



Compétence Géotechnique Centre



CNICG Caserne GODEFROY

GRAMAT (46)

470, avenue du Colonel Puyaubert

Parcelle AE n°31 partielle

Réparation du clos
et du couvert du bâtiment 18

Sondages et essais
Études de sol
Ingénierie - Instrumentation
Laboratoire – Expertises

3 impasse des Fougères
19100 BRIVE-LA-GAILLARDE

Tél. : 05.55.22.57.71
centre@competence-geotechnique.fr
www.competence-geotechnique.fr

Dossier C26-075
Mission G2 PRO

Groupe Compétence Géotechnique :
COZES (17), BRIVE (19), CHATILLON-LE-DUC (25),
FONDETTES (37), SEYCHES (47),
MAIZIERES-LES-METZ (57), RADINGHEM-EN-WEPPES (59)

HISTORIQUE DU DOCUMENT

INDICE	Version 1
OBJET/ MODIFICATIONS	Création du document
NOMBRE DE PAGES	25 + 34 annexes
ÉTABLI PAR	Clément BERNIER
VÉRIFIÉ PAR	Marie-Pierre MARCHIVE

DIFFUSION DU DOCUMENT : le 19/06/2026

DESTINATAIRE / @	DÉSIGNATION	COURRIER	MAIL
Monsieur Ghyslain DELANNOY Ghyslain.delannoy@interieur.gouv.fr	Ingénieur		X
Monsieur HUMBERT Joel.humbert@ies-ingenierie.fr	Expert		X

SOMMAIRE

I -	MISSION	2
II -	PROJET	2
III -	ÉTUDE DU SITE.....	3
3.1 -	ÉTAT ACTUEL DU SITE.....	3
3.2 -	ÉTAT PASSÉ DU SITE	4
3.3 -	CONTEXTE GÉOLOGIQUE	7
3.4 -	RECHERCHE DES ALÉAS CONNUS DU SITE.....	7
3.4.1 -	LES SÉISMES	7
3.4.2 -	LES CAVITÉS	8
3.4.3 -	LE PHÉNOMÈNE DE RETRAIT GONFLEMENT	8
3.4.4 -	LES INONDATIONS.....	9
3.4.5 -	RECHERCHE DES DOCUMENTS D'ÉTAT.....	10
IV -	INVESTIGATIONS	11
4.1 -	MÉTHODE DE TRAVAIL	11
4.2 -	RÉSULTATS ET INTERPRÉTATION	12
4.2.1 -	NATURE DU SOL.....	12
4.2.2 -	L'EAU DANS LE SOL	12
4.2.3 -	CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES.....	13
4.2.4 -	CLASSIFICATION SELON LA SENSIBILITÉ AU RETRAIT-GONFLEMENT.....	13
4.2.5 -	RECONNAISSANCE DES FONDATIONS EXISTANTES	15
4.2.6 -	CARACTÉRISATION GÉOTECHNIQUE DU DALLAGE EXISTANT.....	16
V -	SYNTHÈSE.....	17
VI -	REPRISE DU DALLAGE PAR MICROPIEUX.....	18
6.1 -	CARACTÉRISTIQUES DES MICROPIEUX	18
6.1.1 -	TYPE DE PIEUX.....	18
6.1.2 -	LONGUEUR DE FICHES.....	18
6.1.3 -	MÉTHODOLOGIE DE CALCUL	18
6.1.4 -	VALEURS CARACTÉRISTIQUES DE DIMENSIONNEMENTS	19
6.1.5 -	PRÉCAUTIONS DE MISE EN ŒUVRE	20
6.2 -	PORTANCE (ELS) & TASSEMENTS (ELS).....	21
6.2.1 -	DESCENTES DE CHARGE.....	21
6.2.2 -	CALCUL DE LA LONGUEUR DE FICHE POUR UNE CHARGE AXIALE	22
VII -	PLANCHERS BAS / DALLAGES	22
VIII -	L'EAU DANS LE SOL.....	22
	CONCLUSION	24
	ANNEXES	25

I -

MISSION

Elle a été réalisée à la demande de Monsieur HUMBERT, Expert, et pour le compte de CNICG Caserne GODEFROY, maître d'ouvrage, à la suite du devis C26-02-049/D26-02-048 du 20/02/2026, signé en bon pour accord le 11/05/2026, à l'emplacement envisagé pour la réparation du clos et du couvert du bâtiment 18 sur la commune de GRAMAT (46).

La présente étude correspond à une mission G2 phase PROjet, référencée C26-075, faisant suite au rapport de mission de diagnostic géotechnique de type G5, référencé C25-134, selon la norme NF P 94-500 de novembre 2013 annexée. Elle est assurée en RCD à la SMABTP selon le contrat n°418383 J 7306001/413087511.

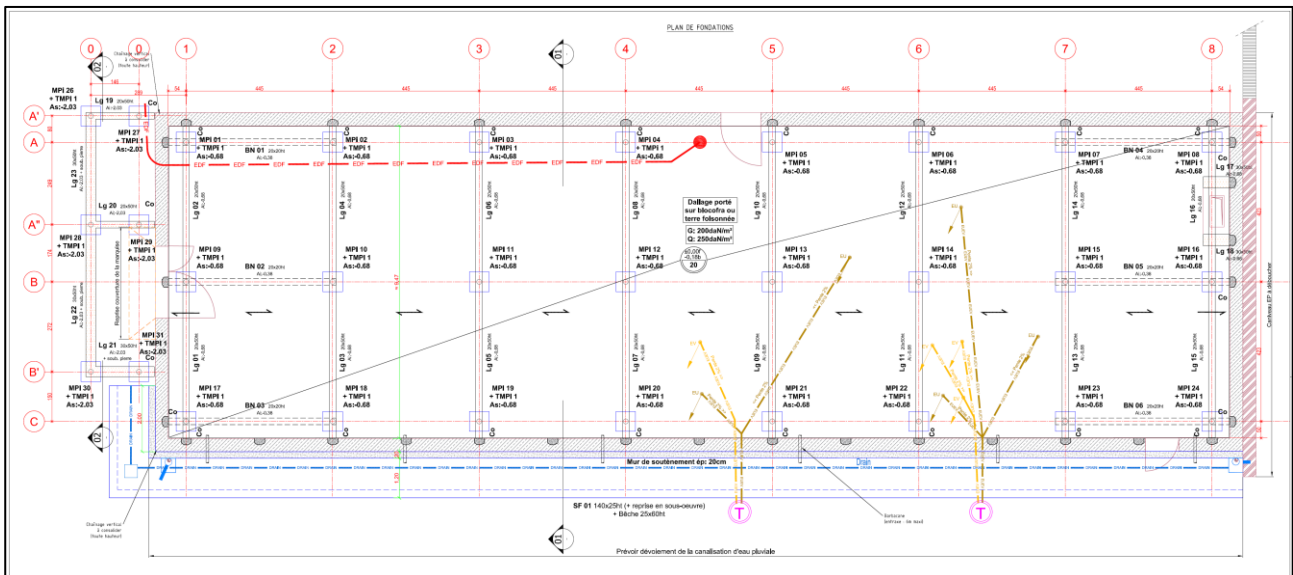
Les documents communiqués pour réaliser notre étude en Mission G2 PRO sont :

- ◆ le plan de fondations et de VRD du projet ;
- ◆ le CCTP du projet

II -

PROJET

Le projet consiste en la réparation du clos et du couvert du bâtiment 18 sur la commune de GRAMAT (46). Cela consistera notamment en la réalisation de micropieux pour la reprise en sous-œuvre du dallage du bâtiment.



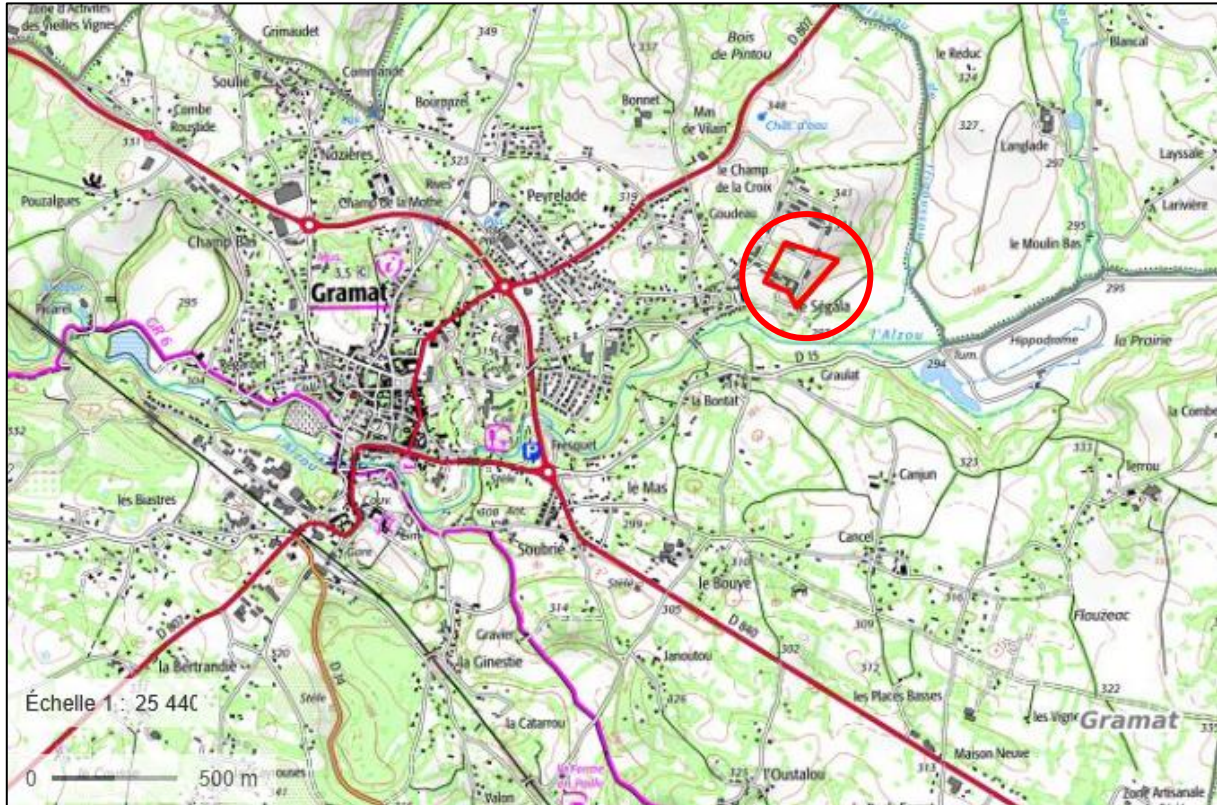
III -

ÉTUDE DU SITE

3.1 -

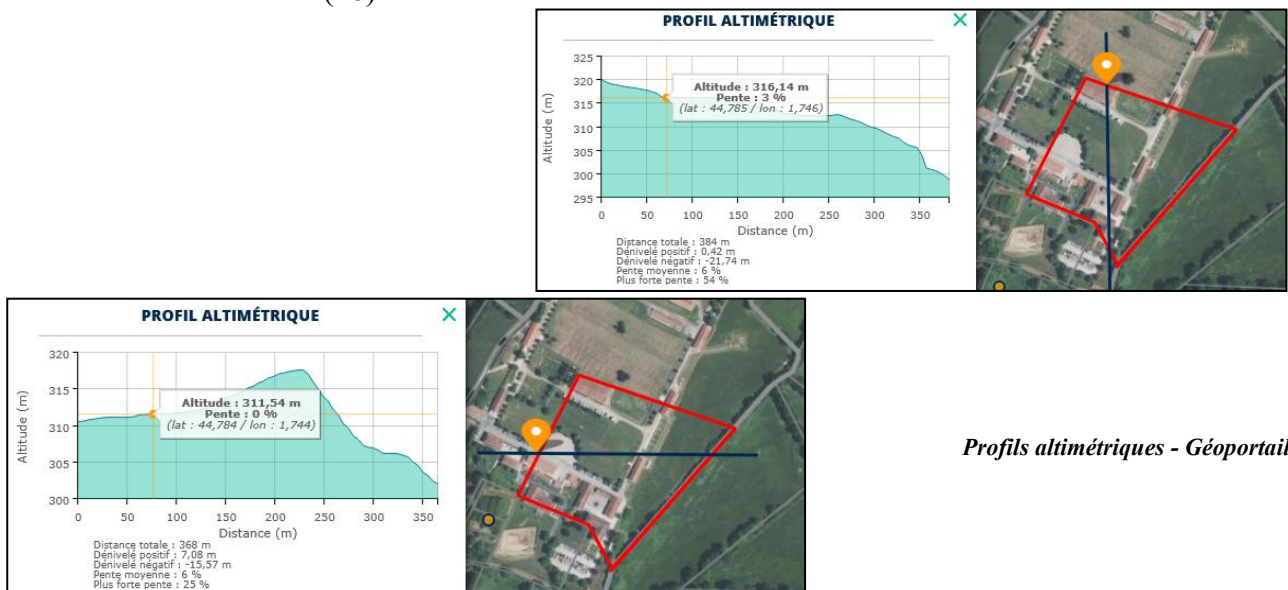
ÉTAT ACTUEL DU SITE

La situation du terrain étudié est indiquée sur l'extrait de la carte topographique IGN placé ci-dessous :



Extrait de la carte IGN

Il s'agit d'un bâtiment construit en haut d'une plateforme sur un terrain en pente vers le Sud-Est. Il est situé au 470, avenue du Colonel Puyaubert, parcelle cadastrée section AE n°31 partielle, sur la commune de GRAMAT (46).

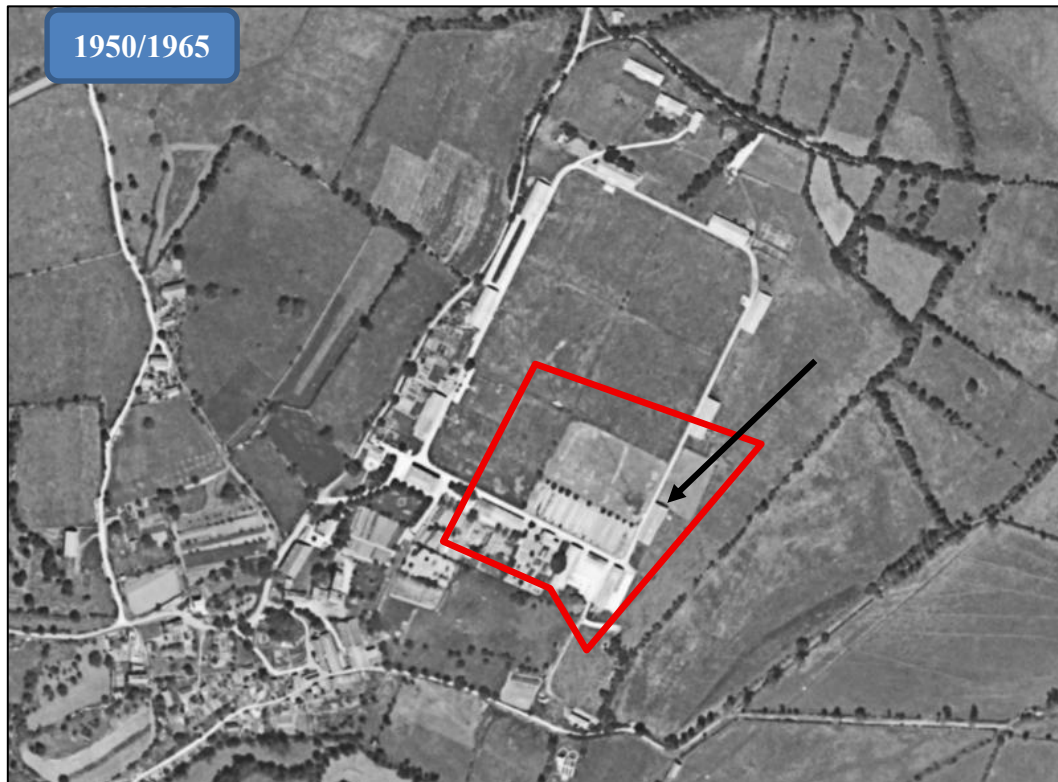


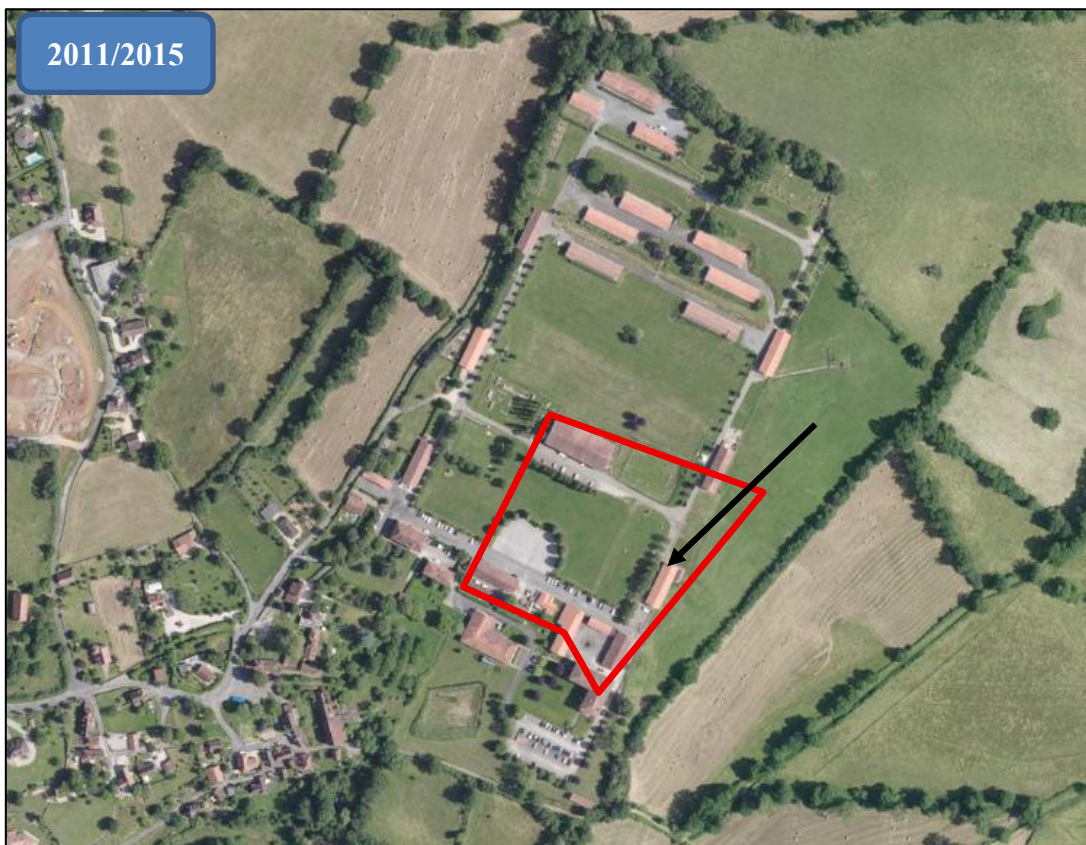
Profils altimétriques - Géoportail

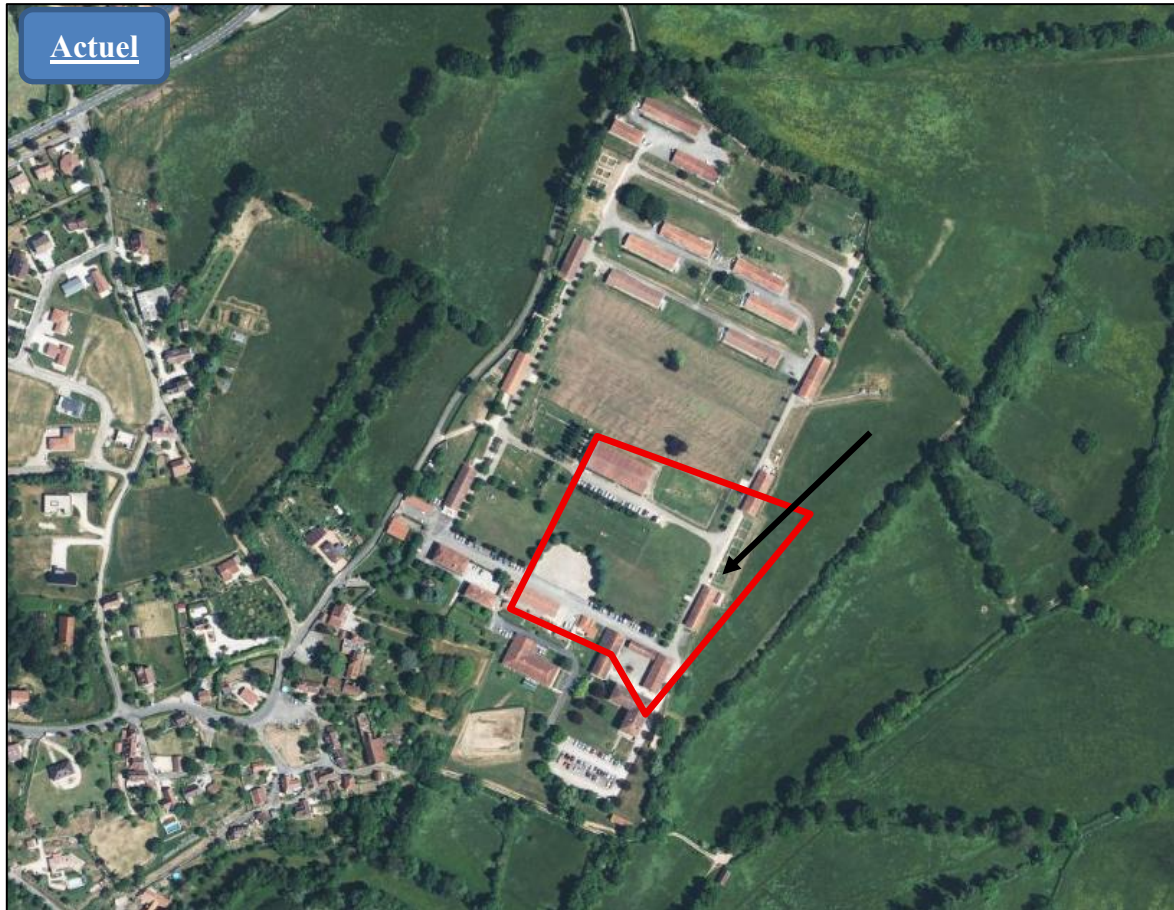
3.2 -

ÉTAT PASSÉ DU SITE

Les photographies aériennes du site provenant du site « *remonterletemps.fr* » montrent l'évolution du terrain.



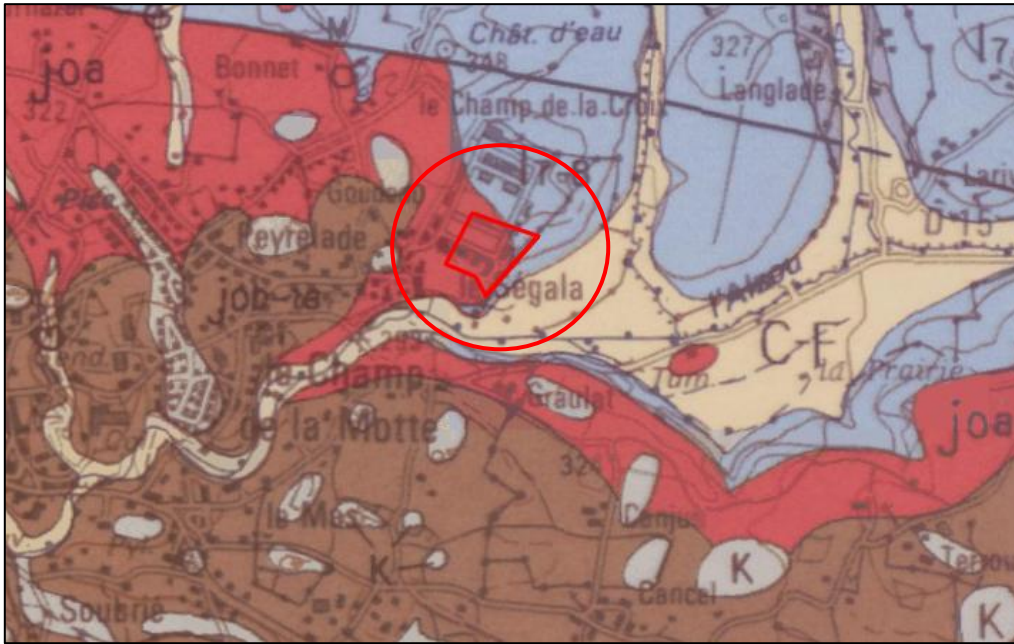




3.3 - CONTEXTE GÉOLOGIQUE

D'après les renseignements en notre possession, notamment l'étude de sol en mission G5 de 2023, les formations que l'on devrait normalement rencontrer sur le site sont de haut en bas :

- d'éventuels **remblais** d'occupation antérieure,
- les **altérations** du **substratum** sous-jacent,
- le **substratum** composé par des **calcaires**.

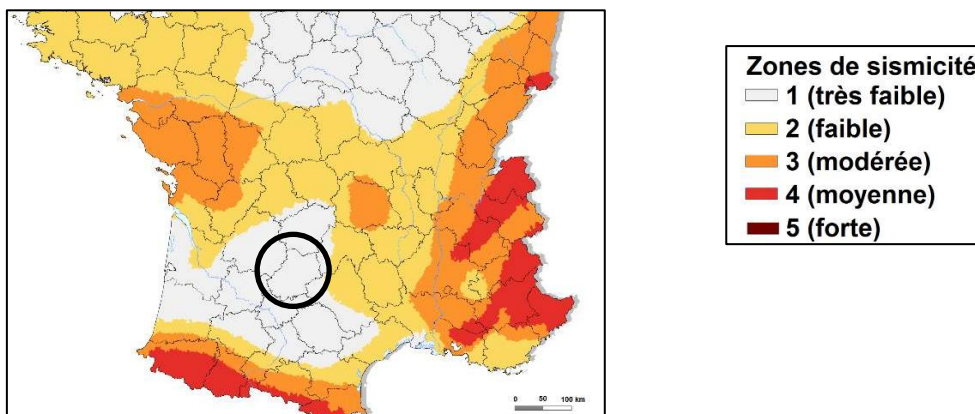


Extrait de la carte géologique à 1/50 000 – Feuille de GRAMAT – Source BRGM

3.4 - RECHERCHE DES ALÉAS CONNUS DU SITE

3.4.1 - LES SÉISMES

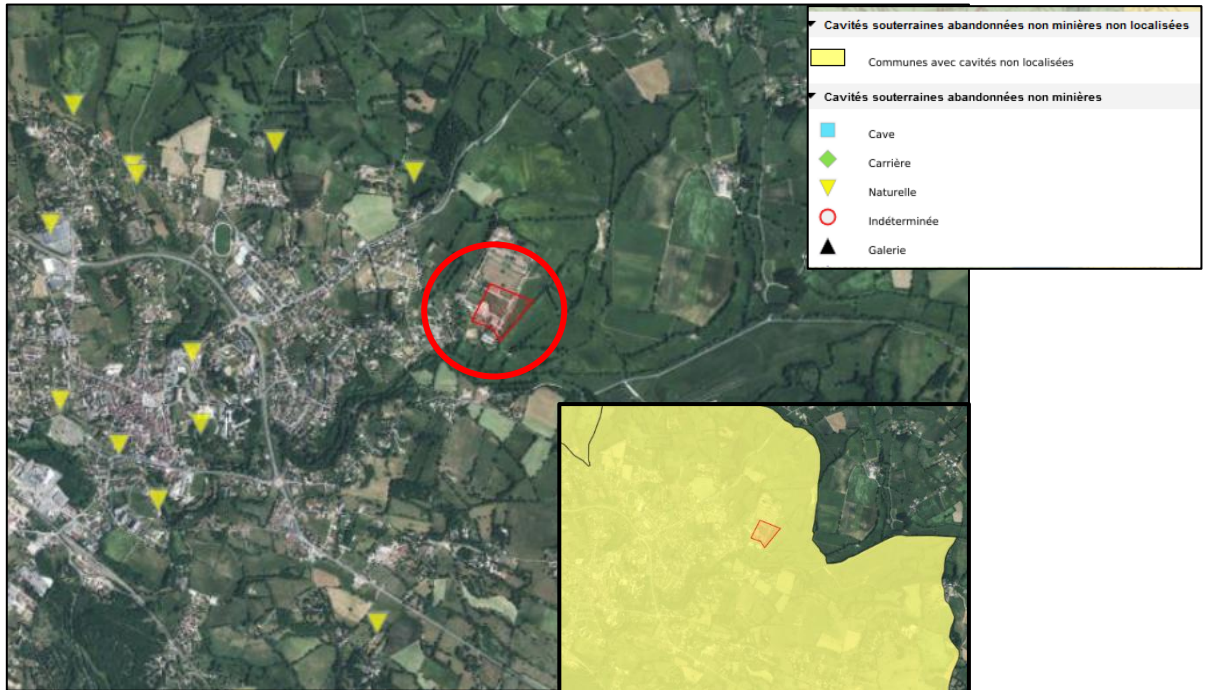
Les sites géographiques sont à classer en **zone de sismicité 1** d'après la carte de sismicité de la France :



3.4.2 -

LES CAVITÉS

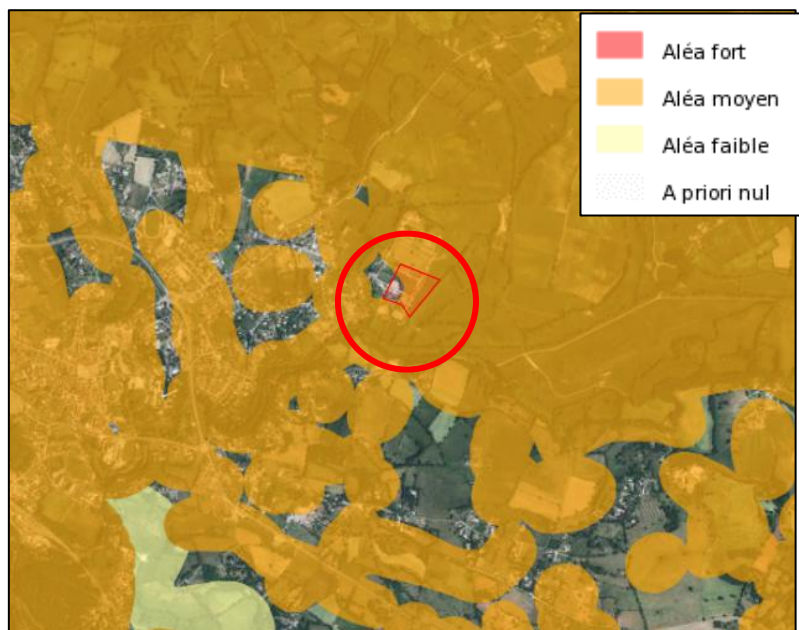
Le site figure dans une zone de cavités naturelles non localisées (www.infoterre.brgm.fr). De nombreuses cavités naturelles ont été recensées à l'Ouest du site (à plus de 700 m).



3.4.3 -

LE PHÉNOMÈNE DE RETRAIT GONFLEMENT

Sur cette carte, on distingue le zonage de l'aléa retrait-gonflement :



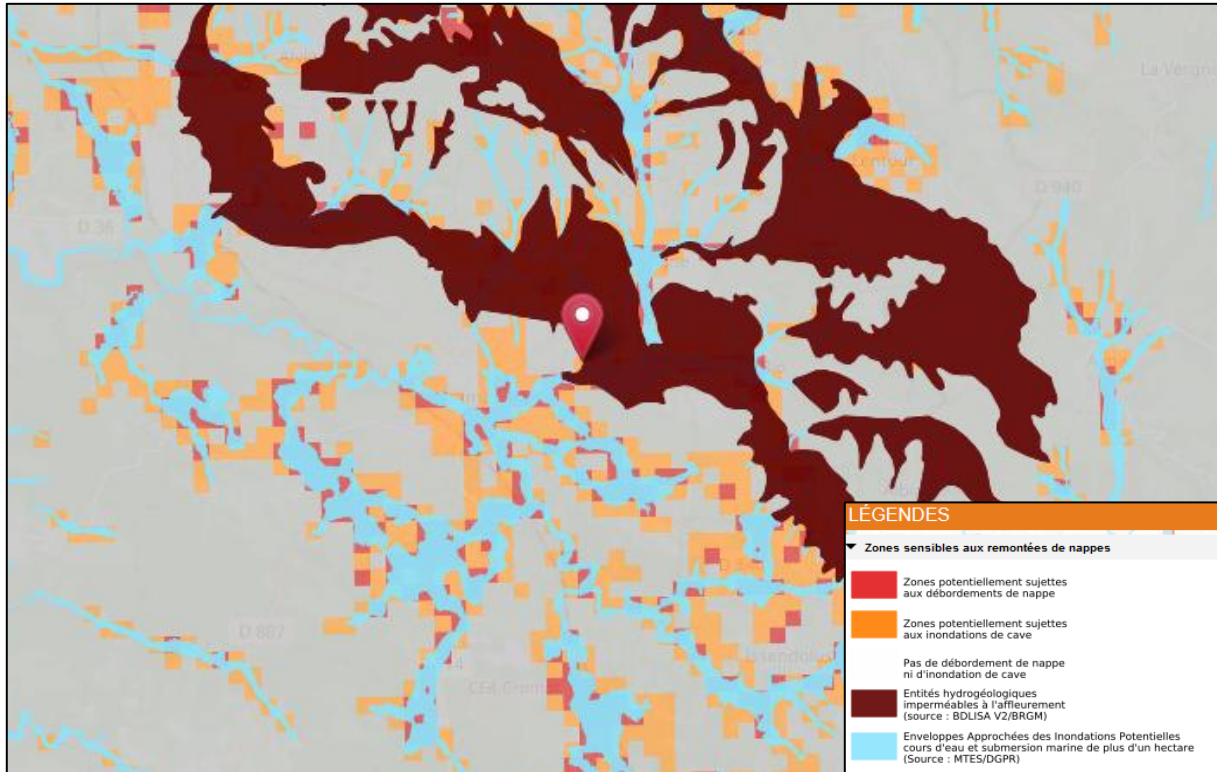
Carte et données extraites du site : <http://infoterre.brgm.fr>

Le site est concerné par le risque de retrait-gonflement des argiles en **aléa moyen**.

3.4.4 -

LES INONDATIONS

Sur cette carte, on distingue le zonage de l'aléa inondation par remontée de nappe et inondation de cave :



Carte extraite du site : <http://infoterre.brgm.fr>

Le site est concerné par le risque d'inondations potentielles de cave par remontée de nappe.

Cependant, compte tenu de la situation du terrain, celui-ci n'est pas concerné.

À l'heure où nous rédigeons ce rapport, il n'existe pas de PPRI en cours d'instruction ou en vigueur sur la commune de GRAMAT (46).

3.4.5 - RECHERCHE DES DOCUMENTS D'ÉTAT

Des arrêtés de reconnaissance, portant constatation de l'état de catastrophe naturelle, ont été pris sur la commune, en date du 09/06/2026, comme indiqué ci-dessous :

Nombre d'arrêtés de catastrophes naturelles (CAT-NAT) : 11				Source : CCR
Sécheresse : 2				
Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
INTE2010312A	01/07/2019	30/09/2019	29/04/2020	12/06/2020
IOME2308745A	01/07/2022	31/12/2022	03/04/2023	03/05/2023
Inondations et/ou Coulées de Boue : 7				
Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
INTE9200495A	21/09/1992	23/09/1992	06/11/1992	18/11/1992
INTE9400424A	13/05/1994	17/05/1994	08/09/1994	25/09/1994
INTE9600039A	09/01/1996	10/01/1996	02/02/1996	14/02/1996
INTE9700395A	04/12/1996	05/12/1996	19/09/1997	11/10/1997
INTE9800067A	15/08/1997	16/08/1997	12/03/1998	28/03/1998
INTE9900627A	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999
NOR19821118	06/11/1982	10/11/1982	18/11/1982	19/11/1982
Mouvement de Terrain : 1				
Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
INTE9900627A	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999
Tempête : 1				
Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
NOR19821118	06/11/1982	10/11/1982	18/11/1982	19/11/1982

Extrait du site www.georisques.gouv.fr

IV -

INVESTIGATIONS

4.1 -

MÉTHODE DE TRAVAIL

Lors de la mission G5, nous avons procédé à l'exécution de :

- **2 sondages de reconnaissance** à la tarière mécanique hélicoïdale continue $\varnothing$ 63 mm associés à des essais de sol au **pressiomètre** (Norme NF P 94-110) notés SP1 et SP2, descendus à 4,5 m de profondeur par rapport à la surface topographique du terrain au moment de notre mission,
- **4 reconnaissances de dallage et de ses couches de forme**, notées C,
- **2 reconnaissances des fondations** à la pelle mécanique 2,5 T (RF1), à la pelle pioche (C3).
- **des essais de laboratoire pour déterminer la sensibilité des sols du site au phénomène de retrait-gonflement.**

Les implantations des différents sondages sont reportées sur le plan d'implantation annexé.

Faute de référence topographique, les têtes de sondages ont été nivelées par nos soins en prenant comme référence le seuil du bâtiment (altitude fictive de + 100). Ce point référence est reporté sur le plan annexé.



Repère topographique

Ces altitudes fictives sont inscrites en marge des feuilles de sondages annexées, et sont données avec une précision de +/- 0,1 mètre.

La coupe géologique de chacun des sondages, et les résultats des essais sont joints sur les feuilles placées en annexe.

4.2 - **RÉSULTATS ET INTERPRÉTATION**

4.2.1 - **NATURE DU SOL**

Les sondages de reconnaissance SP avaient permis de distinguer les formations ci-après, de haut en bas :

■ **Couche 1 :**

- des **altérations** composées par des *limons argileux*, à cailloutis calcaires, de couleur dominante brun-ocre, uniquement en SP1, jusqu'à 1 m de profondeur.

■ **Couche 2 :**

- des **calcaires** +/- *limoneux, argileux et sableux*, de couleurs dominantes beige-gris, grise, jaunâtre ou gris-brun, jusqu'aux profondeurs forées.

Ces altérations et calcaires sont coiffés par de la terre végétale ou remblais sur une épaisseur de 40 cm.

4.2.2 - **L'EAU DANS LE SOL**

Des arrivées d'eau ont été reconnues respectivement en fin de forage et en fin de chantier aux profondeurs suivantes :

Sondage (n°)	Prof. (m) en fin de forage	Prof. (m) en fin de chantier
SP1	3,8	1,8
SP2	4,0	3,3

Soit les cotes fictives suivantes :

Sondage (n°)	cote. (m) en fin de forage	cote. (m) en fin de chantier
SP1	+ 97,5	+ 99,5
SP2	+ 93,8	+ 94,5

Il s'agit de circulations d'eau anarchique, pouvant provenir de sources, ou de circulations de sub-surface dues à la pente générale du terrain en périodes pluvieuses.

Nous rappelons que le BRGM indique une **sensibilité moyenne** au risque d'inondation de cave par remontée de nappe.

AVERTISSEMENT :

Les niveaux d'eau communiqués dans ce rapport ne correspondent aucunement au niveau des plus hautes eaux connues, ni à aucun autre niveau de référence et ne constituent qu'une mesure ponctuelle. La définition de ces niveaux fera l'objet d'un rapport indépendant établi en collaboration avec un bureau d'études spécialisé (hydrogéologue).

4.2.3 - CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES

Les caractéristiques mécaniques mesurées au moyen d'essais au pressiomètre (Norme NF P 94-110) et au pénétromètre dynamique (Norme NF P 94-115) s'avèrent avec :

Em = module pressiométrique,
Pl* = pression limite nette,

■ **Couche 1 : faibles** dans les altérations avec :

Em = 5,6 MPa
Pl* = 0,52 MPa

■ **Couche 2 : excellentes** dans le calcaire avec :

71,8 MPa	≤ Em ≤	+ de 100 MPa
3,11 MPa	≤ Pl* ≤	+ de 3,2 MPa

4.2.4 - CLASSIFICATION SELON LA SENSIBILITÉ AU RETRAIT-GONFLEMENT

Les essais de laboratoire suivants ont été réalisés sur des échantillons pris dans le sondage SP1 et la reconnaissance de fondation RF1, afin de déterminer la classification des sols selon le guide technique de réalisation des remblais et des couches de forme de 2024 (GTR 2024) :

- ◆ 2 déterminations de la teneur en eau W (Norme NF EN ISO 17892-1),
- ◆ 2 déterminations de la valeur au bleu des sols VBS (Norme NF EN 17542-3),
- ◆ 1 granulométrie par tamisage (Norme NF EN ISO 17892-4) avec tamis de mailles 63 µm et 2 mm,
- ◆ 1 granulométrie par tamisage (Norme NF EN ISO 17892-4) avec tamis de mailles 63 µm et 2 mm, et sédimentométrie,
- ◆ 1 série de teneurs en eau tous les 50 cm dans les sondages SP.

Les résultats sont donnés dans le tableau ci-après ; les procès-verbaux des essais sont joints en annexe.

Sondage (n°)	Prof. (m)	W (%)	VBS	passant à 63 μ m (%)	passant à 2 mm (%)	Classe GTR
SP1	1 – 1,8	14,4	2,4	66,8	91,6	F1
RF1	Sous-fondation	19,2	2,6	65,3	99,9	F2

Le tableau ci-dessous présente la sensibilité au retrait-gonflement des argiles :

Valeur de bleu VBS en %	Indice de plasticité I_p en %	Coeff. de gonflement C_g	Retrait linéaire RI	% moyen de mx gonflants	Susceptibilité
< 2,5	< 12	< 0,025	< 0,4	< 25	Faible
2,5 à 6	12 à 25	0,025 à 0,035	0,4 à 0,65	25 à 50	Moyenne
6 à 8	25 à 40	0,035 à 0,055	0,65 à 0,75	50 à 80	Forte
> 8	> 40	> 0,055	> 0,75	> 80	Très forte

Les résultats des premiers essais montrent que ces sols sont faiblement à moyennement sensibles au retrait-gonflement.

Nous avons réalisé une sédimentométrie sous fondation de RF1. La mesure C2 (passant à 2 μ m) est relevée à 35,5 %. On obtient alors :

Ech.	C2	VBS	ACB = $100 \times \text{VBS}/\text{C2}$	Activité fraction argileuse	SB = $\text{VBS} \times \text{C2}$	Risque RG
RF1	35,5	2,6	7,32	Moyenne	92,3	Moyen

Norme XP P 91-011

A_{cb}	Activité argileuse
> 18	Très active
13 à 18	Active
5 à 13	Moyenne
3 à 5	Peu active
0 à 3	Inactive

C2 < 10%	
Faible	ACB < 7
Moyen	7 < ACB < 12
Fort	ACB > 12
C2 > 10%	
Faible	SB ≤ 50 et ACB ≤ 7
Moyen	SB > 50 et ACB ≤ 12 ou SB ≤ 50 et 7 < ACB < 12
Fort	SB > 100 ou ACB > 12

Selon la grille de caractérisation de la sensibilité des sols de Jacquard (2015), les argiles présentent une sensibilité moyenne au regard du risque de retrait-gonflement.

4.2.5 - RECONNAISSANCE DES FONDATIONS EXISTANTES

Nous avons réalisé, comme convenu, 1 fouille de reconnaissance des fondations du bâtiment existant. Cette opération a été réalisée afin de reconnaître la nature, le débord et les niveaux d'assise des fondations existantes. Celles-ci ont ensuite été rebouchées le plus correctement possible.

Nous avons observé les données suivantes :

Sondage n°	RF1
Localisation / Zone	Mur sinistré sous bombement
Nature du sol de surface (TN)	Terre végétale
Prof. de la reconnaissance (m)	0,8
Soubassement	2,4 m sous niveau RDC
État du soubassement	Pierres légèrement déjointées avec profil bombé
Nature de la fondation	Base du mur en pierres calcaires
Prof. d'assise / TN (m)	0,2
Débord extérieur (m)	0
largeur de la fondation (m)	0,8
Nature du sol d'assise	Argile + calcaire +/- altéré
Observation(s)	Poche argileuse importante

Les planches photographiques et les coupes schématiques figurent en annexe.

Le bâtiment est donc fondé par continuation du mur que l'on peut considérer comme **semelle continue non rigidifiée** de 0,8 m de large, ancrée de 0,2 m dans le **calcaire très altéré** au droit de RF1, sans respect de la garde hors-gel de 0,5 m dans le secteur.

4.2.6 - CARACTÉRISATION GÉOTECHNIQUE DU DALLAGE EXISTANT

Nous avons réalisé 5 reconnaissances du dallage existant.

Il ressort que le carrelage (carrelage + colle) d'une épaisseur d'environ 4 cm est posé sur une chape béton de 20 à 30 cm d'épaisseur.

Cette chape béton est ferrillée (reconnu en C3) par un simple ferrailage de maille 20 cm x 20 cm:



La chape béton est posée sur du remblai composé d'argile et de mâchefer et de blocailles béton. La matrice argileuse est complètement déstructurée, suite à des circulations d'eau.



V -**SYNTHÈSE**

Les investigations menées ont permis de mettre en évidence, sous une quarantaine de centimètres de **terre végétale limoneuse**, localement des **altérations** peu compactes (**couche 1**), moyennement sensibles au phénomène de retrait-gonflement, identifiées en **classe GTR F₁/F₂** selon les essais de laboratoire, recouvrant le toit du **calcaire (couche 2)**, dont la partie saine a été reconnue dès 0,4 à 1,8 m de profondeur.

Des épaisseurs de remblais plus importantes pourront être découvertes localement.



Des arrivées d'eau ont été reconnues en cours de perforation, le 03/09/2025, entre 3,8 et 4,0 m de profondeur. Les niveaux d'eau stabilisés en fin de chantier ont été mesurés entre 1,8 et 3,3 m de profondeur.

Il s'agit de circulations d'eau anarchique, pouvant provenir de sources, ou de circulations de subsurface dues à la pente générale du terrain en périodes pluvieuses.

Nous rappelons que le BRGM indique une **sensibilité moyenne** au risque d'inondation de cave par remontée de nappe.



Pour la reprise en sous-œuvre du dallage, il est prévu la mise en œuvre de micropieux. Dans ces conditions, on pourra envisager pour cette reprise des **MICROPIEUX FORÉS TYPE III**, ancrés dans le toit du calcaire sain (couche 2).

Un exemple de prédimensionnement de ce système de fondation vous est présenté ci-après.

VI - REPRISE DU DALLAGE PAR MICROPIEUX

6.1 - CARACTÉRISTIQUES DES MICROPIEUX

6.1.1 - TYPE DE PIEUX

D'après l'Eurocode 7, ces pieux sont classés :

Classe : 8

Catégorie : 19

Technique de mise en œuvre : Pieux ou micropieu injecté (type III)

Norme de référence : NF EN 14199 (Micropieux)

6.1.2 - LONGUEUR DE FICHES

Les micropieux seront ancrés au minimum de 3 mètres dans les parties saines du calcaire (couche 2) reconnues à partir de 1,8 m au sein du sondage SP1, soit les fiches minimales suivantes au droit de nos sondages de reconnaissance au droit du bâtiment :

Sondage	Fiche minimale (m)	Cote NGF de base des pieux (m)
SP1	4,8	+ 96,52

Attention, l'ancrage final dépendra des charges à reprendre réellement.

6.1.3 - MÉTHODOLOGIE DE CALCUL

Conformément à la norme d'application NF P 94-262 de l'Eurocode 7, les calculs sont conduits selon l'approche 2.

La détermination de la portance limite est réalisée à partir de la méthode pressiométrique selon la procédure du « modèle de terrain » à partir de l'expression suivante :

$$R_c = R_b + R_s$$

avec :

$$R_{b;k} = A_b q_{b;k} \text{ et } R_{s;k} = \sum_i A_{s;i} q_{s;i;k}$$

$$q_{b;k} = \frac{q_b}{\gamma_{R;d1} \gamma_{R;d2}} \text{ et } q_{s;i;k} = \frac{q_{s;i}}{\gamma_{R;d1} \gamma_{R;d2}}$$

$\gamma_{R;d1} = 1,4$ et $\gamma_{R;d2} = 1,1$ pour des pieux de catégorie 19 en compression.

$\gamma_{R;d1} = 1,7$ et $\gamma_{R;d2} = 1,1$ pour des pieux de catégorie 19 en traction.

- **Valeur de calcul de la portance d'un pieu aux États Limites Ultimes (ELU) $R_{c;d}$:**

$$R_{c;d} = R_{c;k} / \gamma_t$$

$$R_{c;d} = R_{b;k} / \gamma_b + R_{s;k} / \gamma_s = R_{b;d} + R_{s;d}$$

$$\gamma_t = \gamma_b = \gamma_s = 1,1$$

Pour le calcul à la traction, seul le frottement est pris en compte.

- **Justification aux États Limites de Service (ELS) $R_{c;cr;d}$:**

Pour des pieux mis en œuvre sans refoulement, on a :

$$R_{c;cr;k} = 0,5R_{b;k} + 0,7R_{s;k}$$

$$R_{t;cr;k} = 0,7R_{s;k}$$

$$\gamma_{CR} = 0,9 \text{ aux ELS caractéristiques}$$

$$\gamma_{CR} = 1,1 \text{ aux ELS quasi permanents}$$

6.1.4 - VALEURS CARACTÉRISTIQUES DE DIMENSIONNEMENTS

- **Frottement latéral**

La valeur du frottement axial unitaire limite s'obtient par la formule suivante :

$$q_s(z) = \alpha_{\text{pieu-sol}} f_{\text{sol}} [p_l^*(z)]$$

Couche n°	Nature	Profondeur base max (m)	p^*_{le} (MPa)	$\alpha_{\text{SOL-PIEU}}$	Courbe NF P 94-262	f_{sol} (kPa)	q_s retenu (kPa)
1	TV / Altérations / calcaire altéré	1,8(*)	-	NÉGLIGÉ			
2	Calcaire sain	> 8,0	3,0	2,4	Q5	111	268

(*) au droit des sondages pressiométrique

- **Terme de pointe**

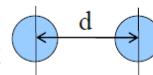
L'effort de pointe total limite ne sera pas pris en compte dans les calculs de résistance.

6.1.5 - PRÉCAUTIONS DE MISE EN ŒUVRE

- Les micropieux devront être réalisés conformément à la norme NF EN 14199.
- L'ancrage pourra être plus important et dépendra des charges maximales à reprendre appui par appui.
- Le dimensionnement définitif des micropieux sera de la responsabilité de l'entreprise de fondations spéciales et dépendra des charges à reprendre. Les pieux recevant des efforts d'arrachement ou des efforts horizontaux notables devront être armés en conséquence. Le choix des armatures reste de la responsabilité des entreprises de fondations spéciales.
- L'entreprise retenue soumettra, si besoin, son dimensionnement à un bureau d'études spécialisé, dans le cadre d'une mission d'étude et suivi d'exécution G3 et/ou de supervision G4, par exemple.
- On veillera à une implantation précise et à une bonne verticalité des pieux.
- Curage soigné de la base des micropieux, et bétonnage aussitôt à la remontée, pour éviter le délavage et la ségrégation du béton, ainsi que l'altération du calcaire (couche 2) à la base des micropieux.
- Le tubage provisoire à l'avancement pourrait s'avérer indispensable pour assurer le maintien des parois de forage avant le coulage du coulis.
- Les analyses sur l'eau ou le sol du site pour évaluer l'**agressivité chimique (XA1 à XA3)** envers le béton concernant les attaques chimiques **seront** à réaliser en mission G3 par l'entreprise spécialisée.
- Utiliser un ciment spécifique pour la prise sous l'eau, résistant aux éventuelles agressions de la nappe et du sol.
- Si la distance entre les micropieux est inférieure à 3 diamètres des micropieux, il faudra prendre en compte l'effet de groupe

Critère : $d < 3B$ effet de groupe

d entraxe des pieux



Effet de groupe lié au rapprochement des pieux (Annexe J.2) :

$$C_e = (1 - C_d(2 - (1/m + 1/n))) \quad \text{si } d < 3B$$

$$C_e = 1 \quad \text{si } d \geq 3B$$

- Privilégier un enregistrement des paramètres de forage afin de bien contrôler et vérifier l'ancrage au sein de la formation du calcaire sain (couche 2).

6.2 - PORTANCE (ELS) & TASSEMENTS (ELS)

Les calculs de justification de la portance et des tassements ont été réalisés à l'aide du logiciel de calculs géotechniques FOXTA® V4, dans son module *Fondprof*®.

6.2.1 - DESCENTES DE CHARGE

Il nous a été transmis les descentes de charges les plus défavorables du projet. Ces descentes de charges sont les suivantes :

G (kN)	Q (kN)
60	50

Les combinaisons d'actions étudiées sont les suivantes :

ELU Fondamentales :
$$\sum_{j \geq 1} 1.35 G_{k,j} + 1.50 Q_{k,1} + \sum_{i > 1} 1.50 \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

ELS Caractéristiques :
$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

ELS Quasi-Permanentes :
$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Avec, en considérant que le projet est de catégorie A selon l'Eurocode 0 :

Type de surcharge	Ψ_2
Exploitation	0,3

Dans ces conditions, les combinaisons d'actions étudiées sont les suivantes :

ELU Fond. (kN)	ELS Car. (kN)	ELS Q.P. (kN)
156	110	64,5

Ces combinaisons d'actions seront à valider par le bureau d'étude structure en charge du dossier.

Nous ne pouvons être tenu responsables de la mauvaise combinaison des descentes de charges et des désordres que cela pourrait impliquer sur la structure.

6.2.2- CALCUL DE LA LONGUEUR DE FICHE POUR UNE CHARGE AXIALE

Pour les combinaisons d'actions précédentes, on obtiendra les longueurs de fiche et capacités portantes suivantes :

Diamètre (mm)	Sondage de référence	Profondeur du toit du socle +/- altéré (m/TN)	Fiche minimale du micropieux (m)	Ancrage minimal du micropieu dans le socle +/- altéré (m)	ELU (KN)	ELS Car (KN)	ELS QP (KN)
120	SP1	1,8	4,8(*)	3,0(*)	123	150	176
160			4,8(*)	3,0(*)	164	201	235
200			4,8(*)	3,0(*)	205	251	293

(*) : *ancrage minimal suffisant*

Note: $0,1 \text{ MPa} = 1 \text{ bar} = 1 \text{ daN/cm}^2 = 100 \text{ kPa} = 10 \text{ T/m}^2 = 100 \text{ kN/m}^2 = 0,1 \text{ MN/m}^2$
 $10 \text{ kN} = 1 \text{ Tonne Force}$

VII - PLANCHERS BAS / DALLAGES

Conformément au principe de reprise, le dallage sera repris et porté par les micropieux.

VIII - L'EAU DANS LE SOL

Des arrivées d'eau ont été reconnues respectivement en fin de forage et en fin de chantier aux profondeurs suivantes :

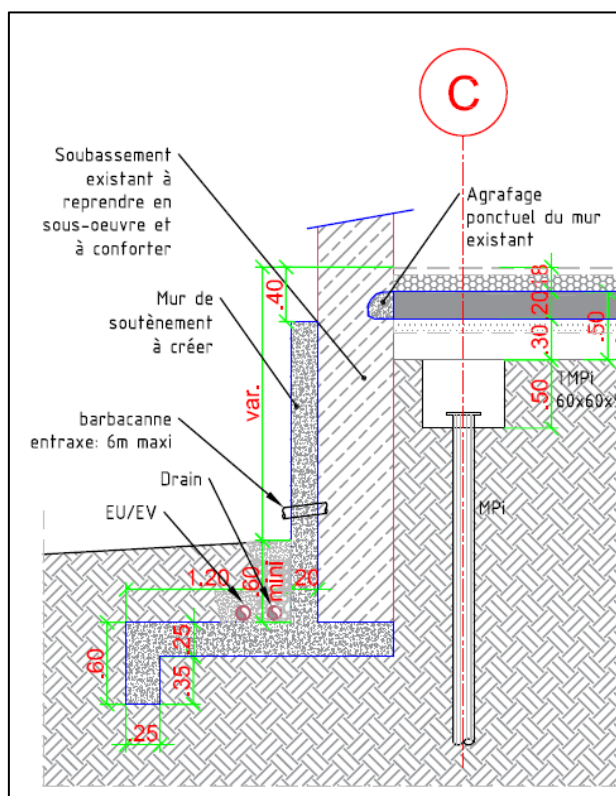
Sondage (n°)	Prof. (m) en fin de forage	Prof. (m) en fin de chantier
SP1	3,8	1,8
SP2	4,0	3,3

Soit les cotes fictives suivantes :

Sondage (n°)	cote. (m) en fin de forage	cote. (m) en fin de chantier
SP1	+ 97,5	+ 99,5
SP2	+ 93,8	+ 94,5

Nous rappelons que le BRGM indique une **sensibilité moyenne** au risque d'inondation de cave par remontée de nappe.

Selon les documents fournis, il est prévu un système de drainage du nouveau mur de soutènement par barbacane et cunette en pied.



De plus, l'entreprise en charge des fondations profondes devra prévoir d'utiliser un ciment spécifique pour la prise sous l'eau, et résistant aux éventuelles agressions de la nappe et du sol.

Les niveaux d'eau communiqués dans ce rapport ne correspondent aucunement au niveau des plus hautes eaux connues, ni à aucun autre niveau de référence et ne constituent qu'une mesure ponctuelle. La définition de ces niveaux fera l'objet d'un rapport indépendant établi en collaboration avec un bureau d'études spécialisé (hydrogéologue).

CONCLUSION

Les investigations menées en mission G5 ont permis de mettre en évidence, sous une quarantaine de centimètres de **terre végétale limoneuse**, localement des **altérations** peu compactes (**couche 1**), moyennement sensibles au phénomène de retrait-gonflement, identifiées en **classe GTR F₁/F₂** selon les essais de laboratoire, recouvrant le toit du **calcaire (couche 2)**, dont la partie saine a été reconnue dès 0,4 à 1,8 m de profondeur.



Des arrivées d'eau ont été reconnues en cours de perforation, le 03/09/2025, entre 3,8 et 4,0 m de profondeur. Les niveaux d'eau stabilisés en fin de chantier ont été mesurés entre 1,8 et 3,3 m de profondeur.

Il s'agit de circulations d'eau anarchique, pouvant provenir de sources, ou de circulations de subsurface dues à la pente générale du terrain en périodes pluvieuses.

Nous rappelons que le BRGM indique une **sensibilité moyenne** au risque d'inondation de cave par remontée de nappe.



La reprise en sous-cœuvre du dallage pourra être faite par **micropieux de type III**, ancrés de 3 m minimum dans **le calcaire sain (couche 2)**. Un exemple de dimensionnement de ce système de fondations est présenté au chapitre VI de ce présent rapport, pour différents diamètres de micropieux. Dans tous les cas, les micropieux devront faire l'objet d'une mission G3 en fonction des diamètres retenus. Cette dernière sera réalisée en interne par l'entreprise de fondations profondes.



Nous restons à la disposition des différents parties et intervenants sur le projet pour tout complément d'information.

Dans tous les cas, et conformément à la norme NF P 94-500, une mission G4 phase étude et phase suivie pourra être envisagée, notamment afin de vérifier les pièces du projet en phase EXE, ainsi que la bonne mise en œuvre des ouvrages géotechnique.

Chargé du dossier
Clément BERNIER



L'ingénieur Contrôle qualité
M-P. MARCHIVE



ANNEXES

- I. Méthode de calcul n°1*
- II. Plan d'implantation des sondages*
- III. Coupes des sondages, essais et pénétrogrammes*
- IV. Procès-verbaux des essais de laboratoire*
- V. Reconnaissances de fondations*
- VI. Notes de calculs - Fofta®*
- VII. Schéma d'enchaînement des missions géotechniques*

METHODE DE CALCUL N° 1

FONDATION SUPERFICIELLE OU SEMI-PROFONDE

LA CONTRAINTE DE CALCUL q_{net} (Eurocode 7)

La contrainte limite de rupture qu ou contrainte ultime est donnée par la relation :

$$q_{net} = k_p \cdot Pl_e^* \cdot i_\delta \cdot i_\beta$$

Où :

Pl_e^* = pression limite nette équivalente = $\sqrt[n]{\prod_{i=1}^n P_{l;k;i}^*}$

k_p = facteur de portance qui dépend des dimensions de la fondation, de son encastrement relatif et de la nature du sol (annexe D norme NF P 94-261)

i_δ = coefficient de réduction de portance lié à l'inclinaison du chargement. Il vaut 1 si la charge n'est pas inclinée,

i_β = coefficient de réduction de portance lié à la proximité d'un talus de pente β . Il vaut 1 si la fondation est suffisamment éloignée d'un talus ($d > 8B$),

LES CONTRAINTES DE CALCUL aux états limites (Eurocode 7)

La contrainte de calcul aux états limites est définie par la relation :

$$q_{EL;E7} = \frac{q_{net}}{\gamma_{R;v} \times \gamma_{R;d;v}}$$

Où :

$\gamma_{R;v}$ = facteur partiel permettant le calcul de la portance,

$\gamma_{R;d;v}$ = coefficient de modèle associé à la méthode de calcul = 1,2 pour le pressiomètre,

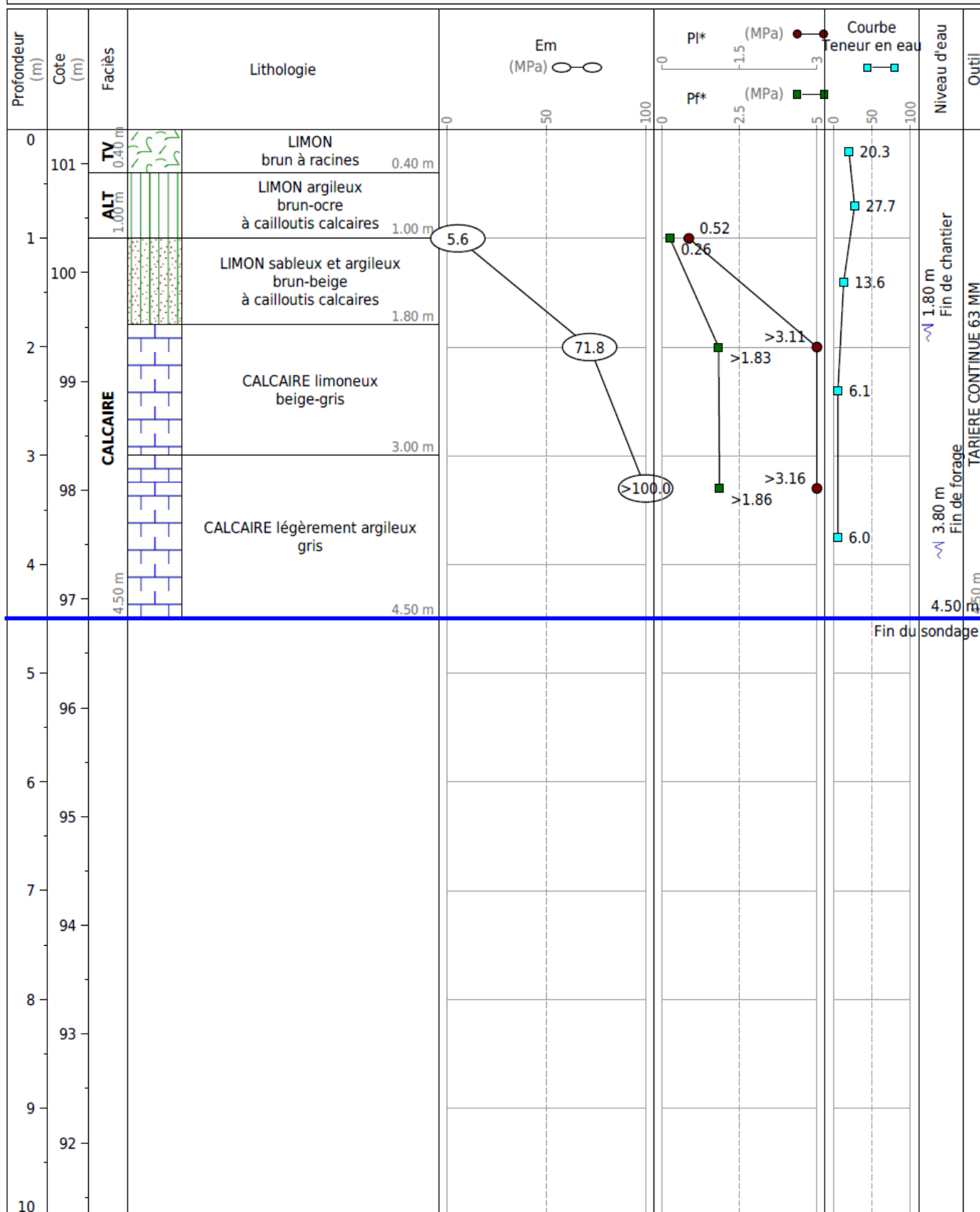
Pour les justifications aux états limites ultimes (ELU), $\gamma_{R;v} \times \gamma_{R;d;v} = 1,4 \times 1,2 = 1,68$

Pour les justifications aux états limites de service (ELS), $\gamma_{R;v} \times \gamma_{R;d;v} = 2,3 \times 1,2 = 2,76$

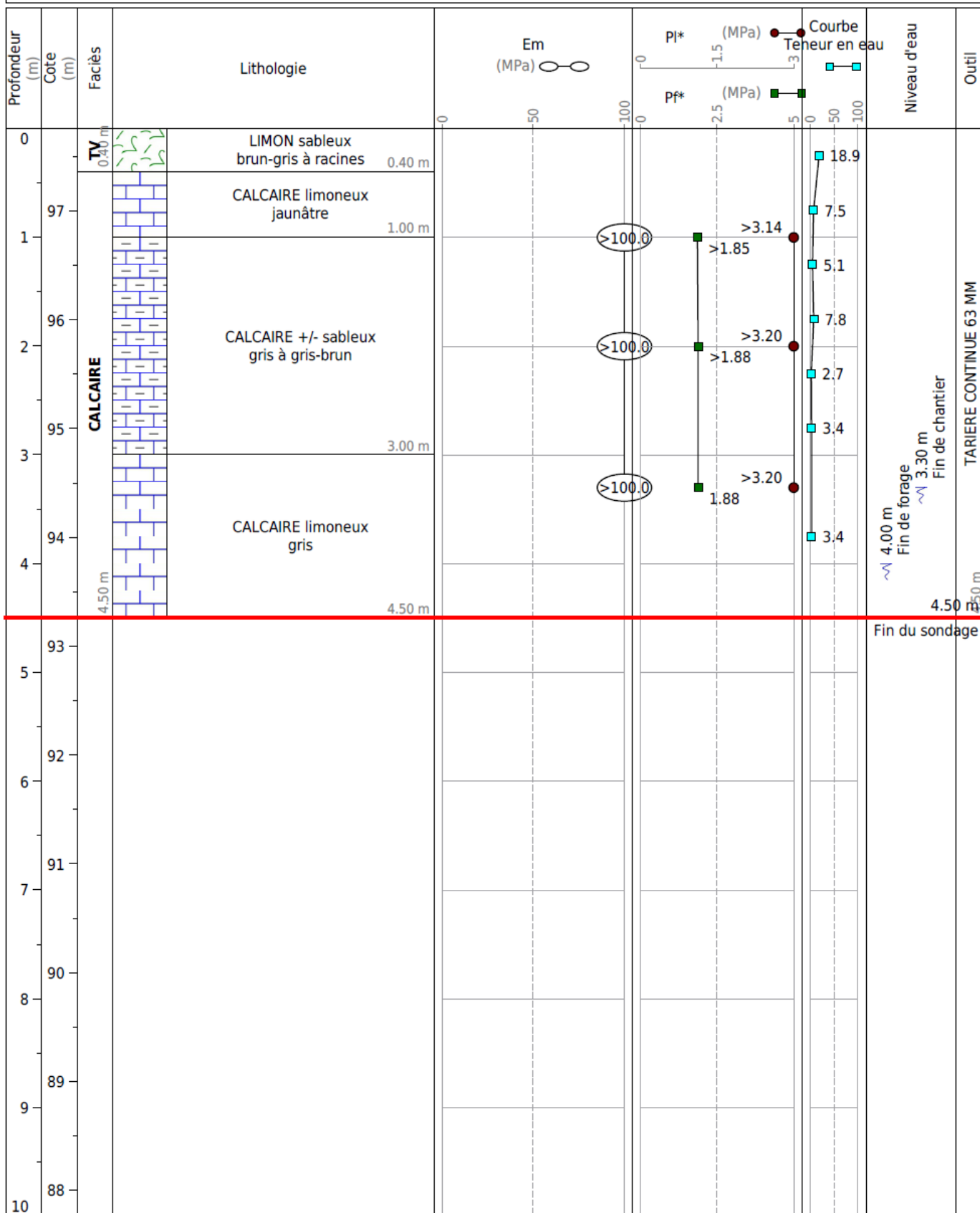


<i>LÉGENDE</i>	
	Sondage de reconnaissance à la tarière avec essais pressiométriques
	Carotté dallage + pénétromètre à main
	Reconnaissance de fondation
	Repère topographique (seuil du bâtiment)
<i>Compétence Géotechnique Centre</i>	

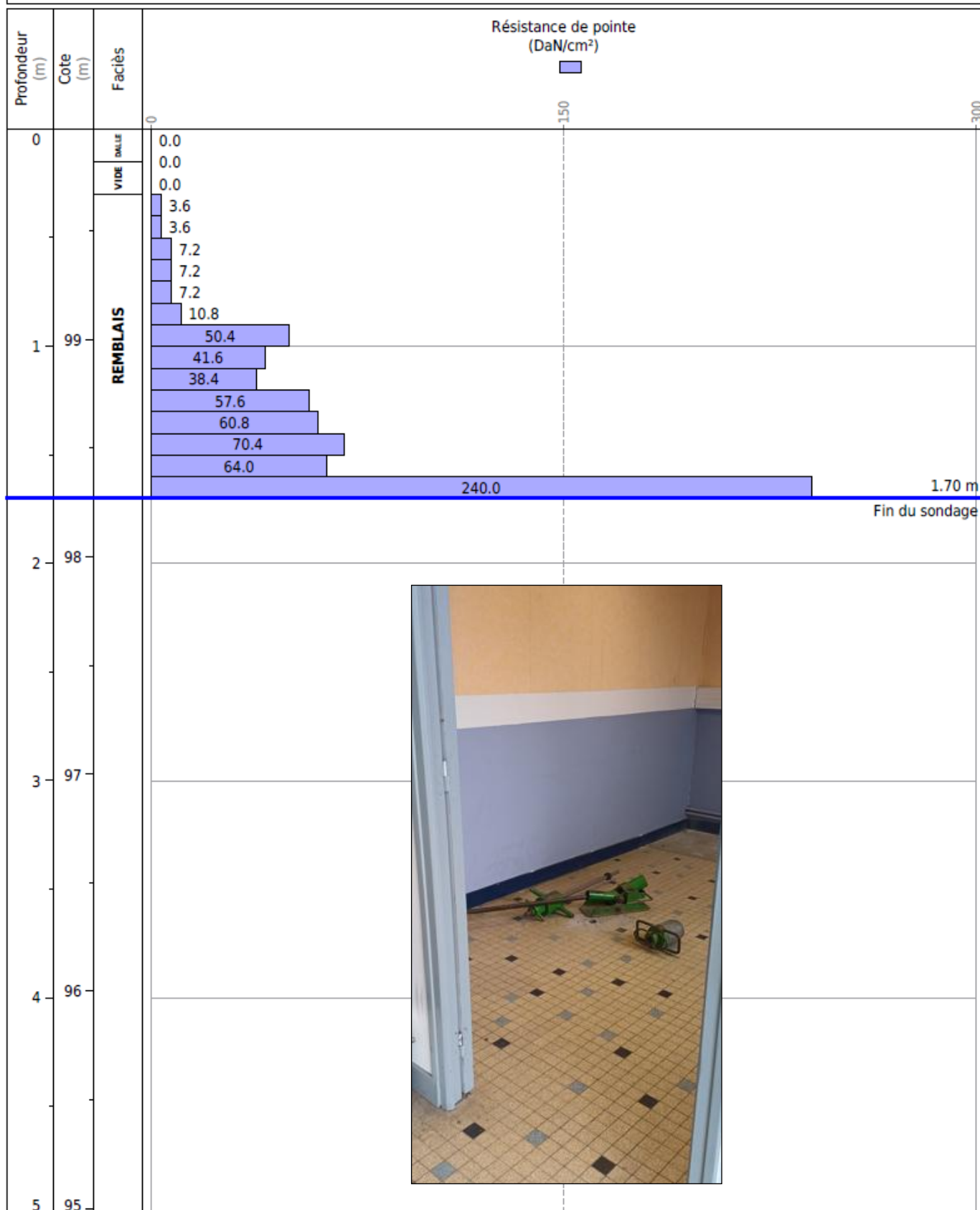
III. Coupes des sondages, essais et pénétrogrammes



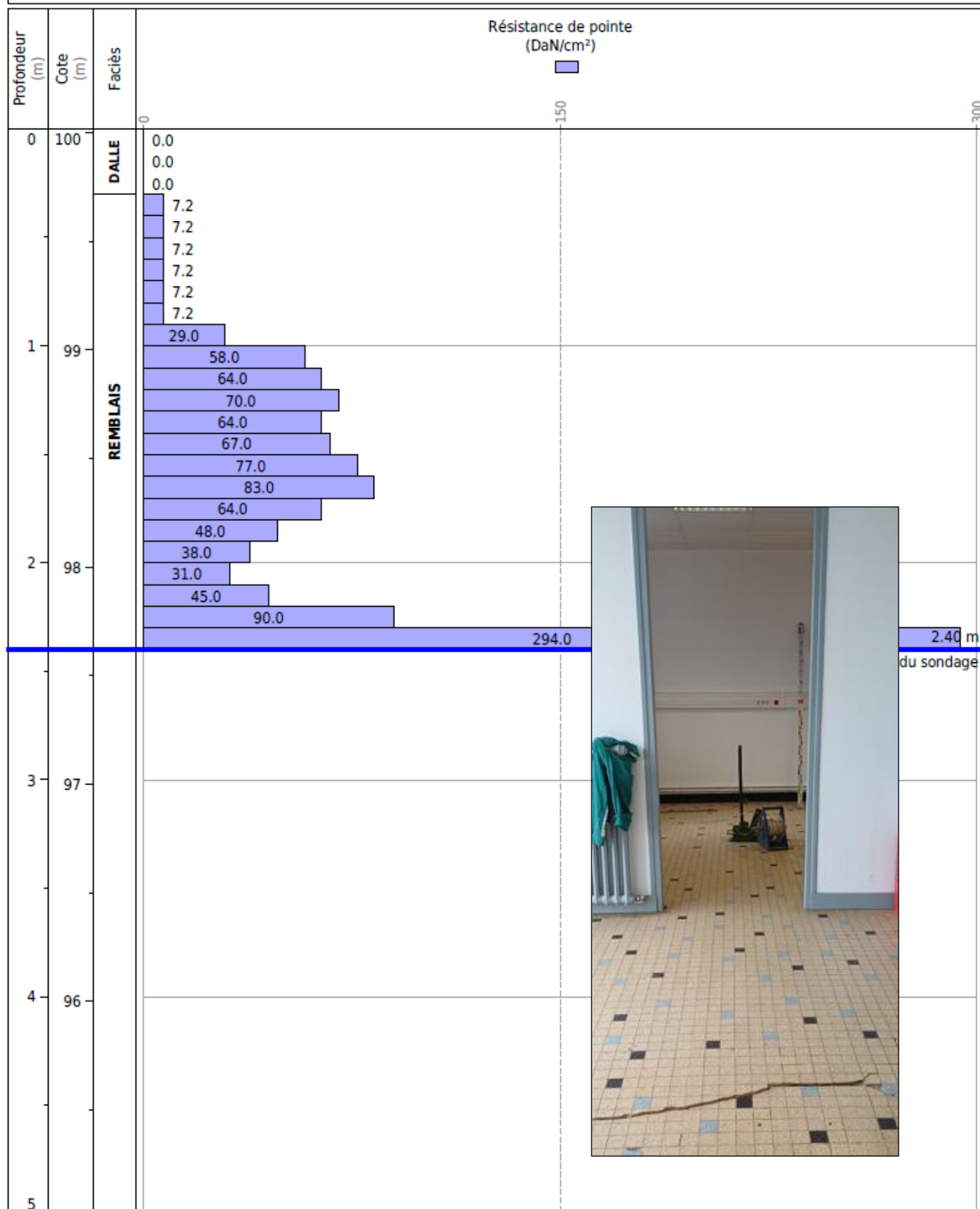
Obs. :



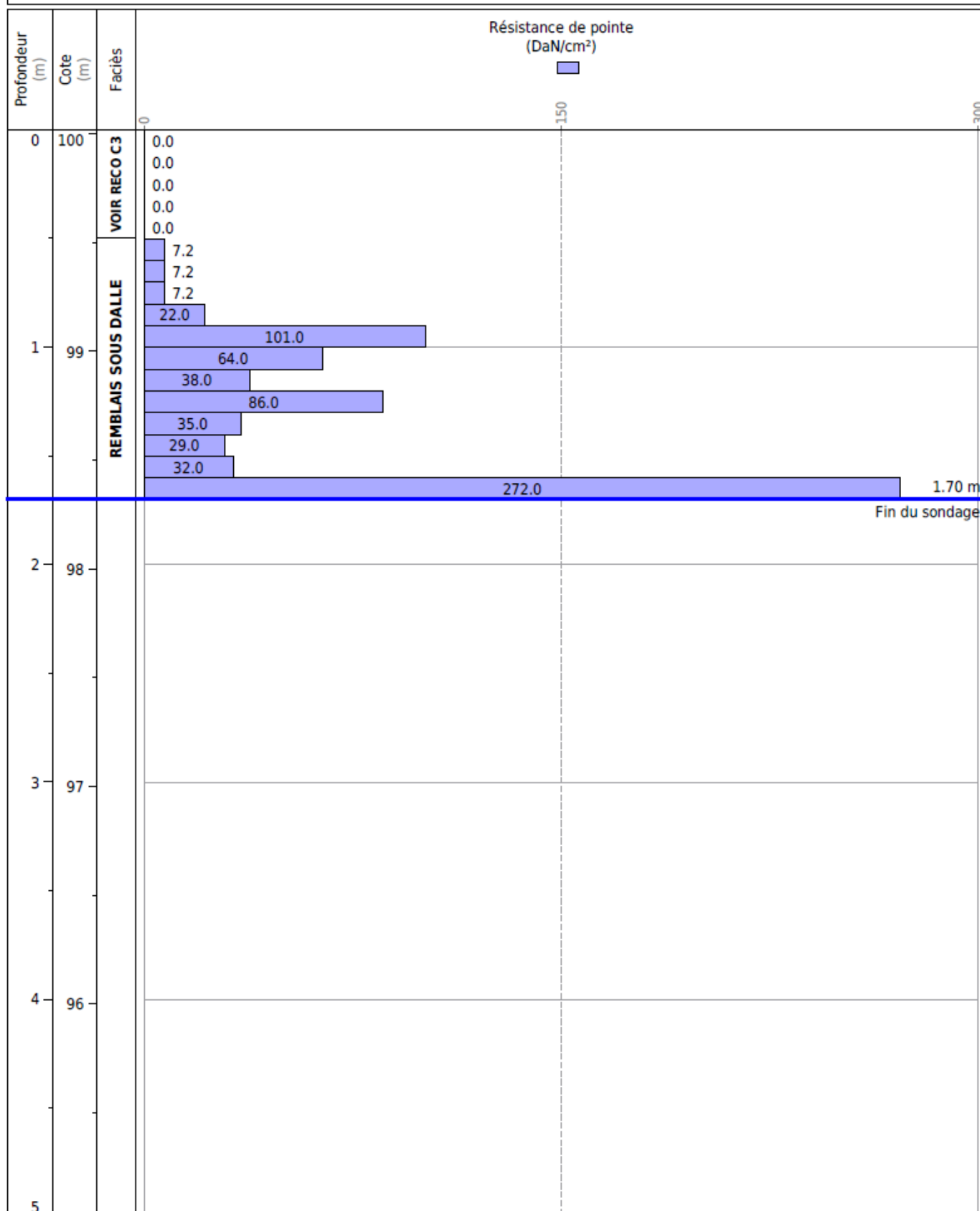
Obs. :



Obs. : Absence d'eau lors du forage

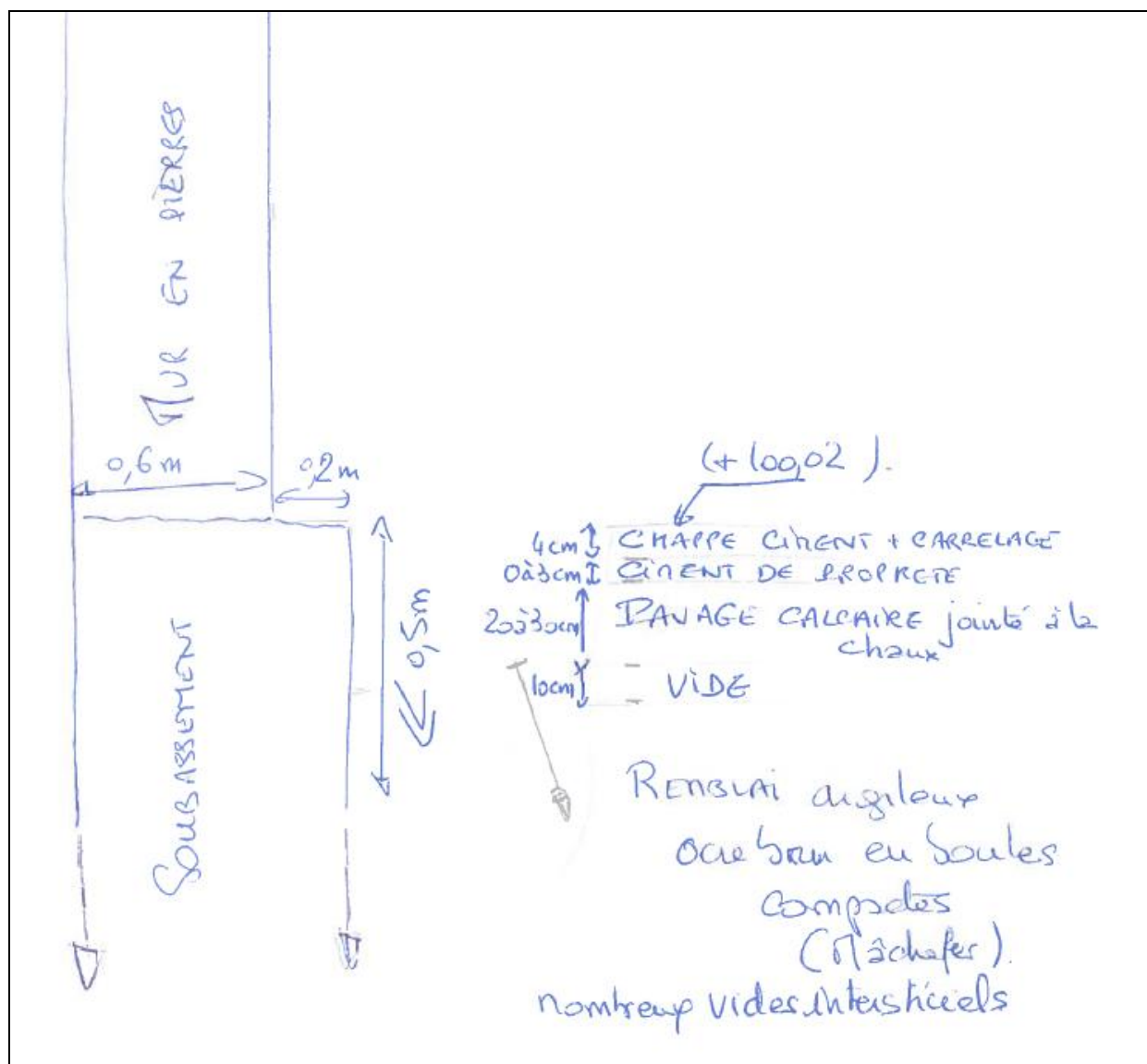


Obs. : Absence d'eau lors du forage



Obs. : Absence d'eau lors du forage

Reconnaissance C3

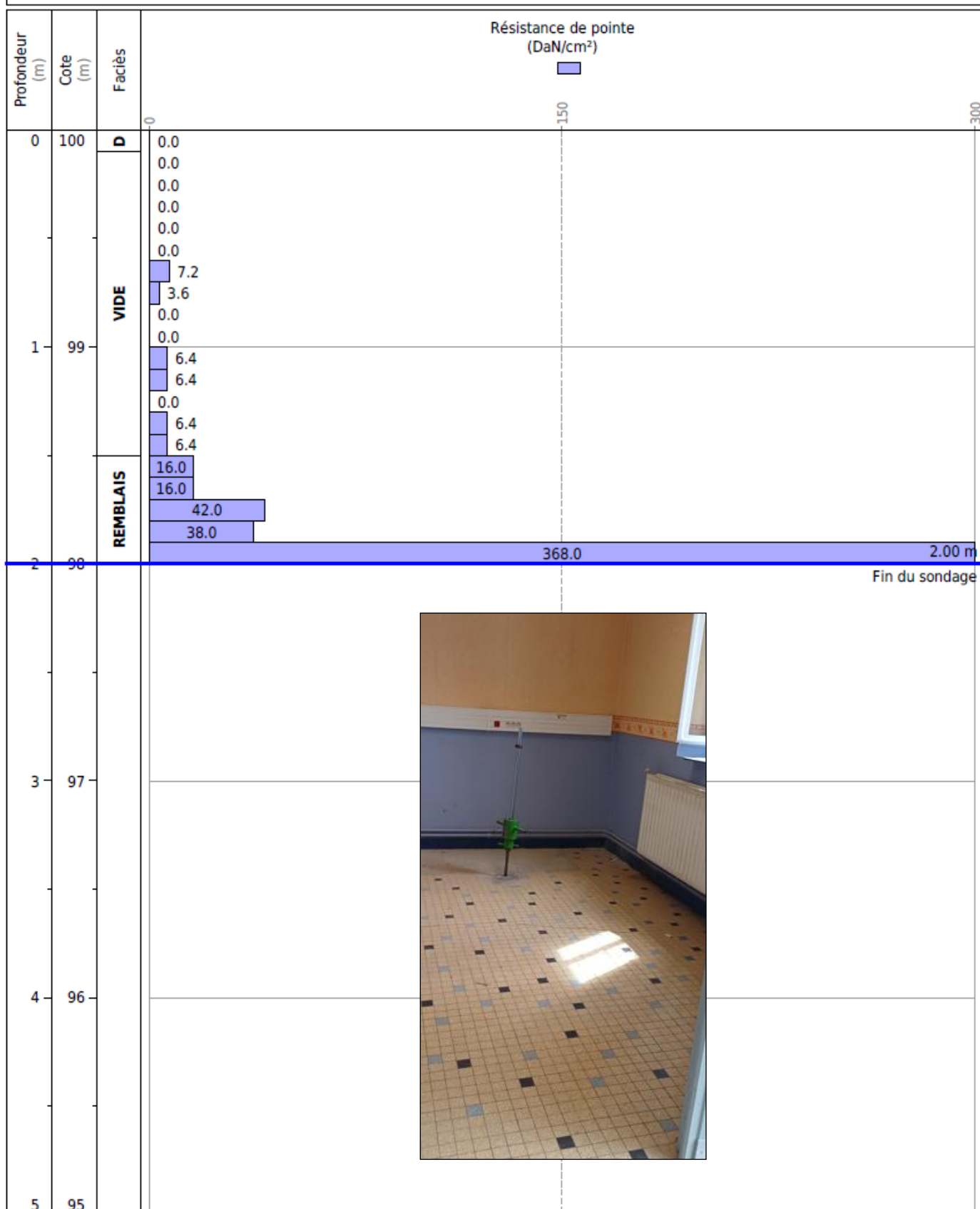




C4

4 cm de chappe béton + carrelage
Puis remblai de morceaux de carrelage
et chappe et mâchefer





Obs. : Absence d'eau lors du forage

IV. Procès-verbaux des essais de laboratoire



Identification GTR simplifiée

PROCES VERBAL ESSAI LABORATOIRE

COMPETENCE GEOTECHNIQUE CENTRE
3 IMPASSES DES FOUGERES
19100 BRIVE-LA-GAILLARDE

Chantier: GRAMAT
N° dossier: C25-134
Sondage: SP1 1 - 1,8 m

Tel: 05 55 22 57 71
centre@competence-geotechnique.fr

1 - Renseignements généraux

Opérateur: GARREAU Date prélèvement: 03/09/2025
Date rédaction PV: 19/09/2025 Mode de prélèvement: Tarière mécanique

2 - Valeur au bleu du sol - NF P 94-068

Date essai: 16/09/2025

Caractères organoleptiques: ☐ Peu argileux

Proportion 0/5 mm dans la fraction 0/50 mm du matériau sec: C = 1

V (mL)= 180,0 B (g)= 1,8 m₀ (g)= 75,0

VBS= 2,4

3 - Teneur en eau pondérale

Date essai: 15/09/2025

Méthode: ☐ Etuve NF P 94-050

T (g): 15,0

m_{h2}+T(g): 975,0

m_{h2} (g): 960,0

Cycle de chauffage:

T (h):		+24	
Prise d'essai sèche (g):		854,0	

W(%)= 14,4

4 - Passant à 2 mm et 80 µm

Mise en suspension:

m₀'(g): 641,0

Pesée après dessiccation

Tamis vide (g): 1094

Tamis+refus (g): 1253

Refus net (g): 159

Pesée après dessiccation

Tamis vide (g): 682,0

Tamis+refus (g): 736

Refus net (g): 54

% 80 µm = 66,8

% 2 mm = 91,6

5 - Classe GTR

A1/F1



Identification GTR simplifiée

PROCES VERBAL ESSAI LABORATOIRE

COMPETENCE GEOTECHNIQUE CENTRE
3 IMPASSES DES FOUGERES
19100 BRIVE-LA-GAILLARDE

Chantier: GRAMAT
N° dossier: C25-134
Sondage: RF1 Sous-fondation

Tel: 05 55 22 57 71
centre@competence-geotechnique.fr

1 - Renseignements généraux

Opérateur: GARREAU Date prélèvement: 03/09/2025
Date rédaction PV: 19/09/2025 Mode de prélèvement: Pelle / pioche

2 - Valeur au bleu du sol - NF P 94-068

Date essai: 15/09/2025

Caractères organoleptiques: ☐ Moyennement argileux

Proportion 0/5 mm dans la fraction 0/50 mm du matériau sec: C = 1

V (mL)= 80,0 B (g) = 0,8 m₀ (g)= 31,0

VBS= 2,6

3 - Teneur en eau pondérale

Date essai: 15/09/2025

Méthode: ☐ Etuve NF P 94-050

T (g): 15,0

mh₂+T(g): 1052,0

mh₂ (g): 1037,0

Cycle de chauffage:

T (h):		+24	
Prise d'essai sèche (g):		885,0	

W(%)= 19,2

4 - Passant à 2 mm et 80 µm

Mise en suspension:

m₀'(g): 715,0

Pesée après dessiccation

Tamis vide (g): 1094

Tamis+refus (g): 1341

Refus net (g): 247

Pesée après dessiccation

Tamis vide (g): 682,0

Tamis+refus (g): 683

Refus net (g): 1

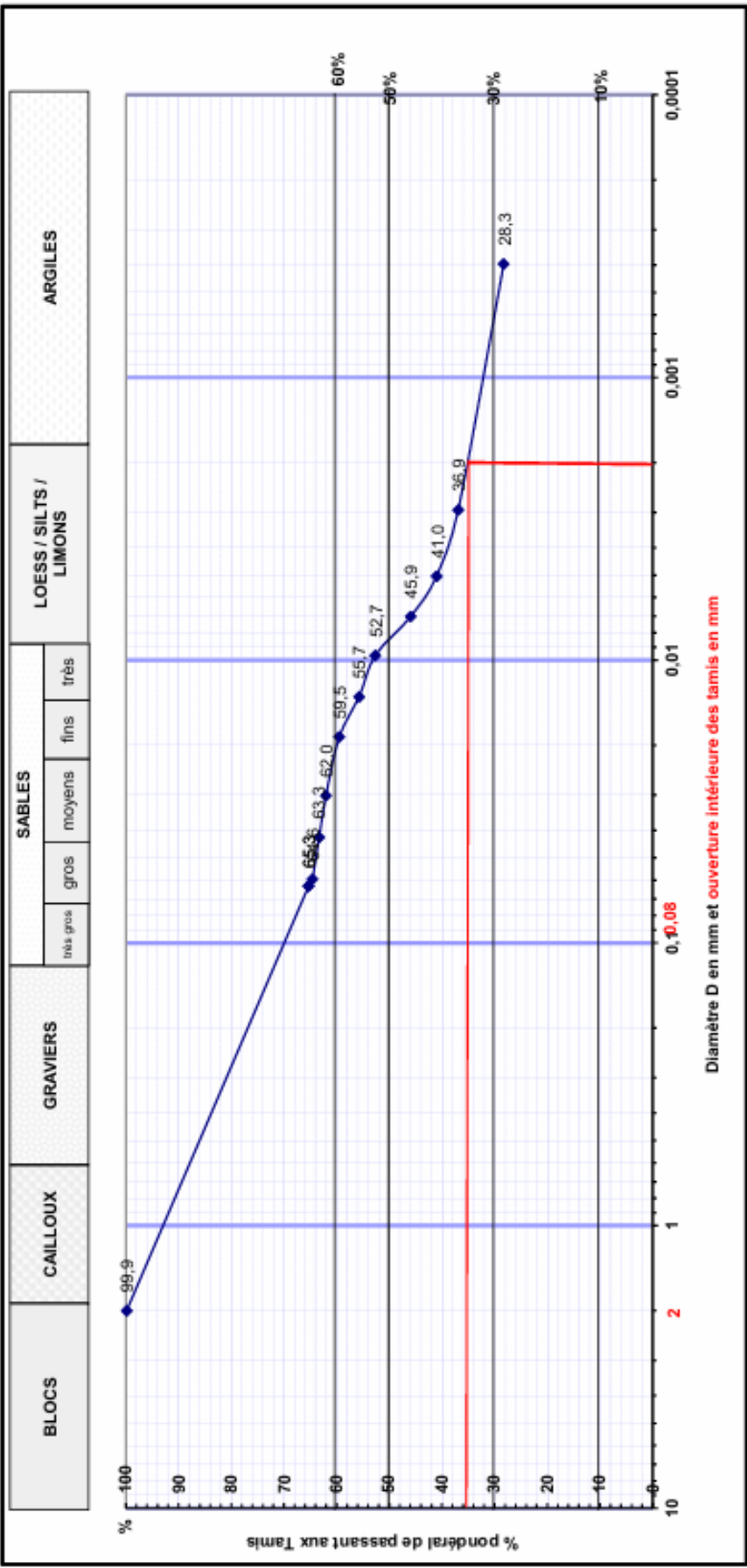
% 80 µm = 65,3

% 2 mm = 99,9

5 - Classe GTR

A2/F2

Site	GRAMAT (46)	PROCES VERBAL ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE A SEC APRES LAVAGE ET PAR SEDIMENTATION	 Compétence Géotechnique Centre Sondages et essais – Etudes de sol Ingénierie - Instrumentation Laboratoire - Expertises La Chaussagne – 3 chemin des Fougières 19100 BRIVE-LA-GAILLARDE Tél. : 05 55 22 57 71 centre@competence-geotechnique.fr www.competence-geotechnique.com
Dossier	C25-134		
Sondage	RF1		
Nature du matériau	LIMON argileux		
Profondeur	sous-fondation		
Opérateur	Guillaume GARREAU	<i>Conformément aux normes</i> <i>P 94-056 et NF P 94-057</i>	<i>NF</i>
Date	17-18/09/2025		



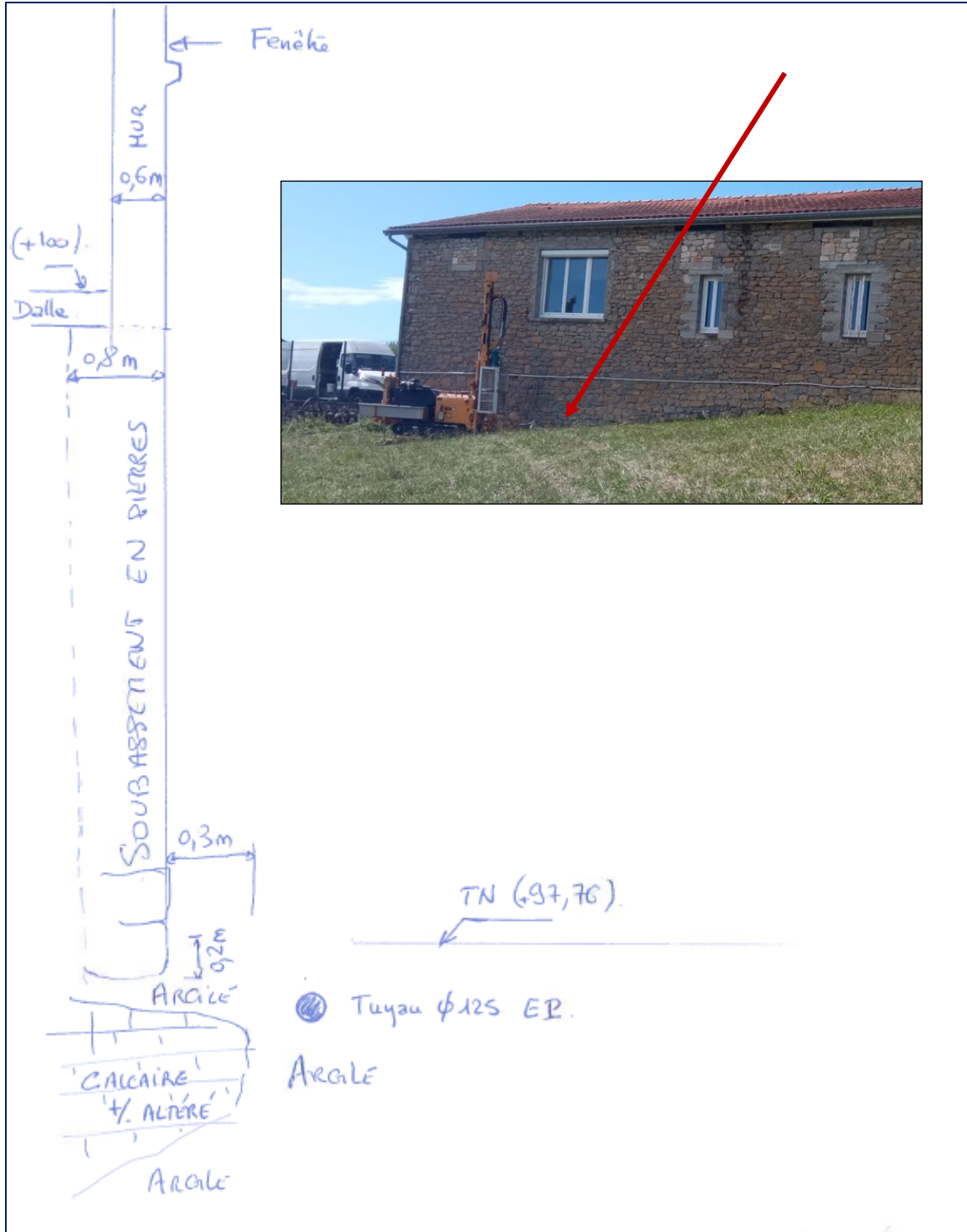
Passant à 63 µm	65,31 %
C2 (passant à 2 µm)	35,5 %

VBS	2,6 g/100g
W _{nat}	19,20 %
Classe GTR	A2 / F2

V. Reconnaissances de fondations



GRAMAT (46)
C25-134
RF1





VI. Notes de calculs - Foxta®

Données

Titre du projet : Reprise en sous-œuvre par micropieux d'un bâtiment

Numéro d'affaire : C26-075

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Ø120 (Cas 1)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-262/A1 (juillet 2018)

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas du calcul (m) : 0,50

Section de calcul : Section de calcul circulaire

Diamètre de calcul (m) : 0,12

Classe du pieu : 8 - Pieu/micropieu injecté

Catégorie du pieu : 19 [PIGU, MIGU] - Pieu ou micropieu injecté mode IGU (type III)

Mode de chargement : Travail en compression

Combinaisons

	ELS-QP	ELS-CARAC	ELU-FOND	ELU-ACC
Pondérations combinées sur Qs,k	0,636	0,778	0,909	1,000
Pondérations combinées sur Qp,k	0,000	0,000	0,000	0,000

Cote de référence (m) : 0,00

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	γR,d1×γR,d2
1	TV / Altérations		Argile, limons	-1,80	1,00	0,38	1,15	2,200
2	Couche 2		Roche altérée et fragmentée	-8,00	3000,00	263,97	1,45	1,540

Critère de calcul : Longueur imposée

Longueur du pieu (m) : 4,80

Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non

Contrôle de la résistance structurale de la section : Non

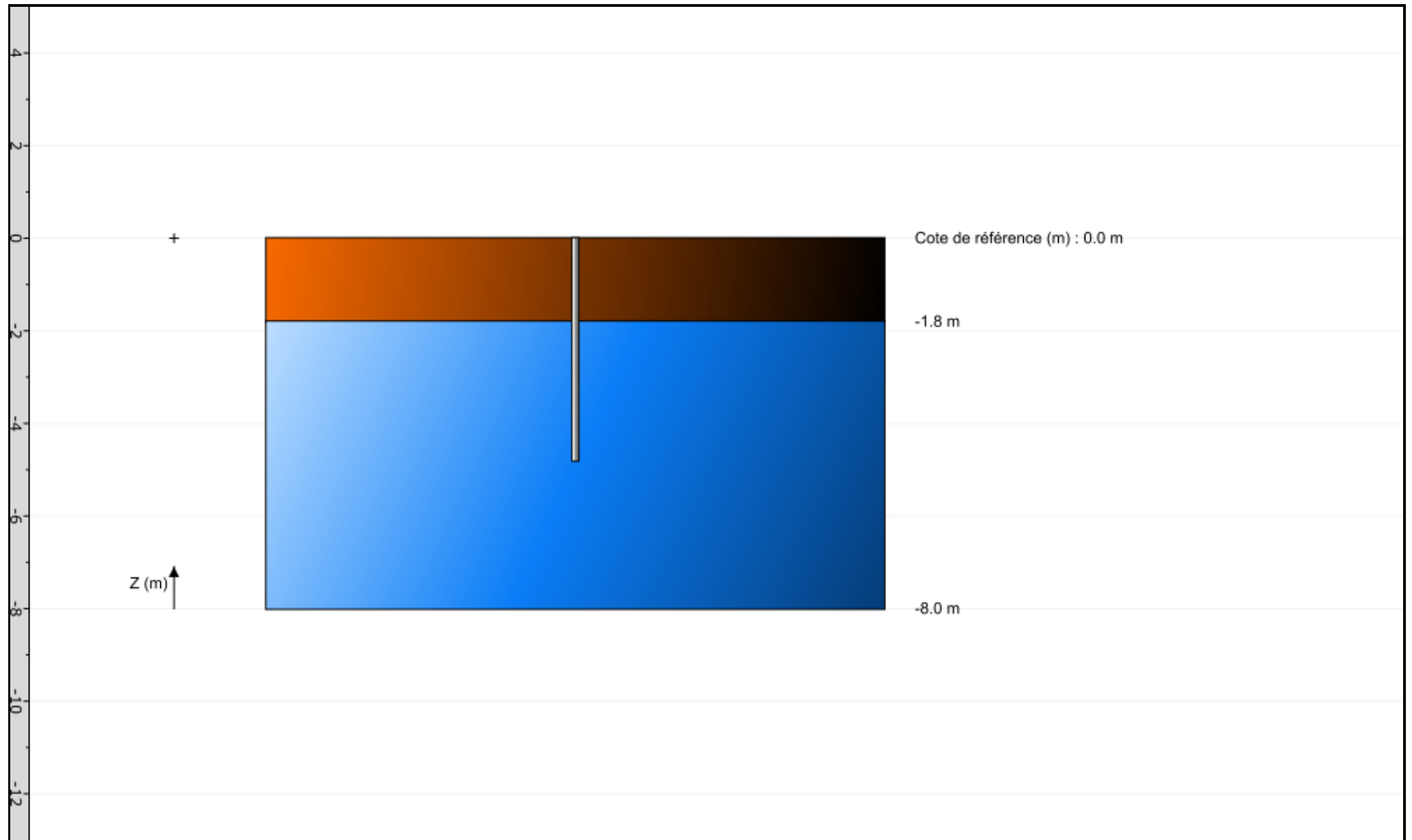


FoXta v4
v4.1.22

Imprimé le : 11/06/2026 - 15:57:23
Calcul réalisé par : COMPETENCE GEOTECHNIQUE CENTRE

Projet : Micropieux G2 PRO
Module : Fondprof (Cas 1/3)
Titre du calcul : Ø120

Onglet "Paramètres généraux"



File : C:\Users\clement\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v4\9224\FP.2.resu

Calcul réalisé le : 11/06/2026 à 15h51
 par : COMPETENCE GEOTECHNIQUE CENTRE

Options du calcul :

- calcul basé sur des paramètres issus du pressiomètre de Ménard
- calcul selon les règles de la norme NF P 94 262
- profil de pression limite pl* défini par couche
- pour pieu de catégorie : 19
- pour pieu travaillant en compression

Combinaisons	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
Frottement	0.636	0.778	0.909	1.000
Pointe	0.000	0.000	0.000	0.000

Cote de référence : 0.000

Section du pieu : 0.011
 Périmètre : 0.377

Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	pl*	qsl	kpmin	kpmax	gamrd
01	-1.80	1.0	0.38	1.00	1.15	2.20
02	-8.00	3000.0	263.97	1.00	1.45	1.54

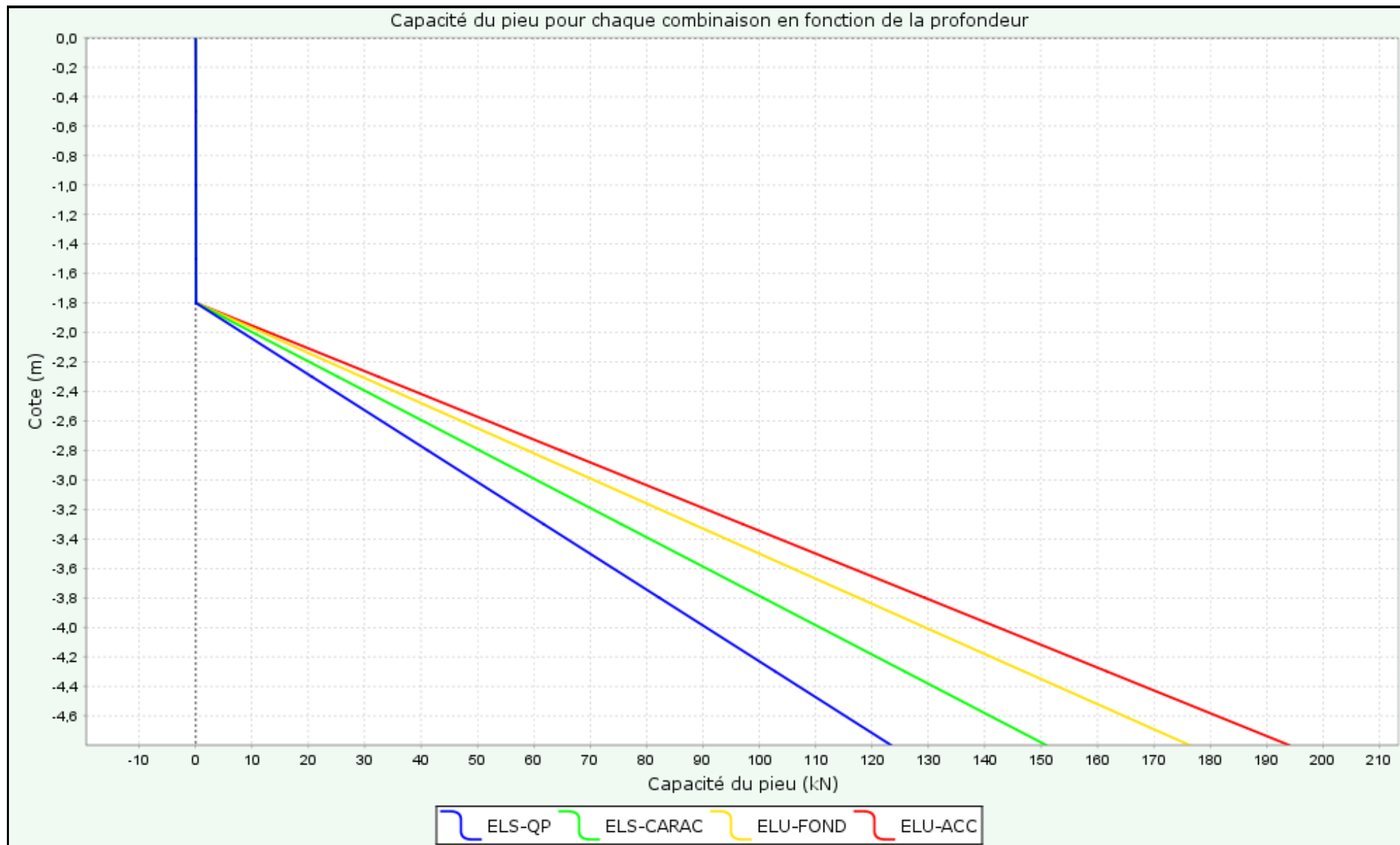
Pas du calcul : 0.50

 SOLUTION

Calcul à longueur imposée : L = 4.80

couche	cote	qsl	ple	kp	Qs	Qp	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
01	0.00	0.38	1.0	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-0.50	0.38	300.9	1.000	0.1	3.4	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-1.00	0.38	1050.6	1.000	0.1	11.9	0.0	0.1	0.1	0.1
01	-1.50	0.38	1800.4	1.000	0.2	20.4	0.1	0.1	0.1	0.1
01	-1.80	0.38	2250.2	1.000	0.3	25.5	0.1	0.1	0.1	0.1
02	-1.80	263.97	3000.0	1.000	0.3	33.9	0.1	0.1	0.1	0.1
02	-2.30	263.97	3000.0	1.375	50.0	46.7	20.6	25.2	29.5	32.4
02	-2.80	263.97	3000.0	1.450	99.8	49.2	41.2	50.4	58.8	64.7
02	-3.30	263.97	3000.0	1.450	149.5	49.2	61.7	75.5	88.2	97.0
02	-3.80	263.97	3000.0	1.450	199.3	49.2	82.3	100.6	117.6	129.4
02	-4.30	263.97	3000.0	1.450	249.0	49.2	102.8	125.8	147.0	161.7
02	-4.80	263.97	3000.0	1.450	298.8	49.2	123.4	150.9	176.3	194.0

Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



Données

Titre du projet : Reprise en sous-œuvre par micropieux d'un bâtiment

Numéro d'affaire : C26-075

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Ø160 (Cas 2)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-262/A1 (juillet 2018)

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas du calcul (m) : 0,50

Section de calcul : Section de calcul circulaire

Diamètre de calcul (m) : 0,16

Classe du pieu : 8 - Pieu/micropieu injecté

Catégorie du pieu : 19 [PIGU, MIGU] - Pieu ou micropieu injecté mode IGU (type III)

Mode de chargement : Travail en compression

Combinaisons

	ELS-QP	ELS-CARAC	ELU-FOND	ELU-ACC
Pondérations combinées sur Qs,k	0,636	0,778	0,909	1,000
Pondérations combinées sur Qp,k	0,000	0,000	0,000	0,000

Cote de référence (m) : 0,00

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	γR,d1×γR,d2
1	TV / Altérations		Argile, limons	-1,80	1,00	0,38	1,15	2,200
2	Couche 2		Roche altérée et fragmentée	-8,00	3000,00	263,97	1,45	1,540

Critère de calcul : Longueur imposée

Longueur du pieu (m) : 4,80

Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non

Contrôle de la résistance structurale de la section : Non

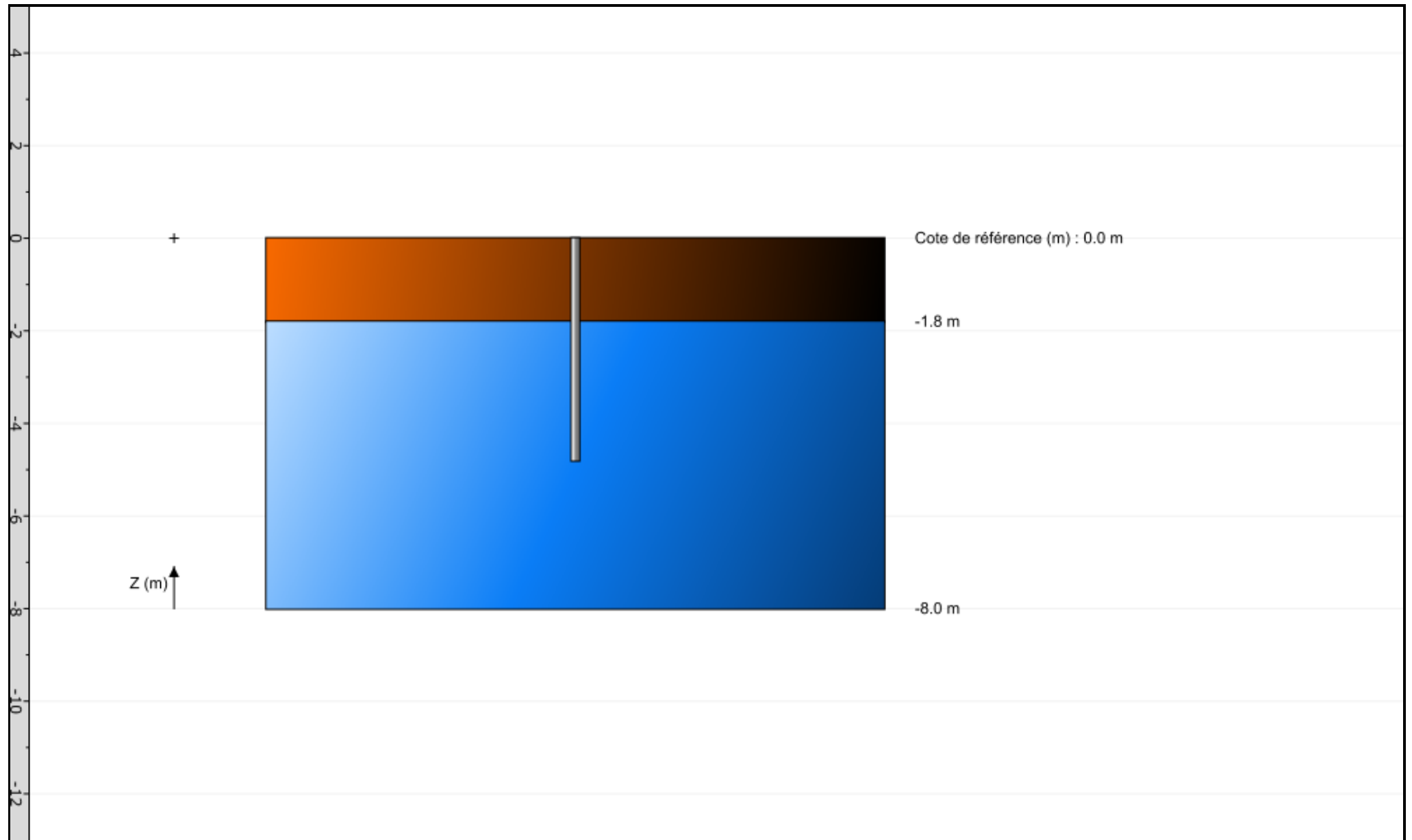


FoXta v4
v4.1.22

Imprimé le : 11/06/2026 - 15:57:41
Calcul réalisé par : COMPETENCE GEOTECHNIQUE CENTRE

Projet : Micropieux G2 PRO
Module : Fondprof (Cas 2/3)
Titre du calcul : Ø160

Onglet "Paramètres généraux"



File : C:\Users\clement\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v4\9224\FP.0.resu

Calcul réalisé le : 11/06/2026 à 15h57
 par : COMPETENCE GEOTECHNIQUE CENTRE

Options du calcul :

- calcul basé sur des paramètres issus du pressiomètre de Ménard
- calcul selon les règles de la norme NF P 94 262
- profil de pression limite pl* défini par couche
- pour pieu de catégorie : 19
- pour pieu travaillant en compression

Combinaisons	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
Frottement	0.636	0.778	0.909	1.000
Pointe	0.000	0.000	0.000	0.000

Cote de référence : 0.000

Section du pieu : 0.020
 Périmètre : 0.503

Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	pl*	qsl	kpmin	kpmax	gamrd
01	-1.80	1.0	0.38	1.00	1.15	2.20
02	-8.00	3000.0	263.97	1.00	1.45	1.54

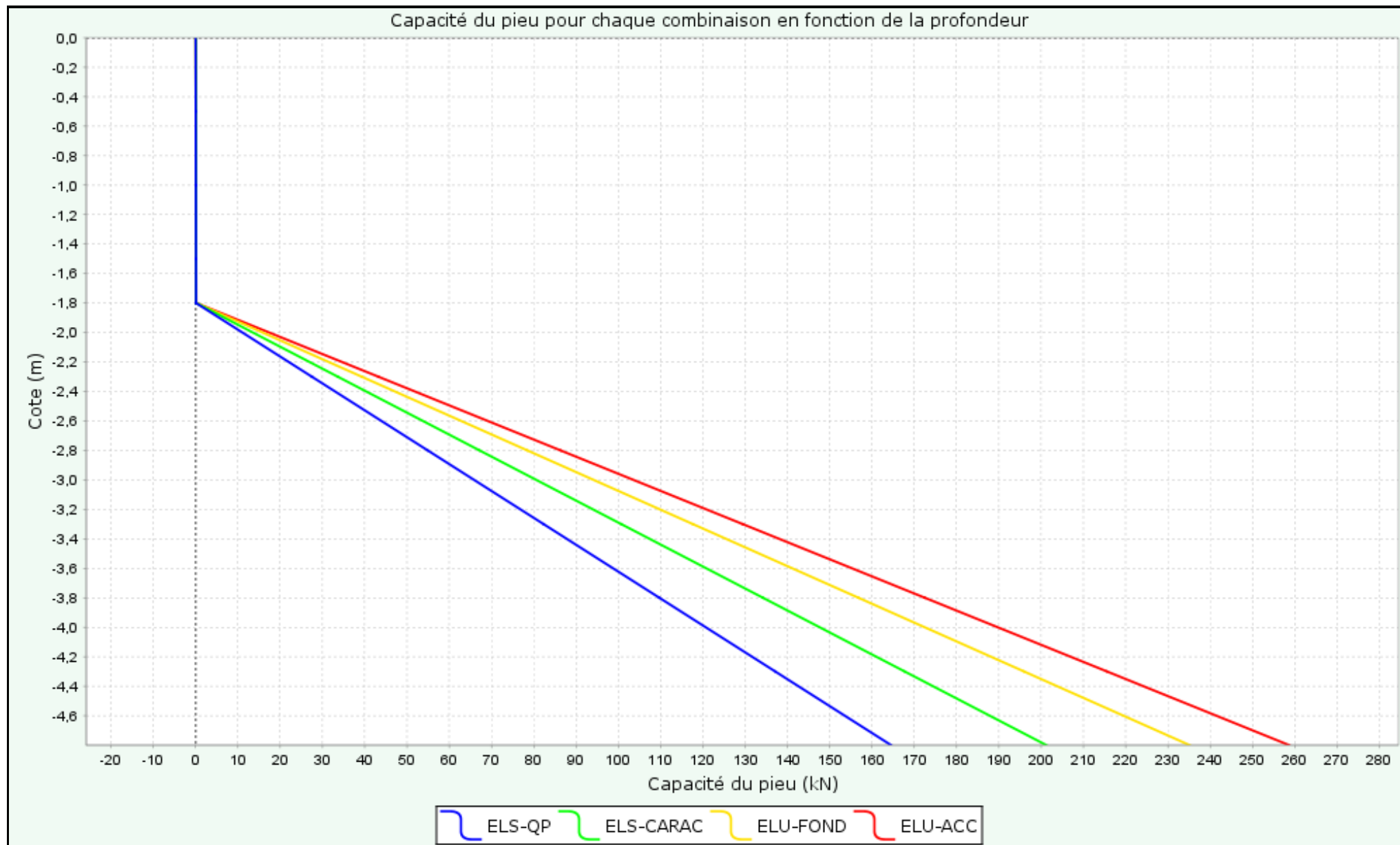
Pas du calcul : 0.50

 SOLUTION

Calcul à longueur imposée : L = 4.80

couche	cote	qsl	ple	kp	Qs	Qp	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
01	0.00	0.38	1.0	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-0.50	0.38	300.9	1.000	0.1	6.1	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-1.00	0.38	1050.6	1.000	0.2	21.1	0.1	0.1	0.1	0.1
01	-1.50	0.38	1800.4	1.000	0.3	36.2	0.1	0.1	0.1	0.1
01	-1.80	0.38	2250.2	1.000	0.3	45.2	0.1	0.1	0.1	0.2
02	-1.80	263.97	3000.0	1.000	0.3	60.3	0.1	0.1	0.1	0.2
02	-2.30	263.97	3000.0	1.281	66.7	77.3	27.5	33.6	39.3	43.2
02	-2.80	263.97	3000.0	1.450	133.0	87.5	54.9	67.2	78.5	86.3
02	-3.30	263.97	3000.0	1.450	199.4	87.5	82.3	100.7	117.6	129.4
02	-3.80	263.97	3000.0	1.450	265.7	87.5	109.7	134.2	156.8	172.5
02	-4.30	263.97	3000.0	1.450	332.1	87.5	137.1	167.7	195.9	215.6
02	-4.80	263.97	3000.0	1.450	398.4	87.5	164.5	201.2	235.1	258.6

Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



Données

Titre du projet : Reprise en sous-œuvre par micropieux d'un bâtiment

Numéro d'affaire : C26-075

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Ø200 (Cas 3)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-262/A1 (juillet 2018)

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas du calcul (m) : 0,50

Section de calcul : Section de calcul circulaire

Diamètre de calcul (m) : 0,20

Classe du pieu : 8 - Pieu/micropieu injecté

Catégorie du pieu : 19 [PIGU, MIGU] - Pieu ou micropieu injecté mode IGU (type III)

Mode de chargement : Travail en compression

Combinaisons

	ELS-QP	ELS-CARAC	ELU-FOND	ELU-ACC
Pondérations combinées sur Qs,k	0,636	0,778	0,909	1,000
Pondérations combinées sur Qp,k	0,000	0,000	0,000	0,000

Cote de référence (m) : 0,00

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	$\gamma R, d1 \times \gamma R, d2$
1	TV / Altérations		Argile, limons	-1,80	1,00	0,38	1,15	2,200
2	Couche 2		Roche altérée et fragmentée	-8,00	3000,00	263,97	1,45	1,540

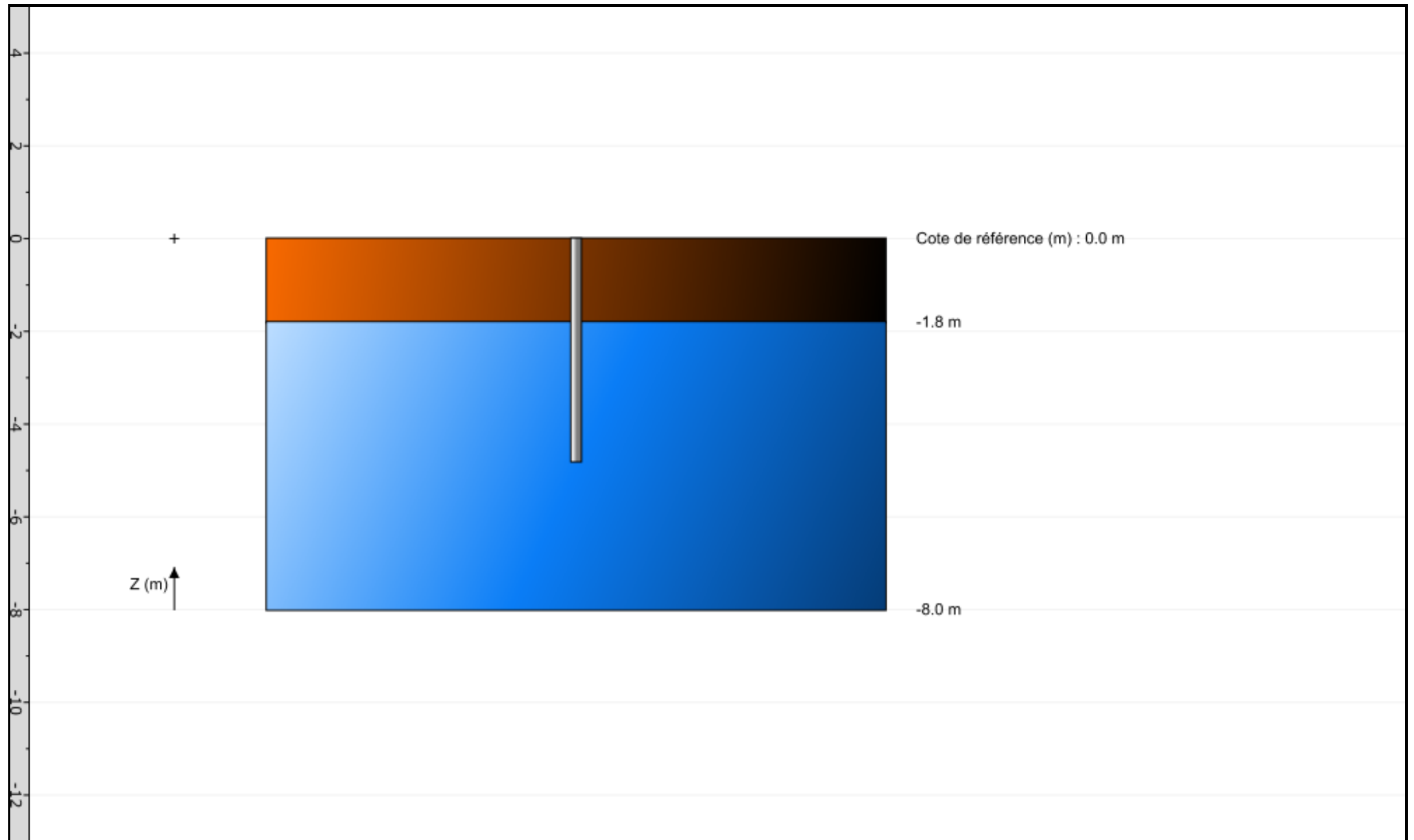
Critère de calcul : Longueur imposée

Longueur du pieu (m) : 4,80

Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non

Contrôle de la résistance structurale de la section : Non

Onglet "Paramètres généraux"



File : C:\Users\clement\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v4\9224\FP.1.resu

Calcul réalisé le : 11/06/2026 à 15h57
 par : COMPETENCE GEOTECHNIQUE CENTRE

Options du calcul :

- calcul basé sur des paramètres issus du pressiomètre de Ménard
- calcul selon les règles de la norme NF P 94 262
- profil de pression limite pl* défini par couche
- pour pieu de catégorie : 19
- pour pieu travaillant en compression

Combinaisons	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
Frottement	0.636	0.778	0.909	1.000
Pointe	0.000	0.000	0.000	0.000

Cote de référence : 0.000

Section du pieu : 0.031
 Périmètre : 0.628

Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	pl*	qsl	kpmin	kpmax	gamrd
01	-1.80	1.0	0.38	1.00	1.15	2.20
02	-8.00	3000.0	263.97	1.00	1.45	1.54

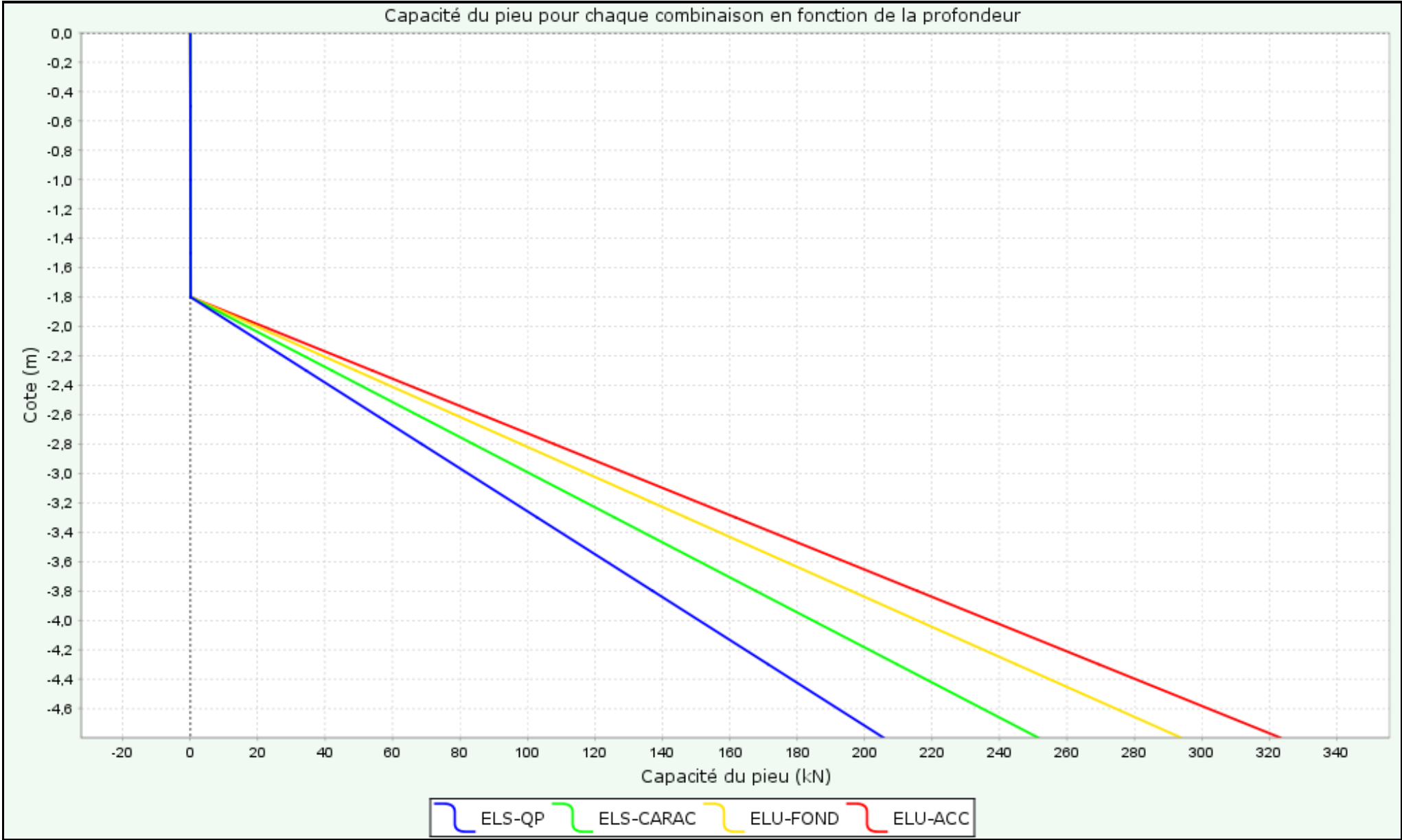
Pas du calcul : 0.50

 SOLUTION

Calcul à longueur imposée : L = 4.80

couche	cote	qsl	ple	kp	Qs	Qp	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
01	0.00	0.38	1.0	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-0.50	0.38	300.9	1.000	0.1	9.5	0.0	0.0	0.0	0.1
01	-1.00	0.38	1050.6	1.000	0.2	33.0	0.1	0.1	0.1	0.1
01	-1.50	0.38	1800.4	1.000	0.4	56.6	0.1	0.1	0.1	0.2
01	-1.80	0.38	2250.2	1.000	0.4	70.7	0.1	0.2	0.2	0.2
02	-1.80	263.97	3000.0	1.000	0.4	94.3	0.1	0.2	0.2	0.2
02	-2.30	263.97	3000.0	1.225	83.4	115.5	34.4	42.0	49.1	54.0
02	-2.80	263.97	3000.0	1.450	166.3	136.7	68.6	83.9	98.1	107.9
02	-3.30	263.97	3000.0	1.450	249.2	136.7	102.9	125.8	147.0	161.7
02	-3.80	263.97	3000.0	1.450	332.1	136.7	137.1	167.7	196.0	215.6
02	-4.30	263.97	3000.0	1.450	415.1	136.7	171.4	209.6	244.9	269.4
02	-4.80	263.97	3000.0	1.450	498.0	136.7	205.6	251.5	293.9	323.3

Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



VII. Schéma d'enchaînement des missions géotechniques

NF P 94-500 11/2013

Schéma d'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

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

L'enchaînement de chacune de ces missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques pertinentes issues d'investigations géotechniques appropriées.

ETAPE 1 : ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE (G1)

Cette mission, comprenant deux phases, 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.

Phase Étude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS et permet une première identification des risques géotechniques d'un site.

- Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.
- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire ou d'esquisse ou d'APS et permet de réduire les conséquences sur les futurs ouvrages des risques géotechniques majeurs identifiés en cas de survenance. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques pertinentes.

- 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 une synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, modes de fondations possibles, contraintes pour les terrassements et la création d'ouvrages enterrés, améliorations de sols possibles) ainsi que certains principes généraux de construction envisageables.

ETAPE 2 : ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

Cette mission, comprenant trois phases, 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.

Phase Avant-projet (AVP)

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

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

Phase Projet (PRO)

Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées et 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 comprenant la synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

Phase DCE / ACT

Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.

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

ETAPE 3 : ETUDES GEOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G4, distinctes et simultanées)

ETUDE ET SUIVI GEOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

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

Phase Étude

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

Phase Suivi

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

SUPERVISION GEOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

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 dossier des ouvrages exécutés (DOE) et sur les documents du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO).

DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (G5)

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

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