



# ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION PHASE AVANT-PROJET



## HLM LES CHALETS



## PROJET DE LOGEMENTS



## MERVILLE (31)

Indice	Date	Intitulé	Rédaction	Relecture	Nb. Pages + annexes
0	10/01/2014	1 <sup>ère</sup> diffusion	R. GONDRAN	B. LAFORGUE	46 + 45
1					

**DOSSIER ATL 14 3221**

**L'UNION, le 02/09/2014**



## SOMMAIRE

1 )	CONTEXTE DE L'ETUDE .....	4
2 )	SITUATION DU PROJET, TOPOGRAPHIE ET OCCUPATION DU SITE .....	6
3 )	ENQUETE DOCUMENTAIRE .....	7
3.1	CONTEXTE GEOLOGIQUE .....	7
3.2	RISQUES GEOTECHNIQUES REFERENCES .....	7
4 )	DESCRIPTION DU PROJET .....	10
5 )	SYNTHESE DES RESULTATS .....	11
5.1	REMARQUES LIMINAIRES .....	11
5.2	LITHOLOGIE .....	11
5.3	HYDROGEOLOGIE .....	12
5.4	PERMEABILITE.....	12
5.5	ESSAIS DE LABORATOIRE.....	13
6 )	SYNTHESE GEOTECHNIQUE / ADAPTATION DES OUVRAGES AU SITE .....	15
7 )	ETUDE DES FONDATIONS.....	18
7.1	FONDATIONS SUPERFICIELLES PAR SEMELLES FILANTES RAIDIES (DTU 13.12) – ENSEMBLE DES CONSTRUCTIONS .....	18
7.2	VARIANTE 1 : FONDATIONS SUPERFICIELLES PAR SEMELLES ISOLEES A PUIITS COURTS (DTU 13.12) – COLLECTIF LOT C ET LOCAL OM.....	21
7.3	VARIANTE 2 - FONDATIONS PROFONDES (DTU 13.2) – ENSEMBLE DES CONSTRUCTIONS.....	25
7.4	VARIANTE 2 - FONDATIONS PROFONDES (EUROCODE) – ENSEMBLE DES CONSTRUCTIONS.....	27
7.4.1	<i>Type de fondations, niveau d'assise et coupe de sols prise en compte.....</i>	27
7.4.2	<i>Méthodes de calculs.....</i>	28
7.4.3	<i>Pieux.....</i>	30
8 )	PREDIMENSIONNEMENT DES MURS DE SOUTÈNEMENT – LOCAL OM.....	32
8.1	HYPOTHESES DE CALCULS.....	32
8.2	PREDIMENSIONNEMENT .....	33
9 )	NIVEAU BAS.....	33
10 )	VOIRIES .....	34
	VOIE DE DESSERTE.....	35
11 )	TERRASSEMENTS .....	36
11.1	GENERALITES .....	36
11.2	ÈDIFICATION DES REMBLAIS NON PORTEURS DE STRUCTURE.....	38
11.3	REMBLAIS TECHNIQUES PORTEUR DE VOIRIES .....	38
11.4	REUTILISATION DES MATERIAUX EXTRAITS .....	39
12 )	ALEAS GEOTECHNIQUES.....	40
	CONDITIONS GENERALES .....	41

### **Annexes**

- Annexe 1 : Plan de situation
- Annexe 2 : Schéma d'implantation des sondages
- Annexe 3 : Coupes lithologiques et log pressiométriques SP1 à SP4
- Annexe 4 : Diagrammes des pénétrations dynamiques PD1 à PD15
- Annexe 5 : Coupes des sondages à la pelle PM1 à PM10
- Annexe 6 : Coupes du sondage carotté SC1
- Annexe 7 : Essais d'infiltration de type NASBERG LF1
- Annexe 8 : Essais de laboratoire
- Annexe 9 : Notes de calculs

## **1 ) CONTEXTE DE L'ETUDE**

A la demande et pour le compte de **HLM Les Chalets** - 29, boulevard Gabriel Koenigs - 31027 TOULOUSE, la société **ALIOS PYRENEES** - 26, rue d'Hélios - 31240 L'UNION - a réalisé une étude géotechnique de conception, phase Avant-Projet dans le cadre du projet de logements sur la commune de MERVILLE (31).

La campagne de reconnaissances fait suite au devis référencé PTL143289 du 02/05/2014 accepté par le client (commande du 04/06/2014).

### **Mission géotechnique confiée à ALIOS**

Etude géotechnique de conception phase avant-projet (mission G2 phase AVP), conformément aux missions géotechniques de l'USG et objet de la norme NF P 94-500 (révisée en novembre 2013). Elle a pour buts :

- de définir le contexte géologique et hydrogéologique du site ;
- de reconnaître les caractéristiques géotechniques des formations rencontrées sur le site ;
- de mesurer le niveau de l'eau au moment des sondages ;
- de reconnaître, si possible, les fondations des ouvrages existants mitoyens ;
- de définir le type de fondations envisageables pour le projet, de fournir les paramètres permettant le dimensionnement des fondations et d'évaluer les tassements prévisionnels ;
- de définir les possibilités de dallages et de voiries et, le cas échéant, de prédimensionner leur couche de forme et de fournir les critères de réception des plateformes ;
- d'estimer, si nécessaire, les modules élastiques des formations rencontrées conformément au DTU13.3 ;
- d'évaluer les conditions et les modalités de réalisation des travaux (terrassements, possibilité de réutilisation des matériaux extraits en remblais courants et en couche de forme...).

### **Investigations géotechniques**

Dans le cadre de la campagne de reconnaissances, il a été réalisé sur site du 25 au 27/06/2014 les sondages et essais suivants :

- **4 sondages destructifs**, notés SP1 à SP4, descendus à 7.50 m de profondeur / sol actuel, avec réalisation d'**essais pressiométriques** exécutés selon la norme NF P94-110. Ces essais permettent de déterminer les caractéristiques mécaniques des différentes formations (Module pressiométrique  $E_M$ , pression de fluage  $p_f$ , pression limite  $p_l^*$ ). Le sondage SP4 a été équipé d'un tube piézométrique Ø 50.8/60 mm crépiné de 1.50 m à 7.50 m prof./TN, avec tête de protection métallique.
- **15 essais au pénétromètre dynamique**, notés PD1 à PD15, descendus au refus obtenus entre 3.50 m et 7.40 m de profondeur / sol actuel.
- **1 sondage carotté**, noté SC1, descendu à 8.00 m de profondeur / sol actuel, avec prise d'échantillons intacts et conditionnement en caisse à carotte.
- **10 sondages au tractopelle**, notés PM1 à PM10, descendus entre 3.10 m et 4.10 m de profondeur / sol actuel, pour la définition lithologique, le prélèvement d'échantillons et le relevé des venues d'eau éventuelles.
- **1 essai de perméabilité type NASBERG**, noté LF1, afin de mesurer la perméabilité des formations rencontrées.

A partir des échantillons prélevés en sondages à la pelle et carottés, il a été réalisé les essais de laboratoire suivants :

- **2 classifications GTR** (teneur en eau, analyse granulométrique, Valeur de Bleu d'un sol, et détermination des limites d'Atterberg).
- **1 essai d'aptitude au traitement** et **essai Proctor normal** sur matériaux traités.
- **1 essai de cisaillement consolidé drainé CD.**

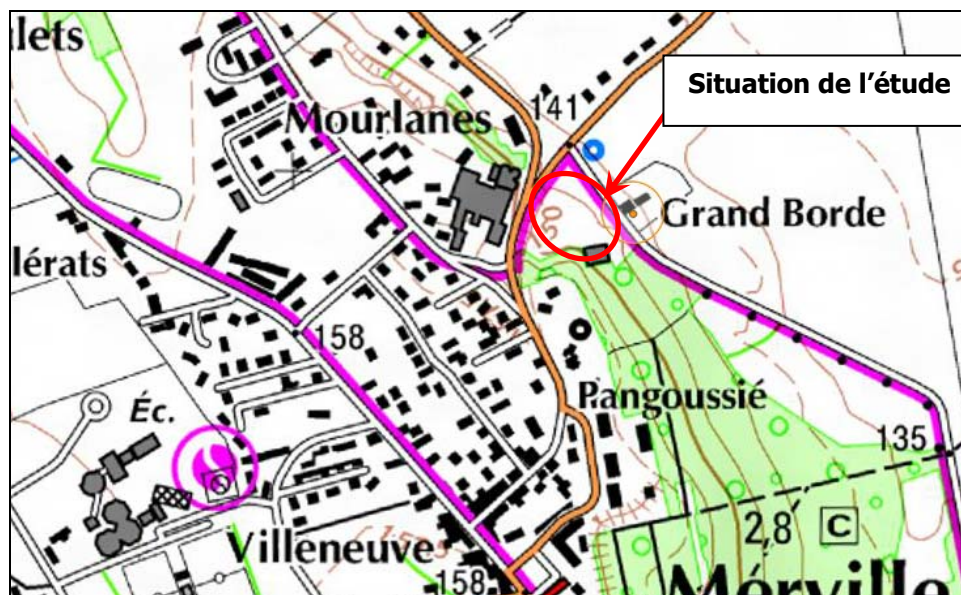
## Documents d'étude

Dans le cadre de cette étude, nous ont été transmis les documents suivants :

- plan de composition de l'ensemble du projet – planche PA4 – échelle 1/500 du 31/07/2013 ;
- plan de masse du lot A, échelle 1/400, non daté ;
- plan de masse et coupe sur terrain du projet du lot B, échelle 1/200 du 07/08/2013 ;
- plan de masse et coupe sur terrain du projet du lot C, échelle 1/200 du 07/08/2013 ;
- plan des voiries – document PA-08.1 – échelle 1/250, du 31/07/2013 ;
- profils en long et en travers de voiries AA', BB', et EE' – document PA-05 – échelle 1/250, du 31/07/2013 ;
- profils en long et en travers de voiries DD' – document PA-19 – échelle 1/250, du 31/07/2013.

## **2 ) SITUATION DU PROJET, TOPOGRAPHIE ET OCCUPATION DU SITE**

La zone d'étude se situe entre le chemin de Grand Bordé et la route de la Cote Rouge, sur la commune de MERVILLE (31).



**Situation de l'étude (source Géoportail)**

On se trouve du point de vue géomorphologique entre un plateau alluvionnaire et la plaine alluviale de la Garonne, en rive gauche du fleuve.

Le site présente une pente générale de 2 à 10 % orientée vers le Nord/Nord-Est. Sa cote altimétrique se situe entre 140 et 150 m NGF selon la carte IGN.

Lors de notre intervention, le site était occupé par :

- des bâtiments qui seront démolis dans le cadre du projet ;
- des friches et des prairies ;
- des zones boisées.
- 

### 3 ) **ENQUETE DOCUMENTAIRE**

#### 3.1 Contexte géologique

Selon la carte géologique - feuille de TOULOUSE OUEST (carte XXI-43) - à l'échelle du 1/50 000<sup>ème</sup>, les sols sont constitués au droit du site par :

- dans les premiers mètres : les **éboulis et solifluxions des alluvions**, notées FS. Elles sont constituées par des cailloutis mêlés à de l'argile sableuse.
- formant le substratum : le « **Stampien et Aquitaniens** », notées g<sub>2-3</sub>, datant de l'Ere Tertiaire. Il s'agit de molasses, roche tendre argileuse à sableuse +/- consolidé par un ciment calcaire.

#### 3.2 Risques géotechniques référencés

Selon le site internet « PRIM.NET », les risques et les arrêtés interministériels affectant la localité sont les suivants :

#### **Risques identifiés**

- inondation ;
- sismicité.

#### **Sismicité**

La commune de MERVILLE se trouve en zone de sismicité :

Date de dépôt du permis	Décret en vigueur	Zone de sismicité
A partir du 01/05/2011	Décret n°2010-1254 du 22/10/2010	« 1 » très faible

Remarque : compte tenu de la zone de sismicité (1), l'analyse de la liquéfaction des sols n'est pas nécessaire.

### **Risques pris en compte dans l'aménagement**

Plans	Bassin de risque	Prescrit le	Enquêté le	Approuvé le
<b>PSS Inondation</b>	-	06/06/1951	06/06/1951	06/06/1951
<b>PPRn Inondation - Par une crue à débordement lent de cours d'eau</b>	Garonne nord	23/03/2001	13/10/2004	29/07/2005
<b>PPRn Mouvement de terrain - Tassements différentiels</b>		04/02/2004	01/07/2005	22/12/2008

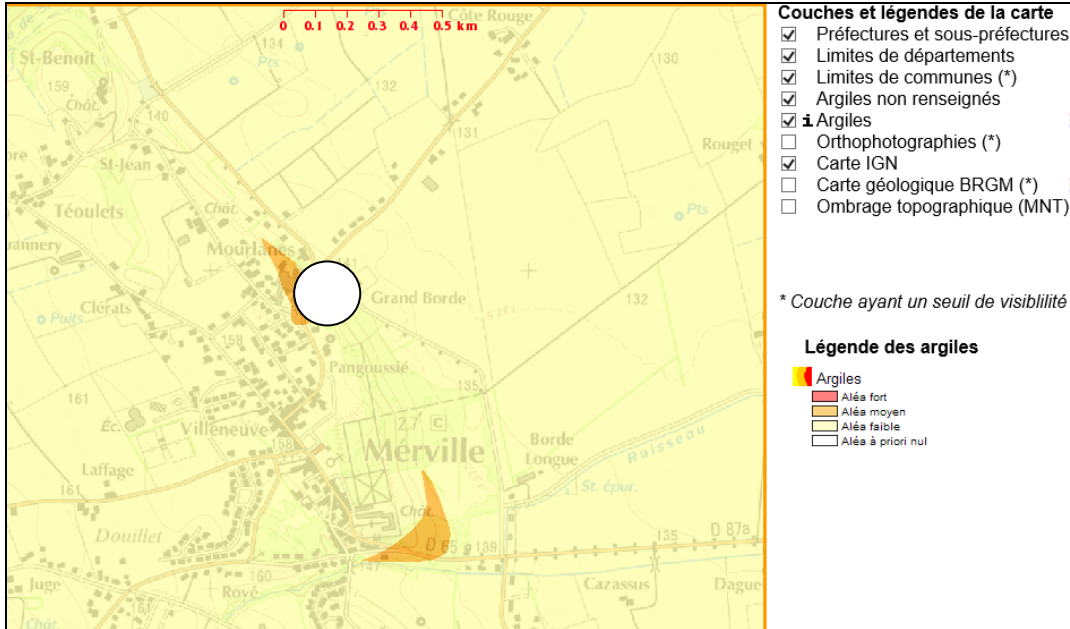
### **Arrêtés catastrophes naturelles référencés**

Type de catastrophe	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
<b>Tempête</b>	06/11/1982	10/11/1982	30/11/1982	02/12/1982
<b>Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols</b>	01/01/1990	31/12/1998	16/04/1999	02/05/1999
<b>Inondations et coulées de boue</b>	24/09/1999	25/09/1999	29/11/1999	04/12/1999
<b>Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain</b>	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999
<b>Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols</b>	01/01/2000	30/09/2000	17/12/2002	08/01/2003
<b>Inondations et coulées de boue</b>	10/06/2000	10/06/2000	03/08/2000	23/08/2000
<b>Inondations et coulées de boue</b>	11/06/2000	11/06/2000	03/08/2000	23/08/2000
<b>Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols</b>	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
<b>Inondations et coulées de boue</b>	24/01/2009	27/01/2009	28/01/2009	29/01/2009
<b>Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols</b>	13/02/2012	31/12/2012	21/01/2014	24/01/2014



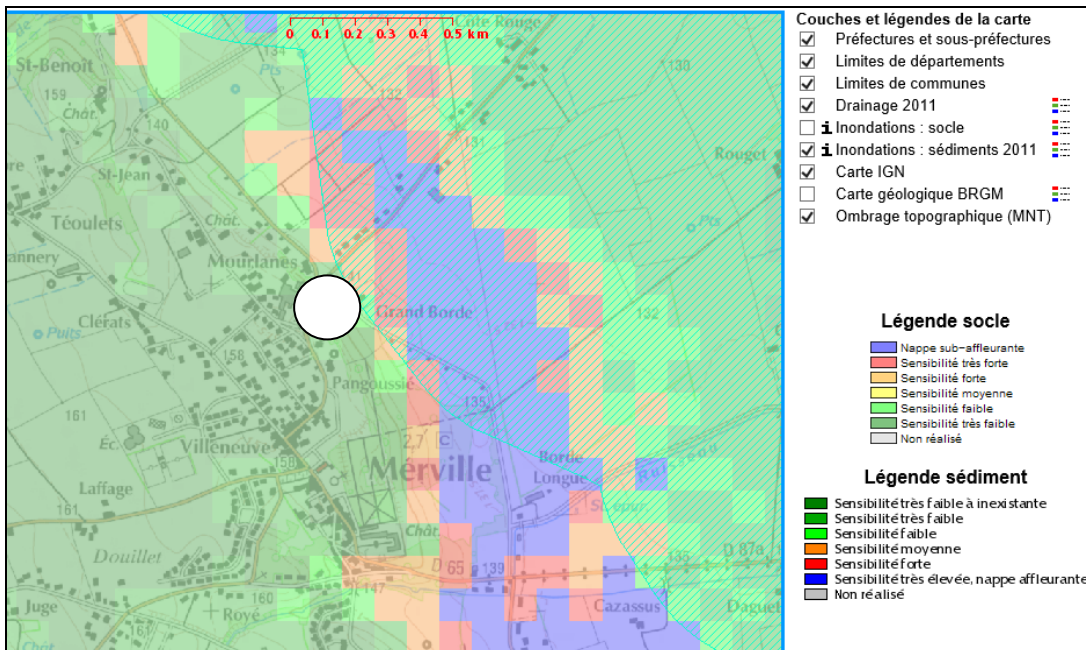
### Carte aléa retrait-gonflement

Selon le site internet [www.argiles.fr](http://www.argiles.fr) du BRGM, l'aléa retrait-gonflement des argiles au niveau de la zone d'étude est faible à moyen.



### Remontées de nappes

Une carte des remontées de nappe est disponible sur le site [www.inondationsnappes.fr](http://www.inondationsnappes.fr). Elle indique que le terrain concerné par l'étude se situe en zone de sensibilité très faible à faible vis-à-vis des risques d'inondations par remontée de nappe / en zone de nappe subaffleurante.



### **Inondabilité du site**

D'après les informations communiquées par le site de la DREAL, le site n'est pas inondable.

## **4 ) DESCRIPTION DU PROJET**

Il est projeté la construction de :

- Sur le lot A : une ensemble de 8 maisons mitoyennes de type R+1 sans sous-sol, d'une surface au sol d'environ 650 m<sup>2</sup> au total. Le niveau bas est prévu environ au niveau du TN actuel ;
- Sur le lot B : un ensemble de logements collectifs, de type R+1 sans sous-sol, d'une surface au sol d'environ 215 m<sup>2</sup>. Le niveau bas est prévu à la cote 146,28 NGF, soit -0.50 m à + 0.50 m par rapport au niveau du TN actuel ;
- Sur le lot C : un ensemble de logements collectifs, de type R+1 sans sous-sol, d'une surface au sol d'environ 250 m<sup>2</sup>. Le niveau bas est prévu à la cote 146,68 NGF, soit -1.00 m à + 0.20 m par rapport au niveau du TN actuel ;
- La création de voiries sur environ 250 ml. Le profil en long de voirie indique que cette voirie sera principalement en profil rasant par rapport au TN actuel, avec localement des déblais de 1.30 m et des remblais de 1.80 m.
- Une zone « local poubelle » en partie Est du site, qui sera réalisée sur 2 plateformes (environ 145.5 et 144.0 NGF), créant principalement des déblais (maximaux de 2.90 m) et localement des remblais (maximaux de 2.70 m au niveau d'un fossé) le local poubelle aura une emprise au sol d'environ 50 m<sup>2</sup>.

Les descentes de charges ne nous ont pas été transmises. Nous prendrons comme hypothèse une valeur comprise entre 7 t/ml pour les villas et 15 t/ml pour les collectifs en filant et 10 à 40 t en isolé. Si les descentes de charges réelles devaient être différentes, il conviendrait de modifier et d'adapter en conséquence les conclusions de la présente étude.

Les autres caractéristiques du projet et les autres actions induites par celui-ci ne sont pas déterminées à l'heure actuelle.

## 5 ) SYNTHESE DES RESULTATS

### 5.1 Remarques liminaires

Le schéma d'implantation des sondages est porté en annexe.

Les profondeurs des différents ensembles lithologiques sont données par rapport à la surface du terrain relevée au moment des sondages.

### 5.2 Lithologie

La synthèse des résultats des sondages et des essais réalisés permet de mettre en évidence les ensembles suivants :

☛ de 0.00 m à 0.10/0.50 m de prof./sol actuel : la **terre végétale** et des **remblais**. Des surépaisseurs locales de remblais ont été observées en PM6 et PM9 respectivement jusqu'à 1.20 m et 2.80 m prof./TN actuel.

☛ de 0.10/2.80 m à 1.00/6.00 m de prof./sol actuel : des matériaux fins : **limons +/- argiles et sableux, argiles, et sables** de consistance plastique à ferme et de teinte marron/beige à grise, avec présence de  **fines lentilles graveleuses**  plus denses, avec :

$$qd = 1.5 \text{ à } 7.0 \text{ MPa}$$

$$qd_{\text{lentilles graveleuses}} = 6.0 \text{ à } 20.0 \text{ MPa}$$

$$PI^* (1) = 0.42 \text{ à } 1.52 \text{ MPa}$$

$$EM (1) = 5.3 \text{ à } 50.6 \text{ MPa}$$

Remarque : nous avons observés en SP3 la présence jusqu'à 1.50 m prof./TN de sables très lâches, avec :

$$PI^* (1) = 0.16 \text{ MPa}$$

$$EM (1) = 1.9 \text{ MPa}$$

☛ A partir de 1.00/6.00 m de prof./sol actuel et jusqu'en fin de sondage : des **molasses à faciès sableux et argilo-sableux** de teinte marron/beige/grise, altérées en tête à raides, avec :

$$qd = 7.0 \text{ à } > 30.0 \text{ MPa (refus)}$$

$$PI^* (1) = 2.56 \text{ à } 6.72 \text{ MPa}$$

$$EM (1) = 39 \text{ à } 219 \text{ MPa}$$

$$(1) pl^* = pl - po$$

où  $p_l$  = pression limite brute  
 $p_o$  est la contrainte horizontale dans le sol au niveau concerné au moment où l'on fait l'essai  
 $E_M$  = module pressiométrique

#### Observations :

Les épaisseurs relevées sont celles mesurées au droit des sondages. Elles peuvent subir des fluctuations entre ces points et à proximité et au droit des ouvrages existants (surépaisseurs de remblais, ...).

### 5.3 Hydrogéologie

#### **Observations**

- Des venues d'eau en fin de sondages sont apparues en SP2 à 3.40 m prof./TN.
- Le piézomètre mis en place en SP4 a permis de relever un niveau d'eau à 6.50 m prof./TN en fin de chantier.
- Les tiges pénétrométriques sont remontées « sèches ».
- Les sondages à la pelle mécanique sont restés « secs ».

#### **Commentaires**

Ces éléments montrent la présence probable d'une nappe phréatique ou de circulations d'eau, avec des niveaux non stabilisés relevés vers 3.40/6.50 m prof./TN, fin juin 2014. Les fluctuations de ces niveaux ne nous sont pas connues.

Seul le suivi du piézomètre sur un cycle hydrogéologique complet permettrait de connaître les fluctuations des niveaux d'eau.

### 5.4 Perméabilité

Un essai d'infiltration de type NASBERG a été réalisé afin de mesurer la perméabilité des formations au droit du futur bassin.

Les résultats sont les suivants :

Sondage	Profondeur de l'essai (m/TN)	Nature des sols	Profondeur de l'eau à la date de l'essai	Perméabilité (m/s) Niveau variable	Commentaires
LF1	2.50/3.00	Argile limoneuse +/- sableuse	> 3.00 m	$6.4 \times 10^{-7}$	Valeur faible

La perméabilité mesurée est normale pour ce type de matériaux comportant une fraction de fine importante.

Il convient de rappeler qu'il s'agit d'un essai ponctuel et que des variations latérales ne sont donc pas à exclure.

#### 5.5 Essais de laboratoire

#### **Identifications GTR**

Les procès-verbaux des essais en laboratoire sont fournis en annexe. Les résultats de ces essais sont synthétisés ci-après.

Sondage		PM8	PM4
Profondeur (m/TN)		1.30/2.30	0.30/1.40
Nature		Argile graveleuse	Argile limoneuse
Teneur en eau (%)		9.0	16.9
Dmax (mm)		< 20	/
Granulométrie Passant à	5 mm	42.3	/
	2 mm	35.7	/
	80 µm	32.3	/
Valeur de Bleu d'un sol (g/100 g de sol)		4.6	/
Limites d'Atterberg	W <sub>L</sub> (%)	/	39.5
	W <sub>P</sub> (%)	/	22.7
	IP (%)	/	16.8
	IC	/	1.3
Classification GTR		<b>B<sub>6</sub></b>	<b>A<sub>2</sub></b>

Les argiles limoneuses analysées correspondent à des matériaux de classe GTR **A<sub>2</sub>**, sensibles aux variations de teneur en eau. Il s'agit de matériaux moyennement sensibles aux variations de teneurs en eau du point de vue retrait/gonflement par dessiccation/imbibition.

Les argiles graveleuses analysées sont de classe GTR B<sub>6</sub>. Ils changent de consistance pour de faibles variations de teneur en eau.

### **Essai de cisaillement**

Un essai de cisaillement consolidé et drainé CD a été réalisé sur des limons +/- argileux prélevés en SC1 entre 1.00 m et 2.00 m prof./TN. Les feuilles d'essai sont présentées en annexe.

Les résultats sont les suivants :

<b>Sondage</b>	<b>Profondeur (m/TN)</b>	<b>Formation</b>	<b>Angle de frottement interne à long terme <math>\phi'</math> (°)</b>	<b>Cohésion à long terme <math>c'</math> (kPa)</b>
SC1	1.00/2.00 m	Limons +/-argileux	27	3

➤ Commentaires :

Ces valeurs caractérisent un sol peu cohérent pour des limons +/- sableux.

### **Essais d'aptitude au traitement :**

Cet essais a été réalisé sur un échantillon d'argile limoneuse, prélevée en PM5 de 0.40 m à 2.00 m.

L'étude de traitement a porté sur la vérification de la prise hydraulique et l'observation d'un gonflement éventuel des sols limono-argileux pour un dosage de 6% de ROLAC 645 MPa.

Elle a pour but de s'assurer dans une première approche que l'association d'un matériau avec un liant hydraulique présente, après compactage, une stabilité dimensionnelle et un comportement mécanique conformes à ce qui est attendu pour un matériau ainsi traité.

Les critères de jugement à vérifier sont pour les matériaux traités avec des liants hydrauliques éventuellement associés à de la chaux : Gonflement volumique  $G_v \leq 5 \%$  et résistance en compression diamétrale  $R_{tb} \geq 0.20$  MPa.

Les résultats de ces essais sont présentés dans le tableau suivant :

Formulation	Classe GTR	Sondage	Profondeur (m)	Gv moyen (%)	Rtb moyenne	Aptitude au traitement
5 % de ROLAC 645 SPN + 1 % de CaO	A1	PM5	0.40/2.00	1.6	0.31 MPa Rtb > 0.20 MPa	<b>Sol Adapté</b>

Les résultats de cet essai indiquent que l'aptitude au traitement des sols étudiés avec un dosage de 5% de ROLAC 645 SPN et 1 % de CaO est **adapté en PM5** au sens de la norme NF-P 94-100.

### **Références de compactage des matériaux traités**

1 essai Proctor Normal a été réalisé sur sols traités selon la formulation précédemment citée. Les résultats de cet essai est reporté dans le tableau suivant :

Nature	Formulation	Densité sèche OPN (kN/m <sup>3</sup> )	W <sub>OPN</sub>
Argile limoneuse	5 % ROLAC 645 SPN + 1 % de CaO	16.7	19.8 %

### **Remarques sur le traitement**

Avec un  $I_p < 20$ , et d'après le Guide de Traitement des Sols (SETRA – Septembre 2007), le traitement à la chaux seule n'est pas possible dans un objectif de couche de forme.

## **6 ) SYNTHESE GEOTECHNIQUE / ADAPTATION DES OUVRAGES AU SITE**

### **Synthèse géotechnique**

Les investigations réalisées au droit du site du projet ont permis de mettre en évidence les éléments suivants :

- de 0.00 m à 0.10/0.50 m de prof./sol actuel : la **terre végétale** et des **remblais**. Des surépaisseurs locale de remblais ont été observées en PM6 et PM9 respectivement jusqu'à 1.20 m et 2.80 m prof./TN.

- de 0.10/2.80 m à 1.00/6.00 m de prof./sol actuel : des matériaux fins : **limons +/- argiles et sableux, argiles, et sables** de consistance plastique à ferme, avec présence de **fine lentilles graveleuses** plus denses. Nous avons observés en SP3 la présence jusqu'à 1.50 m prof./TN des sables très lâches. Les argiles limoneuses analysées sont sensibles aux variations de teneurs en eau du point de vue retrait/gonflement par dessiccation/imbibition.
  
- A partir de 1.00/6.00 m de prof./sol actuel et jusqu'en fin de sondage : des **molasses à faciès sableux et argilo-sableux** de teinte marron/beige/grise.
  
- La présence probable d'une nappe phréatique ou de circulations d'eau, avec des niveaux non stabilisés relevés vers 3.40/6.50 m prof./TN, fin juin 2014. Les fluctuations de ces niveaux ne nous sont pas connues. Seul le suivi du piézomètre sur un cycle hydrogéologique complet permettrait de connaître les fluctuations des niveaux d'eau

### **Zone d'Influence Géotechnique (ZIG)**

Définition de la ZIG : Volume de terrain au sein duquel il y a interaction entre :

- l'ouvrage ou l'aménagement de terrain (du fait de sa réalisation et/ou de son exploitation) ;  
et
- l'environnement (sols et ouvrages environnants).

Sa forme et son extension sont spécifiques à chaque site et chaque ouvrage et peuvent largement déborder de la zone d'étude.

Dans le cas présent, la ZIG s'étend essentiellement à la parcelle du projet et aux parcelles voisines sur une distance de 6 m pour des terrassements en déblais de 3.00 m de hauteur.

### **Adaptation des ouvrages au site**

Compte-tenu de la nature des formations mises en évidence, de leurs caractéristiques mécaniques et des caractéristiques du projet, il pourra être envisagé :

- Villas lot A – Sondages SP3/PD5 à PD10/PM5 à PM7 :
  - des fondations superficielles filantes raidies ancrées à 1.20 m prof./TN actuel ou fini au plus défavorable, sur sol d'assise hétérogène (limons, argiles+/- caillouteuses et sables), au-delà



des sables très lâches et des remblais, en tenant compte d'une contrainte de service médiocre et avec quelques sujétions concernant la végétation ;

- des fondations profondes de type pieux ancrés dans les molasses ;
- des dalles portées sur support biodégradable ou planchers sur vide sanitaire.

 Collectif lot B – Sondages SP2/PD3/PD4/PM3/PM4 :

- des fondations superficielles filantes raidies ancrées à 1.20 m prof./TN actuel ou fini au plus défavorable, sur sol d'assise hétérogène (limons et argiles+/- caillouteuses), en tenant compte d'une contrainte de service médiocre et avec quelques sujétions concernant la végétation ;
- des fondations profondes de type pieux ancrés dans les molasses ;
- des dalles portées sur support biodégradable ou planchers sur vide sanitaire.

 Collectif lot C – Sondages SP1/PD1/PD2/PM1/PM2 :

- des fondations superficielles filantes raidies ancrées à 1.20 m prof./TN actuel ou fini au plus défavorable, sur sol d'assise hétérogène (limons +/- sableux et argiles+/- caillouteuses), en tenant compte d'une contrainte de service médiocre et avec quelques sujétions concernant la végétation ;
- des fondations par semelles isolées à puits courts ancrés de 0.50 m dans les molasses raides ;
- des dalles portées sur support biodégradable ou planchers sur vide sanitaire.

 Local à ordures ménagères (sondages SC1/SP4/PD11) :

- des fondations superficielles filantes raidies ancrées à 1.20 m prof./TN actuel ou fini au plus défavorable, sur sol d'assise hétérogène (argiles et molasses sableuses), en tenant compte d'une contrainte de service médiocre et avec quelques sujétions concernant la végétation ;
- des fondations par semelles isolées à puits courts ancrés de 0.50 m dans les molasses raides ;
- des dalles portées sur support biodégradable ou planchers sur vide sanitaire.

## 7 ) ETUDE DES FONDATIONS

### 7.1 Fondations superficielles par semelles filantes raidies (DTU 13.12) – Ensemble des constructions

#### Niveau d'assise

Les semelles seront ancrées à 1.20 m au minimum sur sol d'assise hétérogène, au-delà des remblais et matériaux mous/lâches. La garde hydrique vis-à-vis du retrait/gonflement des argiles de 1.20 m par rapport à la plus proche surface exposée aux intempéries devra également être respectée.

En cas de rencontre de sols impropres (sol très altéré, remplissage argileux, sols détériorés par les eaux de pluie, remblais, sables très lâches...), leur purge sera impérativement effectuée. Au besoin, le niveau de fondation sera rattrapé par la mise en œuvre d'un gros béton jusqu'au bon sol. Les fondations devront être raidies par simple libage ou blocs à bancher.

#### Contrainte de calcul

Dans ces conditions, les fondations seront dimensionnées selon les règles du DTU 13.12 de mars 1988 relatif aux fondations superficielles, qui définissent pour une fondation de largeur B et d'encastrement D une contrainte ultime :

$$q_u = k_p \cdot p_{le} \cdot i_{\delta\beta} + \gamma \cdot D$$

où :

$k_p$  : facteur de portance qui dépend de la nature du sol, des dimensions de la fondation et de son encastrement relatif D.

$p_{le}$  : pression limite nette équivalente calculée comme la valeur moyenne des pressions limites nette existantes, sur une profondeur égale à  $1,5B$ , située sous la fondation.

$i_{\delta\beta}$  : coefficient minorateur qui dépend de l'inclinaison de la charge et de la pente du terrain.

$\gamma$  : masse volumique du sol.

La contrainte de calcul à comparer aux Etats Limites Ultimes (ELU) s'écrit :

$$q_{ELU} = \frac{q_u}{2}$$

La contrainte de service à comparer aux Etats Limites de Service (ELS) est donnée par la relation :

$$q_{ELS} = \gamma \cdot D + \frac{q_u - \gamma D}{3}$$

Tous les calculs faits, on obtient pour une semelle superficielle filante raidies en respectant la garde hydrique de 1.20 m minimum par rapport au Terrain Fini, sur sol d'assise hétérogène, au-delà des remblais et matériaux mous et lâches :

	Villas Lot A	Collectif lot B	Collectif lot C	Local OM
<b>q<sub>ELU</sub></b>	0.15 MPa	0.15 MPa	0.15 MPa	0.15 MPa
<b>q<sub>ELS</sub></b>	<b>0.10 MPa</b>	<b>0.10 MPa</b>	<b>0.10 MPa</b>	<b>0.10 MPa</b>

### Estimation des tassements

Les tassements donnent en fonction des hypothèses retenues ci-dessous quant aux descentes de charges – voir feuilles jointes en annexe - :

Fondation		Tassements calculés théoriques Charge verticale centrée
Type de fondation	Dimensions	SP1/SP2/SP3/SP4
Semelles filante raidies ( $\cong$ 7 t/ml) $\sigma = 0,10$ MPa	B = 0.70 m	< 1 cm
Semelles filantes raidies ( $\cong$ 15 t/ml) $\sigma = 0,10$ MPa	B = 1.50 m	< 1 cm

$\alpha = 0.66$  dans les limons et argiles, 0.33 dans les graves et sables et 0.5 dans les molasses

Ces valeurs devront être confirmées dans le cadre de l'étude géotechnique de conception phase Projet (G2 PRO) et/ou d'exécution (G3) en fonction des données de niveau projet (descentes de charges et géométrie des fondations notamment).

Sous réserve du respect des conditions énoncées dans le présent document et moyennant une exécution soignée des fouilles, les tassements théoriques absolus et différentiels devraient être inférieurs à 1 cm.

Nous rappelons qu'indépendamment des charges apportées par la structure, la largeur des fondations ne devra pas être inférieure à 0,40 m pour les appuis filants et à 0,60 m pour les appuis isolés. Cette disposition permettra une bonne transmission des charges de la structure vers le sol.

Enfin, les tassements théoriques s'entendent pour une mise en œuvre des fondations selon les règles de l'art et sous réserve du non remaniement du sol d'assise.

Il revient à l'Ingénieur Structure de préciser, une fois le projet établi, la limite acceptable de tassement vis-à-vis de la structure et des dallages, ce qui amènera à redéfinir éventuellement la contrainte  $q_{ELS}$ , voire les principes de fondations et de niveaux bas.

Dans tous les cas et dans les zones les plus exposées, l'encastrement devra assurer les conditions de respect de la garde au gel soit une profondeur minimale de 0.60 m par rapport à la plus proche surface exposée aux intempéries.

### **Dispositions constructives**

Des surprofondeurs d'assise des fondations seront à prévoir au droit des zones de remblais et de sables lâches. Une substitution en gros béton devra alors être réalisée afin de rattraper le sol d'assise.

Si des fondations doivent être fondées à des niveaux différents, on respectera la règle des 3H/2V.

Afin de garantir une bonne transmission des efforts au sol d'assise, la largeur des fondations ne devra pas être inférieure à 0,40 m pour des appuis linéaires.

Il conviendra de purger les éventuels remblais et vestiges enterrés, les sols de médiocres caractéristiques et les sols détériorés ou remaniés par les engins de terrassement ou les eaux de pluie avant coulage des fondations.

Lors de la réalisation des fondations, il conviendra :

- en cas d'instabilité des parois des fouilles, de prévoir un confortement adapté (blindage...)
- de nettoyer soigneusement les fonds de fouilles (curage au godet lisse), et de bétonner immédiatement après nettoyage ;
- en présence d'arrivées d'eau, de pomper et évacuer celles-ci puis de procéder à la mise en œuvre d'un béton de blocage fortement dosé.

Toute anomalie détectée lors des terrassements devra nous être signalée afin de définir, en collaboration avec la Maîtrise d'œuvre et dans le cadre d'une mission complémentaire, les solutions envisageables.

Un contrôle des fonds de fouille pourra être réalisé par nos soins dans le cadre d'une mission complémentaire afin de s'assurer du respect du sol d'assise préconisé.

### **Sujétions liées à la sensibilité des sols d'assise aux variations de teneur en eau du point de vue des phénomènes de retrait/gonflement**

Le sol d'assise est sensible à l'eau et aux variations hydriques. Il conviendra donc de respecter, au moins, les dispositions suivantes :

- encastrement devant assurer les conditions de respect de la garde hydrique soit une profondeur mini de 1,20 m par rapport à la plus proche surface exposée aux intempéries ;
- coulage des fondations à pleine fouille sur toute la hauteur ;
- chaînages soignés de la construction avec mise en place de joints de fractionnement si nécessaire ;
- éviter tout épandage d'eau à proximité de la construction ;
- entourer les façades par un étanchement de surface suffisamment large pour éviter les infiltrations jusqu'au niveau des fondations (en particulier par les remblais) ;
- arbres éloignés de la construction d'au moins 1,5 fois leur hauteur à l'âge adulte. On prévoira également l'abattage et le dessouchage des arbres ne respectant pas ces conditions ;
- mise en œuvre de réseaux étanches et souples afin d'éviter les ruptures ;
- joints de rupture complets entre les parties présentant des différences de niveau.

#### 7.2 Variante 1 : Fondations superficielles par semelles isolées à puits courts (DTU 13.12) – Collectif lot C et local OM

##### **Niveau d'assise**

Les semelles seront ancrées de 0.50 m au minimum dans les molasses recoupées en sondage entre 1.00 m et 4.00 m prof./TN. La garde au gel de 0.60 m par rapport à la plus proche surface exposée aux intempéries devra également être respectée.

En cas de rencontre de sols impropres (sol très altéré, remplissage argileux, sols détériorés par les eaux de pluie...), leur purge sera impérativement effectuée. Au besoin, le niveau de fondation sera rattrapé par la mise en œuvre d'un gros béton jusqu'au bon sol.

### Contrainte de calcul

Dans ces conditions, les fondations seront dimensionnées selon les règles du DTU 13.12 de mars 1988 relatif aux fondations superficielles, qui définissent pour une fondation de largeur B et d'encastrement D une contrainte ultime :

$$q_u = k_p \cdot p_{le} \cdot i_{\delta\beta} + \gamma \cdot D$$

où :

$k_p$  : facteur de portance qui dépend de la nature du sol, des dimensions de la fondation et de son encastrement relatif D.

$p_{le}$  : pression limite nette équivalente calculée comme la valeur moyenne des pressions limites nette existantes, sur une profondeur égale à 1,5B, située sous la fondation.

$i_{\delta\beta}$  : coefficient minorateur qui dépend de l'inclinaison de la charge et de la pente du terrain.

$\gamma$  : masse volumique du sol.

La contrainte de calcul à comparer aux Etats Limites Ultimes (ELU) s'écrit :

$$q_{ELU} = \frac{q_u}{2}$$

La contrainte de service à comparer aux Etats Limites de Service (ELS) est donnée par la relation :

$$q_{ELS} = \gamma \cdot D + \frac{q_u - \gamma D}{3}$$

Tous les calculs faits, on obtient pour une semelle superficielle isolée ou puits courts ancré de 0.50 m au minimum dans les molasses et en respectant la garde au gel de 0.60 m minimum par rapport au Terrain Fini :

	<b>Collectif lot C</b>	<b>Local OM</b>
<b>q<sub>ELU</sub></b>	0.75 MPa	0.75 MPa
<b>q<sub>ELS</sub></b>	<b>0.50 MPa</b>	<b>0.50 MPa</b>

### **Estimation des tassements**

Les tassements donnent en fonction des hypothèses retenues ci-dessous quant aux descentes de charges – voir feuilles jointes en annexe - :

<b>Fondation</b>		<b>Tassements calculés théoriques</b> <b>Charge verticale centrée</b>
Type de fondation	Dimensions	SP1/SP2
Semelles isolées ( $\cong$ 18 t) $\sigma = 0,50$ MPa	L = B = 0.60 m	< 1 cm
Semelles isolées ( $\cong$ 50 t) $\sigma = 0,50$ MPa	L = B = 1.00 m	< 1 cm
Puits ( $\cong$ 14 t) $\sigma = 0,50$ MPa	$\varnothing = 0.60$ m	< 1 cm
Puits ( $\cong$ 39 t) $\sigma = 0,50$ MPa	$\varnothing = 1.00$ m	< 1 cm

$\alpha = 0.50$  dans les molasses

Ces valeurs devront être confirmées dans le cadre de l'étude géotechnique de conception phase Projet (G2 PRO) et/ou d'exécution (G3) en fonction des données de niveau projet (descentes de charges et géométrie des fondations notamment).

Sous réserve du respect des conditions énoncées dans le présent document et moyennant une exécution soignée des fouilles, les tassements théoriques absolus et différentiels devraient être inférieurs à 1 cm.

Nous rappelons qu'indépendamment des charges apportées par la structure, la largeur des fondations ne devra pas être inférieure à 0,60 m pour les appuis isolés. Cette disposition permettra une bonne transmission des charges de la structure vers le sol.

Enfin, les tassements théoriques s'entendent pour une mise en œuvre des fondations selon les règles de l'art et sous réserve du non remaniement du sol d'assise.

Il revient à l'Ingénieur Structure de préciser, une fois le projet établi, la limite acceptable de tassement vis-à-vis de la structure et des dallages, ce qui amènera à redéfinir éventuellement la contrainte  $q_{ELS}$ , voire les principes de fondations et de niveaux bas.

Dans tous les cas et dans les zones les plus exposées, l'encastrement devra assurer les conditions de respect de la garde au gel soit une profondeur minimale de 0.60 m par rapport à la plus proche surface exposée aux intempéries.

### **Dispositions constructives**

La profondeur du toit des molasses raides est variable. Des surprofondeurs d'assise des fondations seront donc à prévoir. Une substitution en gros béton devra alors être réalisée afin de rattraper le sol d'assise.

Si des fondations doivent être fondées à des niveaux différents, on respectera la règle des 3H/2V.

Afin de garantir une bonne transmission des efforts au sol d'assise, la largeur des fondations ne devra pas être inférieure à 0,40 m pour des appuis linéaires et à 0,60 m pour des semelles isolées.

Il conviendra de purger les éventuels remblais et vestiges enterrés, les sols de médiocres caractéristiques et les sols détériorés ou remaniés par les engins de terrassement ou les eaux de pluie avant coulage des fondations.

Lors de la réalisation des fondations, il conviendra :

- en cas d'instabilité des parois des fouilles, de prévoir un confortement adapté (blindage...)
- de nettoyer soigneusement les fonds de fouilles (curage au godet lisse), et de bétonner immédiatement après nettoyage ;
- en présence d'arrivées d'eau, de pomper et évacuer celles-ci puis de procéder à la mise en œuvre d'un béton de blocage fortement dosé.

Toute anomalie détectée lors des terrassements devra nous être signalée afin de définir, en collaboration avec la Maîtrise d'œuvre et dans le cadre d'une mission complémentaire, les solutions envisageables.

Un contrôle des fonds de fouille pourra être réalisé par nos soins dans le cadre d'une mission complémentaire afin de s'assurer du respect du sol d'assise préconisé.



7.3 Variante 2 - Fondations profondes (DTU 13.2) – Ensemble des constructions

**Type de fondations envisageable / Formation d’ancrage**

Le type de fondations envisageable, en première approche, sera des pieux « tarière creuse ». D’autres types de pieux sont également envisageables (pieux forés tubés...).

Les pieux seront ancrés de 3 diamètres au minimum dans les molasses.

**Capacité portante**

Les pieux solliciteront les formations fines et les molasses par frottement latéral et effort de pointe.

Les calculs des charges applicables sur les pieux seront réalisés à partir des règles du DTU 13.2.

**Frottement latéral unitaire limite  $q_s$**

Au stade du prédimensionnement, le frottement latéral unitaire limite  $q_s$  à prendre en compte dans les calculs est donné dans le tableau ci-dessous. Ces valeurs seront à valider dans le cadre de la mission G2 phase projet.

<b>Pour des pieux « tarière creuse » - sondage de référence SP2</b>			
<b>Formation</b>	<b>Base de la formation (m/TN)</b>	<b>Courbe retenue</b>	<b><math>q_s</math> (kPa)</b>
Limons et argiles +/- sableuses et caillouteuses	2.00	Neutralisation	
Limons et argiles +/- sableuses et caillouteuses	4.50	Abis	27
Molasse argilo- sableuses	7.50	E	246

### **Contrainte de rupture sous la pointe qp**

La contrainte de rupture sous la pointe  $q_p$  est donnée par la formule :  $q_p = k (p_{le} - p_0) + q_0$

Pour un ancrage de 3 diamètres au minimum dans les molasses, on a :

- $p_{le} > 4.50$  MPa ;
- $k = 1.4$

Ces valeurs seront à valider dans le cadre de la mission G2 phase projet.

### **Prédimensionnement**

Le tableau suivant donne, à titre indicatif, la charge admissible pour un pieu « tarière creuse » ancré de 3 diamètres dans les molasses :

<b>Diamètre du pieu (mm)</b>	<b>Ancrage dans les molasses</b>	<b>QELS (kN)</b>	<b>QELU (kN)</b>
500	1.50	784	1176
800	2.40	1941	2911

### **Sujétions d'exécution**

Le cas échéant, un frottement négatif devra être pris en compte. Le calcul de celui-ci pourra être réalisé à l'aide du fascicule 62 Titre V – annexe G2.

La contrainte sur le béton sera limitée à 50 bars voire 55 bars en fonction des dispositifs d'enregistrement et du type de béton employé.

Les pieux prédimensionnés sont des pieux « tarière creuse ». D'autres types de pieux pourraient être envisageables et devront faire l'objet d'une nouvelle mission de faisabilité.

Il devra être tenu compte dans le dimensionnement définitif des pieux (choix du diamètre et définition du ferrailage) des efforts parasites éventuels (efforts horizontaux, poussée latérale...).

Compte tenu de la présence de passages sableux +/- mous et de la nappe, l'entreprise qui réalisera les fondations devra prendre les dispositions nécessaires pour assurer la bonne tenue des parois de forage et assurer l'injection du coulis en présence d'eau (risques importants de surconsommation).

La méthode de réalisation des pieux devra permettre de maintenir les terrains superficiels sans les décompresser et d'assurer l'ancrage dans le sol d'assise tout en vérifiant la compatibilité des moyens prévus vis-à-vis de l'environnement. Elle devra tenir compte du risque de présence de remblais localement.

Le toit des molasses variant au droit du site, il conviendra d'adapter les fiches de pieux au cas par cas.

Lors de la réalisation des pieux, il conviendra :

- de réaliser éventuellement une couche de forme afin de permettre la circulation des engins sur la plateforme ;
- de vérifier précisément les matériaux extraits lors du forage pour s'assurer du bon ancrage ;
- de vérifier la continuité de l'horizon porteur jusqu'à une profondeur de 7 diamètres, avec un minimum de 5,0 m, sous la base des pieux. Ces contrôles pourront être réalisés à l'aide de sondages destructifs avec enregistrements des paramètres de forage ;
- de curer soigneusement la base des pieux ;
- de bétonner aussitôt après curage.

#### 7.4 Variante 2 - Fondations profondes (EUROCODE) – Ensemble des constructions

##### 7.4.1 Type de fondations, niveau d'assise et coupe de sols prise en compte

L'hypothèse de pieux « forés à la tarière creuse simple rotation » (classe 2 – catégorie 6 de la norme NF P 94-262) a été retenue. Il appartiendra à l'entreprise d'adapter la technique de réalisation des fondations profondes en fonction des caractéristiques du site et des sols.

Les pieux et micropieux seront ancrés de 3 diamètres minimum dans les molasses raides.

La coupe des sols prise en compte dans les calculs est la suivante (sondage de référence SP2) :

Formation	Base (m/TN)	$p_{le}^*$ moyen (MPa)	E moyen (MPa)
Neutralisation du frottement latéral	2.00	/	/
Argiles, limons et sables +/- caillouteux	4.50	0.69	9
Molasse argilo-sableuse et sableuse	7.50	4.50	100

#### 7.4.2 Méthodes de calculs

D'après la norme NF EN 1997-2 et son complément NF P 94-262 relatif aux fondations profondes, un calcul de pieux et de micropieux peut être mené à partir des expressions fournies ci-après. Les critères principaux à vérifier aux états limites sont les suivants :

$$E_d (ELU) \leq R_d$$

$$E_d (ELS) \leq C_d$$

Avec :

$E_d$  = valeur de calcul des effets des actions aux états limites (ELU ou ELS)

$R_d$  = valeur de résistance du terrain

$C_d$  = valeur limite de calcul du critère d'aptitude au service considéré

L'approche de calcul envisagée est une approche de type 2. Les combinaisons à utiliser sont donc les suivantes :

$$\ll \mathbf{A1} \gg + \ll \mathbf{M1} \gg + \ll \mathbf{R2} \gg$$

Nota : il faudra donc calculer les actions avec le jeu de coefficients de type « A1 ».

Deux types de modèle sont possibles. Dans notre cas, nous utiliserons le modèle de terrain.

- pour le calcul, le terme de résistance de pointe, selon le « modèle terrain », se déduit de la façon suivante :

$$R_{b;k} = A_b \times q_{b;k}$$

Avec :

$R_{b;k}$  = valeur de calcul caractéristique du pieu en base (terme de pointe)

$A_b$  = section du pieu

$q_{b;k} = q_b / (\gamma_{Rd;1} \times \gamma_{Rd;2})$  = contrainte de calcul caractéristique pondérée par :

$\gamma_{Rd;1}$  = coefficient de modèle (1,40 pour la méthode pressiométrique catégorie pieu 6)

$\gamma_{Rd;2}$  = coefficient de procédure (1,10 pour le modèle de terrain)

où

$q_b = k_p \times p_{le}$  avec  $k_p$  donné dans le tableau F4.2.1 de la norme

- pour le calcul, le terme de frottement latéral, selon le « modèle terrain », se déduit de la façon suivante :

$$R_{s;k} = \pi \cdot \theta \cdot \sum_i h_i \cdot q_{sik}$$

Avec :

$R_{s;k}$  = valeur de calcul caractéristique du pieu en frottement

$\theta$  : diamètre du pieu

$q_{sik}$  : frottement latéral unitaire dans la couche  $h_i$  déduit des abaques par la méthode pressiométrique  $q_{sik} = q_{si} / (\gamma_{Rd;1} \times \gamma_{Rd;2})$  = frottement latéral de calcul caractéristique pondéré par :

$\gamma_{Rd;1}$  = coefficient de modèle (1,40 pour la méthode pressiométrique catégorie pieu 6 et 2,00 pour la méthode pressiométrique catégorie micropieu 19)

$\gamma_{Rd;2}$  = coefficient de procédure (1,10 pour le modèle de terrain)

où

$q_{si} = a \times F_{sol}$  avec  $F_{sol}$  donné dans les abaques de l'annexe F.5.2.1 de la norme

- pour la justification aux **ELU** en compression, la valeur de calcul se déduit de la façon suivante :

$$R_{c;d} = R_{c;k} / \gamma_{Rt} = (R_{s;k} + R_{b;k}) / \gamma_{Rt}$$

Avec :

$R_{c;k}$  = valeur de calcul caractéristique en compression

$R_{s;k}$  = valeur de calcul caractéristique du pieu en frottement latéral

$R_{b;k}$  = valeur de calcul caractéristique du pieu en base

$\gamma_{Rt}$  = facteurs partiels de résistance dépendant des situations. S'il s'agit de situations durables et transitoires, la valeur est de 1,10 et de 1,00 s'il s'agit de situations accidentelles.

- pour la justification aux **ELS** en compression, la valeur de calcul se déduit de la façon suivante :

$$R_{c;d} = (0.7 R_{s;k} + 0.5 R_{b;k}) / \gamma_{cr}$$

Avec :

$R_{s;k}$  = valeur de calcul caractéristique du pieu en frottement latéral

$R_{b;k}$  = valeur de calcul caractéristique du pieu en base

$\gamma_{cr}$  = facteurs partiels de résistance dépendant du type de combinaison « caractéristique » (0,90) ou quasi-permanente (1,10)

### 7.4.3 Pieux

Conformément aux recommandations de la norme, on retiendra pour les éléments de dimensionnement suivants pour des pieux « forés à la tarière creuse simple rotation » :

#### **Frottement latéral**

Formation	Profondeur (m/TN)	Valeur $\alpha$	$pl_e^*$ (MPa)	Courbe de frottement latéral fsol	Valeur du frottement latéral fsol (kPa)	Valeur du frottement latéral retenue $q_{si} = \alpha fsol$ (kPa)
Neutralisation	2.00	/	/	/	/	/
Argiles, limons et sables +/- caillouteux	4.50	1.50	0.69	Q1	38	57
Molasse argilo-sableuse et sableuse	7.50	1.80	4.50	Q2	105	170

#### **Effort de pointe**

Formation	$k_{pmax}$ (*)	$pl_e^*$ (MPa)	$kp \times pl_e^*$ (MPa)
Argiles, limons et sables +/- caillouteux	/	/	/
Molasse argilo-sableuse et sableuse	1.65	4.50	7.42

(\*) : avec  $D_{ef}/B > 5$

### **Prédimensionnement**

<b>Diamètre (m)</b>	<b>Fiche des pieux (m/TN)</b>	<b>Valeur de résistance de frottement Rs ; k (kN)</b>	<b>Valeur de résistance de pointe Rb ; k (kN)</b>	<b>Charge nominale (ELS <sup>(1)</sup>) (kN)</b>	<b>Charge nominale (ELU <sup>(2)</sup>) (kN)</b>
0.50	6.00	407	943	840	1227
0.80	6.90	900	2326	1992	2933

$\gamma_{Rd;1}$  = coefficient de modèle (1,40 pour la méthode pressiométrique catégorie pieu 6)

$\gamma_{Rd;2}$  = coefficient de procédure (1,10 pour le modèle de terrain)

<sup>(1)</sup>  $\gamma_{cr}$  = 0,90 (ELS combinaison caractéristique)

<sup>(2)</sup>  $\gamma_{Rt}$  = 1,10 (situations durables et transitoires)

### **Sujétions d'exécution**

La contrainte sur le béton sera limitée à 50 bars voire 55 bars en fonction des dispositifs d'enregistrement et du type de béton employé.

Les pieux prédimensionnés sont des pieux « tarière creuse ». D'autres types de pieux pourraient être envisageables et devront faire l'objet d'une nouvelle mission de faisabilité.

Il devra être tenu compte dans le dimensionnement définitif des pieux (choix du diamètre et définition du ferrailage) des efforts parasites éventuels (efforts horizontaux, poussée latérale...).

Compte tenu de la présence de passages sableux +/- mous et de la nappe, l'entreprise qui réalisera les fondations devra prendre les dispositions nécessaires pour assurer la bonne tenue des parois de forage et assurer l'injection du coulis en présence d'eau (risques importants de surconsommation).

La méthode de réalisation des pieux devra permettre de maintenir les terrains superficiels sans les décompresser et d'assurer l'ancrage dans le sol d'assise tout en vérifiant la compatibilité des moyens prévus vis-à-vis de l'environnement. Elle devra tenir compte du risque de présence de remblais localement.

Le toit des molasses variant au droit du site, il conviendra d'adapter les fiches de pieux au cas par cas.

Lors de la réalisation des pieux, il conviendra :

- de réaliser éventuellement une couche de forme afin de permettre la circulation des engins sur la plateforme ;
- de vérifier précisément les matériaux extraits lors du forage pour s’assurer du bon ancrage ;
- de vérifier la continuité de l’horizon porteur jusqu’à une profondeur de 7 diamètres, avec un minimum de 5,0 m, sous la base des pieux. Ces contrôles pourront être réalisés à l’aide de sondages destructifs avec enregistrements des paramètres de forage ;
- de curer soigneusement la base des pieux ;
- de bétonner aussitôt après curage.

## 8 ) **PREDIMENSIONNEMENT DES MURS DE SOUTÈNEMENT – LOCAL OM**

### 8.1 Hypothèses de calculs

Le prédimensionnement des murs a été effectué afin de répondre aux conditions suivantes :

- stabilité au renversement ;
- stabilité au glissement du mur sur sa base ;
- poinçonnement : 100% de la semelle comprimée ;
- contrainte admissible par le sol support des fondations non dépassée.

Le site a été supposé stable au grand glissement (pas de modification majeure des pentes existantes par le projet et pas d’apport de surcharges supplémentaires). Ce point devra être vérifié en phase projet et/ou exécution.

Pour le calcul du mur de soutènement, les caractéristiques suivantes ont été prises en compte en première approche / en se basant sur les essais réalisés :

<b>Formation</b>	<b>Poids volumique <math>\gamma</math> (kN/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Cohésion <math>c'</math> (kPa)</b>	<b>Angle de frottement <math>\varphi'</math> (°)</b>
Remblais à l’amont du mur	20	30	0
Sol support du mur de soutènement	/	3	27

Ces hypothèses devront être validées dans le cadre des missions de projet et/ou d’exécution comprenant la réalisation d’investigations complémentaires.



Les caractéristiques prises pour les matériaux d'apports sont les suivantes :

Type de matériau	Poids volumique $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )
Béton armé	25

Enfin les hypothèses suivantes ont également été prises en compte :

- prédimensionnement du mur hors sol le plus haut soit 3.00 m hors sol ;
- absence de talus au-dessus du mur ;
- surcharge de 10 kPa en tête et en pied de mur pour tenir compte de la présence de la voirie ;
- contrainte admissible par le sol support  $q_{ELS}$  : 100 kPa.

Les hypothèses de calculs devront être validées avant le début des travaux (confirmation des surcharges, mesure des caractéristiques géotechniques des matériaux par le biais d'investigations complémentaires adaptées, vérification de la continuité du sol d'assise latéralement...).

## 8.2 Prédimensionnement

A titre d'exemple, nous avons calculé un mur de soutènement stable au niveau du local OM :

Mur en T					
Hauteur hors sol	Encastrement	Largeur du patin amont	Largeur du patin aval	Largeur du voile en pied	Largeur du voile en tête
3.00	1.00 m	1.50 m	0.50 m	0.25 m	0.20 m
Hauteur totale		Largeur totale de la semelle			Epaisseur de la semelle
4.00 m		2.25 m			0.30 m

Le dimensionnement final des murs de soutènement devra être réalisé par un bureau d'études béton ou spécialisé dans le cadre d'une mission G2 phase Projet..

## 9 ) NIVEAU BAS

Compte tenu de la présence de matériaux sensibles aux phénomènes de retrait/gonflement par dessiccation/imbibition, nous préconisons la mise en œuvre de dalles portées sur support biodégradable ou de planchers sur vide sanitaire.

## **10 ) VOIRIES**

### **Hypothèses**

D'après les investigations réalisées, l'arase sera constituée par les limons et argiles +/- sableux et caillouteux et sables de classes GTR A<sub>2</sub> et B<sub>6</sub> et localement les molasses argilo- sableuses et sableuses . Localement seront recoupés des remblais impropres (limons briques, etc...) qui devront être purgés et substitués par des matériaux insensibles à l'eau et correctement compactés.

Dans ces conditions, la PST Arase sera vraisemblablement PST3-AR1 ou PST0-AR0, en fonction des conditions climatiques, de la teneur en eau des matériaux et de la nature de l'arase. En cas de PST0-AR0, une substitution ou un cloutage du fond de forme seront nécessaires.

En l'absence d'éléments concernant le trafic, l'hypothèse suivante a été étudiée : voirie avec un objectif EV2 en tête de la couche de forme de 50 MPa.

### **Couche de forme**

La composition de la couche de forme suivante peut être envisagée avec, de bas en haut :

- un géotextile non-tissé aiguilleté (NON IMPERATIF) ;
- une couche de forme d'épaisseur minimale de 0.30 m (avec géotextile) à 0.40 m (sans géotextile) en matériau type R21, non gélif, propre, à caractère drainant et soigneusement compacté.

Le prédimensionnement de la couche de forme est donné pour la phase définitive. Il conviendra de vérifier que ce prédimensionnement est compatible avec la phase chantier en tenant compte des conditions particulières de cette phase et notamment du trafic de chantier.

### Critères de réception des plateformes

Des contrôles par essais à la plaque devront être effectués. Les critères de réception seront les suivants :

- interventions sur les arases : Module EV2 mini  $\geq 20$  MPa (si cette valeur n'est pas atteinte sur l'arase, des purges et un épaissement de la couche de forme ou un cloutage seront à prévoir) ;
- interventions sur la couche de forme : Module EV2 mini  $\geq 50$  MPa ; EV2/EV1 maxi  $\leq 2$ .

### Exemple de pré-dimensionnement

En considérant les hypothèses ci-dessous, nous proposons selon le Logiciel Struct-Urb, le dimensionnement suivant :

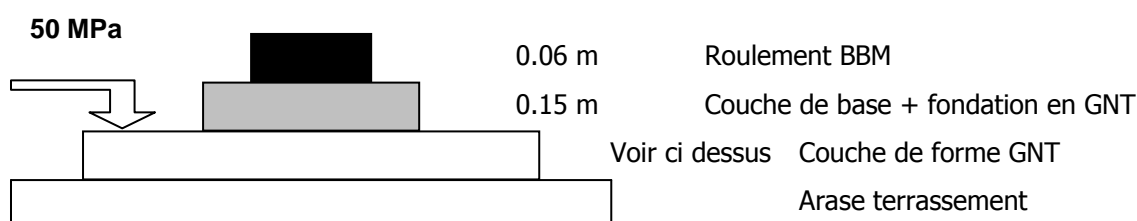
Voirie	Voie de desserte
--------	------------------

<b>Hypothèses</b>	Trafic	10 PL /jour*
	Durée de vie	20 ans*
	Classe de la plate-forme	PF2
	Portance de la plate-forme	50 MPa
	Epaisseur de la couche de forme	0.30 m à 0.60 m

<b>Structure de la chaussée</b>	Epaisseur de la couche de fondation + couche de base	<b>0.15 m de GNT</b>
	Epaisseur de la couche de surface préconisée	<b>0.06 m de BBM</b>

\* hypothèses à confirmer par la Maîtrise d'Ouvrage et/ou Maîtrise d'Oeuvre

#### Schéma de la structure de voirie



### **Sujétions d'exécution**

Les précautions suivantes devront être respectées :

- en cas de PST0-AR0, on réalisera une purge avec substitution ou un cloutage du fond de forme permettant de revenir au minimum à un cas de PST1-AR1 ;
- épaissement progressif de la couche de forme entre les zones ayant une arase différente ;
- drainage éventuel de la plateforme ;
- purge et substitution des éventuels sols potentiellement évolutifs (matière organique, restes de démolition, remblais impropres...) ;
- purge des éventuelles poches molles et des sols détériorés par les engins de terrassements et les eaux de pluie ;
- purge et substitution des éléments pouvant créer des points durs ;
- compactage du fond de forme ;
- compactage par passes de la couche de forme et mise en œuvre selon les prescriptions du GTR.

La réception des plateformes devra être réalisée à la fin des travaux une fois les circulations d'engins terminées. ALIOSPYRENEES se tient à la disposition de la maîtrise d'œuvre ou de l'entreprise pour la réalisation des essais de contrôle à la plaque.

## **11 ) TERRASSEMENTS**

### 11.1 Généralités

D'après les éléments en notre possession, la réalisation du projet implique des terrassements en déblai de 2.90 m maximum au sein des matériaux fins +/- caillouteux, les molasses et des remblais de l'ordre de 2.70 m localement.

Concernant la mise en œuvre des remblais, situés au droit de parkings à créer, il conviendra de mettre en œuvre des remblais techniques – cf ci-dessous.

Les travaux pourront, a priori, être réalisés avec des engins de moyenne puissance. L'utilisation de pelles mécaniques puissantes permettra d'augmenter les cadences de terrassement.

La réalisation des terrassements devra tenir compte de l'environnement du site. Un diagnostic des structures des existants et des avoisinants, par un bureau d'études spécialisé, devra être envisagé afin

qu'il définisse, le cas échéant, la nécessité de réaliser des travaux préparatoires ou des confortements provisoires ou définitifs.

Il conviendra de réaliser un référé préventif préalable aux travaux afin d'identifier tous les désordres sur les ouvrages existants.

Par ailleurs, l'entrepreneur s'assurera que les engins utilisés ne portent pas préjudice à la stabilité des ouvrages existants.

Les arases sont très sensibles à l'eau. Il conviendra donc de réaliser les travaux en période climatique favorable. La création de pistes et de plateformes de portance correcte s'avérera nécessaire pour permettre d'assurer la traficabilité.

En phase travaux, toutes les dispositions devront être prises afin d'éviter la stagnation des eaux de pluie et d'évacuer les éventuelles circulations d'eau d'infiltration (terrassement des arases en toit ou pointe de diamant inversée avec drains et fossés périphériques en pied de talus pour évacuer les eaux superficielles vers un exutoire gravitaire ou par pompage et éviter leur stagnation lors de la phase travaux).

Enfin, l'ensemble des drainages devra être raccordé à une évacuation contrôlée, hors de l'emprise du chantier.

Toutes dispositions devront être prises pour assurer la stabilité des ouvrages avoisinants et des talus avec notamment :

- penne maximale des talus de déblais envisageable en l'absence de surcharges en tête, de mitoyens et de venues d'eau : 3H/2V en provisoire et 2H/1V en définitif. Les talus devront être impérativement protégés des intempéries ;
- réalisation de soutènements provisoires ou définitifs en présence de venues d'eau ou si le fruit indiqué précédemment n'est pas réalisable. Le dimensionnement de ces ouvrages devra tenir compte de toutes les charges auxquelles ils seront soumis (poussée des terres, surcharge en tête, existants...) ;
- réalisation d'une risberme dans le talus dès lors que la hauteur est supérieure à 3,50 m ;
- blindage des fouilles et renforcements locaux éventuels ;
- dans le cas d'arrivées d'eau importantes, les talus seront masqués sur une épaisseur suffisante pour assurer la stabilité des talus ;
- recul suffisant des pieds de talus vis-à-vis des zones chargées en tête avec un angle d'influence maxi à 3H/2V.

Il conviendra d'adopter la méthode observationnelle durant les travaux et ainsi d'adapter la pente des talus au cas où des signes d'instabilité étaient mis en évidence.

### 11.2 Edification des remblais non porteurs de structure

A ce stade, il convient donc de retenir les dispositions constructives suivantes pour les remblais de remodelage du site :

- décapage de la terre végétale et des remblais ;
- purge des poches de matériaux décomprimés, lâches et/ou remaniés, des zones de stagnation d'eau et de circulation au niveau de l'assise des remblais ;
- interdiction de circuler sur les arases terrassées avec des engins à pneus ;
- talutage à 3H/2V pour les remblais en matériaux d'apport graveleux et pour les autres matériaux du site utilisables qu'ils soient traités ou non.

Les méthodes constructives devront être adaptées en fonction de ce qui sera observé en cours de réalisation des travaux.

### 11.3 Remblais techniques porteur de voiries

Le terrain nécessite le remblaiement du site au niveau du parking du local OM sur une hauteur maximale de 2.70 m environ.

Les conditions de mise en œuvre des remblais devront être conformes au GTR 92 et devront respecter les sujétions suivantes :

- Purge de la terre végétale, **de l'ensemble des remblais**, et des éventuelles poches médiocre sous l'action du compacteur,
- Intercalation d'un géotextile,
- Mise en place de matériaux nobles (type GNT, D31 ou équivalent) insensibles à l'eau et non gélifs par couches de faibles épaisseur (0.30 m minimum en fonction du compacteur) et compactés à 95 % de l'OPM,
- Contrôle du remblaiement au fur à mesure de l'exécution des travaux par des essais à la plaque de type WESTERGAARD tous les 0.60 m d'épaisseur. Les valeurs minimales à atteindre sont :

$$EV2 > 50 \text{ MPa}$$

$$EV2 / EV1 < 2.0$$

Il conviendra également de vérifier la compacité des matériaux au gammadensimètre.

La plateforme support du remblai sera réalisée horizontalement dans les matériaux tout en respectant des redans successifs de pente maximale  $h/b=1/4$ .

#### 11.4 Réutilisation des matériaux extraits

D'après les essais réalisés, les argiles limoneuses et argiles cailluteuses correspondent à des matériaux de classes GTR  $A_2$  et  $B_6$ .

La terre végétale pourra être réutilisée pour les aménagements paysagers.

Les éléments suivant donnent les possibilités de réemploi pour les types de matériaux identifiés par les investigations :

- + Argiles limoneuses  $A_2$  : Ces matériaux peuvent être réutilisés en remblais sur de faible hauteur sous réserve de maîtriser leur teneur en eau en phase chantier (état hydrique moyen).
- + Graves argilo-sableuses  $B_6$  : Ils sont inutilisables en l'état en état hydrique très humide et très sec. Leur réutilisation en remblais de hauteur moyenne (5 m à 10 m) est possible en fonction de leur état hydrique. Ils sont par contre difficiles à compacter (matelassage). Leur utilisation en couche de forme nécessite de les traiter au liant hydraulique éventuellement associé à la chaux (en état hydrique humide à sec).

Les données ci-dessus sont succinctes. Pour plus de détails, on se reportera au Guide des Terrassements Routiers. Les conditions de réemploi devront être recalées en fonction des teneurs en eau et des classifications GTR des matériaux mises en évidence dans le cadre de la campagne de suivi des travaux.

Les conditions de réemploi devront être recalées en fonction des teneurs en eau et des classifications GTR des matériaux mises en évidence dans le cadre de la campagne de suivi des travaux.

Pour le réemploi de ces matériaux en couche de forme, il sera nécessaire de réaliser un traitement à la chaux en association avec des liants hydrauliques routiers sous réserve de la réalisation d'une étude de traitement de niveau II.

Si les déblais ne peuvent pas être réutilisés (pollués, classe GTR non adaptée...), ceux-ci devront être évacués en décharge adaptée.

## **12 ) ALEAS GEOTECHNIQUES**

Les principaux aléas géotechniques sont dans le cas présent :

- ✚ La possible hétérogénéité des caractéristiques mécaniques des sols superficiels et leur épaisseur au droit des projets et notamment de l'épaisseur possible de remblais et matériaux mous au droit des projets ;
- ✚ L'emprise des sables lâches au droit du projet de villas ;
- ✚ Le suivi du piézomètre sur une période d'un an afin de déterminer les fluctuations de la nappe et son impact sur les parties enterrées du projet ;
- ✚ Des sondages destructifs avec essais pressiométriques afin de déterminer les caractéristiques mécaniques du substratum molassique ;
- ✚ Des essais en laboratoire permettant de définir l'état hydrique des matériaux prélevés.

Ces incertitudes peuvent avoir une incidence importante sur le choix et le coût final des ouvrages géotechniques. A cet effet, la présente étude (G2 AVP) devra être suivie conformément à l'enchaînement des missions géotechniques de la norme NFP 94-500 de novembre 2013, d'une mission géotechnique de conception (G2 phase PRO) et d'exécution (mission G3 à la charge des entreprises) ainsi que de la supervision géotechnique d'exécution (G4).

Les conclusions du présent rapport sont données sous réserve des conditions générales jointes ci-après.

Rédigé par :

**R. GONDRAN**

*Signature*

Relu par :

**B. LAFORGUE**

*Signature*



## Conditions Générales

### 1. Avertissement, préambule

Toute commande et ses avenants éventuels impliquent de la part du co-contractant, ci-après dénommé « le Client », signataire du contrat et des avenants, acceptation sans réserve des présentes conditions générales.

Les présentes conditions générales prévalent sur toutes autres, sauf conditions particulières contenues dans le devis ou dérogation formelle et explicite. Toute modification de la commande ne peut être considérée comme acceptée qu'après accord écrit d'ALIOSPYRENEES.

### 2. Déclarations obligatoires à la charge du Client, (DT, DICT, ouvrages exécutés)

Dans tous les cas, la responsabilité d'ALIOSPYRENEES ne saurait être engagée en cas de dommages à des ouvrages publics ou privés (en particulier, ouvrages enterrés et canalisations) dont la présence et l'emplacement précis ne lui auraient pas été signalés par écrit préalablement à sa mission.

Conformément au décret n° 2011-1241 du 5 octobre 2011 relatif à l'exécution de travaux à proximité de certains ouvrages souterrains, aériens ou subaquatiques de transport ou de distribution, le Client doit fournir, à sa charge et sous sa responsabilité, l'implantation des réseaux privés, la liste et l'adresse des exploitants des réseaux publics à proximité des travaux, les plans, informations et résultats des investigations complémentaires consécutifs à sa Déclaration de projet de Travaux (DT). Ces informations sont indispensables pour permettre les éventuelles DICT (le délai de réponse est de 15 jours) et pour connaître l'environnement du projet. En cas d'incertitude ou de complexité pour la localisation des réseaux sur domaine public, il pourra être nécessaire de faire réaliser, à la charge du Client, des fouilles manuelles pour les repérer. Les conséquences et la responsabilité de toute détérioration de ces réseaux par suite d'une mauvaise communication sont à la charge exclusive du Client.

Conformément à l'art L 411-1 du code minier, le Client s'engage à déclarer à la DREAL tout forage réalisé de plus de 10 m de profondeur. De même, conformément à l'article R 214-1 du code de l'environnement, le Client s'engage à déclarer auprès de la DDT du lieu des travaux les sondages et forages destinés à la recherche, à la surveillance ou au prélèvement d'eaux souterraines (piézomètres notamment).

### 3. Cadre de la mission, objet et nature des prestations, prestations exclues, limites de la mission

Le terme « prestation » désigne exclusivement les prestations énumérées dans le devis d'ALIOSPYRENEES. Toute prestation différente de celles prévues fera l'objet d'un prix nouveau à négocier. Il est entendu qu'ALIOSPYRENEES s'engage à procéder selon les moyens actuels de son art, à des recherches consciencieuses et à fournir les indications qu'on peut en attendre. Son obligation est une obligation de moyen et non de résultat au sens de la jurisprudence actuelle des tribunaux. ALIOSPYRENEES réalise la mission dans les strictes limites de sa définition donnée dans son offre (validité limitée à trois mois à compter de la date de son établissement), confirmée par le bon de commande ou un contrat signé du Client.

La mission et les investigations éventuelles sont strictement géotechniques et n'abordent pas le contexte environnemental. Seule une étude environnementale spécifique comprenant des investigations adaptées permettra de détecter une éventuelle contamination des sols et/ou des eaux souterraines.

ALIOSPYRENEES n'est solidaire d'aucun autre intervenant sauf si la solidarité est explicitement convenue dans le devis ; dans ce cas, la solidarité ne s'exerce que sur la durée de la mission.

Par référence à la norme NF P 94-500, il appartient au maître d'ouvrage, au maître d'œuvre ou à toute entreprise de faire réaliser impérativement par des ingénieries compétentes chacune des missions géotechniques (successivement G1, G2, G3 et G4 et les investigations associées) pour suivre toutes les étapes d'élaboration et d'exécution du projet. Si la mission d'investigation est commandée seule, elle est limitée à l'exécution matérielle de sondages et à l'établissement d'un compte rendu factuel sans interprétation et elle exclut toute activité d'étude ou de conseil. La mission de diagnostic géotechnique G5 engage le géotechnicien uniquement dans le cadre strict des objectifs ponctuels fixés et acceptés.

Si ALIOS INGENIERIE déclare être titulaire de la certification ISO 9001, le Client agit de telle sorte qu'ALIOS PYRENEES puisse respecter les dispositions de son système qualité dans la réalisation de sa mission.

### 4. Plans et documents contractuels

ALIOS PYRENEES réalise la mission conformément à la réglementation en vigueur lors de son offre, sur la base des données communiquées par le Client. Le Client est seul responsable de l'exactitude de ces données. En cas d'absence de transmission ou d'erreur sur ces données, ALIOS PYRENEES est exonéré de toute responsabilité.

### 5. Limites d'engagement sur les délais

Sauf indication contraire précise, les estimations de délais d'intervention et d'exécution données aux termes du devis ne sauraient engager ALIOS PYRENEES. Sauf stipulation contraire, il ne sera pas appliqué de pénalités de retard et si tel devait être le cas elles seraient plafonnées à 5% de la commande. En toute hypothèse, la responsabilité d'ALIOS PYRENEES est dérogée de plein droit en cas d'insuffisance des informations fournies par le Client ou si le Client n'a pas respecté ses obligations, en cas de force majeure ou d'événements imprévisibles (notamment la rencontre de sols inattendus, la survenance de circonstances naturelles exceptionnelles) et de manière générale en cas d'événement extérieur à ALIOS PYRENEES modifiant les conditions d'exécution des prestations objet de la commande ou les rendant impossibles.

ALIOS PYRENEES n'est pas responsable des délais de fabrication ou d'approvisionnement de fournitures lorsqu'elles font l'objet d'un contrat de négoce passé par le Client ou ALIOS PYRENEES avec un autre Prestataire.

### 6. Formalités, autorisations et obligations d'information, accès, dégâts aux ouvrages et cultures

Toutes les démarches et formalités administratives ou autres, en particulier l'obtention de l'autorisation de pénétrer sur les lieux pour effectuer des prestations de la mission sont à la charge du Client. Le Client se charge d'une part d'obtenir et communiquer les autorisations requises pour l'accès du personnel et des matériels nécessaires à ALIOS PYRENEES en toute sécurité dans l'enceinte des propriétés privées ou sur le domaine public, d'autre part de fournir tous les documents relatifs aux dangers et aux risques cachés, notamment ceux liés aux réseaux, aux obstacles enterrés et à la pollution des sols et des nappes. Le Client s'engage à communiquer les règles pratiques que les intervenants doivent respecter en matière de santé, sécurité et respect de l'environnement : il assure en tant que de besoin la formation du personnel, notamment celui d'ALIOS PYRENEES, entrant dans ces domaines, préalablement à l'exécution de la mission. Le Client sera tenu responsable de tout dommage corporel, matériel ou immatériel dû à une spécificité du site connue de lui et non clairement indiquée à ALIOS PYRENEES avant toutes interventions.

Sauf spécifications particulières, les travaux permettant l'accès aux points de sondages ou d'essais et l'aménagement des plates-formes ou grutage nécessaires aux matériels utilisés sont à la charge du Client.

Les investigations peuvent entraîner d'inévitables dommages sur le site, en particulier sur la végétation, les cultures et les ouvrages existants, sans qu'il y ait négligence ou faute de la part de son exécutant. Les remises en état, réparations ou indemnités correspondantes sont à la charge du Client.

### 7. Implantation, nivellement des sondages

Au cas où l'implantation des sondages est imposée par le Client ou son conseil, ALIOS PYRENEES est exonéré de toute responsabilité dans les événements consécutifs à ladite implantation. La mission ne comprend pas les implantations topographiques permettant de définir l'emprise des ouvrages et zones à étudier ni la mesure des coordonnées précises des points de sondages ou d'essais. Les éventuelles altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cotes de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des essais. Pour que ces altitudes soient garanties, il convient qu'elles soient relevées par un Géomètre Expert avant remodelage du terrain. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.

### 8. Hydrogéologie

Les niveaux d'eau indiqués dans le rapport correspondent uniquement aux niveaux relevés au droit des sondages exécutés et à un moment précis. En dépit de la qualité de l'étude les aléas suivants subsistent, notamment la variation des niveaux d'eau en relation avec la météo ou une modification de l'environnement des études. Seule une étude hydrogéologique spécifique permet de déterminer les amplitudes de variation de ces niveaux, les cotes de crue et les PHEC (Plus Hautes Eaux Connues).

### 9. Recommandations, aléas, écart entre prévision de l'étude et réalité en cours de travaux

Si, en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, ALIOS PYRENEES a été amené à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient au Client de lui communiquer par écrit ses observations éventuelles sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour quelque raison que ce soit lui être reproché d'avoir établi son étude dans ces conditions.

L'étude géotechnique s'appuie sur les renseignements reçus concernant le projet, sur un nombre limité de sondages et d'essais, et sur des profondeurs d'investigation limitées qui ne permettent pas de lever toutes les incertitudes inhérentes à cette science naturelle. En dépit de la qualité de l'étude, des incertitudes subsistent du fait notamment du caractère ponctuel des investigations, de la variation d'épaisseur des remblais et/ou des différents couches, de la présence de vestiges enterrés. Les conclusions géotechniques ne peuvent donc conduire à traiter à forfait le prix des fondations compte tenu d'une hétérogénéité, naturelle ou du fait de l'homme, toujours possible et des aléas d'exécution pouvant survenir lors de la découverte des terrains. 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 actualisation à chaque étape du projet notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant l'étape suivante.

L'estimation des quantités des ouvrages géotechniques nécessite, une mission d'étude géotechnique de conception G2 - phase PRO. Les éléments géotechniques non décelés par l'étude et mis en évidence lors de l'exécution (pouvant avoir une incidence sur les conclusions du rapport) et les incidents importants survenus au cours des travaux (notamment glissement, dommages aux avoisinants ou aux existants) doivent obligatoirement être portés à la connaissance d'ALIOS PYRENEES ou signalés aux géotechniciens chargés des missions de suivi géotechnique d'exécution G3 et de supervision géotechnique d'exécution G4, afin que les conséquences sur la conception géotechnique et les conditions d'exécution soient analysées par un homme de l'art.

### 10. Rapport de mission, réception des travaux, fin de mission, délais de validation des documents par le client

A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du dernier document à fournir dans le cadre de la mission fixe le terme de la mission. La date de la fin de mission est celle de l'approbation par le Client du dernier document à fournir dans le cadre de la mission. L'approbation doit intervenir au plus tard deux semaines après sa remise au Client, et est considérée implicite en cas de silence. La fin de la mission donne lieu au paiement du solde de la mission.

#### 11. Réserve de propriété, confidentialité, propriété des études, diagrammes

Les coupes de sondages, plans et documents établis par les soins d'ALIOS PYRENEES dans le cadre de sa mission ne peuvent être utilisés, publiés ou reproduits par des tiers sans son autorisation. Le Client ne devient propriétaire des prestations réalisées par ALIOS PYRENEES qu'après règlement intégral des sommes dues. Le Client ne peut pas les utiliser pour d'autres ouvrages sans accord écrit préalable d'ALIOS PYRENEES. Le Client s'engage à maintenir confidentielle et à ne pas utiliser pour son propre compte ou celui de tiers toute information se rapportant au savoir-faire d'ALIOS PYRENEES, qu'il soit breveté ou non, portée à sa connaissance au cours de la mission et qui n'est pas dans le domaine public, sauf accord préalable écrit d'ALIOS PYRENEES. Si dans le cadre de sa mission, ALIOS PYRENEES mettrait au point une nouvelle technique, celle-ci serait sa propriété. ALIOS PYRENEES serait libre de déposer tout brevet s'y rapportant, le Client bénéficiant, dans ce cas, d'une licence non exclusive et non cessible, à titre gratuit et pour le seul ouvrage étudié.

#### 12. Modifications du contenu de la mission en cours de réalisation

La nature des prestations et des moyens à mettre en œuvre, les prévisions des avancements et délais, ainsi que les prix sont déterminés en fonction des éléments communiqués par le client et ceux recueillis lors de l'établissement de l'offre. Des conditions imprévisibles par ALIOS PYRENEES au moment de l'établissement de son offre touchant à la géologie, aux hypothèses de travail, au projet et à son environnement, à la législation et aux règlements, à des événements imprévus, survenant en cours de mission autorisent ALIOS PYRENEES à proposer au Client un avenant avec notamment modification des prix et des délais. A défaut d'un accord écrit du Client dans un délai de deux semaines à compter de la réception de la lettre d'adaptation de la mission. ALIOS PYRENEES est en droit de suspendre immédiatement l'exécution de sa mission, les prestations réalisées à cette date étant rémunérées intégralement, et sans que le Client ne puisse faire état d'un préjudice. Dans l'hypothèse où ALIOS PYRENEES est dans l'impossibilité de réaliser les prestations prévues pour une cause qui ne lui est pas imputable, le temps d'immobilisation de ses équipes est rémunéré par le client.

#### 13. Modifications du projet après fin de mission, délai de validité du rapport

Le rapport constitue une synthèse de la mission définie par la commande. Le rapport et ses annexes forment un ensemble indissociable. Toute interprétation, reproduction partielle ou utilisation par un autre maître de l'ouvrage, un autre constructeur ou maître d'œuvre, ou pour un projet différent de celui objet de la mission, ne saurait engager la responsabilité d'ALIOS PYRENEES et pourra entraîner des poursuites judiciaires. La responsabilité d'ALIOS PYRENEES ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission objet du rapport. Toute modification apportée au projet et à son environnement ou tout élément nouveau mis à jour au cours des travaux et non détecté lors de la mission d'origine, nécessite une adaptation du rapport initial dans le cadre d'une nouvelle mission.

Le client doit faire actualiser le dernier rapport de mission en cas d'ouverture du chantier plus de 1 an après sa livraison. Il en est de même notamment en cas de travaux de terrassements, de démolition ou de réhabilitation du site (à la suite d'une contamination des terrains et/ou de la nappe) modifiant entre autres les qualités mécaniques, les dispositions constructives et/ou la répartition de tout ou partie des sols sur les emprises concernées par l'étude géotechnique.

#### 14. Conditions d'établissement des prix, variation dans les prix, conditions de paiement, acompte et provision, retenue de garantie

Les prix unitaires s'entendent hors taxes. Ils sont majorés de la T.V.A. au taux en vigueur le jour de la facturation. Ils sont établis aux conditions économiques en vigueur à la date d'établissement de l'offre. Ils sont fermes et définitifs pour une durée de trois mois. Au-delà, ils sont actualisés par application de l'indice "Sondages et Forages TP 04" pour les investigations in situ et en laboratoire, et par application de l'indice « SYNTEC » pour les prestations d'études, l'Indice de base étant celui du mois de l'établissement du devis.

Aucune retenue de garantie n'est appliquée sur le coût de la mission.

Dans le cas où le marché nécessite une intervention d'une durée supérieure à un mois, des factures mensuelles intermédiaires sont établies. Lors de la passation de la commande ou de la signature du contrat, ALIOS PYRENEES peut exiger un acompte dont le montant est défini dans les conditions particulières et correspond à un pourcentage du total estimé des honoraires et frais correspondants à l'exécution du contrat. Le montant de cet acompte est déduit de la facture ou du décompte final. En cas de sous-traitance dans le cadre d'un ouvrage public, les factures d'ALIOS PYRENEES sont réglées directement et intégralement par le maître d'ouvrage, conformément à la loi n°75-1334 du 31/12/1975.

Les paiements interviennent à réception de la facture et sans escompte. En l'absence de paiement au plus tard le jour suivant la date de règlement figurant sur la facture, il sera appliqué à compter dudit jour et de plein droit, un intérêt de retard égal au taux d'intérêt appliqué par la Banque Centrale Européenne à son opération de refinancement la plus récente majorée de 10 points de pourcentage. Cette pénalité de retard sera exigible sans qu'un rappel soit nécessaire à compter du jour suivant la date de règlement figurant sur la facture.

En sus de ces pénalités de retard, le Client sera redevable de plein droit des frais de recouvrement exposés ou d'une indemnité forfaitaire de 40 €.

Un désaccord quelconque ne saurait constituer un motif de non paiement des prestations de la mission réalisées antérieurement. La compensation est formellement exclue : le Client s'interdit de déduire le montant des préjudices qu'il allègue des honoraires dus.

#### 15. Résiliation anticipée

Toute procédure de résiliation est obligatoirement précédée d'une tentative de conciliation. En cas de force majeure, cas fortuit ou de circonstances indépendantes d'ALIOS PYRENEES, celui-ci a la faculté de résilier son contrat sous réserve d'en informer son Client par lettre recommandée avec accusé de réception. En toute hypothèse, en cas d'inexécution par l'une ou l'autre des parties de ses obligations, et 8 jours après la mise en demeure visant la présente clause résolutoire demeurée sans effet, le contrat peut être résilié de plein droit. La résiliation du contrat implique le paiement de l'ensemble des prestations régulièrement exécutées par ALIOS PYRENEES au jour de la résiliation et en sus, d'une indemnité égale à 20 % des honoraires qui resteraient à percevoir si la mission avait été menée jusqu'à son terme.

#### 16. Répartition des risques, responsabilités et assurances

ALIOS PYRENEES n'est pas tenu d'avertir son Client sur les risques encourus déjà connus ou ne pouvant être ignorés du Client compte tenu de sa compétence. Ainsi par exemple, l'attention du Client est attirée sur le fait que le béton armé est inévitablement fissuré, les revêtements appliqués sur ce matériau devant avoir une souplesse suffisante pour s'adapter sans dommage aux variations d'ouverture des fissures. Le devoir de conseil d'ALIOS PYRENEES vis-à-vis du Client ne s'exerce que dans les domaines de compétence requis pour l'exécution de la mission spécifiquement confiée. Tout élément nouveau connu du Client après la fin de la mission doit être communiqué à ALIOS PYRENEES qui pourra, le cas échéant, proposer la réalisation d'une mission complémentaire. A défaut de communication des éléments nouveaux ou d'acceptation de la mission complémentaire, le Client en assumera toutes les conséquences. En aucun cas, ALIOS PYRENEES ne sera tenu pour responsable des conséquences d'un non-respect de ses préconisations ou d'une modification de celles-ci par le Client pour quelque raison que ce soit. L'attention du Client est attirée sur le fait que toute estimation de quantités faite à partir de données obtenues par prélèvements ou essais ponctuels sur le site objet des prestations est entachée d'une incertitude fonction de la représentativité de ces données ponctuelles extrapolées à l'ensemble du site. Toutes les pénalités et indemnités qui sont prévues au contrat ou dans l'offre remise par ALIOS PYRENEES ont la nature de dommages et intérêts forfaitaires, libératoires et exclusifs de toute autre sanction ou indemnisation.

Assurance décennale obligatoire

ALIOS PYRENEES bénéficie d'un contrat d'assurance au titre de la responsabilité décennale afférente aux ouvrages soumis à l'obligation d'assurance, conformément à l'article L.241-1 du Code des assurances. Conformément aux usages et aux capacités du marché de l'assurance et de la réassurance, le contrat impose une obligation de déclaration préalable et d'adaptation de la garantie pour les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède au jour de la déclaration d'ouverture de chantier un montant de 15 M€. Il est expressément convenu que le client a l'obligation d'informer ALIOS PYRENEES d'un éventuel dépassement de ce seuil, et accepte, et accepte, de fournir tous éléments d'information nécessaires à l'adaptation de la garantie. Le client prend également l'engagement, de souscrire à ses frais un Contrat Collectif de Responsabilité Décennale (CCRD), contrat dans lequel ALIOS PYRENEES sera expressément mentionné parmi les bénéficiaires. Par ailleurs, les ouvrages de caractère exceptionnel, voir inusuels sont exclus du présent contrat et doivent faire l'objet d'une cotation particulière. Le prix fixé dans l'offre ayant été déterminé en fonction de conditions normales d'assurabilité de la mission, il sera réajusté, et le client s'engage à l'accepter, en cas d'éventuelle surcotisation qui serait demandée à ALIOS PYRENEES par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. A défaut de respecter ces engagements, le client en supportera les conséquences financières (notamment en cas de défaut de garantie d'ALIOS PYRENEES qui n'aurait pu s'assurer dans de bonnes conditions, faute d'informations suffisantes). Le maître d'ouvrage est tenu d'informer ALIOS PYRENEES de la DOC (déclaration d'ouverture de chantier).

Ouvrages non soumis à l'obligation d'assurance

Les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède un montant de 15 M€ HT doivent faire l'objet d'une déclaration auprès d'ALIOS PYRENEES qui en référera à son assureur pour détermination des conditions d'assurance. Les limitations relatives au montant des chantiers auxquels ALIOS PYRENEES participe ne sont pas applicables aux missions portant sur des ouvrages d'infrastructure linéaire, c'est-à-dire routes, voies ferrées, tramway, etc. En revanche, elles demeurent applicables lorsque sur le tracé linéaire, la/les mission(s) de l'assuré porte(nt) sur des ouvrages précis tels que ponts, viaducs, échangeurs, tunnels, tranchées couvertes... En tout état de cause, il appartiendra au client de prendre en charge toute éventuelle surcotisation qui serait demandée à ALIOS PYRENEES par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Toutes les conséquences financières d'une déclaration insuffisante quant au coût de l'ouvrage seront supportées par le client et le maître d'ouvrage.

ALIOS PYRENEES assume les responsabilités qu'il engage par l'exécution de sa mission telle que décrite au présent contrat. A ce titre, il est responsable de ses prestations dont la défectuosité lui est imputable. ALIOS PYRENEES sera garanti en totalité par le Client contre les conséquences de toute recherche en responsabilité dont il serait l'objet du fait de ses prestations, de la part de tiers au présent contrat, le client ne garantissant cependant ALIOS PYRENEES qu'au delà du montant de responsabilité visé ci-dessous pour le cas des prestations défectueuses. La responsabilité globale et cumulée d'ALIOS PYRENEES au titre ou à l'occasion de l'exécution du contrat sera limitée à trois fois le montant de ses honoraires sans pour autant excéder les garanties délivrées par son assureur, et ce pour les dommages de quelque nature que ce soit et quel qu'en soit le fondement juridique. Il est expressément convenu qu'ALIOS PYRENEES ne sera pas responsable des dommages immatériels consécutifs ou non à un dommage matériel tels que, notamment, la perte d'exploitation, la perte de production, le manque à gagner, la perte de profit, la perte de contrat, la perte d'image, l'immobilisation de personnel ou d'équipements.

#### 17. Cessibilité de contrat

Le Client reste redevable du paiement de la facture sans pouvoir opposer à quelque titre que ce soit la cession du contrat, la réalisation pour le compte d'autrui, l'existence d'une promesse de porte-fort ou encore l'existence d'une stipulation pour autrui.

#### 18. Litiges

En cas de litige pouvant survenir dans l'application du contrat, seul le droit français est applicable. Seules les juridictions du ressort du siège social d'ALIOS PYRENEES, sont compétentes, même en cas de demande incidente ou d'appel en garantie ou de pluralité de défendeurs.



## CONDITIONS GENERALES DES MISSIONS D'PYRENEES GEOTECHNIQUE (Version novembre 2013)

### 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'œuvre 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'études géotechniques préalables (étude de site G1 ES, étude des Principes Généraux de Construction G1 PGC), Les missions d'études géotechniques de conception (étude d'avant-projet G2 AVP, étude de projet G2 PRO et étude G2 DCE/ACT), Les missions 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 préalable G1 phase ES ou PGC, d'étude géotechnique de conception G2 AVP, 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 conception G2 AVP, de projet G2 PRO et G2 DCE/ACT engage notre société en tant qu'assistant technique à la maîtrise d'œuvre 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.

**Extrait de la norme NF P 94-500 révisée en novembre 2013**
**4. Classification et enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique**

Le Maître d'Ouvrage doit associer l'ingénierie géotechnique au même titre que les autres ingénieries à la Maîtrise d'Œuvre et ce, à toutes les étapes successives de conception, puis de réalisation de l'ouvrage. Le Maître d'Ouvrage, ou son mandataire, doit veiller à la synchronisation des missions d'ingénierie géotechnique avec les phases effectives à la Maîtrise d'Œuvre du projet.

L'enchaînement et la définition synthétique des missions d'ingénierie géotechnique sont donnés dans les tableaux 1 et 2. Deux ingénieries géotechniques différentes doivent intervenir : la première pour le compte du Maître d'Ouvrage ou de son mandataire lors des étapes 1 à 3, la seconde pour le compte de l'entreprise lors de l'étape 3.

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 : Etude géotechnique préalable (G1)		Etude géotechnique préalable (G1) <b>Phase Etude de Site (ES)</b>		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Etude préliminaire, Esquisse, APS	Etudes géotechnique préalable (G1) <b>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</b>		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonctions des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Etude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Etude géotechnique de conception (G2) <b>Phase Avant-projet (AVP)</b>		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 ( <i>choix constructifs</i> )
	PRO	Etudes géotechniques de conception (G2) <b>Phase Projet (PRO)</b>		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet ( <i>choix constructifs</i> )
	DCE/ACT	Etude géotechnique de conception (G2) <b>Phase DCE/ACT</b>		Consultation sur le projet de base/choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Etudes géotechniques de réalisation (G3/G4)		A la charge de l'entreprise	A la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Etude de suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Etude (en interaction avec la phase suivi)	<b>Supervision géotechnique d'exécution (G4)</b> <b>Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution</b> ( <i>en interaction avec la phase supervision du suivi</i> )	Etude 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 ( <i>réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience</i> )	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Etude et suivi géotechniques d'exécutions (G3) Phase Suivi (en interaction avec la Phase Etude)	<b>Supervision géotechnique d'exécution (G4)</b> <b>Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution</b> ( <i>en interaction avec la phase Supervision de l'étude</i> )	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
A 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

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.

### **ETAPE 1 : ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE (G1)**

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:

#### Phase Étude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site. - Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

#### Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).

### **ETAPE 2 : ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)**

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:

#### Phase Avant-projet (AVP)

Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.

#### Phase Projet (PRO)

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. - Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

- Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

#### Phase DCE / ACT

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.

- Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).
- Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participé à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

### **ETAPE 3 : ETUDES GEOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G4, distinctes et simultanées) ETUDE ET SUIVI GEOTECHNIQUES 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 GEOTECHNIQUE 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 GEOTECHNIQUE (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).

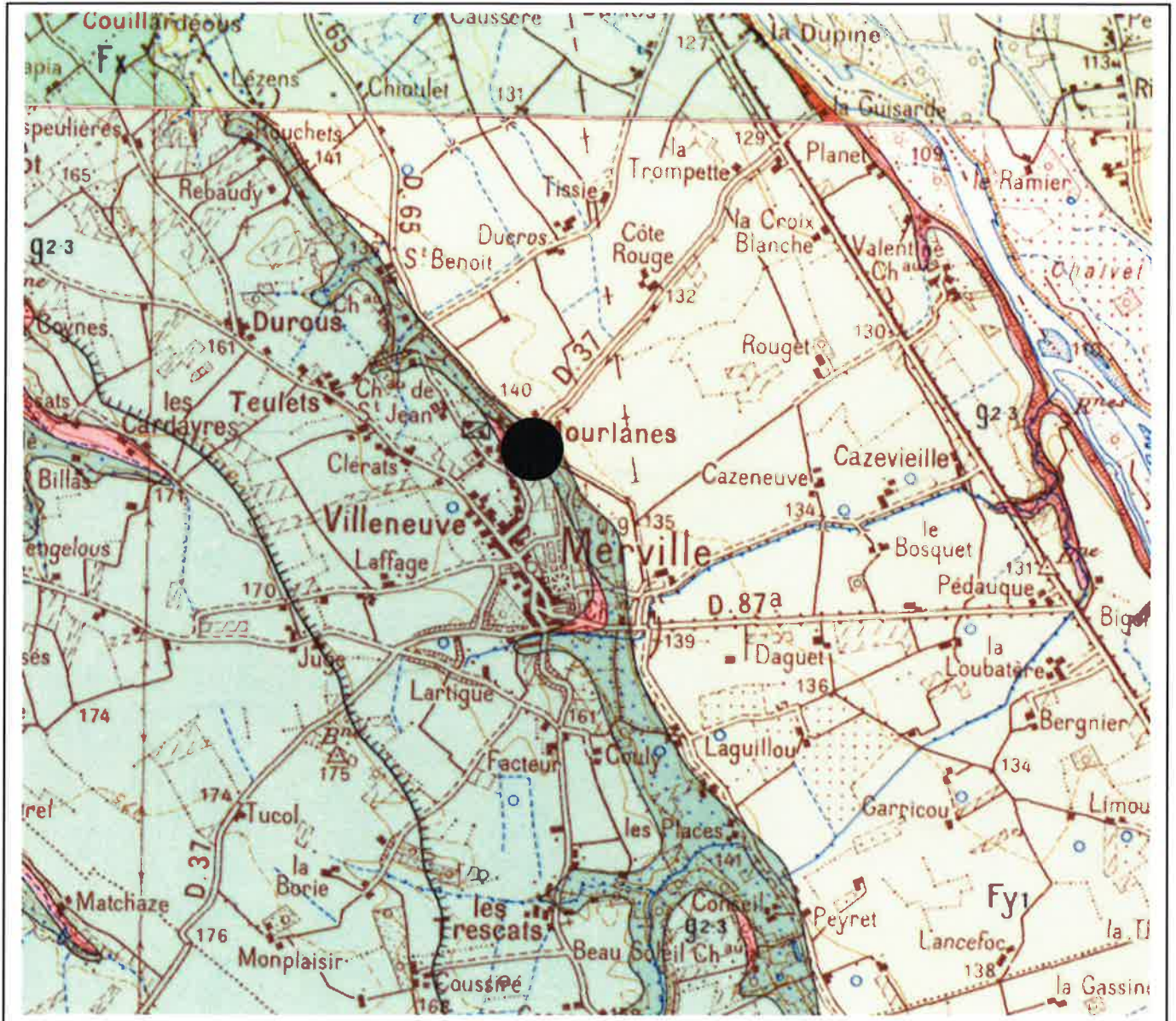
## **ANNEXES**



**ANNEXE 1 :**

**PLAN DE SITUATION**

**PLAN DE SITUATION**



© Bureau de Recherche Géologique et Minière

Extrait de la carte géologique de « TOULOUSE OUEST », carte n° XX-43 à l'échelle du 1/50 000<sup>ème</sup>

DOSSIER : ATL143221

AFFAIRE : Projet de logements

ADRESSE : Chemin du grand Bordé / MERVILLE 31



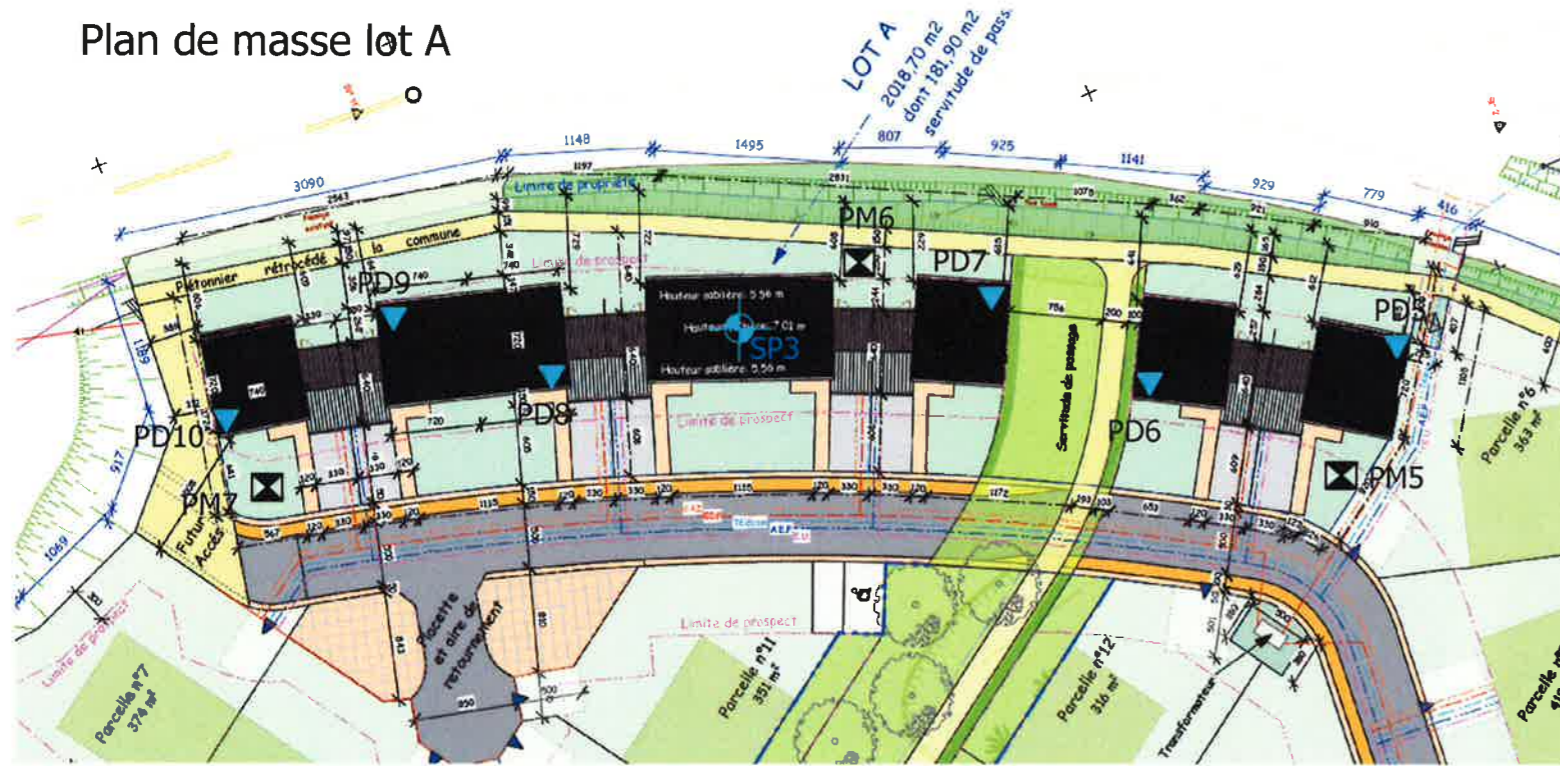
**ANNEXE 2 :**

**SCHEMA D'IMPLANTATION DES SONDAGES**



# SCHEMA D'IMPLANTATION DES SONDAGES

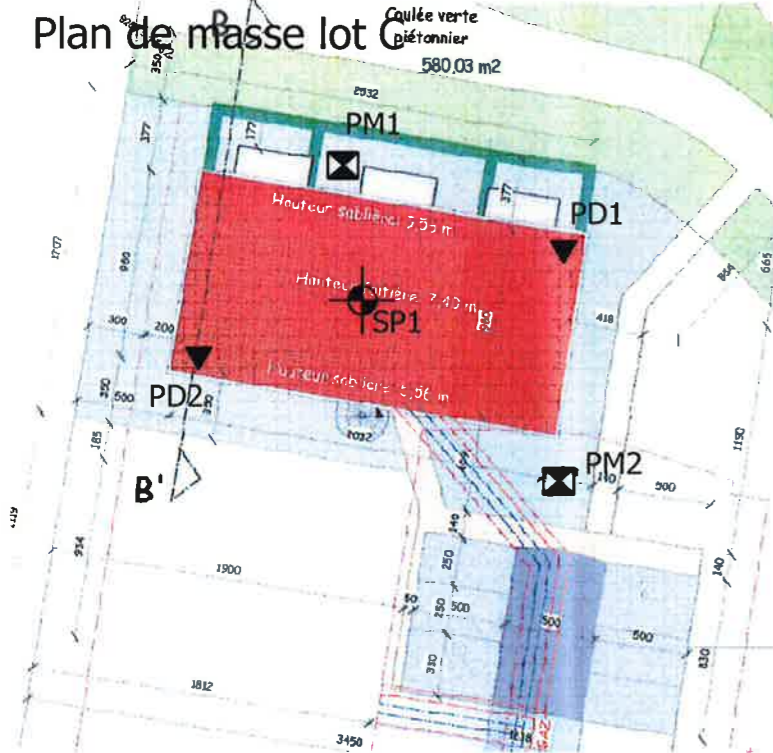
Plan de masse lot A



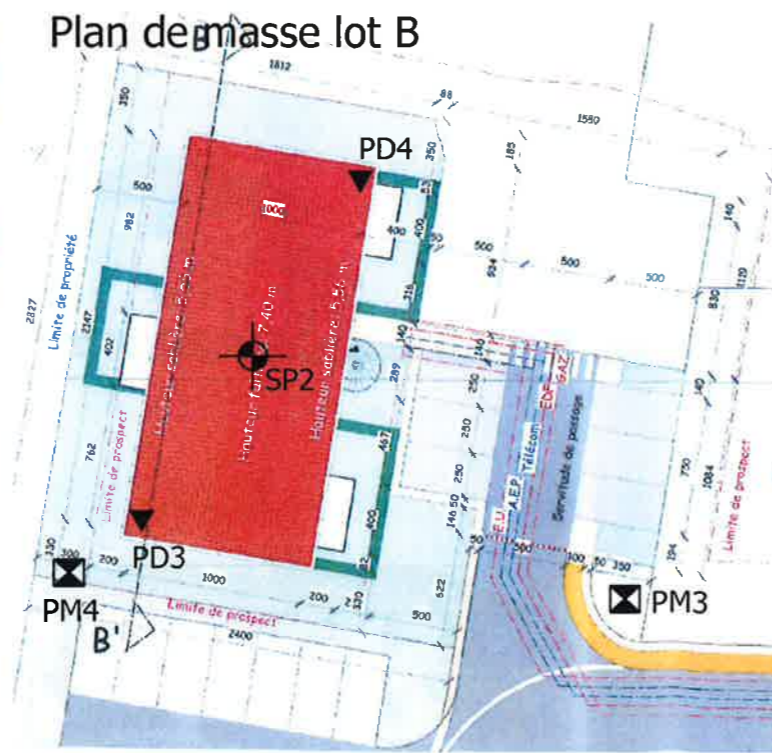
Plan de masse lotissement



Plan de masse lot C



Plan de masse lot B



Projet de logements  
Chemin de Grand Bordé  
MERVILLE (31)  
ATL143221





**ANNEXE 3 :**

**COUPES DES SONDAGES SP1 A SP4**

Chantier : Construction de 6 logements collectifs - MERVILLE

Date : 25.06.14

Client : HLM DES CHALETS

Dossier : ATL143221

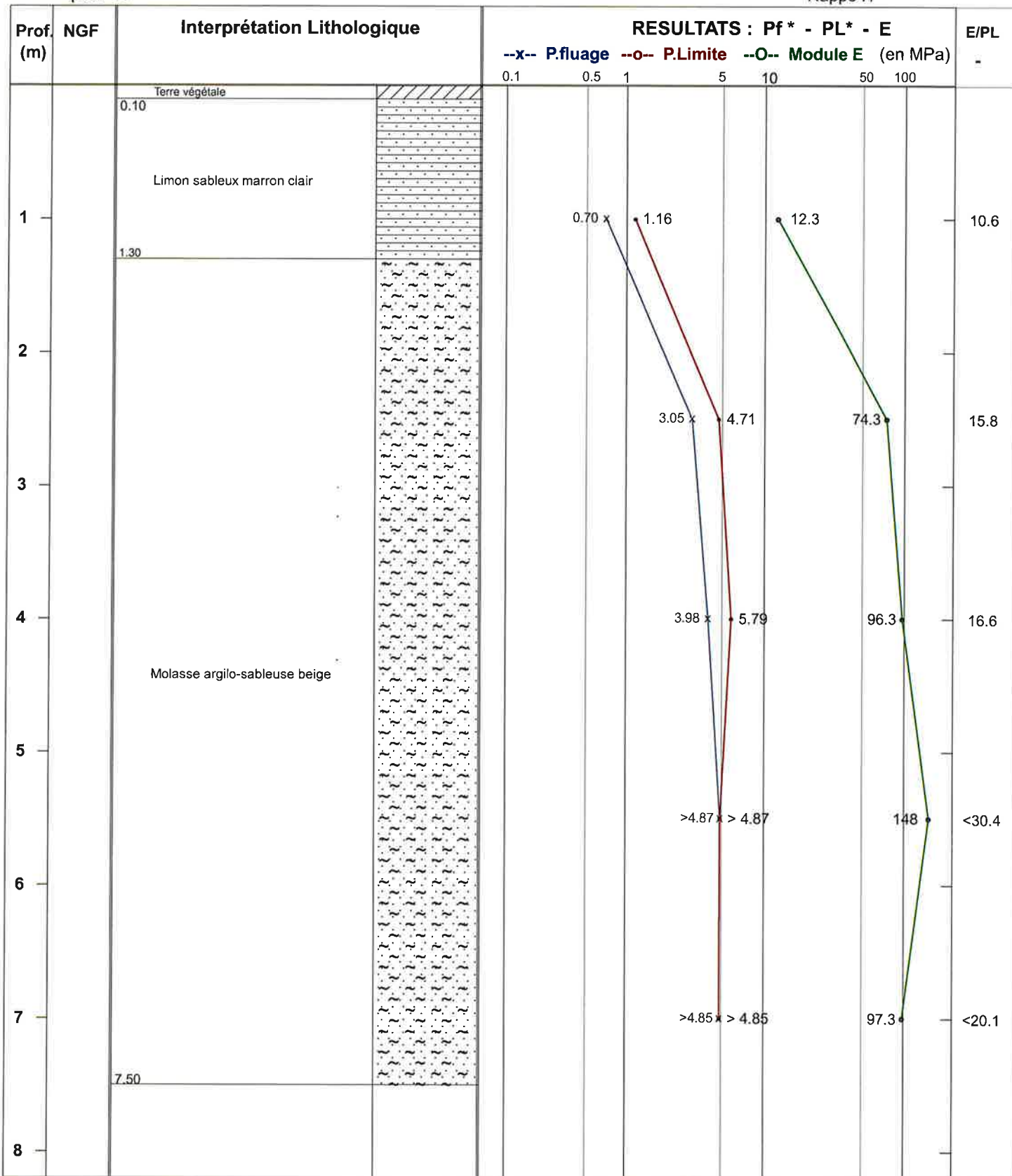
- X :

- Y :

- Z :

Echelle prof. : /

Nappe : /



### OUTILS DE FORAGE

Tarière Ø63mm	07.50 m

### TUBAGES


### DATES D'EXECUTION

25.06.14	07.50 m

Chantier : Construction de 6 logements collectifs - MERVILLE

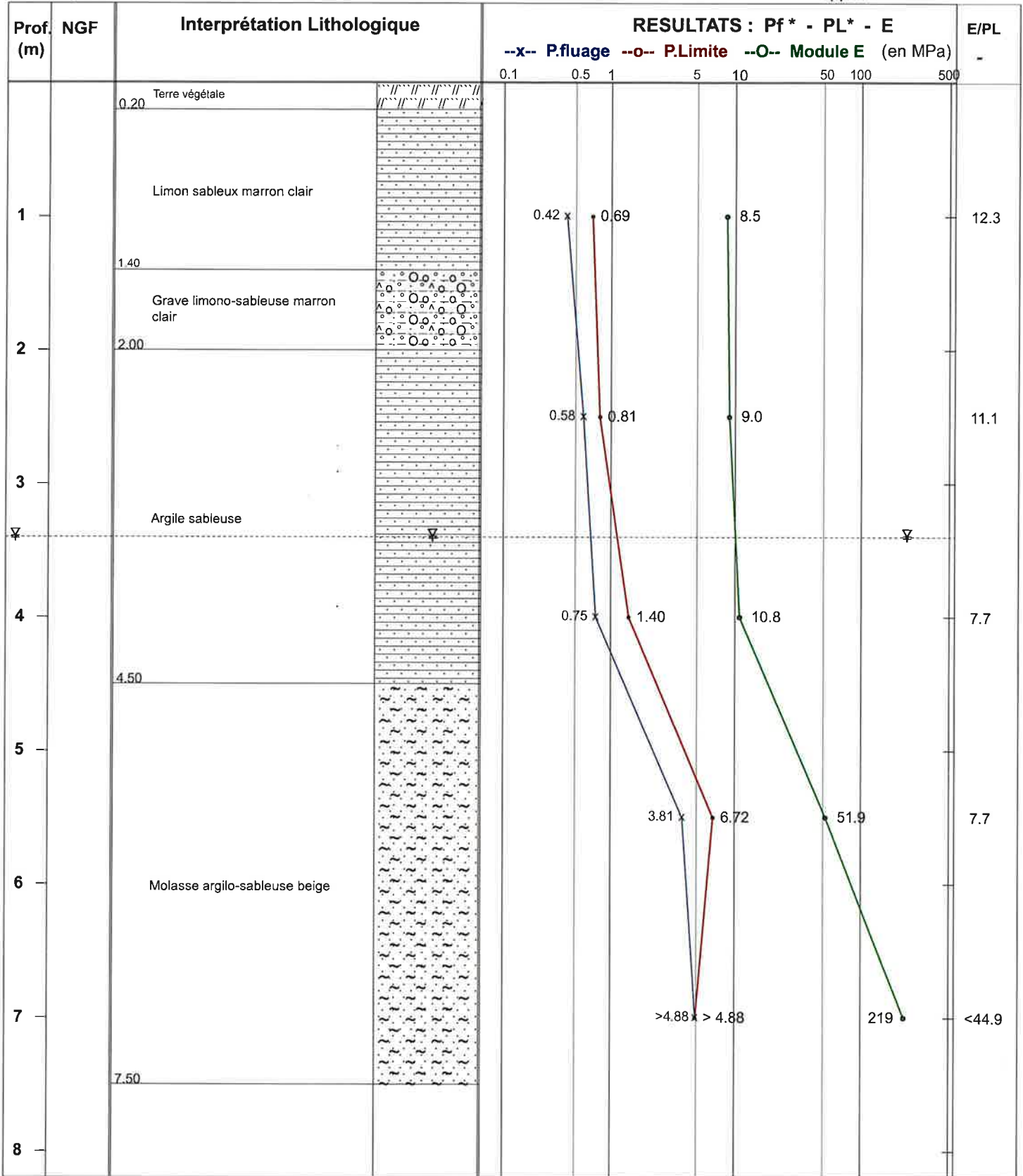
Date : 26.06.14

Client : HLM DES CHALETS  
Dossier : ATL143221

- X :  
- Y :  
- Z :

Echelle prof. : /

Nappe : eau à 3.40 m.



### OUTILS DE FORAGE

Tarière Ø63mm	07.50 m

### TUBAGES


### DATES D'EXECUTION

26.06.14	07.50 m

Chantier : Construction de 6 logements collectifs - MERVILLE

Date : 26.07.14

Client : HLM DES CHALETS

- X :

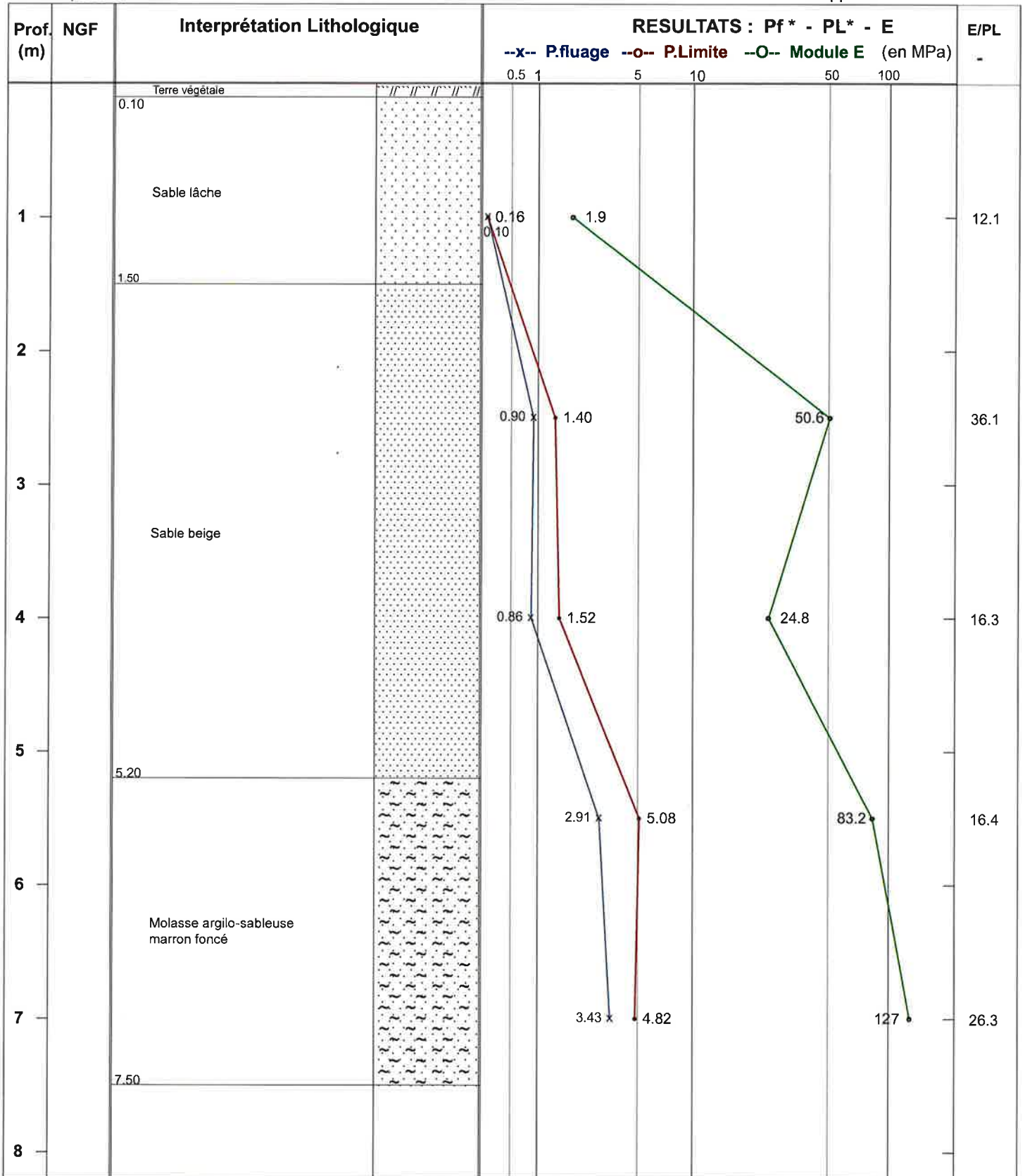
Dossier : ATL143221

- Y :

- Z :

Echelle prof. : /

Nappe : /



### OUTILS DE FORAGE

Tarière Ø63mm	07.50 m

### TUBAGES


### DATES D'EXECUTION

26.07.14	07.50 m

Chantier : Construction de 6 logements collectifs - MERVILLE

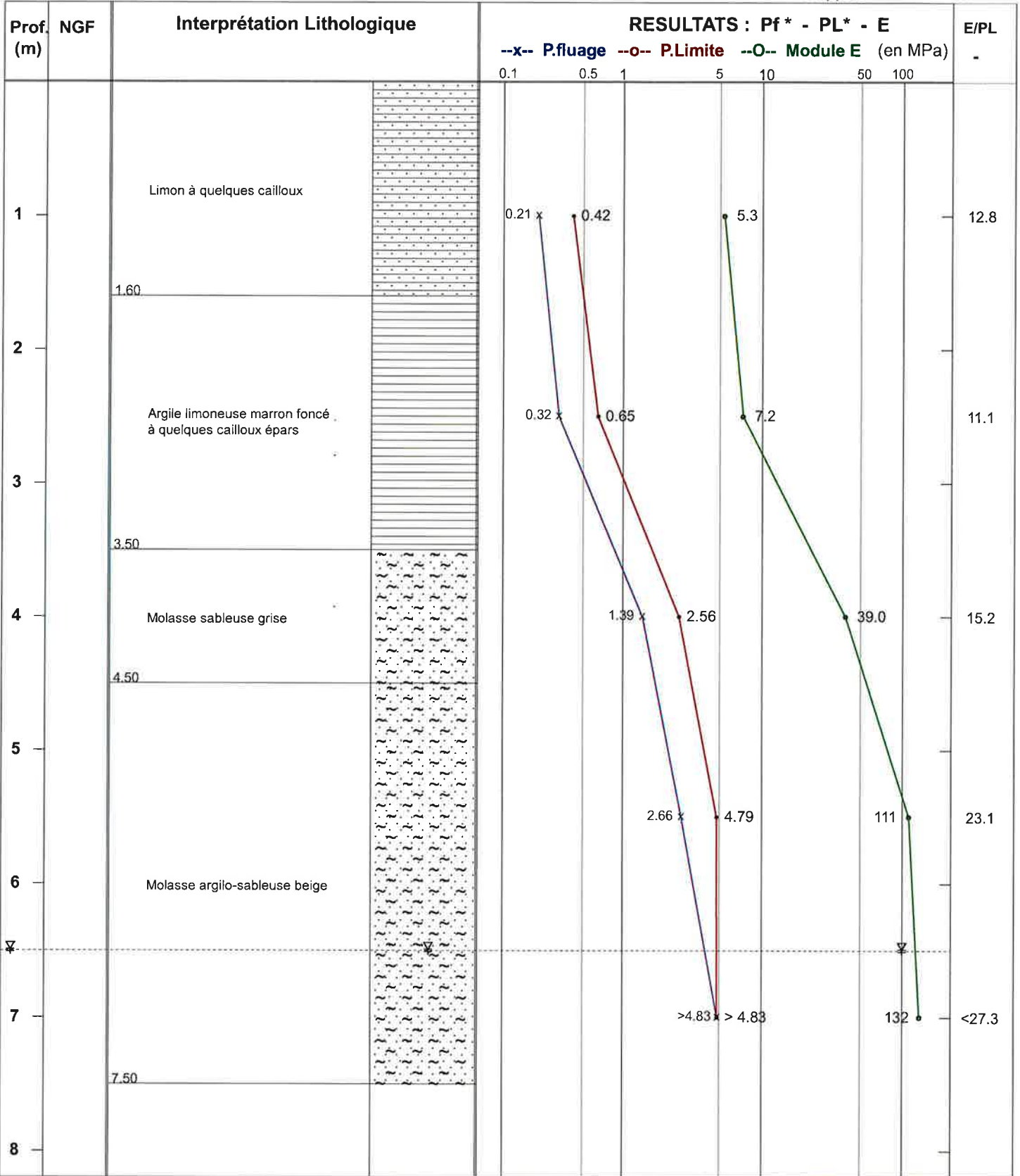
Date : 27.06.14

Client : HLM DES CHALETS  
Dossier : ATL143221

- X :  
- Y :  
- Z :

Echelle prof. : /

Nappe : eau à 6.5 m.



### OUTILS DE FORAGE

Tarière Ø63mm	07.50 m

### TUBAGES


### DATES D'EXECUTION

27.06.14	07.50 m

OBSERVATIONS : Piezometrie Ø52.60mm plein de 0 à 1.50m et crépiné de 1.50 à 7.50m  
ESPRESS-2 Version 6.38 - Traitement d'essais pressiométriques selon la norme NF P 94-110-1

**ANNEXE 4 :**

**ESSAIS AU PENETROMETRE DYNAMIQUE PD1 A PD15**



Chantier : Construction de 6 logements collectifs - MERVILLE

Client : HLM DES CHALETS

Localisation

Date : 25.06.14

Dossier : ATL143221

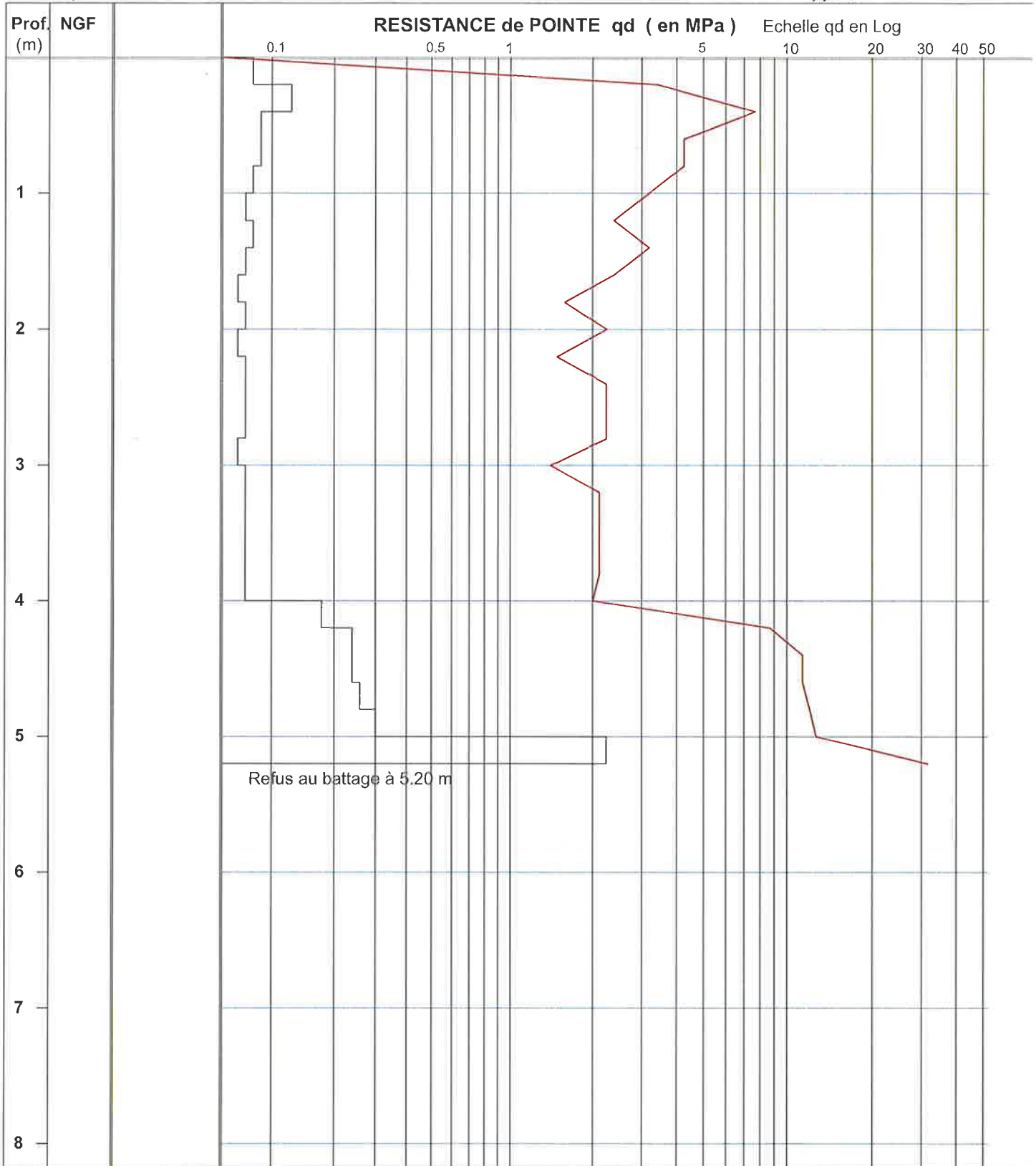
- X :

- Y :

- Z :

Echelle prof. : /

Nappe : /



**MATERIEL UTILISE : LOURD**

masse mouton	63.5 Kg
hauteur de chute	0.75 m
masse équipage mobile	21 Kg
longueur tige	1.00 m
masse tige	6.2 Kg
section pointe	19.6 cm <sup>2</sup>

**OBSERVATIONS**

Courbe de battage en échelle fixe : 0 à 100 coups

Chantier : Construction de 6 logements collectifs - MERVILLE

Client : HLM DES CHALETs

Localisation

Date : 25.06.14

Dossier : ATL143221

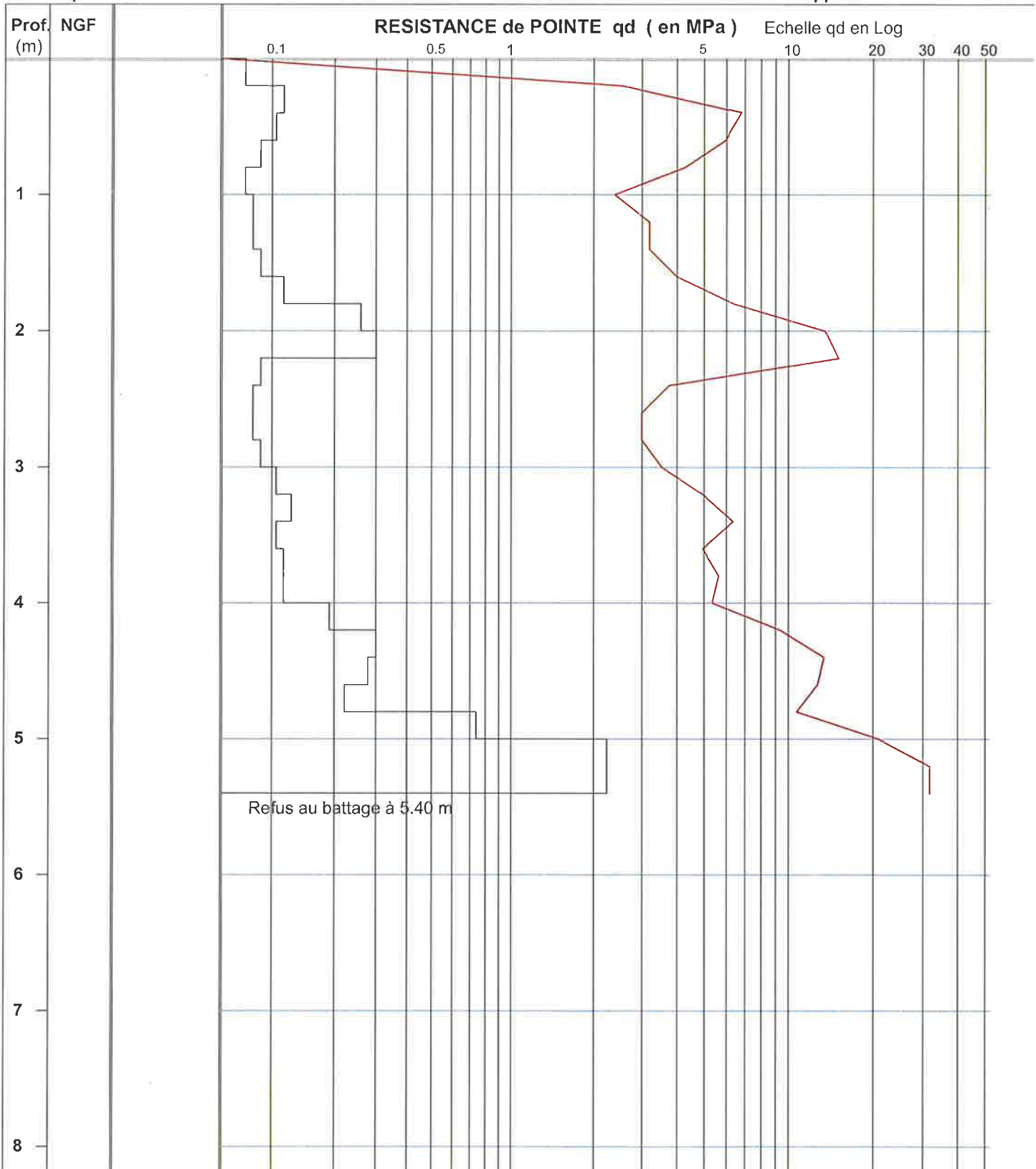
- X :

- Y :

- Z :

Echelle prof. : /

Nappe : /



### MATERIEL UTILISE : LOURD

masse mouton	63.5 Kg
hauteur de chute	0.75 m
masse équipement mobile	21 Kg
longueur tige	1.00 m
masse tige	6.2 Kg
section pointe	19.6 cm <sup>2</sup>

### OBSERVATIONS

Courbe de battage en échelle fixe : 0 à 100 coups

Chantier : Construction de 6 logements collectifs - MERVILLE

Client : HLM DES CHALETS

Localisation

Date : 25.06.14

Dossier : ATL143221

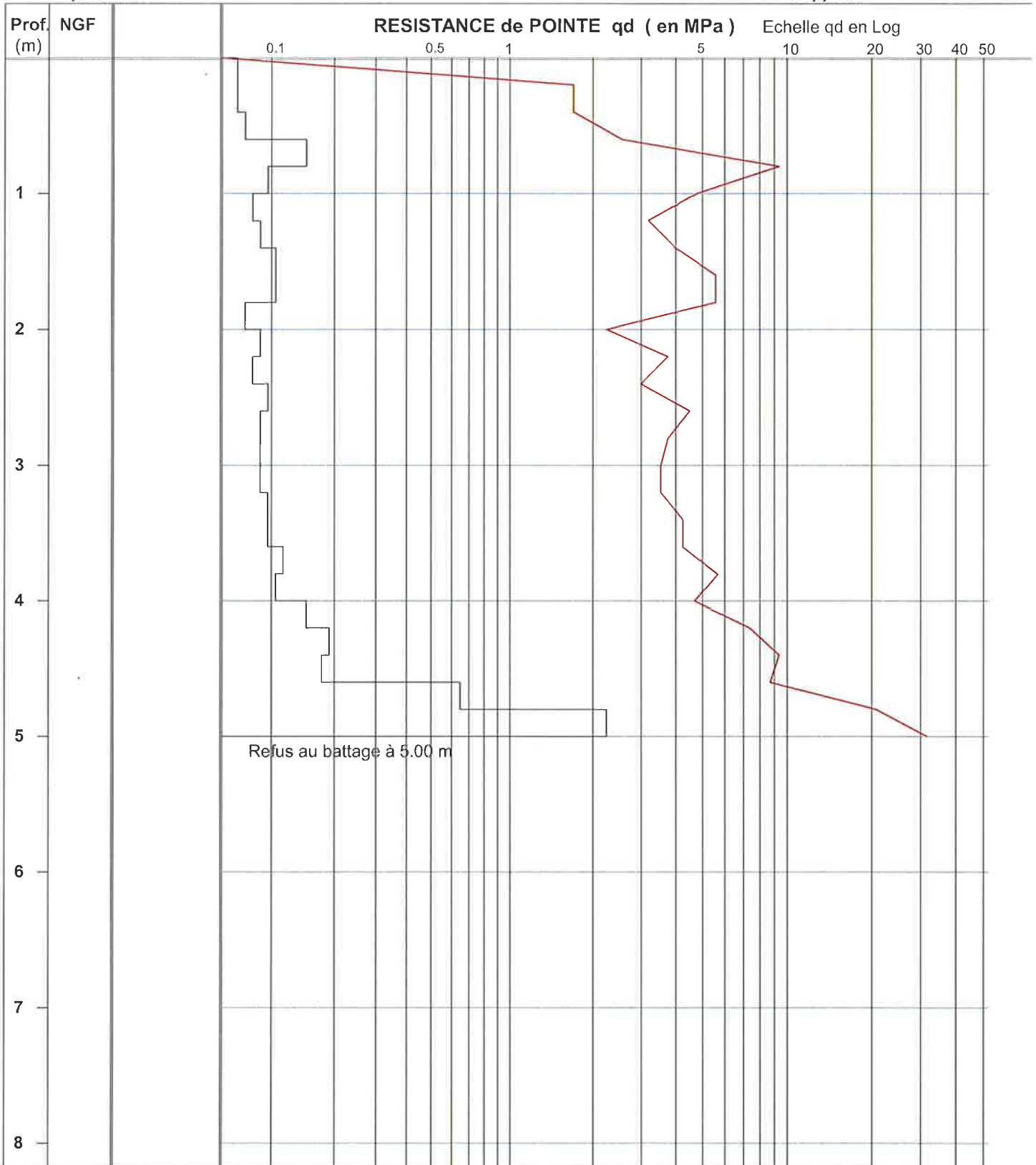
- X :

- Y :

- Z :

Echelle prof. : /

Nappe : /



### MATERIEL UTILISE : LOURD

masse mouton	63.5 Kg
hauteur de chute	0.75 m
masse équipement mobile	21 Kg
longueur tige	1.00 m
masse tige	6.2 Kg
section pointe	19.6 cm <sup>2</sup>

### OBSERVATIONS

Courbe de battage en échelle fixe : 0 à 100 coups

Chantier : Construction de 6 logements collectifs - MERVILLE

Client : HLM DES CHALETS

Localisation

Date : 25.06.14

Dossier : ATL143221

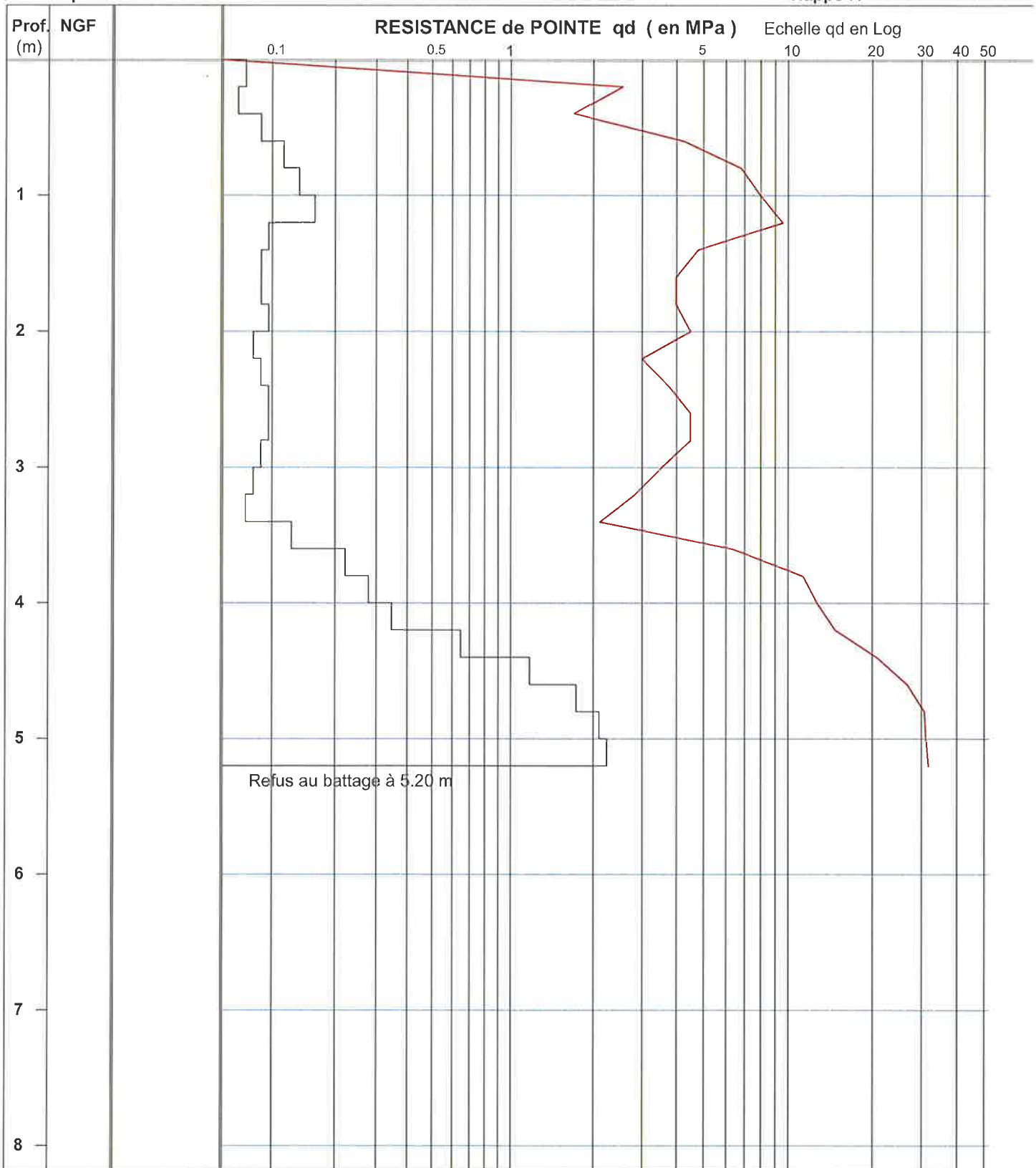
- X :

- Y :

- Z :

Echelle prof. : /

Nappe : /



**MATERIEL UTILISE : LOURD**

masse mouton	63.5 Kg
hauteur de chute	0.75 m
masse équipage mobile	21 Kg
longueur tige	1.00 m
masse tige	6.2 Kg
section pointe	19.6 cm <sup>2</sup>

**OBSERVATIONS**

Courbe de battage en échelle fixe : 0 à 100 coups

Chantier : Construction de 6 logements collectifs - MERVILLE

Client : HLM DES CHALETS

Localisation

Date : 25.06.14

Dossier : ATL143221

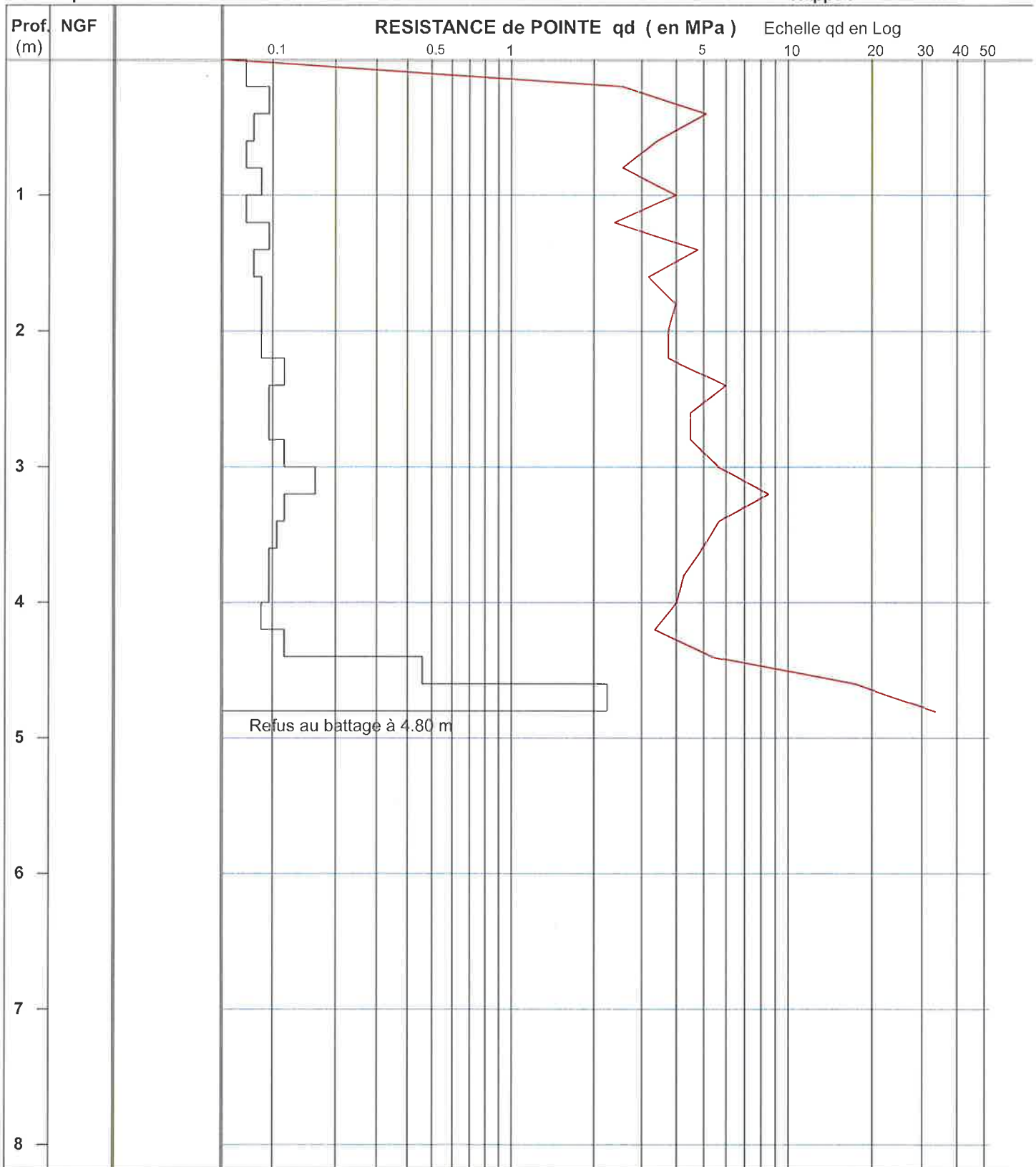
- X :

- Y :

- Z :

Echelle prof. : /

Nappe : /



### MATERIEL UTILISE : LOURD

masse mouton	63.5 Kg
hauteur de chute	0.75 m
masse équipage mobile	21 Kg
longueur tige	1.00 m
masse tige	6.2 Kg
section pointe	19.6 cm <sup>2</sup>

### OBSERVATIONS

Courbe de battage en échelle fixe : 0 à 100 coups

Chantier : Construction de 6 logements collectifs - MERVILLE

Client : HLM DES CHALETS

Localisation

Date : 25.06.14

Dossier : ATL143221

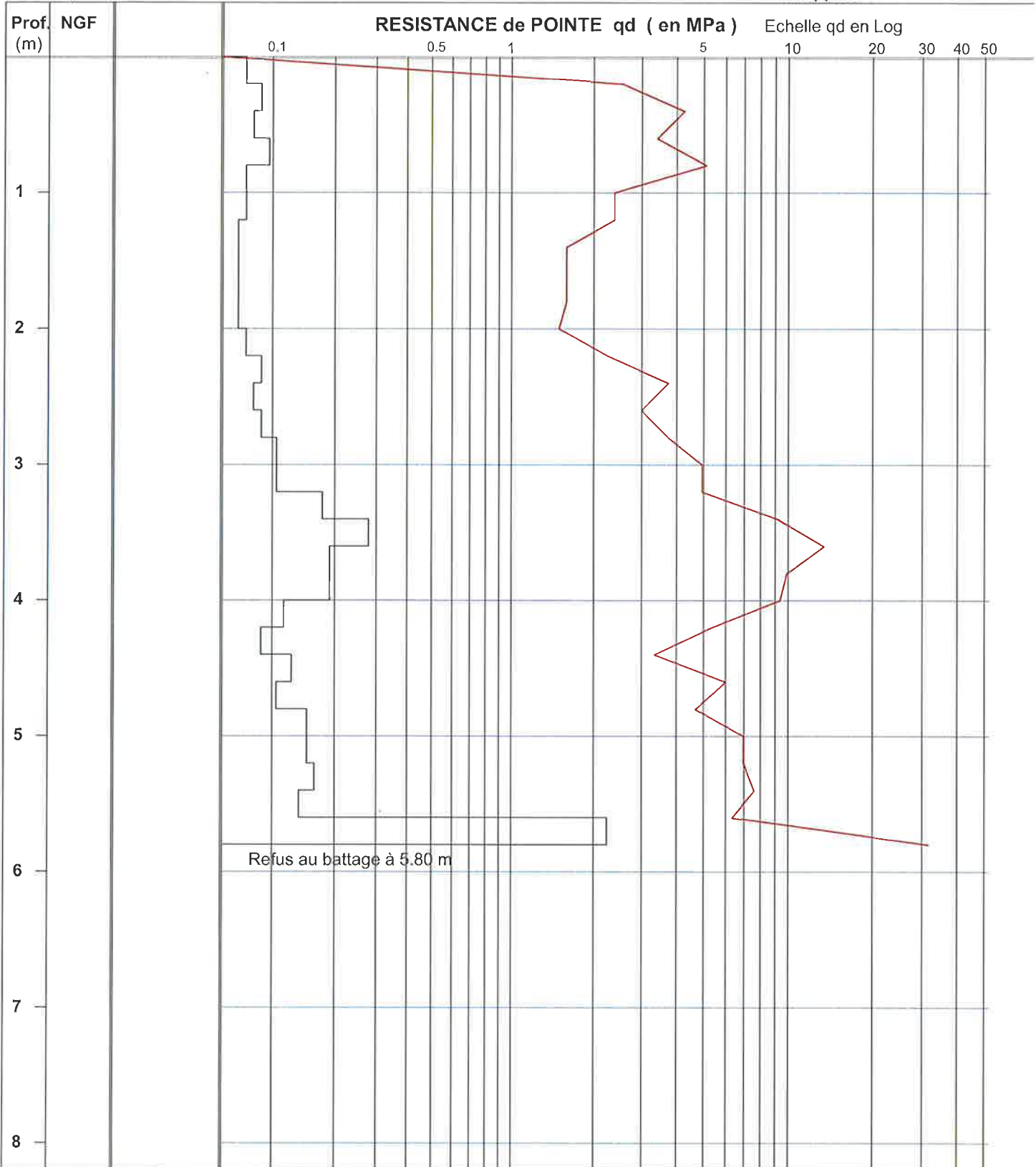
- X :

- Y :

- Z :

Echelle prof. : /

Nappe : /



**MATERIEL UTILISE : LOURD**

masse mouton	63.5 Kg
hauteur de chute	0.75 m
masse équipage mobile	21 Kg
longueur tige	1.00 m
masse tige	6.2 Kg
section pointe	19.6 cm <sup>2</sup>

**OBSERVATIONS**

Courbe de battage en échelle fixe : 0 à 100 coups

Chantier : Construction de 6 logements collectifs - MERVILLE

Client : HLM DES CHALETS

Localisation

Date : 25.06.14

Dossier : ATL143221

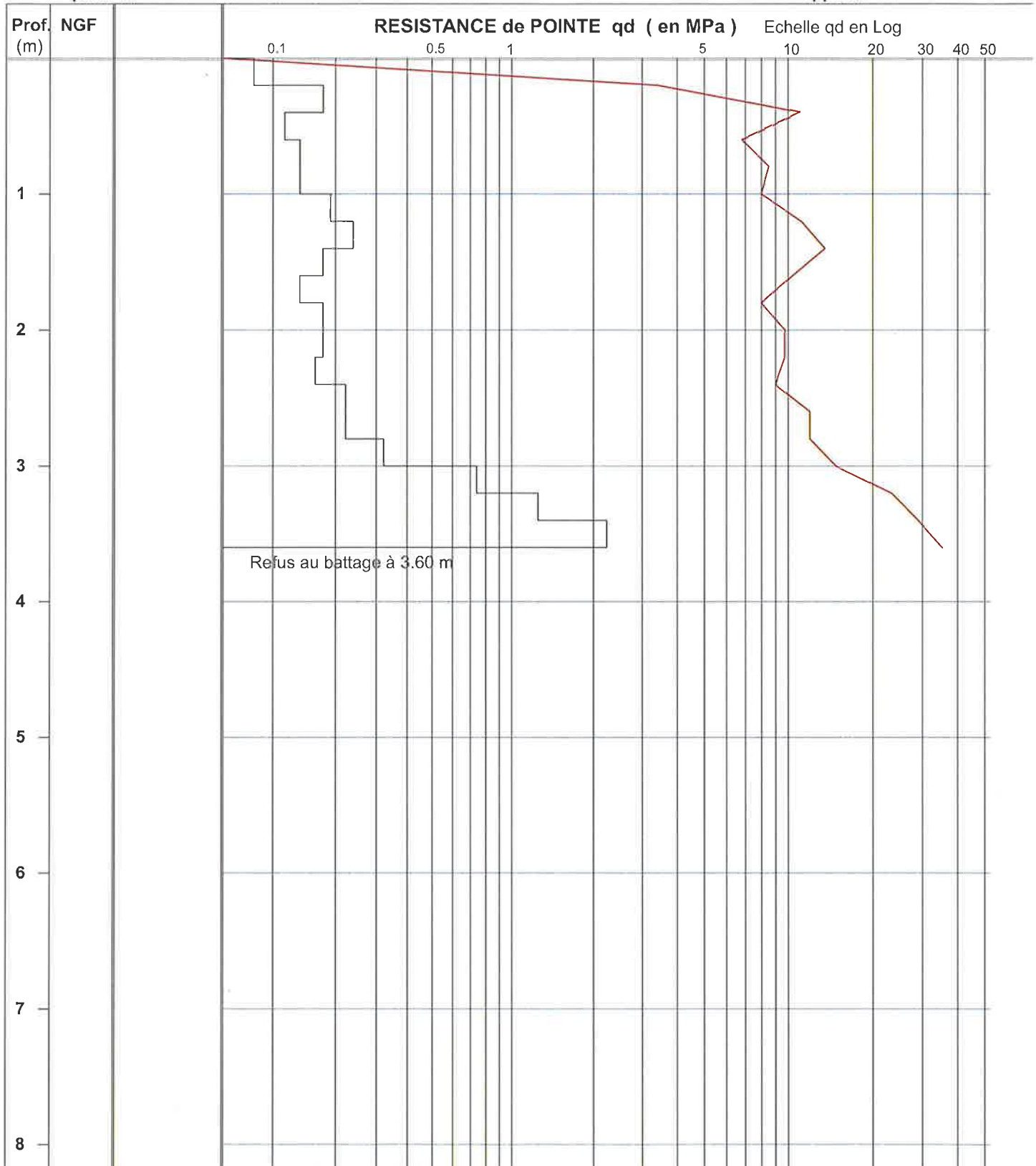
- X :

- Y :

- Z :

Echelle prof. : /

Nappe : /



### MATERIEL UTILISE : LOURD

masse mouton	63.5 Kg
hauteur de chute	0.75 m
masse équipage mobile	21 Kg
longueur tige	1.00 m
masse tige	6.2 Kg
section pointe	19.6 cm <sup>2</sup>

### OBSERVATIONS

Courbe de battage en échelle fixe : 0 à 100 coups

Chantier : Construction de 6 logements collectifs - MERVILLE

Client : HLM DES CHALETS

Localisation

Date : 25.06.14

Dossier : ATL143221

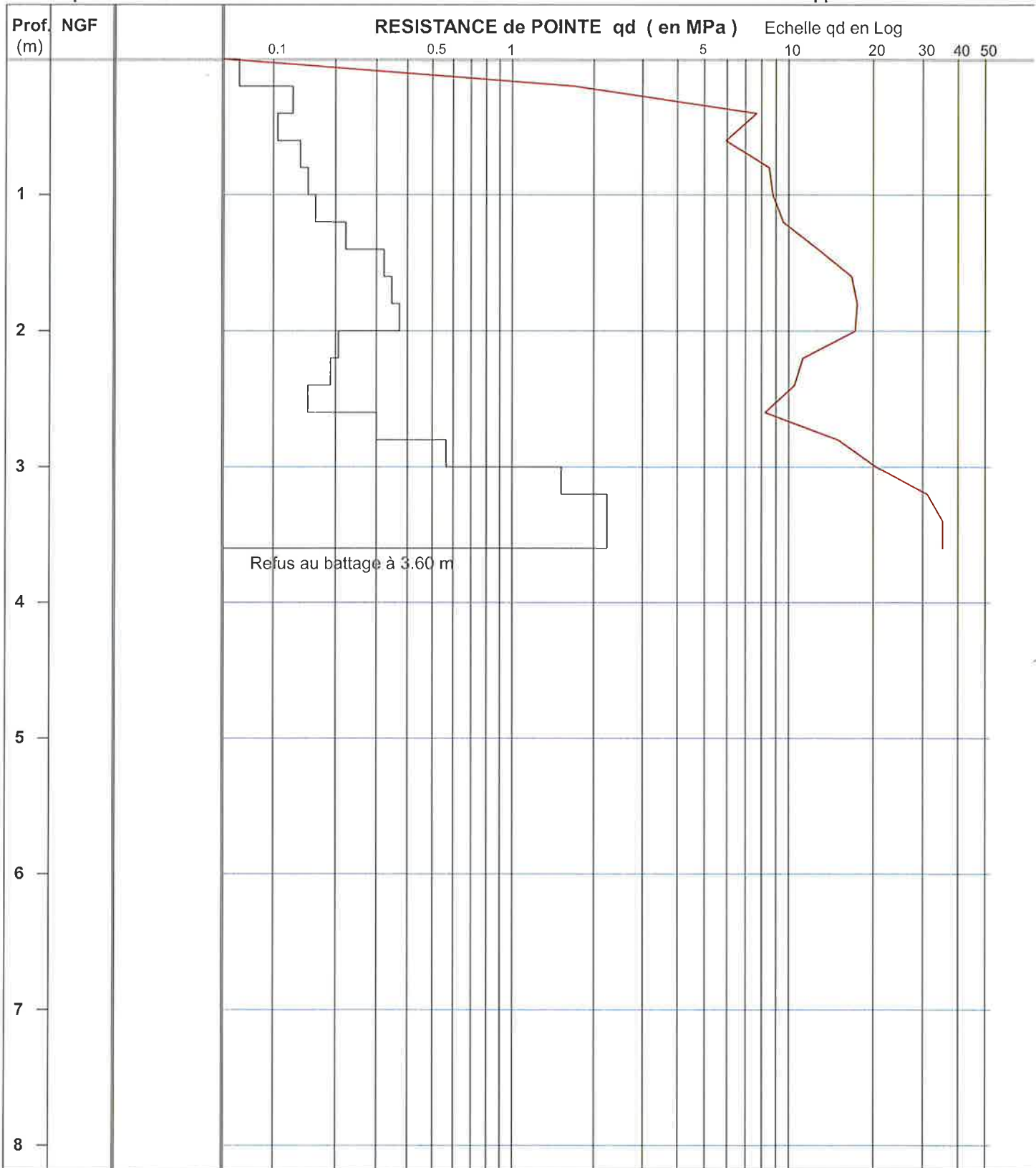
- X :

- Y :

- Z :

Echelle prof. : /

Nappe : /



**MATERIEL UTILISE : LOURD**

masse mouton	63.5 Kg
hauteur de chute	0.75 m
masse équipage mobile	21 Kg
longueur tige	1.00 m
masse tige	6.2 Kg
section pointe	19.6 cm <sup>2</sup>

**OBSERVATIONS**

Courbe de battage en échelle fixe : 0 à 100 coups



Chantier : Construction de 6 logements collectifs - MERVILLE

Client : HLM DES CHALETs

Localisation

Date : 25.06.14

Dossier : ATL143221

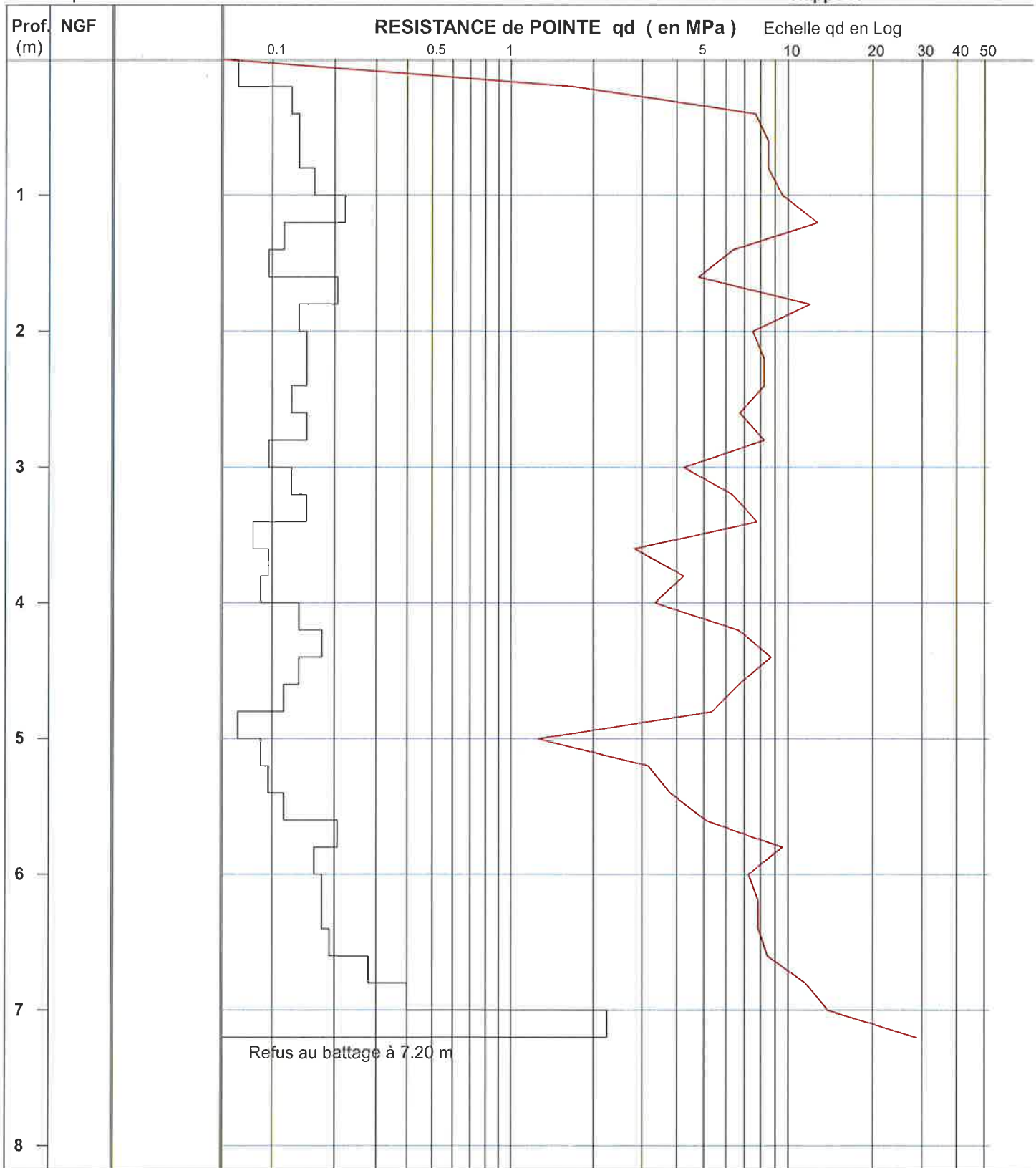
- X :

- Y :

- Z :

Echelle prof. : /

Nappe : /



### MATERIEL UTILISE : LOURD

masse mouton	63.5 Kg
hauteur de chute	0.75 m
masse équipement mobile	21 Kg
longueur tige	1.00 m
masse tige	6.2 Kg
section pointe	19.6 cm <sup>2</sup>

### OBSERVATIONS

Courbe de battage en échelle fixe : 0 à 100 coups

Chantier : Construction de 6 logements collectifs - MERVILLE

Client : HLM DES CHALETS

Localisation

Date : 25.06.14

Dossier : ATL143221

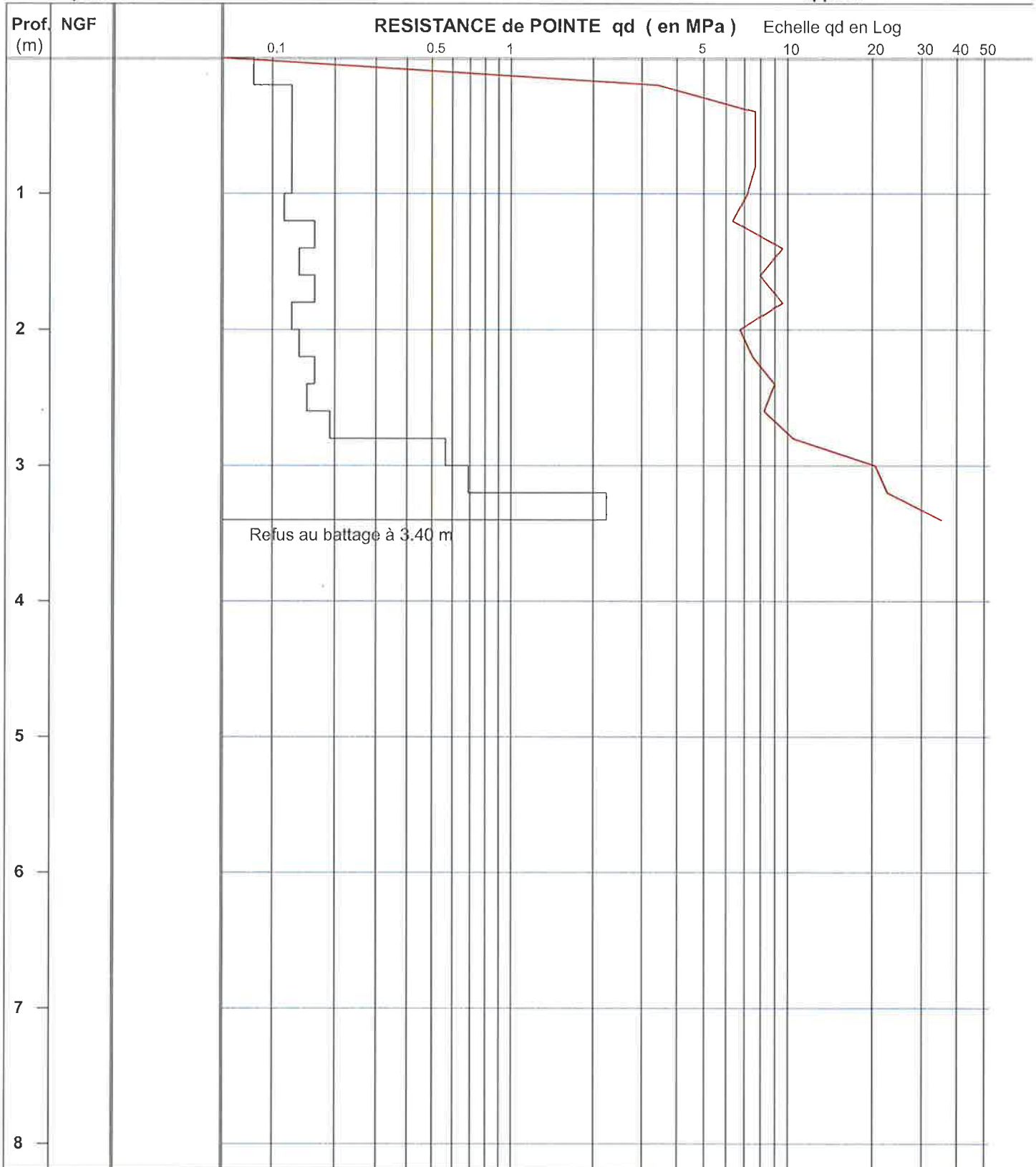
- X :

- Y :

- Z :

Echelle prof. : /

Nappe : /



**MATERIEL UTILISE : LOURD**

masse mouton	63.5 Kg
hauteur de chute	0.75 m
masse équipage mobile	21 Kg
longueur tige	1.00 m
masse tige	6.2 Kg
section pointe	19.6 cm <sup>2</sup>

**OBSERVATIONS**

Courbe de battage en échelle fixe : 0 à 100 coups

Chantier : Construction de 6 logements collectifs - MERVILLE

Client : HLM DES CHALETs

Dossier : ATL143221

Localisation

- X :

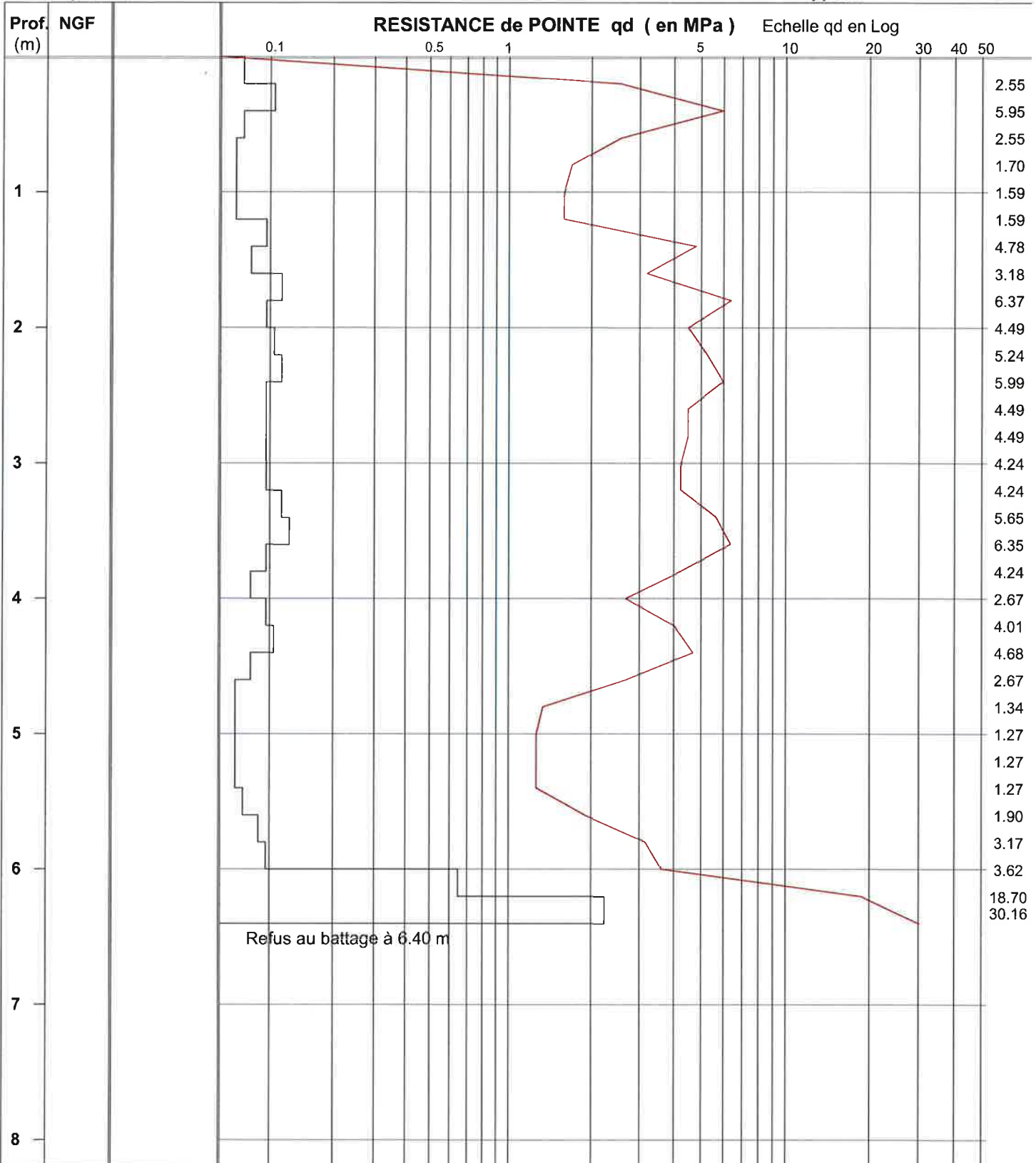
- Y :

- Z :

Date : 25.06.14

Echelle prof. : /

Nappe : /



### MATERIEL UTILISE : LOURD

masse mouton	63.5 Kg
hauteur de chute	0.75 m
masse équipage mobile	21 Kg
longueur tige	1.00 m
masse tige	6.2 Kg
section pointe	19.6 cm <sup>2</sup>

### OBSERVATIONS

Courbe de battage en échelle fixe : 0 à 100 coups

Chantier : Construction de 6 logements collectifs - MERVILLE

Client : HLM DES CHALETS

Localisation

Date : 25.06.14

Dossier : ATL143221

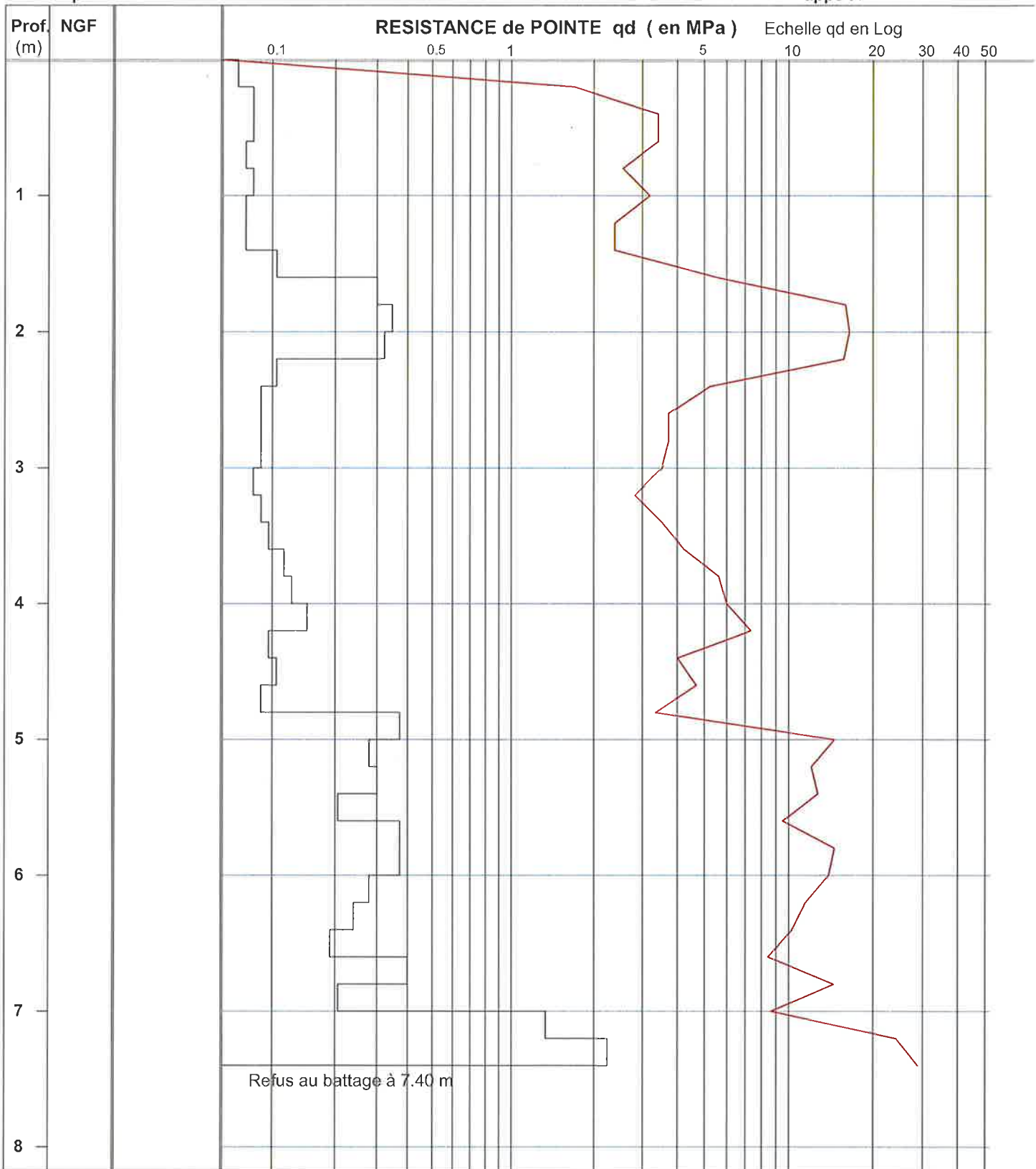
- X :

- Y :

- Z :

Echelle prof. : /

Nappe : /



### MATERIEL UTILISE : LOURD

masse mouton	63.5 Kg
hauteur de chute	0.75 m
masse équipage mobile	21 Kg
longueur tige	1.00 m
masse tige	6.2 Kg
section pointe	19.6 cm <sup>2</sup>

### OBSERVATIONS

Courbe de battage en échelle fixe : 0 à 100 coups

Chantier : Construction de 6 logements collectifs - MERVILLE

Client : HLM DES CHALETS

Localisation

Date : 25.06.14

Dossier : ATL143221

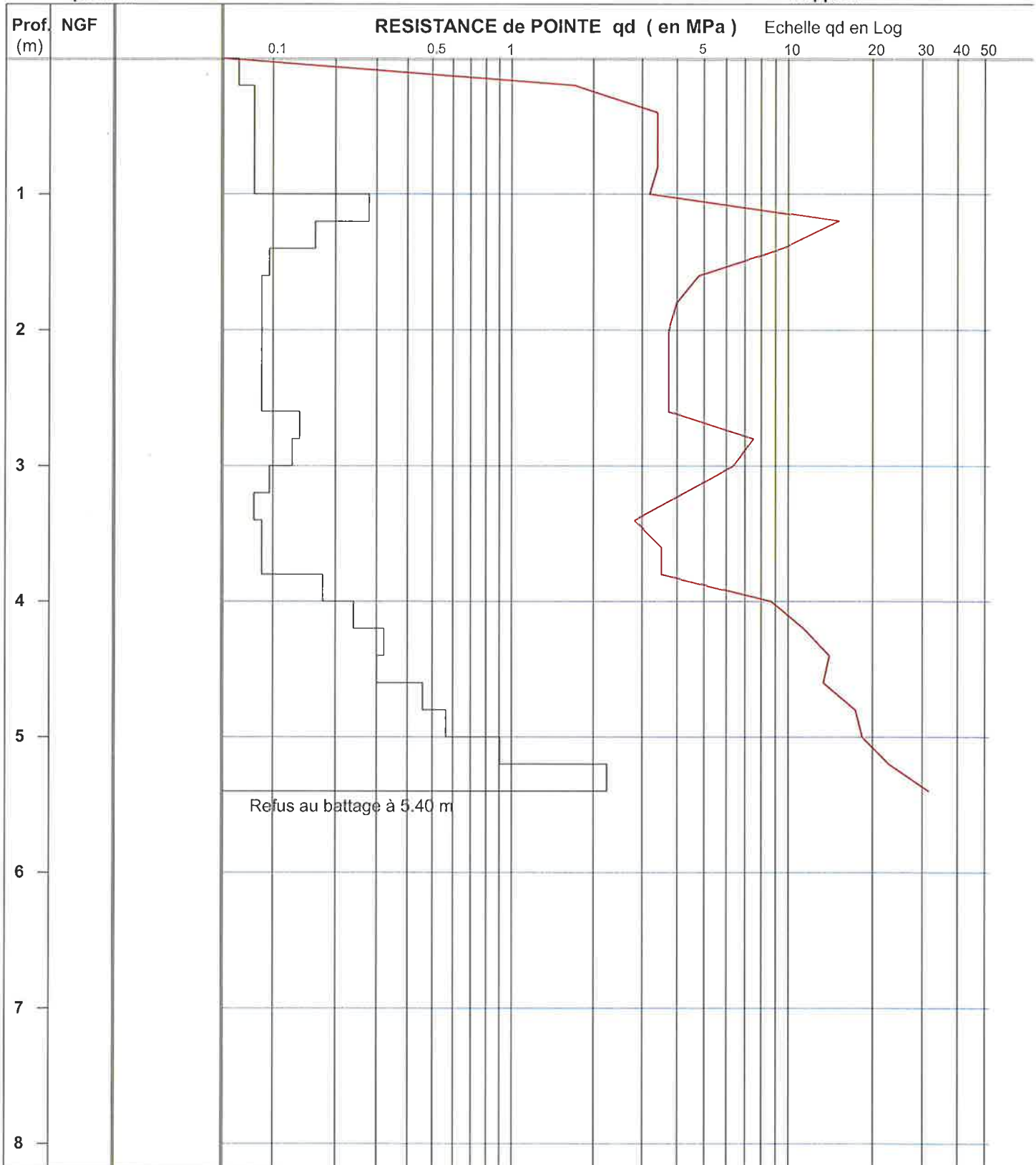
- X :

- Y :

- Z :

Echelle prof. : /

Nappe : /



**MATERIEL UTILISE : LOURD**

masse mouton	63.5 Kg
hauteur de chute	0.75 m
masse équipage mobile	21 Kg
longueur tige	1.00 m
masse tige	6.2 Kg
section pointe	19.6 cm <sup>2</sup>

**OBSERVATIONS**

Courbe de battage en échelle fixe : 0 à 100 coups

Chantier : Construction de 6 logements collectifs - MERVILLE

Client : HLM DES CHALETS

Localisation

Date : 25.06.14

Dossier : ATL143221

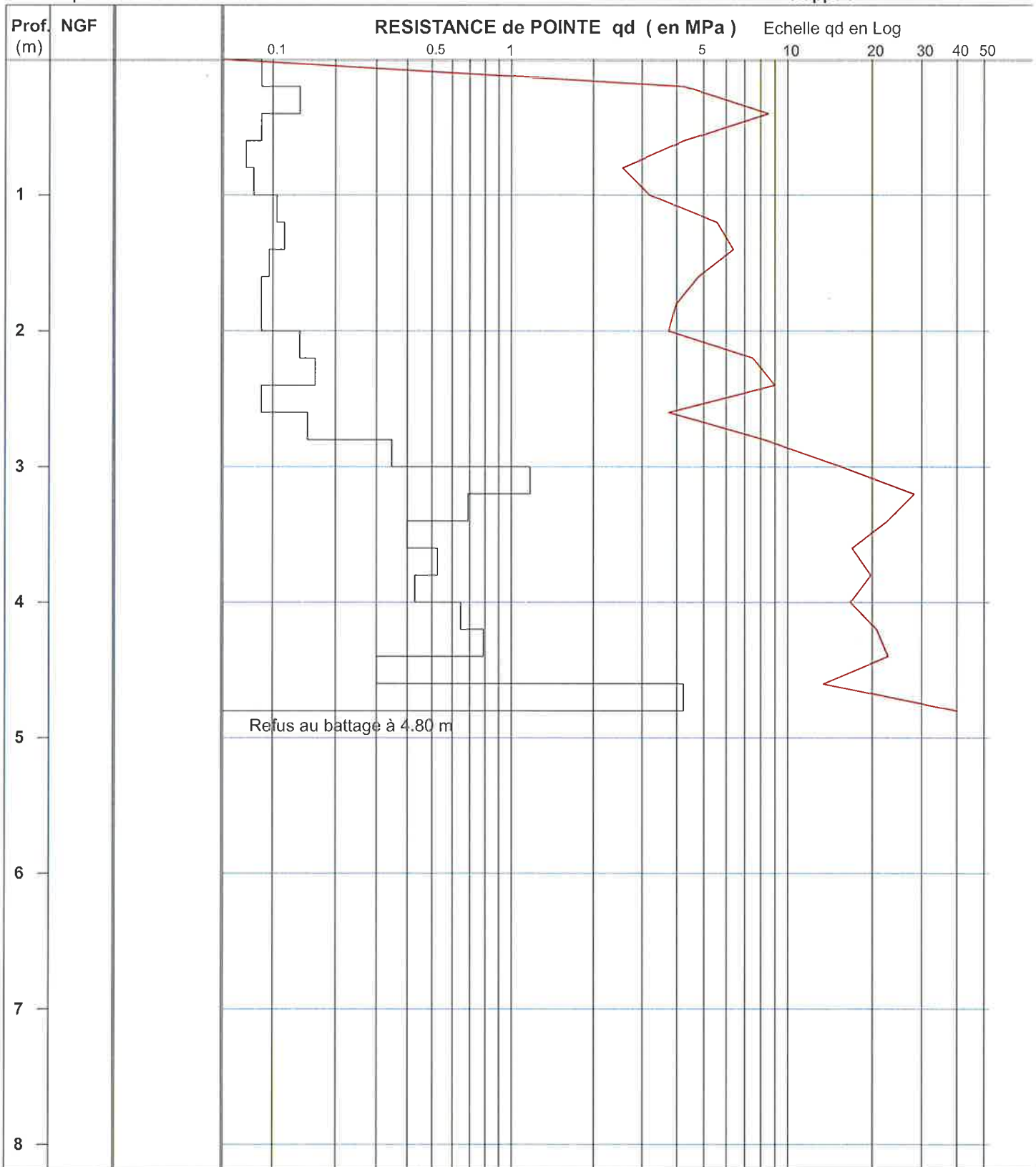
- X :

- Y :

- Z :

Echelle prof. : /

Nappe : /



**MATERIEL UTILISE : LOURD**

masse mouton	63.5 Kg
hauteur de chute	0.75 m
masse équipage mobile	21 Kg
longueur tige	1.00 m
masse tige	6.2 Kg
section pointe	19.6 cm <sup>2</sup>

**OBSERVATIONS**

Courbe de battage en échelle fixe : 0 à 100 coups

Chantier : Construction de 6 logements collectifs - MERVILLE

Client : HLM DES CHALETS

Localisation

Date : 25.06.14

Dossier : ATL143221

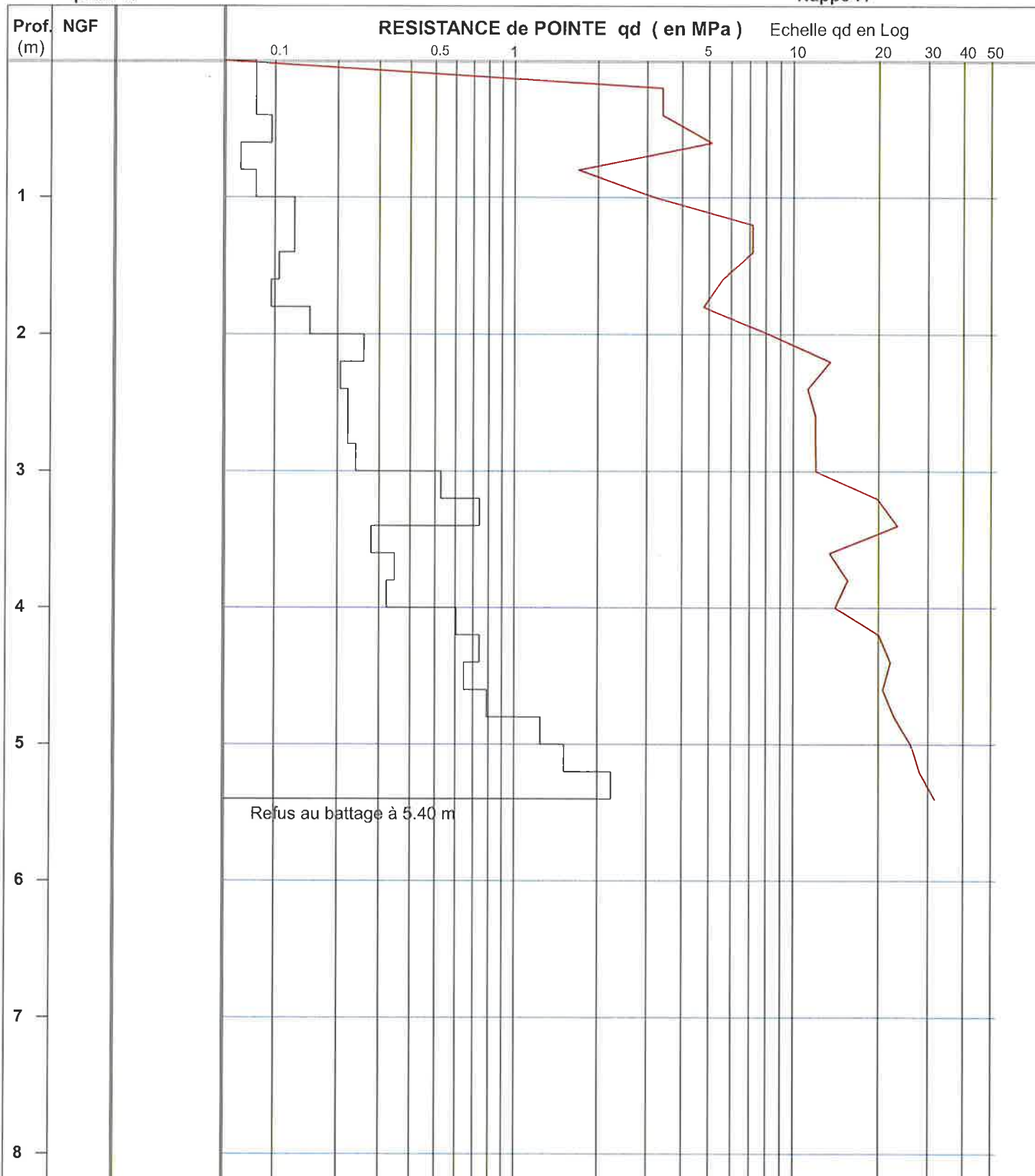
- X :

- Y :

- Z :

Echelle prof. : /

Nappe : /



### MATERIEL UTILISE : LOURD

masse mouton	63.5 Kg
hauteur de chute	0.75 m
masse équipement mobile	21 Kg
longueur tige	1.00 m
masse tige	6.2 Kg
section pointe	19.6 cm <sup>2</sup>

### OBSERVATIONS

Courbe de battage en échelle fixe : 0 à 100 coups

**ANNEXE 5 :**

**COUPES ET PHOTOGRAPHIES DES SONDAGES A LA PELLE  
PM1 A PM10**



**Chantier : Construction de 6 logements collectifs - MERVILLE**

Client : HLM DES CHALETS  
 Dossier : ATL143221

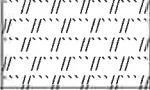


**Localisation**

- X :  
 - Y :  
 - Z : NGF

Echelle prof. : /

SONDEUSE :

Nappe : /

Récup %	Prof. (m)	NGF (m)	SOLS	E.C.H.					Remarques
	0.30		 Terre végétale limoneuse marron brune						
	1.00		 Argile limono calcaireuse marron grise blanche						
	3.60		 Molasse sableuse beige grise						
			Fin du sondage						

Sondage pour Windows Version 3.45 - imprimé le 26/06/2014

**OUTILS DE FORAGE**


**TUBAGES**


**DATES D'EXECUTION**

25.06.14	03.60 m

**Chantier : Construction de 6 logements collectifs - MERVILLE**

**Client : HLM DES CHALETS**

**Dossier : ATL143221**

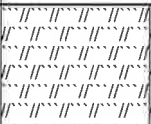

**Localisation**

- X :
- Y :
- Z : NGF

Echelle prof. : /

SONDEUSE :

Nappe : /

Récup %	Prof. (m)	NGF (m)	SOLS	Prof. (m)					Remarques
	0.40		 Terre végétale limoneuse marron						
			 Argile silto calcaireuse marron beige grise						
	4.10		<b>Fin du sondage</b>						

Sondage pour Windows Version 3.45 - imprimé le 02/09/2014

**OUTILS DE FORAGE**

**TUBAGES**

**DATES D'EXECUTION**



25.06.14	04.10 m

**Chantier : Construction de 6 logements collectifs - MERVILLE**

**Client : HLM DES CHALETS**  
**Dossier : ATL143221**

Localisation

- X :	
- Y :	
- Z : NGF	

Echelle prof. : /

SONDEUSE :

Nappe : /

Récup %	Prof. (m)	NGF (m)	SOLS	E.C.H.					Remarques
	0.40		 Terre végétale limoneuse marron						
	1.80		 Argile limoneuse						
	3.60		 Molasse argileuse marron grise						
			Fin du sondage						

Sondage pour Windows Version 3.45 - imprimé le 26/06/2014

**OUTILS DE FORAGE**


**TUBAGES**


**DATES D'EXECUTION**

25.06.14	03.60 m

**Chantier : Construction de 6 logements collectifs - MERVILLE**

**Client : HLM DES CHALETS**

**Dossier : ATL143221**




**Localisation**

- X :
- Y :
- Z : NGF

Echelle prof. : /

SONDEUSE :

Nappe : /

Récup %	Prof. (m)	NGF (m)	SOLS	I.C.M.					Remarques
	0.30		 Grave et terre végétale						
	1.40		 Argile limoneuse marron						
	3.30		 Argile caillouteuse marron beige						
			<b>Fin du sondage</b>						

Sondage pour Windows Version 3.45 - imprimé le 02/09/2014

**OUTILS DE FORAGE**


**TUBAGES**


**DATES D'EXECUTION**

25.06.14	03.30 m

**Chantier : Construction de 6 logements collectifs - MERVILLE**

**Client : HLM DES CHALETS**

**Dossier : ATL143221**

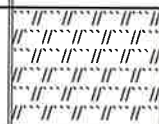


**Localisation**

- X :	
- Y :	
- Z : NGF	

Echelle prof. : /

SONDEUSE :

Nappe : /

Récup %	Prof. (m)	NGF (m)	SOLS	E.C.H.					Remarques
	0.40		 Terre végétale limoneuse marron brune						
	2.00		 Argile limoneuse marron à passées graveleuses						
	3.50		 Argile silto calcaireuse marron grise blanche						
			<b>Fin du sondage</b>						

Sondage pour Windows Version 3.45 - imprimé le 02/09/2014

**OUTILS DE FORAGE**


**TUBAGES**


**DATES D'EXECUTION**

25.06.14	03.50 m

**Chantier : Construction de 6 logements collectifs - MERVILLE**

**Client : HLM DES CHALETS**

**Dossier : ATL143221**

**Localisation**

- X :
- Y :
- Z : NGF

Echelle prof. : /

SONDEUSE :

Nappe : /

Récup %	Prof (m)	NGF (m)	SOLS	Prof.				Remarques
	0.30		 Terre végétale limoneuse marron brune					
	1.20		 Remblais de cailloux briques galets et argiles					
	4.00		 Argile silto calcaireuse marron grise blanche					
			<b>Fin du sondage</b>					

Sondage pour Windows Version 3.45 - imprimé le 02/09/2014

**OUTILS DE FORAGE**


**TUBAGES**


**DATES D'EXECUTION**

25.06.14	04.00 m

**Chantier : Construction de 6 logements collectifs - MERVILLE**

**Client : HLM DES CHALETS**

**Dossier : ATL143221**

**Localisation**

- X :
- Y :
- Z : NGF

Echelle prof. : /

SONDEUSE :

Nappe : /

Récup %	Prof. (m)	NGF (m)	SOLS	Ech.	I.L.	I.L.	I.L.	I.L.	Remarques
	0.30		 Terre végétale limoneuse et graveleuse brune						
			 Argile graveleuse marron beige						
	3.10		<b>Fin du sondage</b>						

Sondage pour Windows Version 3.45 - imprimé le 02/09/2014

**OUTILS DE FORAGE**


**TUBAGES**


**DATES D'EXECUTION**

25.06.14	03.10.m



Chantier : Construction de 6 logements collectifs - MERVILLE

Client : HLM DES CHALETs  
 Dossier : ATL143221



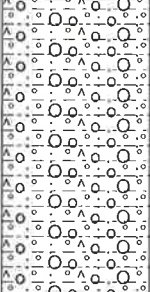

Localisation

- X :  
 - Y :  
 - Z : NGF

Echelle prof. : /

SONDEUSE :

Nappe : /

Récup %	Prof. (m)	NGF (m)	SOLS	I.C.F.	I.L.	I.C.	I.L.	I.C.	I.L.	Remarques
	0.30		 Terre végétale limoneuse marron							
	1.30		 Argile limoneuse marron							
	2.30		 Grave argileuse marron							
	3.30		 Argile marron grise							Fin du sondage

Sondage pour Windows Version 3.45 - imprimé le 26/06/2014

**OUTILS DE FORAGE**


**TUBAGES**


**DATES D'EXECUTION**

25.06.14	03.30 m

**Chantier : Construction de 6 logements collectifs - MERVILLE**

**Client : HLM DES CHALETS**

**Dossier : ATL143221**

**Localisation**

- X :
- Y :
- Z : NGF

Echelle prof. : /

SONDEUSE :

Nappe : /

Récup %	Prof. (m)	NGF (m)	SOLS	H.C.M.F.					Remarques
	0.30		 Terre végétale limoneuse						
			 Remblais de brique, cailloux, grave, ferraille et divers						
	2.80		 Argile silto calcaireuse beige grise blanche						
	4.10		<b>Fin du sondage</b>						

Sondage pour Windows Version 3.45 - imprimé le 02/09/2014

**OUTILS DE FORAGE**


**TUBAGES**


**DATES D'EXECUTION**

25.06.14	04.10 m

**Chantier : Construction de 6 logements collectifs - MERVILLE**

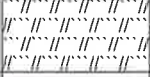

Client : HLM DES CHALETS  
 Dossier : ATL143221

<b>Localisation</b> - X : - Y : - Z : NGF
--

Echelle prof. : /

SONDEUSE :

Nappe : /

Récup %	Prof. (m)	NGF (m)	SOLS	E.C.H.	REMARQUES
	0.25		 Terre végétale limoneuse marron		
	4.00		 Argile limoneuse beige grise plus ou moins graveleuse  Fin du sondage		

Sondage pour Windows Version 3.45 - imprimé le 26/06/2014

**OUTILS DE FORAGE**


**TUBAGES**


**DATES D'EXECUTION**

25.06.14	04.00 m

**ANNEXE 6 :**

**COUPE ET PHOTOGRAPHIES DU SONDAGE CAROTTE SC1**

**Chantier : Construction de 6 logements collectifs - MERVILLE**

**Client : HLM DES CHALETS**  
**Dossier : ATL143221**

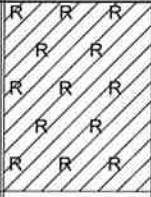





**Localisation**

- X :
- Y :
- Z : NGF

Echelle prof. : /

SONDEUSE :

Nappe : /

Récup %	Prof. (m)	NGF (m)	SOLS	E.C.H.					Remarques
	1.00		 Remblais de limons et débris						
	2.30		 Limon argileux marron foncé						
	2.80		 Grave limoneuse marron foncé						
	3.30		 Argile limoneuse marron clair						
	5.50		 Molasse sableuse beige						
	8.00		 Molasse argilo-sableuse beige Fin du sondage						

Sondage pour Windows Version 3.45 - imprimé le 08/09/2014

**OUTILS DE FORAGE**

Tarière Ø63mm	08.00 m

**TUBAGES**


**DATES D'EXECUTION**

26.06.14	08.00 m

**ANNEXE 7 :**

**ESSAIS D'INFILTRATION DE TYPE LEFRANC LF1**





**ANNEXE 8 :**

**ESSAIS DE LABORATOIRE**

## RESULTATS D'ESSAIS

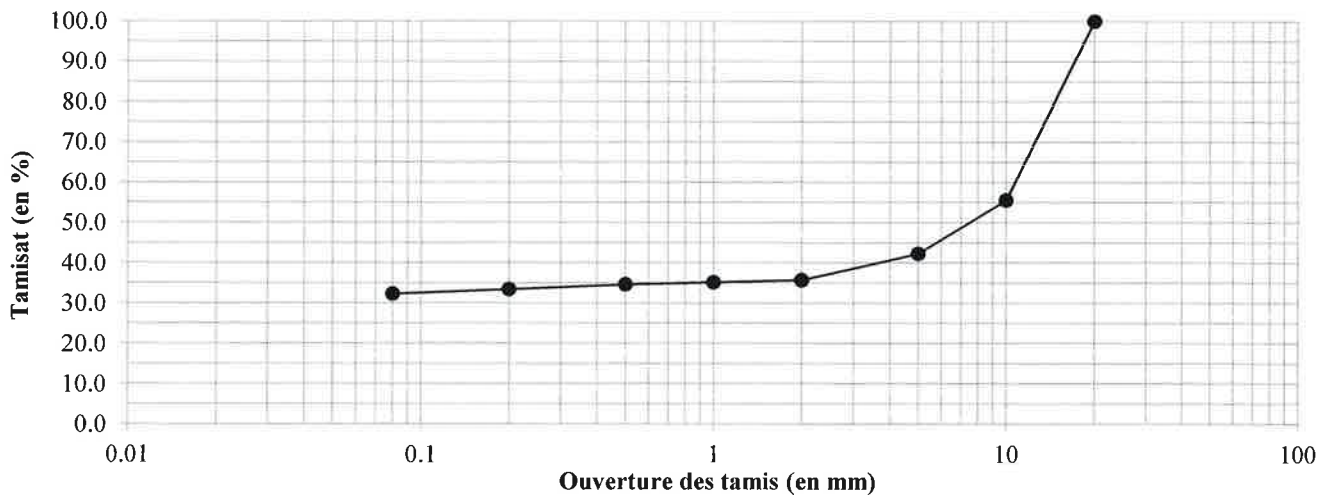
### Classification GTR

Date	4-juil-14	Demandeur	HLM CHALETS
Chantier	Projet de 6 Collectifs - MERVILLE	Dossier	ATL143221
Implantation	PM8	Profondeur	1.30 - 2.30m
Description	Argile graveleuse marron		

Tamis	Refus %	Passant %
20	0.0	100.0
10	44.5	55.5
5	57.7	42.3
2	64.3	35.7
1	64.9	35.1
0.5	65.4	34.6
0.2	66.6	33.4
0.08	67.7	32.3

<b>Teneur en eau naturelle</b>	<b>9.0 %</b>
<b>Fraction du 0/5 dans le 0/50</b>	<b>42.3 %</b>
<b>VBS</b>	<b>4.6</b>
<b>Classification GTR</b>	<b>B6</b>

### COURBE GRANULOMETRIQUE

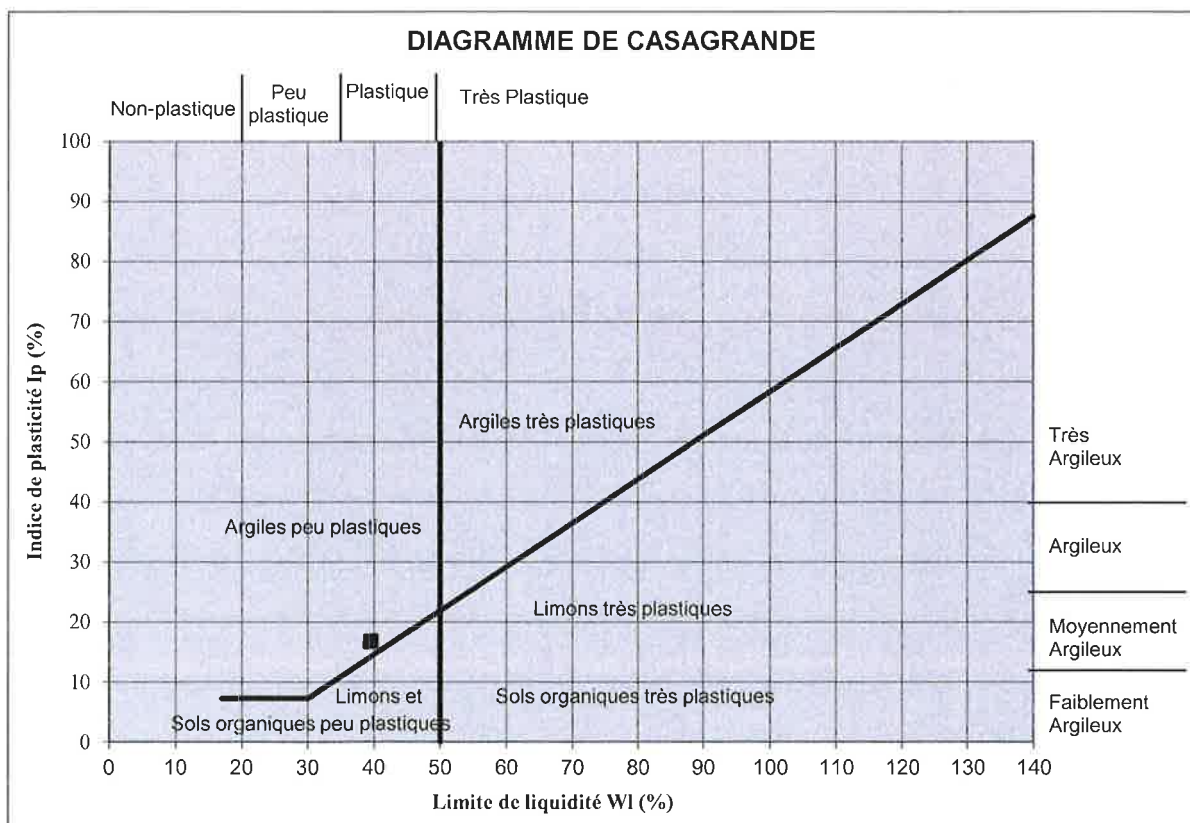


Détermination des limites d'Atterberg  
NF P 94-051 (03/93)

Date	4-juil-14	Demandeur	HLM LES CHAL
Chantier	Projet de 6 Collectifs - MERVILLE	Dossier	ATL143221
Implantation	PM4	Profondeur	0.30 - 1.40 m
Description	Argile limoneuse marron		

Teneur en eau naturelle :  $W_{nat} = 16.9\%$   
 Limite de liquidité :  $W_L = 39.5\%$   
 Limite de plasticité :  $W_p = 22.7\%$   
 Indice de plasticité :  $I_p = 16.8\%$   
 Indice de consistance :  $I_c = 1.3$

Identification GTR : **A2**





## CISAILLEMENT RECTILIGNE

## MERVILLE (31)

### CONSOLIDE LENT

### PROJET DE 6 COLLECTIFS

Forage N° : SC 1

Carotte N° : EI 1

ALIOS TOULOUSE ATL 143221

Profondeur : 1,00 à 2,00 m

SE N° : 47419

12-13/08/2014

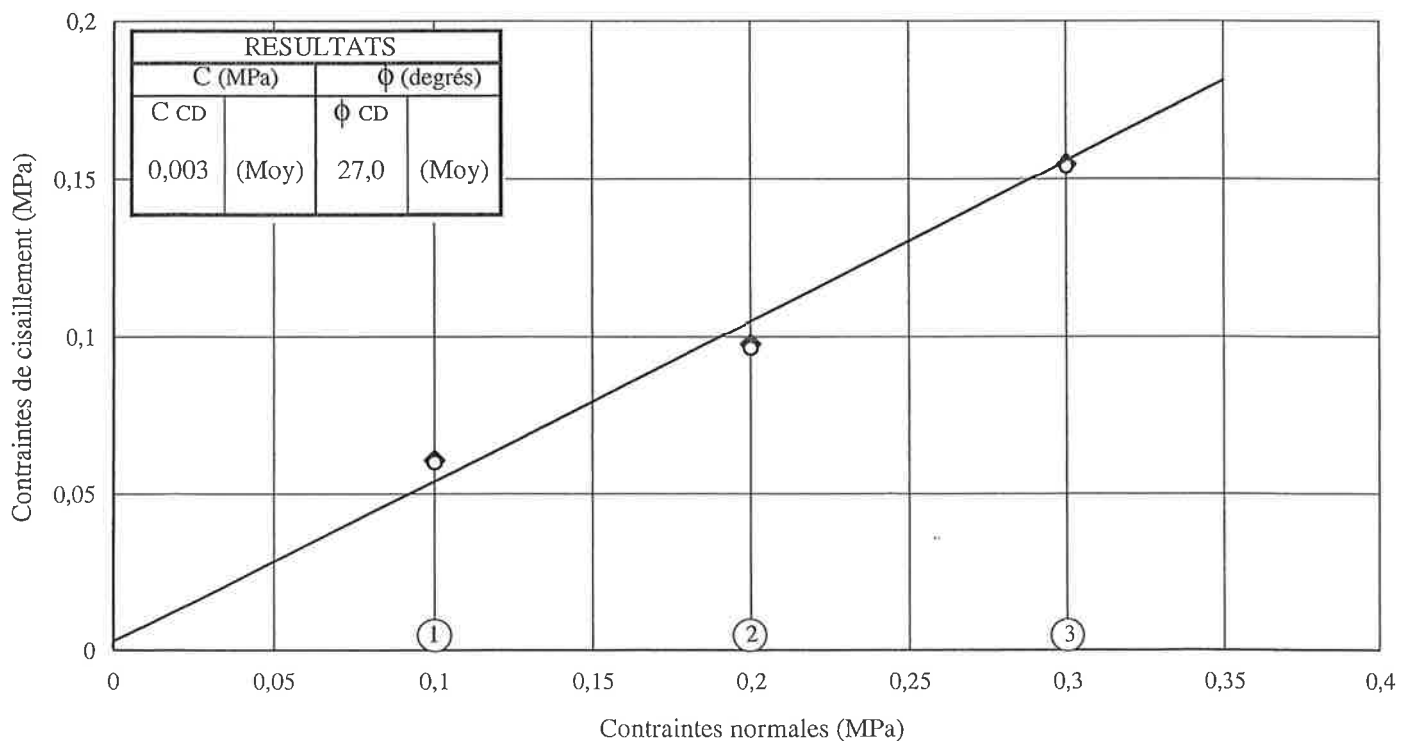
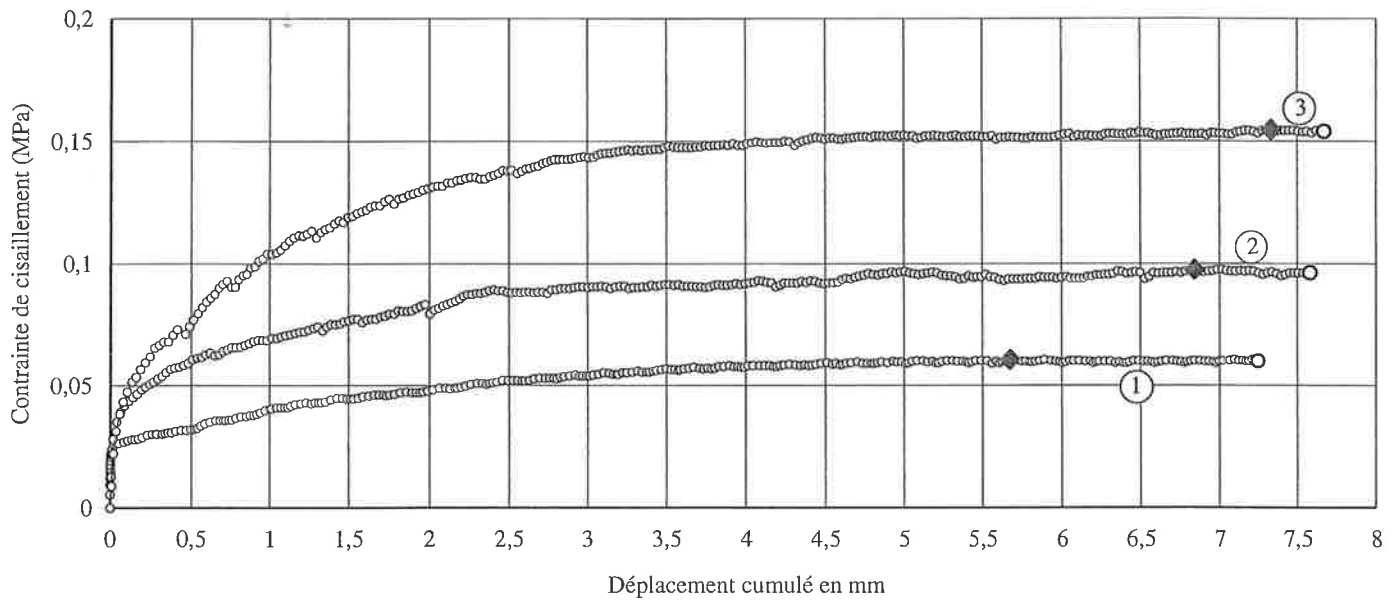
DESCRIPTION : Remblais : 45 cm de débris et limon, puis limon ± argileux, consistant, ± saturé, très diaclasé.

OBSERVATIONS : Essai de 1,60 à 1,80 m. Eprouvettes ± intactes.

 $\gamma_s$  estimé : 2,70

 $\gamma_s$  mesuré :

Epr. N°	CARACTERISTIQUES INITIALES							CARACTERISTIQUES FINALES					CISAILLEMENT						
	$\phi$	Haut.	W	$\gamma$	$\gamma_d$	e	$S_r$	$\sigma'_v$	T100	W	$\gamma$	$\gamma_d$	$S_r$	Vit.	(nm/mn)	$\tau_f$ Max	$\delta_l$ Max	$\tau_f$ Min	$\delta_l$ Min
	(cm)	(cm)	(%)	(t/m <sup>3</sup> )	(t/m <sup>3</sup> )		(%)	(MPa)	(mn)	(%)	(t/m <sup>3</sup> )	(t/m <sup>3</sup> )	(%)	lente	Rapide	(MPa)	(mm)	(MPa)	(mm)
1	6,35	3,48	17,7	1,80	1,53	0,77	62,4	0,10		22,6	1,98	1,62	90,8	0,0070		0,061	5,68	0,060	7,24
2	6,35	3,48	17,5	1,82	1,55	0,74	63,6	0,20		21,5	2,04	1,68	95,5	0,0070		0,098	6,84	0,096	7,58
3	6,35	3,48	15,0	1,90	1,65	0,63	63,9	0,30		16,8	2,11	1,81	91,7	0,0070		0,155	7,33	0,154	7,67
4																			
5																			



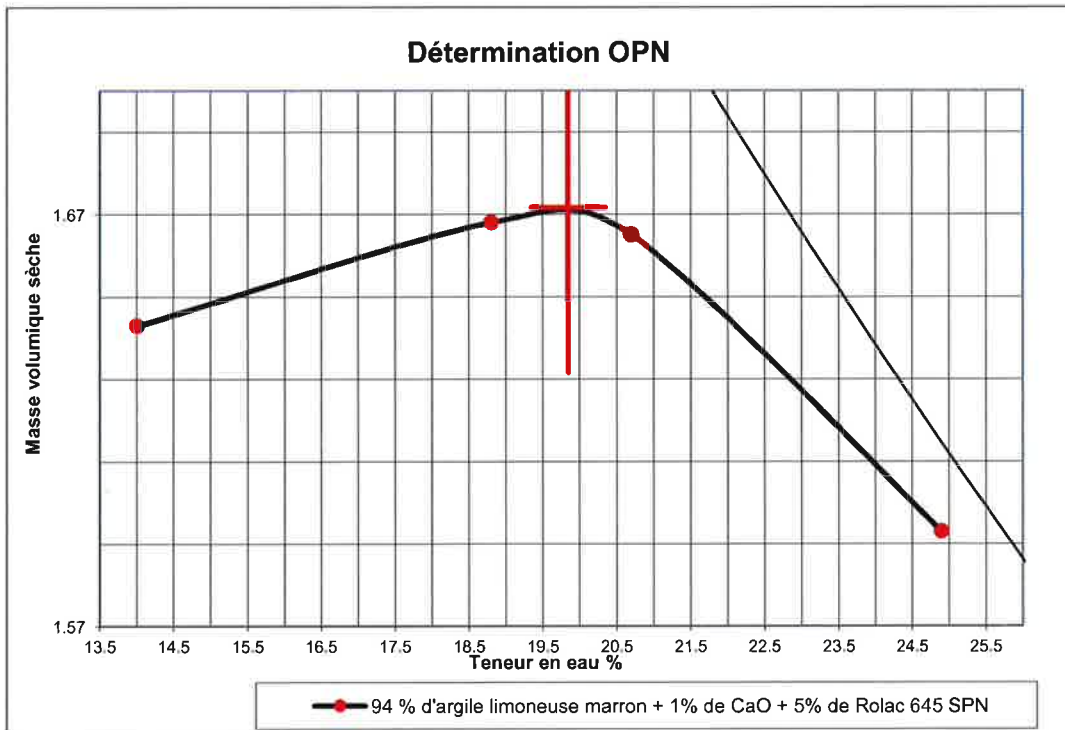
**RESULTATS D'ESSAIS**

**ESSAI PROCTOR NORMAL**  
Selon NF P 94-093

Date	15-juil-14	Demandeur	HLM Des Chalets
Chantier	Projet de 6 collectifs - Merville (31)	Dossier	ATL143221
Implantation	PM5	Profondeur	0.40 à 2.00 m.

**Matériaux :** 94 % d'argile limoneuse marron + 1% de CaO + 5% de Rolac 645 SPN

	W%	densité sèche
<b>Point 1</b>	14.0	1.64
<b>Point 2</b>	18.8	1.67
<b>Point 3</b>	20.7	1.67
<b>Point 4</b>	24.9	1.59
<b>Point 5</b>		
<b>OPN</b>	<b>19.8</b>	<b>1.67</b>



Observations: Essai réalisé sur la fraction 0/5 mm.

**RESULTATS D'ESSAIS**

**APTITUDE D'UN SOL AU TRAITEMENT**

NF P 94 -100 (08/99)

Date	22-juil-14	Demandeur	HLM Des Chalets
Chantier	Projet de 6 collectifs - Merville (31)	Dossier	ATL143221
Sondage	PM5	Profondeur	0.40 à 2.00 m.

Recomposition	
Matériaux	Pourcentage
Argile limoneuse marron	94.0 %
Liant	Pourcentage
Chaux routière + Rolac 645 SPN	1.0 % + 5.0 %

Eprouvette n°	1	2	3
Volume après confection	98.6	101.7	103.2
Volume après immersion	101.6	103.4	103.4
Gv (%)	3.0	1.6	0.2
Gv moyen (%)	1.6		

Eprouvette n°	4	5	6
Charge (kN)	1.20	1.35	1.05
Rtb (MPa)	0.31	0.34	0.27
Rtb moyen (MPa)	0.31		

Traitement		
Inadapté	Douteux	Adapté <b>X</b>

**Commentaire :**

Essai réalisé sur la fraction 0/5 mm conformément à la norme NF P 94-100.



**ANNEXE 9 :**  
**NOTES DE CALCULS**

**NOTE DE CALCUL DE FONDATIONS PROFONDES  
CALCUL d'UN PIEU**

Client : HLM Les Chalets  
Chantier : Projet de logements - MERVILLE

Dossier  
ATL143221

Base de calcul: Essais pressiométriques - Règles du DTU 13.2

**DONNEES : SOLS et PIEU**

Type de pieu .....: foré tarière creuse  
Longueur / Diamètre ....: 6.90 m /0.80 m  
Profondeur de la nappe...: 3.40 m  
Couche d'ancrage .....: Marnes très compactes  
Neutralisation frot.lat.: 2.00 m. en tête

Prof. (m)	Ep. (m)	Pl* (MPa)	Type de sol selon classification
4.50	4.5	0.69	Argiles/Limons moyens
7.50	3	4.5	Marnes très compactes

**RESULTATS**

Eléments de calcul par couche de sol & Résultats intermédiaires

n° couche	H.calc (m)	Ref. abaque qs	qs (KPa)	surf. (m2)	Qsi (KN)	PLe* (MPa)	Kp	qpl (MPa)	Qpl (KN)
1	2.50	Abis	027.67	06.28	173.84	0.69			
2	2.40	E	246.00	06.03	1483.84	4.50	1.45	6.64	3336

**Total en frottement latéral Qs1: 1658 KN**  
**Total repris en pointe .... Qpl: 3336 KN**

**Charge de Calcul /ELS Q.ELS : 1941 KN**  
**Charge de Calcul /ELU Q.ELU : 2911 KN**

Pour mémoire, les contraintes en tête de ce pieu sous les charges Q.ELS et Q.ELU seraient de 3.86 MPa et 5.79 MPa

RAPPELS:                   - Charge de Calcul / ELS -> Q.ELS= 1/3.Qp + 1/2.Qs  
                              - Charge de Calcul / ELU -> Q.ELU= 1/2.Qp + 3/4.Qs

WinPieux-DTU Version 3.74

Calcul: 09-03-2014 09:30:14

**NOTE DE CALCUL DE FONDATIONS PROFONDES  
CALCUL d'UN PIEU**

Client : HLM Les Chalets  
Chantier : Pojet de logements - MERVILLE

Dossier  
ATL143221

Base de calcul: Essais pressiométriques - Règles du DTU 13.2

**DONNEES : SOLS et PIEU**

Type de pieu .....: foré tarière creuse  
Longueur / Diamètre ....: 6.00 m / 0.50 m  
Profondeur de la nappe...: 3.40 m  
Couche d'ancrage .....: Marnes très compactes  
Neutralisation frot.lat.: 2.00 m. en tête

Prof. (m)	Ep. (m)	Pl* (MPa)	Type de sol selon classification
4.50	4.5	0.69	Argiles/Limons moyens
7.50	3	4.5	Marnes très compactes

**RESULTATS**

Eléments de calcul par couche de sol & Résultats intermédiaires

n° couche	H.calcul (m)	Ref. abaque qs	qs (KPa)	surf. (m2)	Qsi (KN)	PLe* (MPa)	Kp	qpl (MPa)	Qpl (KN)
1	2.50	Abis	027.67	03.93	108.65	0.69			
2	1.50	E	246.00	02.36	579.62	4.50	1.47	6.72	1320

<b>Total en frottement latéral Qs1: 688 KN</b>	<b>Charge de Calcul /ELS Q.ELS : 784 KN</b>
<b>Total repris en pointe .... Qpl: 1320 KN</b>	<b>Charge de Calcul /ELU Q.ELU : 1176 KN</b>
Pour mémoire, les contraintes en tête de ce pieu sous les charges Q.ELS et Q.ELU seraient de 3.99 MPa et 5.99 MPa	

RAPPELS:                    - Charge de Calcul / ELS -> Q.ELS= 1/3.Qp + 1/2.Qs  
                                  - Charge de Calcul / ELU -> Q.ELU= 1/2.Qp + 3/4.Qs

**Calcul de fondations profondes - NF P94-262 - Méthode pressiométrique**

**Nombre de couches**      2

**Hypothèses géotechniques prises en compte**

Nature lithologique	Base (m)	Epaisseur (m)	pl* (MPa)	E (MPa)
Argiles, limons et sables +/- caillouteux	4.50	4.50	0.69	9.0
Molasse sableuse et argilo-sableuse	7.50	3.00	4.50	100.0

**Type de fondation profonde**      6      Foré tarière continue simple rotation ou double rotation

**Technique de mise en œuvre (le cas échéant)**      /

**Pieu ancré dans la craie**      Oui      **Y<sub>Rd,1</sub> (compression)**      1.40

**Diamètre**      0.50 m

**Longueur**      6.00 m

**Neutralisation**      2.00 m

**Fondations ancrées de**      1.50 m      **dans**      Molasse sableuse et argilo-sableuse

**Méthode de calculs**      Modèle terrain      **Y<sub>Rd,2</sub>**      1.10

**Situation ELU**      Durable et transitoire      **Y<sub>rt</sub>**      1.10

**Situation ELS**      Caractéristique      **Y<sub>cr</sub>**      0.90

Couche n°	Courbe choisie	f <sub>sol</sub> (kPa)	α <sub>pieu-sol</sub>	qs calculé (kPa)	qs max (kPa)	qs retenu (kPa)
1	Q1	38	1.50	57	90	57
2	Q2	105	1.80	188	170	170

**Def/B**      5.0      **kp**      1.64

**pl\* (MPa)**      4.50      **kpmax (pour information)**      1.65

**Calculs**

Couche n°	Epaisseur calculs (m)	R <sub>s,k</sub> (kN)
1	2.50	147
2	1.50	260

Couche d'ancrage	Surface de la base (m <sup>2</sup> )	R <sub>b,k</sub> (kN)
n°2	0.20	943

**Charge nominale ELU**

1 227 kN

**Charge nominale ELS**

840 kN

**Calcul de fondations profondes - NF P94-262 - Méthode pressiométrique**
**Nombre de couches** 2

**Hypothèses géotechniques prises en compte**

Nature lithologique	Base (m)	Epaisseur (m)	pl* (MPa)	E (MPa)
Argiles, limons et sables +/- caillouteux	4.50	4.50	0.69	9.0
Molasse sableuse et argilo-sableuse	7.50	3.00	4.50	100.0

**Type de fondation profonde** 6 Foré tarière continue simple rotation ou double rotation

**Technique de mise en œuvre (le cas échéant)** /

**Pieu ancré dans la craie** Oui

**Y<sub>Rd,1</sub> (compression)** 1.40

**Diamètre** 0.80 m

**Longueur** 6.90 m

**Neutralisation** 2.00 m

**Fondations ancrées de** 2.40 m **dans** Molasse sableuse et argilo-sableuse

**Méthode de calculs** Modèle terrain

**Y<sub>Rd,2</sub>** 1.10

**Situation ELU** Durable et transitoire

**Y<sub>rt</sub>** 1.10

**Situation ELS** Caractéristique

**Y<sub>cr</sub>** 0.90

Couche n°	Courbe choisie	f <sub>sol</sub> (kPa)	α <sub>pieu-sol</sub>	q <sub>s</sub> calculé (kPa)	q <sub>s</sub> max (kPa)	q <sub>s</sub> retenu (kPa)
1	Q1	38	1.50	57	90	57
2	Q2	105	1.80	188	170	170

**Def/B** 4.3

**kp** 1.56

**pl\* (MPa)** 4.56

**kpmax (pour information)** 1.65

**Calculs**

Couche n°	Epaisseur calculs (m)	R <sub>s,jk</sub> (kN)
1	2.50	234
2	2.40	666

Couche d'ancrage	Surface de la base (m <sup>2</sup> )	R <sub>b,jk</sub> (kN)
n°2	0.50	2 326

**Charge nominale ELU**

2 933 kN

**Charge nominale ELS**

1 992 kN

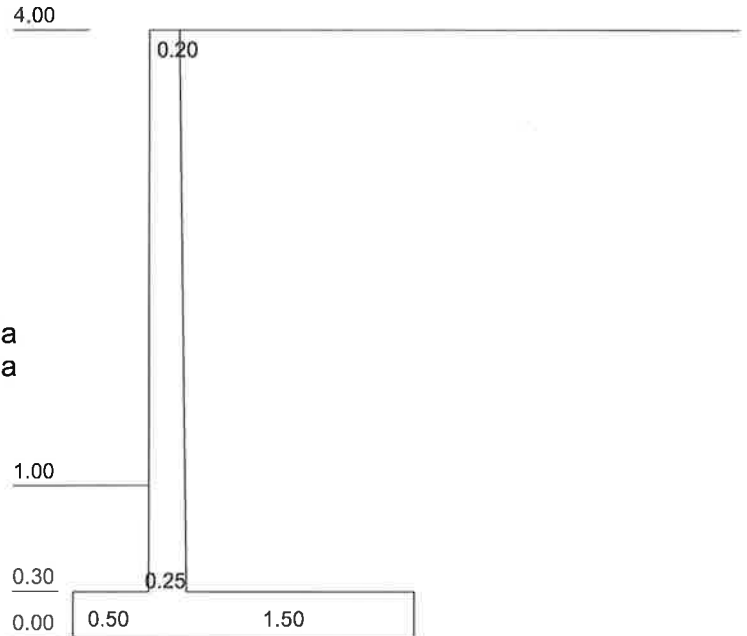
## CALCUL d'UN MUR DE SOUTENEMENT

### 1. GEOMETRIE du MUR

Les données et les résultats se rapportent à 1 m.l. de mur  
ci-dessous schéma du mur avec niveaux (en noir) et dimensions (en rouge)

Hauteur du voile: 3.70m - Semelle: 2.25 x 0.30 m

- Hauteur totale	4.00 m
- Epaisseur de la semelle	0.30 m
- Hauteur du voile	3.70 m
- Epaisseur base du voile	0.25 m
- Epaisseur haut du voile	0.20 m
- Longueur du patin avant	0.50 m
- Longueur du talon arrière	1.50 m
- Largeur totale de la semelle	2.25 m
- Ancrage semelle /sol avant	1.00 m
- Hauteur bêche sous semelle	/
- Talus amont: horizontal	



### 2. CHARGES, FORCES APPLIQUEES

- Surcharge (répartie) sur talus	10.00 kPa
- Surcharge (répartie) sur sol aval	10.00 kPa
- Force ext. horizontale en tête de mur	0.00 kN
- Force ext. verticale sur voile	0.00 kN
- Tirant d'ancrage éventuel, pré-charge	0.00 kN
- Force verticale (ponctuelle) sur talus	0.00 kN

### 3. SOLS, REMLAI

- Remblai : cohésion nulle, masse volumique 20.0 kN/m<sup>3</sup>, angle de frottement 30.0 °
- Inclinaison de la poussée par rapport à la normale au parement amont (angle 'delta'): 10.0 °
- Sol support : contrainte 'admissible' de 200 kPa, angle de frottement 27.0 °, cohésion 3 KPa
- Sol devant le mur : butée non prise en compte, sol ignoré dans les calculs
- Eau : pas de nappe déclarée et/ou drainage total assuré => pas de poussée hydrostatique

### 4. MATERIAUX

- Béton : masse volumique 25.0 kN/m<sup>3</sup>, résistance fc28: 25.0 MPa
- Acier : résistance fe: 400 MPa, enrobage de 3 cm  
calcul en fissuration préjudiciable.

#### METRE POUR UN m.l. DE MUR

(indicatif et approximatif)

Béton: 1.5 m<sup>3</sup> Coffrage: 7.4 m<sup>2</sup> Aciers: 110 kg Remblai: 5.6 m<sup>3</sup>  
Terrassement (partie semelle, sans le talutage éventuel): 2.3 m<sup>3</sup>

## CALCUL d'UN MUR DE SOUTÈNEMENT

### 5. PRINCIPAUX RESULTATS

Coefficients de poussée ( remblai et surcharges )  $K_a = 0.31$  ,  $K_a' = 0.31$   
 Butée ignorée dans les calculs (pm.  $K_p = 2.72$  )

	ELS	ELU
- Somme des forces horizontales	61 kN	84 kN
- Somme des forces verticales	190 kN	190 kN
- Moments de renversement	89 kNm	124 kNm
- Moments stabilisateurs	234 kNm	234 kNm
- Coefficients de sécurité / renversement	2.63	1.89
- Coefficients de sécurité / glissement	1.71	1.22
-----> A comparer aux valeurs minimales : $F = 1.5$ en ELS et $F = 1.1$ en ELU		
Résultante		
-----		
- Excentricité 'e'	0.36 m	0.54 m
- distance /avant semelle	0.77 m	0.58 m
Contraintes au sol		
-----		
- à l'avant de la semelle	165 kPa	217 kPa
- à l'arrière de la semelle	3 kPa	0 kPa
- aux 3/4 avant (réf.)	125 kPa	163 kPa
Longueur de semelle comprimée	2.25 m	1.75 m
soit, en pourcentage ---->	100.0 %	77.6 %

ATTENTION: Résultante hors du tiers central en ELU (OK en ELS)

### 6. MOMENTS et ARMATURES PRINCIPALES à l'ENCASTREMENT VOILE/SEMELLE

MOMENTS (kNm)	SECTION ACIER / ml de mur	Exemples de possibilités
voile ELU $M_t = 101$	$A_{mur} = 15.13 \text{ cm}^2$	HA25 t.l.25(19.63)
voile ELS $M_t = 72$	$A_{mur} = 16.37 \text{ cm}^2$	HA25 t.l.25(19.63)
patin ELS $M_t = -16$	$A_{pat} = 2.93 \text{ cm}^2$	HA10 t.l.25( 3.14)
talon ELS $M_t = -47$	$A_{tal} = 8.45 \text{ cm}^2$	HA20 t.l.25(12.56)

### 7. ARMATURES VOILE : réduction possible des sections d'acier selon la hauteur

Calcul t.l. mètres, à titre indicatif pour adaptation d'une réduction de diamètres

Hauteur/base(m)	Ep.Voile(m)	Moment ELS (kNm)	Section H.A.
z=0.00	0.25	$M_t = 72.3$	$A = 16.37 \text{ cm}^2$
z=1.00	0.24	$M_t = 31.1$	$A = 7.35 \text{ cm}^2$
z=2.00	0.22	$M_t = 9.4$	$A = 2.35 \text{ cm}^2$
z=3.00	0.21	$M_t = 1.1$	$A = 0.30 \text{ cm}^2$

La section minimale reste celle des aciers de montage:

Acier de peau, mini  $3 \text{ cm}^2/\text{m}$  => quadrillage HA8 t.l.15 cm ou équivalent

Rappel: calculs faits avec enrobages de 3 cm, et en 'fissuration préjudiciable'.