

ÉTUDE DES SOLS, ROCHES ET OUVRAGES EN TERRE

6, rue du Lieutenant Mounier – 22190 PLÉRIN

02 96 76 63 77

geotechnique@solcap.fr / www.solcap.fr

RAPPORT D'ÉTUDE GÉOTECHNIQUE

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE

(mission G5)

ÉGLISE FISSURÉE

Rue du Garun

LA NOUAYE
(Ille-et-Vilaine)

Maître d'ouvrage : Mairie de La Nouaye



Rédacteur : Bilal YOKA KHAIL

Relecteur : Anne-Gaëlle GAUDIN

Fait à Plérin, le 30/07/2024

N° de devis	N° de Rapport	Étape	Phase
DE7499-G5	R24-07-4477	G5	Diagnostic

TABLEAU D'ENCHAÎNEMENT DES MISSIONS GÉOTECHNIQUES

FAISABILITÉ / ESQUISSE		PROJET		
G1-ES	G1-PGC	G2-AVP	G2-PRO	G2 DCE/ACT
Étude de site	Principes Généraux de Construction	Étude géotechnique d'Avant-Projet	Étude géotechnique de Projet	Dossier de Consultation des Entreprises Assistance Contrat Travaux
1 ^{ère} identification des risques spécifiques du site	1 ^{ère} adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Conception et justification du projet	Consultation sur le projet de base / Choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux

EXÉCUTION DES TRAVAUX

Pour le compte de l'entreprise de travaux

G3	G3
<i>En interaction</i>	
Étude géotechnique d'exécution	Suivi géotechnique d'exécution

SUPERVISION DES TRAVAUX

Pour le compte du MOA ou MOE

G4	G4
<i>En interaction</i>	
Supervision des études géotechnique d'exécution	Supervision du suivi géotechnique d'exécution

Étude d'exécution conforme aux exigences du projet avec maîtrise de la qualité, du délai et des coûts	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage
---	--

À TOUTE ÉTAPE D'UN PROJET OU SUR UN EXISTANT

G5
Diagnostic géotechnique
Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant

TABLE DES MATIÈRES

I. LE PROJET	5
II. OBJECTIFS DE L'ÉTUDE	5
III. DOCUMENTATION	6
IV. PROGRAMME DE RECONNAISSANCE.....	6
IV.1 INVESTIGATION IN-SITU.....	6
IV.2 ESSAIS EN LABORATOIRE.....	7
V. RÉSULTATS DE LA RECONNAISSANCE	7
V.1 CONTEXTE GÉNÉRAL	7
V.1.1 Description du site.....	7
V.1.2 Topographie.....	9
V.1.3 État des risques à cette adresse	9
V.1.3.1 Inondation	9
V.1.3.2 Sismicité.....	10
V.1.3.3 Mouvements de terrains	10
V.1.3.4 Retrait/gonflement des argiles	11
V.1.3.5 Radon.....	11
V.2 COUPE DE TERRAIN.....	12
V.3 RECONNAISSANCES DE FONDATIONS	12
V.4 ESSAIS EN LABORATOIRE.....	12
V.4.1 Classification GTR	12
V.5 HYDROGÉOLOGIE	13
VI. CONCLUSIONS.....	14
VI.1 ÉTAT DE L'EXISTANT.....	14
VI.2 NATURE DU SOL ET HYDROLOGIE	16
VI.3 CONDITIONS DE FONDATION DE L'ÉGLISE	16
VI.3.1 R1 (Sud – côté nef)	16
VI.3.1.1 Reconnaissance de fondation	16
VI.3.1.2 Portance.....	16
VI.3.2 R2 (Nord – transept Nord)	17
VI.3.2.1 Reconnaissance de fondation	17
VI.3.2.2 Portance.....	17
VI.3.3 R3 (Sud – versant Sud du chœur).....	17
VI.3.3.1 Reconnaissance de fondation	17
VI.3.3.2 Portance.....	18
VI.3.4 R3 (Sud - versant Est du transept Sud)	18
VI.3.4.1 Reconnaissance de fondation	18

VI.3.4.2 Portance.....	18
VI.3.5 Analyse et conclusions.....	19
VII. NOTE.....	20
VIII.ANNEXES.....	21

I. LE PROJET

À la demande et pour le compte de la Mairie de La Nouaye, nous avons effectué une étude de sol de diagnostic suite à la fissuration de l'église Saint-Hubert, sise rue du Garun à La Nouaye (35).

Les fissures sont anciennes et semblent continuer de se développer. Elles affectent l'ensemble du bâtiment (façades et pignons), notamment les parties hautes de l'édifice proche de la charpente. D'après une étude réalisée par le cabinet d'architecture ARCHAEB, la structure de l'édifice tend à basculer vers le Sud.

II. OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

Ce rapport de synthèse s'inscrit dans le cadre d'une mission **G5** de la norme AFNOR NF P94-500 (novembre 2013).

Les prestations, réalisées d'après les termes du contrat **DE7499-G5** sont les suivantes :

- une enquête documentaire avec visite de site pour élaboration d'un modèle géologique préalable,
- la définition d'un programme d'investigation spécifique au projet et au site,
- la réalisation des sondages in-situ et des essais en laboratoire,
- le nivellement des points de sondages,
- la synthèse et l'analyse des résultats de sondages et essais,
- la description de la nature des terrains et de leurs résistances au droit des zones fissurées,
- la détermination des conditions hydrogéologiques du site,
- les caractéristiques des conditions d'assise des fondations existantes,
- les causes des dommages s'ils sont liés au sol,
- des préconisations concernant les travaux de reprises possibles,
- l'élaboration d'un rapport de synthèse.

III. DOCUMENTATION

Pour mener à bien notre mission, il nous a été communiqué les documents suivants :

1. 01-LA NOUAYE - Église paroissiale Saint-Hubert - REL, daté du 14/02/2024 et contenant :
 - un plan de masse de l'existant,
 - les plans de niveaux et de charpente de l'existant,
 - les plans des élévations de l'existant.
2. 02-LA NOUAYE - Église paroissiale Saint-Hubert - HIS, daté du 14/02/2024 donnant des éléments de description de l'état initial de l'église (avec photographies et croquis).
3. 03-LA NOUAYE - Église paroissiale Saint-Hubert - MVT, daté du 30/01/2024 donnant des éléments de description des désordres (dévers et affaissements).
4. 23.05-20230718-Analyse des mouvements, daté de juillet 2023 donnant des éléments de description des mouvements de la structure de l'église.

Les descentes de charges réelles de la structure ne nous ont pas été communiquées.

IV. PROGRAMME DE RECONNAISSANCE

L'investigation géotechnique menée le 2 juillet 2024 a comporté la réalisation de :

IV.1 INVESTIGATION IN-SITU

Sondage	Unité	Notation	Profondeur d'arrêt	
Pressiométrie	2	F1 et F2	À 2,9 m (refus) et à 6,0 m (arrêt)	Nb. d'essais 5
Reconnaissance de fondation	3	R1 à R3	À 1,25 m (arrêt) et à 1,65 m (arrêt)	
Pénétrométrie dynamique	3	S1, S2 et SF1	À 6,0 m (arrêt)	
Piézomètre	1	Pz	À 3,7 m en F2	

Par rapport à la campagne d'investigation initiale, le sondage pénétrométrique dynamique SF1 a été effectué en supplément en raison du refus précoce rencontré en F1. Cela a également conduit à deux autres modifications :

- à remplacer le sondage à la tarière hélicoïdale T1 par le sondage pressiométrique F2 afin de disposer d'essais pressiométriques dans les couches profondes ;
- à déplacer le sondage piézométrique en F2 pour placer la sonde piézométrique dans un forage plus profond et des terrains plus humides que ceux observés en F1.

Le plan d'implantation des sondages et les coupes des terrains sont rassemblés en fin de rapport.

IV.2 ESSAIS EN LABORATOIRE

Essai	Unité	Échantillons
Identification GTR	1	En R2

Le procès-verbal des résultats des essais en laboratoire est donné en annexe.

V. RÉSULTATS DE LA RECONNAISSANCE

V.1 CONTEXTE GÉNÉRAL

V.1.1 Description du site

Le site de l'église Saint-Hubert de La Nouaye est implantée au centre bourg de la commune. La commune de La Nouaye fait partie du canton de Montfort-sur-Meu et dépend de l'arrondissement de Rennes, dans le département de l'Ille-et-Vilaine (35). Elle est catégorisée commune rurale à habitat dispersé et est située hors unité urbaine.

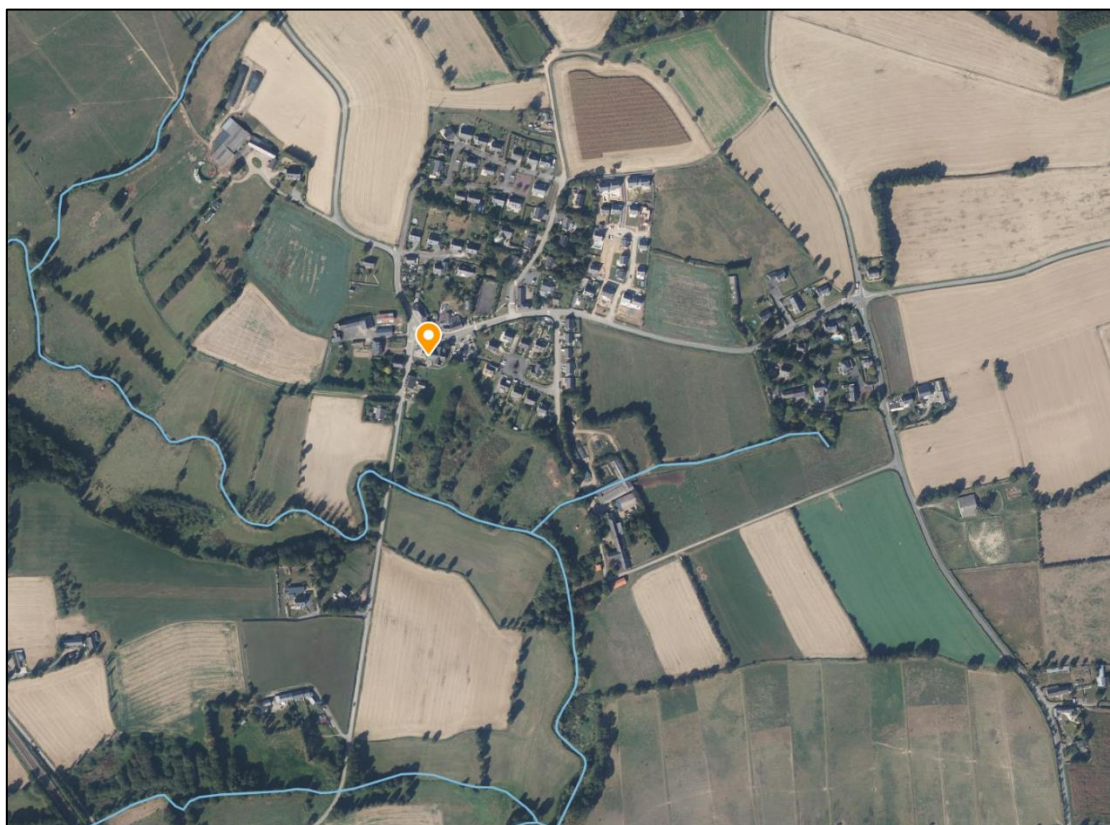
La commune est traversée par deux ruisseaux dont le Garun qui est un affluent du Meu qui délimite la commune d'Iffendic et de La Nouaye et le ruisseau du Pont Besnard qui est un affluent du Garun et qui traverse la commune d'Est en Ouest. La Nouaye se trouve intégralement dans le bassin de la Vilaine et dans le sous-bassin du Meu.

La parcelle de l'église jouxte le même niveau que la rue du Plessis Blanc au Nord mais surplombe la rue de Garun à l'Ouest et le terrain au Sud de près de 0,80 m – 1,0 m.

Du point de vue géologique, selon la carte géologique imprimée au 1/50000 du BRGM (feuille de Montfort-sur-Meu), le site est situé sur des alternances silto-argilo-gréseuses à siltites dominantes (Briovérien).



Vue sur site au jour de notre intervention le 2 juillet 2024 – vue orientée vers le transept Sud



Localisation du site (source : geoportail.gouv.fr)

V.1.2 Topographie

Le terrain présente une légère pente orientée vers le Sud.

Le dénivelé maximum entre les points de sondages (R2 et F1) est de 70 cm.

Les sondages ont été nivelés par rapport au seuil de la porte d'entrée Ouest qui est coté à $\pm 0,0$ m (dossier de plans de l'existant 01-LA NOUAYE - Église paroissiale Saint-Hubert – REL).

Ce point de référence est indiqué sur le plan d'implantation des sondages joint en annexe.

Les cotes apparaissant sur les coupes de terrain sont données à titre indicatif.

V.1.3 État des risques à cette adresse

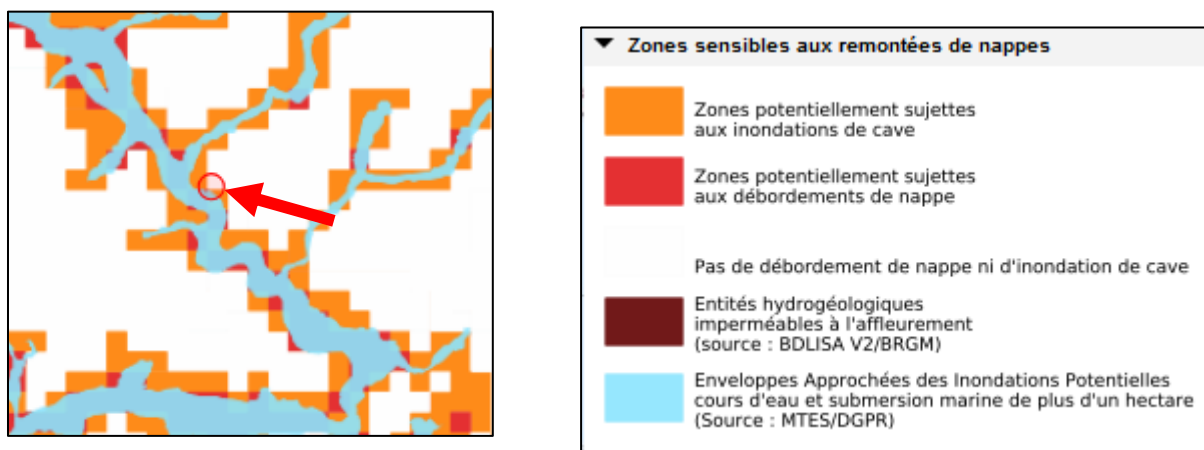
D'après les données GéoRisques (<http://www.georisques.gouv.fr>), site internet édité par le Ministère de la Transition Écologique et de la Cohésion des Territoires, la parcelle présente une sensibilité aux phénomènes naturels* suivant :

** Sont présentés ici, uniquement les phénomènes naturels susceptibles d'influencer les conclusions géotechniques.*

V.1.3.1 Inondation

<https://infoterre.brgm.fr>

La carte ci-dessous illustre les risques d'inondations reliés aux remontées de nappes. Le site étudié se situe sur une zone cartographiée comme potentiellement sujette aux inondations de caves.



V.1.3.2 Sismicité

<https://www.ecologie.gouv.fr/construction-et-risques-sismiques>

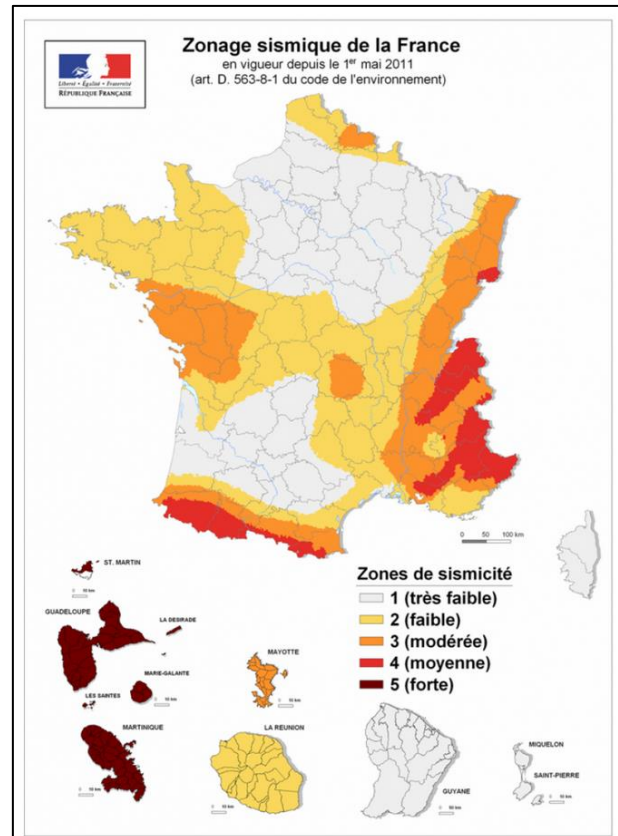
Le zonage réglementaire est basé sur un découpage communal, défini par le décret 2015-5 du 6 janvier 2015.

Le territoire national est divisé en cinq zones de sismicité :

- Une zone de sismicité très faible (1) où seul le risque sismique est pris en compte pour les ouvrages dits à risque spécial ;
- Et quatre zones de sismicité : faible (2), modérée (3), moyenne (4) et forte (5), pour lesquelles les règles de construction parasismique sont pris en compte pour les ouvrages à risque spécial et pour les ouvrages à risque normal.

Ces zones sont différenciées par l'accélération du sol « au rocher » a_g (le sol rocheux étant pris comme référence).

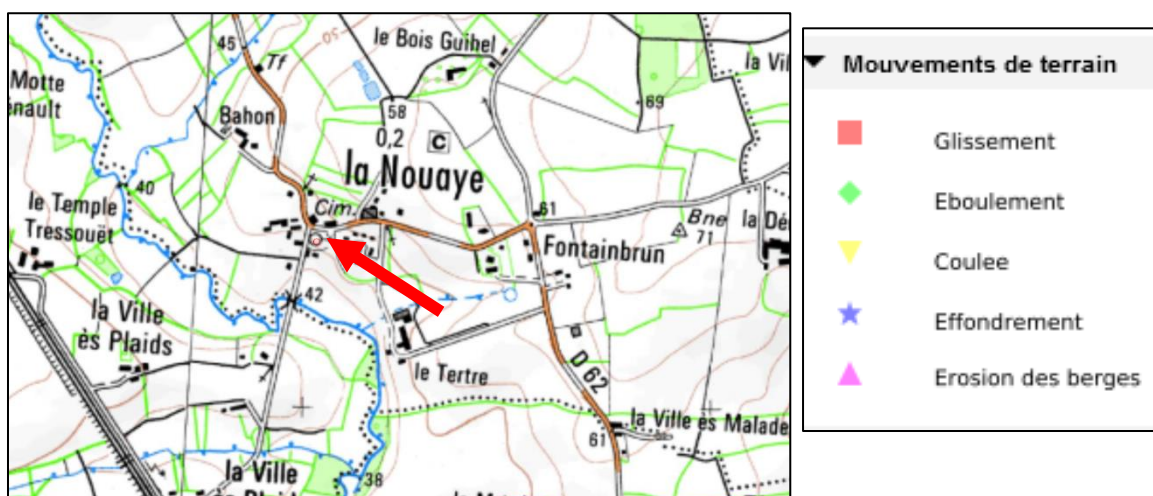
La Bretagne se situe en zone de sismicité 2 (faible).



V.1.3.3 Mouvements de terrains

<https://infoterre.brgm.fr>

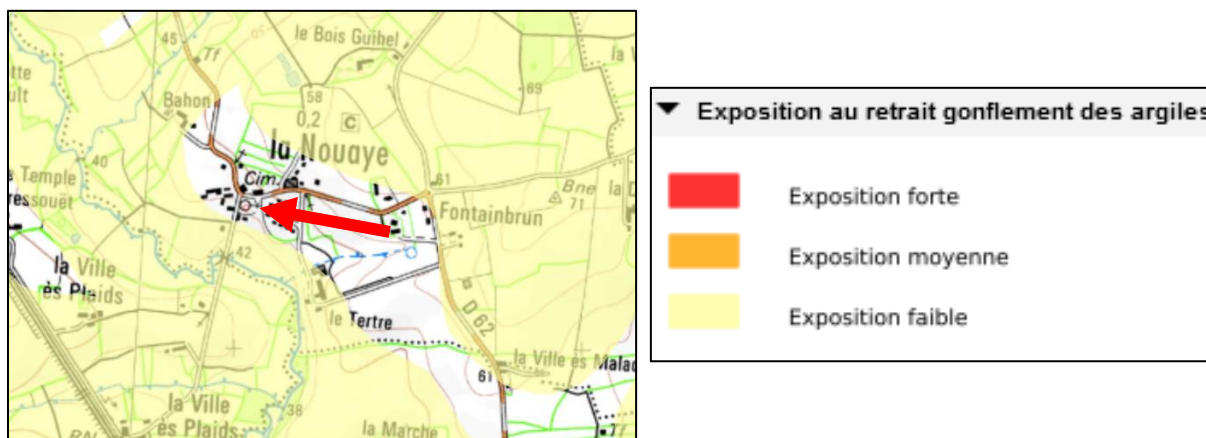
Il n'y a pas de mouvements de terrains répertoriés sur le site du BRGM.



V.1.3.4 Retrait/gonflement des argiles

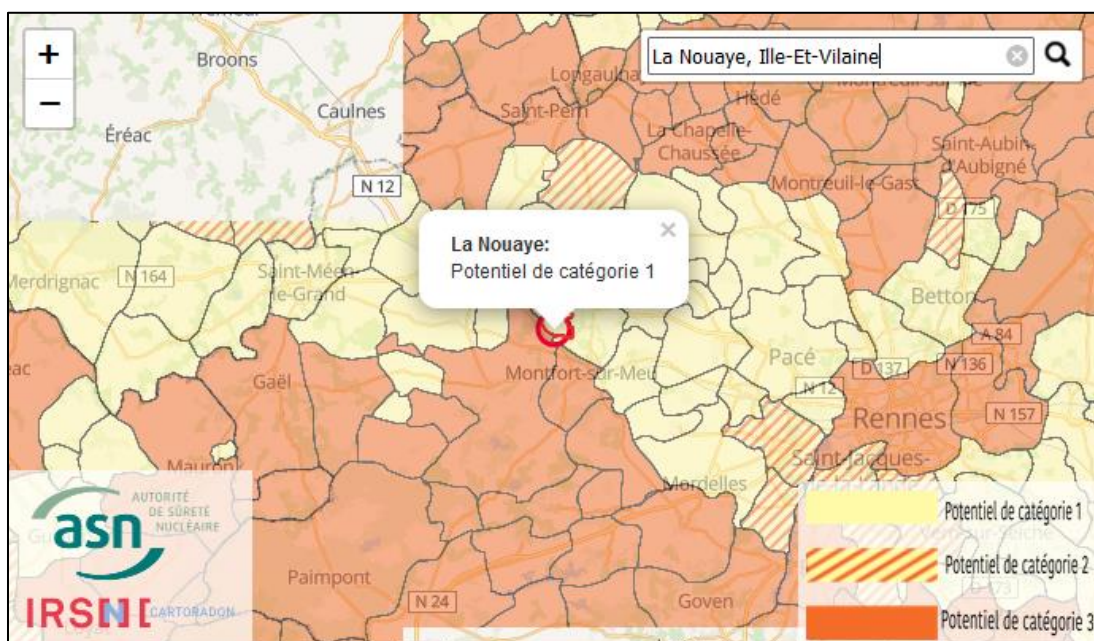
<https://infoterre.brgm.fr>

Le site étudié se situe dans une zone cartographiée *a priori* comme nullement exposée à l'aléa.



V.1.3.5 Radon

<https://www.irsni.fr/savoir-comprendre/environnement/connaitre-potentiel-radon-ma-commune>



La commune de La Nouaye est classée en potentiel de **catégorie 1**.

V.2 COUPE DE TERRAIN

Sous une fine couche de terre végétale, les sondages ont mis en évidence un terrain constitué par :

- des **remblais sablo-limoneux à argileux marron à marron clair**, avec parfois des cailloux, des cailloutis et des morceaux d'ardoise, reconnus sur 0,8 m à 1,1 m d'épaisseur,
- de l'**argile plus ou moins talqueuse marron clair**, reconnue sur une épaisseur de 0,3 m à 0,4 m en F2 et S2 (partie Nord),
- du **sable plus ou moins argileux et talqueux, marron à grisâtre**, très légèrement humide à humide, voire imbibé, dont le toit a été atteint entre 1,0 m et 1,4 m de profondeur (cotes respectives: -1,2 m et -1,0 m).

Cette couche est susceptible de présenter des passages indurés voire blocailleux (comme des bancs de grès pouvant être la cause du refus précoce en F1).

Nota : les coupes de terrains figurant sur les sondages au pénétromètre dynamique sont extrapolées à partir des données recueillies par les forages à la tarière hélicoïdale.

V.3 RECONNAISSANCES DE FONDATIONS

Les schémas et photos des puits de reconnaissance de fondation sont rassemblés en annexes de ce rapport.

Les reconnaissances de fondations R1 à R3 ont mis en évidence des soubassements en pierres reposant entre 1,1 m et 1,8 m de profondeur sur des terrains sablo-argileux avec fragments de roche. Seul R3, côté versant Sud du chœur a révélé un soubassement ancré une profondeur de 0,70 m dans de l'argile marron avec cailloux.

Les descriptions sont rapportées au sein des conclusions (§VI.3.).

On note l'existence d'un drainage périphérique au pied des murs de soubassement.

V.4 ESSAIS EN LABORATOIRE

V.4.1 Classification GTR

Un échantillon de sol a été prélevé au droit de la fouille de reconnaissance de fondation R2 entre 1,0 m et 1,2 m de profondeur pour réalisation d'essais d'identification GTR.

Les résultats sont les suivants :

Faciès	Teneur en eau (%)	VBS	Tamisat à 80 μ m (%)	GTR
--------	-------------------	-----	--------------------------	-----

Sable argilo-talqueux	21,0	0,32	22,0	B5
------------------------------	------	------	------	----

Il s'agit d'un sol sableux à graveleux riche en fines et sensible à l'eau. Faiblement plastique, ce type de sol peut changer brutalement de consistance pour de faibles variations de teneur en eau. Le temps de réaction aux variations de l'environnement hydrique et climatique est relativement court mais peut varier grandement du fait de sa faible perméabilité.

Au regard de la valeur VBS, analysée à 0,32, la susceptibilité du sol de l'échantillon analysé vis-à-vis du **retrait-gonflement des argiles peut être considéré comme faible** (<2,5).

VBS	Qualification du risque
< 2,5	Faible
2,5 à 6	Moyenne
6 à 8	Forte
> 8	Très forte

Classification de Chassagneux (1995)

V.5 HYDROGÉOLOGIE

Lors de la reconnaissance effectuée du 2 juillet 2024, les niveaux d'eau suivants ont été relevés dans les sondages :

	F1/SF1	F2	S1	S2
	Niveau d'eau mesuré en fin de campagne			
Profondeur⁽¹⁾(m)	2,3	2,6	2,3	2,9
Cote ⁽²⁾ (m)	-2,5	-2,2	-2,3	-2,4

⁽¹⁾ : sous la surface du TN ; ⁽²⁾ : dans le repère du plan d'implantation des sondages

Ces niveaux correspondent à une nappe libre circulant dans le sable argileux.

Les mesures de relevés de niveaux d'eau se faisant uniquement au droit de nos sondages et le jour de notre intervention, la présence de poches de rétention, de circulations d'eau ou de nappes perchées peut passer inaperçue.

De plus, des variations comportementales des sols vis-à-vis des venues d'eau peuvent survenir après de grosses périodes de sécheresses ou d'intempéries.

VI. CONCLUSIONS

VI.1 ÉTAT DE L'EXISTANT

Le bâtiment est le siège de mouvements accompagnés de fissurations qui créent un basculement de la structure plus marqué vers le Sud. Ces fissures sont davantage développées sur les hauteurs de l'édifice.

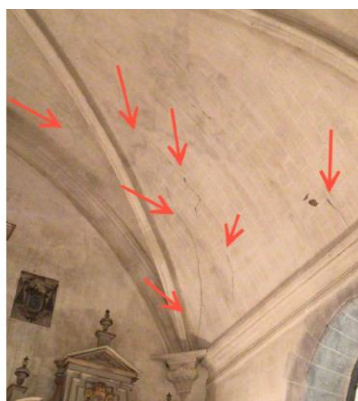
Quelques illustrations des désordres apparents sur les éléments structuraux de l'édifice, tirés du dossier « 03-LA NOUAYE - Église paroissiale Saint-Hubert – MVT », daté du 30/01/2024, sont présentées ci-dessous.



*Solin du transept
Sud*



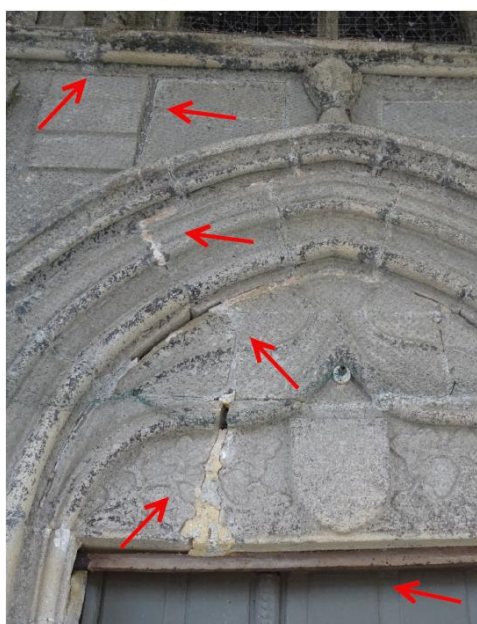
*Fissure du mur
gouttereau Sud de
la nef*



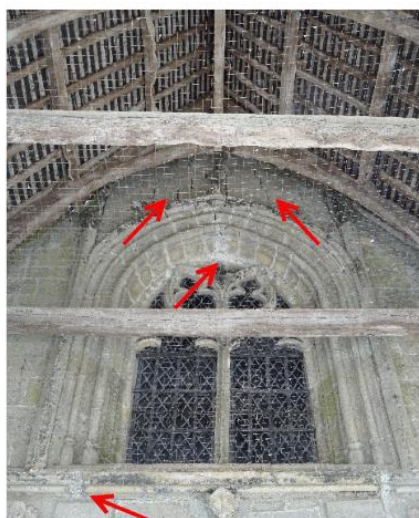
*Fissure de la voûte côté
Sud du chœur*



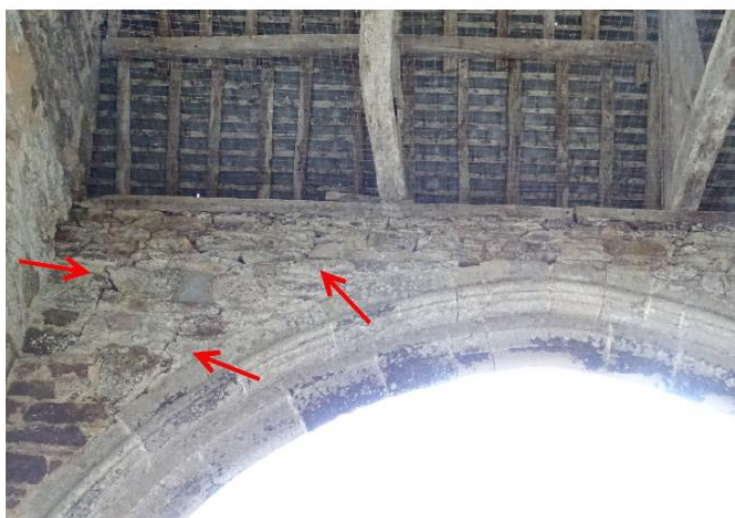
Pignon du transept Sud



Fissures/reprises peu harmonieuses



Fissures



Fissures du mur Nord intérieur



*Fissures au droit du contrefort
Sud*



Fissures du mur Nord extérieur

VI.2 NATURE DU SOL ET HYDROLOGIE

Sous la terre végétale, le sol est constitué de remblais sablo-limoneux à argileux de résistances majoritairement très faibles à faibles reposant sur du sable plus ou moins argileux avec des résistances hétérogènes allant de très faibles à fortes. Le toit de la couche a été atteint entre 1,0 m et 1,4 m de profondeur. Des passages indurés voire blocailleux sont présents au sein de cette couche (cas du refus en F1 probablement occasionné par la présence de blocs).

Lors de la reconnaissance effectuée du 2 juillet 2024, les niveaux d'eau ont été relevés dans les sondages entre 2,3 m et 2,9 m de profondeur (cotes : -2,3 m et -2,4 m). Ces niveaux d'eau correspondent à une nappe libre circulant dans le sable argileux.

Une sonde piézométrique a été posée dans le forage F2 pour mesurer les fluctuations périodiques du niveau de la nappe.

VI.3 CONDITIONS DE FONDATION DE L'ÉGLISE

Trois puits de reconnaissance de fondation ont été creusés au droit des murs Sud et Nord de l'église.

Les schémas et photos des fondations sont présentés en annexe.

VI.3.1 R1 (Sud – côté nef)

VI.3.1.1 *Reconnaissance de fondation*

La reconnaissance R1 a été effectuée au droit du mur de façade Sud, proche de l'entrée principale de l'église (côté nef). Elle a montré que le mur de façade en pierres maçonnées repose sur un soubassement également en pierres maçonnées et d'épaisseur variable augmentant avec la profondeur (fruit d'environ 8°). Le mur est fondé dans le sable argilo-talqueux marron orangé avec une assise située à 1,6 m de profondeur (cote : -1,7 m).

VI.3.1.2 *Portance*

Selon les plans de l'existant (01-LA NOUAYE - Église paroissiale Saint-Hubert - REL), l'épaisseur du mur de façade au droit de la reconnaissance R1 est de 90 cm. En prenant comme hypothèse une charge linéaire actuelle de $F=18$ t/ml, la contrainte effective q' appliquée au sol d'assise est :

$$q' = \frac{F}{S} = \frac{0,18}{0,9} = 0,20 \text{ MPa}$$

La contrainte admissible Q_{ELS} estimée dans le sol d'assise est :

$$Q_{ELS} = 0,24 \text{ MPa}$$

$$q' < Q_{ELS}$$

La portance du sol d'assise n'est pas dépassée. Le tassement produit est calculé à 6,3 mm.

VI.3.2 R2 (Nord – transept Nord)

VI.3.2.1 Reconnaissance de fondation

La reconnaissance R2 a été réalisée au droit du mur de façade Ouest du transept Nord. Elle a montré que le mur de façade en pierres maçonnées repose sur un soubassement également en pierres maçonnées et d'épaisseur variable augmentant avec la profondeur (fruit d'environ 12°). Le mur est fondé dans le sable argilo-talqueux marron orangé avec une assise située à 1,08 m de profondeur (cote : -0,5 m).

VI.3.2.2 Portance

Selon les plans de l'existant (01-LA NOUAYE - Église paroissiale Saint-Hubert - REL), l'épaisseur du mur de façade au droit de la reconnaissance R2 est de 110 cm. En prenant comme hypothèse une charge linéaire actuelle de $F=18 \text{ t/ml}$, la contrainte effective q' appliquée au sol d'assise est :

$$q' = \frac{F}{S} = \frac{0,18}{1,1} = 0,16 \text{ MPa}$$

La contrainte admissible Q_{ELS} estimée dans le sol d'assise est :

$$Q_{ELS} = 0,35 \text{ MPa}$$

$$q' < Q_{ELS}$$

La portance du sol d'assise n'est pas dépassée. Le tassement produit est calculé à 3,8 mm.

VI.3.3 R3 (Sud – versant Sud du chœur)

VI.3.3.1 Reconnaissance de fondation

La reconnaissance R3 a été réalisée à l'angle Sud-Est entre le transept Sud et le chœur. Elle a montré que le mur de façade repose sur un soubassement en pierres maçonnées présentant un débord de 6 cm. Le mur est fondé dans l'argile marron orangé avec une assise située à 0,7 m de profondeur (cote : -0,7 m).

VI.3.3.2 Portance

Selon les plans de l'existant (01-LA NOUAYE - Église paroissiale Saint-Hubert - REL), l'épaisseur du mur de façade du chœur au droit de la reconnaissance R3 est de 85 cm. En prenant comme hypothèse une charge linéaire actuelle de $F=18$ t/ml, la contrainte effective q' appliquée au sol d'assise est :

$$q' = \frac{F}{S} = \frac{0,18}{0,85} = 0,21 \text{ MPa}$$

La contrainte admissible Q_{ELS} estimée dans le sol d'assise est :

$$Q_{ELS} = 0,26 \text{ MPa}$$

$$q' < Q_{ELS}$$

La portance du sol d'assise n'est pas dépassée. Le tassement produit est calculé à 6,3 mm.

VI.3.4 R3 (Sud - versant Est du transept Sud)

VI.3.4.1 Reconnaissance de fondation

La reconnaissance R3 a été réalisée à l'angle Sud-Est entre le transept Sud et le chœur. Elle a montré que le mur de façade repose sur un soubassement sans débord. Le mur est fondé dans le sable argilo-talqueux marron orangé avec une assise située à 1,15 m de profondeur (cote : 1,1 m).

VI.3.4.2 Portance

Selon les plans de l'existant (01-LA NOUAYE - Église paroissiale Saint-Hubert - REL), l'épaisseur du mur de façade du transept Sud au droit de la reconnaissance R3 est de 80 cm. En prenant comme hypothèse une charge linéaire actuelle de $F=18$ t/ml, la contrainte effective q' appliquée au sol d'assise est :

$$q' = \frac{F}{S} = \frac{0,18}{0,8} = 0,23 \text{ MPa}$$

La contrainte admissible Q_{ELS} estimée dans le sol d'assise est :

$$Q_{ELS} = 0,44 \text{ MPa}$$

$$q' < Q_{ELS}$$

La portance du sol d'assise n'est pas dépassée. Le tassement produit est calculé à 4,0 mm.

VI.3.5 Analyse et conclusions

Il a été relevé la présence de dispositif de drainage autour de l'édifice (drain périphérique et gravier drainant), cela contribue à limiter l'exposition à l'eau du terrain d'assise. Le piézomètre placé en F2 permettra de vérifier les fluctuations du niveau de la nappe et de mesurer son influence sur la tenue du sol d'assise. En effet, ce dernier étant un sol intermédiaire, sol sablo-argileux, ses caractéristiques mécaniques peuvent être affectées par exposition à l'eau en raison de la fraction argileuse qu'il contient ($VBS > 0,1$).

D'après les observations et calculs de tassements effectués au droit des reconnaissances de fondations, le sol d'assise n'est pas en surcharge ainsi les désordres ne seraient pas une résultante d'une rupture ni d'un tassement excessif des sols d'assise.

Par ailleurs, les résultats d'essais en laboratoire permettent de considérer le risque lié au retrait-gonflement des argiles comme faibles. Les dommages ne seraient donc pas également liés à ce risque.

Les sondages effectués étant locaux, il n'est pas exclu la possibilité de la présence de passages indurés, à l'exemple du sondage F1 où il a été rencontré un refus précoce sur bloc rocheux.

Au regard des observations faites au droit de nos reconnaissances, les dommages observés ne relèvent pas d'un défaut du sol d'assise sous fondations.

Les dommages pourraient être liées à des problèmes structuraux (manque de rigidité des éléments, appuis et déplacement d'une maçonnerie sur une autre, appui de la charpente et/ou du clocher sur les murs, etc). Il s'agit, dans ces cas-là, de domaines d'étude qui ne relèvent pas de notre compétence.

Il convient donc de faire analyser le bâtiment par un bureau d'études structures.

VII. NOTE

Les principes constructifs édités ci-avant dans le cadre de cette étude de diagnostic sont basées sur des hypothèses de descentes de charges.

Rapport rédigé par :

B. YOKA KHAIL

A handwritten signature in black ink, appearing to be "B. Yoka Khail".

Vérifié par :

A-G. GAUDIN

A handwritten signature in black ink, appearing to be "A-G. Gaudin".

VIII. ANNEXES

- **PLAN D'IMPLANTATION**
- **COUPES DES TERRAINS**
- **RECONNAISSANCES DE FONDATION**
- **RÉSULTATS DE LABORATOIRE**
- **RAPPEL DES MISSIONS GÉOTECHNIQUES**





6 rue du Lieutenant Mounier
22190 PLERIN
tel : 02.96.76.63.77
geotechnique@solcap.fr
www.solcap.fr

R24-07-4477 La Nouaye (35) - Diagnostic église - Mairie

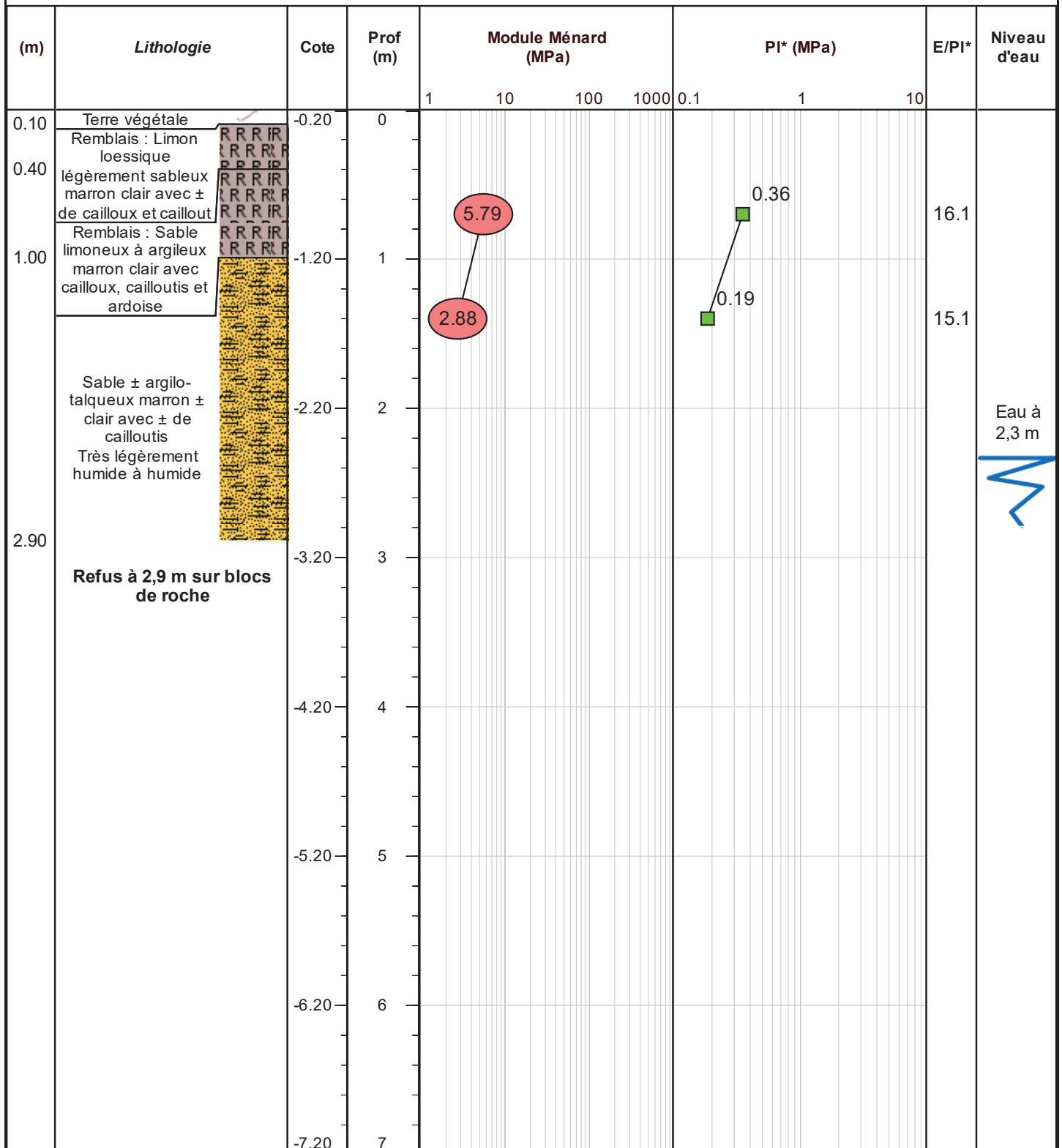
Sondage **F1**

Date : 02/07/2024

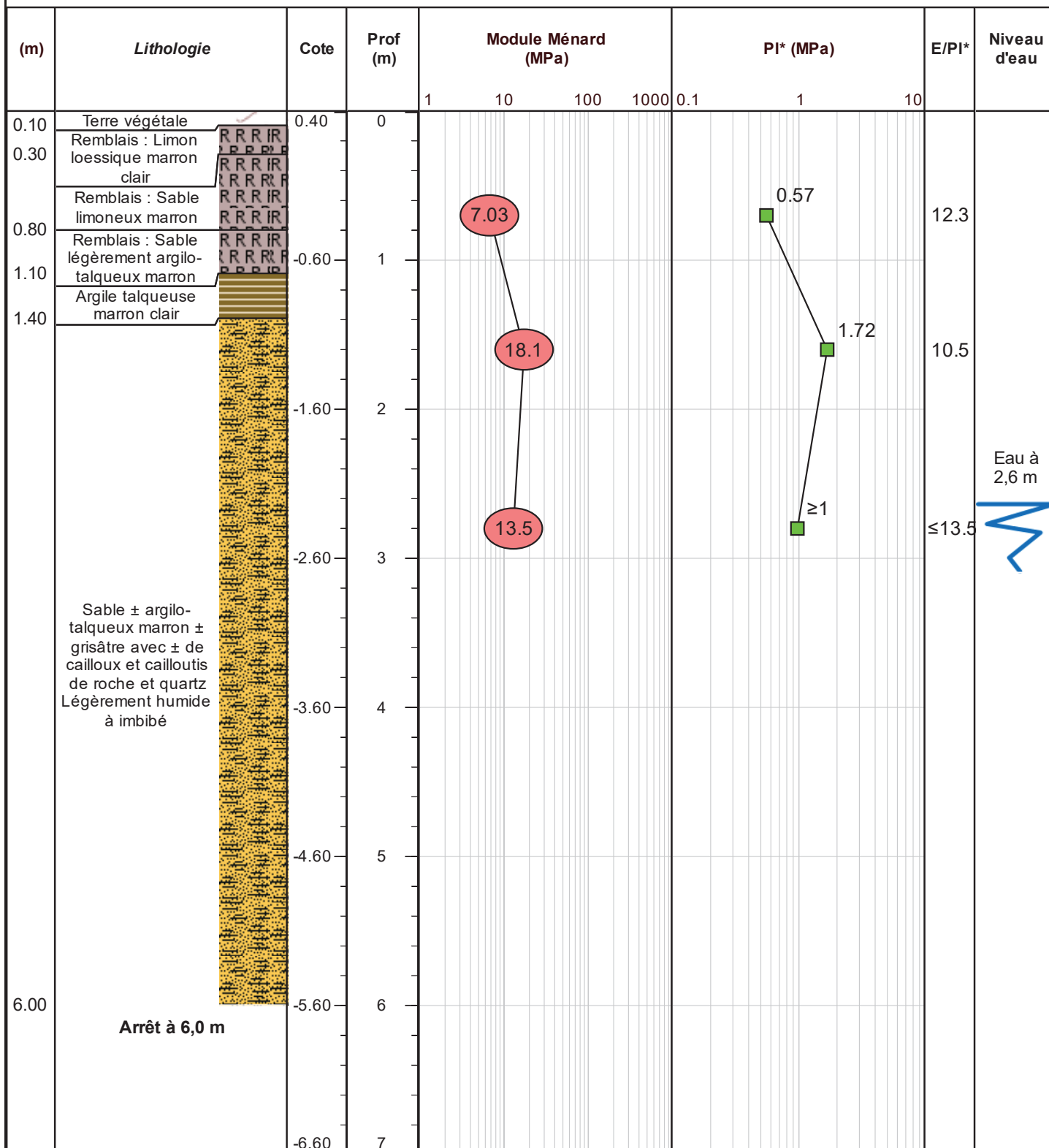
Forage Pressiométrique

Cote (m) : -0.20 m

Dépouillement : E. LE PENVEN



Observations :



Observations :

Forage équipé d'un piézomètre
Profondeur : 3,7 m
Tube plein de 0 m à 2,1 m / Tube crépiné de 2,1 m à 3,7 m



6 rue du Lieutenant Mounier
22190 PLERIN
tel : 02.96.76.63.77
geotechnique@solcap.fr
www.solcap.fr

R24-07-4477 La Nouaye (35) - Diagnostic église - Mairie

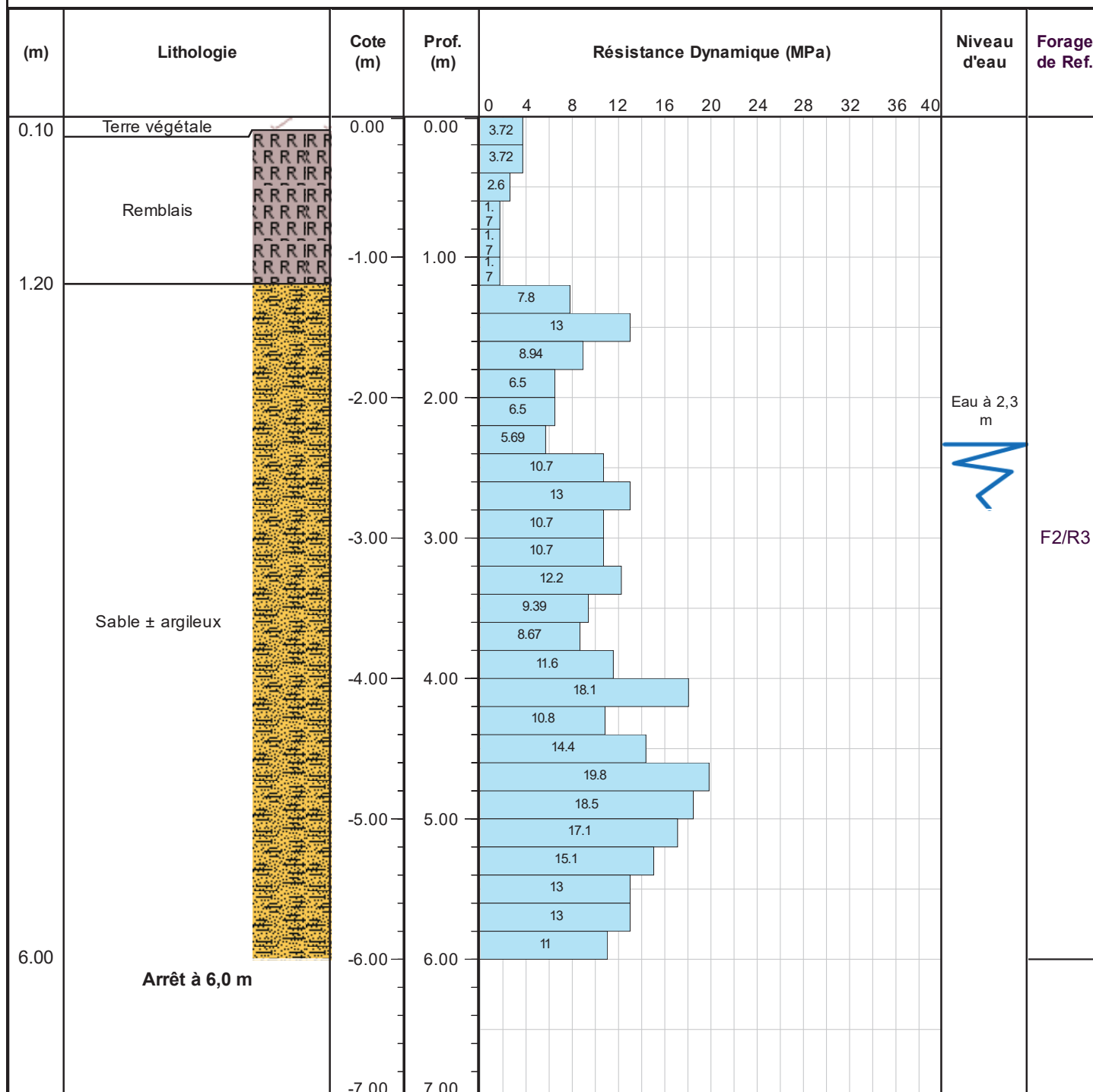
Sondage **S1**

Date : 02/07/2024

Sondage au pénétromètre dynamique type B

Cote (m) : 0.00 m

Dépouillement : E. LE PENVEN



Masse mouton : 64 kg
Hauteur de chute : 0.75 m
Masse pointe : 0.67 kg

Masse enclume + guide : 10.6 kg
Masse tige : 5.8 kg
Diamètre pointe : 0.05 m

Observations :



6 rue du Lieutenant Mounier
22190 PLERIN
tel : 02.96.76.63.77
geotechnique@solcap.fr
www.solcap.fr

R24-07-4477 La Nouaye (35) - Diagnostic église - Mairie

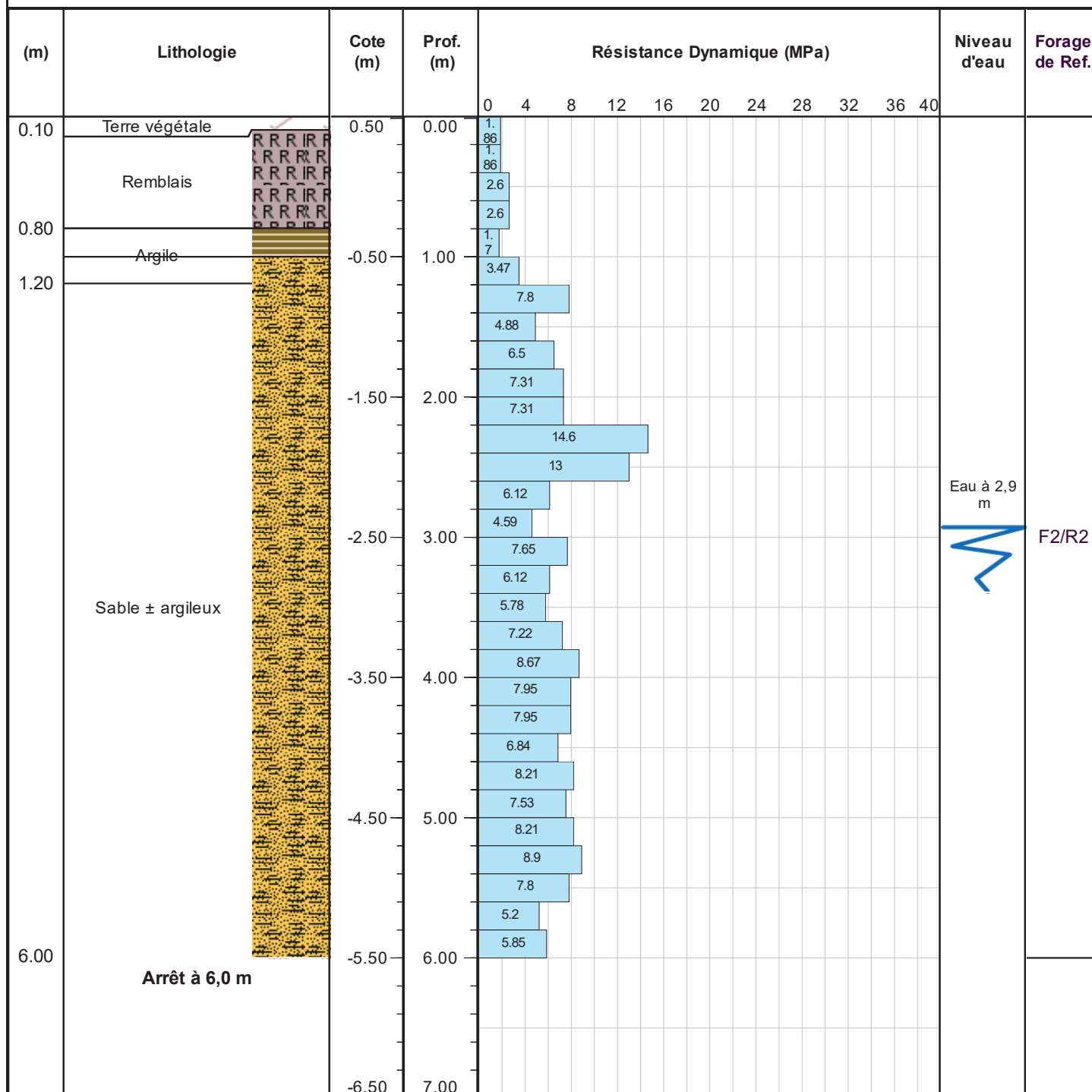
Sondage **S2**

Date : 02/07/2024

Sondage au pénétromètre dynamique type B

Cote (m) : 0.50 m

Dépouillement : E. LE PENVEN



Masse mouton : 64 kg
Hauteur de chute : 0.75 m
Masse pointe : 0.67 kg

Masse enclume + guide : 10.6 kg
Masse tige : 5.8 kg
Diamètre pointe : 0.05 m

Observations :



6 rue du Lieutenant Mounier
22190 PLERIN
tel : 02.96.76.63.77
geotechnique@solcap.fr
www.solcap.fr

R24-07-4477 La Nouaye (35) - Diagnostic église - Mairie

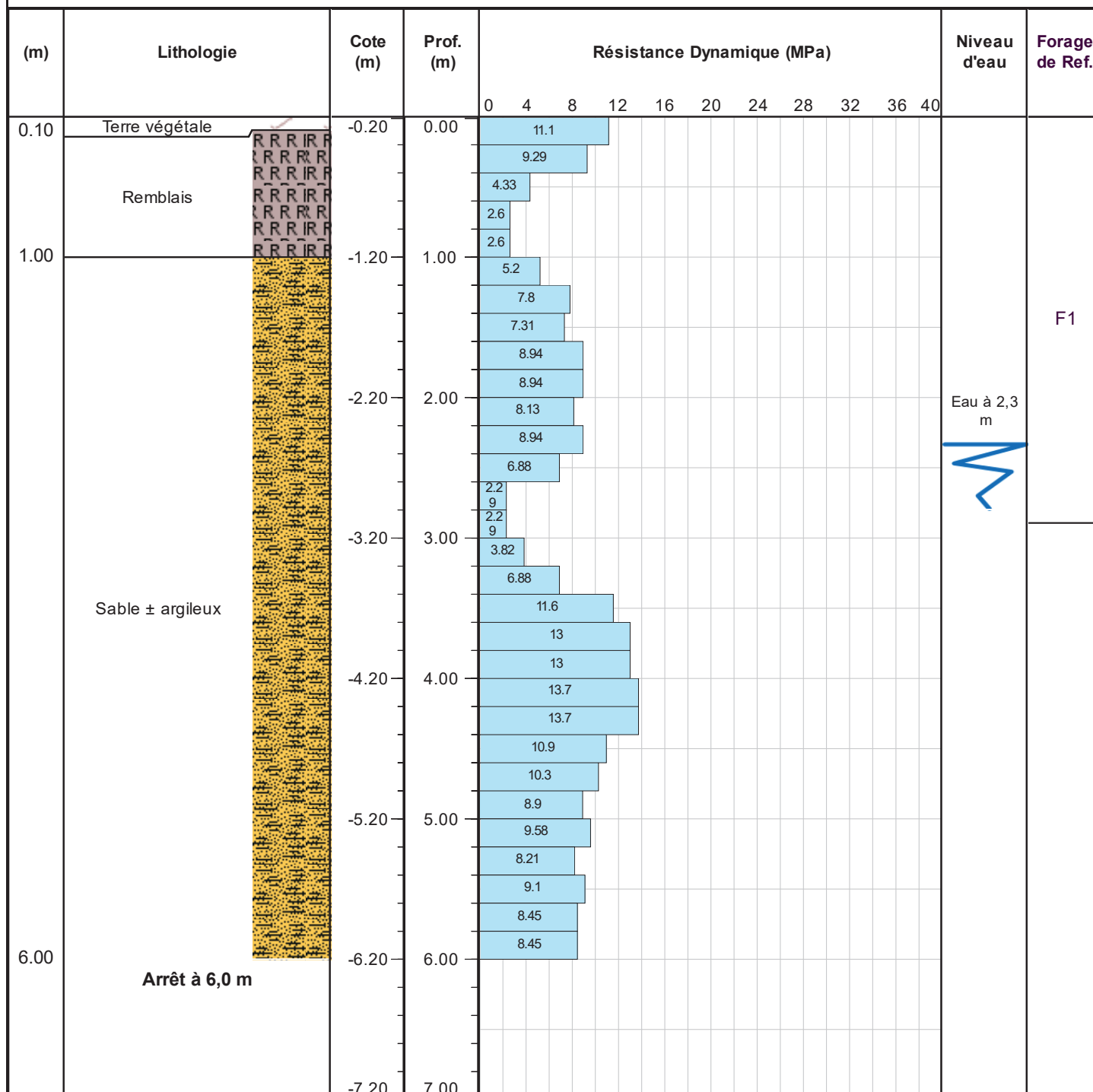
Sondage **SF1**

Date : 02/07/2024

Sondage au pénétromètre dynamique type B

Cote (m) : -0.20 m

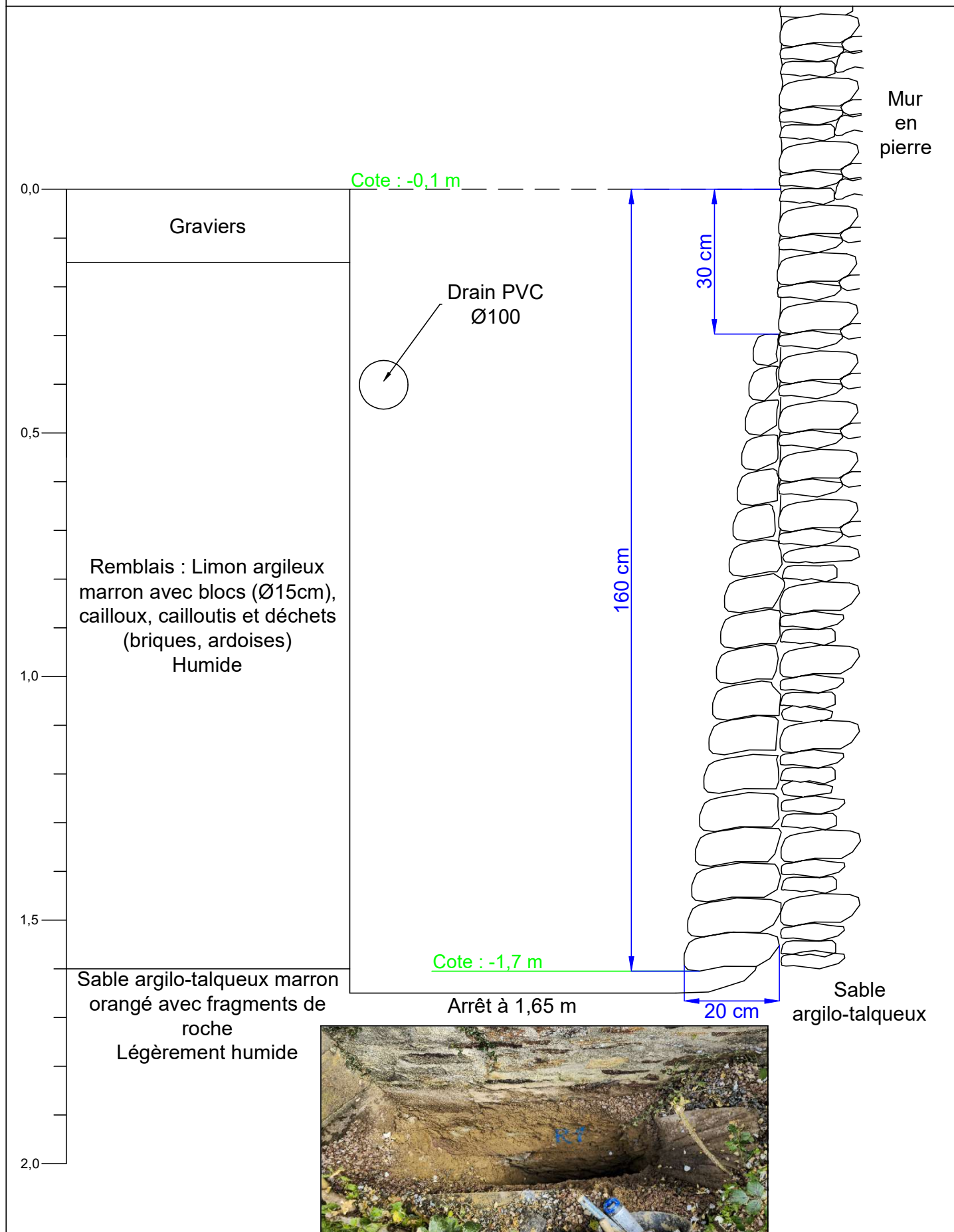
Dépouillement : E. LE PENVEN

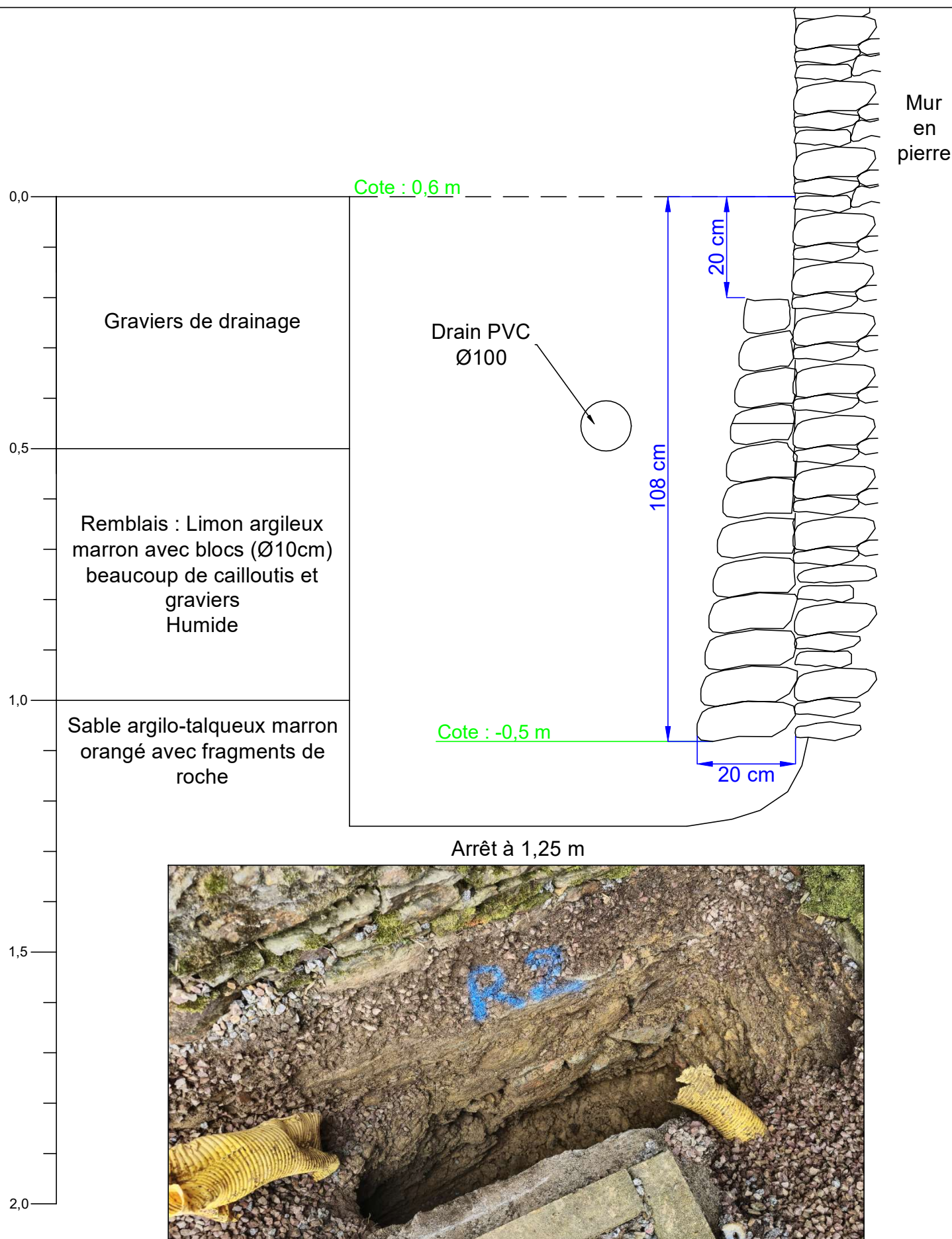


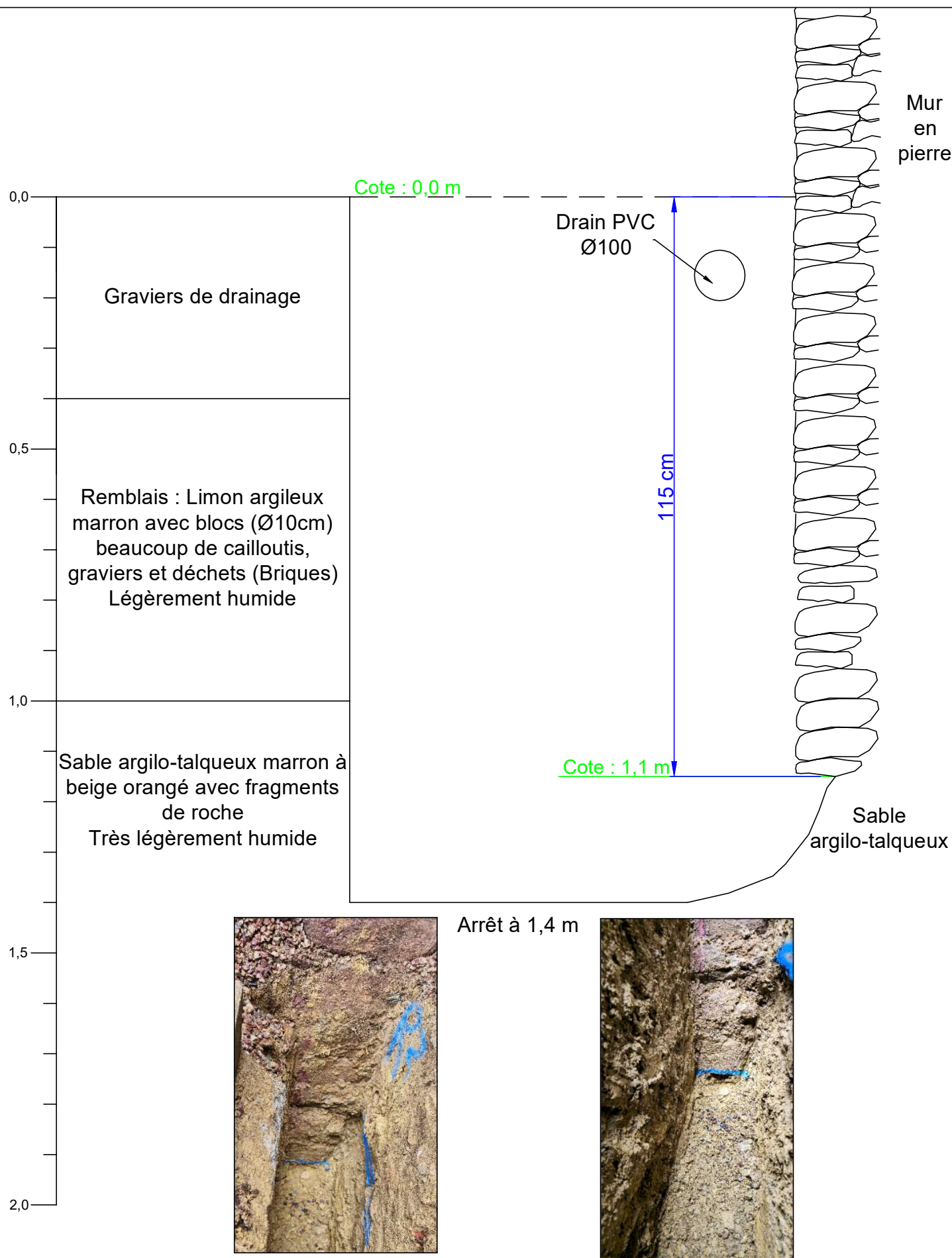
Masse mouton : 64 kg
Hauteur de chute : 0.75 m
Masse pointe : 0.67 kg

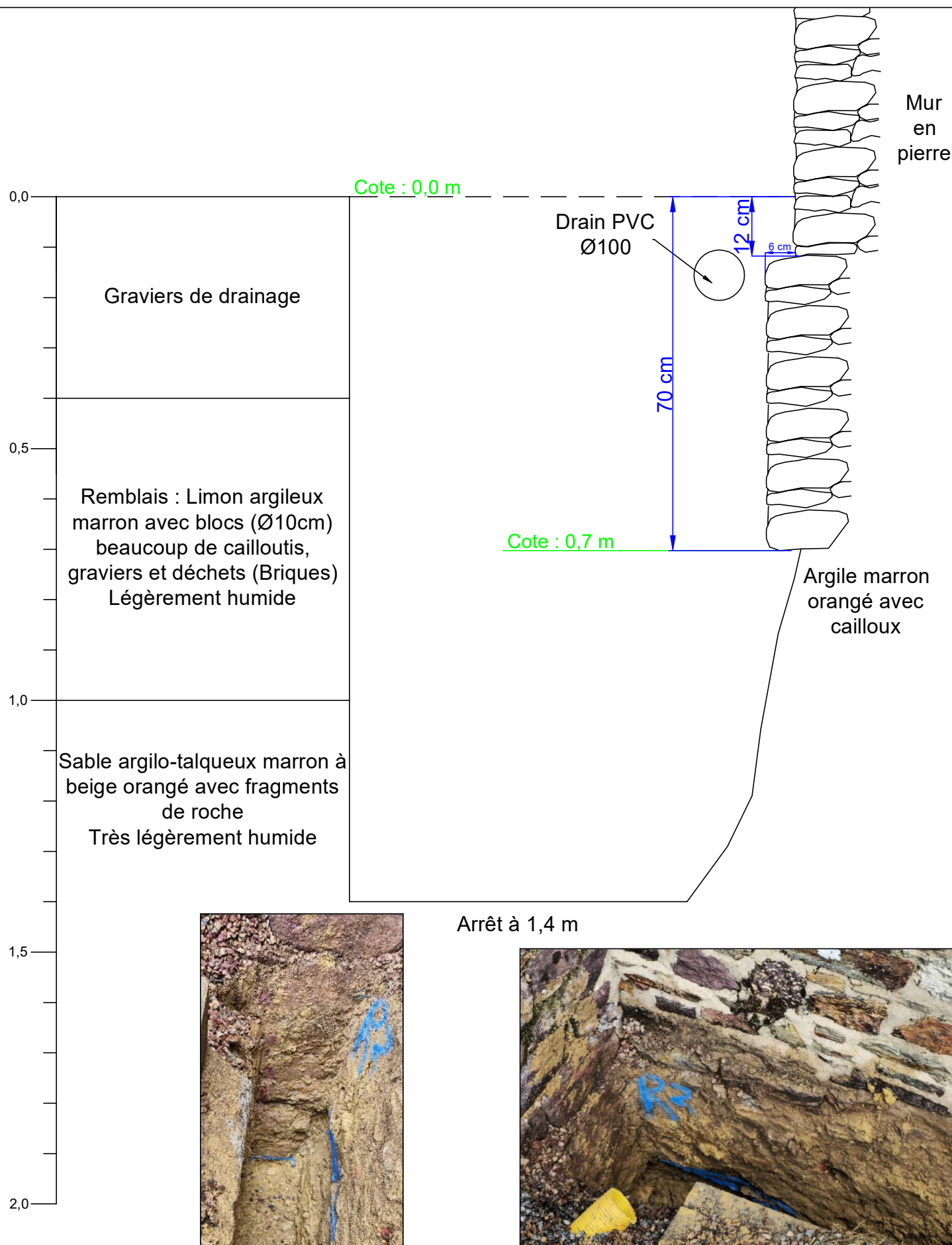
Masse enclume + guide : 10.6 kg
Masse tige : 5.8 kg
Diamètre pointe : 0.05 m

Observations :









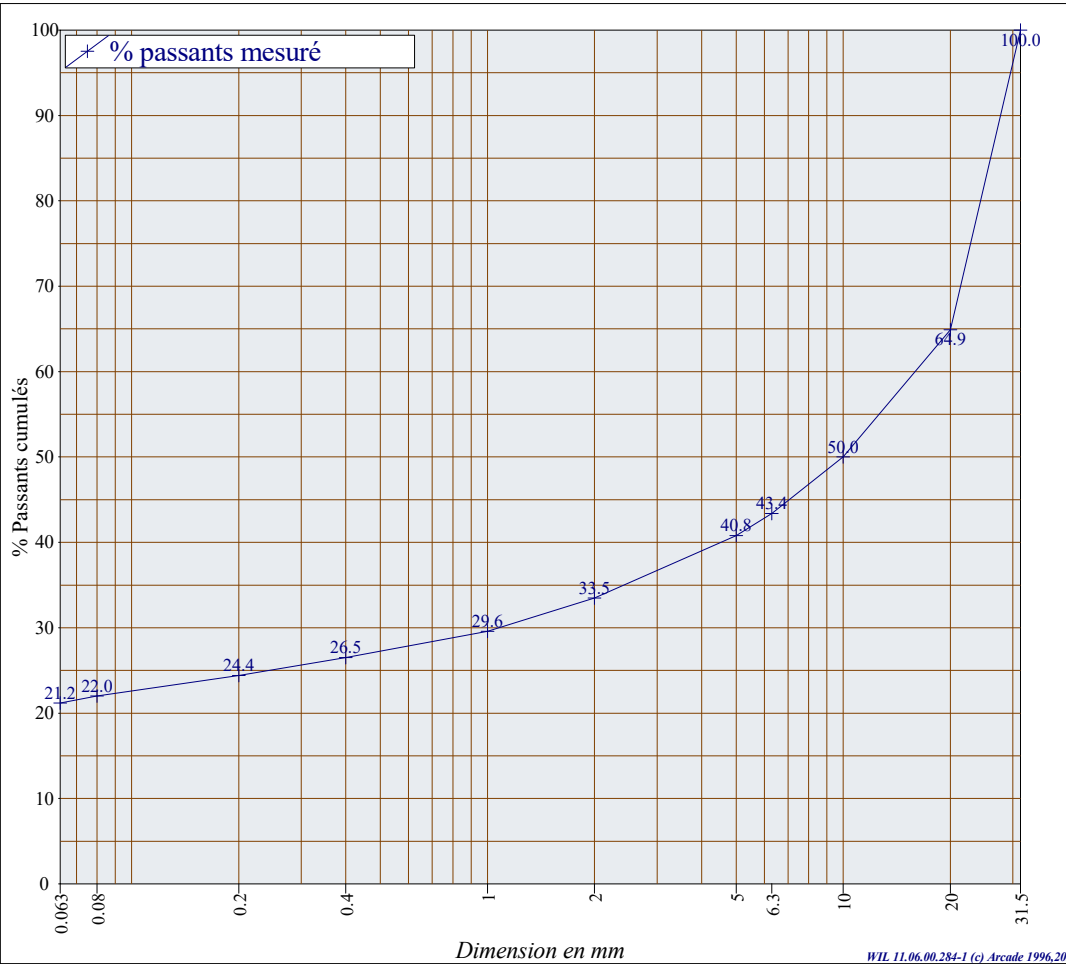
Client : SOLCAP
16 rue C. Freycinet
22950 TREGUEUX

Dossier 2024-0978 : La Nouaye (35)

Prélèvement n° C4194015	prélevés le 02/07/2024
Origine	Chantier
Mode	Sondage
Fait par	CLIENT
Observations internes	R2 (1.00m à 1.20m) (Classification I1 selon GTR 2023)

ESSAIS	Valeur	Norme
Classification GTR (GTR)		GTR
Classification	B5	
Analyse granulométrique par tamisage à sec (Gr)		NF EN ISO 17892-4
Valeur de Bleu d'un Sol (VBS)	0.32	NF EN 17542-3
Teneur en eau (W)	21.0 %	NF EN ISO 17892-1

Analyse granulométrique		
Tamis	%tamisat	
31.500	100	
20.000	65	
10.000	50	
6.300	43	
5.000	41	
2.000	34	
1.000	30	
0.400	27	
0.200	24	
0.080	22.0	
0.063	21.2	



le 12/07/24	Technicien L.GARCON	Responsable de secteur E. AUBERT

Classification des missions d'ingénierie géotechnique (tableau 2 de la norme NF P 94-500 révisée en 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).