, plastique avec graves de calcaire - Dmax : 40 mm

**Température d'étuvage de la prise d'essai en °C:** 50

Les résultats suivants s'appliquent à la détermination de la teneur en eau pondérale effectuée à partir d'un échantillon intact, remanié ou reconstitué, de tous sols et de tous les matériaux cités de la NF P 11-300. La teneur en eau est un paramètre d'état qui permet d'approcher certaines caractéristiques mécaniques et d'apprécier la consistance d'un sol fin.

w% = 21,8%

La valeur de bleu de méthylène (VBS) constitue un paramètre d'identification qui mesure globalement la quantité et l'activité de la fraction argileuse contenue dans un sol ou un matériau rocheux. Cette valeur est rapportée directement à la surface spécifique des particules constituant le sol, laquelle est avant tout régie par l'importance et l'activité des minéraux argileux présents dans la fraction fine du sol.

La Fraction 0/5mm de sol mesurée sur la fraction 0/50mm est de : 0,91

**La VBS retenue pour la fraction 0/50mm est de :** 3,78 *en grammes de Bleu pour 100g de sol sec.*

Ce présent document s'applique à la description des sols en vue de leur classification, à la détermination des classes granulométriques et à la vérification des classes granulométriques imposées. L'essai contribue à apprécier les qualités drainantes et la sensibilité à l'eau de leurs matériaux ainsi que leurs aptitudes au compactage.

<b>Diamètre du Tamis en mm</b>	50	20	5	2	0,08
<b>% Tamisats Cumulés</b>	100%	95%	91%	90%	77%

Nota: Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente. iw:

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le : 21-oct.-15

Daniel AVRIL  
Responsable des essais

Jérôme GARCIA  
Responsable Laboratoire



Masse volumique des sols fin en laboratoire  
selon la norme  
NF P 94-053 Méthode par pesée hydrostatique

PV 47415

Site de prélèvement	Beaugies sous Bois	Société	SEMOFI
N° de Sondage	FP1	Vos références dossier	C15-8013
Profondeur (m)	1,0 - 2,0	Nos références dossier	S15-4616
Date du prélèvement	Semaine 37	Date de réception du dossier	05/10/2015
Prélèvement effectué par	SEMOFI	Date de réalisation de l'essai	12/10/2015
Condition de conservation	sac	Opérateur:	AGJ

**Observation de prélèvements / Réceptions**

Argile calcaire, verte / ocre, plastique avec graves de calcaire - Dmax : 40 mm

Cet essai s'applique à la détermination de la masse volumique d'un échantillon prélevé sur site dans le sol en place ou dans un remblai ou préparé en laboratoire.

	<b>Essai</b>
<b>P</b> de l'échantillon (t/m <sup>3</sup> ):	2,00

	<b>Essai</b>
<b>P<sub>sec</sub></b> de l'échantillon t/m <sup>3</sup>	1,65

	<b>Essai</b>
<b>Teneur en eau (w%)</b>	21,8%

**Observation pendant la réalisation de l'essai:**

Nota: Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente.  $\rho_w$ : 1,000

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le : 21-oct.-15

Daniel AVRIL  
Responsable des essais

Jérôme GARCIA  
Responsable Laboratoire



**Identification GTR**  
Selon la norme  
**NF P 94-050/56/68**

PV 47416

Site de prélèvement	Beaugies sous Bois	Société	SEMOFI
N° de Sondage	FP3	Vos références dossier	C15-8013
Profondeur (m)	1,0 - 2,0	Nos références dossier	S15-4616
Date du prélèvement	Semaine 37	Date de réception du dossier	05/10/2015
Prélèvement effectué par	SEMOFI	Date de réalisation de l'essai	09/10/2015
Condition de conservation	sac	Opérateur:	AGJ

**Observation de prélèvements / Réceptions**

Argile très sableuse et calcaire, marron, plastique

**Température d'étuvage de la prise d'essai en °C:** 50

Les résultats suivants s'appliquent à la détermination de la teneur en eau pondérale effectuée à partir d'un échantillon intact, remanié ou reconstitué, de tous sols et de tous les matériaux cités de la NF P 11-300. La teneur en eau est un paramètre d'état qui permet d'approcher certaines caractéristiques mécaniques et d'apprécier la consistance d'un sol fin.

**w% =** 24,0%

La valeur de bleu de méthylène (VBS) constitue un paramètre d'identification qui mesure globalement la quantité et l'activité de la fraction argileuse contenue dans un sol ou un matériau rocheux. Cette valeur est rapportée directement à la surface spécifique des particules constituant le sol, laquelle est avant tout régie par l'importance et l'activité des minéraux argileux présents dans la fraction fine du sol.

La Fraction 0/5mm de sol mesurée sur la fraction 0/50mm est de : 1,00

**La VBS retenue pour la fraction 0/50mm est de :** 2,42 *en grammes de Bleu pour 100g de sol sec.*

Ce présent document s'applique à la description des sols en vue de leur classification, à la détermination des classes granulométriques et à la vérification des classes granulométriques imposées. L'essai contribue à apprécier les qualités drainantes et la sensibilité à l'eau de leurs matériaux ainsi que leurs aptitudes au compactage.

<b>Diamètre du Tamis en mm</b>	50	20	5	2	0,08
<b>% Tamisats Cumulés</b>	100%	100%	100%	100%	66%

Nota: Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente. iw:

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le :

21-oct.-15

Daniel AVRIL  
Responsable des essais

Jérôme GARCIA  
Responsable Laboratoire



Masse volumique des sols fin en laboratoire  
selon la norme  
NF P 94-053 Méthode par pesée hydrostatique

PV 47417

Site de prélèvement	Beaugies sous Bois	Société	SEMOFI
N° de Sondage	FP3	Vos références dossier	C15-8013
Profondeur (m)	1,0 - 2,0	Nos références dossier	S15-4616
Date du prélèvement	Semaine 37	Date de réception du dossier	05/10/2015
Prélèvement effectué par	SEMOFI	Date de réalisation de l'essai	12/10/2015
Condition de conservation	sac	Opérateur:	AGJ

**Observation de prélèvements / Réceptions**

Argile très sableuse et calcaire, marron, plastique

Cet essai s'applique à la détermination de la masse volumique d'un échantillon prélevé sur site dans le sol en place ou dans un remblai ou préparé en laboratoire.

	Essai
<i>P</i> de l'échantillon (t/m <sup>3</sup> ):	1,94

	Essai
<i>P</i> sec de l'échantillon t/m <sup>3</sup>	1,57

	Essai
<i>Teneur en eau (w%)</i>	24,0%

**Observation pendant la réalisation de l'essai:**

Nota: Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente.  $i_w$ : 1,000

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le : 21-oct.-15

Daniel AVRIL  
Responsable des essais

Jérôme GARCIA  
Responsable Laboratoire

## **ANNEXE 8**

# **MISSIONS GEOTECHNIQUE**

**Tableau 1 — Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique**

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

**Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique**

<p>L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.</p>
<p><b>ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)</b></p> <p>Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases :</p> <p><u>Phase Étude de Site (ES)</u></p> <p>Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisnants avec visite du site et des alentours.</li> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.</li> </ul> <p><u>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).</li> </ul>
<p><b>ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)</b></p> <p>Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases :</p> <p><u>Phase Avant-projet (AVP)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisnants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.</li> </ul> <p><u>Phase Projet (PRO)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisnants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.</li> </ul> <p><u>Phase DCE / ACT</u></p> <p>Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).</li> <li>— Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.</li> </ul>



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

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

**ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)**

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

Phase Étude

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

Phase Suivi

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

**SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)**

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

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

**DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)**

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

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



## ENTENTE OISE AISNE

11, rue Guynemer  
60200, Compiègne

---

**Sondage géotechnique dans le cadre de l'aménagement de trois ouvrages  
écrêteurs des crues de la Verse,**

**Pièce n°3 – Barrage de Berlancourt**

Rue Georges Dehan à Berlancourt (60)

**Rapport d'étude géotechnique de conception phase  
avant - projet  
Mission G2 phase AVP**

Dossier : C15-8013			Pièce n°3		
Indice	Date	Observations - Modifications	Etabli par	Vérifié par	Approuvé par
A	16/12/2015	Diffusion après contrôle interne. Correction p16 et p17	M F. LABAT	Mme K. LEBAS	Mme C. GARCIA
A	20/11/2015	Diffusion après contrôle interne.	M F. LABAT	M C. CASADO	Mme C. GARCIA
0	20/11/2015	Contrôle interne - relecture.	M F. LABAT	M C. CASADO	-

Nombre de pages :	29	Nombre d'annexes :	8
-------------------	----	--------------------	---

# Sommaire

<b>1</b>	<b>Généralité .....</b>	<b>3</b>
1.1	Définition de l'opération.....	3
1.2	Descriptif du contexte et caractéristiques générales du projet .....	4
1.3	Documents fournis .....	5
<b>2</b>	<b>Enquête documentaire et de site préalable .....</b>	<b>5</b>
2.1	Documents de base .....	5
2.2	Contexte géographique et géomorphologique .....	6
2.3	Contexte historique sommaire .....	6
2.4	Contexte géologique .....	7
2.5	Contexte hydrogéologique .....	8
2.6	Aléas géotechniques.....	9
2.6.1	Cavités .....	9
2.6.2	Mouvement de terrain .....	10
2.6.3	Inondations.....	10
2.6.4	Risque Sismique .....	11
<b>3</b>	<b>Investigations géotechniques .....</b>	<b>12</b>
3.1	Généralités.....	12
3.2	Résultats des investigations in situ .....	13
3.3	Résultats des essais en laboratoire .....	17
3.3.1	Identification GTR.....	17
3.3.2	Essai de cisaillement.....	17
3.3.3	Essai œdométrique .....	18
3.4	Piézométrie .....	18
<b>4</b>	<b>Analyse et recommandations géotechniques .....</b>	<b>19</b>
4.1	Etude de site .....	19
4.1.1	Modèle géotechnique .....	19
4.1.2	Profil géotechnique au droit du tracé principale.....	20
4.1.3	Profil géotechnique au droit de la variante 1 .....	21
4.1.4	Profil géotechnique au droit de la variante 2 .....	22
4.2	Recommandations générales concernant l'ouvrage .....	23
4.2.1	Nature de l'ouvrage .....	23
4.2.2	Aléas géotechniques associés aux tracés.....	23
4.2.3	Réutilisation des matériaux du site en remblais constitutifs de l'ouvrage .....	23
4.3	Ebauche dimensionnelle de l'ouvrage.....	24
4.3.1	Etude de la fondation .....	24
4.3.2	Pente des parements .....	26
4.3.3	Stabilité hydraulique .....	26
4.4	Principes de terrassement .....	27
4.4.1	Conditions de terrassement.....	27
4.4.2	Stabilité de la fouille .....	27
4.4.3	Réalisation du remblai.....	27
4.4.4	Traficabilité en phase chantier :.....	28
4.5	Discussion sur les incertitudes géotechniques.....	28
4.6	Avoisinants et remarques générales.....	29

**Annexe n°1** : Plan de situation

**Annexe n°2** : Schéma d'implantation des investigations

**Annexe n°3** : Description des techniques de sondage

**Annexe n°4** : Coupes des sondages carottés

**Annexe n°5** : Coupes des sondages pressiométriques

**Annexe n°6** : Coupes des sondages à la pelle mécanique

**Annexe n°7** : Résultats des essais de laboratoire

**Annexe n°8** : Missions géotechniques

# 1 GENERALITE

## 1.1 Définition de l'opération

Références	Désignations
Devis : P15-14259 Commande : Notification du 24 juillet 2015 Demandeur : ENTENTE OISE AISNE Mandataire : SEMOFI	Projet : Barrage de Berlancourt Lieu : Parcelles agricoles proche de la rue Georges Dehan à Berlancourt (60)
Définition de l'étude géotechnique	Missions de SEMOFI
<p><b>Caractéristiques générales :</b> Création d'un barrage écrêteur de crue sur le cours de la Verse, sur la commune de Berlancourt (60)</p> <p><b>Objectifs :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Définir un programme d'investigations géotechniques ; suivre et contrôler son exécution,</li> <li>- Fournir une synthèse des investigations géotechniques,</li> <li>- Proposer, le cas échéant, à la suite de l'étude de site, un programme d'investigations complémentaires,</li> <li>- Compléter la synthèse géotechnique de l'étude géotechnique préalable (G1),</li> <li>- Définir les ouvrages géotechniques au stade avant-projet,</li> <li>- Identifier les contraintes liées aux phases provisoires de travaux,</li> <li>- Assurer la cohérence de l'ensemble des données collectées et réduire les incertitudes et risques géotechniques,</li> </ul> <p>RQ : Une ébauche dimensionnelle est établie à partir des résultats de la phase AVP d'une étude géotechnique de conception (G2). Elle donne des ordres de grandeur des caractéristiques dimensionnelles envisageables, ainsi qu'un premier aperçu des sujétions géotechniques d'exécution. Elle ne permet pas le dimensionnement d'un projet.</p>	<p><b>Etude géotechnique de conception G2 Phases AVP (NF 94-500 de novembre 2013)</b></p> <p><b>Enquête documentaire et de site préalables :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Caractériser le cadre géotechnique du site,</li> <li>- Identifier l'existence d'avoisinants.</li> </ul> <p><b>Investigations géotechniques :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Définir, suivre des investigations géotechniques et interpréter leurs résultats,</li> </ul> <p><b>Etude de site (Phase ES) :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Définir le modèle géologique préalable du site et les principales caractéristiques géotechniques,</li> <li>- Fournir une première identification des risques géotechniques majeurs,</li> <li>- Donner certaines recommandations et dispositions constructives relative au projet de réhabilitation.</li> </ul> <p><b>Principes généraux de construction (Phase PGC) :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fournir les hypothèses géotechniques (première approche de la zone d'influence géotechnique ZIG, terrassements, amélioration de sol),</li> <li>- Fournir certains principes généraux de construction des ouvrages géotechniques,</li> </ul> <p><b>Etude géotechnique d'avant-projet (AVP) :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Préciser et actualiser le contexte géotechnique, le modèle géologique, et les principales caractéristiques géotechniques des couches de sol,</li> <li>- Affiner, en fonction de l'ouvrage projeté, les risques géotechniques, et proposer des mesures adaptées pour réduire les risques géotechniques importants en cas de survenance,</li> <li>- Par type d'ouvrage géotechnique :             <ul style="list-style-type: none"> <li>x Affiner la zone d'influence géotechnique (ZIG),</li> <li>x Donner le ou les principes constructifs envisageables,</li> <li>x Fournir une ébauche dimensionnelle.</li> </ul> </li> <li>- Préciser les incertitudes géotechniques qui subsistent quant à la connaissance du site, Préciser les types d'investigations envisageables pour réduire les incertitudes et risques géotechniques.</li> </ul>

## 1.2 Descriptif du contexte et caractéristiques générales du projet

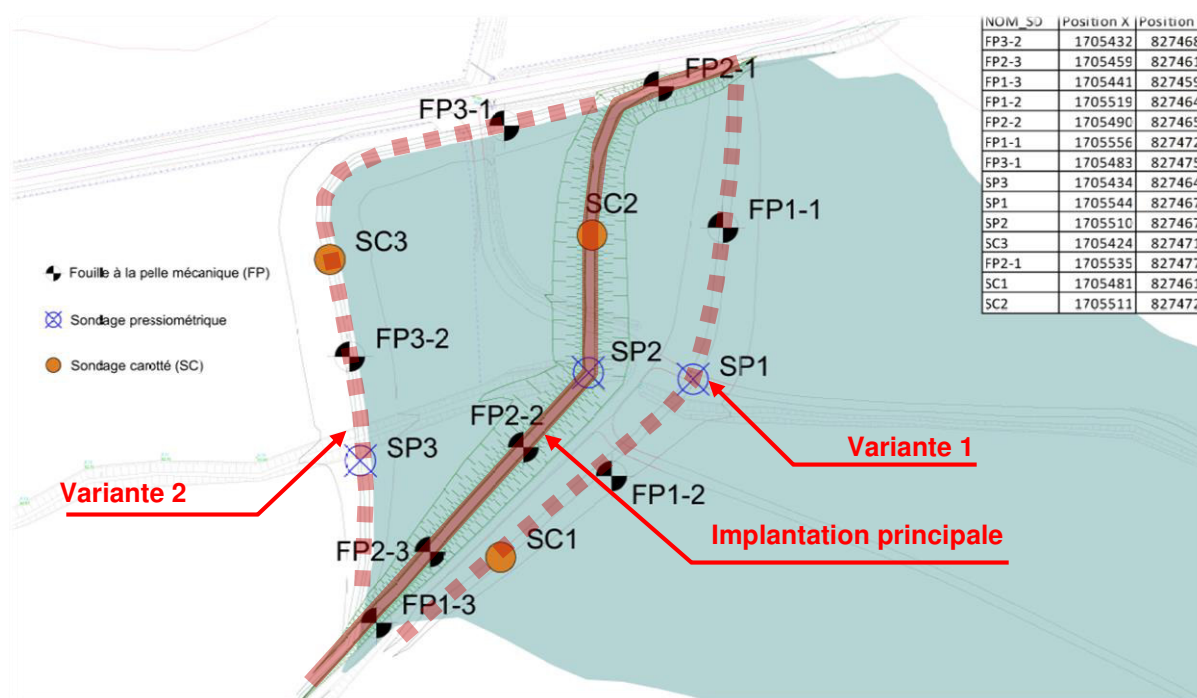
Dans le cadre d'un projet de lutte contre les inondations, l'Entente interdépartementale Oise-Aisne souhaite étudier la création d'un ouvrage écreteur de crue sur la commune de Berlancourt (60).

Il est envisagé la création d'un barrage en remblai barrant le cours de la Verse.

Les caractéristiques de l'ouvrage projeté sont les suivantes :

- Barrage insubmersible perpendiculaire à la vallée,
- Pertuis de 0,25 m<sup>2</sup> d'ouverture sur le lit mineur,
- Hauteur maximale : 4,8 m (hauteur d'eau maximale derrière la digue = 3,5 m + revanche de 1,3 m),
- Pente des talus : 3H/1V,
- Capacité maximale de la zone de rétention amont : 233 000 m<sup>3</sup>.

La localisation et la géométrie précise de l'ouvrage n'est pas encore arrêtée. Notre étude gardera donc un caractère général. Trois implantations sont envisagées, un emplacement principal et deux variantes.



Localisation envisagée de l'ouvrage – Extrait du plan d'implantation réalisé par ANTEA

### 1.3 Documents fournis

Les documents qui nous ont été transmis dans le cadre de cette étude sont les suivants :

PLANS FOURNIS			
Auteur	Référence	Date	Information
ANTEA	CCTP	-	Objectifs de l'étude
	Vue en plan des sondages à l'échelle 1/1000	13/08/2015	Localisation de la zone d'étude et des sondages

## 2 ENQUETE DOCUMENTAIRE ET DE SITE PREALABLE

### 2.1 Documents de base

CARTES			
Auteur	Référence	Echelle	Information
BRGM	Carte géologique de la France, feuille de Chauny n°82	1/50 000	Informations relatives au contexte géologique et hydrogéologique du secteur.
PORTAILS / SITES INTERNET			
Organisme	Adresse web	Informations	
MEEDDM	<a href="http://www.prim.net">www.prim.net</a>	Informations relatives à la prévention des risques majeurs.	
IGN/ BRGM	<a href="http://www.geoportail.fr">www.geoportail.fr</a>	Carte topographique actuelle. Cartes anciennes	
BRGM	<a href="http://infoterre.brgm.fr">infoterre.brgm.fr</a>	portail géomatique d'accès aux données géoscientifiques du BRGM : cartes géologiques, dossiers de la Banque de données du Sous-Sol, cartes des risques naturels et industriels, données sur les eaux souterraines...	
BRGM	<a href="http://www.georisques.gouv.fr">www.georisques.gouv.fr</a>	Informations relatives à l'aléa retrait-gonflement des sols argileux.	
		Informations relatives aux mouvements de terrains (glissement, chute, éboulement, effondrement, coulée, érosion).	
		Informations relatives aux cavités souterraines abandonnées en France métropolitaine "hors mines".	
DREAL Picardie	<a href="http://www.picardie.developpement-durable.gouv.fr/">http://www.picardie.developpement-durable.gouv.fr/</a>	Informations relatives au risque d'inondation par remontée de nappe.	
ADES	<a href="http://www.ades.eaufrance.fr">www.ades.eaufrance.fr</a>	Informations relatives aux risques naturels et aux plus hautes eaux connues de la région Picardie	
		Banque nationale d'Accès aux Données sur les Eaux Souterraines	

## 2.2 Contexte géographique et géomorphologique

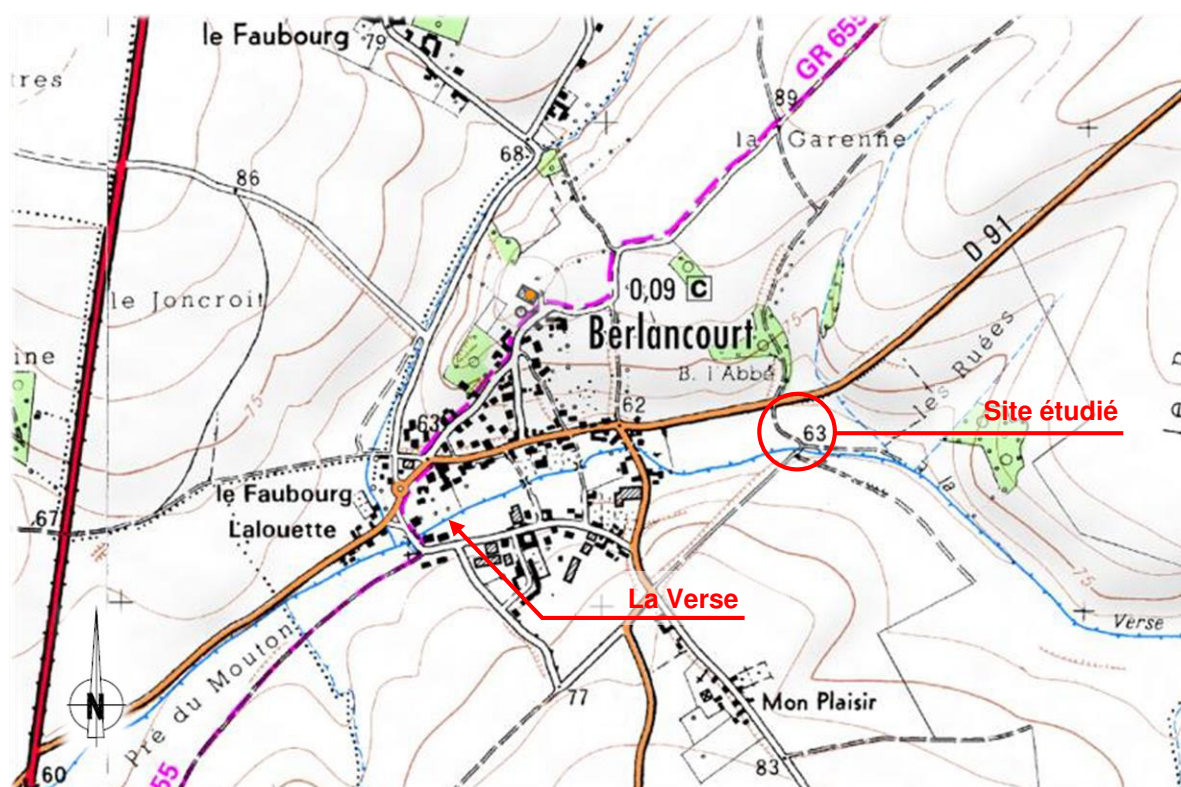
D'un point de vue géographique, le site étudié se trouve sur la commune de Berlancourt, dans le département de l'Oise (60).

De manière plus précise, le site étudié se trouve au Nord de Berlancourt, à proximité de la RD 91, en contexte rurale.

Le site étudié est occupé par des parcelles agricoles se trouvant dans l'axe de la vallée de la Verse.

Le site étudié se trouve en contexte de plaine alluviale de la Verse et possède une topographie en cuvette, le point bas étant constitué directement par le ruisseau. L'altitude du site est voisine de 60 à 65m NGF.

Localisation du site sur extrait de la carte IGN à l'échelle 1/25.000 :



Extrait de carte IGN au 1/25.000. *Source* : [www.geoportail.fr](http://www.geoportail.fr)

## 2.3 Contexte historique sommaire

L'étude des cartes anciennes et prises de vues aériennes du XXème siècle ne met pas en évidence d'activité particulière autre qu'agricole au niveau du site.

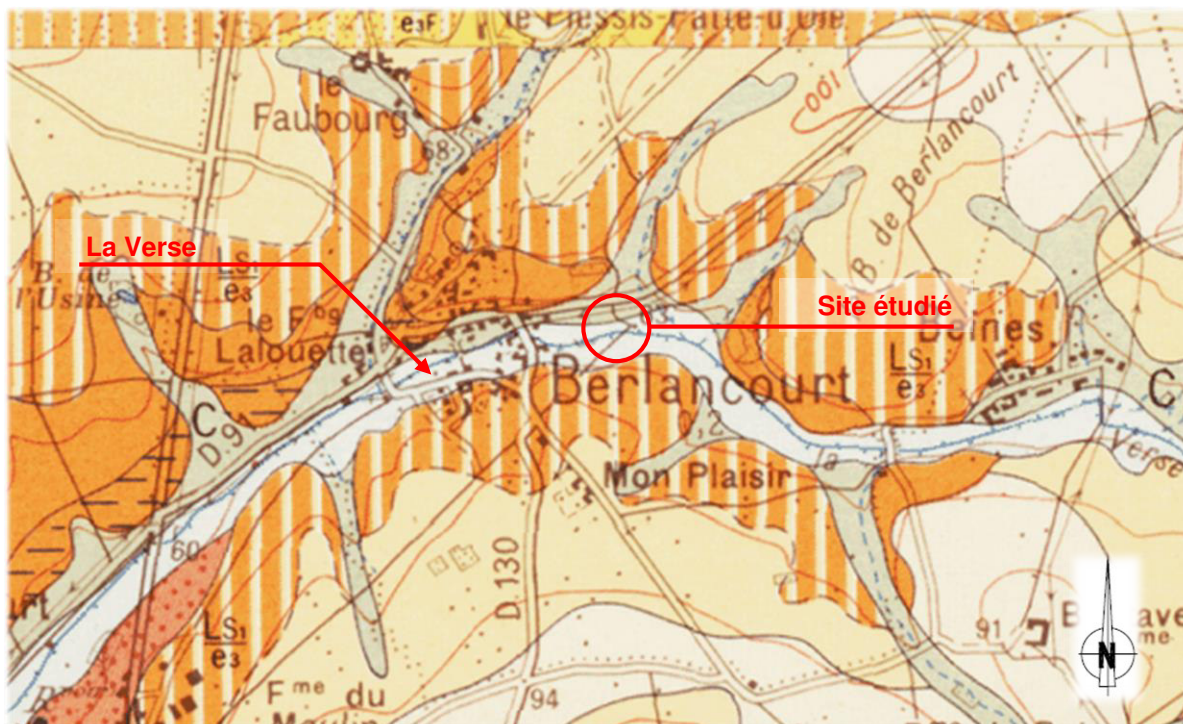
## 2.4 Contexte géologique

D'après notre connaissance du secteur et la carte géologique 1/50 000<sup>ème</sup> de Chauny, le site se localise au niveau de la plaine alluviale de la Verse.

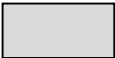
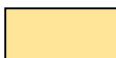


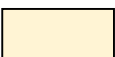

Dans le secteur, la Verse est venu entailler le substratum sédimentaire représenté par les Sables et argiles de l'Yprésien.

Les sommets des plateaux ainsi formés sont recouverts par un faciès d'altération limono-sableux. Sur les pentes, cette formation peut être retrouvée dans un état remanié sous la forme de colluvions.

En fond de vallée, sont attendues les Alluvions modernes, limon-argileuses, de la Verse en recouvrement du substratum sédimentaire sableux.



Extrait de carte géologique au 1/50.000, feuille de Chauny. *Source* : [www.infoterre.brgm.fr](http://www.infoterre.brgm.fr)

	<b>Fz : Alluvions modernes</b>		<b>e4a : Yprésien (Sables de Cuise)</b>
	<b>C : Colluvions</b>		<b>e3 : Argiles du Sparnacien</b>
	<b>Ls1 : Limons des Plateaux</b>		<b>e2c : Sable de Bracheux</b>

D'après la carte géologique au 1/50.000<sup>ème</sup> et notre connaissance du secteur, les terrains intéressés par le projet sont représentés par les formations géologiques suivantes (du haut vers le bas) :

### Remblais :

Ce sont des terrains d'origine anthropique, plus ou moins compacts, de nature diverse pouvant contenir des blocs anthropiques de différentes tailles. L'épaisseur de ces matériaux est susceptible de pouvoir varier rapidement compte tenu de l'histoire anthropique du site (bombardement pendant la guerre) et du caractère agricole du site.



**Alluvions modernes :**

Il s'agit de dépôts alluvionnaires représentés par un ensemble de matériaux limono-argileux à sableux, souvent riche en matière organique. Cette formation peut venir à incorporer des niveaux tourbeux, vaseux. Des surépaisseurs à relier au mode de dépôt lenticulaire des Alluvions Modernes sont possibles. Présente en domaine de plaine alluviale, cette formation sera susceptible d'être rencontrée en surface. Cette formation peut se retrouver en état sous consolidée.

**Colluvions :**

Il s'agit de matériaux remaniés issus de l'altération et du démantèlement des formations constituant les plateaux environnant (Argiles du sparnacien, Sables de Cuise, Limons des plateaux). Ces dépôts sont susceptibles d'être présents sur des épaisseurs très variables le long de la pente.

**Sables de Bracheux :**

Il s'agit de sables quartzeux, fins, très rarement fossilifères et de couleur grise à verdâtres. En tête de formation, ces sables pourront se présenter sous la forme d'un faciès blanchâtre. Leur épaisseur peut atteindre 8m.

**Craie Campanienne :**

Il s'agit d'une craie blanche à rognon de silex. Parfois, cette craie présente un faciès dolomitique jaunâtre.

***2.5 Contexte hydrogéologique***

D'après le contexte géologique au 1/50.000<sup>ème</sup>, nous pouvons nous attendre à rencontrer, au droit du site, les circulations d'eau et nappes suivantes :

**Circulations superficielles :**

Au droit du site, des circulations superficielles sont susceptibles de se produire dans les Remblais, les Colluvions de pente et les Alluvions modernes. Ces circulations, alimentées par l'impluvium peuvent générer des niveaux d'eau temporaires et anarchiques dans ces formations, en faveur des niveaux moins perméables. Ces circulations sont susceptibles de suivre des chemins préférentiels d'écoulement

**Nappe Alluviale :**

Les Alluvions modernes sont le siège de la nappe d'accompagnement de la Verse. Les eaux y circulent à la faveur d'une perméabilité d'interstice au niveau des horizons les plus sableux. Des poches et lentilles argileuses peuvent perturber leur écoulement. Ce niveau de nappe alluviale est probablement influencé par celui de la Verse à proximité et les conditions météorologiques locales.

L'aquifère constitué par les Alluvions modernes est susceptible de se prolonger dans les Sables de Bracheux perméables.

**Nappe du Cuisien :**

Sous les plateaux, les sables de Cuise forment un aquifère possédant une perméabilité de porosité et abritant une nappe. Dans le secteur, cette nappe est drainée par les vallées dont notamment celle de la Verse.

## 2.6 Aléas géotechniques

L'inventaire des aléas géotechnique répertoriés au niveau du site s'établit comme suit :

Risque	Type d'aléas	Etat	Commentaires	Source
Cavités	Carrières à ciel ouvert	Non concernée	-	Carte géologique au 1/50.000
	Carrières/cavités souterraines	Communes concernées	Présence d'anciennes carrières souterraines au niveau du bourg et sommets des plateaux	www.géorisques.gouv.fr Dossier départemental des risques majeurs de l'Oise
Mouvement de terrain	Affaissement et effondrement de terrain	Non concernée	-	www.géorisques.gouv.fr Dossier départemental des risques majeurs de l'Oise
	Retrait-gonflement des argiles	Aléa «faible»	Aléa faible en fond de vallée, en présence des alluvions	www.géorisques.gouv.fr Dossier départemental des risques majeurs de l'Oise
Inondations	Inondation et coulées de boue par ruissellement en secteur urbain	Site concerné	Dernier arrêté en date du 27/07/2007	www.prim.net Dossier départemental des risques majeurs de l'Oise
	Inondations par remontée de nappe	Sensibilité très forte	L'ouvrage, de par sa nature, se situe au niveau du lit mineur de la Verse	www.géorisques.gouv.fr Dossier départemental des risques majeurs de l'Oise
	Inondations par crue	Sensibilité très forte	L'ouvrage, de par sa nature, se situe au niveau du lit mineur de la Verse	www.géorisques.gouv.fr Dossier départemental des risques majeurs de l'Oise
Séisme	Sismique	Aléa «très faible»	Zone de sismicité 1 (très faible)	Zonage sismique de la France (version 2011).

### 2.6.1 Cavités

#### Carrières souterraines :

D'après le dossier départemental des risques majeurs de l'Oise, la commune de Berlancourt serait concernée par la présence d'anciennes carrières souterraines sur son territoire.

Il s'agit essentiellement d'anciennes marnières situées au niveau des plateaux et dans le centre bourg de la commune. Ces anciennes marnières ont été à l'origine d'effondrements sur la commune.

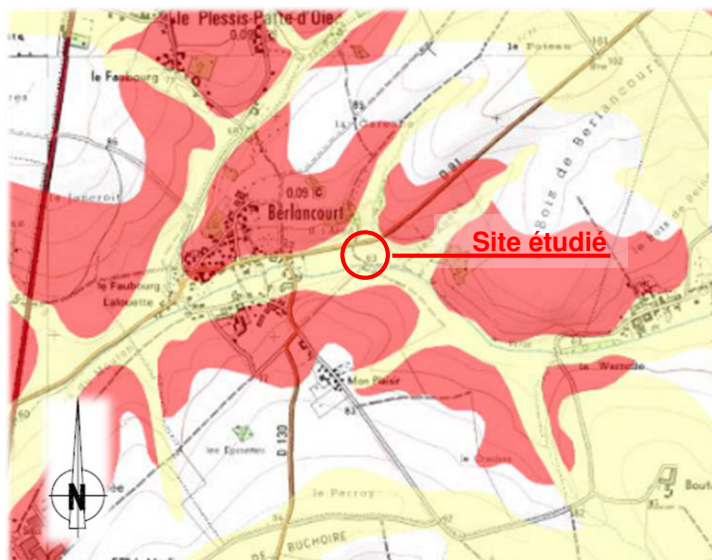
Compte tenu de sa position géographique et du contexte de fond de vallée, le site n'est certainement pas concerné par cette problématique.

### **2.6.2 Mouvement de terrain**

#### **Retrait gonflement des argiles :**

Au droit du site étudié sont attendus les Colluvions et/ou Alluvions modernes de la Verse. Il s'agit de matériaux limono-argileux, généralement peu sensibles au phénomène de retrait gonflement des argiles. Néanmoins, les colluvions étant susceptibles de remanier les Argiles du sparnacien, dont le comportement est attendu plastique, nous recommandons de rester vigilant vis-à-vis de ce phénomène.

Le BRGM cartographie l'aléa comme faible au niveau du site. Cette sensibilité est attendue comme pouvant s'accroître le long des pentes de part et d'autre de la vallée de la Verse en présence des Argiles du sparnacien.



*Cartographie de l'aléa retrait gonflement des argiles par le BRGM*

### **2.6.3 Inondations**

#### **Inondation et coulée de boue :**

D'après le dossier départemental de risque majeur de l'Oise (60), la commune de Berlancourt est concernée par ce phénomène.

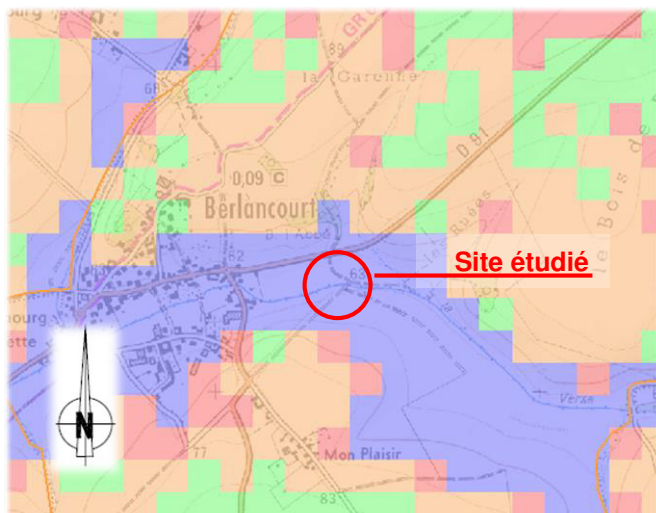
Le site étudié est d'autant plus sensible qu'il se situe en fond de vallée et à proximité d'un contexte de pente.

Le dernier arrêté de catastrophe naturelle concernant ce phénomène a été pris le 27/07/2007.

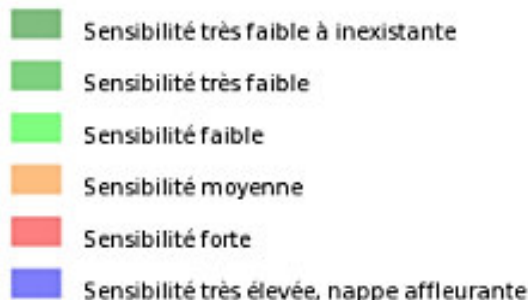
#### **Inondation par remontée de nappe :**

Nous rappelons que le site étudié est situé en domaine de plaine alluviale de la Verse et se positionne à proximité immédiate du lit mineur du ruisseau, inondable par définition.

Ainsi, d'après les informations recueillies auprès des services du BRGM, et le contexte géographique du site, il convient de considérer une sensibilité importante du site vis-à-vis d'un phénomène de remontée de nappe.



Cartographie de l'aléa inondation par remontée de nappe par le BRGM



### **Inondation par débordement direct :**

Un PPRi a été prescrit au niveau du bassin versant de la Verse le 26/12/2012. Celui-ci est toujours en cours d'élaboration au moment de la rédaction de notre rapport.

Le site étudié est d'autant plus sensible qu'il se situe en fond de vallée.

De par sa nature l'ouvrage est rendu inondable et a pour but de lutter contre les crues.

### **2.6.4 Risque Sismique**

Le zonage sismique français en vigueur depuis le 1er mai 2011 est défini dans les décrets n° 2010-1254 et 2010-1255 du 22 octobre 2010, et codifiés dans les articles R.563-1 à 8 et D.563-8-1 du Code de l'Environnement.

Ce zonage, reposant sur une analyse probabiliste de l'aléa, divise la France en 5 zones de sismicité, de 1 (sismicité très faible) à 5 (sismicité forte).

L'Oise et le site étudié se trouve en zone de sismicité 1 (très faible), aucune exigence y est spécifiée.

### 3 INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES

#### 3.1 Généralités

##### Investigations in situ :

Les investigations sur site ont été réalisées du 07/09 au 19/09/2015 et la profondeur de certains sondages a été adaptée par rapport à notre proposition P15-14259, afin de permettre la reconnaissance d'horizons résistants. Les investigations ont consistées en l'exécution des sondages et essais présentés dans le tableau suivant :

Sondage	Prof. (m)	Type	Machine	Essais	Prélèvement
SC1	5.0	Carotté	TEC 75	-	2-3m
SC2	5.0			-	2-3m
SC3	5.0			-	2-3m
SP1	10.6	Pressiométrique	BE 20-50	10 essais pressiométriques *	-
SP2	10.5			10 essais pressiométriques *	
SP3	25.0			10 essais pressiométriques *	
FP1-1	4.6	Fouille à la pelle mécanique	Pelle mécanique 14t	-	0-2m
FP1-2	4.8				0-2m
FP1-3	4.8				0-2m
FP2-1	4.8				0-2m
FP2-2	4.4				0-2m
FP2-3	4.4				0-2m
FP3-1	4.6				0-2m
FP3-2	4.8				0-2m

\* Essais pressiométriques réalisés tous les mètres à partir de 1m/TN

Les sondages ont été réalisés depuis la surface. La profondeur est exprimée depuis le niveau du terrain naturel au moment des investigations (m/TN). L'implantation des sondages figurent sur le plan d'implantation reporté en annexe n°2.

##### Investigations en laboratoire :

Les investigations en laboratoire réalisées sont conformes au programme proposé dans notre proposition P15-14259. Elles ont consistés en l'exécution des essais suivants :

Nom	Prof. (m)	Essais
SC1	2.6-2.8m	Essai œdométrique Essai de cisaillement rectiligne, consolidé drainé
SC2	2.5-2.7m	Essai œdométrique Essai de cisaillement rectiligne, consolidé drainé
SC3	2.6-2.8m	Essai œdométrique Essai de cisaillement rectiligne, consolidé drainé
FP1-1	1-2m	Identification GTR Masse volumique apparente
FP1-3	1-2m	Identification GTR Masse volumique apparente
FP2-1	1-2m	Identification GTR Masse volumique apparente
FP2-2	1-2m	Identification GTR Masse volumique apparente
FP3-1	1-2m	Identification GTR Masse volumique apparente
FP3-2	1-2m	Identification GTR Masse volumique apparente

### **3.2 Résultats des investigations in situ**

Les sondages destructifs et pressiométriques, de par le mode de foration, ne constituent pas une façon sûre de reconnaissance des faciès souterrains. Seul le mode par carottage permet cette reconnaissance précise. En fonction des indications fournies par le sondeur, nous vous proposons les coupes de sol décrites sur les coupes de sondage en annexe, et dans les tableaux en pages suivantes.

*Remarque : Dans nos analyses statistiques sur les valeurs pressiométriques mesurées, l'écart type, caractérise la répartition des pressions limites et des modules pressiométriques autour de la moyenne calculée et la dispersion indique si ces valeurs sont homogènes ou non.*

- **Faciès n°1 : Terre végétale/remblais**

<b>Description du faciès</b>														
<p>Les premiers matériaux rencontrés au niveau du site correspondent à un horizon de terre végétale limono-argileuse et riche en matière organique.</p> <p>Ponctuellement des matériaux en remblai ont été rencontrés (SC1 et SC2). Ils sont représentés par des limons marron à graviers et débris de brique jusque vers 0.8 à 1m/TN.</p> <p>Ces matériaux ont été rencontrés jusque vers 0.2 à 1.0m/TN au droit des sondages</p> <p>Compte tenu du caractère anthropique de ces matériaux et du contexte de parcelles agricoles, des variations brutales d'épaisseur non mises en évidence par nos sondages ponctuels ne sont pas à exclure.</p>														
<b>Profondeur / épaisseur</b>														
Tracé	Variante 1					Principale					Variante 2			
Sondages	FP1-1	SP1	FP1-2	SC1	FP1-3	FP2-1	SC2	SP2	FP2-2	FP2-3	FP3-1	SC3	FP3-2	SP3
Toit (m/TN)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Base (m/TN)	0.4	0.3	0.4	0.8	0.2	0.2	1.0	0.2	0.3	0.5	0.2	0.6	0.2	0.2
ép. (m)	0.4	0.3	0.4	0.8	0.2	0.2	1.0	0.2	0.3	0.5	0.2	0.6	0.2	0.2
ép. Moy. (m)	0.4													
<b>Caractéristiques mécaniques pressiométriques</b>														
Aucun essai pressiométrique réalisé au sein de ces matériaux														
<b>Commentaires géotechniques</b>														
<p>La signature paramétrique de ces matériaux se caractérise par une vitesse d'avancement importante.</p> <p>Compte tenu de la faible épaisseur de ces matériaux, aucun essai pressiométrique n'y a été réalisé. Néanmoins, des caractéristiques mécaniques globalement faibles et hétérogènes sont attendues au sein de ces matériaux.</p> <p>Au sein des remblais, elles sont principalement liées aux modalités de compactage utilisées au moment de leur mise en œuvre.</p> <p>La présence de matériaux organique au sein des horizons de terre végétale et susceptible d'induire un comportement évolutif dans le temps.</p> <p>De par leur hétérogénéité, des circulations d'eau anarchiques sont susceptibles de se développer au sein de ces matériaux.</p>														

- **Faciès n°2 : Alluvions modernes / colluvions**

<b>Description du faciès</b>														
<p>Les Alluvions modernes de la Verse ont été rencontrées au niveau du site sous un horizon de terre végétale. Elles sont représentées par un ensemble de limons argileux à sableux de couleur marron à grisâtre et sont relativement tendres.</p> <p>Le caractère parfois sableux de celle-ci, peut être identifié comme provenant du remaniement du substratum sableux qui constitue les plateaux du secteur, témoignant de faibles distances de transport de ces matériaux (mécanisme proche du colluvionnement).</p> <p>Cette formation a été rencontrée à partir de 0.2 à 1.0m/TN et jusque vers 5.4/TN au sein du sondage SP2.</p> <p>Compte tenu du mode de dépôt de cette formation, des variations brutales d'épaisseurs, non mise en évidence par nos sondages ponctuels, ne peuvent pas être totalement exclues.</p>														
<b>Profondeur / épaisseur</b>														
Tracé	Variante 1					Principale					Variante 2			
Sondages	FP1-1	SP1	FP1-2	SC1	FP1-3	FP2-1	SC2	SP2	FP2-2	FP2-3	FP3-1	SC3	FP3-2	SP3
Toit (m/TN)	0.4	0.3	0.4	0.8	0.2	0.2	1.0	0.2	0.3	0.5	0.2	0.6	0.2	0.2
Base (m/TN)	>4.6*	4.5	>4.8*	>5.0*	>4.8*	>4.8*	>5.0*	5.4	>4.4*	>4.4*	>4.6*	>5.0*	4.0	5.3
ép. (m)	>4.2*	4.2	>4.4*	>4.2*	>4.6*	>4.6*	>4.0*	5.2	>4.1*	>3.9*	>4.4*	>4.4*	3.8	5.1
ép. Moy. (m)	4.6													
<b>Caractéristiques mécaniques pressiométriques</b>														
PI moy : 0.46 MPa (moyenne géométrique)				Em moy : 5.9 MPa (moyenne harmonique)				Nombre d'essais : 14						
PI min : 0.26 MPa PI max : 0.68 MPa		Ecart type : 0.11 Dispersion : 0.90		Em min : 2.3 MPa Em max : 11.8 MPa		Ecart type : 3.0 Dispersion : 1.6								
<b>Commentaires géotechniques</b>														
<p>La signature paramétrique de ces matériaux se caractérise par une vitesse d'avancement importante et des paramètres de pression d'injection et couple de rotation faibles. Cette combinaison de paramètres traduit le caractère peu résistant de la formation vis-à-vis des opérations de sondage.</p> <p>Les essais pressiométrique réalisés au sein de cette formation ont permis de mettre en évidence des caractéristiques mécaniques faibles, typiques de ce type de formation remaniée et peu consolidée.</p> <p>De manière générale, cette formation est attendue peu portante et pourra être à l'origine de phénomènes de tassement.</p>														

\*Fin de sondage



- **Faciès n°3 : Craie**

<b>Description du faciès</b>														
<p>Au niveau du site étudié, la craie se présente sous la forme d'un faciès altéré, limono-argileux, de couleur blanchâtre.</p> <p>Cette formation a été partiellement décapée par la Verse, et présente en tête un faciès argileux d'une épaisseur variable et reconnue entre 0.7 et 2.3m.</p> <p>Cette formation a été rencontrée à partir de 4.0 à 5.4m/TN et sa base n'a pas été rencontrée lors de nos investigations (fin de sondage).</p> <p>Notons que les sondages, SP1, SP2 et SP3 a permis de mettre en évidence la présence de passages altérés et potentiellement décomprimés, respectivement autour de 4.5 à 6.8m/TN, 5.4 à 6.1m/TN et 8.3 à 10.2m/TN au sein de cette formation.</p>														
<b>Profondeur / épaisseur</b>														
Tracé	Variante 1					Principale					Variante 2			
Sondages	FP1-1	SP1	FP1-2	SC1	FP1-3	FP2-1	SC2	SP2	FP2-2	FP2-3	FP3-1	SC3	FP3-2	SP3
Toit (m/TN)	-	4.5	-	-	-	-	-	5.4	-	-	-	-	4.0	5.3
Base (m/TN)	-	>10.6*	-	-	-	-	-	>10.5*	-	-	-	-	>4.8*	>25.0*
ép. (m)	-	>6.1*	-	-	-	-	-	>5.1*	-	-	-	-	>0.8*	>19.7*
<b>Caractéristiques mécaniques pressiométriques</b>														
PI moy : 1.38 MPa (moyenne géométrique)					Em moy : 13.4 MPa (moyenne harmonique)					Nombre d'essais : 16				
PI min : 0.58 MPa PI max : 2.31 MPa		Ecart type : 0.41 Dispersion : 1.25			Em min : 3.0 MPa Em max : 58.1 MPa		Ecart type : 13.9 Dispersion : 4.1							
<b>Commentaires géotechniques</b>														
<p>La signature paramétrique de ces matériaux se caractérise par une vitesse d'avancement moyenne à faible et une pression d'injection élevée. Cette combinaison de paramètres traduit le caractère résistant et argileux de la formation vis-à-vis des opérations de sondage.</p> <p>Notons que le sondage SP3 a mis en évidence la présence d'un passage décomprimé entre 8.3 et 10.2 au sein de cette formation (circulations d'eau ?).</p> <p>Les essais pressiométrique réalisés au sein de cette formation ont permis de mettre en évidence des caractéristiques mécaniques globalement bonnes.</p> <p>De manière générale, cette formation est attendue dans un bon état de compacité.</p>														

\*fin de sondage

### 3.3 Résultats des essais en laboratoire

#### 3.3.1 Identification GTR

Les essais en laboratoire sont réalisés sur des échantillons intacts prélevés au sein des sondages carottés. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Echantillon			Paramètres de nature						γ (t/m <sup>3</sup> )	VBS	Paramètres d'état	Classe GTR
			Granulométrie Passant					W %				
Nom	Prof. (m)	Faciès	Tamis 50mm	Tamis 20mm	Tamis 5mm	Tamis 2mm	Tamis 80µm					
FP1-1	1-2m	Alluvions	100%	100%	100%	100%	80%	2.0	5.24	21.8	A2	
FP1-3	1-2m	Alluvions	100%	100%	100%	100%	98%	2.0	2.50	22.5	A1	
FP2-1	1-2m	Alluvions	100%	100%	100%	100%	79%	2.0	3.50	22.2	A2	
FP2-2	1-2m	Alluvions	100%	93%	92%	91%	77%	2.0	2.16	22.1	A1	
FP3-1	1-2m	Alluvions	100%	100%	100%	100%	18%	1.9	1.91	15.9	B6	
FP3-2	1-2m	Alluvions	100%	100%	100%	100%	63%	1.9	3.03	27.8	A2	

Remarque :

- W : teneur en eau en % ;
- γ : masse volumique apparente ;
- VBS : valeur de bleu de méthylène.

Commentaire : Les résultats des essais en laboratoire ont permis de mettre en évidence que les matériaux présents au droit du site se classent principalement dans la catégorie des sols fins limoneux à argileux (classes GTR A1 à A2).

Du fait de la présence d'une fraction fine, ces matériaux sont attendus sensibles aux variations de teneur en eau. C'est-à-dire dont le comportement est susceptible de pouvoir varier de manière brutale en fonction des conditions hydriques.

#### 3.3.2 Essai de cisaillement

L'essai de cisaillement, réalisé à partir de l'échantillon intact prélevé à partir du sondage carotté a permis de mettre en évidence les paramètres intrinsèques suivants :

Echantillon				Paramètres intrinsèques à long terme	
sondage	Prof. (m)	Formation	Faciès de l'échantillon	Angle de frottement interne φ' (°)	Cohésion C' (kPa)
SC1	2.6-2.8	Alluvions modernes	Limons sableux	27.1	14
SC2	2.5-2.7	Alluvions modernes	Limons argileux	20.4	19
SC3	2.6-2.8	Alluvions modernes	Limons argileux	18.0	24

Commentaires : Les essais réalisés sur les échantillons prélevés au sein des Alluvions modernes ont permis de mettre en évidence un angle de frottement interne variable de 27.1 à 18.0° et une cohésion importante de 14 à 24 kPa à long terme.

Nous alertons le lecteur quant à l'utilisation de ces données brutes. En effet, les Alluvions modernes étant des matériaux hétérogènes susceptibles de changer de faciès en fonction de la localisation au niveau du site, de fortes variations de ces valeurs ne sont pas à exclure en fonction des faciès qu'ils présentent.

### 3.3.3 Essai œdométrique

L'essai œdométrique, réalisé à partir de l'échantillon intact prélevé à partir du sondage carotté a permis de mettre en évidence les caractéristiques de compressibilité suivantes :

Echantillon			Caractéristiques de compressibilité					
sondage	Prof. (m)	Description	$e_0$	$\sigma'_{v0}$	$\sigma'_p$	Cc	Cs	Etat du sol
SC1	2.6-2.8	Alluvions modernes	0.8	54 kPa	58 kPa	0.25	0.040	Sol normalement consolidé
SC2	2.5-2.7	Alluvions modernes	-	52 kPa	136 kPa	0.22	0.027	Sol sur-consolidé
SC3	2.6-2.8	Alluvions modernes	-	54 kPa	88 kPa	0.03	0.004	Sol sur-consolidé

Avec :

$e_0$  : indice des vides ;

$\sigma'_{v0}$  : contrainte effective verticale ;

$\sigma'_p$  : contrainte de préconsolidation ;

Cc : indice de compression ;

Cs : indice de gonflement.

Commentaire : L'essai œdométrique met en évidence le caractère normalement consolidé des Alluvions modernes / colluvions en SC1 et sur-consolidé en SC2 et SC3. Compte tenu des résultats des investigations et notamment des essais pressiométriques, nous jugeons que seul l'essai réalisé sur SC1 peut être représentatif du comportement réel de ces matériaux.

Nous alertons le lecteur sur la représentativité de ce résultat, les Alluvions modernes étant susceptible de présenter des faciès argileux sous consolidés, notamment proche de l'axe de la Verse.

### 3.4 Piézométrie

Notre mission ne comprenait pas la mise en place de piézomètre, ni leur suivi.

Néanmoins, un niveau de nappe est attendu au droit du site, correspondant à la nappe alluviale de la Verse.

Le toit de cette nappe est attendu grossièrement à la cote altimétrique de la rivière, et est susceptible de pouvoir varier en fonction des conditions météorologiques à l'échelle du bassin versant de la Verse.

## 4 ANALYSE ET RECOMMANDATIONS GEOTECHNIQUES

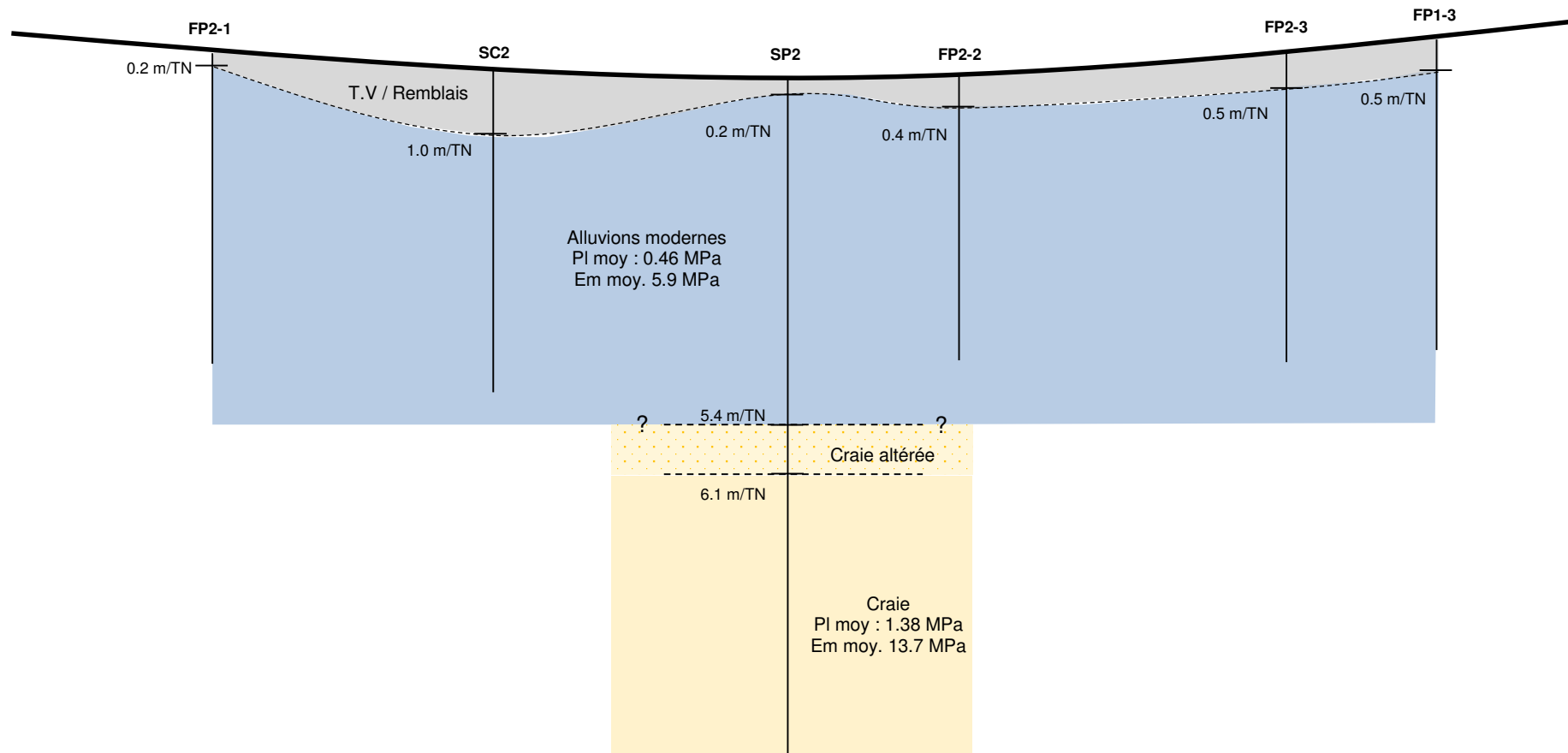
### 4.1 Etude de site

#### 4.1.1 Modèle géotechnique

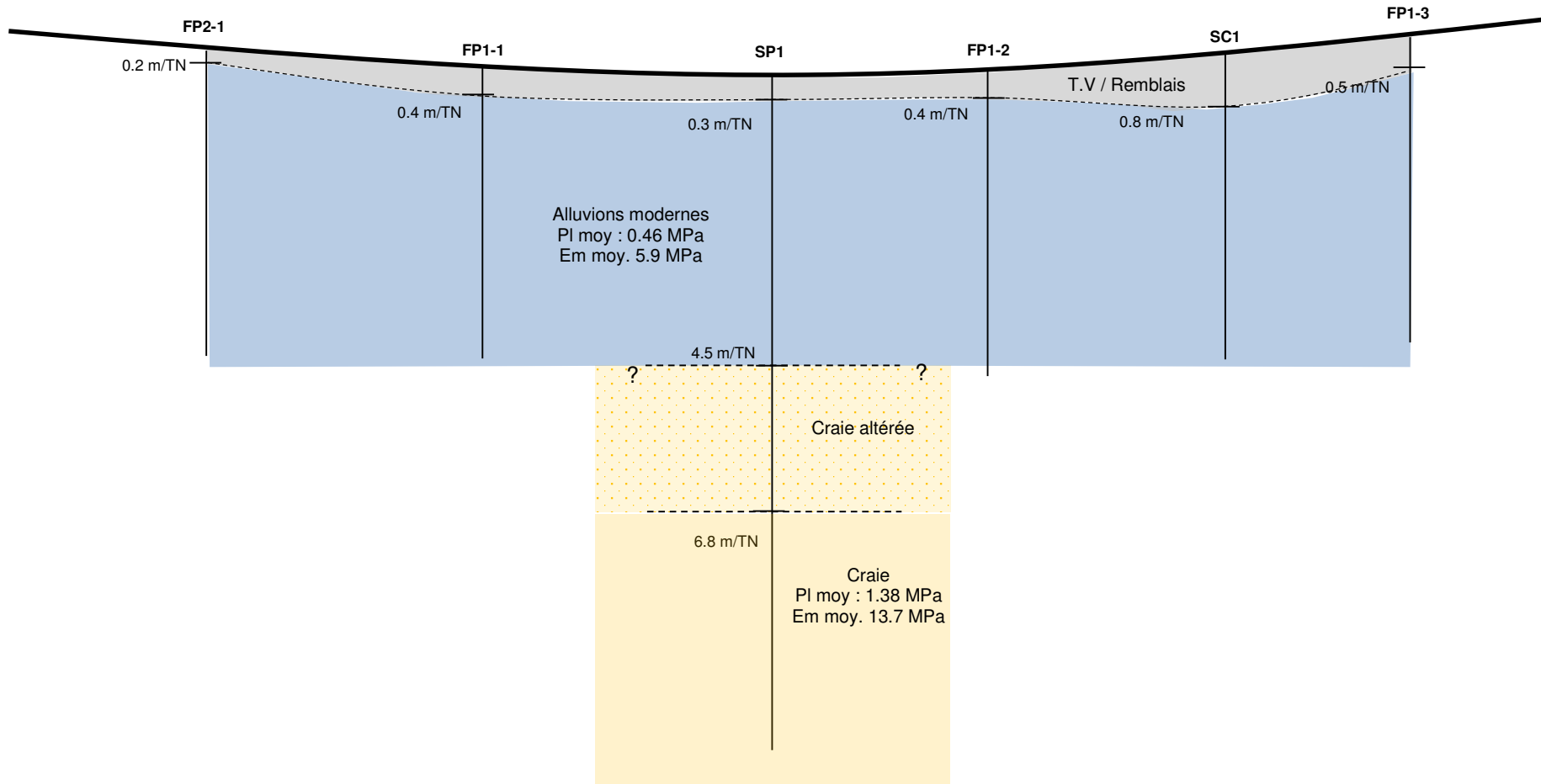
Le tableau suivant synthétise les principales caractéristiques des formations rencontrées :

Formation	Description lithologique	Base	Epaisseur	Caractéristiques mécaniques		Caractéristiques intrinsèque à long terme	$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	Classe GTR
		m/TN		PI (MPa)	Em (MPa)			
Terre végétale/ Remblais	Limons argileux	0.2 – 1.0	0.2 – 1.0	-	-	-	-	-
Alluvions modernes	Limons argileux à sableux	4.0 – 5.4	3.8 – 5.2	0.26 à 0.68 MPa Moy. 0.46 MPa	2.3 à 11.8 MPa Moy. 5.9 MPa	$\phi' = 18$ à $27^\circ$ $C' = 14$ à $24$ kPa	1.9	A1 - A2
Craie	Craie argileuse et $\pm$ altérée	>25.0	>20.0	0.58 à 2.31 MPa Moy. 1.38 MPa	3.0 à 58.1 MPa Moy. 13.7 MPa	-	-	-

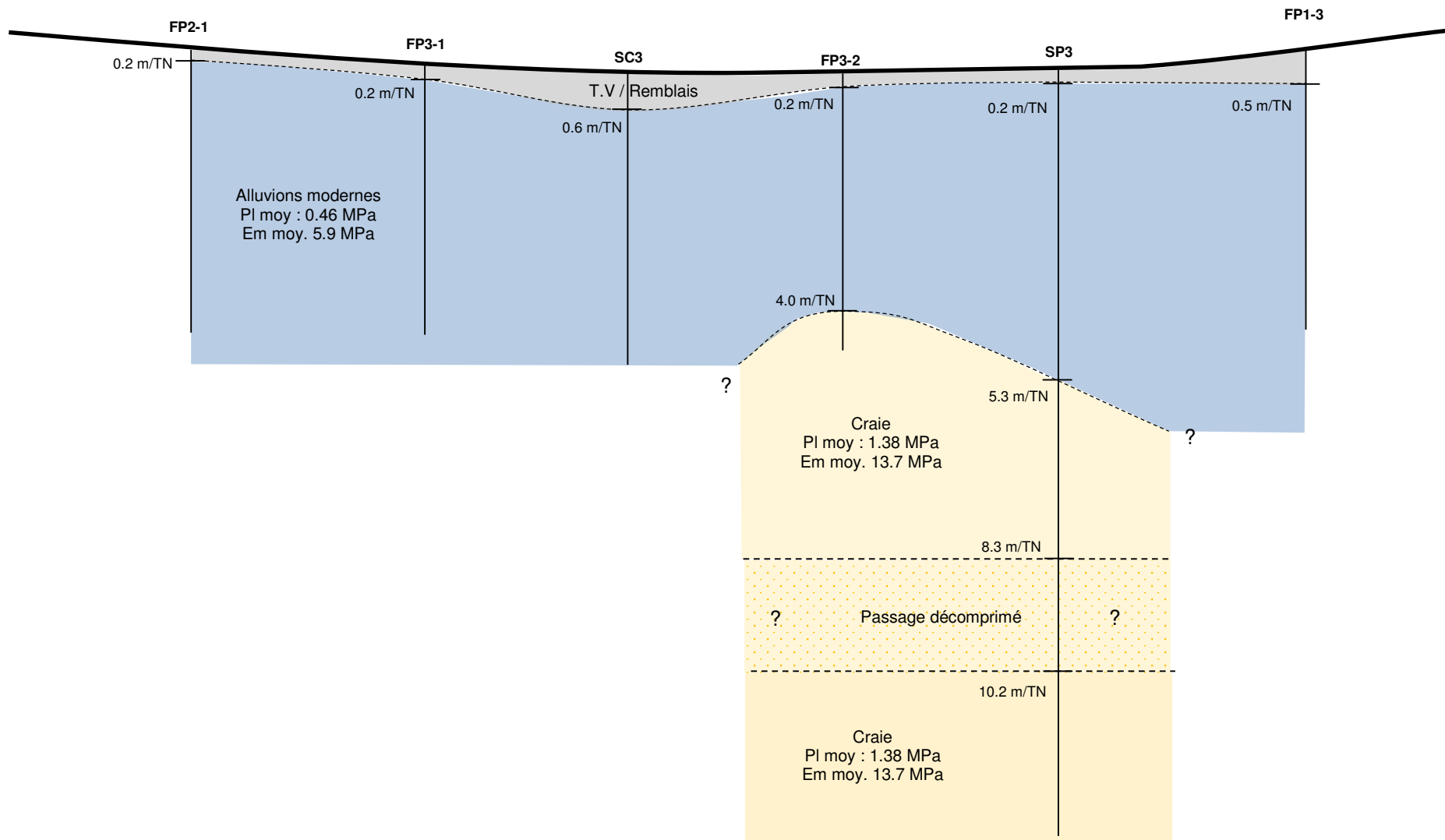
#### 4.1.2 Profil géotechnique au droit du tracé principale



4.1.3 Profil géotechnique au droit de la variante 1



**4.1.4 Profil géotechnique au droit de la variante 2**



## **4.2 *Recommandations générales concernant l'ouvrage***

### **4.2.1 *Nature de l'ouvrage***

Le projet prévoit la création d'un barrage en terre d'une hauteur maximale de l'ordre de 4.8m.

Au stade actuel du projet, la nature des matériaux constituant la digue reste indéterminée. Néanmoins, compte tenu de la hauteur de l'ouvrage et des volumes de matériaux engagés pour sa réalisation, nous conseillons d'orienter le choix du type d'ouvrage vers une solution de barrage en terre homogène constitué de matériaux étanches.

Cette solution a pour avantage d'être relativement économique dans le cas de petit ouvrage.

### **4.2.2 *Aléas géotechniques associés aux tracés***

Les sondages réalisés ont permis de mettre en évidence la présence des Alluvions modernes / Colluvions de faibles caractéristiques mécaniques sur une forte épaisseur.

Compte tenu de la nature de l'ouvrage et de sa hauteur, sa mise en œuvre s'accompagnera d'un phénomène de tassement qui se poursuivra dans le temps au-delà de la période des travaux, durant la phase de service de l'ouvrage.

Compte tenu de sa nature, un phénomène de tassement n'est pas préjudiciable au bon fonctionnement de l'ouvrage.

La hauteur de la revanche devra tenir compte de ce phénomène de tassement à long terme.

Notons que les sols d'assise de l'ouvrage (Alluvions modernes) présentent des faciès sableux. Nous recommandons de vérifier la perméabilité de ces horizons au moyen d'essai d'eau de type Lefranc (ou équivalent) afin d'étudier la stabilité hydraulique de l'ouvrage lors d'épisodes de mise en charge.

Notons également que le sondage SP3 a mis en évidence la présence d'une zone décomprimée entre 8.3 et 10.2m/TN au sein de la Craie. Les caractéristiques mécaniques de la formation y sont amoindries. L'origine de ce phénomène et son extension n'a pas été identifiée dans le cadre de notre intervention. La réalisation d'investigations géophysiques et de sondages complémentaires permettrait de mieux caractériser ce phénomène.

En l'absence d'information quant à la nature de cette zone décomprimée, nous recommandons dans un premier temps de ne pas retenir le tracé variante 2 pour l'implantation du barrage.

Le tracé principal et celui de la variante 1 présentent globalement les mêmes caractéristiques.

### **4.2.3 *Réutilisation des matériaux du site en remblais constitutifs de l'ouvrage***

Compte tenu des résultats des essais en laboratoire, les Alluvions modernes/Colluvions présentes au droit du site pourraient théoriquement être aptes à une réutilisation en remblai, en vue de constituer le corps du barrage.

Cependant, nous alertons le lecteur, sur la présence de la nappe attendue au sein de ces matériaux et pouvant induire un état hydrique « th » (très humique) et occasionner des problèmes importants de compactage et de mise en œuvre.

Ainsi, au stade actuel du projet, il convient de considérer que seuls les matériaux situés hors nappe pourront éventuellement être réutilisés.

Ces matériaux sont attendus en relativement faibles quantités au droit du site.

Dans le cas où il serait privilégier une utilisation des matériaux du site, nous recommandons de prévoir la réalisation d'investigations complémentaires (sondages à la pelle mécanique et identifications GTR



associées à des essais Proctor/IPI) au droit de la future zone de retenue, afin d'identifier la localisation des zones d'emprunts éventuellement disponibles.

*Remarque :* Nous excluons toute réutilisation des Remblais, Terres végétales et matériaux tourbeux présents au droit du site, dont le caractère hétérogène et la présence de matière organique pourrait conférer un comportement évolutif dans le temps et être la source de désordre.

### **4.3 Ebauche dimensionnelle de l'ouvrage**

#### **4.3.1 Etude de la fondation**

##### **Principe de fondation :**

Les investigations réalisées ont permis de mettre en évidence la présence des Alluvions modernes / colluvions de faibles caractéristiques mécaniques jusque vers 5.4m/TN.

Néanmoins, compte tenu de la nature de l'ouvrage (souple de par sa conception), les caractéristiques mécaniques mesurées devraient être suffisantes pour l'assoir au sein des Alluvions modernes / colluvions.

De plus, la construction de l'ouvrage s'accompagnera d'un phénomène de consolidation, qui permettra une amélioration sensible des caractéristiques mécaniques des sols d'assise (effet de pré-charge).

Une simple préparation du fond de forme par compactage sera donc nécessaire afin de permettre aux engins de circuler convenablement et de mettre en œuvre les différentes couches constitutives du remblai.

Il sera recherché un module :

$$EV2 > 30 \text{ MPa}$$

##### **Horizon porteur :**

L'assise de l'ouvrage sera constituée par les Alluvions modernes / Colluvions.

Afin de garantir la stabilité hydraulique de l'ouvrage, nous recommandons de prévoir un ancrage de 1m/TN au sein de cette formation.

Le fond de forme de la fondation devra être purgé de tout horizon de terre végétale et/ou tourbeux, qui pourrait être à l'origine de tassements.

##### **Capacité portante des sols d'assise du remblai :**

Les hypothèses géotechniques de dimensionnement sont fournies conformément à la norme d'application de l'Eurocode 7 pour les semelles superficielles (NF P 94-261), selon la méthode semi-empirique basée sur les caractéristiques pressiométriques Ménard des sols. Les règles générales de calcul sont présentées en annexe « Règles de calcul ».

A ce stade de l'étude, où les descentes de charge (hauteur de remblaiement, nature des matériaux, géométrie, ...) ne nous ont pas été communiquées, hors situation accidentelles, nous proposons les hypothèses géotechniques suivantes :

Caractéristiques de la fondation		Caractéristiques d'ancrage			Hypothèses géotechniques				Résistance	
Type	A=A' (m <sup>2</sup> )	Formation d'ancrage (catégorie de sol)	toit de la formation (m/TN)	Ancrage dans la formation (m)	Ple* (kPa)	Kp	iδiβ	q <sub>0</sub> (kPa)	R <sub>v;d</sub> ELU (kN)	R <sub>v;d</sub> ELS (kN)
Remblais	1	Alluvions	0.4	0	350	0.8	1	18	184	119

*A* : surface totale de la semelle

*A'* : surface effective de la semelle

*Ple\** : pression limite nette équivalente

*k<sub>p</sub>* : facteur de portance pressiométrique

*iδiβ* : coefficient de réduction de portance lié à l'inclinaison du chargement et à la proximité d'un talus (pas d'influence renseignée à ce stade de l'étude)

*q'<sub>0</sub>* : contrainte verticale effective au niveau de la base de la fondation après travaux

*R<sub>v;d</sub>* : résistance de fluage aux ELS Quasi-Permanent (en kN)

*R<sub>v;d</sub>* : résistance ultime du terrain aux ELU Fondamental-Courant (en kN)

**La capacité portante à l'ELS exprimée en contrainte est : Q<sub>ELS</sub> = 120 kPa (0.12 MPa).**

*Remarque* : En l'absence d'une définition précise des descentes de charges pour les différentes combinaisons d'action, nous avons considéré des descentes de charges verticales uniquement. Toute modification des descentes de charges (excentrement, inclinaison, présence d'une surcharge en tête de talus, ...) nécessiterait d'être étudiée en détail et serait susceptible d'engendrer une révision de la capacité portante des sols de fondation.

Il est nécessaire de veiller à ce que le poids de l'ouvrage ne dépasse pas la capacité portante du sol. Pour ceci, il est recommandé de surveiller la densité des matériaux mis en œuvre en remblai et à la hauteur de l'ouvrage.

### **Estimation des tassements :**

Compte tenu de la nature du projet et du contexte géotechniques, des tassements pouvant être important au droit de la zone de réception une fois le remblai mis en place sont attendus. Ces tassements seront principalement associés à une consolidation des sols d'assises représentés par les Alluvions modernes de faibles caractéristiques mécaniques.

Le projet prévoit une hauteur maximale de remblais de l'ordre de 4.8m. En l'absence d'une définition précise des descentes de charge attendues au droit du remblai, pour la vérification de l'état limite de tassement nous avons considéré en première approche une contrainte transmise aux sols d'assise correspondant au poids des terres constitutives du remblai (100 kPa environ).

Ces tassements peuvent être estimés en première approche avec la formule suivante :

$$S = \sum_0^z \frac{(\alpha \times \sigma(z) \times h(z))}{E}$$

*α* : Coefficient rhéologique dépendant de la nature du terrain (pris à 1/2 dans les Alluvions modernes)

*E* : module pressiométrique Ménard du sol (pris à 7MPa dans les Alluvions modernes)

*σ(z)* : contrainte verticale à la profondeur *z* (pris à 100 kN)

*h(z)* : épaisseur de la couche de sol considérée (ici, épaisseur des Alluvions modernes compressibles, soit *h(z)* = 8m)

*S* : tassement final

Ainsi, les tassements calculés sont de l'ordre de 30 à 50mm au droit de l'épaisseur maximale de remblai. Des tassements de moindre importance sont attendus pour des épaisseurs moindres.

*Remarque : Ces estimations ne constituent qu'un ordre de grandeur du phénomène. Elles dépendent également des conditions de mise en œuvre (compactage, préparation de l'assise, ...). Des tassements supplémentaires pourraient s'opérer en cas de remaniement des sols lors de cette opération.*

*Ces estimations sont sommaires et basées uniquement sur les données pressiométriques. Il sera absolument nécessaire d'affiner ces calculs lors des phases ultérieures du projet (missions G2PRO et G3/G4).*

#### **4.3.2 Pente des parements**

La pente des parements du barrage devront être suffisamment faibles afin de garantir la stabilité de l'ouvrage vis-à-vis du glissement dans les cas suivants :

- Stabilité du parement aval lorsque l'ouvrage est à vide ;
- Stabilité du parement aval lorsque l'ouvrage est en charge ;
- Stabilité du parement amont lorsque l'ouvrage est à vide ;
- Stabilité du parement amont lorsque l'ouvrage est en charge ;
- Stabilité du parement amont en situation de vidange rapide (instantanée, retenue vide, corps du remblai saturé).

Le dimensionnement des pentes maximales à respecter est fonction de la nature des matériaux utilisés pour la confection du remblai (angle de frottement interne, cohésion, poids volumique, perméabilité).

Au stade actuel du projet où la nature des matériaux du remblai n'est pas encore connue, nous recommandons de prévoir l'utilisation d'une pente maximale de 3(h)/1(v) sécuritaire et généralement adaptée à la plus part des cas de figure.

**Le dimensionnement final des pentes des parements devra obligatoirement être étudié dans les phases ultérieures du projet (mission G2 PRO), en connaissance de la nature précise des matériaux prévus pour la constitution du corps du remblai.**

#### **4.3.3 Stabilité hydraulique**

##### **Stabilité hydraulique interne au remblai :**

Elle dépendra essentiellement de la nature des matériaux utilisés pour l'édification de l'ouvrage.

En première approche, dans le cas de l'utilisation de matériaux argileux de classe GTR A1-A2 et compte tenu du caractère limité dans le temps des mises en charges et vidanges de l'ouvrage, les perméabilités de ces matériaux devraient être suffisamment faibles pour ne pas nécessiter la mise en œuvre de dispositifs d'étanchement particulier.

Une perméabilité maximale de l'ordre de  $10^{-7}$ m/s sera recherchée lors de la réalisation du remblai.

Il conviendra dans les phases ultérieures du projet de mesurer la perméabilité des matériaux utilisés pour l'édification du corps du remblai (sur éprouvette de sol compactée à l'optimum Proctor), afin de vérifier qu'une telle perméabilité pourra être respectée.

A défaut de pouvoir obtenir une perméabilité suffisamment faible, il conviendra de s'orienter vers une solution de filtre (type tapis drainant en pied de parement aval) ou d'écran d'étanchement.

Des écrans anti-renards devront être mis en œuvre autour du pertuis.

### **Stabilité hydraulique sous le remblai :**

Les Alluvions modernes/colluvions qui constitueront l'assise de l'ouvrage, sont attendues de nature argileuse (matériaux de classes GTR A1-A2).

Leur perméabilité n'a pas été caractérisée dans le cadre de notre mission, elle est néanmoins attendue comme étant faible.

L'ancrage de la fondation de 1m/TN au sein des Alluvions modernes/colluvions devrait être suffisant pour assurer la stabilité hydraulique sous le remblai.

Nous recommandons néanmoins de vérifier cette hypothèse par l'intermédiaire notamment d'essai d'eau (de type Lefranc) afin de déterminer la perméabilité exacte des Alluvions modernes/colluvions (faciès argileux et sableux plus profonds).

Celle-ci pourra être étudiée dans les phases ultérieures du projet à l'occasion d'une mission G2 PRO.

## **4.4 Principes de terrassement**

### **4.4.1 Conditions de terrassement**

Nous recommandons de prévoir un ancrage de l'ouvrage de 1.0m/TN et la purge de l'ensemble des horizons de terre végétale.

Les matériaux intéressés par les opérations de terrassements seront :

- Les remblais : L'extraction des remblais, limono-argileux, ne devraient pas poser de problème de terrassement particuliers. Ils pourront donc être réalisés à l'aide de matériel courant de moyenne puissance. Les remblais sont également susceptibles de pouvoir présenter des blocs de taille importante bien que non reconnus dans nos sondages. L'utilisation du BRH ( : Brise roche hydraulique) pourra s'avérer utile de manière ponctuelle ;
- Les Alluvions modernes/Colluvions: de nature limono-argileuse à limono-sableuse, elles ne devraient pas poser de problème particulier d'extraction. Les terrassements pourront donc être réalisés à l'aide de matériel courant de moyenne puissance.

*Remarque : Lors de la phase terrassement, l'ouverture des fouilles peut provoquer des éboulements locaux (ex : présence possible de poches sableuses, de poches d'eau, de niveaux à gravier).*

### **4.4.2 Stabilité de la fouille**

Compte tenu du contexte géotechnique, afin d'assurer la stabilité des terrassements pendant la phase chantier, il conviendra de prévoir la réalisation d'un talutage provisoire à 1(h)/1(v) au niveau de l'ancrage.

### **4.4.3 Réalisation du remblai**

Concernant la réalisation du corps de l'ouvrage (remblai), la qualité des matériaux utilisés devra être vérifiée et validée, afin d'établir les modalités et préconisations nécessaires à leur mise en œuvre (compactage, traitement éventuel, ...). Il conviendra notamment d'exclure toute utilisation:

- de matériaux fortement argileux (type classe GTR « A3 » à « A4 ») pouvant présenter un comportement gonflant et pouvant poser des difficultés de mise en œuvre ;
- de matériaux fins purement sableux (type classe GTR « B1 » à « B2 ») dont la mise en œuvre est particulièrement délicate (difficultés de compactage) ;
- de matériaux graveleux ou rocheux concassés et fortement perméables ;

- de matériaux riches en éléments évolutifs notamment en matière organique (ex : alluvions modernes, vases, tourbes, ...), gypseux, sous-produits industriels, ...

En première approche nous conseillons l'emploi de matériaux fins faiblement argileux à argileux de classe GTR « A1 » à « A2 », qui possèdent l'avantage d'être peu perméables une fois compactés.

Les matériaux seront régalez et compactés en couches élémentaires. Pour chaque couche, il sera recherché un indice de compacité  $q_4$  :

$$I_c > 95\% \text{ yd OPN}$$

La perméabilité maximale des matériaux ne devra pas être supérieure à :

$$K = 10^{-7} \text{ m/s}$$

Les matériaux A1/A2 sont réputés sensibles à l'eau, c'est-à-dire dont le comportement est susceptible de pouvoir changer de manière brutale pour de faible variation de teneur en eau. C'est matériaux à l'état humide peuvent être sujet au matelassage.

Nous conseillons donc de réaliser les travaux en période favorable.

#### **4.4.4 Traficabilité en phase chantier :**

Compte tenu des résultats des essais en laboratoire et des essais pressiométriques réalisés sur site, le fond de forme de l'ouvrage est attendu relativement peu portant, notamment au niveau de la zone tourbeuse.

Des conditions de traficabilité délicates sont donc attendues en phase travaux et pourront nécessiter la réalisation d'une piste de chantier en matériaux d'apport granulaires et insensibles à l'eau associés à un géotextile en sous face.

En cas de mauvaises conditions climatiques et/ou remontée de la nappe, les conditions de traficabilité des engins pourront chuter de manière importante.

Nous conseillons de réaliser les travaux en période favorable (généralement de mai à octobre).

### **4.5 Discussion sur les incertitudes géotechniques**

#### **Perméabilité des Alluvions modernes :**

Aucun essai de perméabilité n'était prévu dans le cadre de notre mission. La perméabilité de l'assise de l'ouvrage n'a donc pas pu être déterminée.

Dans le cadre de ce rapport nous sommes partie sur l'hypothèse que des perméabilités faibles sont à attendre au sein des Alluvions modernes

La réalisation d'essai de perméabilité de type Lefranc (ou équivalent) permettrait de valider cette hypothèse. A défaut, la réalisation d'écrans verticaux étanche visant à diminuer le risque de voir apparaître un gradient hydraulique élevé lors d'épisode de mise en charge de l'ouvrage serait à prévoir.

#### **Etude de la zone d'emprunt :**

Compte tenu des résultats des essais en laboratoire, il apparait que les matériaux de sub-surfaces au droit de l'ouvrage pourraient éventuellement être réutilisés pour l'édification du remblai du barrage.

Des investigations complémentaires de type sondages à la pelle mécanique et essais en laboratoire (identification GTR, essais de perméabilité à l'appareil œdométrique et essais Proctor/IPI), menées au niveau de la retenue de l'ouvrage, pourraient permettre d'étudier la position d'éventuelles zones d'emprunts et ainsi, de faire l'économie sur l'utilisation de matériaux d'apports extérieurs au site.

**Zone décomprimée :**

Le sondage SP3 a mis en évidence la présence d'une zone décomprimée comprise entre 8.3 et 10.2m/TN au sein de la Craie. L'origine de ce phénomène n'a pas pu être identifiée, et son extension est mal connue.

Nous recommandons donc d'écarter le tracé variante 2 des solutions d'implantation du futur barrage.

La réalisation d'investigations géophysiques complémentaires de type micro-gravimétrie permettrait éventuellement d'étudier ce phénomène, dans le cas où ce tracé resterait envisagé.

**Stabilité et tassement de l'ouvrage :**

Dans les phases ultérieures du projet, nous recommandons de réaliser des essais pressiométriques et oedométriques complémentaires afin de pouvoir affiner le calcul des tassements prévisionnels.

**4.6 Avoisinants et remarques générales**

Les travaux réalisés ne devront en aucun cas déstabiliser les avoisinants (réseaux existants, fondation de bâtiment,...). Ils devront faire l'objet d'une méthodologie et d'un phasage spécifique, soumis à l'accord préalable du Bureau de contrôle.

L'ingénieur chargé du dossier

**Florent LABAT**

# **ANNEXES**

**Annexe n°1** : Plan de situation

**Annexe n°2** : Schéma d'implantation des investigations

**Annexe n°3** : Description des techniques de sondage

**Annexe n°4** : Coupes des sondages carottés

**Annexe n°5** : Coupes des sondages pressiométriques

**Annexe n°6** : Coupes des sondages à la pelle mécanique

**Annexe n°7** : Résultats des essais de laboratoire

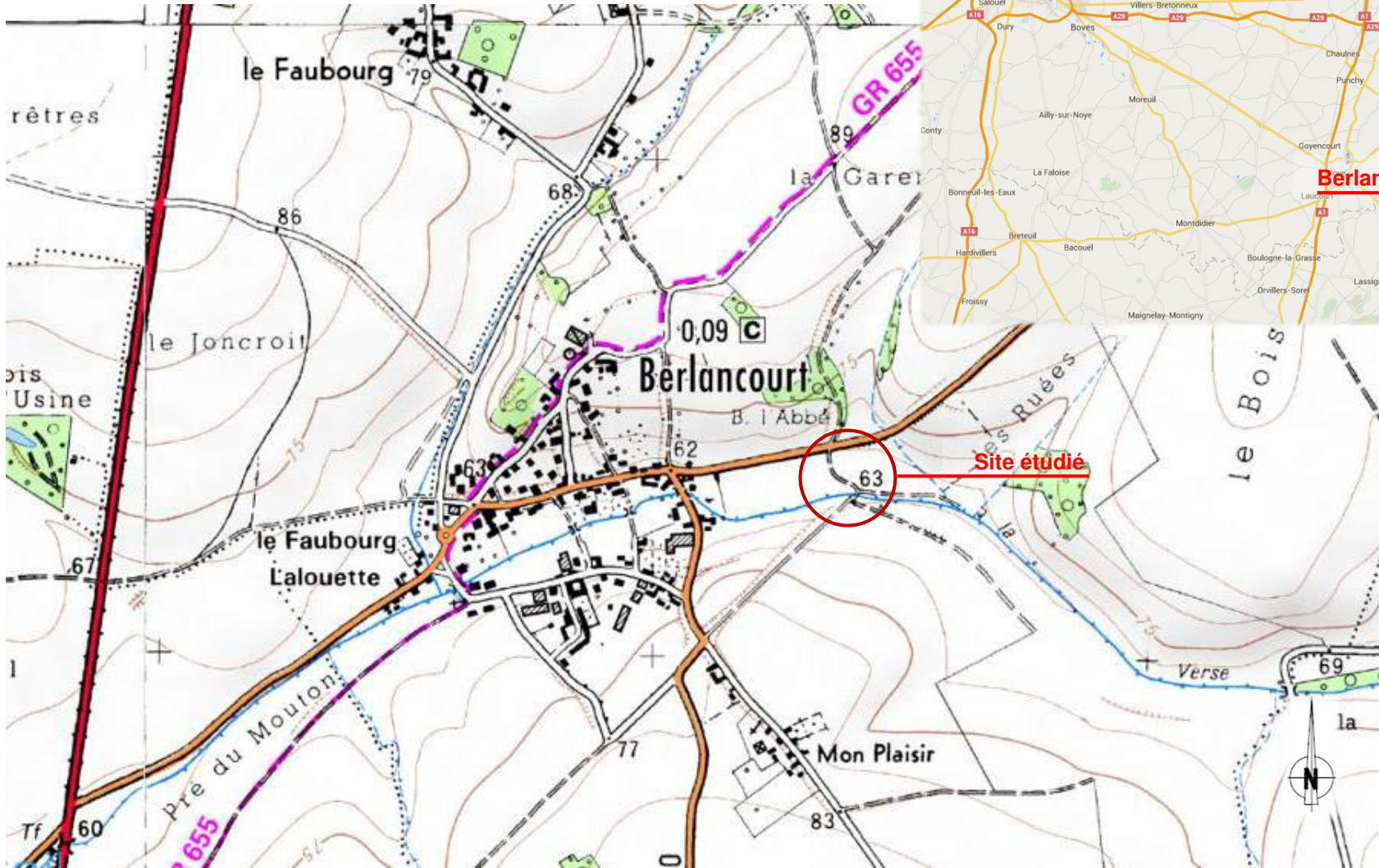
**Annexe n°8** : Missions géotechniques

## **ANNEXE 1**

### **PLAN DE SITUATION**



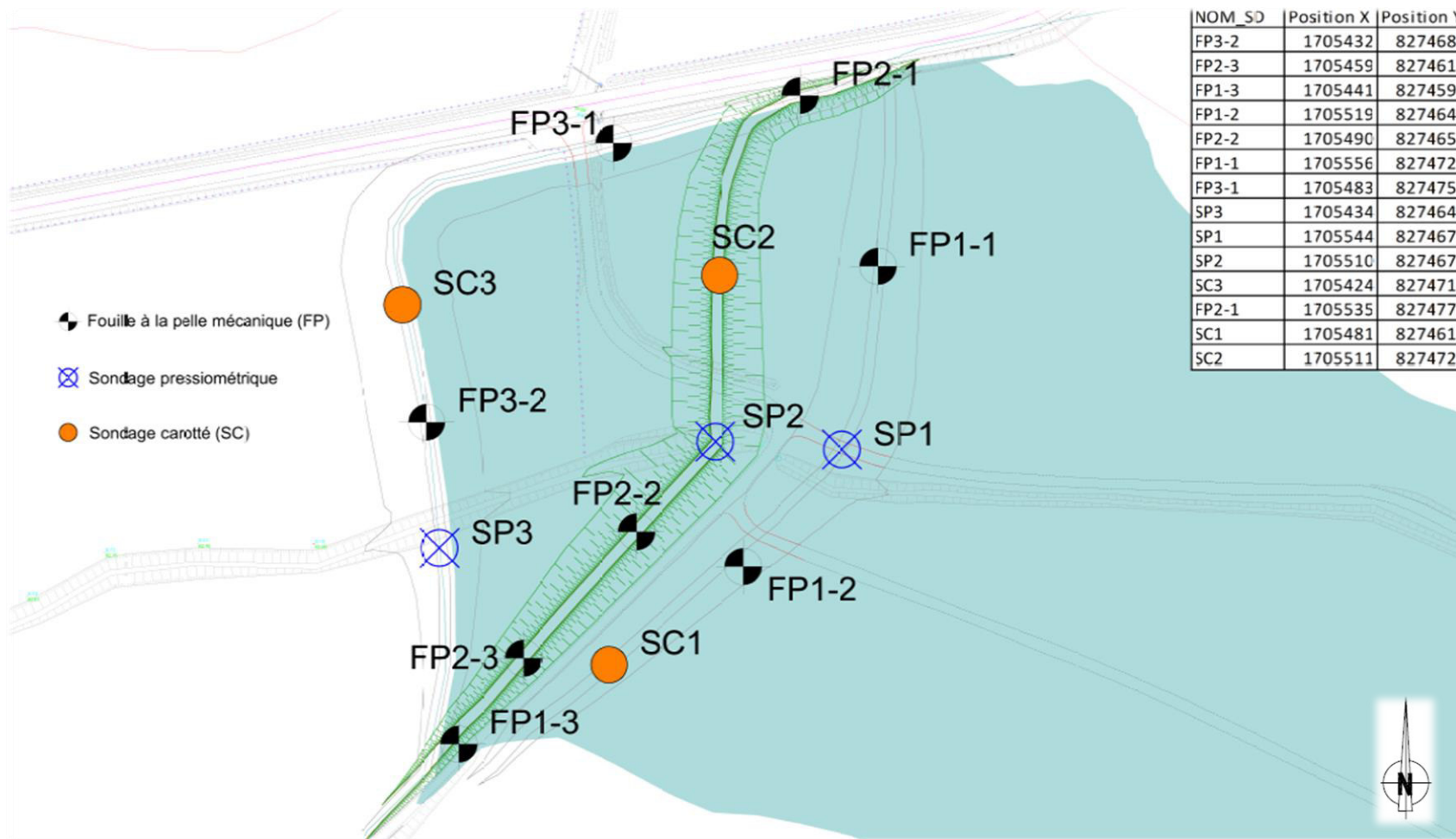
**Plan de situation**



## **ANNEXE 2**

# **SCHEMA D'IMPLANTATION DES INVESTIGATIONS**

**Plan de situation**



## **ANNEXE 3**

# **DESCRIPTION DES TECHNIQUES** **DE SONDAGES**

### Les sondages destructifs enregistrés

Les sondages destructifs préalables aux essais pressiométriques ont été effectués conformément aux prescriptions de la norme 94.110. Ces sondages ne sont donc pas en tout point comparables aux sondages destructifs purs. Dans tous les cas, les enregistrements des paramètres sont les suivants :

- **la vitesse instantanée d'avancement de l'outil (VIA)**, en m/h. Elle traduit la rapidité avec laquelle l'outil de forage traverse le matériau. A ce titre, elle est représentative de la résistance globale de la matière traversée, mais aussi de l'adéquation entre l'outil et ce matériau. En effet, un matériau peut être peu résistant à la traversée de l'outil tout en présentant des caractéristiques mécaniques acceptables pour d'autres contraintes,
- **la pression sur l'outil (PO)** en bar. Elle représente généralement l'appui appliqué par la tête de rotation sur le train de tiges (sur l'outil s'applique aussi le poids des tiges). Cette pression enregistre aussi la retenue de la machine vis-à-vis de la chute libre (pour des raisons de sécurité). Elle devra rester la plus constante possible,
- **la pression d'injection (PI)** en bar. Elle représente la pression dans le conduit du fluide de foration et donc est proportionnelle à la capacité du terrain à boucher l'outil de forage. Généralement, ce sont les terrains imperméables qui génèrent les pressions les plus fortes,
- **le couple de rotation (CR)** en bar. Il enregistre la pression hydraulique dans les flexibles d'arrivée des moteurs qui entraînent le train de tiges. Globalement, cette pression est inversement proportionnelle à la facilité avec laquelle l'outil tourne dans le sol,

Ces paramètres sont enregistrés en numérique, avec sortie en parallèle sur bande papier.

Afin de déterminer la signature paramétrique de l'équipement en condition de chute libre, deux types d'étalonnage ont été effectués :

- le premier (étal.1) avant foration avec la tête de foration seule. Cet étalonnage a été réalisé de façon systématique pour chacun des sondages ;
- le second (étal.2) en fin de foration avec la tête équipée de l'ensemble des tiges et de l'outil utilisé pour réaliser le forage. Cet étalonnage se fait en remontant l'ensemble des tiges d'environ 2 m depuis le fond du forage.

### Les essais pressiométriques

Les essais pressiométriques ont été réalisés conformément aux prescriptions de la norme AFNOR NF-P94.110.

L'essai pressiométrique consiste à gonfler une sonde normalisée dans le sol jusqu'à que ce dernier cède sous la pression de gonflement.

La réalisation des essais dépend donc fortement de la qualité des parois du forage préalable. De ce fait, les enregistrements des paramètres des forages préalables ne sont pas à interpréter comme ceux de véritables sondages destructifs décrits auparavant.

L'analyse de la courbe effort/déformation de chaque essai permet de déterminer, conformément à la norme, trois phases distinctes de l'essai :

- l'amorce de la courbe reflète la mise en contact de la sonde avec les parois du sol, et donc de la qualité du forage,
- une deuxième partie centrale rectiligne qui traduit la plage de résistance du massif de sol permettant de calculer le module du terrain et de définir la pression de fluage. C'est la phase pseudo-élastique de l'essai.
- au-delà du point de fluage, la courbe tend rapidement vers une asymptote verticale donnant la pression limite de rupture du sol.

Les résultats sont présentés sur un profil-coupe faisant apparaître les éléments suivants :

- les formations géologiques,
- les caractéristiques pressiométriques des sols :
  - la pression de fluage  $P_f$ , en MPa,
  - la pression limite de rupture  $P_l$ , en MPa,
  - le module pressiométrique  $E$ , en MPa.

### **Les sondages carottés**

Les sondages carottés ont été réalisés avec un carottier doté d'une couronne en carbure en diamètre 114 mm, à l'eau claire.

Ce type de sondage permet la visualisation et la définition précise des sols rencontrés sans remaniement ainsi que le prélèvement, si nécessaire, d'échantillons intacts sous protection de gaine PVC.

## **ANNEXE 4**

# **COUPES DES SONDAGES CAROTTES**









**ANNEXE 5**

**COUPES DES SONDAGES**  
**PRESSIOMETRIQUES**

# BERLANCOURT (60)

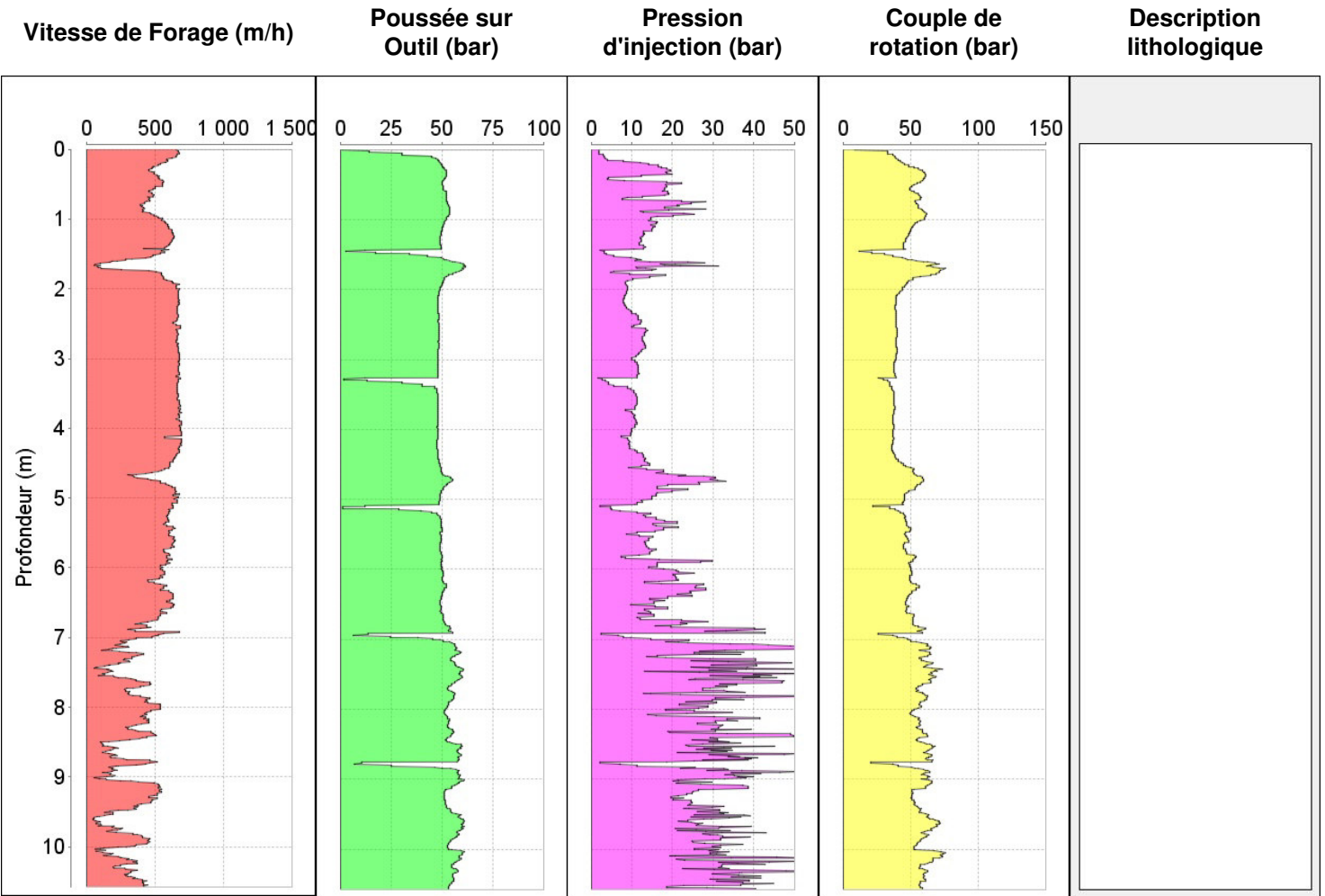
Echelle : 1 / 100



**SEMOFI**  
 868 rue des Voeux St Georges  
 94290 VILLENEUVE le ROI  
 tel : 01 49 61 11 88  
 fax : 01 49 61 11 99

<b>Nom du chantier :</b>	<b>Machine :</b> BE20-50
<b>Client :</b>	
<b>Numéro contrat :</b> C15-8013	
	<b>Outil :</b> Tricône
	<b>Fluide :</b> Benonite
	<b>Diamètre :</b> Ø60mm

<b>Forage :</b> SP 1	<b>Jour de début :</b> 19/09/2015	<b>Prof. Forée :</b> 10,58
<b>X :</b> 0,00	<b>Y :</b> 0,00	<b>Z :</b> 0,00



# BERLANCOURT (60)

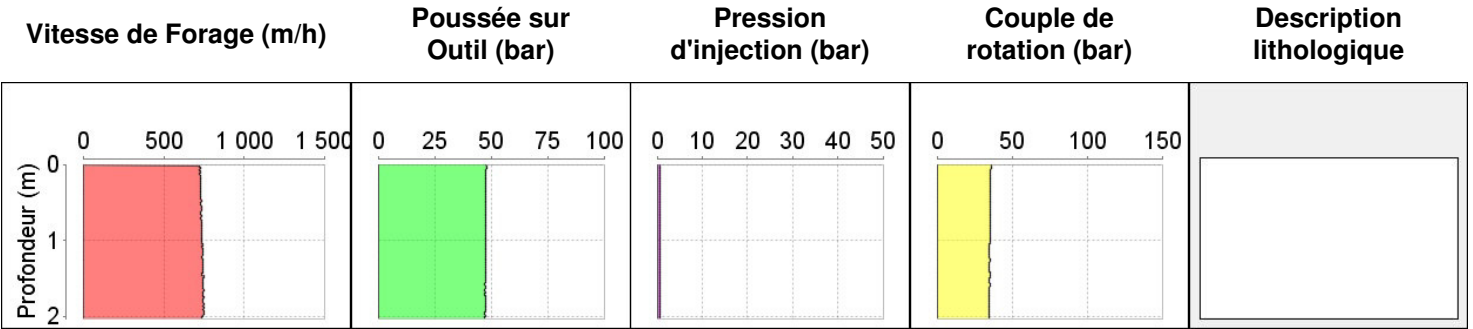
Echelle : 1 / 100



**SEMOfi**  
 868 rue des Voeux St Georges  
 94290 VILLENEUVE le ROI  
 tel : 01 49 61 11 88  
 fax : 01 49 61 11 99

<b>Nom du chantier :</b> <b>Client :</b> <b>Numéro contrat :</b> C15-8013	<b>Machine :</b> BE20-50 <b>Outil :</b> Tricône <b>Fluide :</b> Benonite <b>Diamètre :</b> Ø60mm
---	---

<b>Forage :</b> SP 1 ET	<b>Jour de début :</b> 19/09/2015	<b>Prof. Forée :</b> 2,04
<b>X :</b> 0,00	<b>Y :</b> 0,00	<b>Z :</b> 0,00





# Forage : SP1

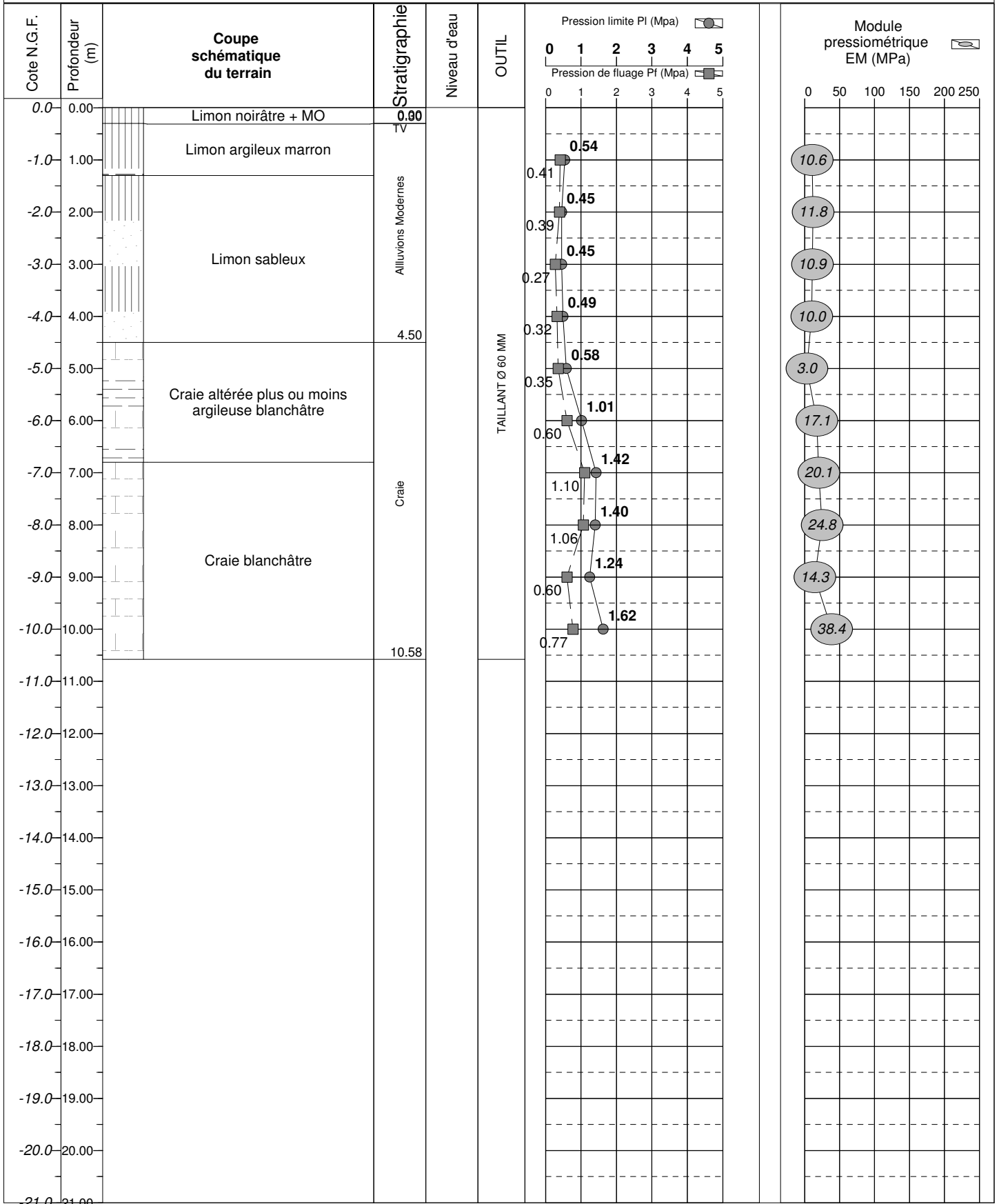
Type : **Sondage Pressiométrique**

Client : **Entente OISE AISNE**  
Etude : **Barrage de Berlandcourt**

Z :                                Date : **19/09/2015**  
X :                                Début : **0.00 m**  
Y :                                Fin : **10.58 m**  
Echelle : **1 / 100**  
Remarque : *Machine: EMCI 45*

Affaire N° : **C15-8013**

Page: **1 / 1**



# BERLANCOURT (60)

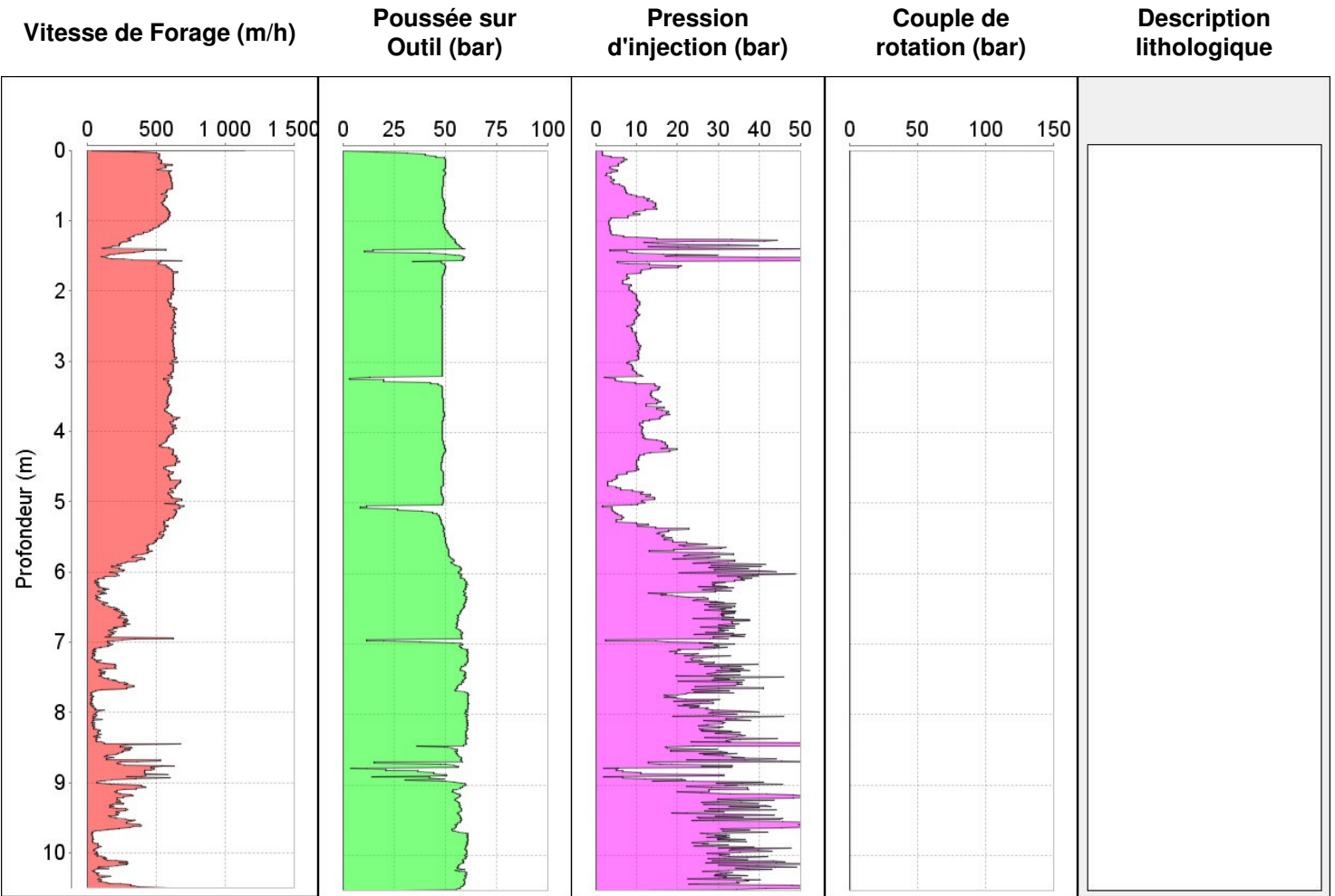
Echelle : 1 / 100



**SEMOFI**  
 868 rue des Voeux St Georges  
 94290 VILLENEUVE le ROI  
 tel : 01 49 61 11 88  
 fax : 01 49 61 11 99

<b>Nom du chantier :</b>	<b>Machine :</b> BE20-50
<b>Client :</b>	
<b>Numéro contrat :</b> C15-8013	
	<b>Outil :</b> Tricône
	<b>Fluide :</b> Benonite
	<b>Diamètre :</b> Ø60mm

<b>Forage :</b> SP 2	<b>Jour de début :</b> 18/09/2015	<b>Prof. Forée :</b> 10,50
<b>X :</b> 0,00	<b>Y :</b> 0,00	<b>Z :</b> 0,00



# BERLANCOURT (60)

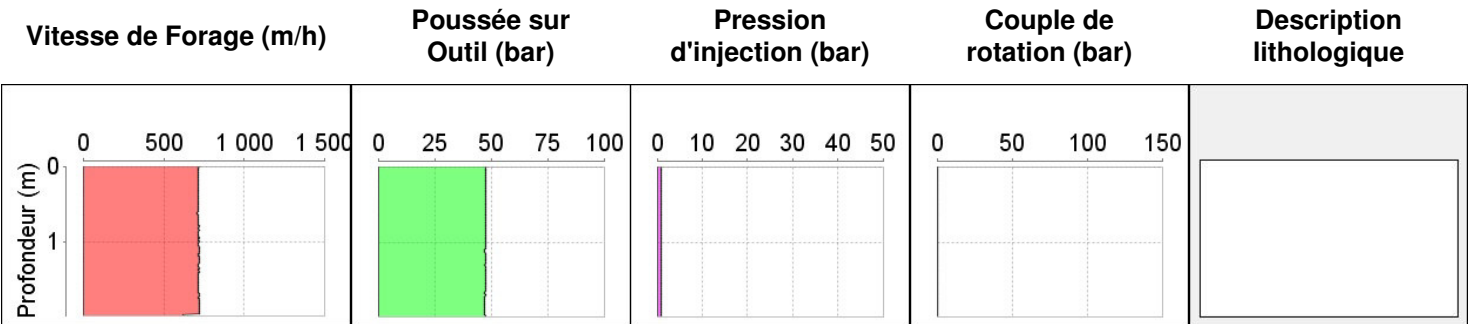
Echelle : 1 / 100



**SEMOFI**  
 868 rue des Voeux St Georges  
 94290 VILLENEUVE le ROI  
 tel : 01 49 61 11 88  
 fax : 01 49 61 11 99

<b>Nom du chantier :</b> <b>Client :</b> <b>Numéro contrat :</b> C15-8013	<b>Machine :</b> BE20-50 <b>Outil :</b> Tricône <b>Fluide :</b> Benonite <b>Diamètre :</b> Ø60mm
---	---

<b>Forage :</b> SP 2 ET	<b>Jour de début :</b> 18/09/2015	<b>Prof. Forée :</b> 1,98
<b>X :</b> 0,00	<b>Y :</b> 0,00	<b>Z :</b> 0,00







# Forage : SP2

Type : **Sondage Pressiométrique**

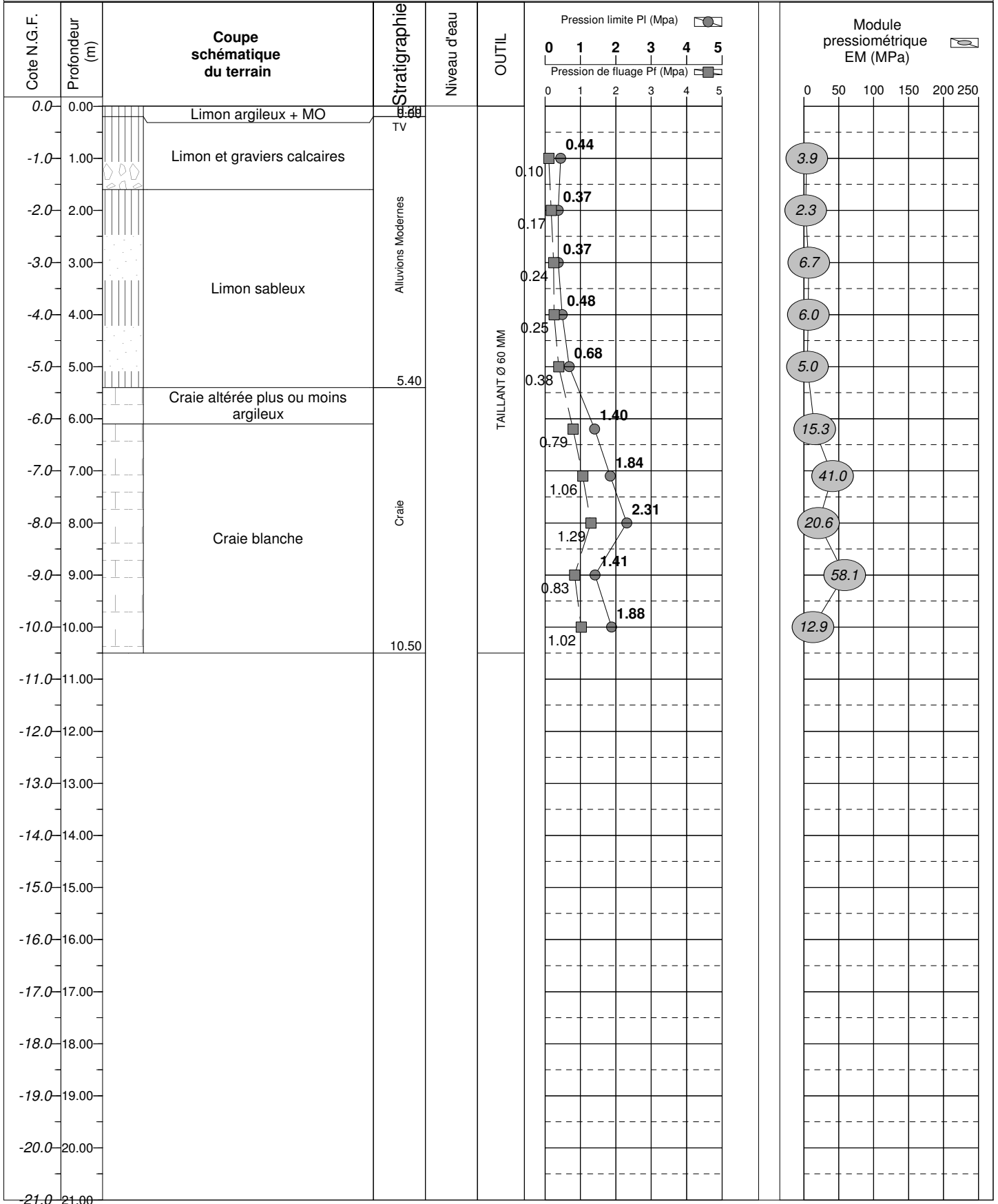
Client : **Entente OISE AISNE**  
 Etude : **Barrage de Berlancourt**

Z :  
 X :  
 Y :  
 Echelle : **1 / 100**  
 Remarque : *Machine: EMCI 45*

Date : **18/09/2015**  
 Début : **0.00 m**  
 Fin : **10.50 m**

Affaire N° : **C15-8013**

Page: **1 / 1**



# BERLANCOURT (60)

Echelle : 1 / 100

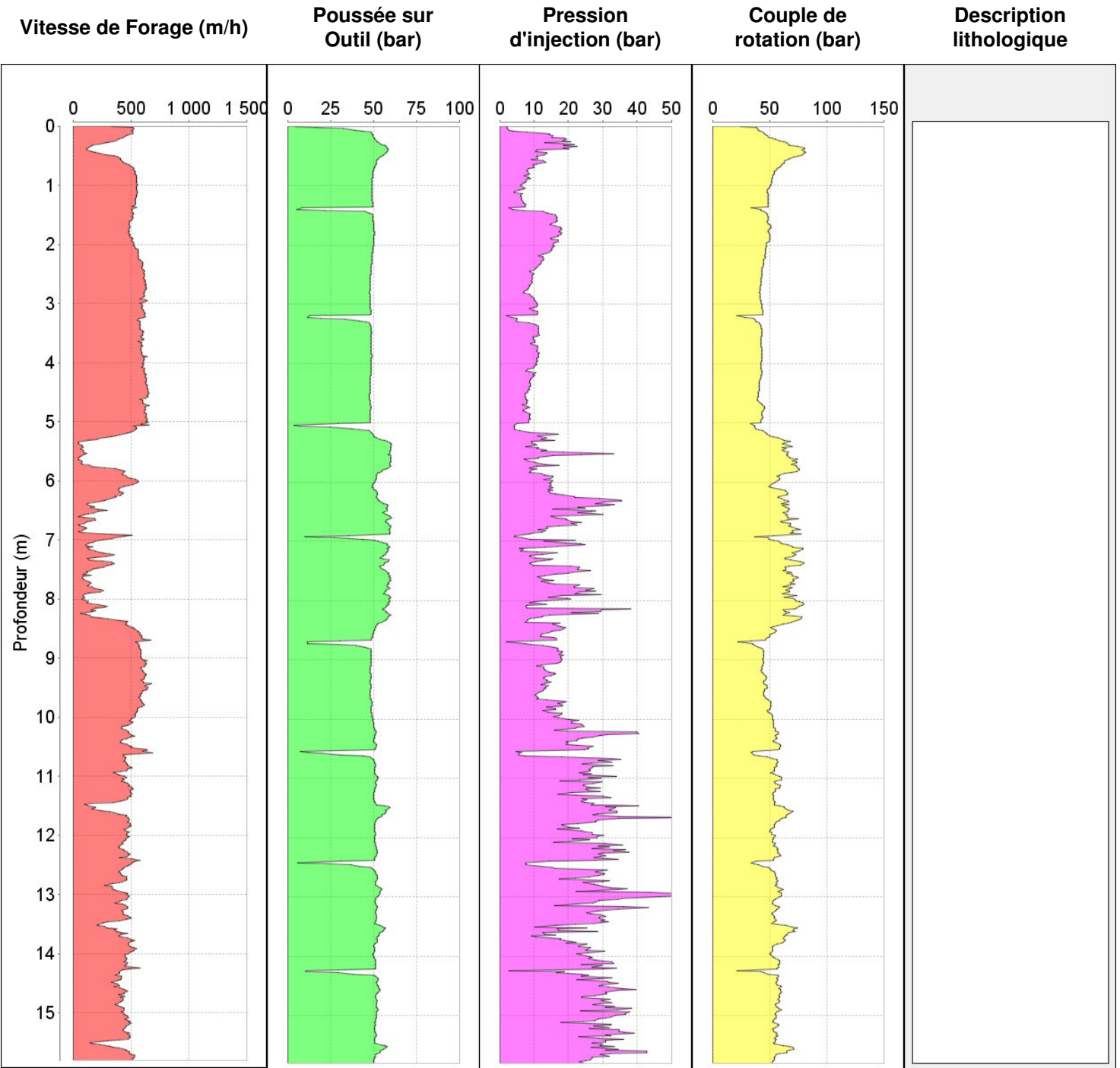


**SEMOfi**  
 868 rue des Voeux St Georges  
 94290 VILLENEUVE le ROI  
 tel : 01 49 81 11 88  
 fax : 01 49 81 11 99

**Nom du chantier :**  
**Client :**  
**Numéro contrat :** C15-8013

**Machine :** BE20-50  
**Outil :** Tricône  
**Fluide :** Benonite  
**Diamètre :** Ø60mm

<b>Forage :</b> SP 3	<b>Jour de début :</b> 19/09/2015	<b>Prof. Forée :</b> 25,00
<b>X :</b> 0,00	<b>Y :</b> 0,00	<b>Z :</b> 0,00



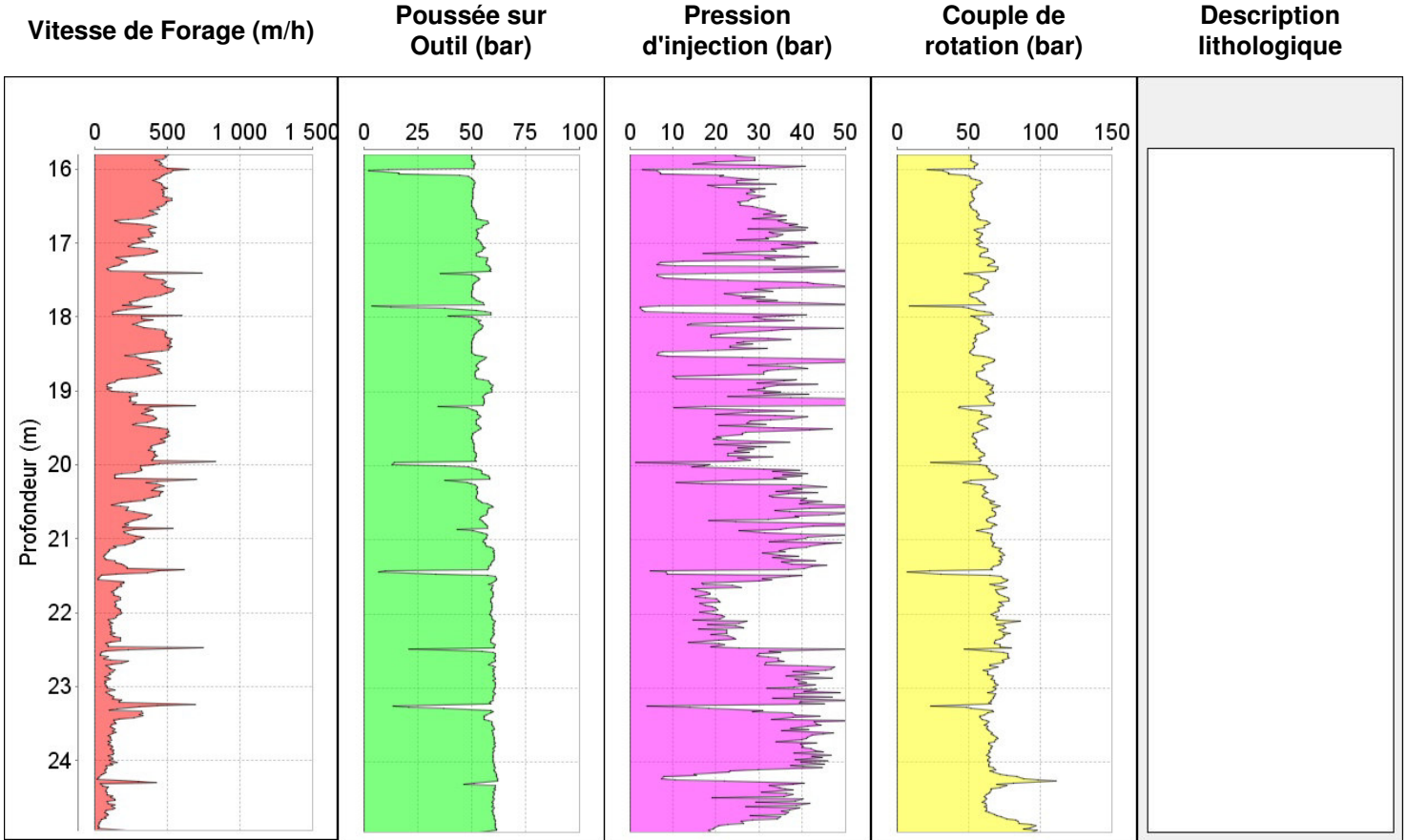
# BERLANCOURT (60)

Echelle : 1 / 100



**SEMOFI**  
 868 rue des Voeux St Georges  
 94290 VILLENEUVE le ROI  
 tel : 01 49 61 11 88  
 fax : 01 49 61 11 99

<b>Forage</b> : SP 3	<b>Jour de début</b> : 19/09/2015	<b>Prof. Forée</b> : 25,00
<b>X</b> : 0,00	<b>Y</b> : 0,00	<b>Z</b> : 0,00



# BERLANCOURT (60)

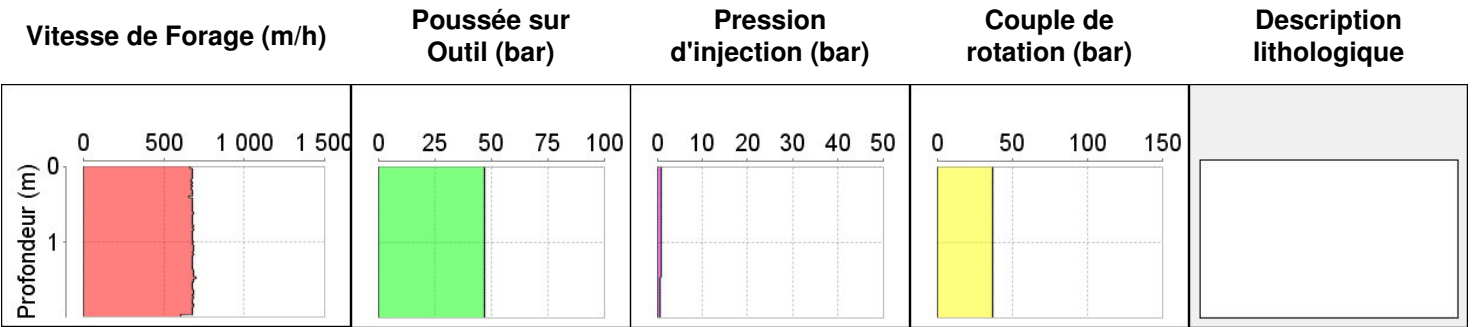
Echelle : 1 / 100



**SEMOfi**  
 868 rue des Voeux St Georges  
 94290 VILLENEUVE le ROI  
 tel : 01 49 61 11 88  
 fax : 01 49 61 11 99

<b>Nom du chantier :</b> <b>Client :</b> <b>Numéro contrat :</b> C15-8013	<b>Machine :</b> BE20-50 <b>Outil :</b> Tricône <b>Fluide :</b> Benonite <b>Diamètre :</b> Ø60mm
---	---

<b>Forage :</b> SP 3 ET	<b>Jour de début :</b> 19/09/2015	<b>Prof. Forée :</b> 1,99
<b>X :</b> 0,00	<b>Y :</b> 0,00	<b>Z :</b> 0,00





# Forage : SP3

Type : *Sondage Pressiométrique*

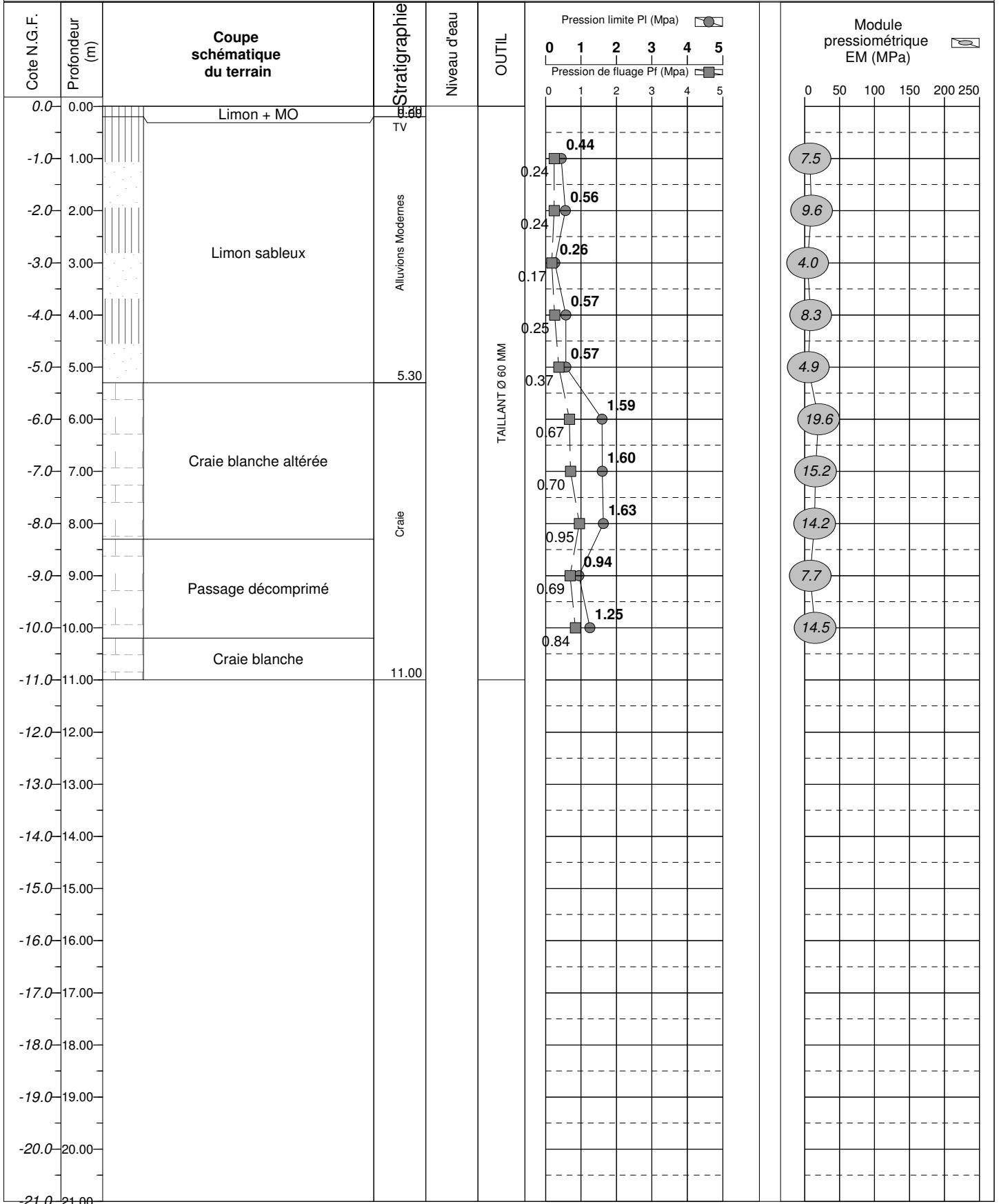
Client : *Entente OISE AISNE*  
 Etude : *Barrage de Berlancourt*

Z :  
 X :  
 Y :  
 Echelle : **1 / 100**  
 Remarque : *Machine: EMCI 45*

Date : **19/09/2015**  
 Début : **0.00 m**  
 Fin : **11.00 m**

Affaire N° : **C15-8013**

Page: **1 / 1**



## **ANNEXE 6**

# **COUPE DES SONDAGES A LA PELLE** **MECANIQUE**





# Forage : FP1-2

Type : *Pelle mecanique*

Client : *Entente OISE AISNE*  
 Etude : *Barrage de Berlancourt*

Z :  
 X :  
 Y :  
 Echelle : 1 / 50  
 Remarque :

Date : 09/09/2015  
 Début : 0.00 m  
 Fin : 4.80 m

Affaire N° : C15-8013

Page: 1 / 1

Cote N.G.F.	Profondeur (m)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Stratigraphie	Niveau d'eau	Echantillon	CAROTTAGE (%) 0 100	Essais LEFRANC (m/s)	OUTIL	EQUIPEMENT	TUBAGE				
0.00	0.00	 Limon marron avec cailloutis et graviers calcaires	0.00				0.00	0.00	0.0	0.0				
	1.00		0.30											
-1.00	1.00	 Limon marron à gris clair légèrement sableux avec cailloutis calcaires	Alluvions modernes				Néant	Néant	Néant	Néant				
-2.00	2.00													
-3.00	3.00													
-4.00	4.00													
-4.80	4.80										4.80	4.80	4.8	4.8
-5.00	5.00													
-6.00	6.00													
-7.00	7.00													
-8.00	8.00													
-9.00	9.00													
-10.00	10.00													















**ANNEXE 7**

**RESULTATS DES ESSAIS EN**  
**LABORATOIRE**



**Identification GTR**  
Selon la norme  
**NF P 94-050/56/68**

PV 47421

Site de prélèvement	Berlancourt	Société	SEMOFI
N° de Sondage	FP1-1	Vos références dossier	C15-8013
Profondeur (m)	1,0 - 2,0	Nos références dossier	S15-4618
Date du prélèvement	Semaine 37	Date de réception du dossier	05/10/2015
Prélèvement effectué par	SEMOFI	Date de réalisation de l'essai	09/10/2015
Condition de conservation	sac	Opérateur:	AGJ

**Observation de prélèvements / Réceptions**

Argile calcaire, ocre à passages gris, plastique

**Température d'étuvage de la prise d'essai en °C:** 50

Les résultats suivants s'appliquent à la détermination de la teneur en eau pondérale effectuée à partir d'un échantillon intact, remanié ou reconstitué, de tous sols et de tous les matériaux cités de la NF P 11-300. La teneur en eau est un paramètre d'état qui permet d'approcher certaines caractéristiques mécaniques et d'apprécier la consistance d'un sol fin.

w% = 21,8%

La valeur de bleu de méthylène (VBS) constitue un paramètre d'identification qui mesure globalement la quantité et l'activité de la fraction argileuse contenue dans un sol ou un matériau rocheux. Cette valeur est rapportée directement à la surface spécifique des particules constituant le sol, laquelle est avant tout régie par l'importance et l'activité des minéraux argileux présents dans la fraction fine du sol.

La Fraction 0/5mm de sol mesurée sur la fraction 0/50mm est de : 1,00

**La VBS retenue pour la fraction 0/50mm est de :** 5,24 *en grammes de Bleu pour 100g de sol sec.*

Ce présent document s'applique à la description des sols en vue de leur classification, à la détermination des classes granulométriques et à la vérification des classes granulométriques imposées. L'essai contribue à apprécier les qualités drainantes et la sensibilité à l'eau de leurs matériaux ainsi que leurs aptitudes au compactage.

<b>Diamètre du Tamis en mm</b>	50	20	5	2	0,08
<b>% Tamisats Cumulés</b>	100%	100%	100%	100%	80%

Nota: Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente. iw:

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le : 20-oct.-15

Daniel AVRIL  
Responsable des essais

Jérôme GARCIA  
Responsable Laboratoire





**Masse volumique des sols fin en laboratoire**  
selon la norme  
**NF P 94-053 Méthode par pesée hydrostatique**

<b>PV</b>	47422
-----------	-------

<b>Site de prélèvement</b>	<b>Berlancourt</b>	<b>Société</b>	<b>SEMOFI</b>
<b>N° de Sondage</b>	<b>FP1-1</b>	<b>Vos références dossier</b>	C15-8013
<b>Profondeur (m)</b>	<b>1,0 - 2,0</b>	<b>Nos références dossier</b>	S15-4618
<b>Date du prélèvement</b>	Semaine 37	<b>Date de réception du dossier</b>	05/10/2015
<b>Prélèvement effectué par</b>	SEMOFI	<b>Date de réalisation de l'essai</b>	12/10/2015
<b>Condition de conservation</b>	sac	<b>Opérateur:</b>	AGJ

**Observation de prélèvements / Réceptions**

Argile calcaire, ocre à passages gris, plastique

Cet essai s'applique à la détermination de la masse volumique d'un échantillon prélevé sur site dans le sol en place ou dans un remblai ou préparé en laboratoire.

	<b>Essai</b>
<b>P</b> de l'échantillon (t/m <sup>3</sup> ):	2,04

	<b>Essai</b>
<b>P<sub>sec</sub></b> de l'échantillon t/m <sup>3</sup>	1,67

	<b>Essai</b>
<b>Teneur en eau (w%)</b>	21,8%

**Observation pendant la réalisation de l'essai:**

Nota: Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente.  $\rho_w$ : 1,000

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le : 20-oct.-15

Daniel AVRIL  
Responsable des essais

Jérôme GARCIA  
Responsable Laboratoire



**Identification GTR**  
Selon la norme  
**NF P 94-050/56/68**

PV 47423

Site de prélèvement	Berlancourt	Société	SEMOFI
N° de Sondage	FP3-1	Vos références dossier	C15-8013
Profondeur (m)	1,0 - 2,0	Nos références dossier	S15-4618
Date du prélèvement	Semaine 37	Date de réception du dossier	05/10/2015
Prélèvement effectué par	SEMOFI	Date de réalisation de l'essai	12/10/2015
Condition de conservation	sac	Opérateur:	AGJ

**Observation de prélèvements / Réceptions**

Sable marron humide

Température d'étuvage de la prise d'essai en °C: **50**

Les résultats suivants s'appliquent à la détermination de la teneur en eau pondérale effectuée à partir d'un échantillon intact, remanié ou reconstitué, de tous sols et de tous les matériaux cités de la NF P 11-300. La teneur en eau est un paramètre d'état qui permet d'approcher certaines caractéristiques mécaniques et d'apprécier la consistance d'un sol fin.

w% = **15,9%**

La valeur de bleu de méthylène (VBS) constitue un paramètre d'identification qui mesure globalement la quantité et l'activité de la fraction argileuse contenue dans un sol ou un matériau rocheux. Cette valeur est rapportée directement à la surface spécifique des particules constituant le sol, laquelle est avant tout régie par l'importance et l'activité des minéraux argileux présents dans la fraction fine du sol.

La Fraction 0/5mm de sol mesurée sur la fraction 0/50mm est de : **1,00**

La VBS retenue pour la fraction 0/50mm est de : **1,91** en grammes de Bleu pour 100g de sol sec.

Ce présent document s'applique à la description des sols en vue de leur classification, à la détermination des classes granulométriques et à la vérification des classes granulométriques imposées. L'essai contribue à apprécier les qualités drainantes et la sensibilité à l'eau de leurs matériaux ainsi que leurs aptitudes au compactage.

<b>Diamètre du Tamis en mm</b>	50	20	5	2	0,08
<b>% Tamisats Cumulés</b>	100%	100%	100%	100%	18%

Nota: Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente. iw:

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le : 20-oct.-15

Daniel AVRIL  
Responsable des essais

Jérôme GARCIA  
Responsable Laboratoire



**Masse volumique des sols fin en laboratoire**  
selon la norme  
**NF P 94-053 Méthode par pesée hydrostatique**

**PV** 47424

<b>Site de prélèvement</b>	<b>Berlancourt</b>	<b>Société</b>	<b>SEMOFI</b>
<b>N° de Sondage</b>	<b>FP3-1</b>	<b>Vos références dossier</b>	C15-8013
<b>Profondeur (m)</b>	<b>1,0 - 2,0</b>	<b>Nos références dossier</b>	S15-4618
<b>Date du prélèvement</b>	Semaine 37	<b>Date de réception du dossier</b>	05/10/2015
<b>Prélèvement effectué par</b>	SEMOFI	<b>Date de réalisation de l'essai</b>	12/10/2015
<b>Condition de conservation</b>	sac	<b>Opérateur:</b>	AGJ

**Observation de prélèvements / Réceptions**

Sable marron humide

Cet essai s'applique à la détermination de la masse volumique d'un échantillon prélevé sur site dans le sol en place ou dans un remblai ou préparé en laboratoire.

	<b>Essai</b>
<b>P</b> de l'échantillon (t/m <sup>3</sup> ):	1,86

	<b>Essai</b>
<b>P<sub>sec</sub></b> de l'échantillon t/m <sup>3</sup>	1,61

	<b>Essai</b>
<b>Teneur en eau (w%)</b>	15,9%

**Observation pendant la réalisation de l'essai:**

Nota: Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente.  $i_w$ : 0,000

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le : 20-oct.-15

Daniel AVRIL  
Responsable des essais

Jérôme GARCIA  
Responsable Laboratoire



**Identification GTR**  
Selon la norme  
**NF P 94-050/56/68**

PV 47425

Site de prélèvement	Berlancourt	Société	SEMOFI
N° de Sondage	FP3-2	Vos références dossier	C15-8013
Profondeur (m)	1,0 - 2,0	Nos références dossier	S15-4618
Date du prélèvement	Semaine 37	Date de réception du dossier	05/10/2015
Prélèvement effectué par	SEMOFI	Date de réalisation de l'essai	12/10/2015
Condition de conservation	sac	Opérateur:	AGJ

**Observation de prélèvements / Réceptions**

Argile limono-sableuse et calcaire, marron, plastique

**Température d'étuvage de la prise d'essai en °C:** 50

Les résultats suivants s'appliquent à la détermination de la teneur en eau pondérale effectuée à partir d'un échantillon intact, remanié ou reconstitué, de tous sols et de tous les matériaux cités de la NF P 11-300. La teneur en eau est un paramètre d'état qui permet d'approcher certaines caractéristiques mécaniques et d'apprécier la consistance d'un sol fin.

w% = 27,8%

La valeur de bleu de méthylène (VBS) constitue un paramètre d'identification qui mesure globalement la quantité et l'activité de la fraction argileuse contenue dans un sol ou un matériau rocheux. Cette valeur est rapportée directement à la surface spécifique des particules constituant le sol, laquelle est avant tout régie par l'importance et l'activité des minéraux argileux présents dans la fraction fine du sol.

La Fraction 0/5mm de sol mesurée sur la fraction 0/50mm est de : 1,00

**La VBS retenue pour la fraction 0/50mm est de :** 3,03 *en grammes de Bleu pour 100g de sol sec.*

Ce présent document s'applique à la description des sols en vue de leur classification, à la détermination des classes granulométriques et à la vérification des classes granulométriques imposées. L'essai contribue à apprécier les qualités drainantes et la sensibilité à l'eau de leurs matériaux ainsi que leurs aptitudes au compactage.

<b>Diamètre du Tamis en mm</b>	50	20	5	2	0,08
<b>% Tamisats Cumulés</b>	100%	100%	100%	100%	63%

Nota: Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente. iw:

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le :

20-oct.-15

Daniel AVRIL  
Responsable des essais

Jérôme GARCIA  
Responsable Laboratoire



**Masse volumique des sols fin en laboratoire**  
selon la norme  
**NF P 94-053 Méthode par pesée hydrostatique**

**PV** 47426

<b>Site de prélèvement</b>	<b>Berlancourt</b>	<b>Société</b>	<b>SEMOFI</b>
<b>N° de Sondage</b>	<b>FP3-2</b>	<b>Vos références dossier</b>	C15-8013
<b>Profondeur (m)</b>	<b>1,0 - 2,0</b>	<b>Nos références dossier</b>	S15-4618
<b>Date du prélèvement</b>	Semaine 37	<b>Date de réception du dossier</b>	05/10/2015
<b>Prélèvement effectué par</b>	SEMOFI	<b>Date de réalisation de l'essai</b>	16/10/2015
<b>Condition de conservation</b>	sac	<b>Opérateur:</b>	AGJ

**Observation de prélèvements / Réceptions**

Argile limono-sableuse et calcaire, marron, plastique

Cet essai s'applique à la détermination de la masse volumique d'un échantillon prélevé sur site dans le sol en place ou dans un remblai ou préparé en laboratoire.

	<b>Essai</b>
<b>P</b> de l'échantillon (t/m <sup>3</sup> ):	1,90

	<b>Essai</b>
<b>P<sub>sec</sub></b> de l'échantillon t/m <sup>3</sup>	1,49

	<b>Essai</b>
<b>Teneur en eau (w%)</b>	27,8%

**Observation pendant la réalisation de l'essai:**

Nota: Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente.  $\rho_w$ : 1,000

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le : 20-oct.-15

Daniel AVRIL  
Responsable des essais

Jérôme GARCIA  
Responsable Laboratoire



## Identification GTR

Selon la norme  
NF P 94-050/56/68

PV 47427

Site de prélèvement	Berlancourt	Société	SEMOFI
N° de Sondage	FP2-2	Vos références dossier	C15-8013
Profondeur (m)	1,0 - 2,0	Nos références dossier	S15-4618
Date du prélèvement	Semaine 37	Date de réception du dossier	05/10/2015
Prélèvement effectué par	SEMOFI	Date de réalisation de l'essai	09/10/2015
Condition de conservation	sac	Opérateur:	AGJ

### Observation de prélèvements / Réceptions

Limon marron plastique avec morceaux de briques rouges et cendre d'incinération

Température d'étuvage de la prise d'essai en °C: **50**

Les résultats suivants s'appliquent à la détermination de la teneur en eau pondérale effectuée à partir d'un échantillon intact, remanié ou reconstitué, de tous sols et de tous les matériaux cités de la NF P 11-300. La teneur en eau est un paramètre d'état qui permet d'approcher certaines caractéristiques mécaniques et d'apprécier la consistance d'un sol fin.

$w\% = 22,1\%$

La valeur de bleu de méthylène (VBS) constitue un paramètre d'identification qui mesure globalement la quantité et l'activité de la fraction argileuse contenue dans un sol ou un matériau rocheux. Cette valeur est rapportée directement à la surface spécifique des particules constituant le sol, laquelle est avant tout régie par l'importance et l'activité des minéraux argileux présents dans la fraction fine du sol.

La Fraction 0/5mm de sol mesurée sur la fraction 0/50mm est de : **0,92**

La VBS retenue pour la fraction 0/50mm est de : **2,16** en grammes de Bleu pour 100g de sol sec.

Ce présent document s'applique à la description des sols en vue de leur classification, à la détermination des classes granulométriques et à la vérification des classes granulométriques imposées.

L'essai contribue à apprécier les qualités drainantes et la sensibilité à l'eau de leurs matériaux ainsi que leurs aptitudes au compactage.

Diamètre du Tamis en mm	50	20	5	2	0,08
% Tamisats Cumulés	100%	93%	92%	91%	77%

Nota: Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente. iw:

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le :

20-oct.-15

Daniel AVRIL

Responsable des essais

Jérôme GARCIA

Responsable Laboratoire



**Masse volumique des sols fin en laboratoire**  
selon la norme  
**NF P 94-053 Méthode par pesée hydrostatique**

PV 47428

<b>Site de prélèvement</b>	<b>Berlancourt</b>	<b>Société</b>	<b>SEMOFI</b>
<b>N° de Sondage</b>	<b>FP2-2</b>	<b>Vos références dossier</b>	C15-8013
<b>Profondeur (m)</b>	<b>1,0 - 2,0</b>	<b>Nos références dossier</b>	S15-4618
<b>Date du prélèvement</b>	Semaine 37	<b>Date de réception du dossier</b>	05/10/2015
<b>Prélèvement effectué par</b>	SEMOFI	<b>Date de réalisation de l'essai</b>	09/10/2015
<b>Condition de conservation</b>	sac	<b>Opérateur:</b>	AGJ

**Observation de prélèvements / Réceptions**

Limon marron plastique avec morceaux de briques rouges et cendre d'incinération

Cet essai s'applique à la détermination de la masse volumique d'un échantillon prélevé sur site dans le sol en place ou dans un remblai ou préparé en laboratoire.

	<b>Essai</b>
<b>P</b> de l'échantillon (t/m <sup>3</sup> ):	2,03

	<b>Essai</b>
<b>P<sub>sec</sub></b> de l'échantillon t/m <sup>3</sup>	1,67

	<b>Essai</b>
<b>Teneur en eau (w%)</b>	22,1%

**Observation pendant la réalisation de l'essai:**

Nota: Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente.  $i_w$ : 0,000

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le : 20-oct.-15

Daniel AVRIL  
Responsable des essais

Jérôme GARCIA  
Responsable Laboratoire



**Identification GTR**  
Selon la norme  
**NF P 94-050/56/68**

PV 47429

Site de prélèvement	Berlancourt	Société	SEMOFI
N° de Sondage	FP1-3	Vos références dossier	C15-8013
Profondeur (m)	1,0 - 2,0	Nos références dossier	S15-4618
Date du prélèvement	Semaine 37	Date de réception du dossier	05/10/2015
Prélèvement effectué par	SEMOFI	Date de réalisation de l'essai	09/10/2015
Condition de conservation	sac	Opérateur:	AGJ

**Observation de prélèvements / Réceptions**

Limon marron plastique

**Température d'étuvage de la prise d'essai en °C:** 50

Les résultats suivants s'appliquent à la détermination de la teneur en eau pondérale effectuée à partir d'un échantillon intact, remanié ou reconstitué, de tous sols et de tous les matériaux cités de la NF P 11-300. La teneur en eau est un paramètre d'état qui permet d'approcher certaines caractéristiques mécaniques et d'apprécier la consistance d'un sol fin.

**w% =** 22,5%

La valeur de bleu de méthylène (VBS) constitue un paramètre d'identification qui mesure globalement la quantité et l'activité de la fraction argileuse contenue dans un sol ou un matériau rocheux. Cette valeur est rapportée directement à la surface spécifique des particules constituant le sol, laquelle est avant tout régie par l'importance et l'activité des minéraux argileux présents dans la fraction fine du sol.

La Fraction 0/5mm de sol mesurée sur la fraction 0/50mm est de : 1,00

**La VBS retenue pour la fraction 0/50mm est de :** 2,50 *en grammes de Bleu pour 100g de sol sec.*

Ce présent document s'applique à la description des sols en vue de leur classification, à la détermination des classes granulométriques et à la vérification des classes granulométriques imposées. L'essai contribue à apprécier les qualités drainantes et la sensibilité à l'eau de leurs matériaux ainsi que leurs aptitudes au compactage.

<b>Diamètre du Tamis en mm</b>	50	20	5	2	0,08
<b>% Tamisats Cumulés</b>	100%	100%	100%	100%	98%

Nota: Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente. iw:

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le : 20-oct.-15

Daniel AVRIL  
Responsable des essais

  
Jérôme GARCIA  
Responsable Laboratoire





Masse volumique des sols fin en laboratoire  
selon la norme  
NF P 94-053 Méthode par pesée hydrostatique

PV 47430

Site de prélèvement	Berlancourt	Société	SEMOFI
N° de Sondage	FP1-3	Vos références dossier	C15-8013
Profondeur (m)	1,0 - 2,0	Nos références dossier	S15-4618
Date du prélèvement	Semaine 37	Date de réception du dossier	05/10/2015
Prélèvement effectué par	SEMOFI	Date de réalisation de l'essai	09/10/2015
Condition de conservation	sac	Opérateur:	AGJ

Observation de prélèvements / Réceptions

Limon marron plastique

Cet essai s'applique à la détermination de la masse volumique d'un échantillon prélevé sur site dans le sol en place ou dans un remblai ou préparé en laboratoire.

	Essai
<i>P</i> de l'échantillon (t/m <sup>3</sup> ):	2,02

	Essai
<i>P</i> sec de l'échantillon t/m <sup>3</sup>	1,65

	Essai
Teneur en eau (w%)	22,5%

Observation pendant la réalisation de l'essai:

Nota: Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente.  $i_w$ : 0,000

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le : 20-oct.-15

Daniel AVRIL  
Responsable des essais

Jérôme GARCIA  
Responsable Laboratoire



**Identification GTR**  
Selon la norme  
**NF P 94-050/56/68**

PV 47431

Site de prélèvement	Berlancourt	Société	SEMOFI
N° de Sondage	FP2-1	Vos références dossier	C15-8013
Profondeur (m)	1,0-2,5	Nos références dossier	S15-4618
Date du prélèvement	Semaine 37	Date de réception du dossier	05/10/2015
Prélèvement effectué par	SEMOFI	Date de réalisation de l'essai	12/10/2015
Condition de conservation	sac	Opérateur:	AGJ

**Observation de prélèvements / Réceptions**

Limon calcaire, maron, plastique

**Température d'étuvage de la prise d'essai en °C:** 50

Les résultats suivants s'appliquent à la détermination de la teneur en eau pondérale effectuée à partir d'un échantillon intact, remanié ou reconstitué, de tous sols et de tous les matériaux cités de la NF P 11-300. La teneur en eau est un paramètre d'état qui permet d'approcher certaines caractéristiques mécaniques et d'apprécier la consistance d'un sol fin.

w% = 22,2%

La valeur de bleu de méthylène (VBS) constitue un paramètre d'identification qui mesure globalement la quantité et l'activité de la fraction argileuse contenue dans un sol ou un matériau rocheux. Cette valeur est rapportée directement à la surface spécifique des particules constituant le sol, laquelle est avant tout régie par l'importance et l'activité des minéraux argileux présents dans la fraction fine du sol.

La Fraction 0/5mm de sol mesurée sur la fraction 0/50mm est de : 1,00

**La VBS retenue pour la fraction 0/50mm est de :** 3,50 *en grammes de Bleu pour 100g de sol sec.*

Ce présent document s'applique à la description des sols en vue de leur classification, à la détermination des classes granulométriques et à la vérification des classes granulométriques imposées. L'essai contribue à apprécier les qualités drainantes et la sensibilité à l'eau de leurs matériaux ainsi que leurs aptitudes au compactage.

<b>Diamètre du Tamis en mm</b>	50	20	5	2	0,08
<b>% Tamisats Cumulés</b>	100%	100%	100%	100%	79%

Nota: Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente. iw:

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le : 20-oct.-15

Daniel AVRIL  
Responsable des essais

Jérôme GARCIA  
Responsable Laboratoire



Masse volumique des sols fin en laboratoire  
selon la norme  
NF P 94-053 Méthode par pesée hydrostatique

PV 47432

Site de prélèvement	Berlancourt	Société	SEMOFI
N° de Sondage	FP2-1	Vos références dossier	C15-8013
Profondeur (m)	1,0 - 2,5	Nos références dossier	S15-4618
Date du prélèvement	Semaine 37	Date de réception du dossier	05/10/2015
Prélèvement effectué par	SEMOFI	Date de réalisation de l'essai	16/10/2015
Condition de conservation	sac	Opérateur:	AGJ

**Observation de prélèvements / Réceptions**

Limon calcaire, maron, plastique

Cet essai s'applique à la détermination de la masse volumique d'un échantillon prélevé sur site dans le sol en place ou dans un remblai ou préparé en laboratoire.

	Essai
<i>P</i> de l'échantillon (t/m <sup>3</sup> ):	1,96

	Essai
<i>P</i> sec de l'échantillon t/m <sup>3</sup>	1,60

	Essai
<i>Teneur en eau (w%)</i>	22,2%

**Observation pendant la réalisation de l'essai:**

Nota: Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente.  $\rho_w$ : 1,000

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le : 20-oct.-15

Daniel AVRIL  
Responsable des essais

Jérôme GARCIA  
Responsable Laboratoire



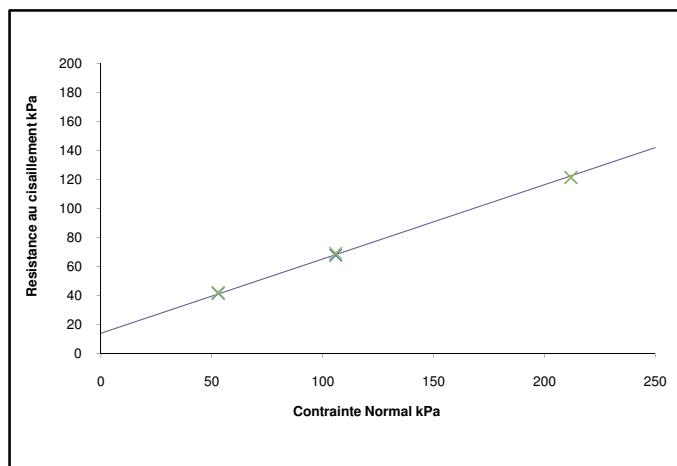
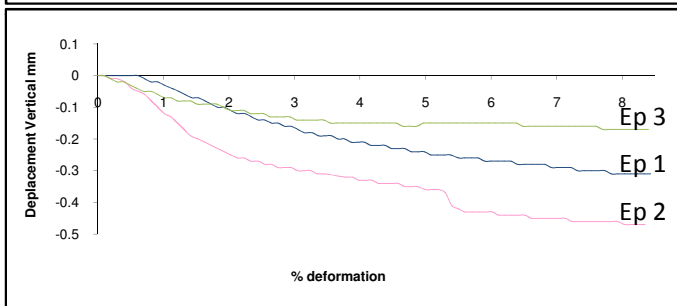
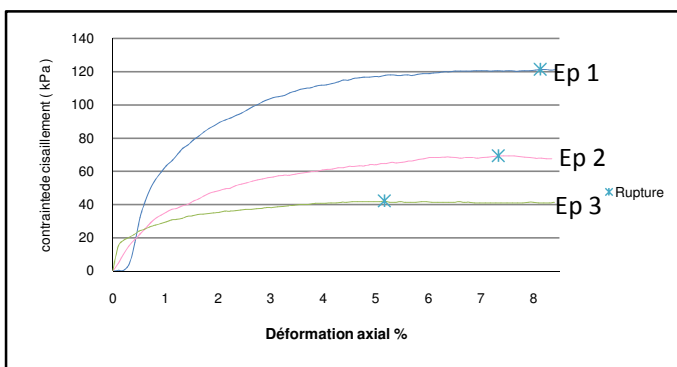
**Essai de cisaillement rectiligne  
Cisaillement direct  
réalisé selon la norme NF P 94-071-1**

<b>Site de prélèvement</b>	<b>Berlancourt</b>	<b>Société</b>	<b>Semofi</b>
<b>N° de Sondage</b>	<b>SC 01</b>	<b>Vos références dossier</b>	<b>C15-8013</b>
<b>Profondeur (m)</b>	<b>2.6 - 2.8 m</b>	<b>Nos références dossier</b>	<b>S15-4619</b>
<b><math>\sigma'_{v0}</math> (kPa)</b>	<b>54</b>	<b>Date de réception</b>	<b>5-oct.-15</b>
<b>Prélèvement effectué par</b>	<b>GeoSond</b>	<b>Date de réalisation de l'essai</b>	<b>9-oct.-15</b>
<b>Condition de conservation</b>	<b>Gaine PVC</b>	<b>Opérateur:</b>	<b>LAK + MAL</b>

**Nature de l'échantillon :** Argile limoneuse gris-marron ferme avec des passages ocres et des passages sableux

**Observations de prélèvement / Réception**

Caracteristiques des éprouvettes				
Valeur initiales	1	2	3	4
$H_0$ ( mm )	20	20	20	
$D_0$ ( mm )	60	60	60	
Wini ( % )	31.29	31.29	31.29	
ei	0.837	0.835	0.835	
Sr ( % )	99	99	99	
$\gamma_h$ ( T/m <sup>3</sup> )	1.89	1.90	1.90	
$\gamma_d$ ( T/m <sup>3</sup> )	1.44	1.44	1.44	
$\gamma_s$ estimé ( T/m <sup>3</sup> )	2.65	2.65	2.65	
Contrainte normale ( kPa )	212	106	53	
Après Consolidation				
t100 ( min )	11.1	3.4	1.1	
$\gamma_d$ ( T/m <sup>3</sup> )	1.93	1.84	1.56	
Après Cisaillement				
Wf ( % )	14.04	16.6	26.21	
ei	0.372	0.44	0.695	
Sr ( % )	100	100	100	
$\tau_{r,p}$ ( kPa )	121.3	69.3	42.1	
Deformation pic ( % )	8.133	7.333	5.167	
$\tau_{r,f}$ ( kPa )	121.3	67.6	41.4	
Deformation final ( % )	8.433	8.35	8.4	



Resultats	C'		$\phi'$	
	( kPa )		( ° )	
	C' <sub>p</sub>	C' <sub>f</sub>	$\Phi'_p$	$\Phi'_f$
	14	14	27.1	27.1

**Remarques :**

Nota : Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doit être effectuée par une ingénierie compétente.

**Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le :** 27-oct.-15

Daniel AVRIL  
Responsable des essais

Jérôme GARCIA  
 Responsable Laboratoire



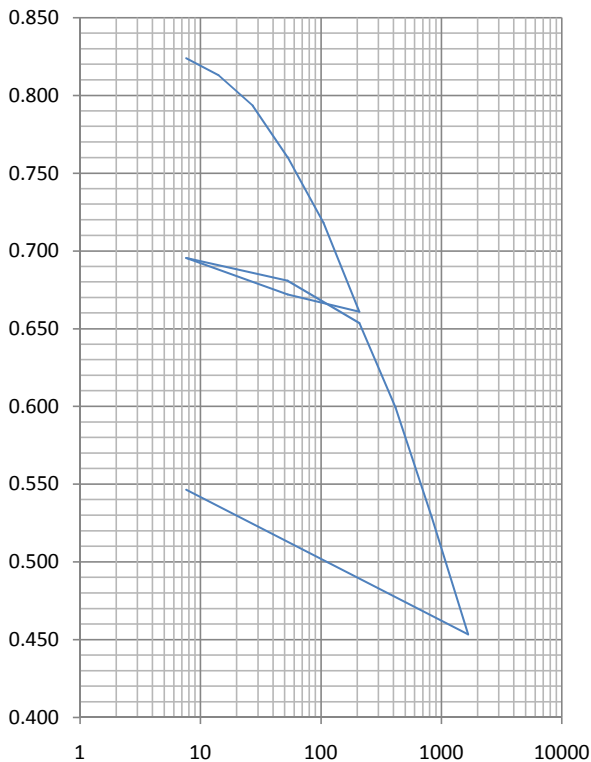
**Essai de compressibilité sur sols fins saturés avec chargement par paliers  
réalisé selon la norme NF P 94-090-1**

<b>Site de prélèvement</b>	<b>Berlancourt</b>	<b>Société</b>	<b>Semofi</b>
<b>N° de Sondage</b>	<b>SC 01</b>	<b>Vos références dossier</b>	C15-8013
<b>Profondeur (m)</b>	<b>2.6 - 2.8 m</b>	<b>Nos références dossier</b>	S15-4619
<b><math>\sigma'_{v0}</math> (kPa)</b>	<b>54</b>	<b>Date de réception</b>	5-oct.-15
<b>Prélèvement effectué par</b>	<b>GeoSond</b>	<b>Date de réalisation de l'essai</b>	6-oct.-15
<b>Condition de conservation</b>	<b>Gaine PVC</b>	<b>Opérateur:</b>	<b>MAL + LAK</b>

**Nature de l'échantillon :** Argile limoneuse gris-marron ferme avec des passages ocre et des passages sableux

**Observations de prélèvement / Réception**

Caractéristique de l'éprouvette	Avant essai	Après essai
Diamètre ( mm )	70	70
Hauteur ( mm )	20	16.849
$\gamma_d$ ( T/m <sup>3</sup> )	1.44	1.71
$\gamma_s$ ( T/m <sup>3</sup> ) Estimé	2.65	
W ( % )	31.29	20.63
Sr ( % )	99.2	100.0



Date	$\sigma_v$ kPa	$\Delta h$ mm	e	Eoed Mpa
6-oct.	0	0.000	0.836	
	7.6	0.128	0.824	1.09
	14.1	0.247	0.813	1.23
	27.1	0.459	0.793	1.43
	53	0.821	0.760	2.27
	105	1.280	0.718	3.32
23-oct.	208.9	1.905	0.661	25.77
	53	1.784	0.672	
	7.6	1.528	0.695	
	53	1.687	0.681	10.57
	208.9	1.982	0.654	7.00
	416.8	2.576	0.599	10.86
	832.6	3.342	0.529	20.18
	1664.1	4.166	0.453	32.64
23-oct.	7.6	3.151	0.546	

Résultats	
Coefficient de Consolidation	
$\sigma_v$ en kPa	Cv en 10 <sup>-6</sup> m <sup>2</sup> /s
de 208.9 à 416.8	0.37
de 416.8 à 832.6	0.47
de 832.6 à 1664.1	0.57
Caractéristiques de compressibilité	
ei	0.84
e0	0.79
$\sigma'_{v0}$ kPa	54.00
$\sigma'_p$ kPa	<b>58.00</b>
Indice de compression Cc	<b>0.25</b>
Indice de décompression Cs	<b>0.040</b>

**Remarque :**

Nota : Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doit être effectuée par une ingénierie compétente

**Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le :** 27-oct.-15

Daniel AVRIL  
Responsable des essais

Jérôme GARCIA  
Responsable Laboratoire



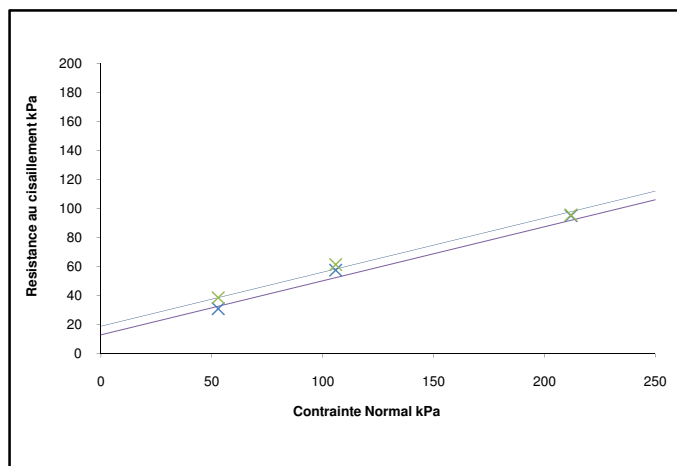
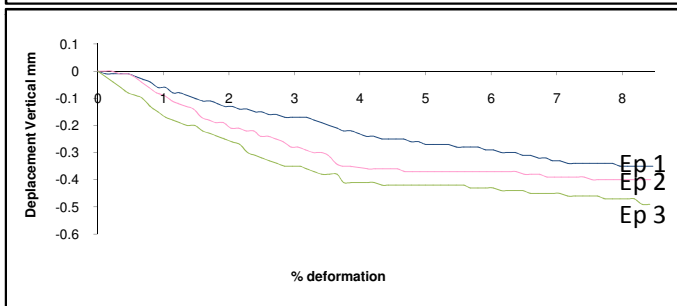
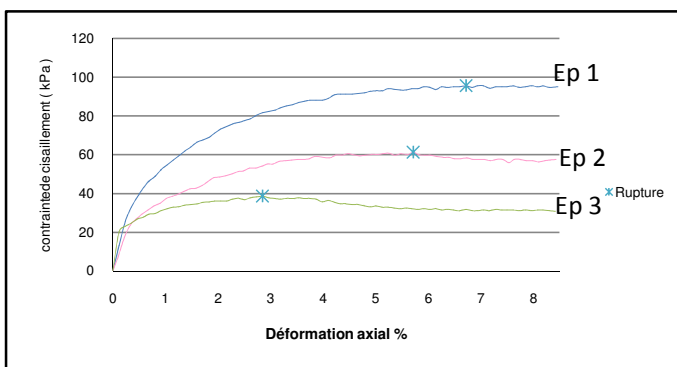
**Essai de cisaillement rectiligne  
Cisaillement direct  
réalisé selon la norme NF P 94-071-1**

<b>Site de prélèvement</b>	<b>Berlancourt</b>	<b>Société</b>	<b>Semofi</b>
<b>N° de Sondage</b>	<b>SC 02</b>	<b>Vos références dossier</b>	<b>C15-8013</b>
<b>Profondeur (m)</b>	<b>2.5 - 2.7 m</b>	<b>Nos références dossier</b>	<b>S15-4619</b>
<b><math>\sigma'_{v0}</math> (kPa)</b>	<b>52</b>	<b>Date de réception</b>	<b>5-oct.-15</b>
<b>Prélèvement effectué par</b>	<b>GeoSond</b>	<b>Date de réalisation de l'essai</b>	<b>9-oct.-15</b>
<b>Condition de conservation</b>	<b>Gaine PVC</b>	<b>Opérateur:</b>	<b>LAK + MAL</b>

**Nature de l'échantillon :** Argile limoneuse marron-brun ferme

**Observations de prélèvement / Réception**

Caracteristiques des éprouvettes				
Valeur initiales	1	2	3	4
$H_0$ ( mm )	20	20	20	
$D_0$ ( mm )	60	60	60	
Wini ( % )	24.1	24.1	24.1	
ei	0.674	0.672	0.679	
Sr ( % )	95	95	94	
$\gamma_h$ ( T/m <sup>3</sup> )	1.96	1.97	1.96	
$\gamma_d$ ( T/m <sup>3</sup> )	1.58	1.58	1.58	
$\gamma_s$ estimé ( T/m <sup>3</sup> )	2.65	2.65	2.65	
Contrainte normale ( kPa )	212	106	53	
Après Consolidation				
t100 ( min )	4.9	2.2	0.2	
$\gamma_d$ ( T/m <sup>3</sup> )	1.98	1.75	1.62	
Après Cisaillement				
Wf ( % )	12.88	19.5	24.08	
ei	0.341	0.517	0.638	
Sr ( % )	100	100	100	
$\tau_{r,p}$ ( kPa )	95.5	61.2	38.6	
Deformation pic ( % )	6.717	5.717	2.85	
$\tau_{r,f}$ ( kPa )	95.1	57.6	30.8	
Deformation final ( % )	8.467	8.433	8.417	



Resultats	C'		$\phi'$	
	( kPa )		( ° )	
	C' <sub>p</sub>	C' <sub>f</sub>	$\Phi'_p$	$\Phi'_f$
	19	13	20.4	20.4

**Remarques :**

Nota : Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doit être effectuée par une ingénierie compétente.

**Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le :** 27-oct.-15

Daniel AVRIL  
Responsable des essais

Jérôme GARCIA  
 Responsable Laboratoire



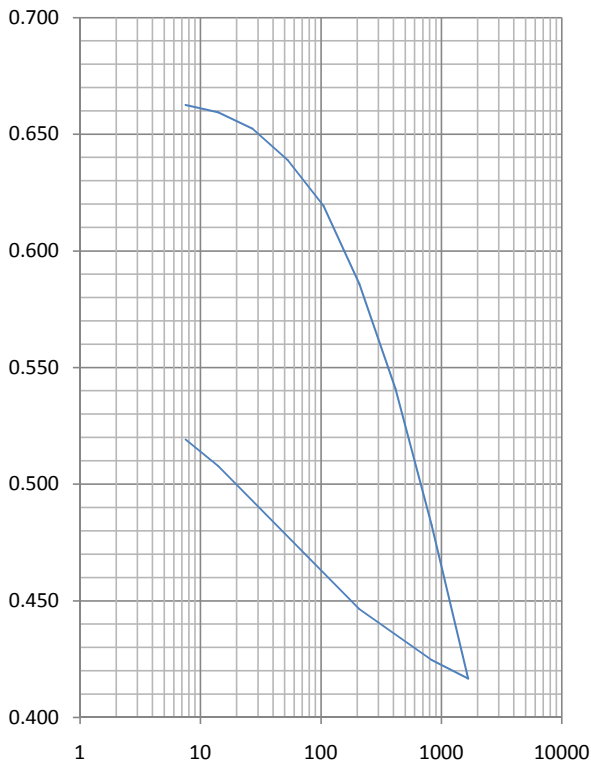
**Essai de compressibilité sur sols fins saturés avec chargement par paliers  
réalisé selon la norme NF P 94-090-1**

<b>Site de prélèvement</b>	<b>Berlancourt</b>	<b>Société</b>	<b>Semofi</b>
<b>N° de Sondage</b>	<b>SC 02</b>	<b>Vos références dossier</b>	C15-8013
<b>Profondeur (m)</b>	<b>2.5 - 2.7 m</b>	<b>Nos références dossier</b>	S15-4619
<b><math>\sigma'_{v0}</math> (kPa)</b>	<b>52</b>	<b>Date de réception</b>	5-oct.-15
<b>Prélèvement effectué par</b>	<b>GeoSond</b>	<b>Date de réalisation de l'essai</b>	6-oct.-15
<b>Condition de conservation</b>	<b>Gaine PVC</b>	<b>Opérateur:</b>	<b>MAL + LAK</b>

**Nature de l'échantillon :** Argile limoneuse marron-brun ferme

**Observations de prélèvement / Réception**

Caractéristique de l'éprouvette	Avant essai	Après essai
Diamètre ( mm )	70	70
Hauteur ( mm )	20	18.280
$\gamma_d$ ( T/m <sup>3</sup> )	1.59	1.74
$\gamma_s$ ( T/m <sup>3</sup> ) Estimé	2.65	
W ( % )	24.10	19.67
Sr ( % )	96.5	100.0



Date	$\sigma_v$ kPa	$\Delta h$ mm	e	Eoed Mpa
6-oct.	0	0.000	0.662	
	7.5	-0.005	0.662	3.51
	14	0.032	0.659	3.10
	27	0.116	0.652	3.21
	53	0.278	0.639	4.38
	104.9	0.515	0.619	5.16
	208.9	0.918	0.586	7.68
	416.7	1.459	0.541	
	832.5	2.163	0.482	
	1664	2.954	0.417	173.23
22-oct.	832.5	2.858	0.425	47.42
	208.9	2.595	0.446	5.28
	14	1.857	0.508	0.95
	7.5	1.720	0.519	

Résultats	
Coefficient de Consolidation	
$\sigma_v$ en kPa	Cv en 10-6 m <sup>2</sup> /s
de 208.9 à 416.7	0.71
de 416.7 à 832.5	1.01
de 832.5 à 1664	1.87
Caractéristiques de compressibilité	
ei	0.66
e0	-
$\sigma'_{v0}$ kPa	52.00
$\sigma'_p$ kPa	<b>136.00</b>
Indice de compression Cc	<b>0.22</b>
Indice de décompression Cs	<b>0.027</b>

**Remarque :**

**Essai réalisé conformément au paragraphe 6.3.1.2 - Gonflement de l'éprouvette à la mise en eau -**

Nota : Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doit être effectuée par une ingénierie compétente

**Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le :** 27-oct.-15

Daniel AVRIL  
Responsable des essais

  
 Jérôme GARCIA  
 Responsable Laboratoire



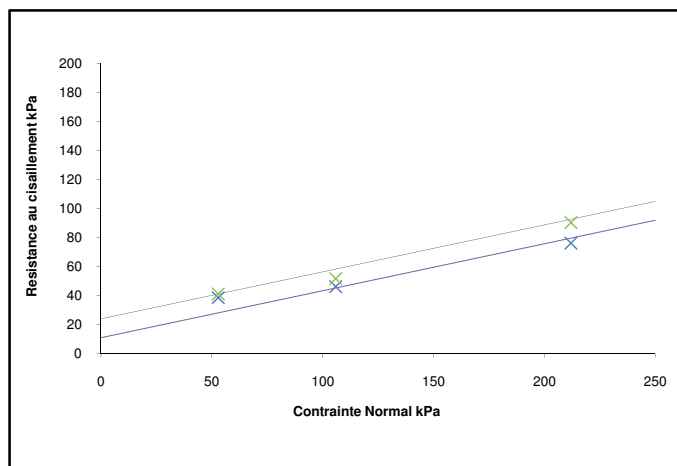
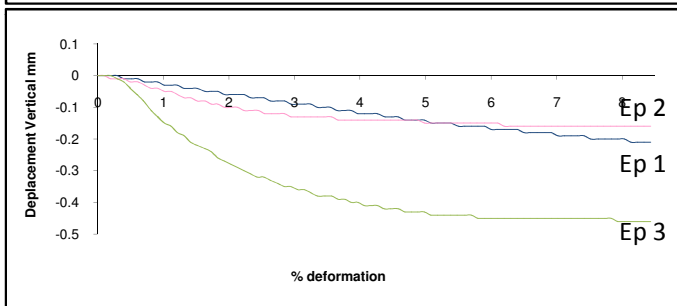
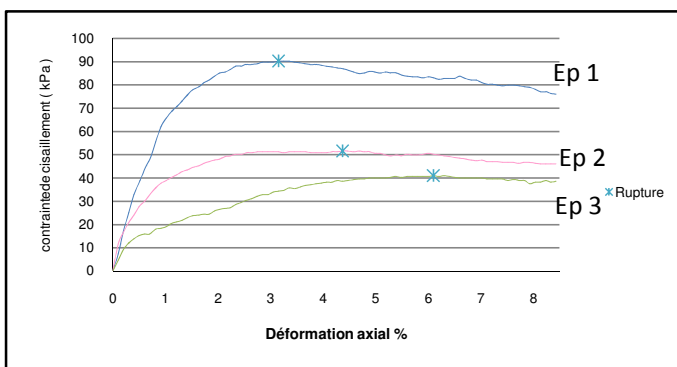
**Essai de cisaillement rectiligne  
Cisaillement direct  
réalisé selon la norme NF P 94-071-1**

<b>Site de prélèvement</b>	<b>Berlancourt</b>	<b>Société</b>	<b>Semofi</b>
<b>N° de Sondage</b>	<b>SC 03</b>	<b>Vos références dossier</b>	<b>C15-8013</b>
<b>Profondeur (m)</b>	<b>2.6 - 2.8 m</b>	<b>Nos références dossier</b>	<b>S15-4619</b>
<b><math>\sigma'_{v0}</math> (kPa)</b>	<b>54</b>	<b>Date de réception</b>	<b>5-oct.-15</b>
<b>Prélèvement effectué par</b>	<b>GeoSond</b>	<b>Date de réalisation de l'essai</b>	<b>9-oct.-15</b>
<b>Condition de conservation</b>	<b>Gaine PVC</b>	<b>Opérateur:</b>	<b>LAK + MAL</b>

**Nature de l'échantillon :** Argile gris-vert plastique à ferme avec des passages marrons et des passages sableux

**Observations de prélèvement / Réception**

Caracteristiques des éprouvettes				
Valeur initiales	1	2	3	4
$H_0$ ( mm )	20	20	20	
$D_0$ ( mm )	60	60	60	
Wini ( % )	29.13	29.13	29.13	
ei	0.777	0.78	0.775	
Sr ( % )	99	99	100	
$\gamma_h$ ( T/m <sup>3</sup> )	1.93	1.92	1.93	
$\gamma_d$ ( T/m <sup>3</sup> )	1.49	1.49	1.49	
$\gamma_s$ estimé ( T/m <sup>3</sup> )	2.65	2.65	2.65	
Contrainte normale ( kPa )	212	106	53	
Après Consolidation				
t100 ( min )	4.3	3.2	1.3	
$\gamma_d$ ( T/m <sup>3</sup> )	1.82	1.72	1.57	
Après Cisaillement				
Wf ( % )	17.09	20.42	25.8	
ei	0.453	0.541	0.683	
Sr ( % )	100	100	100	
$\tau_{r,p}$ ( kPa )	90.2	51.6	41	
Deformation pic ( % )	3.15	4.367	6.1	
$\tau_{r,f}$ ( kPa )	76	46	38.6	
Deformation final ( % )	8.433	8.433	8.433	



Resultats	C'		$\phi'$	
	( kPa )		( ° )	
	C' <sub>p</sub>	C' <sub>f</sub>	$\Phi'_p$	$\Phi'_f$
	24	11	18.0	18.0

**Remarques :**

Nota : Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doit être effectuée par une ingénierie compétente.

**Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le :** 27-oct.-15

Daniel AVRIL  
Responsable des essais

Jérôme GARCIA  
Responsable Laboratoire

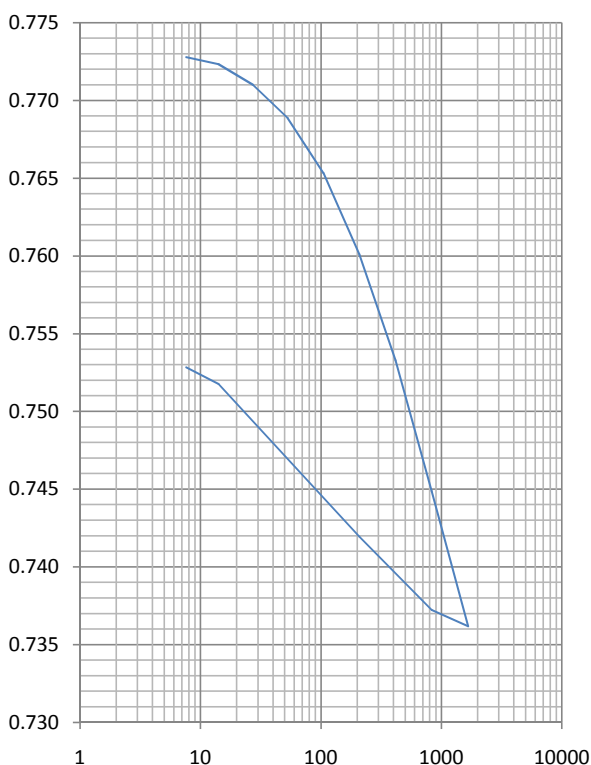




**Essai de compressibilité sur sols fins saturés avec chargement par paliers  
réalisé selon la norme NF P 94-090-1**

<b>Site de prélèvement</b>	<b>Berlancourt</b>	<b>Société</b>	<b>Semofi</b>
<b>N° de Sondage</b>	<b>SC 03</b>	<b>Vos références dossier</b>	C15-8013
<b>Profondeur (m)</b>	<b>2.6 - 2.8 m</b>	<b>Nos références dossier</b>	S15-4619
<b><math>\sigma'_{v0}</math> (kPa)</b>	<b>54</b>	<b>Date de réception</b>	5-oct.-15
<b>Prélèvement effectué par</b>	<b>GeoSond</b>	<b>Date de réalisation de l'essai</b>	6-oct.-15
<b>Condition de conservation</b>	<b>Gaine PVC</b>	<b>Opérateur:</b>	<b>MAL + LAK</b>
<b>Nature de l'échantillon :</b> Argile gris-vert plastique à ferme avec des passages marrons et des passages sableux			
<b>Observations de prélèvement / Réception</b>			

Caractéristique de l'éprouvette	Avant essai	Après essai
Diamètre ( mm )	70	70
Hauteur ( mm )	20	19.778
$\gamma_d$ ( T/m <sup>3</sup> )	1.50	1.51
$\gamma_s$ ( T/m <sup>3</sup> ) Estimé	2.65	
W ( % )	29.13	28.42
Sr ( % )	99.9	100.0



Date	$\sigma_v$ kPa	$\Delta h$ mm	e	Eoed Mpa
6-oct.	0	0.000	0.773	
	7.6	-0.003	0.773	26.00
	14.1	0.002	0.772	17.33
	27.1	0.017	0.771	21.58
	53	0.041	0.769	26.00
	105	0.081	0.765	35.26
	209	0.140	0.760	53.97
	416.8	0.217	0.753	
	832.6	0.312	0.745	
	1664.1	0.410	0.736	1385.71
22-oct.	832.6	0.398	0.737	235.33
	209	0.345	0.742	35.12
	14.1	0.234	0.752	10.83
	7.6	0.222	0.753	

Résultats	
Coefficient de Consolidation	
$\sigma_v$ en kPa	Cv en 10 <sup>-6</sup> m <sup>2</sup> /s
de 209 à 416.8	1.35
de 416.8 à 832.6	2.20
de 832.6 à 1664.1	5.30
Caractéristiques de compressibilité	
e <sub>i</sub>	0.77
e <sub>0</sub>	-
$\sigma'_{v0}$ kPa	54.00
$\sigma'_p$ kPa	<b>88.00</b>
Indice de compression C <sub>c</sub>	<b>0.03</b>
Indice de décompression C <sub>s</sub>	<b>0.004</b>

**Remarque :**

**Essai réalisé conformément au paragraphe 6.3.1.2 - Gonflement de l'éprouvette à la mise en eau -**

Nota : Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doit être effectuée par une ingénierie compétente

**Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le :** 27-oct.-15

Daniel AVRIL  
Responsable des essais

Jérôme GARCIA  
Responsable Laboratoire

## **ANNEXE 8**

# **MISSIONS GEOTECHNIQUE**

**Tableau 1 — Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique**

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

**Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique**

<p>L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.</p>
<p><b>ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)</b></p> <p>Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases :</p> <p><u>Phase Étude de Site (ES)</u></p> <p>Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisnants avec visite du site et des alentours.</li> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.</li> </ul> <p><u>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).</li> </ul>
<p><b>ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)</b></p> <p>Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases :</p> <p><u>Phase Avant-projet (AVP)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisnants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.</li> </ul> <p><u>Phase Projet (PRO)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisnants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.</li> </ul> <p><u>Phase DCE / ACT</u></p> <p>Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).</li> <li>— Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.</li> </ul>

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

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

**ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)**

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

Phase Étude

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

Phase Suivi

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

**SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)**

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

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

**DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)**

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

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



## ENTENTE OISE AISNE

11, rue Guynemer  
60200, Compiègne

**Sondage géotechnique dans le cadre de l’aménagement de trois ouvrages  
écrêteurs des crues de la Verse,**

**Pièce n°1 – Barrage de Muirancourt**

Rue de Cangie à Muirancourt (60)

**Rapport d’étude géotechnique de conception phase  
avant - projet  
Mission G2 phase AVP**

Dossier : C15-8013			Pièce n°1		
Indice	Date	Observations - Modifications	Etabli par	Vérfié par	Approuvé par
B	08/12/2015	Mise à jour après remarque de la MOE et MOA	M F. LABAT	Mme K. LEBAS	Mme C. GARCIA
A	20/11/2015	Diffusion après contrôle interne.	M F. LABAT	M C. CASADO	Mme C. GARCIA
0	20/11/2015	Contrôle interne - relecture.	M F. LABAT	M C. CASADO	-

Nombre de pages :	32	Nombre d’annexes :	8
-------------------	----	--------------------	---

# Sommaire

<b>1</b>	<b>Généralité .....</b>	<b>3</b>
1.1	Définition de l'opération.....	3
1.2	Descriptif du contexte et caractéristiques générales du projet .....	4
1.3	Documents fournis .....	5
<b>2</b>	<b>Enquête documentaire et de site préalable .....</b>	<b>5</b>
2.1	Documents de base .....	5
2.2	Contexte géographique et géomorphologique .....	6
2.3	Contexte historique sommaire .....	6
2.4	Contexte géologique .....	7
2.5	Contexte hydrogéologique .....	8
2.6	Aléas géotechniques.....	9
2.6.1	Cavités .....	9
2.6.2	Mouvement de terrain .....	10
2.6.3	Inondations.....	10
2.6.4	Risque Sismique .....	11
<b>3</b>	<b>Investigations géotechniques .....</b>	<b>12</b>
3.1	Généralités.....	12
3.2	Résultats des investigations in situ .....	13
3.3	Résultats des essais en laboratoire .....	19
3.3.1	Identification GTR.....	19
3.3.2	Essai de cisaillement.....	19
3.3.3	Essai œdométrique .....	20
3.4	Piézométrie .....	20
<b>4</b>	<b>Analyse et recommandations géotechniques .....</b>	<b>21</b>
4.1	Etude de site .....	21
4.1.1	Modèle géotechnique .....	21
4.1.2	Profil géotechnique au droit du tracé principale.....	22
4.1.3	Profil géotechnique au droit du tracé variante .....	23
4.2	Recommandations générales concernant l'ouvrage .....	24
4.2.1	Nature de l'ouvrage .....	24
4.2.2	Tracé à privilégier et aléas géotechniques associés .....	24
4.2.3	Réutilisation des matériaux du site en remblais constitutifs de l'ouvrage .....	24
4.3	Ebauche dimensionnelle de l'ouvrage.....	25
4.3.1	Etude de la fondation .....	25
4.3.2	Pente des parements .....	28
4.3.3	Stabilité hydraulique .....	28
4.4	Principes de terrassement .....	29
4.4.1	Conditions de terrassement.....	29
4.4.2	Stabilité de la fouille .....	29
4.4.3	Réalisation du remblai.....	29
4.4.4	Traficabilité en phase chantier :.....	30
4.5	Voirie.....	30
4.6	Discussion sur les incertitudes géotechniques.....	31
4.7	Avoisinants et remarques générales.....	32

**Annexe n°1** : Plan de situation

**Annexe n°2** : Schéma d'implantation des investigations

**Annexe n°3** : Description des techniques de sondage

**Annexe n°4** : Coupes des sondages carottés

**Annexe n°5** : Coupes des sondages à la pelle mécanique

**Annexe n°6** : Coupes des sondages pressiométriques

**Annexe n°7** : Résultats des essais de laboratoire

**Annexe n°8** : Missions géotechniques

# 1 GENERALITE

## 1.1 Définition de l'opération

Références	Désignations
Devis : P15-14259 Commande : Notification du 24 juillet 2015 Demandeur : ENTENTE OISE AISNE Mandataire : SEMOFI	Projet : Barrage de Muirancourt Lieu : Parcelles agricoles proche de la rue de Cangie à Muirancourt (60)
Définition de l'étude géotechnique	Missions de SEMOFI
<p><b>Caractéristiques générales :</b> Création d'un barrage écrêteur de crue sur le cours de la Verse, sur les communes de Muirancourt et de Guiscard (60)</p> <p><b>Objectifs :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Définir un programme d'investigations géotechniques ; suivre et contrôler son exécution,</li> <li>- Fournir une synthèse des investigations géotechniques,</li> <li>- Proposer, le cas échéant, à la suite de l'étude de site, un programme d'investigations complémentaires,</li> <li>- Compléter la synthèse géotechnique de l'étude géotechnique préalable (G1),</li> <li>- Définir les ouvrages géotechniques au stade avant-projet,</li> <li>- Identifier les contraintes liées aux phases provisoires de travaux,</li> <li>- Assurer la cohérence de l'ensemble des données collectées et réduire les incertitudes et risques géotechniques,</li> </ul> <p>RQ : Une ébauche dimensionnelle est établie à partir des résultats de la phase AVP d'une étude géotechnique de conception (G2). Elle donne des ordres de grandeur des caractéristiques dimensionnelles envisageables, ainsi qu'un premier aperçu des sujétions géotechniques d'exécution. Elle ne permet pas le dimensionnement d'un projet.</p>	<p><b>Etude géotechnique de conception G2 Phases AVP (NF 94-500 de novembre 2013)</b></p> <p><b>Enquête documentaire et de site préalables :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Caractériser le cadre géotechnique du site,</li> <li>- Identifier l'existence d'avoisinants.</li> </ul> <p><b>Investigations géotechniques :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Définir, suivre des investigations géotechniques et interpréter leurs résultats,</li> </ul> <p><b>Etude de site (Phase ES) :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Définir le modèle géologique préalable du site et les principales caractéristiques géotechniques,</li> <li>- Fournir une première identification des risques géotechniques majeurs,</li> <li>- Donner certaines recommandations et dispositions constructives relative au projet de réhabilitation.</li> </ul> <p><b>Principes généraux de construction (Phase PGC) :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fournir les hypothèses géotechniques (première approche de la zone d'influence géotechnique ZIG, terrassements, amélioration de sol),</li> <li>- Fournir certains principes généraux de construction des ouvrages géotechniques,</li> </ul> <p><b>Etude géotechnique d'avant-projet (AVP) :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Préciser et actualiser le contexte géotechnique, le modèle géologique, et les principales caractéristiques géotechniques des couches de sol,</li> <li>- Affiner, en fonction de l'ouvrage projeté, les risques géotechniques, et proposer des mesures adaptées pour réduire les risques géotechniques importants en cas de survenance,</li> <li>- Par type d'ouvrage géotechnique :             <ul style="list-style-type: none"> <li>x Affiner la zone d'influence géotechnique (ZIG),</li> <li>x Donner le ou les principes constructifs envisageables,</li> <li>x Fournir une ébauche dimensionnelle.</li> </ul> </li> <li>- Préciser les incertitudes géotechniques qui subsistent quant à la connaissance du site, Préciser les types d'investigations envisageables pour réduire les incertitudes et risques géotechniques.</li> </ul>



## 1.2 Descriptif du contexte et caractéristiques générales du projet

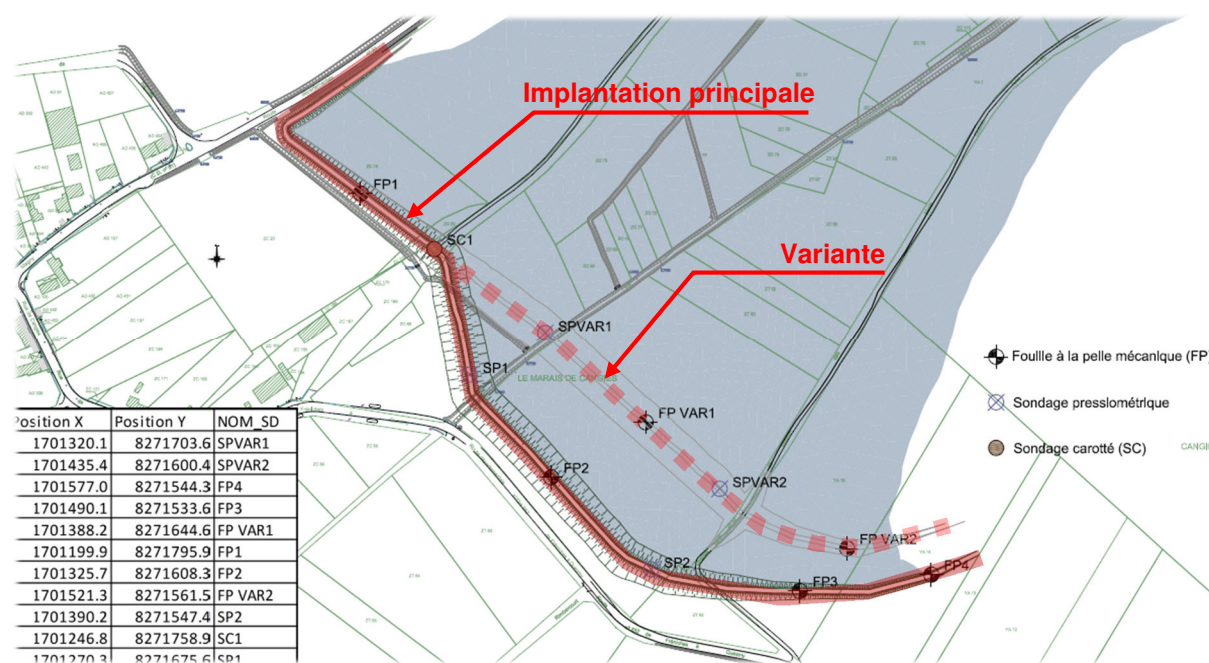
Dans le cadre d'un projet de lutte contre les inondations, l'Entente interdépartementale Oise-Aisne souhaite étudier la création d'un ouvrage écrêteur de crue sur les communes de Muirancourt et de Guiscard (60).

Il est envisagé la création d'un barrage en remblai barrant le cours de la Verse.

Les caractéristiques de l'ouvrage projeté sont les suivantes :

- Barrage insubmersible perpendiculaire à la vallée,
- Pertuis de 1,65 m<sup>2</sup> d'ouverture sur le lit mineur,
- Déversoir de sécurité calé à une hauteur de retenue de 3,21 m, soit 59,3 m<sup>3</sup>/s sous 1m de hauteur d'eau,
- Hauteur maximale : 5,2 m (hauteur d'eau maximale derrière la digue = 3,9 m + revanche de 1,3 m),
- Pente des talus : 3H/1V,
- Capacité maximale de la zone de rétention amont : 790 000 m<sup>3</sup>.

La localisation et la géométrie précise de l'ouvrage n'est pas encore arrêtée. Notre étude gardera donc un caractère général. Deux implantations sont envisagées, un emplacement principal et une variante.



Localisation envisagée de l'ouvrage et de sa variante – Extrait du plan d'implantation réalisé par ANTEA

### 1.3 Documents fournis

Les documents qui nous ont été transmis dans le cadre de cette étude sont les suivants :

PLANS FOURNIS			
Auteur	Référence	Date	Information
ANTEA	CCTP	-	Objectifs de l'étude
	Vue en plan des sondages à l'échelle 1/2000	13/08/2015	Localisation de la zone d'étude et des sondages

## 2 ENQUETE DOCUMENTAIRE ET DE SITE PREALABLE

### 2.1 Documents de base

CARTES			
Auteur	Référence	Echelle	Information
BRGM	Carte géologique de la France, feuille de Chauny n°82	1/50 000	Informations relatives au contexte géologique et hydrogéologique du secteur.
PORTAILS / SITES INTERNET			
Organisme	Adresse web	Informations	
MEEDDM	<a href="http://www.prim.net">www.prim.net</a>	Informations relatives à la prévention des risques majeurs.	
IGN/ BRGM	<a href="http://www.geoportail.fr">www.geoportail.fr</a>	Carte topographique actuelle. Cartes anciennes	
BRGM	<a href="http://infoterre.brgm.fr">infoterre.brgm.fr</a>	portail géomatique d'accès aux données géoscientifiques du BRGM : cartes géologiques, dossiers de la Banque de données du Sous-Sol, cartes des risques naturels et industriels, données sur les eaux souterraines...	
BRGM	<a href="http://www.georisques.gouv.fr">www.georisques.gouv.fr</a>	Informations relatives à l'aléa retrait-gonflement des sols argileux. Informations relatives aux mouvements de terrains (glissement, chute, éboulement, effondrement, coulée, érosion). Informations relatives aux cavités souterraines abandonnées en France métropolitaine "hors mines". Informations relatives au risque d'inondation par remontée de nappe.	
DREAL Picardie	<a href="http://www.picardie.developpement-durable.gouv.fr/">http://www.picardie.developpement-durable.gouv.fr/</a>	Informations relatives aux risques naturels et aux plus hautes eaux connues de la région Picardie	
ADES	<a href="http://www.ades.eaufrance.fr">www.ades.eaufrance.fr</a>	Banque nationale d'Accès aux Données sur les Eaux Souterraines	

## 2.2 Contexte géographique et géomorphologique

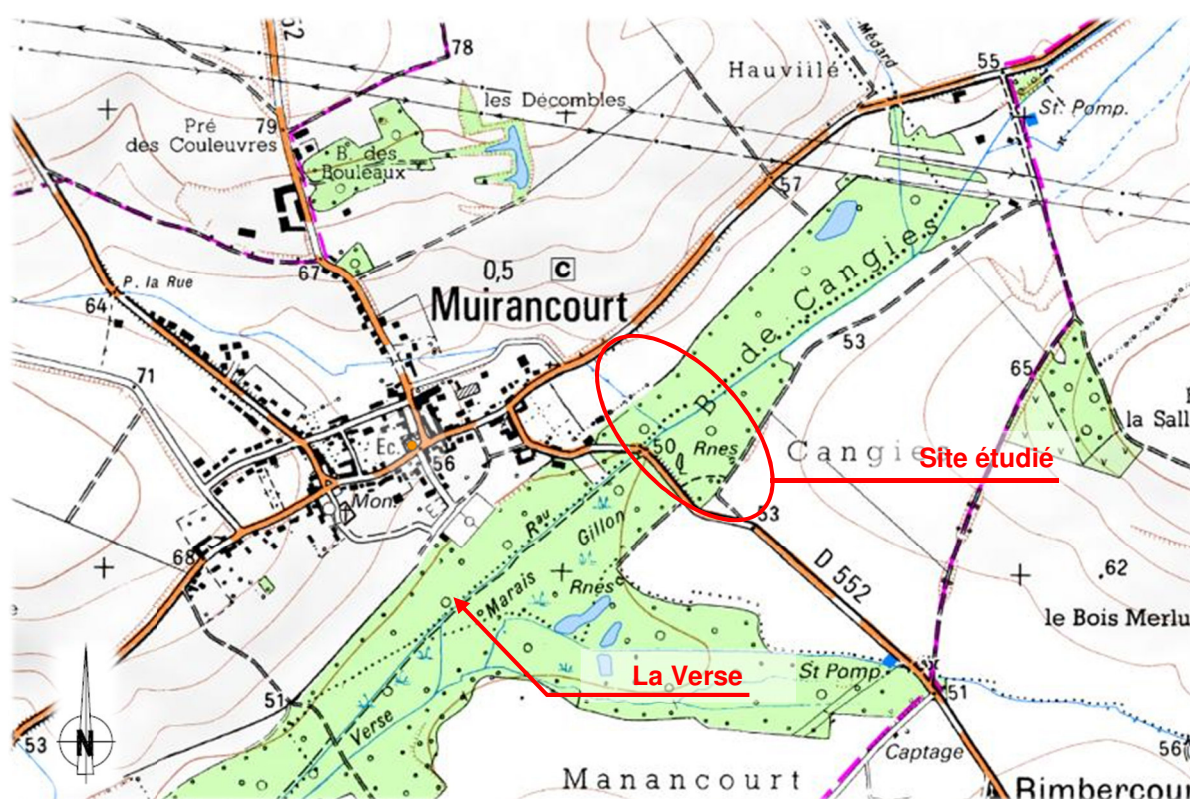
D'un point de vue géographique, le site étudié se trouve à cheval sur les communes de Muirancourt et de Guiscard, dans le département de l'Oise (60).

De manière plus précise, le site étudié se trouve à l'Est de Muirancourt à proximité de la RD 552, en contexte rural.

Le site étudié est constitué de parcelles agricoles et forestières se trouvant dans l'axe de la vallée de la Verse.

Le site étudié se trouve en contexte de plaine alluviale de la Verse et possède une topographie en cuvette, le point bas étant constitué directement par le ruisseau. L'altitude du site est voisine de 50m NGF.

Localisation du site sur extrait de la carte IGN à l'échelle 1/25.000 :



Extrait de carte IGN au 1/25.000. *Source* : [www.geoportail.fr](http://www.geoportail.fr)

## 2.3 Contexte historique sommaire

L'étude des cartes anciennes et prises de vues aériennes du XXème siècle ne met pas en évidence d'activité particulière au niveau du site.

Notons tout de même la présence d'une ancienne structure bâtie, ruinée en partie Sud-Est du site (cf. carte IGN au 1/25000).

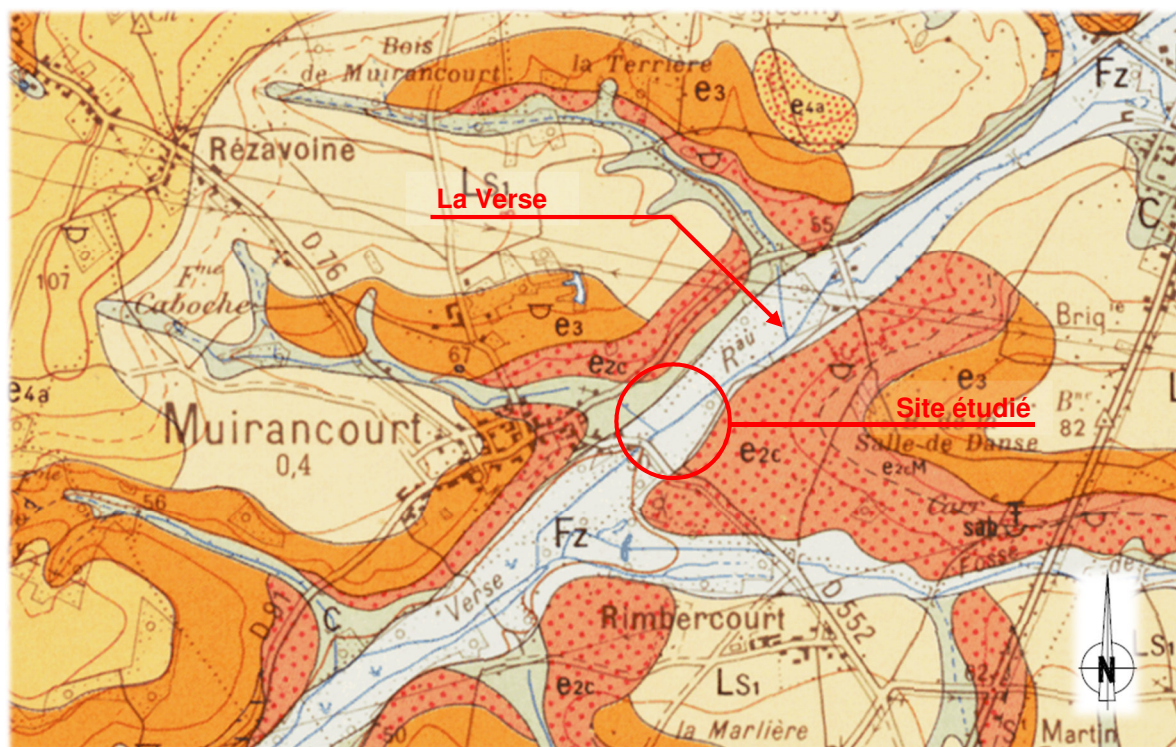
## 2.4 Contexte géologique

D'après notre connaissance du secteur et la carte géologique 1/50 000<sup>ème</sup> de Chauny, le site se localise au niveau de la plaine alluviale de la Verse.





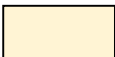

Dans le secteur, la Verse est venu entailler le substratum sédimentaire représenté par les Sables et argiles de l'Yprésien.

Les sommets des plateaux ainsi formés sont recouverts par un faciès d'altération limono-sableux. Sur les pentes, cette formation peut être retrouvée dans un état remanié sous la forme de colluvions.

En fond de vallée, sont attendues les Alluvions modernes, limon-argileuses, de la Verse en recouvrement du substratum sédimentaire sableux.



Extrait de carte géologique au 1/50.000, feuille de Chauny. *Source* : [www.infoterre.brgm.fr](http://www.infoterre.brgm.fr)

	<b>Fz : Alluvions modernes</b>		<b>e4a : Yprésien (Sables de Cuise)</b>
	<b>C : Colluvions</b>		<b>e3 : Argiles du Sparnacien</b>
	<b>Ls1 : Limons des Plateaux</b>		<b>e2c : Sable de Bracheux</b>

D'après la carte géologique au 1/50.000<sup>ème</sup> et notre connaissance du secteur, les terrains intéressés par le projet sont représentés par les formations géologiques suivantes (du haut vers le bas) :

### Remblais :

Ce sont des terrains d'origine anthropique, plus ou moins compacts, de nature diverse pouvant contenir des blocs anthropiques de différentes tailles. L'épaisseur de ces matériaux est susceptible de pouvoir varier rapidement compte tenu de l'histoire anthropique du site (bombardement pendant la guerre) et du caractère agricole du site.

**Alluvions modernes :**

Il s'agit de dépôts alluvionnaires représentés par un ensemble de matériaux limono-argileux à sableux, souvent riches en matière organique. Cette formation peut venir à incorporer des niveaux tourbeux, vaseux. Des surépaisseurs à relier au mode de dépôt lenticulaire des Alluvions Modernes sont possibles. Présente en domaine de plaine alluviale, cette formation sera susceptible d'être rencontrée en surface. Cette formation peut se retrouver en état sous consolidée.

**Colluvions :**

Il s'agit de matériaux remaniés issus de l'altération et du démantèlement des formations constituant les plateaux environnant (Argiles du sparnacien, Sables de Cuise). Ces dépôts sont susceptibles d'être présents sur des épaisseurs très variables le long de la pente.

**Sables de Bracheux :**

Il s'agit de sables quartzeux, fins, très rarement fossilifères et de couleur grise à verdâtre. En tête de formation, ces sables pourront se présenter sous la forme d'un faciès blanchâtre. Leur épaisseur peut atteindre 8m.

**Craie Campanienne :**

Il s'agit d'une craie blanche à rognon de silex. Parfois, cette craie présente un faciès dolomitique jaunâtre.

***2.5 Contexte hydrogéologique***

D'après le contexte géologique au 1/50.000<sup>ème</sup>, nous pouvons nous attendre à rencontrer, au droit du site, les circulations d'eau et nappes suivantes :

**Circulations superficielles :**

Au droit du site, des circulations superficielles sont susceptibles de se produire dans les Remblais, les Colluvions de pente et les Alluvions modernes. Ces circulations, alimentées par l'impluvium peuvent générer des niveaux d'eau temporaires et anarchiques dans ces formations, en faveur des niveaux moins perméables. Ces circulations sont susceptibles de suivre des chemins préférentiels d'écoulement

**Nappe Alluviale :**

Les Alluvions modernes sont le siège de la nappe d'accompagnement de la Verse. Les eaux y circulent à la faveur d'une perméabilité d'interstice au niveau des horizons les plus sableux. Des poches et lentilles argileuses peuvent perturber leur écoulement. Ce niveau de nappe alluviale est probablement influencé par celui de la Verse à proximité et les conditions météorologiques locales.

L'aquifère constitué par les Alluvions modernes est susceptible de se prolonger dans les Sables de Bracheux perméables.

**Nappe du Cuisien :**

Sous les plateaux, les sables de Cuise forment un aquifère possédant une perméabilité de porosité et abritant une nappe. Dans le secteur, cette nappe est drainée par les vallées dont notamment celle de la Verse.

## 2.6 Aléas géotechniques

L'inventaire des aléas géotechnique répertoriés au niveau du site s'établit comme suit :

Risque	Type d'aléas	Etat	Commentaires	Source
Cavités	Carrières à ciel ouvert	Communes concernées	La carte géologique nous renseigne quant à la présence de carrière à ciel ouvert en flanc de vallée de la Verse.	Carte géologique au 1/50.000
	Carrières/cavités souterraines	Communes concernées	Présence d'anciennes carrières souterraines au niveau du bourg et sommets des plateaux	<a href="http://www.géorisques.gouv.fr">www.géorisques.gouv.fr</a> Dossier départemental des risques majeurs de l'Oise
Mouvement de terrain	Affaissement et effondrement de terrain	Non concerné	-	<a href="http://www.géorisques.gouv.fr">www.géorisques.gouv.fr</a> Dossier départemental des risques majeurs de l'Oise
	Retrait-gonflement des argiles	Aléa «faible»	Aléa faible en fond de vallée, en présence des alluvions de la Verse	<a href="http://www.géorisques.gouv.fr">www.géorisques.gouv.fr</a> Dossier départemental des risques majeurs de l'Oise
Inondations	Inondation et coulées de boue par ruissellement en secteur urbain	Site concerné	Dernier arrêté en date du 27/07/2007	<a href="http://www.prim.net">www.prim.net</a> Dossier départemental des risques majeurs de l'Oise
	Inondations par remontée de nappe	Sensibilité très forte	L'ouvrage, de par sa nature, se situe au niveau du lit mineur de la Verse	<a href="http://www.géorisques.gouv.fr">www.géorisques.gouv.fr</a> Dossier départemental des risques majeurs de l'Oise
	Inondations par crue	Sensibilité très forte	L'ouvrage, de par sa nature, se situe au niveau du lit mineur de la Verse	<a href="http://www.géorisques.gouv.fr">www.géorisques.gouv.fr</a> Dossier départemental des risques majeurs de l'Oise
Séisme	Sismique	Aléa «très faible»	Zone de sismicité 1 (très faible)	Zonage sismique de la France (version 2011).

### 2.6.1 Cavités

#### Carrières à ciel ouvert :

La carte géologique de Chauny au 1/50.000 nous renseigne quant à la présence d'anciennes carrières à ciel ouvert sur le territoire des communes de Muirancourt et de Guiscard.

Ces exploitations sont attendues au niveau des versants de la vallée de la Verse et auraient exploitées les Argiles du Sparnacien et les Sables de Bracheux.

Compte tenu du contexte de plaine alluviale au niveau du quel se trouve le site, nous ne nous attendons pas à ce que celui ci soit intéressé par la présence d'anciennes carrière à ciel ouvert.

#### Carrières souterraines :

D'après le dossier départemental des risques majeurs de l'Oise, les communes de Muirancourt et de Guiscard seraient concernées par la présence d'anciennes carrières souterraines sur leurs territoires.

Il s'agit essentiellement d'anciennes marnières situées au niveau des plateaux et dans le centre bourg de la commune de Guiscars.

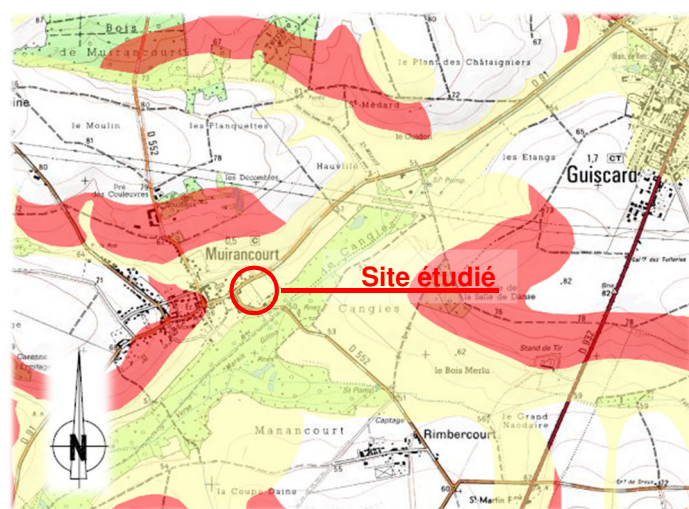
Compte tenu de sa position en contexte de plaine alluviale, nous ne nous attendons pas à ce que le site étudié soit intéressé par la présence d'anciennes carrières souterraines.

### **2.6.2 Mouvement de terrain**

#### **Retrait gonflement des argiles :**

Au droit du site étudié sont attendus les Colluvions et/ou Alluvions modernes de la Verse. Il s'agit de matériaux limono-argileux, généralement peu sensibles au phénomène de retrait gonflement des argiles. Néanmoins, les colluvions étant susceptibles de remanier les Argiles du sparnacien, dont le comportement est attendu plastique, nous recommandons de rester vigilant vis-à-vis de ce phénomène.

Le BRGM cartographie l'aléa comme faible au niveau du site. Cette sensibilité est attendue comme pouvant s'accroître le long des pentes de part et d'autre de la vallée de la Verse en présence des Argiles du sparnacien.



*Cartographie de l'aléa retrait gonflement des argiles par le BRGM*



### **2.6.3 Inondations**

#### **Inondation et coulée de boue :**

D'après le dossier départemental de risque majeur de l'Oise (60), les communes de Muirancourt et de Guiscard sont concernées par ce phénomène.

Le site étudié est d'autant plus sensible qu'il se situe en fond de vallée et à proximité d'un contexte de pente.

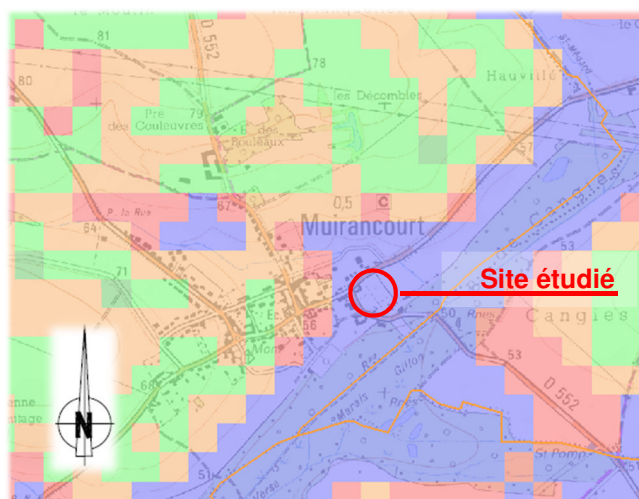
Le dernier arrêté de catastrophe naturelle concernant ce phénomène a été pris le 27/07/2007.

#### **Inondation par remontée de nappe :**

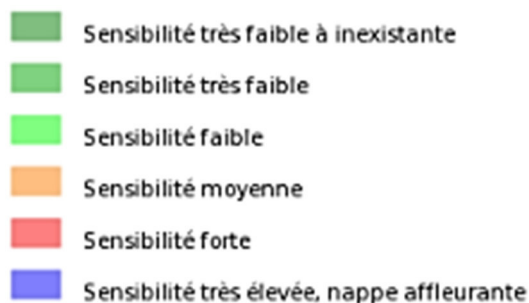
Nous rappelons que le site étudié est situé en domaine de plaine alluviale de la Verse et se positionne à proximité immédiate du lit mineur du ruisseau.

Notons également la présence d'une zone humide, non exploitée (zone forestière) au droit du site étudié. Lors de notre intervention le contexte humide, quasi marécageux, et les sols peu portants ont rendus délicat l'accès à nos machines de forage.

Ainsi, d'après les informations recueillies auprès des services du BRGM, et le contexte géographique du site, il convient de considérer une sensibilité importante du site vis-à-vis d'un phénomène de remontée de nappe.



Cartographie de l'aléa inondation par remontée de nappe par le BRGM



### **Inondation par débordement direct :**

D'après le dossier départemental de risque majeur de l'Oise (60), les communes de Muirancourt et de Guiscard sont concernées par ce phénomène.

Un PPRi a été prescrit au niveau du bassin versant de la Verse le 26/12/2012. Celui-ci est toujours en cours d'élaboration au moment de la rédaction de notre rapport.

Le site étudié est d'autant plus sensible qu'il se situe en fond de vallée.

De par sa nature l'ouvrage est rendu inondable et a pour but de lutter contre les crues.

### **2.6.4 Risque Sismique**

Le zonage sismique français en vigueur depuis le 1er mai 2011 est défini dans les décrets n° 2010-1254 et 2010-1255 du 22 octobre 2010, et codifiés dans les articles R.563-1 à 8 et D.563-8-1 du Code de l'Environnement.

Ce zonage, reposant sur une analyse probabiliste de l'aléa, divise la France en 5 zones de sismicité, de 1 (sismicité très faible) à 5 (sismicité forte).

L'Oise et le site étudié se trouve en zone de sismicité 1 (très faible), aucune exigence y est spécifiée.



### 3 INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES

#### 3.1 Généralités

##### Investigations in situ :

Les investigations sur site ont été réalisées du 07/09 au 19/09/2015 et la profondeur de certains sondages a été adaptée par rapport à notre proposition P15-14259, afin de permettre la reconnaissance d'horizons résistants. Les investigations ont consistées en l'exécution des sondages et essais présentés dans le tableau suivant :

Sondage	Prof. (m)	Type	Machine	Essais	Prélèvement
SC1	5.0	Carotté	TEC 75	-	2-3m
SP1	10.6	Pressiométrique	BE 20-50	9 essais pressiométriques *	-
SP2	10.0			9 essais pressiométriques *	-
SPvar1	19.8		Socomafor 50	9 essais pressiométriques *	-
SPvar2	12.9			9 essais pressiométriques *	-
FP1	4.9	Fouille à la pelle mécanique	Pelle mécanique 14t	-	0-2m
FP2	3.3			-	0-2m
FP3	4.7			-	0-2m
FP4	4.4			-	0-2m
FPvar1**	3.0			-	0-2m
FPvar2	4.9			-	0-2m

\* Essais pressiométriques réalisés tous les mètres à partir de 1m/TN

\*\* Sondage à la pelle mécanique remplacé par un sondage à la tarière manuelle

Les sondages ont été réalisés depuis la surface au niveau de la route en rive droite et de la berge en rive gauche. La profondeur est exprimée depuis le niveau du terrain naturel au moment des investigations (m/TN). L'implantation des sondages figurent sur le plan d'implantation reporté en annexe n°2.

##### Investigations en laboratoire :

Les investigations en laboratoire réalisées sont conformes au programme proposé dans notre proposition P15-14259. Elles ont consistés en l'exécution des essais suivants :

Nom	Prof. (m)	Essais
SC1	1-2	- Essai œdométrique - Essai de cisaillement rectiligne, consolidé drainé
FP1	1-2	- Identification GTR - Masse volumique apparente
FP2	2.6-4.9	- Identification GTR
FP3	1-2	- Identification GTR - Masse volumique apparente
FP4	1-2	- Identification GTR
FPvar1	1-2	- Identification GTR - Masse volumique apparente
FPvar2	1-2	- Identification GTR - Masse volumique apparente

### **3.2 Résultats des investigations in situ**

Les sondages destructifs et pressiométriques, de par le mode de foration, ne constituent pas une façon sûre de reconnaissance des faciès souterrains. Seul le mode par carottage permet cette reconnaissance précise. En fonction des indications fournies par le sondeur, nous vous proposons les coupes de sol décrites sur les coupes de sondage en annexe, et dans les tableaux en pages suivantes.

*Remarque : Dans nos analyses statistiques sur les valeurs pressiométriques mesurées, l'écart type, caractérise la répartition des pressions limites et des modules pressiométriques autour de la moyenne calculée et la dispersion indique si ces valeurs sont homogènes ou non.*



- **Faciès n°1 : Terre végétale/remblais**

<b>Description du faciès</b>											
<p>Les premiers matériaux rencontrés au niveau du site correspondent à un horizon de terre végétale limono-argileuse et riche en matière organique.</p> <p>Ponctuellement des matériaux en remblai ont été rencontrés. Ils sont représentés par des limons sableux à débris anthropiques jusque vers 1m/TN en SC1 et 1.5m/TN en SPVAR2.</p> <p>Ces matériaux ont été rencontrés jusque vers 0.2 à 1.5m/TN au droit des sondages</p> <p>Compte tenu du caractère anthropique de ces matériaux et du contexte de parcelles agricoles, des variations brutales d'épaisseur non mises en évidence par nos sondages ponctuels ne sont pas à exclure.</p>											
<b>Profondeur / épaisseur</b>											
<b>Sondages</b>	<b>Tracé principale</b>							<b>Variante</b>			
	<b>FP1</b>	<b>SC1</b>	<b>SP1</b>	<b>FP2</b>	<b>SP2</b>	<b>FP3</b>	<b>FP4</b>	<b>SPVAR1</b>	<b>FPVAR1</b>	<b>SPVAR2</b>	<b>FPVAR2</b>
<b>Toit (m/TN)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Base (m/TN)</b>	<b>0.5</b>	<b>1.0</b>	<b>0.4</b>	<b>0.2</b>	<b>0.4</b>	<b>0.4</b>	<b>0.4</b>	<b>0.6</b>	<b>0.2</b>	<b>1.5</b>	<b>0.4</b>
<b>ép. (m)</b>	<b>0.5</b>	<b>1.0</b>	<b>0.4</b>	<b>0.2</b>	<b>0.4</b>	<b>0.4</b>	<b>0.4</b>	<b>0.6</b>	<b>0.2</b>	<b>1.5</b>	<b>0.4</b>
<b>ép. Moy. (m)</b>	<b>0.6</b>										
<b>Caractéristiques mécaniques pressiométriques</b>											
Aucun essai pressiométrique réalisé au sein de ces matériaux											
<b>Commentaires géotechniques</b>											
<p>La signature paramétrique de ces matériaux se caractérise par une vitesse d'avancement importante.</p> <p>Compte tenu de la faible épaisseur de ces matériaux, aucun essai pressiométrique n'y a été réalisé. Néanmoins, des caractéristiques mécaniques globalement faibles sont attendues au sein de ces matériaux.</p> <p>Au sein des remblais, elles sont principalement liées aux modalités de compactage utilisées au moment de leur mise en œuvre.</p> <p>La présence de matériaux organique au sein des horizons de terre végétale et susceptible d'induire un comportement évolutif dans le temps.</p>											

- **Faciès n°2 : Tourbe**

<b>Description du faciès</b>											
Des horizons tourbeux ont été rencontrés au niveau du tracé principal au sein des sondages SP1 et FP2, ainsi qu'au niveau de la variante au sein des sondages SPVAR1 et FPVAR1. Ces sondages sont situés en fond de vallée, non loin de la Verse et au niveau d'une zone entièrement boisée. Cet horizon est à rapprocher aux Alluvions modernes déposées par la Verse.											
Ces horizons tourbeux ont été rencontrés à partir de 0.2 à 0.6m/TN et jusque vers 5.9 et 6.2m/TN au sein des sondages SP1 et SPVAR1. Compte tenu du mode de dépôt de ces matériaux, des variations brutales d'épaisseurs ne sont pas à exclure.											
Ces matériaux sont très riches en matière organique.											
<b>Profondeur / épaisseur</b>											
Sondages	Tracé principale							Variante			
	FP1	SC1	SP1	FP2	SP2	FP3	FP4	SPVAR1	FPVAR1	SPVAR2	FPVAR2
Toit (m/TN)	-	-	0.4	0.2	-	-	-	0.6	-	-	-
Base (m/TN)	-	-	6.2	>3.3*	-	-	-	5.9	-	-	-
ép. (m)	-	-	5.8	>3.1*	-	-	-	5.3	-	-	-
ép. Moy. (m)	5.6										
<b>Caractéristiques mécaniques pressiométriques</b>											
PI moy : 0.12 MPa (moyenne géométrique)				Em moy : 1.8 MPa (moyenne harmonique)				Nombre d'essais : 11			
PI min : 0.09 MPa PI max : 0.20 MPa		Ecart type : 0.04 Dispersion : 0.91		Em min : 0.9 MPa Em max 5.1 MPa		Ecart type : 1.5 Dispersion : 2.3					
<b>Commentaires géotechniques</b>											
La signature paramétrique de ces matériaux se caractérise par une vitesse d'avancement proche des valeurs d'étalonnage de la machine. Ceci traduit la présence d'une formation très peu résistante vis-à-vis des opérations de sondage.											
Les essais pressiométrique réalisés au sein de cette formation ont permis de mettre en évidence des caractéristiques mécaniques extrêmement faibles (rapports EM/PI très faibles également), typiques de ce type de formation tourbeuse et sous consolidée.											
Ces matériaux sont également riches en matière organique, ce qui les rend potentiellement évolutifs dans le temps.											
De manière générale, cette formation est attendue très peu portante et pourra être à l'origine de phénomènes de tassement importants.											

\*fin de sondage

- **Faciès n°3 : Alluvions modernes / Colluvions**

<b>Description du faciès</b>											
<p>Les Alluvions modernes de la Verse ont été rencontrées au niveau du site sous un horizon de terre végétale. Elles sont représentées par un ensemble de limons argileux à sableux de couleur marron à orangée et sont relativement tendres. Présence de matière organique possible.</p> <p>Le caractère parfois sableux de celle-ci, peut être identifié comme provenant du remaniement du substratum sableux (Sables de Bracheux) du secteur, témoignant de faibles distances de transport de ces matériaux (mécanisme proche du colluvionnement).</p> <p>Cette formation a été rencontrée à partir de 0.2 à 1.5m/TN et jusque vers 2.6 à 3.5m/TN. Cependant, au droit des sondages SP1, FP2, SPVAR1 et FPVAR1, elles ont été rencontrées sous les niveaux de tourbe, jusque vers 7.0 à 7.5m/TN.</p> <p>Compte tenu du mode de dépôt de cette formation, des variations brutales d'épaisseurs, non mises en évidence par nos sondages ponctuels, ne peuvent pas être totalement exclues.</p>											
<b>Profondeur / épaisseur</b>											
Sondages	Tracé principale							Variante			
	FP1	SC1	SP1	FP2	SP2	FP3	FP4	SPVAR1	FPVAR1	SPVAR2	FPVAR2
Toit (m/TN)	0.5	1.0	6.2	-	0.4	0.4	0.4	5.9	0.3	1.5	0.4
Base (m/TN)	2.8	2.5	7.0	-	3.5	1.7	0.8	7.5	3.0	3.5	2.6
ép. (m)	2.3	1.5	0.8	-	3.1	1.3	0.4	1.6	2.7	2.0	2.2
ép. Moy. (m)	1.7										
<b>Caractéristiques mécaniques pressiométriques</b>											
PI moy : 0.31 MPa (moyenne géométrique)				Em moy : 3.3 MPa (moyenne harmonique)				Nombre d'essais : 8			
PI min : 0.10 MPa PI max : 0.72 MPa		Ecart type : 0.20 Dispersion : 1.97		Em min : 1.2 MPa Em max 13.9 MPa		Ecart type : 4.8 Dispersion : 3.8					
<b>Commentaires géotechniques</b>											
<p>La signature paramétrique de ces matériaux se caractérise par une vitesse d'avancement importante et des paramètres de pression d'injection et couple de rotation faibles. Cette combinaison de paramètres traduit le caractère peu résistant de la formation vis-à-vis des opérations de sondage.</p> <p>Les essais pressiométrique réalisés au sein de cette formation ont permis de mettre en évidence des caractéristiques mécaniques faibles à très faibles, avec de faibles rapports EM/PI soulignant le caractère sous consolidé de ces matériaux. Ces paramètres sont typiques de ce type de formation.</p> <p>De manière générale, cette formation est attendue peu portante et pourra être à l'origine de phénomènes de tassement.</p>											

\*fin de sondage

- **Faciès n°4 : Sables de Bracheux**

<b>Description du faciès</b>											
<p>Les Sables de Bracheux sont représentés au droit du site par un ensemble de sables argileux à très argileux de couleur beige à grisâtre, voir localement verdâtre.</p> <p>Cette formation a été rencontrée à l'état résiduel sous les Alluvions modernes, au niveau des sondages FP1, SC1, FP3, FP4 et FPVAR2, tous situés aux extrémités du site (flanc de vallée).</p> <p>Dans l'axe de la vallée, à proximité de la Verse, ces matériaux semblent avoir été décapés et n'ont pas été rencontrés.</p> <p>Cette formation a été rencontrée à partir de 0.8 à 2.8m/TN aux extrémités du site étudié. Sa base n'a pas été reconnue dans le cadre de nos investigations (fin de sondage).</p>											
<b>Profondeur / épaisseur</b>											
<b>Sondages</b>	<b>Tracé principale</b>							<b>Variante</b>			
	<b>FP1</b>	<b>SC1</b>	<b>SP1</b>	<b>FP2</b>	<b>SP2</b>	<b>FP3</b>	<b>FP4</b>	<b>SPVAR1</b>	<b>FPVAR1</b>	<b>SPVAR2</b>	<b>FPVAR2</b>
<b>Toit (m/TN)</b>	2.8	2.5	-	-	-	1.7	0.8	-	-	-	2.6
<b>Base (m/TN)</b>	>5.0*	>5.0*	-	-	-	>4.7*	>4.4*	-	-	-	>4.4*
<b>ép. (m)</b>	>2.2*	>2.5*	-	-	-	>3.0*	>3.6*	-	-	-	>1.8*
<b>ép. Moy. (m)</b>											
<b>Caractéristiques mécaniques pressiométriques</b>											
Aucun essai pressiométrique réalisé au sein de ces matériaux											
<b>Commentaires géotechniques</b>											
<p>Les sondages destructifs n'ont pas rencontrés cette formation (décapage totale au droit de chacun d'eux), ainsi, aucun essai pressiométrique n'y a été réalisé. Cette formation n'a donc pas été caractérisée mécaniquement.</p> <p>Néanmoins, de manière générale, dans cette formation des caractéristiques mécaniques moyennes sont présentes dans ce type de formation sableuse.</p>											

\*fin de sondage

- **Faciès n°5 : Craie**

<b>Description du faciès</b>											
<p>La Craie est représentée au droit du site par un matériau marno-argileux blanchâtre en tête puis par une craie blanche franche plus en profondeur.</p> <p>Cette formation a été rencontrée à l'état résiduel sous les Alluvions modernes, au niveau des sondages SP1, SP2, SPVAR1 et SPVAR2, tous situés au centre de l'ouvrage.</p> <p>Cette formation a été rencontrée à partir de 3.5 à 7.5m/TN. Sa base n'a pas été reconnue dans le cadre de nos investigations (fin de sondage).</p>											
<b>Profondeur / épaisseur</b>											
Sondages	Tracé principale							Variante			
	FP1	SC1	SP1	FP2	SP2	FP3	FP4	SPVAR1	FPVAR1	SPVAR2	FPVAR2
Toit (m/TN)	-	-	6.2	-	3.5	-	-	7.5	-	3.5	-
Base (m/TN)	-	-	>10.6*	-	>10.0*	-	-	>19.8*	-	>12.5*	-
ép. (m)	-	-	>4.4*	-	>6.5*	-	-	>12.3*	-	>9.0*	-
<b>Caractéristiques mécaniques pressiométriques</b>											
PI moy : 1.34 MPa (moyenne géométrique)			Em moy : 17.4 MPa (moyenne harmonique)				Nombre d'essais : 18				
PI min : 0.74 MPa PI max : 2.41 MPa	Ecart type : 0.45 Dispersion : 1.24		Em min : 5.9 MPa Em max 59.5 MPa		Ecart type : 12.7 Dispersion : 3.1						
<b>Commentaires géotechniques</b>											
<p>La signature paramétrique de ces matériaux se caractérise par une vitesse d'avancement importante en tête puis plus faible en profondeur, ainsi que des paramètres de pression d'injection et couple de rotation élevés. Cette combinaison de paramètres traduit le caractère relativement résistant de la formation vis-à-vis des opérations de sondage.</p> <p>Les essais pressiométrique réalisés au sein de cette formation ont permis de mettre en évidence des caractéristiques mécaniques globalement bonnes, mais amoindries en tête sur les deux premiers mètres, soulignent le caractère altéré de la partie supérieure de la craie.</p>											

\*fin de sondage

### 3.3 Résultats des essais en laboratoire

#### 3.3.1 Identification GTR

Les essais en laboratoire sont réalisés sur des échantillons intacts prélevés au sein des sondages carottés. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Echantillon			Paramètres de nature							Paramètres d'état	Classe GTR
			Granulométrie Passant					$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	VBS		
Nom	Prof. (m)	Description	Tamis 50mm	Tamis 20mm	Tamis 5mm	Tamis 2mm	Tamis 80 $\mu$ m				
FPVA R1	1-2	Argile sableuse	100%	100%	100%	100%	55%	1.99	3.39	24.8	A2
FPVA R2	1-2	Sable argileux	100%	100%	100%	99%	75%	1.94	4.07	26.6	A2
FPVA R2	2.6-4.9	Sable argileux	100%	100%	100%	99%	37%	2.10	2.39	19.9	A1
FP2	1-2	Argile tourbeuse	100%	100%	100%	100%	71%	-	3.54	70.9	A2
FP3	1-2	Argile sableuse	100%	100%	100%	100%	67%	1.96	4.62	23.3	A2
FP4	1-2	Sable argileux	100%	100%	100%	100%	20%	-	2.28	25.8	B6

Remarque :

- W : teneur en eau en % ;
- $\gamma$  : masse volumique apparente ;
- VBS : valeur de bleu de méthylène.

Commentaire :

Les résultats des essais en laboratoire ont permis de mettre en évidence que les matériaux présents au droit du site se classent principalement dans la catégorie des sols fins argileux (classe GTR A2) pour les Alluvions modernes et sablo-argileux (A1 à B6) pour les Sables de Bracheux.

Du fait de la présence d'une fraction fine, ces matériaux sont attendus sensibles à l'eau. C'est-à-dire dont le comportement est susceptible de pouvoir varier de manière brutale en fonction des conditions hydriques.

#### 3.3.2 Essai de cisaillement

L'essai de cisaillement, réalisé à partir de l'échantillon intact prélevé à partir du sondage carotté a permis de mettre en évidence les paramètres intrinsèques suivants :

Echantillon				Paramètres intrinsèques à long terme	
sondage	Prof. (m)	Formation	Faciès de l'échantillon	Angle de frottement interne $\phi'$ (°)	Cohésion C' (kPa)
SC1	2-3m	Alluvions modernes	Sablo-argileux	29.2	7



Commentaires : Les essais réalisés sur les échantillons prélevés au sein des Alluvions modernes/Colluvions ont permis de mettre en évidence un angle de frottement interne de 29.2° et une cohésion faible de 7 kPa à long terme.

Nous alertons le lecteur quant à l'utilisation de ces données brutes. En effet, les Alluvions modernes sont susceptibles de pouvoir changer de faciès de manière latérale, de fortes variations de ces valeurs ne sont pas à exclure en fonction des faciès réellement rencontrés.

### 3.3.3 Essai œdométrique

L'essai œdométrique, réalisé à partir de l'échantillon intact prélevé à partir du sondage carotté a permis de mettre en évidence les caractéristiques de compressibilité suivantes :

Echantillon			Caractéristiques de compressibilité					Etat du sol
sondage	Prof. (m)	Description	$e_0$	$\sigma'_{v0}$	$\sigma'_p$	Cc	Cs	
SC1	2.7-2.9	Alluvions modernes	0.6	56 kPa	103 kPa	0.15	0.029	Sol sur-consolidé

Avec :

$e_0$  : indice des vides ;

$\sigma'_{v0}$  : contrainte effective verticale ;

$\sigma'_p$  : contrainte de préconsolidation ;

Cc : indice de compression ;

Cs : indice de gonflement.

Commentaire : L'essai œdométrique met en évidence le caractère sur-consolidé des Alluvions modernes / colluvions au droit du sondage SC1. Nous alertons le lecteur sur la représentativité de ce résultat, les Alluvions modernes étant susceptible de présenter des faciès argileux sous consolidé, notamment proche de l'axe de la Verse.

L'hétérogénéité des Alluvions modernes indique qu'un seul essai ne peut pas être totalement représentatif de l'ensemble de la formation.

### 3.4 Piézométrie

Notre mission ne comprenait pas la mise en place de piézomètre, ni leur suivi.

Néanmoins, un niveau de nappe est attendu au droit du site, correspondant à la nappe alluviale de la Verse.

Le toit de cette nappe est attendu grossièrement à la cote altimétrique de la rivière, et est susceptible de pouvoir varier en fonction des conditions météorologiques à l'échelle du bassin versant de la Verse et épisodes de crue de la rivière.

## 4 ANALYSE ET RECOMMANDATIONS GEOTECHNIQUES

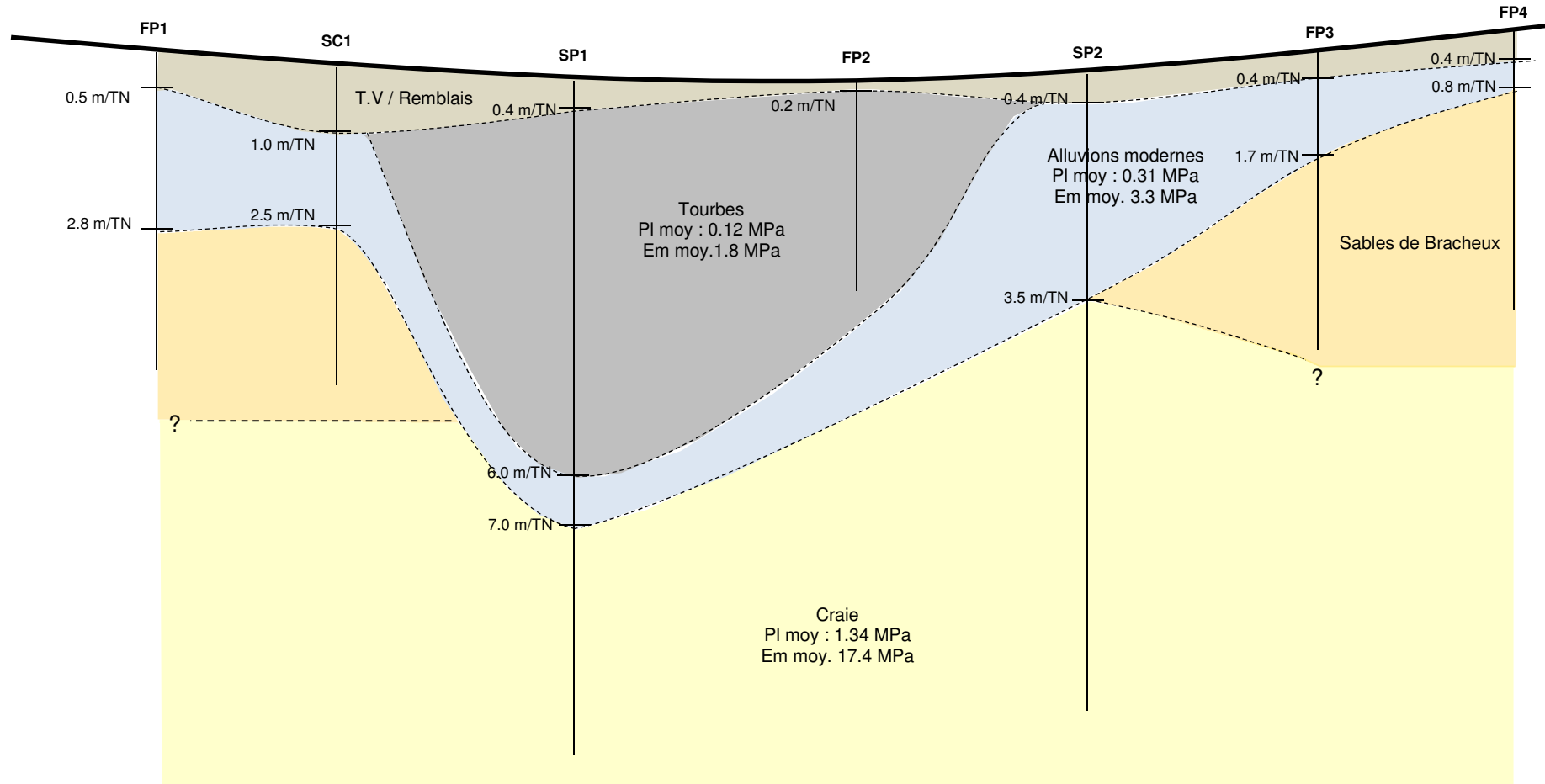
### 4.1 Etude de site

#### 4.1.1 Modèle géotechnique

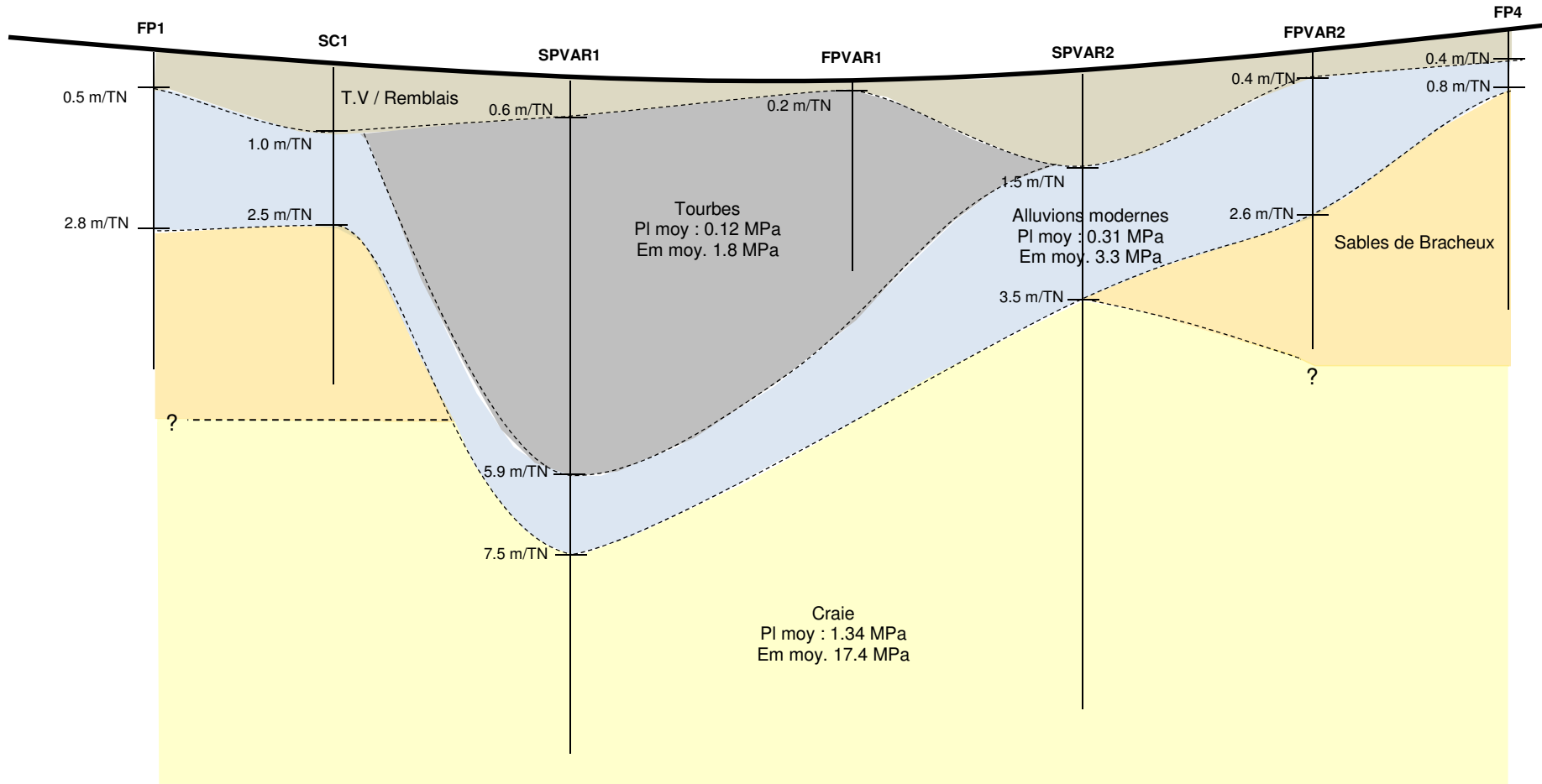
Le tableau suivant synthétise les principales caractéristiques des formations rencontrées :

Formation	Description lithologique	Base	Epaisseur	Caractéristiques mécaniques		Caractéristiques intrinsèque à long terme	$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	Classe GTR
		m/TN		PI (MPa)	Em (MPa)			
Terre végétale/ Remblais	Limons argileux	0.2 - 1.5	0.2 - 1.5	-	-	-	-	-
Tourbe	Tourbe noirâtre	5.9 - 6.2	5.3 – 5.8	0.09 à 0.20 MPa Moy. 0.12 MPa	0.9 à 5.1MPa Moy. 1.8 MPa	-	-	-
Alluvions modernes	Limons argileux	2.6 – 3.5	0.4 – 3.1	0.10 à 0.72 MPa Moy. 0.31 MPa	1.2 à 13.9 MPa Moy. 3.3 MPa	$\phi' = 29.7^\circ$ $C' = 7 \text{ kPa}$	2.0	A2
Sables de Bracheux	Sables argileux	>5	-	-	-	-	-	A1-B6
Craie	Craie plus ou moins argileuse	>20	-	0.74 à 2.41 MPa Moy. 1.34 MPa	5.9 à 59.5 MPa Moy. 17.4 MPa	-	-	-

#### 4.1.2 Profil géotechnique au droit du tracé principale



4.1.3 Profil géotechnique au droit du tracé variante



## **4.2 Recommandations générales concernant l'ouvrage**

### **4.2.1 Nature de l'ouvrage**

Le projet prévoit la création d'un barrage en terre d'une hauteur maximale de l'ordre de 5.2m.

Au stade actuel du projet, la nature des matériaux constituant la digue reste indéterminée. Néanmoins, compte tenu de la hauteur de l'ouvrage et des volumes de matériaux engagés pour sa réalisation, nous conseillons d'orienter le choix du type d'ouvrage vers une solution de barrage en terre homogène constitués de matériaux étanches.

Cette solution a pour avantage d'être relativement économique dans le cas de petit ouvrage.

### **4.2.2 Tracé à privilégier et aléas géotechniques associés**

Les sondages réalisés ont permis de mettre en évidence des conditions géologiques et géotechniques très similaires entre le tracé principale et le tracé variante du projet.

Les sondages SP1, SPVAR1, FP2 et FPVAR1, ont mis en évidence la présence d'une zone tourbeuse sur de fortes épaisseurs (jusqu'à 6.2m/TN en SP1).

Cette zone tourbeuse correspond grossièrement à la zone boisée présente au droit du site. Elle a été rencontrée au droit des deux tracés.

Cette zone tourbeuse possède de très faibles caractéristiques mécaniques et pourrait être à l'origine de phénomènes de tassement très important, d'autant plus qu'elle se situe là où le remblai du barrage sera le plus haut (fortes descentes de charges).

Ainsi, d'un point de vue géotechnique, aucun des deux tracés n'est à privilégier vis-à-vis de l'autre, les problématiques étant similaires dans les deux cas.

### **4.2.3 Réutilisation des matériaux du site en remblais constitutifs de l'ouvrage**

Compte tenu des résultats des essais en laboratoire, les Alluvions modernes/Colluvions présentes au droit du site pourraient théoriquement être aptes à une réutilisation en remblai, en vue de constituer le corps du barrage.

Cependant, nous alertons le lecteur, sur la présence de la nappe attendue au sein de ces matériaux et pouvant induire un état hydrique « th » (très humique) et occasionner des problèmes importants de compactage et de mise en œuvre.

Ainsi, au stade actuel du projet, il convient de considérer que seuls les matériaux situés hors nappe pourront éventuellement être réutilisés.

Ces matériaux sont attendus en relativement faibles quantités au droit du site.

Dans le cas où il serait privilégier une utilisation des matériaux du site, nous recommandons de prévoir la réalisation d'investigations complémentaires (sondages à la pelle mécanique et identifications GTR associées à des essais Proctor/IPI) au droit de la future zone de retenue, afin d'identifier la localisation des zones d'emprunts éventuellement disponibles.

***Remarque :** Nous excluons toute réutilisation des Remblais, Terres végétales et matériaux tourbeux présents au droit du site, dont le caractère hétérogène et la présence de matière organique en quantité importante pourrait conférer un comportement évolutif dans le temps et être la source de désordre.*

### **4.3 Ebauche dimensionnelle de l'ouvrage**

#### **4.3.1 Etude de la fondation**

##### **Principe de fondation :**

Les investigations réalisées ont permis de mettre en évidence la présence d'une zone tourbeuse de forte épaisseur (jusque vers 6.2m/TN) et de très faibles caractéristiques mécaniques à proximité des sondages SP1, SPVAR1, FP2 et FPVAR1.

Cette zone correspond grossièrement au secteur boisé du site étudié.

De part et d'autre de cette zone, les Alluvions modernes/Colluvions de faibles caractéristiques mécaniques, ont été rencontrées jusque vers 0.8 à 3.5m/TN.

Compte tenu des faibles caractéristiques mécaniques constatées au sein des matériaux de surface, ainsi que de leur caractère sous consolidé et de leur forte épaisseur, une préparation spécifique de la fondation de l'ouvrage est nécessaire afin de limiter au maximum les tassements et le risque de rupture du sol par poinçonnement.

Nous recommandons d'envisager l'utilisation d'une technique de renforcement de sol de type inclusions rigides (ou équivalent).

Cette technique consiste à renforcer le sol au moyen de colonne en béton non armé, afin d'en réduire sa déformabilité. Les inclusions rigides sont mises en œuvre selon un maillage régulier et son associées à un matelas de répartition en matériaux d'apport insensibles à l'eau.

*Remarque : compte tenu de la présence de matière organique et du caractère potentiellement très évolutif de la Tourbe, nous avons écarté toute solution de renforcement de sol par colonnes ballastées.*

*Une solution alternative pourrait également consister en la réalisation d'un remblai de préchargement au droit de la zone devant accueillir l'ouvrage.*

*La présence de la nappe attendue à relativement faible profondeur pourrait nécessiter la mise en place de drains verticaux, au préalable du remblaiement, afin de permettre la dissipation des pressions interstitielles et ainsi d'accélérer le phénomène de consolidation.*

*Compte tenu des très faibles caractéristiques mécaniques observées dans la tourbe, il conviendrait de prévoir la mise en place d'un remblai en plusieurs phases, suffisamment espacée dans le temps avec de permettre aux sols d'atteindre un état de consolidation suffisamment important pour éviter leur poinçonnement.*

*Il convient de garder à l'esprit qu'une solution de préchargement est relativement longue à mettre en œuvre (plusieurs mois à années) et ne permet pas de solutionner le caractère évolutif de la tourbe pouvant être à l'origine de tassements importants à long terme.*

##### **Horizon porteur :**

Les inclusions rigides devront être ancrées d'au moins 3m au sein de la Craie rencontrée à partir de 3.5 à 7.5m/TN dans la partie centrale du projet.

Cette profondeur d'ancrage pourra être optimisée dans le cadre de la mission G2 PRO en connaissance des descentes de charges précises par appuis.

##### **Ebauche dimensionnelle :**

*A ce stade de l'avancement et de l'étude du projet, la définition de la fondation reste sommaire : les descentes de charges aux différentes combinaisons d'action, le type et les tolérances de déformation,... ne sont pas définies.*

Les éléments de résistance et de comportement des sols de fondation fournis par la suite constituent uniquement une approche de la faisabilité d'une solution de fondation profonde.

Au sens de l'Eurocode 7, et selon les normes NF P 94-262 de juillet 2012 et NF P 94-500 de novembre 2013, les justifications des fondations profondes devront, au stade projet (mission G2 PRO) et préalablement à leur exécution (mission G3 et G4), être élargies à l'ensemble des vérifications minimales suivantes :

Etat limite aux ELU			Situation de projet	Combinaison d'action
Tous les projets	GEO	Stabilité générale du site	Exécution (transitoire) Et Exploitation (durable) Et/ou Exploitation (transitoire)	Fondamentale
	GEO	Portance		
	STR	Résistance structurale		
Selon le cas	GEO / UPL	Résistance de traction		
	GEO	Déplacement en tête		
	GEO	Tassement / rotation		
Selon le cas	GEO / STR		Accidentelle (choc)	Accidentelle
Selon le cas	GEO / STR		Sismique	Sismique
Etat limite aux ELS			Situation de projet	Combinaison d'action
Tous les projets	GEO	Mobilisation du sol support	Exécution (transitoire) Et Exploitation (durable)	Quasi-permanent Et/ou caractéristique
	GEO	Tassement		
	STR	Structure de la fondation		
Selon le cas	GEO	Déplacement en tête		

#### Classes et catégories de pieux :

*Le type de pieux proposé dans les ébauches de dimensionnement suivantes n'est pas limitatif, et l'entreprise pourra proposer d'autres types de pieux selon ses techniques de mise en œuvre, sous réserve de garantir l'atteinte des profondeurs requises.*

En relation avec la nature du projet, les terrains observés et la présence de la nappe, nous proposons la réalisation de type de pieux suivants :

Technique de mise en œuvre	Classe	Catégorie	Abréviation	Norme de référence
Pieux foré boue	1	2	FB	NF EN 1536

#### Modèle géotechnique et synthèse des paramètres de sol :

*Les paramètres de sol fournis à ce stade de l'étude sont dépendants de l'état de connaissance géotechnique du site au moment de l'étude. Ces paramètres pourront éventuellement faire l'objet d'adaptations par le géotechnicien du projet en fonction d'informations et de résultats d'investigations complémentaires qui pourraient survenir aux différentes phases des études géotechniques.*

A ce niveau de connaissance géotechnique du site, nous retenons le modèle géologique suivant (à l'axe de l'ouvrage) :

Formation	Faciès	Toit	Base
		m/TN	m/TN
Alluvions modernes/Tourbe	Limon argileux / Tourbe	0	7.5
Craie	Craie plus ou moins argileuse	7.5	≤15

A ce stade de l'étude, et pour les conditions de fondation précédemment considérées nous préconisons les hypothèses géotechniques suivantes :

Formation	Classe de sol	Type de sol	$P_{l\text{moy}}$ (MPa)	$P_{le^*}$ (MPa)	$P_{f\text{moy}^*}$ (MPa)	$E_m$ (Mpa)	$\alpha$
Alluvions modernes/Tourbe	Argiles et limons	Argiles et limons mous	0.1	-	0.05	2	1
Craie	Craie	Craie	1.3	1.1	0.7	17	2/3

$P_{l\text{moy}}$  : pression limite moyenne sur la hauteur de formation mobilisée par la fondation  
 $P_{le^*}$  : pression limite nette équivalente  
 $P_{f\text{moy}^*}$  : pression de fluage nette moyenne sur la hauteur de formation mobilisée par la fondation  
 $E_m$  : module pressiométrique moyen sur la hauteur de la formation mobilisée par la fondation  
 $\alpha$  : coefficient rhéologique

#### Résistance sous sollicitations normales (ELU – ELS) :

Les hypothèses géotechniques de dimensionnement sont fournies conformément à la norme d'application de l'Eurocode 7 pour les fondations profondes (NF P 94-262), selon la procédure du « Modèle de terrain », et selon la méthode semi-empirique basée sur les caractéristiques pressiométriques Ménard des sols. Les règles générales de calcul sont présentées en annexe « Règles de calcul ».

A ce stade de l'étude, et pour le type de pieu proposé, nous envisageons les valeurs géotechniques suivantes :

Formation	Frottement latéral			Pointe	
	Courbe	$\alpha_{\text{pieu-sol}}$	$q_{s ; i}$ (kPa)	$P_{le^*}$ (MPa)	$k_p$
Alluvions modernes/Tourbe	interdit				
Craie	Q3	1.8	116	1.1	1.45

$\alpha_{\text{pieu-sol}}$  : paramètre adimensionnel  
 $q_{s ; i}$  : valeur du frottement axial unitaire limite, bornée le cas échéant à la valeur maximale admissible  
 $k_p$  : facteur de portance pressiométrique

Selon cette première approche nous proposons les exemples suivants de calcul des valeurs caractéristiques de portance d'un élément de fondation profonde :

Hypothèses géométriques		Mobilisation du terrain aux ELU				Mobilisation du terrain aux ELS				Béton
		Situations accidentelles		Situations durables et transitoires		Combinaisons caractéristiques		Combinaisons quasi-permanentes		
Diamètre B (m)	Longueur (m)	$R_{c ; d}$ (kN)	$R_{t ; d}$ (kN)	$R_{c ; d}$ (kN)	$R_{t ; d}$ (kN)	$R_{c ; cr ; d}$ (kN)	$R_{t ; cr ; d}$ (kN)	$R_{c ; d}$ (kN)	$R_{t ; d}$ (kN)	$\sigma_{\text{ELS-caract}}$ (MPa)
0.35	9.0	273	119	248	109	186	79	152	58	1.9

$R_{c ; d}$  : Valeur de calcul de la portance du terrain sous une fondation profonde  
 $R_{t ; d}$  : Valeur de calcul de la résistance de traction de la fondation profonde  
 $R_{c ; cr ; d}$  : Valeur de calcul de la charge de fluage en compression  
 $R_{t ; cr ; d}$  : Valeur de calcul de la charge de fluage en traction  
 $\sigma_{\text{ELS-caract}}$  : Contrainte moyenne de compression dans le béton sur sa seule section comprimée aux ELS caractéristiques.

**Remarque :** L'entraxe des fondations voisines sera supérieur à 3 diamètres, ou l'effet du rapprochement des fondations devra être pris en compte (prise en compte du coefficient d'efficacité  $C_e \leq 1$ ).

Ces valeurs sont valables pour des descentes de charges verticales en compression uniquement. Elles ne prennent pas en compte la présence de sollicitations horizontales (efforts tranchants) et/ou de renversement (moment fléchissant). La prise en compte de ces sollicitations pourra être étudiée de



manière plus précise en phase projet (mission G2 PRO) en connaissance des caractéristiques géométriques et des descentes de charges précises de l'ouvrage.

#### **4.3.2 Pente des parements**

La pente des parements du barrage devront être suffisamment faibles afin de garantir la stabilité de l'ouvrage vis-à-vis du glissement dans les cas suivants :

- Stabilité du parement aval lorsque l'ouvrage est à vide ;
- Stabilité du parement aval lorsque l'ouvrage est en charge ;
- Stabilité du parement amont lorsque l'ouvrage est à vide ;
- Stabilité du parement amont lorsque l'ouvrage est en charge ;
- Stabilité du parement amont en situation de vidange rapide (instantanée, retenue vide, corps du remblai saturé).

Le dimensionnement des pentes maximales à respecter est fonction de la nature des matériaux utilisés pour la confection du remblai (angle de frottement interne, cohésion, poids volumique, perméabilité).

Au stade actuel du projet où la nature des matériaux du remblai n'est pas encore connue, nous recommandons de prévoir l'utilisation d'une pente maximale de 3(h)/1(v) sécuritaire et généralement adaptée à la plus part des cas de figure.

**Le dimensionnement final des pentes des parements devra obligatoirement être étudié dans les phases ultérieures du projet (mission G2 PRO), en connaissance de la nature précise des matériaux prévus pour la constitution du corps du remblai.**

#### **4.3.3 Stabilité hydraulique**

##### **Stabilité hydraulique interne au remblai :**

Elle dépendra essentiellement de la nature des matériaux utilisés pour l'édification de l'ouvrage.

En première approche, dans le cas de l'utilisation de matériaux argileux de classe GTR A1-A2 et compte tenu du caractère limité dans le temps des mises en charges et vidanges de l'ouvrage, les perméabilités de ces matériaux devraient être suffisamment faibles pour ne pas nécessiter la mise en œuvre de dispositifs d'étanchement particulier.

Une perméabilité maximale de l'ordre de  $10^{-7}$  m/s sera recherchée lors de la réalisation du remblai.

Il conviendra dans les phases ultérieures du projet de mesurer la perméabilité des matériaux utilisés pour l'édification du corps du remblai (sur éprouvette de sol compactée à l'optimum Proctor), afin de vérifier qu'une telle perméabilité pourra être respectée.

A défaut de pouvoir obtenir une perméabilité suffisamment faible, il conviendra de s'orienter vers une solution de filtre (type tapis drainant en pied de parement aval) ou d'écran d'étanchement.

Des écrans anti-renards devront être mis en œuvre autour du pertuis ainsi qu'au sein du matelas de répartition dans le cas où une solution de renforcement de sol par inclusions rigides serait retenue.

##### **Stabilité hydraulique sous le remblai :**

Des matériaux tourbeux ont été rencontrés au droit de la zone centrale de l'ouvrage.

Leur perméabilité n'a pas été caractérisée dans le cadre de notre mission, elle est néanmoins attendue comme étant importante.

En première approche nous recommandons de prévoir l'utilisation d'écrans verticaux (exemple : rideau de palplanche) ancrés dans la Craie, afin de limiter le débit de fuite via les horizons tourbeux et de diminuer le risque de voir apparaître des gradients hydrauliques élevés pouvant provoquer des phénomènes d'érosion régressive, renard, ou soulèvement, pouvant aboutir à la ruine de l'ouvrage.

Une caractérisation plus fine des horizons tourbeux par l'intermédiaire notamment d'essai d'eau (de type Lefranc) pourrait permettre une optimisation ou éventuellement une suppression de ces dispositions.

Celle-ci pourra être étudiée dans les phases ultérieures du projet à l'occasion d'une mission G2 PRO.

#### **4.4 Principes de terrassement**

##### **4.4.1 Conditions de terrassement**

Nous recommandons de prévoir un ancrage de l'ouvrage de 1.0m/TN et la purge de l'ensemble des horizons de terre végétale.

Les matériaux intéressés par les opérations de terrassements seront :

- Les remblais : L'extraction des remblais, limono-argileux, ne devrait pas poser de problème de terrassement particuliers. Les terrassements pourront donc être réalisés à l'aide de matériel courant de moyenne puissance. Les remblais sont également susceptibles de pouvoir présenter des blocs de taille importante bien que non reconnus dans nos sondages. L'utilisation du BRH ( : Brise roche hydraulique) pourra s'avérer utile de manière ponctuelle ;
- Les Alluvions modernes/Colluvions et la Tourbe: de nature limono-argileuse à limono-sableuse, elles ne devraient pas poser de problème particulier d'extraction. Les terrassements pourront donc être réalisés à l'aide de matériel courant de moyenne puissance.

*Remarque : Lors de la phase terrassement, l'ouverture des fouilles peut provoquer des éboulements locaux (ex : présence possible de poches sableuses, de poches d'eau, de niveaux à gravier).*

##### **4.4.2 Stabilité de la fouille**

Compte tenu du contexte géotechnique, afin d'assurer la stabilité des terrassements pendant la phase chantier, il conviendra de prévoir la réalisation d'un talutage provisoire à 1(h)/1(v) au niveau de l'ancrage.

##### **4.4.3 Réalisation du remblai**

Concernant la réalisation du corps de l'ouvrage (remblai), la qualité des matériaux utilisés devra être vérifiée et validée, afin d'établir les modalités et préconisations nécessaires à leur mise en œuvre (compactage, traitement éventuel, ...). Il conviendra notamment d'exclure toute utilisation:

- de matériaux fortement argileux plastiques (type classe GTR « A3 » à « A4 ») pouvant présenter un comportement gonflant et pouvant poser des difficultés de mise en œuvre ;
- de matériaux fins purement sableux (type classe GTR « B1 » à « B2 ») dont la mise en œuvre est particulièrement délicate (difficultés de compactage) ;
- de matériaux graveleux ou rocheux concassés et fortement perméables ;
- de matériaux riches en éléments évolutifs notamment en matière organique (ex : alluvions modernes, vases, tourbes, ...), gypseux, sous-produits industriels, ...

En première approche nous conseillons l'emploi de matériaux fins faiblement argileux à argileux de classe GTR « A1 » à « A2 », qui possèdent l'avantage d'être peu perméables une fois compactés.

Les matériaux seront régalez et compactés en couches élémentaires. Pour chaque couche, il sera recherché un indice de compacité  $q_4$  :

$$I_c > 95\% \gamma_d \text{ OPN}$$

La perméabilité maximale des matériaux ne devra pas être supérieure à :

$$K = 10^{-7} \text{ m/s}$$

Les matériaux A1/A2 sont réputés sensibles à l'eau, c'est-à-dire dont le comportement est susceptible de pouvoir changer de manière brutale pour de faible variation de teneur en eau. C'est matériaux à l'état humide peuvent être sujet au matelassage.

Nous recommandons donc de réaliser les travaux en période favorable.

#### **4.4.4 Traficabilité en phase chantier :**

Compte tenu des résultats des essais en laboratoire et des essais pressiométriques réalisés sur site, le fond de forme de l'ouvrage est attendu relativement peu portant, notamment au niveau de la zone tourbeuse.

Des conditions de traficabilité délicates sont donc attendues en phase travaux et pourront nécessiter la réalisation d'une piste de chantier en matériaux d'apport granulaires et insensibles à l'eau associés à un géotextile en sous face.

En cas de mauvaises conditions climatiques et/ou remontée de la nappe, les conditions de traficabilité des engins pourront chuter de manière importante.

Nous recommandons de réaliser les travaux en période favorable (généralement de mai à octobre).

#### **4.5 Voirie**

Le projet prévoit la création d'une voirie d'accès pour véhicules légers en crête de l'ouvrage.

Les objectifs de classe de plateforme ne nous ont pas été communiqués. Nous avons pris comme hypothèse un objectif de classe de plateforme minimale : PF2.

#### **Partie supérieure des terrassements (PST) et classe d'arase :**

Les terrains constitutifs de la PST seront représentés par les matériaux constitutifs du corps du barrage.

La nature des matériaux constitutifs du corps de l'ouvrage n'est pas connue au stade actuel de l'étude. Néanmoins, pour un barrage en remblai constitué de matériaux de classe GTR A1m à A2m, mis en œuvre tel que décrit précédemment, une catégorie de PST de type PST n°2 - AR1 peut être retenue.

#### **Couche de forme :**

Afin d'obtenir une classe de plateforme PF2 dans le cas d'une catégorie de PST n°2 - AR1, il conviendra de réaliser une couche de forme en matériaux d'apport insensibles à l'eau de forte épaisseur (ex : grave alluvionnaire propre de classe D21) sur 60 cm ou sur 45 cm avec mise en œuvre d'un géotextile entre l'arase et la couche de forme.

Un contrôle de la déformabilité de la couche de forme doit être effectué au moment de l'exécution des travaux, afin d'obtenir au minimum les exigences d'une plateforme de classe PF2.

Les contrôles devront être réalisés à l'aide d'essai de portance à la plaque ou dynaplaque.

Une portance minimale de 50 MPa en EV2 dans le cadre d'une PF2 est nécessaire, avec un rapport  $k \leq 2$ .

*Remarques : L'épaisseur de la couche de forme devra être confirmée vis-à-vis de la sensibilité au gel par le bureau d'étude VRD.*

*Compte tenu de leur nature, la réutilisation des matériaux du site a été écartée.*

### **Structure de chaussée :**

Les éléments suivants constituent une aide décisionnelle au choix des structures à mettre en place, en tenant compte du contexte géotechnique.

Compte tenu du caractère évolutif des horizons tourbeux, des déformations de l'ouvrage sont à attendre sur le long terme.

Nous recommandons de privilégier des structures de chaussée souples, permettant une meilleure adaptation aux déformations du sol se produisant par consolidation dans le temps.

Le système de voirie devant accueillir uniquement des véhicules légers, la réalisation d'une structure de chaussée de type GNT pourra être envisagée.

La réalisation d'une couche de roulement de type BBS ou d'un enduit superficiel de type bicouche ou équivalent sera alors suffisant.

*Remarque : Le dimensionnement de la structure de chaussée est normalement à la charge du BET VRD du projet.*

## **4.6 Discussion sur les incertitudes géotechniques**

### **Localisation précise de la zone tourbeuse :**

Des horizons tourbeux ont été rencontrés au sein des sondages SP1, SPVAR1, FP2 et FPVAR1, sur des épaisseurs importantes. L'extension de cette zone tourbeuse est estimée comme étant grossièrement semblable à la zone boisée (zone humide). La réalisation de sondages à la tarière complémentaires, permettrait d'affiner la localisation de cette zone.

### **Caractéristiques mécaniques au sein des Sables de Bracheux :**

Les Sables de Bracheux n'ont pas été rencontrés au sein des sondages pressiométriques. Aucun essai n'y a donc été réalisé, ils n'ont donc pas été caractérisés mécaniquement. La réalisation de sondage pressiométriques complémentaires, aux extrémités de l'ouvrage permettrait de caractériser ces matériaux et ainsi de juger de leur potentiel de tassement sous le barrage.

### **Perméabilité des horizons tourbeux :**

Aucun essai de perméabilité n'était prévu dans le cadre de notre mission. La perméabilité de l'assise de l'ouvrage n'a donc pas pu être déterminée.

Dans le cadre de ce rapport nous avons pris l'hypothèse que des perméabilités importantes sont à attendre au sein des horizons tourbeux, ce qui obligerait à envisager la réalisation d'écrans étanches verticaux.

La réalisation d'essai de perméabilité de type Lefranc (ou équivalent) permettrait d'étudier l'optimisation, voir la suppression de cette disposition en cas de résultats favorables.

### **Etude de la zone d'emprunt :**

Compte tenu des résultats des essais en laboratoire, il apparaît que les matériaux de sub-surfaces au droit de l'ouvrage pourraient éventuellement être réutilisés pour l'édification du remblai du barrage.



Des investigations complémentaires de type sondages à la pelle mécanique et essais en laboratoire (identification GTR, essais de perméabilité à l'appareil œdométrique et essais Proctor/IPI), menées au niveau de la retenue de l'ouvrage, pourraient permettre d'étudier la position d'éventuelles zones d'emprunts et ainsi, de faire l'économie sur l'utilisation de matériaux d'apports extérieurs au site.

**Piézométrie :**

Notre étude ne comprenait pas la mise en place de piézomètre. La réalisation de piézomètre pourrait permettre de localiser l'altitude de la nappe dans le secteur afin de permettre d'étudier de manière plus fine les éventuelles zones d'emprunt disponibles.

**4.7 Avoisinants et remarques générales**

Les travaux réalisés ne devront en aucun cas déstabiliser les avoisinants (réseaux existants, fondation de bâtiment,...). Ils devront faire l'objet d'une méthodologie et d'un phasage spécifique, soumis à l'accord préalable du Bureau de contrôle.

L'ingénieur chargé du dossier

***Florent LABAT***



# **ANNEXES**

**Annexe n°1** : Plan de situation

**Annexe n°2** : Schéma d'implantation des investigations

**Annexe n°3** : Description des techniques de sondage

**Annexe n°4** : Coupes des sondages carottés

**Annexe n°5** : Coupes des sondages à la pelle mécanique

**Annexe n°6** : Coupes des sondages pressiométriques

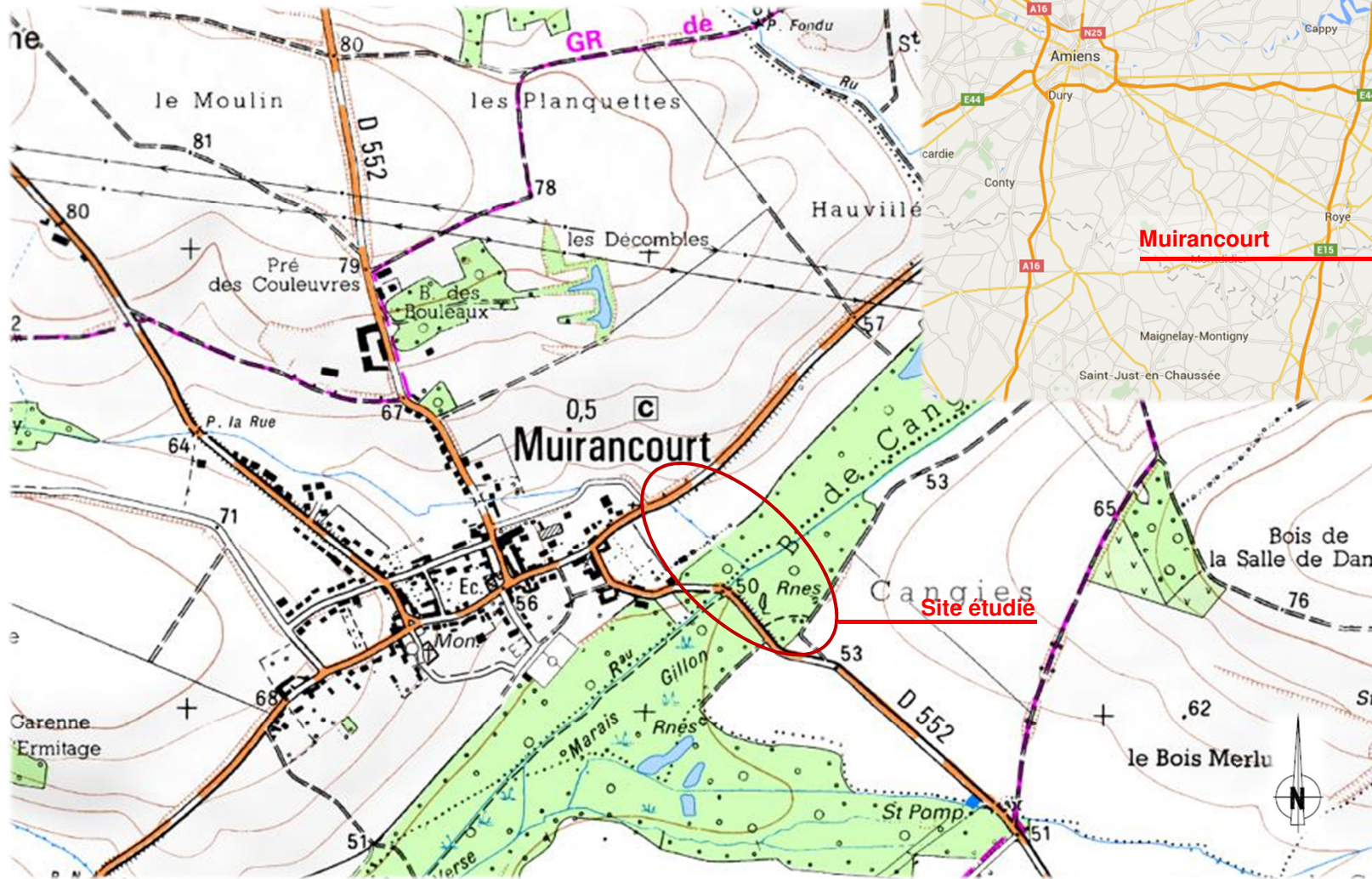
**Annexe n°7** : Résultats des essais de laboratoire

**Annexe n°8** : Missions géotechniques

## **ANNEXE 1**

### **PLAN DE SITUATION**

**Plan de situation**

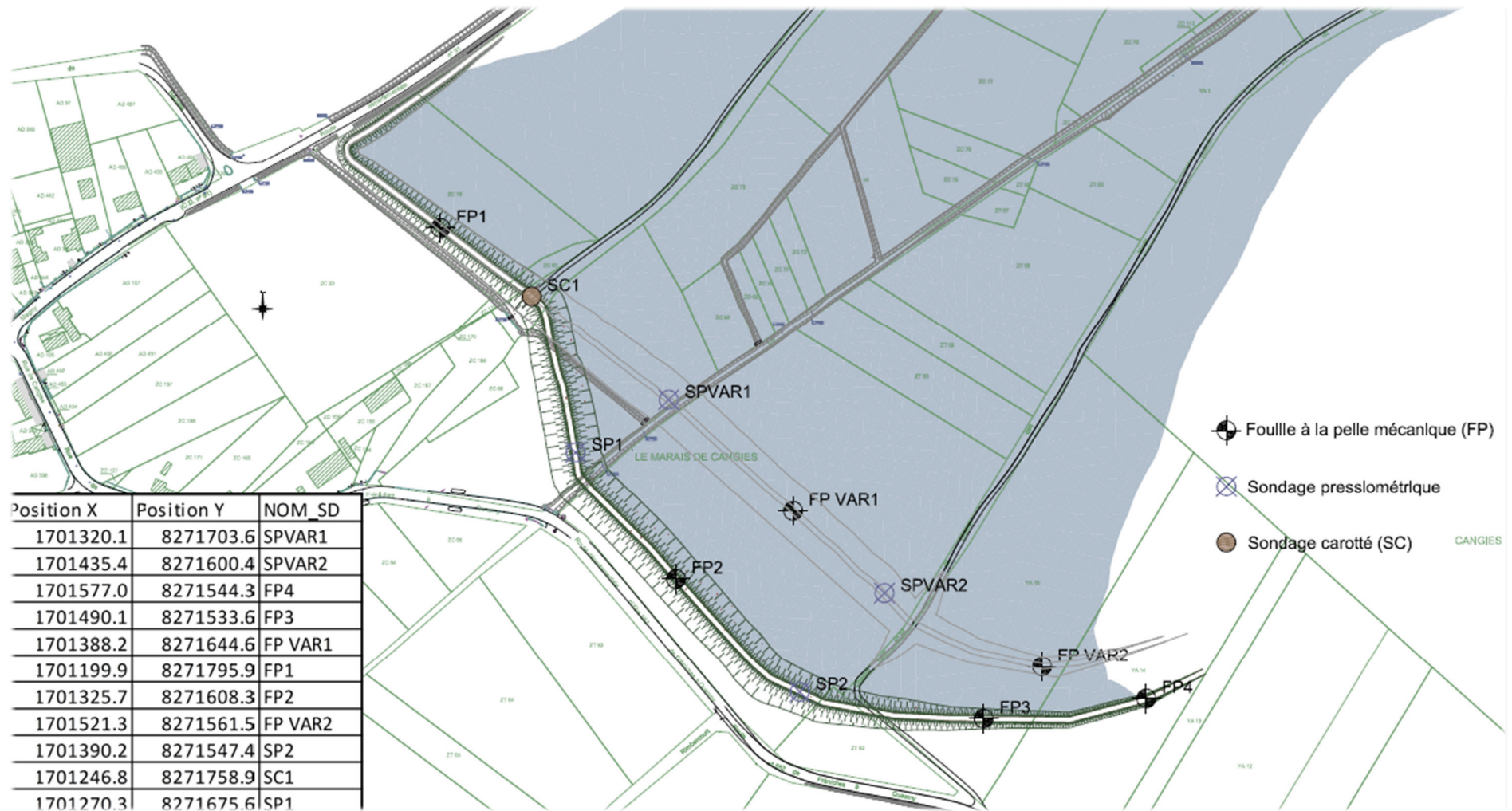




## **ANNEXE 2**

# **SCHEMA D'IMPLANTATION DES INVESTIGATIONS**

## Plan d'implantation



## **ANNEXE 3**

# **DESCRIPTION DES TECHNIQUES** **DE SONDAGES**

### Les sondages destructifs enregistrés

Les sondages destructifs préalables aux essais pressiométriques ont été effectués conformément aux prescriptions de la norme 94.110. Ces sondages ne sont donc pas en tout point comparables aux sondages destructifs purs. Dans tous les cas, les enregistrements des paramètres sont les suivants :

- **la vitesse instantanée d'avancement de l'outil (VIA)**, en m/h. Elle traduit la rapidité avec laquelle l'outil de forage traverse le matériau. A ce titre, elle est représentative de la résistance globale de la matière traversée, mais aussi de l'adéquation entre l'outil et ce matériau. En effet, un matériau peut être peu résistant à la traversée de l'outil tout en présentant des caractéristiques mécaniques acceptables pour d'autres contraintes,
- **la pression sur l'outil (PO)** en bar. Elle représente généralement l'appui appliqué par la tête de rotation sur le train de tiges (sur l'outil s'applique aussi le poids des tiges). Cette pression enregistre aussi la retenue de la machine vis-à-vis de la chute libre (pour des raisons de sécurité). Elle devra rester la plus constante possible,
- **la pression d'injection (PI)** en bar. Elle représente la pression dans le conduit du fluide de foration et donc est proportionnelle à la capacité du terrain à boucher l'outil de forage. Généralement, ce sont les terrains imperméables qui génèrent les pressions les plus fortes,
- **le couple de rotation (CR)** en bar. Il enregistre la pression hydraulique dans les flexibles d'arrivée des moteurs qui entraînent le train de tiges. Globalement, cette pression est inversement proportionnelle à la facilité avec laquelle l'outil tourne dans le sol,

Ces paramètres sont enregistrés en numérique, avec sortie en parallèle sur bande papier.

Afin de déterminer la signature paramétrique de l'équipement en condition de chute libre, deux types d'étalonnage ont été effectués :

- le premier (étal.1) avant foration avec la tête de foration seule. Cet étalonnage a été réalisé de façon systématique pour chacun des sondages ;
- le second (étal.2) en fin de foration avec la tête équipée de l'ensemble des tiges et de l'outil utilisé pour réaliser le forage. Cet étalonnage se fait en remontant l'ensemble des tiges d'environ 2 m depuis le fond du forage.

### Les essais pressiométriques

Les essais pressiométriques ont été réalisés conformément aux prescriptions de la norme AFNOR NF-P94.110.

L'essai pressiométrique consiste à gonfler une sonde normalisée dans le sol jusqu'à que ce dernier cède sous la pression de gonflement.

La réalisation des essais dépend donc fortement de la qualité des parois du forage préalable. De ce fait, les enregistrements des paramètres des forages préalables ne sont pas à interpréter comme ceux de véritables sondages destructifs décrits auparavant.

L'analyse de la courbe effort/déformation de chaque essai permet de déterminer, conformément à la norme, trois phases distinctes de l'essai :

- l'amorce de la courbe reflète la mise en contact de la sonde avec les parois du sol, et donc de la qualité du forage,
- une deuxième partie centrale rectiligne qui traduit la plage de résistance du massif de sol permettant de calculer le module du terrain et de définir la pression de fluage. C'est la phase pseudo-élastique de l'essai.
- au-delà du point de fluage, la courbe tend rapidement vers une asymptote verticale donnant la pression limite de rupture du sol.

Les résultats sont présentés sur un profil-coupe faisant apparaître les éléments suivants :

- les formations géologiques,
- les caractéristiques pressiométriques des sols :
  - la pression de fluage  $P_f$ , en MPa,
  - la pression limite de rupture  $P_l$ , en MPa,
  - le module pressiométrique  $E$ , en MPa.

### **Les sondages carottés**

Les sondages carottés ont été réalisés avec un carottier doté d'une couronne en carbure en diamètre 114 mm, à l'eau claire.

Ce type de sondage permet la visualisation et la définition précise des sols rencontrés sans remaniement ainsi que le prélèvement, si nécessaire, d'échantillons intacts sous protection de gaine PVC.

## **ANNEXE 4**

# **COUPES DES SONDAGES CAROTTES**



**ANNEXE 5**

**COUPES DES SONDAGES A LA PELLE**  
**MECANIQUE**













**ANNEXE 5**

**COUPES DES SONDAGES**  
**PRESSIOMETRIQUES**





# Forage : SP2VAR

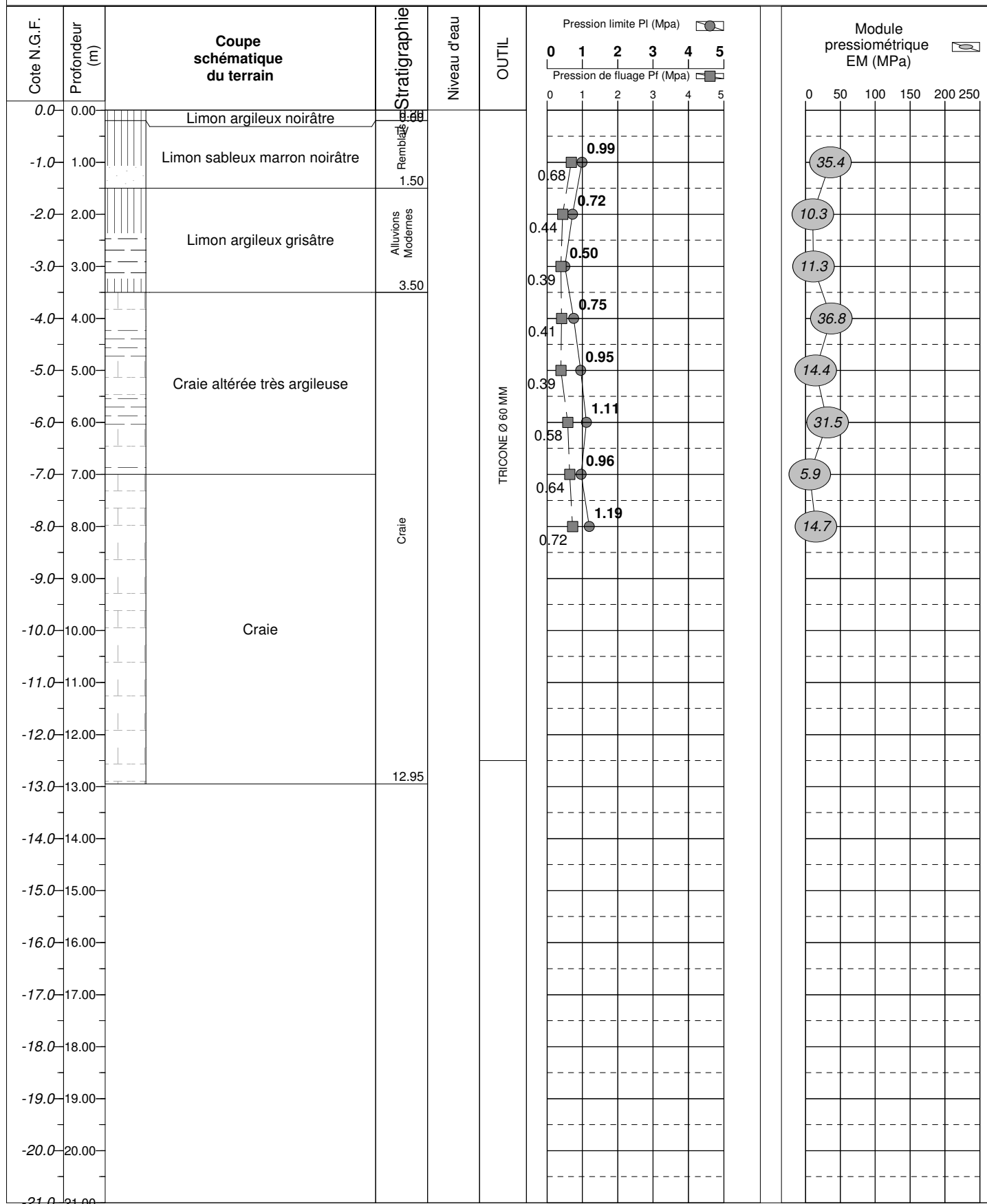
Type : **Sondage Pressiométrique**

Client : **Entente OISE AISNE**  
 Etude : **Barrage de Muirancourt**

Z : **Date : 21/09/2015**  
 X : **Début : 0.00 m**  
 Y : **Fin : 12.95 m**  
 Echelle : **1 / 100**  
 Remarque : *Machine: SOCOMAFOR 50*

Affaire N° : **C 15.8013**

Page: **1 / 1**







# Forage : SP2

Type : *Sondage Pressiométrique*

Z : Date : 19/09/2015

X : Début : 0.00 m

Y : Fin : 10.04 m

Echelle : 1 / 100

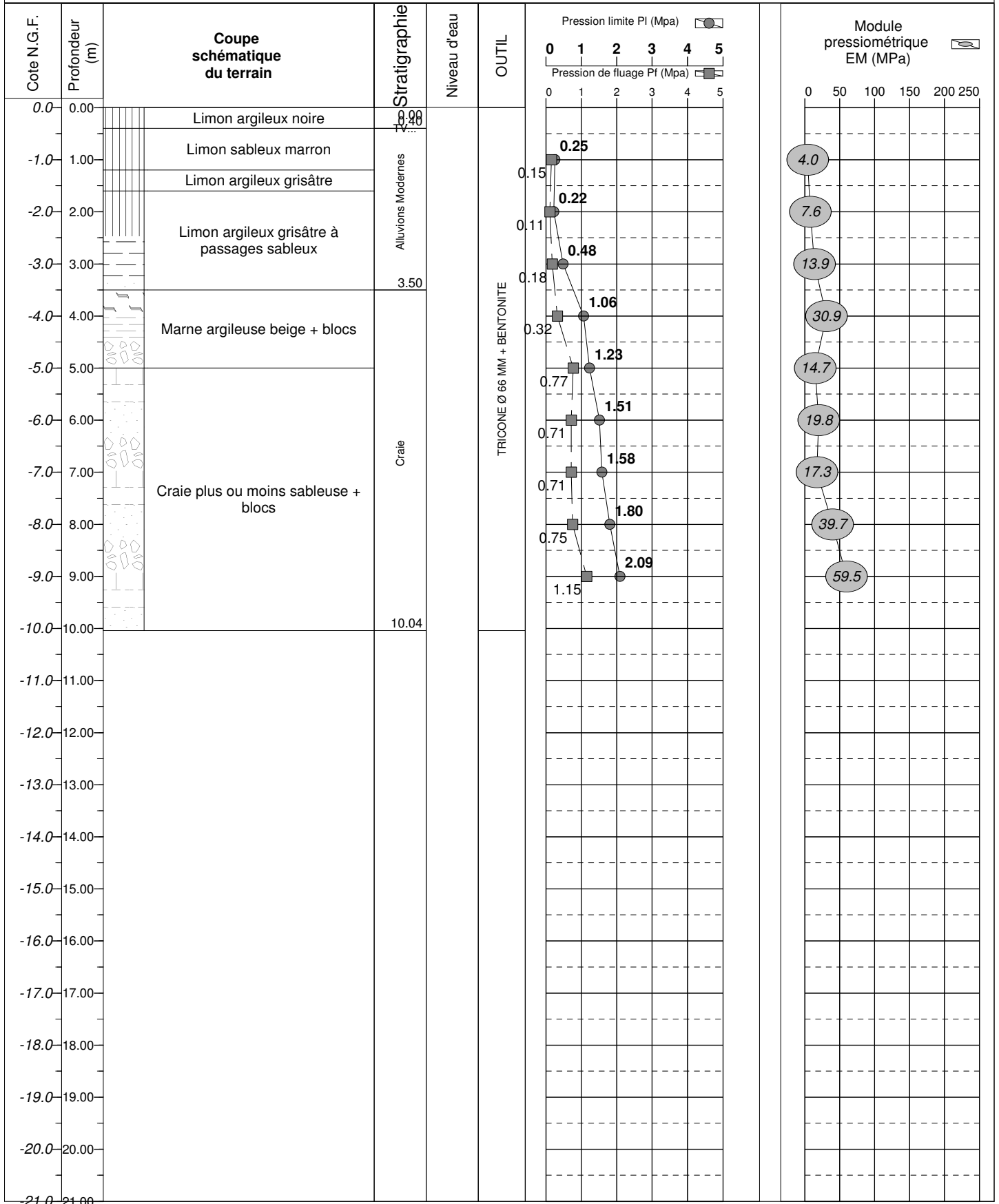
Remarque : Machine: SOCOMAFOR 50

Client : Entente OISE AISNE

Etude : Barrage de Muirancourt

Affaire N° : C 15.8013

Page: 1 / 1





# Forage : SP1

Type : *Sondage Pressiométrique*

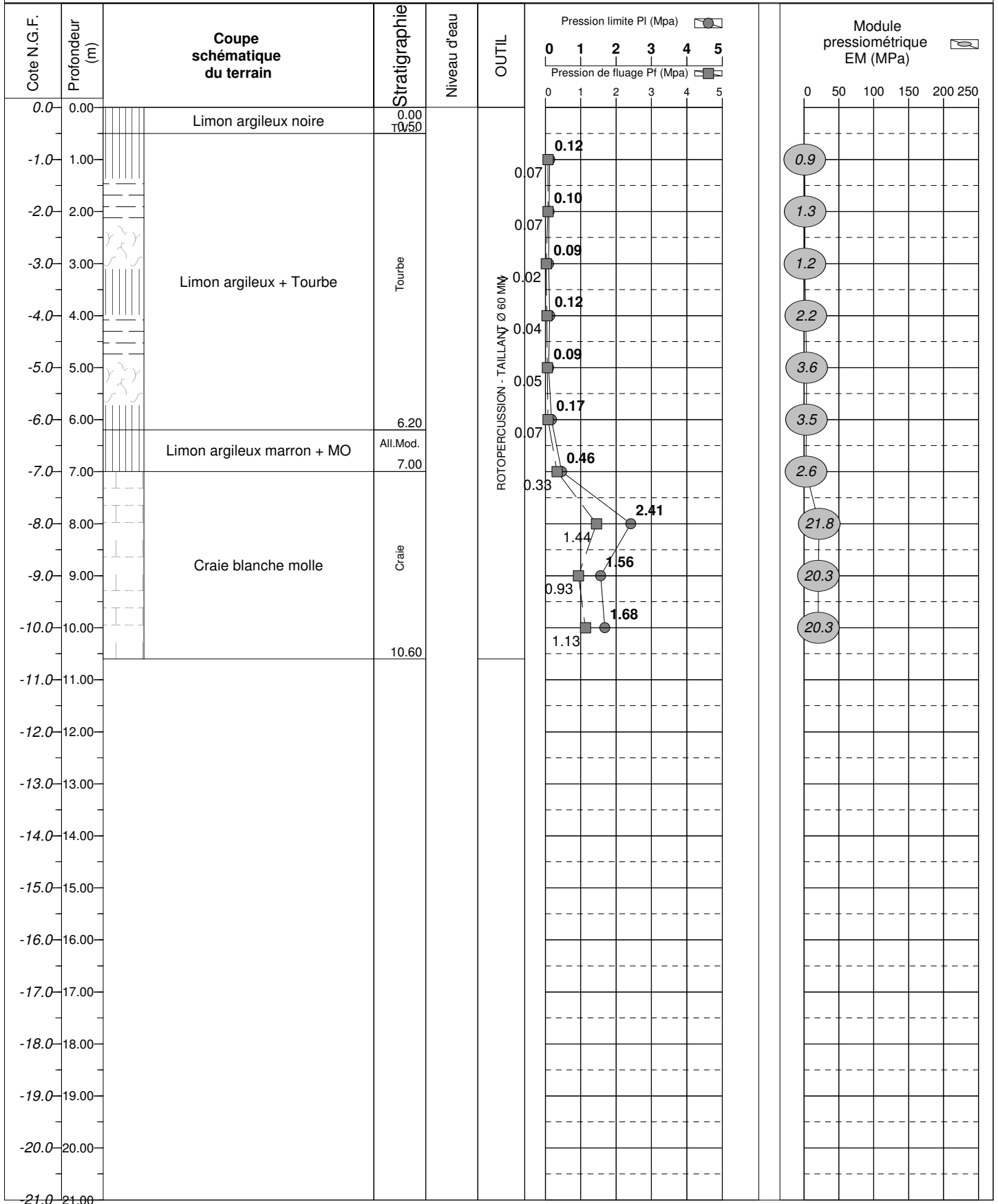
Client : *Entente OISE AISNE*  
 Etude : *Barrage de Muirancourt*

Z :  
 X :  
 Y :  
 Echelle : **1 / 100**  
 Remarque : *Machine: EMCI 45*

Date : **19/09/2015**  
 Début : **0.00 m**  
 Fin : **10.60 m**

Affaire N° : **C 15.8013**

Page: **1 / 1**





# Forage : SP2VAR

Type : **Destructif Enregistré**

Client : **Entente OISE AISNE**  
 Etude : **Barrage de Muirancourt**

Z :  
 X :  
 Y :  
 Echelle : **1 / 100**  
 Remarque :

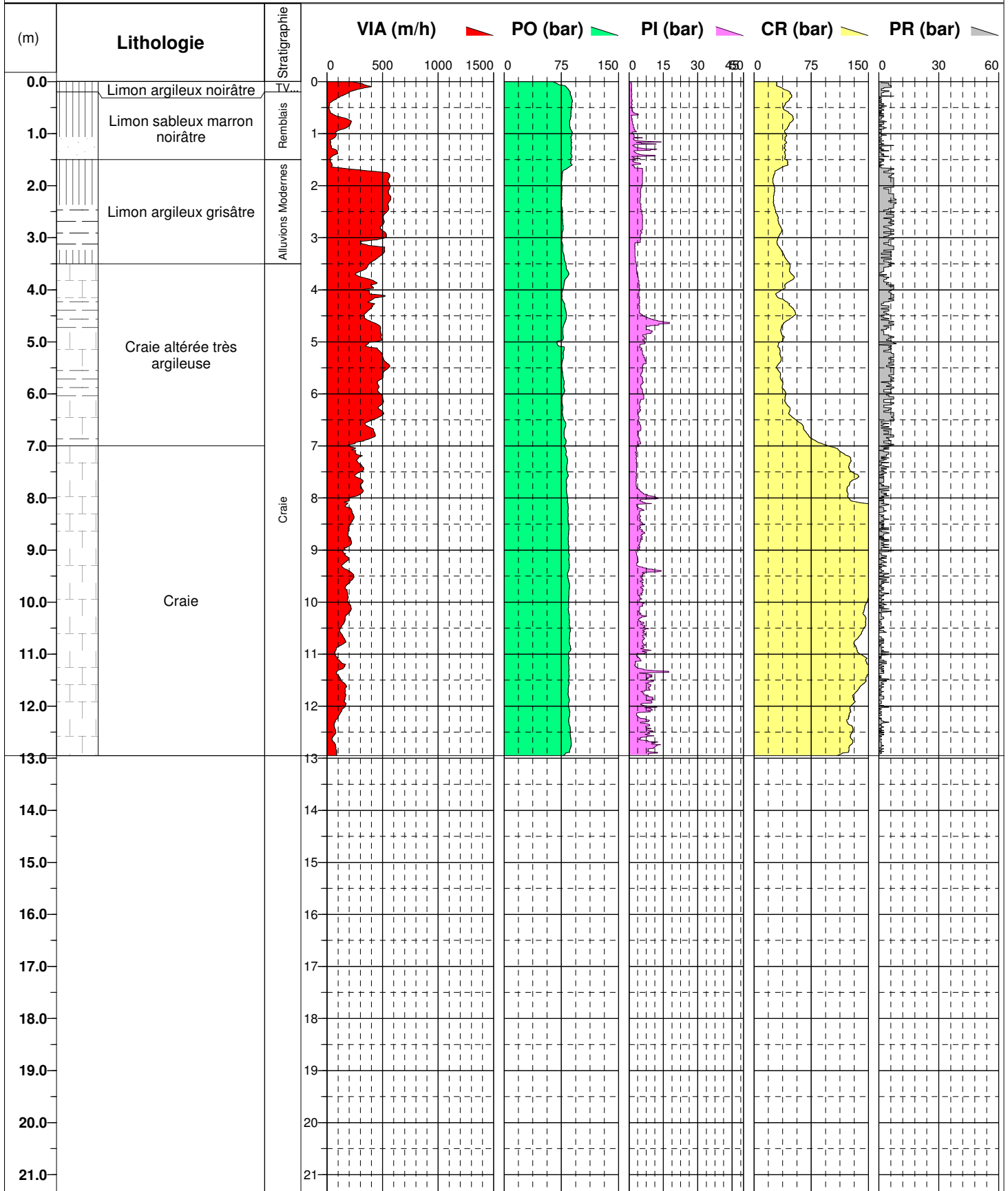
Date : **21/09/2015**

Début : **0.00 m**

Fin : **12.95 m**

Affaire N° : **C 15.8013**

Page: **1 / 1**





# Forage : SP2VAR ET

Type : *Etalonnage*

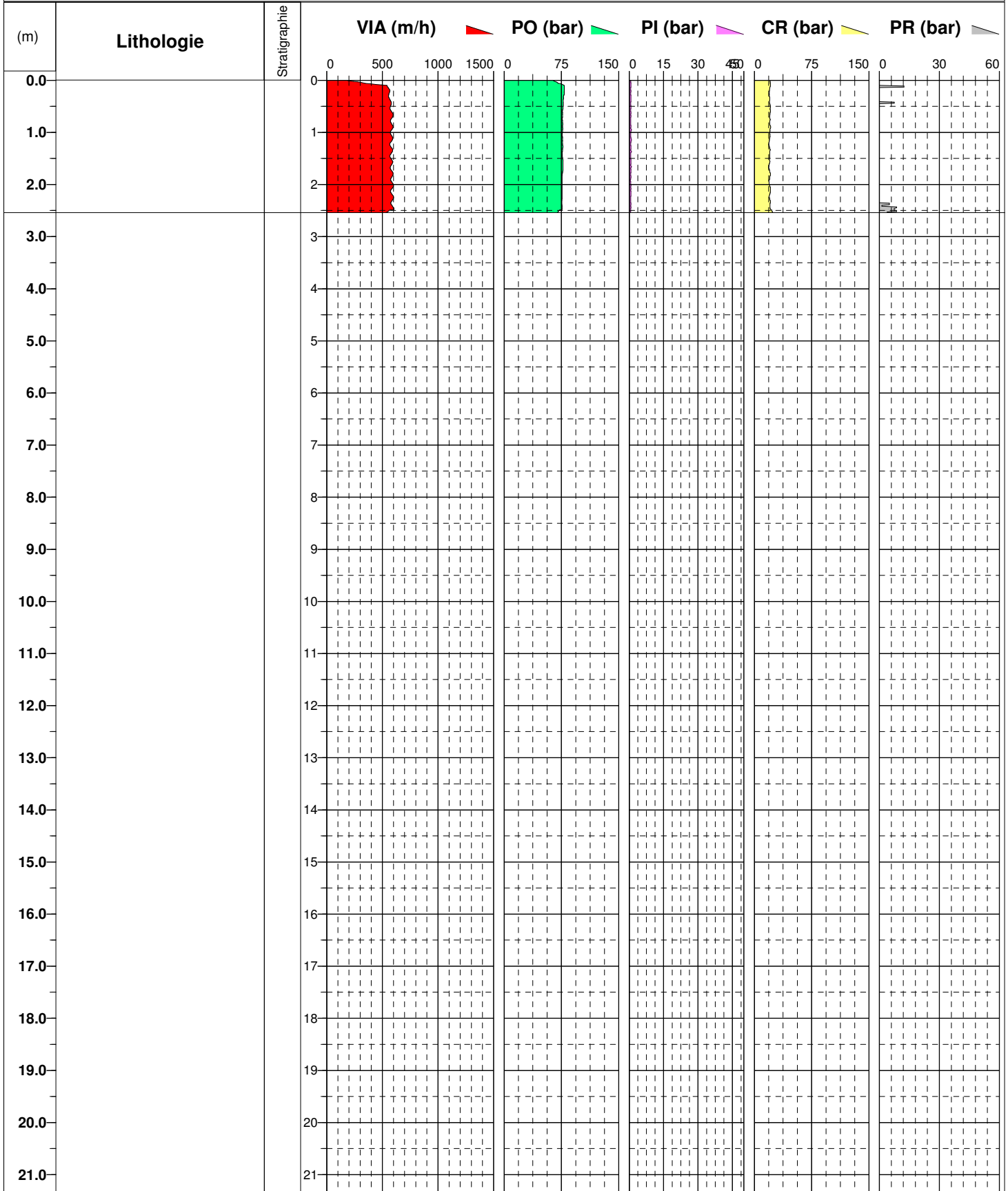
Client : *Entente OISE AISNE*  
 Etude : *Barrage de Muirancourt*

Z :  
 X :  
 Y :  
 Echelle : 1 / 100  
 Remarque :

Date : 21/09/2015  
 Début : 0.00 m  
 Fin : 2.54 m

Affaire N° : C 15.8013

Page: 1 / 1





# Forage : SP2

Type : **Destructif Enregistré**

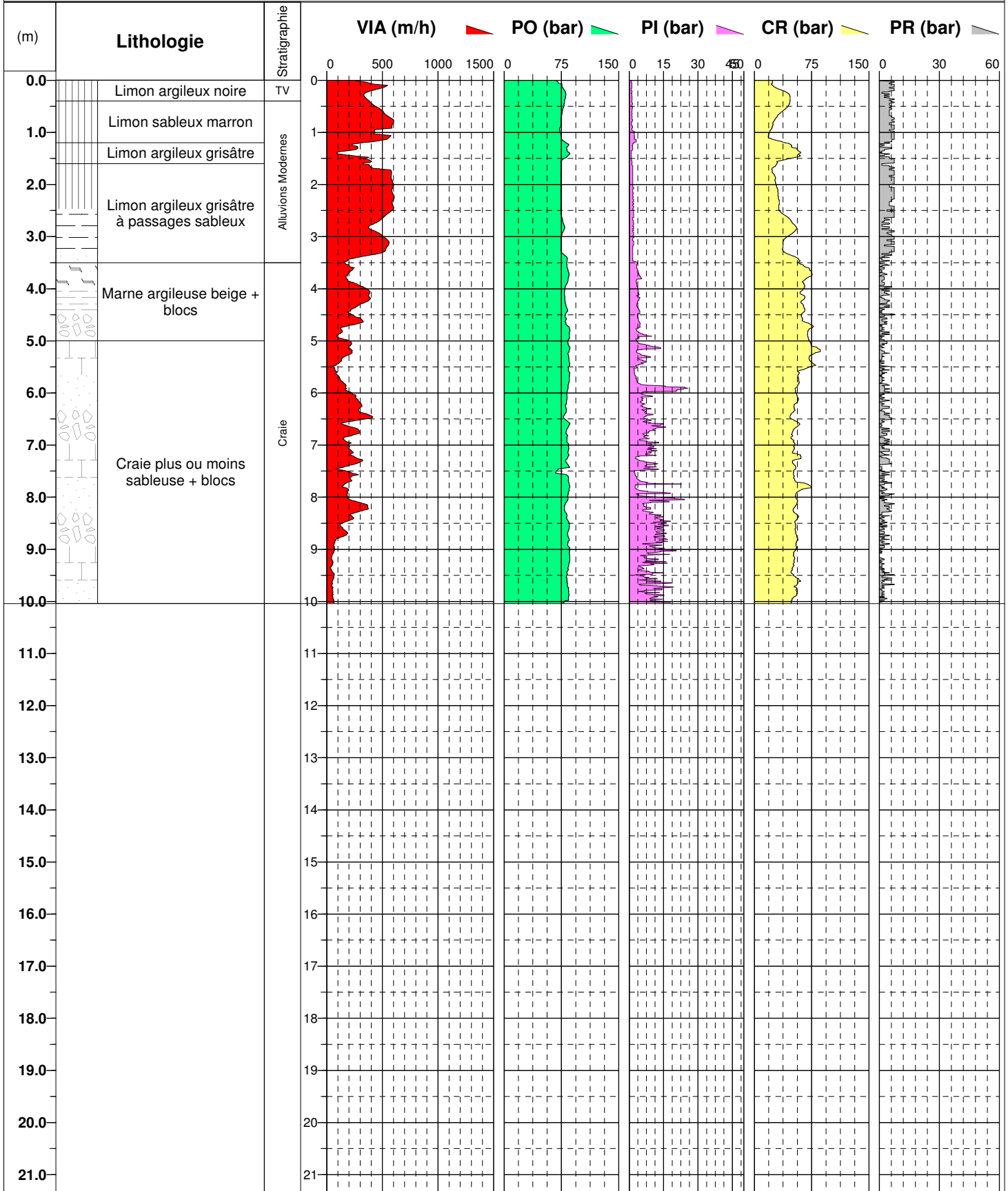
Client : **Entente OISE AISNE**  
 Etude : **Barrage de Muirancourt**

Z :  
 X :  
 Y :  
 Echelle : **1 / 100**  
 Remarque :

Date : **19/09/2015**  
 Début : **0.00 m**  
 Fin : **10.04 m**

Affaire N° : **C 15.8013**

Page: **1 / 1**





# Forage : SP2 ET

Type : *Etalonnage*

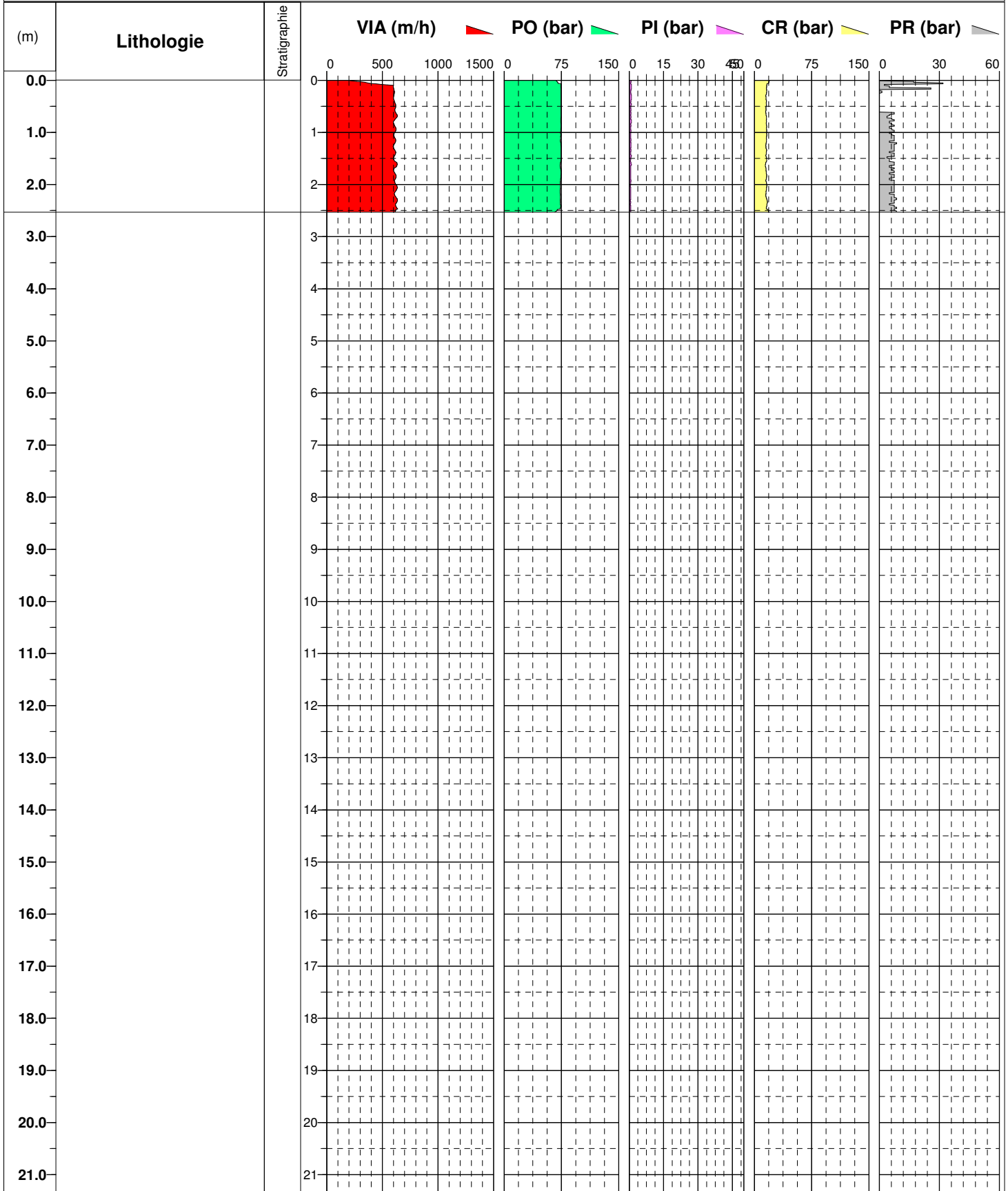
Client : *Entente OISE AISNE*  
 Etude : *Barrage de Muirancourt*

Z :  
 X :  
 Y :  
 Echelle : 1 / 100  
 Remarque :

Date : 19/09/2015  
 Début : 0.00 m  
 Fin : 2.53 m

Affaire N° : C 15.8013

Page: 1 / 1



# MUIRANCOURT (60)

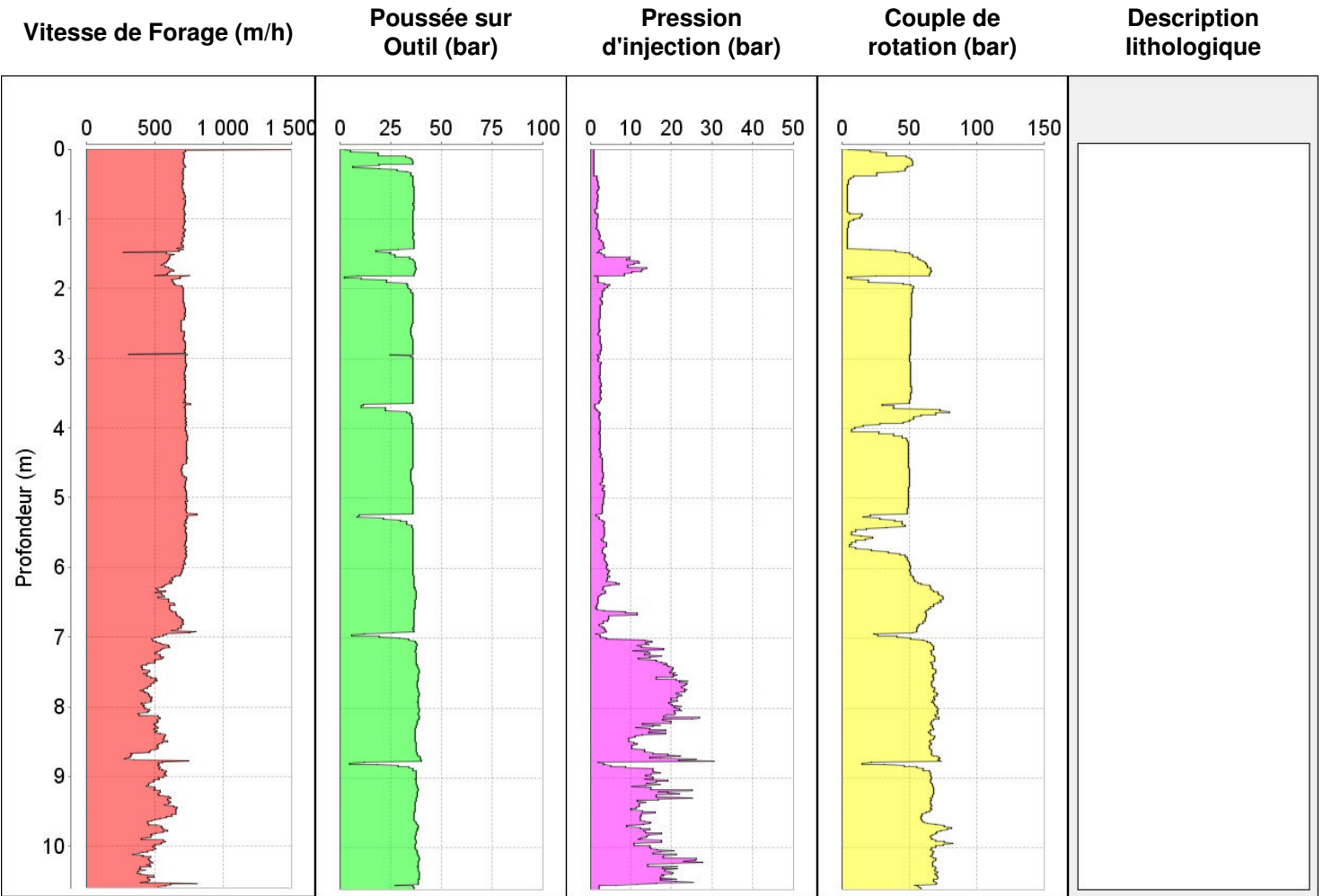
Echelle : 1 / 100



**SEMOFI**  
 868 rue des Voeux St Georges  
 94290 VILLENEUVE le ROI  
 tel : 01 49 61 11 88  
 fax : 01 49 61 11 99

<b>Nom du chantier :</b> <b>Client :</b> ENTENTE OISE AISNE <b>Numéro contrat :</b> C15-8013	<b>Machine :</b> BE20-50 <b>Outil :</b> Tricône <b>Fluide :</b> Bentonite <b>Diamètre :</b> Ø60mm
--	--

<b>Forage :</b> SP 1	<b>Jour de début :</b> 19/09/2015	<b>Prof. Forée :</b> 10,60
<b>X :</b> 0,00	<b>Y :</b> 0,00	<b>Z :</b> 0,00



# MUIRANCOURT (60)

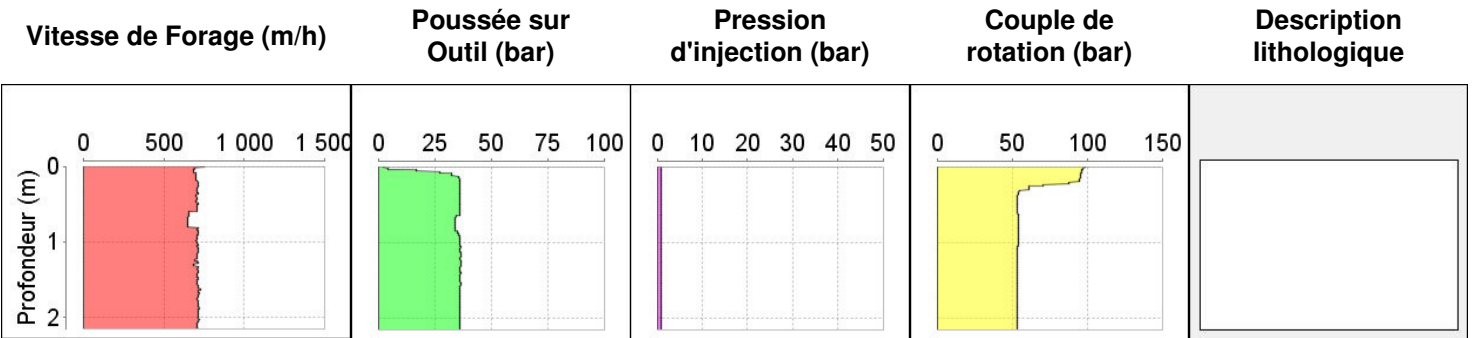
Echelle : 1 / 100



**SEMOFI**  
 868 rue des Voeux St Georges  
 94290 VILLENEUVE le ROI  
 tel : 01 49 61 11 88  
 fax : 01 49 61 11 99

<b>Nom du chantier :</b> <b>Client :</b> ENTENTE OISE AISNE <b>Numéro contrat :</b> C15-8013	<b>Machine :</b> BE20-50 <b>Outil :</b> Tricône <b>Fluide :</b> Bentonite <b>Diamètre :</b> Ø60mm
--	--

<b>Forage :</b> SP 1 ET	<b>Jour de début :</b> 19/09/2015	<b>Prof. Forée :</b> 2,15
<b>X :</b> 0,00	<b>Y :</b> 0,00	<b>Z :</b> 0,00





# MUIRANCOURT (60)

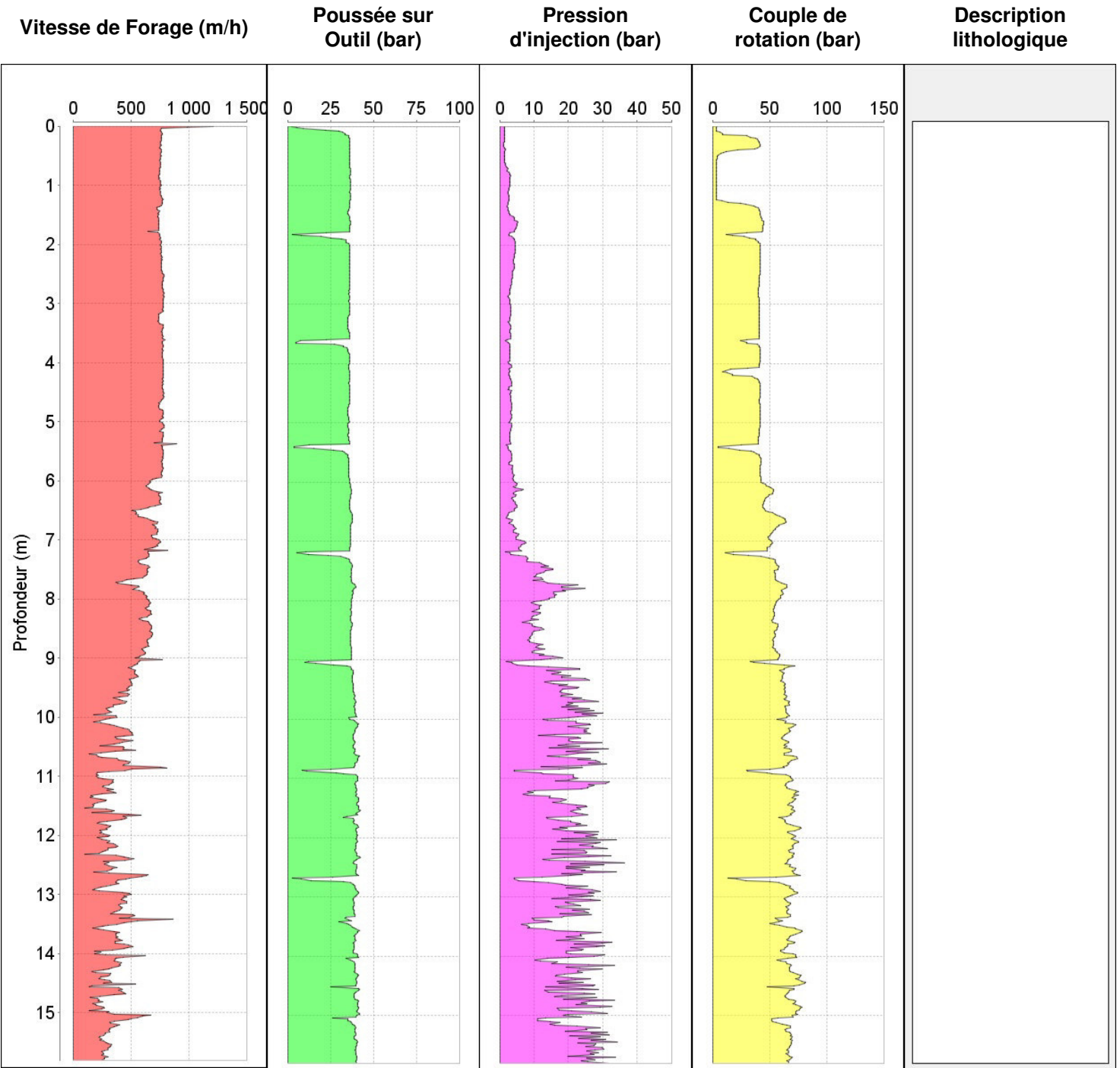
Echelle : 1 / 100



**SEMOFI**  
 868 rue des Voeux St Georges  
 94290 VILLENEUVE le ROI  
 tel : 01 49 61 11 88  
 fax : 01 49 61 11 99

<b>Nom du chantier :</b> <b>Client :</b> ENTENTE OISE AISNE <b>Numéro contrat :</b> C15-8013	<b>Machine :</b> BE20-50 <b>Outil :</b> Tricône <b>Fluide :</b> Bentonite <b>Diamètre :</b> Ø60mm
--	--

<b>Forage :</b> SP VAR1	<b>Jour de début :</b> 19/09/2015	<b>Prof. Forée :</b> 19,79
<b>X :</b> 0,00	<b>Y :</b> 0,00	<b>Z :</b> 0,00



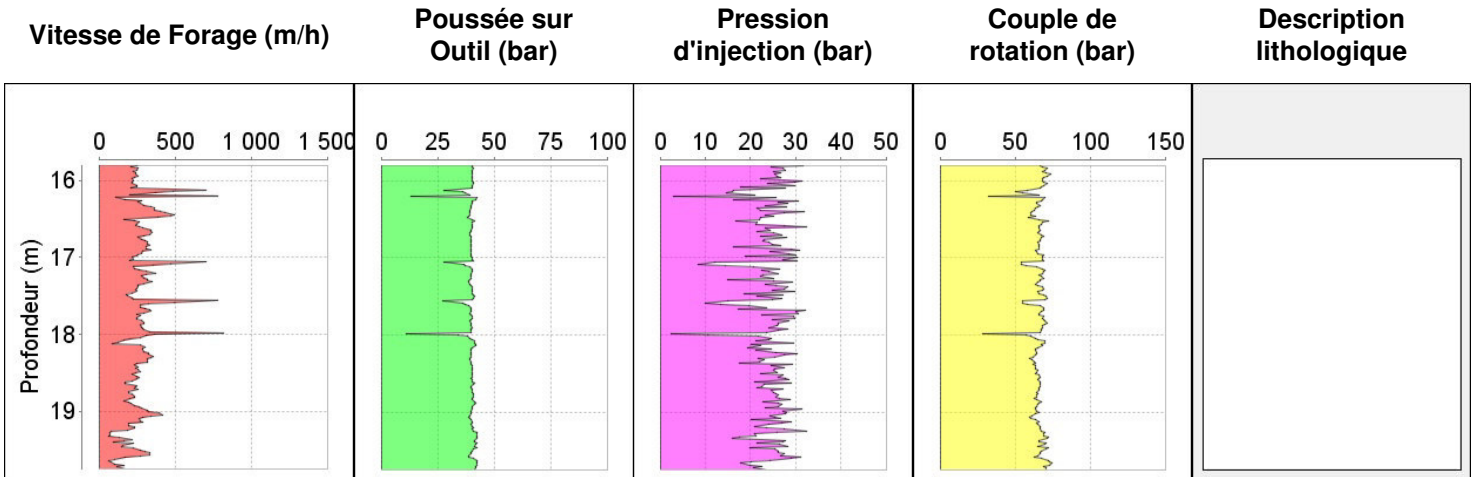
# MUIRANCOURT (60)

Echelle : 1 / 100



**SEMOFI**  
 868 rue des Voeux St Georges  
 94290 VILLENEUVE le ROI  
 tel : 01 49 61 11 88  
 fax : 01 49 61 11 99

<b>Forage</b> : SP VAR1	<b>Jour de début</b> : 19/09/2015	<b>Prof. Forée</b> : 19,79
<b>X</b> : 0,00	<b>Y</b> : 0,00	<b>Z</b> : 0,00



# MUIRANCOURT (60)

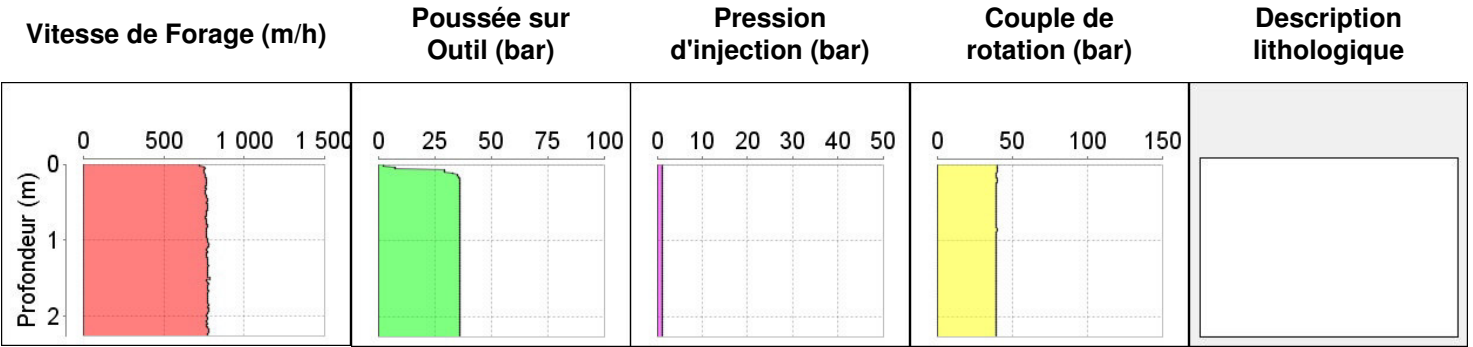
Echelle : 1 / 100



**SEMOFI**  
 868 rue des Voeux St Georges  
 94290 VILLENEUVE le ROI  
 tel : 01 49 61 11 88  
 fax : 01 49 61 11 99

<b>Nom du chantier :</b> <b>Client :</b> ENTENTE OISE AISNE <b>Numéro contrat :</b> C15-8013	<b>Machine :</b> BE20-50 <b>Outil :</b> Tricône <b>Fluide :</b> Bentonite <b>Diamètre :</b> Ø60mm
--	--

<b>Forage :</b> SP VAR1 ET	<b>Jour de début :</b> 19/09/2015	<b>Prof. Forée :</b> 2,26
<b>X :</b> 0,00	<b>Y :</b> 0,00	<b>Z :</b> 0,00



**ANNEXE 6**

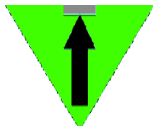
**RESULTATS DES ESSAIS EN**  
**LABORATOIRE**



**Essai de cisaillement rectiligne  
Cisaillement direct  
réalisé selon la norme NF P 94-071-1**

Villancourt  
: 01  
- 03.0 m

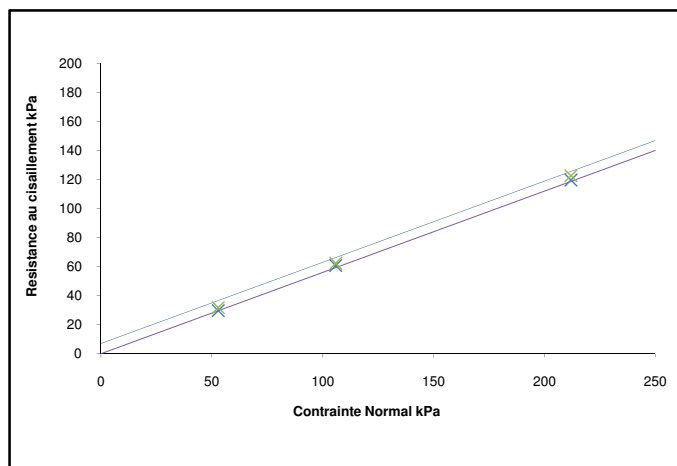
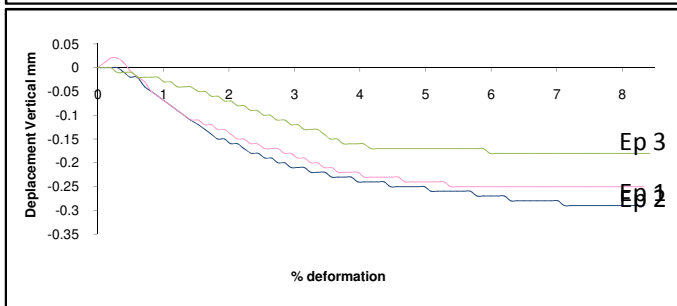
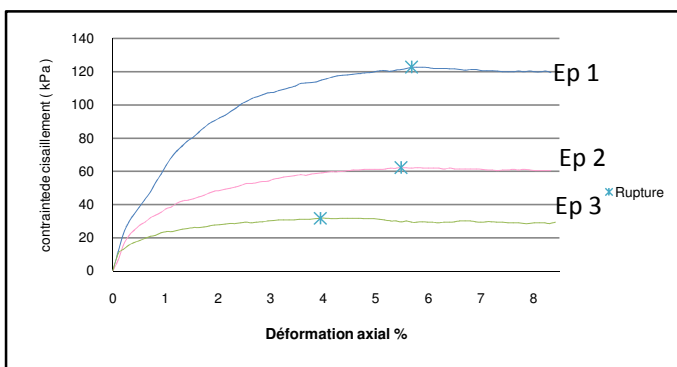
**Société Semofi**  
**Vos références dossier** C15-8013  
**Nos références dossier** S15-4615  
**Date de réception** 5-oct.-15  
**Date de réalisation de l'essai** 6-oct.-15  
**Opérateur:** LAK + MAL



GeoSond  
 1 Gaine PVC  
 Sable argileux vert-bleu-jaune ferme à mou

**Observations de prélevement / Réception**

Caracteristiques des éprouvettes				
Valeur initiales	1	2	3	4
H <sub>0</sub> ( mm )	20	20	20	
D <sub>0</sub> ( mm )	60	60	60	
Wini ( % )	23.17	23.17	23.17	
e <sub>i</sub>	0.62	0.615	0.619	
Sr ( % )	99	100	99	
γ <sub>h</sub> ( T/m <sup>3</sup> )	2.01	2.02	2.02	
γ <sub>d</sub> ( T/m <sup>3</sup> )	1.64	1.64	1.64	
γ <sub>s</sub> estimé ( T/m <sup>3</sup> )	2.65	2.65	2.65	
Contrainte normale ( kPa )	212	106	53	
Après Consolidation				
t <sub>100</sub> ( min )	4.1	2.3	1.2	
γ <sub>d</sub> ( T/m <sup>3</sup> )	2.03	1.97	1.85	
Après Cisaillement				
W <sub>f</sub> ( % )	11.59	12.93	16.19	
e <sub>i</sub>	0.306	0.342	0.429	
Sr ( % )	100	100	100	
τ <sub>r,p</sub> ( kPa )	122.7	62.2	31.8	
Deformation pic ( % )	5.683	5.483	3.95	
τ <sub>r,f</sub> ( kPa )	119.5	60.5	29.4	
Deformation final ( % )	8.333	8.333	8.417	



Resultats	C'		φ'	
	( kPa )		( ° )	
	C' <sub>p</sub>	C' <sub>f</sub>	Φ' <sub>p</sub>	Φ' <sub>f</sub>
	7	0	29.2	29.2

**Remarques :**

Nota : Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doit être effectuée par une ingénierie compétente.

**Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le :** 26-oct.-15

Daniel AVRIL  
Responsable des essais

Jérôme GARCIA  
Responsable laboratoire



**Essai de compressibilité sur sols fins saturés avec chargement par paliers  
réalisé selon la norme NF P 94-090-1**

**Site** Villancourt

**Profondeur** 01

**Hauteur** - 2.9 m

**Appareil** GeoSond

**Gainage** Gaine PVC

**Matériau** Sable argileux vert-bleu-jaune ferme à mou

**Statut** avant / Réception

**Société** Semofi

**Vos références dossier** C15-8013

**Nos références dossier** S15-4615

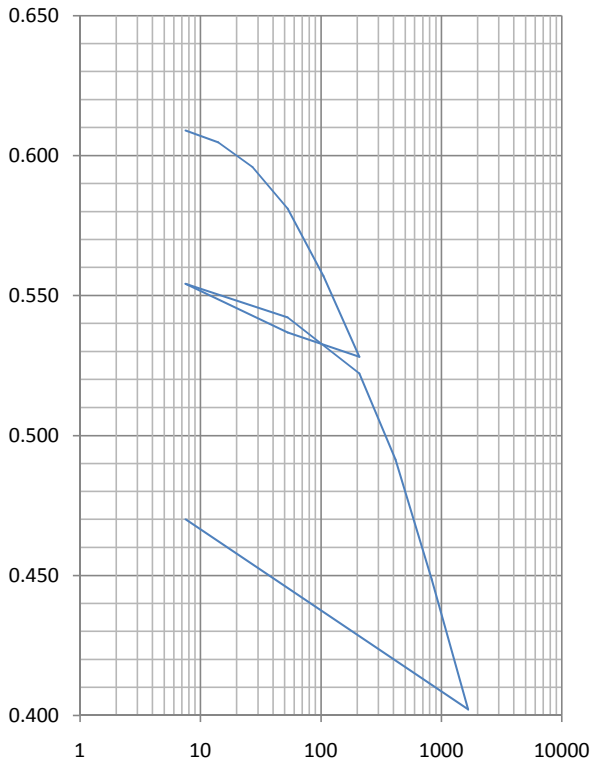
**Date de réception** 5-oct.-15

**Date de réalisation de l'essai** 5-oct.-15

**Opérateur:** MAL + LAK



Caractéristique de l'éprouvette	Avant essai	Après essai
Diamètre ( mm )	70	70
Hauteur ( mm )	20	18.263
$\gamma_d$ ( T/m <sup>3</sup> )	1.65	1.80
$\gamma_s$ ( T/m <sup>3</sup> ) Estimé		2.65
W ( % )	23.17	17.74
Sr ( % )	100.0	100.0



Date	$\sigma_v$ kPa	$\Delta h$ mm	e	Eoed Mpa
5-oct.	0	0.000	0.610	
	7.5	0.011	0.609	2.45
	14	0.064	0.605	2.39
	27	0.173	0.596	2.81
	53	0.358	0.581	3.46
	104.9	0.658	0.557	5.83
	208.9	1.015	0.528	29.14
	53	0.908	0.537	
	7.5	0.691	0.554	
	53	0.841	0.542	12.52
22-oct.	208.9	1.090	0.522	10.88
	416.7	1.472	0.491	15.66
	832.5	2.003	0.449	28.77
	1664	2.581	0.402	39.25
	7.5	1.737	0.470	

Résultats	
Coefficient de Consolidation	
$\sigma_v$ en kPa	Cv en 10 <sup>-6</sup> m <sup>2</sup> /s
de 208.9 à 416.7	0.27
de 416.7 à 832.5	0.31
de 832.5 à 1664	0.47
Caractéristiques de compressibilité	
e <sub>i</sub>	0.61
e <sub>0</sub>	0.58
$\sigma'_{v_0}$ kPa	56.00
$\sigma'_p$ kPa	<b>103.00</b>
Indice de compression Cc	<b>0.15</b>
Indice de décompression Cs	<b>0.029</b>

**Remarque :**

Nota : Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doit être effectué par une ingénierie compétente

**Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le :** 26-oct.-15

Daniel AVRIL  
Responsable des essais

Jérôme GARCIA  
Responsable Laboratoire

N° DE DOSSIER

S15-4614



Description des sondages

NF EN ISO 14688-1

Site de prélèvement           Muirancourt  
 N° de Sondage                    SC1  
 Profondeur (m)                 2,0 - 3,0  
 Date du prélèvement           Semaine 37  
 Prélèvement effectué par     SEMOFI  
   Société                   SEMOFI  
 Vos références dossier         C15-8013  
 Nos références dossier         S15-4614  
 Date de réception du dossier   05/10/2015

Date de réalisation de l'essai: 06/10/2015

Opérateur: LAK

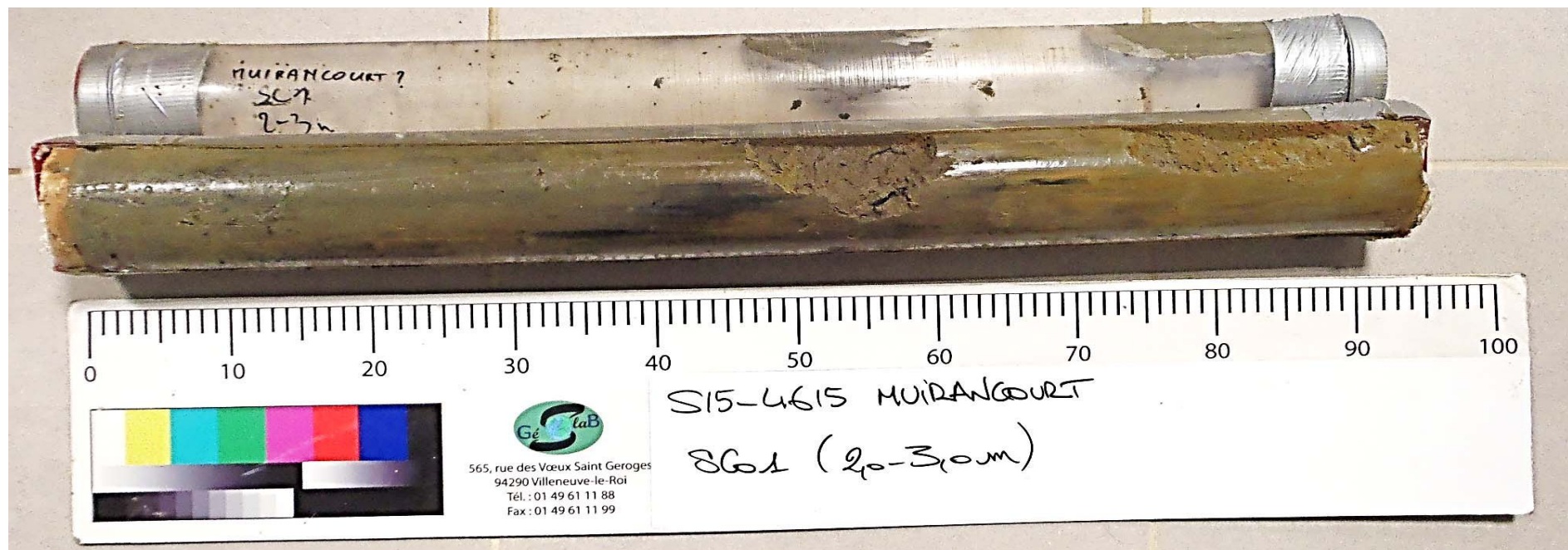
Condition de conservation: EI

Observation de prélèvements / Réceptions:

Observation pendant la réalisation de l'essai:

Faciès I de 2,0 à 3,0 m

Description Sable argileux, vert/bleu/jaune, ferme à mou - Possible présence de matière organique





**Identification GTR**  
Selon la norme  
**NF P 94-050/56/68**

PV 47403

Site de prélèvement	Muirancourt	Société	SEMOFI
N° de Sondage	FPVar2bis	Vos références dossier	C15-8013
Profondeur (m)	2,55 - 4,9	Nos références dossier	S15-4614
Date du prélèvement	Semaine 37	Date de réception du dossier	05/10/2015
Prélèvement effectué par	SEMOFI	Date de réalisation de l'essai	09/10/2015
Condition de conservation	sac	Opérateur:	AGJ

**Observation de prélèvements / Réceptions**

Sable argileux, marron - ocre, humide avec graviers calcaires et débris coquilliers - Dmax : 8 mm

**Température d'étuvage de la prise d'essai en °C:** 50

Les résultats suivants s'appliquent à la détermination de la teneur en eau pondérale effectuée à partir d'un échantillon intact, remanié ou reconstitué, de tous sols et de tous les matériaux cités de la NF P 11-300. La teneur en eau est un paramètre d'état qui permet d'approcher certaines caractéristiques mécaniques et d'apprécier la consistance d'un sol fin.

w% = 19,9%

La valeur de bleu de méthylène (VBS) constitue un paramètre d'identification qui mesure globalement la quantité et l'activité de la fraction argileuse contenue dans un sol ou un matériau rocheux. Cette valeur est rapportée directement à la surface spécifique des particules constituant le sol, laquelle est avant tout régie par l'importance et l'activité des minéraux argileux présents dans la fraction fine du sol.

La Fraction 0/5mm de sol mesurée sur la fraction 0/50mm est de : 1,00

**La VBS retenue pour la fraction 0/50mm est de :** 2,39 *en grammes de Bleu pour 100g de sol sec.*

Ce présent document s'applique à la description des sols en vue de leur classification, à la détermination des classes granulométriques et à la vérification des classes granulométriques imposées. L'essai contribue à apprécier les qualités drainantes et la sensibilité à l'eau de leurs matériaux ainsi que leurs aptitudes au compactage.

<b>Diamètre du Tamis en mm</b>	50	20	5	2	0,08
<b>% Tamisats Cumulés</b>	100%	100%	100%	99%	37%

Nota: Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente. iw:

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le :

21-oct.-15

Daniel AVRIL  
Responsable des essais

Jérôme GARCIA  
Responsable Laboratoire





Masse volumique des sols fin en laboratoire  
selon la norme  
NF P 94-053 Méthode par pesée hydrostatique

PV 47404

Site de prélèvement	Muirancourt	Société	SEMOFI
N° de Sondage	FPVar2bis	Vos références dossier	C15-8013
Profondeur (m)	2,55 - 4,9	Nos références dossier	S15-4614
Date du prélèvement	Semaine 37	Date de réception du dossier	05/10/2015
Prélèvement effectué par	SEMOFI	Date de réalisation de l'essai	09/10/2015
Condition de conservation	sac	Opérateur:	AGJ

**Observation de prélèvements / Réceptions**

Sable argileux, marron - ocre, humide avec graviers calcaires et débris coquilliers - Dmax : 8 mm

Cet essai s'applique à la détermination de la masse volumique d'un échantillon prélevé sur site dans le sol en place ou dans un remblai ou préparé en laboratoire.

	Essai
<i>P</i> de l'échantillon (t/m <sup>3</sup> ):	2,10

	Essai
<i>P</i> sec de l'échantillon t/m <sup>3</sup>	1,75

	Essai
<i>Teneur en eau (w%)</i>	19,9%

**Observation pendant la réalisation de l'essai:**

Nota: Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente.  $i_w$ : 0,000

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le : 21-oct.-15

Daniel AVRIL  
Responsable des essais

Jérôme GARCIA  
Responsable Laboratoire



**Identification GTR**  
Selon la norme  
**NF P 94-050/56/68**

PV 47405

Site de prélèvement	Muirancourt	Société	SEMOFI
N° de Sondage	FP2	Vos références dossier	C15-8013
Profondeur (m)	1,0 - 2,0	Nos références dossier	S15-4614
Date du prélèvement	Semaine 37	Date de réception du dossier	05/10/2015
Prélèvement effectué par	SEMOFI	Date de réalisation de l'essai	09/10/2015
Condition de conservation	sac	Opérateur:	AGJ

**Observation de prélèvements / Réceptions**

Tourbe noire et Argile grise / bleue, palstique avec débris végétaux

**Température d'étuvage de la prise d'essai en °C:** 50

Les résultats suivants s'appliquent à la détermination de la teneur en eau pondérale effectuée à partir d'un échantillon intact, remanié ou reconstitué, de tous sols et de tous les matériaux cités de la NF P 11-300. La teneur en eau est un paramètre d'état qui permet d'approcher certaines caractéristiques mécaniques et d'apprécier la consistance d'un sol fin.

**w% =** 70,9%

La valeur de bleu de méthylène (VBS) constitue un paramètre d'identification qui mesure globalement la quantité et l'activité de la fraction argileuse contenue dans un sol ou un matériau rocheux. Cette valeur est rapportée directement à la surface spécifique des particules constituant le sol, laquelle est avant tout régie par l'importance et l'activité des minéraux argileux présents dans la fraction fine du sol.

La Fraction 0/5mm de sol mesurée sur la fraction 0/50mm est de : 1,00

**La VBS retenue pour la fraction 0/50mm est de :** 3,54 *en grammes de Bleu pour 100g de sol sec.*

Ce présent document s'applique à la description des sols en vue de leur classification, à la détermination des classes granulométriques et à la vérification des classes granulométriques imposées. L'essai contribue à apprécier les qualités drainantes et la sensibilité à l'eau de leurs matériaux ainsi que leurs aptitudes au compactage.

<b>Diamètre du Tamis en mm</b>	50	20	5	2	0,08
<b>% Tamisats Cumulés</b>	100%	100%	100%	100%	71%

Nota: Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente. iw:

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le :

21-oct.-15

Daniel AVRIL  
Responsable des essais

Jérôme GARCIA  
Responsable Laboratoire



## Identification GTR

Selon la norme  
NF P 94-050/56/68

PV 47406

Site de prélèvement	Muirancourt	Société	SEMOFI
N° de Sondage	FP3	Vos références dossier	C15-8013
Profondeur (m)	1,0 - 2,0	Nos références dossier	S15-4614
Date du prélèvement	Semaine 37	Date de réception du dossier	05/10/2015
Prélèvement effectué par	SEMOFI	Date de réalisation de l'essai	09/10/2015
Condition de conservation	sac	Opérateur:	AGJ

### Observation de prélèvements / Réceptions

Argile sablo-calcaire, marron, plastique

Température d'étuvage de la prise d'essai en °C: **50**

Les résultats suivants s'appliquent à la détermination de la teneur en eau pondérale effectuée à partir d'un échantillon intact, remanié ou reconstitué, de tous sols et de tous les matériaux cités de la NF P 11-300. La teneur en eau est un paramètre d'état qui permet d'approcher certaines caractéristiques mécaniques et d'apprécier la consistance d'un sol fin.

w% = **23,3%**

La valeur de bleu de méthylène (VBS) constitue un paramètre d'identification qui mesure globalement la quantité et l'activité de la fraction argileuse contenue dans un sol ou un matériau rocheux. Cette valeur est rapportée directement à la surface spécifique des particules constituant le sol, laquelle est avant tout régie par l'importance et l'activité des minéraux argileux présents dans la fraction fine du sol.

La Fraction 0/5mm de sol mesurée sur la fraction 0/50mm est de : **1,00**

La VBS retenue pour la fraction 0/50mm est de : **4,62** en grammes de Bleu pour 100g de sol sec.

Ce présent document s'applique à la description des sols en vue de leur classification, à la détermination des classes granulométriques et à la vérification des classes granulométriques imposées. L'essai contribue à apprécier les qualités drainantes et la sensibilité à l'eau de leurs matériaux ainsi que leurs aptitudes au compactage.

Diamètre du Tamis en mm	50	20	5	2	0,08
% Tamisats Cumulés	100%	100%	100%	100%	67%

Nota: Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente. iw:

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le :

21-oct.-15

Daniel AVRIL  
Responsable des essais

Jérôme GARCIA  
Responsable Laboratoire



Masse volumique des sols fin en laboratoire  
selon la norme  
NF P 94-053 Méthode par pesée hydrostatique

PV 47407

Site de prélèvement	Muirancourt	Société	SEMOFI
N° de Sondage	FP3	Vos références dossier	C15-8013
Profondeur (m)	1,0 - 2,0	Nos références dossier	S15-4614
Date du prélèvement	Semaine 37	Date de réception du dossier	05/10/2015
Prélèvement effectué par	SEMOFI	Date de réalisation de l'essai	12/10/2015
Condition de conservation	sac	Opérateur:	AGJ

**Observation de prélèvements / Réceptions**

Argile sablo-calcaire, marron, plastique

Cet essai s'applique à la détermination de la masse volumique d'un échantillon prélevé sur site dans le sol en place ou dans un remblai ou préparé en laboratoire.

	Essai
<i>P</i> de l'échantillon (t/m <sup>3</sup> ):	1,96

	Essai
<i>P</i> sec de l'échantillon t/m <sup>3</sup>	1,59

	Essai
<i>Teneur en eau (w%)</i>	23,3%

**Observation pendant la réalisation de l'essai:**

Nota: Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente.  $\rho_w$ : 1,000

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le : 21-oct.-15

Daniel AVRIL  
Responsable des essais

Jérôme GARCIA  
Responsable Laboratoire



**Identification GTR**  
Selon la norme  
**NF P 94-050/56/68**

PV 47408

Site de prélèvement	Muirancourt	Société	SEMOFI
N° de Sondage	FP4	Vos références dossier	C15-8013
Profondeur (m)	1,0 - 2,0	Nos références dossier	S15-4614
Date du prélèvement	Semaine 37	Date de réception du dossier	05/10/2015
Prélèvement effectué par	SEMOFI	Date de réalisation de l'essai	09/10/2015
Condition de conservation	sac	Opérateur:	AGJ

**Observation de prélèvements / Réceptions**

Sable très fin calcaire, ocre / gris, très humide

**Température d'étuvage de la prise d'essai en °C:** 50

Les résultats suivants s'appliquent à la détermination de la teneur en eau pondérale effectuée à partir d'un échantillon intact, remanié ou reconstitué, de tous sols et de tous les matériaux cités de la NF P 11-300. La teneur en eau est un paramètre d'état qui permet d'approcher certaines caractéristiques mécaniques et d'apprécier la consistance d'un sol fin.

**w% =** 25,8%

La valeur de bleu de méthylène (VBS) constitue un paramètre d'identification qui mesure globalement la quantité et l'activité de la fraction argileuse contenue dans un sol ou un matériau rocheux. Cette valeur est rapportée directement à la surface spécifique des particules constituant le sol, laquelle est avant tout régie par l'importance et l'activité des minéraux argileux présents dans la fraction fine du sol.

La Fraction 0/5mm de sol mesurée sur la fraction 0/50mm est de : 1,00

**La VBS retenue pour la fraction 0/50mm est de :** 2,28 *en grammes de Bleu pour 100g de sol sec.*

Ce présent document s'applique à la description des sols en vue de leur classification, à la détermination des classes granulométriques et à la vérification des classes granulométriques imposées. L'essai contribue à apprécier les qualités drainantes et la sensibilité à l'eau de leurs matériaux ainsi que leurs aptitudes au compactage.

<b>Diamètre du Tamis en mm</b>	50	20	5	2	0,08
<b>% Tamisats Cumulés</b>	100%	100%	100%	100%	20%

Nota: Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente. iw:

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le :

21-oct.-15

Daniel AVRIL  
Responsable des essais

  
Jérôme GARCIA  
Responsable Laboratoire



**Identification GTR**  
Selon la norme  
**NF P 94-050/56/68**

PV 47409

Site de prélèvement	Muirancourt	Société	SEMOFI
N° de Sondage	ST1	Vos références dossier	C15-8013
Profondeur (m)	1,0 - 2,0	Nos références dossier	S15-4614
Date du prélèvement	Semaine 37	Date de réception du dossier	05/10/2015
Prélèvement effectué par	SEMOFI	Date de réalisation de l'essai	09/10/2015
Condition de conservation	sac	Opérateur:	AGJ

**Observation de prélèvements / Réceptions**

Argile sablo-calcaire, verte / marron, molle à plastique avec quelques graviers - Dmax : 10 mm

**Température d'étuvage de la prise d'essai en °C:** 50

Les résultats suivants s'appliquent à la détermination de la teneur en eau pondérale effectuée à partir d'un échantillon intact, remanié ou reconstitué, de tous sols et de tous les matériaux cités de la NF P 11-300. La teneur en eau est un paramètre d'état qui permet d'approcher certaines caractéristiques mécaniques et d'apprécier la consistance d'un sol fin.

**w% =** 24,8%

La valeur de bleu de méthylène (VBS) constitue un paramètre d'identification qui mesure globalement la quantité et l'activité de la fraction argileuse contenue dans un sol ou un matériau rocheux. Cette valeur est rapportée directement à la surface spécifique des particules constituant le sol, laquelle est avant tout régie par l'importance et l'activité des minéraux argileux présents dans la fraction fine du sol.

La Fraction 0/5mm de sol mesurée sur la fraction 0/50mm est de : 1,00

**La VBS retenue pour la fraction 0/50mm est de :** 3,39 *en grammes de Bleu pour 100g de sol sec.*

Ce présent document s'applique à la description des sols en vue de leur classification, à la détermination des classes granulométriques et à la vérification des classes granulométriques imposées. L'essai contribue à apprécier les qualités drainantes et la sensibilité à l'eau de leurs matériaux ainsi que leurs aptitudes au compactage.

<b>Diamètre du Tamis en mm</b>	50	20	5	2	0,08
<b>% Tamisats Cumulés</b>	100%	100%	100%	100%	55%

Nota: Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente. iw:

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le :

21-oct.-15

Daniel AVRIL  
Responsable des essais

  
Jérôme GARCIA  
Responsable Laboratoire



**Masse volumique des sols fin en laboratoire**  
selon la norme  
**NF P 94-053 Méthode par pesée hydrostatique**

**PV** 47410

<b>Site de prélèvement</b>	<b>Muirancourt</b>	<b>Société</b>	<b>SEMOFI</b>
<b>N° de Sondage</b>	<b>ST1</b>	<b>Vos références dossier</b>	C15-8013
<b>Profondeur (m)</b>	<b>1,0 - 2,0</b>	<b>Nos références dossier</b>	S15-4614
<b>Date du prélèvement</b>	Semaine 37	<b>Date de réception du dossier</b>	05/10/2015
<b>Prélèvement effectué par</b>	SEMOFI	<b>Date de réalisation de l'essai</b>	12/10/2015
<b>Condition de conservation</b>	sac	<b>Opérateur:</b>	AGJ

**Observation de prélèvements / Réceptions**

Argile sablo-calcaire, verte / marron, molle à plastique avec quelques graviers - Dmax : 10 mm

Cet essai s'applique à la détermination de la masse volumique d'un échantillon prélevé sur site dans le sol en place ou dans un remblai ou préparé en laboratoire.

	<b>Essai</b>
<b>P</b> de l'échantillon (t/m3):	1,99

	<b>Essai</b>
<b>P<sub>sec</sub></b> de l'échantillon t/m3	1,59

	<b>Essai</b>
<b>Teneur en eau (w%)</b>	24,8%

**Observation pendant la réalisation de l'essai:**

Nota: Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente.  $\rho_w$ : 1,000

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le : 21-oct.-15

Daniel AVRIL  
Responsable des essais

Jérôme GARCIA  
Responsable Laboratoire



**Identification GTR**  
Selon la norme  
**NF P 94-050/56/68**

PV 47411

Site de prélèvement	Muirancourt	Société	SEMOFI
N° de Sondage	FPVar2	Vos références dossier	C15-8013
Profondeur (m)	1,0 - 2,0	Nos références dossier	S15-4614
Date du prélèvement	Semaine 37	Date de réception du dossier	05/10/2015
Prélèvement effectué par	SEMOFI	Date de réalisation de l'essai	09/10/2015
Condition de conservation	sac	Opérateur:	AGJ

**Observation de prélèvements / Réceptions**

Argile limono-sableuse et calcaire, marron, plastique avec graviers calcaires - Dmax : 15 mm

**Température d'étuvage de la prise d'essai en °C:** 50

Les résultats suivants s'appliquent à la détermination de la teneur en eau pondérale effectuée à partir d'un échantillon intact, remanié ou reconstitué, de tous sols et de tous les matériaux cités de la NF P 11-300. La teneur en eau est un paramètre d'état qui permet d'approcher certaines caractéristiques mécaniques et d'apprécier la consistance d'un sol fin.

w% = 26,6%

La valeur de bleu de méthylène (VBS) constitue un paramètre d'identification qui mesure globalement la quantité et l'activité de la fraction argileuse contenue dans un sol ou un matériau rocheux. Cette valeur est rapportée directement à la surface spécifique des particules constituant le sol, laquelle est avant tout régie par l'importance et l'activité des minéraux argileux présents dans la fraction fine du sol.

La Fraction 0/5mm de sol mesurée sur la fraction 0/50mm est de : 1,00

**La VBS retenue pour la fraction 0/50mm est de :** 4,07 *en grammes de Bleu pour 100g de sol sec.*

Ce présent document s'applique à la description des sols en vue de leur classification, à la détermination des classes granulométriques et à la vérification des classes granulométriques imposées. L'essai contribue à apprécier les qualités drainantes et la sensibilité à l'eau de leurs matériaux ainsi que leurs aptitudes au compactage.

<b>Diamètre du Tamis en mm</b>	50	20	5	2	0,08
<b>% Tamisats Cumulés</b>	100%	100%	100%	99%	75%

Nota: Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente. iw:

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le :

21-oct.-15

Daniel AVRIL  
Responsable des essais

Jérôme GARCIA  
Responsable Laboratoire





Masse volumique des sols fin en laboratoire  
selon la norme  
NF P 94-053 Méthode par pesée hydrostatique

PV 47412

Site de prélèvement	Muirancourt	Société	SEMOFI
N° de Sondage	FPVar2	Vos références dossier	C15-8013
Profondeur (m)	1,0 - 2,0	Nos références dossier	S15-4614
Date du prélèvement	Semaine 37	Date de réception du dossier	05/10/2015
Prélèvement effectué par	SEMOFI	Date de réalisation de l'essai	12/10/2015
Condition de conservation	sac	Opérateur:	AGJ

**Observation de prélèvements / Réceptions**

Argile limono-sableuse et calcaire, marron, plastique avec graviers calcaires - Dmax : 15 mm

Cet essai s'applique à la détermination de la masse volumique d'un échantillon prélevé sur site dans le sol en place ou dans un remblai ou préparé en laboratoire.

	Essai
<i>P</i> de l'échantillon (t/m <sup>3</sup> ):	1,94

	Essai
<i>P</i> sec de l'échantillon t/m <sup>3</sup>	1,53

	Essai
<i>Teneur en eau (w%)</i>	26,6%

**Observation pendant la réalisation de l'essai:**

Nota: Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente.  $\rho_w$ : 1,000

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le : 21-oct.-15

Daniel AVRIL  
Responsable des essais

Jérôme GARCIA  
Responsable Laboratoire

**ANNEXE 7**

**MISSIONS GEOTECHNIQUE**

**Tableau 1 — Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique**

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

**Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique**

<p>L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.</p>
<p><b>ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)</b></p> <p>Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases :</p> <p><u>Phase Étude de Site (ES)</u></p> <p>Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisnants avec visite du site et des alentours.</li> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.</li> </ul> <p><u>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).</li> </ul>
<p><b>ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)</b></p> <p>Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases :</p> <p><u>Phase Avant-projet (AVP)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisnants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.</li> </ul> <p><u>Phase Projet (PRO)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisnants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.</li> </ul> <p><u>Phase DCE / ACT</u></p> <p>Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).</li> <li>— Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.</li> </ul>

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

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

**ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)**

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

Phase Étude

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

Phase Suivi

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

**SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)**

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

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

**DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)**

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

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

---

Maître d'ouvrage : **ENTENTE OISE-AISNE**  
**11 COURS GUYNEMER**  
**60200 COMPIEGNE**

---

## Etude géophysique - Projet d'aménagement de 3 ouvrages écrêteurs de crues sur la Verse

### Recherche de zone tourbeuse

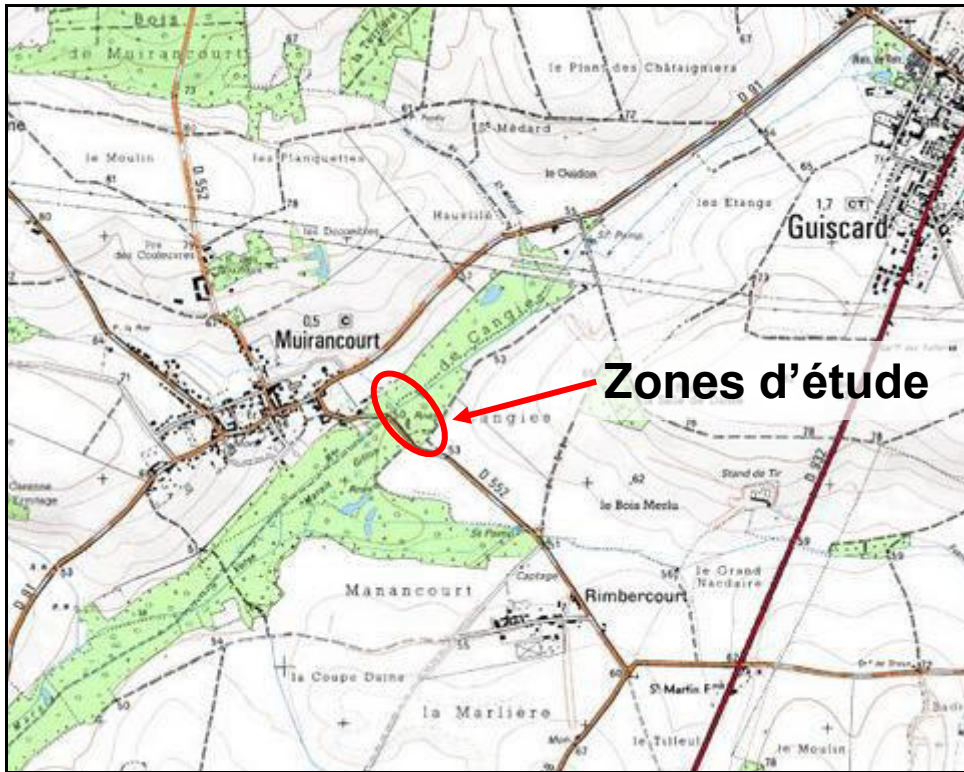
*Communes de Guiscard et Muirancourt (60)*



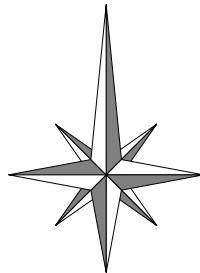
Indice	Document	Date	Demandeur	Réalisation	Référence affaire	Mission géotechnique	Maitre d'Ouvrage
B	Modificatif	09/2016	EOA	Y. PECOURT	2016/R1/60/1262	DIAG	ENTENTE OISE-AISNE
A	Définitif	08/2016	EOA	Y. PECOURT	2016/R1/60/1262	DIAG	

## Plans de situation

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



Nord



## SOMMAIRE

1- INTRODUCTION.....	4
2- SITUATION GÉNÉRALE – CONTEXTE GÉOLOGIQUE LOCAL.....	6
2.1 Situation générale, morphologie.....	6
2.2 Contexte géologique local .....	6
3- RECONNAISSANCES .....	10
3.1 Sondages à la pelle mécanique .....	10
3.2 Prospection géophysique .....	10
4- INTERPRÉTATION ET PRECONISATIONS TECHNIQUES .....	11
4.1 Interprétation des sondages.....	11
4.2 Préconisations pour les missions suivantes .....	12
4.3 Préconisations d’ordre général.....	12

## ANNEXES

ANNEXE A : PLAN D’IMPLANTATION DES SONDAGES

ANNEXE B : SONDAGES A LA PELLE MECANIQUE

ANNEXE C : PROSPECTION GEOPHYSIQUE

ANNEXE D : CLASSIFICATION DES MISSIONS GEOTECHNIQUES



## 1- INTRODUCTION

La présente étude a été réalisée à la demande et pour le compte de l'Entente Oise-Aisne. Elle concerne une étude géophysique pour la recherche de zones de tourbes au droit du projet de création d'un ouvrage de lutte contre les inondations sur les communes de Guiscard et Muirancourt (60).

Il s'agit d'une mission géotechnique de diagnostic de type G5, selon la norme NF P94-500 novembre 2013, consistant à réaliser l'exécution des sondages de reconnaissance du sous-sol et l'étude de diagnostic géotechnique pour les ouvrages. 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 :

- Détermination de l'extension d'une zone tourbeuse.

La zone d'emprise du projet de l'ouvrage a fait l'objet de plusieurs investigations géotechniques au cours de la présente campagne, à savoir :

➤ Sondages in situ :

- 2 profils électriques 2D de 32 électrodes ;
- 6 sondages à la pelle mécanique.

Les sondages ont été réalisés les 20 et 22 juillet 2016.

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

- Rapport d'étude géotechnique de conception phase avant-projet pour le barrage de Muirancourt, Mission G2-AVP de Sémofo de décembre 2015 – dossier C15-8013 ;

### Caractéristiques de l'ouvrage

	Muirancourt
Volume :	790 000 m <sup>3</sup>
Hauteur de l'ouvrage :	5,20 m
Hauteur d'eau :	3,90 m

### Textes de référence

- « **Petits barrages de ralentissement dynamique en Seine Maritime ; Principes de conception et de réalisation** » S. Merckle, P. Royet, CEMAGREF, 2010 ;
- « **Petits Barrages, recommandations pour la conception, la réalisation et le suivi** ». CEMAGREF, 2002.
- **Fascicules 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 ;

**Indice B** : Ce nouvel indice prend en compte les remarques et demandes formulées par le maître d'ouvrage et le maître d'œuvre par courriel en date du 26 août 2016.

## 2- SITUATION GÉNÉRALE – CONTEXTE GÉOLOGIQUE LOCAL

### 2.1 Situation générale, morphologie

Le projet d'ouvrage est situé au Sud-Est de la commune de Muirancourt dans la vallée de la Verse. La zone d'implantation de l'ouvrage est située dans une ancienne forêt (coupée le jour de notre intervention). La Verse coule au centre de la vallée. Un profond fossé est également présent, perpendiculaire à la rivière.

### 2.2 Contexte géologique local

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

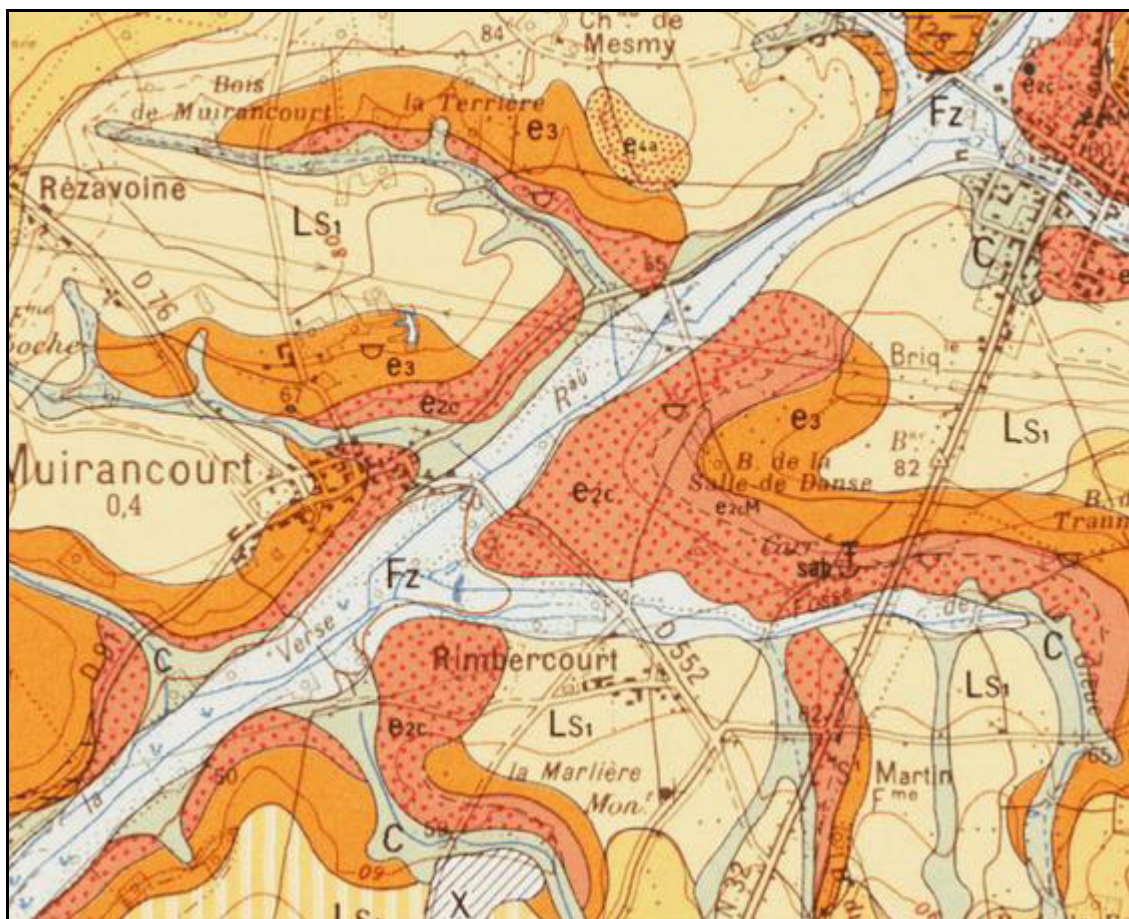


Figure 1 : Extrait des cartes géologiques au 1/25000, échelle modifiée

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

- **Colluvions de dépression, de fond de vallée et de piedmont, C.** Cette formation est constituée d'éléments de natures différentes en fonction des matériaux environnants. Ces éléments sont mis en place par solifluxion, gravité ou ruissellement ;

- **Alluvions moderne, Fz.** Cette formation est constituée d'argile, limons et tourbes. Son épaisseur peu atteindre environ 6 m ;
- **Yprésien Inf. - Sparnacien, e<sub>3</sub>.** Cette formation est constituée d'argile et de lignite. Elle est principalement constituée d'argile plastique bariolée à dominante grise. Son épaisseur est de 5 à 20 m ;
- **Thanétien Sup., sable de Bracheux, e<sub>2c</sub>.** Cette formation est constituée sable quartzeux, fins, de couleur verte à stratification horizontale. Son épaisseur de 10 à 20 m, localement 30 m. Du sable coquillé blanc peut être présent au toit de la couche.

Ces formations reposent sur un substratum crayeux.

#### Hydrogéologie :

Nous n'avons observée aucune stagnation importante lors de notre intervention.

Nous avons également observé des niveaux d'eau dans nos sondages à la pelle mécanique :

Sondage	Niveau d'eau
SG1	1,40 m
SG2	2,00 m
SG3	1,70 m
SG4	1,70 m
SG5	1,30 m
SG6	1,40 m

*Tableau 1 : récapitulatif des niveaux d'eau observés*

Le rapport de SémoFi n'indique aucun niveau dans les sondages.

#### Risque sismique :

La zone d'étude est situé 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 droit du projet d'ouvrage.

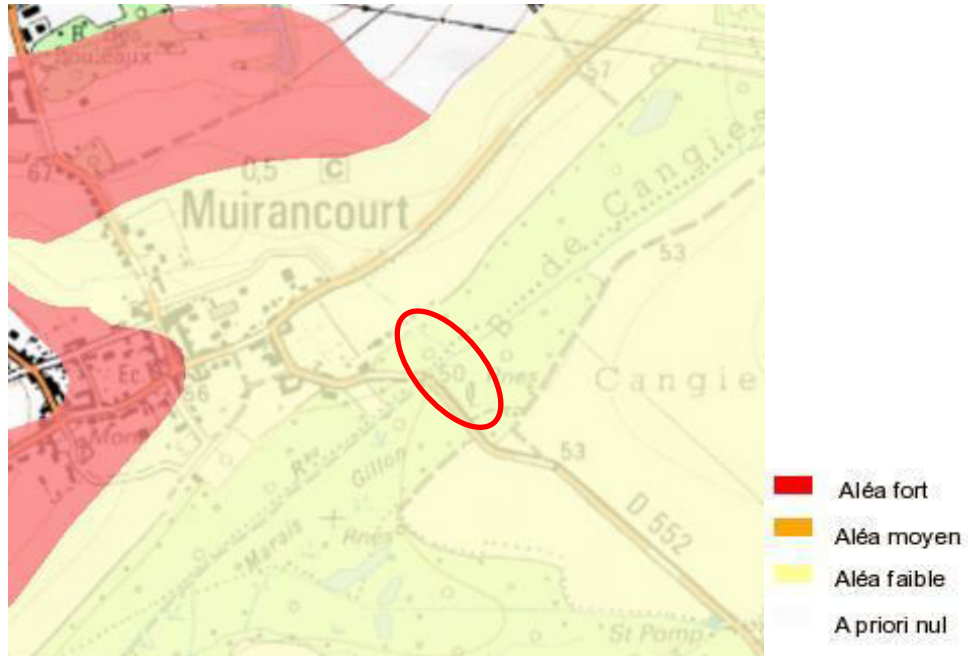


Figure 2 : carte de l'aléa retrait gonflement

### Risque pollution

D'après les bases de données du BRGM et de BASIAS, aucun site pollué n'est recensé au droit des ouvrages. Un site est cependant recensé dans le village de Muirancourt (PIC6002697).

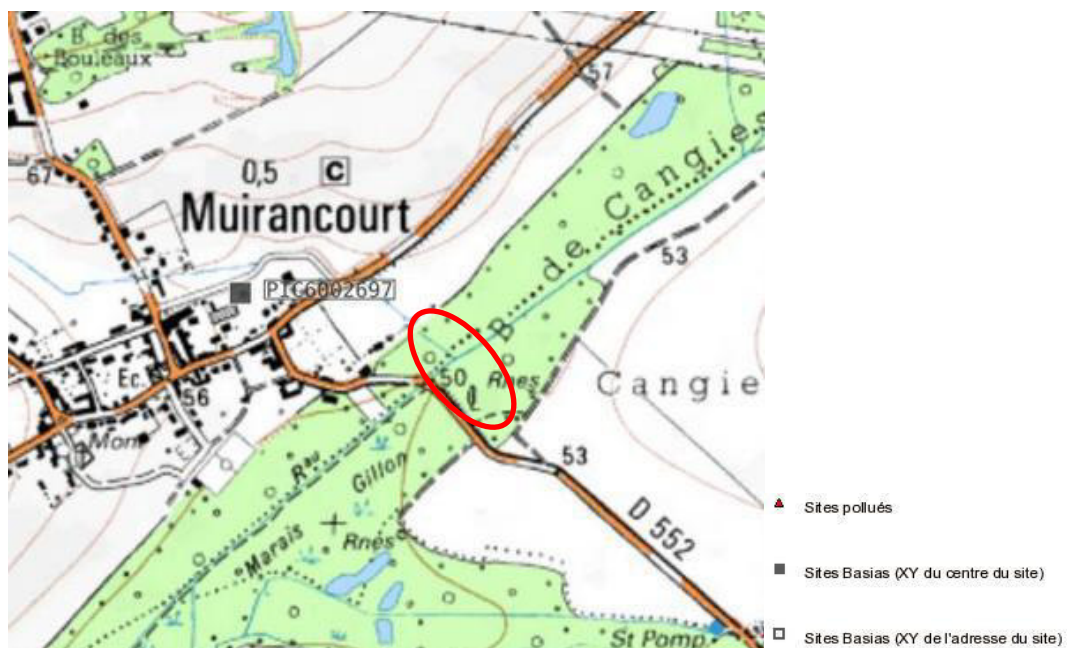


Figure 3 : Carte des sites pollués

Recherche des cavités :

D'après les données recueillies auprès du BRGM, de la BDCAVITE, aucun indice de cavité n'a été recensé au droit des ouvrages.

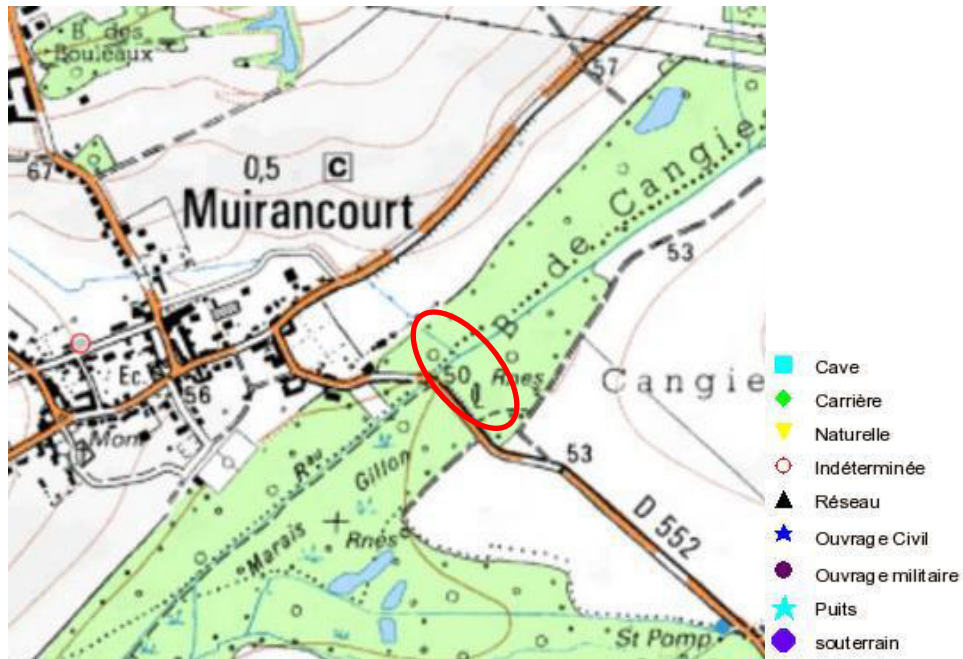


Figure 4 : Carte des cavités, éch : 1/25000<sup>ème</sup>.

### 3- RECONNAISSANCES

#### 3.1 Sondages à la pelle mécanique

Les tableaux suivants présentent les résultats des différents sondages pressiométriques réalisés :

Sol	Faciès	SG1	SG2	SG3	SG4	SG5	SG6
Sol 1	Terre végétale	0 à 0,25 m/TN	0 à 0,40 m/TN	0 à 0,25 m/TN	/	0 à 0,20 m/TN	0 à 0,25 m/TN
Sol 2	Argile grise à noire	0,25 à 1,0 m/TN	0,40 à 1,4 m/TN	0,25 à 2,0 m/TN	0 à 1,4 m/TN	0,20 à 0,4 et 1,45 à 3,40 m/TN	0,25 à 1,40 m/TN
Sol 3	Tourbe	1,0 à 3,60 m/TN <b>FIN</b>	1,4 à 3,4 m/TN <b>FIN</b>	2,0 à 3,7 m/TN <b>FIN</b>	1,4 à 3,0 m/TN <b>FIN</b>	0,4 à 1,45 m/TN <b>FIN</b>	1,4 à 3,2 m/TN <b>FIN</b>
EAU	/	1,40 m	2,00 m	1,70 m	1,70 m	1,30 m	1,40 m

Tableau 2 : récapitulatif des lithologies des sondages à la pelle mécanique

#### 3.2 Prospection géophysique

Nous avons réalisés deux profils électriques de 155 m avec recouvrement pour assurer la continuité des mesures en profondeur.

Le profil électrique a été réalisé à l'aide d'un matériel ABEM TERRAMETER SAS 1000 couplé à un sélecteur d'électrodes ES464. Les données ont été traitées à l'aide du logiciel ABEM S4KWIN pour le transfert des données et leur mise en forme pour le logiciel d'inversion.

L'inversion du profil a été réalisée avec le logiciel RES2DINV-x32 de Geotomo Software. Nous avons utilisé une inversion robuste pour ce profil. Ce type d'inversion permet de diminuer l'effet de points « aberrants » (dus à des sources non-aléatoire ou à des problèmes d'équipement). Cette inversion est adaptée lorsque des limites nettes sont attendues, comme celles d'interfaces géologiques.

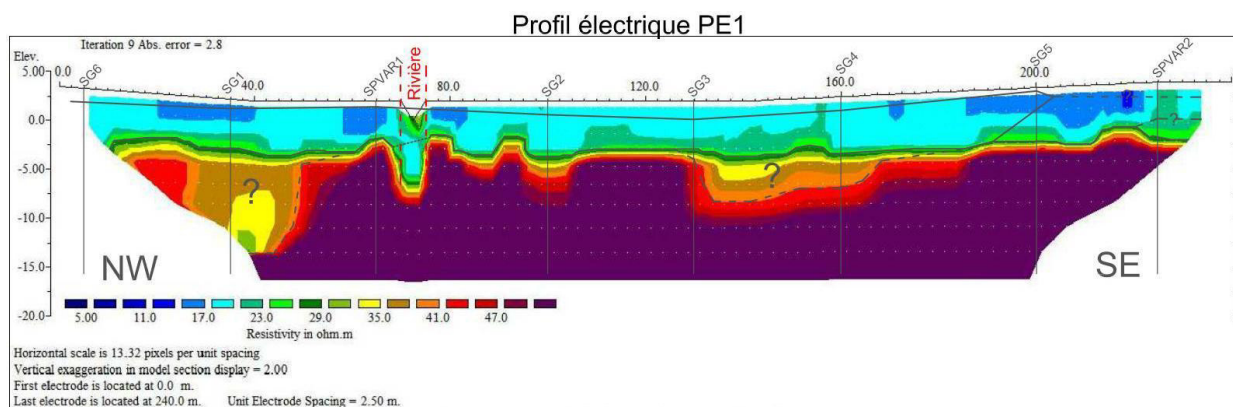


Figure 5 : profil électrique réalisé au droit du projet d'ouvrage hydraulique

Les pseudo-sections sont disponibles en ANNEXE C.

Le profil électrique présente une structure en couche. Des sols conducteurs (couleur bleue, 5 à 20  $\Omega.m$ ) sont présents en surface et reposent sur des sols plus résistifs (couleur rouge à violet, 40 à 50  $\Omega.m$ ).

Deux zones moyennement résistives (couleurs jaune à marron, 35 à 40  $\Omega.m$ ) sont également présentes à deux endroits entre :

- 10 et 50 ml et jusqu' à une profondeur de l'ordre de 15,0 m/TN ;
- 135 et 185 ml et jusqu'à une profondeur de l'ordre de 10,0 m/TN.

Un profil plus lisible est disponible en ANNEXE D.

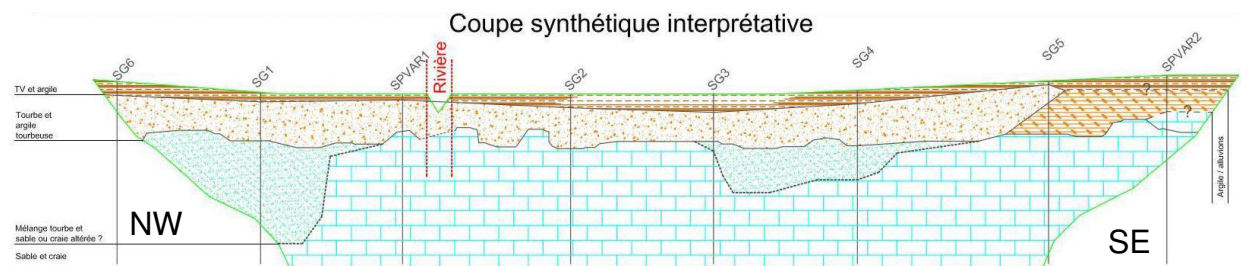
## 4- INTERPRÉTATION ET PRÉCONISATIONS TECHNIQUES

### 4.1 Interprétation des sondages

#### ▪ Coupe synthétique

A partir du profil électrique, des sondages à la pelle mécanique que nous avons réalisés et des sondages SPVAR1, SPVAR2 et FPVAR1 de l'étude de SEMOFI nous avons pu réaliser la coupe synthétique ci-après.

Les sondages à la pelle mécanique ont été implantés par rapport à leur localisation vis-à-vis du panneau. Les sondages de SEMOFI ont été implantés en fonction des informations transmises.



**Figure 6 : coupe synthétique des sondages et prospection géophysique**

Au droit de la rivière, une zone plus conductrice est présente en profondeur. Cette zone est vraisemblablement liée à la rivière et à une infiltration d'eau plus importante. Nous n'avons pas tenu compte de cette zone dans notre interprétation.

Le toit de la couche tourbeuse a été déterminé en fonction des résultats des sondages géotechniques. De l'argile a également été observé dans le sondage SPVAR1 sous la couche tourbeuse.

Au droit du sondage SG5, nous observons un amincissement de la couche tourbeuse. La couche tourbeuse repose sur les alluvions argilo-sableuses. La couche tourbeuse est absente du sondage SPVAR2.

Au droit du sondage SPVAR2, la craie a été observée à partir de 3,5 m de profondeur. Cette limite n'est pas marquée sur le profil électrique. La craie est notée comme très altérée et argileuse dans le rapport de SEMOFI et jusqu'à une profondeur de l'ordre de 7,0 m. Cette altération peut expliquer la faible résistivité de cette zone.



La présence d'eau dans le sol et le remaniement des sols de surface liés à l'exploitation de la zone boisée ne permet pas de faire la différence entre les argiles et la tourbe.

La base de la tourbe a été déterminée à l'aide du profil électrique. La tourbe repose sur des sables ou de la craie dont la résistivité est plus importante.

Un profil plus lisible est disponible en ANNEXE D.

▪ Interprétation

Les argiles et la tourbe forment une couche en surface et jusqu'à une profondeur de 5 à 6 m/TN. L'épaisseur de la couche est constante sur l'ensemble du profil (hors extrémité Sud-Est). Nous avons mis une limite tourbe-argiles au Sud-Est du profil. En effet, le sondage SPVAR2 ne présente pas de tourbe, uniquement de l'argile. Un amincissement de la couche tourbeuse au droit du sondage SG5 a également été observé. La présence de tourbe plus au Sud-Est n'est cependant pas exclue : les tourbes n'ont pas été observé dans le sondage FPVAR2 mais étaient bien présentes dans les sondages SG3 et SG4 réalisé autours. De plus le profil électrique montre une continuité de la couche conductrice vers le Sud-Est.

La couche tourbeuse se prolonge également vers le Nord-Ouest. La couche résistive se prolonge vers le Nord-Ouest et nous avons réalisé un sondage supplémentaire (SG6) qui confirme la présence de tourbe.

Les deux poches présentant des résistivités moyennes peuvent être dues soit à la présence de tourbe mélangée à des sables ou de la craie, soit à de la craie altérée. La réalisation de sondages carottés au droit de ces zones pourra lever le doute.

#### **4.2 Préconisations pour les missions suivantes**

Nous recommandons la réalisation de sondages carottés à 10 m au droit des deux zones d'anomalies. Ils pourront être réalisés à 40 ml et 140 ml (soit 30 m au Nord-Ouest de la rivière et 70 m au Sud-Est de la rivière).

Ces sondages permettront de lever les doutes sur la nature lithologique de ces anomalies. Ils permettront de prévoir le traitement ou le renforcement des sols à plus grande profondeur s'il s'avère qu'ils sont tourbeux.

#### **4.3 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 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 02/09/2016

**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 392 133 683 00090 - capital 400 000 €

## **ANNEXES**

ANNEXE A : PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

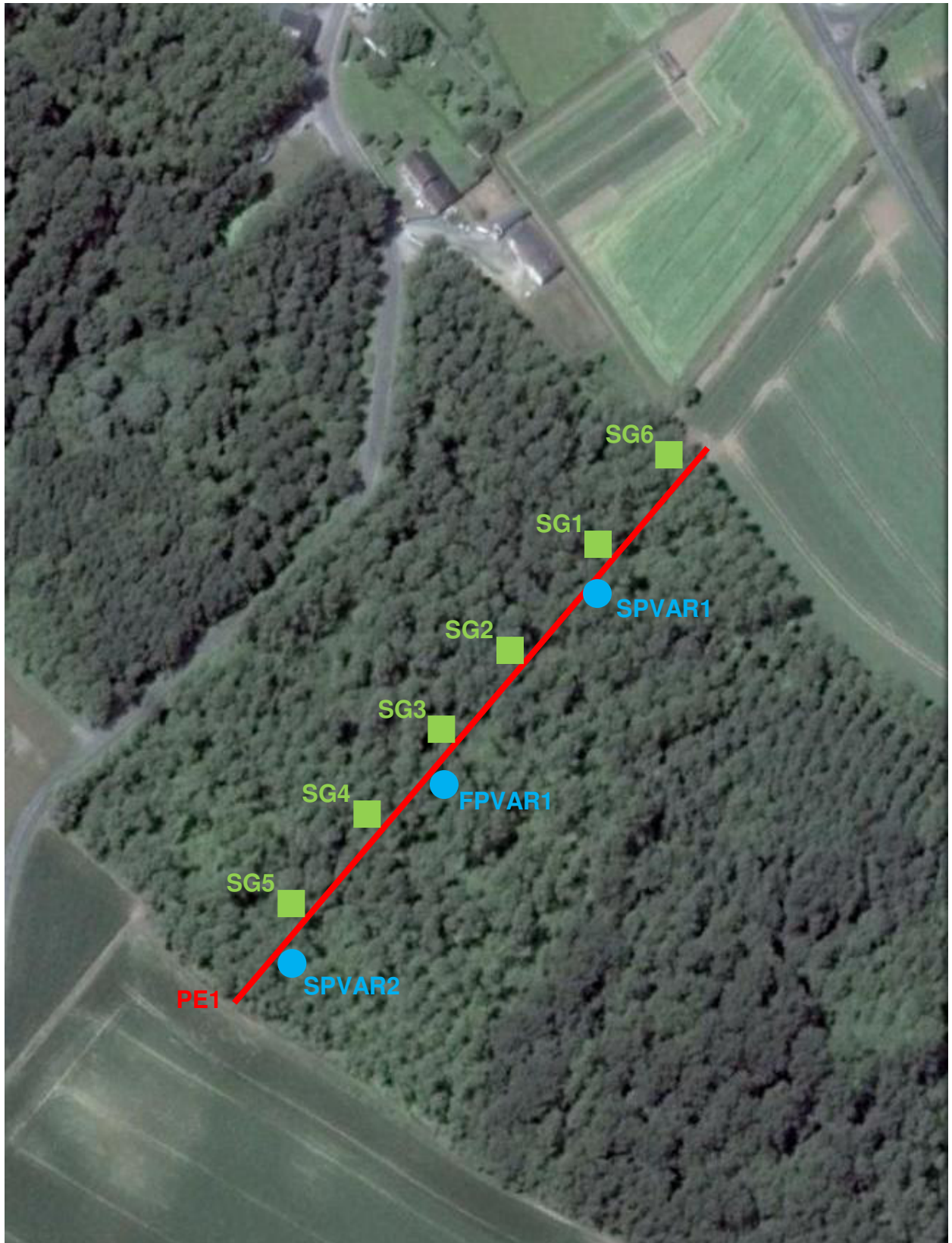
ANNEXE B : SONDAGES A LA PELLE MECANIQUE




ANNEXE C : PROSPECTION GEOPHYSIQUE

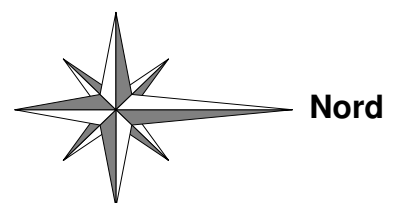
ANNEXE D : CLASSIFICATION DES MISSIONS GEOTECHNIQUES

**ANNEXE A :**

**PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES**




-  Profil électrique
-  Sondages à la pelle mécanique
-  Anciens sondages (étude Sémofo)







## **ANNEXE B :**


# **SONDAGES A LA PELLE MECANIQUE**


 <p>Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels</p>		<p>Agence Nord Ouest n°80 ZAC de la Briqueterie 76160 Saint Jacques sur Darnetal</p>
<b>SONDAGE A LA PELLE</b>		
<b>Affaire :</b>	2016/R1/76/1262	<b>Description du site :</b> forêt en cours de déboisement.
<b>Commune :</b>	Muirancourt	
<b>Ouvrage :</b>	Ouvrage écreteur de la Verse	
<b>Nom sondage :</b>	SG1	
<b>Nom des opérateurs :</b>	Z.E.	
<b>Date du sondage :</b>	22/07/2016	
<p><b>Matériel de sondage :</b> pelle 4,5 Tonnes <b>Entreprise de location de la pelle :</b> Ets PICHARD Sébastien</p>		
<b>PROFONDEUR</b>	<b>DESCRIPTION GEOLOGIQUE DES MATERIAUX</b> Nature, texture, couleurs, présence de blocs, nature des blocs, proportion des blocs, Diamètre max des blocs, etc...	
0,25 m	Terre végétale	
0,60 m	Argile tourbeuse plastique marron	
1,00 m	Argile grise	
2,80 m	Tourbe brune mauvaise odeur, racines d'arbres	
3,20 m	Tourbe noire	
3,60 m	Sable tourbeux beige	
	<b>FIN DE SONDAGE</b>	
<b>Tenue des parois :</b> mauvais		
<b>Eau :</b> 1,40 m		




 Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels		Agence Nord Ouest n°80 ZAC de la Briqueterie 76160 Saint Jacques sur Darnetal
<b>SONDAGE A LA PELLE</b>		
<b>Affaire :</b>	2016/R1/76/1262	<b>Description du site :</b> forêt en cours de déboisement.
<b>Commune :</b>	Muirancourt	
<b>Ouvrage :</b>	Ouvrage écreteur de la Verse	
<b>Nom sondage :</b>	SG2	
<b>Nom des opérateurs :</b>	Z.E.	
<b>Date du sondage :</b>	22/07/2016	
<b>Matériel de sondage :</b> pelle 4,5 Tonnes <b>Entreprise de location de la pelle :</b> Ets PICHARD Sébastien		
<b>PROFONDEUR</b>	<b>DESCRIPTION GEOLOGIQUE DES MATERIAUX</b> Nature, texture, couleurs, présence de blocs, nature des blocs, proportion des blocs, Diamètre max des blocs, etc...	
0,40 m	Terre végétale	
0,60 m	Argile marron	
1,40 m	Argile grise-noire mauvaise odeur	
3,40 m	Tourbe Mauvaise odeur forte	
	<b>FIN DE SONDAGE</b>	
<b>Tenue des parois :</b> mauvaise		
<b>Eau :</b> 2,00 m		

 <p>Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels</p>		<p>Agence Nord Ouest n°80 ZAC de la Briqueterie 76160 Saint Jacques sur Darnetal</p>
<b>SONDAGE A LA PELLE</b>		
<b>Affaire :</b>	2016/R1/76/1262	<b>Description du site :</b> forêt en cours de déboisement.
<b>Commune :</b>	Muirancourt	
<b>Ouvrage :</b>	Ouvrage écreteur de la Verse	
<b>Nom sondage :</b>	SG3	
<b>Nom des opérateurs :</b>	Z.E.	
<b>Date du sondage :</b>	22/07/2016	
<p><b>Matériel de sondage :</b> pelle 4,5 Tonnes <b>Entreprise de location de la pelle :</b> Ets PICHARD Sébastien</p>		
<b>PROFONDEUR</b>	<b>DESCRIPTION GEOLOGIQUE DES MATERIAUX</b> Nature, texture, couleurs, présence de blocs, nature des blocs, proportion des blocs, Diamètre max des blocs, etc...	
0,25 m	Terre végétale	
0,65 m	Limon argileux ocre / gris - marron	
1,00 m	Sable gris friable	
2,00 m	Argile grise-noire	
3,70 m	Tourbe, souches d'arbres mauvaise odeur forte	
	<b>FIN DE SONDAGE</b>	
<b>Tenue des parois :</b> mauvaise		
<b>Eau :</b> 1,70 m		

 Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels		Agence Nord Ouest n°80 ZAC de la Briqueterie 76160 Saint Jacques sur Darnetal
<b>SONDAGE A LA PELLE</b>		
<b>Affaire :</b>	2016/R1/76/1262	<b>Description du site :</b> forêt en cours de déboisement.
<b>Commune :</b>	Muirancourt	
<b>Ouvrage :</b>	Ouvrage écreteur de la Verse	
<b>Nom sondage :</b>	SG4	
<b>Nom des opérateurs :</b>	Z.E.	
<b>Date du sondage :</b>	22/07/2016	
<b>Matériel de sondage :</b> pelle 4,5 Tonnes <b>Entreprise de location de la pelle :</b> Ets PICHARD Sébastien		
<b>PROFONDEUR</b>	<b>DESCRIPTION GEOLOGIQUE DES MATERIAUX</b> Nature, texture, couleurs, présence de blocs, nature des blocs, proportion des blocs, Diamètre max des blocs, etc...	
1,40 m	Argile grise	
3,00 m	Tourbe marron noire	
	<b>FIN DE SONDAGE</b>	
<b>Tenue des parois :</b> mauvaise		
<b>Eau :</b> 1,70 m		

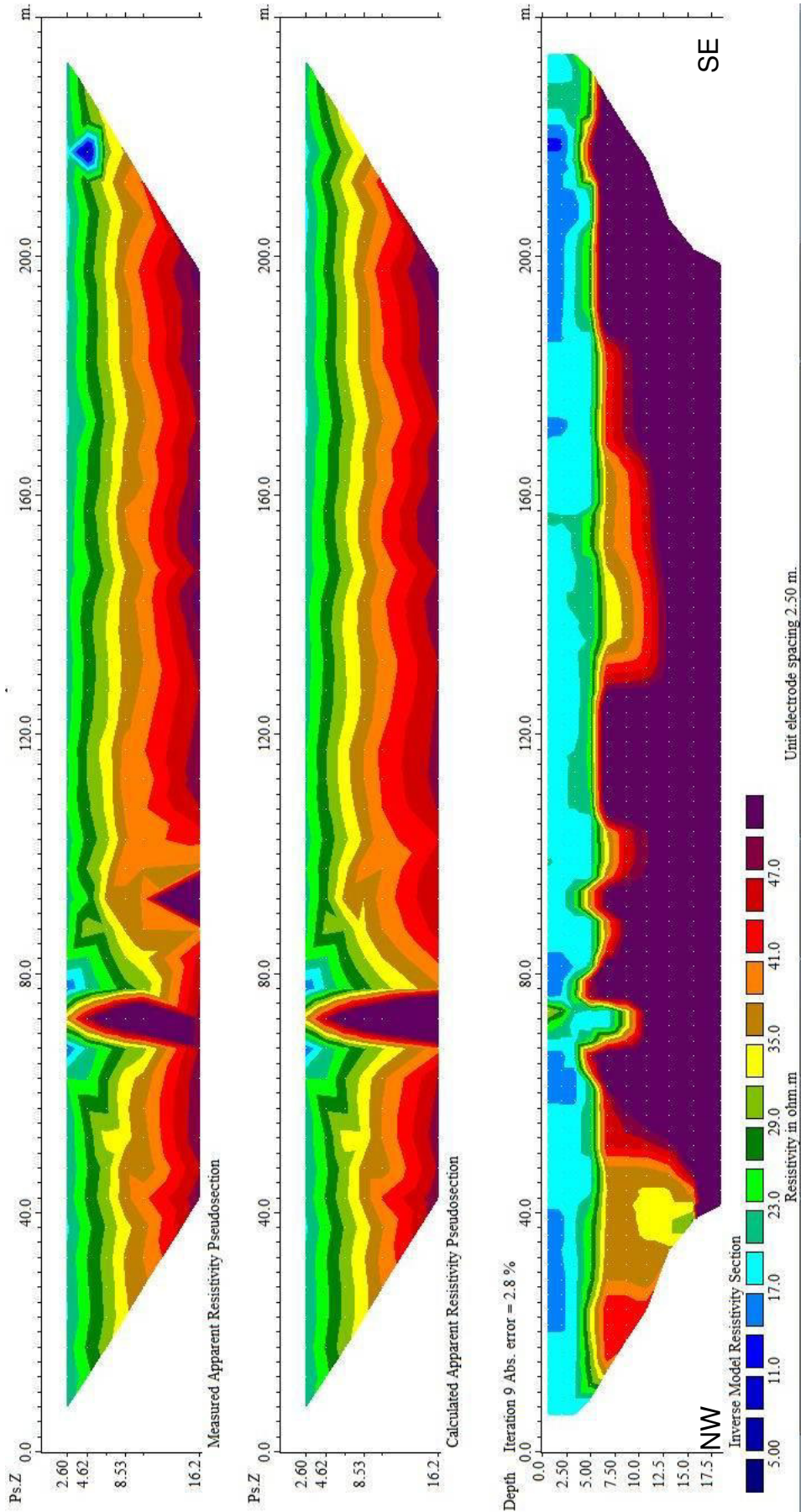
 <p><b>Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels</b></p>		<p><b>Agence Nord Ouest n°80 ZAC de la Briqueterie 76160 Saint Jacques sur Darnetal</b></p>
<b>SONDAGE A LA PELLE</b>		
<b>Affaire :</b>	2016/R1/76/1262	<b>Description du site :</b> forêt en cours de déboisement.
<b>Commune :</b>	Muirancourt	
<b>Ouvrage :</b>	Ouvrage écreteur de la Verse	
<b>Nom sondage :</b>	SG5	
<b>Nom des opérateurs :</b>	Z.E.	
<b>Date du sondage :</b>	22/07/2016	
<p><b>Matériel de sondage :</b> pelle 4,5 Tonnes <b>Entreprise de location de la pelle :</b> Ets PICHARD Sébastien</p>		
<b>PROFONDEUR</b>	<b>DESCRIPTION GEOLOGIQUE DES MATERIAUX</b> Nature, texture, couleurs, présence de blocs, nature des blocs, proportion des blocs, Diamètre max des blocs, etc...	
0,20 m	Terre végétale	
0,40 m	Argile noire	
1,45 m	Tourbe	
2,30 m	Argile grise-noire	
2,90 m	Argile grise-beige	
3,40 m	Argile sableuse grise	
	<b>FIN DE SONDAGE</b>	
<b>Tenue des parois :</b> mauvaise		
<b>Eau :</b> 1,30 m		

 Ingénierie des Mouvements de Sol et des Risques Naturels		Agence Nord Ouest n°80 ZAC de la Briqueterie 76160 Saint Jacques sur Darnetal
<b>SONDAGE A LA PELLE</b>		
<b>Affaire :</b>	2016/R1/76/1262	<b>Description du site :</b> forêt en cours de déboisement.
<b>Commune :</b>	Muirancourt	
<b>Ouvrage :</b>	Ouvrage écreteur de la Verse	
<b>Nom sondage :</b>	SG6	
<b>Nom des opérateurs :</b>	Z.E.	
<b>Date du sondage :</b>	22/07/2016	
Matériel de sondage : pelle 4,5 Tonnes Entreprise de location de la pelle : Ets PICHARD Sébastien		
<b>PROFONDEUR</b>	<b>DESCRIPTION GEOLOGIQUE DES MATERIAUX</b> Nature, texture, couleurs, présence de blocs, nature des blocs, proportion des blocs, Diamètre max des blocs, etc...	
0,25 m	Terre végétale	
0,60 m	Argile marron	
0,80 m	Argile orangée	
1,40 m	Argile grise-orangée	
1,70 m	Argile tourbeuse grise-brune	
3,20 m	tourbe argileuse grise foncé	
	<b>FIN DE SONDAGE</b>	
<b>Tenue des parois :</b> mauvaise		
<b>Eau :</b> 1,40 m		

**ANNEXE C :**

**PROSPECTION GEOPHYSIQUE**  
**- Pseudo-sections**

### Muirancourt - Profil électrique PE1

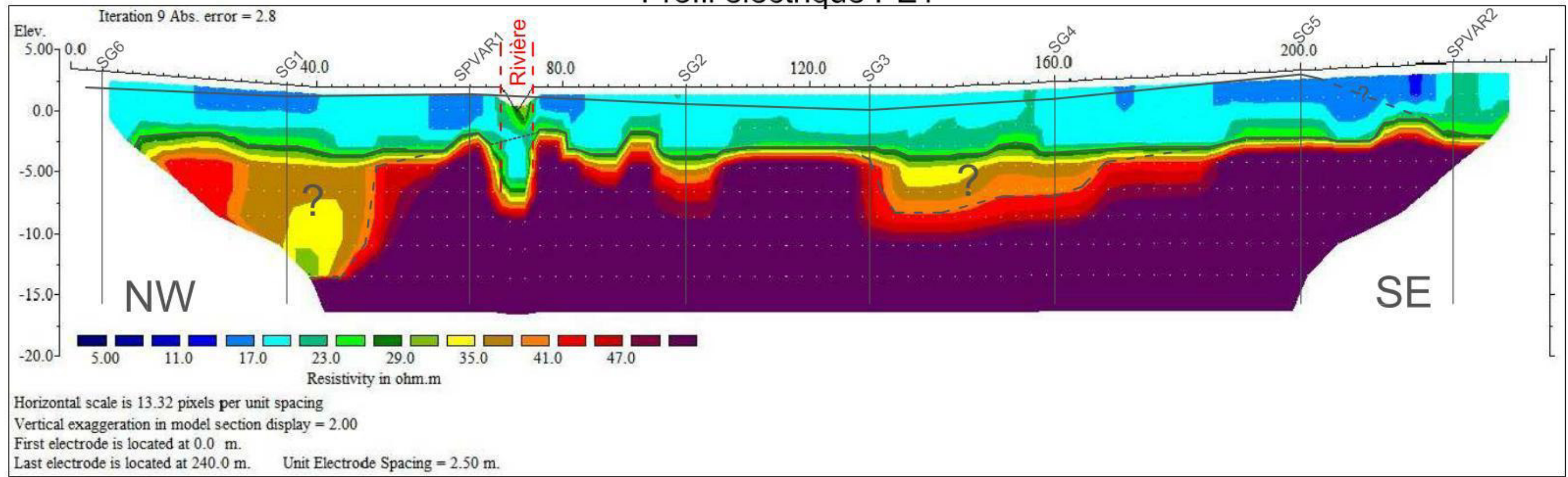


**ANNEXE D :**

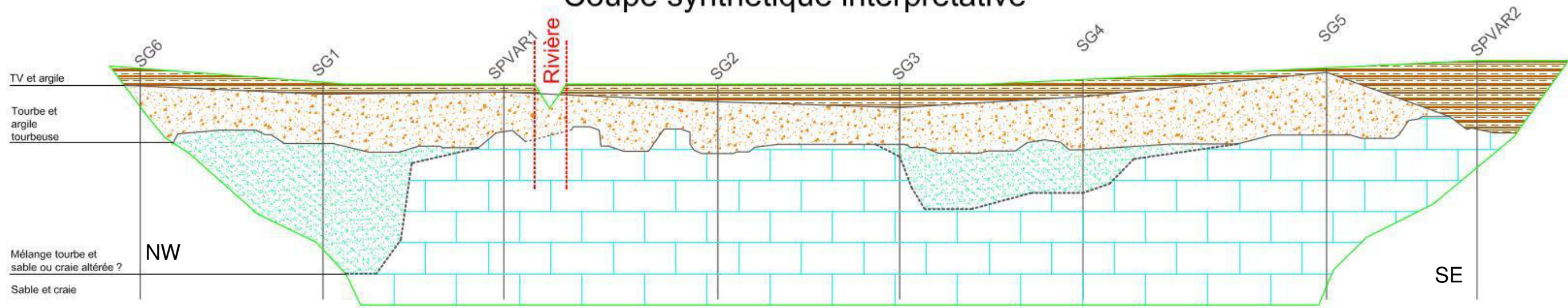
**PROSPECTION GEOPHYSIQUE**  
**- Coupes interprétées**



### Profil électrique PE1



### Coupe synthétique interprétative



**ANNEXE E :**

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

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

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

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

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

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

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



# Determination de la Perméabilité

Selon ISO/TS 17892-11

PV 50570

Site de prélèvement	<b>Beaugies sous Bois</b>	Société	<b>Semofi</b>
N° de Sondage	<b>SC 01</b>	Vos références dossier	<b>C16-8644</b>
Profondeur ( m )	<b>2.5</b>	Nos références dossier	<b>1134565</b>
Date du prélèvement	Aout 2015	Date de réception	23/03/2016
Prélevé par	GeoSond	Date de réalisation de l'essai	28/04/2016
conservation	Gaine PVC	Opérateur:	LaF & MaL

Description **Sable limoneux marron ferme**  
de l'échantillon :

Initial	
W	20.12 %
densité humide	1.88 t/m <sup>3</sup>
densité seche	1.57 t/m <sup>3</sup>
Indice de vide	0.69
Saturation	77 %
Hauteur	20.000 mm

Final	
W	24.76 %
densité humide	2.00 t/m <sup>3</sup>
densité seche	1.60 t/m <sup>3</sup>
indice de vide	0.65
Saturation	100 %
Hauteur (mm)	19.537 mm

**Méthode:** Perméamètre a pression sous charge variable

**Température d'essais:** 20 °C

**Taille de l'éprouvette:**

h: 20 mm  
d: 70 mm

**Pression exercée:** 40.1 Kpa

**Température d'étuvage:** 105°C

<b>Perméabilité</b>	<b>1.1E-09 m/s</b>
---------------------	--------------------

Nota : Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doit être effectuée par une ingénierie compétente.

**Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le :**

**10-mai-16**

Daniel AVRIL  
Responsable des essais

Jérôme GARCIA  
Responsable Laboratoire

GEO.S.LAB

Siège Social : 565, rue des Vœux St Georges 94290 Villeneuve le Roi - Tel : 01 49 61 11 88 - Fax : 01 49 61 11 99  
S.A.S au capital de 10 000 € - SIREN 489 892 950 00028 - code A.P.E 7120 B



# Determination de la Perméabilité

Selon ISO/TS 17892-11

PV 50569

Site de prélèvement	<b>Berlancourt</b>	Société	<b>Semofi</b>
N° de Sondage	<b>SC 02</b>	Vos références dossier	<b>C16-8644</b>
Profondeur ( m )	<b>2.5</b>	Nos références dossier	<b>1134565</b>
Date du prélèvement	Aout 2015	Date de réception	23/03/2016
Prélevé par	GeoSond	Date de réalisation de l'essai	13/04/2016
conservation	Gaine PVC	Opérateur:	LaF & MaL

Description **Argile limoneuse marron-brun ferme**  
de l'échantillon :

Initial	
W	23.74 %
densité humide	1.98 t/m <sup>3</sup>
densité seche	1.60 t/m <sup>3</sup>
Indice de vide	0.66
Saturation	96 %
Hauteur	20.000 mm

Final	
W	24.99 %
densité humide	2.00 t/m <sup>3</sup>
densité seche	1.60 t/m <sup>3</sup>
indice de vide	0.66
Saturation	100 %
Hauteur (mm)	20.000 mm

**Méthode:** Perméamètre a pression sous charge variable

**Température d'essais:** 20 °C

**Taille de l'éprouvette:**

h: 20 mm  
d: 70 mm

**Pression exercée:** 85.4 Kpa

**Température d'étuvage:** 105°C

<b>Perméabilité</b>	<b>1.8E-10 m/s</b>
---------------------	--------------------

Rq : La contrainte utilisé initialement pour l'essai était de 46.51kPa afin de s'approcher au mieux du  $\sigma'v0$ , le sol etant gonflant à la mise en eau celle-ci a dû être augmenté jusque 85.4kPa afin de compensé ce gonflement.

Nota : Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doit être effectué par une ingénierie compétente.

**Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le :**

**10-mai-16**

Daniel AVRIL  
Responsable des essais

Jérôme GARCIA  
Responsable Laboratoire

**GEO.S.LAB**

**Siège Social : 565, rue des Vœux St Georges 94290 Villeneuve le Roi - Tel : 01 49 61 11 88 - Fax : 01 49 61 11 99  
S.A.S au capital de 10 000 € - SIREN 489 892 950 00028 - code A.P.E 7120 B**



# Determination de la Perméabilité

Selon ISO/TS 17892-11

PV 50568

Site de prélèvement	Muirancourt	Société	Semofi
N° de Sondage	SC 01	Vos références dossier	C16-8644
Profondeur ( m )	2.5	Nos références dossier	1134565
Date du prélèvement	Aout 2015	Date de réception	23/03/2016
Prélevé par	GeoSond	Date de réalisation de l'essai	28/04/2016
conservation	Gaine PVC	Opérateur:	LaF & MaL

Description **Sable argileux vert-bleu-jaune mou**  
de l'échantillon :

Initial	
W	23.18 %
densité humide	2.02 t/m <sup>3</sup>
densité seche	1.64 t/m <sup>3</sup>
Indice de vide	0.61
Saturation	100 %
Hauteur	20.000 mm

Final	
W	19.62 %
densité humide	2.10 t/m <sup>3</sup>
densité seche	1.76 t/m <sup>3</sup>
indice de vide	0.51
Saturation	100 %
Hauteur (mm)	18.697 mm

**Méthode:** Perméamètre a pression sous charge variable

**Température d'essais:** 20 °C

**Taille de l'éprouvette:**

h: 20 mm  
d: 70 mm

**Pression exercée:** 46.5 Kpa

**Température d'étuvage:** 105°C

**Perméabilité**

**7.3E-10 m/s**

Nota : Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doit être effectuée par une ingénierie compétente.

**Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le :**

**10-mai-16**

Daniel AVRIL  
Responsable des essais

Jérôme GARCIA  
Responsable Laboratoire

GEO.S.LAB

Siège Social : 565, rue des Vœux St Georges 94290 Villeneuve le Roi - Tel : 01 49 61 11 88 - Fax : 01 49 61 11 99  
S.A.S au capital de 10 000 € - SIREN 489 892 950 00028 - code A.P.E 7120 B