



GÉotechnique
sciences de la terre sas

Agence de Perpignan
259 Rue Blanche Selva
66000 Perpignan

Tél : 06 68 73 33 78
contact66@geotechnique-sas.com

RAPPORT D'ETUDE DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE G5

Localisation

PERPIGNAN (66)

Projet

DIAGNOSTIC FISSURATION - CROUS DE PERPIGNAN

Maître d'ouvrage

CROUS de Montpellier

REFERENCE : AMu2024-11-335

Ind.	Date	Contenu	Rédacteur	Vérificateur	Observations
A	2/7/25	29 pages + annexes	T. DORGANS	L.PORTEJOIE	

Référentiel document : v2.2 22/01/2024

PLAN DU RAPPORT

1. PRESENTATION	3
1.1. Définition de l'opération	3
1.2. Contrat – Mission géotechnique	3
1.3. Cadre réglementaire	4
1.4. Documents communiqués	4
1.5. Contexte de l'étude	4
1.6. Caractéristiques générales du site	7
1.6.1. Localisation	7
1.6.2. Caractéristiques de l'ouvrage	8
1.6.3. Contextes géologique & hydrogéologique	8
1.7. Risques naturels	9
1.7.1. Risque d'inondation	9
1.7.2. Risque de remontée de nappe	9
1.7.3. Exposition au retrait-gonflement des argiles	9
1.7.4. Présence de cavités / risque karstique	10
1.7.5. Mouvements de terrains	10
1.7.6. Amiante naturelle	10
1.7.7. Risque sismique	10
1.7.8. Arrêts de catastrophes naturelles	10
2. INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES	11
2.1. Implantation et nivellement	11
2.2. Investigations réalisées	11
2.2.1. Sondages de reconnaissance	11
2.2.2. Cote altimétrique des sondages	12
2.2.3. Essais en laboratoire	12
3. SYNTHESE GEOTECHNIQUE	13
3.1. Coupe stratigraphique du terrain - caractéristiques mécaniques	13
3.1.1. Bâtiment C	13
3.1.2. Bâtiment E	15
3.2. Reconnaissances sur ouvrages existants et mitoyens	17
3.3. Résultats d'essais en laboratoire	18
3.4. Exposition au retrait-gonflement des sols argileux	18
3.5. Niveaux des eaux souterraines	19
4. DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE	20
4.1. Diagnostic – Bâtiment C	20
4.1.1. Modèle géotechnique retenu	20
4.1.2. Capacités portantes des sols au droit du bâtiment	21
4.1.3. Analyse des éléments précédents	21
4.1.4. Solution de confortement	22
4.2. Diagnostic – Bâtiment E	22
4.2.1. Modèle géotechnique retenu	22
4.2.2. Capacités portantes des sols au droit du bâtiment	23

4.2.3. Analyse des éléments précédents.....	24
4.2.4. Solution de confortement.....	27

5. ALEAS RESIDUELS ET RISQUES ASSOCIES	28
6. CONDITIONS GENERALES DE VALIDITE DU RAPPORT	29

Annexe 1 :	Extrait de la norme NF P94-500 de novembre 2013
Annexe 2 :	Conditions de validité de l'étude
Annexe 3 :	Implantation des sondages
Annexe 4 :	Coupes de sondages
Annexe 5 :	Essais en laboratoire

Le présent document devient la propriété du client uniquement après paiement intégral de la prestation correspondante.

1. PRESENTATION

1.1. Définition de l'opération

Le Maître d'Ouvrage (CROUS de Montpellier) nous a mandaté pour réaliser un diagnostic géotechnique suite à l'apparition de désordres de type fissurations observés sur les bâtiments C et E du CROUS de Perpignan (66).

1.2. Contrat – Mission géotechnique

Notre offre d'étude géotechnique référencée AMu2024-11-335 en date du 22/11/2024 a été acceptée par CROUS de Montpellier.

Conformément à notre offre et selon la norme AFNOR NF P 94-500 de novembre 2013, il s'agit d'une **mission de diagnostic géotechnique (G5)**.

Elle consiste à :

- Réaliser une enquête documentaire sur les sites institutionnels : GEOPORTAIL, INFOTERRE, GEORISQUES, ADES... ;
- Définir la zone d'influence géotechnique (ZIG) du projet ;
- Donner la classification du site vis-à-vis de la réglementation sismique en vigueur et préciser le risque de liquéfaction des sols sous séisme si nécessaire ;
- Réaliser un programme d'investigations géotechniques et en assurer le suivi technique ;
- Établir la synthèse géotechnique à l'issue des investigations et le(s) modèle(s) géotechnique(s) ;
- Donner un avis sur les causes géotechniques probables et possibles expliquant les désordres observés ;
- Le cas échéant, donner une première orientation de remède envisageable.

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

- Les études environnementales éventuelles (diagnostic de pollution, voisinage, etc...) ;
- La reconnaissance des anomalies géotechniques en dehors de l'emprise des investigations.

Concernant les eaux souterraines, les informations hydrogéologiques intégrées à la présente mission sont limitées aux résultats de l'enquête documentaire générale et au report des niveaux d'eaux mesurés en cours d'investigations.

Si ces éléments peuvent être de nature à induire un éventuel impact sur le projet, une étude hydrogéologique spécifique pourra être réalisée dans les phases ultérieures d'études en adéquation avec les objectifs et les enjeux au regard du projet.

1.3. Cadre réglementaire

Les textes normatifs et documents de référence appliqués dans le cadre de cette étude sont les suivants :

- Eurocode 7 – Calculs géotechniques,
- Norme NF P94-261 – Calcul Géotechnique – Fondations superficielles (février 2017),
- Norme NF P94-262 – Calcul Géotechnique – Fondations profondes (juillet 2018),
- NF DTU 13.11 Fondations superficielles,
- NF DTU 13.2 Fondations profondes,
- NF DTU 13.3 partie 3 – Dallages,
- Guide Technique SETRA-LCPC « réalisation des remblais et des couches de formes » Fascicules I et II dit GTR 92,
- Guide des Terrassements, des remblais et des couches de forme – fascicules n°1 et 2 – dit GTR 2023, publié par le CEREMA en mai 2023,
- Normes AFNOR en vigueur concernant les travaux de sondages et essais in-situ ou de laboratoire.

1.4. Documents communiqués

Document	Fourni par	Format	Date
Lever topographique	GEOPOLE	pdf	04/09/2020

1.5. Contexte de l'étude

Cette étude se concentre sur le diagnostic géotechnique des fissures apparues sur les bâtiments C et E du CROUS de Perpignan (66).

➤ Bâtiment C

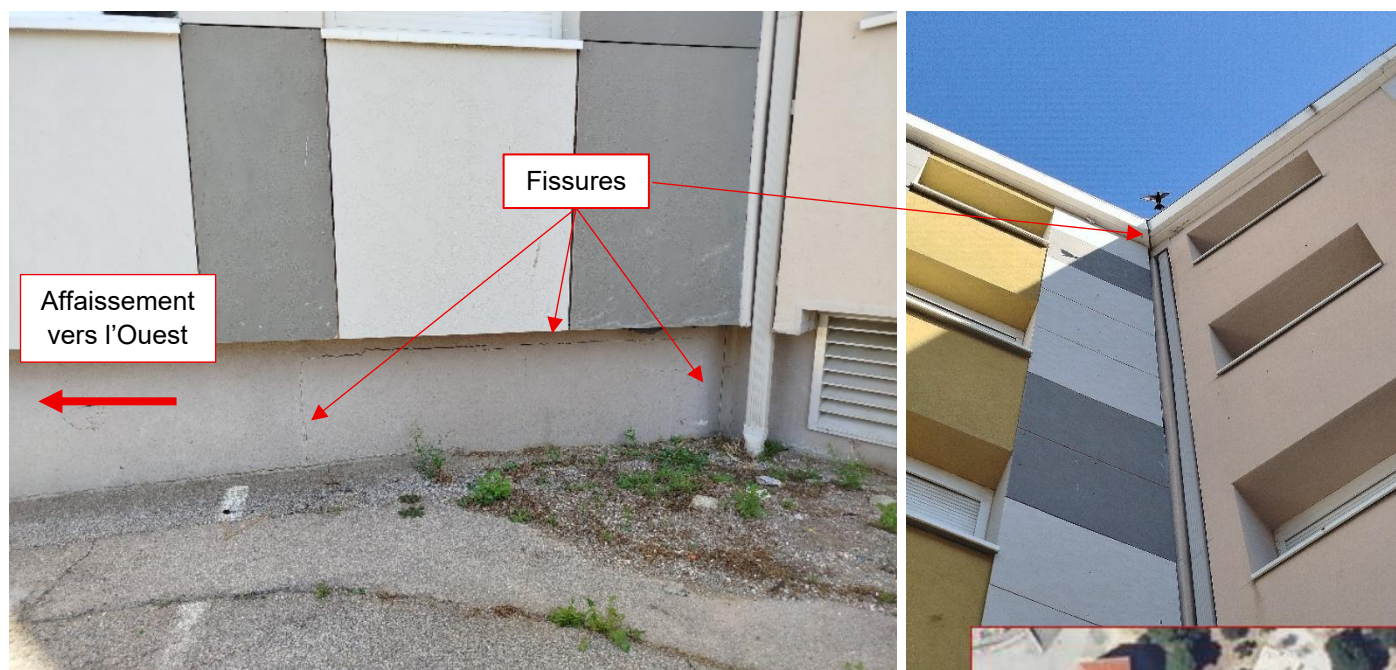


Photos prises depuis l'intérieur du bâtiment C

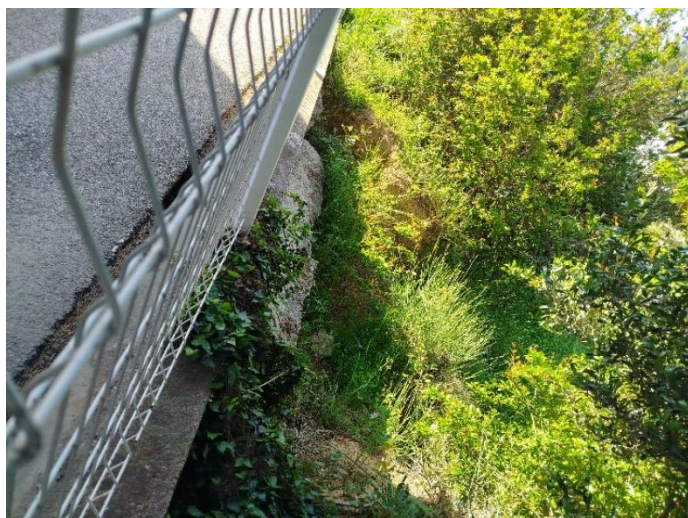


Photos prises depuis l'extérieur du bâtiment C

➤ **Bâtiment E**



Photos prises depuis l'extérieur de l'aile Sud-Ouest du bâtiment E



Photos prises de l'affaissement de la voirie et du talus en contrebas de l'aile Sud-Ouest du bâtiment E

1.6. Caractéristiques générales du site

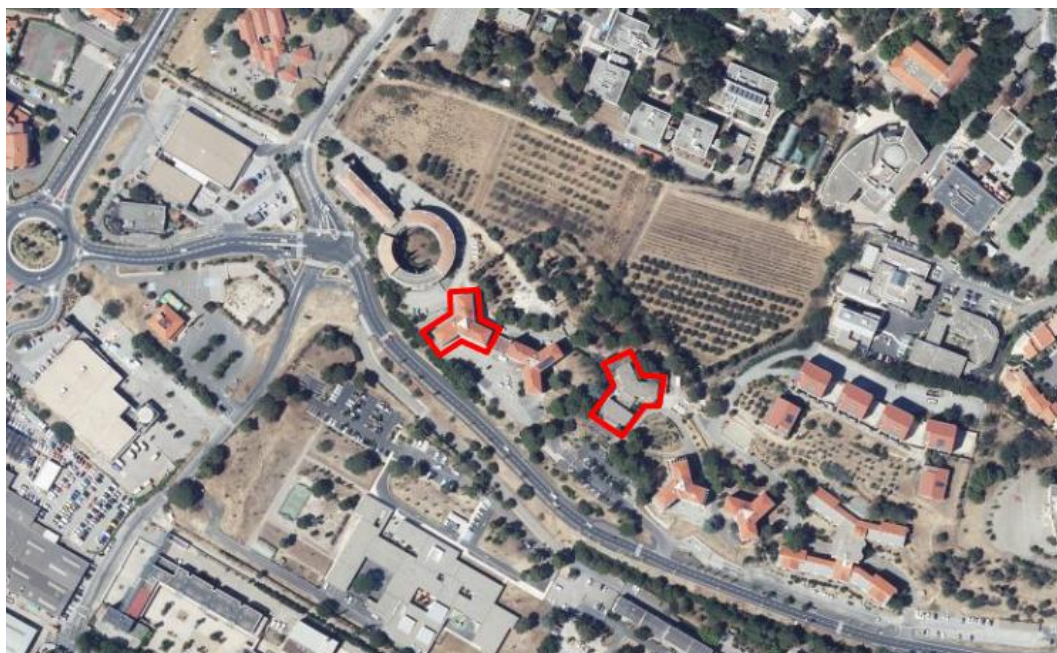
1.6.1. Localisation

Le terrain concerné par la présente étude se situe Cité Administrative, 26 Av. Alfred Sauvy sur la commune de PERPIGNAN (66). Ci-après, un plan de localisation de l'opération :



Source : www.géoportail.fr

Ci-après, un extrait d'image aérienne avec localisation du projet :



Source : www.géoportail.fr

1.6.2. Caractéristiques de l'ouvrage

Les éléments principaux à retenir concernant l'ouvrage sont les suivants :

- Bâtiment C en R+1 avec un sous-sol partiel,
- Bâtiment E jusqu'à R+5 avec un sous-sol partiel,
- Situé au sein de la cité universitaire du CROUS de Perpignan.

1.6.3. Contextes géologique & hydrogéologique

D'après les données de la carte géologique au 1/50000 du secteur (cf. extrait inséré ci-après), la succession lithologique attendue est la suivante :

- Des remblais d'aménagement éventuels,
- Limons jaunes, sables et marnes concrétionnées (Pliocène continental, Pc).

Extrait de la carte géologique au 1/50000 :



1.7. Risques naturels

Les risques naturels relevés au droit du site, qui peuvent avoir une incidence sur l'interaction sol-structure, sont synthétisés ci-après (données Infoterre).

A noter que les risques naturels sans lien direct avec la stabilité des ouvrages (présence d'amiante, présence de radon, présence de pollutions de sol, etc...) ne sont pas l'objet de l'étude géotechnique et ne sont donc pas répertoriés.

1.7.1. Risque d'inondation

La commune de PERPIGNAN (66) dispose d'un Plan de Prévention du Risque d'Inondation (PPRI). Néanmoins, le site d'étude se trouve en dehors des zones d'aléas.

Il est de la responsabilité du Maître d'Ouvrage de se renseigner sur le risque réel d'inondation auprès des services d'urbanisme (P.L.U. notamment). Des dispositions de protection des ouvrages peuvent être prescrites et devront être dimensionnées par un bureau d'étude hydraulique.

1.7.2. Risque de remontée de nappe

D'après les données issues du BRGM, le site se situe hors zone de risque de débordement de nappe et d'inondation de cave.

1.7.3. Exposition au retrait-gonflement des argiles

D'après les indications du BRGM, le projet se trouve dans une zone d'exposition moyenne au retrait-gonflement des argiles.

Extrait de la carte d'aléa retrait / gonflement des argiles :



1.7.4. Présence de cavités / risque karstique

Aucune cavité référencée n'est signalée dans la zone du projet.

1.7.5. Mouvements de terrains

Aucun mouvement de terrain n'est signalé sur le site INFOTERRE.

1.7.6. Amiante naturelle

Selon les cartes d'INFOTERRE, la commune fait l'objet d'une cartographie au 1/50 000 du risque d'amiante environnemental et le terrain est classé à titre indicatif en zone de susceptibilité nulle à très faible.

Le décret relatif aux modalités d'application de la norme sur l'amiante environnemental n'est pas encore publié mais la Maitrise d'Ouvrage peut solliciter un BE spécialisé pour effectuer un diagnostic amiante conformément à la norme NF P94-001.

1.7.7. Risque sismique

Selon la nouvelle réglementation parasismique applicable depuis le 1^{er} mai 2011, le projet se trouve sur une commune classée en zone de sismicité 3 modérée.

On supposera que le bâtiment est de catégorie 3. Ce point devra être confirmé ou modifié par le Maître d'Ouvrage.

Selon cette catégorie de bâtiment et pour cette zone d'aléa, le décret n°2010-1255 n'impose pas d'exigences parasismiques.

1.7.8. Arrêtés de catastrophes naturelles

A titre informatif, ci-dessous, la liste des arrêtés de catastrophes naturelles survenues sur la commune :

Libellé	Nombres d'arrêtés	Dernier en date
Inondations et/ou Coulées de Boue	16	19/01/2025
Sécheresse	2	18/06/2024
Tempête	1	18/11/1982
Chocs Mécaniques liés à l'action des Vagues	1	28/01/2009
Secousse Sismique	1	17/07/1996

2. INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES

2.1. Implantation et nivellement

L'implantation des sondages et essais in situ figure sur le plan d'implantation joint en annexe 3. Elle a été réalisée par le client en fonction des problématiques à aborder (réseaux privés enterrés).

L'altitude des têtes de sondages correspond à la cote du terrain tel qu'il était le jour de nos interventions (terrain actuel : TA). Elle est rattachée en NGF sur la base du plan topographique qui nous a été communiqué.

2.2. Investigations réalisées

2.2.1. Sondages de reconnaissance

Les investigations suivantes ont été réalisées dans le cadre de la présente mission G2 AVP :

Type de sondage	Référence	Prof. / TA (m)	Nb d'essais
Sondage pressiométrique Norme NF EN ISO 22476-4 Méthodes de forage : tarière Ø 63 mm et Roto percussion Ø 64 mm + eau	SP1	11,5	8
	SP2	12,0	8
Essai au pénétromètre dynamique Norme NF EN ISO 22476-2 Méthode : DPSH-B avec un chenillard de type EMCI 1.70	PD1	3,5*	
	PD2	2,9*	
	PD3	2,8*	
	PD4	5,0	
	PD5	3,0*	
	PD6	2,9*	
Fouille de reconnaissance de fondation manuelle	RF2	0,90	
	RF3	0,90	
Fouille de reconnaissance de fondation à l'aide d'une pelle mécanique	RF1	0,65**	
	RF4	1,30	

* sondages ayant rencontré un refus prématuré.

** arrêt du sondage en raison de la présence de réseaux enterrés.

Les coupes lithologiques associées aux sondages destructifs sont estimées à partir des cuttings de forages, des paramètres de forage et des indications données par l'équipe de sondage.

Les résultats détaillés des sondages et essais sont insérés en annexe 4.

2.2.2. Cote altimétrique des sondages

Les cotes altimétriques des sondages ont été extrapolées à partir du plan topographique qui nous a été communiqué :

Zone	Sondage	Cote altimétrique (mNGF)
Bâtiment C	SP1	69,6
	PD1	69,2
	PD2	69,7
	PD3	67,8
	RF1	69,6
	RF2	67,7
Bâtiment E	SP2	63,8
	PD4	65,6
	PD5	64,6
	PD6	63,6
	RF3	*
	RF4	63,5

** le sondage a été réalisé en sous-sol, nous n'avons pas la cote à ce niveau*

2.2.3. Essais en laboratoire

Les essais en laboratoire décrits dans le tableau ci-dessous ont été effectués :

Type d'essai	Quantité
Classification des sols (GTR 92 et 2023) - NF P11-300	4

Les PV d'essais en laboratoire sont présentés en annexe 5.

3. SYNTHÈSE GEOTECHNIQUE

La description lithologique des terrains a été établie à partir des résultats des investigations effectuées et par corrélation entre les éléments suivants :

- les échantillons remaniés prélevés au sein des sondages à la tarière, pelle mécanique et manuel ;
- les profils pressiométriques ;
- les essais en laboratoire, notamment la valeur au bleu qui permet d'appréhender le degré d'argilosité des sols.

Les limites de couches au droit des essais au pénétromètre dynamique sont interprétées ou extrapolées à partir des diagrammes de résistance dynamique de pointe. Il s'agit d'essais complémentaires pour resserrer la maille inter-sondages.

Nota : la profondeur des formations est donnée par rapport au terrain tel qu'il était au moment des investigations.

3.1. Coupe stratigraphique du terrain - caractéristiques mécaniques

3.1.1. Bâtiment C

La coupe ci-dessous a été reconnue au droit des sondages dans la zone du bâtiment C, sous une éventuelle épaisseur de structure aménagée (remblais, enrobé, béton, GNT) sur des épaisseurs comprises entre 0,20 m et 0,70 m :

➤ H1 – Pliocène continental, tendance limoneuse

Nature : limons +/- argileux à quelques petites graves, beige/marron clair, peu humide

Localisation		SP1, PD1 à PD3, RF2
Profondeur (m/TA)	Toit	0,20 à 0,70
	Base	2,40 à 2,80
Épaisseur (m)		1,80 à 2,60

Caractéristiques mécaniques :

Pressiométrique	Pression limite Pl^* (MPa)	1,77
	Module pressiométrique EM (MPa)	13,2
Pénétrométrique	Résistance de pointe q_d (MPa)	3 à 12

Sur cet horizon, reconnu sur l'ensemble des sondages de la zone en dehors de RF1, les valeurs des caractéristiques mécaniques augmentent en profondeur au droit des essais pénétrométriques jusqu'au toit de l'horizon suivant.

➤ **H2a – Pliocène continental, tendance limono-argileuse**

Nature : Limons argileux, marron clair, humide

Localisation		SP1, PD1 à PD3
Profondeur (m/TA)	Toit	2,40 à 2,80
	Base	6,40 (SP1)
Epaisseur (m)		3,60

Caractéristiques mécaniques :

Pressiométrique	Pression limite PI^* (MPa)	2,33 à 2,84
	Module pressiométrique EM (MPa)	12,4 à 24,1
Pénétrométrique	Résistance de pointe qd (MPa)	15 à refus (qd > 50 MPa)

Les essais pénétrométriques ont tous rencontrés un refus au battage dans cet horizon.

➤ **H2b – Pliocène continental, tendance limono-argileuse légèrement sableuse**

Nature : Limons argileux légèrement sableux, compacte, marron, humide

Localisation		SP1
Profondeur (m/TA)	Toit	6,40
	Base	> 11,55 (fin des sondages)
Epaisseur (m)		> 5,15

Caractéristiques mécaniques :

Pressiométrique	Pression limite PI^* (MPa)	2,52 à 4,80
	Module pressiométrique EM (MPa)	18,4 à 44,9

D'après les essais pressiométriques, cet horizon présente de fortes valeurs mécaniques avec une légère baisse sur l'essai à 9 m de profondeur.

3.1.2. Bâtiment E

La coupe ci-dessous a été reconnue au droit des sondages dans la zone du bâtiment E, sous une éventuelle épaisseur de structure aménagée (enrobé, béton, GNT) sur des épaisseurs comprises entre 0,20 m et 0,60 m :

➤ H0 – Remblais

Nature : limons graveleux, ocre/marron, peu humide

Localisation		SP2, PD4 à PD6
Profondeur (m/TA)	Toit	0,20 à 0,60
	Base	1,00 à 1,20
Epaisseur (m)		0,80 à 1,00

Caractéristiques mécaniques :

Pressiométrique	Pression limite PI^* (MPa)	0,91
	Module pressiométrique EM (MPa)	12,2
Pénétrométrique	Résistance de pointe q_d (MPa)	0,5 à 3,5

Ces remblais d'épaisseurs sont d'épaisseurs variables en raison du profil altimétrique du terrain qui surement dû être terrassé en déblais/remblais à l'époque.

➤ H1 – Pliocène continental, tendance limoneuse

Nature : limons +/- argileux à quelques petites graves, beige/marron clair, peu humide

Localisation		SP2, PD4 à PD6, RF3 et RF4
Profondeur (m/TA)	Toit	0,50 à 1,20
	Base	2,60 à 4,30
Epaisseur (m)		1,40 à 3,80

Caractéristiques mécaniques :

Pressiométrique	Pression limite PI^* (MPa)	1,56
	Module pressiométrique EM (MPa)	23,1
Pénétrométrique	Résistance de pointe q_d (MPa)	4 à 12

Sur cet horizon, reconnu sur l'ensemble des sondages de la zone, les valeurs des caractéristiques mécaniques augmentent en profondeur au droit des essais pénétrométriques jusqu'au toit de l'horizon suivant.

➤ **H2a – Pliocène continental, tendance limono-argileuse**

Nature : Limons argileux, marron clair, humide

Localisation		SP2, PD4 à PD6
Profondeur (m/TA)	Toit	2,60 à 4,30
	Base	7,30 (SP1)
Epaisseur (m)		3.0 à 4,70

Caractéristiques mécaniques :

Pressiométrique	Pression limite Pl^* (MPa)	1,79 à 2,30
	Module pressiométrique EM (MPa)	28,8 à 38,3
Pénétrométrique	Résistance de pointe q_d (MPa)	15 à refus

Les essais pénétrométriques ont tous rencontrés un refus au battage dans cet horizon.

➤ **H2b – Pliocène continental, tendance limono-argileuse légèrement sableuse**

Nature : Limons argileux légèrement sableux, compacte, marron, humide

Localisation		SP2
Profondeur (m/TA)	Toit	7,30
	Base	> 12,10 (fin des sondages)
Epaisseur (m)		> 4,80

Caractéristiques mécaniques :

Pressiométrique	Pression limite Pl^* (MPa)	2,73 à 3,23
	Module pressiométrique EM (MPa)	48,8 à 67,4

Remarques :

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

3.2. Reconnaissances sur ouvrages existants et mitoyens

La coupe est présentée en annexe. Le tableau inséré ci-après présente les principaux résultats :

	RF1	RF2	RF3	RF4
Ouvrage concerné	Bâtiment C Accueil	Bâtiment C Garage/laverie (semi-enterré)	Bâtiment E Sous-sol	Bâtiment E Extrémité aile Sud-Ouest
Type de fondation visualisée	-	<i>Superficielle</i>	<i>Superficielle</i>	<i>Superficielle ?</i>
Débord extérieur (m)	-	0,30	-	0,20
Épaisseur de la fondation (m)	-	0,45	-	> 0,75
Profondeur d'assise (m)	> 0,65	0,75	0,60	> 1,30
Sol d'assise correspondant	-	<i>H1 Limons +/- argileux</i>	<i>H1 Limons +/- argileux</i>	-

Quelques remarques suite à la réalisation des sondages :

- **RF1** : en raison de la présence de réseaux enterrés, il n'a pas été possible de réaliser le sondage.
- **RF2** : de nombreuses racines et radicules ont pu être observées sous le dallage du garage.
- **RF3** : Il est difficile de définir le type de fondation reconnue. En effet, il a été reconnu la structure suivante de haut en bas :
 - 25 cm de béton ferrailé,
 - 5 cm de graves/galets,
 - 30 cm de béton non ferrailé.
- **RF4** : la base de la fondation, au-delà de 1,30 m de profondeur, n'a pas pu être reconnue.

Remarque : En raison des emprises restreintes disponibles ces reconnaissances sont limitées. Les relevés effectués sont ponctuels et ne représentent pas la totalité des fondations existantes. Des variations de géométrie et de profondeur sont donc possibles. Des reconnaissances complémentaires seront nécessaires en phase PRO et EXE.

3.3. Résultats d'essais en laboratoire

Le tableau suivant présente les résultats des essais en laboratoire :

Propriétés physiques des sols				
Sondage	RF1	RF2	RF3	RF4
Horizon	-	H1	H1	H1
Nature de sol	Limons sableux	Limons argileux	Limons argileux	Limons argileux
Profondeur de l'échantillon soumis aux essais (m/TN)	0,4 à 0,6	0,6 à 0,9	0,6 à 0,7	0,3 à 0,5
Teneur en eau naturelle W_{nat} (%)	12,8	20,6	19,6	8,6
Dmax (mm)	31,5	20	20	31,5
Passant 80 μ m (%)	23,8	49,4	47,3	47,3
Valeur au bleu du sol VBS (%)	1,42	3,23	2,84	2,63
Classe GTR 2023	I1	F2	F2	F2

Les échantillons analysés dans les sols de l'horizon H1 sont classé F2 selon le guide GTR édité en Mai 2023. Ces sols correspondent à des limons +/- argileux.

Les remblais analysés de RF1 sont classés en I1 correspondant à des sols intermédiaires limono-sableux.

3.4. Exposition au retrait-gonflement des sols argileux

Les résultats des essais en laboratoire détaillées précédemment permettent d'évaluer le risque de retrait-gonflement des argiles en période sèche en se basant sur le référentiel établi par le LCPC en 2000 dans son bulletin de liaison 229 (bl229) et sur notre retour d'expérience alliant la nouvelle cartographie du BRGM d'août 2019 et les diagnostics géotechniques effectués ces dernières années :

Passant à 80 μm (%)	Valeur au bleu VBS	Activité des argiles A_{CB} *	Exposition au retrait du sol
> 80	> 4	> 10	Forte
> 40	1.5 à 4	4 à 10	Moyenne
< 40	< 1.5	< 4	Faible

* L'Activité des argiles selon LAUTRIN correspond à la VBS divisée par le passant à 2 μ m (établie par sédimentométrie : $100 \text{ VBS} / \%_{2\mu\text{m}}$)

Le tableau ci-dessous rappelle les caractéristiques obtenues :

<i>Sol</i>	<i>Passant à 80 µm (%)</i>	<i>Valeur au bleu VBS</i>	<i>Exposition au retrait du sol</i>
Remblais	23,8	1,42	Faible
H1	49,4	3,23	Moyen
H1	47,3	2,84	
H1	47,3	2,63	

Il résulte que les limons argileux de l'horizon H1 sont moyennement sensibles au phénomène de retrait-gonflement. Ces sols sont également sensibles à l'eau.

3.5. Niveaux des eaux souterraines

Aucune arrivée d'eau n'a été observée dans les sondages lors des investigations.

Cependant, des circulations d'eaux erratiques ne sont pas à exclure au sein des formations superficielles notamment en période pluvieuse.

Nous rappelons que ces relevés sont ponctuels et le régime hydrogéologique est variable dans le temps, en fonction notamment des caractéristiques des formations géologiques en place et de la pluviométrie régionale.

Le délai de réponse des eaux souterraines (nappe massique ou circulations isolées), au droit d'un forage ou d'une excavation de surface limitée est variable en fonction de la perméabilité du sol. Dans les sols fins, ce délai peut atteindre plusieurs jours, notamment dans le cas des sols fortement argileux.

Des circulations d'eau peuvent également se produire au sein des remblais en zone urbanisée.

De même, en milieu urbain, la présence de venues d'eau ponctuelles peut être associée à des fuites de réseaux enterrés ou à des circulations induites par les tranchées de réseaux.

4. DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE

4.1. Diagnostic – Bâtiment C

4.1.1. Modèle géotechnique retenu

Le modèle géotechnique ci-dessous a pour but de fixer la coupe de sols et les propriétés mécaniques caractéristiques que nous avons retenues pour chaque faciès au droit de chacun des bâtiments.

Horizon	Nature du sol	Base de la couche	Valeurs pénétrométriques	Valeurs pressiométriques		
		Profondeur (m/TA)	qd (MPa)	p_l^* (MPa)	E_M (MPa)	α
H0	Remblais	0,5	2,0	-	-	0,66
H1	Limons	2,5	6,0	1,2 *	10,0 *	0,50
H2a	Limons argileux	6,5	-	2,5	18,5	0,50
H2b	Limons argilo-sableux	> 12,0	-	3,5	25	0,50

* valeur retenue en corrélation avec les essais pénétrométriques

p_l : pression limite nette

E_M : Module pressiométrique

α : Coefficient rhéologique du sol

TA : Terrain Actuel

Les paramètres indiqués dans le modèle sont les plus représentatifs au regard des résultats des essais, des hétérogénéités observées dans chaque sol et du nombre d'essais.

Aucun niveau d'eau n'a été retenu pour notre étude, ni aucune venue d'eau (non rencontré lors de nos sondages). Nous rappelons que des venues d'eau erratiques peuvent survenir en fonction des intempéries et des saisons et que leur localisation et leur abondance ne peuvent être déterminées dans le cadre de nos reconnaissances.

Note importante :

- En raison de la forte variation altimétrique du site, il est difficile de définir un modèle géotechnique qui correspond correctement à l'ensemble des sondages.
- De par leur nature, il est difficile de caractériser les remblais.
- La profondeur et la cote altimétrique des différentes limites de couches étant très variables, elles seront considérées au cas par cas en fonction du type de structure considéré et du modèle de calcul le plus pertinent (type « modèle de terrain » ou sondage spécifique).

4.1.2. Capacités portantes des sols au droit du bâtiment

4.1.2.1. *Rappel sur l'encastrement des fondations*

- Accueil

La présence de réseaux enterrés au droit du sondage RF1 ne nous a pas permis d'approfondir la fouille. Il n'a donc pas été possible de déterminer l'ancrage de la fondation et sur quelle nature de sol elle repose.

- Garages et laverie

Le sondage RF2 nous a permis de mettre à jour un mode fondation de type superficielle par le biais de semelles, supposément filantes.

Cette dernière est ancrée à 0,75 m/TA (~ 67 m NGF) au sein de l'horizon H1, représenté par des limons argileux +/- sableux.

Il a également été reconnu un débord de 30 cm. En prenant l'hypothèse que la fondation est symétrique par rapport à l'axe vertical du poteau, et que le poteau mesure 20 cm de large, nous pouvons estimer la largeur de la fondation à 80 cm.

En raison du contexte du site, du fait que l'ensemble du bâtiment C a été construit en même temps et la nature des résultats obtenus, il est probable que les fondations de l'accueil soient ancrées dans l'horizon H1 aux alentours des 1,0 m de profondeur.

4.1.2.2. *Capacité portante*

Les calculs suivants sont réalisés conformément à la norme NF P 94-261 de juin 2013 pour des charges considérées verticales et centrées sur les fondations. Il vient les contraintes maximales suivantes :

- $\sigma_{ELS} = 390 \text{ kPa}$ pour les situations quasi-permanentes et caractéristiques,
- $\sigma_{ELU} = 640 \text{ kPa}$, pour les situations durables et transitoires.

Ces valeurs sont applicables à l'ensemble du bâtiment C en prenant l'hypothèse que l'ensemble des fondations de l'ouvrages sont similaire à celle reconnu en RF2.

4.1.3. Analyse des élément précédents

Selon la nature de l'ouvrage (R+1 avec un sous-sol partiel – structure classique en parpaings – à confirmer) et son mode de construction (toiture terrasse), on peut estimer que les fondations existantes (filantes hypothétiques) devraient ramener dans les sols des sollicitations comprises en première approche entre 8 T/ml et 10 T/ml.

A titre d'information, pour la fondation reconnue au droit de RF2 dont la largeur a été estimée à 0,8 m par corrélation, la contrainte ramenée dans les sols en sous-face de fondations serait de 125 kPa, soit inférieur à 390 kPa

En revanche, les limons argileux de l'horizon H1 sont caractérisés par leur sensibilité au phénomène de retrait-gonflement avec une valeur de VBS de 3,23. Dans ce cas, un encastrement de la fouille RF2 limitée à 0,75 m/TN n'est pas suffisant pour assurer une protection face à ce risque (encastrement recommandé de l'ordre de 1,5 m minimum par rapport à la cote des terrains finis extérieurs).

Ainsi, selon nous, la cause possible pouvant expliquer les désordres observés serait des mouvements de sols liés aux phénomènes de retrait-gonflement ayant engendré un tassement différentiel sous fondations.

4.1.4. Solution de confortement

La solution de confortement de l'ouvrage la mieux appropriée au contexte est la reprise en sous-œuvre des fondations par l'approfondissement des fondations jusqu'à 1,50 m/TA pour écarter le risque de retrait gonflement.

Si le niveau-bas de l'ouvrage est également affecté par l'apparition de désordres, la reprise de ce dernier en plancher porté pourrait s'avérer nécessaire.

Dans tous les cas, une campagne de sondages complémentaires devra être réalisée afin de compléter les reconnaissances des fondations du bâtiment C, ce qui permettra de confirmer l'insuffisance d'encastrement et de vérifier en fonction des résultats de ces reconnaissances complémentaires la solution de reprise la plus adaptée (injections, creusements par passes, micropieux avec ajout ou non d'une longrine de répartition plus rigide etc...).

Nous conseillons dans tous les cas les compléments suivants :

- la réalisation au préalable d'une détection des réseaux enterrés afin de ne pas endommager à nouveau les réseaux existants,
- la réalisation d'un diagnostic structurel qui permettra également de vérifier vis-à-vis de quelle solution de reprise la structure est la plus adaptée. Ce diagnostic devra concerner également les fondations.

4.2. Diagnostic – Bâtiment E

4.2.1. Modèle géotechnique retenu

Le modèle géotechnique ci-dessous a pour but de fixer la coupe de sols et les propriétés mécaniques caractéristiques que nous avons retenues pour chaque faciès au droit de chacun des bâtiments.

Horizon	Nature du sol	Base de la couche	Valeurs pénétrométriques	Valeurs pressiométriques		
		Profondeur (m/TA)	qd (MPa)	p_l^* (MPa)	E_M (MPa)	α
H0	Remblais	1,0	2,0	-	-	0,66
H1	Limons	3,5	5,0	1,5 *	15,0 *	0,50
H2a	Limons argileux	7,5	-	2,0	30,0	0,67
H2b	Limons argilo-sableux	12,0	-	3,0	50,0	0,67

* valeur retenue en corrélation avec les essais pénétrométriques

p_l : pression limite nette

E_M : Module pressiométrique

α : Coefficient rhéologique du sol

TA : Terrain Actuel

Les paramètres indiqués dans les modèles sont les plus représentatifs au regard des résultats des essais, des hétérogénéités observées dans chaque sol et du nombre d'essais.

Aucun niveau d'eau n'a été retenu pour notre étude, ni aucune venue d'eau (non rencontré lors de nos sondages). Nous rappelons que des venues d'eau erratiques peuvent survenir en fonction des intempéries et des saisons et que leur localisation et leur abondance ne peuvent être déterminées dans le cadre de nos reconnaissances.

Note importante :

- En raison de la forte variation altimétrique du site, il est difficile de définir un modèle géotechnique qui correspond correctement à l'ensemble des sondages
- De par leur nature, il est difficile de caractériser les remblais.
- La profondeur et la cote altimétrique des différentes limites de couches étant très variables, elles seront considérées au cas par cas en fonction du type de structure considéré et du modèle de calcul le plus pertinent (type « modèle de terrain » ou sondage spécifique).

4.2.2. Capacités portantes des sols au droit du bâtiment

4.2.2.1. *Caractéristiques des fondations*

- Sous-sol

Il est difficile de définir le type de fondation identifié au sondage RF3 ancrée dans l'horizon H1. L'alternance de béton ferrailé sur des graves/galets puis du béton non-ferrailé sur une épaisseur de 60 cm peut supposer :

- Pas de fondation, juste un prolongement du voile dans le sol avec la présence d'un épais dallage,
- Un « radier » de 20 cm d'épaisseur reposant sur du béton non ferrailé (béton de propreté ?) ou un radier 60 cm d'épaisseur.

- Extrémité aile Sud-Ouest

Le sondage RF4 ne nous a pas permis de mettre à jour la base de la fondation mais il a été reconnu un débord de 0,2 m. Pour un mur de 0,2 m de largeur et une fondation qui serait symétrique par rapport à l'axe du mur, on aurait une fondation superficielle d'une largeur de 0.6 m environ.

4.2.2.2. *Capacité portante*

Les calculs suivants sont réalisés conformément à la norme NF P 94-261 de juin 2013 pour des charges considérées verticales et centrées sur les fondations. Il vient les contraintes maximales suivantes :

- $\sigma_{ELS} = 500 \text{ kPa}$ pour les situations quasi-permanentes et caractéristiques,
- $\sigma_{ELU} = 820 \text{ kPa}$, pour les situations durables et transitoires.

Nous rappelons toutefois la présence d'un talus nécessitant l'imputation d'un coefficient i_β défini dans la norme NF P94-261 – annexe D. Compte tenu du talus et des sols en place considérés comme des sols intermédiaires, le coefficient i_β serait de l'ordre de 0.87. Les contraintes admissibles seraient alors corrigées comme suit :

- **$\sigma_{ELS} = 435 \text{ kPa}$** pour les situations quasi-permanentes et caractéristiques,
- **$\sigma_{ELU} = 713 \text{ kPa}$** , pour les situations durables et transitoires.

4.2.3. Analyse des éléments précédents

Ne pouvant définir le mode de fondation au droit du sondage RF3, il est difficile d'estimer les charges que ces dernières peuvent reprendre.

Pour l'aile Sud-Ouest (RF4), selon les hypothèses retenues (fondation superficielle a priori filante de largeur estimée à 0,6 m), et pour des descentes de charges estimées à environ 250 - 300 kN/ml pour un R+5 (à confirmer), nous estimons une contrainte en base de fondation comprise entre 415 et 500 kPa.

De plus, la présence d'un talus proche non imperméabilisé peut accentuer les phénomènes de dessiccation par drainage des sols même au-delà de 1,5 m par rapport à la cote des terrains finis extérieurs. Dans ces conditions, les causes possibles des désordres sont :

- Une insuffisance de portance des sols au vu des descentes de charges ramenées. Ces descentes de charges devront toutefois être confirmées par un BET structure.
- Une dessiccation accentuée à proximité du talus engendrant des tassements différentiels entre les fondations les plus éloignées et les plus proches du talus.

Un autre phénomène pourrait également être à l'œuvre : le ravinement régressif du talus, comme le montre les photos en page suivante sur sa tête :



Google Street View - 05/2011

Evolution du
ravinement/effondrement
du talus et sous la voirie



Google Street View - 06/2015



Google Street View - 10/2019

Evolution du
ravinement/effondrement
avec le décrochement
d'une poutre en béton



Google Street View - 07/2024

Photo prise par le CROUS



Ce ravinement peut avoir deux effets :

- Entraînement de fines par des circulations d'eau jusque sous les fondations.
- Déstabilisation de la tête de talus accentué par les sollicitations du bâtiment.

Ces phénomènes, étant possibles, restent secondaires et ne viendraient qu'accentuer les causes des désordres déjà évoqués plus haut.

4.2.4. Solution de confortement

Dans le contexte de l'étude, nous proposons deux solutions de confortement complémentaires :

1. Reprise en sous-œuvre des fondations par micropieux

Nous proposons la reprise en sous-œuvre des fondations existantes par la réalisation de micropieux ancrés dans l'horizon H2.

Les micropieux travaillant principalement en frottement latérale, ils seront moins impactés par l'entraînement hydraulique de fines dans le sol. L'horizon H2 étant également plus argileux, les infiltrations dans le sol seront limitées.

En première approche, on pourra retenir les hypothèses suivantes pour les frottements latéraux unitaires non pondérés dans les différents horizons :

Horizon considéré	Frottement latéral unitaire non pondéré q_s (KPa)
H1	45
H2a	50
H2b	55

Le dimensionnement de ces micropieux devra être prévu dans le cadre d'une mission de Conception G2.

2. Stabilisation de l'érosion régressive du talus

Au préalable, nous recommandons de vérifier la stabilité externe et générale du talus par une étude complémentaire. En fonction des résultats, les solutions suivantes seront réalisées :

- Stabilité assurée : protection par imperméabilisation du talus avec reprise au préalable de la fondation de la clôture. Cette imperméabilisation pourra être réalisée par mise en œuvre d'une géomembrane étanche solidement épinglée au talus ou un placage d'enrochements bétonnés. Dans tous les cas, des dispositions de collectes et d'évacuation des eaux de ruissellement devra être envisagé pour limiter au maximum le ravinement et l'infiltration dans les sols d'assise.
- Stabilité non satisfaite : dimensionnement d'un ouvrage de soutènement type enrochements permettant d'assurer la stabilité du talus et d'empêcher son ravinement.

Des compléments d'investigations (sondages carottés + essais en laboratoire dédiés au minimum), seront dans tous les cas nécessaires.

5. ALEAS RESIDUELS ET RISQUES ASSOCIES

A l'issue de la présente étude, les aléas et incertitudes subsistants concernent principalement :

- La nature et les profondeurs d'encastrement des fondations des ouvrages existants.
- Les variations d'épaisseur des couches identifiées. Au stade de l'exécution, la supervision géotechnique doit intervenir pour vérifier la présence des sols conformes aux résultats des études, ou, à défaut, pour définir en coordination avec la Maîtrise d'œuvre, les adaptations à envisager.
- La stabilité des talus à proximité du bâtiment E,
- L'existence de zones non reconnues par les reconnaissances en raison du manque d'accessibilité (bâtiment existant, zone inaccessible en raison de la présence de réseaux enterrés notamment...).

Ces aléas et incertitudes résiduels peuvent présenter des risques pour le projet aussi bien en termes de coût que de délais. Ils peuvent être réduits par des investigations et prestations complémentaires tels que :

- Recherches historiques dans les archives pour les fondations
- Reconnaissance plus complète des fondations existantes : elle nécessitera un repérage préalable de l'ensemble des réseaux enterrés (géodétection, marquage piquetage)
- Sondages complémentaires (reconnaissance de fondation, essais pénétrométriques, sondages carottés, sondages géophysiques) pour vérifier la présence de vides entre le bâtiment E et le talus, et permettre l'étude de stabilité du talus.

Ses compléments sont indispensables pour émettre un avis complet au sujet des causes de l'apparition des fissures et pour dimensionner les ouvrages de reprises et de soutènement.

6. CONDITIONS GENERALES DE VALIDITE DU RAPPORT

Nous rappelons que, conformément à notre offre, notre prestation est encadrée par la norme NF P94-500 de novembre 2013 dont un extrait est donné en annexe 1 et par les conditions de validité de l'étude propres à GEOTECHNIQUE SAS, fournies en annexe 2.

Cette étude s'inscrit dans le cadre d'une mission de diagnostic G5 avec une première orientation des solutions de confortement.

Elle devra être suivi d'une mission G2 dans le cas où des ouvrages géotechniques doivent être dimensionnés.

GEOTECHNIQUE SAS reste donc à la disposition de la Maitrise d'Ouvrage pour tout renseignement complémentaire et pour la réalisation des missions ultérieures (études G2 PRO et G4 notamment).

Rédacteur

T. DORGANS

Chargé d'affaire

Vérificateur

L. PORTEJOIE

Responsable d'agence

Annexe 1 : Extrait de la norme NF P94-500 de novembre 2013

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

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases :

Phase Étude de Site (ES)

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

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

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases :

Phase Avant-projet (AVP)

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

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

Phase Projet (PRO)

Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

Phase DCE / ACT

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

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

ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G4, distinctes et simultanées)

ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

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

Phase Étude

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

Phase Suivi

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

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

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

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

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

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

Annexe 2 : Conditions de validité de l'étude

1 - Le présent rapport et ses annexes sont indissociables. Il est basé sur un nombre limité de sondages et de mesures et sur les renseignements concernant le projet remis à GEOTECHNIQUE SAS au moment de la reconnaissance géotechnique. L'analyse et les recommandations soumises dans ce rapport sont basées sur les résultats obtenus à partir des sondages dont l'emplacement est indiqué sur le plan d'implantation joint en annexe, et sur toutes les informations données dans ce rapport.

2 - Ce rapport ne peut pas prendre en compte les variations éventuelles entre sondages. L'étude de sol étant basée sur un nombre limité de sondages, la continuité des couches de sols entre sondages ne peut être garantie et une adaptation du projet de fondation en fonction de l'hétérogénéité des sols est normale et ne peut être reprochée à GEOTECHNIQUE SAS.

3 - Toute étude réalisée à partir d'une esquisse ou d'un plan de principe nécessitera une seconde étude spécifique adaptée au projet retenu. Le but de ce rapport est limité au projet et à la localisation décrite ci-avant.

4 - Tout changement d'implantation ou de structure des constructions par rapport aux hypothèses de départ sera communiqué à GEOTECHNIQUE SAS qui donnera ou non son accord, selon que ces changements modifient les conclusions de l'étude.

5 - Tout changement de maîtrise d'ouvrage nécessite une mise à jour du rapport que le terrain et/ou l'emprise des travaux envisagées soient identiques ou aient évolués depuis la publication du présent rapport.

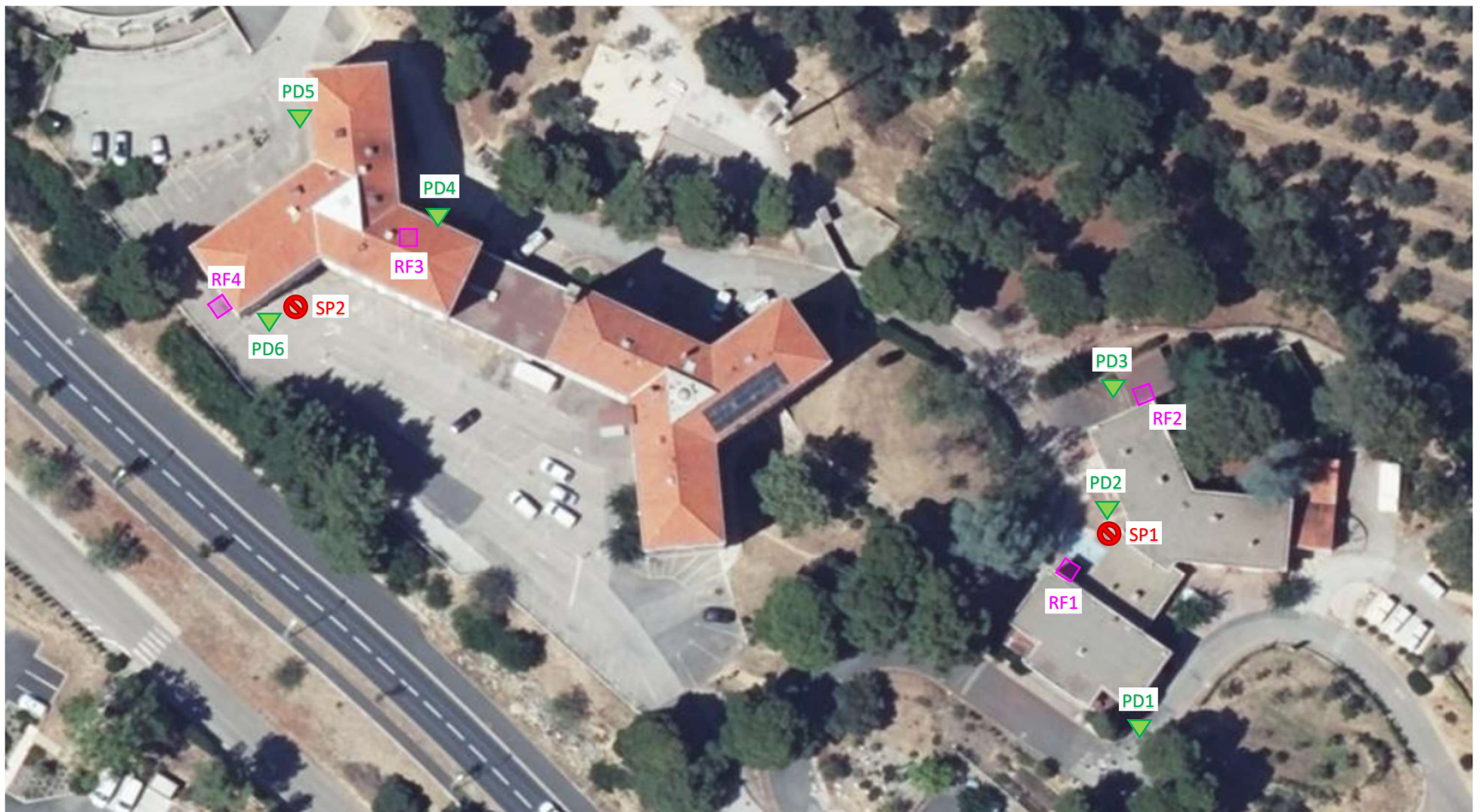
6 - Le délai de validité du présent rapport est limité à 6 mois et sous réserve que les conditions globales du site et du projet restent intactes dans ce même délai. Dans le cas contraire, une mise à jour du rapport ou une nouvelle étude doit être sollicitée par le client.

7 - Les éléments nouveaux mis à jour en cours des travaux de fondations et non détectés lors de la reconnaissance devront être signalés à GEOTECHNIQUE SAS afin d'étudier les adaptations nécessaires.

8 - Nous recommandons que toutes les opérations de construction en relation avec les terrassements et les fondations soient inspectées par un ingénieur géotechnicien afin d'assurer que les dispositions constructives soient totalement accomplies pendant les travaux.



Annexe 3 : Implantation des sondages



PERPIGNAN
CROUS

IMPLANTATION SCHÉMATIQUE DES SONDAGES

DATE	AUTEUR	DOSSIER
16/06/25	T. DORGANS	AMY2024-II-335

LÉGENDE :

-  SP : SONDAGE PRESSIOMÉTRIQUE
-  PD : ESSAI AU PÉNÉTRMÈTRE DYNAMIQUE
-  RF : RECONNAISSANCE DE FONDATION



Annexe 4 : Coupes de sondages

SONDAGE PRESSIOMETRIQUE SP1

Dossier : **AMu2024-11-335**

Localité : **Perpignan (66)**

Chantier : **Diaagnostic fissurations bâtiments**

Client : **CROUS de Montpellier**

X :

Date début de forage : **21/05/2025**

Echelle : **1/65**

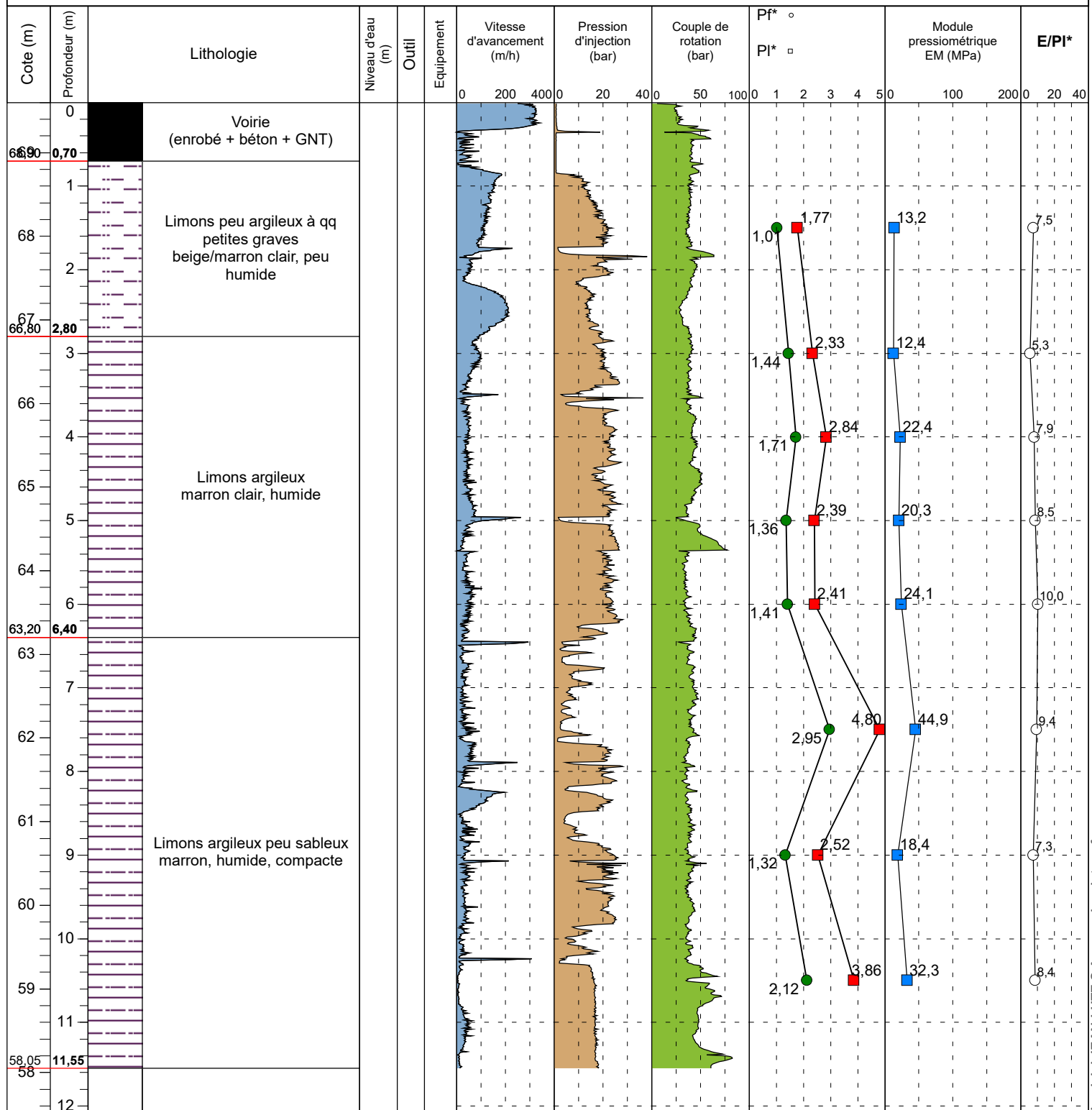
Y :

Date fin de forage : **21/05/2025**

Machine : **EMCI 4.50**

Z : **69.6**

Profondeur de fin : **11,55m**



Observation :

EXGTE 3.27/LB2EPF587FR

Dossier : **AMu2024-11-335**

Localité : **Perpignan (66)**

Chantier : **Diaagnostic fissurations bâtiments**

Client : **CROUS de Montpellier**

X :

Date début de forage : **20/05/2025**

Echelle : **1/65**

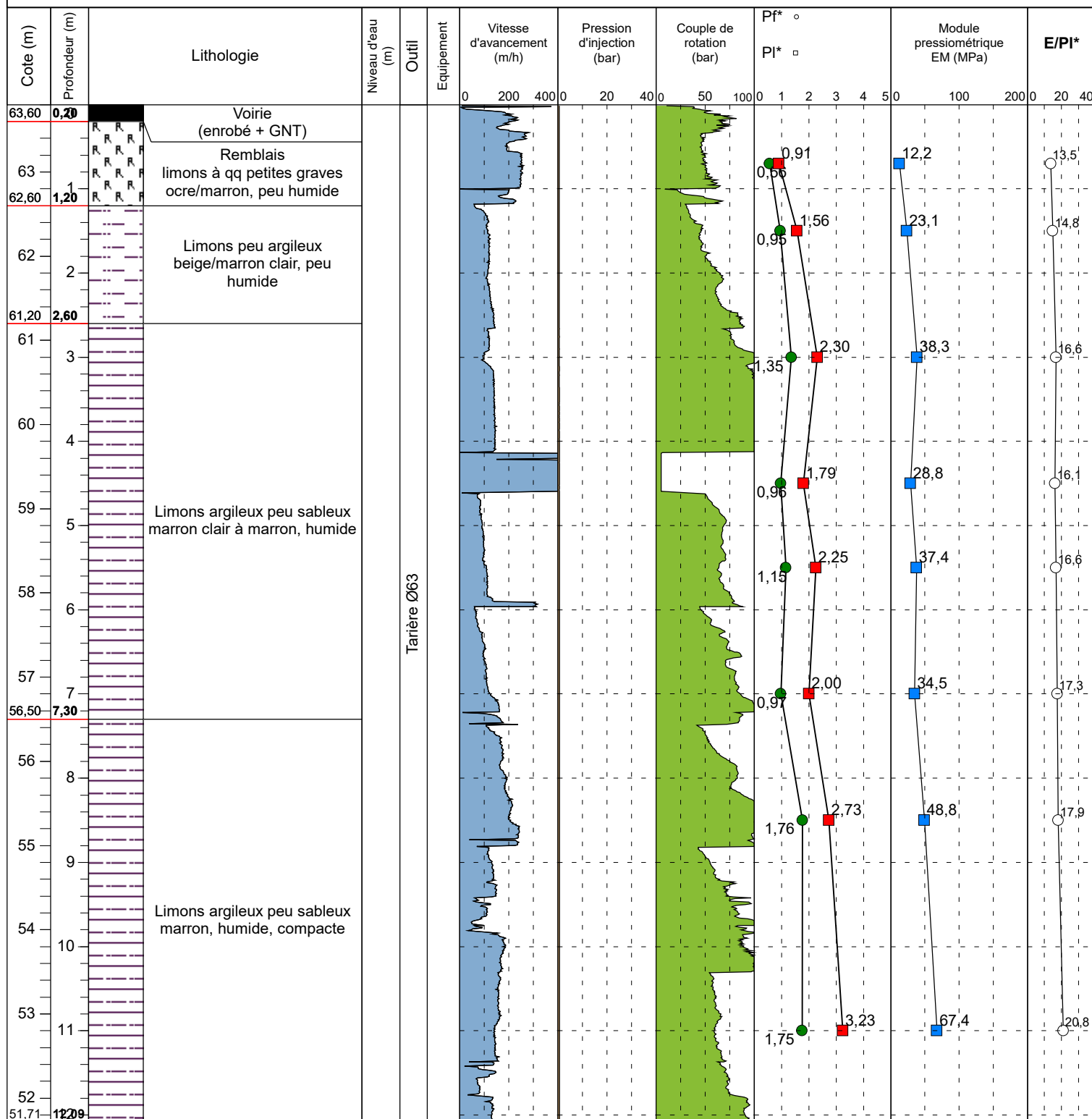
Y :

Date fin de forage : **20/05/2025**

Machine : **EMCI 4.50**

Z : **63.8**

Profondeur de fin : **12,09m**



Observation :

EXGTE 3.27/LB2EPF587FR

Client : CROUS de Montpellier
 Lieu : Perpignan (66)
 Dossier n° : AMu2024-11-335
 Date : 20/05/25

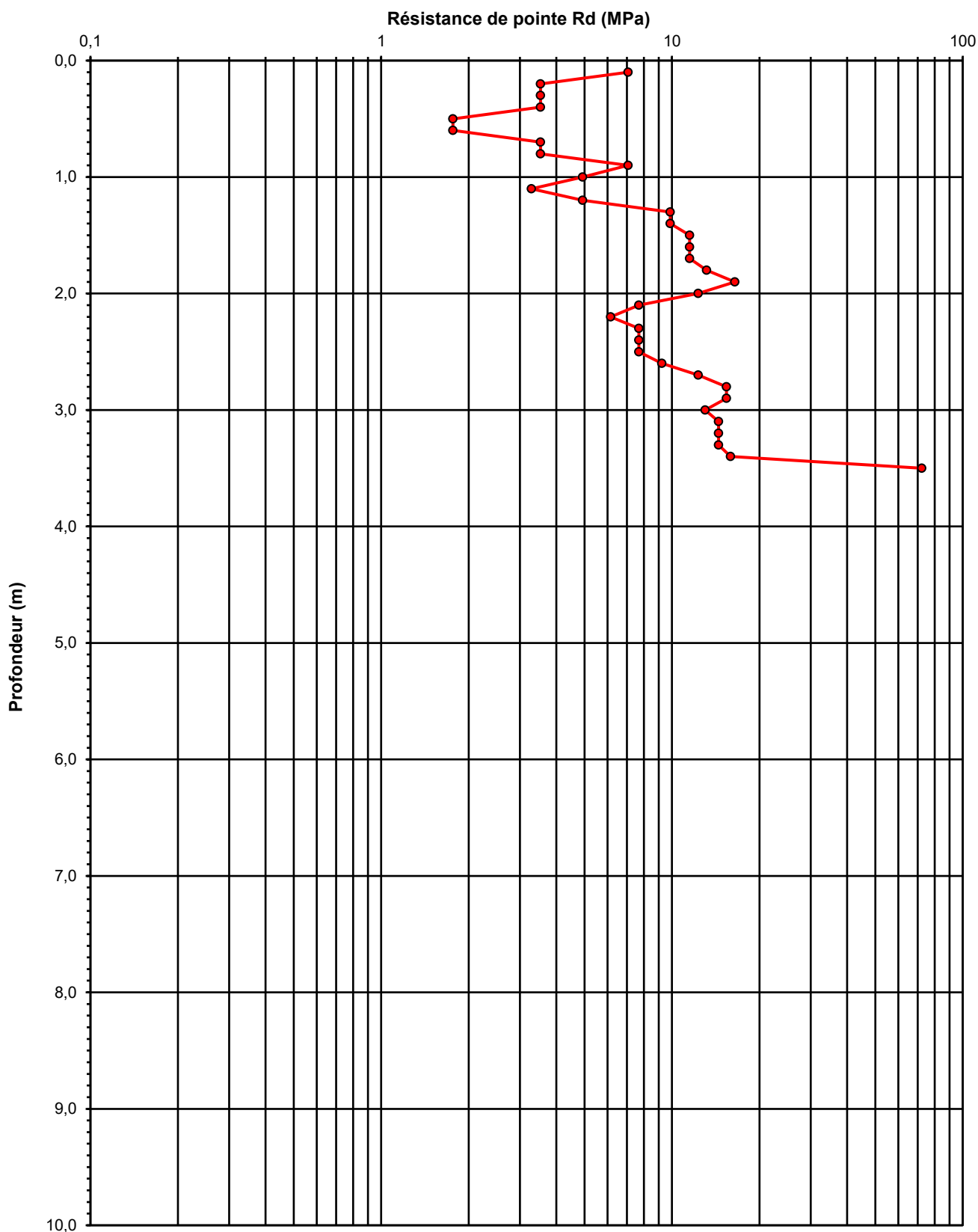
Caractéristiques du pénétromètre :
EMCI

Poids du mouton (kg) : 63,5
 Poids d'une tige (kg) : 6,17
 Poids de l'enclume (kg) : 14,4
 Hauteur de chute (cm) : 75
 Section de la pointe (cm²) : 20

 Cote (NGF) : **69,20**

 Profondeur atteinte (m) : **3,50**

Prof. niveau d'eau (m) : -



Client : CROUS de Montpellier
 Lieu : Perpignan (66)
 Dossier n° : AMu2024-11-335
 Date : 20/05/25

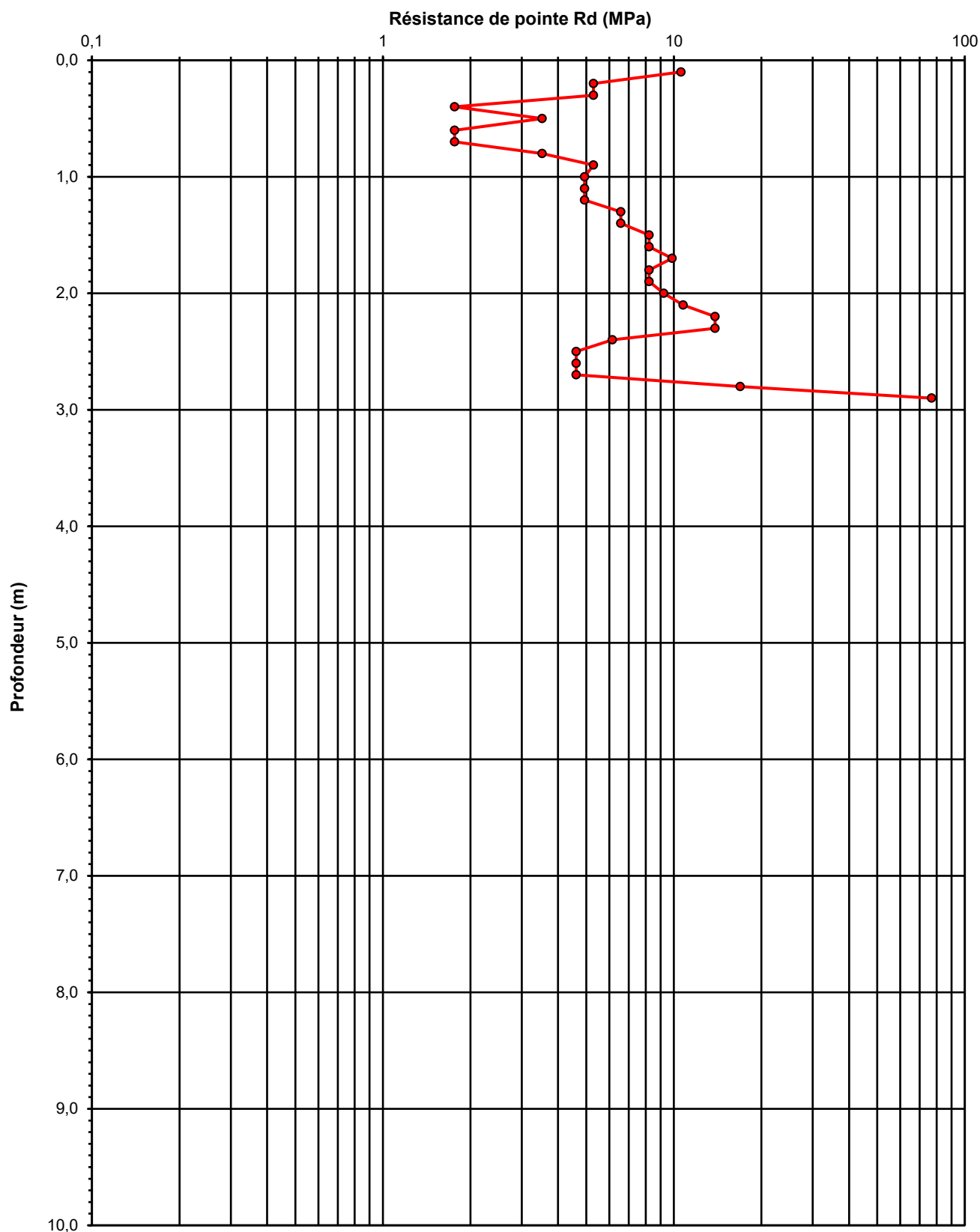
Caractéristiques du pénétromètre :
EMCI

Poids du mouton (kg) : 63,5
 Poids d'une tige (kg) : 6,17
 Poids de l'enclume (kg) : 14,4
 Hauteur de chute (cm) : 75
 Section de la pointe (cm²) : 20

 Cote (NGF) : **69,70**

 Profondeur atteinte (m) : **2,90**

Prof. niveau d'eau (m) : -

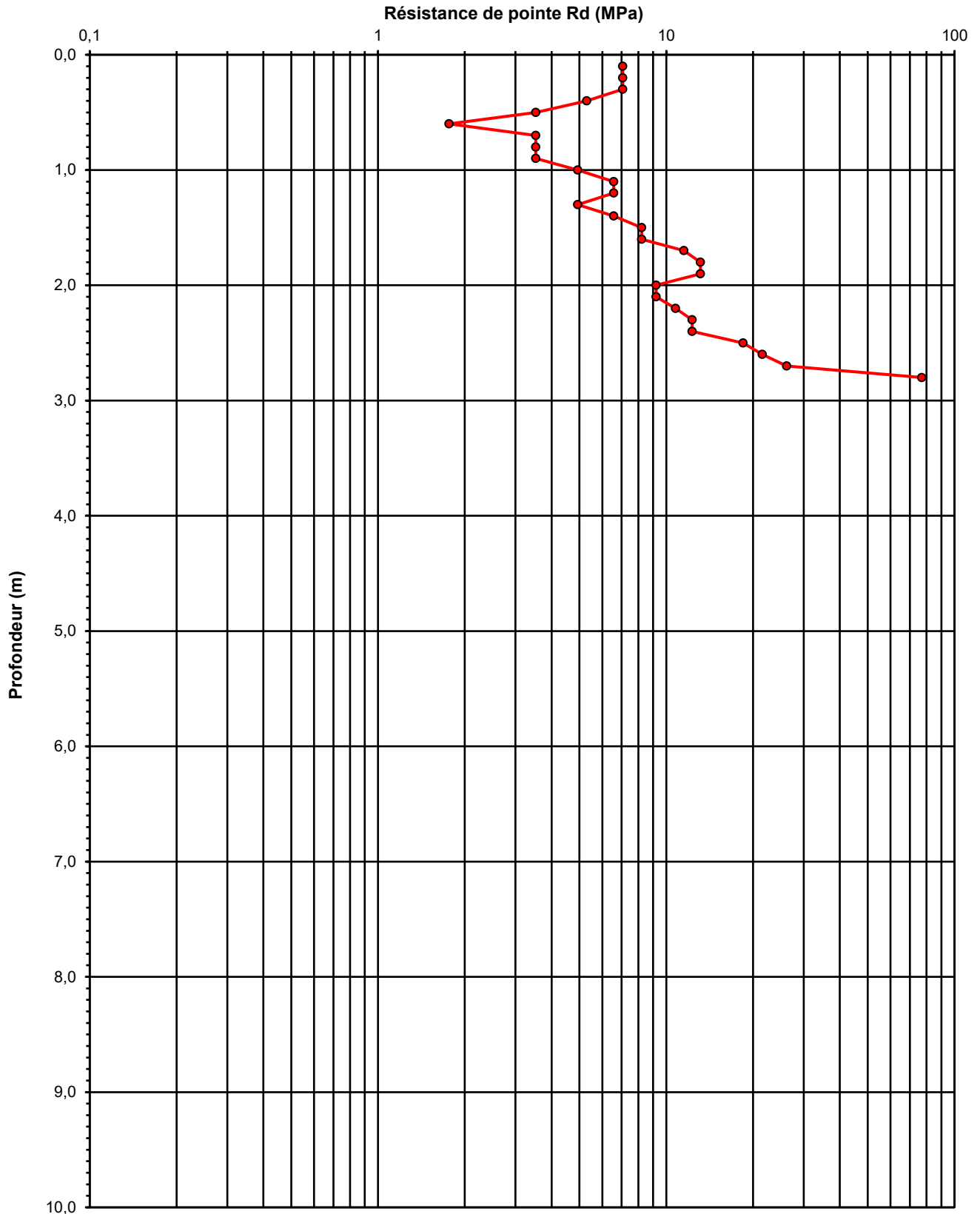


Client : CROUS de Montpellier
 Lieu : Perpignan (66)
 Dossier n° : AMu2024-11-335
 Date : 20/05/25

Caractéristiques du pénétromètre : EMCI

Poids du mouton (kg) : 63,5
 Poids d'une tige (kg) : 6,17
 Poids de l'enclume (kg) : 14,4
 Hauteur de chute (cm) : 75
 Section de la pointe (cm²) : 20

Cote (NGF) : **67,80**
 Profondeur atteinte (m) : **2,80**
 Prof. niveau d'eau (m) : -

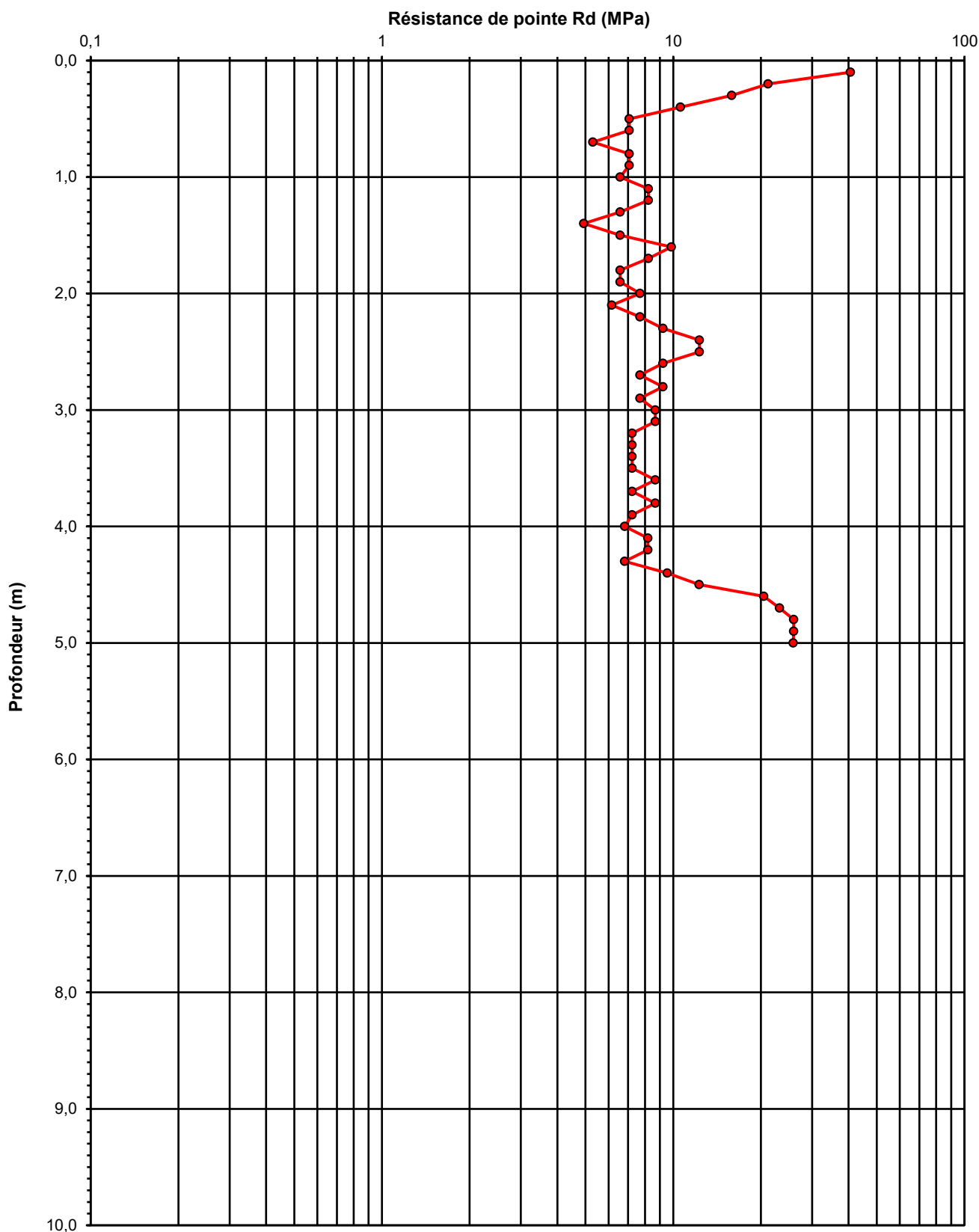


Client : CROUS de Montpellier
Lieu : Perpignan (66)
Dossier n° : AMu2024-11-335
Date : 20/05/25

Caractéristiques du pénétromètre :
EMCI

Poids du mouton (kg) : 63,5
Poids d'une tige (kg) : 6,17
Poids de l'enclume (kg) : 14,4
Hauteur de chute (cm) : 75
Section de la pointe (cm²) : 20

Cote (NGF) : **65,50**
Profondeur atteinte (m) : **5,00**
Prof. niveau d'eau (m) : -

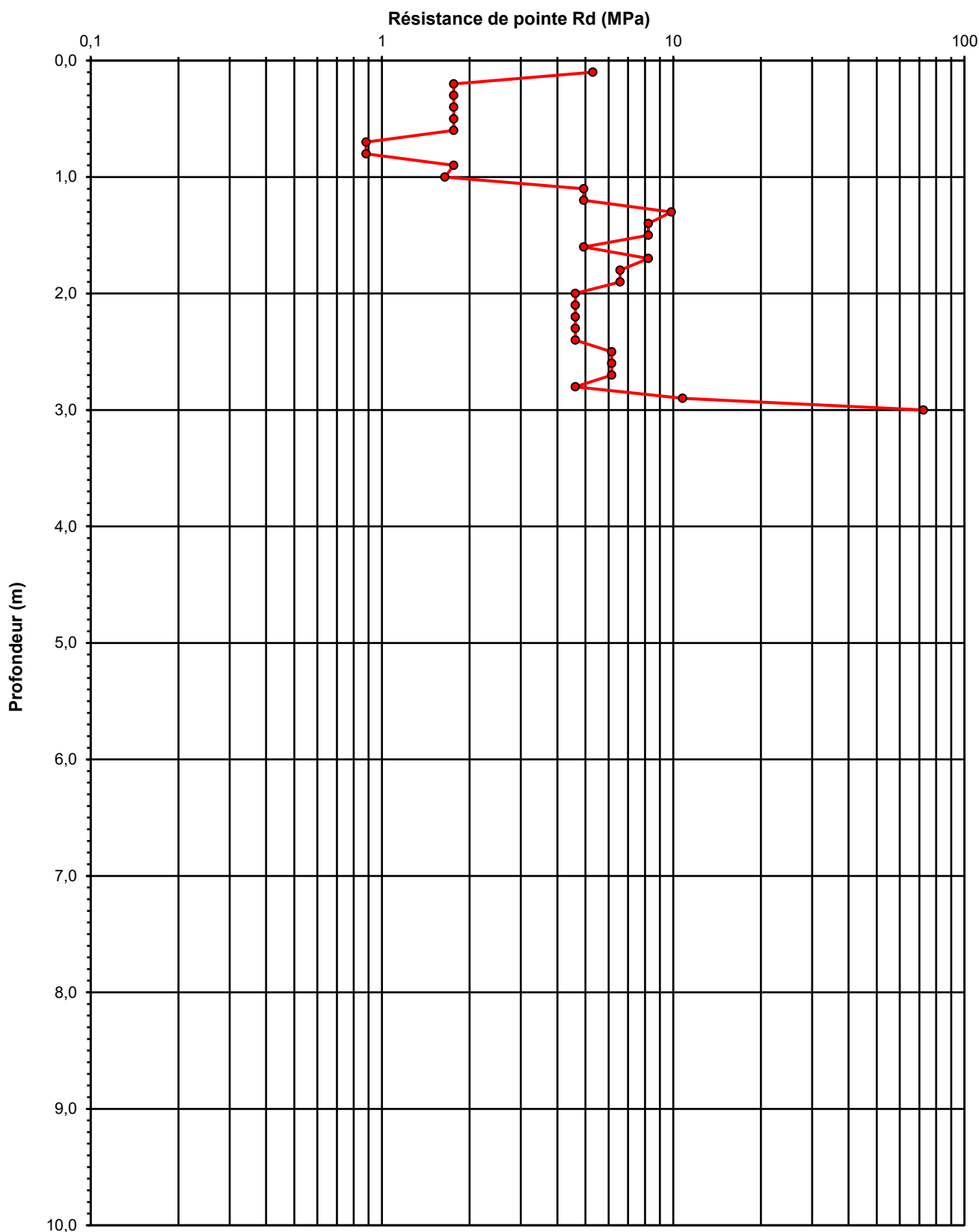


Client : CROUS de Montpellier
 Lieu : Perpignan (66)
 Dossier n° : AMu2024-11-335
 Date : 20/05/25

**Caractéristiques du pénétromètre :
 EMCI**

Poids du mouton (kg) : 63,5
 Poids d'une tige (kg) : 6,17
 Poids de l'enclume (kg) : 14,4
 Hauteur de chute (cm) : 75
 Section de la pointe (cm²) : 20

Cote (NGF) : **64,60**
 Profondeur atteinte (m) : **3,00**
 Prof. niveau d'eau (m) : -

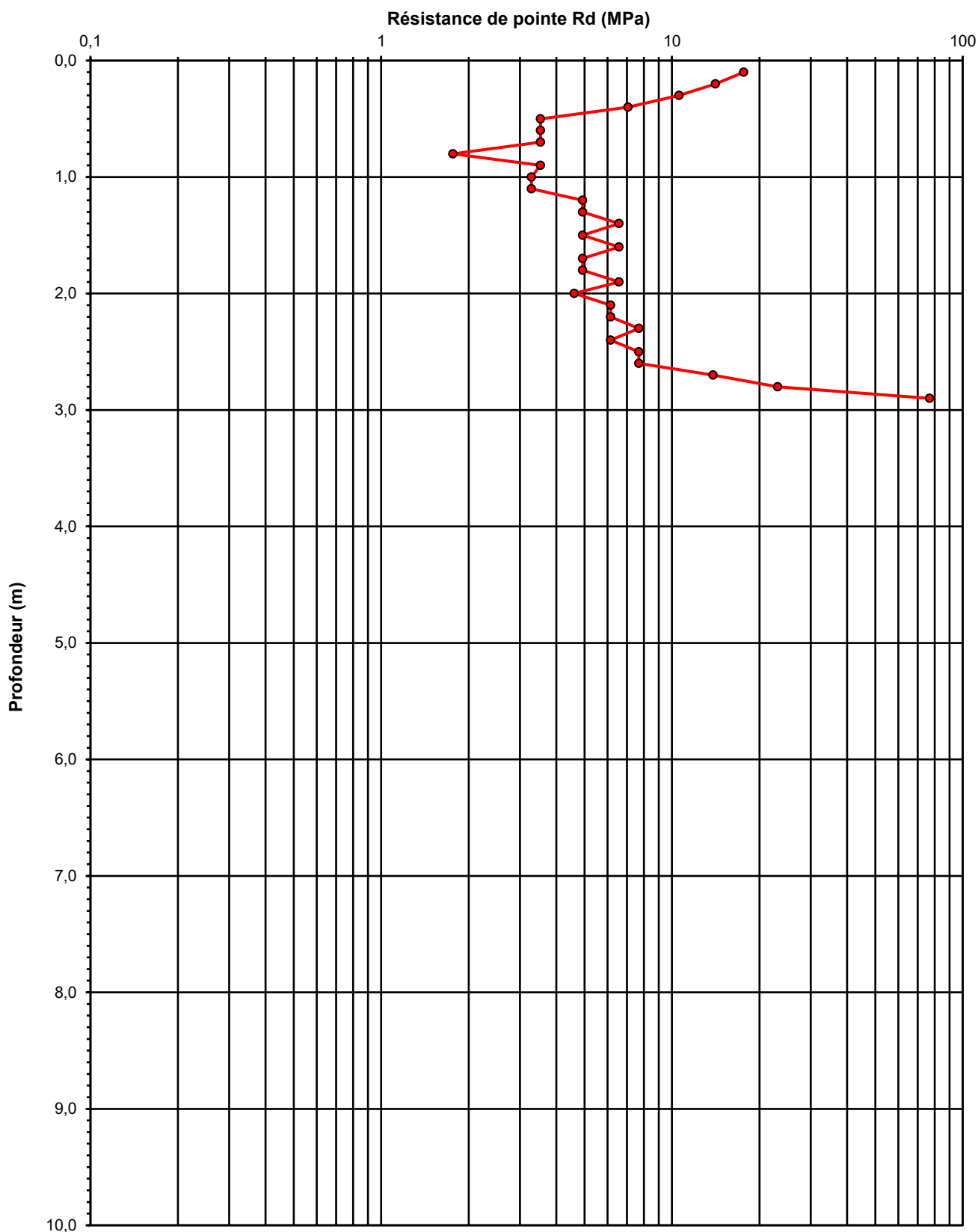


Client : CROUS de Montpellier
Lieu : Perpignan (66)
Dossier n° : AMu2024-11-335
Date : 20/05/25

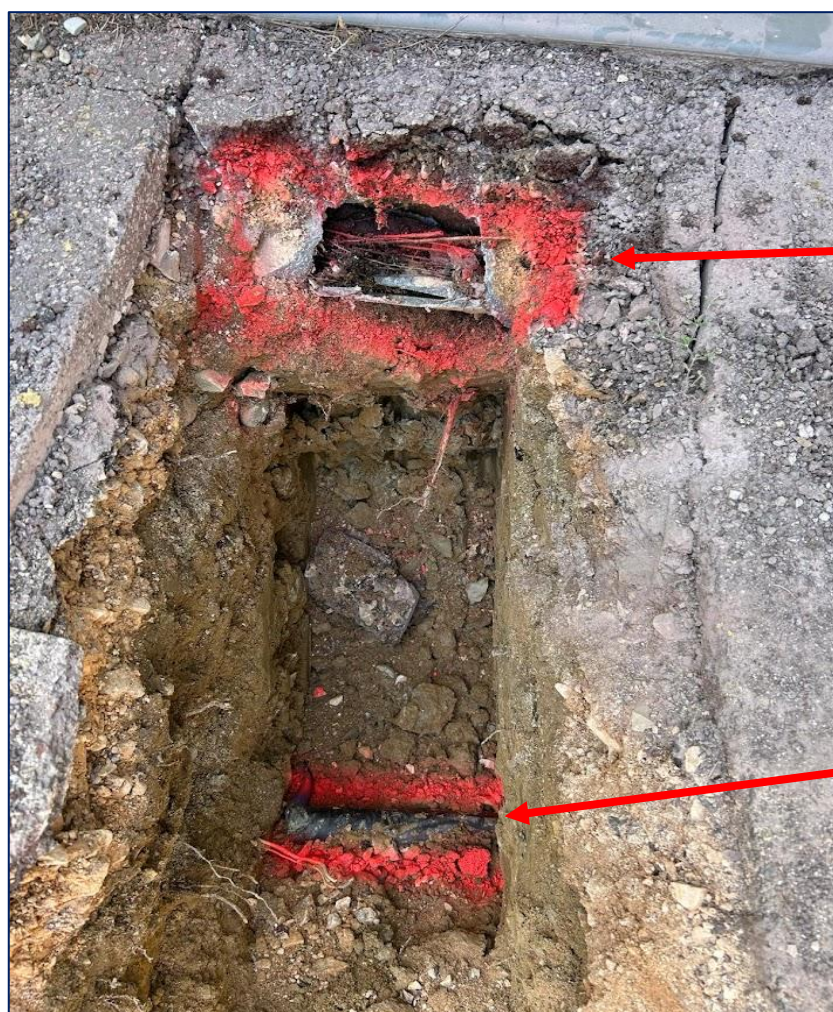
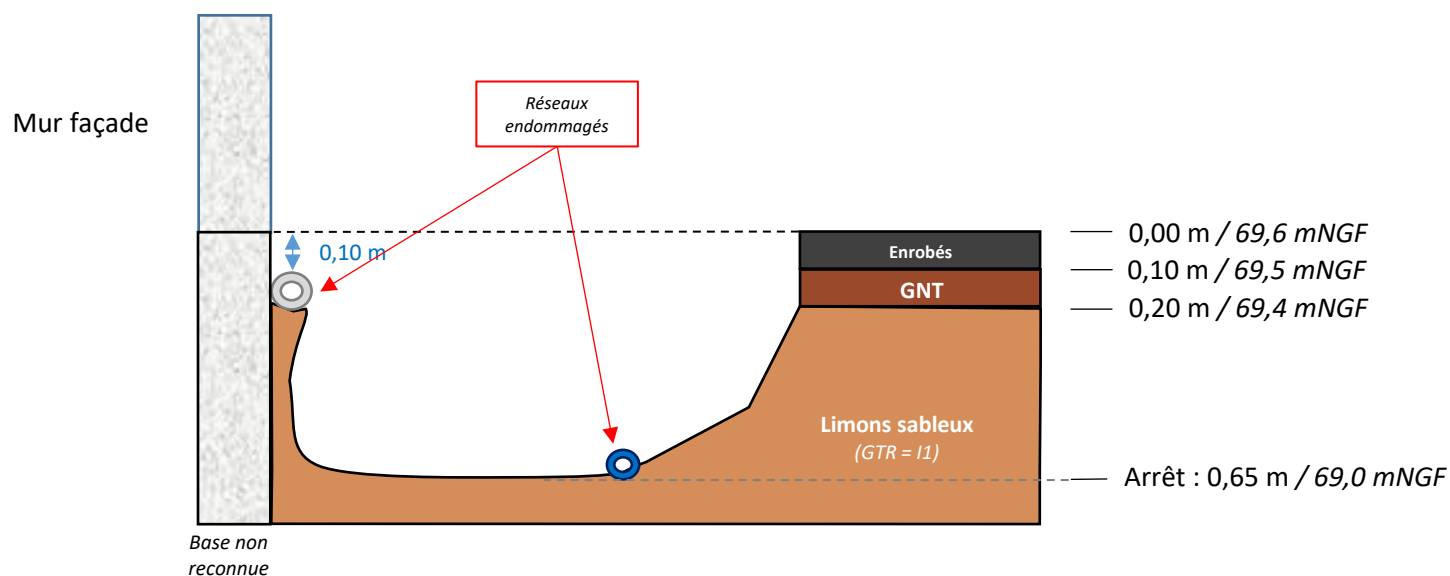
Caractéristiques du pénétromètre :
EMCI

Poids du mouton (kg) : 63,5
Poids d'une tige (kg) : 6,17
Poids de l'enclume (kg) : 14,4
Hauteur de chute (cm) : 75
Section de la pointe (cm²) : 20

Cote (NGF) : **63,60**
Profondeur atteinte (m) : **2,90**
Prof. niveau d'eau (m) : -



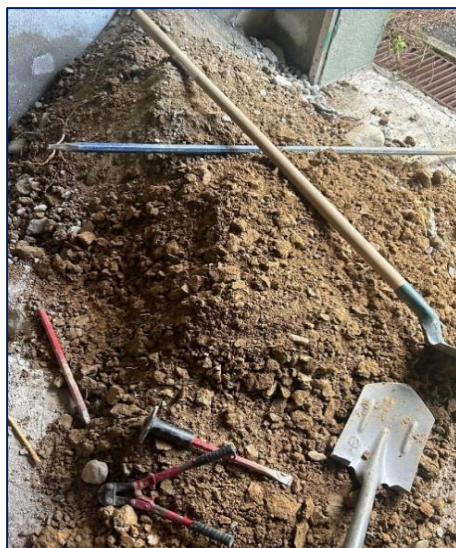
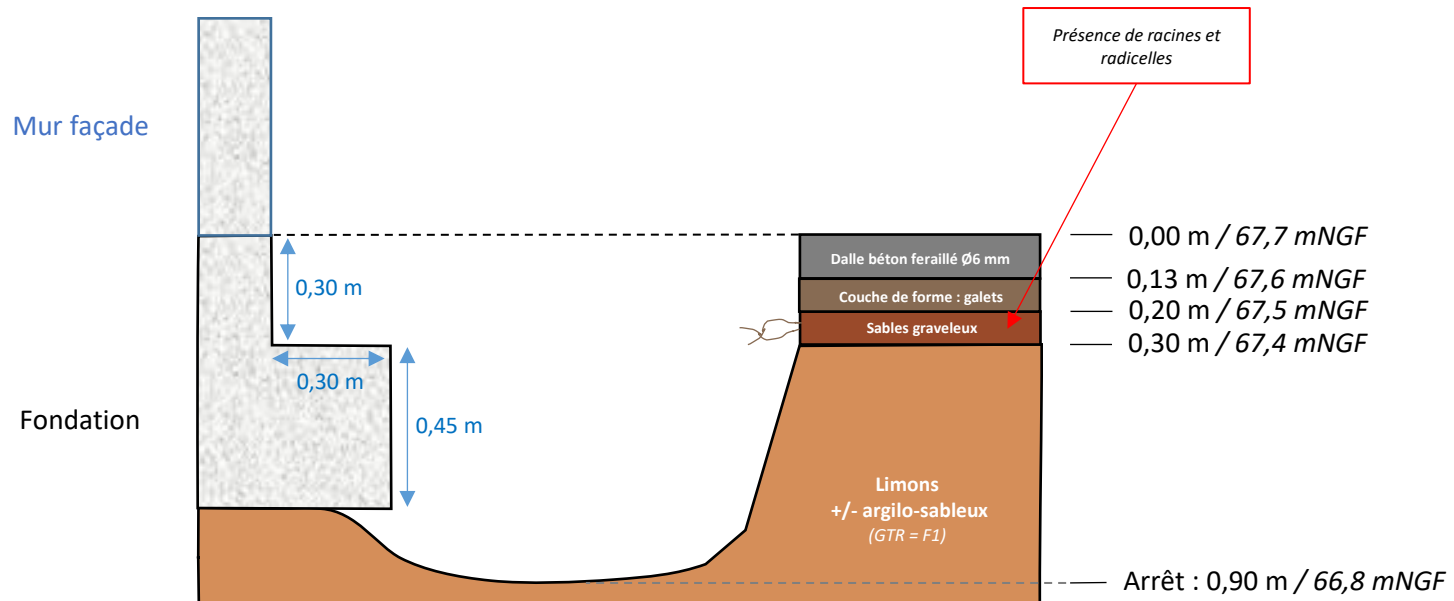
Projet	Diagnostic fissuration	N° de Dossier :	AMu2024-11-335
Site :	CROUS de Perpignan	Date	21/05/2025
Ville :	66000 Perpignan	Fouille:	RF1



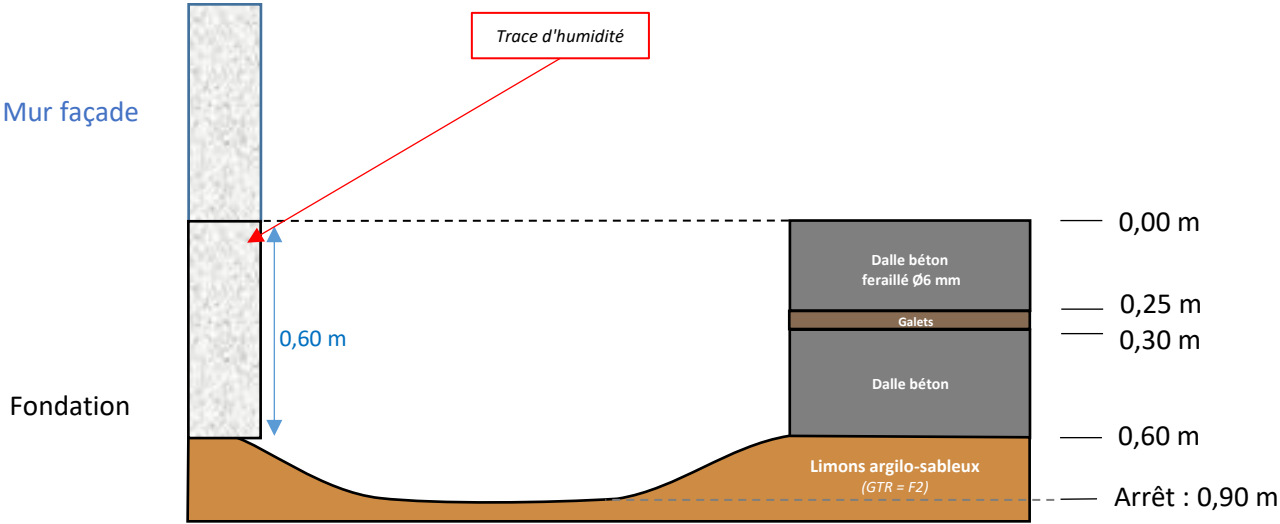
Réseaux endommagés



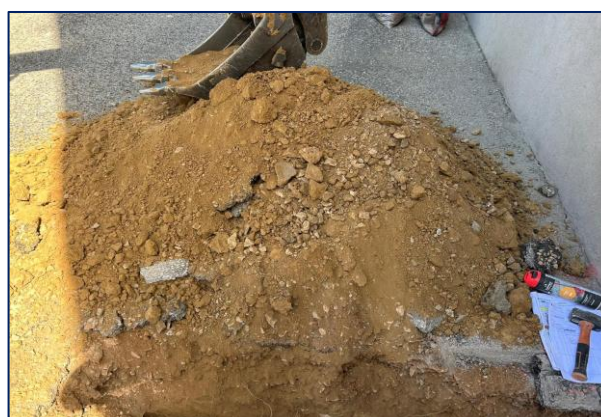
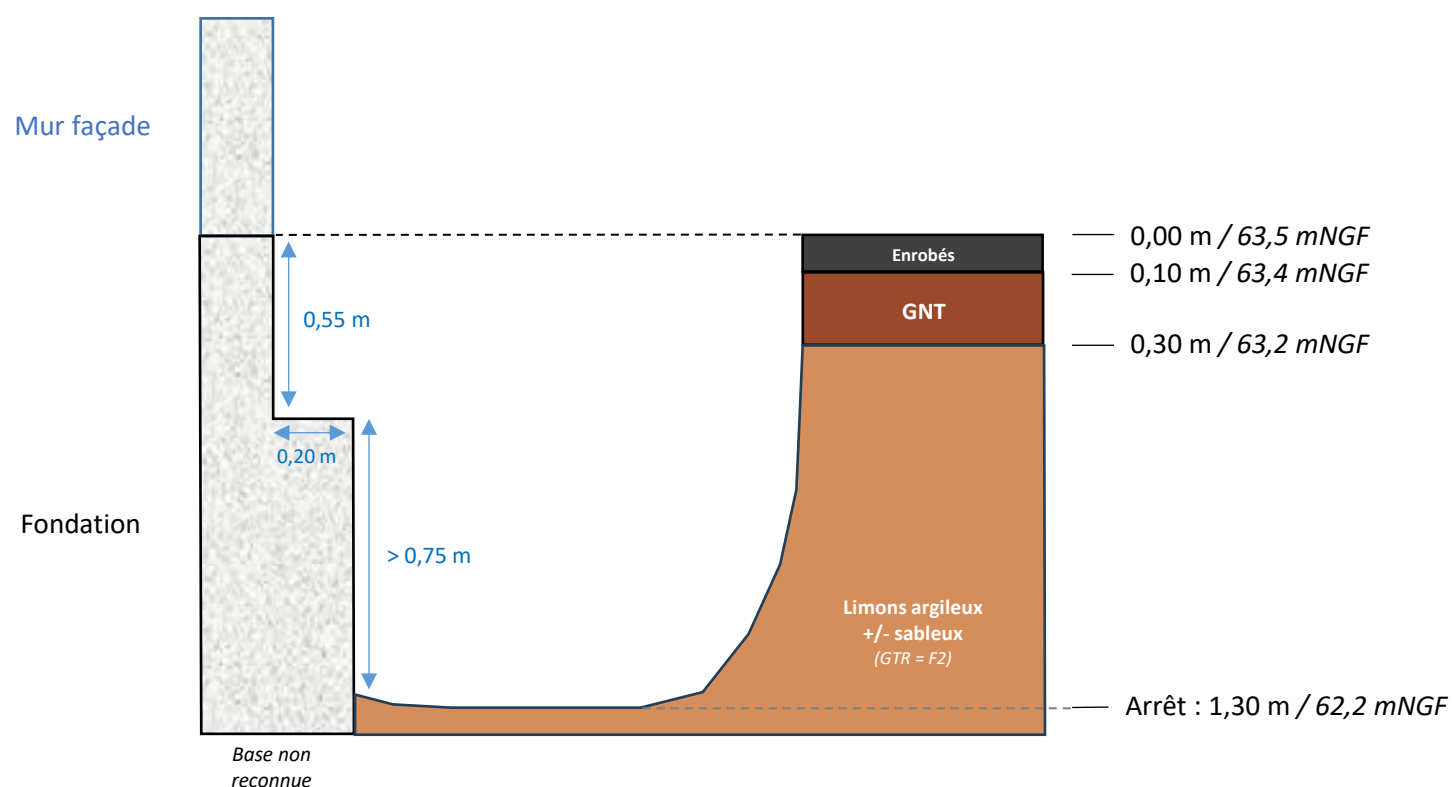
Projet	Diagnostic fissuration	N° de Dossier :	AMu2024-11-335
Site :	CROUS de Perpignan	Date	21/05/2025
Ville :	66000 Perpignan	Fouille:	RF2



Projet	Diagnostic fissuration	N° de Dossier :	AMu2024-11-335
Site :	CROUS de Perpignan	Date	21/05/2025
Ville :	66000 Perpignan	Fouille:	RF3



Projet	Diagnostic fissuration	N° de Dossier :	AMu2024-11-335
Site :	CROUS de Perpignan	Date	21/05/2025
Ville :	66000 Perpignan	Fouille:	RF4





Annexe 5 : **Essais en laboratoire**



GÉotechnique
sciences de la terre sas

259 rue Blanche SELVA
66000 PERPIGNAN

Chantier : Perpignan (66)

Projet : Diagnostic fissuration

Client : CROUS de Montpellier

Dossier : AMu2024-11-335

ESSAIS D'IDENTIFICATION SUR SOLS

Nature des matériaux : **Limons sableux**

Date du prélèvement : 21/05/2025

Type de matériau : **Sols fins à granulaires**

Provenance des matériaux : **RF1**

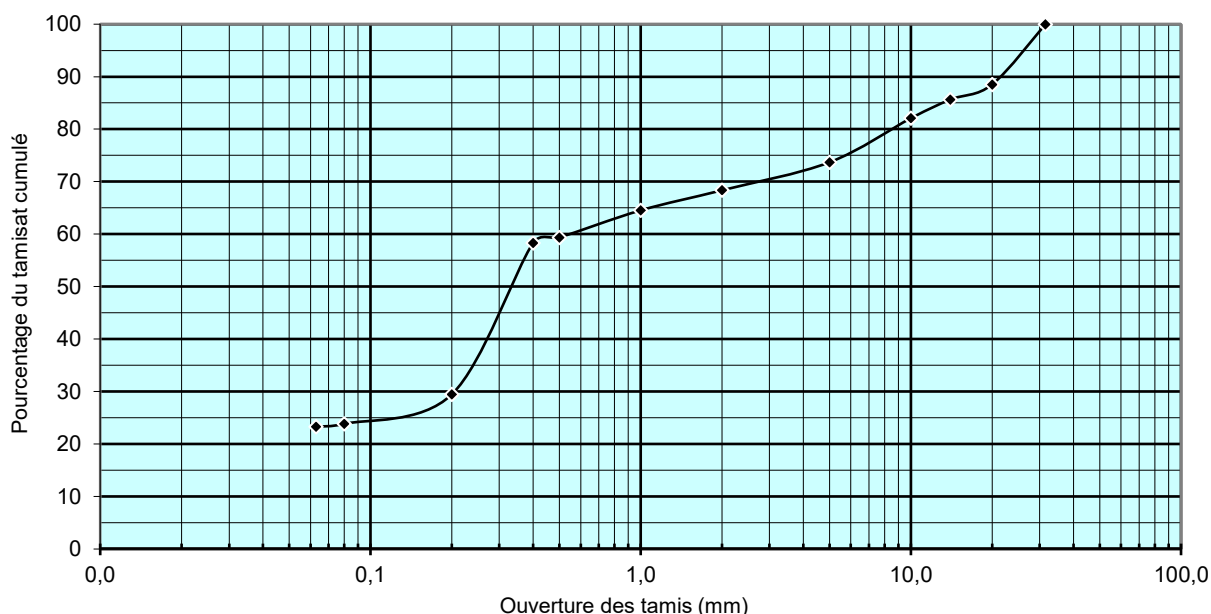
Date des essais : 12/06/2025

Profondeurs : **0,40 - 0,60**

Réf. opérateurs : F.L.

Observations : orange/gris, peu humide

ANALYSE GRANULOMETRIQUE (NF EN ISO 17892-4)



AUTRES PARAMETRES D'IDENTIFICATION

Norme	Essai	Résultat
ISO 17892-4	Passant au tamis de 63 µm	< 63 µm = 23,3%
ISO 17892-4	Diamètre maximal des grains	D _{max} = 31,5 mm
GTR 2023	Coefficient d'uniformité	C _u = > 8,9
GTR 2023	Coefficient de courbure	C _c = > 1,2
ISO 17892-1	Teneur en eau naturelle	W _{nat} = 12,8%
NF P94 068	Valeur au bleu du sol	V _{BS} = 1,42
ISO 17892-12	Limite de liquidité (Méthode de Casagrande)	W _L =
ISO 17892-12	Limite de plasticité	W _P =
ISO 17892-12	Indice de plasticité	I _p =
ISO 17892-12	Indice de consistance	I _c =
NF P94-078	Indice Portant Immédiat	IPI / ρ _d =
NF P94-093	Valeurs caractéristiques à l'OPN	W _{OPN} / ρ _d =
NF P18-576	Coefficient de friabilité des sables	I _{FS} =
NF EN 1097-2	Résistance à la fragmentation (Coefficient Los Angeles)	C _{LA} =
NF EN 1097-1	Résistance à l'usure (Coefficient Micro Deval)	C _{MDE} =
NF P94-066	Coefficient de fragmentabilité	I _{FR} =
NF P94-067	Coefficient de dégradabilité	I _{DG} =
NF P94-078	Indice Californian Bearing Ratio Immergé	I _{CBRI} =
NF EN 17685-1	Perte au feu - Teneur en matière organique	C _{OM} =

CLASSIFICATION GTR 2023 :

I1

Ancienne classification GTR :

B5

Observations :

PV27a
25/06/2024



GÉotechnique
sciences de la terre sas

259 rue Blanche SELVA
66000 PERPIGNAN

Chantier : Perpignan (66)

Projet : Diagnostic fissuration

Client : CROUS de Montpellier

Dossier : AMu2024-11-335

ESSAIS D'IDENTIFICATION SUR SOLS

Nature des matériaux : **Limons argileux**

Date du prélèvement : 21/05/2025

Type de matériau : **Sols fins à granulaires**

Provenance des matériaux : **RF2**

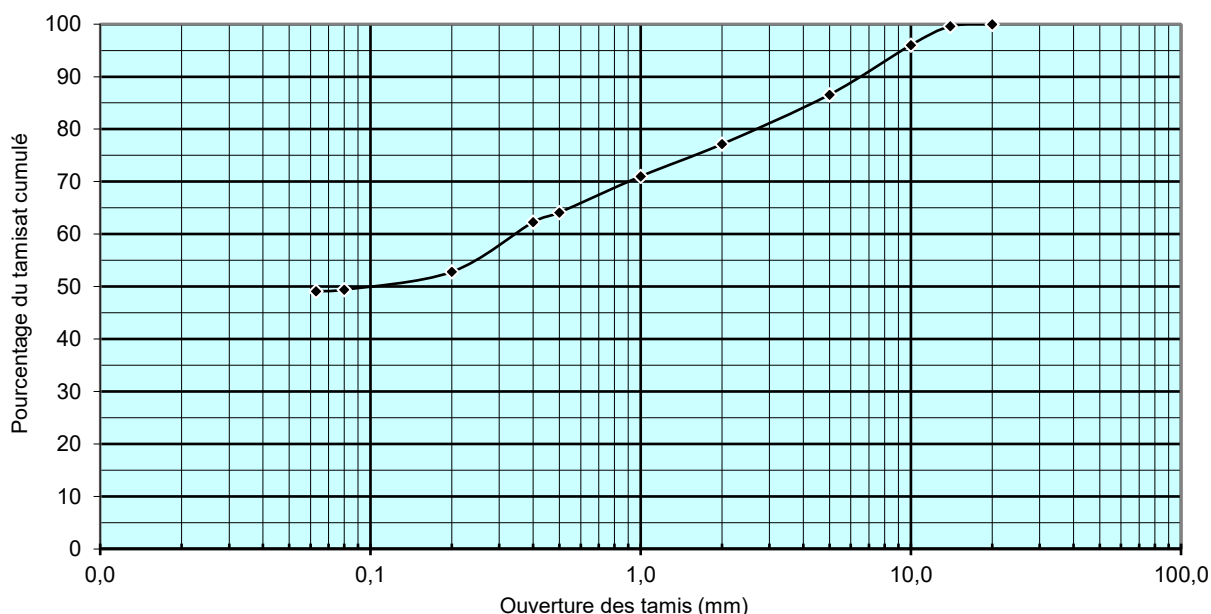
Date des essais : 12/06/2025

Profondeurs : **0,60 - 0,90**

Réf. opérateurs : F.L.

Observations : marron/orange, peu humide

ANALYSE GRANULOMETRIQUE (NF EN ISO 17892-4)



AUTRES PARAMETRES D'IDENTIFICATION

Norme	Essai	Résultat
ISO 17892-4	Passant au tamis de 63 µm	< 63 µm = 49,1%
ISO 17892-4	Diamètre maximal des grains	D _{max} = 20,0 mm
GTR 2023	Coefficient d'uniformité	C _u = Indéterminé
GTR 2023	Coefficient de courbure	C _c = Indéterminé
ISO 17892-1	Teneur en eau naturelle	W _{nat} = 20,6%
NF P94 068	Valeur au bleu du sol	V _{BS} = 3,23
ISO 17892-12	Limite de liquidité (Méthode de Casagrande)	W _L =
ISO 17892-12	Limite de plasticité	W _P =
ISO 17892-12	Indice de plasticité	I _p =
ISO 17892-12	Indice de consistance	I _c =
NF P94-078	Indice Portant Immédiat	IPI / ρ _d =
NF P94-093	Valeurs caractéristiques à l'OPN	W _{OPN} / ρ _d =
NF P18-576	Coefficient de friabilité des sables	I _{FS} =
NF EN 1097-2	Résistance à la fragmentation (Coefficient Los Angeles)	C _{LA} =
NF EN 1097-1	Résistance à l'usure (Coefficient Micro Deval)	C _{MDE} =
NF P94-066	Coefficient de fragmentabilité	I _{FR} =
NF P94-067	Coefficient de dégradabilité	I _{DG} =
NF P94-078	Indice Californian Bearing Ratio Immergé	I _{CBRI} =
NF EN 17685-1	Perte au feu - Teneur en matière organique	C _{OM} =

CLASSIFICATION GTR 2023 :

F2

Ancienne classification GTR :

A2

Observations :

PV27a
25/06/2024



GÉotechnique
sciences de la terre sas

259 rue Blanche SELVA
66000 PERPIGNAN

Chantier : Perpignan (66)

Projet : Diagnostic fissuration

Client : CROUS de Montpellier

Dossier : AMu2024-11-335

ESSAIS D'IDENTIFICATION SUR SOLS

Nature des matériaux : **Limons argileux**

Date du prélèvement : 21/05/2025

Type de matériau : **Sols fins à granulaires**

Provenance des matériaux : **RF3**

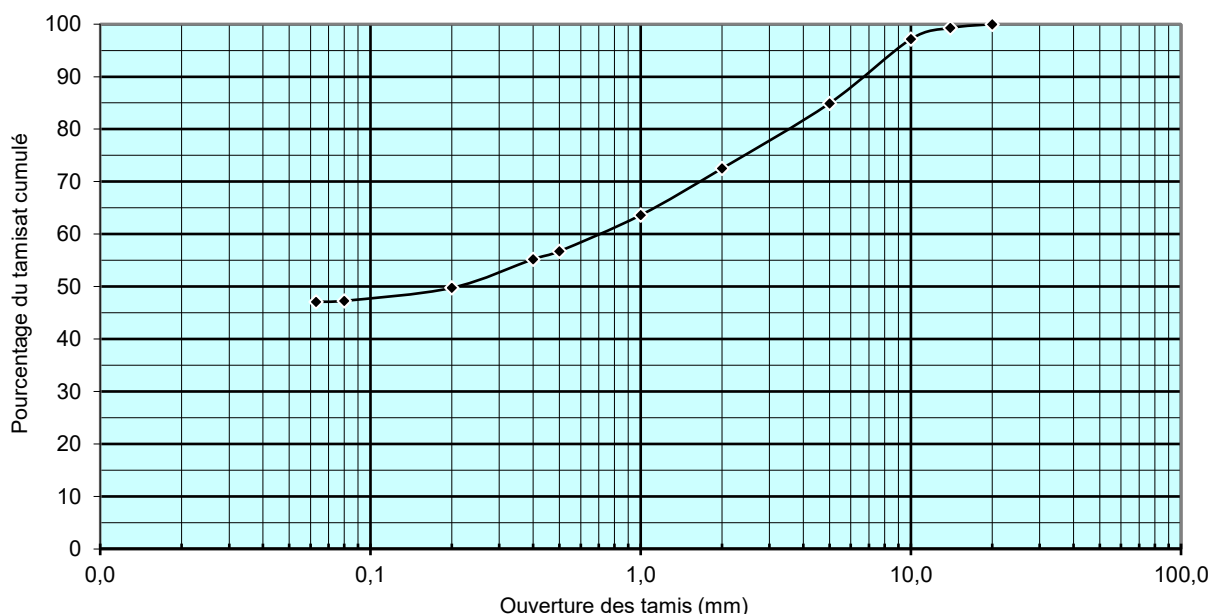
Date des essais : 12/06/2025

Profondeurs : **0,60 - 0,70**

Réf. opérateurs : F.L.

Observations : Gris clair, peu humide

ANALYSE GRANULOMETRIQUE (NF EN ISO 17892-4)



AUTRES PARAMETRES D'IDENTIFICATION

Norme	Essai	Résultat
ISO 17892-4	Passant au tamis de 63 µm	< 63 µm = 47,1%
ISO 17892-4	Diamètre maximal des grains	D _{max} = 20,0 mm
GTR 2023	Coefficient d'uniformité	C _u = Indéterminé
GTR 2023	Coefficient de courbure	C _c = Indéterminé
ISO 17892-1	Teneur en eau naturelle	W _{nat} = 19,6%
NF P94 068	Valeur au bleu du sol	V _{BS} = 2,84
ISO 17892-12	Limite de liquidité (Méthode de Casagrande)	W _L =
ISO 17892-12	Limite de plasticité	W _P =
ISO 17892-12	Indice de plasticité	I _p =
ISO 17892-12	Indice de consistance	I _c =
NF P94-078	Indice Portant Immédiat	IPI / ρ _d =
NF P94-093	Valeurs caractéristiques à l'OPN	W _{OPN} / ρ _d =
NF P18-576	Coefficient de friabilité des sables	I _{FS} =
NF EN 1097-2	Résistance à la fragmentation (Coefficient Los Angeles)	C _{LA} =
NF EN 1097-1	Résistance à l'usure (Coefficient Micro Deval)	C _{MDE} =
NF P94-066	Coefficient de fragmentabilité	I _{FR} =
NF P94-067	Coefficient de dégradabilité	I _{DG} =
NF P94-078	Indice Californian Bearing Ratio Immergé	I _{CBRI} =
NF EN 17685-1	Perte au feu - Teneur en matière organique	C _{OM} =

CLASSIFICATION GTR 2023 :

F2

Ancienne classification GTR :

A2

Observations :

PV27a
25/06/2024

ESSAIS D'IDENTIFICATION SUR SOLS

Nature des matériaux : **Limons argileux**

Date du prélèvement : 21/05/2025

Type de matériau : **Sols fins à granulaires**

Provenance des matériaux : **RF4**

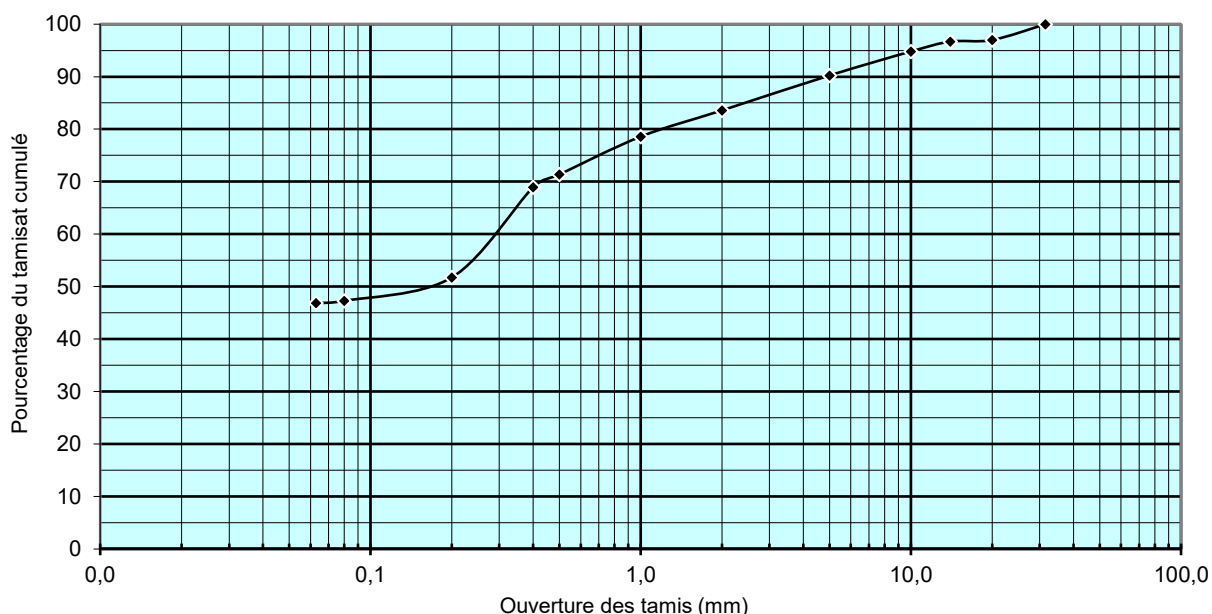
Date des essais : 12/06/2025

Profondeurs : **0,30 - 0,50**

Réf. opérateurs : F.L.

Observations : Marron clair, sec

ANALYSE GRANULOMETRIQUE (NF EN ISO 17892-4)



AUTRES PARAMETRES D'IDENTIFICATION

Norme	Essai	Résultat
ISO 17892-4	Passant au tamis de 63 µm	< 63 µm = 46,8%
ISO 17892-4	Diamètre maximal des grains	D _{max} = 31,5 mm
GTR 2023	Coefficient d'uniformité	C _u = Indéterminé
GTR 2023	Coefficient de courbure	C _c = Indéterminé
ISO 17892-1	Teneur en eau naturelle	W _{nat} = 8,6%
NF P94 068	Valeur au bleu du sol	V _{BS} = 2,63
ISO 17892-12	Limite de liquidité (Méthode de Casagrande)	W _L =
ISO 17892-12	Limite de plasticité	W _P =
ISO 17892-12	Indice de plasticité	I _p =
ISO 17892-12	Indice de consistance	I _c =
NF P94-078	Indice Portant Immédiat	IPI / p _d =
NF P94-093	Valeurs caractéristiques à l'OPN	W _{OPN} / p _d =
NF P18-576	Coefficient de friabilité des sables	I _{FS} =
NF EN 1097-2	Résistance à la fragmentation (Coefficient Los Angeles)	C _{LA} =
NF EN 1097-1	Résistance à l'usure (Coefficient Micro Deval)	C _{MDE} =
NF P94-066	Coefficient de fragmentabilité	I _{FR} =
NF P94-067	Coefficient de dégradabilité	I _{DG} =
NF P94-078	Indice Californian Bearing Ratio Immersé	I _{CBRI} =
NF EN 17685-1	Perte au feu - Teneur en matière organique	C _{OM} =

CLASSIFICATION GTR 2023 :

F2

Ancienne classification GTR :

A2

Observations :

PV27a
25/06/2024

NOTRE SIÈGE SOCIAL

170 rue du Traité de Rome CS 80131
84918 AVIGNON Cedex 9
Tél. : 04 90 01 39 02
contact@geotechnique-sas.com

Retrouvez toutes nos agences sur
www.geotechnique-sas.com

0 805 690 989



GÉOtechnique
sciences de la terre sas