



10 rue du Docteur Laurent

75 – PARIS 13ème

Rénovation et extension d'un bâtiment



MAÎTRE D'OUVRAGE :

**Solidarités Nouvelles
pour le Logement
(SNL)**



DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE

Mission G5 – MARS 2024

Dossier :

24	02	10207	FB	75
----	----	-------	----	----

MAITRE D'OUVRAGE	Solidarités Nouvelles pour le Logement (SNL)
MAITRE D'ŒUVRE	
BET	
ENTREPRISE	
EXPERT	

Le présent document est rédigé au sens de l'Eurocode 7, des Normes NF P 94-261, NF P 94-262, NF P94 282 et des documents techniques admis en matière de réglementation professionnelle.

Les unités employées en matière de contrainte et leurs équivalences sont les suivantes :

$$0,1 \text{ MPa} = 10^5 \text{ Pa} = 100 \text{ kPa} = 100 \text{ kN/m}^2 = 10 \text{ T/m}^2 = 1 \text{ bar} = 1,0 \text{ kg/cm}^2$$

Mission géotechnique – Norme NF P 94-500 du 30 novembre 2013

G1	Etude géotechnique préalable		
	Etude de site (G1-ES)		
	Principes généraux de construction (G1-PGC)		
G2	Etude géotechnique de conception		
	Avant-projet (G2-AVP)		
	Projet (G2-PRO)		
	DCE/AT (G2-DCE/AT)		
G3	Etude et suivi géotechniques d'exécution		
G4	Supervision géotechnique d'exécution		
	Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (G4-SEGE)		
	Supervision du suivi géotechnique d'exécution (G4-SSGE)		
G5	Diagnostic géotechnique	X	

Etape	Date	Indice	Auteur	Vérification	Fichier
Création du document	24/01/2024	0	A. SIBRANT	B. YOUB	Rap10207FA.doc
Intégration des notes techniques et MAJ solution de confortement du bâtiment	07/02/2024	1	A. SIBRANT	B. YOUB	Rap10207FA.doc
Intégration des sondages RF3bis et RF4	22/03/2024	2	A. SIBRANT	B. YOUB	Rap10207FB.doc



SOMMAIRE

I. PRESENTATION GENERALE	3
I.1. Définition de la mission	3
I.2. Documents de référence	3
I.3. Programme d'investigations	3
II. CARACTERISTIQUES GENERALES DU SITE ET DU PROJET	5
II.1. Description du site	5
II.2. Description du projet et des désordres	5
III. CONTEXTE GEOLOGIQUE, CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE ET RISQUES NATURELS	7
III.1. Contexte géologique	7
III.2. Contexte hydrogéologique	7
III.3. Risques naturels	7
IV. DONNEES SISMIQUES ET RISQUE DE LIQUEFACTION DES SOLS	8
V. RESULTATS DE LA CAMPAGNE DE RECONNAISSANCE	9
V.1. Lithologie	9
V.2. Compétence mécanique	9
V.2.1. Essais pressiométriques	9
V.2.2. Essais au pénétromètre dynamique	10
V.3. Niveaux d'eau	10
V.4. Constitution des Remblais mis en œuvre dans le RdC	10
V.5. Reconnaissance de fondations	11
V.6. Synthèse des anomalies relevées	16
V.7. Conclusions	16
VI. ORIGINE DES DESORDRES	17
VII. SURELEVATION DU BATIMENT EXISTANT	19
VII.1. Préambule	19
VII.2. Modèle géotechnique	19
VII.3. Capacité portante des micropieux	20
VIII. RECOMMANDATIONS ET SUJETION D'EXECUTION	21
IX. ETUDES ET SONDAGES COMPLEMENTAIRES	21
ANNEXES	22



I. PRESENTATION GENERALE

I.1. Définition de la mission

A la demande et pour le compte de la société **Solidarités Nouvelles pour le Logement (SNL)**, nous avons procédé à un diagnostic géotechnique dans le cadre d'un projet de rénovation et d'extension d'un bâtiment développant des fissurations en façade, situé 10 rue du Docteur Laurent à **PARIS (75013)**.

Le présent rapport rend compte d'un diagnostic géotechnique selon la mission géotechnique de type G5 conformément à la Norme NF P 94-500 de novembre 2013 (cf. Annexe I).

I.2. Documents de référence

Les pièces afférentes à cette étude sont :

- ✓ Le plan de masse et la coupe du bâtiment existant datés d'octobre 2023 ;
- ✓ Nos devis référencés 231010207FA75 du 29/11/2023, 240210207FB75 du 23/02/2024 et 240310207ST du 11/03/2024 ;
- ✓ Les bons pour accord de la société SNL-PROLOGUES reçue les 18/12/2023, 23/02/2024 et 13/03/2024 ;
- ✓ Le rapport d'étude géotechnique, mission G5 réalisée par le bureau d'études SEFIA, rapport référencé 231010207FA75 de janvier 2024 ;
- ✓ La note générale méthodologique reprise établie par le BET INGENET datée du 25/11/2009 ;
- ✓ APS Structure établi par le BET SyrFra daté de novembre 2023.

I.3. Programme d'investigations

La reconnaissance des sols a été effectuée dans le cadre d'une mission géotechnique de type G5, selon la Norme 94-500 de novembre 2013 « missions d'ingénierie géotechnique ». Elle a pour objectif de préciser la position et la nature des différentes assises du projet, de tester les caractéristiques mécaniques des sols et de repérer d'éventuels niveaux aquifères pour définir au mieux la faisabilité de l'ouvrage au regard des points suivants :

- La nature des terrains et leurs caractéristiques mécaniques (Pl_e) ;
- Le mode de fondation (Contraintes E.L.S./E.L.U.) ;
- Les fondations « neuves et existantes ».



A cet effet, conformément au plan d'implantation des sondages placé en Annexe II, nous avons réalisé **les 15 et 16 janvier 2024 puis le 15 mars 2024** les investigations suivantes :

- ✓ **1 sondage destructif**, noté **SD1**, mené au tricône Ø 66 mm avec enregistrement des paramètres de forage, descendu jusqu'à 20,5 m de profondeur ;
- ✓ **13 essais pressiométriques lanternés**, de type LOUIS MENARD, afin de déterminer les caractéristiques mécaniques des assises traversées. Ces essais et leur interprétation ont été exécutés selon les directives AFNOR NF P 94-110-1 ;
- ✓ **3 fouilles de reconnaissance de fondations**, notées **RF1** à **RF3**, réalisées manuellement ;
- ✓ **2 fouilles de reconnaissance de fondations complémentaires**, notées **RF3 bis** et **RF4**, réalisées manuellement ;
- ✓ **1 essai au pénétromètre**, noté **PD1**, réalisé à partir du TN au droit de la fouille RF1 et descendu jusqu'au refus à 2,4 m de profondeur.

L'ensemble de ces investigations a été confié à une équipe de sondeurs placée sous le contrôle d'un Ingénieur Géotechnicien.



II. CARACTERISTIQUES GENERALES DU SITE ET DU PROJET

II.1. Description du site

D'un point de vue topographique, le site présente une pente descendant vers le Nord. D'après le plan topographique, l'altitude moyenne du site est de 55 NGF.

L'étude géotechnique réalisée par SEMOFI a mis en évidence la présence d'une carrière souterraine (exploitation de Calcaire Grossier) entre 8 et 13 m de profondeur à l'aplomb du bâtiment mitoyen situé au n°8 rue du Docteur Laurent. Les sols d'assise de ce bâtiment ont fait l'objet de travaux de comblement par injection et d'une reprise en sous en œuvre par un réseau de longrines et micropieux descendus jusqu'à 17 m de profondeur.

La photographie aérienne ci-après permet de localiser le terrain et de visualiser son environnement.



Figure 1 - Plan de situation

II.2. Description du projet et des désordres

Le projet prévoit la rénovation et la surélévation du bâtiment existant. En plus de ces travaux, la façade du bâtiment présente plusieurs fissures dont l'origine reste à déterminer. Ces fissures sont verticales et discontinues le long de la façade (cf. photo ci-dessous).



Le plan de masse présenté ci-après synthétise les caractéristiques du projet.

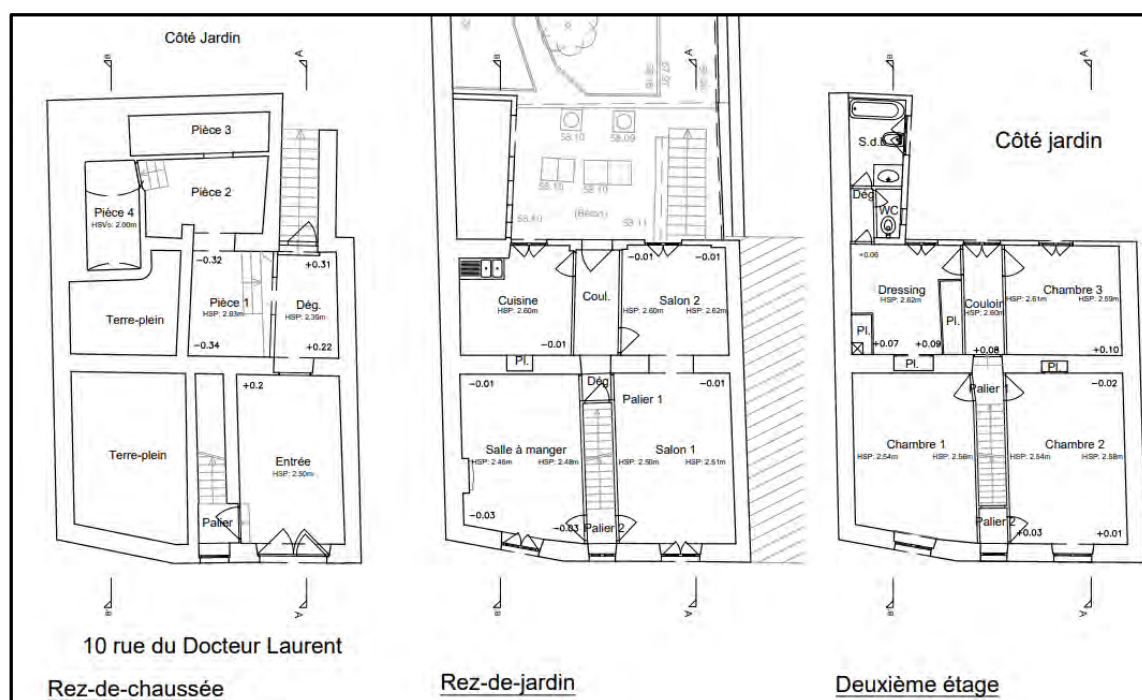


Figure 2 – Plan de masse du bâtiment – Etat existant

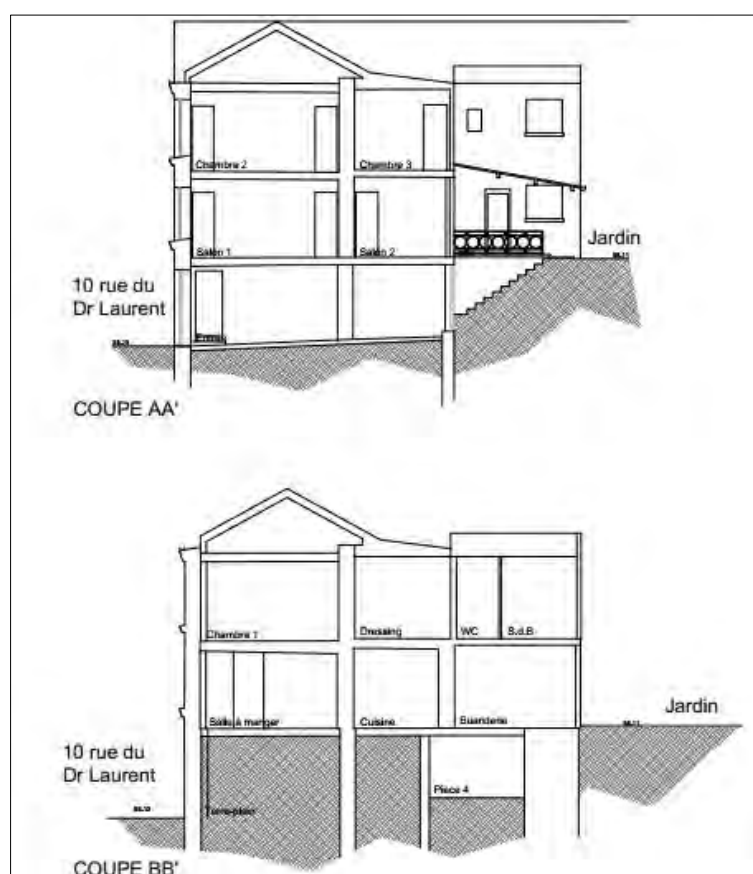




Figure 3 – Coupes du bâtiment – Etat existant



<p>Risque d'inondation</p>		<p>La carte des remontées de nappes établie par le BRGM fait état d'une zone sans débordement de nappe ni d'inondations de caves au droit de la zone d'étude.</p> <p>Il est de la responsabilité du Maître d'Ouvrage de se renseigner sur le risque réel d'inondations 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.</p>
<p>Risque de carrière</p>		<p>D'après la carte, il existe en bordure Sud-Est de notre zone d'étude, une zone de carrière qui a fait l'objet d'une campagne d'injection et de comblement.</p> <p>La carrière (exploitation du Calcaire Grossier) est située entre 8 m et 13 m de profondeur.</p>

IV. DONNEES SISMIQUES ET RISQUE DE LIQUEFACTION DES SOLS

Selon le Décret n° 2010-1255 du 22 octobre 2010 portant sur la délimitation des zones de sismicité du territoire français entré en vigueur depuis le 1er mai 2011, la ville de PARIS se situe en zone de sismicité 1 (très faible).

Par conséquent, aucune exigence particulière n'est requise selon l'Eurocode 8.



V. RESULTATS DE LA CAMPAGNE DE RECONNAISSANCE

V.1. Lithologie

La coupe du sondage exécuté au tricône est dressée à partir de l'observation des débris de sol (cuttings) remontant à la surface sous l'action d'un fluide de forage (ici de l'eau). Ces méthodes permettent d'obtenir une coupe approximative indiquant la nature des terrains traversés sous réserve qu'il n'y ait pas de perte d'injection du fluide de forage.

On notera qu'une perte d'injection a été observée dès le début du sondage. De ce fait, les terrains reportés sur la coupe proviennent de l'interprétation des enregistrements des paramètres et des cartes géologiques disponibles dans le secteur.

A. Remblais

Les sondages ont d'abord traversé une couche de Remblais marneux et débris de briques et béton jusqu'à une profondeur comprise entre 0,7 m et 1,35 m de profondeur.

Les Remblais sont des matériaux anthropiques hétérogènes qui peuvent présenter des surépaisseurs localement et renfermer aussi bien des niveaux indurés que des passages décomprimés.

B. Marnes et Caillasses

Elles se présentent sous la forme de marnes calcaires de couleur blanchâtre présentant parfois des niveaux argileux. Elles sont reconnues jusqu'à une profondeur de 7 m au droit du sondage SP1 et jusqu'à la fin de l'essai pénétrométrique PD1 soit jusqu'à 2,4 m de profondeur.

C. Calcaire Grossier

Il se présente sous la forme de calcaire de couleur blanchâtre et est reconnu jusqu'à la fin du sondage SD1 soit jusqu'à 20,5 m de profondeur.

V.2. Compétence mécanique

V.2.1. Essais pressiométriques

Les essais pressiométriques ont renvoyé les caractéristiques mécaniques suivantes :

- faibles à très bonnes dans les Marnes et Caillasses (4 couples de valeurs considérés) et,
- faibles à très bonnes dans le Calcaire Grossier (9 couples de valeurs considérés).

Les valeurs pressiométriques moyennes calculées à partir des résultats pressiométriques sont présentées dans le tableau ci-dessous en fonction des formations géologiques.

Formation géologique	PI (MPa)	Moyenne (MPa) Ecart-Type	E (MPa)	Moyenne (MPa) Ecart-Type
Remblais	—	—	—	—
Marnes et Caillasses	0,6 – 3,4	1,88 – 1,0	3 – 83	29,5 – 31,4
Calcaire Grossier	0,5 – 3,4	1,73 – 1,2	5 – 185	66,44 – 77,8

Tableau 1 – Valeurs pressiométriques moyennes



V.2.2. Essais au pénétromètre dynamique

Le diagramme de pénétration dynamique de l'essai PD1 est disponible en Annexe III.

Les valeurs de résistance de pénétration dynamique (R_d) mesurées au droit de l'essai PD1 peuvent être interprétées de la façon suivante :

- ✓ 0 à 2 MPa : résistance très faible à faible,
- ✓ 2 à 4 MPa : résistance moyenne,
- ✓ 4 à 8 MPa : résistance bonne,
- ✓ 8 à 15 MPa : résistance élevée,
- ✓ > 15 MPa : résistance très élevée.

Les valeurs R_d estimées à partir des essais pénétrométriques sont présentées dans le tableau ci-dessous en fonction des formations géologiques.

Formation géologique	Base de la formation (m/TN)	R_d (MPa)	Résistance
Remblais	1,35 m	0,3 – 6,9	Très faible à bonne
Marnes et Caillasses	2,4 m (refus)	1,2 – 14,2	Moyenne à élevée

Tableau 2 – Valeurs pressiométriques moyennes

V.3. Niveaux d'eau

Lors de notre intervention de janvier 2024, un niveau d'eau non stabilisé a été relevé au droit du sondage SP1 vers 20 m de profondeur.

Par ailleurs, il est possible qu'il se produise des circulations d'eau au sein des remblais lors des périodes pluvieuses abondantes.

V.4. Constitution des Remblais mis en œuvre dans le RdC

Une ouverture a été réalisée dans le plancher du 1^{er} étage du bâtiment par une entreprise missionnée par le Maître d'Ouvrage. Elle a permis de confirmer qu'une partie du RdC du bâtiment a bien été remblayée par de la terre sur toute sa hauteur (voir photo ci-après).

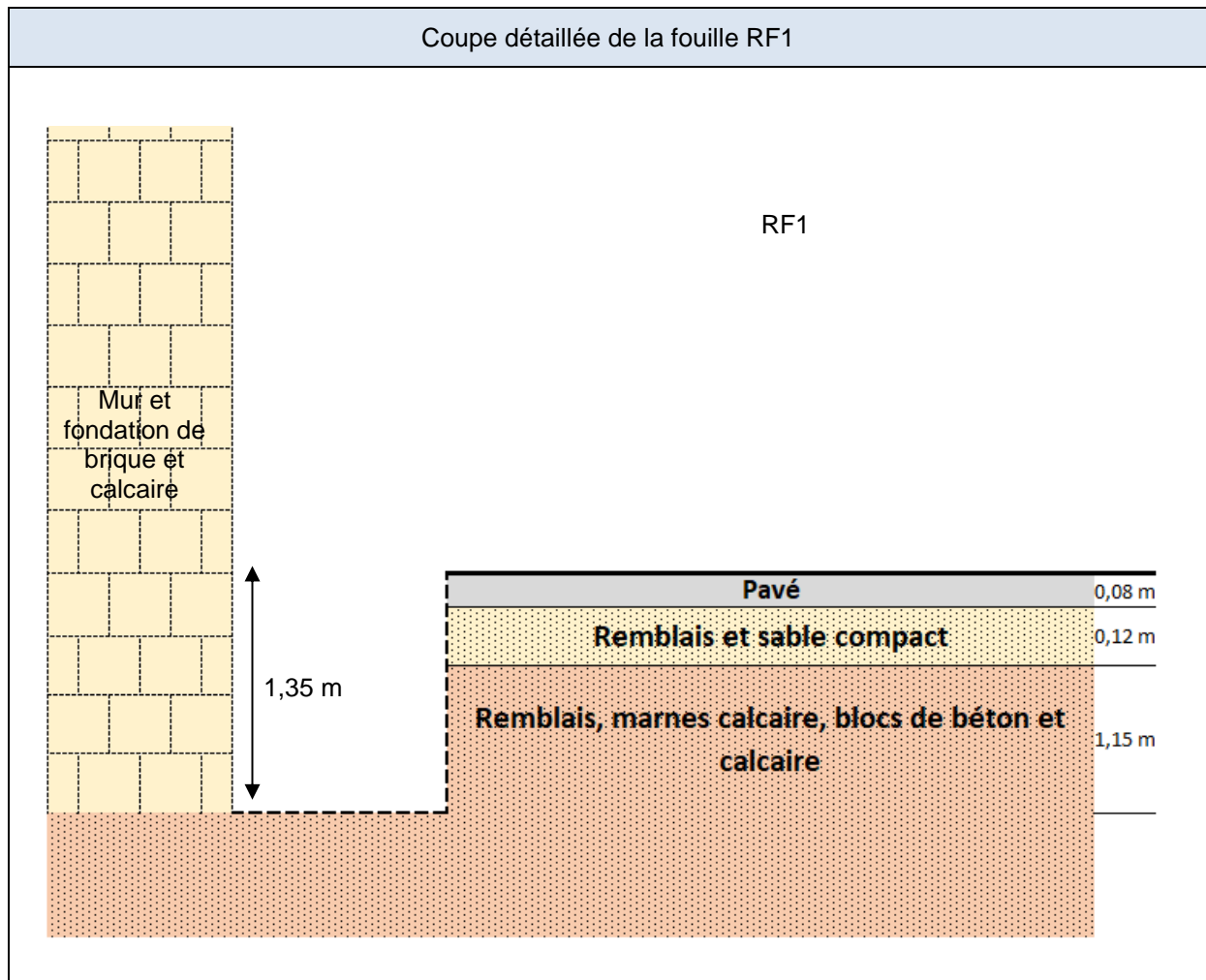


V.5. Reconnaissance de fondations

Afin de déterminer le type et la géométrie des fondations du bâtiment existant, nous avons effectué 5 sondages de reconnaissance notés de RF1 à RF4.

- **Description de la fondation RF1 :**

Le sondage RF1 a mis en évidence au pied du mur, une fondation ou un soubassement constitué de briques et calcaires sans débord. La base de la fondation n'a pas pu être atteinte (située au-delà de 1,35 m de profondeur par rapport au niveau du terrain actuel).



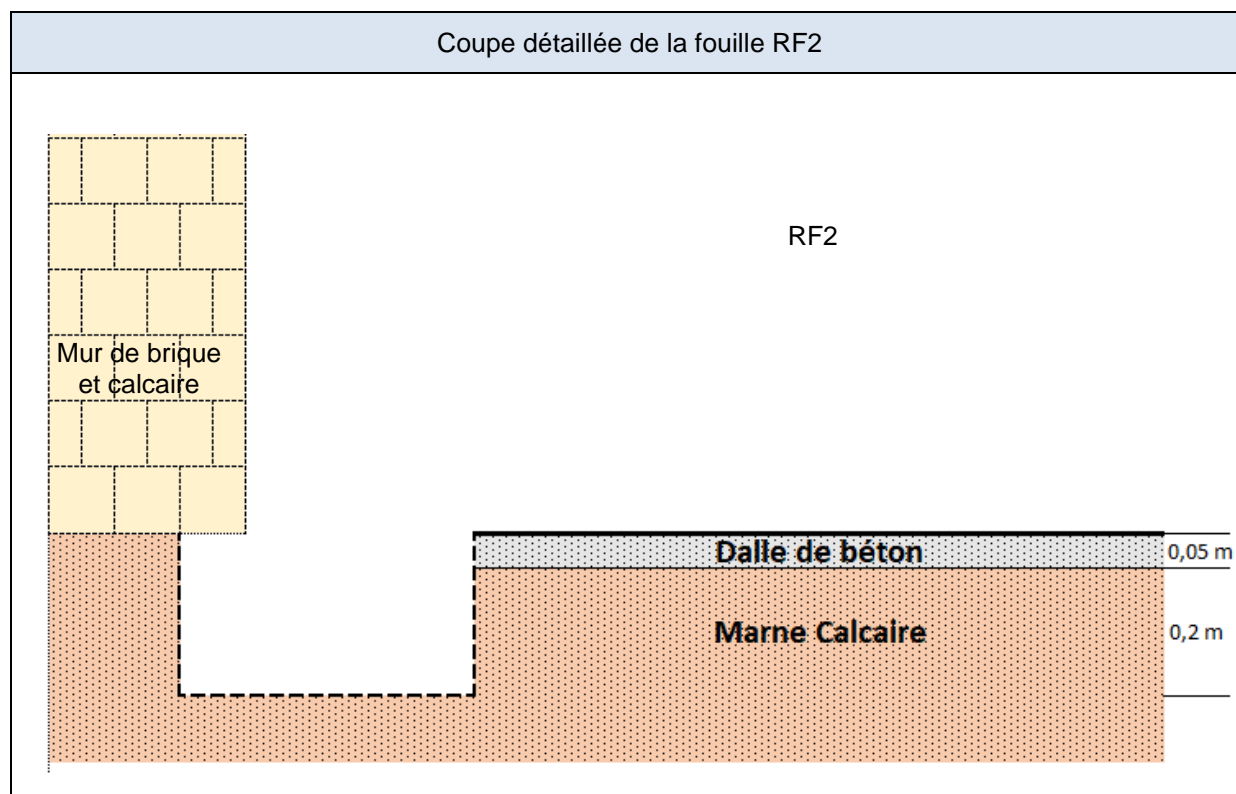
Photos de la fouille RF1



- Description de la fondation RF2 :**

La réalisation du sondage RF2 a mis en évidence l'absence de fondation et que le mur est posé directement sur le sol. Le sol d'assise du mur est constitué de marne calcaire.

Coupe détaillée de la fouille RF2



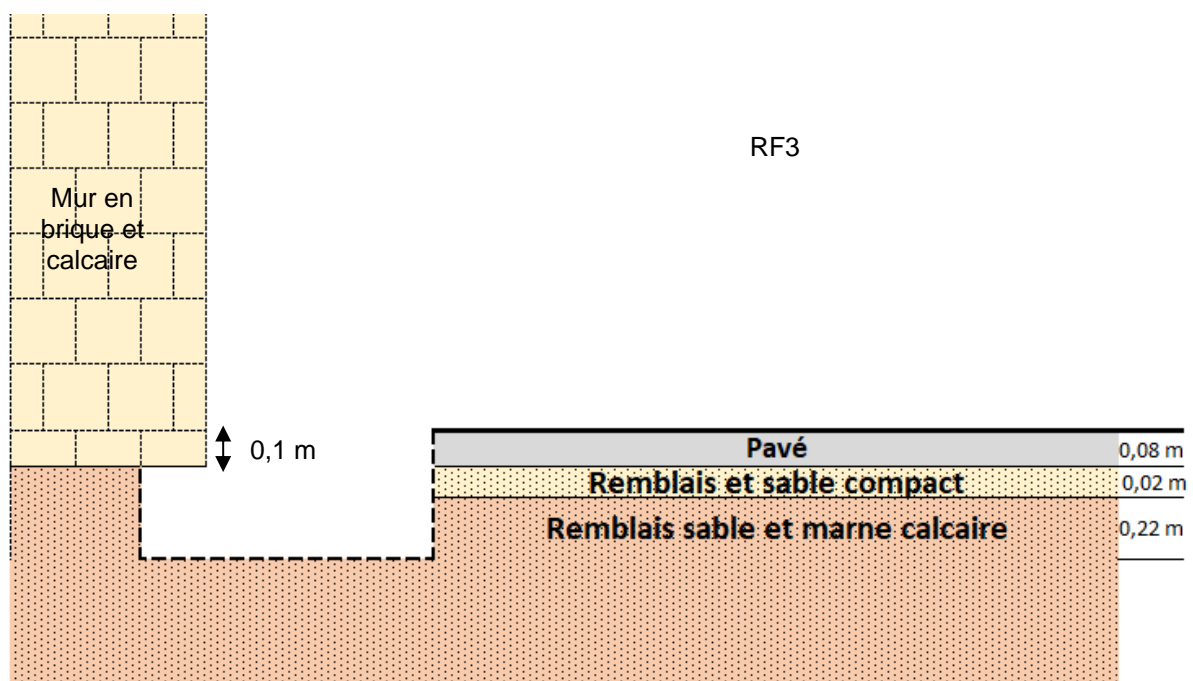
Photos de la fouille RF2



- **Description de la fondation RF3 :**

Le sondage RF3 a mis en évidence l'absence de fondation et que le mur en brique et calcaire est ancré de 10 cm dans le sol par rapport au niveau du dallage RdC. Le sol d'assise de la fondation est constitué de remblais sableux et de marne calcaire.

Coupe détaillée de la fouille RF3



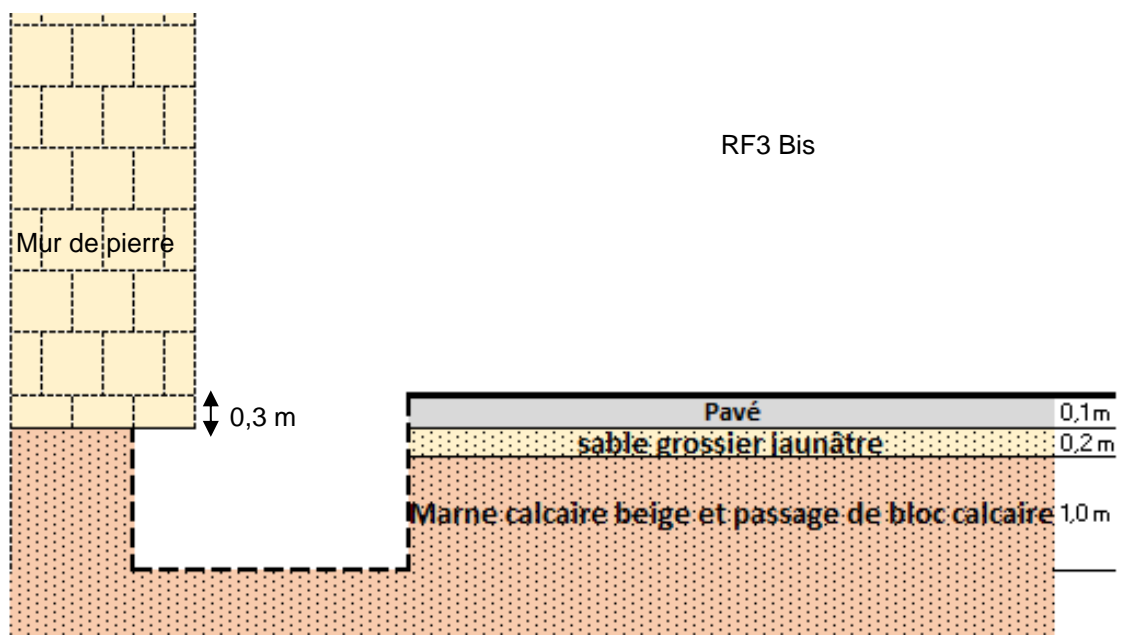
Photos de la fouille RF3



- **Description de la fondation RF3 Bis :**

La réalisation du sondage RF3 Bis a mis en évidence l'absence de fondations et que le mur en pierre est ancré de 30 cm dans le sol par rapport au niveau du dallage RdC. Le sol d'assise du mur est constitué de marne calcaire. Ce sondage n'a pas pu mettre en évidence la longrine ou les micropieux de reprise en sous en œuvre du bâtiment mitoyen.

Coupe détaillée de la fouille RF3 Bis



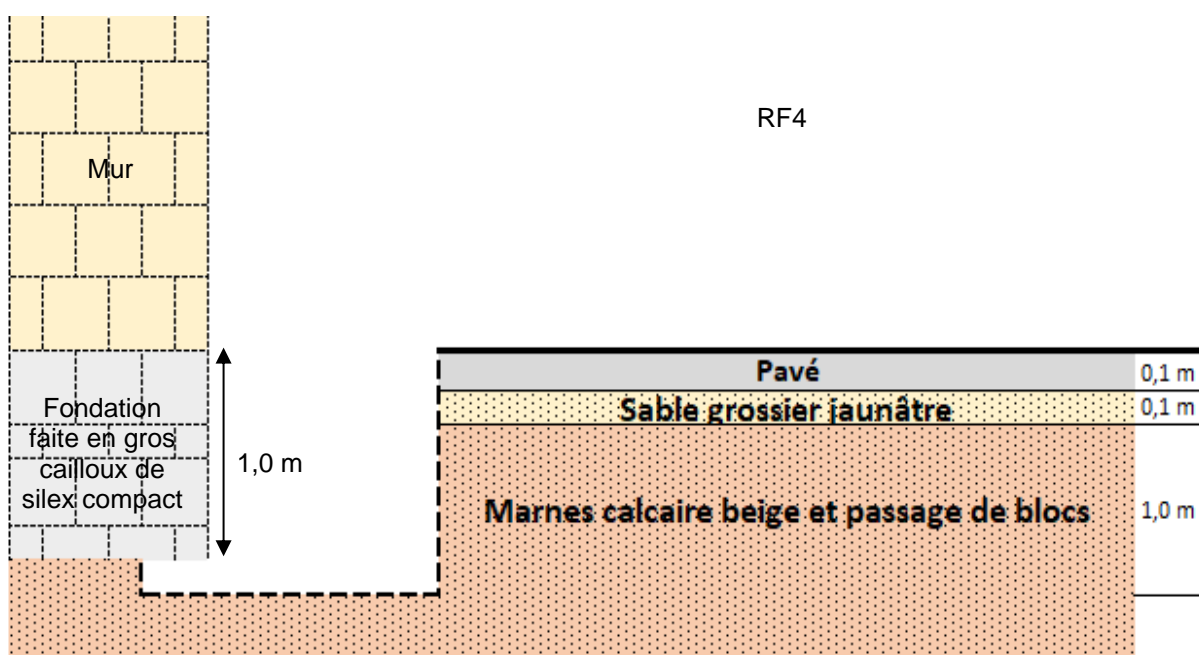
Photos de la fouille RF3 Bis



- Description de la fondation RF4 :**

La réalisation du sondage RF4 a mis en évidence une fondation compacte, constituée de cailloux de silex noirs et de sable grossier d'une épaisseur de 1 mètre. Le sol d'assise de la fondation est constitué de marne calcaire beige.

Coupe détaillée de la fouille RF4



Photos de la fouille RF4

**V.6. Synthèse des anomalies relevées**

L'analyse des essais pressiométriques, des vitesses d'avancement des sondages et des essais d'étalonnage à vide a permis d'identifier quelques anomalies de compacité dans le Calcaire Grossier. D'épaisseurs faibles inférieures à 0,2 m, ces anomalies de compacité correspondent vraisemblablement à des fissurations couramment rencontrées dans la formation du Calcaire Grossier. Ces dernières ont été relevées aux profondeurs reportées dans le tableau ci-dessous.

Formation	Sondage	Profondeur (m/TN)	Epaisseur	Type d'anomalie
Calcaire Grossier	SD1	- 7	< 0,2 m	Fissuration mineure
		-11,5	< 0,2 m	Fissuration mineure
		- 15,5	< 0,2 m	Fissuration mineure
		- 19,5	< 0,2 m	Fissuration mineure

Tableau 3 – Anomalies de compacité

V.7. Conclusions

Le sondage réalisé par nos soins noté SD1 a rencontré une lithologie conforme à celle généralement observée sur le secteur. Il a révélé l'absence d'anomalies de type dépressions majeures ou vides.

Par conséquent, aucun travaux de consolidation des sols n'est à prévoir.

VI. ORIGINE DES DESORDRES

Les investigations géotechniques réalisées ont permis de mettre en évidence les éléments suivants :

- Le bâtiment repose successivement sur les formations géologiques suivantes :
 - Remblais,
 - Marnes et Caillasses,
 - Calcaire Grossier.
- Les formations en place présentent des caractéristiques mécaniques faibles à bonnes. De plus, le sondage SD1 n'a pas révélé la présence de décompressions majeures, vides ou de carrière au sein de la formation du Calcaire Grossier. Le bâtiment repose sur des sols a priori consolidés.
- Le pignon Ouest du bâtiment est fondé a priori sur des fondations superficielles de type semelles filantes dont la base n'a pas pu être atteinte. La façade du bâtiment est fondée sur des fondations superficielles de type semelles filantes ancrées de 1 mètre dans le sol. Les autres murs du bâtiment ne possèdent pas de fondations et reposent directement sur le sol en place.

Au vu des points cités ci-dessus, il apparaît que l'origine de ces fissures n'est pas liée à un défaut de portance des fondations ou à la présence de sol décomprimé / vides, mais vraisemblablement à des tassements différentiels générés, d'une part, par le mode de fondations hétérogènes du bâtiment et d'autre part, par l'absence de fondations. Les remblais mis en œuvre dans la partie RdC du bâtiment exercent une poussée sur le mur de façade et pourraient contribuer à sa déformation (point à investiguer après l'évacuation des remblais et la réalisation d'un diagnostic structurel sur cette partie). De plus, des infiltrations d'eaux pluviales ont pu engendrer une altération/dégradation du revêtement de façade.

D'après les informations qui nous ont été communiquées lors de la réunion du 22/02/2024 en présence du Maître d'ouvrage, de l'Architecte et du bureau d'études Structure, l'apparition des fissures a commencé quelque temps après la fin des travaux de reprise en sous-œuvre du bâtiment mitoyen. Cela peut être expliqué par l'effet point dur (les deux bâtiments mitoyens sont liaisonnés structurellement et fondés d'une manière différente l'un sur micropieux et l'autre superficiellement).

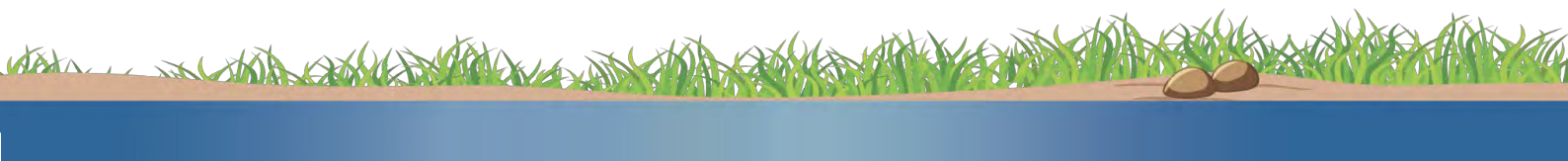
Le sondage RF3bis n'a pas pu mettre en évidence la longrine ou les têtes des micropieux du bâtiment mitoyen. De ce fait, il convient de réaliser une fouille blindée afin de pouvoir creuser sous le mur et dégager totalement l'infrastructure afin d'atteindre la longrine et les têtes de micropieux. Ces travaux doivent être menés par une entreprise de terrassement spécialisée.

Il est à rappeler que la présence éventuelle de réseaux fuyards pourrait engendrer un lessivage des particules fines et dégrader localement la portance des sols d'assise des murs. Ce point doit être vérifié par une inspection caméra des réseaux.

Par ailleurs, la mise en place de jauges par un bureau d'études spécialisé permettra de suivre l'évolution de ces fissures dans le temps et aussi de mieux comprendre l'origine de ces fissures.



Enfin, nous recommandons la réalisation de fouilles complémentaires au droit des murs non investigués et d'un diagnostic structurel du bâtiment par un bureau d'études Structure. Ce diagnostic permettra de s'assurer de l'absence de défauts structurels et de statuer sur la nécessité de mettre en place un renfort structurel le cas échéant.



VII. SURELEVATION DU BATIMENT EXISTANT

VII.1. Préambule

Les reconnaissances de fondations RF2 et RF3 indiquent que les murs reposent directement sur le sol en place. Au droit de ces sondages, aucune fondation n'a été observée. La fouille RF1 a mis en évidence que le mur du pignon Ouest est fondé, a priori, sur une fondation superficielle de type semelle filante dont la base se situe au-delà d'une profondeur de 1,35 m. Enfin, la fouille RF4 a mis en évidence que la façade du bâtiment est fondée sur une fondation superficielle de type semelle filante dont la base se situe à 1,0 m de profondeur.

Le mode de fondation du bâtiment mitoyen au projet (fondé sur micropieux) et la charge apportée par le projet de surélévation ne permettent pas retenir un mode de fondations superficielles à semi-profondes. Il sera donc nécessaire de reprendre le bâtiment par des longrines et micropieux ancrés dans le Calcaire Grossier à partir de 11 m de profondeur afin de ne pas apporter des charges supplémentaires sur les micropieux existants.

Il pourra être réalisé des micropieux injectés de type II « M2 » de classe 1bis et catégorie 18 selon la Norme NF P94-262.

Nota :

- D'autres types de micropieux pourront être proposés par les entreprises et devront être soumis pour avis au Géotechnicien.
- Les micropieux implantés en partie mitoyenne avec le bâtiment situé au 8 rue Docteur Laurent et ne respectant pas un espacement de 3 diamètres minimum (entraxe \geq 3 diamètres) doivent être descendus jusqu'à 17 m de profondeur afin d'éviter les perturbations d'effet de groupe (efforts parasites induits par les poussées horizontales sur les micropieux voisins).

VII.2. Modèle géotechnique

Pour procéder aux calculs des micropieux, nous retenons le modèle géotechnique ci-dessous, qui a été établi à partir des résultats du sondage pressiométrique SP1.

Horizon ou faciès géologique	Classement des sols selon Norme NF P 94-262	Profondeur du toit (m/ TN)	Pression Limite moyenne Pl^* (MPa)	Pression de fluage moyenne Pf^* (MPa)	Module Pressio. Em (MPa)	α
Mort terrain	-	0,0	0,6	0,4	3	2/3
Marnes et Caillasses	Marne raide	2,0	1,9	0,94	22	1/2
Calcaire Grossier	Calcaire altéré	7,0	0,76	0,4	7	2/3
Calcaire Grossier	Calcaire altéré	11,0	2,5	1,6	104	1/2
Calcaire Grossier	Calcaire altéré	19,0	0,5	0,4	10	2/3

Tableau 4 – Modèle géotechnique



Horizon ou faciès géologique	$\alpha_{\text{pieu-sol}}$	F_{sol} (kPa)		q_{si} théorique (kPa)	q_{si} limite (kPa)	q_{si} retenu (kPa)
Mort terrain	-	-	-	négligé		
Marnes et Caillasses	1,5	Q4	94,88	142,3	170	142,3
Calcaire Grossier	1,6	Q5	78,64	125,8	200	125,8
Calcaire Grossier	1,6	Q5	104,94	167,9	200	167,9
Calcaire Grossier	1,6	Q5	66,03	105,6	200	105,6

Tableau 5 – Caractéristiques du frottement axial

VII.3. Capacité portante des micropieux

Nous présentons ci-après des exemples de calcul de la capacité portante de micropieux de type II (classe 1bis et catégorie 18), de diamètres 150 mm à 300 mm et de 15 m de longueur, selon le modèle géotechnique retenu.

Diamètre	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	Conditions de calcul
R_s	889 kN	1185 kN	1482 kN	1778 kN	Valeurs limites
R_c	889 kN	1185 kN	1482 kN	1778 kN	
$R_{s;k}$	577 kN	770 kN	962 kN	1155 kN	Valeurs caractéristiques
$R_{c;k}$	577 kN	770 kN	962 kN	1155 kN	
$R_{c;d}$	525 kN	700 kN	875 kN	1050 kN	ELU situations durables et transitoires
$R_{c;d}$	577 kN	770 kN	962 kN	1155 kN	ELU situations accidentelles
$R_{c;cr;k}$	404 kN	539 kN	673 kN	808 kN	Charge de fluage
$R_{c;cr;d}$	449 kN	599 kN	748 kN	898 kN	ELS combinaisons caractéristiques
$R_{c;cr;d}$	367 kN	490 kN	612 kN	735 kN	ELS combinaisons quasi permanentes



VIII. RECOMMANDATIONS ET SUJETION D'EXECUTION

- ✓ Le forage des micropieux constituera un sondage de reconnaissance des sols à l'avancement. Il est important de valider ou adapter le modèle fourni précédemment en fonction des données du chantier.
- ✓ La machine de forage devra être suffisamment puissante pour permettre de traverser les Remblais, Les Marnes et Caillasses et atteindre les profondeurs nécessaires.
- ✓ La technique de forage mise en œuvre ne devra pas provoquer de désordres sur les avoisinants. Le marteau fond de trou est proscrit.
- ✓ Il sera nécessaire d'établir un suivi des volumes de coulis injectés pour chaque micropieu. Des surconsommations de coulis sont possibles, notamment dans les remblais en raison de leur faible compacité.
- ✓ Il conviendra de mettre en œuvre une machine de forage équipée de dispositifs d'enregistrement des paramètres de forage et de bétonnage de manière à pouvoir contrôler le niveau de rencontre des différents horizons géologiques et de s'assurer que le bétonnage sera réalisé de manière correcte.
- ✓ Le dimensionnement des micropieux par l'entreprise et leur exécution devront être contrôlés par un Géotechnicien dans le cadre de la supervision géotechnique d'exécution (mission d'ingénierie géotechnique classée G4 selon la Norme NF P 94-500 de novembre 2013).

IX. ETUDES ET SONDAGES COMPLEMENTAIRES

Afin de mener à bien le projet et statuer sur l'origine des fissures observées, nous recommandons :

- La réalisation d'un diagnostic structurel,
- La réalisation d'une inspection caméra des réseaux et,
- La réalisation de fouilles de reconnaissance de fondations complémentaires.

Dans le cadre des enchaînements de missions, il conviendra de réaliser une étude géotechnique de conception au stade projet selon la mission type G2 PRO (mission d'ingénierie géotechnique classée G2 PRO selon la Norme NF P 94-500 de novembre 2013).

La présente mission se termine avec ce rapport. Toute nouvelle étude, préconisation, recommandation ou réunion entreront dans le cadre d'une nouvelle mission restant à définir.

Nous restons à votre disposition pour tout renseignement complémentaire.

Aurore SIBRANT
Ingénieure Géologue/Géotechnicienne

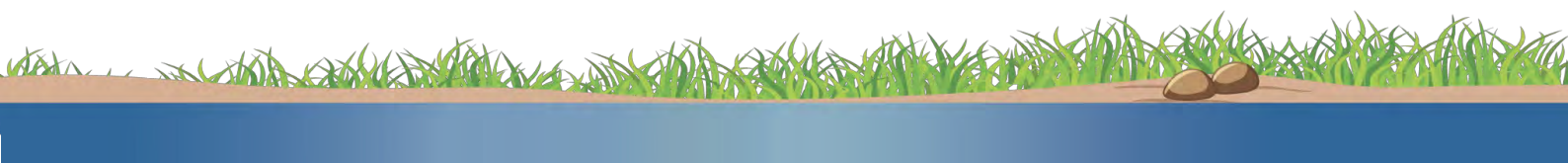
Bilal YOUB
Directeur Bureau Etudes



ANNEXES



**ANNEXE I – ENCHAINEMENT ET CLASSIFICATION DES MISSIONS
D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE SELON LA NORME NF P 94-500 DE
NOVEMBRE 2013**



Missions d'ingénierie géotechnique.
Classification et spécifications.

Tableau 1 — 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 attendu	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 (en interaction avec la phase Suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec 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 (en interaction avec la phase Étude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec 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

Missions d'ingénierie géotechnique.
Classification et spécifications.

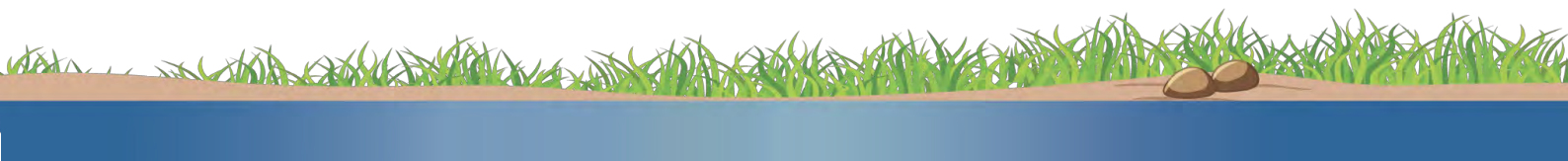
Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique

<p>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.</p>
<p>ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)</p> <p>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 :</p> <p><u>Phase Étude de Site (ES)</u></p> <p>Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.</p> <ul style="list-style-type: none"> — 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. <p><u>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> — 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).
<p>ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)</p> <p>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 :</p> <p><u>Phase Avant-projet (AVP)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> — 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. <p><u>Phase Projet (PRO)</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> — 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. <p><u>Phase DCE / ACT</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> — 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.

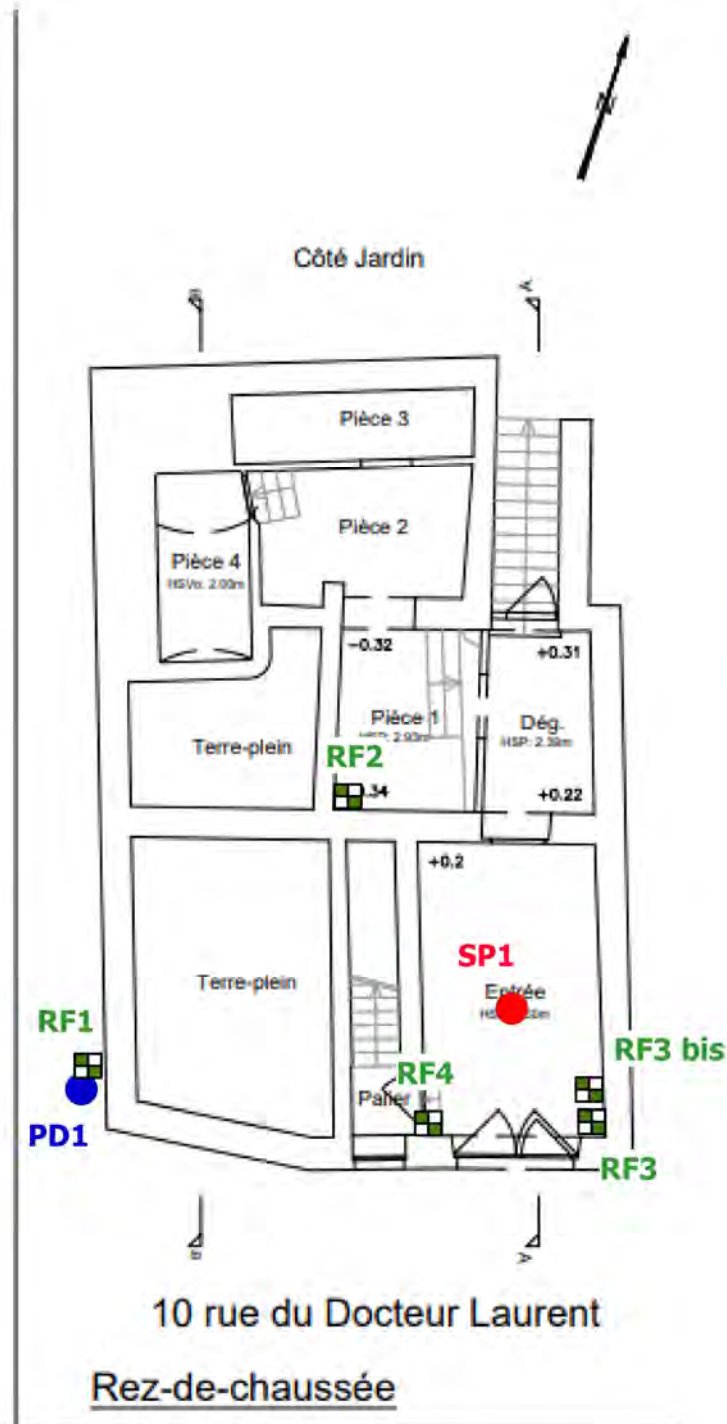
Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique (suite)

<p>ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)</p> <p>ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)</p> <p>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 :</p> <p><u>Phase Étude</u></p> <ul style="list-style-type: none">— 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. <p><u>Phase Suivi</u></p> <ul style="list-style-type: none">— 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) <p>SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)</p> <p>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 :</p> <p><u>Phase Supervision de l'étude d'exécution</u></p> <ul style="list-style-type: none">— 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. <p><u>Phase Supervision du suivi d'exécution</u></p> <ul style="list-style-type: none">— 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.
<p>DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)</p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none">— 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 II – PLAN D'IMPLANTATION SCHEMATIQUE DES SONDAGES



IMPLANTATION DES SONDAGES



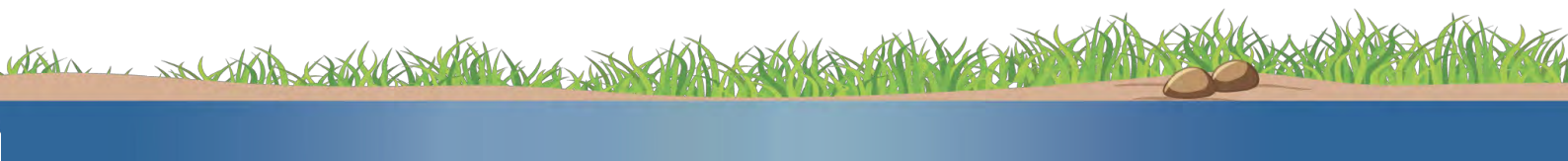
- Pénétromètre dynamique
- Sondage pressiométrique
- Reconnaissance de fondation

75 - PARIS 13ème
10 Rue du Docteur Laurent
SNL-PROLOGUES



177 rue Tabuteau
78530 BUC
Tél : 01 48 53 62 40 E-mail : contact@sefia.fr

ANNEXE III – COUPES DES SONDAGES





Dossier : 231010207FA75

Chantier : Paris - 13ème

Echelle : 1/25

Date : 15/01/2024

Client : Solidarités nouvelles pour le logement

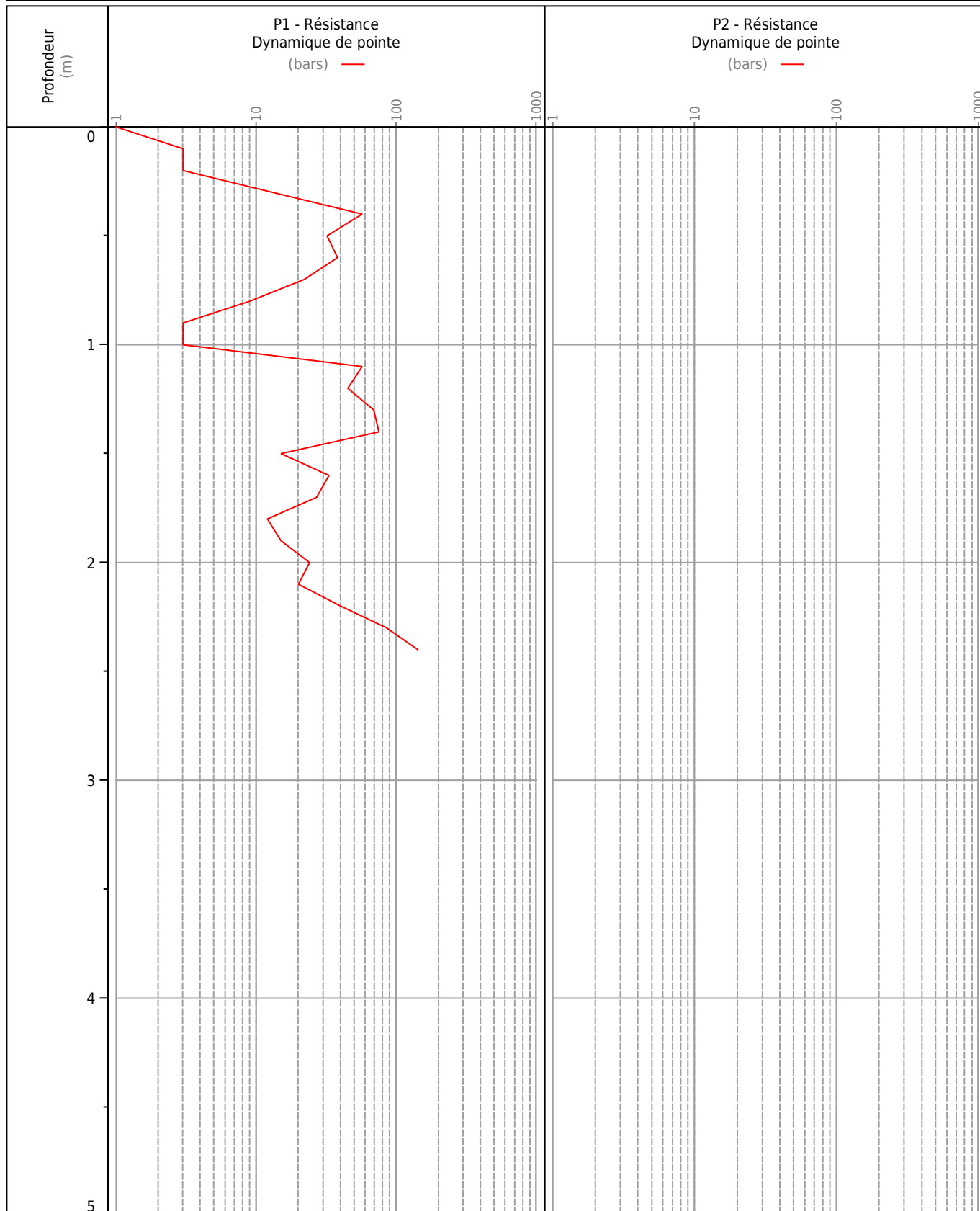
X :

Y :

Z : 0.00 m

SONDAGE PD1

Sondages pénétrométriques



Obs. :



Dossier : 231010207FA75

Chantier : PARIS - 13

Echelle 1/50

prof.: 2.46 m

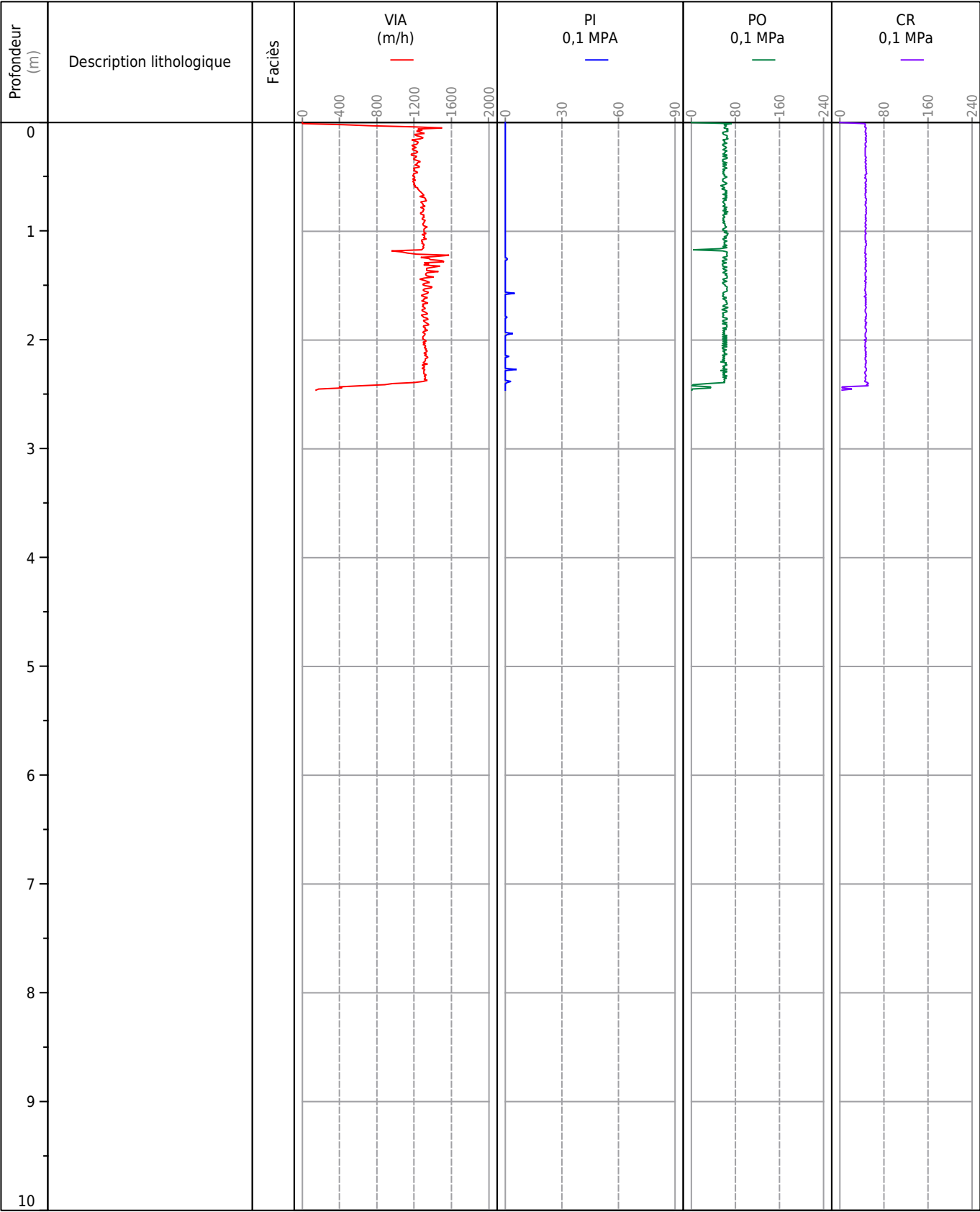
Date : 16/01/2024

Client : SOLIDARITES NOUVELLES POUR LE LOGEMENT

SONDAGE SD1 ETA 2

Sondage destructif

X : Y : Z : 0.00 m



Obs. :



Dossier : 231010207FA75

Chantier : Paris 13eme (75)

Echelle 1/110

prof.: 20.50 m

Date : 16/01/2024

Client : Solidarité nouvelle pour le logement

mat court

Lukasz

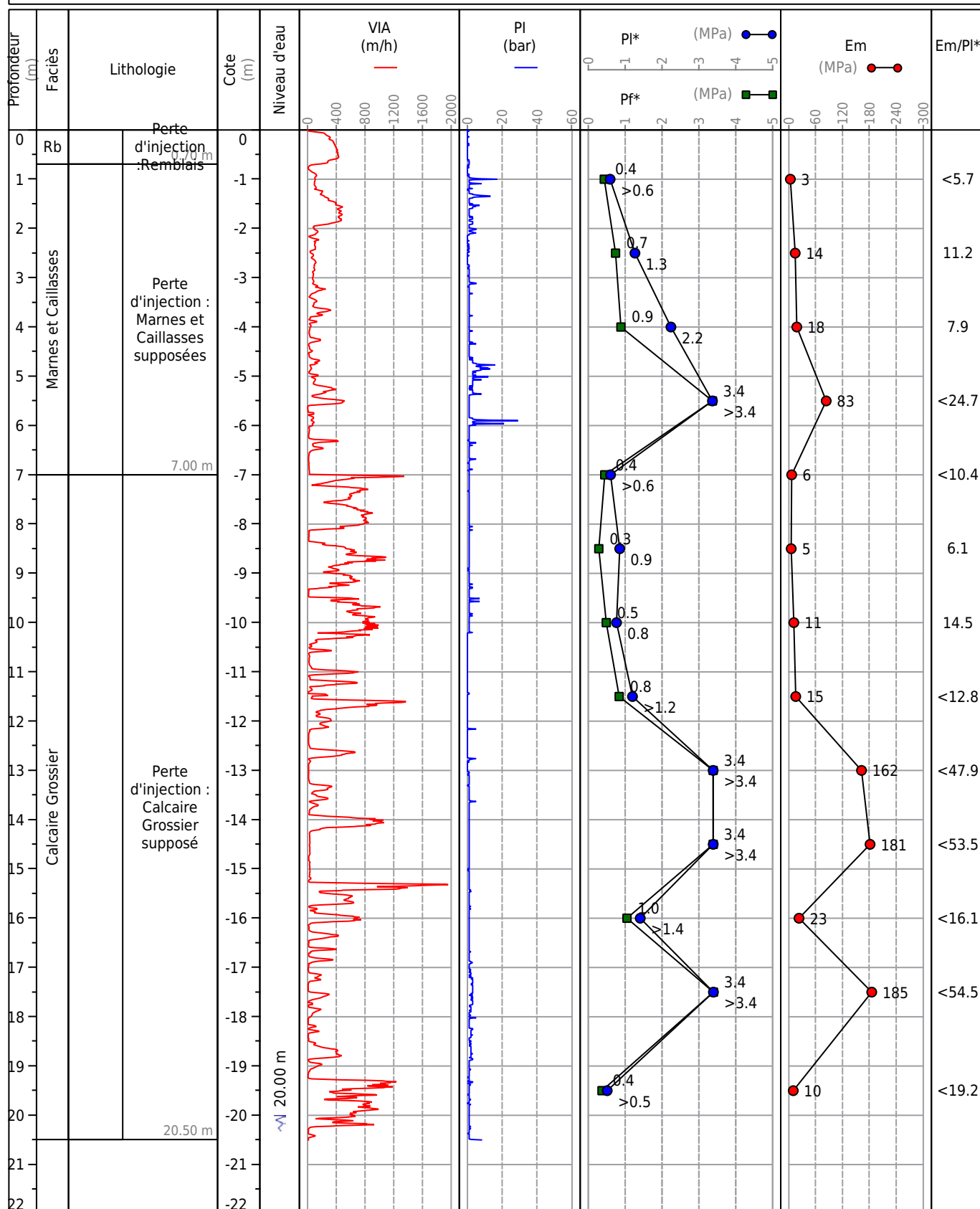
SONDAGE SPI

X :

Y :

Z : 0.00 m

Sondage pressiométrique



Obs. :