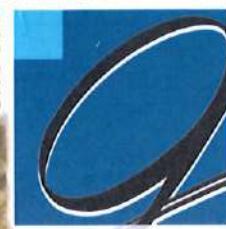


INGENIERIE EUROPE

GROUPE



GINGER CEBTP

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

S.I.M.I.L.

---

Résidence « les Vignes »

---

COULAINES (72)

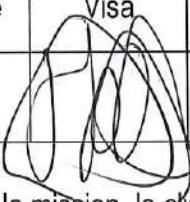
### GINGER CEBTP

Agence du Mans

14 rue de Vienne

72110 COULAINES

Tél : 02.43.76.86.86 / Fax : 02.43.76.86.87 / Mail : [cebtpl.emans@gingergroupe.com](mailto:cebtpl.emans@gingergroupe.com)

Dossier : G04316LM		d.hateau@gingergroupe.com		Contrat : OLM2.A.0116			
Indice	Date	Chargé d'affaire	Visa	Vérifié par	Visa	Contenu	Observations
1	31/05/10	D. HATEAU		E. SENG		21 pages 16 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 PLANS DE SITUATION.....</b>	<b>4</b>
1.1 Extrait de carte IGN.....	4
1.2 Image aérienne .....	4
<b>2 CONTEXTE DE L'ETUDE .....</b>	<b>5</b>
2.1 Données générales .....	5
2.1.1 Généralités .....	5
2.1.2 Documents communiqués.....	5
2.2 Description du site.....	5
2.2.1 Topographie et occupation du site.....	5
2.2.2 Contextes géotechnique .....	6
2.3 Caractéristiques de l'avant-projet.....	6
2.3.1 Description de l'ouvrage .....	6
2.3.2 Sollicitations appliquées aux fondations et aux niveaux bas .....	6
2.3.3 Terrassements prévus.....	7
2.4 Mission de GINGER CEBTP .....	7
<b>3 INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES.....</b>	<b>8</b>
3.1 Implantation et niveling .....	8
3.2 Sondages, essais et mesures in situ.....	8
<b>4 SYNTHESE DES INVESTIGATIONS .....</b>	<b>10</b>
4.1 Analyse et synthèse géotechnique.....	10
4.1.1 Lithologie .....	10
4.1.2 Caractéristiques géo-mécaniques .....	13
4.2 Synthèse hydrogéologique - piézométrie .....	13

<b>5 PRINCIPES GENERAUX DE CONSTRUCTION (AVANT-PROJET) .....</b>	<b>14</b>
5.1 Analyse du contexte et principes d'adaptation .....	14
5.2 Adaptations générales de l'avant-projet .....	15
5.2.1 Réalisation des terrassements .....	15
5.3 Niveau-bas - dallage .....	16
5.3.1 Conception et exécution du dallage .....	16
5.3.2 Contrôles .....	17
5.3.3 Tassements prévisibles .....	17
5.4 Fondation de la structure .....	18
5.5 Protection vis-à-vis du retrait / gonflement .....	20
<b>6 OBSERVATIONS MAJEURES.....</b>	<b>21</b>

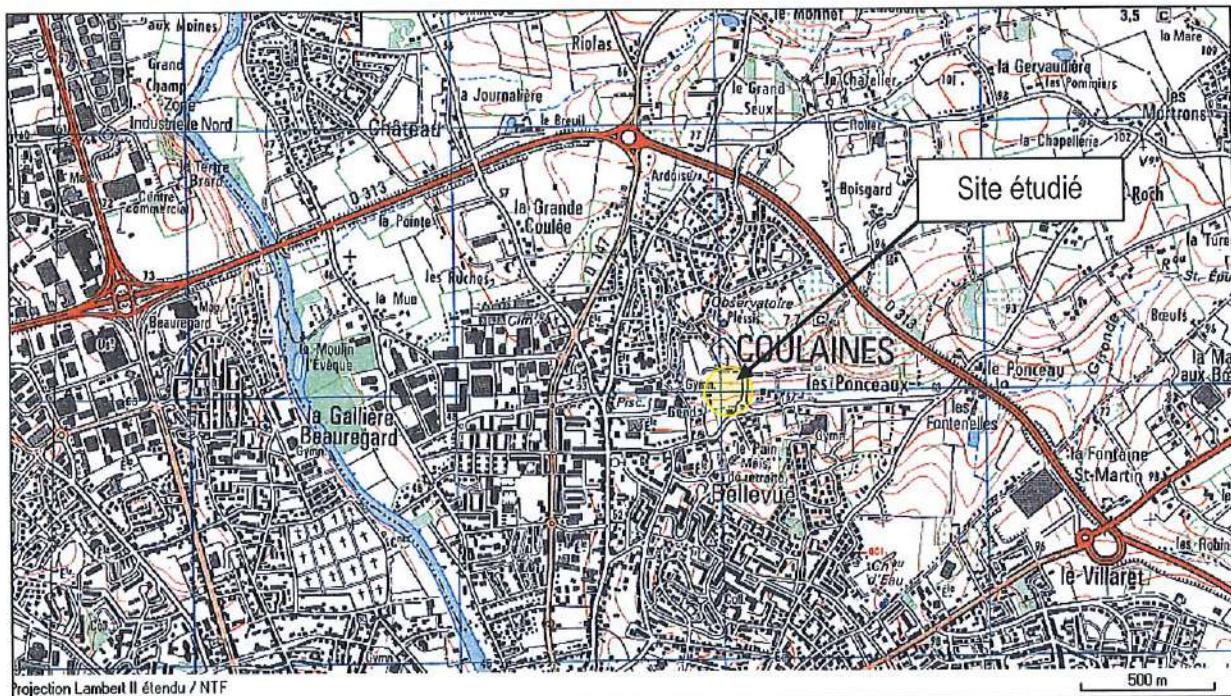
ANNEXE 1 – NOTES GENERALES SUR LES MISSIONS GEOTECHNIQUES

ANNEXE 2 – PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

ANNEXE 3 – SONDAGES ET ESSAIS

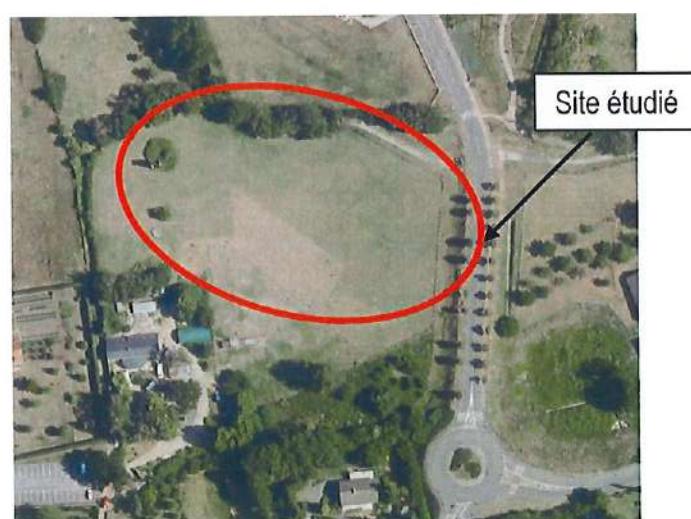
## 1 PLANS DE SITUATION

### 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'une résidence de 28 logements individuels et de 2 collectifs  
Localisation / adresse : rue des Vignes  
Commune : COULAINES  
Code postal : 72190  
Demandeur de la mission : Cabinet Francis Cailloux  
Client / Maître d'ouvrage : S.I.M.I.L.  
Architecte : Cabinet Francis Cailloux

#### 2.1.2 Documents communiqués

N°	Document	Echelle	Origine / référence	Date
1	Plan de situation	-	Cabinet Francis Cailloux PC pièces complémentaires indice 5, document 1	Transmis le 14/04/10
2	Extrait de plan de cadastre	-		
3	Plan de masse avec position des sondages demandés	1/200		

### 2.2 Description du site

#### 2.2.1 Topographie et occupation du site

Le site présente une pente générale orientée vers le Sud avec une dénivellation de l'ordre de 6 m entre les cotes 55.5 et 61.5 d'après le fond topographique du plan de masse.

Lors de la campagne de sondage le site était à l'état de prairie bordée côté Nord et Ouest par une haie bocagère et avec une petite zone boisée à l'extrême Sud (zone du futur bassin).

## 2.2.2 Contextes géotechnique

D'après notre expérience locale et la carte géologique du Mans à l'échelle 1/50 000, le site serait constitué de haut en bas des formations suivantes :

- les Sables du Perche et les Marnes à Ostrea (sables et grés), du Cénomanien supérieur,
- les Formations des Sables et Grés du Maine du Cénomanien moyen.

## 2.3 Caractéristiques de l'avant-projet

### 2.3.1 Description de l'ouvrage

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

Type d'ouvrage	Logements individuels	Logements collectifs
Nombre	28	2
Emprise	≈ 100 m <sup>2</sup> par logement	≈ 100 m <sup>2</sup> par bâtiment
Nombre de niveaux	R+Combles	R+1
Nombre de niveaux de sous-sol	0	0
Nature du niveau bas	Dallage sur terre-plein	Dallage sur terre-plein
Côte du niveau bas	Entre +60.17 et +57.10 NGF (proche du terrain naturel pour chaque logement)	+56.86 NGF (proche du terrain naturel)
Mitoyenneté	Oui (logements accolés)	Non

### 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 : < 200 kN/ml
- surcharges d'exploitation uniformément réparties au niveau bas : 3 kN/m<sup>2</sup>

### 2.3.3 Terrassements prévus

Compte tenu de la topographie du site, les terrassements consisteront, a priori, en la réalisation de plates-formes en déblais / remblais sur des hauteurs restant de l'ordre du mètre au droit des bâtiments collectifs ou logements accolés.

## 2.4 Mission de GINGER CEBTP

La mission de GINGER CEBTP est conforme au contrat n° OLM2.A.0116.

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 les projets.
- 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, influence des avoisinants reconnus,
  - dispositions générales vis-à-vis de l'eau dans le sol.

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

- l'étude de stabilité des talus ;
- 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 le maître d'œuvre en accord avec GINGER CEBTP et en tenant compte des caractéristiques du projet.

#### 3.1 Implantation et niveling

L'implantation des sondages et essais in situ figure sur le plan d'implantation joint en annexe 2. Elle a été réalisée par GINGER CEBTP conformément à la demande du maître d'œuvre.

Les altitudes des têtes de sondages ont été relevées par nos soins le 12 mai 2010 et recalées par rapport au système NGF d'après le fond topographique du plan existant.

Les altitudes des sondages 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	Nombre d'essais	Altitude (NGF)
<b>Sondages semi-destructifs à la tarière hélicoïdale continue Ø 63 mm avec exécution d'essais pressiométriques</b> Norme NF P94-110-1	S1	5.0	3	+60.7
	S2	5.5	3	+59.1
	S3	5.5	3	+60.7
	S4	5.5	3	+57.1
<b>Puits de reconnaissance à la mini pelle</b>	S5	2.2	-	+59.6
	S6	2.4	-	+56.8
	S7	1.4 (r)	-	+58.0
<b>Essais au pénétromètre dynamique type DPSH-B</b> Norme NF EN ISO 22476-2 (essais couplés aux sondages correspondants)	P3	2.8 (r)	-	+60.7
	P5	3.0 (r)	-	+59.6
	P6	4.0 (r)	-	+56.8
	P7	1.4 (r)	-	+58.0

(r) : refus au pénétromètre dynamique ou quasi-refus à la mini-pelle.

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

- **Sondages semi-destructifs à la tarière continue :**
  - o coupe des sols.
- **Puits de reconnaissance à la mini pelle :**
  - o coupe détaillée des sols.
- **Essais au pénétromètre dynamique type DPSH-B :**
  - o diagramme donnant la résistance dynamique  $q_d$  en fonction de la profondeur et calculée selon la formule des Hollandais.
- **Essais pressiométriques :**
  - o Module pressiométrique :  $E$  (MPa),
  - o Pression limite nette :  $p_l^*$  (MPa),
  - o Pression de fluage nette :  $p_f^*$  (MPa),
  - o Rapport :  $E/p_l$ .

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

## 4 SYNTHESE DES INVESTIGATIONS

### 4.1 Analyse et synthèse géotechnique

#### 4.1.1 Lithologie

A noter que la profondeur des formations est donnée par rapport à la surface topographique telle qu'elle était au moment de la reconnaissance.

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

#### Formation n°1 : formation de surface

A partir de la surface topographique  
Jusqu'à : 0.2 à 0.3 m de profondeur environ

Nature : Terre végétale et limons sableux végétalisés marron, marron foncé à noirâtres.

#### Formation n°2 : formation argilo-sableuse

A partir de : 0.2 à 0.3 m de profondeur environ  
Jusqu'à : 1.0 à 4.3 m de profondeur (arrêt volontaire du sondage S5 dans cette formation)

Nature : cette formation est constituée par des limons, des argiles plus ou moins sableuses et des sables argileux, plus ou moins graveleux, de couleur marron, orange à verdâtres.

✓ Caractéristiques géotechniques :

Module pressiométrique E (MPa)	5.0 à 12.0
Pression limite pl (MPa)	0.47 à 1.17
Résistance de pointe dynamique qd (MPa)	2 à 9

Commentaire : cette formation présente des caractéristiques mécaniques moyennes en tête (faciès 2a) et localement bonnes (faciès 2b, S1 à partir de 2.5 m). Ces matériaux sont susceptibles d'être sujet au phénomène de retrait gonflement en cas de variations hydriques.

### Formation n°3 : formation sablo marneuse

A partir de : 1.0 à 4.3 m de profondeur

Jusqu'en fin de reconnaissance (arrêt volontaire des sondages S1 à S4 entre 5.0 et 5.5 m de profondeur)

Nature : cette formation est constituée par des marnes, des sables argilo-marneux et localement des calcaires coquillers gréseux, marron verdâtre à gris blanchâtre.

✓ Caractéristiques géotechniques :

Module pressiométrique E (MPa)	4.5 à 64.2
Pression limite pl (MPa)	0.54 à 2.67
Résistance de pointe dynamique qd (MPa)	3 à > 10 puis (refus)

Commentaire : cette formation présente des caractéristiques mécaniques localement moyennes en tête en partie aval (faciès 3a, sondage S4 et essai P6 jusqu'à 3.7 à 3.8 m) et globalement bonnes ailleurs et au-delà (faciès 3b).

Remarques :

- nous rappelons qu'il n'est pas toujours évident de distinguer les variations horizontales et/ou verticales éventuelles, inhérentes aux changements de faciès, compte tenu de la surface investiguée par rapport à celle concernée par le projet. De ce fait, les caractéristiques indiquées précédemment ont un caractère représentatif mais non absolu ;
- les essais de pénétration dynamique des sols étant des sondages dits « aveugles », la géologie des terrains ainsi que les limites de couches sont interprétées ou extrapolées à partir des diagrammes et notamment des valeurs de compacité du sol. La nature des terrains et leur compacité devront, par conséquent, être confirmées lors des travaux.

Pour une meilleure analyse, il a été établi ci-après une classification des formations décrites ci-dessus au droit de chaque sondage.

Sondage (Altitude de la tête NGF)		Profondeur de la base des couches en mètre			
	<u>Formation 1 :</u> <i>formation de surface</i>	<u>Formation 2a :</u> <i>formation argilo sableuse moy. compacte</i>	<u>Formation 2b :</u> <i>formation argilo sableuse compacte</i>	<u>Formation 3a :</u> <i>formation sablo- marneuse moyennement compacte</i>	<u>Formation 3b :</u> <i>formation sablo- marneuse compacte</i>
S1 (+60.7)	0.3 (+60.4)	2.5 (+58.2)	4.3 (+56.4)	-	>5.0
S2 (+59.1)	0.2 (+58.9)	1.6 (+57.5)	-	-	>5.5
S3/P3 (+60.7)	0.2 (+60.5)	# 3.0 (+57.7)	-	-	>5.5
S4 (+57.1)	0.2 (+56.9)	1.8 (+55.3)	-	3.7 (+53.4)	>5.5
S5/P5 (+59.6)	0.3 (+59.3)	2.8 (+56.8)	-	-	>3.0
S6/P6 (+56.8)	0.2 (+56.6)	1.7 (+56.1)	-	3.8 (+53.0)	>4.0
S7/P7 (+58.0)	0.3 (+57.7)	1.0 (+57.0)	-	-	>1.4

#### 4.1.2 Caractéristiques géo-mécaniques

Les valeurs retenues pour les calculs de pré-dimensionnement sont synthétisées dans le tableau ci-dessous :

Sondage de référence	Formation	Nature du sol	Prof. Base (m)	Valeurs pressiométriques		Alpha ( $\alpha$ )	Es
				$p_i$ (MPa)	E (MPa)		
S1, S2, S3, S5, S7	n°1	Formation de surface	0.2	-	-	-	-
	n°2a	Formation argilo sableuse moyennement compacte	2.5	0.5	5	2/3	7
	n°2b/3b	Formation argilo sableuse à sablo marneuse compacte	> 5.5	1.5	18	1/3	54
S4 et S6	n°1	Formation de surface	0.2	-	-	-	-
	n°2a/3a	Formation argilo sableuse à sablo marneuse moyennement compacte	3.8	0.5	5	2/3	7
	n°3b	Formation sablo marneuse compacte	> 6.0	1.5	18	1/3	54

Avec  $Es = E/\alpha$ .

#### 4.2 Synthèse hydrogéologique - piézométrie

Des niveaux d'eaux ont été rencontrés au droit des sondages S2 et S4 respectivement vers 3.9 et 2.4 m de profondeur lors de leur réalisation en mai 2010. Les autres sondages sont restés secs lors de leur réalisation.

Les niveaux d'eau relevés au droit des sondages, correspondent soit à des circulations plus ou moins établies ou à une nappe de versant en partie amont et à la nappe d'accompagnement du ruisseau « *La Gironde* » en partie aval.

Il est à noter que le régime hydrogéologique peut varier en fonction de la saison et de la pluviométrie. Ces niveaux d'eau doivent donc être considérés à un instant donné.

Par ailleurs, il peut exister d'autres circulations d'eau anarchiques et/ou ponctuelles qui n'ont pas été recoupées par les sondages.

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

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

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

#### >> Contexte géologique et géotechnique :

Les investigations géotechniques ont mis en évidence, sous les formations de surfaces, des formations argilo sableuses moyennement compactes (faciès 2a) à localement compactes (faciès 2b) puis des formations sablo marneuses peu compactes en tête en partie aval (faciès 3a) à compactes ailleurs et au-delà (faciès 3b). Les faciès argilo sableux sont susceptibles d'être sujet au retrait gonflement en cas de variations hydriques.

Des niveaux d'eau ont été mesurés localement entre 2.4 et 3.9 m de profondeur au droit des sondages S2 et S4 réalisés lors de la campagne de reconnaissance.

#### >> Environnement du projet :

Le projet consiste en la construction de logements individuels accolés de type R+Combles en partie intermédiaire et amont du site, et de logements collectifs de type R+1 en partie aval du site.

Les cotes des niveaux bas des bâtiments seront proches du terrain naturel existant avec des aménagements en déblais ou remblais n'excédant pas 1m de hauteur environ.

**Compte tenu des points précédents, un mode de fondations superficielles peut être envisagé ainsi que la réalisation de dallages sur terre plein.**

Ces principes sont détaillés dans les paragraphes suivants.

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

Une mission géotechnique complémentaire sera à envisager pour étudier la nouvelle configuration.

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

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

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

### **5.2.1 Réalisation des terrassements**

Pour insérer le projet, il est supposé la réalisation d'une plate-forme en déblais ou remblais avec des épaisseurs pouvant atteindre 1.0 m environ.

#### **5.2.1.1 Décapage**

Les formations superficielles (formation n°1) seront totalement décapées ainsi que les éventuelles poches médiocres sous-jacentes pouvant subsister.

#### **5.2.1.2 Traficabilité en phase chantier**

Nous sommes en présence de matériaux limoneux à argilo sableux voir marneux sensibles à l'eau et susceptibles de perdre toute portance par imbibition, il conviendra donc :

- de réaliser les travaux (notamment pour les terrassements) lors de périodes climatiques favorables (faible pluviosité, hors période de gel/dégel),
- de prévoir les aménagements nécessaires à l'évacuation des eaux de ruissellement (terrassement en forme de toit, fossés périphériques en particulier côté amont...).

Dans le cas contraire (période défavorable), les travaux préparatoires pourront consister soit à des opérations de purge, soit à un cloutage.

#### 5.2.1.3 Terrassabilité des matériaux

La réalisation des déblais concernant les formations n°1 et 2 ne présentera pas de difficulté particulière d'extraction. Les terrassements pourront donc se faire à l'aide d'engins classiques de moyenne puissance.

En revanche dans les formations marneuses, la présence de bancs calcaires pourra nécessiter l'emploi d'engins ou d'outils adaptés tels qu'éclateur, BRH, dérocteur, etc...

#### 5.2.1.4 Drainage en phase chantier

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

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

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

### **5.3 Niveau-bas - dallage**

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

#### 5.3.1 Conception et exécution du dallage

La mise en œuvre de la structure sous dallage (couche de forme et couche de réglage) sera réalisée moyennant les précautions successives suivantes :

- purge de la formation de surface et des poches médiocres sous jacentes,
- purge des sols détériorés par les engins de terrassement ou les eaux de pluie,
- compactage du fond de forme à 95 % de l'optimum Proctor normal (OPN) avec des engins adaptés,

- mise en place d'un géotextile anti-contaminant (facultatif),
- mise en œuvre de la structure sous dallage avec compactage de la couche de forme à 95 % de l'optimum Proctor modifié (OPM).

La structure sous dallage pourra alors être envisagée de la manière suivante :

- une couche de forme de 30 cm d'épaisseur minimale, en concassé calcaire 0/60 ou 0/80 insensible à l'eau, grave non traitée (GNT) 0/80, ou équivalent ;
- une couche de réglage de 10 cm d'épaisseur minimale en concassé calcaire 0/31.5 insensible à l'eau, grave non traitée (GNT) 0/31.5 ou équivalent.

On veillera à respecter les recommandations du guide GTR édité en 1992 par le SETRA et éventuellement celui des sols traités.

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

Les dallages seront conçus conformément au DTU 13.3.

### 5.3.2 Contrôles

D'après le DTU 13.3 de mars 2005 applicable au projet, le module de Westergaard (K<sub>w</sub>) à obtenir est de 30 MPa/m minimum (logements individuels) à 50 MPa/m minimum (logements collectifs) sur la couche de forme avec un rapport EV2/EV1 < 2.

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

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

### 5.3.3 Tassements prévisibles

Les hypothèses à retenir sur les modules E<sub>s</sub> sont celles données paragraphe 4.1.2, conformément au DTU 13.3.

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

Pour information, les tassements absolus des dallages sont estimés de l'ordre du centimètre (pour les terrassements envisagés, déblais et remblais restant de l'ordre de 1 m d'épaisseur) et des surcharges estimées de 3 kN/m<sup>2</sup>.

Sous réserve de l'appréciation du Maître d'œuvre et du BET, ces déformations paraissent admissibles pour ce type de bâtiment.

#### **5.4 Fondation de la structure**

Compte tenu des éléments précédents, on pourra envisager un système de fondation de type superficiel par semelles isolées ou continues descendues dans les formations argilo sableuses moyennement compactes (formations n°2a) moyennant une contrainte relativement réduite.

Le toit des formations 2a a été relevé entre 0.2 et 0.3 m de profondeur au droit des sondages et des essais réalisés.

On pourra alternativement envisager la réalisation de fondations semi profondes de type puits dans la zone des sondages S1, S2, S3, S5 et S7 et profondes de type pieux dans la zone des sondages S4 et S6 moyennant la réalisation d'investigations complémentaires adaptés.

Dans tous les cas, l'encastrement devra assurer les conditions de mise hors gel et hors dessiccation importantes des fondations, soit une profondeur minimale de 1.2 m par rapport à la plus proche surface exposée aux intempéries.

➤ Exemples de prédimensionnement

Compte tenu du projet et selon le DTU 13.12, la contrainte de service et les tassements qui en résultent s'établissent comme suit :

Type de fondation	Dimension sous charges verticales Largeur (m)	Etats limites		Contrainte admise pour le dimensionnement sous E.L.S. en fonction des déformations		
		Rappel : Contrainte admissible donnée par le sol		Contrainte réelle $\sigma$ à respecter et charge correspondante		Tassement total s théorique calculé
		E.L.U. (kPa)	E.L.S. (kPa)	(kPa)	(kN/ml) / (kN)	(cm)
Semelles continues ancrées dans les formations 2a	0.4 à 0.8	250	170	150	60 à 120	0.6 à 1.0

Remarque : ces valeurs sont valables dans le cas de charges verticales. Dans le cas où les charges seraient inclinées, il conviendrait d'appliquer un coefficient minorateur  $i_3$  qui tient compte de l'inclinaison de la charge, de la nature du sol et de l'encastrement requis (cf. les recommandations du DTU 13.12).

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

Des descentes de charge hétérogènes peuvent conduire à des tassements différentiels dont l'amplitude devra être estimée dans le cadre d'une étude complémentaire de type G<sub>2</sub>.

➤ Dispositions constructives

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

- il est recommandé de ne pas descendre la largeur des fondations en dessous de 0.4 m pour des semelles continues et de 0.7 m pour des semelles ponctuelles pour des raisons de bonne exécution (cela permet d'assurer un enrobage correct des armatures standard) ;
- il appartient au BET structure de vérifier que les tassements déterminés précédemment sont acceptables par l'ouvrage et les avoisinants ;
- en cas de deux bâtiments ou de deux parties d'un même bâtiment, fondés de façon différente ou présentant un nombre de niveaux différent, il conviendra de s'assurer que la structure peut s'adapter sans danger aux tassements différentiels qui pourraient se produire ;

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

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

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

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

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

### **5.5 Protection vis-à-vis du retrait / gonflement**

Il conviendra de rechercher les dispositions suivantes :

- rigidification du niveau bas, la rigidité maximale dans le sens de la plus grande portée ;
- coulage des fondations à pleine fouille sur toute la hauteur et protection des longrines ;
- mise hors dessiccation importante du sol de fondation à assurer par un encastrement suffisant par rapport aux niveaux finis extérieurs (1.2 m minimum), et intérieurs. On notera que la profondeur de la dessiccation est une donnée très approximative au stade actuel des connaissances scientifiques. De ce fait, l'encastrement demandé des fondations doit impérativement être respecté ainsi que le liaisonnement des structures précisées précédemment ;
- vide sanitaire à préférer au dallage sur terre-plein ;
- éviter tout épandage d'eau à proximité de la construction ;
- collecte soignée des eaux de ruissellement pour éviter les infiltrations jusqu'au niveau des fondations (en particulier par les remblais) ou jusqu'au vide sanitaire s'il existe ;
- interdiction de plantation d'arbres de hautes tiges, sauf mise en place d'un dispositif anti-racine approprié ;
- collecte soignée des eaux de ruissellement pour éviter les infiltrations jusqu'au niveau des fondations (en particulier par les remblais) ou jusqu'au vide sanitaire s'il existe.

## 6 OBSERVATIONS MAJEURES

On s'assurera que la stabilité des ouvrages (bâtiment, murs de soutènement...) et des sols avoisinant le projet est assurée pendant et après la réalisation de ce dernier.

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

Nous rappelons que cette étude a été menée dans le cadre de l'avant-projet (G<sub>12</sub>) et que, conformément à la norme NF P94-500 de décembre 2006, une étude de projet (G<sub>2</sub>) doit être envisagée (collaboration avec l'équipe de conception) pour :

- permettre l'optimisation du projet avec, notamment, prise en compte des interactions sol / structure ;
- vérifier la bonne transcription de toutes les préconisations dans les pièces techniques du marché.

GINGER CEBTP peut prendre en charge la maîtrise d'œuvre dans le domaine de la géotechnique, au stade du projet.

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

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

## EXTRAIT DE LA NORME AFNOR SUR LES MISSIONS D'INGÉIERIE GEOTECHNIQUE

### CLASSIFICATION DES MISSIONS D'INGÉIERIE GEOTECHNIQUE TYPES



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

#### **ETAPE 1 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES PRÉALABLES (G1)**

Ces missions excluent toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre d'une mission d'étude géotechnique de projet (étape 2).

*Elles sont normalement à la charge du maître d'ouvrage.*

##### **ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉLIMINAIRE DE SITE (G11)**

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

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

##### **ÉTUDE GÉOTECHNIQUE D'AVANT PROJET (G12)**

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

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

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

#### **ETAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE PROJET (G2)**

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

##### **Phase Projet :**

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

##### **Phase Assistance aux Contrats de Travaux :**

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

#### **ETAPE 3 : EXÉCUTION DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES**

##### **ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXÉCUTION (G3)**

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

##### **Phase Etude**

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

##### **Phase Suivi**

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

##### **SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXÉCUTION (G4)**

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

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

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

##### **Phase Supervision du suivi d'exécution**

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

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

#### **DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)**

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

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

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

**SCHEMA D'ENCHAÎNEMENT DES MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE**

Etape	Phase de réalisation de l'ouvrage	Missions d'ingénierie géotechnique	Objectifs en terme de gestion des risques géologiques	Prestations d'investigations géotechniques
1	Étude préliminaire	Étude géotechnique préliminaire de site (G11)	Première identification des risques	Si nécessaire
	Étude d'esquisse			
	Avant projet	Étude géotechnique d'avant projet (G12)	Réduction des risques majeurs	obligatoire
2	Projet Assistance Contrat Travaux	Étude géotechnique de projet (G2)	Réduction des risques importants	Si nécessaire
3	Exécution	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3)	Réduction des risques résiduels	Si nécessaire
		Supervision géotechnique d'exécution (G4)		
	Etude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques	Diagnostic géotechnique (G5)	Analyse des risques liés à ce ou ces éléments géotechniques	obligatoire



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

### **ANNEXE 3 – SONDAGES ET ESSAIS**

- Coupes des sondages avec essais pressiométriques.
- Coupes des sondages de reconnaissance à la mini-pelle.
- Diagraphies des essais pénétrométriques.

SONDAGE PRESSIONOMETRIQUE S1

Chantier : RESIDENCE LES VIGNES  
COULAINES

Client : S.I.M.I.L.

Dossier : G04316LM

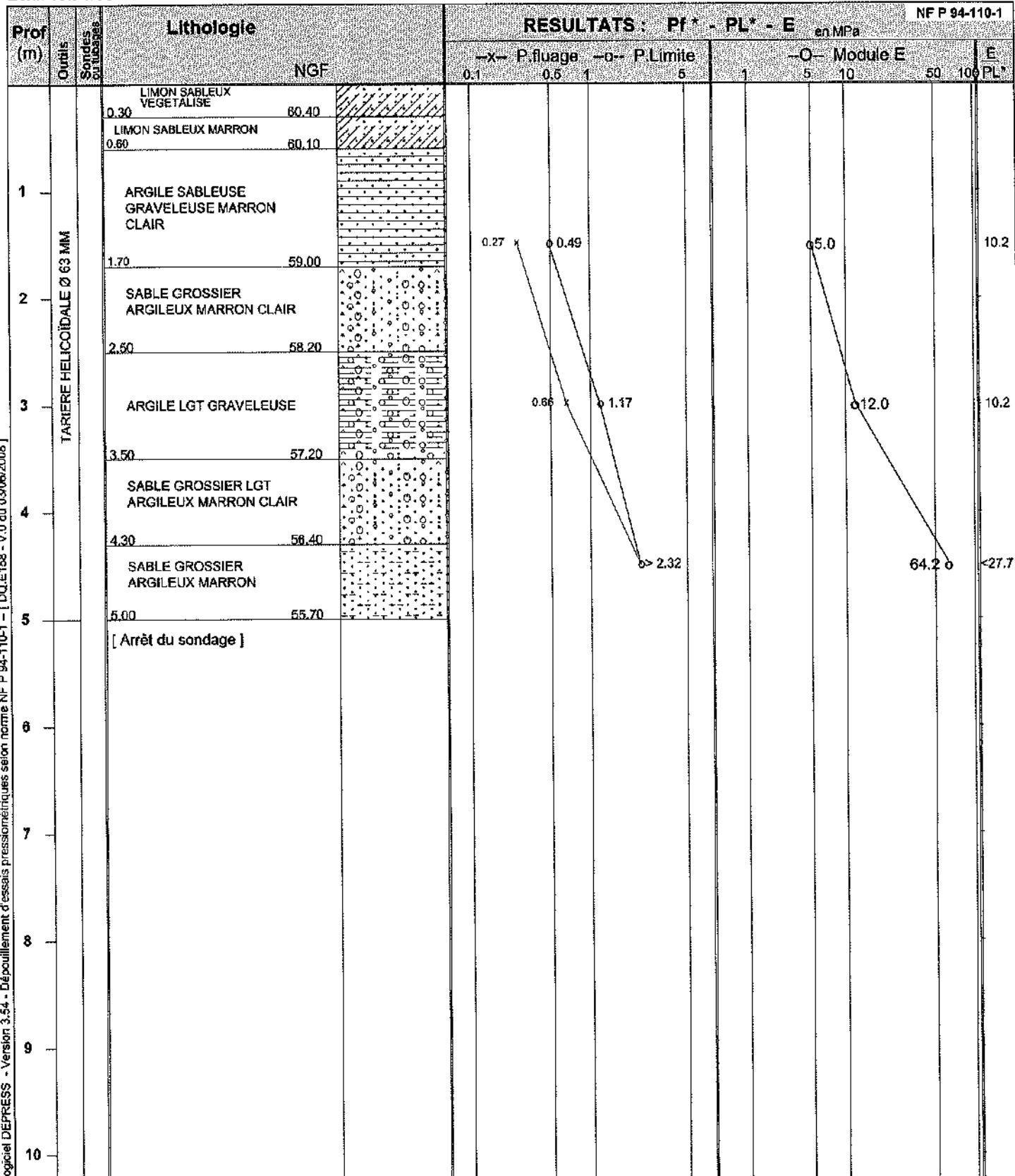
Coordonnées du sondage:

X : Y : Z : 60.7 (NGF)

Ech. Prof: 1/50°

Sondeuse: EMCI 700

date d'exécution: 12/05/2010



SONDAGE PRESSIONOMETRIQUE S2

Chantier : RESIDENCE LES VIGNES  
COULAINES

Client : S.I.M.I.L.

Dossier : G04316LM

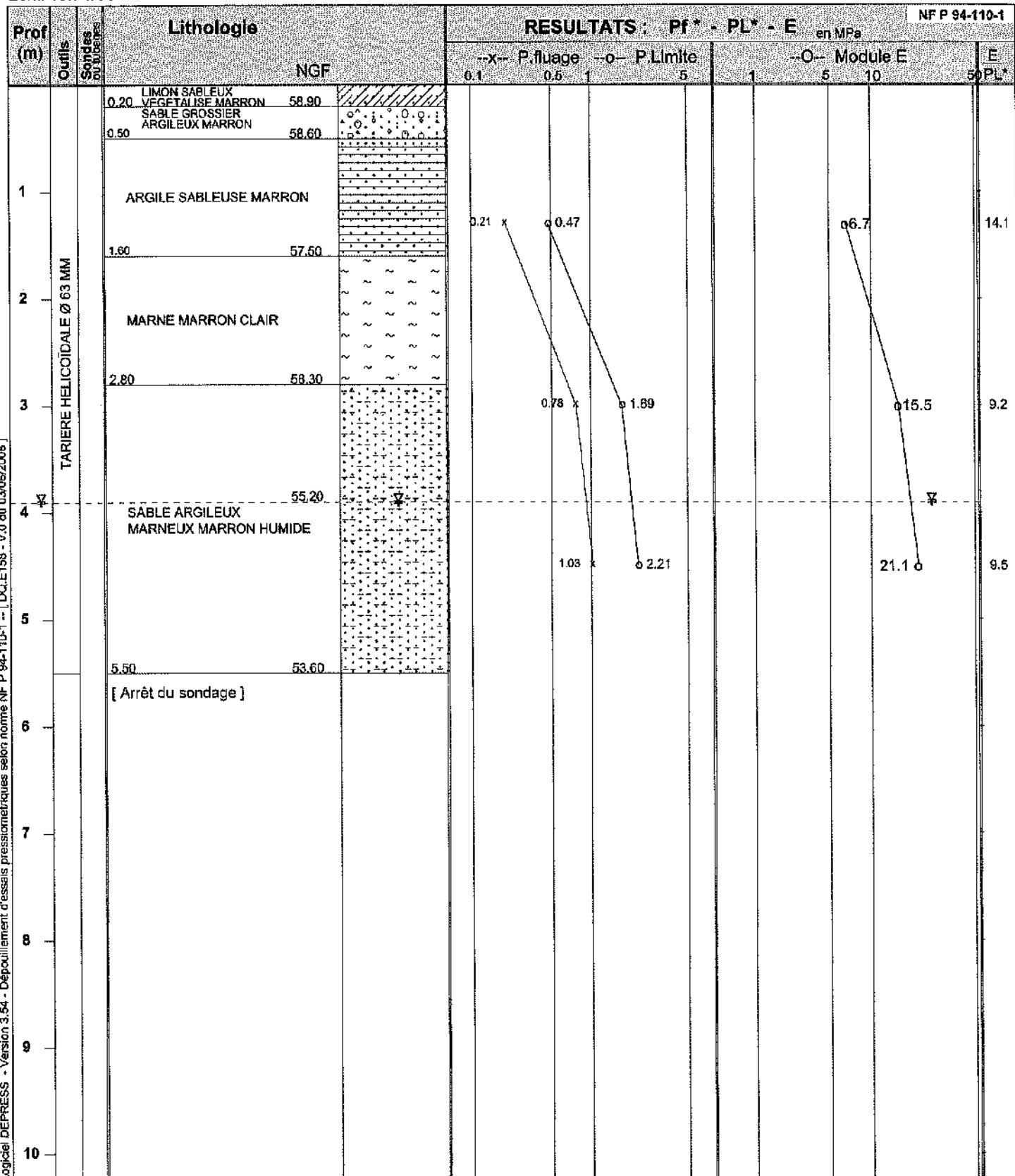
Coordonnées du sondage:

X : Y : Z : 59.1 (NGF)

Ech.Prof: 1/50°

Sondeuse: EMCI 700

date d'exécution: 12/05/2010



Observations : /

Nappe: niveau d'eau à 3.9 m.  
niveau relevé le 12/05/2010

SONDAGE PRESSIOMETRIQUE S3

Chantier : RESIDENCE LES VIGNES  
COULAINES

Client : S.I.M.I.L.

Dossier : G04316LM

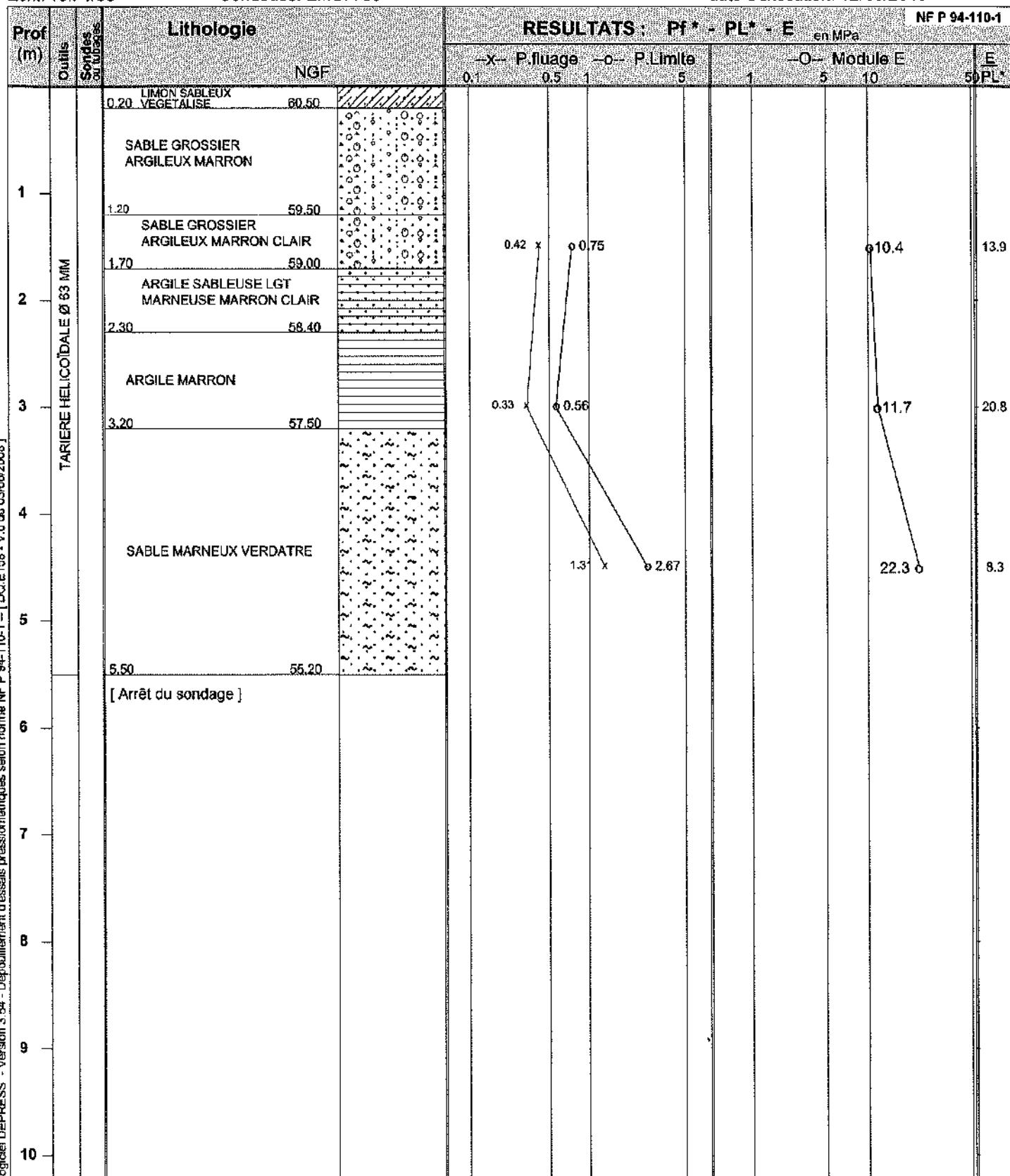
Coordonnées du sondage:

X : Y : Z : 60.7 (NGF)

Ech. Prof: 1/50°

Sondeuse: EMCI 700

date d'exécution: 12/05/2010



SONDAGE PRESSIOMETRIQUE S4

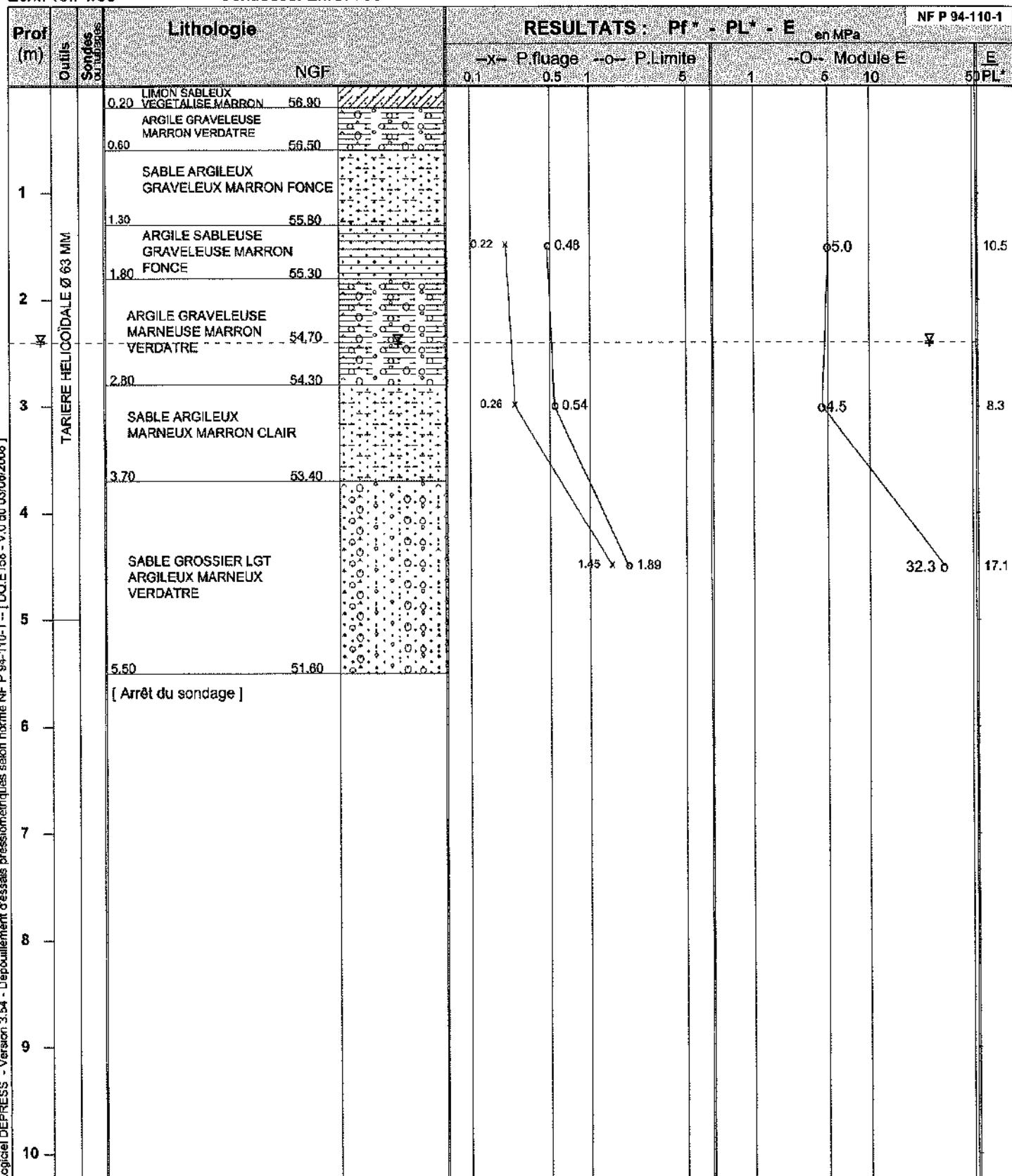
Chantier : RESIDENCE LES VIGNES  
COULAINES

Client : S.I.M.I.L.  
Dossier : G04316LM  
Coordonnées du sondage:  
X : Y : Z : 57.1 (NGF)

Ech. Prof: 1/50°

Sondeuse: EMCI 700

date d'exécution: 12/05/2010



COUPES DE PUITS OU SONDAGES

Annexe:

Chantier : RESIDENCE LES VIGNES  
Client : S.I.M.I.L.  
Dossier: G04316LM

Ech. 1/25°		Coord. X:		Y:	Z: 59.6 (NGF)	Date : 11/05/2010		
Prof. en m.	matériel	Nappe	sondage S5	Prof	NGF	Description des sols	Échant.	Résultats d'essais ou observations
				0.30	59.30	TERRE VEGETALE LIMONEUSE ET SABLEUSE NOIRATRE		
0.5								
1				1.20	58.40	SABLE LGT ARGILEUX + QQ GRAVIERS ORANGE		
1.5								
2	MINI-PELLE			2.20	57.40	ARGILE SABLEUSE MARRON ORANGE LGT VERDATRE		

Nappe: pas d'eau à la prof. reconnue (à date du sondage) | Observations : /

Ech. 1/25°		Coord. X:		Y:	Z: 56.8 (NGF)	Date : 11/05/2010		
Prof. en m.	matériel	Nappe	sondage S6	Prof	NGF	Description des sols	Échant.	Résultats d'essais ou observations
				0.20	56.80	TERRE VEGETALE LIMONEUSE ET SABLEUSE MARRON FONCE		
0.5				0.60	56.20	LIMON SABLEUX MARRON		
1				1.10	55.70	SABLE LGT ARGILEUX MARRON		
1.5				1.70	55.10	SABLE ARGILEUX ORANGE		
2	MINI-PELLE			2.40	54.40	CALCAIRE GRESEUX ALTERE (COQUILLES MATRICE ARGILEUSE GRIS BLANCHATRE SABLEUSE + QQ BLOCS ET MARNE)		

Nappe: pas d'eau à la prof. reconnue (à date du sondage) | Observations : /

# COUPES DE PUITS OU SONDAGES

Chantier : RESIDENCE LES VIGNES  
Client : S.I.M.I.L.  
Dossier: G04316LM

Annexe:

Ech. 1/20°

Coord. X: Y: Z: 58.0 (NGF)

Date : 11/05/2010

Prof. en m.	matériel	Nappe	sondage S7	Prof NGF	Description des sols	Échant.	Résultats d'essais ou observations
0.5				0.30	57.70		
				0.60	57.40		
1				1.00	57.00		
1.5	MINI-PELLE			1.40	66.60		

Nappe: pas d'eau à la prof. reconnue (à date du sondage) | Observations : QUASI REFUS A 1.40 M

# GINGER CEBTP

## PENETROMETRE DYNAMIQUE P3

Chantier : RESIDENCE LES VIGNES

Client : S.I.M.I.L.

Dossier : G04316LM

Date essai : 12/05/2010

Localisation essai

- X :

- Y :

- Z : 60.7 (NGF)

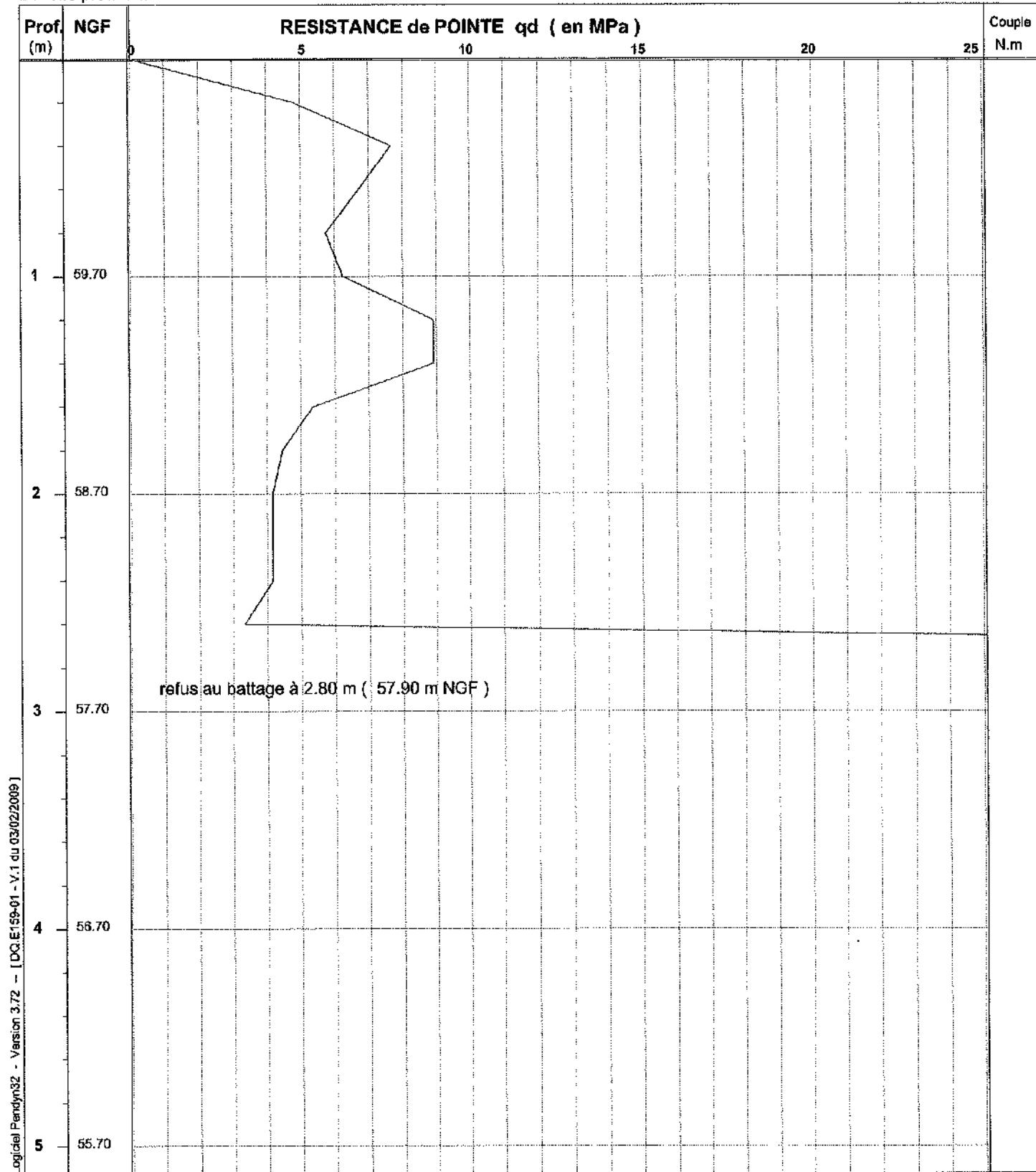
annexe:

INGENIERIE EUROPE



Echelle prof. : 1/25°

Norme NF EN ISO 22476-2



MATERIEL UTILISE : boart

mouton de 63.5 kg, H.chute 0.76 m - équipage mobile 10.26 kg - tiges de 1 m. et de 6 kg - section pointe de 20 cm<sup>2</sup>

OBSERVATIONS : /

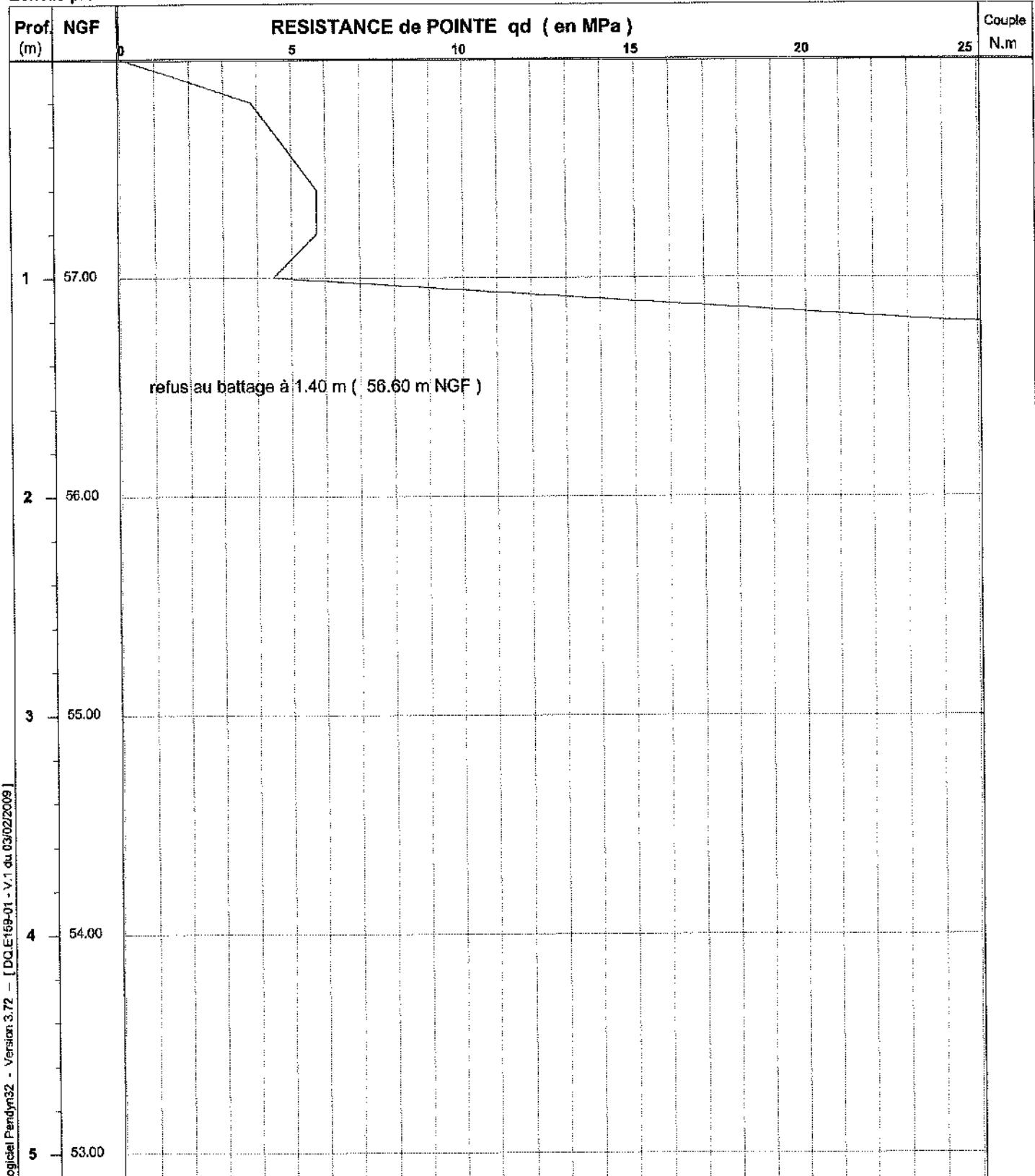
## Chantier : RESIDENCE LES VIGNES

Client : S.I.M.I.L.  
 Dossier : G04316LM  
 Date essai : 12/05/2010

Localisation essai  
 -X:  
 -Y:  
 -Z : 58 (NGF)

Norme NF EN ISO 22476-2

Echelle prof. : 1/25°



# GINGER CEBTP

## PENETROMETRE DYNAMIQUE P5

Chantier : RESIDENCE LES VIGNES

Client : S.I.M.I.L.

Dossier : G04316LM

Date essai : 12/05/2010

annexe:

INGENIERIE EUROPE



Localisation essai

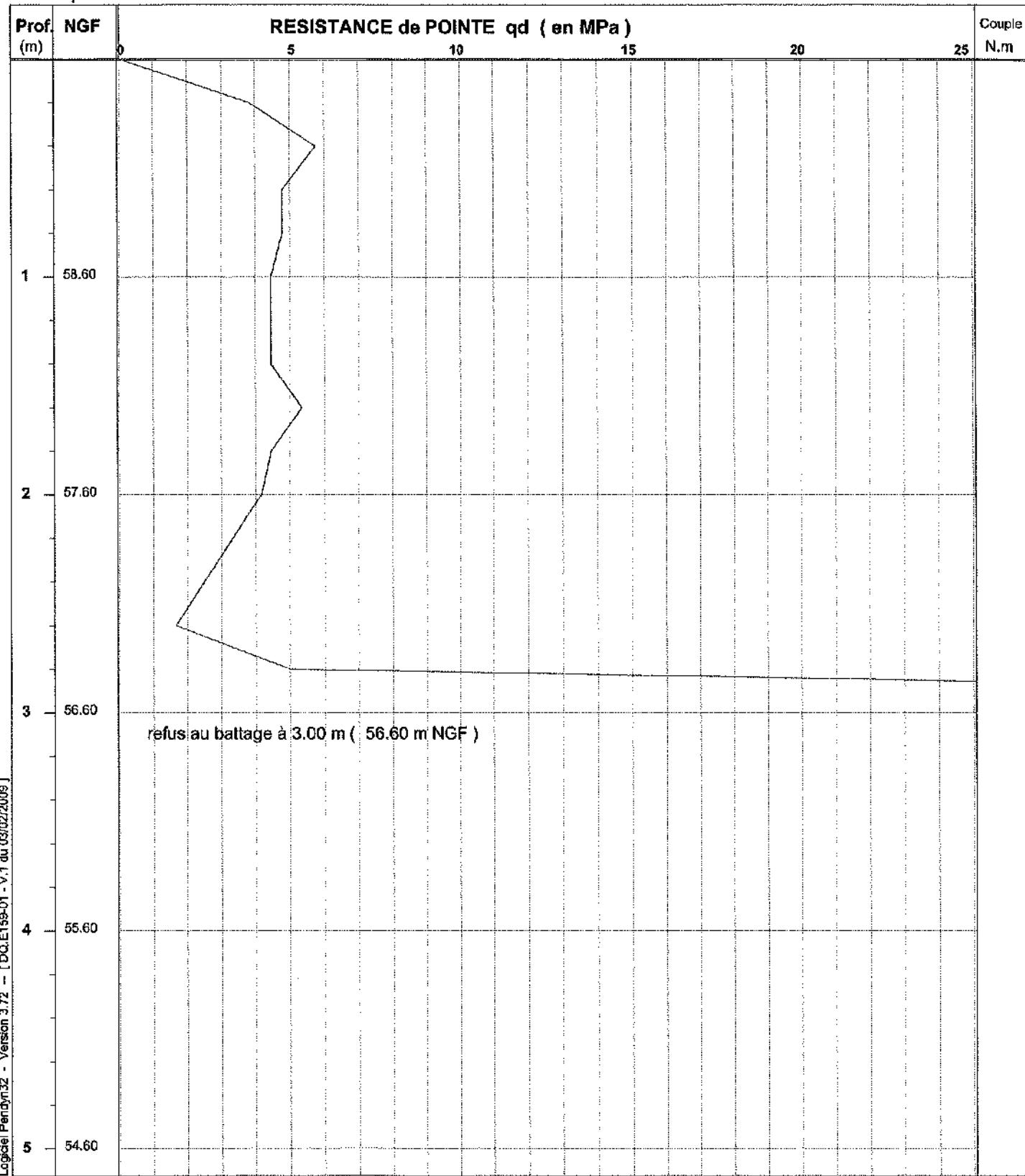
- X :

- Y :

- Z : 59.6 (NGF)

Norme NF EN ISO 22476-2

Echelle prof. : 1/25°



# GINGER CEBTP PENETROMETRE DYNAMIQUE P6

Chantier : RESIDENCE LES VIGNES

Client : S.I.M.I.L.  
Dossier : G04316LM  
Date essai : 12/05/2010

Localisation essai  
- X :  
- Y :  
- Z : 56.8 (NGF)

annexe:



Echelle prof. : 1/25°

Norme NF EN ISO 22476-2

