



*Etudes de sol – Fondations
Hydrologie – Environnement
Ingénierie Géotechnique*

94 - VILLIERS SUR MARNE
21 Avenue Camille Roy

Client :



**MINISTÈRE
DE LA JUSTICE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

DEMOLITION PARTIELLE D'UN BATIMENT, CREATION
D'EXTENSIONS ET RENOVATION DU BATIMENT
EXISTANT AVEC CREATION D'UN ASCENSEUR

ETUDE N° 24/31776 – YD

Etude Géotechnique de Conception + Diagnostic Géotechnique
Missions Géotechniques Normalisées G2-AVP + G5

<i>Indice</i>	<i>Titre / Modification</i>	<i>Date</i>	<i>Rédigé par</i>	<i>Visé par</i>
0	1 ^{ère} diffusion	26/03/2024	Y. DUPRE	E. KHAZAR
1	MaJ fouille supplémentaire + préconisations parties enterrées et fondations existantes + résultats essais agressivité sols sur béton	30/07/2024	Y. DUPRE	E. KHAZAR

SOMMAIRE

I - DEFINITION DE LA MISSION ET METHODES DE TRAVAIL.....	4
II - SITUATION ET CADRE GENERAL DU SITE	8
III - ALEAS ET PRESCRIPTIONS REGLEMENTAIRES	9
IV - CONTEXTE GEOLOGIQUE ET GEOTECHNIQUE.....	10
V - CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE.....	12
VI - RESULTATS ET COMMENTAIRES DES ESSAIS D'INFILTRATION	13
1. ESSAI DE PERMEABILITE DE TYPE MATSUO	13
2. ESSAIS DE PERMEABILITE DE TYPE LEFRANC - NASBERG	14
3. ESTIMATION DU DEBIT D'INFILTRATION POUR UNE NOUE D'INFILTRATION.....	15
4. ESTIMATION DES DEBITS DANS UN PUISARD D'INFILTRATION	16
VII - RECONNAISSANCE DES FONDATIONS EXISTANTES.....	17
VIII - AGRESSIVITE DES SOLS VIS-A-VIS DU BETON	24
IX - ADAPTATION AU SOL	26
1. RAPPEL SOMMAIRE DU PROJET	26
2. ETATS DES FONDATIONS ACTUELLES ET DES SOLS D'ASSISE	28
3. PORTANCE DU SOL D'ASSISE DES FONDATIONS.....	30
4. SUGGESTIONS DE FONDATIONS POUR LES NOUVEAUX APPUIS (MUR SOUTÈNEMENT / ASCENSEUR)	31
5. SUGGESTIONS DE FONDATIONS POUR LE NOUVEAU BATIMENT ET LES EXTENSIONS	32
6. CONDITION DE REALISATION DU MUR DE SOUTÈNEMENT AU SOUS-SOL	34
7. CONDITION DE DEMOLITION / REMBLAIEMENT DE LA RAMPE EXISTANTE.....	35
8. PROTECTION DES PARTIES ENTERREES	36
9. TRAITEMENT DES NIVEAUX BAS	36

ANNEXES

PLAN D'IMPLANTATION DES INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES	38
FICHES GEOLOGIQUES DES SONDAGES DE RECONNAISSANCE	41
ANNEXE WESSLING.....	44
NORME NF P 94-500 REVISEE EN NOVEMBRE 2013 RELATIVE AUX MISSIONS GEOTECHNIQUES.....	47

I - DEFINITION DE LA MISSION ET METHODES DE TRAVAIL

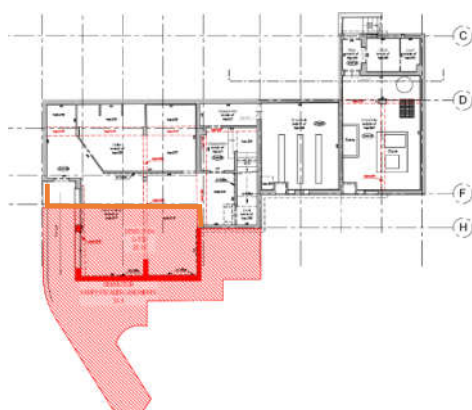
Généralités :

A la demande et pour le compte du *MINISTERE DE LA JUSTICE* nous avons entrepris une campagne de reconnaissance de sol située au 21 Avenue Camille Roy à VILLIERS SUR MARNE (94).

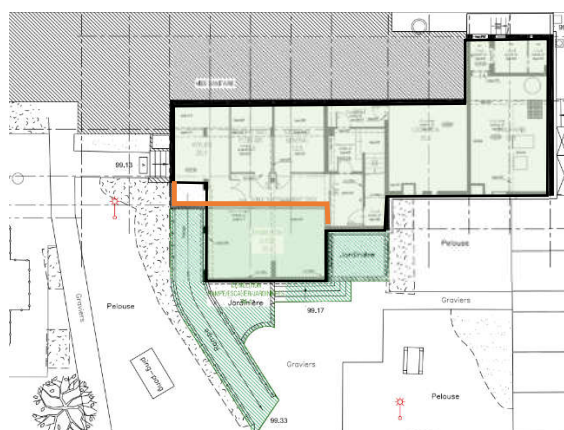
Description sommaire du projet :

Le projet concerne la rénovation de l'Unité Educative d'Hébergement Collectif de Villiers sur Marne avec :

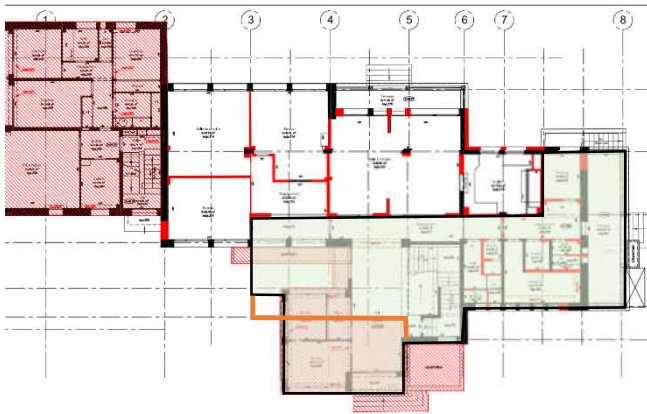
- La démolition d'un bâtiment existant en R+1 sans partie enterrée laissant place à un nouveau bâtiment en R+2 sans partie enterrée.
- La démolition partielle d'un bâtiment en RDC à R+2 sur sous-sol partiel (partie RDC/SS à démolir + rampe d'accès au sous-sol comprise),
- La réalisation d'extensions en RDC sans partie enterrée tout autour du bâtiment existant conservé.



Niveau sous-sol existant



Niveau sous-sol projet



Niveau RDC existant



Niveau RDC projet



Niveau R+1 existant



Niveau R+1 projet



Niveau R+2 existant



Niveau R+2 projet

Avec  = emprise sous-sol existant

 = mur de soutènement créé au sous-sol

Démolitions

Extensions

Mission initiale – Mars 2024

Notre mission initiale s'inscrivait dans le cadre d'une mission géotechnique normalisée de type G2 phase AVP (avant-projet) + G5 (diagnostic perméabilité) conformément à la norme NFP 94-500 révisée en novembre 2013, et doit être complétée par une mission géotechnique G2 phase PRO (projet).

Nous avons pour mission de préciser la nature et la position des couches du sous-sol, de tester leurs caractéristiques mécaniques par une série d'essais in situ afin de définir :

- le contexte géologique, géotechnique et hydrogéologique au droit du site,
- la définition de la nappe aquifère et les niveaux d'eau remarquables à retenir,
- la perméabilité des sols superficiels et les conditions d'infiltration des EP,
- la description des fondations existantes au niveau du sous-sol et du RDC,
- le type de fondation à envisager pour la reconstruction du bâtiment (au droit du bâtiment B) et pour les extensions latérales : nature, profondeur d'ancrage, nature du sol support, paramètres de calcul selon l'Eurocode 7,
- le taux de contrainte admissible ou la capacité portante dans le cas de fondations profondes,
- les sujétions d'exécution (ex : présence d'eau, de blocs...),
- les recommandations concernant la conception du niveau bas.

Programme des investigations :

A cet effet, conformément au cahier des charges établi par AKLA architectes & GEC ingénierie en date de Septembre 2023 et à notre proposition technique et financière, nous avons réalisé dans le cadre de notre 1^{ère} campagne d'investigations :

- Deux sondages de reconnaissance de type pressiométrique (S1 et S2) réalisés à la tarière hélicoïdale Ø 63 mm jusqu'à 12-20 m de profondeur par rapport au niveau du terrain naturel « TN »).
- Une série d'essais pressiométriques sur toute hauteur des sondages pour mesurer la force portante des différentes couches rencontrées.
- Quatre fouilles de reconnaissance des fondations existantes (F1 à F4).
- Un essai de perméabilité de type Matsuo (M1) réalisé en surface entre 0 et 1 m de profondeur.
- Un essai de perméabilité de type Lefranc (L1) réalisé entre 1 et 2 m de profondeur.

Mission complémentaire – Juillet 2024

Notre mission complémentaire fait suite au cahier des charges établi AKLA architectes & GEC ingénierie en date de Mars 2024 demandant :

- la réalisation d'1 fouille complémentaire au niveau de la fouille F1 (base non reconnue lors de la 1^{ère} étude),
- de préciser la nature et la portance des fondations du bâtiment existant conservé.

Par conséquent notre présente mission comprendra les additifs suivants :

- la description de la fouille supplémentaire réalisée à la pelle mécanique,
- les résultats d'agressivité des sols vis-à-vis des bétons,
- la méthodologie de protection des parties enterrées dans le cadre de la rénovation du bâtiment conservé,
- la contrainte à la base des fondations existantes, le cas échéant les conditions de reprise en sous-œuvre,
- le système de fondation à envisager pour l'ascenseur et le mur de soutènement.

Programme des investigations :

A cet effet, conformément au cahier des charges établi par AKLA architectes & GEC ingénierie en date de Mars 2024 et à notre proposition technique et financière, nous avons réalisé dans le cadre de notre campagne d'investigations :

- Une fouille de reconnaissance des fondations existantes (F1) à la pelle mécanique 5T descendue jusqu'à la base des fondations existantes.

Altimétrie des sondages :

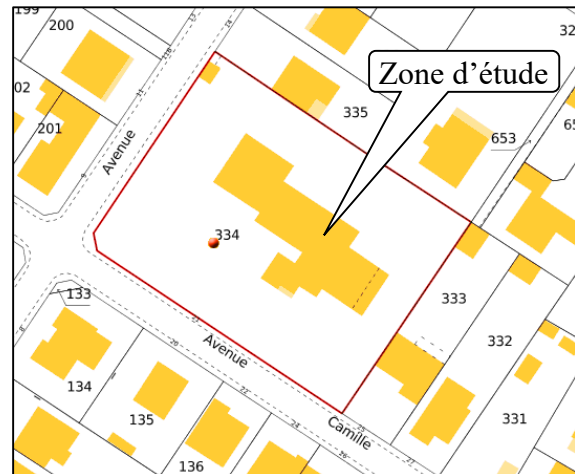
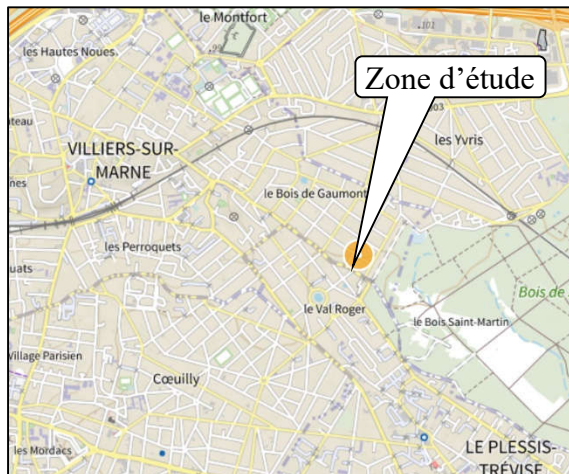
Topographiquement, la zone d'étude est globalement plane. Les points de sondages ont été nivelés sur site et cotés en NI (Nivellement Indépendant) d'après les plans existants transmis et établis en date de Septembre 2023.

Sondages	S1	S2
Altitude (NI)	99,4	99,3

II - SITUATION ET CADRE GENERAL DU SITE

Cadre général :

Le projet est situé au Sud-Est de la ville sur la parcelle n°334 section AH..



Photos du site :



III - ALEAS ET PRESCRIPTIONS REGLEMENTAIRES

❖ Contexte géologique général :

D'après la carte géologique du BRGM de LAGNY il apparaît que le terrain étudié est structuré en profondeur par les Marnes Supragypseuses, surmontées par les Argiles Vertes, des Colluvions, des Recouvrements et des Remblais.

❖ Risque inondation :

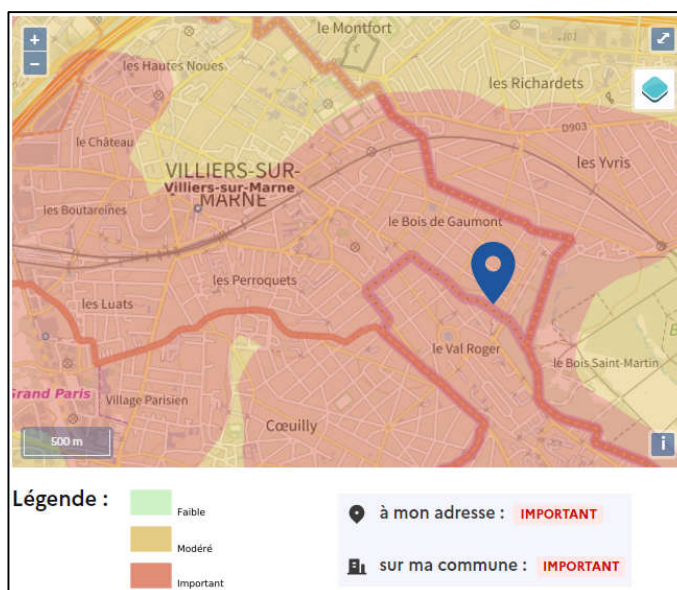
La zone d'étude est située en dehors de toute zone inondable.

❖ Mouvements de terrain – carrières souterraines :

Aucune exploitation souterraine ni à ciel ouvert n'est référencée au droit du site d'étude d'après l'Inspection Générales des Carrières.

❖ Mouvements de terrain – retrait gonflement des sols argileux :

Selon la cartographie nationale en vigueur depuis 2020 et consultable sur le site Géorisques, le secteur d'étude est situé en zone d'aléa « important » vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement des argiles.



❖ Risque sismique :

Le secteur, comme toute l'Ile de France, est situé en zone sismique 1 (« très faible »).

IV - CONTEXTE GEOLOGIQUE ET GEOTECHNIQUE

L'examen des coupes des sondages et des résultats des essais pressiométriques a ainsi permis de distinguer plusieurs horizons géologiques distincts :

➤ Des **REMBLAIS** :

- Retrouvés sur 60 cm à 1,40 m d'épaisseur.
- Apparus sous la forme de limon plus ou moins sableux marron brun noir, d'argile verdâtre, le tout renfermant des débris.
- Les caractéristiques pressiométriques mesurées sont faibles :

$$P_1 = 4,3 \text{ bars} \quad // \quad E = 41 \text{ bars}$$

➤ Des **RECOUVREMENTS** :

- Retrouvés à partir de -0,60 m à -1,40 m de profondeur/TN (soit de 98,8 à 97,9 NI) et jusqu'à -1,90 m de profondeur/TN (soit jusqu'à 97,5 à 97,4 NI).
- Apparus sous la forme de limon sableux à argileux, de couleur marron, marron clair, brun et pouvant renfermer des filets blanchâtres.
- Les caractéristiques pressiométriques mesurées sont faibles :

$$\begin{array}{lll} 3,6 \text{ bars} < P_1 < 4,3 \text{ bars} & \rightarrow & P_{1 \text{ moyen}} = 4,0 \text{ bars} \\ 27 \text{ bars} < E_m < 41 \text{ bars} & \rightarrow & E_{\text{moyen}} = 35 \text{ bars} \end{array}$$

➤ Des **COLLUVIONS** :

- Retrouvées uniquement en S1 à partir de -1,90 m de profondeur/TN (soit de 97,5 NI) et jusqu'à -3,20 m de profondeur/TN (soit jusqu'à 96,2 NI).
- Apparus sous la forme d'argile plastique marron à passées grises et renfermant des cailloutis.
- Les caractéristiques pressiométriques mesurées sont très moyennes :

$$P_1 = 6,6 \text{ bars} \quad // \quad E = 72 \text{ bars}$$

➤ Les **ARGILES VERTES** :

- Retrouvées à partir de -1,90 m à -3,20 m de profondeur/TN (soit de 97,4 à 96,2 NI) et jusqu'à -11,20 à -11,40 m de profondeur/TN (soit jusqu'à 88,2 à 87,9 NI).
- Apparus sous la forme d'argile plastique verte à marron verdâtre.

- Les caractéristiques pressiométriques mesurées sont moyennes :

$$\begin{aligned} 7,5 \text{ bars} < P_1 < 14,2 \text{ bars} &\rightarrow P_{1 \text{ moyen}} = 10,0 \text{ bars} \\ 74 \text{ bars} < E_m < 165 \text{ bars} &\rightarrow E_{\text{moyen}} = 110 \text{ bars} \end{aligned}$$

➤ Les **MARNES SUPRAGYPEUSES** :

- Retrouvées à partir de -11,20 m à -11,40 m de profondeur/TN (soit de 88,2 à 87,9 NI) et jusqu'à -20,00 m de profondeur/TN (soit jusqu'à 79,4 NI).
- Apparues sous la forme de marne beige puis sous la forme de marne argileuse gris bleuté.
- Les caractéristiques pressiométriques mesurées sont élevées :

$$\begin{aligned} 29,2 \text{ bars} < P_1 < 35,1 \text{ bars} &\rightarrow P_{1 \text{ moyen}} = 31,0 \text{ bars} \\ 354 \text{ bars} < E_m < 466 \text{ bars} &\rightarrow E_{\text{moyen}} = 400 \text{ bars} \end{aligned}$$

Les tableaux des essais pressiométriques sont présentés ci-dessous :

Sondages	Profondeur de l'essai en mètre	Nature de la couche testée	Pr en bars	P1 en bars	E en bars	E/P1
SI	0,8	Recouvrements	2,2	4,1	38	9,3
	1,6		2,3	4,3	41	9,5
	2,6	Eboulis	3,5	6,6	72	10,9
	3,6	Argiles Vertes	5,1	9,5	107	11,3
	4,8		6,0	11,0	131	11,9
	6,0		5,5	10,5	137	13,0
	7,2		7,2	12,1	132	10,9
	8,4		5,3	9,2	97	10,5
	9,6		7,8	14,2	165	11,7
	10,8		6,8	13,0	143	11,0
	12,0	Marnes Supragypseuses	15,5	29,2	391	13,4
	13,4		17,4	34,3	466	13,6
	14,8		18,5	35,1	427	12,2
	16,2		16,8	32,6	354	10,9
	17,6		17,2	31,4	388	12,4

Sondages	Profondeur de l'essai en mètre	Nature de la couche testée	Pr en bars	Pi en bars	E en bars	E/Pi
S2	0,8	Remblais	2,3	4,3	41	9,6
	1,6	Recouvrements	1,9	3,6	27	7,3
	2,6	Argiles Vertes	5,3	9,6	91	9,5
	3,6		4,8	9,2	87	9,4
	4,6		4,3	8,1	82	10,1
	5,8		3,9	7,5	74	9,8
	7,0		5,3	9,3	92	9,9
	8,2		7,1	13,5	128	9,5
	9,4		7,6	13,0	142	10,9

V - CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE

Lors de notre intervention, des niveaux d'eau ont été rencontrés aux profondeurs suivantes :

Sondage	S1	S2
Profondeur	-10,80 m/TN	-1,30 m/TN
Cote NI	88,6 NI	98,0 NI

Le niveau d'eau rencontré en S1 à -10,80 m/TN pourrait s'apparenter à une nappe captive siégeant au toit des Marnes Supragypseuses.

Le niveau d'eau rencontré en S1 à -1,30 m/TN semble correspondre à la présence de circulations d'eau au sein des horizons superficiels, probablement dues à la météorologie du moment (pluies importantes). Ces circulations peuvent être rencontrées de manière aléatoire en sub-surface.

VI - RESULTATS ET COMMENTAIRES DES ESSAIS D'INFILTRATION

1. Essai de perméabilité de type Matsuo

L'essai de perméabilité de type MATSUO ou "essai à la fosse" consiste à déterminer la perméabilité d'un sol au sein d'une excavation creusée et calibrée.

La perméabilité est déterminée en suivant l'abaissement du niveau d'eau dans la cavité en fonction du temps. En fonction du volume d'eau injecté et de la surface d'infiltration, il est alors possible de calculer le coefficient de perméabilité K .

Caractéristiques de la cavité M1 :

- Longueur = 0,40 m
- Largeur = 0,40 m
- Profondeur = 1,00 m

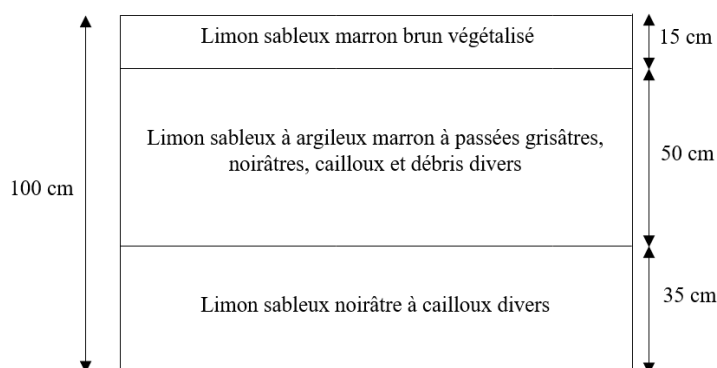


Tableau récapitulatif des résultats obtenus :

Sondage	Profondeur de l'essai en m/TN	Type de sol	Perméabilité en m/s
M1	0,20 à 1,00	Limon sableux à argileux à débris « Remblais »	3.10^{-7}

D'après le tableau ci-après issu de l'ouvrage « Fondations et Ouvrages en terre », (Philipponnat & Hubert 2006) les résultats obtenus font état d'un sol de perméabilité faible de l'ordre de 3.10^{-7} .

PERMEABILITE		10	10 ⁻¹	10 ⁻³	10 ⁻⁵	10 ⁻⁷	10 ⁻¹⁰
en cm/seconde		10	10 ⁻¹	10 ⁻³	10 ⁻⁵	10 ⁻⁷	10 ⁻¹⁰
en m/seconde		10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻⁴	10 ⁻⁶	10 ⁻⁸	10 ⁻¹¹
TERRAINS		Graviers moyens à gros	Petits graviers, sable	Sable très fin, sable limoneux, loess	Silt compact, argile silteuse	Argile franche	
PERMEABILITE		Très élevé	Assez élevé	Faible	Très faible	Pratiquement imperméable	

M1

2. Essais de perméabilité de type Lefranc - Nasberg

L'essai de perméabilité de type Lefranc - Nasberg à charge hydraulique variable est pratiqué couramment pour des perméabilités peu élevées. Dans notre cas, il consiste à injecter de l'eau dans une poche déterminée par une longueur L et un diamètre D , et de suivre la descente piézométrique.

L'essai a été réalisé dans un trou de forage Ø100 mm, descendu à 2 m de profondeur avec une lanterne de mesure de 1 m (tube PVC crépiné).

La perméabilité de la couche testée est donnée par la relation suivante (Schneebeli) :

$$K = \frac{\alpha Q}{D \Delta h}$$

Avec :

$$\alpha = \frac{\text{Log} (2 L / D)}{2 \pi L / D}$$

$$Q = A \frac{dh}{dt} \quad (\text{avec } A : \text{section de la lanterne})$$

Soit :

$$\log \frac{h}{h_0} = \frac{K D}{2,3 A \alpha} (t - t_0)$$

Tableau récapitulatif des résultats obtenus :

Sondage	Profondeur de l'essai en m/TN	Type de sol	Perméabilité en m/s
L1	1,00 à 2,00	Limon marron « Recouvrements »	1.10^{-7}

D'après le tableau ci-après issu de l'ouvrage « Fondations et Ouvrages en terre », (Philipponnat & Hubert 2006) les résultats obtenus font état d'un sol de perméabilité faible à très faible au niveau des Recouvrements ($1.10^{-7} \text{ m.s}^{-1}$).

PERMEABILITE		10	10 ⁻¹	10 ⁻³	10 ⁻⁵	10 ⁻⁷	10 ⁻¹⁰
. en cm/seconde		10	10 ⁻¹	10 ⁻³	10 ⁻⁵	10 ⁻⁷	10 ⁻¹⁰
. en m/seconde		10 ⁻¹	10 ⁻³	10 ⁻⁵	10 ⁻⁷	10 ⁻⁹	10 ⁻¹²
TERRAINS	Graviers moyens à gros	Petits graviers, sable		Sable très fin, sable limoneux, loess	Silt compact, argile silteuse	Argile franche	
	Très élevé	Assez élevé		Faible	Très faible	Pratiquement imperméable	

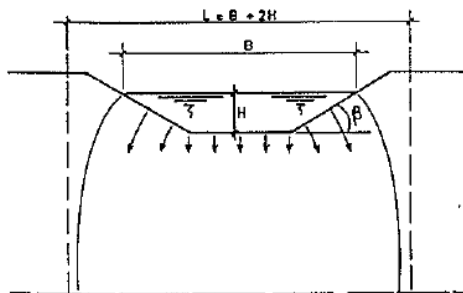
L1

3. Estimation du débit d'infiltration pour une noue d'infiltration

L'estimation des débits d'infiltration peut se faire à l'aide de la formule de MATSUO et AKAI :

$$Q_{inf} = K (B - 2H) L$$

(formule valable dans le cas d'un substratum imperméable proche)



Les hypothèses (largeur, longueur et profondeur de la noue) prises en compte pour la modélisation sont indiquées dans le tableau présenté ci-après.

Perméabilité moyenne générale prise en compte :

$$K_{0,20 \text{ à } 1,00 \text{ m/TN}} = 2.10^{-7} \text{ m.s}^{-1}$$

TABLEAU RECAPITULATIF DE LA MODELISATION

Caractéristiques noue d'infiltration					
Profondeur noue	Longueur (m)	Largeur (m)	Hauteur d'infiltration	Perméa. K (m.s ⁻¹)	Débit Q
1,00 m/TN	10,00 m	3,00 m	0,80 m (de 0,20 à 1,00 m/TN)	2.10 ⁻⁷	2,8.10 ⁻⁶ m ³ .s ⁻¹ ≈ 10 L/h

4. Estimation des débits dans un puisard d'infiltration

L'estimation des débits d'infiltration pour un puisard isolé et cylindrique avec un diamètre de 1,0 m et une hauteur d'infiltration de 1 m ($H-h_0$), est faite suivant le modèle hydraulique de puits complet (formule de DUPUIT) exprime le débit d'infiltration Q ponctuel par la formule suivante :

$$Q = \Pi \times K \times \frac{H^2 - h_0^2}{\ln\left(\frac{R}{r_p}\right)}$$

Avec $R = 3000 (H - h_0) \sqrt{K}$ et
 $h_0 = 0$

Perméabilité moyenne générale prise en compte :

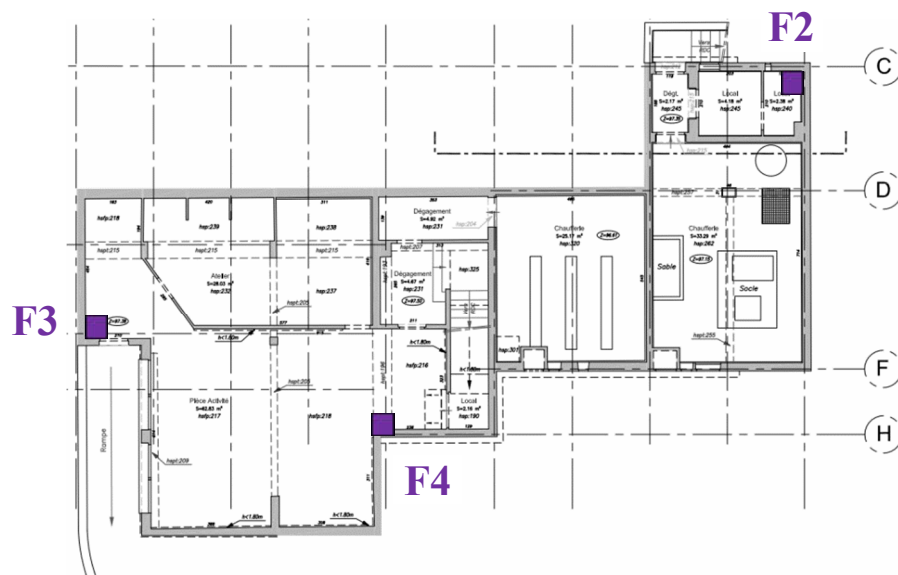
$$K = 2.10^{-7} \text{ m.s}^{-1}$$

TABLEAU RECAPITULATIF DE LA MODELISATION

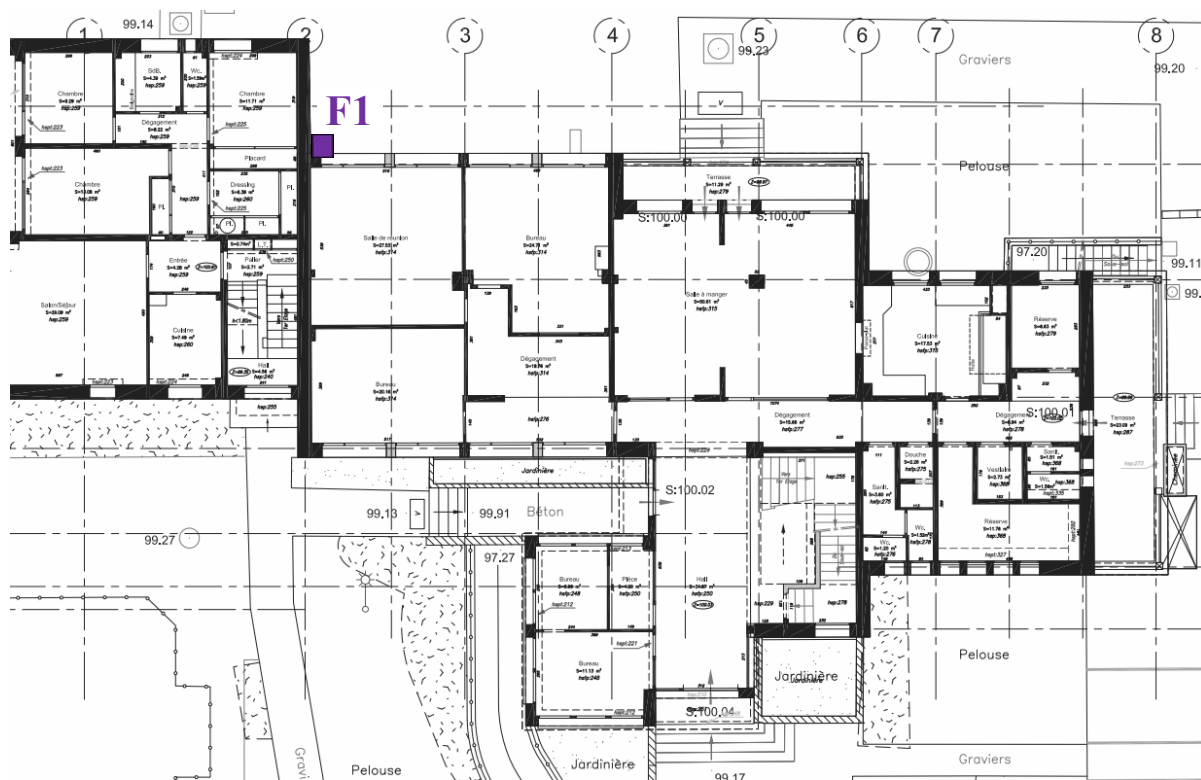
Puisard d'infiltration de 1,00 m de diamètre			
Profondeur puisard	Hauteur d'infiltration	Perméabilité K prise en compte	Débit Q
2,00 m/TN	1,0 m (de 1,00 à 2,00 m/TN)	$2.10^{-7} \text{ m.s}^{-1}$	$\approx 2 \text{ L/h}$

VII - RECONNAISSANCE DES FONDATIONS EXISTANTES

Quatre fouilles de reconnaissance des fondations ont été réalisées suivant les plans d'implantation présentés ci-dessous :



Niveau sous-sol existant



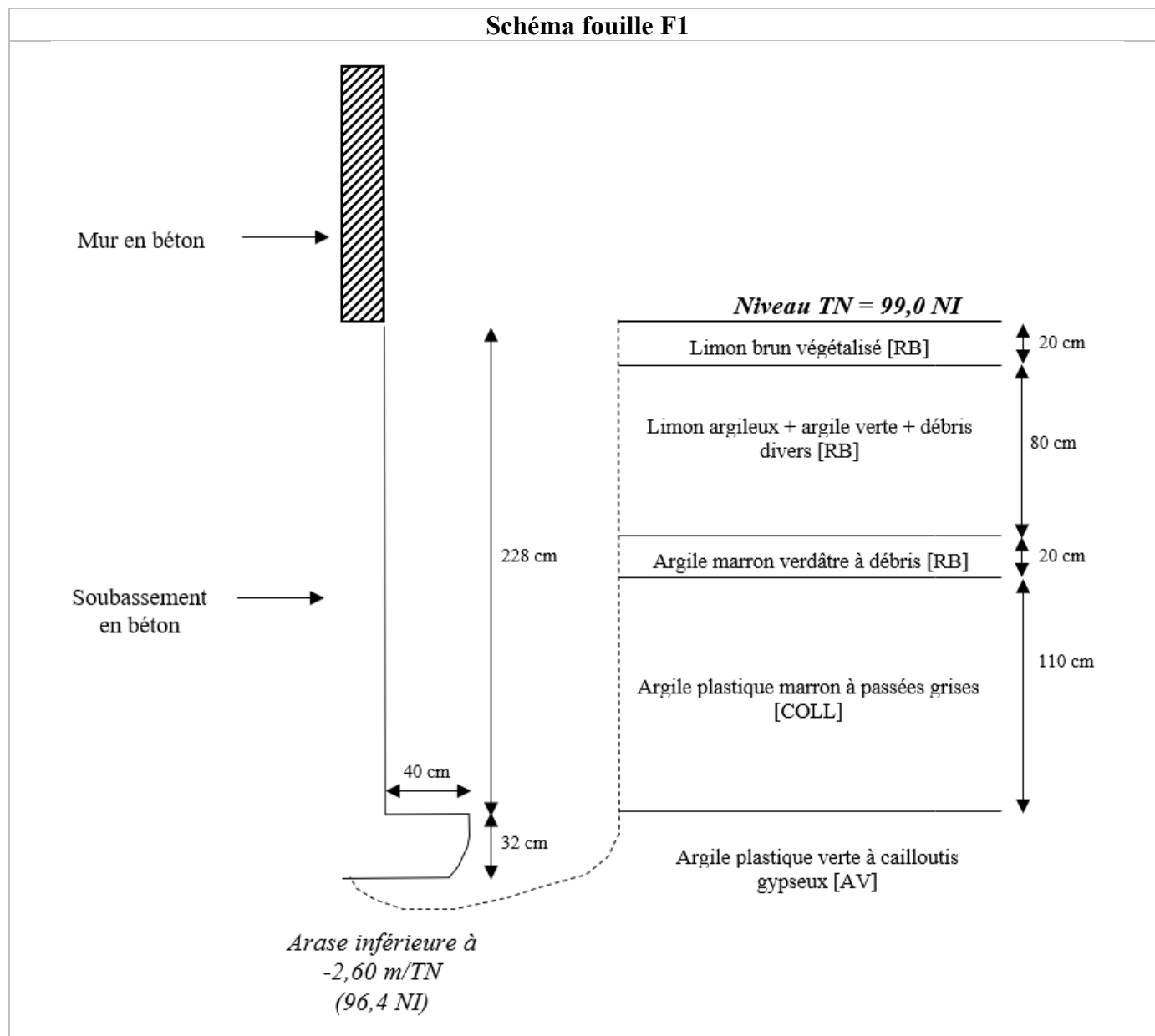
Niveau RDC existant

La fouille F1 a mis en évidence un mur en béton surmontant un soubassement en béton de 228 cm de hauteur puis une fondation en béton de 40 cm de débord et 32 cm de hauteur. Le sol d'assise des fondations est représenté par une argile plastique verte à cailloutis gypseux correspondant aux Argiles Vertes.

Photographies fouille F1



Schéma fouille F1



La fouille F2 a mis en évidence un mur en béton reposant sur un radier en béton de 52 cm d'épaisseur. Plusieurs percements au perforateur ont été réalisés en diagonale depuis l'angle de la pièce, il en ressort une épaisseur de radier de 52 cm.

Photographies fouille F2

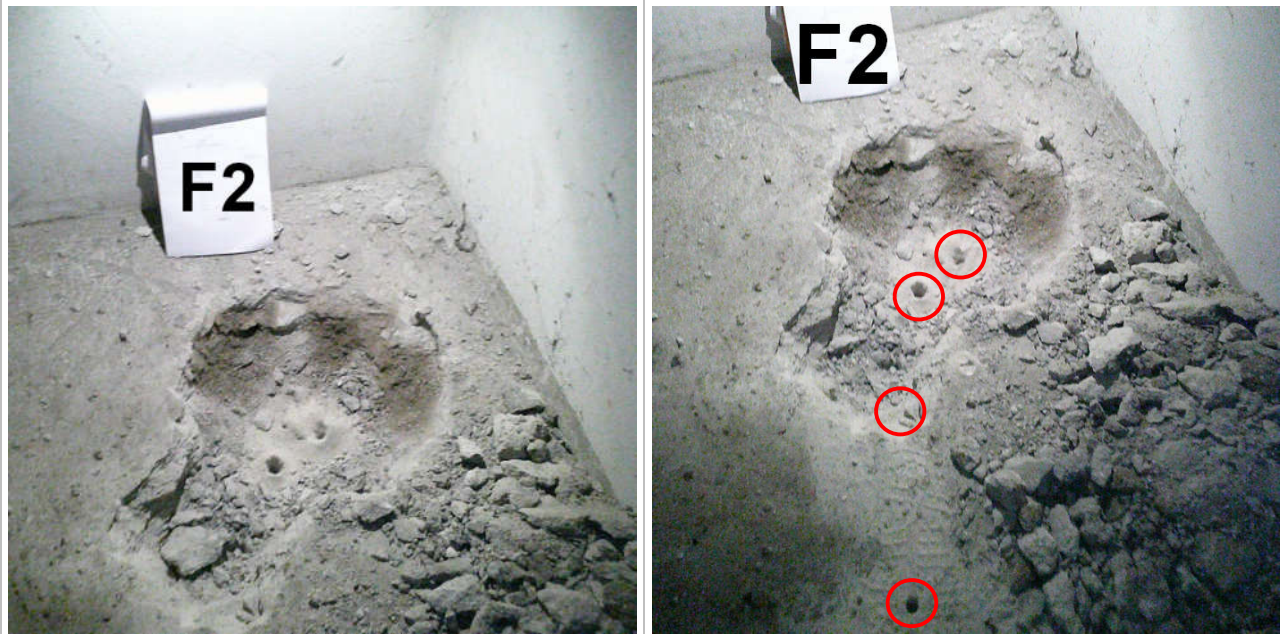
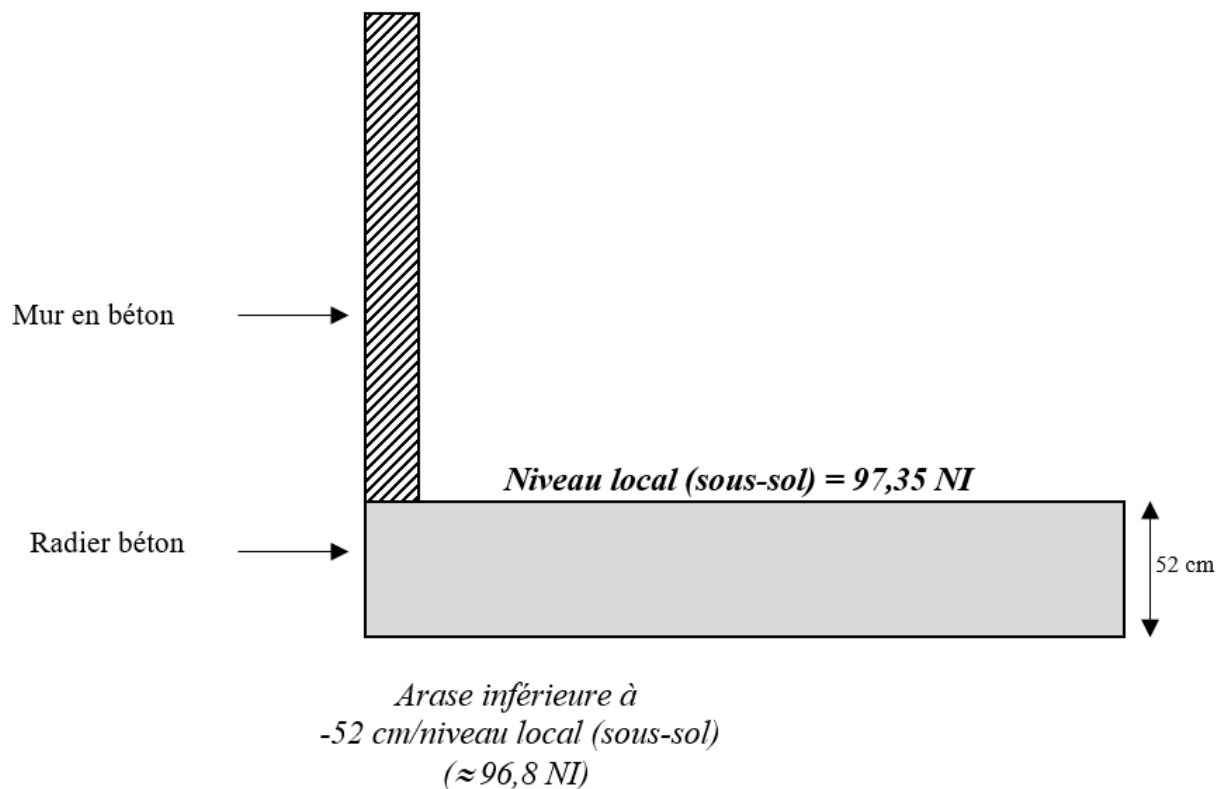


Schéma fouille F2

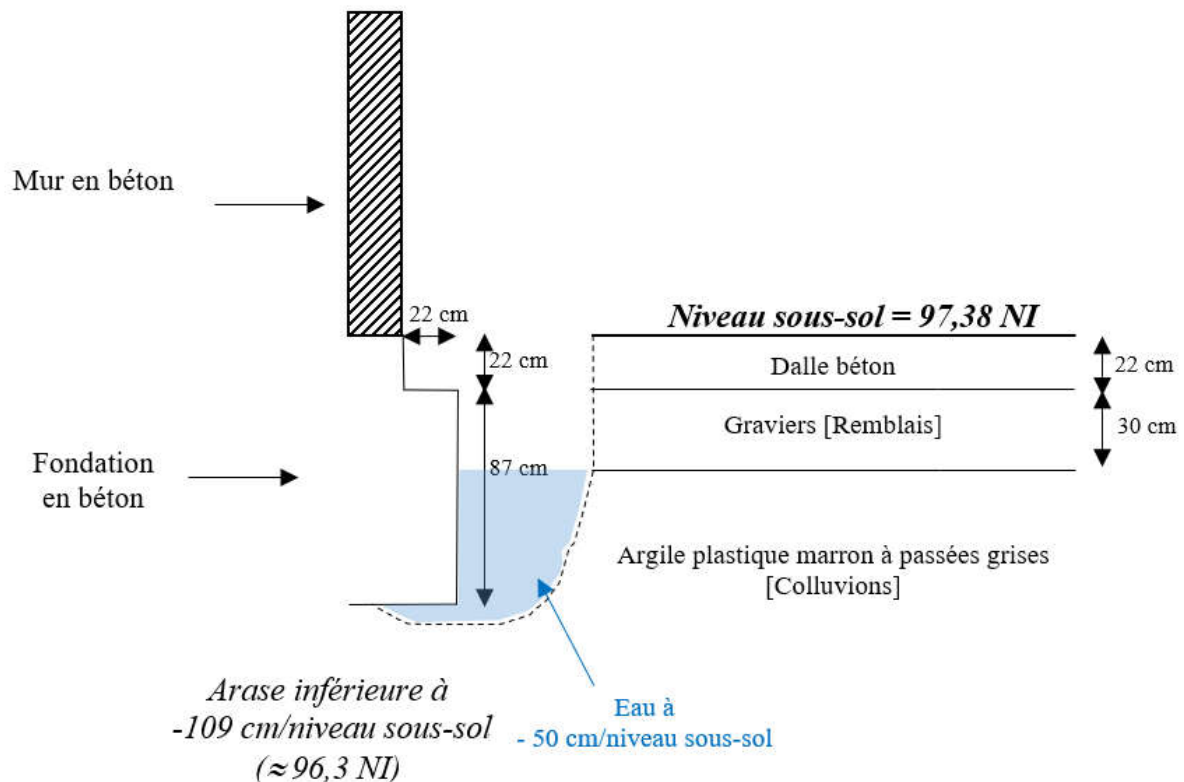


La fouille F3-a a mis en évidence un mur en béton surmontant une fondation en béton de 22 cm de débord et 87 cm de hauteur. Le sol d'assise des fondations est caractérisé par une argile plastique marron à passées grises correspondant aux Colluvions. Lors de la fouille, nous avons rencontré de l'eau à -50 cm sous le niveau de la dalle.

Photographies fouille F3-a



Schéma fouille F3-a



La fouille F3-b a mis en évidence un mur en béton surmontant une fondation en béton de 13 cm de débord et 87 cm de hauteur. Le sol d'assise des fondations est caractérisé par une argile plastique marron à passées grises correspondant aux Colluvions. Lors de la fouille, nous avons rencontré de l'eau à -50 cm sous le niveau de la dalle.

Photographies fouille F3-b

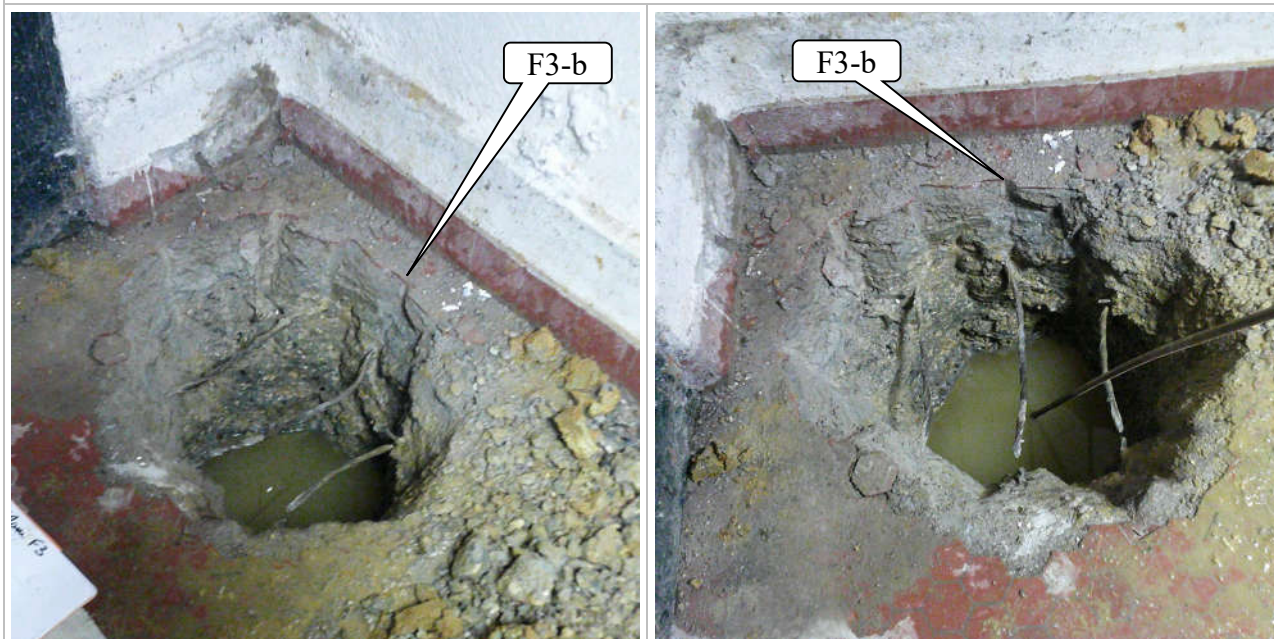
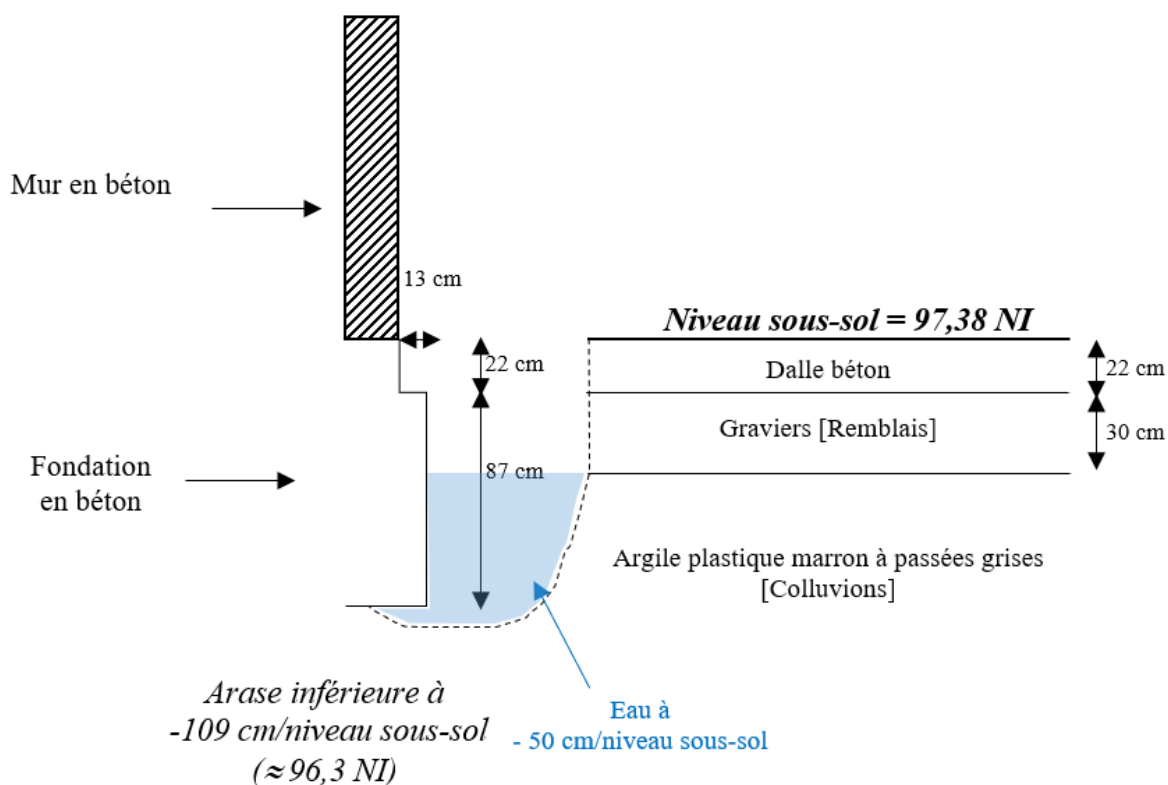


Schéma fouille F3-b



La fouille F4 a mis en évidence la présence d'un radier aux caractéristiques suivantes :

- Epaisseur radier = 37 cm
- Nombre de lit de ferraille identifié = 2
- Profondeur 1^{er} lit de ferraille = -27 cm/ dessus de dalle
- Quadrillage maille = 20 cm x 8,5 cm
- Diamètre ferraille = 6 et 8 mm
- Profondeur 2^{ème} lit de ferraille = -31 cm / dessus de dalle

Photographies fouille F4

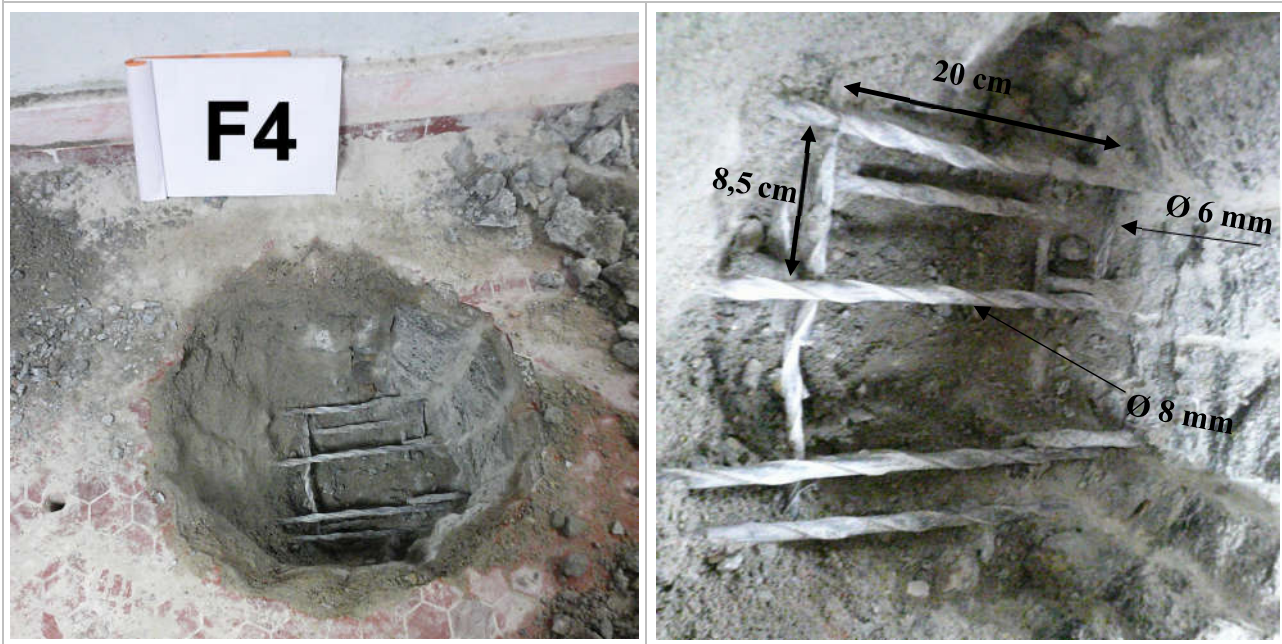
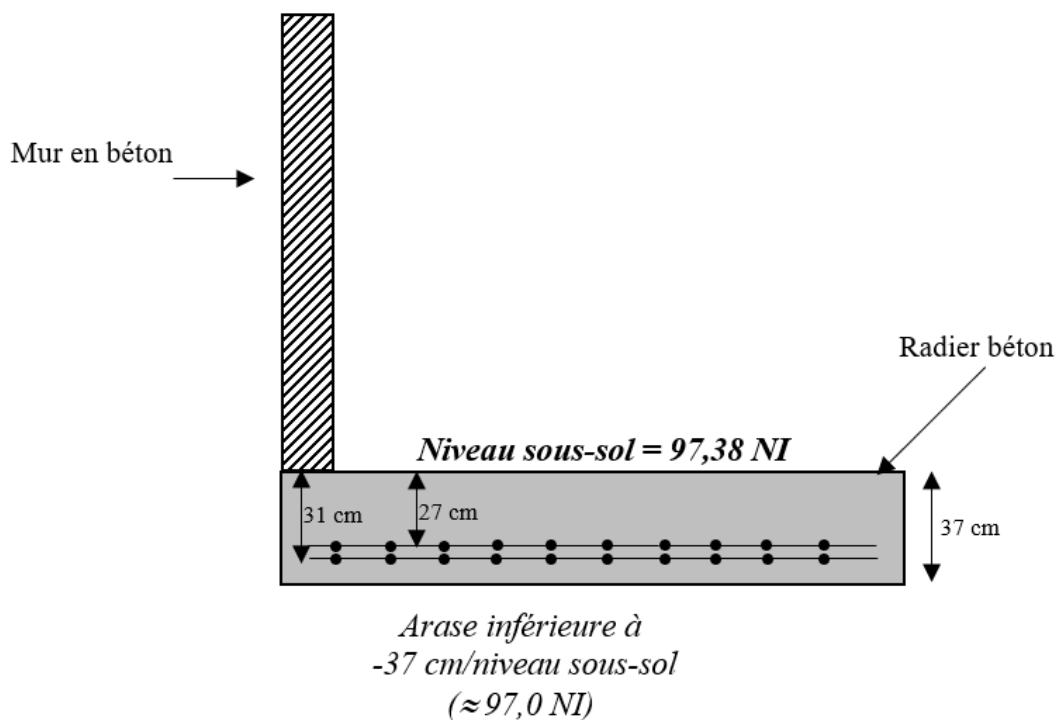


Schéma fouille F4



VIII - AGRESSIVITE DES SOLS VIS-A-VIS DU BETON

Cinq échantillons de sols ont été prélevés au sein du sondage S1 réalisé dans le cadre de la mission G2-AVP :

Echantillon	Forage de prélèvement	Profondeur de prélèvement	Stratigraphie	Lithologie
AG1	S1	-0,40 à -0,60 m/TN (99,0 – 98,8 NI)	REMBLAIS	Limon brun noir à débris
AG2	S1	-1,20 à -1,40 m/TN (98,2 – 98,0 NI)	RECOUVREMENTS	Limon sableux marron à filets blanchâtres
AG3	S1	-2,30 à -2,50 m/TN (97,1 – 96,9 NI)	COLLUVIONS	Argile plastique marron à cailloutis
AG4	S1	-5,00 à -5,20 m/TN (94,4 – 94,2 NI)	ARGILES VERTES	Argile plastique verte
AG5	S1	-11,50 à -11,70 m/TN (87,9 – 87,7 NI)	MARNES SUPRAGYPSEUSES	Marne beige

Les échantillons ont été soumis aux essais de laboratoire suivants :

- ◆ Teneur en Sulfates (P18-325-1 (206-1))
- ◆ Degré d'acidité Baumann-Gully (P18-325-1 (206-1))

Les résultats des analyses concernant les sulfates totaux et le degré d'acidité des sols susceptibles d'être en contact avec les fondations sont synthétisés dans le tableau ci-après :

Echantillon	AG1	AG2	AG3	AG4	AG5
Degré d'acidité (ml/kg) Baumann-Gully	18	17	25	21	15
Sulfates (mg/kg) SO4	< 450	< 450	610	990	1300

A titre d'information, nous vous rappelons les différentes classes d'agressivité (attaques chimiques) ainsi que les valeurs limites pour les sulfates totaux et l'Acidité issues de la Norme Française Afnor NF EN 206-1 (Avril 2004) « Béton » :

Environnement	Symbole	Acidité ml/kg	SO ₄ ²⁻ mg/kg
Faiblement agressif	XA1	> 200 Baumann Gully	2 000 à 3 000
Moyennement agressif	XA2	N'est pas rencontré dans la pratique	3 000 à 12 000
Fortement agressif	XA3		12 000 à 24 000

Synthèse :

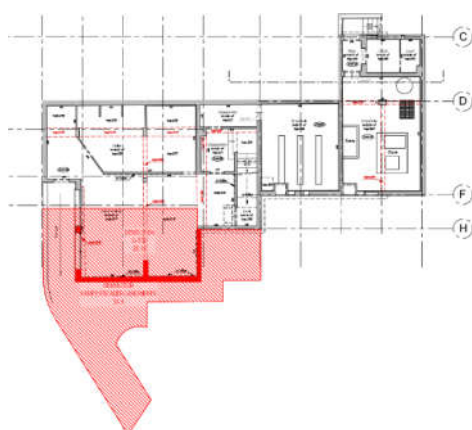
Les résultats des analyses concernant les Sulfates et l'acidité des sols susceptibles d'être en contact avec les infrastructures (voiles / fondations) indiquent un environnement non agressif au niveau des Remblais, Recouvrements, Colluvions, Argiles Vertes et Marnes Supragypseuses (< XA1).

IX - ADAPTATION AU SOL

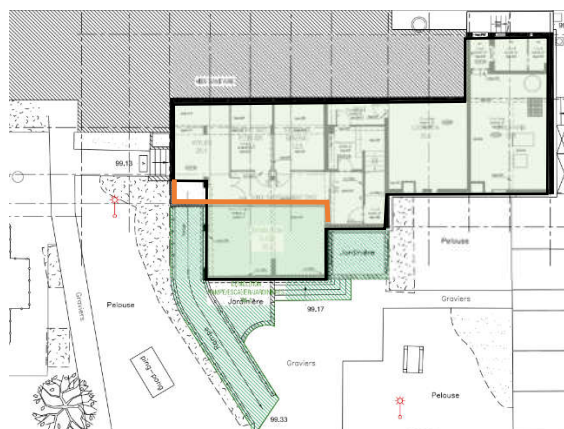
1. Rappel sommaire du projet

Le projet concerne la rénovation de l'Unité Educative d'Hébergement Collectif de Villiers sur Marne avec :

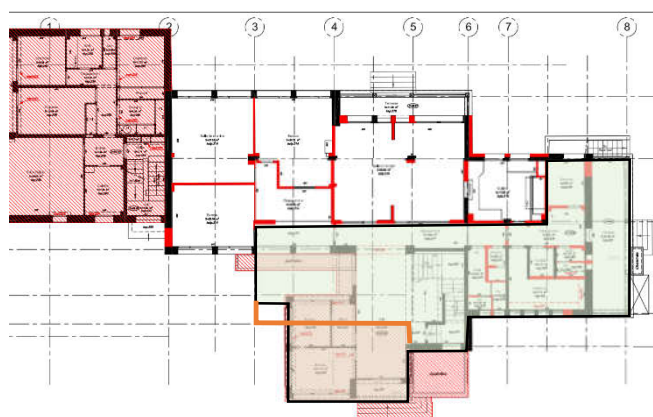
- La démolition d'un bâtiment existant en R+1 sans partie enterrée laissant place à un nouveau bâtiment en R+2 sans partie enterrée.
- La démolition partielle d'un bâtiment en RDC à R+2 sur sous-sol partiel (partie RDC/SS à démolir + rampe d'accès au sous-sol comprise),
- La réalisation d'extensions en RDC sans partie enterrée tout autour du bâtiment existant conservé.



Niveau sous-sol existant



Niveau sous-sol projet



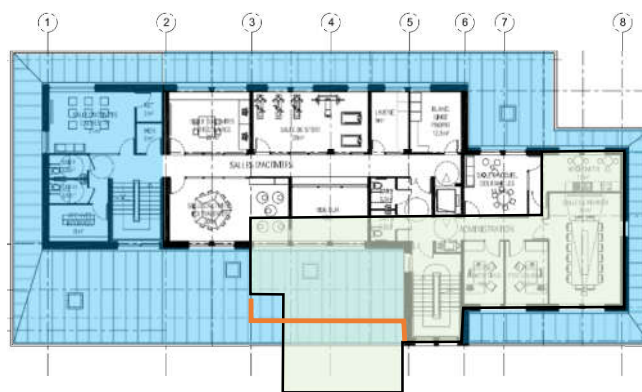
Niveau RDC existant



Niveau RDC projet



Niveau R+1 existant



Niveau R+1 projet

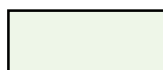


Niveau R+2 existant



Niveau R+2 projet

Avec



= emprise sous-sol existant



= mur de soutènement créé au sous-sol

Démolitions

Extensions

2. Etats des fondations actuelles et des sols d'assise

Le tableau ci-dessous récapitule les informations recueillies à partir des 4 fouilles de reconnaissance des fondations réalisées.

Fouille	Type de fondation	Arase inférieure	Ancrage
F1	Semelle béton	-260 cm/TN (96,4 NI)	Ancrage dans les Argiles Vertes
F2	Radier béton (ép. = 52 cm)	-52 cm / niveau local sous-sol (≈ 96,8 NI)	Ancrage dans les Argiles Vertes
F3-a F3-b	Semelle béton	-109 cm / niveau sous-sol (≈ 96,3 NI)	Ancrage dans les Colluvions
F4	Radier béton (ép. = 37 cm)	-37 cm / niveau sous-sol (≈ 97,0 NI)	Ancrage dans les Argiles Vertes

- Le bâtiment existant est une construction en béton armé datant des années 1980.





- Le bâtiment est fondé par l'intermédiaire de fondation superficielles en béton et ancrées dans les Argiles Vertes et Colluvions.
- Les Argiles Vertes et Colluvions présentent des caractéristiques pressiométriques moyennes (pression limite de l'ordre de 6-9 bars).
- Le bâtiment ne présente aucun désordre apparent.

Nota : Nous rappelons que notre mission n'inclut pas l'étude de la solidité des structures conservées et modifiées. Il conviendra de vérifier par le biais d'un Bureau d'Etudes Techniques Structures si la solidité de la structure actuelle est mise à défaut par le projet de rénovation et d'étudier les moyens de renforcement des structures actuelles à mettre en œuvre avant travaux, pendant la phase travaux, ainsi qu'en phase définitive.

3. Portance du sol d'assise des fondations

Les reconnaissances de fondation réalisées mettent en évidence des fondations ancrées dans les Argiles Vertes et les Colluvions.

Les essais pressiométriques réalisés dans la zone active des fondations révèlent des caractéristiques pressiométriques moyennes avec des valeurs de pressions limite comprises globalement entre 6,6 et 9,5 bars (0,66 et 0,95 MPa).

Sur la base de ces données pressiométriques et conformément à l'EC7 (NFP 94-261), nous retiendrons les hypothèses de calcul suivantes :

- $Pl_e^* = 7,9$ bars (0,79 MPa) correspondant à une valeur caractéristique sécuritaire
- k_p = limité à 0,8
- $i_\delta = 1$ (charges supposées verticales)
- $i_\beta = 1$ (absence de talus proche des fondations)

La contrainte nette retenue est : $q_{net} = k_p \cdot Pl_e^* \cdot i_\delta \cdot i_\beta = 6,3$ bars (0,63 MPa)

A partir de la valeur de la contrainte caractéristique : $q_{v;k} = q_{net} / 1,2$

⇒ Contrainte de calcul aux ELU : $q'_{ELU} - q_0 = q_{v;k} / 1,4$
soit $q'_{ELU} = 3,8$ bars (0,38 MPa)

⇒ Contrainte de calcul aux ELS : $q'_{ELS} - q_0 = q_{v;k} / 2,3$
soit $q'_{ELS} = 2,3$ bars (0,23 MPa)

La valeur de calcul de la contrainte admissible du terrain sous les fondations du bâtiment sera limitée à la valeur de **$q'_{ELS} = 2,0$ bars (0,20 MPa)** aux ELS, soit 20 T/m² ou 20 T/ml.

4. Suggestions de fondations pour les nouveaux appuis (mur soutènement / ascenseur)

Compte-tenu des caractéristiques géologiques et géotechniques énoncées ci-avant, à savoir la présence d'argile plastique (Argiles Vertes / Colluvions), on envisagera de reporter l'ensemble des charges de services des nouveaux appuis (mur soutènement, ascenseur) par l'intermédiaire de **fondations profondes** de type **micropieux forés injectés type III** ancrés de 3 m minimum au sein des Marnes Supragypseuses reconnues à partir de -11,50 m de profondeur/TN environ soit 88,0 NI. La profondeur, le diamètre et les armatures des fondations profondes seront à déterminer en fonction des charges à reprendre.

Pour le dimensionnement des fondations profondes, nous vous proposons d'adopter les configurations géotechniques ci-après, selon la réglementation de l'EUROCODE 7 et de sa norme française d'application NFP 94-262 en date de Juillet 2012 :

Cas de fondations profondes type micropieux

MICROPIEUX INJECTES mode IGU (type III) Classe 8 Catégorie 19 selon NFP 94-262			
	Remblais + Recouvrements + Colluvions + Argiles Vertes	Argiles Vertes	Marnes Supragypseuses
Toit	99,5 NI	95,0 NI	88,0 NI
Base	95,0 NI	88,0 NI	< 79,4 NI
Epaisseur	4,50 m	7,00 m	> 8,60 m
P_{le}	-	10,0 bars	31,0 bars
$k_{p \text{ max}}$	-	-	-
$\alpha_{\text{pieu} - \text{sol}}$	-	2,7	2,4
f_{sol}	-	41 kPa <i>Courbe Q1</i>	104 kPa <i>Courbe Q4</i>
$q_s = \alpha_{\text{pieu} - \text{sol}} \cdot f_{\text{sol}}$	0 kPa (Négligé)	110 kPa	250 kPa

A titre d'exemple, un micropieu en diamètre 200 mm et de longueur 14,50 m (soit avec la longueur minimale d'ancrage dans les Marnes Supragypseuses = 3 m) a une capacité portante aux ELS vis-à-vis du sol de :

- 276 kN aux combinaisons quasi-permanentes.
- 338 kN aux combinaisons caractéristiques.

En l'absence de micropieu d'essai, il conviendra de minorer les coefficients de portance de 1.5.

Nota : l'ascenseur devra être désolidarisé du bâtiment existant sur toute hauteur par un joint de séparation des fondations jusqu'à la toiture.

5. Suggestions de fondations pour le nouveau bâtiment et les extensions

Compte-tenu des caractéristiques géologiques et géotechniques énoncées ci-avant, à savoir la présence d'argile plastique (Argiles Vertes / Colluvions), on envisagera de reporter l'ensemble des charges de services du nouveau bâtiment et des extensions par l'intermédiaire de **fondations profondes** de type **micropieux forés injectés type III** ou **pieux forés tarière creuse** et ancrés de 3 m minimum (dans le cas de micropieux) ou 5 diamètres minimum (dans le cas de pieux) au sein des Marnes Supragypseuses reconnues à partir de -11,50 m de profondeur/TN environ soit 88,0 NI. La profondeur, le diamètre et les armatures des fondations profondes seront à déterminer en fonction des charges à reprendre.

Pour le dimensionnement des fondations profondes, nous vous proposons d'adopter les configurations géotechniques ci-après, selon la réglementation de l'EUROCODE 7 et de sa norme française d'application NFP 94-262 en date de Juillet 2012 :

Cas de fondations profondes type micropieux

MICROPIEUX INJECTES mode IGU (type III) Classe 8 Catégorie 19 selon NFP 94-262			
	Remblais + Recouvrements + Colluvions + Argiles Vertes	Argiles Vertes	Marnes Supragypseuses
Toit	99,5 NI	95,0 NI	88,0 NI
Base	95,0 NI	88,0 NI	< 79,4 NI
Epaisseur	4,50 m	7,00 m	> 8,60 m
P_{le}	-	10,0 bars	31,0 bars
$k_p \text{ max}$	-	-	-
$\alpha_{\text{pieu} - \text{sol}}$	-	2,7	2,4
f_{sol}	-	41 kPa <i>Courbe Q1</i>	104 kPa <i>Courbe Q4</i>
$q_s = \alpha_{\text{pieu} - \text{sol}} \cdot f_{\text{sol}}$	1 kPa (Négligé)	110 kPa	250 kPa

A titre d'exemple, un micropieu en diamètre 200 mm et de longueur 14,50 m (soit avec la longueur minimale d'ancrage dans les Marnes Supragypseuses = 3 m) a une capacité portante aux ELS vis-à-vis du sol de :

- 276 kN aux combinaisons quasi-permanentes.
- 338 kN aux combinaisons caractéristiques.

En l'absence de micropieu d'essai, il conviendra de minorer les coefficients de portance de 1.5.

Cas de fondations profondes type pieux forés tarière creuse

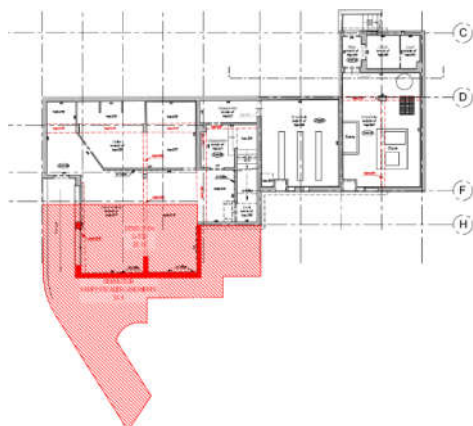
PIEUX FORÉS TARIÈRE CREUSE Classe 2 Catégorie 6 selon NFP 94-262			
	Remblais + Recouvrements + Colluvions + Argiles Vertes	Argiles Vertes	Marnes Supragypseuses
Toit	99,5 NI	95,0 NI	88,0 NI
Base	95,0 NI	88,0 NI	< 79,4 NI
Épaisseur	4,50 m	7,00 m	> 8,60 m
P_{le}	-	10,0 bars	31,0 bars
$k_p \text{ max}$	-	-	1,6
$\alpha_{\text{pieu} - \text{sol}}$	-	1,5	1,6
f_{sol}	-	41 kPa <i>Courbe Q1</i>	104 kPa <i>Courbe Q4</i>
$q_s = \alpha_{\text{pieu} - \text{sol}} \cdot f_{\text{sol}}$	0 kPa (Négligé)	60 kPa	165 kPa

A titre d'exemple, un pieu foré à la tarière creuse en diamètre 420 mm et de longueur 13,6 m (soit avec la longueur minimale d'ancrage dans Marnes Supragypseuses = 5 diamètres) a une capacité portante aux ELS vis-à-vis du sol de :

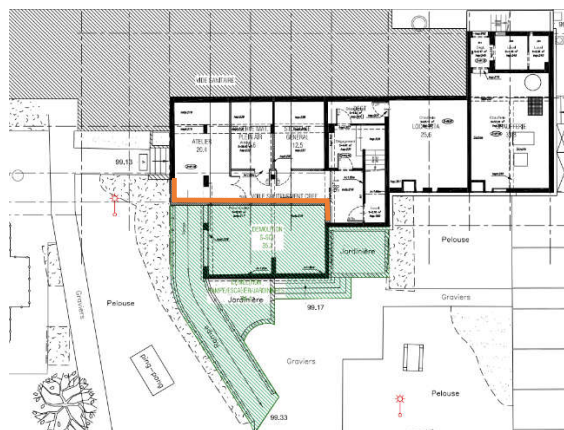
- 756 kN aux combinaisons quasi-permanentes,
- 924 kN aux combinaisons caractéristiques.

6. Condition de réalisation du mur de soutènement au sous-sol

D'après les plans transmis il est prévu la démolition partielle du sous-sol et la création d'un mur de soutènement pour re fermer l'infrastructure.



Niveau sous-sol existant



Niveau sous-sol projet

Avec — = mur de soutènement créé au sous-sol

Démolitions

Par conséquent pour le dimensionnement du voile à la poussée des terres nous proposons de retenir les caractéristiques suivantes :

	REMBLAIS
Densité γ	18 kN/m ³
Angle de frottement	$\varphi_u = \varphi' = 25^\circ$
Cohésion	$C_u = C' = 0$

7. Condition de démolition / remblaiement de la rampe existante

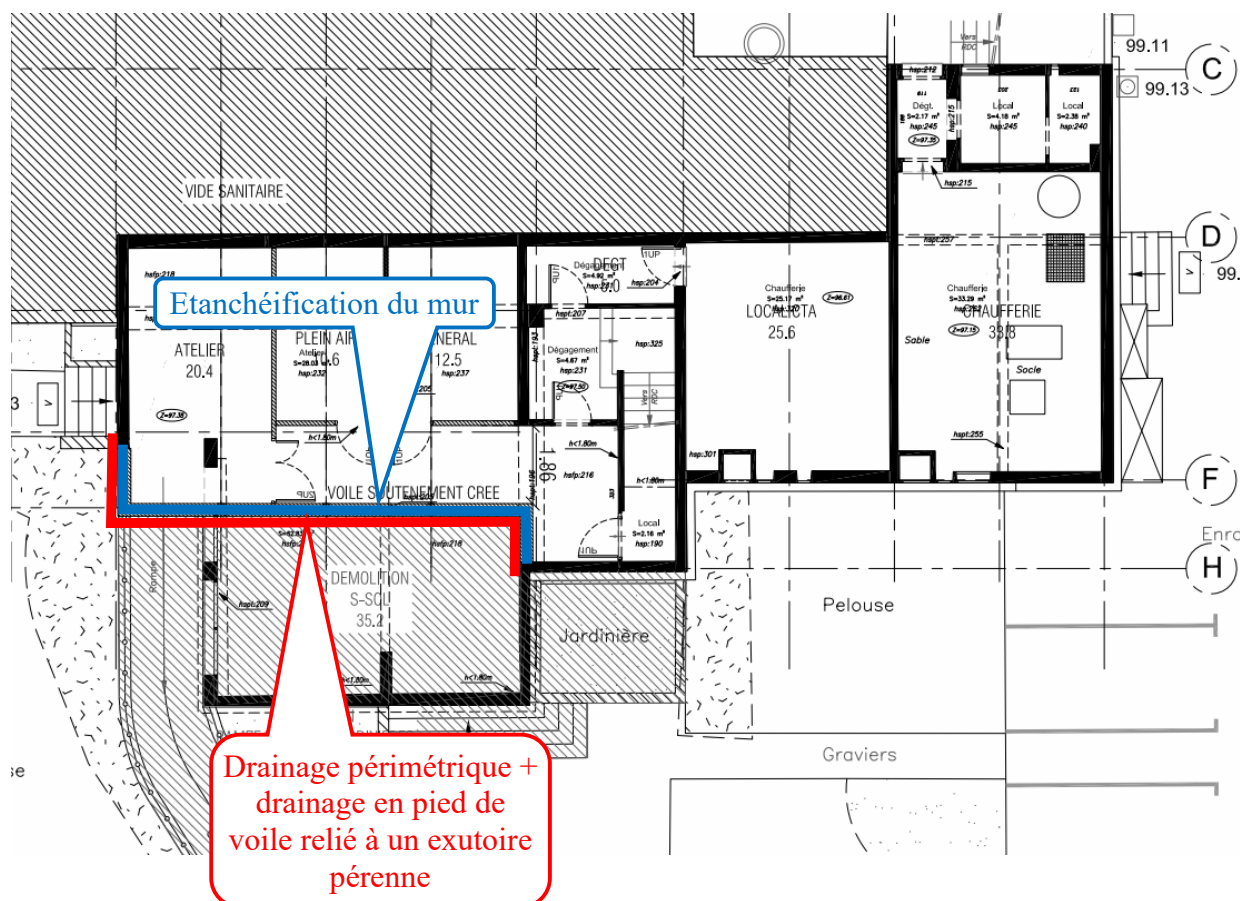
Concernant les travaux de démolition et remblaiement de la rampe existante, nous conseillons :

- ✓ De démolir entièrement la rampe existante (murets latéraux + dalle),
- ✓ De remblayer par des matériaux granulaires insensibles à l'eau (GNT) par passes successives de 20 cm et compactées selon les règles de l'Art,
- ✓ Toutes les précautions devront être prises par l'entreprise en charge des travaux de démolition / remblaiement / compactage afin de ne pas déstabiliser la construction existante (étalement, blindage...).

IMPORTANT :

Afin d'éviter une accumulation des eaux de précipitation et de ruissellement en pied de rampe actuelle contre le futur mur de soutènement, il conviendra de réaliser :

- Un drainage ainsi qu'une étanchéification conformément au DTU 14.1 relatif aux Travaux de Cuvelage,
- La mise en place d'un drain en pied de mur pour canaliser et évacuer les eaux d'infiltration et de ruissellement vers un exutoire pérenne.



8. Protection des parties enterrées

Dans le cadre de la rénovation du bâtiment, le sous-sol existant sera à usage de chaufferie, local CTA, atelier, zone de stockage, soit des locaux nobles et techniques.

Dans le rapport de diagnostic DIAG – Indice 0 établi par AKLA architectes & GEC ingénierie en date de Septembre 2023, il est mentionné que lors de leur visite sur site, les locaux au sous-sol présentaient des infiltrations d'eau.

Par conséquent, au niveau des voiles enterrés du sous-sol il conviendra de réaliser :

- Soit une étanchéification sur toute hauteur des murs enterrés conformément au DTU 14.1 relatif aux Travaux de Cuvelage,
- Soit la réalisation d'un double mur ventilé et mise en place de cunettes et siphon dans la dalle reliée à un exutoire pérenne.

Les parois enterrées de l'ascenseur devront être cuvelées sur toute hauteur conformément au DTU 14.1 relatif aux Travaux de Cuvelage.

9. Traitement des niveaux bas

Nouveau bâtiment et extensions : le niveau bas RDC devra être traité en plancher porté par les fondations profondes.

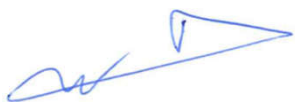
Selon la norme NF P 94-500 révisée en Novembre 2013, nous vous rappelons que la mission géotechnique G2 d'avant-projet (AVP) doit être complétée par une mission géotechnique G2 de projet (PRO), puis par des missions géotechniques G3 (étude et suivi géotechniques d'exécution) pour le compte de l'entreprise, et G4 (supervision géotechnique d'exécution) pour le compte du maître d'ouvrage, afin de limiter les aléas géotechniques.

§§ §§ §§ §§ §§

Nous restons à l'entière disposition du Maître d'Œuvre et des entreprises adjudicataires pour toute précision ou tout renseignement complémentaire souhaité.

Nous tenons à être informés de toute modification apportée au projet (nombre de sous-sol, extensions, etc.) pour adapter nos conclusions au niveau projet.

Enfin, ce rapport de synthèse géotechnique est valable 24 mois à partir de sa date d'émission ; pour toute ouverture de chantier passé ce délai, le rapport devra obligatoirement faire l'objet d'une réactualisation.

<i>L'Ingénieur Chargé de l'Etude,</i>	<i>Le Directeur du Bureau d'Etudes,</i>
<i>Yoann DUPRE</i> 	<i>El Arbi KHAZAR</i> 

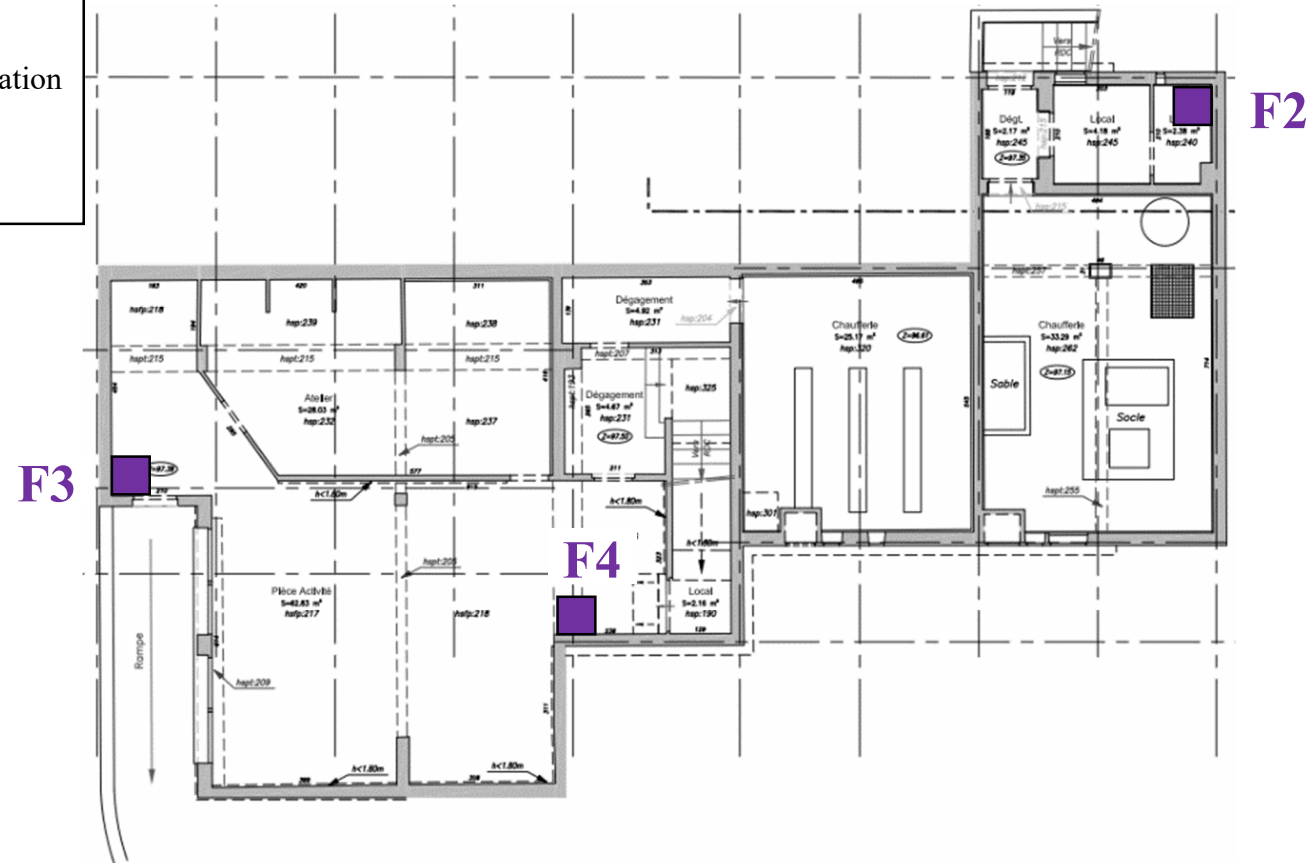
Annexe 1

Plan d'implantation des investigations géotechniques

Plan d'implantation des sondages – Niveau sous-sol

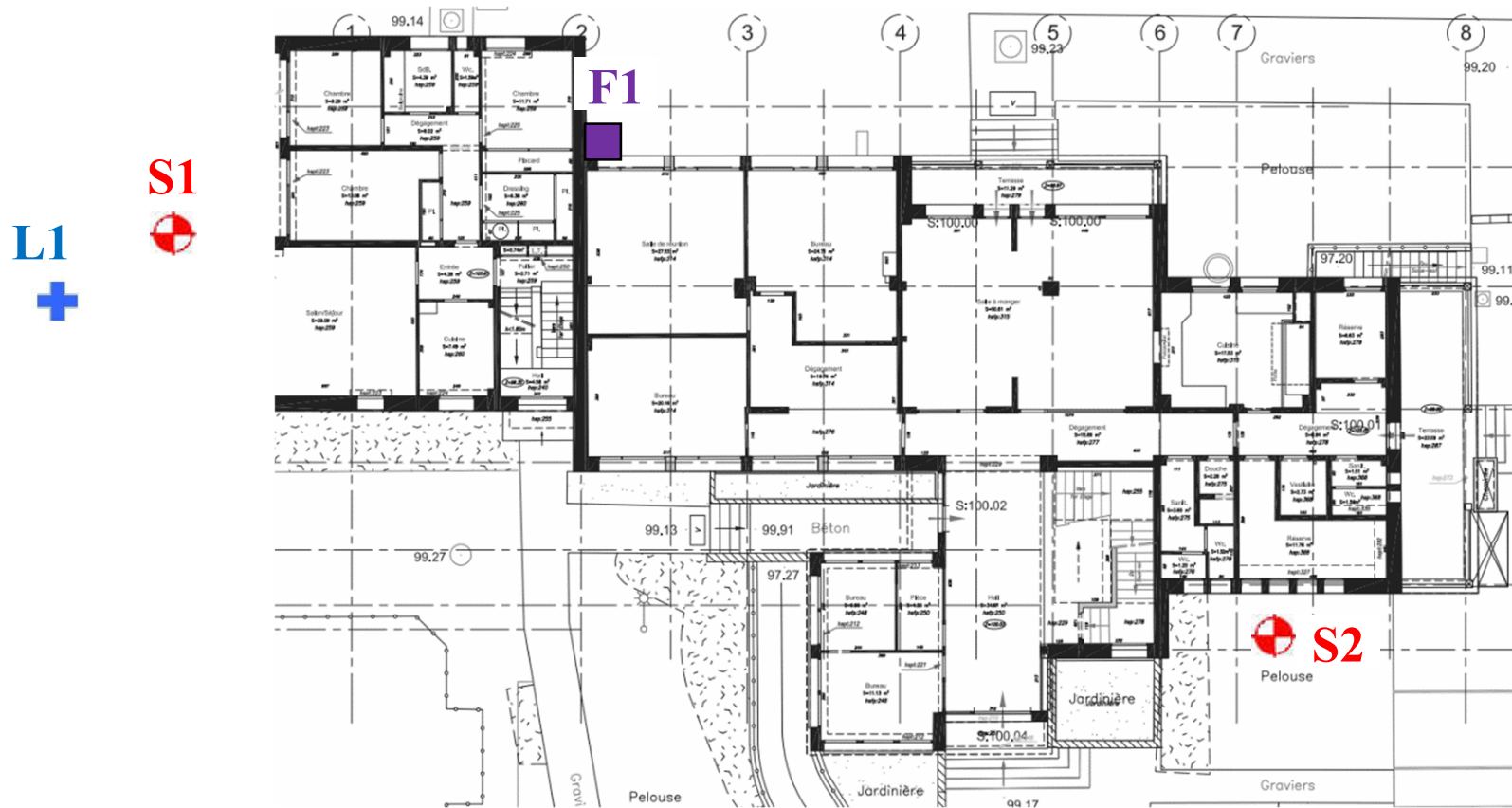
Légende :

-  S : Sondage pressiométrique
 F : Fouille de reconnaissance de fondation
 L : Essai perméabilité type Lefranc
 M : Essai perméabilité type Matsuo



Plan d'implantation des sondages – Niveau RDC

■ M1



Annexe 2

Fiches géologiques des sondages de reconnaissance

Etude : VILLIERS SUR MARNE (94)
21 Avenue Camille Roy

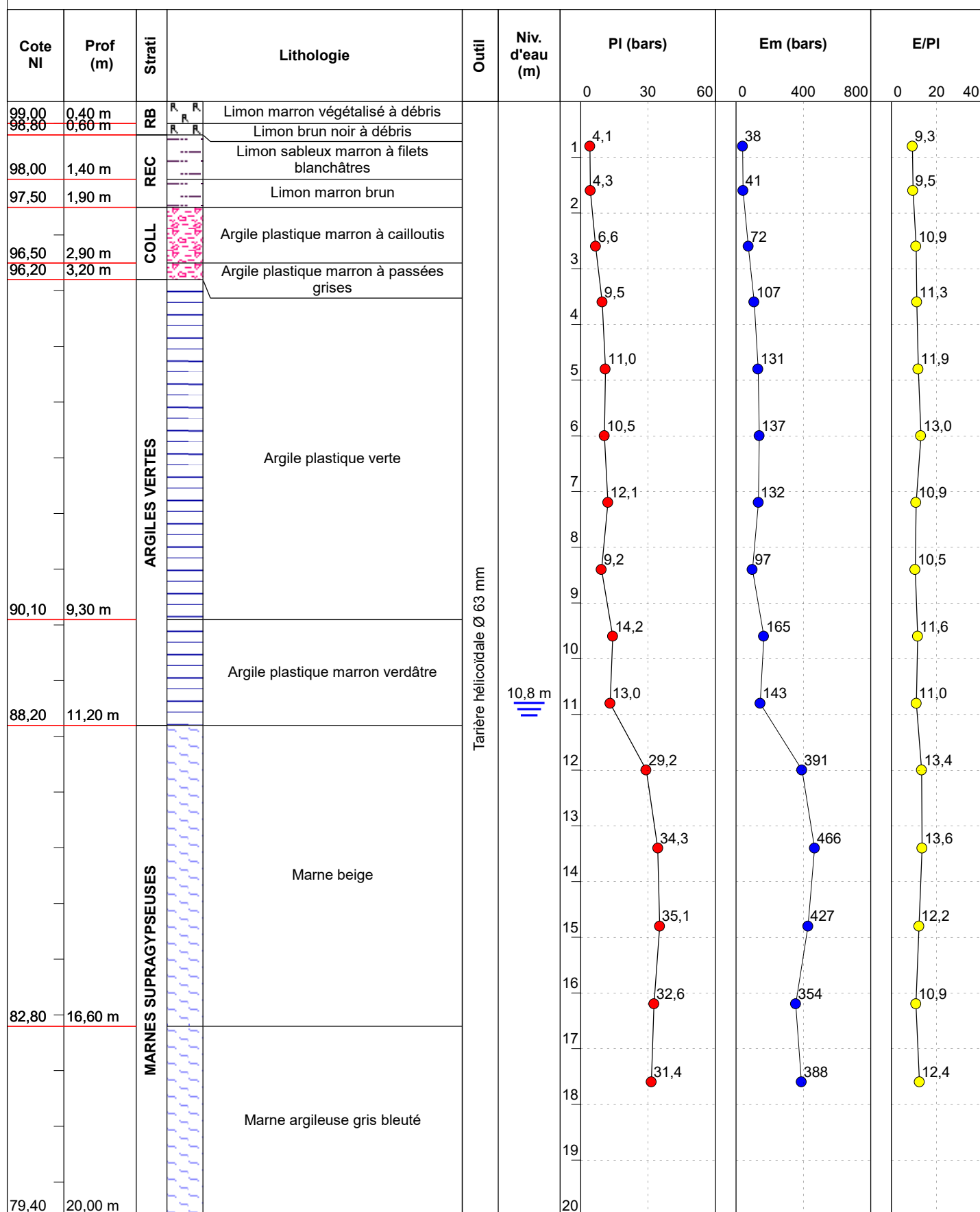
Machine : SILEA

Date : 23/02/2024

Profondeur : 20,00 m

Cote NI : 99.4

Outil : Taillant Ø 63 mm

Client : Ministère de la Justice


Etude : VILLIERS SUR MARNE (94)
21 Avenue Camille Roy

Machine : SILEA

Date : 23/02/2024

Profondeur : 12,00 m

Cote NI : 99.3

Outil : Taillant Ø 63 mm

Client : Ministère de la Justice

Cote NI	Prof (m)	Strati	Lithologie	Outil	Niv. d'eau (m)	PI (bars)			Em (bars)			E/PI			
						0	30	60	0	400	800	0	20	40	
99,00	0,30 m	RB	Limon sableux brun noir végétalisé	Tarière hélicoïdale Ø 63 mm	1,3 m	1	4,3		41			9,5			
98,50	0,80 m		Limon sableux noir à débris			2	3,6		27			7,5			
98,30	1,00 m		Limon brun + argile verdâtre			3	9,6		91			9,5			
97,90	1,40 m		Limon sableux brun à débris			4	9,2		87			9,5			
97,40	1,90 m	RC	Limon argileux marron clair			5	8,1		82			10,1			
		ARGILES VERTES	Argile plastique verte			6	7,5		74			9,9			
						7	9,3		92			9,9			
						8	13,5		128			9,5			
90,60	8,70 m					9	13,0		142			10,9			
						10									
						11									
87,90	11,40 m	MS	Argile plastique marron verdâtre			12									
87,30	12,00 m		Marne beige												

EXGTE 3.20/LB1EPF459FR

Annexe 3

Annexe WESSLING

Suivi par :

WESSLING France, 3 Avenue de Norvège, ZA de Courtaboeuf, 91140 Villebon-Sur-Yvette

SOL PROGRES
Monsieur Yoann DUPRE
2 Rue Louis Gousson
78120 RAMBOUILLET



WESSLING

Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie - 40 rue du Ruisseau
BP 50705 - 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr - www.wessling.fr

N° rapport d'essai UPA24-014363-1
N° commande UPA-04411-24
Interlocuteur (interne) D. Cardon
Téléphone +33 164 471 475
Courrier électronique David.Cardon@wessling.fr
Date 03.04.2024

Rapport d'essai

31776 - VILLIERS SUR MARNE (94) - Agressivité sols



Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis à l'essai et tels qu'ils ont été reçus (dans le cas où le laboratoire n'a pas prélevé les échantillons).

Les résultats des paramètres couverts par l'accréditation EN ISO/CEI 17025 sont marqués d'un (A).

La portée d'accréditation COFRAC n°1-1364 essais du laboratoire WESSLING de Lyon (St Quentin Fallavier) est disponible sur le site www.cofrac.fr pour les résultats accrédités par ce laboratoire.

Le COFRAC est signataire des accords de reconnaissance mutuelle de ILAC et de l'EA pour les activités d'essai.

Les organismes d'accréditation signataires de ces accords pour les activités d'essai reconnaissent comme dignes de confiance les rapports couverts par l'accréditation des autres organismes d'accréditation signataires des accords des activités d'essai.

Ce rapport d'essai ne peut être reproduit que sous son intégralité et avec l'autorisation des laboratoires WESSLING.

Les laboratoires WESSLING autorisent leurs clients à extraire tout ou partie des résultats d'essai envoyés à titre indicatif sous format excel uniquement à des fins de retraitement, de suivi et d'interprétation de données sans faire allusion à l'accréditation des résultats d'essai.

Les données fournies par le client sont sous sa responsabilité et identifiées en italique.

Rapport d'essai n° : UPA24-014363-1

Projet : 31776 - VILLIERS SUR MARNE (94) - Agressivité sols



WESSLING

Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie - 40 rue du Ruisseau
BP 50705 - 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr - www.wessling.fr

Le 03.04.2024

N° d'échantillon		24-038121-01	24-038121-02	24-038121-03	24-038121-04
Désignation d'échantillon	Unité	AG1	AG2	AG3	AG4

Analyse physique

Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Matière sèche	% masse MB	86,1 (A)	88,3 (A)	84,2 (A)	82,4 (A)
---------------	------------	----------	----------	----------	----------

Paramètres globaux / Indices

Degré d'acidité Baumann-Gully - DIN EN 16502 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Degré d'acidité	ml/kg MS	18 (A)	17 (A)	25 (A)	21 (A)
-----------------	----------	--------	--------	--------	--------

Préparation d'échantillon

Minéralisation à l'acide chlorhydrique (agressivité vis-à-vis des bétons) - DIN 4030-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Minéralisé à l'acide chlorhydrique	28/03/2024 (A)	28/03/2024 (A)	28/03/2024 (A)	28/03/2024 (A)
------------------------------------	----------------	----------------	----------------	----------------

Cations, anions et éléments non métalliques

Sulfates (SO4) - Méthode interne : SO4-IC-Agressivité béton - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Sulfates (SO4)	mg/kg MS	<450 (A)	<450 (A)	610 (A)	990 (A)
----------------	----------	----------	----------	---------	---------

MS : Matières sèches

MB : Matières brutes

< : résultat inférieur à la limite de quantification

NA : Non analysé

Informations sur les échantillons

Date de réception :	26.03.2024	26.03.2024	26.03.2024	26.03.2024
Type d'échantillon :	<i>Sol</i>	<i>Sol</i>	<i>Sol</i>	<i>Sol</i>
Date de prélèvement :	23.02.2024	23.02.2024	23.02.2024	23.02.2024
Heure de prélèvement :	14:13	14:13	14:13	14:13
Récipient :	250ml VBrun WES002	250ml VBrun WES002	250ml VBrun WES002	250ml VBrun WES002
Température à réception (C°) :	13,4°C	13,4°C	13,4°C	13,4°C
Début des analyses :	26.03.2024	26.03.2024	26.03.2024	26.03.2024
Fin des analyses :	03.04.2024	03.04.2024	03.04.2024	03.04.2024
Préleveur :	<i>client</i>	<i>client</i>	<i>client</i>	<i>client</i>

Le 03.04.2024

N° d'échantillon 24-038121-05
Désignation d'échantillon Unité AG5

Analyse physique

Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Matière sèche	% masse MB	80,7 (A)			
---------------	------------	----------	--	--	--

Paramètres globaux / Indices

Degré d'acidité Baumann-Gully - DIN EN 16502 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Degré d'acidité	ml/kg MS	15 (A)			
-----------------	----------	--------	--	--	--

Préparation d'échantillon

Minéralisation à l'acide chlorhydrique (agressivité vis-à-vis des bétons) - DIN 4030-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Minéralisé à l'acide chlorhydrique		28/03/2024 (A)			
------------------------------------	--	----------------	--	--	--

Cations, anions et éléments non métalliques

Sulfates (SO4) - Méthode interne : SO4-IC-Agressivité béton - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Sulfates (SO4)	mg/kg MS	1300 (A)			
----------------	----------	----------	--	--	--

MS : Matières sèches
MB : Matières brutes
NA : Non analysé

Informations sur les échantillons

Date de réception :	26.03.2024			
Type d'échantillon :	Sol			
Date de prélèvement :	23.02.2024			
Heure de prélèvement :	14:13			
Récipient :	250ml VBrun WES002			
Température à réception (C°) :	13,4°C			
Début des analyses :	26.03.2024			
Fin des analyses :	03.04.2024			
Préleveur :	client			



WESSLING
Quality of Life

WESSLING France

Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 03.04.2024

Informations sur vos résultats d'analyses :

Les seuils de quantification fournis n'ont pas été recalculés d'après la matière sèche de l'échantillon.
Les seuils sont susceptibles d'être augmentés en fonction de la nature chimique de la matrice.



WESSLING
Quality of Life

WESSLING France

Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Approuvé par :
Sabrina SLIMANI
Responsable de laboratoire environnement

Annexe 4

Norme NF P 94-500 révisée en novembre 2013 relative aux
missions géotechniques

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	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	avec détection au plus tôt de leur survenance	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

Tableau 2 – Classification des missions d'ingénierie géotechnique

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.

Tableau 2 – Classification des missions d'ingénierie géotechnique
ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées) ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en 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).