

Volet aménagements maritimes

Étude géotechnique de conception

Mission G2

Phase PROJET

PORNICHET - 44

Marché de conception réalisation
pour le réaménagement des ports de
plaisance de Pornichet



SEM CEPP

SOUS-TRAITANCE



Modifications	Indice	Date	Établi	Vérfié	Validé	Suivi des modifications			État
	A	02/06/2025	BF / RB	AC	MC	Émission initiale			

ÉMETTEUR	ENTITÉ		NUMÉRO INTERNE	DOCUMENT	PHASE ÉTUDE	THÈME	N° DOCUMENT	INDICE	STATUT
CHA	NA	C	24009	NDC	PRO	EXP	002	A	PVI



PORNICHET – 44

Boulevard des Océanides

Réaménagement des ports



AFFAIRE N° AN004705

DATE	REDACTEURS	VERIFICATEUR	MODIFICATION	DOCUMENT	INDICE
02/06/2025	Bastien FOUGERE Romain BRIELLES	Anne CHASSAING		01	A



PAYS DE LA LOIRE

21 rue de l'Argelette
49072 BEAUCOUZE
02 41 21 03 80
fondouest-paysdelaloire@fondouest.com

SOMMAIRE

1.	PRESENTATION DE LA MISSION	4
2.	DOCUMENTS D'ETUDE	4
3.	CONTEXTE GENERAL	5
3.1	Situation	5
3.2	Géologie	5
3.3	Risques naturels	5
3.4	Bathymétrie	6
3.5	Historique	6
4.	SYNTHESES DES RECONNAISSANCES	7
4.1	Investigations réalisées	7
4.2	État des lieux-Topographie	9
4.3	Prospection géophysique	9
4.4	Lithologie	12
4.5	Caractéristiques mécaniques	12
4.6	Hydrogéologie	13
4.7	Essais de laboratoire	14
5.	ANALYSE DU RISQUE DE LIQUEFACTION	19
6.	SYNTHESE GEOTECHNIQUE	21
6.1	Zone d'influence géotechnique (Z.I.G.)	21
6.2	Risques géotechniques majeurs	21
6.3	Modèle géologique	21
7.	DONNEES DU PROJET	26
7.1	Nature et géométrie des ouvrages	26
7.2	Catégorie géotechnique	28
8.	RECOMMANDATIONS TECHNIQUES	28
8.1	Travaux de terrassement pour la digue et le terre-plein	28
8.2	Justifications des ouvrages	30
8.3	Contrôles et suivi (phases chantier et définitive)	34
9.	ALEAS RESIDUELS	35
9.1	Principales incertitudes sur le projet	35
9.2	Principales incertitudes sur le contexte	35
10.	ENCHAINEMENT DES MISSIONS GEOTECHNIQUES	35

ANNEXES

- ▶ Annexe 1 : Plans d'implantation des sondages et tableau de récolement (7 pages)
- ▶ Annexe 2 : Sondages (76 pages)
- ▶ Annexe 3 : Essais de laboratoire (36 pages)
- ▶ Annexe 4 : Essais de perméabilité (8 pages)
- ▶ Annexe 5 : Analyse essais pressiométriques (7 pages)
- ▶ Annexe 6 : Rapport de prospection géophysique (41 pages)
- ▶ Annexe 7 : Notes de calcul TALREN (11 pages)
- ▶ Conditions générales (2 pages)
- ▶ Extrait de la norme NF P 94-500 révisée en 2013 (2 pages)



1. PRESENTATION DE LA MISSION

Le projet concerne le port d'échouage de Pornichet, pour lequel les aménagements suivants sont envisagés :

- extension et réaménagement du terre-plein,
- élargissement et rehaussement de la digue,
- installation de ponton flottants.

Dans ce cadre, nous réalisons, à la demande de et pour le compte de CHARIER GC, une étude géotechnique de conception (G2), phase Projet (PRO) au sens de la norme NF P 94-500 dont le présent document en constitue la synthèse.

Nous rappelons que les justifications structurelles et hydrauliques ne relèvent pas de cette mission.



2. DOCUMENTS D'ETUDE

Cette étude a été réalisée à partir des documents relatifs au projet suivants :

- Etude géotechnique préalable, mission G12, réalisée par Hydrogéotechnique en mai 2007 et référencée C/R/06/D102/F/041,
- Etude géotechnique de conception d'avant-projet, mission G2 AVP, réalisée par Fondouest en juillet 2020 et référencée AN002925-01A,
- Etude géotechnique de conception d'avant-projet, mission G2 AVP, réalisée par APC en décembre 2023 et référencée A23.1265,
- Mémoire technique du groupement Charier/Legendre du 24/06/2024,
- Plan de masse des terrassements, reçu le 12/05/2025.

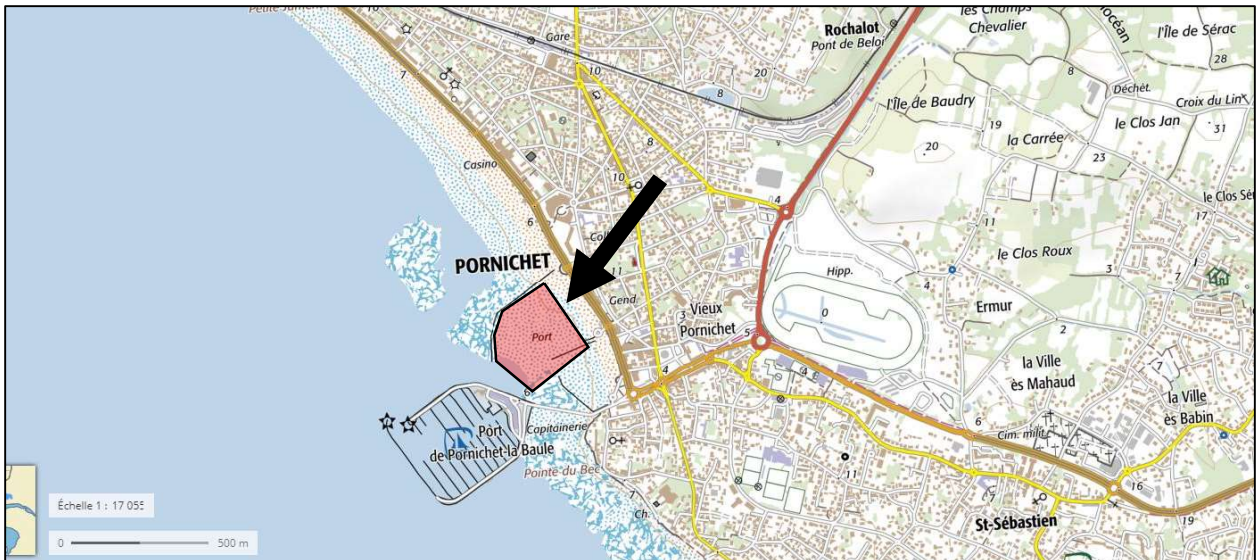
Les principaux documents de référence utilisés pour cette étude sont :

- NF P 94-500 : Missions d'ingénierie géotechnique,
- NF EN 1997 : Eurocode 7 – Calcul géotechnique,
- NF EN 1998 : Eurocode 8 – Calcul des structures pour leur résistance au séisme.
- Réalisation des remblais et des couches de forme, SETRA,
- Risque sismique et sécurité des ouvrages hydrauliques, MEDDE-DGPR, octobre 2014,
- Recommandations pour la justification de la stabilité des barrages et des digues en remblai, CFBR, octobre 2015,
- Guide pour la conception et le dimensionnement des fondations profondes sous actions sismiques des bâtiments à risque normal - Cahier technique n°38 (mars 2017).
- Recommandations pour le calcul aux états-limites des ouvrages en site aquatique, ROSA 2000.

3. CONTEXTE GENERAL

3.1 SITUATION

Le port en échouage de Pornichet objet de la présente étude se situe à l'extrémité Sud-est de la baie du Pouliguen sur le platier rocheux de la Pointe du Bec.



Plans de situation (source Géoportail)

3.2 GEOLOGIE

La carte géologique de Saint Nazaire, au 1/50000^{ème} nous renseigne sur la présence :

- des alluvions marines du cordon littoral actuel : sable, sable grossier et graviers, galets ;
- du substratum constitué de Migmatites, dénommé gneiss dans la suite.

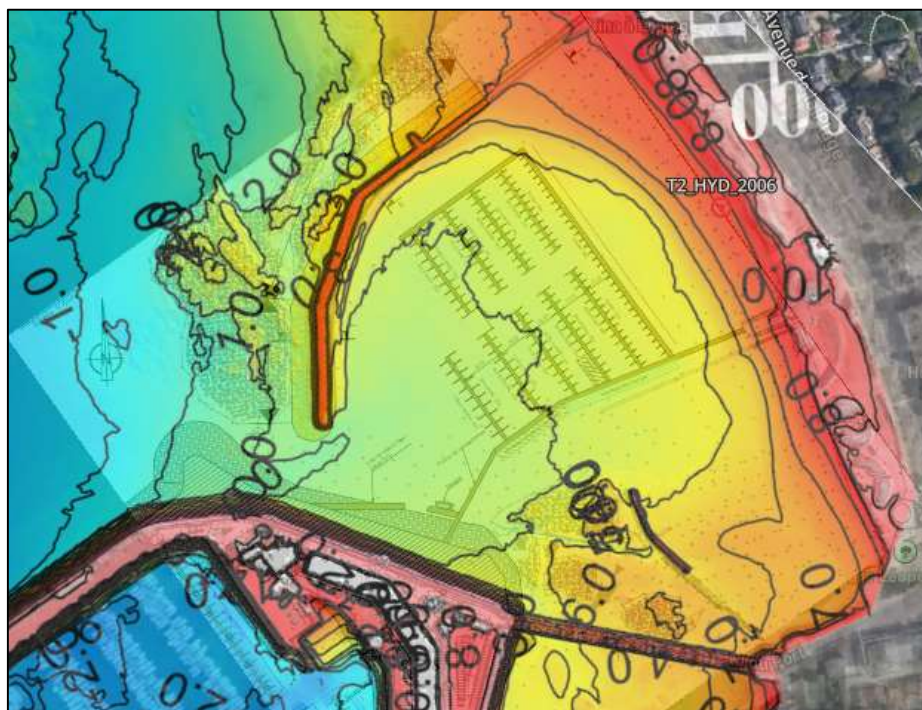
3.3 RISQUES NATURELS

Le site étudié est répertorié :

- en zone de sismicité moyenne (zone 3), depuis le 1^{er} mai 2011, d'après le décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010,
- en aléa a priori nul vis-à-vis du risque de retrait-gonflement sur les cartes d'aléas émises par le BRGM à ce jour.

3.4 BATHYMETRIE

Le levé réalisé en 2020 avait mis en évidence des niveaux voisins de +0.0 à +2.0 m CM au niveau du chenal d'entrée et entre +3.0 et +3.5 m CM au fond du port.



Superposition de la bathymétrie de 2020 avec le projet

3.5 HISTORIQUE

L'actuel port d'échouage et sa digue de protection furent construits parallèlement à la construction du port à flot dont l'inauguration a eu lieu en 1978. Auparavant, le port se limitait à quelques anneaux situés à l'abri de l'ancien môle. La photographie ci-dessous représente l'état du port et de la baie avant la construction du port.



Photographie du port prise entre 1920 et 1950

Des travaux de déroctage ont eu lieu pour l'aménagement du port en eaux profondes. En revanche, nous n'avons pas d'information si de tels travaux de déroctage ont eu lieu pour l'aménagement du port d'échouage. Il n'est pas exclu que la digue créée ait généré un processus de sédimentation masquant les affleurements rocheux visibles sur la vue aérienne ci-dessous et qui ne sont plus visibles aujourd'hui.



Vues aériennes prises entre 1950-1965 à gauche et entre 2006-2010 à droite

4. SYNTHESSES DES RECONNAISSANCES

4.1 INVESTIGATIONS REALISEES

4.1.1 FONDOUEST - 2025

Pour la réalisation de la phase PRO, FONDOUEST est intervenu en avril 2025 pour la réalisation des investigations suivantes :

- Une campagne d'investigations géophysiques par méthode sismique réflexion (sondeur à sédiment INNOMAR SES-2000) au moyen d'une vedette océanographique comprenant :
 - 10 profils sismiques longshore et crossshore répartis dans le port et le chenal d'entrée ;
 - Un sondage au vibro-carottier pour lever l'anomalie du sondage existant T19 (2006).

Cette campagne d'investigations a été sous-traitée à ENERGIE DE LA LUNE dont le rapport d'étude est fourni en annexe 6.

- 1 sondage carotté, noté SC3, arrêté prématurément à 4,2 m de profondeur en raison d'une houle trop forte, avec le prélèvement de 4 échantillons intacts ;
- 2 sondages destructifs avec enregistrement des paramètres de forage, notés SP8 et SP9, descendus jusqu'à 12 m de profondeur ;
- 12 essais pressiométriques répartis dans ces forages pour mesurer les caractéristiques mécaniques des formations : E_M , P_f^* et P_l^* ;
- Une campagne de 17 sondages à la pelle mécanique jusqu'à 3 m de profondeur ou au refus, réalisée à marée basse pour établir la coupe lithologique dans le port d'échouage. A noter que les

sondages ont été réalisés à l'écart du projet en raison des nombreux corps-morts empêchant toute approche avec un engin de terrassement.

- Des analyses en laboratoire comprenant :
 - 4 packs d'identifications GTR (granulométrie, sédimentométrie, densité, VBS ou limites d'Atterberg),
 - 1 essai de compressibilité à l'œdomètre avec mesure du coefficient de consolidation (en cours de réalisation),
 - 2 essais de cisaillement triaxial CU+u pour mesurer les caractéristiques de cohésion et de frottement des sols.

Ces sondages ont été réalisés pour partie dans le chenal d'entrée sur ponton flottant et par voie terrestre pour les sondages réalisés dans le port d'échouage. Les coupes des sondages sont fournies en annexe 2 et les analyses en laboratoire en annexe 3.

4.1.2 APC - 2023

Pour la réalisation de la phase AVP relatives à la construction des nouveaux bâtiments du port, APC est intervenu en 2023 pour la réalisation d'investigations dont nous réutiliserons uniquement :

- Un pressiométrique de 12 m de profondeur, noté SP8 ;
- Un sondage destructif de 12 m de profondeur, noté SD2.

Ces sondages ont été réalisés sur le terre-plein actuel, les coupes sont fournies en annexe 2.

4.1.3 FONDOUEST - 2020

Pour la réalisation de la phase AVP, FONDOUEST est intervenu en 2020 pour la réalisation des investigations suivantes :

- 7 forages pressiométriques jusqu'à 7 à 15 m de profondeur, notés SP1 à SP7,
- 2 sondages carottés jusqu'à 6,4 et 8,1 m de profondeur, notés SC1/SC1bis-FON-2020 et SC2-FON-2020),
- 2 essais de perméabilité de type Lefranc,
- des analyses en laboratoire comprenant :
 - 1 mesure de la résistance à la compression simple ;
 - 2 essais de compressibilité à l'œdomètre ;
 - 4 essais de cisaillement CD à l'appareil triaxial (consolidé et drainé) ;
 - 2 classifications GTR.

Ces sondages ont été réalisés pour partie dans le chenal d'entrée sur ponton flottant et par voie terrestre pour les sondages réalisées sur la plage. Les coupes des sondages sont fournies en annexe 2 et les analyses en laboratoire en annexe 3.

4.1.4 HYDROGÉOTECHNIQUE - 2006

Pour la réalisation de la mission G12, Hydrogéotechnique est intervenu en 2006-2007 pour la réalisation des investigations suivantes :

- 6 sondages carottés avec essais pressiométriques, notés C1 à C6,

- 24 sondages de reconnaissance à la tarière 100 mm, notés T1 à T24,
- 5 essais de perméabilité de type Lefranc,
- des essais de laboratoire :
 - 20 classifications GTR.

Les coupes des sondages sont fournies en annexe 2 et les analyses en laboratoire en annexe 3. A noter que les coupes des sondages C6, T23 et T24 n'apparaissent pas dans le rapport d'HYDROGÉOTECHNIQUE.

4.1.5 RECOLEMENT DES SONDAGES ET TABLEAU DE SYNTHÈSES

Les sondages FONDOUEST ont fait l'objet d'un récolement (x,y,z) au moyen d'un GPS de précision centimétrique. Les sondages APC et HYDROGÉOTECHNIQUE ont seulement fait l'objet d'un nivellement (z). Leurs cotes (x,y) ont donc été déduites en superposant leur plan d'implantation sur un SIG.

Il résulte le tableau de récolement des sondages suivants joint en annexe 1, dont nous alertons sur la précision pluri-métrique des coordonnées (x,y) des sondages APC et HYDROGÉOTECHNIQUE.

Des plans de localisation des sondages sont également fournis en annexe 1.

4.2 ÉTAT DES LIEUX-TOPOGRAPHIE

Nous rappelons que le zéro hydrographique des cartes marines (CM) est situé 2,927 m au-dessous du zéro du nivellement général de la France, IGN69 (m NGF), soit : 0 m CM = -2.927 m NGF.

Les altitudes des points de sondage en lien avec le projet dans le port d'échouage sont globalement comprises entre +0.7 m CM en SC3, situé à la sortie du chenal et +2.5 m CM en RP10 sur la côte à l'Ouest.

La digue de protection du port d'échouage est actuellement arasée à la cote approximative +5.9 m CM. Le rond-point desservant le ponton d'embarquement est situé à la cote +8.3 m CM. Le terre-plein se situe aux environs de la cote +8.0 m CM et le viaduc d'accès varie entre les cotes +8.0 m CM à son extrémité Ouest et +9.0 m CM à l'Est.

4.3 PROSPECTION GEOPHYSIQUE

Le rapport détaillé de la prospection géophysique est présenté en annexe 6. Nous présentons ci-après les éléments significatifs pour la présente étude.

4.3.1 LOCALISATION ET NUMÉROTATION DES PROFILS

10 profils sismiques ont été réalisés au sondeur de sédiments afin de rechercher les épaisseurs de sédiment recouvrant le substratum. Les profils suivants ont été réalisés :

NOTATION	TYPE	OUVRAGE ETUDIÉ
LS1 à LS6	Profil longshore	Ponton et pieux de guidage
CS6 et CS7	Profil crossshore	Ponton et pieux de guidage
L10 et L11	Profil large	Terre-plein

Également, un sondage au vibrocarottier (FT19 dans le rapport géophysique, T19BIS sur le plan des sondages en annexe), a été réalisé à proximité du sondage T19 réalisé en 2007 implanté au droit du futur terre-plein pour valider le modèle géophysique.

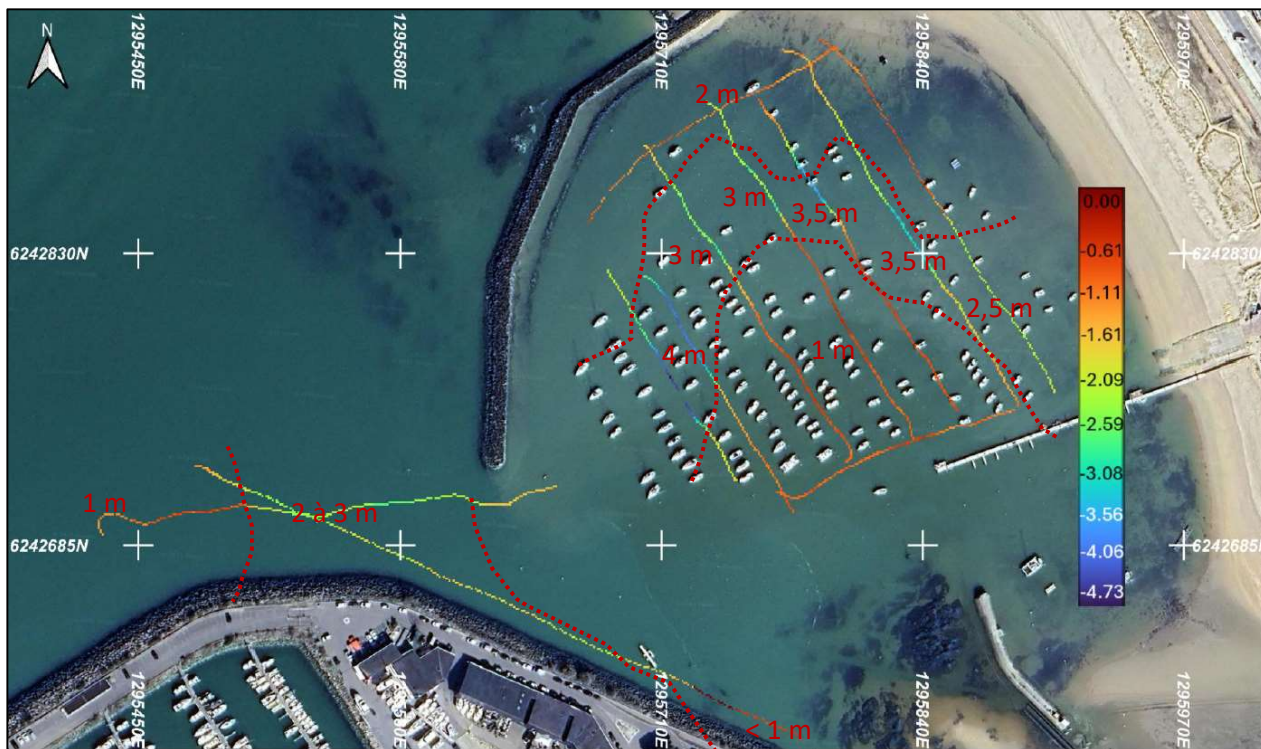


Localisation des profils

4.3.2 ANALYSE DES RESULTATS

Le tableau et les cartes suivants récapitulent les épaisseurs de sédiment (données à 0,50 m près) identifiées sur chacun des profils.

PROFIL ET SENS	TRONÇON (M) ET EPAISSEUR DE SEDIMENT (M)	PROFIL ET SENS	TRONÇON (M) ET EPAISSEUR DE SEDIMENT (M)
LS1 selon N->S	0-100 m : 1 m 100-225 m : 2 à 2,5m	LS4 selon N->S	0-50 m : 3 m 50-250 m : 1 m
LS2 selon N->S	0-90 m : 2 m 90-150 m : 3,5 m 150-225 m : 2 m	LS5 selon N->S	0-100 m : 1,5 à 3 m 100-200 m : 1 m
LS3 selon N->S	0-25 m : 1 m 25-100 m : 3,5 m 100-200 m : 1 m	LS6 selon N->S	0-75 m : 4 m 75-140 m : 1 à 1,5 m
CS7 selon O->E	0-140 m : 1 m	CS8 selon O->E	0-140 m : 2 m
L09 selon O->E	0-80 m : 1 m 80-250 m : 2 à 3 m	L10 selon O->E	0-270 m : 2 m 270-350 m : < 1m



Carte de représentation des épaisseurs de sédiments (m)

La superposition de la précédente carte avec le fond de plan aérien de 1960, avant déroctage du port d'échouage, permet de corroborer les précédentes épaisseurs de sédiment :

- Les plus faibles épaisseurs de sédiment sont localisées au niveau des affleurement ;
- Les plus importantes sont situées là où le rocher n'est pas visible sur la vue aérienne.



4.4 LITHOLOGIE

Nous reprenons la disposition géométrique établie lors de l'étude précédente et distinguerons les différents faciès géologiques suivants :

- **faciès 0 : remblais** sur 0,6 à 1,7 m d'épaisseur environ (RP15 à RP17), correspondant aux remblais d'aménagement de la piste Est de la digue du port d'échouage,
- **faciès 1 : vase** sur 0,4 à 1,0 m d'épaisseur environ, répartie de manière éparse sur quelques sondages,
- **faciès 2 : sable dunaire** identifié au droit des sondages les plus à l'Est réalisés sur la plage, jusqu'à +3.5 m à -1.0 m CM,
- **faciès 3 : sable grossier à moyen**, à passage légèrement argileux en profondeur, jusqu'à +2.0 m à -5.0 m CM pour les sondages n'ayant pas été arrêté dans cet horizon. Ce faciès a été reconnu sur pratiquement tous les sondages exceptés quelques-uns.

Nota : ce faciès initialement décomposé en 2 sous-faciès (faciès 3.1 sable grossier et faciès 3.2 sable moyen plus ou moins argileux gris-bleu) a été regroupé car non distingués dans les sondages destructifs.

- **faciès 4 : argile plus ou moins sableuse** gris-bleu, marron, grise probablement alluvionnaire et/ou issue de l'altération ultime du substratum, jusqu'à -1.0 m à -8.9 m CM (arrêt du sondage T2),
- **faciès 5 : substratum gneissique** atteint à des profondeurs très variables, jusqu'à -11 m CM.

A noter que les sondages T7, T10, T11, T13, T14 et T20 ont obtenu le refus entre +2.9 m et -0.10 m CM possiblement au toit du substratum mais sans réelle garantie.

4.5 CARACTERISTIQUES MECANIQUES

Les caractéristiques mécaniques mesurées au pressiomètre (pression limite P_l et module pressiométrique E_M) sont :

FACIES	Description	Nbre essais	Paramètre	Min	Max	Moyennes			Ecart type	$m_x - 1/2 \cdot \sigma_x$	Coefficient de variation	
						Arithm.	réduite (20%)	Géom.				Médiane
2-Dun	Sable dunaire	2	Em (MPa)	15,6	24,2	19,9	19,9	19,4	19,9	6,1	16,9	31%
			Pf* (MPa)	1,31	1,53	1,42	1,42	1,42	1,42	0,16	1,34	11%
			Pl* (MPa)	1,95	2,36	2,16	2,16	2,15	2,16	0,29	2,01	13%
			E/Pl	6,6	12,4	9,5	9,5	9,1	9,5	4,1	7,5	43%
3-S	Sable grossier à moyen	21	Em (MPa)	0,4	22,2	7,2	6,4	4,5	4,4	6,6	3,9	92%
			Pf* (MPa)	-	1,37	0,40	-	-	0,24	0,42	0,19	105%
			Pl* (MPa)	0,05	2,27	0,68	0,58	0,47	0,47	0,63	0,37	92%
			E/Pl	4,8	29,6	10,8	9,4	9,7	8,9	6,3	7,7	58%
4-A	Argile	18	Em (MPa)	0,8	41,2	12,3	11,2	7,6	8,1	12,0	6,3	97%
			Pf* (MPa)	-	3,36	0,67	-	-	0,50	0,84	0,25	126%
			Pl* (MPa)	0,19	4,44	1,03	0,86	0,74	0,75	1,03	0,51	101%
			E/Pl	4,2	40,8	12,1	10,8	10,3	11,5	8,3	7,9	69%
5-Gn	Gneiss	38	Em (MPa)	28,5	400,0	163,6	154,9	131,8	142,0	102,2	112,5	62%
			Pf* (MPa)	1,23	5,00	4,33	4,17	4,17	4,78	0,97	3,85	22%
			Pl* (MPa)	2,33	5,00	4,60	5	4,54	4,82	0,63	4,28	14%
			E/Pl	8,2	81,1	34,3	32,4	29,0	29,7	20,1	24,3	59%

Aucun essai n'a été réalisé dans l'horizon de vase, de faible épaisseur d'une part et peu recoupé d'autre part.

4.6 HYDROGEOLOGIE

4.6.1 NIVEAUX D'EAU

Deux piézomètres ont été posés en 2006 lors de l'étude G12 d'Hydrogéotechnique sur la plage au Nord-est du port. Aucune information relative à leur suivi ne nous a été fournie.

Les niveaux caractéristiques de la marée au Port de Pornichet sont les suivants :

Les niveaux d'eau ci-dessous ont été extraits de l'étude d'opportunité d'ARTELIA, sur laquelle la G2 AVP a été rédigée en partie :

	Coefficient de marée	Niveaux d'eau (m CM)	Niveau caractéristique
Pleine mer	45	4.4	--
	95	5.5	PMVE
	120	6.22	PHMA
Basse mer	45	2.1	--
	95	0.85	BMVE
	120	-0.01	PBMA
Niveau moyen		3.41	--

Niveaux caractéristiques des marées (SHOM 2014)

Les niveaux extrêmes tenant compte des phénomènes de surcote atmosphérique sont rappelés ci-dessous :

	Coefficient de marée	Niveaux d'eau (m CM)
Pleine mer	Décennal	6.53
	Cinquantennal	6.73
	Centennal	6.78
Basse mer	Décennal	-0.22
	Cinquantennal	-0.32
	Centennal	-0.37

Niveaux extrêmes des marées (SHOM 2012)

4.6.2 PERMEABILITE

Des essais d'infiltration ont été réalisés :

- au sein des argiles (faciès 4) par Hydrogéotechnique en 2006 :

	PZ2-L1	PZ2-L2	PZ2-L3	PZ2-L4	PZ2-L5	PZ2-L6
Profondeur essai (m/TN)	6 à 7	7 à 8	8 à 9	9 à 10	10 à 11	11 à 12
K (m/s)	< 10 ⁻⁸	4.10 ⁻⁸	2.10 ⁻⁸	4.10 ⁻⁸	1.10 ⁻⁸	4.10 ⁻⁸

➤ au sein des gneiss (Faciès 5) lors l'étude G2 AVP :

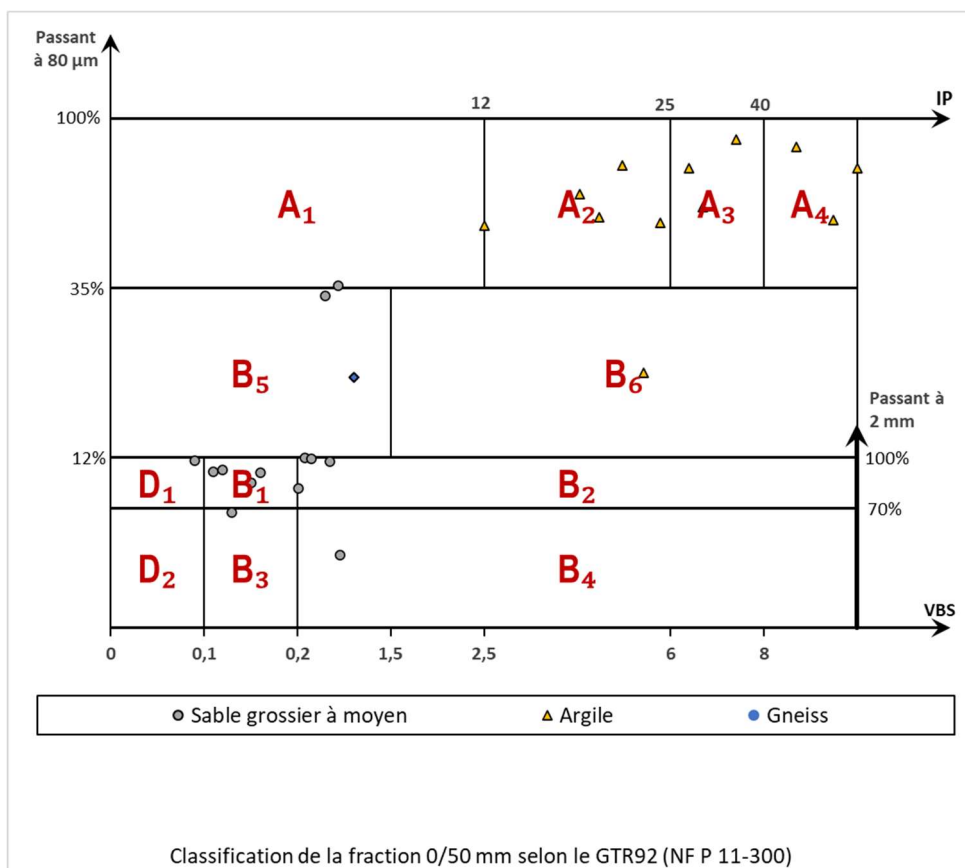
	SC1	SP4
Profondeur essai (m/TN)	2 à 7	2 à 7
K (m/s)	$3 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-7}$

4.7 ESSAIS DE LABORATOIRE

Les résultats détaillés des essais réalisés dans le cadre de la présente étude et le tableau de synthèse de ceux réalisés dans le cadre de l'étude d'Hydrogéotechnique sont annexés au présent rapport et nous en retiendrons les principales informations suivantes. Dans un souci de cohérence entre les anciens sondages et les sondages réalisés en 2025, la version 2000 du GTR est prise en référence.

Il est à noter que seuls les faciès 3, 4 et 5 ont fait l'objet d'essais laboratoire.

En synthèse de ce qui est détaillé ci-dessous, les classes GTR des échantillons analysés par faciès sont les suivantes :



4.7.1 FACIES 3 SABLE GROSSIER A MOYEN

4.7.1.1 Granulométrie et classification GTR

Les analyses granulométriques et mesure de la valeur de bleu sur les différents échantillons testés ont donné les résultats suivants :

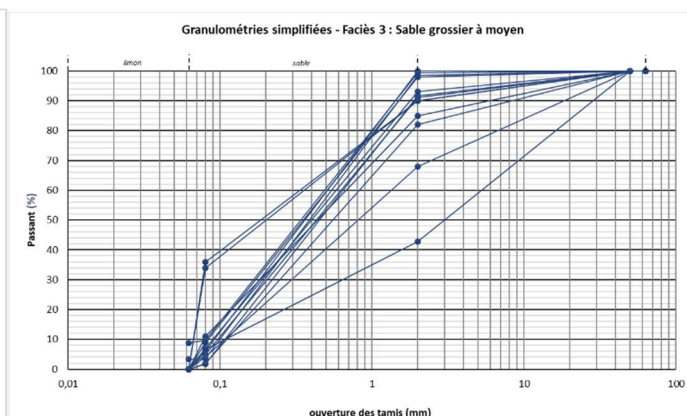
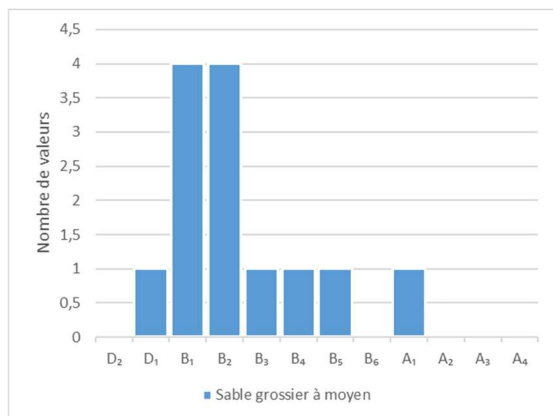
► SONDAGES 2025

Tamis	SC3 (0.3-1.5)	SC3 (1.5-2.9)
D _{max} (mm)	20	5
< 2 mm	98.5	99.6
< 80 µm	3.6	9.7
< 63 µm	3.3	8.7
VBS	0.1	0.4
W _{nat} (%)	22.7%	32.4%
GTR 2000/2023	D₁/S₂	B₂/S₄

► SONDAGES ANTERIEURS

Tamis	T2 (6.4-8.4)	T8 (0-2.9)	T9 (2.3-4.9)	SC1 (0-1.0)	SC1 (1.5-2)	SC2 (1-2)	T2 (2.6-6.4)	T3 (0-3.2)	T4 (1.1-2.6)	T9 (0.6-1.5)	T9 (1.5-2.3)
D _{max} (mm)	5	11	11	12.5	50	31.5	5	11	6	12	15
< 2 mm	98.0	85.0	90.0	99.9	42.8	91.6	91.0	90.0	82.0	93.0	68.0
< 80 µm	9.0	11.0	36.0	6.1	6.7	1.8	5.0	34.0	2.0	7.0	4.0
VBS	0.65	0.15	0.77	0.3	0.8	0.1	0.16	0.59	0.21	0.12	0.13
W _{nat} (%)	20.5%	18.4%	26.8%	29.0%	7.8%	18.7%	17.0%	32.0%	29.4%	26.2%	18.7%
GTR	B₂	B₁	A₁	B₂	B₄	B₁	B₁	B₅	B₂	B₁	B₃

► SYNTHESE



4.7.1.2 Essais de cisaillement

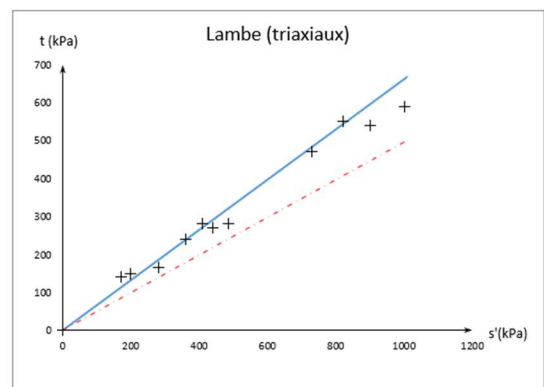
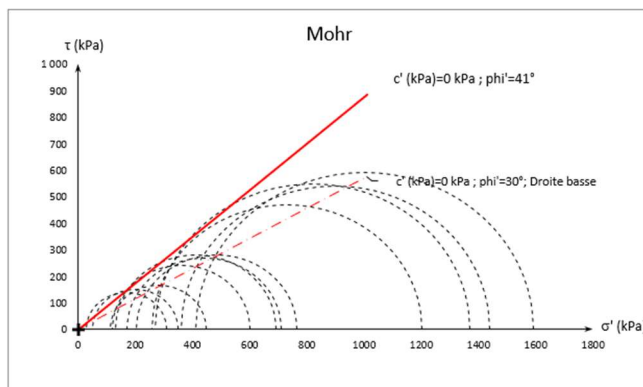
Deux essais de cisaillement ont été réalisés à l'appareil triaxial CD (consolidé drainé) pour compléter ces informations :

SONDAGES	PROF. (m)	GTR 2000	TENEUR EN EAU	DENSITE SECHE	DENSITE HUMIDE	TRIAxIAL (CD)	
			W_n (%)	γ_d	γ_h	C' (kPa)	ϕ' (°)
SC1	0 à 1	B ₂	28,2	1,50	1,92	11	42
SC2	1 à 2	B ₁	23,5	1,53	1,88	20	39

En complément, des essais triaxiaux CU+u ont été réalisés en 2025 sur des échantillons prélevés en SC3. Les résultats sont les suivants :

SONDAGES	PROF. (m)	GTR 2000	TENEUR EN EAU	DENSITE SECHE	DENSITE HUMIDE	TRIAxIAL (CU+u)	
			W_n (%)	γ_d	γ_h	C' (kPa)	ϕ' (°)
SC3	0,30 à 1,5	D ₁	28	1,49	1,90	0	40
SC3	1,5 à 2,9	B ₂	30	1,36	1,74	0	39

Une synthèse de tous les essais a été réalisée ci-dessous, en forçant une cohésion nulle considérant un matériau sableux (hypothèse fortement conservatrice, cette dernière pourra être rediscutée en fonction des vérifications à réaliser).



4.7.2 FACIES 4 ARGILE

4.7.2.1 Granulométrie et classification GTR

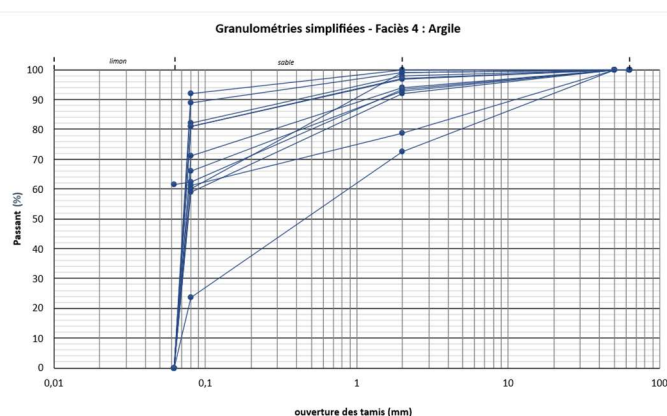
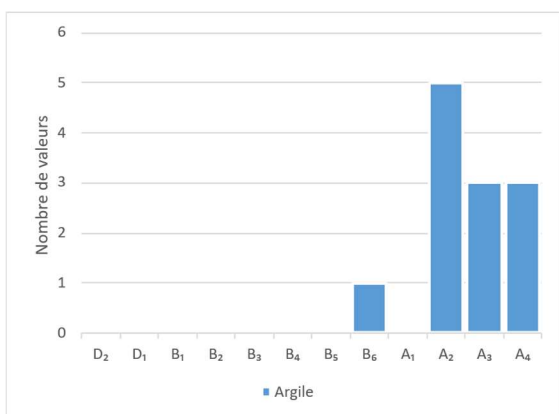
▶ SONDAGES 2025

Tamis	SC3 (3.0-3.3)
D_{max} (mm)	20
< 2 mm	93.4
< 80 μ m	62.2
< 63 μ m	61.5
IP	20
W_{nat} (%)	39.7%
GTR 2000/2023	A₂/F2(th)

▶ SONDAGES ANTERIEURS

Tamis	C1 (6-13.5m)	T4 (2.6-3.6)	T8 (2.9-5.7)	T13 (0.3-0.8)	T15 (0-2.5)	T15 (2.5-3.8)	T17 (2.3-6.3)	T18 (2-3.2)	SC1 (3.4-4.0)	SC2 (3-4)	SC2 (4-5)
D_{max} (mm)	6	3	6	6	6	3	11	3	31.5	12.5	31.5
< 2 mm	98.0	94.0	92.0	99.0	97	99.0	93.0	100	72.5	96.8	78.8
< 80 μ m	82.0	71.0	59.0	80.0	81	89.0	66.0	92	23.5	81.1	61.2
VBS	5.1	4.3	2.5	5.8	6.4	8.7	6.7	7.4	5.5	15	9.5
W_{nat} (%)	82.6%	37.2%	28.1%	30.5%	43.7%	83.3%	40.1%	39.3%	15.3%	33.9%	28.0%
GTR	A₂	A₂	A₂	A₂	A₃	A₄	A₃	A₃	B₆	A₄	A₄

▶ SYNTHÈSE



4.7.2.2 Essai de compressibilité à l'œdomètre

Deux essais de compressibilité à l'œdomètre ont été réalisés sur ces matériaux argileux :

	e_0	σ'_{v0} (kPa)	σ'_p (kPa)	Cc	Cs	Cv (m ² /s)	Kv (m/s)	$Cc/(1+e0)$	$Cs/(1+e0)$	OCR	$\frac{\sigma'_{v0}-\sigma'_p}{(MPa)}$
SC2 (3-4 m)	0.923	61	240	0.285	0.056	7.6E-9	3.3E-11	0.148	0.029	3.93	0.179
SC2 (4-5 m)	0.994	81	105	0.29	0.029	2.8E-8	1.5E-10	0.145	0.015	1.30	0.024

4.7.2.3 Essais de cisaillement

Deux essais de cisaillement ont été réalisés à l'appareil triaxial CU+u pour compléter ces informations :

SONDAGES	PROF. (m)	GTR 2000	TENEUR EN EAU	DENSITE SECHE	DENSITE HUMIDE	TRIAxIAL (CU+u)	
			W _n (%)	γ _d	γ _h	C' (kPa)	φ' (°)
SC2	3,3-3,6	A ₄	34	1,36	1,83	11	25
SC2	4,3-4,6	A ₄	30	1,48	1,92	3	27

4.7.3 FACIES 5 GNEISS

Pour caractériser le substratum rocheux, 2 essais de compression simple ont été réalisés en laboratoire. Les résultats obtenus sont les suivants :

SONDAGE	PROFONDEUR (m)	MASSE VOLUMIQUE (kN/m ³)	R _c (MPa)	CLASSE DE RESISTANCE SELON AFTES
SC1	2,4-2,5	25,7	76	RC3
SC1bis	3,8-4,0	25,1	22	RC5 (proche RC4)

Une analyse GTR a été réalisée sur un échantillon arénisé argilo-graveleuse entre 3,8 m et 4,2 m de profondeur en SC3. La classe correspondante obtenue est B₅.



5. ANALYSE DU RISQUE DE LIQUEFACTION

L'analyse du risque de liquéfaction dépend de la catégorie d'importance des ouvrages, de la classe de sol et de la zone de sismicité.

L'accélération à considérer en zone de sismicité 3 est $a_{gr} = 1,1 \text{ m/s}^2$. Le maître d'ouvrage a défini le projet avec une catégorie d'importance I.

5.1.1 CLASSE DE SOL

La classe de sol n'est pas la même sur tout le site et dépend notamment de la profondeur du substratum. Ainsi dans les secteurs où le substratum est à moins de 5 m de profondeur la **classe de sol A** peut être retenue. Ailleurs s'agissant d'alluvions de faibles caractéristiques ($PI < 2 \text{ MPa}$) de 5 à 20 m d'épaisseur la **classe de sol E** est proposée, à ce stade.

Au droit des sondages ayant atteint le substratum rocheux, la classe E correspond aux emplacements des sondages C1, C2, T1, T2 et SP5, soit plutôt la zone de plage. L'entrée du port d'échouage au droit de SP8, SP9 et SC3 ainsi que la dépression (figurant en partie 4.3.2) pourrait être incluse dans cette zone, dans la mesure où l'épaisseur de sédiment peut atteindre 4,5 m de profondeur environ.

5.1.2 SOLS SABLEUX (FACIES 3)

En référence, aux catégories d'importance relatives aux bâtiments de la classe dite à « risque normal », le paramètre $\alpha.S$ est le suivant :

CAT IMPORTANCE	I
γ_i	0,8
α	0,09
S (classe A)	1,0
S (classe E)	1,8

Dans ces conditions, une analyse quantitative du risque de liquéfaction par méthode simplifiée à partir de la pression limite pressiométrique selon l'article de P. Reiffsteck et al. (2022) a été réalisé sur quelques sondages pressiométriques représentatifs. Selon l'EC8, nous recherchons un facteur de sécurité $F > 1,25$. Le coefficient correcteur de magnitude CM est pris à 2,86. Le niveau EB de la nappe est considéré au niveau du TN. Nous ne tenons pas compte du poids de la surcharge des nouveaux remblais par exemple au droit de l'extension du terre-plein.

Les résultats sont présentés dans le tableau ci-après :

Sondage	Ouvrage concerné	Fmin (classe de sol A)	Fmin (classe de sol E)
SP1_FON_2020	Digue	2,5	1,41
SP2_FON_2020		5,9	3,3
SP3_FON_2020		5,2	2,9
SP4_FON_2020	Terre-plein	2,6	1,46
SP8_FON_2025		2,3	1,29
SP9_FON_2025		3,1	1,74

L'analyse de la liquéfaction selon la méthode simplifiée ne met pas en évidence de possible risque de liquéfaction des sables pour les hypothèses considérées.

5.1.3 SOLS ARGILEUX (FACIES 4)

Le problème de la liquéfaction ne concerne que les sols « granulaires » sous nappe. Ainsi, pour les argiles, ce risque peut en général être écarté. Dans ce cas, on s'assure que le critère chinois défini par Idriss & Seed (1982) est vérifié, qui stipule que l'une des trois conditions suivantes doit être vérifiée pour écarter ce risque :

- Teneur en argile ($<5\mu\text{m}$) $> 15\%$
- Limite de liquidité $W_L > 35\%$
- $W_n < 0,9.W_L$

Les 3 sédimentométries réalisées sur ces matériaux (T8 de 2,9-5,7 m, T15 de 2,5 à 3,8 m et T18 de 2 à 3,2 m) ont montré des passants à $2\ \mu\text{m}$ respectivement de 19, 30 et 25 %, soit systématiquement supérieurs à 15 %, garantissant un passant à $5\ \mu\text{m}$ supérieur à ce seuil. Ainsi le risque de liquéfaction de ce faciès 4 est considéré comme quasi-nul. De plus, la limite de liquidité a été mesurée à 57 % dans l'argile mise en évidence en SC3.

5.1.4 CONCLUSIONS

Le risque de liquéfaction des faciès sableux et argileux peut être exclu pour les ouvrages relevant de la catégorie I.



6. SYNTHÈSE GEOTECHNIQUE

6.1 ZONE D'INFLUENCE GEOTECHNIQUE (Z.I.G.)

La Zone d'Influence Géotechnique (Z.I.G.) correspond au volume de terrain au sein duquel il y a une interaction entre l'ouvrage et son environnement.

Une première approche de la Zone d'Influence Géotechnique (Z.I.G) comprend l'ensemble du port d'échouage et les ouvrages le bordant :

- digues et môle,
- terre-plein Sud,
- viaduc d'accès au port à flot.

6.2 RISQUES GEOTECHNIQUES MAJEURS

Les risques géotechniques majeurs identifiés pour le projet sont les suivants :

- les fortes variations du toit du substratum gneissique, ainsi que son degré d'altération,
- la présence de lentilles d'argiles intercalées ponctuellement entre le sable moyen à grossier et le substratum gneissique,
- la maîtrise des terrassements sous eau,
- l'estimation des tassements de consolidation des terrains sous les remblais du terre-plein,
- la liquéfaction possible des sables moyens à grossiers.

6.3 MODELE GEOLOGIQUE

6.3.1 GENERALITES

Dans la suite de l'étude, nous avons choisi de retenir les faciès suivants :

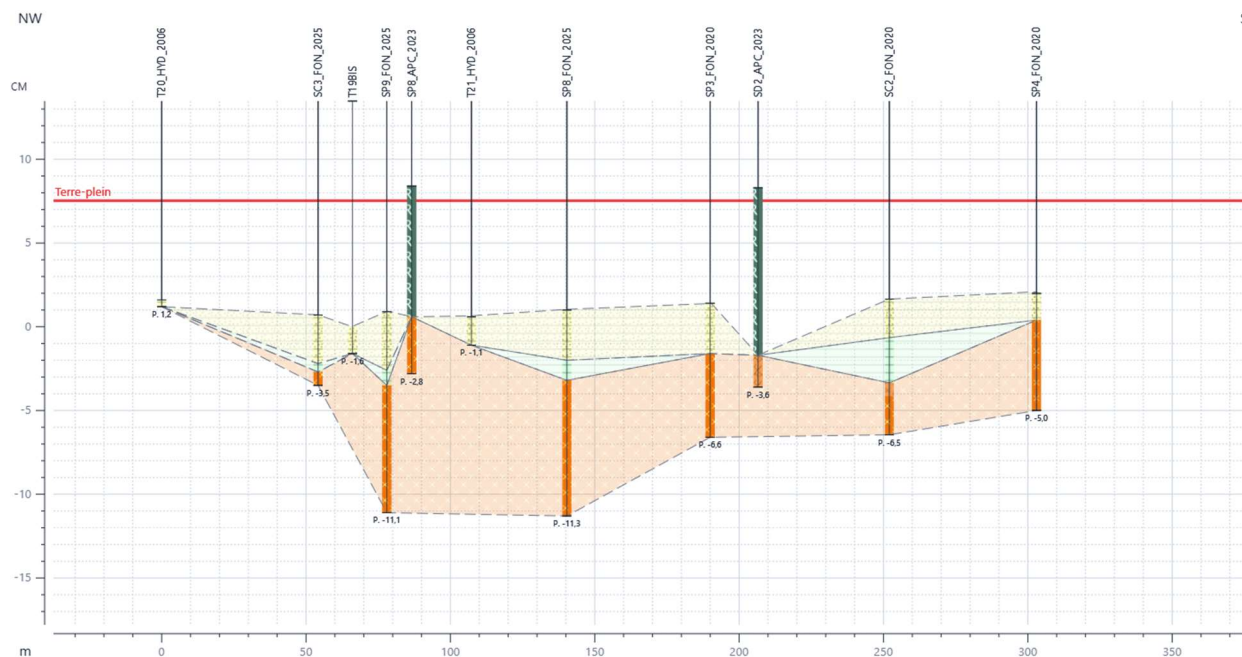
- faciès 1 : vase,
- faciès 2 : sable dunaire,
- faciès 3 : sable grossier à moyen,
- faciès 4 : argile,
- faciès 5 : substratum gneissique.

Nota : on assimile sans distinction dans ce faciès les horizons arénisés à fragmentés.

6.3.2 SUCCESSION LITHOLOGIQUE

Pour chaque ouvrage, des coupes lithologiques ont été réalisées sur la base des investigations pour rendre compte de la succession des horizons :

► EXTENSION DU TERRE-PLEIN SUD

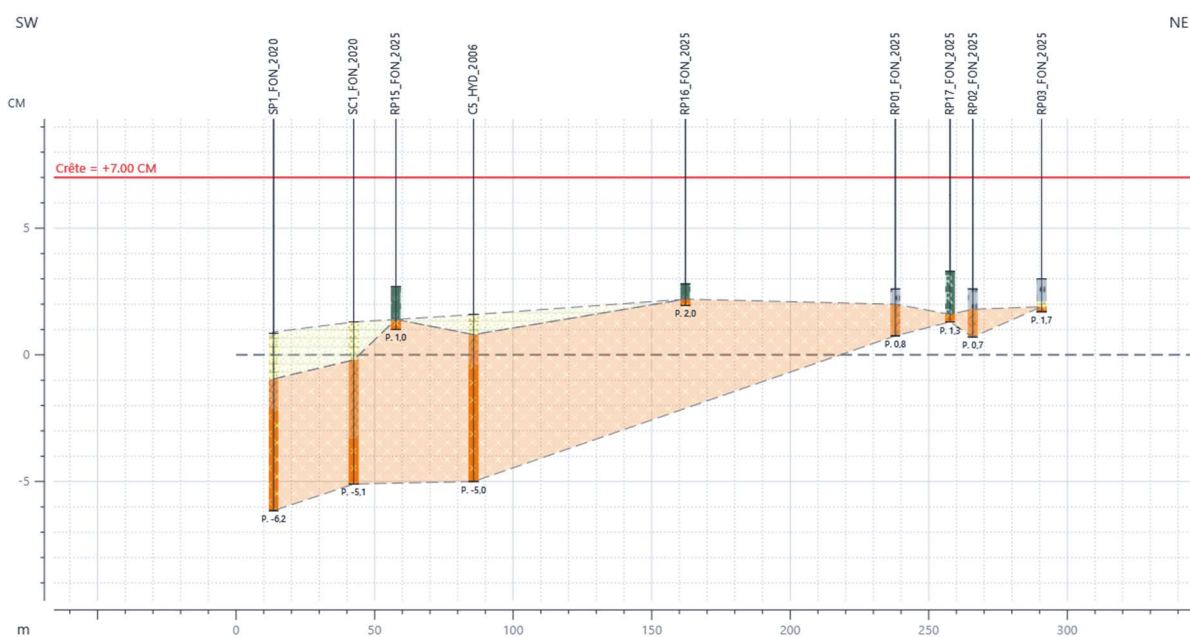


Le sondage T19 qui montrait une profondeur importante d'argile a été substitué par le sondage T19_BIS réalisé par le prestataire géophysique, jusqu'à 1,6 m de profondeur et décrivant du sable. Ces conclusions sont par ailleurs cohérentes avec SC3 et SP9 qui n'ont mis en évidence qu'une faible épaisseur d'argile.

Le substratum gneissique remonte vers l'Est comme observé par les investigations géophysiques. Par ailleurs, on observe une forte remontée de son toit au droit SP8_APC, réalisé sur le terre-plein, en cohérence avec la photo aérienne 1950-1965 qui montrait un affleurement rocheux à l'emplacement de l'actuel terre-plein.

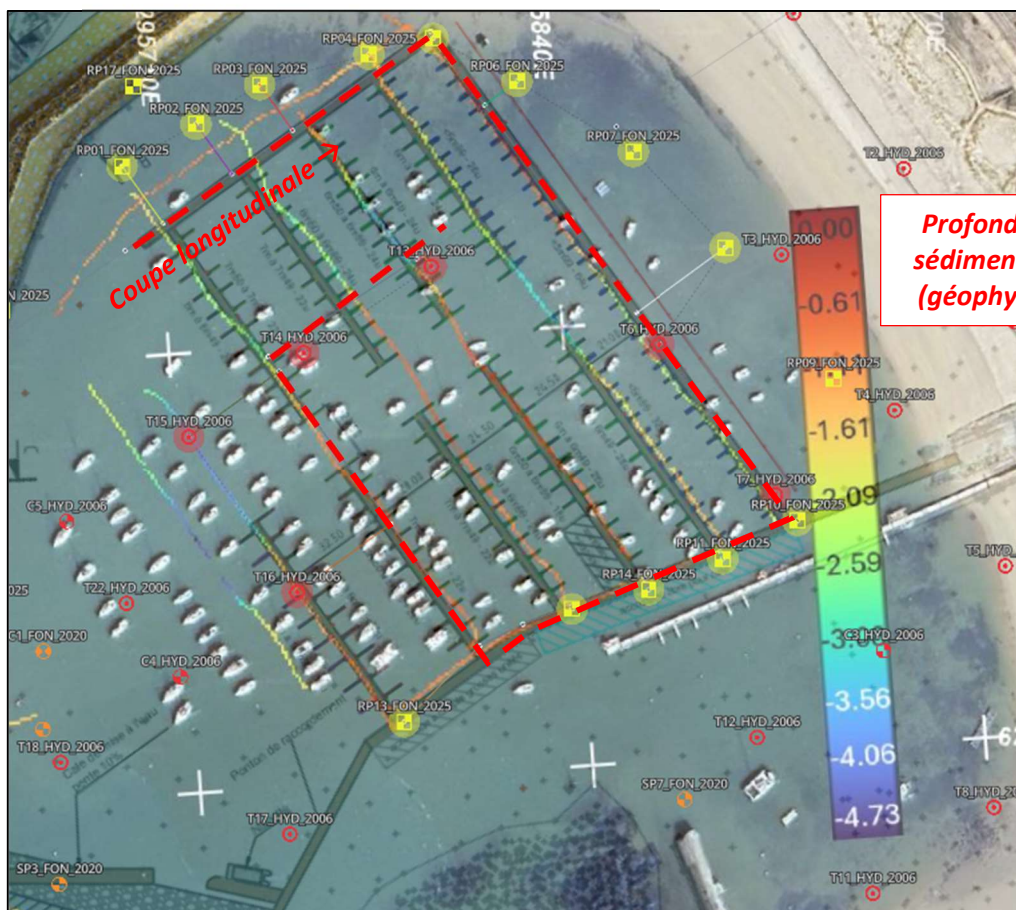
L'argile est peu présente au droit des sondages, quelques bancs s'intercalent entre le sable grossier à moyen et le toit du substratum gneissique.

► ELARGISSEMENT DE LA DIGUE

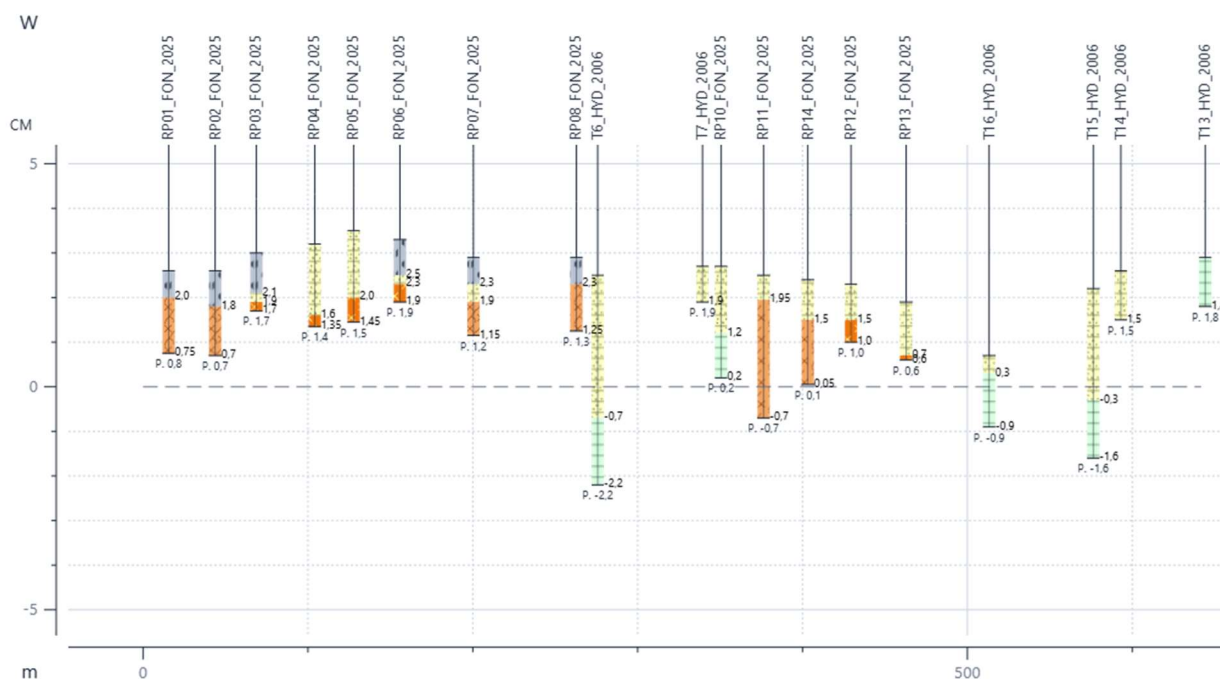


Le sable moyen à grossier n'est présent qu'à l'extrémité Sud de la digue au droit de SP1, et une vingtaine de mètres à l'Est (SC1 et C5). Au niveau des sondages accolés à la digue existante (RP15 à RP17), on retrouve le substratum gneissique directement sous les remblais de la piste d'accès actuelle.

▶ **PIEUX GUIDES DES PONTS**



Profondeur de sédiments en m (géophys. 2025)



En partie Nord (RP1 à RP6), le substratum gneissique est rencontré rapidement après le faciès vasard ou les sables moyens à grossiers.

On peut noter qu'au niveau de T6, les investigations géophysiques donnent une épaisseur de sédiments de 2,0 m et un toit du rocher à -4.5 m NGF, soit -1.5 m CM, alors que celui-ci n'est pas atteint à -2,2 m CM selon le sondage, ce qui peut s'expliquer par l'imprécision de la location du sondage.

A l'extrémité Sud, au niveau de RP10, on remarque que le toit du substratum plonge de manière notable par rapport à RP11, ce qui est également mis en évidence par les investigations géophysiques. Cependant et de manière générale, le substratum est observable sur l'ensemble des sondages du ponton Sud (RP11 à RP13).

Pour le reste (T13 à T16), le toit du substratum n'a pas été observé. La succession lithologique sera déterminée à partir de l'analyse des résultats géophysiques.

► MODELE GEOTECHNIQUE

Les principales valeurs caractéristiques retenues dans chaque faciès, sur la base des sondages et essais réalisés, sont les suivantes :

	3 : SABLE MOYEN A GROSSIER	4 : ARGILE	5 : GNEISS
Poids volumique γ_h (kN/m³)	19	18	21
Cohésion c' (kPa)	0	6	5
Angle de frottement φ' (°)	40	25	40
Module E_M (MPa)	2,1	3,3	100
Pression de fluage P_f (MPa)	0,20	0,30	3,0
Pression limite P_e (MPa)	0,35	0,45	4,5
Coefficient rhéologique α	0,33	0,67	0,50

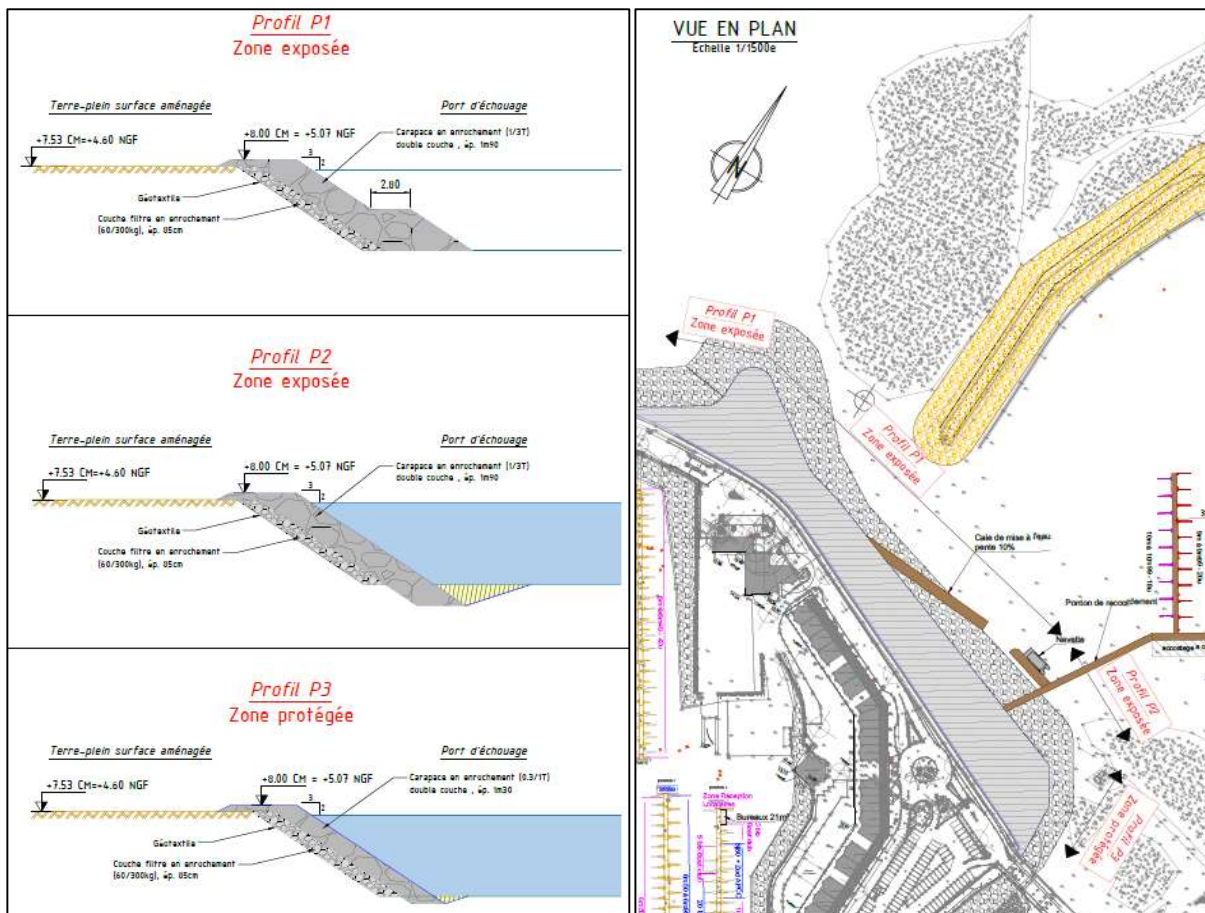


7. DONNEES DU PROJET

7.1 NATURE ET GEOMETRIE DES OUVRAGES

► EXTENSION DU TERRE-PLEIN SUD

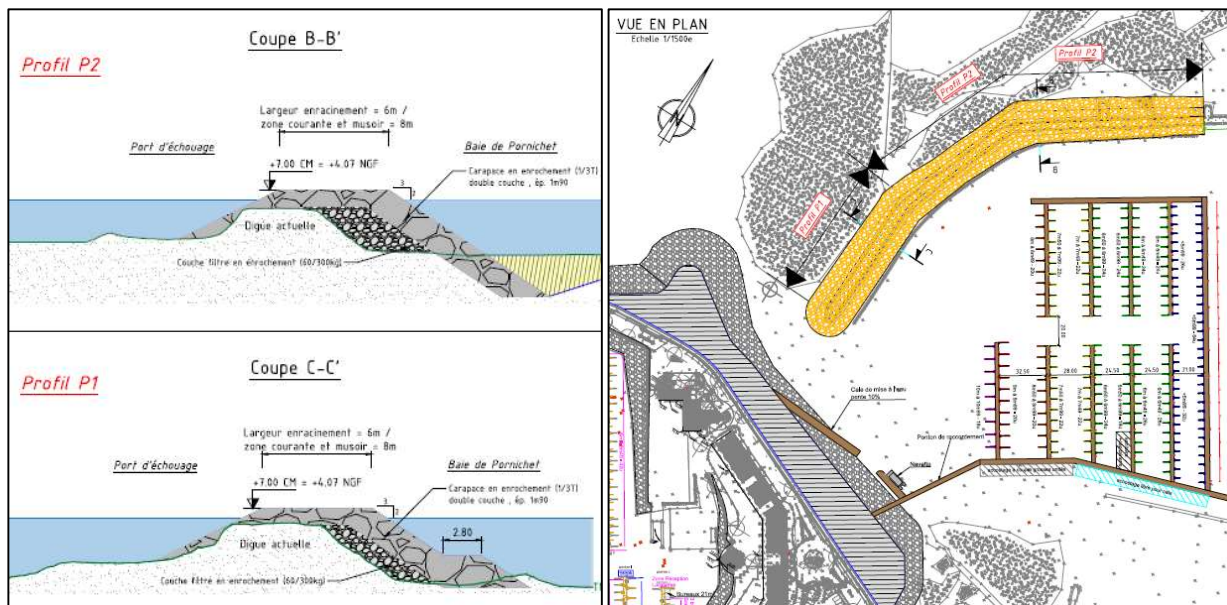
Le terre-plein du port à flot est prévu d'être élargi d'une trentaine de mètres vers le Nord. La plate-forme sera livrée à la cote +7.53 m CM et la tête des digues arasées à +8.0 m CM. Les talus seront dressés à 3H/2V et revêtus d'une carapace en enrochement double couche. Le terre-plein sera soumis à une surcharge d'exploitation de 2 t/m².



Plan de masse des travaux d'élargissement du terre-plein, source : mémoire technique Charier

► ELARGISSEMENT DE LA DIGUE

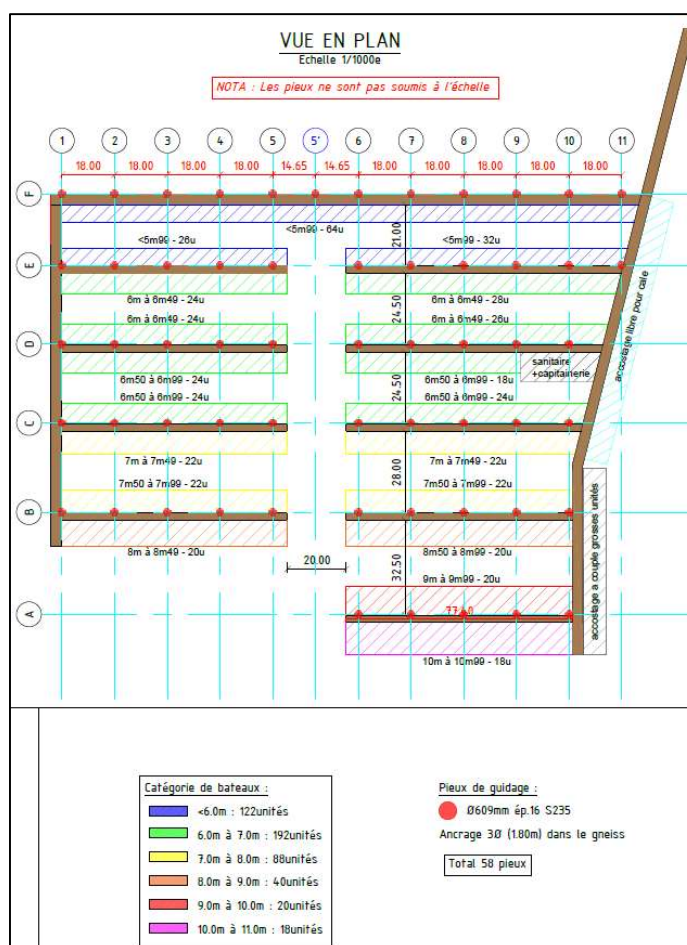
La digue de protection du port d'échouage est prévue d'être élargie sur une largeur de 8 m et réhaussée d'environ 1 m pour atteindre +7.0 CM. La digue sera revêtue d'une carapace en double couche d'enrochement avec des talus dressés à 3H/2V.



Plan de masse des travaux d'élargissement de la digue, source : mémoire technique Charier

▶ **PIEUX GUIDES DES PONTS**

Dans le port d'échouage, il est prévu le fonçage d'environ 58 pieux de guidage, de diamètre 609 mm, espacés tous les 14 à 18 m. Les pieux de guidage seront soumis essentiellement à des efforts horizontaux.



Plan de masse des travaux d'aménagement des pontons, source : mémoire technique Charier

7.2 CATEGORIE GEOTECHNIQUE

Pour une classe de conséquence CC2, nous retiendrons une catégorie géotechnique 2 pour le dimensionnement des ouvrages.

8. RECOMMANDATIONS TECHNIQUES

8.1 TRAVAUX DE TERRASSEMENT POUR LA DIGUE ET LE TERRE-PLEIN

8.1.1 GENERALITES

Les remblais seront réalisés après décapage systématique des matériaux vasards et des sables de tête sur une épaisseur de 1,0 m minimum. De ce fait, les remblais pourront être établis indépendamment sur les faciès 3 à 5 (sable moyen à grossier, argile, substratum gneissique).

Les remblais seront réalisés par des matériaux d'apport constitués de tout venant de carrière type C₁A₁ ou C₁B₅ au sens du GTR 2000. Ils devront être plutôt anguleux que roulés pour permettre une meilleure résistance au cisaillement.

Les travaux de remblaiement seront réalisés conformément aux dispositions de la norme NF EN 16907.

La montée du remblai sera réalisée de manière homogène sur toute la surface du terre-plein.

Le comportement des sols de cette classe étant assez justement apprécié par celui de leur fraction 0/50 mm (soit A₁ ou B₅), ils ne seront pas utilisables en conditions immergés a priori. Pour garantir leur insensibilité à l'eau, ils pourront être criblés à 2 mm pour isoler la fraction sablo-graveleuse. De cette manière, ils pourront être mis en œuvre par déversement sans compactage mécanique ou par voie hydraulique.

Hors d'eau dans la partie supérieure du remblai, les matériaux seront mis en œuvre et compactés par des techniques « terrestres » (selon leur état hydrique s, m ou h) avec un objectif q4 suivant les dispositions du guide GTR 2023.

8.1.2 CARAPACE - SOUS-COUCHE ET BUTEE DE PIED

La carapace sera dimensionnée en fonction des conditions de mer et du degré de protection retenue. De même, le pied de digue sera réalisé afin de participer à la protection du corps de digue et aussi assurer sa stabilité.

A chaque changement de matériaux, un filtre granulaire sera prévu, ici entre la carapace et le corps de digue. La coupe de principe ci-dessous, extrait du Rock Manual du CETMEF (chapitre 6- présente le cas de l'élargissement de digue où l'ancrage atteindra le substratum gneissique :

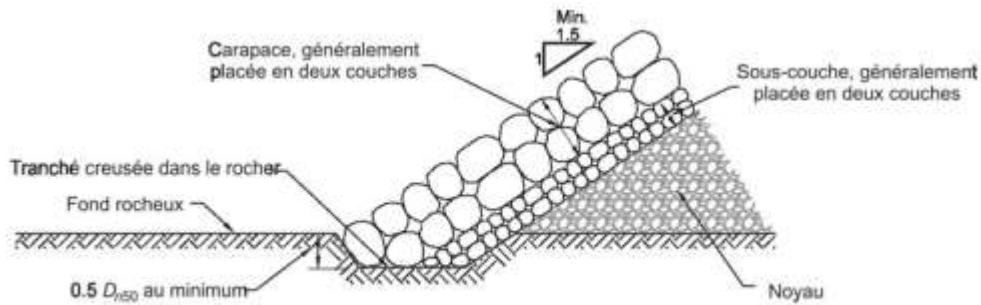


Figure 6.58 Détail d'un pied - 1b Fond rocheux: excavation d'une tranchée

Pour le terre-plein, afin de se prémunir d'éventuels risques d'affouillement, l'ancrage devra être recherché jusqu'au toit du substratum granitique (dans la limite de 3,0 m de profondeur par rapport au TN), ou la carapace devra être prolongée en pied selon la coupe de principe suivante :

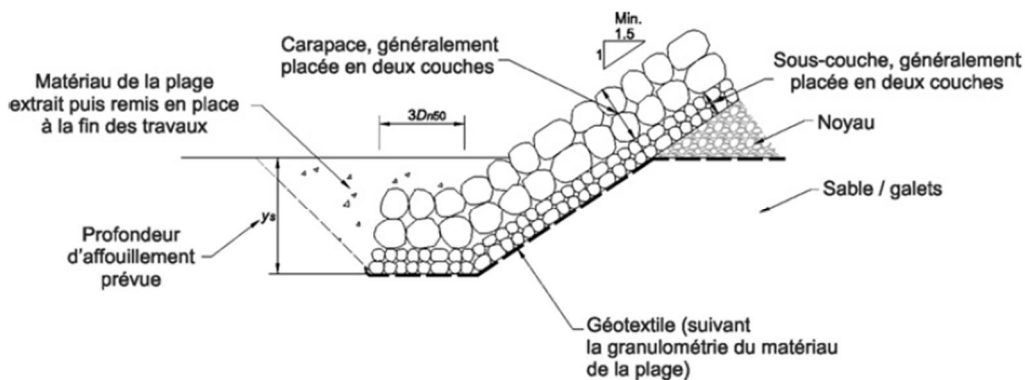


Figure 6.62 Détail d'un pied - 3b Plage de sable ou de galets ayant un potentiel d'affouillement modéré

8.1.3 VALEURS SEUILS – CRITERES DE RECEPTION - SUIVI

En cours de chantier, les contrôles seront les suivants :

- planche d'essais au démarrage du chantier (pour chaque source d'approvisionnement),
- chaque jour :
 - 3 mesures de teneur en eau,
 - rapport de compactage comprenant :
 - ▶ conditions météorologiques,
 - ▶ matériaux mis en œuvre,
 - ▶ zone remblayée.

Les contrôles en fin de chantier seront les suivants :

- essais au pénétrodensitomètre (1 tous les 50 ml),
- essais à la plaque sur la dernière couche du remblai du terre-plein (1 essai tous les 500 m²).

8.2 JUSTIFICATIONS DES OUVRAGES

8.2.1 EXTENSION DU TERRE-PLEIN SUD

8.2.1.1 Hypothèses complémentaires

Sur la base des coupes de principe disponibles en 7.1, l'ancrage de la carapace est calé vers la cote +1.3 m CM. Cette cote correspondant au fond bathymétrique, nous avons considéré également comme en G2AVP que l'ancrage atteindra a minima -2.0 m CM par hypothèse. A cette cote, l'ancrage de la carapace se situera soit dans l'argile, soit dans le substratum gneissique.

Pour la stabilité de la berge concernant les niveaux d'eau, la situation défavorable de calcul correspond à l'écart maximal entre le niveau extérieur (marée) et le niveau d'eau à l'intérieur du terre-plein. Aucun suivi piézométrique ne nous ayant été fourni, nous ne disposons d'aucune information pour modéliser le déphasage du niveau d'eau dans le terre-plein par rapport au marnage.

En conséquence, on retient un déphasage équivalent aux niveaux basse mer/pleine mer pour les situations suivantes :

	COURANTE (VIVE-EAU)	TRANSITOIRE (MER ASTRONOMIQUE)
Niveau terre-plein (m CM)	+5.50	+6.22
Niveau extérieur (m CM)	+0.85	-0.01

Il est à noter que ces hypothèses sont particulièrement conservatrices.

8.2.1.2 Stabilité générale

Un calcul de stabilité de la berge en aval de l'écran est effectué, selon la méthode de Bishop, avec le logiciel TALREN. L'approche de calcul utilisée est L'approche de calcul 3 selon l'EC7 : A2 « + » M2 « + » R3.

On doit vérifier pour toutes les surfaces de glissement potentielles :

$$T_{dt;d} \leq R_{st;d} / \gamma_{R;d} \quad (10.2.1)$$

où

$T_{dt;d}$ est la valeur de calcul de l'effet déstabilisant des actions qui agissent sur le massif limité par la surface de glissement étudiée

$R_{st;d}$ est la valeur de calcul de la résistance stabilisatrice ultime mobilisée le long de la surface de glissement correspondante

$\gamma_{R;d}$ est un facteur partiel de modèle dit de mobilisation de la résistance au cisaillement du sol

Le facteur partiel de modèle $\gamma_{R;d} = 1,1$ pour les ouvrages peu sensibles aux déformations (NF P 94-270 – 10.5).

Les facteurs partiels à considérer en approche 3 sont les suivants :

Désignation	Notation EC7	Valeur
Poids propre	γ_V	1
Surcharge variable	γ_Q	1,3
Angle de frottement	$\gamma_{\varphi'}$	1,25
Cohésion effective	$\gamma_{c'}$	1,25
Résistance globale au cisaillement	$\gamma_{R,d} \times \gamma_{R,e}$	1 x 1,1 = 1,1

L'inégalité ci-avant est vérifiée pour un coefficient de sécurité calculé F_{min} supérieur ou égal à 1 dans le logiciel TALREN.

Les surfaces de rupture circulaires seront cherchées automatiquement par le logiciel Talren selon deux conditions :

- sortie des cercles de rupture par le pied de l'ancrage de la carapace,
- passage du cercle de rupture refusé dans l'enrochement de la carapace.

Le calcul est réalisé pour les différentes situations caractéristiques suivantes (sur la base des niveaux d'eau définis dans la partie précédente) :

- coupe type avec un ancrage à +1.3 m CM dans le sable moyen à grossier, vive eau
- ancrage à -2.0 m CM dans l'argile, vive eau,
- ancrage à -2.0 m CM dans l'argile, mer astronomique.

Aucun calcul n'a été réalisé pour un ancrage de la carapace dans le substratum gneissique dans la mesure où cette situation ne posera pas de problème de stabilité.

Les résultats sont disponibles en annexe, l'ensemble des situations est vérifié réglementairement.

8.2.1.3 Etat limite de défaut de portance

La condition d'état limite est définie par :

$$\frac{q_u}{\gamma_R} \geq \gamma_d q$$

soit $q_u \geq 1,68 q$

avec γ_R coefficient partiel sur la cohésion non drainée ($\gamma_R = 1,4$)

γ_d coefficient de modèle ($\gamma_d = 1,2$)

$$q = \gamma H$$

avec $q_u = (\pi+2)c_u$ et par corrélation en considérant $c_u \approx (5,5 \text{ à } 6,5) P_{le}$ et $q_u \approx 0.8. P_{le}^*$

La bathymétrie et le nivellement des sondages au droit de l'extension montrent un fond vers +0.50 m CM au maximum. Le terre-plein étant livré à +7.53 m CM, la surcharge associée est approximativement de 140 kPa et donne $1,68q = 235$ kPa.

Considérant une assise du terre-plein dans les sables grossiers à moyen (pression limite la plus pénalisante), on estime q_u à 280 kPa.

La condition de non-poinçonnement est donc vérifiée.

8.2.1.4 Tassements

L'estimation des tassements ci-après est réalisée sur la base de la coupe type suivante (SC2) la plus défavorable :

Faciès	Cote base (m CM)	Epaisseur (m)
Remblais d'apport	1.0	7,0
Faciès 3 - Sable	-1.5	2,5
Faciès 4 - Argile	-3.5	2,0

Sans tenir compte de la diffusion de la charge en profondeur (conservateur) et d'une potentielle surconsolidation des matériaux (déjà établie pour les argiles), les tassements sous le rechargement attendu sont estimés par le produit de la surcharge liée au remblai et H/E_{oedo} où $E_{oedo} = E_M/\alpha$.

On obtient ainsi les tassements suivants pour une surcharge de 140 kPa :

Faciès	Epaisseur (m)	E_{oedo} (kPa)	Tassement (mm)
Sable moyen à grossier	2,5	9400	37
Argile	2,0	4900	57

Les tassements totaux estimés sont ainsi de l'ordre de 10 cm. Les tassements des sables moyens à grossier se réaliseront rapidement et au fur et à mesure de la montée des remblais.

Une estimation de la durée des tassements des argiles en négligeant le tassement propre du remblai (mise en œuvre soignée, compactage) constituant le terre-plein est présentée ci-après avec les données suivantes :

Surcharge maximum (kPa)	Epaisseur (m)	Tassements (cm)	C_v (m^2/s)	T_v	U (%)
140	2,0	6	2.10^{-8}	0,162	45

Selon la méthode œdométrique, il est possible de calculer la durée du tassement t pour un degré de consolidation U donné, dépendant du facteur T_v :

$$t = \frac{T_v \cdot H^2}{C_v}$$

Avec H la longueur de drainage (égale à l'épaisseur de la couche concernée considérant qu'elle ne sera pas drainée), et T_v donné par des abaques en fonction de U .

Les tassements au bout d'un an seront ainsi atteints à 45 % (375 jours), soit 3 cm environ. Il faudra entre 5 et 6 ans pour obtenir 90 % de ceux-ci (3 cm).

8.2.2 ELARGISSEMENT DE LA DIGUE

L'ouvrage étant réputé stable, son élargissement et confortement avec une nouvelle carapace ne pourront qu'améliorer sa stabilité plus encore.

Aucun sujet de portance ou de tassement n'est donc identifié, d'autant plus que l'ouvrage reposera directement au toit du substratum gneissique.

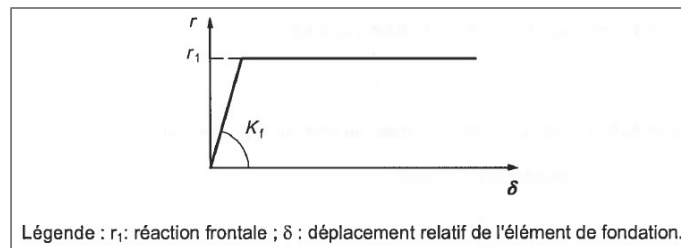
8.2.3 PIEUX GUIDES DES PONTONS

La problématique des pieux de guidage des pontons est uniquement liée à la reprise des efforts horizontaux. Du fait de l'irrégularité du toit du substratum et de sa très faible profondeur par endroit, nous recommandons de prévoir des pieux de type foré (et non battus) ancrés de 1,5 m minimum dans le substratum pour assurer la reprise des efforts horizontaux par mobilisation de la butée.

En effet, le toit du substratum gneissique est observable vers +1.5 m CM sur les pontons Nord, jusqu'à près de -3.0 m CM au niveau des pontons Est par interprétation des investigations géophysiques (secteur de T14 à T16).

Les lois d'interaction décrivant le comportement transversal des pieux sont définies dans l'annexe I de la norme NF P 94 262 et dépendent du type de sollicitations : très brève, courte ou longue durée d'application et sismique.

Généralement (hors situations accidentelles très brèves de type chocs), la courbe de réaction frontale en fonction du déplacement relatif sol/pieu est la suivante pour un pieu isolé :



Loi de réaction frontale - cas général

Pour des sollicitations de courte durée, les paramètres sont déterminés à partir des résultats pressiométriques par les relations suivantes, où B est le diamètre du pieu :

- $r_1 = p_f^* \cdot B$
- $K_{f,CD} = \frac{12E_m}{\frac{4}{3} \frac{B_0}{B} \left[2,65 \frac{B}{B_0} \right]^\alpha + \alpha}$ pour $B \geq B_0 = 0,6m$

Pour des sollicitations de longue durée d'application, la courbe de réaction frontale et le paramètre r_1 sont similaires, tandis que le module linéique $K_{f,LD} = 0,5 \cdot K_{f,CD}$

D'après l'annexe I, à proximité de la surface sur une hauteur de 4B (sols frottants), le module linéique et le palier sont minorés de la façon suivante :

- $K_{idég} = 0,5 \cdot K_i$
- $r_{1dég} = 0,7 \cdot r_1$

Les horizons vasards seront négligés pour les justifications.

Pour des pieux de 609 mm de diamètre, les paramètres suivants sont ainsi proposés :

	Courte durée d'application	
	$\varnothing = 609 \text{ mm}$ $K_i \text{ (MPa)}$	$r_1 \text{ (MPa.m)}$
Sable moyen à grossier	11,7	0,12
Argile	12,3	0,18
Substratum gneissique	450	1,8

8.3 CONTROLES ET SUIVI (PHASES CHANTIER ET DEFINITIVE)

Dans le cadre de sa mission d'étude et de suivi géotechniques d'exécution (mission G3) réalisée en interne ou sous-traitée à une ingénierie spécialisée, l'entreprise devra prévoir la fourniture des éléments suivants à la Maîtrise d'Œuvre, au contrôleur technique et au géotechnicien en charge de la mission de supervision (mission G4) :

	G3 PHASE ETUDE	G3 PHASE SUIVI
Travaux préalables Préparation du chantier	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Planning prévisionnel 	
Terrassements du terre-plein et de la digue	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fiches des matériaux retenus pour constituer le terre-plein et la digue ▪ Résultats des essais de laboratoire ▪ Moyen de compactage et méthodologie ▪ Présentation des contrôles prévus 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Contrôles visuels du fond de forme ▪ Alerte systématique du géotechnicien en cas d'anomalie ▪ Contrôles des pentes ▪ Rapport journalier de compactage et de suivi des teneurs en eau ▪ Résultats des contrôles
Pieux	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Plan d'implantation ▪ Note de calculs de justification des fondations ▪ Procédure de suivi et de contrôle 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Contrôle systématique des encastremets et des ancrages ▪ Résultat des contrôles ▪ Alerte du géotechnicien ▪ Signalisation de toute anomalie

9. ALEAS RESIDUELS

9.1 PRINCIPALES INCERTITUDES SUR LE PROJET

Le dimensionnement des fondations profondes devra être réalisé pour chaque pieu par les entreprises dans le cadre de la mission G3 phase étude.

La stabilité de la berge du terre-plein devra être vérifiée de nouveau sur la base des coupes de principe définitives. Les dispositions pour se prémunir des affouillements devront également être justifiées par l'entreprise.

9.2 PRINCIPALES INCERTITUDES SUR LE CONTEXTE

Les profondeurs des pieux et l'ancrage de carapaces seront adaptées au contexte mis en évidence lors des travaux. Les principales incertitudes concernent :

- les niveaux d'eau à prendre en compte dans le terre-plein en fonction des marées,
- les variations du toit du substratum gneissique pour les pieux sur l'intégralité du linéaire du ponton,
- la présence de lentilles d'argiles non découvertes lors des campagnes de sondages géotechniques.

10. ENCHAINEMENT DES MISSIONS GEOTECHNIQUES

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechniques définies par la norme NF P 94-500, doit suivre les étapes d'élaboration et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géologiques.

La présente étude géotechnique de conception, phase Projet (G2 PRO) a été réalisée en fonction des seules informations fournies, citées au paragraphe 2. Le rapport issu de cette mission sert de base à l'élaboration du DCE.

Cette mission géotechnique de conception se termine par la phase DCE/ACT (G2 DCE/ACT) qui permet d'associer le géotechnicien à l'élaboration du DCE et au choix des entreprises pour les ouvrages géotechniques, pour une meilleure appréciation de la technicité et donc des coûts de réalisation.

Les entreprises devront fournir leur étude géotechnique d'exécution (G3 phase étude) avant le début des travaux, et assurer un suivi de l'exécution des ouvrages géotechniques en phase travaux (G3 phase suivi).

En parallèle, une mission de supervision géotechnique d'exécution (G4 phases étude et suivi) pour le compte du Maître d'Ouvrage permettra de vérifier la conformité entre les objectifs du projet et l'étude géotechnique d'exécution et de formuler un avis sur les adaptations ou optimisations potentielles des ouvrages géotechniques proposés par l'entreprise, en phase étude et en phase travaux par interventions ponctuelles sur le chantier.

Les modifications du projet, mais aussi de son environnement immédiat et de la configuration du terrain, devront nous être communiquées afin d'en vérifier l'incidence sur les ouvrages géotechniques.

Nous restons à la disposition du Maître d'Ouvrage et de son Maître d'œuvre pour leur fournir tout renseignement complémentaire.

Rédigé par

Romain BRIELLES

Responsable agence Pays de Loire

Vérifié par

Anne CHASSAING

Ingénieur Cellule Conception

Bastien FOUGERE

Ingénieur Cellule Conception

PIECES ANNEXES



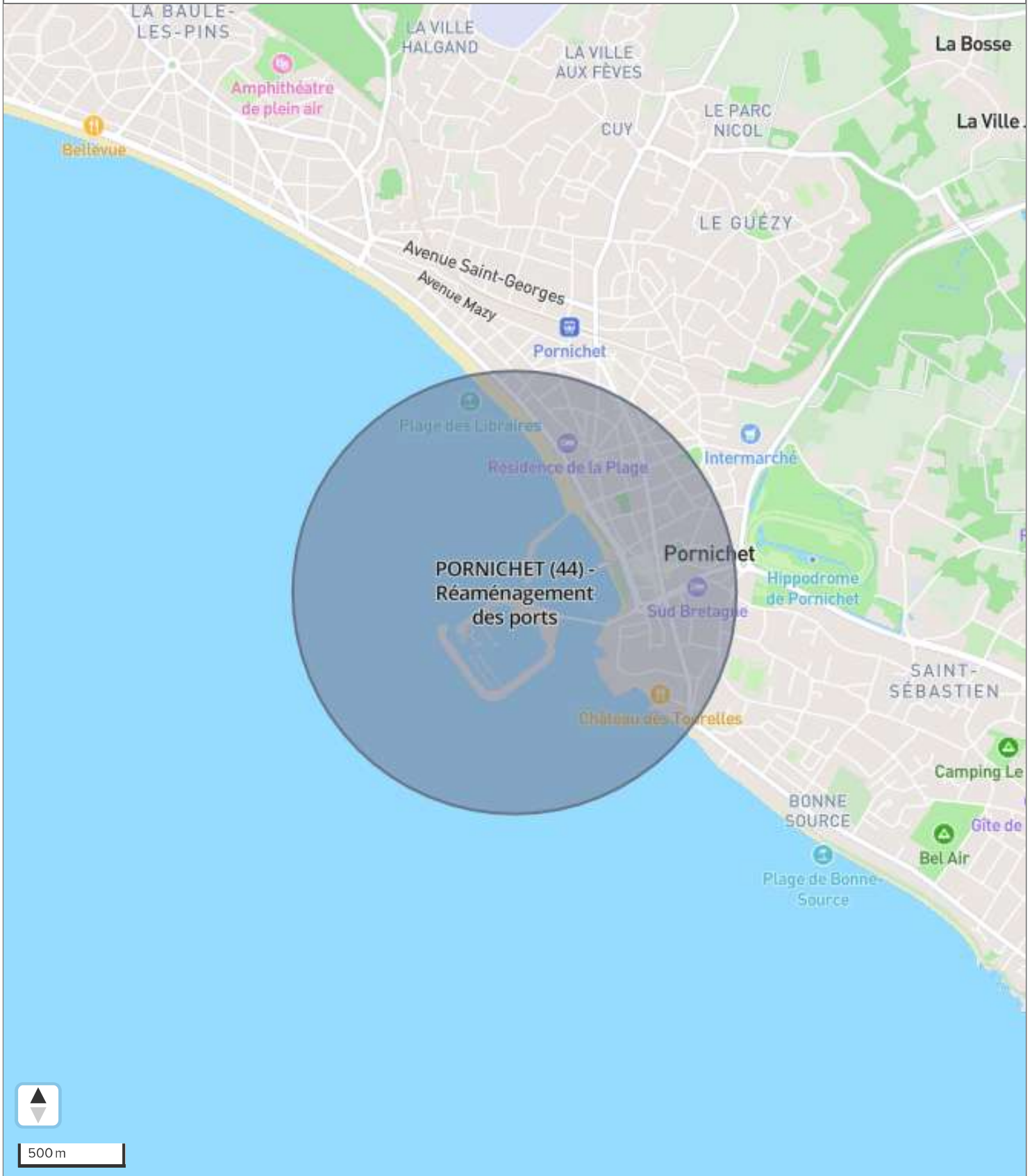
▶ **ANNEXE 1 : PLANS D'IMPLANTATION
DES SONDAGES & TABLEAU DE
RECOLEMENT (7 PAGES)**

PORNICHET (44) - Réaménagement des ports

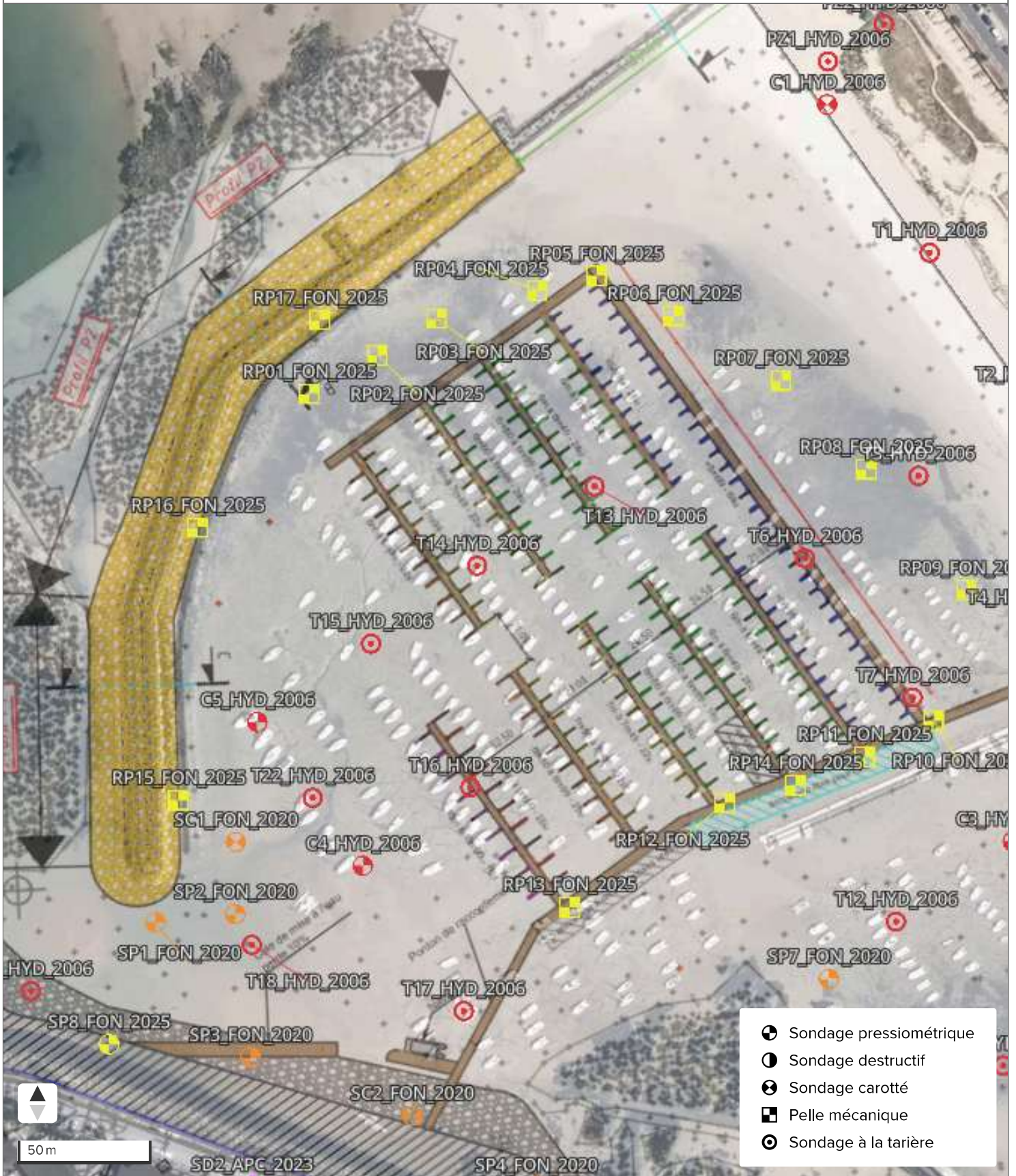
Affaire n°AN004705
Client: CHARIER GC



Plan de localisation



Plan d'implantation



Plan d'implantation



Plan d'implantation



Plan d'implantation

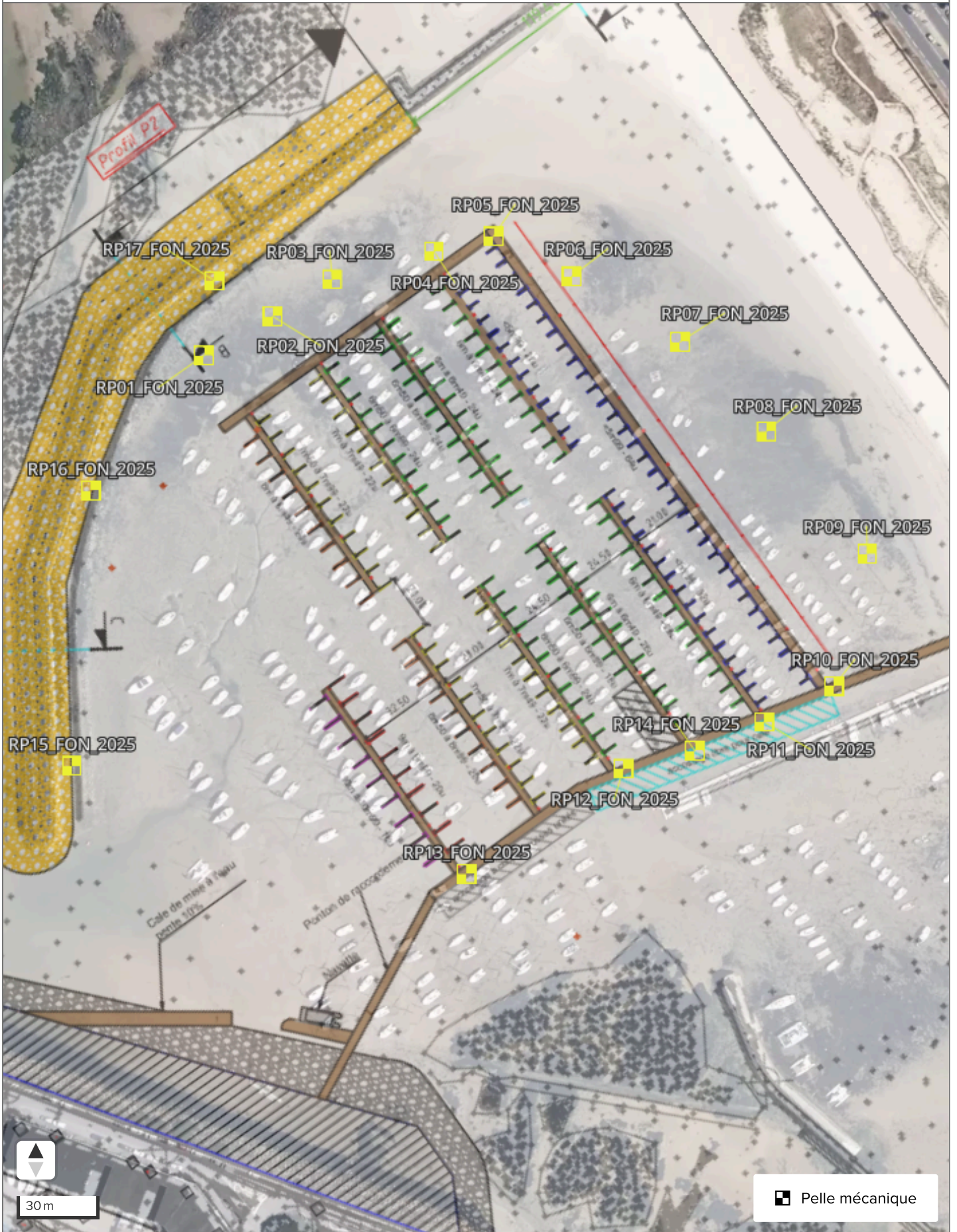


Tableau de récolement des sondages utilisés

Précision des levés planimétriques (x,y) : plurimétriques pour les sondages APC et Hydrogéotechnique, métrique pour Fondouest.

Précision des nivellements (z) : décimétrique

CAMPAGNE	NOM	X RGF93 CC47	Y RGF93 CC47	ÉLEVATION CM	PROFONDEUR M
FONDOUEST 2025	SC3_FON_2025	1295530	6242703	0,7	4,2
	SP8_FON_2025	1295608	6242666	1,0	12,3
	SP9_FON_2025	1295549	6242687	0,9	12,0
	RP01_FON_2025	1295697	6242896	2,6	1,9
	RP02_FON_2025	1295722	6242908	2,6	1,9
	RP03_FON_2025	1295744	6242920	3,0	1,3
	RP04_FON_2025	1295782	6242927	3,2	1,9
	RP05_FON_2025	1295803	6242931	3,5	2,1
	RP06_FON_2025	1295830	6242915	3,3	1,4
	RP07_FON_2025	1295867	6242889	2,9	1,8
	RP08_FON_2025	1295896	6242855	2,9	1,7
	RP09_FON_2025	1295929	6242809	3,0	2,4
	RP10_FON_2025	1295914	6242762	2,7	2,5
	RP11_FON_2025	1295888	6242751	2,5	3,2
	RP12_FON_2025	1295837	6242738	2,3	1,3
	RP13_FON_2025	1295778	6242704	1,9	1,3
	RP14_FON_2025	1295863	6242743	2,4	2,4
RP15_FON_2025	1295639	6242753	2,7	1,7	
RP16_FON_2025	1295653	6242850	2,8	0,9	
RP17_FON_2025	1295702	6242922	3,3	2,0	
APC 2023	SP1_APC_2023	1295621	6242598	7,2	13,7
	SP3_APC_2023	1295671	6242562	7,2	13,7
	SP4_APC_2023	1295701	6242562	8,4	15,2
	SP5_APC_2023	1295677	6242508	7,4	12,3
	SP6_APC_2023	1295703	6242460	8,3	11,3
	SP7_APC_2023	1295723	6242472	7,2	12,0
	SP8_APC_2023	1295546	6242660	8,4	11,2
	SD1_APC_2023	1295636	6242593	7,6	12,2
	SD2_APC_2023	1295656	6242611	8,3	11,9
	SD3_APC_2023	1295708	6242515	8,3	12,1
SD4_APC_2023	1295683	6242487	7,4	11,8	
SD9_APC_2023	1295737	6242526	7,4	12,1	
FONDOUEST 2020	SC1_FON_2020	1295659	6242736	1,3	7,0
	SC2_FON_2020	1295716	6242633	1,7	8,1
	SP1_FON_2020	1295628	6242709	0,9	7,0
	SP2_FON_2020	1295657	6242710	1,1	7,7

HYDROGÉOTECHNIQUE 2006

SP3_FON_2020	1295659	6242658	1,4	8,1
SP4_FON_2020	1295759	6242604	2,0	7,0
SP5_FON_2020	1296020	6242688	5,8	15,0
SP6_FON_2020	1295970	6242557	2,4	9,2
SP7_FON_2020	1295870	6242672	2,4	7,0
T1_HYD_2006	1295924	6242931	5,5	13,0
T2_HYD_2006	1295958	6242877	5,6	14,5
T3_HYD_2006	1295915	6242851	3,1	5,0
T4_HYD_2006	1295949	6242797	3,2	3,6
T5_HYD_2006	1295982	6242742	4,9	6,5
T6_HYD_2006	1295872	6242824	2,5	4,7
T7_HYD_2006	1295907	6242771	2,7	0,8
T8_HYD_2006	1295973	6242662	3,2	8,7
T9_HYD_2006	1296005	6242606	4,0	5,2
T10_HYD_2006	1295963	6242581	3,9	1,0
T11_HYD_2006	1295931	6242636	3,6	0,7
T12_HYD_2006	1295896	6242691	2,7	6,8
T13_HYD_2006	1295797	6242855	2,9	1,1
T14_HYD_2006	1295753	6242830	2,6	1,1
T15_HYD_2006	1295713	6242804	2,2	3,8
T16_HYD_2006	1295745	6242750	0,7	1,6
T17_HYD_2006	1295737	6242669	-0,4	6,4
T18_HYD_2006	1295662	6242699	1,8	3,2
T19_HYD_2006	1295543	6242702	1,2	5,0
T20_HYD_2006	1295490	6242746	1,6	0,4
T21_HYD_2006	1295581	6242687	0,6	1,7
T22_HYD_2006	1295688	6242750	1,1	2,0
PZ1_HYD_2006	1295892	6243003	6,1	12,0
PZ2_HYD_2006	1295913	6243015	7,6	13,0
C1_HYD_2006	1295891	6242987	5,7	14,0
C2_HYD_2006	1295991	6242824	6,0	13,1
C3_HYD_2006	1295940	6242717	2,7	7,5
C4_HYD_2006	1295704	6242724	0,7	6,6
C5_HYD_2006	1295670	6242779	1,6	6,6

► **ANNEXE 2 : SONDAGES (76 PAGES)**

► **PAYS DE LA LOIRE**
21 rue de l'Argelette
49070 BEAUCOUZE
02 41 21 03 80
fondouest-paysdelaloire@fondouest.com

PORNICHET (44) - Réaménagement des ports

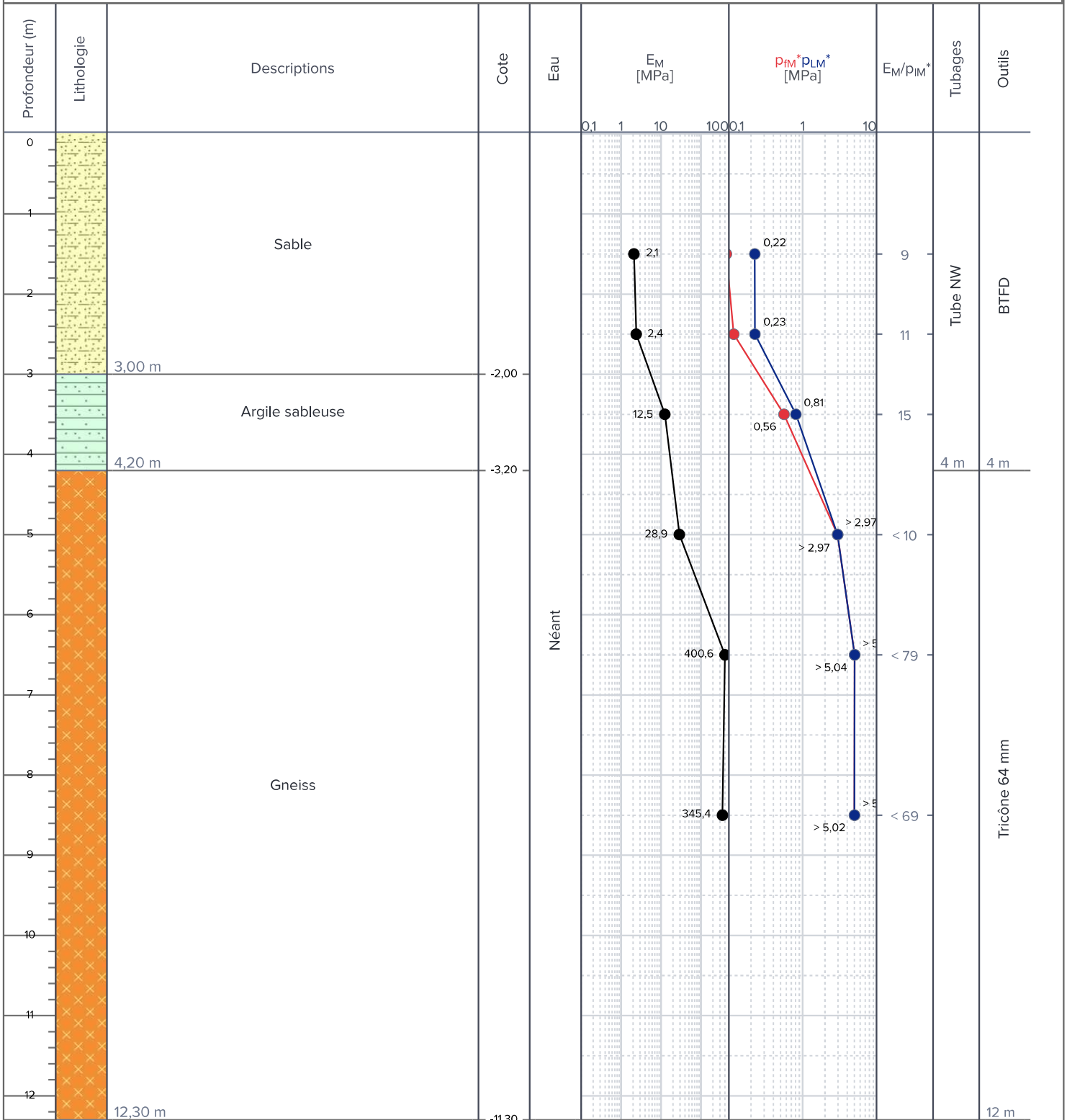


Affaire n°AN004705

Client: CHARIER GC

SP8_FON_2025	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés
	1295 608,20	6 242 666,20	RGF93 / CC47		Mètre
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements
	+1,0 m	12,3 m	-	CM	Décimètre
Début		Fin		Machine	Opérateur
07/04/2025		07/04/2025		ECO402-02	AH

Sondage pressiométrique



PORNICHET (44) - Réaménagement des ports

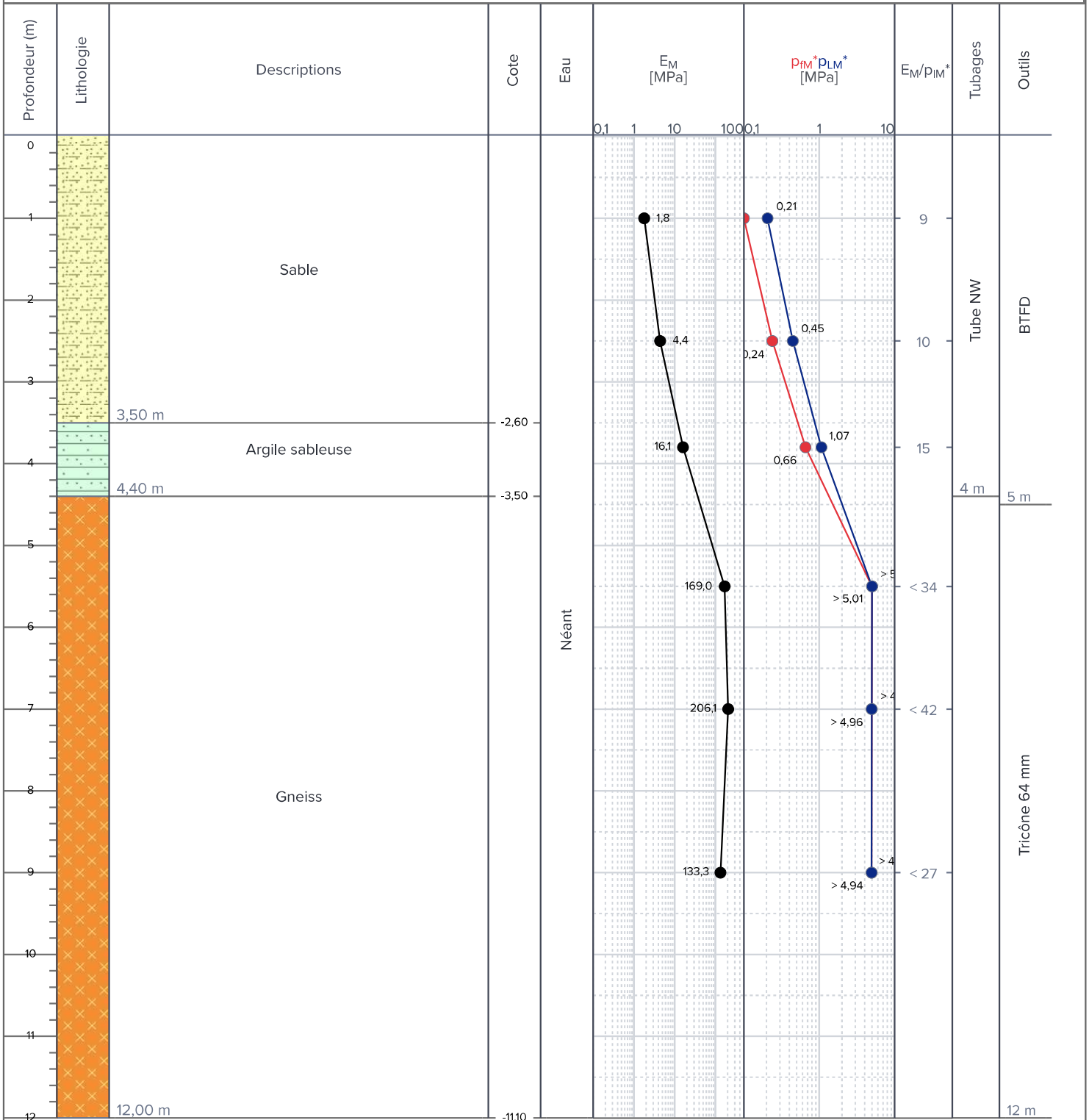


Affaire n°AN004705

Client: CHARIER GC

SP9_FON_2025	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés		
	1295 549,00	6 242 687,00	RGF93 / CC47		Mètre		
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements		
	+0,9 m	12,0 m	-	CM	Décimètre		
Début		Fin		Machine		Opérateur	
08/04/2025		08/04/2025		ECO402-02		AH	

Sondage pressiométrique



PORNICHET (44) - Réaménagement des ports



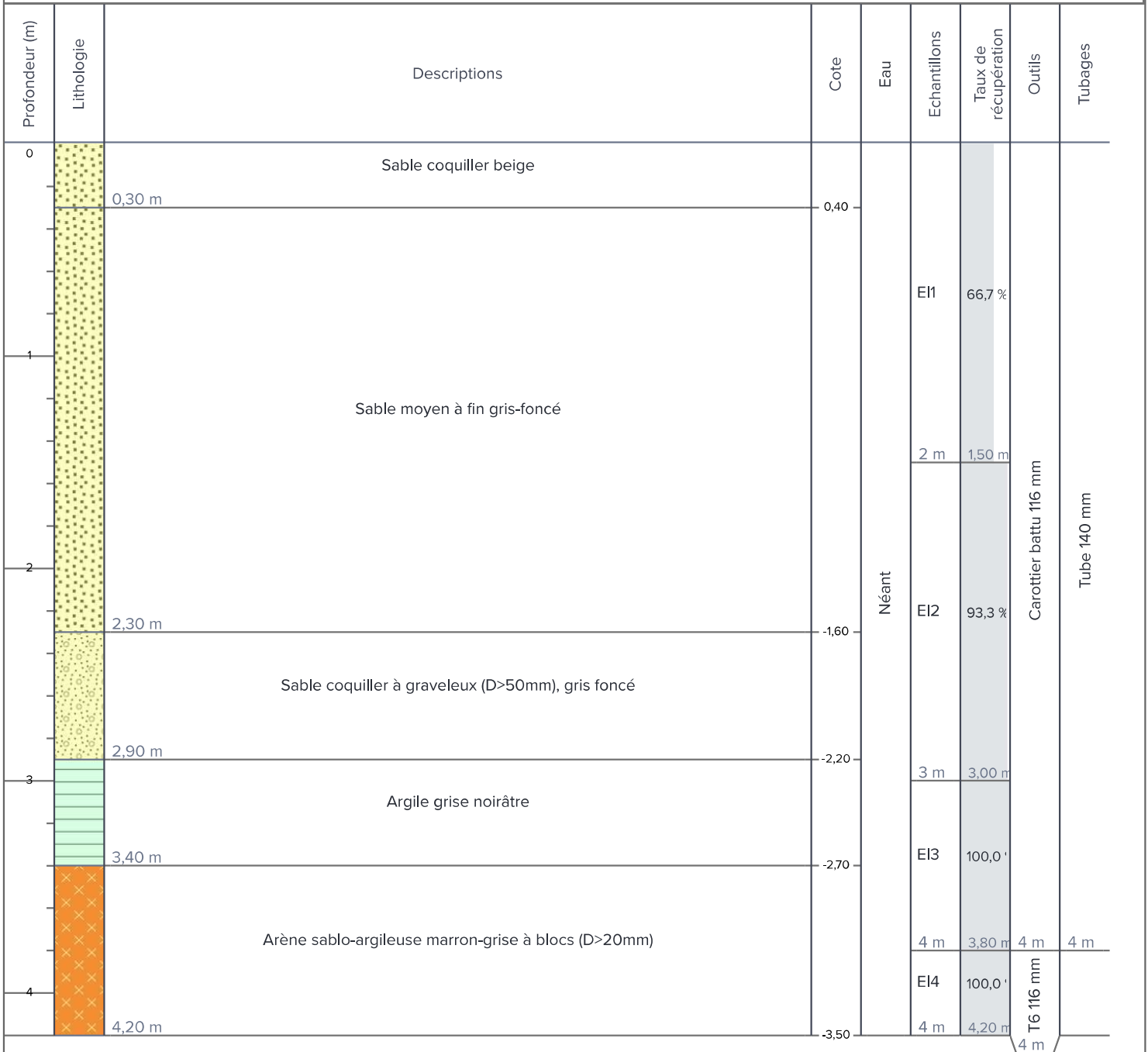
Affaire n°AN004705

Client: CHARIER GC

SC3_FON_2025	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés
	1295 530,00	6 242 703,00	RGF93 / CC47		Mètre
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements
	+0,7 m	4,2 m	-	CM	Décimètre

Début	Fin	Machine	Opérateur
09/04/2025	09/04/2025	ECO402-02	AH

Sondage carotté



PORNICHET (44) - Réaménagement des ports



Affaire n°AN004705

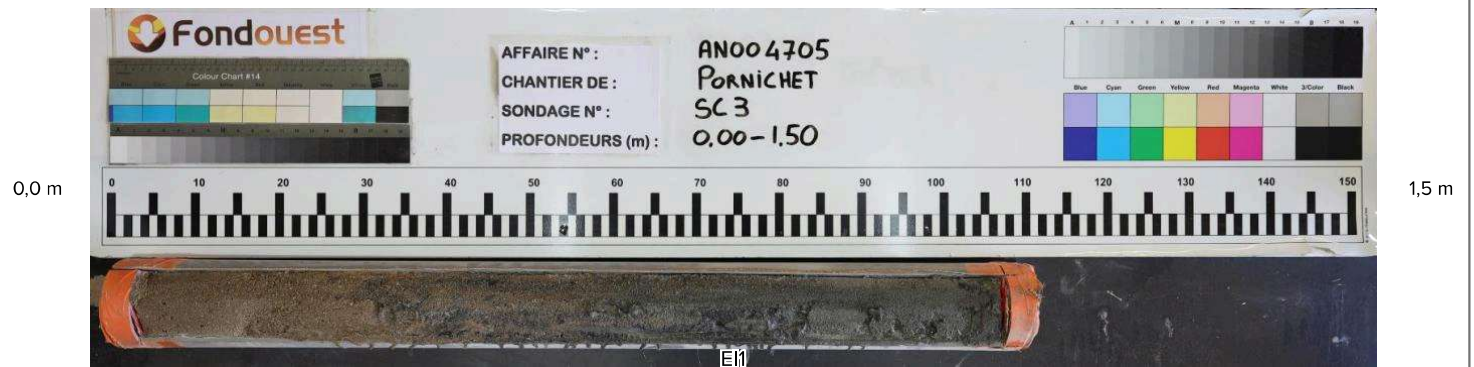
Cliant: CHARIER GC

SC3_FON_2025	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés
	1295 530,00	6 242 703,00	RGF93 / CC47		Mètre
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements
	+0,7 m	4,2 m	-	CM	Décimètre

Début	Fin	Machine	Opérateur
09/04/2025	09/04/2025	ECO402-02	AH

Sondage carotté

PHOTOS CAROTTÉ



PORNICHET(44) - Réaménagement des ports

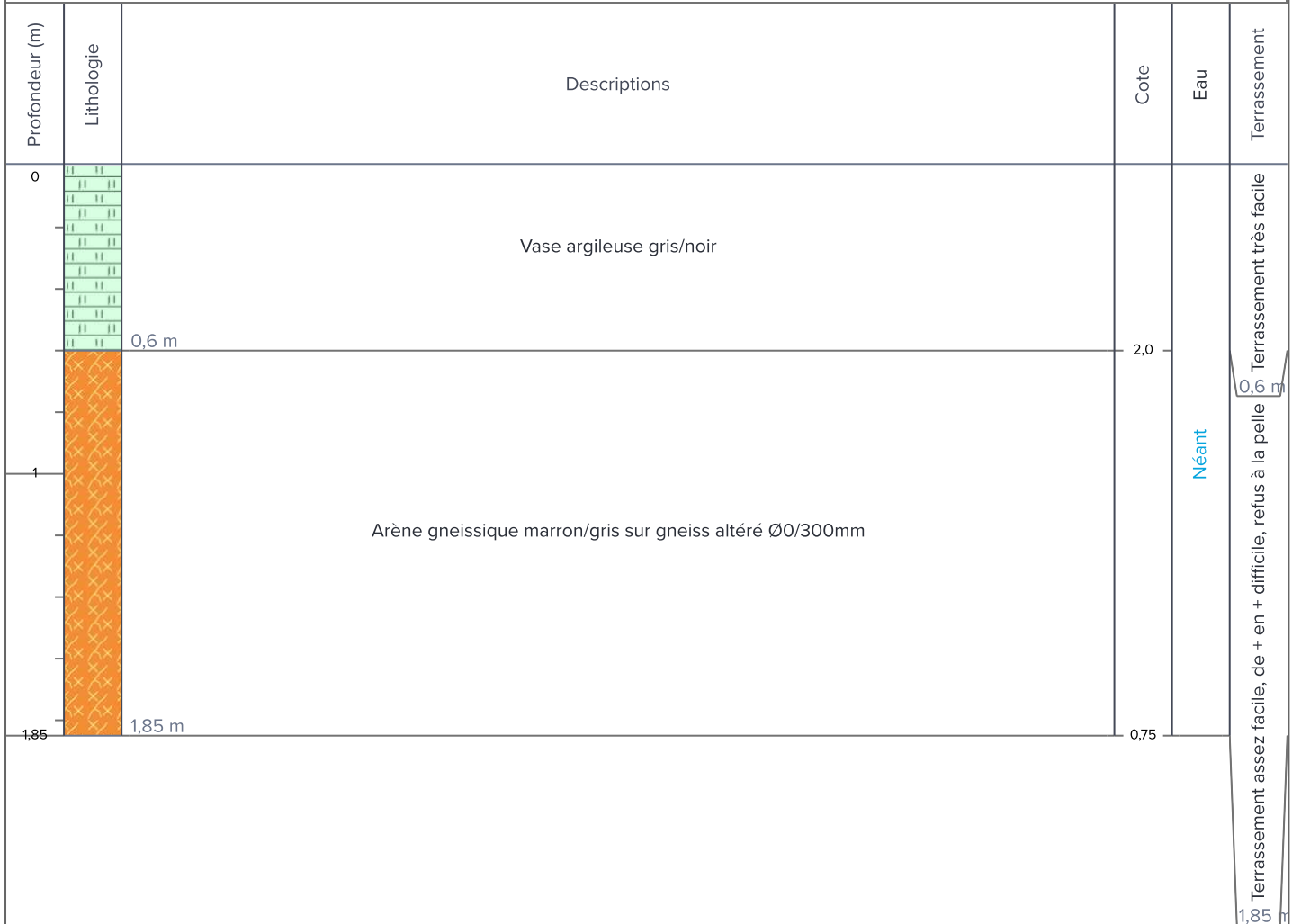


Affaire n°AN004705

Cliant: CHARIER GC

RP01_FON_2025	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés
	1295 696,60	6 242 895,80	RGF93 / CC47		Mètre
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements
	+2,6 m	1,85 m	-	CM	Décimètre
Début		Fin		Machine	Opérateur
01/04/2025		01/04/2025		20T	CDU

Sondage de reconnaissance



PORNICHET(44) - Réaménagement des ports



Affaire n°AN004705

Cliant: CHARIER GC

RP02_FON_2025	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés
	1295 722,20	6 242 908,10	RGF93 / CC47		Mètre
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements
	+2,6 m	1,9 m	-	CM	Décimètre
Début		Fin		Machine	Opérateur
01/04/2025		01/04/2025		20T	CDU

Sondage de reconnaissance

Profondeur (m)	Lithologie	Descriptions	Cote	Eau	Terrassement
0		Argile vasarde beige puis noir	1,8	Néant	Terrassement facile
0,8 m					
1		Arène gneissique beige/gris puis gneiss peu altéré	0,7		Terrassement assez facile, de + en + difficile, refus à la pelle
1,9 m					1,9 m




Remarques: Cote de l'argile approximative (mesure impossible à prendre en sécurité)

Affaire n°AN004705

Cliant: CHARIER GC

RP03_FON_2025	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés
	1295 744,40	6 242 919,80	RGF93 / CC47		Mètre
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements
	+3,0 m	1,3 m	-	CM	Décimètre
Début		Fin		Machine	Opérateur
01/04/2025		01/04/2025		20T	CDU

Sondage de reconnaissance

Profondeur (m)	Lithologie	Descriptions	Cote	Eau	Terrassement
0		Argile vasarde sableuse beige puis noir		Néant	Terrassement facile
0,9 m			2,1		Terrassement facile
1		Sable grossier beige	1,9		Terrassement facile
1,1 m					Terrassement difficile
1,3 m		Gneiss +/- altéré, gris	1,7		Terrassement difficile
					1,3 m

Affaire n°AN004705

Client: CHARIER GC

RP04_FON_2025	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés
	1295 781,50	6 242 927,40	RGF93 / CC47		Mètre
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements
	+3,2 m	1,85 m	-	CM	Décimètre
Début		Fin		Machine	Opérateur
01/04/2025		01/04/2025		20T	CDU

Sondage de reconnaissance



Affaire n°AN004705

Cliant: CHARIER GC

RP05_FON_2025	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés
	1295 803,20	6 242 931,20	RGF93 / CC47		Mètre
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements
	+3,5 m	2,05 m	-	CM	Décimètre

Début	Fin	Machine	Opérateur
01/04/2025	01/04/2025	20T	CDU

Sondage de reconnaissance



Affaire n°AN004705

Cliant: CHARIER GC

RP06_FON_2025	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés
	1295 830,20	6 242 915,00	RGF93 / CC47		Mètre
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements
	+3,3 m	1,4 m	-	CM	Décimètre

Début	Fin	Machine	Opérateur
01/04/2025	01/04/2025	20T	CDU

Sondage de reconnaissance

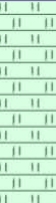


Profondeur (m)	Lithologie	Descriptions	Cote	Eau	Terrassement
0		Argile vasarde marron clair puis gris/noir			
0,8 m			2,5	Néant	0,8 m Terrassement très facile
1		Sable fin gris	2,3		1,0 m Terrassement facile
1,4		Gneiss peu altéré marron/gris Ø0/200mm	1,9		1,4 m Terrassement très difficile, refus à la pelle

Affaire n°AN004705

Client: CHARIER GC

RP07_FON_2025	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés
	1295 867,40	6 242 889,00	RGF93 / CC47		Mètre
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements
	+2,9 m	1,75 m	-	CM	Décimètre
Début		Fin		Machine	Opérateur
01/04/2025		01/04/2025		20T	CDU

Sondage de reconnaissance

Profondeur (m)	Lithologie	Descriptions	Cote	Eau	Terrassement
0		Argile vasarde gris/noir			
0,6 m			2,3	Néant	Terrassement très facile
1,0 m		Sable moyen beige/gris	1,9		Terrassement facile
1,75 m		Arène gneissique sur gneiss altéré gris/marron/ocre	1,15		Terrassement difficile à très difficile, proche du refus à la pelle

PORNICHET(44) - Réaménagement des ports



Affaire n°AN004705

Client: CHARIER GC

RP08_FON_2025	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés
	1295 896,10	6 242 854,90	RGF93 / CC47		Mètre
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements
	+2,9 m	1,65 m	-	CM	Décimètre
Début	Fin		Machine		Opérateur
01/04/2025	01/04/2025		20T		CDU

Sondage de reconnaissance



PORNICHET(44) - Réaménagement des ports



Affaire n°AN004705

Cliant: CHARIER GC

RP09_FON_2025	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés
	1295 929,20	6 242 808,80	RGF93 / CC47		Mètre
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements
	+3,0 m	2,4 m	-	CM	Décimètre

Début	Fin	Machine	Opérateur
01/04/2025	01/04/2025	20T	CDU

Sondage de reconnaissance

Profondeur (m)	Lithologie	Descriptions	Cote	Eau	Terrassement
0		Sable grossier beige avec des coquillages, vaseux en tête			Terrassement facile
	0,55 m		2,45		0,55 m
1		Sable moyen jaune/beige puis gneiss +/- altéré (aucune visibilité de la fouille, trop éboulant)		Néant	Terrassement assez facile à difficile, trop éboulant
2					
2,4	2,4 m		0,6		2,4 m

PORNICHET(44) - Réaménagement des ports



Affaire n°AN004705

Client: CHARIER GC

RP10_FON_2025	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés
	1295 914,10	6 242 762,40	RGF93 / CC47		Mètre
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements
	+2,7 m	2,5 m	-	CM	Décimètre

Début	Fin	Machine	Opérateur
01/04/2025	01/04/2025	20T	CDU

Sondage de reconnaissance



PORNICHET(44) - Réaménagement des ports



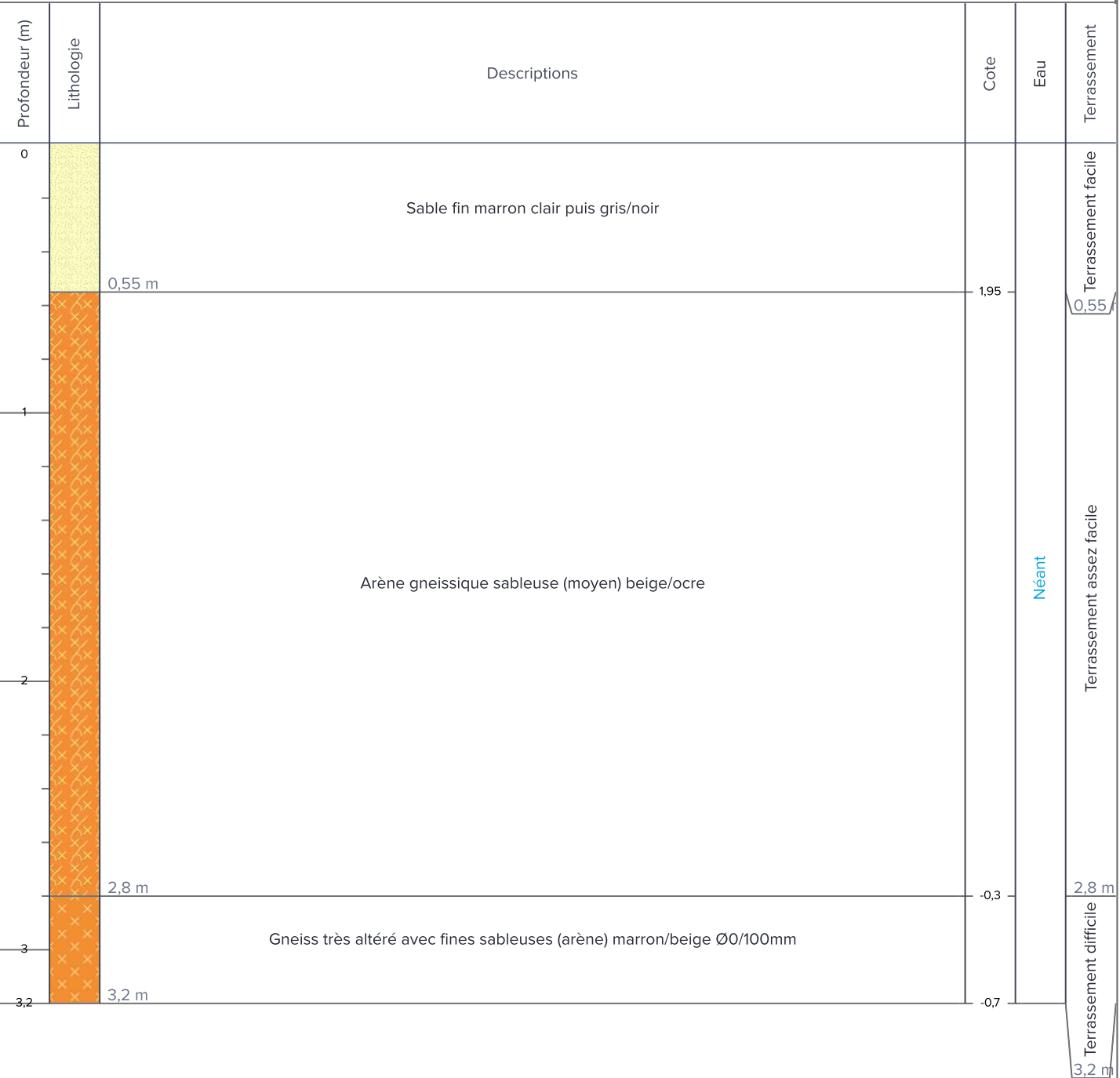
Affaire n°AN004705

Client: CHARIER GC

RP11_FON_2025	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés
	1295888,20	6 242 751,30	RGF93 / CC47		Mètre
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements
	+2,5 m	3,2 m	-	CM	Décimètre

Début	Fin	Machine	Opérateur
01/04/2025	01/04/2025	20T	CDU

Sondage de reconnaissance



PORNICHET(44) - Réaménagement des ports



Affaire n°AN004705

Client: CHARIER GC

RP12_FON_2025	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés
	1295 836,70	6 242 738,00	RGF93 / CC47		Mètre
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements
	+2,3 m	1,3 m	-	CM	Décimètre

Début	Fin	Machine	Opérateur
01/04/2025	01/04/2025	20T	CDU

Sondage de reconnaissance

Profondeur (m)	Lithologie	Descriptions	Cote	Eau	Terrassement
0		Sable fin avec passage légèrement argileux marron clair puis gris/noir			Terrassement facile
0,8 m			1,5	Néant	0,8 m
1		Gneiss +/- altéré marron clair/jaune/beige			Terrassement très difficile, refus à la pelle
1,3 m			1,0		1,3 m

PORNICHET(44) - Réaménagement des ports



Affaire n°AN004705

Cliant: CHARIER GC

RP13_FON_2025	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés
	1295 778,00	6 242 704,30	RGF93 / CC47		Mètre
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements
	+1,9 m	1,3 m	-	CM	Décimètre
Début		Fin		Machine	Opérateur
01/04/2025		01/04/2025		20T	CDU

Sondage de reconnaissance

Profondeur (m)	Lithologie	Descriptions	Cote	Eau	Terrassement
0					
1		Sable fin avec quelques matrices +/- argileuses marron clair puis gris/noir		Néant	
1,2			0,7		
1,3		Gneiss peu altéré marron	0,6		

Terrassement très difficile, refus à la pelle - 1,2m Terrassement facile - 0,0-1,2m

PORNICHET(44) - Réaménagement des ports



Affaire n°AN004705

Client: CHARIER GC

RP14_FON_2025	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés
	1295 862,70	6 242 742,70	RGF93 / CC47		Mètre
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements
	+2,4 m	2,35 m	-	CM	Décimètre
Début		Fin		Machine	Opérateur
01/04/2025		01/04/2025		20T	CDU

Sondage de reconnaissance

Profondeur (m)	Lithologie	Descriptions	Cote	Eau	Terrassement
0					
		Sable fin marron clair puis gris/noir avec quelques matrices +/- argileuses avec un bloc Ø0/600mm			Terrassement facile
		0,9 m	1,5		0,9 m
1				Néant	
		Arène gneissique sableuse (moyen) compact beige/ocre/jaune, avec graves de gneiss Ø0/100mm et des lentilles blanches à gneiss altéré			Terrassement assez facile, de + en + difficile, proche du refus à la pelle
		2,35 m	0,05		2,35 m

Affaire n°AN004705

Client: CHARIER GC

RP15_FON_2025	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés
	1295 639,30	6 242 752,50	RGF93 / CC47		Mètre
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements
	+2,7 m	1,7 m	-	CM	Décimètre
Début		Fin		Machine	Opérateur
01/04/2025		01/04/2025		20T	CDU

Sondage de reconnaissance

Profondeur (m)	Lithologie	Descriptions	Cote	Eau	Terrassement
0	R	Remblai gravelo-sableux gris/jaune, avec blocs Ø0/400mm		Néant	
0,7 m			2,0		0,7 m
1	R	Remblai gravelo-sableux gris/noir , avec blocs Ø0/400mm			
1,3 m			1,4		1,3 m
1,7		Gneiss peu altéré marron, compact	1,0		1,7 m

Terrassement très difficile, refus à la pelle

PORNICHET(44) - Réaménagement des ports



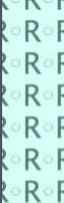

Affaire n°AN004705

Client: CHARIER GC

RP16_FON_2025	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés
	1295 652,90	6 242 850,30	RGF93 / CC47		Mètre
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements
	+2,8 m	0,85 m	-	CM	Décimètre

Début	Fin	Machine	Opérateur
01/04/2025	01/04/2025	20T	CDU

Sondage de reconnaissance

Profondeur (m)	Lithologie	Descriptions	Cote	Eau	Terrassement
0		Remblai d'arènes sableuses gris/ocre/beige et de graves sableuses noires avec blocs Ø0/800mm			
0,6 m			2,2	Néant	Terrassement difficile
0,85		Gneiss peu altéré marron Ø0/200mm	1,95		Terrassement très difficile, refus à la pelle

PORNICHET(44) - Réaménagement des ports



Affaire n°AN004705

Cliant: CHARIER GC

RP17_FON_2025	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés
	1295 702,20	6 242 922,20	RGF93 / CC47		Mètre
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements
	+3,3 m	2,0 m	-	CM	Décimètre
Début		Fin		Machine	Opérateur
01/04/2025		01/04/2025		20T	CDU

Sondage de reconnaissance

Profondeur (m)	Lithologie	Descriptions	Cote	Eau	Terrassement
0		Remblai de graves sableuses noir/gris avec blocs Ø0/400mm	1,6	Néant	Terrassement assez facile
1,7					
2		Gneiss peu altéré marron/gris Ø0/200mm	1,3		Terrassement très difficile, proche du refus à la pelle
2,0					2,0 m



SONDAGE PRESSIOMETRIQUE MENARD

Norme NF EN ISO 22476-4

Dossier n° : A231265

Forage : **SP8**

Date : 14/11/2023

Profondeur : 11,33 m

Opération : **PORNICHET (44)**

X :

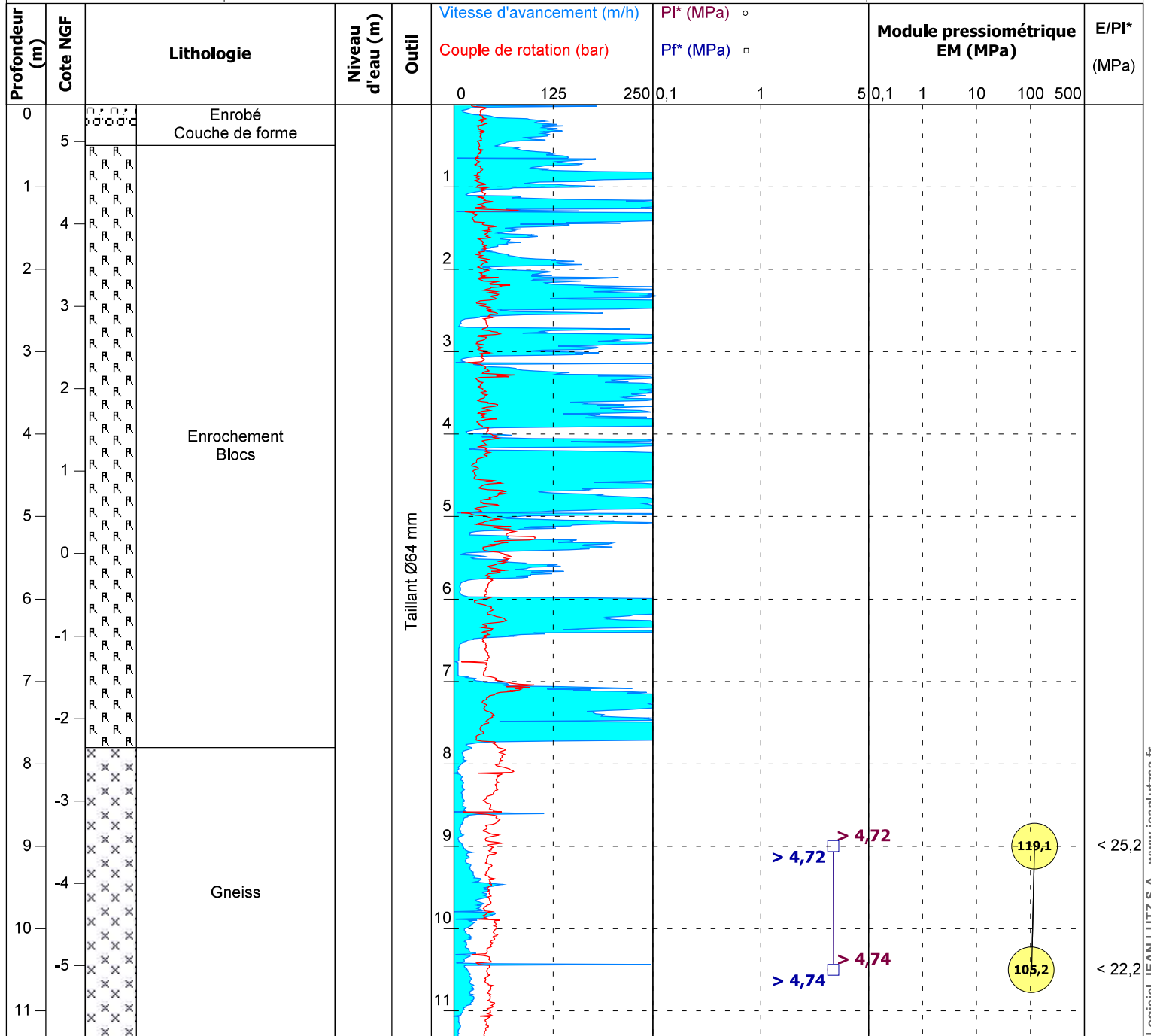
Y :

Z : 5.45 NGF

Machine : CE302

Client : LEGENDRE

Plan d'implantation en annexe



EXGTE 3.23/LB2EPF584FR

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

Observations :



SONDAGE PRESSIOMETRIQUE MENARD

Norme NF EN ISO 22476-4

Dossier n° : A231265

Forage : SD2

Date : 08/11/2023

Profondeur : 11,86 m

Opération : PORNICHET (44)

X :

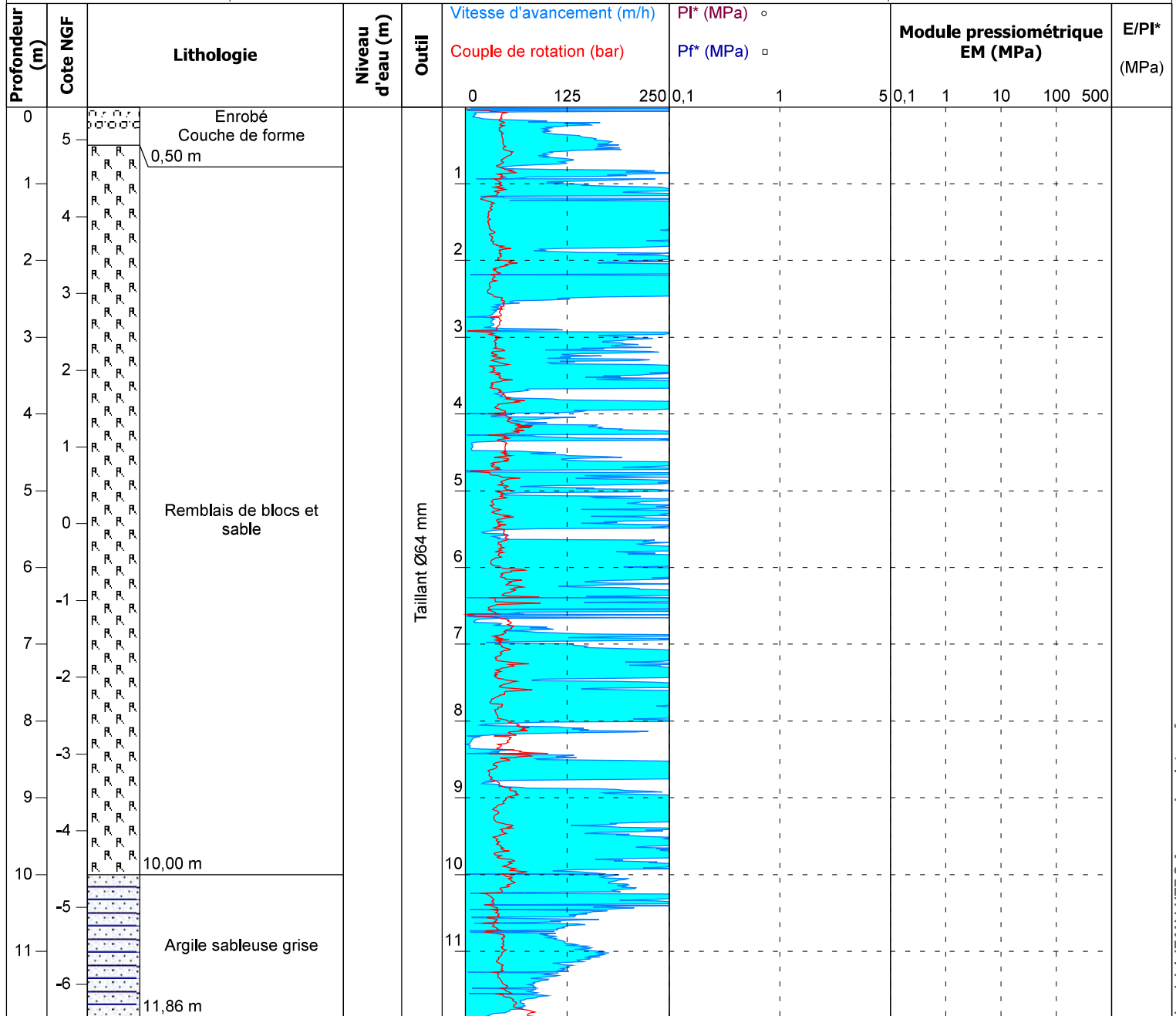
Y :

Z : 5.43 NGF

Machine : CE302

Client : LEGENDRE

Plan d'implantation en annexe



EXGTE 3.22/LB2EPF584FR

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

Observations :

Etude : **PORNICHET - 44**
 Boulevard des Océanides
 Réaménagement des ports

Sondage : **SC1**

Type : **Carottage**

Date : **11/03/2020**

X : **1295659,00**

Y : **6242736,00**

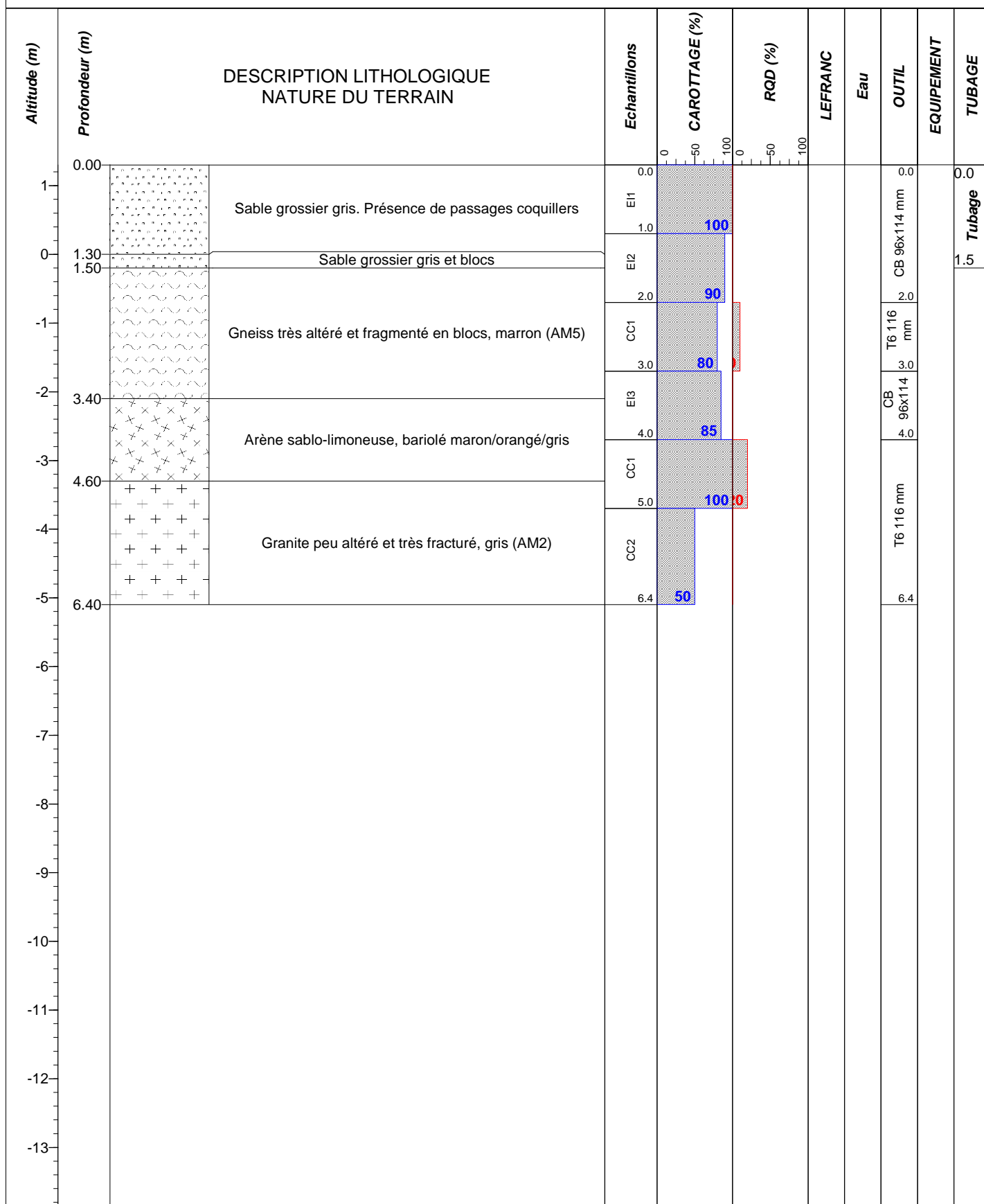
Z : **1,30 m**



Bureau d'Etudes
 et d'Investigations Géotechniques

N° : **AN002925**

Client : **MAIRIE DE PORNICHET**





SC1 de 0,00 à 1,00 m



SC1 de 1,00 à 2,00 m



SC1 de 2,00 à 4,00 m



SC1 de 2,00 à 5,00 m



SC1 de 5,00 à 6,40 m



Etude : PORNICHET - 44
 Boulevard des Océanides
 Réaménagement des ports

Sondage : SC1 BIS

Type : Carottage

Date : 27/05/2020

X :

Y :

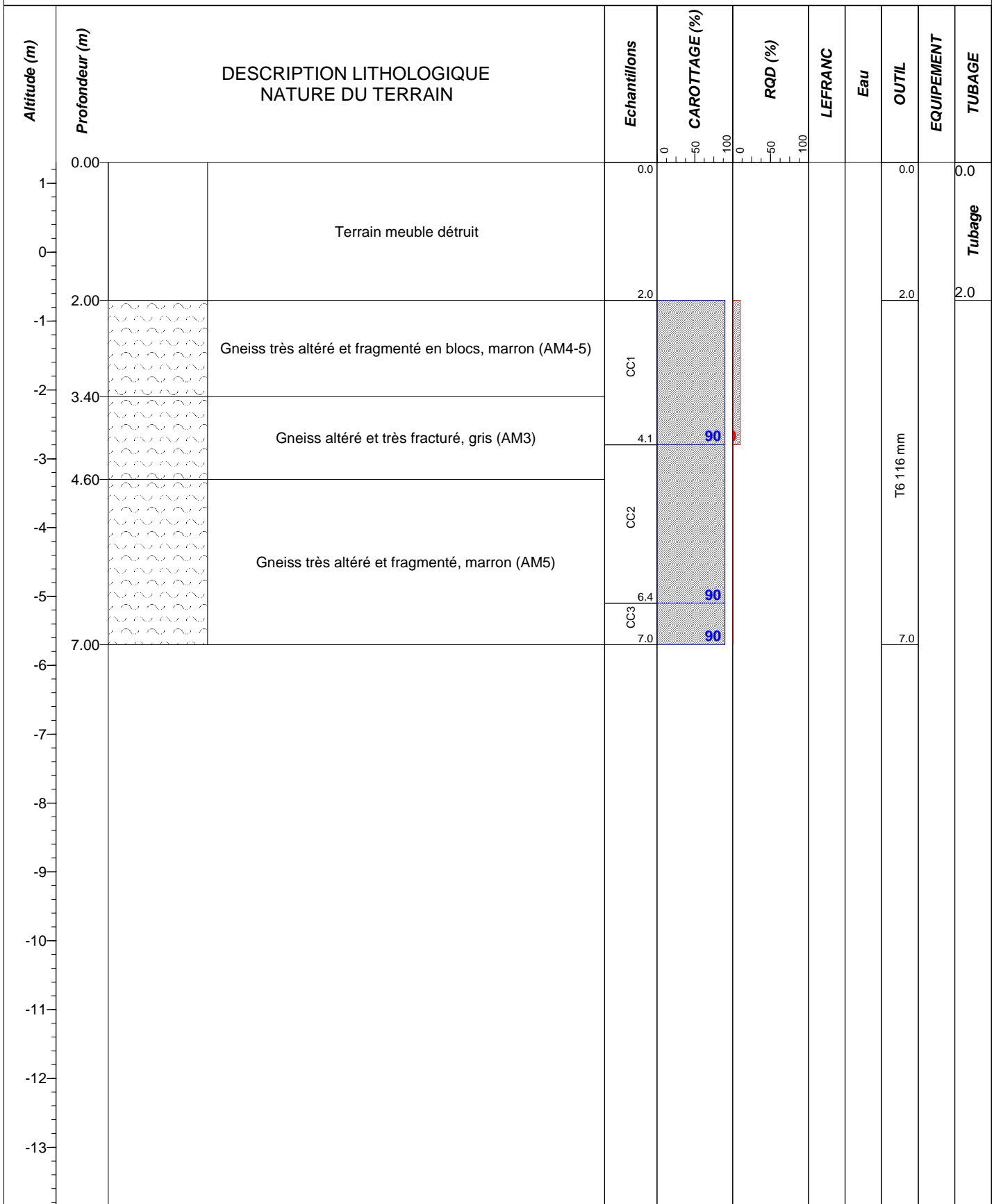
Z : 1,30 m



Bureau d'Etudes
 et d'Investigations Géotechniques

N° : AN002925

Client : MAIRIE DE PORNICHET



Observations : Sondage SC1 repris avec un changement de carottier.
 Cote Z en cote marine (CM).



SC1 bis de 2,00 à 4,10 m



SC1 bis de 4,10 à 6,40 m



SC1 bis de 6,40 à 7,00 m





SC2 de 0,00 à 1,00 m



SC2 de 1,00 à 1,90 m



SC2 de 1,90 à 3,00 m



SC2 de 3,00 à 4,00 m



SC2 de 4,00 à 5,00 m



SC2 de 7,30 à 8,10 m



SC2 de 5,00 à 7,30 m



C1 : 5.60-9.60m



C3 : 0.00-6.30m et 6.30-7.50m



C4 : 0.00-3.25m et 3.25 – 6.60m



C5 : 0.00-6.60m



C1 0.00-5.60 et C2 n'ont pas pu être restitués en caisses : ce sont des sables

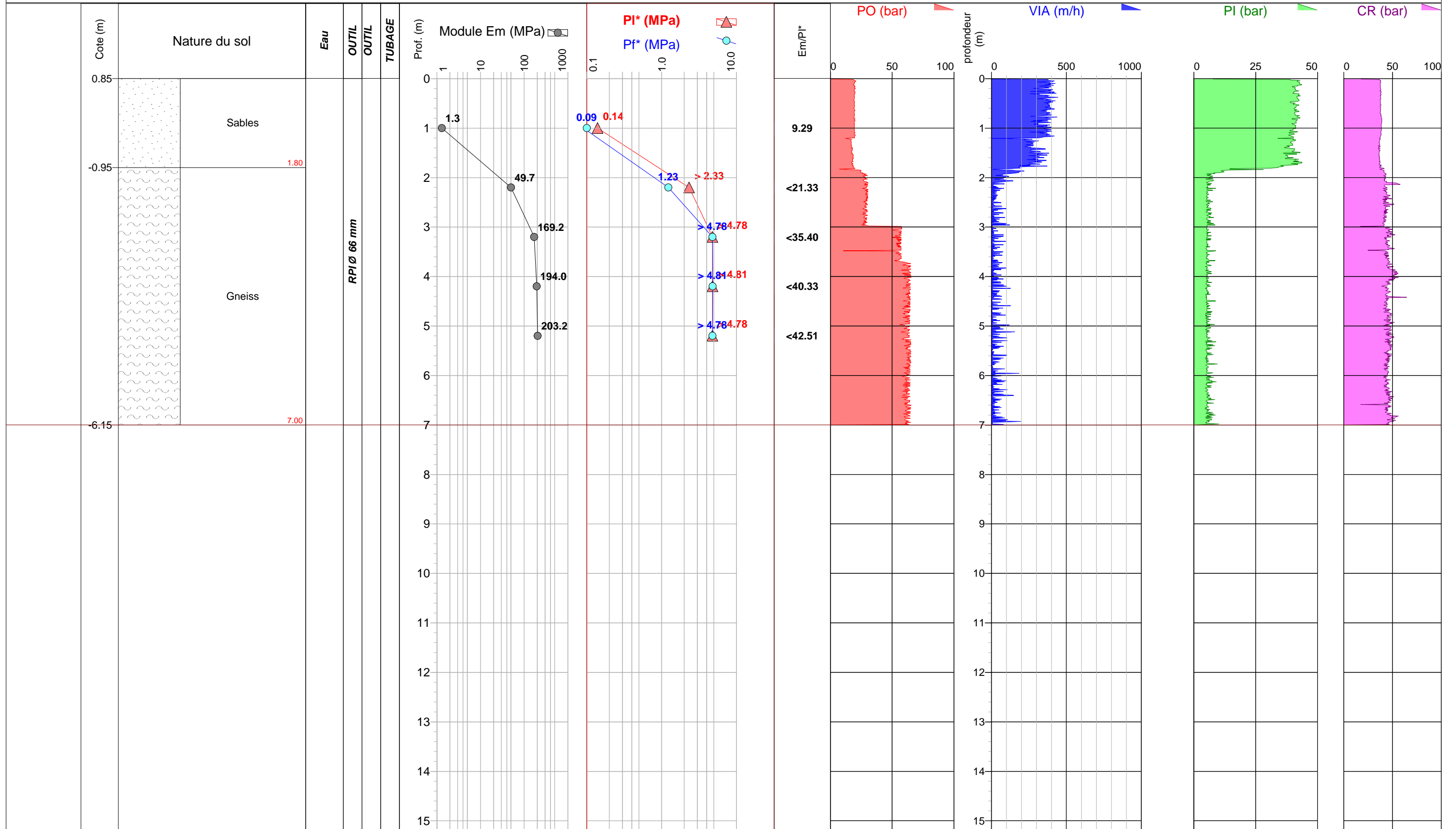
Etude : PORNICHET - 44
 Boulevard des Océanides
 Réaménagement des ports
 N° : AN002925
 Client : MAIRIE DE PORNICHET

Sondage : SP1
 Type : PRESSIOMETRE
 X : 1295628,00
 Y : 6242709,00
 Z : 0,85 m

Date début de forage : 03/06/2020
 Date fin de forage : 03/06/2020
 Profondeur fin de forage : 7,00 m



Bureau d'Etudes & d'Investigations géotechniques



Remarques : Cote Z en cote marine (CM).

Etude : **PORNICHET - 44**
 Boulevard des Océanides
 Réaménagement des ports

N° : **AN002925**

Client : **MAIRIE DE PORNICHET**

Sondage : **SP2**

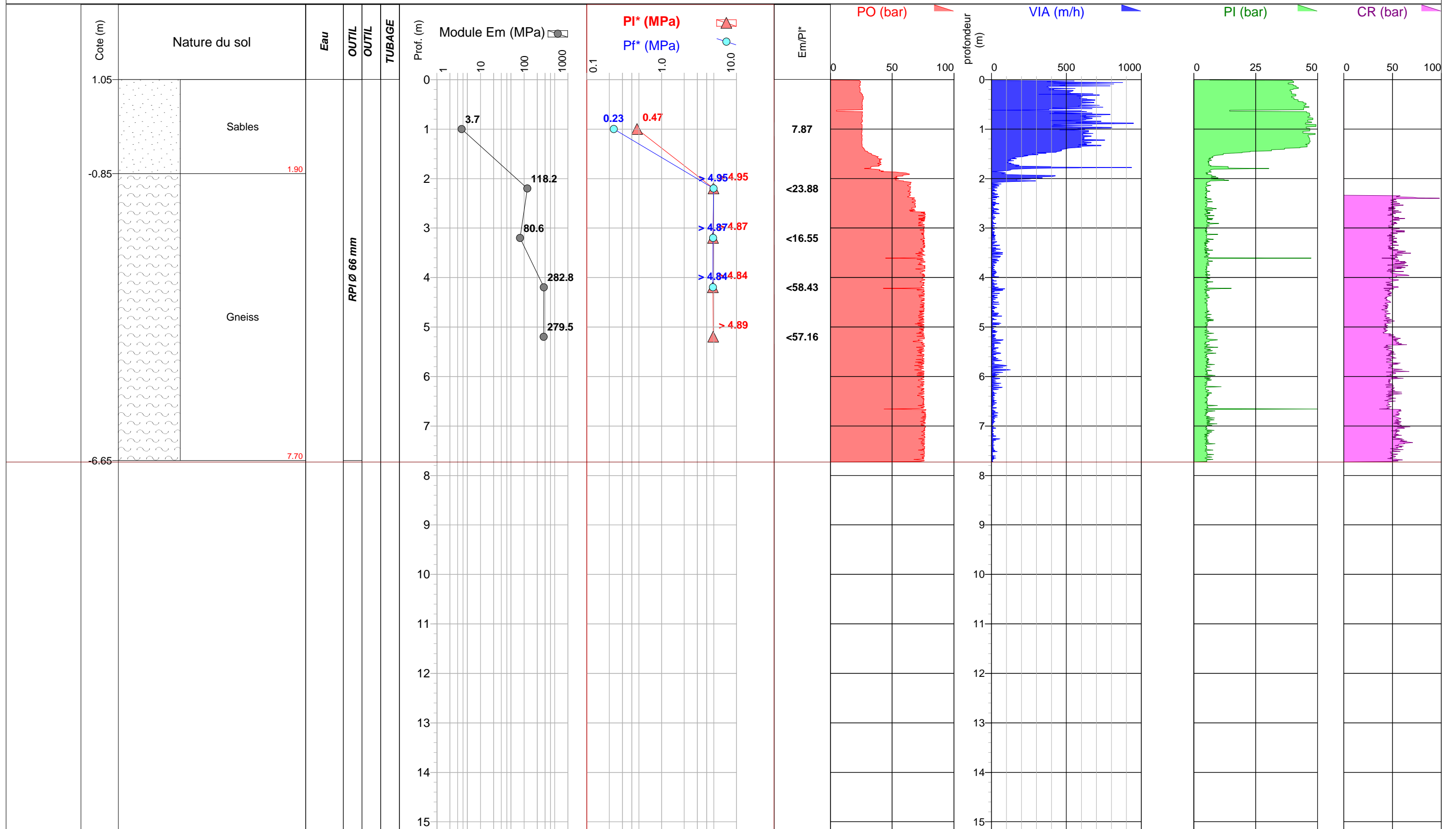
Type : **PRESSIOMETRE**

X : **1295657,00**
 Y : **6242710,00**
 Z : **1,05 m**

Date début de forage : **28/05/2020**
 Date fin de forage : **28/05/2020**
 Profondeur fin de forage : **7,73 m**



Bureau d'Etudes & d'Investigations géotechniques



Remarques : Cote Z en cote marine (CM).

Etude : **PORNICHET - 44**
 Boulevard des Océanides
 Réaménagement des ports

N° : **AN002925**

Client : **MAIRIE DE PORNICHET**

Sondage : **SP3**

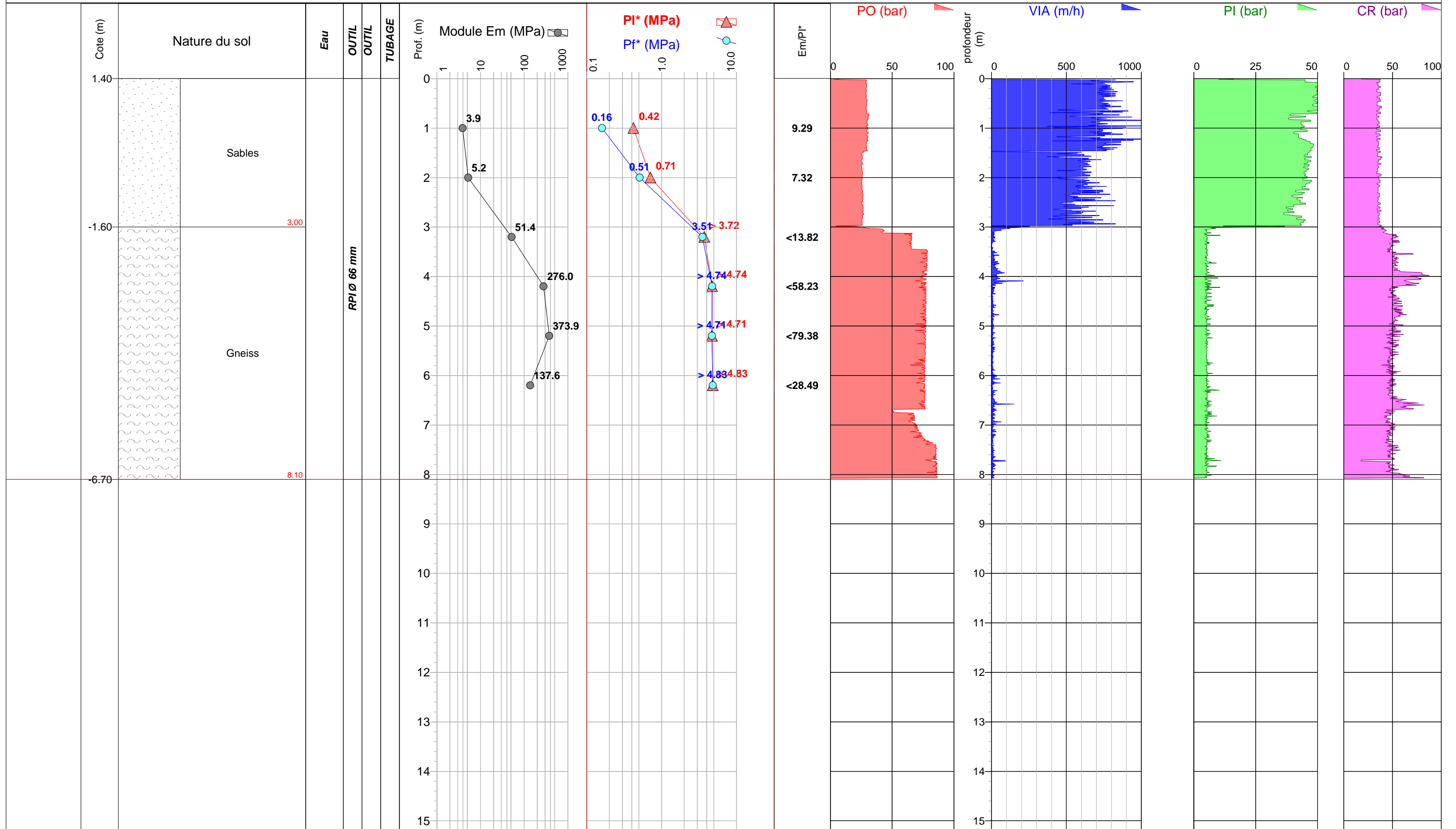
Type : **PRESSIOMETRE**

X : **1295659,00**
 Y : **6242658,00**
 Z : **1,40 m**

Date début de forage : **02/06/2020**
 Date fin de forage : **02/06/2020**
 Profondeur fin de forage : **8,08 m**



Bureau d'Etudes & d'Investigations géotechniques



Remarques : Cote Z en cote marine (CM).

Etude : **PORNICHET - 44**
 Boulevard des Océanides
 Réaménagement des ports

N° : **AN002925**

Client : **MAIRIE DE PORNICHET**

Sondage : **SP4**

Type : **PRESSIOMETRE**

X : **1295759,00**
 Y : **6242604,00**
 Z : **2,00 m**

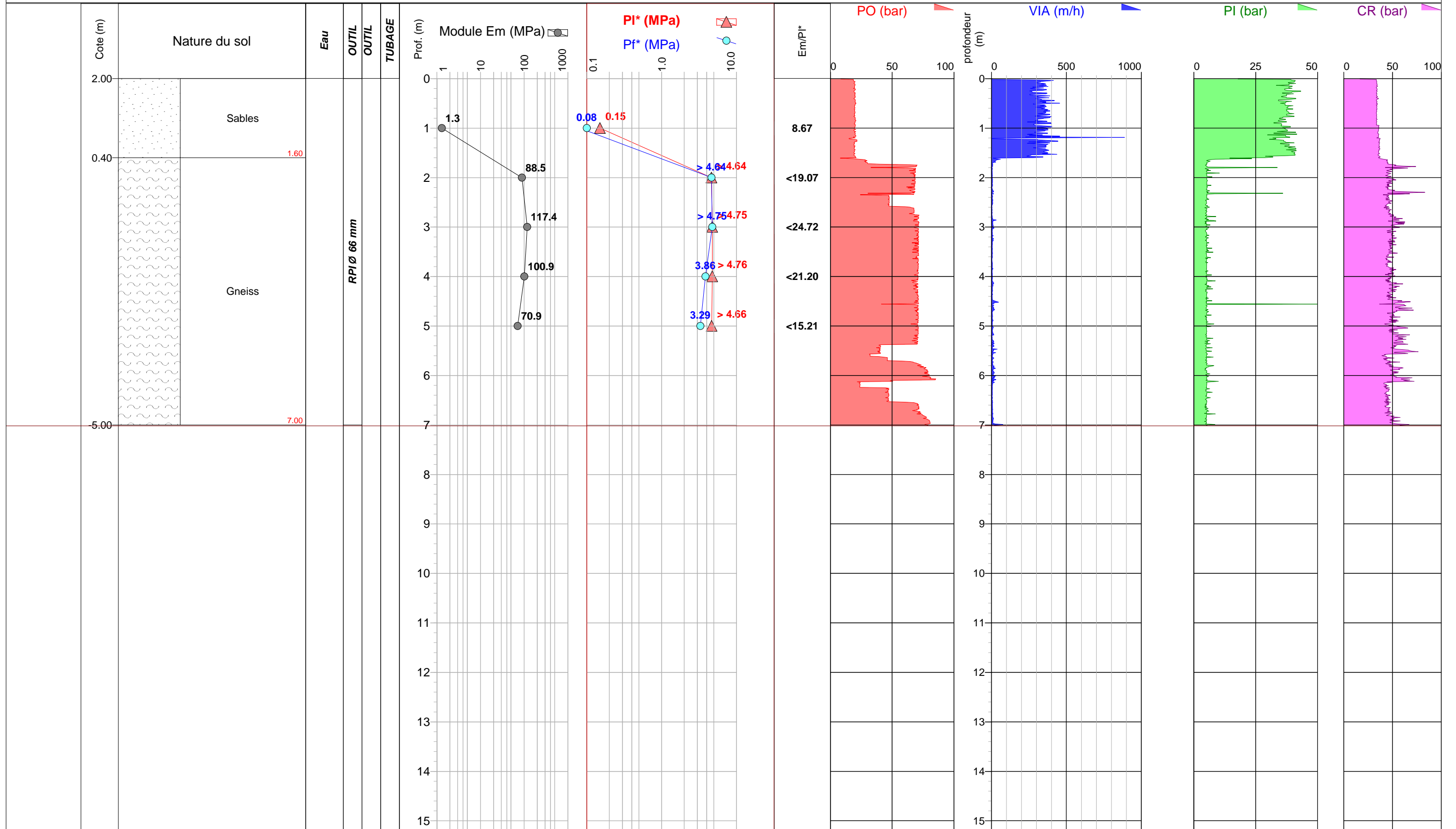
Date début de forage : **04/06/2020**

Date fin de forage : **04/06/2020**

Profondeur fin de forage : **7,02 m**



Bureau d'Etudes & d'Investigations géotechniques



Remarques : Cote Z en cote marine (CM).

Etude : **PORNICHET - 44**
 Boulevard des Océanides
 Réaménagement des ports

N° : **AN002925**

Client : **MAIRIE DE PORNICHET**

Sondage : **SP5**

Type : **PRESSIOMETRE**

X : **1296020,00**
 Y : **6242688,00**
 Z : **5,80 m**

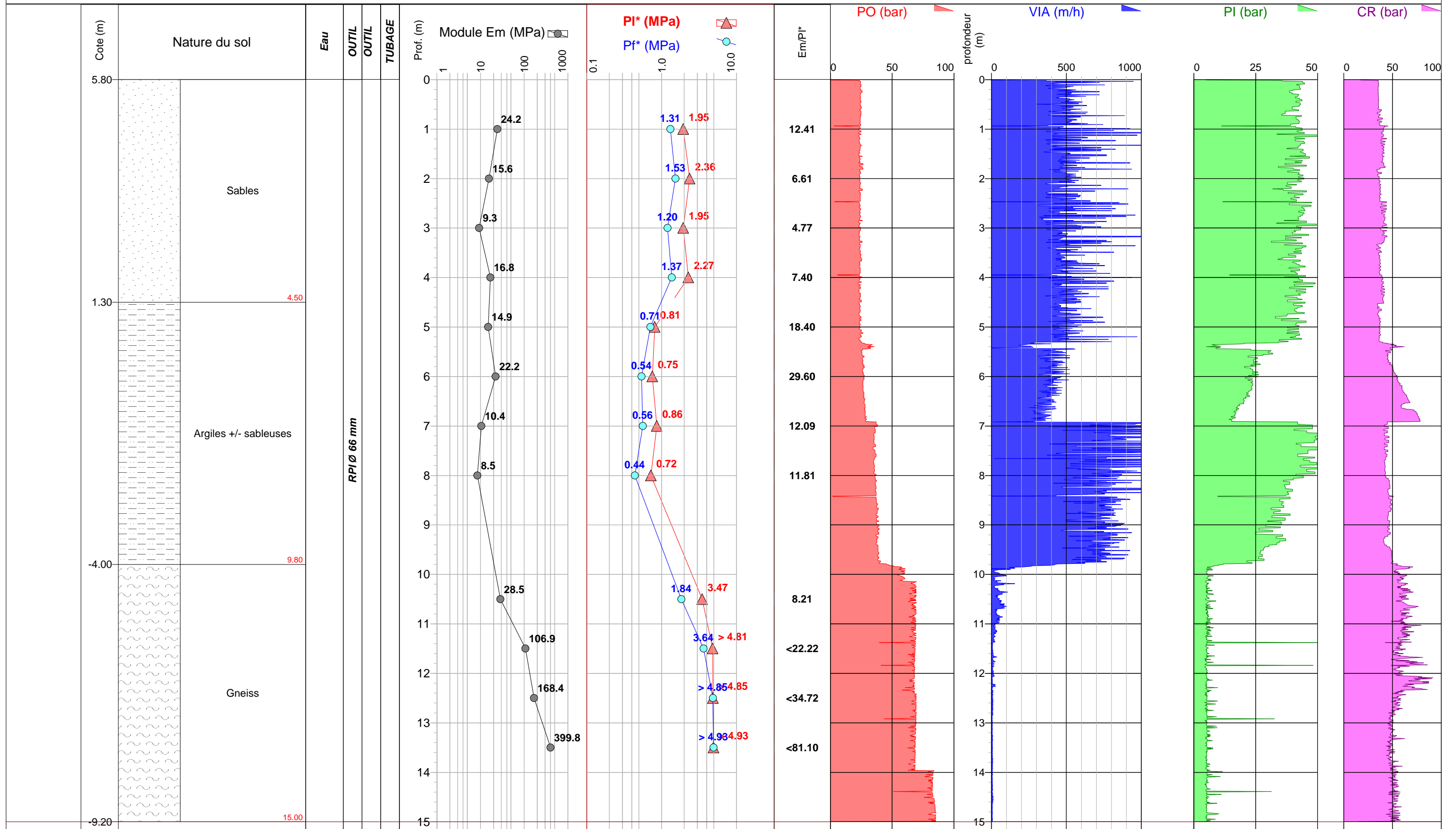
Date début de forage : **16/06/2020**

Date fin de forage : **16/06/2020**

Profondeur fin de forage : **15,00 m**



Bureau d'Etudes & d'Investigations géotechniques



Remarques : Cote Z en cote marine (CM).

Etude : **PORNICHET - 44**
 Boulevard des Océanides
 Réaménagement des ports

N° : **AN002925**

Client : **MAIRIE DE PORNICHET**

Sondage : **SP6**

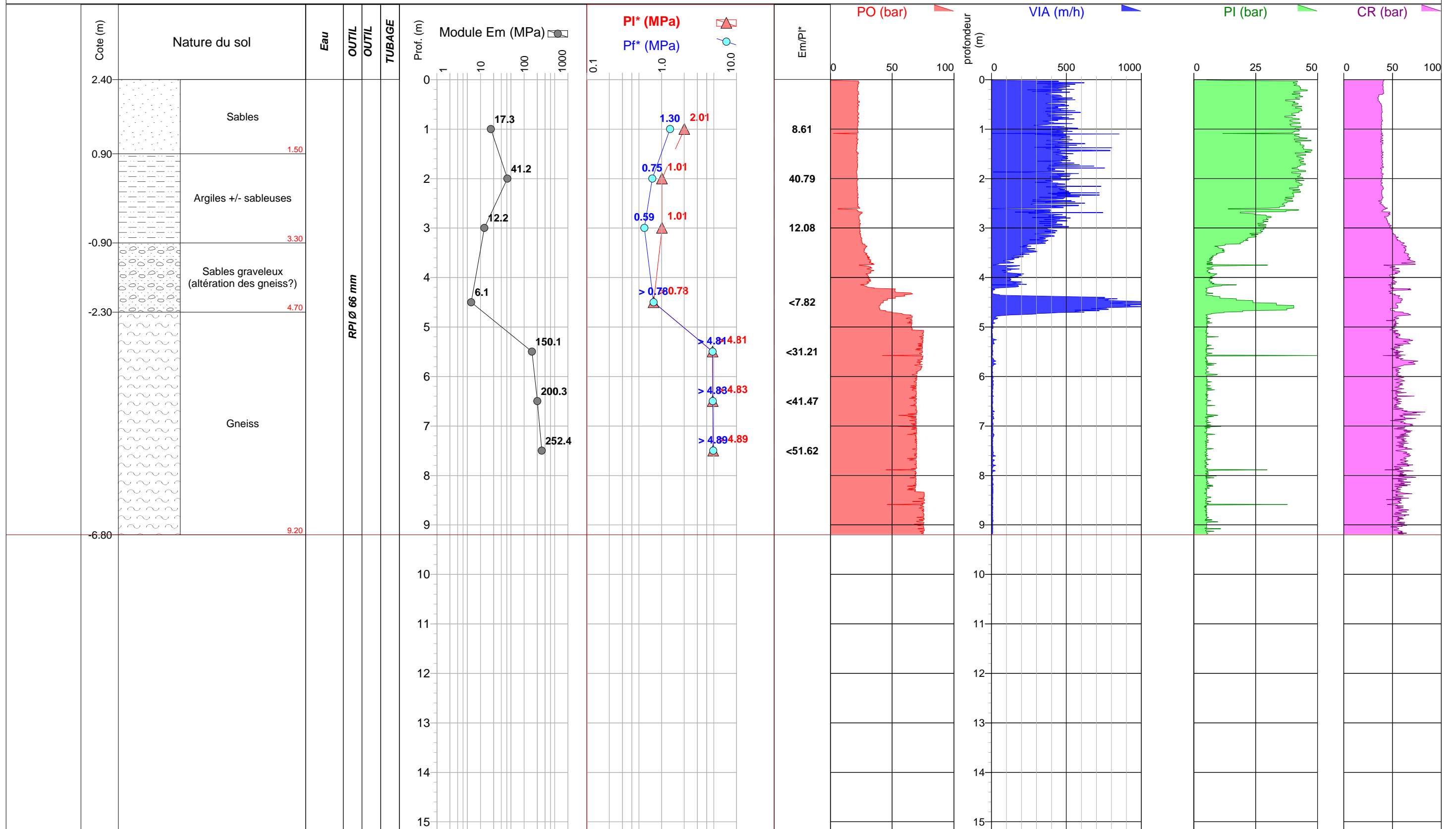
Type : **PRESSIOMETRE**

X : **1295970,00**
 Y : **6242557,00**
 Z : **2,40 m**

Date début de forage : **11/06/2020**
 Date fin de forage : **11/06/2020**
 Profondeur fin de forage : **9,20 m**



Bureau d'Etudes & d'Investigations géotechniques



Remarques : Cote Z en cote marine (CM).

Etude : **PORNICHET - 44**
 Boulevard des Océanides
 Réaménagement des ports

N° : **AN002925**

Client : **MAIRIE DE PORNICHET**

Sondage : **SP7**

Type : **PRESSIOMETRE**

X : **1295870,00**
 Y : **6242672,00**
 Z : **2,40 m**

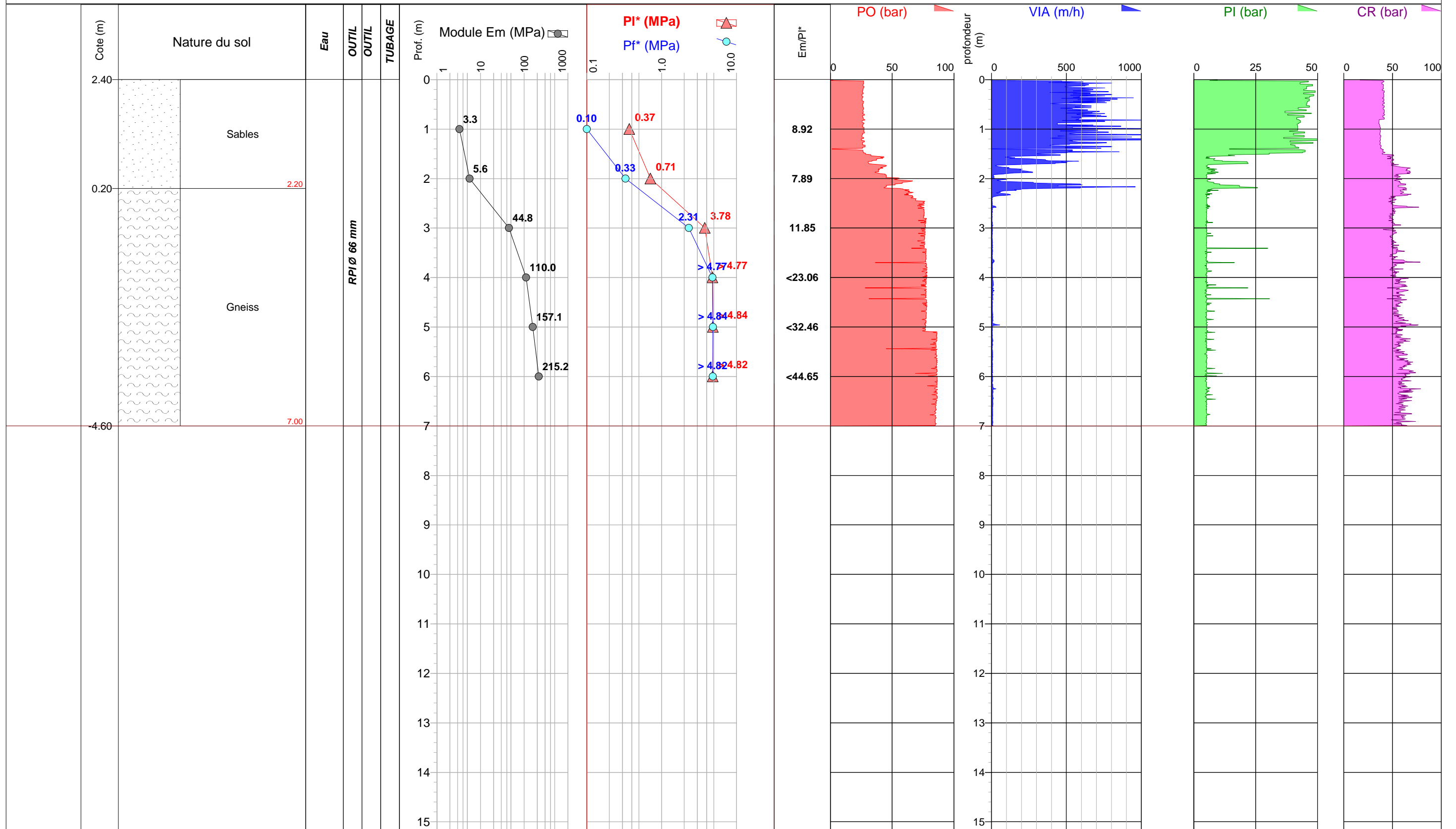
Date début de forage : **12/03/2020**

Date fin de forage : **12/03/2020**

Profondeur fin de forage : **7,00 m**



Bureau d'Etudes & d'Investigations géotechniques



Remarques : Cote Z en cote marine (CM).



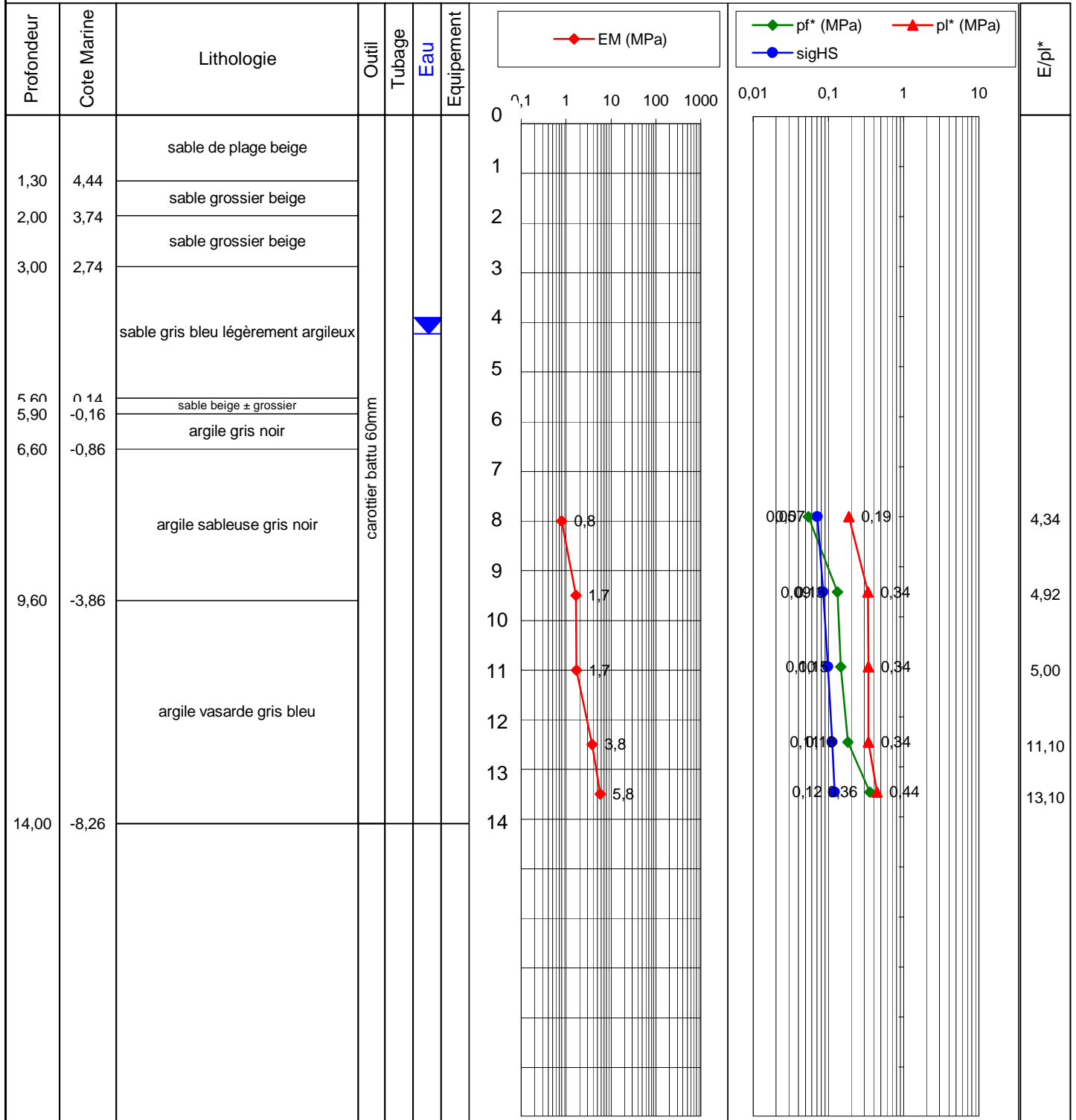
SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

Client **Ville de Pornichet**
Chantier **Mise à flot du port d'échouage de Pornichet**
Dossier C/R/06/D/102/F/041
Date 12 juillet 2006

Sondage C1

Cote Z **5,74 CM**

Em= Module de compressibilité en MPa
pl*= Pression limite nette en MPa
pf*= Pression de fluage nette en MPa



Eau : première rencontre à 4,3 m



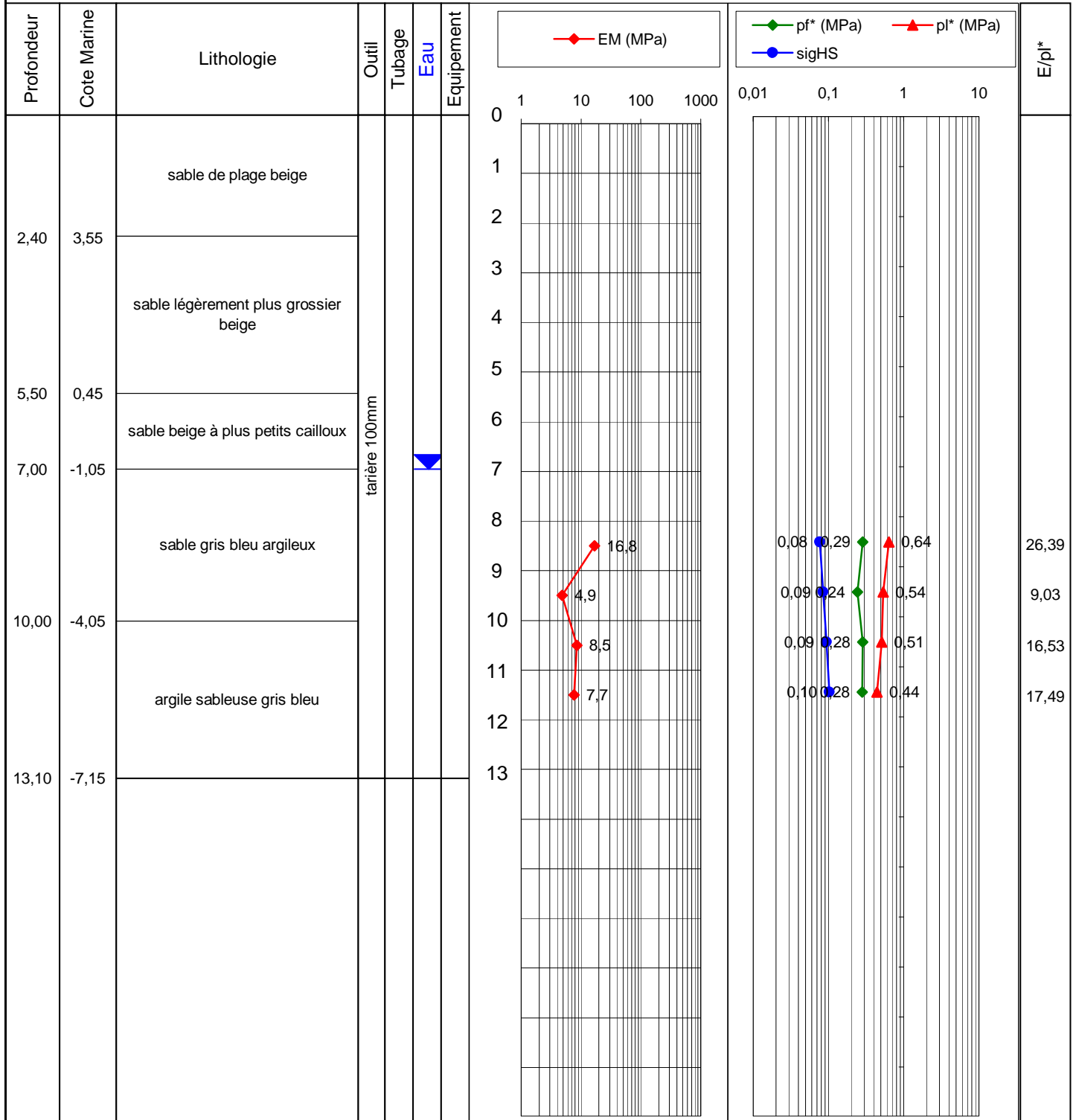
SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

Client **Ville de Pornichet**
Chantier **Mise à flot du port d'échouage de Pornichet**
Dossier C/R/06/D/102/F/041
Date 26 juin 2006

Sondage C2

Cote Z **5,95 CM**

Em= Module de compressibilité en MPa
pl*= Pression limite nette en MPa
pf*= Pression de fluage nette en MPa



Eau : première rencontre à 7 m



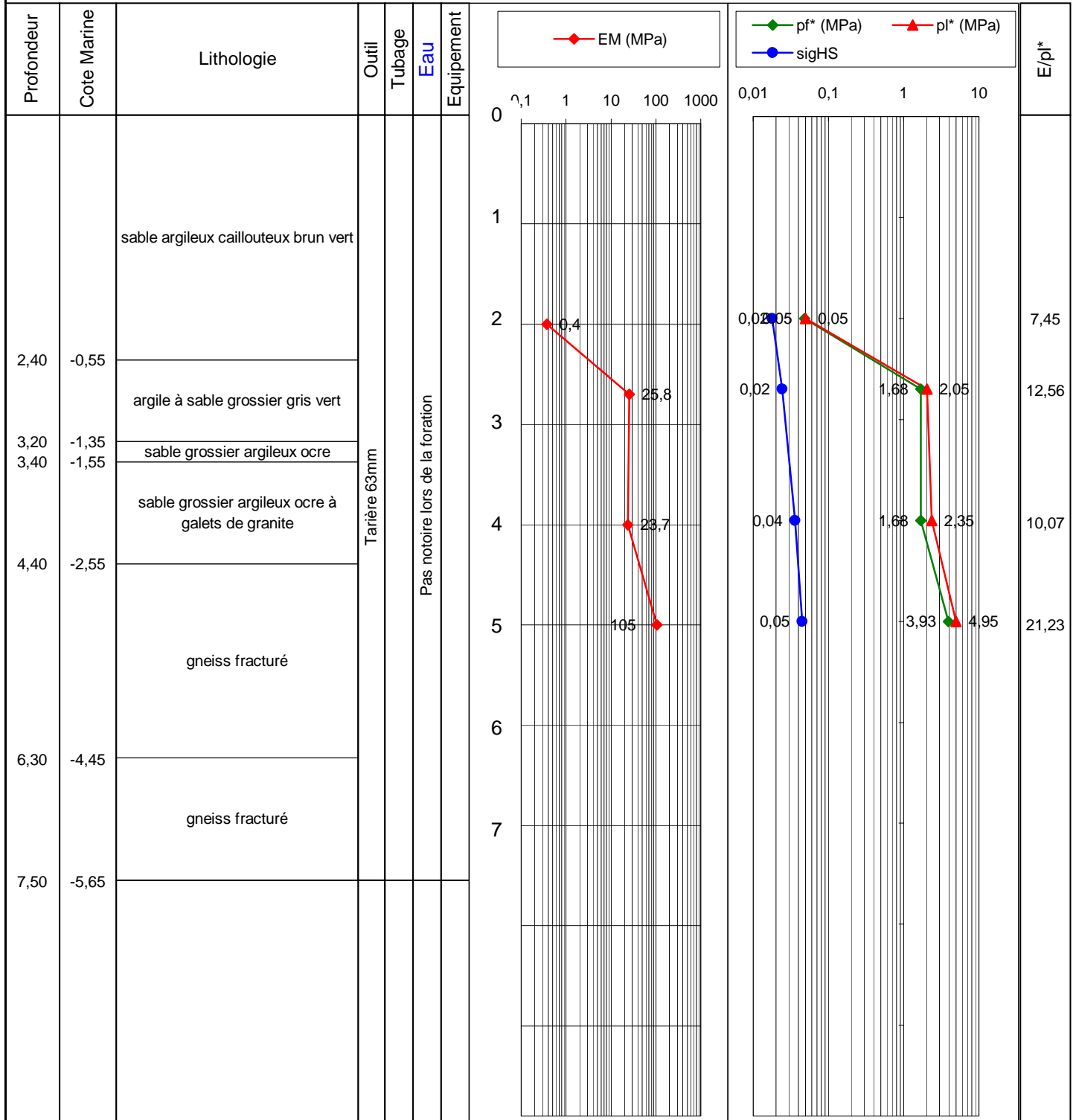
SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

Client **ville de Pornichet**
Chantier **Mise à flot du port d'échouage de Pornichet**
Dossier C/R/06/D/102/F/041
Date 5 juillet 2006

Sondage C3

Cote Z **1,85 CM**

Em= Module de compressibilité en MPa
pl*= Pression limite nette en MPa
pf*= Pression de fluage nette en MPa



Eau : pas notoire lors de la foration



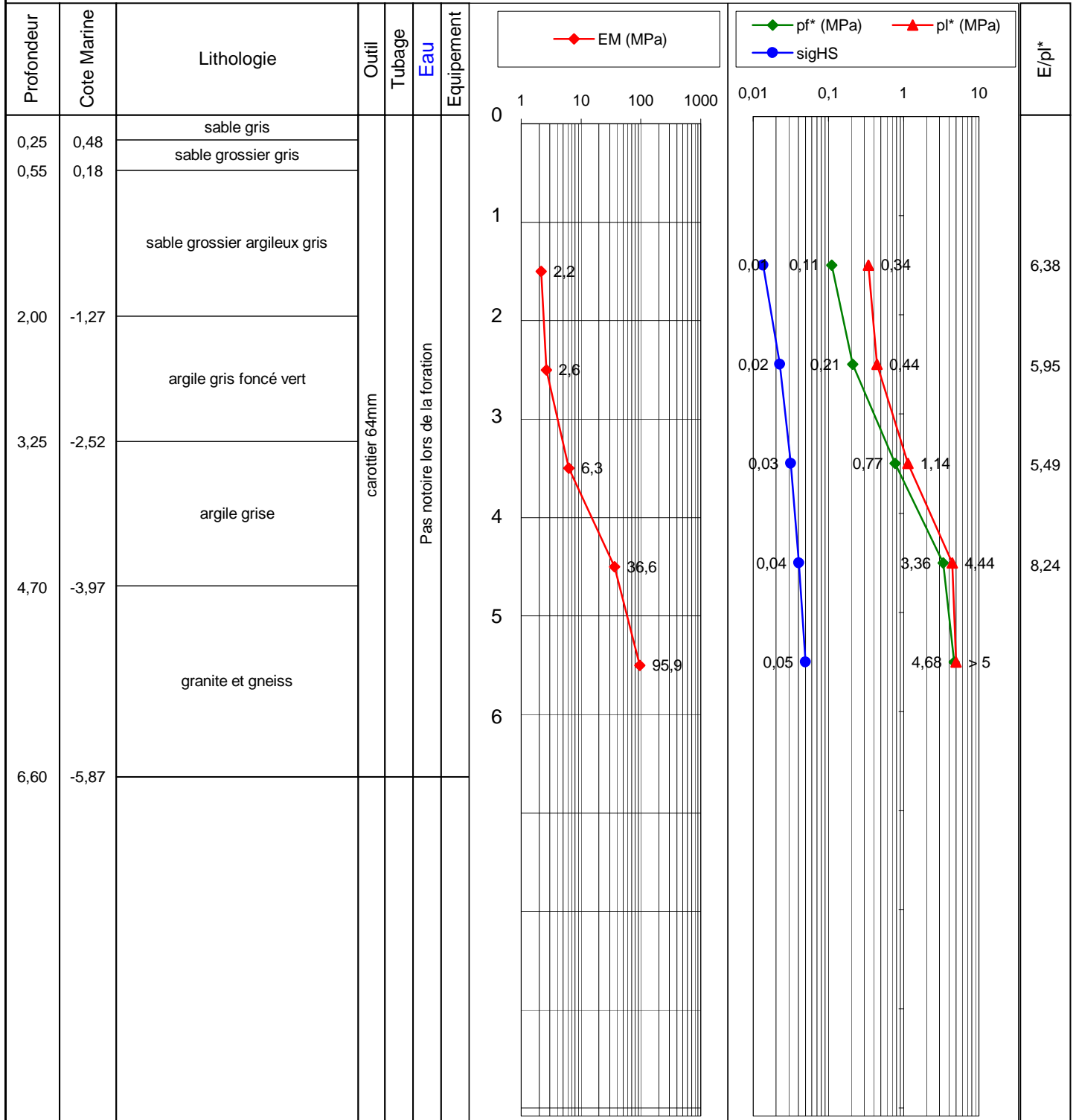
SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

Client **Ville de Pornichet**
Chantier **Mise à flot du port d'échouage de Pornichet**
Dossier C/R/06/D/102/06/F/041
Date 17 juillet 2006

Sondage C4

Cote Z **0,73 CM**

Em= Module de compressibilité en MPa
pl*= Pression limite nette en MPa
pf*= Pression de fluage nette en MPa



Eau : pas notoire lors de la foration



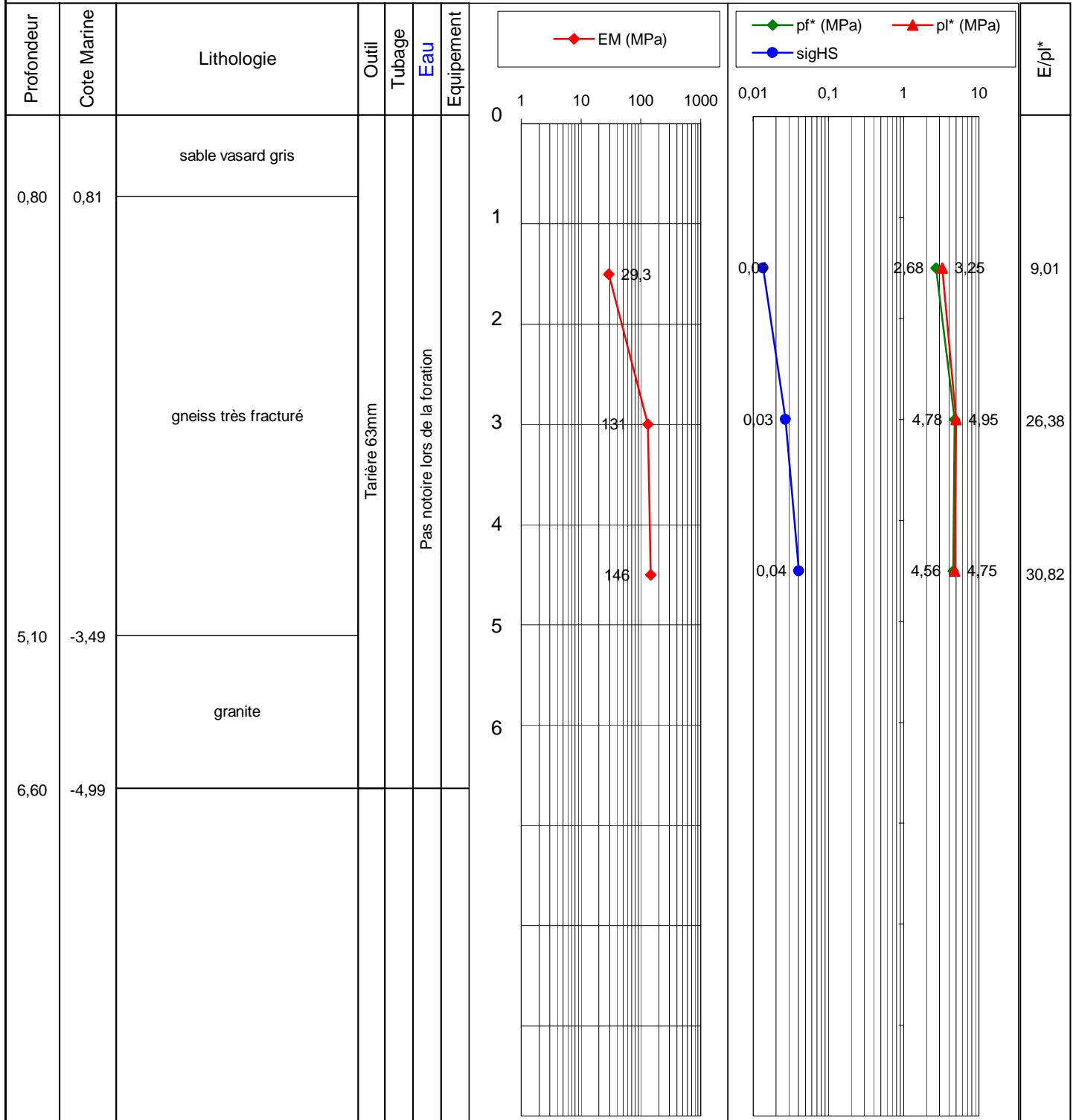
SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

Client **ville de Pornichet**
Chantier **Port d'échouage**
Dossier C/R/06/D/102/F/041
Date 4 juillet 2006

Sondage C5

Cote Z **1,61 CM**

Em= Module de compressibilité en MPa
pl*= Pression limite nette en MPa
pf*= Pression de fluage nette en MPa




Eau : pas notoire lors de la foration

**SONDAGE DE RECONNAISSANCE GEOLOGIQUE**

Client **Ville de Pornichet**
 Chantier **Mise à flot du port d'échouage de Pornichet**
 Dossier C/R/06/D/102/F/041
 Date 27 juin 2006

Sondage T1

Cote Z 5,48 CM

Profondeur	Cote Marine	Lithologie	Outil	Tubage	Equipement	Eau	Observations
1,60	3,88	sable de plage beige	tarière 100mm				
4,50	0,98	sable de plage beige + eau					
6,30	-0,82	sable grossier beige					
10,00	-4,52	sable gris bleu légèrement argileux					
13,00	-7,52	sable gris bleu + argileux					

Eau : première rencontre à 4,3 m

**SONDAGE DE RECONNAISSANCE GEOLOGIQUE**

Client **Ville de Pornichet**
 Chantier **Mise à flot du port d'échouage de Pornichet**
 Dossier C/R/06/D/102/F/041
 Date 27 juin 2006

Sondage T2

Cote Z 5,58 CM

Profondeur	Cote Marine	Lithologie	Outil	Tubage	Equipement	Eau	Observations
0,90	4,68	sable de plage beige	tarière 100mm				
2,60	2,98	sable beige + petits cailloux					
6,40	-0,82	sable grossier					
8,40	-2,82	sable gris bleu + argileux					
10,50	-4,92	sable gris bleu légèrement argileux					
14,50	-8,92	argile sableuse gris bleu					

Eau : première rencontre à 2,6 m

**SONDAGE DE RECONNAISSANCE GEOLOGIQUE**

Client **Ville de Pornichet**
Chantier **Mise à flot du port d'échouage de Pornichet**
Dossier C/R/06/D/102/F/041
Date 28 juin 2006

Sondage T3**Cote Z 1,18 CM**

Profondeur	Cote Marine	Lithologie	Outil	Tubage	Equipement	Eau	Observations
3,20	-2,02	sable grossier argileux beige	tarière 100mm			Pas notoire lors de la foration	
		argile sableuse beige - refus tarière					
5,00	-3,82						

Eau : pas notoire lors de la foration

**SONDAGE DE RECONNAISSANCE GEOLOGIQUE**

Client **Ville de Pornichet**
Chantier **Mise à flot du port d'échouage de Pornichet**
Dossier C/R/06/D/102/F/041
Date 27 juin 2006

Sondage T4**Cote Z 2,46 CM**

Profondeur	Cote Marine	Lithologie	Outil	Tubage	Equipement	Eau	Observations
1,10	1,36	sable grossier beige	tarière 100mm			Pas notoire lors de la foration	
2,60	-0,14	sable grossier beige					
3,60	-1,14	argile gris bleu sableuse - refus tarière					

Eau : pas notoire lors de la foration

**SONDAGE DE RECONNAISSANCE GEOLOGIQUE**

Client **ville de Pornichet**
 Chantier **Mise à flot du port d'échouage de Pornichet**
 Dossier C/R/06/F/164/F/048
 Date 5 juillet 2006

Sondage T5

Cote Z 5,33 CM

Profondeur	Cote Marine	Lithologie	Outil	Tubage	Equipement	Eau	Observations
1,30	4,03	sable gris	Tarière 100mm			Pas notoire lors de la foration	
		sable grossier					
4,20	1,13	sable grossier gris bleu					
5,50	-0,17	argile gris bleu légèrement sableuse					
6,50	-1,17						

Eau : pas notoire lors de la foration

**SONDAGE DE RECONNAISSANCE GEOLOGIQUE**

Client **Ville de Pornichet**
Chantier **Mise à flot du port d'échouage de Pornichet**
Dossier C/R/06/D/102/F/041
Date 28 juin 2006

Sondage T6**Cote Z 0,97 CM**

Profondeur	Cote Marine	Lithologie	Outil	Tubage	Equipement	Eau	Observations
3,20	-2,23	sable grossier argileux	tarière 100mm			Pas notoire lors de la foration	
4,70	-3,73	argile sableuse beige - tarière cassée					

Eau : pas notoire lors de la foration



Client Ville de Pornichet
Chantier Mise à flot du port d'échouage de Pornichet
Dossier C/R/06/D/102/F/041
Date 29 juin 2006

Sondage T7

Cote Z 0,71 CM

Profondeur	Cote Marine	Lithologie	Outil	Tubage	Equipement	Eau	Observations
0,80	-0,09	sable vasard gris bleu - refus tarière	tarière 100			Pas notoi re	

Eau : pas notoire lors de la foration

**SONDAGE DE RECONNAISSANCE GEOLOGIQUE**

Client **Ville de Pornichet**
 Chantier **Mise à flot du port d'échouage de Pornichet**
 Dossier C/R/06/F/164/G/048
 Date 4 juillet 2006

Sondage T8

Cote Z **3,29 CM**

Profondeur	Cote Marine	Lithologie	Outil	Tubage	Equipement	Eau	Observations
2,90	0,39	sable beige	Tarière 100mm			Pas notoire lors de la foration	
5,70	-2,41	argile gris bleue sableuse					
8,50	-5,21	argile gris bleu légèrement sableuse					
8,70	-5,41	cailloux à faible matrice argileuse					

Eau : pas notoire lors de la foration

**SONDAGE DE RECONNAISSANCE GEOLOGIQUE**

Client **ville de Pornichet**
 Chantier **Mise à flot du port d'échouage de Pornichet**
 Dossier C/R/06/F/164/G/048
 Date 4 juillet 2006

Sondage T9

Cote Z 4,02 CM

Profondeur	Cote Marine	Lithologie	Outil	Tubage	Equipement	Eau	Observations
0,60	3,42	sable vasard gris bleu	Tarière 100mm			Pas notoire lors de la foration	
1,05	2,97	sable gris					
2,35	1,67	sable gris grossier					
4,90	-0,88	sable gris gravelo argileux					
5,20	-1,18	sable grossier avec cailloux					

Eau : pas notoire lors de la foration



Client **Ville de Pornichet**
 Chantier **Mise à flot du port d'échouage de Pornichet**
 Dossier C/R/06/D/102/F/041
 Date 29 juin 2006

Sondage T10

Cote Z **3,86 CM**

Profondeur	Cote Marine	Lithologie	Outil	Tubage	Equipement	Eau	Observations
1,00	2,86	sable vasard gris marron - refus tarière	tarière 100m m			Pas notoire lors de	

Eau : pas notoire lors de la foration



Client **ville de Pornichet**
 Chantier **Mise à flot du port d'échouage de Pornichet**
 Dossier C/R/06/F/164/F/048
 Date 7 juillet 2006

Sondage T11

Cote Z 2,70 CM

Profondeur	Cote Marine	Lithologie	Outil	Tubage	Equipement	Eau	Observations
0,70	2,00	sable vasard noir	Tarière 100mm			Pas notoire lors de la foration	

Eau : pas notoire lors de la foration



Client Ville de Pornichet
Chantier Mise à flot du port d'échouage de Pornichet
Dossier C/R/06/D/102/F/041
Date 29 juin 2006

Sondage T12

Cote Z 1,82 CM

Profondeur	Cote Marine	Lithologie	Outil	Tubage	Equipement	Eau	Observations
1,30	0,52	sable vasard gris vert bleu	tarière 100mm			Pas notoire lors de la foration	
3,30	-1,48	sable légèrement argileux gris vert					
5,20	-3,38	argile gris bleu					
6,80	-4,98	argile gris bleu légèrement sableuse - refus tarière					

Eau : pas notoire lors de la foration



Client **Ville de Pornichet**
 Chantier **Mise à flot du port d'échouage de Pornichet**
 Dossier C/R/06/D/102/F/041
 Date 29 juin 2006

Sondage T13

Cote Z **2,86 CM**

Profondeur	Cote Marine	Lithologie	Outil	Tubage	Equipement	Eau	Observations
0,30	2,56	vase	tarrere 100m m			Pas notoire lors de	
0,80	2,06	argile gris bleu					
1,10	1,76	argile marron légèrement sableuse - refus tarière					

Eau : pas notoire lors de la foration



Client **Ville de Pornichet**
 Chantier **Mise à flot du port d'échouage de Pornichet**
 Dossier C/R/06/D/102/F/041
 Date 29 juin 2006

Sondage T14

Cote Z 2,55 CM

Profondeur	Cote Marine	Lithologie	Outil	Tubage	Equipement	Eau	Observations
0,80	1,75	sable vasard gris noir	tarrere			Pas	
1,10	1,45	argile marron sableuse	100m m			notoire lors de	

Eau : pas notoire lors de la foration

**SONDAGE DE RECONNAISSANCE GEOLOGIQUE**

Client **Ville de Pornichet**
 Chantier **Mise à flot du port d'échouage de Pornichet**
 Dossier C/R/06/D/102/F/041
 Date 29 juin 2006

Sondage T15

Cote Z **2,23 CM**

Profondeur	Cote Marine	Lithologie	Outil	Tubage	Equipement	Eau	Observations
2,50	-0,27	sable légèrement argileux	tarière 100mm			Pas notoire lors de la foration	
		argile gris bleu					
3,70 3,80	-1,47 -1,57	argile marron et gris bleu légèrement sableuse - refus					

Eau : pas notoire lors de la foration

**SONDAGE DE RECONNAISSANCE GEOLOGIQUE**

Client **Ville de Pornichet**
Chantier **Mise à flot du port d'échouage de Pornichet**
Dossier C/R/06/D/102/F/041
Date 29 juin 2006

Sondage T16**Cote Z 0,74 CM**

Profondeur	Cote Marine	Lithologie	Outil	Tubage	Equipement	Eau	Observations
0,40	0,34	sable vasard	tarière 100mm			Pas notoire lors de la foration	
		argile marron bleu sableuse - refus					
1,60	-0,86						

Eau : pas notoire lors de la foration

**SONDAGE DE RECONNAISSANCE GEOLOGIQUE**

Client **ville de Pornichet**
 Chantier **Mise à flot du port d'échouage de Pornichet**
 Dossier C/R/06/F/164/F/048
 Date 7 juillet 2006

Sondage T17

Cote Z **-0,4 CM**

Profondeur	Cote Marine	Lithologie	Outil	Tubage	Equipement	Eau	Observations
0,60	-1,00	vase noire	Tarière 100mm			Pas notoire lors de la foration	
		sable beige tirant vers le vert					
2,30	-2,70	argile gris bleue à tendance sableuse					
6,20 6,35	-6,60 -6,75	argile sableuse verte					

Eau : pas notoire lors de la foration

**SONDAGE DE RECONNAISSANCE GEOLOGIQUE**

Client **ville de Pornichet**
 Chantier **Mise à flot du port d'échouage de Pornichet**
 Dossier C/R/06/F/164/F/048
 Date 7 juillet 2006

Sondage T18

Cote Z **1,82 CM**

Profondeur	Cote Marine	Lithologie	Outil	Tubage	Equipement	Eau	Observations
0,60	1,22	vase gris noire	Tarière 100mm			Pas notoire lors de la foration	
		argile sableuse gris verte					
2,00	-0,18	argile sableuse gris verte					
3,20	-1,38						

Eau : pas notoire lors de la foration

**SONDAGE DE RECONNAISSANCE GEOLOGIQUE**

Client **ville de Pornichet**
 Chantier **Mise à flot du port d'échouage de Pornichet**
 Dossier C/R/06/F/164/F/048
 Date 7 juillet 2006

Sondage T19

Cote Z 1,22 CM

Profondeur	Cote Marine	Lithologie	Outil	Tubage	Equipement	Eau	Observations
0,80	0,42	vase sableuse gris foncé	Tarière 100mm			Pas notoire lors de la foration	
		sable argileux gris foncé					
1,30	-0,08	argile sableuse gris foncé					
4,80	-3,58	argile sableuse caillouteuse gris foncé					
5,00	-3,78						

Eau : pas notoire lors de la foration



Client **ville de Pornichet**
 Chantier **Mise à flot du port d'échouage de Pornichet**
 Dossier C/R/06/F/164/F/048
 Date 7 juillet 2006

Sondage T20

Cote Z 1,57 CM

Profondeur	Cote Marine	Lithologie	Outil	Tubage	Equipement	Eau	Observations
0,40	1,17	vase sableuse gris foncé	Tarière 100mm			Pas notoire lors de la	

Eau : pas notoire lors de la foration

**SONDAGE DE RECONNAISSANCE GEOLOGIQUE**

Client **ville de Pornichet**
Chantier **Mise à flot du port d'échouage de Pornichet**
Dossier C/R/06/F/164/F/048
Date 7 juillet 2006

Sondage T21

Cote Z ?

Profondeur	Cote Marine	Lithologie	Outil	Tubage	Equipement	Eau	Observations
1,65		sable gris foncé pailleté	Tarière 100mm			Pas notoire lors de la foration	

Eau : pas notoire lors de la foration



Client **ville de Pornichet**
 Chantier **Mise à flot du port d'échouage de Pornichet**
 Dossier C/R/06/F/164/F/048
 Date 7 juillet 2006

Sondage T22

Cote Z ?

Profondeur	Cote Marine	Lithologie	Outil	Tubage	Equipement	Eau	Observations
1,00		sable vaseux gris noir	Tarière 100mm			Pas notoire lors de la foration	
1,80		sable argileux marron					
2,00		argile sableuse marron gris					


Eau : pas notoire lors de la foration

**SONDAGE PRESSIOMETRIQUE**

Client **ville de Pornichet**
 Chantier **Mise à flot du port d'échouage de Pornichet**
 Dossier C/R/06/D/102/F/041
 Date 13 juillet 2006

Sondage **PZ1**

Cote Z **6,05**

Profondeur	Cote NGF	Lithologie	Outil	Tubage	Equipement	Eau	Observations
1,80	4,25	sable de plage beige	taillant 64 mm			 Pas notoire lors de la foration	
		sable beige					
7,30	-1,25	sable gris					
9,40	-3,35	argile vaseuse					
12,00	-5,95						

Eau : pas notoire lors de la foration


Eau : Fin de chantier à 3,6 m

**SONDAGE DE RECONNAISSANCE GEOLOGIQUE**

Client **ville de Pornichet**
 Chantier **Mise à flot du port d'échouage de Pornichet**
 Dossier C/R/06/D/102/F/041
 Date 13 juillet 2006

Sondage PZ2

Cote Z 6,80 CM

Profondeur	Cote Marine	Lithologie	Outil	Tubage	Equipement	Eau	Observations
2,70	4,10	sable de plage	taillant 64 mm			 Pas notoire lors de la foration	
5,80	1,00	sable grossier					
7,60	-0,80	argile gris bleu					
13,00	-6,20	argile plus molle gris bleu					

Eau : pas notoire lors de la foration

Eau : Fin de chantier à 1,8 m

► **ANNEXE 3 : LABORATOIRE (36 PAGES)**



PAYS DE LA LOIRE

21 rue de l'Argelette
49070 BEAUCOUZE
02 41 21 03 80

fondouest-paysdelaloire@fondouest.com

Formulaire

CHANTIER : PORNICHET (44)

Date : 16/05/2025

CLIENT : CHARIER GC

N° d'affaire : AN004705

SONDAGES					Granulométrie						Limites d'Atterberg							
N° de sondage	Profondeur (m)	Nature des matériaux	Teneur en eau naturelle, W_n (%)	Valeur de bleu VBS	D max (mm)	Passant à 5mm (%)	Passant à 2 mm (%)	Passant à 0.080 mm (%)	Passant à 0.063 mm (%)	Passant à 0.002 mm (%)	Limites de Liquidité, W_L (%)	Limites de Plasticité, W_p (%)	Indice de Plasticité, I_p (%)	Indice de consistance, I_c	Densité humide (T/m^3)	Densité sèche (T/m^3)	CLASSIFICATION GTR 2000	CLASSIFICATION GTR 2023
SC3	0,30 à 1,50	Sable noirâtre	22,7	0,1	20,0	99,7	98,5	3,6	3,3						2,07	1,69	D ₁	S2 ins
SC3	1,50 à 2,90	Sable noirâtre	32,4	0,4	5,0	99,8	99,6	9,7	8,7						1,97	1,48	B ₂	S4
SC3	3,00 à 3,30	Argile grise	39,7	-	20,0	97,6	93,4	62,2	61,5		57	37	20	0,87	1,79	1,28	A ₂ th	F2 th
SC3	3,80 à 4,20	Arène argilo-graveleuse	10,6	1,0	50,0	84,7	80,8	22,9	21,7						2,08	1,88	B ₅	I1

*Client sureté

*Réd. : TC Vérif. : TC

Indice	Création	Rédaction	Vérification	Approbation	Modifications
A	09/02/2023	TC	FT	ND	Création

CHANTIER : **PORNICHET**

 Date : **19/06/2020**

 CLIENT : **Mairie de Pornichet**

 Dossier : **AN002925**

N° de sondage : SC1

Date du prélèvement : 26/05/2020

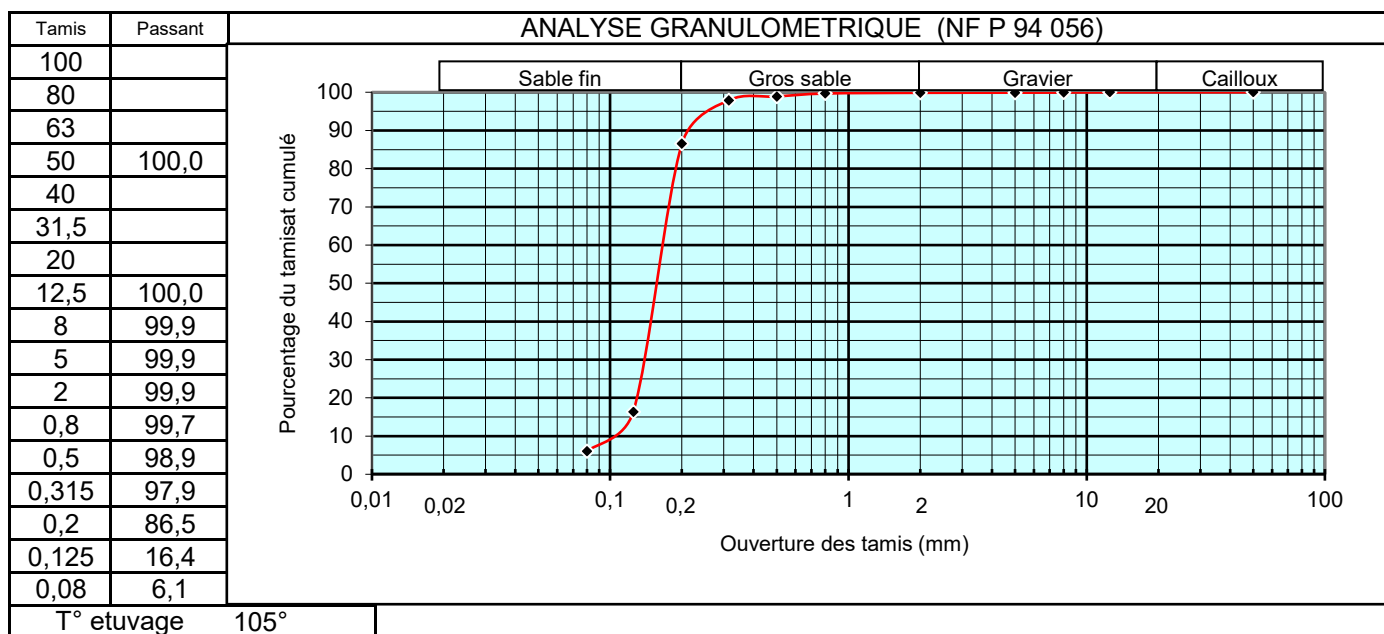
Profondeur : 0,00 - 1,00 m

Date des essais : S23

Nature des matériaux :

Alluvions sableuses

Opérateur : CC


AUTRES PARAMETRES D'IDENTIFICATION

Norme	Essai	Résultat	Spécification
NF P 94 056	Passant à 0,08 mm sur fraction 0/50 =	6,1%	Sur 0/D = 6,1%
NF P 94 056	D max (mm)=	12,5 mm	
NF P 94 056	Facteur de courbure Cc =	1	
NF P 94 056	Facteur d'uniformité Cu =	2	
NF P 94 050	Teneur en eau naturelle	29,0%	
NF P 94 068	Valeur au bleu VBS =	0,3	C = 0,999
NF P 94 051	Limites d'Atterberg wL / wP		
NF P 94 051	Indice de plasticité Ip =		
NF P 94 051	Indice de consistance Ic =		
NF P 94 053	Masse volumique humide (kg/m ³) =	1,74	
	Masse volumique sèche (kg/m ³) =	1,34	
NF P 94 054	Masse volumique des particules solides =		
NF P 94 078	Indice Portant Immédiat IPI à Wnat.		
XP P 94-046	Matières organiques à 500 °C =		

CLASSIFICATION GTR : B2

Observations :



CHANTIER : **PORNICHET**

Date : **19/06/2020**

CLIENT : **Mairie de Pornichet**

Dossier : **AN002925**

N° de sondage : SC1

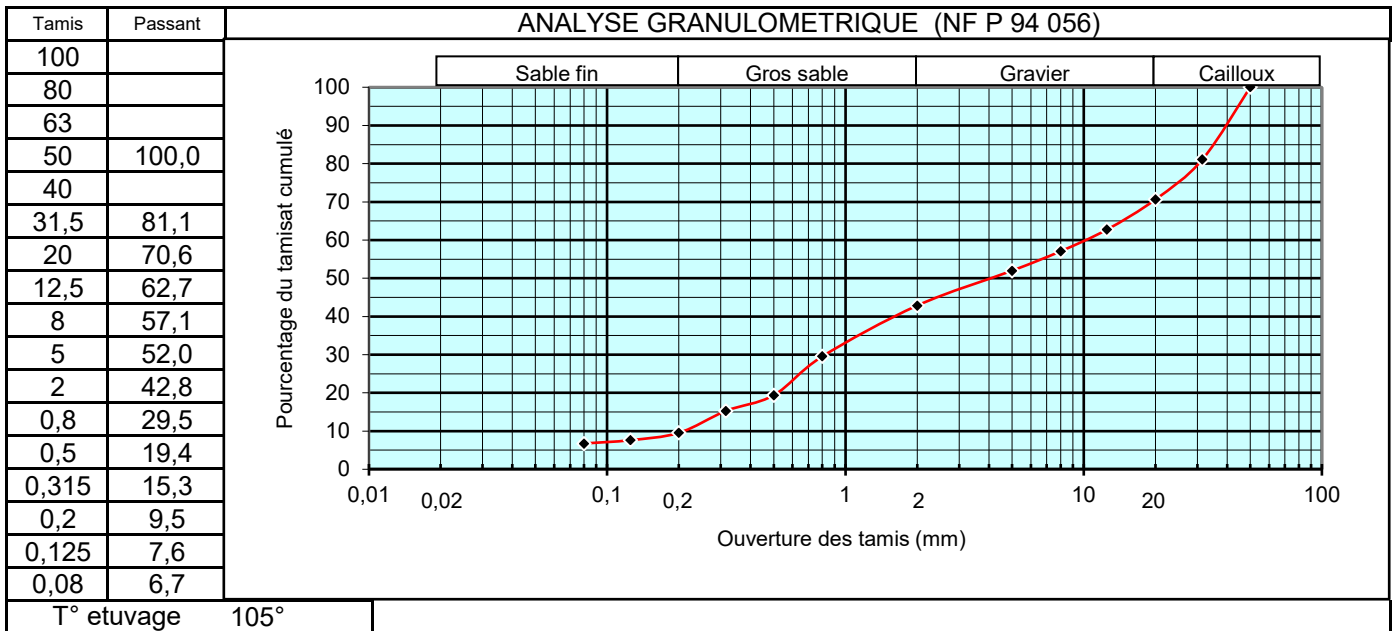
Date du prélèvement : 26/05/2020

Profondeur : 1,50 - 2,00 m

Date des essais : S23

Nature des matériaux : **Alluvions sableuses**

Opérateur : CC



AUTRES PARAMETRES D'IDENTIFICATION

Norme	Essai	Résultat	Spécification
NF P 94 056	Passant à 0,08 mm sur fraction 0/50 =	6,7%	Sur 0/D = 6,7%
NF P 94 056	D max (mm)=	50,0 mm	
NF P 94 056	Facteur de courbure Cc =	0	
NF P 94 056	Facteur d'uniformité Cu =	52	
NF P 94 050	Teneur en eau naturelle	7,8%	
NF P 94 068	Valeur au bleu VBS =	0,8	C = 0,520
NF P 94 051	Limites d'Atterberg wL / wP		
NF P 94 051	Indice de plasticité Ip =		
NF P 94 051	Indice de consistance Ic =		
NF P 94 053	Masse volumique humide (kg/m ³) =		
	Masse volumique sèche (kg/m ³) =		
NF P 94 054	Masse volumique des particules solides =		
NF P 94 078	Indice Portant Immédiat IPI à Wnat.		
XP P 94-046	Matières organiques à 500 °C =		

CLASSIFICATION GTR : B4

Observations :



CHANTIER : **PORNICHET**

Date : **19/06/2020**

CLIENT : **Mairie de Pornichet**

Dossier : **AN002925**

N° de sondage : SC1

Date du prélèvement : 26/05/2020

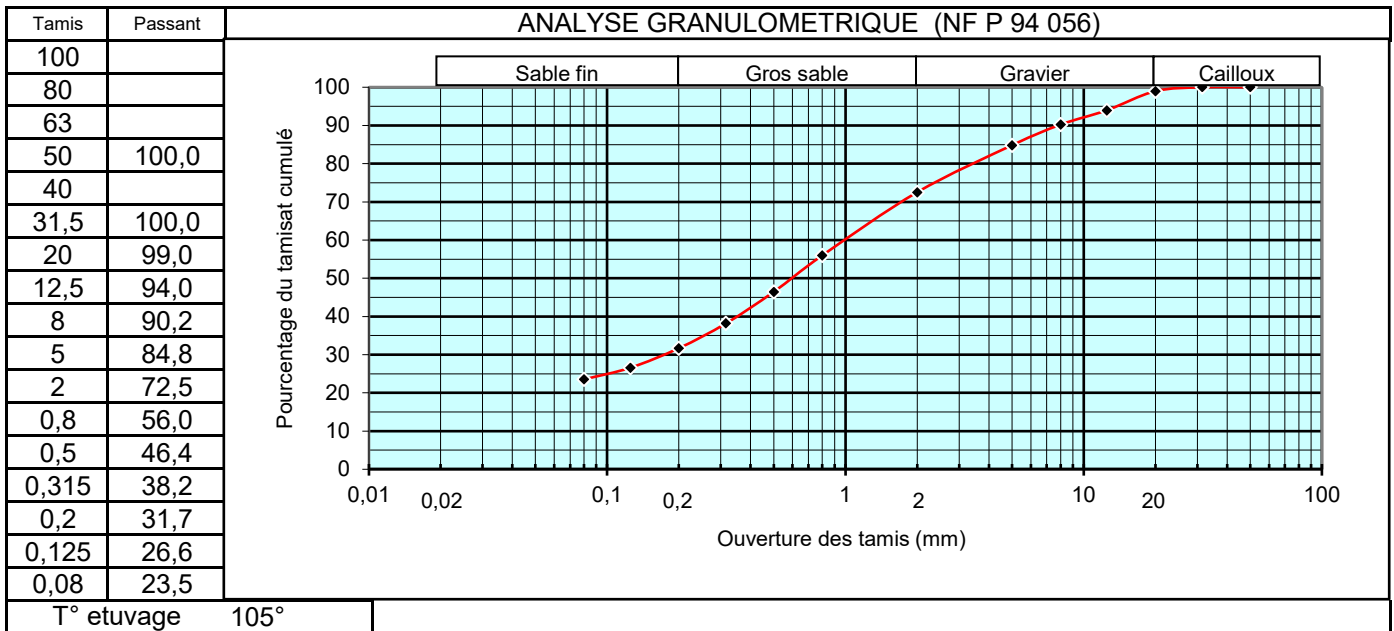
Profondeur : 3,40 - 4,00 m

Date des essais : S23

Nature des matériaux :

Arène gneissique

Opérateur : CC



AUTRES PARAMETRES D'IDENTIFICATION

Norme	Essai	Résultat	Spécification
NF P 94 056	Passant à 0,08 mm sur fraction 0/50 =	23,5%	Sur 0/D = 23,5%
NF P 94 056	D max (mm)=	31,5 mm	
NF P 94 056	Facteur de courbure Cc =		
NF P 94 056	Facteur d'uniformité Cu =		
NF P 94 050	Teneur en eau naturelle	15,3%	
NF P 94 068	Valeur au bleu VBS =	5,5	C = 0,848
NF P 94 051	Limites d'Atterberg wL / wP		
NF P 94 051	Indice de plasticité Ip =		
NF P 94 051	Indice de consistance Ic =		
NF P 94 053	Masse volumique humide (kg/m ³) =	1,99	
	Masse volumique sèche (kg/m ³) =	1,73	
NF P 94 054	Masse volumique des particules solides =		
NF P 94 078	Indice Portant Immédiat IPI à Wnat.		
XP P 94-046	Matières organiques à 500 °C =		

CLASSIFICATION GTR : B6

Observations :



CHANTIER : **PORNICHET**

Date : **19/06/2020**

CLIENT : **Mairie de Pornichet**

Dossier : **AN002925**

N° de sondage : SC2

Date du prélèvement : S23

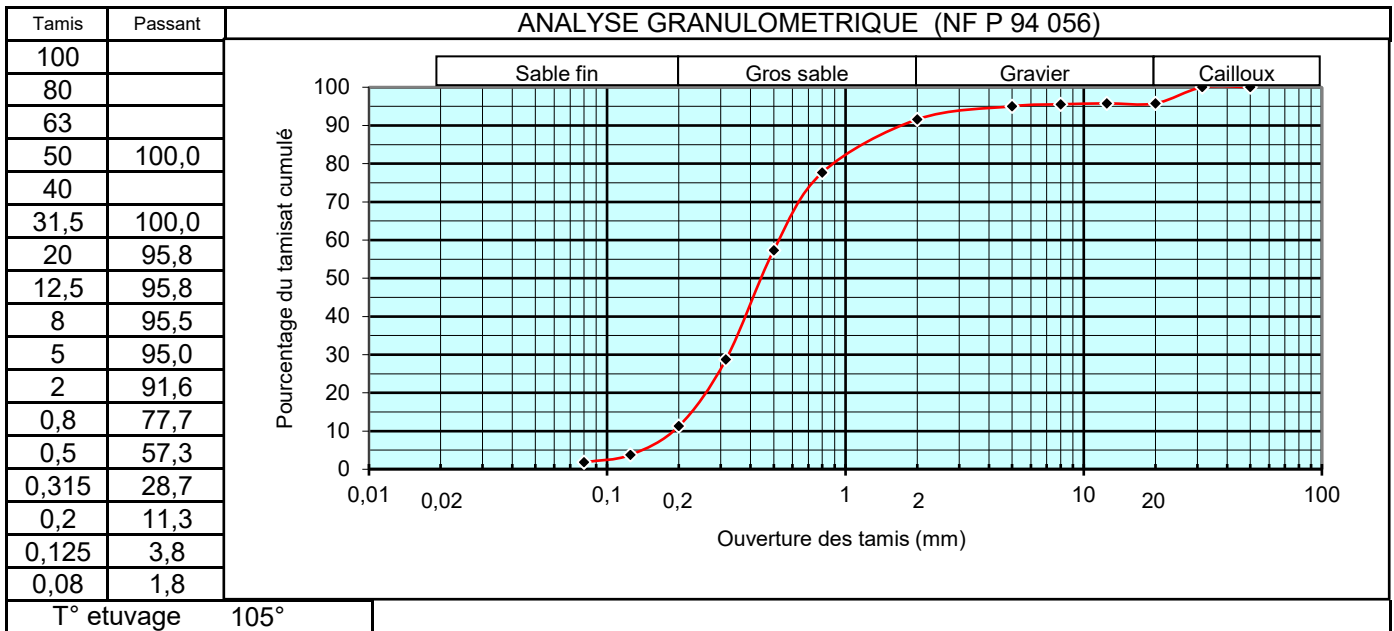
Profondeur : 1,00 - 2,00 m

Date des essais : S25

Nature des matériaux :

Sable grossier

Opérateur : CC



AUTRES PARAMETRES D'IDENTIFICATION

Norme	Essai	Résultat	Spécification
NF P 94 056	Passant à 0,08 mm sur fraction 0/50 =	1,8%	Sur 0/D = 1,8%
NF P 94 056	D max (mm)=	31,5 mm	
NF P 94 056	Facteur de courbure Cc =	1	
NF P 94 056	Facteur d'uniformité Cu =	3	
NF P 94 050	Teneur en eau naturelle	18,7%	
NF P 94 068	Valeur au bleu VBS =	0,1	C = 0,950
NF P 94 051	Limites d'Atterberg wL / wP		
NF P 94 051	Indice de plasticité Ip =		
NF P 94 051	Indice de consistance Ic =		
NF P 94 053	Masse volumique humide (kg/m ³) =		
	Masse volumique sèche (kg/m ³) =		
NF P 94 054	Masse volumique des particules solides =		
NF P 94 078	Indice Portant Immédiat IPI à Wnat.		
XP P 94-046	Matières organiques à 500 °C =		

CLASSIFICATION GTR : B1

Observations :



CHANTIER : **PORNICHET**

Date : **19/06/2020**

CLIENT : **Mairie de Pornichet**

Dossier : **AN002925**

N° de sondage : SC2

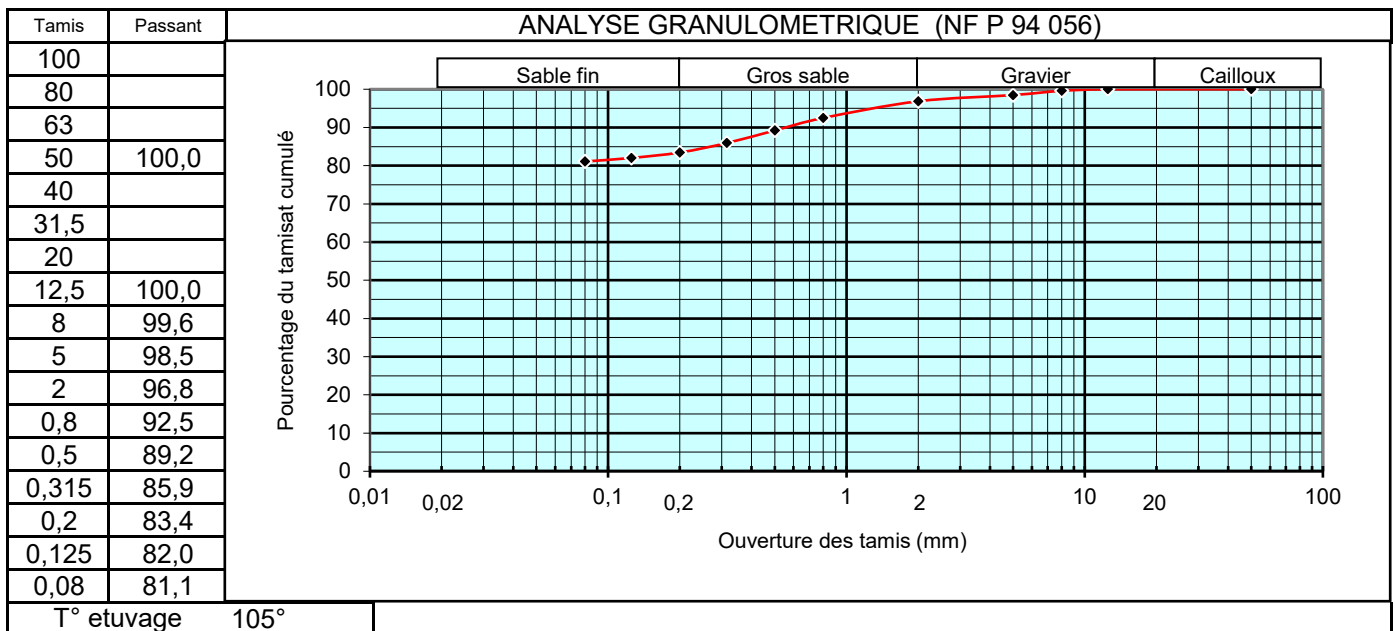
Date du prélèvement : S23

Profondeur : 3,00 - 4,00 m

Date des essais : S25

Nature des matériaux : **Argile**

Opérateur : CC



AUTRES PARAMETRES D'IDENTIFICATION

Norme	Essai	Résultat	Spécification
NF P 94 056	Passant à 0,08 mm sur fraction 0/50 =	81,1%	Sur 0/D = 81,1%
NF P 94 056	D max (mm)=	12,5 mm	
NF P 94 056	Facteur de courbure Cc =		
NF P 94 056	Facteur d'uniformité Cu =		
NF P 94 050	Teneur en eau naturelle	33,9%	
NF P 94 068	Valeur au bleu VBS =	15,0	C = 0,985
NF P 94 051	Limites d'Atterberg wL / wP		
NF P 94 051	Indice de plasticité Ip =		
NF P 94 051	Indice de consistance Ic =		
NF P 94 053	Masse volumique humide (kg/m ³) =		
	Masse volumique sèche (kg/m ³) =		
NF P 94 054	Masse volumique des particules solides =		
NF P 94 078	Indice Portant Immédiat IPI à Wnat.		
XP P 94-046	Matières organiques à 500 °C =		

CLASSIFICATION GTR : A4

Observations :



CHANTIER : **PORNICHET**

Date : **19/06/2020**

CLIENT : **Mairie de Pornichet**

Dossier : **AN002925**

N° de sondage : SC2

Date du prélèvement : S23

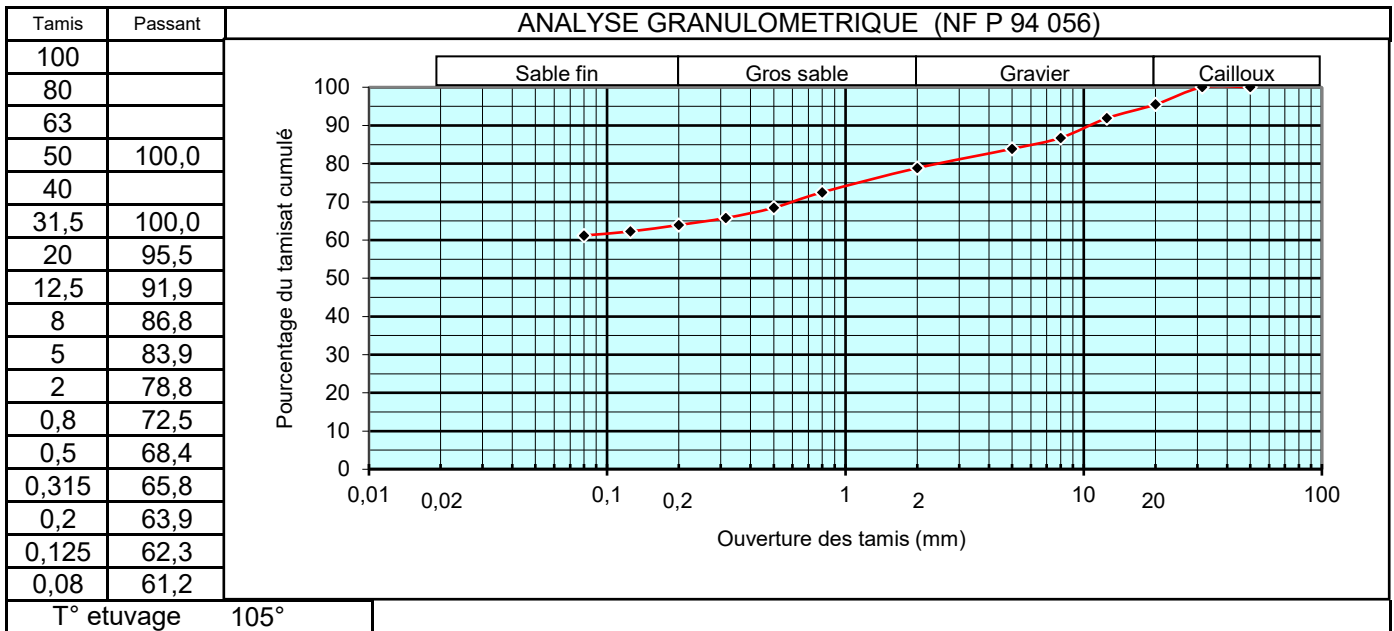
Profondeur : 4,00 - 5,00 m

Date des essais : S25

Nature des matériaux :

Argile quartzeuse

Opérateur : CC



AUTRES PARAMETRES D'IDENTIFICATION

Norme	Essai	Résultat	Spécification
NF P 94 056	Passant à 0,08 mm sur fraction 0/50 =	61,2%	Sur 0/D = 61,2%
NF P 94 056	D max (mm)=	31,5 mm	
NF P 94 056	Facteur de courbure Cc =		
NF P 94 056	Facteur d'uniformité Cu =		
NF P 94 050	Teneur en eau naturelle	28,0%	
NF P 94 068	Valeur au bleu VBS =	9,5	C = 0,839
NF P 94 051	Limites d'Atterberg wL / wP		
NF P 94 051	Indice de plasticité Ip =		
NF P 94 051	Indice de consistance Ic =		
NF P 94 053	Masse volumique humide (kg/m ³) =		
	Masse volumique sèche (kg/m ³) =		
NF P 94 054	Masse volumique des particules solides =		
NF P 94 078	Indice Portant Immédiat IPI à Wnat.		
XP P 94-046	Matières organiques à 500 °C =		

CLASSIFICATION GTR : A4

Observations :

CHANTIER : PORNICHET
DATE : 19/06/2020
CLIENT : Mairie de Pornichet
DOSSIER : AN002925
N° de sondage : SC2
Date prélèvement : S23
Profondeur (m) : 3,30 - 3,60 m
Date des essais : S24
Etat : EI
Opérateur : CC
Nature des matériaux : Argile grisâtre
Prof. Nappe : NP / u_0 (kPa) : NC / σ'_{vo} (kPa) : 35
Conditions d'essai :

		Ech 1	Ech 2	Ech 3
σ_3	(kPa)	573	673	773
σ'_c	(kPa)	23	123	223
u_{cp}	(kPa)	550	549	550
Vit. écrasement	($\mu\text{m}/\text{min}$)	12	12	12
Vit. de déformation	(%/min)	0,0158	0,0158	0,0158
ΔV_s	(cm^3)	0,366	2,916	4,744
B	(-)	0,88	0,93	0,84
t_{100}	(min)	69,36	68,98	81,04

Données initiales :

H_0	(mm)	76	76	76
D_0	(mm)	38	38	38
m_h	(g)	157,8	158,5	157,1
m_s	(g)	117,1	118	115,9
W_0	(%)	34,8	34,3	35,5
ρ_h	(kg/m^3)	1,83	1,84	1,82
ρ_d	(kg/m^3)	1,36	1,37	1,34
$\rho_s^{(*)}$	(kg/m^3)	2,7	2,7	2,7
S_i	(%)	95,2	95,5	94,6
e_0	(-)	0,99	0,97	1,01

Données finales :

H_s	(mm)	75,9	75,1	74,6
D_s	(mm)	38	38	38
m_{hf}	(g)	162,8	158,9	158,8
m_{sf}	(g)	117,1	118	115,9
W_f	(%)	39,0	34,7	37,0
ρ_h	(kg/m^3)	1,83	1,84	1,82
ρ_d	(kg/m^3)	1,36	1,42	1,42
S_f	(%)	106,9	103,8	110,9
e_f	(-)	0,99	0,90	0,90

Critères de rupture :

$(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$	s' (kPa)	50,2	123,2	219,6
	t (kPa)	28,25	62,2	103
ϵ_{1f}	(%)	6,44	5,39	5,39
$(\sigma'_1 / \sigma'_3)_{max}$	s' (kPa)	39,8	116	219,6
	t (kPa)	26,9	59	103
ϵ_{1f}	(%)	1,34	2,85	5,39

Modes de rupture :

Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3
Cisaillement	Cisaillement	Cisaillement

Résultats :

Critères de Lambe		Cercles de Mohr				Retenu
		Contraintes effectives		Contraintes totales		
φ' (°)	C' (kPa)	φ' (°)	C' (kPa)	φ_{cu} (°)	C_{cu} (kPa)	
24,7	11,21	25,1	11,08	16,3	12,21	X
		26,2	6,91	16,1	13,5	

Observations :

(*) Valeur estimée

CHANTIER : PORNICHET

DATE : 19/06/2020

CLIENT : Mairie de Pornichet

DOSSIER : AN002925

N° de sondage : SC2

Date prélèvement : S23

Profondeur (m) : 3,30 - 3,60 m

Date des essais : S24

Etat : EI

Opérateur : CC

Nature des matériaux : Argile grisâtre

Prof. Nappe : NP / u_0 (kPa) : NC / σ_{vo} (kPa) : 35

Cisaillement :

Critères de rupture :

- ⊕ (σ'_1 / σ'_3)
- ⊕ ($\sigma_1 - \sigma_3$)

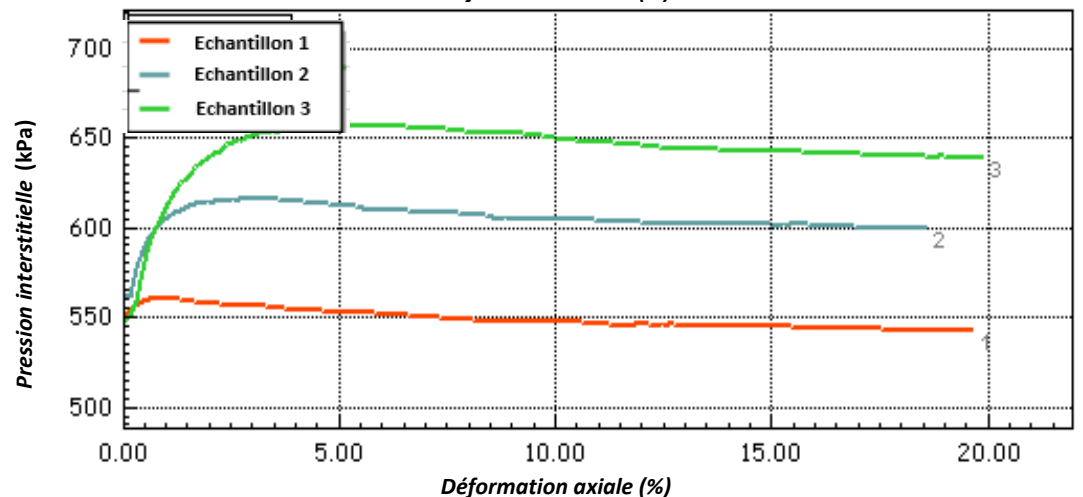
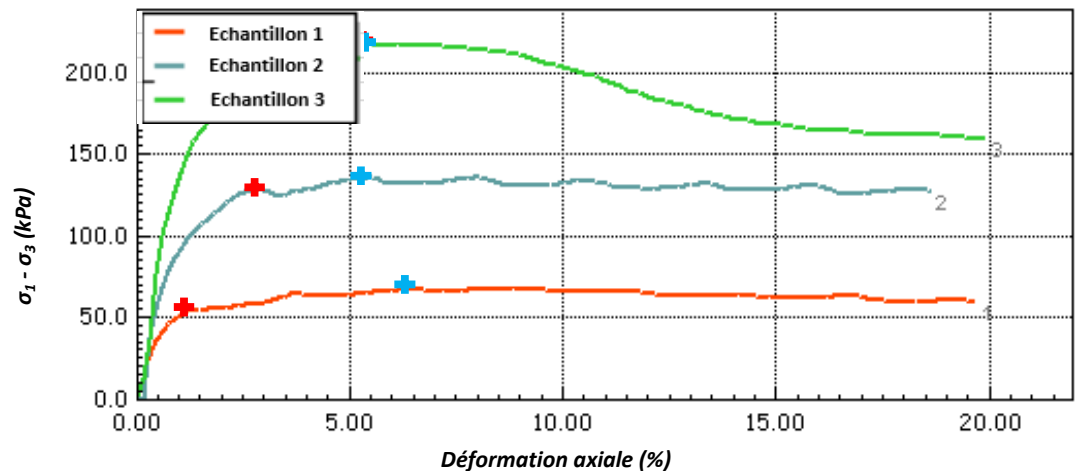
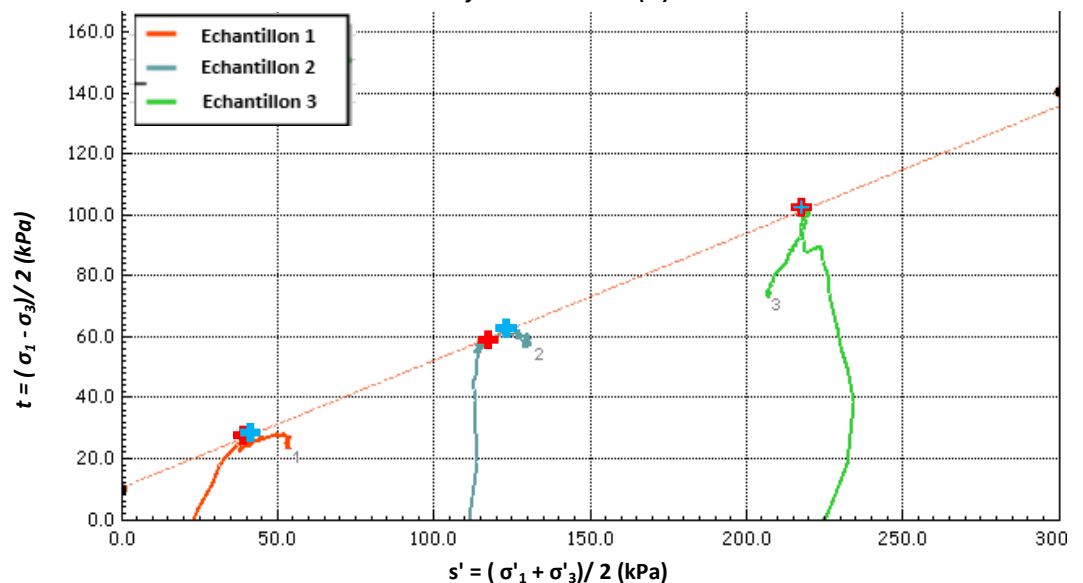


Diagramme de Lambe :

Critères de rupture :

- ⊕ (σ'_1 / σ'_3)
- ⊕ ($\sigma_1 - \sigma_3$)



Critères de Lambe

φ' (°)	C' (kPa)
24,7	11,21

CHANTIER : PORNICHET

DATE : 19/11/2019

CLIENT : Mairie de Pornichet

DOSSIER : AN002925

N° de sondage : SC2

Date prélèvement : S23

Profondeur (m) : 3,30 - 3,60 m

Date des essais : S24

Etat : EI

Opérateur : CC

Nature des matériaux : Argile grisâtre

Prof. Nappe : NP / u_0 (kPa) : NC / σ_{vo} (kPa) : 35

Cercles de Mohr :

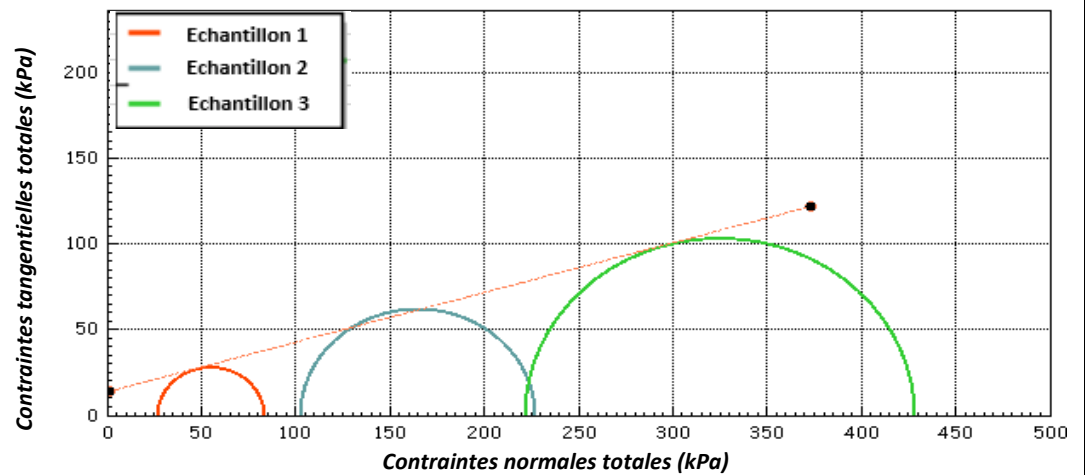
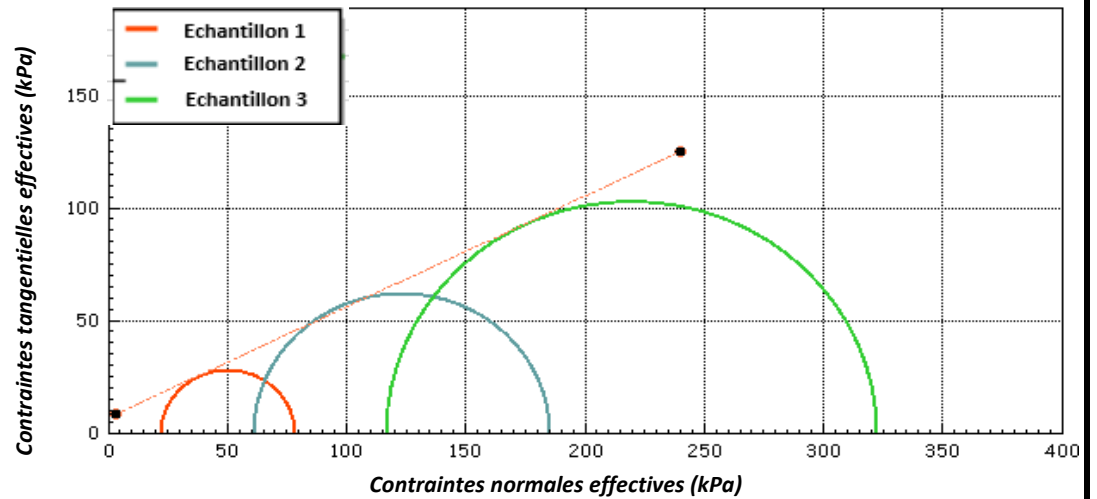
Critère retenu

$\sigma_1 - \sigma_3$

Critères de Mohr
(Contraintes effectives)

φ' (°) C' (kPa)

25,1 11,08



Critères de Mohr
(Contraintes totales)

φ_{cu} (°) C_{cu} (kPa)

16,3 12,21

Photos des échantillons :



Echantillon 1

Echantillon 2

Echantillon 3

CHANTIER : PORNICHET
DATE : 19/06/2020
CLIENT : Mairie de Pornichet
DOSSIER : AN002925
N° de sondage : SC2
Date prélèvement : S23
Profondeur (m) : 4,30 - 4,60 m
Date des essais : S24
Etat : EI
Opérateur : CC
Nature des matériaux : Argile quartzreuse
Prof. Nappe : NP / u_0 (kPa) : NC / σ'_{vo} (kPa) : 45
Conditions d'essai :

		Ech 1	Ech 2	Ech 3
σ_3	(kPa)	580	680	780
σ'_c	(kPa)	30	130	230
u_{cp}	(kPa)	550	549	550
Vit. écrasement	($\mu\text{m}/\text{min}$)	30	30	30
Vit. de déformation	(%/min)	0,0395	0,0395	0,0395
ΔV_s	(cm^3)	0,710	2,913	4,370
B	(-)	0,93	0,96	0,95
t_{100}	(min)	23,86	25,69	26,08

Données initiales :

H_0	(mm)	76	76	76
D_0	(mm)	38	38	38
m_h	(g)	165,2	154,5	162,7
m_s	(g)	127,6	111,6	124,9
W_0	(%)	29,5	38,4	30,3
ρ_h	(kg/m^3)	1,92	1,79	1,89
ρ_d	(kg/m^3)	1,48	1,29	1,45
$\rho_s^{(*)}$	(kg/m^3)	2,7	2,7	2,7
S_i	(%)	96,5	95,0	94,8
e_0	(-)	0,82	1,09	0,86

Données finales :

H_s	(mm)	75,8	75,1	74,7
D_s	(mm)	38	38	38
m_{hf}	(g)	168,6	154,8	161,7
m_{sf}	(g)	127,6	111,6	124,9
W_f	(%)	32,1	38,7	29,5
ρ_h	(kg/m^3)	1,92	1,79	1,89
ρ_d	(kg/m^3)	1,49	1,34	1,53
S_f	(%)	106,8	103,0	104,0
e_f	(-)	0,81	1,01	0,76

Critères de rupture :

$(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$	s' (kPa)	42	124,55	207,6
	t (kPa)	20,7	60,35	97,4
ϵ_{1f}	(%)	9,29	6,12	7,31
$(\sigma'_1 / \sigma'_3)_{max}$	s' (kPa)	35,05	119,35	204,6
	t (kPa)	19,75	58,2	96,4
ϵ_{1f}	(%)	1,95	5,08	5,97

Modes de rupture :

Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3
Cisaillement	Cisaillement	Cisaillement

Résultats :

Critères de Lambe		Cercles de Mohr				Retenu
		Contraintes effectives		Contraintes totales		
φ' (°)	C' (kPa)	φ' (°)	C' (kPa)	φ_{cu} (°)	C_{cu} (kPa)	
27,1	3,18	27,6	1,29	15,2	6,43	X
		26,8	4,34	15,3	5,54	

Observations :

(*) Valeur estimée

CHANTIER : PORNICHET

DATE : 19/06/2020

CLIENT : Mairie de Pornichet

DOSSIER : AN002925

N° de sondage : SC2

Date prélèvement : S23

Profondeur (m) : 4,30 - 4,60 m

Date des essais : S24

Etat : EI

Opérateur : CC

Nature des matériaux : Argile quartzeuse

Prof. Nappe : NP / u_0 (kPa) : NC / σ_{vo} (kPa) : 45

Cisaillement :

Critères de rupture :

- ⊕ (σ'_1 / σ'_3)
- ⊕ ($\sigma_1 - \sigma_3$)

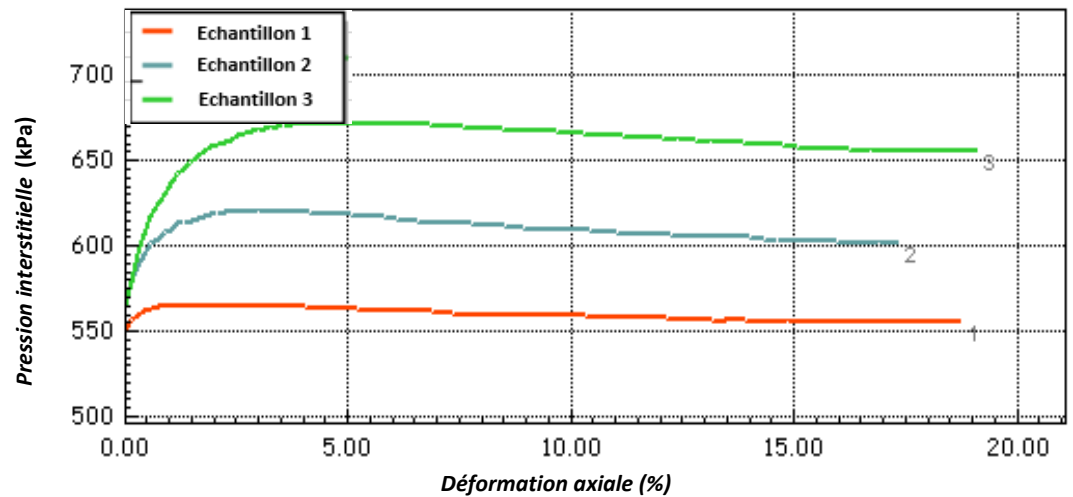
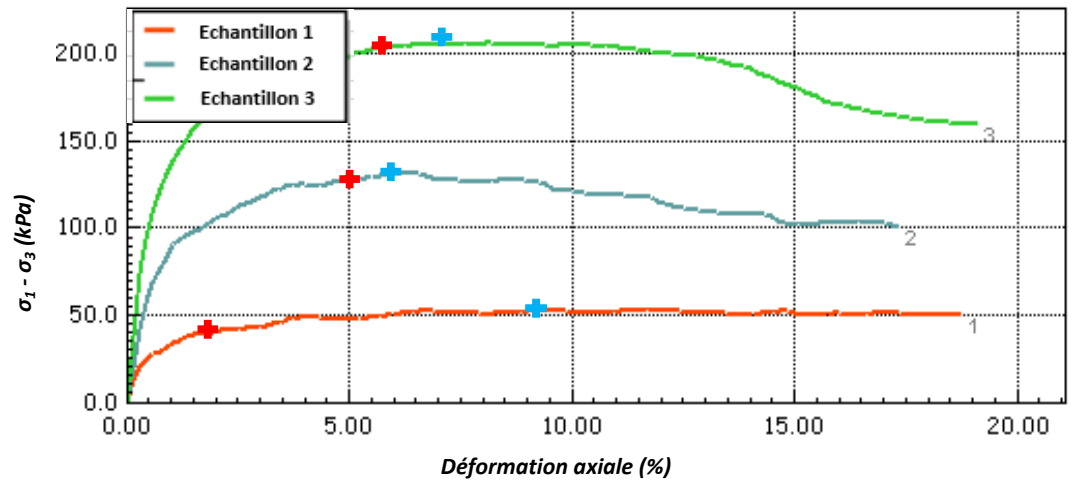
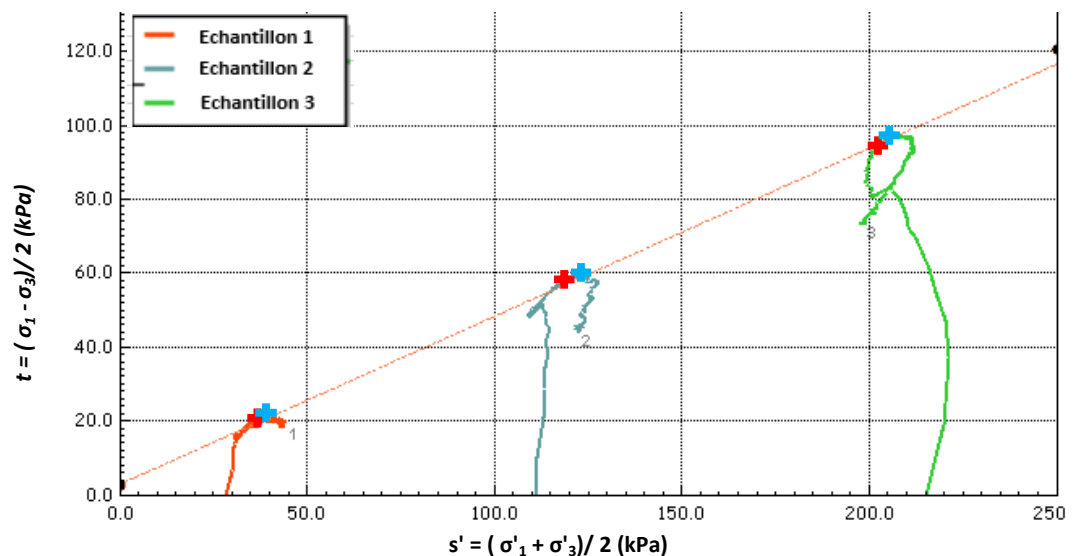


Diagramme de Lambe :

Critères de rupture :

- ⊕ (σ'_1 / σ'_3)
- ⊕ ($\sigma_1 - \sigma_3$)



Critères de Lambe

φ' (°)	C' (kPa)
27,1	3,18

CHANTIER : PORNICHET

DATE : 19/11/2019

CLIENT : Mairie de Pornichet

DOSSIER : AN002925

N° de sondage : SC2

Date prélèvement : S23

Profondeur (m) : 4,30 - 4,60 m

Date des essais : S24

Etat : EI

Opérateur : CC

Nature des matériaux : Argile quartzreuse

Prof. Nappe : NP / u_0 (kPa) : NC / σ_{vo} (kPa) : 45

Cercles de Mohr :

Critère retenu

$\sigma_1 - \sigma_3$

Critères de Mohr

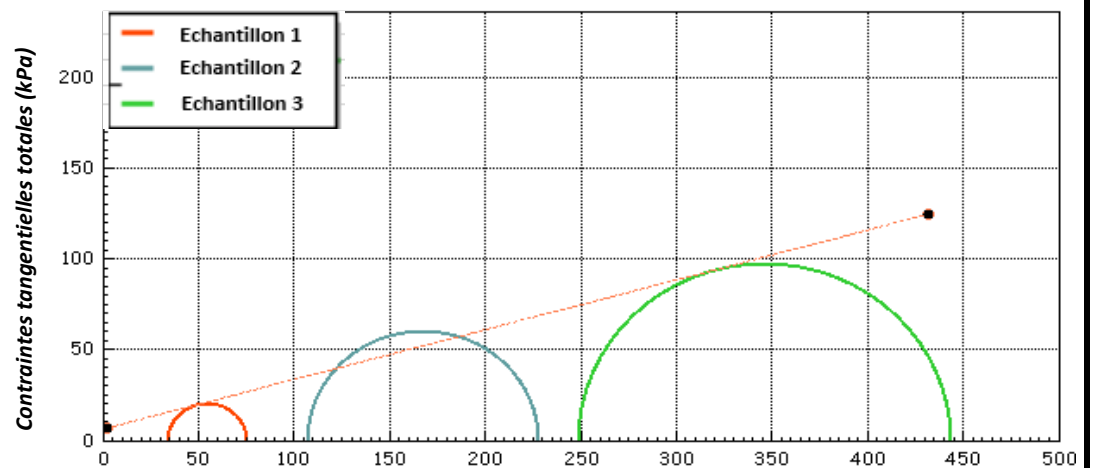
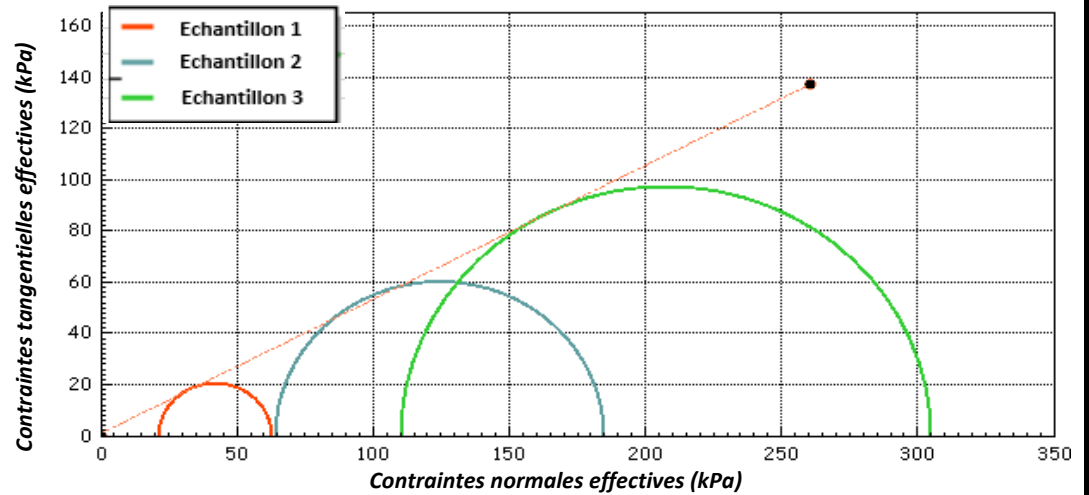
(Contraintes effectives)

φ' (°)

C' (kPa)

27,6

1,29



Critères de Mohr

(Contraintes totales)

φ_{cu} (°)

C_{cu} (kPa)

15,2

6,43

Photos des échantillons :



Echantillon 1

Echantillon 2

Echantillon 3

ESSAI AU TRIAXIAL (CD). NF P 94-074

PORNICHET (44)

Forage N° : SC1

Carotte N° : EI

FONDOUEST AN002925

Profondeur : 0,00 à 1,00 m

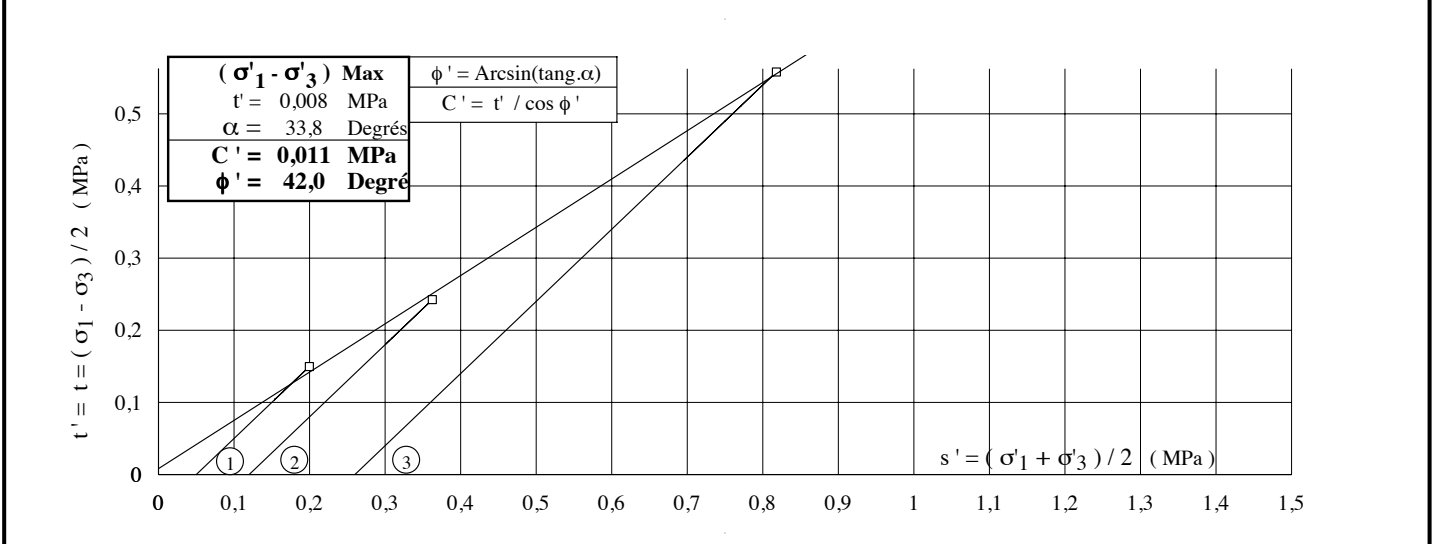
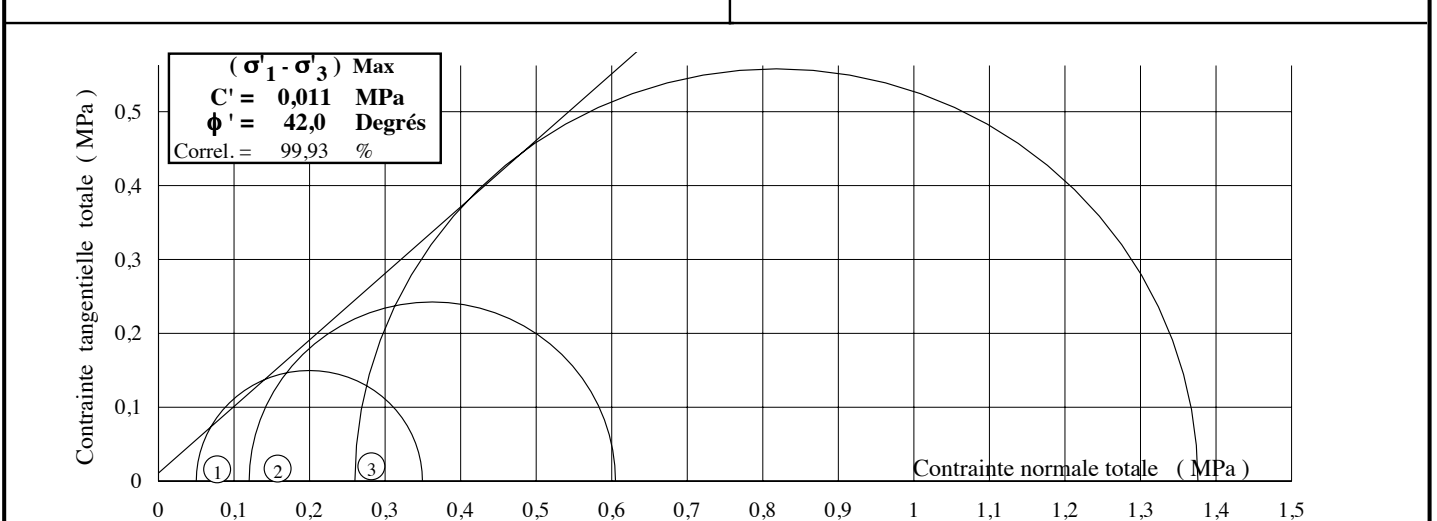
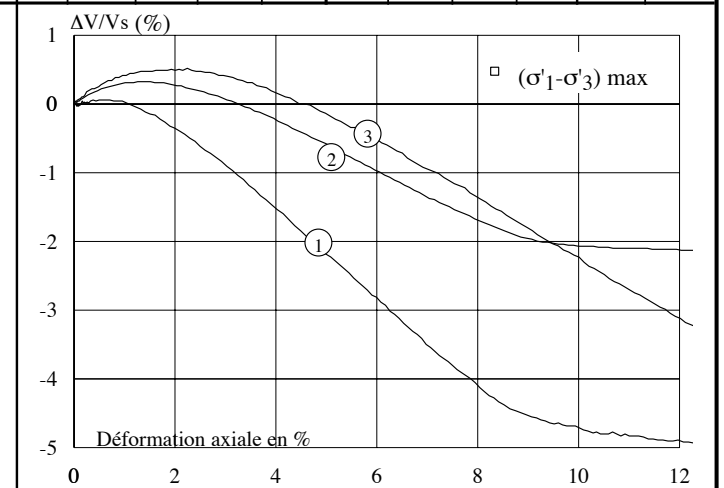
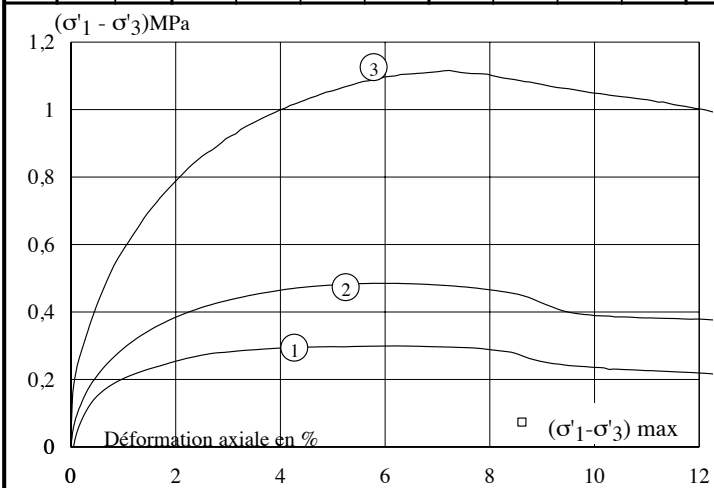
SE N° : SOLL-D20-8059

Ys. Estimé: Description: Sable fin, peu limoneux, gris foncé, ensemble carbonaté, peu compact.

Ys. Mesuré: Observations: Essai vers 0,65 m

Date: 24/06/2020

Eprv.	CARACT. INITIALES						CARACT. FINALES				CRITERE ($\sigma'_1 - \sigma'_3$) Max											
	ϕ (mm)	H (mm)	W (%)	γ	γ_d	S_R (%)	W (%)	γ	γ_d	S_R (%)	($\sigma'_1 - \sigma'_3$) (MPa)	$\Delta V/V_s$ (%)	ϵ (%)	s' (MPa)	t (MPa)	σ'_3 (MPa)	Ucp (MPa)	T100 (mm)	B (%)	ΔV_s (cm ³)	Vit. mm/mn	
1	35,3	69,5	29,2	1,91	1,48	95,2	29,5	1,91	1,48	96,1	0,299	NA!	NA!	NA!	NA!	0,05	0,00	5	NON	0,29	0,046	
2	35,3	69,5	28,3	1,91	1,49	94,4	27,9	1,92	1,50	94,3	0,485	NA!	NA!	NA!	NA!	0,12	0,00	3,5	NON	0,53	0,046	
3	35,3	69,5	27,3	1,94	1,53	96,0	26,6	1,95	1,54	95,9	1,116	NA!	NA!	NA!	NA!	0,26	0,00	4,3	98,5	0,99	0,046	
4																						



SOL-ESSAIS

460, Avenue Jean Perrin - 13851 AIX EN PROVENCE Cedex 3

Tél. 04 42 39 74 85 - Télécopie 04 42 39 73 91

ESSAI AU TRIAXIAL (CD). NF P 94-074

PORNICHET (44)

Forage N° : SC2

Carotte N° : EI

FONDOUEST AN002925

Profondeur : 1,00 à 2,00 m

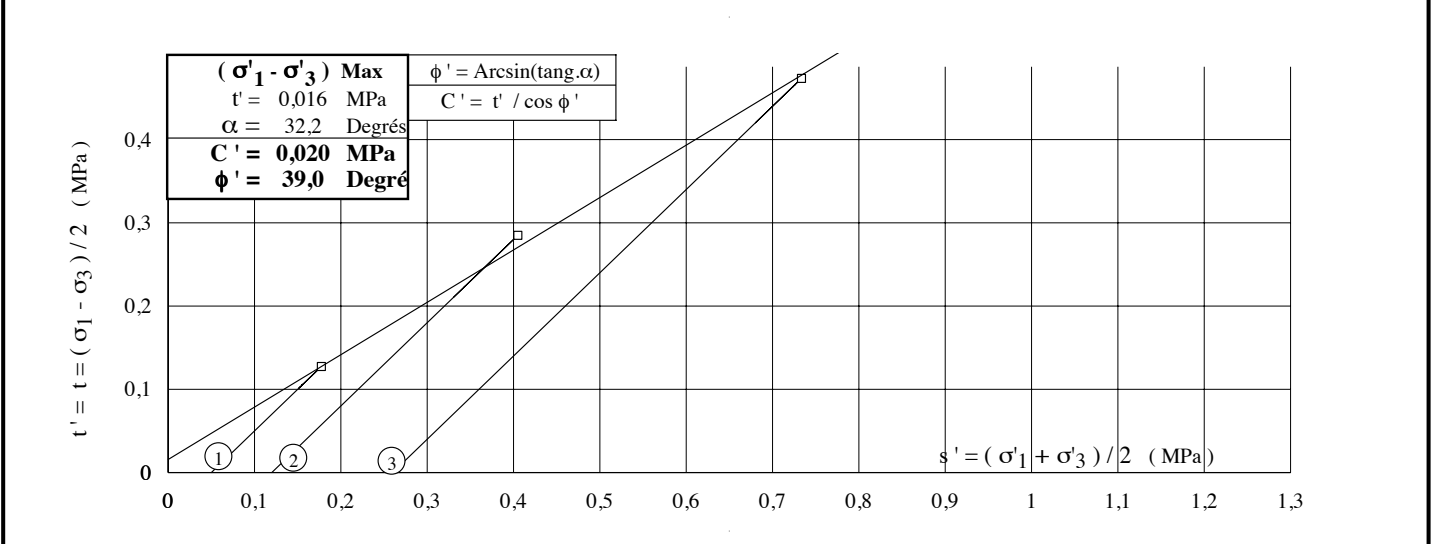
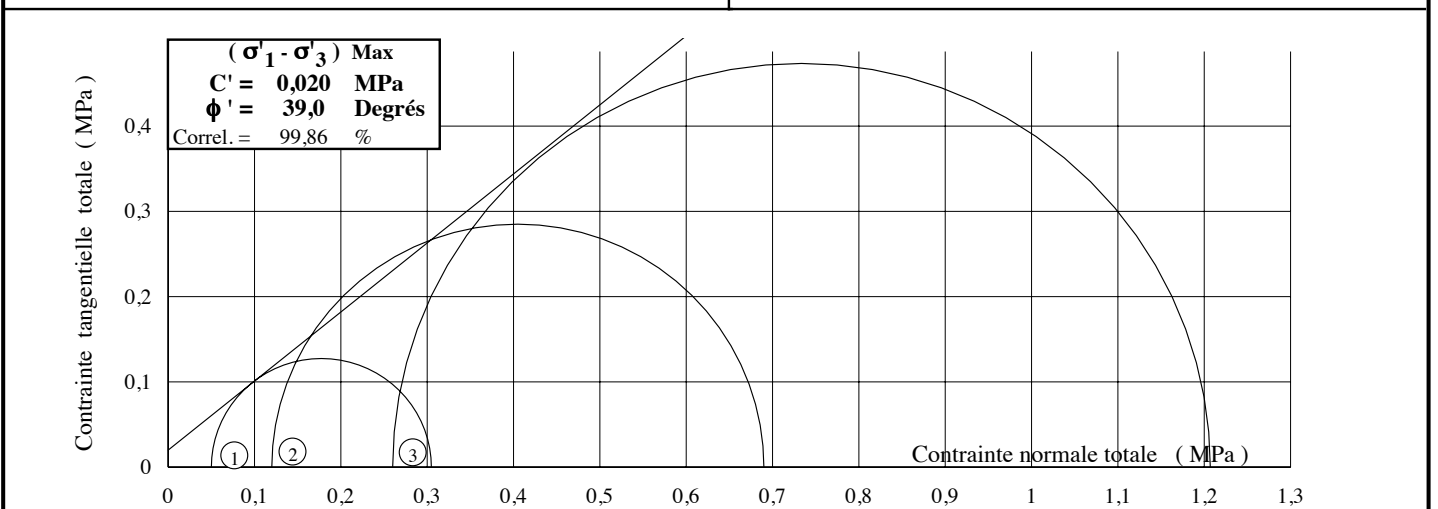
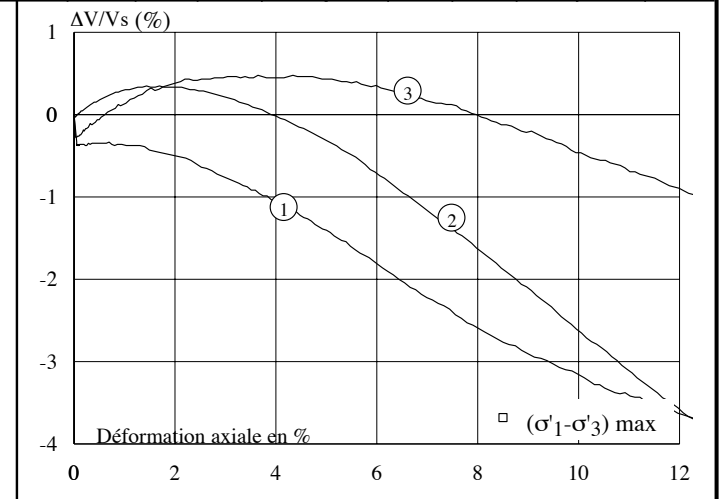
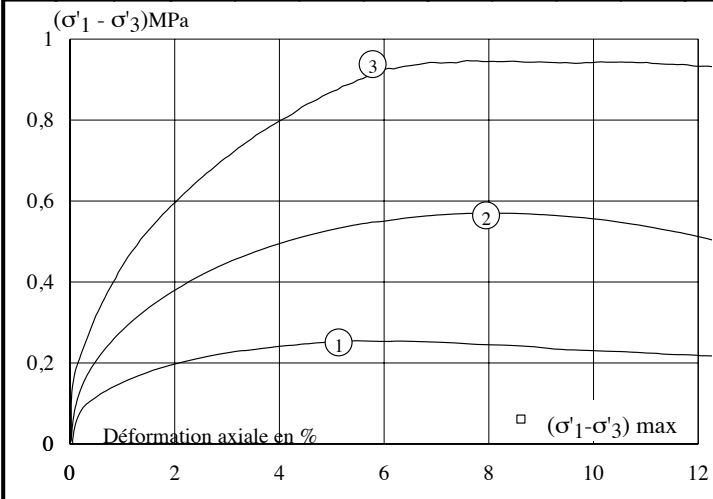
SE N° : SOLL-D20-8059

Ys. Estimé: Description: **Sable grossier à fin, très coquillier, grisâtre, ± compact, carbonaté.**

Ys. Mesuré: Observations: **Essai vers 1,45 m**

Date: 26/06/2020

Eprv.	CARACT. INITIALES						CARACT. FINALES				CRITERE ($\sigma'_1 - \sigma'_3$) Max											
	ϕ (mm)	H (mm)	W (%)	γ	γ_d	S_r (%)	W (%)	γ	γ_d	S_r (%)	($\sigma'_1 - \sigma'_3$) (MPa)	$\Delta V/V_s$ (%)	ϵ (%)	s' (MPa)	t (MPa)	σ'_3 (MPa)	Ucp (MPa)	T100 (mm)	B (%)	ΔV_s (cm ³)	Vit. mm/mn	
1	35,3	69,5	20,6	1,85	1,53	72,9	24,4	2,02	1,62	99,4	0,255	NA!	NA!	NA!	NA!	0,05	0,00	1	NON	0,95	0,046	
2	35,3	69,5	27,1	1,91	1,50	91,6	25,1	2,01	1,61	99,6	0,570	NA!	NA!	NA!	NA!	0,12	0,00	0,9	NON	0,95	0,046	
3	35,3	69,5	22,7	1,90	1,55	82,3	19,7	2,10	1,75	98,8	0,947	NA!	NA!	NA!	NA!	0,26	0,00	1,6	NON	1,66	0,046	
4																						



ESSAI DE COMPRESSIBILITE

COURT TERME (XP P 94-090-1)

Drainage Vertical

PORNICHET (44)

FONDOUEST AN002925

SEN°: SOLL-D20-8059

22/06-05/07/2020

SONDAGE: SC 2 PROFONDEUR : 3,00 à 4,00 m

Description géotechnique :

Argile gris-verdâtre, avec quelques lentilles sableuses roses, micacées, ensemble consistant, ± plastique. Essai vers 3,25 m.

 $\gamma_{s.est}$ 2,75

 $e_i = 0,928$
 $e_0 = 0,923$
 $C_c = 0,285$
 W_i % 33,7

 W_{fi} % 33,6

 $\sigma'_g = 0,046$ MPa

 $C_s = 0,053$
 $\gamma_{d.i}$ 1,43

 $\gamma_{d.fi}$ 1,43

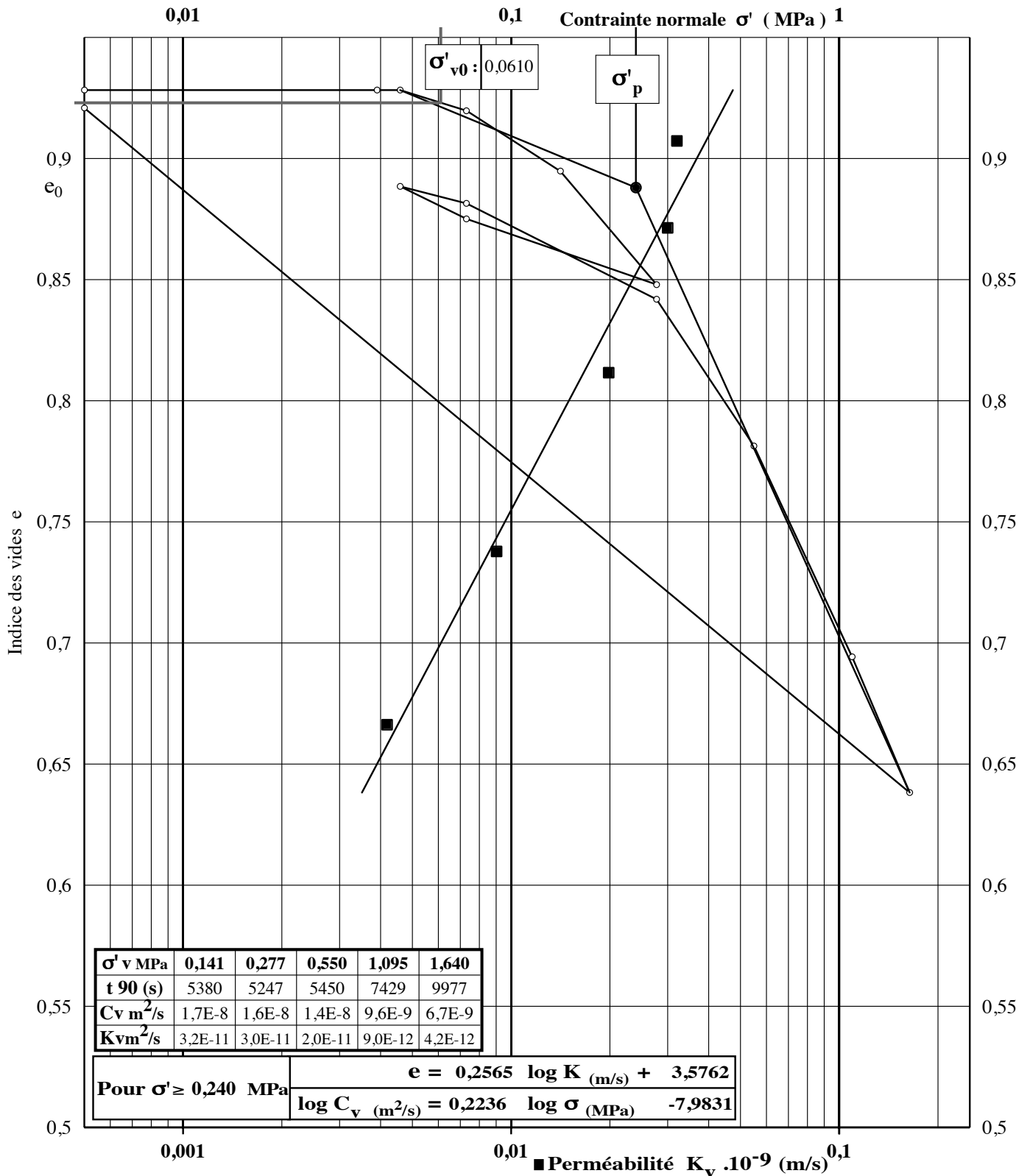
 $\sigma'_{v0} = 0,061$ MPa

 $C_v = 7,6E-9$ m²/s

 S_{ri} % 99,7

 S_{rfi} % 100,3

 $\sigma'_p = 0,240$ MPa

 $K_v = 3,3E-11$ m/s


ESSAI DE COMPRESSIBILITE

COURT TERME (XP P 94-090-1)

Drainage Vertical

PORNICHET (44)

FONDOUEST AN002925

SEN°: SOLL-D20-8059

22/06-06/07/2020

 SONDAGE: **SC 2** PROFONDEUR : **4,00 à 5,00 m**
Description géotechnique :

 Argile verdâtre, mi-consistante, plastique.
 Essai vers 4,25 m.

 $\gamma_{s.est}$ 2,75

 $e_i =$ 1,016

 $e_0 =$ 0,994

 $C_c =$ 0,290

 $W_i.$ % 36,9

 $W_{fi}.$ % 33,6

 $\sigma'_{vg} =$ 0,014 MPa

 $C_s =$ 0,029

 $\gamma_{d.i}$ 1,36

 $\gamma_{d.fi}$ 1,43

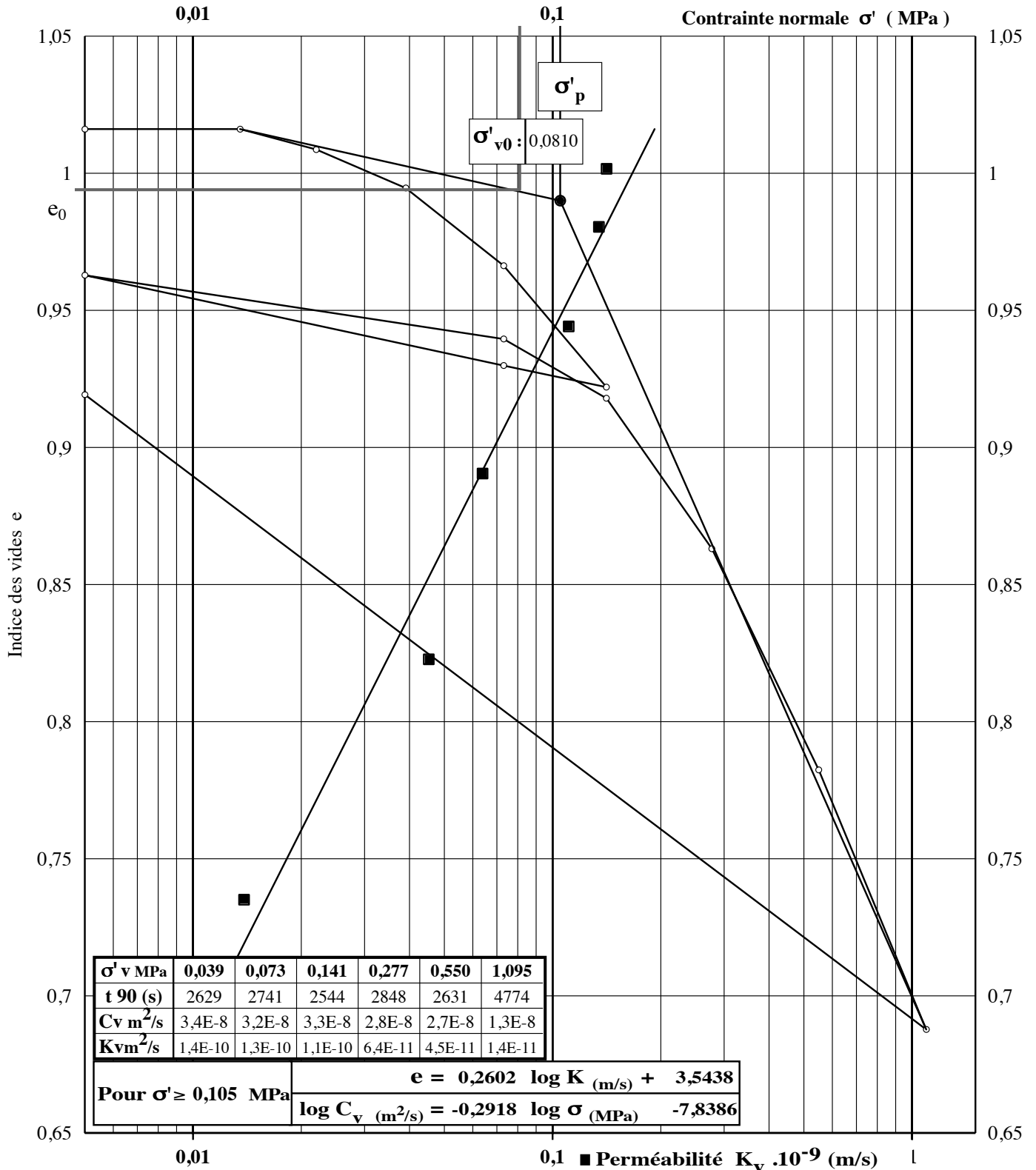
 $\sigma'_{v0} =$ 0,081 MPa

 $C_v =$ 2,8E-8 m²/s

 $S_{ri}.$ % 99,8

 $S_{rfi}.$ % 100,6

 $\sigma'_p =$ 0,105 MPa

 $K_v =$ 1,5E-10 m/s

 0,1 ■ Perméabilité $K_v \cdot 10^{-9}$ (m/s)

BORDEREAU D'ESSAI MECANIQUE

DATE **02/06/20** OPERATEUR **CG**

AFFAIRE : **Pornichet**
 N° : **AN002925**
 N° ECHANTILLON : **SC1 Erc "2.40-2.50"**
 TYPE D'ESSAI : **Compression uniaxiale selon la norme NF P94-420**
 REFERENCE MODE OPERATOIRE : **MR4-01**

EPROUVETTE

Orientation	Hauteur	Diamètre	Masse	Charge maximale
Axe sondage	(mm)	(mm)	(g)	(kN)
	83.11	40.91	280.43	100.60

PARAMETRES D'ESSAI

Presse	250	kN			
Programme	B75		σ_3	0	MPa
			Température	Ambiante	°C
Déformation constante	-	$\mu\text{m/mm}$	Code P.C. presse	-	
Charge constante	✓	N/s	Code syst. 4000	-	

RESULTATS

Contrainte maximale	76.55	MPa			Durée	1338	s
M. vol. sec	2.57	g/cm ³					
Module de Young	-	MPa					
Coefficient de Poisson	-						

OBSERVATIONS

SCHEMA RUPTURE APRES ESSAI DE COMPRESSION

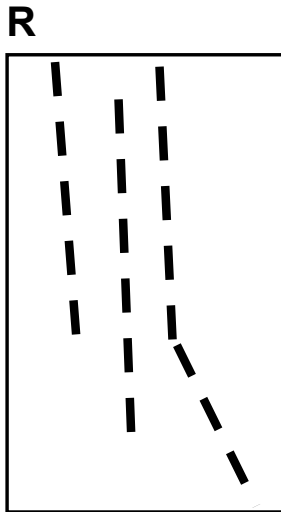
DATE 02/06/20

OPERATEUR CG

N° ECHANTILLON : SC1 Erc "2.40-2.50"

TYPE D'ESSAI COMPRESSION

R : plan de rupture



ASGA - GEORESSOURCES - ENSG

Bât E - 2 rue du Doyen Marcel Roubault - BP 10162 - 54505 Vandoeuvre-lès-Nancy Cedex
Tél : +(0)3 72 74 45 74 - Fax : +(0)3 72 74 45 75 - <http://www.asgageol.fr>

PHOTO DE L'ECHANTILLON

DATE 02/06/20

OPERATEUR CG

N° ECHANTILLON : SC1 Erc "2.40-2.50"

TYPE D'ESSAI COMPRESSION



ASGA - GEORESSOURCES - ENSG

Bât E - 2 rue du Doyen Marcel Roubault - BP 10162 - 54505 Vandoeuvre-lès-Nancy Cedex
Tél : +(0)3 72 74 45 74 - Fax : +(0)3 72 74 45 75 - <http://www.asgageol.fr>

BORDEREAU D'ESSAI MECANIQUE

DATE **22/06/20** OPERATEUR **CG**

AFFAIRE : **PORNICHET**
N° : **AN002925**

N° ECHANTILLON : **SC1 bis Eric "3.80-4.00"m**

TYPE D'ESSAI : **Compression uniaxiale selon la norme NF P94-420**

REFERENCE MODE OPERATOIRE : **MR4-01**

EPROUVETTE

Orientation	Hauteur (mm)	Diamètre (mm)	Masse (g)	Charge maximale (kN)
Axe sondage	82.86	40.83	272.27	28.71

PARAMETRES D'ESSAI

Presse	<input type="text" value="1000"/>	kN	σ_3	<input type="text" value="0"/>	MPa
Programme	<input type="text" value="B50"/>		Température	<input type="text" value="Ambiante"/>	°C
Déformation constante	<input type="text" value="-"/>	$\mu\text{m}/\text{mn}$	Code P.C. presse	<input type="text" value="-"/>	
Charge constante	<input type="text" value="✓"/>	N/s	Code syst. 4000	<input type="text" value="-"/>	

RESULTATS

Contrainte maximale	<input type="text" value="21.93"/>	MPa	Durée	<input type="text" value="584"/>	s
M. vol. sec	<input type="text" value="2.51"/>	g/cm^3			
Module de Young	<input type="text" value="-"/>	MPa			
Coefficient de Poisson	<input type="text" value="-"/>				

OBSERVATIONS

SCHEMA RUPTURE APRES ESSAI DE COMPRESSION

DATE 22/06/20 OPERATEUR CG

N° ECHANTILLON : SC1 bis Erc "3.80-4.00"m

TYPE D'ESSAI COMPRESSION

R : plan de rupture

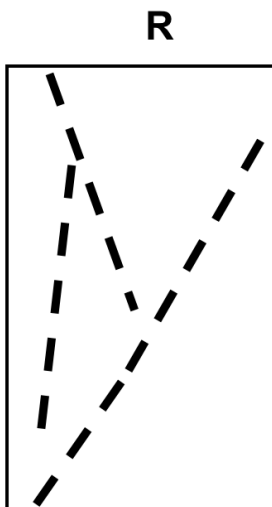


PHOTO DE L'ECHANTILLON

DATE 22/06/20 OPERATEUR CG

N° ECHANTILLON : SC1 bis Erc "3.80-4.00"m

TYPE D'ESSAI COMPRESSION



CHANTIER :	Pornichet (44) Port d'échouage
N° DOSSIER :	C/R/06/D/102/F/041

SONDAGE		W%	GRANULOMETRIE + SEDIMENTOMETRIE								ESSAI AU BLEU			IDENTIFICATION GTR classe	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE
N°	Profondeur		f.0/20	D (mm)	<50mm	<20mm	<5mm	<2mm	<0,4mm	<80µm	<2µm	f0/2	calcul f0/0,4		
C1	6 - 13.5	82.6	6	100	100	100	98	95	82		5.17	5.33	5.07	A2 lim A3	Argile légèrement sableuse grise
T2	2.6 - 6.4	17.0	5	100	100	99	91	68	5		0.18	0.24	0.16	B1	Sable jaune beige humide
T2	6.4 - 8.4	20.5	5	100	100	100	98	55	9	1.1	0.66	1.18	0.65	B2	Sable vaseux gris bleu
T3	0 - 3.2	32.0	11	100	100	96	90	94	34	8	0.66	0.63	0.59	B5 (lim A1)	Sable fin limono-vasard marron
T4	1.1 - 2.6	29.4	6	100	100	97	82	55	2		0.26	0.39	0.21	B2 (lim B1)	Sable limoneux jaune beige
T4	2.6 - 3.6	37.2	3	100	100	100	94	82	71		4.57	5.24	4.30	A2	Argile sableuse grise
T8	0 - 2.9	18.4	11	100	100	93	85	58	11		0.18	0.26	0.15	B1 (lim B5)	Argile sableuse vaseuse gris-bleu
T8	2.9 - 5.7	28.1	6	100	100	98	92	73	59	19	3.84	4.84	3.53	A2	Sable légèrement limoneux beige
T9	0.6 - 1.5	26.2	12	100	100	98	93	79	7		0.13	0.15	0.12	B1	Sable limoneux marron gris
T9	1.5 - 2.3	18.7	15	100	100	85	68	34	4		0.19	0.38	0.13	B3	Sable vasard argileux marron-gris + quelques graves
T9	2.3 - 4.9	26.8	11	100	100	95	90	67	36		0.85	1.14	0.77	A1 (lim B5)	Sable argileux marron-gris
T11	0 - 0.7	33.0	6	100	100	100	98	88	19		0.66	0.74	0.65	B5	Sable vaseux argileux noir marron
T13	0 - 0.3	55.7	8	100	100	96	93	86	54	3	2.08	2.25	1.93	A1	Sable vasard marron-noir + boulettes de pétrole
T13	0.3 - 0.8	30.5	6	100	100	100	99	90	80		5.87	6.46	5.81	A2 (lim A3)	Argile sableuse gris-bleu
T14	0 - 0.9	40.5	15	100	100	92	88	73	34		0.89	1.07	0.78	B5 (lim A1)	Sable argileux vasard marron-noir
T15	0 - 2.5	43.7	6	100	100	99	97	93	81		6.56	6.84	6.36	A3	Argile vaseuse marron légèrement sableuse
T15	2.5 - 3.8	83.3	3	100	100	100	99	95	89	30	8.80	9.17	8.71	A4	Argile grise légèrement sableuse
T17	2.3 - 6.3	40.1	11	100	100	97	93	78	66		7.24	8.63	6.73	A3	Argile vasarde grise
T18	2 - 3.20	39.3	3	100	100	100	100	97	92	25	7.43	7.66	7.43	A3	Argile silteuse noire

CHANTIER : **PORNICHET (44)**

 Date : **16/05/2025**

 CLIENT : **CHARIER GC**

 Dossier : **AN004705**

N° de sondage : SC3

Date du prélèvement : 08/04/2025

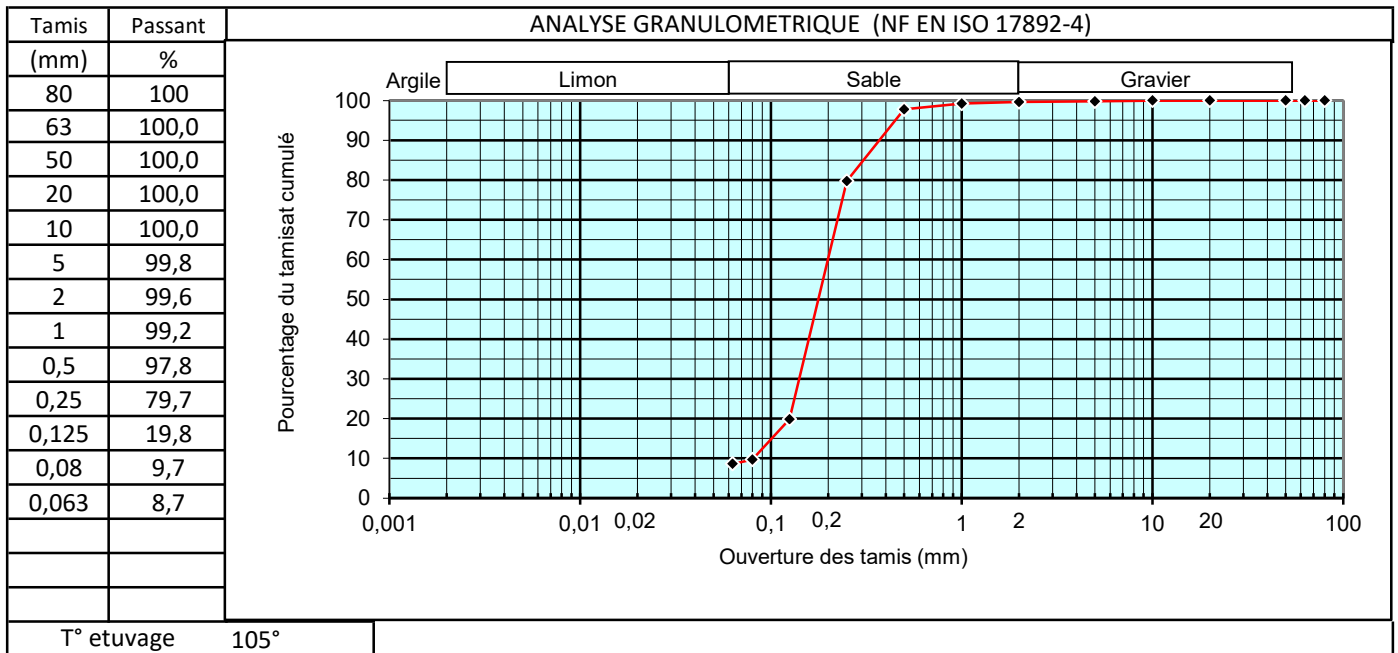
Profondeur (m): 1,50 à 2,90

Date des essais : 24/04/2025

Nature des matériaux :

Sable noirâtre

Opérateur : TC


AUTRES PARAMETRES D'IDENTIFICATION

Norme	Essai	Résultat	Spécification
NF EN ISO 17892-4	Passant à 0,063 mm sur fraction 0/63 =	8,7%	Sur 0/D = 8,7%
NF EN ISO 17892-4	D max (mm)=	5,0 mm	
NF EN ISO 17892-4	Facteur de courbure Cc =	1,4	
NF EN ISO 17892-4	Facteur d'uniformité Cu =	2,5	
NF P 94 050	Teneur en eau naturelle	32,4%	
NF P 94 068	Valeur au bleu VBS =	0,4	C = 0,998
NF P 94 051	Limites de Liquidité, W _L		
NF P 94 051	Limites de Plasticité, W _p		
NF P 94 051	Indice de Plasticité, I _p =		
NF P 94 051	Indice de consistance, I _c =		
NF P 94 053	Masse volumique humide (T/m ³) =	1,97	
	Masse volumique sèche (T/m ³) =	1,48	
NF P 94 054	Masse volumique des particules solides =		
NF P 94 078	Indice Portant Immédiat IPI à W _{nat} .		
XP P 94-046	Matières organiques à 500 °C =		

CLASSIFICATION GTR 2000 : B₂
CLASSIFICATION GTR 2023 : S4

Observations :

CHANTIER : **PORNICHET (44)**

 Date : **16/05/2025**

 CLIENT : **CHARIER GC**

 Dossier : **AN004705**

N° de sondage : SC3

Date du prélèvement : 08/04/2025

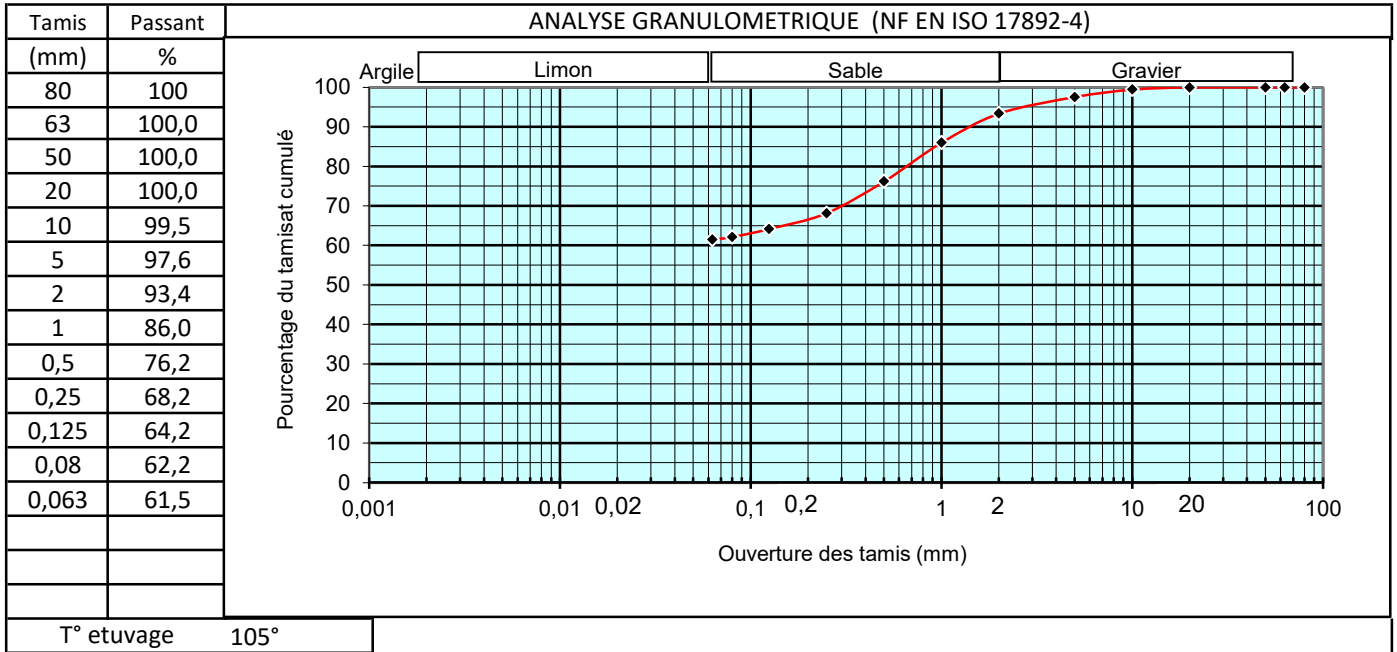
Profondeur (m): 3,00 à 3,30

Date des essais : 24/04/2025

Nature des matériaux :

Argile grise

Opérateur : TC


AUTRES PARAMETRES D'IDENTIFICATION

Norme	Essai	Résultat	Spécification
NF EN ISO 17892-4	Passant à 0,063 mm sur fraction 0/63 =	61,5%	Sur 0/D = 61,5%
NF EN ISO 17892-4	D max (mm)=	20,0 mm	
NF EN ISO 17892-4	Facteur de courbure Cc =		
NF EN ISO 17892-4	Facteur d'uniformité Cu =		
NF P 94 050	Teneur en eau naturelle	39,7%	
NF P 94 068	Valeur au bleu VBS =		C = 0,976
NF P 94 051	Limites de Liquidité, W _L	57	
NF P 94 051	Limites de Plasticité, W _p	37	
NF P 94 051	Indice de Plasticité, I _p =	20	
NF P 94 051	Indice de consistance, I _c =	0,87	
NF P 94 053	Masse volumique humide (T/m ³) =	1,79	
	Masse volumique sèche (T/m ³) =	1,28	
NF P 94 054	Masse volumique des particules solides =		
NF P 94 078	Indice Portant Immédiat IPI à W _{nat} .		
XP P 94-046	Matières organiques à 500 °C =		

CLASSIFICATION GTR 2000 : A₂ th
CLASSIFICATION GTR 2023 : F2 th

Observations :

CHANTIER : **PORNICHET (44)**

 CLIENT : **CHARIER GC**

 Date : **16/05/2025**

 N° d'affaire : **AN004705**

 N° de sondage : SC3
 Profondeur (m) : 3,00 à 3,30
 Nature des matériaux : Argile grise

 Date de prélèvement : 08/04/2025
 Opérateur : TC
 Date des essais : 24/04/2025

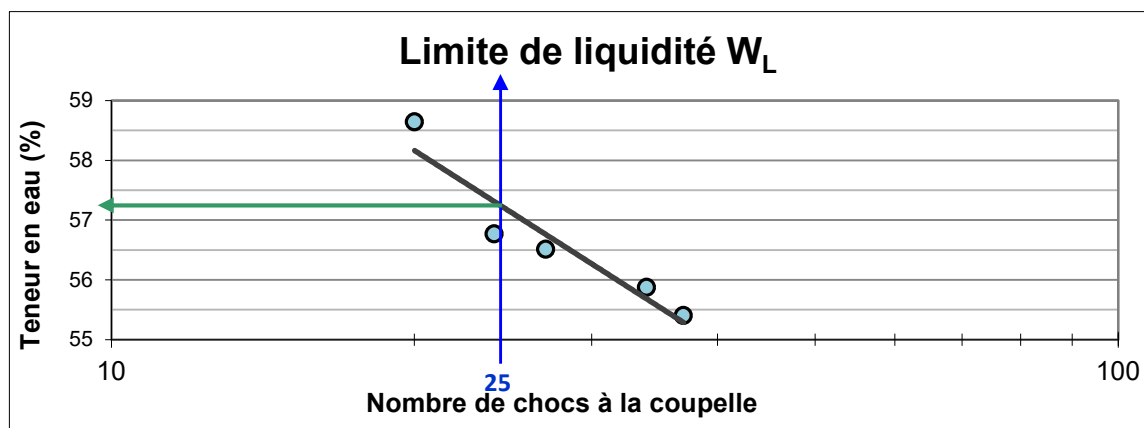
LIMITE DE LIQUIDITE (W_L)

	ESSAI n° 1	ESSAI n° 2	ESSAI n° 3	ESSAI n° 4	ESSAI n° 5
Nbre de coups	37	34	27	24	20
Masse de la tare (g)	2,853	2,859	2,335	2,649	2,634
Masse totale humide (g)	4,132	4,106	3,188	3,969	3,808
Masse totale sèche (g)	3,676	3,659	2,880	3,491	3,374
Teneur en eau (%)	55,4	55,9	56,5	56,8	58,6

Moyenne=

LIMITE DE PLASTICITE (W_p)

ESSAI n° 1	ESSAI n° 2	ESSAI n° 3
2,578	2,552	2,849
4,856	4,450	4,781
4,235	3,934	4,265
37,5	37,3	36,4
37,1		


RESULTATS

Teneur en eau W_n (%)	39,7
Limite de liquidité W_L (%)	57
Limite de plasticité W_p (%)	37
Indice de plasticité I_p	20
Indice de consistance I_c	0,87

CHANTIER : **PORNICHET (44)**

 Date : **16/05/2025**

 CLIENT : **CHARIER GC**

 Dossier : **AN004705**

N° de sondage : SC3

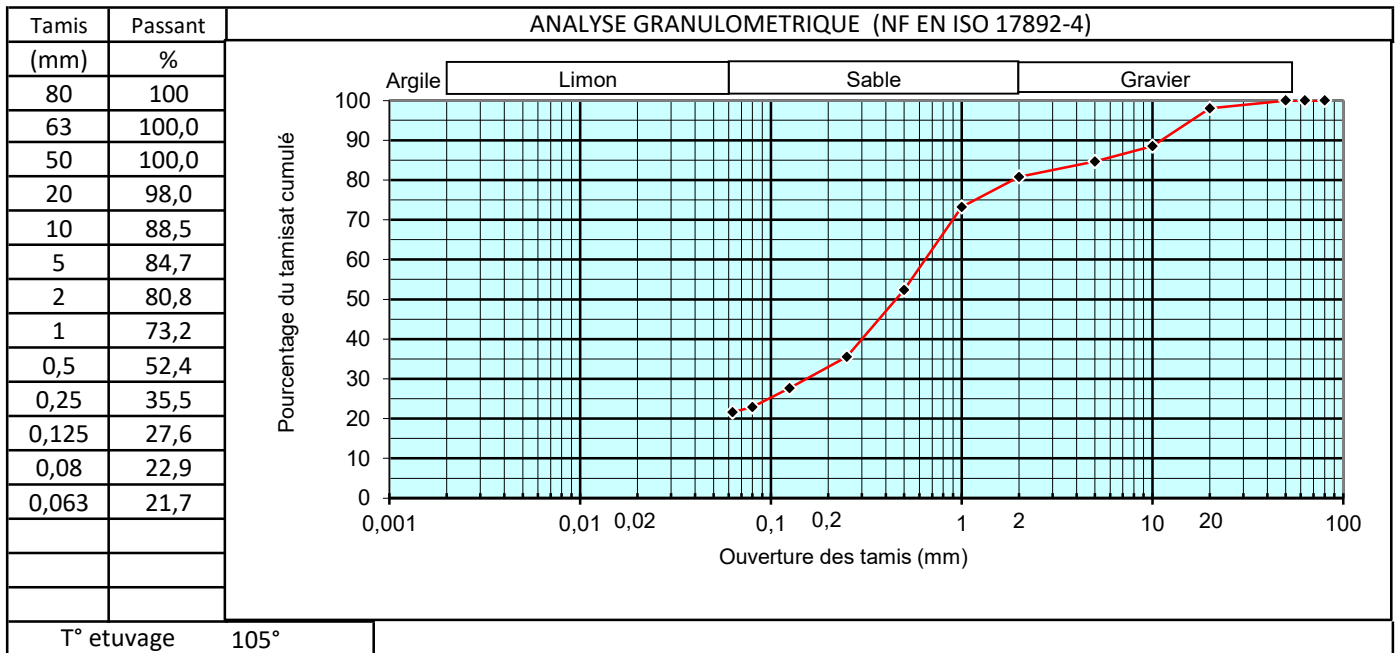
Date du prélèvement : 08/04/2025

Profondeur (m): 3,80 à 4,20

Date des essais : 24/04/2025

 Nature des matériaux : **Arène argilo-graveleuse**

Opérateur : TC


AUTRES PARAMETRES D'IDENTIFICATION

Norme	Essai	Résultat	Spécification
NF EN ISO 17892-4	Passant à 0,063 mm sur fraction 0/63 =	21,7%	Sur 0/D = 21,7%
NF EN ISO 17892-4	D max (mm)=	50,0 mm	
NF EN ISO 17892-4	Facteur de courbure Cc =		
NF EN ISO 17892-4	Facteur d'uniformité Cu =		
NF P 94 050	Teneur en eau naturelle	10,6%	
NF P 94 068	Valeur au bleu VBS =	1,0	C = 0,847
NF P 94 051	Limites de Liquidité, W _L		
NF P 94 051	Limites de Plasticité, W _p		
NF P 94 051	Indice de Plasticité, I _p =		
NF P 94 051	Indice de consistance, I _c =		
NF P 94 053	Masse volumique humide (T/m ³) =	2,08	
	Masse volumique sèche (T/m ³) =	1,88	
NF P 94 054	Masse volumique des particules solides =		
NF P 94 078	Indice Portant Immédiat IPI à Wnat.		
XP P 94-046	Matières organiques à 500 °C =		

CLASSIFICATION GTR 2000 : B₅
CLASSIFICATION GTR 2023 : I1

Observations :

CHANTIER : PORNICHET (44)
DATE : 16/05/2025
CLIENT : CHARIER GC
DOSSIER : AN004705
N° de sondage : SC3
Date prélèvement : 08/04/2025
Profondeur (m) : 0,30 à 1,50
Date des essais : 24/04/2025
Etat : EI
Opérateur : TC
Nature des matériaux : Sable noirâtre
Observations : TRIAX entre 0,30 m à 1,50 m / σ'_{vo} (kPa) : 15

		Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Echantillon 4			
Conditions d'essai :	σ_3	(kPa)	650	700	750			
	σ'_c	(kPa)	50	100	150			
	u_{cp}	(kPa)	600	600	600			
	Vit. écrasement	(mm/min)	0,06	0,06	0,06			
	Vit. de déformation	(%/min)	0,0000800	0,0000800	0,0000800			
	ΔV_s	(cm ³)	0,2500	0,3500	0,2500			
	B	(-)	1	0,99	0,96			
	t_{100}	(min)	0,65	0,94	7,54			
Données initiales :	H_0	(mm)	75	75	75			
	D_0	(mm)	37,5	37,5	37,5			
	m_h	(g)	157,9	147,9	152,1			
	m_s	(g)	122,9	112	120,4			
	W_0	(%)	28,5	32,1	26,3			
	ρ_h	(T/m ³)	1,91	1,79	1,84			
	ρ_d	(T/m ³)	1,48	1,35	1,45			
	$\rho_s^{(*)}$	(T/m ³)	2,70	2,70	2,70			
	S_i	(%)	93,9	86,9	83,0			
	e_0	(-)	0,82	1,00	0,86			
Données finales :	m_{hf}	(g)	157,0	143,8	154,1			
	m_{sf}	(g)	122,9	112	120,4			
	W_f	(%)	27,7	28,4	28,0			
	ρ_h	(T/m ³)	1,90	1,74	1,87			
	ρ_d	(T/m ³)	1,49	1,36	1,46			
	S_f	(%)	92,1	77,6	88,8			
	e_f	(-)	0,81	0,99	0,85			
	Critères de rupture :	$(\sigma'_1 - \sigma'_3)_{max}$	$(\sigma_1 - \sigma_3)$ (kPa)	1080,2	1349,2	1187,4		
U (kPa)			-315	-372	-259			
s' (kPa)			906,8	1149,1	1006,2			
t (kPa)			540,1	674,6	593,7			
ε (%)			19,91	19,36	14,46			
$(\sigma'_1 / \sigma'_3)_{max}$		$(\sigma_1 - \sigma_3)$ (kPa)	239,3	416,7	551,2			
		U (kPa)	-12	-13	-13			
		s' (kPa)	183,35	323,85	441,1			
		t (kPa)	119,65	208,35	275,6			
		ε (%)	2,76	2,82	3,72			
Résultats :	Critères de Lambe		Cercles de Mohr		Contraintes effectives		Contraintes totales	
	$\varphi \cdot (^\circ)$	C. (kPa)	$\varphi \cdot (^\circ)$	C. (kPa)	$\varphi_{cu} (^\circ)$	C _{cu} (kPa)		
	39,8	0,0	Critères $(\sigma'_1 - \sigma'_3)$	36,5	0,0	33,4	75,0	
			Critères (σ'_1 / σ'_3)	39,0	0,0	30,5	25,0	

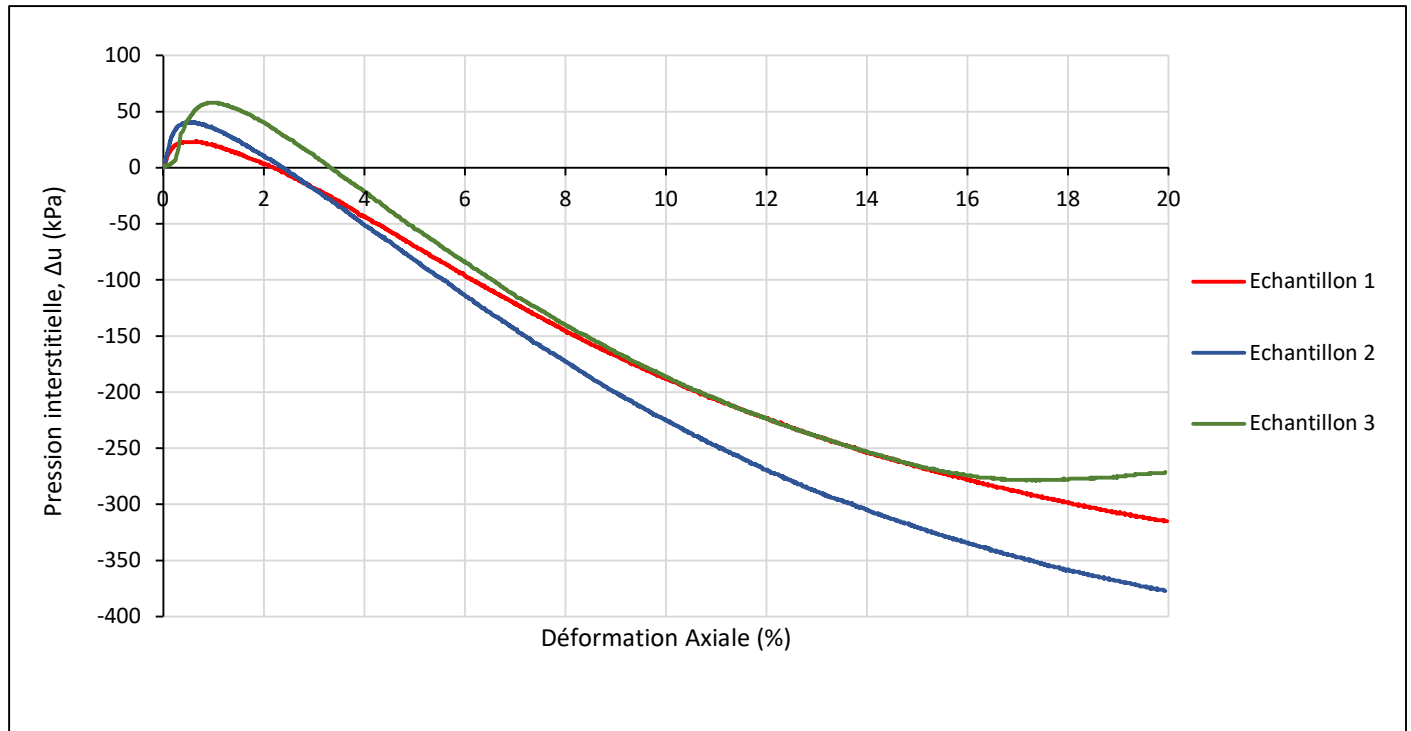
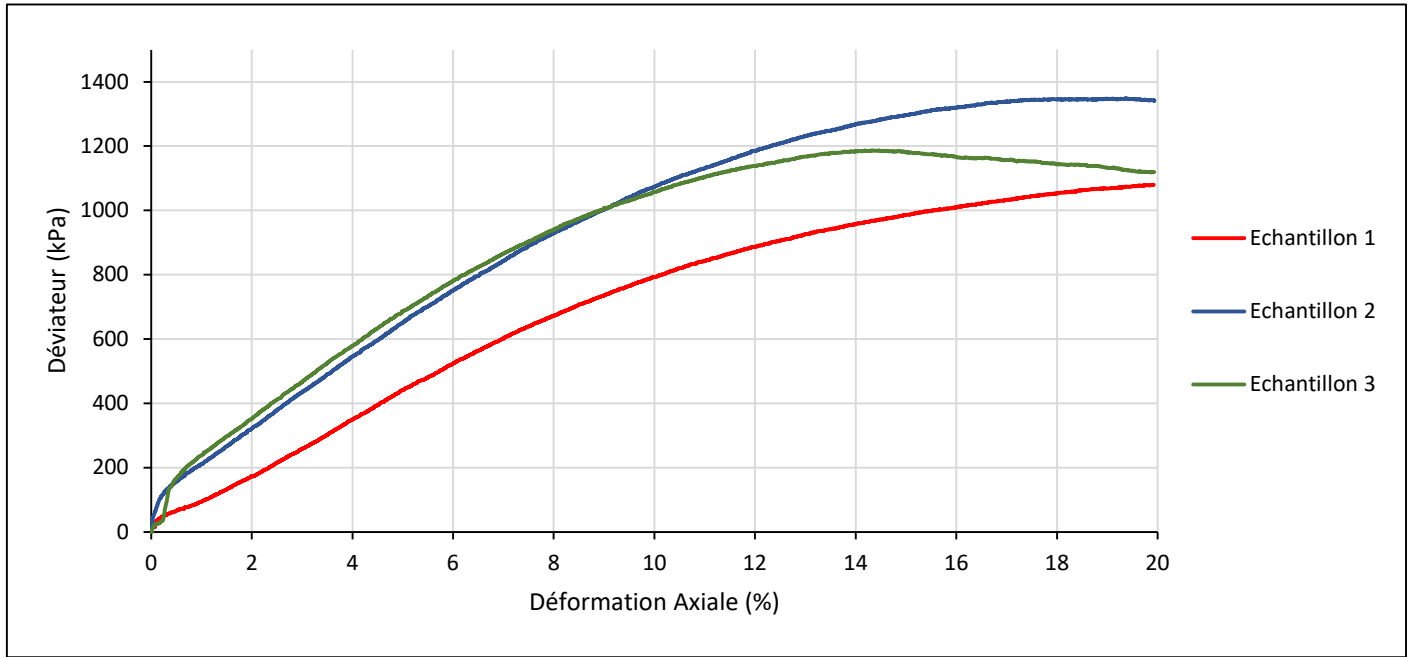
Indice	Création	Rédaction	Vérification	Approbation	Modifications
A	16/07/2024	TC	FT	ND	Création

CHANTIER : PORNICHET (44)
CLIENT : CHARIER GC

DATE : 16/05/2025
DOSSIER : AN004705

N° de sondage : SC3
Profondeur (m) : 0,30 à 1,50
Etat : EI

Date prélèvement : 08/04/2025
Date des essais : 24/04/2025
Opérateur : TC



Indice	Création	Rédaction	Vérification	Approbation	Modifications
A	16/07/2024	TC	FT	ND	Création

CHANTIER : PORNICHET (44)

16/05/2025

CLIENT : CHARIER GC

DOSSIER :

AN004705

N° de sondage :

SC3

Date prélèvement :

08/04/2025

Profondeur (m) :

0,30 à 1,50

Date des essais :

24/04/2025

Etat :

EI

Opérateur :

TC

Cercles de Mohr :

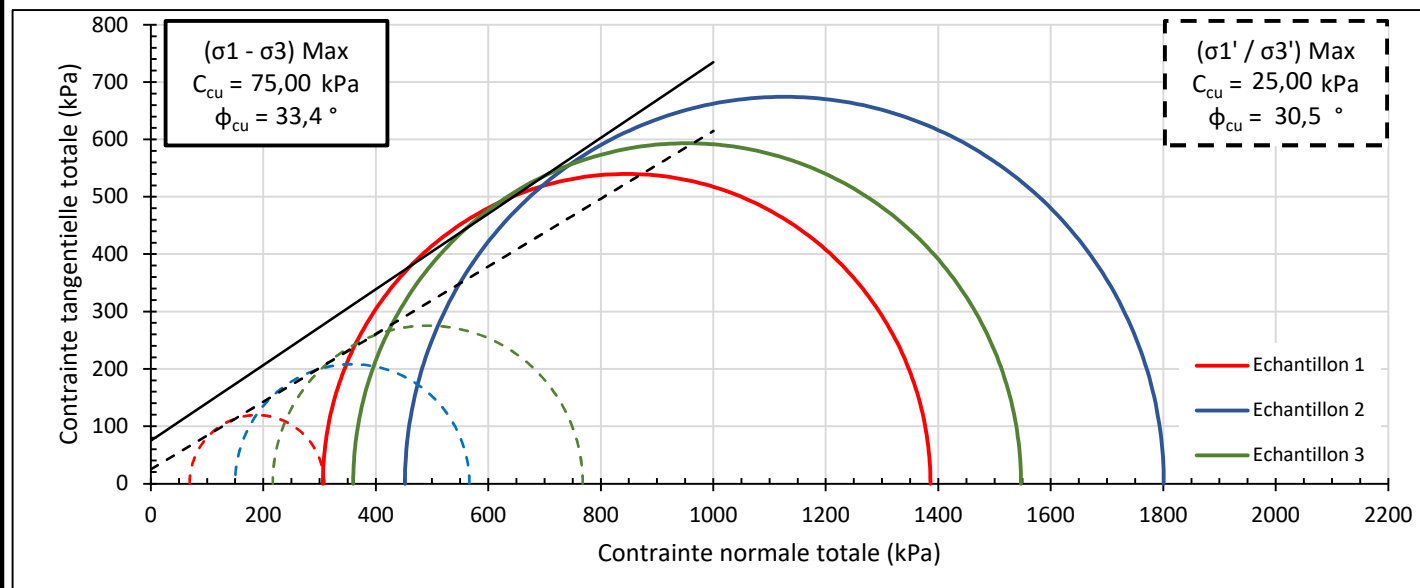
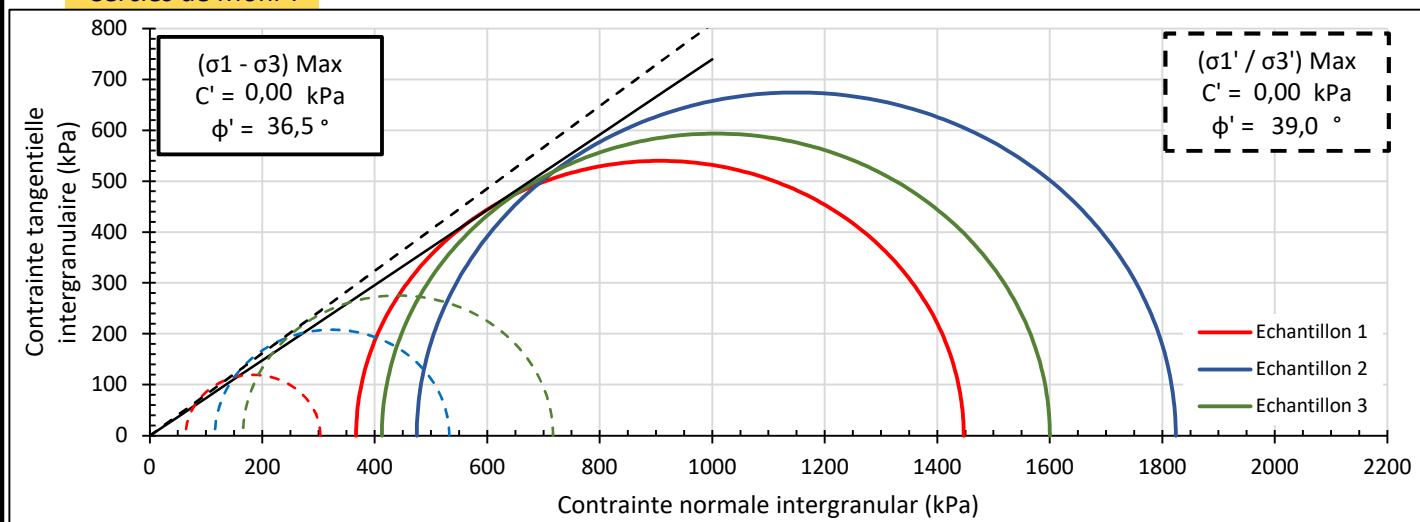
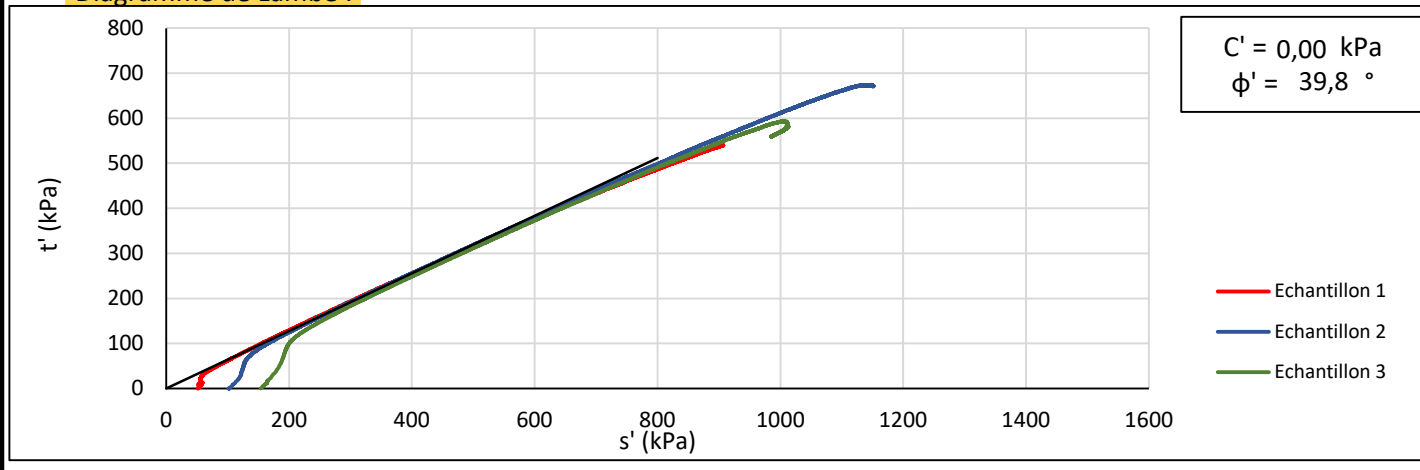


Diagramme de Lambe :



Indice	Création	Rédaction	Vérification	Approbation	Modifications
A	16/07/2024	TC	FT	ND	Création

CHANTIER : PORNICHET (44)

16/05/2025

CLIENT : CHARIER GC

DOSSIER : AN004705

N° de sondage : SC3
Profondeur (m) : 0,30 à 1,50
Etat : EI

Date prélèvement : 08/04/2025
Date des essais : 24/04/2025
Opérateur : TC

Photographies :

Echantillon 1



Echantillon 2



Echantillon 3



Indice	Création	Rédaction	Vérification	Approbation	Modifications
A	16/07/2024	TC	FT	ND	Création

CHANTIER : PORNICHET (44)
DATE : 16/05/2025
CLIENT : CHARIER GC
DOSSIER : AN004705
N° de sondage : SC3
Date prélèvement : 08/04/2025
Profondeur (m) : 1,50 à 2,90
Date des essais : 24/04/2025
Etat : EI
Opérateur : TC
Nature des matériaux : Sable noirâtre
Observations : TRIAX entre 1,50 m à 2,90 m / σ'_{vo} (kPa) : 29

		Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Echantillon 4			
Conditions d'essai :	σ_3	(kPa)	650	700	750			
	σ'_c	(kPa)	50	100	150			
	u_{cp}	(kPa)	600	600	600			
	Vit. écrasement	(mm/min)	0,06	0,06	0,06			
	Vit. de déformation	(%/min)	0,0000800	0,0000800	0,0000800			
	ΔV_s	(cm ³)	0,8000	2,6000	1,4000			
	B	(-)	0,98	0,97	0,96			
	t_{100}	(min)	0,65	0,94	0,42			
Données initiales :	H_0	(mm)	75	75	75			
	D_0	(mm)	37,5	37,5	37,5			
	m_h	(g)	145,3	147,9	155			
	m_s	(g)	111,5	112	115,2			
	W_0	(%)	30,3	32,1	34,5			
	ρ_h	(T/m ³)	1,75	1,79	1,87			
	ρ_d	(T/m ³)	1,35	1,35	1,39			
	$\rho_s^{(*)}$	(T/m ³)	2,70	2,70	2,70			
	S_i	(%)	81,5	86,9	99,2			
	e_0	(-)	1,00	1,00	0,94			
Données finales :	m_{hf}	(g)	142,5	143,8	153,1			
	m_{sf}	(g)	111,5	112	115,2			
	W_f	(%)	27,8	28,4	32,9			
	ρ_h	(T/m ³)	1,74	1,79	1,88			
	ρ_d	(T/m ³)	1,36	1,40	1,42			
	S_f	(%)	76,2	82,1	97,9			
	e_f	(-)	0,99	0,93	0,91			
	Critères de rupture :	$(\sigma'_1 - \sigma'_3)_{max}$	$(\sigma_1 - \sigma_3)$ (kPa)	332	371,5	562,1		
U (kPa)			-61	-23	-53			
s' (kPa)			280,6	311,05	485,95			
t (kPa)			166	185,75	281,05			
ϵ (%)			19,89	19,12	19,04			
$(\sigma'_1 / \sigma'_3)_{max}$		$(\sigma_1 - \sigma_3)$ (kPa)	174,1	224,6	334,3			
		U (kPa)	5	34	51			
		s' (kPa)	135,65	181,6	269,05			
		t (kPa)	87,05	112,3	167,15			
		ϵ (%)	6,59	9,12	6,78			
Résultats :	Critères de Lambe		Cercles de Mohr		Contraintes effectives		Contraintes totales	
	φ (°)	C. (kPa)	φ (°)	C. (kPa)	φ_{cu} (°)	C _{cu} (kPa)		
39,1	0,0	Critères $(\sigma'_1 - \sigma'_3)$	35,8	0,0	36,1	30,0		
		Critères (σ'_1 / σ'_3)	38,3	2,0	28,8	18,0		

Indice	Création	Rédaction	Vérification	Approbation	Modifications
A	16/07/2024	TC	FT	ND	Création

CHANTIER : PORNICHET (44)

DATE : 16/05/2025

CLIENT : CHARIER GC

DOSSIER : AN004705

N° de sondage :

SC3

Date prélèvement :

08/04/2025

Profondeur (m) :

1,50 à 2,90

Date des essais :

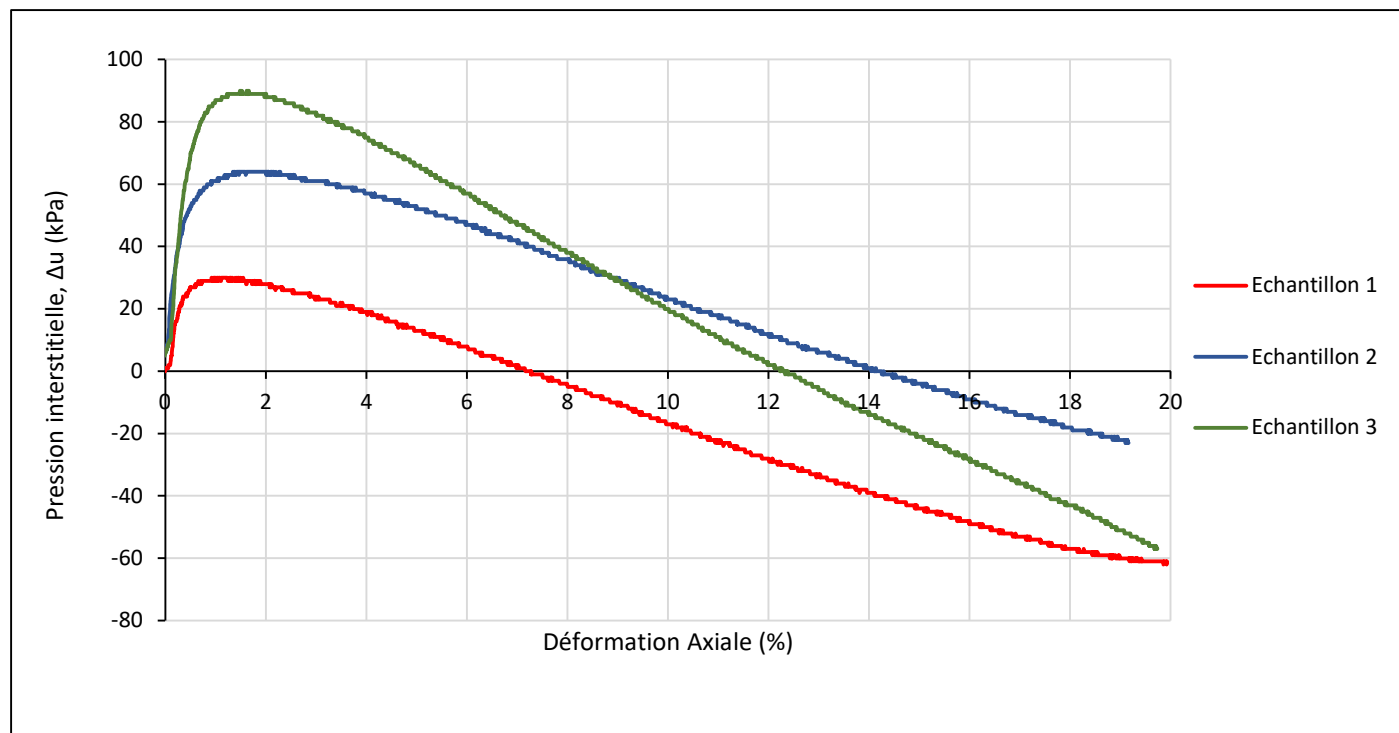
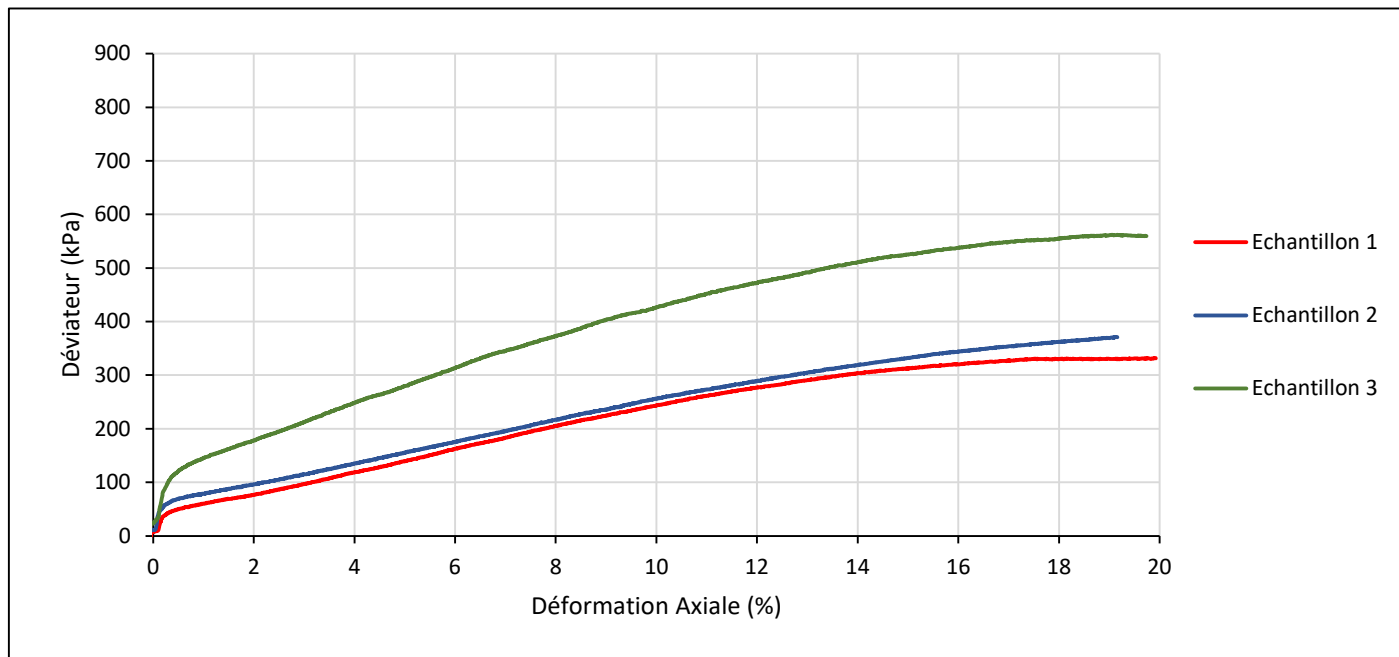
24/04/2025

Etat :

EI

Opérateur :

TC



Indice	Création	Rédaction	Vérification	Approbation	Modifications
A	16/07/2024	TC	FT	ND	Création

CHANTIER : PORNICHET (44)

16/05/2025

CLIENT : CHARIER GC

DOSSIER :

AN004705

N° de sondage :

SC3

Date prélèvement :

08/04/2025

Profondeur (m) :

1,50 à 2,90

Date des essais :

24/04/2025

Etat :

EI

Opérateur :

TC

Cercles de Mohr :

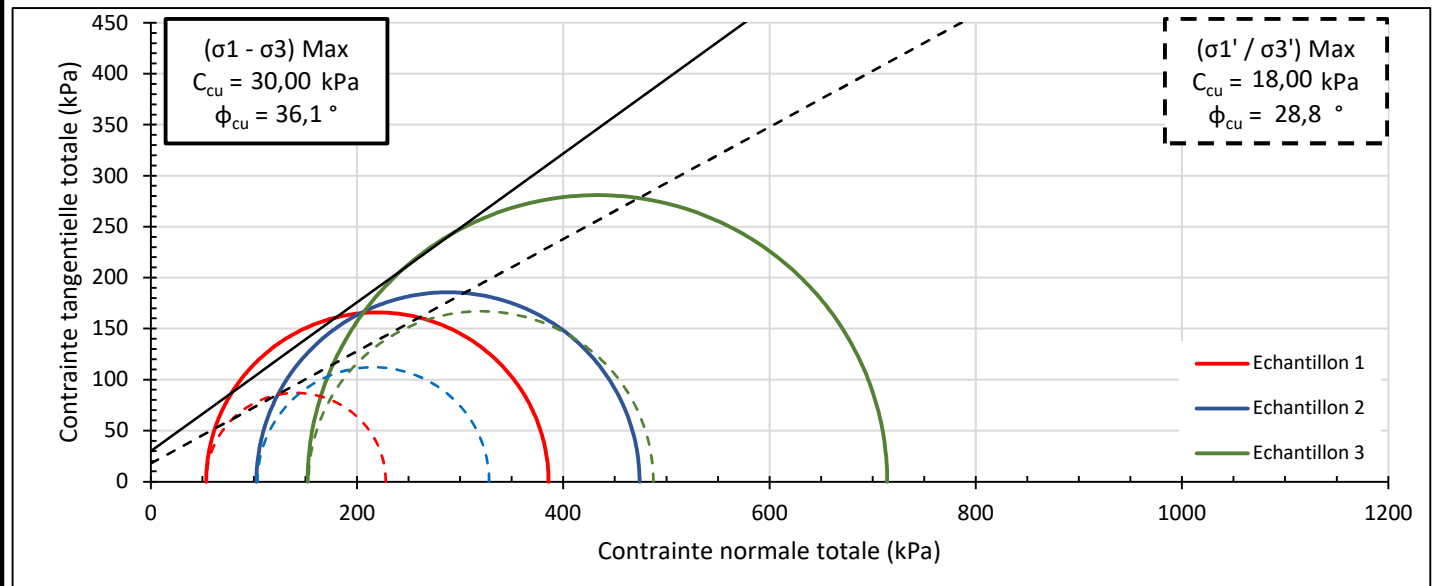
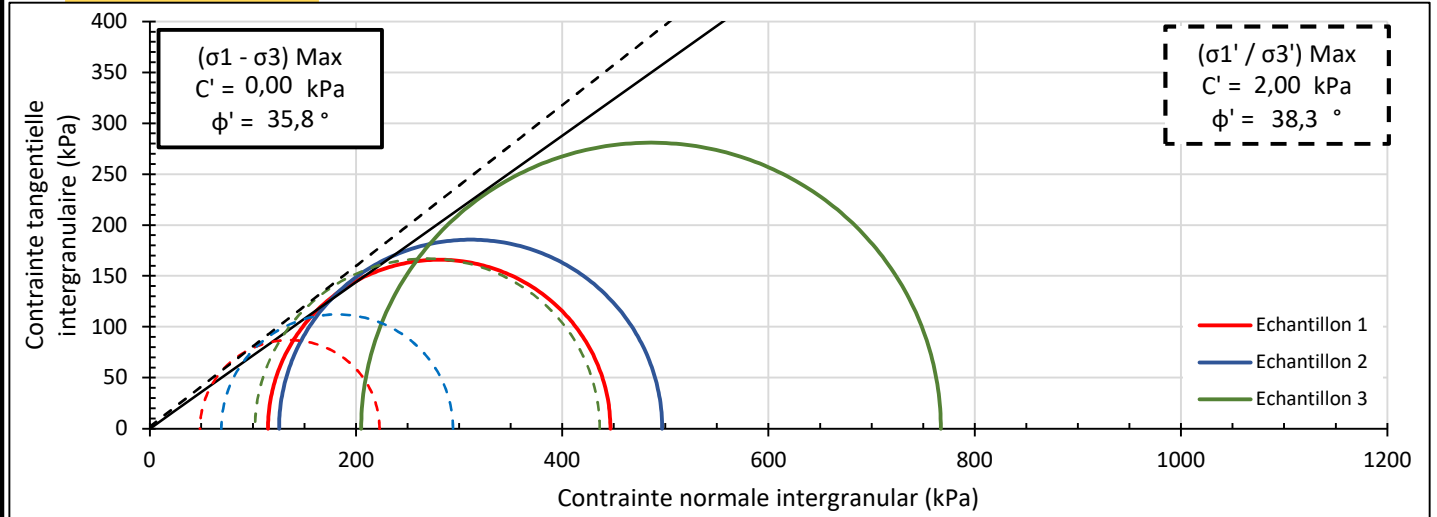
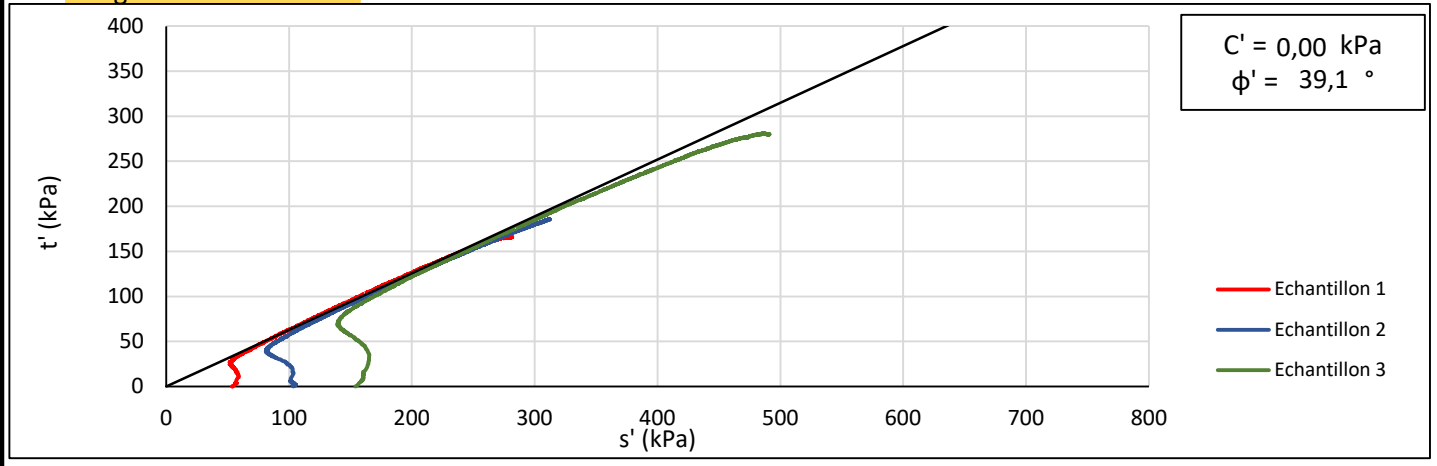


Diagramme de Lambe :



Indice	Création	Rédaction	Vérification	Approbation	Modifications
A	16/07/2024	TC	FT	ND	Création

CHANTIER : PORNICHET (44)

16/05/2025

CLIENT : CHARIER GC

DOSSIER : AN004705

N° de sondage : SC3
Profondeur (m) : 1,50 à 2,90
Etat : EI

Date prélèvement : 08/04/2025
Date des essais : 24/04/2025
Opérateur : TC

Photographies :

Echantillon 1



Echantillon 2



Echantillon 3



Indice	Création	Rédaction	Vérification	Approbation	Modifications
A	16/07/2024	TC	FT	ND	Création

► **ANNEXE 4 : PERMEABILITE (08 PAGES)**

Chantier : **PORNICHET (44)**

Date : **27/05/2020**

Client : **Mairie**

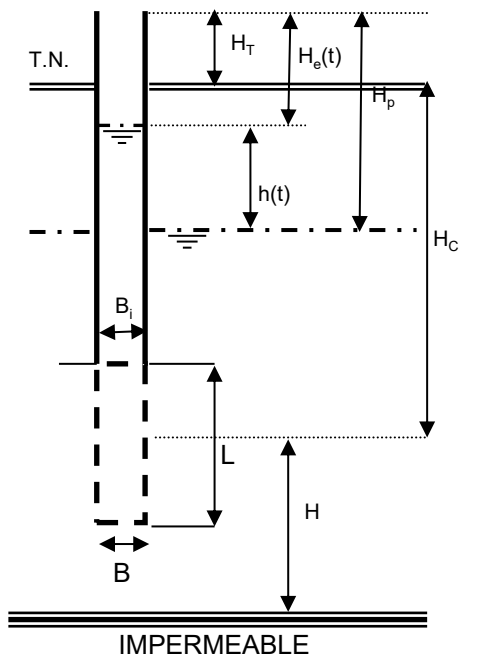
Affaire : **AN002925**

Sondage : **SC1**

Essai n° **1**

Profondeur : de **2,0** m à **7,0** m

Nature des matériaux : **Gneiss**



Cote tubage / TN : $H_T = 1,50$ m

Niveau piézométrique : $H_p = 1,50$ m

Profondeur moyenne de la cavité : $H_c = 4,50$ m

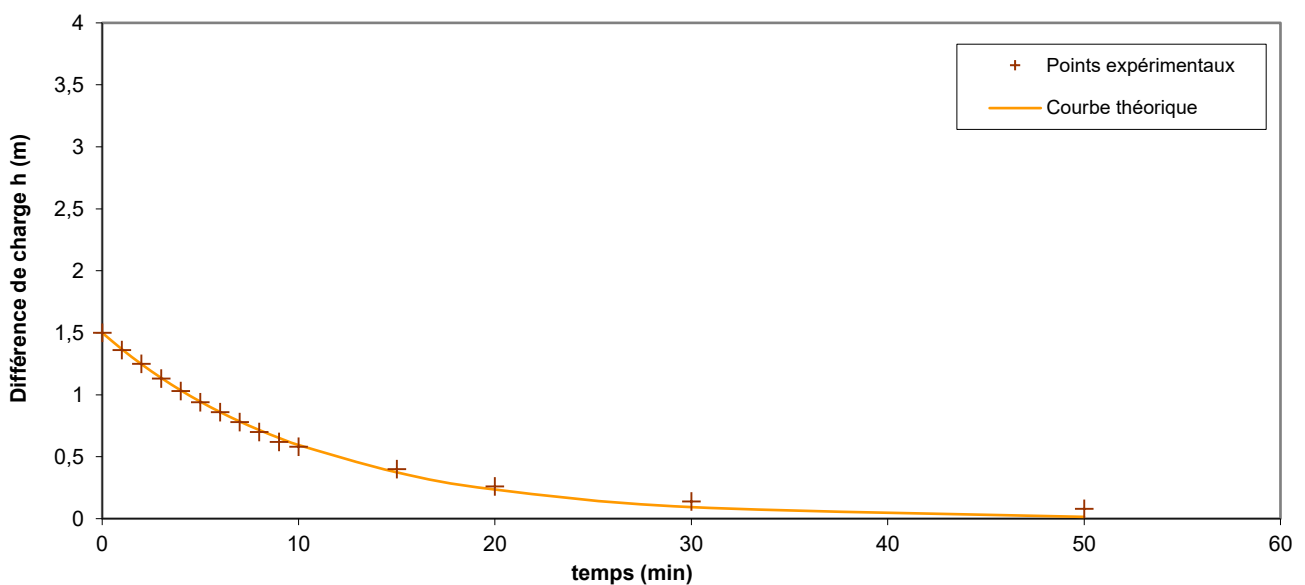
Profondeur de l'horizon imperméable : $H = -2,50$ m

Cavité : $L = 5,00$ m
 $B = 0,12$ m

Diamètre du tubage : $B_i = 0,14$ m

Interprétation de k_L en régime transitoire

$k_L = 3,0E-06$ m/s



Remarque :

Chantier : **PORNICHET (44)**

Date : **04/06/2020**

Client : **Mairie**

Affaire : **AN002925**

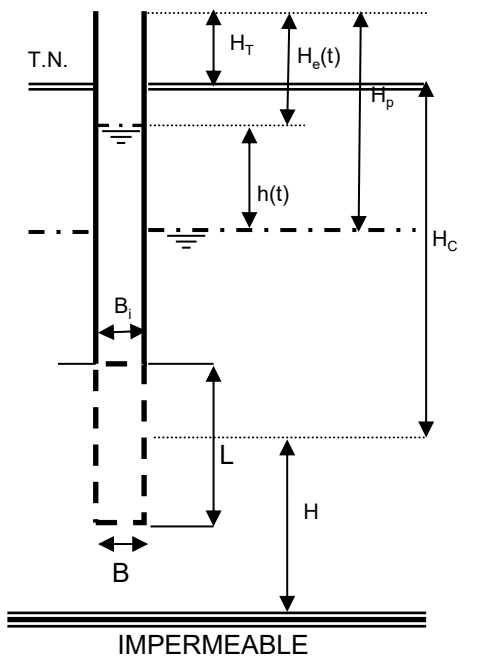
Sondage :

SP4

Essai n° **1**

Profondeur : de **2,0** m à **7,0** m

Nature des matériaux : **Gneiss**



Cote tubage / TN : $H_T = 1,50$ m

Niveau piézométrique : $H_p = 1,50$ m

Profondeur moyenne de la cavité : $H_c = 4,50$ m

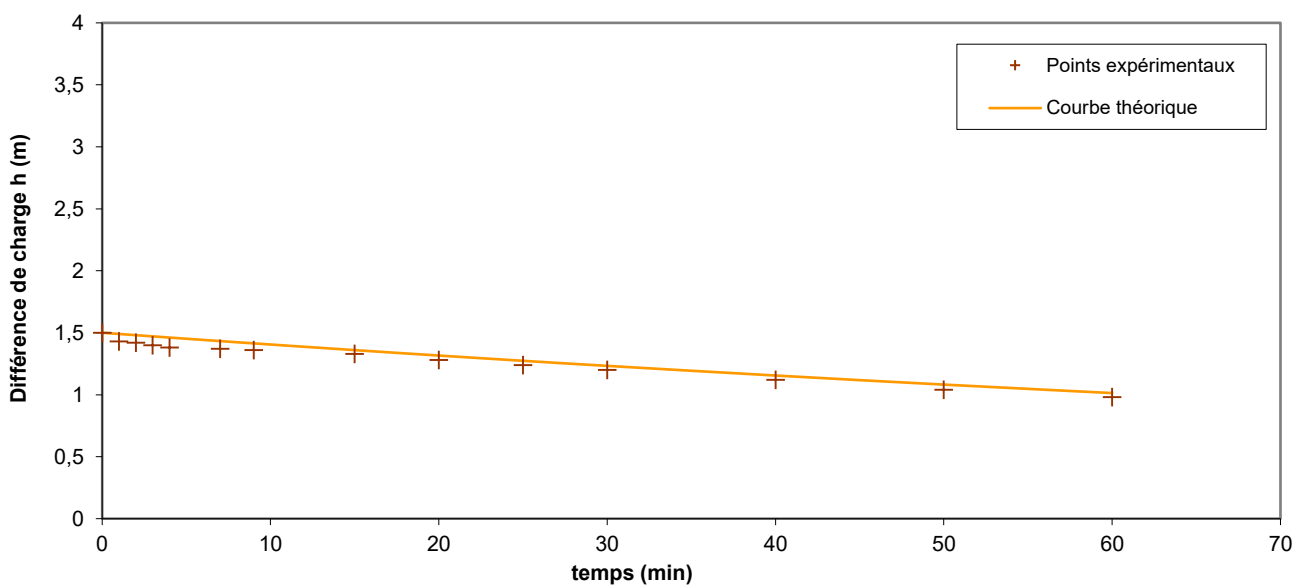
Profondeur de l'horizon imperméable : $H = -2,50$ m

Cavité : $L = 5,00$ m
 $B = 0,07$ m

Diamètre du tubage : $B_i = 0,09$ m

Interprétation de k_L en régime transitoire

$k_L = 1,0E-07$ m/s



Remarque :

PROCES-VERBAL ESSAI D'EAU										Sondage: PZ2									
										Lieu: PORNICHET									
										Date: 13/07/06									
										Aire intérieure section du tube $S= 0.00724$					Cote du tubage/ terrain naturel : $H_t= 0.2$ m Niveau piézométrique : $H_p= 2$ m Cote cavité : ZTN - $H_c= 0.3$				
										Qa m^3/min		He m			CAVITE L= 1 m B= 0.064 c=L/B= 15.63				
															profondeur par rapport à bord sup tubage de: 6.2 m à : 7.2 m				
															Limite de l'aquifère : $H= 43.5$ IMPLANTATION DU SONDAGE X= Y= Z (NGF)= 6.8				
t (min)	1	2	3	4	5	10	20	30	40	50	60								
Q (t)																			
He (m)	non mesurable < 1cm																		
t (min)																			
Q (t)																			
He (m)																			
$Kl= < 10^{-8}$ m/s m/s																			
FIRME:HYDRO-GEOTECHNIQUE										Opérateur:									

PROCES-VERBAL ESSAI D'EAU										Sondage: PZ2									
										Lieu: PORNICHET									
										Date: 13/07/06									
										Aire intérieure section du tube $S= 0.00724$					Cote du tubage/ terrain naturel : $H_t= 0.3$ m Niveau piézométrique : $H_p= 2.1$ m Cote cavité : ZTN - $H_c= -0.7$				
										<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Qa</th> <th>He m</th> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>		Qa	He m						
Qa	He m																		
										IMPLANTATION DU SONDAGE		X= Y= Z (NGF)= 6.8							
t (min)	1	2	3	4	5	10	20	30	40	50	60								
Q (t)																			
He (m)	0	0.01	0.013	0.016	0.02	0.025	0.03	0.035	0.04	0.045	0.05								
t (min)																			
Q (t)																			
He (m)																			
										$KI= 4.178E-08$ m/s $h(t)$									
FIRME:HYDRO-GEOTECHNIQUE										Opérateur:									

PROCES-VERBAL ESSAI D'EAU										Sondage: PZ2														
										Lieu: PORNICHET														
										Date: 13/07/06														
										Aire intérieure section du tube S= 0.00724					Cote du tubage/ terrain naturel : Ht= 0.3 m									
										Qa m ³ /min					He m					Niveau piézométrique : Hp= 2.1 m				
																				Cote cavité : ZTN - Hc= -1.7				
																				CAVITE L= 1 m				
										profondeur de: B= 0.064														
										par rapport à : 8.3 m														
										bord sup à : c=L/B= 15.63														
										tubage 9.3 m														
										Limite de l'aquifère : H= 41.5														
										IMPLANTATION DU SONDAGE					X= Y= Z (NGF)= 6.8									
t (min)	1	2	3	4	5	10	20	30	40	50	60													
Q (t)																								
He (m)	non mesurable					0.010	0.015	0.02	0.025	0.03	0.035													
t (min)																								
Q (t)																								
He (m)																								
										KI= 2.227E-08 m/s h(t)														
FIRME:HYDRO-GEOTECHNIQUE										Opérateur:														

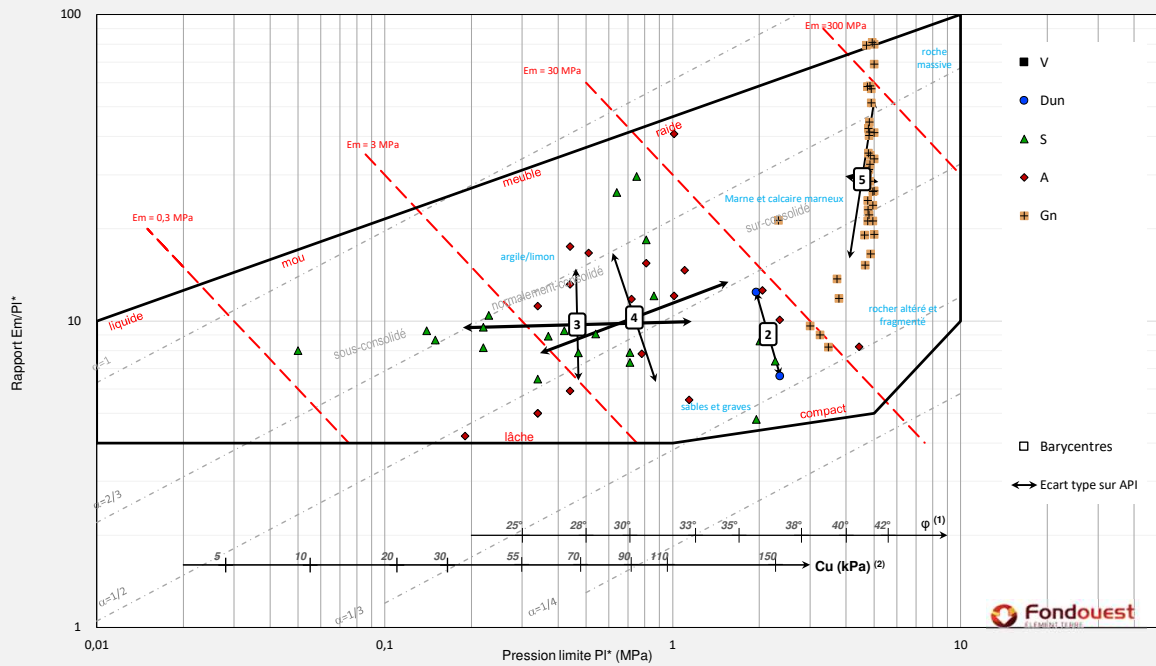
PROCES-VERBAL ESSAI D'EAU										Sondage: PZ2									
										Lieu: PORNICHET									
										Date: 13/07/06									
										Aire intérieure section du tube S= 0.00724		Cote du tubage/ terrain naturel : Ht= 0.3 m			Niveau piézométrique : Hp= 2.1 m				
										Qa m ³ /min		He m		Cote cavité : ZTN - Hc= -2.7			CAVITE		
										profondeur de: 9.3 m		L= 1 m							
										bord sup à : 10.3 m		B= 0.064							
										Limite de l'aquifère : H= 40.5			c=L/B= 15.63						
										IMPLANTATION DU SONDAGE			X= Y= Z (NGF)= 6.8						
t (min)	1	2	3	4	5	10	20	30	40	50	60								
Q (t)																			
He (m)	0	0	0.005	0.005	0.01	0.020	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07								
t (min)																			
Q (t)																			
He (m)																			
										KI= 4.477E-08 m/s h(t)									
FIRME:HYDRO-GEOTECHNIQUE										Opérateur:									

PROCES-VERBAL ESSAI D'EAU										Sondage: PZ2														
										Lieu: PORNICHET														
										Date: 13/07/06														
										Aire intérieure section du tube S= 0.00724					Cote du tubage/ terrain naturel : Ht= 0.3 m									
										Qa m ³ /min					He m					Niveau piézométrique : Hp= 2.05 m				
																				Cote cavité : ZTN - Hc= -3.7				
																				CAVITE L= 1 m				
										profondeur de: B= 0.064														
										par rapport à : c=L/B= 15.63														
										bord sup à : 11.25 m														
										tubage														
										Limite de l'aquifère : H= 39.5														
										IMPLANTATION DU SONDAGE					X= Y= Z (NGF)= 6.8									
t (min)	1	2	3	4	5	10	20	30	40	50	60													
Q (t)																								
He (m)	0.005	0.005	0.01	0.01	0.01	0.030	0.07	0.11	0.16	0.21	0.27													
t (min)																								
Q (t)																								
He (m)																								
										KI= 1.338E-07 m/s h(t)														
FIRME:HYDRO-GEOTECHNIQUE										Opérateur:														

PROCES-VERBAL ESSAI D'EAU										Sondage: PZ2									
										Lieu: PORNICHET									
										Date: 13/07/06									
										Aire intérieure section du tube S= 0.00724					Cote du tubage/ terrain naturel : Ht= 0.4 m				
										Qa m ³ /min					He m				
										Cote cavité : ZTN - Hc= -4.7					CAVITE				
															L= 1 m				
										profondeur par rapport bord sup tubage					de: 11.4 m à : 12.4 m				
															B= 0.064 c=L/B= 15.63				
										Limite de l'aquifère : H= 38.5					IMPLANTATION DU SONDAGE				
															X= Y= Z (NGF)= 6.8				
t (min)	1	2	3	4	5	10	20	30	40	50	60								
Q (t)																			
He (m)	0.02	0.035	0.055	0.07	0.09	0.190	0.27	0.35	0.44	0.52	0.59								
t (min)																			
Q (t)																			
He (m)																			
										KI= 4.134E-07 m/s h(t)									
FIRME:HYDRO-GEOTECHNIQUE										Opérateur:									

► **ANNEXE 5 : ANALYSE ESSAIS
PRESSIOMETRIQUES (7 PAGES)**

Essais pressiométriques Indicateurs statistiques et diagramme de Baud



⁽¹⁾ Sols purement frottants : $\varphi = 24 + 4 \cdot \ln(4 \cdot PI^*) / \ln(2)$ (Ménard)

⁽²⁾ Sols purement cohérents :
 - $Cu = PI^*/5.5$ [$PI^* < 0.3$ MPa] (Amar)
 - $Cu = PI^*/12 + 30$ kPa [$0.3 < PI^* < 1$ MPa] (Cassan)
 - $Cu = PI^*/35 + 85$ kPa [$1 < PI^* < 2.5$ MPa] (Cassan)

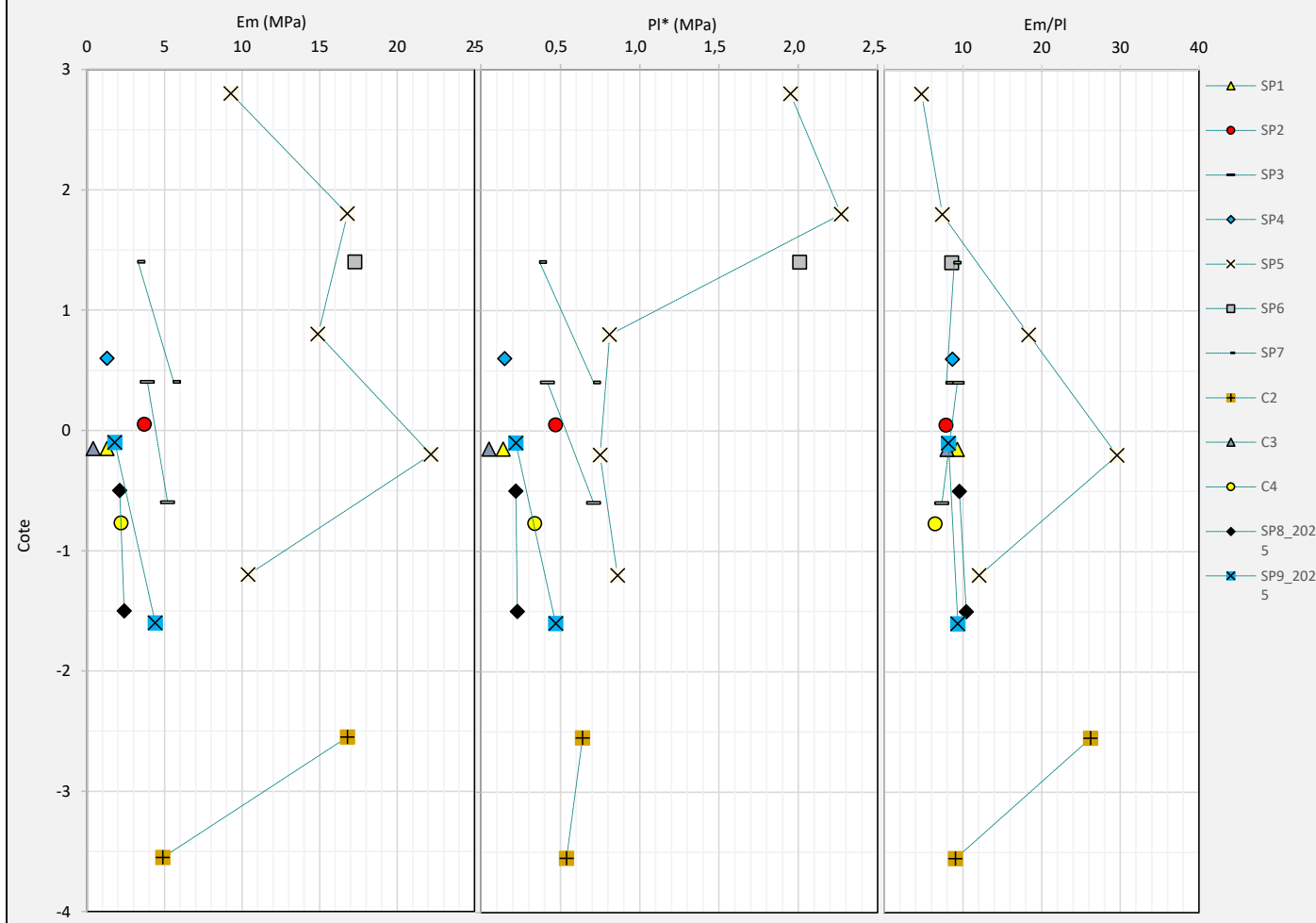
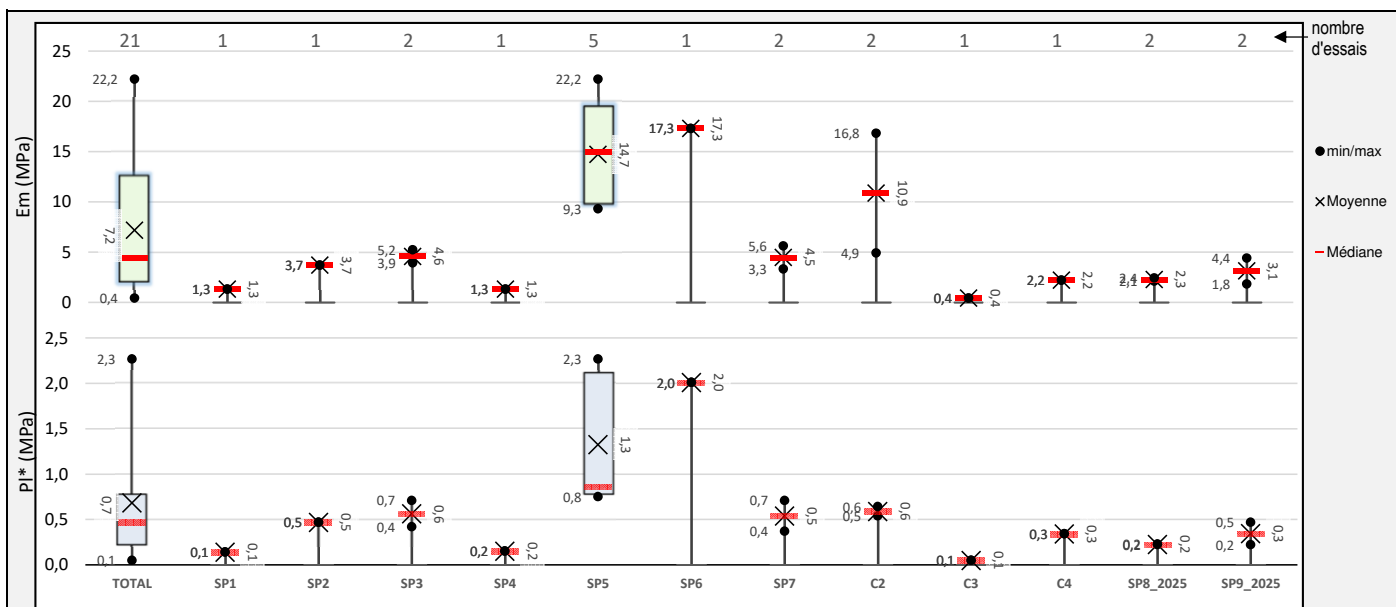
FACIES	Description	Nbre essais	Paramètre	Min	Max	Moyennes					Ecart type	$m_x - 1 / 2 \cdot \sigma_x$	Coefficient de variation	5ème centile	10ème centile	
						arithm.	réduite (20%)	géométrique	harmonique	Médiane						
1-V	Vase	0	Em (MPa)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%	-	-	
			PP (MPa)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%	-	-
			PI* (MPa)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%	-	-
			E/PI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%	-	-
2-Dun	Sable dunaire	2	Em (MPa)	15.6	24.2	19.9	19.9	19.4	19.0	19.9	6.1	16.9	31%	16.0	16.5	
			PP (MPa)	1.31	1.53	1.42	1.42	1.42	1.41	1.42	0.16	1.34	11%	1.32	1.33	
			PI* (MPa)	1.95	2.36	2.16	2.16	2.15	2.14	2.16	0.29	2.01	13%	1.97	1.99	
			E/PI	6.6	12.4	9.5	9.5	9.1	8.6	9.5	4.1	7.5	43%	6.9	7.2	
3-S	Sable grossier à moyen	21	Em (MPa)	0.4	22.2	7.2	6.4	4.5	2.6	4.4	6.6	3.9	92%	1.3	1.3	
			PP (MPa)	-	1.37	0.40	-	-	-	0.24	0.42	0.19	105%	0.08	0.09	
			PI* (MPa)	0.05	2.27	0.68	0.58	0.47	0.30	0.47	0.63	0.37	92%	0.14	0.15	
			E/PI	4.8	29.6	10.8	9.4	9.7	9.0	8.9	6.3	7.7	58%	6.5	7.3	
4-A	Argile	18	Em (MPa)	0.8	41.2	12.3	11.2	7.6	4.2	8.1	12.0	6.3	97%	1.6	1.7	
			PP (MPa)	-	3.36	0.67	-	-	-	0.50	0.84	0.25	126%	-	-	
			PI* (MPa)	0.19	4.44	1.03	0.86	0.74	0.57	0.75	1.03	0.51	101%	0.32	0.34	
			E/PI	4.2	40.8	12.1	10.8	10.3	8.9	11.5	8.3	7.9	69%	4.9	5.0	
5-Gn	Gneiss	38	Em (MPa)	28.5	400.0	163.6	154.9	131.8	100.3	142.0	102.2	112.5	62%	29.2	48.2	
			PP (MPa)	1.23	5.00	4.33	4.17	4.17	3.93	4.78	0.97	3.85	22%	2.24	2.88	
			PI* (MPa)	2.33	5.00	4.60	5	4.54	4.47	4.82	0.63	4.28	14%	3.21	3.65	
			E/PI	8.2	81.1	34.3	32.4	29.0	24.2	29.7	20.1	24.3	59%	9.5	13.2	

Analyse des résultats pressiométriques

Comparaison des sondages

Formation : S

Description : Sable grossier à moyen



Analyse statistique des résultats pressiométriques

Formation : S

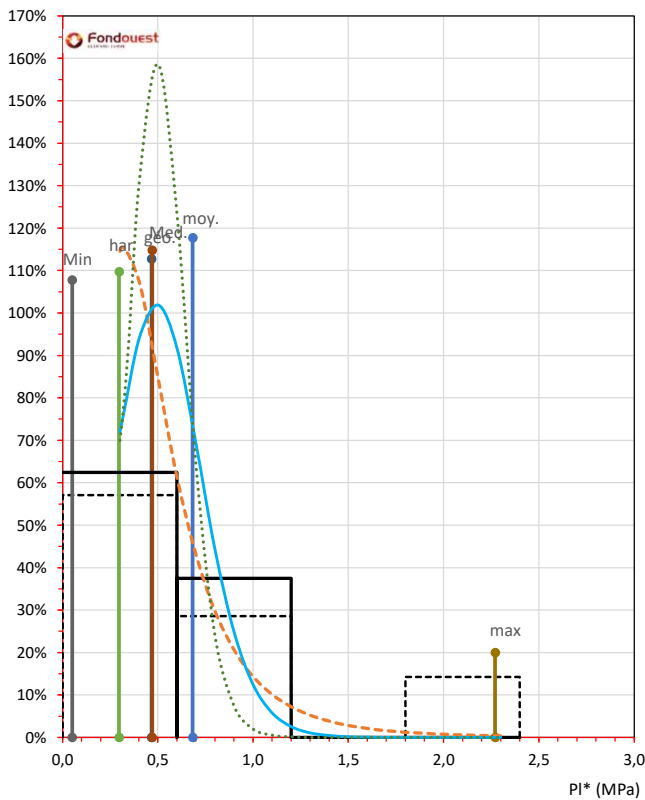
Description : Sable grossier à moyen

Indicateurs statistiques :

Nombre d'essais :	21
-------------------	----

	Min.	Max.	Moyennes :					Ecart type	$m_x-1/2.s_x$	Coef. de variation	5ème centile	10ème centile	Coef. asymétrie γ_1
			arithm.	réduite (20%)	géom.	harm.	Médiane						
E_M (MP)	0,4	22,2	7,2	6,4	4,5	2,6	4,4	6,6	3,9	92%	1,3	1,3	1,0
Pf^* (MPa)	-	1,37	0,40	0,33	-	-	0,24	0,42	0,19	105%	0,08	0,09	1,3
PI^* (MPa)	0,05	2,27	0,68	0,58	0,47	0,30	0,47	0,63	0,37	92%	0,14	0,15	1,5
E_M/PI	4,8	29,6	10,8	9,4	9,7	9,0	8,9	6,3	7,7	58%	6,5	7,3	2,1

Pression limite nette PI^*

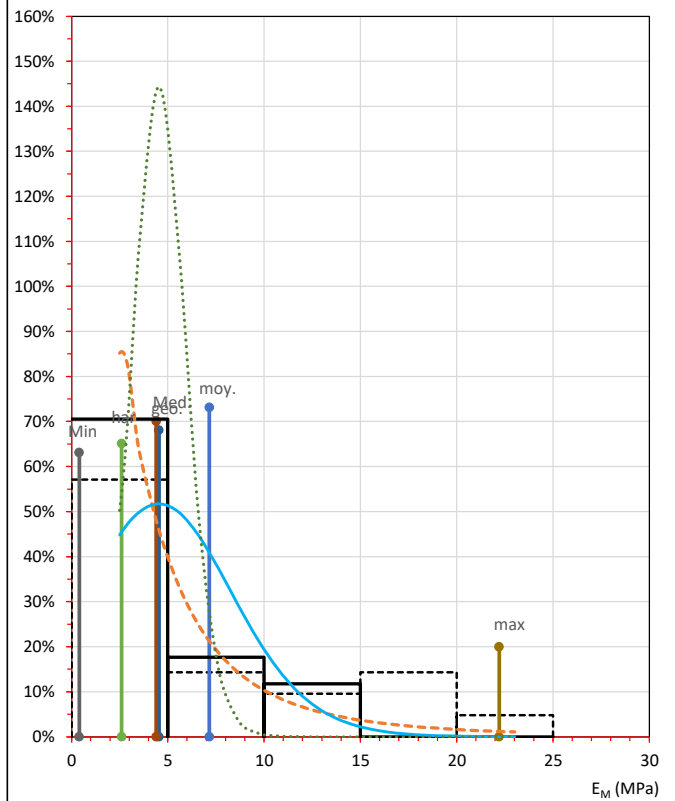


- - - - population complète — population corrigée - - - - loi log-normale
 — loi normale Vimosé = 30 %

Nombre de valeurs éliminées à gauche : 2
 Nombre de valeurs éliminées à droite : 3
 Nombre de valeurs restantes : 16
 Min. de la population étudiée : 0,15 MPa
 Max. de la population étudiée : 0,86 MPa
 Moyenne corrigée : 0,49 MPa
 Ecart type corrigé : 0,23 MPa

Loi de distribution considérée : Loi Log-normale
 Valeur basse : $Pl_b = 0,16$ MPa
 Moyenne inférieure : $Pl_{mi} = 0,40$ MPa
 $mx-1/2.sx = 0,33$ MPa

Module pressiométrique E_M



- - - - population complète — population corrigée
 - - - - loi log-normale — loi normale
 Vimosé = 30 %

Nombre de valeurs éliminées à gauche : -
 Nombre de valeurs éliminées à droite : 4
 Nombre de valeurs restantes : 17
 Min. de la population étudiée : 0,4 MPa
 Max. de la population étudiée : 14,9 MPa
 Moyenne corrigée : 4,5 MPa
 Ecart type corrigé : 3,8 MPa

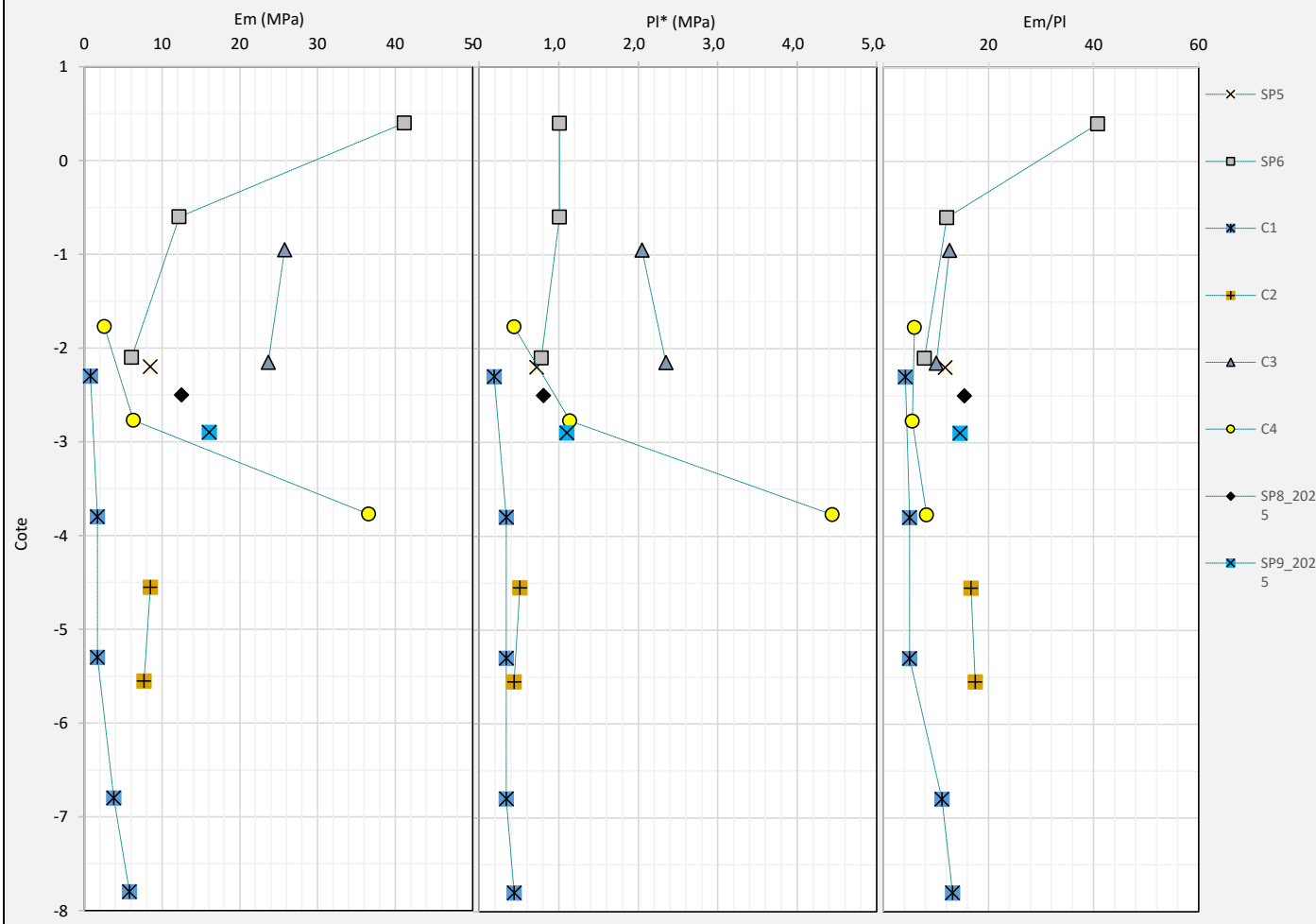
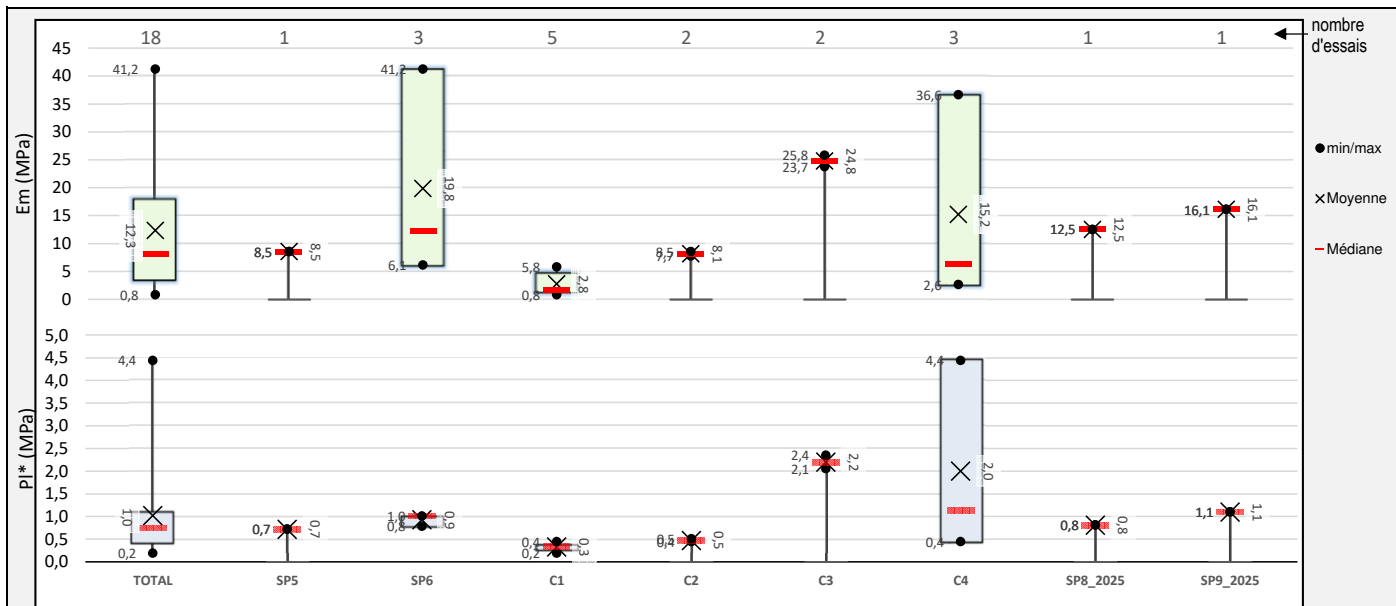
Loi de distribution considérée : Loi Log-normale
 Valeur basse : $E_{M,b} = 0,7$ MPa
 Moyenne inférieure : $E_{M,mi} = 2,8$ MPa
 $mx-1/2.sx = 2,1$ MPa

Analyse des résultats pressiométriques

Comparaison des sondages

Formation : A

Description : Argile



Analyse statistique des résultats pressiométriques

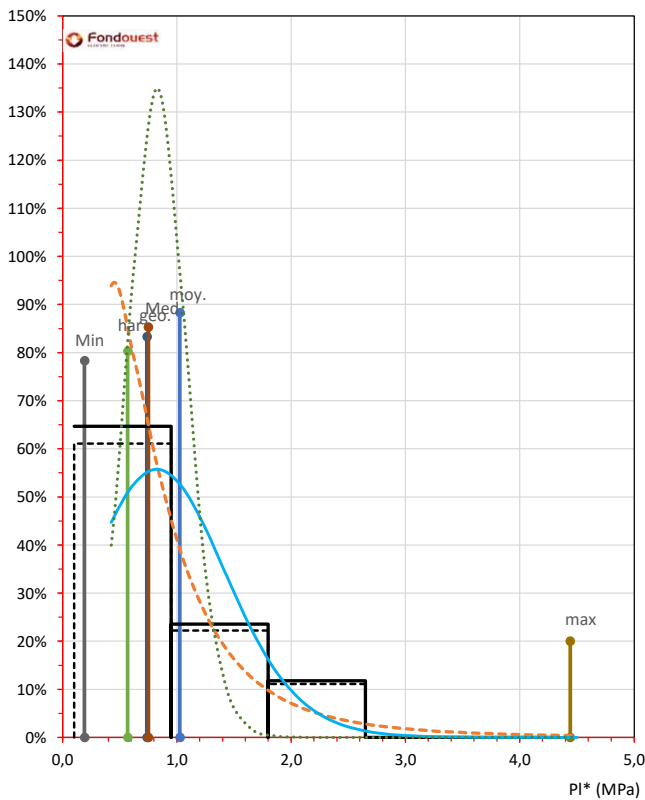
Formation : A
Description : Argile

Indicateurs statistiques :

Nombre d'essais :	18
--------------------------	----

	Min.	Max.	Moyennes :					Ecart type	$m_x - 1/2 \cdot s_x$	Coef. de variation	5ème centile	10ème centile	Coef. asymétrie γ_1
			arithm.	réduite (20%)	géom.	harm.	Médiane						
E_M (MP)	0,8	41,2	12,3	11,2	7,6	4,2	8,1	12,0	6,3	97%	1,6	1,7	1,3
Pf^* (MPa)	-	3,36	0,67	0,54	-	-	0,50	0,84	0,25	126%	-	-	2,0
PI^* (MPa)	0,19	4,44	1,03	0,86	0,74	0,57	0,75	1,03	0,51	101%	0,32	0,34	2,3
E_M/PI	4,2	40,8	12,1	10,8	10,3	8,9	11,5	8,3	7,9	69%	4,9	5,0	2,3

Pression limite nette PI^*

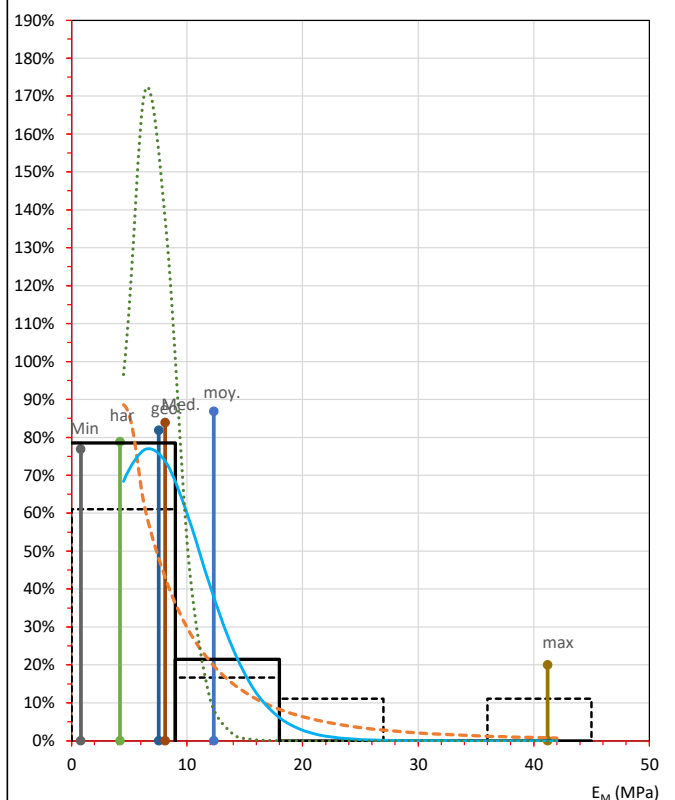


- - - - population complète ——— population corrigée - - - - loi log-normale
 ——— loi normale Vimposé = 30 %

Nombre de valeurs éliminées à gauche : -
 Nombre de valeurs éliminées à droite : 1
 Nombre de valeurs restantes : 17
 Min. de la population étudiée : 0,19 MPa
 Max. de la population étudiée : 2,35 MPa
 Moyenne corrigée : 0,82 MPa
 Ecart type corrigé : 0,60 MPa

Loi de distribution considérée : Loi Log-normale
 Valeur basse : $Pl_b = 0,20$ MPa
 Moyenne inférieure : $Pl_{mi} = 0,59$ MPa
 $mx - 1/2 \cdot sx = 0,47$ MPa

Module pressiométrique E_M



- - - - population complète ——— population corrigée
 - - - - loi log-normale ——— loi normale
 Vimposé = 30 %

Nombre de valeurs éliminées à gauche : -
 Nombre de valeurs éliminées à droite : 4
 Nombre de valeurs restantes : 14
 Min. de la population étudiée : 0,8 MPa
 Max. de la population étudiée : 16,1 MPa
 Moyenne corrigée : 6,7 MPa
 Ecart type corrigé : 4,6 MPa

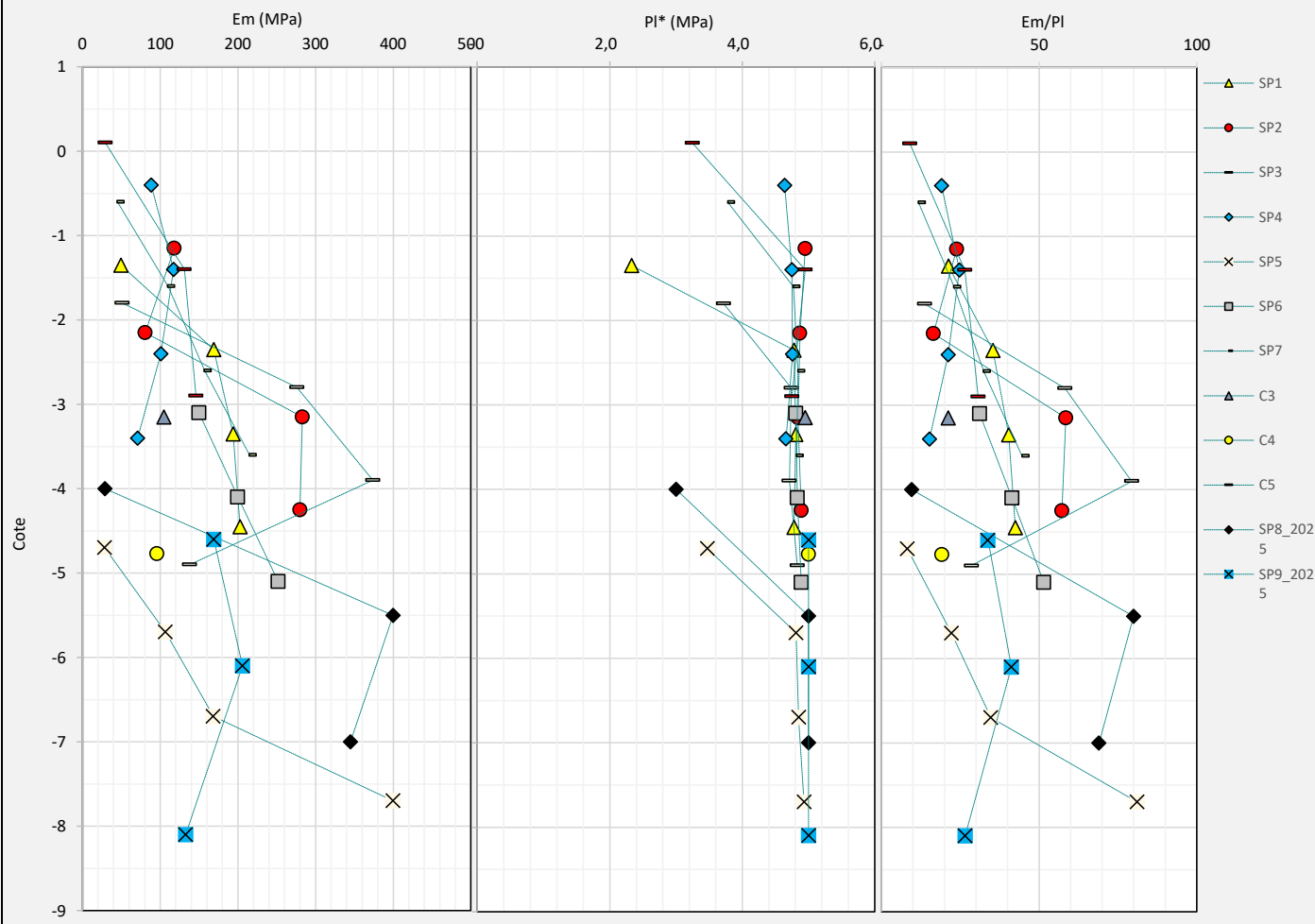
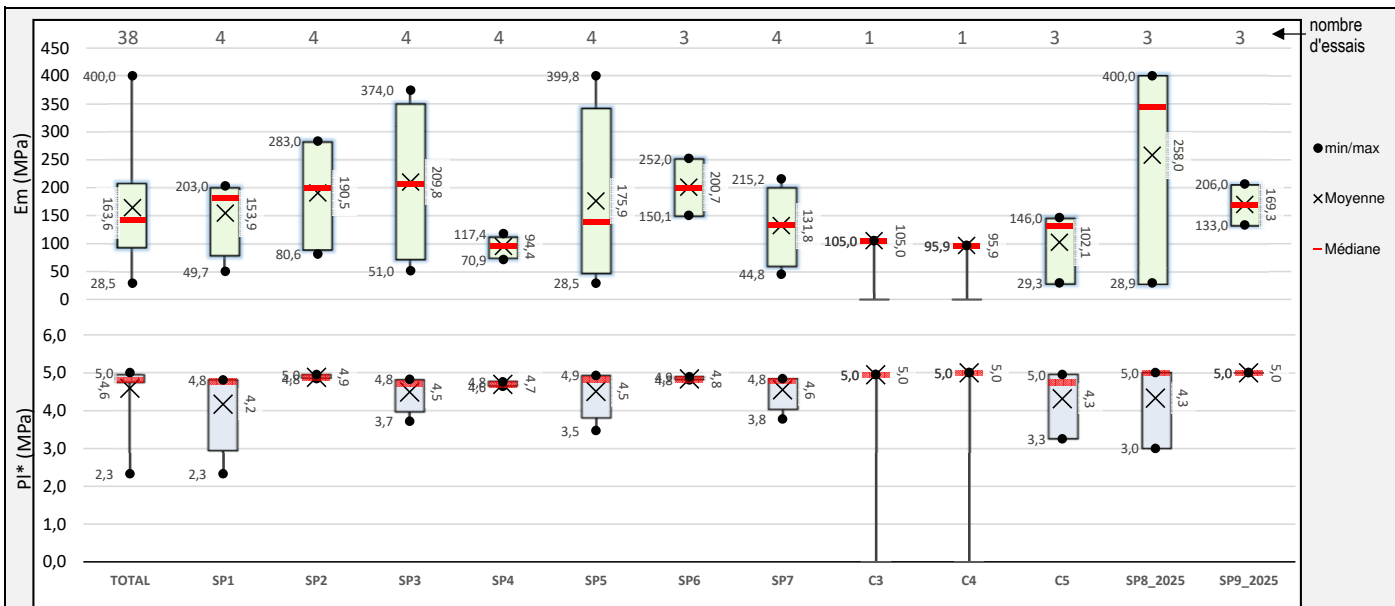
Loi de distribution considérée : Loi Log-normale
 Valeur basse : $E_{M,b} = 1,0$ MPa
 Moyenne inférieure : $E_{M,mi} = 4,3$ MPa
 $mx - 1/2 \cdot sx = 3,3$ MPa

Analyse des résultats pressiométriques

Comparaison des sondages

Formation : Gn

Description : Gneiss



Analyse statistique des résultats pressiométriques

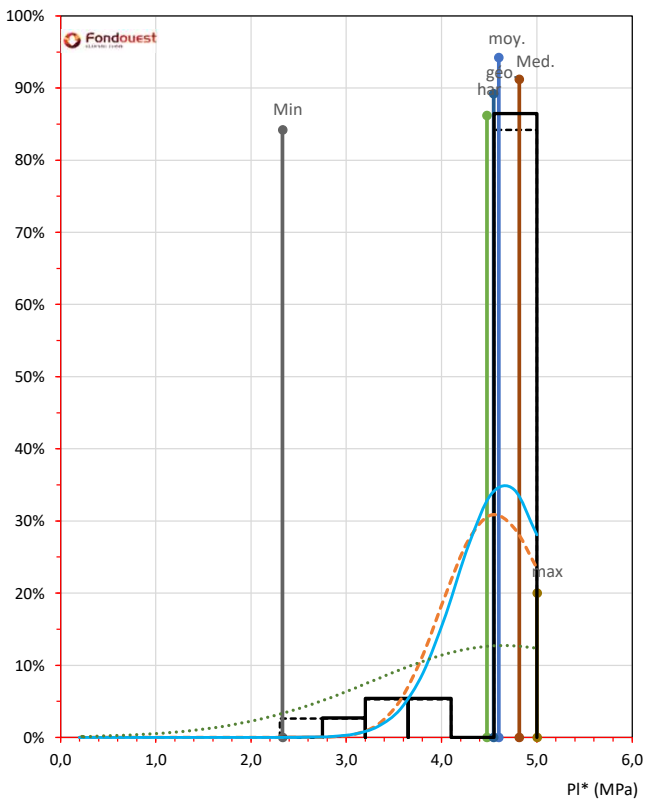
Formation : Gn
Description : Gneiss

Indicateurs statistiques :

Nombre d'essais :	38
--------------------------	----

	Min.	Max.	Moyennes :					Ecart type	$m_x - 1/2 \cdot \sigma_x$	Coef. de variation	5ème centile	10ème centile	Coef. asymétrie γ_1
			arithm.	réduite (20%)	géom.	harm.	Médiane						
E_M (MP)	28,5	400,0	163,6	154,9	131,8	100,3	142,0	102,2	112,5	62%	29,2	48,2	0,8
Pf^* (MPa)	1,23	5,00	4,33	4,51	4,17	3,93	4,78	0,97	3,85	22%	2,24	2,88	1,8
PI^* (MPa)	2,33	5,00	4,60	4,72	4,54	4,47	4,82	0,63	4,28	14%	3,21	3,65	2,2
E_M/PI	8,2	81,1	34,3	32,4	29,0	24,2	29,7	20,1	24,3	59%	9,5	13,2	0,9

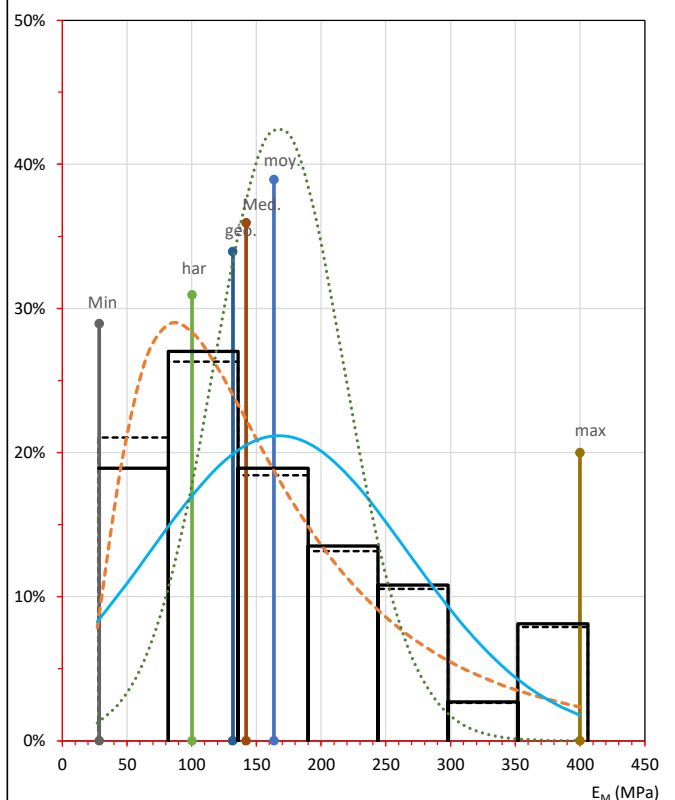
Pression limite nette PI^*



Nombre de valeurs éliminées à gauche : 1
 Nombre de valeurs éliminées à droite : -
 Nombre de valeurs restantes : 37
 Min. de la population étudiée : 3,00 MPa
 Max. de la population étudiée : 5,00 MPa
 Moyenne corrigée : 4,66 MPa
 Ecart type corrigé : 0,51 MPa

Loi de distribution considérée : Loi Log-normale
 Valeur basse : $Pl_b = 3,73$ MPa
 Moyenne inférieure : $Pl_{mi} = 4,56$ MPa
 $mx - 1/2 \cdot sx = 4,35$ MPa

Module pressiométrique E_M



Nombre de valeurs éliminées à gauche : 1
 Nombre de valeurs éliminées à droite : -
 Nombre de valeurs restantes : 37
 Min. de la population étudiée : 28,9 MPa
 Max. de la population étudiée : 400,0 MPa
 Moyenne corrigée : 167,2 MPa
 Ecart type corrigé : 101,0 MPa

Loi de distribution considérée : Loi Log-normale
 Valeur basse : $E_{M,b} = 43,3$ MPa
 Moyenne inférieure : $E_{M,mi} = 127,4$ MPa
 $mx - 1/2 \cdot sx = 98,0$ MPa

► **ANNEXE 6 : RAPPORT DE PROSPECTION
GÉOPHYSIQUE (32 PAGES)**

ETUDE GEOPHYSIQUE DANS LE CADRE DU PROJET DE RÉAMÉNAGEMENT DES PORTS DE PORNICHET

-

ETUDE DU TOIT ROCHEUX PAR MESURES GEOPHYSIQUES AU SONDEUR A SEDIMENT

MAI 2025

Cabinet d'ingénierie
en Energies Marines Renouvelables
& Génie Océanographique



Cette proposition de services a été établie sur la base des besoins et informations que vous nous avez communiqués, par référence à votre contexte et en fonction de l'environnement juridique et économique actuel.

Dans ce cadre, le contenu constitue notre réponse originale élaborée à partir de nos méthodes, processus, techniques et savoir-faire. De ce fait, le contenu, ainsi que le support sont nos propriétés.

Cette proposition réservée à votre seul usage interne, tant dans sa forme que dans son contenu, est confidentielle. Elle ne peut être divulguée à des tiers qu'avec notre accord. Elle est régie par les conditions générales d'exécution des services d'Énergie de la Lune en vigueur à la date de son émission.

Historique du document

Version	Date	Auteurs	Commentaires
1.0	07/05/2025	ENERGIE DE LA LUNE	Création du document

	Rédigé par :	Relu par :	Approuvé par
NOM	ERIC MANEUX	CHLOE FRANCOISE	MARC LAFOSSÉ
SOCIETE	ENERGIE DE LA LUNE	ENERGIE DE LA LUNE	ENERGIE DE LA LUNE
DATE	07/05/2025	07/05/2025	07/05/2025
VISA			

Sommaire

TABLE DES FIGURES	6
ABREVIATIONS ET DEFINITIONS	8
1 - OBJECTIFS	9
2 - PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE.....	10
2.1 - LOCALISATION.....	10
2.2 - CONTEXTE GEOLOGIQUE	10
2.3 - REFERENTIELS UTILISES.....	11
3 - CAMPAGNE DE MESURE AU SONDEUR DE SEDIMENTS	12
3.1 - INTRODUCTION	12
3.2 - EQUIPE	15
3.3 - DISPOSITIF DE MESURES	15
3.3.1 - Description	15
3.4 - INSTALLATION DU SONDEUR A SEDIMENTS	16
3.4.1 - Vitesse de propagation des ondes	16
3.5 - DEROULE DE LA MISSION	17
3.5.1 - Configuration et vérification du système de mesure du sondeur de sédiments.....	17
3.5.2 - Carottage au point PT19.....	17
3.5.3 - Mesures au sondeur de sédiments	18
3.6 - TRAITEMENT DES DONNEES	18
3.6.1 - Etapes du traitement	18
3.6.2 - Profils sédimentaires associés aux carottes.....	19
3.6.3 - Détection et validation des réflecteurs sur les profils.....	21
3.7 - PRESENTATION DES RESULTATS.....	27
3.7.1 - Profils crossshore et longshore du toit rocheux	27
3.7.2 - Présentation cartographique de l'altimétrie du toit rocheux.....	32
3.7.3 - Présentation cartographique de l'épaisseur des sédiments	32
3.7.4 - Qualité de l'estimation de la position du toit rocheux.....	32
4 - SYNTHESE	37

5 - ANNEXE 38

CARNET DE TERRAIN AVEC CONDITIONS MAREE-METEO 38

Description acquisition sismique			
	Temps universel		17/04/2025
	SD	Heure début	Commentaires
		7 :00	Départ ponton
003_20250417_054120		7 :41	Crossshore 8 côté La Baule
004_20250417_054553		7 :46	Longshore 6 La Baule vers Pornichet
005_20250417_055051		7 :50	Cross-shore 7
006_20250417_055353		7 :54	Longshore 1, non finie
007_20250417_061405		8 :14	Longshore 3
009_20250417_063356		8 :32	Longshore 4
010_20250417_070400		9 :04	Cross-shore 7, repérage pour tourner
011_20250417_070717		9 :07	Annulé
012_20250417_071048		9 :10	Longshore 5
013_20250417_071903		9 :19	Fin longshore 1
014_20250417_072032		9 :20	Longshore 2
015_20250417_080010		10 :00	Bonus
016_20250417_080606		10 :06	Bonus
017_20250417_081644		10 :16	Bonus
018_20250417_082036		10 :20	Longshore 5
019_20250417_082626		10 :26	Longshore 5
020_20250417_083033		10 :30	Cross-shore 7
021_20250417_083635		10 :36	Cross-shore 8
022_20250417_084027		10 :40	Longshore 2
		11 :05	Retour ponton
		16 :30	Départ ponton
023_20250417_151504		17 :14	Large 9
024_20250417_151933		17 :19	Large 9
025_20250417_152742		17 :27	Large 10
026_20250417_153241		17 :32	Large 10, début en amont du transect 6 kHz + gain = 9, toit rocheux ? entre 5 et 5.5m
027_20250417_154054		17 :41	Large 10
028_20250417_154849		17 :48	Cross-shore 7
029_20250417_155426		17 :54	Cross-shore 7, 5.5m-6m toit rocheux ?
030_20250417_155811		17 :58	Longshore 6
032_20250417_160441		18 :04	Longshore 5
033_20250417_161224		18 :12	Longshore 4
034_20250417_161628		18 :16	Longshore 4
035_20250417_162418		18 :24	Longshore 3
036_20250417_162545		18 :25	Longshore 3
037_20250417_163030		18 :30	Longshore, base toit rocheux entre 4m-4.5m à mi-parcours
038_20250417_164148		18 :42	Test toit rocheux
040_20250417_164759		18 :48	Cross-shore 8
041_20250417_165054		18 :50	Cross-shore 8
042_20250417_165623		18 :56	Longshore 1
044_20250417_170310		19 :02	Longshore 3
045_20250417_170722		19 :06	Longshore 2
046_20250417_171000		19 :09	Longshore 4
047_20250417_171314		19 :12	Longshore 5

..... 38

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation sur une vue geoportail.fr de la zone d'étude, au port d'échouage de Pornichet.....	10
Figure 2 : Natures des fonds dans la baie de la Baule (source : Data SHOM) et dans la zone d'étude (encadré noir).....	11
Figure 3 : Carte géologique de la zone d'étude avec les deux ports de Pornichet (source Infoterre)	11
Figure 4 : Schéma de fonctionnement d'un sondeur à sédiment (Ifremer©).....	12
Figure 5 : Localisation des transects de projet (pointillés jaunes) et réalisés au sondeur de sédiments exploités (traits verts) ainsi que la localisation des sondages de 2007 (points jaunes) utilisés pour valider notre expertise ainsi que la carotte PT19 réalisée en avril 2025 (point rouge).	13
Figure 6 : Localisation des transects au sondeur de sédiments et exploités (traits verts) ainsi que la localisation des sondages de 2025 (points jaunes) utilisés pour valider notre expertise (point rouge, sondages non utilisés). 14	
Figure 7 : Photographie de la vedette hydrographique <i>Le Sélénite</i> (crédit photographie : Energie de la Lune).....	15
Figure 8 : Instrumentation océanographique du <i>Sélénite</i> avec la perche installée à tribord, l'antenne secondaire installée sur bâbord, l'écran de navigation pour le pilote et la partie inférieure de la perche posée sur le pont avec le sondeur multifaisceau et la centrale inertielle.....	16
Figure 9 : Carottage au PT19 (1,65m) – Chenal d'accès du Port d'Echouage de Pornichet.	17
Figure 10 : Image provenant de Google Earth® avec la localisation des carottes et des tarières de 2007, les éperons rocheux sub-affleurant en rouge et la trace des profils sismiques en blanc et vert.	18
Figure 11 : Profils sédimentaires des carottes de 2007 et de la carotte de 2025. Jaune : sables ; vert : vases ; bleu : argiles et/ou argiles sableuses.	20
Figure 12 : Erosion (rouge) ou dépôt (vert) au niveau des sondages réalisés en 2007 (comparaison 2007-2020)21	
Figure 13 : Deux exemples de calage de sondages de 2007 sur des profils sismiques de 2020 (vert : remplissage factice en fonction du recalage de la tête du sondage ; jaune : sable moyen ; bleu : argile compact et rouge : substrat).....	22
Figure 14 : Quatre exemples de calage de sondages de 2007 sur des profils sismiques de 2025 (vert : remplissage factice en fonction du recalage de la tête du sondage ; jaune : sable moyen ; bleu : argile compact et rouge : substrat).....	23
Figure 15 : Deux exemples de calage de sondages de 2025 sur des profils sismiques de 2025 dans le chenal. Carotte ou sondage en vert clair et épaisseur de sédiment calculé avec le profil sismique en bleu.	24
Figure 16 : Deux exemples de calage de sondages de 2025 sur des profils sismiques de 2025 dans le port d'échouage. Carotte ou sondage en vert clair et épaisseur de sédiment calculé avec le profil sismique en bleu. .25	
Figure 16 : Comparaison des profils sismiques 2020 et 2025 : exemple des profils en haut de plage LS-11 de 2020 et LS-1 de 2025.	26
Figure 17 : Altimétrie (m CM0) du toit rocheux dans le port d'échouage (grille de 1m).....	33
Figure 18 : Altimétrie (m CM0) du toit rocheux dans le port d'échouage (grille de 10m).....	34
Figure 19 : Altimétrie (m CM0) du toit rocheux dans le chenal du port d'échouage (grille de 10m)	35

Figure 20 : Cartes représentant l'épaisseur de sédiment (m) dans le port d'échouage36

ABRÉVIATIONS ET DÉFINITIONS

BM	Basse Mer
C	Célérité (vitesse du son dans l'eau)
CC	Conique Conforme
GPS	Global Positioning System
CM	Cote Marine (égal au zéro hydrographique)
GNSS	Géolocalisation et Navigation par un Système de Satellites
IGN	Institut Géographique National
OHI	Organisation Hydrographique Internationale
MB	Multibeam (sondeur multifaisceaux)
Mortes eaux	Période où le coefficient de marée est inférieur à 70, par opposition aux vives-eaux
NGF	Nivellement Général de la France
PM	Pleine Mer
SHOM	Service Hydrographique et Océanographique de la Marine
UPS	Uninterruptible Power Supply
UTC	Universel Temps Coordonné
Vives-eaux	Période où le coefficient de marée est supérieur à 70, par opposition aux mortes-eaux
WGS84	World Geodetic System 1984
ZH	Zéro Hydrographique

1 - OBJECTIFS

Dans le cadre du projet de réaménagement du port d'échouage de la ville de Pornichet, la société FONDOUEST a demandé la réalisation de mesures géophysiques complémentaires afin d'améliorer la connaissance actuelle de la zone.

Energie de la Lune, cabinet d'ingénierie en océanographie opérationnelle, a été mandaté par FONDOUEST pour réaliser une campagne de mesures sondage de sédiments (Lot 2) afin de fournir des données de qualité et ainsi quantifier au mieux l'ampleur des travaux de réaménagement des ports de Pornichet.

Les livrables fournis à la fin de cette étude sont les suivants :

- Ce rapport détaillant la campagne de mesure, le traitement et une analyse des résultats ;
- En annexe les résultats des profils sismiques représentant le toit rocheux et la bathymétrie (zéro hydrographique comme référence verticale) ;
- Une carte représentant la profondeur du toit rocheux au niveau des profils sismiques ;
- Le fichier XYZ des points d'altimétrie du toit rocheux déterminé après analyses des profils sismiques.

2 - PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

2.1 - Localisation

La zone d'étude se trouve dans le port d'échouage de Pornichet et dans son chenal d'entrée.



Figure 1 : Localisation sur une vue geoportail.fr de la zone d'étude, au port d'échouage de Pornichet

Le port d'échouage mesure 285 m (sud-ouest vers nord-est) sur 320 m (nord-ouest vers sud-est). Cette zone découvre entièrement à marée basse. L'objectif de l'étude est de déterminer l'altimétrie et la profondeur par rapport à la bathymétrie du toit rocheux.

2.2 - Contexte géologique

La ville de Pornichet est située dans la zone géologique du massif armoricain. Son littoral se constitue de dunes sableuses et de roches (Figure 2). La zone d'étude est principalement située sur une base de migmatites.

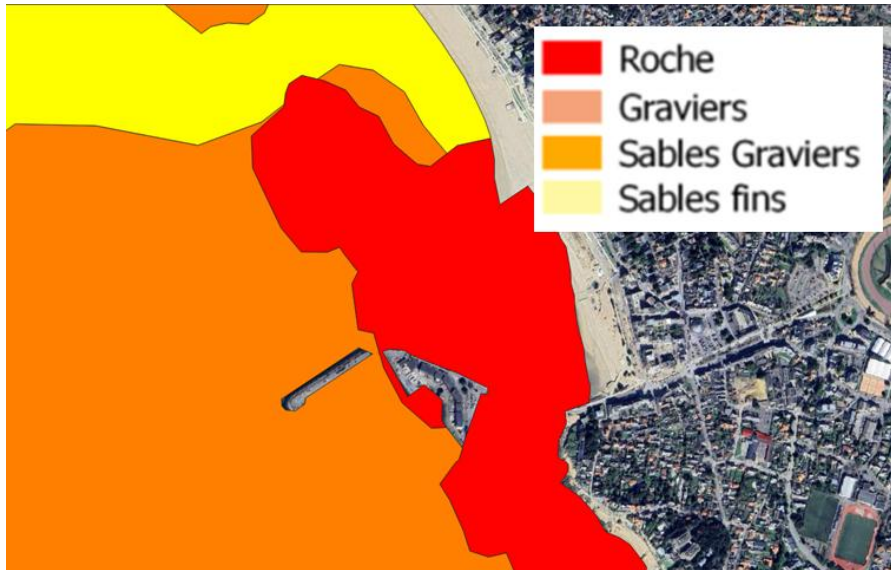


Figure 2 : Natures des fonds dans la baie de la Baule (source : Data SHOM) et dans la zone d'étude (encadré noir)

Sur la carte de la Figure 3, ce faciès de migmatites a été prolongé en mer sous le niveau des plus basses mers à partir de faciès reconnus à terre (Notice géologique, feuille de St-Nazaire). Ce faciès affleure à de nombreux endroits dans la zone d'étude (au niveau du port d'échouage mais également au sud-est de la zone proche de la côte. Cet estran rocheux découvre à marée basse et présente une fracturation très importante.

En recouvrement de ces roches qui constituent un socle rocheux sous la plage, se développe dans les dépressions de cette formation en zone tidale et subtidale des dépôts sableux ou silto-sableux qui constitue la plage du port d'échouage de Pornichet.



Figure 3 : Carte géologique de la zone d'étude avec les deux ports de Pornichet (source Infoterre)

2.3 - Référentiels utilisés

Le référentiel géodésique utilisé dans cette étude est le RGF 93 et les altimétries sont dans le référentiel NGF.

3 - CAMPAGNE DE MESURE AU SONDEUR DE SÉDIMENTS

3.1 - Introduction

La détermination de l'altimétrie du toit rocheux nécessite l'organisation d'une campagne de mesures géophysiques mettant en œuvre un sondeur de sédiments. C'est une méthode qui permet la réalisation de profils sismiques dans les couches sédimentaires de surface et qui permet de détecter l'altimétrie du toit rocheux ainsi que la bathymétrie.

Cette méthode repose sur la propagation des ondes acoustiques dans l'eau et le sédiment. Des ondes acoustiques produites par le sondeur se propagent et se réfléchissent sur les différentes interfaces rencontrées, dès que les propriétés des couches varient : exemple de l'interface eau/sédiments puis les différentes interfaces selon les types de sédiments jusqu'à rencontrer le substratum rocheux (schéma Figure 4).

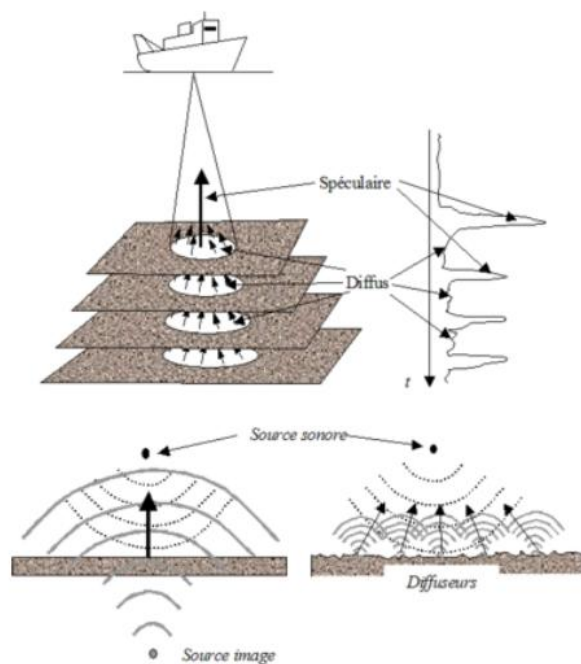


Figure 4 : Schéma de fonctionnement d'un sondeur à sédiment (Ifremer©)

Energie de la Lune a organisé une campagne d'acquisition avec un sondeur de sédiments qui avait pour objectif de réaliser :

- 6 profils sismiques longshore dans le port d'échouage.
- 2 profils sismiques crossshore dans le port d'échouage.
- 2 profils sismiques dans le chenal d'entrée

Pour chaque profils, les mesures ont été réalisées au moins deux fois, ainsi plus de 20 profils ont été réalisés au cours de la campagne de mesures.

La carte de la Figure 5 présente la localisation des profils ciblés fournis par FONDOUEST (tirets jaunes) et les transects réalisés en avril 2025 (traits verts).

La Figure 5 présente également les points de sondage de 2007 utilisés pour validé nos mesures, en particulier la carotte (point PT19) réalisée dans le cadre de cette campagne de mesures en 2025.

La Figure 6 présente les transects réalisés et exploités en 2025, ainsi que la localisation des sondages réalisés en 2025 et utilisés pour valider notre expertise.



Figure 5 : Localisation des transects de projet (pointillés jaunes) et réalisés au sondeur de sédiments exploités (traits verts) ainsi que la localisation des sondages de 2007 (points jaunes) utilisés pour valider notre expertise ainsi que la carotte PT19 réalisée en avril 2025 (point rouge).



Figure 6 : Localisation des transects au sondeur de sédiments et exploités (traits verts) ainsi que la localisation des sondages de 2025 (points jaunes) utilisés pour valider notre expertise (point rouge, sondages non utilisés).

Liste des profils réalisés, validés et exploités :

- LS1 : profil longshore n°1, le plus proche de la plage.
- LS2 : profil longshore n°2.
- LS3 : profil longshore n°3.
- LS4 : profil longshore n°4.
- LS5 : profil longshore n°5.
- LS6 : profil longshore n°6.
- CS7 : profil crossshore n°7, zone centrale du port.
- CS8 : profil crossshore n°8, zone nord.
- L10 : profil large n°10, axe WNW-ESE.
- L11 : profil large n°11, axe E-W

3.2 - Equipe

Le cabinet d'ingénierie *Energie de la Lune* est composé d'une équipe d'océanographes qualifiés. Les personnes présentes pour réaliser la mission, leur fonction au sein d'Energie de la Lune et leur rôle au cours de cette campagne sont présentés ci-dessous :

- Marc Lafosse, président directeur général : directeur de projet, chef de mission et pilote ;
- Auguste Ritz, chargée d'étude en océanographie : chef de projet et ingénieure hydrographe ;
- Eric Maneux, chargée d'études en océanographie : directeur scientifique et pilote ;

L'équipe était accompagnée par deux stagiaires océanographes.

- Chloé Françoise (SEATECH)
- Alix Sanchez (CNAM-INTECHMER).

3.3 - Dispositif de mesures

3.3.1 - Description

Energie de la Lune a mobilisé l'équipement océanographique sur la vedette hydrographique *Le Sélénite*.



Figure 7 : Photographie de la vedette hydrographique *Le Sélénite* (crédit photographie : Energie de la Lune)

La Figure 8 présente l'installation des équipements.



Figure 8 : Instrumentation océanographique du *Sélénite* avec la perche installée à tribord, l'antenne secondaire installée sur bâbord, l'écran de navigation pour le pilote et la partie inférieure de la perche posée sur le pont avec le sondeur multifaisceau et la centrale inertielle.

3.4 - Installation du sondeur à sédiments

Energie de la Lune a utilisé un sondeur Innomar SES-2000 Standard pour réaliser des profils sismiques dans le port d'échouage avec la vedette *Le Sélénite*. Une interface de fixation adaptée au sondeur et à la perche utilisée pour l'acquisition bathymétrique a été fabriquée. De cette façon, nous pouvons réaliser une acquisition bathymétrique puis une acquisition sismique sans devoir changer l'installation physique au cours d'une même journée.

Le système de positionnement utilisé est une couplage d'une centrale inertielle et d'une paire d'antennes GPS (Septentrio AsterX-U).

3.4.1 - Vitesse de propagation des ondes

Dans l'eau, la vitesse de propagation des ondes acoustiques a été mesurée avant la mission le 16/04, avec une sonde AML (1494 m/s). Dans le sédiment, la vitesse de propagation des ondes acoustiques varie selon la taille des sédiments et la porosité associée :

- Argile: $1493 \text{ m/s} < c < 1577 \text{ m/s}$
- Silt: $1522 \text{ m/s} < c < 1644 \text{ m/s}$
- Sable: $1596 \text{ m/s} < c < 1836 \text{ m/s}$

Le sédiment étant majoritairement composé de sables fins, une vitesse moyenne de propagation de 1600 m/s a été utilisée en lien avec la forte variabilité du remplissage latéralement et en profondeur. Cette valeur est utilisée dans de nombreuses études et la profondeur de pénétration dans la zone étant très faible (de l'ordre de quelques mètres), l'erreur liée à cette vitesse de propagation est limitée.

3.5 - Déroulé de la mission

3.5.1 - Configuration et vérification du système de mesure du sondeur de sédiments.

Le sondeur de sédiments, la centrale inertielle et les antennes GPS ont été installés le 16 avril 2025. La configuration et les offset ont été vérifiés et validés le 16 avril également. La haute fréquence de cet instrument permettant de détecter le fond est de 100 kHz (variations de 85 – 115 kHz). Pour cette étude, la deuxième fréquence (basse fréquence) qui pénètre dans le sédiment est fixée à 4 kHz. Le gain est fixé à 24 dB et le « Pulse length » à un cycle (100 μ s).

3.5.2 - Carottage au point PT19

A marée basse, le 16/04/2025, une carotte a également été prélevées au point PT19 pour confirmer l'épaisseur de sable et la présence éventuelle de vases en profondeur.



Figure 9 : Carottage au PT19 (1,65m) – Chenal d'accès du Port d'Echouage de Pornichet.

3.5.3 - Mesures au sondeur de sédiments

Les mesures dans le port d'échouage ont été réalisées le 17/04/2025 pendant les horaires de pleine mer pour obtenir un maximum de hauteur d'eau sous le sondeur.

Le carnet de terrain de l'acquisition est fourni en annexe.

3.6 - Traitement des données

3.6.1 - Etapes du traitement

Le traitement des profils a été réalisé avec le logiciel ISE (transformation des coordonnées, interpolation des points de sonde, ajustement de paramètres comme le *Soft TVG*). Les profils sont ensuite exportés et insérés dans un projet avec le logiciel BeamworX en utilisant comme fond cartographique une photographie aérienne googlesatellite.

Une fois le réflecteur correspondant au socle rocheux repéré avec le logiciel ISE, le positionnement et l'altimétrie des toit rocheux et de la bathymétrie sont extrait en format ASCII.

Les profils sismiques sont également comparés aux profils sédimentaires des données des carottes existantes se situant à proximité immédiate de profils.

Pour chaque profil attendus, au minimum deux transects de mesures ont été réalisés. Après analyses des données (vérification concordance au niveau des intersections de profils, des profils sédimentaires des carottes et des profils de toits rocheux issus de l'étude de 2020), seuls les profils présentant la meilleure représentation du toit rocheux sont conservés et exploités.



Figure 10 : Image provenant de Google Earth® avec la localisation des carottes et des tarières de 2007, les éperons rocheux sub-affleurant en rouge et la trace des profils sismiques en blanc et vert.

Tous les profils ne sont pas inclus dans l'analyse compte-tenu des éléments suivants : i) le socle rocheux subit de très fortes variations dans cette zone, ii) la hauteur d'eau très faible induit des échos très forts rendant l'analyse compliquée à faible profondeur et iii) les sédiments grossiers (sable, gneiss fracturé) masquent en partie le socle.

3.6.2 - Profils sédimentaires associés aux carottes

Les données de plusieurs carottes de 2007 situées sur les transects mesurés et le profil sédimentaire de la carotte T19 de 2025 sont reprises et analysées pour la validation de l'interprétation des profils sismiques. Les observations directes du remplissage sédimentaire permettent de vérifier l'interprétation des profils sismiques et de caler les altitudes des réflecteurs.

Il faut préciser que le toit rocheux n'est pas toujours atteint lors des carottages. En 2007, La tarière a pu être stoppée par une couche de galets ou de brèches produits par la fracturation/altération du toit rocheux. Energie de la Lune a également réalisé un carottage le 16/04. Cette carotte n'a pas atteint a priori le toit rocheux et le carottage a été limité à 1,60m de sable compacté.

Les profils sédimentaires des carottes sont schématisés à la Figure 11. Ces profils sont mis à l'échelle et reportés à l'échelle sur les profils sismiques. Le calage est réalisé à partir de la bathymétrie calculée à l'aide des mesures au sondeur de sédiment de 2025. En effet, le calage précis en altimétrie par rapport à la CM pour les carottes de 2007 n'est pas connu. De plus, il faut rappeler que déjà en 2020, il avait été identifié que des secteurs du port d'échouage présentés soit une érosion, soit une sédimentation significative entre 2007 et 2020.

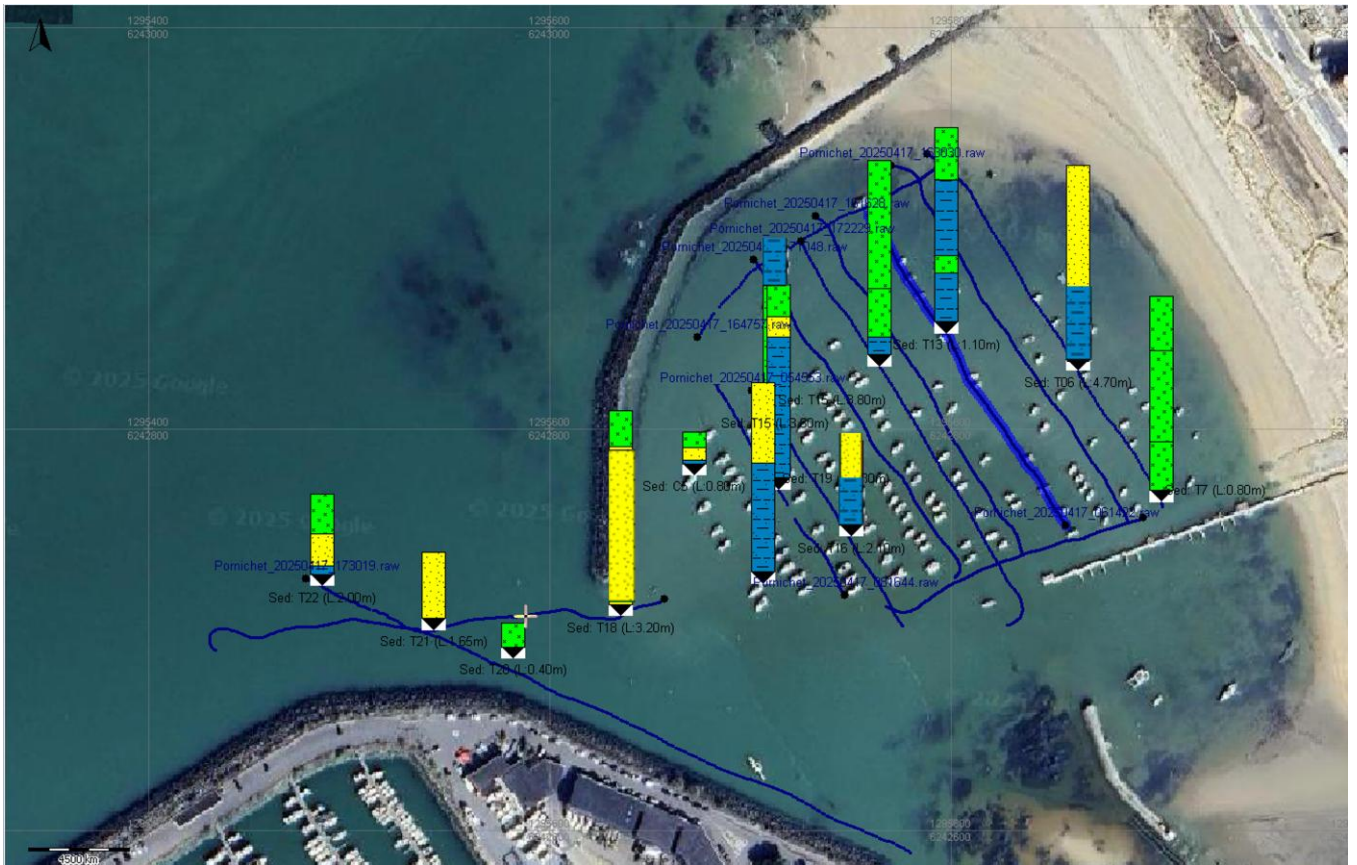


Figure 11 : Profils sédimentaires des carottes de 2007 et de la carotte de 2025. Jaune : sables ; vert : vases ; bleu : argiles et/ou argiles sableuses.

L'analyse de la carotte de 2025 ne présente aucun niveau de vase.

Nous posons la question de la véritable nature sédimentologique des « vases » décrites en 2007. En effet, l'ensemble du port d'échouage présenté en 2025 en surface une sédimentation silto-sableuses.

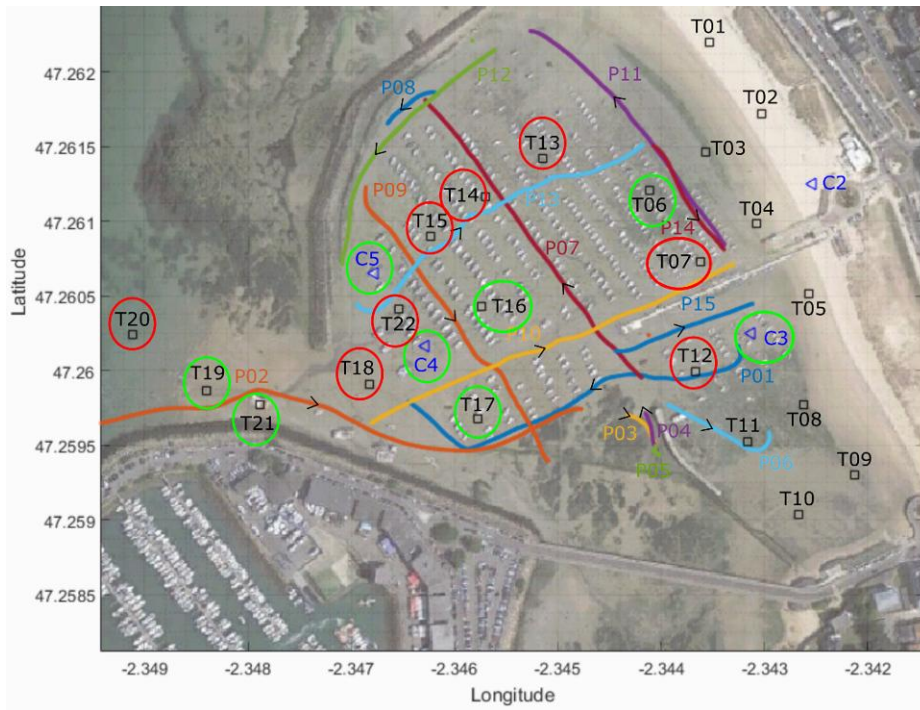


Figure 12 : Erosion (rouge) ou dépôt (vert) au niveau des sondages réalisés en 2007 (comparaison 2007-2020)

3.6.3 - Détection et validation des réflecteurs sur les profils

La cartographie des horizons a été réalisée dans la limite de la qualité du signal sismique qui est très diminuée dans le cas :

- D'un remplissage sableux (absence de lit sédimentaire de densité variables).
- De la faible bathymétrie qui va générer des écho secondaires qui vont masquer les échos des principales interfaces sédimentaires, voir même ceux du toit rocheux.

L'analyse est basée sur l'identification de facies sismiques caractérisés par l'amplitude, la fréquence et la continuité ou non des réflecteurs. D'autre part, des discontinuités sont mises en évidence par la terminaison latérale des réflecteurs (downlap, onlap, toplap) (exemple du profil du bas sur la Figure 13).

La signature du socle rocheux n'est pas très claire et non uniforme dans toute la zone, car très dépendante du remplissage sus-jacent formé de manière dominante par des sables. Les profils sédimentaires obtenus par carottage (2025) et sondage (2007) permettent cependant d'identifier et la suivre le toit rocheux sur la majorité des profils sismiques obtenus le 17/04. Ils sont présentés en annexe.

3.6.3.1 - Exemple de calage entre profil sismique et profil sédimentaire obtenu par carottage ou sondage

Les sondages à la tarière s'arrêtent lorsqu'il y a refus. On considère alors que l'outil bute contre un substrat dur ou un remplissage caillouteux. L'hétérogénéité d'altération et de fracturation du substratum granito-gneissique et

de ses couches d'altération, peuvent induire un signal peu marqué du toit rocheux recherché ou un décalage entre les prélèvements et les réflecteurs pointés.

- **Calage des profils sismiques de 2025 sur les carottes de 2007**

La présente un exemple de calage des carottes de 2007 sur un profil sismique de 2025. En 2020, il avait été observé une potentielle sédimentation significative sur les sondages T16 et T21 de 2007.

On 2025, il n'est pas observé de modification significative de la hauteur de sédiment comparé à 2007. La comparaison de la hauteur de sédiment mesurée au sondage 13 en 2007, avec l'épaisseur de sédiment estimée en 2025, montre une possible sédimentation significative, ainsi qu'une légère érosion potentielle au niveau du sondage 22 de 2007.

- **Calage des profils sismiques de 2025 sur les sondages de 2025**

Les Figure 15 et 16 présente quatre exemples de calage des carottes et/ou sondages de 2007 sur des profils sismiques de 2025.

Dans la plupart des cas, on trouve bien une concordance entre la position du toit rocheux estimée sur le profil sédimentaire et celle estimée sur le profil sismique.

Dans certains cas, on peut avoir jusqu'à 50cm d'écart (SC3 et SP8). ce qui est acceptable par rapport aux processus d'érosion/sédimentation ayant pu survenir entre 2007 et 2025 et la géolocalisation pouvant a elle seule expliquer des décalages en XY pouvant atteindre plusieurs mètres et en Z de plusieurs dm.

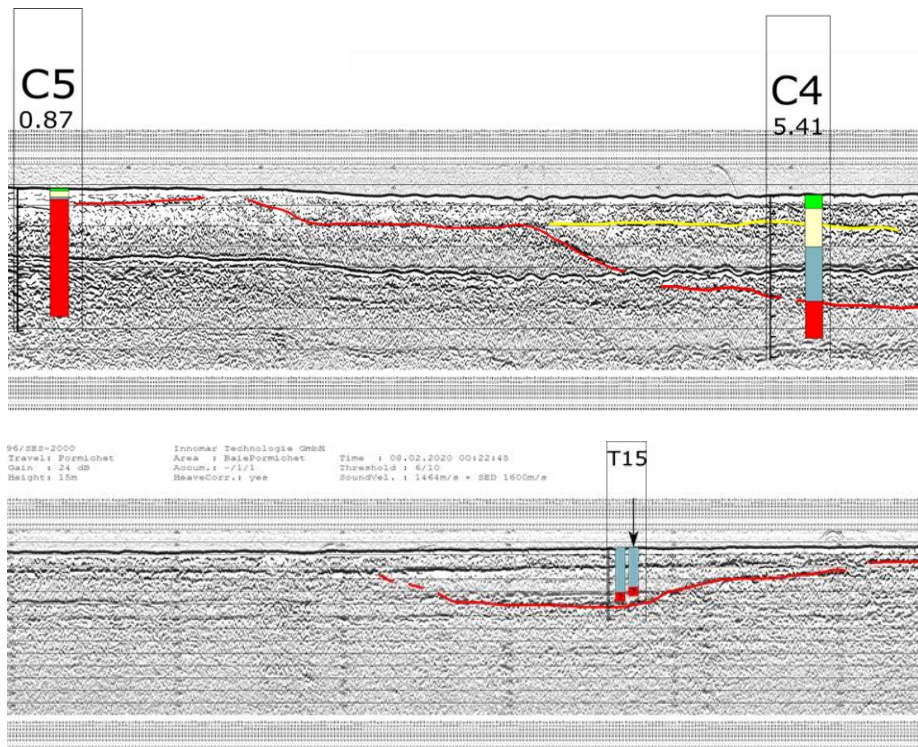


Figure 13 : Deux exemples de calage de sondages de 2007 sur des profils sismiques de 2020 (vert : remplissage factice en fonction du recalage de la tête du sondage ; jaune : sable moyen ; bleu : argile compact et rouge : substrat)

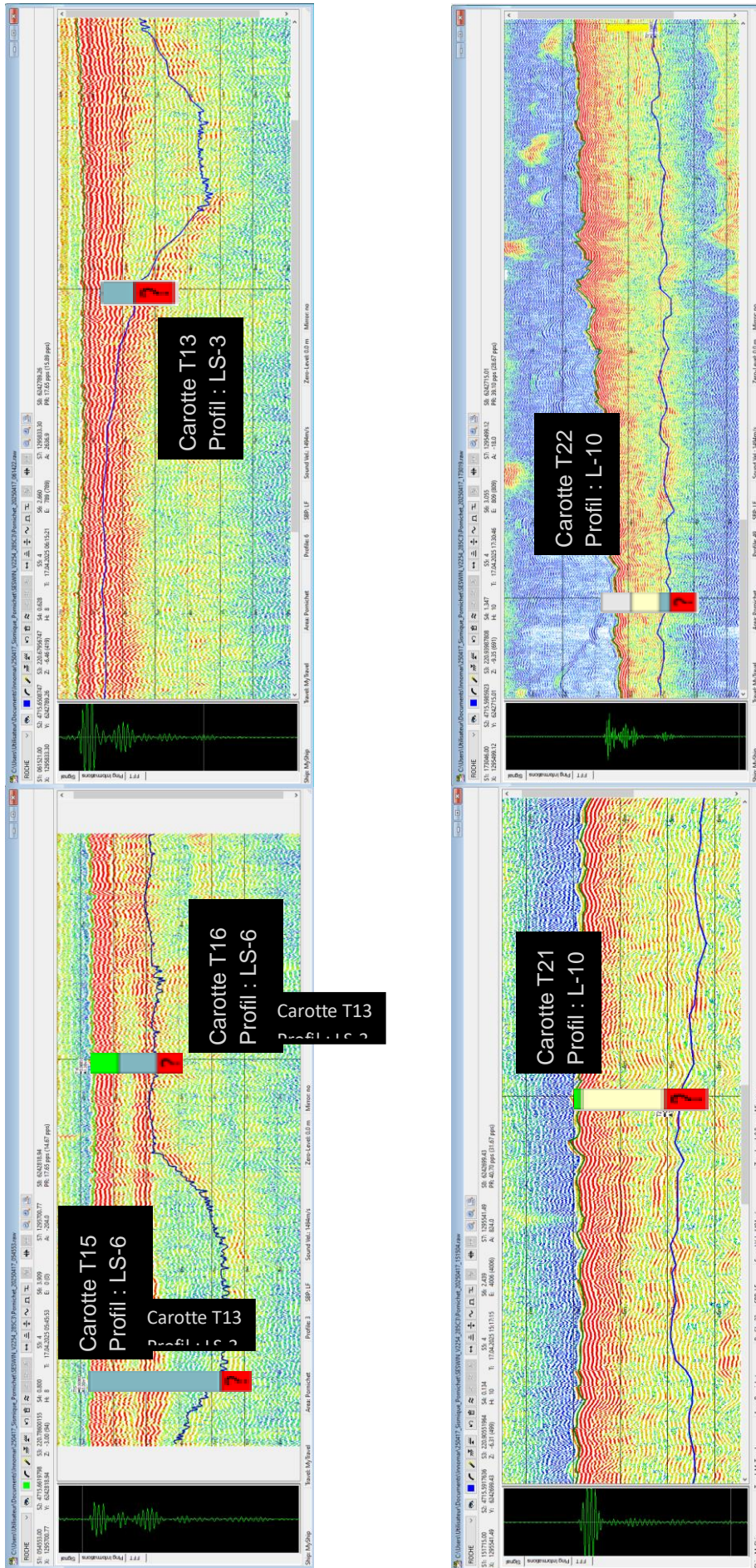


Figure 14 : Quatre exemples de calage de sondages de 2007 sur des profils sismiques de 2025 (vert : remplissage factice en fonction du recalage de la tête du sondage ; jaune : sable moyen ; bleu : argile compact ; gris : vases et rouge : substrat)

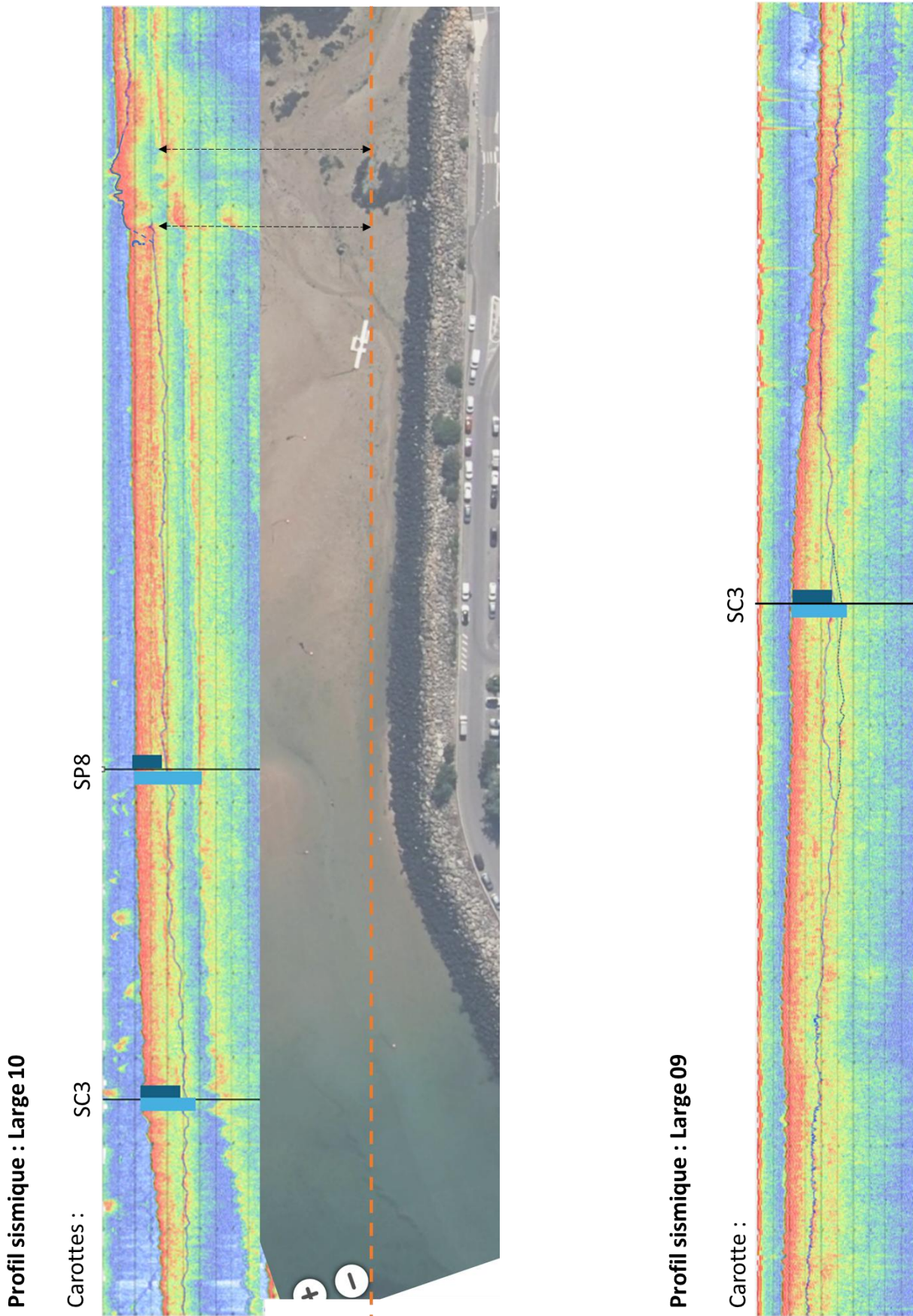


Figure 15 : Deux exemples de calage de sondages de 2025 sur des profils sismiques de 2025 dans le chenal. Carotte ou sondage en vert clair et épaisseur de sédiment calculé avec le profil sismique en bleu.

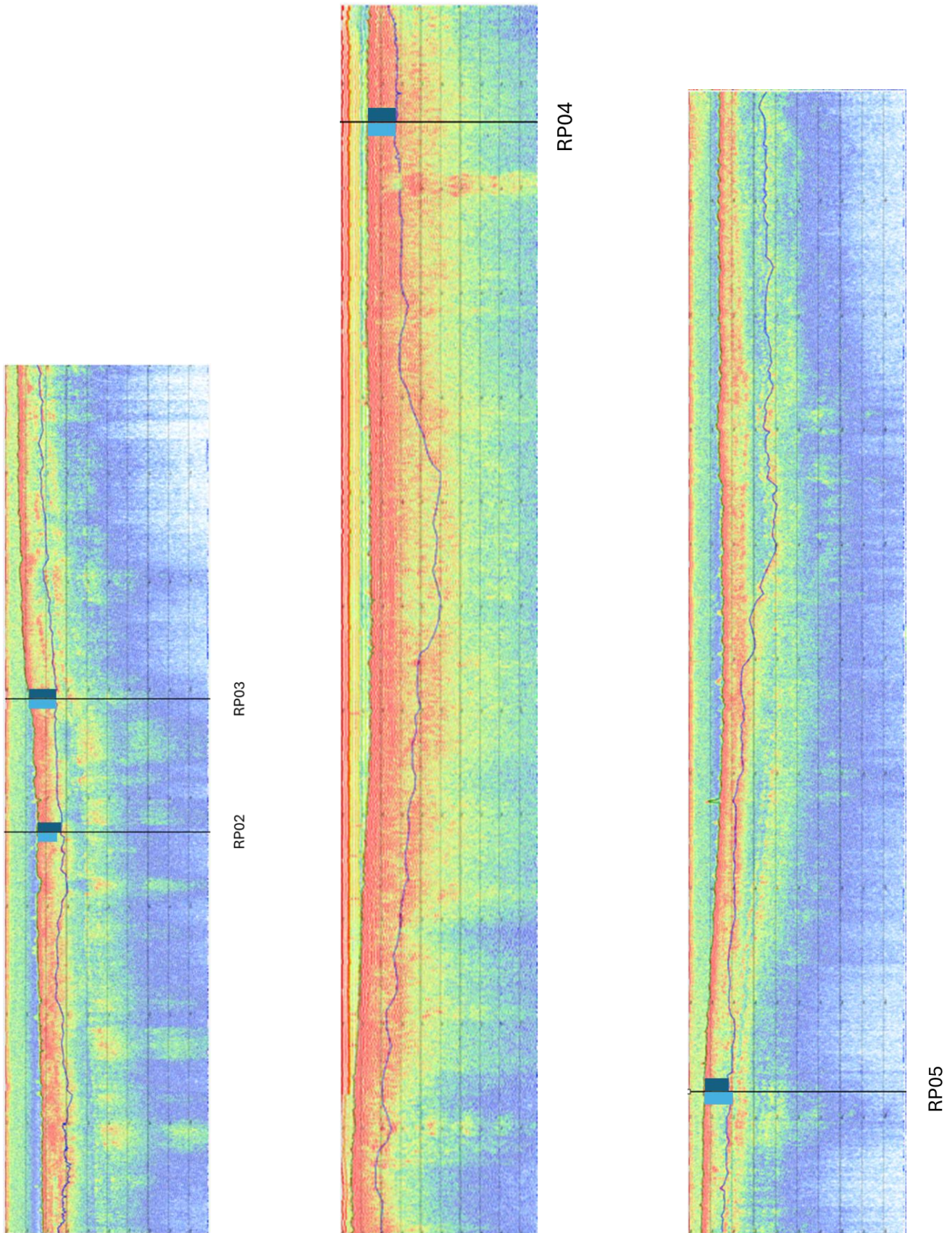


Figure 16 : Deux exemples de calage de sondages de 2025 sur des profils sismiques de 2025 dans le port d'échouage. Carotte ou sondage en vert clair et épaisseur de sédiment calculé avec le profil sismique en bleu.

3.6.3.2 - Comparaison et vérification de la position du toit rocheux avec les profils sismiques de la campagne de 2020.

Pour vérifier la cohérence et la justesse de la détermination de la position du toit rocheux sur les profils sismiques, les profils sismiques de 2025 ont été comparés aux profils sismiques de 2020 qui était situé à quelques mètres et pouvaient ainsi être comparés.

La Figure 17 présente un exemple de deux profils réalisés sur le même axe à quelques mètres de distance. On peut conclure de ses comparaisons sur la cohérence des profils altimétriques du toit rocheux proposés. Néanmoins, il est difficile de faire une comparaison directe entre les altimétries. Cette comparaison est seulement utilisée pour confirmer le choix du réflecteur utilisé en 2025.

La différence entre les épaisseurs de sédiment peut être également regardée, mais il y a trop d'incertitude (qualité des profils sismiques-mesures et géolocalisation- et des interprétations, précision de la bathymétrie, et décalage en XY des différents profils) pour faire une comparaison numérique et estimer des taux de sédimentation ou d'érosion.

Pour le profil LS-1 (Figure 17), on peut juste observé qu'à priori le profil étudié est en engraissement car il semble y avoir une épaisseur de sédiment au nord du profil (à gauche) de l'ordre de 1m en 2025, contre 0,5m en 2020.

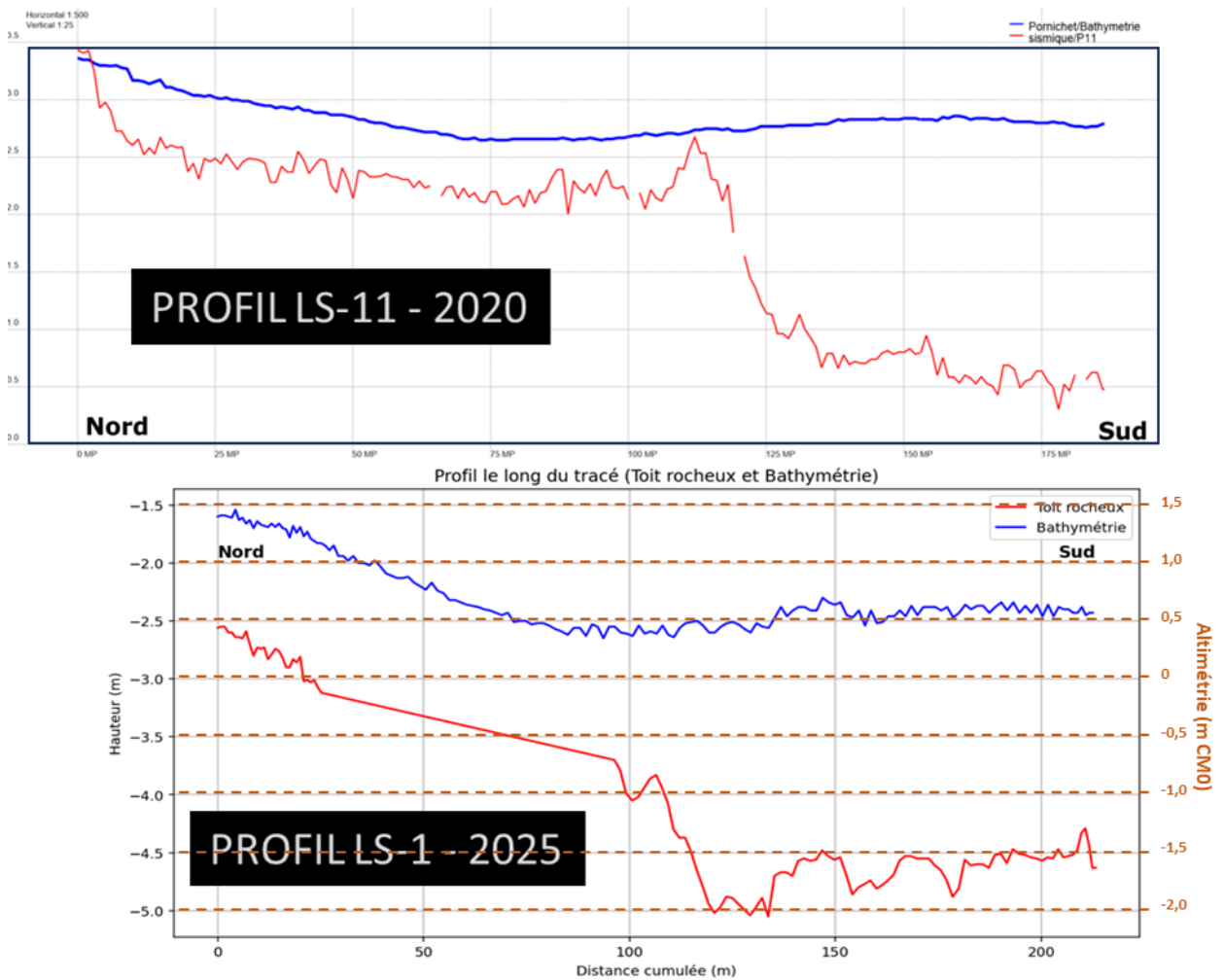
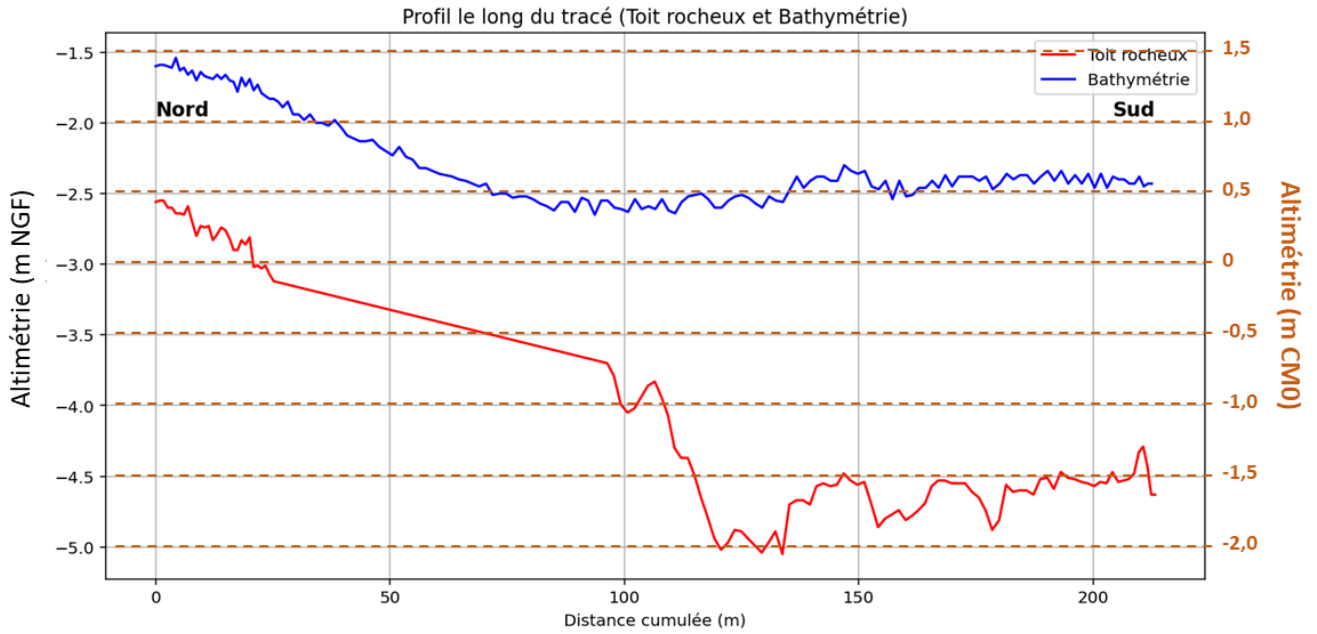


Figure 17 : Comparaison des profils sismiques 2020 et 2025 : exemple des profils en haut de plage LS-11 de 2020 et LS-1 de 2025.

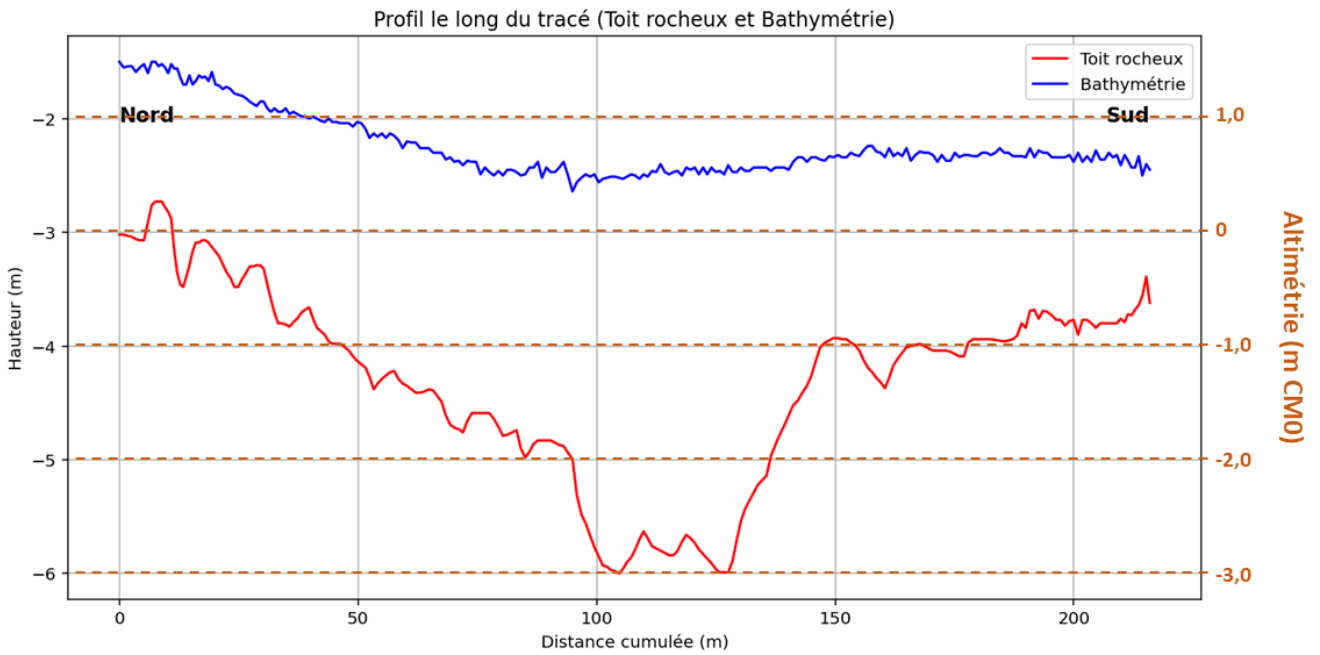
3.7 - Présentation des résultats

3.7.1 - Profils crossshore et longshore du toit rocheux

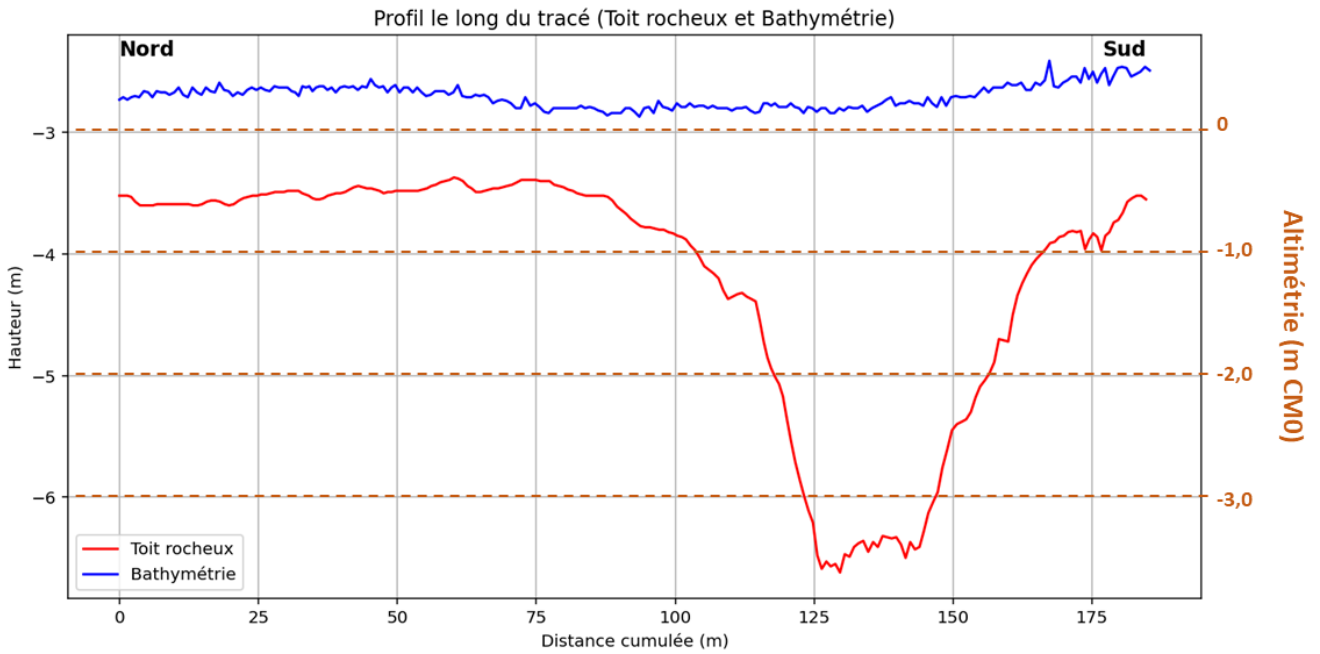
3.7.1.1 - LS1



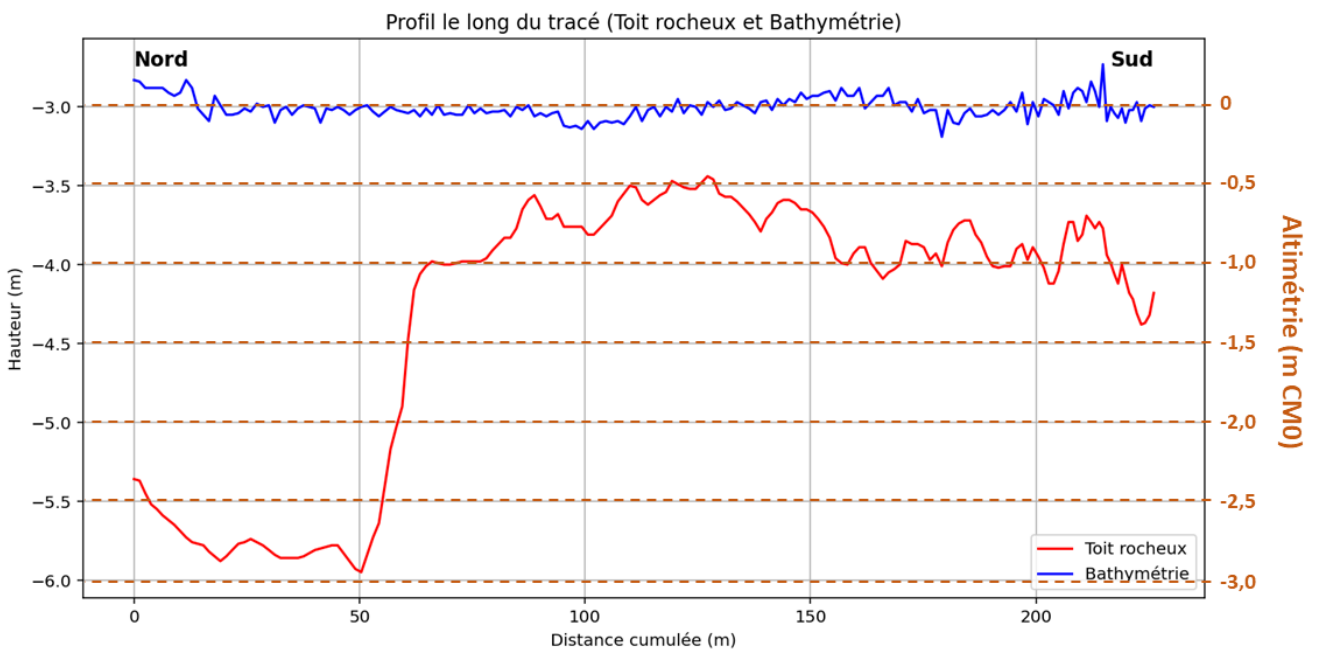
3.7.1.2 - LS2



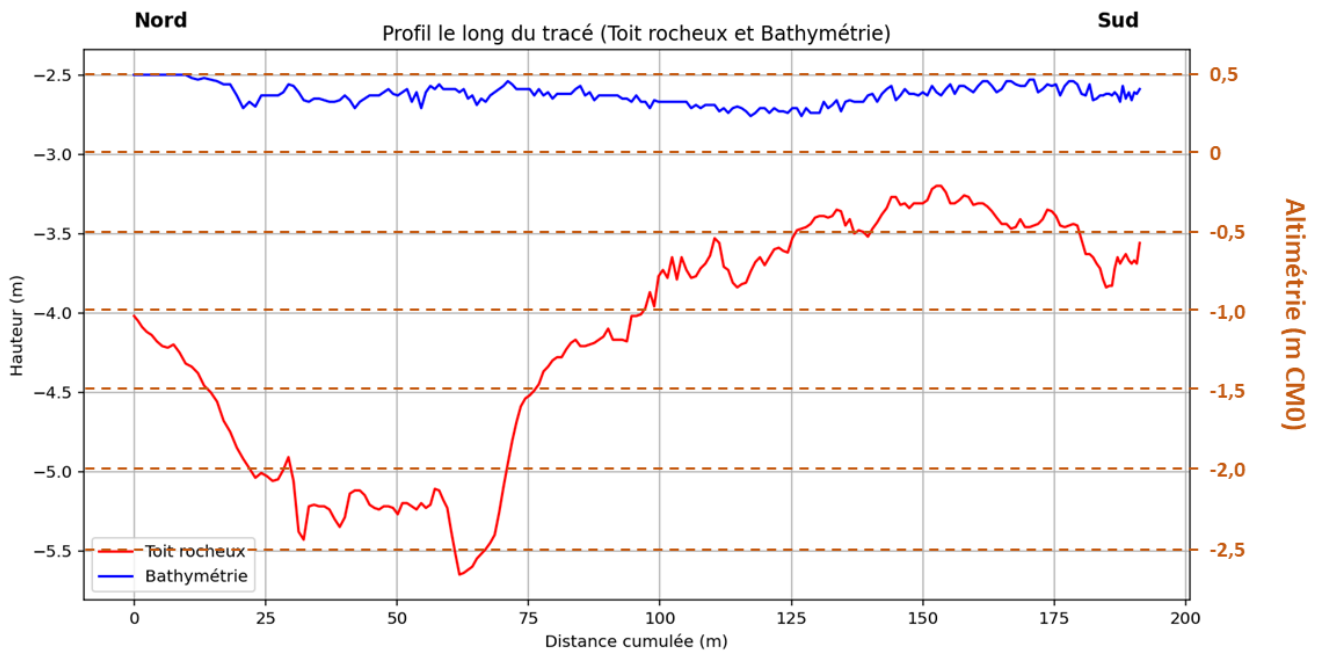
3.7.1.3 - LS3



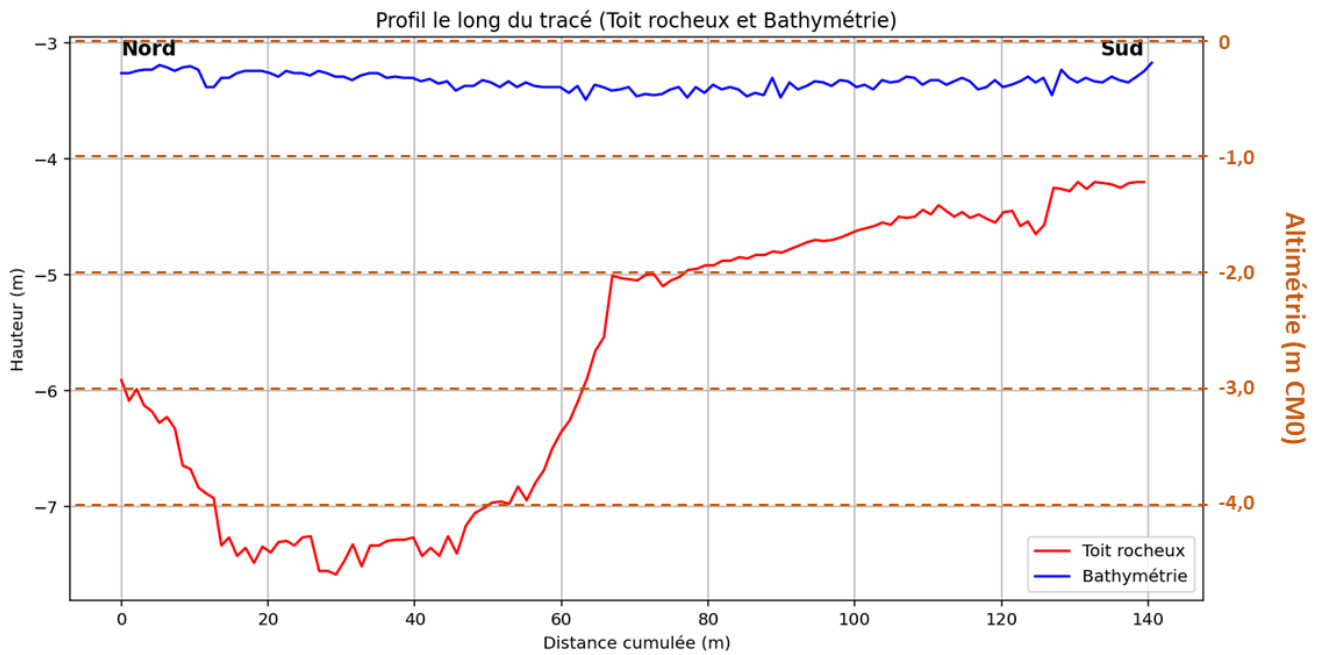
3.7.1.4 - LS4



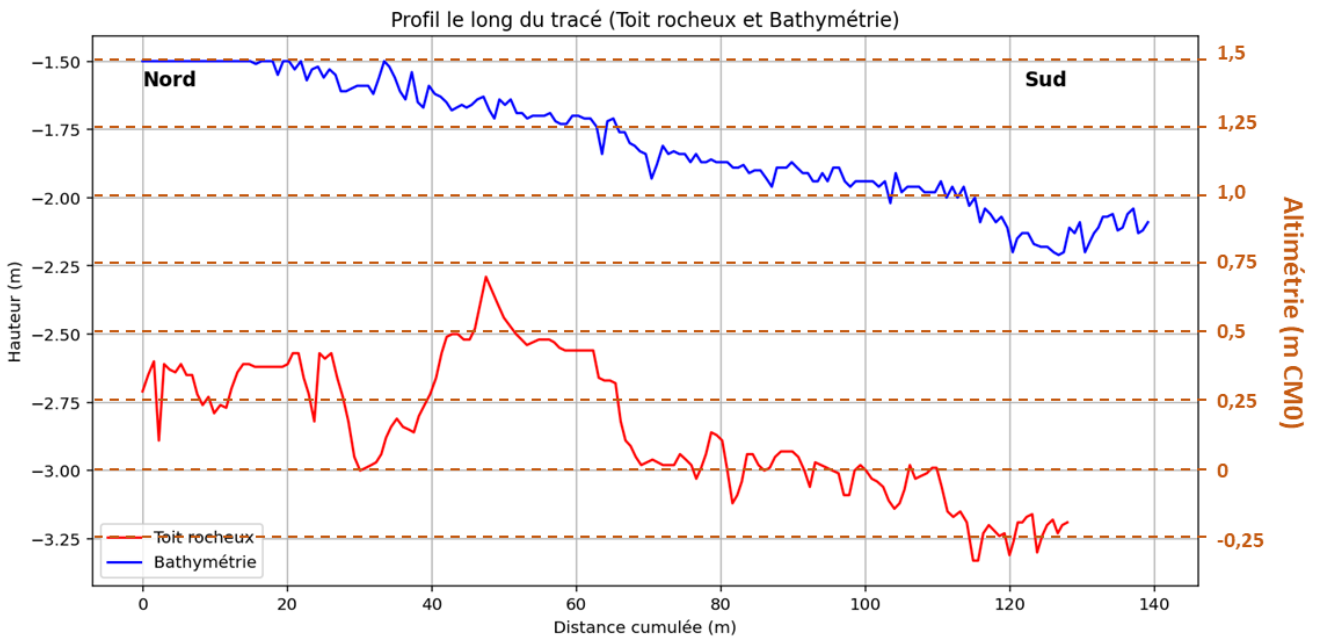
3.7.1.5 - LS5



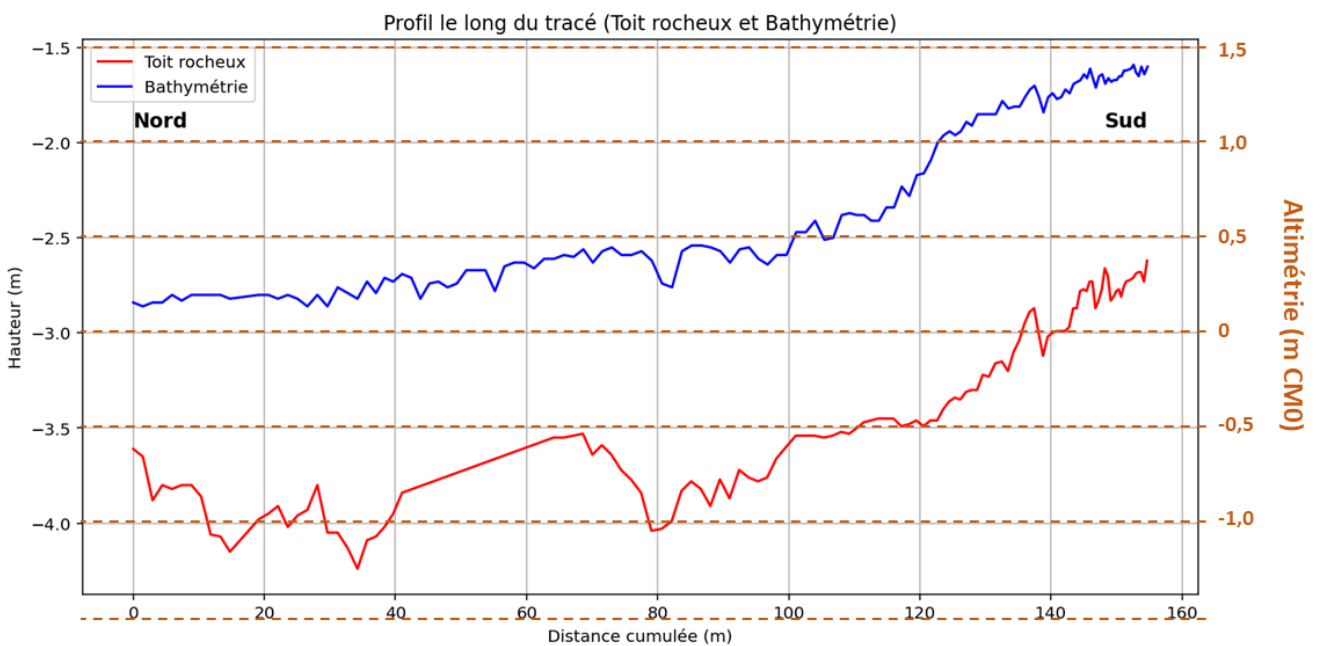
3.7.1.6 - LS6



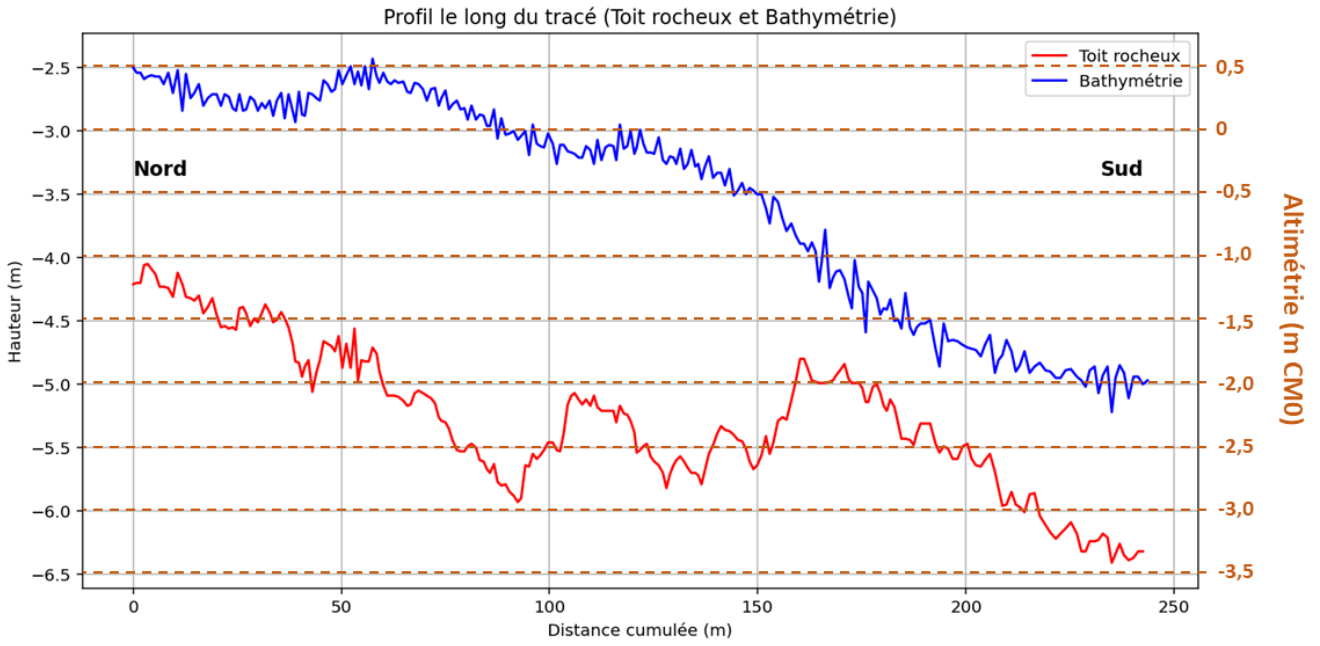
3.7.1.7 - CS7



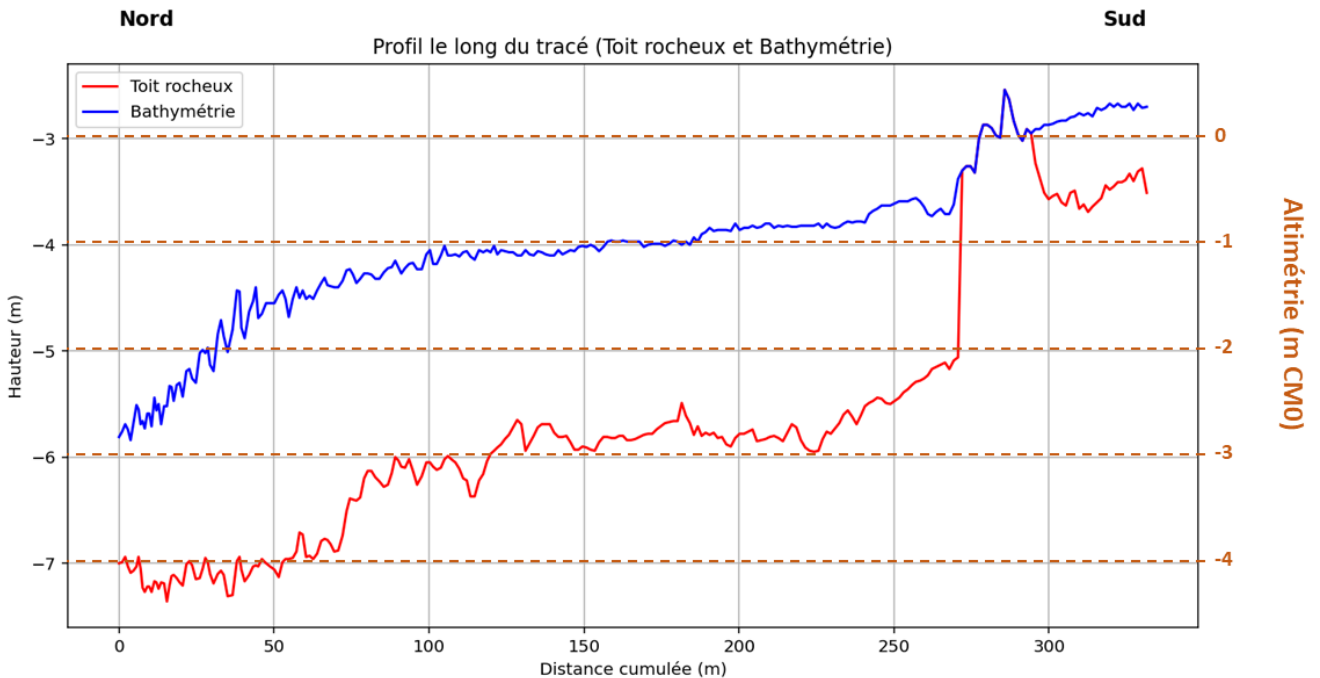
3.7.1.8 - CS8



3.7.1.9 - L-09



3.7.1.10 - L-10



3.7.2 - *Présentation cartographique de l'altimétrie du toit rocheux*

La carte de la Figure 18 représente l'altimétrie (référentiel CM0) du toit rocheux des 10 profils sélectionnés avec une résolution de 1m (Grille pixels de 1m²).

Cette carte est fournie au format A3 dans le dossier **Carte** qui est fournis en complément de ce rapport.

Nous observons que le toit rocheux se situe à une altitude de 0,6 et -4,7 m (niveau CM0).

Le socle rocheux dans cette zone est très accidenté et induit d'importantes variations d'altimétrie.

Les cartes Figure 19 et Figure 20 des représentent l'altimétrie (référentiel CM0) du toit rocheux des 10 profils sélectionnés avec une résolution de 10m (Grille pixels de 100m²).

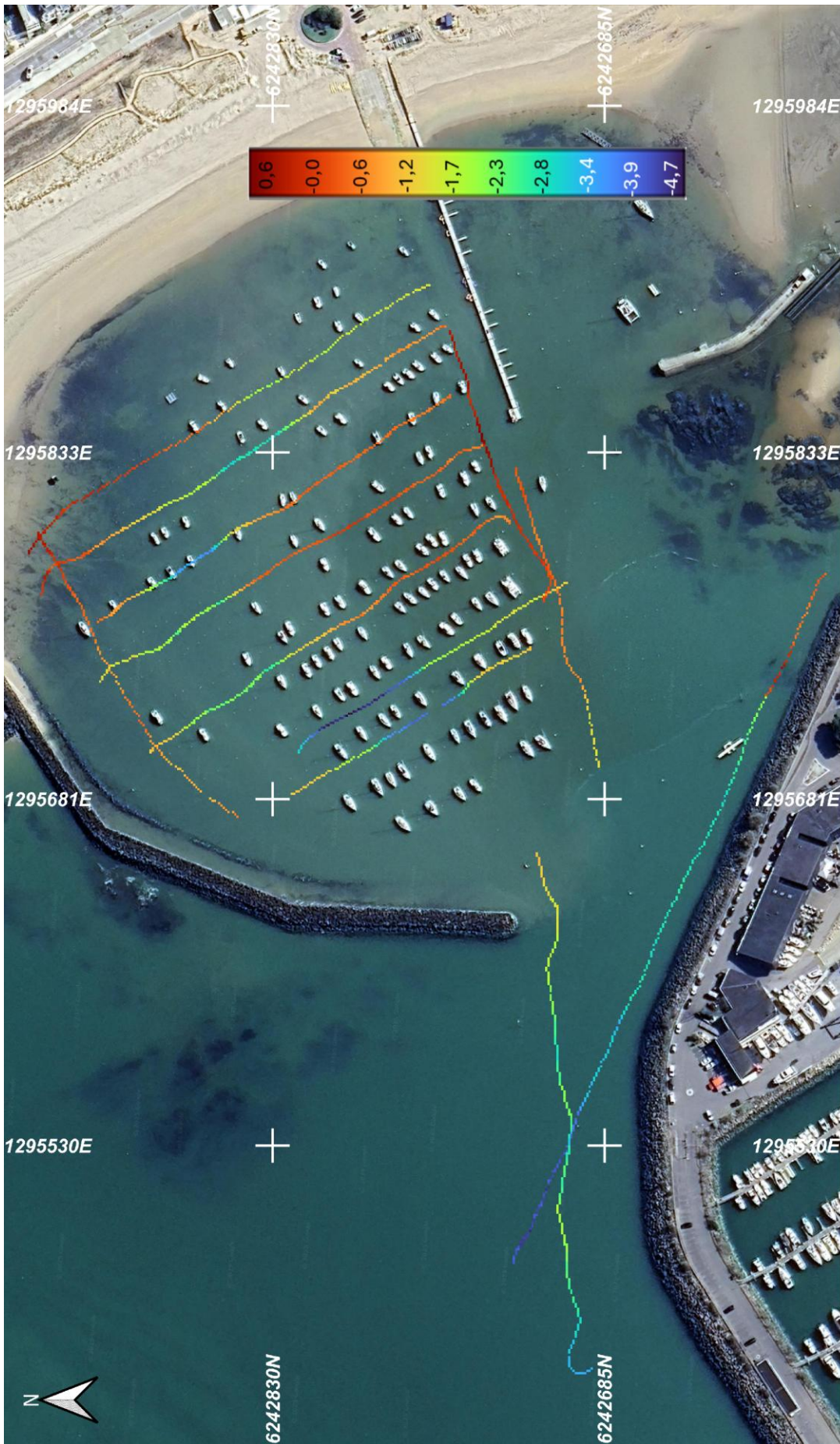
3.7.3 - *Présentation cartographique de l'épaisseur des sédiments*

L'épaisseur des sédiments calculée par différence entre le niveau bathymétrique et le niveau du toit rocheux varie entre 0 et 5m.

3.7.4 - *Qualité de l'estimation de la position du toit rocheux*

Le type de sédiments et la faible hauteur d'eau entraînent un bruit très important sur le signal acoustique rendant l'identification du socle parfois incertain. L'étude sismique réalisée ici propose 10 profils mettant relativement bien en évidence le socle rocheux. La position du toit rocheux a été validée après vérification :

- De la cohérence de la position du toit rocheux par rapport aux informations apportées par les carottes ;
- De la cohérence de la position du toit rocheux à l'intersection des profils sismiques de 2025 ;
- Et à la cohérence de la position du toit rocheux en comparaison de la cartographie réalisée en 2020.



Énergie de la Lune
 Bât. Nord - Darwin, 87 quai des Queyries
 33100 Bordeaux - France
 Téléphone : +33 5 56 77 79 80
 Email : m.lafosse@energieidelune.fr
 Website : www.energieidelune.fr

Equipements :
 Bateau : Le Sélénite
 GPS : Septentrio AsteRx-U
 Sondeur à sédiment : Innomar SES-2000 Standard
 Système de coordonnées :
 Référentiel Géodésique : RGF 93
 Système de projection : Lambert CC 47
 Référentiel altimétrique : Zéro hydrographique
 (-2.927/2éro NGF)

Date édition	30/04/2025
Équipe à bord	M. Lafosse, E. Maneux, A. Ritz, A. Sanchez, C. Francoise
Données traitées par	A. Sanchez
Approuvée par	

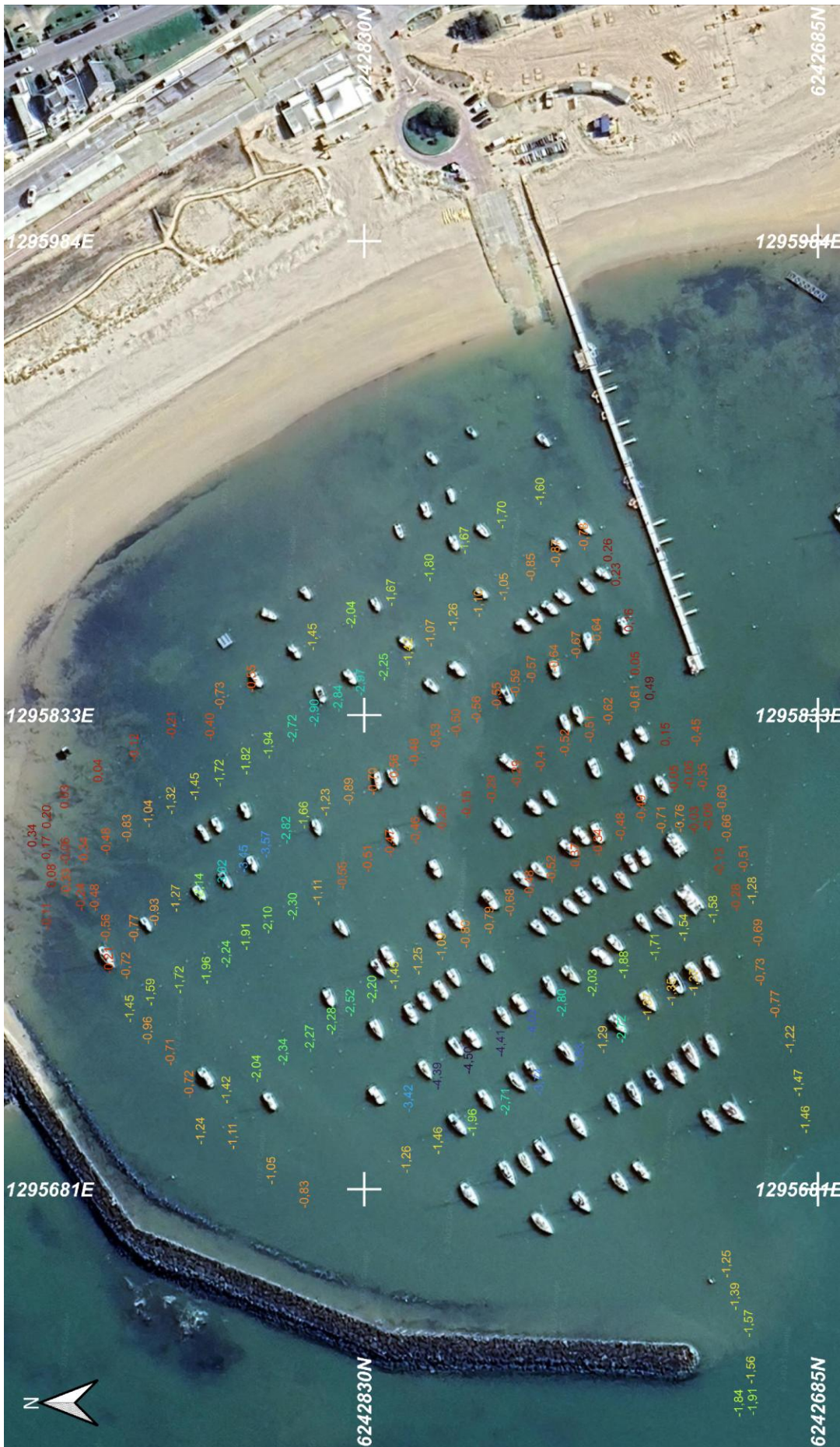
Echelle 1/1500


Format A3

Levés au sondeur de sédiments
 Port d'échouage - Pornichet
 17 Avril 2025

Ville de PORNICHET
 Hauteur du toit rocheux dans le port d'échouage
 Grille 1m

Figure 18 : Altimétrie (m CM0) du toit rocheux dans le port d'échouage (grille de 1m)





Energie de la Lune
Bât Nord - Darwin, 87 quai des Queyries
33100 Bordeaux - France
Téléphone : +33 5 56 77 79 80
Email : m.lafosse@energiecelalune.fr
Website : www.energiecelalune.fr

Equipements :

Bateau : **Le Sésanite**
GPS : **Septentrio AsteRx-U**
Sondeur à sédiment : **Innomar SES-2000 Standard**

Système de coordonnées :

Référentiel Géodésique : **RGF 93**
Système de projection : **Lambert CC 47**
Référentiel altimétrique : **Zéro hydrographique (-2.927/Zéro NGF)**


Date édition	30/04/2025
Equipe à bord	M. Lafosse, E. Maneux, A. Ritz, A. Sanchez, C. Francoise
Données traitées par	A. Sanchez
Approuvée par	

Echelle	1/1000
Format	A3

Levés au sondeur de sédiments

Port d'échouage - Pornichet


17 Avril 2025



0 15 30 45 60

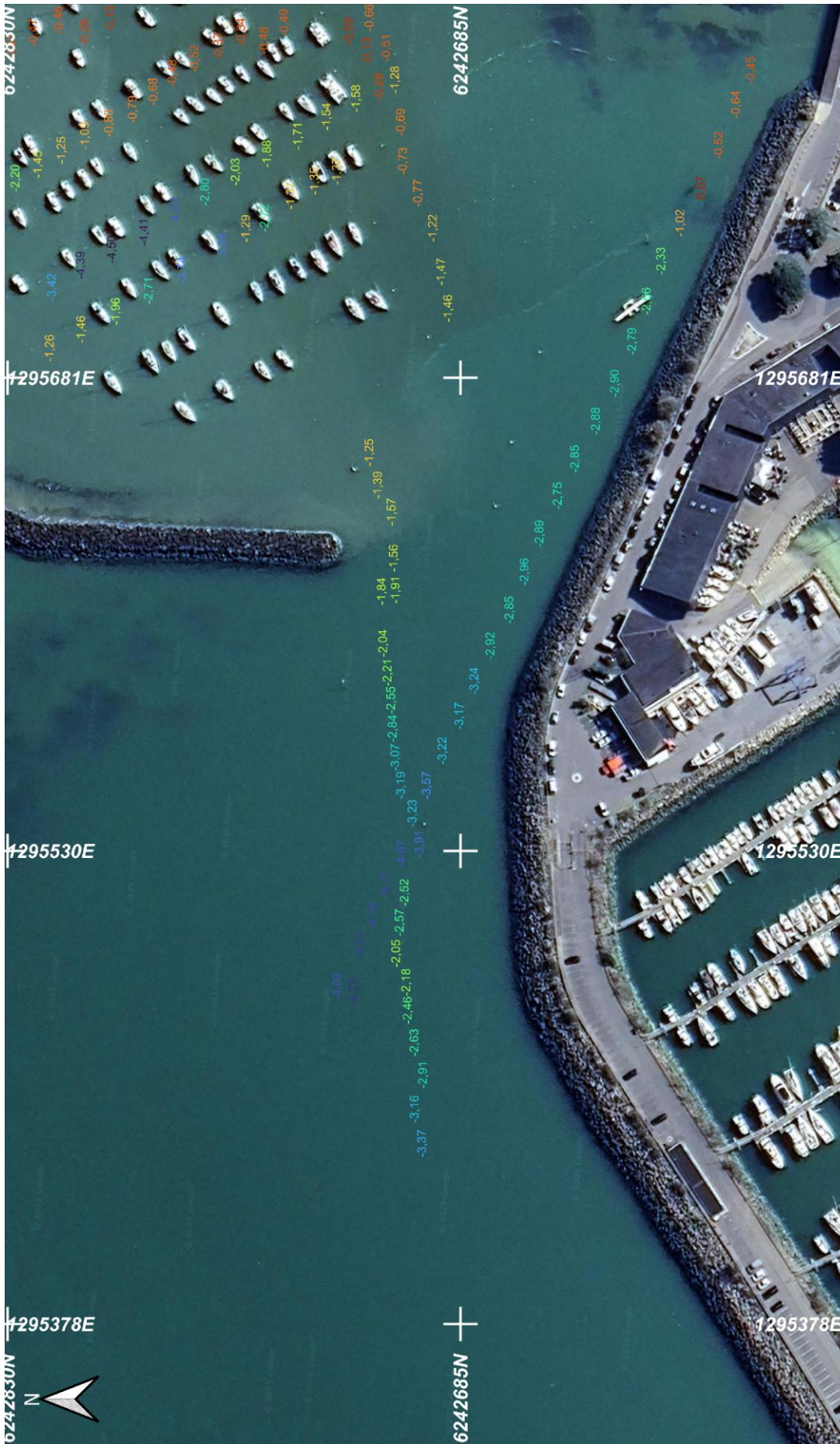
Hauteur du toit rocheux dans le port d'échouage

Grille 10m



Ville de PORNICHET

Figure 19 : Altimétrie (m CM0) du toit rocheux dans le port d'échouage (grille de 10m)






 <p>Énergie de la Lune Bât. Nord - Darwin, 87 quai des Queyries 33100 Bordeaux - France Téléphone : +33 5 56 77 79 80 Email : m.lafosse@energieclalune.fr Website : www.energieclalune.fr</p>									
<p>Equipements :</p> <p>Bateau : Le Sélénite GPS : Septentrio AsteRx-U Sondeur à sédiment : Innomar SES-2000 Standard Système de coordonnées : Référentiel Géodésique : RGF 93 Système de projection : Lambert CC 47 Référentiel altimétrique : Zéro hydrographique (-2.927/Zéro NCF)</p>									
<table border="1"> <tr> <td>Date édition</td> <td>30/04/2025</td> </tr> <tr> <td>Equipe à bord</td> <td>M. Lafosse, E. Maneux, A. Ritz, A. Sanchez, C. Françoise</td> </tr> <tr> <td>Données traitées par</td> <td>A. Sanchez</td> </tr> <tr> <td>Approuvée par</td> <td></td> </tr> </table>	Date édition	30/04/2025	Equipe à bord	M. Lafosse, E. Maneux, A. Ritz, A. Sanchez, C. Françoise	Données traitées par	A. Sanchez	Approuvée par		<p>Echelle 1/1000</p>  <p>0 15 30 45 60 Format A3</p>
Date édition	30/04/2025								
Equipe à bord	M. Lafosse, E. Maneux, A. Ritz, A. Sanchez, C. Françoise								
Données traitées par	A. Sanchez								
Approuvée par									
<p>Levés au sondeur de sédiments Port d'échouage - Pornichet</p>	<p>17 Avril 2025</p>								
 <p>Ville de PORNICHET</p>	<p>Hauteur du toit rocheux dans le port d'échouage Grille 10m</p>								

Figure 20 : Altimétrie (m CM0) du toit rocheux dans le chenal du port d'échouage (grille de 10m)

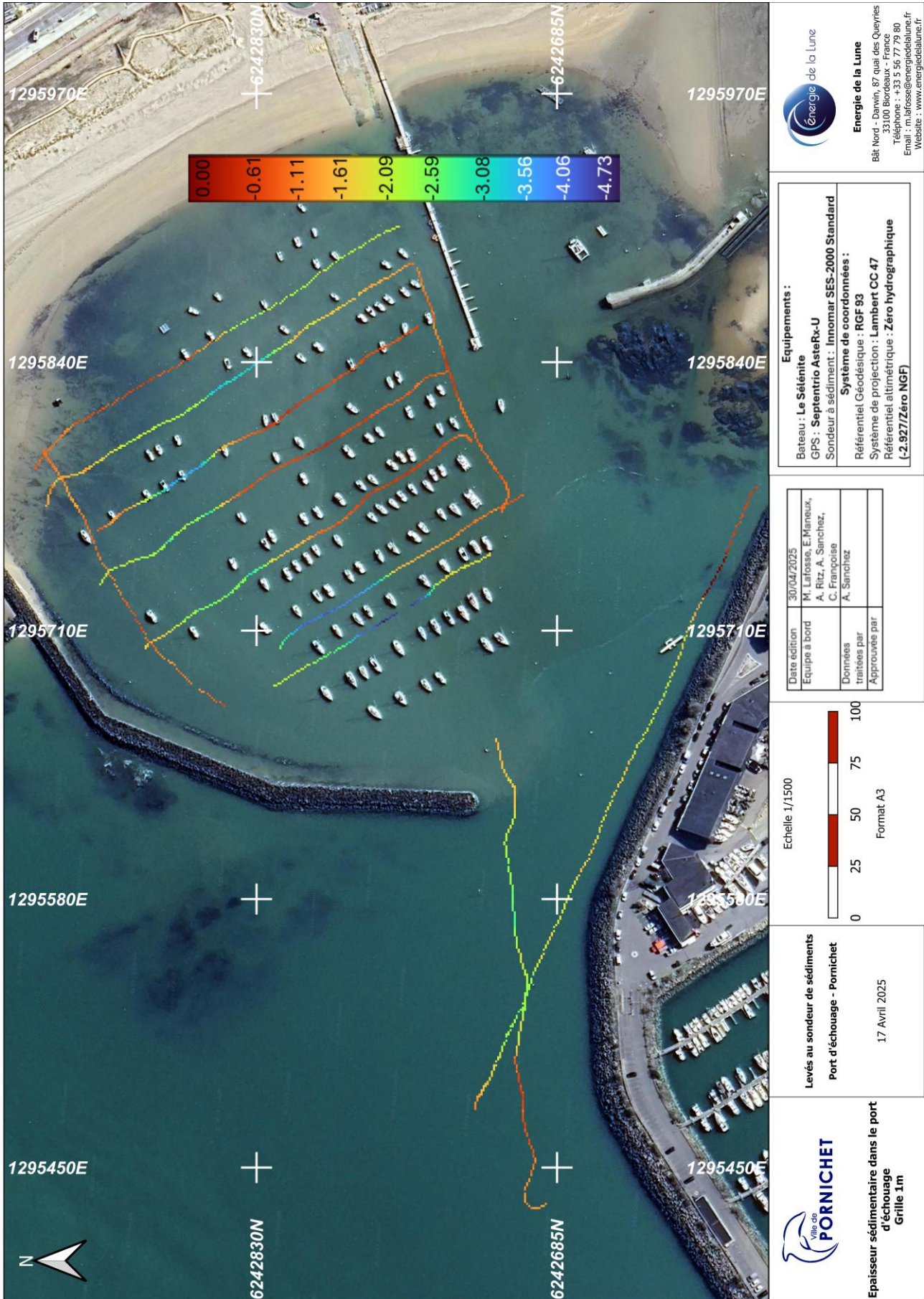


Figure 21 : Cartes représentant l'épaisseur de sédiment (m) dans le port d'échouage

4 - SYNTHÈSE

La campagne de mesures sismiques menée par Energie de la Lune a permis de déterminer la profondeur du toit rocheux sur 10 profils réalisés dans le port d'échouage de Pornichet et dans son chenal d'accès.

Ces profils montrent un relief très variable. La faible bathymétrie dans le port ne favorise pas une détection précise du réflecteur du toit rocheux. La position sur du réflecteur toit rocheux dans les profils sismiques a été confirmée autant que possible par comparaison avec la position estimée du socle rocheux par interprétation des carottes sédimentaires, et par comparaison avec les données de l'étude sismiques de 2020.

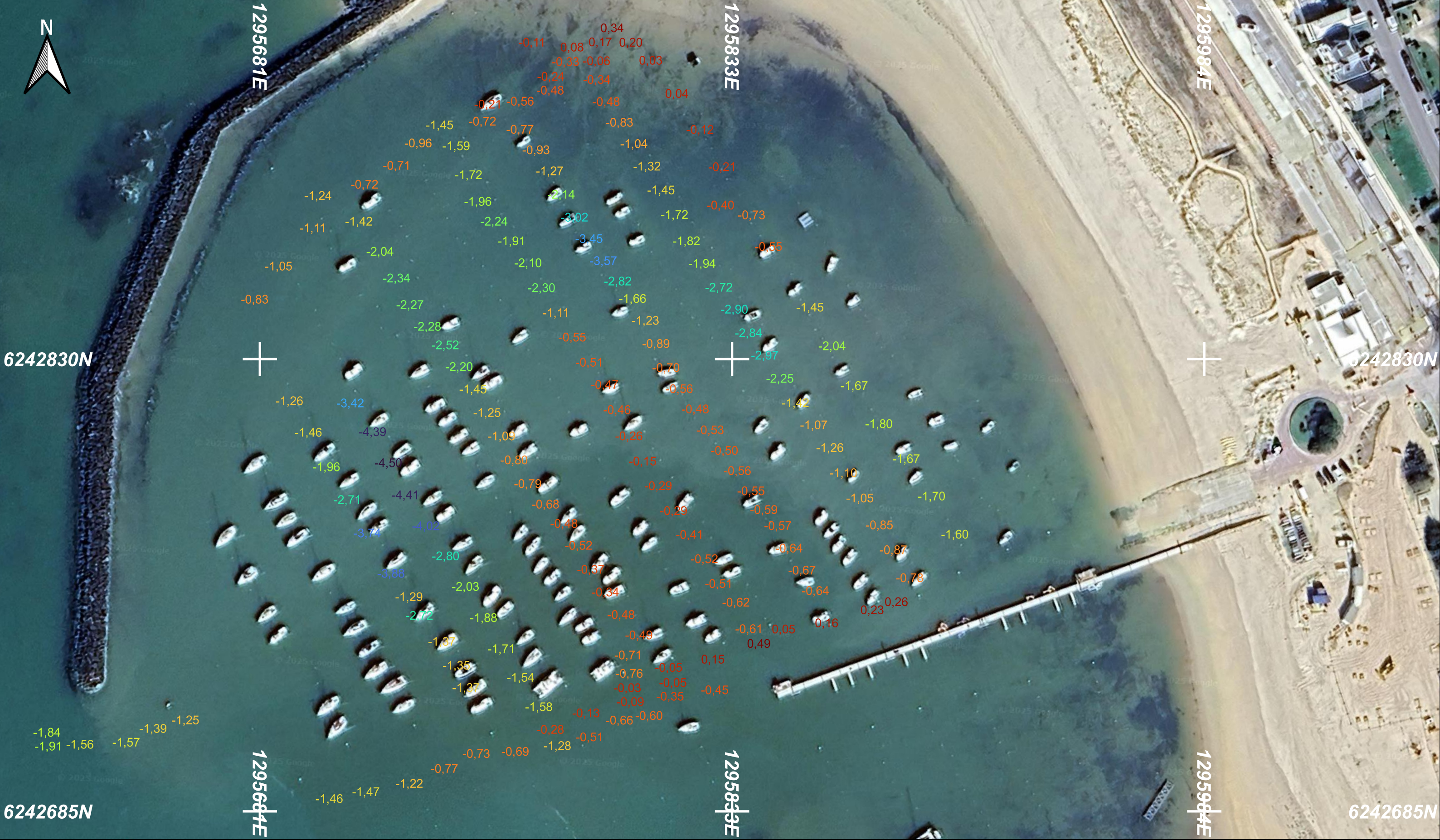
L'altimétrie du toit rocheux sur les transects du port d'échouage étudiés est comprise entre -2,3 et -7,5m (NGF).

Sur ces transects, l'épaisseur de sédiment est estimée entre 0m dans le secteur sud le long de la digue et 4m70 dans la dépression centrale.

5 - ANNEXE

Carnet de terrain avec conditions marée-météo

Description acquisition sismique			
	Temps universel		17/04/2025
	SD	Heure début	Commentaires
		7 :00	Départ ponton
003_20250417_054120		7 :41	Crossshore 8 côté La Baule
004_20250417_054553		7 :46	Longshore 6 La Baule vers Pornichet
005_20250417_055051		7 :50	Cross-shore 7
006_20250417_055353		7 :54	Longshore 1, non finie
007_20250417_061405		8 :14	Longshore 3
009_20250417_063356		8 :32	Longshore 4
010_20250417_070400		9 :04	Cross-shore 7, repérage pour tourner
011_20250417_070717		9 :07	Annulé
012_20250417_071048		9 :10	Longshore 5
013_20250417_071903		9 :19	Fin longshore 1
014_20250417_072032		9 :20	Longshore 2
015_20250417_080010		10 :00	Bonus
016_20250417_080606		10 :06	Bonus
017_20250417_081644		10 :16	Bonus
018_20250417_082036		10 :20	Longshore 5
019_20250417_082626		10 :26	Longshore 5
020_20250417_083033		10 :30	Cross-shore 7
021_20250417_083635		10 :36	Cross-shore 8
022_20250417_084027		10 :40	Longshore 2
		11 :05	Retour ponton
		16 :30	Départ ponton
023_20250417_151504		17 :14	Large 9
024_20250417_151933		17 :19	Large 9
025_20250417_152742		17 :27	Large 10
026_20250417_153241		17 :32	Large 10, début en amont du transect 6 kHz + gain = 9, toit rocheux ? entre 5 et 5.5m
027_20250417_154054		17 :41	Large 10
028_20250417_154849		17 :48	Cross-shore 7
029_20250417_155426		17 :54	Cross-shore 7, 5.5m-6m toit rocheux ?
030_20250417_155811		17 :58	Longshore 6
032_20250417_160441		18 :04	Longshore 5
033_20250417_161224		18 :12	Longshore 4
034_20250417_161628		18 :16	Longshore 4
035_20250417_162418		18 :24	Longshore 3
036_20250417_162545		18 :25	Longshore 3
037_20250417_163030		18 :30	Longshore, base toit rocheux entre 4m-4.5m à mi-parcours
038_20250417_164148		18 :42	Test toit rocheux
040_20250417_164759		18 :48	Cross-shore 8
041_20250417_165054		18 :50	Cross-shore 8
042_20250417_165623		18 :56	Longshore 1
044_20250417_170310		19 :02	Longshore 3
045_20250417_170722		19 :06	Longshore 2
046_20250417_171000		19 :09	Longshore 4
047_20250417_171314		19 :12	Longshore 5

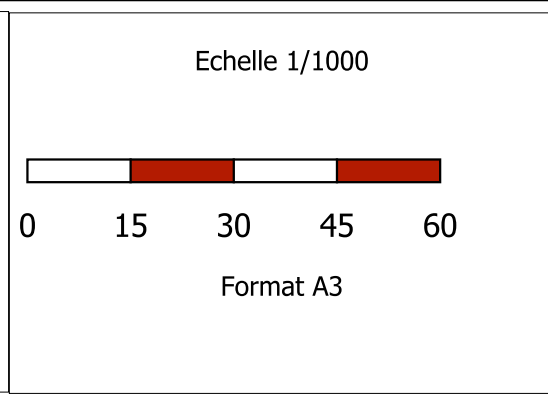




Hauteur du toit rocheux dans le port d'échouage
Grille 10m

Levés au sondeur de sédiments
Port d'échouage - Pornichet

 17 Avril 2025



Date édition	30/04/2025
Equipe à bord	M. Lafosse, E. Maneux, A. Ritz, A. Sanchez, C. Françoise
Données traitées par	A. Sanchez
Approuvée par	

Equipements :
 Bateau : **Le Sélénite**
 GPS : **Septentrio AsteRx-U**
 Sondeur à sédiment : **Innomar SES-2000 Standard**

Système de coordonnées :
 Référentiel Géodésique : **RGF 93**
 Système de projection : **Lambert CC 47**
 Référentiel altimétrique : **Zéro hydrographique (-2.927/Zéro NGF)**



Energie de la Lune
 Bât Nord - Darwin, 87 quai des Queyries
 33100 Biordeaux - France
 Téléphone : +33 5 56 77 79 80
 Email : m.lafosse@energiedelalune.fr
 Website : www.energiedelalune.fr

► **ANNEXE 7 : NOTES DE CALCUL TALREN
(11 PAGES)**



PAYS DE LA LOIRE

21 rue de l'Argelette
49070 BEAUCOUZE
02 41 21 03 80

fondouest-paysdelaloire@fondouest.com

Données du projet

Type d'application : Calcul de stabilité classique

Numéro d'affaire : AN004705

Titre du calcul : Stabilité du terre-plein

Lieu : PORNICHET (44)

Commentaires : N/A

Système d'unités : kN, kPa, kN/m³

γw : 10.0

Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
1	0,000	7,530	2	10,345	7,530	3	11,000	8,000	4	15,000	8,000	5	24,807	1,335	6	28,500	2,600
7	40,000	2,600	8	11,500	7,500	9	18,856	2,600	10	20,000	2,600	11	21,970	1,319	12	0,000	-1,500
13	40,000	-1,500	15	22,869	2,625	16	0,000	-0,650	17	40,000	-0,650	18	0,000	-3,350	19	40,000	-3,350
20	27,000	-2,000	21	24,954	-0,650	22	26,242	-1,500	23	29,840	-2,000	24	27,803	-0,650	25	29,085	-1,500
27	31,047	-1,500	28	33,099	-0,650	29	23,800	-0,650									

Segments

	Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2
1	1	2	2	2	3	3	3	4	5	5	6	6	6	7	7	2	8	9	9	10
10	10	11	11	11	5	12	8	9	14	6	15	15	15	4	16	15	5	18	18	19
19	11	21	22	21	22	23	22	12	25	22	20	26	20	23	27	5	24	28	24	21
30	24	25	31	25	22	33	25	23	34	23	27	35	27	25	36	27	13	37	27	28
38	28	24	39	28	17	40	21	29	41	16	29	42	9	29						

Couches de sol

	Nom	Couleur	γ	φ	c	Δc	qs,clou	pmax	ks×B	Anisotropie	Favorable	Coefficients de sécurité spécifiques
1	Sable moyen à grossier		19,0	40,00	0,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
2	Argile		18,0	25,00	6,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
3	Enrochement		20,0	45,00	0,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non

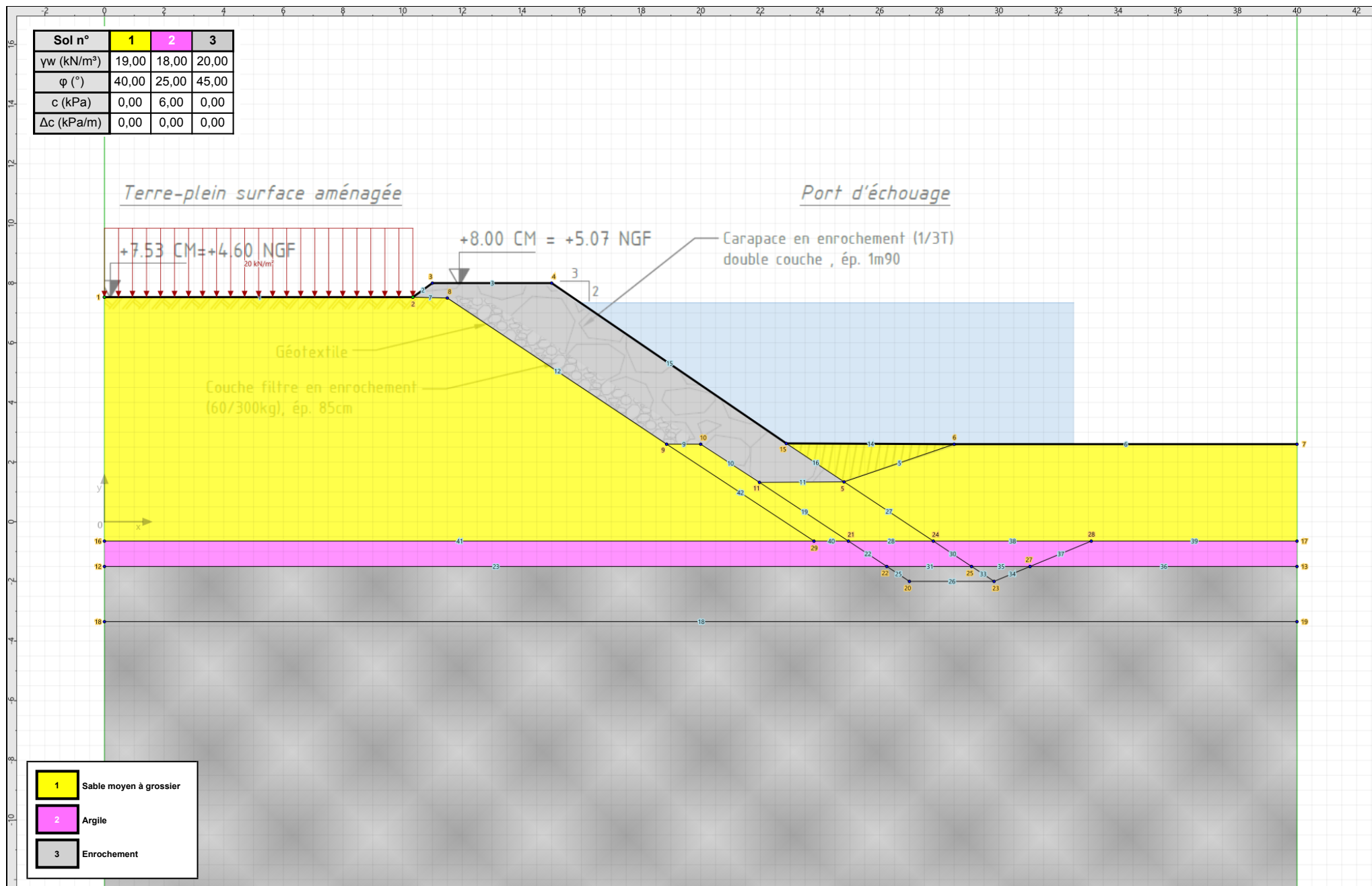
Couches de sol (cont.)

	Nom	Couleur	Γγ	Γc	Γtan(φ)	Type de cohésion	Courbe	Écoulement dans le sol	kh	kv
1	Sable moyen à grossier		-	-	-	Effective	Linéaire	Oui	3,00E-06	3,00E-06
2	Argile		-	-	-	Effective	Linéaire	Oui	5,00E-08	5,00E-08
3	Enrochement		-	-	-	Effective	Linéaire	Oui	1,00E-03	1,00E-03

Surcharges réparties

	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droite	Y droite	q droite	Ang/horizontale
1	20 kN/m²	0,000	7,530	20,0	10,345	7,530	20,0	90,00

Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m ³)	19,00	18,00	20,00
φ (°)	40,00	25,00	45,00
c (kPa)	0,00	6,00	0,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00



1	Sable moyen à grossier
2	Argile
3	Enrochement

Données de la phase 1

Nom de la phase : Coupe type

Segments de la phase

	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent	
1	1	2	Sable moyen à grossier	2	2	3	3	3	4	Enrochement
6	6	7	Sable moyen à grossier	7	2	8	9	9	10	Sable moyen à grossier
10	10	11	Sable moyen à grossier	11	11	5	12	8	9	Sable moyen à grossier
14	6	15	Sable moyen à grossier	15	15	4	16	15	5	Enrochement
18	18	19	-							

Liste des éléments activés

Surcharges réparties : 20 kN/m²

Polygones : Polygone entre les points 2,3,4,15,5,11,10,9,8

Polygone entre les points 6,5,15

Polygone entre les points 22,21,24,25

Polygone entre les points 11,5,24,21

Polygone entre les points 20,22,25,23

Polygone entre les points 18,19,xMax,xMin

Polygone entre les points 5,6,7,17,28,24

Polygone entre les points 25,24,28,27

Polygone entre les points 13,27,28,17

Polygone entre les points 19,18,12,22,20,23,27,13

Polygone entre les points 23,25,27

Polygone entre les points 21,22,12,16,29

Polygone entre les points 1,2,8,9,29,16

Polygone entre les points 9,10,11,21,29

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

Toit de la nappe

	X	Y	Angle	X	Y	Angle	X	Y	Angle	X	Y	Angle	X	Y	Angle			
1	0,000	5,500	0,00	2	14,500	5,500	0,00	3	24,800	1,000	0,00	4	40,000	1,000	0,00			

Données de la situation 1

Nom de la phase : Coupe type

Nom de la situation : Situation 1

Option de calcul : Calcul de stabilité externe générale

Type d'analyse paramétrique : Calcul de stabilité classique

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : EC7 - NF P 94-270 / NF P 94-281 - Situation durable - Ouvrage courant - Stabilité générale

Détails du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ_{min}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ_{s1}	1,000	$\Gamma_{tan\phi}$	1,250	$\Gamma_{c'}$	1,250	Γ_{cu}	1,400
Γ_Q	1,300	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,850	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,150	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,400	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,100
Γ_{pl}	1,400	$\Gamma_{a,clou}$	1,000	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,250	Γ_{buton}	1,250	-	-

Détermination de Γ_{Rd} : Automatique

Γ_{Rd} : 1.1

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 0,500

Abscisse émergence limite aval : 3,214

Type de recherche : Point de passage de base

Point de passage de base : X= 24,807; Y= 1,335

Écarter les surfaces de peau : Non

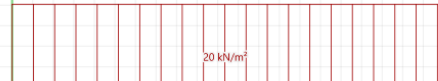
Nombre de tranches : 100

Conditions de passage dans certains sols : Passage refusé dans Enrochement

Prise en compte du séisme : Non

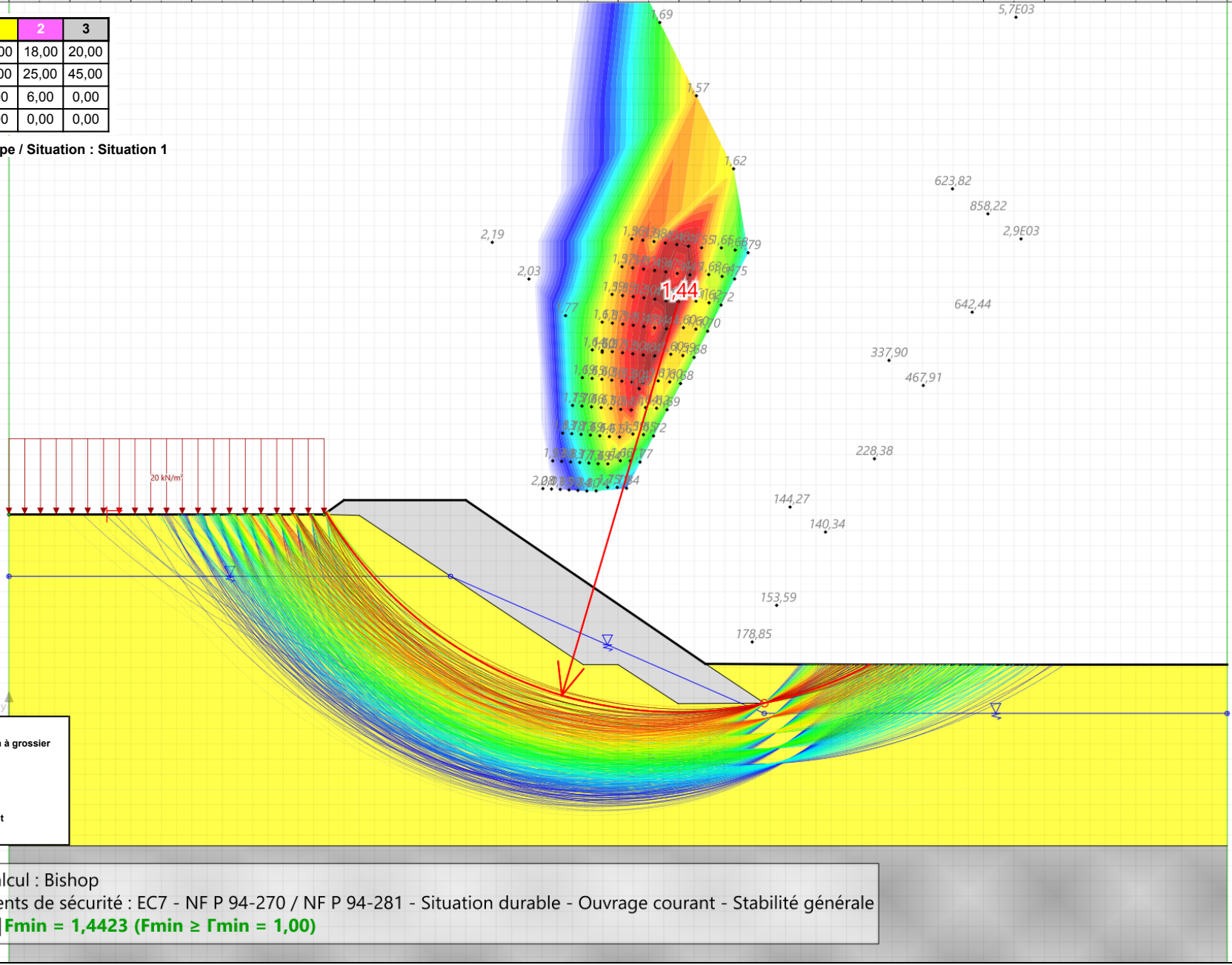
Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m ³)	19,00	18,00	20,00
φ (°)	40,00	25,00	45,00
c (kPa)	0,00	6,00	0,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

Phase : Coupe type / Situation : Situation 1



1	Sable moyen à grossier
2	Argile
3	Enrochement

Méthode de calcul : Bishop
 Jeu de coefficients de sécurité : EC7 - NF P 94-270 / NF P 94-281 - Situation durable - Ouvrage courant - Stabilité générale
 $\Gamma_{Rd} = 1,1000$ | $F_{min} = 1,4423$ ($F_{min} \geq \Gamma_{min} = 1,00$)



Données de la phase 2

Nom de la phase : Ancrage -2CM - VE

Segments de la phase

	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent
1	1	2	Sable moyen à grossier	2	3	Enrochement	3	4	Enrochement
7	2	8	Sable moyen à grossier	12	9	Sable moyen à grossier	15	4	Enrochement
16	15	5	Enrochement	18	19	-	22	22	Argile
25	22	20	Argile	26	23	Argile	27	24	Enrochement
30	24	25	Enrochement	33	23	Enrochement	34	27	Argile
37	27	28	Argile	38	24	Sable moyen à grossier	39	17	Argile
40	21	29	Argile	41	29	Argile	42	29	Sable moyen à grossier

Liste des éléments activés

Surcharges réparties : 20 kN/m²

Polygones : Polygone entre les points 2,3,4,15,5,11,10,9,8

Polygone entre les points 22,21,24,25

Polygone entre les points 11,5,24,21

Polygone entre les points 20,22,25,23

Polygone entre les points 18,19,xMax,xMin

Polygone entre les points 25,24,28,27

Polygone entre les points 13,27,28,17

Polygone entre les points 19,18,12,22,20,23,27,13

Polygone entre les points 23,25,27

Polygone entre les points 21,22,12,16,29

Polygone entre les points 1,2,8,9,29,16

Polygone entre les points 9,10,11,21,29

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

Toit de la nappe

	X	Y	Angle	X	Y	Angle	X	Y	Angle	X	Y	Angle	X	Y	Angle
1	0,000	5,500	0,00	2	20,757	0,850	0,00	3	24,800	0,850	0,00	4	40,000	0,850	0,00

Données de la situation 1

Nom de la phase : Ancrage -2CM - VE

Nom de la situation : Situation 1

Option de calcul : Calcul de stabilité externe générale

Type d'analyse paramétrique : Calcul de stabilité classique

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : EC7 - NF P 94-270 / NF P 94-281 - Situation durable - Ouvrage courant - Stabilité générale

Détails du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ_{min}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ_{s1}	1,000	$\Gamma_{tan\phi}$	1,250	$\Gamma_{c'}$	1,250	Γ_{cu}	1,400
Γ_Q	1,300	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,850	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,150	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,400	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,100
Γ_{pl}	1,400	$\Gamma_{a,clou}$	1,000	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,250	Γ_{buton}	1,250	-	-

Détermination de Γ_{Rd} : Automatique

Γ_{Rd} : 1.1

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 0,500

Abscisse émergence limite aval : 3,214

Type de recherche : Point de passage de base

Point de passage de base : X= 29,840; Y= -2,000

Écarter les surfaces de peau : Non

Nombre de tranches : 100

Conditions de passage dans certains sols : Passage refusé dans Enrochement

Prise en compte du séisme : Non

Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m ³)	19,00	18,00	20,00
φ (°)	40,00	25,00	45,00
c (kPa)	0,00	6,00	0,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

Phase : Ancrage -2CM - VE / Situation : Situation 1



Méthode de calcul : Bishop
 Jeu de coefficients de sécurité : EC7 - NF P 94-270 / NF P 94-281 - Situation durable - Ouvrage courant - Stabilité générale
 $\Gamma_{Rd} = 1,1000$ | $F_{min} = 1,0686$ ($F_{min} \geq \Gamma_{min} = 1,00$)



Talren v6
v6.2.19

Imprimé le : 23 mai 2025 15:15:34
 Calcul réalisé par : FONDOUEST

Projet : Stabilité du terre-plein

Données de la phase 5

Nom de la phase : Ancrage -2CM - MA

Segments de la phase

	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent
1	1	2	Sable moyen à grossier	2	3	Enrochement	3	4	Enrochement
7	2	8	Sable moyen à grossier	12	9	Sable moyen à grossier	15	4	Enrochement
16	15	5	Enrochement	18	19	-	22	22	Argile
25	22	20	Argile	26	23	Argile	27	24	Enrochement
30	24	25	Enrochement	33	23	Enrochement	34	27	Argile
37	27	28	Argile	38	24	Sable moyen à grossier	39	17	Argile
40	21	29	Argile	41	29	Argile	42	29	Sable moyen à grossier

Liste des éléments activés

Surcharges réparties : 20 kN/m²

Polygones : Polygone entre les points 2,3,4,15,5,11,10,9,8

Polygone entre les points 22,21,24,25

Polygone entre les points 11,5,24,21

Polygone entre les points 20,22,25,23

Polygone entre les points 18,19,xMax,xMin

Polygone entre les points 25,24,28,27

Polygone entre les points 13,27,28,17

Polygone entre les points 19,18,12,22,20,23,27,13

Polygone entre les points 23,25,27

Polygone entre les points 21,22,12,16,29

Polygone entre les points 1,2,8,9,29,16

Polygone entre les points 9,10,11,21,29

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

Toit de la nappe

	X	Y	Angle	X	Y	Angle	X	Y	Angle	X	Y	Angle	X	Y	Angle
1	0,000	6,220	0,00	2	22,500	0,000	0,00	3	23,000	0,000	0,00	4	40,000	0,000	0,00

Données de la situation 1

Nom de la phase : Ancrage -2CM - MA

Nom de la situation : Situation 1

Option de calcul : Calcul de stabilité externe générale

Type d'analyse paramétrique : Calcul de stabilité classique

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : EC7 - NF P 94-270 / NF P 94-281 - Situation transitoire - Ouvrage courant - Stabilité générale

Détails du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ_{min}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ_{s1}	1,000	$\Gamma_{tan\phi}$	1,250	$\Gamma_{c'}$	1,250	Γ_{cu}	1,400
Γ_Q	1,300	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,850	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,150	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,400	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,100
Γ_{pl}	1,400	$\Gamma_{a,clou}$	1,000	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,250	Γ_{buton}	1,250	-	-

Détermination de Γ_{Rd} : Automatique

Γ_{Rd} : 1.05

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 0,500

Abscisse émergence limite aval : 3,214

Type de recherche : Point de passage de base

Point de passage de base : X= 29,840; Y= -2,000

Écarter les surfaces de peau : Non

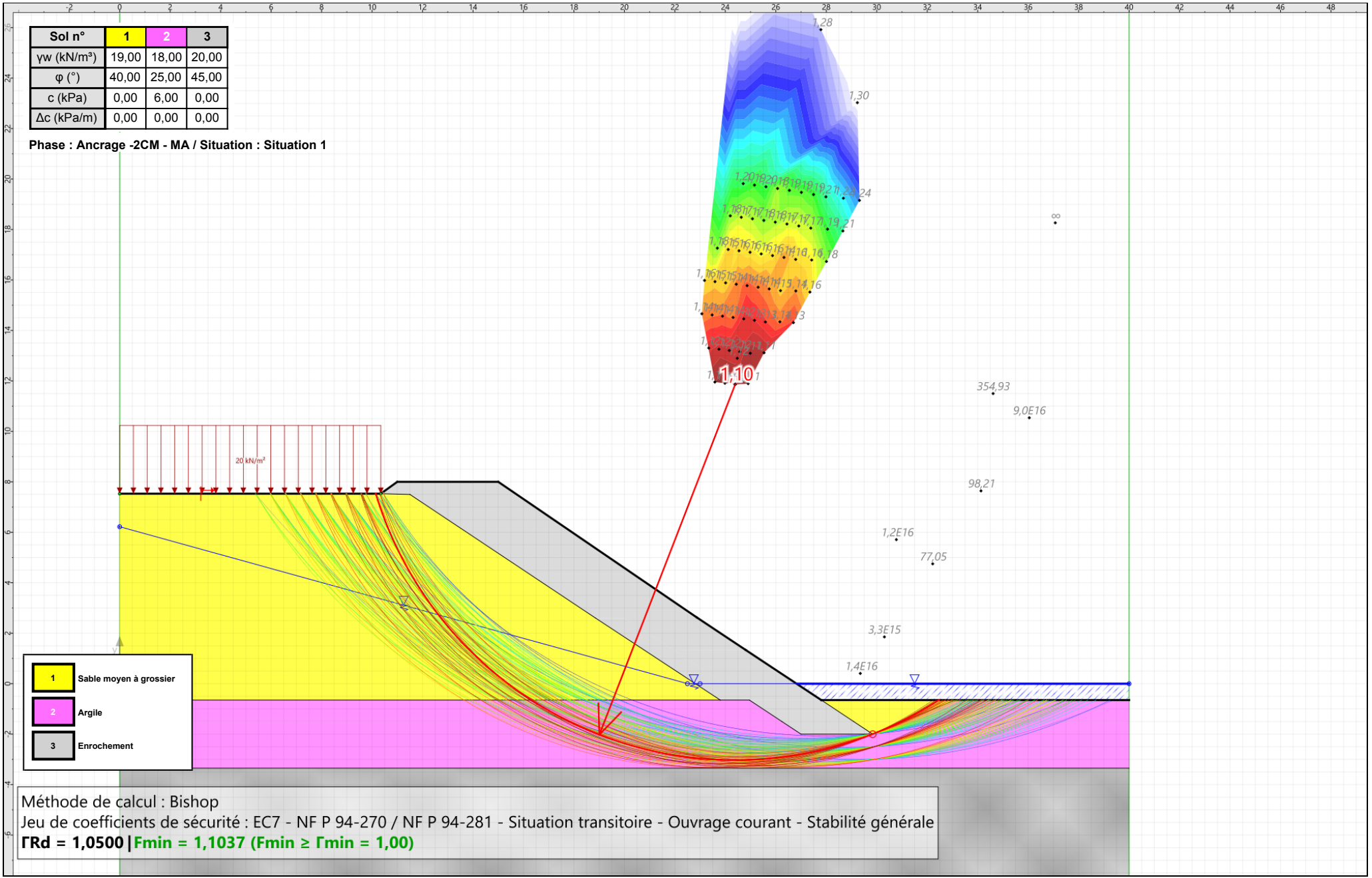
Nombre de tranches : 100

Conditions de passage dans certains sols : Passage refusé dans Enrochement

Prise en compte du séisme : Non

Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m ³)	19,00	18,00	20,00
φ (°)	40,00	25,00	45,00
c (kPa)	0,00	6,00	0,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

Phase : Ancre -2CM - MA / Situation : Situation 1



- 1 Sable moyen à grossier
- 2 Argile
- 3 Enrochement

Méthode de calcul : Bishop
 Jeu de coefficients de sécurité : EC7 - NF P 94-270 / NF P 94-281 - Situation transitoire - Ouvrage courant - Stabilité générale
 $\Gamma_{Rd} = 1,0500$ | $F_{min} = 1,1037$ ($F_{min} \geq \Gamma_{min} = 1,00$)



Talren v6
v6.2.19

Imprimé le : 23 mai 2025 15:15:34
 Calcul réalisé par : FONDOUEST

Projet : Stabilité du terre-plein

Conditions Générales

1. Avertissement, préambule

Toute commande et ses avenants éventuels impliquent de la part du co-contractant, ci-après dénommé « le Client », signataire du contrat et des avenants, acceptation sans réserve des présentes conditions générales.

Les présentes conditions générales prévalent sur toutes autres, sauf conditions particulières contenues dans le devis ou dérogation formelle et explicite. Toute modification de la commande ne peut être considérée comme acceptée qu'après accord écrit du Prestataire.

2. Déclarations obligatoires à la charge du Client, (DT, DICT, ouvrages exécutés)

Dans tous les cas, la responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en cas de dommages à des ouvrages publics ou privés (en particulier, ouvrages enterrés et canalisations) dont la présence et l'emplacement précis ne lui auraient pas été signalés par écrit préalablement à sa mission.

Conformément au décret n° 2011-1241 du 5 octobre 2011 relatif à l'exécution de travaux à proximité de certains ouvrages souterrains, aériens ou subaquatiques de transport ou de distribution, le Client doit fournir, à sa charge et sous sa responsabilité, l'implantation des réseaux privés, la liste et l'adresse des exploitants des réseaux publics à proximité des travaux, les plans, informations et résultats des investigations complémentaires consécutifs à sa Déclaration de projet de Travaux (DT). Ces informations sont indispensables pour permettre les éventuelles DICT (le délai de réponse est de 15 jours) et pour connaître l'environnement du projet. En cas d'incertitude ou de complexité pour la localisation des réseaux sur domaine public, il pourra être nécessaire de faire réaliser, à la charge du Client, des fouilles manuelles pour les repérer. Les conséquences et la responsabilité de toute détérioration de ces réseaux par suite d'une mauvaise communication sont à la charge exclusive du Client.

Conformément à l'article L 411-1 du code minier, le Client s'engage à déclarer à la DREAL tout forage réalisé de plus de 10 m de profondeur. De même, conformément à l'article R 214-1 du code de l'environnement, le Client s'engage à déclarer auprès de la DDT du lieu des travaux les sondages et forages destinés à la recherche, à la surveillance ou au prélèvement d'eaux souterraines (piézomètres notamment).

3. Cadre de la mission, objet et nature des prestations, prestations exclues, limites de la mission

Le terme « prestation » désigne exclusivement les prestations énumérées dans le devis du Prestataire. Toute prestation différente de celles prévues fera l'objet d'un prix nouveau à négocier. Il est entendu que le Prestataire s'engage à procéder selon les moyens actuels de son art, à des recherches consciencieuses et à fournir les indications qu'on peut en attendre. Son obligation est une obligation de moyen et non de résultat au sens de la jurisprudence actuelle des tribunaux. Le Prestataire réalise la mission dans les strictes limites de sa définition donnée dans son offre (validité limitée à trois mois à compter de la date de son établissement), confirmée par le bon de commande ou un contrat signé du Client.

La mission et les investigations éventuelles sont strictement géotechniques et n'abordent pas le contexte environnemental. Seule une étude environnementale spécifique comprenant des investigations adaptées permettra de détecter une éventuelle contamination des sols et/ou des eaux souterraines.

Le Prestataire n'est solidaire d'aucun autre intervenant sauf si la solidarité est explicitement convenue dans le devis ; dans ce cas, la solidarité ne s'exerce que sur la durée de la mission.

Par référence à la norme NF P 94-500, il appartient au maître d'ouvrage, au maître d'œuvre ou à toute entreprise de faire réaliser impérativement par des ingénieries compétentes chacune des missions géotechniques (successivement G1, G2, G3 et G4 et les investigations associées) pour suivre toutes les étapes d'élaboration et d'exécution du projet. Si la mission d'investigations est commandée seule, elle est limitée à l'exécution matérielle de sondages et à l'établissement d'un compte rendu factuel sans interprétation et elle exclut toute activité d'étude ou de conseil. La mission de diagnostic géotechnique G5 engage le géotechnicien uniquement dans le cadre strict des objectifs ponctuels fixés et acceptés.

Si le Prestataire déclare être titulaire de la certification ISO 9001, le Client agit de telle sorte que le Prestataire puisse respecter les dispositions de son système qualité dans la réalisation de sa mission.

4. Plans et documents contractuels

Le Prestataire réalise la mission conformément à la réglementation en vigueur lors de son offre, sur la base des données communiquées par le Client. Le Client est seul responsable de l'exactitude de ces données. En cas d'absence de transmission ou d'erreur sur ces données, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité.

5. Limites d'engagement sur les délais

Sauf indication contraire précise, les estimations de délais d'intervention et d'exécution données aux termes du devis ne sauraient engager le Prestataire. Sauf stipulation contraire, il ne sera pas appliqué de pénalités de retard et si tel devait être le cas elles seraient plafonnées à 5% de la commande. En toute hypothèse, la responsabilité du Prestataire est dérogée de plein droit en cas d'insuffisance des informations fournies par le Client ou si le Client n'a pas respecté ses obligations, en cas de force majeure ou d'événements imprévisibles (notamment la rencontre de sols inattendus, la survenance de circonstances naturelles exceptionnelles) et de manière générale en cas d'événement extérieur au Prestataire modifiant les conditions d'exécution des prestations objet de la commande ou les rendant impossibles.

Le Prestataire n'est pas responsable des délais de fabrication ou d'approvisionnement de fournitures lorsqu'elles font l'objet d'un contrat de négoce passé par le Client ou le Prestataire avec un autre Prestataire.

6. Formalités, autorisations et obligations d'information, accès, dégâts aux ouvrages et cultures

Toutes les démarches et formalités administratives ou autres, en particulier l'obtention de l'autorisation de pénétrer sur les lieux pour effectuer des prestations de la mission sont à la charge du Client. Le Client se charge d'une part d'obtenir et communiquer les autorisations requises pour l'accès du personnel et des matériels nécessaires au Prestataire en toute sécurité dans l'enceinte des propriétés privées ou sur le domaine public, d'autre part de fournir tous les documents relatifs aux dangers et aux risques cachés, notamment ceux liés aux réseaux, aux obstacles enterrés et à la pollution des sols et des nappes. Le Client s'engage à communiquer les règles pratiques que les intervenants doivent respecter en matière de santé, sécurité et respect de l'environnement : il assure en tant que de besoin la formation du personnel, notamment celui du Prestataire, entrant dans ces domaines, préalablement à l'exécution de la mission. Le Client sera tenu responsable de tout dommage corporel, matériel ou immatériel dû à une spécificité du site connue de lui et non clairement indiquée au Prestataire avant toutes interventions.

Sauf spécifications particulières, les travaux permettant l'accessibilité aux points de sondages ou d'essais et l'aménagement des plates-formes ou grutage nécessaires aux matériels utilisés sont à la charge du Client.

Les investigations peuvent entraîner d'inévitables dommages sur le site, en particulier sur la végétation, les cultures et les ouvrages existants, sans qu'il y ait négligence ou faute de la part de son exécutant. Les remises en état, réparations ou indemnités correspondantes sont à la charge du Client.

7. Implantation, nivellement des sondages

Au cas où l'implantation des sondages est imposée par le Client ou son conseil, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité dans les événements consécutifs à ladite implantation. La mission ne comprend pas les implantations topographiques permettant de définir l'emprise des ouvrages et zones à étudier ni la mesure des coordonnées précises des points de sondages ou d'essais. Les éventuelles altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cotes 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 avant remodelage du terrain. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.

8. Hydrogéologie

Les niveaux d'eau indiqués dans le rapport correspondent uniquement aux niveaux relevés au droit des sondages exécutés et à un moment précis. En dépit de la qualité de l'étude les aléas suivants subsistent, notamment la variation des niveaux d'eau en relation avec la météo ou une modification de l'environnement des études. Seule une étude hydrogéologique spécifique permet de déterminer les amplitudes de variation de ces niveaux, les cotes de crue et les PHEC (Plus Hautes Eaux Connues).

9. Recommandations, aléas, écart entre prévision de l'étude et réalité en cours de travaux

Si, en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, le Prestataire a été amené à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient au Client de lui communiquer par écrit ses observations éventuelles sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour quelque raison que ce soit lui être reproché d'avoir établi son étude dans ces conditions.

L'étude géotechnique s'appuie sur les renseignements reçus concernant le projet, sur un nombre limité de sondages et d'essais, et sur des profondeurs d'investigations limitées qui ne permettent pas de lever toutes les incertitudes inévitables à cette science naturelle. En dépit de la qualité de l'étude, des incertitudes subsistent du fait notamment du caractère ponctuel des investigations, de la variation d'épaisseur des remblais et/ou des différentes couches, de la présence de vestiges enterrés. Les conclusions géotechniques ne peuvent donc conduire à traiter à forfait le prix des fondations compte tenu d'une hétérogénéité, naturelle ou du fait de l'homme, toujours possible et des aléas d'exécution pouvant survenir lors de la découverte des terrains. Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une actualisation à chaque étape du projet notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant l'étape suivante.

L'estimation des quantités des ouvrages géotechniques nécessite, une mission d'étude géotechnique de conception G2 (phase projet). Les éléments géotechniques non décelés par l'étude et mis en évidence lors de l'exécution (pouvant avoir une incidence sur les conclusions du rapport) et les incidents importants survenus au cours des travaux (notamment glissement, dommages aux avoisinants ou aux existants) doivent obligatoirement être portés à la connaissance du Prestataire ou signalés aux géotechniciens chargés des missions de suivi géotechnique d'exécution G3 et de supervision géotechnique d'exécution G4, afin que les conséquences sur la conception géotechnique et les conditions d'exécution soient analysées par un homme de l'art.

10. Rapport de mission, réception des travaux, fin de mission, délais de validation des documents par le client

A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du dernier document à fournir dans le cadre de la mission fixe le terme de la mission. La date de la fin de mission est celle de l'approbation par le Client du dernier document à fournir dans le cadre de la mission. L'approbation doit intervenir au plus tard deux semaines après sa remise au Client, et est considérée implicite en cas de silence. La fin de la mission donne lieu au paiement du solde de la mission.

11. Réserve de propriété, confidentialité, propriété des études, diagrammes

Les coupes de sondages, plans et documents établis par les soins du Prestataire dans le cadre de sa mission ne peuvent être utilisés, publiés ou reproduits par des tiers sans son autorisation. Le Client ne devient propriétaire des prestations réalisées par le Prestataire qu'après règlement intégral des sommes dues. Le Client ne peut pas les utiliser pour d'autres ouvrages sans accord écrit préalable du Prestataire. Le Client s'engage à maintenir confidentielle et à ne pas utiliser pour son propre compte ou celui de tiers toute information se rapportant au savoir-faire du Prestataire, qu'il soit breveté ou non, portée à sa connaissance au cours de la mission et qui n'est pas dans le domaine public, sauf accord préalable écrit du Prestataire. Si dans le cadre de sa mission, le Prestataire mettait au point une nouvelle technique, celle-ci serait sa propriété. Le Prestataire serait libre de déposer tout brevet s'y rapportant, le Client bénéficiant, dans ce cas, d'une licence non exclusive et non cessible, à titre gratuit et pour le seul ouvrage étudié.

12. Modifications du contenu de la mission en cours de réalisation

La nature des prestations et des moyens à mettre en œuvre, les prévisions des avancements et délais, ainsi que les prix sont déterminés en fonction des éléments communiqués par le client et ceux recueillis lors de l'établissement de l'offre. Des conditions imprévisibles par le Prestataire au moment de l'établissement de son offre touchant à la géologie, aux hypothèses de travail, au projet et à son environnement, à la législation et aux règlements, à des événements imprévus, survenant en cours de mission autorisent le Prestataire à proposer au Client un avenant avec notamment modification des prix et des délais. A défaut d'un accord écrit du Client dans un délai de deux semaines à compter de la réception de la lettre d'adaptation de la mission. Le Prestataire est en droit de suspendre immédiatement l'exécution de sa mission, les prestations réalisées à cette date étant rémunérées intégralement, et sans que le Client ne puisse faire état d'un préjudice. Dans l'hypothèse où le Prestataire est dans l'impossibilité de réaliser les prestations prévues pour une cause qui ne lui est pas imputable, le temps d'immobilisation de ses équipes est rémunéré par le client.

13. Modifications du projet après fin de mission, délai de validité du rapport

Le rapport constitue une synthèse de la mission définie par la commande. Le rapport et ses annexes forment un ensemble indissociable. Toute interprétation, reproduction partielle ou utilisation par un autre maître de l'ouvrage, un autre constructeur ou maître d'œuvre, ou pour un projet différent de celui objet de la mission, ne saurait engager la responsabilité du Prestataire et pourra entraîner des poursuites judiciaires. La responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission objet du rapport. Toute modification apportée au projet et à son environnement ou tout élément nouveau mis à jour au cours des travaux et non détecté lors de la mission d'origine, nécessite une adaptation du rapport initial dans le cadre d'une nouvelle mission.

Le client doit faire actualiser le dernier rapport de mission en cas d'ouverture du chantier plus de 1 an après sa livraison. Il en est de même notamment en cas de travaux de terrassements, de démolition ou de réhabilitation du site (à la suite d'une contamination des terrains et/ou de la nappe) modifiant entre autres les qualités mécaniques, les dispositions constructives et/ou la répartition de tout ou partie des sols sur les emprises concernées par l'étude géotechnique.

14. conditions d'établissement des prix, variation dans les prix, conditions de paiement, acompte et provision, retenue de garantie

Les prix unitaires s'entendent hors taxes. Ils sont majorés de la T.V.A. au taux en vigueur le jour de la facturation. Ils sont établis aux conditions économiques en vigueur à la date d'établissement de l'offre. Ils sont fermes et définitifs pour une durée de trois mois. Au-delà, ils sont actualisés par application de l'indice "Sondages et Forages TP 04" pour les investigations in situ et en laboratoire, et par application de l'indice « SYNTEC » pour les prestations d'études, l'Indice de base étant celui du mois de l'établissement du devis.

Aucune retenue de garantie n'est appliquée sur le coût de la mission.

Dans le cas où le marché nécessite une intervention d'une durée supérieure à un mois, des factures mensuelles intermédiaires sont établies. Lors de la passation de la commande ou de la signature du contrat, le Prestataire peut exiger un acompte dont le montant est défini dans les conditions particulières et correspond à un pourcentage du total estimé des honoraires et frais correspondants à l'exécution du contrat. Le montant de cet acompte est déduit de la facture ou du décompte final. En cas de sous-traitance dans le cadre d'un ouvrage public, les factures du Prestataire sont réglées directement et intégralement par le maître d'ouvrage, conformément à la loi n°75-1334 du 31/12/1975.

Les paiements interviennent à réception de la facture et sans escompte. En l'absence de paiement au plus tard le jour suivant la date de règlement figurant sur la facture, il sera appliqué à compter dudit jour et de plein droit, un intérêt de retard égal au taux d'intérêt appliqué par la Banque Centrale Européenne à son opération de refinancement la plus récente majorée de 10 points de pourcentage. Cette pénalité de retard sera exigible sans qu'un rappel soit nécessaire à compter du jour suivant la date de règlement figurant sur la facture.

En sus de ces pénalités de retard, le Client sera redevable de plein droit des frais de recouvrement exposés ou d'une indemnité forfaitaire de 40 €.

Un désaccord quelconque ne saurait constituer un motif de non paiement des prestations de la mission réalisées antérieurement. La compensation est formellement exclue : le Client s'interdit de déduire le montant des préjudices qu'il allègue des honoraires dus.

15. Résiliation anticipée

Toute procédure de résiliation est obligatoirement précédée d'une tentative de conciliation. En cas de force majeure, cas fortuit ou de circonstances indépendantes du Prestataire, celui-ci a la faculté de résilier son contrat sous réserve d'en informer son Client par lettre recommandée avec accusé de réception. En toute hypothèse, en cas d'inexécution par l'une ou l'autre des parties de ses obligations, et 8 jours après la mise en demeure visant la présente clause résolutoire demeurée sans effet, le contrat peut être résilié de plein droit. La résiliation du contrat implique le paiement de l'ensemble des prestations régulièrement exécutées par le Prestataire au jour de la résiliation et en sus, d'une indemnité égale à 20 % des honoraires qui resteraient à percevoir si la mission avait été menée jusqu'à son terme.

16. Répartition des risques, responsabilités et assurances

Le Prestataire n'est pas tenu d'avertir son Client sur les risques encourus déjà connus ou ne pouvant être ignorés du Client compte tenu de sa compétence. Ainsi par exemple, l'attention du Client est attirée sur le fait que le béton armé est inévitablement fissuré, les revêtements appliqués sur ce matériau devant avoir une souplesse suffisante pour s'adapter sans dommage aux variations d'ouverture des fissures. Le devoir de conseil du Prestataire vis-à-vis du Client ne s'exerce que dans les domaines de compétence requis pour l'exécution de la mission spécifiquement confiée. Tout élément nouveau connu du Client après la fin de la mission doit être communiqué au Prestataire qui pourra, le cas échéant, proposer la réalisation d'une mission complémentaire. A défaut de communication des éléments nouveaux ou d'acceptation de la mission complémentaire, le Client en assumera toutes les conséquences. En aucun cas, le Prestataire ne sera tenu pour responsable des conséquences d'un non-respect de ses préconisations ou d'une modification de celles-ci par le Client pour quelque raison que ce soit. L'attention du Client est attirée sur le fait que toute estimation de quantités faite à partir de données obtenues par prélèvements ou essais ponctuels sur le site objet des prestations est entachée d'une incertitude fonction de la représentativité de ces données ponctuelles extrapolées à l'ensemble du site. Toutes les pénalités et indemnités qui sont prévues au contrat ou dans l'offre remise par le Prestataire ont la nature de dommages et intérêts forfaitaires, libératoires et exclusifs de toute autre sanction ou indemnisation.

Assurance décennale obligatoire

Le Prestataire bénéficie d'un contrat d'assurance au titre de la responsabilité décennale afférente aux ouvrages soumis à obligation d'assurance, conformément à l'article L241-1 du Code des assurances. Conformément aux usages et aux capacités du marché de l'assurance et de la réassurance, le contrat impose une obligation de déclaration préalable et d'adaptation de la garantie pour les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède au jour de la déclaration d'ouverture de chantier un montant de 15 M€. Il est expressément convenu que le client a l'obligation d'informer le Prestataire d'un éventuel dépassement de ce seuil, et accepte, de fournir tous éléments d'information nécessaires à l'adaptation de la garantie. Le client prend également l'engagement, de souscrire à ses frais un Contrat Collectif de Responsabilité Décennale (CCRD), contrat dans lequel le Prestataire sera expressément mentionné parmi les bénéficiaires. Par ailleurs, les ouvrages de caractère exceptionnel, voir inusuels sont exclus du présent contrat et doivent faire l'objet d'une cotation particulière. Le prix fixé dans l'offre ayant été déterminé en fonction de conditions normales d'assurabilité de la mission, il sera réajusté, et le client s'engage à l'accepter, en cas d'éventuelle surcotisation qui serait demandée au Prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. A défaut de respecter ces engagements, le client en supportera les conséquences financières (notamment en cas de défaut de garantie du Prestataire, qui n'aurait pu s'assurer dans de bonnes conditions, faute d'informations suffisantes). Le maître d'ouvrage est tenu d'informer le Prestataire de la DOC (déclaration d'ouverture de chantier).

Ouvrages non soumis à l'obligation d'assurance

Les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède un montant de 15 M€ HT doivent faire l'objet d'une déclaration auprès du Prestataire qui en référera à son assureur pour détermination des conditions d'assurance. Les limitations relatives au montant des chantiers auxquels le Prestataire participe ne sont pas applicables aux missions portant sur des ouvrages d'infrastructure linéaire, c'est-à-dire routes, voies ferrées, tramway, etc. En revanche, elles demeurent applicables lorsque sur le tracé linéaire, la/les mission(s) de l'assuré porte(nt) sur des ouvrages précis tels que ponts, viaducs, échangeurs, tunnels, tranchées couvertes... En tout état de cause, il appartiendra au client de prendre en charge toute éventuelle surcotisation qui serait demandée au prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Toutes les conséquences financières d'une déclaration insuffisante quant au coût de l'ouvrage seront supportées par le client et le maître d'ouvrage.

Le Prestataire assume les responsabilités qu'il engage par l'exécution de sa mission telle que décrite au présent contrat. A ce titre, il est responsable de ses prestations dont la défectuosité lui est imputable. Le Prestataire sera garanti en totalité par le Client contre les conséquences de toute recherche en responsabilité dont il serait l'objet du fait de ses prestations, de la part de tiers au présent contrat, le client ne garantissant cependant le Prestataire qu'au delà du montant de responsabilité visé ci-dessous pour le cas des prestations défectueuses. La responsabilité globale et cumulée du Prestataire au titre ou à l'occasion de l'exécution du contrat sera limitée à trois fois le montant de ses honoraires sans pour autant excéder les garanties délivrées par son assureur, et ce pour les dommages de quelque nature que ce soit et quel qu'en soit le fondement juridique. Il est expressément convenu que le Prestataire ne sera pas responsable des dommages matériels consécutifs ou non à un dommage matériel tels que, notamment, la perte d'exploitation, la perte de production, le manque à gagner, la perte de profit, la perte de contrat, la perte d'image, l'immobilisation de personnel ou d'équipements.

17. Cessibilité de contrat

Le Client reste redevable du paiement de la facture sans pouvoir opposer à quelque titre que ce soit la cession du contrat, la réalisation pour le compte d'autrui, l'existence d'une promesse de porte-fort ou encore l'existence d'une stipulation pour autrui.

18. Litiges

En cas de litige pouvant survenir dans l'application du contrat, seul le droit français est applicable. Seules les juridictions du ressort du siège social du Prestataire sont compétentes, même en cas de demande incidente ou d'appel en garantie ou de pluralité de défendeurs.

Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

(Extraits de la norme NF P 94-500 du 30 novembre 2013 – Chapitre 4.2)

Le Maître d'Ouvrage doit associer l'ingénierie géotechnique au même titre que les autres ingénieries à la Maîtrise d'Œuvre et ce, à toutes les étapes successives de conception, puis de réalisation de l'ouvrage. Le Maître d'Ouvrage, ou son mandataire, doit veiller à la synchronisation des missions d'ingénierie géotechnique avec les phases effectives à la Maîtrise d'Œuvre du projet.

L'enchaînement et la définition synthétique des missions d'ingénierie géotechnique sont donnés dans les tableaux 1 et 2. Deux ingénieries géotechniques différentes doivent intervenir : la première pour le compte du Maître d'Ouvrage ou de son mandataire lors des étapes 1 à 3, la seconde pour le compte de l'entreprise lors de l'étape 3.

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 : Etude géotechnique préalable (G1)		Etude géotechnique préalable (G1) Phase Etude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Etude préliminaire, Esquisse, APS	Etudes 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 : Etude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Etude 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 (<i>choix constructifs</i>)
	PRO	Etudes géotechniques de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (<i>choix constructifs</i>)
	DCE/ACT	Etude 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 : Etudes géotechniques de réalisation (G3/G4)		A la charge de l'entreprise	A la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Etude de suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Etude (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)	Etude 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 (<i>réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience</i>)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Etude et suivi géotechniques d'exécutions (G3) Phase Suivi (en interaction avec la Phase Etude)	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
A 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

Tableau 2 - 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'avoisinants avec visite du site et des alentours.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

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

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 avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.

Phase Projet (PRO)

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

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

Phase DCE / ACT

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

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

ETAPE 3 : ETUDES GEOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G 4, 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).