
**Projet de construction d'une station d'épuration
intercommunale et de connexion du réseau EU entre Saint-
Carné (22) et Calorguen (22)**

ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION

Mission G2 AVP

Rapport NA23-1-002 indice A

Rédacteur
G. RAOUX

Vérificateur
C. BRISSON

Approbateur
J.-L. BRIARD

VISA



SOMMAIRE

Sommaire.....	2
1. Présentation	5
1.1 Définition de l'opération - Mission	5
1.1.1 Mission.....	5
1.1.2 Intervenants.....	5
1.1.3 Documents communiqués.....	6
1.2 Caractéristiques du projet.....	6
1.3 Description du site.....	7
1.3.1 Etat des lieux.....	7
1.3.2 Existants et avoisinants	8
1.4 Contexte géologique	9
1.5 Aléas et risques naturels	9
1.5.1 Risque sismique.....	9
1.5.2 Retrait gonflement des argiles	10
1.5.3 Cavités souterraines	10
1.5.4 Remontée de nappe et risque inondation.....	10
2. PROGRAMME ET RECONNAISSANCE DES SOLS.....	11
2.1 Sondages et essais	11
2.1.1 In situ	11
2.1.2 Essais de perméabilité in situ	11
2.1.3 En laboratoire	12
2.2 Résultats des investigations	12
2.2.1 Analyse géologique du site	12
2.2.2 Aspect géomécanique	13
2.2.3 Essais en laboratoire.....	14
2.2.4 Essais de perméabilité.....	15
2.2.5 Niveaux d'eau	16
2.3 Sismicité.....	17
2.3.1 Risque sismique et catégorie d'ouvrage	17
2.3.2 Données parasismiques.....	17
2.3.3 Liquéfaction des sols	18
3. SYNTHESE GEOTECHNIQUE.....	19
3.1 Contexte géotechnique identifié.....	19

3.2	Modèle géotechnique.....	20
4.	Réalisation des terrassements	21
4.1	Moyens d'extraction.....	21
4.2	Traficabilité en phase travaux.....	21
4.3	Stabilité des talus en déblais	21
5.	étude des bassins - STEP	22
5.1	Définition des fondations	22
5.2	Règlements utilisés	22
5.3	Vérifications vis-à-vis de la portance sous charges verticales centrée	22
5.4	Tassements.....	24
5.5	Nappe phréatique et stabilité à vide (Vérification UPL).....	24
6.	Justification des fondations des Postes de refoulement	26
6.1	Définition des fondations	26
6.2	Règlements utilisés	26
6.3	Vérifications vis-à-vis de la portance et du renversement	26
6.4	Tassements.....	27
6.5	Nappe phréatique et stabilité à vide (Vérification UPL).....	28
7.	Justification des fondations du pont cadre	29
7.1	Définition des fondations	29
7.2	Règlements utilisés	29
7.3	Vérifications vis-à-vis de la portance et du renversement	29
7.4	Tassements.....	30
8.	Soutènements.....	31
8.1	Principe de soutènement	31
8.2	Paramètres de dimensionnement.....	31
8.3	Paramètres géotechniques	31
9.	Réseaux d'assainissements	32
9.1	Terrassements et blindage.....	32
9.2	Mise hors d'eau	33
9.3	Cas types de remblais sur réseaux.....	33
9.4	Matériaux réutilisables en remblai.....	34
10.	ALEAS et RISQUES RESIDUELS	37
11.	CONDITIONS CONTRACTUELLES.....	37

ANNEXES :

Annexe 1 : Conditions Générales de Vente et d'exécution des prestations

Annexe 2 : Conditions Générales des Missions d'Ingénierie Géotechnique

Annexe 3 : Plan d'implantation des sondages (G2 AVP)

Annexe 4 : Coupes des sondages et résultats des essais (G2 AVP)

INDICE	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur	DATE D'APPROBATION	DESCRIPTION DE L'ÉVOLUTION
A	GRA	CBR	JLB	23/04/2024	Première diffusion

1. PRESENTATION

1.1 DEFINITION DE L'OPERATION - MISSION

1.1.1 Mission

A la demande et pour le compte de **DINAN AGGLOMERATION**, **INFRANEO** a reçu pour mission de réaliser, dans le cadre d'une construction d'une station d'épuration et d'un réseau de transfert, une étude géotechnique de conception phase avant-projet (mission G2 AVP) sur les communes de Saint-Carné (22) et Calorguen (22).

Cette mission a permis de définir :

- ✓ le modèle géologique et hydrogéologique du site à retenir en phase AVP ;
- ✓ localiser les éventuelles hétérogénéités de terrains, ,
- ✓ les contraintes de calcul nécessaires au pré-dimensionnement des fondations,
- ✓ un exemple d'ébauche dimensionnelle des fondations,
- ✓ diverses dispositions constructives et précautions concernant les niveau bas, terrassements, et les dispositions spécifiques vis-à-vis des nappes et avoisinants.

Il s'agit d'une mission de type G₂ AVP selon la norme NF P 94-500 (version de novembre 2013).

La mission ne comprend pas (liste non exhaustive) :

- ✓ les études de pollutions éventuelles (sols et nappes) ;
- ✓ la reconnaissance des anomalies géotechniques situées en dehors de l'emprise des investigations (vides et/ou zones décomprimées notamment) ;
- ✓ la stabilité des remblais existants ou le dimensionnement des ouvrages à mettre en œuvre pour l'assurer ;
- ✓ les études pyrotechniques du sous-sol ;
- ✓ la recherche de vestiges anthropiques sur le site ;
- ✓ le dimensionnement structure des fondations (largeur, ferrailage, etc.).

Elle est par ailleurs limitée par les hypothèses du projet qui nous ont été transmises au démarrage de notre mission.

1.1.2 Intervenants

Au moment de notre étude, les intervenants étaient les suivants :

Maitre d'Ouvrage	DINAN Agglomération
------------------	---------------------

1.1.3 Documents communiqués

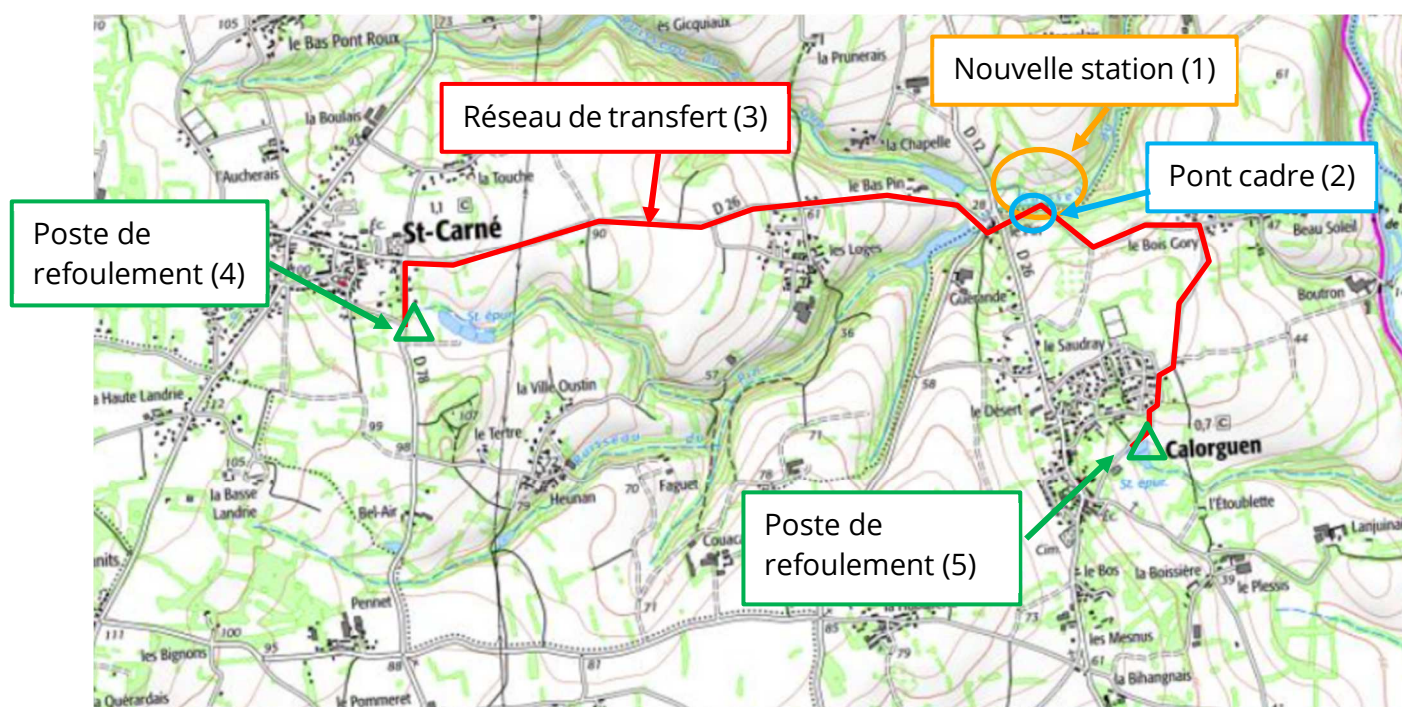
Pour cette étude, les nouveaux documents qui nous ont été communiqués sont les suivants :

Doc	Document	Origine	Echelle	Date du document	Date de réception
1	Plan STEP	DCI Environnement	1/300	25/10/2022	19/01/2023
2	Plan réseaux Calorguen – planche 1 à 3		1/500	10/11/2022	19/01/2023
3	Plan réseaux St Carné – planche 1 à 4		1/500	10/11/2022	19/01/2023
4	Extrait plan topo	Dinan Agglomération	1/250	-	19/01/2023
5	Caractéristiques des ouvrages de la STEP	DCi Environnement	-	Mail du 27/03/2024	
6	Plan masse STEP	SCi Environnement	1/500	02/2024	

1.2 CARACTERISTIQUES DU PROJET

D'après les éléments communiqués, les travaux envisagés correspondent à :

- Construction d'une station d'épuration intercommunale sur la commune de Saint-Carné (1) ;
- Mise en place d'un pont cadre pour l'accès à la station (2) ;
- La pose d'une conduite de transfert des effluents de Calorguen et Saint-Carné vers la future station d'épuration (3) ;
- Un poste de refoulement reliant St Carné à la station (4) ;
- Un poste de refoulement reliant Calorguen à la station (5).



Plan de situation des ouvrages

Remarque :

A ce stade de l'étude, au droit de la STEP, les hauteurs enterrées des différents ouvrages sont comprises entre 1.0 et 3.0 m. Nous considérerons une profondeur d'assise maximum de l'ordre de 3.5 m de profondeur/TA.

Au droit des postes de refoulement, nous n'avons reçu aucun plan ni coupes. Nous partirons sur une hypothèse de profondeur de terrassement inférieure à 3.0 m.

Au droit des réseaux de transferts, les profondeurs de terrassement pourront atteindre 4.0 à 5.0 m, notamment au droit du lieu-dit Treliger, du croisement voie communale et RD26 et du lieu-dit Croix de Guinhar.

Au droit du ruisseau au Sud de la STEP au droit duquel est prévu un pont cadre, aucune coupe ne nous a été fournie. Nous prendrons les hypothèses suivantes :

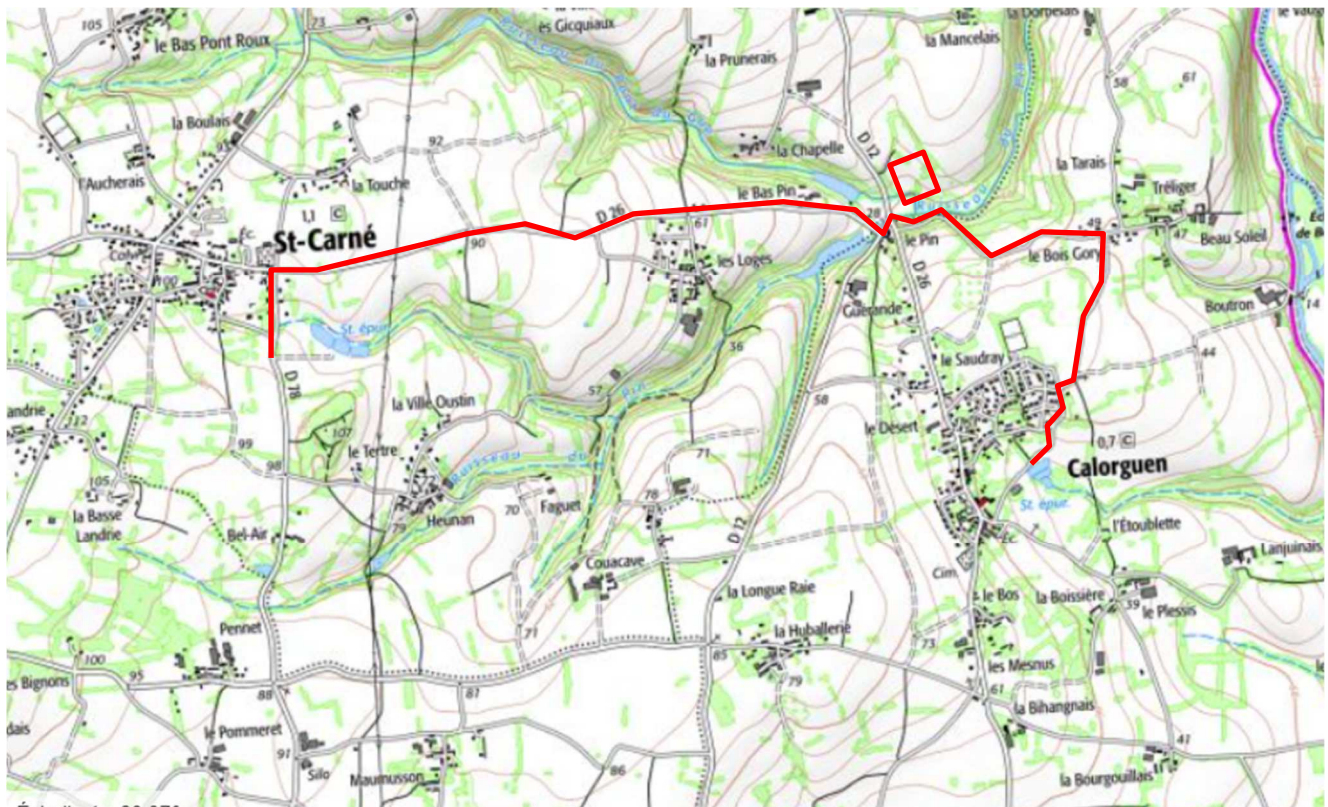
- Largeur du pont cadre : 5.0 m ;
- Hauteur du pont cadre : 3.0 m (plan topo : bas de talus actuel vers 19.15/19.40 m NGF, haut de talus actuel vers 22.00 m NGF).

Aucune descente de charge ne nous a été transmise.

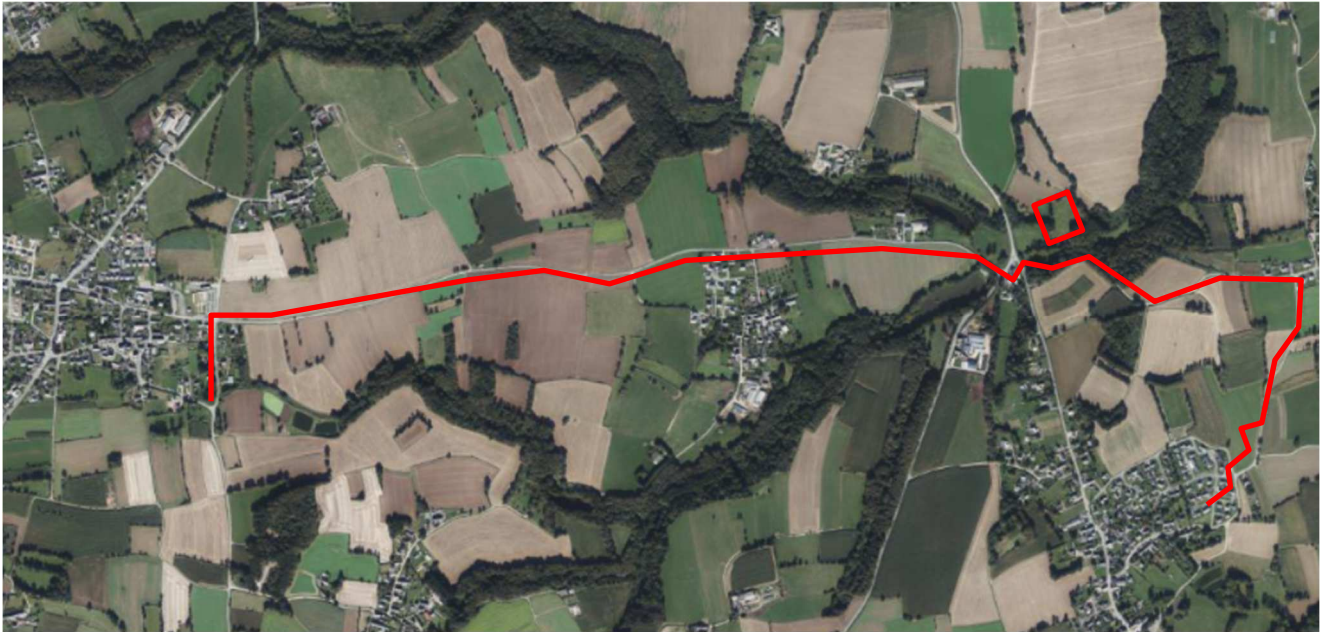
Il conviendra de réexaminer les conclusions du présent rapport en phase G2 PRO une fois les cotes d'assise et les descentes de charges connues.

1.3 DESCRIPTION DU SITE

1.3.1 Etat des lieux



Plan IGN du site (Source : Géoportail)



Vue aérienne (Source : Géoportail)



Vue aérienne zone de la future STEP (Source : Géoportail)

Le site de la future STEP présente une pente descendante vers le Sud-Ouest (pente d'environ 8% de moyenne) et se trouve à une altitude comprise entre 25 et 32 m NGF environ.

Le site du poste de relevage de Saint Carné est relativement plat et se trouve à une altitude de 90.9 m NGF.

Le site du poste de relevage de Calorguen est relativement plat et se trouve à une altitude de 41 m NGF.

1.3.2 Existants et avoisinants

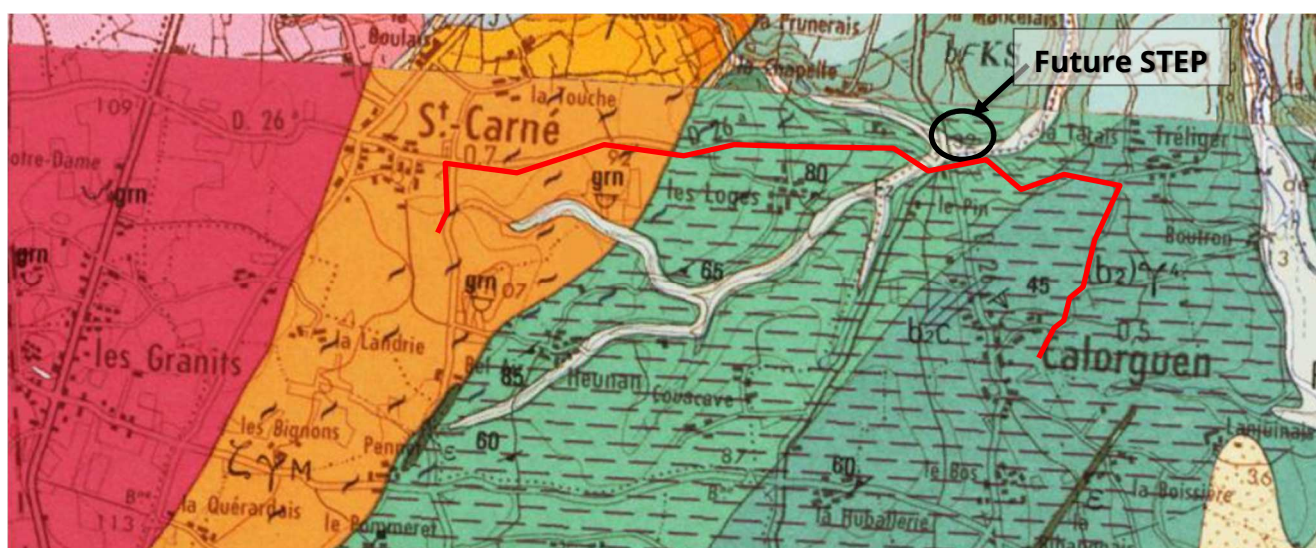
- **Environnement** : Contexte de zone rurale et péri-urbain ;
- **Mitoyens** : Bassins présents à proximité du PR de Calorguen.

1.4 CONTEXTE GEOLOGIQUE

D'après la carte géologique de CAULNES (éditée par le BRGM - Bureau de Recherches Géologiques et Minières, échelle 1/50 000) et notre expérience locale, la géologie attendue est la suivante (cf. extrait de la carte géologique) :

- Formations anthropiques ;
- Alluvions actuelles et subactuelles : sables et argiles (Fz) ;
- Orthogneiss de Saint-Carné ($\zeta\gamma M$) ou Micaschistes et gneiss ((b2 ξ - ζ) $\gamma 4$) ou Schistes tachetés et cornéennes ((b2) $\gamma 4$)

Compte tenu de l'environnement du site, ces formations peuvent être surmontées par des remblais anthropiques.

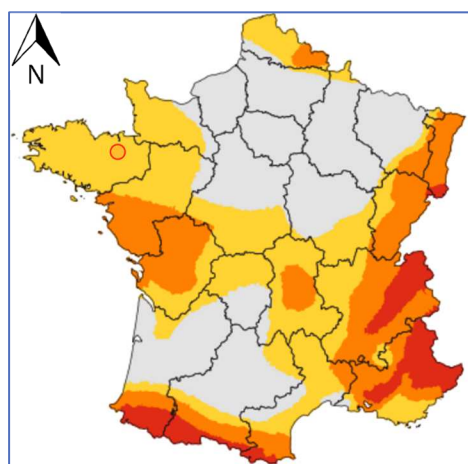


Carte géologique du BRGM (Source : Géoportail et InfoTerre).

1.5 ALEAS ET RISQUES NATURELS

1.5.1 Risque sismique

Vis-à-vis de la prévention du risque sismique et au sens des décrets n° 2010-1254 et 2010-1255 du 22 octobre 2010, la zone d'implantation du projet se situe en zone 2, soit un **aléa faible** (carte ci-dessous).

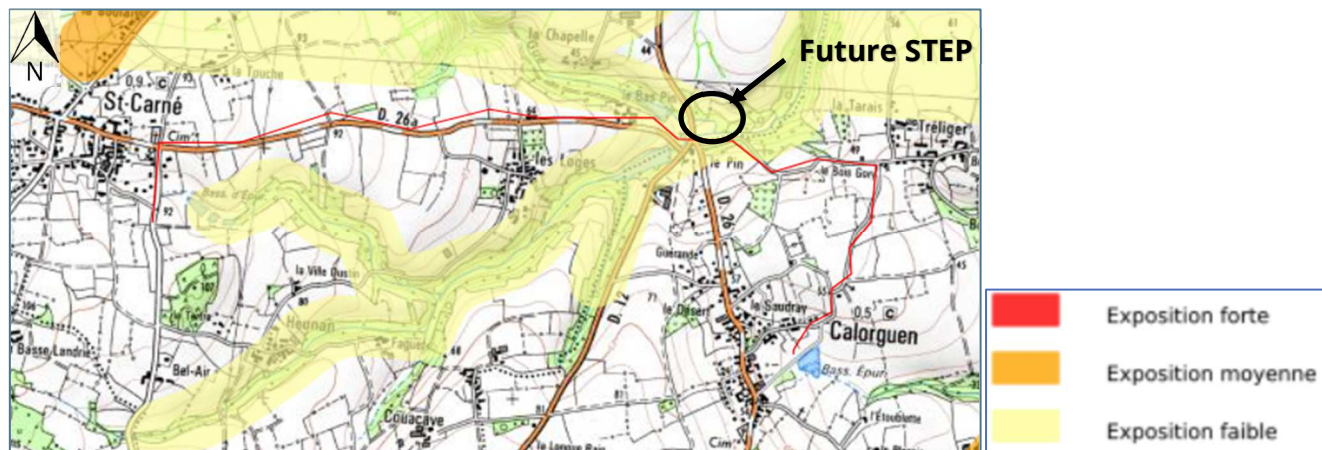


Zone de sismicité et niveau d'aléa	$a_{gr}(m/s^2)$
1 - Très faible	0,4
2 - Faible	0,7
3 - Modéré	1,1
4 - Moyenne	1,6
5 - Forte	3

Carte sismique du BRGM (Source : Géoportail et Info-Terre).

1.5.2 Retrait gonflement des argiles

Vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement des argiles, le site se trouve en zone **d'aléa a priori nul à faible** (selon la carte d'aléa consultable sur le site www.georisques.gouv.fr).



Carte d'aléa des argiles (source georisques.gouv.fr)

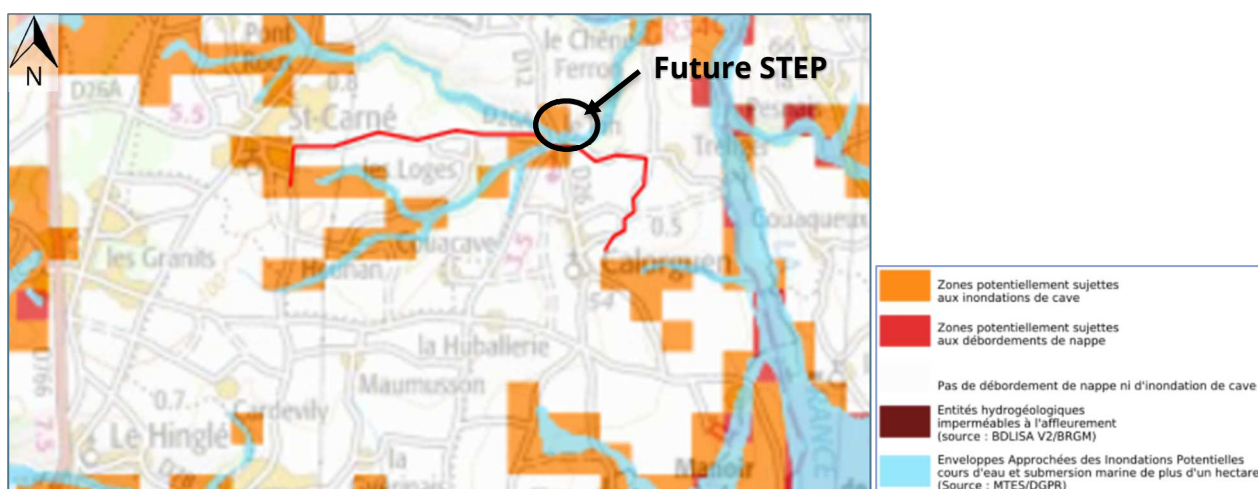
1.5.3 Cavités souterraines

Aucune cavité souterraine anthropique n'est référencée à proximité immédiate du projet (d'après le site www.georisques.gouv.fr).

Cependant, il conviendra au Client/Concepteur du projet de s'informer auprès de la commune sur l'existence d'un plan de recensement officiel et de prendre le cas échéant les dispositions adéquates. **INFRANEO** reste à la disposition du client sur ce point particulier.

1.5.4 Remontée de nappe et risque inondation

Vis-à-vis du phénomène de remontées des nappes, le site se trouve en zone potentiellement sujette aux inondations de caves et dans une zone « d'Enveloppes Approchées des Inondations Potentielles » selon les cartes consultables sur le site www.georisques.gouv.fr.



Risque de remontée de nappe – source : www.georisques.gouv.fr

2. PROGRAMME ET RECONNAISSANCE DES SOLS

Est rappelée ci-après la liste des sondages et essais réalisés dans le cadre de la missions G2 AVP.

L'implantation des sondages est fournie en annexe 3.

On notera par la suite « TA » le niveau du terrain actuel au droit des sondages.

2.1 SONDAGES ET ESSAIS

2.1.1 In situ

Sondage de reconnaissance	Référence	Date de réalisation	Profondeur (m/TA)	Essai in situ Remarques
Sondage à la tarière de Ø 63 mm	Fg1 à Fg6 F'g1 à F'g4	05 au 07/02/2024 05 au 07/02/2024	2.0 4.0	-
Sondage destructif paramétré au tricône de Ø 64 mm pour essais pressiométriques	Fp3 Fp4 Fp5 Fp6 Fp7 Fp8 Fp9	15/02/2024 14/02/2024 13/02/2024 08/02/2024 07/02/2024 12/02/2024 06/02/2024	15.3 5.5 à 15.0 5.5 à 15.0 15.0 4.3 à 15.0 7.0 7.0	62 essais
Sondage à la tarière de Ø 63 mm pour essais pressiométriques	Fp1 Fp2 Fp4 Fp5 Fp7 Fp9	05/02/2024 06/02/2024 14/02/2024 13/02/2024 07/02/2024 06/02/2024	7.2 7.2 5.5 5.5 4.3 4.8	29 essais
Sondage destructif au tricône de Ø 118 mm	PZ1	12/02/2024	5.5	Equipement piézomètre
Sondage à la pelle mécanique	Ft1 à Ft8	08/02/2024	1.0 à 3.0	-

2.1.2 Essais de perméabilité in situ

Type d'essai de perméabilité in situ	Sondage	Profondeur (m)
Essai MATSUO	M1	0.5 à 1.20

2.1.3 En laboratoire

Identification des sols	Sondages	Nombre	Norme
Teneur en eau pondérale W	Ft1 à Ft8	8	NF P 94-050
Analyse granulométrique par tamisage	Ft1 à Ft8	8	NF P 94-056 (NF EN ISO 17892-4)
Valeur au bleu du sol (VBS)	Ft1 à Ft8	8	NF P 94-068
Classification des sols (GTR 2000)	Ft1 à Ft8	8	NF P 11-300
Essai Proctor	Ft1, 2, 5 et 8	4	NF P 94-093
CBR	Ft1, 2, 5 et 8	4	NF P 94-078
CBRi et mesure de gonflement	Ft1, 2, 5 et 8	4	NF P 94-078

2.2 RESULTATS DES INVESTIGATIONS

2.2.1 Analyse géologique du site

L'ensemble des résultats a permis de dresser la coupe géologique schématique ci-après :

■ 1- Zone de la nouvelle station : Ft3 à Ft8, Fp3 à Fp7, + pz

- H0 / un **faciès superficiel** de terre végétale limoneuse sur une épaisseur de 0.2 à 1.0 m/TA ;
 - H2 / des **schistes altérés à très altérés** gris beige jusqu'à environ 1.5/2.5 m de profondeur/TA
 - H3 / des **schistes +/- altérés** jusqu'à la fin des sondages soit environ 15 m de profondeur/TA ;
- L'horizon H2 ressort très altéré au droit de la fouille Ft8.

■ 2- Zone du pont cadre : Fp8 et Fp9

- H1 / des **limons** sur une épaisseur de 3.0 à 4.5 m/TA ;
- H2 / des **schistes altérés à très altérés** gris beige jusqu'à environ 5.5 m de profondeur/TA ;
- H3 / des **schistes +/- altérés** jusqu'à la fin des sondages soit environ 7.0 m de profondeur/TA.

■ 3- Linéaire de transfert des effluents de Calorguen et Saint Carné vers la future station d'épuration : Fg1 à Fg6 et F'g1 à F'g4

- H0 / un **faciès superficiel** de terre végétale et/ou d'enrobé et de remblais caillouteux sableux sur une épaisseur de 0.1 à 0.5 m/TA ;
- H1 / des **limons schisteux** marron-beige jusqu'à environ 0.8 à 2.2 m de profondeur/TA.
- H2 / des **schistes altérés à très altérés** gris beige jusqu'à la fin des sondages soit entre 0.8 et 4.0 m de profondeur/TA.

■ 4- Zone du Poste de Refoulement de Saint Carné : Ft1 et Fp1

- H0 / un **faciès superficiel** de terre végétale limono-graveleuse sur une épaisseur de 0.2/0.3 m/TA ;
- H1 / des **limons sablo-argileux à schisteux** marron gris jusqu'à environ 2.0/2.3 m de profondeur/TA ;
- H2 / des **schistes très altérés** gris beige jusqu'à 3.5 m de profondeur/TA ;
- H3 / des **schistes +/- altérés** jusqu'à la fin des sondages soit environ 7.2 m de profondeur/TA.

■ 5- Zone du Poste de Refoulement de Calorguen : Ft2 et Fp2

- H0 / un **faciès superficiel** de remblais limono-graveleux sur une épaisseur de 0.4/0.5 m/TA ;
- H1 / des **limons sablo-argileux à schisteux** marron beige jusqu'à environ 1.6/1.9 m de profondeur/TA ;
- H2 / des **schistes très altérés** gris beige jusqu'à 3.5 m de profondeur/TA ;
- H3 / des **schistes +/- altérés** jusqu'à la fin des sondages soit environ 7.2 m de profondeur/TA.

Remarques :

- L'épaisseur des différents horizons peut varier notablement d'un point à un autre du terrain étudié.
- Les coupes de sol établies sur la base des sondages destructifs et semi-destructifs ne sont qu'indicatives en raison du mode d'exécution et du faible diamètre ; seuls les sondages à la pelle mécanique et carottés pour les couches profondes permettent d'établir une coupe lithologique précise.

2.2.2 Aspect géomécanique

Les tableaux qui suivent résument, pour chaque faciès testé et chaque ouvrage, les principaux résultats des essais pressiométriques reportés en annexe 4.

Il convient de rappeler que des variations horizontales et/ou verticales inhérentes au passage d'un faciès à un autre sont toujours possibles mais difficiles à détecter en sondage. **De ce fait, les caractéristiques gardent un caractère représentatif, mais jamais absolu.**

■ Zone de la nouvelle station : Fp3 à Fp7

Horizon	Nombre d'essais	Pression Limite nette p_l^* (MPa)				Module Pressiométrique E_M (MPa)		
		Min	Max	Moy _{géo}	σ	Min	Max	Moy _{ha}
H1 – Limons		Non reconnu						
H2 – Schistes altérés	7	1.50	3.32	2.16	0.69	26.4	68.7	40.7
H3 – Schistes +/- altérés	61	2.56	6.24	4.90	0.44	336.	999.3	192.3

Moy_{géo} : Moyenne géométrique Moy_{ha} : Moyenne harmonique σ : Ecart type

■ Zone du pont cadre : Fp8 et Fp9

Horizon	Nombre d'essais	Pression Limite nette p_l^* (MPa)				Module Pressiométrique E_M (MPa)		
		Min	Max	Moy _{géo}	σ	Min	Max	Moy _{ha}
H1 – Limons	7	0.22	1.09	0.53	0.33	1.2	13.3	3.1
H2 – Schistes altérés	2	2.88	4.13	3.45	0.88	44.8	50.6	47.5
H3 – Schistes +/- altérés	3	4.75	4.87	4.82	0.06	205.7	293.6	229.5

Moy_{géo} : Moyenne géométrique Moy_{ha} : Moyenne harmonique σ : Ecart type

■ Zone du Poste de Refoulement de Saint Carné : Fp1

Horizon	Nombre d'essais	Pression Limite nette pl^* (MPa)				Module Pressiométrique E_M (MPa)		
		Min	Max	Moy _{géo}	σ	Min	Max	Moy _{ha}
H1 – Limons	-	-	-	-	-	-	-	-
H2 – Schistes altérés	3	1.54	3.48	2.38	0.97	15.0	38.7	22.7
H3 – Schiste +/- altérés	2	4.97	4.88	4.83	0.06	64.2	106.8	80.2

Moy_{géo} : Moyenne géométrique Moy_{ha} : Moyenne harmonique σ : Ecart type

■ Zone du Poste de Refoulement de Calorguen : Fp2

Horizon	Nombre d'essais	Pression Limite nette pl^* (MPa)				Module Pressiométrique E_M (MPa)		
		Min	Max	Moy _{géo}	σ	Min	Max	Moy _{ha}
H1 – Limons	1	0.48				2.6		
H2 – Schistes altérés	2	1.06	1.97	1.45	0.64	10.8	28.9	15.7
H3 – Schistes +/- altérés	3	4.04	4.88	4.40	0.43	50.6	77.2	59.0

Moy_{géo} : Moyenne géométrique Moy_{ha} : Moyenne harmonique σ : Ecart type

Les essais pressiométriques réalisés ont permis de mettre en évidence :

- des caractéristiques mécaniques faibles à moyennes dans les **limons schisteux**, à **très faibles** sur les deux premiers mètres (au droit du sondage Fp9)
- des caractéristiques mécaniques moyennes à fortes dans les **schistes altérés**,
- des caractéristiques mécaniques très forte dans les **schistes +/- altérés**.

Le tableau qui suit résume l'ensemble des données par couches sur l'ensemble du projet :

Horizon	Nombre d'essais	Pression Limite nette pl^* (MPa)				Module Pressiométrique E_M (MPa)		
		Min	Max	Moy _{géo}	σ	Min	Max	Moy _{ha}
H1 – Limons	8	0.22	1.09	0.53	0.31	1.2	13.3	3.0
H2 – Schistes altérés	14	1.06	4.13	2.23	0.88	10.8	68.7	29.6
H3 – Schistes +/- altérés	69	2.56	6.24	4.87	0.44	33.6	999.3	170.0

2.2.3 Essais en laboratoire

2.2.3.1 Identification

Les résultats complets des essais de laboratoire sont fournis sous forme de fiches et procès-verbaux en annexe.

Les principaux résultats des essais d'identification sont repris dans le tableau ci-dessous :

Sondage	Profondeur de l'échantillon (m/TN)	Nature du terrain	Résultats					
			w (%)	< 63 µm	VBS	Wl (%)	Ip	Classe GTR
Ft1	0.3 à 0.9 m	Limon argileux (H1)	21.3	80.9	1.08	-	-	A1
Ft1	0.9 à 1.4 m	Limon argileux graveleux (H1)	17.8	41.0	1.15	-	-	A1
Ft1	1.4 à 2.3 m	Limon argileux graves (H1)	17.2	35.5	0.95	-	-	A1
Ft2	0.5 à 1.0 m	Limon argileux (H1)	26.5	10	1.48	-	-	A1
Ft2	1.0 à 1.9 m	Limon argileux (H1)	21.9	91.1	1.72	-	-	A1
Ft5	0.5 à 2.2 m	Limon argileux (H2)	11.3	35.9	-	42	11	A1
Ft6	0.2 à 0.6 m	Limon argileux (H1)	22.3	62.2	-	41	12	A1
Ft8	0.0 à 1.0 m	Limon (H1)	18.6	20	0.59	-	-	A1
Ft8	1.0 à 3.0 m	Limon (H2)	12.8	20	0.48	-	-	A1

2.2.3.2 Essais de compactage

Les procès-verbaux des essais sont reportés en annexe.

Les résultats des essais Proctor normal - IPI - CBR ont été conduits sur 2 familles de sols représentatives du site reconnu, et mènent aux résultats suivants :

Sondage	Profondeur de l'échantillon (m/TN)	Nature du terrain	Résultats				
			w (%) _{nat}	IPI _{nat}	IPI traité	CBR _i traité	CBR _i /IPI
Ft1+ Ft2	0.3 à 1.9 m	Limon argileux (H1)	21.2	1	32	35	1.09
Ft1 + Ft1	0.9 à 2.3 m	Limon argilo-sableux (H1)	17.5	1.3	28	54	1.93
Ft2	0.5 à 1.0 m	Limon argileux (H1)	25	1	3.8	7.1	1.87
Ft5	0.5 à 2.2 m	Limon argileux (H2)	11.3	28	30	37	1.23

2.2.4 Essais de perméabilité

Les résultats des essais de perméabilité réalisés ainsi que leur interprétation sont repris dans le tableau suivant :

Sondage	Essai réalisé	Profondeur de l'essai (m/TN)	Nature du terrain testé	Perméabilité retenue (m/s)
M1	MATSUO	1.0	Schiste +/- altérés	1.10-4

Il s'agit d'essais de perméabilité ponctuels, n'intéressant qu'un volume de sol limité à l'encaissant immédiat de la cavité d'essai. Les valeurs obtenues peuvent donc fortement varier suivant la

granulométrie du sol. Seul un essai de pompage permettra d'estimer une perméabilité en grand du terrain.

Sur la base des valeurs caractéristiques suivante :

>10-3 m/s	très élevée
10-3 à 10-5 m/s	assez élevée
10-5 à 10-7 m/s	faible
10-7 à 10-9 m/s	très faible
>10-9 m/s	imperméable

Les perméabilités mesurées dans le faciès des schistes +/- altérés ne sont pas représentatives des valeurs de perméabilité en grand usuelles pour ce type de formation (anisotropie, fissuration/fracturation, ...).

La perméabilité du faciès des schistes +/- altérés peut varier fortement en fonction de sa granulométrie et de son altération.

2.2.5 Niveaux d'eau

Des niveaux d'eau ont été relevés en cours et en fin du chantier comme le montrent les tableaux ci-dessous :

- Nouvelle station :

	Fp3	Fp4	Fp5+Pz	Fp6	Fp7
Niveau d'eau en cours de foration m/TA	-	-	-	-	-
Niveau d'eau en fin de chantier m/TA	-	-	-	-	2.50
Niveau d'eau le 10 avril m/TA	/	/	4.45	/	/

	Ft3	Ft4	Ft5	Ft6	Ft7	Ft8
Niveau d'eau en cours de terrassement m/TA	>2.5	>1.8	>2.4	>1.0	>1.3	2.6

- Pont Cadre :

	Fp8	Fp9
Niveau d'eau en cours de foration m/TA	-	-
Niveau d'eau en fin de chantier m/TA	-	1.50

- Linéaire de transfert :

	F'g4	F'g3	F'g2
Niveau d'eau en cours de foration m/TA	-	-	-
Niveau d'eau en fin de chantier m/TA	1.10	2.40	3.0

- PR de St Carné :

	Fp1	Ft1
Niveau d'eau en cours de foration/terrassement m/TA	3.00	>2.8
Niveau d'eau en fin de chantier m/TA	3.30	/

- PR de Calorguen :

	Fp2	Ft2
Niveau d'eau en cours de foration/terrassement m/TA	5.00	2.60
Niveau d'eau en fin de chantier m/TA	4.50	/

Certains forages ayant été réalisés avec injection d'eau, les niveaux d'eau relevés ne sont pas stabilisés et sont influencés par les quantités d'eau injectées.

Remarques : ce constat ayant un caractère ponctuel et instantané, il ne permet pas de préciser les variations de la nappe, qui peut remonter fortement en période pluvieuse.

Néanmoins, nous rappelons que les terrains étudiés au droit de la future STEP et du PR de Saint Carné sont situés dans une zone potentiellement sujette aux inondations de caves et dans une zone « d'Enveloppes Approchées des Inondations Potentielles » (cf. chapitre 1.5.4.).

Afin d'identifier les niveaux de référence de la nappe phréatique au sens de l'Eurocode ou du DTU 14.1, une enquête hydrogéologique, complétée par un suivi piézométrique, est à réaliser.

2.3 SISMICITE

2.3.1 Risque sismique et catégorie d'ouvrage

Les exigences sur le bâti neuf à risque normal dépendent de la zone de sismicité, de la date de dépôt du permis de construire, et de la catégorie d'importance du bâtiment (à définir par le maître d'ouvrage ou ses conseils).

Dans le cadre du décret 2010-1254 du 22 octobre 2010 relatif à la prévention du risque sismique, et suivant le décret 2010-1255 du 22 octobre 2010 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français, décrets qui sont entrés en application le 1er mai 2011, les communes de Saint-Carné et Calorguen se trouvent en zone de sismicité 2.

2.3.2 Données parasismiques

Vis-à-vis de la prévention du risque sismique, au sens des décrets du 22 octobre 2010, de l'Eurocode 8, les principales données parasismiques déduites des éléments du projet et des reconnaissances effectuées, présentées dans les paragraphes précédents, sont reprises dans le tableau suivant :

Zone de sismicité	2 (aléa faible)
Accélération du sol « au rocher » a_{gr} correspondante, en m/s^2	0.7
Classe de bâtiment	I (à confirmer)

Coefficient d'importance γ_i correspondant	0.8
Classe de sol	A
Coefficient de sol traduisant la sollicitation sismique exercée par le sol S	1.0
Réglementation applicable, exigence de comportement face à la sollicitation sismique, sur le bâti neuf	Eurocode 8

En toute rigueur, la classe de sol doit être confirmée par la mesure de la vitesse moyenne des ondes de cisaillement au moyen d'essais Cross-Hole, ou par la méthode Multichannel Analysis of Surface Waves (MASW), par essais de pénétration SPT ou par la mesure de la cohésion non drainée des sols (C_u).

2.3.3 Liquéfaction des sols

En zone de sismicité 1 et 2, il n'y a pas lieu de vérifier la liquéfaction des sols.

3. SYNTHÈSE GEOTECHNIQUE

3.1 CONTEXTE GEOTECHNIQUE IDENTIFIÉ

Des reconnaissances réalisées in-situ, il ressort les points essentiels suivants à prendre en compte pour conduire les choix d'adaptation :

Horizon / Sondage		Fp1	Fp2	Fp3	Fp4	Fp5	Fp6	Fp7	Fp8	Fp9
HR	P	0.2	0.4	0.7	0.2	0.2	0.5	0.5	4.5	2.8
	E	0.2	0.4	0.7	0.2	0.2	0.5	0.5	4.5	2.8
H1 - Limon schisteux	P	2.0	1.6	-	-	-	-	-	-	-
	E	1.8	1.2	-	-	-	-	-	-	-
H2 - Schiste altéré	P	4.5	3.5	2.1	-	1.7	1.8	2.0	5.5	4.8
	E	2.5	1.9	1.4	-	1.5	1.3	1.5	1.0	2.0
H3 - Schiste +/- altéré	P	>7.2	>7.2	>15.3	>15.0	>15.0	>15.0	>15.0	>7.0	>7.0
	E	>2.7	>3.7	>13.2	>14.8	>13.3	>13.2	>13.2	>1.5	>2.2

Horizon / Sondage		Ft1	Ft2	Ft3	Ft4	Ft5	Ft6	Ft7	Ft8
HR	P	0.3	0.5	0.7	0.3	0.5	0.6	0.4	1.0
	E	0.3	0.5	0.7	0.3	0.5	0.6	0.4	1.0
H1 - Limon schisteux	P	2.3	1.9	-	-	-	-	-	-
	E	2.0	1.4	-	-	-	-	-	-
H2 - Schiste altéré	P	>2.8	>2.6	>2.5	>1.8	>2.4	>1.0	>1.3	>3.0
	E	>0.5	>0.7	>1.8	>1.5	>1.9	>0.4	>0.9	>2.0

Horizon / Sondage		Fg1	Fg2	F'g1	Fg3	Fg4	F'g2	Fg5	F'g3	Fg6	F'g4
HR	P	0.5	0.3	0.3	0.2	0.25	0.2	0.1	0.1	0.15	0.25
	E	0.5	0.3	0.3	0.2	0.25	0.2	0.1	0.1	0.15	0.25
H1 - Limon schisteux	P	>2.2	0.7	-	1.0	0.7	2.1	-	1.2	0.4	-
	E	>1.7	0.4	-	0.8	0.45	1.9	-	1.1	0.25	-
H2 - Schiste altéré	P	-	>2.5	>3.0	>2.5	>2.5	>4.0	>0.8 ^R	>4.0	>2.0	>3.5 ^R
	E	-	>1.8	>2.7	>1.5	>1.8	>1.9	>0.7	>2.9	>1.6	>3.25

^R: Refus

Avec : P : profondeur de la base de la couche en m
E : épaisseur de la couche en m

Il convient de rappeler que des variations horizontales et/ou verticales inhérentes au passage d'un faciès à un autre sont toujours possibles mais difficiles à détecter en sondage. **De ce fait, les caractéristiques gardent un caractère représentatif, mais jamais absolu.** La nature des terrains et leur compacité devront, par conséquent, être confirmées lors des travaux.

3.2 MODELE GEOTECHNIQUE

Les modèles géotechniques retenus par ouvrage à ce stade de l'étude projet sont représentés dans les tableaux suivants :

■ Zone de la nouvelle station :

Nature des sols	Poids volumique humide	Pression limite PI^* (MPa)	Module pressiométrique E_m (MPa)	Long terme		α
				C' (kPa)	φ' (degré)	
H0	18	-	-	-	-	-
H2	20	1.8	40	10	30	2/3
H3	21	4.65	190	20	35	1/3

■ Zone du pont cadre :

Nature des sols	Poids volumique humide	Pression limite PI^* (MPa)	Module pressiométrique E_m (MPa)	Long terme		α
				C' (kPa)	φ' (degré)	
H1	19	0.38	3	5	20	1/2
H2	20	3.0	45	10	30	2/3
H3	21	4.8	220	20	35	1/3

■ Zone du Poste de Refoulement de Saint Carné

Nature des sols	Poids volumique humide	Pression limite PI^* (MPa)	Module pressiométrique E_m (MPa)	Long terme		α
				C' (kPa)	φ' (degré)	
H1	19	-	-	5	20	1/2
H2	20	1.9	20	10	30	2/3
H3	21	4.8	80	20	35	1/3

■ Zone du Poste de Refoulement de Calorguen

Nature des sols	Poids volumique humide	Pression limite PI^* (MPa)	Module pressiométrique E_m (MPa)	Long terme		α
				C' (kPa)	φ' (degré)	
H1	19	0.4	2	5	20	1/2
H2	20	1.1	15	10	30	2/3
H3	21	4.15	55	20	35	1/3

4. REALISATION DES TERRASSEMENTS

4.1 MOYENS D'EXTRACTION

Les travaux de terrassement envisagés consisteront en la réalisation des radiers des bassins, des postes de relevages, des postes de refoulement et la pose des assainissements sur une profondeur de 1.0 m à 4.0 m/TA environ.

Compte-tenu de la nature du sol, les terrassements pourront être réalisés à l'aide d'engins classiques de moyenne puissance au droit du linéaire ainsi qu'au niveau des postes de refoulement et du pont cadre. On notera la présence possible de sols compacts voire indurés qui pourraient nécessiter l'utilisation d'engins plus puissants : des refus ont été rencontrés au droit des sondages F'g4 et Fg5.

Au droit de la future STEP, les déblais seront réalisés dans des matériaux très résistants (Horizon H2 et H3 : il est nécessaire de prévoir l'emploi d'engins ou de procédés spéciaux (éclateur, dérocteur, pelle puissante, brise-roche hydraulique, marteau pneumatique). Les cadences de terrassement pourront être fortement impactées.

Dans tous les cas, la méthodologie mise en œuvre devra tenir compte des avoisinants au projet (attention aux vibrations et affouillements sous les existants).

4.2 TRAFICABILITE EN PHASE TRAVAUX

Les terrains superficiels, présents sur le site renferment une importante proportion de matériaux fins, sensibles à l'eau. En périodes pluvieuses, des difficultés de circulation des engins pourront être rencontrées.

La réalisation des travaux de terrassement en période sèche est vivement recommandée. Dans le cas contraire, la mise en œuvre d'une plateforme de travail / piste d'accès pourra s'avérer nécessaire.

4.3 STABILITE DES TALUS EN DEBLAIS

Le mode d'exécution des terrassements dépend étroitement du niveau d'assise et des avoisinants (ouvrages mitoyens, voiries, réseaux...).

En première approche, au droit des bassins de la STEP, les talus en déblai auront une hauteur maximum de 3.5 m (niveau bas supposé entre 1.0 et 3.0 m/TN + épaisseur du radier et de la couche de forme).

Au droit des postes de refoulement, nous considérerons une profondeur d'assise de 3.0 m/TN.

Concernant les ouvrages enterrés au-dessus de la nappe (prof. < 2.50 m/TN environ), les talus en déblai auront une pente de 3H/1V (3 horizontalement pour 1 verticalement).

Si des ouvrages enterrés sont prévus sous la nappe (prof. > 2.60 m/TN environ), compte-tenu des profondeurs à atteindre et de la boulance des terrains, les terrassements en déblais seront réalisés à l'abri d'un ouvrage de soutènement, associé à un système de pompage.

Si ces recommandations ne peuvent pas être respectées ou si des ouvrages se situent dans la zone d'influence du talus, on prévoira un ouvrage de soutènement (blindage coulissant, paroi berlinoise, paroi moulée ou pieux-sécants, en fonction des venues d'eau).

En phase définitive, les voiles adossés au terrain seront calculés en soutènement.

5. ETUDE DES BASSINS - STEP

5.1 DEFINITION DES FONDATIONS

Compte-tenu des résultats de nos investigations, il est possible d'envisager un système de **fondations de type radier permettant de porter la structure** ancrée de 0.3 m minimum dans l'horizon H2 ou H3 (schistes altérés à +/- altérés).

A ce stade de l'étude nous avons les dimensions et les niveaux d'assise suivants :

	Forme	Dimensions	Hauteur enterrée	Hauteur hors-sol	Hauteur totale
Bassin tampon (éventuel)	Circulaire	Ø 10 m	3 m	0 m	3 m
Bassin aération	Circulaire	Ø 12 m	3 m	3 m	6 m
Clarificateur	Cylindro-conique	Ø 15 m	3 m (pointe)	1 m	4 m
Dégazeur	Circulaire	Ø 2.2 m	2 m	1 m	3 m
Fosse à flottants	Circulaire	Ø 1.6 m	2 m	1 m	3 m
Recirculation des boues	Circulaire	Ø 1.6 m	2 m	1 m	3 m
Filtres plantés (traitement boues)	Rectangulaire	7 x 12.5 m x 12 casiers	1 m	1 m	2 m

Pour rappel, aucune descente de charge de nous a été transmise. Les conclusions devront alors être ré-examinées en phase G2PRO, une fois les descentes de charges connues.

5.2 REGLEMENTS UTILISES

Les recommandations et justifications des prédimensionnements ont été faites conformément à la norme NF P 94-261, norme d'application française de l'Eurocode 7 pour les fondations superficielles.

5.3 VERIFICATIONS VIS-A-VIS DE LA PORTANCE SOUS CHARGES VERTICALES CENTREE

La contrainte de rupture q_{net} sous la base des fondations est donnée par la formule :

$$q_{net} = i_{\delta} \cdot i_{\beta} \cdot k_p \cdot p_{le}^*$$

avec :

- i_{δ} : coefficient de réduction de portance lié à l'inclinaison du chargement ($i_{\delta} = 1$ si la charge est verticale),
- i_{β} : coefficient de réduction de portance lié à la proximité d'un talus β , ($i_{\beta} = 1$ si la fondation est suffisamment éloignée d'un talus : $d > 8B$),
- k_p : facteur de portance (pris égal à 0.8 en première approximation),
- p_{le}^* : pression limite nette équivalente ≈ 4650 kPa

Par application numérique, on obtient :

$$q_{\text{net}} = 3720 \text{ kPa}$$

Les valeurs de résistance nette du terrain sous les fondations superficielles se déduisent selon la relation suivante :

$$R_{v,d} = A' \cdot q_{\text{net}} / (\gamma_{R;d,v} \cdot \gamma_{R;v})$$

avec : A' : surface effective de la base de la fondation superficielle,
 $\gamma_{R;d,v}$: coefficient partiel de modèle associé à la méthode de calcul utilisée pour la détermination de q_{net} (ici, il s'agit de la méthode pressiométrique),
 $\gamma_{R;v}$: coefficient partiel permettant le calcul de la portance.

Etat limite	Situations	$\gamma_{R;d,v}$ (spécifique à la détermination de q_{net} à partir de la pression limite pressiométrique)	$\gamma_{R;v}$	$\gamma_{R;d,v} \cdot \gamma_{R;v}$
ELU	durables et transitoires	1.2	1.4	1.68
	accidentelles	1.2	1.2	1.44
ELS	quasi-permanentes	1.2	2.3	2.76
	caractéristiques	1.2	2.3	2.76

Selon de la norme NF P94-261, il faudra s'assurer que :

$$R_{v,d} \geq V_d - R_0$$

R_0 Poids du volume de sol au-dessus de la fondation après travaux (= 0 en négligeant l'encastrement).

V_d : descente de charge.

Contraintes à retenir en phase avant-projet :

Etat limite		ELU		ELS	
Situations		Accidentelles	Durables et transitoires	Quasi-permanentes	Caractéristiques
Contraintes admissibles maximales $R_{v,d}/A'$ (kPa)	Calculée	2583	2214	1347	1347
	Retenue	958	820	500	500

Compte tenu de la nature du sol d'ancrage et de la méconnaissance des charges attendues, on se limitera à une contrainte aux ELS de 500 kPa.

Lorsque les semelles sont soumises à des efforts inclinés, il convient de tenir compte du coefficient de réduction de portance i_s , calculé à l'aide de la formule de l'annexe D de la norme NF P 94-261 pour des sols au comportement à la fois frottant et/ou cohérent.

Lorsque les descentes de charges définitives seront connues, il conviendra de s'assurer que les concentrations des contraintes conduisent à des déformations admissibles pour la structure.

5.4 TASSEMENTS

Conformément à l'Eurocode 7, dans le cas du respect des préconisations décrites ci-avant et la réalisation de l'ouvrage dans les règles de l'art, les tassements théoriques absolus prévisibles au droit des sondages devraient être **inférieurs à 1 cm.**

Les tassements théoriques calculés s'entendent pour une mise en œuvre des fondations selon les règles de l'art en accord avec les prescriptions de l'Eurocode 7 et de sa norme d'application NF P 94-261.

Il appartiendra au bureau d'études de Génie Civil de s'assurer de l'admissibilité des tassements estimés pour l'ouvrage projeté.

Les valeurs définitives des tassements et son calage altimétrique seront à vérifier dès que les descentes de charges réelles du projet seront connues (mission G2PRO).

La justification précédente vis-à-vis des tassements suppose que les couches compressibles ne sont surchargées par aucun remblai supplémentaire.

Nota : l'attention est attirée sur le fait que ces calculs n'ont de validité qu'au droit des sondages. Ailleurs des hétérogénéités naturelles de stratigraphie et de caractéristiques mécaniques des sols peuvent induire des tassements absolus et différentiels supérieurs ou inférieurs à ceux ici estimés.

5.5 NAPPE PHREATIQUE ET STABILITE A VIDE (VERIFICATION UPL)

Pour s'assurer du non soulèvement de l'ouvrage sous l'effet des sous-pressions hydrostatiques, il convient de vérifier (NF P 94-261) :

$$Y_{G;stb} \times G_{stb;k} > Y_{G;dst} \times V_{dst;k}$$

Avec :

- $G_{stb;k}$: Actions permanentes stabilisatrices de calcul ;
- $V_{dst;k}$: Force induite par les pressions hydrostatiques ;
- $Y_{G;stb}$: Facteur partiel pour les actions permanents stabilisatrices = 0.9 ;
- $Y_{G;dst}$: Facteur partiel pour les actions permanents déstabilisatrices = 1.0.

En l'absence de données sur les niveaux caractéristiques de la nappe au droit du projet, on suppose que le niveau de la nappe coïncide avec le TN (0.0 m/TN). **Cette valeur pourra être mise à jour pour optimiser les dimensionnements finaux dans le cadre de la mission G2PRO, une fois connu le niveau d'eau caractéristique à considérer.**

Pour le calcul, on considère un ouvrage ancré à 3.5 m/TN pour le bassin.

Les charges stabilisatrices permanentes correspondent au poids propre des ouvrages à vide.

La force induite par la pression de l'eau ($V_{dst;k}$) est de 35.0 kPa au droit du bassin. Le poids propre de l'ouvrage devra donc vérifier la condition suivante :

$$G_{stb;k} \geq (V_{dst;k} \times Y_{G;dst}) / Y_{G;stb}$$

$$\text{soit : } G_{stb;k} \geq 38$$

Il est préconisé une étude des NPHE via une étude hydrogéologique.

Ainsi la présence de la nappe devra être prise en compte dans :

- la définition du projet : les sous-pressions hydrostatiques de la nappe seront à considérer dans le dimensionnement des ouvrages
- pendant la phase travaux : épuisement de la fouille par un dispositif de pompage correctement dimensionné, dont les eaux pompées seront rejetées vers un exutoire pérenne (les dispositions concernant la loi sur l'eau devront être prises en compte : régime de déclaration ou d'autorisation de pompage en fonction des volumes pompés)

Remarque importante : afin de garantir le non-soulèvement des ouvrages, il pourra être envisagé de mettre en œuvre un réseau de micropieux travaillant en traction sous le radier de l'ouvrage. Si cela s'avérait nécessaire, une telle solution devrait être développée en phase projet.

6. JUSTIFICATION DES FONDATIONS DES POSTES DE REFOULEMENT

6.1 DEFINITION DES FONDATIONS

Compte-tenu des résultats de nos investigations, il est possible d'envisager un système de **fondations de type radier permettant de porter la structure** ancrée de 0.3 m minimum dans l'horizon H2 (schistes altérés).

A ce stade de l'étude nous n'avons pas reçu le niveau d'assise, ni les descentes des charges. Nous supposerons un niveau d'assise vers 3.0 m/TN.

6.2 REGLEMENTS UTILISES

Les recommandations et justifications des prédimensionnements ont été faites conformément à la norme NF P 94-261, norme d'application française de l'Eurocode 7 pour les fondations superficielles.

6.3 VERIFICATIONS VIS-A-VIS DE LA PORTANCE ET DU RENVERSEMENT

La contrainte de rupture q_{net} sous la base des fondations est donnée par la formule :

$$q_{net} = i_{\delta} \cdot i_{\beta} \cdot k_p \cdot p_{le}^*$$

avec :

- i_{δ} : coefficient de réduction de portance lié à l'inclinaison du chargement ($i_{\delta} = 1$ si la charge est verticale),
- i_{β} : coefficient de réduction de portance lié à la proximité d'un talus β , ($i_{\beta} = 1$ si la fondation est suffisamment éloignée d'un talus : $d > 8B$),
- k_p : facteur de portance (pris égal à 0.8 en première approximation),
- p_{le}^* : pression limite nette équivalente ≈ 1100 kPa

Par application numérique, on obtient :

$$q_{net} = 880 \text{ kPa}$$

Les valeurs de résistance nette du terrain sous les fondations superficielles se déduisent selon la relation suivante :

$$R_{v;d} = A' \cdot q_{net} / (\gamma_{R;d;v} \cdot \gamma_{R;v})$$

avec :

- A' : surface effective de la base de la fondation superficielle,
- $\gamma_{R;d;v}$: coefficient partiel de modèle associé à la méthode de calcul utilisée pour la détermination de q_{net} (ici, il s'agit de la méthode pressiométrique),
- $\gamma_{R;v}$: coefficient partiel permettant le calcul de la portance.

Etat limite	Situations	$\gamma_{R;d;v}$ (spécifique à la détermination de q_{net} à partir de la pression limite pressiométrique)	$\gamma_{R;v}$	$\gamma_{R;d;v} * \gamma_{R;v}$
ELU	durables et transitoires	1.2	1.4	1.68
	accidentelles	1.2	1.2	1.44
ELS	quasi-permanentes	1.2	2.3	2.76
	caractéristiques	1.2	2.3	2.76

Selon de la norme NF P94-261, il faudra s'assurer que :

$$R_{v,d} \geq V_d - R_0$$

R_0 Poids du volume de sol au-dessus de la fondation après travaux (= 0 en négligeant l'encastrement).

V_d : descente de charge.

Contraintes à retenir en phase avant-projet :

Etat limite		ELU		ELS	
Situations		Accidentelles	Durables et transitoires	Quasi-permanentes	Caractéristiques
Contraintes admissibles maximales $R_{v;d/A'}$ (kPa)	Calculée	575	492	300	300

Lorsque les semelles sont soumises à des efforts inclinés, il convient de tenir compte du coefficient de réduction de portance i_s , calculé à l'aide de la formule de l'annexe D de la norme NF P 94-261 pour des sols au comportement à la fois frottant et/ou cohérent.

Lorsque les descentes de charges définitives seront connues, il conviendra de s'assurer que les concentrations des contraintes conduisent à des déformations admissibles pour la structure.

6.4 TASSEMENTS

Conformément à l'Eurocode 7, dans le cas du respect des préconisations décrites ci-avant et la réalisation de l'ouvrage dans les règles de l'art, les tassements théoriques absolus prévisibles au droit des sondages devraient être **inférieurs à 1 cm**.

Les tassements théoriques calculés s'entendent pour une mise en œuvre des fondations selon les règles de l'art en accord avec les prescriptions de l'Eurocode 7 et de sa norme d'application NF P 94-261.

Il appartiendra au bureau d'études de Génie Civil de s'assurer de l'admissibilité des tassements estimés pour l'ouvrage projeté.

Dans le cas contraire, il conviendra d'envisager une réduction de la descente de charge ou un élargissement de la fondation, voire de passer à un mode de fondation semi profond ou profond, ou à une amélioration / renforcement de sols.

Les valeurs définitives des tassements et son calage altimétrique seront à vérifier dès que les descentes de charges réelles du projet seront connues (mission G2PRO).

La justification précédente vis-à-vis des tassements suppose que les couches compressibles ne sont surchargées par aucun remblai supplémentaire.

Nota : l'attention est attirée sur le fait que ces calculs n'ont de validité qu'au droit des sondages. Ailleurs, des hétérogénéités naturelles de stratigraphie et de caractéristiques mécaniques des sols peuvent induire des tassements absolus et différentiels supérieurs ou inférieurs à ceux ici estimés.

6.5 NAPPE PHREATIQUE ET STABILITE A VIDE (VERIFICATION UPL)

Pour s'assurer du non soulèvement de l'ouvrage sous l'effet des sous-pressions hydrostatiques, il convient de vérifier (NF P 94-261) :

$$Y_{G;stb} \times G_{stb;k} > Y_{G;dst} \times V_{dst;k}$$

Avec :

- $G_{stb;k}$: Actions permanentes stabilisatrices de calcul ;
- $V_{dst;k}$: Force induite par les pressions hydrostatiques ;
- $Y_{G;stb}$: Facteur partiel pour les actions permanents stabilisatrices = 0.9 ;
- $Y_{G;dst}$: Facteur partiel pour les actions permanents déstabilisatrices = 1.0.

En l'absence de données sur les niveaux caractéristiques de la nappe au droit du projet, on suppose que le niveau de la nappe coïncide avec le TN (0.0 m/TN). **Cette valeur pourra être mise à jour pour optimiser les dimensionnements finaux dans le cadre de la mission G3 de l'entreprise, une fois connu le niveau caractéristique à considérer.**

L'ouvrage de soutènement n'est pris en compte dans les vérifications suivantes, le poids du radier et du voile sont considérés pour l'estimation des charges stabilisatrices.

Pour le calcul, on considère un ouvrage ancré à 3.0 m/TN pour le bassin.

La force induite par la pression de l'eau ($V_{dst;k}$) est de 30.0 kPa au droit du bassin.

Le poids propre de l'ouvrage devra donc vérifier la condition suivante :

$$G_{stb;k} \geq (V_{dst;k} \times Y_{G;dst}) / Y_{G;stb}$$

$$\text{soit : } G_{stb;k} \geq 33$$

Il est préconisé une étude des NPHE via une étude hydrogéologique.

Ainsi la présence de la nappe devra être prise en compte dans :

- la définition du projet : les sous-pressions hydrostatiques de la nappe seront à considérer dans le dimensionnement des ouvrages
- pendant la phase travaux : épuisement de la fouille par un dispositif de pompage correctement dimensionné, dont les eaux pompées seront rejetées vers un exutoire pérenne (les dispositions concernant la loi sur l'eau devront être prises en compte : régime de déclaration ou d'autorisation de pompage en fonction des volumes pompés)

Remarque importante : afin de garantir le non soulèvement des ouvrages, il pourra être envisagé de mettre en œuvre un réseau de micropieux travaillant en traction sous le radier de l'ouvrage. Si cela s'avérait nécessaire, une telle solution devrait être développée en phase projet.

7. JUSTIFICATION DES FONDATIONS DU PONT

CADRE

7.1 DEFINITION DES FONDATIONS

Compte-tenu des résultats de nos investigations, il est possible d'envisager un système de **fondations superficielles de type radier ou filantes** ancrées de 0.3 m minimum dans l'horizon H2 (schistes altérés) reconnu à partir de 3.0 à 4.5 m de profondeur.

A ce stade de l'étude nous n'avons pas reçu les caractéristiques ni les descentes des charges de l'ouvrage.

7.2 REGLEMENTS UTILISES

Les recommandations et justifications des prédimensionnements ont été faites conformément à la norme NF P 94-261, norme d'application française de l'Eurocode 7 pour les fondations superficielles.

7.3 VERIFICATIONS VIS-A-VIS DE LA PORTANCE ET DU RENVERSEMENT

La contrainte de rupture q_{net} sous la base des fondations est donnée par la formule :

$$q_{net} = i_{\delta} \cdot i_{\beta} \cdot k_p \cdot p_{le}^*$$

avec :

- i_{δ} : coefficient de réduction de portance lié à l'inclinaison du chargement ($i_{\delta} = 1$ si la charge est verticale),
- i_{β} : coefficient de réduction de portance lié à la proximité d'un talus β , ($i_{\beta} = 1$ si la fondation est suffisamment éloignée d'un talus : $d > 8B$),
- k_p : facteur de portance (pris égal à 0.8 en première approximation),
- p_{le}^* : pression limite nette équivalente ≈ 3000 kPa

Par application numérique, on obtient :

$$q_{net} = 2400 \text{ kPa}$$

Les valeurs de résistance nette du terrain sous les fondations superficielles se déduisent selon la relation suivante :

$$R_{v;d} = A' \cdot q_{net} / (\gamma_{R;d;v} \cdot \gamma_{R;v})$$

avec :

- A' : surface effective de la base de la fondation superficielle,
- $\gamma_{R;d;v}$: coefficient partiel de modèle associé à la méthode de calcul utilisée pour la détermination de q_{net} (ici, il s'agit de la méthode pressiométrique),
- $\gamma_{R;v}$: coefficient partiel permettant le calcul de la portance.

Etat limite	Situations	$\gamma_{R;d;v}$ (spécifique à la détermination de q_{net} à partir de la pression limite pressiométrique)	$\gamma_{R;v}$	$\gamma_{R;d;v} * \gamma_{R;v}$
ELU	durables et transitoires	1.2	1.4	1.68
	accidentelles	1.2	1.2	1.44
ELS	quasi-permanentes	1.2	2.3	2.76
	caractéristiques	1.2	2.3	2.76

Selon de la norme NF P94-261, il faudra s'assurer que :

$$R_{v,d} \geq V_d - R_0$$

R_0 Poids du volume de sol au-dessus de la fondation après travaux (= 0 en négligeant l'encastrement).

V_d : descente de charge.

Contraintes à retenir en phase avant-projet :

Etat limite		ELU		ELS	
Situations		Accidentelles	Durables et transitoires	Quasi-permanentes	Caractéristiques
Contraintes admissibles maximales $R_{v;d/A'} (kPa)$	Calculée	1665	1430	870	870
	Retenue	958	820	500	500

Lorsque les semelles sont soumises à des efforts inclinés, il convient de tenir compte du coefficient de réduction de portance i_δ , calculé à l'aide de la formule de l'annexe D de la norme NF P 94-261 pour des sols au comportement à la fois frottant et/ou cohérent.

Lorsque les descentes de charges définitives seront connues, il conviendra de s'assurer que les concentrations des contraintes conduisent à des déformations admissibles pour la structure.

7.4 TASSEMENTS

Le calcul des tassements et son calage altimétrique seront à vérifier dès que les caractéristiques et les descentes de charges du projet seront connues (mission G2PRO).

8. SOUTÈNEMENTS

8.1 PRINCIPE DE SOUTÈNEMENT

Le projet implique l'exécution de soutènements solidaires à la structure.

La solution envisageable dans ce cas sera de type paroi berlinoise ou pieux sécants en phase travaux et en phase définitive. D'autres solutions sont possibles et peuvent être proposées par les entreprises (paroi moulée par exemple).

Les éléments des structures des ouvrages projetés (radier, voiles internes et couverture) serviront de butons en phase définitive.

8.2 PARAMETRES DE DIMENSIONNEMENT

Sous réserve de l'avis du bureau de contrôle, les critères suivants seront retenus pour le dimensionnement de la paroi :

- Les déplacements maximums en tête ≤ 20 mm ;
- Déplacement en pied ≈ 0 mm ;
- Coefficient de sécurité sur la butée > 2.0 .

8.3 PARAMETRES GEOTECHNIQUES

Cet ouvrage sera calculé en adoptant les hypothèses de sol suivantes :

Nature des sols	Base de la couche (m/TN)	Poids volumique humide (kN/m ³)	Poids volumique sec (kN/m ³)	Long terme		$\delta a / \varphi$	$\delta p / \varphi$
				c' (kPa)	φ' (degré)		
H1 - Limons	3.0/4.5	19	10	5	20	+0.66	-0.66
H2 - Schistes altérés	5.5	20	10	10	30	+0.66	-0.66
H3 - Schistes +/- altérés	>7	21	10	20	35	+0.66	-0.66

Ces données sont à confirmer à l'appui d'essais en laboratoire en phase G2 PRO.

Remarques :

Ces valeurs devront être impérativement confirmées dans les phases d'études ultérieures du projet.

La notion de court terme est imprécise et ne peut être utilisée que pour des phases de travaux très provisoires et non pour des ouvrages devant résister pendant la durée du chantier.

Si la méthode d'exécution du soutènement conduit à réaliser des butonnages à l'avancement du terrassement de la fouille, la poussée des terres à prendre en compte devra être déterminée en appliquant les méthodes relatives aux tranchées blindées.

Si l'ouvrage est dimensionné par un calcul élasto-plastique, les coefficients de réaction horizontaux et les autres paramètres nécessaires relatifs au sol pourront être déduits de sa géométrie réelle et des données du paragraphe « Synthèse géomécanique » par application des formules habituelles.

Le dimensionnement structurel des radiers et des couvertures, ainsi que la vérification des butons seront à réaliser par le BE Structure.

9. RESEAUX D'ASSAINISSEMENTS

9.1 TERRASSEMENTS ET BLINDAGE

Les remblais, la terre végétale, les limons schisteux pourront se terrasser à l'aide d'engins classiques de type pelle mécanique de moyenne à forte puissance.

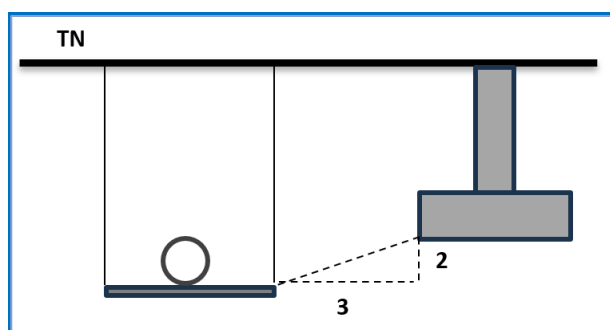
Les déblais au sein de l'horizon H2 (horizon provoquant le refus au droit de certains sondages) pourront nécessiter l'emploi d'engins ou de procédé spéciaux (pelle puissante, Brise Roche Hydraulique, ...)

Pour toute profondeur de tranchée supérieure à 1.30 m, un blindage des tranchées doit impérativement être prévu d'après le décret n°64-48 du 8 janvier 1965. La largeur de tranchée au fond, entre blindages, sera au minimum de 0.80 m ($0.20 \text{ m} + 2.00 \times 0.30 \text{ m}$).

Tout au long du tracé il faudra s'assurer de la bonne portance des terrains d'assises de la canalisation. Dans le cas de matériaux de mauvaise portance une purge et une substitution de ces matériaux pourra s'avérer nécessaire.

Des plus, il conviendra de faire attention à la présence d'éventuels réseaux le long du tracé lors des travaux.

Il conviendra de ne pas déstabiliser les ouvrages existants et de prendre des précautions lors des terrassements (soutènement parfaitement rigide, ouverture limitée de la tranchée, limitation des vibrations). On veillera à respecter une pente maximum de 3H/2V (3 horizontalement pour 2 verticalement) entre la base des fondations et le fond de fouille (notamment au niveau des raccordements).



Une vérification au non soulèvement du réseau devra être réalisée en phase G2PRO.

Toutes les dispositions nécessaires devront être prises afin d'éviter l'apparition de désordres au niveau des ouvrages existants (attention aux vibrations et aux affouillements).

9.2 MISE HORS D'EAU

Il est vivement recommandé de réaliser les travaux d'enfouissement de canalisation en période sèche.

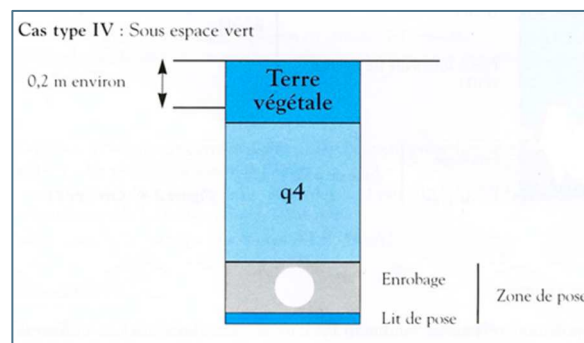
En fonction de la date de réalisation des terrassements, des côtes du projet et des arrivées d'eau dans les faciès superficiels par ruissellement, un pompage provisoire pourra s'avérer nécessaire, afin d'épuiser les venues d'eau et d'assécher les tranchées. Ce pompage pourra être exécuté en fond de tranchée par motopompe.

9.3 CAS TYPES DE REMBLAIS SUR RESEAUX

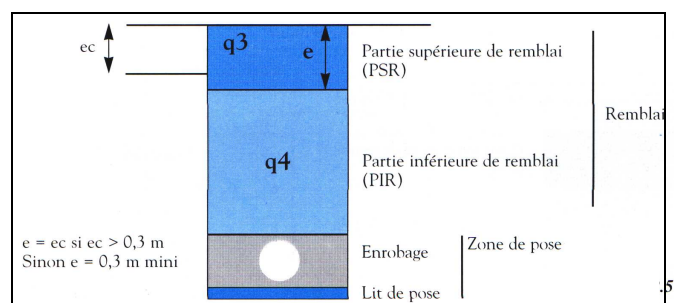
Les objectifs de densification et les croquis ci-dessous sont donnés selon les recommandations du Guide Technique pour le Remblayage des Tranchées et Réfection des Chaussées. Guide LCPC-SETRA de Mai 1994.

Quatre cas distincts peuvent se présenter sur le site :

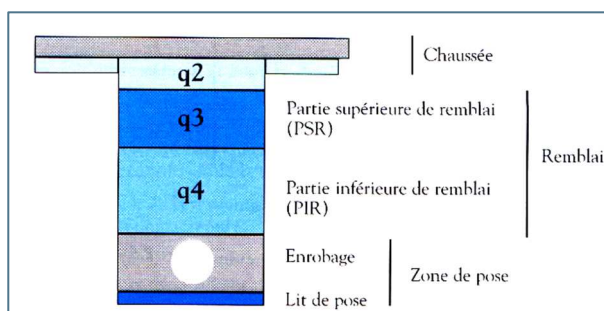
- **Canalisation sous espaces verts :** une **structure de type IV** sera retenue. Elle correspond à la figure donnée ci-dessous :



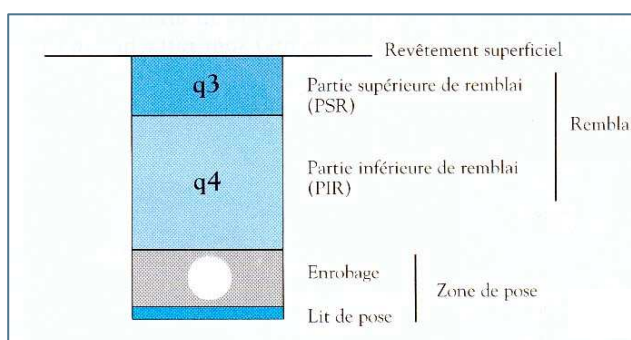
- **Canalisation sous accotements :** une **structure de type III** sera retenue. Elle correspond à la figure donnée ci-dessous :



- **Canalisation sous trottoir :** une **structure de type II** sera retenue. Elle correspond à la figure donnée ci-dessous :



- **Canalisation sous chaussée** : une **structure de type I** sera retenue. Elle correspond à la figure donnée ci-dessous :



Les passages sous l'accotement correspondent à la grande majorité du tracé.

Dans tous les cas :

- Le fond de tranchée sera compacté en deux passes de compacteurs de géométrie appropriée permettant d'assurer la stabilité et la planéité du fond de la tranchée.
- L'enrobage de la canalisation se fera par des matériaux comportant peu d'éléments grossiers, non argileux de manière à ne pas offrir d'entraînement hydraulique en cas de montée de nappe.
- Le matériau d'enrobage recouvrira la canalisation sur une hauteur comprise entre 10 cm minimum et 30 cm maximum.

9.4 MATERIAUX REUTILISABLES EN REMBLAI

Le niveau q4 correspondant à la partie inférieure du remblai non sollicitée par des charges lourdes, pourra être constitué par les matériaux cités dans le tableau en page suivante (après contrôle de leur état hydrique) :

Tableau 3.2 - Matériaux utilisables en remblayage de la partie inférieure de remblai

Objectif de densification **q4**

Appellation selon NF P 11-300 Sols	Symbole classification GTR	Assimilation pour le compactage
Sols fins	A1h ; A1m ; A1s ; A2h ; A2m ;	
Sols sableux et graveleux avec fines	B1 ; B2h ; B2m ; B2s ; B3 ; B4h ; B4m ; B4s ; B5h ; B5m ; B5s ; B6h ; B6m ;	
Sols comportant des fines et des gros éléments	C1A1h ; C1A1m ; C1A2h ; C1A2m ; C2A1h ; C2A1m ; C2A2h ; C2A2m ; C1B2h ; C1B2m ; C1B4h ; C1B4m ; C1B5h ; C1B5m ; C1B6h ; C1B6m ; C2B2h ; C2B2m ; C2B4h ; C2B4m ; C2B5h ; C2B5m ; C2B6h ; C2B6m	
Sols comportant des fines (non argileuses) et des gros éléments	C1B1 ; C1B3 ; C2B1 ; C2B3	
Sols insensibles à l'eau	D1 ; D2 ; D3	
Appellation selon NF P 11-300 Matériaux rocheux	Symbole classification GTR	Assimilation pour le compactage
Craies	R11 ; R12h ; R12m ; R13h ; R13m	
Calcaires rocheux divers	R21 ; R22 ; R23	R22 et R23 assimilés à C2B4
Roches siliceuses*	R41 ; R42 ; R43	R42 assimilé à C2B4 ; R43 assimilé à C1B1
Roches magmatiques et métamorphiques	R61 ; R62 ; R63 ;	R62 et R63 assimilés à C2B4
Appellation selon NF P 11-300 Sous-produits industriels	Symbole classification GTR	Assimilation pour le compactage
Cendres volantes et cendres de foyer silico-alumineuses de centrales thermiques	F2h ; F2m ; F2s	F2 assimilé à A1
Schistes houillers	F31 ; F32 ;	F31 et F32 assimilés à D3
Schistes des mines de potasse	F41 ;	F41 assimilé à B5
Mâchefers d'incinération des ordures ménagères	F61 ; F62 ;	F61 et F62 assimilés à B4
Matériaux de démolition	F71 ;	F71 assimilé à C2B4
Laitiers de haut-fourneau	F8 ;	fonction du type d'obtention
Matériaux d'apport élaborés	Difficulté de compactage	
Matériaux élaborés	DC1, DC2, DC3	

Les matériaux mis en œuvre en niveau q4 devront répondre aux exigences de compactage suivantes :

- Densité sèche moyenne de la couche $\geq 95\%$ d_{OPN}
- Densité sèche en fond de couche $\geq 92\%$ d_{OPN}

L'épaisseur du niveau q4 est fonction de la hauteur de la tranchée et des épaisseurs des niveaux q3 et q2. Dans la mesure où l'épaisseur du niveau q4 ne dépasserait pas 0.15 m, le remblai serait obligatoirement réalisé avec le même matériau que celui de la partie supérieure du remblai.

Le niveau q3 correspond à la partie supérieure du remblai subissant des sollicitations dues à l'action du trafic ou au revêtement de la chaussée en cas d'absence de charges lourdes.

Seuls les matériaux cités dans le tableau en page suivante pourront entrer dans la constitution du niveau q3 :



Appellation selon NF P 11-300 Sols	Symbole classification GTR	Assimilation pour le compactage
Sols sableux et graveleux avec fines (non argileuses)	B1 ; B3	
Sols comportant des fines (non argileuses) et des gros éléments	C1B1 ; C1B3 ; C2B1 ; C2B3 C2B1 ; C2B3 C1B4 ; C2B4 après élimination de la fraction, fine 0/d	
Sols insensibles à l'eau	D1 ; D2 ; D3	
Appellation selon NF P 11-300 Matériaux rocheux	Symbole classification GTR	Assimilation pour le compactage
Craies	R11	
Calcaires rocheux divers	R21 ; R22	R22 assimilé à C2B4
Roches siliceuses*	R41 ; R42 ;	R42 assimilé à C2B4
Roches magmatiques et métamorphiques	R61 ; R62 ;	R62 assimilé à C2B4
Appellation selon NF P 11-300 Sous-produits industriels	Symbole classification GTR	Assimilation pour le compactage
Schistes houillers	F31	F31 assimilé à D3
Mâchefers d'incinération des ordures ménagères	F61 ; F62 Se référer à la réglementation pour l'utilisation	F61 et F62 assimilés à B4
Matériaux de démolition	F71	F71 assimilé à C2B4
Laitiers de haut-fourneau	F8	fonction du type d'obtention
Matériaux d'apport élaborés	Difficulté de compactage	
Matériaux élaborés	DC1, DC2, DC3	

Les matériaux mis en œuvre en niveau q3 devront répondre aux exigences de compactage suivantes :

- ☞ Densité sèche moyenne de la couche $\geq 98,5\%$ d_{OPN}
- ☞ Densité sèche en fond de couche $\geq 96\%$ d_{OPN}

Des contrôles à la plaque ou à la Dynaplaque permettront de vérifier qu'une portance de 50 MPa minimum est obtenue en surface du niveau q3.

Les matériaux utilisés en q3 ne devront pas présenter de « sensibilité à l'eau » soit dans leur état naturel soit après leur avoir fait subir un traitement approprié.

L'épaisseur du niveau q3 à mettre en œuvre est fonction du trafic. Celle-ci est donc comprise entre 0.30 m minimum pour un trafic faible et supérieur à 0.60 m pour un trafic fort.

Le niveau q2 s'applique aux couches de chaussées.

Ce niveau correspondra à une réfection de voirie qui ne pourra être définie qu'en fonction de la classe de trafic retenue pour la voirie.

Pour les préconisations de remblayage des tranchées, l'entreprise se reportera au guide technique de remblayage des tranchées édité par le SETRA & LCPC.

10. ALEAS ET RISQUES RESIDUELS

La présente étude s'inscrit dans le cadre d'une étude géotechnique de conception phase avant-projet (mission G2 AVP). Conformément à la norme sur les missions géotechniques, il conviendra de poursuivre les études géotechniques par une mission de type G2 PRO et G2 DCE / ACT afin d'assister le maître d'ouvrage dans le choix de l'entreprise de travaux.

Cette étude comprendra des investigations et essais complémentaires à définir selon les caractéristiques précises du projet (charge, calage altimétrique). Au minimum, un suivi piézométrique et des essais de cisaillement sont à prévoir.

Toute anomalie (indice de cavité, présence des remblais, d'anciens vestiges, etc.) devra être signalée à INFRANEO pour éventuelles adaptations ou missions de diagnostic supplémentaires.

De manière générale, des contrôles sont préconisés sur tous les chantiers en phase travaux (fond de fouille, remblayage) ; ces contrôles s'intégreront dans le cadre du suivi de chantier (mission G3 ou G4).

11. CONDITIONS CONTRACTUELLES

- Le présent rapport et ses annexes constituent un tout indissociable. La mauvaise utilisation qui pourrait être faite suite à une communication ou reproduction partielle ne saurait engager INFRANEO.
- Des modifications dans l'implantation, la conception ou l'importance de la construction ainsi que dans les hypothèses prises en compte et en particulier dans les indications de la partie "Présentation" du présent rapport peuvent conduire à des remises en cause des prescriptions. Une nouvelle mission devra alors être confiée à INFRANEO afin de réadapter ces conclusions ou de valider par écrit le nouveau projet.
- De même, des éléments nouveaux mis en évidence lors de l'exécution des fondations et n'ayant pu être détectés au cours des reconnaissances de sol (exemple : hétérogénéité localisée, venues d'eau, etc.) peuvent rendre caduques certaines des recommandations figurant dans le rapport.
- Les reconnaissances de sol procèdent par sondages ponctuels, les résultats ne sont pas rigoureusement extrapolables à l'ensemble du site. Il persiste des aléas (exemple : hétérogénéité locale) qui peuvent entraîner des adaptations tant de la conception que de l'exécution qui ne sauraient être à la charge du géotechnicien.
- Ce rapport vient clôturer la mission G2 AVP qui nous a été confiée pour cette affaire.

Cette étude géotechnique d'avant-projet ne peut en aucun cas être utilisée comme document de conception au stade exécution. Nous attirons l'attention du Maître d'Ouvrage sur la nécessité de réaliser les missions successives G2 PRO, G2 DCE/ACT, G3 (à la charge de l'entrepreneur) et G4 dans l'enchaînement prévu par la norme NF P 94-500.

INFRANEO reste entièrement à la disposition du Maître d'Ouvrage pour la réalisation de ces missions en phase de conception puis d'exécution.

ANNEXES

ANNEXE 1 :

CONDITIONS GENERALES DE VENTE ET D'EXECUTION DES PRESTATIONS

1. DEVIS

Sauf indications contraires, nos devis ne nous engagent que pendant la période de 2 mois qui suit la date de leur établissement. Dans le cas de devis à prix forfaitaire, les prix unitaires et les quantités sont forfaitaires, nos prestations et fournitures étant expressément limitées aux quantités prévues au devis ; dans le cas de devis quantitatif estimatif, seuls les prix unitaires sont forfaitaires, la facturation étant établie sur la base des quantités d'essais ou d'opérations effectivement réalisées et des matériels ou matières réellement fournis.

2. COMMANDE

Toute demande de prestations doit faire l'objet d'une commande en bonne et due forme établie par le donneur d'ordres. En règle générale, les prestations ne seront entreprises qu'après réception de la commande qui devra comporter : a) un numéro b) la date c) la désignation des prestations d) l'identité et la qualité du signataire e) le destinataire des résultats (ou de la fourniture) f) les coordonnées complètes de facturation. Dans les cas exceptionnels, à la demande expresse du client, les prestations pourront être entreprises sans délai (procédure d'urgence) mais la demande devra être confirmée dans les 24 heures par une commande en bonne et due forme. Toute commande implique l'acceptation par le donneur d'ordres des présentes conditions générales. Aucune clause contraire même si elle figure sur les documents de commande ou les conditions générales du donneur d'ordres ne nous est opposable en l'absence d'accord écrit de notre part. Dans le cas où le donneur d'ordres et le destinataire de la facturation sont des personnes différentes, le premier est responsable, en dernier ressort, du règlement de la note d'honoraires, sauf s'il fournit préalablement à l'exécution de la commande un engagement écrit du second acceptant de régler le montant de la prestation.

3. ECHANTILLONS-PRODUITS-CORPS D'EPREUVES

Le donneur d'ordres doit mettre à notre disposition les échantillons, produits et corps d'épreuves nécessaires à l'exécution de la prestation, le port étant à sa charge. Nous ne sommes en aucun cas responsables de la détérioration des produits du seul fait des expérimentations qui nous sont demandées, non plus que de leur transport. Sauf demande expresse du client formulée lors de la commande, les échantillons, produits ou corps d'épreuve ne sont pas conservés après l'envoi des résultats. En cas de demande de conservation dans nos laboratoires, des frais de stockage seront facturés au client.

4. INTERVENTIONS HORS LABORATOIRE

En cas d'investigation sur site ou sur ouvrage, nous déclinons toute responsabilité quant aux dégâts occasionnés sur les réseaux, câbles ou canalisations dont la présence ne nous aurait pas été signalée par écrit. Les formalités éventuellement nécessaires ou les arrêtés autorisant l'accès sur les sites doivent nous être signifiés au moment du devis, faute de quoi nos prix et délais seraient sujets à ajustement. Certaines interventions peuvent entraîner d'inévitables dommages notamment sur l'ouvrage ausculté et sur les sites d'intervention. Les remises en état, indemnités ou réparations correspondantes sont à la charge du donneur d'ordres.

5. COMMUNICATION ET UTILISATION DES RESULTATS DE NOS PRESTATIONS

Les résultats de nos prestations sont consignés dans des procès-verbaux, comptes-rendus ou rapports qui sont établis en deux exemplaires destinés au client (dont un exemplaire sous format informatique). Tout exemplaire papier supplémentaire fait l'objet d'une facturation. Ces documents sont transmis au donneur d'ordres (ou à toute personne expressément désignée à la commande) à l'exclusion de tout autre tiers, sauf accord préalable écrit du donneur d'ordres. Aucun résultat ne peut être donné, même oralement, en l'absence d'une commande en bonne et due forme. Aucune modification ou altération ne pourra être portée à ces documents après leur communication sans notre accord écrit, le double en notre possession faisant foi. La reproduction d'un document établi par ESIRIS NO n'est autorisée que sous sa forme intégrale et conforme à l'original. Toute autre forme de référence aux prestations réalisées par ESIRIS NO doit faire l'objet d'un accord préalable de notre organisme. Toute utilisation des résultats communiqués par ESIRIS NO tendant à créer une équivoque auprès de tiers pourra donner lieu à poursuites conformément aux dispositions légales et réglementaires en vigueur.

6. DELAIS

Les délais de nos prestations (ou livraisons) sont donnés à titre indicatif. Aucune pénalité pour retard ne peut nous être appliquée sauf stipulation contraire dûment acceptée.

7. RESERVE DE PROPRIETE

Les obligations contractuelles réciproques sont remplies dès lors que les résultats ont été communiqués au client (ou que le matériel lui a été livré) et que le client a versé intégralement le prix des prestations (ou des fournitures). De convention expresse, les résultats d'essais, d'études ou de contrôles restent la propriété d'ESIRIS NO tant que le client n'a pas payé le prix convenu. Le défaut de paiement interdit tout transfert de propriété à des tiers et, à partir de la date d'échéance, rend abusive toute exploitation technique ou commerciale, qu'elle soit le fait du client ou de tiers. En cas de fourniture de matériel, celui-ci reste la propriété exclusive d'ESIRIS NO, quel que soit le détenteur, jusqu'au complet règlement de la facture par le client (loi 80 395 du 12.05.1980).

8. PROPRIETE INDUSTRIELLE

Lorsque des essais, études, recherches menées par ESIRIS NO conduisent à des inventions, les modalités de leur propriété et de la concession des licences correspondantes sont obligatoirement réglées par un contrat spécifique négocié à cet effet. Les spécifications et informations techniques, modes opératoires, notes et programmes de calcul, procédés, appartenant en propre à ESIRIS NO et issus des travaux, essais, recherches et développements effectués par ESIRIS NO, constituent son savoir-faire et doivent toujours être considérés par la personne à laquelle ils sont communiqués, à l'occasion d'un devis ou d'une consultation, comme strictement confidentiels et couverts par le secret. Le donneur d'ordres de ESIRIS NO s'interdit formellement toute reproduction et/ou communication non autorisées par écrit à des tiers, tant par lui-même, que par ses préposés ou toute personne liée avec lui par contrat.

9. RESPONSABILITES

ESIRIS NO assume, outre ses obligations contractuelles, la responsabilité civile et professionnelle de droit commun relative à ses prestations ainsi que, le cas échéant, la responsabilité des constructeurs édictée par les articles 1792 et 2270 du Code Civil. Il garantit que ses interventions sont conformes aux spécifications techniques en usage et sont réalisées suivant les règles de l'art. Sa responsabilité est celle d'un prestataire de services intellectuels assujéti à une obligation de moyens. De convention expresse la responsabilité d'ESIRIS NO est soumise aux limitations suivantes :

A) ESIRIS NO ne peut être rendu responsable des modifications apportées aux solutions qu'il a préconisées que dans la mesure où il aurait donné par écrit son accord sur lesdites modifications. Certaines conclusions et prescriptions de ses rapports d'étude peuvent se trouver modifiées en cas de changements dans l'implantation, la conception ou l'importance des ouvrages par rapport aux données de l'étude.

B) la responsabilité d'ESIRIS NO ne peut être retenue que dans les limites de la mission qui lui a été confiée; les résultats se rapportant à des essais, études ou contrôles ponctuels ne peuvent être extrapolés à l'ensemble d'un ouvrage (voire à une partie d'ouvrage) ou à un matériel complexe sans un examen approfondi de la question (représentativité des échantillons, homogénéité des composants, conditions d'exploitation de l'ouvrage ou du matériel ...) qui doit faire l'objet d'une demande spécifique du client.

C) La responsabilité d'ESIRIS NO ne peut être recherchée pour des dommages résultant d'erreurs, d'omissions ou d'imprécisions dans les documents remis par le client ou par des tiers à sa demande.

D) Les dispositions des Normes AFNOR P03-001 & P03-002 (dernières éditions) non contraires aux présentes conditions générales, sont utilisées, en cas de besoin, comme documents contractuels complémentaires.

E) ESIRIS NO est garanti au titre de sa responsabilité civile et professionnelle auprès de SMA COURTAGE – 8, rue Louis Armand – CS 17201 – 75738 PARIS CEDEX 15.

Police Responsabilité Civile N°F26640J 7352 000 /002 100546/0.

10. CONDITIONS FINANCIERES

Tous nos prix sont établis hors taxes ; ils sont majorés des taxes en vigueur, à la charge du client. La T.V.A. est acquittée sur les encaissements. La procédure d'urgence, lorsqu'elle entraîne pour ESIRIS NO des sujétions particulières, peut donner lieu à une majoration des prix courants. Sauf stipulation contraire dûment précisée et justifiée à la commande, nos interventions sont facturées au donneur d'ordres. Les factures doivent être réglées par chèque ou virement bancaire à trente jours fin de mois de la date de facturation ou par traite acceptée à même échéance, sous déduction de l'acompte correspondant de 30 % à la commande lorsque le donneur d'ordre est un particulier, une société privée, une SCI ou assimilés.

Toute prestation dont le délai de réalisation dépasse deux mois fait obligatoirement l'objet de facturations intermédiaires et mensuelles. Toute somme non payée à l'échéance porte de plein droit intérêt à cinq fois le taux de l'intérêt légal. Lorsque le crédit du client se détériore, nous nous réservons le droit, même après exécution partielle d'une commande, d'exiger du client les garanties que nous jugeons convenables en vue de la bonne exécution des engagements pris. Le refus d'y satisfaire nous donne le droit d'annuler tout ou partie de la commande. Aucune facturation ne pourra être contestée après 30 jours après son émission. Le non paiement d'une seule facture à son échéance rend exigible de plein droit le solde dû sur toutes les autres factures majorées de tous frais de recouvrement avec un minimum de 500€ HT.

Nous attirons l'attention sur la particularité des agences ESIRIS, ces dernières sont toutes indépendantes, et donc financièrement dissociable. Les règlements, dans le cas de virement bancaire, devront donc être effectués sur le(s) compte(s) correspondant aux indications figurants au bas des factures émises.

11. ATTRIBUTION DE JURIDICTION

Dans toute contestation d'ordre contractuel se rapportant aux prestations effectuées en France, le Tribunal d'EVRY sera seul compétent.

Les contestations d'ordre contractuel concernant les prestations effectuées à l'étranger seront tranchées suivant le règlement de conciliation et d'arbitrage de la Chambre de Commerce Internationale par un ou plusieurs arbitres nommés conformément à ce règlement ; l'arbitrage aura lieu à Paris.

ANNEXE 2 :

CONDITIONS GENERALES DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE



1. Cadre de la mission

Par référence à la norme NF P 94-500 sur les missions d'ingénierie géotechnique (en particulier tableaux 1 et 2 ci-après joints à toute offre et à tout rapport), il appartient au maître d'ouvrage et à son maître d'œuvre de veiller à ce que toutes les missions d'ingénierie géotechnique nécessaires à la conception puis à l'exécution de l'ouvrage soient engagées avec les moyens opportuns et confiées à des hommes de l'Art. L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique suit la succession des phases d'élaboration du projet, chacune de ces missions ne couvrant qu'un domaine spécifique de la conception ou de l'exécution. En particulier :

- ↳ Les missions d'étude géotechnique préalable (G1), d'étude géotechnique de conception (G2), d'étude et suivi géotechniques d'exécution (G3), de supervision géotechnique d'exécution (G4) sont réalisées dans l'ordre successif,
- ↳ Exceptionnellement, une mission confiée à notre société peut ne contenir qu'une partie des prestations décrites dans la mission type correspondante après accord explicite, le client confiant obligatoirement le complément de la mission à un autre prestataire spécialisé en ingénierie géotechnique,
- ↳ L'exécution d'investigations géotechniques engage notre société uniquement sur la conformité des travaux exécutés à ceux contractuellement commandés et sur l'exactitude des résultats qu'elle fournit,
- ↳ Toute mission d'ingénierie géotechnique n'engage notre société sur son devoir de conseil que dans le cadre strict, d'une part, des objectifs explicitement définis dans notre proposition technique sur la base de laquelle la commande et ses avenants éventuels ont été établis, d'autre part, du projet du client décrit par les documents graphiques ou plans cités dans le rapport,
- ↳ Toute mission d'étude géotechnique préalable, d'étude géotechnique de conception phase AVP / PRO ou de diagnostic géotechnique exclut tout engagement de notre société sur les quantités, coûts et délais d'exécution des futurs ouvrages géotechniques. De convention expresse, la responsabilité de notre société ne peut être engagée que dans l'hypothèse où la mission suivante d'étude géotechnique de conception phase DCE / ACT lui est confiée,
- ↳ Une mission d'étude géotechnique de conception G2 phase PRO engage notre société en tant qu'assistant technique à la maîtrise d'œuvre dans les limites du contrat fixant l'étendue de la mission et la (ou les) partie(s) d'ouvrage(s) concerné(s).

La responsabilité de notre société ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission d'ingénierie géotechnique objet du rapport. En particulier, toute modification apportée au projet ou à son environnement nécessite la réactualisation du rapport géotechnique dans le cadre d'une nouvelle mission.

2. Recommandations

Il est précisé que l'étude géotechnique repose sur une investigation du sol dont la maille ne permet pas de lever la totalité des aléas toujours possibles en milieu naturel. En effet, des hétérogénéités, naturelles ou du fait de l'homme, des discontinuités et des aléas d'exécution peuvent apparaître compte tenu du rapport entre le volume échantillonné ou testé et le volume sollicité par l'ouvrage, et ce d'autant plus que ces singularités éventuelles peuvent être limitées en extension. Les éléments géotechniques nouveaux mis en évidence lors de l'exécution, pouvant avoir une influence sur les conclusions du rapport, doivent immédiatement être signalés à l'ingénierie géotechnique chargée de l'étude et du suivi géotechniques d'exécution (mission G3) afin qu'elle en analyse les conséquences sur les conditions d'exécution, voire la conception de l'ouvrage géotechnique.

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 validation à chaque étape suivante de la conception ou de l'exécution. En effet, un tel caractère évolutif peut remettre en cause ces recommandations notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant leur mise en œuvre.

3. Rapport de la mission

Le rapport géotechnique constitue le compte rendu de la mission d'ingénierie géotechnique définie par la commande au titre de laquelle il a été établi et dont les références sont rappelées en tête. A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du rapport géotechnique fixe la fin de la mission.

Un rapport géotechnique et toutes ses annexes identifiées constituent un ensemble indissociable. Les deux exemplaires de référence en sont les deux originaux conservés : un par le client et le second par notre société. Dans ce cadre, toute autre interprétation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle ne saurait engager la responsabilité de notre société. En particulier l'utilisation même partielle de ces résultats et conclusions par un autre maître d'ouvrage ou par un autre constructeur ou pour un autre ouvrage que celui objet de la mission confiée ne pourra en aucun cas engager la responsabilité de notre société et pourra entraîner des poursuites judiciaires.

4. Classification et enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique

Tout ouvrage est en interaction avec son environnement géotechnique. C'est pourquoi, au même titre que les autres ingénieries, l'ingénierie géotechnique est une composante de la maîtrise d'œuvre indispensable à l'étude puis à la réalisation de tout projet.

Le modèle géologique et le contexte géotechnique général d'un site, définis lors d'une mission géotechnique préliminaire, ne peuvent servir qu'à identifier des risques potentiels liés aux aléas géologiques du site. L'étude de leurs conséquences et leur réduction éventuelle ne peut être faite que lors d'une mission géotechnique au stade de la mise au point du projet : en effet, les contraintes géotechniques de site sont conditionnées par la nature de l'ouvrage et variables dans le temps, puisque les formations géologiques se comportent différemment en fonction des sollicitations auxquelles elles sont soumises (géométrie de l'ouvrage, intensité et durée des efforts, cycles climatiques, procédés de construction, phasage des travaux notamment).

L'ingénierie géotechnique doit donc être associée aux autres ingénieries, à toutes les étapes successives d'étude et de réalisation d'un projet, et ainsi contribuer à une gestion efficace des risques géologiques afin de fiabiliser le délai d'exécution, le coût réel et la qualité des ouvrages géotechniques que comporte le projet.

L'enchaînement et la définition synthétique des missions types d'ingénierie géotechnique sont donnés dans les tableaux 1 et 2. Les éléments de chaque mission sont spécifiés dans les chapitres 7 à 9. Les exigences qui y sont présentées sont à respecter pour chacune des missions, en plus des exigences générales décrites au chapitre 5 de la présente n01me. L'objectif de chaque mission, ainsi que ses limites, sont rappelés en tête de chaque chapitre. Les éléments de la prestation d'investigations géotechniques sont spécifiés au chapitre 6.



Extrait NF P 94-500—Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

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

Extrait NF P 94-500-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.

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRELABLE (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 Etude de Site (ES)

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

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

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

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

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

Phase Avant-projet (AVP)

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

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

Phase Projet (PRO)

Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

Phase DCE/ACT

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

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

Extrait NF P 94-500-Classification des missions d'ingénierie géotechnique (suite)

ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)

ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT. Elle comprend deux phases interactives :

Phase Étude

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).
- Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.

Phase Suivi

- Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO)

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et suivi géotechniques d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend deux phases interactives :

Phase Supervision de l'étude d'exécution

- Donner un avis sur la pertinence des hypothèses géotechniques de l'étude géotechnique d'exécution, des dimensionnements et méthodes d'exécution, des adaptations ou optimisations des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, du plan de contrôle, du programme d'auscultation et des valeurs seuils.

Phase Supervision du suivi d'exécution

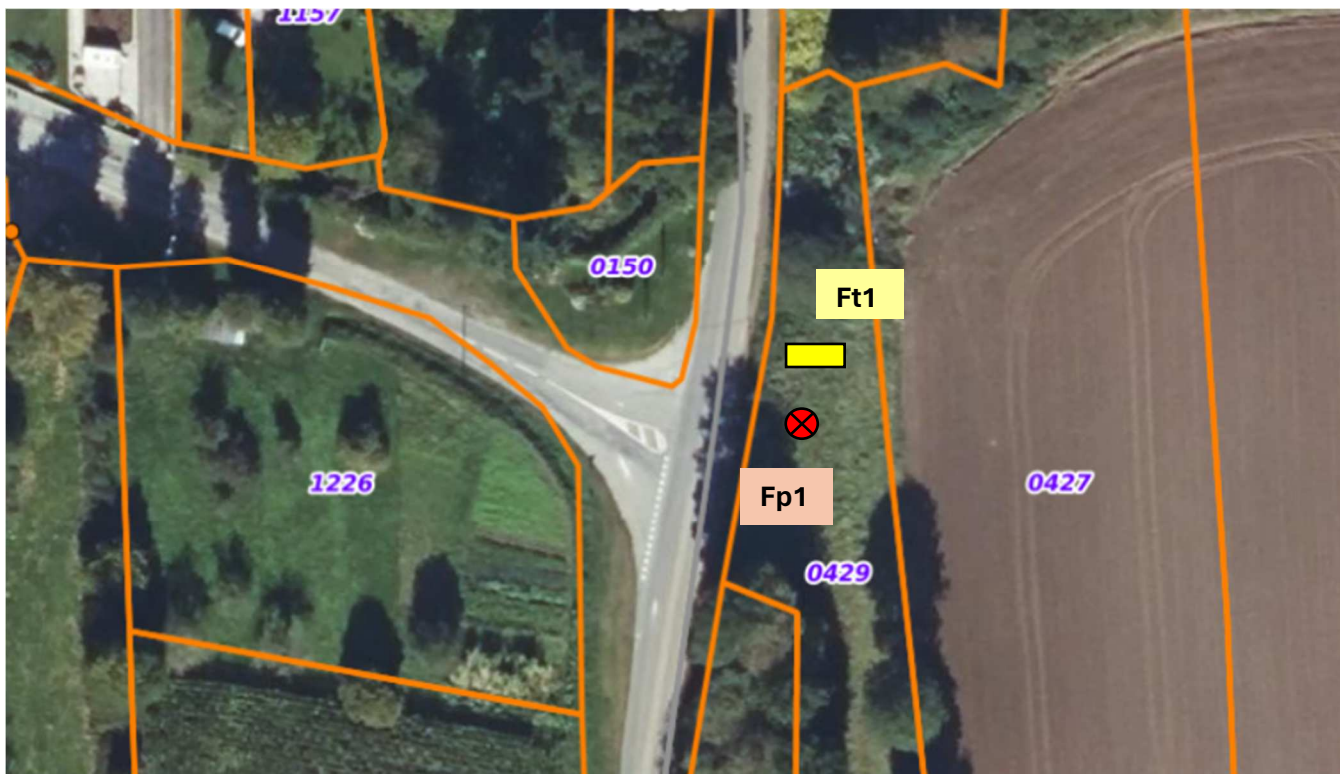
- Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3).
- Donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.


DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)


Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.

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

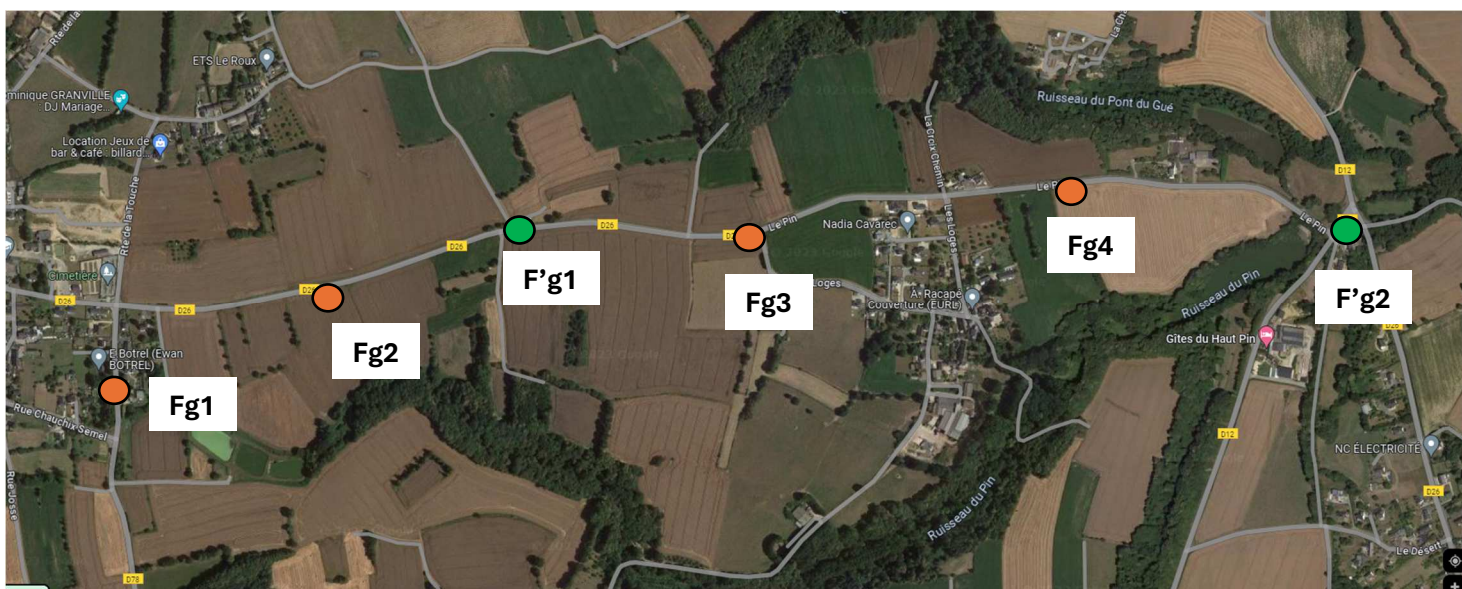
ANNEXE 3 : PLAN SCHEMATIQUE D'IMPLANTATION DES SONDAGES



 Fouille à la pelle mécanique

 Sondage pressiométrique

PLAN D'IMPLANTATION – Transfert St Carné Station



 Tarière à 2.0 m

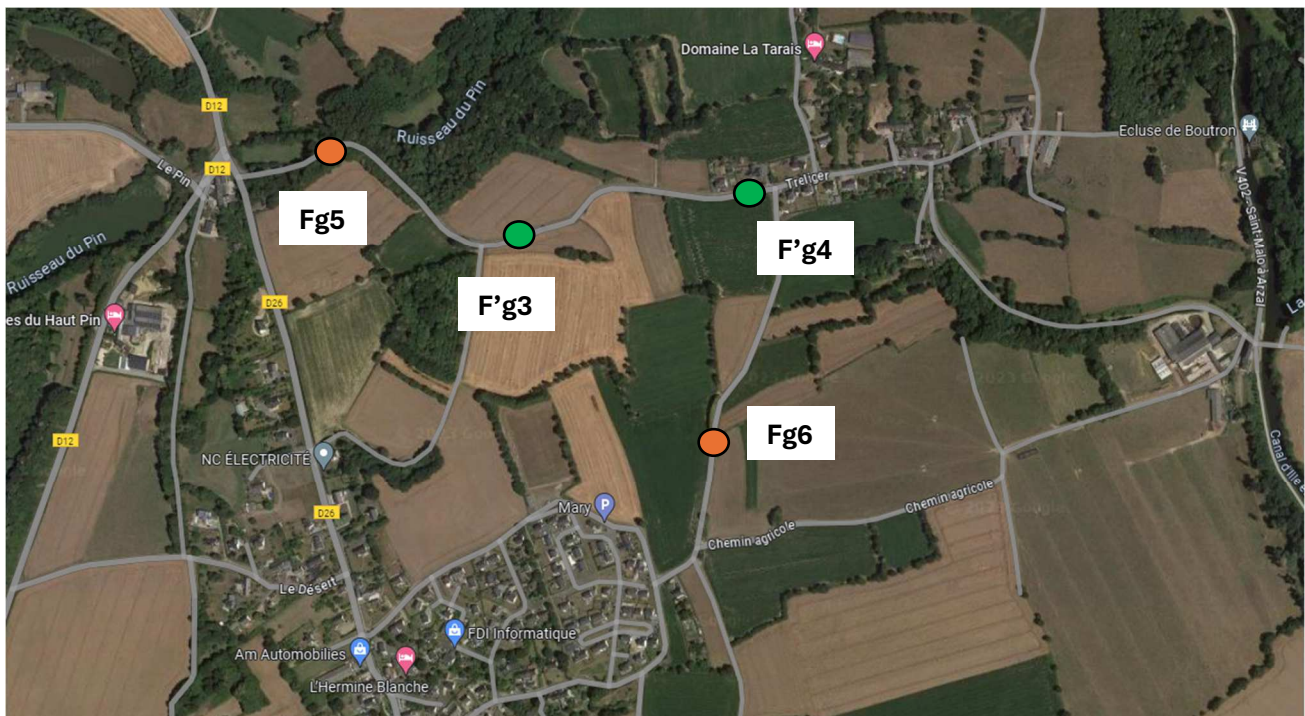
 Tarière à 4.0 m

PLAN D'IMPLANTATION - PR Lagune Calorguen



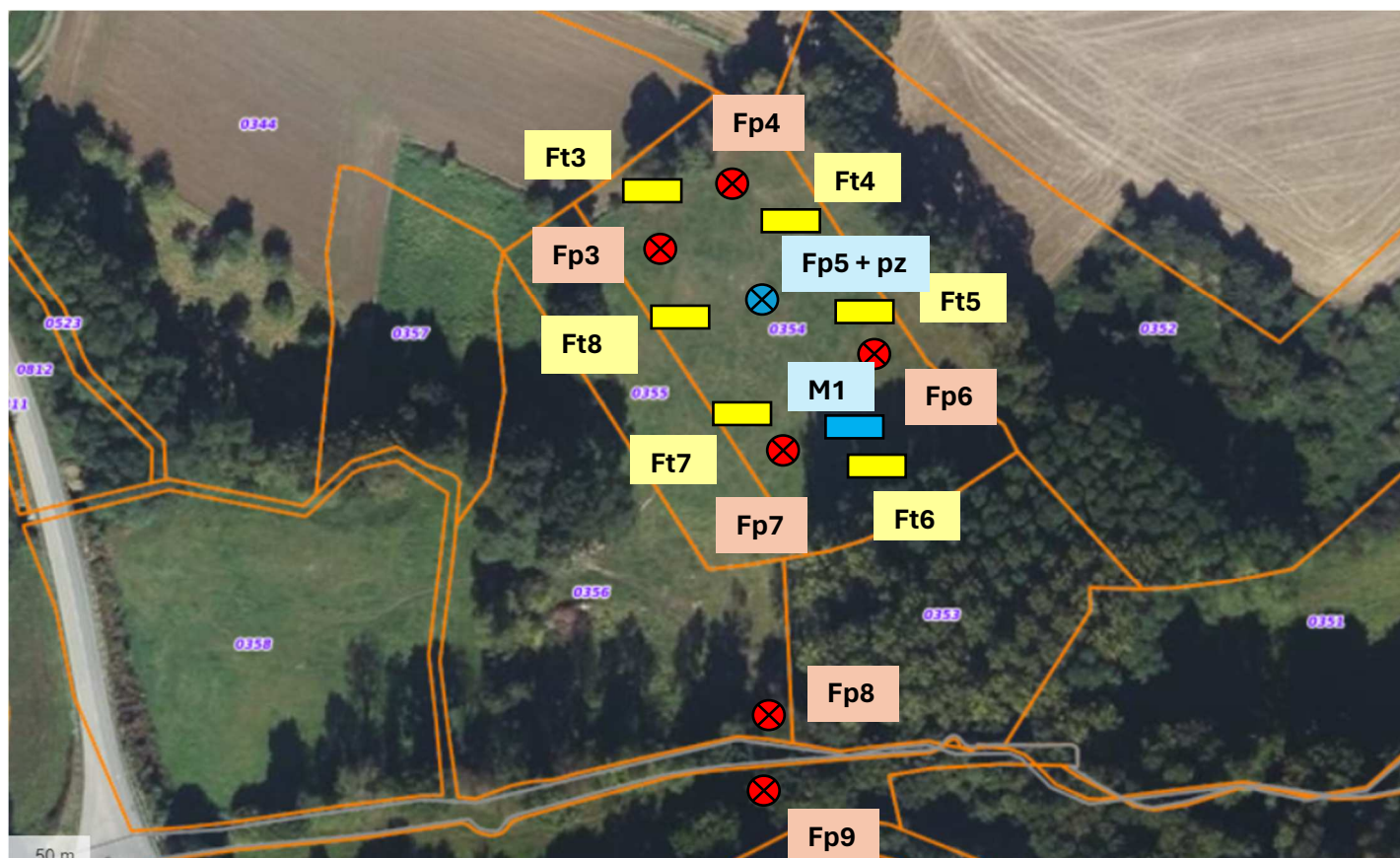
- Fouille à la pelle mécanique
- ✕ Sondage pressiométrique

PLAN D'IMPLANTATION – Transfert Calorguen Station



- Tarière à 2.0 m
- Tarière à 4.0 m

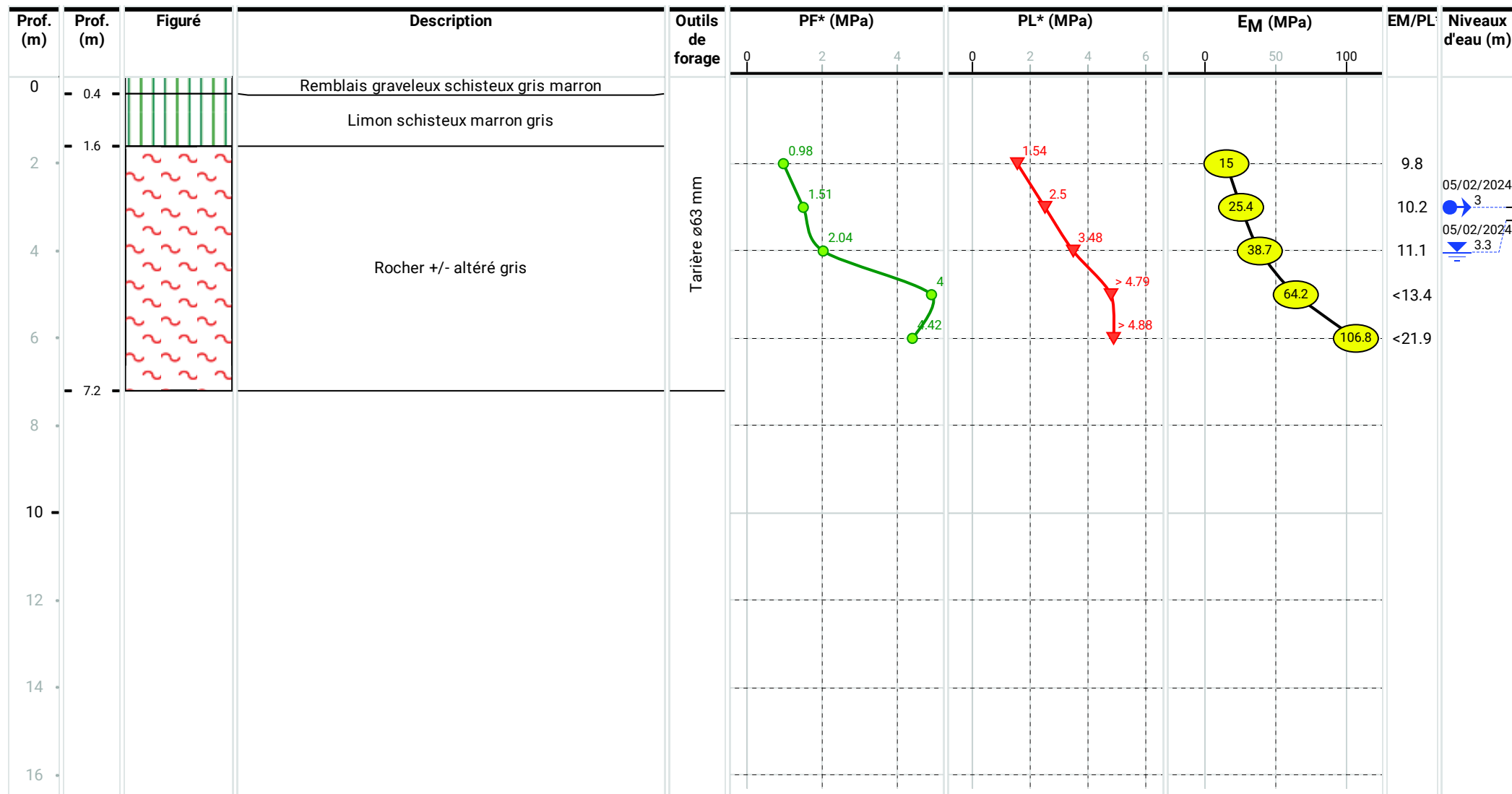
PLAN D'IMPLANTATION - Station



- Fouille à la pelle mécanique
- X Sondage pressiométrique
- X Sondage pressiométrique + piézomètre
- Fouille à la pelle mécanique + MATSUO

ANNEXE 4 :

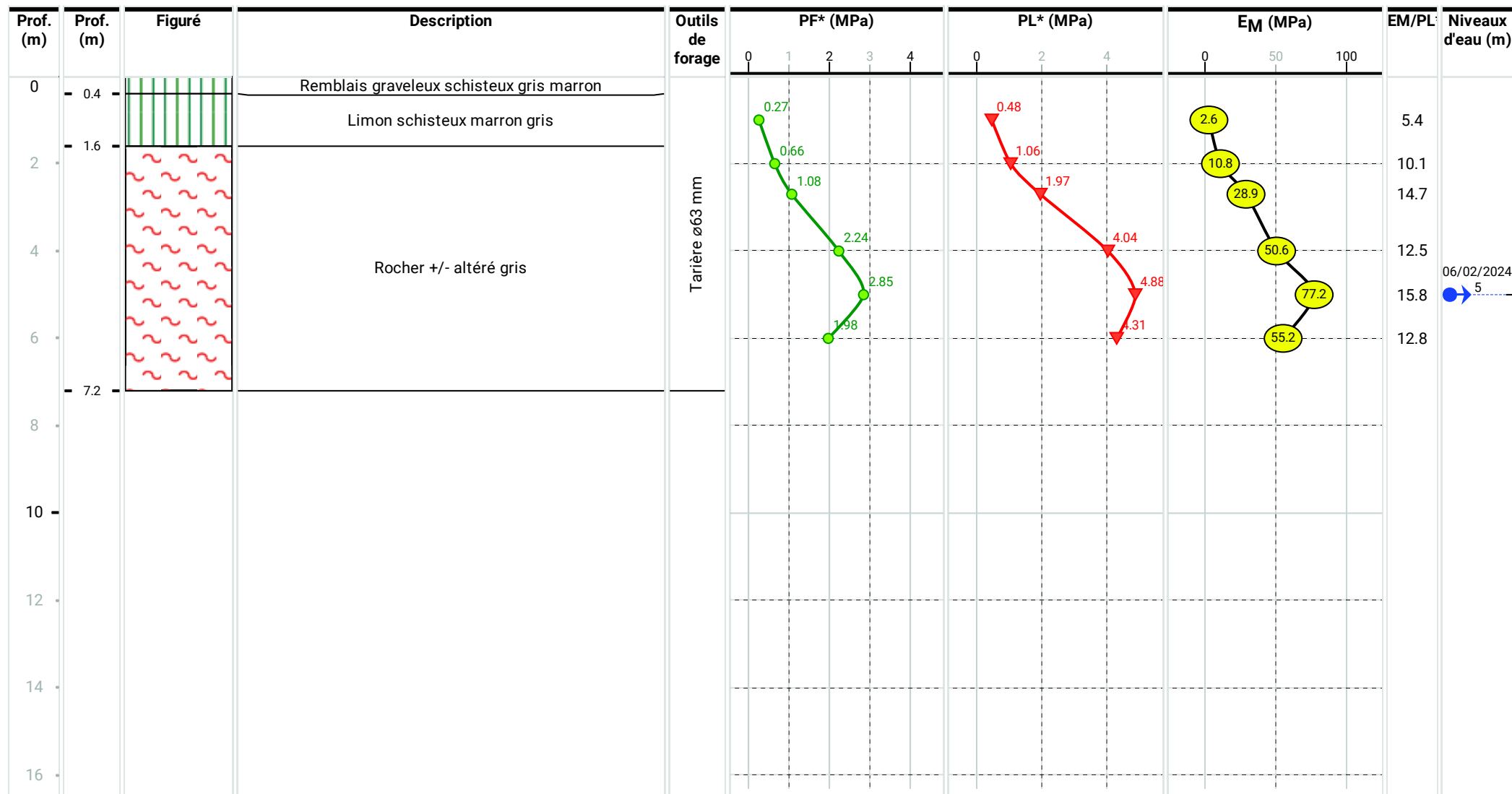
COUPES DES SONDAGES ET RESULTATS DES ESSAIS

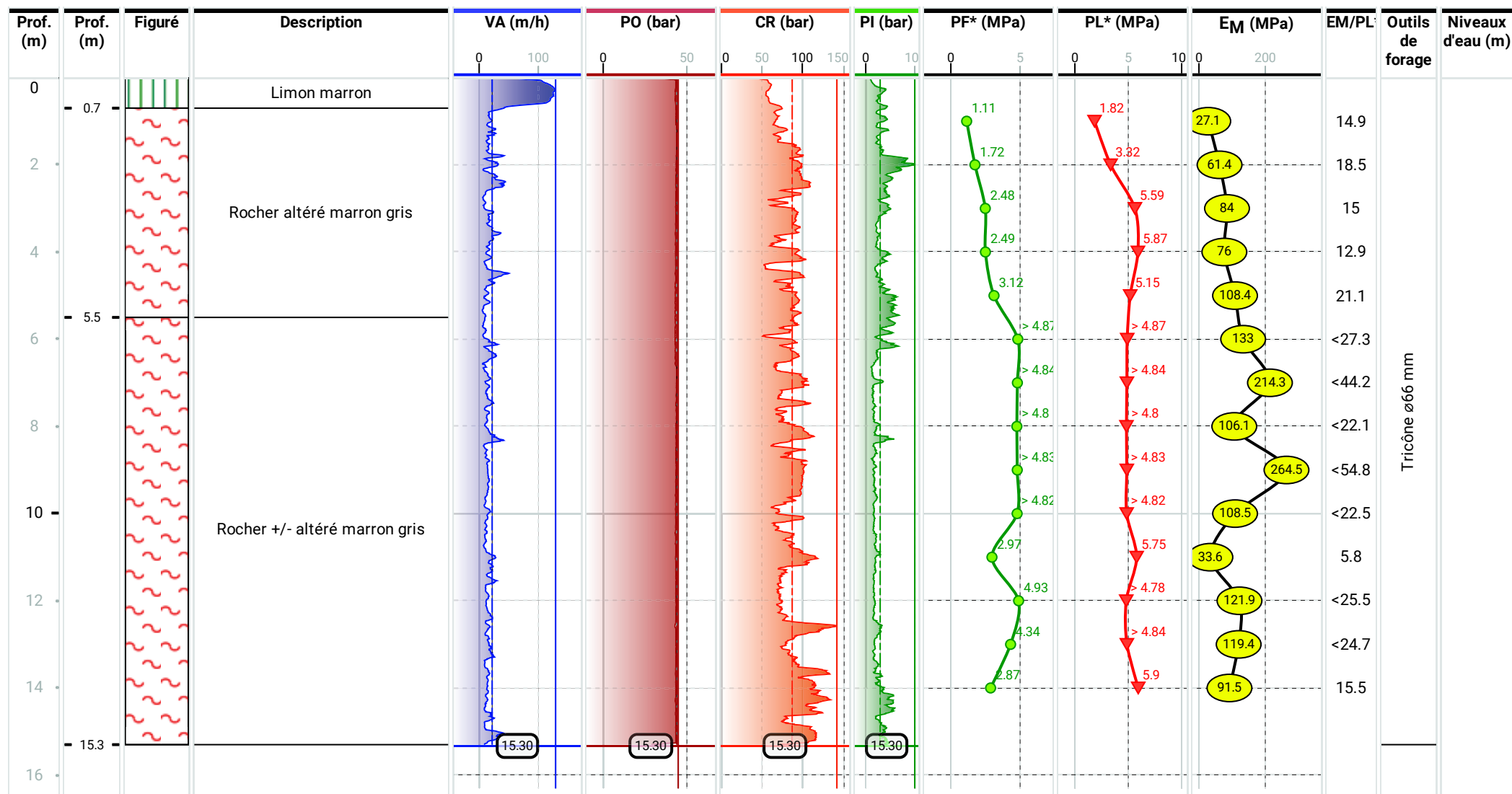


Forage
Fp2
 Dossier
 NA23-1-002
 Chantier
 Saint Carné/Calorguen (22)
 Client

Paramètres de forage

Date de début
 06/02/2024
 Date de fin
 06/02/2024
 Altitude GPS
 X
 Y







Fp4

NA23-1-002

Saint Carné/Calorguen (22)

Client

Paramètres de forage

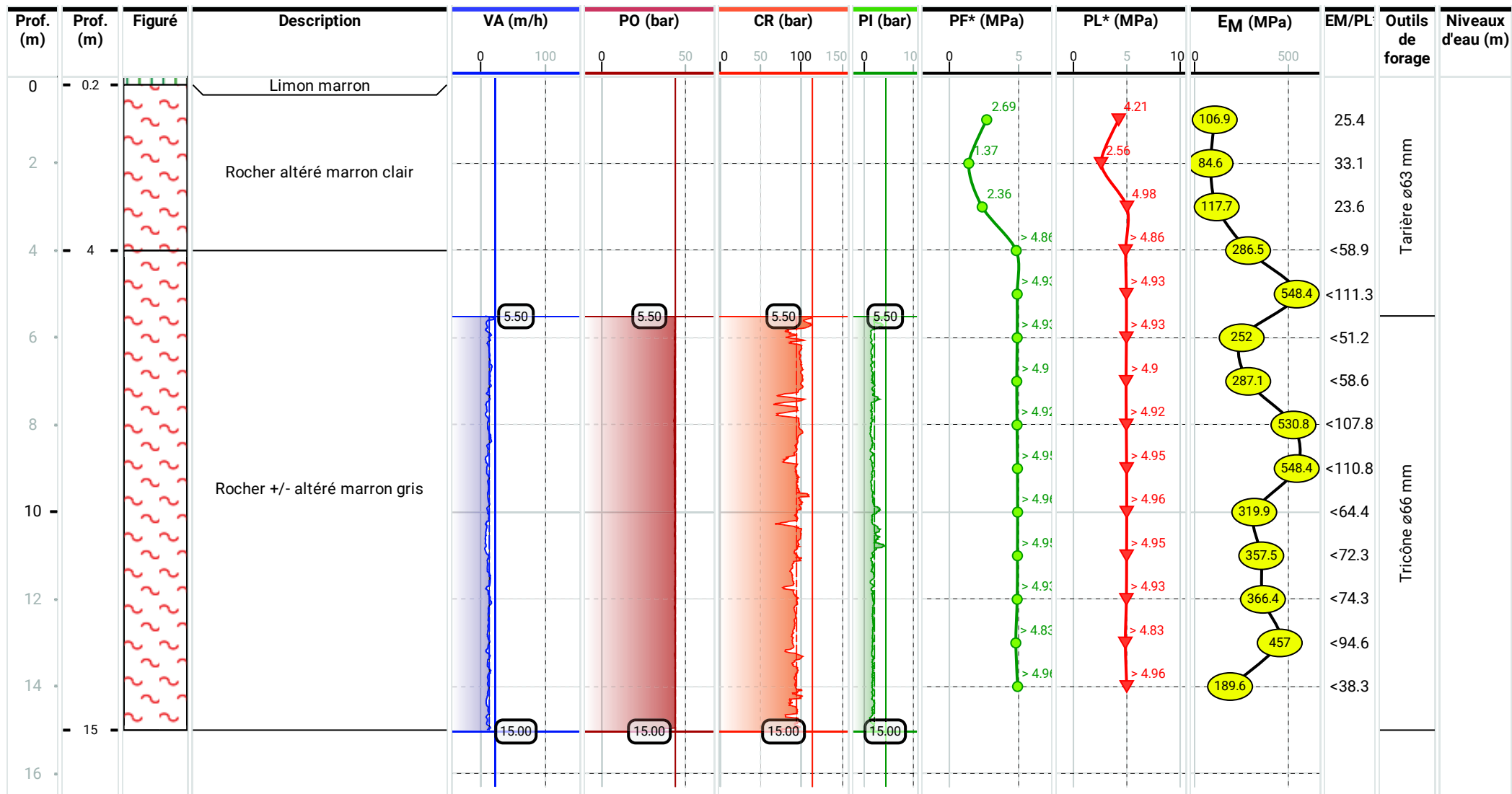
14/02/2024

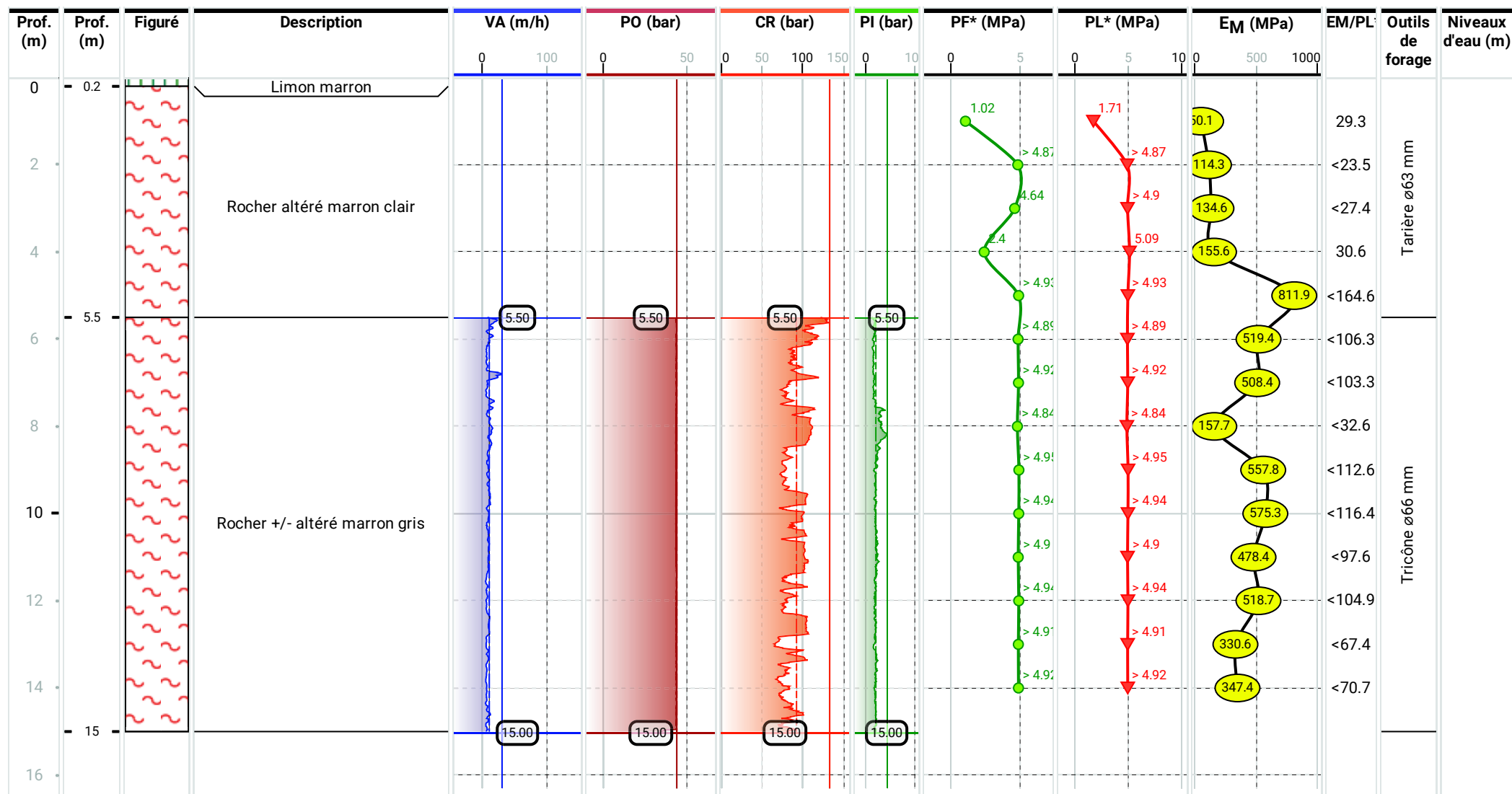
Date de fin

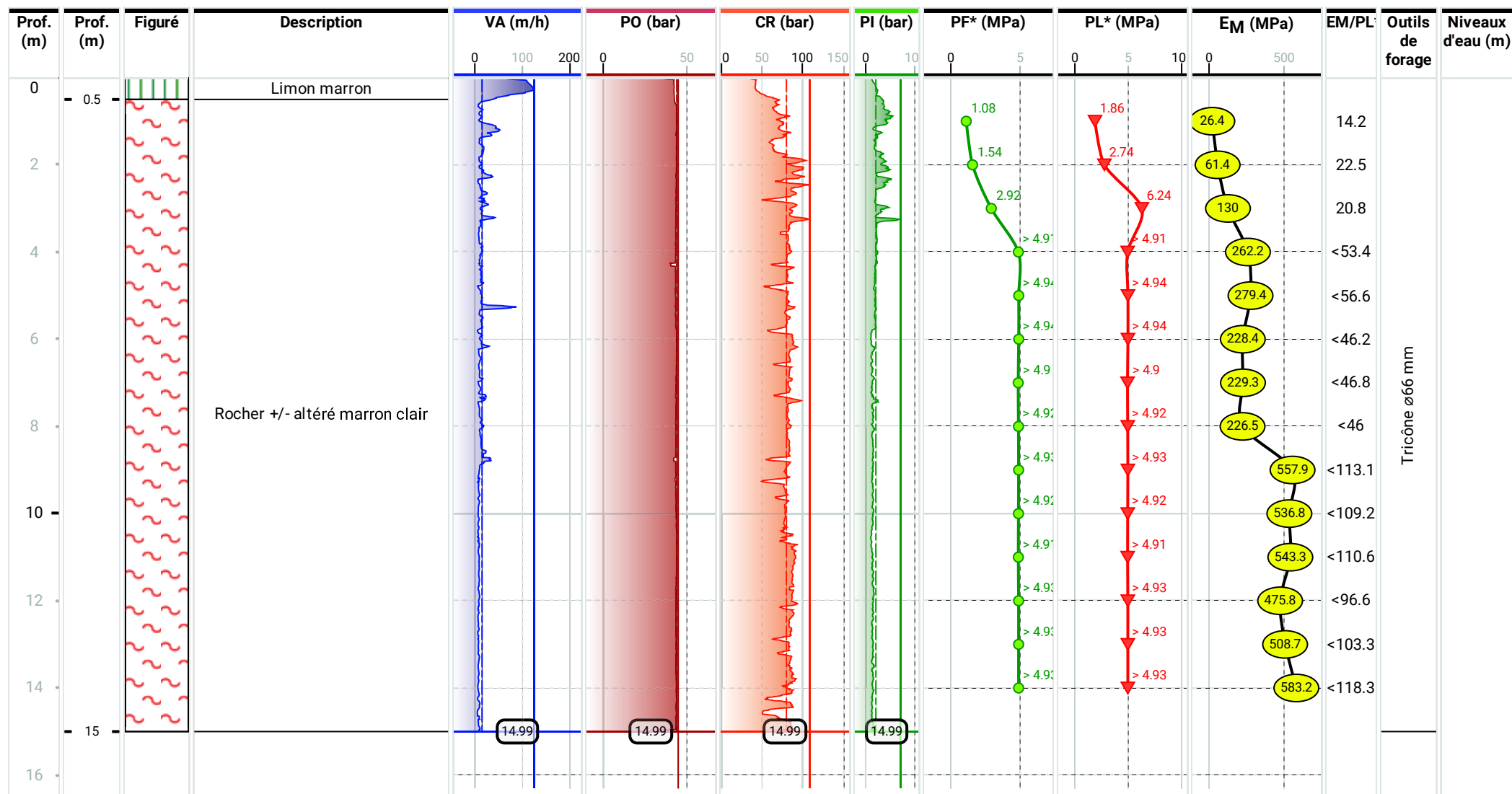
Altitude GPS

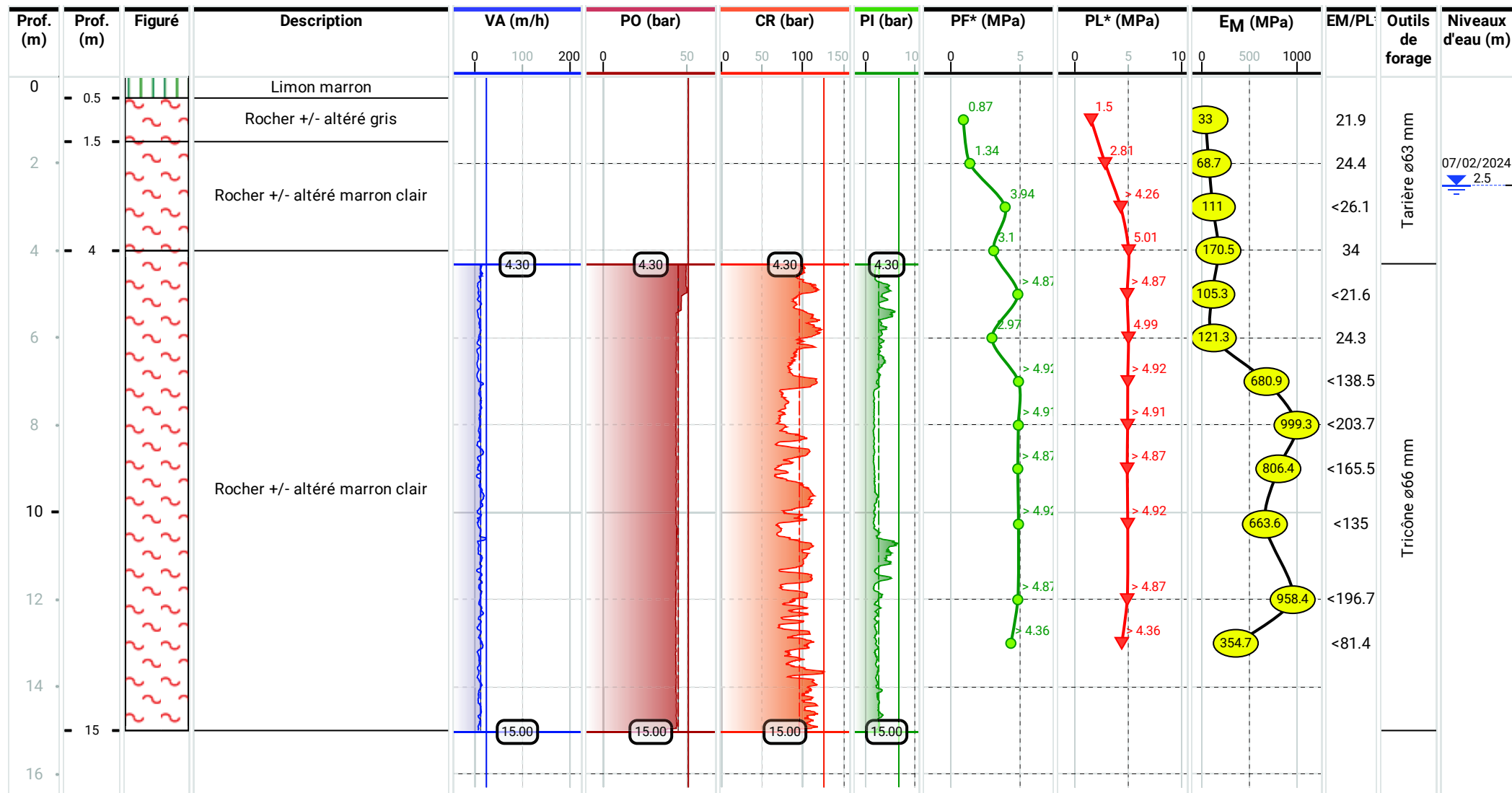
X

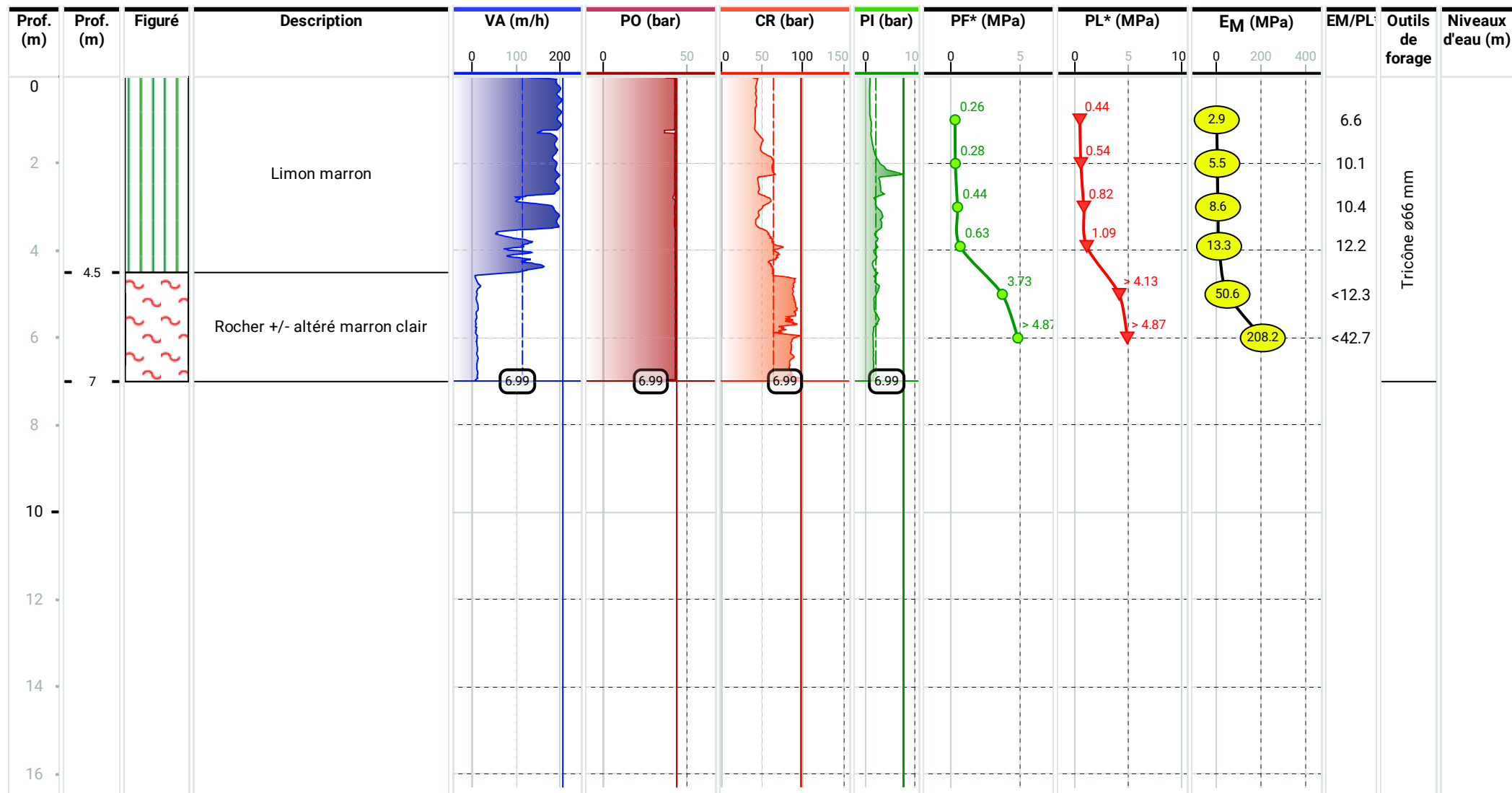
Y

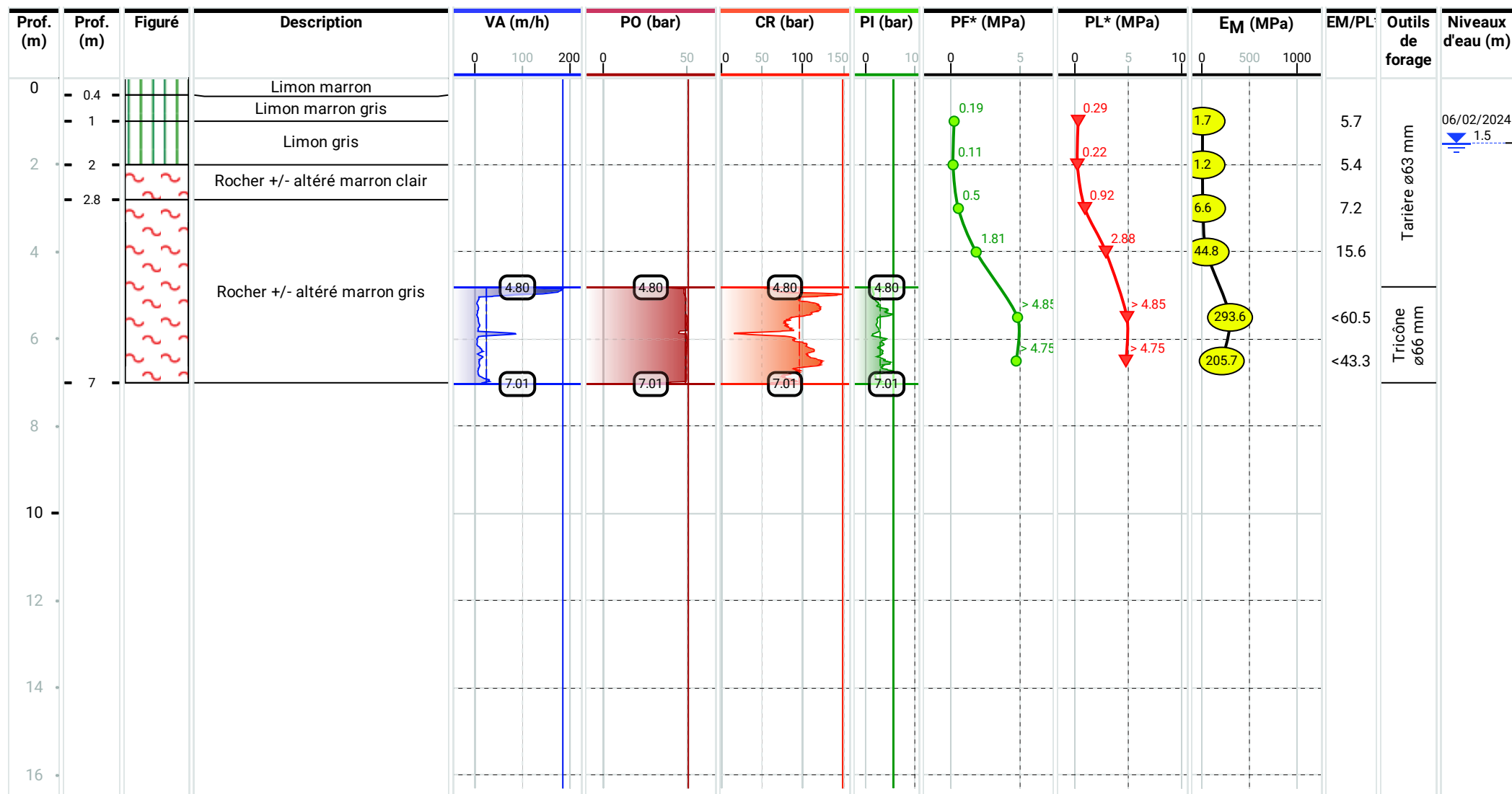












SONDAGES A LA PELLE MECANIQUE DE RECONNAISSANCE GEOLOGIQUE

Ft1 :

0.00 – 0.30 m : Terre végétale limoneuse marron foncé
0.30 – 0.90 m : Limon argileux gris marron
0.90 – 1.50 m : Limon argilo-sableux marron foncé
1.50 – 2.30 m : Limon sablo-argileux marron
2.30 – 2.80 m : Schiste très altéré gris beige

Arrêt à 2.80 m de profondeur.

Aucune arrivée d'eau. Bonne tenue des parois.



**Ft2 :**

0.00 – 0.50 m : Remblais limono-graveleux marron

0.50 – 1.00 m : Limon argileux marron

1.00 – 1.90 m : Limon argilo-sableux marron

1.90 – 2.60 m : Schiste très altéré gris beige

Arrêt à 2.60 m de profondeur.

Arrivée d'eau en fond de fouille. Bonne tenue des parois.

**Ft3 :**

0.00 – 0.70 m : Terre végétale limoneuse

0.70 – 2.30 m : Schiste altéré marron gris

2.30 – 2.50 m : Schiste +/- altéré marron gris

Refus à 2.50 m de profondeur.

Aucune arrivée d'eau. Bonne tenue des parois.



Ft4 :

0.00 – 0.30 m : Terre végétale limoneuse marron foncé

0.30 – 1.50 m : Schiste altéré marron gris

1.50 – 1.80 m : Schiste +/- altéré marron gris

Refus à 1.80 m de profondeur.

Aucune arrivée d'eau. Bonne tenue des parois.



Ft5 :

0.00 – 0.50 m : Terre végétale limoneuse marron foncé

0.50 – 2.20 m : Schiste altéré gris marron

2.20 – 2.40 m : Schiste +/- altéré marron gris

Refus à 2.40 m de profondeur.

Aucune arrivée d'eau. Bonne tenue des parois.



Ft6 :

0.00 – 0.20 m : Terre végétale limoneuse marron foncé

0.20 – 0.60 m : Limon marron

0.60 – 1.00 m : Schiste altéré marron gris

Refus à 1.00 m de profondeur.

Aucune arrivée d'eau. Bonne tenue des parois.



Ft7 :

0.00 – 0.10 m : Terre végétale limoneuse marron foncé

0.10 – 0.40 m : Limon marron

0.40 – 1.30 m : Schiste +/- altéré marron gris

Refus à 1.30 m de profondeur.

Aucune arrivée d'eau. Bonne tenue des parois.



Ft8 :


0.00 – 1.00 m : Terre végétale limoneuse marron foncé

1.00 – 3.00 m : Schiste +/- altéré à passages + altérés marron gris



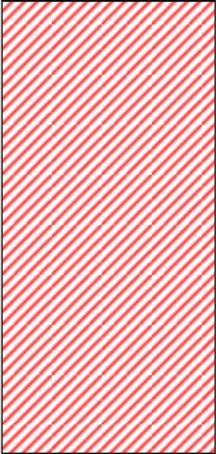
Arrêt à 3.00 m de profondeur.

Arrivée d'eau vers 2.6 m de profondeur. Bonne tenue des parois.

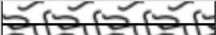

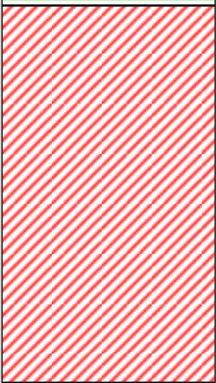


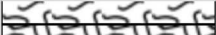
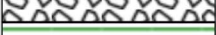

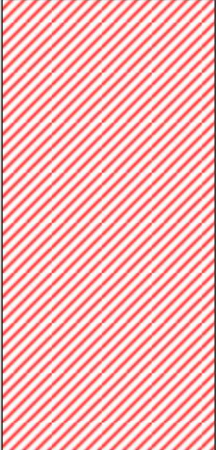
Prof. (m)	Prof. (m)	Figuré	Description	Niveaux d'eau (m)	Outils de forage
0	0.1		Terre végétale		
			Remblais sablo-limoneux marron		
0.5	0.5				
			Limon légèrement argileux micacé marron		
1					
	1.3				
1.5			Limon +/- argileux micacé marron		
2					
	2.2				
2.5					
3					
3.5					
4					
4.5					
5					
5.5					
6					
6.5					

Tarière ø63 mm

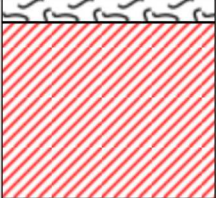
Prof. (m)	Prof. (m)	Figuré	Description	Niveaux d'eau (m)	Outils de forage
0			Terre végétale		
0.3			Limon marron		
0.7			Schiste altéré marron orangé		
1					
1.5					
2					
2.5	2.5				
3					
3.5					
4					
4.5					
5					
5.5					
6					
6.5					


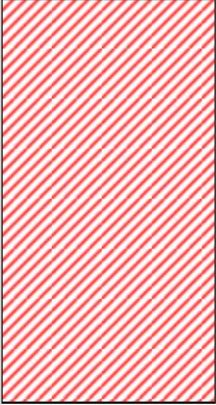
Tarière ø63 mm

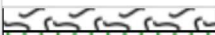

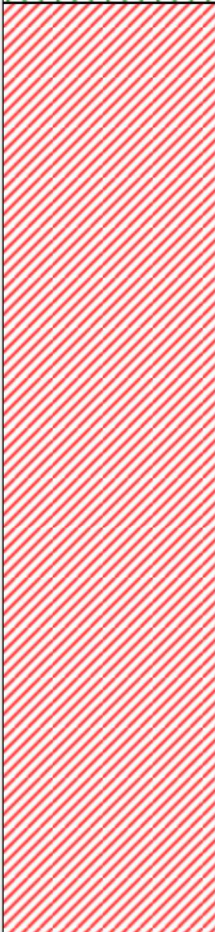
Prof. (m)	Prof. (m)	Figuré	Description	Niveaux d'eau (m)	Outils de forage
0	0.1		Enrobé		
	0.2		Remblais		
0.5			Limon +/- argileux marron clair		Tarière ø63 mm
1	1				
1.5			Schiste altéré marron orangé		
2					
2.5	2.5				
3					
3.5					
4					
4.5					
5					
5.5					
6					
6.5					


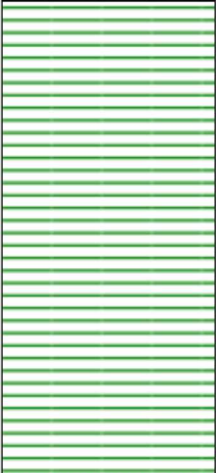
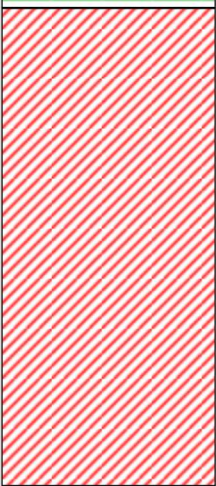
Prof. (m)	Prof. (m)	Figuré	Description	Niveaux d'eau (m)	Outils de forage
0	0.1		Enrobé		
	0.25		Remblais		
0.5			Limon argileux marron clair		
	0.7		Schiste altéré marron orangé		
1					
1.5					
2					
2.5	2.5				
3					
3.5					
4					
4.5					
5					
5.5					
6					
6.5					

Tarière ø63 mm

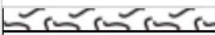

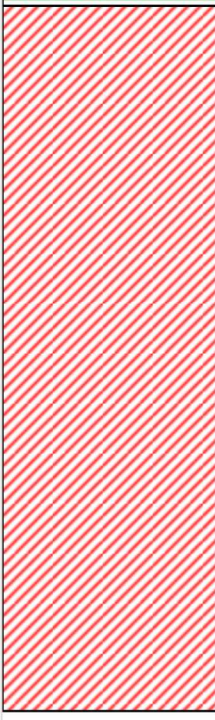
Prof. (m)	Prof. (m)	Figuré	Description	Niveaux d'eau (m)	Outils de forage
0	0.1		Remblais		
0.5			Schiste altéré marron orangé		Tarière ø63 mm
0.8					
1					
1.5					
2					
2.5					
3					
3.5					
4					
4.5					
5					
5.5					
6					
6.5					



Prof. (m)	Prof. (m)	Figuré	Description	Niveaux d'eau (m)	Outils de forage
0	0.1		Remblais		
	0.4		Limon argileux +/- graveleux marron		
0.5					
1			Schiste altéré marron orangé		Tarière ø63 mm
1.5					
2	2				
2.5					
3					
3.5					
4					
4.5					
5					
5.5					
6					
6.5					

Prof. (m)	Prof. (m)	Figuré	Description	Niveaux d'eau (m)	Outils de forage
0	0.1		Terre végétale		
	0.3		Remblais limoneux marron		
0.5					
1					
1.5					
2			Schiste altéré marron orangé		Tarière ø63 mm
2.5					
3					
3.5					
4	4				
4.5					
5					
5.5					
6					
6.5					

Prof. (m)	Prof. (m)	Figuré	Description	Niveaux d'eau (m)	Outils de forage
0			Remblais		
0.2			Limon schisteux argileux marron vert		
0.5					
1					
1.5					
2			Schiste altéré à limon schisteux marron gris		
2.1					
2.5					
3				07/02/2024 3	
3.5					
4					
4					
4.5					
5					
5.5					
6					
6.5					

Tarière ø63 mm

Prof. (m)	Prof. (m)	Figuré	Description	Niveaux d'eau (m)	Outils de forage
0	0.1		Limon		
0.5			Limon schisteux +/- argileux marron vert		
1	1.2		Schiste altéré marron gris		
1.5					
2					
2.5				07/02/2024 2.4	Tarière ø63 mm
3					
3.5					
4	4				
4.5					
5					
5.5					
6					
6.5					

Prof. (m)	Prof. (m)	Figuré	Description	Niveaux d'eau (m)	Outils de forage
0	0.1		Enrobé		
	0.3		Remblais limoneux marron		
0.5					
1				07/02/2024 ▼ 1.1	
1.5					
2			Schiste altéré marron orangé		Tarière ø63 mm
2.5					
3					
3.5	3.5				
4					
4.5					
5					
5.5					
6					
6.5					

RÉCAPITULATIF DES ESSAIS POUR IDENTIFICATION D'UN SOL
INFRANEO ASO - Agence de Bordeaux NF P 11-300

3 rue Charles Tellier - 33140 VILLENAVE D'ORNON

Tel : 05.56.36.81.57

Mail : bordeaux@infraneo.com

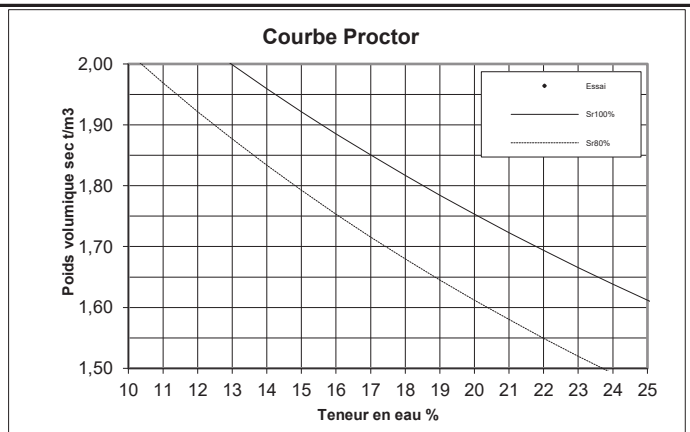
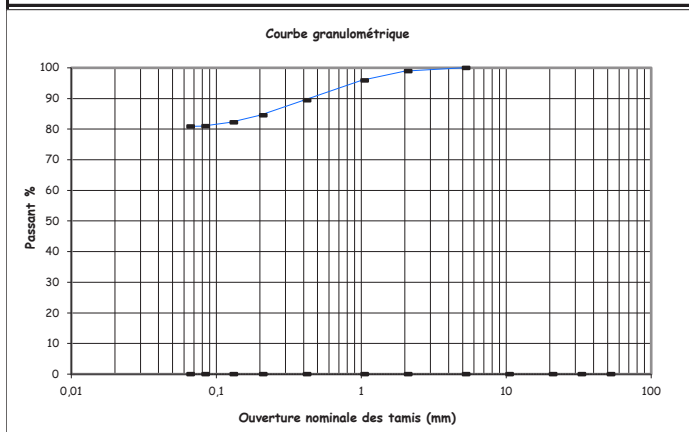
Informations générales	Informations sur l'échantillon
Dossier n°: NA23-1-002 Chantier : ST CARNE Client : Infranéo Nantes Ouvrage : NR Référence : NA23-1-002	Mode de prélèvement: Tarière Date de prélèvement: 08/02/2024 Mode de conservation : Sac N° d'identification : 24SOL0431 Date de réception : 13/03/2024 Sondage n° : FT1 Profondeur : 0,3 - 0,9 m Date d'essai : 13/03/2024 Description : Limon argileux marron + matière organique


1 - Granulométrie suivant NF P 94-056																
Ouverture tamis mm	150	100	80	63	50	31,5	20	10	5	2	1	0,4	0,2	0,125	0,08	0,063
%passant sur 0/D									100,0	99,0	95,9	89,4	84,6	82,2	81,0	80,9
%passant sur 0/50mm																

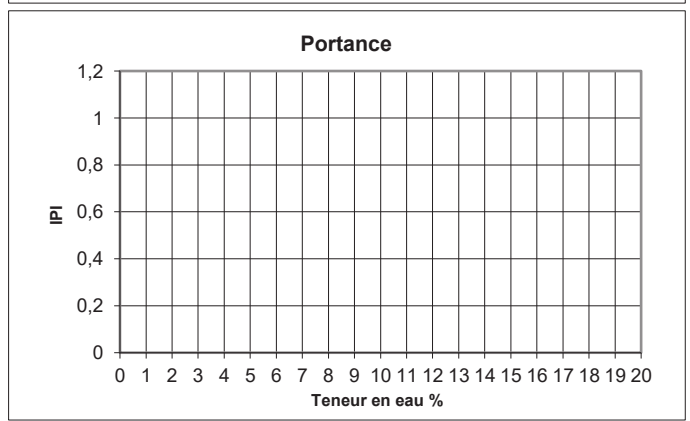
2 - Teneur en eau suivant NF P 94-050		3 - Valeur au bleu suivant NF P 94-068		4 - Limites d'Atterberg suivant NF P 94-051+ 052-1							
W = 21,3 %		VBS = 1,08 g de bleu/100g sol		WI% =	x	Wp% =	x	IP =	x	Ic =	x

5 - Essai Proctor normal suivant NF P 94-093 sur fraction 0/20						
	1	2	3	4	5	6
Teneur en eau W%						
Poids vol sec r_d (t/m ³)						
Résultats	Optimum		*Correction si 0<20/D<30% proportion 20/D= - Masse vol des particules du sol $r_s = 2,7$ t/m3 (estimé)			
	Brut	Corrigé*				
	W%	-				
	r_d (t/m ³)	-				

6 - Portances suivant NF P 94-078						
	1	2	3	4	5	6
Teneur en eau %						
IPI						
CBR immédiat						
CBR immersion						
Gonflement G %						
W% après imm						



Observations :	
<p>Responsable des essais L. MARTINS</p> 	<p>Classe du matériau</p> <p>A1</p>



ESSAI PROCTOR
Détermination des références de compactage

NF P 94-093

INFRANEO ASO - Agence de Bordeaux

3 rue Charles Tellier - 33140 VILLENAVE D'ORNON

Tel : 05.56.36.81.57

Mail : bordeaux@infraneo.com

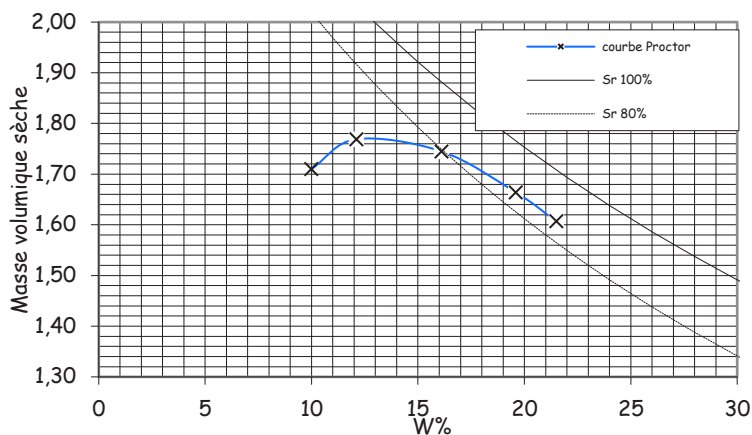
Informations générales	Informations sur l'échantillon
Dossier n°: NA23-1-002 Chantier : ST CARNE Client : Infraneo Nantes Ouvrage : NR Référence : NA23-1-002	Mode de prélèvement: Tarière Date de prélèvement: 08/02/2024 Mode de conservation : Sac N° d'identification : 24SOL0431+442 Date de réception : 13/03/2024 Sondage n° : FT1+FT2 Profondeur : 0,3 - 1,9 m Date d'essai : 12/10/2022 Description : Cf AG (mélange) Wnat : 21,2%

Informations concernant l'essai			
Moule Proctor <input type="checkbox"/> Moule CBR <input checked="" type="checkbox"/> Masse vol. des particules solides: <input type="checkbox"/> Mesurée <input type="checkbox"/> Estimée	Energie normale <input checked="" type="checkbox"/> Energie modifiée <input type="checkbox"/>	Traitement du sol : <input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non Type de liant : CaO Dosage : 1,0%	

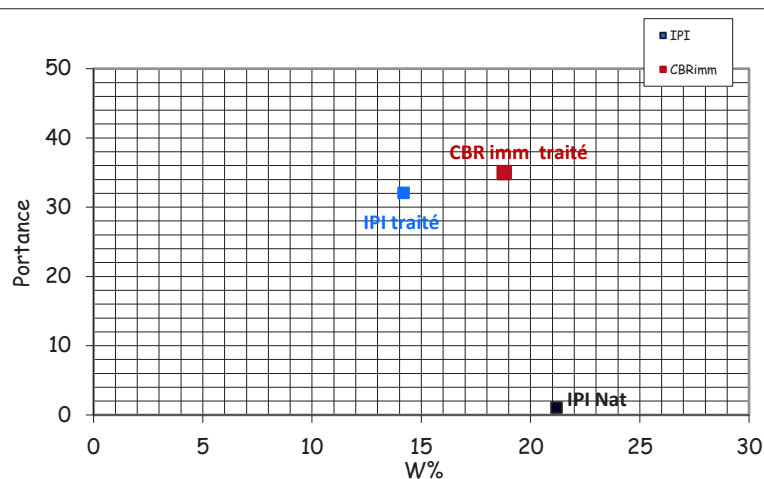
Essai Proctor Normal suivant NF P 94-093 sur fraction 0/20					
OPN Traité	1	2	3	4	5
Teneur en eau W%*	10,0	12,1	16,1	19,6	21,5
Poids vol sec r_d (t/m ³)	1,710	1,769	1,745	1,664	1,607

* Teneur en eau suivant NF P 94-050

Résultats	Optimum		*Correction si 0/20<30%
	Brut	Corrigé*	proportion 20/D= 0,0%
W%	13,5	13,5	
r_d (t/m ³)	1,78	1,78	Masse vol des particules du sol $r_s = 2,7$ t/m3 (estimé)



Portances suivant NF P 94-078					
	Nat	Traité			
Teneur en eau %	21,2	14,2			
IPI	1	32			
CBR immédiat					
CBR immersion		35			
Gonflement G %		0,4			
W% après imm		18,8			



Observations

Responsable des essais

L. MARTINS



Responsable laboratoire

N. IZQUIERDO



INFRANEO ASO - Agence de Bordeaux
RÉCAPITULATIF DES ESSAIS POUR IDENTIFICATION D'UN SOL

3 rue Charles Tellier - 33140 VILLENAVE D'ORNON

Tel : 05.56.36.81.57

Mail : bordeaux@infraneo.com

NF P 11-300

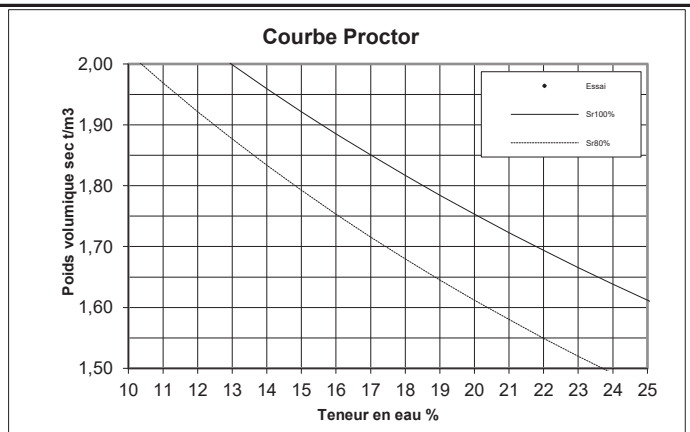
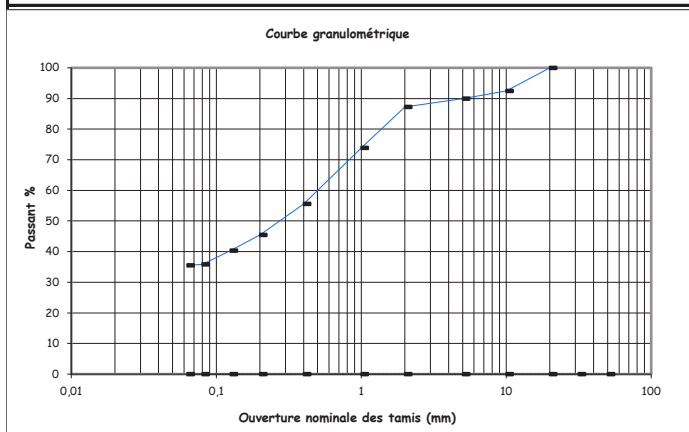
Informations générales	Informations sur l'échantillon
Dossier n°: NA23-1-002 Chantier : ST CARNE Client : Infranéo Nantes Ouvrage : NR Référence : NA23-1-002	Mode de prélèvement: Tarière Date de prélèvement: 08/02/2024 Mode de conservation : Sac N° d'identification : 24SOL0433 Date de réception : 13/03/2024 Sondage n° : FT1 Profondeur : 1,4 - 2,3 m Date d'essai : 13/03/2024 Description : Limon marron à grave épars


1 - Granulométrie suivant NF P 94-056																
Ouverture tamis mm	150	100	80	63	50	31,5	20	10	5	2	1	0,4	0,2	0,125	0,08	0,063
%passant sur 0/D							100,0	92,5	89,9	87,2	73,8	55,6	45,4	40,3	35,9	35,5
%passant sur 0/50mm																

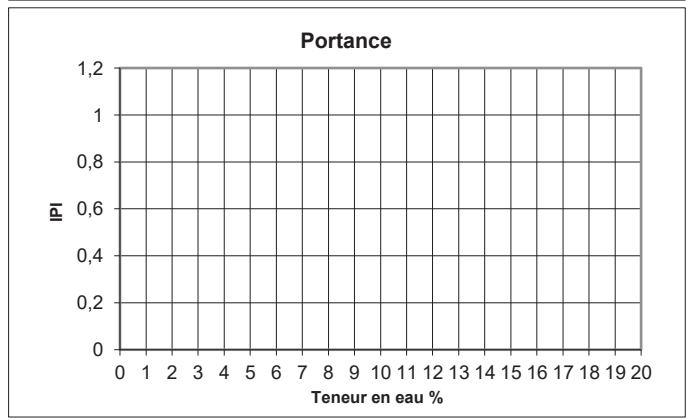
2 - Teneur en eau suivant NF P 94-050	3 - Valeur au bleu suivant NF P 94-068	4 - Limites d'Atterberg suivant NF P 94-051+ 052-1					
W = 17,2 %	VBS = 0,95 g de bleu/100g sol	WI% =	x	Wp% =	x	IP =	x

5 - Essai Proctor normal suivant NF P 94-093 sur fraction 0/20						
	1	2	3	4	5	6
Teneur en eau	W%					
Poids vol sec	r _d (t/m ³)					
Résultats	Optimum		*Correction si 0<20/D<30% proportion 20/D= - Masse vol des particules du sol r _s = 2,7 t/m3 (estimé)			
	Brut	Corrigé*				
	W%	-				
	r _d (t/m ³)	-				

6 - Portances suivant NF P 94-078						
	1	2	3	4	5	6
Teneur en eau %						
IPI						
CBR immédiat						
CBR immersion						
Gonflement G %						
W% après imm						



Observations :	
Responsable des essais L. MARTINS 	
Classe du matériau A1	



ESSAI PROCTOR
Détermination des références de compactage

NF P 94-093

INFRANEO ASO - Agence de Bordeaux

3 rue Charles Tellier - 33140 VILLENAVE D'ORNON

Tel : 05.56.36.81.57

Mail : bordeaux@infraneo.com

Informations générales	Informations sur l'échantillon
Dossier n°: NA23-1-002 Chantier : ST CARNE Client : Infraneo Nantes Ouvrage : NR Référence : NA23-1-002	Mode de prélèvement: Tarière Date de prélèvement: 08/02/2024 Mode de conservation : Sac N° d'identification : 24SOL0433+440 Date de réception : 13/03/2024 Sondage n° : FT1 Profondeur : 0,9 - 2,3 m Date d'essai : 13/03/2024 Description : Cf AG (mélange) Wnat : 17,5%

Informations concernant l'essai			
Moule Proctor	<input type="checkbox"/>	Energie normale	<input checked="" type="checkbox"/> X
Moule CBR	<input checked="" type="checkbox"/> X	Energie modifiée	<input type="checkbox"/>
Masse vol. des particules solides:	<input type="checkbox"/>	Mesurée	<input type="checkbox"/> Estimée
Traitement du sol :		<input checked="" type="checkbox"/> X	Oui <input type="checkbox"/> Non
Type de liant :		CaO	
Dosage :		1,0%	

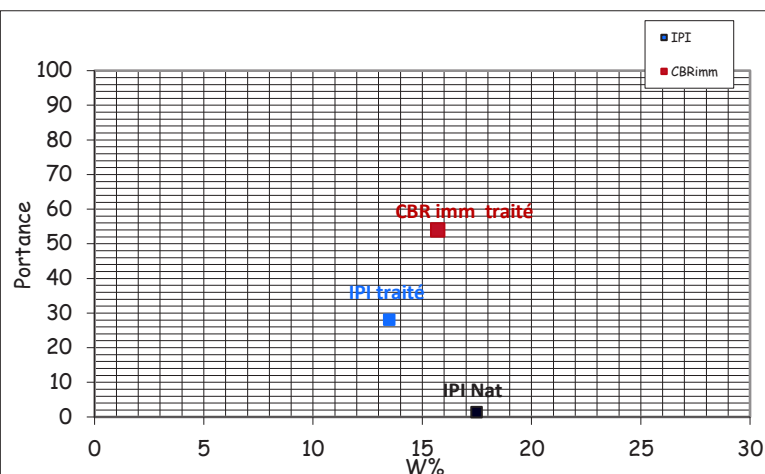
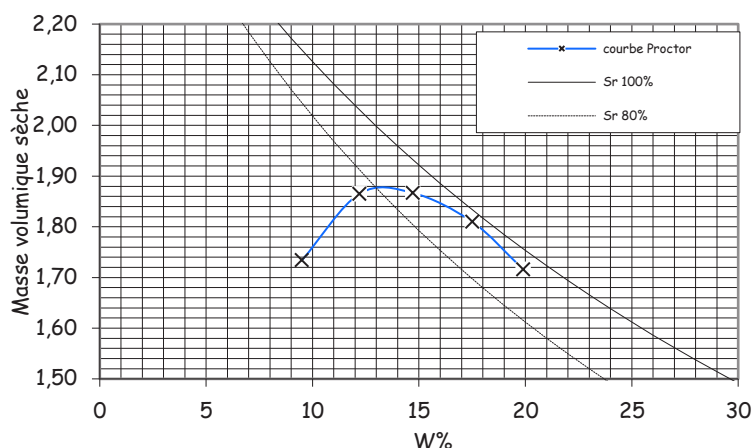
Essai Proctor Normal suivant NF P 94-093 sur fraction 0/20					
OPN Traité	1	2	3	4	5
Teneur en eau W%*	9,5	12,2	14,7	17,5	19,9
Poids vol sec r_d (t/m ³)	1,734	1,865	1,867	1,810	1,716

* Teneur en eau suivant NF P 94-050

Résultats	Optimum		*Correction si 0/20<30%
	Brut	Corrigé*	proportion 20/D= 0,0%
W%	13,5	13,5	
r_d (t/m ³)	1,88	1,88	
			Masse vol des particules du sol $r_s = 2,7$ t/m3 (estimé)

Portances suivant NF P 94-078					
	Nat	Traité			
Teneur en eau %	17,5	13,5			
IPI	1,3	28			
CBR immédiat					
CBR immersion		54			
Gonflement G %		0,15			
W% après imm		15,7			

Observations



Responsable des essais

L. MARTINS



Responsable laboratoire

N. IZQUIERDO



INFRANEO ASO - Agence de Bordeaux
RÉCAPITULATIF DES ESSAIS POUR IDENTIFICATION D'UN SOL

3 rue Charles Tellier - 33140 VILLENAVE D'ORNON

Tel : 05.56.36.81.57

Mail : bordeaux@infraneo.com

NF P 11-300

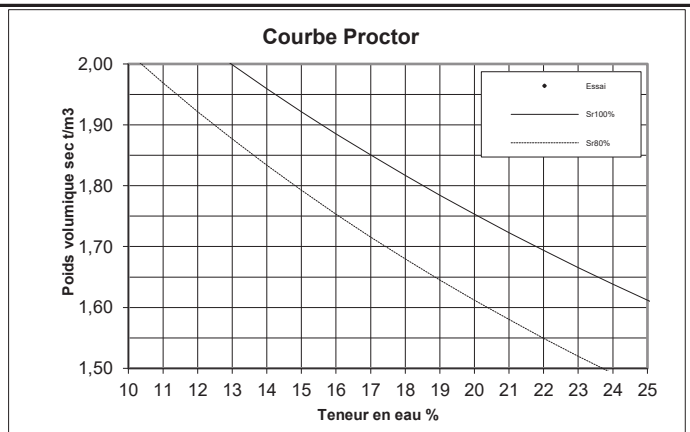
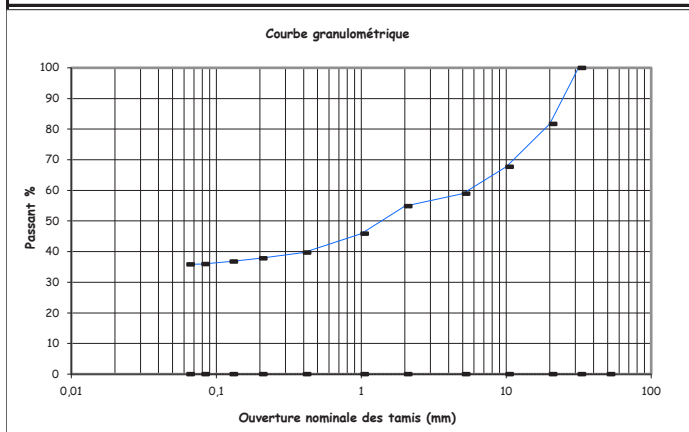
Informations générales	Informations sur l'échantillon	
Dossier n°: NA23-1-002	Mode de prélèvement: Tarière	Sondage n° : FT5
Chantier : ST CARNE	Date de prélèvement: 08/02/2024	Profondeur : 0,5 - 2,2 m
Client : Infraneo Nantes	Mode de conservation : Sac	Date d'essai : 13/03/2024
Ouvrage : NR	N° d'identification : 24SOL0434	Description : Limon argileux
Référence : NA23-1-002	Date de réception : 13/03/2024	marron à matière organique


1 - Granulométrie suivant NF P 94-056																
Ouverture tamis mm	150	100	80	63	50	31,5	20	10	5	2	1	0,4	0,2	0,125	0,08	0,063
%passant sur 0/D						100,0	81,7	67,7	58,9	54,8	45,8	39,7	37,8	36,8	35,9	35,9
%passant sur 0/50mm																

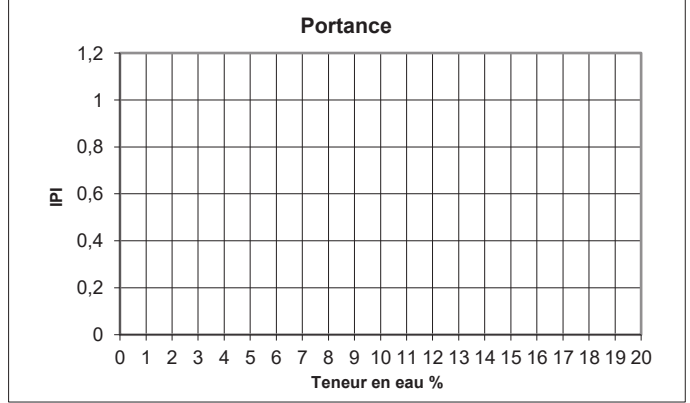
2 - Teneur en eau suivant NF P 94-050	3 - Valeur au bleu suivant NF P 94-068	4 - Limites d'Atterberg suivant NF P 94-051+ 052-1				
W = 11,3 %	VBS = X g de bleu/100g sol	WI% = 42	Wp% = 31	IP = 11	Ic = 2,6	

5 - Essai Proctor normal suivant NF P 94-093 sur fraction 0/20						
	1	2	3	4	5	6
Teneur en eau W%						
Poids vol sec r_d (t/m ³)						
Résultats	Optimum		*Correction si 0<20/D<30% proportion 20/D= - Masse vol des particules du sol $r_s = 2,7$ t/m3 (estimé)			
	Brut	Corrigé*				
	W%	-				
	r_d (t/m ³)	-				

6 - Portances suivant NF P 94-078						
	1	2	3	4	5	6
Teneur en eau %						
IP						
CBR immédiat						
CBR immersion						
Gonflement G %						
W% après imm						



Observations :	
<div>Responsable des essais</div> <div>L. MARTINS</div> <div></div>	
<div>Classe du matériau</div> <div>A1</div>	



ESSAI PROCTOR
Détermination des références de compactage

NF P 94-093

INFRANEO ASO - Agence de Bordeaux

3 rue Charles Tellier - 33140 VILLENAVE D'ORNON

Tel : 05.56.36.81.57

Mail : bordeaux@infraneo.com

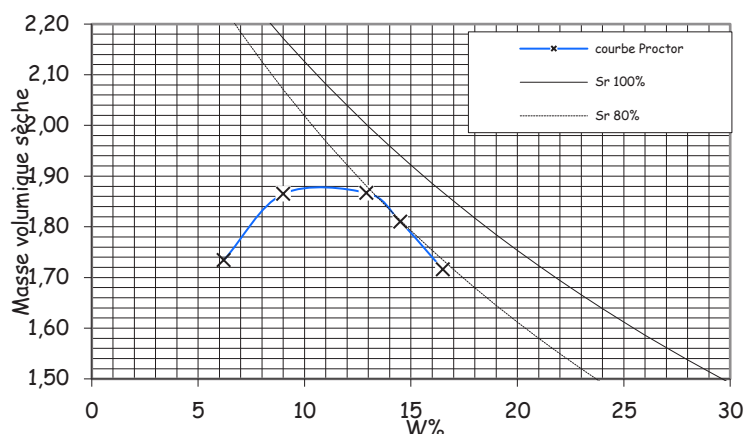
Informations générales	Informations sur l'échantillon
Dossier n°: NA23-1-002 Chantier : ST CARNE Client : Infraneo Nantes Ouvrage : NR Référence : NA23-1-002	Mode de prélèvement: Tarière Date de prélèvement: 08/02/2024 Mode de conservation : Sac N° d'identification : 24SOL0434 Date de réception : 13/03/2024 Sondage n° : FT5 Profondeur : 0,5 - 2,2 m Date d'essai : 13/03/2024 Description : Cf AG Wnat : 11,3%

Informations concernant l'essai			
Moule Proctor	<input type="checkbox"/>	Energie normale	<input checked="" type="checkbox"/> X
Moule CBR	<input checked="" type="checkbox"/> X	Energie modifiée	<input type="checkbox"/>
Masse vol. des particules solides:	<input type="checkbox"/>	Mesurée	<input type="checkbox"/> Estimée
Traitement du sol :		<input checked="" type="checkbox"/> X	Oui <input type="checkbox"/> Non
Type de liant :		CaO	
Dosage :		1,0%	

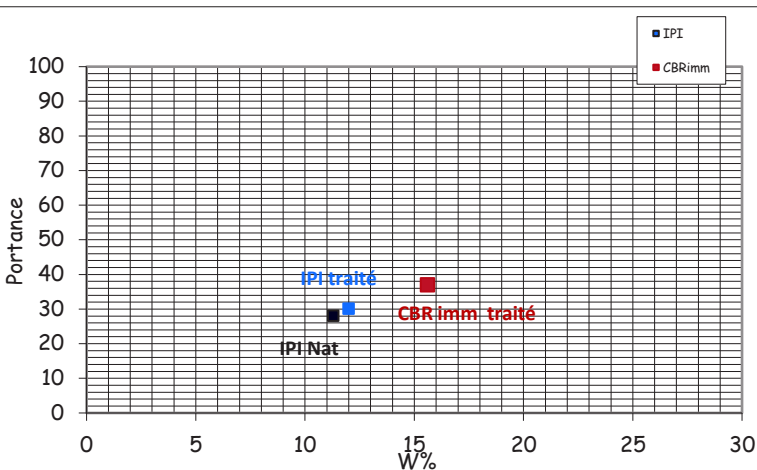
Essai Proctor Normal suivant NF P 94-093 sur fraction 0/20						
OPN Traité		1	2	3	4	5
Teneur en eau	W%*	6,2	9,0	12,9	14,5	16,5
Poids vol sec	r_d (t/m ³)	1,734	1,865	1,867	1,810	1,716

* Teneur en eau suivant NF P 94-050

Résultats	Optimum		*Correction si 0/20<30%
	Brut	Corrigé*	proportion 20/D= 18,1%
W%	11,0	9,0	
r_d (t/m ³)	1,88	1,99	
			Masse vol des particules du sol $r_s = 2,7$ t/m3 (estimé)



Portances suivant NF P 94-078						
	Nat	Traité				
Teneur en eau %	11,3	12,0				
IPI	28	30				
CBR immédiat						
CBR immersion		37				
Gonflement G %		0,15				
W% après imm		15,6				



Observations

Responsable des essais

L. MARTINS



Responsable laboratoire

N. IZQUIERDO



RÉCAPITULATIF DES ESSAIS POUR IDENTIFICATION D'UN SOL

NF P 11-300

INFRANEO ASO - Agence de Bordeaux

3 rue Charles Tellier - 33140 VILLENAVE D'ORNON

Tel : 05.56.36.81.57

Mail : bordeaux@infraneo.com

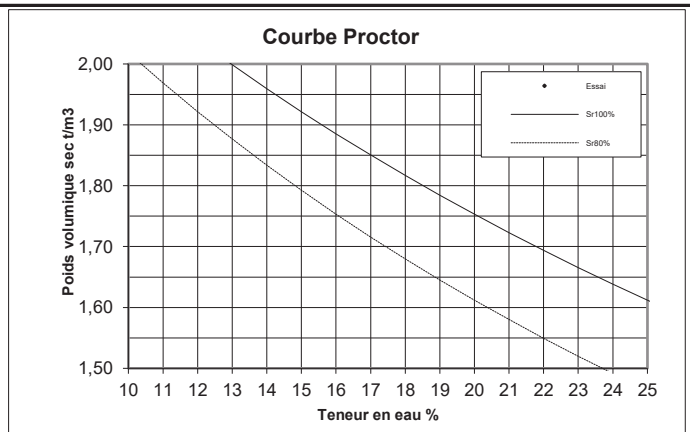
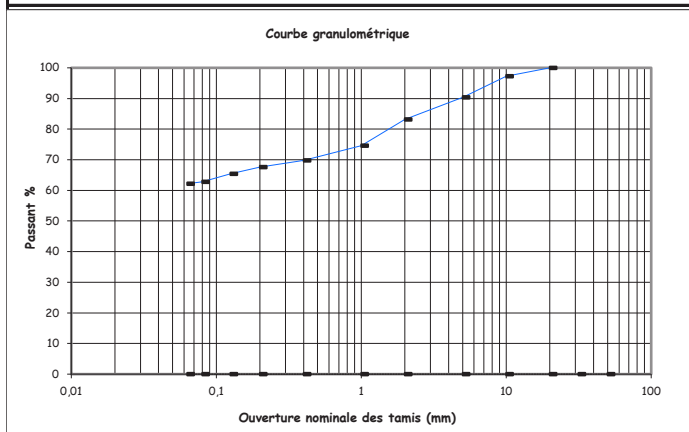
Informations générales	Informations sur l'échantillon
Dossier n°: NA23-1-002 Chantier : ST CARNE Client : Infranéo Nantes Ouvrage : NR Référence : NA23-1-002	Mode de prélèvement: Tarière Date de prélèvement: 08/02/2024 Mode de conservation : Sac N° d'identification : 24SOL0435 Date de réception : 13/03/2024 Sondage n° : FT6 Profondeur : 0,2 - 0,6 m Date d'essai : 13/03/2024 Description : Limon argileux marron à cailloutis + matière organique


1 - Granulométrie suivant NF P 94-056																
Ouverture tamis mm	150	100	80	63	50	31,5	20	10	5	2	1	0,4	0,2	0,125	0,08	0,063
%passant sur 0/D							100,0	97,2	90,4	83,1	74,6	69,8	67,6	65,4	62,8	62,2
%passant sur 0/50mm																

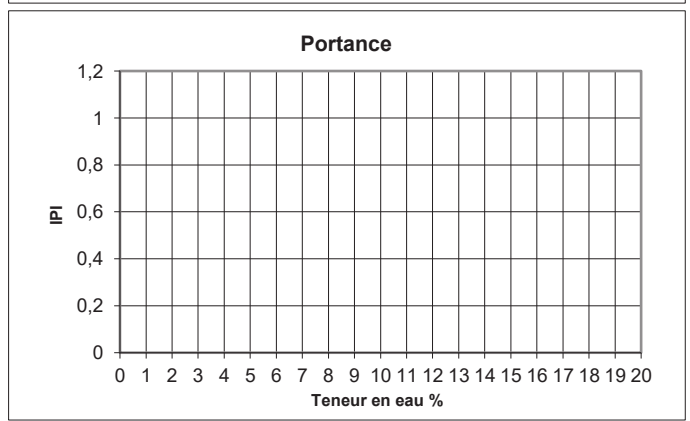
2 - Teneur en eau suivant NF P 94-050	3 - Valeur au bleu suivant NF P 94-068	4 - Limites d'Atterberg suivant NF P 94-051+ 052-1				
W = 22,3 %	VBS = X g de bleu/100g sol	WI% = 41	Wp% = 29	IP = 12	Ic = 1,5	

5 - Essai Proctor normal suivant NF P 94-093 sur fraction 0/20						
	1	2	3	4	5	6
Teneur en eau W%						
Poids vol sec r_d (t/m ³)						
Résultats	Optimum		*Correction si $0 < 20/D < 30\%$ proportion 20/D = - Masse vol des particules du sol $r_s = 2,7$ t/m3 (estimé)			
	Brut	Corrigé*				
	W%	-				
	r_d (t/m ³)	-				

6 - Portances suivant NF P 94-078						
	1	2	3	4	5	6
Teneur en eau %						
IPI						
CBR immédiat						
CBR immersion						
Gonflement G %						
W% après imm						



Observations :	
<div>Responsable des essais L. MARTINS </div>	<div>Classe du matériau A1</div>



RÉCAPITULATIF DES ESSAIS POUR IDENTIFICATION D'UN SOL
NF P 11-300
INFRANEO ASO - Agence de Bordeaux

3 rue Charles Tellier - 33140 VILLENAVE D'ORNON

Tel : 05.56.36.81.57

Mail : bordeaux@infraneo.com

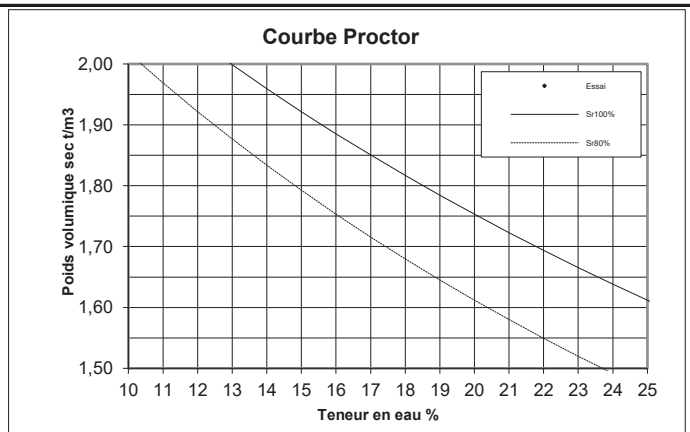
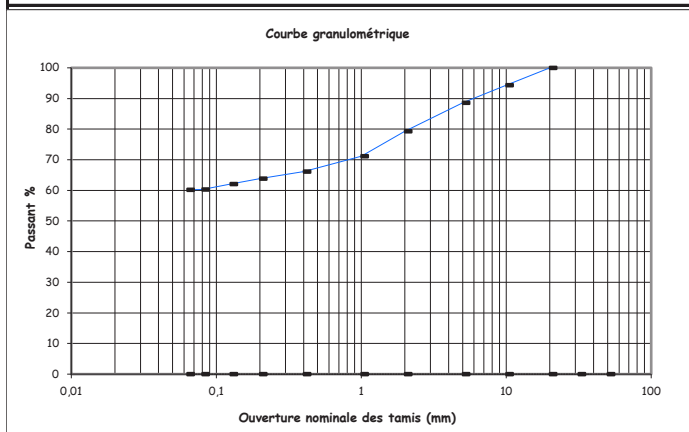
Informations générales	Informations sur l'échantillon	
Dossier n°: NA23-1-002	Mode de prélèvement: Tarière	Sondage n° : FT8
Chantier : ST CARNE	Date de prélèvement: 08/02/2024	Profondeur : 0,0 - 1,0 m
Client : Infranéo Nantes	Mode de conservation : Sac	Date d'essai : 13/03/2024
Ouvrage : NR	N° d'identification : 24SOL0437	Description : Limon marron
Référence : NA23-1-002	Date de réception : 13/03/2024	avec matière organique


1 - Granulométrie suivant NF P 94-056																
Ouverture tamis mm	150	100	80	63	50	31,5	20	10	5	2	1	0,4	0,2	0,125	0,08	0,063
%passant sur 0/D							100,0	94,4	88,6	79,3	71,2	66,2	63,8	62,1	60,3	60,2
%passant sur 0/50mm																

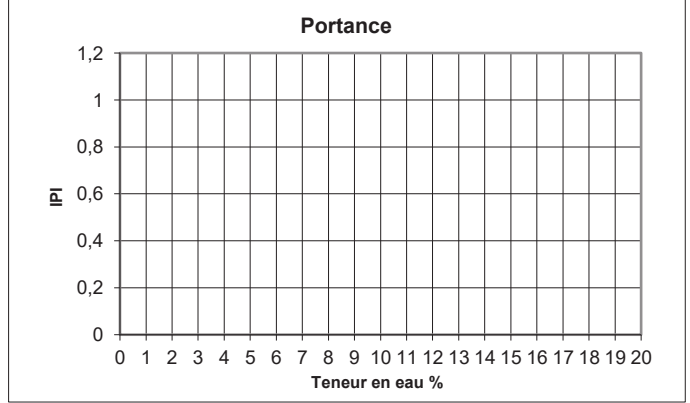
2 - Teneur en eau suivant NF P 94-050	3 - Valeur au bleu suivant NF P 94-068	4 - Limites d'Atterberg suivant NF P 94-051+ 052-1				
W = 18,6 %	VBS = 0,59 g de bleu/100g sol	WI% = x	Wp% = x	IP = x	Ic = x	x

5 - Essai Proctor normal suivant NF P 94-093 sur fraction 0/20						
	1	2	3	4	5	6
Teneur en eau W%						
Poids vol sec r_d (t/m ³)						
Résultats	Optimum		*Correction si 0<20/D<30% proportion 20/D= - Masse vol des particules du sol r_s = 2,7 t/m3 (estimé)			
	Brut	Corrigé*				
	W%	-				
	r_d (t/m ³)	-				

6 - Portances suivant NF P 94-078						
	1	2	3	4	5	6
Teneur en eau %						
IPI						
CBR immédiat						
CBR immersion						
Gonflement G %						
W% après imm						



Observations :	
<div> <div>Responsable des essais</div> <div>L. MARTINS</div> <div></div> </div> <div> <div>Classe du matériau</div> <div>A1</div> </div>	



RÉCAPITULATIF DES ESSAIS POUR IDENTIFICATION D'UN SOL
INFRANEO ASO - Agence de Bordeaux
 3 rue Charles Tellier - 33140 VILLENAVE D'ORNON
 Tel : 05.56.36.81.57
 Mail : bordeaux@infraneo.com

NF P 11-300

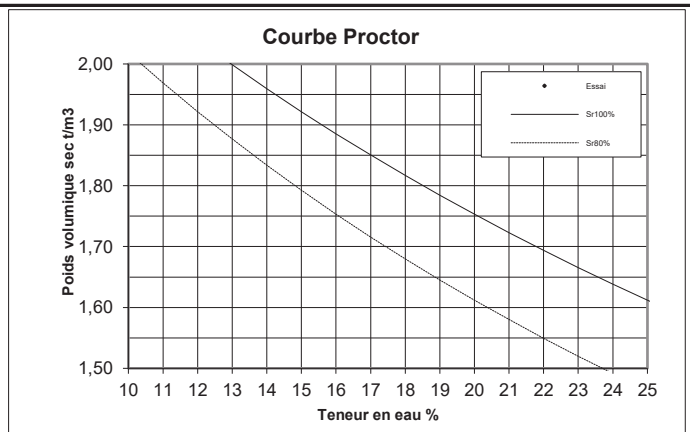
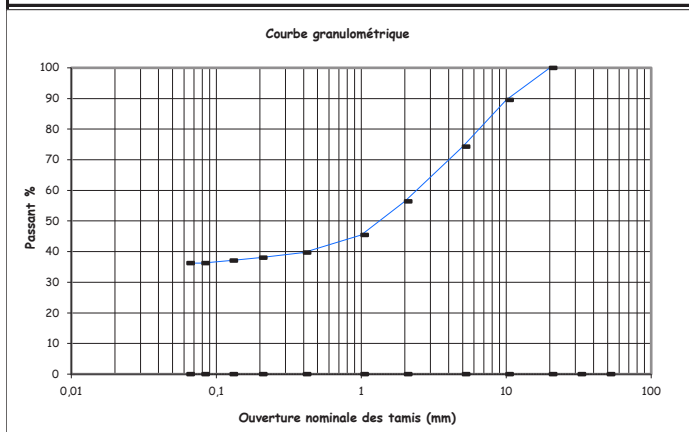
Informations générales	Informations sur l'échantillon
Dossier n°: NA23-1-002 Chantier : ST CARNE Client : Infraneo Nantes Ouvrage : NR Référence : NA23-1-002	Mode de prélèvement: Tarière Date de prélèvement: 08/02/2024 Mode de conservation : Sac N° d'identification : 24SOL0438 Date de réception : 13/03/2024 Sondage n° : FT8 Profondeur : 1,0 - 3,0 m Date d'essai : 13/03/2024 Description : Limon marron


1 - Granulométrie suivant NF P 94-056																
Ouverture tamis mm	150	100	80	63	50	31,5	20	10	5	2	1	0,4	0,2	0,125	0,08	0,063
%passant sur 0/D							100,0	89,5	74,3	56,4	45,5	39,7	38,0	37,1	36,3	36,2
%passant sur 0/50mm																

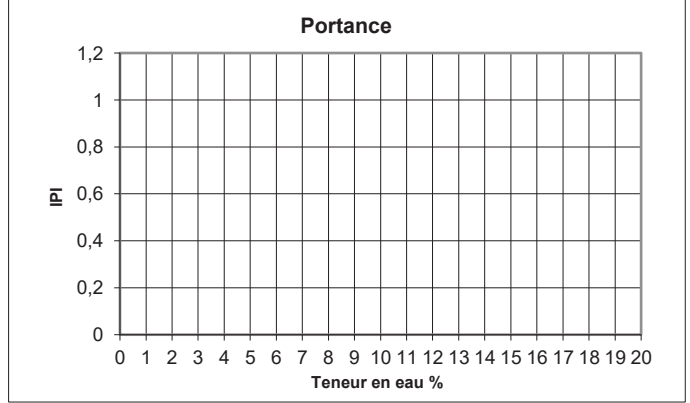
2 - Teneur en eau suivant NF P 94-050	3 - Valeur au bleu suivant NF P 94-068	4 - Limites d'Atterberg suivant NF P 94-051+ 052-1					
W = 12,8 %	VBS = 0,48 g de bleu/100g sol	WI% =	x	Wp% =	x	IP =	x

5 - Essai Proctor normal suivant NF P 94-093 sur fraction 0/20						
	1	2	3	4	5	6
Teneur en eau W%						
Poids vol sec r_d (t/m ³)						
Résultats	Optimum		*Correction si 0<20/D<30% proportion 20/D= - Masse vol des particules du sol $r_s = 2,7$ t/m3 (estimé)			
	Brut	Corrigé*				
	W%	-				
	r_d (t/m ³)	-				

6 - Portances suivant NF P 94-078						
	1	2	3	4	5	6
Teneur en eau %						
IP						
CBR immédiat						
CBR immersion						
Gonflement G %						
W% après imm						



Observations :	
<div>Responsable des essais L. MARTINS </div>	<div>Classe du matériau A1</div>



INFRANEO ASO - Agence de Bordeaux
 3 rue Charles Tellier - 33140 VILLENAVE D'ORNON
 Tel : 05.56.36.81.57
 Mail : bordeaux@infraneo.com

RÉCAPITULATIF DES ESSAIS POUR IDENTIFICATION D'UN SOL
 NF P 11-300

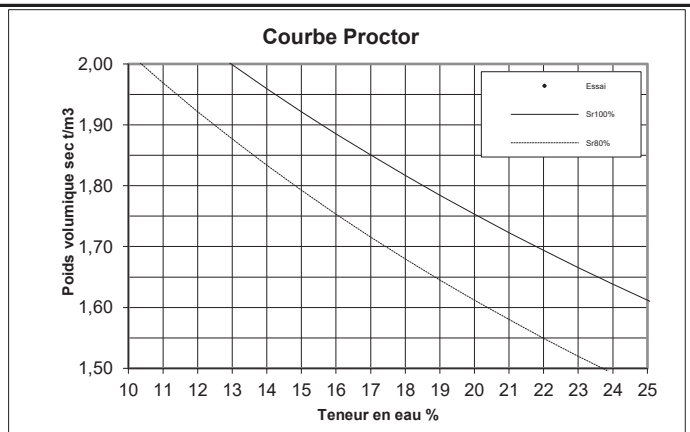
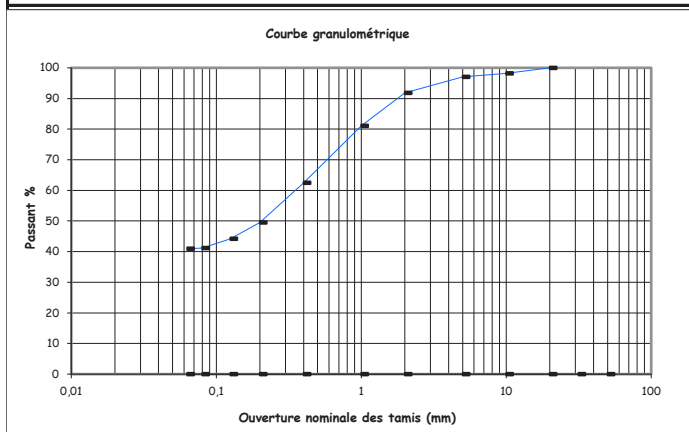
Informations générales	Informations sur l'échantillon	
Dossier n°: NA23-1-002	Mode de prélèvement: Tarière	Sondage n° : FT1
Chantier : ST CARNE	Date de prélèvement: 08/02/2024	Profondeur : 0,9 - 1,4 m
Client : Infranéo Nantes	Mode de conservation : Sac	Date d'essai : 13/03/2024
Ouvrage : NR	N° d'identification : 24SOL0440	Description : Limon argileux
Référence : NA23-1-002	Date de réception : 13/03/2024	marron argenté à cailloutis + matière organique


1 - Granulométrie suivant NF P 94-056																
Ouverture tamis mm	150	100	80	63	50	31,5	20	10	5	2	1	0,4	0,2	0,125	0,08	0,063
%passant sur 0/D							100,0	98,2	97,0	91,8	81,1	62,5	49,6	44,2	41,2	41,0
%passant sur 0/50mm																

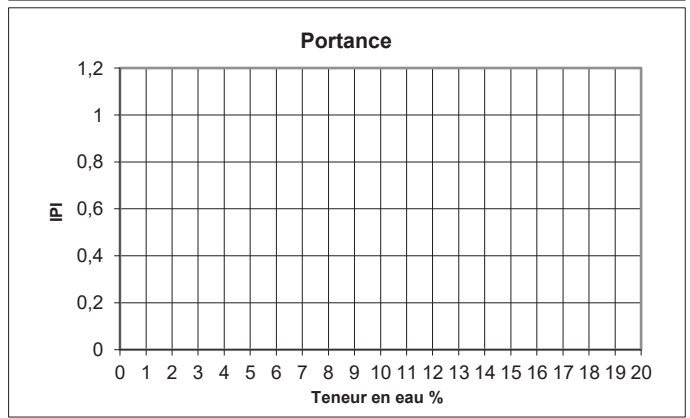
2 - Teneur en eau suivant NF P 94-050	3 - Valeur au bleu suivant NF P 94-068	4 - Limites d'Atterberg suivant NF P 94-051+ 052-1				
W = 17,8 %	VBS = 1,15 g de bleu/100g sol	WI% = x	Wp% = x	IP = x	Ic = x	x

5 - Essai Proctor normal suivant NF P 94-093 sur fraction 0/20						
	1	2	3	4	5	6
Teneur en eau W%						
Poids vol sec r _d (t/m ³)						
Résultats	Optimum		*Correction si 0<20/D<30% proportion 20/D= - Masse vol des particules du sol r _s = 2,7 t/m3 (estimé)			
	Brut	Corrigé*				
	W%	-				
	r _d (t/m ³)	-				

6 - Portances suivant NF P 94-078						
	1	2	3	4	5	6
Teneur en eau %						
IPi						
CBR immédiat						
CBR immersion						
Gonflement G %						
W% après imm						



Observations :	
Responsable des essais L. MARTINS 	Classe du matériau <div align="center" style="font-size: 2em; color: yellow; font-weight: bold;">A1</div>



INFRANEO ASO - Agence de Bordeaux

3 rue Charles Tellier - 33140 VILLENAVE D'ORNON

Tel : 05.56.36.81.57

Mail : bordeaux@infraneo.com

RÉCAPITULATIF DES ESSAIS POUR IDENTIFICATION D'UN SOL

NF P 11-300

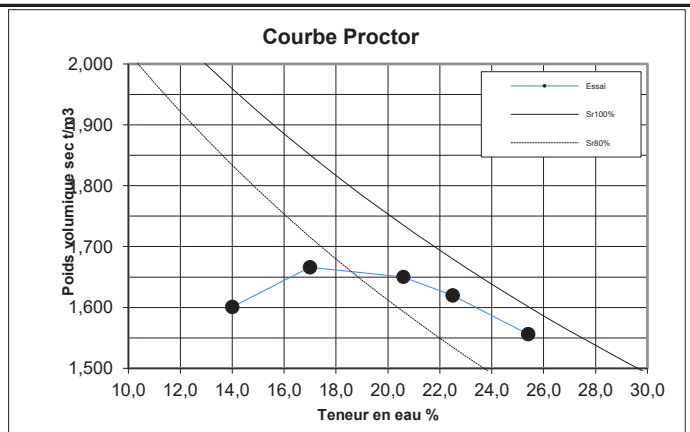
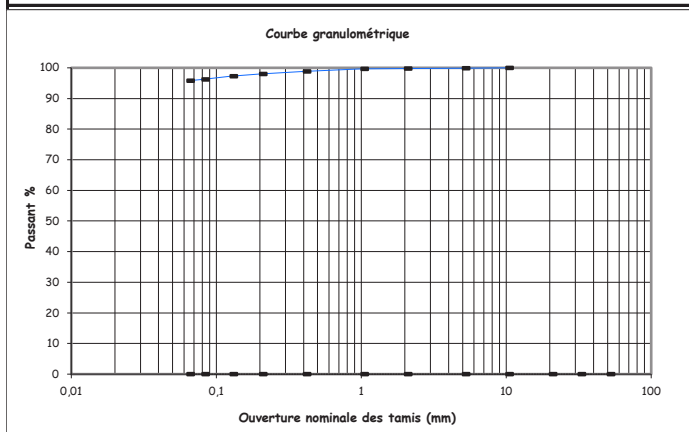
Informations générales	Informations sur l'échantillon
Dossier n°: NA23-1-002 Chantier : ST CARNE Client : Infranéo Nantes Ouvrage : NR Référence : NA23-1-002	Mode de prélèvement: Tarière Date de prélèvement: 08/02/2024 Mode de conservation : Sac N° d'identification : 24SOL0441 Date de réception : 13/03/2024 Sondage n° : FT2 Profondeur : 0,5 - 1,0 m Date d'essai : 13/03/2024 Description : Limon argileux marron à matière organique Traité à 1% CaO *


1 - Granulométrie suivant NF P 94-056																
Ouverture tamis mm	150	100	80	63	50	31,5	20	10	5	2	1	0,4	0,2	0,125	0,08	0,063
%passant sur 0/D								100,0	99,9	99,8	99,7	98,9	98,0	97,2	96,2	95,8
%passant sur 0/50mm																

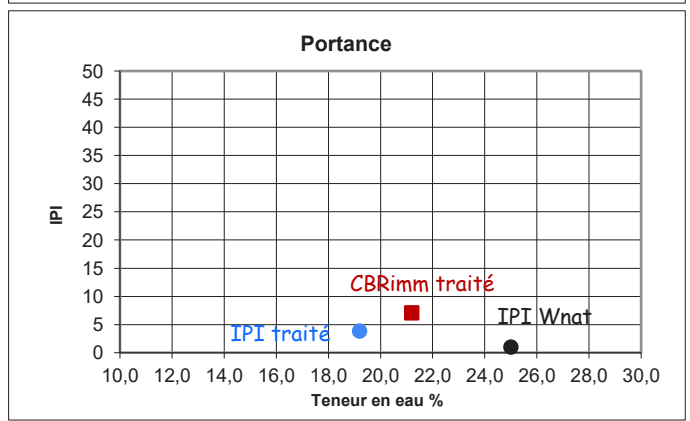
2 - Teneur en eau suivant NF P 94-050	3 - Valeur au bleu suivant NF P 94-068	4 - Limites d'Atterberg suivant NF P 94-051+ 052-1
W = 26,5 %	VBS = 1,48 g de bleu/100g sol	WI% = x Wp% = x IP = x Ic = x

5 - Essai Proctor normal suivant NF P 94-093 sur fraction 0/20						
OPN Traité *	1	2	3	4	5	6
Teneur en eau W%	14,0	17,0	20,6	22,5	25,4	
Poids vol sec r_d (t/m ³)	1,601	1,666	1,650	1,620	1,556	
Résultats	Optimum		*Correction si 0<20/D<30%			
	Brut	Corrigé*	proportion 20/D= -			
	W%	18,0	-	Masse vol des particules du sol		
	r_d (t/m ³)	1,67	-	r_s = 2,7 t/m3 (estimé)		

6 - Portances suivant NF P 94-078						
	Wnat	Traité	3	4	5	6
Teneur en eau %	25,0	19,2				
IPI	1	3,8				
CBR immédiat						
CBR immersion		7,1				
Gonflement G %		0,26				
W% après imm		21,2				



Observations :	
Responsable des essais L. MARTINS 	
Classe du matériau <div style="font-size: 2em; color: yellow; text-align: center;">A1</div>	



INFRANEO ASO - Agence de Bordeaux
 3 rue Charles Tellier - 33140 VILLENAVE D'ORNON
 Tel : 05.56.36.81.57
 Mail : bordeaux@infraneo.com

RÉCAPITULATIF DES ESSAIS POUR IDENTIFICATION D'UN SOL
 NF P 11-300

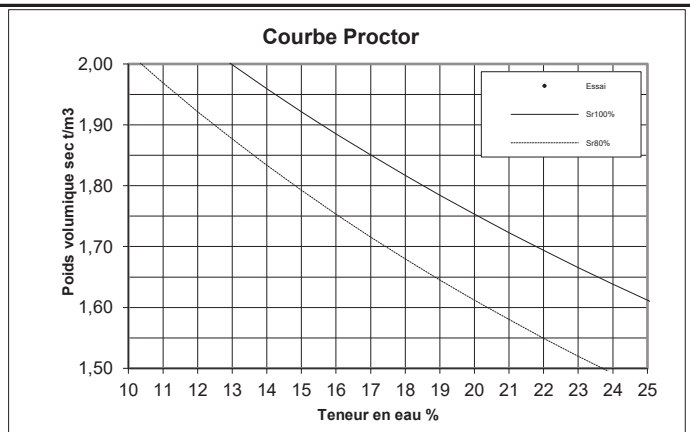
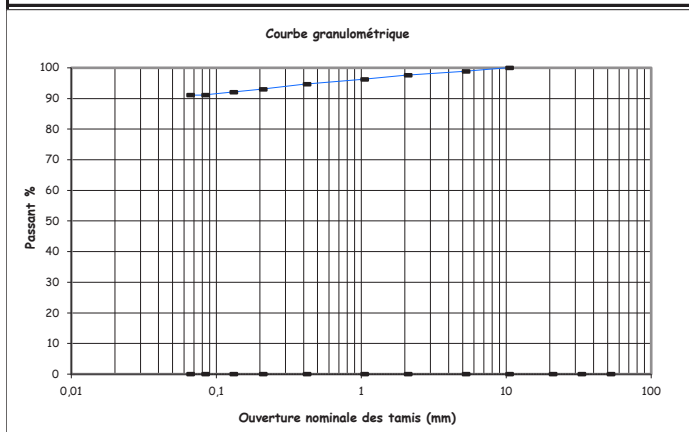
Informations générales	Informations sur l'échantillon	
Dossier n°: NA23-1-002	Mode de prélèvement: Tarière	Sondage n°: FT2
Chantier: ST CARNE	Date de prélèvement: 08/02/2024	Profondeur: 1,0 - 1,9 m
Client: Infranéo Nantes	Mode de conservation: Sac	Date d'essai: 13/03/2024
Ouvrage: NR	N° d'identification: 24SOL0442	Description: Limon argileux marron
Référence: NA23-1-002	Date de réception: 13/03/2024	


1 - Granulométrie suivant NF P 94-056																
Ouverture tamis mm	150	100	80	63	50	31,5	20	10	5	2	1	0,4	0,2	0,125	0,08	0,063
%passant sur 0/D								100,0	98,9	97,6	96,3	94,7	93,0	92,0	91,1	91,1
%passant sur 0/50mm																

2 - Teneur en eau suivant NF P 94-050	3 - Valeur au bleu suivant NF P 94-068	4 - Limites d'Atterberg suivant NF P 94-051+ 052-1				
W = 21,9 %	VBS = 1,72 g de bleu/100g sol	WI% = x	Wp% = x	IP = x	Ic = x	x

5 - Essai Proctor normal suivant NF P 94-093 sur fraction 0/20						
	1	2	3	4	5	6
Teneur en eau W%						
Poids vol sec r _d (t/m ³)						
Résultats	Optimum		*Correction si 0<20/D<30% proportion 20/D= - Masse vol des particules du sol r _s = 2,7 t/m3 (estimé)			
	Brut	Corrigé*				
	W%	-				
	r _d (t/m ³)	-				

6 - Portances suivant NF P 94-078						
	1	2	3	4	5	6
Teneur en eau %						
IP						
CBR immédiat						
CBR immersion						
Gonflement G %						
W% après imm						



Observations :	
Responsable des essais L. MARTINS 	Classe du matériau <div style="font-size: 2em; color: yellow; font-weight: bold; text-align: center;">A1</div>

