

NEGOCIM

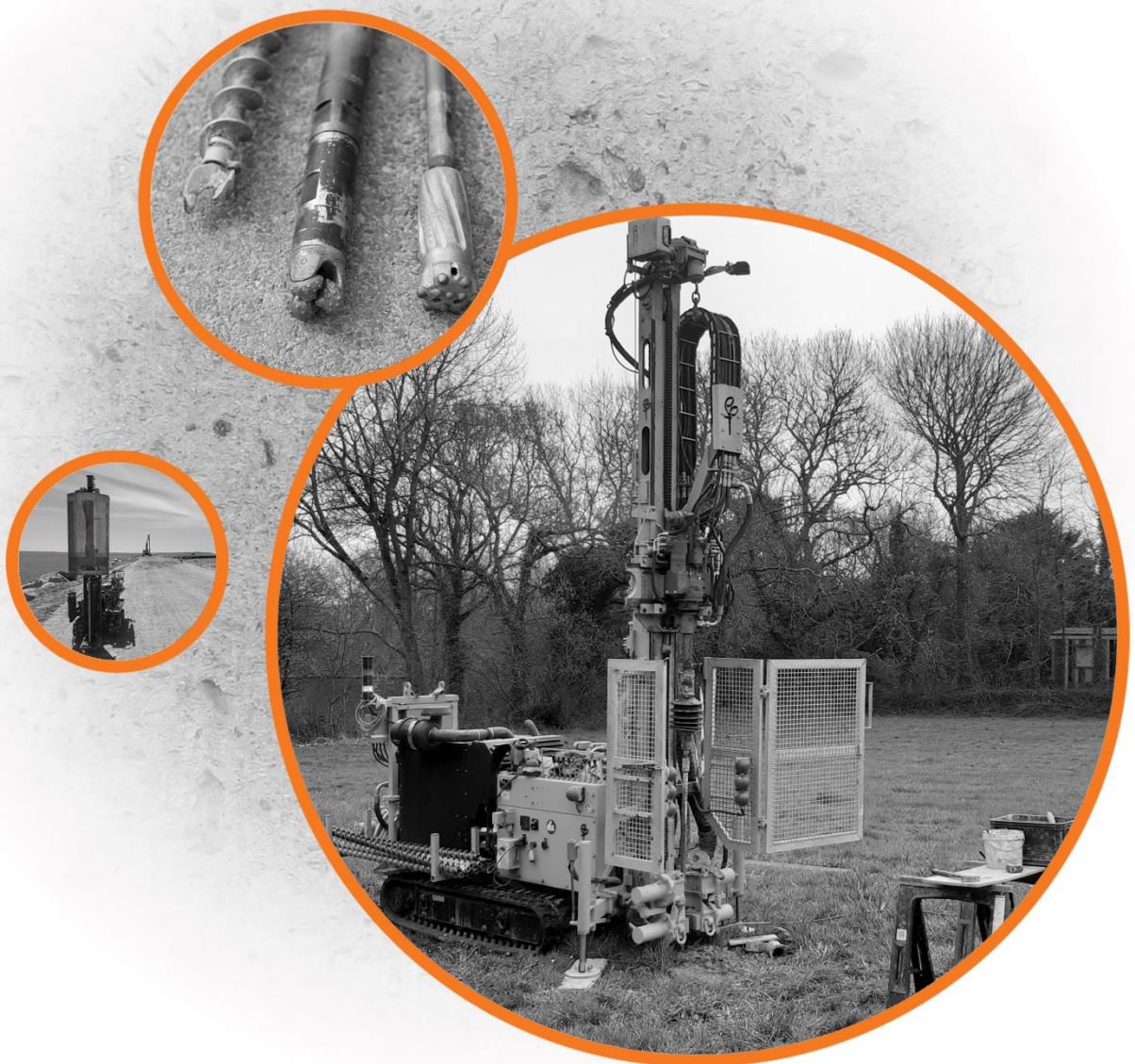
Lotissement de Kergadic – PERROS-GUIREC (22)



Mécanique des sols et fondations spéciales

Mission d'ingénierie géotechnique

Rapport de mission G1+G2AVP



Traçabilité du rapport

Dossier d'affaire DA 2022 0127

Devis n°DCPLO202201281.1

Ind.	Date	Établi par	Approuvé par	Modification
1	12/04/2022	F.LE PAGE	P.LORAND	Première diffusion

Le présent document est à la version 1 et a été diffusé le 12/04/2022.

Intervenants

Client :	Contact
NEGOCIM 3, Allée François-Joseph Broussais 56000 VANNES 	M. Christophe Aoustin (Responsable BET VRD – QUARTA) ☎ (02) 96 33 49 52 / (06) 10 91 47 77 c.aoustin@quarta.fr

Observations

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 73 pages. Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à la présente opération suivant les documents portés à notre connaissance à la date de diffusion du présent document.



Sommaire

1. OBJET	4
2. DOCUMENTS DE REFERENCE	5
2.1 DOCUMENTS DE L'OPERATION	5
2.2 REGLEMENTS APPLICABLES.....	5
3. CONTEXTE DU SITE	6
3.1 CONTEXTE GEOGRAPHIQUE, TOPOGRAPHIE ET OCCUPATION DU SITE	6
3.2 RISQUES DIVERS SUR LA COMMUNE	6
3.3 CONTEXTE GEOLOGIQUE	7
3.4 RETRAIT/GONFLEMENT DES ARGILES	7
3.5 RISQUE DE REMONTEES DE NAPPES/INONDATIONS DE CAVES	7
3.6 RADON.....	8
3.7 RISQUE SISMIQUE	8
4. RECONNAISSANCES DE SOL ET ESSAIS EFFECTUES	9
4.1 PROGRAMME DES ESSAIS	9
4.2 ESSAIS IN SITU.....	9
4.3 HYDROLOGIE.....	14
4.4 RISQUE SISMIQUE	14
4.5 ESSAIS DE LABORATOIRE	15
5. PRINCIPES GENERAUX DE CONSTRUCTION (G1)	17
5.1 TERRASSEMENTS	17
5.2 FONDATIONS.....	17
5.3 NIVEAU BAS DES OUVRAGES	18
6. VOIRIE (G2AVP)	19
6.1 DEFINITIONS – RAPPELS.....	19
6.2 REALISATION DES TERRASSEMENTS.....	19
6.3 DIMENSIONNEMENT DE LA CHAUSSEE	21
6.4 STRUCTURE A DIMENSIONNER.....	22
7. CONCLUSION	23
7.1 RAPPEL DES PRINCIPES CONSTRUCTIFS PRECONISES	23
7.2 ALEAS RESIDUELS	24
8. ENCHAINEMENT DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE	25
9. ANNEXES	28
9.1 ANNEXE 1 : IMPLANTATION DES SONDRAGES	28
9.2 ANNEXE 2 : SONDRAGES PRESSIOMETRIQUES	30
9.3 ANNEXE 3 : SONDRAGES PENETROMETRIQUES.....	35
9.4 ANNEXE 4 : SONDRAGES A LA PELLE	52
9.5 ANNEXE 5 : RESULTATS D'ESSAIS DE LABORATOIRE	64
9.6 ANNEXE 6 : CALCULS ALIZE/LCPC (VOIRIE).....	70



1. Objet

Laboratoire CBTP a été missionné par NEGOCIM, pour la réalisation de la présente mission d'étude géotechnique G1+G2AVP, dans le cadre de la construction du Lotissement de Kergadic, à PERROS-GUIREC (22).

Le projet prévoit la réalisation de voirie, la vente de lots pour maison individuelle et la mise en place de bassins d'infiltration des eaux pluviales.



Plan masse – Etude de faisabilité

La présente mission fait référence à la norme NF P94-500 de novembre 2013 ; étape G1+G2AVP.

La présente étude porte sur les points suivants :

- Une étude de sol globale de l'ensemble du site
- Les modes de fondations envisageables pour les constructions futures
- Des préconisations pour la mise en œuvre de la voirie

Le présent rapport d'études comprend les parties suivantes :

- Contenu des reconnaissances effectuées
- Analyses et résultats
- Définition des principes généraux de construction :
 - o Fondations
 - o Dallage
- Annexes

2. Documents de référence

2.1 Documents de l'opération

Les documents transmis à Laboratoire CBTP pour la réalisation de la présente étude sont les suivants :

Date de réception	Intitulé - Référence
11-01-2022	Dossier de faisabilité – QUARTA

Notre devis n°DCPLO202201281.1

2.2 Règlements applicables

Les normes et règlements applicables dans le cadre de la présente mission sont les suivants :

	N°	Intitulé
1	NF P94-500	Mission d'ingénierie géotechnique
2	NF EN ISO 22476-4	Essai au pressiomètre Ménard
3	NF EN ISO 22476-2	Essais de pénétration dynamique
4	NF P94-261	Fondations superficielles
5	NF EN 1998-5	Eurocode 8 – Résistance aux séismes
6		GTR - guide technique des remblais et des couches de forme SETRA / LCPC – septembre 1992
7	DTU 13.3	Dallages



3. Contexte du site

3.1 Contexte géographique, topographie et occupation du site



Le projet est localisé sur le territoire communal de PERROS-GUIREC (22), chemin de Kergadic, sur les parcelles 191, 2532 et 2539 cadastrées dans la section 0E de la commune.

Actuellement (mars 2022), l'emprise du projet correspond à des zones enherbées, avec quelques arbres entre les parcelles.

Le nivellement effectué par nos soins met en évidence une pente moyenne de 3 à 4% vers le Sud-Ouest.

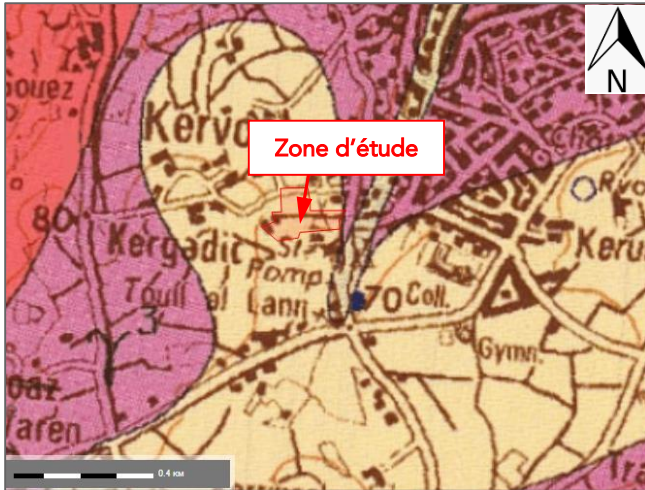


3.2 Risques divers sur la commune

- Inondation
- Inondation - Par submersion marine
- Mouvement de terrain - Affaissements et effondrements liés aux cavités souterraines (hors mines)
- Mouvement de terrain - Eboulement, chutes de pierres et de blocs
- Mouvement de terrain - Glissement de terrain
- Mouvement de terrain - Recul du trait de côte et de falaises
- Mouvement de terrain - Tassements différentiels
- Phénomène lié à l'atmosphère
- Phénomènes météorologiques - Tempête et grains (vent)
- Radon
- Séisme Zone de sismicité : 2

(Source : www.georisques.gouv.fr)

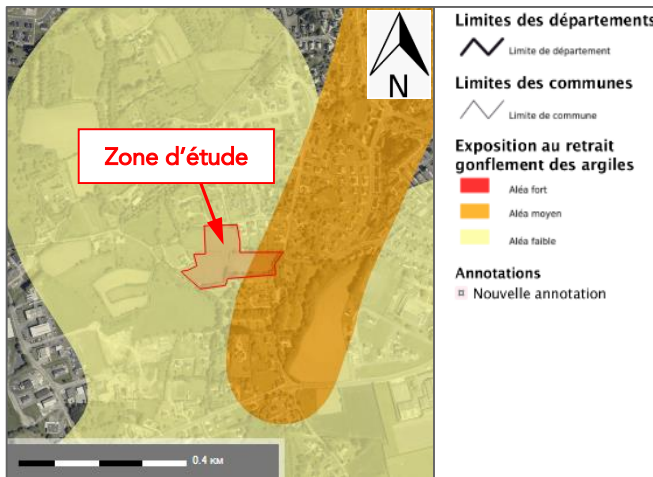
3.3 Contexte géologique



La carte géologique de PERROS-GUIREC au 1/50 000 (BRGM, n°170) montre que le site de l'étude est situé au droit d'une formation des plateaux, de limons pléni-glaciaires weichséliens venant en recouvrement du substratum granitique.

Notons également que de par le caractère urbanisé de la zone d'étude, la présence d'horizons remblayés est probable.

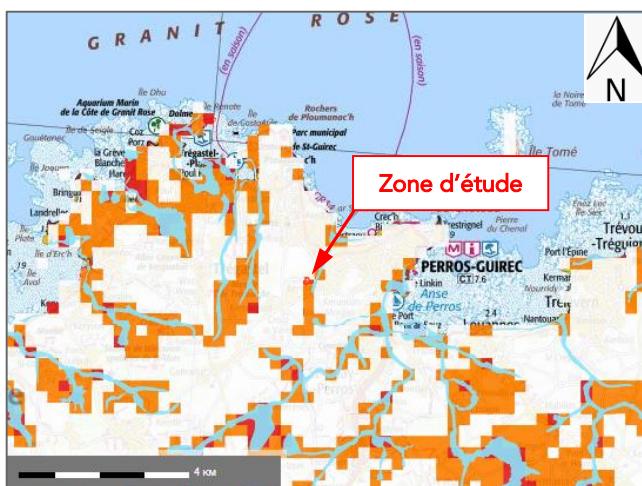
3.4 Retrait/gonflement des argiles



Le secteur concerné par la présente étude se situe en zone d'aléa faible à moyen concernant le risque de retrait/gonflement des argiles (www.georisques.gouv.fr).

En conséquence, la profondeur minimale d'assise des fondations devra être à une profondeur minimale de 0,80 m/TN, en dehors de toute considération de portance du sol.

3.5 Risque de remontées de nappes/inondations de caves

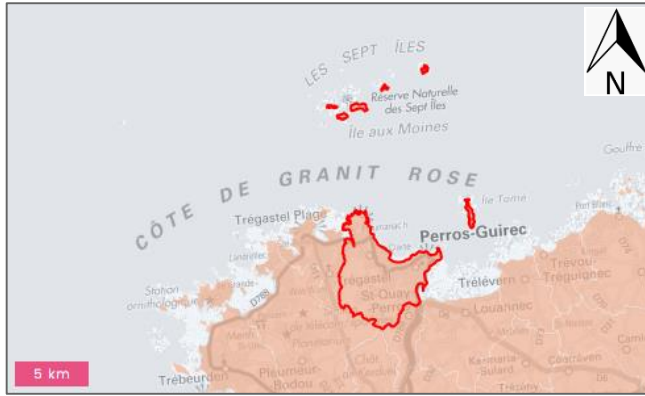


Le secteur concerné par la présente étude se situe en partie en zone potentiellement sujette aux inondations de caves (www.georisques.gouv.fr).

- Zones potentiellement sujettes aux débordements de cave
- Zones potentiellement sujettes aux inondations de nappe
- Pas de débordement de nappe ni d'inondation de cave
- Entités hydrogéologiques imperméables à l'affleurement (source : BDLISA V2/BRGM)
- Enveloppes Approchées des Inondations Potentielles cours d'eau et submersion marine de plus d'un hectare (Source : MTE5/DGPR)



3.6 Radon



La commune de PERROS-GUIREC (22) est classée en potentiel de catégorie 3 (fort) vis-à-vis du risque d'exposition au radon (source : IRSN) :

« 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. [...] Sur ces formations plus riches en uranium, la proportion des bâtiments présentant des concentrations en radon élevées est plus importante que sur le reste du territoire. »

En conséquence, les constructions sur vide sanitaire, ou la mise en place de barrière anti-radon seront à privilégier en l'absence d'étude spécifique.

3.7 Risque sismique

Le zonage sismique classe la commune de PERROS-GUIREC (22) en zone d'aléa sismique 2 (faible).



4. Reconnaissances de sol et essais effectués

4.1 Programme des essais

Le programme des essais de reconnaissance in-situ comprend :

Type de sondage	U	Nom	Profondeur
Sondage à la tarière Ø63mm avec essai pressiométrique tous les 1,5 m	4	PR1, PR2 et PR4 PR3	6 m 4,3 m (refus)
Sondage au pénétromètre dynamique à énergie constante	16	PD5 à PD20	5 m ou refus
Sondage à la pelle	11	PE21 à PE31	2,2 à 2,8 m

Le programme des essais de laboratoire comprend :

Type d'essai	U
Identification GTR+IPI des sols en place (granulométrie, teneur en eau, VBS, IPI)	4
Analyse sédimentométrique	1

La combinaison de ces essais (GTR + sédimentométrie) a pour but de caractériser le risque de retrait gonflement des argiles et donner des principes constructifs appropriés, conformément à la loi ELAN.

4.2 Essais in situ

4.2.1 Sondages à la tarière et sondages pressiométriques

Les sondages pressiométriques sont des forages destructifs de diamètre 63 mm, avec mise en station d'une sonde pressiométrique à différentes profondeurs.

L'essai pressiométrique Ménard a pour objet, par la mesure de la pression et du volume de gonflement de la sonde dans le terrain, d'estimer les paramètres pressiométriques :

- Pression de fluage p_f (étreinte latérale limite d'élasticité du sol)
- Pression limite p_l (étreinte latérale maximale du sol)
- Module pressiométrique E_M (module de déformation volumique du sol par l'essai pressiométrique)

Ces différents paramètres permettent, par application des normes de conception, d'évaluer la portance de fondation et les déformations associées.

Nous utilisons pour nos essais un contrôleur pression / volume semi-automatique (PREVO 100) qui permet l'enregistrement numérique de l'ensemble des données conformément à la norme NF EN ISO 22476-4.

Par ailleurs, chaque forage a fait l'objet d'enregistrement de paramètres en continu (vitesse d'avancement et couple de forage).

Les sondages ont été comblés avec les cuttings de forage.





Sondage PR1



Sondage PR2



Sondage PR3



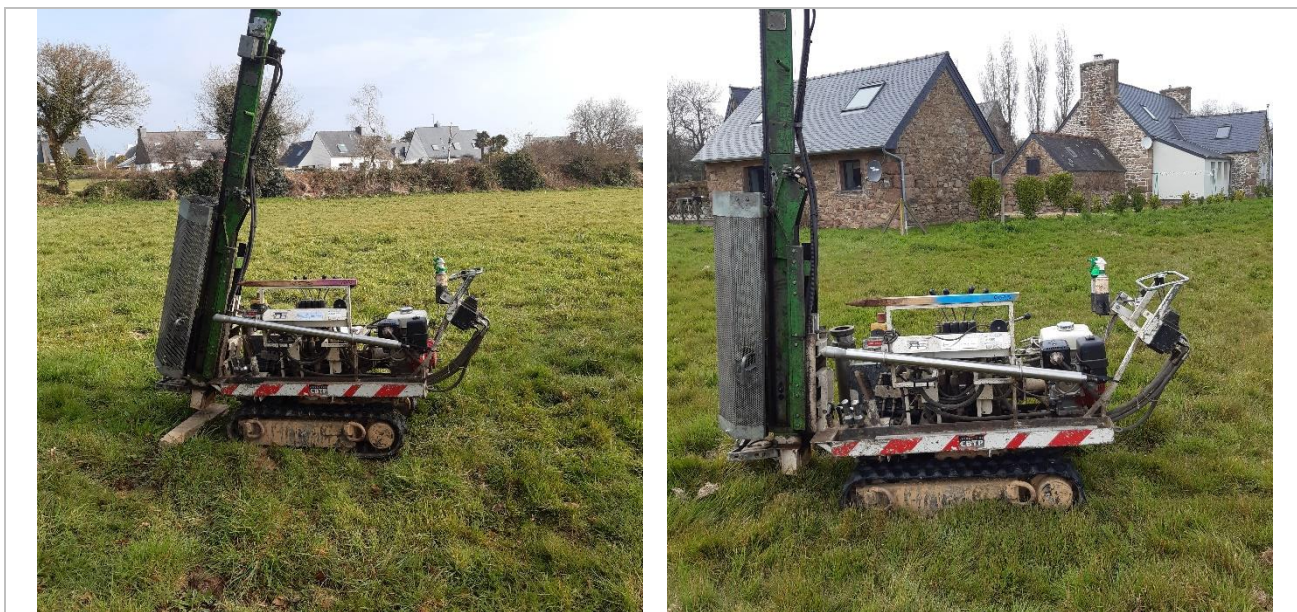
Sondage PR4

4.2.2 Sondages au pénétromètre dynamique lourd de type B

Seize sondages au pénétromètre dynamique à énergie variable ont été réalisés au pénétromètre de type Geotool. Ce type d'essais, menés suivant la norme NF EN ISO 22476-2, consiste au battage mécanique de tiges munies d'une pointe perdue de 20 cm², par la chute d'un mouton d'une masse de 64 kg sur une enclume. À chaque coup de battage, d'énergie constante (hauteur de chute du mouton de 75 cm), un système d'acquisition de données permet l'enregistrement de l'enfoncement par coup.

Ces données permettent ensuite le calcul de la résistance dynamique Q_d des sols en place en continu.

Ce type d'essai permet d'estimer la compacité des sols superficiels en place. La présence de lentille de terrain décomprimé peut ainsi être détectée. Cet essai permet également de reconnaître aisément le toit du substratum par refus de battage.



Sondages pénétrométriques au Geotool (respectivement PD16 et PD19)

4.2.3 Sondages à la pelle

Onze fouilles ont été réalisées à la pelle mécanique, puis rebouchées avec évacuation des matériaux excédentaires. Les photographies des fouilles figurent en Annexes avec les coupes de sondages.



Sondages à la pelle mécanique (respectivement PE21 et PE30)

4.2.4 Implantation et nivellement

Le nivellement a été effectué en prenant comme points de référence un clou d'arpentage présent à proximité du site (Réf1). Les points de sondage sont reportés sur le plan d'implantation des sondages en Annexes.

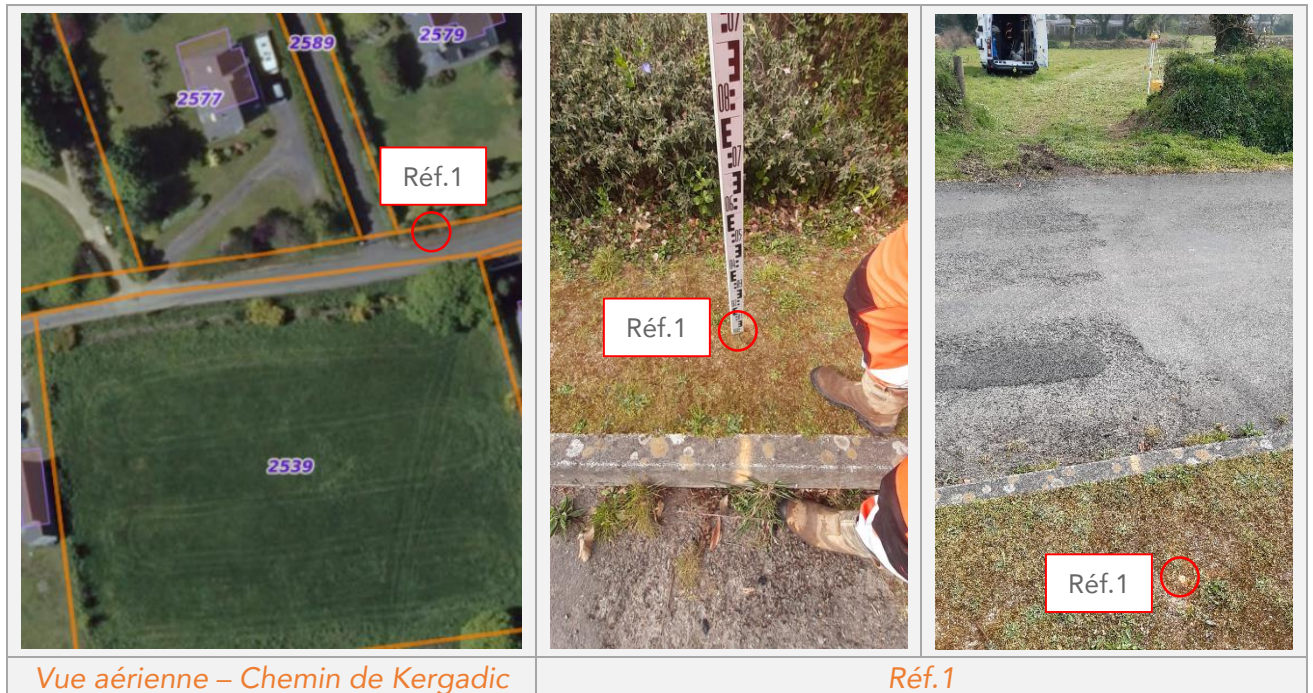
Les altimétries de ces références et des points de sondage sont les suivantes :

	Réf.	Sondages						
Point	Réf.1	PR1	PR2	PR3	PR4	PD5	PD6	PD7
Cote (m Réf)	100,00	94,37	98,19	100,43	100,26	100,57	99,47	99,88

	Sondages							
Point	PD8	PD9	PD10	PD11	PD12	PD13	PD14	PD15
Cote (m Réf)	99,96	98,25	99,90	98,97	96,79	94,91	93,55	95,32

	Sondages							
Point	PD16	PD17	PD18	PD19	PD20	PE21	PE22	PE23
Cote (m Réf)	96,67	98,69	99,15	100,24	100,89	100,25	99,00	98,85

	Sondages							
Point	PE24	PE25	PE26	PE27	PE28	PE29	PE30	PE31
Cote (m Réf)	99,57	99,52	95,81	94,52	95,79	98,70	99,92	100,38



4.2.5 Synthèse des essais

Les différents sondages effectués ont permis de mettre en évidence les couches de sol suivantes :

Nature	Cote de la base de la couche [m/TN]									
	Cote de la base de la couche [m Réf]									
	Parcelle OE 2539									
	PR4	PD5	PD6	PD7	PD8	PD9	PE21	PE22	PE23	PE24
Cote TN	100,26	100,57	99,47	99,88	99,96	98,25	100,25	99,00	98,85	99,57
Terre végétale Brune	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
Limon lœssique ±sableux Marron clair	0,60	0,90	0,40	1,10	1,60	2,00	0,60	0,40	0,50	0,60
	99,66	99,67	99,07	98,78	98,36	96,25	99,65	98,60	98,35	98,97
Arène argilo-sableuse Marron à Gris kaki	3,50	2,90	>0,80	4,50	4,20	>5,00	>2,60	>2,20	>2,60	>2,60
	96,76	97,67	<98,67	95,38	95,76	<93,25	<97,65	<96,80	<96,25	<96,97
Arène granitique à Granite altéré Marron clair à Gris vert foncé	>6,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<94,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Nature	Cote de la base de la couche [m/TN]											
	Cote de la base de la couche [m Réf]											
	Parcelle OE 2532											
	PR2	PR3	PD10	PD11	PD17	PD18	PD19	PD20	PE25	PE29	PE30	PE31
Cote TN	98,19	100,43	99,90	98,97	98,69	99,15	100,24	100,89	99,52	98,70	99,92	100,38
Terre végétale	0,60	0,50	0,50	0,60	0,60	0,60	0,70	0,50	0,40	0,60	0,60	0,20
	97,59	99,93	99,40	98,37	98,09	98,55	99,54	100,39	99,12	98,10	99,32	100,18
Limon lœssique ±sableux	2,50	1,70	1,20	2,00	2,20	1,60	1,30	1,40	NR	2,50	2,30	1,20
	95,69	98,73	98,70	96,97	96,49	97,55	98,94	99,49		96,20	97,62	99,18
Arène argilo-sableuse	3,90	2,80	4,10	4,10	2,90	3,60	3,00	3,00	>2,60	>2,80	>2,80	>2,00
	94,29	97,63	95,80	94,87	95,79	95,55	97,24	97,89	<96,92	<95,90	<97,12	<98,38
Arène granitique à Granite altéré	>6,00	>4,26	>4,20	>4,20	>3,40	-	>3,10	>3,10	-	-	-	-
	<92,19	<96,17	<95,70	<94,77	<95,29	-	<97,14	<97,79	-	-	-	-

Nature	Cote de la base de la couche [m/TN]								
	Cote de la base de la couche [m Réf]								
	Parcelle OE 0191								
	PR1	PD12	PD13	PD14	PD15	PD16	PE26	PE27	PE28
Cote TN	94,37	96,79	94,91	93,55	95,32	96,67	95,81	94,52	95,79
Terre végétale Brune	0,40	0,50	0,40	0,40	0,60	0,60	0,40	0,60	0,80
	93,97	96,29	94,51	93,15	94,72	96,07	95,41	93,92	94,99
Limon lœssique ±sableux Marron clair	2,00	3,40	1,30	0,90	2,40	2,30	1,90	1,80	>2,80
	92,37	93,39	93,61	92,65	92,92	94,37	93,91	92,72	<92,99
Arène argilo-sableuse Marron à Gris kaki	>6,00	>5,00	>3,90	>3,80	>5,00	4,40	>2,40	>2,70	-
	<88,37	<91,79	<91,01	<89,75	<90,32	92,27	<93,41	<91,82	-
Arène granitique à Granite altéré Marron clair à Gris vert foncé	-	-	-	-	-	>4,90	-	-	-
	-	-	-	-	-	<91,77	-	-	-

NR : couche non reconnue au droit du sondage



Notons que les sondages pénétrométriques sont des sondages réalisés à l'aveugle, fournissant un profil de valeurs mécaniques, et que les données du tableau ci-dessus ne correspondent qu'à des extrapolations avec les sondages tarière. L'interprétation de ces essais, notamment au sein des limons lœssiques, est à considérer avec précaution.

Les valeurs mécaniques obtenues au sein des divers horizons rencontrés sont les suivantes :

Nature	Em [MPa]	PI [MPa]	Qd [MPa]
Terre végétale	-	-	1 à 2
Limon lœssique ±sableux	1,9 à 5,3	0,23 à 0,61	2 à 5
Altération à Arène argilo-sableuse	4,9 à 17,6	0,68 à 1,50	5 à >25
Altération granitique à Granite altéré	26,8 à 112,2	2,40 à >3,50	18 à >25

4.3 Hydrologie

Lors de nos investigations du 28 au 29 mars 2022, les niveaux d'eau suivants ont été observés au sein de nos sondages PR1 à PR4 :

Sondage	Profondeur [m/TN]			
	Cote [m Réf]			
	PR1	PR2	PR3	PR4
Arrivée d'eau en cours du forage	Sans eau	Sans eau	Sans eau	Sans eau
Niveau d'eau en fin de chantier	-3,40	-3,70	-2,60	-4,50
	90,97	94,49	97,83	95,76

Aucune arrivée d'eau nette n'a pu être observée en cours de foration. De même, aucune venue d'eau n'a été observée au sein des fouilles aux profondeurs investiguées.

NB : le caractère ponctuel des sondages dans le temps ne permet pas d'apprécier la variation possible des nappes et infiltrations d'eau qui dépend notamment des conditions météorologiques. Des circulations d'eau localisées, correspondant soit à des retenues de surface soit à de circulations plus profondes au sein du substratum ou horizons d'altération sont possibles et difficilement prévisibles.

4.4 Risque sismique

Les ouvrages concernés par la présente étude sont à priori classés en catégorie d'importance II (à confirmer par le maître d'œuvre ou le maître d'ouvrage). Le zonage sismique classe la commune de PERROS-GUIREC (22) en zone d'aléa sismique 2 (faible). L'application des prescriptions parasismique de l'Eurocode 8 n'est donc pas obligatoire.



4.5 Essais de laboratoire

4.5.1 GTR+IPI

Le prélèvement des échantillons a été effectué par nos soins. Les matériaux ont été prélevés et amenés au Laboratoire CBTP par notre technicien pour essais selon les normes en vigueur. L'objectif des analyses pratiquées est de classer les sols rencontrés selon la norme NF P 11-300 :

Analyse	Norme
Analyse granulométrique	NF P 94-056
Valeur de bleu des sols (VBS)	NF P 94-068
Indice Portant Immédiat / ICBR	NF P 94-078
Teneur en eau (W_{nat})	NF P 94-050

Les essais d'identification sont résumés dans le tableau suivant :

Faciès	Passant (%) (en mm)								W_{nat} (%)	IPI	VBS	GTR
	0.08	0.2	0.4	1	2	5	10	20				
PR1 (0,40 à 2,00 m) : Limon sablonneux Marron clair	91,2	97	98	98	99	100	100	-	22,2	1,8	1,30	A ₁ th
PR2 (0,60 à 2,00 m) : Limon lœssique Marron clair	90,3	95	96	98	99	100	100	-	21,2	3,6	1,94	A ₁ h
PR3 (0,50 à 1,70 m) : Limon lœssique Marron clair	70,5	77	82	88	92	97	99	100	19,7	3,5	1,49	A ₁ h
PR4 (0,60 à 3,50 m) : Altération argilo-sa- bleuse Marron clair	61,7	70	79	91	96	99	100	100	18,7	4,7	1,28	A ₁ h

À l'aune des valeurs de VBS, la susceptibilité du sol des échantillons analysés vis-à-vis du retrait-gonflement des argiles peut être considérée comme faible :

V_{Bs}	Susceptibilité
< 2,5	Faible
2,5 à 6	Moyenne
6 à 8	Forte
> 8	Très forte

NB : Les reconnaissances de sol procèdent par sondages ponctuels, les résultats ne sont pas rigoureusement extrapolables sur l'ensemble du chantier. Des éléments nouveaux (hétérogénéité géologique...) mis en évidence lors des travaux peuvent entraîner des adaptations tant à la conception qu'à l'exécution.

Les matériaux rencontrés sont des sols fins se rattachant à la classe GTR A₁, dans un état hydrique humide à très humide lors de nos investigations au mois d'avril 2022.

Le profil du futur projet semble nécessiter des travaux de déblai-remblai. Les matériaux rencontrés sur le site pourront être réutilisés pour la construction des remblais de mise à niveau ou remblaiement, sous réserve de leurs conditions d'état hydrique, s'agissant de sols sensibles à l'eau.



Pour rappel, selon les dispositions du GTR et du GTT, les sols fins de classification GTR : A₁ sont réutilisables dans la plage des teneurs en eau conduisant aux états hydriques :

- Humide « h », moyen « m » et sec « s »

Les sols trop secs pour être réutilisés en l'état devront être humidifiés afin de les amener dans un état hydrique moyen « m ».

À contrario, les sols très humides, comme observés en PR1, ne pourront être réemployés sans une réduction préalable de leur teneur en eau.

C'est pourquoi, dans le cas d'une volonté de réutilisation des sols extraits, nous préconisons le cas échéant leur mise en dépôt provisoire, afin d'abaisser leur teneur en eau vers un état hydrique moyen « m ».

4.5.2 Analyse granulométrique par sédimentométrie

L'activité du sol peut être définie après analyse granulométrique par sédimentométrie, donnant le pourcentage de la fraction <2µm (C2).

Un échantillon a été prélevé et analysé, donnant les valeurs suivantes :

Faciès	% fraction <2µm (C2)	VBS	SB = VBS x C2
P1 : 0,90 à 1,10 m/TN	10,0	1,30	13,0

La proportion de matériau inférieur à 2 µm est faible. Le diagramme suivant élaboré par Magnan et Bedin permet donc un classement en « faible risque de gonflement ».

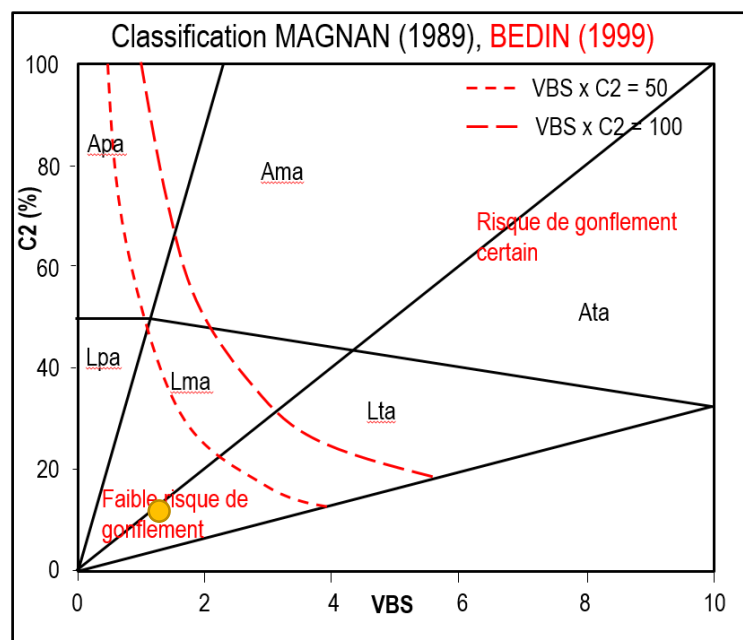


Figure 1 : Classification de Bedin (1999)

Le risque lié au retrait gonflement des argiles du site peut ainsi être caractérisé comme faible au droit de l'échantillon prélevé.

Cela n'exclue pas des possibilités de variations locales dans l'activité ou la susceptibilité du sol.



5. Principes généraux de construction (G1)

5.1 Terrassements

Après décapage de la terre végétale et des limons lœssiques plus ou moins sableux, les travaux de terrassement pourront être effectués au moyen d'engins mécaniques classiques dans les horizons limoneux et les altérites/arènes. Néanmoins, les moyens employés devront être ajustés à l'avancée des terrassements. En fonction des cotes de niveaux finis projetés, des terrassements pourront avoir lieu au sein du granite altéré, et nécessiter de ce fait l'emploi d'engins de forte puissance, et/ou équipés d'outils adaptés : pelle de forte puissance, dent de déroctage, éventuellement BRH... Les vibrations engendrées seront alors à prendre en compte vis-à-vis des avoisinants.

5.2 Fondations

5.2.1 Solutions de fondations envisageables

Le mode de fondation envisageable est fonction de la structure et des surcharges d'exploitation envisagée pour le projet.

Dans le cas de structures légères de type pavillons (charges n'excédant pas ± 5 à $8T/ml$ et $\pm 20T$ /appui isolé), il est loisible d'envisager deux principes de fondations superficielles à semi-profondes (notamment au droit de PD12), avec ancrage de 0,20 m au sein des altérations/arènes argilo-sableuses (en dehors de toute considération de portance, une profondeur minimale d'encastrement des fondations de 0,80 m/TN devra être assurée vis-à-vis du risque faible à moyen de retrait-gonflement des argiles).

En fonction des zones du projet, de l'homogénéité des limons lœssiques et sablonneux (faible compacité observée à 1,0 m/TN en PR2) et des charges à reprendre, il pourra être envisagé un ancrage des fondations dans le limon lœssique ou le limon sablonneux. Cette solution devra être étudiée en phase G2 AVP au droit de chaque lot en fonction des caractéristiques mécaniques rencontrées.

En considérant un critère d'ancrage de 0,20 m dans les altérations/arènes argilo-sableuses, les profondeurs d'assise des fondations des futurs logements pourront être les suivantes :

	Parcelle 0E 0191	Parcelle 0E 2532	Parcelle 0E 2539
Profondeur d'assise minimale (m/TN)	1,50 à 3,60	1,40 à 2,70	0,60 à 2,20

Soit des profondeurs allant de 0,60 à 3,60 m/TN au droit de nos sondages.

En tout état de cause, une étude géotechnique d'avant-projet (G2 AVP), à la charge du maître d'ouvrage, est souhaitable pour chaque projet de construction. Cette dernière permettra d'affiner l'horizon et la profondeur d'ancrage des fondations et le taux de travail admissible pour le projet.



5.2.2 Fondations superficielles

En première approche et afin d'homogénéiser les différents horizons d'assise, le taux de travail pourra être de l'ordre de :

Principe de fondation	Combinaison	Taux de travail (MPa)
Ancrage de 0,20 m au sein des altérations/arènes argilo-sableuses	ELS quasi-permanent	0,20
	ELU fondamental	0,40

5.2.3 Dispositions techniques

Les dispositions relatives à l'emplacement des fondations superficielles seront conformes à la norme NF P94-261. Notamment, les arases inférieures des fondations devront respecter la pente des 3H pour 2V.

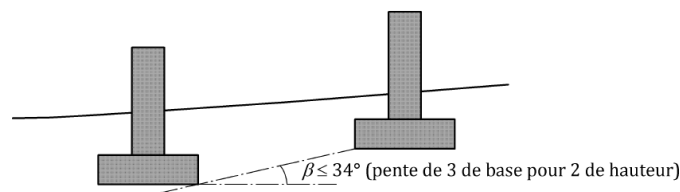


Figure 8.1 — Dispositions relatives à l'emplacement des fondations superficielles

On prendra soin de purger toute la terre végétale, les remblais et tous matériaux pouvant être évolutifs au droit des fondations projetées.

Les fonds de fouille devront être soignés et recompactés pour éviter tous tassements parasites.

Le béton devra être mis en place immédiatement après l'ouverture des fouilles pour éviter tout risque de détériorations liées aux venues d'eau en présence dans le sol ou météoriques.

Le cas échéant, un épaissement des fouilles devra être mis en place et un béton de propreté est à prévoir, le cas échéant, afin d'éviter tout contact des armatures avec le sol en place.

5.3 Niveau bas des ouvrages

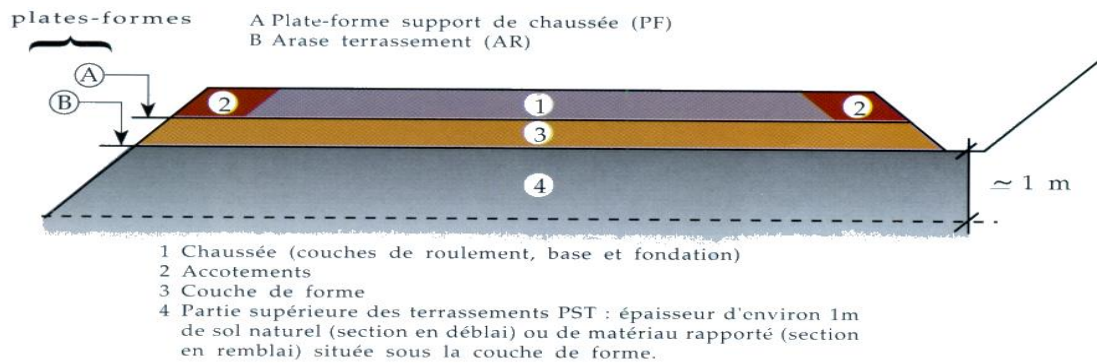
Compte-tenu de la nature des horizons de recouvrement (limons lœssiques notamment) et de leur faible compacité locale, on s'orientera préférentiellement vers la réalisation de planchers portés par les fondations en l'absence d'étude complémentaire.



6. VOIRIE (G2AVP)

6.1 Définitions – Rappels

Les travaux de terrassement devront suivre les préconisations du GTR. Pour le dimensionnement de la structure de chaussée, la portance à long-terme de la plateforme support de chaussée est déterminée à partir du couple PST-couche de forme (cf. schéma ci-dessous) :



6.2 Réalisation des terrassements

Les matériaux rencontrés sont des sols fins se rattachant à la classe GTR A₁, dans un état hydrique très humide au sein des limons sablonneux rencontrés en PR1, et dans un état hydrique humide au sein des limons lœssiques rencontrés en PR2 et PR3 et au sein de l'altération argilo-sableuse rencontrée en PR4, lors de nos investigations au mois d'avril 2022.

Les terrassements pourront s'effectuer à partir des moyens classiques, tout en veillant à éviter la circulation des engins de chantier sur le fond de forme. Toutefois, en fonction des cotes de voiries retenues et de l'éventuelle nécessité d'avoir à terrasser au sein du granite altéré, l'emploi d'engins mécaniques de forte puissance pourra s'avérer nécessaire (pelle de forte puissance, godet rocher, dent de déroctage...).

Après décapage de la terre végétale et de la frange supérieure des limons, soit sur une épaisseur de 0,40 à 0,70 m/TN, on procédera selon les principes généraux suivants :

6.2.1 Réalisation des déblais

L'extraction de ces terrains pourra se faire majoritairement avec des engins à godets.

6.2.2 Réalisation des remblais

Le profil du futur projet pourrait nécessiter des travaux de déblai-remblai. Les matériaux rencontrés sur le site pourront néanmoins être réutilisés pour la construction des remblais de mise à niveau, ainsi qu'en remblayage de la partie inférieure des tranchées, sous réserve de leurs conditions d'état hydrique, s'agissant de sols sensibles à l'eau.

Pour rappel, selon les dispositions du GTR et du GTT, les sols fins de classification GTR : A₁ sont réutilisables dans la plage des teneurs en eau conduisant aux états hydriques :

- Humide « h », moyen « m » et sec « s »



Les sols trop secs pour être réutilisés en l'état devront être humidifiés afin de les amener dans un état hydrique moyen « m ».

À contrario, les sols très humides, comme observés en PR1, ne pourront être réemployés sans une réduction préalable de leur teneur en eau.

Nous préconisons toutefois la réalisation des travaux en période sèche, bien qu'une humidification des matériaux puisse être nécessaire à leur bonne mise en œuvre.

Dans tous les cas, leurs modalités de mise en œuvre (épaisseurs de couche, vitesse et nombre de passes de compacteur ...) devront respecter les prescriptions du GTR et du GTT.

6.2.3 Arase terrassement

Après décapage sur 0,40 à 0,70 m de la terre végétale et des limons, les sols supports conduisent globalement à une PST1/AR1 (pour les limons loessiques et les altérations argilo-sableuses).

Pour les matériaux très humides rencontrés en PR1 (limons sablonneux), les sols supports mènent à une PST0/AR0. Il sera alors nécessaire de ramener le matériau à un état hydrique à minima humide pour obtenir une PST1/AR1. Cela pourra être effectué par une opération de terrassement (purge, substitution) et/ou de drainage (fossés profonds, rabattement de la nappe...).

6.2.4 Couche de forme en matériau granulaire

Pour une PST1/AR1, après avoir ramené les matériaux à l'état hydrique (h), l'épaisseur de couche de forme en matériau granulaire insensible à l'eau et non gélif de type R41, R61...visant à obtenir une plateforme de type PF2 ($EV2 \geq 50$ MPa) sera la suivante :

- 0,60 m (0,45 m si intercalation d'un géotextile à l'interface PST – couche de forme).

Elle sera compactée conformément aux préconisations du GTR.

Ces épaisseurs étant à valider par la tenue au gel (cf. ci-dessous § 6.4 structure à dimensionner).

In fine, des contrôles de portances devront vérifier l'objectif fixé $EV2 \geq 50$ MPa.

NB : Les reconnaissances de sol procèdent par sondages ponctuels, les résultats ne sont pas rigoureusement extrapolables sur l'ensemble du chantier. Des éléments nouveaux (hétérogénéité géologique...) mis en évidence lors des travaux peuvent entraîner des adaptations tant à la conception qu'à l'exécution.



6.3 Dimensionnement de la chaussée

6.3.1 Principe

L'étude de dimensionnement est menée selon les règles et dispositions des documents suivants :

- Guide technique de conception et de dimensionnement des chaussées SETRA / LCPC – décembre 1994,
- Guide technique de réalisation des remblais et des couches de forme SETRA / LCPC – septembre 1992,
- Norme NF P 98-086 – Dimensionnement structurel des chaussées routières – Application aux chaussées neuves – mai 2019.

La chaussée est vérifiée par le calcul, vis à vis :

- De l'orniérage de la plateforme support de la chaussée,
- De la tenue au gel/dégel.

Le principe de dimensionnement consiste à déterminer les sollicitations (déformations ou contraintes) maximales dans les différentes couches, engendrées par le trafic et à les comparer aux sollicitations admissibles des matériaux.

Les déformations ou contraintes calculées sont obtenues à l'aide du programme de calcul Alize du LCPC.

Les déformations ou contraintes admissibles sont déterminées par calcul à partir des lois de comportement rhéologique des matériaux et du trafic supporté par la chaussée, selon les relations définies par le guide de conception et dimensionnement rappelé ci-dessus.

Les calculs d'indice de gel admissible sont effectués à l'aide du logiciel Gel1d du SETRA / LCPC.

6.3.2 Abréviations

- NPL : nombre de poids lourd pendant la durée de service
- CAM : coefficient d'agressivité moyen (sans dimension)
- NE : nombre d'essieu équivalent pendant la durée de service
- ϵ_6 : déformation pour laquelle la rupture conventionnelle en flexion sur éprouvette est obtenue pour 10^6 cycles (microdef)
- $\epsilon_{T adm}$: déformation horizontale admissible en traction (microdef)
- $\epsilon_{T calc}$: déformation calculée en traction / compression maximale dans le plan horizontal (microdef)
- $\epsilon_{Z adm}$: déformation verticale admissible en compression (microdef)
- $\epsilon_{Z calc}$: déformation calculée verticale maximale (microdef)
- ν : coefficient de Poisson (sans dimension)
- E : module d'Young (MPa)
- QB : quantité de gel admissible à la base de la chaussée $((^{\circ}C \cdot jour)^{0,5})$
- Qg : quantité de gel admissible transmise aux matériaux gélifs du support $((^{\circ}C \cdot jour)^{0,5})$
- Qng : protection thermique apportée par les matériaux non gélifs de la plateforme $((^{\circ}C \cdot jour)^{0,5})$
- HRNE : hiver rigoureux non exceptionnel ($^{\circ}C \cdot jour$)
- BBSG3 : béton bitumineux semi grenu de classe 3
- GNT : grave non traitée



6.4 Structure à dimensionner

6.4.1 Rappel des hypothèses

- Sans connaissance particulière du trafic, à titre d'exemple, pour un trafic de 1 poids lourd par jour et par sens,
- La durée de service est fixée à 10 ans sans croissance de trafic,
- Le support de chaussée est caractérisé par une portance du type PF2.

6.4.2 Résultats

On retiendra la structure suivante :

Désignation	Structure chaussée (cm)
BBSG3	6
GNT	15

Voir ci-dessous la note alizé.

6.4.3 Gel

On prend comme référence l'indice de gel de Dinard (35) plus représentatif que celui des Côtes d'Armor à Rostrenen (22).

L'IR retenu est donc l'hiver rigoureux non exceptionnel à 25°Cxjour.

La tenue au gel est assurée pour une épaisseur minimale de 15 cm pour la couche de forme (matériaux granulaires insensibles à l'eau et non gélifs de type R61) en tenant compte d'une hypothèse de matériaux très gélifs pour la constitution de l'arase.

Voir ci-dessous les notes Gel1d.

6.4.4 Conclusion

On retiendra donc, après décapage de la terre végétale, purge et substitution des sols mous (très humide) et mise à niveau du fond de forme, les principes de construction suivants :

- 0.21 m de structure de chaussée (0.06 m BBSG3 + 0.15 m GNT) + 0.45 m de couche de forme sur géotextile,
- ou
- 0.21 m de structure de chaussée (0.06 m BBSG3 + 0.15 m GNT) + 0.60 m de couche de forme sans géotextile.



7. Conclusion

7.1 Rappel des principes constructifs préconisés

Nous rappelons ci-après les éléments préconisés dans le présent rapport.

7.1.1 Fondations

- Fondations superficielles de type massifs béton ou semelles filantes, ancrées de 0,20 m au sein des altérations/arènes argilo-sableuses

Une solution d'ancrage des fondations dans le limon lœssique ou le limon sablonneux pourra être étudiée en phase G2 AVP au droit de chaque lot.

Profondeur minimale d'encastrement des fondations à respecter :

Critère	Profondeur (m)
Hors gel	0,50 m/TN ou fini
Risque faible à moyen de retrait-gonflement des argiles	0,80 m/TN

En considérant un critère d'ancrage de 0,20 m dans les arènes argilo-sableuses, les profondeurs d'assise des fondations des futurs logements seront de 0,60 à 3,60 m/TN au droit de nos sondages.

Taux de travail admissible :

Principe de fondation	Combinaison	Taux de travail (MPa)
Ancrage de 0,20 m au sein des altérations/arènes argilo-sableuses	ELS quasi-permanent	0,20
	ELU fondamental	0,40

7.1.2 Niveau bas chaufferie

De par la nature des terrains superficiels, potentiellement évolutifs, on s'orientera préférentiellement vers la réalisation d'un plancher porté par les fondations.

7.1.3 Voirie

On retiendra, après décapage de la terre végétale, purge et substitution des sols de faible compacité et mise à niveau du fond de forme, les principes de construction suivants :

- 0.21 m de structure de chaussée (0.06 m BBSG3 + 0.15 m GNT) + 0.40 m de couche de forme sur géotextile,

ou

- 0.21 m de structure de chaussée (0.06 m BBSG3 + 0.15 m GNT) + 0.50 m de couche de forme sans géotextile.



7.2 Aléas résiduels

Avant mise en place des fondations, une attention particulière sera portée sur la purge des terrains de tête : remblais, terre végétale...

Les fondations seront coulées en place dès ouverture des fouilles afin d'éviter tout risque de détérioration du fond de fouille.

Les moyens de terrassement devront être adaptés à l'avancée des travaux.



8. Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : Étude géotechnique préalable (G1)		Étude géotechnique préalable (G1) Phase Étude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Étude préliminaire, Esquisse, APS	Études géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonctions des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Étude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	PRO	Études géotechniques de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	DCE/ACT	Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCE/ACT		Consultation sur le projet de base / Choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Études géotechniques de réalisation (G3/G4)		A la charge de l'entreprise	A la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Étude de suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Étude (en interaction avec la phase suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase supervision du suivi)	Étude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Étude et suivi géotechniques d'exécutions (G3) Phase Suivi (en interaction avec la Phase Étude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage		Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux
À toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié



Classification des missions d'ingénierie géotechnique

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.

ETAPE 1 : ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE (G1)

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

Phase étude de Site (ES)

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

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

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

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

ETAPE 2 : ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

Phase Avant-projet (AVP)

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

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

Phase Projet (PRO)

Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site. - Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

- Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisnants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

Phase DCE / ACT

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

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



**ETAPE 3 : ETUDES GEOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G4, distinctes et simultanées)****ETUDE ET SUIVI GEOTECHNIQUES 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 GEOTECHNIQUE 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 GEOTECHNIQUE (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).

Sources : tableau 1 et 2 de définition de l'enchaînement et du contenu des missions d'ingénierie géotechnique (NF P94-500, de novembre 2013)

9. ANNEXES

NEGOCIM | Lotissement de Kergadic | PERROS-GUIREC (22)



Mécanique des sols et fondations spéciales

9.1 Annexe 1 : Implantation des sondages

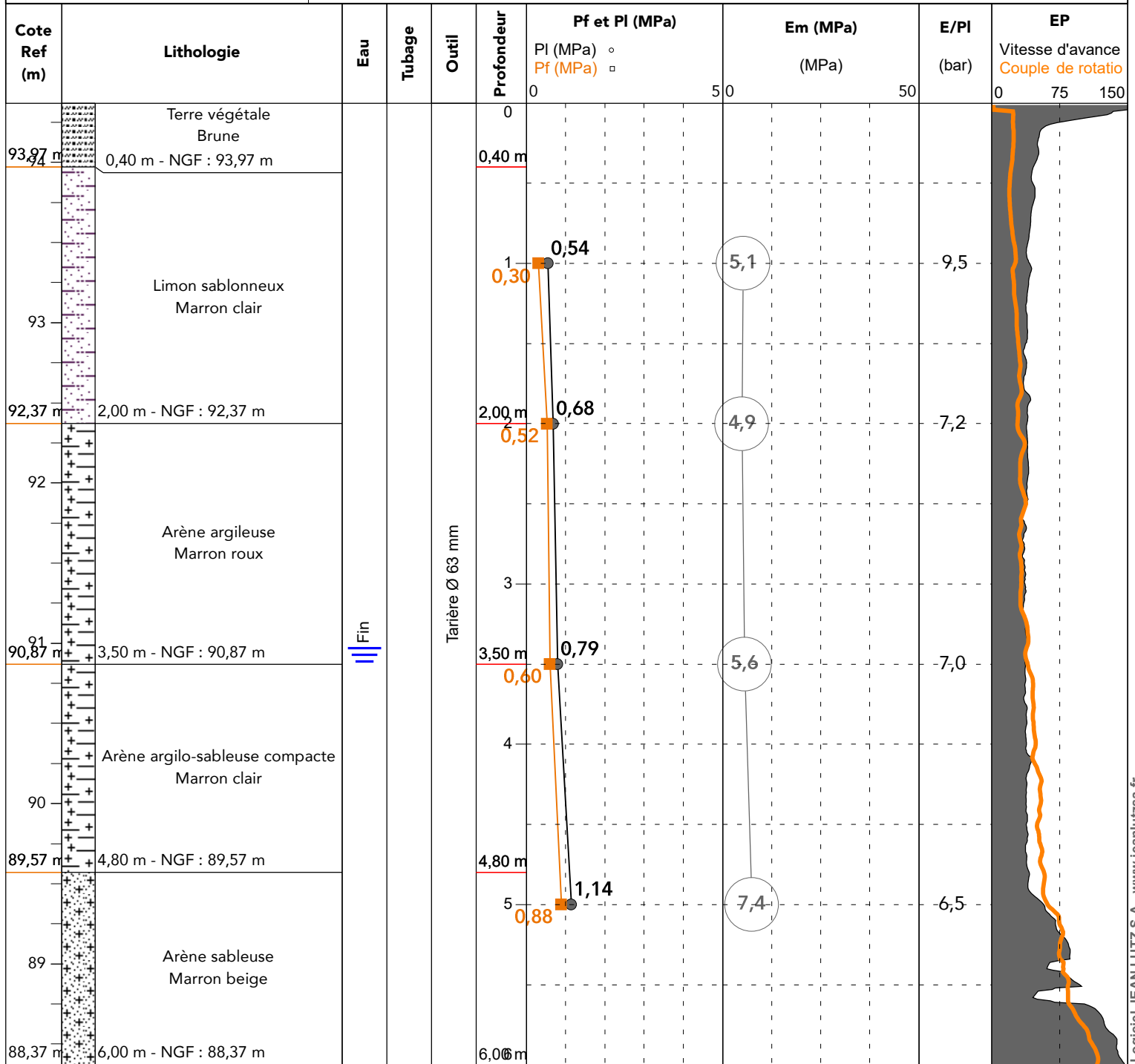


Principe d'implantation des sondages

	PR : sondages pressiométriques		PD : sondage pénétrométrique
	PE : sondage à la pelle		



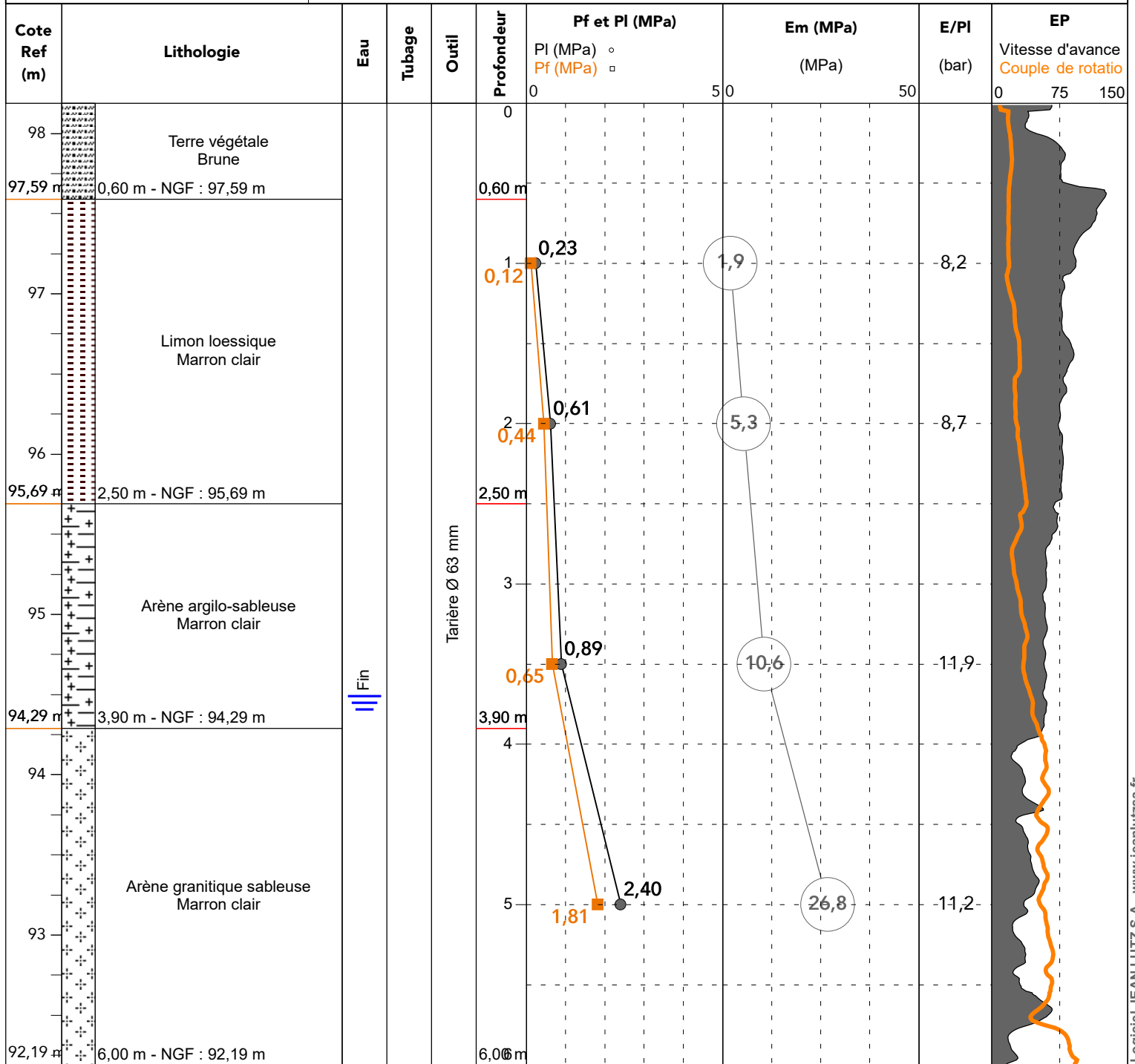
9.2 Annexe 2 : Sondages pressiométriques



EXGTE 3.21/LB2EPF584FR

Commentaire : Arrivée d'eau au cours de la foration : Sans eau

Niveau d'eau relevé en fin de chantier : -3.40 m/TN soit 90.97 m Réf



EXGTE 3.21/LB2EPF584FR

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

Commentaire : Arrivée d'eau au cours de la foration : Sans eau

Niveau d'eau relevé en fin de chantier : -3.70 m/TN soit 94,49 m Réf

Sondage : PR3

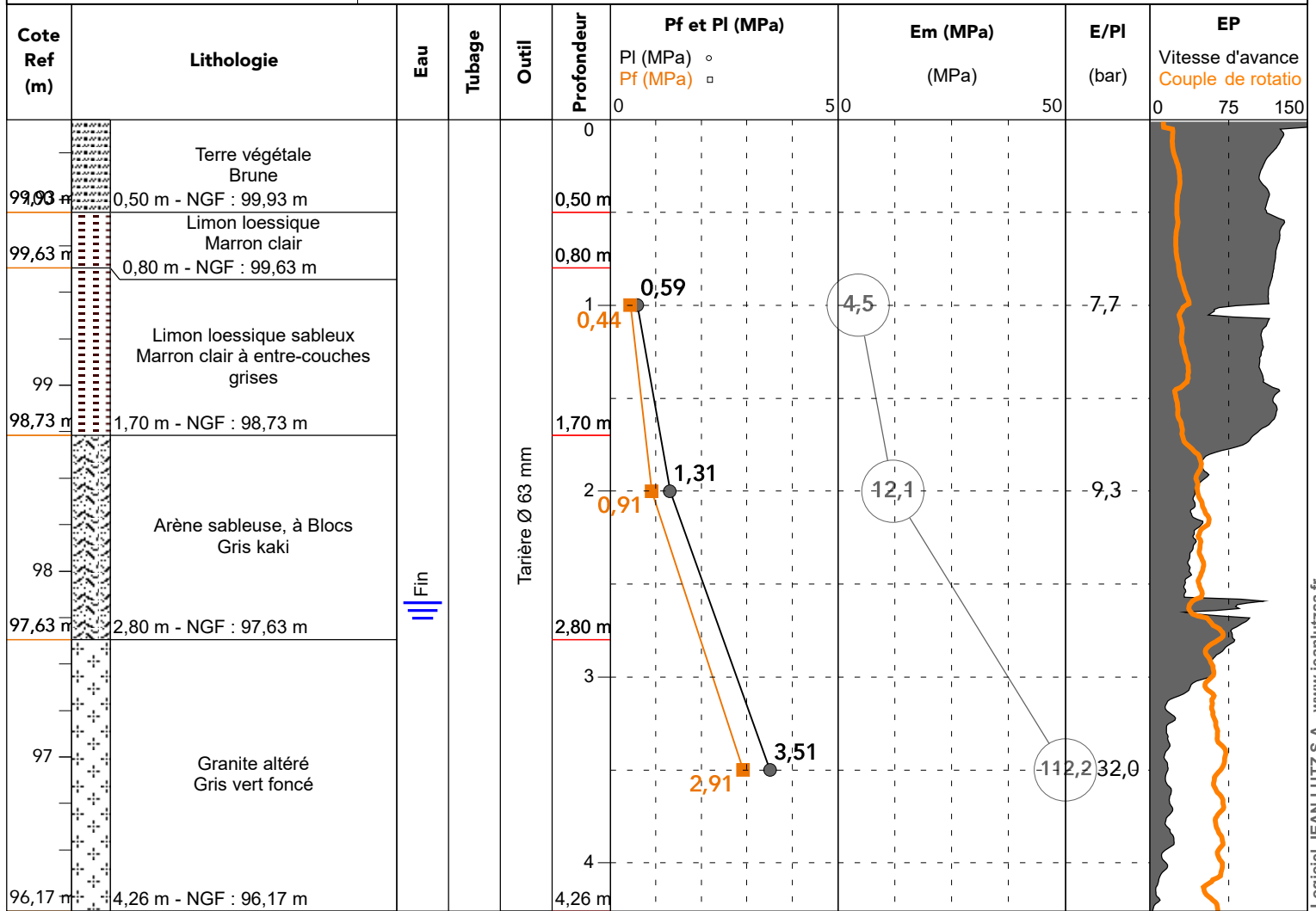
NEGOCIM

Début : 29/03/2022 - 08:23 Machine : Ecofore CE302

Z : 100.43 Ref

Technicien : EGA

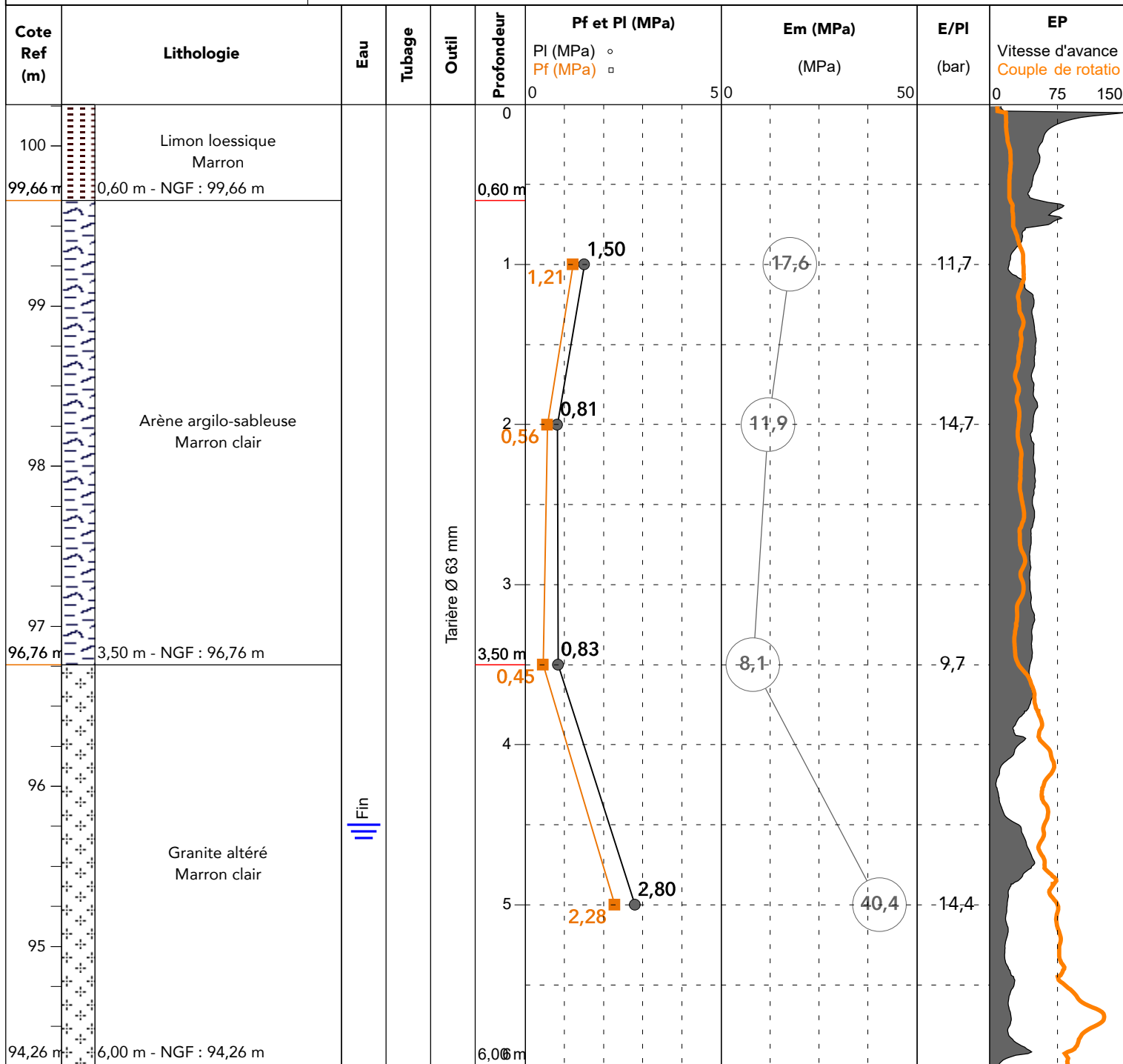
Échelle : 1/35



EXGTE 3.21/LB2EPF584FR

Commentaire : Arrivée d'eau au cours de la foration : Sans eau

Niveau d'eau relevé en fin de chantier : -2.60 m/TN soit 97,83 m Réf



EXGTE 3.21/LB2EPF584FR

Commentaire : Arrivée d'eau au cours de la foration : Sans eau

Niveau d'eau relevé en fin de chantier : -4.50 m/TN soit 95,76 m Réf



9.3 Annexe 3 : Sondages pénétrométriques

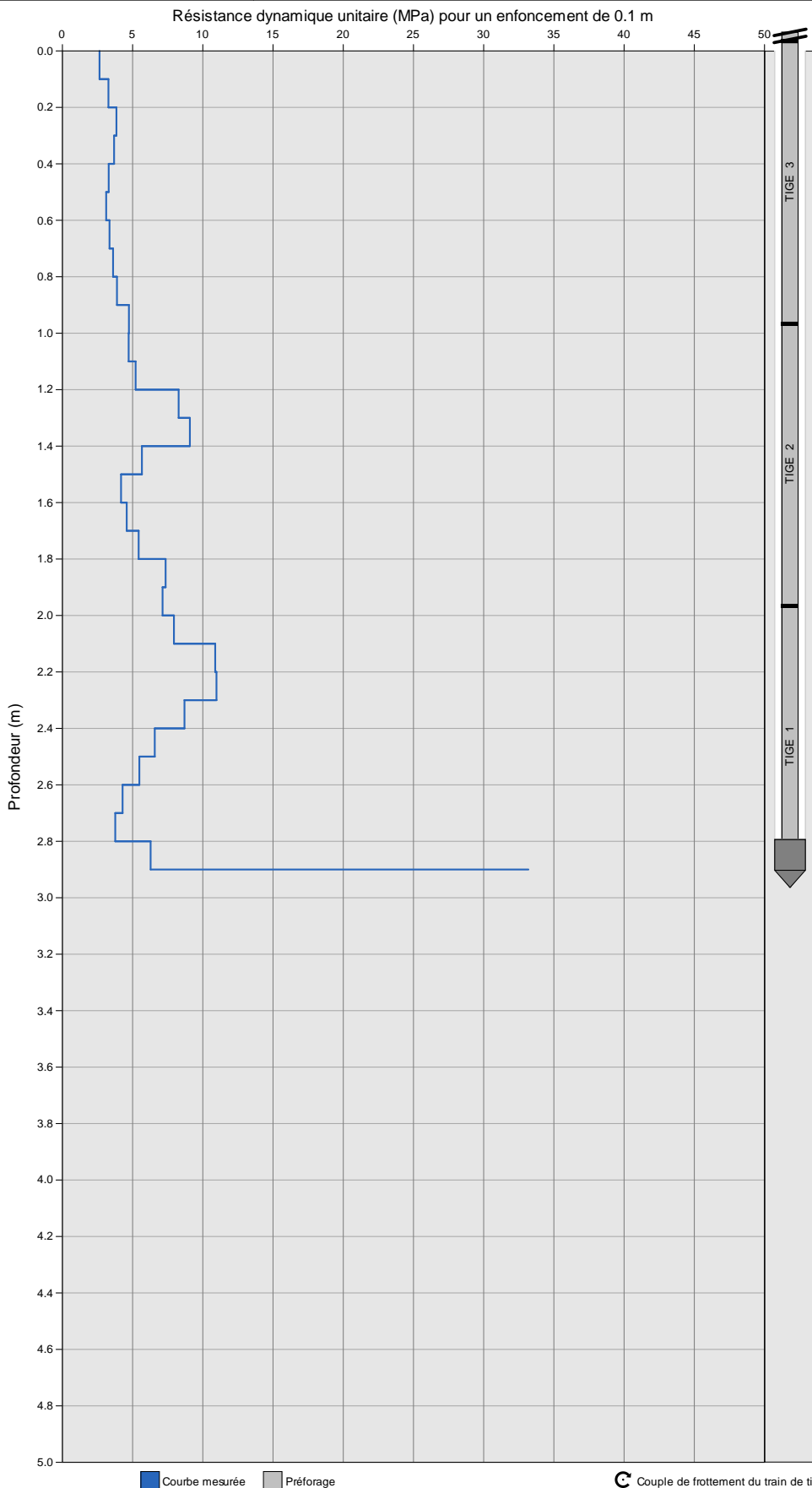
Essai : PD5

Réalisé le : 30/03/2022 à 10h17
 GPS : 48.80724166667 , -3.46767666667

Profondeur visée : 5.000 m
 Profondeur atteinte : 2.964 m
 Préforage : 0.000 m
 Nombre de coups : 103
 Nombre de tiges : 4

Caractéristiques pénétromètre :

Matériel : GEOTOOL/MAPESOL
 N° Serie : GTR790 2003/54
 Sys. d'acquisition : MSBOX - N° MsBox 7981
 Vérifié le : 07/12/2021
 Type d'énergie : CONSTANTE
 Norme : Non définie
 Masse du mouton : 64.000kg
 Hauteur de chute : 750mm
 Section de pointe : 20.00cm²
 Tige : Rallonge 100cm , 6.000kg



■ Courbe mesurée □ Préforage

⊙ Couple de frottement du train de tige

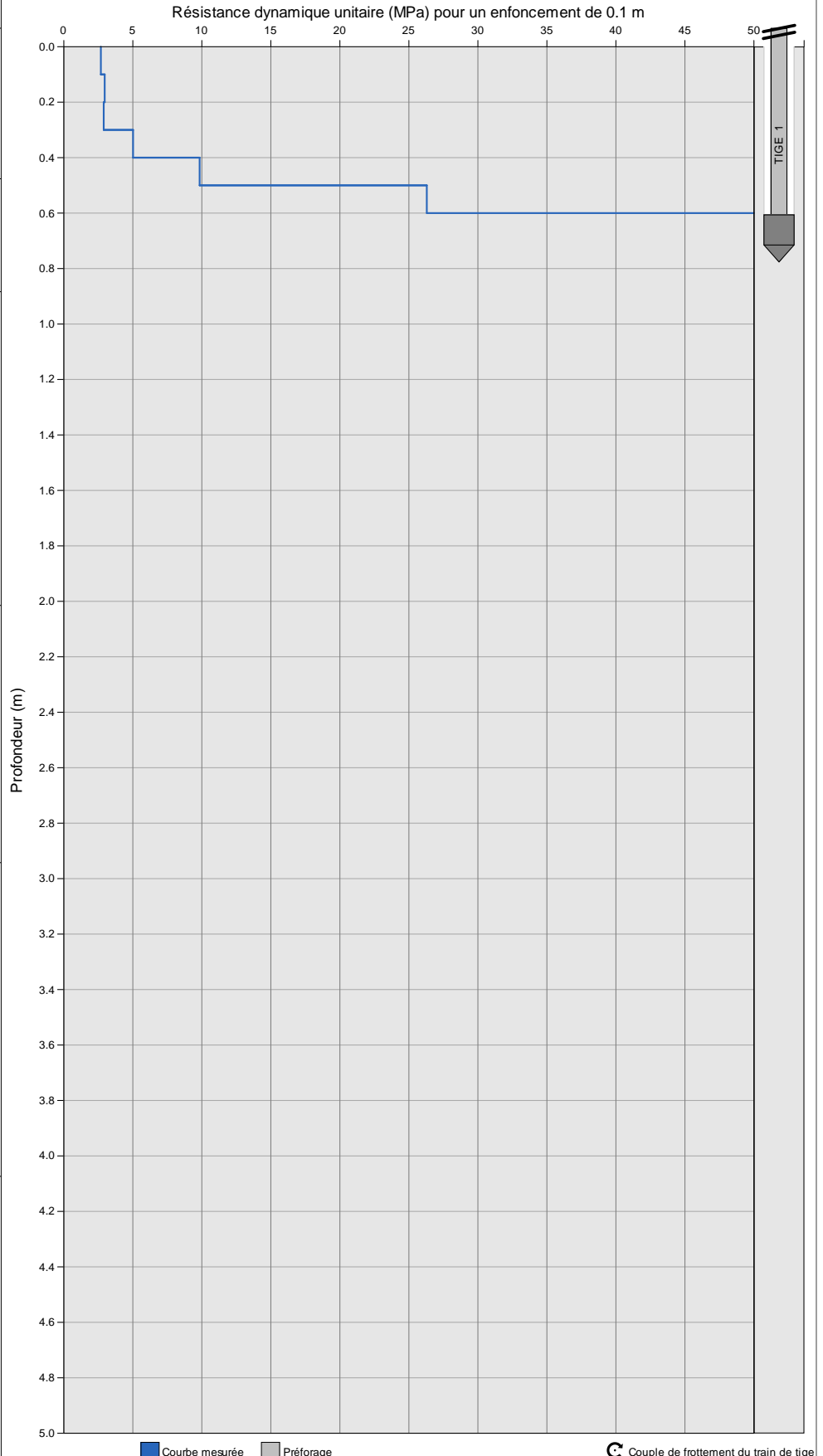
Essai : PD6

Réalisé le : 21/03/2022 à 14h48
 GPS : 48.80730833333 , -3.46702166667

Profondeur visée : 5.000 m
 Profondeur atteinte : 0.776 m
 Préforage : 0.000 m
 Nombre de coups : 79
 Nombre de tiges : 2

Caractéristiques pénétromètre :

Matériel : GEOTOOL/MAPESOL
 N° Serie : GTR790 2003/54
 Sys. d'acquisition : MSBOX - N° MsBox 7981
 Vérifié le : 07/12/2021
 Type d'énergie : CONSTANTE
 Norme : Non définie
 Masse du mouton : 64.000kg
 Hauteur de chute : 750mm
 Section de pointe : 20.00cm²
 Tige : Rallonge 100cm , 6.000kg



■ Courbe mesurée □ Préforage

⊙ Couple de frottement du train de tige

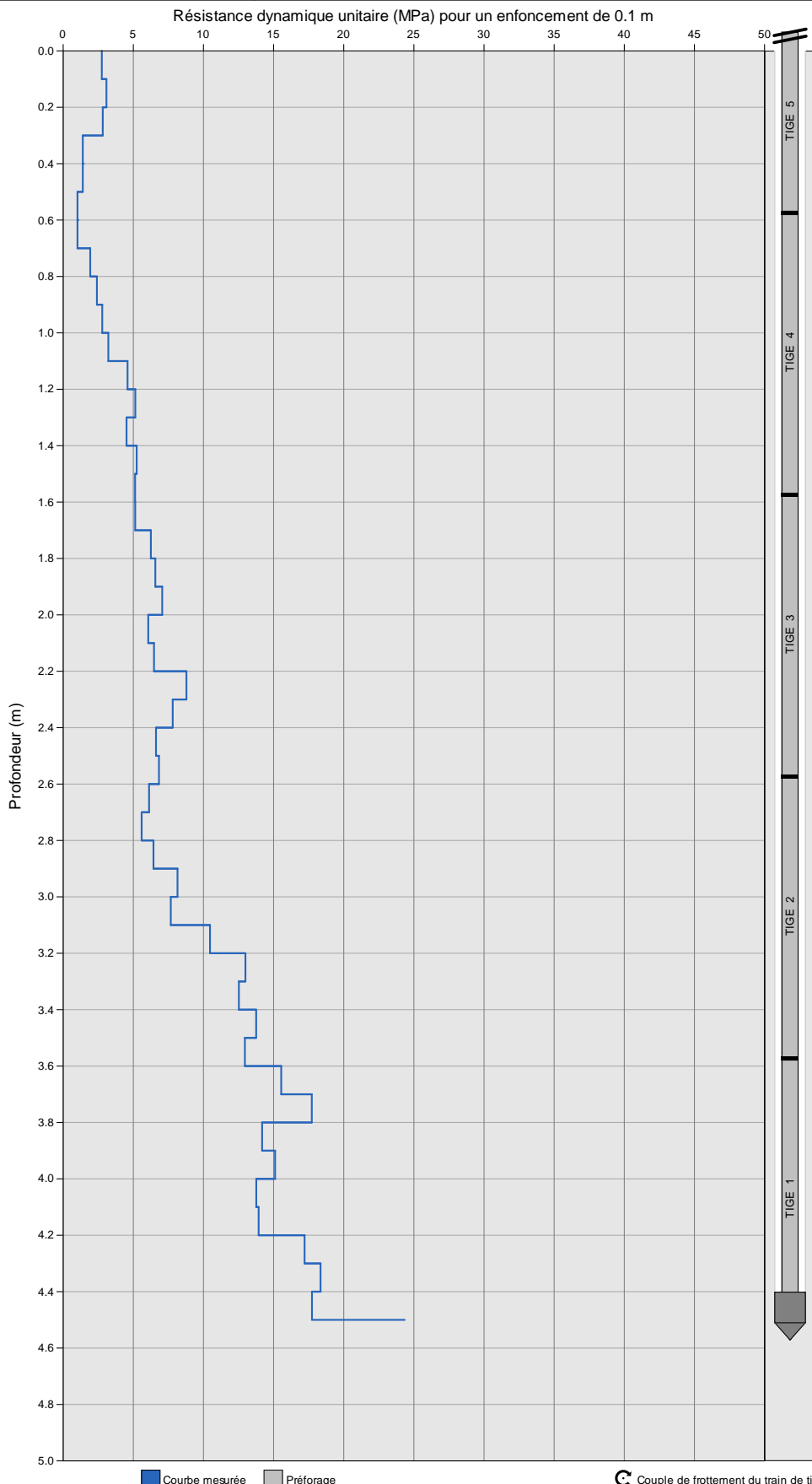
Essai : PD7

Réalisé le : 30/03/2022 à 09h59
 GPS : 48.80716833333 , -3.467305

Profondeur visée : 5.000 m
 Profondeur atteinte : 4.571 m
 Préforage : 0.000 m
 Nombre de coups : 230
 Nombre de tiges : 5

Caractéristiques pénétromètre :

Matériel : GEOTOOL/MAPESOL
 N° Serie : GTR790 2003/54
 Sys. d'acquisition : MSBOX - N° MsBox 7981
 Vérifié le : 07/12/2021
 Type d'énergie : CONSTANTE
 Norme : Non définie
 Masse du mouton : 64.000kg
 Hauteur de chute : 750mm
 Section de pointe : 20.00cm²
 Tige : Rallonge 100cm , 6.000kg



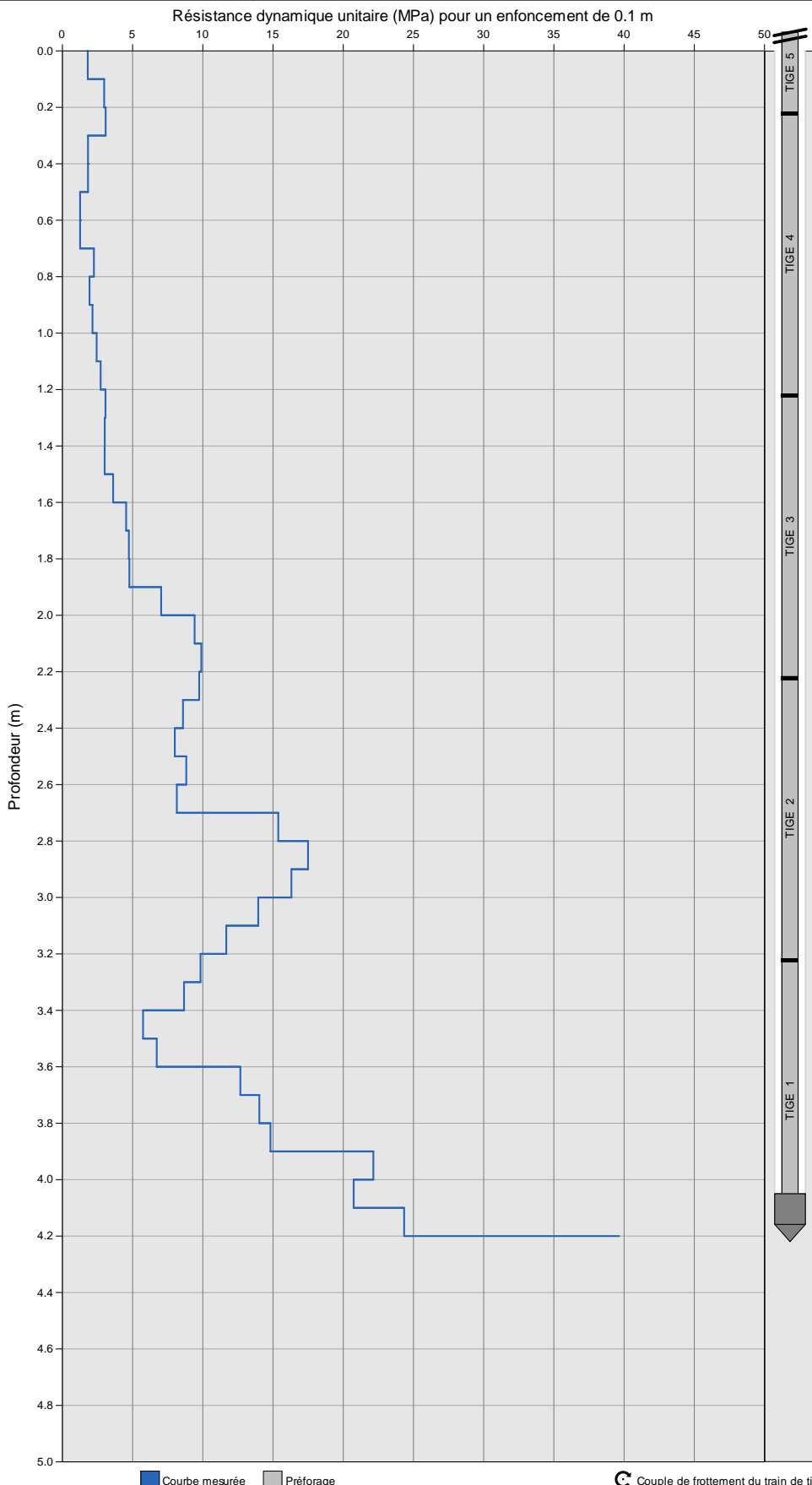
Essai : PD8

Réalisé le : 30/03/2022 à 10h29
 GPS : 48.80701166667 , -3.46754166667

Profondeur visée : 5.000 m
 Profondeur atteinte : 4.220 m
 Préforage : 0.000 m
 Nombre de coups : 208
 Nombre de tiges : 5

Caractéristiques pénétromètre :

Matériel : GEOTOOL/MAPESOL
 N° Serie : GTR790 2003/54
 Sys. d'acquisition : MSBOX - N° MsBox 7981
 Vérifié le : 07/12/2021
 Type d'énergie : CONSTANTE
 Norme : Non définie
 Masse du mouton : 64.000kg
 Hauteur de chute : 750mm
 Section de pointe : 20.00cm²
 Tige : Rallonge 100cm , 6.000kg



■ Courbe mesurée □ Préforage

⊙ Couple de frottement du train de tige

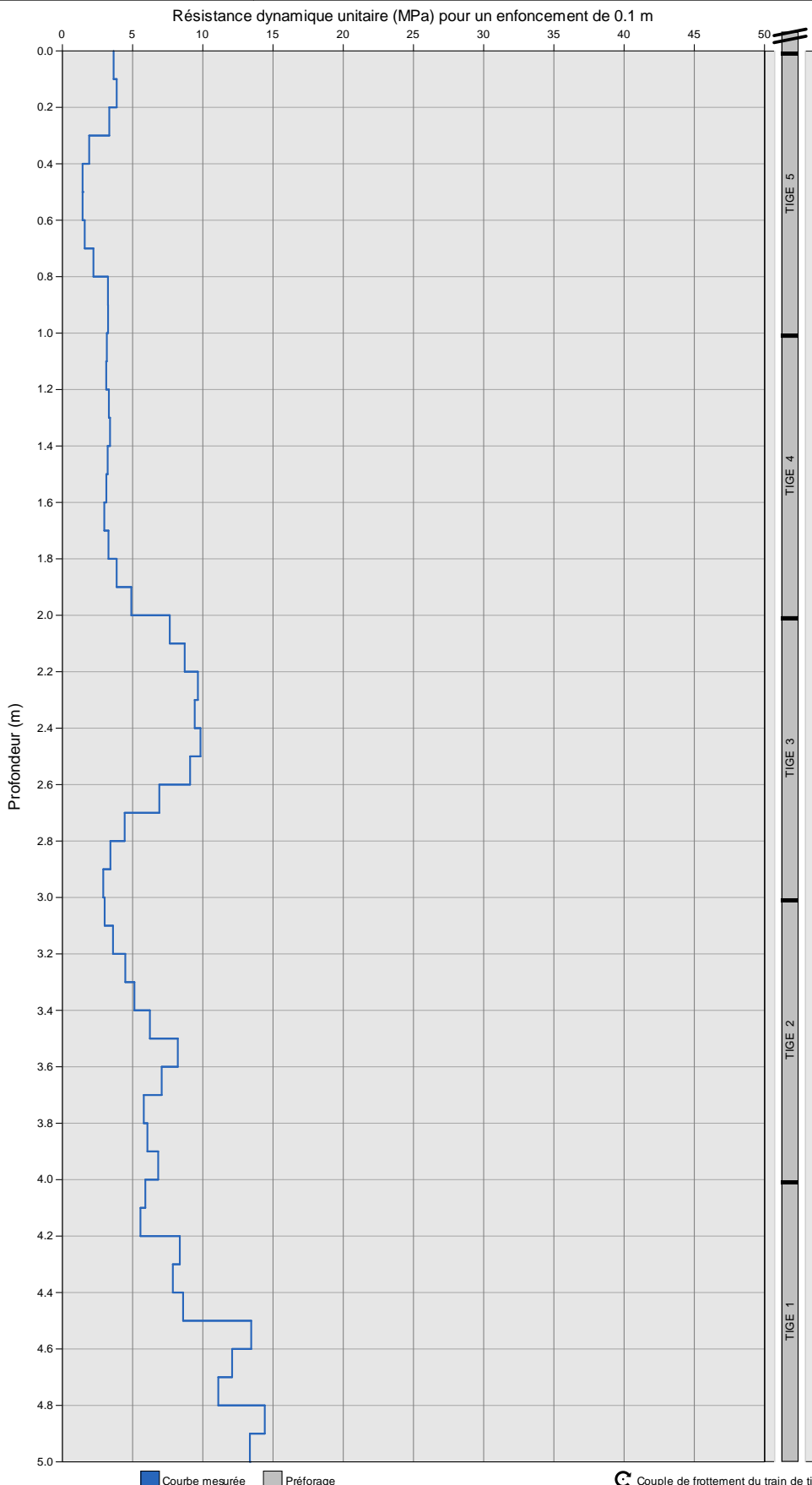
Essai : PD9

Réalisé le : 30/03/2022 à 10h48
 GPS : 48.80688333333 , -3.46711

Profondeur visée : 5.000 m
 Profondeur atteinte : 5.008 m
 Préforage : 0.000 m
 Nombre de coups : 179
 Nombre de tiges : 6

Caractéristiques pénétromètre :

Matériel : GEOTOOL/MAPESOL
 N° Serie : GTR790 2003/54
 Sys. d'acquisition : MSBOX - N° MsBox 7981
 Vérifié le : 07/12/2021
 Type d'énergie : CONSTANTE
 Norme : Non définie
 Masse du mouton : 64.000kg
 Hauteur de chute : 750mm
 Section de pointe : 20.00cm²
 Tige : Rallonge 100cm , 6.000kg



■ Courbe mesurée ■ Préforage

Ⓒ Couple de frottement du train de tige

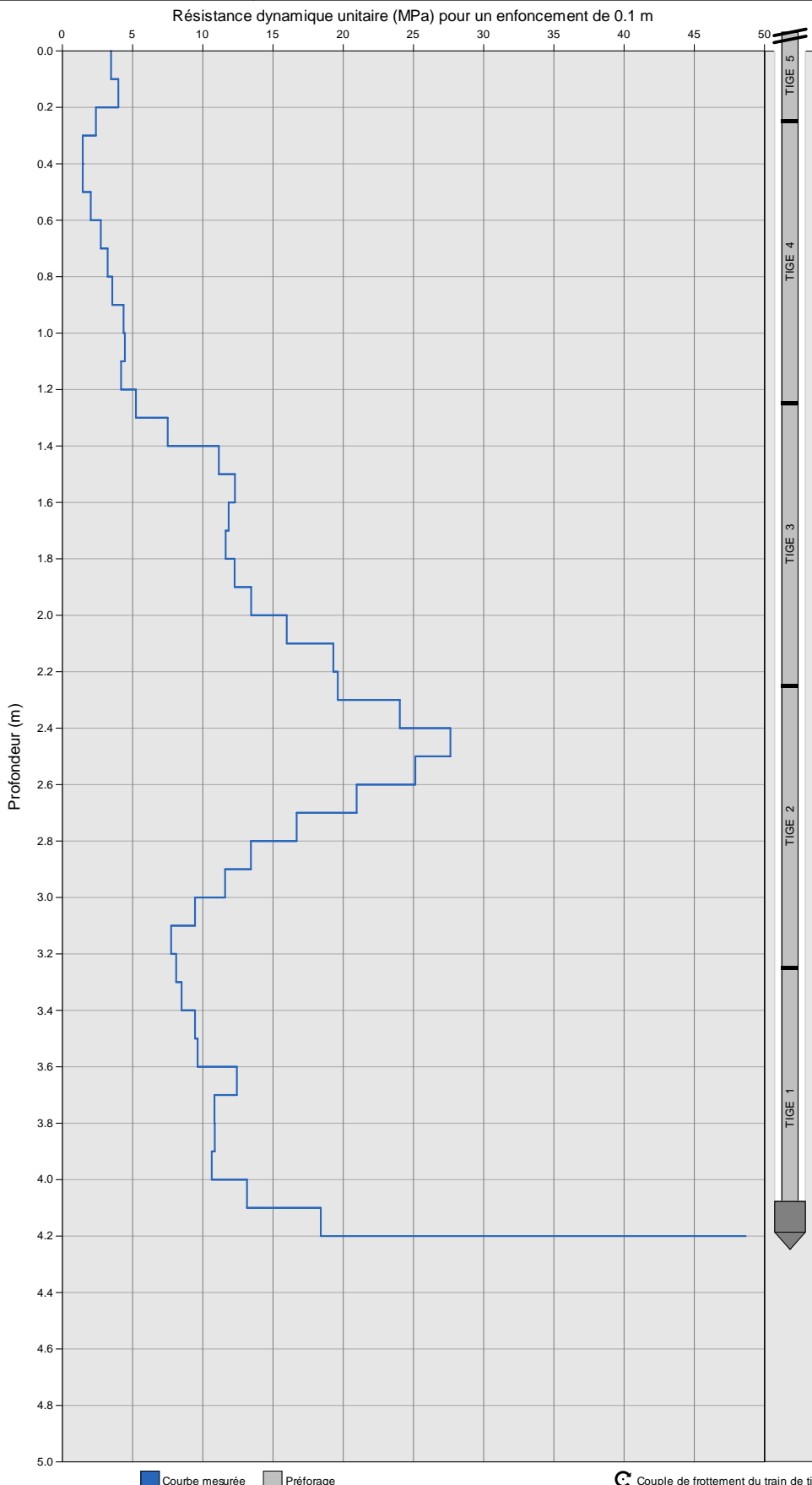
Essai : PD10

Réalisé le : 29/03/2022 à 16h02
 GPS : 48.80667166667 , -3.46775333333

Profondeur visée : 5.000 m
 Profondeur atteinte : 4.247 m
 Préforage : 0.000 m
 Nombre de coups : 281
 Nombre de tiges : 5

Caractéristiques pénétromètre :

Matériel : GEOTOOL/MAPESOL
 N° Serie : GTR790 2003/54
 Sys. d'acquisition : MSBOX - N° MsBox 7981
 Vérifié le : 07/12/2021
 Type d'énergie : CONSTANTE
 Norme : Non définie
 Masse du mouton : 64.000kg
 Hauteur de chute : 750mm
 Section de pointe : 20.00cm²
 Tige : Rallonge 100cm , 6.000kg



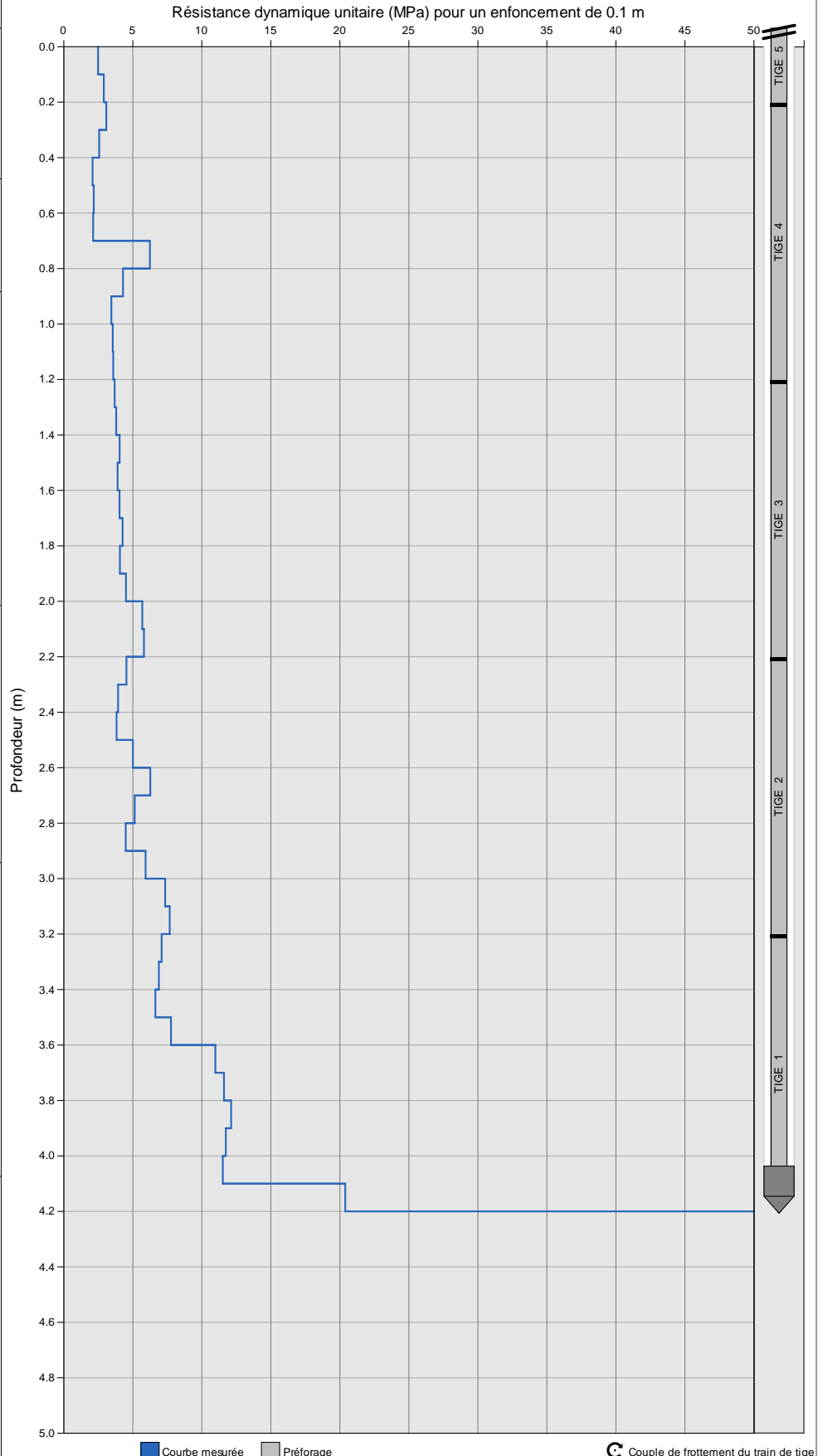
Essai : PD11

Réalisé le : 29/03/2022 à 15h42
 GPS : 48.80671333333 , -3.46729333333

Profondeur visée : 5.000 m
 Profondeur atteinte : 4.206 m
 Préforage : 0.000 m
 Nombre de coups : 151
 Nombre de tiges : 5

Caractéristiques pénétromètre :

Matériel : GEOTOOL/MAPESOL
 N° Serie : GTR790 2003/54
 Sys. d'acquisition : MSBOX - N° MsBox 7981
 Vérifié le : 07/12/2021
 Type d'énergie : CONSTANTE
 Norme : Non définie
 Masse du mouton : 64.000kg
 Hauteur de chute : 750mm
 Section de pointe : 20.00cm²
 Tige : Rallonge 100cm , 6.000kg



■ Courbe mesurée ■ Préforage

⊙ Couple de frottement du train de tige

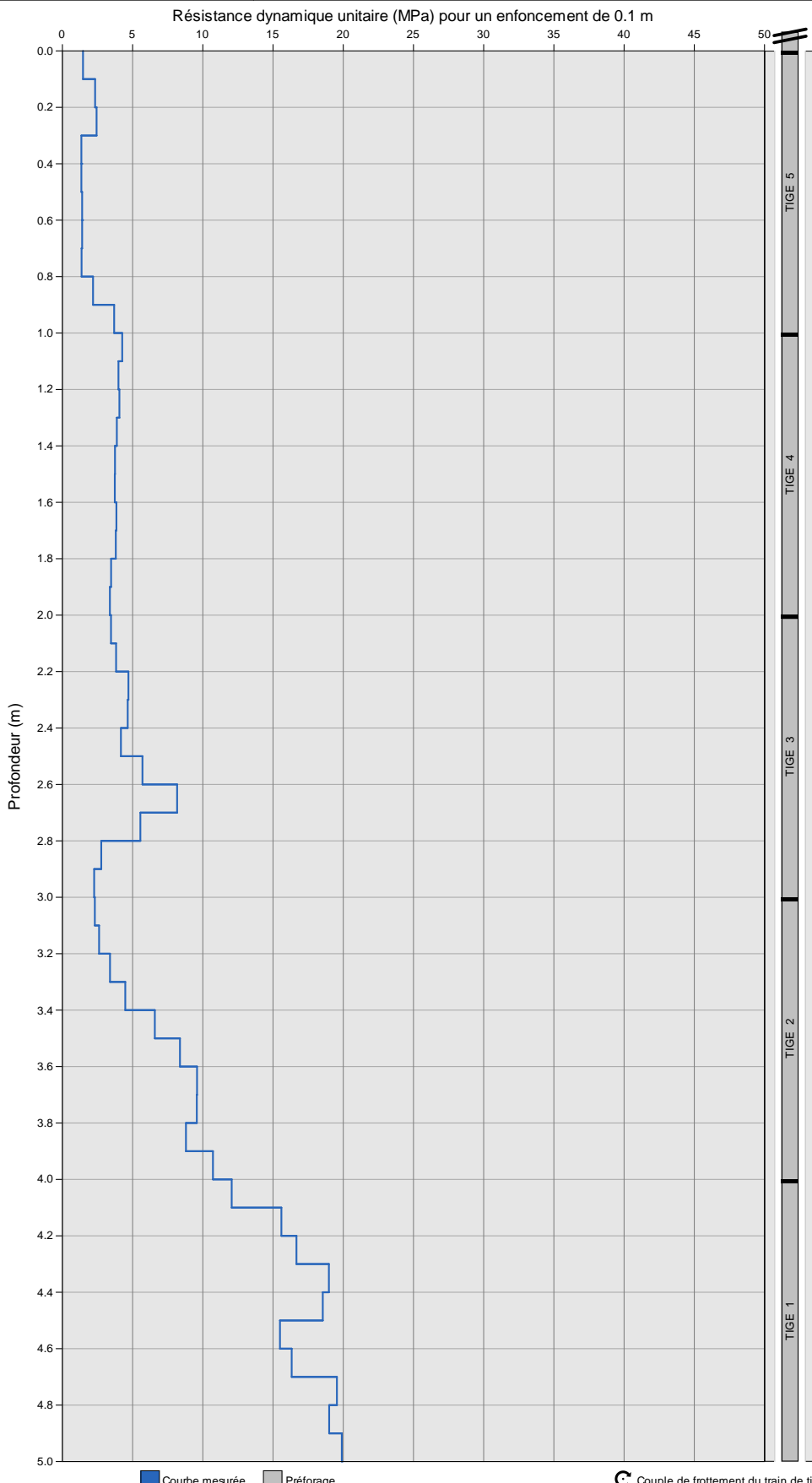
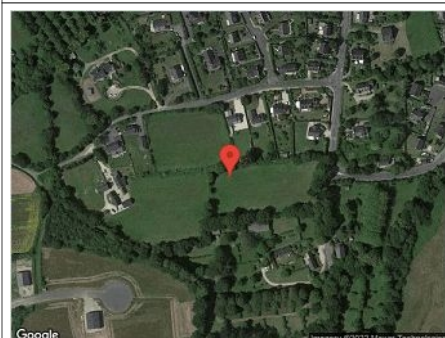
Essai : PD12

Réalisé le : 29/03/2022 à 14h51
 GPS : 48.80673833333 , -3.46674333333

Profondeur visée : 5.000 m
 Profondeur atteinte : 5.004 m
 Préforage : 0.000 m
 Nombre de coups : 215
 Nombre de tiges : 6

Caractéristiques pénétromètre :

Matériel : GEOTOOL/MAPESOL
 N° Serie : GTR790 2003/54
 Sys. d'acquisition : MSBOX - N° MsBox 7981
 Vérifié le : 07/12/2021
 Type d'énergie : CONSTANTE
 Norme : Non définie
 Masse du mouton : 64.000kg
 Hauteur de chute : 750mm
 Section de pointe : 20.00cm²
 Tige : Rallonge 100cm , 6.000kg



© Couple de frottement du train de tige

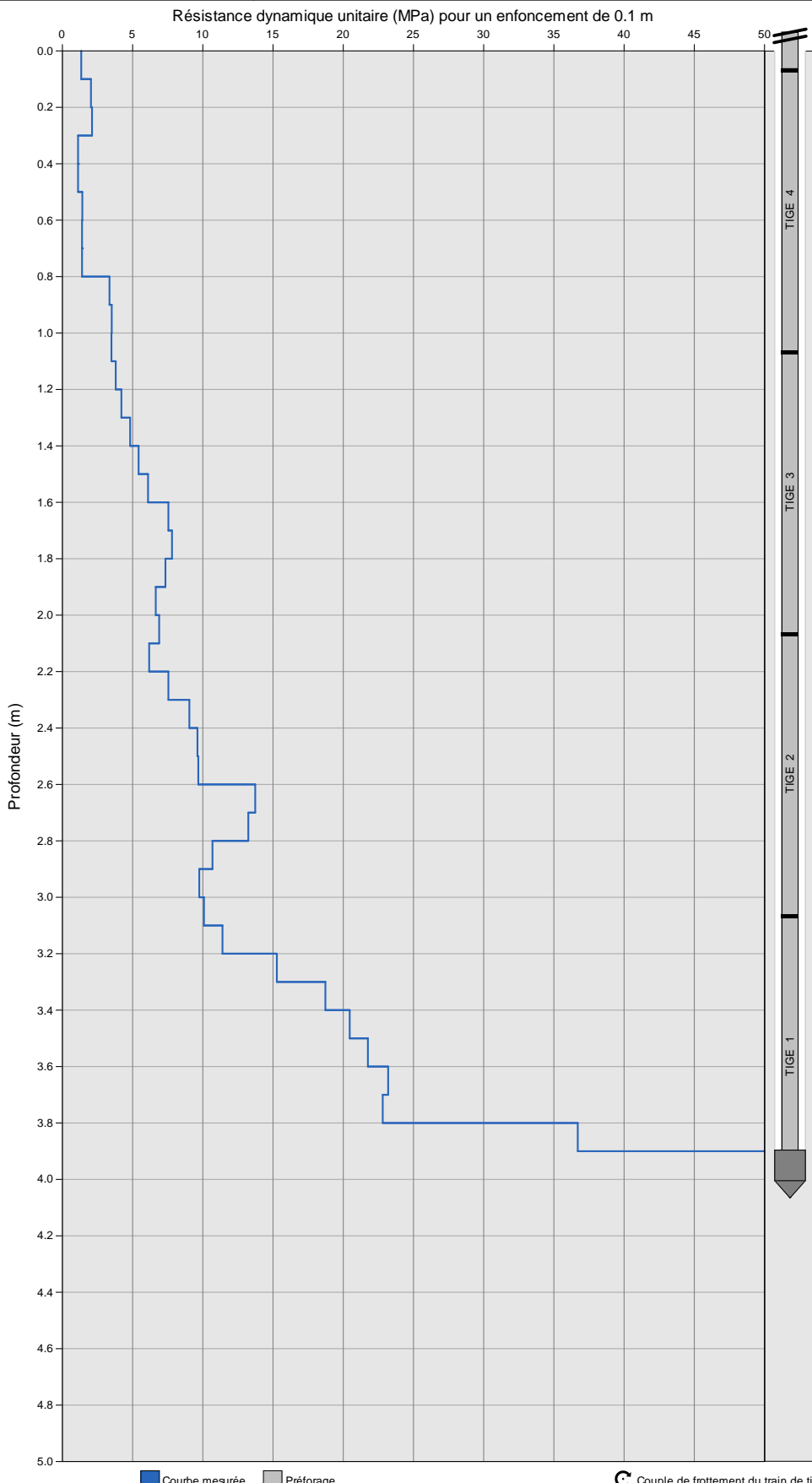
Essai : PD13

Réalisé le : 29/03/2022 à 14h24
 GPS : 48.806805 , -3.466158333333

Profondeur visée : 5.000 m
 Profondeur atteinte : 4.066 m
 Préforage : 0.000 m
 Nombre de coups : 266
 Nombre de tiges : 5

Caractéristiques pénétromètre :

Matériel : GEOTOOL/MAPESOL
 N° Serie : GTR790 2003/54
 Sys. d'acquisition : MSBOX - N° MsBox 7981
 Vérifié le : 07/12/2021
 Type d'énergie : CONSTANTE
 Norme : Non définie
 Masse du mouton : 64.000kg
 Hauteur de chute : 750mm
 Section de pointe : 20.00cm²
 Tige : Rallonge 100cm , 6.000kg



■ Courbe mesurée □ Préforage

⊙ Couple de frottement du train de tige

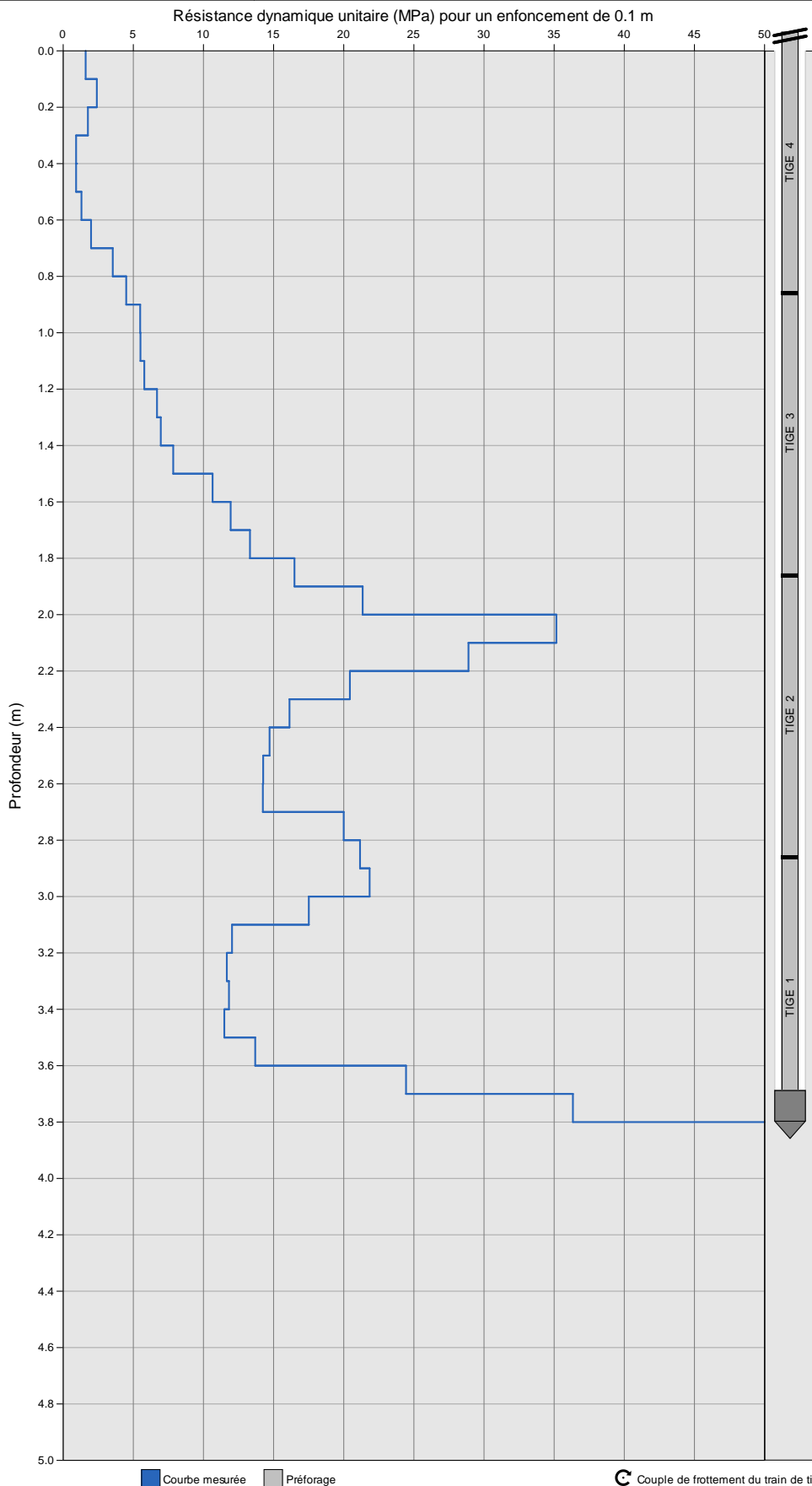
Essai : PD14

Réalisé le : 29/03/2022 à 12h05
 GPS : 48.80650666667 , -3.465948333333

Profondeur visée : 5.000 m
 Profondeur atteinte : 3.858 m
 Préforage : 0.000 m
 Nombre de coups : 304
 Nombre de tiges : 5

Caractéristiques pénétromètre :

Matériel : GEOTOOL/MAPESOL
 N° Serie : GTR790 2003/54
 Sys. d'acquisition : MSBOX - N° MsBox 7981
 Vérifié le : 07/12/2021
 Type d'énergie : CONSTANTE
 Norme : Non définie
 Masse du mouton : 64.000kg
 Hauteur de chute : 750mm
 Section de pointe : 20.00cm²
 Tige : Rallonge 100cm , 6.000kg



■ Courbe mesurée ■ Préforage

⌚ Couple de frottement du train de tige

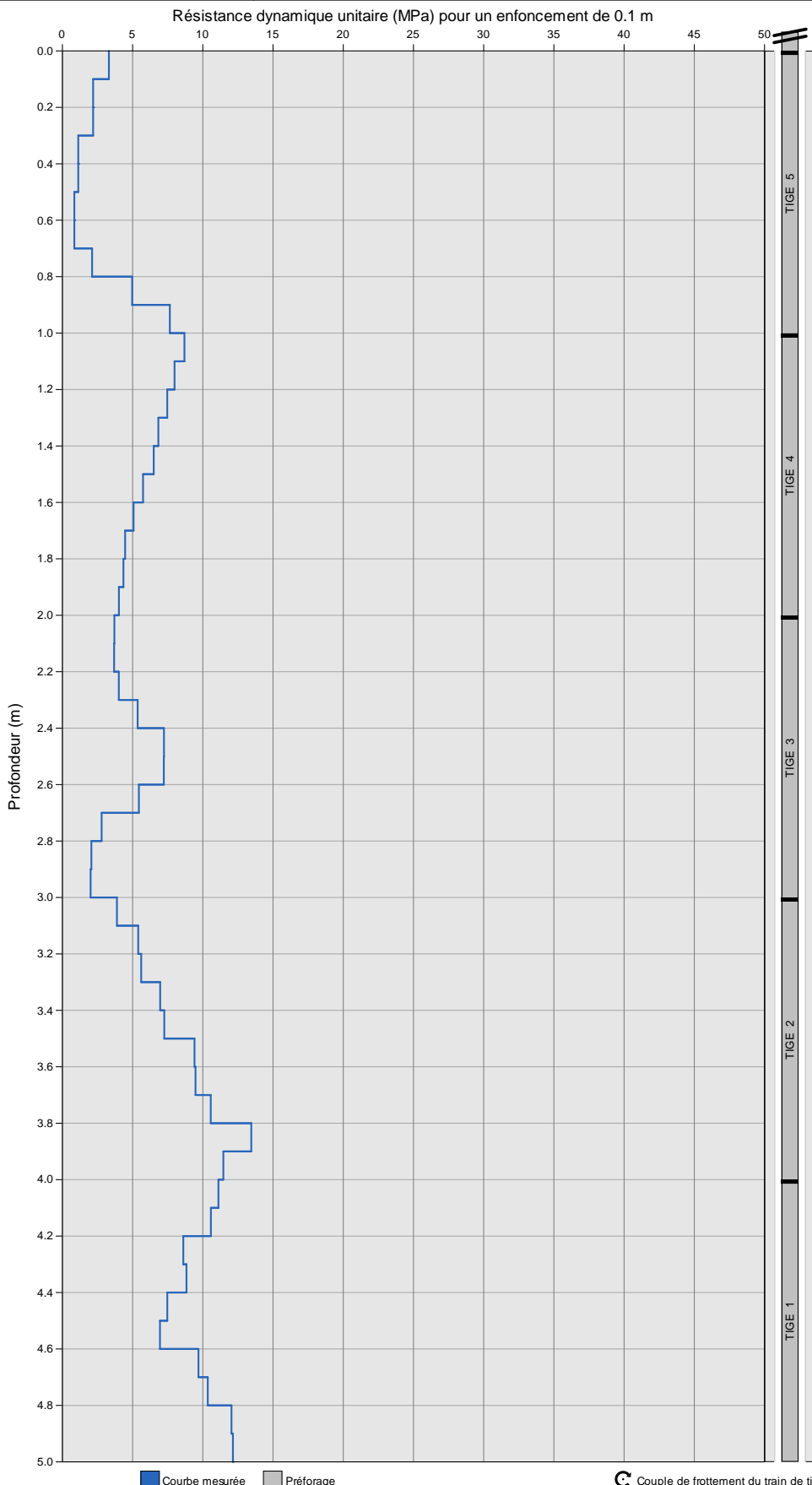
Essai : PD15

Réalisé le : 29/03/2022 à 11h43
 GPS : 48.80650833333 , -3.46639

Profondeur visée : 5.000 m
 Profondeur atteinte : 5.005 m
 Préforage : 0.000 m
 Nombre de coups : 193
 Nombre de tiges : 6

Caractéristiques pénétromètre :

Matériel : GEOTOOL/MAPESOL
 N° Serie : GTR790 2003/54
 Sys. d'acquisition : MSBOX - N° MsBox 7981
 Vérifié le : 07/12/2021
 Type d'énergie : CONSTANTE
 Norme : Non définie
 Masse du mouton : 64.000kg
 Hauteur de chute : 750mm
 Section de pointe : 20.00cm²
 Tige : Rallonge 100cm , 6.000kg



■ Courbe mesurée ■ Préforage

⊙ Couple de frottement du train de tige

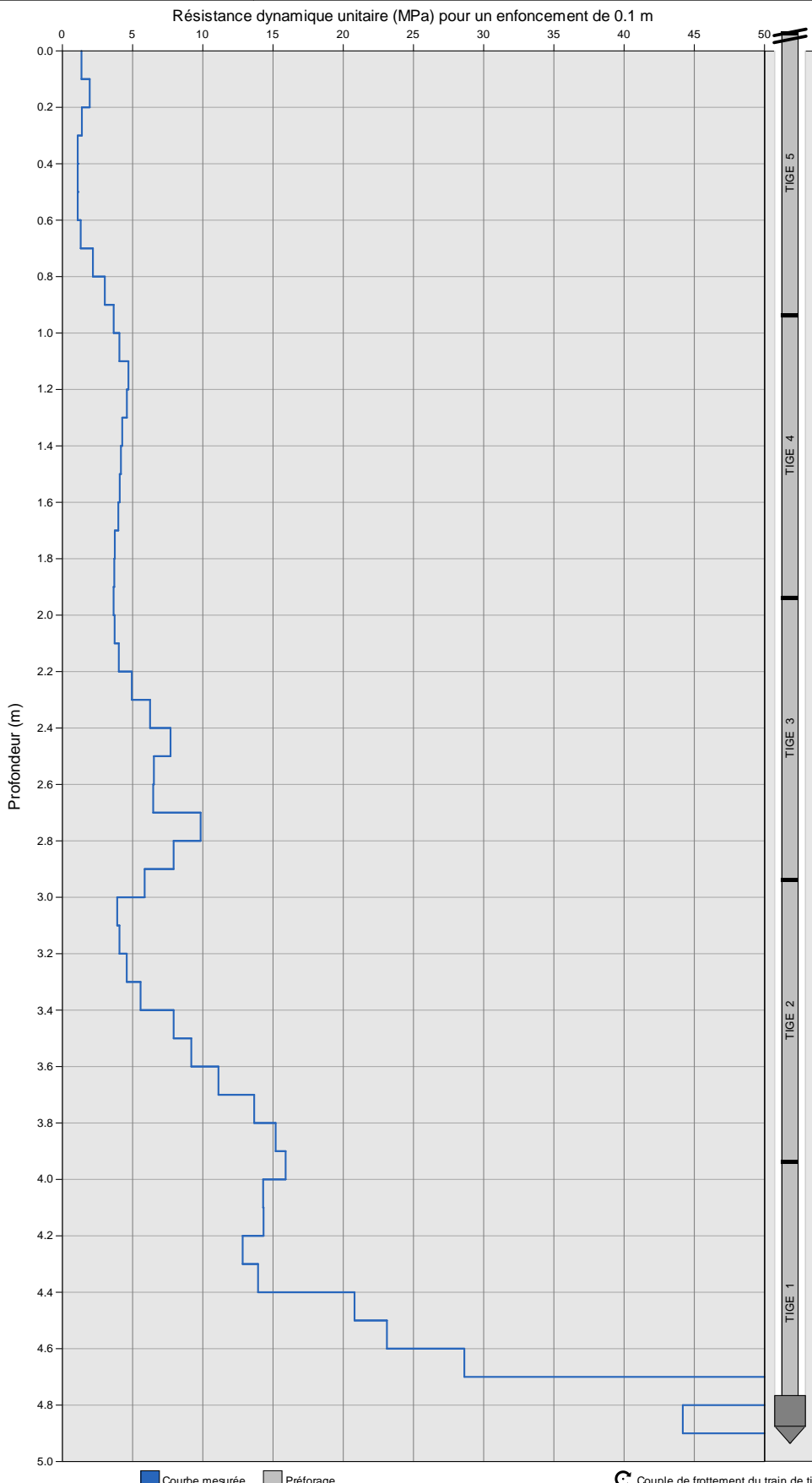
Essai : PD16

Réalisé le : 29/03/2022 à 11h16
 GPS : 48.80645666667 , -3.46679166667

Profondeur visée : 5.000 m
 Profondeur atteinte : 4.936 m
 Préforage : 0.000 m
 Nombre de coups : 298
 Nombre de tiges : 6

Caractéristiques pénétromètre :

Matériel : GEOTOOL/MAPESOL
 N° Serie : GTR790 2003/54
 Sys. d'acquisition : MSBOX - N° MsBox 7981
 Vérifié le : 07/12/2021
 Type d'énergie : CONSTANTE
 Norme : Non définie
 Masse du mouton : 64.000kg
 Hauteur de chute : 750mm
 Section de pointe : 20.00cm²
 Tige : Rallonge 100cm , 6.000kg



■ Courbe mesurée □ Préforage

⊙ Couple de frottement du train de tige

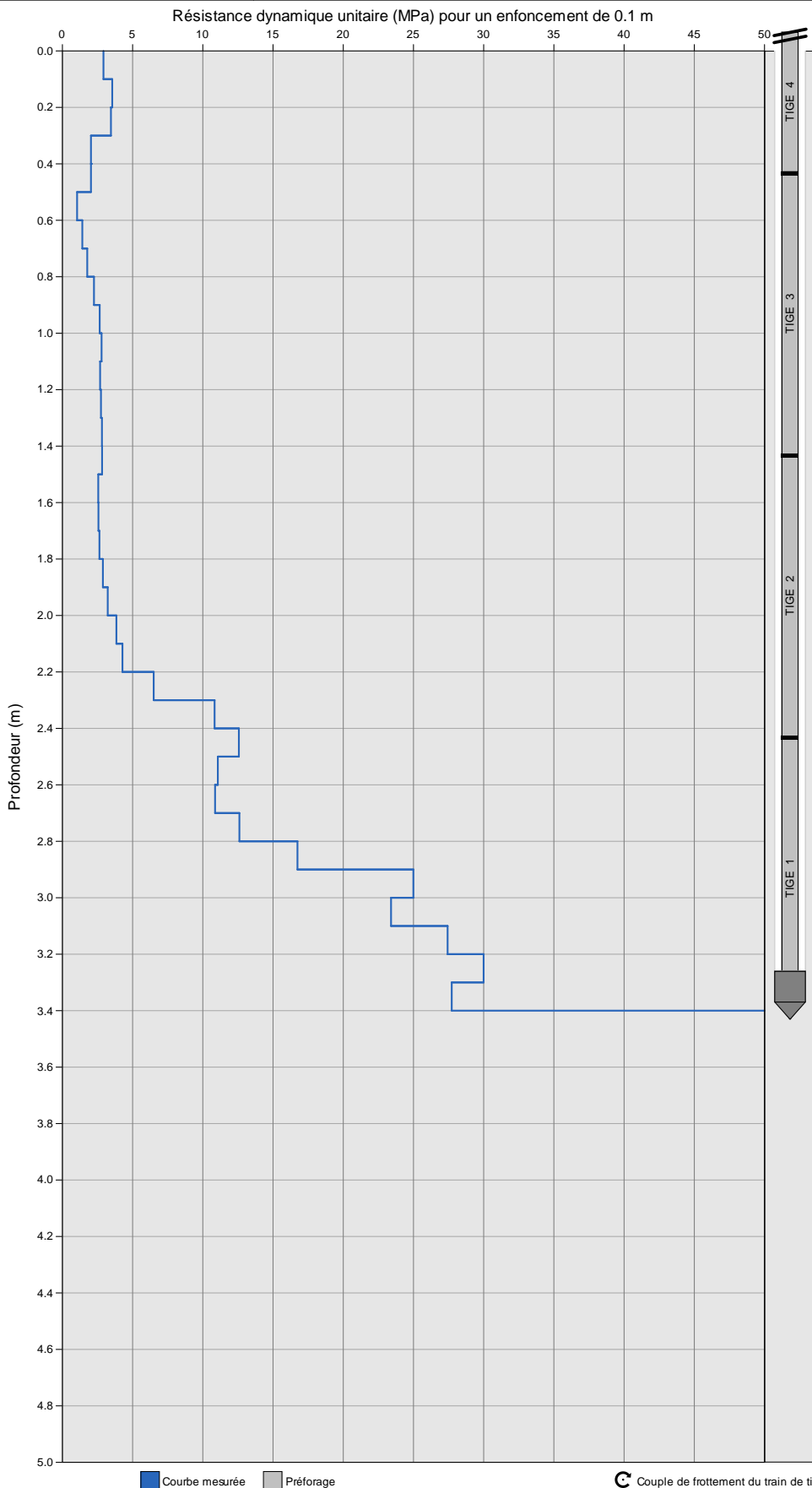
Essai : PD17

Réalisé le : 29/03/2022 à 18h35
 GPS : 48.80638333333 , -3.467285

Profondeur visée : 5.000 m
 Profondeur atteinte : 3.431 m
 Préforage : 0.000 m
 Nombre de coups : 177
 Nombre de tiges : 4

Caractéristiques pénétromètre :

Matériel : GEOTOOL/MAPESOL
 N° Serie : GTR790 2003/54
 Sys. d'acquisition : MSBOX - N° MsBox 7981
 Vérifié le : 07/12/2021
 Type d'énergie : CONSTANTE
 Norme : Non définie
 Masse du mouton : 64.000kg
 Hauteur de chute : 750mm
 Section de pointe : 20.00cm²
 Tige : Rallonge 100cm , 6.000kg



■ Courbe mesurée □ Préforage

⊙ Couple de frottement du train de tige

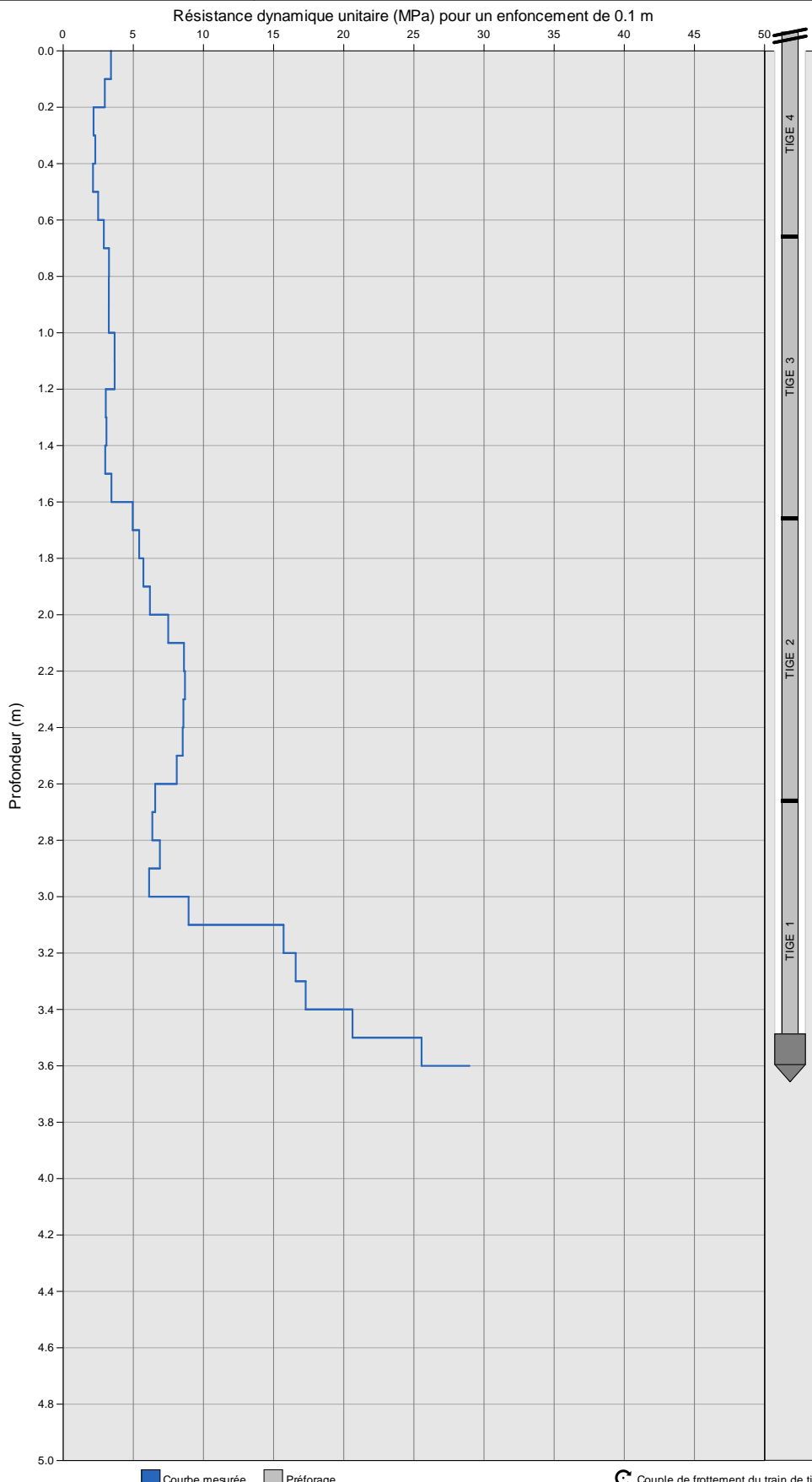
Essai : PD18

Réalisé le : 29/03/2022 à 18h15
 GPS : 48.806155 , -3.467555

Profondeur visée : 5.000 m
 Profondeur atteinte : 3.657 m
 Préforage : 0.000 m
 Nombre de coups : 163
 Nombre de tiges : 5

Caractéristiques pénétromètre :

Matériel : GEOTOOL/MAPESOL
 N° Serie : GTR790 2003/54
 Sys. d'acquisition : MSBOX - N° MsBox 7981
 Vérifié le : 07/12/2021
 Type d'énergie : CONSTANTE
 Norme : Non définie
 Masse du mouton : 64.000kg
 Hauteur de chute : 750mm
 Section de pointe : 20.00cm²
 Tige : Rallonge 100cm , 6.000kg



■ Courbe mesurée □ Préforage

⊙ Couple de frottement du train de tige

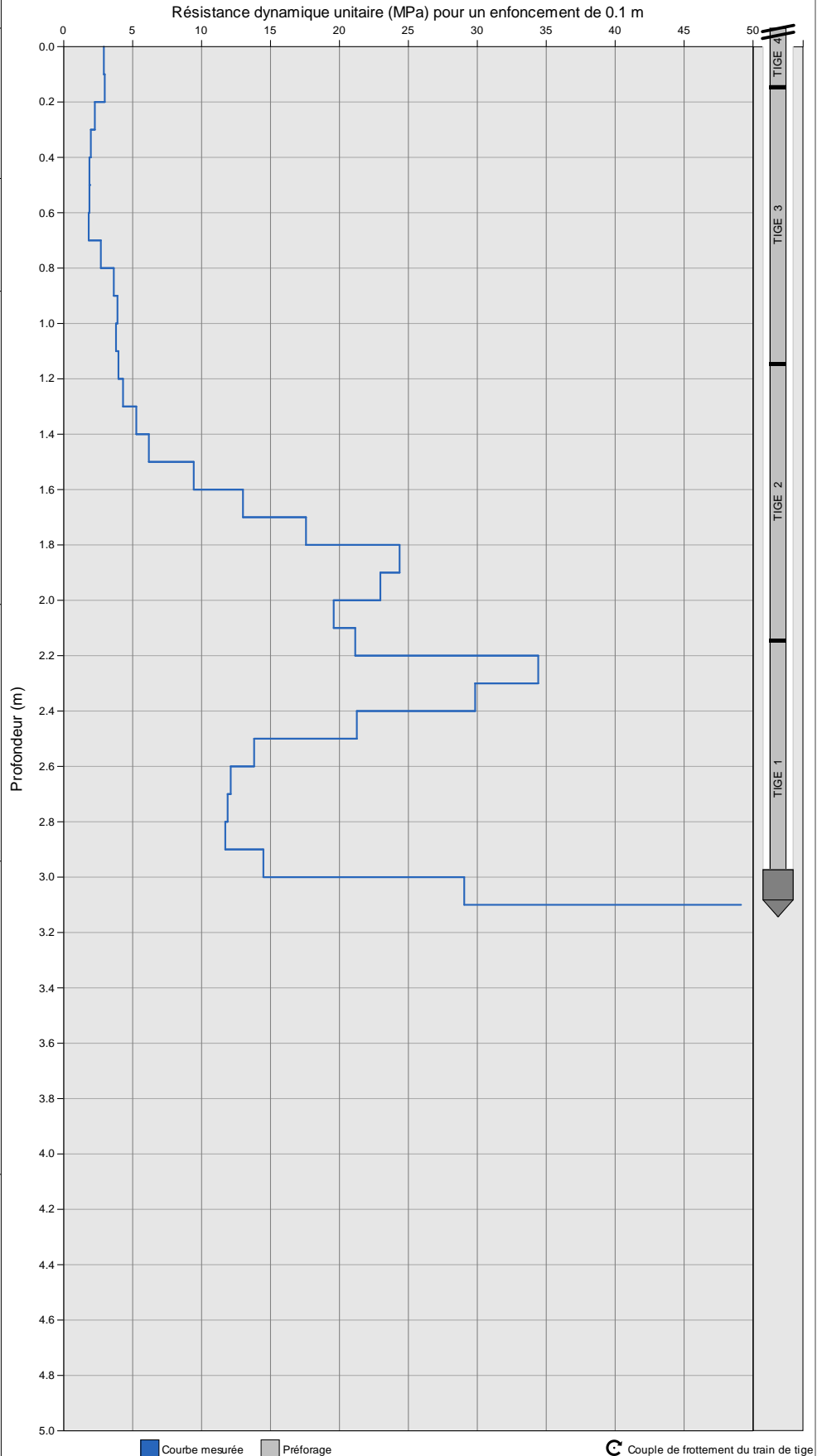
Essai : PD19

Réalisé le : 29/03/2022 à 16h30
 GPS : 48.80647 , -3.467908333333

Profondeur visée : 5.000 m
 Profondeur atteinte : 3.143 m
 Préforage : 0.000 m
 Nombre de coups : 219
 Nombre de tiges : 4

Caractéristiques pénétromètre :

Matériel : GEOTOOL/MAPESOL
 N° Serie : GTR790 2003/54
 Sys. d'acquisition : MSBOX - N° MsBox 7981
 Vérifié le : 07/12/2021
 Type d'énergie : CONSTANTE
 Norme : Non définie
 Masse du mouton : 64.000kg
 Hauteur de chute : 750mm
 Section de pointe : 20.00cm²
 Tige : Rallonge 100cm , 6.000kg



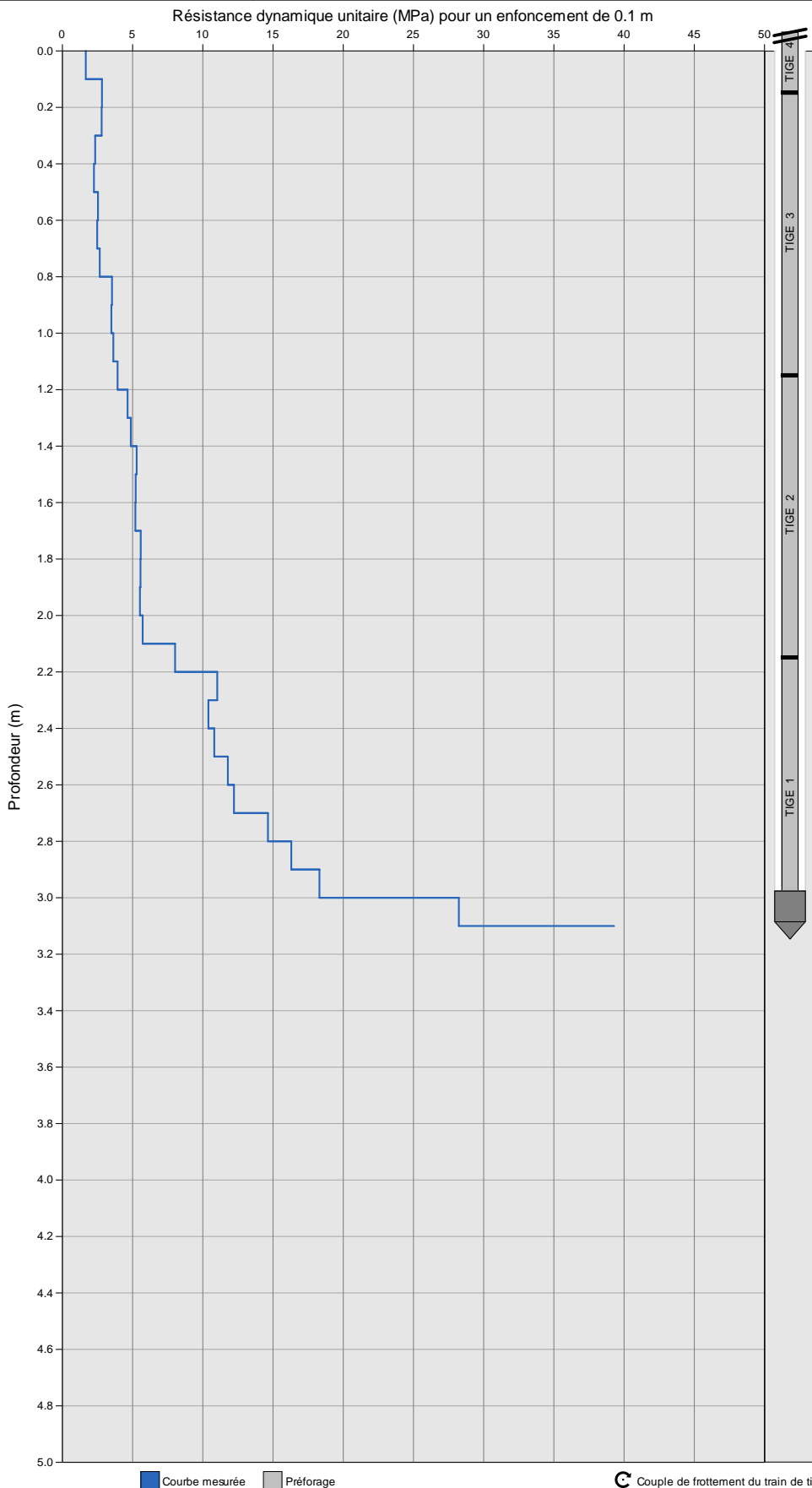
Essai : PD20

Réalisé le : 29/03/2022 à 16h51
 GPS : 48.80635833333 , -3.46824333333

Profondeur visée : 5.000 m
 Profondeur atteinte : 3.146 m
 Préforage : 0.000 m
 Nombre de coups : 141
 Nombre de tiges : 4

Caractéristiques pénétromètre :

Matériel : GEOTOOL/MAPESOL
 N° Serie : GTR790 2003/54
 Sys. d'acquisition : MSBOX - N° MsBox 7981
 Vérifié le : 07/12/2021
 Type d'énergie : CONSTANTE
 Norme : Non définie
 Masse du mouton : 64.000kg
 Hauteur de chute : 750mm
 Section de pointe : 20.00cm²
 Tige : Rallonge 100cm , 6.000kg



■ Courbe mesurée □ Préforage

⊙ Couple de frottement du train de tige







9.4 Annexe 4 : Sondages à la pelle



Cote Réf (m)	Profondeur	Lithologie	Situation fouille	Photo fouille
100	0	Limons loessiques		
99,65 m	0,60 m	0,60 m		
99	1	Altération argilo-sableuse Marron ocre		
98	2			
97,65 m	2,60 m	2,60 m		

EXGTE 3.21

Commentaire : Pas d'arrivée d'eau
Bonne tenue des parois



Cote Réf (m)	Profondeur	Lithologie	Situation fouille	Photo fouille
99 98,60 m	0 0,40 m	 Limon loessique 0,40 m		
98 97 96,80 m	1 2 2,20 m	 Altération argilo-sableuse Marron clair (présence de gros blocs à partir de 0,80 m/TN) 2,20 m		

Commentaire : Pas d'arrivée d'eau
Bonne tenue des parois


Cote Réf (m)	Profondeur	Lithologie	Situation fouille	Photo fouille
98,35 m	0,50 m	0,50 m Limon loessique		
96,25 m	2,60 m	2,60 m Altération argilo-sableuse Marron à jaune		

EXGTE 3.21

Commentaire : Pas d'arrivée d'eau
Bonne tenue des parois



Cote Réf (m)	Profondeur	Lithologie	Situation fouille	Photo fouille
98,97 m	0,60 m	 <p>Limon loessique</p> <p>0,60 m</p>		
96,97 m	2,60 m	 <p>Altération argilo-sableuse Marron à jaune</p> <p>2,60 m</p>		

Commentaire : Pas d'arrivée d'eau
Bonne tenue des parois



Cote Réf (m)	Profondeur	Lithologie	Situation fouille	Photo fouille
99,12 m	0,40 m	Terre végétale		
96,92 m	2,60 m	Altération argilo-sableuse		

EXGTE 3.21

Commentaire : Pas d'arrivée d'eau
Bonne tenue des parois

Cote Réf (m)	Profondeur	Lithologie	Situation fouille	Photo fouille
95,41 m	0,40 m	0 Terre végétale 0,40 m		
93,91 m	1,90 m	1 Limon sablonneux Marron clair à beige 1,90 m		
93,41 m	2,40 m	2 Arène argileuse Marron roux 2,40 m		



Commentaire : Pas d'arrivée d'eau
Bonne tenue des parois

Cote Réf (m)	Profondeur	Lithologie	Situation fouille	Photo fouille
93,92 m	0,60 m	Terre végétale 0,60 m		
92,72 m	1,80 m	Limon sablonneux Marron 1,80 m		
91,82 m	2,70 m	Arène argileuse Marron roux 2,70 m		



Commentaire : Pas d'arrivée d'eau
Bonne tenue des parois

Cote Réf (m)	Profondeur	Lithologie	Situation fouille	Photo fouille
	0	Terre végétale		
94,99 m	0,80 m	0,80 m		
94	1	Limon sablonneux		
92,99 m	2,80 m	2,80 m		

Commentaire : Pas d'arrivée d'eau
Bonne tenue des parois



Cote Réf (m)	Profondeur	Lithologie	Situation fouille	Photo fouille
98,10 m	0,60 m	Terre végétale		
98	1	Limon loessique Marron ocre		
96,20 m	2,50 m	2,50 m		
95,90 m	2,80 m	Arène argilo-sableuse Marron jaune		

Commentaire : Pas d'arrivée d'eau
Bonne tenue des parois

Cote Réf (m)	Profondeur	Lithologie	Situation fouille	Photo fouille
99,32 m	0,60 m	0 Terre végétale 0,60 m		
99	1	Limon loessique Marron		
97,62 m	2,30 m	2 2,30 m		
97,12 m	2,80 m	Arène argilo-sableuse Marron Jaune 2,80 m		

EXGTE 3.21

Commentaire : Pas d'arrivée d'eau
Bonne tenue des parois

Cote Réf (m)	Profondeur	Lithologie	Situation fouille	Photo fouille
100,18 m	0,20 m 0	Terre végétale 0,20 m		
100		Limon loessique Marron Jaune		
99,18 m	1,20 m 1	1,20 m		
99		Arène argilo-sableuse Marron Jaune (présence de gros blocs)		
98,38 m	2,00 m 2	2,00 m		

EXGTE 3.21

Commentaire : Pas d'arrivée d'eau
Bonne tenue des parois
Refus à 2,0 m/TN



9.5 Annexe 5 : Résultats d'essais de laboratoire

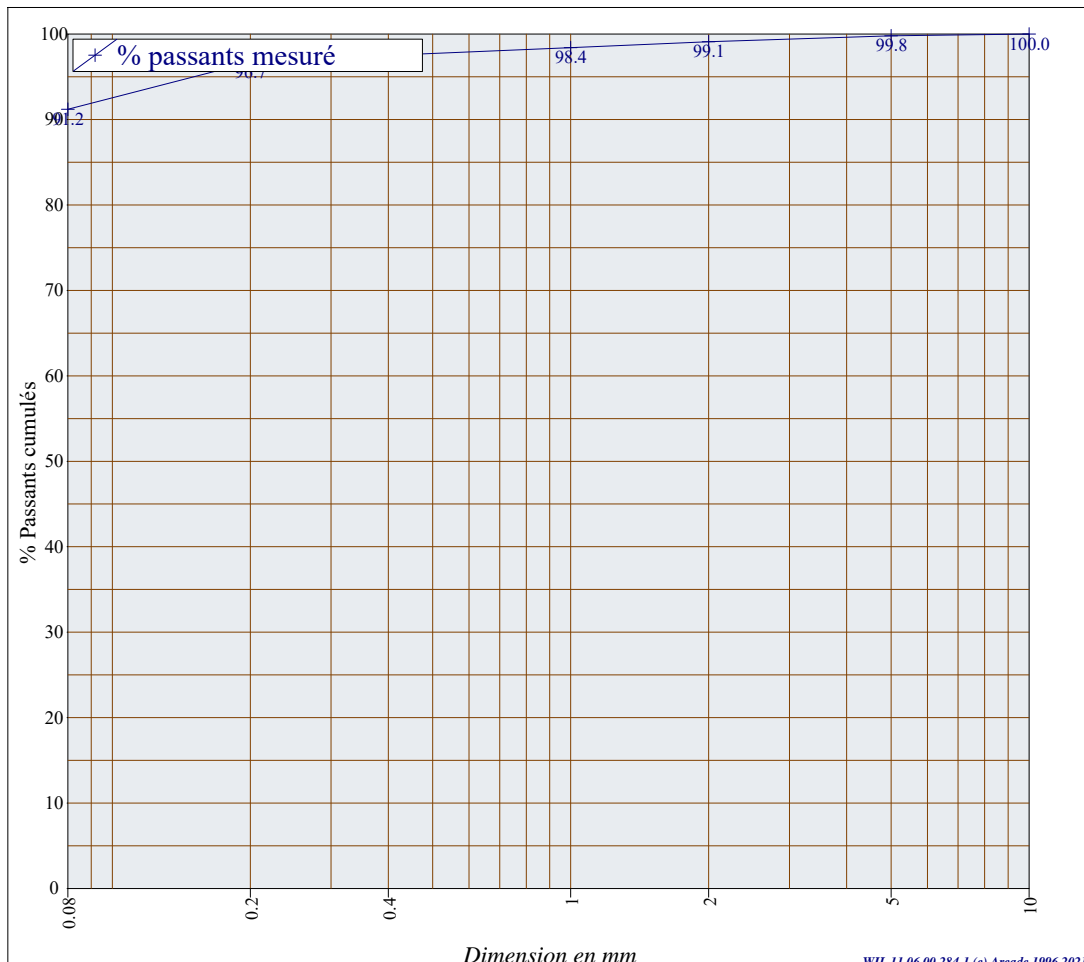
Client : NEGOCIM

Dossier 2022-0127 : Kergadic-PERROS GUIREC (22)

Prélèvement n° C2097013	prélevés le 29/03/2022
Origine	Chantier
Mode	Sondage
Fait par	E.GAUDIN
Observations internes	PR1 (0.4 à 2.0m) - Limon sabloneux marron clair

ESSAIS	Valeur	Norme
Classification GTR (GTR)		GTR
Classification	A1	
Etat hydrique	th	
Analyse granulométrique par tamisage à sec (Gr)		NF P 94-056
Indice Portant Immédiat (IPI)	1.8	NF P 94-078
Valeur de Bleu d'un Sol (VBS)	1.30	NF P 94-068
Teneur en eau (W)	22.2 %	NF P 94-050

Analyse granulométrique	
Tamis	%tamisat
10.000	100
5.000	100
2.000	99
1.000	98
0.400	98
0.200	97
0.080	91.2



WIL 11.06.00.284-1 (c) Arcade 1996,2021

le 07/04/2022

Technicienne L.FAVIER

Responsable de secteur T. LE BORGNE

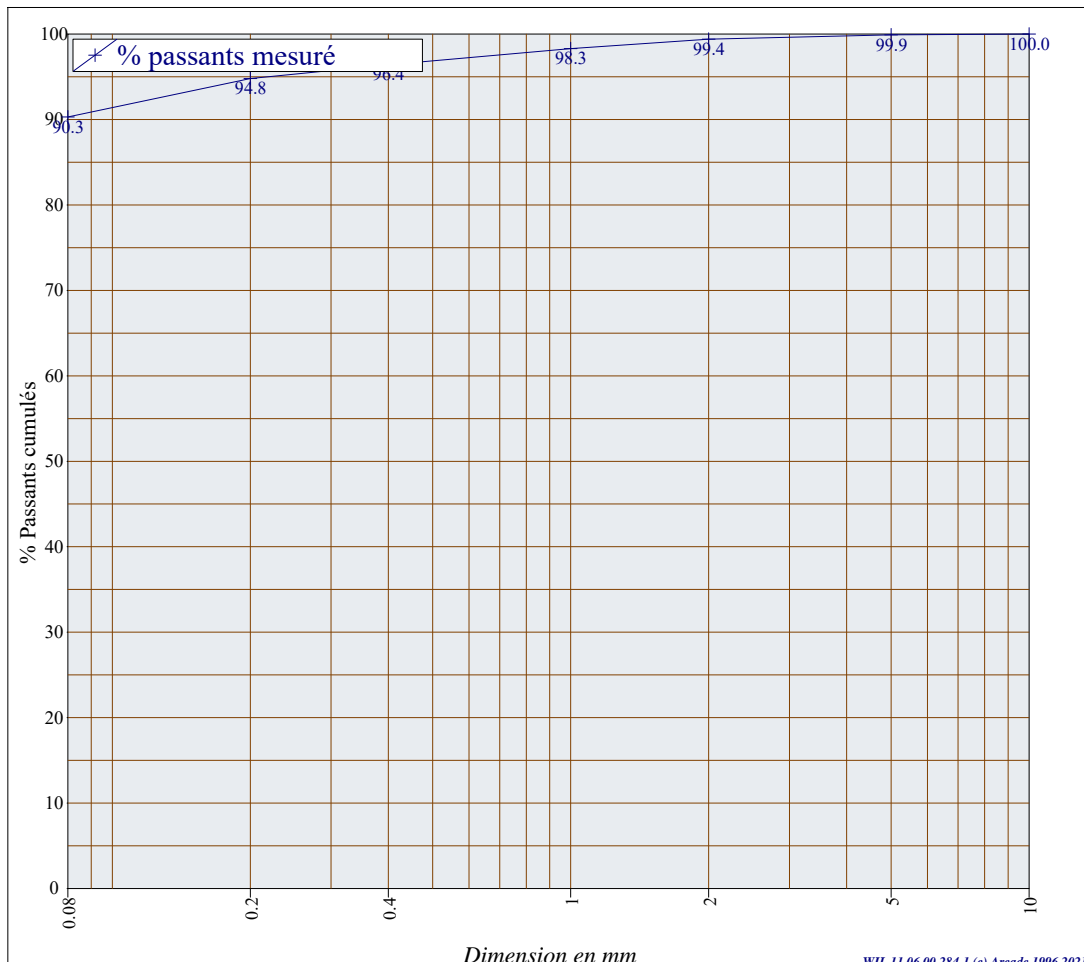
Client : NEGOCIM

Dossier 2022-0127 : Kergadic-PERROS GUIREC (22)

Prélèvement n° C2097014	prélevés le 29/03/2022
Origine	Chantier
Mode	Sondage
Fait par	E.GAUDIN
Observations internes	PR2 (0.6 à 2.0m) - Limon loessique marron clair

ESSAIS	Valeur	Norme
Classification GTR (GTR)		GTR
Classification	A1	
Etat hydrique	h	
Analyse granulométrique par tamisage à sec (Gr)		NF P 94-056
Indice Portant Immédiat (IPI)	3.6	NF P 94-078
Valeur de Bleu d'un Sol (VBS)	1.94	NF P 94-068
Teneur en eau (W)	21.2 %	NF P 94-050

Analyse granulométrique	
Tamis	%tamisat
10.000	100
5.000	100
2.000	99
1.000	98
0.400	96
0.200	95
0.080	90.3



le 07/04/2022

Technicienne **L.FAVIER**

Responsable de secteur **T. LE BORGNE**

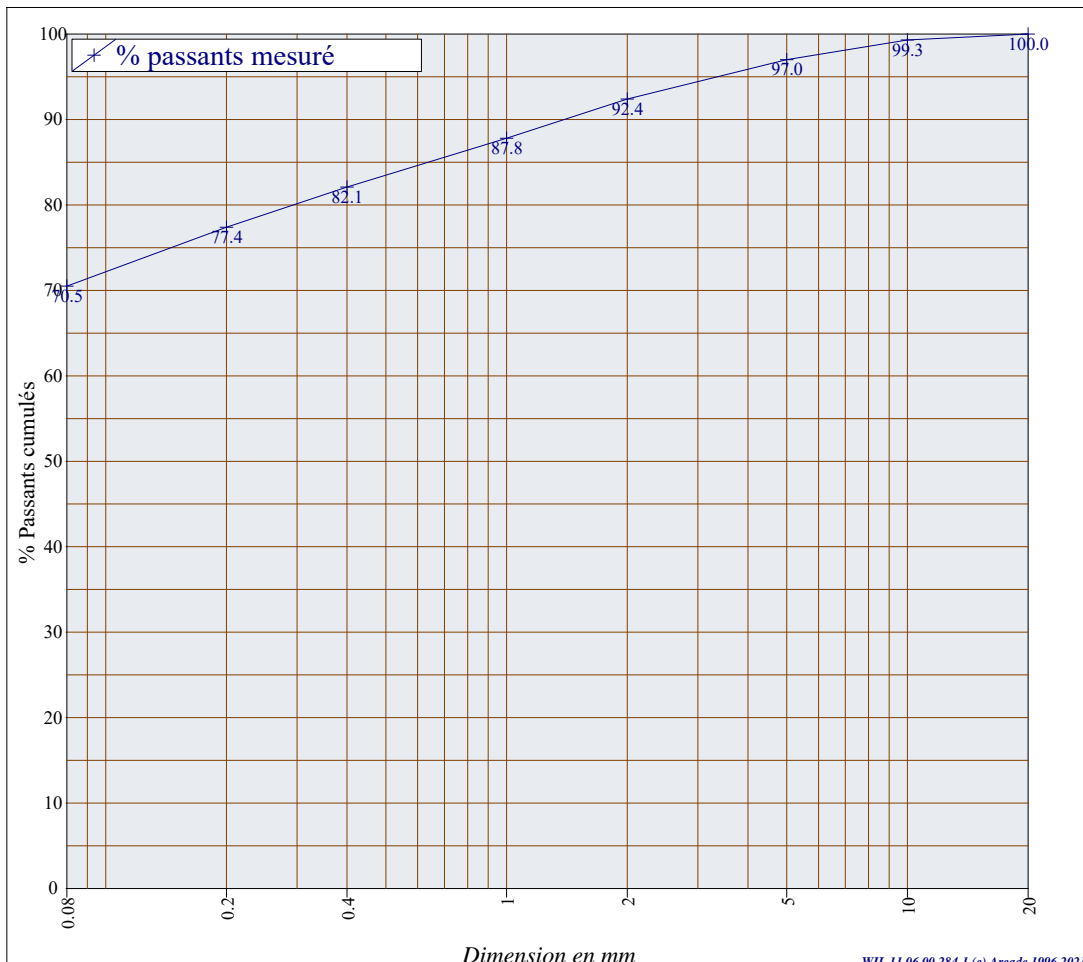
Client : NEGOCIM

Dossier 2022-0127 : Kergadic-PERROS GUIREC (22)

Prélèvement n° C2097015	prélevés le 29/03/2022
Origine	Chantier
Mode	Sondage
Fait par	E.GAUDIN
Observations internes	PR3 (0.5 à 1.7m) - Limon loessique marron clair

ESSAIS	Valeur	Norme
Classification GTR (GTR)		GTR
Classification	A1	
Etat hydrique	h	
Analyse granulométrique par tamisage à sec (Gr)		NF P 94-056
Indice Portant Immédiat (IPI)	3.5	NF P 94-078
Valeur de Bleu d'un Sol (VBS)	1.49	NF P 94-068
Teneur en eau (W)	19.7 %	NF P 94-050

Analyse granulométrique	
Tamis	%tamisat
20.000	100
10.000	99
5.000	97
2.000	92
1.000	88
0.400	82
0.200	77
0.080	70.5



le 07/04/2022

Technicienne **L.FAVIER**

Responsable de secteur **T. LE BORGNE**

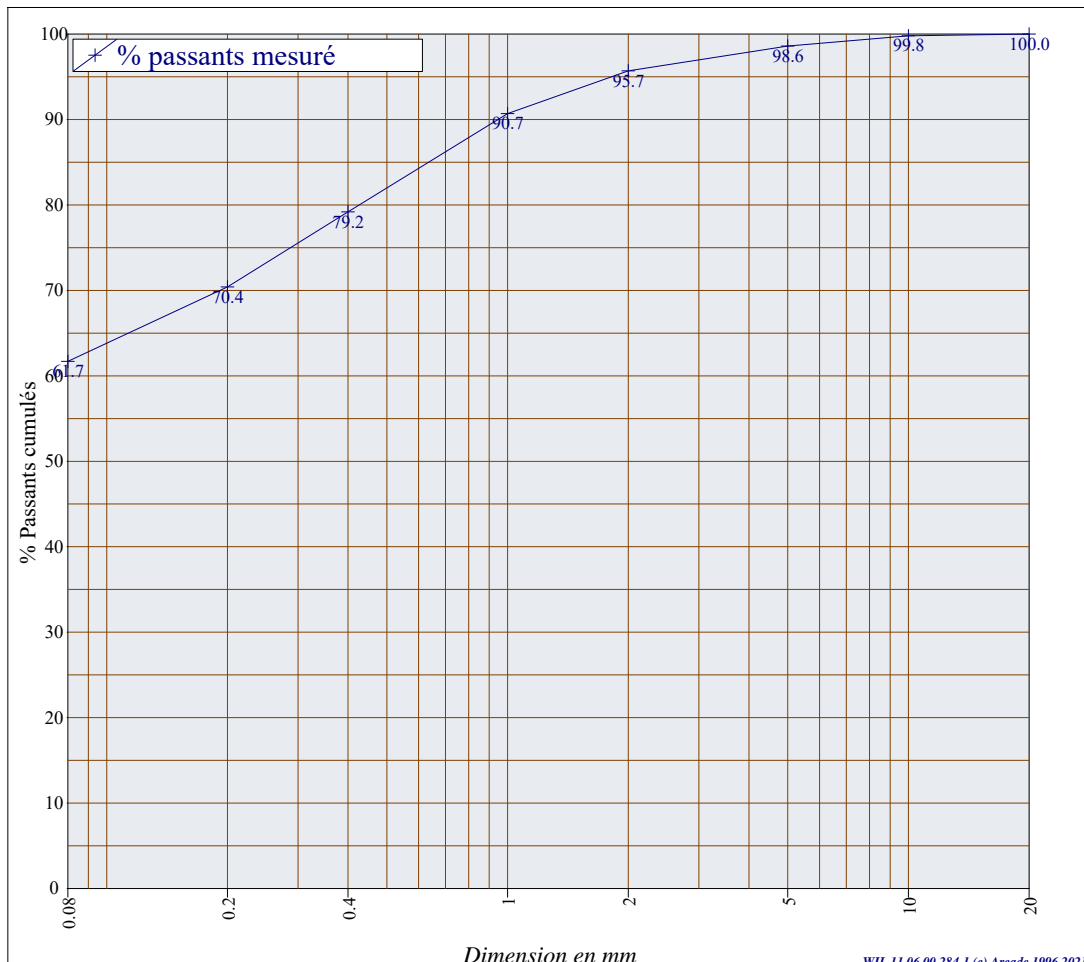
Client : NEGOCIM

Dossier 2022-0127 : Kergadic-PERROS GUIREC (22)

Prélèvement n° C2097016	prélevés le 29/03/2022
Origine	Chantier
Mode	Sondage
Fait par	E.GAUDIN
Observations internes	PR4 (0.6 à 3.5m) - Altération argilo sableuse marron clair

ESSAIS	Valeur	Norme
Classification GTR (GTR)		GTR
Classification	A1	
Etat hydrique	h	
Analyse granulométrique par tamisage à sec (Gr)		NF P 94-056
Indice Portant Immédiat (IPI)	4.7	NF P 94-078
Valeur de Bleu d'un Sol (VBS)	1.28	NF P 94-068
Teneur en eau (W)	18.7 %	NF P 94-050

Analyse granulométrique	
Tamis	%tamisat
20.000	100
10.000	100
5.000	99
2.000	96
1.000	91
0.400	79
0.200	70
0.080	61.7



le 07/04/2022

Technicienne L.FAVIER

Responsable de secteur T. LE BORGNE

Essai de sédimentométrie
Détermination de la distribution granulométrique des particules
 (NF EN ISO P 94-512-4)

Entreprise : NEGOCIM
 Chantier : Kergadic - PERROS GUIREC
 Destinataire :
 N° DA : DA 2022 0371
 N° BA :
 N° Echantillon : C 209 7013

Origine du matériau : PR1 (0,4 à 2,0 m)
 Nature de matériau: Limon sablonneux marron clair
 Date de prélèvement : 29/03/2022
 Date de l'essai : 05/04/2022
 Prélèvement: Client LCBTP

Analyse Granulométrique par tamisage à sec / par sédimentation

Analyse Granulométrique par tamisage à sec

D max	0,2
Teneur en eau 0 / D	22,2

Tamis (mm)	Passant (%)
250	
200	
150	
125	
100	
80	
63	
50	
31,5	
20	
10	100,0
5,0	99,8
2	99,1
1	98,4
0,5	97,5
0,2	96,7
0,08	91,1

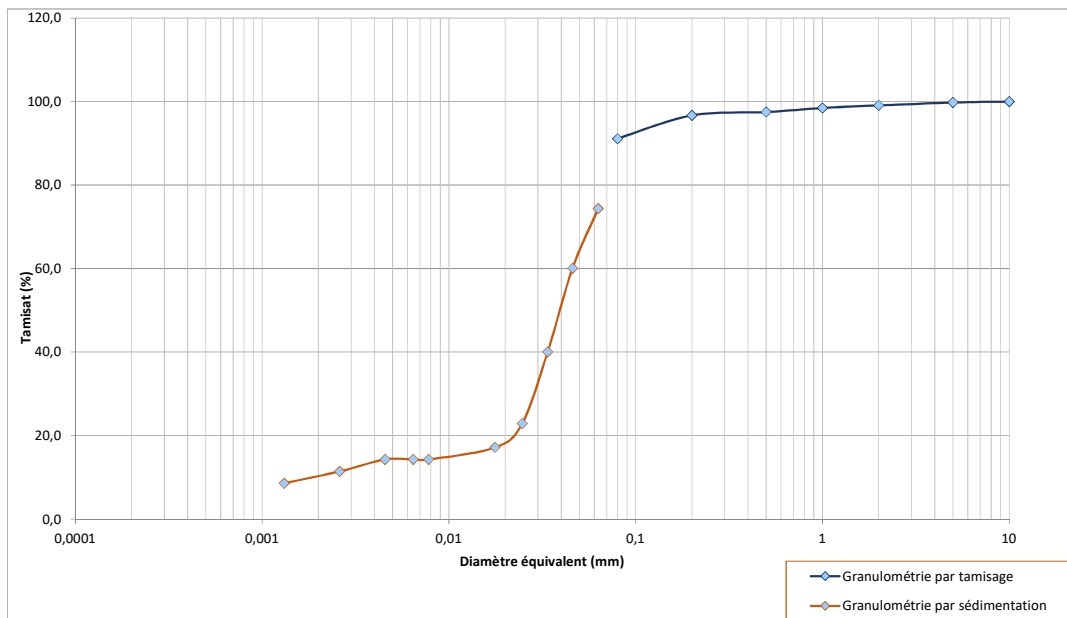
Analyse Granulométrique par sédimentation

Densimètre		Eprouvette	
N	04 mm	Vs	2000 cm ³
h	141 mm	Facteurs correcteurs	
md	44 g	Cm	0,0005
Vd	40 ml		

Masse volumique ps
2700 kg/m ³

Temps de lecture (min)	Lecture densimètre R	Température (°C)	P% sur tamis à 63 µm	P' % sur 0/D	Diamètre équivalent (µm)
1	1,0155	18,0	82	74,3	63
1	1,0130	18,0	66	60,0	46
2	1,0095	18,0	44	40,0	34
4	1,0065	18,0	25	22,9	25
8	1,0055	18,0	19	17,2	18
41	1,0050	18,0	16	14,3	8
60	1,0050	18,3	16	14,3	6
120	1,0050	18,4	16	14,3	5
365	1,0045	19,1	13	11,4	3
1439	1,0040	19,4	9	8,6	1

Résultats des essais



Remarques :



9.6 Annexe 6 : Calculs ALIZE/LCPC (Voirie)

Alizé-Lcpc - Dimensionnement des structures de chaussées
selon la méthode rationnelle Lcpc-Sétra

Signalement du calcul :

- données Structure : saisie écran
- origine fichier C:\...\2022-0127 (Lotissement de Kergadic – PERROS-GUIREC 22 - NEGOCIM - Mécasol)\structure.dat
- titre de l'étude : sans titre

- données Chargement :
- jumelage standard de 65 kN
- pression verticale : 0,6620 MPa
- rayon de contact : 0,1250 m
- entraxe jumelage : 0,3750 m

unités : m, MN et MPa ; déformations en $\mu\text{déf}$; déflexions en mm/100

Tableau 1 (synthèse) :

**tractions principales majeures dans le plan horizontal XoY et
compressions principales majeures selon la verticale ZZ ; déflexion maximale**

	niveau calcul	EpsilonT horizontale	SigmaT horizontale	EpsilonZ verticale	SigmaZ verticale
----- <i>surface (z=0.000)</i> -----					
h= 0,060 m	0,000m	-9,0	1,288	-255,0	0,658
E= 7000,0 MPa					
nu= 0,350	0,060m	-473,5	-4,548	447,6	0,228
----- <i>collé (z=0,060m)</i> -----					
h= 0,150 m	0,060m	-473,5	0,028	1565,7	0,228
E= 125,0 MPa					
nu= 0,350	0,210m	-893,1	-0,091	1253,4	0,108
----- <i>collé (z=0,210m)</i> -----					
h infini	0,210m	-893,1	-0,001	2060,6	0,108
E= 50,0 MPa					
nu= 0,350					

Déflexion maximale =144,9 mm/100 (entre-jumelage)
Rayon de courbure =61,4 m (entre-jumelage)

Calcul de Valeur admissible - matériau : gnt et sols

données de trafic :

MJA = 1 pl/j/sens/voie
accroissth arith. = 0,00%
période de calcul = 10,0 années
trafic cumulé NPL = 3 650 PL

données déduites :

accroissth géom. = 0,00%

trafic cumulé équivalent NE :

coefficient CAM = 0,40
trafic cumulé NE = 1 460 essieux standard

données sur le matériau :

coefficient A = 16000
exposant = -0,2220

EpsilonZ admissible = 3174,2 $\mu\text{déf}$

Alizé-Lcpc - Dimensionnement des structures de chaussées
selon la méthode rationnelle Lcpc-Sétra - Vérification au gel-dégel

Signalement du calcul

titre de l'étude : sans titre
 fichier Structure : C:\...\2022-0127 (Lotissement de Kergadic – PERROS-GUIREC 22 - NEGOC)
 conditions aux limites : cf. Méthode Lcpc-Setra

Données : structure de chaussée

Zsup (m)	Zinf (m)	H (m)	Gamma (Kg/m3)	Weau (%)	LbdaNg (W/m°C)	LbdaG (W/m°C)	Matériau type
0,000	0,060	0,060	2350,0	1,0	2,00	2,10	bb
0,060	0,210	0,150	2200,0	4,0	1,80	2,00	gnt
0,210	1,210	1,000	1300,0	32,0	1,10	1,80	solA
1,210	40,210	39,000	1300,0	32,0	1,10	1,80	solA

niveau de la plate-forme Zpf = 0,210 m

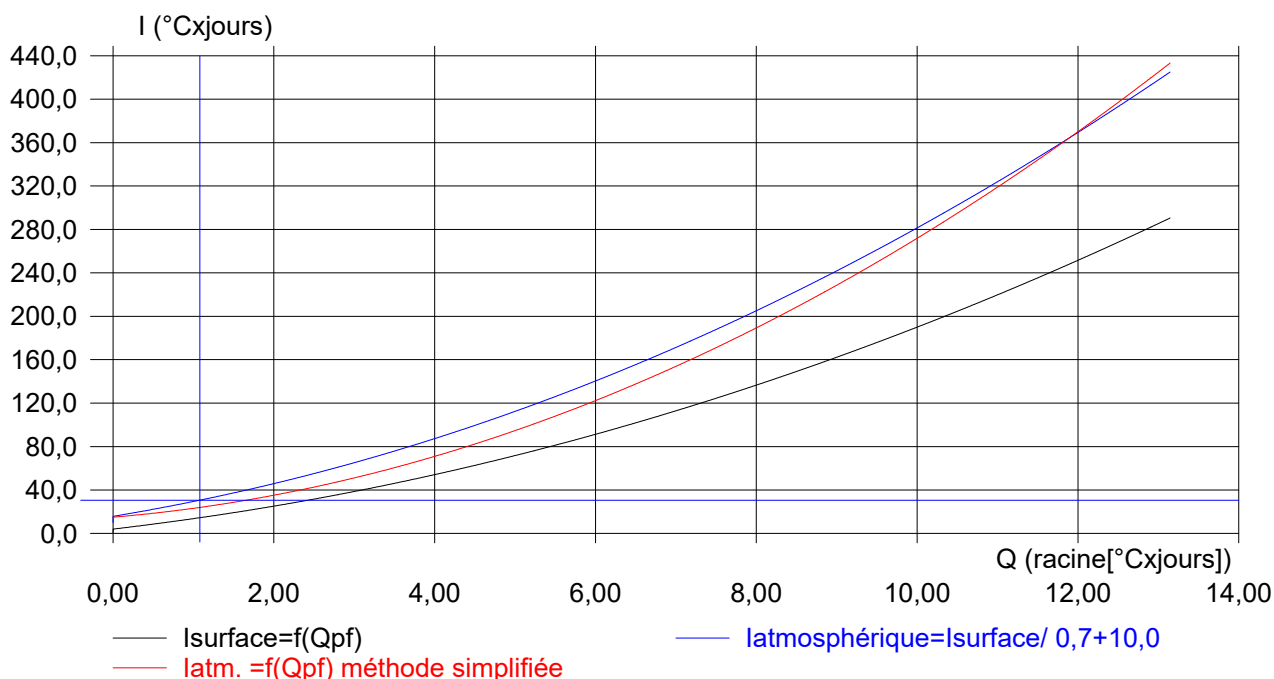
Données pour le calcul de la quantité de gel Qpf admissible par la plate-forme

- Configuration de la plate-forme : SGn/SGt
- matériau non gélif : An= 12,0 et Epaisseur Hn= 0,150 m
 - (de type GNT et mat. non traités insensibles à l'eau avec passant $80\mu < \text{ou} = \text{à } 3\%$)
 - d'où quantité de gel Qng = 1,08 racine(°Cxjours)
 - matériaux très gélifs : pente p = 5,000 mm/racine(°Cxh)
 - d'où quantité de gel Qg = 0,00 racine(°Cxjours)
- Quantité de gel Qm reliée à la pénétration autorisée du gel dans les matériaux gélifs
- chaussée peu épaisse (matériaux liés < 20 cm)
 - d'où quantité de gel Qm = 0
- Qpf admissible = Qng + Qg + Qm = 1,1 racine(°Cxjours)

Résultat du calcul : indice de gel atmosphérique admissible par la chaussée

latmosphérique admissible = 30,6 °Cxjours
 La chaussée est vérifiée vis à vis du gel-dégel si l'indice de gel atmosphérique du site est inférieur ou égal à 30,6 °Cxjours

Courbes latmosphérique et Isurface = f(Qpf) (unités: °C, jour et associées)





Laboratoire CBTP
 ZA Noyal Sud - ZA Richardière Sud
 3, rue Lépine - BP 33216
 35 532 Noyal-sur-Vilaine

Tel : 02 99 41 65 94
www.lcbtp.com

Votre contact

Jérôme SIMON
 Responsable de secteur Mécanique des Sols
 et Fondations Spéciales
 Agence de Noyal-sur-Vilaine
jerome.simon@lcbtp.com