

**GINGER CEBTP**

**Agence du Mans**

14 rue de Vienne  
72190 COULAINES

Téléphone : 02.43.76.86.86

Télécopie : 02.43.76.86.87

email : [cebtp.lemans@gingergroupe.com](mailto:cebtp.lemans@gingergroupe.com)

**GINGER CEBTP**

**UN PÔLE D'EXPERTISE UNIQUE AU SERVICE DE LA CONSTRUCTION**

**SCI BENERMANS**

**Construction d'un centre commercial**

**YVRES L'EVEQUE / LE MANS (72)**

**« Bener »**

**Dossier : OLM2.D.0049 / G05483LM**

**ETUDE GEOTECHNIQUE D'AVANT-PROJET (G<sub>12</sub>)**



INGENIERIE EUROPE

GROUPE



**GINGER CEBTP**

*Vous aider à construire l'avenir*

ÉTUDE - EXPERTISE - MAÎTRISE D'ŒUVRE - CONTRÔLE - ANALYSE

<b>SCI BENERMANS</b> <i>Construction d'un centre commercial</i> <b>YVRE L'EVEQUE / LE MANS (72)</b> « Bener » RAPPORT - étude géotechnique d'avant projet (G <sub>12</sub> )							
<b>Dossier : OLM2.D.0049 / G05483LM</b>					Contrat : OLM2.D.0037-4		
Indice	Date	Chargé d'affaire	Visa	Vérifié par	Visa	Contenu	Observations
1	15/05/2013	D. HATEAU		E. ELIE		47 pages 112 annexes	

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

## SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>PLANS DE SITUATION .....</b>	<b>5</b>
1.1	Extrait de carte IGN .....	5
1.2	Image aérienne.....	5
<b>2</b>	<b>CONTEXTE DE L'ETUDE.....</b>	<b>6</b>
2.1	<b>Données générales.....</b>	<b>6</b>
2.1.1	<i>Généralités.....</i>	6
2.1.2	<i>Intervenants.....</i>	6
2.1.3	<i>Documents communiqués.....</i>	6
2.2	<b>Description du site .....</b>	<b>7</b>
2.2.1	<i>Topographie et occupation du site et existants.....</i>	7
2.2.2	<i>Contexte géotechnique.....</i>	7
2.2.3	<i>Sismicité.....</i>	8
2.3	<b>Caractéristiques de l'avant-projet.....</b>	<b>8</b>
2.3.1	<i>Description des ouvrages.....</i>	8
2.3.2	<i>Sollicitations appliquées aux fondations et aux niveaux bas.....</i>	9
2.3.3	<i>Voiries.....</i>	9
2.3.4	<i>Terrassements prévus.....</i>	9
2.4	<b>Mission de GINGER CEBTP.....</b>	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES.....</b>	<b>11</b>
3.1	<b>Implantation et nivellement.....</b>	<b>11</b>
3.2	<b>Sondages, essais et mesures in situ .....</b>	<b>11</b>
3.2.1	<i>Essais de perméabilité in situ.....</i>	15
3.3	<b>Essais en laboratoire.....</b>	<b>15</b>
<b>4</b>	<b>SYNTHESE DES INVESTIGATIONS.....</b>	<b>16</b>
4.1	<b>Analyse et synthèse géotechnique.....</b>	<b>16</b>
4.1.1	<i>Lithologie.....</i>	16
4.1.2	<i>Caractéristiques géo-mécaniques.....</i>	25
4.2	<b>Synthèse hydrogéologique.....</b>	<b>26</b>
4.2.1	<i>Piézométrie.....</i>	26
4.2.2	<i>Perméabilité.....</i>	27
4.3	<b>Risques liés au retrait gonflement des argiles.....</b>	<b>28</b>
4.4	<b>Risque sismique .....</b>	<b>28</b>
4.5	<b>Caractéristiques physiques des sols.....</b>	<b>30</b>

<b>5</b>	<b>PRINCIPES GENERAUX DE CONSTRUCTION (AVANT-PROJET)</b>	<b>32</b>
5.1	Analyse du contexte et principes d'adaptation	32
5.2	Adaptations générales de l'avant-projet	33
5.2.1	Réalisation des terrassements	34
5.2.2	Traficabilité en phase chantier	34
5.2.3	Terrassabilité des matériaux	35
5.2.4	Drainage en phase chantier	35
5.2.5	Soutènements	37
5.3	Niveau-bas – dallage	38
5.3.1	Conception et exécution du dallage	38
5.3.2	Contrôles	39
5.3.3	Tassements prévisibles	39
5.4	Fondation des structures	40
1		41
5.5	Protection vis-à-vis du retrait / gonflement	43
5.6	Voiries	43
5.6.1	Hypothèses de calcul	44
5.6.2	Partie Supérieure des Terrassements (PST) et classe d'arase	44
5.6.3	Structure type de chaussée	45
<b>6</b>	<b>OBSERVATIONS MAJEURES</b>	<b>47</b>

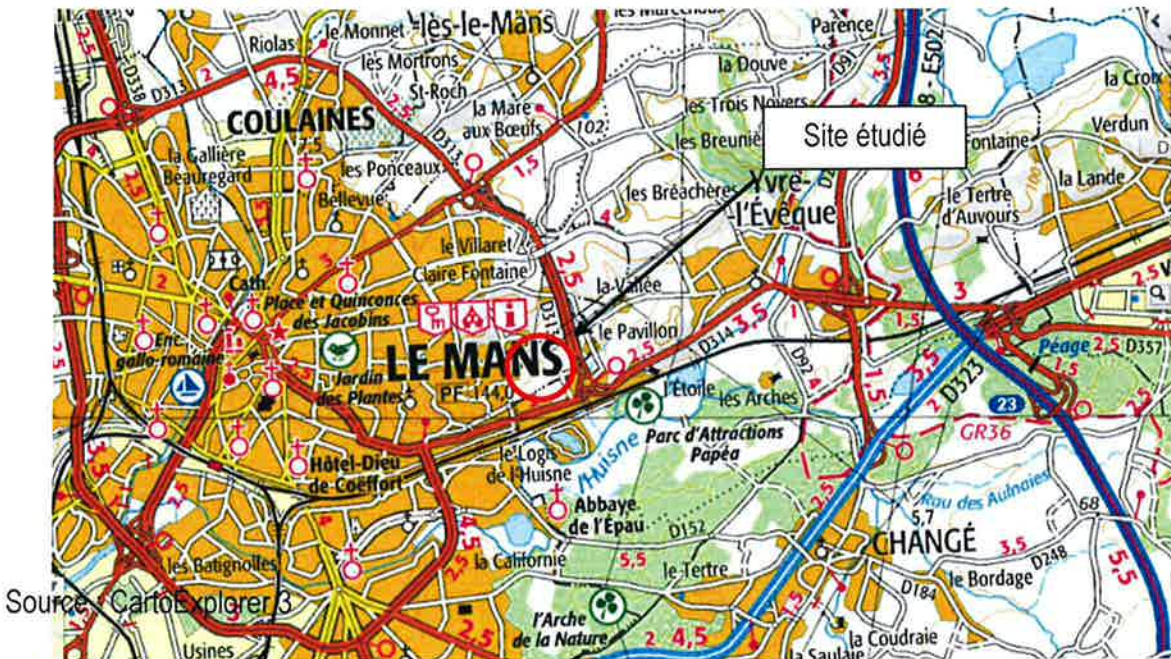
ANNEXE 1 – NOTES GENERALES SUR LES MISSIONS GEOTECHNIQUES

ANNEXE 2 – PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

ANNEXE 3 – SONDAGES ET ESSAIS

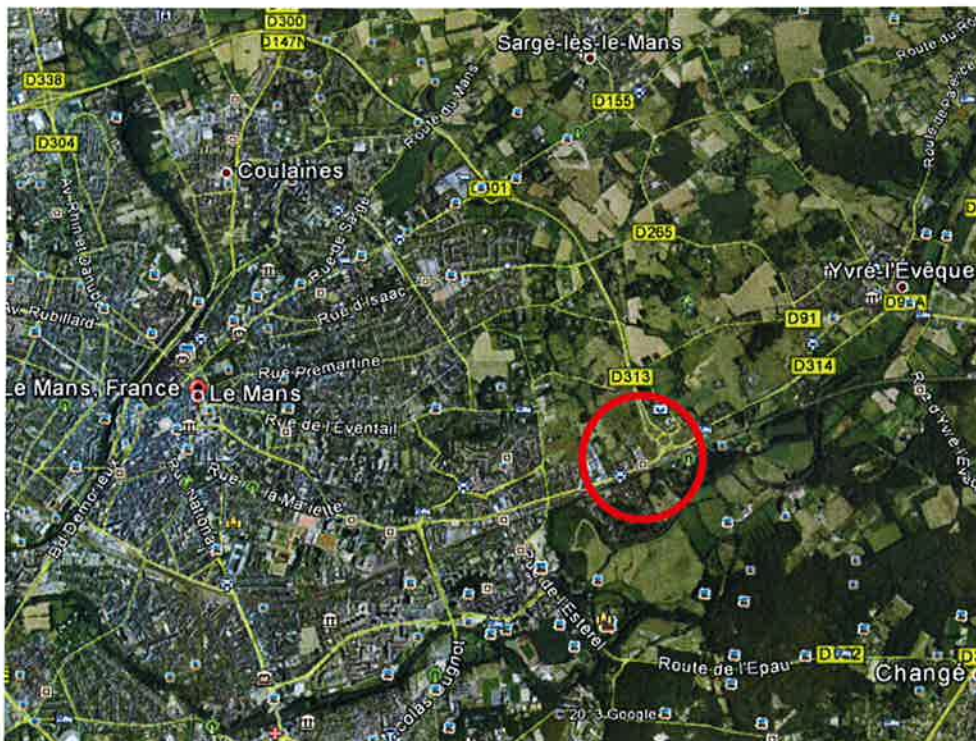
## 1 PLANS DE SITUATION

### 1.1 Extrait de carte IGN



Source : Cartoexplorer 3

### 1.2 Image aérienne



Source : [www.googlemaps.fr](http://www.googlemaps.fr)

## 2 CONTEXTE DE L'ETUDE

### 2.1 Données générales

#### 2.1.1 Généralités

Nom de l'opération : Construction d'un centre commercial  
Localisation / adresse : « Bener » - entre la route du Mans (D314) et la route de la Vallée Saint Blaise  
Commune : YVRE L'EVEQUE / LE MANS  
Département Code postal : 72000  
Client : SCI BENERMANS

#### 2.1.2 Intervenants

Maître d'ouvrage : SCI BENERMANS  
Architecte Cabinet Lameynardie  
BE VRD : Safège environnement

#### 2.1.3 Documents communiqués

N°	Document	Echelle	Origine / référence	Date
1	Plan de masse rez de chaussée	1/2000	SARL Lameynardie	18 janvier 2013
2	Plan de masse existant avec emprise du projet	1/2000	SARL Lameynardie	18 janvier 2013
3	Plan topographique du site	Version informatique	Transmis par le cabinet Lameynardie	Transmis en février 2013
4	Plan de masse modifié sur fond plan topographique	Sans échelle	SARL Lameynardie	Transmis en avril 2013

## **2.2 Description du site**

### **2.2.1 Topographie et occupation du site et existants**

Le site présente une pente générale orientée vers le Sud avec une dénivellation de l'ordre de 22 m, avec des cotes altimétriques allant de + 74.0 NGF à + 52.0 NGF, d'après le plan topographique fourni pour l'étude.

Lors de la campagne de reconnaissance, le site était constitué d'un ensemble parcellaire varié, avec globalement :

- Des terrains agricoles en friche et localement boisés avec quelques habitations de type RdC à R+1 en ruine, côté Nord.
- Une zone d'habitat lâche avec maison et ferme de type RdC à R+1, pouvant comporter un niveau de cave ou sous sol (en cours de démolition), entourées par des espaces verts plus ou moins boisés, côté Sud Est.
- Divers bâtiments d'activités de type RdC à R+1 et des habitations de type RdC à R+1, probablement sans sous-sol, entourés par des espaces verts en friche, côté Sud et Sud Ouest.

Le site est bordé côté Est par la rocade du Mans, côté Nord par la route d'Yvré, côté Sud par la route du Mans et un supermarché Lidl, et côté Ouest par diverses parcelles en prairie et zone d'activités.

On note également la présence de deux ruisseaux traversant le site, du Nord vers le Sud et du Nord Est vers le Sud, partiellement canalisés ainsi que divers réseaux enterrés dont deux servitudes de réseau électrique.

Diverses zones de remblais avérées sont également à signaler, côté Ouest (parcelle Heulin) avec des matériaux correspondant en tout ou partie à des gravats, côté Nord Est, des buttes de terre et des excavations comblées de matériaux non identifiés, et côté Sud Est, à proximité du rond point et des bassins existants, des remblais d'aménagement ancien du site.

### **2.2.2 Contexte géotechnique**

D'après notre expérience locale et la carte géologique du Mans à l'échelle 1/50 000, le site serait constitué, sous les formations de surface (terre végétale, remblais de démolition et ou d'aménagement ancien du site) par :

- **les Sables du Perche** (en extrémité haute et/ou sous forme de colluvions),
- **les Sables et Grés du Maine** (pouvant présenter des faciès calcaireux plus ou moins importants, ainsi que des faciès argileux).

### 2.2.3 Sismicité

Depuis le 1<sup>er</sup> mai 2011, le nouveau zonage sismique de la France (décret n°2010-1255 du 22/10/2010) est applicable. Les communes du Mans et d'Yvré l'Évêque sont classées en zone de sismicité 2 (aléa faible). L'application des règles parasismiques sera alors obligatoire et il faudra se reporter à l'Eurocode 8 (Norme NF EN 1998 – Calcul des structures pour leur résistance au séisme).

## 2.3 Caractéristiques de l'avant-projet

### 2.3.1 Description des ouvrages

D'après les documents cités au paragraphe 2.1 et les informations communiquées par le maître d'ouvrage, le projet se présente comme suit :

Type d'ouvrage	Centre E. LECLERC avec galerie marchande et parking	Moyenne surface (MS1 et MS2)	Restaurants	Stations (service et lavage)
Nombre	1	2	4	2
Emprise au sol	≈ 90 000 m <sup>2</sup>	≈ 20 000 m <sup>2</sup> chacun	≈ 400 m <sup>2</sup> chacun	≈ 500 m <sup>2</sup> chacun
Nombre de niveaux	Supposé de type RdC à R+1	Supposé de type RdC à R+1	1 (RdC)	1 (RdC)
Nombre de niveaux de sous-sol	1 (partie parking)	0	0	0
Nature du niveau bas	Dallage sur terre-plein	Dallage sur terre-plein	Dallage sur terre-plein	Dallage sur terre-plein
Cote du niveau bas	59.3 NGF (58.15 NGF pour la cour camion attendant côté Nord) et 54.5 NGF pour le sous sol sous galerie commercial et parking	54.0 NGF	53.0 NGF	54.0 NGF
Mitoyenneté	Non	Non	Non	Non

Nota : sur les surfaces extérieures, il est envisagé la réalisation de voiries lourdes pour la déserte et des parkings VL (personnel côté Nord Ouest, clientèle côté Sud).



### 2.3.2 Sollicitations appliquées aux fondations et aux niveaux bas

Les descentes de charges du projet ne nous ont pas été communiquées. Par conséquent, les sollicitations vis-à-vis des E.L.S. sont estimées par GINGER CEBTP, sous toutes réserves, à :

- charge verticale sur appuis isolés : 200 à 600 kN
- charge verticale sur appuis continus : 100 à 250 kN/ml
- surcharges d'exploitation uniformément réparties au niveau bas : 20 kN/m<sup>2</sup>

Dans le cas de charges réelles très différentes des estimations ci-dessus, il conviendrait de revoir une partie de nos conclusions.

### 2.3.3 Voiries

Le projet comprend la réalisation de voiries lourdes et d'un parking. Les trafics envisagés ne nous ont pas été communiqués.

Les hypothèses suivantes seront considérées :

- Les trafics estimés à moins de 50 poids lourds par jour et par voie de circulation,
- Taux de croissance annuel : 2%,
- Durée de vie : 20 ans.

### 2.3.4 Terrassements prévus

Compte tenu de la topographie du site, les terrassements consisteront :

- Pour le centre commercial avec galerie et parking côté Nord : à la réalisation de plates-formes avec des déblais sur des hauteurs pouvant atteindre 10 à 15 m côté amont et en profil tangent côté aval.
- Pour les moyennes surfaces, les restaurants et les stations, côté Sud des plates-formes en remblais sur des hauteurs de l'ordre de 1 à 2 m.

## **2.4 Mission de GINGER CEBTP**

La mission de GINGER CEBTP est conforme au contrat n° OLM2.D.0037-4 avec avenant 1 concernant la réalisation d'essais de perméabilité complémentaires.

Il s'agit d'une étude géotechnique d'avant-projet (G<sub>12</sub>) selon la norme AFNOR NF P 94-500 de décembre 2006 sur les missions d'ingénierie géotechnique.

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

- Procéder à l'exécution de sondages, d'essais et de mesures géotechniques selon un programme défini par GINGER CEBTP.
- Réaliser une enquête géologique (et non historique) pour décrire le cadre géotechnique du site.
- Préciser l'existence d'avoisinants.
- Indiquer les principales caractéristiques géotechniques à prendre en compte pour le projet.
- Les sujétions de mise en œuvre ou dispositions constructives particulières liées aux conditions géotechniques du site.
- Préciser les principes généraux d'adaptation du projet actuel aux conditions du site :
  - préparation du site, amélioration de sol,
  - paramètres à prendre en compte pour les calculs,
  - exemple type de fondations (contraintes admissibles, estimation des tassements),
  - conditions de faisabilité des dallages : estimation du module Es conformément au DTU 13.3,
  - principes et stabilité des terrassements, réutilisation des matériaux du site, traitement, influence des avoisinants reconnus,
  - conditions de faisabilité des voiries,
  - exemple de structure type de chaussées,
  - dispositions générales vis-à-vis de l'eau dans le sol, perméabilité des sols superficiels.

Il convient de rappeler que les aspects suivants ne font pas partie de la mission :

- l'étude des ouvrages de soutènements éventuels ;
- l'évolution dans le temps de l'hydrogéologie locale ;
- la reconnaissance des anomalies géotechniques situées en dehors de l'emprise des investigations.

### 3 INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES

Les moyens de reconnaissance et d'essais ont été définis par GINGER CEBTP en tenant compte de la demande de l'architecte et des caractéristiques du projet.

#### 3.1 Implantation et nivellement

L'implantation des sondages et essais in situ figure sur le plan d'implantation joint en annexe 2. Elle a été définie et réalisée par GINGER CEBTP en fonction du projet, des ouvrages existants, en cours de démolition lors de la campagne de reconnaissance, et des réseaux enterrés. A noter que l'implantation des sondages a été localement adaptée en cours d'étude afin de tenir compte du plan de masse actualisé transmis après le début de la campagne de reconnaissance.

Les altitudes des têtes de sondages et des essais ont été déterminées approximativement, d'après le plan topographique transmis pour l'étude. Les altitudes des têtes de sondages et des essais sont données à titre indicatif.

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

Les investigations suivantes ont été réalisées :

Type de sondage	Noms	Prof. / TN	Altitude (NGF)	Noms	Prof. / TN	Altitude (NGF)
Sondage de reconnaissance au tracto-pelle	PT1	2.1	60.0	PT12	2.2	54.0
	PT2	2.3	70.0	PT13	2.4	53.3
	PT3	2.5	64.5	PT14	2.4	53.2
	PT4	2.7	61.0	PT15	2.2	52.9
	PT5	2.5	60.5	PT16	2.1	53.2
	PT6	2.5	69.5	PT18	2.4	52.6
	PT7	2.1	64.5	PT19	2.3	52.0
	PT8	2.4	56.0	PT20	2.3	52.7
	PT9	2.6	58.5	PT21	2.0	52.7
	PT10	2.4	54.0	PT22	2.4	52.0
	PT11	2.4	53.8			

Type de sondage	Noms	Prof. / TN	Nombre d'essais pressio	Nombre d'essais phico	Profondeur piézomètre	Altitude (NGF)	
<b>Sondages semi-destructifs à la tarière hélicoïdale continue Ø 63 mm ou destructif en roto-percussion Ø 64 mm avec :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>exécution d'essais pressiométriques</b> Norme NF P94-110-1,</li> <li>• <b>exécution d'essais phicométrique</b> Norme NF P94-120</li> <li>• <b>mise en place de type piézométriques</b> de chantier avec capot de fermeture</li> </ul>	S1	10.0	3	3	-	73.0	
	S2	5.0	3	1	-	66.5	
	S3	20.0	13	-	17.0	70.5	
	S4	20.0	13	-	-	68.2	
	S5	15.0	10	-	8.0	67.0	
	S6	15.0	10	-	-	64.5	
	S7	10.0	6	-	-	57.5	
	S8	10.5	6	-	-	62.5	
	S9	10.0	6	-	-	62.2	
	S10	6.0	4	-	-	56.2	
	S11	6.0	4	-	-	59.1	
	S12	6.0	4	-	-	57.0	
	S13	6.0	4	-	-	54.6	
	S14	6.0	4	-	-	54.5	
	S15	6.0	4	-	-	53.9	
	S16	6.0	4	-	-	53.0	
	S17	10.0	6	-	-	52.3	
	S18	6.0	4	-	-	53.5	
	S19	6.0	4	-	-	5.0	52.2
	S20	10.0	6	-	-	5.0	52.0
	S21	10.0	6	-	-	-	52.0
	S22	10.0	6	-	-	-	51.5
	S23	6.0	4	-	-	-	56.4

Type de sondage	Noms	Prof. / TN	Nombre d'essais	Altitude (NGF)
<b>Essai au pénétromètre statique lourd 200 kN</b> Norme NF P94-113 avec essais de dissipation	CPT1	1.6 (r)	-	70.0
	CPT2	5.2 (r)	-	67.5
	CPT3	3.5 (r)	-	67.0
	CPT4	1.9 (r)	-	66.0
	CPT6	1.4 (r)	-	64.9
	CPT6bis	1.3 (r)	-	64.9
	CPT7	3.1 (r)	-	64.1
	CPT8	4.2 (r)	2	52.6

Type de sondage	Noms	Prof. / TN	Altitude (NGF)	Noms	Prof. / TN	Altitude (NGF)
<b>Essais au pénétromètre dynamique type DPSH-B</b> Norme NF EN ISO 22476-2	P5	4.4 <sup>(r)</sup>	65.0	P29	1.6 <sup>(r)</sup>	57.3
	P8	5.0 <sup>(r)</sup>	58.8	P30	6.0	54.5
	P9	2.6 <sup>(r)</sup>	60.5	P31	3.4 <sup>(r)</sup>	54.2
	P10	4.2 <sup>(r)</sup>	62.5	P32	3.2 <sup>(r)</sup>	54.2
	P11	2.5 <sup>(r)</sup>	62.5	P33	3.8 <sup>(r)</sup>	53.9
	P12	3.9 <sup>(r)</sup>	57.5	P34		
	P13	2.1 <sup>(r)</sup>	56.4	P35	3.4 <sup>(r)</sup>	53.4
	P14	9.0	56.5	P36	3.4 <sup>(r)</sup>	52.7
	P15	1.6 <sup>(r)</sup>	58.9	P37	3.6 <sup>(r)</sup>	52.5
	P16	4.0 <sup>(r)</sup>	60.3	P38	3.4 <sup>(r)</sup>	52.3
	P17	1.6 <sup>(r)</sup>	60.2	P39	4.0 <sup>(r)</sup>	52.7
	P18	2.8 <sup>(r)</sup>	60.6	P40	5.2 <sup>(r)</sup>	53.3
	P19	6.4 <sup>(r)</sup>	60.3	P41	5.4 <sup>(r)</sup>	52.4
	P20			P42	2.8 <sup>(r)</sup>	52.2
	P21	2.8 <sup>(r)</sup>	57.7	P43	2.8 <sup>(r)</sup>	52.9
	P22	6.0	58.6	P44	2.4 <sup>(r)</sup>	52.3
	P23	1.7 <sup>(r)</sup>	58.9	P45	2.6 <sup>(r)</sup>	52.9
	P24	2.7 <sup>(r)</sup>	55.3	P46	3.0 <sup>(r)</sup>	52.0
	P25	6.0	55.2	P47	2.0 <sup>(r)</sup>	52.3
	P26	6.0	55.5	P48	3.1 <sup>(r)</sup>	52.3
P27	2.8 <sup>(r)</sup>	56.0	P49	4.4 <sup>(r)</sup>	51.5	
P28	5.1 <sup>(r)</sup>	57.0	P50			

<sup>(r)</sup> : refus au pénétromètre dynamique.

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

- **Sondages semi-destructifs à la tarière continue :**
  - coupe des sols.
- **Sondages destructifs en roto-percussion :**
  - coupe approximative des sols ; <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Les forages étant du type destructif, l'interprétation a été faite uniquement d'après l'examen des cuttings, et des diagraphies

- **Essais pressiométriques :**

- Module pressiométrique :  $E$  (MPa),
- Pression limite nette :  $p_r^*$  (MPa),
- Pression de fluage nette  $p_r^*$  (MPa),
- Rapport  $E/p_i$ .

- **Essais au phicomètre : (résultats sous forme graphique)**

- $p_c$  : pression normale corrigée exercée sur le sol (kPa),
- $\tau$  : contrainte de cisaillement (kPa),
- $V$  : volume lu sur le contrôleur pression-volume (cm<sup>3</sup>),
- $V_F - V_D$  : dilatation de cisaillement (cm<sup>3</sup>),
- $dV$  : fluage initial à la montée en pression entre 30" et 1' en cm<sup>3</sup>
- $\varphi_i$  : angle de frottement interne mesuré in situ (degrés),
- $c_i$  : cohésion mesurée in situ (kPa).

- **Essais au pénétromètre statique de 200 kN :**

- résistance statique sur la pointe de 50 cm<sup>2</sup> :  $q_c$  (MPa),
- frottement latéral sur manchon :  $f_s$  (kPa),
- mesure d'inclinaison :  $l$  (en degrés)
- mesure de la pression interstitielle  $u_2$  (MPa)
- temps de dissipation (CPT8 à 3.3 et 3.6 m/T.N.)  $T_{50}$  (s)

- **Essais au pénétromètre dynamique type DPSH-B :**

- diagramme donnant la résistance dynamique  $q_d$  en fonction de la profondeur et calculée selon la formule des Hollandais.

*Nota* : les feuilles de sondages peuvent également contenir des informations complémentaires dont les niveaux d'eau éventuels, les incidents de forage, etc...