

Rapport d'étude géotechnique

Mission G1-PGC / G2-AVP (voiries)

Aménagement d'un lotissement de 17 lots

Rue Anne de Bretagne
MERNEL (35)



Dossier 3510040 - Juin 2022

SAS SOFIAL - LELIEVRE IMMOBILIER

1 rue Charles Fabry
72 013 LE MANS

CLIENT

NOM	SAS SOFIAL – LELIEVRE IMMOBILIER
ADRESSE	1 rue Charles Fabry 72013 LE MANS
INTERLOCUTEUR	LACROIX Gaëlle

ECR ENVIRONNEMENT

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

DATE	INDICE	OBSERVATION / MODIFICATION	REDACTEUR	VERIFICATEUR
28/06/2022	01	Rapport d'étude géotechnique G1 PGC / G2 AVP (voiries)	H.DUPRÉ	K.MORANGE

Rédacteur	Contrôle interne
 Hugo DUPRÉ Chargé d'études Géologie Géotechnique	Kaïna MORANGE Chargée d'études Géologie Géotechnique

SOMMAIRE

1. PRESENTATION	4
1.1. CARACTERISTIQUES DU SITE ET DU PROJET	4
1.2. MISSION	5
1.3. ELEMENT DE L'ETUDE	5
1.4. PROGRAMME	5
2. CONTEXTE D'ETUDE.....	6
2.1. CONTEXTE GEOLOGIQUE	6
2.2. RISQUES NATURELS	7
3. RESULTATS DES INVESTIGATIONS.....	10
3.1. NIVELLEMENT	10
3.2. LITHOLOGIE ET COMPACITE.....	10
3.3. HYDROGEOLOGIE.....	11
3.4. PERMEABILITE.....	11
3.5. ESSAIS DE LABORATOIRE	11
4. APPLICATION AU PROJET	12
4.1. IMPLANTATION ET ALTIMETRIE	12
4.2. TYPES DE FONDATIONS ENVISAGEABLES.....	12
4.3. NIVEAUX BAS	13
4.4. VOIRIES.....	13
4.4.1. Préparation de la Partie Supérieure de Terrassement (PST)	14
4.4.2. Classification de la Partie Supérieure de Terrassement (PST) et de l'Arase (AR)	14
4.4.3. Choix de la classe de plate-forme	15
4.4.4. Dimensionnement de la couche de forme	15
4.4.5. Suggestions particulières.....	16
5. PRECAUTIONS PARTICULIERES DE MISE EN ŒUVRE	17
5.1. TERRASSEMENTS	17
5.2. FONDATIONS.....	17
5.3. EAU ET DRAINAGE	18
5.3.1. Phase provisoire	18
5.3.2. Phase définitive.....	18
6. ORIENTATION DU PROJET.....	19
CONDITIONS PARTICULIÈRES	20



ANNEXES

- ✓ EXTRAIT DE LA NORME NF P 94-500 (2 PAGES)
- ✓ IMPLANTATION DES SONDAGES (1 PAGE)
- ✓ RESULTATS DES INVESTIGATIONS IN SITU (8 PAGES)
- ✓ RESULTATS DES ESSAIS EN LABORATOIRE (2 PAGES)

1. PRESENTATION

Cette étude a été réalisée par la société **ECR Environnement** (Agence de Rennes), à la demande et pour le compte de **SAS SOFIAL – LELIEVRE IMMOBILIER**.

1.1. Caractéristiques du site et du projet

Le terrain concerné par cette étude est situé au centre de la commune de Mernel (35), en partie au Sud de la parcelle 90 de la section ZC. Il est bordé au Sud et à l'Est par des maisons individuelles et par une parcelle agricole au Nord et à l'Ouest. Il est desservi par la rue Erispoë à l'Est et la rue Anne de Bretagne au Sud.

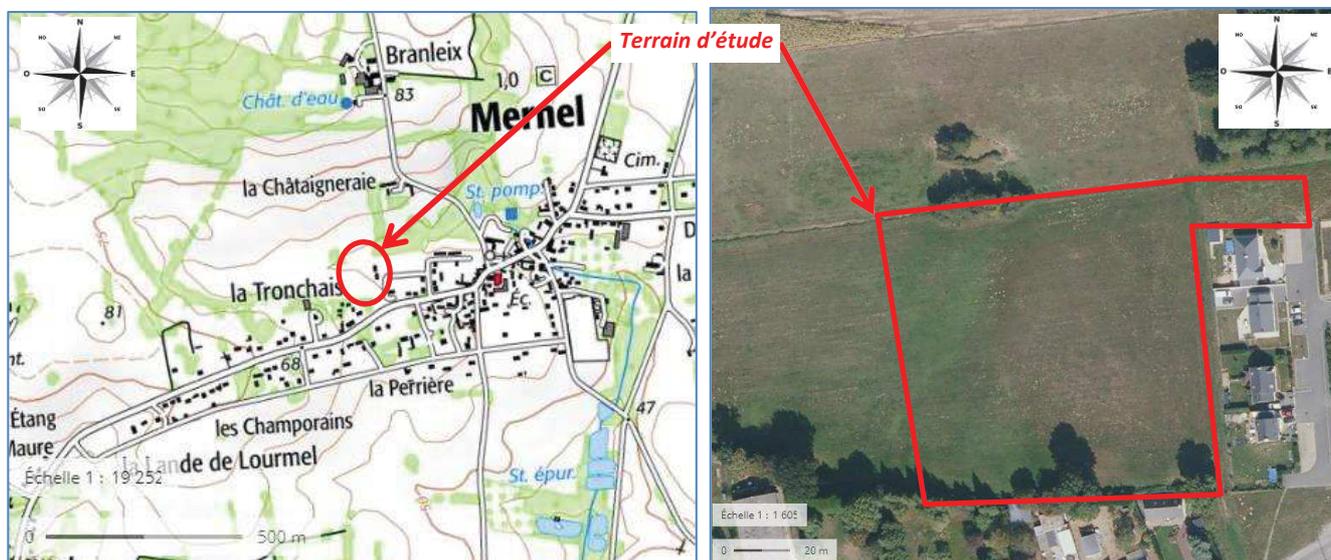


Figure 1 : Situation de la zone d'étude (source : Géoportail)

Le site est actuellement une parcelle agricole, anciennement en culture, arborée en limite Sud, avec une pente moyenne de 3% orientée vers le Sud. Au droit de nos sondages, un dénivelé de 3,00 m a été mesuré.

Le projet prévoit l'aménagement de 17 lots pour la construction de logements et d'une voirie.



1.2. Mission

Cette étude correspond à une mission de type étude géotechnique préalable (G1) phase Principes Généraux de Construction (PGC) et G2 phase Avant-Projet concernant les voiries, suivant la classification des missions d'ingénierie géotechnique établie en novembre 2013 (extrait de la norme NF P 94-500 présentée en annexes).

Elle a pour objectif de :

- Préciser le contexte géologique et hydrogéologique du site,
- Réaliser une recherche documentaire sur les risques naturels pouvant impacter les terrains d'étude ;
- Évaluer les caractéristiques mécaniques des sols (résistance, portance, déformabilité des sols...),
- Donner les suggestions du type de fondations et dallages envisageables pour les ouvrages sans prédimensionnement ;
- Fournir les principes généraux d'adaptation du projet au terrain (terrassements, dispositions par rapport à la nappe et aux avoisinants...).

1.3. Élément de l'étude

La présente étude a été effectuée à partir du document suivant, fourni par LELIEVRE IMMOBILIER :

→ Un plan cadastral avec implantation du projet.

1.4. Programme

Dans le cadre de notre mission, nous avons réalisé les 7 et 8 juin 2022 les investigations suivantes,

- **6 sondages de reconnaissance géologique réalisés à la tarière mécanique diamètre 63 mm**, descendus à 3,00 m/TN en TP5 et TP6, à 5,00 m/TN en TP3 et jusqu'au refus obtenu entre 2,0 et 3,5 m/TN en TP1, TP2 et TP4. Ils ont permis d'observer les différentes successions géologiques et les éventuelles venues d'eau ;
- **6 essais au pénétromètre dynamique lourd**, arrêtés à 3,00 m/TN en TP5 et TP6 et au refus obtenu entre 1,60 et 4,40 m/TN en TP1 à TP4. Cette technique, réalisée conformément à la norme EN 22476-2, a permis d'apprécier la résistance dynamique apparente de rupture qd des divers terrains traversés, déterminée tous les 0,2 m d'enfoncement ;
- **2 mesures de perméabilité de type Porchet**, notées EP1 et EP2 ;
- **2 analyses en laboratoire** sur les échantillons de sols pour des classifications GTR.

Les sondages de reconnaissance et les essais au pénétromètre dynamique lourd ont été réalisés à l'aide d'une sondeuse ECOFORE SL 160. Le plan d'implantation et l'ensemble des résultats des investigations sont joints en annexe.



2. CONTEXTE D'ETUDE

2.1. Contexte géologique

Selon la carte géologique de Guer au 1/50 000^e (cf. Figure 2), le terrain est constitué de siltites gris-bleu à débit ardoisier appelé schiste (**b3s**).

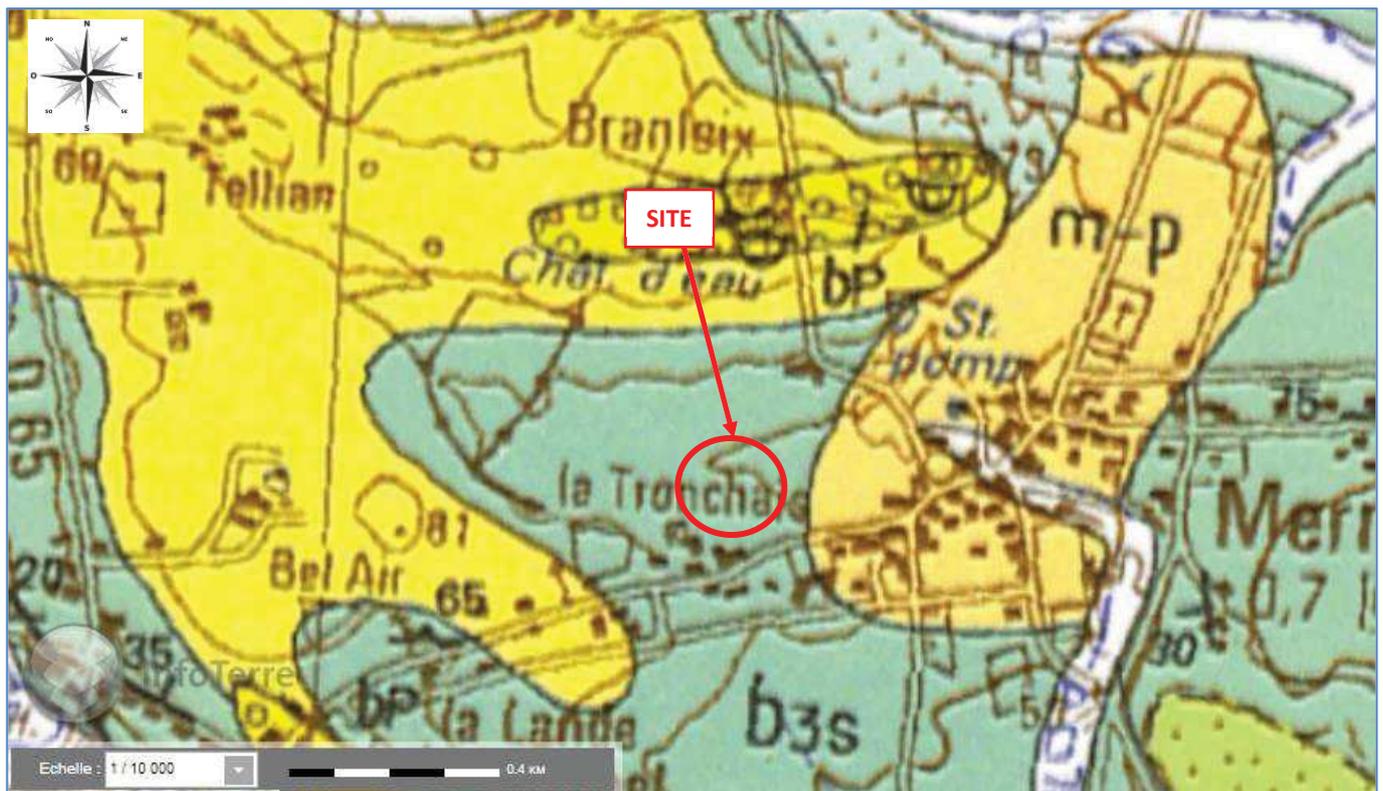


Figure 2 : Extrait de la carte géologique de Guer, au 1/50 000 (source : Infoterre)

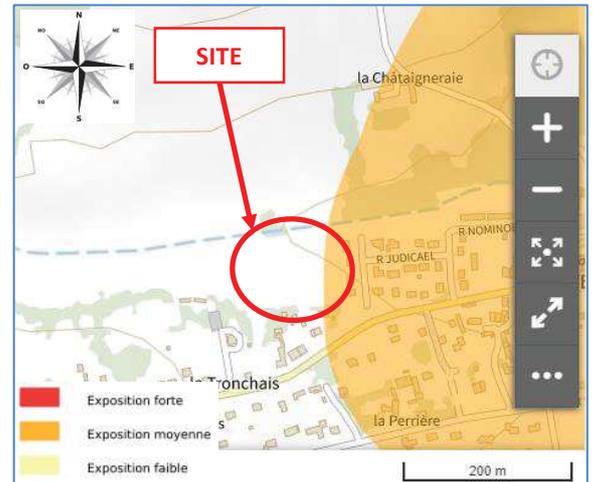


2.2. Risques naturels

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

- L'aléa géologique, avec un site se situant en **zone d'exposition nulle à moyenne** vis-à-vis du retrait-gonflement des argiles et sans indice de cavité souterraine ni mouvement de terrain à proximité immédiate (cf. Figure 3) :

Figure 3 : Carte d'aléa retrait-gonflement vis-à-vis des argiles et de recensement de mouvements de terrain et de cavités souterraines (source : Infoterre)



- L'aléa hydrogéologique, avec un terrain non sujet aux inondations de cave ni aux débordements de nappe ou de cours d'eau (cf. Figure 4).

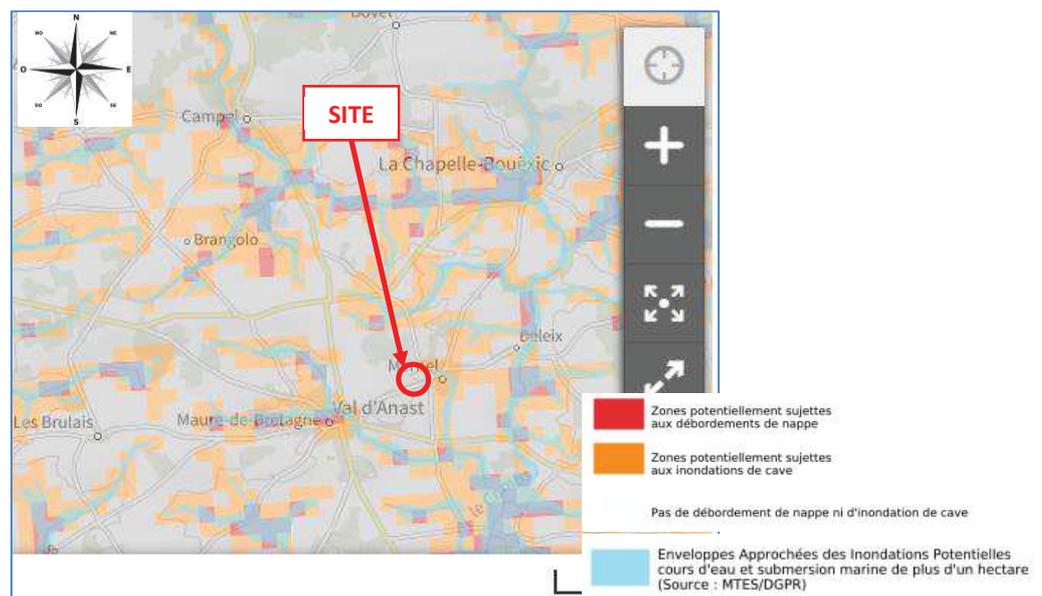


Figure 4 : Extrait de la carte de zones sensibles aux remontées de nappe et de la carte d'enveloppes approchées des inondations potentielles (source : Infoterre)

- La sismicité : le zonage sismique de la France (décret d'octobre 2010 entré en vigueur le 1er mai 2011) classe la région Bretagne en zone de sismicité 2 (aléa faible) (cf. Figure 5).



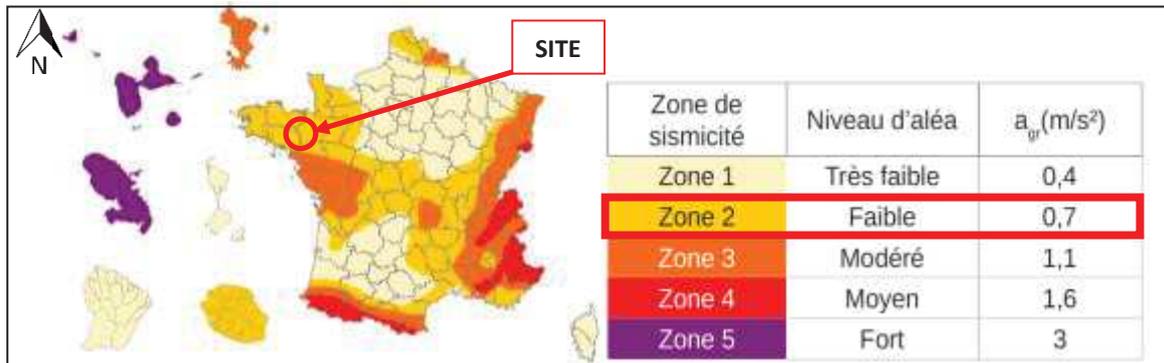


Figure 5 : Carte du zonage sismique et tableau des accélérations correspondantes

De plus, les maisons individuelles sont de **catégorie d'importance II** (cf. Figure 6).

Catégorie d'importance	Description
I 	<ul style="list-style-type: none"> Bâtiments dans lesquels il n'y a aucune activité humaine nécessitant un séjour de longue durée.
II 	<ul style="list-style-type: none"> Habitations individuelles. Établissements recevant du public (ERP) de catégories 4 et 5. Habitations collectives de hauteur inférieure à 28 m. Bureaux ou établissements commerciaux non ERP, h ≤ 28 m, max. 300 pers. Bâtiments industriels pouvant accueillir au plus 300 personnes. Parcs de stationnement ouverts au public.
III 	<ul style="list-style-type: none"> ERP de catégories 1, 2 et 3. Habitations collectives et bureaux, h > 28 m. Bâtiments pouvant accueillir plus de 300 personnes. Établissements sanitaires et sociaux. Centres de production collective d'énergie. Établissements scolaires.
IV 	<ul style="list-style-type: none"> Bâtiments indispensables à la sécurité civile, la défense nationale et le maintien de l'ordre public. Bâtiments assurant le maintien des communications, la production et le stockage d'eau potable, la distribution publique de l'énergie. Bâtiments assurant le contrôle de la sécurité aérienne. Établissements de santé nécessaires à la gestion de crise. Centres météorologiques.

Figure 6 : Tableau des catégories d'importance des bâtiments (source : www.developpement-durable.gouv.fr)

Pour des bâtiments de catégorie II (habitations individuelles) en zone de sismicité 2, l'application des prescriptions parasismiques particulières de l'Eurocode 8 **n'est pas obligatoire** (cf. Figure 7).



	I	II	III	IV
Zone 1	aucune exigence			
Zone 2	aucune exigence			Eurocode 8 ³ $a_{gr}=0,7 \text{ m/s}^2$
Zone 3	PS-MI ¹	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,1 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,1 \text{ m/s}^2$	
Zone 4	PS-MI ¹	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,6 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,6 \text{ m/s}^2$	
Zone 5	CP-MI ²	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=3 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=3 \text{ m/s}^2$	

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

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

³ Application obligatoire des règles Eurocode 8

Figure 7 : Exigences sur le bâti neuf (source : www.developpement-durable.gouv.fr)

- Le **potentiel radon** : à la demande de l'Autorité de Sûreté Nucléaire, l'IRSN a réalisé une cartographie qui permet de connaître le potentiel radon des communes. **La cartographie du potentiel du radon des formations géologiques établie par l'IRSN conduit à classer les communes en 3 catégories.** D'après l'IRSN, le potentiel radon de la commune de Mernel est classé **en catégorie 3.** **Il est recommandé, sans obligations,** de prévoir des systèmes constructifs, de ventilations et de chauffages adaptés (vide sanitaire aéré...).

Catégorie	Description
1	<p>Les communes à potentiel radon de catégorie 1 sont celles localisées sur les formations géologiques présentant les teneurs en uranium les plus faibles. Ces formations correspondent notamment aux formations calcaires, sableuses et argileuses constitutives des grands bassins sédimentaires (bassin parisien, bassin aquitain) et à des formations volcaniques basaltiques (massif central, Polynésie française, Antilles...).</p> <p>Sur ces formations, une grande majorité de bâtiments présente des concentrations en radon faibles. Les résultats de la campagne nationale de mesure en France métropolitaine montrent ainsi que seulement 20% des bâtiments dépassent 100 Bq.m-3 et moins de 2% dépassent 400 Bq.m-3.</p>
2	<p>Les communes à potentiel radon de catégorie 2 sont celles localisées sur des formations géologiques présentant des teneurs en uranium faibles mais sur lesquelles des facteurs géologiques particuliers peuvent faciliter le transfert du radon vers les bâtiments.</p> <p>Les communes concernées sont notamment celles recoupées par des failles importantes ou dont le sous-sol abrite des ouvrages miniers souterrains... Ces conditions géologiques particulières peuvent localement faciliter le transport du radon depuis la roche jusqu'à la surface du sol et ainsi augmenter la probabilité de concentrations élevées dans les bâtiments.</p>
3	<p>Les communes à potentiel radon de catégorie 3 sont celles qui, sur au moins une partie de leur superficie, présentent des formations géologiques dont les teneurs en uranium sont estimées plus élevées comparativement aux autres formations. Les formations concernées sont notamment celles constitutives de massifs granitiques (massif armoricain, massif central, Guyane française...), certaines formations volcaniques (massif central, Polynésie française, Mayotte...) mais également certains grès et schistes noirs.</p> <p>Sur ces formations plus riches en uranium, la proportion des bâtiments présentant des concentrations en radon élevées est plus importante que dans le reste du territoire. Les résultats de la campagne nationale de mesure en France métropolitaine montrent ainsi que plus de 40% des bâtiments situés sur ces terrains dépassent 100 Bq.m-3 et plus de 6% dépassent 400 Bq.m-3.</p>

3. RESULTATS DES INVESTIGATIONS

3.1. Nivellement

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

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

Sondage	TP1	TP2	TP3	TP4	TP5	TP6	EP1	EP2
Z - Cote (m SI)	98,95	100,50	100,40	100,65	101,10	98,70	98,20	101,20

3.2. Lithologie et compacité

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

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

		Epaisseur (en m)	Sondages concernés	qd (en MPa)	Evaluation compacité
<i>Formation de recouvrement</i>	0.TV : Terre végétale	0,05 à 0,10	EP1 et EP2	-	-
	1 : Limon (marron)	0,50 à 0,80	Tous	1,7 à 6,6	Très faible à moyenne
<i>Substratum altéré</i>	2 : Altérite limono-argileuse (beige-orangé-kaki-marron-jaune)	0,70 à 1,60	Tous sauf TP4	3,3 à 17,8	Faible à moyenne
	3 : Schiste altéré limoneux +/- graveleux +/- sableux (beige-kaki-gris)	>1,10	Tous EP1 et EP2	10,0 à >38,6	Moyenne à élevée

Remarques :

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



3.3. Hydrogéologie

Lors de notre intervention en juin 2022, aucune arrivée ni niveau d'eau ont été observés dans nos sondages.

En périodes défavorables, des circulations d'eau pourraient toutefois apparaître superficiellement.

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

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

3.4. Perméabilité

Deux essais de perméabilité de type PORCHET ont été réalisés le 08/06/2022 afin de tester la perméabilité des terrains de surface. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Sondage	EP1	EP2
Formation	2	2
Perméabilité (m/s)	$3,6 \cdot 10^{-7}$	$2,5 \cdot 10^{-7}$

Les perméabilités mesurées dans les altérites de la formation 2 sont de l'ordre de $2,5 \cdot 10^{-7}$ à $3,6 \cdot 10^{-7}$ m/s.

3.5. Essais de laboratoire

Les essais de laboratoire ont été réalisés sur l'altérite limono-argileuse de la formation 2 et sur le schiste altéré de la formation 3.

Les résultats des analyses en laboratoire sont présentés dans le tableau ci-dessous (les procès-verbaux des essais sont fournis en annexe).

Sondage	Nature	Formation	W (%)	Passant (%)				VBS (g/100g)	Classe GTR
				10mm	5 mm	2 mm	80 µm		
TP4 (0,6/1,5)	Altérite limono-argileuse	2	11,5	100,0	99,8	97,9	79,0	1,03	A1
TP6 (0,5/1,8)	Schiste altéré	3	20,7	100,0	97,4	92,2	73,9	0,97	A1



4. APPLICATION AU PROJET

Le projet prévoit l'aménagement de 17 lots pour la construction de logements et d'une voirie.

Rappel : ne connaissant pas les éléments constitutifs du projet, nous nous bornerons dans le présent rapport à donner les grands traits de caractère géotechnique du site afin d'en guider l'aménagement (mission G1-PGC).

Les investigations réalisées ont mis en évidence :

- Des formations de recouvrement (terre végétale et limon marron) sur 0,50 à 0,80 m d'épaisseur de compacité faible, sur une formation d'altérite limono-argileuse de compacité faible à moyenne puis du schiste altéré limoneux plus ou moins sableux/graveleux localement de compacité moyenne à élevée.
- L'absence de venue d'eau observée dans nos sondages le jour de notre intervention.

4.1. Implantation et altimétrie

En termes d'implantation de bâtiments, aucune contre-indication n'est observée. Compte tenu de la pente, nous recommandons toutefois de prévoir une côte de niveau bas proche du point bas du projet afin d'éviter tout remblaiement et donc toute surcharge.

Un sous-sol est envisageable pour les projets de construction. Des circulations d'eau superficielles étant possibles dans les limons et argiles, un drainage efficace sera à prévoir.

4.2. Types de fondations envisageables

Les limons, matériaux remaniés, remblayés et imbibés devront être traversés en intégralité.

En fonction du projet et des descentes de charges nécessaires, le système de fondation pourra être de type fondations superficielles pour des charges faibles à modérés (type maison individuelle en RDC à R+1 à des bâtiments de type R+2 avec un niveau de sous-sol), ancrées dans l'**altérite limono-argileuse (2)**, observée dans nos sondages à partir de 0,50 à 0,80 m/TN. Dans tous les cas, la formation d'ancrage devra être homogène pour un même bâtiment.

Pour des charges plus élevées, un ancrage dans les **schistes altérés (3)** sera recherché via des fondations superficielles à semi-profondes en fonction de la localisation du projet. Des sondages complémentaires devront donc être réalisés au droit des projets afin de définir le type de fondation adéquat.



On respectera en tout point :

- Un ancrage minimum de 0,30 m dans la couche d'assise ;
- Un encastrement de 0,60 m par rapport au sol extérieur fini ;
- Une même couche d'assise pour chaque bâtiment ;
- Le respect de la règle des 3H/2V entre les arrêtes de fondations voisines et la base des talus.

Remarque importante : les modes de fondations devront être adaptés aux charges réelles apportées et aux éventuelles surprofondeurs.

4.3. Niveaux bas

Compte tenu de la sensibilité à l'eau des sols en place et de l'épaisseur variable des limons, nous recommandons de réaliser des **planchers portés** pour les niveaux bas en RDC.

La réalisation d'une mission G2-AVP permettra de préciser ce point par lots une fois les projets définis.

4.4. Voiries

Nous retiendrons la classe de **trafic cumulé la plus faible TC1** définie par le *guide du SETRA pour la construction des chaussées neuves* comme une « zone de moyenne importance de 50 à 500 logements ; route de distribution locale ».

Dans la mesure où le trafic sur le site sera a priori limité, il est proposé de procéder au dimensionnement des couches de forme sous voirie à partir de la démarche simplifiée proposée dans le *Guide pour la construction des chaussées à faible trafic – Bretagne – Pays de Loire de 2002*.

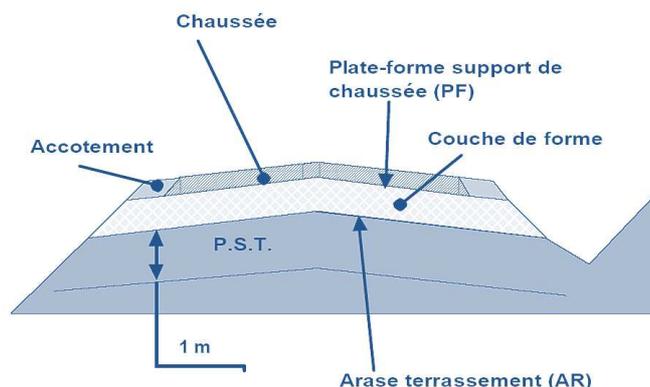
La plus faible classe de trafic de ce guide correspond à la **classe T5**, moins de 25 poids lourds par jour par sens de circulation.

Ce dimensionnement sera conduit sur l'hypothèse d'utilisation de matériaux naturels non traités.

Deux étapes sont nécessaires :

- Appréciation de la portance de la PST (Partie Supérieure des Terrassements) prévisible au moment des travaux – fonction de la nature des terrains,
- Dimensionnement de la couche de forme en fonction de la classe de plate-forme à atteindre.





Il conviendra donc de s'assurer que les dispositions constructives retenues sont en accord avec les caractéristiques réelles du projet.

4.4.1. Préparation de la Partie Supérieure de Terrassement (PST)

Après purge des limons, la Partie Supérieure des Terrassements (PST) sera représentée *a priori* par l'**altérite limono-argileuse (2)** et par le **schiste altéré limoneux (3)** qui sont de classe GTR A1. La surface de la PST est l'Arase de terrassement (AR).

Toute poche décomprimée, de matériau évolutif ou de moindre consistance rencontrée en fond de forme sera purgée. Pour le rattrapage des éventuels hors profils après purge, on prévoira la mise en œuvre d'une substitution en matériaux granulaires, insensibles à l'eau.

Après mise à niveau de la PST, elle sera **compactée**. Son compactage sera adapté aux conditions climatiques au moment des travaux.

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

4.4.2. Classification de la Partie Supérieure de Terrassement (PST) et de l'Arase (AR)

La période des travaux n'est pas connue. On restera par conséquent prudent sur la qualification des PST. Suivant la teneur en eau des terrains et les conditions météorologiques au moment des travaux, les PST et AR obtenues (après décapage) pourront être de différents types.

Les sols fins correspondent à des **sols déformables à très déformables en état hydrique humide à très humides et sont des sols sensibles à l'eau et portants en état hydrique sec à moyen** (cf. Figure 8).

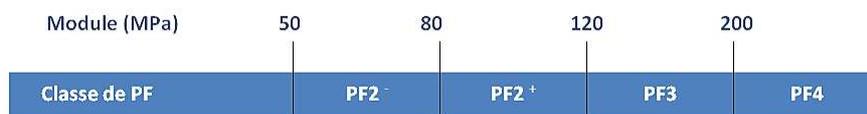


Nature - Etat des matériaux	Indicateurs de comportement	Qualification de la portance de la PST
<p>Sols sensibles à l'eau, humides à très humides :</p> <ul style="list-style-type: none"> - sols fins : argiles, limons, schistes décomposés, - sols sableux et graveleux (argileux), - schistes très altérés friables, - grès décomposés avec blocs. 	<p>Indice de portance en laboratoire IPI < 10</p> <p>Circulation impossible ou difficile (ornières) Compactage impossible</p> <p>Portance sur chantier à la plaque (EV2) ou dynaplaque (E) < 30 MPa.</p> <p>Pénétrömètre dynamique⁵ $q_d < 2,5$ MPa</p>	<p>Sols déformables à très déformables.</p>
<p>Sols sensibles à l'eau, d'humidité faible à moyenne :</p> <ul style="list-style-type: none"> - sols fins, - sols sableux et graveleux, - schistes altérés friables, - matériaux blocailleux avec fines. 	<p>Indice de portance en laboratoire IPI ≥ 10</p> <p>Circulation facile</p> <p>Compactage possible sans « matelassage » ni remontée d'humidité</p> <p>Portance sur chantier à la plaque ou dynaplaque (30 MPa \leq EV2 ou E dyn < 50 MPa) Pénétrömètre dynamique $q_d \geq 2,5$ MPa</p>	<p>Sols peu déformables portants mais sensibles à l'eau.</p>

Figure 8 : Appréciation de la portance de la PST prévisible au moment du chantier à partir des sondages et des essais en laboratoires (source : Guide pour la construction des chaussées à faible trafic / Bretagne - Pays de Loire 2002)

4.4.3. Choix de la classe de plate-forme

La classe de la plateforme (PFi) se détermine à partir de l'appréciation du comportement à long terme de la PST, de la nature et de l'épaisseur de la couche de forme retenue.



Dans la mesure où le trafic restera faible, il est proposé de retenir un objectif de classe **PF2**.

4.4.4. Dimensionnement de la couche de forme

Le rôle de la couche de forme est d'atteindre les exigences de qualité à prendre en compte :

- À court terme pour la réalisation des couches de chaussée (traficabilité, portance, nivellement),
- À long terme pour le dimensionnement de la chaussée (homogénéisation de la portance et pérennité, non gélivité).

Le contexte de réalisation, en particulier les conditions de drainage à long terme sont prépondérantes.

Le matériau proposé en couche de forme est réputé d'apport extérieur (carrière), propre (exempt d'argile, $VBS \leq 0,1$), dur (LA ou MDE < 45), bien gradué et non gélif.

Les résistances dynamiques de pointe mesurées dans les sols en place actuellement confinés laisse à penser que la portance de la plateforme en phase chantier sera telle que EV2, mesuré à l'essai à la plaque ou Edyn à la dynaplaque, sera comprise entre 30 MPa et 50 MPa avec toutefois des zones qui peuvent présenter des portances



moindres. Conformément aux recommandations du GTR, il conviendra de prévoir la réalisation d'une couche de forme d'au moins 0,45 m d'épaisseur en matériaux granulaires naturels d'apport (de classe R61) avec mise en place de géotextile sur l'arase de terrassement et d'obtenir les critères de réception suivante par essais de chargement à la plaque, en tout point : $EV2 \geq 50 \text{ MPa}$ et $EV2/EV1 \leq 2,2$.

Cependant, si les précautions élémentaires de protection et drainage de plate-forme ne sont pas prises, on pourra observer une chute importante de portance du sol support.

Dans ces conditions, il est proposé de retenir l'hypothèse de dimensionnement de couche de forme en fonction de l'état hydrique des sols constaté lors des travaux et des mesures de portance in-situ.

Au moment de l'appel d'offre, l'entreprise devra s'engager sur ces objectifs de portance en fonction des matériaux qu'elle est susceptible de mettre effectivement en œuvre (suivant les carrières approvisionnant le secteur) et du matériel à sa disposition (types de compacteurs...).

Dans tous les cas, les conditions de réalisation des couches de forme devront être conformes au « **Guide des terrassements routiers – Réalisation des remblais et des couches de forme (LCPC-SETRA de septembre 1992)** ».

4.4.5. Suggestions particulières

Les couches de chaussée seront mises en œuvre, compactées et contrôlées suivant les spécifications en vigueur.

Des essais de contrôle à la plaque devront être prévus avant la mise en place de la couche de forme pour déterminer la classe d'arase (AR) et avant la mise en place de la structure de chaussée pour déterminer la classe de plateforme (PF).

On veillera à limiter les infiltrations d'eau au niveau des sols supports de chaussée (réalisation de mono-pentes ou bi-pentes au niveau de la voirie permettant d'évacuer les eaux vers un exutoire de type fossé ou cunette par exemple, suffisamment dimensionné pour le projet).



5. PRECAUTIONS PARTICULIERES DE MISE EN ŒUVRE

5.1. Terrassements

Les sols rencontrés en sondages sont sensibles à l'eau et peuvent voir leur portance diminuer rapidement sous l'action de l'eau de ruissellement ou des engins de terrassement. Des circulations d'eau superficielles sont possibles en périodes défavorables, Il est recommandé de débiter les travaux en périodes favorables, avec arrêt du chantier en cas d'intempéries.

Les terrassements pourront être exécutés par des engins classiques de chantier (pelle hydraulique), mais plus puissante toutefois dans les schistes altérés plus ou moins graveleux (3) et en cas de vestige enterré.

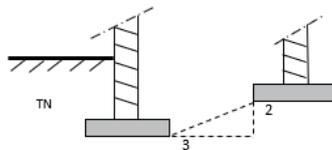
5.2. Fondations

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

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

Le bétonnage devra se faire aussitôt après les terrassements afin d'éviter toute altération et décomposition du sol d'assise.

On veillera à respecter une pente maximum de 3/2 entre les arrêtes inférieures des fondations voisines et la base des talus.



Il faudra s'assurer de l'absence de sols décomprimés au niveau des fondations.



5.3. Eau et drainage

5.3.1. Phase provisoire

En fonction de la date de réalisation des travaux et des conditions météorologiques lors des terrassements (ruissellement, infiltration des eaux pluviales...), un pompage provisoire pourra s'avérer nécessaire afin d'épuiser les venues d'eau et d'assécher les fouilles.

5.3.2. Phase définitive

Toute infiltration d'eau au niveau des fondations est à proscrire. Les eaux de ruissellement et de toiture seront collectées (drainage périphérique, gouttières, contre-pente, avaloires) et évacuées vers un exutoire suffisamment dimensionné et implanté de manière non dangereuse pour le projet.



6. ORIENTATION DU PROJET

Nous vous rappelons qu'aucun projet précis n'est défini à ce jour et que cette étude a été menée dans le cadre d'une mission de type G1-PGC (définition ci-jointe d'après la norme NF P 94-500 de novembre 2013). Une mission complémentaire du type G2-AVP devra donc être envisagée pour compléter la présente étude.

Lors de la mission G2-AVP, il conviendra de prévoir des sondages pressiométriques au droit des ouvrages projetés et des analyses en laboratoire afin de déterminer la classe GTR des matériaux en place, afin de déterminer avec précision. Les profondeurs d'encastresments les contraintes admissibles aux ELU et ELS, d'évaluer les éventuels tassements générés par les descentes de charges, de préciser les modules de déformation Es nécessaires au dimensionnement des dallages, si nécessaire de classer les sols selon l'Eurocode 8 et donner des indications sur la réutilisation des matériaux.

*
* *

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

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

Rédacteur :
Hugo DUPRÉ, chargé d'Études

Contrôle interne :
Kaïna MORANGE, chargée d'Études



CONDITIONS PARTICULIÈRES

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

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

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

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

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

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

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

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



ANNEXE

Extrait de la norme NF P 94-500 (2 pages)
Implantation des sondages (1 page)
Résultats des investigations in situ (8 pages)
Résultats des essais en laboratoire (2 pages)



Annexe 1

Extrait de la norme NF P94-500



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

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

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

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

Phase Étude de Site (ES)

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

- Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisants 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 avoisants), 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 avoisants), 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.

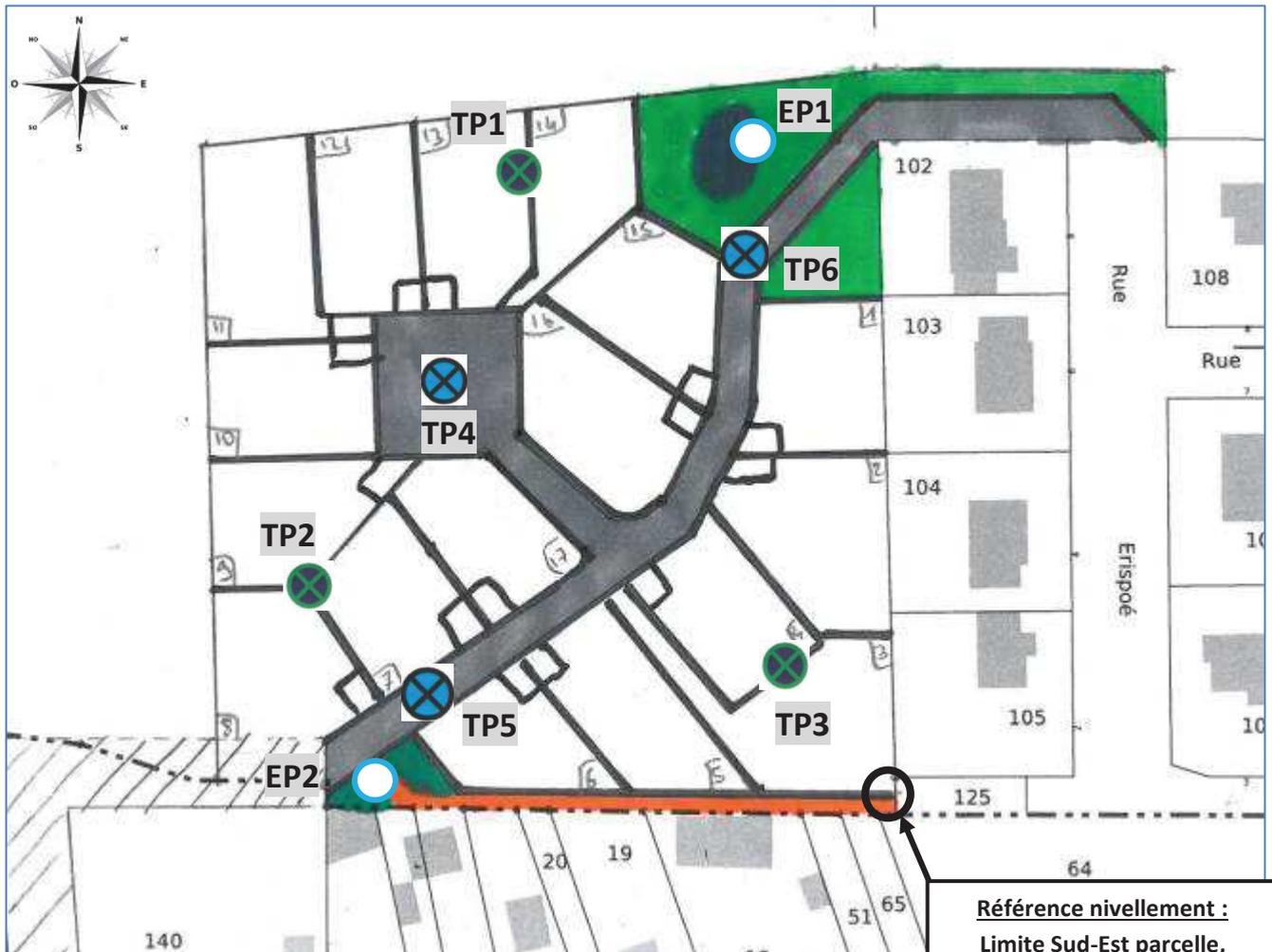
- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'état général de l'ouvrage existant.
- Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechnique seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).



Annexe 2

Implantation des sondages





LEGENDE :

-  Sondage au pénétromètre dynamique à 5 m/TN (TPx)
-  Sondage au pénétromètre dynamique à 3 m/TN (TPx)
-  Essais Porchet

Annexe 3

Résultats des investigations in situ





Client : **SAS SOFIAL - LELIEVRE IMMOBILIER**

Etude : **Aménagement d'un lotissement de 17 lots**

Site : **Mernel (35)**

N° d'affaire : **3510040**

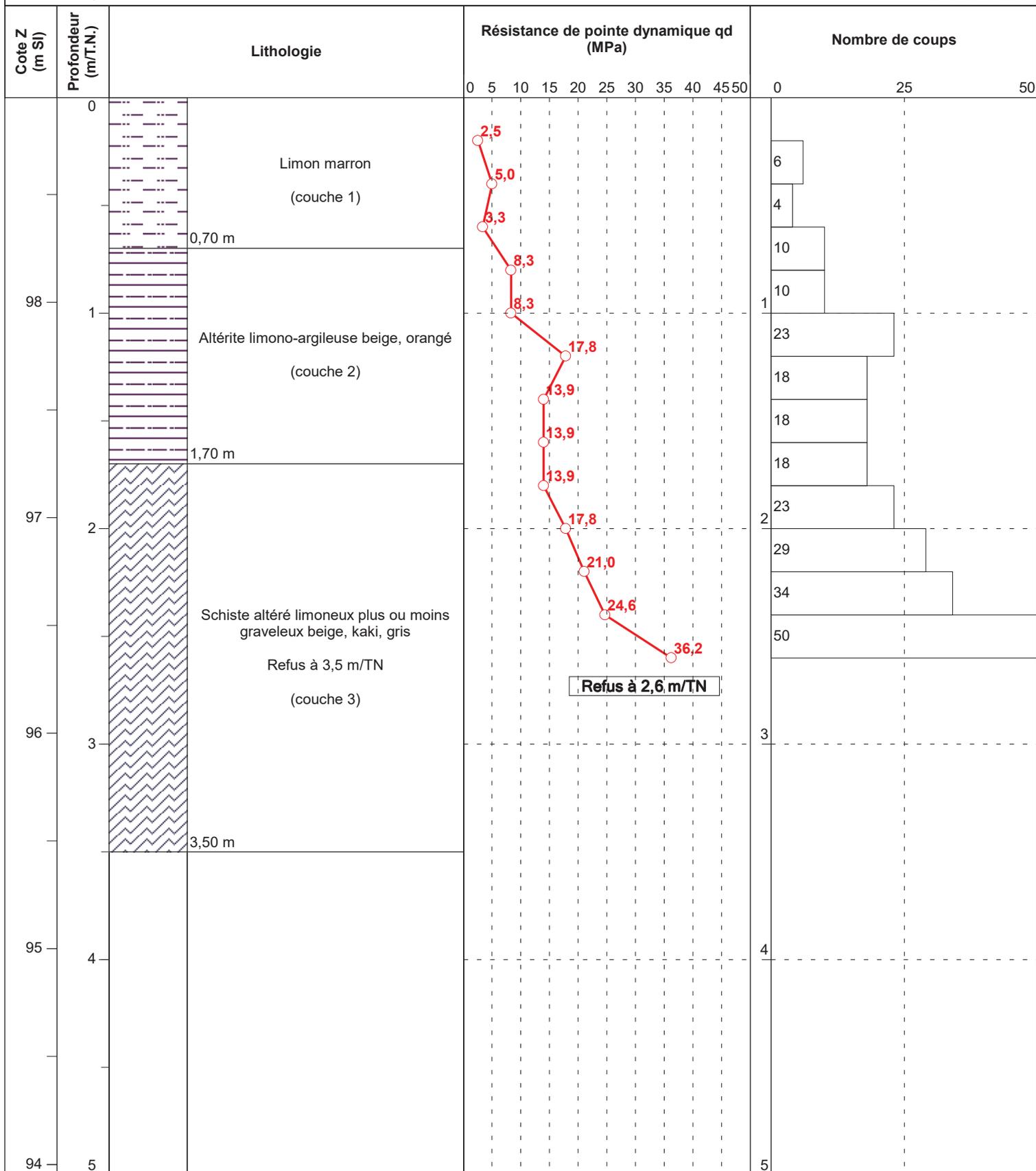
Mission : **G1 PGC / G2 AVP**

Date : **07/06/2022**

Sondage tarière et pénétromètre dynamique : **TP1**

Cote z : 98,95 m Sl

Echelle : 1/24



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

EXGTE 3.20

Caractéristiques du pénétromètre dynamique de type B :

Aire de la section droite de la pointe : 0,002 m² Masse d'une tige : 6,5 kg Masse du mouton : 64 kg



Client : **SAS SOFIAL - LELIEVRE IMMOBILIER**

Etude : **Aménagement d'un lotissement de 17 lots**

Site : **Mernel (35)**

N° d'affaire : **3510040**

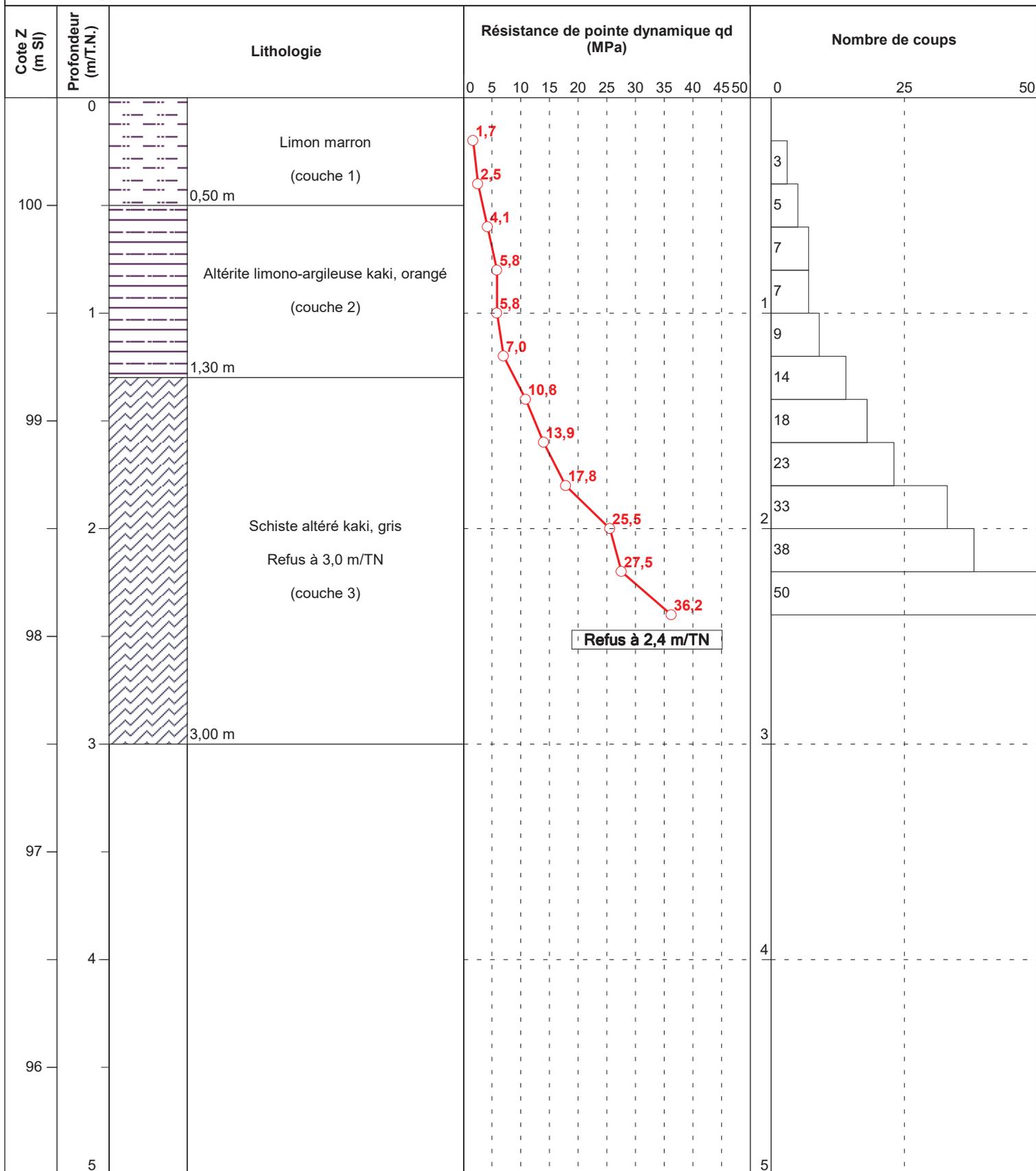
Mission : **G1 PGC / G2 AVP**

Date : **07/06/2022**

Sondage tarière et pénétromètre dynamique : **TP2**

Cote z : 100,50 m SI

Echelle : 1/24



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

EXGTE 3.20

Caractéristiques du pénétromètre dynamique de type B :

Aire de la section droite de la pointe : 0,002 m² Masse d'une tige : 6,5 kg Masse du mouton : 64 kg



Client : **SAS SOFIAL - LELIEVRE IMMOBILIER**

Etude : **Aménagement d'un lotissement de 17 lots**

Site : **Mernel (35)**

N° d'affaire : **3510040**

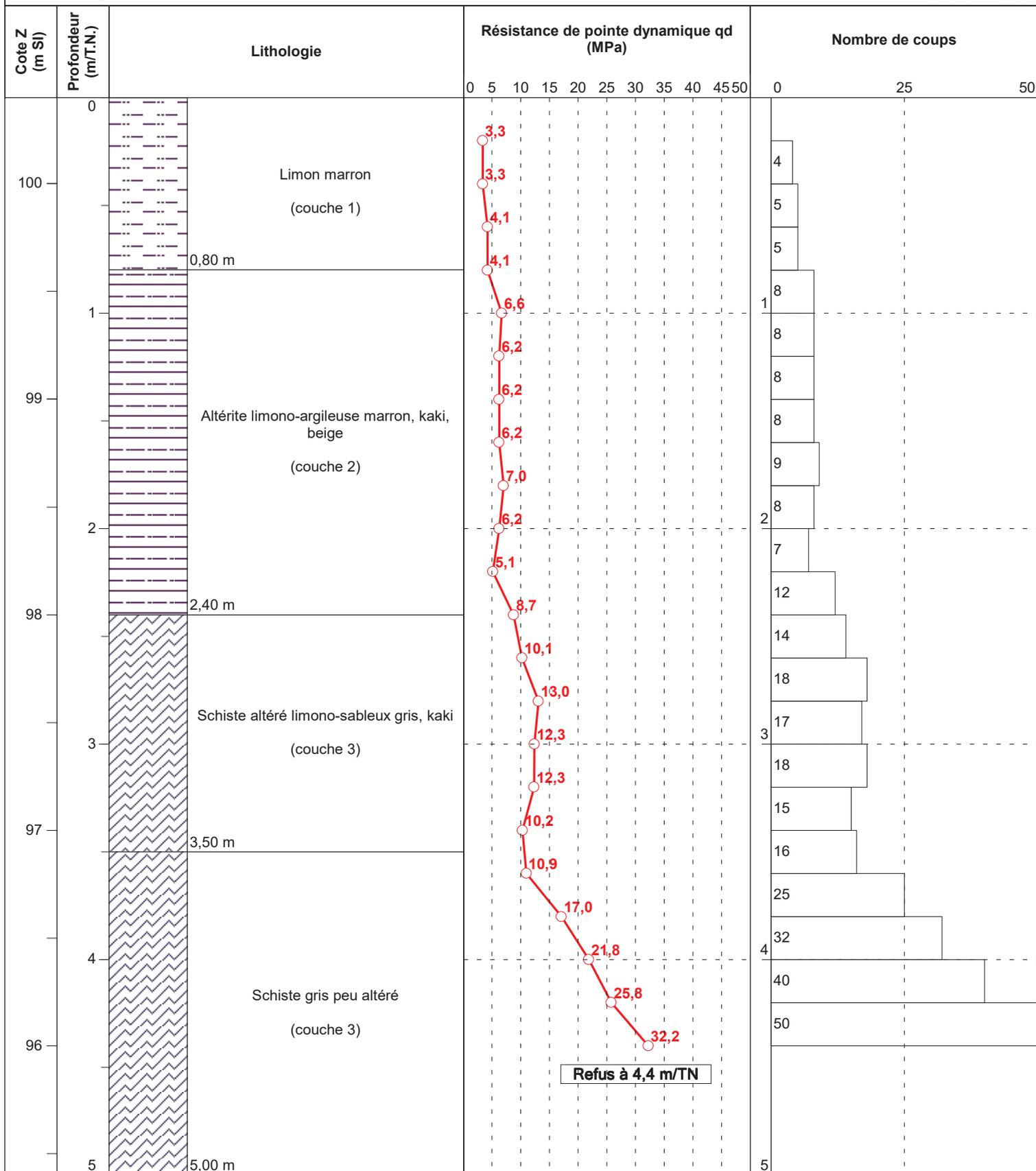
Mission : **G1 PGC / G2 AVP**

Date : **07/06/2022**

Sondage tarière et pénétromètre dynamique : **TP3**

Cote z : 100,40 m SI

Echelle : 1/24



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

EXGTE 3.20

Caractéristiques du pénétromètre dynamique de type B :

Aire de la section droite de la pointe : 0,002 m² Masse d'une tige : 6,5 kg Masse du mouton : 64 kg



Client : **SAS SOFIAL - LELIEVRE IMMOBILIER**

Etude : **Aménagement d'un lotissement de 17 lots**

Site : **Mernel (35)**

N° d'affaire : **3510040**

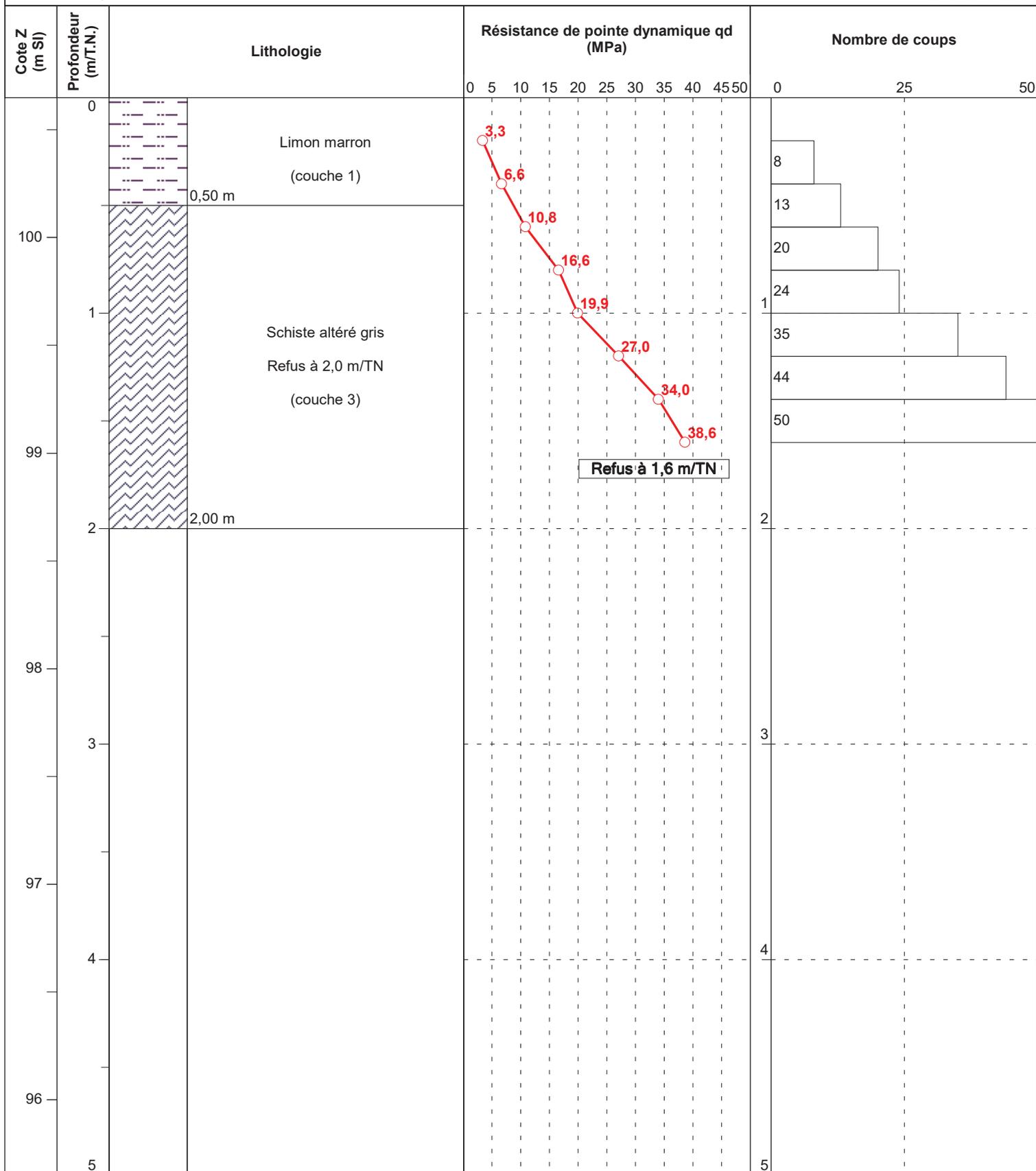
Mission : **G1PGC / G2AVP**

Date : **07/06/2022**

Sondage tarière et pénétromètre dynamique : **TP4**

Cote z : 100,65 m SI

Echelle : 1/24



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

EXGTE 3.20



Client : **SAS SOFIAL - LELIEVRE IMMOBILIER**

Etude : **Aménagement d'un lotissement de 17 lots**

Site : **Mernel (35)**

N° d'affaire : **3510040**

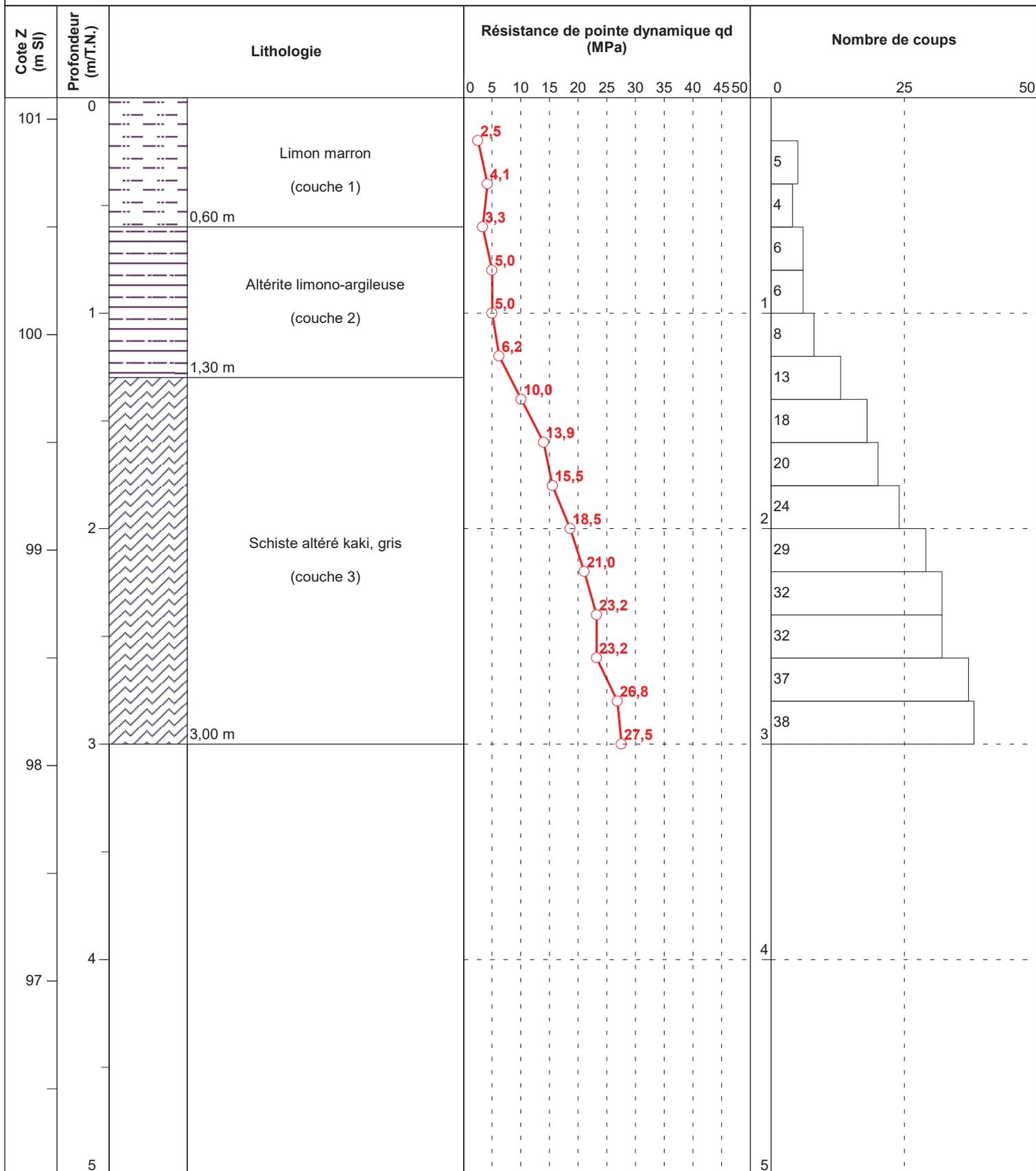
Mission : **G1 PGC / G2 AVP**

Date : **07/06/2022**

Sondage tarière et pénétromètre dynamique : **TP5**

Cote z : 101,10 m SI

Echelle : 1/24



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

EXGTE 3.20

Caractéristiques du pénétromètre dynamique de type B :

Aire de la section droite de la pointe : 0,002 m² Masse d'une tige : 6,5 kg Masse du mouton : 64 kg



Client : **SAS SOFIAL - LELIEVRE IMMOBILIER**

Etude : **Aménagement d'un lotissement de 17 lots**

Site : **Mernel (35)**

N° d'affaire : **3510040**

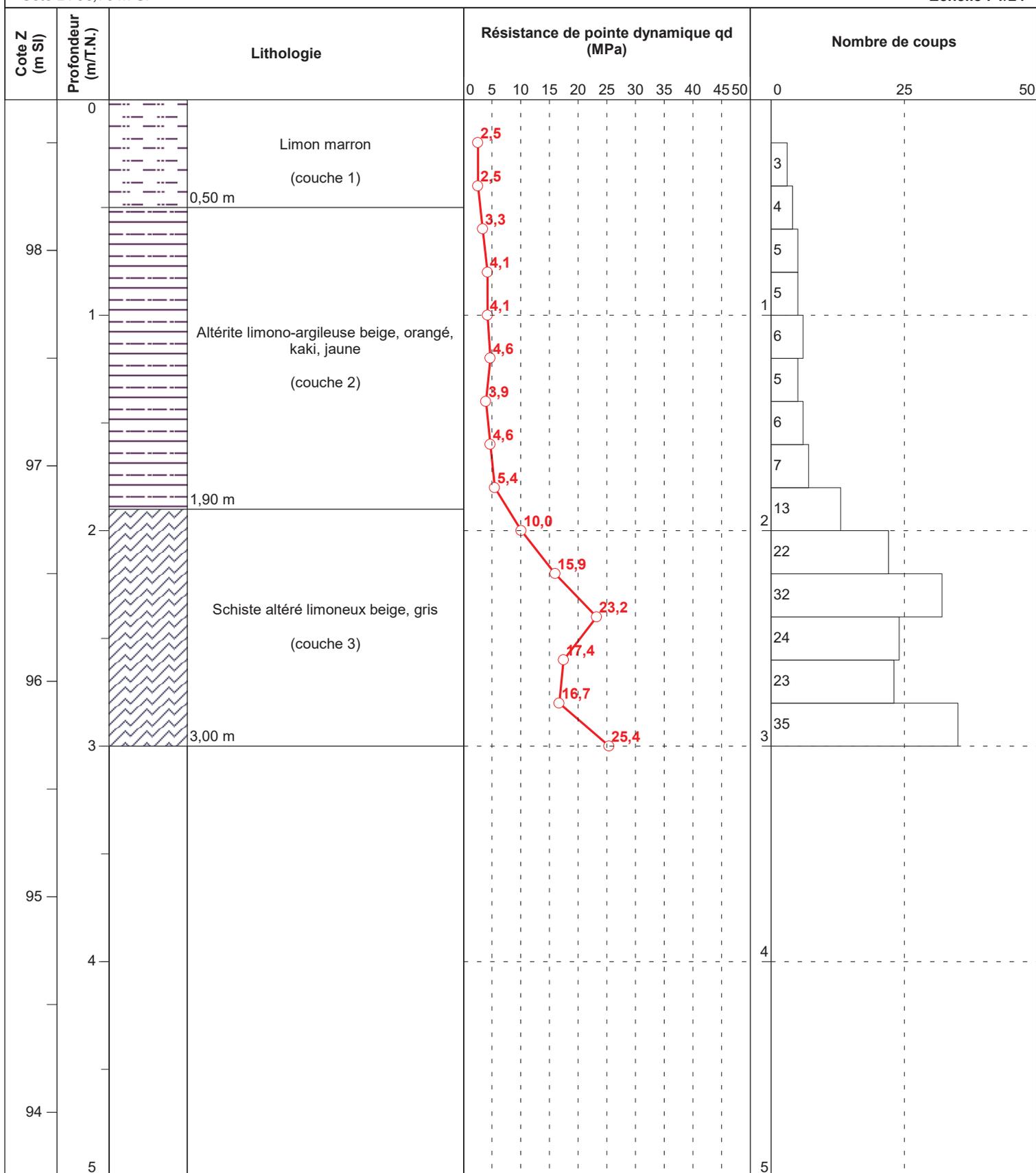
Mission : **G1 PGC / G2 AVP**

Date : **07/06/2022**

Sondage tarière et pénétromètre dynamique : **TP6**

Cote z : 98,70 m Sl

Echelle : 1/24



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

EXGTE 3.20

Caractéristiques du pénétromètre dynamique de type B :

Aire de la section droite de la pointe : 0,002 m² Masse d'une tige : 6,5 kg Masse du mouton : 64 kg

ESSAI DE PERMEABILITE IN SITU ESSAI PORCHET - EP1

● Lithologie :

De		à	
0	0,05 m		Terre végétale
0,05 m	0,70 m		Limon marron
0,7	1,5		Altérite graveleuse beige, gris

● Paramètres de l'essai :

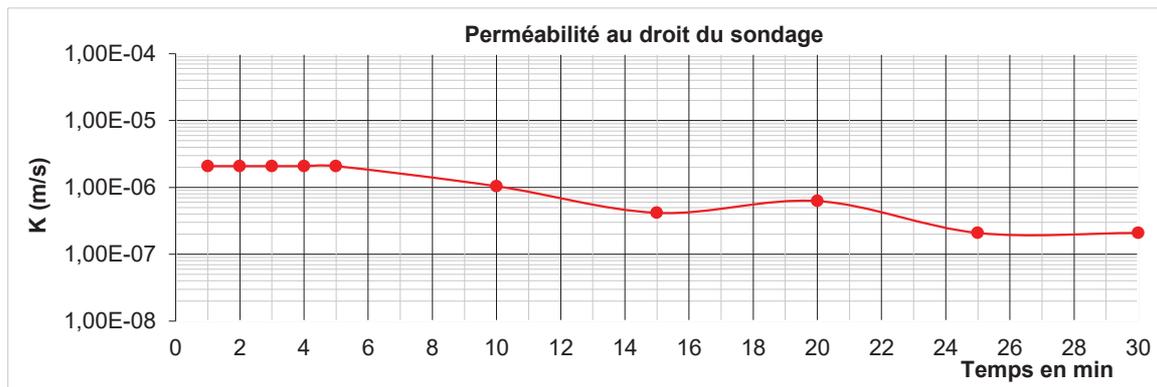
Diamètre du trou :	0,063 m
Profondeur du trou :	1,500 m
Hauteur mouillée :	1,000 m
Période de saturation :	30 min

Surface latérale :	0,198 m ²
Surface du fond :	0,003 m ²
Surface totale d'infiltration :	0,201 m ²

● Suivi :

Temps (min)	H / Repère (cm)	Vol écoulé (L)	Perméabilité K par intervalle (m/s)	Perméabilité K cumulée (m/s)
0	100,0	0	-	-
1	98,0	0,025	2,08E-06	2,08E-06
2	96,0	0,050	2,08E-06	2,08E-06
3	94,0	0,075	2,08E-06	2,08E-06
4	92,0	0,101	2,08E-06	2,08E-06
5	90,0	0,126	2,08E-06	2,08E-06
10	85,0	0,188	1,04E-06	1,56E-06
15	83,0	0,214	4,17E-07	1,18E-06
20	80,0	0,251	6,25E-07	1,04E-06
25	79,0	0,264	2,08E-07	8,75E-07
30	78,0	0,276	2,08E-07	7,64E-07

● Courbe caractéristique :



● Résultats :

La perméabilité retenue correspond à la moyenne des perméabilités par intervalle mesurées entre 10 et 30 min :

$K \approx 3,6E-07 \text{ m/s}$

ESSAI DE PERMEABILITE IN SITU ESSAI PORCHET - EP2

● Lithologie :

De		à	
0	0,10 m		Terre végétale
0,10 m	0,50 m		Limon marron
0,5	1,5		Altérite argileuse beige, orangé, gris

● Paramètres de l'essai :

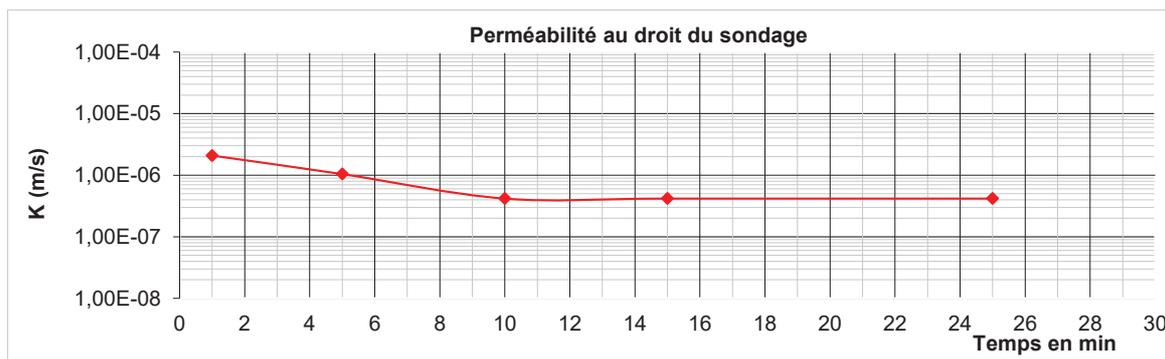
Diamètre du trou :	0,063 m
Profondeur du trou :	1,500 m
Hauteur mouillée :	1,000 m
Période de saturation :	30 min

Surface latérale :	0,198 m ²
Surface du fond :	0,003 m ²
Surface totale d'infiltration :	0,201 m ²

● Suivi :

Temps (min)	H / Repère (cm)	Vol écoulé (L)	Perméabilité K par intervalle (m/s)	Perméabilité K cumulée (m/s)
0	100,0	0	-	-
1	98,0	0,025	2,08E-06	2,08E-06
2	98,0	0,025	0,00E+00	1,04E-06
3	98,0	0,025	0,00E+00	6,95E-07
4	98,0	0,025	0,00E+00	5,21E-07
5	97,0	0,038	1,04E-06	6,25E-07
10	95,0	0,063	4,17E-07	5,21E-07
15	93,0	0,088	4,17E-07	4,86E-07
20	93,0	0,088	0,00E+00	3,65E-07
25	91,0	0,113	4,17E-07	3,75E-07
30	91,0	0,113	0,00E+00	3,13E-07

● Courbe caractéristique :



● Résultats :

La perméabilité retenue correspond à la moyenne des perméabilités par intervalle mesurées entre 10 et 30 min :

$K \approx 2,5E-07 \text{ m/s}$

Annexe 4

Résultats des essais en laboratoire



Informations de l'échantillon analysé

Affaire : **3510040**

Outil de prélèvement : **P. M.**

Chantier : **Mernel**

Prélevé le : **n. c.**

Sondage : **TP4**

Essai réalisé le : **27/06/22**

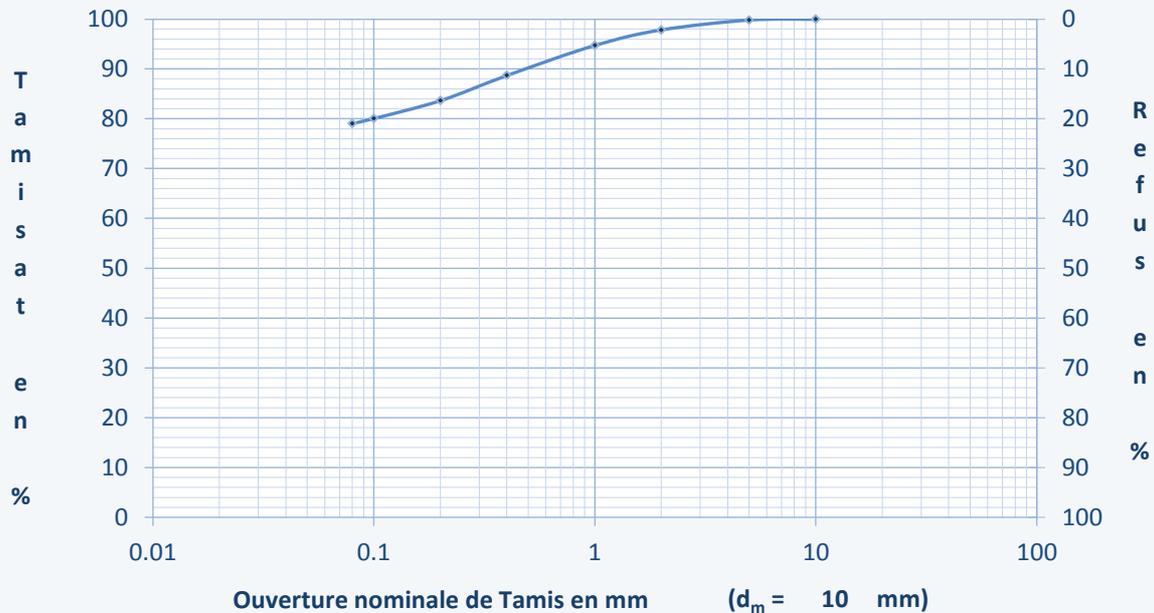
Profondeur : **0.60 - 1.50 m**

Température d'étuvage : **105 °C**

Nature du matériau : **Altérite silteuse**

Analyse granulométrique (NF P 94-056)

Tamis d (mm)	50	31,5	20	10	5	2	1	0,4	0,2	0,1	0,08
Passant (%)				100.0	99.8	97.9	94.7	88.7	83.6	80.1	79.0



Détermination de la teneur en eau (NF P 94-050)

W = **11.5** %

Mesure de la capacité d'adsorption de bleu de méthylène (NF P 94-068)

VBS = **1.03** g de bleu / 100 g de sol

Remarque :

Opérateur :

Classification du matériau :

D. TEIXEIRA

A₁

Informations de l'échantillon analysé

Affaire : **3510040**

Outil de prélèvement : **P. M.**

Chantier : **Mernel**

Prélevé le : **n. c.**

Sondage : **TP6**

Essai réalisé le : **27/06/22**

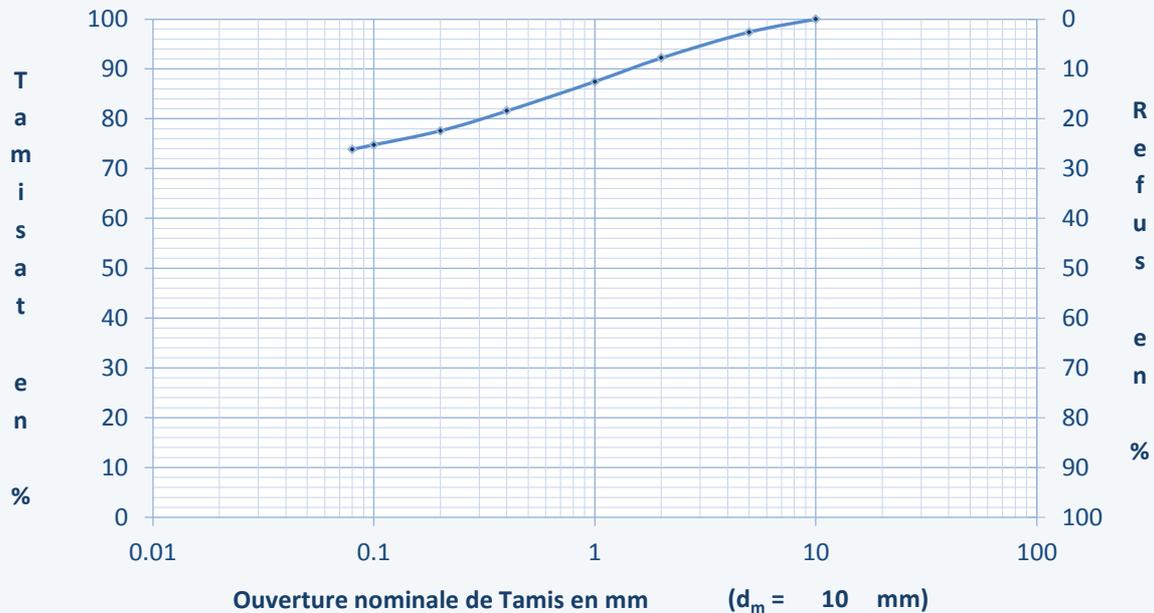
Profondeur : **0.50 - 1.80 m**

Température d'étuvage : **105 °C**

Nature du matériau : **Altérite silteuse**

Analyse granulométrique (NF P 94-056)

Tamis d (mm)	50	31,5	20	10	5	2	1	0,4	0,2	0,1	0,08
Passant (%)				100.0	97.4	92.2	87.5	81.6	77.6	74.8	73.9



Détermination de la teneur en eau (NF P 94-050)

W = **20.7** %

Mesure de la capacité d'adsorption de bleu de méthylène (NF P 94-068)

VBS = **0.97** g de bleu / 100 g de sol

Remarque :

Opérateur :

Classification du matériau :

D. TEIXEIRA

A₁