

Rapport d'étude géotechnique Mission G2-AVP

Extension de la mairie

6, rue des Hortensias
LALLEU (35)



CLIENT

NOM	COMMUNE DE LALLEU
ADRESSE	6, rue des Hortensias 35 320 LALLEU
INTERLOCUTEURS	Monsieur Le Maire – Monsieur LAMOUR (TCE Ingénierie)

ECR ENVIRONNEMENT

AGENCE	Rennes
ADRESSE	ZA du Haut Danté 20 rue du Bocage 35 520 LA CHAPELLE-DES-FOUGERETZ
TELEPHONE	02 99 23 60 00
MAIL	rennes@ecr-environnement.com

DATE	INDICE	OBSERVATION / MODIFICATION	REDACTEUR	VERIFICATEUR
09/05/2025	01		A. MARTIN	A. JUIGNET
15/05/2025	02	Identification GTR	A. MARTIN	A. JUIGNET

SOMMAIRE

1.	PRESENTATION	4
1.1.	CARACTERISTIQUES DU SITE	4
1.2.	CARACTERISTIQUES DU PROJET	4
1.3.	MISSION	5
1.4.	ELEMENTS DE L'ETUDE	6
1.5.	PROGRAMME	6
2.	CONTEXTE D'ETUDE.....	7
2.1.	CONTEXTE GEOLOGIQUE	7
2.2.	RISQUES NATURELS	7
3.	RESULTATS DES INVESTIGATIONS.....	11
3.1.	NIVELLEMENT	11
3.2.	LITHOLOGIE ET CARACTERISTIQUES MECANQUES	11
3.3.	HYDROGEOLOGIE	12
3.4.	IDENTIFICATION GTR	12
3.5.	RECONNAISSANCES DE FONDATIONS	13
4.	RAPPEL DU PROJET ET SYNTHESE.....	15
5.	TRAVAUX PREALABLES	15
6.	ZONE D'INFLUENCE GEOTECHNIQUE.....	16
7.	APPLICATION AU SYSTEME DE FONDATIONS	16
7.1.	PRINCIPE DE FONDATION	16
7.2.	PROFONDEURS D'ASSISE DES FONDATIONS	16
7.3.	CONTRAINTES DE CALCUL AU STADE DE L'AVANT-PROJET	17
7.4.	EVALUATION DES TASSEMENTS	17
7.5.	PRECAUTIONS PARTICULIERES POUR L'EXECUTION.....	17
7.6.	MITOYENNETE.....	18
8.	NIVEAU BAS	19
9.	TERRASSEMENTS	20
10.	GESTION DES EAUX.....	21
10.1.	PHASE TRAVAUX	21
10.2.	PHASE DEFINITIVE	21
	CONDITIONS PARTICULIERES	22



ANNEXES

- ✓ EXTRAIT DE LA NORME NF P 94-500 (2 PAGES)
- ✓ IMPLANTATION DES SONDAGES (1 PAGE)
- ✓ RESULTATS DES INVESTIGATIONS IN SITU (7 PAGES)
- ✓ IDENTIFICATION GTR (1 PAGE)

1. PRESENTATION

Cette étude a été réalisée par la société **ECR Environnement (agence de Rennes)**, à la demande et pour le compte de la **COMMUNE de LALLEU**.

1.1. Caractéristiques du site

Le terrain concerné par cette étude est situé dans le bourg de la commune de LALLEU (35), au niveau de la mairie située au 6 rue des Hortensias, à environ 325 m au Sud-Est du *Ruisseau de la Pictais*, sur les parcelles B 01 67 et 817 (cf. Figure 1).

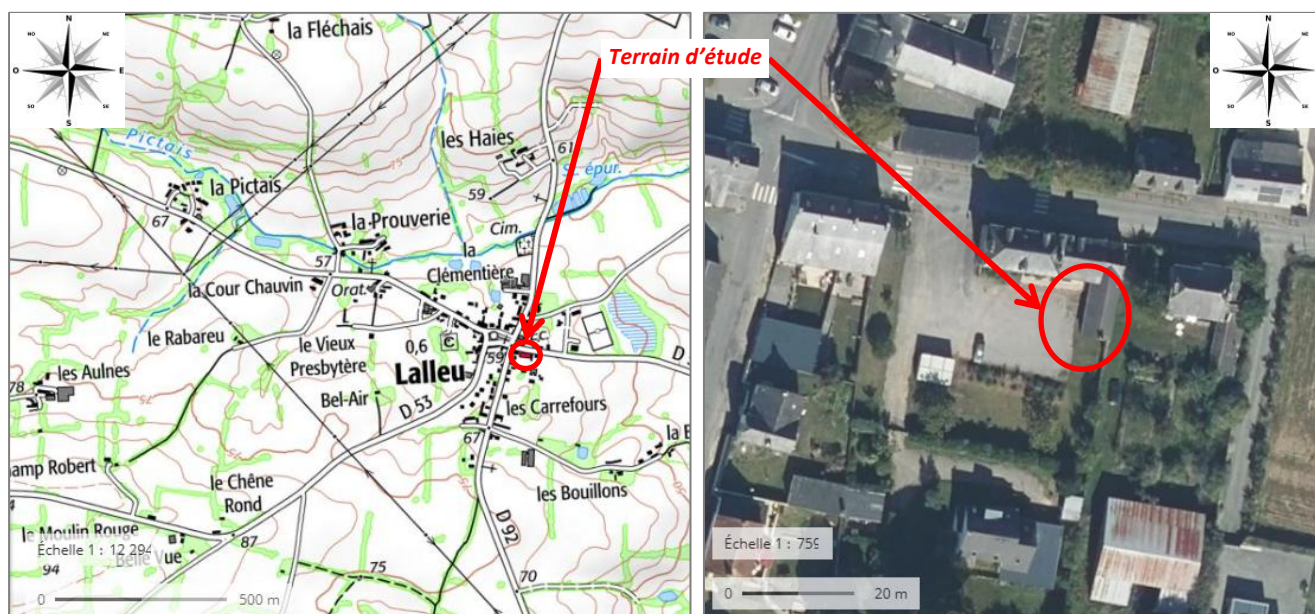


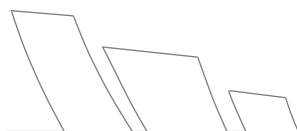
Figure 1 : Situation de la zone d'étude (source : Géoportail)

Lors de notre intervention, le terrain était occupé par la mairie de type R+1 à R+2+Combles le long de la rue des Hortensias, et un ancien bâtiment attenant, perpendiculaire à sa façade Sud, de plain-pied. Une rampe d'accès est présente sur la façade Sud de la mairie. A l'arrière de ces bâtiments, le terrain est en enrobé et à usage de parking, puis enherbé.

Des réseaux enterrés sont présents le long des existants.

1.2. Caractéristiques du projet

Le projet prévoit l'extension de la mairie sur sa façade Sud après démolition partielle du bâtiment existant attenant (cf. Figure 2). Cette extension de plain-pied aura une emprise de 205 m² (cf. Figure 3). Le niveau rez-de-chaussée est prévu à -0,46 m par rapport à celui de la salle du conseil.





Figures 2 et 3 : Plan des démolitions et rez-de-chaussée du projet

1.3. Mission

Cette étude correspond à une mission de type G2-AVP, suivant la classification des missions d'ingénierie géotechnique établie en novembre 2013 (extrait de la norme NF P 94-500 présentée en annexe).

Elle a pour objectif de :

- Préciser le contexte géologique et hydrogéologique du site ;
- Evaluer les caractéristiques mécaniques des sols (résistance, portance, déformabilité des sols...) ;
- Définir le type de fondations envisageables ;
- Présenter un exemple de pré-dimensionnement des fondations envisagées (niveaux d'assise, contraintes de calcul aux ELU et aux ELS, tassements...) ;
- Etudier la faisabilité des dallages et les modalités de mise en œuvre ;
- Déterminer les précautions techniques à prendre en compte lors des travaux (terrassements, avoisinants, terrains compressibles, substitution...) et vis-à-vis de la présence d'eau éventuelle (drainage, pompage...) ;
- Spécifier les prescriptions vis-à-vis de l'aléa sismique (classe de sol, risque de liquéfaction...).

Exclusions (liste non exhaustive) :

- Approche des quantités des ouvrages géotechniques ;
- Diagnostic de l'existant ;
- Définition des niveaux d'eau réglementaires (EE, EH, EF, EB).

1.4. Eléments de l'étude

La présente étude a été réalisée à partir des documents suivants :

 CELESTE_147_LALLEU_Médiathèque_EXI_Plan RDC_100_A3 - RF	22/04/2025 14:17	Adobe Acrobat Document	460 Ko
 CELESTE_147_LALLEU_Médiathèque_EXI_Plan RDC_100_A3	17/02/2025 16:43	Adobe Acrobat Document	450 Ko
 CELESTE_147_LALLEU_Médiathèque_PJT_Plan RDC_sondages_150_A3	17/02/2025 16:43	Adobe Acrobat Document	1 270 Ko

1.5. Programme

Dans le cadre de notre mission, nous avons réalisé les 23 et 29 avril 2025 les investigations suivantes :

- **3 sondages de reconnaissance géologique réalisés à la tarière mécanique diamètre 63 mm (SP1 à SP3)** descendus à 6,00 m/TN. Ils ont permis d'observer les différentes successions géologiques et les éventuelles venues d'eau ;
- **12 essais pressiométriques**, réalisés selon la norme NF EN 22 476-4 et répartis dans les sondages ci-dessus afin de déterminer les caractéristiques mécaniques des sols rencontrés à différentes profondeurs (modules pressiométriques, pressions de fluage et pressions limites) ;
- **4 reconnaissances de fondations à la pelle mécanique (RF1 à RF4)** afin de vérifier la nature et l'encastrement des fondations de l'existant afin d'adapter les nouvelles fondations à ces dernières.

Les sondages pressiométriques ont été réalisés à l'aide d'une sondeuse COMACCHIO GEO 105.

En complément, une **identification GTR (teneur en eau, granulométrie et limite d'Atterberg)** a été effectuée.

Le plan d'implantation et l'ensemble des résultats des investigations sont joints en annexe.



2. CONTEXTE D'ETUDE

2.1. Contexte géologique

D'après la carte géologique de Bain-de-Bretagne au 1/50 000 (cf. Figure 4), le terrain est constitué du substratum schisteux et gréseux avec des niveaux +/- calcaireux et altérés en surface, noté o5s sur la carte géologique.



Figure 4 : Extrait de la carte géologique, au 1/50 000 (source : Infoterre)

2.2. Risques naturels

D'après les données disponibles issues du BRGM et de différents sites de l'Etat, le terrain d'étude est concerné par les risques naturels suivants :

- L'aléa géologique, avec un site en **aléa moyen** vis-à-vis du retrait-gonflement des argiles et sans indice de cavité souterraine ni mouvement de terrain à proximité immédiate (cf. Figure 5) :

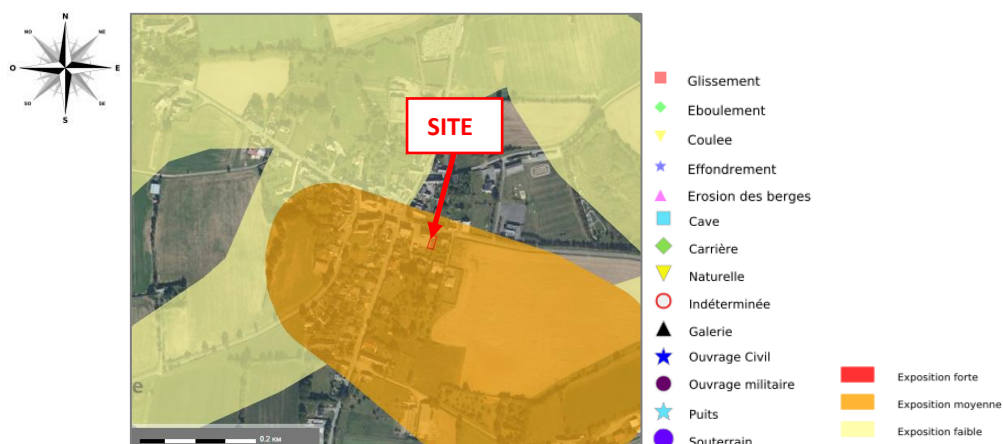
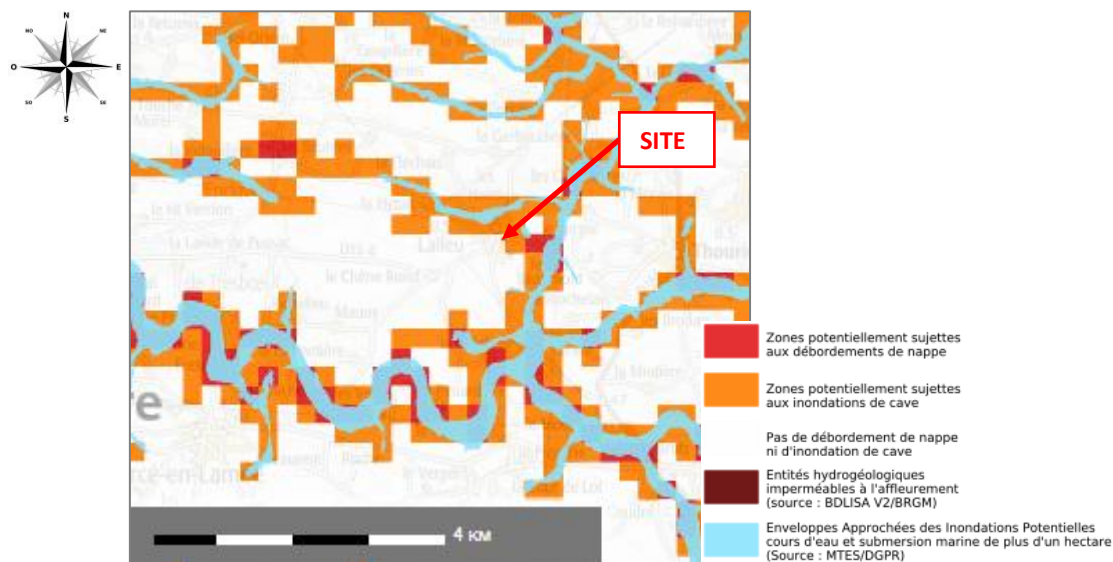
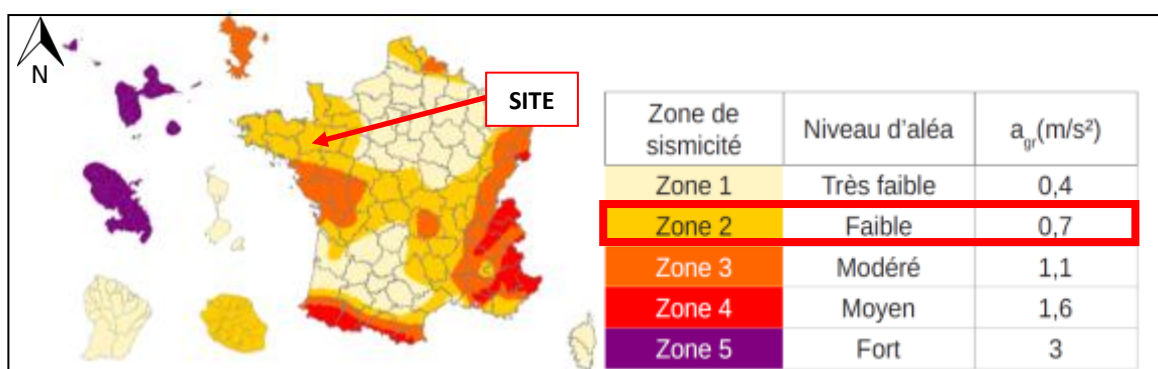


Figure 5 : Carte d'aléa retrait-gonflement vis-à-vis des argiles et de recensement de mouvements de terrain et de cavités souterraines (source : Infoterre)

- L'aléa hydrogéologique, avec un terrain potentiellement non sujet aux inondations de cave ni aux débordements de nappe et de cours d'eau (cf. Figure 6).



- La sismicité : le zonage sismique de la France (décret d'octobre 2010 entré en vigueur le 1er mai 2011) classe la région Bretagne en zone de sismicité 2 (aléa faible) (cf. Figure 7).



De plus, le bâtiment à construire est de **catégorie d'importance II**, à confirmer par la Maîtrise d'Ouvrage (cf. Figure 8).

Catégorie d'importance	Description
I	 Bâtiments dans lesquels il n'y a aucune activité humaine nécessitant un séjour de longue durée.
II	 - Habitations individuelles. - Établissements recevant du public (ERP) de catégories 4 et 5. - Habitations collectives de hauteur inférieure à 28 m. - Bureaux ou établissements commerciaux non ERP, $h \leq 28$ m, max. 300 pers. - Bâtiments industriels pouvant accueillir au plus 300 personnes. - Parcs de stationnement ouverts au public.
III	 - ERP de catégories 1, 2 et 3. - Habitations collectives et bureaux, $h > 28$ m. - Bâtiments pouvant accueillir plus de 300 personnes. - Établissements sanitaires et sociaux. - Centres de production collective d'énergie. - Établissements scolaires.
IV	 - Bâtiments indispensables à la sécurité civile, la défense nationale et le maintien de l'ordre public. - Bâtiments assurant le maintien des communications, la production et le stockage d'eau potable, la distribution publique de l'énergie. - Bâtiments assurant le contrôle de la sécurité aérienne. - Établissements de santé nécessaires à la gestion de crise. - Centres météorologiques.

Figure 8 : Tableau des catégories d'importance des bâtiments (source : www.developpement-durable.gouv.fr)

Pour un bâtiment de catégorie d'importance II en zone de sismicité 2, l'application des prescriptions parasismiques particulières de l'Eurocode 8 **n'est pas obligatoire** (cf. Figure 9).

	I	II	III	IV
				
Zone 1	aucune exigence			
Zone 2				
Zone 3				
Zone 4				
Zone 5				
		PS-MI ¹	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,1 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,1 \text{ m/s}^2$
		PS-MI ¹	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,6 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,6 \text{ m/s}^2$
		CP-MI ²	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=3 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=3 \text{ m/s}^2$

¹ Application **possible** (en dispense de l'Eurocode 8) des PS-MI sous réserve du respect des conditions de la norme PS-MI

² Application **possible** du guide CP-MI sous réserve du respect des conditions du guide

³ Application **obligatoire** des règles Eurocode 8

Figure 9 : Exigences sur le bâti neuf (source : www.developpement-durable.gouv.fr)

- Le **potentiel radon** : à la demande de l'Autorité de Sûreté Nucléaire, l'IRSN a réalisé une cartographie qui permet de connaître le potentiel radon des communes. La **cartographie du potentiel du radon des formations géologiques établie par l'IRSN conduit à classer les communes en 3 catégories**. D'après l'IRSN, le potentiel radon de la commune de **Lalleu** est classé en **catégorie 3**.

Catégorie	Description
1	Les communes à potentiel radon de catégorie 1 sont celles localisées sur les formations géologiques présentant les teneurs en uranium les plus faibles. Ces formations correspondent notamment aux formations calcaires, sableuses et argileuses constitutives des grands bassins sédimentaires (bassin parisien, bassin aquitain) et à des formations volcaniques basaltiques (massif central, Polynésie française, Antilles...). Sur ces formations, une grande majorité de bâtiments présente des concentrations en radon faibles. Les résultats de la campagne nationale de mesure en France métropolitaine montrent ainsi que seulement 20% des bâtiments dépassent 100 Bq.m-3 et moins de 2% dépassent 300 Bq.m-3.
2	Les communes à potentiel radon de catégorie 2 sont celles localisées sur des formations géologiques présentant des teneurs en uranium faibles mais sur lesquelles des facteurs géologiques particuliers peuvent faciliter le transfert du radon vers les bâtiments. Les communes concernées sont notamment celles recoupées par des failles importantes ou dont le sous-sol abrite des ouvrages miniers souterrains... Ces conditions géologiques particulières peuvent localement faciliter le transport du radon depuis la roche jusqu'à la surface du sol et ainsi augmenter la probabilité de concentrations élevées dans les bâtiments.
3	Les communes à potentiel radon de catégorie 3 sont celles qui, sur au moins une partie de leur superficie, présentent des formations géologiques dont les teneurs en uranium sont estimées plus élevées comparativement aux autres formations. Les formations concernées sont notamment celles constitutives de massifs granitiques (massif armoricain, massif central, Guyane française...), certaines formations volcaniques (massif central, Polynésie française, Mayotte...) mais également certains grès et schistes noirs. Sur ces formations plus riches en uranium, la proportion des bâtiments présentant des concentrations en radon élevées est plus importante que dans le reste du territoire. Les résultats de la campagne nationale de mesure en France métropolitaine montrent ainsi que plus de 40% des bâtiments situés sur ces terrains dépassent 100 Bq.m-3 et plus de 10% dépassent 300 Bq.m-3.



3. RESULTATS DES INVESTIGATIONS

3.1. Nivellement

L'implantation a été effectuée au mieux des conditions d'accès et de la précision des plans remis pour la campagne de reconnaissance.

Lors de notre intervention, l'ensemble des points de sondages a été nivelé en prenant comme référence altimétrique le seuil d'une porte pris arbitrairement à 100,00 m SI (Système Indépendant). Son emplacement est indiqué sur le plan d'implantation joint en annexe.

Sondage	SP1	SP2	SP3	RF1	RF2	RF3	RF4
Cote (m SI)	100,00	100,15	100,70	99,10	99,85	100,00	100,00

3.2. Lithologie et caractéristiques mécaniques

Les profondeurs citées dans le présent rapport ont été mesurées par rapport au terrain naturel tel qu'il était lors de notre intervention.

Dans nos sondages, dont les coupes sont jointes en annexe, nous avons mis en évidence la succession lithologique suivante :

		Epaisseur (en m)	Sondages concernés	E _M (en MPa)	PI* (en MPa)	Evaluation caractéristiques mécaniques
Formations de recouvrement	0.TV : Terre végétale	0,10 à 0,30	SP3, RF1 et RF2	/		
	0.R : Couche de forme graveleuse, enrobé et remblai sableux, remblai graveleux	0,15 à > 0,30	SP1, SP2, RF1, RF3, RF4			
	1 : Limon argileux ou argile limoneuse (marron-beige-brun-orange)	> 0,50 à 1,15	SP, RF2 et RF4	2,3 à 6,2	0,27 à 0,59	Faible à médiocre
Substratum altéré	2.1 : Schiste altéré argileux +/- limoneux (beige-orange)	> 0,20 à 2,40	RF1, SP2, SP3	20,3 et 21,0	1,39 et 1,56	Bonnes
	2.2 : Schiste +/- compact, +/- argileux (beige-jaune-orange)	> 2,30 à > 4,70	SP	47,0 à 263,5	> 2,38 à > 2,90	Bonnes à élevées

Remarque : ces profondeurs n'impliquent en rien qu'il ne puisse exister d'anomalie de la stratigraphie. En particulier, la position exacte des interfaces entre couches ne saurait se déduire d'une simple extrapolation des relevés des sondages.



3.3. Hydrogéologie

Lors de notre intervention, des niveaux d'eau ont été mesurés dans certains de nos sondages en fin de chantier :

Sondages	N°	SP1	SP2
	Cote (m SI)	100,00	100,15
Niveaux d'eau en fin de chantier	Profondeur (m/TN)	5,10	5,60
	Cote (m SI)	95,00	94,55

Ces observations révèlent l'existence soit d'une nappe au sein du schiste, dont le niveau peut varier en fonction de la pluviométrie, du climat et des crues, soit de circulation d'eau dans la mosaïque d'altération du substratum schisteux (fissures, fractures).

Ces résultats ne sont valables qu'aux dates des mesures et ne sauraient représenter l'amplitude totale des variations saisonnières des circulations d'eau, annuelles ou pluriannuelles.

Il est important de noter que les sols limoneux, argileux et schisteux sont sensibles à l'eau et peuvent perdre en portance par imbibition.

3.4. Identification GTR

Une identification GTR a été réalisée sur les sols prélevés en RF4 entre 0,83 et 0,90 m/TN. Elle met en évidence des sols fins argileux, sensibles en présence d'eau, peu plastiques et faiblement sensibles au phénomène de retrait-gonflement des argiles (cf. Figures 10 et 11).

Ainsi nous obtenons les résultats suivants :

Prélèvement	Matériaux	Teneur en eau (en %)	IP	W _L (%)	Passant à 80 µm	Classe GTR
RF4 – 0,83 à 0,90 m/TN	Argile limoneuse (1)	19,5	13	30	82,3	A2



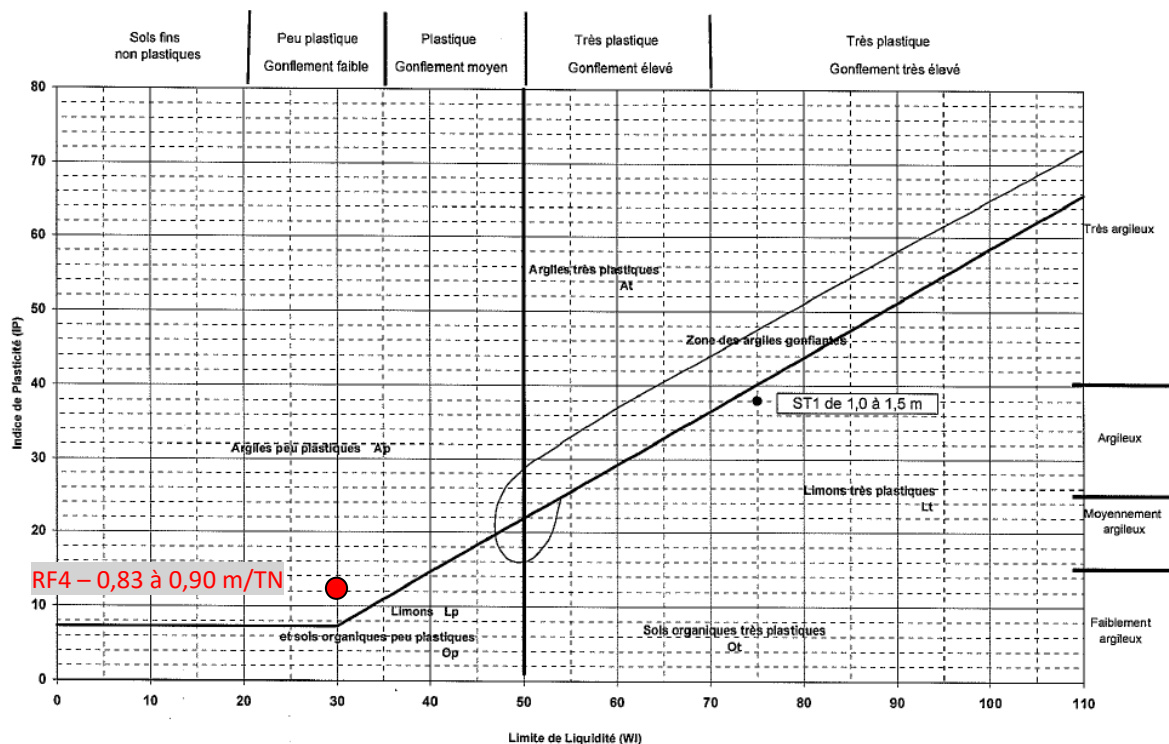


Figure 10 : Diagramme de plasticité

Paramètres d'identification			Susceptibilité de variation de volume de sol
Indice de Plasticité Ip (%)	Pourcentage de passant au tamis de 80 um (%)	Valeur de Bleu Vbs (g/100g de sol)	
>30	> 90	> 6	Forte
15 < Ip < 30	> 50	2 < Vbs < 6	Moyenne
< 15	> 50	< 2	Faible

Figure 11 : Potentiel de gonflement d'après Bigot et Zerhouni (2000)

Le procès-verbal de cet échantillon est présenté en annexe.

3.5. Reconnaissances de fondations

Les reconnaissances de fondations ont été réalisée au droit des existants.



Les schémas et les photographies des fouilles sont disponibles en annexe. Les caractéristiques sont rappelées dans le tableau suivant :

Fouille	N°	RF1	RF2	RF3	RF4
	Localisation	<i>Façade Est</i> <i>Mur mitoyen conservé</i> 	<i>Façade Est</i> <i>Mur mitoyen conservé</i> 	<i>Côté Sud</i> <i>Rampe d'accès</i> 	<i>Façade Ouest</i> <i>Mur existant conservé</i> 
Nature de la fondation	Type	Mur en moellons liés	Mur en moellons liés	Semelle filante en béton	Mur en moellons liés
	Epaisseur	0,40 m	0,45 m	0,18 m	0,83 m
Géométrie	Profondeur d'assise	0,40 m/TN	0,45 m/TN	0,18 m/TN	0,83 m/TN
	Débord observé	/	/	0,18 m	/
Couche d'ancrage	Nature	Schiste altéré (2.1)	Limon argileux (1)	Remblai (0.R)	Limon argileux (1)
	Epaisseur ancrage	Posé dessus	0,35 m	0,18 m	0,68 m

4. RAPPEL DU PROJET ET SYNTHÈSE

Le projet prévoit l'extension de la mairie sur sa façade Sud après démolition partielle du bâtiment existant attenant. Cette extension de plain-pied aura une emprise de 205 m². Le niveau rez-de-chaussée est prévu à -0,46 m par rapport à celui de la salle du conseil.

Lors de nos investigations, les éléments suivants ont été mis en évidence :

- Des formations de recouvrement (terre végétale, remblai, limon) sur 1,20 à 1,30 m d'épaisseur dans les sondages pressiométriques, et jusqu'à la fin de RF2 à RF4, avec des caractéristiques mécaniques faibles à médiocres, recouvrant un substratum schiste altéré à compact avec des caractéristiques mécaniques bonnes à élevées en fonction de son altération ;
- Des niveaux d'eau mesurés en fin de chantier à 5,10 m/TN en SP1 et 5,60 m/TN en SP2 ;
- Des existants en pierre fondés via l'encastrement de leurs murs de 0,40 à 0,83 m/TN et ancrés dans le limon argileux (RF2 et RF4) ou posé sur le schiste altéré (RF1) ;
- Une rampe d'accès fondée dans les remblais via des semelles filantes en béton, avec un débord de 18 cm et un encastrement de 0,18 m/TN.

A ce stade de l'étude, les descentes de charges du projet ne nous ont pas été communiquées. Nous les considérerons hypothétiquement à 10 t/ml et 30 t/appui isolé au maximum à l'ELS.

Il conviendra de vérifier que ces hypothèses soient conformes et de s'assurer que les fondations préconisées et les dispositions retenues soient en accord avec les caractéristiques réelles des ouvrages.

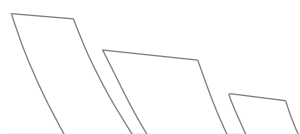
Remarque : initialement, l'ensemble du bâtiment existant attenant à la mairie devait être démoli. Le projet a évolué et certains murs sont désormais conservés. En cas de modification de charges sur ces derniers, une étude complémentaire devra être effectuée.

5. TRAVAUX PREALABLES

Compte tenu des sols en présence sensibles à l'eau, on privilégiera la réalisation des travaux en périodes favorables, avec arrêt du chantier en cas d'intempéries. De plus, des pompes devront être mises à dispositions en cas de circulations d'eau plus superficielles ou de remontées de nappe.

Au vu de les démolitions envisagées, des purges seront nécessaires en cas de vestiges enterrés (fondations, réseaux, etc.). Elles devront être récolées précisément sur un fond de plan d'exécution.

Des réseaux étant présents sur le site, notamment entre la rampe et le bâtiment existant prévu d'être démoli, il conviendra préférentiellement de les dévier hors emprise du projet.



6. ZONE D'INFLUENCE GEOTECHNIQUE

La Zone d'Influence Géotechnique inclut l'ensemble des parcelles d'étude et mitoyennes à l'Est, ainsi que leurs réseaux enterrés associés. Toutes les précautions devront être prises afin de leur éviter tout dommage.

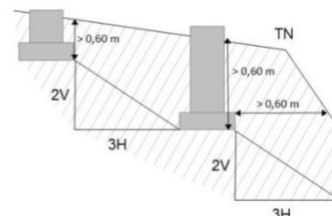
7. APPLICATION AU SYSTEME DE FONDATIONS

7.1. Principe de fondation

Au vu de l'ouvrage et des descentes de charges envisagés, on retiendra pour ce projet une solution de **fondations superficielles** ancrées dans les **schistes (2)** observés à partir de 1,20 à 1,30 m/TN.

Les fondations respecteront le critère le plus restrictif suivant :

- Un ancrage **minimum de 0,30 m** dans la couche d'assise suffisamment portante et homogène, dans des sols non décomprimés, non imbibés et non remaniés ;
- Les terrains de faible portance, remaniés et remblayés seront traversés en intégralité ;
- Un encastrement respectant en tout point un minimum de **0,80 m sous le terrain fini** ;
- Le respect d'une pente maximum de **3H/2V** (3 Horizontal pour 2 Vertical) entre les arêtes inférieures des fondations voisines (existantes et futures).



L'ancrage des fondations devra être adapté aux conditions réellement rencontrées. Des approfondissements en gros béton pourront être nécessaires afin de traverser l'intégralité des matériaux remblayés, imbibés et remaniés suite aux anciens dessouchages d'arbres, ce qui pourrait engendrer des surconsommations en béton.

7.2. Profondeurs d'assise des fondations

Les profondeurs d'assise minimum des fondations, par rapport au terrain naturel lors de notre intervention, sont au droit de nos sondages :

Sondages	N°	SP1	SP2	SP3
	Cote (m SI)	100,00	100,15	100,70
Encastrement Minimum*	Profondeur (m/TN)	≥ 1,60	≥ 1,60	≥ 1,50
	Cote (m SI)	≤ 98,40	≤ 98,55	≤ 99,20

*à adapter à l'ouverture des fouilles et en fonction de la cote projet



La profondeur d'ancrage pourra être ajustée à l'ouverture des fouilles (présence de poches moins résistantes, variation du toit de la couche, terrains remaniés, présence de matière organique...).

7.3. Contraintes de calcul au stade de l'avant-projet

Les contraintes de calcul à prendre en compte au stade de l'avant-projet pour les justifications vis-à-vis des Etats Limites de Service et Ultimes sont estimées selon la norme NF P 94-261 de juin 2013 (norme d'application nationale de l'Eurocode 7 sur les fondations superficielles).

Selon les résultats de nos sondages, pour des charges verticales centrées, les contraintes de calcul à prendre en compte au stade de l'avant-projet seront limitées, dans les schistes à :

$$q_{ELS \text{ QP et C}} \leq 0,30 \text{ MPa}$$

$$q_{ELU \text{ F et S}} \leq 0,48 \text{ MPa}$$

$$q_{ELU \text{ A}} \leq 0,55 \text{ MPa}$$

Par ailleurs, il est essentiel de veiller à ne pas remanier l'horizon portant de bonne qualité et un contrôle strict de la qualité des fonds de fouille devra être prévu. Le béton sera coulé pleine fouille à l'avancement pour protéger le sol d'assise des intempéries.

7.4. Evaluation des tassements

Conformément à la norme NF P 94-261, dans le cas du respect des préconisations décrites ci-avant et d'une mise en œuvre selon les règles de l'art, les tassements prévisibles absolus pour la valeur de contrainte de service à l'ELS donnée précédemment seront de l'ordre du **demi-centimètre** pour des massifs carrés de 1,00 m de côté chargés à 30 t/appui aux ELS et des semelles filantes de 0,50 m de largeur chargées à 10 t/ml aux ELS. Ces tassements seront à considérer en différentiels par rapport à l'existant stabilisé.

Les tassements pourront être recalculés au stade du projet lorsque les dimensions des fondations et les contraintes réellement appliquées au sol aux ELS seront connues (lors de la mission d'étude géotechnique de conception phase projet – G2-PRO).

NOTA : l'attention est attirée sur le fait que ces calculs n'ont de validité qu'au droit des sondages réalisés. Ailleurs des hétérogénéités naturelles de stratigraphie et de caractéristiques mécaniques des sols peuvent induire des tassements absolus et différentiels supérieurs ou inférieurs à ceux ici estimés.

7.5. Précautions particulières pour l'exécution

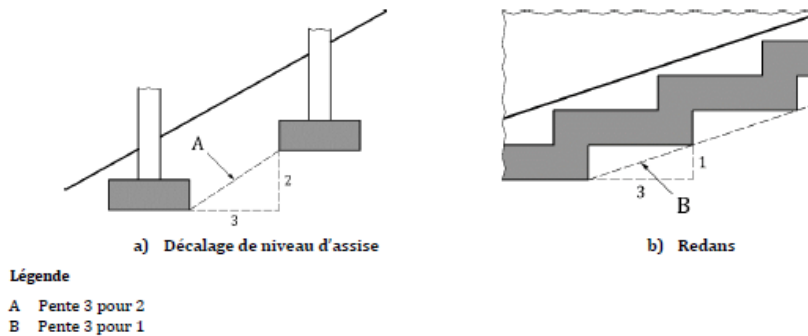
Lors de la mise en œuvre du fond de fouille, toutes poches ou lentilles plus compressibles que le terrain environnant, ainsi que tous points durs pouvant provoquer des désordres sur les fondations devront être purgés afin d'obtenir un sol d'assise d'homogénéité satisfaisante. La substitution sera constituée d'un gros béton.

En cas d'intempéries ou de venues d'eau, une évacuation de ces eaux devra se faire aussitôt par pompage.



Les profondeurs hors-gel devront être respectées.

On veillera à respecter une pente de 3H/2V entre les arêtes inférieures des fondations voisines et les avoisinants (réseaux, talus...). Pour les fondations filantes, on réalisera si nécessaire des redans de pente de 3H/1V.



Il faudra s'assurer de l'absence de remblais ou de sol décomprimé au niveau des fondations.

Les dispositions constructives suivantes devront être respectées :

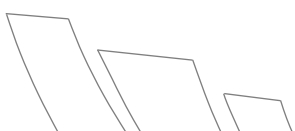
- Largeur minimale des fondations de 50 cm pour les semelles filantes et de 80 cm pour les semelles isolées et puits, en dehors de toute considération de descente de charge afin d'assurer un bon contact entre le sol et la fondation ;
- Assise des fondations horizontale ;
- Bétonnage à l'avancement des terrassements afin d'éviter toute altération et décomposition du sol d'assise. Dans le cas contraire, on coulera un béton de propreté ;
- Sol d'assise homogène sous un même bâtiment ;
- Prévoir des joints de constructions entre les parties d'un même bâtiment présentant un mode de fondation et/ou un encastrement différent ou des descentes de charges hétérogènes ;
- En cas de surprofondeur, un rattrapage par un gros béton devra être réalisé ;
- Blindage des fouilles au-delà de 1,30 m de profondeur et en cas de mauvaises tenues dans les sols remaniés et remblayés.

7.6. Mitoyenneté

La méthodologie de mise en œuvre des fondations devra préserver la stabilité des ouvrages mitoyens (attention aux affouillements, déchaussements de fondations, vibrations, tassements en cas de fondations à des niveaux différents).

Si les différences d'ancrages le nécessitent, il pourra être prévu :

- La réalisation d'une reprise en sous-œuvre jusqu'au même sol d'assise ;
- Le déport des fondations du projet pour respecter les éventuels débords et règle des 3H/2V.



Le projet ne devra pas venir surcharger les ouvrages mitoyens et avoisinants et leurs fondations, et il sera nécessaire de prévoir un joint de rupture au niveau des mitoyennetés.

Dans tous les cas, les dispositions ci-dessous seront à respecter :

- Un diagnostic structure des mitoyens devra être réalisé pour adapter la construction des nouvelles fondations à celles existantes et devra définir les seuils de déformation acceptables par les structures existantes et leur adéquation avec les déformations inhérentes à l'acte de construire ;
- Il ne faudra en aucun cas venir démolir les fondations existantes et/ou les surcharger sans un diagnostic géotechnique associé au diagnostic structure ;
- Il sera nécessaire de prévoir un joint de rupture au niveau des mitoyennetés ;
- Les nouvelles fondations seront descendues au moins au même niveau que les fondations existantes, et de façon à respecter l'ancrage de 0,30 m dans le faciès d'assise et l'encastrement minimum de 0,80 m / niveau fini extérieur ;
- Les nouvelles fondations devront tenir compte du débord, de la géométrie et de la nature des fondations existantes.

Les terrassements pour les fondations en mitoyenneté devront être effectués par plots alternés afin d'éviter tout risque de déstabilisation de l'ouvrage existant avec coulage du béton le jour de l'ouverture. L'intégrité des avoisinants devra être conservée en phase provisoire comme en phase définitive.

Certains murs existants étant prévus d'être conservés, en cas d'apport de charges sur ces derniers, une étude complémentaire devra être réalisée afin de vérifier que ces derniers puissent les reprendre ou si une reprise en sous-œuvre ou la création de nouvelles fondations sont nécessaires.

8. NIVEAU BAS

Au vu du remaniement attendu suite aux démolitions et des faibles caractéristiques mécaniques des sols superficiels, nous recommandons de porter le niveau bas sur les fondations.



9. TERRASSEMENTS

Les terrassements au sein des formations rencontrées en sondages pourront être réalisés à l'aide de **pelles mécaniques classiques, plus puissante toutefois en cas de vestiges enterrés et dans le schiste +/- compact (2.3).**

Quoi qu'il en soit, les moyens employés devront être adaptés aux terrains rencontrés. Les outils / engins plus puissants généreront d'autant plus de vibrations sur les infrastructures existantes voisines que des engins de terrassement classiques.

Dans tous les cas la méthodologie mise en œuvre devra tenir compte des avoisinants (attention aux vibrations, ne pas créer d'affouillement ou de tassement par influence sous fondations des avoisinants et mitoyens, semelles déportées, sous-sol...) et assurer leurs stabilités. On veillera à adapter la puissance des engins utilisés, à la présence des différents bâtiments / ouvrages existants et à garantir l'intégrité des constructions avoisinantes durant tout le chantier et en phase définitive.

Il est important de noter que les sols en présence sont sensibles à l'eau et peuvent perdre en portance par imbibition. Nous recommandons donc de **débuter les travaux en période favorable, avec arrêt du chantier en cas d'intempéries**. Des pompes devront donc être disponibles si nécessaire.

Nous attirons l'attention sur le fait que les terrains renferment une proportion importante de sols fins qui sont sensibles à l'eau d'où des difficultés de circulation des engins en période pluvieuse. Une réalisation de la plateforme en période favorable non pluvieuse est vivement recommandée.

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



10. GESTION DES EAUX

10.1. Phase travaux

En fonction de la date de réalisation des terrassements, des arrivées d'eau sont possibles (ruissellements, remontées). Un pompage pourra alors s'avérer nécessaire afin d'épuiser les venues d'eau et d'assécher les fouilles.

Les fouilles seront soigneusement protégées, les eaux de ruissellement seront collectées et évacuées à distance, sans nuisance au projet et aux avoisinants.

10.2. Phase définitive

Les fondations devront être protégées au stade définitif afin de s'affranchir des sujétions liées aux éventuelles remontées des eaux et des circulations.

On prévoira un drainage périphérique type drain routier (=étanche en partie basse) et éventuellement une bordure périphérique étanche (trottoir béton, terrasse, enrobé...) pour empêcher les infiltrations entre le bâtiment et les terres décomprimées. Cette précaution est particulièrement nécessaire lorsque la topographie aux alentours favorise le ruissellement vers les façades.

De plus, les eaux de ruissellement et de toiture du projet et des existants seront soigneusement collectées (drainage amont, gouttières, contre-pente...) et évacuées vers un exutoire dimensionné de manière non dangereuse pour le projet et les avoisinants.

Il faudra conserver une distance, entre le bâtiment et d'éventuelles plantations de 1,5 fois la hauteur de l'arbre adulte pour limiter les désordres dû aux systèmes racinaires sur les fondations et système de drainage.

*

*

*

Toute modification de projet devra nous être indiquée afin de vérifier l'adéquation des préconisations au nouveau projet.

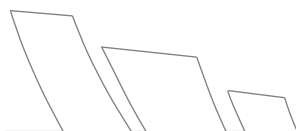
Les conclusions de ce présent rapport sont données sous réserve des conditions particulières jointes.

Rédacteur :

Adélaïde MARTIN, chargée d'Affaires

Contrôle interne :

Arnaud JUIGNET, chargé d'Affaires



CONDITIONS PARTICULIÈRES

Le présent rapport ou Procès-verbal ainsi que toutes annexes, constituent un ensemble indissociable.

La Société E.C.R. ENVIRONNEMENT serait dégagée de toute responsabilité dans le cas d'une mauvaise utilisation de toute communication ou reproduction partielle de ce document, sans accord écrit préalable. En particulier, il ne s'applique qu'aux ouvrages décrits et uniquement à ces derniers.

Si en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, nous avons été amenés dans le présent rapport à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient à notre client ou à son maître d'œuvre de communiquer par écrit à la société ECR ENVIRONNEMENT ses observations éventuelles sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour aucune raison nous être reproché d'avoir établi notre étude pour le projet que nous avons décrit.

Cette étude est basée sur des reconnaissances dont le caractère ponctuel ne permet pas de s'affranchir des aléas des milieux naturels, et ne peut prétendre traduire le comportement du sol dans son intégralité.

Ainsi, tout élément nouveau mis en évidence lors de l'exécution des fondations ou de leurs travaux préparatoires et n'ayant pu être détecté lors de la reconnaissance des sols (ex. : remblais anciens ou nouveaux, cavités, hétérogénéités localisées, venue d'eau, etc.) doit être signalé à E.C.R. ENVIRONNEMENT qui pourra reconsidérer tout ou une partie du Rapport. Pour ces raisons, et sauf stipulation contraire explicite de notre part, l'utilisation de nos résultats pour chiffrer à forfait le coût de tout ou une partie des ouvrages d'infrastructure ne saurait en aucun cas engager notre responsabilité.

De même, des changements concernant l'implantation, la conception ou l'importance des ouvrages par rapport aux hypothèses de base de cette étude, peuvent conduire à modifier les conclusions et prescriptions du Rapport et doivent être portés à la connaissance d'E.C.R. ENVIRONNEMENT.

La Société E.C.R. ENVIRONNEMENT ne saurait être rendue responsable des modifications apportées à son étude que dans le cas où elle aurait donné son accord écrit sur les dites modifications.

Les altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cote de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des essais. Pour que ces altitudes soient garanties, il convient qu'elles soient relevées par un Géomètre-Expert. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.



ANNEXES

Extrait de la norme NF P 94-500 (2 pages)
Plan d'implantation des sondages (1 page)
Résultats des investigations in situ (7 pages)
Identification GTR (1 page)



Annexe 1

Extrait de la norme NF P 94-500



EXTRAIT DE LA NORME NF P 94-500 – Novembre 2013

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

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

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

Phase Étude de Site (ES)

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

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

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

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

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

Phase Avant-projet (AVP)

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

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

Phase Projet (PRO)

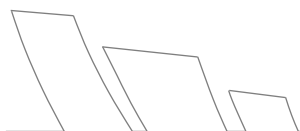
Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site.

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

Phase DCE / ACT

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

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



ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées) ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

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

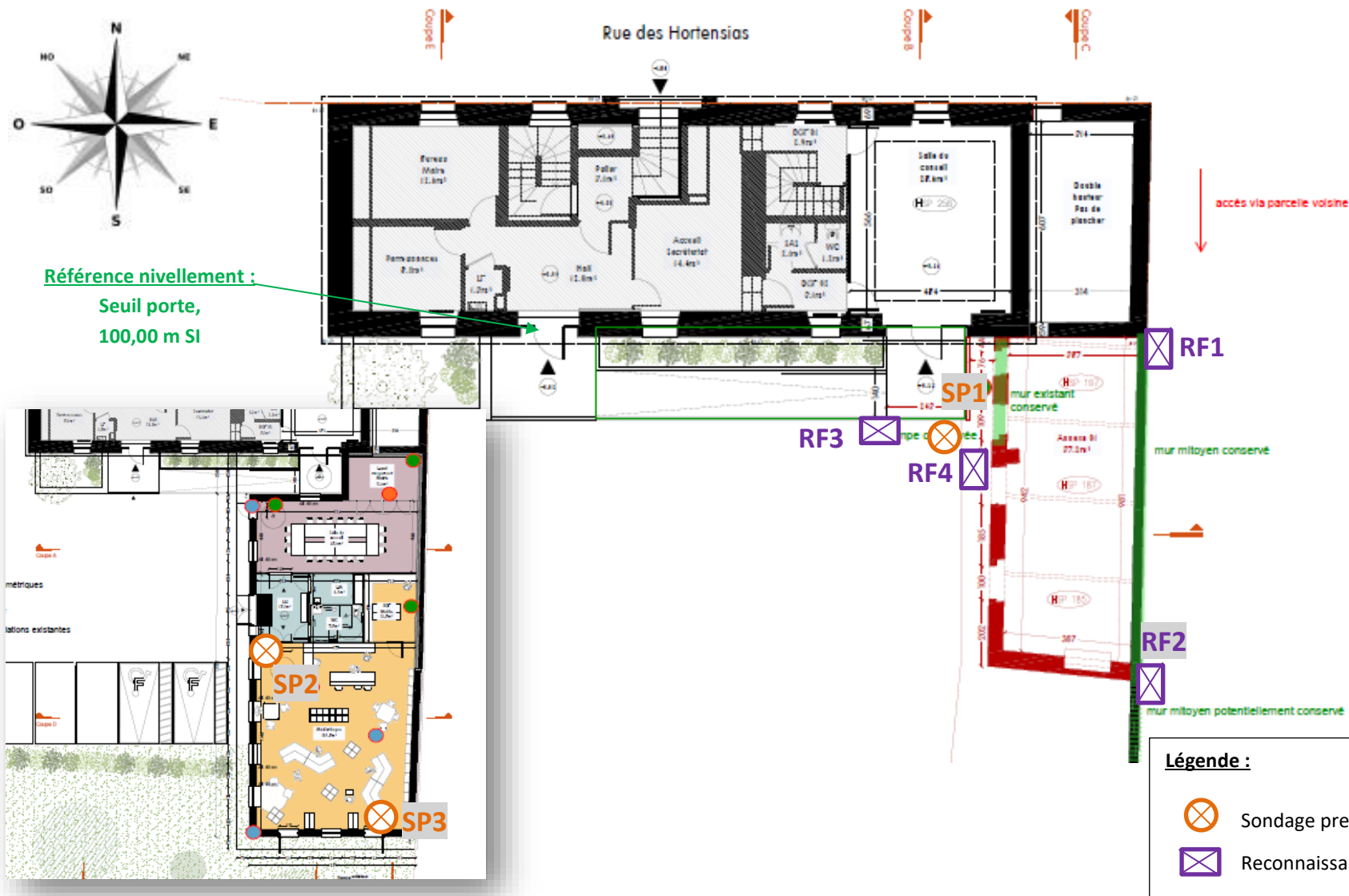
- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre 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 géotechnique seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).



Annexe 2

Implantation des sondages





Annexe 3

Résultats des investigations in situ

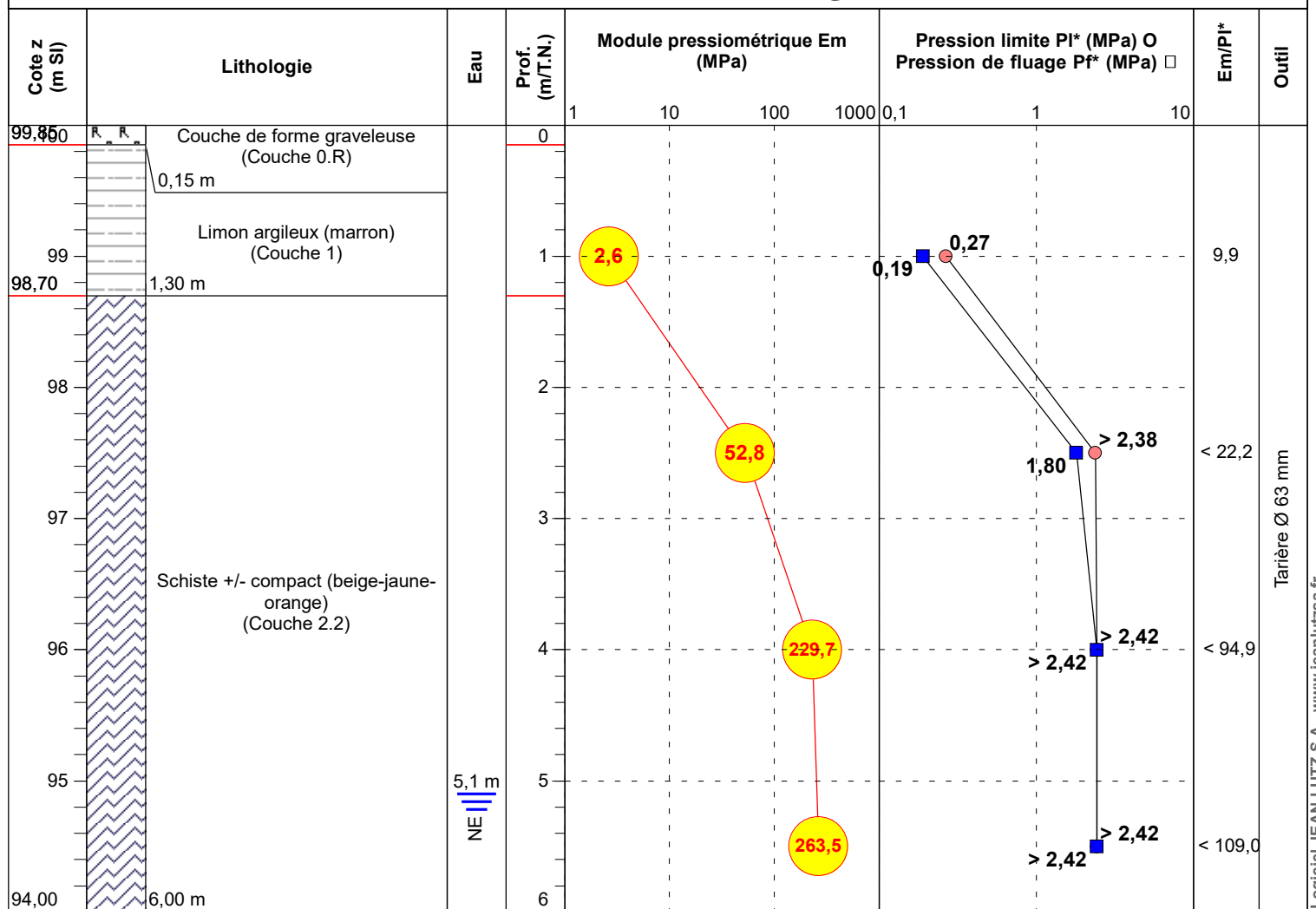




Client : **COMMUNE DE LALLEU**
Etude : **Extension de la mairie**
Site : **6, rue des Hortensias - LALLEU (35)**
Mission : **G2-AVP** Affaire n°: **3513376**

Date : **23/04/2025**
Type : **Sondage pressiométrique**
Echelle : **1/50**
Cote z : **100**

SP1



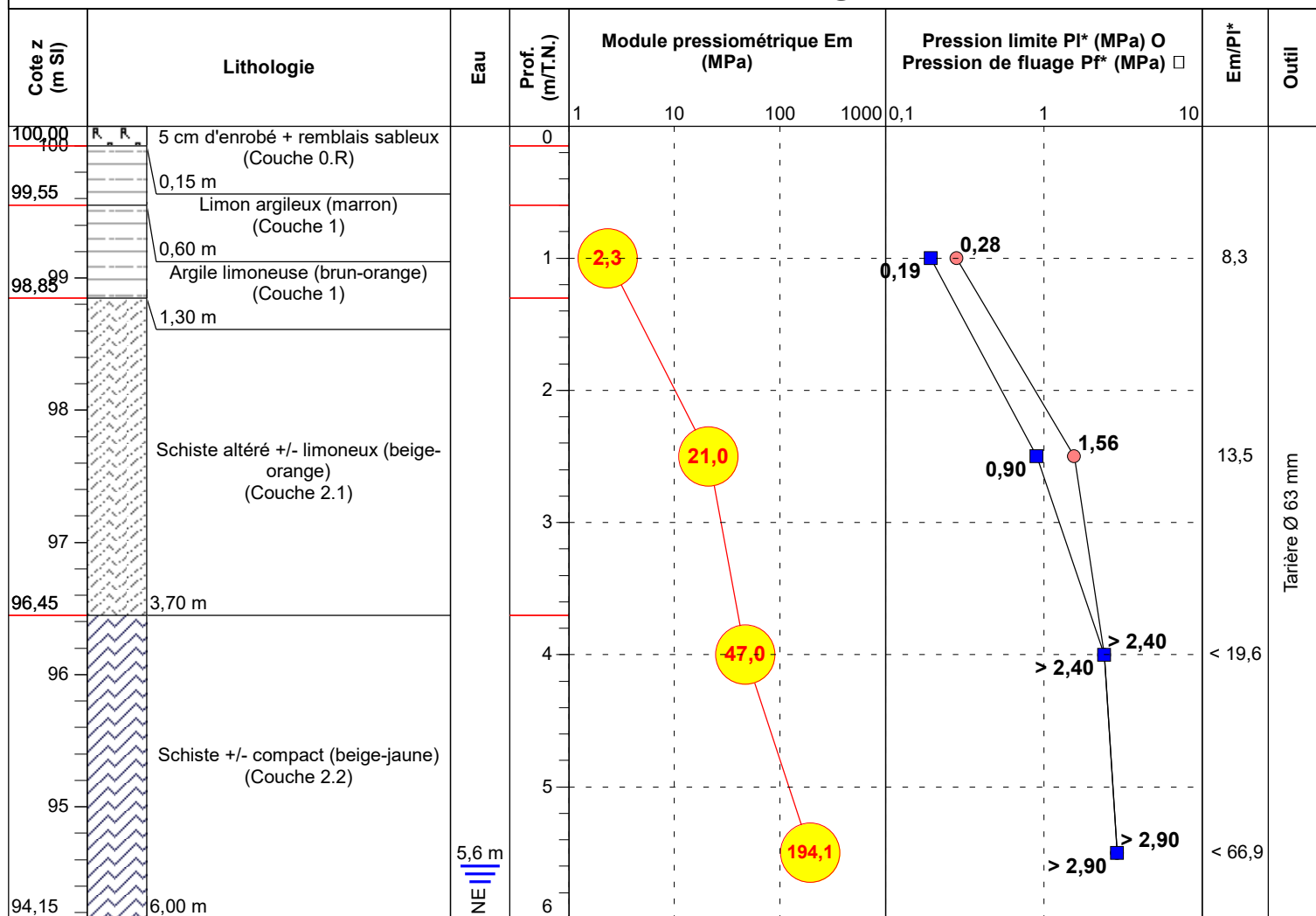
Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr



Client : **COMMUNE DE LALLEU**
Etude : **Extension de la mairie**
Site : **6, rue des Hortensias - LALLEU (35)**
Mission : **G2-AVP** Affaire n°: **3513376**

Date : **23/04/2025**
Type : **Sondage pressiométrique**
Echelle : **1/50**
Cote z : **100,15**

SP2



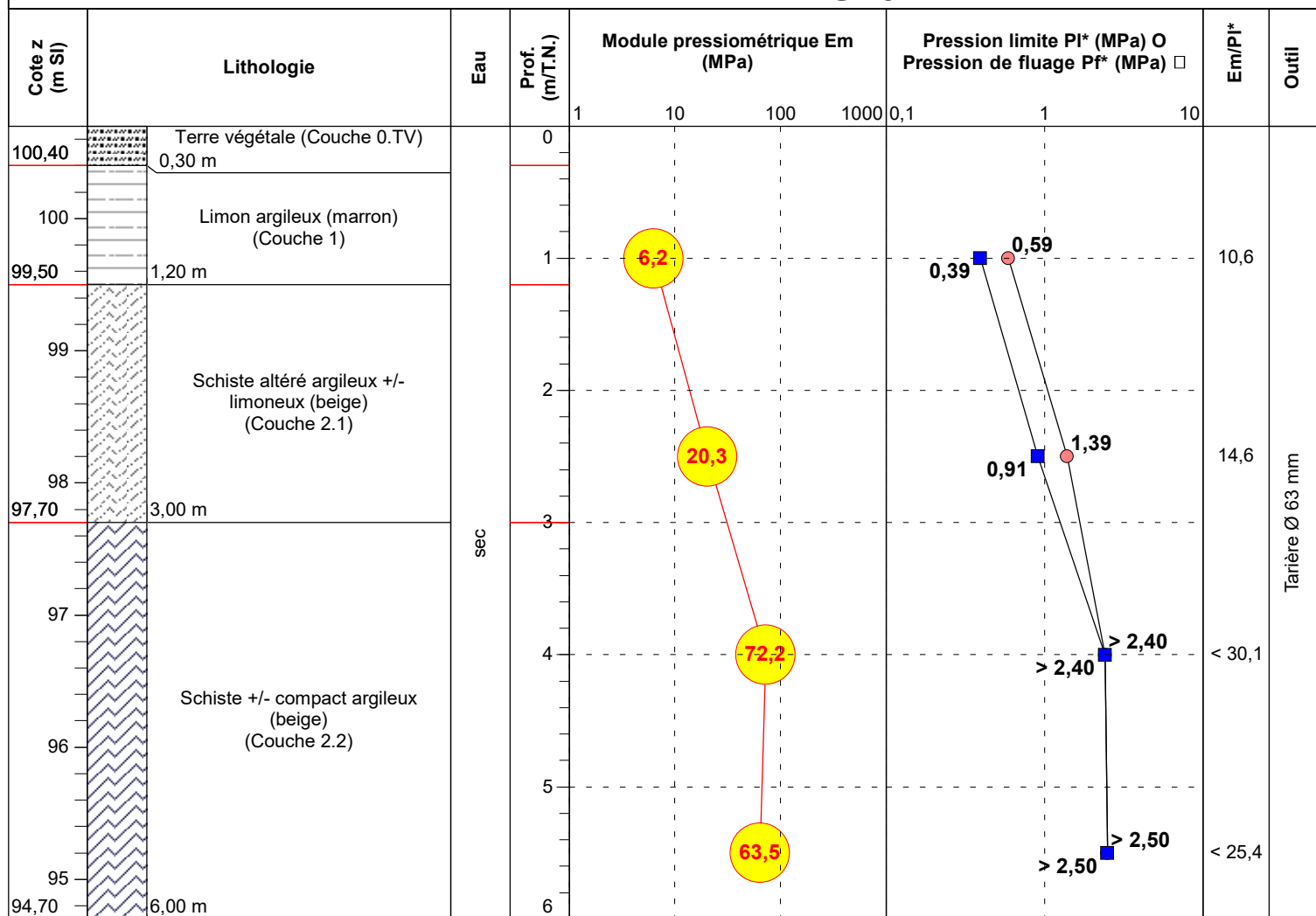
EXGTE 3.27



Client : **COMMUNE DE LALLEU**
Etude : **Extension de la mairie**
Site : **6, rue des Hortensias - LALLEU (35)**
Mission : **G2-AVP** Affaire n°: **3513376**

Date : **23/04/2025**
Type : **Sondage pressiométrique**
Echelle : **1/50**
Cote z : **100.7**

SP3



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

EXGTE 3.27

Client : COMMUNE DE LALLEU

N° d'affaire ECR : 3513376

Projet : Extension de la Mairie

Mission : G2-AVP

Adresse : 6, rue des Hortensias – LALLEU (35)

Date : 29/04/2025



Client : COMMUNE DE LALLEU

N° d'affaire ECR : 3513376

Projet : Extension de la Mairie

Mission : G2-AVP

Adresse : 6, rue des Hortensias – LALLEU (35)

Date : 29/04/2025



Client : COMMUNE DE LALLEU

N° d'affaire ECR : 3513376

Projet : Extension de la Mairie

Mission : G2-AVP

Adresse : 6, rue des Hortensias – LALLEU (35)

Date : 29/04/2025



Client : COMMUNE DE LALLEU

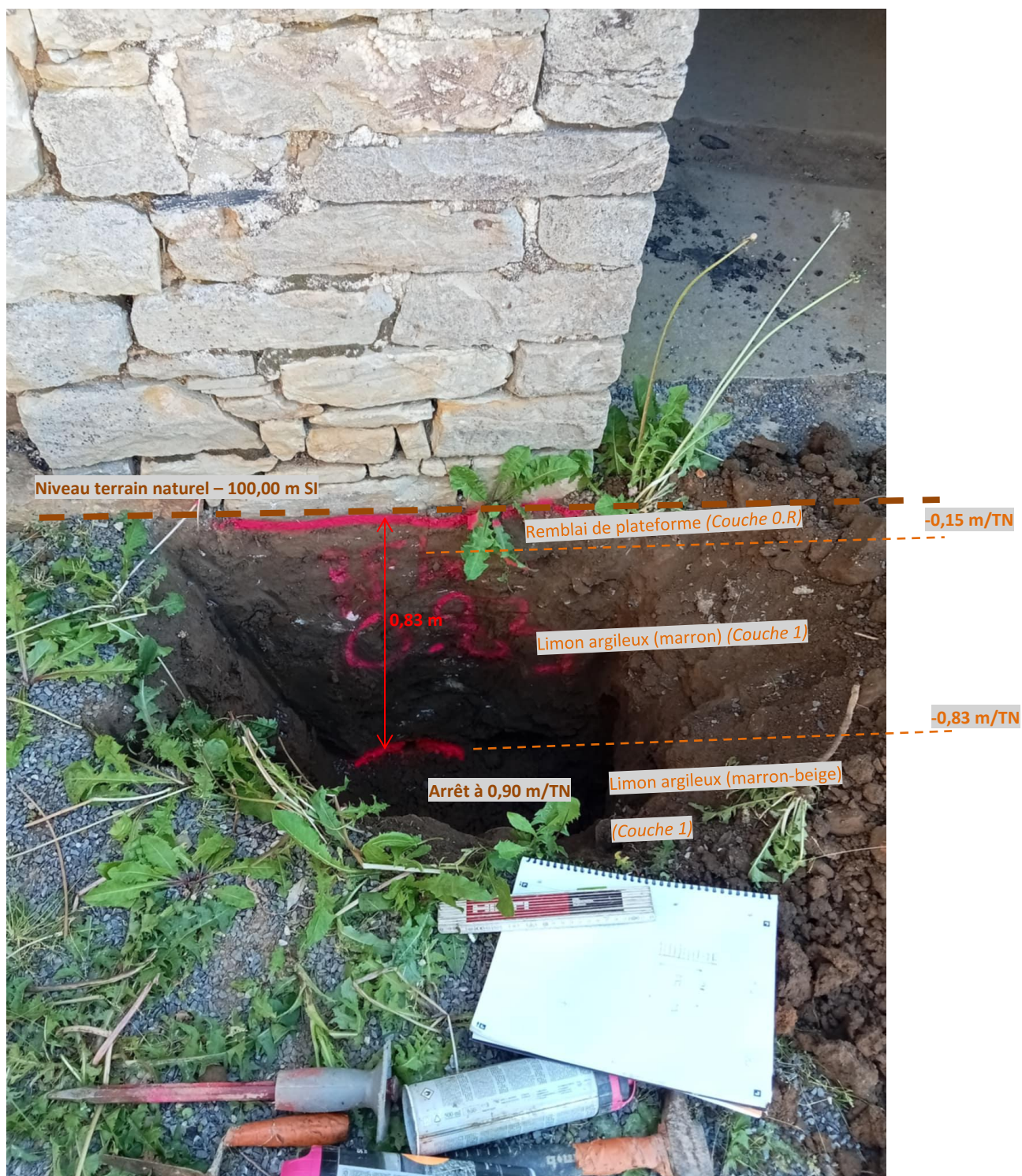
N° d'affaire ECR : 3513376

Projet : Extension de la Mairie

Mission : G2-AVP

Adresse : 6, rue des Hortensias – LALLEU (35)

Date : 29/04/2025



Annexe 4

Résultats des analyses en laboratoire



PROCES-VERBAL D'ESSAI
CLASSIFICATION D'UN SOL
NF P 11-300

Température étuve : 50°C ☐ 105°C ☒

RÉFÉRENCES

Dossier n°: 3513376
Chantier : LALLEU (35)

IDENTIFICATION DE L'ÉCHANTILLON

N° identification : 25-SOL0577
Sondage n° : RF4
Profondeur : 0,83-0,90 m
Description : Argile limoneuse à limon
argileux, avec quelques cailloutis, marron/gris

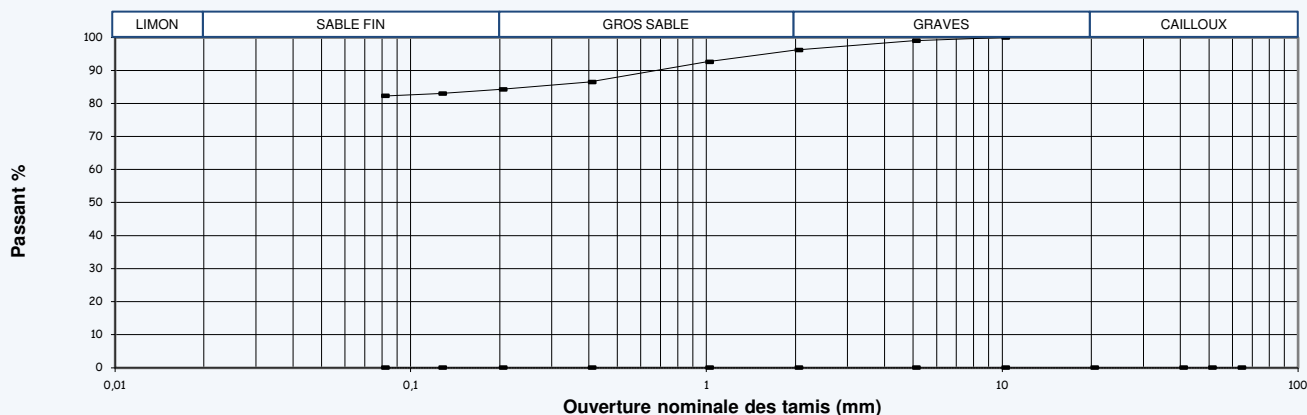
INFORMATIONS GÉNÉRALES

Date de prélèvement : 29/04/2025
Date d'analyses : 13/05/2025
Mode de prélèvement : Pelle
Mode de conservation : Sac

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE suivant NF P 94-056

Ouverture tamis (mm)	100	80	63	50	40	20	10	5	2	1	0,400	0,200	0,125	0,080
% passant sur 0/D							100,0	99,0	96,2	92,6	86,5	84,3	83,1	82,3
% passant sur 0/50mm														

Courbe granulométrique



VALEUR AU BLEU suivant NF P 94-068

VBS = g de bleu/100g sol

TENEUR EN EAU suivant NF P 94-050

W_{nat} = 19,5 %

LIMITES D'ATTERBERG
suivant NF P 94-051 et NF P 94-052-1

W_L % = 30 IP = 13
W_p % = 17 IC = 0,8

OBSERVATIONS

La responsable des essais
B. MECHAUSIER

Classe du matériau

A₂