

**COMMUNE DE VILLEGOUGE
CRÉATION D'UNE ÉCOLE ELEMENTAIRE**

Michel Soulé architecte DPLG urbaniste DESS
206, avenue Salvador Allende
33 130 BEGLES
tél : 05 57 59 18 18 fax : 05 57 59 18 17

phase d'étude : **PROJET (PRO-DCE)**

pièce n°

6

date :

05 JUIN 2018

échelle :

Etude de sol

B.E.T - PENAUD
4, rue Charles Domercq 33130 BEGLES
tel: 05 56 85 07 68 fax: 05 56 85 07 81

B.E.T - EGEE
4, place Etienne Dolet 33130 BEGLES
tel: 05 56 49 59 54 fax: 05 56 49 37 03

B.E.T - BALLION
3, rue Emile Videau 33185 LE HAILLAN
tel: 05 56 47 97 25 fax: 05 56 55 94 27

GÉOMÈTRE - SARL Gilles CLUZANT
11, route de Guillac, 33420 BRANNE
tel: 05 57 84 67 99 fax: 05 57 74 96 51

BUREAU DE CONTRÔLE - APAVE
ZI rue Gaylussac, 33370 Artigues
tel: 05 56 77 35 84 fax: 05 56 77 31 70

SPS - APAVE
ZI rue Gaylussac, 33370 Artigues
tel: 05 56 77 35 84 fax: 05 56 77 31 70

VILLEGOUGE (33)

Construction d'un groupe scolaire

Pour le compte de la Mairie de Villegouge

RAPPORT DE SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE GÉOTECHNIQUE G2 AVP

Affaire n° BX180113

Indice	Date	Etabli par :	Visa	Visé par :	Visa	Nbre de pages	Observations ou modifications
A	07/02/18	Amaury JULLIEN		Benoît DELTRIEU		30 dont 7 annexes	Rapport initial

A compter du paiement intégral de la mission, le client devient libre d'utiliser le rapport et de la 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

1. CONTEXTE DE L'ETUDE	3
1.1. EXISTANTS	3
1.2. DONNEES DU PROJET	4
1.3. MISSION	4
1.4. INVESTIGATIONS	5
2. ANALYSES GÉOTECHNIQUE	6
2.1. CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE	6
2.1.1. DONNEES GEOLOGIQUES	6
2.1.2. DONNEES HYDROGEOLOGIQUES	6
2.2. RISQUES NATURELS ET SISMIQUE	7
2.2.1. RISQUES NATURELS	7
2.2.2. RISQUE SISMIQUE	8
2.3. SONDAGES ET ESSAIS IN-SITU	8
2.3.1 LITHOLOGIE ET CARACTERISTIQUES GEOMECHANIQUES	8
2.3.2 ESSAIS EN LABORATOIRE	9
3. BATIMENTS	10
3.1. DESCRIPTION DU PROJET	10
3.1.1. DOCUMENTS COMMUNIQUEES	10
3.1.2. HYPOTHESES GEOTECHNIQUES A CE STADE	11
3.1.3. DOCUMENTS DE REFERENCE	11
3.1.4. PRINCIPES DE CONSTRUCTIONS ENVISAGEABLES	12
3.2. FONDATIONS SUPERFICIELLES PAR SEMELLES SELON L'EUROCODE 7	13
3.2.1. CONTRAINTES DE CALCUL	13
3.2.2. TASSEMENTS	14
3.2.3. SUJETIONS D'EXECUTION	15
4. VOIRIES OU COUR	17
4.1. DECAPAGES ET PURGES	17
4.2. EAUX METEORIQUES ET TELLURIQUES	17
4.3. PORTANCE DE L'ARASE	17
4.4. COUCHE DE FORME	18
ANNEXES	23
- Plans de situation,	
- Plan d'implantation,	
- Coupes géotechniques,	
- Résultats des essais en laboratoire	

1. CONTEXTE DE L'ETUDE

1.1. Existants

Le site du projet se situe au centre de la commune de VILLEGOUGE, au Nord de la Mairie.

La topographie du site est globalement plate au droit du projet.

Lors de notre intervention, le terrain était un pré, saturé en eau et intrajicable. La vue aérienne en annexe montre que le terrain a été remblayé.



Extrait de la photographie aérienne (source géoportail)



Site du projet lors de notre intervention

1.2. Données du projet

Nom de l'opération : Construction d'un groupe scolaire

Localisation : rue des écoles

Commune : VILLEGOUGE (33)

Maître d'ouvrage et client : Mairie de VILLEGOUGE

Documents communiqués (document contractuel de l'étude) :

N°	Désignation	Format	Emetteur	Transmis le
1	Plan de localisation de la parcelle	Papier	Mairie	12/01/18
2	Plan masse du projet phase esquisse daté du 18-12-17	Papier	Mairie	12/01/18

Dans le cadre du projet, il est prévu la construction d'un groupe scolaire composé de 2 bâtiments avec l'aménagement des abords extérieurs des bâtiments pour des espaces verts et la cour.

Nota Bene : Toute modification du projet tel que résumé ci-dessus ou d'implantation du bâti tel qu'indiquée sur le plan de masse en notre possession pourraient entraîner la caducité de nos conclusions.

1.3. Mission

La mission de GEOFONDATION correspond au devis n° BX180113 du 15/01/18 accepté par le client le 15/01/18 par retour du devis signé.

Il s'agit d'une étude géotechnique d'avant-projet G2 AVP selon la norme AFNOR NF P 94-500 de novembre 2013 sur les missions d'ingénierie géotechnique au stade d'une étude APS ou APD.

Remarques générales :

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

- La reconnaissance de cavités,
- L'érosion des sols et des berges,
- Les diagnostics de pollutions,
- L'étude historique du site ne fait pas partie de notre mission. En l'absence de données de la part des différents intervenants au moment de notre étude, le présent rapport est limité à nos connaissances propres.
- La reconnaissance des anomalies géotechniques situées en dehors de l'emprise des investigations,
- Les enquêtes hydrogéologiques (suivi piézométrique notamment) pour définir les niveaux des plus hautes eaux (EE, EB et EH),
- Les enquêtes hydrologiques pour définir la cote d'inondation,
- L'assistance pour le DCE et le choix des entreprises si la mission G2 est limitée à la G2PRO et a fortiori à la G2AVP,
- L'assistance et le conseil en phase d'exécution sauf en cas de missions G3 (plan EXE pour le compte de l'entreprise) ou G4 (contrôle pour le compte du MO)

1.4. Investigations

Le plan d'implantation et les coupes des sondages sont donnés en annexes. Le niveau zéro des sondages correspond au niveau du terrain à la date de leur réalisation.

Pour plus de précision, il faudra nous transmettre un relevé fait par un géomètre.

Dans le cadre de notre étude, les investigations suivantes ont été réalisées :

Référence sondage	Machine	Technique et essais	Profondeur m/TA
CPT1	SCANIA	Essai au pénétromètre statique NF P 94 113 à pointe électrique	Refus à 7,46m
CPT2	SCANIA	Essai au pénétromètre statique NF P 94 113 à pointe électrique	Refus à 6,62m
CPT3	SCANIA	Essai au pénétromètre statique NF P 94 113 à pointe électrique	Refus à 6,86m
T1	Tarière manuelle	Sondage manuelle pour identification visuelle des sols superficiels en place	1,7m
T2	Tarière manuelle	Sondage manuelle pour identification visuelle des sols superficiels en place	1,6m
T3	Tarière manuelle	Sondage manuelle pour identification visuelle des sols superficiels en place	1,5m

Des essais en laboratoire ont également été réalisés sur les échantillons prélevés au droit des tarières :

Ref. sondage	Profondeur	Type d'essai
T3	1m/TA	Teneur en eau naturelle selon la NF-94-050
		Limites d'Atetrborg

2. ANALYSES GÉOTECHNIQUE

2.1. Contexte géologique et hydrogéologique

2.1.1. Données géologiques

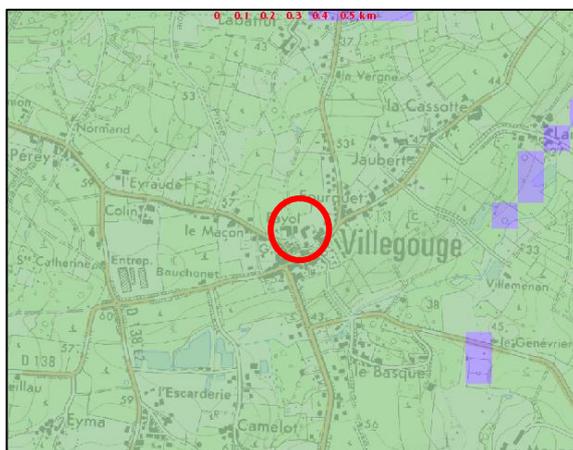
Le BRGM indique dans sa carte géologique au 1/50 000 dont un extrait figure ci-dessous, que le site d'étude se trouve sur des formations colluvionnaires sablo-argileuses et graveleuses.



Extrait de la carte géologique de LIBOURNE (source INFOTERRE)

2.1.2. Données hydrogéologiques

Concernant le risque de remontées de nappes, la carte disponible sur le site infoterre.fr indique que le site se trouve en zone de sensibilité très faible.



Légende sédiment	
	Sensibilité très faible à inexistant
	Sensibilité très faible
	Sensibilité faible
	Sensibilité moyenne
	Sensibilité forte
	Sensibilité très élevée, nappe affleurante
	Non réalisé

Lors de notre intervention de 30 janvier 2018, les venues d'eau ont été observés vers :

Sondages	T1	T2	T3
Profondeur / TA	-0,8m/TN	-0,8m/TN	-0,9m/TN

Nous avons également disposé des relevés réalisés lors de la campagne de sondages sur la parcelle voisine à l'Ouest :

Sondages n°	SP1	SP2	PD1	PD2
Date de la mesure	18/01/2016	18/01/2016	27/01/2016	27/01/2016
Profondeur plan d'eau	2,2m	1,6m	-	3,5m
Cote NGF plan d'eau	52.3	53.1	-	51.2

Remarques générales :

A ce propos, l'intervention ponctuelle du géotechnicien dans le cadre de la réalisation de l'étude confiée ne lui permet pas de fournir des informations hydrogéologiques suffisantes, dans la mesure où le niveau d'eau mentionné dans le rapport d'étude correspond nécessairement à celui relevé à un moment donné, sans possibilité d'apprécier la variation inéluctable des nappes et circulations d'eau qui dépend notamment des conditions météorologiques.

2.2. Risques naturels et sismique

2.2.1. Risques naturels

Sur la base des éléments disponibles sur le site Infoterre, le site du projet se trouve en zone d'aléa moyen vis-à-vis des risques de retrait-gonflement des argiles.



Aucune cavité naturelle n'est répertoriée sur Infoterre à proximité du site d'étude.

2.2.2. Risque sismique

Le tableau suivant résume les principales données sismiques à prendre en compte pour les bâtiments à « risque normal » d'après les décrets ministériels et l'Eurocode 8.

Zone de sismicité	Classe de sol	Influence du sol	Agr Accélération de base	Catégorie d'importance du bâtiment	Coefficient d'importance	Accélération horizontale de calcul a_n
2	E	S = 1.8	0.7 m/s ²	III	$\gamma_I = 1.2$	1,512 m/s ²

Dans la parcelle voisine à l'Ouest, notre archive comportait un sondage pressiométrique à 15 m.

2.3. Sondages et essais in-situ

2.3.1 Lithologie et caractéristiques géomécaniques

Les sondages et essais réalisés ont permis de mettre en évidence la coupe lithologique suivante basée également sur les investigations faites sur la parcelle voisine :

- Des **terres végétales, remblais et labours limoneux marron à gris, +/- organiques, sur** 0,4m à 0,9m d'épaisseur, et dont les caractéristiques mécaniques mesurées sont faibles :
 - ✓ $Q_c < 1,5\text{MPa}$
- Des **limons marron orange, mous et humides, jusqu'à -1,1 à -1,2m/TA**, et dont les caractéristiques mécaniques mesurées sont faibles :
 - ✓ $Q_c = 1,5\text{MPa}$
- Des **argiles marron-orange limoneuses** jusqu'à -6m/TA et dont les caractéristiques mécaniques mesurées sont moyennes :
 - ✓ $Q_c \# 2\text{MPa}$
- Des **argiles sableuses carbonatées** jusqu'à -8m/TA et dont les caractéristiques mécaniques mesurées sont bonnes :
 - ✓ $Q_c \# 6\text{MPa}$
- Des **marnes bleutées** non atteintes par les CPT mais interceptées sur la parcelle voisines.

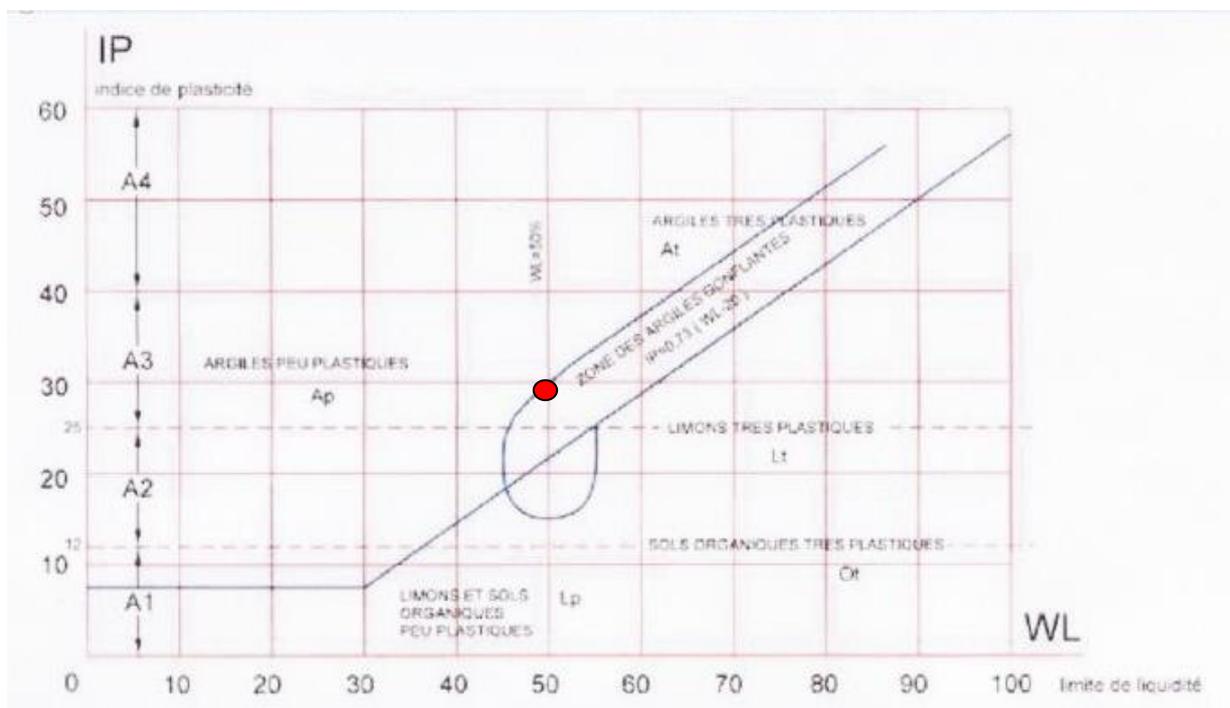
Remarque générale :

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.

2.3.2 Essais en laboratoire

Les résultats des essais en laboratoire réalisés sur les échantillons prélevés sont présentés en annexe et résumés ci-dessous :

Sondage	Profondeur m/TA	Faciès	Wnat %	Ic	Wl	Ip	GTR
T3	1m	Argile marron verte	28,1	0,7	48,8	28	A3th



Les essais en laboratoire mettent à jour des matériaux argileux plastiques assimilables à la classe A3 du GTR qui sont sensibles à l'eau et sensibles au phénomène de retrait-gonflement des argiles.

3. BATIMENTS

3.1. Description du projet

3.1.1. Documents communiqués

Les documents communiqués dans le cadre de la présente étude sont présentés au §1.2, dont les principaux sont présentés ci-après.



Plan masse du projet

Aucune coupe du projet ne nous a été transmise dans le cadre de cette étude.

3.1.2. Hypothèses géotechniques à ce stade

Sur la base des éléments transmis, nous avons basé notre étude sur les hypothèses suivantes :

Emprise des bâtiments	Selon plan masse
Etage	RdC simple
Partie enterrée	Aucune
Calage altimétrique 0,00 du niveau bas	Au niveau du terrain actuel
Estimation des charges structurelles	<5 T/ml (50kN/ml) pour des charges linéaires Ou <30 T (300 kN) par poteau
Contrainte sismique	oui
Surcharges sur dallage	≤500 kg/m ²
Mitoyens	Au Nord à moins de 15 m et au sud à moins de 10m

Remarques générales :

Toute modification du projet tel que résumé ci-dessus ou d'implantation du bâti tel qu'indiquée sur le plan de masse en notre possession pourraient entraîner la caducité de nos conclusions.

3.1.3. Documents de référence

Les ouvrages géotechniques seront définis selon les référentiels suivants :

Ouvrage géotechnique	Référentiel	Mise à jour
Dénomination et description des sols	NF EN ISO 14688-1 (ou NF P 94-400-1)	Mai 2003
	NF EN ISO 14688-2 (ou NF P 94-400-2)	Avril 2005
Calcul géotechnique	NF EN 1997-1/NA (NF P 94 251-1NA) annexes	Sept 2006
	NF EN 1997-1 (NF P 94 251-1) règles générales	Juin 2005
	NF EN 1997-2 (NF P 94 252) calcul géotechnique	Sept 2007
Fondations	NF P 94 261 « Fondations superficielles »	Juin 2013
Dallages	DTU 13.3 - 1	5/2007

3.1.4. Principes de constructions envisageables

Au regard des données dont nous disposons, le projet pourra être adapté au sol par l'intermédiaire des ouvrages suivant :

- ↳ Des **fondations superficielles** de type semelles **filantes** semi-profondes telles que définies dans la norme d'application NF P 94 261 de l'EUROCODE 7 « Fondations superficielles ». Leur assise sera fichée de 30 cm dans les argiles +/- limoneuses un encastrement d'au moins 0.3 m mais surtout une garde hors sècheresse de - 1,5m/TA, soit à titre d'exemple au droit des sondages réalisés :

Sondage	T1	T2	T3
Profondeur ancrage estimée (m/TA)	≥1.5	≥1.5	≥1.5

- ↳ Un **niveau bas** sur plancher porté par les fondations, sur vide constructif sous dalle obtenu par un bio coffra, un foisonnement ou des prédalles.

Terrassements :

Le site a déjà fait l'objet d'un reprofilage du terrain actuel (+/- 0.5m /TA) à l'occasion de la construction récente du Market à l'Ouest, sans purger les TV ou labours.

Nappe :

Les mesures de cette année, comme de l'année dernière sur la parcelle voisine, montre qu'il existe une nappe sub affleurante dont le les niveaux EE et EH vont intercepter le projet, du moins les fondations.

On notera de plus les apports du fossé situé au Nord qui en plus d'alimenter la nappe, peut laisser sur son passage des vases.

Précautions vis à vis de la présence de sols potentiellement sensibles au retrait /gonflement :

Lorsque les fondations reposent sur des sols gonflants ou rétractables, la mise hors gel est insuffisante pour se prémunir contre les mouvements différentiels causés par le retrait et le gonflement des sols argileux sous les variations saisonnières ou accidentelles de teneur en eau. A moins de fondations profondes, des dispositions constructives particulières doivent être prises. Elles ont pour but soit d'obtenir un état d'humidité constant sous le niveau d'assise, soit de permettre à la structure de s'adapter aux déformations.

Pour tenter de contrer les effets des mouvements saisonniers de l'assise argileuse, les précautions les plus courantes, applicables en France métropolitaine, sont les suivantes :

- **fondations par semelles continues armées** et de forte inertie;
- **hauteur d'encastrement minimal conseillée** : 1,5m/TN ;
- **coulage des fondations à pleine fouille** pour éviter les infiltrations préférentielles dans les remblais des fouilles ;
- **éloignement des plantations d'arbres** ; le retrait provoqué par l'action de succion des racines se fait sentir jusqu'à une distance de 1 à 1,5 fois la hauteur de l'arbre adulte et

même parfois plus pour certaines essences ;

- **drainage des eaux de circulations saisonnières** si elles existent ; le système de drainage doit être indépendant et éloigné de plusieurs mètres des fondations ; en revanche, il faut éviter de perturber un niveau phréatique établi ;
- **réalisation d'un trottoir étanche** au pourtour de la construction sur au moins 1,5 m de largeur ;
- **plancher bas sur vides sanitaires** (les dallages sont à éviter et les cloisons sur dallage sont à proscrire sauf avec une désolidarisation totale de la structure) ;
- **chaînages** soignés des constructions ;
- **joints complets rapprochés** sur les bâtiments allongés et à chaque aile de bâtiment,
- **joints souples entre les réseaux intérieurs et extérieurs.**

3.2. Fondations superficielles par semelles selon l'Eurocode 7

3.2.1. Contraintes de calcul

Selon la norme NF P 94-261, Le critère de limitation de la charge transmise au terrain est à vérifier à l'ELS quasi-permanent et caractéristique et nécessite de satisfaire les relations suivantes :

$$V_d - R_0 \leq R_{v;d}$$

V_d est la valeur de calcul de la charge verticale transmise par la fondation superficielle au terrain ;

R_0 est la valeur du poids de volume de sol constitué du volume de la fondation sous le terrain après travaux et des sols compris entre la fondation et le terrain après travaux ;

$R_{v;d}$ est la valeur de calcul de la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle ; elle se déduit de la nature des sols par la formule suivante donnée page 49 de la norme NF P94 – 261 :

$$R_{v;d} = (A' q_{net}) / (\gamma_{R;v} \gamma_{R;d;v})$$

A' est la valeur de la surface effective de la semelle (Annexe Q) ;

$\gamma_{R;v}$ est le facteur partiel à considérer, il est égal à 2,3 à l'ELS quasi-permanent et à l'ELS caractéristique et sa valeur ne dépend pas de la méthode de calcul ;

$\gamma_{R;d;v}$ est le coefficient de modèle lié à la méthode de calcul utilisée pour le calcul de la contrainte q_{net} (Annexes D, E et F). Il est égal à 1,2 pour les méthodes pressiométriques comme au pénétromètre statique.

q_{net} est la valeur de la contrainte associée à la résistance nette sous la fondation superficielle calculée selon une méthode de calcul appropriée (Annexes D, E ou F) ; la formule est :

$$q_{net} = k_c \cdot q_{ce}^* \cdot i_\delta \cdot i_\beta \text{ selon la méthode pénétrométrique}$$

Avec :

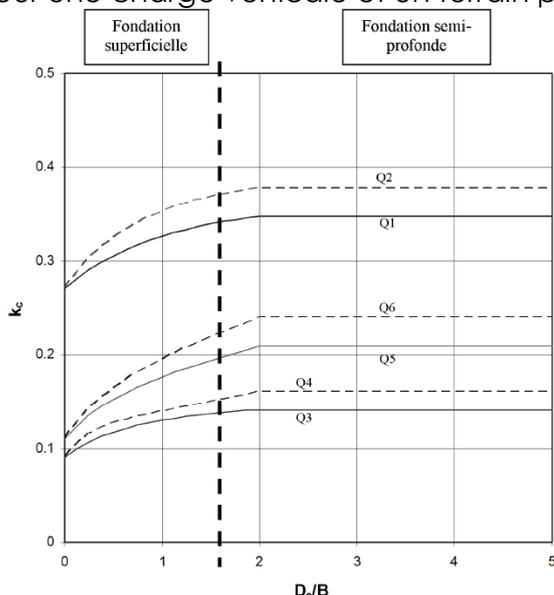
k_c : facteurs de portance

q_{ce} : résistance de pointe équivalente

i_δ : coefficient de réduction lié à l'inclinaison du chargement

i_β : coefficient de réduction lié à la proximité d'un talus

les valeurs de $i\delta$ et $i\beta$ sont données dans l'annexe D de la norme, elles sont égales à 1 pour une charge verticale et un terrain plat



Forme	faciès	Courbe
filante	Argile	Q1
carré	argile	Q2
filante	Sable	Q3
carré	Sable	Q4
filante	Craie	Q5
carré	Craie	Q6
filante	Marne	Q7
carré	Marne	Q8

Ainsi, en considérant des fondations isolées ancrées dans les argiles +/- limoneuses avec $k_c = 0.28$ et $q_{ce}^* = 2$ MPa, on obtient :

$$q_{net} = 0.56 \text{ MPa}$$

La contrainte sous fondation $q_{v;d}$ est la contrainte à comparer avec les charges de structure, y compris le poids du béton de fondation. Son expression est

Aux états limites Ultimes : $q_{v;d} = q_{v;k}/1,4$

Aux états limites de Services : $q_{v;d} = q_{v;k}/2,3 (= q_{net}/2,76)$

La contrainte nette du terrain sous la fondation dite $q_{v,d}$ est donc en terrain horizontal et sous charges verticales:

$$q_{v,d} \text{ (ELS) } \# 0.20 \text{ MPa}$$

3.2.2. Tassements

Dans le cas d'une charge verticale centrée uniformément répartie sur la fondation, le tassement moyen sous le massif est évalué à l'aide des relations suivantes :

$$s_f = s_c + s_d$$

$$\text{avec } s_c = \frac{\alpha}{9E_c} (q' - \sigma'_{vo}) \lambda_c B$$

$$s_d = \frac{2}{9 E_d} (q' - \sigma'_{vo}) B_o \left(\lambda_d \frac{B}{B_o} \right)^\alpha$$

avec :

sf : tassement final,

sc : tassement de consolidation,

sd : tassement déviatorique

Ec : module moyen du domaine sphérique,

Ed : module moyen du domaine déviatorique,

q' : accroissement de contrainte permanente effective appliquée au sol par la fondation,

σ'_{vo} : contrainte verticale effective calculée dans la configuration avant travaux au niveau de la fondation,

Bo : largeur de référence égale à 0,60 m,

B : largeur de la fondation de longueur L,

λ_c et λ_d : coefficients de forme, en fonction du rapport L/B,

α : coefficient de structure de sol fonction de la nature et l'état de consolidation du sol

Application par corrélation des essais pénétrométriques et pressiométriques :

Type	Largeur	Profondeur m/TA	Sol d'assise	Contrainte appliquée au sol	Charge admissible par la fondation ELS	Tassement absolu
Semelle filante	0,5 m	1.5 m	Argile +/- limoneuse	0.20 MPa	200 kN /ml	# 1,2cm

3.2.3. Sujétions d'exécution

Avertissements :

Les reconnaissances de sol procédant par sondages ponctuels, les résultats nécessairement extrapolés à l'ensemble du site laissent forcément des aléas qui peuvent entraîner des adaptations à l'exécution qui ne saurait être à la charge du géotechnicien.

Vérification des fonds de fouilles, incertitudes vis-à-vis du fossé :

Les fouilles devront être bétonnées le même jour que leur ouverture ou le lendemain. En cas d'orage dans la nuit, les fouilles seront pompées pour éviter un bétonnage dans l'eau et curées pour éviter de fonder sur une partie altérée par l'eau.

Les fonds de fouilles devront être soigneusement vérifiés. Toute anomalie de nature ou de compacité de sol qui serait mise en évidence à l'ouverture des fouilles devra nous être immédiatement signalée afin d'étudier dans les meilleurs délais les éventuelles adaptations à apporter à la conception et/ou à la mise en œuvre des fondations. Des approfondissements devront être envisagés en cas de rencontre de remblais.

Précautions vis-à-vis des circulations d'eau souterraines ou des nappes :

Lors de l'exécution, il faudra s'assurer de couler le béton dans des fouilles sèches. En période de hautes eaux (généralement de décembre à juin, mais cela dépend des années), une remontée de la nappe n'est pas exclue. Si tel est le cas, on devra reporter le chantier à des périodes d'étiages de la nappe ou à défaut, prévoir un dispositif de rabattement général des eaux souterraines devra être mis en place soit par pointes filtrantes soit par un système de puits extérieurs avec pompage pendant la phase du coulage des fondations. On veillera que le dispositif de rabattement n'entraîne pas les fines (pointes filtrantes par exemple) et ne remanie pas les fonds.

Précautions vis-à-vis de l'instabilité des parois des fouilles :

Compte tenu de la nature des sols, un blindage provisoire de la fouille sera nécessaire pour le curage et le nettoyage des fonds de fouille ainsi que le ferrailage et le coulage des fondations. Pour toute tranchée supérieure à 1,3 m (notamment pour les fouilles depuis la plate-forme bâtiment) , on procédera à un blindage selon le décret n°64-48 du 8 janvier 1965. La largeur minimale des tranchées en fond de fouille sera conforme aux minima prescrits dans la norme EN 1610.

4. VOIRIES OU COUR

4.1. Décapages et purges

Une fois la purge de la terre végétale, les labours et les éventuels remblais (sur 0,6 à 0,9m), la portance de l'arase terrassements dépendrait des limons sous-jacents.

Le passage d'un compacteur sur l'arase permet généralement de mettre en évidence des points mous ; ces points seront à substituer par une GNT. La nature des **substitutions** en matériaux d'apport sont telles qu'elles ne dégradent pas les caractéristiques existantes du TN (GNT 0/80, 40/70 ou béton concassé dont les fiches techniques seront à faire valider par le MOE). Les remblais mis en place pour arriver à la bonne cote seront compactés par couches successives de 20 cm maximum. Le compactage de chaque couche de remblais sera soigneusement exécuté jusqu'à obtenir une densité égale au minimum à 95 % de la densité sèche proctor modifié, les deux dernières couches à une densité sèche proctor modifié égale au minimum à 98 %.

4.2 Eaux météoriques et telluriques

Pendant l'exécution des terrassements, l'Entrepreneur est tenu de conduire les travaux de manière à éviter que les fonds de forme ou les matériaux de déblais à utiliser en remblais soient dégradés ou détrempés par les eaux de pluie. Il doit, à cet effet, maintenir une pente suffisante sur les surfaces travaillées et exécuter, en temps utile, les saignées, les rigoles, fossés et ouvrages provisoires nécessaires à l'évacuation des eaux hors du périmètre de travail. L'Entrepreneur devra organiser son chantier de manière à le débarrasser des eaux d'infiltration, des sources ou de l'eau de quelque origine que ce soit.

Si les travaux ont lieu en période défavorable ou si le fond de forme présentait une teneur en eau trop importante, un cloutage du fond de forme et la pose d'un géotextile pourront s'avérer nécessaires.

4.3 Portance de l'arase

La portance des sols, au moment des travaux, sera mesurée au moyen d'essais à la plaque (norme NF P 94-117).

La classe de portance du sol en fond de forme à long terme serait prise à **p = 0**, au sens du document LCPC SETRA (manuel de conception des chaussées neuves à faible trafic – juillet 1981). Cependant, il peut s'avérer qu'au moment des travaux la portance des sols soit :

- De classe p = 1, pour les sols les moins exposés aux intempéries, ou pour un traitement à la chaux vive

- De classe $p = 2$, si les travaux ont lieu en fin d'été, les sols pouvant s'avérer desséchés et anormalement indurés.

Le tableau ci-après récapitule la correspondance entre les différentes classes de portances et les modules de déformation EV2 à obtenir sur l'arase:

Classe de portance	Module de déformation EV2 (en MPa) sur le TN (arase)	Epaisseur de cdF préconisée (rattrapage des purges en sus)	Epaisseur de CdF préconisée avec un géotextile de classe 6 antipoinçonnant et anti-contaminant (rattrapage des purges en sus)
p = 0	EV2 < 15	80 cm	65 cm
p = 1	15<EV2<30	40 cm	35cm
p = 2	30<EV2<50	20 cm	15 cm
p = 3	50<EV2<120	A voir	A voir

4.4 Couche de forme

En fonction des revêtements envisagés pour la cour, la mise en œuvre d'une couche de forme s'avérera nécessaire. Elle doit répondre à un double objectif :

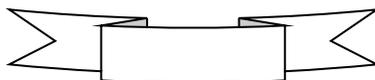
- à **court terme** (traficabilité, compactage, nivellement et protection vis-à-vis de la phase de réalisation des revêtements)
- à **long terme** (lorsque l'ouvrage est en service pour homogénéisation de la portance, le maintien dans le temps, protection thermique des supports gélifs, drainage, ...).

Les matériaux de la couche de forme doivent être conformes aux normes NF P 11.300 et NF P 11.213 et devront être compactés selon les règles de l'art (passes croisées, compacteur vibrant type V3). Le but est l'obtention d'une portance de classe PF2 pour les fonds de formes des voiries selon guide technique de SETRA – LCPC septembre 2000.

La réception de la couche de forme se fera au moyen d'essai à la plaque (norme NF P 94-1173 selon 1 pt par maille de 10 m x 10 m) avec comme objectif :

- **EV2>50MPa pour une PF2**
- **EV2/EV1<2,2.**

L'homogénéité de compactage d'un remblai d'épaisseur supérieur à 60 cm sera vérifiée aussi par des essais au pénétromètre dynamique (norme NFP 94-115) dans un objectif de $q_d > 5\text{MPa}$.



Ce rapport conclut la mission G2-AVP qui nous a été confiée pour cette affaire.

GEOFONDATION reste à la disposition des intervenants pour la suite du projet.

Les conclusions du présent rapport sont données sous réserve des « conditions générales des missions géotechniques » jointes en annexe avec un extrait de la version actuelle de la norme NFP 94 500 du 30 novembre 2013.

**L'ingénieur-expert géotechnicien
Benoît DELTRIEU**

**Le géotechnicien
Amaury JULLIEN**

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'avoisnants 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 avoisnants), 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 avoisnants), 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 oeuvre 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'oeuvre 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).

Conditions générales des missions géotechniques

1. Cadre de la mission

Par référence à la norme NF P 94-500 du 30 novembre 2013 sur les missions d'ingénierie géotechnique, 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'étude géotechnique préalable (G1 ES et G1 PGC), d'étude géotechnique d'avant-projet (G2 AVP), d'études géotechniques de projet (G2 PRO et G2 DCE/ACT), d'étude et suivi géotechniques d'exécution (G3), de supervision géotechnique d'exécution (G4) doivent être réalisées dans l'ordre successif ;
- exceptionnellement, une mission confiée à GEOFONDATION 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 GEOFONDATION 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 GEOFONDATION 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 ES et/ou G1 PGC, d'étude géotechnique d'avant projet G2 AVP ou de diagnostic géotechnique G5 exclut tout engagement de GEOFONDATION sur les quantités, coûts et délais d'exécution des futurs ouvrages géotechniques. De convention expresse, la responsabilité de notre société ne peut être engagée que dans l'hypothèse où la mission d'étude géotechnique de conception G2 dans son intégralité (G2 PRO et G2 DCE/ACT) lui est confiée ;
- une mission d'étude géotechnique de conception G2 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 GEOFONDATION 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.

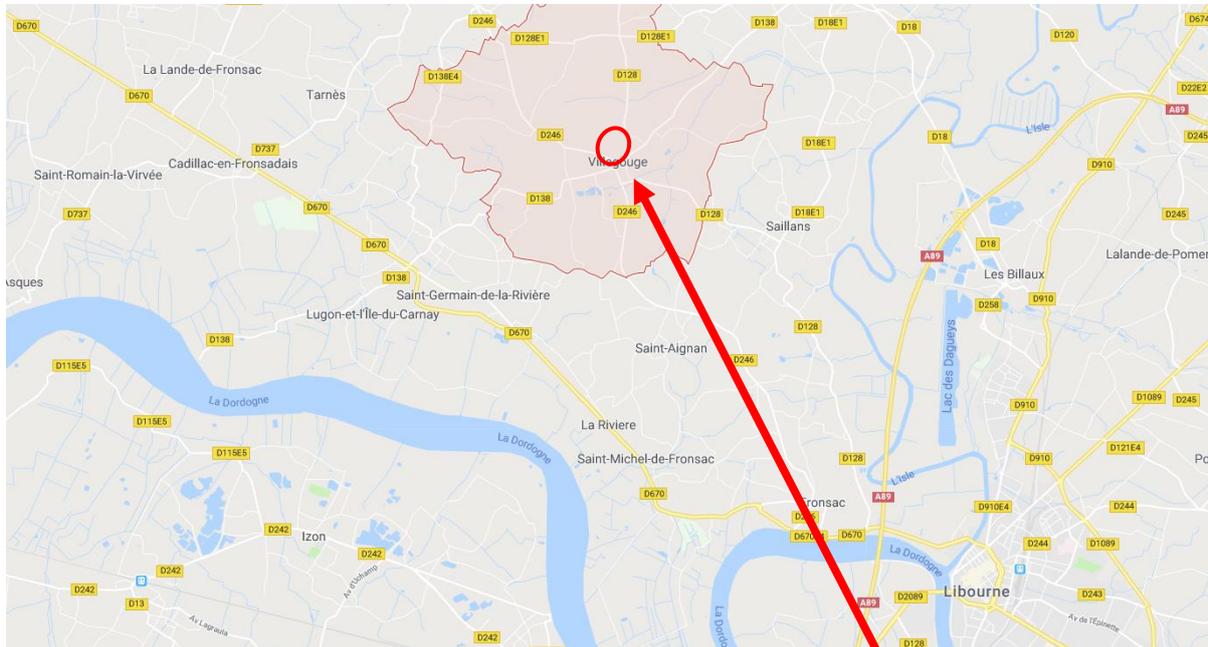
3. Rapport de la mission

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.

ANNEXES

- ↳ Plans de situation,
- ↳ Plan d'implantation,
- ↳ Coupes géotechniques,
- ↳ Résultats des essais en laboratoire

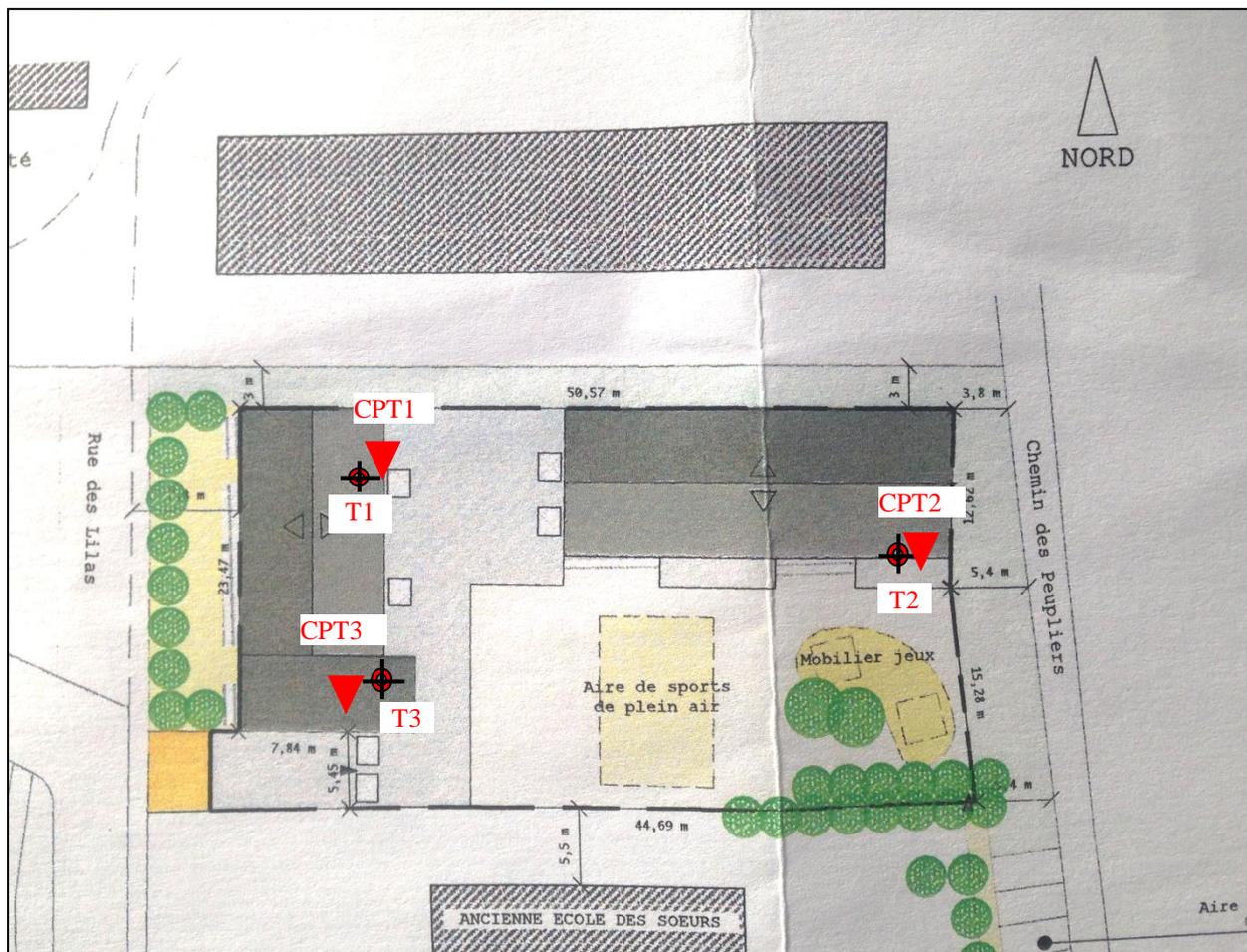
Plans de situation :



PROJET



Plan d'implantation – plan masse :



Légende :

▼ CPT : Pénétrromètre statique

⊕ T : Tarière

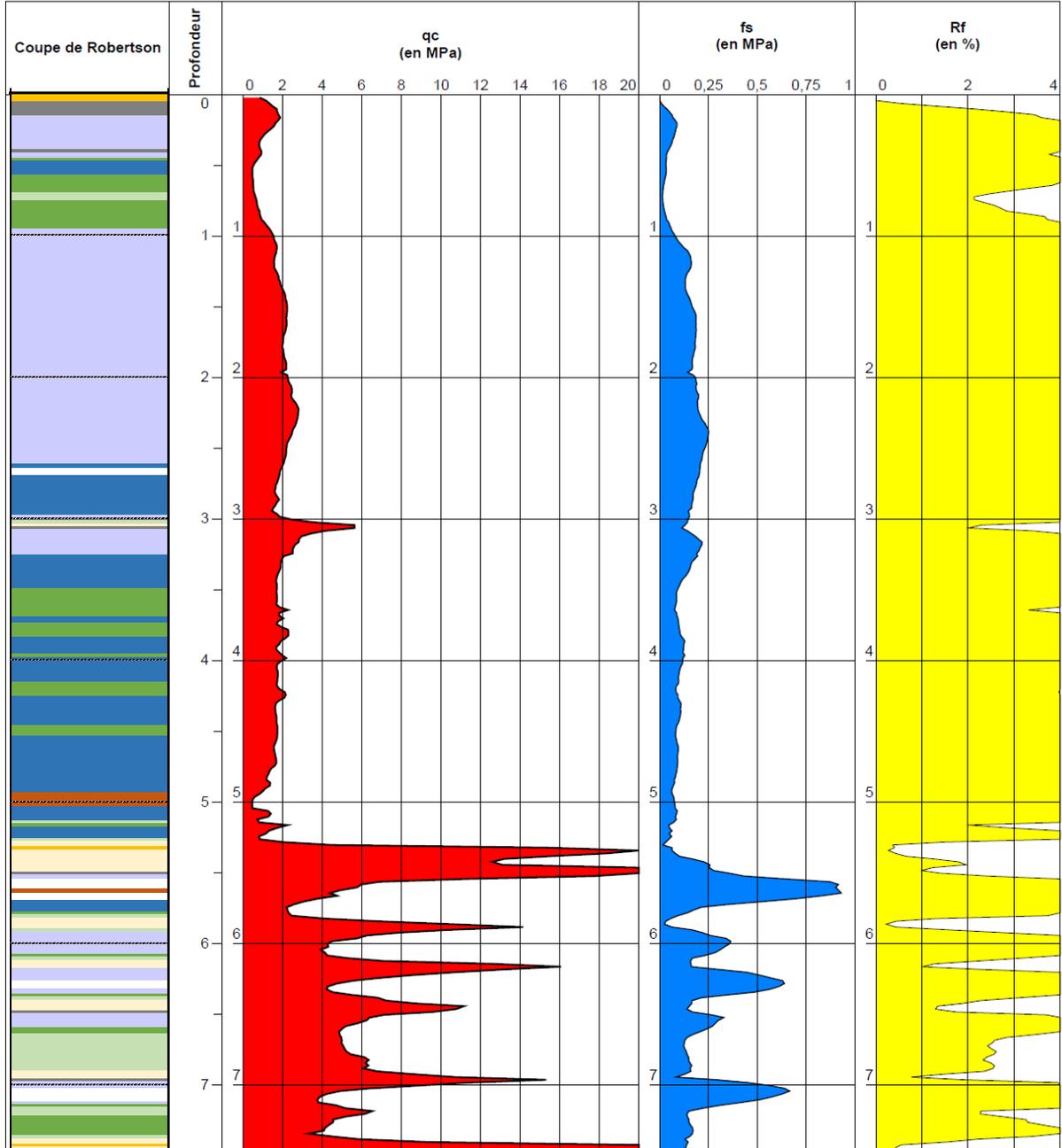
Coupes Géotechniques :

	VILLEGOUGE (33) Construction d'un groupe scolaire Pour le compte de la mairie de Villegouge		Contrat BX180113
	Date début : 30/01/2018	Cote NGF :	Profondeur : 0,00 - 7,46 m
		Machine : SCANIA 26T	
		Angle : ROUMY	

1/37

Forage : CPT1

EXGTE 3.16/GTE



Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzs.a.fr

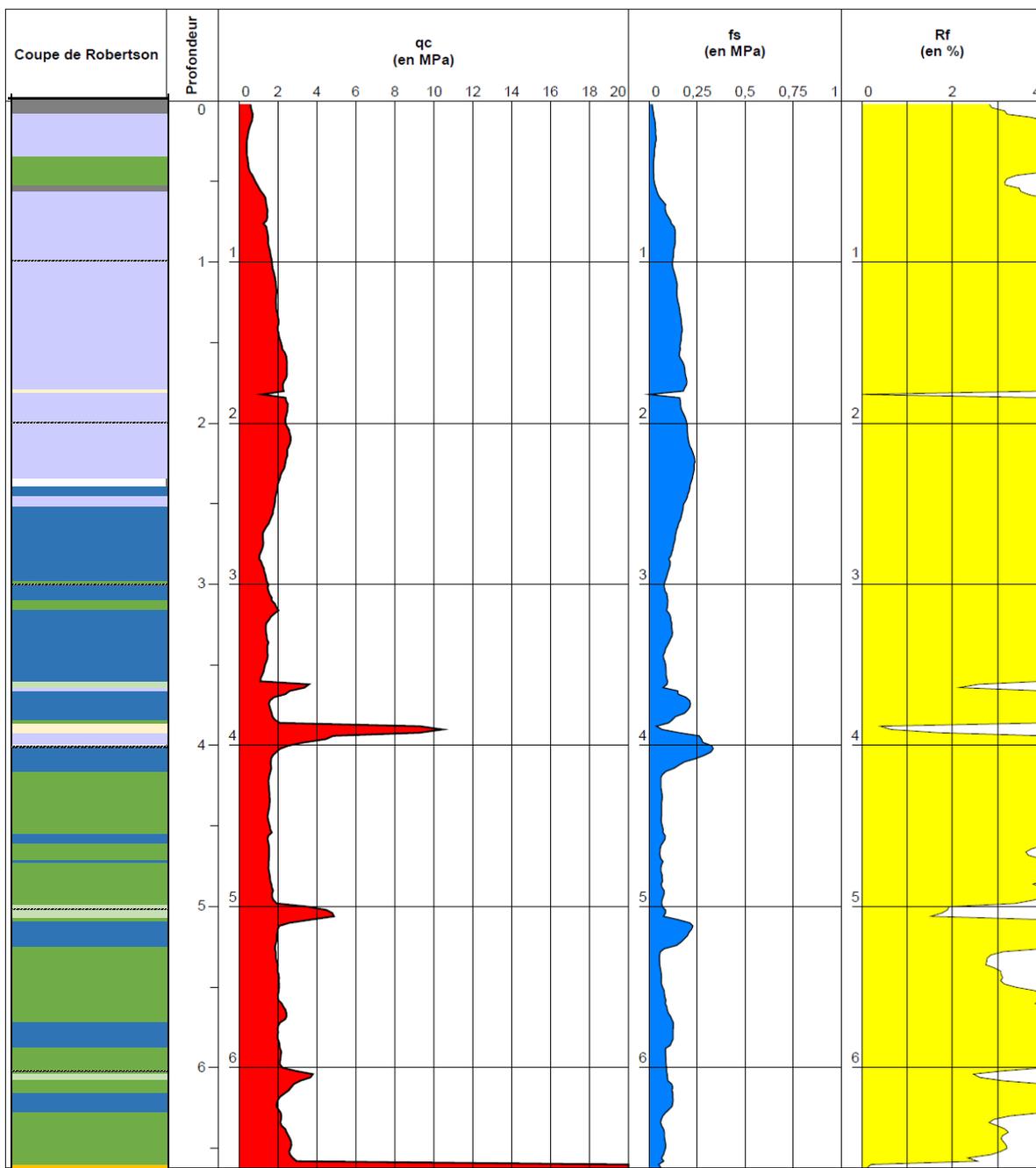
S1	Sols fins argileux ou limons sensibles	S4	Limons argileux à argiles limoneuses	S7	Sables à sables graveleux
S2	Sols organiques et tourbes	S5	Sables limoneux à limons sableux	S8	Sables cimentés ou dilatants
S3	Argiles à argiles limoneuses	S6	Sables propres à sables limoneux	S9	Sols fins intermédiaires très raides

	VILLEGOUGE (33) Construction d'un groupe scolaire Pour le compte de la mairie de Villegouge		Contrat BX180113
	Date début : 30/01/2018	Cote NGF :	Profondeur : 0,00 - 6,62 m
		Machine : SCANIA 26T	
		Angle : ROUMY	

1/32

Forage : CPT2

EXGTE 3.16/GTE



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

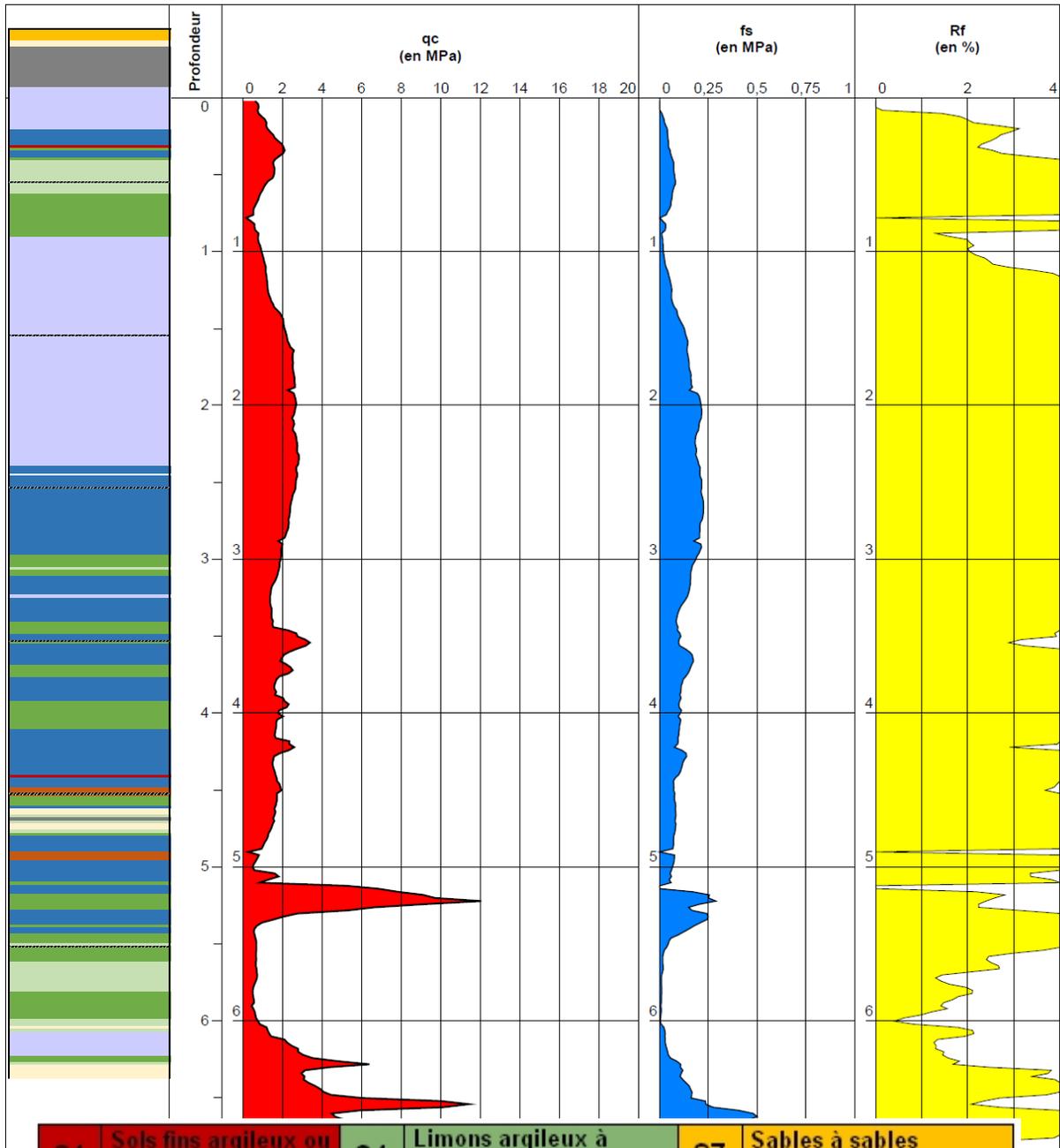
S1	Sols fins argileux ou limons sensibles	S4	Limons argileux à argiles limoneuses	S7	Sables à sables graveleux
S2	Sols organiques et tourbes	S5	Sables limoneux à limons sableux	S8	Sables cimentés ou dilatants
S3	Argiles à argiles limoneuses	S6	Sables propres à sables limoneux	S9	Sols fins intermédiaires très raides

	VILLEGOUGE (33) Construction d'un groupe scolaire Pour le compte de la mairie de Villegouge		Contrat BX180113
	Date début : 30/01/2018	Cote NGF :	Profondeur : 0,00 - 6,86 m
	Machine : SCANIA 26T	Angle : ROUMY	

1/34

Forage : CPT3

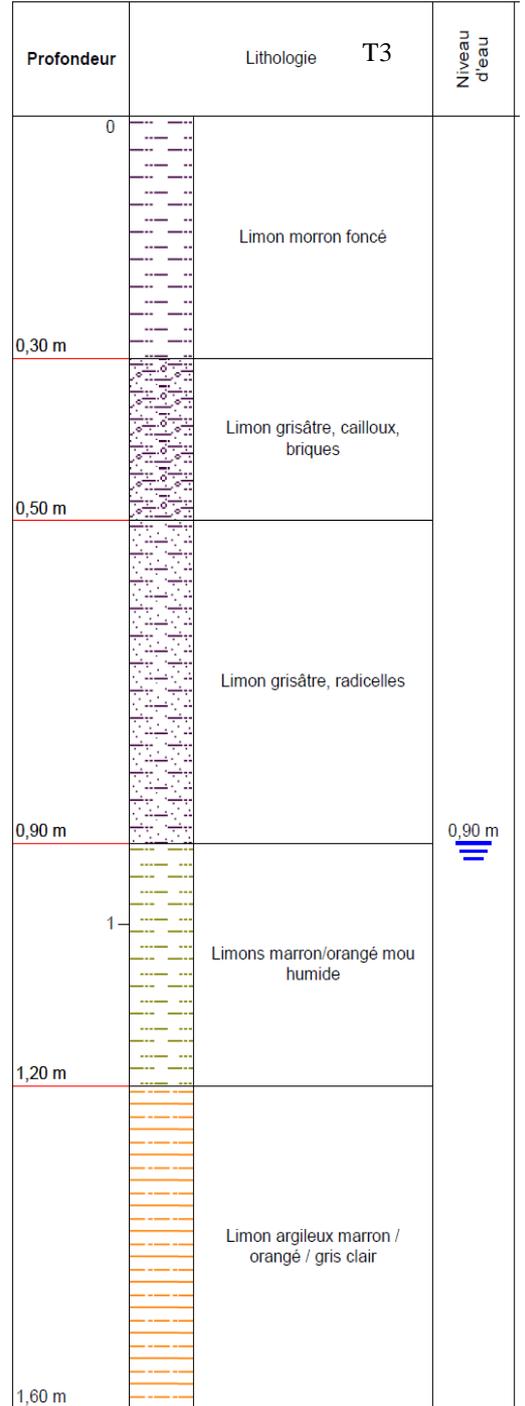
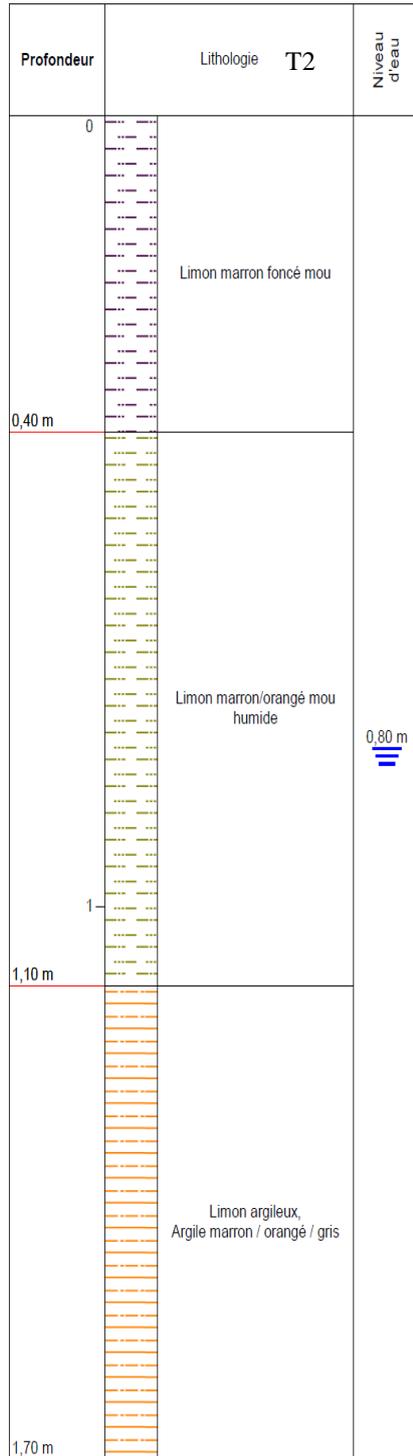
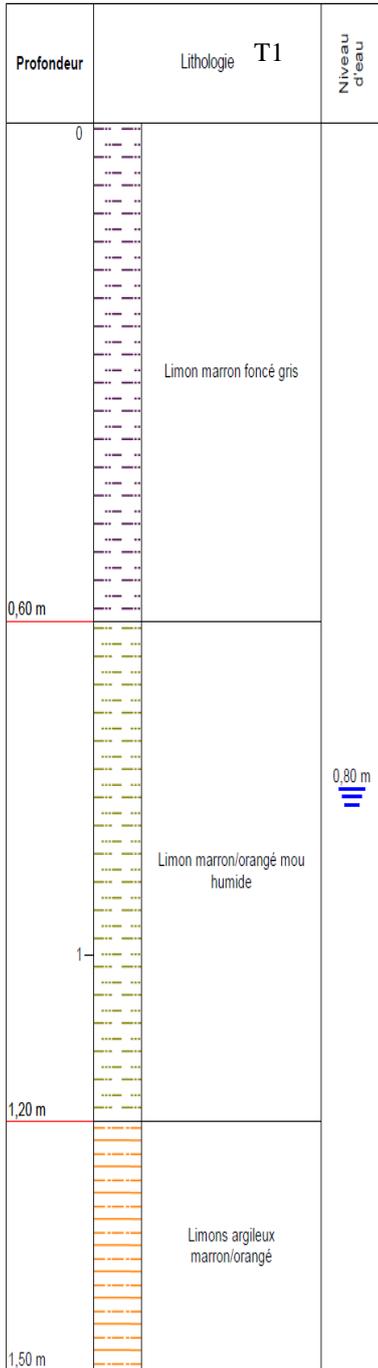
EXGTE 3.16/GTE



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

S1	Sols fins argileux ou limons sensibles	S4	Limons argileux à argiles limoneuses	S7	Sables à sables graveleux
S2	Sols organiques et tourbes	S5	Sables limoneux à limons sableux	S8	Sables cimentés ou dilatants
S3	Argiles à argiles limoneuses	S6	Sables propres à sables limoneux	S9	Sols fins intermédiaires très raides

Sondages à la tarière :





PROCES VERBAL D'ESSAI

DETERMINATION DES LIMITES D'ATTERBERG

Limite de liquidité à la coupelle - NF P 94-051

Limite de plasticité au rouleau - NF P 94-051

Informations générales	Informations sur l'échantillon	
Référence : BX180113	Mode de prélèvement : T rière	Sondage n° : T3 à 1m
Chantier : VILLEGOUGE	Date de prélèvement : 30/01,2018	Faciès : Argile marron verdâtre
	Mode de conservation : Sac en plastique	Date d'essai : 05/02/2018
	Date de réception : 31/01/2018	

Limite de liquidité à la coupelle		
Mesures N°	Nombres de coups	Teneur en eau
1	20	50,0 %
2	23	49,3 %
3	28	48,0 %
4		
5		
Résultat $W_L =$		48,8 %

Limite de plasticité au rouleau			
Mesure	1	2	Résultat $W_p =$
Teneur en eau %	21,4 %	20,0 %	20,7 %

Observations
Argile plastique Dans la zone des argiles gonflantes

Synthèse des résultats		
Teneur en eau	$W_{nat} =$	28,1 %
Limite de liquidité	$W_L =$	48,8 %
Limite de plasticité	$W_p =$	20,7 %
Indice de plasticité	$I_p =$	28,0
Indice de consistance	$I_c =$	0,7

Le responsable des essais

O.RANDRIANASOLO

Le responsable technique

B. DELTRIEU