

ÉTUDE GÉOTECHNIQUE G1 PGC

RAPPORT

Référence de la Proposition : 128107 GO BOR 01 a

Rédacteur : Pascal MONTJEAN

ADRESSE PROJET

Avenue Magellan
33600 PESSAC



Agence	N° Dossier	N° pièce	Mission	Rédigé par	Vérifié par	Validé par	Date	Commentaires / version
GO BOR	128107	1	G1 PGC	PM	GG	SR	17/09/24	Rapport Provisoire
GO BOR	128107	2	G1 PGC	PM	GG	SR	23/10/24	Rapport Définitif

Table des matières

1.	SYNTHÈSE	4
2.	MISSIONS GÉNÉRALITÉS TRAVAUX ENGAGÉS	5
2.1.	MISSIONS - GÉNÉRALITÉS.....	5
2.2.	DOCUMENTS EN NOTRE POSSESSION POUR LA RÉDACTION DE L'ÉTUDE	7
2.3.	TRAVAUX EXÉCUTÉS - LIMITES DES MÉTHODES.....	7
2.4.	NIVELLEMENT DES TÊTES DE SONDAGES	8
2.5.	SCHÉMA D'IMPLANTATION DES SONDAGES	9
3.	CONTEXTE GÉOLOGIQUE ET GÉOTECHNIQUE.....	10
3.1.	ÉTUDE DE SITE / SENSIBILITÉ	10
3.2.	BILAN SENSIBILITÉ	13
3.3.	NATURE DES SOLS / PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES	14
3.4.	EAU PHRÉATIQUE.....	16
3.4.1.	NIVEAU PIÉZOMÉTRIQUE.....	16
3.4.2.	COMMENTAIRES	16
3.5.	ESTIMATION DES PERMÉABILITÉS	17
3.5.1.	MÉTHODOLOGIE	17
3.5.2.	RÉALISATION DES SONDAGES POUR LES ESSAIS PORCHET	17
3.5.3.	ESSAIS D'INFILTRATION DES SOLS SUPERFICIELS	18
3.5.4.	RÉSULTATS DES ESSAIS PORCHET	18
3.5.5.	CONCLUSION.....	19
3.5.6.	ESSAI LEFRANC DANS LE PIÉZOMÈTRE	20
3.6.	RECONNAISSANCES DE FONDATION	21
3.7.	ESSAIS DE LABORATOIRE.....	23
3.7.1.	ESSAIS D'IDENTIFICATION : CLASSIFICATIONS GTR & PROCTOR NORMAL.....	23
3.7.2.	AGRESSIVITÉ DU MILIEU VIS-À-VIS DES BÉTONS.....	23
3.8.	SYNTHÈSE GÉOTECHNIQUE.....	25
3.8.1.	MODÈLE STRATIGRAPHIQUE INTERPRÉTÉ ET RÉPARTITION DES RÉSULTATS PRESSIOMÉTRIQUES.....	25
3.8.1.	MODÈLE GÉOMÉCANIQUE PROPOSÉ.....	25
3.9.	SISMICITÉ.....	26
4.	PROJET	27
4.1.	CONSTRUCTIONS ENVISAGÉES	27
4.1.1.	CATÉGORIE D'OUVRAGE	27
4.1.2.	CONTENU ARCHITECTURAL	28

4.2.	APPROCHE DE LA Z.I.G. - MITOYENS.....	29
4.2.1.	ZONE D'INFLUENCE GÉOTECHNIQUE.....	29
5.	PRINCIPES DE CONSTRUCTION ENVISAGEABLES.....	30
5.1.	PRÉAMBULE.....	30
5.1.1.	CONTEXTE GÉOLOGIQUE.....	30
5.1.2.	CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE.....	30
5.1.3.	CONTEXTE GÉOTECHNIQUE.....	30
5.2.	FONDTATIONS.....	30
5.2.1.	PRINCIPE DE CONCEPTION.....	30
5.2.2.	RAPPEL DES PRINCIPALES RÈGLES DE L'ART EN MATIÈRE D'EXÉCUTION.....	31
5.3.	PROTECTION CONTRE LES EAUX.....	31
5.3.1.	GÉNÉRALITÉS.....	31
5.3.2.	IMPACT DES EAUX SOUTERRAINES SUR LE PROJET.....	32
5.4.	TRAITEMENT DU NIVEAU BAS.....	32
5.5.	TERRASSEMENT.....	32
5.5.1.	TRAFICABILITÉ.....	32
5.5.2.	TALUTAGE ET/OU SOUTÈNEMENT.....	32
6.	TERRASSEMENTS ROUTIERS.....	33
7.	CHAUSSÉE.....	35
8.	INVESTIGATIONS COMPLÉMENTAIRES À PRÉVOIR.....	36
9.	ANNEXES.....	37
10.	ANNEXES NON NUMÉROTÉES.....	42

1. SYNTHÈSE

Il s'agit d'une synthèse non technique résumant les informations à notre disposition actuellement (qui pourront évoluer avec les éventuelles reconnaissances complémentaires). Il s'agit d'un résumé et d'une aide à la lecture. Seul le rapport et ses annexes peut nous être opposable.

Client	CHU DE BORDEAUX 12 Rue Dubernat 33404 TALENCE
Mission	Étude Géotechnique G1 PGC
Projet	Construction d'un nouveau bâtiment en R+5 sur un niveau de sous-sol intégrant les urgences, la cancérologie, la dermatologie et la restructuration du bâtiment Cardiologie
Contexte Géologique	Les formations rencontrées au droit de cette zone de la commune de PESSAC sont : - Remblais d'aménagement et de remaniement, - Formations fluviales attribuables au Système de La Garonne ; Sable argileux et graviers (Fxb), - Formations carbonatées plus en profondeur
Aléas recherchés	Coupe lithologique du terrain Caractéristiques mécaniques des horizons géologiques Niveau de la nappe phréatique
Aléas résiduels	Variation de puissance de la formation alluvionnaire Variations du niveau de la nappe
Fondations	Fondations profondes en première approche
Soutènements	Talutage et/ou Paroi berlinoise
Protection contre les eaux	Pompage et évacuation des eaux en phase provisoire et cuvelage du niveau enterré en phase définitive
Niveau bas	Plancher porté par les fondations en première approche
Investigations complémentaires à prévoir	Sondages pressiométriques complémentaires afin d'optimiser le modèle géotechnique

2. MISSIONS GÉNÉRALITÉS TRAVAUX ENGAGÉS

2.1. MISSIONS - GÉNÉRALITÉS

Nous fournissons quelques éléments ci-après pour aider les lecteurs de ce présent rapport à comprendre quelles sont les limites liées aux missions géotechniques et donc à ce présent rapport. Bien entendu on se référera à la norme **NF P 94.500** Novembre 2013 pour avoir une vision plus exhaustive.

Les missions géotechniques ont pour but d'appréhender le milieu naturel et de diminuer les aléas y afférant. Cette réduction de l'aléa se fait par étapes successives, allant du général au particulier, de la reconnaissance globale à la reconnaissance locale, en adaptant les investigations et les études à la sensibilité réelle du projet.

On trouve dans le tableau ci-dessous l'enchaînement des différentes missions, leurs objectifs et le niveau de management des risques attendus.

Enchaînement des missions G1 à G4	Mission d'ingénierie géotechnique et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendus
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
	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
Étape 2 : Étude géotechnique de conception (G2)	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance
	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet	
	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		
	Étude géotechnique d'exécution (G3) Phase Étude (indissociable de la phase Suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude d'exécution (indissociable de 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)
	Suivi géotechnique d'exécution (G3) Phase Suivi (indissociable de la phase Étude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi d'exécution (indissociable de la phase Supervision de l'étude)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage	
À toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	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

Par ailleurs, la révision de la norme 94-500 permet aujourd'hui une correspondance simple entre les missions d'ingénierie généraliste et les missions géotechniques (voir page suivante).

Cette étude s'inscrit dans le cadre des missions géotechniques normalisées (NF P 94-500 - Novembre 2013) comme une mission de type **G1 « Phase Principes généraux de construction »** (le détail des missions est repris en annexe).

INGÉNIERIE GÉOTECHNIQUE NFP 94-500 version 2013				INGÉNIERIE GÉNÉRALISTE	MISSION CONFIEE
Étape 1	Étude géotechnique préalable	G1	Phase étude de site ES	ESQUISSE	
			Phase Principes généraux de constructions PGC	APS	X
Étape 2	Étude géotechnique de conception	G2	Phase avant-projet (AVP)	APD	
			Phase Projet*	AVP	
				PROJET	
			Phase DCE/ACT	DCE	
				ACT	
Étape 3	Suivi géotechnique d'exécution	G3	Étude géotechnique d'exécution	EXE	
			Suivi géotechnique d'exécution	DET/AOR	
	Supervision géotechnique d'exécution	G4	Supervision de l'étude d'exécution	VISA	
			Supervision du suivi d'exécution	DET/AOR	
-	Diagnostic géotechnique	G5	Étude d'un élément particulier	-	

* Les missions G2 PRO ne comprennent pas ICI l'approche des coûts des ouvrages, des délais de réalisation ni l'établissement de plans de fondations ou de soutènement, ces prestations n'entrant pas dans le champ de compétence d'un BET Géotechnique stricto sensu. Si besoin, ces prestations seront confiées à un économiste de la construction et un BET Structures de Conception.

Ces missions n'encadrent pas l'étude des grues de chantier et des grues mobiles qui devra être réalisée par un bureau d'études spécialisé.

Réponses aux questions fréquemment posées :

Peut-on reprocher au géotechnicien un dépassement de délais, de quantités, de coût sur la base d'une mission G1 ?

La norme 94.500 indique que les missions de type G1 excluent toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages qui entrent dans le cadre exclusif d'une mission d'étude géotechnique de conception phase projet.

Le respect de la norme est-il obligatoire ?

Le respect d'une norme NF n'est pas obligatoire. En revanche signer un contrat avec un prestataire qui la respecte revient tacitement à la respecter sauf à décharger le prestataire de ces engagements et responsabilités contractuelles.

Toutes les missions sont-elles obligatoires ?

La norme indique que toutes les missions doivent être réalisées, ce qui dans les faits est d'ailleurs toujours le cas, mais pas toujours par le géotechnicien. Ainsi, si ce n'est pas le géotechnicien qui rédige les pièces écrites, approuve les plans de l'entreprise et suit les travaux par exemple, ce sont ceux qui se sont substitués à lui qui ont fait réaliser les missions correspondantes. Il appartient donc de vérifier dans ce cas que ces intervenants ont la compétence et les assurances pour réaliser ces missions.

Nous sommes à la disposition du lecteur pour apporter toutes les précisions nécessaires pour la bonne compréhension de ces missions. Un extrait des missions est fourni en annexe.

CONDITIONS D'EXPLOITATIONS DU PRÉSENT RAPPORT

Il s'agit d'investigations géotechniques qui ne peuvent, en aucun cas, détecter d'éventuelles pollutions des sols.

L'exploitation et l'utilisation de ce rapport doivent respecter les "conditions d'exploitation et de validité des études de sols" décrites en annexe.

Le Maître d'ouvrage devra nous informer de la DROC (date réelle d'ouverture de chantier), et faire réactualiser le présent rapport en cas de modification du projet ou d'ouverture du chantier plus de 2 ans après la date du présent rapport.

GO BOR	128107	2	G1 PGC	PM	23/10/2024	Définitif
Agence	N° dossier	N° pièce	Mission	Rédacteur	Date	État

2.2. DOCUMENTS EN NOTRE POSSESSION POUR LA RÉDACTION DE L'ÉTUDE

Nature du document	Référence	Date	Remarques
Intégration urbaine du site du Haut-Lévêque et situation du projet U2CTD - Construction du bâtiment U2CTD et restructuration du bâtiment de Cardiologie	-	Mars 2024	-

2.3. TRAVAUX EXÉCUTÉS - LIMITES DES MÉTHODES

Le relevé des coupes des sondages pressiométriques (de type destructif) a été réalisé en observant les remontées de cuttings (terrain détruit par l'outil de perforation et remonté en surface par la circulation de la boue de forage). Cette méthode est imprécise et ne permet pas une finesse de relevé d'un carottage. Le relevé des remontées de cuttings et les diagraphies instantanées correspondantes sont fournis en annexe.

Campagne géotechnique réalisée dans le cadre de la phase G1 PGC :

TYPE DE SONDAGE ET D'ESSAIS IN SITU	NOMBRE	PROFONDEUR
Sondages pressiométriques Ø 63 mm	3	31,0 m
Essais pressiométriques	48	Répartis dans les sondages
Reconnaitances de fondation	2	2,1 m max
Ouvrage piézométrique	1	6,0 m
Sondages à la tarière mécanique	3	2,0 m
Essais d'infiltration de type Porchet	2	1,5 m
Essai Lefranc	1	2,0 - 6,0 m
DATE DE RÉALISATION DE LA CAMPAGNE IN SITU : AOÛT 2024		

ESSAIS EN LABORATOIRE	NOMBRE	PROFONDEUR
Test de l'agressivité des eaux sur les bétons	1	2,0 - 5,0 m
Classifications GTR	3	0,2 - 2,0 m
Essai Proctor + IPI	1	0,2 - 2,0 m

Conformément à la normalisation en vigueur, les sondages ont tous été rebouchés en fin de campagne.

Remarque relative aux relevés piézométriques : Lorsque des piézomètres sont disponibles sur chantier (par exemple, dans le cadre d'un suivi piézométrique), nous prenons en compte ces mesures si elles nous sont communiquées. Dans le cas contraire, des mesures ponctuelles de niveau d'eau sont effectuées directement dans les trous de forage, avant leur obturation en fin de chantier. Sauf demande spécifique de la part du Maître de l'Ouvrage, qui doit alors faire la déclaration correspondante auprès de la Police de l'Eau, nous ne posons pas de piézomètre au sens strict du terme.

Remarque relative aux limites d'exploitation de cette étude :

- Ce rapport ne traite pas des VRD au sens large, ces études spécifiques restent du ressort de BET Spécialisés.
- Ce rapport ne traite pas de l'étude des grues de chantier et des grues mobiles qui devra être réalisée par un bureau d'étude spécialisé.

2.4. NIVELLEMENT DES TÊTES DE SONDAGES

Les altimétries des têtes de sondage sont données à titre indicatif.

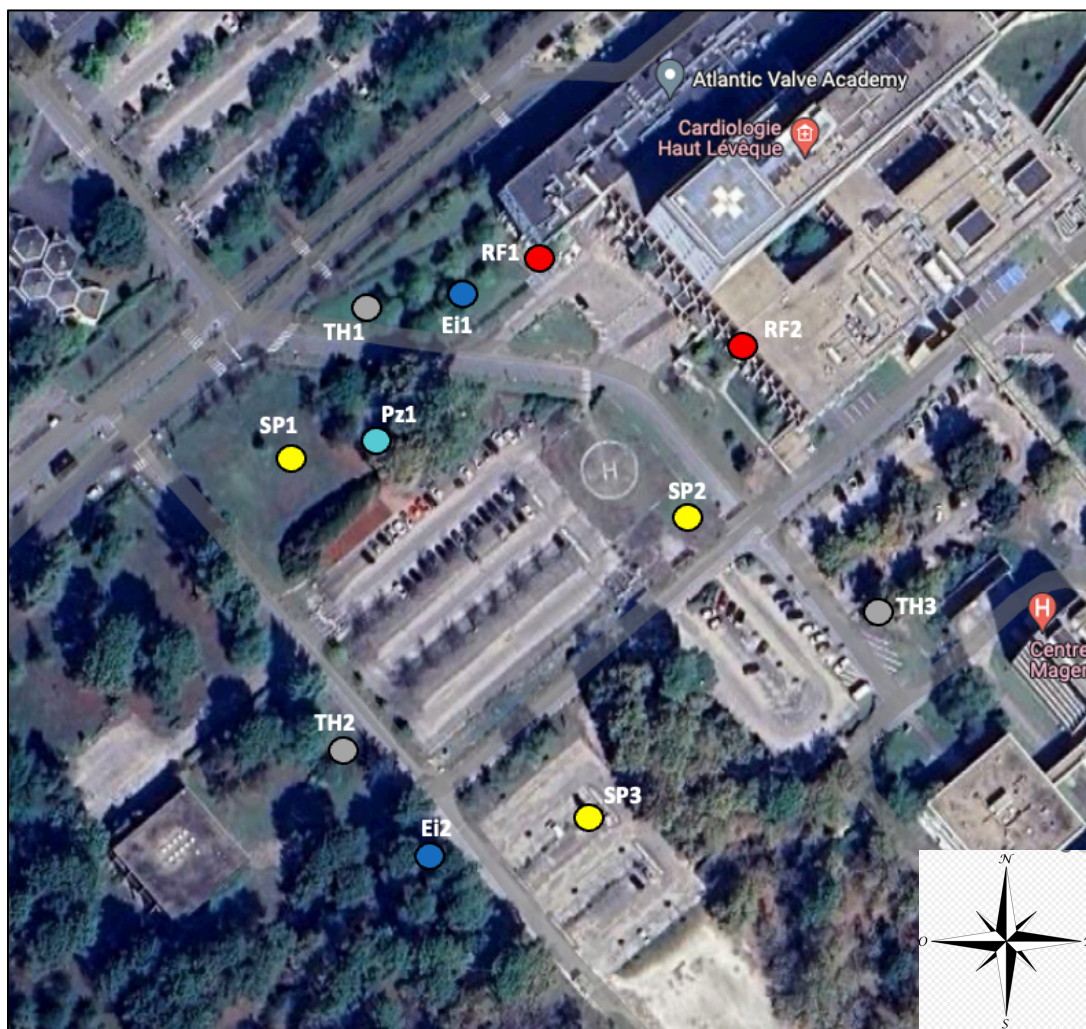
Elles sont issues d'un relevé GPS mais seul un levé de géomètre peut fournir un calage précis des têtes de sondages. Si ce relevé montre des différences, le rapport devra être revu en conséquence.

À noter que l'altimétrie du site est globalement comprise entre 50,0 et 52,0 m NGF.

Sondages	Lambert 93 X (m)	Lambert 93 Y (m)	Altitude en m NGF
SP1	410406,38	6416232,98	50,7
SP2	410509,06	6416214,46	50,3
SP3	410483,23	6416143,95	50,8
TH1	410427,97	6416270,04	51,1
TH2	410423,80	6416151,72	50,7
TH3	410563,05	6416184,01	50,6
Pz1	410409,71	6416238,20	50,8
RF1	410472,97	6416286,14	50,4
RF2	410522,05	6416258,55	50,5
Ei1	410448,33	6416267,29	50,7
Ei2	410443,72	6416126,94	50,9

2.5. SCHÉMA D'IMPLANTATION DES SONDAGES

L'implantation fournie sur ce schéma peut présenter des imprécisions d'ordre plurimétriques. Si une implantation précise est requise, un relevé de géomètre sera alors nécessaire.



- 1 Ouvrage piézométrique Pz1 à 6,0 m
- 3 Sondages pressiométriques à 31 m, SP1 à SP3
- 3 Sondages à la tarière mécanique à 2,0 m TH1 à TH3
- 2 Reconnaissances de fondation RF1 et RF2
- 2 Essais de perméabilité de type Porchet Ei1 à Ei2
- Limite de l'étude

3. CONTEXTE GÉOLOGIQUE ET GÉOTECHNIQUE

3.1. ÉTUDE DE SITE / SENSIBILITÉ

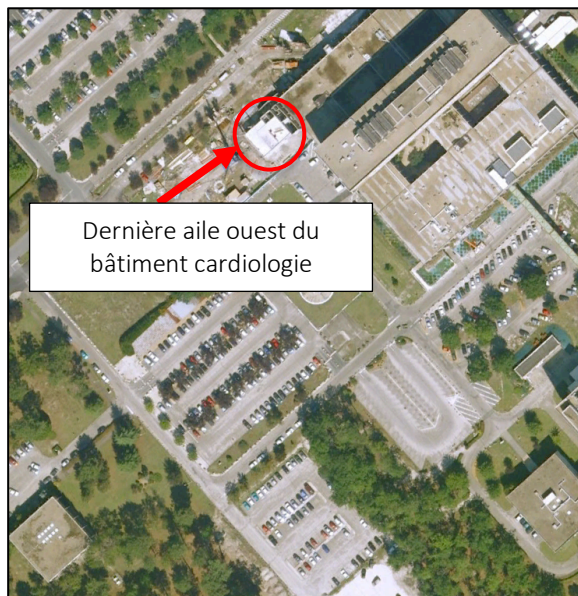
VUE AÉRIENNE « REMONTER LE TEMPS »
Année 1945



VUE AÉRIENNE « REMONTER LE TEMPS »
Année 1976



VUE AÉRIENNE « GOOGLE EARTH »
Année 2006

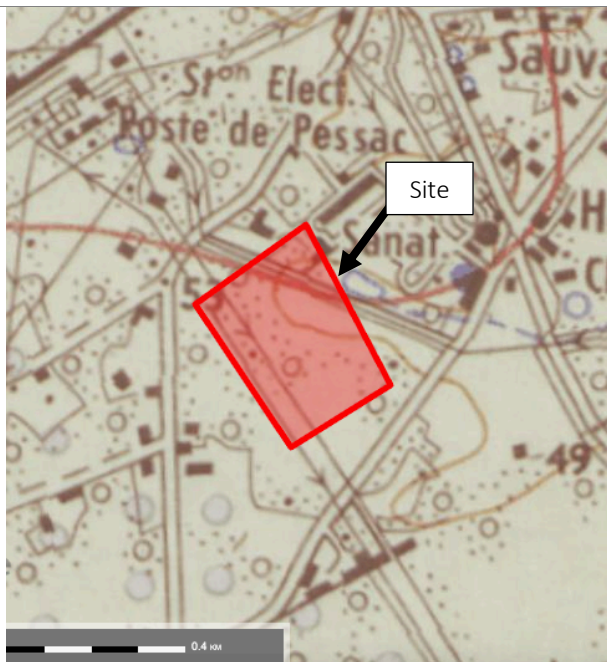


HISTORIQUE DU SITE ET ACTIVITÉS PASSÉES (d'après les archives des campagnes de photographies aériennes du site *Remonter le Temps*)

Les photos aériennes révèlent qu'aussi loin que l'on puisse remonter dans le temps pour ce site (1945), que celui-ci était vierge avant la construction du complexe hospitalier.

Les photos révèlent également que l'hôpital a été construit en 1976.

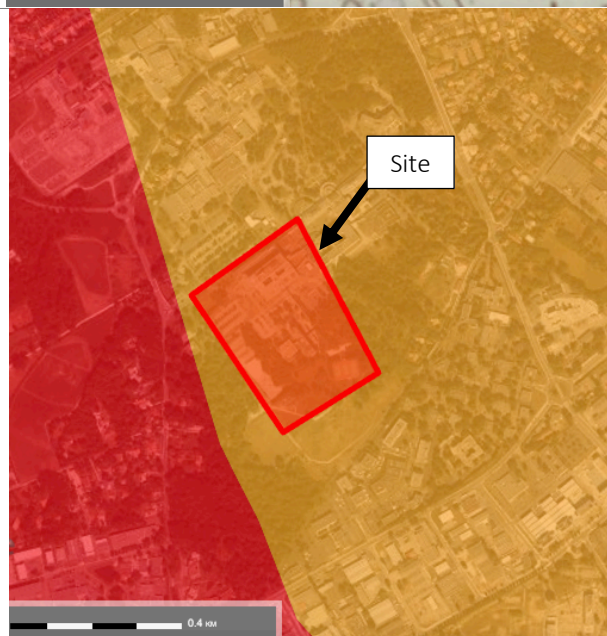
La dernière aile Ouest du bâtiment cardiologie (SAU) a été réalisée en 2006.



SITUATION GÉOLOGIQUE

D'après la carte géologique à l'échelle 1/50.000^e de PESSAC, la suite lithologique attendue est la suivante :

- Remblais d'aménagement et de remaniement,
- Formations alluvionnaires attribuables au Système de La Garonne ; Sable argileux et graviers (Fxb).
- Formations carbonatées plus en profondeur.

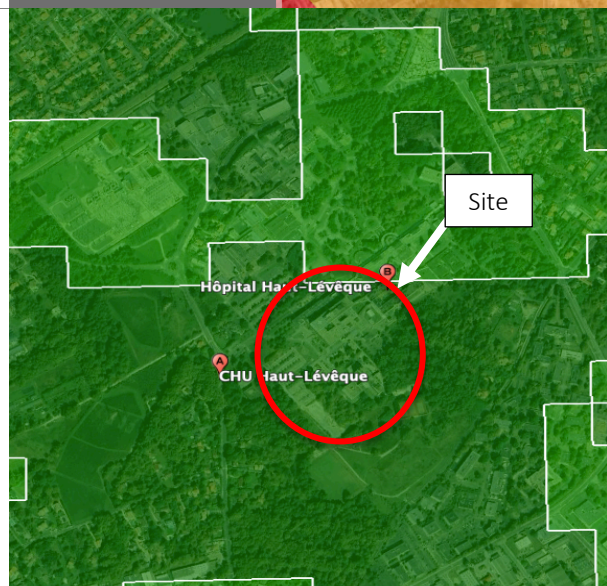


RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES

La parcelle étudiée se trouve dans une zone d'aléa moyen vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement des argiles.

Cet aléa est lié à la sensibilité des sols présents en surface qui ont été cartographiés par le BRGM.

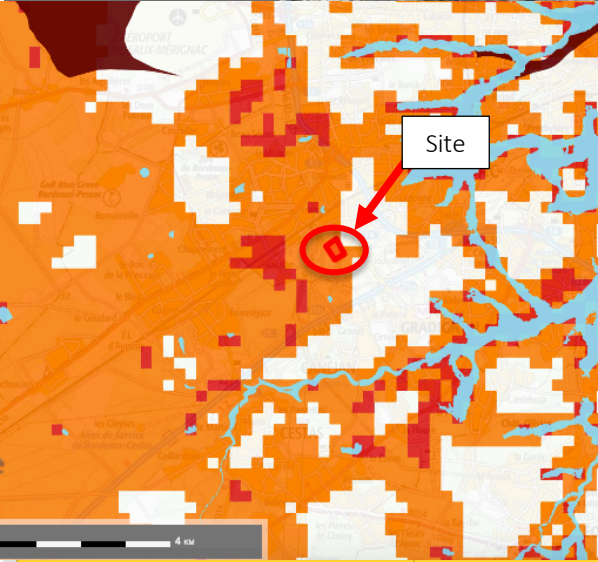
- Aléa fort
- Aléa moyen
- Aléa faible
- Aléa à priori nul



SENSIBILITÉ AUX REMONTÉES DE NAPPE

D'après la carte de sensibilité aux « remontées de nappes et crues » le projet se trouve en zone d'aléa très faible.

- Aléa très faible à inexistant
- Aléa très faible
- Aléa faible
- Aléa moyen
- Aléa fort
- Aléa très élevé, nappe affleurante

	<p>EXTRACTION DE MATÉRIAUX</p> <p>Aucune cavité souterraine n'est répertoriée au droit du site et à proximité immédiate de celui-ci. Il en est de même des exploitations à ciel ouvert.</p> <p>MOUVEMENTS DE TERRAIN</p> <p>Aucun mouvement de terrain n'a été répertorié ni au droit du site ni à proximité.</p> <p>Les principaux mouvements de terrain qui pourraient apparaître sont des phénomènes liés aux caractéristiques mécaniques des sols.</p>
	<p>SENSIBILITÉ AUX RISQUES DE CRUES ET REMONTÉES DE NAPPE</p> <p>D'après la base de données Infoterre, le terrain se trouve dans une zone potentiellement sujette aux inondations de cave.</p> <ul style="list-style-type: none"> Zones potentiellement sujettes aux inondations de cave Zones potentiellement sujettes aux débordements de nappe Pas de débordement de nappe ni d'inondation de cave Entités hydrogéologiques imperméables à l'affleurement (source : BDLISA V2/BRGM)
	<p>SISMICITÉ</p> <p>D'après la réglementation parasismique de Janvier 2011 applicable aux bâtiments, la commune de PESSAC se trouve en zone II.</p> <p>Ce qui correspond à un aléa faible.</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 (très faible) 2 (faible) 3 (modérée) 4 (moyenne) 5 (forte)

3.2. BILAN SENSIBILITÉ

Type d'aléa	Niveau de risque
Retrait / gonflement des sols argileux	Aléa moyen
Inondation par débordement d'un fleuve	Aléa modéré
Inondation par débordement de nappe	Aléa faible
Mouvement de terrain	Hors zone d'aléa
Cavités souterraines	Hors zone d'aléa
Sismicité	Zone II Faible

3.3. NATURE DES SOLS / PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES

La campagne de reconnaissance effectuée a permis de mettre en évidence la suite lithologique suivante, au droit de nos sondages :

Formations de couverture/Formations remaniées

Au droit des sondages, nous avons rencontré systématiquement une tranche de sol remaniée assimilable à une matrice sableuse marron à noirâtre en surface, elle descend jusqu'à 0,9 m en SP1, 1,8 m en SP2 et 1,7 m en SP3.

Rappelons que par nature, les formations anthropiques et remaniées peuvent présenter des variations brutales d'épaisseur et/ou de nature ou des sur-profondeurs localisées.

Caractéristiques mécaniques

Les formations remaniées ne disposent pas de classement à proprement parlé. Compte tenu de leur faible épaisseur, nous avons réalisé 2 essais pressiométriques au sein de ces horizons. Ces résultats ne sont pas représentatifs de l'ensemble de cette formation.

6,0 bars < Pl < 24,0 bars

57 bars < E_M < 339 bars

Coefficient rhéologique $\alpha = 1/2$

Formations alluvionnaires à dominante sableuse

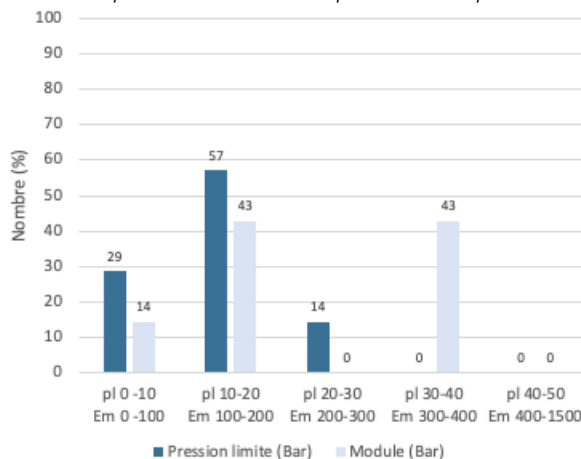
Des formations de sable fin marron à beige ont été rencontrées ensuite, jusqu'entre 6,2 et 6,5 m de profondeur par rapport au terrain naturel.

Étant donné le mode de dépôt des formations alluvionnaires, l'épaisseur de ces formations peut varier considérablement et rapidement dans l'espace.

Ces formations à dominante sableuse présentent des caractéristiques mécaniques assez dispersées ; elles correspondent à des sables et graves lâches à très denses (Pression limite supérieure à 2 Bar et pouvant être supérieure à 20 Bar) selon les normes d'application de l'Eurocode.

Caractéristiques mécaniques

Répartition des valeurs pressiométriques



Statistiques pressiométriques

Nombre de valeurs			7		
	Min	Max	Moyenne	Écart type σ	Moyenne - $\frac{1}{2} \sigma$
Pl (Bar)	5,0	23,0	11,9	6,4	8,7
Em (Bar)	13	361	154	129	89

Formations alluvionnaires à dominante argileuse

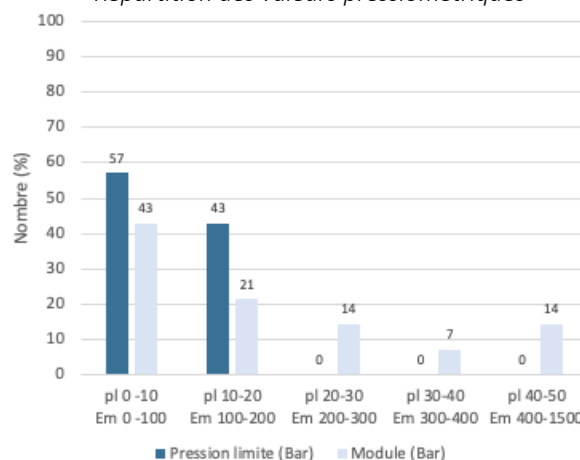
Au-delà, des horizons argileux de teinte verdâtre à noirâtre ont été rencontrés au moins jusqu'à 21,2 m de profondeur.

Étant donné le mode de dépôt des formations alluvionnaires, l'épaisseur de ces formations peut varier considérablement et rapidement dans l'espace.

Ces alluvions correspondent à des argiles très molles à raides (Pression limite pouvant être inférieure à 2,0 Bar et restant inférieure à 20 Bar) selon les normes d'application de l'Eurocode.

Caractéristiques mécaniques

Répartition des valeurs pressiométriques



Statistiques pressiométriques

Nombre de valeurs			14		
	Min	Max	Moyenne	Écart type σ	Moyenne - $\frac{1}{2} \sigma$
Pl (Bar)	2,0	15,0	7,7	4,4	5,5
Em (Bar)	6	529	175	175	3

Formations alluvionnaires à dominante sableuse

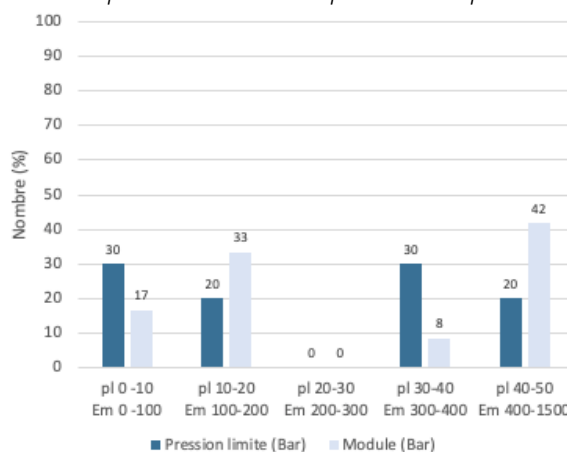
De nouveau, des formations à caractère sableux ont été rencontrées cette fois, jusqu'entre 28,3 et 29,9 m de profondeur par rapport au terrain naturel. Les opérateurs ont relevé, au droit des trois sondages pressiométriques, une absence de remontées de cuttings dès 15,0 m de profondeur (SP1).

Étant donné le mode de dépôt des formations alluvionnaires, l'épaisseur de ces formations peut varier considérablement et rapidement dans l'espace.

Ces formations à dominante sableuse présentent des caractéristiques mécaniques assez dispersées ; elles correspondent à des sables et graves lâches à très denses (Pression limite supérieure à 2 Bar et pouvant être supérieure à 20 Bar) selon les normes d'application de l'Eurocode.

Caractéristiques mécaniques

Répartition des valeurs pressiométriques



Statistiques pressiométriques

Nombre de valeurs			14		
	Min	Max	Moyenne	Écart type σ	Moyenne - $\frac{1}{2} \sigma$
Pl (Bar)	2,0	84,0	25,6	25,7	12,7
Em (Bar)	14	3365	342	913	-

Formations marneuses

Enfin, au vu de la teneur des paramètres de foration enregistrés, nous émettons l'hypothèse que les formations marneuses ont été atteintes en fin de sondages.

Caractéristiques mécaniques

Compte tenu de la position du toit de ces formations et de notre profondeur d'investigation, nous n'avons pas réalisé d'essais pressiométriques au sein de ces formations.

3.4. EAU PHRÉATIQUE

3.4.1. NIVEAU PIÉZOMÉTRIQUE

Lors de notre intervention, nous avons posé un ouvrage piézométrique sur site noté Pz1, descendu à 6,0 m de profondeur. Le tableau ci-après indique les résultats des relevés effectués :

Piézomètre	Altimétrie ouvrage en m NGF	Profondeur ouvrage m/TN	09/08/2024		04/09/2024		09/10/2024	
			m/TN	m NGF	m/TN	m NGF	m/TN	m NGF
Pz1	50,8	6,0	2,3	48,5	2,4	48,4	2,3	48,5

Il s'agit de la nappe d'eau souterraine, elle présente des battements saisonniers.

Un suivi piézométrique mensuel et ponctuel sur 6 mois est en cours.

3.4.2. COMMENTAIRES

Remarque : Il s'agit d'une mesure ponctuelle qui ne permet pas d'apprécier les variations phréatiques à terme. Ces dernières peuvent dépendre :

- De la recharge météorique
- Des éventuelles relation avec le réseau hydrographique proche (onde de crue),
- Des prélèvements dans l'aquifère.

Nous rappelons que le site est caractérisé par la présence au moins de deux niveaux d'eau différents :

- Une nappe baignant les formations alluvionnaires et pouvant être en connexion avec la Garonne. Cette nappe impactera les travaux de terrassement.
- Une nappe au sein du substratum carbonaté.

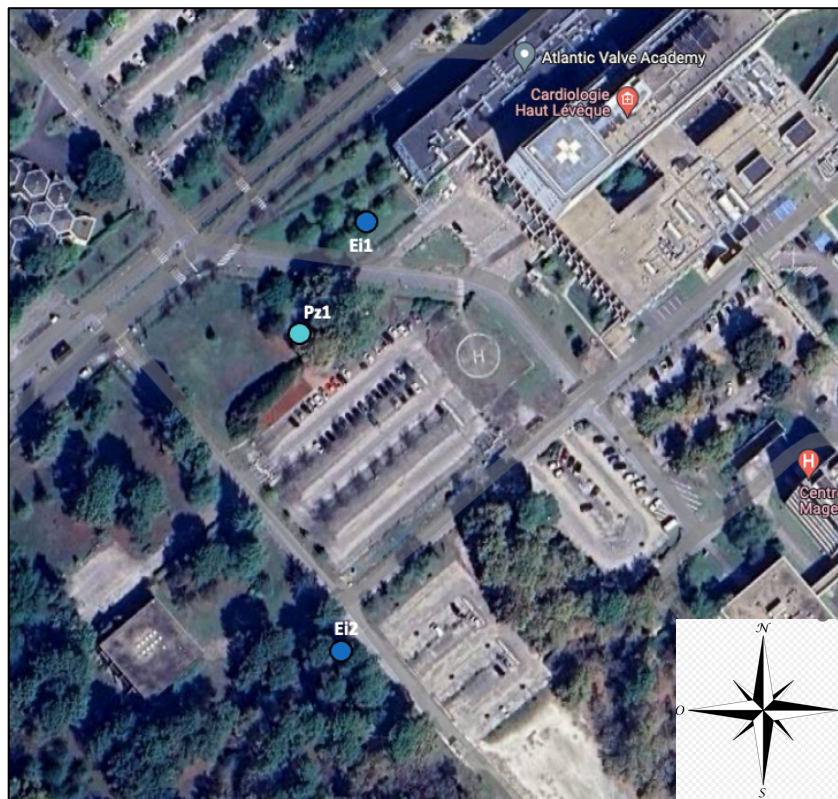
3.5. ESTIMATION DES PERMÉABILITÉS

3.5.1. MÉTHODOLOGIE

Dans le but de déterminer la perméabilité d'infiltration des terrains superficiels, deux essais par infiltration de type Porchet ont été réalisés le 29/04/2024, notés Ei1 et Ei2.

Un essai Lefranc a également été réalisé au sein du piézomètre Pz1.

Les sondages ont été implantés selon le plan d'implantation suivant.



Implantation des essais d'infiltration et du piézomètre

3.5.2. RÉALISATION DES SONDAGES POUR LES ESSAIS PORCHET

Les sondages ont été réalisés à la tarière mécanique (*diamètre 150 mm*). Les tests de perméabilité concernent le faciès de couverture donc les formations anthropiques.

Coupe lithologique des sondages

	Ei1	Ei2
Diamètre du sondage réel	150 mm	
Profondeur du sondage	1,5 m/TN	
Lithologie	0 à 1,1 m : Sable marron brun foncé limoneux 1,1 à 1,5 m : Sable jaunâtre	0 à 1,2 m : Argile marron foncée brune + graviers 1,2 à 1,5 m : Sable fin beige
Horizon ciblé par l'essai	Formations anthropiques à minima et formations alluvionnaires sableuses	Formations anthropiques à minima et formations alluvionnaires sableuses

3.5.3. ESSAIS D'INFILTRATION DES SOLS SUPERFICIELS

Le sondage est saturé en eau dans un premier temps. Le volume d'eau pour arriver à saturation peut être important pour certains ouvrages.

L'essai consiste à mesurer la quantité d'eau nécessaire au maintien de la saturation de l'eau dans l'ouvrage. La perméabilité est ensuite calculée selon la méthode appropriée : en régime permanent.

Calcul de la perméabilité K (m/s) :

$$K = \frac{Q}{m \cdot D \cdot \Delta h}$$

Q : débit de pompage (m³/s)

m : coefficient de forme de la cavité

D : diamètre de la cavité (m)

Δh : variation de charge imposée (m)

À titre d'exemple, l'aptitude à l'infiltration est définie selon l'Évaluation des Procédés Nouveaux d'Assainissement des petites et moyennes Collectivités (EPNAC) :

Classement des sols selon le coefficient de perméabilité

Perméabilité		Typologie du sol	Aptitude à l'infiltration
m/s	mm/h		
$K < 10^{-6}$	$K < 4$	Très peu perméable	Nulle
$10^{-6} < K < 3 \cdot 10^{-6}$	$4 < K < 11$	Peu perméable	Mauvaise
$3 \cdot 10^{-6} < K < 10^{-5}$	$11 < K < 36$	Perméabilité médiocre	Faible
$10^{-5} < K < 2 \cdot 10^{-5}$	$36 < K < 72$	Assez perméable	Bonne
$2 \cdot 10^{-5} < K < 5 \cdot 10^{-5}$	$72 < K < 180$	Perméable	Bonne
$K > 5 \cdot 10^{-5}$	$K > 180$	Très perméable	Très bonne

3.5.4. RÉSULTATS DES ESSAIS PORCHET

Le tableau suivant présente les résultats des essais de perméabilité Ei1 et Ei2.

	Ei1	Ei2
Temps de maintien de la saturation	3h20	3h00
Profondeur ouvrage pendant essai (m/TN)	1,5 m/TN	
Perméabilité calculée par essai (m/s)	$7,1 \cdot 10^{-5}$ m/s	$6,4 \cdot 10^{-5}$ m/s
Typologie du sol	Très perméable	Très perméable
Horizon ciblé par l'essai	Formations anthropiques à minima et formations alluvionnaires sableuses	Formations anthropiques à minima et formations alluvionnaires sableuses

La perméabilité moyenne calculée est de $6,7 \cdot 10^{-5}$ m/s, ce qui correspond à des lithologies **perméables de sables**.

L'horizon concerné présente une bonne aptitude à l'infiltration, sur la profondeur testée à 1,5 m de profondeur.

Remarque : Il est à noter qu'il s'agit là d'une perméabilité à court terme. La capacité d'absorption peut diminuer pendant une période longue de saturation. Les essais ont été réalisés ponctuellement au sein des terrains superficiels. Il peut exister des variations importantes et rapides de perméabilité au sein d'un même horizon (latéralement et/ou en profondeur).

3.5.5. CONCLUSION

▪ Synthèse

Cette étude s'est concentrée sur l'estimation de la perméabilité des premiers horizons lithologiques au droit de la zone théorique où pourraient être implantés des ouvrages de gestion des eaux pluviales.

L'essai réalisée au droit du site a permis de mesurer la perméabilité de manière ponctuelle à 1,5 m de profondeur.

D'après l'essai, il en ressort que l'horizon est caractérisé par comme étant **perméable à très perméable**, avec une perméabilité moyenne de **$6,7.10^{-5}$ m/s, au sein des sables**.

Pour rappel, d'après le guide « La ville et son assainissement – Principes, méthodes et outils pour une meilleure intégration dans le cycle de l'eau » du Ministère de l'Environnement et du Développement Durable (MEDD) – édité par le CERTU en 2003, **il est recommandé de ne pas infiltrer des eaux de quelque nature que ce soit à moins d'un mètre du Niveau des Plus Hautes Eaux**.

▪ Préconisations sur les méthodes d'infiltration

Il est interdit d'infiltrer les eaux pluviales directement dans la nappe souterraine.

Quelle que soit la méthode d'infiltration retenue, il est classiquement préconisé de respecter les distances minimales suivantes :

3 m entre l'ouvrage et tout arbre ;

5 m entre l'ouvrage et les bâtiments, en particulier les fondations ;

Le fond de l'ouvrage devra être à 1 m du niveau des plus hautes eaux.

Remarque 1 : Il s'agira de vérifier que l'implantation du dispositif d'infiltration ne soit pas au droit de zones polluées afin d'éviter la migration de pollution et d'aggraver la qualité du milieu souterrain ;

Remarque 2 : Le dimensionnement final et la position des ouvrages (capacité, modèle, ...) devront être définis par le bureau d'étude VRD missionné pour ce projet.

Remarque 3 : Le VRD devra intégrer les modalités et pratiques définies pour la région Aquitaine par la DDTM (cf. guide Les eaux pluviales dans les projets d'aménagement, Octobre 2007), permettant de respecter les principes de gestion des eaux pluviales dans les différents textes réglementaires.

Remarque 4 : Conformément au **SDAGE Adour Garonne 2022-2027**, l'infiltration et la rétention des eaux pluviales à la source doivent être les premiers principes recherchés pour tout projet.

Remarque 5 : En cas de récupération et réutilisation des eaux pluviales pour l'arrosage des espaces verts ou le nettoyage des voiries et parking du site, le projet devra se conformer à **l'arrêté du 21 Aout 2008 relatif à la récupération des eaux de pluie et à leur usage à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments**.

Remarque 6 : Au regard de la rubrique 2.1.5.0, pour une surface totale de projet inférieure à 1ha, **le projet ne sera pas soumis à la rubrique 2.1.5.0 de la nomenclature Loi sur L'Eau**.

GO BOR	128107	2	G1 PGC	PM	23/10/2024	Définitif
Agence	N° dossier	N° pièce	Mission	Rédacteur	Date	État

3.5.6. ESSAI LEFRANC DANS LE PIÉZOMÈTRE

La descente (ou purge de l'ouvrage) n'a pas été complète, ce qui indique un renouvellement rapide, néanmoins cela n'a pas été interprété, seules les données de la remontée ont été considérées comme représentatives.

Le tableau suivant présente les résultats de l'essai LEFRANC réalisé.

Résultats des essais de perméabilité

	Pz1
	Remontée
Débit de pompage (descente)	0,3 m ³ /h
Hauteur rabattue (descente) / Hauteur remontée (m/TN)	2,39 m
Durée de la remontée (95% de la hauteur)	60 min
Perméabilité calculée	1,5 à 7,0.10⁻⁵ m/s
Crépines	1 à 5 m/TN
Horizon lithologique ciblé	Alluvions sableuses

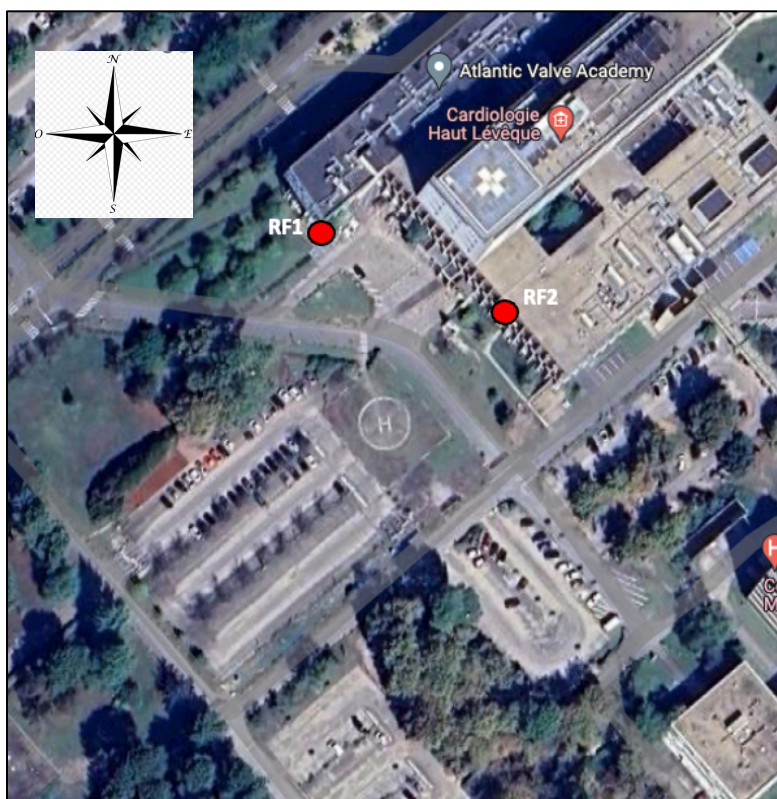
Il s'agit de valeurs caractérisant des terrains « perméable » à « assez perméable » selon la classification « Fondations et ouvrages enterrés » de PHILIPPONNAT.

Il est toutefois à noter qu'il peut exister des hétérogénéités au sein des alluvions, ce qui peut localement conduire à des arrivées d'eau préférentielles.

Afin d'être sécuritaire, nous considérerons une perméabilité de l'ordre de **7,0.10⁻⁵ m/s**.

3.6. RECONNAISSANCES DE FONDATION

Dans le cadre de notre étude, nous avons réalisé 2 reconnaissances de fondation (RF1 et RF2).



N° de la fouille	Emplacement de la fondation	Nature de la fondation	Profondeur de l'élément reconnu	Débord de la fondation reconnu	Nature des sols d'assise
RF1 (# 50,4 m NGF)	Au coin Sud-Ouest du bâtiment	-	0,50 m/TN minimum	150 cm minimum	_*
RF2 (# 50,5 m NGF)	Pignon Sud-Ouest du bâtiment	-	2,10 m/TN minimum	-	_**

* : Nous n'avons pas pu élargir la fouille davantage pour ne pas porter atteinte et éviter de déstabiliser le passage piéton récemment réalisé (voir photos).

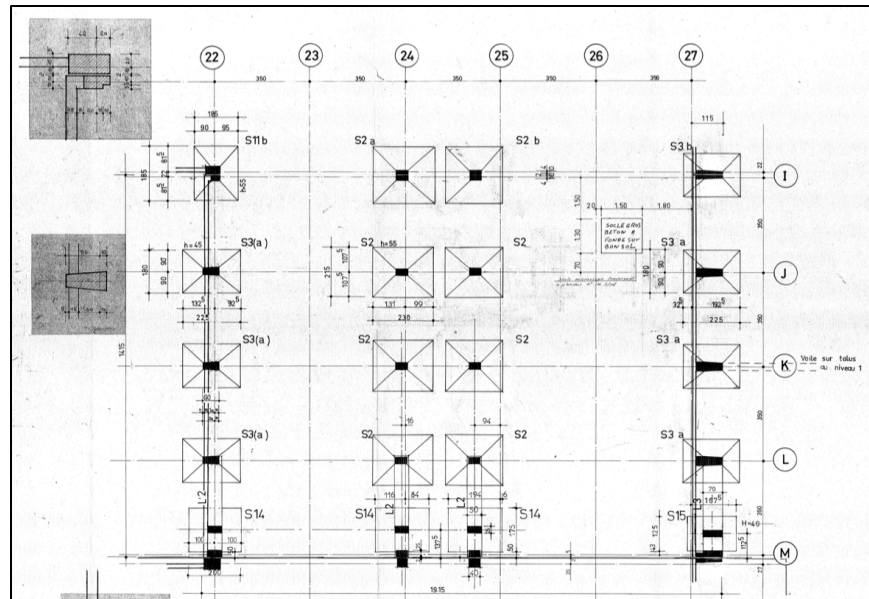
** : Nous n'avons pas pu descendre au-delà de 2,10 m/TN car nous avons rencontré une canalisation en béton longeant le bâtiment en partie Ouest.

Voir complément d'informations en annexes

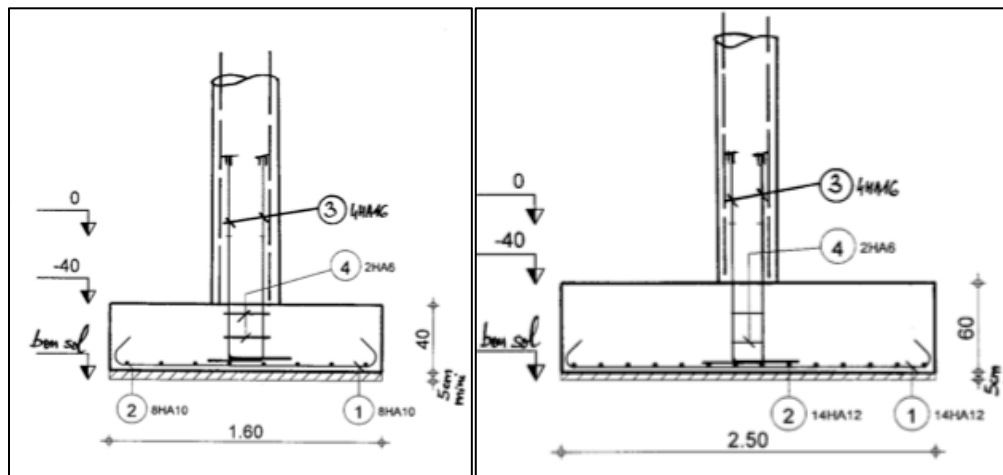
Commentaire :

Selon les anciens documents transmis et inhérents à la morphologie des ouvrages existants, les bâtiments se trouvant à proximité de l'emprise de la future construction semblent avoir été conçus avec un ancrage superficiel approfondi avec du gros béton voire un ancrage semi profond avec des puits de fondations carrés. Le bâtiment existant de cardiologie présente un vide sanitaire de 1,5 m de hauteur.

GO BOR	128107	2	G1 PGC	PM	23/10/2024	Définitif
Agence	N° dossier	N° pièce	Mission	Rédacteur	Date	État



Extrait du plan de fondation du bâtiment cardiologie - Zone F



Fondation SAU n°S160 - 1,60 m de côté

Fondation SAU n°S250 - 2,50 m de côté

3.7. ESSAIS DE LABORATOIRE

3.7.1. ESSAIS D'IDENTIFICATION : CLASSIFICATIONS GTR & PROCTOR NORMAL

La classification G.T.R. des matériaux est réalisée à partir du Guide Technique L.C.P.C. / S.E.T.R.A. « Réalisation des remblais et des couches de forme » de Septembre 1992. Nous avons ainsi effectué des essais sur trois échantillons de sol prélevés le 12 Août 2024 afin de mieux appréhender les caractéristiques intrinsèques du sol.

Sondages	Profondeur échantillons en m	Description matériaux	Teneur en eau naturelle en % (w nat)	Analyse granulométrique			VBS (g de bleu/100 g sol)	W _{OPN} en %	Classe GTR	Nature selon le GTR
				20 mm	2 mm	0,08 mm				
TH1	0,5 - 2,0	Sable gravelo silteux marron	3,5	100,0	84,4	14,2	0,33	-	B5	Sables et graves très silteux
TH2	0,5 - 2,0	Sable limoneux marron	4,8	100,0	99,4	19,6	0,26	8,5	B5	Sables et graves très silteux
TH3	0,5 - 2,0	Sable silteux noir à grave épars	6,2	100,0	87,2	31,8	1,08	-	B5	Sables et graves très silteux

Commentaire :

Réutilisation en remblais

Matériaux de type B5₁ et B5₂ : En conditions très humide et très sèche, ces sols sont inutilisables en l'état. En condition humides, ils sont sujets au matelassage, ils sont difficiles à mettre en œuvre du fait de leur faible portance. En condition sèche, ils sont difficiles à compacter du fait de leur faible teneur en eau et en condition moyenne, ces sols sont très sensibles aux conditions météorologiques.

Réutilisation en couche de forme

Matériaux de type B5₁ et B5₂ : Pour utiliser ces sols en couche de forme, il est nécessaire de les traiter avec un liant hydraulique pour les moins argileux de la classe ou un traitement chaux + liant hydraulique pour les plus argileux et les plus humides.

3.7.2. AGRESSIVITÉ DU MILIEU VIS-À-VIS DES BÉTONS

■ Généralités

Les classes d'exposition des bétons vis-à-vis de leur environnement sont définies dans la norme NF EN 206 de novembre 2014. La norme définit les classes d'exposition correspondant aux attaques chimiques par les eaux souterraines et les sols de la façon suivante :

Pour les sols :

Classe d'exposition			XA1	XA2	XA3
caractéristique	norme				
SO ₄ ²⁻	mg/kg	EN 196-2	≥2000 et ≤3000	>3000 et ≤12000	>12000 et ≤24000
acidité	ml/Kg	prEN 16502	>200	non rencontré en pratique	

Pour les Eaux Souterraines :

Classe d'exposition			XA1	XA2	XA3
caractéristique	norme				
SO ₄ ²⁻	mg/l	EN 196-2	≥200 et ≤600	>600 et ≤3000	>3000 et ≤6000
PH		ISO4316	≥ 5,5 et ≤ 6,5	≥ 4,5 et ≤ 5,5	≥ 4,0 et < 4,5
CO ₂ agressif	mg/l	EN13577	≥ 15 et ≤ 40	> 40 et ≤ 100	> 100
NH ₄ ⁺	mg/l	ISO 7150-2	≥ 15 et ≤ 30	> 30 et ≤ 60	> 60 et ≤ 100
Mg ²⁺	mg/l	EN ISO 7980	≥300 et ≤1000	> 1000 et ≤3000	> 3000

Il faut cependant rappeler que la définition de la seule exposition aux attaques chimiques ne permet pas de déterminer l'enrobage au sens de la norme EN 1992-1-1. Il convient de déterminer également la classe d'exposition vis-à-vis du risque de corrosion des armatures (XS ou XD).

GO BOR	128107	2	G1 PGC	PM	23/10/2024	Définitif
Agence	N° dossier	N° pièce	Mission	Rédacteur	Date	État

Quelques recommandations relatives à la composition des bétons en fonction des classes d'exposition sont résumées dans le tableau ci-dessous, extrait de la norme :

Classes d'exposition	MARINS		CHLORES		CHIMIQUES		
	XS2/XS1	XS3	XD2	XD3	XA1	XA2	XA3
E_{eff} /Liant équivalent maximale	0,55	0,50	0,55	0,50	0,55	0,50	0,45
Classe de résistance minimale	C30/37	C35/45	C30/37	C35/45	C30/37	C35/45	C40/50
Teneur minimale en liant équivalent (kg/m ³)	330	350	330	350	330	350	385

Remarque : Pour des ouvrages géotechniques spéciaux (pieu, paroi moulée, micropieu...) des exigences complémentaires sont données en annexe D de la norme.

▪ **Agressivité de l'eau phréatique vis-à-vis des bétons**

Nous avons effectué un prélèvement d'eau le 04 Septembre 2024 dans l'ouvrage piézométrique noté Pz1. Les analyses effectuées sont conformes à la norme NF EN 206-1. Les résultats complets sont disponibles en annexe. Le tableau ci-dessous résume les classes d'exposition des sols :

Échantillons	Nappe testée	Classe d'exposition
Pz1	Alluviale	XA2

Paramètres	Unité	Pz1 24-117686-01	
pH		7,6	< XA1
Dioxyde de carbone agressif	mg/l	49	XA2
Hydrogénocarbonates (HCO ₃)	mg/l	150	-
Ammonium (NH ₄)	mg/l	0,1	< XA1
Azote ammoniacal (NH ₄ -N)	mg/l	0,08	-
Sulfates (SO ₄)	mg/l	25	< XA1
Carbonates (CO ₃)	mg/l	< 10,0	-
Calcium (Ca)	mg/l	48	-
Magnésium (Mg)	mg/l	7,8	< XA1
Classification selon la NF EN 206-1			XA2

Le degré d'agressivité sur les bétons des eaux souterraines prélevées correspond au type **XA2** pour l'échantillon testé. D'après la norme NF 206-1, cela correspond à une eau d'agressivité chimique moyenne.

Un second échantillon d'eau pourra être réalisé lors des prochaines phases afin de valider ou non ce résultat.

▪ **Remarques**

Les dispositions à prendre pour prémunir les ouvrages de l'agressivité du milieu ne relèvent pas de la compétence du BET Géotechnique.

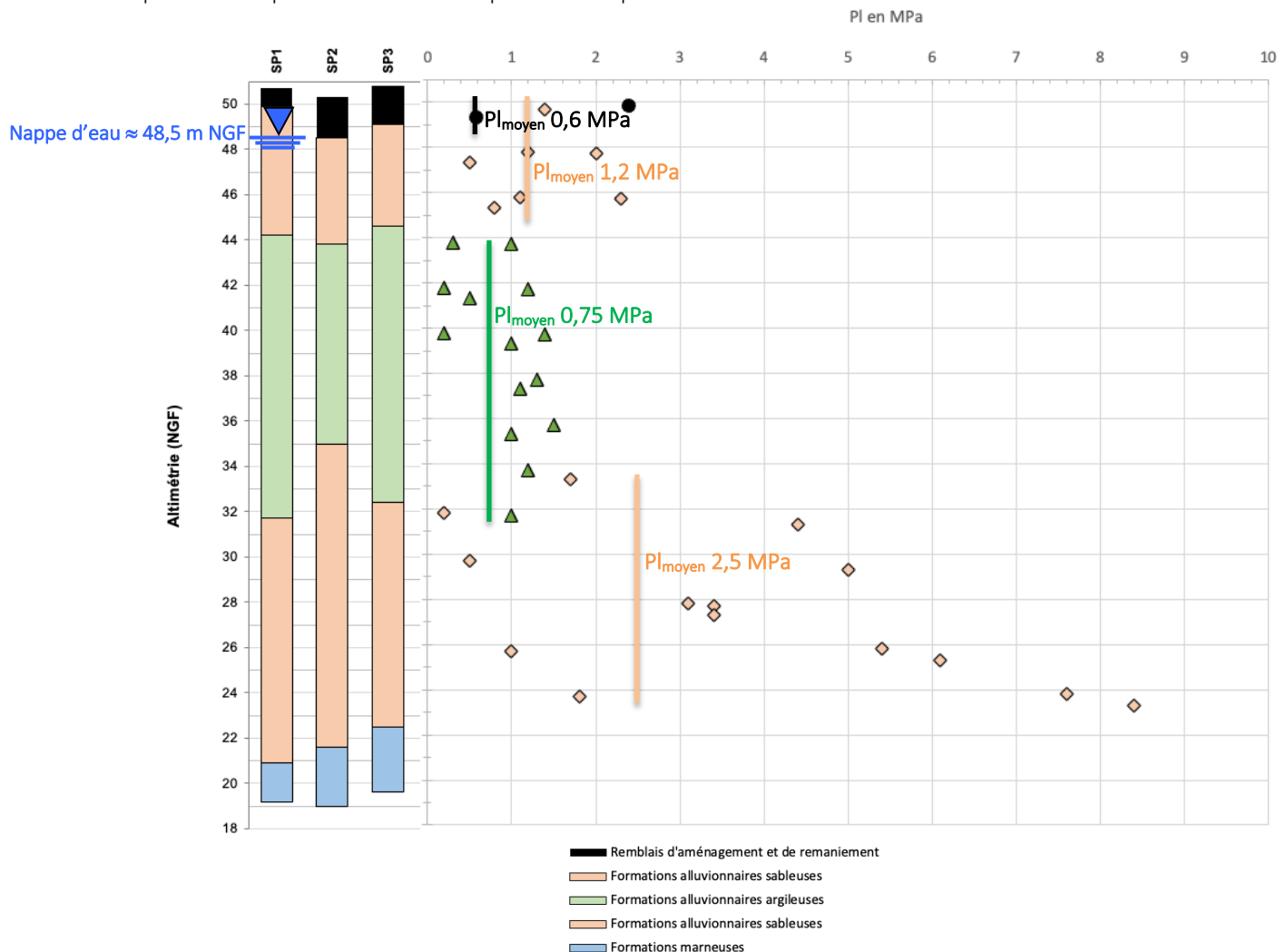
De même le BET Géotechnique n'a pas compétence dans le domaine de la fabrication des bétons. Il indique simplement la classe d'agressivité du milieu en fonction des analyses effectuées (voir ci-dessus).

La formulation des bétons la plus appropriée pour le chantier incombe au BET structure et à l'entreprise. Ces derniers définissent la classe à prendre en compte en fonction de l'exposition des ouvrages. L'entreprise est libre d'effectuer un nouvel échantillonnage du milieu si elle le juge nécessaire afin d'affiner les paramètres d'agressivité et optimiser ses formulations.

3.8. SYNTHÈSE GÉOTECHNIQUE

3.8.1. MODÈLE STRATIGRAPHIQUE INTERPRÉTÉ ET RÉPARTITION DES RÉSULTATS PRESSIOMÉTRIQUES

Les figures ci-dessous indiquent les logs stratigraphiques interprétés au droit de chaque sondage pressiométrique et la répartition des pressions limites de rupture avec la profondeur.



Les illustrations ci-avant révèlent que les caractéristiques mécaniques sont équivalentes au sein des formations alluvionnaires argileuses et de la première tranche des formations alluvionnaires sableuses. Elles s'améliorent significativement, une fois la seconde tranche sableuse atteinte.

3.8.1. MODÈLE GÉOMÉCANIQUE PROPOSÉ

Le tableau ci-après indique les modèles de terrain à retenir pour le dimensionnement des infrastructures :

TN pris à 50,5 m NGF :

Couches de sol	Base m/TN	Base m NGF	γ kN/m ³	Pl Bar	Em Bar	α
Remblais d'aménagement et de remaniement	2,0	48,5	20	6,0	60,0	1/2
Formations alluvionnaires sableuses	6,5	43,8	19	12,0	150,0	1/3
Formations alluvionnaires argileuses	19,0	31,7	18	7,5	90,0	2/3
Formations alluvionnaires sableuses	> 29,5	21,0	19	25,0	340,0	1/3

Modèle géotechnique proposé

GO BOR	128107	2	G1 PGC	PM	23/10/2024	Définitif
Agence	N° dossier	N° pièce	Mission	Rédacteur	Date	État

3.9. SISMICITÉ

La commune de PESSAC se trouve en zone sismique « 2 » d'après le classement de la réglementation parasismique en vigueur depuis le 1er Mai 2011.

On pourra considérer les paramètres suivants :

- Valeur d'accélération maximale au rocher : $a_{gr} = 0,7 \text{ m/s}^2$
- Valeur d'accélération horizontale de calcul : $a_{gr} \times \gamma_I = a_g = 0,98 \text{ m/s}^2$ pour un bâtiment

de catégorie d'importance VI.

- $\alpha = a_g/g = 0,099$ pour un bâtiment de catégorie d'importance VI
- Sol de classe C d'où un coefficient $S = 1,5$.
- Coefficient d'importance $\gamma_I = 1,4$ pour un bâtiment de catégorie d'importance VI (à

confirmer par la Maitrise d'Ouvrage).

Nous avons estimé la classe de sol en fonction du modèle géotechnique proposé, les pressions et les modules pressiométriques associés à chaque couche. Néanmoins, pour plus de précision la détermination de la classe de sol peut être validée par une étude Géophysique permettant de s'affranchir directement de la Vs30.

Classes de sol	Pour les zones de sismicité 2 à 4			
	S	T _B	T _C	T _D
A	1	0,03	0,2	2,5
B	1,35	0,05	0,25	2,5
C	1,5	0,06	0,4	2
D	1,6	0,1	0,6	1,5
E	1,8	0,08	0,45	1,25





Paramètres des spectres horizontaux de réponse élastique - NF EN 1998-2

Zones de sismicité	a_{vg}/a_g	T _B	T _C	T _D
2 à 4	0,9	0,03	0,20	2,5
5	0,8	0,15	0,40	2

Paramètres des spectres verticaux de réponse élastique - NF EN 1998-2

Rapport d'accélération du sol, $\alpha \cdot S$	Coefficient d'amortissement max.	$\frac{v_s}{v_{s,max}}$	$\frac{G}{G_{max}}$
0,10	0,03	0,90 (± 0,07)	0,80 (± 0,10)
0,20	0,06	0,70 (± 0,15)	0,50 (± 0,20)
0,30	0,10	0,60 (± 0,15)	0,36 (± 0,20)





Coefficients moyens d'amortissement de sol et coefficients de réduction moyens pour la vitesse v_s des ondes de cisaillement et pour le module de cisaillement G , jusqu'à une profondeur de 20 m - NF EN 1998-5

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

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

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

³ Application obligatoire des règles Eurocode 8

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

Tableaux issus de la réglementation parasismique de Janvier 2011 applicable aux bâtiments

4. PROJET

4.1. CONSTRUCTIONS ENVISAGÉES

4.1.1. CATÉGORIE D'OUVRAGE

Le projet pourrait être classé selon l'Eurocode 7 dans les catégories suivantes :

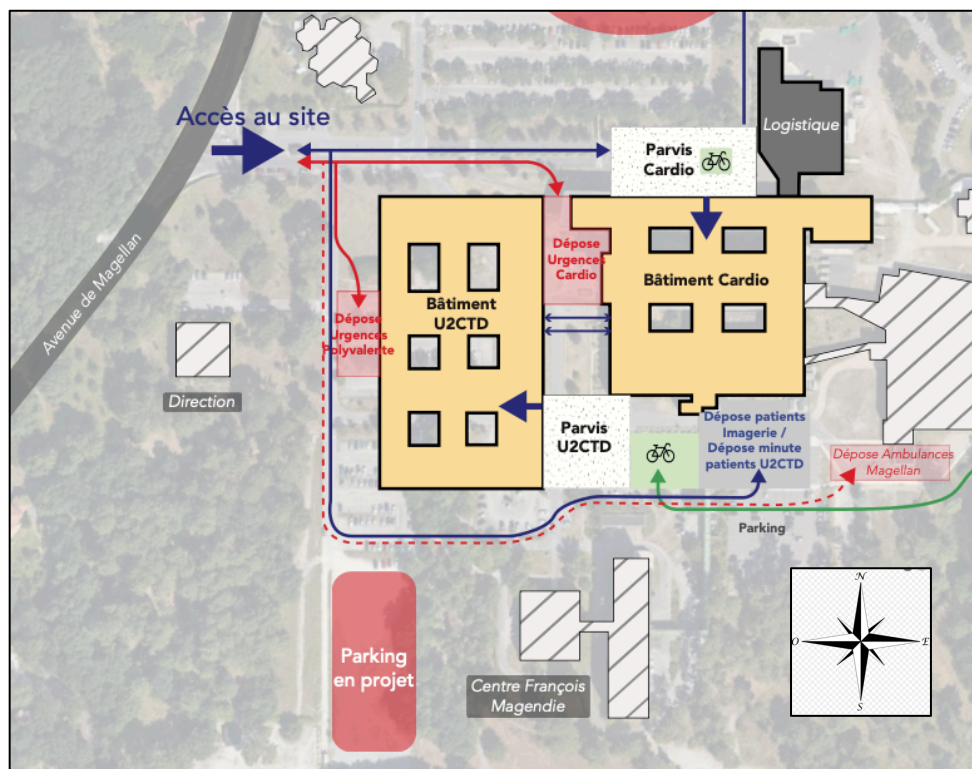
Catégorie géotechnique	2	Ouvrages classiques et fondations sans risque, condition de terrain et chargements exceptionnels
Classe de conséquence	CC2	Effets modérés sur les personnes ou les constructions avoisinantes
Catégorie de durée d'utilisation	4	50 ans : structure courante de génie civil et de bâtiment

La complexité d'un projet est à fixer par le Maître d'ouvrage ou son représentant avant le début des études. Elle est à préciser le cas échéant au fur et à mesure de leur avancement.

4.1.2. CONTENU ARCHITECTURAL

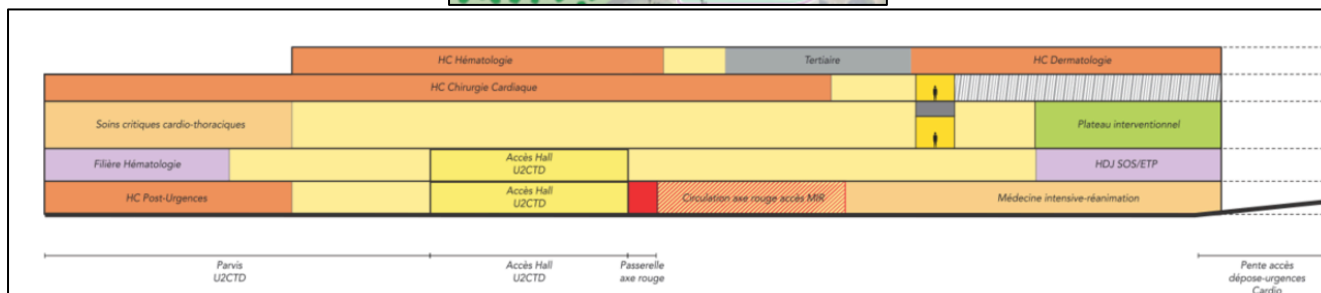
Le projet prévoit la construction d'un nouveau bâtiment en R+5 sur un niveau de sous-sol (*bâtiment U2CTD*). Ce bâtiment intégrera des services d'urgences, de cancérologie, de dermatologie et de cardiologie.

Le bâtiment existant de cardiologie quant à lui sera restructuré.



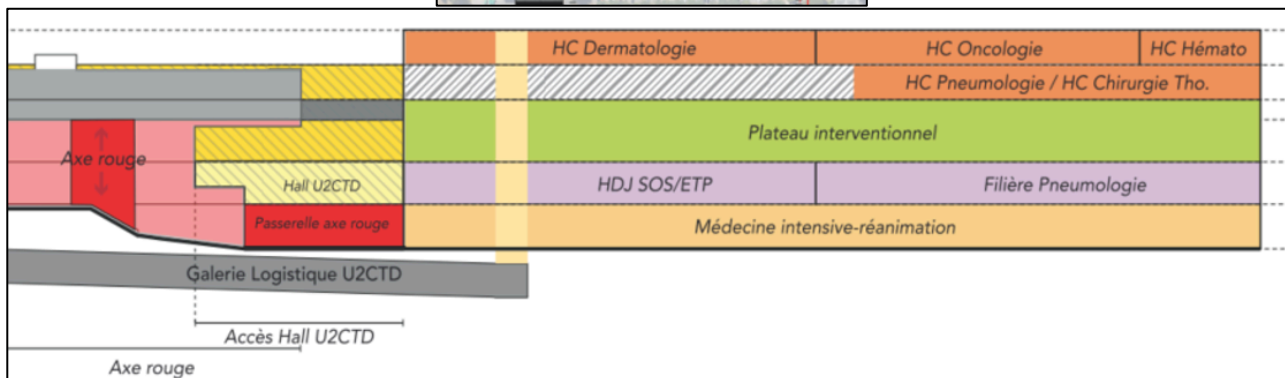
Plan de principe du projet

Les cotes altimétriques des niveaux Rdc et R-1 ne nous ont pas été transmis. Nous admettons que le niveau Rdc sera proche de la cote altimétrique du terrain naturel actuel et que le niveau R-1 sera ancré à -3,0 m par rapport au terrain naturel actuel.



Coupe longitudinale bâtiment U2CTD

GO BOR	128107	2	G1 PGC	PM	23/10/2024	Définitif
Agence	N° dossier	N° pièce	Mission	Rédacteur	Date	État



Coupe du projet

4.2. APPROCHE DE LA Z.I.G. - MITOYENS

4.2.1. ZONE D'INFLUENCE GÉOTECHNIQUE

Préconisation d'usage :

Compte tenu du niveau R-1 projeté au droit du bâtiment U2CTD, la ZIG est limitée à 12,0 m autour de la zone du sous-sol et à 5,0 m autour du projet.

5. PRINCIPES DE CONSTRUCTION ENVISAGEABLES

5.1. PRÉAMBULE

5.1.1. CONTEXTE GÉOLOGIQUE

Les sondages ont montré la présence de formations alluvionnaires sableuses systématiquement surmontées d'une couche de remblais. Ces alluvions sableuses peuvent descendre jusqu'à une profondeur de l'ordre de 6,5 m. Puis, des formations alluvionnaires à dominante argileuse ont été rencontrées jusqu'à au moins 19,0 m de profondeur au droit des sondages réalisés. De nouveau, des formations à dominante sableuse ont été rencontrées jusqu'à 29,5 m de profondeur avant d'atteindre des formations marneuses. À noter qu'au droit des 3 sondages pressiométriques, des absences de remontée de cuttings ont été relevées et ce dès 15,0 m de profondeur (SP1). Au vu des enregistrements de paramètres, nous émettons l'hypothèse que les formations marneuses ont été atteintes en fin de sondages.

Ces observations peuvent être indicatrices de pertes de coulis dans le cas d'ancrage de fondations profondes au sein de ces formations.

Les caractéristiques mécaniques obtenues sont moyennes à correctes au sein du faciès alluvionnaire sableux mais très faibles dans le faciès argileux.

5.1.2. CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE

Le niveau le plus haut des eaux souterraines a été mesuré à 2,3 m de profondeur, soit à 48,5 m NGF environ.

Le bâtiment U2CTD disposera d'un niveau R-1. Dans ce sens, il serait préférable de prévoir un dispositif de pompage et d'évacuation des eaux en phase provisoire de façon à maintenir les fonds de fouilles sains et de prévoir un cuvelage du niveau enterré, en phase définitive.

Un suivi piézométrique mensuel et ponctuel est en cours afin d'appréhender le battement saisonnier de la nappe.

5.1.3. CONTEXTE GÉOTECHNIQUE

Au vu du projet envisagé et des résultats obtenus et notamment au sein du faciès argileux, nous préconisons en première approche, des fondations profondes qui devront traverser ces horizons.

5.2. FONDATIONS

5.2.1. PRINCIPE DE CONCEPTION

Le fond de fouille sera ici constitué par la formation alluvionnaire sableuse. Du fait de la faible compacité des formations alluvionnaires argileuses sous-jacentes, il sera nécessaire de prévoir un système en fondations profondes traversant ces dernières.

Les charges devront être reportées plus en profondeur au sein des formations alluvionnaires sableuses plus profondes ou au sein des formations marneuses par l'intermédiaire des fondations profondes.

Le choix de la technique de pieux devra tenir compte de la présence de la nappe phréatique à **2,3 m** de profondeur environ, de la présence des sables sous nappe et de la compacité des formations alluvionnaires sableuses.

À la vue des ouvrages à construire (*ouvrage en R+5*), l'ancrage sera interdit dans le faciès argileux. Ainsi, les fiches de pieux seront supérieures à 20 m par rapport au niveau du terrain naturel actuel pour les appuis les plus lourds mais pourront être inférieures à 6,0 m de profondeur pour les appuis les moins chargés.

Pour la justification des fondations, on devra respecter la norme d'application nationale de l'Eurocode 7 - **NF P 94-262** « Fondations profondes » (*Juillet 2012 + Amendement A1 Juillet 2018*).

GO BOR	128107	2	G1 PGC	PM	23/10/2024	Définitif
Agence	N° dossier	N° pièce	Mission	Rédacteur	Date	État

5.2.2. RAPPEL DES PRINCIPALES RÈGLES DE L'ART EN MATIÈRE D'EXÉCUTION

En fonction des descentes de charge et des diamètres de pieux, on devra s'assurer que la reconnaissance des sols investit le terrain sur au moins 5 Ø sous la base des fondations profondes.

L'encastrement minimum dans la couche porteuse sera d'au moins 3 diamètres ou de 1,5 m minimum pour les pieux de diamètre supérieur à 0,5 m. Voir paragraphe F 4.2.5 (note 1) de la norme d'application.

Les pieux seront dimensionnés en fonction des charges réelles apportées par la structure et de la nature réelle des terrains rencontrés en forage. Les fiches seront à adapter suivant les descentes de charges exactes à reprendre pour chaque appui et en fonction des épaisseurs de terrains réellement rencontrées. Les ancrages minimaux devront être respectés.

La présence de blocs ou autres points durs au sein des terrains remaniés induira des difficultés de forage. Nous conseillons de purger au maximum ces blocs préalablement aux forages (utilisation de pelle mécanique dans le cas où les faux refus sont obtenus à proximité de la plate-forme de travail). Par ailleurs, des outils de forages adaptés sont à prévoir (trépan, carottage...). D'une façon générale, l'entreprise spécialisée ne proposera la mise en œuvre d'une technique de pieu que si cette dernière est susceptible d'être réalisable et adaptée aux conditions du site. En cas de doute, elle doit réaliser toute investigation complémentaire ou forage d'essai qu'elle juge utile afin de conforter son offre ou mettre au point sa méthodologie.

5.3. PROTECTION CONTRE LES EAUX

5.3.1. GÉNÉRALITÉS

Quelques rappels

Dans la pratique, toutes les infrastructures des ouvrages enterrés sont potentiellement exposées à des venues d'eau :

- Soit par l'action d'une nappe phréatique dont le niveau fluctue dans le temps.
- Soit par d'autres mécanismes : débordement d'un fleuve, eaux d'infiltrations diverses : pluies, réseau enterré...

L'action de l'eau dépend de son niveau, on distingue selon l'Eurocode 0 et le DTU 14.1 (P11- 221 de novembre 2020) :

- Le niveau des plus basses eaux « **EB** » ou niveau quasi-permanent, correspond au niveau d'être dépassé pendant 50% du temps de référence,
- Le niveau des eaux fréquentes « **EF** », correspond au niveau d'être dépassé pendant 1 % du temps de référence,
- Le niveau des hautes eaux « **EH** », ou niveau caractéristique correspondant à la période de retour de 50 ans,
- Le niveau exceptionnel et conventionnel de l'eau « **EE** », correspondant aux plus hautes eaux prévisibles ou niveau retenu pour l'inondation et qui donne les actions accidentelles.

Le calcul des pressions d'eau est réalisé sur la base du niveau de l'eau E retenue par le maître d'ouvrage + 50 cm.

Pour les ouvrages non concernés par la nappe, soumis aux aléas d'infiltration, et où la pénétration d'eau ne compromet pas leur utilisation (*stationnement de véhicule par exemple*), un système de drainage est à prévoir (*géocomposite + barbacanes + cunettes par exemple*).

Pour les situations nécessitant une protection supplémentaire (*ouvrage recoupé par la nappe ou n'admettant pas de pénétration d'eau*) la mise en œuvre d'un cuvelage est nécessaire. Le DTU cuvelage définit trois techniques :

- Ouvrages à **structure relativement étanche** pour lesquels **il est admis un léger passage d'eau** (*moyenne annuelle < 0,5L/j/m²*) à débit contrôlé et éventuellement récupéré. Dans ce cas, c'est le béton par sa compacité et sa résistance qui s'oppose au passage de l'eau. On adjoint alors dans la masse du béton un adjuvant hydrofuge qui diminue la porosité du béton et limite les arrivées d'eau.
- Ouvrages étanchés par un revêtement intérieur **d'imperméabilisation** (*cristallisation...*) ou **d'étanchéité** (*résines spéciales encore peu courantes...*). Dans les deux cas, et si le support ne se fissure pas, le revêtement empêche le passage de l'eau liquide mais seule l'étanchéité dispose d'un pare vapeur.
- Ouvrages étanchés par un **revêtement extérieur d'étanchéité** (*cuvelage par extrados*), à base de produits plastiques, élastiques-plastiques ou élastiques.

Dans tous les cas, la qualité du béton, le ferrailage et la reprise des joints sont conformes au DTU 14.1.

5.3.2. IMPACT DES EAUX SOUTERRAINES SUR LE PROJET

Le niveau le plus haut des eaux souterraines a été mesuré à 2,3 m de profondeur, soit à 48,5 m NGF environ.

Le bâtiment U2CTD disposera d'un niveau R-1. Dans ce sens, il serait préférable de prévoir un dispositif de pompage et d'évacuation des eaux en phase provisoire de façon à maintenir les fonds de fouilles sains et un cuvelage du niveau enterré, en phase définitive.

Un suivi piézométrique mensuel et ponctuel est en cours afin d'appréhender le battement saisonnier de la nappe.

En phase provisoire, l'amplitude du rabattement devra être suffisante pour assurer un niveau de terrassement général hors d'eau afin de réaliser la totalité des ouvrages géotechniques (fondations, longrines, fosses...) dans les meilleures conditions.

En phase définitive, le degré de protection à atteindre pour le niveau enterré devra correspondre au choix de la Maîtrise d'ouvrage.

5.4. TRAITEMENT DU NIVEAU BAS

Du fait de la nature des sols en surface (couche de sol remaniée) et de l'utilisation noble du niveau R-1, nous préconisons la mise en place d'un plancher porté en première approche.

5.5. TERRASSEMENT

On prévoira un matériel de bon tonnage pour effectuer les terrassements. L'emploi du BRH pourra être nécessaire en cas de rencontre de gros blocs ou d'anciens éléments en béton ou calcaire à proximité des existants.

5.5.1. TRAFICABILITÉ

En cas de pluie, les sols avec une fraction argileuse plus importante en fond de fouille peuvent devenir difficilement praticables, notamment pour les engins de chantier.

Une couche de forme en matériaux granulaire sera à envisager compte tenu de l'hétérogénéité des matériaux en surface.

5.5.2. TALUTAGE ET/OU SOUTÈNEMENT

Les terrassements présenteront une hauteur maximum avoisinants les 3,5 m suivant les endroits.

Si les distances finales vis-à-vis des existants le permettent, une solution en talutage pourra être envisagée. Les talus seront dressés hors contexte de nappe avec une pente de 3 unités horizontales pour 3 unités verticales en première approche.

Dans la négative, un dispositif de soutènement de type paroi berlinoise à minima sera à prévoir.

GO BOR	128107	2	G1 PGC	PM	23/10/2024	Définitif
Agence	N° dossier	N° pièce	Mission	Rédacteur	Date	État

6. TERRASSEMENTS ROUTIERS

Contexte et Objectif

Nous présentons ci-après un exemple de pré-dimensionnement en fonction des résultats obtenus des classifications GTR réalisées en laboratoire. Pour des préconisations plus abouties, il y aura lieu de prévoir une étude spécifique avec des investigations complémentaires associées.

Les systèmes de voirie ici correspondront à des circulations de poids lourds à faible trafic (puisque passages de camions poubelle et pompier admis). Il s'agit globalement d'aménagements non soumis à des sollicitations brutales. Aussi si l'on accepte des déformations de la voirie dans le temps (et la nécessité de les reprendre), on peut envisager de réaliser les aménagements extérieurs.

Nous présentons ci-après le modèle constitutif d'une voirie classique :

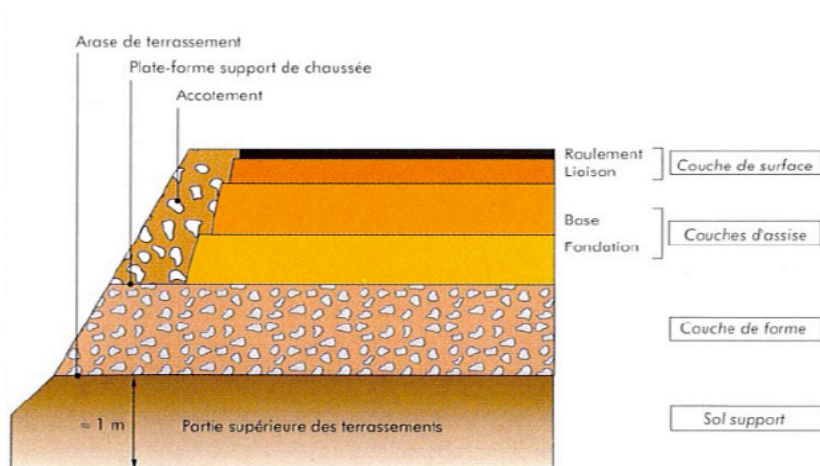


Figure issue du Guide des Structures des chaussées

À la vue du projet envisagé, la classe de trafic T_i sera équivalente à T5 (trafic poids lourds dimensionnant TMJA entre 1 et 25). Dans ces conditions, nous retiendrons un objectif de plateforme PF2 (à confirmer avec la Maitrise d'ouvrage et le BET VRD) induisant un module de réception E tel que $50 \text{ MPa} < E < 120 \text{ MPa}$.


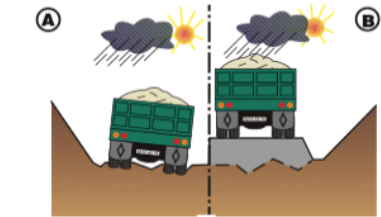
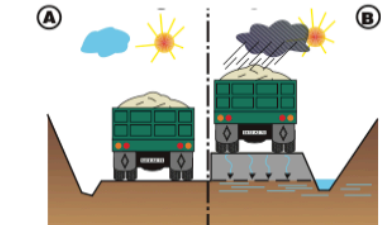
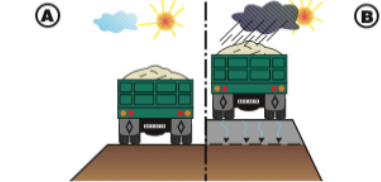
Définition du couple PST/AR

Après décapage, les terrassements intéresseront majoritairement les formations sablo argileuses (B5) comme renseigné par les classifications GTR réalisées en laboratoire. Ces matériaux sont sensibles à l'eau. Nous rappelons que la PST doit justifier d'un objectif de densification de qualité q4 et sa mise en œuvre doit respecter les règles de l'art. Les critères de réception pour l'arase de terrassement sont obtenus par des essais à la plaque ou à la Dynaplaque (Fascicule II Guide Technique SETRA LCPC) et par des essais au pénétromètre dynamique (NF P94-063 ou NF P94-105) pour s'assurer de l'atteinte d'un objectif de qualité q4.

En fonction des résultats en notre possession, sur la classe de matériaux en présence et la teneur hydrique (B5), cela peut conduire à la considération de différents types de contexte de couple PST/AR comme présentées ci-après dans le tableau issu du GTR.

À noter que la définition du couple PST/AR est aussi bien liée aux classes de matériaux en présence, à leur teneur hydrique mais également aux conditions de mise en œuvre du chantier projetées et des dispositifs de drainage envisagés (non encadrées à ce jour).

GO BOR	128107	2	G1 PGC	PM	23/10/2024	Définitif
Agence	N° dossier	N° pièce	Mission	Rédacteur	Date	État

Cas de P.S.T	Schéma	Description	Classe de l'arase	Commentaires
P.S.T. n°0		Sols A, B ₂ , B ₃ , B ₅ , B ₆ , C ₁ se trouvant dans un état hydrique (th). Contexte Zones tourbeuses, marécageuses ou inondables. PST dont la portance risque d'être quasi nulle au moment de la réalisation de la chaussée ou au cours de la vie de l'ouvrage.	AR0	La solution de franchissement de ces zones doit être recherchée par une opération de terrassement (purge, substitution) et/ou de drainage (fossés profonds, rabattement de la nappe...) de manière à pouvoir reclasser le nouveau support obtenu au moins en classe AR1.
P.S.T. n°1		Sols Matériaux des classes A, B ₃ , B ₄ , B ₅ , B ₆ , C ₁ , R ₁₂ , R ₁₃ , R ₃₄ et certains matériaux C ₂ , R ₄₃ et R ₆₃ dans un état hydrique (h). Contexte. PST en matériaux sensibles de mauvaise portance au moment de la mise en œuvre de la couche de forme (A) et sans possibilité d'amélioration à long terme (B).	AR1	Dans ce cas de PST, il convient : - soit de procéder à une amélioration du matériau jusqu'à 0,5 m d'épaisseur par un traitement principalement à la chaux vive et selon une technique remblai. On est ramené au cas de PST 2, 3 ou 4 selon le contexte - soit d'exécuter une couche de forme en matériau granulaire insensible à l'eau de forte épaisseur (en admettant une légère réduction si l'on intercale un géotextile anticontaminant à l'interface PST - couche de forme).
P.S.T. n°2		Sols Matériaux des classes A, B ₃ , B ₄ , B ₅ , B ₆ , C ₁ , R ₁₂ , R ₁₃ , R ₃₄ et certains matériaux C ₂ , R ₄₃ et R ₆₃ dans un état hydrique (m). Contexte PST en matériaux sensibles à l'eau de bonne portance au moment de la mise en œuvre de la couche de forme (A). Cette portance peut cependant chuter à long terme sous l'action des infiltrations des eaux pluviales et d'une remontée de la nappe (B).	AR1	Bien que les exigences requises à court terme pour la plate-forme support puissent être éventuellement obtenues au niveau de l'arase, il est cependant quasiment toujours nécessaire de prévoir la réalisation d'une couche de forme. Si l'on peut réaliser un rabattement de la nappe à une profondeur suffisante, on est ramené au cas de PST 3.
P.S.T. n°3		Sols Mêmes matériaux que dans le cas de PST 2. Contexte PST en matériaux sensibles à l'eau, de bonne portance au moment de la mise en œuvre de la couche de forme (A) mais pouvant chuter à long terme sous l'action de l'infiltration des eaux pluviales (B).	AR1 AR2	En l'absence de mesures de drainage à la base de la chaussée et d'imperméabilisation de l'arase, même situation que celle décrite dans le cas PST 2 Classement en AR2 si des dispositions constructives de drainage à la base de la chaussée et d'imperméabilisation de l'arase permettent d'évacuer les eaux et d'éviter leur infiltration dans la PST.

En fonction de nos données au stade G1 PGC, nous considérerons un contexte de PST1 /AR1.

Proposition de couche de forme

Afin d'arriver à une classe de plateforme PF2, dans notre cas une couche de forme sera nécessaire. Nous rappelons que la couche de forme doit justifier d'un objectif de densification de qualité q3 et sa mise en œuvre doit respecter les règles de l'art.

n°PST	n°AR	Module EV2 requis en MPa	Classe de plateforme envisagée en matériaux granulaires et module EV2 requis en MPa	Épaisseur en cm de la couche de forme en matériaux granulaires GNT B31/D21
1	1	20<EV2<50	PF2 EV2>50MPa	75 60*

* Si mise en place d'un géotextile anti contaminant à l'interface PST / Couche de forme

Nous avons considéré qu'une couche de forme en matériaux granulaires non traités insensibles à l'eau apparait être plus appropriée ici (exemple GNT B31, D21). Néanmoins, une couche de forme en matériaux traités peut être envisageable, pour ce faire une étude spécifique devra être réalisée.

La couche de forme à mettre en place doit répondre à quatre exigences :

- Assurer la traficabilité pendant la phase de mise en œuvre de la chaussée,
- Permettre le compactage efficace de la couche de fondation de la chaussée,
- Permettre le nivellement satisfaisant de la plateforme support de chaussée,
- Assurer la protection de l'arase des terrassements vis-à-vis des agents climatiques avant la réalisation de la chaussée.

L'épaisseur préconisée dépend :

- Du cas de PST et de la portance à long terme au niveau de l'arase des terrassements,
- Des caractéristiques du matériau constituant la couche de forme.

L'ensemble de ces travaux de terrassement et remblais devra être encadré par les essais suivants :

- Essais d'identification GTR sur les matériaux en remblais mis en place par l'entreprise,
- Réalisation d'essais Proctor,
- Vérification du ratio Q/S pour le compactage des couches mises en place
- Réalisation d'essais de plaque, au pénétromètre ou gamma densimètre pour la validation du compactage et la réception des différentes plateformes

La bonne gestion et maîtrise de l'eau (pendant et après l'exécution des travaux) est étroitement liée à la pérennité de ce type d'aménagement.

7. CHAUSSEE

Nous prenons comme hypothèse que la chaussée devra supporter un trafic de classe T5. En considérant un taux d'accroissement du trafic nul et durée de service de 20 ans, nous pouvons nous reporter, au stade G1 PGC, aux structures types suivantes :

⇒ **Structure bitumineuse**

Couche de surface	Couche d'assise	Plateforme support de chaussée
6 cm de BBSG 0/10 cl3 EB10 roul/liai 35/50	9 cm GB 0/14 cl3 EB14 assise 35/50	PF2

⇒ **Structure semi rigide**

Couche de surface	Couche d'assise	Plateforme support de chaussée
6 cm de BBSG 0/10 cl3 EB10 roul/liai 35/50	28 cm GC T3	PF2

⇒ **Structure souple**

Couche de surface	Couche de base	Couche de fondation	Plateforme support de chaussée
6 cm de BBSG 0/10 cl3 EB10 roul/liai 35/50	15 cm de GNT	25 cm de GNT	PF2

Dans le cadre d'une étude spécifique, ces structures pourront éventuellement être optimisées en termes de nature et d'épaisseurs.

Les épaisseurs des différents matériaux sont à considérer comme des minima en tous points. Les tolérances d'exécution doivent permettre de respecter ces épaisseurs minimales en tous points. Afin de garantir la durabilité de l'ouvrage construit, les règles de l'art, définies par le contexte normatif, devront être respectées, aussi bien en termes de façonnage des matériaux qu'en termes de mise en œuvre. L'entretien de l'ouvrage devra également être rigoureux afin de garantir sa qualité et sa durabilité.

8. INVESTIGATIONS COMPLÉMENTAIRES À PRÉVOIR

La mission G2 AVP pourra intégrer des sondages complémentaires afin d'optimiser le modèle géotechnique.

La mission G2 PRO pourra intégrer notamment :

- La mise à jour des conclusions AVP après réception des plans d'architecte APD,
- La mise à jour des coupes de calcul AVP après la réception de la descente de charges précisée (efforts verticaux mais aussi efforts horizontaux).

En fonction des descentes de charges, il sera peut-être nécessaire de procéder à des investigations complémentaires.

La mission G4 intégrera notamment :

- Le visa des documents d'exécution,
- Le suivi ponctuel des travaux avec validation des étapes clés de chantier :
 - Suivi de la réalisation des fondations
 - Suivi des terrassements dans le cadre de la réalisation des niveaux enterrés.

Nous restons à la disposition du Maître d'Ouvrage pour tous renseignements complémentaires.

Le Contrôle interne,
Gwendaline GOUSSARD

Le Responsable de l'étude,
Pascal MONTJEAN

GO BOR	128107	2	G1 PGC	PM	23/10/2024	Définitif
Agence	N° dossier	N° pièce	Mission	Rédacteur	Date	État

9. ANNEXES

DANS LE CORPS DU RAPPORT - NUMÉROTÉES

☒ - MISSIONS

☒ - RELEVÉS DES REMONTÉES DE CUTTINGS

PIÈCES JOINTES – NON NUMÉROTÉES

☒ - LOGS PRESSIOMÉTRIQUES ET DIAGRAPHIES

☒ - ESSAIS EN LABORATOIRE

☒ - LIMITE D'EXPLOITATION DU RAPPORT

GO BOR	128107	2	G1 PGC	PM	23/10/2024	Définitif
Agence	N° dossier	N° pièce	Mission	Rédacteur	Date	État

MISSIONS

L'enchaînement de chacune de ces 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 pertinentes issues d'investigations géotechniques appropriées.

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

Cette mission, comprenant deux phases, 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.

Phase Étude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire ou d'esquisse ou d'APS et permet 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 ou d'esquisse ou d'APS et permet de réduire les conséquences sur les futurs ouvrages des risques géotechniques majeurs identifiés en cas de survenance. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques pertinentes.

- 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 une synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, modes de fondations possibles, contraintes pour les terrassements et la création d'ouvrages enterrés, améliorations de sols possibles) ainsi que certains principes généraux de construction envisageables.

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

Cette mission, comprenant trois phases, permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés en cas de survenance. 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.

Phase Avant-projet (AVP)

Elle est réalisée au stade de l'avant-projet global. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques pertinentes.

- 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 global. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques pertinentes et 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 comprenant la 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), certaines notes de calcul de dimensionnement, une approche des quantités et des valeurs seuils.

Phase DCE / ACT

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

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

GO BOR	128107	2	G1 PGC	PM	23/10/2024	Définitif
Agence	N° dossier	N° pièce	Mission	Rédacteur	Date	État

ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G4, distinctes et simultanées)

ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXÉCUTION (G3)

Se déroulant en deux phases interactives et indissociables, 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.

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 du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO).

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXÉCUTION (G4)

Se déroulant en deux phases indissociables, 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.

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 dossier des ouvrages exécutés (DOE) et du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (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).

INTERPRÉTATION DES REMONTÉES DE CUTTINGS

Les coupes des sondages destructifs données ci-après sont fournies à titre indicatif. Compte tenu de la méthode de relevé (*observation des remontées de cuttings*), ces coupes sont imprécises et ne pourront nous être opposables dans le cadre d'un marché forfaitaire de fondations, même si les quantités estimées par l'entreprise venaient à être différentes de celles réellement mises en place.

Seul un criblage par carottage ou puits à la pelle, réalisé dans le cadre des missions G2/G3/G4, permettrait d'engager notre responsabilité sur les quantités et coût relatifs aux fondations.

▪ Sondage SP1 # 50,7 m NGF :

Profondeur (m)	Nature du terrain
0 - 1,15	Remblais d'aménagement : Sable fin argileux marron brun à foncé
1,15 - 1,5	Sable fin jaunâtre
1,5 - 4,7	Sable fin beige
4,7 - 6,5	Sable fin beige à grisâtre
6,5 - 21,2	Argile verdâtre foncée
21,2 - 29,9	Sol à caractère sableux
29,9 - 31,5	Sol à caractère marneux

▪ Sondage SP2 # 50,3 m NGF :

Profondeur (m)	Nature du terrain
0 - 1,8	Remblais d'aménagement : Sable fin argileux marron brun noirâtre
1,8 - 2,9	Sable fin jaunâtre
2,9 - 6,5	Sable fin beige
6,5 - 15,3	Argile sableuse grisâtre à noirâtre
15,3 - 29,7	Sol à caractère sableux
29,7 - 31,3	Sol à caractère marneux

▪ Sondage SP3 # 50,8 m NGF :

Profondeur (m)	Nature du terrain
0 - 0,5	Remblais d'aménagement : Bitume + concassé calcaire
0,5 - 1,7	Remblais d'aménagement : Sable fin argileux marron à brun noirâtre
1,7 - 6,2	Sable fin beige
6,2 - 18,6	Argile verdâtre à grisâtre
18,6 - 28,3	Sol à caractère sableux
28,3 - 31,2	Sol à caractère marneux

- Piézomètre Pz1 # 50,8 m NGF :

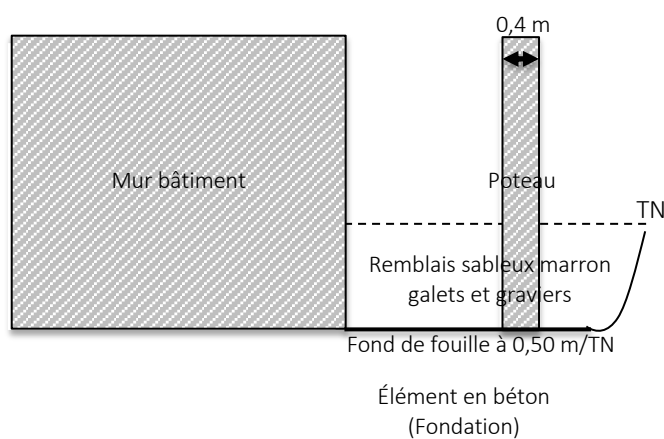
Profondeur (m)	Nature du terrain
0 - 1,2	Remblais d'aménagement : Sable fin argileux marron brun foncé
1,2 - 2,7	Sable fin beige gris
2,7 - 3,8	Sable fin beige
3,8 - 6,0	Sable beige clair

10. ANNEXES NON NUMÉROTÉES

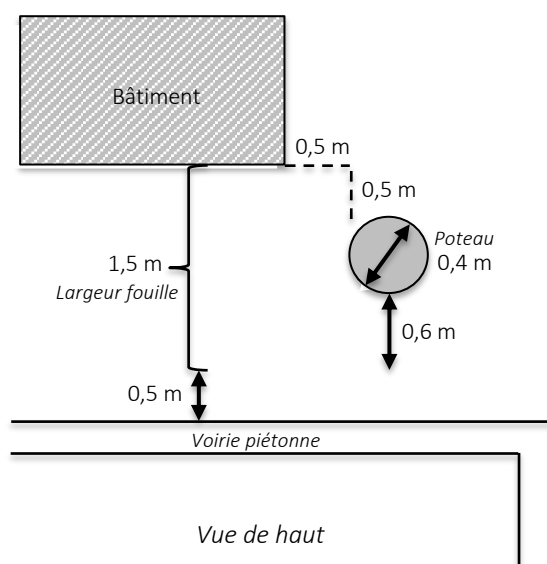
- Reconnaissance de fondation RF1 # 50,4 m NGF :

Nature des terrains
0 - 0,5 m : Remblais sableux marron galets et graviers

Pas d'eau et fondation non reconnue à 0,5 m de profondeur.



Coupe transversale

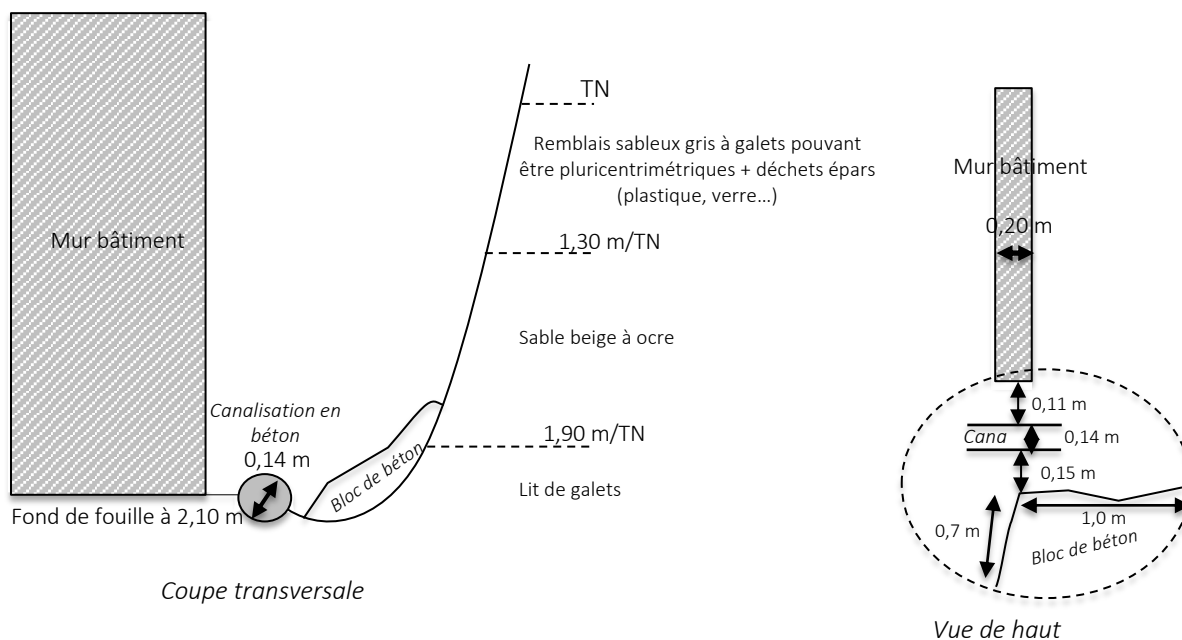


Vue de haut

- Reconnaissance de fondation RF2 # 50,5 m NGF :

Nature des terrains
0 - 1,3 m : Remblais sableux gris à galets pouvant être pluricentimétriques + déchets épars (plastique, verre...)
1,3 - 1,9 m : Sable beige à ocre
1,9 - 2,1 m : Lit de galets

Pas d'eau et fondation non reconnue à 2,1 m de profondeur.

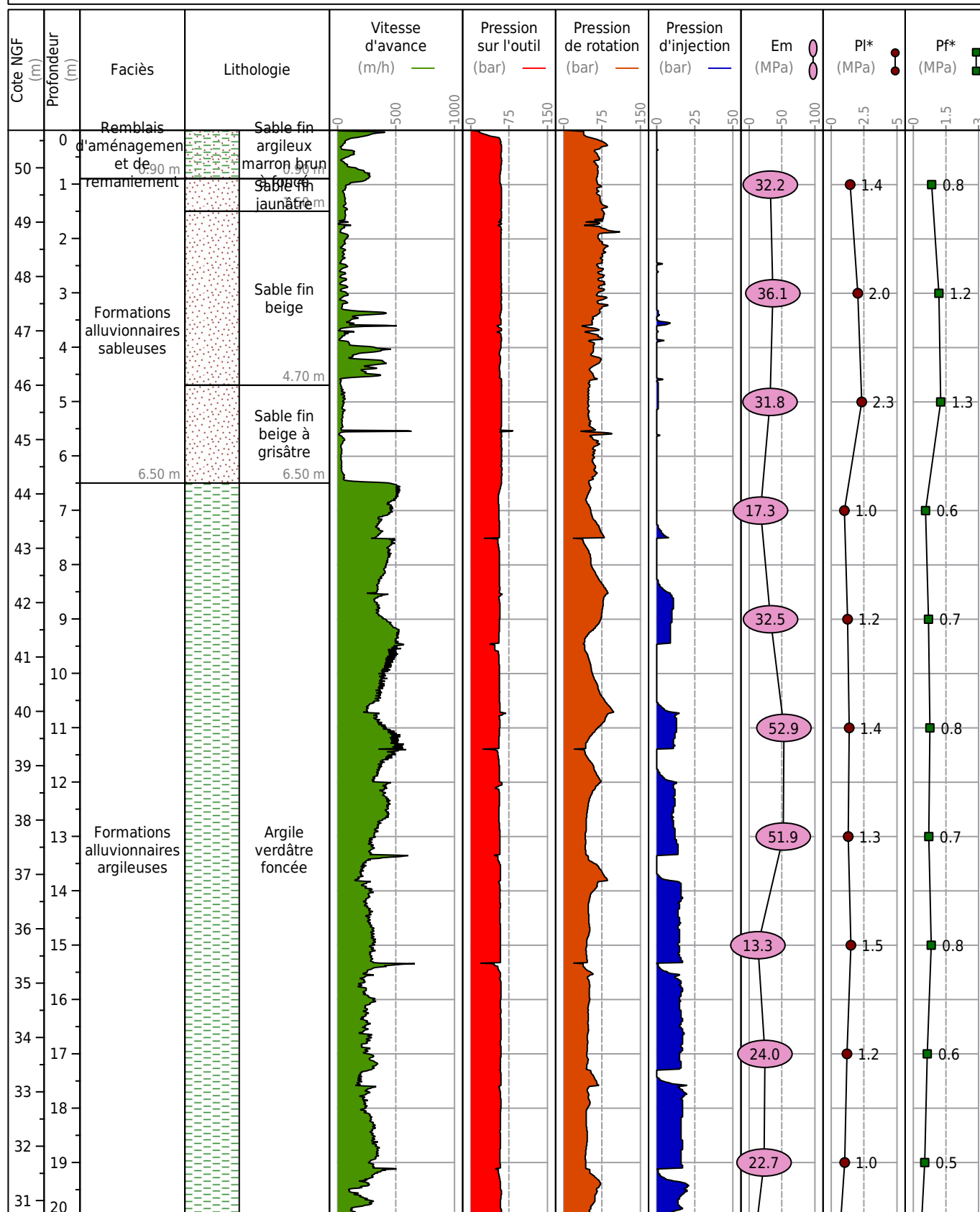


SONDAGE SP1

Cliant : CHU de BORDEAUX
z : 50.7 m NGF

Chantier : PESSAC
Avenue Magellan

Profondeur : 31.50 m
Outil : Tricône
Tubage : 0 à 16.50 m



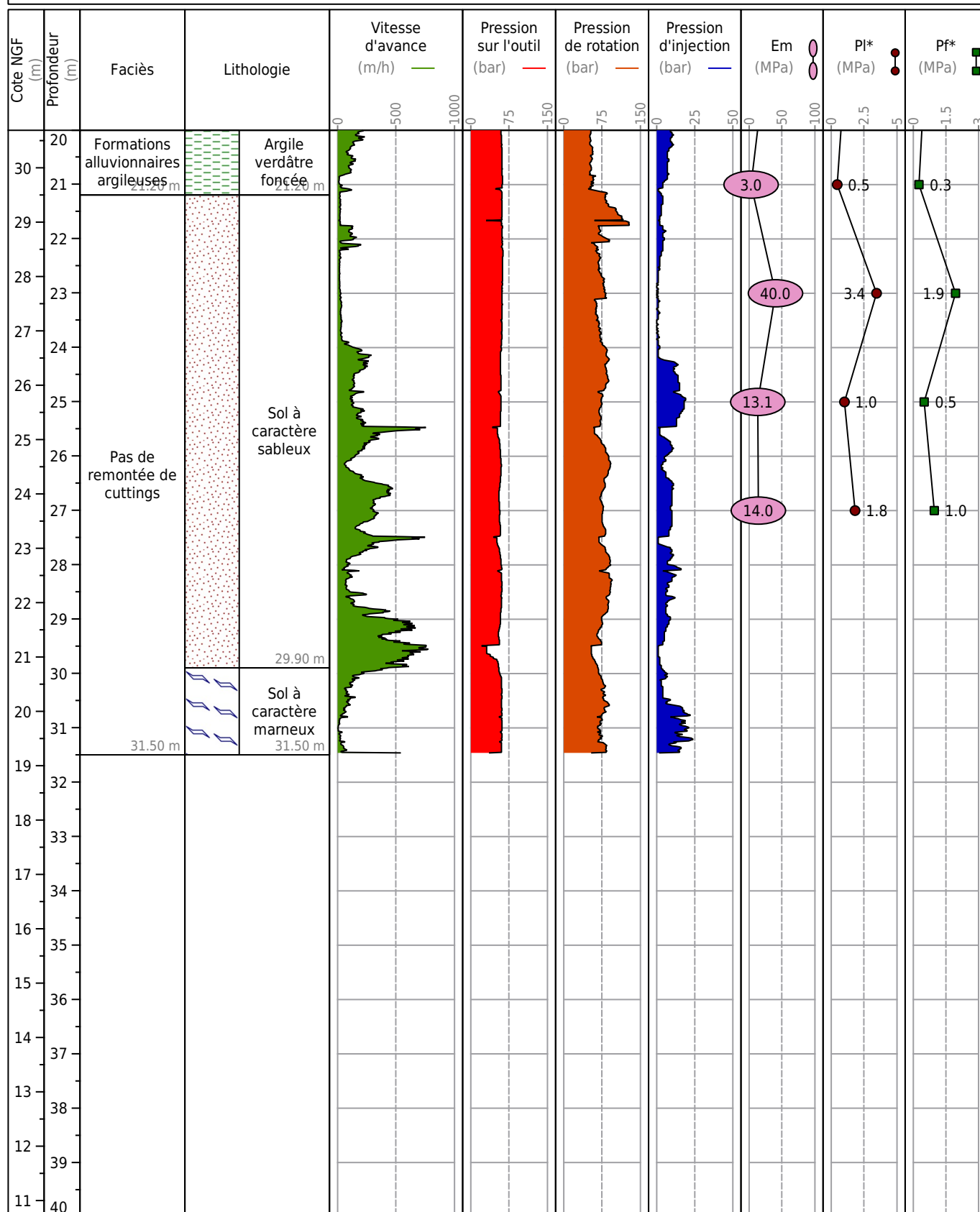
Obs. : Perte d'injection entre 21.2 et 31.5 m de profondeur

SONDAGE SP1

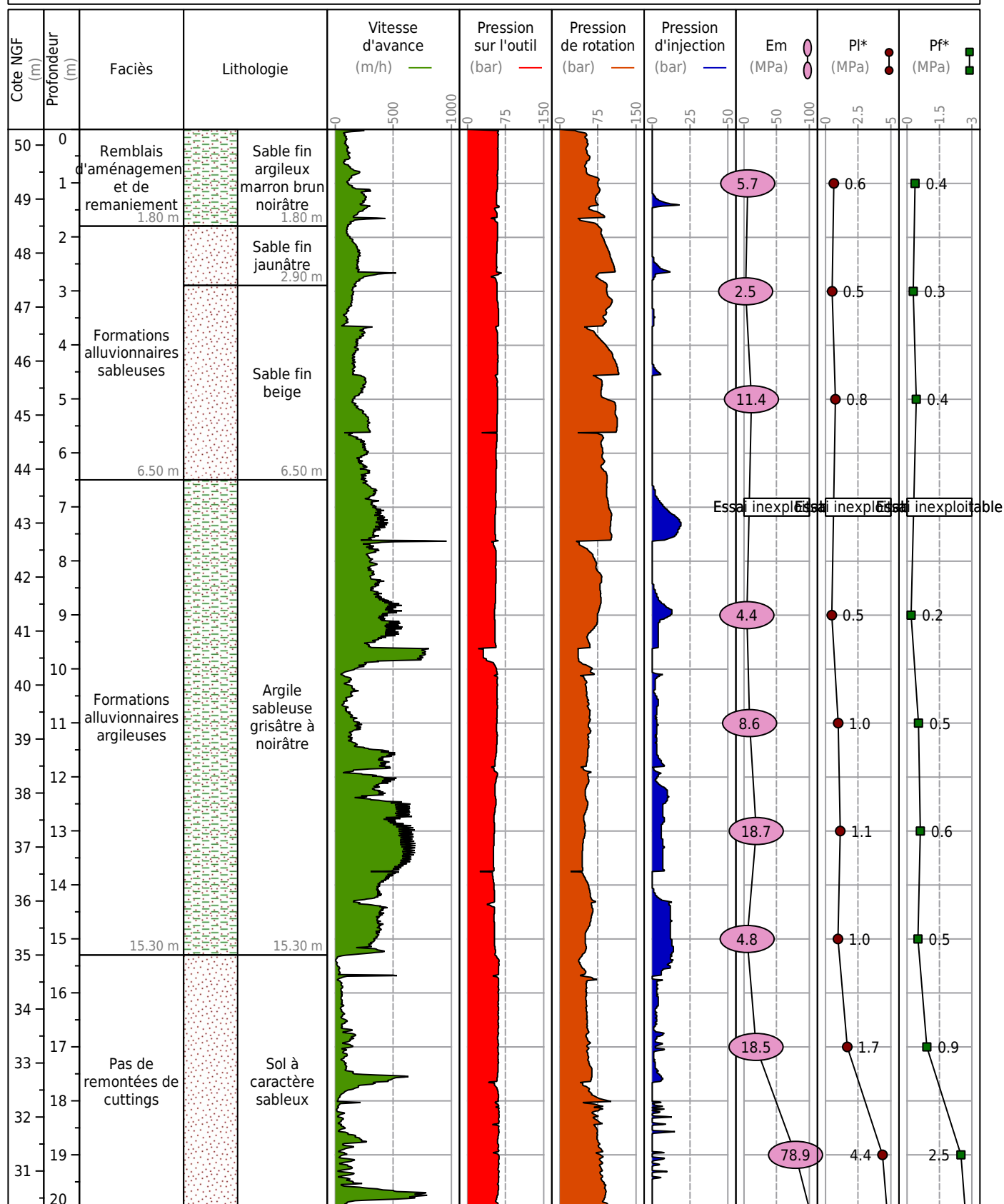
Client : CHU de BORDEAUX
z : 50.7 m NGF

Chantier : PESSAC
Avenue Magellan

Profondeur : 31.50 m
Outil : Tricône
Tubage : 0 à 16.50 m



Obs. : Perte d'injection entre 21.2 et 31.5 m de profondeur



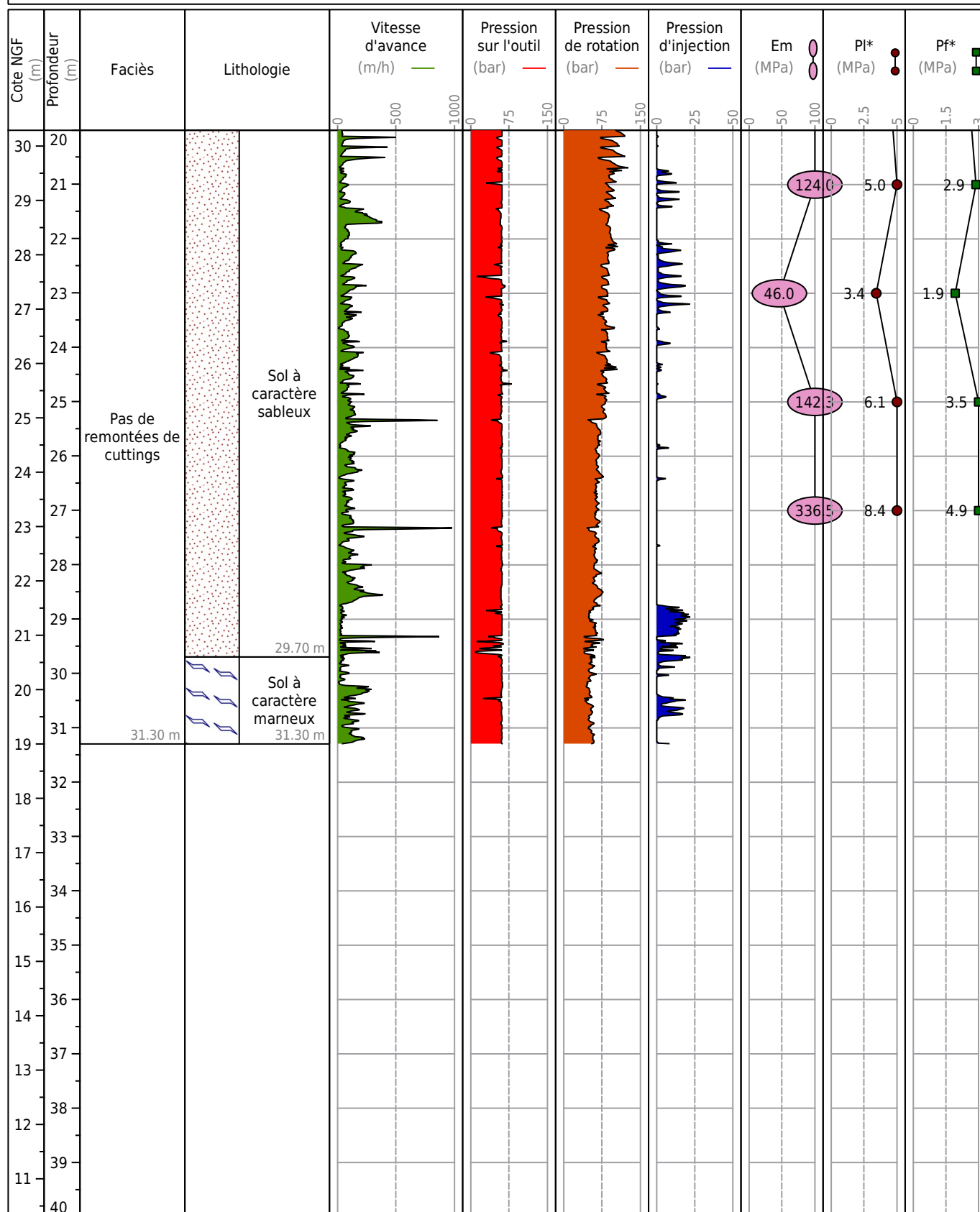
Obs. : Perte d'injection entre 15.3 et 31.3 m de profondeur

SONDAGE SP2

Client : CHU de BORDEAUX
z : 50.3 m NGF

Chantier : PESSAC
Avenue Magellan

Profondeur : 31.30 m
Outil : Tricône
Tubage : 0 à 16.50 m



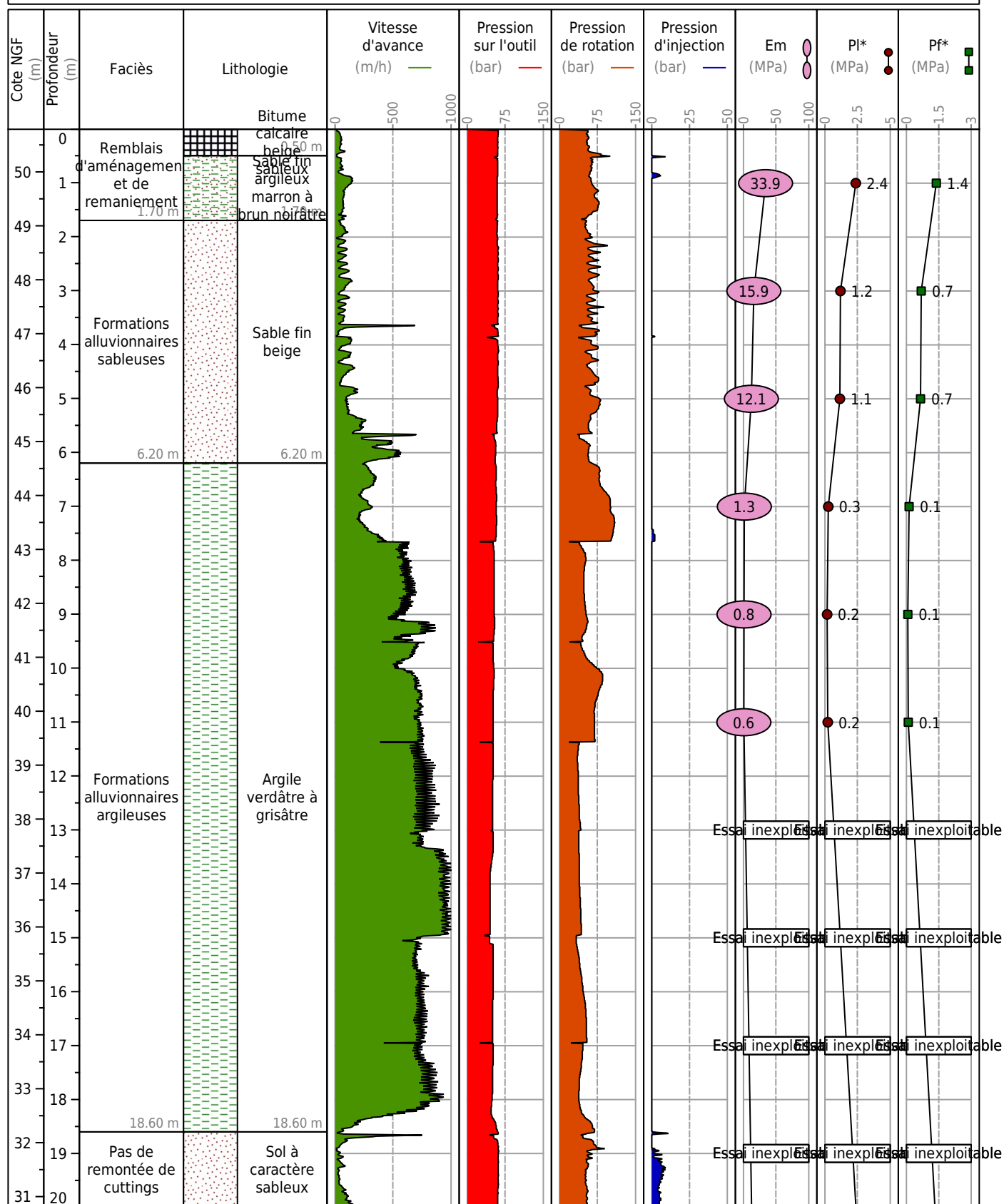
Obs. : Perte d'injection entre 15.3 et 31.3 m de profondeur

SONDAGE SP3

Cliant : CHU de BORDEAUX
z : 50.8 m NGF

Chantier : PESSAC
Avenue Magellan

Profondeur : 31.20 m
Outil : Tricône
Tubage : 0 à 12.00 m



Obs. : Perte d'injection entre 18.6 et 31.2 m de profondeur



Le 17.09.2024

N° d'échantillon

24-117686-01

Désignation d'échantillon

Unité

Pz1

Analyse physique

pH - NF EN ISO 10523 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

pH	E/L	7,6 (#)			
Température de mesure du pH	°C E/L	19,3			

Cations, anions et éléments non métalliques

Alcalinité TA, TAC (Calcul) - NF EN ISO 9963-1 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Carbonate (CO ₃)	mg/L E/L	<10,0 (A)			
Hydrogénocarbonates (HCO ₃)	mg/L E/L	150,0 (A)			
Titre alcalimétrique complet (TAC)	°f E/L	13 (A)			
Alcalinité libre (Titre Alcalimétrique - TA)	°f E/L	0 (A)			

Dioxyde de carbone agressif sur eau / lixiviat - DIN 38404-10-M4 (1995-04) - Réalisé par WESSLING Altenberge (Allemagne)

Dioxyde de carbone agressif	mg/l E/L	49 (A)			
-----------------------------	----------	--------	--	--	--

Anions dissous (filtration à 0,2 µm) - Méthode interne : ANIONS - IC - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Sulfates (SO ₄)	mg/l E/L	25 (A)			
-----------------------------	----------	--------	--	--	--

Ammonium (NH₄) - NF EN ISO 11732 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Ammonium (NH ₄)	mg/l E/L	0,1 (A)			
Azote ammoniacal (NH ₄ -N)	mg/l E/L	0,078			

Divers

Capacité acide/base sur eau/lixiviat - DIN 38409 H7 (2005-12) - Réalisé par WESSLING Altenberge (Allemagne)

Alcalinité pH 4,3	mmol/l E/L	2,7 (A)			
-------------------	------------	---------	--	--	--

Eléments

Métaux dissous (ICP/MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Magnésium (Mg)	mg/l E/L	7,8 (A)			
Calcium (Ca)	mg/l E/L	48 (A)			

E/L : Eau/lixiviat

< : résultat inférieur à la limite de quantification

Informations sur les échantillons

Date de réception :	10.09.2024			
Type d'échantillon :	Eau souterraine			
Date de prélèvement :	04.09.2024			
Heure de prélèvement :	09:00			
	500ml Verre			
	WES004+2*250ml			
Récipient :	Verre			
	WES020+3*60ml PE			
	WES101			
Température à réception (C°) :	5.3			
Début des analyses :	11.09.2024			
Fin des analyses :	17.09.2024			

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

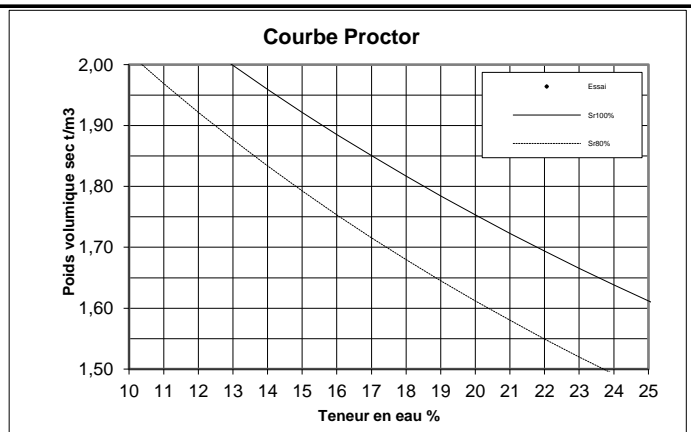
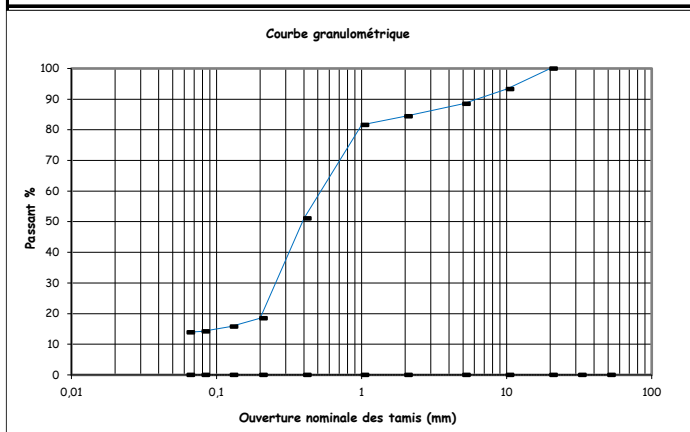
Informations générales	Informations sur l'échantillon
Dossier n°: IN-24-08359 Chantier : Pessac Client : Solconseil Ouvrage : NR Référence : 128107	Mode de prélèvement: Tarière Date de prélèvement: 12/08/2024 Mode de conservation : Sac N° d'identification : 24SOL1145 Date de réception : 03/09/2024 Sondage n° : TH1 Profondeur : 0,50 - 2,00 m Date d'essai : 03/09/2024 Description : Sable graveleux silteux 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	93,3	88,5	84,4	81,5	51,1	18,5	15,7	14,2	13,9
%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 = 3,5 %	VBS = 0,33 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)	-				

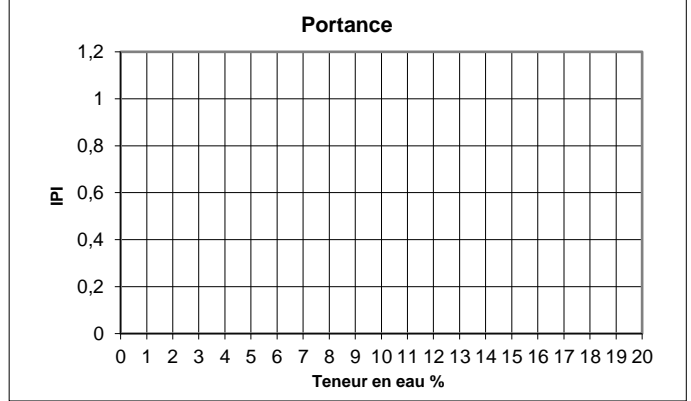
6 - Portances suivant NF P 94-078						
	1	2	3	4	5	6
Teneur en eau %						
IPI						
CBR immédiat						
CBR immersion						
Gonflement G %						
W% après imm						



Observations :

Responsable des essais
L. MARTINS

Classe du matériau
B5



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

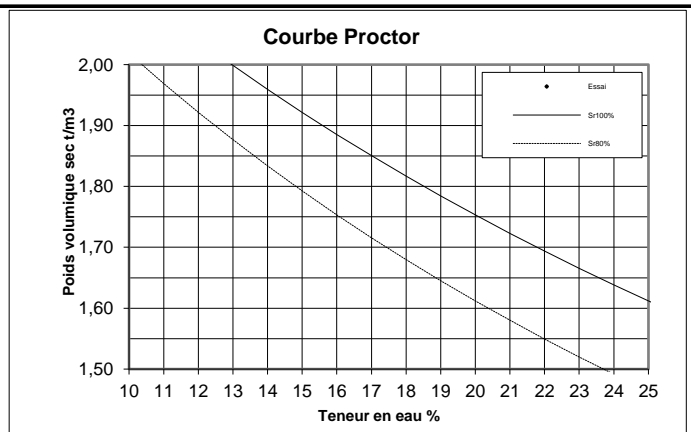
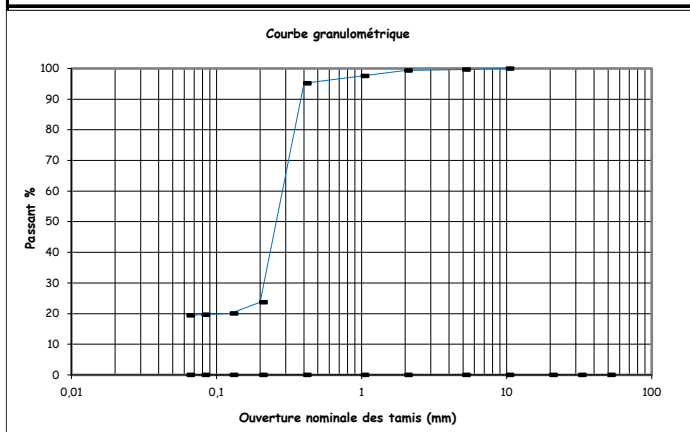
Informations générales	Informations sur l'échantillon
Dossier n°: IN-24-08359 Chantier : Pessac Client : Solconseil Ouvrage : NR Référence : 128107	Mode de prélèvement: Tarière Date de prélèvement: 12/08/2024 Mode de conservation : Sac N° d'identification : 24SOL1146 Date de réception : 03/09/2024 Sondage n° : TH2 Profondeur : 0,50 - 2,00 m Date d'essai : 03/09/2024 Description : Sable limoneux 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	99,7	99,4	97,6	95,1	23,8	20,0	19,6	19,5
%passant sur 0/50mm																

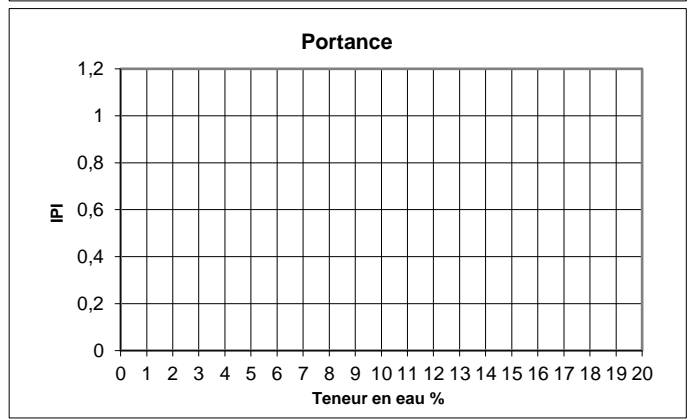
2 - Teneur en eau suivant NF P 94-050	3 - Valeur au bleu suivant NF P 94-068	4 - Limites d'Atterberg suivant NF P 94-051+ 052-1				
W = 4,8 %	VBS = 0,26 g de bleu/100g sol	WI% = x	Wp% = x	IP = x	Ic = x	x

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> Responsable des essais L. MARTINS  </div> <div> Classe du matériau B5 </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°: IN-24-08359 Chantier : Pessac Client : Solconseil Ouvrage : NR Référence : 128107	Mode de prélèvement: Tarière Date de prélèvement: 12/08/2024 Mode de conservation : Sac N° d'identification : 24SOL1146 Date de réception : 03/09/2024 Sondage n° : TH2 Profondeur : 0,50 - 2,00 m Date d'essai : 03/09/2024 Description : Limon marron Wnat : 5,3%

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 type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Type de liant : <input checked="" type="checkbox"/> Dosage : <input checked="" type="checkbox"/>	

Essai Proctor Normal suivant NF P 94-093 sur fraction 0/20						
		NAT				
Teneur en eau	W%*	2,1	5,3	7,6	9,3	11,8
Poids vol sec	r_d (t/m ³)	1,830	1,93	2,03	2,039	1,933

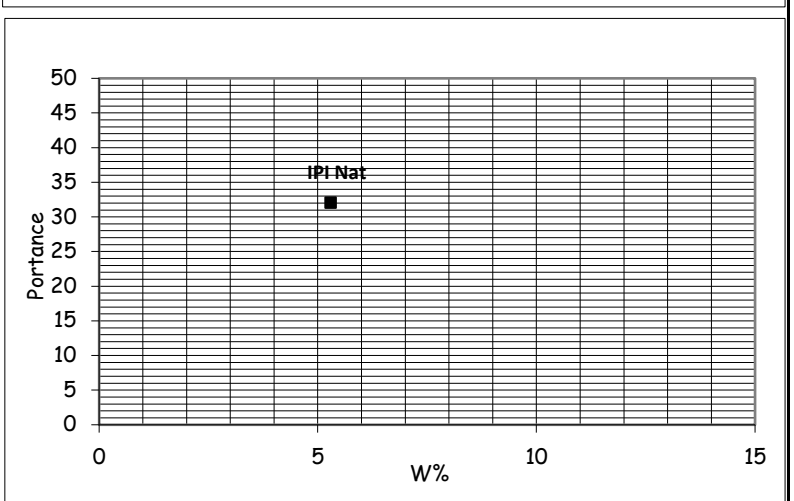
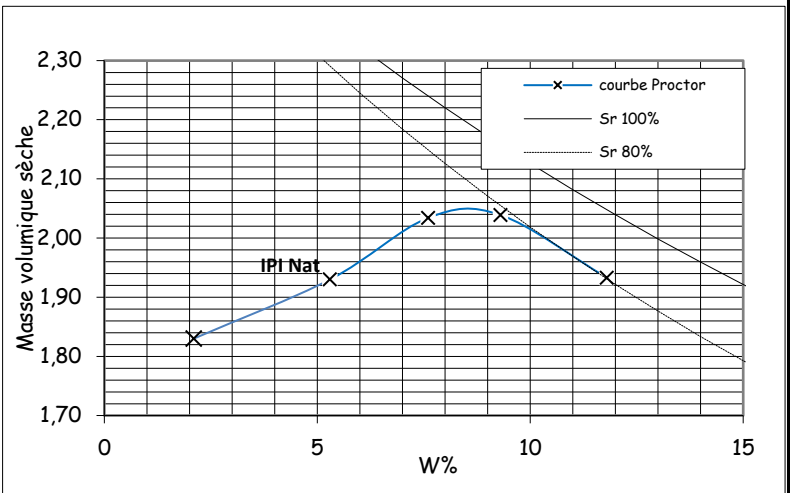
* Teneur en eau suivant NF P 94-050

Résultats		Optimum	*Correction si 0/20<30% proportion 20/D= 0,0%
	Brut	Corrigé*	
W%	8,5	8,5	
r_d (t/m ³)	2,035	2,04	

 Masse vol des particules du sol
 $r_s =$ t/m3 (estimé)

Portances suivant NF P 94-078						
	NAT					
Teneur en eau %	5,3					
IPI	32					
CBR immédiat						
CBR immersion						
Gonflement G %						
W% après imm						

Observations



Responsable des essais

L. MARTINS



Responsable laboratoire

N. IZQUIERDO



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

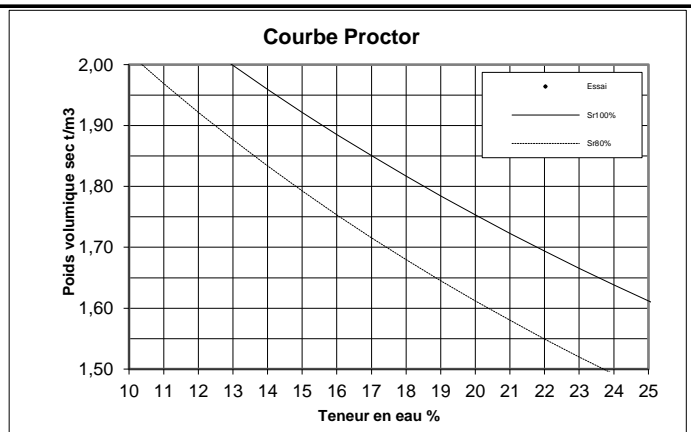
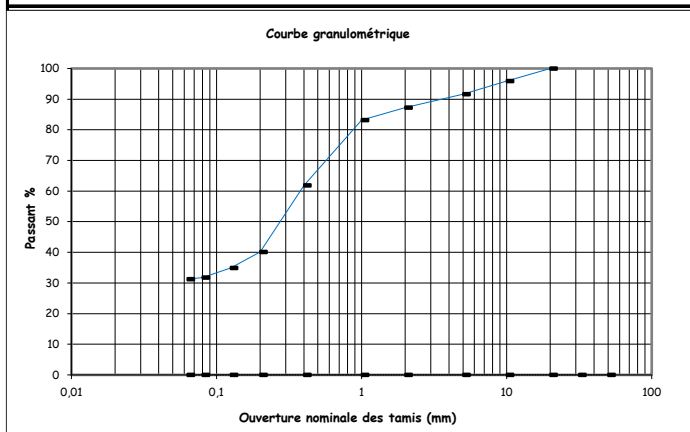
Informations générales	Informations sur l'échantillon
Dossier n°: IN-24-08359 Chantier : Pessac Client : Solconseil Ouvrage : NR Référence : 128107	Mode de prélèvement: Tarière Date de prélèvement: 12/08/2024 Mode de conservation : Sac N° d'identification : 24SOL1147 Date de réception : 03/09/2024 Sondage n° : TH3 Profondeur : 0,50 - 2,00 m Date d'essai : 03/09/2024 Description : Sable silteux noir 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	95,9	91,7	87,2	83,1	61,8	40,1	34,9	31,8	31,3
%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 =	6,2 %	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 :

Responsable des essais
L. MARTINS

Classe du matériau
B5

