



GÉotechnique
sciences de la terre sas

Agence SAINT BENOIT
156, avenue des Hauts de la Chaume
86280 SAINT BENOIT

Tél : 05.49.51.24.24
contact86@geotechnique-sas.com

RAPPORT D'ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION G2 PHASE PRO

Localisation

LUYNES (37)
Avenue du Clos Mignot

Projet

Extension et restructuration du centre hospitalier
Aménagement des unités UPAD et UHR

Maître d'ouvrage

Centre Hospitalier Régional et Universitaire de Tours
Direction du Patrimoine, du Biomédical et des Services Techniques
37 044 TOURS Cedex 9



REFERENCE : 2024.11.150-G2 PRO

Ind.	Date	Contenu	Rédacteur	Vérificateur	Observations
B	04/03/2025	29 pages + 6 annexes	A. DABLIN	M. LEVRON	Modification catégorie sismique de l'ouvrage
A	25/02/2025	29 pages + 6 annexes	A. DABLIN	M. LEVRON	1ère diffusion

Référentiel document : v2.1 20/06/2021

PLAN DU RAPPORT

1. PRESENTATION	3
1.1. Définition de l'opération	3
1.2. Contrat – Mission géotechnique	3
1.3. Cadre réglementaire	4
1.4. Caractéristiques du projet	4
1.5. Documents communiqués	6
1.6. Caractéristiques générales du site	6
1.7. Risques naturels	8
2. INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES (RAPPEL ETUDE G2AVP) ..	10
2.1. Implantation et nivellement.....	10
2.2. Investigations réalisées.....	10
3. SYNTHESE GEOTECHNIQUE (RAPPEL G2AVP).....	12
3.1. Stratigraphie du terrain - caractéristiques mécaniques	12
3.2. Résultats d'essais en laboratoire	13
3.3. Sensibilité au retrait-gonflement des sols argileux.....	14
3.4. Niveaux des eaux souterraines	14
3.5. Reconnaissances sur ouvrages existants et avoisinants	15
4. APPLICATIONS GEOTECHNIQUES AU PROJET	16
4.1. Modèle géotechnique retenu	16
4.2. Niveaux caractéristiques des eaux souterraines	16
4.3. Conditions sismiques.....	17
4.4. Adaptations techniques retenues	17
4.5. Remarques importantes	17
5. CONCEPTION DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES	18
5.1. Principes généraux de terrassements	18
5.2. Adaptations vis-à-vis des avoisinants et mitoyens.....	19
5.3. Niveaux-bas	20
5.4. Principes de fondations	20
5.5. Protection vis-à-vis du risque de retrait / gonflement des sols	26
5.6. Protection générale vis-à-vis du risque sismique	28
6. CONDITIONS GENERALES DE VALIDITE DU RAPPORT	29



- Annexe 1 : **Extrait de la norme NF P94-500 de novembre 2013**
- Annexe 2 : **Conditions de validité de l'étude**
- Annexe 3 : **Implantation des sondages**
- Annexe 4 : **Coupes de sondages**
- Annexe 5 : **Essais en laboratoire**
- Annexe 6 : **Notes de calculs – Fondations**

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

1. PRESENTATION

1.1. Définition de l'opération

Le Maître d'Ouvrage CHRU de Tours envisage l'extension et la restructuration de l'unité Alzheimer du Centre Hospitalier de LUYNES (37).

Les principaux intervenants du projet sont :

- Maître d'ouvrage : CHRU TOURS
- Architecte : Agence IVARS&BALLET
- BET Structure : 3iA S.A.S

1.2. Contrat – Mission géotechnique

À la demande de **CHRU de Tours (Maître d'Ouvrage)**, notre société, **GEOTECHNIQUE SAS**, a été mandatée afin de réaliser une **mission géotechnique de conception G2 phase PRO** dans la continuité de l'étude géotechnique de conception G2 phase AVP, référencée Ade2024-11-150, correspondant à la procédure n°2024-CHLUYNES-STRAV-139 en date du 26/08/2024 a été acceptée le 23/10/2024 (courrier de notification).

Conformément à notre offre et selon la norme AFNOR NF P 94-500 de novembre 2013, la présente mission consiste à :

- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser, en assurer le suivi technique et en exploiter les résultats ;
- Synthétiser les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet ;
- Établir les notes techniques donnant les choix constructifs pour les travaux suivants :
 - Terrassements,
 - Fondations du bâtiment.
- Établir les notes de calcul de dimensionnement correspondantes ;
- Préciser les conditions de terrassements associées à la réalisation du projet ;
- Donner les dispositions à suivre vis-à-vis de la nappe et des avoisinants,
- Donner un avis sur les valeurs seuils à retenir.

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

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

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

1.3. Cadre réglementaire

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

- Eurocode 7 – Calculs géotechniques
- Norme NF P94-261 – Calcul Géotechnique – Fondations superficielles (février 2017)
- Norme NF EN 1998 – Calcul des structures pour leur résistance aux séismes
- NF P 11-211 – DTU 13.11 Fondations superficielles
- Normes AFNOR en vigueur concernant les travaux de sondages et essais in-situ ou de laboratoire

1.4. Caractéristiques du projet

Les caractéristiques principales du projet dont nous disposons sont les suivantes :

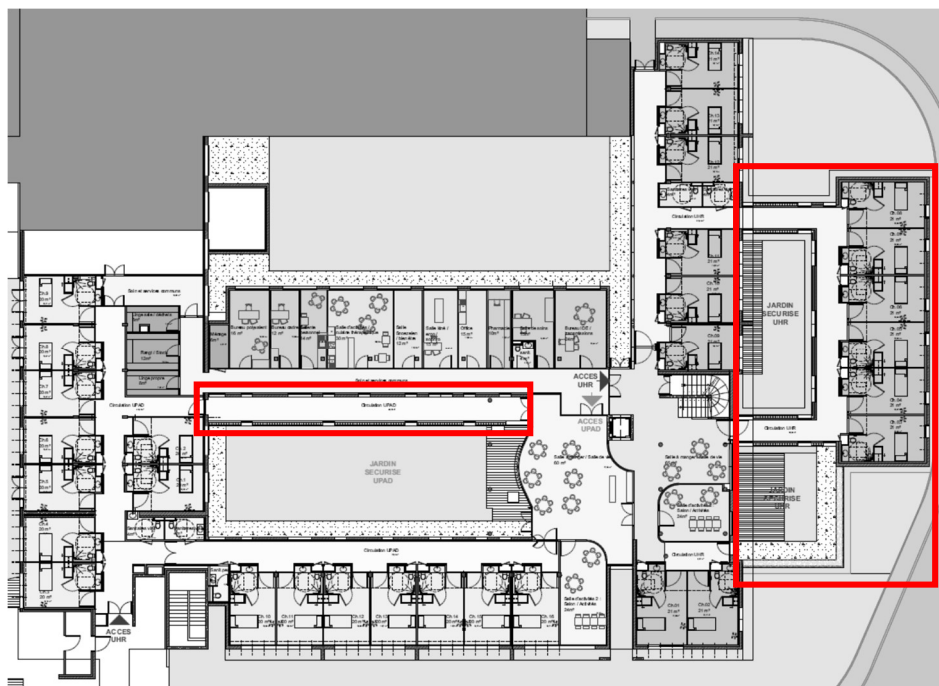
- Création d'une coursive de liaison dans le patio existant : simple RDC ;
- Création d'une extension : simple RDC ;
- Niveau bas calé à la cote du niveau bas du bâtiment actuel, soit environ +86.7 m NGF.

Au voisinage du projet, nous avons identifié les ouvrages suivants :

- Un bâtiment de type RDC (unité Alzheimer).
- Des voiries et stationnements entourant les bâtiments.

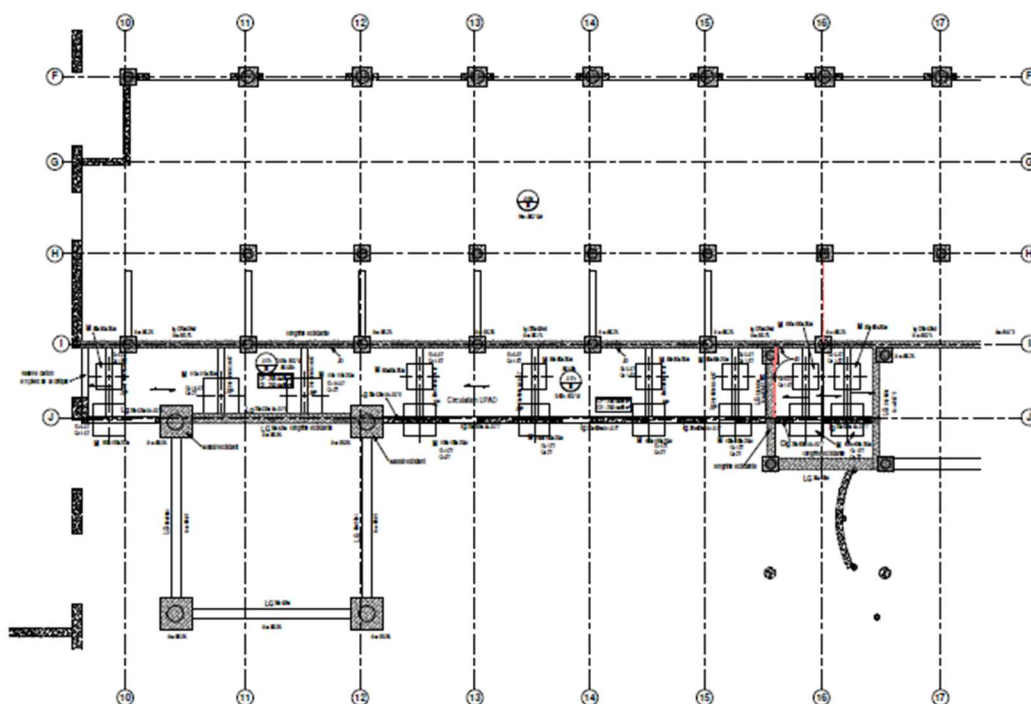
Compte tenu de la topographie du site et des caractéristiques du projet, les terrassements induits seront faibles, de l'ordre de +/- 0.5 m, et se limiteront essentiellement à l'aménagement des plateformes de chantier et de support d'ouvrages au sol.

Ci-après, un extrait du plan masse du projet et quelques coupes représentatives du projet :

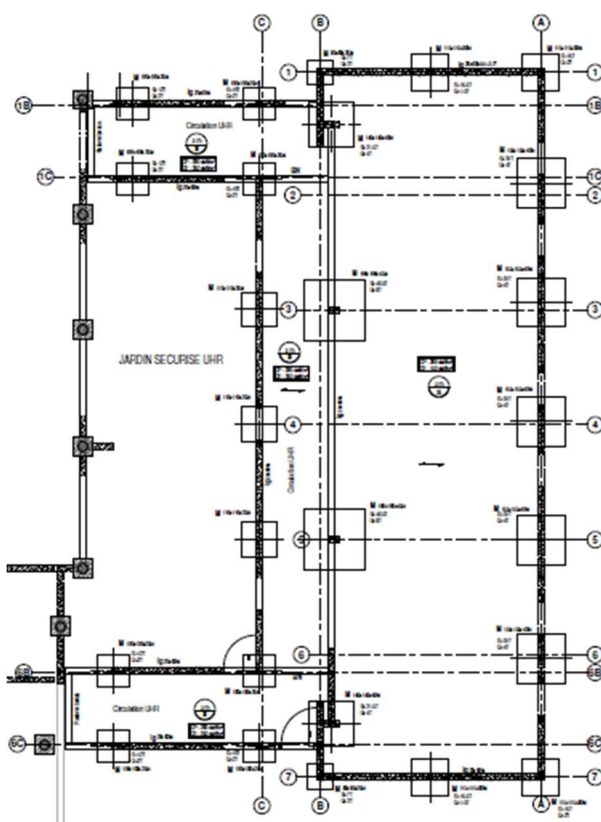


Plan RDC projet

Les descentes de charges du projet qui nous ont été transmises sont indiquées sur les plans ci-après :



Extrait plan DDC – Zone courive



Extrait plan DDC – Extension

1.5. Documents communiqués

Les documents suivants nous ont été communiqués :

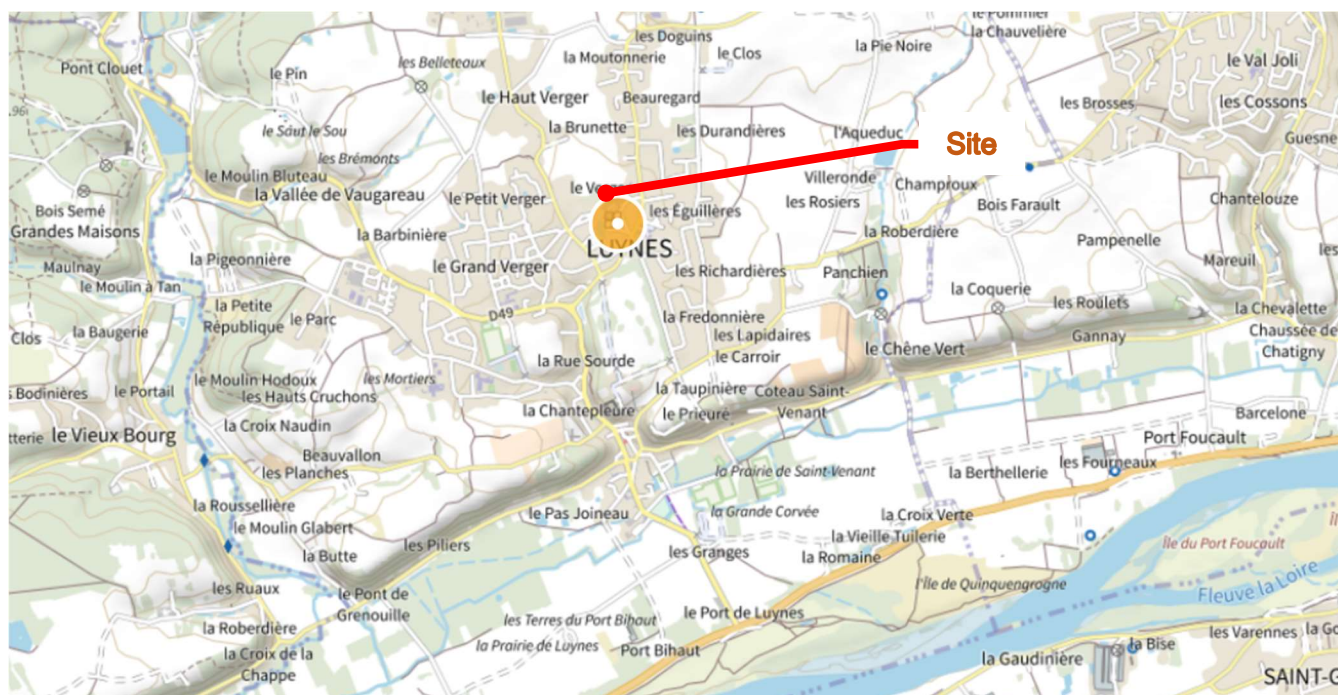
Document	Fourni par	Référence	Format	Date
Cahier des Charges pour les sondages géotechniques	CHRU de TOURS	/	PDF	07/06/2024
Rapport de sol G0+G12		CEBTP 2002/E712.2.549	PDF	29/05/2002
Plan d'implantation des pieux		Pingat-Becet Affaire 104409	PDF	17/11/2004
Plan plancher bas RDC		Pingat-Becet Affaire 104409	PDF	07/12/2004
Plan recollement VRD		COLAS Référence 714.443	PDF	22/07/2008
Plan de fondations	3iA SAS	TOU 23-544	PDF	23/01/2025

1.6. Caractéristiques générales du site

1.6.1. Localisation

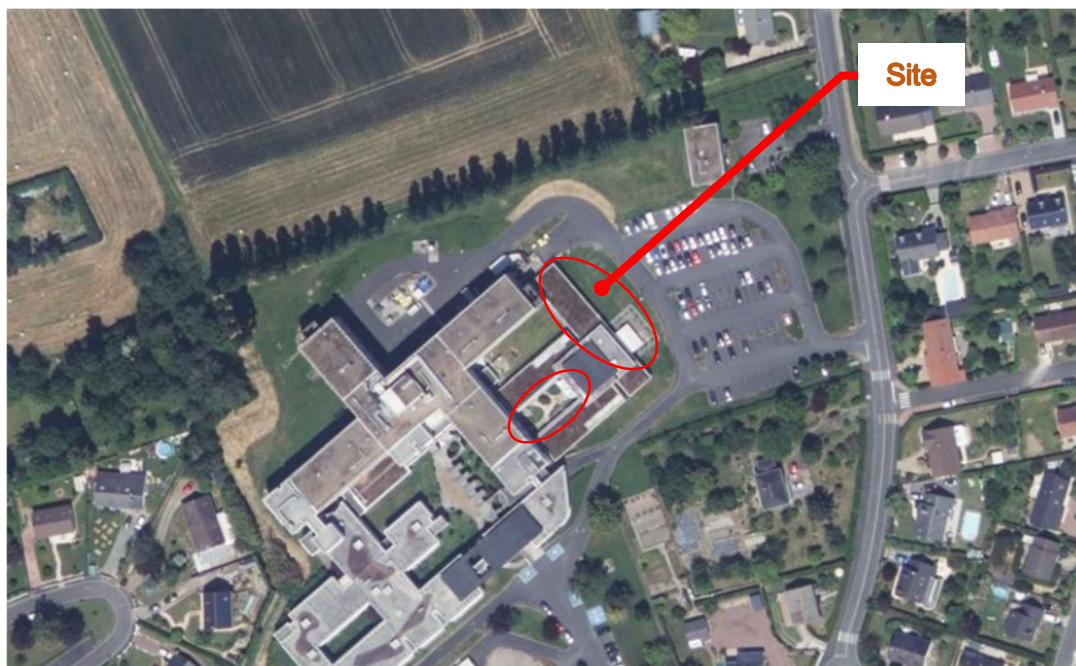
Le terrain concerné par la présente étude se situe avenue du Clos Mignot sur la commune de LUYNES (37) et correspond à la parcelle cadastrale 0204, section AX.

Ci-après, un plan de localisation de l'opération :



Source : www.géoportail.fr

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



Source : www.géoportail.fr

1.6.2. Caractéristiques de la zone d'étude

Les éléments principaux à retenir concernant la configuration du site sont les suivants :

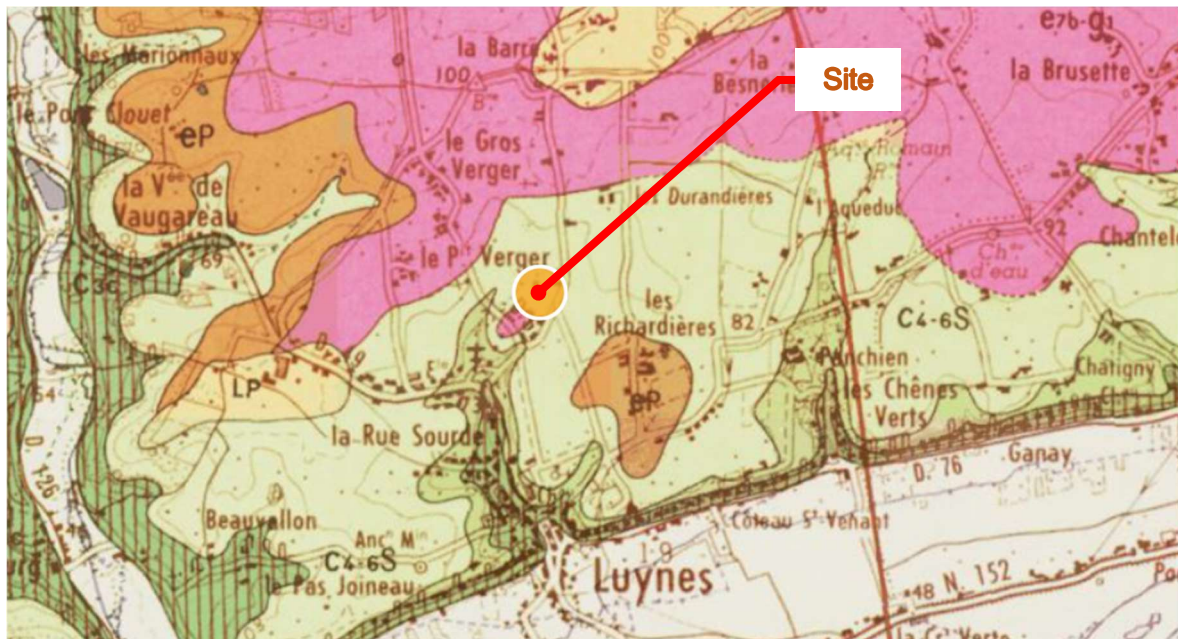
- Le terrain est occupé par les bâtiments actuels du Centre Hospitalier de Luynes,
- L'altimétrie de la parcelle est relativement plane et varie au droit de nos sondages de 86.4 à 86.9 m NGF,
- La parcelle est délimitée par :
 - L'Avenue du Clos Mignot à l'Ouest,
 - Des terrains en friche au Nord,
 - Des terrains privés bâtis à l'Est.

1.6.3. Contextes géologique & hydrogéologique

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

- Des remblais d'aménagement,
- Des formations siliceuses du Sénonien,
- Le substratum rocheux représenté par la Craie de Villedieu.

Extrait de la carte géologique au 1/50000 :



Source : www.geoportail.fr

Concernant le contexte hydrogéologique, aucun niveau d'eau caractéristique n'est à retenir. Seules des circulations d'eau ponctuelles peuvent être rencontrées.

1.7. Risques naturels

1.7.1. Risque d'inondation et de remontée de nappe

D'après les indications recueillies dans le PPRi local le site est en dehors des zones d'inondation.

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

1.7.2. Sensibilité au retrait-gonflement des argiles

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

1.7.3. Présence de cavités

Aucune cavité référencée n'est signalée dans une zone de 500 m autour du projet.

1.7.4. Mouvements des terrains

Aucun mouvement de terrain n'est signalé sur le site INFOTERRE dans une zone de 500 m autour du projet.

1.7.5. Risque sismique

Selon la réglementation parasismique applicable depuis le 1^{er} mai 2011, le projet se trouve sur une commune classée en zone de sismicité 2.

Selon la catégorie des bâtiments pour cette zone d'aléa le décret n°2010-1255 peut imposer des exigences parasismiques.

2. INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES (RAPPEL ETUDE G2AVP)

2.1. Implantation et nivellement

L'implantation des sondages et essais in situ figure sur le plan d'implantation joint en annexe 3. Elle a été définie en fonction de la configuration du projet, des emprises disponibles sur le site et de la localisation des réseaux enterrés.

Les têtes de sondages ont été nivelées en prenant comme référence un tampon EP, placé à la cote 86.20 m NGF. Son emplacement est indiqué sur le plan d'implantation des sondages.

2.2. Investigations réalisées

2.2.1. Sondages de reconnaissance

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

Type de sondage	Référence	Cote NGF	Prof.(m) / TA	Nb d'essais
Sondages pressiométriques Norme NF P 94-110 Méthode de forage : tarière hélicoïdale continue Ø 63 mm	SP1 SP2	86.7 86.7	10.0 10.0	7 7
Sondages semi-destructifs Méthode de forage : tarière hélicoïdale continue Ø 63 mm	S3	86.7	10.0	/
Fouilles de reconnaissance de fondations	RFA	86.7	1.8	/
Essais au pénétromètre dynamique lourd Norme NF EN ISO 22476-2 Méthode : DPSH-B avec un chenillard de type GEOTOOL 750	PDB4 PDB5	86.9 86.5	9.3 (refus) 9.4 (refus)	/
Sondage carotté de l'enrobé	SC6	86.4	/	/

TA : Terrain actuel au moment des investigations.

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

2.2.2. Essais en laboratoire

Les essais en laboratoire décrits dans le tableau ci-dessous ont été effectués sur les échantillons prélevés à la tarière mécanique en décembre 2024 :

<i>Type d'essai</i>	<i>Quantité</i>
Teneur en eau naturelle - NF EN ISO 17892-1	18
Valeur au bleu du sol (VBS) - NF P94-068	2

Les analyses chimiques suivantes vont être réalisées par un laboratoire d'analyses spécialisé :

<i>Critère</i>	<i>Quantité</i>
Analyse amiante de l'enrobé	1

3. SYNTHÈSE GEOTECHNIQUE (RAPPEL G2AVP)

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

- les échantillons remaniés prélevés à la tarière hélicoïdale avec une précision verticale de +/- 20 cm ;
- les valeurs pressiométriques qui permettent de définir la compacité des sols ;
- les diagrammes de résistance dynamique de pointe qui permettent d'apprécier la compacité des sols meubles jusqu'au refus éventuel avec une mesure tous les 10 cm ;
- les essais en laboratoire, notamment la valeur au bleu qui permet d'appréhender le degré d'argilosité des sols.

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

Nota : la profondeur des formations est donnée par rapport au terrain tel qu'il était au moment des investigations (décembre 2024).

3.1. Stratigraphie du terrain - caractéristiques mécaniques

➤ **R : Remblais**

Cette formation correspond aux remblais d'aménagement du site, impropres à toute construction.

- Aspect visuel : Remblais terreux et argileux,
- Epaisseur : de 0.3 m à 1.4 m.

Des variations de nature et d'épaisseur des **remblais** (R) sont à attendre dans l'emprise du projet. Le site n'étant pas complètement vierge (présence de réseaux enterrés, démolitions, ...), nous attirons l'attention des différents intervenants sur les points suivants :

- un potentiel remaniement partiel ou général du terrain en surface lors des différents aménagements successifs,
- la mise en œuvre antérieure de remblais autochtones et/ou d'apports sur des épaisseurs différentes,
- la nécessité de comparer le plan topographique originel du site à l'actuel afin d'apprécier les épaisseurs de terrain remanié.

➤ **S1 : Argile bariolées**

Cette formation correspond à des argiles bariolées à cailloutis et dont les caractéristiques mécaniques sont faibles à moyennes. Elle a été rencontrée sous les sols de couverture à partir de 0.3 m à 1.4 m de profondeur et jusqu'à 2.4 m à 3.0 m de profondeur.

- Aspect visuel : Argiles bariolées à cailloutis,
- Profondeur du toit : de 0.3 m à 1.4 m,
- Profondeur de la base : de 2.4 m à 3.0 m,
- Niveau du toit : de 85.3 m à 86.4 NGF,
- Niveau de la base : de 83.7 à 84.3 NGF,

- Caractéristiques mécaniques :
 - Pression limite : $0.5 \leq p_l^* \leq 1.6$ MPa,
 - Module pressiométrique (E_M) : $3 \leq E_M \leq 17$ MPa,
 - Résistance dynamique de pointe : $1 \leq q_d \leq 5$ MPa.

➤ **S2 : Argiles marneuses, Marne et calcaire**

Cette formation correspond au substratum plus ou moins altéré du site mis en évidence à partir de 2.4 m à 3.0 m de profondeur et jusqu'en fin des sondages (10.0 m). Les caractéristiques mécaniques de cette formation sont moyennes à bonnes.

- Aspect visuel : Argiles marneuses, Marnes et passées calcaires,
- Profondeur du toit : de 2.4 m à 3.0 m,
- Niveau du toit : de 83.7 à 84.3 NGF,
- Caractéristiques mécaniques :
 - Pression limite : $1.4 \leq p_l^* \leq 3.8$ MPa,
 - Module pressiométrique (E_M) : $10 \leq E_M \leq 56$ MPa,
 - Résistance dynamique de pointe : $3 \leq q_d > 30$ MPa (Refus).

3.2. Résultats d'essais en laboratoire

Le tableau suivant présente les résultats des essais en laboratoire :

Sondage	Prof. (m/TN)	Teneur en eau naturelle W_{nat} (%)	Valeur au bleu (g/100g)
SP1	0.5	20.4	
	1.0	28.3	8.9
	1.5	27.1	
	2.0	16.3	
	2.5	12.8	
	3.5	21.0	
	4.5	24.4	
SP2	0.5	21.6	
	1.3	19.4	
	1.8	27.0	7.5
	2.3	28.6	
	2.8	29.8	
S3	0.6	22.4	
	1.2	20.4	
	2.0	29.4	
	3.5	24.3	
RFA	1.3	26.0	
	1.5	23.8	

3.3. Sensibilité au retrait-gonflement des sols argileux

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

Le tableau ci-dessous rappelle les caractéristiques obtenues :

Sol	Valeur au bleu VBS (g/100 g)	Exposition au retrait du sol
S1	7.5 à 8.9	TRES FORTE

Il résulte que les sols en place sont très fortement sensibles au phénomène de retrait-gonflement. Il y a donc lieu de prévoir des dispositions constructives spécifiques concernant les ouvrages au sol et des précautions concernant l'aménagement général de la propriété (végétation, gestion des eaux...). Ces éléments seront présentés ultérieurement dans ce rapport.

3.4. Niveaux des eaux souterraines

Le tableau des relevés de niveaux lors des investigations (décembre 2024) est présenté ci-après :

Référence du sondage	Cote TN (m N.G.F.)	Profondeur du niveau d'eau (m)	Cote du niveau d'eau (m N.G.F.)
SP1	86.7	2.4	84.3
SP2	86.7	2.5	84.2
S3	86.7	2.5	84.2

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

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

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

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

3.5. Reconnaissances sur ouvrages existants et avoisinants

Étant donné la présence d'ouvrages mitoyens ou avoisinants au projet, des fouilles de reconnaissance des fondations ont été réalisées.

La coupe de la fouille de reconnaissance des fondations est présentée en annexe. Le tableau inséré ci-après présente les principaux résultats :

<i>Excavation</i>	<i>RFA</i>
Ouvrage concerné	Bâtiment existant ancien (Sud-Ouest) mitoyen de la coursive projetée
Soubassement	Voile béton
Type de fondation visualisée	Semelle béton
Cote du terrain actuel (m N.G.F.)	86.7
Débord extérieur (m)	0.5
Épaisseur de semelle (m)	> 0.63 (base non reconnue)
Hauteur du soubassement (m)	1.17
Profondeur d'assise (m)	> 1.8 (base non reconnue)
Cote d'assise (m N.G.F.)	< 84.9
Sol d'assise correspondant	Non reconnue
Observations	<ul style="list-style-type: none"> Présence d'un réseau électrique à 0.65 m de profondeur Base de la fondation non reconnue (sondage manuel jusqu'à 1.8 m de profondeur)

Remarques :

- En raison des emprises restreintes disponibles ces reconnaissances sont limitées. Les relevés effectués sont ponctuels et ne représentent pas la totalité des fondations existantes. Des variations de géométrie et de profondeur sont donc possibles. Des reconnaissances complémentaires pourront s'avérer nécessaires en phase EXE.
- Les ouvrages mitoyens à l'extension Est et au Nord de la coursive sont fondés sur pieux.

4. APPLICATIONS GEOTECHNIQUES AU PROJET

4.1. Modèle géotechnique retenu

Le modèle géotechnique a pour but de fixer la coupe de sols et les propriétés mécaniques caractéristiques que nous avons retenues pour chaque faciès, en vue de réaliser les calculs de prédimensionnement des ouvrages géotechniques.

Les paramètres indiqués dans le modèle sont les plus représentatifs au regard des résultats des essais effectués dans le cadre de la mission G2AVP, des hétérogénéités observées dans chaque sol et du nombre d'essais.

Les caractéristiques retenues sont données dans le tableau ci-après :

Id.	Nature du sol	Base de la couche	Résistance de pointe q_d (MPa)	Valeurs pressiométriques		
		Profondeur (m/TA)		p_l^* (MPa)	E_M (MPa)	α
R	Remblais	0.3 à 1.4	/	/	/	/
S1	Argiles bariolées	2.4 à 3.0	1 à 5	0.5	6	2/3
S2a	Argiles marneuses	5.0	5	1.0	10	2/3
S2	Marnes +/- argileuses et calcaire	Au-delà	3 à 30	1.5	20	2/3

p_l : pression limite nette / E_M : Module pressiométrique / α : Coefficient rhéologique du sol
 q_d : résistance dynamique de pointe

Notes importantes :

- La profondeur et la cote altimétrique des différentes limites de couches étant variables, elles seront considérées au cas par cas en fonction du type de structure considéré et du modèle de calcul le plus pertinent (type « modèle de terrain » ou sondage spécifique).
- Le faciès S2 a été divisé en 2 sous-horizon S2a et S2b afin de tenir compte de sa frange supérieure plus compressible.

4.2. Niveaux caractéristiques des eaux souterraines

D'après les résultats des investigations effectuées dans le cadre de la mission G2 AVP, des niveaux d'eau ont été relevés vers 2.5 m de profondeur en décembre 2024.

S'agissant de venues d'eau ponctuelles ou de circulations préférentielles de versant localisées, nous ne retenons pas de niveau de « nappe » global. Cela implique une gestion rigoureuse des arrivées d'eau pour éviter tout risque de surpressions hydrostatiques sous le bâtiment. Des dispositions spécifiques à ce sujet sont indiquées pour chaque type d'ouvrage dans la suite du rapport.

En cas de venues d'eau en phase chantier, l'entreprise devra alerter immédiatement son géotechnicien dans le cadre d'une mission de suivi géotechnique d'exécution. Il définira des dispositions spécifiques adaptées à mettre en œuvre le plus rapidement possible (captage, drainage ...).

Le géotechnicien associé à la maîtrise d'œuvre devra également être sollicité dans le cadre d'une mission de supervision géotechnique d'exécution pour validation.

4.3. Conditions sismiques

Les paramètres sismiques à prendre en compte conformément à la norme NF EN 1998 (Eurocode 8) et compte tenu des résultats des investigations effectuées dans le cadre de la mission G2 AVP sont les suivants :

- Zone sismique : 2
- Classe de sol : C
- Coefficient de sol S : 1.5
- Catégorie de bâtiment : IV (à valider par l'équipe de conception)
- Risque de liquéfaction du sol : aucune exigence n'est requise (zone sismique 2).

4.4. Adaptations techniques retenues

Compte tenu du contexte géotechnique du site, des conclusions de la mission G2 AVP et des caractéristiques techniques du projet en phase PRO, les orientations techniques qu'il convient de retenir sont les suivantes :

- La réalisation d'un mode de fondations superficielles approfondies,
- La réalisation d'un niveau-bas de type plancher porté sur vide sanitaire.

4.5. Remarques importantes

Dans le cas où les principes constructifs retenus en phase travaux diffèreraient de ceux proposés dans la présente étude, les incidences techniques devront impérativement être étudiées dans le cadre de la mission G3 et validées en G4.

5. CONCEPTION DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES

5.1. Principes généraux de terrassements

5.1.1. Travaux préparatoires

Avant tous travaux de terrassement en déblai, il conviendra de recenser la position de l'ensemble des réseaux enterrés et de veiller à leur neutralisation, à leur pontage ou à leur dévoiement.

En cas de dévoiement de réseau, nous recommandons de prévoir un relevé par un géomètre de toutes les infrastructures enterrées qui seront purgées et/ou dévoyées. Ce relevé permettra par ailleurs d'adapter le calepinage des fondations projetées ou d'anticiper les difficultés de terrassements qui pourraient être rencontrées.

Ensuite, il s'agira de procéder au décapage intégral des remblais et de la végétation y compris l'abattage des arbres et l'arrachage complet des souches puis de la terre végétale.

Le dessouchage d'arbres peut entraîner un remaniement des terrains sur des épaisseurs plus ou moins importantes.

5.1.2. Aménagement des plateformes

5.1.2.1. *Drainage du terrain*

Les sols impactés par les terrassements sont sensibles à l'eau et leur portance peut se dégrader rapidement.

Pour éviter toute stagnation d'eau et faciliter l'écoulement des eaux vers les drains, les plateformes devront être réglées en conservant des pentes latérales suffisantes ($\geq 1.5\%$).

5.1.2.2. *Réalisation des déblais*

Les terrassements en déblai dans les sols S1 et les argiles marneuses S2 pourront être réalisés à l'aide d'engins classiques de moyenne puissance. Pour éviter d'altérer les sols en place, il sera préférable d'avancer le déblaiement « en rétro ».

5.1.2.3. *Fond de forme*

En cas de portance insuffisante de la plateforme de travail après décapage et drainage du terrain (en cas de conditions météorologiques défavorables par exemple), il faudra envisager son renforcement par une des techniques suivantes :

- Un cloutage à l'aide de matériaux d'apport grossiers, type 50/150 à 100/300, à mettre en place par compactage intense et par roulement des engins de chantier,
- Une purge généralisée ou localisée et substitution avec des matériaux granulaires non sensibles à l'eau, à mettre en place par compactage.

Ces aménagements devront conduire à l'obtention d'une portance minimale EV2 de 20 à 30 MPa.

Par conséquent, une vérification de la portance de la P.S.T. est conseillée par essais à la plaque, ainsi qu'une vérification visuelle de l'absence de point dur (blocs, pointement rocheux...).

D'une manière générale, en vue de préserver la qualité des plateformes, il sera nécessaire de réaliser les travaux par temps sec.

La surveillance de l'évolution des conditions météorologiques incombe au terrassier, qui devra programmer à l'avance les mesures et dispositions conservatoires visant à protéger la qualité et la compacité de la plateforme en prévision d'événements pluvieux (arrêt anticipé du chantier, protection et fermeture du fond de fouille, conservation d'une garde protectrice de terrassement, etc...).

5.2. Adaptations vis-à-vis des avoisinants et mitoyens

Extension Nord :

Nous rappelons que la construction existante côté Ouest du projet sera directement mitoyenne au projet. Il s'agit d'une construction de type RDC fondé sur pieux.

Extension cursive au niveau du patio :

Nous rappelons que la construction existante côté Nord et Est du projet sera directement mitoyenne au projet. Il s'agit d'une construction de type RDC fondée sur pieux.

Côté Ouest du projet, il s'agit d'une construction de type RDC fondée sur semelles filantes débordantes. Le plan de fondation du projet devra privilégier un système permettant d'avoir un plancher en console en éloignant l'axe des nouvelles fondations de l'ouvrage mitoyen.

Afin de compléter ces données, il conviendrait que soit recherché dans les archives, le dossier de recollement des fondations du bâtiment actuel.

Par ailleurs, l'entreprise est invitée à procéder à des investigations complémentaires, au démarrage des travaux, qui permettront de confirmer et d'affiner les systèmes de fondation existants pour adapter ses techniques de travaux.

Toutes les précautions devront être prises par l'entreprise pour éviter tout dommage aux existants tant en phase travaux que définitive. Nous attirons l'attention sur le fait qu'une reprise partielle de la construction peut impacter sa stabilité générale.

Dans tous les cas, une vérification de la bonne exécution est nécessaire. La méthode observationnelle est pertinente (cf. EUROCODE 7 – norme NF EN 1997-1).

5.3. Niveaux-bas

Nous rappelons que, compte tenu de la présence de sols remaniés et de sols sensibles au retrait / gonflement, la réalisation d'une structure au sol de type plancher porté par les fondations est nécessaire, sur vide sanitaire.

5.4. Principes de fondations

Le contexte géotechnique du site permet la réalisation de fondations superficielles.

5.4.1. Documents de référence / Méthode de calcul

Le document de référence pour le dimensionnement des fondations superficielles est la norme NF P94-261 de l'Eurocode 7 ainsi que la norme NF EN 1998-5 de l'Eurocode 8 pour la vérification au séisme.

Le rapport D_e/B étant nettement inférieur à 5, le dimensionnement des puits dépend de la norme NF P 94-261 relative aux fondations superficielles.

La méthode de calcul consiste à vérifier que :

- Les conditions de sécurité vis-à-vis du glissement et du poinçonnement sont assurées aux ELU et aux ELS (1),
- La portance du sol est suffisante à l'ELS (2),
- Les tassements sont acceptables à l'ELS (3).

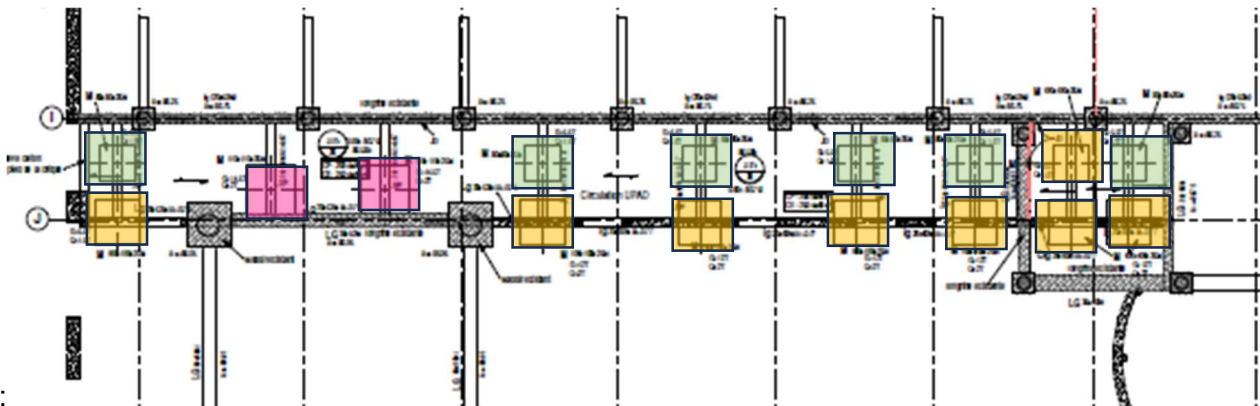
Le point (1) ne peut être vérifié en l'absence des efforts horizontaux par appui. Il appartient au BET Structure de vérifier que cette condition est assurée.

Les points (2) et (3) sont abordés dans les paragraphes suivants.

5.4.2. Plan de fondation

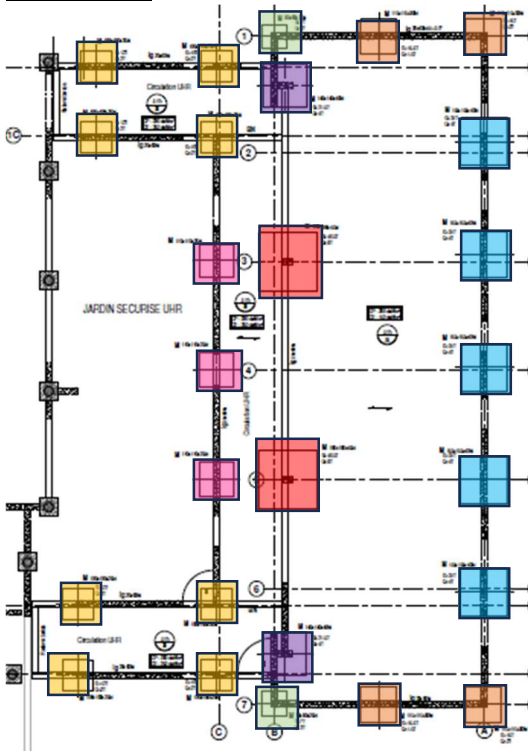
Nous rappelons ci-après les plans de fondation communiqués :

Zone courative :



Bâtiment	N°	Dimensions			G Charges permanentes (T)	Q Charges d'exploitation (T)
		L (m)	I (m)	ht (m)	Vt	Vt
Courative	1	0.8	0.8	0.25	5.5	1.6
Courative	2	1.0	1.0	0.25	12	2
Courative	3	1.1	1.1	0.25	14.5	2

Extension :



Bâtiment	N°	Dimensions			G Charges permanentes (T)	Q Charges d'exploitation (T)
		L (m)	I (m)	ht (m)	Vt	Vt
Extension	1	0.8	0.8	0.25	7	2
Extension	2	1.0	1.0	0.25	10	2
Extension	2	1.0	1.0	0.25	12	2
Extension	3	1.1	1.1	0.25	NC	NC
Extension	4	1.15	1.15	0.30	15	2
Extension	4	1.15	1.15	0.30	15.5	1.5
Extension	5	1.4	1.4	0.40	21.5	4
Extension	6	1.55	1.55	0.40	31	4
Extension	7	1.9	1.9	0.45	46.5	8

5.4.3. Descentes de charges

Sur la base des charges verticales brutes communiquées, nous calculons les combinaisons d'actions à prendre en compte dans nos calculs selon les formules suivantes :

- ELS Quasi-permanent (QP) = $G^{(1)} + 0.6 \times Q$;
- ELS Caractéristique (C*) = $G^{(1)} + Q$
- ELU Durable et Transitoire (DT) = $1.35 \times G^{(1)} + 1.5 \times Q$.

⁽¹⁾ charge permanente G transmise.

Les tableaux ci-dessous récapitulent les combinaisons d'action calculées pour les bâtiments du projet :

Bâtiment	N°	Dimensions			Vd ELS QP (kN)	Vd ELS C* (kN)	Vd ELU D&T (kN)
		L (m)	I (m)	ht (m)			
Extension	1	0.8	0.8	0.25	105	113	156
Extension	2	1.0	1.0	0.25	148	156	214
Extension	2	1.0	1.0	0.25	168	176	241
Extension	3	1.1	1.1	0.25	<i>Efforts non communiqués</i>		
Extension	4	1.15	1.15	0.30	212	220	299
Extension	4	1.15	1.15	0.30	214	220	299
Extension	5	1.4	1.4	0.40	317	333	456
Extension	6	1.55	1.55	0.40	430	446	608
Extension	7	1.9	1.9	0.45	662	694	949
Coursive	1	0.8	0.8	0.25	88	94	130
Coursive	2	1.0	1.0	0.25	168	176	241
Coursive	3	1.1	1.1	0.25	201	209	285

Ces hypothèses de charges devront être vérifiées et validées par le BET Structure.

5.4.4. Justifications de dimensionnement

5.4.4.1. Conditions d'assise des fondations

Les fondations seront ancrées dans la couche d'argiles S1 et/ou d'argiles marneuses S2.

La profondeur d'assise des fondations devra respecter simultanément toutes les conditions suivantes :

- Assurer un ancrage d'au moins 0.3 m dans la couche d'assise désignée ci-dessus et au-delà de tout remblai éventuel et/ou terrains remaniés par les travaux ou les intempéries,
- Assurer une profondeur d'assise de 2.5 m minimum à compter du niveau extérieur du terrain fini (profondeur de garde au retrait-gonflement).

La profondeur d'assise des fondations sera calculée à l'aide des coupes de sondages et sera fonction du calage altimétrique du projet et notamment du niveau inférieur et du niveau du terrain fini extérieur.

L'aménagement des plateformes compactées devra permettre d'ajuster les profondeurs d'assise des fondations en fonction des épaisseurs de déblais et de remblais.

Lors de la réalisation des fondations, il faudra vérifier la conformité du sol au niveau de chaque fond de fouille ainsi que l'ancrage dans la couche d'assise.

5.4.4.2. Contraintes admissibles

Les contraintes admissibles ont été évaluées par la méthode pressiométrique.

Compte tenu de la nature des sols d'assise des fondations et des résultats des essais effectués, les contraintes à retenir au stade projet, sont optimisées à **165 kPa** pour les justifications aux ELS et de 260 kPa pour les justifications aux ELU.

Remarque : ces valeurs sont valables dans le cas de charges verticales. Dans le cas où les charges seraient inclinées, il conviendrait d'appliquer un coefficient minorateur $i\delta$ qui tient compte de l'inclinaison de la charge, de la nature du sol et de l'encastrement requis (cf. les recommandations de la norme NF P94-261). De même, un coefficient minorateur $i\beta$ doit être appliqué à proximité d'un talus en aval de la fondation.

5.4.4.3. Capacité portante – ELS / ELU

Il faut vérifier que :

$$V_d - R_0 \leq R_{v;d}$$

Avec : V_d = charge transmise par la fondation superficielle au terrain, y compris poids propre de la semelle

R_0 = charge due au poids de sol excavé pour la réalisation des fondations $R_0 = A \cdot q_0$

Avec A = surface de la fondation

q_0 = contrainte verticale effective dans le sol au niveau de la base de la fondation

$R_{v;d}$ = résistance nette du terrain sous la fondation superficielle :
$$R_{v;d} = \frac{R_{v;k}}{\gamma_{R,v}} = \frac{A \cdot q_{net}}{\gamma_{R,d,v}} \cdot \frac{1}{\gamma_{R,v}}$$

Avec : $R_{v;k}$ = résistance caractéristique nette du terrain sous la fondation superficielle

$\gamma_{R,v}$ = facteur partiel, égal à 1,4 aux Etats Limites Ultimes et à 2,3 aux Etats Limites de Service

$\gamma_{R,d,v}$ = coefficient de modèle, égal à 1,2 pour la méthode pressiométrique

q_{net} = contrainte de rupture du sol nette $q_{net} = k_p \cdot p_{le}^* \cdot i\delta \cdot i\beta$

Avec : k_p = facteur de portance pressiométrique, fonction de la hauteur d'encastrement relative D_e , de la géométrie de la semelle et du facteur de portance k_{p0}

p_{le}^* = pression limite nette équivalente

$i\delta$ = coefficient de réduction lié à l'inclinaison du chargement, pris égal à 1 pour une charge verticale

$i\beta$ = coefficient de réduction lié à la proximité d'un talus, pris égal à 1 pour un terrain plat

Les tableaux insérés ci-après présente les résultats des vérifications effectuées :

Bâtiment	N°	Largeur (m)	Longueur (m)	Vd ELS QP (kN)	Vd ELS Caract (kN)	Rv;d ELS (kN)	Vérification ELS C*	Vd ELU D&T (kN)	Rv;d ELU (kN)	Vérification ELU
Extension	1	0.8	0.8	86	94	105.6	ok	130	166.4	ok
Extension	2	1.0	1.0	118	126	165.0	ok	173	260.0	ok
Extension	2	1.0	1.0	138	146	165.0	ok	200	260.0	ok
Extension	4	1.15	1.15	172	180	218.2	ok	246	343.9	ok
Extension	4	1.15	1.15	174	180	218.2	ok	245	343.9	ok
Extension	5	1.4	1.4	259	275	323.4	ok	377	509.6	ok
Extension	6	1.55	1.55	358	374	396.4	ok	511	624.7	ok
Extension	7	1.9	1.9	554	586	595.7	ok	803	938.6	ok
Cursive	1	0.8	0.8	69	75	105.6	ok	104	166.4	ok
Cursive	2	1.0	1.0	138	146	165.0	ok	200	260.0	ok
Cursive	3	1.1	1.1	165	173	199.7	ok	236	314.6	ok

Les fondations étudiées sont validées au regard de la portance du sol.

5.4.4.4. Tassements prévisibles - ELS

Les tassements théoriques estimés s'entendent pour une mise en œuvre des fondations selon les règles de l'Art en accord avec les prescriptions de la norme NF P94-261 (Eurocode 7).

Les calculs sont effectués par la méthode pressiométrique à l'aide du logiciel GEOFOND.

Pour les cas de charges présentés précédemment, les tassements resteront inférieurs à 8 mm sous l'ensemble des fondations.

5.4.4.5. Tenue au glissement - ELU

La tenue au glissement ne peut être vérifiée en l'absence des efforts horizontaux par appui.

En l'absence de ces éléments, il appartiendra au BET Structure de justifier de la reprise des efforts structurellement.

5.4.4.6. Excentrement et renversement – ELS/ELU

La vérification de l'excentrement et du renversement ne peuvent être réalisées en l'absence des efforts horizontaux et de moments par appui.

En l'absence de ces éléments, il appartiendra au BET Structure de justifier de la reprise des efforts horizontaux structurellement.

5.4.4.7. **Justification vis-à-vis des efforts horizontaux aux ELU Sismiques**

En l'absence d'efforts sismiques, la vérification au séisme ne peut être réalisée.

Les efforts combinés devront nous être communiqués par le BET Structure afin de pouvoir réaliser la vérification des efforts horizontaux aux ELU sismiques.

En l'absence de ces éléments, il appartiendra au BET Structure de justifier de la reprise des efforts structurellement.

5.4.4.8. **Conditions et précaution de réalisation des fondations**

L'interprétation géologique présentée dans ce rapport à partir des résultats des sondages ponctuels, correspond à la structure lithologique la plus probable du sous-sol, étant entendu que variations d'altitude ainsi que latéralement peuvent exister et découvertes au moment des travaux.

Dans la mesure du possible, nous proposons de commencer les travaux de fondation par les semelles situées à proximité de nos sondages pour permettre un étalonnage visuel du faciès du sol support.

En cas de venues d'eau ou de nappe, la réalisation des fouilles nécessitera un blindage des parois voire un dispositif de pompage pour évacuer les eaux du fond de fouille.

Dans le cas où les débits d'exhaure s'avèreraient conséquents, un rabattement de nappe pourra être nécessaire avant la réalisation des fouilles de fondations.

Dans tous les cas, les eaux de pompage seront évacuées vers un exutoire adapté.

Le dimensionnement des fondations est du ressort du BET structure. Cependant, les points suivants sont à signaler pour les semelles :

- Pour des raisons de bonne exécution, la largeur des fondations doit être supérieure à 0.45 m pour des semelles filantes et à 0.7 m pour des semelles isolées (cela permet d'assurer un enrobage correct des armatures standards).
- En cas d'attente forcée entre la fin de l'excavation et le bétonnage, un béton de propreté sera immédiatement coulé après terrassement afin d'éviter l'altération du sol de fondation.
- En cas de présence d'eau, cela pourra entraîner des sujétions de blindage des parois et de pompage pour épuisement des fouilles et/ou rabattement de la nappe lors des travaux de fondation.

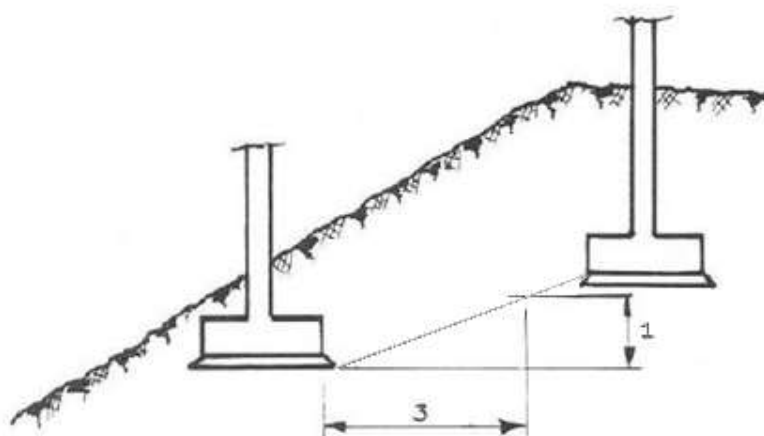
Par ailleurs, les adaptations structurelles suivantes doivent être prises en compte :

- En cas de sols compressibles présents sur une partie du terrain, des joints toute hauteur et rapprochés peuvent être envisagés en vue de réduire l'effet des tassements différentiels.
- En vue de limiter l'effet des tassements différentiels prévisibles, le soubassement de la construction devra être rigidifié.
- En cas de deux parties d'un même bâtiment, fondées de façon différente ou présentant un nombre différent de niveaux, il conviendra de s'assurer que la structure peut s'adapter aux tassements différentiels. Le recours à des joints de construction est à envisager.
- Au niveau des raccordements avec l'existant, un joint de rupture est à réaliser et doit intégrer les fondations.

En cas de sur-profondeurs du toit de la couche d'ancrage il faudra approfondir la fouille autant que nécessaire pour assurer l'ancrage dans la couche désignée comme assise des fondations. Le rattrapage pourra être réalisé avec un béton grossier.

De même, les poches molles ou remaniées qui subsisteraient en fond de fouille seront purgées et comblées par un béton grossier.

Dans les zones soumises à la réglementation sismique (Eurocode 8), des fondations établies à des niveaux différents et à proximité de talus doivent respecter une règle des 3 de base pour 1 de hauteur entre arêtes de fondations et/ou pied de talus.



A noter que l'exécution des fondations doit également respecter les prescriptions du DTU 13-11 en date de septembre 2019.

5.5. Protection vis-à-vis du risque de retrait / gonflement des sols

Au droit du projet, nous rappelons que les sols argileux superficiels présentent une sensibilité forte au risque de retrait / gonflement des sols.

Les variations de teneur en eau peuvent donc provoquer des phénomènes de tassement par retrait et éventuellement (plus rarement) des phénomènes de (re)gonflement en période humide. Ces changements volumiques peuvent être préjudiciables aux bâtiments qui sont fondés superficiellement avec un ancrage insuffisant. Les bâtiments qui sont implantés dans une pente avec un niveau enterré à l'amont et de plain-pied ou en remblai à l'aval sont particulièrement exposés.

Nota : les profondeurs de sensibilité des argiles peuvent varier au fil du temps en fonction de l'amplitude des périodes de sécheresse.

En complément des conditions retenues pour l'ancrage des fondations et pour les niveaux-bas, les recommandations générales suivantes doivent également être prises en compte.

5.5.1. Recommandations structurelles complémentaires

Les parties de construction dont les niveaux-bas sont légèrement décalés en altitude devront être désolidarisées au moyen d'un joint de rupture sur toute la hauteur de la construction (semelles comprises).

Afin d'améliorer la résistance de la structure aux mouvements différentiels, les murs porteurs et planchers seront liaisonnés par des chaînages horizontaux et verticaux. Ces chaînages seront fermés au niveau de chaque plancher ainsi qu'au couronnement des murs. On devra s'assurer de la continuité et du recouvrement des armatures de chaînage concourants en un même nœud.

D'autre part, un renforcement structurel complémentaire (semelle en béton armé en T renversé, soubassement liaisonné, etc...) peut être adopté pour diminuer les profondeurs d'ancrage des fondations. Il doit, en principe, être défini par un Bureau d'Etude spécialisé.

5.5.2. Recommandations vis-à-vis d'un niveau-bas sur plancher porté

Le niveau bas devra être conçu sur vide sanitaire avec utilisation éventuelle d'un coffrage provisoire biodégradable en sous-face.

5.5.3. Recommandations vis-à-vis des réseaux enterrés

L'étanchéité des canalisations (compris pluviales) devra strictement être vérifiées et l'on procédera à la mise en œuvre de joints souples aux raccordements pour encaisser les déformations liées au sol.

Le captage des eaux superficielles ou le positionnement des drains selon le DTU 20.1 devra se faire à une distance minimale de 2 m de la construction de manière à ne pas aggraver la dessiccation des sols à cet endroit en période sèche. Le rejet des eaux pluviales devra se faire à une distance suffisante de la construction.

5.5.4. Recommandations vis-à-vis de l'environnement proche

Les ouvrages extérieurs susceptibles d'impacter l'humidité du terrain : drains, puits de pompage, système d'infiltration ou similaires, doivent être implantés le plus loin possible de fondations,

La plantation d'arbres devra se faire à une distance de la construction d'au moins 1,5 fois la hauteur présumée de l'arbre adulte.

Toutes ces dispositions devront être appréhendées et contrôlées par le bureau de contrôle ou par le géotechnicien, dans le cadre d'une mission G4 selon la NF P94-500. Ceci permettra de s'assurer de la bonne exécution de nos recommandations.

5.6. Protection générale vis-à-vis du risque sismique

Afin de se conformer aux prescriptions de l'Eurocode 8, les dispositions générales à respecter en zone sismique supérieure à 1 sont les suivantes :

- Système de fondation homogène sous un même corps de bâtiment, à moins de délimiter des blocs par joints parasismiques.
- Encastrer fortement les fondations dans les sols meubles et veiller à ce que l'assise des fondations soit horizontale.
- Encastrer toutes les fondations dans une même couche géologique en cas de stratification.
- Rigidifier la structure d'assise des ouvrages (à définir par le BET Structure).

6. CONDITIONS GENERALES DE VALIDITE DU RAPPORT

Le présent rapport a été établi en fonction des données transmises. Il conclut la mission G2 phase PRO qui nous a été confiée par le CHRU de Tours.

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

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

Rédacteur
A. DABLIN
Chargée d'affaire

Vérificateur
M. LEVRON
Chargée d'affaire

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

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

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

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

Phase Étude de Site (ES)

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

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

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

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

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

Phase Avant-projet (AVP)

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

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

Phase Projet (PRO)

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

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

Phase DCE / ACT

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

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

ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et 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).

Annexe 2 : Conditions de validité de l'étude

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

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

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

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

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

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

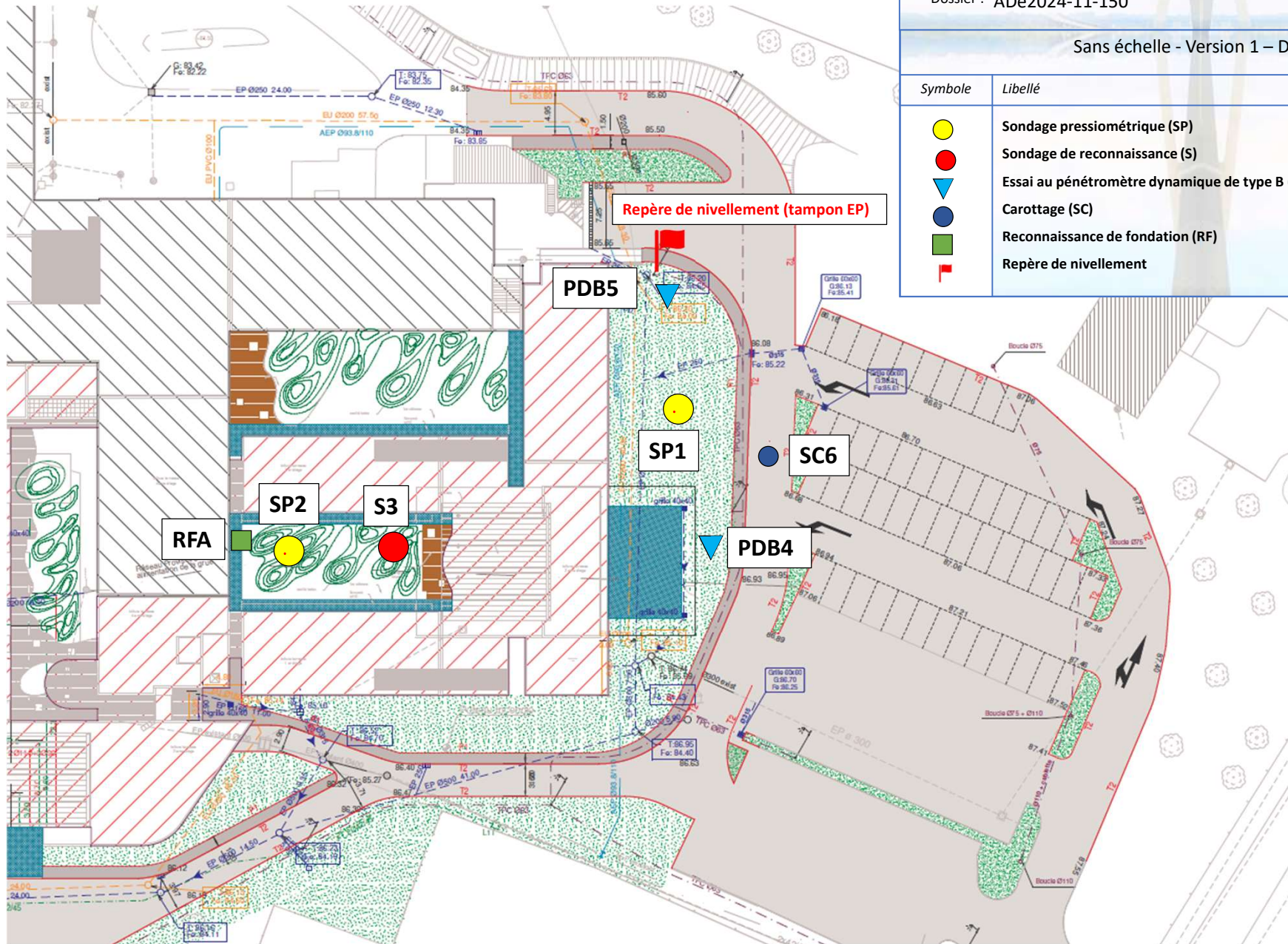


Annexe 3 : Implantation des sondages

Ville : **LUYNES – 37**
Avenue du Clos Mignot
Dossier : ADe2024-11-150

Sans échelle - Version 1 – Date : 05/12/2024

Symbole	Libellé
	Sondage pressiométrique (SP)
	Sondage de reconnaissance (S)
	Essai au pénétromètre dynamique de type B (PDB)
	Carottage (SC)
	Reconnaissance de fondation (RF)
	Repère de nivellement





Annexe 4 : Coupes de sondages



Opération : **Extension et restructuration du Centre Hospitalier**
28 avenue du Clos Mignot

Client : **CHRU TOURS**

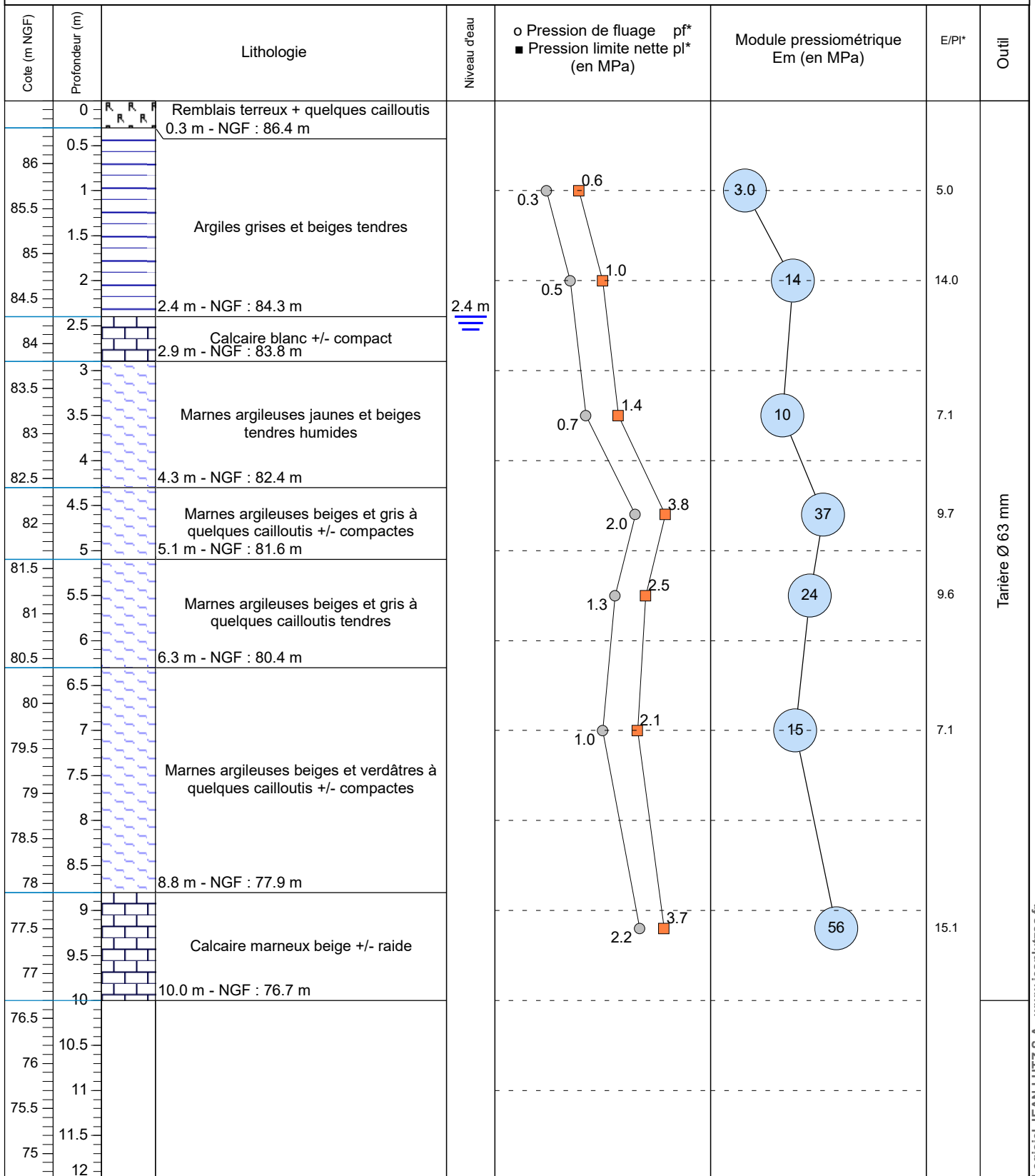
Dossier : **ADe2024-11-150**

Echelle : **1/60**

Profondeur atteinte : **10.0 m**

Cote altimétrique : **86.7 NGF**

Date du sondage : **04/12/2024**



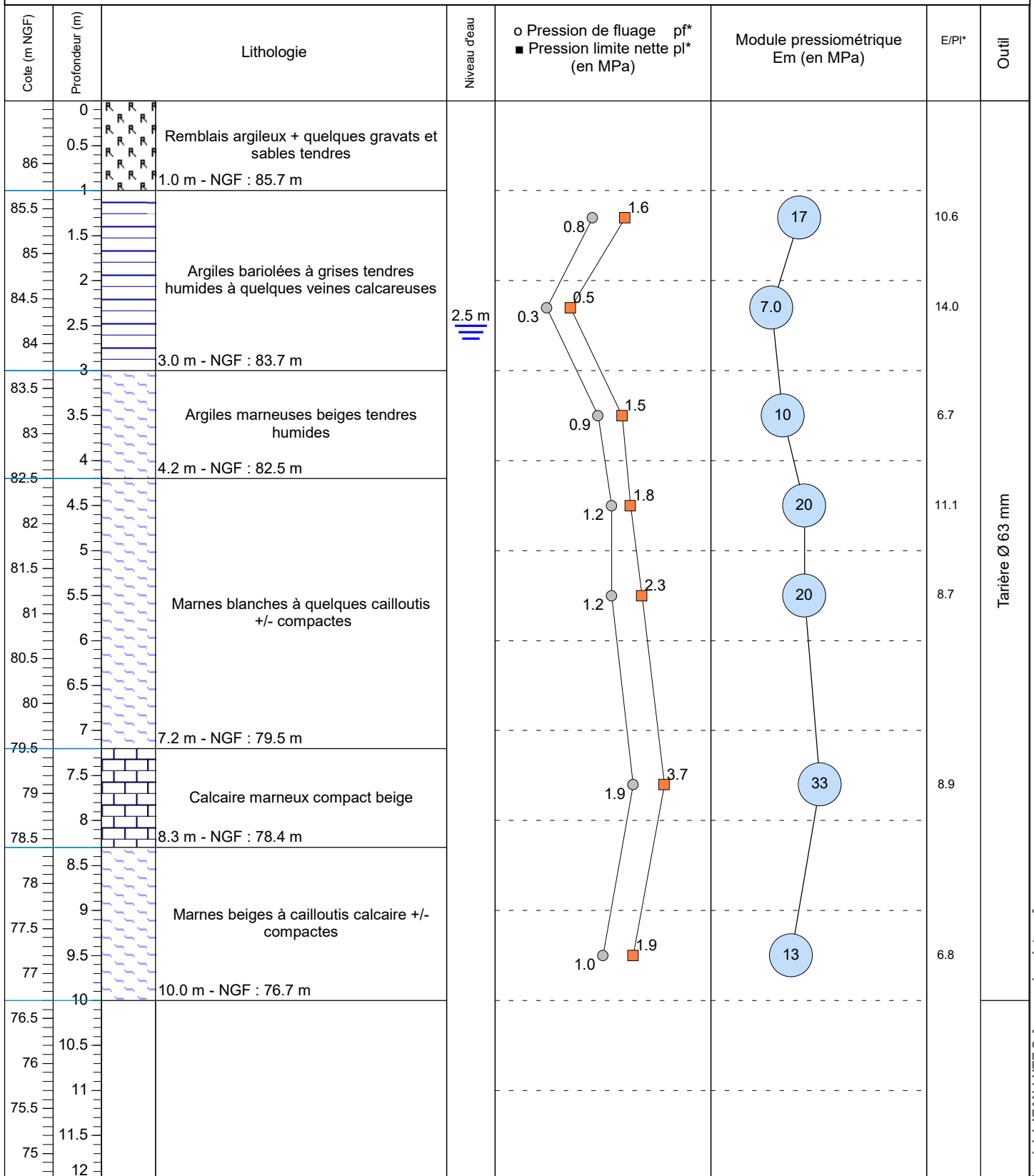
Observation :



Opération : **Extension et restructuration du Centre Hospitalier**
28 avenue du Clos Mignot

Client : **CHRU TOURS**
Dossier : **ADe2024-11-150**
Echelle : **1/60**
Profondeur atteinte : **10.0 m**

Cote altimétrique : **86.7 NGF**
Date du sondage : **05/12/2024**



Observation :

EXGTE 3.23



Opération : **Extension et restructuration du Centre Hospitalier**
28 avenue du Clos Mignot

Client : **CHRU TOURS**

Dossier : **ADe2024-11-150**

Echelle : **1/60**

Profondeur atteinte : **10.0 m**

Cote altimétrique : **86.7 NGF**

Date du sondage : **05/12/2024**

Cote (m NGF)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau	o Pression de fluage pf* ■ Pression limite nette pl* (en MPa)	Module pressiométrique Em (en MPa)	E/Pl*	Outil
	0	Remblais terreux tendres 0.5 m - NGF : 86.2 m					
86	0.5						
85.5	1	Remblais argileux bariolés tendres 1.4 m - NGF : 85.3 m					
85	1.5						
84.5	2	Argiles bariolées à grises tendres humides à quelques cailloutis calcaire	2.5 m				
84	2.5						
83.5	3	3.0 m - NGF : 83.7 m					
83	3.5	Argiles marneuses beiges tendres à +/- compactes humides					
82.5	4	4.3 m - NGF : 82.4 m					
82	4.5						
81.5	5						
81	5.5	Marnes blanches à quelques cailloutis +/- compactes					
80.5	6						
80	6.5						
79.5	7	7.3 m - NGF : 79.4 m					
79	7.5						
78.5	8	Calcaire marneux compact beige					
78	8.5						
77.5	9	9.0 m - NGF : 77.7 m					
77	9.5	Marnes beiges à cailloutis calcaire +/- compactes					
76.5	10	10.0 m - NGF : 76.7 m					
76	10.5						
75.5	11						
75	11.5						
	12						

Tarière Ø 63 mm

Observation :

SONDAGE AU PENETROMETRE DYNAMIQUE : PDB4

Lieu : LUYNES (37)
Adresse : Avenue du Clos Mignot
Projet : Extension CHU

Cote : 86.90 NGF

Profondeur atteinte (m) : 9.30

Date : déc.-24

Prof eau (m) :

Dossier n° : ADe2024-11-150

Résistance de pointe Rd (MPa)

Référence
Machine : Geotool
Norme : NF P 94-115
Type : TYPE B

Caractéristiques du pénétrmètre

Hauteur de chute (m) : 0.75

Masse du mouton (kg) : 63.5

Masse de l'enclume
+ guide (kg) : 18

Masse d'une tige (kg) : 6

Masse de la pointe
perdue (kg) : 0.62

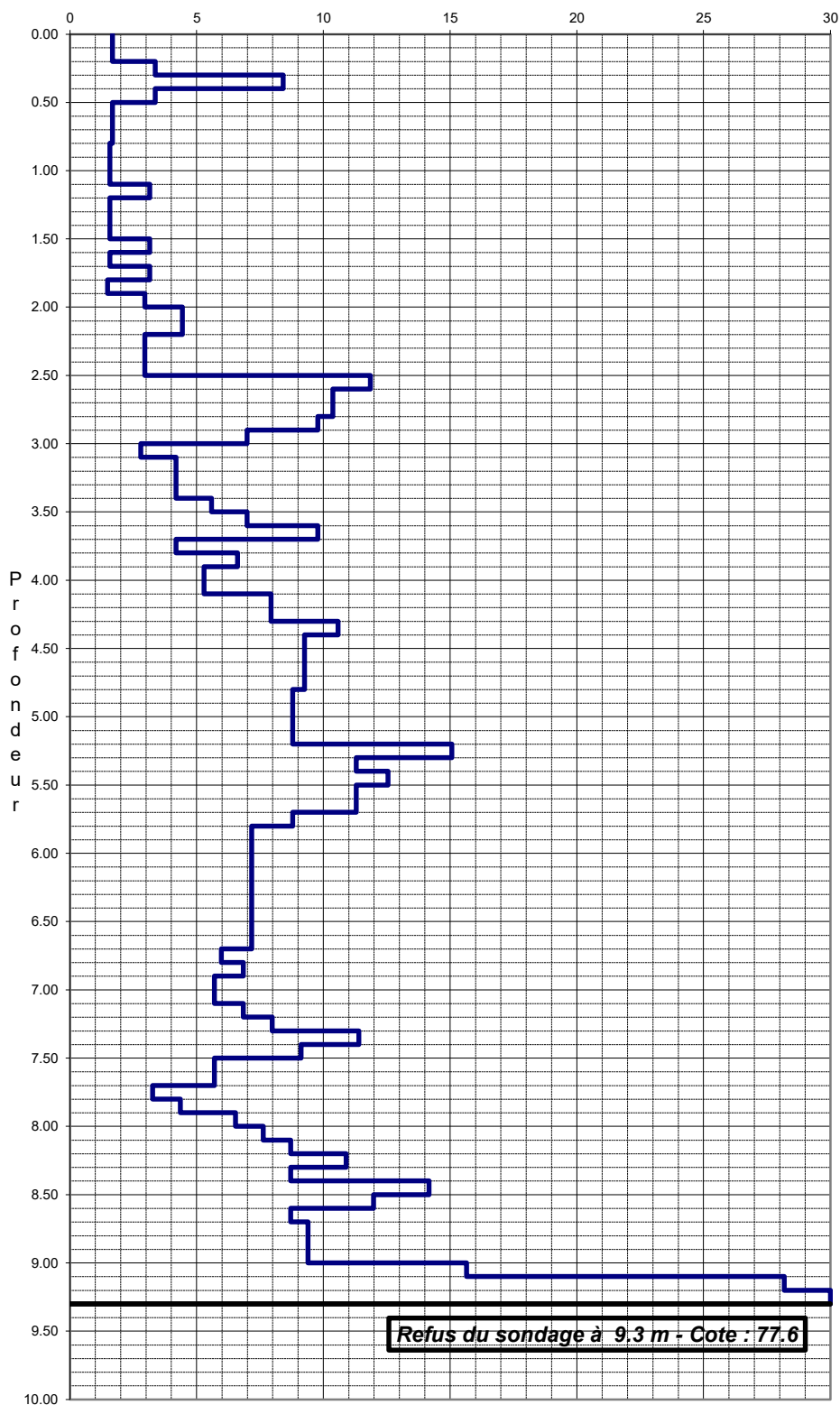
Section de la pointe (cm²) : 20

Commentaires :

Rd minimum (MPa) : 1.50

Rd maximum (Mpa) : 52

Echelle : 1/50 ème



SONDAGE AU PENETROMETRE DYNAMIQUE : PDB5

 Lieu : LUYNES (37)
 Adresse : Avenue du Clos Mignot
 Projet : Extension CHU

Cote : 86.50 NGF

Profondeur atteinte (m) : 9.40

Date : déc.-24

Prof eau (m) :

Dossier n° : ADe2024-11-150

Résistance de pointe Rd (MPa)

Référence
Machine : Geotool
Norme : NF P 94-115
Type : TYPE B

Caractéristiques du pénétrmètre

Hauteur de chute (m) : 0.75

Masse du mouton (kg) : 63.5

 Masse de l'enclume
 + guide (kg) : 18

Masse d'une tige (kg) : 6

 Masse de la pointe
 perdue (kg) : 0.62

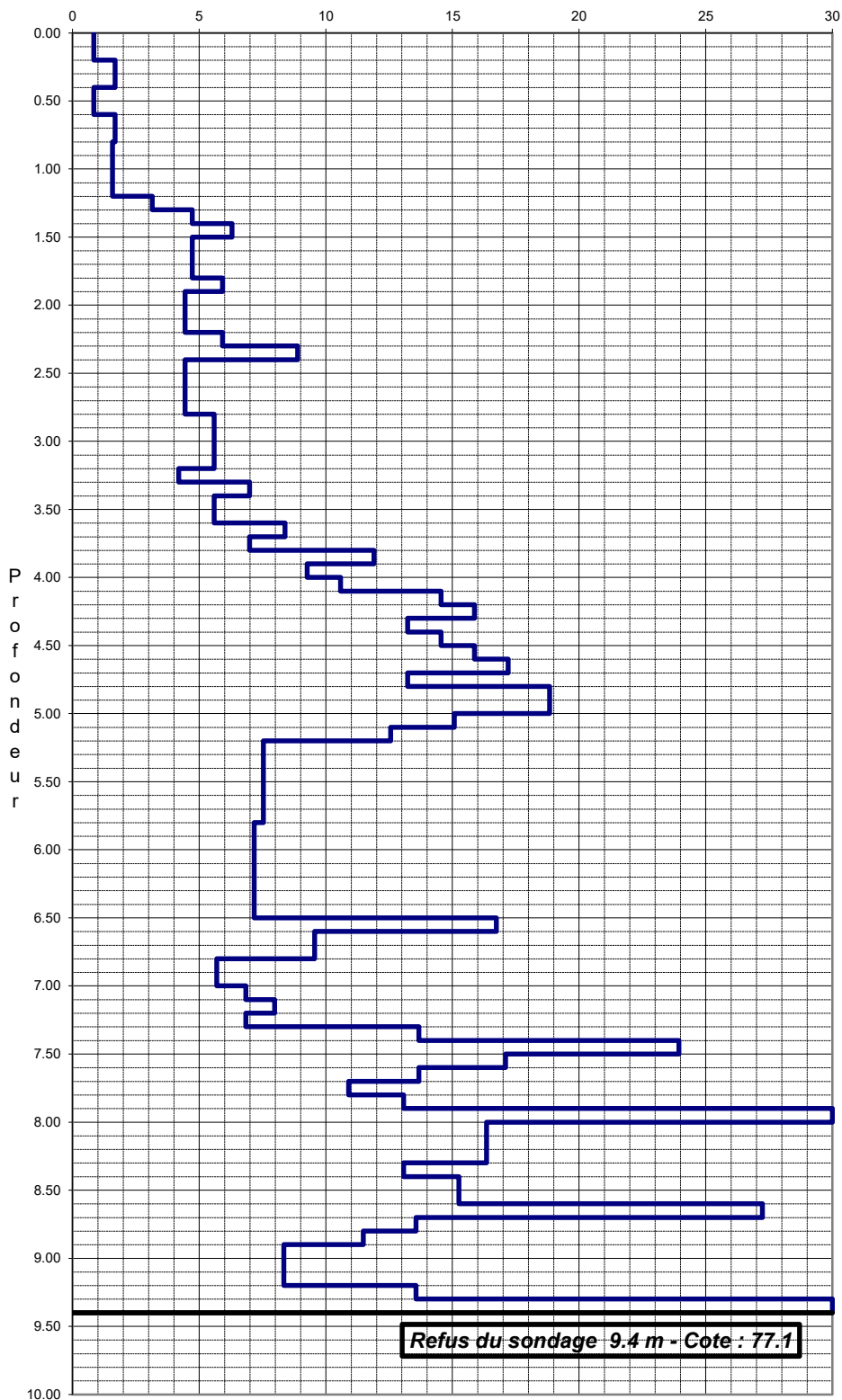
Section de la pointe (cm²) : 20

Commentaires :

Rd minimum (MPa) : 0.90

Rd maximum (Mpa) : 52

Echelle : 1/50 ème





LUYNES (37)

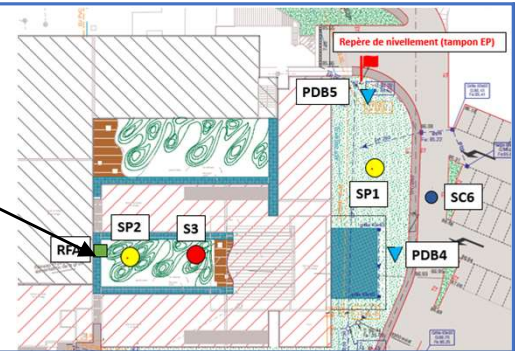
Réhabilitation et extension
d'un bâtiment du centre hospitalier

ADe2024-11-150

Reconnaissance
de Fondation

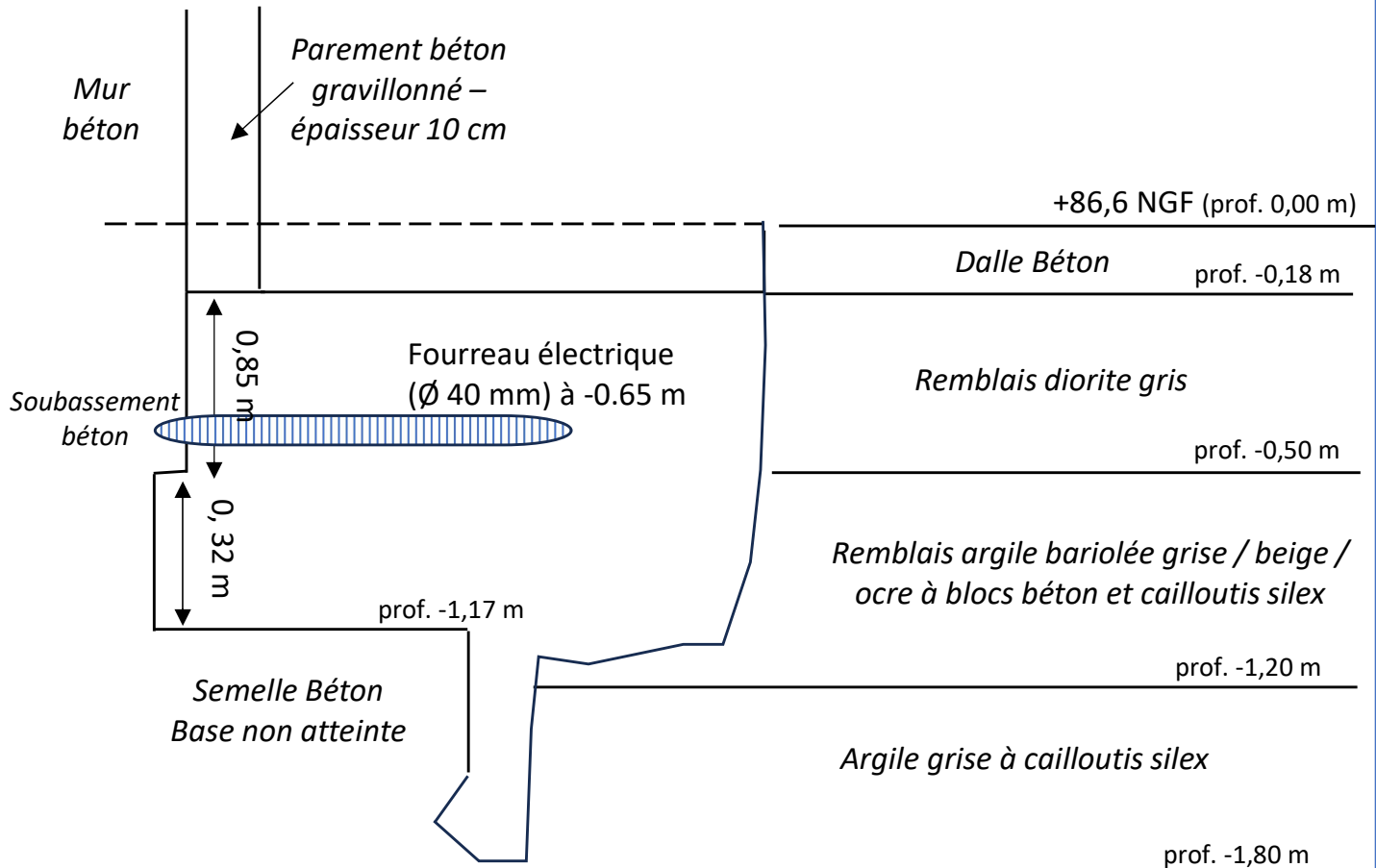
RFA

RFA



Extrait plan de localisation des sondages

Coupe RFA



Photographies RFA



Remarques :

- Arrêt de la fouille à 1,80 m de profondeur environ.
- Base de la semelle béton non reconnue.



Annexe 5 : Essais en laboratoire

WESSLING France, 40 rue du Ruisseau, 38070 Saint-Quentin-Fallavier Cedex

VINIRE - S2E

Monsieur Sébastien PISSARD

156 avenue des hauts de la chaume

86280 SAINT BENOIT

N° rapport d'essai ULY25-001779-1

N° commande ULY-00638-25

Interlocuteur (interne) L. Ribes

Téléphone +33 474 990 558

Courrier électronique leana.ribes@wessling.fr

Date 16.01.2025

Rapport d'essai

ADE2024-11-150 LUYNES



Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis à l'essai et tels qu'ils ont été reçus.

Les paramètres couverts par l'accréditation EN ISO/CEI 17025 sont marqués d'un (A) et leurs résultats sont accrédités sauf avis contraire en remarque.

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.

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.



Le 16.01.2025

N° d'échantillon

25-003158-01

Désignation d'échantillon

Unité

SC

Description de l'échantillon

Analyse d'amiante (détection et identification) - Arrêté du 1er octobre 2019 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Matrice		Agrégat d'enrobés			
Apparence		Matériaux bitumineux dur			
Couleur		noir			

Couche analysée 1

Analyse d'amiante (détection et identification) - Arrêté du 1er octobre 2019 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Apparence		Matériaux bitumineux dur hors granulats			
-----------	--	---	--	--	--

Couche analysée 1 - META

Analyse d'amiante (détection et identification) - Arrêté du 1er octobre 2019 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Analyste		Y. Bako			
Nombre de préparations		1			
Nombre de lames ou grilles		2			
Détection d'amiante		amiante non détecté (A)			

Couche analysée 2

Analyse d'amiante (détection et identification) - Arrêté du 1er octobre 2019 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Apparence		Granulats			
-----------	--	-----------	--	--	--

Couche analysée 2 - MOLP

Analyse d'amiante (détection et identification) - Arrêté du 1er octobre 2019 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Analyste		C. Barioz			
Nombre de préparations		3			
Nombre de lames ou grilles		3			
Détection d'amiante		Non concluant (A)			

Couche analysée 2 - META

Analyse d'amiante (détection et identification) - Arrêté du 1er octobre 2019 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Analyste		Y. Bako			
Nombre de préparations		3			
Nombre de lames ou grilles		6			
Détection d'amiante		amiante non détecté (A)			

Informations sur les échantillons

Date de réception :	13.01.2025				
Type d'échantillon :	Agrégat d'enrobé				
Date de prélèvement :	05.12.2024				
Heure de prélèvement :	09:00				
Récipient :	2 tubes PE DE				
Température à réception (C°) :	12.7				
Début des analyses :	13.01.2025				
Fin des analyses :	16.01.2025				
Préleveur :	FOREUR				



Le 16.01.2025

Informations sur vos résultats d'analyses :

Recherche d'amiante réglementaire réalisée selon l'arrêté du 1er octobre 2019, relatif aux modalités de réalisation des analyses de matériaux et produits susceptibles de contenir de l'amiante, aux conditions de compétences du personnel et d'accréditation des organismes procédant à ces analyses.

Nos résultats d'essai se limitent aux 6 fibres d'amiante réglementaires dont le rapport longueur sur largeur est supérieur à 3 et la longueur est supérieure à 0.5 µm : Crocidolite, amosite, anthophyllite-amiante, actinolite-amiante, trémolite-amiante et chrysotile.

Méthode de préparation selon notre méthode interne "PRÉPARATION AMIANTE" :

La préparation est faite sur chaque couche dissociable et une prise d'essai est effectuée de façon à être représentative de l'échantillon. Chaque prise d'essai est soumise à une calcination suivie d'une attaque acide et d'un broyage manuel. Une filtration est effectuée pour éliminer l'acide avant de récupérer les particules sur les grilles de microscopie par la technique de "dépôt goutte".

Recherche d'amiante au Microscope Optique à Lumière Polarisée : couche analysée-MOLP :

L'analyse est réalisée selon le Guide HSG 248 (appendice2) et la norme NF ISO 22262-1 (parties utiles).

L'observation visuelle et sous stéréomicroscope permet de décrire l'échantillon.

En cas d'analyse MOLP d'une couche non fibreuse, un résultat négatif doit obligatoirement être confirmé par une analyse en META, sauf si la nature de la couche permet une recherche de fibres optiquement observables.

Un résultat "Non concluant" en MOLP doit être confirmé par une analyse en META.

Si un résultat au MOLP est "Amiante non détectée" : Aucune fibre d'amiante n'a été détectée, l'échantillon objet de l'essai peut éventuellement renfermer une teneur en fibre d'amiante optiquement observables inférieure à la limite de détection. Pour être optiquement observable, une fibre doit avoir une largeur supérieure à 0,2 µm.

La limite de détection (LD) garantie en fibres d'amiante réglementaire est de 0.1% massique, selon un intervalle de confiance de 95%.

Recherche d'amiante au Microscope Électronique à Transmission Analytique: couche analysée- META :

L'échantillon est préparé selon notre "méthode interne de PRÉPARATION AMIANTE" puis analysé en META selon la norme NF X43-050. Pour les matériaux et produits manufacturés susceptibles de contenir de l'amiante naturellement, l'analyse au META peut s'appuyer sur les principes pétrographiques et de classification de l'IMA.

Au moins une préparation META est réalisée par couche dissociable.

Si un résultat au META est "Amiante non détectée" : Aucune fibre d'amiante n'a été détectée, l'échantillon objet de l'essai peut éventuellement renfermer une teneur en fibre d'amiante inférieure à la limite de détection.

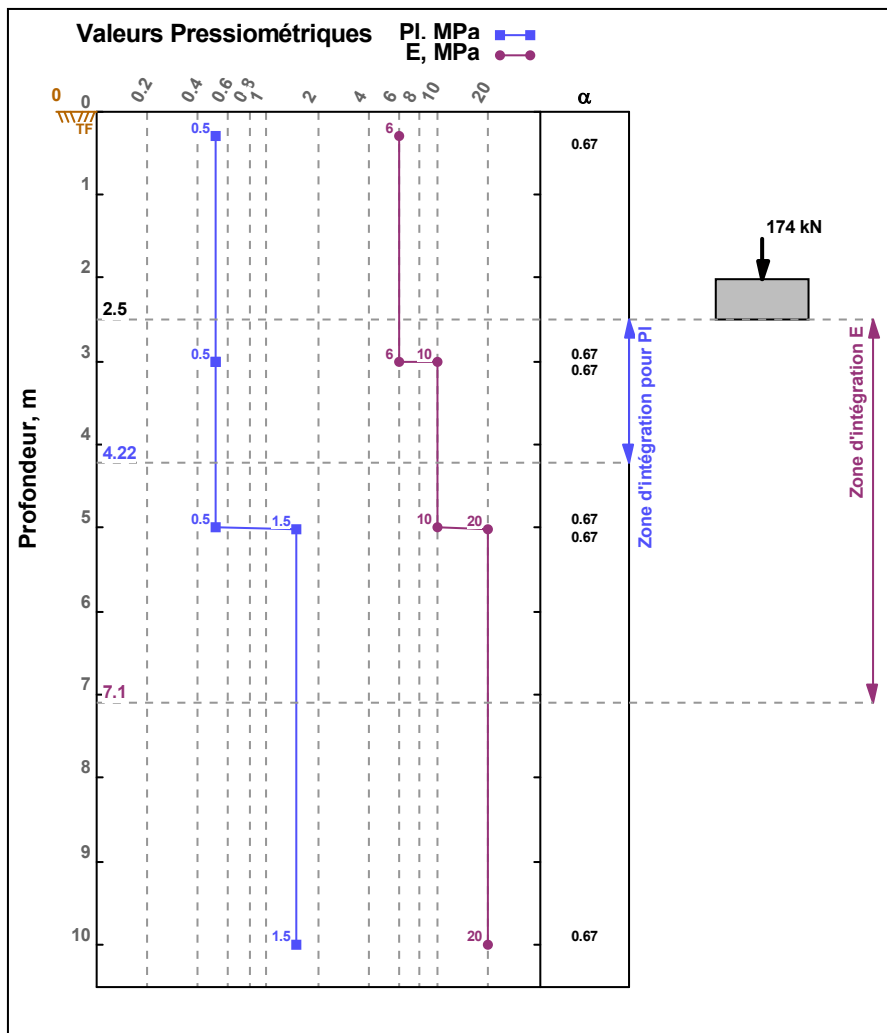
La limite de détection (LD) garantie en fibres d'amiante réglementaire est de 0.1% massique, selon un intervalle de confiance de 95%.

Le 16.01.2025

Approuvé par :
Robin T'JAMPENS
Responsable Pôle Déchet / Directeur de site adjoint



Annexe 6 : Notes de calculs – Fondations



Fondation : Semelle carrée

Côté : 1.15 m

Aire : 1.32 m²

Encastrement : 2.5 m

Base de la fondation : 2.5 m

Paramètres des sols

Type de sol sous la fondation :

Argiles et limons

Poids des terres au-dessus de la fondation :

après travaux = 0 kN/m³

avant travaux = 0 kN/m³

Contrainte verticale finale q'_0 : 0 kPa (calculée)

Contrainte verticale initiale σ'_{v0} : 0 kPa (calculée)

$\alpha = 0.67$ (fixé)

Cohésion sous la fondation : 10 kPa

Angle de frottement sous la fondation : 20 °

Module de Young sous la fondation : 9 MPa

Coefficient de poisson sous la fondation : 0.33

Fichier : Calculs fond sup 1.15 m



GEOFOND© V1.4.4 du 15/01/2025 développé par GEOS

site web : <http://www.geos.fr> e-mail : logiciels@geos.fr

GEOS Ingénieurs Conseils, 18 Rue des 2 gares

92500 Rueil-Malmaison

Tél : + 33 (0)1 49 04 68 10

Données :

N°	Etat-limite	F (kN)	δ (°)	e_B (m)	e_L (m)	V_d (kN)	H_d (kN)	M_x (kN.m)	M_y (kN.m)	$\sigma_{V,d}$ (kPa)
1	ELS Q.P.	174	0	0	0	174	0	0	0	131.6
2	ELS cara.	180	0	0	0	180	0	0	0	136.1
3	ELU dur. trans.	246	0	0	0	246	0	0	0	186

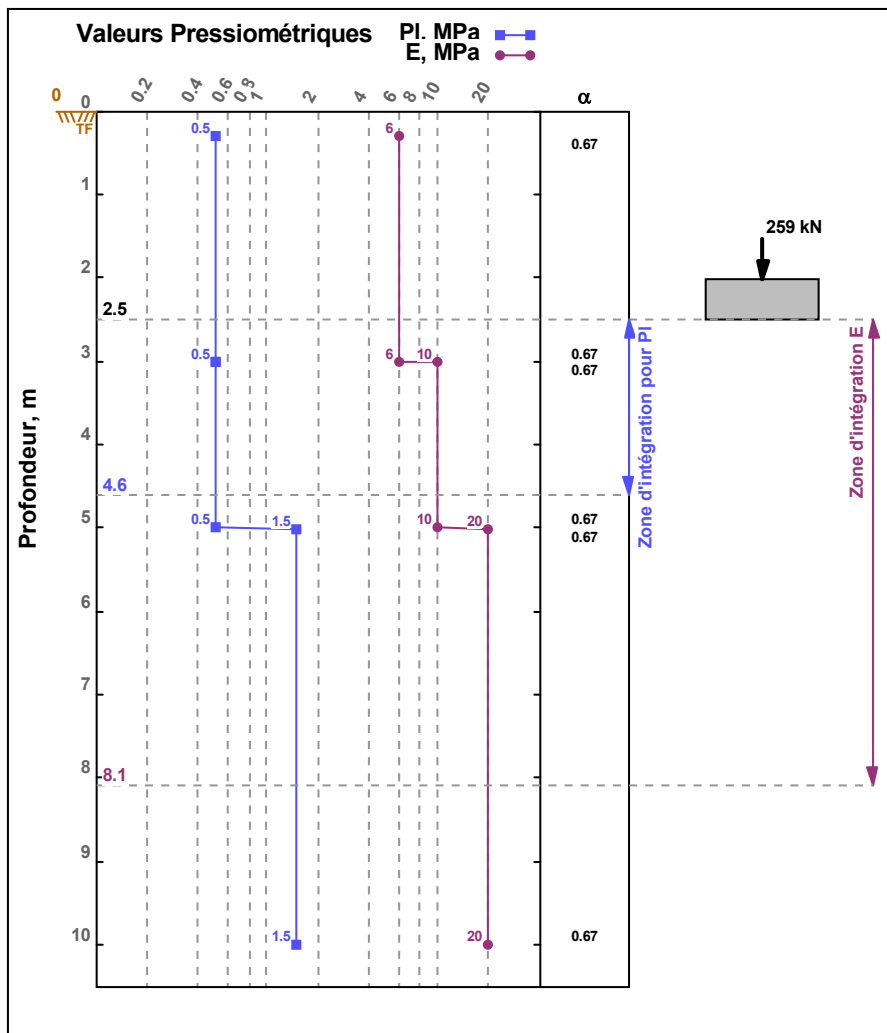
Tassements suivant la NF P 94-261 :

N°	q_{ref} (kPa)	E_c (MPa)	E_d (MPa)	λ_c	λ_d	S_c (cm)	S_d (cm)	S_f (cm)
1	132	6.31	9.81	1.1	1.12	0.196	0.298	0.495
2	136	6.31	9.81	1.1	1.12	0.203	0.309	0.512
3	186	6.31	9.81	1.1	1.12	0.278	0.422	0.7

ADe2024-11-150 _ AD25/02/2025 10:42

Extension du centre hospitalier - LUYNES (37)

FIGURE



Fondation : Semelle carrée

Côté : 1.4 m

Aire : 1.96 m²

Encastrement : 2.5 m

Base de la fondation : 2.5 m

Paramètres des sols

Type de sol sous la fondation :

Argiles et limons

Poids des terres au-dessus de la fondation :

après travaux = 0 kN/m³

avant travaux = 0 kN/m³

Contrainte verticale finale q'_0 : 0 kPa (calculée)

Contrainte verticale initiale σ'_{v0} : 0 kPa (calculée)

$\alpha = 0.67$ (fixé)

Cohésion sous la fondation : 10 kPa

Angle de frottement sous la fondation : 20 °

Module de Young sous la fondation : 9 MPa

Coefficient de poisson sous la fondation : 0.33

Fichier : Calculs fond sup 1.4 m



GEOFOND© V1.4.4 du 15/01/2025 développé par GEOS

site web : <http://www.geos.fr> e-mail : logiciels@geos.fr

GEOS Ingénieurs Conseils, 18 Rue des 2 gares

92500 Rueil-Malmaison

Tél : + 33 (0)1 49 04 68 10

Données :

N°	Etat-limite	F (kN)	δ (°)	e_B (m)	e_L (m)	V_d (kN)	H_d (kN)	M_x (kN.m)	M_y (kN.m)	$\sigma_{V,d}$ (kPa)
1	ELS Q.P.	259	0	0	0	259	0	0	0	132.1
2	ELS cara.	275	0	0	0	275	0	0	0	140.3
3	ELU dur. trans.	377	0	0	0	377	0	0	0	192.3

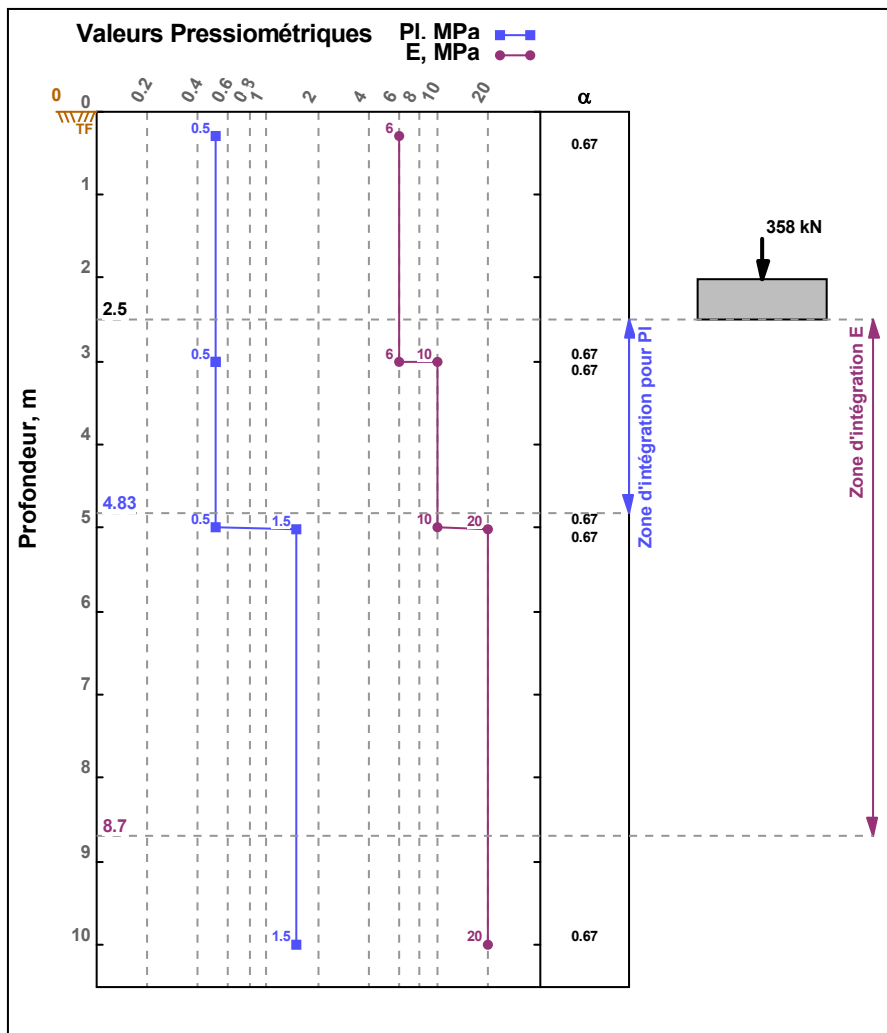
Tassements suivant la NF P 94-261 :

N°	q_{ref} (kPa)	E_c (MPa)	E_d (MPa)	λ_c	λ_d	S_c (cm)	S_d (cm)	S_f (cm)
1	132	6.75	10.4	1.1	1.12	0.224	0.322	0.547
2	140	6.75	10.4	1.1	1.12	0.238	0.342	0.58
3	192	6.75	10.4	1.1	1.12	0.327	0.469	0.796

ADe2024-11-150 _ AD25/02/2025 10:40

Extension du centre hospitalier - LUYNES (37)

FIGURE



Fondation : Semelle carrée

Côté : 1.55 m

Aire : 2.4 m²

Encastrement : 2.5 m

Base de la fondation : 2.5 m

Paramètres des sols

Type de sol sous la fondation :

Argiles et limons

Poids des terres au-dessus de la fondation :

après travaux = 0 kN/m³

avant travaux = 0 kN/m³

Contrainte verticale finale q'_0 : 0 kPa (calculée)

Contrainte verticale initiale σ'_{v0} : 0 kPa (calculée)

$\alpha = 0.67$ (fixé)

Cohésion sous la fondation : 10 kPa

Angle de frottement sous la fondation : 20 °

Module de Young sous la fondation : 9 MPa

Coefficient de poisson sous la fondation : 0.33

Fichier : Calculs fond sup 1.55 m



GEOFOND® V1.4.4 du 15/01/2025 développé par GEOS

site web : <http://www.geos.fr> e-mail : logiciels@geos.fr

GEOS Ingénieurs Conseils, 18 Rue des 2 gares

92500 Rueil-Malmaison

Tél : + 33 (0)1 49 04 68 10

Données :

N°	Etat-limite	F (kN)	δ (°)	e_B (m)	e_L (m)	V_d (kN)	H_d (kN)	M_x (kN.m)	M_y (kN.m)	$\sigma_{V;d}$ (kPa)
1	ELS Q.P.	358	0	0	0	358	0	0	0	149
2	ELS cara.	374	0	0	0	374	0	0	0	155.7
3	ELU dur. trans.	511	0	0	0	511	0	0	0	212.7

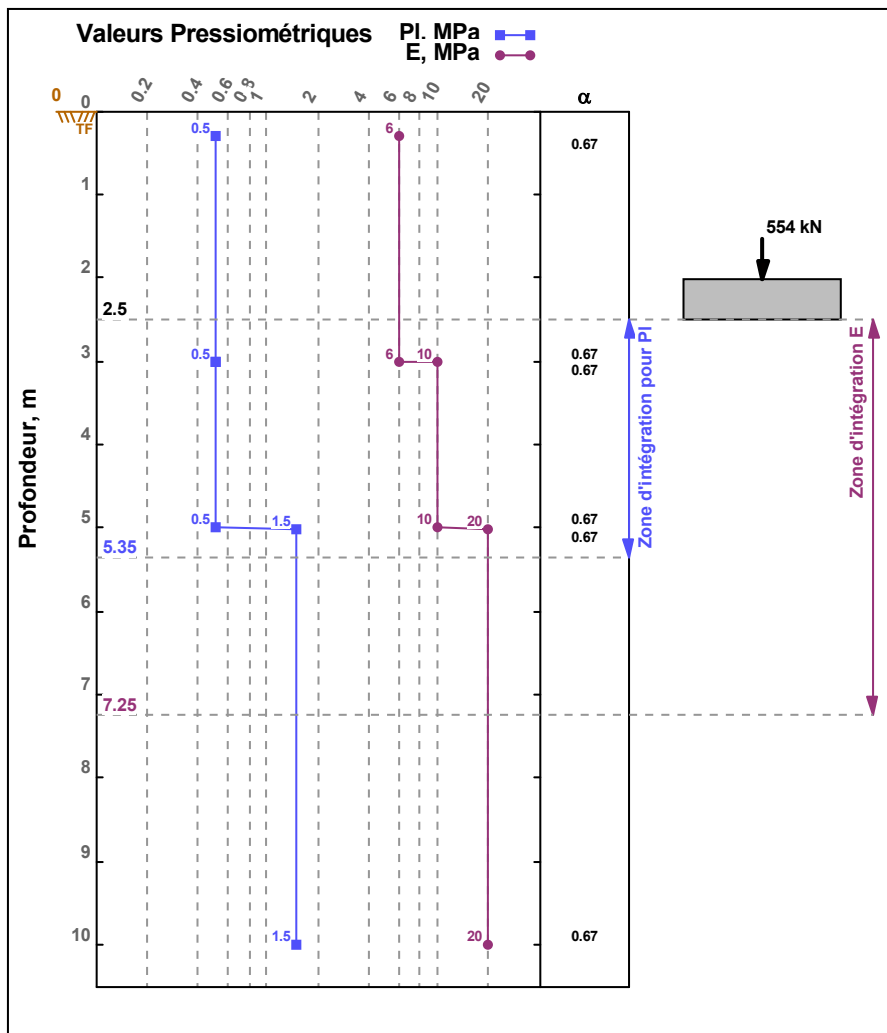
Tassements suivant la NF P 94-261 :

N°	q_{ref} (kPa)	E_c (MPa)	E_d (MPa)	λ_c	λ_d	S_c (cm)	S_d (cm)	S_f (cm)
1	149	6.97	10.7	1.1	1.12	0.271	0.379	0.65
2	156	6.97	10.7	1.1	1.12	0.283	0.395	0.679
3	213	6.97	10.7	1.1	1.12	0.387	0.54	0.928

ADe2024-11-150 _ AD25/02/2025 10:42

Extension du centre hospitalier - LUYNES (37)

FIGURE



Fondation : Semelle carrée

Côté : 1.9 m

Aire : 3.61 m²

Encastrement : 2.5 m

Base de la fondation : 2.5 m

Paramètres des sols

Type de sol sous la fondation :

Argiles et limons

Poids des terres au-dessus de la fondation :

après travaux = 0 kN/m³

avant travaux = 0 kN/m³

Contrainte verticale finale q'_0 : 0 kPa (calculée)

Contrainte verticale initiale σ'_{v0} : 0 kPa (calculée)

$\alpha = 0.67$ (fixé)

Cohésion sous la fondation : 10 kPa

Angle de frottement sous la fondation : 20 °

Module de Young sous la fondation : 9 MPa

Coefficient de poisson sous la fondation : 0.33

Fichier : Calculs fond sup 1.9 m



GEOFOND© V1.4.4 du 15/01/2025 développé par GEOS

site web : <http://www.geos.fr> e-mail : logiciels@geos.fr

GEOS Ingénieurs Conseils, 18 Rue des 2 gares

92500 Rueil-Malmaison

Tél : + 33 (0)1 49 04 68 10

Données :

N°	Etat-limite	F (kN)	δ (°)	e_B (m)	e_L (m)	V_d (kN)	H_d (kN)	M_x (kN.m)	M_y (kN.m)	$\sigma_{V;d}$ (kPa)
1	ELS Q.P.	554	0	0	0	554	0	0	0	153.5
2	ELS cara.	586	0	0	0	586	0	0	0	162.3
3	ELU dur. trans.	803	0	0	0	803	0	0	0	222.4

Tassements suivant la NF P 94-261 :

N°	q_{ref} (kPa)	E_c (MPa)	E_d (MPa)	λ_c	λ_d	S_c (cm)	S_d (cm)	S_f (cm)
1	153	7.38	11	1.1	1.12	0.323	0.436	0.759
2	162	7.38	11	1.1	1.12	0.342	0.461	0.803
3	222	7.38	11	1.1	1.12	0.469	0.631	1.1

ADe2024-11-150 _ AD25/02/2025 10:41

Extension du centre hospitalier - LUYNES (37)

FIGURE

NOTRE SIÈGE SOCIAL

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

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

0 805 690 989



GÉOtechnique
sciences de la terre sas