



## RAPPORT D'ETUDE MISSION GEOTECHNIQUE G2 AVP

### GEOTECHNIQUE OUEST

ZA La Planche Pellerin  
153 route d'Angers  
49000 ECOUFLANT

Tel : 02 41 42 56 10

Fax : 02 41 42 56 75

Mail : contact49@geotechnique-sas.com

### Construction d'un équipement aquatique

Rue des Courtils

**VIHIERS – LYS HAUT LAYON (49)**

Maître d'ouvrage :

AGGLOMERATION DU CHOLETAIS

HOTEL DE VILLE – Direction des  
Bâtiments

Rue St Bonaventure

BP 32135

49321 CHOLET CEDEX

Assistant au Maître d'ouvrage :

ACOPA

2, rue Saint Louis

49120 LA JUMELLIERE

Dossier : Pca2018-06-7					Fichier : 2018-06-7
C					
B					
A					
O	14/09/2018	93	ML.PILLET	N.BRUNET DE SAIRIGNE	Première diffusion
Indice	Date	Nb de pages	Établi par	Validé par	Modification / Observations

## ***SOMMAIRE***

↳ SOMMAIRE .....	2
↳ PRÉSENTATION .....	3
1. Définition de l'opération .....	3
2. Documents communiqués pour la réalisation de la mission G2 AVP .....	3
3. Données générales .....	3
↳ PRÉSENTATION ET SYNTHÈSE DES RECONNAISSANCES .....	10
4. Présentation des investigations .....	10
5. Essais en laboratoire .....	12
6. Résumé géologique et géotechnique .....	13
7. Eléments synoptiques .....	15
8. Données hydrogéologiques .....	22
↳ CARACTERISTIQUES DU PROJET ET PRINCIPE DE FONDATIONS .....	25
9. Le projet .....	25
10. Les principales sujétions d'ordre géotechnique pour l'aménagement du site .....	27
11. Ouvrages de soutènement .....	28
12. Les terrassements généraux .....	28
13. Dispositions technique de la galerie technique vis-à-vis de la présence d'eau .....	30
14. Fondation par radier (bassin sportif et bassin multifonction) .....	31
15. Conception du niveau bas des ouvrages (bâtiment en Rdc et galerie technique) .....	32
16. Fondations superficielles .....	34
17. Analyse et recommandations pour la réalisation des voiries .....	36
18. Remarque finale .....	37

- **Annexe 1** : Plan d'implantation - Résultats des sondages et essais *in situ*
- **Annexe 2** : Notes de calculs
- **Annexe 3** : Conditions de validité de l'étude
- **Annexe 4** : Norme NF P 94-500 – Classification des missions géotechniques types – Conditions générales des missions géotechniques

## 1. Définition de l'opération

## 2. Documents communiqués pour la réalisation de la mission G2 AVP

### 3. Données générales

Le terrain se situe rue des courtils sur la commune de LYS HAUT LAYON (49) dans l'enceinte du centre aquatique actuel.

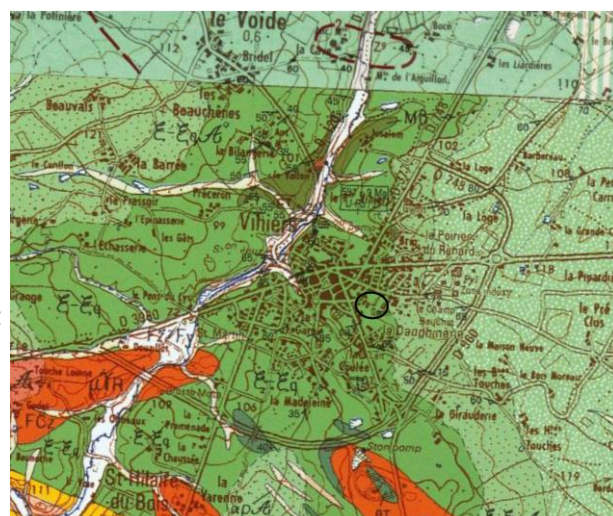
Construction d'un équipement sportif – VIHIERS – LYS HAUT LAYON (49) – Agglomération du Choletais – PCa2018-06-7/1 - Page 3 sur 93

### 3.2. Données géologiques

Source : site internet « infoterre.fr »

Contexte géologique :

↖ Micaschistes pélitiques et micaschistes quartzeux



### 3.3. Données internet

*prim.net* : 3 arrêtés de catastrophe naturelle ont été pris en compte sur la commune de LYS HAUT LAYON (49) entre 1983 et 2003.

Nombre d'arrêtés de catastrophes naturelles : 3

Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
49PREF19990353	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999

Inondations et coulées de boue : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
49PREF19830335	11/04/1983	16/04/1983	16/05/1983	18/05/1983

Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
49PREF20080163	01/07/2003	30/09/2003	07/10/2008	10/10/2008



Source : site internet « argiles.fr »

Contexte : le projet se situe dans une zone présentant un aléa faible au phénomène de retrait et gonflement des argiles.



### 3.4. Sismicité et liquéfaction des sols

#### 3.4.1. Zonage réglementaire

Selon la nouvelle réglementation sismique applicable au 1<sup>er</sup> mai 2011, la commune de LYS HAUT LAYON (49) est en zone de sismicité 3 correspondant à un niveau d'aléa et à une accélération du sol « au rocher »  $a_{gr}$  définis dans le tableau suivant :

Zone de sismicité	Niveau d'aléa	$a_{gr}$ (m/s <sup>2</sup> )
<b>Zone 1</b>	Très faible	0,4
<b>Zone 2</b>	Faible	0,7
<b>Zone 3</b>	<b>Modéré</b>	<b>1,1</b>
<b>Zone 4</b>	Moyen	1,6
<b>Zone 5</b>	Fort	3

Tableau extrait du site *developpement-durable.gouv.fr*

#### 3.4.2. Influence du sol

L'Eurocode 8 distingue 5 catégories de sols pour lesquelles sont définis des coefficients de sol  $S$ , permettant de traduire l'amplification de la sollicitation sismique exercée par certains sols. Les différentes catégories de sols et les coefficients de sol correspondant sont récapitulés dans le tableau suivant :

Classe de sol	Description du profil stratigraphique	Coefficient de sol $S$	
		Zone 1 à 4	Zone 5
<b>A</b>	<b>Rocher ou tout autre formation géologique de ce type comportant une couche superficielle d'au plus 5 m de matériau moins résistant</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>B</b>	Dépôts raides de sable, de gravier ou d'argile sur-consolidée d'au moins plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur, caractérisée par une augmentation progressive des propriétés mécaniques avec la profondeur	1,35	1,2
<b>C</b>	Dépôts profonds de sables de densité moyenne, de gravier ou d'argile moyennement raide, ayant des épaisseurs de quelques dizaines à plusieurs centaines de mètres	1,5	1,15
<b>D</b>	Dépôts de sol sans cohésion de densité faible à moyenne (avec ou sans couches cohérentes molles) ou comprenant une majorité de sols cohérents mous à fermes	1,6	1,35
<b>E</b>	Profil de sol comprenant une couche superficielle d'alluvions d'une épaisseur comprise entre 5m environ et 20 m reposant sur un matériau plus raide	1,8	1,4

Tableau extrait de l'Eurocode 8

Les sols rencontrés au droit du site semblent appartenir à la classe A.

### 3.4.3. Catégorie de bâtiment

Les bâtiments à risque normal sont classés en 4 catégories d'importance en fonction de l'activité hébergée ou du nombre de personnes pouvant être accueillies dans les locaux.

A chaque catégorie d'importance est associé un coefficient d'importance  $\gamma_1$  qui vient moduler l'action sismique de référence conformément à l'Eurocode 8. Le tableau suivant récapitule les catégories d'importance ainsi que les coefficients d'importance associés.





Catégorie d'importance		Description	Coefficient d'importance $\gamma_1$
I		<ul style="list-style-type: none"> <li>Bâtiments dans lesquels il n'y a aucune activité humaine nécessitant un séjour de longue durée</li> </ul>	0,8
II		<ul style="list-style-type: none"> <li>Habitations individuelles</li> <li>Etablissements recevant du public (ERP) de catégorie 4 et 5</li> <li>Habitations collectives de hauteur inférieure à 28 m</li> <li>Bureaux et établissements commerciaux non ERP, <math>h \leq 28</math> m, max. 300 pers.</li> <li>Bâtiments industriels pouvant accueillir au plus 300 pers.</li> <li>Parcs de stationnement ouverts au public</li> </ul>	1
III		<ul style="list-style-type: none"> <li>ERP de catégories 1, 2 et 3</li> <li>Habitations collectives et bureaux, <math>h &gt; 28</math> m</li> <li>Bâtiments pouvant accueillir plus de 300 pers.</li> <li>Etablissements sanitaires et sociaux</li> <li>Centres de production collective d'énergie</li> <li>Etablissements scolaires</li> </ul>	1,2
IV		<ul style="list-style-type: none"> <li>Bâtiments indispensables à la sécurité civile, la défense nationale et le maintien de l'ordre public</li> <li>Bâtiments assurant le maintien des communications, la production et le stockage d'eau potable, la distribution publique de l'énergie,</li> <li>Bâtiments assurant le contrôle de la sécurité aérienne</li> <li>Etablissements de santé nécessaires à la gestion de crise</li> <li>Centres météorologiques</li> </ul>	1,4

Tableau extrait du site [developpement-durable.gouv.fr](http://developpement-durable.gouv.fr)

D'après les informations recueillies, le projet devrait appartenir à la catégorie d'importance III.

### 3.4.4. Exigences sur le bâti neuf

Les exigences sur le bâti neuf dépendent de la catégorie d'importance du bâtiment et de la zone de sismicité. Elles sont récapitulées dans le tableau suivant :

	I	II	III	IV
				
Zone 1	aucune exigence			Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr}=0,7 \text{ m/s}^2$
Zone 2				Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr}=1,1 \text{ m/s}^2$
Zone 3				Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr}=1,6 \text{ m/s}^2$
Zone 4				Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr}=1,6 \text{ m/s}^2$
Zone 5				Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr}=3 \text{ m/s}^2$
		PS-MI <sup>1</sup>	Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr}=1,1 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr}=1,1 \text{ m/s}^2$
		PS-MI <sup>1</sup>	Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr}=1,6 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr}=1,6 \text{ m/s}^2$
		CP-MI <sup>2</sup>	Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr}=3 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr}=3 \text{ m/s}^2$

<sup>1</sup> Application possible (en dispense de l'Eurocode 8) des PS-MI sous réserve du respect des conditions de la norme PS-MI

<sup>2</sup> Application possible du guide CP-MI sous réserve du respect des conditions du guide

<sup>3</sup> Application obligatoire des règles Eurocode 8

Tableau extrait du site [developpement-durable.gouv.fr](http://developpement-durable.gouv.fr)

Les bâtiments de catégorie III dans une zone de sismicité 3 requièrent l'application des règles Eurocode 8.

### 3.4.5. Liquéfaction des sols

La liquéfaction des sols est un mécanisme de rupture extrême qui advient dans les sols peu consistants saturés et pendant les mouvements forts.

Le risque de liquéfaction des sols peut-être négligé en zone de sismicité 3 compte tenu de la géologie du site (schistes très altérés à altérés).

### 3.5. Occupation du site

En Août 2018, le site concerné par les investigations se présente sous la forme d'espaces verts et de cours de tennis existants à proximité d'une piscine extérieure. Un bassin de natation et une pataugeoire existent au droit de la parcelle.

Vue aérienne



## Photographies du site







## **PRÉSENTATION ET SYNTHÈSE DES RECONNAISSANCES**

### **4. Présentation des investigations**

#### **4.1. Plan d'implantation des points de sondages**

L'implantation des points de sondage et essais in situ figure sur le plan donné en annexe 1. Elle a été réalisée dans la mesure du possible conformément au plan d'implantation transmis le Maître d'ouvrage et son assistant. Seuls deux points de sondages ont été déplacés faute d'accès le long de la piscine existante.

Les altitudes des têtes de sondages ont été nivelées en prenant comme référence le seuil d'un bâtiment existant calé à la cote altimétrique +112,4 NGF d'après les plans transmis.

Remarque : Il conviendra de s'assurer que les cotes topographiques indiquées sur le plan masse correspondent effectivement à des cotes liées au référentiel NGF, et non à un autre référentiel. Dans le cas contraire, un rattachement en cotes NGF devra être effectué à partir du référentiel pris par GEOTECHNIQUE OUEST.

#### **4.1. Sondages réalisés en Juillet 2017 (Mission G1)**

Type de sondage	Référence	Cote NGF	Profondeur (m)	Cote d'arrêt / de refus NGF	Nb d'essais
<b>Sondages de reconnaissances au tracto-pelle</b>	<b>P1</b>	+112,3	2,0	+110,3	-
	<b>P3</b>	+111,9	2,0	+109,9	
	<b>P4</b>	+111,3	2,0	+109,3	
	<b>P5<sup>(EI)</sup></b>	+112,2	1,1	+111,1	
<b>Essai au pénétromètre dynamique type B</b> Norme NF P 94-115	<b>PDB1</b>	+112,3	2,9 ®	+109,4	-
	<b>PDB2</b>	+112,4	1,1 ®	+111,3	
	<b>PDB2bis</b>	+112,4	1,5 ®	+110,9	
	<b>PDB3</b>	+111,9	2,3 ®	+109,6	
	<b>PDB4</b>	+111,3	2,3 ®	+109,0	
<b>Sondages pressiométriques</b> Norme NF P 94-110 Mode de forage : tarière Ø 63 mm	<b>SP2<sup>(PZ)</sup></b>	+112,4	8,0	+104,4	4
	<b>SP3<sup>(PZ)</sup></b>	+111,9	8,0	+103,9	4

<sup>EI</sup> : sondages ayant fait l'objet d'un essai d'infiltration de type Porchet

<sup>P</sup> : sondages équipés en piézomètre

® Refus de terrassement au tracto-pelle / refus battage au pénétromètre

#### 4.2. Sondages réalisés en Août 2018 (mission G2 AVP)

Type de sondage	Référence	Cote (NGF)	Profondeur (m)	Cote d'arrêt/refus (NGF)	Nb d'essais
<b>Sondage au tracto-pelle</b>	<b>P101</b>	+112,5	2,0	+110,5	-
	<b>P102<sup>(E1)</sup></b>	+111,5	0,9®	+110,6	
	<b>P103</b>	+111,7	1,1®	+110,6	
	<b>P104</b>	+112,0	1,6	+110,4	
<b>Sondage au pénétromètre dynamique de type B</b> Norme NF P 94-115	<b>PDB105</b>	+112,2	1,2®	+111,0	-
	<b>PDB106</b>	+111,7	3,3®	+108,4	
	<b>PDB107</b>	+112,3	2,3®	+110,0	
	<b>PDB108</b>	+112,2	1,8®	+110,4	
<b>Sondage pressiométrique</b> Norme NF P 94-110 Mode de forage : destructif avec enregistrement des paramètres de forage	<b>SP109</b>	+112,4	12,0	+100,4	6
	<b>SP110</b>	+111,5	12,0	+99,5	6
	<b>SP111</b>	+112,4	8,2	+104,2	4
	<b>SP112</b>	+111,9	8,1	+103,8	4
<b>Sondage de reconnaissance</b> Mode de forage : tarière hélicoïdale continue Ø 63 mm et/ou destructif avec enregistrement des paramètres de forage	<b>S113<sup>(P2)</sup></b>	+111,5	16,0	+95,5	-
	<b>S114</b>	+113,3	2,0	+111,3	
	<b>S115</b>	+112,5	2,0	+110,5	

<sup>E1</sup> : sondages ayant fait l'objet d'un essai d'infiltration de type Porchet

<sup>P</sup> : sondages équipés en piézomètre

® Refus de terrassement au tracto-pelle / refus battage au pénétromètre

On trouvera en Annexe 1 les résultats détaillés des sondages et essais.

#### 4.3. Piézométrie

En Août 2018, les équipements suivants ont été mis en place :

Type d'équipement	Référence du forage	Cote TN (NGF)	Hauteur du tube PVC dépassant du sol (m)	Cote Haut du tube PVC (NGF)	Profondeur de l'équipement / TN (m)
Tube crépiné PVC 36/40	S113	+111,5	0,4	+111,9	14,7

Lors des investigations réalisées dans le cadre de la mission G1 PGC en Août 2017, deux sondages ont été équipés d'un tube PVC crépiné jusqu'à 8 m de profondeur. Ces piézomètres ont fait l'objet d'un relevé piézométrique avec une fréquence mensuel sur une période de 6 mois.

Les relevés des niveaux d'eau sont indiqués sur les coupes correspondantes.

#### 4.1. Essais de perméabilité *in situ*

Type d'essai	Référence du forage	Cote (NGF)	Profondeur (m)
Essai Porchet dans sondage de reconnaissance au tracto-pelle	P5	+112,2	1,1 m
	P102	+111,5	De 0,3 à 1,5 m

On trouvera en Annexe 1 les résultats détaillés des sondages et essais.

#### 5. Essais en laboratoire

Sur les échantillons prélevés au cours de la reconnaissance, il a été réalisé les essais suivants :

Type d'essai : Identification des sols	Nombre	Norme	Observation
Teneur en eau w	6 (mission G1) 4 (mission G2 AVP)	NF P 94-050	1
Identification GTR	2 (mission G1) 3 (mission G2 AVP)	NF P 94-068	
Valeur au bleu VBS	2 (mission G1) 3 (mission G2 AVP)	NF P 94-056	
Indice de portance immédiat	1 (mission G2 AVP)	NFP 94-078	

1 – Échantillons broyés prélevés dans les sondages à la tarière ou à la pelle

Les résultats des essais sont reportés dans les graphiques synoptiques des chapitres correspondants.



## 6. Résumé géologique et géotechnique

### 6.1. Les méthodes d'investigations et d'interprétation

Les descriptions lithologiques et mécaniques des terrains ont été établies à partir des résultats et de l'interprétation :

- **d'échantillons remaniés à broyés prélevés la tarière mécanique**, jusqu'à 2,0 m à 4,0 m de profondeur avec une précision de coupe de  $\pm 0.2$  m,
- **de sondages de reconnaissances au tracto-pelle** jusqu'à 0,9 m à 2,0 m de profondeur permettant de reconnaître les sols présents et déterminer les conditions de terrassements,
- **des sondages destructifs** jusqu'à 8,1 m à 16,0 m de profondeur avec examen des copeaux remontés par le fluide de forage (« cuttings ») et de l'analyse des diagraphies enregistrées. Les forages destructifs de reconnaissance ont été réalisés au taillant de 64 mm de diamètre, à la boue. Ont été enregistrés en continu avec l'appareil de type **Lutin – Lutz** les paramètres suivants :
  - **vitesse d'avancement instantanée (m/h)** : Ces vitesses sont généralement inversement proportionnelles à la résistance mécanique des sols traversés, élevées dans les horizons mous à lâches et faibles dans les formations compactes,
  - **pression d'injection du fluide de forage (bars)** qui est généralement élevée dans les terrains peu perméables (argile, limon, roche non fracturées) et qui chute dans les formations plus perméables à fracturées,
  - **pression de poussée appliquée sur l'outil de forage (bars) et pression de rotation (couple) moteur (bars)**. Ces deux derniers paramètres sont maintenus quasi-constants dans la mesure du possible au cours des opérations de forage,
- **des essais pressiométriques**, donnant en association avec leur nature, un classement mécanique des sols selon le référentiel du DTU 13.2,
- **des courbes pénétrométriques** (pénétrogrammes) permettant d'apprécier qualitativement, à partir des valeurs de résistance dynamique de pointe  $R_d = f(z)$ , les hétérogénéités mécaniques des terrains sur la parcelle,
- **des essais d'infiltration de type Porchet** permettant de connaître le potentiel d'infiltration du sol,
- **d'analyses granulométriques** permettant de compléter l'appréciation visuelle des terrains et de classer graphiquement certains sols selon la norme NF EN ISO 14688,
- **des essais au bleu de méthylène** exprimant globalement la quantité et la qualité (activité) de la fraction argileuse contenue dans le sol et d'en déduire sa sensibilité au phénomène de retrait et gonflement selon l'échelle de Chassagneux,
- **de mesures de teneur en eau du sol** permettant de connaître l'état hydrique du sol.

### 6.2. Stratigraphie et valeurs de résistance mécanique

Les résultats des investigations mettent en évidence la stratigraphie suivante avec de haut en bas :

- les **sols de couverture 01**,
- les **schistes 02**.

### 6.2.1. Les sols de couverture 01

Ont été désignés **sols de couverture 01** le premier niveau de terrain rencontré depuis la tête des sondages.

- *Aspect – granulométrie* : sur les sondages réalisés en Juillet 2017, il a été observé des remblais végétalisés sur 5 cm et composés de limons sableux plus ou moins argileux de couleur marrons à marron-orangée avec graves de micaschiste, débris de brique, de béton et de bois. Sur les sondages réalisés en Août 2018, les sols de couverture sont composés de terre végétale limoneuse et graveleuse recouvrant localement des remblais limoneux et argileux de couleur beige, contenant localement des débris de briques,
- *Profondeur de base* : 0,1 à 1,2 m
- *Cote de base* : +110,4 à +113,2,
- *Caractéristiques en laboratoire* :
  - Teneur en eau :  $3,4 \% \leq W_{nat} \leq 5,2 \%$
  - Valeur de bleu :  $VBS = 0,5 \text{ à } 0,7 \rightarrow$  Sensibilité au retrait et gonflement : faible selon la classification de Chassagneux
  - Fraction fine ( $d < 80 \mu m$ ) : 24,0 %
  - Classe GTR : B<sub>5</sub>
- *Caractéristiques mécaniques* :
  - Résistance dynamique de pointe : faibles avec  $3 \text{ MPa} \leq R_d \leq 18 \text{ MPa}$ ,
  - Vitesse d'avancement très élevées comprises entre 250 et 500 m/h.

Des variations de nature et d'épaisseur des **sols de couverture 01** ne sont pas exclues dans l'emprise du projet notamment au droit des bâtiments et bassins existants, des voiries et des anciens terrains de tennis.

### 6.2.2. Les schistes 02

- *Aspect - granulométrie* : schistes très altérés à altérés de couleur jaune, beige à verte,
- *Profondeur de base* : leur base n'a pas été atteinte au droit des différents sondages, des refus de battage au pénétromètre ont été obtenus entre 1,1 m et 3,3 m de profondeur et ponctuellement des refus de terrassement au tracto-pelle ont été obtenus entre 0,9 m et 1,1 m de profondeur,
- *Caractéristiques en laboratoire* :
  - Teneur en eau :  $2,3 \% \leq W_{nat} \leq 14,7 \%$
  - Valeur de bleu :  $VBS = 0,5 \text{ à } 1,5 \rightarrow$  Sensibilité au retrait et gonflement : faible selon la classification de Chassagneux
  - Fraction fine ( $d < 80 \mu m$ ) : 67,2 %
  - Classe GTR : A1 en échantillons broyés à la tarière,
- *Caractéristiques mécaniques* : l'altération des schistes étant variable tant en plan qu'en profondeur, le découpage mécanique ci-dessous est proposé :
  - **Les schistes décomposés 02a :**
    - Module pressiométrique :  $EM = 11 \text{ MPa}$ ,
    - Pression limite :  $p_l^* = 1,4 \text{ MPa}$ ,

} 1 essai
  - **Les schistes très altérés 02b :**
    - Module pressiométrique :  $13 \leq EM \leq 26 \text{ MPa}$ ,
    - Pression limite :  $1,5 \leq p_l^* \leq 2,3 \text{ MPa}$ ,

} 4 essais

➤ **Les schistes altérés 02c :**

- Module pressiométrique :  $37 \leq EM \leq 172$  MPa,
- Pression limite :  $pl^* > 3,5$  MPa. à  $pl^* > 4,0$  MPa
- Résistance dynamique de pointe :  $7 \text{ MPa} \leq Rd. \leq 30 \text{ MPa}$  et  $Rd > 30 \text{ MPa}$  au refus.

} 19 essais

➤ **Les schistes fragmentés 02d :**

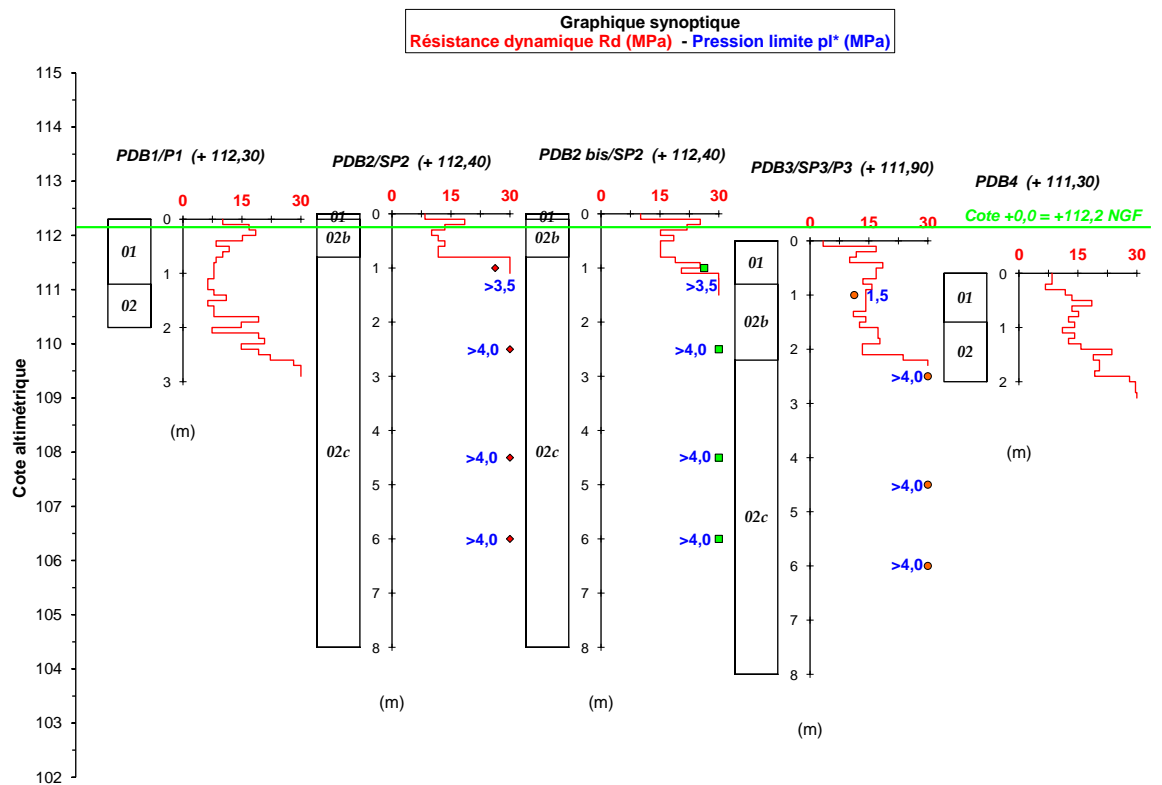
- Module pressiométrique :  $27 \leq EM \leq 233$  MPa,
- Pression limite :  $pl^* > 4,6$  MPa
- Résistance dynamique de pointe :  $7 \text{ MPa} \leq Rd \leq 30 \text{ MPa}$  et  $Rd > 30 \text{ MPa}$  au refus.

} 14 essais

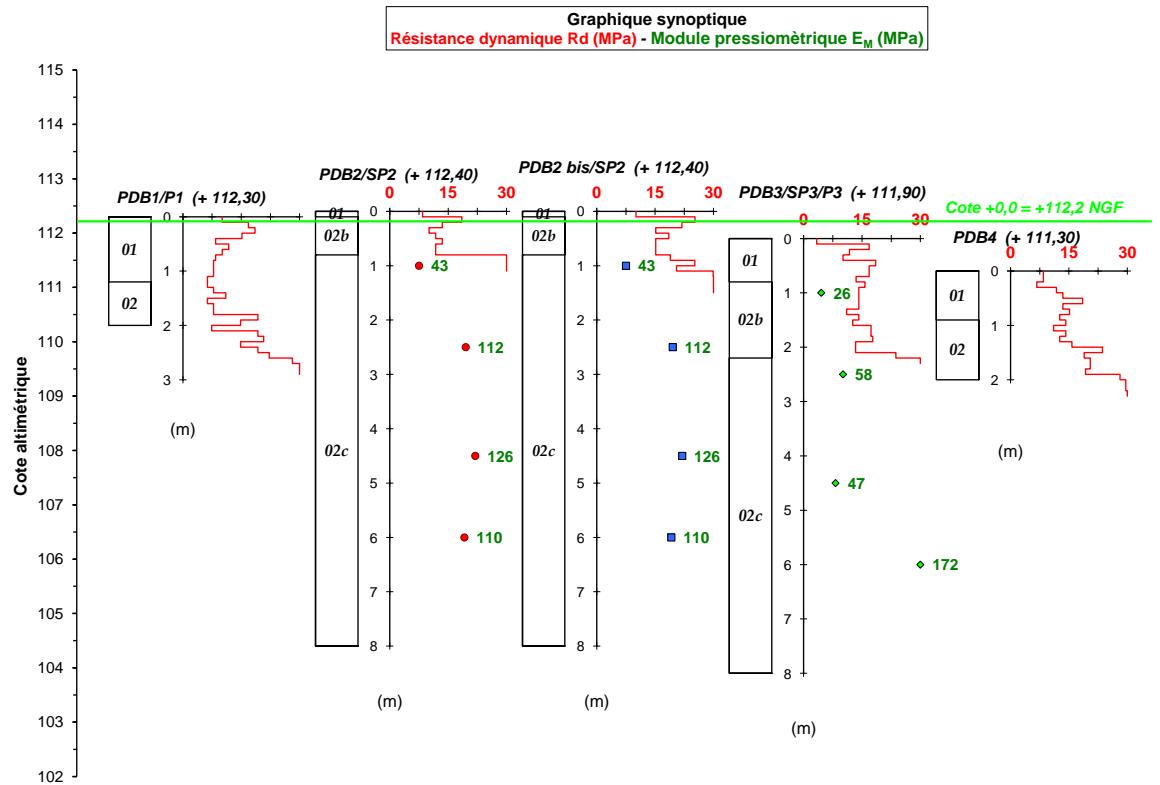
Au sein des **schistes décomposés 02a à altérés 02c**, les vitesses d'avancement sont élevées et comprises entre 100 m/h à 500 m/h. En deçà, au sein des **schistes fragmentés 02d**, les vitesses d'avancement chutent et deviennent très faibles (#10 à 20 m/h).

## 7. Eléments synoptiques

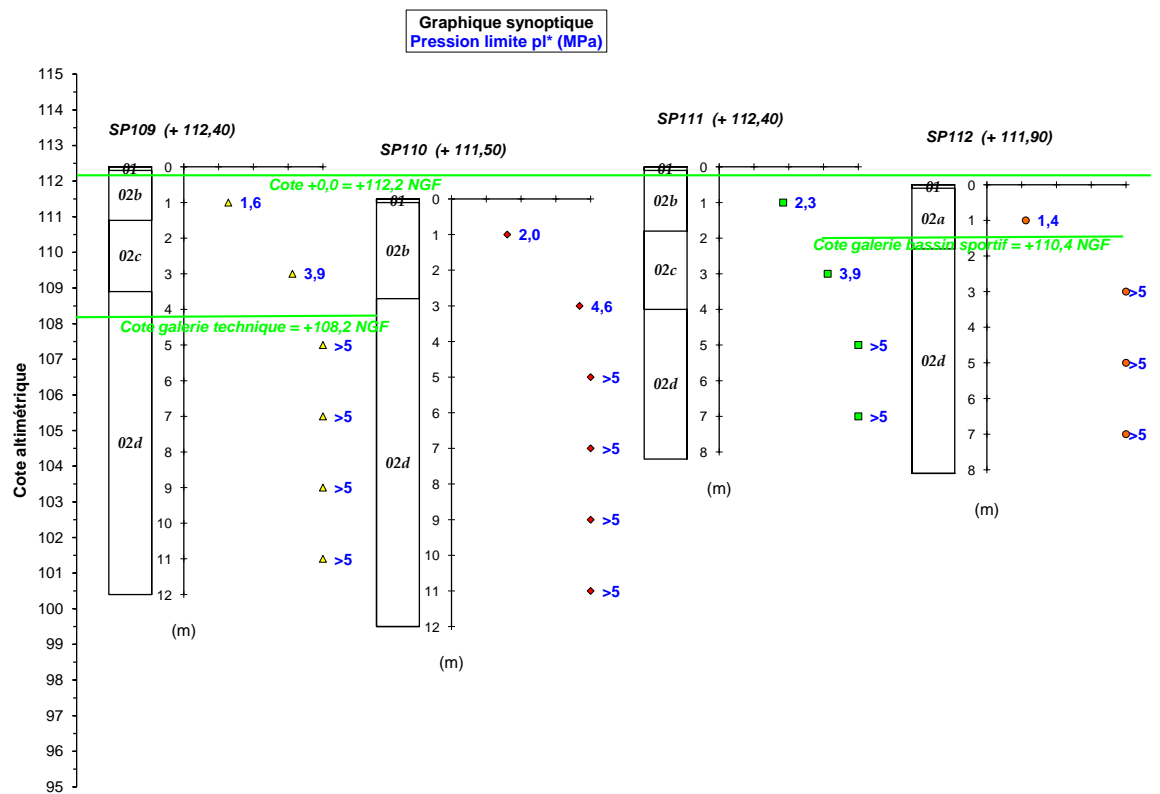
### 7.1. Campagne de Juillet 2017 : Coupes des sondages – Résistance dynamique de pointe $R_d$ - Pressions limites $pl^*$



## 7.2. Campagne de Juillet 2017 : Coupes des sondages – Résistance dynamique de pointe Rd – Modules pressiométriques EM

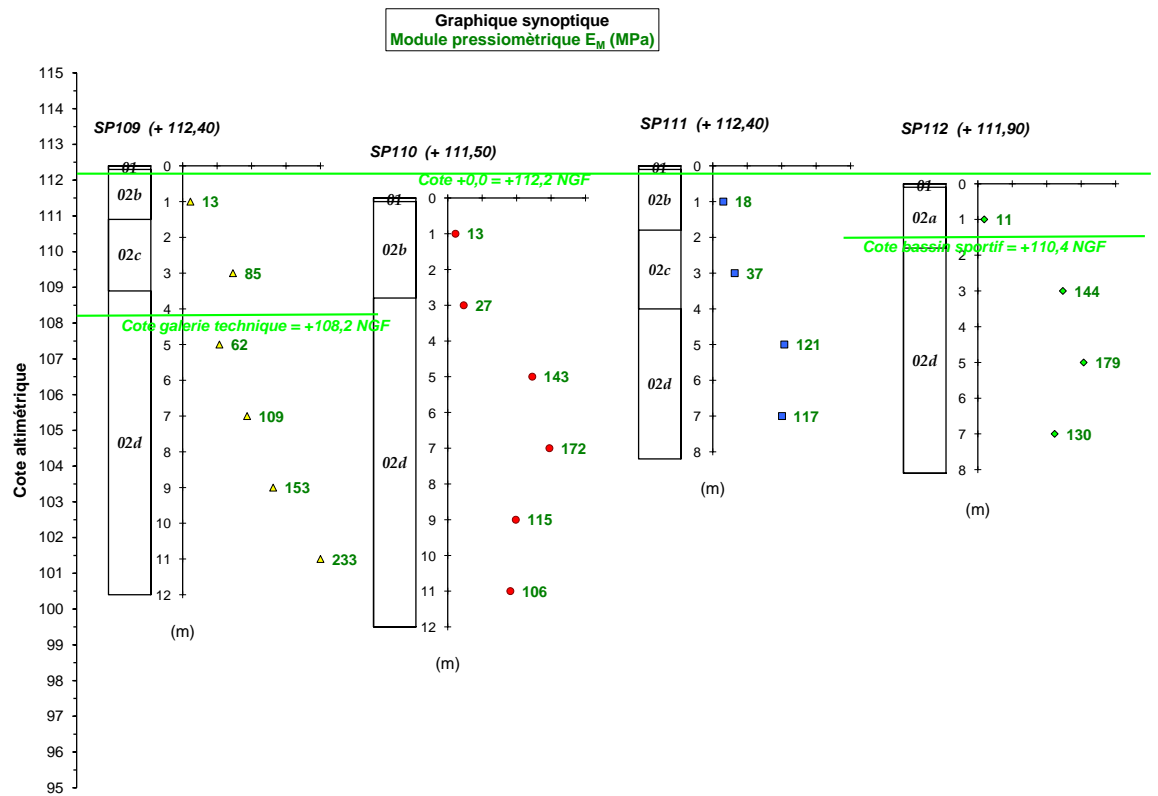


## 7.3. Campagne d'Août 2018 : : Coupes des sondages – Pressions limites $pl^*$

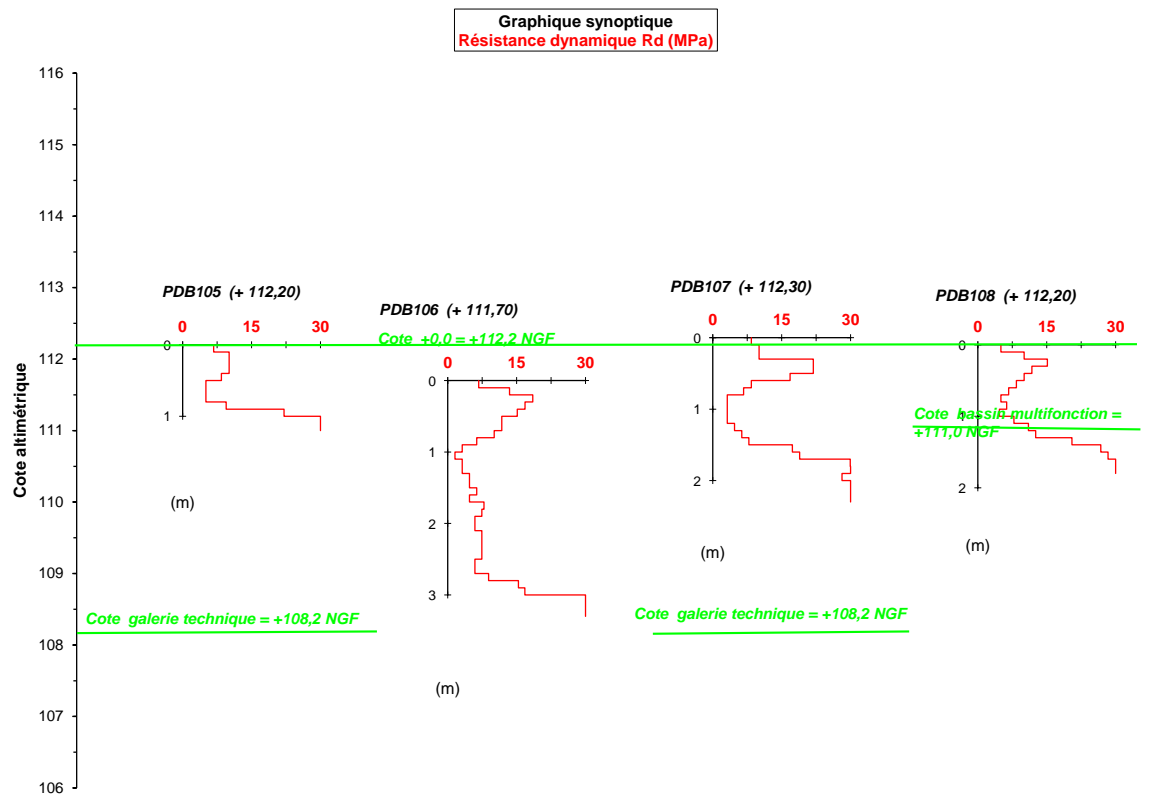




## 7.4. Campagne d'Août 2018 : Coupes des sondages – Modules pressiométriques EM

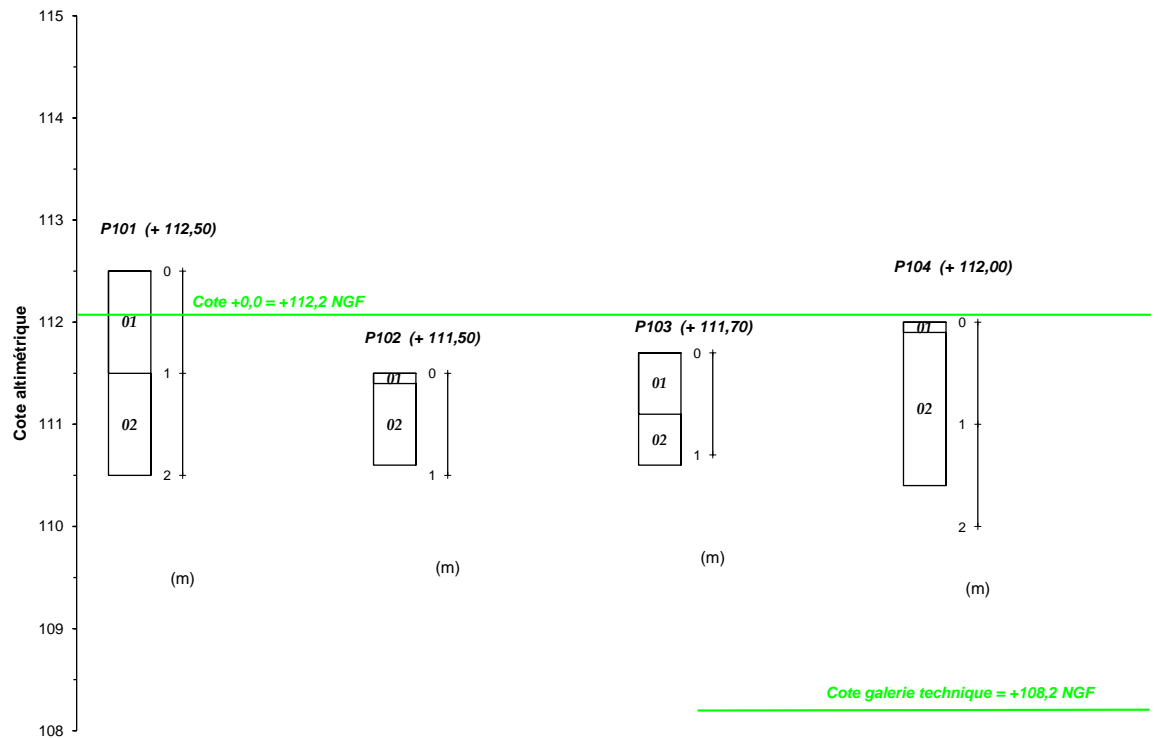


## 7.5. Campagne d'Août 2018 : Résistances dynamiques de pointe $R_d$



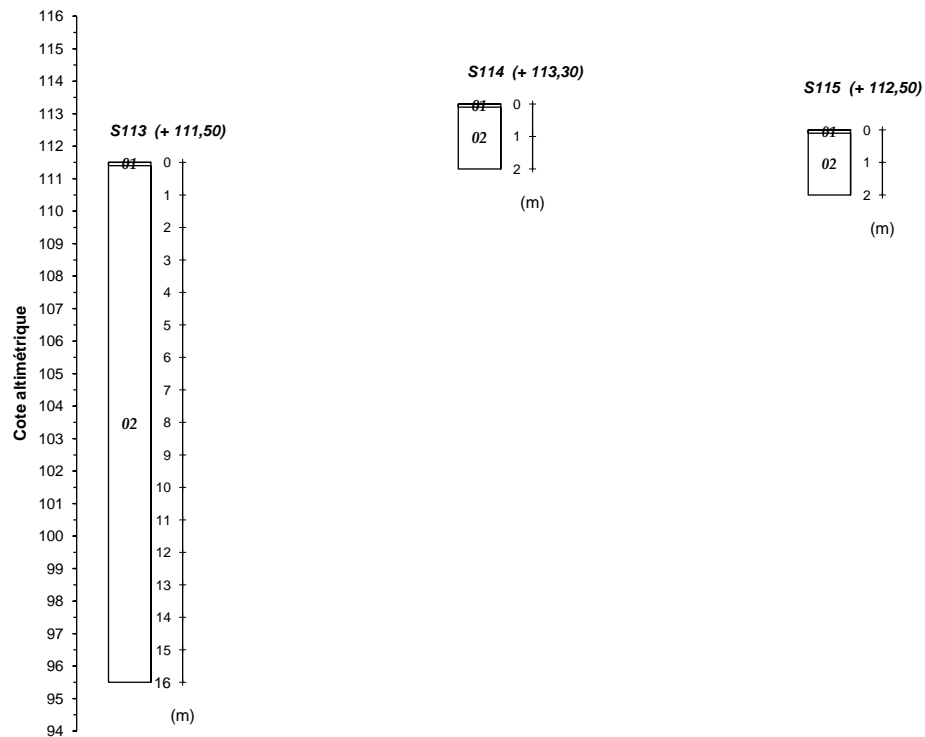
## 7.6. Campagne d'Août 2018 : Coupes des sondages de reconnaissance au tracto-pelle

Graphique synoptique



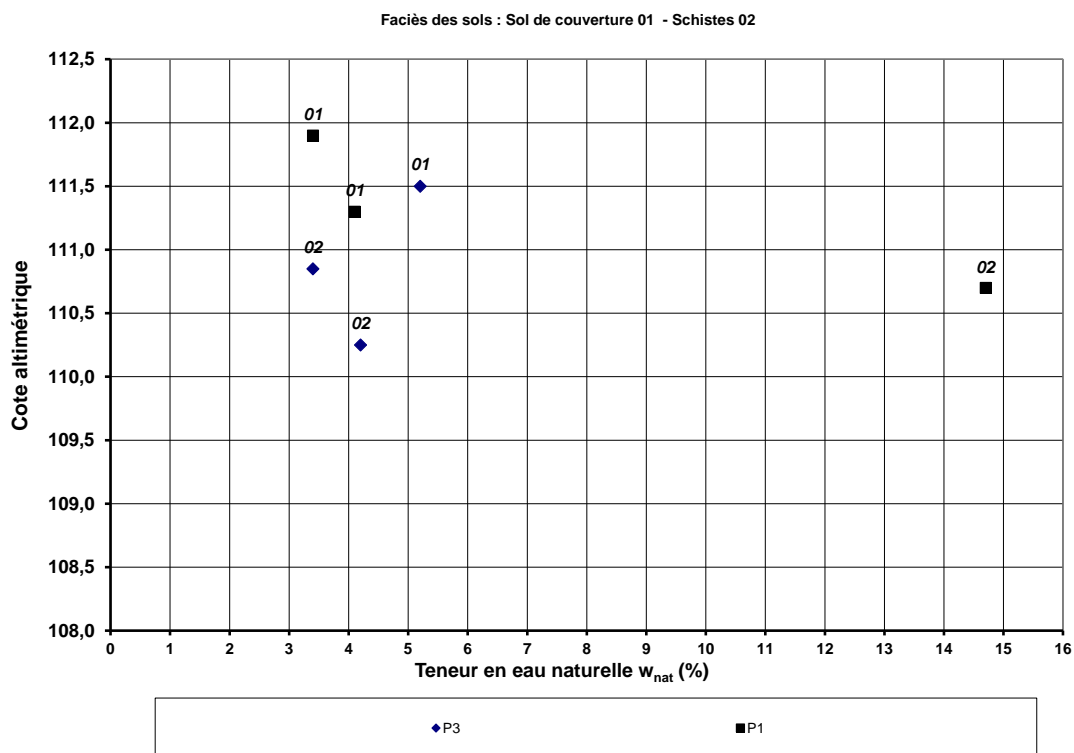
## 7.7. Campagne d'Août 2018 : Coupes des sondages de reconnaissance à la tarière

Graphique synoptique

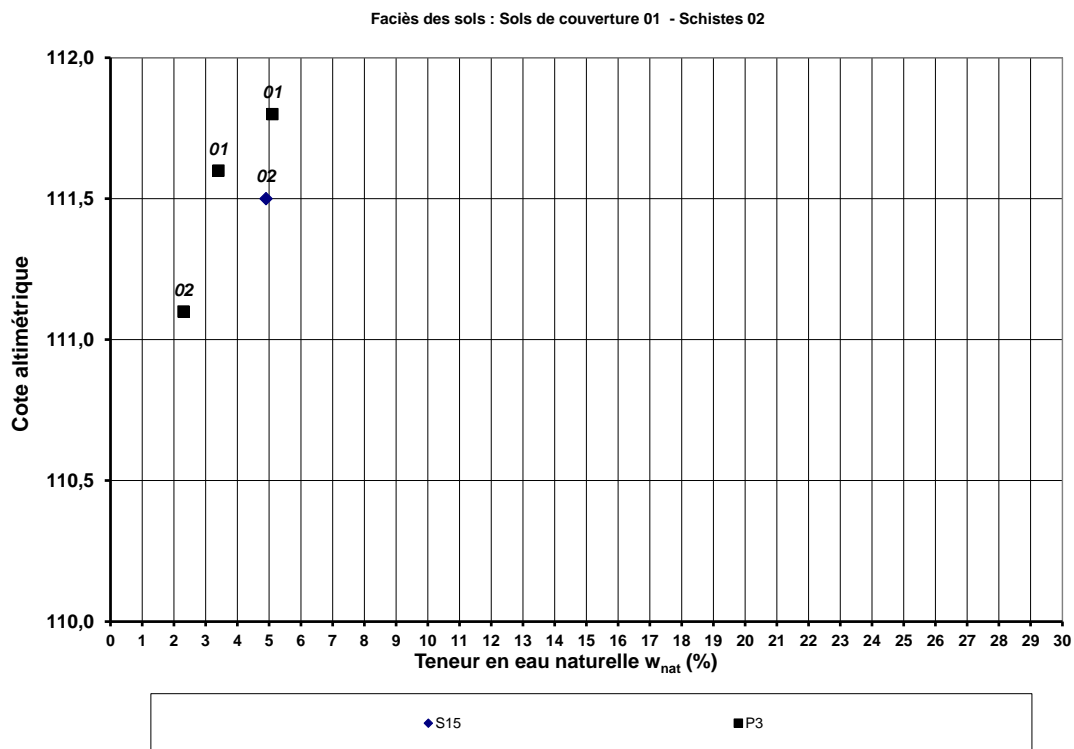


## 7.8. Essais en laboratoire - Teneurs en eau

✓ Campagne de Juillet 2017

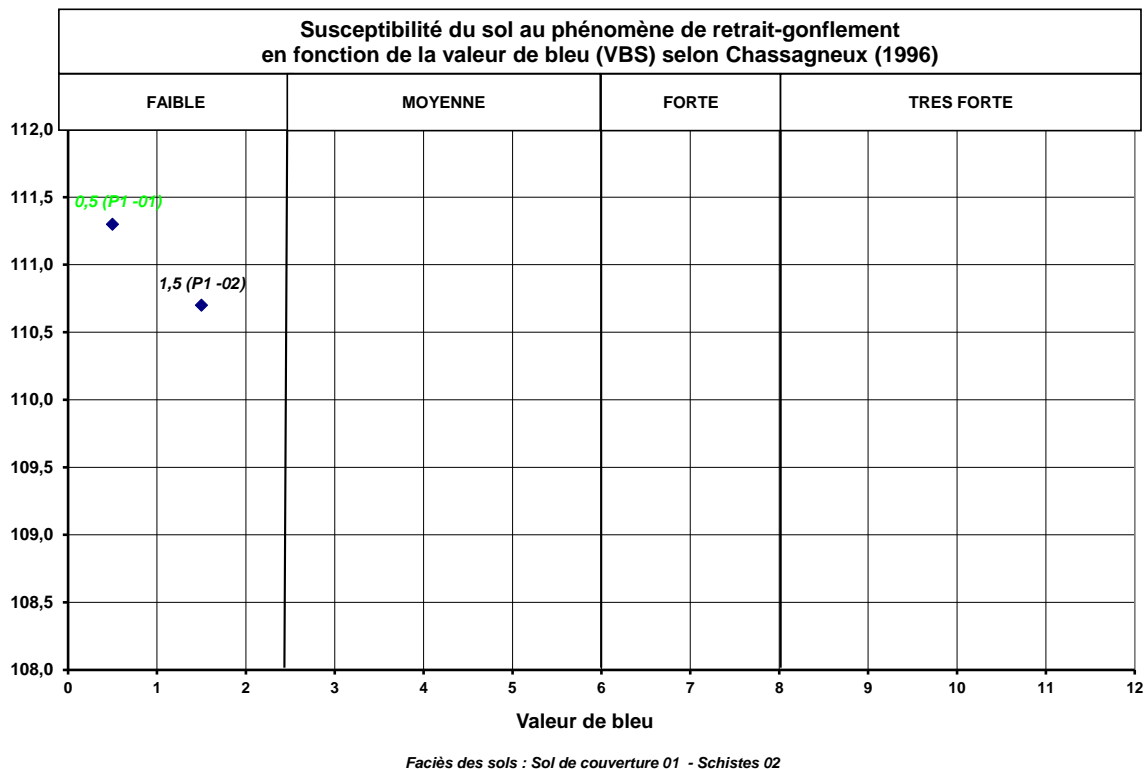


✓ Campagne d'Août 2018

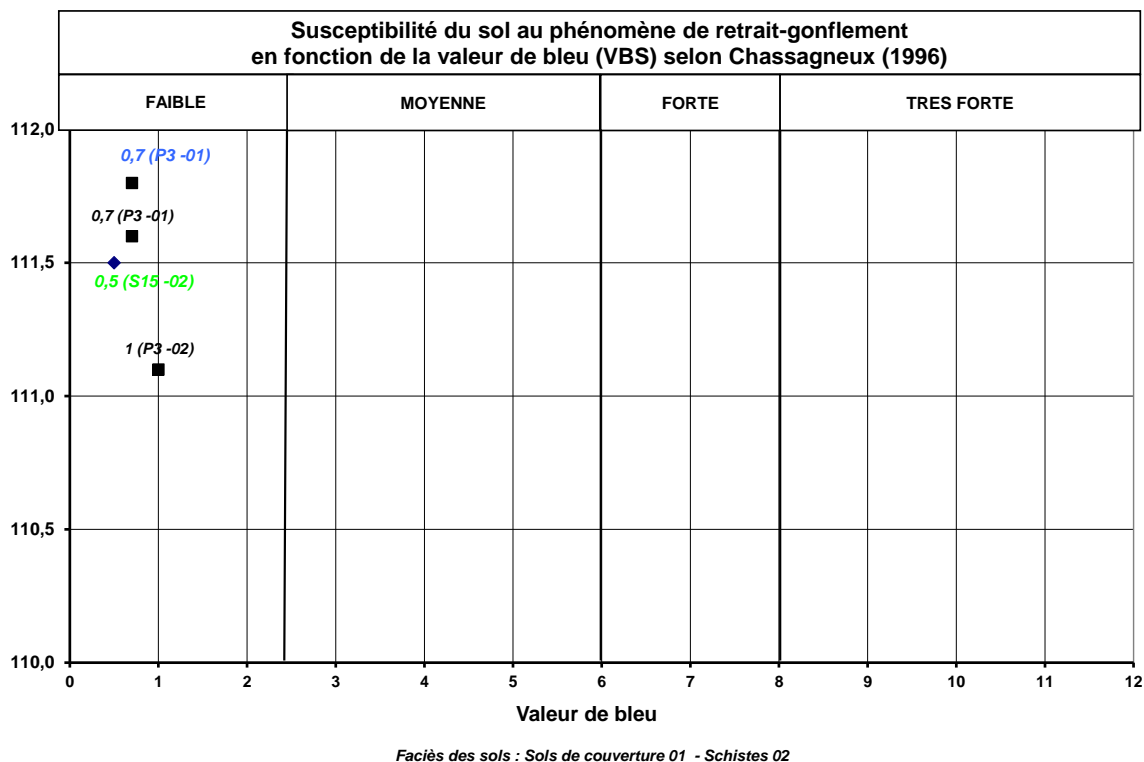


## 7.9. Essais en laboratoire - Valeurs de bleu

✓ Campagne de Juillet 2017



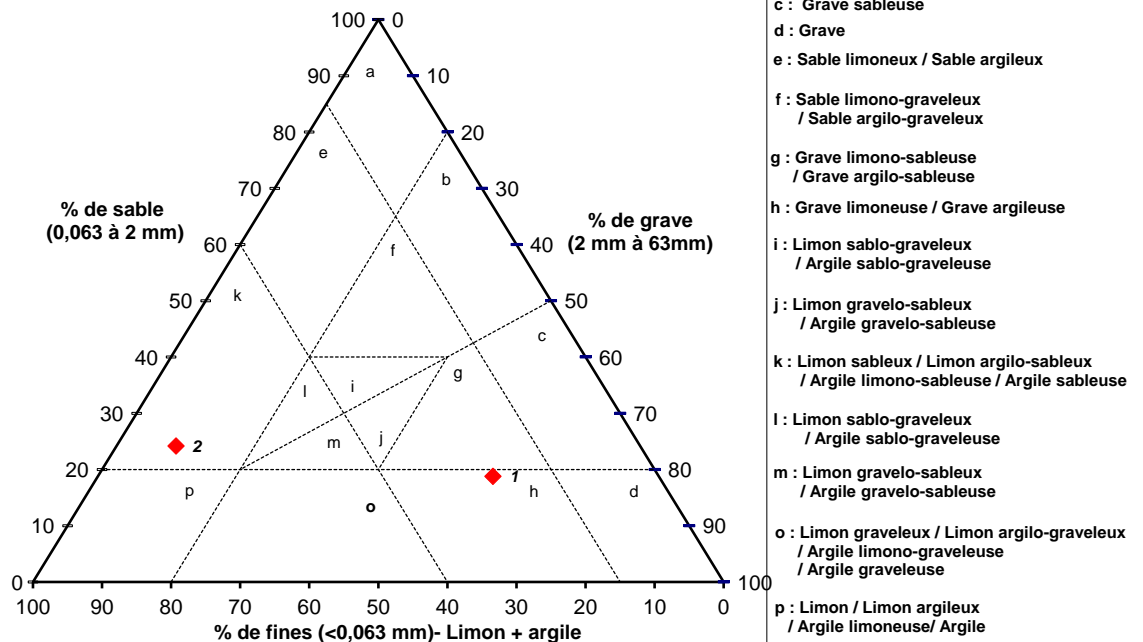
✓ Campagne d'Août 2018



## 7.10. Essais en laboratoire - Analyses granulométriques

✓ Campagne de Juillet 2017

Classification granulométrique des sols  
selon la NF EN ISO 14688-2 d' Avril 2005



## 7.11. Essais en laboratoire - Classifications G.T.R.

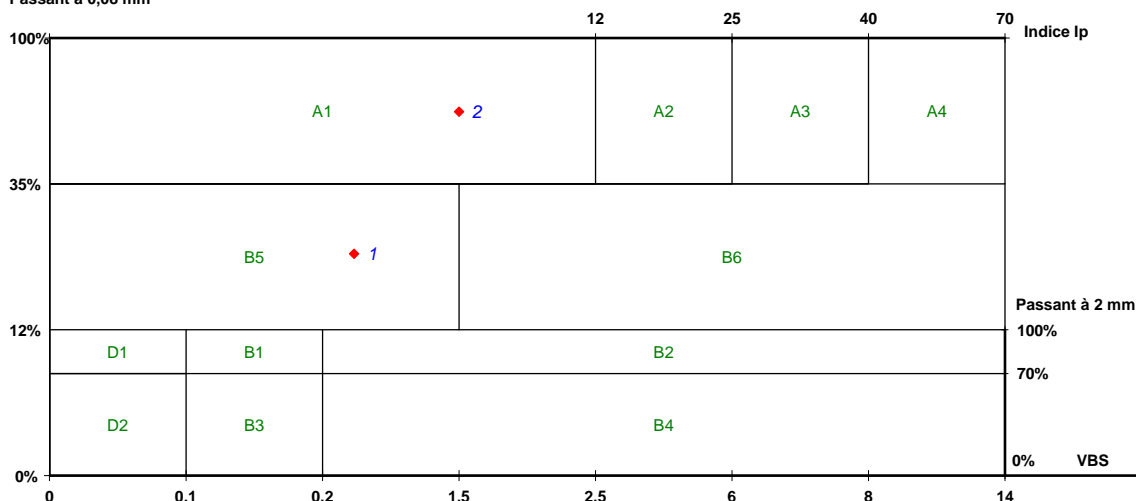
✓ Campagne de Juillet 2017

2017-05-107 LYS HAUT LAYON (49)

Classification des sols selon la NF P 11.300 sur fraction <= 50 mm

11/09/2018

Passant à 0,08 mm



n°	1	2							
Sondage	P1	P1							
Cote sondage	112,3	112,3							
Prof. échantillon	1,0	1,6							
Faciès n°	01	02							
Dmax (mm)									
% < 50 mm									
% < 0,08 mm	24%	67%							

## 8. Données hydrogéologiques

### 8.1. Perméabilité – Infiltration

Les essais d'eau réalisés permettent d'estimer la perméabilité des faciès ci-dessous :

Sondage	Formation	Nature de l'essai	Coefficient de perméabilité k (m/s)
P5	Sols de couverture 01	Essai Porchet dans excavation à la pelle	$4,46 \cdot 10^{-7}$
P102	Schistes altérés 02		$1,4 \cdot 10^{-6}$

Il est rappelé qu'il s'agit d'essais ponctuels mesurant la perméabilité en petit.

### 8.2. Niveau d'eau

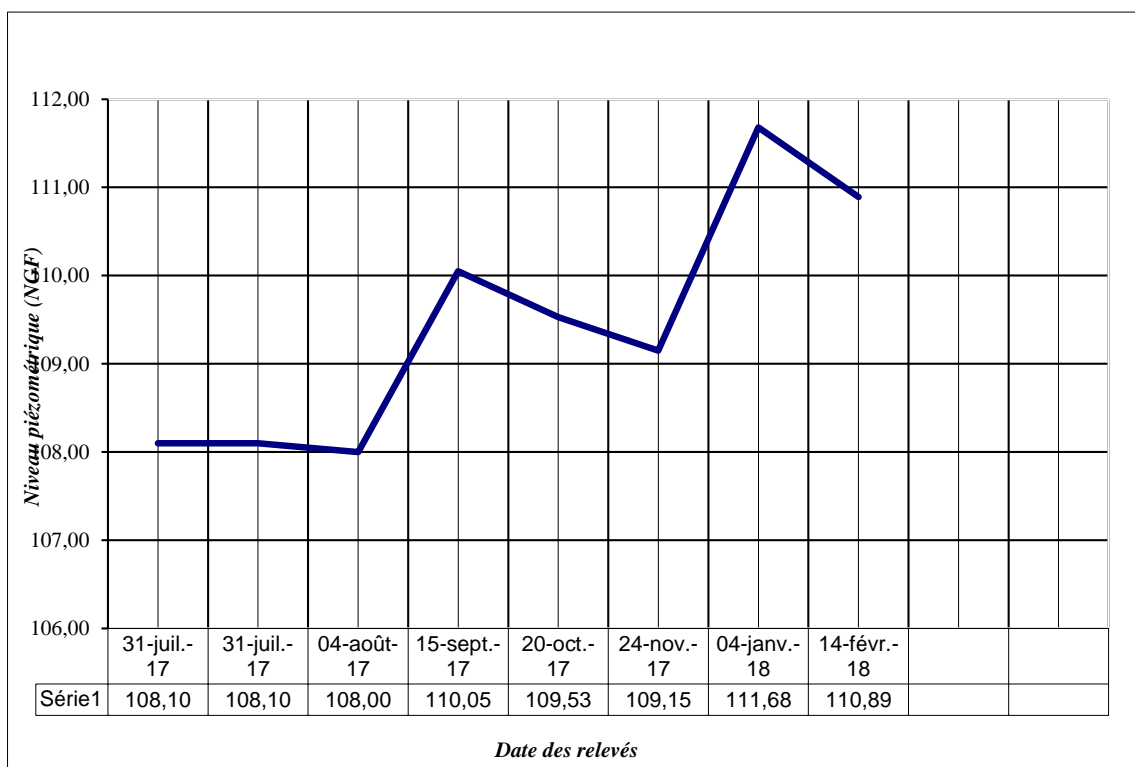
Des niveaux d'eau non stabilisés ont été relevés au droit des sondages réalisés en Juillet 2017 entre 2,0 m et 3,8 m de profondeur soit entre les cotes +108,1 (SP3) et +110,4 (SP2) NGF. Les autres sondages sont restés secs.

Les graphiques suivants présentent les fluctuations du niveau d'eau sur une période de 6 mois (relevés mensuels au droit des piézomètres SP2 et SP3) :

**Piézomètre SP2 :**





**Piézomètre SP3 :**

Les niveaux d'eau relevés sont compris entre +108,1 en juillet 2017 et +111,89 en août 2018.

En Août 2018, les sondages ont été réalisés en partie sous boue de forage, perturbant les conditions hydrogéologiques du moment. Les niveaux d'eau relevés au droit des sondages ne sont donc pas représentatifs. Le piézomètre S113 doit faire l'objet d'un relevé piézométrique avec une fréquence mensuelle pendant un an.

Il n'est pas exclu de rencontrer des circulations d'eau dans l'emprise du projet, non recoupées par nos sondages. Le régime hydrogéologique de ces circulations est alors susceptible de varier, en fonction de la topographie, de la saison et de la pluviosité.

N'ayant pas d'information sur les niveaux prévisibles des P.H.E., seule le suivi des piézomètres sur une période d'au moins un an, ainsi qu'une étude hydrogéologique fine, permettrait de préciser cette altitude. GEOTECHNIQUE OUEST est missionné pour la réalisation de 12 relevés mensuels.

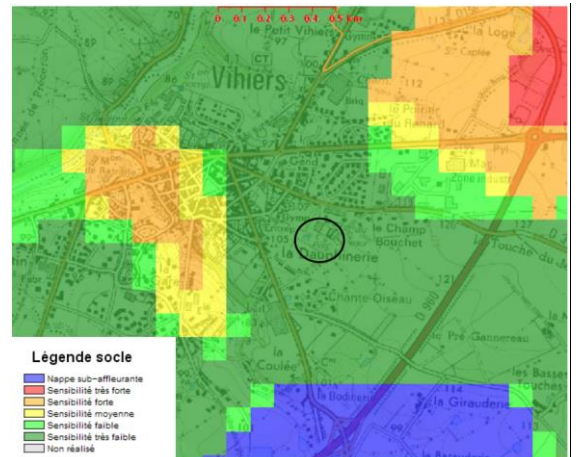
### 8.3. Inondabilité

Des informations précises sont fournies dans les documents d'urbanisme (P.O.S. / P.L.U.) et dépendent des travaux de protection réalisés. Ces informations sont susceptibles de varier dans le temps, s'agissant de données d'aménagement hydraulique et non de données hydrogéologiques.

Source : site internet

« inondationsnappes.fr »

Contexte : le projet se situe dans une zone présentant un aléa très faible vis-à-vis du risque de remonté de nappe



## ***CARACTERISTIQUES DU PROJET ET PRINCIPE DE FONDATIONS***

### **9. Le projet**

#### **9.1. Caractéristiques générales**

Le projet prévoit la construction d'un équipement aquatique dont la cote +0,0 est fixée à +112,2 NGF selon le plan masse. Le projet comprend :

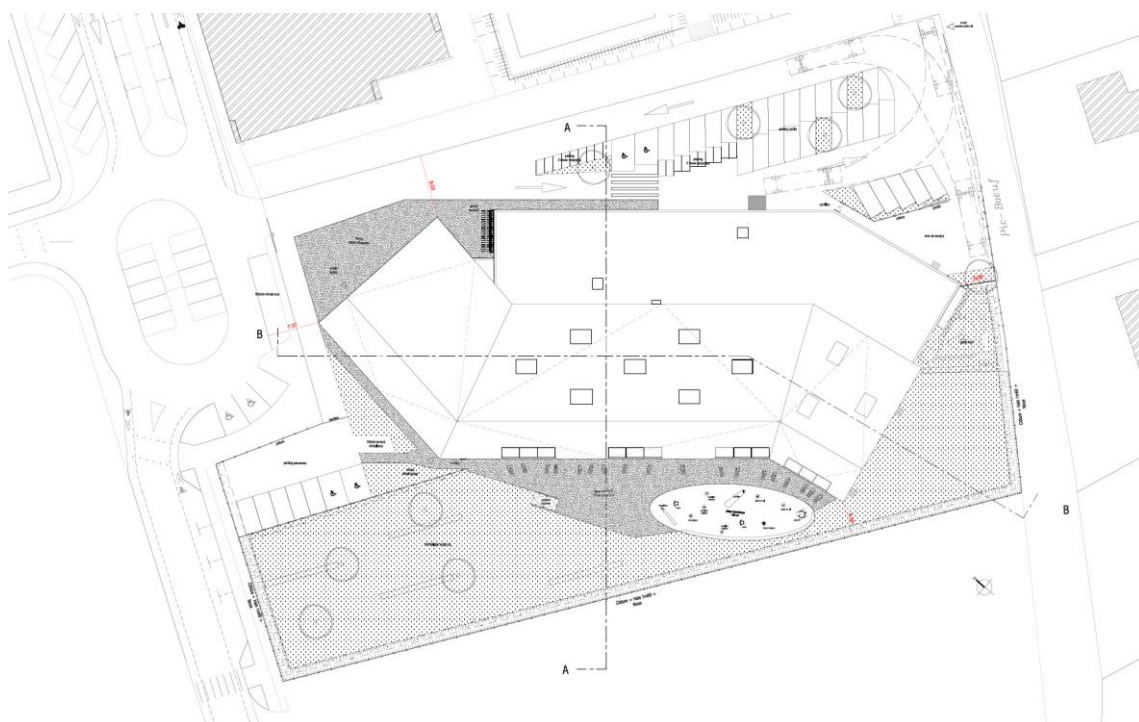
- Un bassin sportif dont la profondeur maximale sera de 1,8 m / +0,0 soit à la cote +110,4 NGF,
- Un bassin multifonction dont la profondeur maximale sera de 1,2 m / +0,0 soit à la cote +111,0 NGF,
- Un hall d'accueil, des bureaux, des vestiaires et des locaux d'entretien,
- Une galerie technique en sous-sol dont la cote est fixée à +108,2 NGF.

La surface totale du bâtiment sera de l'ordre de 2500 m<sup>2</sup> environ.

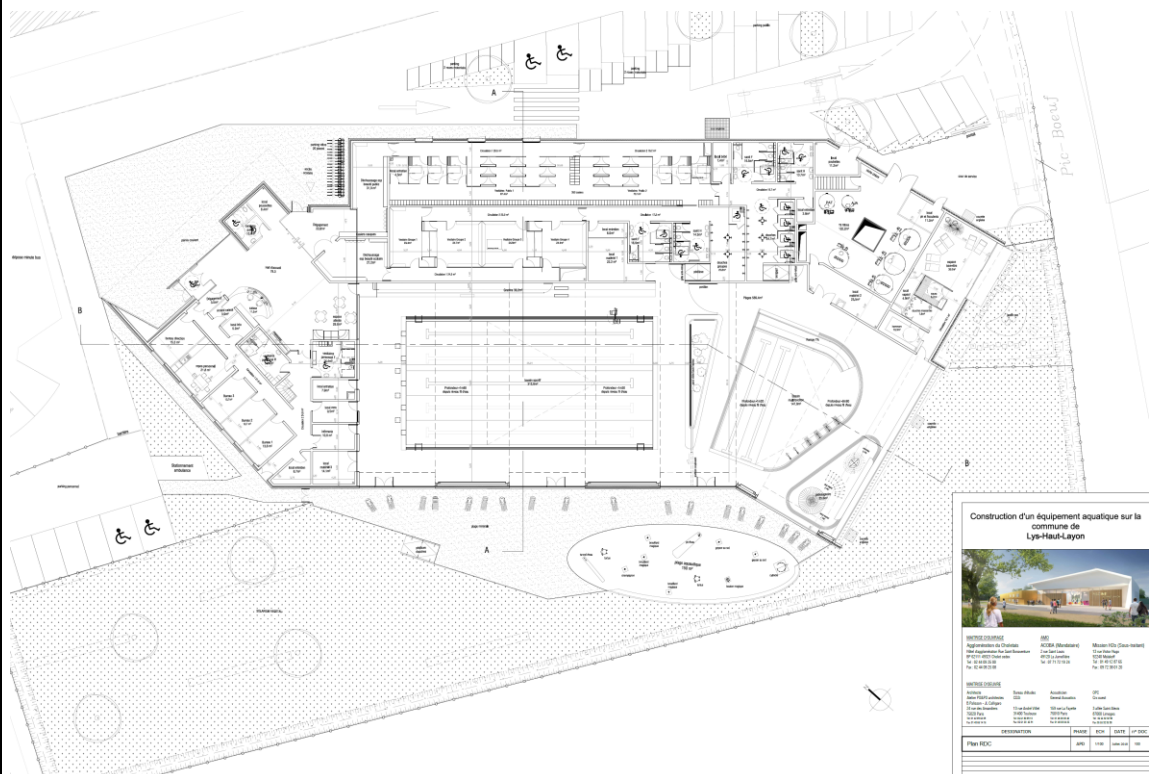
Il est également prévu l'aménagement de plages extérieures, d'un solarium végétal et des voiries et parkings associés.

Dans le cadre du projet, il est également prévu la démolition d'un bâtiment existant et des bassins de l'actuelle piscine avec leur comblement.

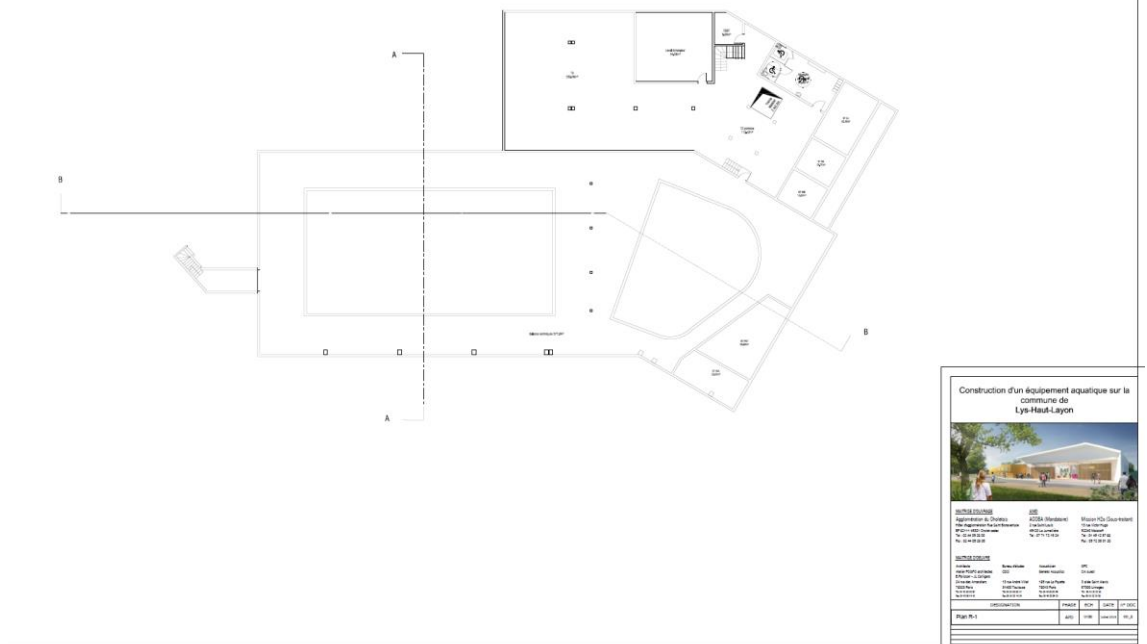
**Plan masse**



## Plan RdC du projet



### Plan R-1 du projet

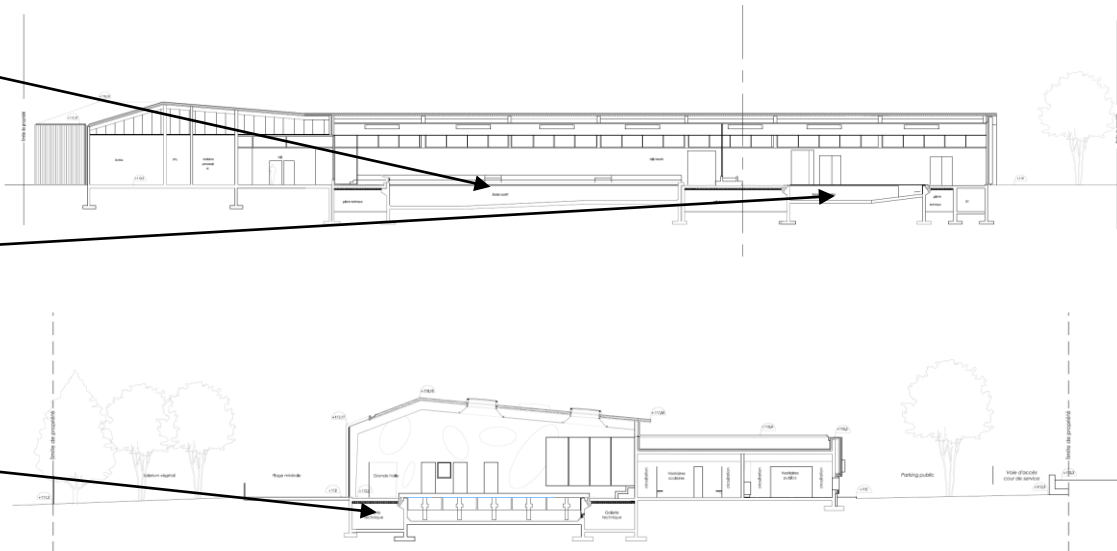


## Coupes

Bassin sportif

Bassin multifonction

Galerie technique



### 9.2. Sollicitations ramenées par l'ouvrage

Les valeurs et combinaisons de sollicitations ramenées par l'ouvrage sur le sol ont été communiquées par ACOBA et sont les suivantes :

- charge maximale E.L.S en compression simple sur appui isolé : 700 kN (70T)
- charge maximale E.L.S en compression simple sur appui continu : 150 kN/ml (15 T/ml)
- surcharge d'exploitation sur les niveaux bas : 10 kPa (1 T/m<sup>2</sup>)

## 10. Les principales sujétions d'ordre géotechnique pour l'aménagement du site

Les principales sujétions d'ordre géotechnique pour la réalisation du projet sont liées à :

- l'hétérogénéité mécanique et lithologique tant en plan qu'en profondeur dans l'emprise du site,
- la présence de **sols de couverture 01** dont l'épaisseur est variable,
- la présence d'un bâtiment et de bassins existants dans l'emprise du projet avec des opérations de démolition entraînant un remaniement des terrains en surface et de comblement des bassins,
- l'éventuelle présence de vestiges de fondations,
- l'altération variable des **schistes 02**, et leur forte compacité à partir de 0,9 m de profondeur ayant entraîné des refus de terrassement au tracto-pelle et de battage au pénétromètre dynamique,
- la cote de la galerie technique fixée à -4,0 m / +0,0 entraînant des opérations de terrassement en déblais, la stabilité des pentes des talus provisoires et/ou définitifs en déblai,
- la nécessité de réaliser des ouvrages de soutènement,
- la présence d'eau en profondeur et la sensibilité des terrains à l'eau.

## 11. Ouvrages de soutènement

Le projet de galerie technique dont la cote est fixée à -4,0 m / +0,0 soit à la cote +108,2 NGF implique la réalisation d'ouvrages de soutènements.

Un soutènement classique avec talutage et remblaiement à l'arrière peut être envisagé en fonction des emprises disponibles pour la réalisation des talus.

Dans ce cas les hypothèses géomécaniques à prendre en compte dépendront directement de la nature et des conditions de compactage des matériaux constituant le remblai et des conditions de son drainage.

Au stade actuel de l'étude, en l'absence de la connaissance du lieu de provenance des matériaux, les caractéristiques géomécaniques à retenir ne peuvent donc pas être proposées pour le moment par GEOTECHNIQUE OUEST.

## 12. Les terrassements généraux

### 12.1. Travaux de terrassement

#### 12.1.1. Préparation du terrain - Drainage

Avant tout travaux de terrassement en déblai, il conviendra de recenser la position de l'ensemble des réseaux enterrés et de veiller le cas échéant à leur neutralisation ou à leur dévoiement. Les éventuels vestiges de fondations devront être purgés et les fonds de fouille recompactés.

Les travaux de terrassement devront être réalisés exclusivement par temps sec.

Le relevé piézométrique réalisé sur une période de 6 mois a mis en évidence un niveau d'eau entre +108,1 (juillet 2017) et +111,9 (janvier 2018).

Il convient de rappeler que les conditions hydrogéologiques, mal connues, sont susceptibles de varier en fonction de la saison, de la topographie et de la pluviosité.

La réalisation de travaux de terrassements en période hivernale peut être un facteur aggravant en particulier pour ce qui concerne les circulations d'eau, les remontées d'eau, la pluviométrie.

Par voie de conséquence on pourra observer une chute de la portance des sols actuellement confinés et protégés par les **sols de couverture 01**.

La plate-forme devra être dressée avec des pentes suffisantes pour éviter toute stagnation d'eau et permettre l'évacuation des eaux pluviales vers un exutoire.

Des dispositions spécifiques devront être prises pour assurer à tout moment la mise au sec de la plate-forme par un épuisement périphérique ou un réseau drainant.

Les éventuelles venues d'eau apparaissant en cours de terrassement seront collectées en périphérie et évacuées en dehors de la fouille.

#### 12.1.2. Terrassabilité des matériaux

Compte-tenu des terrains observés au droit de nos sondages, les terrassements pourront être réalisés à l'aide d'engins de terrassement classiques au sein des faciès **01, 02a et 02b**.

En deçà, au sein des **schistes altérés 02c et fragmentés 02b** des moyens de terrassements puissants pourront s'avérer nécessaires pour atteindre la cote de la galerie technique. Il est rappelé que des refus de terrassement au tracto-pelle ont été obtenus ponctuellement entre 0,9 m et 1,1 m de profondeur.

Le projet est en partie dans l'emprise d'existants qui seront démolis. Des vestiges de fondations ou d'ouvrages enterrés pourront être difficiles à extraire lors des terrassements.

Les sols en place sont sensibles aux variations de teneur en eau et donc aux intempéries ainsi qu'aux circulations des engins de chantier. Des précipitations, même peu importantes, produiront une diminution très nette de la portance.



### 12.1.3. Stabilité des terrains en déblais

En fonction des cotes définitives des ouvrages par rapport au terrain actuel, pour réaliser les terrassements en déblais, il est à prévoir la réalisation de talus provisoires.

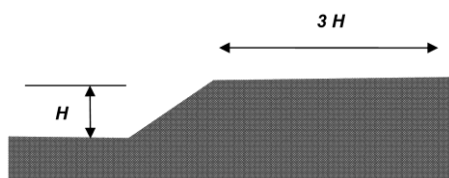
Les conditions de stabilité de ces ouvrages seront fonction de différents facteurs :

- la géométrie ;
- la résistance au cisaillement des sols (ou des roches) ;
- les pressions de l'eau interstitielle ;
- les sollicitations extérieures (climatiques et anthropiques).

Les conditions de talutage devront faire l'objet d'une étude spécifique préalable en fonction des conditions géotechniques, hydrogéologiques et des contraintes environnementales. On pourra a priori, en première approche, retenir une pente maximale de 1 pour 1 à adapter en phase chantier en fonction du degré d'altération des **schistes 02**.

Pour un talus provisoire, la valeur du coefficient de sécurité au glissement devra atteindre une valeur minimale de  $F_s = 1.3$ .

A toutes fins utiles, on rappellera la règle couramment admise des « 3H », pour laquelle dans le cas d'un déblai de hauteur H, la zone d'influence a pour longueur 3H horizontalement en amont de la crête du talus en déblais.



### 12.1.4. Confection des remblais

Dans la configuration du site et compte tenu de la cote projet fixée à +112,2 NGF, des terrassements en légers remblais seront à prévoir.

Il est à prévoir également le remblaiement des bassins existants.

Il sera également à prévoir un reprofilage au droit des voiries.

Pour la réalisation des remblais, la réutilisation des matériaux issus des opérations de terrassement en déblais au droit du site pourra être envisagée à l'exception des **sols de couverture 01**.

Les conditions de réalisation des remblais devront être conformes au « **Guide des terrassements routiers – Réalisation des remblais et des couches de forme (LCPC-SETRA de septembre 1992)** ».

L'épaisseur de chacune des couches mises en œuvre ne dépassera pas les valeurs limites indiquées dans les recommandations GTR, compte tenu de la classe de sol et du type d'engin de compactage utilisé.

**Dans le cas où le projet de bâtiment ou de voirie recoupe les bassins à remblayer, le remblaiement devra être réalisé avec des matériaux mis en œuvre par couches de 0,3 m d'épaisseurs compactées afin d'obtenir les objectifs fixés au paragraphe 15.1 (EV2 > 50 MPa dans le corps de remblais et EV2 > 60 MPa pour la couche de forme). Des essais à la plaque devront être réalisés toutes les 2 couches de 0,3 m afin de vérifier que les objectifs sont bien atteints.**

#### **12.1.5. Compactage du fond de fouille**

Le fond de fouille devra faire l'objet d'un compactage.

Le compactage consistera en un nombre de passes de compacteur déterminé à l'aide du tableau de compactage des remblais (annexe 4 du GTR), en assimilant le sol en place à un même sol mis en remblai, l'épaisseur de la couche fictive étant fixée à 0,3 m.

Des essais à la plaque seront réalisés en fond de fouille (EV1 et EV2) tant dans la zone en déblai et que celle en remblai, qui définiront un référentiel et mettront en évidence le cas échéant, des secteurs anomaux qu'il conviendra de purger.

Critères de réception par essais à la plaque sur le fond de fouille minimum :

- EV2 > 30 MPa.

Dans le cas contraire, des purges et substitutions complémentaires du sol seront à prévoir.

On rappellera que les terrassements devront être conduits uniquement par temps sec.

Si la portance est insuffisante, on procédera à une substitution supplémentaire de la P.S.T avec des matériaux blocailleux de forte granularité (par ex 0/150 à 0/250 mm de type C2) à mettre en œuvre en une seule couche de forte épaisseur.

#### **13. Dispositions technique de la galerie technique vis-à-vis de la présence d'eau**

Des niveaux d'eau ont été relevés entre les cotes +108,1 et +111,9 entre juillet 2017 et janvier 2018. Les résultats du suivi piézométrique sur le sondage S113 devront être pris en compte.

Etant donné la cote du projet de galerie technique fixée à +108,2 NGF, une solution de cuvelage doit être envisagée.

En phase travaux, les terrassements en déblai seront susceptibles de recouper des arrivées d'eau. Outre les sujétions de stabilité talutage et/ou de soutènement, dans la mesure où en phase provisoire un pompage est envisagé, les conséquences de la modification des conditions hydrogéologiques des sols sur les propriétés du secteur devront être examinées avant le démarrage de travaux.

Une étude sera à mener en fonction des données disponibles, des dimensions et de la position exactes des sous-sols au stade de la mission G2 PRO.

Les conditions de conception et de réalisation des cuvelages étanches sont définies dans la norme NF P 11-221 –DTU 14.1. Il conviendra de s'y référer.

Le dimensionnement de l'ouvrage enterré devra intégrer les pressions de l'eau. Le niveau de l'eau retenu pour le projet correspondra au niveau exceptionnel et conventionnel de l'eau « **EE** » qui correspond au niveau des plus hautes eaux prévisibles plus 50 cm.

L'équilibre de l'ouvrage sous les pressions hydrostatiques, avec les coefficients de sécurité associés, devra être assuré soit :

- par le poids propre de l'ouvrage,
- par un lestage complémentaire,
- par des tirants d'ancrage dont les conditions de dimensionnement et de réalisation sont fixées dans le document TA 95.

Dans le cas où l'inondation des locaux est admise et est réalisée par des orifices, ceux –ci devront être convenablement dimensionnés pour que le niveau « **EE** » et éventuellement le niveau « **EH** » soient plafonnés par le niveau des orifices plus 50 cm.

Dans le cas de la réalisation d'un ouvrage enterré étanche, qui pourra le cas échéant faire un barrage à l'écoulement de la nappe, l'incidence des modifications des conditions hydrogéologiques sur les ouvrages et terrains du secteur devra être examinée (prévoir une enquête de voisinage).

#### 14. Fondation par radier (bassin sportif et bassin multifonction)

##### 14.1. Couche de forme sous radier

###### 14.1.1. Nature et portance du sol support du radier

Les **sols de couverture 01** devront être intégralement purgés.

Compte tenu des cotes projets pour le bassin sportif (profondeur comprise entre 1,3 m et 1,8 m) et pour le bassin multifonction (profondeur comprise entre 0,8 m et 1,2 m), les sols supports des radiers seront constitués des **schistes 02** d'altération variable.

La contrainte admissible du sol support sera limitée à  $Q_{ELS} = 300$  kPa (3,0 bars).

Des purges supplémentaires seront nécessaires en cas de présence de matériaux évolutifs ou remblais impropres mis à jour par les terrassements ou de matériaux imbibés ou saturés d'eau.

On prévoira la mise en œuvre d'une couche de forme de 0,4 m d'épaisseur au minimum, constituée par un matériau de carrière, ce qui nécessitera un décaissement supplémentaire des sols. Cette couche devra déborder largement de l'emprise de l'ouvrage.

Le choix de la période des travaux sera important. Il est hautement préférable de retenir la période estivale.

Une solution de mise en œuvre d'un gros béton en une forte épaisseur pourra par ailleurs être envisagée

#### **14.1.2. Nature et conditions de mise en œuvre de la couche de forme**

Pour le choix de la couche de forme sous le radier on pourra s'inspirer de la liste des matériaux utilisables en couche de forme est indiquée dans l'annexe du DTU 13.3 dallage.

Une couche de forme constituée par un matériau de carrière 0/D, propre (exempt d'argile,  $80 \mu\text{m} < 12 \%$ ,  $\text{VBS} \leq 0,1$ ), dur ( $\text{LA}$  ou  $\text{MDE} < 45$ ), bien gradué et non gélif est généralement bien adaptée.

La nature pétrographique de la roche sera fonction des carrières du secteur.

On pourra envisager en finition une grave non traitée de type 0/20 ou 0/31,5.

#### **14.1.3. Valeur du module pressiométriques de la couche de forme**

Dans la mesure où les préconisations exposées ci-avant sont respectées on retiendra, pour le calcul des tassements du radier les hypothèses suivantes pour ces matériaux d'apport :

- Module pressiométrique  $\text{EM} = 10 \text{ MPa}$
- Coefficient rhéologique  $\alpha = 0,5$

Ces éléments devront être confirmés par l'entreprise avant le démarrage des travaux, puis vérifiés après mis en œuvre des remblais.

#### **14.1.4. Evaluation des tassements sous radiers**

Au droit du bassin sportif, compte tenu de la cote du radier (# 1,3 et 1,8 m en déblai) le poids des terres excavées (#23 à 27 kPa) sera supérieur aux charges rapportées par l'ouvrage (estimées à 20-25 kPa). Par conséquent le tassement sous radier sera négligeable.

Au droit du bassin multifonction, compte tenu de la cote du radier (# 0,3 m à 1,2 m en déblai) le poids des terres excavées pourra être localement légèrement inférieur aux charges rapportées par l'ouvrage. Par conséquent les tassements sous radier seront inférieurs à 0,5 cm.

Des joints entre les différents ouvrages seront à prévoir afin de prévenir les tassements différentiels pouvant se produire entre le radier du bassin existant ayant déjà tassé et les radiers du couloir de mise à l'eau et du bassin ludique.

### **15. Conception du niveau bas des ouvrages (bâtiment en Rdc et galerie technique)**

#### **15.1. Objectif de portance de la plate-forme**

Après décapage des **sols de couverture 01**, dans le contexte géotechnique du site, compte tenu de la cote sous-sol établie à +108,2 NGF et de la cote +0,0 = +112,2 NGF, les sols supports devraient correspondre aux **schistes 02** d'altération variable.

Des purges supplémentaires seront nécessaires en cas de matériaux évolutifs mis à jour par les terrassements ou de matériaux imbibés ou saturés d'eau.

La norme NF P 11-213-2 de mars 2005 – DTU 13.3 – Dallages : Partie 2 : Cahier des clauses techniques des dallages à usage autre qu'industriels ou assimilés, fixe la valeur minimale du coefficient de déformation de Westergaard  $k_w$  au minimum à 50 MPa/m en partie supérieure de la plate-forme.

✓ **Partie supérieure des terrassements PST**

En période humide, la nature et l'état hydrique des matériaux constituant la partie supérieure des terrassements ne permettront pas d'atteindre de bonnes portances au moment de la mise en œuvre de la couche de forme.

Si l'objectif de  $EV2 > 30$  MPa sur la PST n'est pas atteint, alors on veillera à définir des zones de purges et exécution des substitutions complémentaires.

✓ **Couche de forme**

En retenant l'hypothèse que la classe de la partie supérieure de terrassement sera une PST2/AR1 ( $EV2 > 30$  MPa), et pour un objectif de plateforme de classe PF2, il sera nécessaire de mettre en œuvre une couche de forme en matériaux granulaires insensibles à l'eau sur une épaisseur de 0,4 m minimum.

Pour une couche de forme en matériaux de carrière correctement compactée et dûment réceptionnée, on peut admettre dans le modèle de calcul des tassements sous dallage les paramètres mécaniques minimum suivants :

- module pressiométrique  $E_M = 10$  MPa
- coefficient rhéologique  $\alpha = 0,5$

Ces solutions permettront d'obtenir les critères de réception par essais à la plaque suivants au droit du dallage :

- $EV2 > 60$  MPa
- $EV2 / EV1 < 2.2$
- Coefficient de Westergaard  $K_w > 50$  MPa/m

### 15.2. Paramètres pour le dimensionnement des dallages

Les essais pressiométriques réalisés permettent de déterminer les modules de déformation des sols supports en vue de l'application du DTU 13.3, pour permettre le calcul des déformations des dallages et l'optimisation de leur dimensionnement.

Le tableau ci-après présente les modules de déformation que nous proposons de retenir pour les horizons du sol support des dallages :

	<b>Couche de forme</b>	<b>Schistes décomposés 02a</b>	<b>Schistes très altérés 02b</b>	<b>Schistes altérés 02c</b>	<b>Schistes fragmentés 02d</b>
<b>Module de déformation moyen <math>E_s</math> (MPa)</b>	54	16	26	74	81

(\*) :  $E_s$  (MPa) =  $0,9 * EV2$  avec  $EV2 = 60$  MPa

### 15.3. Calculs des tassements totaux prévisibles sous dallage au niveau de la galerie technique

Dans la configuration du site, compte tenu de la création de la galerie technique dont la cote est fixée à +108,2 NGF (# 4 m en déblai), le poids des terres excavées (72 kPa) sera supérieur aux charges rapportées par l'ouvrage (estimées à 10 kPa). Par conséquent le tassement sous dallage sera négligeable au droit de la galerie technique.

### 15.1. Calculs des tassements totaux prévisibles sous dallage au niveau du bâtiment en Rdc

Les calculs des tassements prévisibles du dallage du bâtiment en Rdc seront conduits en tenant compte des caractéristiques géométriques du projet et des surcharges d'exploitation.

Au droit du dallage du bâtiment en Rdc, les surcharges d'exploitation seront de l'ordre de 10 kPa. Les calculs de tassements ont été réalisés sur la base des sondages SP110 et SP111 (notes de calculs 1 et 2).

Sondage	SP110	SP111
Surcharge (kPa)	10	
Tassement (cm)	#0,5	#0,1

Remarque : les valeurs de tassements obtenus sont laissées à l'appréciation du Maître d'ouvrage et de son Maître d'œuvre.

Remarque : il est à prévoir la réalisation de bandes de plancher en console au niveau des zones de remblais à l'arrière des soutènements.

## 16. Fondations superficielles

### 16.1. Nature du sol d'assise – ancrage et encastrement dans les sols

Dans les conditions géotechniques du site et compte tenu de l'ensemble des hypothèses retenues précédemment, on pourra orienter le projet de fondations vers la réalisation de massifs isolés ou semelles filantes.

L'ancrage minimum de la fondation sera fixé à 0,3 m au sein des **schistes 02**, avec une résistance dynamique de pointe  $R_d$  supérieure à 6 MPa, en respectant en ancrage de 0,7 m au minimum pour la mise hors-gel des fondations.

La contrainte admissible du sol support sera limitée à  $Q_{ELS} = 300$  kPa (3,0 bars) pour tenir compte de l'hétérogénéité mécaniques des **schistes 02**.

### 16.2. Conditions de sols et capacité portante

La norme NF P 94-261 impose aux états limites les contraintes suivantes :

- $Q_{ELS} = (A' \times q_{net}) / (1.2 \times 2.3)$
- $Q_{ELU \text{ Fondamental et sismique}} = (A' \times q_{net}) / (1.2 \times 1.4)$
- $Q_{ELU \text{ accidentel}} = (A' \times q_{net}) / (1.2 \times 1.2)$

Dans ces conditions, compte tenu de l'hétérogénéité mécanique du sol support des fondations, les contraintes admissibles seront limitées à :

- $Q_{ELS} = 300$  kPa
- $Q_{ELU \text{ Fondamental et sismique}} = 492$  kPa
- $Q_{ELU \text{ accidentel}} = 382$  kPa

### 16.3. Estimation des tassements sous fondation de la galerie technique et du bâtiment en Rdc

Les résultats détaillés des calculs de tassements, sont présentés en annexe 2. Pour des fondations descendues de 0,3 m au sein des **schistes 02** avec  $R_d > 6$  MPa, tout en respectant un encastrement de 0,7 m minimum, nous avons :

Sondage	Etat limite	Charge	Largeur de la fondation (m)	Profondeur / plate-forme (m)	qref (kPa)	s (cm)	Note de calculs
SP109 (galerie technique)	ELS  quasi-permanent	150 kN/ml	0,5	0,7	300	<0,1	3
		700 kN	1,6		273	<0,1	4
SP110 (Bâtiment Rdc)		150 kN/ml	0,5	0,9	300	#0,6	5
		700 kN	1,6		273	#0,5	6
SP111 (Bâtiment Rdc)		150 kN/ml	0,5	0,7	300	#0,3	7
		700 kN	1,6		273	#0,3	8
SP112 (galerie technique)		150 kN/ml	0,5	0,7	300	<0,1	9
		700 kN	1,6		273	<0,1	10

Cote dallage galerie technique : +108,2 NGF et cote plate-forme galerie technique : +108,0 NGF

Cote dallage bâtiment Rdc : +112,2 NGF et cote plate-forme bâtiment Rdc : +112,0 NGF

**Remarque :** Les valeurs de tassements sont laissées à l'appréciation du Maître d'ouvrage et du Maître d'œuvre.

**La profondeur d'assise des fondations sera variable notamment au droit du bâtiment en Rdc où elles seront comprises entre 0,7 m / plate-forme (sondage SP111) et 2,4 m / plate-forme (sondage PDB6).**

### 16.4. Conditions et précautions de réalisation des fondations

Les sondages ont montré une légère variation des cotes de terrain en profondeur au droit des sondages.

L'interprétation géologique présentée dans ce rapport correspond à la structure la plus probable du sous-sol, exacte au droit des sondages ponctuels d'investigations. Des variations de cote et de conditions d'exécution pourront être rencontrées sur le chantier.

Les travaux de fondation devront débuter au droit des sondages ce qui permettra de faire un étalonnage visuel du faciès du sol support pour l'assise des fondations.

On pourra envisager, sous les semelles une substitution des sols par un gros béton, dans la mesure où l'ancrage minimal dans l'horizon porteur est respecté.

**Dans la configuration de fondations établies à des niveaux différents, on respectera obligatoirement la règle des 3 de base pour 2 de hauteur entre arêtes de fondations.**



**17. Analyse et  
recommandati  
ons pour la  
réalisation des  
voiries**

Les poches molles ou décomprimées seront purgées et comblées par un béton maigre ou similaire.

La présence d'éventuelles arrivées d'eau entraîneront des sujétions de blindage des parois lors des travaux de fondation.

Afin d'éviter une décompression du fond des fouilles et des rigoles de semelles, celui-ci devra être protégé immédiatement par un béton de propreté.

Les fondations doivent être coulées à pleine fouille impérativement et non coffrées sur une plate-forme préterrassée ou reconstituée.

Les venues d'eau seront évacuées en dehors de la fouille.

**17.1. Terrassements**

Après décapage des **sols de couverture 01** et éventuellement des vestiges de fondations, des poches argileuses molles et des éventuels matériaux putrescibles, et après les opérations de remblais/déblais nécessaires pour atteindre les cotes du projet de voirie, les sols supports des plates-formes seront constitués par les **schistes 02** d'altération variable de classe GTR A<sub>1</sub> pouvant évoluer en fonction du degré d'altération.

**17.2. Classe de l'arase de terrassement**

La Partie Supérieure des Terrassements (P.S.T) est représentée par les sols en place (déblais) ou les matériaux rapportés (remblai) sur une épaisseur d'environ 1,0 m. La surface de la P.S.T est l'Arase de terrassement (AR).

Par ailleurs, la période des travaux n'est pas connue. On restera par conséquent prudent sur la qualification des P.S.T.

Actuellement, la classe de l'arase est AR1 avec une PST2.

Les caractéristiques de portance seront moyennes au moment de la mise en œuvre de la couche de forme. Cette portance pourra cependant chuter à long terme sous l'action de l'infiltration des eaux pluviales par exemple.

Dans tous les cas, les fonds de forme seront pentés dans la mesure du possible et l'eau sera évacuée dans des fossés provisoires ou définitifs.

**17.3. Dimensionnement de la couche de forme des voiries**

Une couche de forme sera mise en œuvre sous les voiries. Sur une PST2 / AR1 (EV2 > 30 MPa) et pour un objectif de plate forme de classe PF2-, il sera nécessaire de mettre en œuvre une couche de forme d'une épaisseur minimale de 0,40 m de matériaux granulaires de bonne qualité, insensibles à l'eau. Les dispositions constructives à la base de la chaussée devront permettre d'évacuer les eaux et d'éviter leur infiltration.

Ces solutions permettront d'obtenir les critères de réception par essais à la plaque suivants :

- EV2 > 50 MPa,
- EV2/EV1 < 2,0.

La portance et l'état hydrique du sol support devront être vérifiés par mesure d'Indice Portant Immédiat (IPI) en laboratoire ou bien par essais à la plaque directement sur le chantier avant la mise en place de la couche de forme.

Au moment de l'appel d'offre, l'entreprise devra s'engager sur ces objectifs de portance en fonction des matériaux qu'elle est susceptible de mettre effectivement en œuvre (suivant les carrières approvisionnant le secteur) et du matériel à sa disposition (types de compacteurs....).

Dans tous les cas, les conditions de réalisation des couches de forme devront être conformes au « **Guide des terrassements routiers – Réalisation des remblais et des couches de forme (LCPC-SETRA de septembre 1992)** ».

**18. Remarque  
finale**

La présente étude s'inscrit dans le cadre d'une mission d'étude géotechnique d'avant-projet G2 AVP.

La norme NF P 94-500 de Novembre 2013 mentionne un enchaînement de missions géotechniques qui suit les phases d'élaboration du projet.

GEOTECHNIQUE OUEST reste à la disposition du Maître d'ouvrage pour conduire cette mission d'optimisation en collaboration avec le B.E.T. Structure et le Bureau de contrôle.

Contrôle externe

N. BRUNET DE SAIRIGNE

L'ingénieur chargée du dossier

Marie-Laure PILLET

**AGGLOMERATION DU CHOLETAIS**

**VIHIERS – LYS HAUT LAYON (49)**

*Rue des Courtils*

***Construction d'un équipement aquatique***

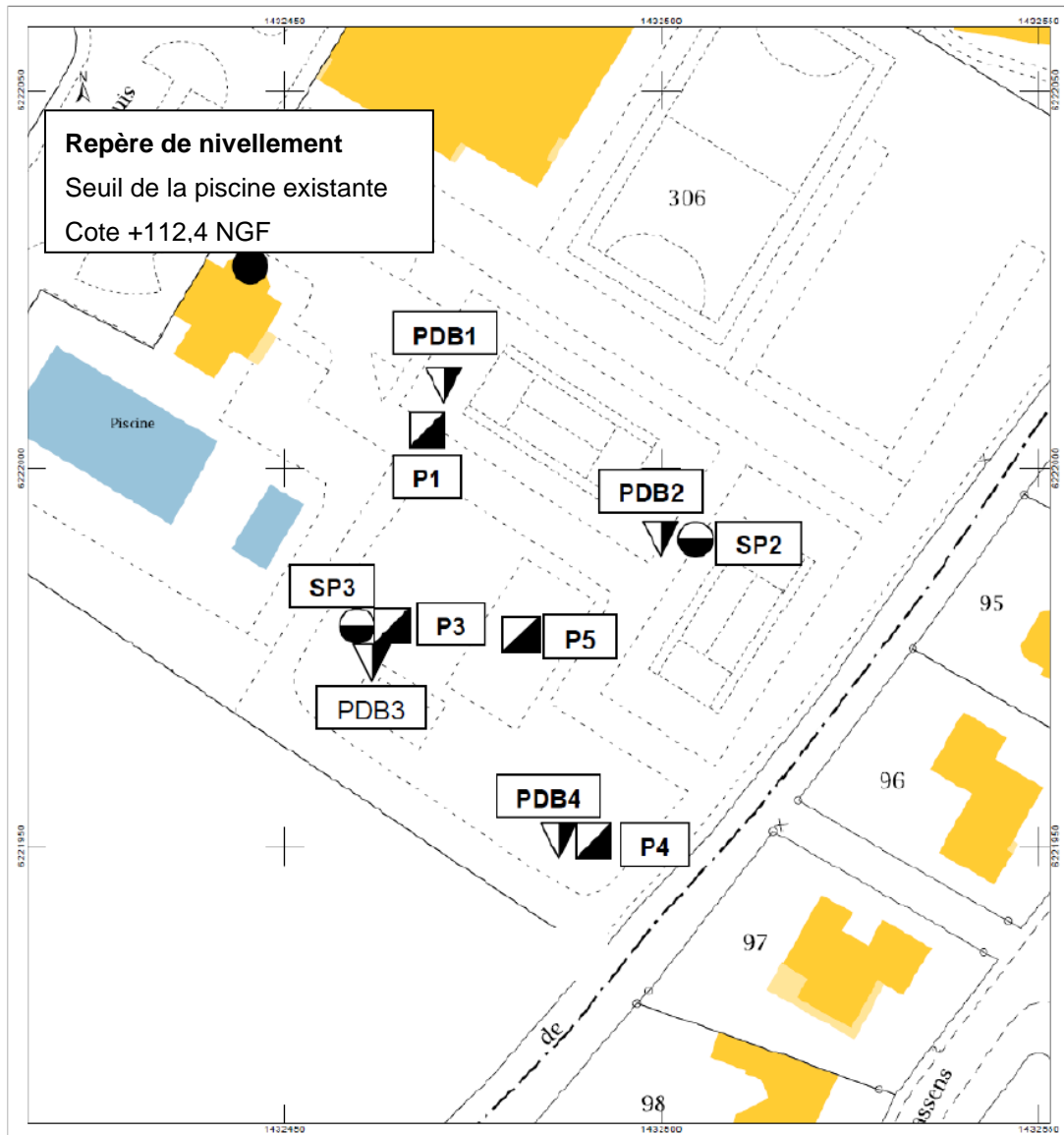
**Étude géotechnique de conception – Phase Avant Projet  
Mission G2 AVP**

**Dossier N°Pca2018-06-7**

**Annexe 1**

Plan d'implantation des sondages  
Résultats des sondages et essais *in situ*

# **CAMPAGNE DE JUILLET 2017**



AGGLOMERATION DU CHOLETAIS

**LYS HAUT LAYON (49)**

Rue des courtils

**Construction d'une nouvelle piscine****N° AFFAIRE : 2017-05-107****Implantation des sondages**

Sondage pressiométrique (SP)

Sondage au pénétromètre dynamique  
de type B (PDB)Sondage de reconnaissance à la pelle  
(P)

Juillet 2017

**GÉotechnique**  
sciences de la terre sas

SONDAGE PRESSIOMETRIQUE MENARD - Effectué conformément à la norme NF P 94-110



Etude : LYS HAUT LAYON (49)

Sondage : P1

Rue des Courtils

Cote : +112.3

N° 2017-05-107

Date : 31/07/2017

COUPE GEOTECHNIQUE			Eau (m)	Caractéristiques Pressiométriques												avancement de l'outil sec/20cm	Nature de l'outil		
Prof. (m) Cote	Log	Description		prof. essai	● Module E (MPa)				● Pression limite PI (MPa)			■ Pression de fluage Pf							
					1	5	10	50	0,5	1	5	10	20	30	40				
0,0																			
0,5																			
	01	Sol de couverture végétalisé sur 5cm : limons marrons à marron-orangés avec graves de micaschiste et débris de brique et de béton, puis argiles limoneuses marron-orangées avec pierres roulées et oxydation à partir de 0.80m																	
1,0																			
	1,20 111,1																		
1,5																			
	02	Argiles orange-grises d'altération des schistes avec graves de micaschiste																	
2,0																			
	2,00 110,3																		
2,5																			
Aucune venue d'eau. Bonne tenue des parois.										MATERIEL ET OUTILS UTILISES √ Arrêt volontaire                      ✕ REFUS TP : Tracto-pelle									

KOOP1.2-03/04/01-OD-Coulais-n°2 \_\_ Z:\ARCHIVES\ARCHIVES GENESYS\AFFAIRES\AFFAIRES 2017\05 MAI 2017\2017-05-107\DEPOUILLEMENT\coupe P1.koo

SONDAGE PRESSIOMETRIQUE MENARD - Effectué conformément à la norme NF P 94-110



Etude : LYS HAUT LAYON (49)

Sondage : P3

Rue des Courtils

Cote : +111.9

N° 2017-05-107

Date : 31/07/2017

COUPE GEOTECHNIQUE			Eau (m)	Caractéristiques Pressiométriques										avancement de l'outil sec/20cm	Nature de l'outil				
Prof. (m)	Log	Description		prof. essai	Module E (MPa)				Pression limite PI (MPa)			Pression de fluage Pf							
Cote					1	5	10	50	0,5	1	5	10	20				30	40	
0,0																			
	01	Sol de couverture végétalisé sur 5cm : limons marrons avec graves de micaschiste et débris de bois																	
0,5																			
	0,80 111,1																		
1,0																			
	02	Limons marron-orangés jusqu'à 1,3m puis schistes très altérés marrons à noirs avec cailloux et graves de micaschiste																	
1,5																			
2,0	2,00 109,9																		
2,5																			

Aucune venue d'eau.  
Bonne tenue des parois.

## MATÉRIEL ET OUTILS UTILISÉS

✓ Arrêt volontaire

✗ REFUS

TP : Tracto-pelle

arrêt  
√ 2,0

KOOP1.2-03/04/01-OD-Coulais-n°2 \_ Z:\\_ARCHIVES\ARCHIVES GENESYS\AFFAIRES\AFFAIRES 2017\05 MAI 2017\2017-05-107\DEPOUILLEMENT\coupe P3.koo



SONDAGE PRESSIOMETRIQUE MENARD - Effectué conformément à la norme NF P 94-110



Etude : LYS HAUT LAYON (49)

Rue des Courtils

N° 2017-05-107

Sondage : P4

Cote : +111.3

Date : 31/07/2017

COUPE GEOTECHNIQUE			Eau (m)	Caractéristiques Pressiométriques												avancement de l'outil sec/20cm	Nature de l'outil		
Prof. (m) Cote	Log	Description		prof. essai	● Module E (MPa)				● Pression limite PI (MPa)				■ Pression de fluage Pf						
					1	5	10	50	0,5	1	5	10	20	30	40				
0,0																			
0,5	01	Sol de couverture végétalisé sur 5cm : limons marrons avec graves de micaschiste et morceaux de brique																	
0,90 110,4																			
1,0																			
1,5	02	Argiles rouilles et grises d'altération des schistes																	
2,0																			
2,00 109,3																			
2,5																			

T  
Parrêt  
√ 2,0

KOOP1.2-03/04/01-OD-Coulais-n°2 \_\_ Z\\_ARCHIVES\ARCHIVES GENESYS\AFFAIRES\AFFAIRES 2017\05 MAI 2017\2017-05-107\DEPOUILLEMENT\coupe P4.koo

SONDAGE PRESSIOMETRIQUE MENARD - Effectué conformément à la norme NF P 94-110



Etude : LYS HAUT LAYON (49)

Sondage : P5

Rue des Courtils

Cote : +112.2

N° 2017-05-107

Date : 31/07/2017

COUPE GEOTECHNIQUE			Eau (m)	Caractéristiques Pressiométriques												avancement de l'outil sec/20cm	Nature de l'outil
Prof. (m) Cote	Log	Description		prof. essai	● Module E (MPa)				● Pression limite Pl (MPa)				■ Pression de fluage Pf				
0,0					1	5	10	50	0,5	1	5	10	20	30	40		
</																	

T  
Parrêt  
√ 1,1

KOOP1.2-03/04/01-OD-Coulais-n°2 \_\_Z:\\_ARCHIVES\ARCHIVES GENESYS\AFFAIRES\AFFAIRES 2017\05 MAI 2017\2017-05-107\DEPOUILLEMENT\coupe P5.koo

SONDAGE PRESSIOMETRIQUE MENARD - Effectué conformément à la norme NF P 94-110



Etude : LYS HAUT LAYON (49)

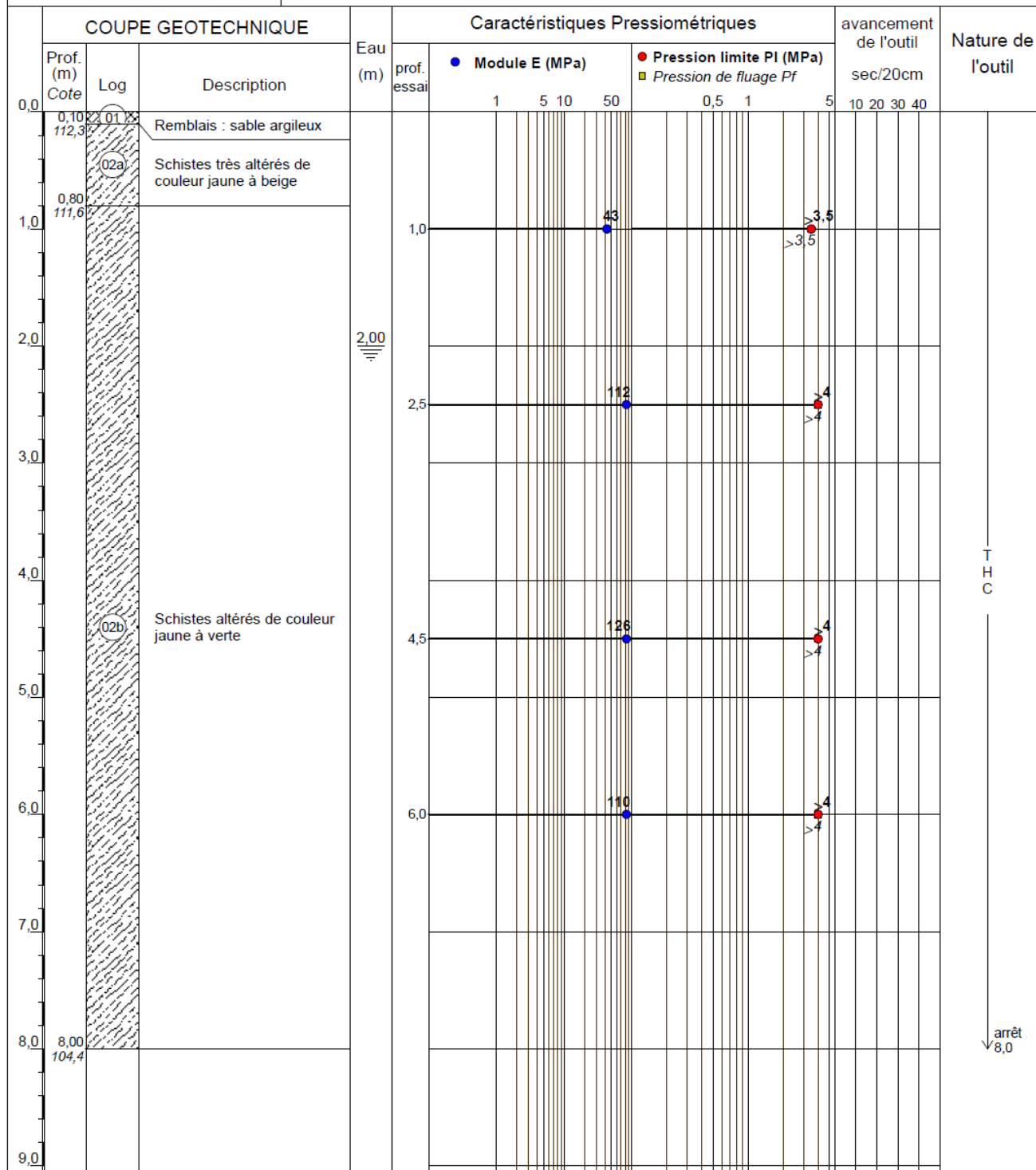
Rue des Courtils

N° 2017-05-107

Sondage : PDB2/SP2

Cote : +112,4

Date : 31/07/2017



Niveau d'eau non stabilisé : 2,00m (cote : 110,4)

Sonde équipée d'un tube crépiné (diamètre 36/40mm) :

- longueur totale du tube de 8m,
- tube PVC crépiné de 3m,
- hauteur hors-sol : 0.46m

## MATÉRIEL ET OUTILS UTILISÉS

▽ Arrêt volontaire

X REFUS

THC : Tarière Hélicoïdale Continue D. 63 mm

SONDAGE PRESSIOMETRIQUE MENARD - Effectué conformément à la norme NF P 94-110



Etude : LYS HAUT LAYON (49)

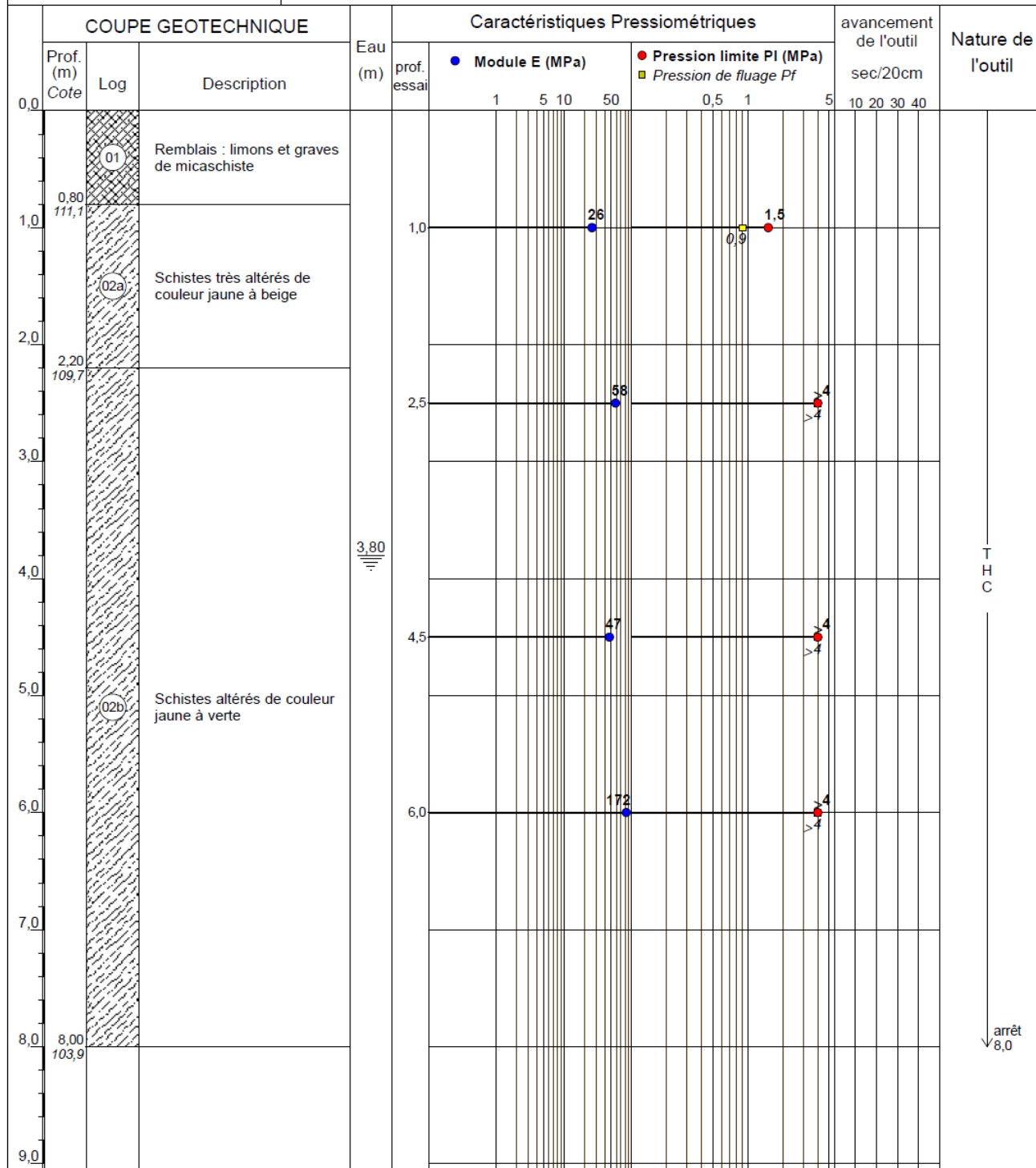
Sondage : PDB3/SP3

Rue des Courtils

Cote : +111.9

N° 2017-05-107

Date : 31/07/2017



Niveau d'eau non stabilisé : 3,80m (cote : 108,1)

Sonde équipée d'un tube crépiné (diamètre 36/40mm) :

- longueur totale du tube de 8,40m,
- tube PVC crépiné de 3,00m,
- hauteur hors-sol : 0,60m

## MATÉRIEL ET OUTILS UTILISÉS

√ Arrêt volontaire

X REFUS

THC : Tarière Hélicoïdale Continue D. 63 mm

KOOP1.2-03/04/01-OD-Coulais-n°2 \_ Z:\ARCHIVES\ARCHIVES GENESYS\AFFAIRES\AFFAIRES 2017\05 MAI 2017\2017-05-107\DEPOUILLEMENT\coupe PDB3 SP3.koo



**GÉotechnique**  
sciences de la terre sas

MPI-PDY-01  
Ind C du 11.08.08

### SONDAGE AU PENETROMETRE DYNAMIQUE : PDB1/P1

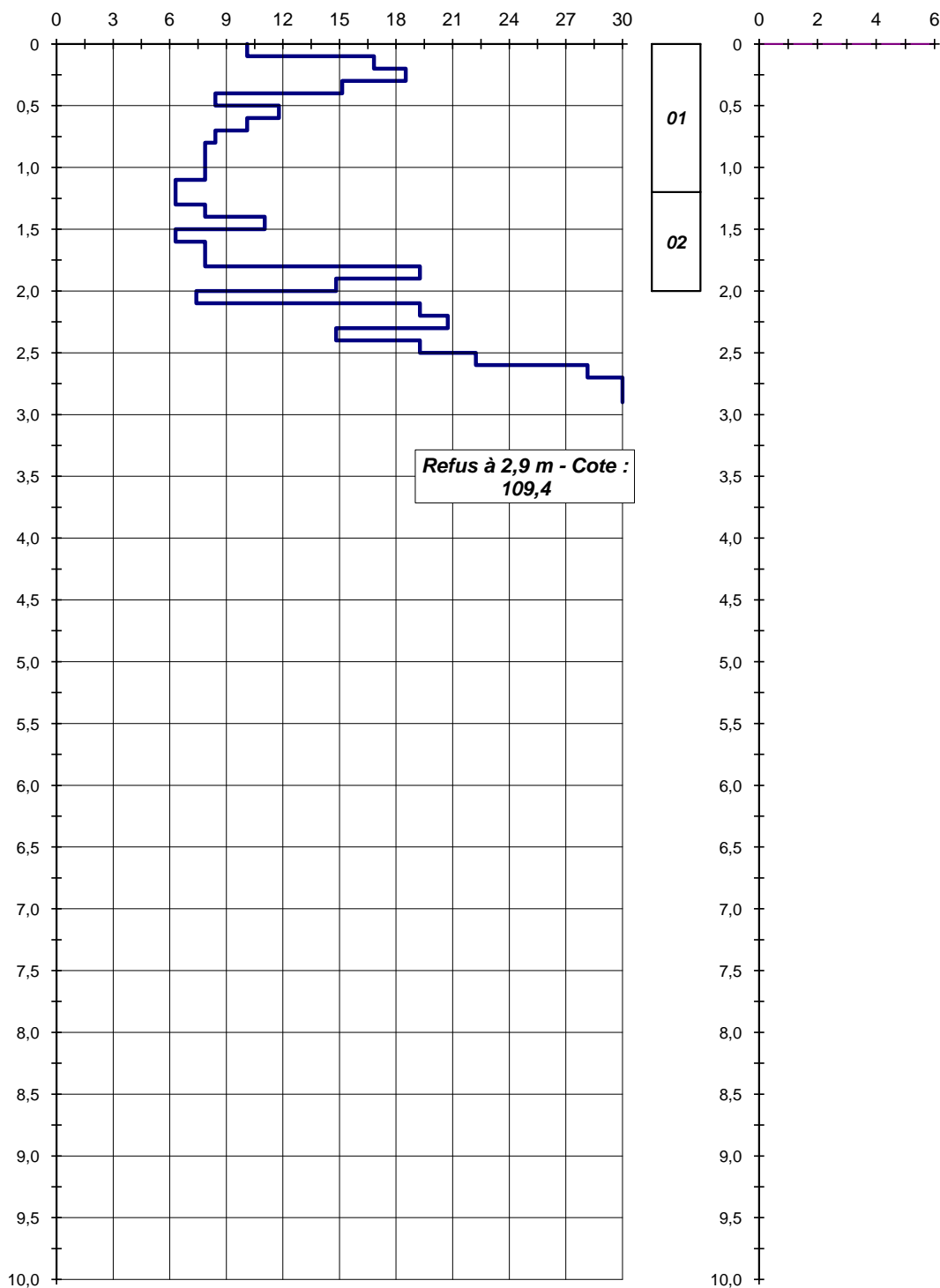
**Lieu :** LYS HAUT LAYON (49) **Projet :** Construction d'une piscine **Cote :** 112,30 Locale  
**Adresse :** rue des courtils **Dossier :** 2017-05-107 **Date :** 11/09/2018

Pénétromètre Type B  
NF P 94-115

Résistance dynamique de pointe  $R_d$  (MPa)

$p_l^*$  (MPa)

Caractéristiques du pénétromètre	
Masse du mouton (kg)	63,5
Masse enclume + guide (kg)	18
Masse d'une tige (kg)	6
Masse de la pointe (kg)	0,62
Hauteur de chute (m)	0,75
Section de la pointe (cm <sup>2</sup> )	20





**GÉotechnique**  
sciences de la terre sas

MPI-PDY-01  
Ind C du 11.08.08

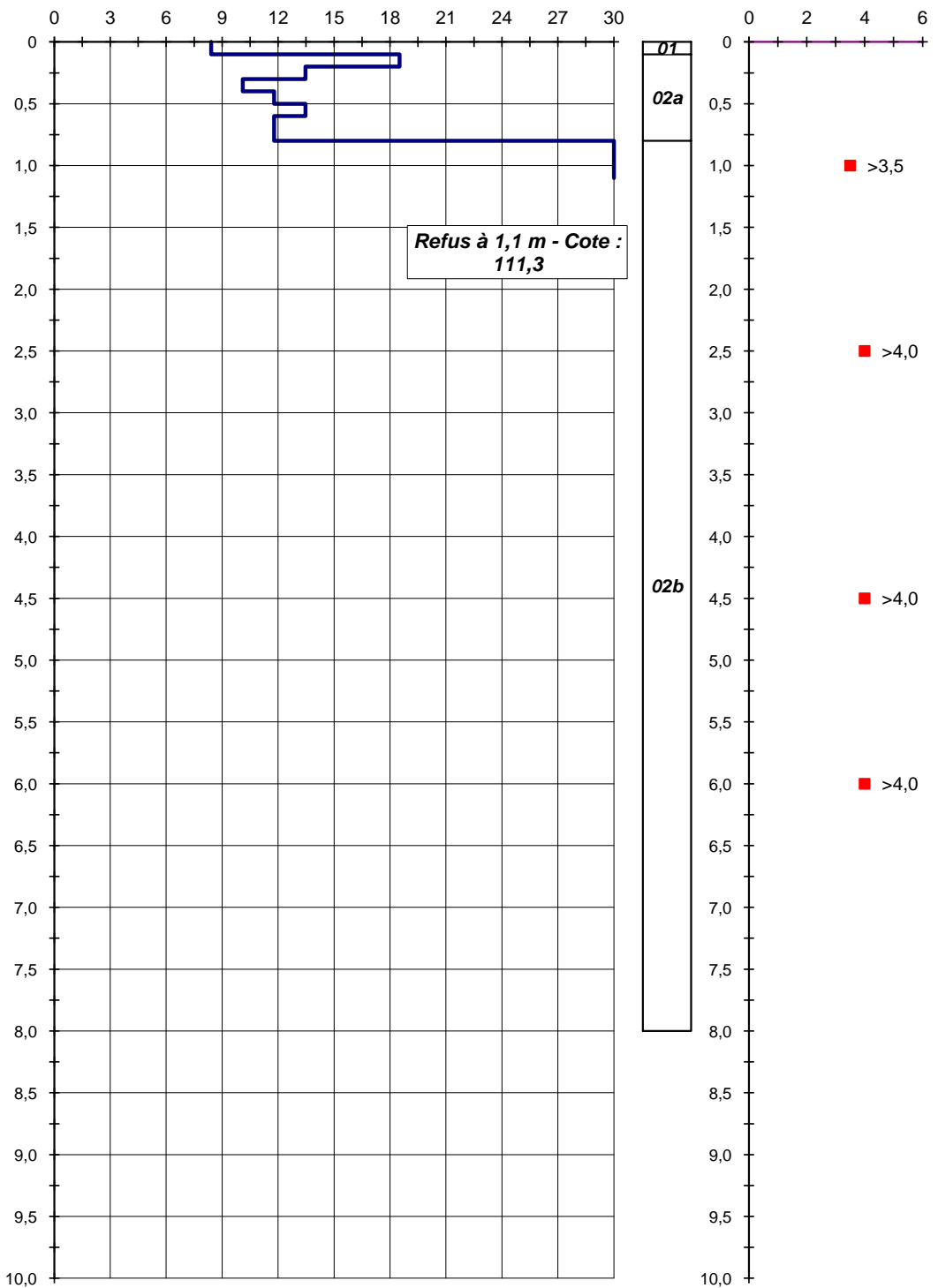
### SONDAGE AU PENETROMETRE DYNAMIQUE : PDB2/SP2

**Lieu :** LYS HAUT LAYON (49) **Projet :** Construction d'une piscine **Cote :** 112,40 Locale  
**Adresse :** rue des courtils **Dossier :** 2017-05-107 **Date :** 11/09/2018

Pénétromètre Type B  
NF P 94-115

Résistance dynamique de pointe  $R_d$  (MPa)

$pl^*$  (MPa)



Caractéristiques du pénétromètre	
Masse du mouton (kg)	63,5
Masse enclume + guide (kg)	18
Masse d'une tige (kg)	6
Masse de la pointe perdue (kg)	0,62
Hauteur de chute (m)	0,75
Section de la pointe (cm <sup>2</sup> )	20



**GÉotechnique**  
sciences de la terre sas

MPI-PDY-01  
Ind C du 11.08.08

### SONDAGE AU PENETROMETRE DYNAMIQUE : PDB2 bis/SP2

**Lieu :** LYS HAUT LAYON (49) **Projet :** Construction d'une piscine

**Cote :** 112,40 Locale

**Adresse :** rue des courtils

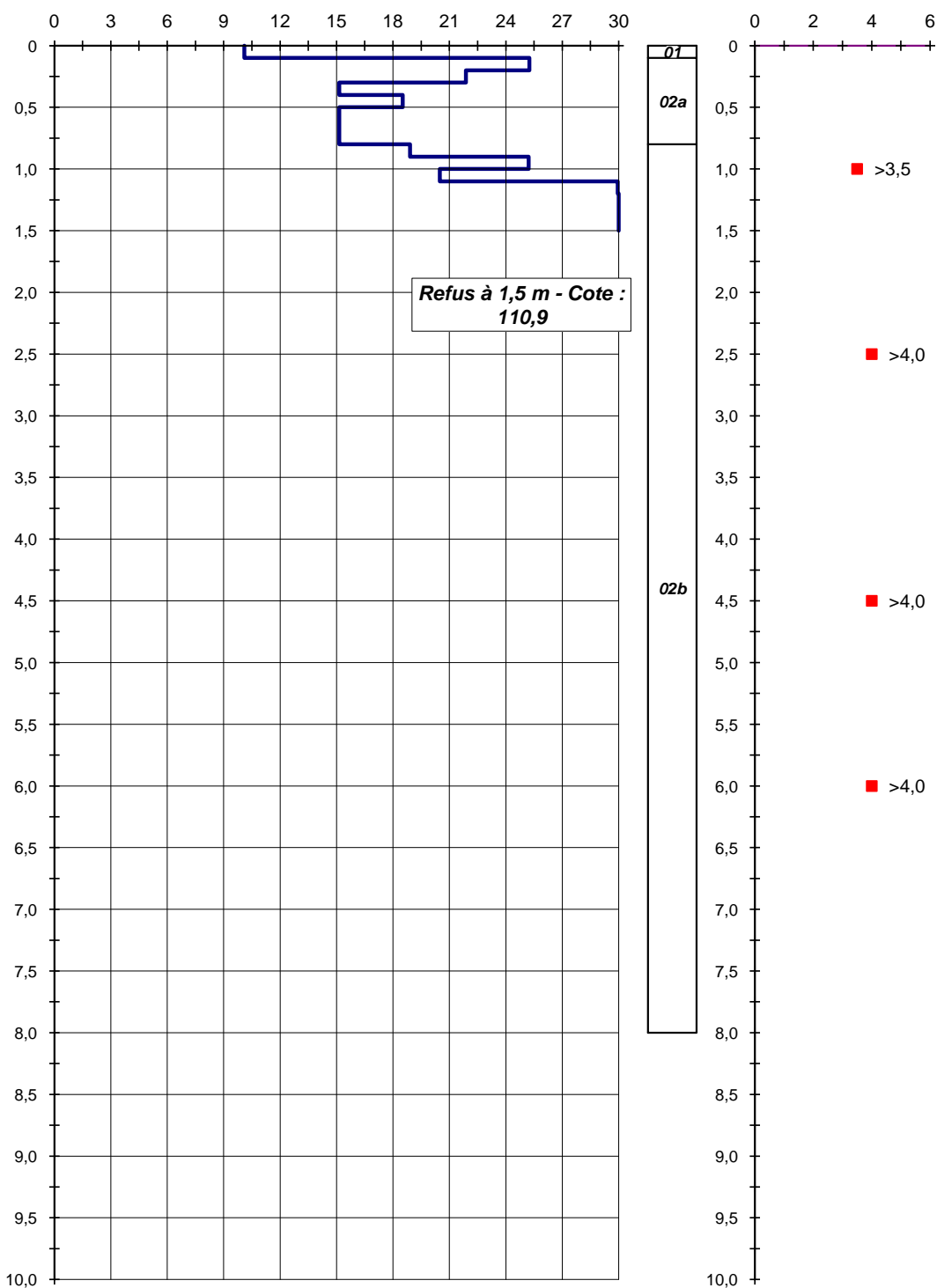
**Dossier :** 2017-05-107

**Date :** 11/09/2018

Pénétromètre Type B  
NF P 94-115

Résistance dynamique de pointe  $R_d$  (MPa)

$p_l^*$  (MPa)



Caractéristiques du pénétromètre	
Masse du mouton (kg)	63,5
Masse enclume + guide	18
Masse d'une tige (kg)	6
Masse d'une pointe (kg)	0,62
Hauteur de chute (m)	0,75
Section de la pointe (cm²)	20





**GÉotechnique**  
sciences de la terre sas

MPI-PDY-01  
Ind C du 11.08.08

### SONDAGE AU PENETROMETRE DYNAMIQUE : PDB3/SP3/P3

**Lieu :** LYS HAUT LAYON (49) **Projet :** Construction d'une piscine

**Cote :** 111,90 Locale

**Adresse :** rue des courtils

**Dossier :** 2017-05-107

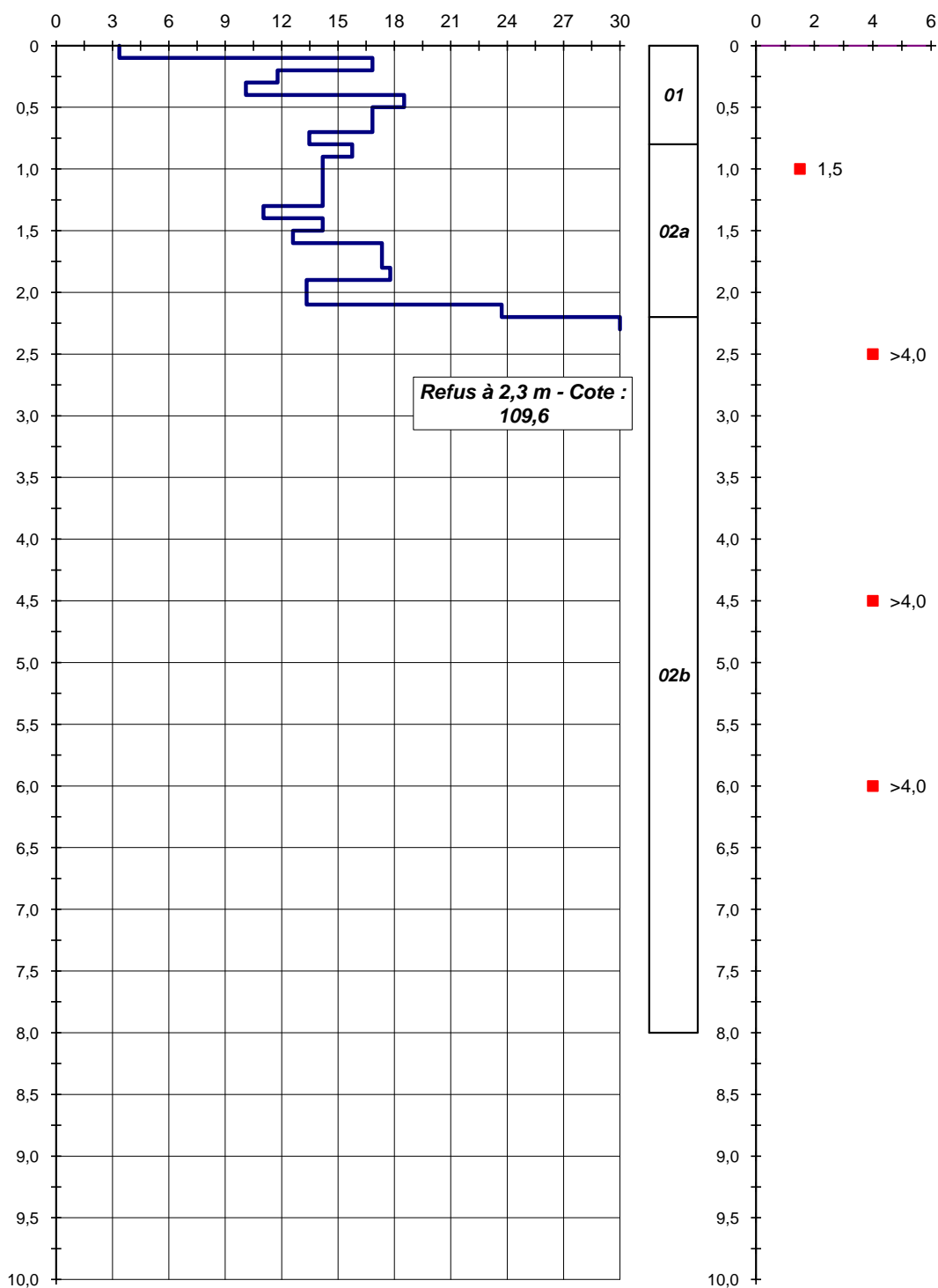
**Date :** 11/09/2018

Pénétromètre Type B  
NF P 94-115

Résistance dynamique de pointe  $R_d$  (MPa)

$p_l^*$  (MPa)

Caractéristiques du pénétromètre	
Masse du mouton (kg)	63,5
Masse enclume + guide (kg)	18
Masse d'une tige (kg)	6
Masse de la pointe (kg)	0,62
Hauteur de chute (m)	0,75
Section de la pointe (cm <sup>2</sup> )	20





**GÉotechnique**  
sciences de la terre sas

MPI-PDY-01  
Ind C du 11.08.08

### SONDAGE AU PENETROMETRE DYNAMIQUE : PDB4

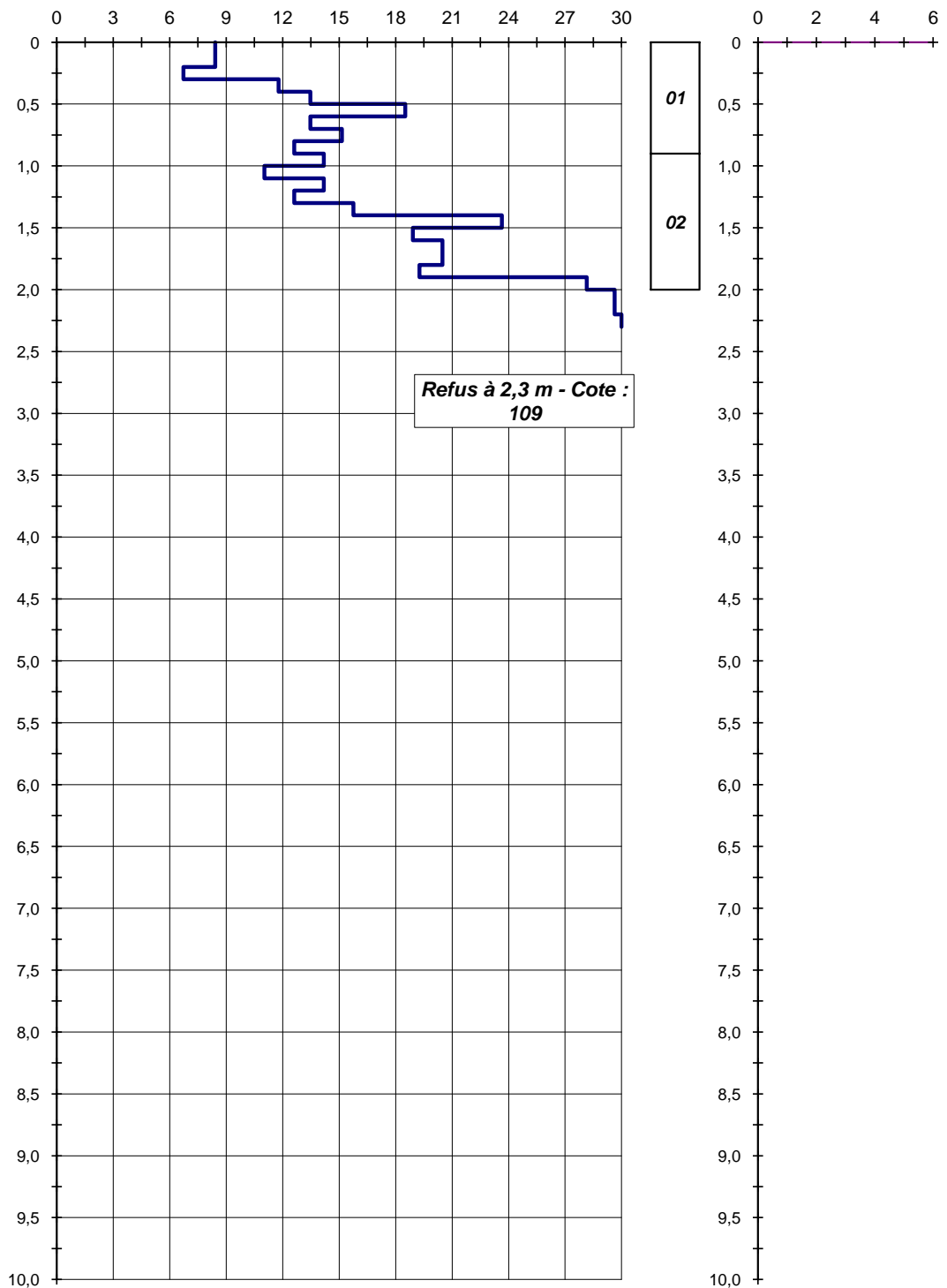
**Lieu :** LYS HAUT LAYON (49) **Projet :** Construction d'une piscine **Cote :** 111,30 Locale  
**Adresse :** rue des courtils **Dossier :** 2017-05-107 **Date :** 11/09/2018

Pénétromètre Type B  
NF P 94-115

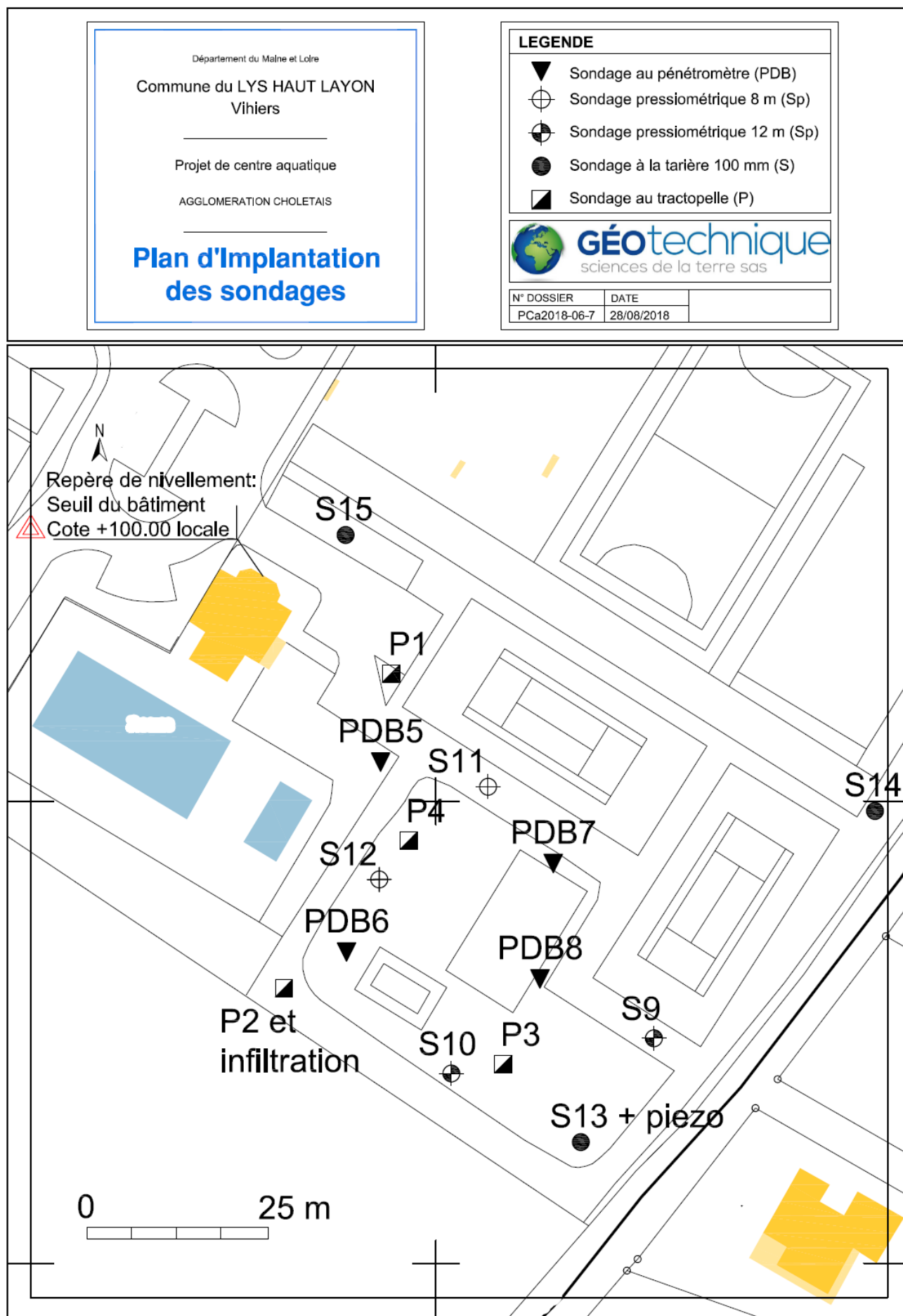
Résistance dynamique de pointe  $R_d$  (MPa)


$p_l^*$  (MPa)

Caractéristiques du pénétromètre	
Masse du mouton (kg)	63,5
Masse enclume + guide (kg)	18
Masse d'une tige (kg)	6
Masse de la pointe perdue (kg)	0,62
Hauteur de chute (m)	0,75
Section de la pointe (cm <sup>2</sup> )	20



## **CAMPAGNE D'AOUT 2018**



 <b>GÉOtechnique</b> sciences de la terre sas	<div style="text-align: right;">Contrat Pca2018-06-7</div> <div style="text-align: center;"> <b>VIHIERS - LYS HAUT LAYON (49)</b>  <b>Rue des Courtils</b> </div> <div> Date début : 27/08/2018      Cote NGF : +112.5      Profondeur : 0,00 - 2,00 m  Machine : Tracto-Pelle </div>
---	---


1/10

Forage : P101

EXGTE B3.20.7/GTE

Prof.	Cote NGF	Faciès	Lithologie	Observations	Outil	Niveau d'eau
0						
1,0 m	1	111,5 m	01 Terre végétale limoneuse de couleur beige contenant des graves de schistes et de quartz reposant sur des remblais limoneux et argileux de couleur beige à brun	Bonne tenue des parois de sondages Sondage sec	Tracto pelle	Sondage sec
2,0 m	2	110,5 m	02 Schistes d'altération variable de couleur marron à gris			

Logiciel JEAN LUTZ SA - www.jeanlutzsa.fr

 <b>GÉotechnique</b> sciences de la terre sas	<b>VIHIERS - LYS HAUT LAYON (49)</b> <b>Rue des Courtils</b>			Contrat Pca2018-06-7
	Date début : 27/08/2018	Cote NGF : +111.5	Machine : Tracto-Pelle	Profondeur : 0,00 - 0,90 m


1/5

Forage : P102

EXGTE B3.20.7/GTE

Prof.	Cote NGF	Faciès	Lithologie	Observations	Outil	Niveau d'eau
0		01	Terre végétale limoneuse de couleur beige contenant des graves de schistes et de quartz			
0,1 m	111,4 m					
		02	Schistes d'altération variable, compacts à partir de 0,75 m de profondeur	Bonne tenue des parois de sondages Sondage sec	Tracto pelle Refus de terrassement à 0,9 m de profondeur	Sondage sec
0,9 m	110,6 m					



Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

 <b>GÉotechnique</b> sciences de la terre sas	<b>VIHIERS - LYS HAUT LAYON (49)</b> <b>Rue des Courtils</b>		Contrat Pca2018-06-7
	Date début : <b>27/08/2018</b>	Cote NGF : <b>+111.7</b> Machine : <b>Tracto-Pelle</b>	Profondeur : <b>0,00 - 1,10 m</b>


1/6

**Forage : P103**

EXGTE B3.20.7/GTE

Prof.	Cote NGF	Faciès	Lithologie	Observations	Outil	Niveau d'eau
0		01	 Terre végétale limoneuse de couleur beige contenant des graves de schistes et de quartz reposant sur des remblais limoneux et graveleux contenant des briques	Bonne tenue des parois de sondages Sondage sec	Tracto pelle Refus de terrassement à 1,1 m de profondeur	Sondage sec
0,6 m	111,1 m	02	 Schistes d'altération variable de couleur gris beige, compacts à partir de 1,0 m de profondeur			
1						

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

 <b>GÉotechnique</b> sciences de la terre sas	<div style="text-align: right;">Contrat Pca2018-06-7</div> <div style="text-align: center;"> <b>VIHIERS - LYS HAUT LAYON (49)</b>  <b>Rue des Courtils</b> </div> <div> Date début : 27/08/2018      Cote NGF : +112.0      Profondeur : 0,00 - 1,60 m  Machine : Tracto-Pelle </div>
---	---

1/8

**Forage : P104**

EXGTE 63.20.7/GTE

Prof.	Cote NGF	Faciès	Lithologie	Observations	Outil	Niveau d'eau
0						
0,1 m	111,9 m	01	Terre végétale limoneuse de couleur beige contenant des graves de schistes et de quartz			
		02	Schistes d'altération variable de couleur gris beige	Bonne tenue des parois de sondages Sondage sec	Tracto pelle	Sondage sec
1						
1,6 m	110,4 m					

Logiciel JEAN LUTZ S.A. - www.jeanlutzsa.fr





**GÉOTECHNIQUE**  
sciences de la terre sas

MPI-PDY-01  
Ind C du 11.08.08

### SONDAGE AU PENETROMETRE DYNAMIQUE : PDB105

**Lieu :** VIHIER - LYS HAUT  
LAYON (49)

**Projet :** Construction d'un  
équipement aquatique

**Cote :** 112,20 NGF

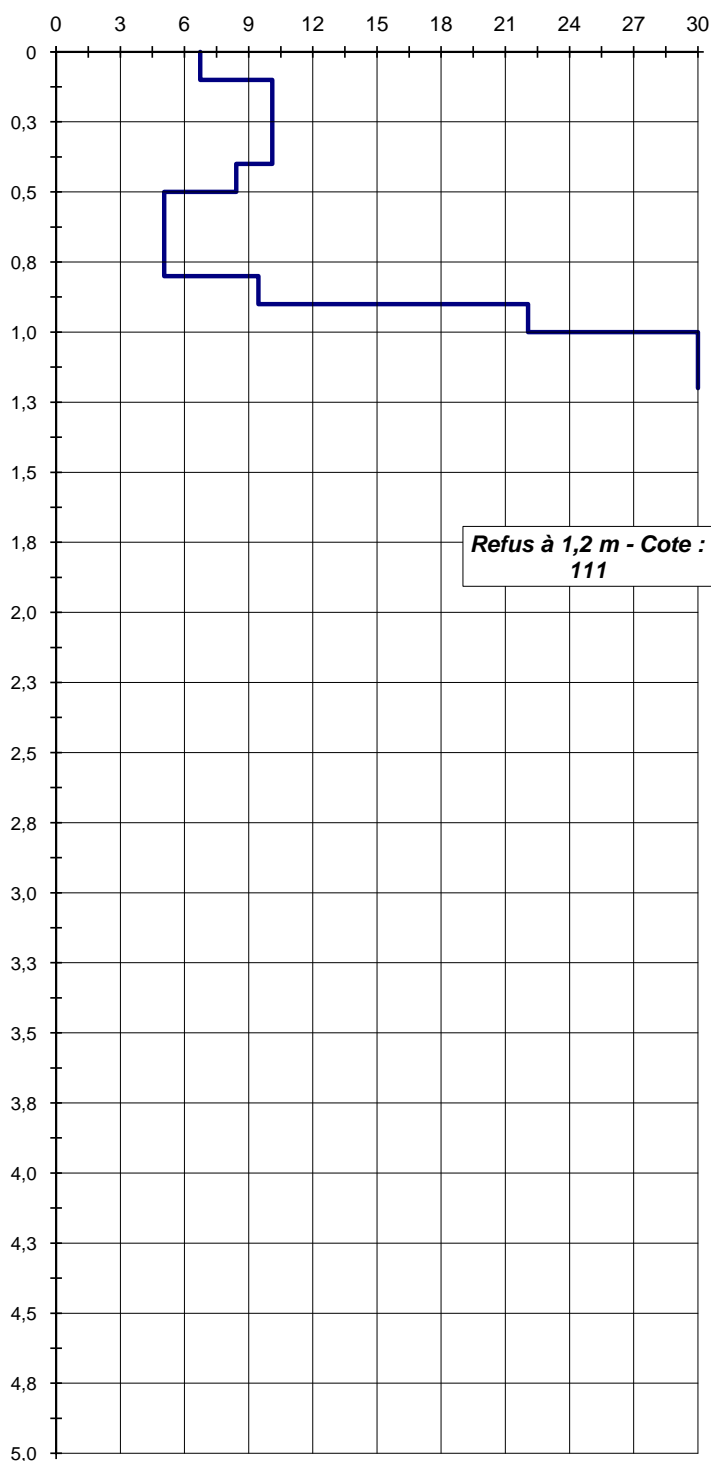
**Adresse :** Rue des Courtils

**Dossier** Pca2018-06-7

**Date :** 11/09/2018

Pénétromètre Type B  
NF P 94-115

Résistance dynamique de pointe  $R_d$  (MPa)



Caractéristiques du pénétromètre	
Masse du mouton (kg)	63,5
Masse enclume + guide (kg)	18
Masse d'une tige (kg)	6
Masse de la pointe (kg)	0,62
Hauteur de chute (m)	0,75
Section de la pointe (cm <sup>2</sup> )	20

Refus à 1,2 m - Cote :  
111



**GÉotechnique**  
sciences de la terre sas

MPI-PDY-01  
Ind C du 11.08.08

### SONDAGE AU PENETROMETRE DYNAMIQUE : PDB106

**Lieu :** VIHIERS - LYS HAUT  
LAYON (49)

**Projet :** Construction d'un  
équipement aquatique

**Cote :** 111,70 NGF

**Adresse :** Rue des Courtils

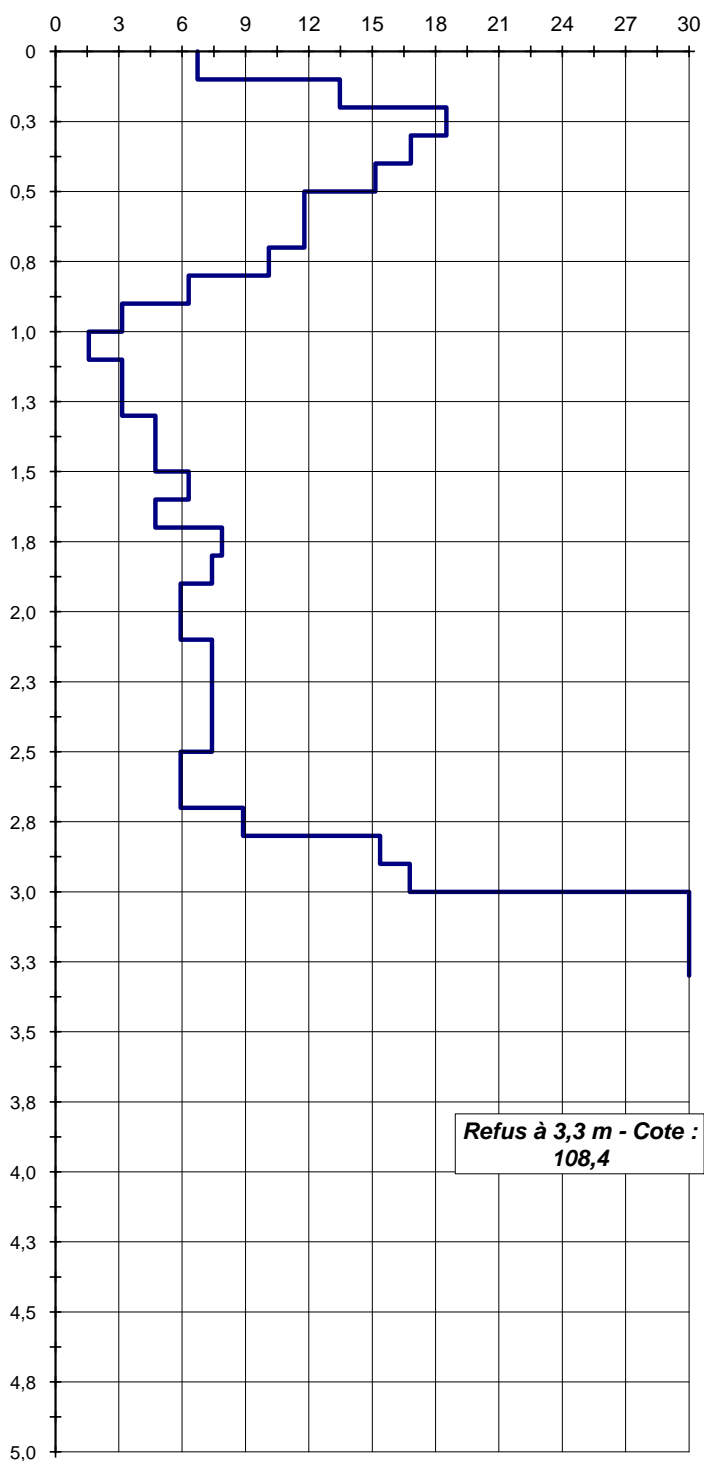
**Dossier** Pca2018-06-7

**Date :** 11/09/2018

Pénétromètre Type B  
NF P 94-115

Résistance dynamique de pointe  $R_d$  (MPa)

Caractéristiques du pénétromètre	
Masse du mouton (kg)	63,5
Masse enclume + guide (kg)	18
Masse d'une tige (kg)	6
Masse de la pointe perdue (kg)	0,62
Hauteur de chute (m)	0,75
Section de la pointe (cm <sup>2</sup> )	20



**Refus à 3,3 m - Cote :  
108,4**



**GÉotechnique**  
sciences de la terre sas

MPI-PDY-01  
Ind C du 11.08.08

### SONDAGE AU PENETROMETRE DYNAMIQUE : PDB107

**Lieu :** VIHIER - LYS HAUT  
LAYON (49)

**Projet :** Construction d'un  
équipement aquatique

**Cote :** 112,30 NGF

**Adresse :** Rue des Courtils

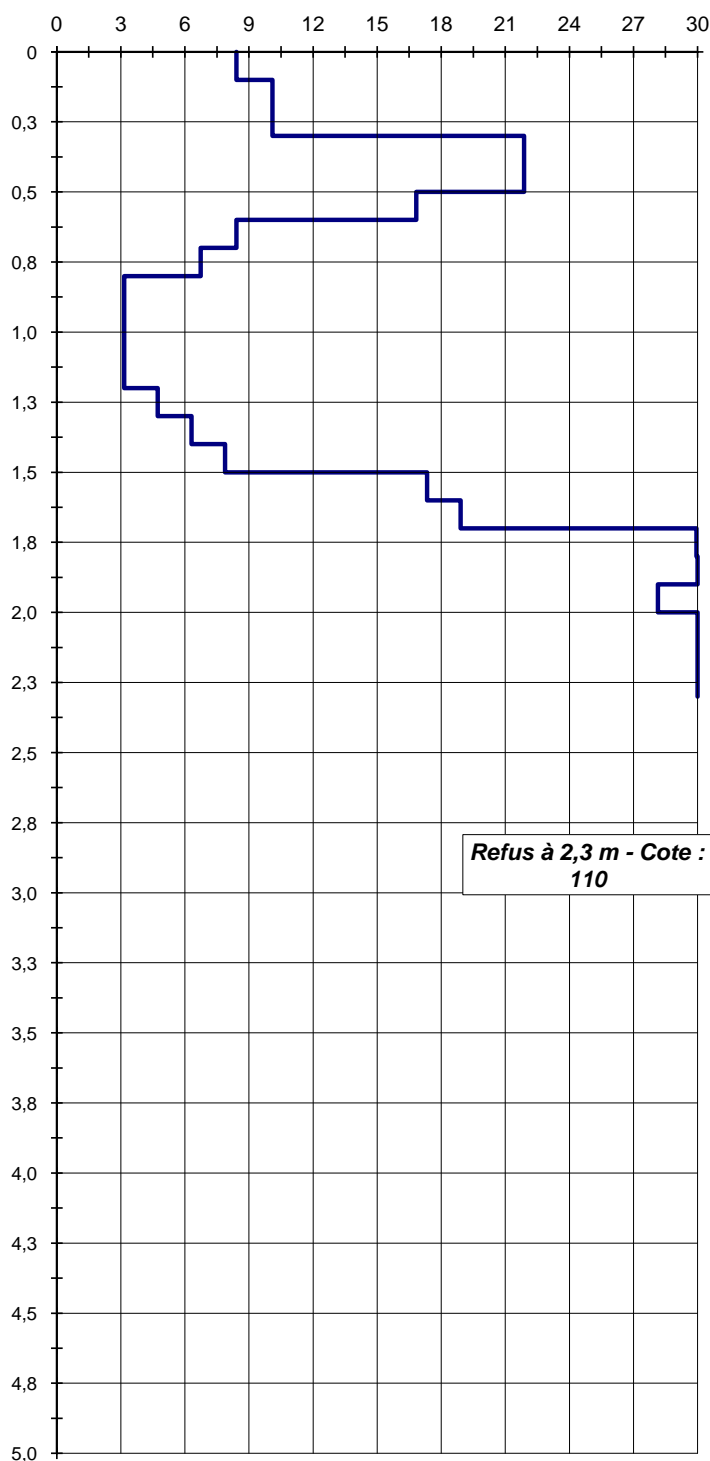
**Dossier** Pca2018-06-7

**Date :** 11/09/2018

Pénétrömètre Type B  
NF P 94-115

Résistance dynamique de pointe  $R_d$  (MPa)

Caractéristiques du pénétrömètre	
Masse du mouton (kg)	63,5
Masse enclume + guide	18
Masse d'une tige (kg)	6
Masse d'une pointe (kg)	0,62
Hauteur de chute (m)	0,75
Section de la pointe (cm <sup>2</sup> )	20



**Refus à 2,3 m - Cote : 110**



**GÉotechnique**  
sciences de la terre sas

MPI-PDY-01  
Ind C du 11.08.08

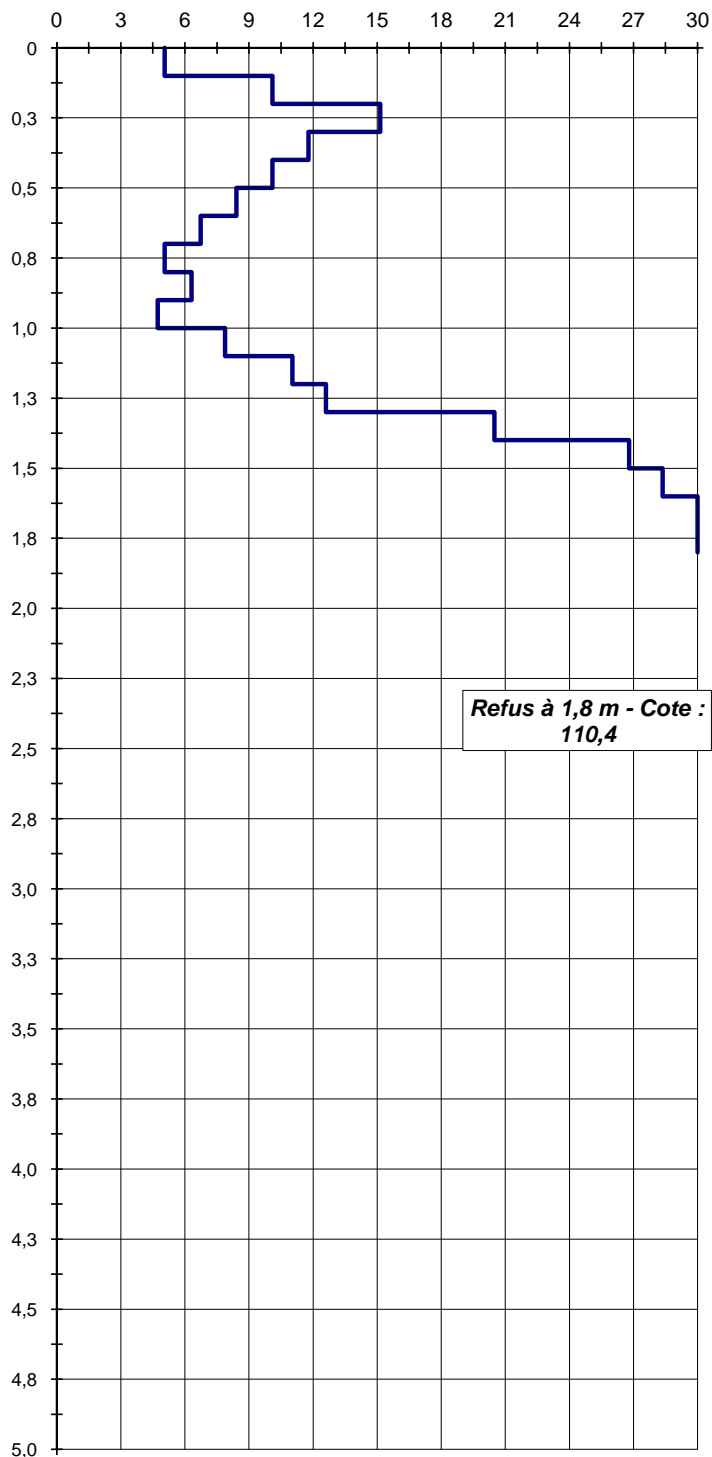
### SONDAGE AU PENETROMETRE DYNAMIQUE : PDB108

**Lieu :** VIHIERS - LYS HAUT LAYON (49) **Projet :** Construction d'un équipement aquatique **Cote :** 112,20 NGF  
**Adresse :** Rue des Courtils **Dossier :** Pca2018-06-7 **Date :** 11/09/2018


Pénétromètre Type B  
NF P 94-115

Résistance dynamique de pointe  $R_d$  (MPa)

Caractéristiques du pénétromètre	
Masse du mouton (kg)	63,5
Masse enclume + guide (kg)	18
Masse d'une tige (kg)	6
Masse de la pointe (kg)	0,62
Hauteur de chute (m)	0,75
Section de la pointe (cm <sup>2</sup> )	20



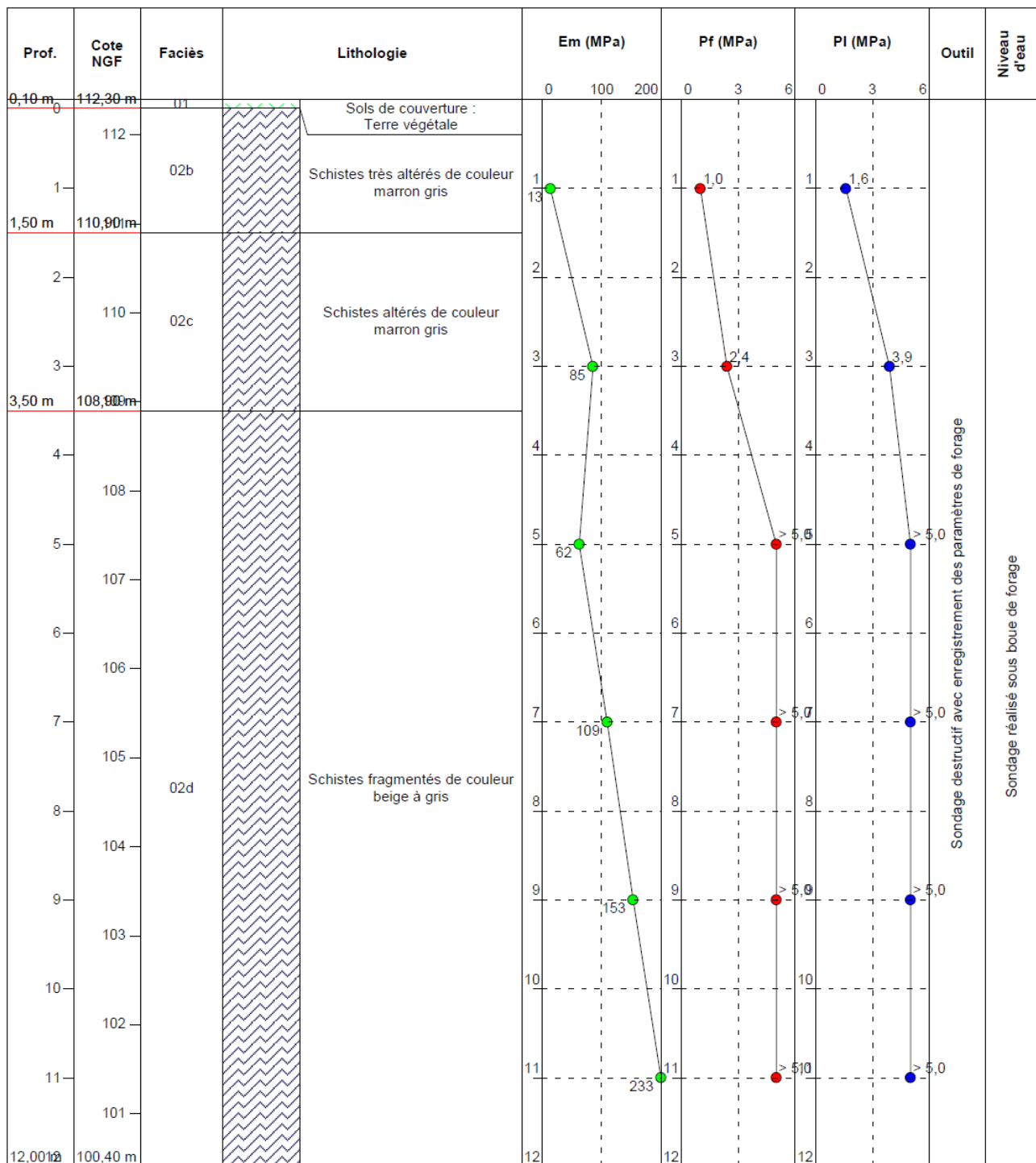
Refus à 1,8 m - Cote : 110,4

 <b>GÉotechnique</b> sciences de la terre sas	<b>VIHIERS - LYS HAUT LAYON (49)</b> Rue des Courtils			Contrat Pca2018-06-7
	Date début : 27/08/2018	Cote NGF : +112.4	Profondeur : 0,00 - 12,00 m	
		Machine : EMCI E4.50	Angle :	

1/58

Forage : SP109

EXGTE B3.20.7/GTE

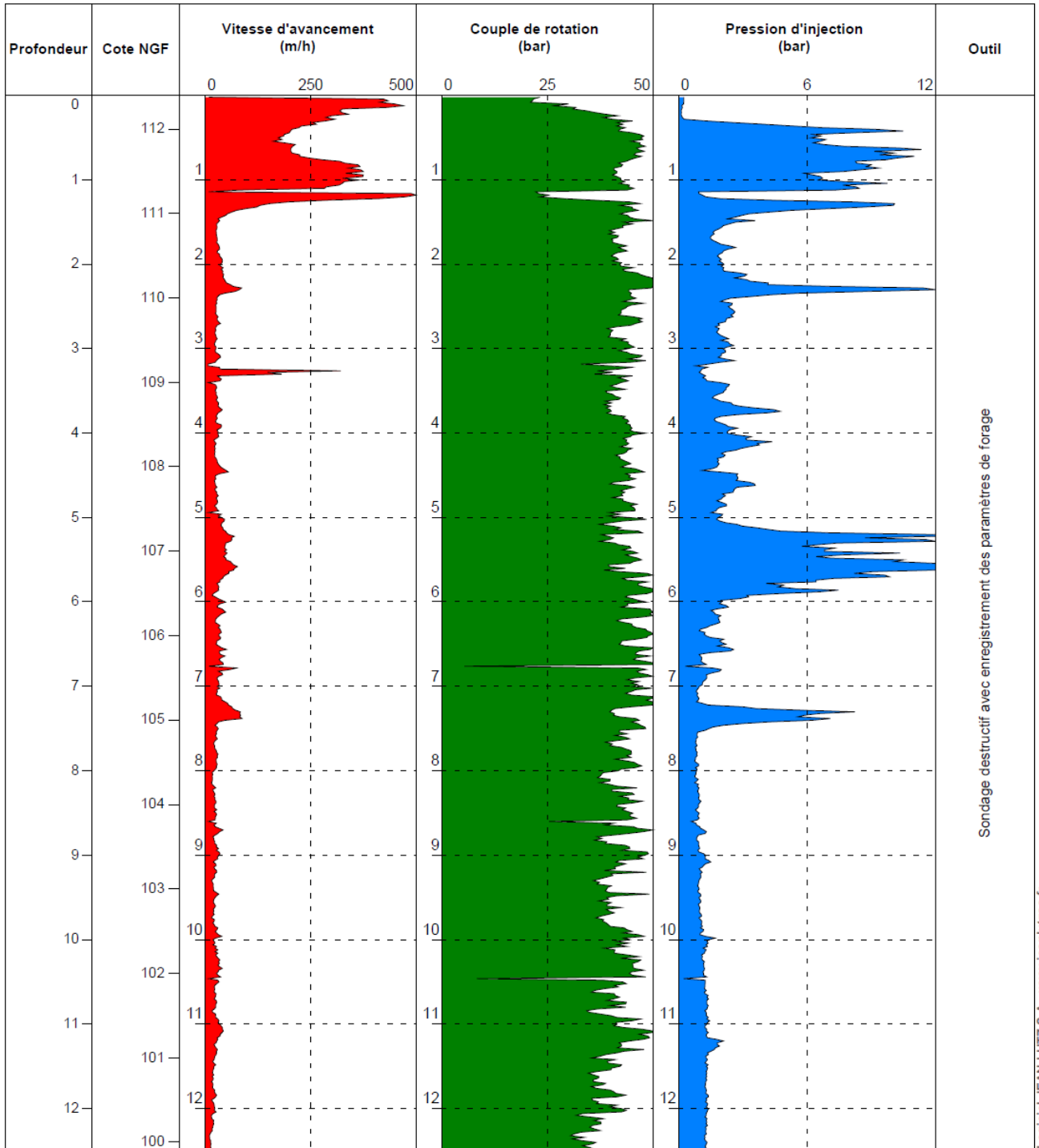


 <b>GÉOtechnique</b> sciences de la terre sas	<b>VIHIERS - LYS HAUT LAYON (49)</b> <b>Rue des Courtils</b>			(Contrat PCa2018-06-7)
	Date début : 27/08/2018	Cote NGF : +112.4	Profondeur : 0,00 - 12,50 m	
	Date fin : 27/08/2018	Machine : EMCI E4.50		

1/61

Forage : SP109

EXGTE B3.20.7/LUT3EPF510FR





**GÉotechnique**  
sciences de la terre sas

**VIHIERS - LYS HAUT LAYON (49)**  
**Rue des Courtils**

Contrat Pca2018-06-7

Date début : 28/08/2018

Cote NGF : +111.5

Profondeur : 0,00 - 12,00 m

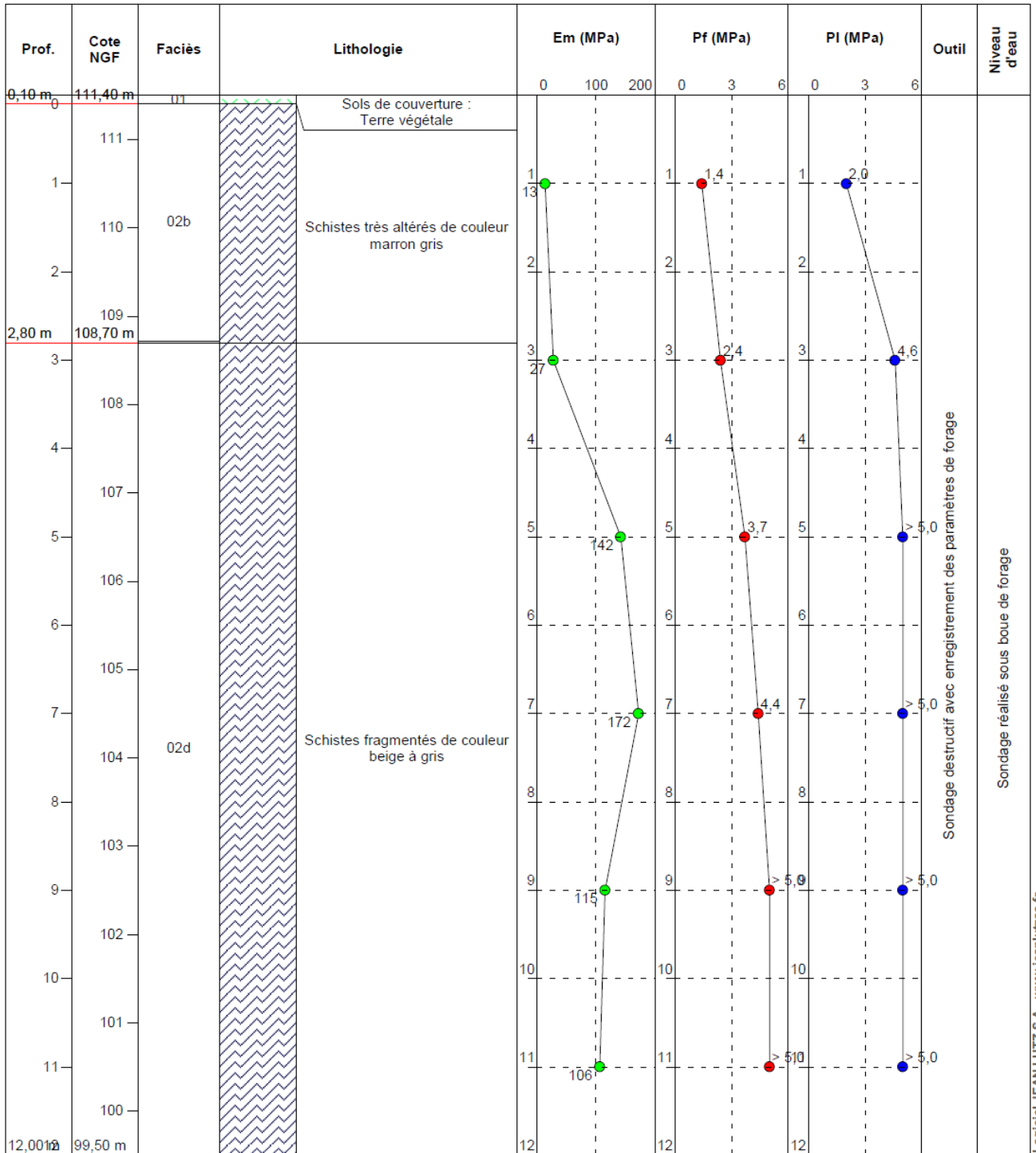
Machine : EMCI E4.50

Angle :

1/58

Forage : SP110

EXGTE B3.20.7/GTE





**GÉotechnique**  
sciences de la terre sas

**VIHIERS - LYS HAUT LAYON (49)**  
**Rue des Courtils**

(Contrat PCa2018-06-7)

Date début : 28/08/2018

Cote NGF : +111.5

Profondeur : 0,00 - 12,00 m

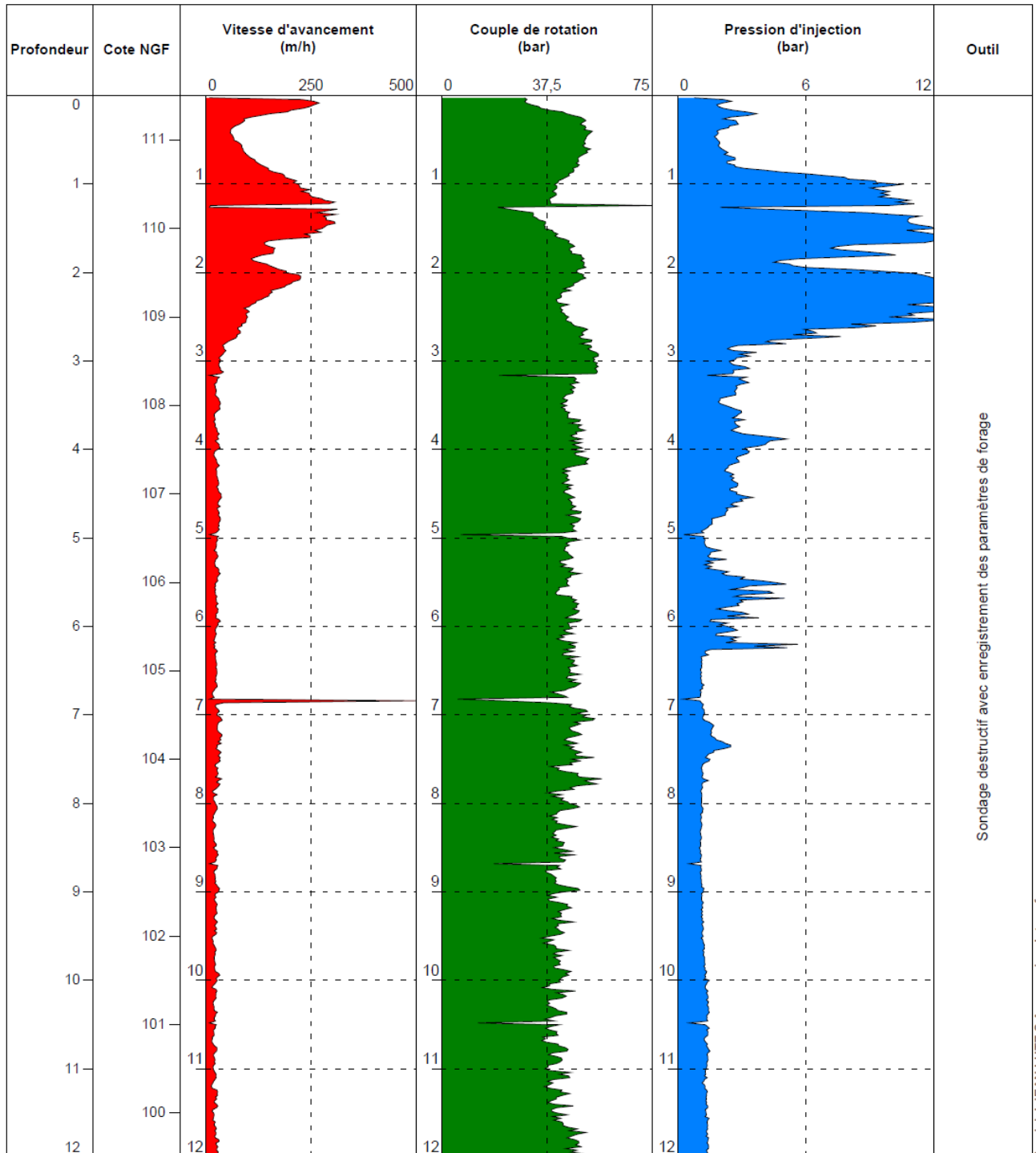
Date fin : 28/08/2018

Machine : EMCI E4.50


1/58

Forage : SP110

EXGTE 63.20.7/LUT3EPF510FR



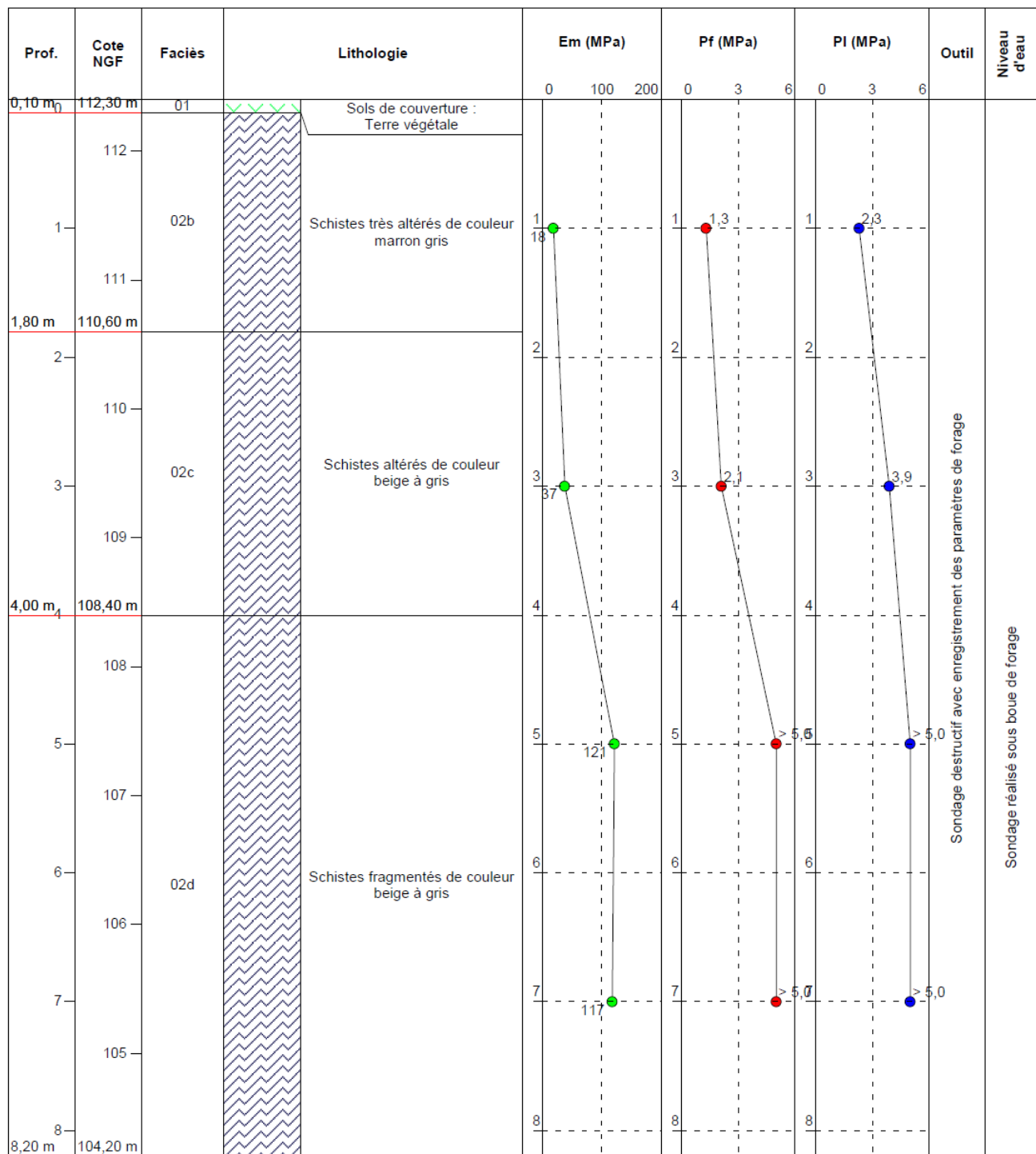


 <b>GÉOtechnique</b> sciences de la terre sas	<b>VIHIERS - LYS HAUT LAYON (49)</b> <b>Rue des Courtils</b>			Contrat Pca2018-06-7
	Date début : 28/08/2018	Cote NGF : +112.4	Profondeur : 0,00 - 8,20 m	
		Machine : EMCI E4.50		
		Angle :		

1/40

## Forage : SP111

EXGTE B3.20.7/GTE





**GÉotechnique**  
sciences de la terre sas

**VIHIERS - LYS HAUT LAYON (49)**  
**Rue des Courtils**

(Contrat PCa2018-06-7)

Date début : 28/08/2018

Cote NGF : +112.4

Profondeur : 0,00 - 8,14 m

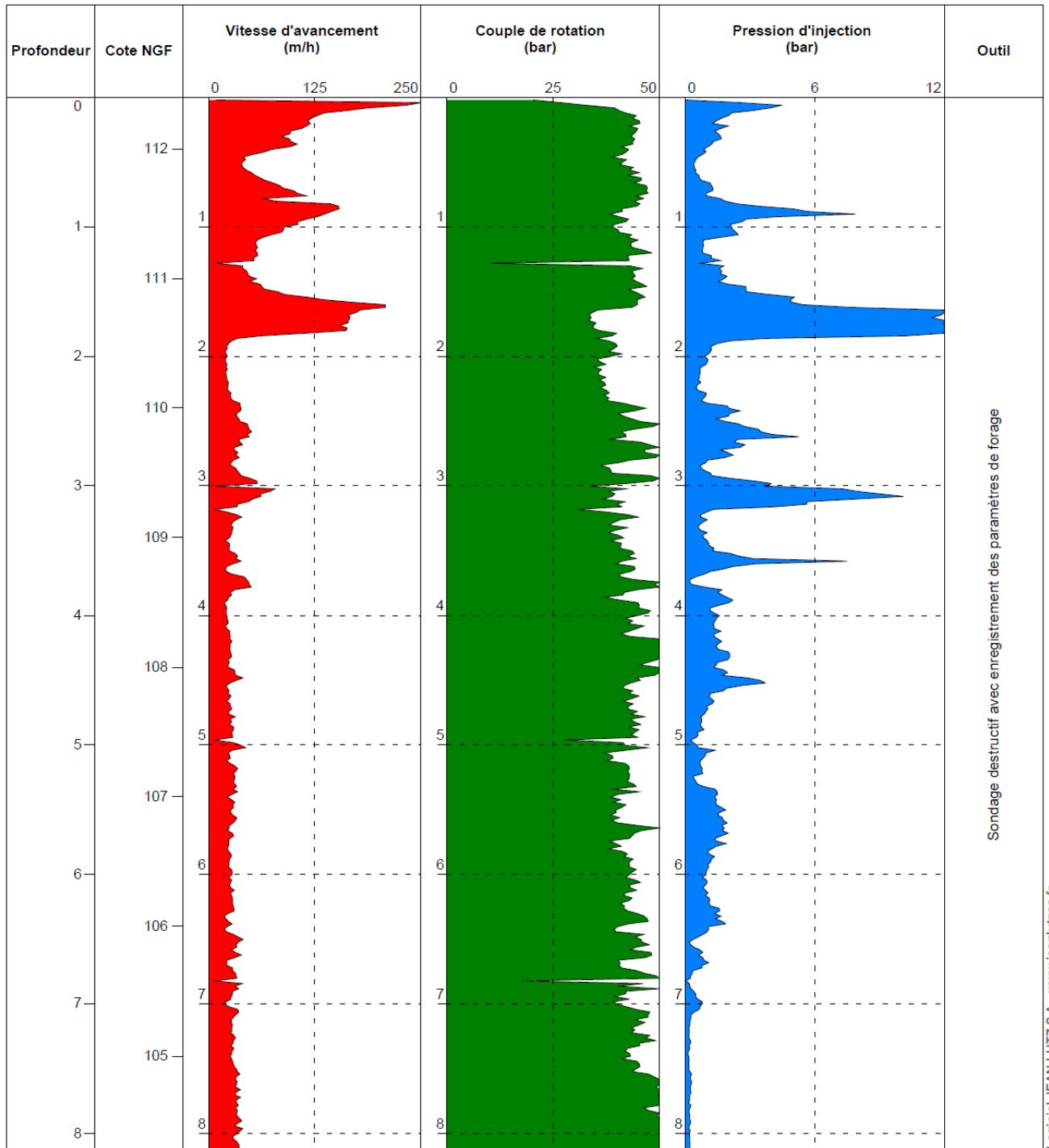
Date fin : 28/08/2018


Machine : EMCI E4.50

1/40

Forage : SP111

EXGTE B3.20.7/LUT3EPF510FR

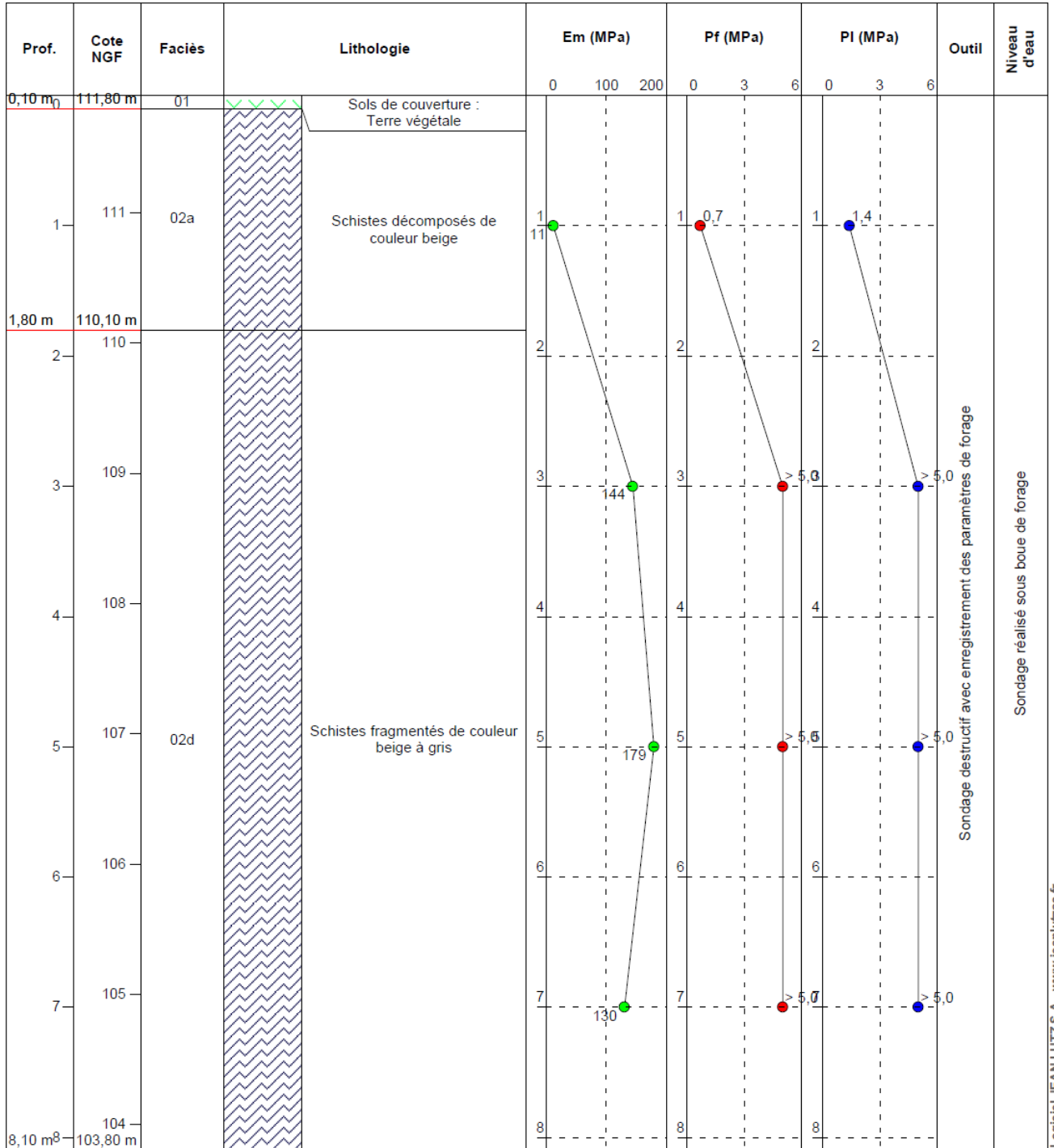



 <b>GÉotechnique</b> sciences de la terre sas	<b>VIHIERS - LYS HAUT LAYON (49)</b> Rue des Courtils			Contrat Pca2018-06-7
	Date début : 28/08/2018	Cote NGF : +111.9	Profondeur : 0,00 - 8,10 m	
		Machine : EMCI E4.50	Angle :	

1/40

Forage : SP112

EXGTE B3.20.7/GTE

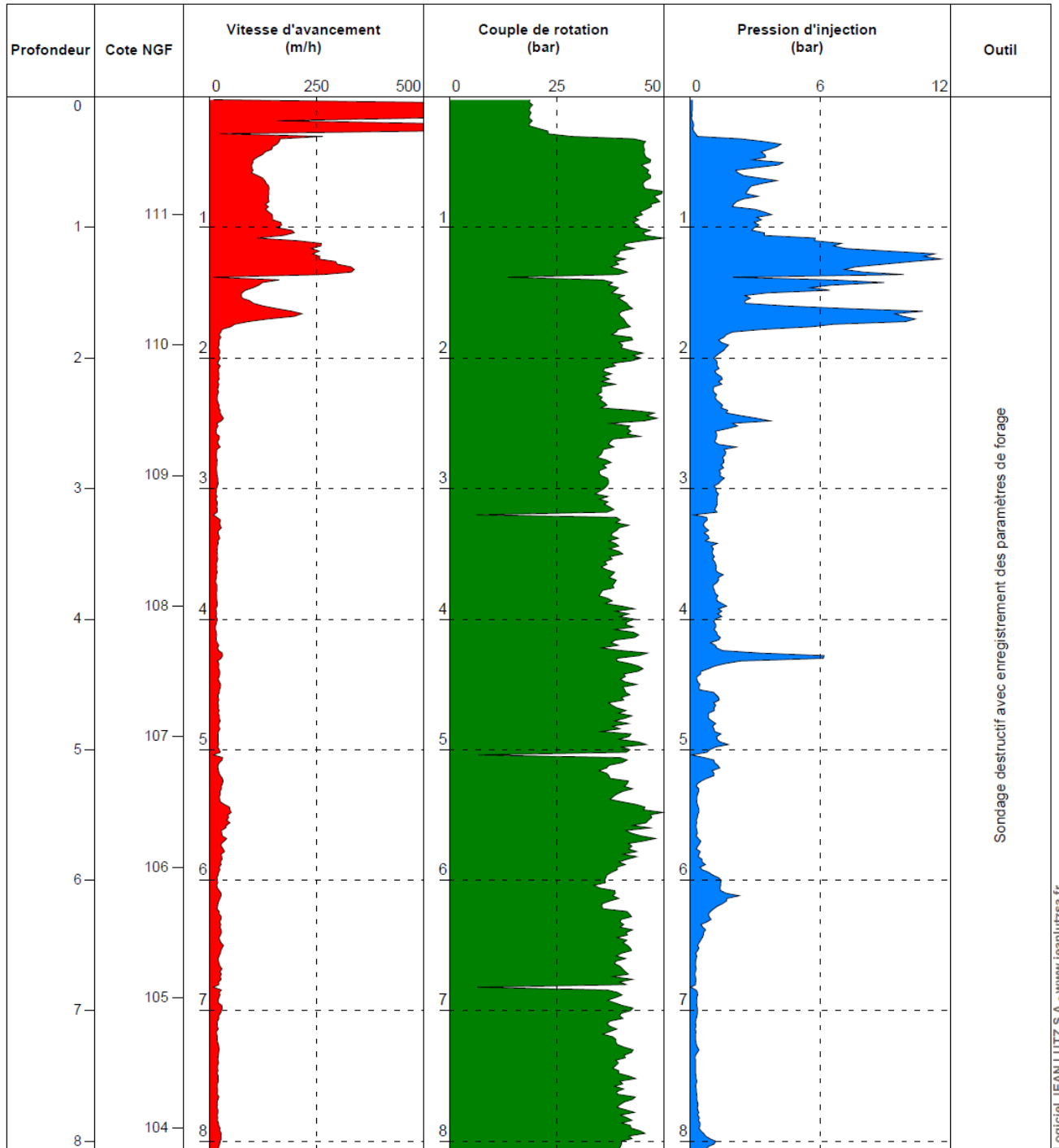


 <b>GÉotechnique</b> sciences de la terre sas	<b>VIHIERS - LYS HAUT LAYON (49)</b> <b>Rue des Courtils</b>			(Contrat PCa2018-06-7)
	Date début : 28/08/2018 Date fin : 28/08/2018	Cote NGF : +111.9 Machine : EMCI E4.50	Profondeur : 0,00 - 8,09 m	

1/40

Forage : SP112

EXGTE B3.20.7/LUT3EPF510FR





**GÉOTECHNIQUE**  
sciences de la terre sas

# **VIHIERS - LYS HAUT LAYON (49)**

**Rue des Courtils**

Contrat Pca2018-06-7

Date début : 27/08/2018

Cote NGF : +111.5

Profondeur : 0,00 - 16,00 m

Machine : EMCI E4.50

Angle :

1/78

## **Forage : S113**

EXGTE 83.20.7/GTE

Prof.	Cote NGF	Faciès	Lithologie	Em (MPa)	Pf (MPa)	PI (MPa)	Outil	Niveau d'eau	Equipement
0,10 m	111,40 m			0 25 50	0 3 6	0 3 6			
0			Sols de couverture : Terre végétale				Sondage réalisé à la tarière Ø 63 mm Refus de forage à 4,0 m de profondeur		
1	111			1	1	1			
2	110			2	2	2			
3	109			3	3	3			
4	108			4	4	4			
5	107			5	5	5			
6	106			6	6	6			
7	105			7	7	7			
8	104			8	8	8			
9	103	02	Schistes d'altération variable de couleur marron beige à gris	9	9	9			
10	102			10	10	10			
11	101			11	11	11			
12	100			12	12	12			
13	99			13	13	13			
14	98			14	14	14			
15	97			15	15	15			
16,00 m	95,50 m			16	16	16			

Sondage réalisé sous boue de forage

Tube PVC plein Ø 36/40 mm dépassant de 0,4 m du sol avec capot métallique

Tube crépiné Ø 36/40 mm

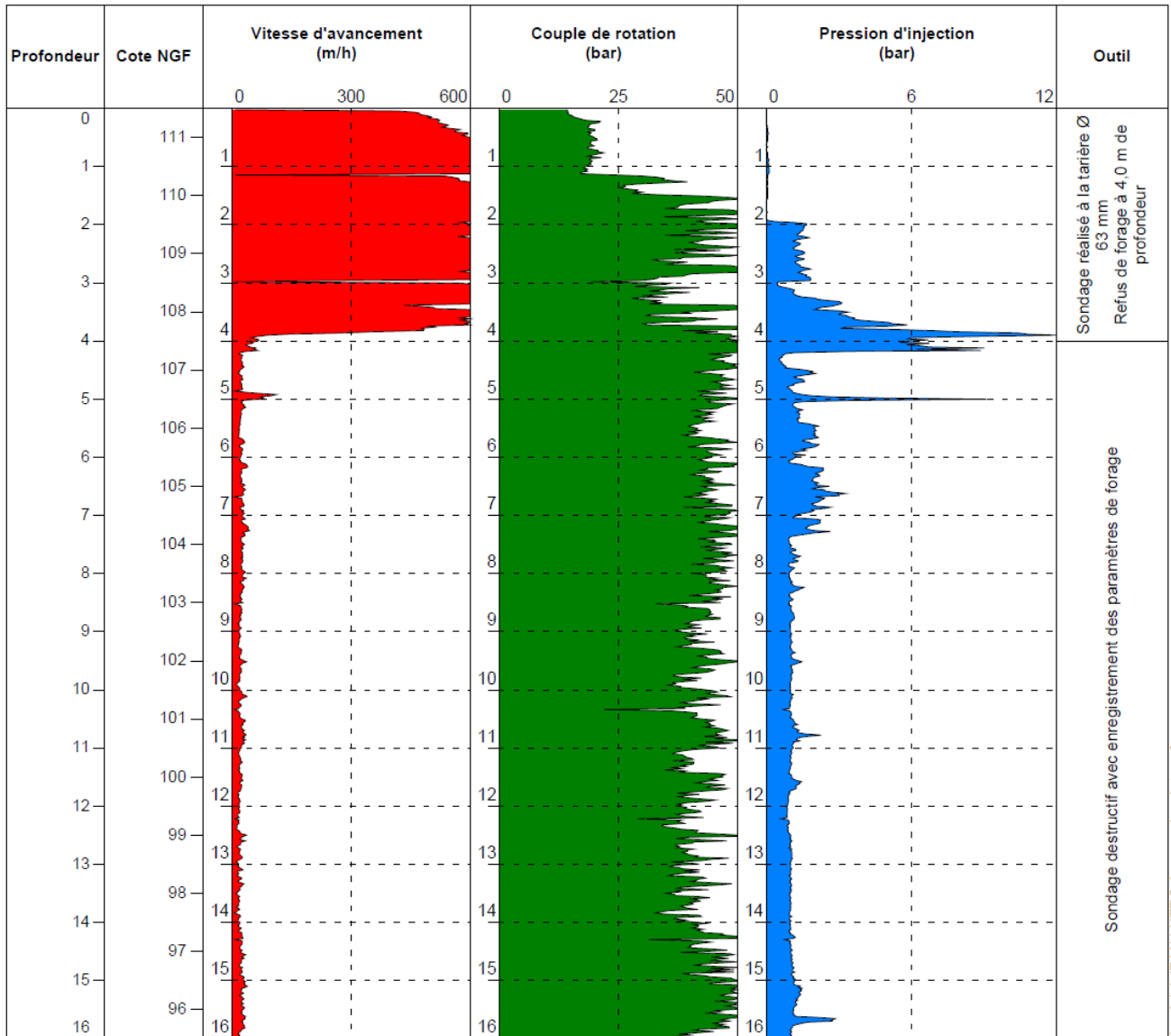
Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

	<b>VIHIERS - LYS HAUT LAYON (49)</b> <b>Rue des Courtils</b>			(Contrat PCa2018-06-7)
	Date début : 27/08/2018	Cote NGF : +111.5	Profondeur : 0,00 - 16,00 m	
	Date fin : 27/08/2018	Machine :		


1/100

Forage : S113

EXGTE B3.20.7/LUT3EPF510FR





Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

 <b>GÉotechnique</b> sciences de la terre sas	<b>VIHIERS - LYS HAUT LAYON (49)</b> <b>Rue des Courtils</b>			Contrat Pca2018-06-7	
	Date début : 27/08/2018	Cote NGF : +113,3		Profondeur : 0,00 - 2,00 m	
		Machine : EMCI E4.50		Angle :	

1/10

Forage : S114


EXGTE B3.20.7/GTE

Prof.	Cote NGF	Faciès	Lithologie	Em (MPa)			Pf (MPa)			PI (MPa)			Outil	Niveau d'eau
				0	100	200	0	3	6	0	3	6		
0														
0,10 m	113,20 m	01		Sols de couverture : Terre végétale										
	113													
1														
		02		Schistes d'altération variable de couleur marron										
	112													
2														

Sondage réalisé à la tarière Ø 100 mm

Sondage sec



Logidel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

 <b>GÉotechnique</b> sciences de la terre sas	<b>VIHIERS - LYS HAUT LAYON (49)</b> <b>Rue des Courtils</b>			Contrat Pca2018-06-7
	Date début : 27/08/2018	Cote NGF : +112.5	Profondeur : 0,00 - 2,00 m	
		Machine : EMCI E4.50	Angle :	

1/10

Forage : S115

EXGTE B3.20.7/GTE

Prof.	Cote NGF	Faciès	Lithologie	Em (MPa)			Pf (MPa)			Pl (MPa)			Outil	Niveau d'eau
				0	100	200	0	3	6	0	3	6		
0		01		Sols de couverture : Terre végétale										
0,10 m	112,40 m													
														
	112													
		02		Schistes d'altération variable de couleur marron										
1				1			1			1				
	111													
2				2			2			2				

Sondage réalisé à la tarière Ø 100 mm

Sondage sec

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

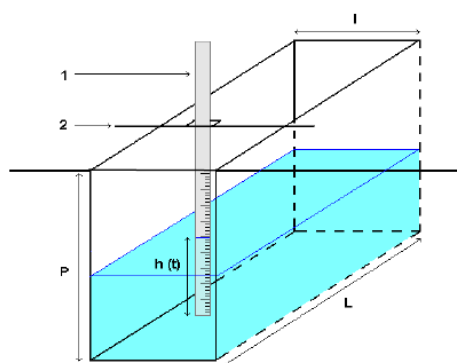




PROCES VERBAL  
ESSAI D'INFILTRATION A LA FOSSE  
(essai à charge variable)

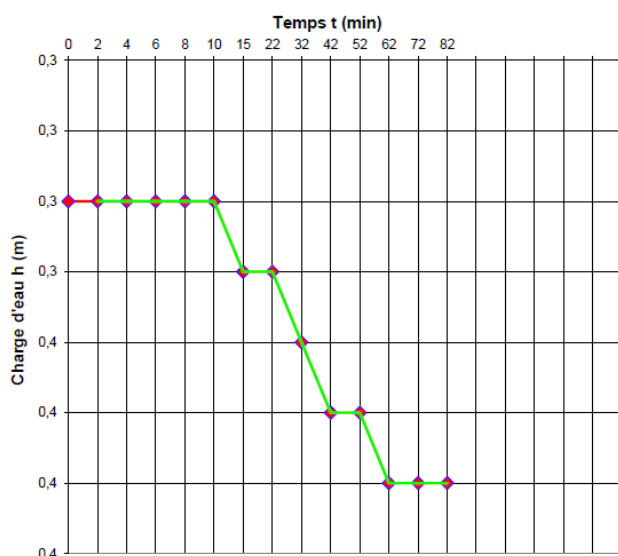
Dossier n° :	Pca2018-06-7
Client :	Agglomération du Choletais
Lieu :	LYS HAUT LAYON (49)
Sondage n° :	P2
Date de l'essai :	28/08/2018

CONDITIONS DE REALISATION DE L'ESSAI			
Profondeur	P =	0,90 m	Matériels utilisés
Longueur	L =	1,50 m	Facteur de forme
Largeur	I =	0,40 m	C = 0,16



IMPLANTATION DU SONDAGE			
X =	Y =	Z <sub>TN</sub> =	99,10 (local)

Temps		Hauteur d'eau par rapport au TN	Valeurs de perméabilité K (mesurée entre deux points de mesures)
(hh: min)	(min)		
10:41	0	0,33 m	-
10:43	2	0,33 m	0,00E+00 m/s
10:45	4	0,33 m	0,00E+00 m/s
10:47	6	0,33 m	0,00E+00 m/s
10:49	8	0,33 m	0,00E+00 m/s
10:51	10	0,33 m	0,00E+00 m/s
10:56	15	0,34 m	7,28E-06 m/s
11:03	22	0,34 m	0,00E+00 m/s
11:13	32	0,35 m	3,69E-06 m/s
11:23	42	0,36 m	3,74E-06 m/s
11:33	52	0,36 m	0,00E+00 m/s
11:43	62	0,37 m	3,80E-06 m/s
11:53	72	0,37 m	0,00E+00 m/s
12:03	82	0,37 m	0,00E+00 m/s



COUPE DE SOL	
Nature du matériau	Profondeur
01 - Sol de couverture	0,10 m
02 - Schiste altéré avec graves de quartz	0,75 m
02 - Schiste	0,90 m

RESULTATS DE L'ESSAI			
Pas de temps retenu :	de	0 min	à 82 min
K =	1,4E-06 m/s	soit	5,1 mm/h

**AGGLOMERATION DU CHOLETAIS**

**VIHIERS – LYS HAUT LAYON (49)**

***Rue des Courtils***

***Construction d'un équipement aquatique***

**Étude géotechnique de conception – Phase Avant Projet  
Mission G2 AVP**

**Dossier N°Pca2018-06-7**

**Annexe 2**

Notes de calculs

**Estimation des valeurs de tassement sous dallage infini  
à partir de résultats d'essais pressiométriques**



**GÉotechnique**  
sciences de la terre sas

NOTE DE CALCUL N°

1

Dossier n°

07/06/2018

Date

11/09/2018

## 1. Données générales

VILLE :	<b>VIHIERS - LYS HAUT LAYON (49)</b>	Sondage de référence	<b>SP10</b>
Adresse :	<b>Rue des Courtils</b>	Système altimétrique	<b>NGF</b>
Projet :	<b>Construction d'un équipement aquatique</b>	Poids. Vol. humide estimé du sol $\gamma_h$ (kN/m <sup>3</sup> )	<b>18,0</b>
Zone concernée :	<b>Dallage</b>	Poids. Vol. saturé estimé du sol $\gamma_s$ (kN/m <sup>3</sup> )	<b>18,5</b>

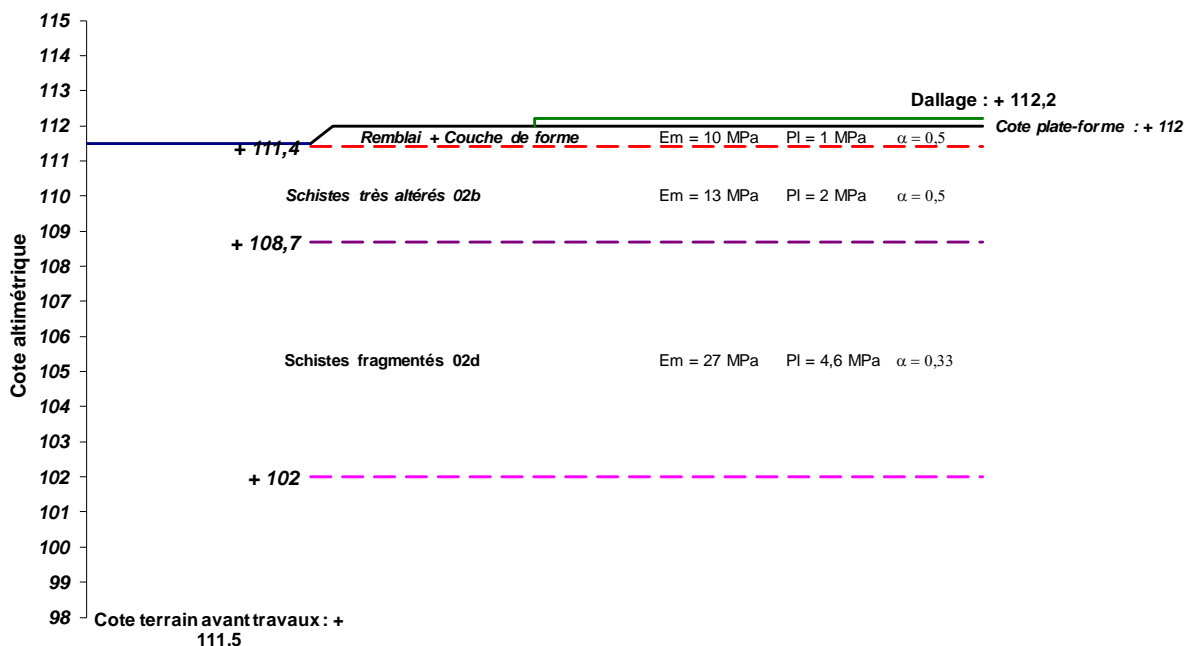
## 2. Caractéristiques altimétriques

Cote du sondage (avant travaux)	Cote de la nappe	Cote plate-forme sous dallage	Cote du dallage fini	Cote prévisible fond de fouille compris purges	Epaisseur des purges /TN (m)	$\sigma'_{v0}$ : Contrainte effective avant travaux à la cote fond de fouille (kPa)	Hauteur des remblais + couche de forme / fond de fouille	Epaisseur de la dalle béton (m)	Hauteur remblayée entre TN et niveau fini (m)
<b>111,50</b>		<b>112,00</b>	<b>112,20</b>	<b>111,40</b>	<b>0,10</b>	<b>1,8</b>	<b>0,60</b>	<b>0,20</b>	<b>0,70</b>

## 3. Caractéristiques mécaniques du remblais technique / Couche de forme

## 4. Charges d'exploitation

Poids. Vol (kN/m <sup>3</sup> )	$E_M$ mini (MPa)	pl mini (Mpa)	$\alpha$	Tassement du remblais sous son propre poids (cm)	Contrainte totale due au remblais + dalle béton sur le fond de fouille (kPa)	$q$ : Charges d'exploitation ELS sur dallage (kPa):	Cas 1	Cas 2
<b>18,0</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>0,5</b>	<b>négligeable</b>	<b>15,2</b>		<b>10,0</b>	
						$\Delta\sigma$ : Accroissement total de pression sur le sol en fond de fouille (kPa)	<b>23,4</b>	



## 5. Modèle géomécanique - calcul des tassements

Sol n°	Description	Cote altimétrique de la base	Prof de la base/ Plate-forme(m)	pl* (MPa)	$E_M$ (MPa)	$E_M/pl$	$\alpha$	$E_s$ (Mpa)	Cas 1	Cas 2
1	<b>Remblai + Couche de forme</b>	<b>111,4</b>	<b>0,6</b>	<b>1,0</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>0,50</b>	<b>20</b>	<b>0,0</b>	
2	<b>Schistes très altérés 02b</b>	<b>108,7</b>	<b>3,3</b>	<b>2,0</b>	<b>13</b>	<b>7</b>	<b>0,50</b>	<b>26</b>	<b>0,2</b>	
3	<b>Schistes fragmentés 02d</b>	<b>102,0</b>	<b>10,0</b>	<b>4,6</b>	<b>27</b>	<b>6</b>	<b>0,33</b>	<b>82</b>	<b>0,2</b>	
4										
5										
Tassement total $s$ (cm)									<b>0,5</b>	

Le modèle géomécanique est défini après les travaux de terrassement pour la réalisation de la plate-forme

**Estimation des valeurs de tassement sous dallage infini  
à partir de résultats d'essais pressiométriques**



**GÉotechnique**  
sciences de la terre sas

NOTE DE CALCUL N°

2

Dossier n°

07/06/2018

Date

11/09/2018

## 1. Données générales

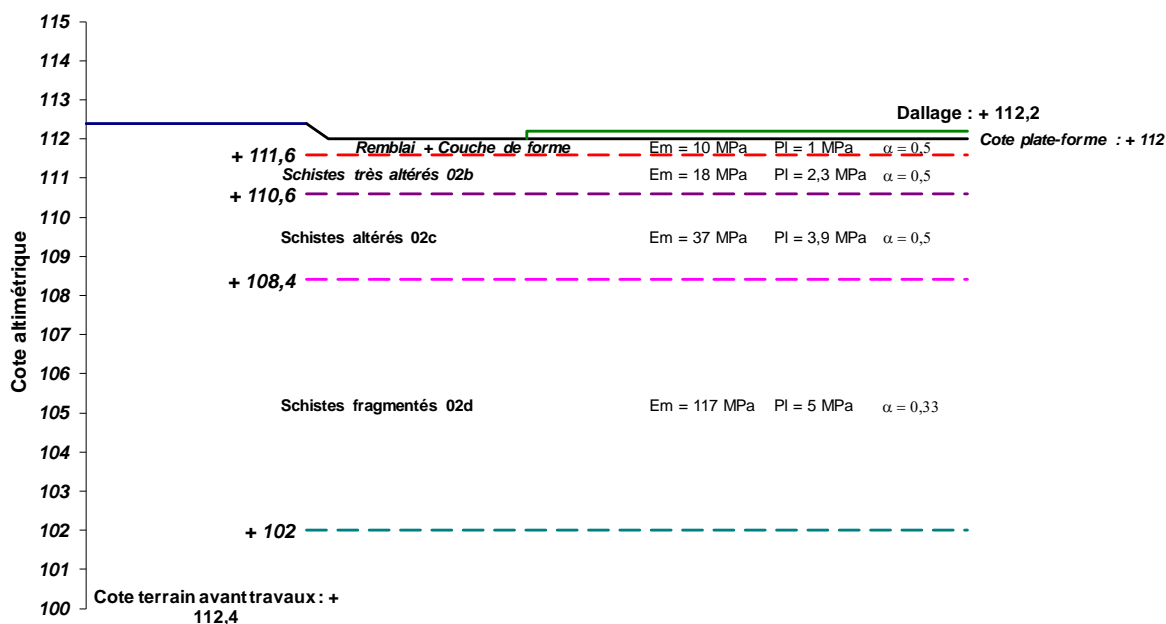
VILLE :	VIHIERS - LYS HAUT LAYON (49)	Sondage de référence	SP11
Adresse :	Rue des Courtils	Système altimétrique	NGF
Projet :	Construction d'un équipement aquatique	Poids. Vol. humide estimé du sol $\gamma_h$ (kN/m <sup>3</sup> )	18,0
Zone concernée :	Dallage	Poids. Vol. saturé estimé du sol $\gamma_s$ (kN/m <sup>3</sup> )	18,5

## 2. Caractéristiques altimétriques

Cote du sondage (avant travaux)	Cote de la nappe	Cote plate-forme sous dallage	Cote du dallage fini	Cote prévisible fond de fouille compris purges	Epaisseur des déblais et purges (m)	$\sigma'_{v0}$ : Contrainte effective avant travaux à la cote fond de fouille (kPa)	Hauteur des remblais + couche de forme / fond de fouille	Epaisseur de la dalle béton (m)	hauteur en déblais entre TN et niveau fini (m)
112,40		112,00	112,20	111,60	0,80	14,4	0,40	0,20	0,20

## 3. Caractéristiques mécaniques du remblais technique / Couche de forme

Poids.Vol (kN/m <sup>3</sup> )	$E_M$ mini (MPa)	pl mini (Mpa)	$\alpha$	Tassement du remblais sous son propre poids (cm)	Contrainte totale due au remblais + dalle béton sur le fond de fouille (kPa)	4. Charges d'exploitation $q$ : Charges d'exploitation ELS sur dallage (kPa);	Cas 1	Cas 2
18,0	10	1	0,5	négligeable	11,6	$\Delta\sigma$ : Accroissement total de pression sur le sol en fond de fouille (kPa)	10,0	
							7,2	



## 5. Modèle géomécanique - calcul des tassements

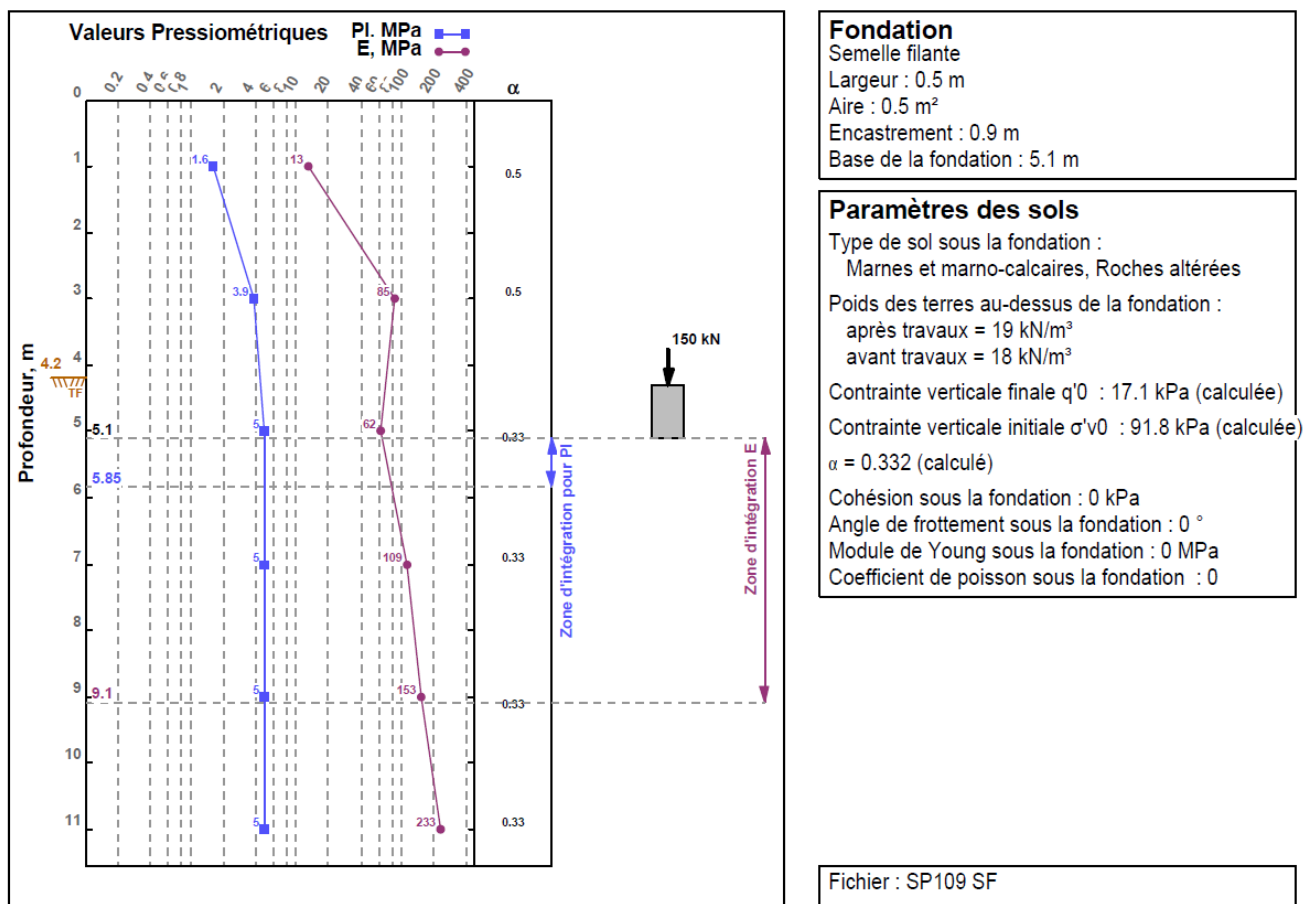
Sol n°	Description	Cote altimétrique de la base	Prof de la base/ Plate-forme(m)	pl* (MPa)	$E_M$ (MPa)	$E_M/pl$	$\alpha$	$E_s$ (Mpa)	Cas 1	Cas 2
1	Remblai + Couche de forme	111,6	0,4	1,0	10	10	0,50	20	0,0	
2	Schistes très altérés 02b	110,6	1,4	2,3	18	8	0,50	36	0,0	
3	Schistes altérés 02c	108,4	3,6	3,9	37	9	0,50	74	0,0	
4	Schistes fragmentés 02d	102,0	10,0	5,0	117	23	0,33	355	0,0	
5										

Le modèle géomécanique est défini après les travaux de terrassement pour la réalisation de la plate-forme

Tassement total  $s$  (cm)

0,1

$E_s$  : Module de déformation du sol au sens du DTU 13.3 de Mars 2005.



GEOFOND® V1.21 du 26/07/2018 développé par GEOS  
site web : <http://www.geos.fr> e-mail : [logiciels@geos.fr](mailto:logiciels@geos.fr)

GEOS Ingénieurs Conseils, 310 Avenue Marie Curie  
Bât. Europa 2, Archamps Technopole, 74160 ARCHAMPS

Tél : 04 50 95 38 14  
Fax : 04 50 95 99 36

#### Données :

N°	Etat-limite	F (kN)	$\delta$ (°)	e (m)	H <sub>d</sub> (kN)	V <sub>d</sub> (kN)	M (kN.m)
1	ELS Q.P.L.T.	150	0	0	0	150	0

#### Capacité portante suivant la NF P 94-261 :

N°	$h_r$ (m)	$D_e$ (m)	$k_p$	$p_{le}^*$ (MPa)	$i_\delta$	$i_{\delta\beta}$	$q_{net}$ (kPa)	$A'(m^2)$	$\gamma_{r,v}$	$R_{v;d}$ (kN)	Excentricité	$R_{h;d}$ (kN)
1	0.75	0.865	1.34	5	1	1	6714	0.5	2.3	1225 vérifié	vérifié	Non calc.(ELS)

#### Tassements suivant la NF P 94-261 :

N°	$q_{ref}$ (kPa)	$E_c$ (MPa)	$E_d$ (MPa)	$\lambda_c$	$\lambda_d$	$S_c$ (cm)	$S_d$ (cm)	$S_f$ (cm)
1	300	65.2	76	1.5	2.65	0.00879	0.0475	0.0563

PCa2018-06-7 \_ MLP 13/09/2018 11:58



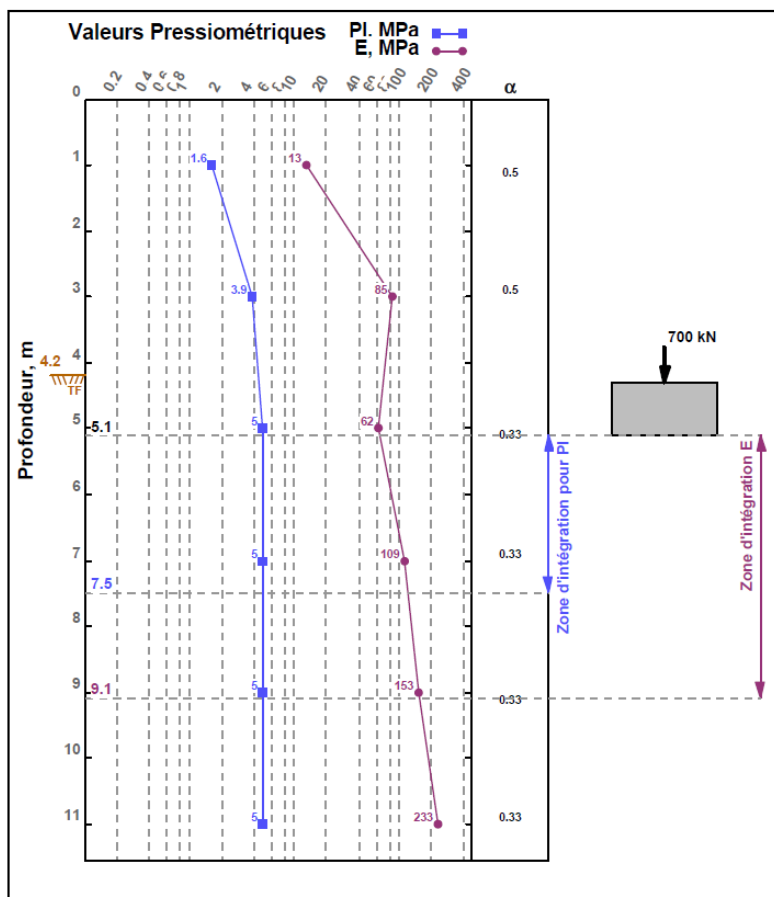
**VIHIERS - LYS HAUT LAYON (49)**

Rue Des Courtils  
SP109

**FIGURE**

**3**

GEOTECHNIQUE SAS - 1662478182

**Fondation**

Semelle carrée  
Côté : 1.6 m  
Aire : 2.56 m<sup>2</sup>  
Encastrement : 0.9 m  
Base de la fondation : 5.1 m

**Paramètres des sols**

Type de sol sous la fondation :  
Marnes et marno-calcaires, Roches altérées  
Poids des terres au-dessus de la fondation :  
après travaux = 19 kN/m<sup>3</sup>  
avant travaux = 18 kN/m<sup>3</sup>  
Contrainte verticale finale  $q'0$  : 17.1 kPa (calculée)  
Contrainte verticale initiale  $\sigma'v0$  : 91.8 kPa (calculée)  
 $\alpha$  = 0.332 (calculé)  
Cohésion sous la fondation : 0 kPa  
Angle de frottement sous la fondation : 0 °  
Module de Young sous la fondation : 0 MPa  
Coefficient de poisson sous la fondation : 0

Fichier : SP109 MI



GEOFOND® V1.21 du 26/07/2018 développé par GEOS  
site web : <http://www.geos.fr> e-mail : [logiciels@geos.fr](mailto:logiciels@geos.fr)

GEOS Ingénieurs Conseils, 310 Avenue Marie Curie  
Bât. Europa 2, Archamps Technopole, 71160 ARCHAMPS

Tél : 04 50 95 38 14  
Fax : 04 50 95 99 36

**Données :**

N°	Etat-limite	F (kN)	$\delta$ (°)	$e_B$ (m)	$e_L$ (m)	$H_d$ (kN)	$V_d$ (kN)	$M_B$ (kN.m)	$M_L$ (kN.m)
1	ELS Q.P.L.T.	700	0	0	0	0	700	0	0

**Capacité portante suivant la NF P 94-261 :**

N°	$h_f$ (m)	$D_e$ (m)	$k_p$	$p_{le}^*$ (MPa)	$i_\delta$	$i_{\delta\beta}$	$q_{net}$ (kPa)	$A'$ (m <sup>2</sup> )	$\gamma_{r,v}$	$R_{v;d}$ (kN)	Excentricité	$R_{h;d}$ (kN)
1	2.4	0.865	1.09	5	1	1	5453	2.56	2.3	5102 vérifié	vérifié	Non calc.(ELS)

**Tassements suivant la NF P 94-261 :**

N°	$q_{ref}$ (kPa)	$E_c$ (MPa)	$E_d$ (MPa)	$\lambda_c$	$\lambda_d$	$S_c$ (cm)	$S_d$ (cm)	$S_f$ (cm)
1	273	69.5	93.5	1.1	1.12	0.0169	0.0373	0.0541

PCa2018-06-7\_MLP 13/09/2018 12:04



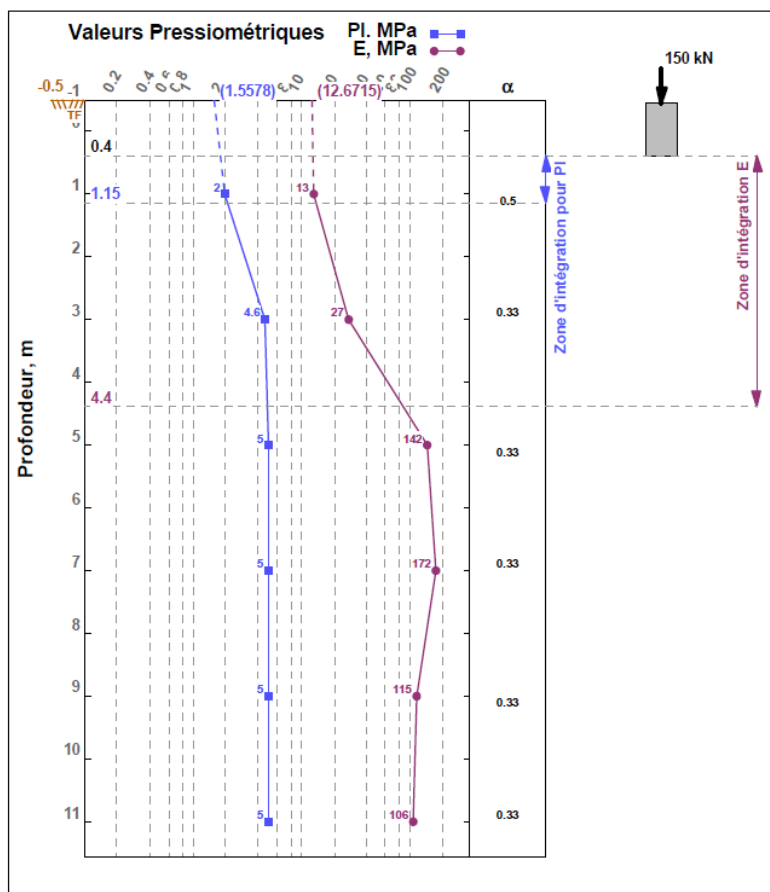
**GÉotechnique**  
sciences de la terre sas

GEOTECHNIQUE SAS - 1662478182

**VIHIERS - LYS HAUT LAYON (49)**

Rue Des Courtils  
SP109

**FIGURE****4**

**Fondation**

Semelle filante  
 Largeur : 0.5 m  
 Aire : 0.5 m<sup>2</sup>  
 Encastrement : 0.9 m  
 Base de la fondation : 0.4 m

**Paramètres des sols**

Type de sol sous la fondation :  
 Marnes et marno-calcaires, Roches altérées

Poids des terres au-dessus de la fondation :  
 après travaux = 19 kN/m<sup>3</sup>  
 avant travaux = 18 kN/m<sup>3</sup>

Contrainte verticale finale  $q'_0$  : 17.1 kPa (calculée)  
 Contrainte verticale initiale  $\sigma'_{v0}$  : 7.2 kPa (calculée)  
 $\alpha$  = 0.489 (calculé)

Cohésion sous la fondation : 0 kPa  
 Angle de frottement sous la fondation : 0 °  
 Module de Young sous la fondation : 0 MPa  
 Coefficient de poisson sous la fondation : 0

Fichier : SP110 SF



GEOFOND® V1.21 du 26/07/2018 développé par GEOS  
 site web : <http://www.geos.fr> e-mail : [logiciels@geos.fr](mailto:logiciels@geos.fr)

GEOS Ingénieurs Conseils, 310 Avenue Marie Curie  
 Bât. Europa 2, Archamps Technopole, 74160 ARCHAMPS

Tél : 04 50 95 38 14  
 Fax : 04 50 95 99 36

**Données :**

N°	Etat-limite	F (kN)	$\delta$ (°)	e (m)	H <sub>d</sub> (kN)	V <sub>d</sub> (kN)	M (kN.m)
1	ELS Q.P.L.T.	150	0	0	0	150	0

**Capacité portante suivant la NF P 94-261 :**

N°	$h_r$ (m)	$D_e$ (m)	$k_p$	$p_{le}^*$ (MPa)	$i_{\delta}$	$i_{\delta\beta}$	$q_{net}$ (kPa)	$A'$ (m <sup>2</sup> )	$\gamma_{r,v}$	$R_{v;d}$ (kN)	Excentricité	$R_{h;d}$ (kN)
1	0.75	0.0247	0.829	1.82	1	1	1510	0.5	2.3	282 vérifié	vérifié	Non calc. (ELS)

**Tassements suivant la NF P 94-261 :**

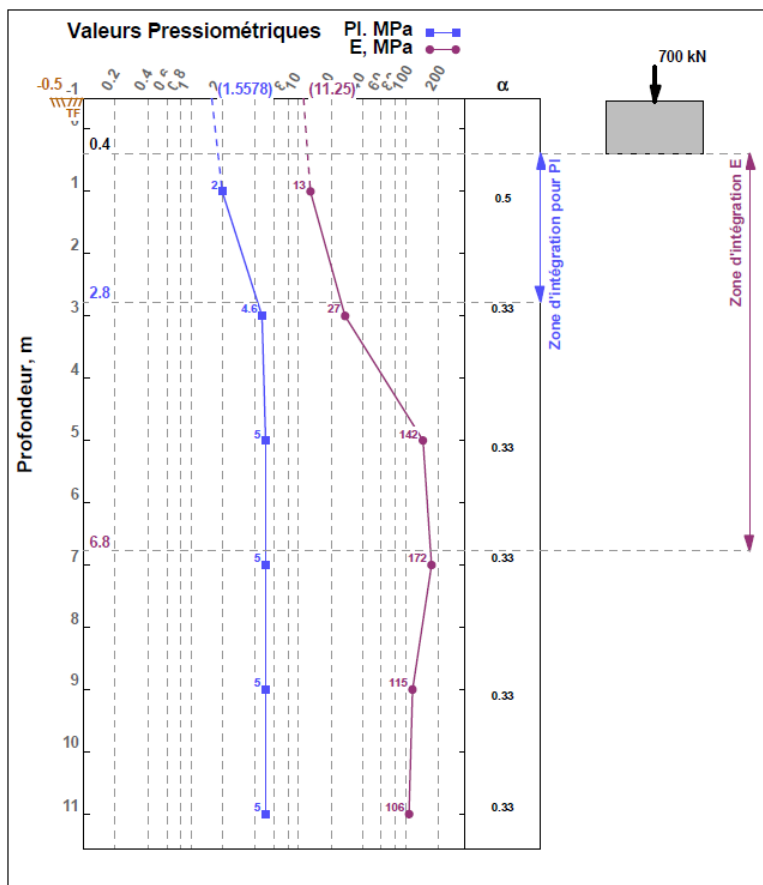
N°	$q_{ref}$ (kPa)	$E_c$ (MPa)	$E_d$ (MPa)	$\lambda_c$	$\lambda_d$	$S_c$ (cm)	$S_d$ (cm)	$S_f$ (cm)
1	300	11.3	13.5	1.5	2.65	0.128	0.426	0.554

PCa2018-06-7\_MLP 13/09/2018 12:03



GEOTECHNIQUE SAS - 1662478182

**VIHIERS - LYS HAUT LAYON (49)**Rue Des Courtils  
SP110**FIGURE****5**

**Fondation**

Semelle carrée  
Côté : 1.6 m  
Aire : 2.56 m<sup>2</sup>  
Encastrement : 0.9 m  
Base de la fondation : 0.4 m

**Paramètres des sols**

Type de sol sous la fondation :  
Marnes et marno-calcaires, Roches altérées

Poids des terres au-dessus de la fondation :  
après travaux = 19 kN/m<sup>3</sup>  
avant travaux = 18 kN/m<sup>3</sup>

Contrainte verticale finale  $q'_0$  : 17.1 kPa (calculée)  
Contrainte verticale initiale  $\sigma'_{v0}$  : 7.2 kPa (calculée)  
 $\alpha$  = 0.411 (calculé)

Cohésion sous la fondation : 0 kPa  
Angle de frottement sous la fondation : 0 °  
Module de Young sous la fondation : 0 MPa  
Coefficient de poisson sous la fondation : 0

Fichier : SP110 MI

GEOFOND® V1.21 du 26/07/2018 développé par GEOS  
site web : <http://www.geos.fr> e-mail : [logiciels@geos.fr](mailto:logiciels@geos.fr)

GEOS Ingénieurs Conseils, 310 Avenue Marie Curie  
Bât. Europa 2, Archamps Technopole, 74160 ARCHAMPS

Tél : 04 50 95 38 14  
Fax : 04 50 95 99 36

**Données :**

N°	Etat-limite	F (kN)	$\delta$ (°)	$e_B$ (m)	$e_L$ (m)	$H_d$ (kN)	$V_d$ (kN)	$M_B$ (kN.m)	$M_L$ (kN.m)
1	ELS Q.P.L.T.	700	0	0	0	0	700	0	0

**Capacité portante suivant la NF P 94-261 :**

N°	$h_f$ (m)	$D_e$ (m)	$k_p$	$p_{le}^*$ (MPa)	$i_\delta$	$i_{\delta\beta}$	$q_{net}$ (kPa)	$A'(m^2)$	$\gamma_{r,v}$	$R_{v;d}$ (kN)	Excentricité	$R_{h;d}$ (kN)
1	2.4	0.0175	0.807	2.57	1	1	2071	2.56	2.3	1965 vérifié	vérifié	Non calc.(ELS)

**Tassements suivant la NF P 94-261 :**

N°	$q_{ref}$ (kPa)	$E_c$ (MPa)	$E_d$ (MPa)	$\lambda_c$	$\lambda_d$	$S_c$ (cm)	$S_d$ (cm)	$S_f$ (cm)
1	273	12.4	20	1.1	1.12	0.222	0.279	0.501

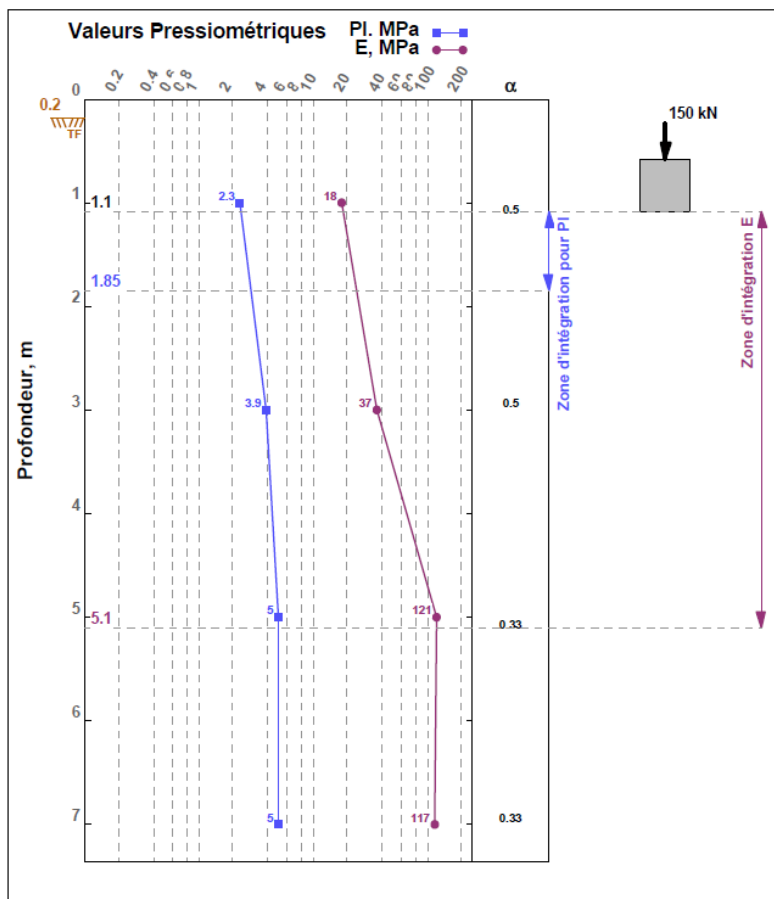
PCa2018-06-7 \_ MLP 13/09/2018 12:23 **VIHIERS - LYS HAUT LAYON (49)**

Rue Des Courtils  
SP110

GEOTECHNIQUE SAS - 1662478182

**FIGURE****6**



**Fondation**

Semelle filante  
 Largeur : 0.5 m  
 Aire : 0.5 m<sup>2</sup>  
 Encastrement : 0.9 m  
 Base de la fondation : 1.1 m

**Paramètres des sols**

Type de sol sous la fondation :  
 Marnes et marno-calcaires, Roches altérées

Poids des terres au-dessus de la fondation :  
 après travaux = 19 kN/m<sup>3</sup>  
 avant travaux = 18 kN/m<sup>3</sup>

Contrainte verticale finale  $q'_0$  : 17.1 kPa (calculée)  
 Contrainte verticale initiale  $\sigma'_{v0}$  : 19.8 kPa (calculée)  
 $\alpha$  = 0.489 (calculé)

Cohésion sous la fondation : 0 kPa  
 Angle de frottement sous la fondation : 0 °  
 Module de Young sous la fondation : 0 MPa  
 Coefficient de poisson sous la fondation : 0

Fichier : SP111 SF



GEOFOND® V1.21 du 26/07/2018 développé par GEOS  
 site web : <http://www.geos.fr> e-mail : [logiciels@geos.fr](mailto:logiciels@geos.fr)

GEOS Ingénieurs Conseils, 310 Avenue Marie Curie  
 Bât. Europa 2, Archamps Technopole, 74160 ARCHAMPS

Tél : 04 50 95 38 14  
 Fax : 04 50 95 99 36

**Données :**

N°	Etat-limite	F (kN)	$\delta$ (°)	e (m)	H <sub>d</sub> (kN)	V <sub>d</sub> (kN)	M (kN.m)
1	ELS Q.P.L.T.	150	0	0	0	150	0

**Capacité portante suivant la NF P 94-261 :**

N°	$h_f$ (m)	$D_e$ (m)	$k_p$	$p_{le}^*$ (MPa)	$i_\delta$	$i_{\delta\beta}$	$q_{net}$ (kPa)	$A'(m^2)$	$\gamma_{r,v}$	$R_{v;d}$ (kN)	Excentricité	$R_{h;d}$ (kN)
1	0.75	0.697	1.27	2.61	1	1	3315	0.5	2.3	609.2 vérifié	vérifié	Non calc.(ELS)

**Tassements suivant la NF P 94-261 :**

N°	$q_{ref}$ (kPa)	$E_c$ (MPa)	$E_d$ (MPa)	$\lambda_c$	$\lambda_d$	$S_c$ (cm)	$S_d$ (cm)	$S_f$ (cm)
1	300	19.1	23.3	1.5	2.65	0.0611	0.236	0.297

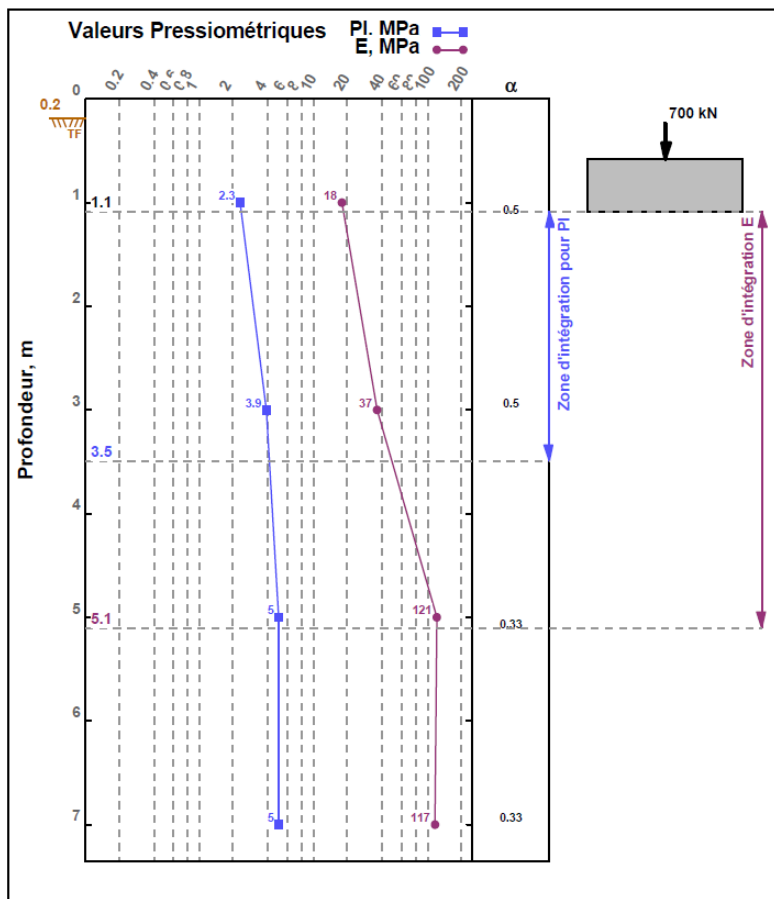
PCa2018-06-7 \_MLP 13/09/2018 12:07

**VIHIERS - LYS HAUT LAYON (49)**

Rue Des Courtils  
 SP111

**FIGURE****7**

GEOTECHNIQUE SAS - 1662478182

**Fondation**

Semelle carrée  
Côté : 1.6 m  
Aire : 2.56 m<sup>2</sup>  
Encastrement : 0.9 m  
Base de la fondation : 1.1 m

**Paramètres des sols**

Type de sol sous la fondation :  
Marnes et marno-calcaires, Roches altérées

Poids des terres au-dessus de la fondation :  
après travaux = 19 kN/m<sup>3</sup>  
avant travaux = 18 kN/m<sup>3</sup>

Contrainte verticale finale  $q'0$  : 17.1 kPa (calculée)  
Contrainte verticale initiale  $\sigma'v0$  : 19.8 kPa (calculée)  
 $\alpha$  = 0.469 (calculé)

Cohésion sous la fondation : 0 kPa  
Angle de frottement sous la fondation : 0 °  
Module de Young sous la fondation : 0 MPa  
Coefficient de poisson sous la fondation : 0

Fichier : SP111 MI



GEOFOND© V1.21 du 26/07/2018 développé par GEOS  
site web : <http://www.geos.fr> e-mail : [logiciels@geos.fr](mailto:logiciels@geos.fr)

GEOS Ingénieurs Conseils, 310 Avenue Marie Curie  
Bât. Europa 2, Archamps Technopole, 71160 ARCHAMPS

Tél : 04 50 95 38 14  
Fax : 04 50 95 99 36

**Données :**

N°	Etat-limite	F (kN)	$\delta$ (°)	$e_B$ (m)	$e_L$ (m)	$H_d$ (kN)	$V_d$ (kN)	$M_B$ (kN.m)	$M_L$ (kN.m)
1	ELS Q.P.L.T.	700	0	0	0	0	700	0	0

**Capacité portante suivant la NF P 94-261 :**

N°	$h_r$ (m)	$D_e$ (m)	$k_p$	$p_{ie}^*$ (MPa)	$i_\delta$	$i_{\delta\beta}$	$q_{net}$ (kPa)	$A'(m^2)$	$\gamma_{r,v}$	$R_{v;d}$ (kN)	Excentricité	$R_{h;d}$ (kN)
1	2.4	0.565	1	3.22	1	1	3218	2.56	2.3	3028 vérifié	vérifié	Non calc.(ELS)

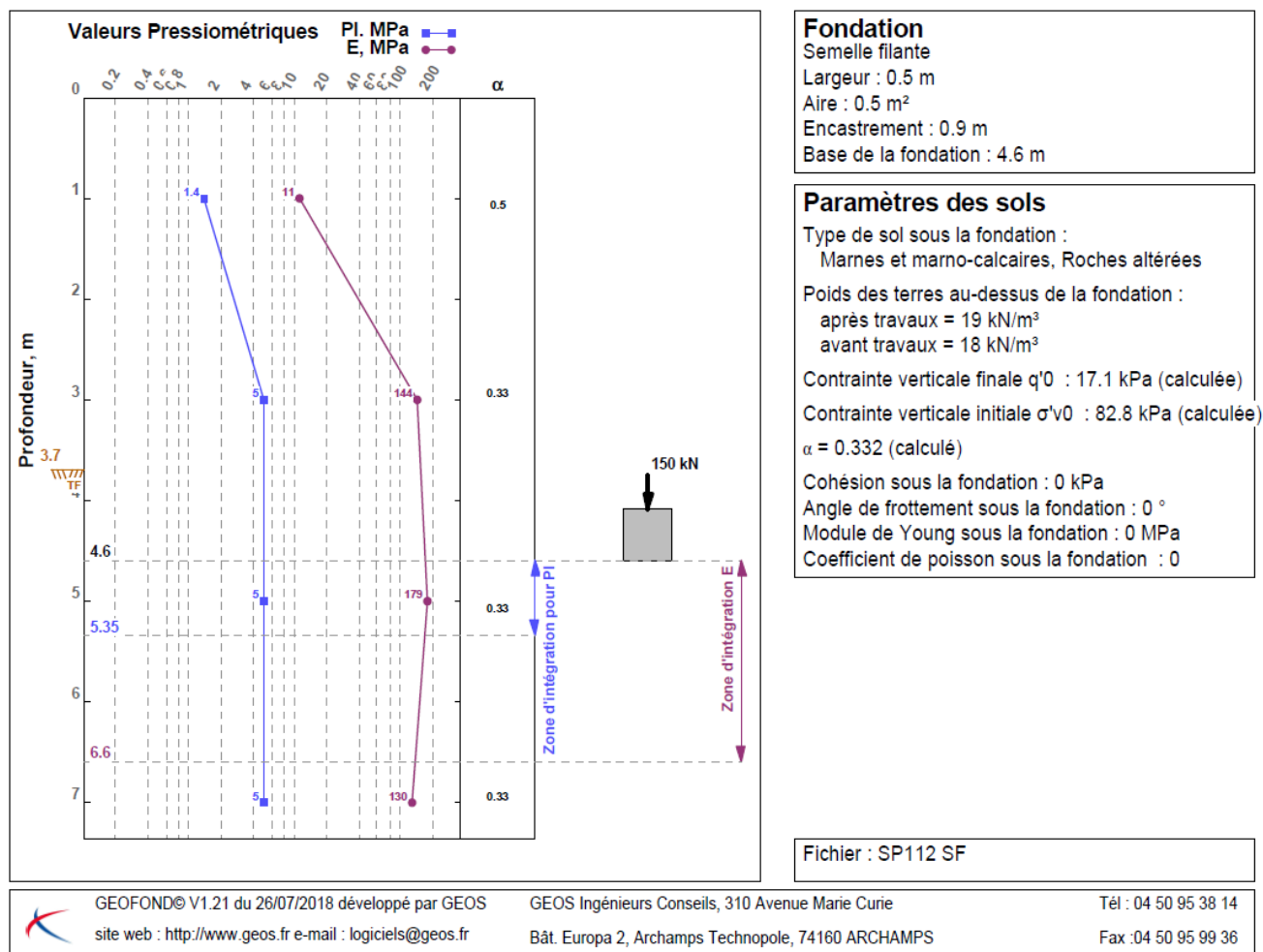
**Tassements suivant la NF P 94-261 :**

N°	$q_{ref}$ (kPa)	$E_c$ (MPa)	$E_d$ (MPa)	$\lambda_c$	$\lambda_d$	$S_c$ (cm)	$S_d$ (cm)	$S_f$ (cm)
1	273	20.7	31.6	1.1	1.12	0.12	0.179	0.299

PCa2018-06-7\_MLP 13/09/2018 12:09

**VIHIERS - LYS HAUT LAYON (49)**Rue Des Courtils  
SP111**FIGURE****8**

GEOTECHNIQUE SAS - 1662478182

**Données :**


N°	Etat-limite	F (kN)	$\delta$ (°)	e (m)	H <sub>d</sub> (kN)	V <sub>d</sub> (kN)	M (kN.m)
1	ELS Q.P.L.T.	150	0	0	0	150	0

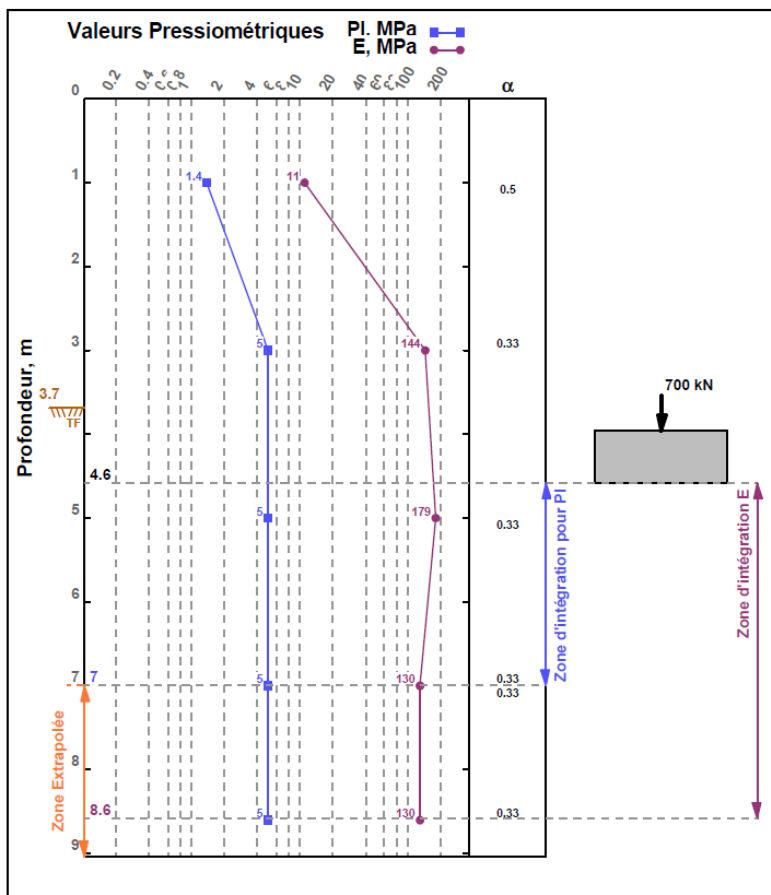
**Capacité portante suivant la NF P 94-261 :**

N°	$h_r$ (m)	$D_e$ (m)	$k_p$	$p_{le}$ * (MPa)	$i_{\delta}$	$i_{\delta\beta}$	$q_{net}$ (kPa)	$A'$ (m <sup>2</sup> )	$\gamma_{r,v}$	$R_{v;d}$ (kN)	Excentricité	$R_{h;d}$ (kN)
1	0.75	0.9	1.36	5	1	1	6787	0.5	2.3	1238 vérifié	vérifié	Non calc.(ELS)

**Tassements suivant la NF P 94-261 :**

N°	$q_{ref}$ (kPa)	$E_c$ (MPa)	$E_d$ (MPa)	$\lambda_c$	$\lambda_d$	$S_c$ (cm)	$S_d$ (cm)	$S_f$ (cm)
1	300	173	166	1.5	2.65	0.00345	0.0227	0.0262

PCa2018-06-7_MLP 13/09/2018 12:10	<b>VIHIERS - LYS HAUT LAYON (49)</b>	<b>FIGURE</b>
	Rue Des Courtils SP112	<b>9</b>
GEOTECHNIQUE SAS - 1662478182		



### Fondation

Semelle carrée  
Côté : 1.6 m  
Aire : 2.56 m<sup>2</sup>  
Encastrement : 0.9 m  
Base de la fondation : 4.6 m

### Paramètres des sols

Type de sol sous la fondation :  
Marnes et marno-calcaires, Roches altérées

Poids des terres au-dessus de la fondation :  
après travaux = 19 kN/m<sup>3</sup>  
avant travaux = 18 kN/m<sup>3</sup>

Contrainte verticale finale  $q'_0$  : 17.1 kPa (calculée)  
Contrainte verticale initiale  $\sigma'_{v0}$  : 82.8 kPa (calculée)  
 $\alpha = 0.332$  (calculé)

Cohésion sous la fondation : 0 kPa  
Angle de frottement sous la fondation : 0 °  
Module de Young sous la fondation : 0 MPa  
Coefficient de poisson sous la fondation : 0

Fichier : SP112 MI

GEOFOND® V1.21 du 26/07/2018 développé par GEOS GEOS Ingénieurs Conseils, 310 Avenue Marie Curie Tél : 04 50 95 38 14  
site web : <http://www.geos.fr> e-mail : [logiciels@geos.fr](mailto:logiciels@geos.fr) Bât. Europa 2, Archamps Technopole, 71160 ARCHAMPS Fax : 04 50 95 99 36

### Données :


N°	Etat-limite	F (kN)	$\delta$ (°)	$e_B$ (m)	$e_L$ (m)	$H_d$ (kN)	$V_d$ (kN)	$M_B$ (kN.m)	$M_L$ (kN.m)
1	ELS Q.P.L.T.	700	0	0	0	0	700	0	0

### Capacité portante suivant la NF P 94-261 :

N°	$h_f$ (m)	$D_e$ (m)	$k_p$	$p_{le}^*$ (MPa)	$i_\delta$	$i_{\delta\beta}$	$q_{net}$ (kPa)	$A'$ (m <sup>2</sup> )	$\gamma_{r,v}$	$R_{v;d}$ (kN)	Excentricité	$R_{h;d}$ (kN)
1	2.4	0.9	1.1	5	1	1	5503	2.56	2.3	5148 vérifié	vérifié	Non calc.(ELS)

### Tassements suivant la NF P 94-261 :

N°	$q_{ref}$ (kPa)	$E_c$ (MPa)	$E_d$ (MPa)	$\lambda_c$	$\lambda_d$	$S_c$ (cm)	$S_d$ (cm)	$S_f$ (cm)
1	273	174	148	1.1	1.12	0.00709	0.0247	0.0318

PCa2018-06-7_MLP 13/09/2018 12:25	<b>VIHIERS - LYS HAUT LAYON (49)</b>	<b>FIGURE</b> <b>10</b>
 <b>GEOTECHNIQUE</b> sciences de la terre sas	Rue Des Courtils SP112	

GEOTECHNIQUE SAS - 1662478182

**AGGLOMERATION DU CHOLETAIS**

**VIHIERS – LYS HAUT LAYON (49)**

***Rue des Courtils***

***Construction d'un équipement aquatique***

**Étude géotechnique de conception – Phase Avant Projet  
Mission G2 AVP**

**Dossier N°Pca2018-06-7**

**Annexe 3**

**CONDITIONS DE VALIDITE DE L'ETUDE**

## Conditions de validité de l'étude

- 1 - Le présent rapport et ses annexes sont indissociables. Il est basé sur un nombre limité de sondages et de mesures et sur les renseignements concernant le projet remis à GEOTECHNIQUE OUEST au moment de la reconnaissance géotechnique. L'analyse et les recommandations soumises dans ce rapport sont basées sur les résultats obtenus à partir des sondages dont l'emplacement est indiqué sur le plan d'implantation joint en annexe, et sur toutes les informations données dans ce rapport.**
- 2 - Ce rapport ne tient pas compte des variations entre sondages. L'étude de sol étant basée sur un nombre limité de sondages, la continuité des couches de sols entre sondages ne peut être garantie et une adaptation du projet de fondation en fonction de l'hétérogénéité des sols est normale et ne peut être reprochée à GEOTECHNIQUE OUEST.**
- 3 - Toute étude réalisée à partir d'une esquisse ou d'un plan de principe nécessitera une seconde étude spécifique adaptée au projet retenu. Le but de ce rapport est limité au projet et à la localisation décrite ci-avant.**
- 4 - Tout changement d'implantation ou de structure des constructions par rapport aux hypothèses de départ sera communiqué à GEOTECHNIQUE OUEST qui donnera ou non son accord, selon que ces changements modifient les conclusions de l'étude.**
- 5 - Les éléments nouveaux mis à jour en cours des travaux de fondations et non détectés lors de la reconnaissance devront être signalés à GEOTECHNIQUE OUEST afin d'étudier les adaptations nécessaires.**
- 6 - Nous recommandons que toutes les opérations de construction en relation avec les terrassements et les fondations soient inspectées par un ingénieur géotechnicien afin d'assurer que les dispositions constructives soient totalement accomplies pendant les travaux.**

**AGGLOMERATION DU CHOLETAIS**

**VIHIERS – LYS HAUT LAYON (49)**

***Rue des Courtils***

***Construction d'un équipement aquatique***

**Étude géotechnique de conception – Phase Avant Projet  
Mission G2 AVP**

**Dossier N°Pca2018-06-7**

**Annexe 4**

CLASSIFICATION DES MISSIONS GÉOTECHNIQUES TYPES  
(tableau 1 de la norme NF P 94-500 de Novembre 2013)

CONDITIONS GÉNÉRALES DES MISSIONS GÉOTECHNIQUES

# CONDITIONS GENERALES DES MISSIONS D'INGENIERIE 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, couts 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.

Tableau 2 – Classification des missions types d'ingénierie géotechnique

## EXTRAIT DE LA NORME NF P 94-500

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

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.

#### **ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (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).

#### **ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE 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, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

**ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)****ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)**

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

Phase Étude

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

Phase Suivi

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

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

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

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

**DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)**

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

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