

*Vous aider à construire l'avenir*

INGENIERIE EUROPE

GRUPE



GINGER CEBTP

**SEPTEMBRE 2009**

Dossier : ENA2.9.125

## **ETUDE GEOTECHNIQUE DE PROJET (G2)**

**VILLE DE BRIEY**

---

**Construction d'un groupe scolaire**

---

**BRIEY (54)**

*Ville de BRIEY*  
**CONSTRUCTION D'UN GROUPE SCOLAIRE**  
BRIEY (54)

RAPPORT - étude géotechnique de projet (G2)

Dossier : ENA2.9.125		Réf. rapport : ENA2.9.125		Contrat : ENA2.9.0267			
Indice	Date	Chargé d'affaire	Visa	Vérfié par	Visa	Contenu	Observations
1	28/09/09	D.CHARPENTIER		F.SERANNE		21 pages 4 annexes	

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

## SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>PLANS DE SITUATION .....</b>	<b>6</b>
1.1	Extrait de carte IGN .....	6
<b>2</b>	<b>CONTEXTE DE L'ETUDE .....</b>	<b>7</b>
2.1	Données générales .....	7
2.1.1	Généralités.....	7
2.1.2	Documents communiqués.....	7
2.2	Description du site .....	7
2.2.1	Topographie, occupation du site et avoisinants .....	7
2.2.2	Contexte géologique .....	7
2.3	Caractéristiques de l'avant-projet .....	8
2.4	Mission GINGER CEBTP .....	8
<b>3</b>	<b>INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES .....</b>	<b>9</b>
3.1	Implantation .....	9
3.2	Sondages, essais et mesures in situ .....	9
3.2.1	Investigations in situ.....	9
3.2.2	Essais de perméabilité in situ.....	10
<b>4</b>	<b>SYNTHESE DES INVESTIGATIONS .....</b>	<b>11</b>
4.1	Analyse et synthèse géotechnique .....	11
4.1.1	Lithologie.....	11
4.2	Synthèse hydrogéologique.....	12
4.2.1	Piézométrie .....	12
4.2.2	Perméabilité .....	12
<b>5</b>	<b>PRINCIPES GENERAUX DE CONSTRUCTION (AVANT-PROJET).....</b>	<b>13</b>
5.1	Analyse du contexte et principes d'adaptation.....	13
5.2	Adaptations générales de l'avant-projet.....	14
5.2.1	Réalisation des terrassements.....	14
5.3	Niveau-bas - dallage .....	15
5.3.1	Conception et exécution.....	15
5.3.2	Contrôles.....	16

5.3.3	<i>Tassements prévisibles</i> .....	16
<b>5.4</b>	<b>Fondation de la structure</b> .....	<b>17</b>
5.4.1	<i>Fondations superficielles par semelles filantes ou isolées</i> .....	17
5.4.2	<i>Fondations semi-profondes par puits</i> .....	19
<b>6</b>	<b>OBSERVATIONS MAJEURES</b> .....	<b>21</b>

**ANNEXE 1 – NOTES GENERALES SUR LES MISSIONS GEOTECHNIQUES**

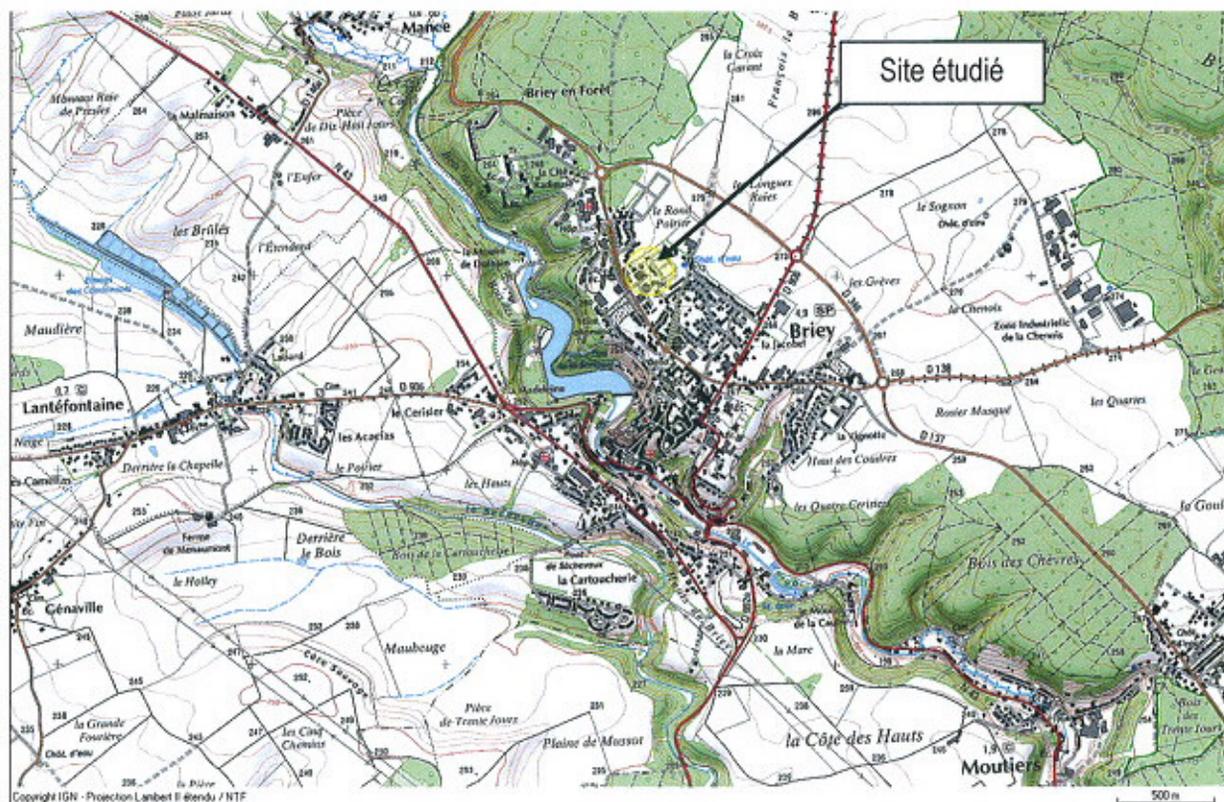
**ANNEXE 2 – PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES**

**ANNEXE 3 – SONDAGES A LA TARIERE ET PRESSIOMETRIQUES**

**ANNEXE 4 – ESSAIS PORCHET**

## 1 PLANS DE SITUATION

### 1.1 Extrait de carte IGN



Source : CartoExplorer 3

## 2 CONTEXTE DE L'ETUDE

---

### 2.1 Données générales

#### 2.1.1 Généralités

Nom de l'opération	: Projet de construction d'un groupe scolaire
Localisation / adresse	: rue Olivier Drouot
Commune	: Briey (54)
Demandeur de la mission	: Ville de BRIEY
Client	: Ville de BRIEY

#### 2.1.2 Documents communiqués

Les documents qui nous ont été communiqués lors de la consultation et ont été utilisés dans le cadre de ce rapport sont les suivants :

- Cahier des charges,
- Vue aérienne du site.

### 2.2 Description du site

#### 2.2.1 Topographie, occupation du site et avoisinants

Lors nos investigations, la surface topographique du site était plane et le terrain en herbe ou recouvert d'enrobé.

L'emprise du futur ouvrage est libre de toute mitoyenneté.

#### 2.2.2 Contexte géologique

D'après la carte géologique de BRIEY à l'échelle 1/50000, le site serait constitué des formations suivantes de haut en bas, sous un horizon d'altération, par les calcaires oolithiques et coquilliers (« oolithe de Jaumont »).

### **2.3 Caractéristiques de l'avant-projet**

Le projet prévoit la construction d'un groupe scolaire.

L'emprise au sol du ou des bâtiments, le type de bâtiment, le niveau bas et les charges ne sont pas encore définis.

### **2.4 Mission GINGER CEBTP**

La mission de GINGER CEBTP est conforme au contrat n°ENA2.9.0267.

Il s'agit d'une étude géotechnique de projet Phase Projet Alinéas 1 et 2 (G2) selon la norme AFNOR NFP 94-500 de décembre 2006 sur les missions d'ingénierie géotechnique.

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

- Détermination de la coupe lithologique et des caractéristiques mécaniques des terrains,
- Définir le niveau de l'eau le jour des sondages et en fin de chantier,
- Détermination des types de fondations envisageables avec, pour chacun, un exemple de pré-dimensionnement indiquant les paramètres et coefficients de sécurité pris en compte, les charges admissibles aux E.L.S. et aux E.L.U. et les tassements pour fondation superficielle,
- Définir la possibilité de réaliser un dallage sur terre plein avec détermination des conditions de réalisation de la plate-forme et estimation du module,
- Détermination de la perméabilité des terrains superficiels,
- Avis sur les conditions d'extraction des matériaux de déblai.

### 3 INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES

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

Les investigations prévues ont toutes été réalisées.

#### 3.1 Implantation

L'implantation des sondages et essais in situ figure sur le plan d'implantation joint en annexe 2. Elle a été définie et réalisée par GINGER CEBTP en fonction du projet.

#### 3.2 Sondages, essais et mesures in situ

##### 3.2.1 Investigations in situ

Les investigations suivantes ont été réalisées :

Type de sondage	Quantité	Noms	Profondeur/TN
<b>Sondage destructif</b> avec enregistrement des paramètres en continu et prélèvement de cuttings	2	SP1 et SP2	6 m
<b>Exécution d'essais pressiométriques.</b> Norme NF P94-110	8		
<b>Sondage semi-destructif à la tarière hélicoïdale</b> continue Ø 63 mm	2	ST1 et ST2	6 m

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

Les coupes des sondages sont présentées en annexe 3, où l'on trouvera en particulier les renseignements décrits ci-après :

- **Sondages semi-destructifs à la tarière continue :**
  - o coupe des sols,

- **Sondages destructifs :**
  - o coupe approximatives des sols\*,
  - o diagraphie des paramètres de forage enregistrés :
    - V.A. : vitesse d'avancement instantanée (m/h),
    - P.O. : pression sur l'outil (bars),
    - P.I. : pression d'injection (bars),
    - C.R. : couple de rotation (bars).
  
- **Essais pressiométriques :**
  - o Module pressiométrique :  $E_M$  (MPa),
  - o Pression limite nette :  $p_l^*$  (MPa),
  - o Pression de fluage nette  $p_f^*$  (MPa),
  - o Rapport  $E_M/p_l$ .

Ces paramètres sont portés directement sur les coupes de forage.

\* l'interprétation des sols à partir des forages de type destructif est faite uniquement d'après l'examen des cuttings, des courbes de pénétration des sols et des diagraphies.

#### NOTA :

Les feuilles de sondages peuvent également contenir des informations complémentaires dont les niveaux d'eau éventuels, les pertes de fluide d'injection, les incidents de forage, etc...

Par ailleurs, les forages de cette campagne d'investigation étant réalisés à l'eau, les niveaux d'eau naturels ne sont pas toujours identifiables ou peuvent être biaisés en raison de leur interférence avec les fluides de forage injectés.

### 3.2.2 Essais de perméabilité in situ

Les essais suivants ont été réalisés :

Type d'essai de perméabilité in situ	Dénomination	Profondeur/TN
Essai Porchet	EP1 et EP2	0,8 m

Les résultats des essais figurent en annexe 4.

## 4 SYNTHÈSE DES INVESTIGATIONS

### 4.1 Analyse et synthèse géotechnique

#### 4.1.1 Lithologie

La profondeur des formations est donnée par rapport au terrain naturel tel qu'il était au moment de la reconnaissance.

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

#### Formation n°1 : Terre végétale, remblais, enrobé

Épaisseur : de 0 à 0,2/0,5 m

#### Formation n°2 : Limon marron-ocre/marron clair localement légèrement sableux ou argilo-sableux

A partir de 0,2/0,5 m

Jusqu'à 2,1/3,2 m

Caractéristiques géotechniques :

- Pression limite ( $p_l$ ) :  $0,65 < p_l < 0,75$  MPa
- Module pressiométrique ( $E_M$ ) :  $5,1 < E_M < 6$  MPa

Formation correspondant probablement à l'horizon d'altération du substratum calcaire.

#### Formation n°3 : Calcaire altéré probable

A partir de 2,1/3,2 m

Jusqu'à 6 m (fin des sondages)

Caractéristiques géotechniques :

- Pression limite ( $p_l$ ) :  $4,81 < p_l < 6,17$  MPa
- Module pressiométrique ( $E_M$ ) :  $82,9 < E_M < 290$  MPa

#### NOTA :

- nous rappelons qu'il n'est pas toujours évident de distinguer les variations horizontales et/ou verticales éventuelles, inhérentes aux changements de faciès, compte tenu de la surface investiguée par rapport à celle concernée par le projet. De ce fait, les caractéristiques indiquées précédemment ont un caractère représentatif mais non absolu ;

## 4.2 Synthèse hydrogéologique

### 4.2.1 Piézométrie

Aucune arrivée d'eau n'a été observée dans les sondages lors des investigations. Toutefois, des circulations d'eau ponctuelles ne sont pas à exclure au sein des formations notamment en cas de précipitations.

### 4.2.2 Perméabilité

Afin d'estimer la perméabilité des terrains superficiels en place, des essais de perméabilité de type Porchet ont été réalisés. Les résultats de ces essais de perméabilité sont donnés dans le tableau ci-dessous :

Essai	Profondeur de l'essai	Coefficient de perméabilité K	
		m/s	mm/h
EP1	0,8 m	$1,3 \cdot 10^{-6}$	$4,68 \cdot 10^{-6}$
EP2	0,8 m	$1,2 \cdot 10^{-6}$	$4,32 \cdot 10^{-6}$

#### Remarques importantes :

- nous rappelons qu'il s'agit d'essais ponctuels mesurant la perméabilité sur une surface très limitée par rapport au terrain étudié. Des variations latérales ne sont donc pas exclues ;

## 5 PRINCIPES GENERAUX DE CONSTRUCTION (AVANT-PROJET)

---

### 5.1 Analyse du contexte et principes d'adaptation

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

#### >> Contexte géologique et géotechnique :

La campagne de reconnaissance a mis en évidence sous 20 à 30 cm de terre végétale ou sous 50 cm d'enrobé puis de remblais, une formation limoneuse de 1,9 à 3 m d'épaisseur présentant des caractéristiques mécaniques moyennes, surmontant le substratum calcaire reconnu à partir de 2,1/3,2 m de profondeur et jusqu'à la fin des sondages, qui présente de très bonnes caractéristiques mécaniques. Aucune venue d'eau n'a été mise en évidence.

#### >> Environnement du projet :

Aucune information concernant l'emprise au sol, le type de bâtiment et le niveau bas ne nous a été fournie.

Compte tenu des points précédents,

- Un dallage sur terre plein peut être envisagé,
- Pour des charges modérées, un mode de fondations superficielles peut être envisagé,
- Pour des charges plus importantes, un mode de fondations semi-profondes doit être envisagé (éventuellement un renforcement de sol ou une solution de fondations profondes par pieux).

Ces principes sont détaillés dans les paragraphes suivants.

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

## **5.2 Adaptations générales de l'avant-projet**

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

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

### **5.2.1 Réalisation des terrassements**

Aucune information ne nous a communiquée quant à la réalisation de terrassements.

Nous prendrons comme hypothèse pour la suite du rapport que pour insérer le projet dans le site, il est prévu un simple décapage de surface.

Le niveau du fond de fouille se situera alors dans la formation n°2 de nature limoneuse.

#### **5.2.1.1 Traficabilité en phase chantier**

La formation 2 étant de nature limoneuse, elle est par expérience sensible à l'eau. Par conséquent, les travaux devront être réalisés dans des conditions météorologiques favorables sinon le chantier pourrait rapidement devenir impraticable et nécessiterait la mise en place de surépaisseurs en matériaux insensibles à l'eau.

#### **5.2.1.2 Terrassabilité des matériaux**

La réalisation des déblais concernant la formation 2 ne présentera pas de difficulté particulière d'extraction. Les terrassements pourront donc se faire à l'aide d'engins classiques de moyenne puissance.

Le projet pourra comporter des déblais dans des matériaux très résistants (formation n°3), il faudra donc prévoir l'utilisation d'engins ou de procédés adaptés (éclateur, dérocteur, pelle puissante, BRH,...).

### 5.2.1.3 Drainage en phase chantier

Suite aux observations faites au cours de la campagne d'investigations, le terrain devrait en principe être sec. Cependant, des venues d'eau peuvent apparaître exceptionnellement en cours de terrassement. Elles seront alors collectées en périphérie et évacuées en dehors de la fouille (captage).

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

Toute zone décomprimée fera l'objet d'un traitement spécifique si elle doit recevoir un élément de l'ouvrage à porter (purge, compactage).

## 5.3 Niveau-bas - dallage

La réalisation d'un dallage sur terre-plein est envisageable compte tenu de la qualité du sol support après terrassement. Une couche de forme sera nécessaire avant sa mise en œuvre.

### 5.3.1 Conception et exécution

La mise en œuvre de la couche de forme sera réalisée moyennant les précautions suivantes :

- purge de la terre végétale et des remblais,
- terrassement jusqu'au fond de forme,
- purge des éventuelles poches inconsistantes, des sols détériorés par les engins de terrassements ou les eaux de pluie, ou des points durs (blocs calcaires, anciennes fondations),
- compactage du fond de forme à 95% de l'OPN,
- mise en place de la couche de forme compactée à 95 % de l'OPM (40 cm pour une couche de forme en grave non traitée),
- mise en place d'une couche de réglage.

On veillera à respecter les recommandations du guide GTR édité en 1992 par le SETRA.

Les apports devront être granulaires, insensibles à l'eau et de granulométrie continue. Il peut s'agir de matériaux de type D<sub>2</sub> / D<sub>3</sub> ou R<sub>21</sub>.

Selon l'état hydrique des matériaux au moment des travaux, un traitement du fond de forme à la chaux en pleine masse sera à prévoir sous réserve de l'étude d'aptitude au traitement du sol (conformément à la norme NF P94-100).

Il faudra également s'assurer qu'il ne subsiste pas de points durs ou des zones présentant des variations importantes d'épaisseurs de limons, sources de tassements différentiels.

Les dallages seront conçus conformément au DTU 13.3.

### 5.3.2 Contrôles

D'après le DTU 13.3 de mars 2005 applicable au projet, le module de Westergaard ( $K_w$ ) à obtenir est de 50 MPa/m minimum sur la couche de forme avec un rapport  $EV_2/EV_1 < 2$ .

On s'assurera, d'autre part, que le compactage est correctement réalisé.

GINGER CEBTP se tient à la disposition du maître d'œuvre ou de l'entreprise pour la réalisation des essais de contrôle à tout stade de l'exécution.

### 5.3.3 Tassements prévisibles

Les hypothèses à retenir sur les modules  $E_s$  sont les suivantes, conformément au DTU 13.3 :

Formation	Epaisseur	alpha	Module $E_s$ (MPa)
2	1,9 à 2,3 m	0,5	11
3	> 2,8 à 3,9 m	0,67	213

Il revient aux concepteurs de préciser la limite acceptable des tassements. S'ils sont considérés comme trop importants, un principe de plancher porté (ou une amélioration de sol) reste adaptable et pourra être coulé en place.

## 5.4 Fondation de la structure

Compte tenu des éléments précédents, les systèmes de fondations suivants sont envisageables :

- superficielles par semelles filantes ou isolées ou radier descendues dans les limons (formation n° 2),
- semi-profondes par puits ancrés de 0,3 m dans le calcaire (formation n° 3) ou éventuellement un renforcement de sol ou une solution de fondations profondes par pieux.

### 5.4.1 Fondations superficielles par semelles filantes ou isolées

Pour des faibles charges, on pourra envisager un système de fondation superficielles par semelles isolées ou filantes ancrées de 0,3 m minimum dans les limons de la formation 2 ou par radier (sur couche de forme en matériaux d'apport et d'épaisseur dimensionnée).

Dans tous les cas, l'encastrement devra assurer les conditions de mise hors gel des fondations, soit une profondeur minimale de 0,8 m par rapport à la plus proche surface exposée aux intempéries.

Compte tenu de la nature des sols et du projet et d'après les recommandations du DTU 13.12, la contrainte de service **maximale** à retenir est de 0,2 MPa à l'ELS et donc de 0,3 MPa à l'ELU.

Sous une contrainte de 0,2 MPa, des largeurs de fondation inférieures à 1 m induiront des tassements infra centimétriques.

Remarque : ces valeurs sont valables dans le cas de charges verticales. Dans le cas où les charges seraient inclinées, il conviendrait d'appliquer un coefficient minorateur  $i\delta$  qui tient compte de l'inclinaison de la charge, de la nature du sol et de l'encastrement requis (cf. les recommandations du DTU 13.12).

Les tassements théoriques calculés s'entendent pour une mise en œuvre des fondations selon les règles de l'Art en accord avec les prescriptions du DTU 13.11 – Cahier des Clauses Techniques de mars 1988.

Des descentes de charge hétérogènes peuvent conduire à des tassements différentiels dont l'amplitude devra être estimée dans le cadre d'une étude complémentaire de type G2.

En fonction des valeurs, une rigidification de la structure pourrait être nécessaire. On pourra notamment prévoir un renforcement des armatures des fondations et des chaînages tant horizontaux que verticaux.

> Dispositions constructives :

Les choix constructifs ne peuvent être faits que par le BET structure mais les points suivants sont toutefois à signaler :

- il est recommandé de ne pas descendre la largeur des fondations en dessous de 0,45 m pour des semelles continues et de 0,7 m pour des semelles ponctuelles pour des raisons de bonne exécution (cela permet d'assurer un enrobage correct des armatures standard) ;
- en cas d'ancrage partiel dans le substratum rocheux, un lit de sable sera apposé en fond de fouille sur 0.4 m d'épaisseur minimum pour limiter l'effet de point dur.
- il appartient au BET structure de vérifier que les tassements déterminés précédemment sont acceptables par l'ouvrage et les avoisinants ;
- tout sol mou ou décomprimé localement sera purgé et remplacé par un béton maigre ou similaire ;
- en cas de deux bâtiments ou de deux parties d'un même bâtiment, fondés de façon différente ou présentant un nombre de niveaux différent, il conviendra de s'assurer que la structure peut s'adapter sans danger aux tassements différentiels qui pourraient se produire ;
- dans le cas contraire, les projeteurs devront prévoir un joint de construction intéressant toute la hauteur de l'ouvrage, y compris les fondations elles-mêmes.

Par ailleurs, des fondations établies à des niveaux différents et à proximité de talus doivent respecter la règle des 3 de base pour 2 de hauteur entre arêtes de fondations et/ou pied de talus (DTU 13.1), à moins de dispositions particulières spécifiques.

La présence d'eau pourra entraîner des sujétions de blindage des parois et de pompage pour épuisement des fouilles et/ou rabattement de la nappe lors des travaux de fondation.

Des sur-profondeurs du toit de la couche d'ancrage sont toujours possibles et pourront nécessiter un rattrapage en gros béton et, par conséquent, des surconsommations de béton.

Sur une plateforme pré-terrassée ou reconstituée, les fondations doivent impérativement être coulées à pleine fouille et non coffrées à moins qu'il s'agisse de graviers insensibles aux intempéries et à la décompression.

Afin d'éviter une décompression du sol de fondation, un béton de propreté sera immédiatement coulé après terrassement afin de le protéger.

#### 5.4.2 Fondations semi-profondes par puits

Pour des charges plus importantes, on pourra envisager un système de fondation semi-profondes par puits ancrés de 0,3 m minimum dans le calcaire de la formation 3.

Etant donné qu'il s'agit de fondations semi-profondes, l'encastrement minimal requis pour assurer les conditions de mise hors gel des fondations, soit une profondeur de 0,80 m par rapport à la plus proche surface exposée aux intempéries, sera automatiquement respecté.

Compte tenu de la nature des sols et du projet et d'après les recommandations du DTU 13.2, la contrainte de service **maximale** utilisable aux ELS est de 1 MPa et donc 1,5 MPa aux ELU.

Dans ces conditions et sous réserve que les contraintes ci-dessus soient respectées, une largeur minimale des fondations de 1 m induira des tassements de l'ordre du millimètre.

Les tassements théoriques calculés s'entendent pour une mise en œuvre des fondations selon les règles de l'Art en accord avec les prescriptions du DTU 13.2 – Cahier des Clauses Techniques de mars 1988.

Des descentes de charge hétérogènes peuvent conduire à des tassements différentiels dont l'amplitude devra être estimée dans le cadre d'un complément de mission G12 ou d'une étude complémentaire de type G2.

En fonction des valeurs, une rigidification de la structure pourrait être nécessaire. On pourra notamment prévoir un renforcement des armatures des fondations et des chaînages tant horizontaux que verticaux.

#### > Dispositions constructives :

Les choix constructifs ne peuvent être faits que par le BET structure mais les points suivants sont toutefois à signaler :

- il appartient au BET structure de vérifier que les tassements déterminés précédemment sont acceptables par l'ouvrage et les avoisinants ;
- il est rappelé qu'en cas de mitoyennetés différées en temps au cours de la construction, une reprise de tassement est à prévoir sur le premier bâtiment construit sinon un entraînement de la fondation par le tassement du bâtiment en cours de construction est certain ;
- en cas de deux bâtiments ou de deux parties d'un même bâtiment, fondés de façon différente ou présentant un nombre de niveaux différent, il conviendra de s'assurer que la structure peut s'adapter sans danger aux tassements différentiels qui pourraient se produire ;

- dans le cas contraire, les projeteurs devront prévoir un joint de construction intéressant toute la hauteur de l'ouvrage.

Par ailleurs, des fondations établies à des niveaux différents et à proximité de talus, doivent respecter la règle des 3 de base pour 2 de hauteur entre arêtes de fondations et/ou pied de talus (DTU 13.1), à moins de dispositions particulières spécifiques.

Les puits devront être coulés immédiatement et à l'avancement des terrassements. En présence d'eau, il faudra procéder avec un tube plongeur.

#### 5.4.3 Autres systèmes de fondations

Des propositions de fondations sur renforcement de sol ou par pieux sont envisageables. Toutefois, compte tenu des paramètres connus du projet et du sol, elles semblent moins intéressantes économiquement.

## 6 OBSERVATIONS MAJEURES

---

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

Les conclusions du présent rapport ne sont valables que sous réserve des conditions générales des missions géotechniques de l'Union Syndicale Géotechnique fournies en annexe 1 (norme NF P94-500 de décembre 2006).

Nous rappelons que cette étude a été menée dans le cadre du projet (mission G2 Phase Projet Alinéas 1 et 2) et que, conformément à la norme NF P94-500 de décembre 2006, une mission G2 Phase Projet Alinéa3 et Phase Assistance aux Contrats de Travaux suivie de missions de supervision (G4) ou de suivi d'exécution (G3/G4) doivent être envisagée (collaboration avec l'équipe de conception/exécution).

## ***ANNEXE 1 – NOTES GENERALES SUR LES MISSIONS GEOTECHNIQUES***

- Conditions générales des missions géotechniques,
- Classification des missions types d'ingénierie géotechnique,
- Schéma d'enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique.

## **CONDITIONS GENERALES DES MISSIONS GEOTECHNIQUES** **(Version du 26/04/2007)**

### **1. Cadre de la mission**

Par référence à la norme NF P 94-500 sur les missions d'ingénierie géotechnique (en particulier extrait de 2 pages du chapitre 4 joint à toute offre et à tout rapport), il appartient au maître d'ouvrage et à son maître d'oeuvre de veiller à ce que toutes les missions d'ingénierie géotechnique nécessaires à la conception puis à l'exécution de l'ouvrage soient engagées avec les moyens opportuns et confiées à des hommes de l'Art. L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique suit la succession des phases d'élaboration du projet, chacune de ces missions ne couvrant qu'un domaine spécifique de la conception ou de l'exécution. En particulier :

- les missions d'étude géotechnique préliminaire de site (G11), d'étude géotechnique d'avant projet (G12), d'étude géotechnique de projet (G2), d'étude et suivi géotechniques d'exécution (G3), de supervision géotechnique d'exécution (G4) sont réalisées dans l'ordre successif ;
- exceptionnellement, une mission confiée à notre société peut ne contenir qu'une partie des prestations décrites dans la mission type correspondante après accord explicite, le client confiant obligatoirement le complément de la mission à un autre prestataire spécialisé en ingénierie géotechnique ;
- l'exécution d'investigations géotechniques engage notre société uniquement sur la conformité des travaux exécutés à ceux contractuellement commandés et sur l'exactitude des résultats qu'elle fournit ;
- toute mission d'ingénierie géotechnique n'engage notre société sur son devoir de conseil que dans le cadre strict, d'une part, des objectifs explicitement définis dans notre proposition technique sur la base de laquelle la commande et ses avenants éventuels ont été établis, d'autre part, du projet du client décrit par les documents graphiques ou plans cités dans le rapport ;
- toute mission d'étude géotechnique préliminaire de site, d'étude géotechnique d'avant projet ou de diagnostic géotechnique exclut tout engagement de notre société sur les quantités, coûts et délais d'exécution des futurs ouvrages géotechniques. De convention expresse, la responsabilité de notre société ne peut être engagée que dans l'hypothèse où la mission suivante d'étude géotechnique de projet lui est confiée ;
- une mission d'étude géotechnique de projet G2 engage notre société en tant qu'assistant technique à la maîtrise d'oeuvre dans les limites du contrat fixant l'étendue de la mission et la (ou les) partie(s) d'ouvrage(s) concerné(s).

La responsabilité de notre société ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission d'ingénierie géotechnique objet du rapport. En particulier, toute modification apportée au projet ou à son environnement nécessite la réactualisation du rapport géotechnique dans le cadre d'une nouvelle mission.

### **2. Recommandations**

Il est précisé que l'étude géotechnique repose sur une investigation du sol dont la maille ne permet pas de lever la totalité des aléas toujours possibles en milieu naturel. En effet, des hétérogénéités, naturelles ou du fait de l'homme, des discontinuités et des aléas d'exécution peuvent apparaître compte tenu du rapport entre le volume échantillonné ou testé et le volume sollicité par l'ouvrage, et ce d'autant plus que ces singularités éventuelles peuvent être limitées en extension. Les éléments géotechniques nouveaux mis en évidence lors de l'exécution, pouvant avoir une influence sur les conclusions du rapport, doivent immédiatement être signalés à l'ingénierie géotechnique chargée de l'étude et suivi géotechniques d'exécution (mission G3) afin qu'elle en analyse les conséquences sur les conditions d'exécution voire la conception de l'ouvrage géotechnique. Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une validation à chaque étape suivante de la conception ou de l'exécution. En effet, un tel caractère évolutif peut remettre en cause ces recommandations notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant leur mise en œuvre.

### **3. Rapport de la mission**

Le rapport géotechnique constitue le compte-rendu de la mission d'ingénierie géotechnique définie par la commande au titre de laquelle il a été établi et dont les références sont rappelées en tête. A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du rapport géotechnique fixe la fin de la mission. Un rapport géotechnique et toutes ses annexes identifiées constituent un ensemble indissociable. Les deux exemplaires de référence en sont les deux originaux conservés : un par le client et le second par notre société. Dans ce cadre, toute autre interprétation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle ne saurait engager la responsabilité de notre société. En particulier l'utilisation même partielle de ces résultats et conclusions par un autre maître d'ouvrage ou par un autre constructeur ou pour un autre ouvrage que celui objet de la mission confiée ne pourra en aucun cas engager la responsabilité de notre société et pourra entraîner des poursuites judiciaires.

**ANNEXE EXTRAIT DE LA NORME AFNOR SUR LES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE :**  
**CLASSIFICATION DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE TYPES**



**L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique doit suivre les étapes d'élaboration et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géologiques. Chaque mission s'appuie sur des investigations géotechniques spécifiques définies au chapitre 7. Il appartient au maître d'ouvrage de veiller à la réalisation successive de toutes ces missions par une ingénierie géotechnique.**

**ETAPE 1 : ETUDES GEOTECHNIQUES PRELIMAIRES (G1)**

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

**ETUDE GEOTECHNIQUE PRELIMINAIRE DE SITE (G11)**

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

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

**ETUDE GEOTECHNIQUE D'AVANT PROJET (G12)**

*Elle est nécessaire au stade d'avant projet et permet de réduire les risques majeurs.*

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

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

**ETAPE 2 : ETUDE GEOTECHNIQUE DE PROJET (G2)**

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

**Phase Projet :**

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

**Phase Assistance aux Contrats de Travaux :**

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

**ETAPE 3 : EXECUTION DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES**

**ETUDE ET SUIVI GEOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)**

*Elle permet de réduire les risques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures d'adaptation ou d'optimisation. Elle est normalement à la charge de l'entrepreneur.*

**Phase Etude**

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

**Phase Suivi**

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

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

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

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

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

**Phase Supervision du suivi d'exécution**

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

*Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder à une étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques.*

**DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (G5)**

*Il a pour objet d'étudier de façon strictement limitative un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques dans le cadre d'une mission ponctuelle.*

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

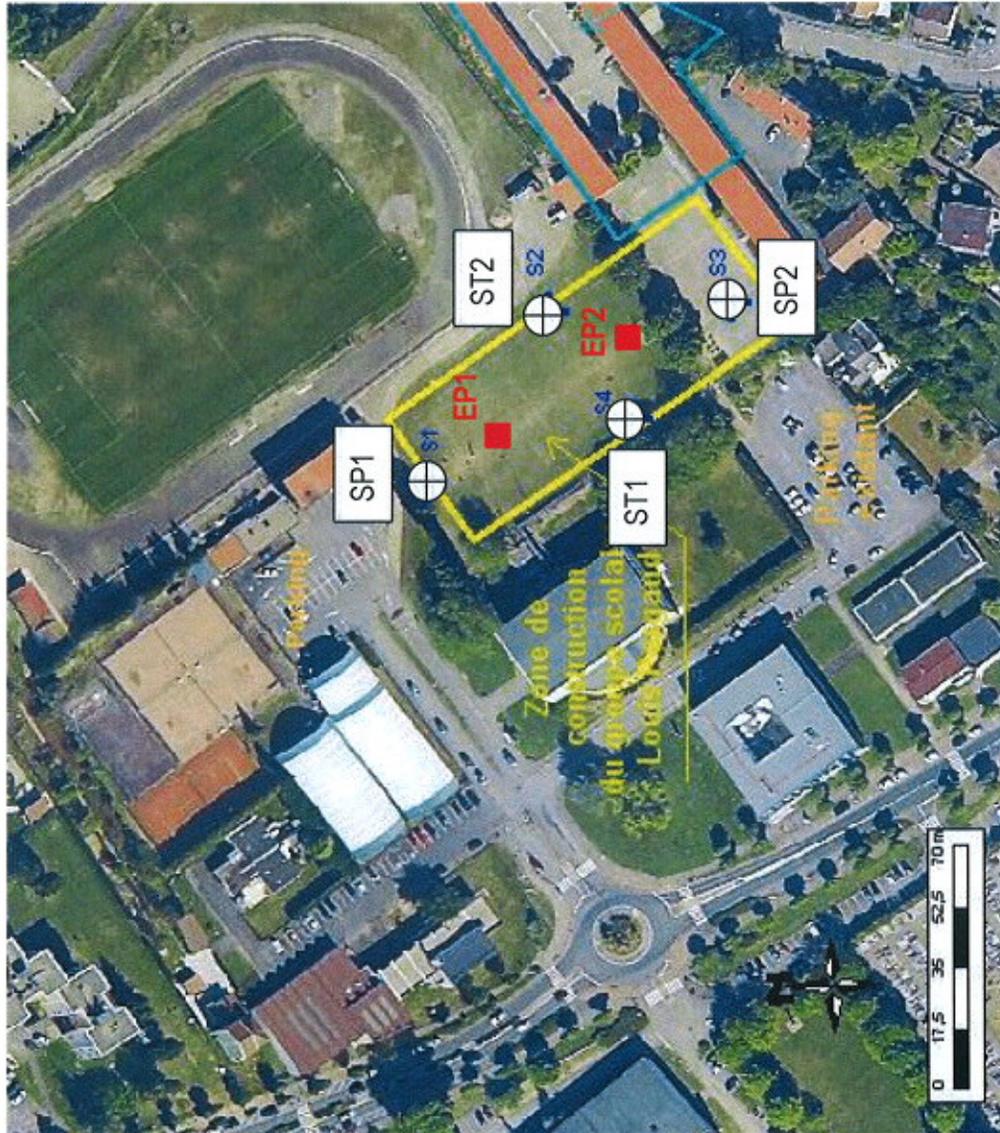
*Des études géotechniques de projet et/ou d'exécution, suivi et supervision doivent être réalisées ultérieurement conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique si ce diagnostic conduit à modifier ou réaliser des travaux.*

Schéma d'enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique

Etape	Phase d'avancement du projet	MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE	Objectifs en terme de gestion des risques liés aux aléas géologiques	Prestations d'investigations géotechniques *
1	Étude préliminaire Étude d'esquisse	Étude géotechnique préliminaire de site (G11)	Première identification des risques	Fonction des données existantes
	Avant projet	Étude géotechnique d'avant projet (G12)	Identification des aléas majeurs et principes généraux pour en limiter les conséquences	Fonction des données existantes et de l'avant-projet
2	Projet Assistance aux Contrats de Travaux (ACT)	Étude géotechnique de projet (G2)	Identification des aléas importants et dispositions pour en réduire les conséquences	Fonction des choix constructifs
3	Exécution	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3)	Identification des aléas résiduels et dispositions pour en limiter les conséquences	Fonction des méthodes de construction mises en œuvre
		Supervision géotechnique d'exécution (G4)		Fonction des conditions rencontrées à l'exécution
Cas particulier	Etude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques	Diagnostic géotechnique (G5)	Analyse des risques liés à ces éléments géotechniques	Fonction de la spécificité des éléments étudiés

\* NOTE : à définir par l'ingénierie géotechnique chargée de la mission correspondante

## ***ANNEXE 2 – PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES***



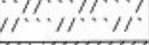
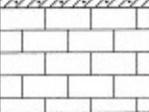
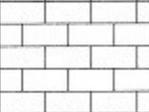
### **ANNEXE 3 – SONDAGES A LA TARIERE ET PRESSIOMETRIQUES**

- Coupes des sondages,
- Courbes pressiométriques éventuelles ( $p_l$  et  $E_M$ ),
- Diagrammes des enregistrements de paramètres.

Chantier : BRIEY  
 Client : Ville de BRIEY  
 Dossier : ENA2.9.125

Ech.Prof: 1/50°

date travaux: 15/09/09

Prof. (m)	Quantité	Tarier	COUPE	Prof. NGF	Description des sols	Résultats d'essais
				0.30	Terre végétale	
				0.80	Limon marron clair	
1				1.80	Limon légèrement sableux marron ocre	
2				2.80	Limon argileux sableux marron ocre	
3		Tarier Ø63		3.30	Calcaire altéré (limon argileux sableux marron clair)	
4				3.30	Calcaire altéré (argile marron clair)	
5				3.30	Calcaire altéré (argile marron clair)	
6				6.00	[ Arrêt du sondage ]	
7						
8						
9						
10						

Logiciel SONDAGE32 - Version 3.2 -- [ DQ.E137 - V.0 du 03/06/2008 ]

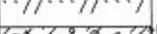
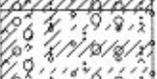
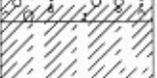
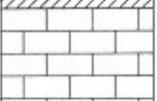
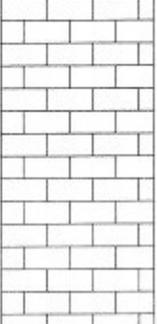
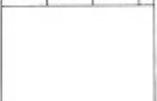
Sondeuse: SOCO 50-65  
 Observations : /

Nappe : /  
 à la date du sondage

Chantier : BRIEY  
 Client : Ville de BRIEY  
 Dossier : ENA2.9.125

Ech.Prof: 1/50°

date travaux: 15/09/09

Prof. (m)	Prof. NGF	COUPE	Description des sols	Essais	Résultats d'essais ou observations
	0.20		Terre végétale		
1			Limon graveleux marron		
	1.50		Limon graveleux marron ocre		
2			Limon graveleux marron ocre		
	2.10		Limon argileux marron ocre		
3			Limon argileux marron ocre		
	3.20		Calcaire marron ocre clair		
4			Calcaire marron ocre clair		
	6.00		Calcaire marron ocre clair		
6			[ Arrêt du sondage ]		
7					
8					
9					
10					

Logiciel SONDAGE32 - Version 3.2 - [ DQ.E137 - V.0 du 03/06/2008 ]

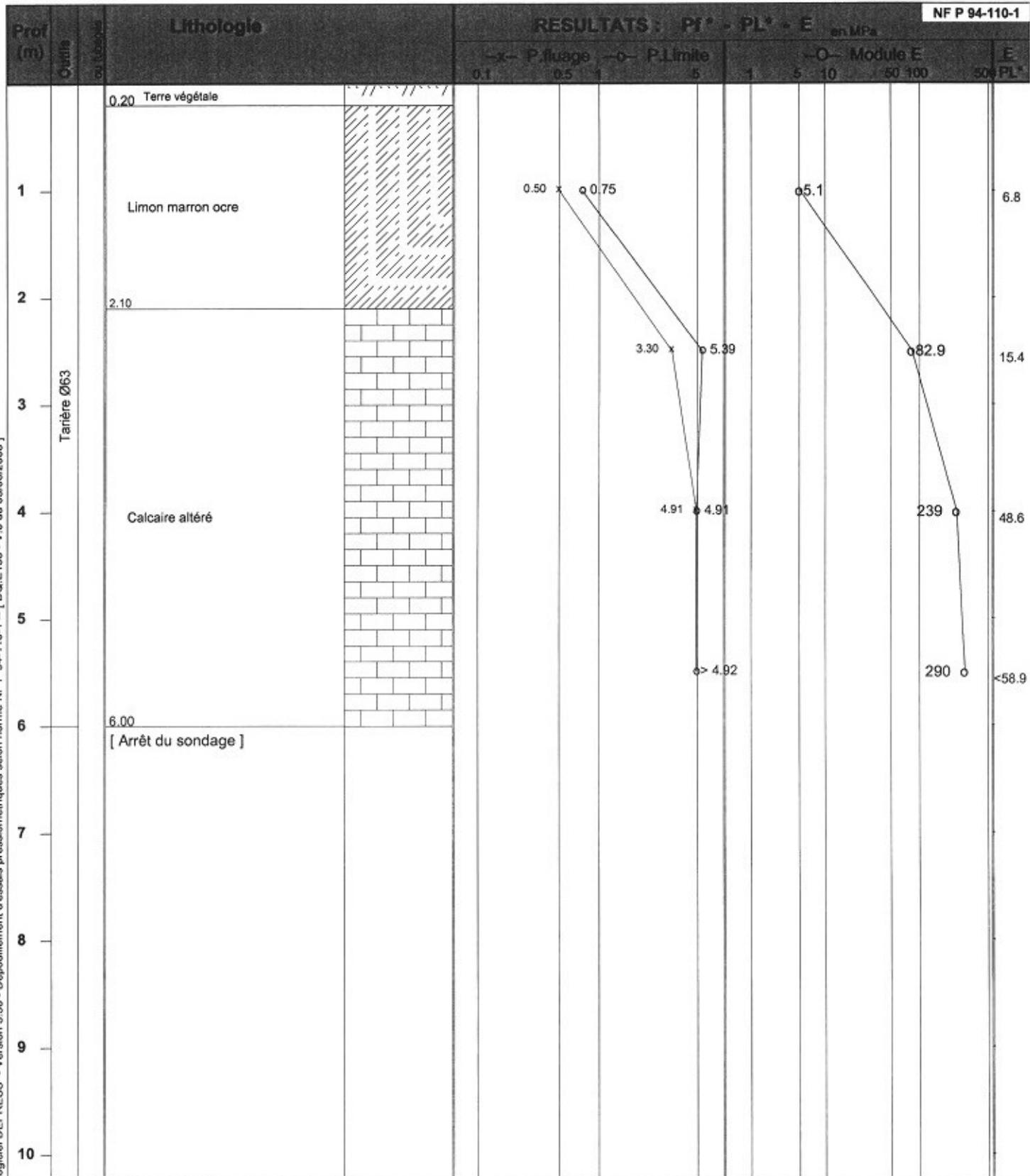
Sondeuse: SOCO 50-65  
 Observations : /

Nappe : /  
 à la date du sondage

Chantier : BRIEY  
Construction d'un groupe scolaire  
Client : Ville de BRIEY  
Dossier : ENA2.9.125

Ech.Prof: 1/50°

date d'exécution: 16/09/09

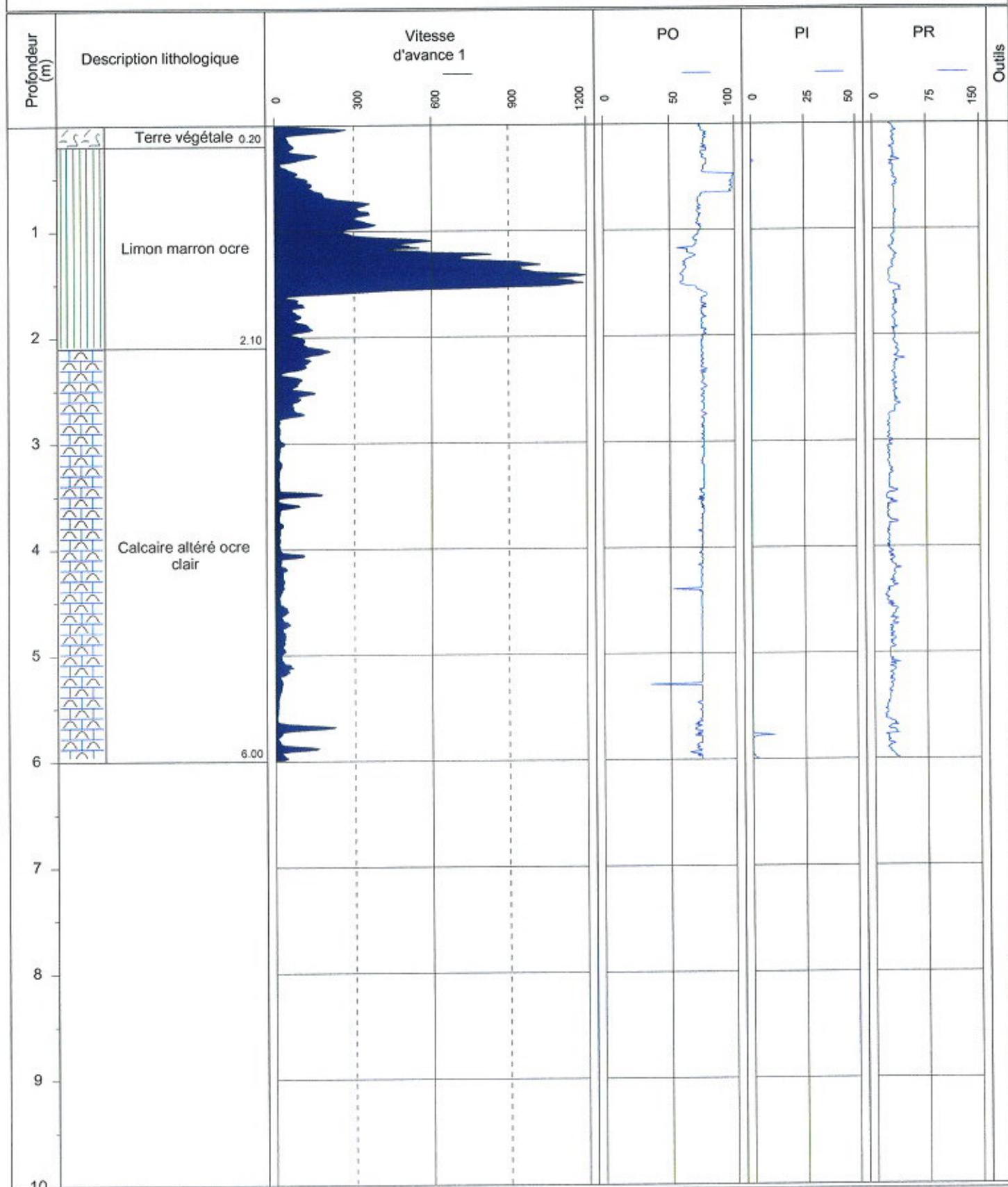


Logiciel DEPRESS - Version 3.50 - Déroulement d'essais pressiométriques selon norme NF P 94-110-1 - [ DQ.E158 - V.0 du 03/06/2008 ]

 Observations : /  
Edité le 28/09/2009

 Nappe : /  
(à la date d'exécution du forage)

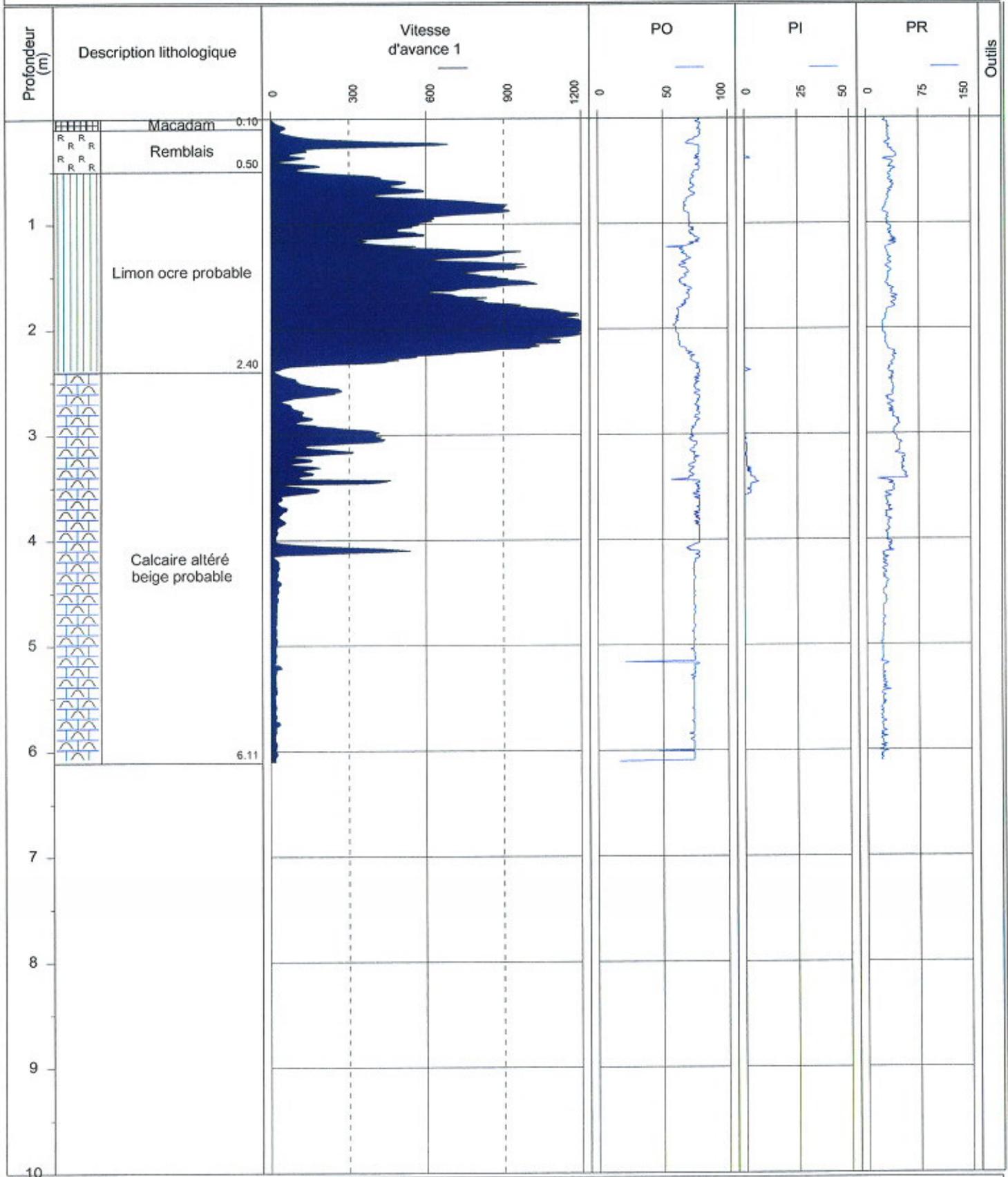
Client: Ville de Briey



Obs:



Client: Ville de Briey



Obs:

## ***ANNEXE 4 – ESSAIS PORCHET***

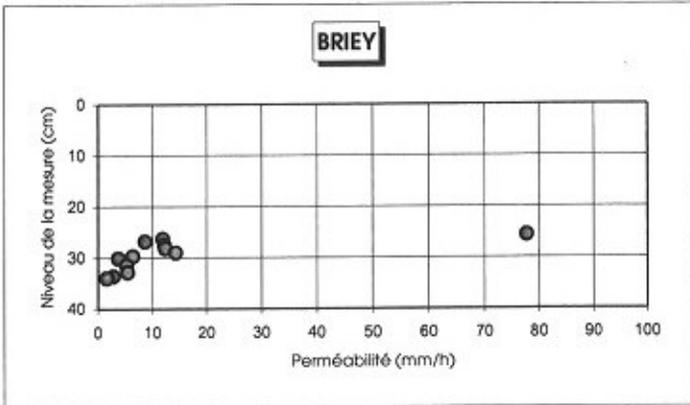
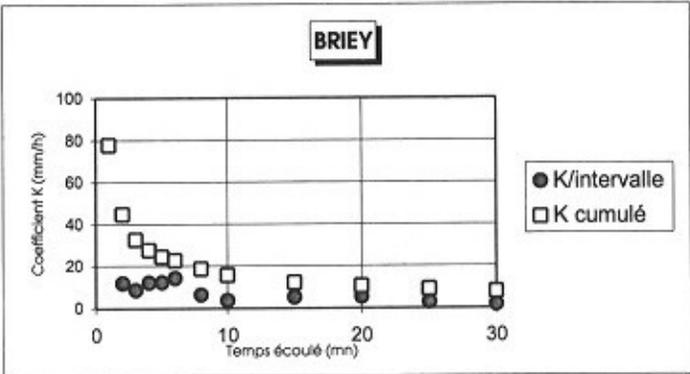
**ESSAI DE PERCOLATION  
 METHODE A NIVEAU VARIABLE DANS UNE TARIERE**

CHANTIER : **BRIEY**  
 N° DOSSIER : ENA2.9.125  
 CLIENT : Ville de BRIEY

N° de sondage	EP1
Date du sondage	16/09/2009
Profondeur du trou H (cm)	80
Diamètre 2xR (cm)	6.3
Charge Hydraulique (cm)	59.2
Temps de saturation (h)	4

**Le test à niveau variable**

On observe la variation du niveau de l'eau dans des trous pendant un temps donné, après une période d'imbibition. La perméabilité apparente K est donnée par la formule :

$$k = \text{Ln} \frac{h_1 + R/2}{h_2 + R/2} \times \frac{R}{2(t_2 - t_1)}$$


**TABLEAU DE MESURES**

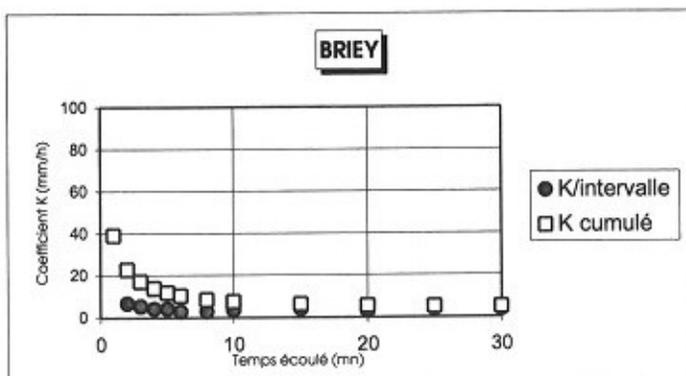
	Temps			Profondeur du niveau d'eau	Coefficient de Perméabilité	
	Heure	Minute	Seconde	P (cm)	K/intervalle (mm/h)	K cumulé (mm/h)
t0	0	0	0	20.8	78	78
t1	0	1	0	25.6	12	45
t2	0	2	0	26.3	9	33
t3	0	3	0	26.8	12	28
t4	0	4	0	27.5	12	25
t5	0	5	0	28.2	14	23
t6	0	6	0	29	6	19
t7	0	8	0	29.7	4	16
t8	0	10	0	30.1	5	12
t9	0	15	0	31.5	5	10
t10	0	20	0	32.9	3	9
t11	0	25	0	33.6	2	8
t12	0	30	0	34		
t13	0	0	0			

K moyen : 1.3E-06 m.s<sup>-1</sup>

**ESSAI DE PERCOLATION  
 METHODE A NIVEAU VARIABLE DANS UNE TARIERE**

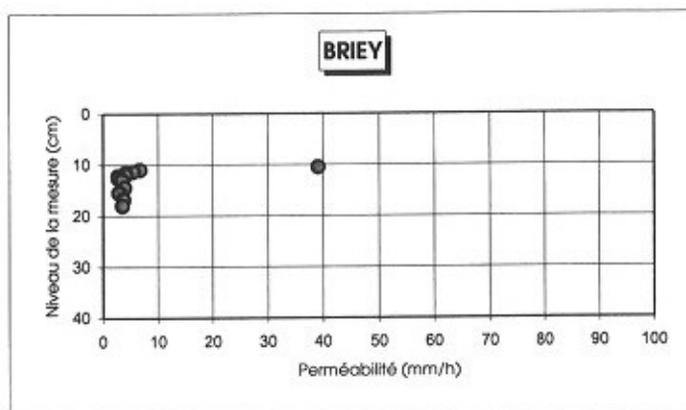
CHANTIER : **BRIEY**  
 N° DOSSIER : ENA2.9.125  
 CLIENT : Ville de BRIEY

N° de sondage	EP2
Date du sondage	16/09/2009
Profondeur du trou H (cm)	80
Diamètre 2xR (cm)	6.3
Charge Hydraulique (cm)	72.5
Temps de saturation (h)	4



**Le test à niveau variable**

On observe la variation du niveau de l'eau dans des trous pendant un temps donné, après une période d'imbibition. La perméabilité apparente K est donnée par la formule :

$$k = \text{Ln} \frac{h_1 + R/2}{h_2 + R/2} \times \frac{R}{2(t_2 - t_1)}$$


**TABEAU DE MESURES**

	Temps			Profondeur du niveau d'eau P (cm)	Coefficient de Perméabilité	
	Heure	Minute	Seconde		K/intervalle (mm/h)	K cumulé (mm/h)
t0	0	0	0	7.5		
t1	0	1	0	10.5	39	39
t2	0	2	0	11	7	23
t3	0	3	0	11.4	5	17
t4	0	4	0	11.7	4	14
t5	0	5	0	12	4	12
t6	0	6	0	12.2	3	10
t7	0	8	0	12.6	3	8
t8	0	10	0	13.1	3	7
t9	0	15	0	14.5	4	6
t10	0	20	0	15.5	3	5
t11	0	25	0	16.8	4	5
t12	0	30	0	18	4	5
t13	0	0	0			

K moyen : 1.2E-06 m.s<sup>-1</sup>