

RENNES (35)

INSA DE RENNES

CONSTRUCTION D'UN LOCAL DANS UN VIDE SANITAIRE

ETUDE GEOTECHNIQUE DE PROJET

MISSION G2 PRO SELON NF P 94-500

RAPPORT N° R3524305PRO DU 06/03/2025

Rédacteur : A. BOUTIN

SOMMAIRE

1 Sommaire

2	Présentation du projet	3
2.1	Mission confiée	3
2.2	Documents remis	3
2.3	Description du projet.....	3
2.4	Moyens d'investigation	4
3	Présentation du site	5
3.1	Situation	5
3.2	Description.....	5
3.3	Topographie / Implantations	6
3.4	Géologie.....	6
3.5	Risques connus	6
3.5.1	Sismique.....	6
3.5.2	Argiles	7
3.5.3	Risques naturels.....	7
4	Description des sols et résultats des essais.....	9
4.1	Horizons rencontrés et caractéristiques mécaniques	9
4.2	Essais au pénétromètre dynamique	10
4.3	Essais à la dynaplaque légère	10
4.4	Niveaux d'eau.....	11
4.5	Synthèse des investigations.....	12
5	Définition des solutions.....	13
5.1	Hypothèses du projet	13
5.2	Travaux préalables	13
5.3	Fondations.....	14
5.3.1	Taux de travail	14
5.3.2	Niveaux d'assises	14
5.3.3	Descentes de charges	15
5.3.4	Portance et tassements.....	16
5.4	Réalisation du niveau bas.....	16
5.4.1	Critères de réception	16
5.5	Zone d'Influence Géotechnique	16

Annexes :

- Plan masse avec implantation des sondages
- Coupes des sondages

2 Présentation du projet

2.1 Mission confiée

Dans le cadre de l'aménagement d'un local dans un vide sanitaire et à la demande et pour le compte de INSA DE RENNES, nous avons réalisé une étude géotechnique de conception G2 PRO (au sens de la norme NF P 94-500 de novembre 2013) à RENNES (35). Le rapport et ses annexes, pour répondre à la mission confiée, ne doivent pas être dissociés. Nous rappelons que cette étude géotechnique de projet s'inscrit dans un enchaînement de missions décrit dans la NF P 94-500.

Le rapport est établi sur la base des données du projet et des résultats des investigations géotechniques. Il est indispensable de nous communiquer toute modification d'une des hypothèses du rapport afin que nous puissions l'adapter ou le modifier.

Cette étude fait suite au devis n°3524305 validé et signé.

2.2 Documents remis

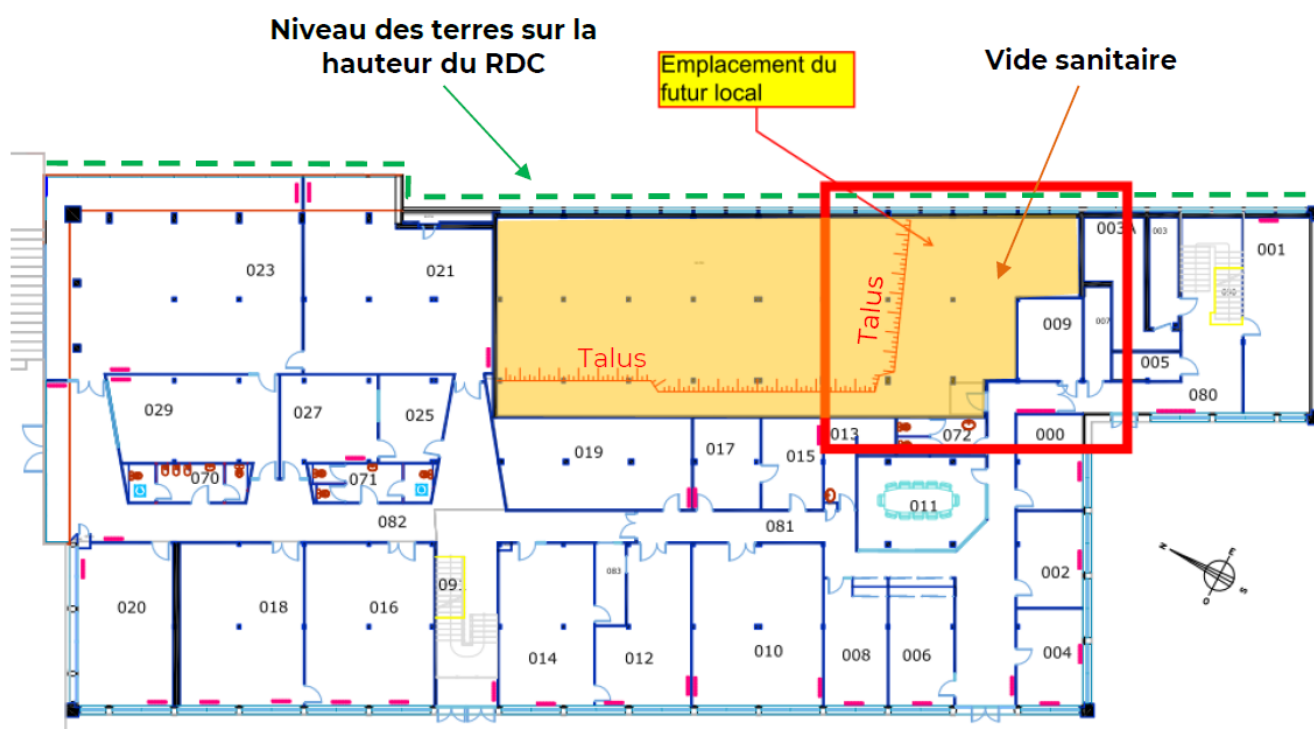
Les documents suivants, ont été remis pour la réalisation du rapport :

- Courriel
- Diagnostic structure - SERTCO modifié
- P-0018-05-U-1-RDC
- Plan RDC
- Mail du 29/11 de OBingénierie

2.3 Description du projet

Le projet prévoit l'aménagement d'un local dans un vide sanitaire. La structure est prévue en maçonnerie traditionnelle selon les plans fournis par le BET SERTCO.

Le niveau bas du projet est prévu en profil rasant par rapport à la topographie du VS soit vers la cote de 96.5m NI (seuil du bâtiment pris en référence arbitraire à 100m NI).



Extrait des plans fournis – Plan du local

2.4 Moyens d'investigation

Les investigations géotechniques ont consisté en la réalisation de :

- 1 sondage de reconnaissance géologiques semi destructifs à 8 m de profondeur,
- 5 essais pressiométriques selon NF-EN 22476-4,
- 3 essais au pénétromètre dynamique manuel mené au refus
- 5 essais à la dynaplaque légère
- Le nivellement des points de sondages.

Les sondages ont été implantés conformément au plan fourni.

3 Présentation du site

3.1 Situation

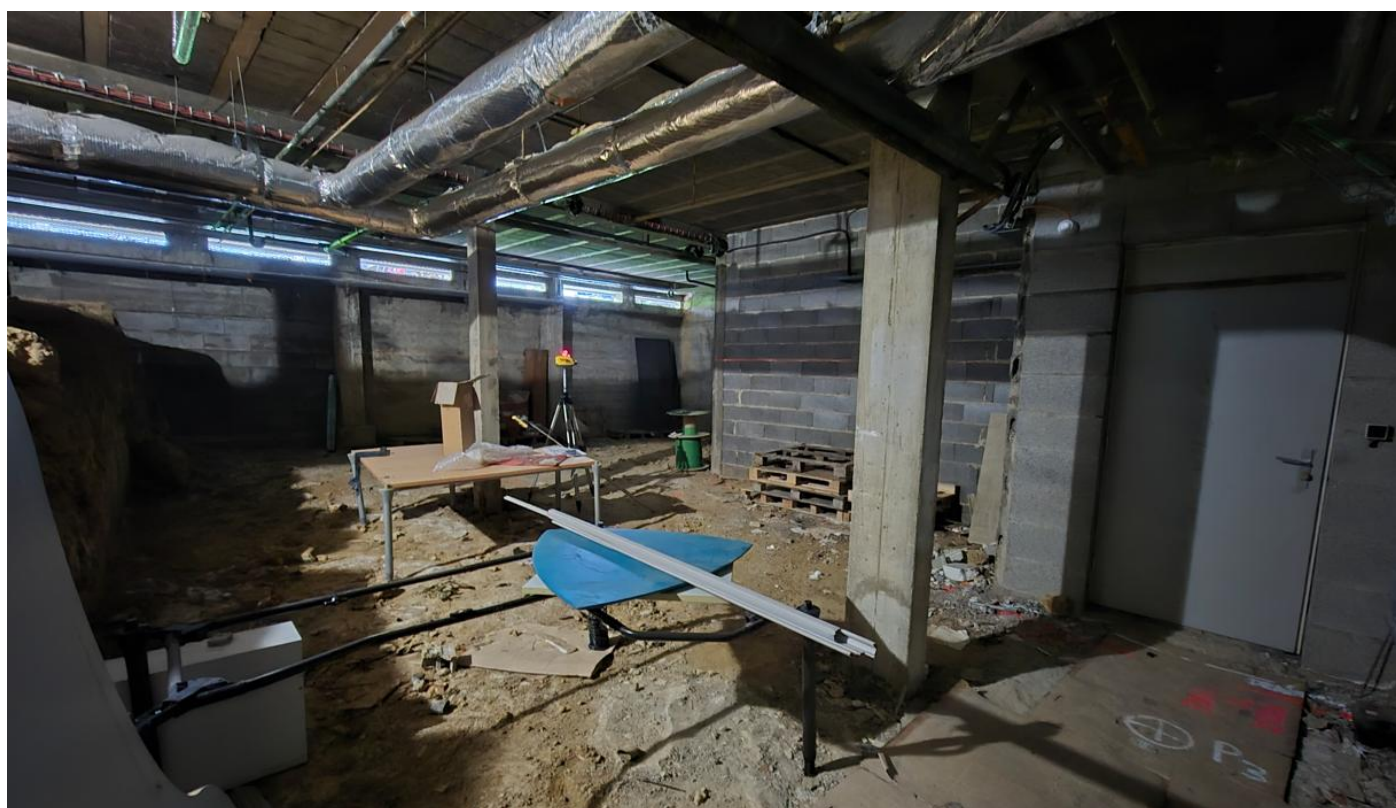
Le projet se situe à RENNES (35), Amphithéâtre André Bonin - INSA RENNES, tel que défini sur le plan transmis lors de l'établissement du devis et présenté en annexe du rapport.



Vue aérienne du site

3.2 Description

Lors de notre intervention, le 3/6/2025, les zones concernées par le projet présentait un bâtiment existant avec un vide sanitaire dans lequel il est prévu d'aménager un local.



3.3 Topographie / Implantations

Le nivellement (arrondi à +/- 5 cm) a été fait à l'aide d'un niveau laser de chantier, en prenant comme référence seuil existant RDC coté à 100 m NI , indiquée sur le plan d'implantation des sondages.

Points de sondages	SP1	PDy1	PDy2	PDy3	Dyn1	Dyn2	Dyn3	Dyn4	Dyn5
Cote TN des sondages - m NI	99,35	96,50	96,50	96,40	96,55	96,45	96,45	96,40	96,40

3.4 Géologie

D'après la carte géologique du secteur au 1/50 000, de notre connaissance générale de la zone, le terrain objet de notre étude est constitué sous les horizons de recouvrement d'un substratum de Schistes silteux, argileux et ampéliteux à graywackes, vert jaunâtres à sombres ("schistes de Saint-Lô"), argilo-siltites, localement faciès ardoisier à pyrite - Briovérien (Néoprotérozoïque III).



Extrait de la carte géologique – Source Infoterre

3.5 Risques connus

3.5.1 Sismique

Le projet se situe en zone sismique de catégorie 2 - Faible selon le zonage sismique de la France du 1^{er} mai 2011. La catégorie d'importance de l'ouvrage des ouvrages sera a priori < à II.

Dans ces conditions, il n'y a donc pas lieu de déterminer la classe de sol, ni de caractériser le risque de liquéfaction.

3.5.2 Argiles

Le risque lié au retrait/gonflement des argiles au niveau du site est a priori nul.



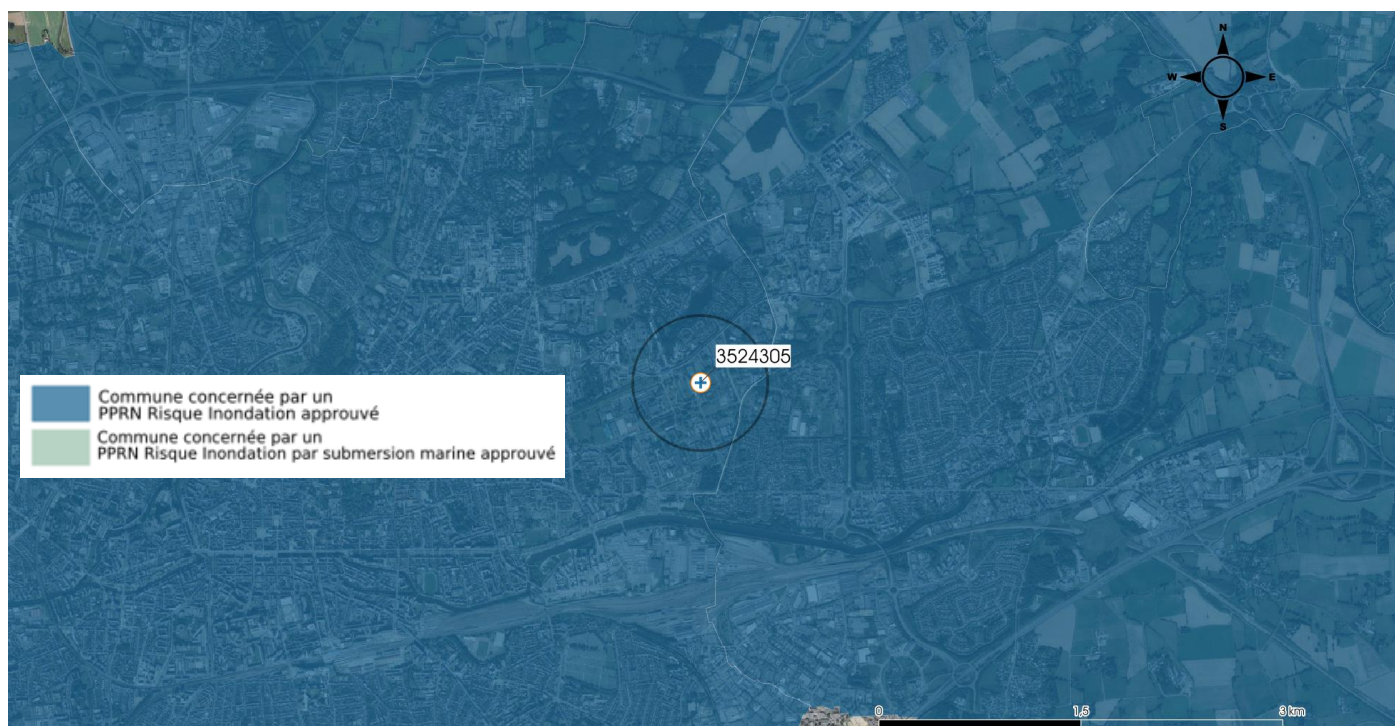
3.5.3 Risques naturels

Le site est situé :

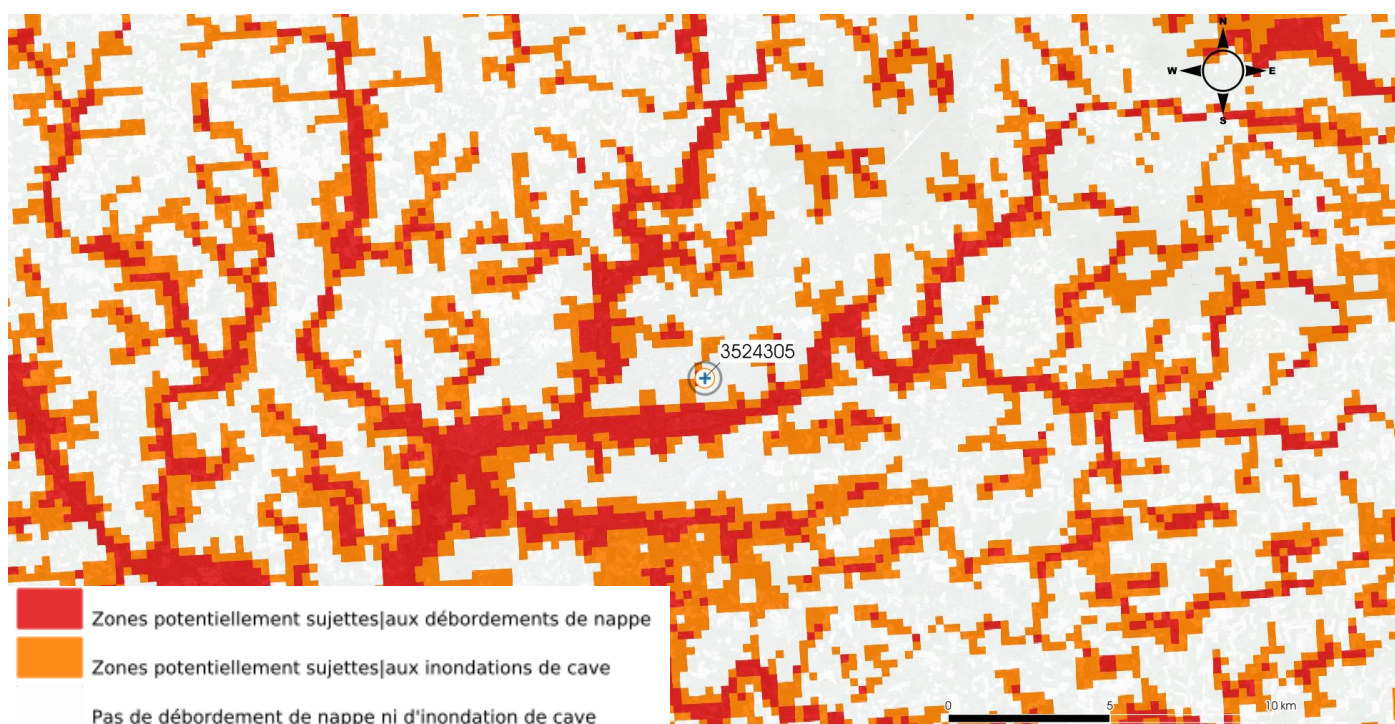
- Dans une commune présentant un TRI - hors zone d'aléa



- Dans une commune présentant un PPRI - se référer aux services instructeurs



- Hors zone sujette aux inondations de cave ou aux remontées de nappe



- Sans cavité souterraine recensée dans un rayon de 500m du projet.
- Sans mouvement de terrain recensé dans un rayon de 500m du projet.
- Radon : à titre informatif la commune est classée en Zone 3 - Important par l'IRSN. Hors cadre réglementaire, il appartient au maître d'ouvrage de déterminer la protection du projet vis-à-vis de cet aléa.

4 Description des sols et résultats des essais

Les coupes de sols présentées en annexe reprennent l'ensemble des investigations géotechniques. Les points de sondage étant ponctuels, des aléas entre sondages restent possibles. Si l'exécution des terrassements met en évidence une anomalie, il sera indispensable de nous en faire part afin d'adapter les conclusions de notre rapport.

4.1 Horizons rencontrés et caractéristiques mécaniques

Les forages ont permis de mettre en évidence la succession lithologique suivante :

Remblais
Cet horizon a été reconnu sur le sondage SP1 jusqu'à une profondeur de 0,9m. Cet horizon lithologique est très sensible à l'eau et au remaniement. Les caractéristiques mécaniques de cet horizon sont non mesurées.
Argile schisteuse
Cet horizon a été reconnu sur le sondage SP1 jusqu'à une profondeur de 6,3m. Cet horizon lithologique est très sensible à l'eau et au remaniement. Cet horizon lithologique est issu de la décomposition poussée du substratum rocheux sous-jacent. Les caractéristiques mécaniques de cet horizon sont moyennes (4 mesures) : <ul style="list-style-type: none">- $7,49 < E_m < 10,62$ MPa- $1,06 < p_l^* < 1,45$ MPa
Schistes altérés
Cet horizon a été reconnu sur le sondage SP1 jusqu'à une profondeur de 8m. Cet horizon lithologique correspond à l'altération +/- poussée du substratum rocheux. Les caractéristiques mécaniques de cet horizon sont bonnes (1 mesure) : <ul style="list-style-type: none">- $E_m = 21,63$ MPa- $p_l^* = 2,13$ MPa

Base des couches	Remblais		Argile schisteuse		Schistes altérés	
	Prof	m	Prof	m	Prof	m
SP1	0,9	98,5	6,3	93,1	8	91,4

Caractéristiques mécaniques	Remblais		Argile schisteuse		Schistes altérés	
Em (MPa)			10,62	9,57	21,63	
			7,49	10,51		
PI* (MPa)			1,11	1,30	2,13	
			1,06	1,45		
Em min (MPa)			7,49		21,63	
Em max (MPa)			10,62		21,63	
PI*min (MPa)			1,06		2,13	
PI*max (MPa)			1,45		2,13	
	PI*	Em	PI*	Em	PI*	Em
Moyenne (MPa)			1,22	9,36	2,13	21,63
Ecart type			0,15	1,26	0,00	0,00

4.2 Essais au pénétromètre dynamique

Nous avons réalisé 3 essais au pénétromètre dynamique Pdy1, 2 et 3.

Le sondage Pdy1 a été mené jusqu'au refus à 3,20m de profondeur et a montré un horizon remanié jusqu'environ 0,5m avec des faibles caractéristiques mécaniques puis un horizon avec des caractéristiques moyennes correspondant a priori aux argiles schisteuses jusqu'au refus a priori sur le toit des schistes altérés.

Le sondage PDy2 a été mené jusqu'au refus à 0,5m / TN a priori sur le toit des schistes altérés.

Le sondage PDy3 a été mené jusqu'au refus à 1,2m / TN avec présence d'une lentille de sol très décomprimée entre 0,8 et 1,2m de profondeur.

4.3 Essais à la dynaplaque légère

Nous avons en complément réalisé 5 essais à la dynaplaque légère afin d'estimer la portance actuelle du sol du vide sanitaire.

Les résultats (module EV2 estimé à partir de la mesure de EVd) sont indiqués ci-dessous :

N°d'essai	Ev _d (MPa)	EV2 (MPa)
1	29	62
2	15	30
3	17	34
4	34	73
5	13	27

Ainsi sur la base de ces mesure l'arase du vide sanitaire présente une portance correcte puisque les modules EV2 sont > 30 MPa.

4.4 Niveaux d'eau

Au moment de la campagne de reconnaissance (le 3/6/2025) et jusqu'aux profondeurs investiguées (8 m de profondeur), nous avons relevé les niveaux d'eaux suivants :

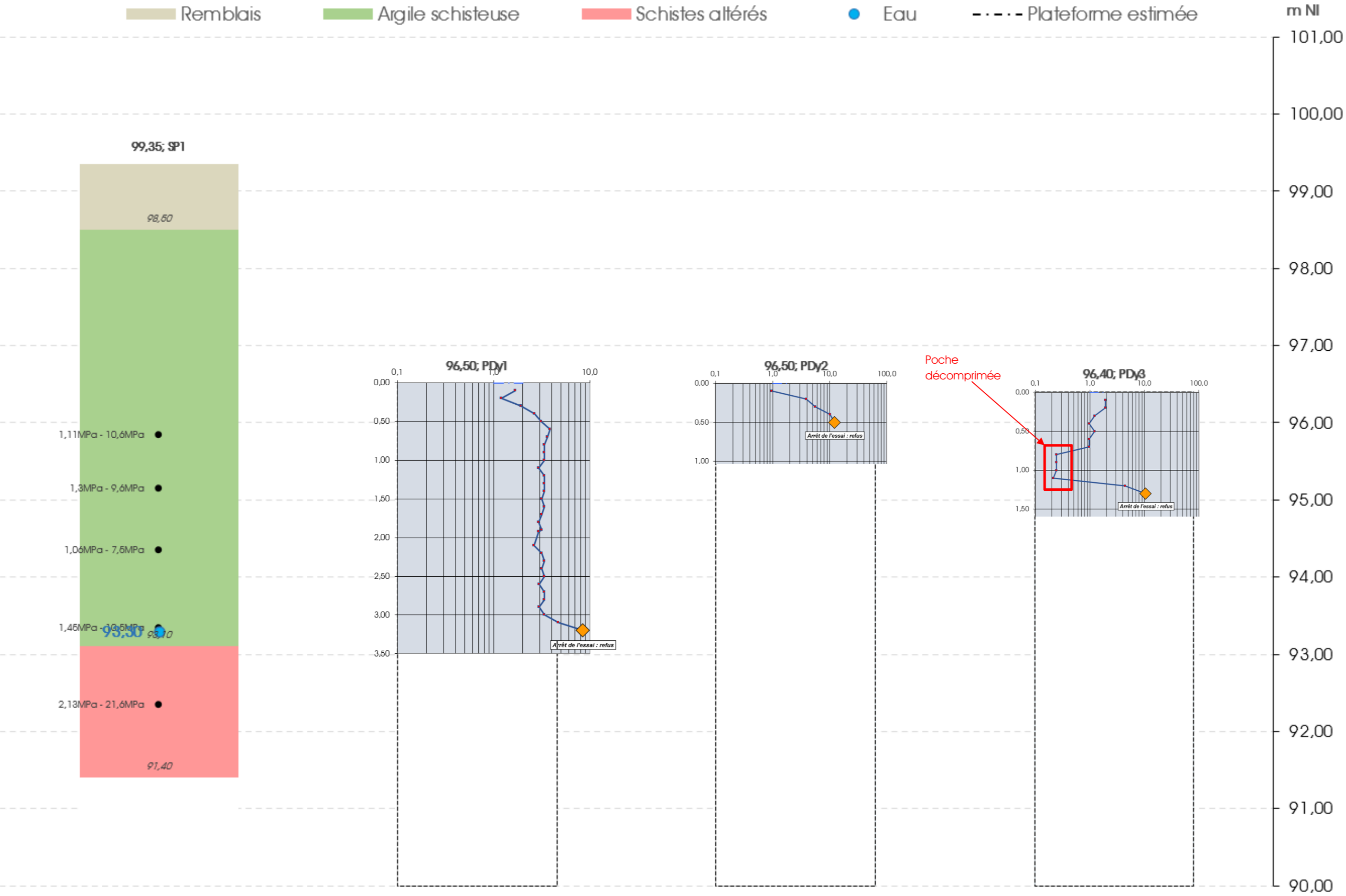
NIVEAU EAU	Cote sondage	Profondeur eau	Cote du niveau d'eau
SP1	99,4	6,1	93,3

Ces niveaux d'eaux correspondent à une nappe de type fissurale qui se développerait au sein des niveaux d'altérations du schiste en profondeur. Ce type de nappe s'apparente à de multiples venues d'eau erratiques au sein des réseaux de fissures et fracture des schistes.

Il n'est pas à exclure des circulations d'eaux plus superficielles au sein des horizons de surface à la faveur de l'infiltration et de la rétention d'eaux pluviales.

Ces niveaux sont susceptibles de varier en fonction des saisons et de la pluviométrie.

4.5 Synthèse des investigations

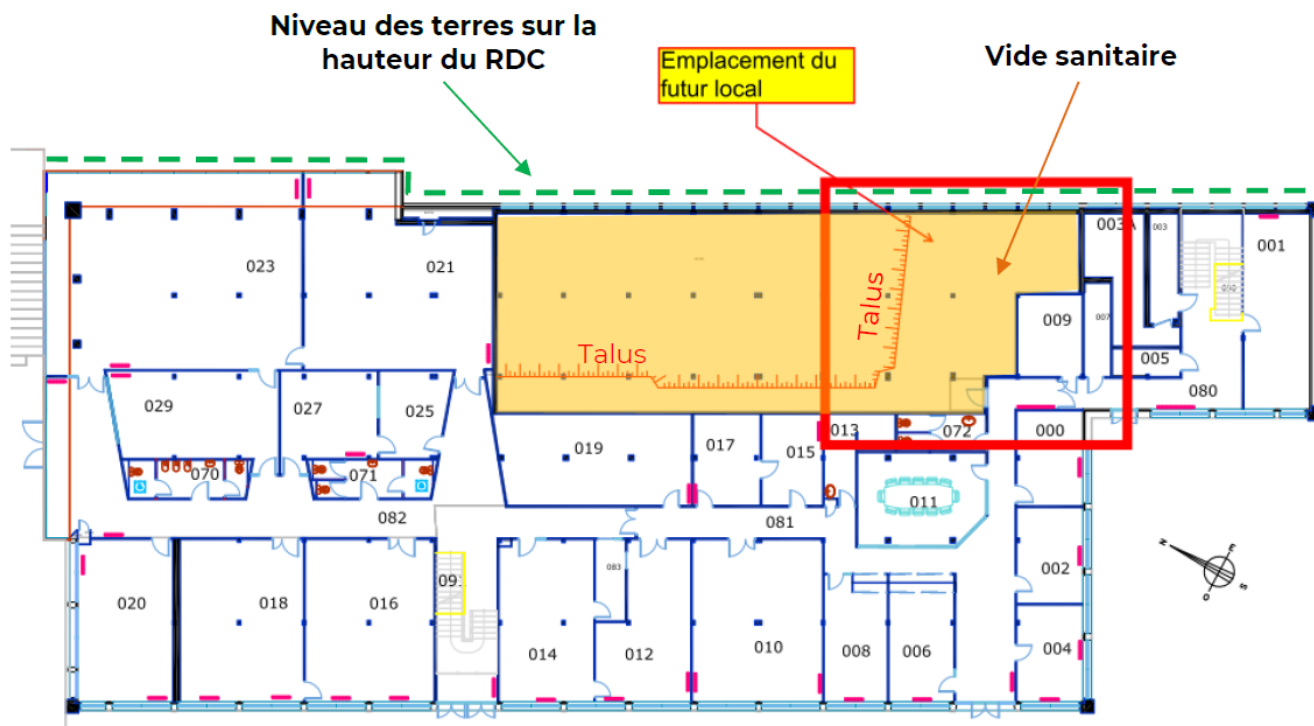


5 Définition des solutions

5.1 Hypothèses du projet

Le projet prévoit l'aménagement d'un local dans un vide sanitaire. La structure est prévue en maçonnerie traditionnelle selon les plans fournis par le BET SERTCO.

Le niveau bas du projet est prévu en profil rasant par rapport à la topographie du VS soit vers la cote de 96.5m NI (seuil du bâtiment pris en référence arbitraire à 100m NI).



Extrait des plans fournis – Plan du local

5.2 Travaux préalables

En premier lieu, il conviendra d'assurer les démolitions des bâtisses non conservées, de purger l'ensemble des fondations, des réseaux et des infrastructures enterrés. Les fouilles seront remblayées par couches minces successives soigneusement compactées selon les règles de l'Art.

Une attention particulière sera portée à la stabilité des existants et à leur bonne conservation tout au long du chantier.

5.3 Fondations

5.3.1 Taux de travail

Compte tenu des hypothèses du projet, on retiendra un **principe de fondations par semelles filantes et ponctuelles** établies dans l'**Argile schisteuse**, avec un **ancrage de 30 cm** dans l'**Argile schisteuse**, tout en assurant la garde au gel minimale (50cm ici).

Dans ces conditions et conformément à la norme NF P 94-261 (Eurocode 7), les contraintes retenues pour le dimensionnement des fondations sont ($K_p = 0,8$; $i_s = 1$) :

$$q_{\text{net}} = 0,42 \text{ MPa}$$

Correspondant à l'ELU : $V_d/A' \leq 0,25 \text{ MPa}$ et à l'ELS : $V_d/A' \leq 0,15 \text{ MPa}$

Pour les charges prises en hypothèse, les tassements estimés à partir des règles pressiométriques seront de l'ordre du demi- centimètre.

Les sols remaniés et/ou saturés seront purgés et substitués par du gros béton au moment du terrassement.

Les éventuelles poches d'**Argile schisteuse** saturées et/ou décomprimées feront l'objet d'une purge systématique et seront substitués par du gros béton. Notamment au droit de PDy3 où l'essai montre un horizon décomprimé jusque 1,2m de profondeur.

Ce type d'horizon schisteux peut présenter des zones kaolinisées (altération ultime – traces blanchâtres et aspect soyeux) qui, si elles sont laissées exposées aux intempéries, perdent de leur portance. En cas de présence de zone de kaolinisation, il sera impératif de couler le béton à l'avancement afin d'éviter toute perte de portance.

En fonction de la destination des locaux, il pourra être étudié la réalisation d'un contre voile avec une lame d'air ventilé.

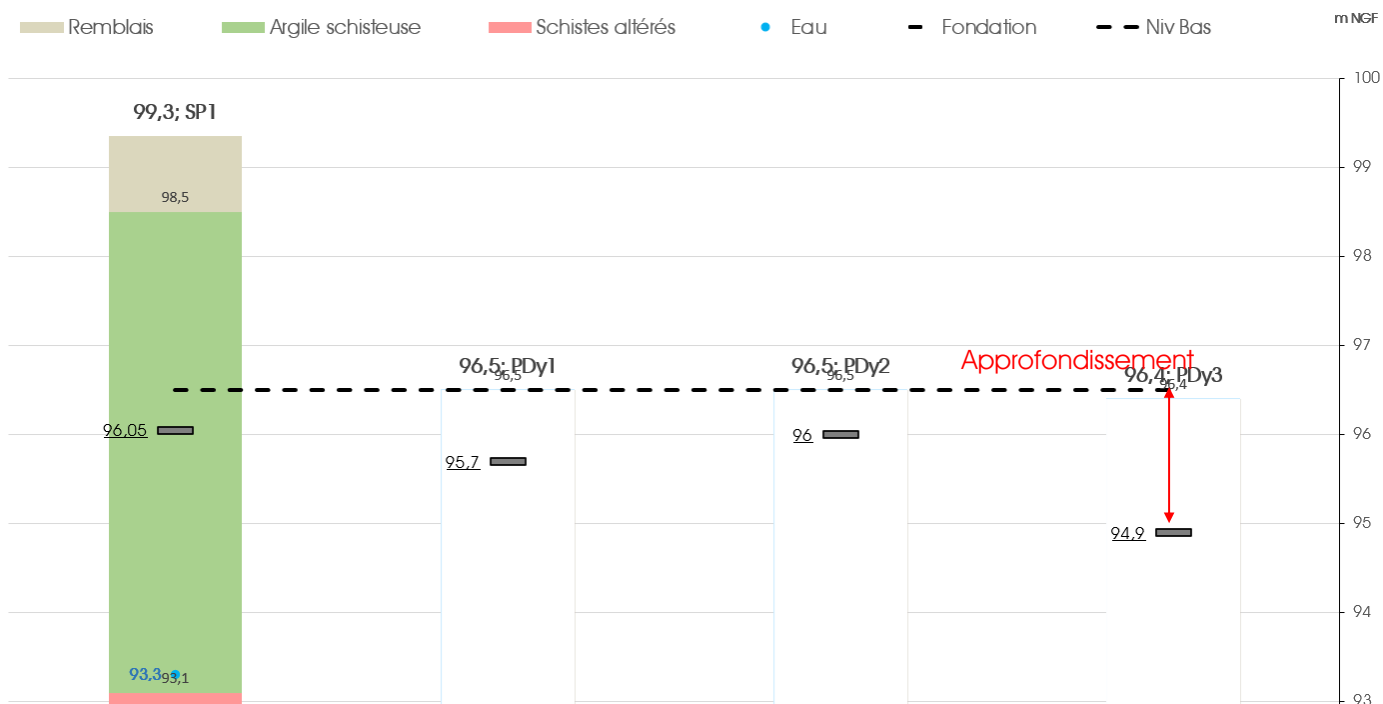
5.3.2 Niveaux d'assises

On retiendra donc le niveau suivant :

Points de sondages	SP1	PDy1	PDy2	PDy3
Cote TN des sondages - m NI	99,35	96,50	96,50	96,40
Niveau fini estimé - m NI	96,5	96,5	96,5	96,5
Cote d'assise des fondations - m NI	96,1	95,7	96,0	94,9
Profondeur fondations / TN	3,3	0,8	0,5	1,5
Profondeur fondations / Niveau fini	0,5	0,8	0,5	1,6

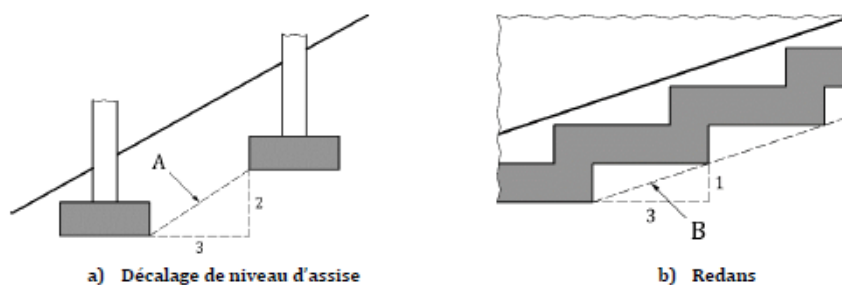
Il est impératif :

- de curer les fonds de fouille manuellement après terrassement,
- de couler un béton de propreté dès le curage réalisé,
- de pomper et évacuer toutes les arrivées d'eau
- de blinder les fouilles sur les horizons instables
- de descendre les fondations du projet a minima au niveau des fondations de l'existant



Nous attirons l'attention sur le fait que ces profondeurs sont données au niveau de chaque sondage à titre d'exemple et doivent être adaptées entre chaque point en fonction des conditions observées à l'ouverture.

En cas de changement de niveaux et notamment vis-à-vis des fondations existantes les fondations seront coulées avec des redents respectant les pentes suivantes (*conformément au DTU 13.1*) :



5.3.3 Descentes de charges

Les descentes de charges fournies par OB Ingénierie sont récapitulées ci-dessous :

Ci-dessous les DDC (non pondérées) :

DDC considérée sur dallage :

- Poids propre dallage $G = 325 \text{ kg/m}^2$
- Revêtement + cloisons $G' = 200 \text{ kg/m}^2$
- Charge d'exploitation $Q = 250 \text{ kg/m}^2$

DDC considérée sur semelle BA 50x30ht :

- Poids propre mur STEPOC (charge verticale descendante) : $G = 1950 \text{ kg/ml}$

5.3.4 Portance et tassements

Sur la base de ces éléments nous avons vérifié la portance ELS / ELU et estimé les tassements sous fondation sur la base du sondage SP1.

Les résultats sont présentés ci-dessous :

N° Semelle	Type	B	L	h	D	Ple*	Combinaison	R v;d	Vd	Portance	Sondage	Tassement
1	filante	0,50 m	20,00 m	0,3 m	3,3 m	0,52 MPa	ELS CARAC	86,2 kN	19,5 kN	OK	SP1	1 mm
2	filante	0,50 m	20,00 m	0,3 m	3,3 m	0,52 MPa	ELU FOND	141,6 kN	27,3 kN	OK	SP1	

Ainsi on constate que la portance ELS et ELU sont vérifiées (hypothèse ELU = 1,4 ELS = 1,4 * G) et le tassement absolu estimé est de l'ordre de 0,1 cm.

5.4 Réalisation du niveau bas

On retiendra un principe de dallage établi sur une couche de forme réalisée en matériaux propres et insensibles à l'eau de type R41 ou R61.

Sous réserve d'un terrassement soigné et d'une purge des 30 premiers centimètres depuis l'arase actuelle du VS et de toutes les éventuelle poches saturées et inconsistantes, l'épaisseur de couche de forme sera de l'ordre de 30 cm sur géotextile (10 cm de 0/31.5 mm reposant sur 20 cm de 0/80 mm).

Une attention particulière sera apportée aux fondations existantes afin de ne pas les déchausser.

La couche de forme sera réalisée conformément au GTR en matériaux propres et insensibles à l'eau de type R41 ou R61, de granularité compatible avec l'épaisseur de couche de forme.

En prenant en compte une surcharge surfacique de l'ordre de 700 kg/m², le tassement sous dallage estimé est de l'ordre de 0,5cm au centre et 0,2cm en bord.

5.4.1 Critères de réception

Le compactage réalisé par couches selon les règles de l'art sera contrôlé avec un objectif de portance PF2 pour vérifier :

- $EV2 \geq 30 \text{ MPa}$
- $EV2/EV1 \leq 2,2$

Les coefficients rhéologiques à retenir seront :

Couche de forme : $\alpha = 0,33$; $E_s = 30 \text{ MPa}$

Argile schisteuse $\alpha = 0,67$; $E_s = 10 \text{ à } 15 \text{ MPa}$

Schistes altérés $\alpha = 0,67$; $E_s = 30 \text{ à } 40 \text{ MPa}$

5.5 Zone d'Influence Géotechnique

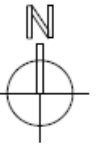
La Zone d'Influence Géotechnique (Z.I.G.) correspond au volume de terrain dans lequel il y a interaction entre le projet et son environnement immédiat.

Pour le projet envisagé, du fait de la présence du bâtiment existant en mitoyenneté directe, la ZIG comprend cet ouvrage. La réalisation des travaux et des terrassements devra donc tenir compte de cette proximité. Une attention particulière devra donc être apportée à l'ouvrage existant durant toute la durée des travaux.

ANNEXES

PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

(sans échelle)



Aménagement d'un local dans un VS RENNES

FORAGE DESTRUCTIF

Date : 18/11/2024

X :

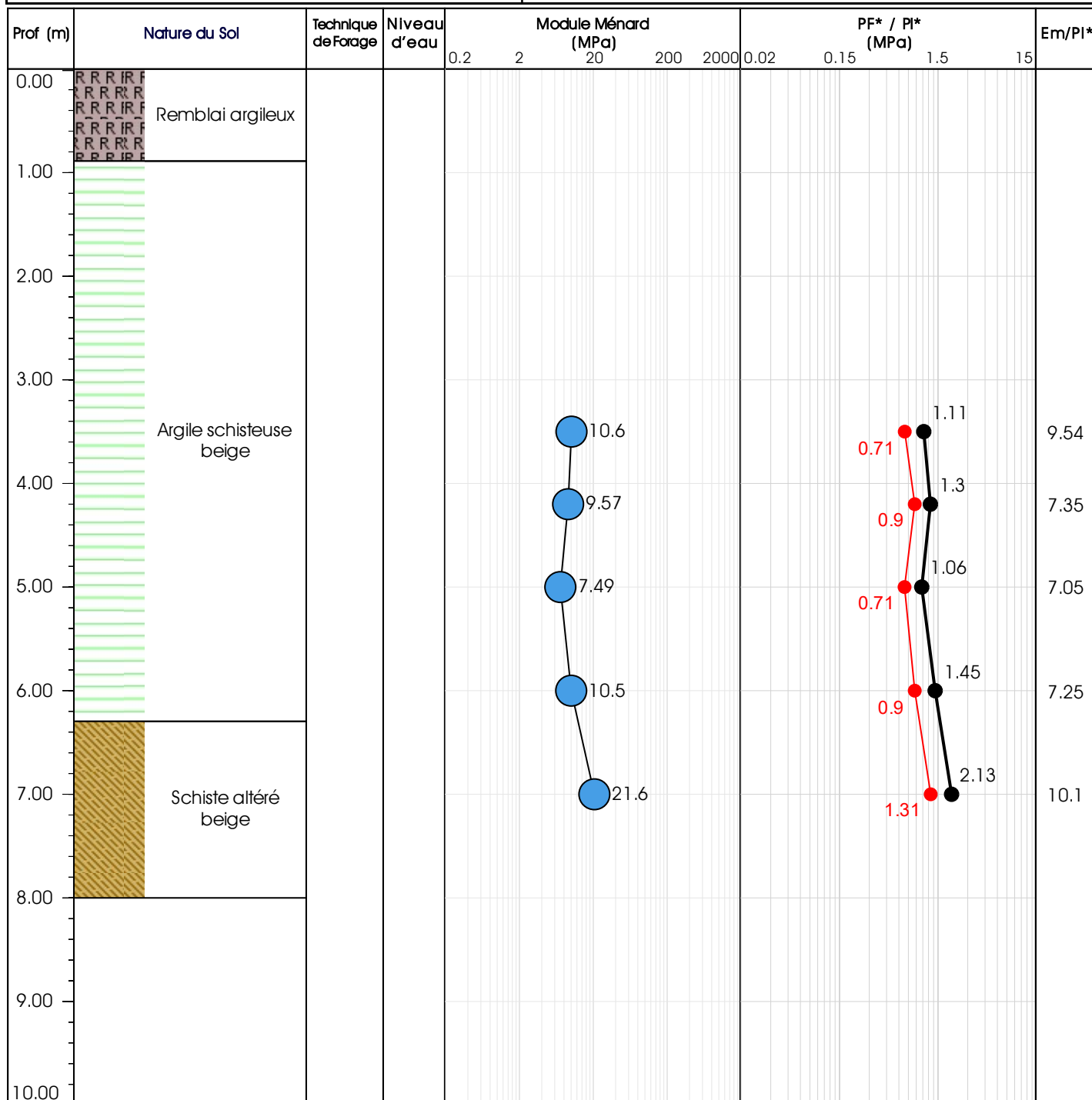
Client : INSA RENNES

Y :

Z : 99.40 m

SP1

N° d'affaire : 3524305



Remarque : Arrêt du sondage à 8m
Eau à 6,10m