



Administration  
Supérieure des Iles WF



# Réhabilitation du Lycée de Wallis et Futuna

Étude géotechnique de conception – Phase projet – Mission G2 PRO



Rapport n°135540 - INTP240055/A– 2 Juillet 2025

Projet suivi par Lucie GRANGER – (+687) 75.68.98 – [lucie.granger@anteagroup.fr](mailto:lucie.granger@anteagroup.fr)

  
**anteagroup**  
Complexe « La Belle Vie »  
224, rue Jacques Iékawé  
PK6 – BP93  
98 845 NOUMEA CEDEX  
[www.anteagroup.fr](http://www.anteagroup.fr)

# Fiche signalétique

## Réhabilitation du Lycée de Wallis et Futuna

### Étude géotechnique de conception – Phase projet – Mission G2 PRO

#### CLIENT

**Administration Supérieure des Iles WF**

B.P.16 - Havelu - Mata'Utu  
98600 Wallis-et-Futuna

Assistant au Maître d'ouvrage :  
SECAL

#### SITE

Lycée de Wallis et Futuna

#### RAPPORT D'ANTEA GROUP

Responsable du projet

Lucie GRANGER

Interlocuteur commercial

Lucie GRANGER

Implantation chargée du suivi du projet

Implantation de Nouvelle-Calédonie

Rapport n°

135540 - INTP240055

Version n°

A

Votre commande et date

03/09/24 - INTA240055

Projet n°

INTP240055

	Nom	Fonction	Date	Signature
Rédaction	L. GRANGER	Chef de projets	02/07/2025	
Approbation	E. ANTOINET	Directeur technique Infrastructures	02/07/2025	

## Suivi des modifications

Indice Version	Date de révision	Nombre de pages	Nombre d'annexes	Objet des modifications
A	02/07/2025	25	5	Première émission

# Sommaire

1.	Contexte général .....	6
1.1.	Mission géotechnique de conception phase projet - G2 PRO.....	6
1.2.	Présentation générale du projet .....	6
2.	Contexte du site et contenu de la reconnaissance géotechnique .....	8
2.1.	Situation et topographie du site.....	8
2.2.	Programme de la reconnaissance géotechnique – G2 AVP .....	10
2.3.	Implantation et nivellement des sondages .....	10
3.	Synthèse géologique et hydrogéologique .....	11
3.1.	Contexte géologique .....	11
3.2.	Lithologie et caractéristiques mécaniques des sols .....	11
3.3.	Contexte hydrogéologique .....	13
3.3.1.	Mesures ponctuelles .....	13
3.3.2.	Tests d'infiltration – Essai Matsuo .....	13
3.4.	Essais en laboratoire.....	13
3.4.1.	Essais d'identification GTR .....	13
3.4.2.	Essais œdométriques .....	14
3.4.3.	Matière organique par calcination.....	14
3.5.	Sismicité.....	15
3.5.1.	Aléa sismique .....	15
3.5.2.	Risque de liquéfaction des sols .....	16
3.6.	Modèle géotechnique .....	16
4.	Justification des fondations du projet .....	17
4.1.	Principe de fondation et niveau d'assise.....	17
4.2.	Justification des semelles à la portance .....	17
4.3.	Calcul des tassements sous la charge projet – comportement œdométrique des sols .....	18
4.4.	Dispositions constructives générales et sujétions d'exécution.....	18
4.5.	Précautions vis-à-vis des existants .....	19
4.6.	Variante .....	19
5.	Parking et voirie.....	20
5.1.1.	Préparation du fond de forme .....	20
5.1.2.	Couche de forme.....	20
5.1.3.	Dimensionnement de chaussée BBSG .....	21
5.1.4.	Dimensionnement du parking bicouche .....	21
5.1.5.	Sujétions particulières.....	21
5.2.	Terrassements.....	22
5.2.1.	Précaution vis-à-vis des existants .....	22
5.2.2.	Extractions.....	22

5.2.3. Précautions vis-à-vis des sols cohérents .....	22
5.2.4. Stabilité des talus et avoisinants .....	22
5.3. Gestion des eaux .....	23
6. Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique .....	24

## Table des figures

Figure 1 : Plan masse projet – Phase PRO	7
Figure 2 : Vue aérienne de la zone d'étude (source Google Map)	8
Figure 3 : Photographies des zones d'étude	9
Figure 4 : Extrait de la carte géologique (Service cartographique de l'ORSTOM)	11

## Table des tableaux

Tableau 1 : Profondeur des essais réalisés	10
Tableau 2 : Synthèse stratigraphique des sondages	12
Tableau 3 : Résultats des essais Matsuo	13
Tableau 4 : Résultats des analyses GTR	13
Tableau 5 : Résultats des essais œdométriques	14
Tableau 6 : Mesure de la matière organique par calcination	14
Tableau 7 : Catégorie d'importance des bâtiments selon l'Eurocode 8	15
Tableau 8 : Classe de sol selon l'Eurocode 8	15
Tableau 9 : Modèle géotechnique G2 PRO	16
Tableau 10 : Dimensionnement des fondations superficielles	18

# 1. Contexte général

La présente mission a été effectuée par Antea Group, à la demande et pour le compte de l'Administration Supérieure des Iles de Wallis-et-Futuna, représentée par son assistant à maîtrise d'ouvrage la SECAL.

Cette mission concerne l'étude de sol relative au projet de réhabilitation du Lycée de Wallis et Futuna, avec la construction de nouveaux bâtiments.

Antea Group avait préalablement réalisé la mission géotechnique de conception phase avant-projet pour ce projet (Réf. Rapport n°132086 – INTP240055/B du 22/10/2024).

## 1.1. Mission géotechnique de conception phase projet - G2 PRO

Par référence à la classification des Missions Géotechniques (norme NF-P94.500 de novembre 2013), la présente mission est une étude géotechnique de conception – phase projet (G2-PRO) et voit de ce fait l'étendue de sa mission limitée aux prestations correspondantes :

- La synthèse des données géologiques et géotechniques ;
- La définition du ou des modèle(s) géotechnique(s) à considérer pour les études de conception phase Projet ;
- La conception des ouvrages géotechniques (méthodes et techniques de construction) sur la base du projet de construction défini par le Maître d'ouvrage. Seront définies :
  - les contraintes et exigences à respecter par le projet ;
  - le dimensionnement des fondations y compris l'estimation des tassements ;
  - le dimensionnement des ouvrages de soutènements ;
  - les dispositions à mettre en place pour la gestion des eaux ;
  - les principales méthodes constructives et les phasages de travaux.
- L'actualisation et la précision de l'identification des conséquences des risques géologiques résiduels et leur probabilité d'occurrence : mise en avant des adaptations de la conception du projet pour parer ces risques.

Les conditions générales des missions géotechniques selon la norme NF P94-500 sont disponibles en annexe.

Il est rappelé que la mission géotechnique de conception phase projet (G2-PRO) doit être complétée par la mission G2-DCE/ACT puis, en phase réalisation, par les missions d'étude et suivi géotechniques d'exécution (G3), à la charge de l'entreprise, et de supervision géotechnique d'exécution (G4) afin de limiter les aléas géotechniques qui peuvent apparaître en cours d'exécution ou après réception des ouvrages.

## 1.2. Présentation générale du projet

*Remarque : Toutes les abréviations utilisées dans ce rapport sont conformes à la norme XP 94-010 hormis les suivantes :*

- *Rd : Résistance dynamique apparente (formule des Hollandais),*
- *RdC : Rez-de-chaussée,*
- *TA et TN : Terrain Actuel et Terrain Naturel,*

Pour la réalisation de l'étude G2 PRO, il nous a été transmis :

- PROJET - Plan de distribution générale RDC – DCE – 10 mars 2025 ;
- TERRASSEMENT – VRD – Terrassement voirie – APD – 25 novembre 2024
- ETAT DES LIEUX - Plan de distribution générale RDC – DIAG – 11 mars 2024 ;
- Note d'hypothèses – Structure Concept (sans date, ni référence document) ;
- Mémoire technique Lot n°01 et Lot n°08 – Structure Concept – Janvier 2025 ;

D'après les informations recueillies lors de l'établissement de cette étude, le projet consiste en la construction des structures suivantes :

- **Construction du Bâtiment U** (Vie scolaire, foyer, salles informatiques, blocs sanitaires), d'une emprise au sol de l'ordre de 660 m<sup>2</sup> environ, supposé de type RdC ;
- **Construction du Bâtiment V** (Atelier de maintenance), d'une emprise au sol de l'ordre de 300 m<sup>2</sup> environ, supposé de type RdC ;
- **Extensions Sud-Ouest et Nord-Est du Bâtiment H** (Enseignement service), d'une emprise au sol inconnue (absence donné projet) ;
- **Création de parking pour VL**

D'après les informations transmises, le niveau fini sera pris sensiblement proche du terrain actuel, ne nécessitant pas de terrassements significatifs.

**NOTA** : les projets de construction des bâtiments et farés X et W ont été abandonnés dans le cadre de l'étude G2-PRO. Les nouvelles zones d'extension du bâtiment H projetées dans le cadre de cette étude G2-PRO n'ont pas fait l'objet d'investigation géotechnique lors de l'étude G2-AVP.

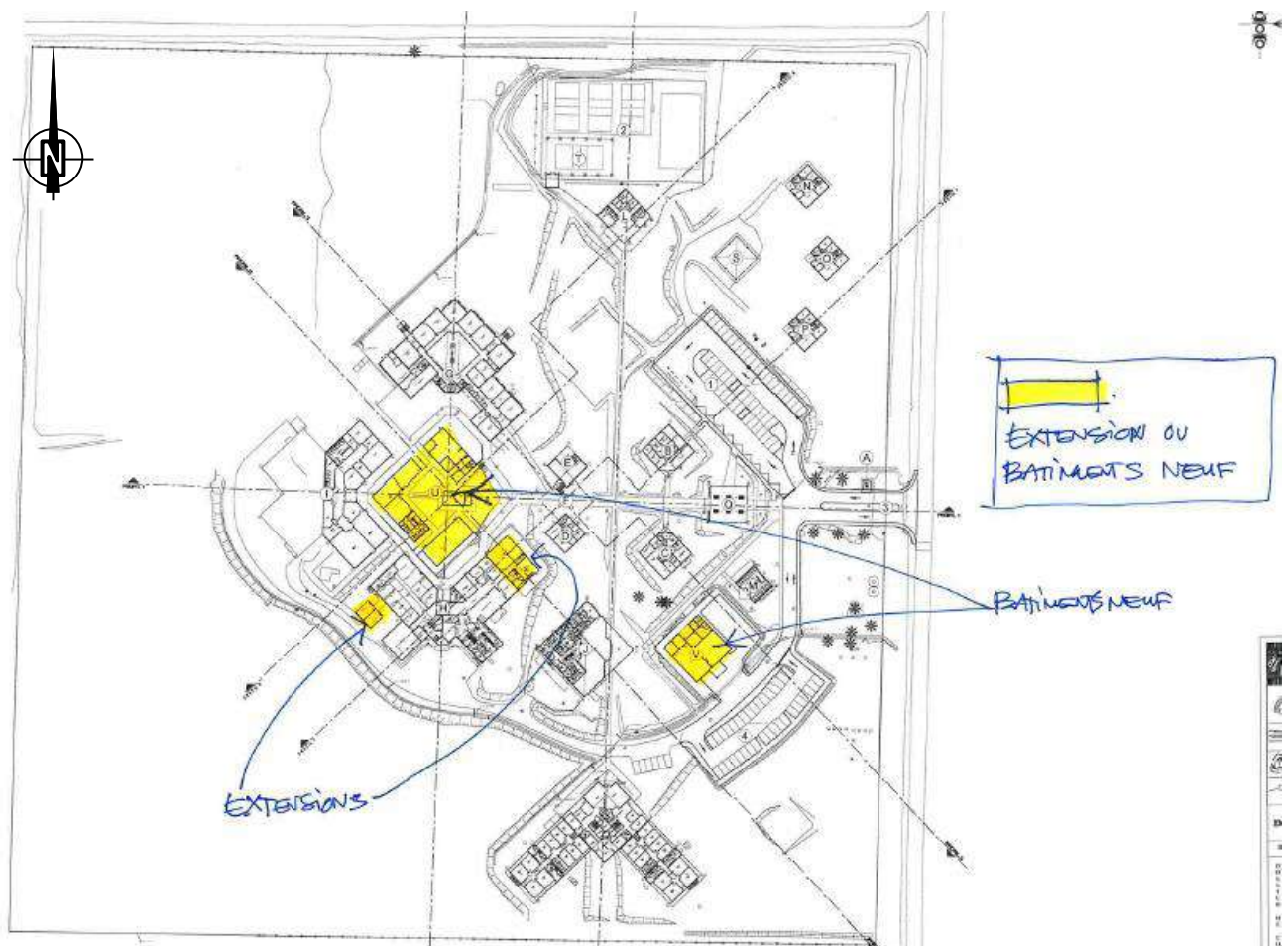


Figure 1 : Plan masse projet – Phase PRO



D'après les données transmises, les charges transmises par les structures de type RdC seront limitées à :

- 100 à 200 kN/poteau ( $\approx 10$  à  $20$  t/p),
- 30 à 80 kN/ml pour les murs porteurs ( $\approx 3$  à  $8$  t/ml),
- 5 kN/m<sup>2</sup> pour les dallages ( $\approx 0,5$  t/m<sup>2</sup>).

## 2. Contexte du site et contenu de la reconnaissance géotechnique

### 2.1. Situation et topographie du site

Les zones d'étude se situent au sein de l'établissement du Lycée de Wallis et Futuna sur la commune de Mata'Utu à Wallis.



Figure 2 : Vue aérienne de la zone d'étude (source Google Map)



L'emprise du lycée est délimitée par :

- Au Nord : Une voie de desserte vers la chapelle Saint Anne et le Mont Lulu ;
- A l'Ouest : des terrains religieux avec la présence de la chapelle Saint Anne ;
- Au Sud : de la végétation dense ;
- A l'Est : la RT2 et de l'autre côté de cette voie, de petites habitations et le magasin général Import

Le site du Lycée présente une légère pente générale orientée vers l'Est. Les différentes infrastructures existantes sont implantées sur des plateformes délimitées par des talus de l'ordre de 1 à 2 m de hauteur environ.



**Figure 3 : Photographies des zones d'étude**

Lors de notre intervention, les zones d'études concernées par les projets de construction de nouveaux bâtiments, infrastructures ou parkings, étaient recouvertes d'herbe, excepté pour la halle de sport implantée sur le terrain de sport actuel en enrobé.

## 2.2. Programme de la reconnaissance géotechnique – G2 AVP

Les reconnaissances de terrain ont été réalisées dans le cadre de l'étude G2 AVP, du 12 au 16 août 2024 et comprenaient la réalisation de :

- **10 essais au pénétromètre dynamique léger**, nommés EP1 à EP10. Ces essais permettent de mesurer en continu les caractéristiques mécaniques des sols traversés et ont été réalisés à l'aide d'un pénétromètre dynamique léger aux caractéristiques suivantes :  
 Poids du mouton : 10 kg  
 Hauteur de chute : 50 cm  
 Section de la pointe : 10 cm<sup>2</sup>  
 Au droit du bâtiment U, des avant-trous ont dû être réalisés au préalable des essais au pénétromètre dynamique étant donné la présence d'un remblai corallien compacté en surface au droit de la zone du projet investiguée.
- **6 reconnaissances géologiques réalisées à la pelle mécanique**, nommées PU1 à PU6. Ces sondages ont permis la visualisation des horizons géologiques traversés, d'identifier d'éventuelles arrivées d'eau et le prélèvement de sol pour analyse en laboratoire.
- **2 essais de perméabilité de type MATSUO**, nommés M1 et M2.
- **Des essais en laboratoire** comprenant :
  - **2 analyses GTR** (granulométrie, teneur en eau et VBS) ;
  - **2 essais œdométriques** avec mesure de teneur en eau et de masse volumique.

Les essais in situ ont été descendus aux profondeurs suivantes :

Tableau 1 : Profondeur des essais réalisés

Sondage	Bâtiment V			Faré (*)		Bâtiment U					Bâtiment W (*)			Parking projet		Parking actuel
	EP1	EP2	PU1	EP3	PU3	EP4	EP5	EP6	EP7	PU2	EP8	EP9	PU4	EP10	PU5	PU6
Profondeur d'arrêt/ TN (m)	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.3	3.6	3.5	3.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Raison de l'arrêt	Fin de l'essai															
Arrivée d'eau /TN (m)	Aucune arrivée d'eau															

(\*) Ces secteurs et projet de bâtiment ne font plus partie de l'étude G2 PRO.

Les coupes des investigations géotechniques sont disponibles en annexe.

## 2.3. Implantation et nivellement des sondages

La position des sondages et essais figure sur le schéma d'implantation donné en annexe 2.

L'implantation a été réalisée au mieux en fonction des conditions d'accès, de la présence des réseaux enterrés et de la précision des plans remis pour la campagne de reconnaissance.

En l'absence de plan topographique, les profondeurs sont comptées par rapport au Terrain Actuel (TA) au moment de la campagne de reconnaissance.

## 3. Synthèse géologique et hydrogéologique

### 3.1. Contexte géologique

D'après la carte géologique, nous devons nous attendre à rencontrer sous d'éventuels remblais d'aménagement du Lycée, des sols ferrallitiques issus de l'altération du substratum basaltique (altérite).

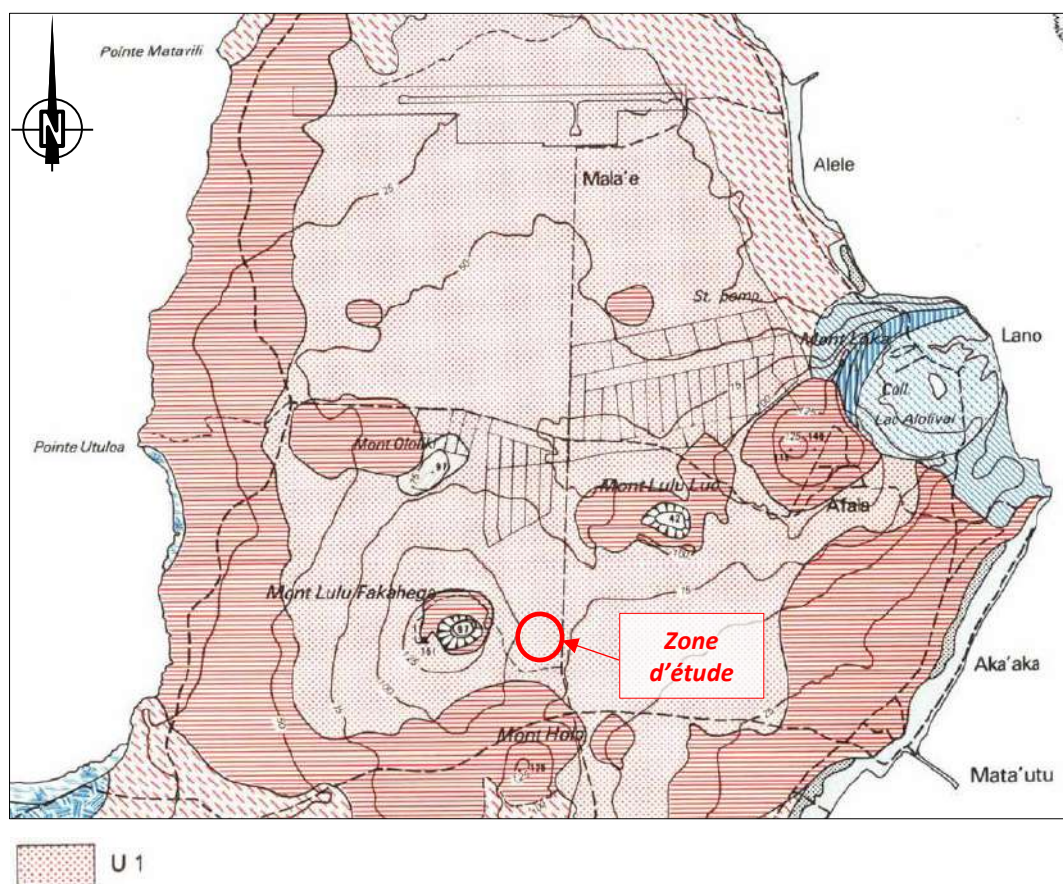


Figure 4 : Extrait de la carte géologique (Service cartographique de l'ORSTOM)

### 3.2. Lithologie et caractéristiques mécaniques des sols

La campagne de reconnaissance réalisée dans le cadre de la mission G2-AVP a permis d'observer les horizons géologiques suivants, de haut en bas :

- **(TV/R) Recouvrement de terre végétale ou de grave corallienne blanche (remblais)**, identifié dans tous les sondages sur une épaisseur comprise entre 10 et 60 cm environ.

Au droit du sondage PU6 réalisé en limite du parking actuel pour permettre d'identifier la coupe lithologique de la structure de parking, la couche de forme composée de grave sableuse corallienne blanche a été identifiée sur 30 cm d'épaisseur, surmontée d'une couche de grave bitumineuse de 2 cm.

Ses caractéristiques mécaniques sont globalement faibles à moyennes, avec quelques pics de résistance dynamique en fonction de la teneur en éléments graveleux ou de la compacité des remblais, avec :

$$1 \leq R_d \leq 6 \text{ MPa}$$



- **(H1) Un horizon limono-sableux légèrement argileux marron orangé à marron bordeaux avec quelques graviers, cailloux et rares blocs de basalte vacuolaires friables (altérite),** identifié dans tous les sondages à partir de 0.1 et 0.6 m de profondeur/TA et jusqu'à la profondeur d'arrêt des essais entre 3 et 3.6 m/TA.

Ses caractéristiques mécaniques sont globalement faibles à médiocres, avec :

$$1 \leq R_d \leq 4 \text{ MPa}$$

Il a été établi ci-dessous une estimation de la base (m/TA) des horizons géologiques reconnus au droit de chacun des sondages :

**Tableau 2 : Synthèse stratigraphique des sondages**

Horizon géologique	Profondeur de la base (m/TA)								Résistance dynamique moyenne $R_d$ (MPa)
	Bâtiment V			Bâtiment U					
	EP1	EP2	PU1	EP4	EP5	EP6	EP7	PU2	
<i>(TV / R)</i> <i>Terre végétale ou remblais</i>	0.2	0.2	0.1	0.3 (*)	0.6 (*)	0.5 (*)	0.5 (*)	0.4	4
<i>(H1)</i> <i>Horizon limono-sableux à quelques blocs de basalte</i>	>3.0	>3.0	>3.0	>3.3	>3.6	>3.5	>3.5	>3.0	1,5
Horizon géologique	Profondeur de la base (m/TA)								Résistance dynamique moyenne $R_d$ (MPa)
	Parking projet			Parking actuel					
	EP10	PU5	PU6						
<i>(TV / R)</i> <i>Terre végétale ou remblais</i>	0.3	0.1	0.3					4	
<i>(H1)</i> <i>Horizon limono-sableux à quelques blocs de basalte</i>	>3.0	>3.0	>3.0					1,5	

\*Avant-trou

### Remarques

On rappelle que les **sondages pénétrométriques sont de type « aveugle »** et ne permettent pas une identification visuelle des sols traversés, notamment de définir précisément la limite avec la frange altérée du substratum. La nature et la profondeur ne sont donc que des suppositions établies par analyse des diagraphies pénétrométriques et des données géologiques du site.

La nature et l'épaisseur des remblais d'aménagement de la plateforme pourront être variables entre nos sondages.

### 3.3. Contexte hydrogéologique

#### 3.3.1. Mesures ponctuelles

Lors de notre intervention réalisée en août 2024, nous n'avons pas observé d'arrivée d'eau dans les sondages. Quelques traces d'humidité ont été relevées uniquement en PU4 à 3 m de profondeur/TA (fond de fouille de la pelle).

Ces relevés réalisés en fin de forage ayant un caractère ponctuel et instantané, ne permettent pas de préciser l'ensemble des circulations d'eau qui peuvent se produire, notamment en période pluvieuse.

#### 3.3.2. Tests d'infiltration – essai Matsuo

Les essais de perméabilité de type Matsuo réalisés au droit des zones indiquées par le client (essai M1 et M2) donnent les résultats suivants :

Tableau 3 : Résultats des essais Matsuo

Sondage	M1	M2
Profondeur de l'essai	0,5 à 1,5 m	0,57 à 1,05m
Nature des sols	H1 - Limon sableux	H1 - Limon sableux
Perméabilité k (en m/s)	$2.10^{-5}$ (*)	$4.10^{-5}$ (*)
Perméabilité k (en mm/h)	70	140

(\*) valeur brute ponctuelle à utiliser en première approche avec une précision d'une puissance de 10 minimum.

Nous rappelons que les essais de perméabilité de type Matsuo sont des essais ponctuels ayant pour objet d'évaluer la capacité d'infiltration des sols. Les terrains sont susceptibles d'être hétérogènes et de présenter des perméabilités variables, notamment des perméabilités plus faibles ou plus élevées au sein d'horizons plus argileux / sableux.

### 3.4. Essais de laboratoire

Des essais de laboratoire ont été réalisés sur les échantillons prélevés dans les puits à la pelle. Les résultats sont résumés dans les tableaux ci-après :

#### 3.4.1. Essais d'identification GTR

Les résultats d'essais d'identification GTR des sols sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 4 : Résultats des analyses GTR

Sondage	Nature lithologique	Profondeur de l'échantillon	W (%)	Dmax (mm)	Granulométrie			VBS	GTR
					<5 mm	<2 mm	<63µm		
PU5	Limon	0.8 à 1.4 m	40,5	5	100	97	70	0,2	A1
PU6	Limon	0.8 à 1.1 m	37,8	10	99	96	73	0,4	A1

Les sols en place sont de classe GTR A1 au regard des prélèvements réalisés. Ce sont des matériaux sensibles à l'eau qui nécessitent la plus grande prudence quant aux conditions de leur réemploi.

Les PV des essais en laboratoire réalisés sont présents en **Annexe IV**.



### 3.4.2. Essais œdométriques

Les résultats d'essais œdométriques sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau 5 : Résultats des essais œdométriques**

Sondage	Description lithologique	Profondeur de l'échantillon	$e_0$	$C_c$	$C_s$	$E_{œdo}$ (MPa)	$C_c/(1+e_0)$	$\sigma'_p$ (MPa)	$\sigma'_{v0}$ (MPa)	$C_v$ moyen ( $m^2/s$ )
PU1	Argile silteuse lâche, marron rougeâtre. Présence de traces noirâtres centimétriques.	1,5 m	1,69	0,51	0,013	4,4	0,19	0,10	0,021	$2 \cdot 10^{-7}$
PU2	Argile silteuse lâche, marron rougeâtre. Présence de traces noirâtres centimétriques.	1,6 m	1,418	0,43	0,007	6,9	0,18	0,11	0,023	$8 \cdot 10^{-7}$

Avec des valeurs de  $C_c/(1+e_0)$  comprises entre 0,18 et 0,19, les matériaux testés sont en limite entre des sols compressibles ( $C_c/(1+e_0) \geq 0,2$ ) et des sols moyennement compressibles ( $0,05 \leq C_c/(1+e_0) < 0,20$ ).

Concernant l'état de consolidation des sols, les deux échantillons sont représentatifs de sols légèrement surconsolidés pour lesquels  $\sigma'_p > \sigma'_{v0}$ .

Le début des courbes œdométriques montre un comportement de type « gonflant » (par apport d'eau) de ces matériaux. Par conséquent, il sera nécessaire de prévoir une bonne gestion des eaux pluviales du site afin d'éviter des écoulements d'eau incontrôlés sous les futurs bâtiments.

### 3.4.3. Matière organique par calcination

Compte tenu des traces noirâtres observés sur les échantillons PU1 et PU2, un essai de mesure de matière organique par calcination a été réalisé sur l'échantillon PU2 afin d'évaluer la présence de matière organique.

**Tableau 6 : Mesure de la matière organique par calcination**

Sondage	Description lithologique	Profondeur de l'échantillon	$C_{MOC}$ (%)
PU2	Silt argileux lâche, marron rougeâtre. Présence de traces noirâtres centimétriques.	1,6 m	21

## 3.5. Sismicité

### 3.5.1. Aléa sismique

L'île de Wallis est concernée par un **aléa sismique moyen (Zone 4)** selon le BRGM (Rapport d'Évaluation probabiliste de l'aléa sismique des îles Wallis et Futuna – mars 2007). Du fait de leur faible superficie, il n'y a pratiquement pas de variation de l'aléa à l'intérieur de l'île.

D'après l'Eurocode 8, le projet est concerné par la catégorie d'importance de bâtiment de type III.

**Tableau 7 : Catégorie d'importance des bâtiments selon l'Eurocode 8**

Catégorie d'importance	Bâtiments
I	Bâtiments d'importance mineure pour la sécurité des personnes, par exemple, bâtiments agricoles, etc.
II	Bâtiments courants n'appartenant pas aux autres catégories
III	Bâtiments dont la résistance aux séismes est importante compte tenu des conséquences d'un effondrement, par exemple : écoles, salles de réunion, institutions culturelles, etc.
IV	Bâtiments dont l'intégrité en cas de séisme est d'importance vitale pour la protection civile, par exemple : hôpitaux, casernes de pompiers, centrales électriques, etc.

L'accélération horizontale de calcul au niveau d'un sol de type rocheux  $a_g$  est définie par la relation :

$$a_g = \gamma_1 * a_{gr}$$

avec :

$\gamma_1$  : Coefficient d'importance égal à 1,2 pour un bâtiment de catégorie d'importance III ;

$a_{gr}$  : Accélération maximale de référence au niveau d'un sol de type rocheux égale à 1,6 m/s<sup>2</sup> pour la zone 4.

Dans le cas présent, on a alors :

$$a_g = 1,92 \text{ m/s}^2$$

Les sols présents sous les fondations sont classés selon les catégories suivantes :

**Tableau 8 : Classe de sol selon l'Eurocode 8**

Classe de sol	Description du profil stratigraphique	Paramètres		
		$v_{s,30}$ (m/s)	$N_{SPT}$ (coups/30 cm)	$c_u$ (kPa)
A	Rocher ou autre formation géologique de ce type comportant une couche superficielle d'au plus 5 m de matériau moins résistant	> 800	—	—
B	Dépôts raides de sable, de gravier ou d'argile sur-consolidée, d'au moins plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur, caractérisés par une augmentation progressive des propriétés mécaniques avec la profondeur	360 – 800	> 50	> 250
C	Dépôts profonds de sable de densité moyenne, de gravier ou d'argile moyennement raide, ayant des épaisseurs de quelques dizaines à plusieurs centaines de mètres	180 – 360	15 – 50	70 – 250
D	Dépôts de sol sans cohésion de densité faible à moyenne (avec ou sans couches cohérentes molles) ou comprenant une majorité de sols cohérents mous à fermes	< 180	< 15	< 70
E	Profil de sol comprenant une couche superficielle d'alluvions avec des valeurs de $v_s$ de classe C ou D et une épaisseur comprise entre 5 m environ et 20 m, reposant sur un matériau plus raide avec $v_s > 800$ m/s			
S <sub>1</sub>	Dépôts composés, ou contenant, une couche d'au moins 10 m d'épaisseur d'argiles molles/vases avec un indice de plasticité élevé ( $PI > 40$ ) et une teneur en eau importante.	< 100 (valeur indicative)	—	10 – 20
S <sub>2</sub>	Dépôts de sols liquéfiables d'argiles sensibles ou tout autre profil de sol non compris dans les classes A à E ou S <sub>1</sub> .			

Les essais in situ et en laboratoire montrent que le sol est composé principalement limons sablo-argileux avec quelques blocs, classés en sols A1 selon la classification GTR et caractérisés par des portances faibles à moyennes sur des épaisseurs supérieures à 3,5 m.

En l'absence de possibilité de réaliser des sondages profonds permettant de caractériser les 30 premiers mètres du sol en place, il sera considéré des matériaux de classe D selon l'Eurocode 8 dans le cas présent, soit un paramètre de sol  $S = 1,8$ .

On obtient une accélération horizontale de surface pour une classe de sol D égale à :

$$S^* a_g = 3,46 \text{ m/s}^2$$

### 3.5.2. Risque de liquéfaction des sols

Selon l'Eurocode 8, le risque de liquéfaction dans les sols sableux à sablo-argileux est négligé lorsque  $\alpha.S < 0.15$  et lorsque, en même temps, une des conditions suivantes au moins est remplie :

- les sables contiennent de l'argile en proportion supérieure à 20 %, avec un indice de plasticité  $I_p > 10$  ;
- les sables contiennent des silts (limons) en proportion supérieure à 35 % et, simultanément le nombre de coups SPT, normalisé pour l'effet de surcharge due au terrain et du rapport d'énergie  $N1(60) > 20$  ;
- les sables sont propres, avec la valeur du nombre de coups SPT, normalisé pour l'effet de surcharge due au terrain et du rapport d'énergie  $N1(60) > 30$ .

Dans le cas présent, on a :

$$\alpha.S = S^* a_g / g = 0,35 > 0.15$$

La granulométrie des sols montre un pourcentage des matériaux  $< 0,063\text{mm}$  de 70 et 73% sur les échantillons testés de l'horizon H1 et aucune nappe n'a été identifiée. Par conséquent, **le risque de liquéfaction peut être écarté pour ce projet.**

## 3.6. Modèle géotechnique

Le modèle géotechnique retenu en phase G2-PRO sur la base des résultats des essais de la campagne géotechnique réalisée en G2-AVP est présenté ci-après :

Tableau 9 : Modèle géotechnique G2 PRO

Horizon géologique	Profondeur de la base (m/TA)	Résistance dynamique retenue $q_d$ (MPa)	Classe GTR	Cv moyen ( $\text{m}^2/\text{s}$ )	Perméabilité moyenne $k$ (en m/s)
(TV / R) Terre végétale ou remblais	0.5	4.0	/	/	/
(H1) Horizon limono-sableux à quelques blocs de basalte	>3.0	1.5	A <sub>1</sub>	$2.2 \cdot 10^{-7}$	$3 \cdot 10^{-5}$

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.

Ces valeurs retenues pour les calculs ne doivent pas faire oublier les valeurs plus élevées mesurées, dans l'éventuel choix d'engins de terrassement ou d'une technique de réalisation de fondation.

## 4. Justification des fondations du projet

### 4.1. Principe de fondation et niveau d'assise

Le principe de fondation consistera à reporter les charges développées par les structures en RdC par l'intermédiaire de **semelles superficielles de type filantes**.

Il conviendra de respecter les recommandations suivantes :

- **Semelles superficielles filantes**, prolongées autant que besoin par un béton de rattrapage et descendues de façon homogène dans l'**horizon limono-sableux (H1)** identifié à partir de **0.2 et 0.6 m de profondeur/TA** au droit de nos sondages ;
- Ancrage minimal des fondations de **0,30 m** dans cette formation H1 ;
- En tout point, une profondeur d'encastrement minimal des fondations de 0.5 m/sol extérieur fini, pour assurer la stabilité de la fondation ;

Les horizons remaniés devront impérativement être purgés.

**En cas de présence de poches décomprimées ou d'argile molle dans l'horizon d'assise, des approfondissements du système de fondation seront à prévoir.**

La mission de supervision géotechnique (G4) sera nécessaire pour contrôler les fonds de fouille et les profondeurs de fondations à respecter.

**De plus les fondations du projet et les fondations avoisinantes (extension du bâtiment H) arrêtées à des niveaux différents seront établies en redents selon une pente de 3 H / 1 V (18°) en considérant l'EC8 (zone sismique).**

### 4.2. Justification des semelles à la portance

Selon les prescriptions de la norme NF P 94-261, pour démontrer qu'une fondation superficielle supporte la charge de calcul avec une sécurité adéquate vis-à-vis d'une rupture par défaut de portance du terrain, on doit vérifier l'inégalité suivante :

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

Avec :

- $V_d$  : valeur de calcul de la composante verticale de la charge transmise,
- $R_0$  : valeur du poids du sol après travaux au niveau de la base de la fondation qui sera négligée dans le calcul suivant.

D'où :

$$R_{v,d} = A' \cdot \frac{q_{net}}{\Gamma}$$

Avec, dans le cas des méthodes pénétrométriques et pressiométriques, un coefficient de sécurité global  $\Gamma$  de 1,68 (ELU fondamental) et 2,76 (ELS quasi-permanent et ELS caractéristique).

Sous réserve du respect du principe de fondation précité, les **contraintes verticales centrées** de calcul à prendre en compte pour la justification vis-à-vis des Etats limites Ultimes et de Service seront limitées à :

$$\begin{aligned} \text{Aux ELU fondamentaux : } q_{ELU} &\leq 84 \text{ kPa} \\ \text{Aux ELS qp : } q_{ELS} &\leq 50 \text{ kPa} \end{aligned}$$

Également, si les fondations sont soumises à des efforts horizontaux et/ou moment, un coefficient pondérateur  $i_\delta$  sera pris en compte sur les contraintes admissibles précitées.

**Tableau 10 : Dimensionnement des fondations superficielles**

Contrainte admissible	Charge verticale centrée $Q_{ELS}$		Géométrie de la fondation	Contrainte effective
$q_{ELS} = 50 \text{ kPa}$	Semelle filante	30	$l = 0.6 \text{ m}$	$q_{ELS} = 50 \text{ kPa}$
		80	$l = 1.6 \text{ m}$	$q_{ELS} = 50 \text{ kPa}$

D'après les éléments transmis, les charges sont verticales et centrées. Il n'y a donc pas lieu de vérifier l'excentrement, ni le glissement des fondations (à confirmer par le BET structures).

### 4.3. Calcul des tassements sous la charge projet – comportement oedométrique des sols

La méthode pénétrométrique ne permet pas d'estimer les tassements qui seront apportées par l'ouvrage sur la consolidation de l'horizon limono-sableux de faibles caractéristiques mécaniques. Ces tassements seront d'autant plus importants que les contraintes apportées par la structure seront élevées.

Les tassements ont été calculés à l'aide du logiciel FOXTA, module Tasseldo suivant les résultats des essais oedométrique.

Les résultats sont présentés ci-après :

Contrainte appliquée (kPa)	Hauteur de sol compressible (m)	Tassement oedométrique (cm)
50	10	$\approx 2 \text{ cm}$

D'après ces résultats, et en considérant une modélisation des tassements selon un comportement oedométrique du sol, des tassements de l'ordre de 2 cm seront à attendre pour une descente de charge de 50 kPa.

**Il conviendra de vérifier leur admissibilité sans désordre par la structure.**

Le modèle géotechnique a été limité à la profondeur de 10 m/TA selon notre expérience de la géologie locale.

### 4.4. Dispositions constructives générales et sujétions d'exécution

Les semelles les moins chargées devront respecter une largeur minimale d'au moins 60 cm afin d'assurer un bon contact sol / fondation.

La rencontre d'anomalies géologiques (blocs, remblais d'aménagement, racines, déchets) sous l'emprise du projet nécessitera la mise en œuvre de dispositions constructives spécifiques à traiter au cas par cas (curage avec comblement de gros béton par exemple). Le traitement pourrait conduire à des sur-profondeurs de creusement et des surconsommations de béton.

Il conviendra de couler le béton de propreté ou le gros béton dès l'ouverture des fouilles afin d'éviter l'altération ou la décompression du sol d'assise. Le béton des semelles sera ensuite coulé à pleine fouille sur toute la hauteur.



Compte tenu des tassements estimés, il convient de prendre les dispositions constructives nécessaires pour adapter la structure à ces déformations : rigidification de la structure, liaisonnement des semelles, soubassement en béton banché, joints de désolidarisation, raccords de canalisation souples, etc.

Des joints de rupture complets seront créés entre les parties différemment chargées du bâtiment.

En cas d'arrivées d'eau à l'ouverture des fouilles, il conviendra de les assécher par un dispositif adapté à leur importance et à la nature des terrains (drainage, pompage par exemple).

Compte tenu de l'application des règles sismiques, la conception des fondations prendra en compte les dispositions présentées par la réglementation en vigueur de manière à limiter les déplacements différentiels entre appuis.

Tous les travaux devront être réalisés selon les règles de l'Art.

## 4.5. Précautions vis-à-vis des existants

Concernant les extensions, il sera réalisé de nouvelles fondations à proximité des fondations existantes. Au stade de la G2-PRO, aucune reconnaissance de fondation de l'existant n'a été réalisé. Il conviendra de vérifier la géométrie des fondations existantes avant le démarrage des travaux.

Dans ce cas, il sera nécessaire de respecter les points suivants :

- Un **référé préventif** devra être établi avant le début des travaux. Il permettra de relever tous les désordres sur les constructions existantes ;
- **Les travaux de terrassement** en bordure des constructions existantes devront être **limités au maximum** et être exécutés avec toutes les précautions nécessaires et suffisantes afin de ne pas risquer de déstabiliser le bâtiment. On évitera par exemple les vibrations importantes ;
- **Les nouvelles fondations seront suffisamment en retrait pour ne pas être perturbées par le débord de l'existant** (semelles isolées déportées, recentrage des charges par longrines de redressement et semelles filantes perpendiculaires, blindage, ...) ;
- Une **pente maximale de 3 horizontal pour 1 vertical (zone sismique) entre l'assise des nouvelles fondations et celle des fondations existantes** devra être respectée. Dans le cas où cette pente ne pourrait être respectée.
- Dans le cas où les bâtiments existants seraient soumis à des **surcharges**, il sera nécessaire de s'assurer que ces dernières soient **compatibles avec le dimensionnement des fondations existantes**.

## 4.6. Variante

Une solution de fondation superficielle sur radier porteur rigide sollicitant l'horizon H1 par l'intermédiaire d'une couche de forme de 80 cm d'épaisseur pourra être également envisagée pour la construction des nouvelles structures.

Le dimensionnement de cette solution et le calcul des tassements a été réalisé dans le rapport G2-AVP indice B du 22/10/2024.

## 5. Parking et voirie

Le parking pour VL sera prévu majoritairement en profil rasant.

Les sondages EP10 et PU5 réalisés au droit de la zone d'étude du futur parking ont mis en évidence sous une couverture de terre végétale, un horizon limono-sableux légèrement argileux (H1).

### 5.1.1. Préparation du fond de forme

Après décapage de la terre végétale et des remblais, le fond de forme sera constitué de l'horizon H1 caractérisé par des sols de type A1 selon la classification GTR.

Il s'agit de sols sensibles à la situation météorologique.

Une évaluation de la classe de PST/AR sera établie au moment des travaux en fonctions de la portance des sols et de leur état hydrique.

Les limons et argiles de classe A en période climatique favorable et dans un état hydrique moyen (m) constituent une partie supérieure des terrassements de type PST2/AR1.

Si les travaux ont lieu en période défavorable ou si le fond de forme présentait une teneur en eau trop importante, un cloutage du fond de forme et la pose d'un géotextile pourront s'avérer nécessaires. Un traitement du fond de forme pourra également être envisagé.

Pour la préparation du fond de forme, on procèdera de la façon suivante :

- Contrôle du fond de forme afin de définir d'éventuelles purges,
- Compactage du fond de forme.

### 5.1.2. Couche de forme

Sur la PST2/AR1 que constituent les terrains en place en période favorable, on visera l'obtention d'une plate-forme support des chaussées de niveau minimum PF2 selon le catalogue des voiries non structurantes.

Dans ce but, il conviendra de mettre en œuvre une couche de forme en matériaux granulaires insensibles à l'eau (de type D31 de la NF P 11-300 ou matériaux de recyclage ayant des caractéristiques équivalentes). Cette couche de forme aura 0,5 m d'épaisseur (ou 0,4 m avec géotextile à l'interface PST-couche de forme).

Les matériaux C1B3 à D3 0/80 mm seront définis selon les critères suivants :

- peu dégradable ( $DG < 5$ ),
- peu sensible à l'eau ( $VBS < 0.4$ )
- caractéristiques intrinsèques Los Angeles et Micro-Deval  $< 45$ .

### 5.1.3. Dimensionnement de chaussée BBSG

Le dimensionnement de chaussée du projet a été déterminé à partir d'une plate-forme de type PF2+. Il est donné en fonction du trafic retenu de  $< 5 \text{ PI/j}$  et selon le manuel des conceptions des chaussées neuves à faible trafic du LCPC/SETRA de 1981 et du guide technique de conception des structures de chaussées du LCPC/SETRA de 1994 :

Ce dimensionnement sera précisé après définition du trafic par le client.

Plate-forme PF2+ (EV2  $> 80 \text{ MPa}$ ).

- Couche de base / fondation : 30 cm de GNT 0/31.5 ou 0/20 mm (grave non traitée).
- Couche d'imprégnation I50 : 500 g/m<sup>2</sup> de bitume résiduel minimum.
- Couche de roulement : 6 cm de béton bitumineux BBSG 0/10 mm.

Le corps de chaussée devra être réalisé avec une grave non traitée 0/31.5 mm ou 0/20 mm comprenant des granulats de catégorie E IV c Ang 4 (norme NF P 18-545) selon la note info n°24 de l'Idrim et être conforme aux spécifications de la norme NF EN 13285.

Les granulats composant la couche de roulement du béton bitumineux semi-grenu (BBSG) 0/10 mm devront être de catégorie C III a Ang 1 (norme NF P 18-545) selon la note info n°24 de l'Idrim.

Le BBSG 0/10 mm sera de classe 2 niveau 2 et sera mis en œuvre selon les recommandations de la norme NF P 98-150-1.

### 5.1.4. Dimensionnement du parking bicouche

Le dimensionnement du parking du projet a été déterminé à partir d'une plate-forme de type PF2+. Il est donné en fonction du trafic retenu de  $< 5 \text{ PI/j}$  et selon le manuel des conceptions des chaussées neuves à faible trafic du LCPC/SETRA de 1981 et du guide technique de conception des structures de chaussées du LCPC/SETRA de 1994 :

- Plate-forme PF2+ (EV2  $> 80 \text{ MPa}$ ).
- Couche de base / fondation : 30 cm de GNT 0/31.5 ou 0/20 mm (grave non traitée).
- Couche d'imprégnation I50 : 500 g/m<sup>2</sup> de bitume résiduel minimum.
- Couche de roulement : bicouche 6/10 et 10/16 avec couche d'accrochage R65 ou R69.

Le corps de chaussée devra être réalisé avec une grave non traitée 0/31.5 mm ou 0/20 mm comprenant des granulats de catégorie E IV c Ang 4 (norme NF P 18-545) selon la note info n°24 de l'Idrim et être conforme aux spécifications de la norme NF EN 13285.

Les granulats composant la couche de roulement en enduit superficiel bicouche 6/10 et 10/16 mm devront être de catégorie C II Ang 2 (norme NF P 18-545) selon la note info n°24 de l'Idrim.

### 5.1.5. Sujétions particulières

On veillera à limiter les infiltrations d'eau au niveau de ces sols supports de chaussée (fossés, drainage, ...).

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

Les tranchées de pose de réseaux sous chaussée seront remblayées selon les règles techniques en vigueur.

## 5.2. Terrassements

### 5.2.1. Précaution vis-à-vis des existants

Compte tenu de la proximité avec les bâtiments existants du Lycée, on prendra garde à ne pas les déstabiliser lors de la réalisation des travaux :

- les terrassements qui seront menés à proximité du bâtiment devront être exécutés avec toutes les précautions nécessaires et suffisantes afin de ne pas risquer de les déstabiliser. On évitera par exemple les vibrations importantes ;
- le plan de fondation sera conçu de manière à éviter les affouillements sous le bâtiment existant et les tassements par influence ;
- les fondations du projet seront suffisamment en retrait pour ne pas être perturbées par le débord du bâtiment existant,
- une pente maximale de 3 horizontal pour 2 vertical entre l'assise des fondations du bâtiment existant et les nouvelles fondations devra être respectée.

Toutes les précautions devront être prises pour ne pas déstabiliser le bâtiment existant, ni engendrer de désordres.

### 5.2.2. Extractions

Dans les sols meubles les travaux de terrassement ne poseront pas de problèmes particuliers d'extraction. Les déblais pourront être réalisés par des engins de terrassement classiques à lame ou à godet.

En cas d'obstacles au sein des remblais (blocs, vestiges réseaux, etc...) les travaux de terrassement pourront nécessiter l'emploi d'engins de forte puissance.

Dans tous les cas, pour que les terrassements soient exécutés dans de bonnes conditions, il sera impératif de capter et canaliser en dehors de la zone de terrassement, toutes les eaux de ruissellement et les éventuelles arrivées d'eau souterraines.

### 5.2.3. Précautions vis-à-vis des sols cohérents

La campagne géotechnique a permis de reconnaître un horizon limono-sableux légèrement argileux. Ce type de formation peut être sensible aux changements de teneur en eau et au remaniement. Elle perd rapidement sa portance lorsque leur teneur en eau augmente.

De ce fait, les travaux de terrassement devront être réalisés de préférence en période sèche.

On prévoira des sujétions et on prendra des dispositions pour éviter toute humidification ou toute dessiccation des terrains d'assise des ouvrages. En particulier, on limitera au maximum leur exposition aux intempéries

### 5.2.4. Stabilité des talus et avoisinants

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

Compte tenu des lithologies rencontrées et de leurs caractéristiques mécaniques, des talus en déblai provisoire à définitifs, secs et non surchargés en tête, d'une hauteur maximale de 3,0 m, devront être terrassés selon une pente de 3H/2V dans les horizons H1.

Si l'environnement du site ne permet pas ce talutage au large, ou si des ouvrages se situent dans la zone d'influence du talus, on prévoira un ouvrage de soutènement.

En cas d'éventuels talus de plus de 3,0 m de hauteur, une risberme, convenablement dimensionnée, sera nécessaire pour assurer la stabilité du talus.

Le suivi géotechnique d'exécution (mission G4) permettra de vérifier précisément la nature des terrains constituant les talus et d'ajuster les pentes et les géométries nécessaires à leur stabilité.

### 5.3. Gestion des eaux

Lors de notre intervention en Aout 2024, aucun niveau d'eau n'a été rencontré. Cependant, en fonction de la date de réalisation des terrassements, des remontées de nappe et des arrivées d'eau sont toujours possibles.

Les travaux seront donc réalisés de préférence en période météorologique favorable.

Toute infiltration d'eau au niveau des fondations sera proscrite. Pour ce faire, les eaux de ruissellement et de toiture seront soigneusement collectées (gouttières, contre-pente, ...) et évacuées vers un exutoire dimensionné de manière suffisante et implanté de manière non dangereuse pour les existants et avoisinants.

La fondation de type radier devra être dimensionnée de façon à reprendre les éventuelles sous-pressions liées aux remontées d'eau.

Compte tenu de la nature gonflante des sols en place mise en évidence par les essais œdométriques, il conviendra d'apporter le plus grand soin à la gestion des eaux superficielles pendant toute la durée de vie des bâtiments.



## 6. Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

Le présent rapport constitue le compte rendu et fixe la fin de la mission d'étude géotechnique de conception phase projet (G2-PRO) confiée à Antea Group.

Les principales incertitudes qui subsistent concernent le contexte géotechnique du site et le projet, c'est-à-dire notamment :

- La solution de fondation retenue ;
- Les caractéristiques géotechniques au droit des zones d'extension ;
- Le système de fondation du bâtiment existant ;
- La présence de blocs ou vestige au sein des remblais ;
- Les arrivées d'eau, en particulier en période humide ;
- La profondeur du substratum mécanique.

Ces incertitudes peuvent avoir une incidence importante sur le coût final des ouvrages géotechniques. Il conviendra d'en tenir compte lors de la mise au point du projet. A cet effet, la mise en œuvre de l'ensemble des missions géotechniques (G2-DCE/ACT à G4) pourra suivre la présente étude (mission G2-PRO) pour limiter les risques d'aléas.

Nous rappelons que la présente étude correspond à une étude géotechnique de conception phase projet (mission G2-PRO), au sens de la norme NF P 94-500.

Elle devra être suivie par les missions G2-DCE et G2-ACT pour l'assistance à la rédaction du cahier des charges et l'analyse des offres des entreprises pour les travaux géotechniques liés au projet.

Pour la phase de réalisation des travaux, une mission de supervision géotechnique (mission G4) devra être réalisée. Elle comportera, d'une part, la validation des documents géotechniques produits par l'entreprise, et d'autre part le suivi géotechnique du chantier, permettant de s'assurer que les terrains rencontrés présentent des caractéristiques géotechniques cohérentes avec les hypothèses faites dans le cadre des études et le cas échéant définir en concertation avec l'entreprise les adaptations nécessaires.

## Observations sur l'utilisation du rapport

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable. Les incertitudes ou les réserves qui seraient mentionnées dans la prise en compte des résultats et dans les conclusions font partie intégrante du rapport.

En conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou d'une reproduction partielle de ce rapport et de ses annexes ainsi que toute interprétation au-delà des énonciations d'Antea Group ne sauraient engager la responsabilité de celui-ci. Il en est de même pour une éventuelle utilisation à d'autres fins que celles définies pour la présente prestation.

Les résultats des prestations et des investigations s'appuient sur un échantillonnage ; ce dispositif ne permet pas de lever la totalité des aléas liés à l'hétérogénéité des milieux naturels ou artificiels étudiés. Par ailleurs, la prestation a été réalisée à partir d'informations extérieures non garanties par Antea Group ; sa responsabilité ne saurait être engagée en la matière.

Antea Group s'est engagé à apporter tout le soin et la diligence nécessaire à l'exécution des prestations et s'est conformé aux usages de la profession. Antea Group conseille son Client avec pour objectif de l'éclairer au mieux. Cependant, le choix de la décision relève de la seule compétence de son Client.

Le Client autorise Antea Group à le nommer pour une référence scientifique ou commerciale. A défaut, Antea Group s'entendra avec le Client pour définir les modalités de l'usage commercial ou scientifique de la référence.

Ce rapport devient la propriété du Client après paiement intégral de la mission, son utilisation étant interdite jusqu'à ce paiement. A partir de ce moment, le Client devient libre d'utiliser le rapport et de le diffuser, sous réserve de respecter les limites d'utilisation décrites ci-dessus.

Pour rappel, les conditions générales de vente ainsi que les informations de présentation d'Antea Group sont consultables sur : <https://www.anteagroup.fr/fr/annexes>



# ANNEXES

- Annexe I : Classification des missions d'ingénierie géotechnique (Norme NF P 94-500 – Novembre 2013)
- Annexe II : Plan d'implantation des sondages
- Annexe III : PV des sondages
- Annexe IV : PV des essais en laboratoire
- Annexe V : Résultats FOXTA

## Annexe I : Classification des missions d'ingénierie géotechnique (Norme NF P 94-500 – Novembre 2013)

### Schéma d'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 avec détection au plus tôt de leur survenance	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		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 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 d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage		Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux
À toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

## Classification des missions d'ingénierie géotechnique (page 1/2)

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

### ETAPE 1 : ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE (G1)

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

#### Phase Étude de Site (ES)

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

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

#### Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

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

### ETAPE 2 : ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

#### Phase Avant-projet (AVP)

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

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

#### Phase Projet (PRO)

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

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

#### Phase DCE / ACT

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

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



## Classification des missions d'ingénierie géotechnique (page 2/2)

### ETAPE 3 : ETUDES GEOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G4, distinctes et simultanées)

#### ETUDE ET SUIVI GEOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

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

##### Phase Étude

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

##### Phase Suivi

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

#### SUPERVISION GEOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

##### Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

##### Phase Supervision du suivi d'exécution

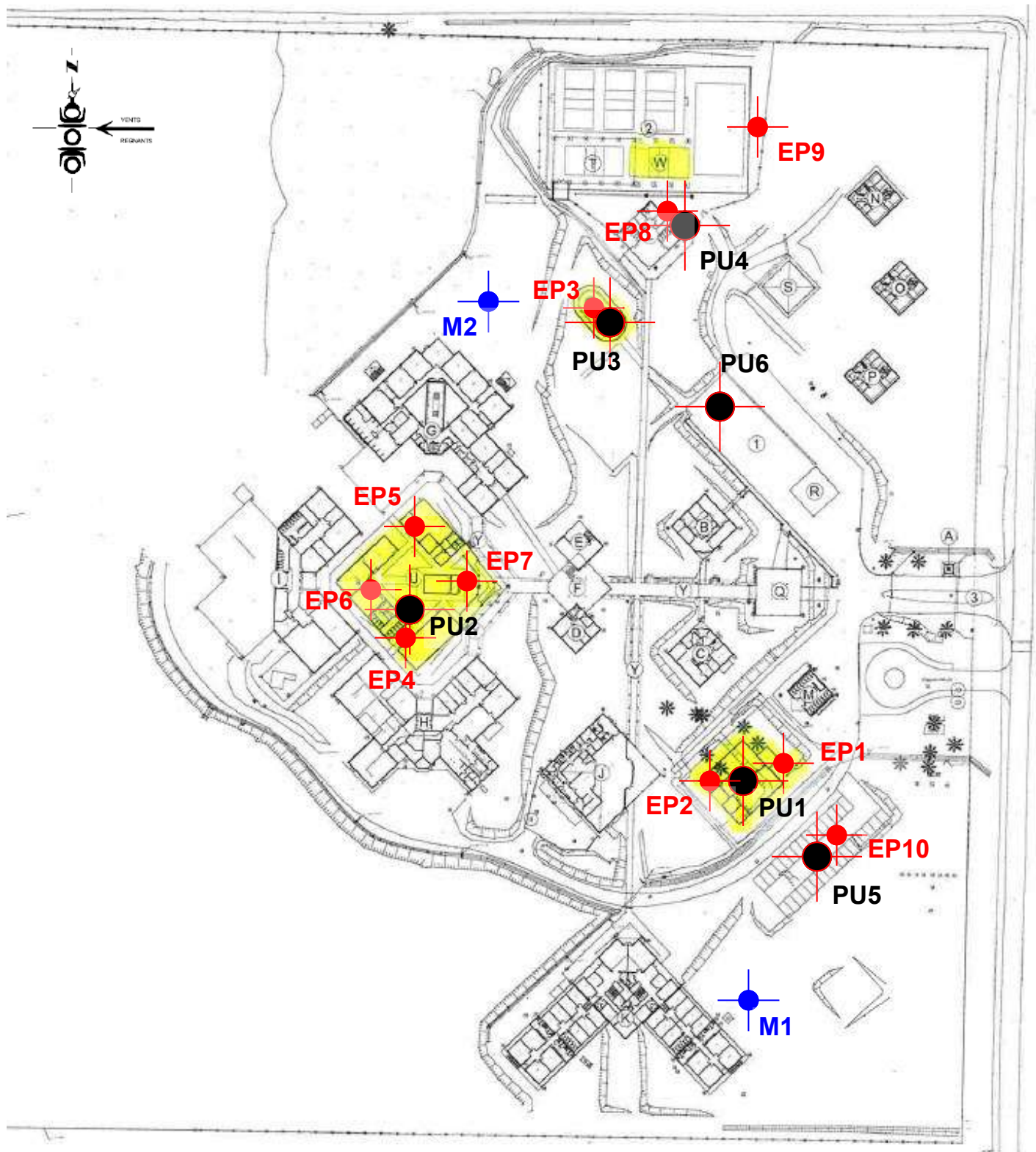
- Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique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




#### DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (G5)

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

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

## Annexe II : **Plan d'implantation des sondages**



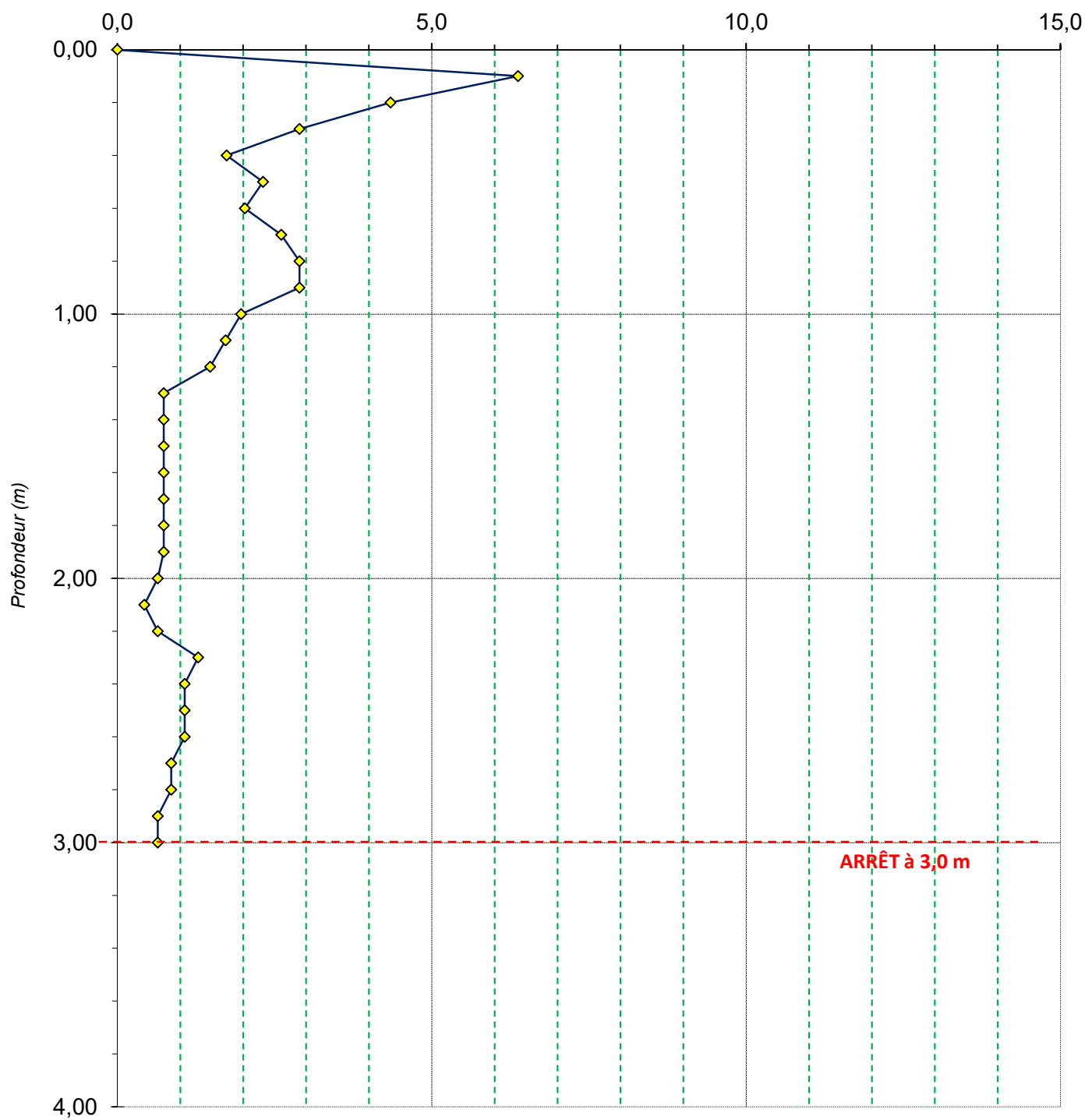
-  Essai au pénétrömètre dynamique
-  Reconnaissance géologique
-  Essai de perméabilité

## Annexe III : **PV des sondages**

EP1

## Extension et réhabilitation lycée Wallis

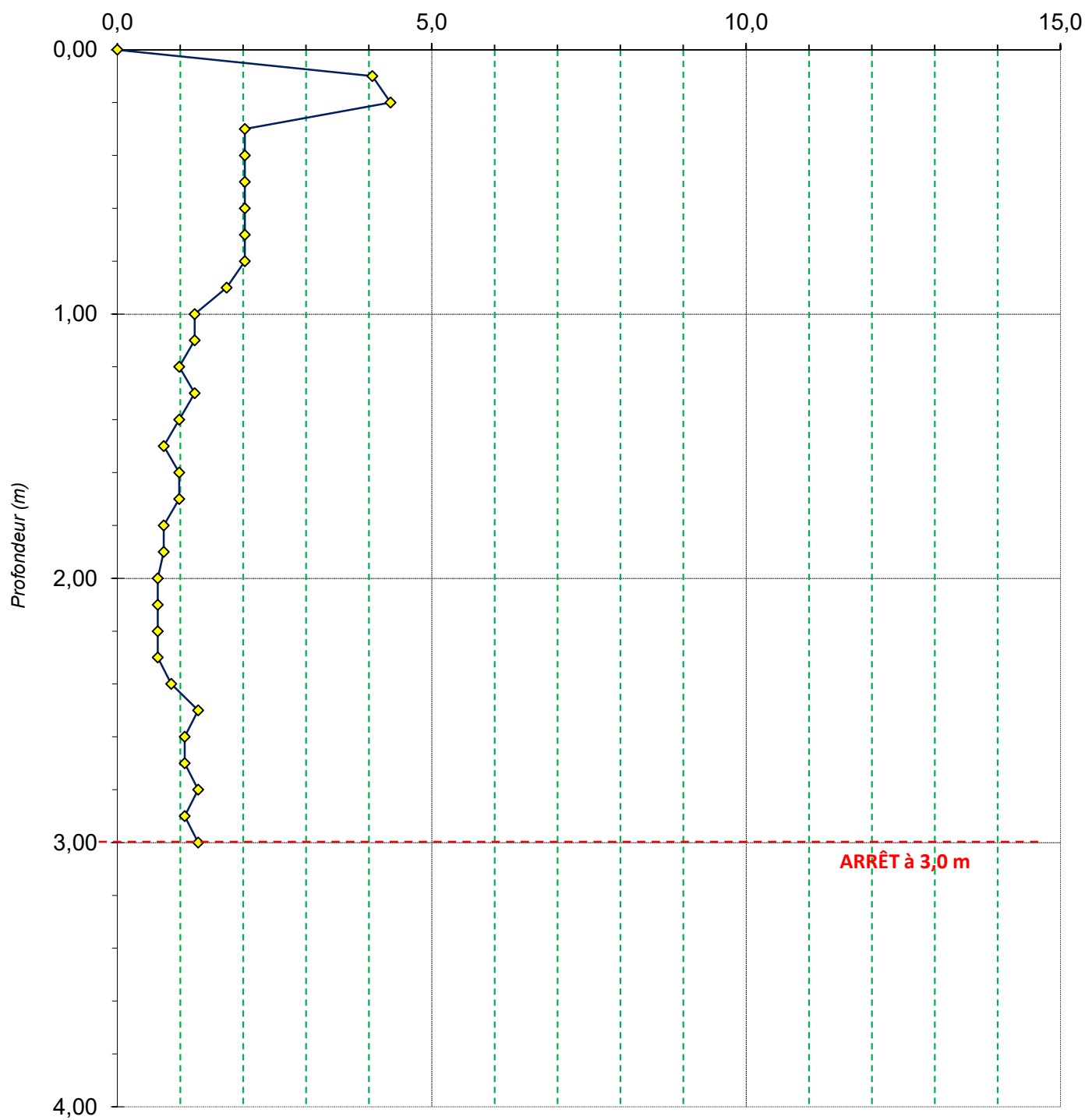
*Rd Résistance dynamique (MPa)*



EP2

## Extension et réhabilitation lycée Wallis

*Rd Résistance dynamique (MPa)*

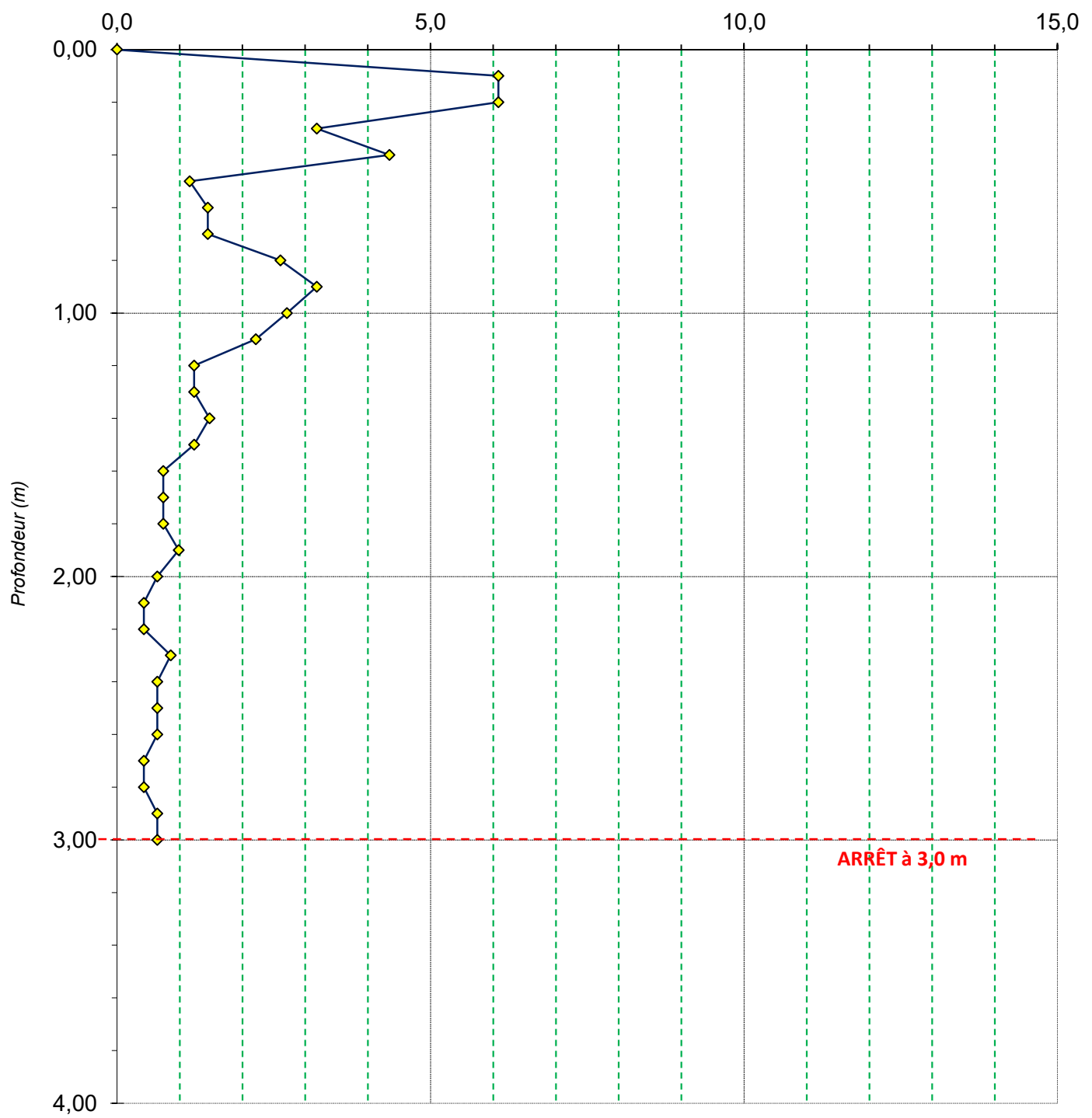




# EP3

## Extension et réhabilitation lycée Wallis

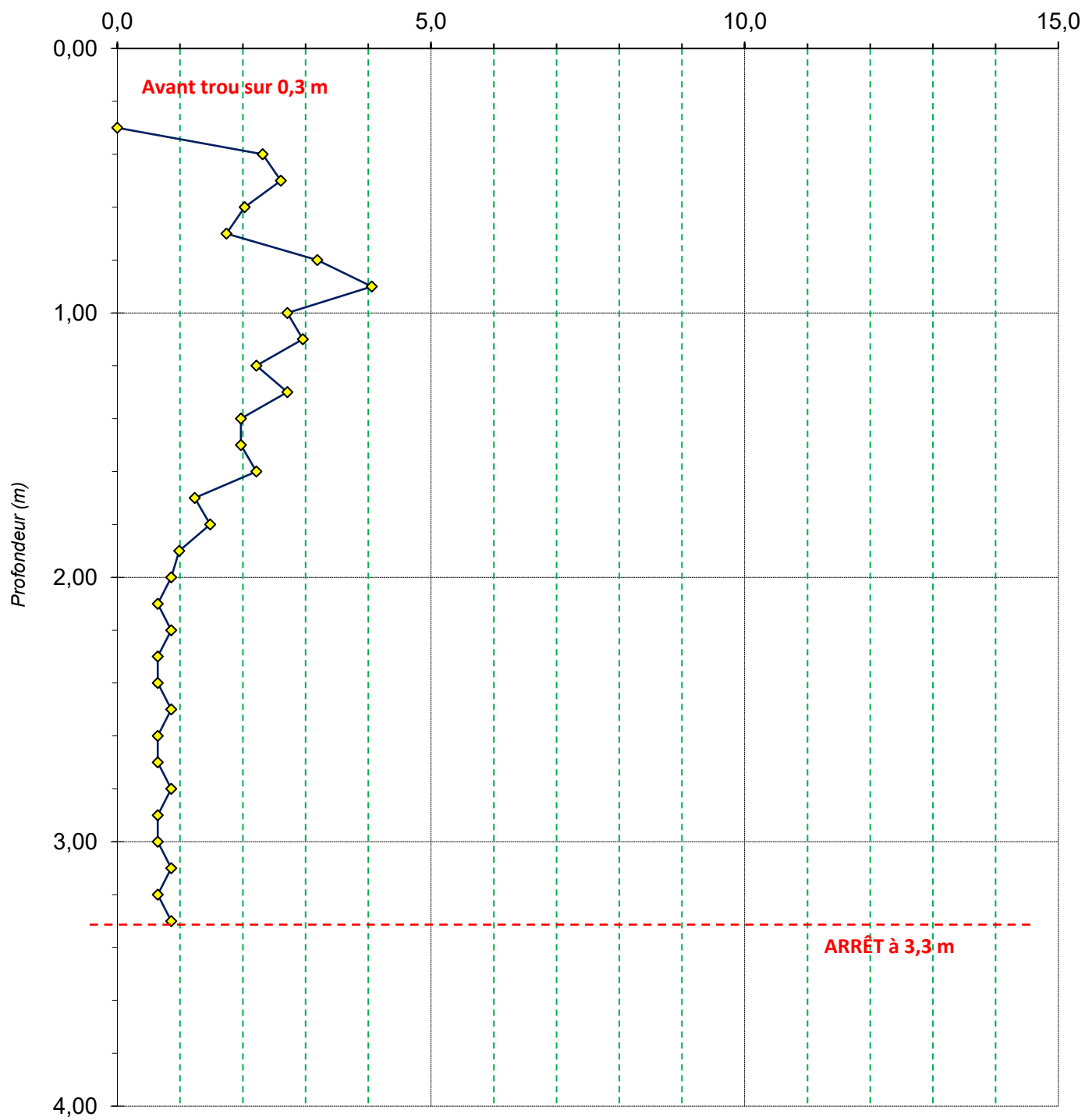
Rd Résistance dynamique (MPa)



# EP4

## Extension et réhabilitation lycée Wallis

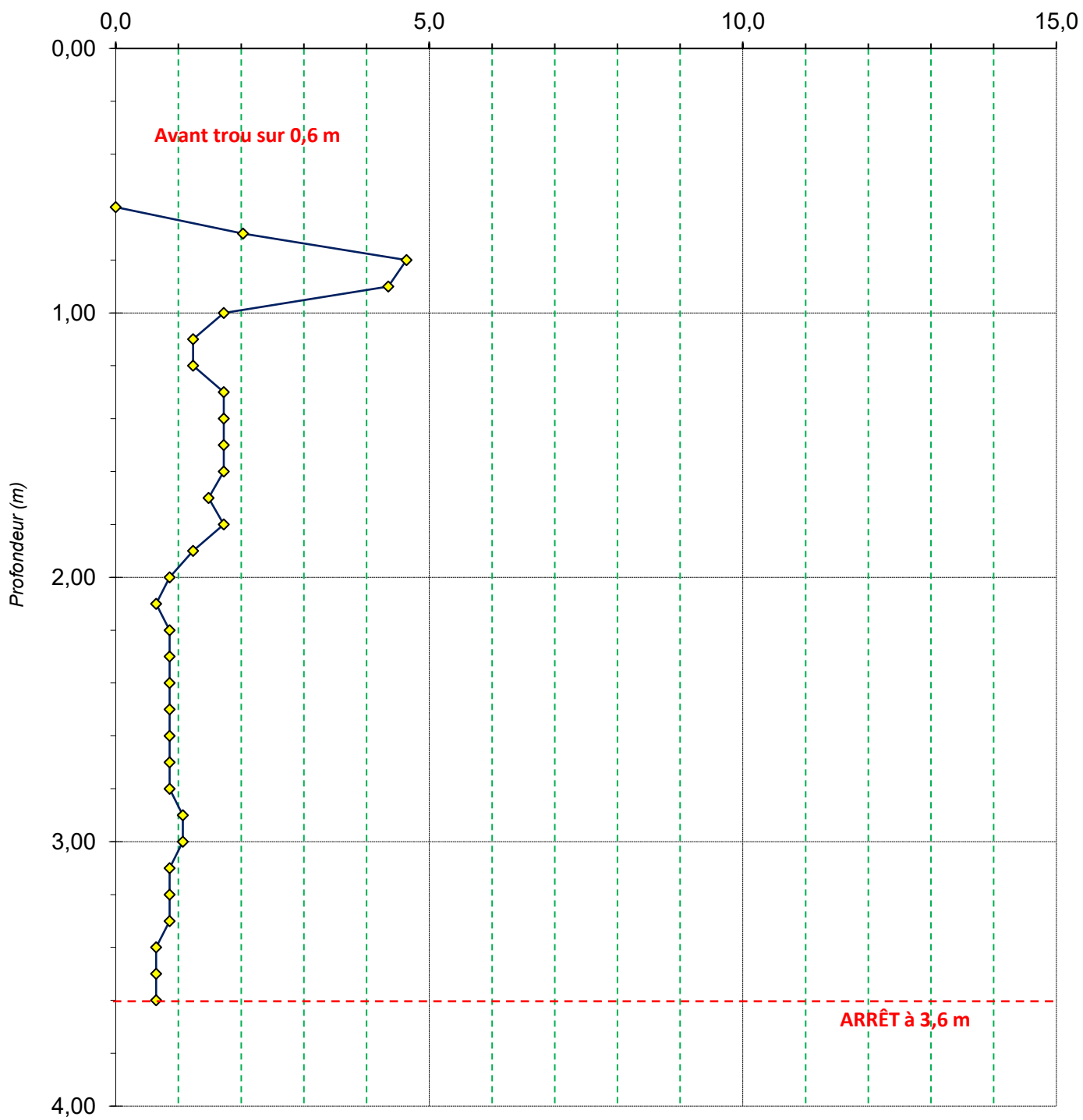
*Rd Résistance dynamique (MPa)*



# EP5

## Extension et réhabilitation lycée Wallis

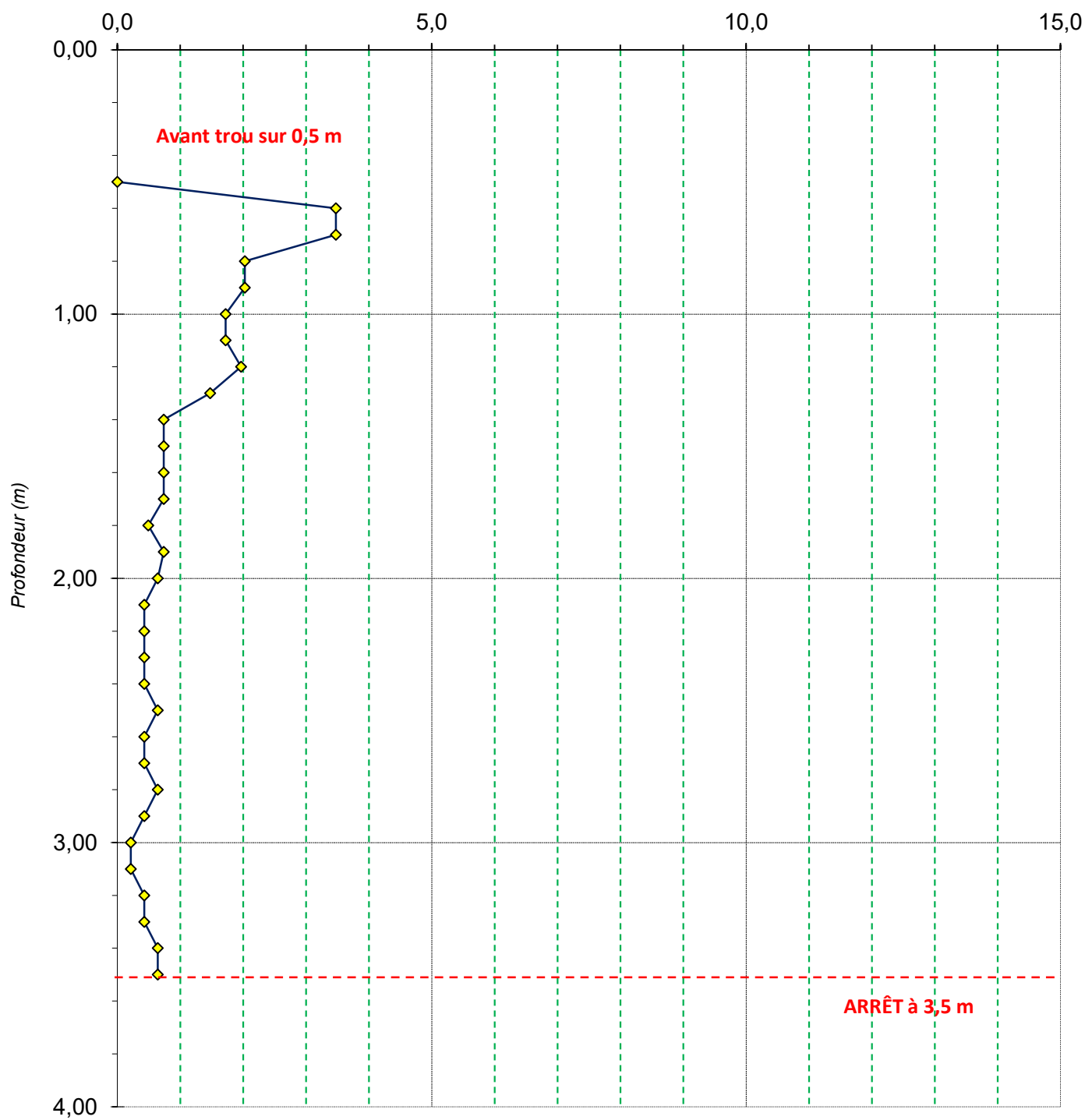
*Rd Résistance dynamique (MPa)*



# EP6

## Extension et réhabilitation lycée Wallis

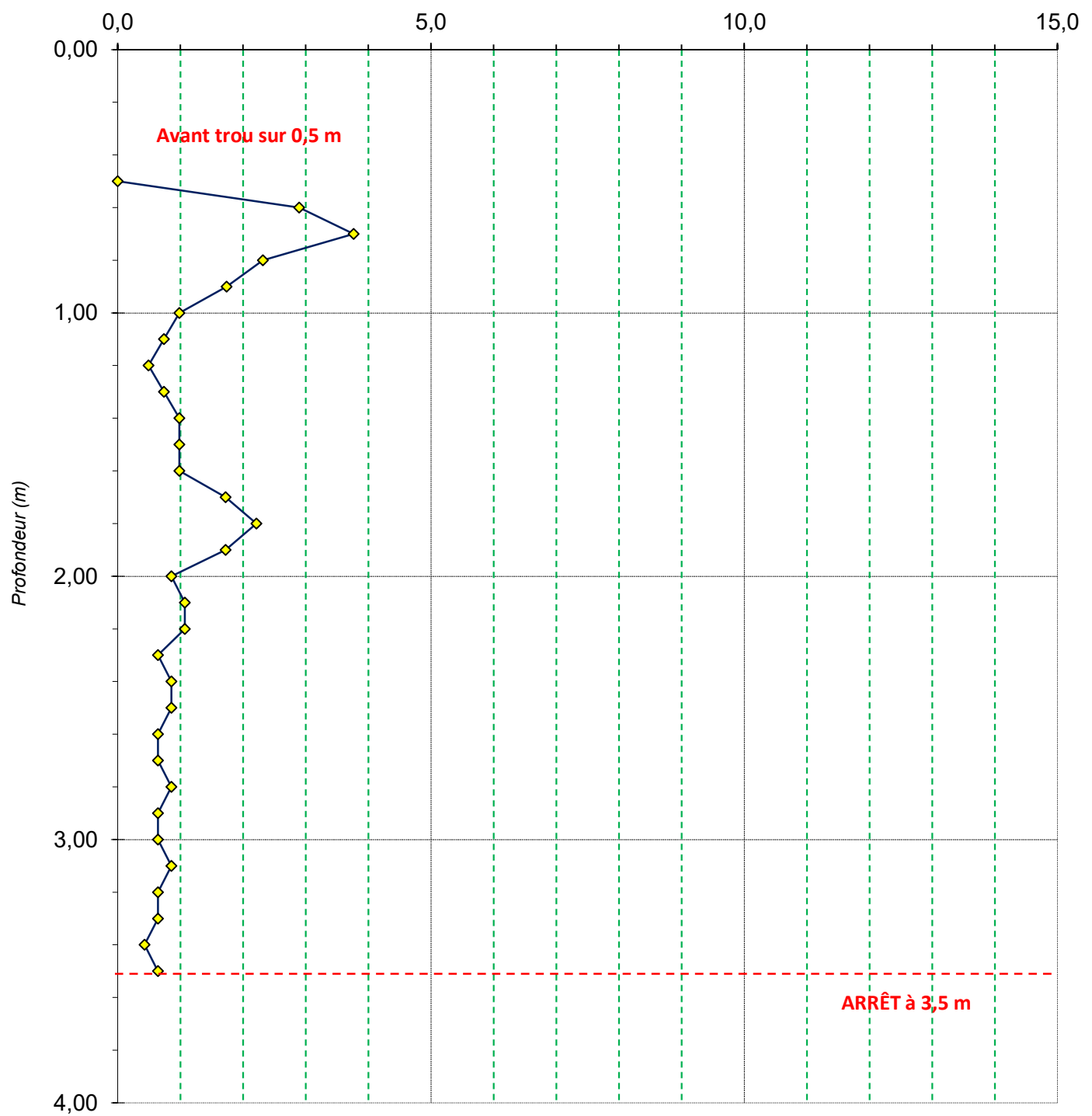
*Rd Résistance dynamique (MPa)*



EP7

# Extension et réhabilitation lycée Wallis

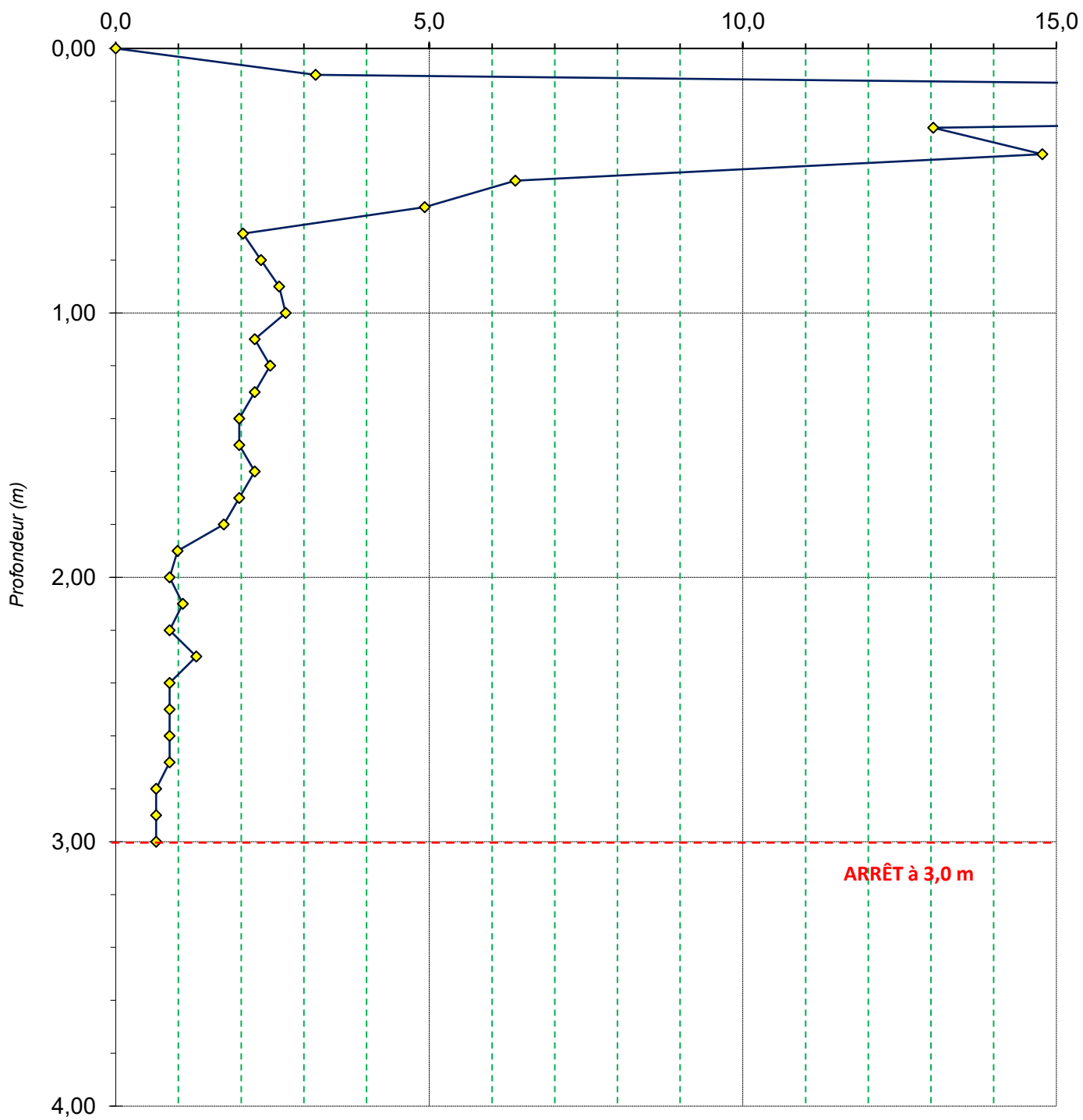
Rd Résistance dynamique (MPa)



# EP8

## Extension et réhabilitation lycée Wallis

*Rd Résistance dynamique (MPa)*

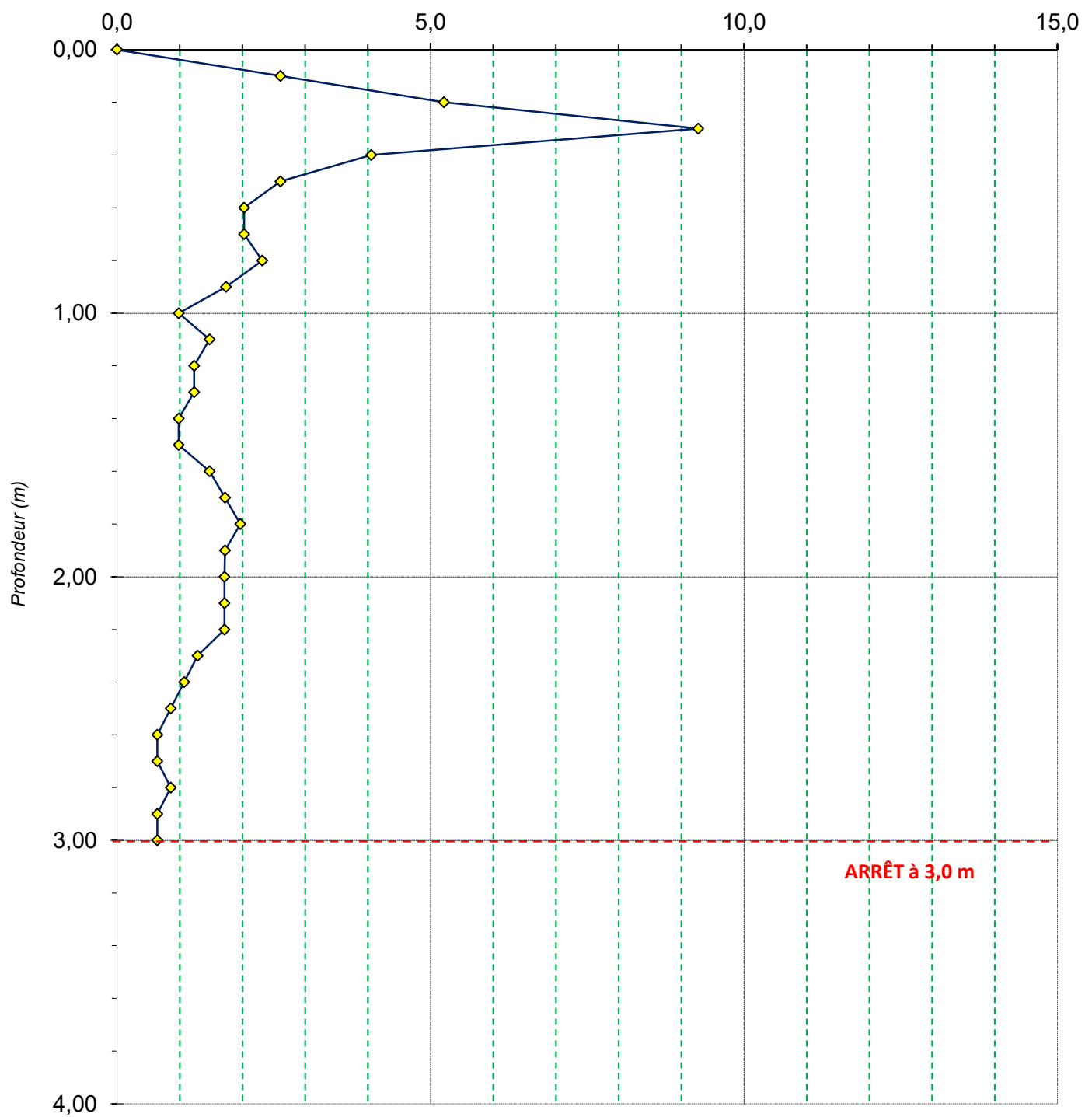




# EP9

## Extension et réhabilitation lycée Wallis

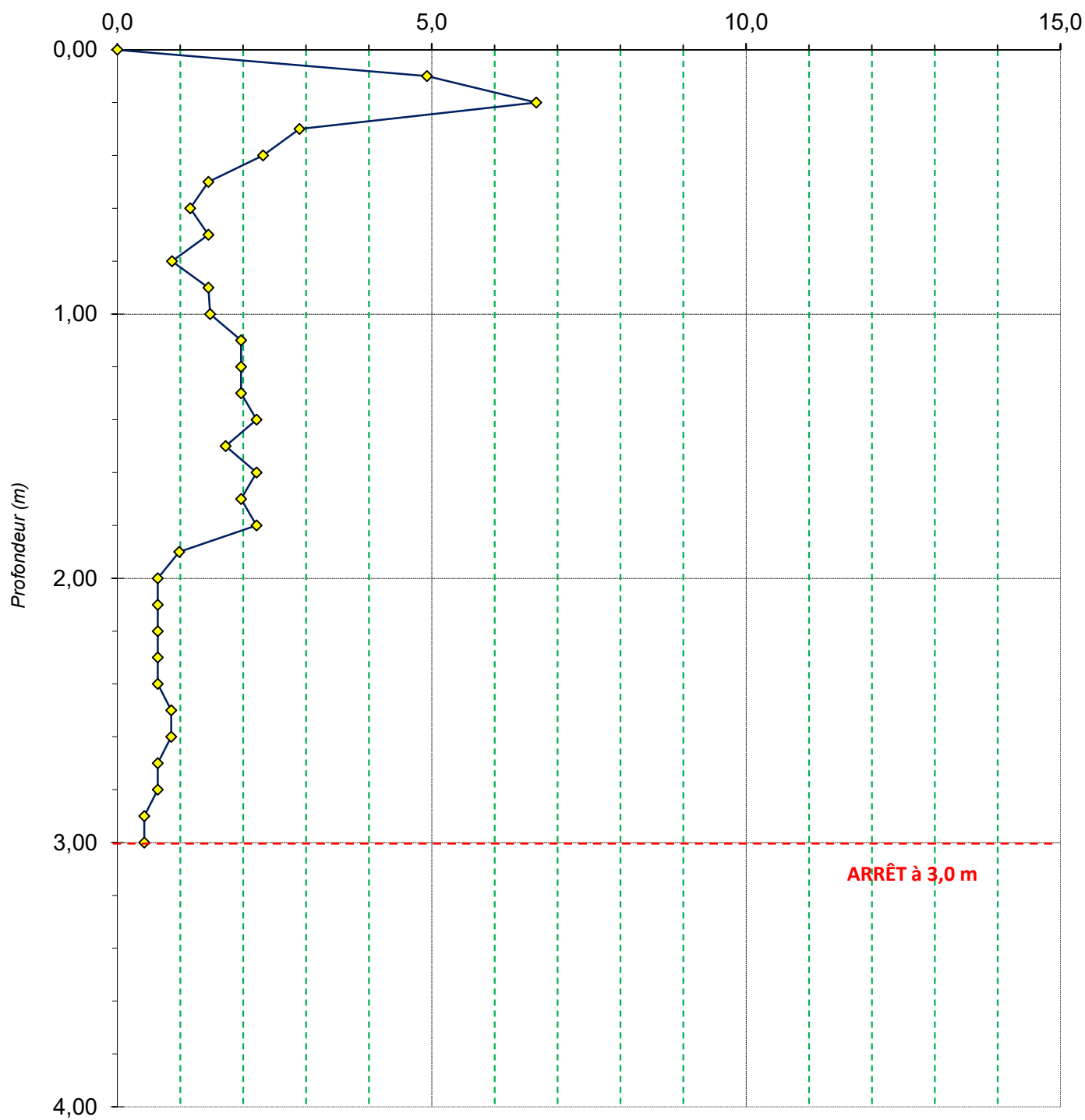
*Rd Résistance dynamique (MPa)*



# EP10

## Extension et réhabilitation lycée Wallis

*Rd Résistance dynamique (MPa)*



Sondage: **PU1**Type : **Pelle mécanique**

Système: WGS 84

Date: 13/08/24

Client: **SECAL**

Projection: UTM 58

Début: /

Projet: **Extension et réhabilitation lycée  
Wallis**

X=

Fin: /

Y=

Page: 1/1

éch.: 1/20

Profondeur	Lithologie	Stratigraphie	Niveau d'eau	Echantillon
0,0m				
	Limons marron foncé / bordeaux			
1,0m				
	Limons sableux marron orangé avec quelques graviers			
1,5m				
	Limons argileux marron-rouge			
2,5m				
	Altération: limon sablo-argileux marron / bordeaux avec cailloux et blocs de basalte vacuolaire friables			
3,0m				
	Arrêt à 3,0 m de profondeur/TA Aucune arrivée d'eau Parois stables			

Sondage: **PU2**Type : **Pelle mécanique**

Système: WGS 84

Date: 13/08/24

Client: **SECAL**

Projection: UTM 58

Début: /

Projet: **Extension et réhabilitation lycée  
Wallis**

X=

Fin: /

Y=

Page: 1/1

éch.: 1/20

Profondeur	Lithologie	Stratigraphie	Niveau d'eau	Echantillon
0,0m				
0,4m	Grave sableuse corallienne blanche à cailloux et blocs (D=200)			
1,6m	Limon marron foncé / bordeaux			
3,0m	Limon sableux marron orangé avec quelques graviers			
	Arrêt à 3,0 m de profondeur/TA Aucune arrivée d'eau Parois stables			



Sondage: **PU4**Type : **Pelle mécanique**

Système: WGS 84

Date: 13/08/24

Client: **SECAL**

Projection: UTM 58

Début: /

Projet: **Extension et réhabilitation lycée  
Wallis**

X=

Fin: /

Y=

Page: 1/1

éch.: 1/20

Profondeur	Lithologie	Stratigraphie	Niveau d'eau	Echantillon
0,0m				
0,2m	5 cm de couverture végétale puis grave sableuse corallienne blanche à cailloux et blocs (D=250)			
	Limons marron foncé / bordeaux			
0,8m	Limons sableux marron orangé avec quelques graviers			
2,4m	Altération: limon sablo-argileux marron / bordeaux avec cailloux et blocs de basalte vacuolaire friables Humide en fond			
3,0m	Arrêt à 3,0 m de profondeur/TA Aucune arrivée d'eau Parois stables			



Sondage: **PU5**Type : **Pelle mécanique**

Système: WGS 84

Date: 13/08/24

Client: **SECAL**

Projection: UTM 58

Début: /

Projet: **Extension et réhabilitation lycée  
Wallis**

X=

Fin: /

Y=

Page: 1/1

éch.: 1/20

Profondeur	Lithologie	Stratigraphie	Niveau d'eau	Echantillon
0,0m				
	Limons marron foncé / bordeaux			
1,4m				
	Limons sableux marron orangé avec quelques graviers			
2,0m				
	Altération: limon sablo-argileux marron / bordeaux avec cailloux et blocs de basalte vacuolaire friables			
3,0m				
	Arrêt à 3,0 m de profondeur/TA Aucune arrivée d'eau Parois stables			

Sondage: **PU6**Type : **Pelle mécanique**

Système: WGS 84

Date: 13/08/24

Client: **SECAL**

Projection: UTM 58

Début: /

Projet: **Extension et réhabilitation lycée  
Wallis**

X=

Fin: /

Y=

Page: 1/1

éch.: 1/20

Profondeur	Lithologie	Stratigraphie	Niveau d'eau	Echantillon
0,0m				
0,3m	2 cm de grave bitumineuse puis couche de forme: grave sableuse corallienne blanche			
1,1m	Limon marron foncé / bordeaux			
2,1 m	Limon sableux marron orangé avec quelques graviers			
3,0m	Altération: limon sablo-argileux marron / bordeau avec cailloux et blocs de basalte vacuolaire friables			
	Arrêt à 3,0 m de profondeur/TA Aucune arrivée d'eau Parois stables			

<div>PROCES-VERBAL</div> <div>ESSAI D'EAU PORCHET</div> <div>TYPE MATSUO</div>										<div>Sondage : M1</div> <div>Lieu : 0</div> <div>Date : 00/01/1900</div>					
										Niveau piézométrique = -999,00 m					
										Charge initiale : H0 = 1,00 m					
										ESSAI			FOUILLE		
										Profondeur par rapport au TN		De 0,50 m à 1,50 m		L = 1,40 m l = 0,65 m P = 1,50 m	
										IMPLANTATION DU SONDAGE			X = Y = Z(NGF) = m		
t(min)	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	10,00	15,00	35,00	70,00					
Ht (m)	1,00	0,99	0,97	0,96	0,95	0,94	0,88	0,83	0,64	0,43					
t(min)															
Ht (m)															

charge Ht (m)

	K= 2E-05 m/s
--	--------------

<div>PROCES-VERBAL</div> <div>ESSAI D'EAU PORCHET</div> <div>TYPE MATSUO</div>										Sondage : M2					
										Lieu : Lycée de WALLIS					
										Date : 13/08/2024					

Niveau piézométrique = -999,00 m

Charge initiale : H0 = 0,93 m

ESSAI			FOUILLE		
Profondeur par rapport au TN	De	0,57 m	L =	1,40 m	
			l =	0,65 m	
	à	1,50 m	P =	1,50 m	
IMPLANTATION DU SONDAGE			X =		
			Y =		
			Z(NGF) =	m	

t(min)	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	10,00	15,00	20,00	25,00	30,00			
Ht (m)	0,93	0,92	0,91	0,90	0,88	0,87	0,81	0,76	0,71	0,67	0,62			
t(min)														
Ht (m)														

charge Ht (m)

K= 4E-05 m/s

Annexe IV : **PV des essais en laboratoire**



DOSSIER

Titre de l'affaire : Lycée Wallis  
N° affaire : INTP240021

REFERENCES DE L'ECHANTILLON

Nature de l'échantillon : Limon  
N° de l'échantillon : 2  
Date de prélèvement : 13 août 2024  
Lieu de prélèvement : Site

Sondage n° : PU5  
Profondeur de : 0,8 à 1,4 m  
Mode de prélèvement : Pelle  
Conditions de conservation : Sac hermétiquement fermé

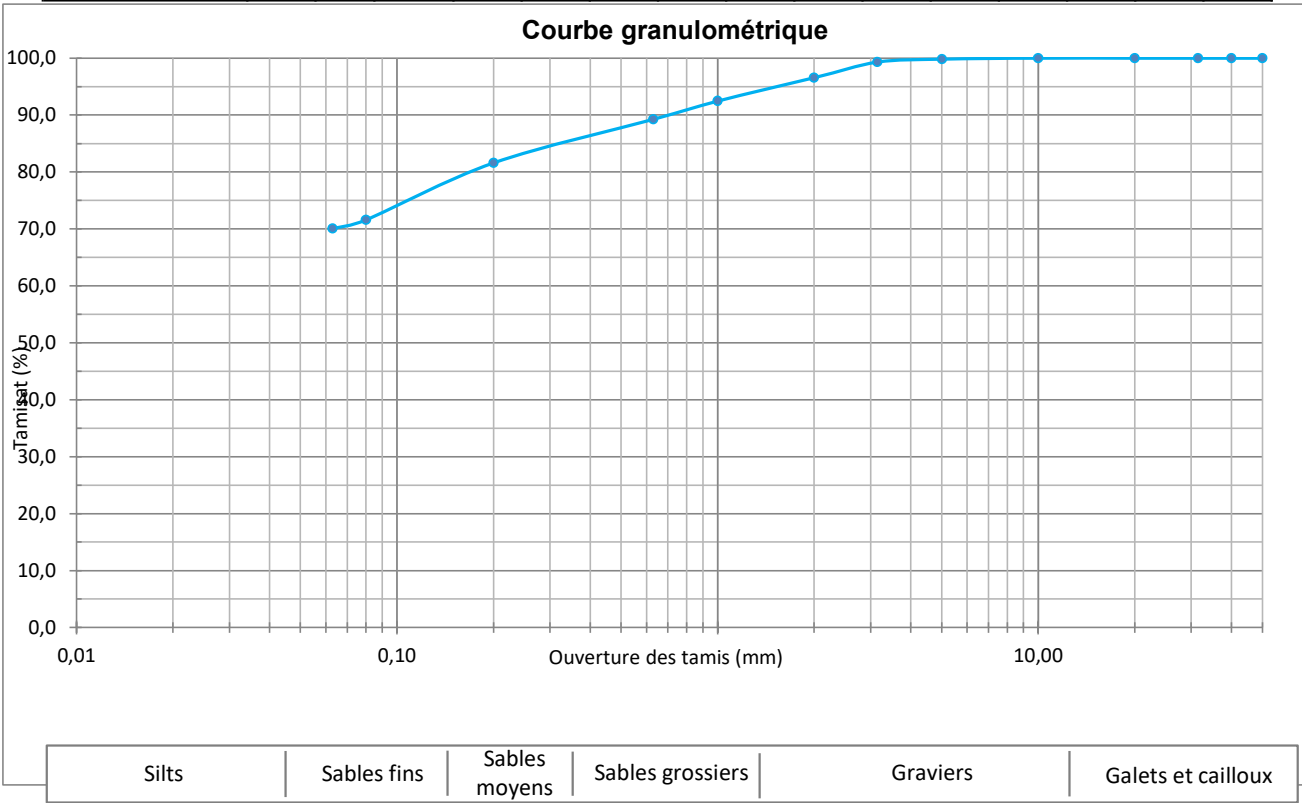
ESSAI

Date d'essai : 3 septembre 2024  
T° étuvage : ☒ 105°C  
☐ 50°C

Teneur en eau W : 40,5%  
Dmax : 5 mm  
Fraction 0/50 mm : 100,0%

VBS : 0,2 g de bleu pour 100g de sol sec

Tamis (mm)			50	40	31,5	20	10	5	3,15	2	1	0,63	0,20	0,080	0,063
% Passants			100	100	100	100	100	100	99	97	92	89	82	71,6	70,1



Classification selon C.K WENTWORTH

Classification GTR : A1

ANALYSE GRANULOMETRIQUE  
Méthode par tamisage à sec après lavage  
VALEUR AU BLEU DE METHYLENE  
TENEUR EN EAU PAR ETUVAGE

NF P94-056 (03/1996)  
NF P94-068 (10/1998)  
NF P94-050 (09/1995)



# IDENTIFICATION DE MATERIAUX



## DOSSIER

Titre de l'affaire : Lycée Wallis  
N° affaire : INTP240021

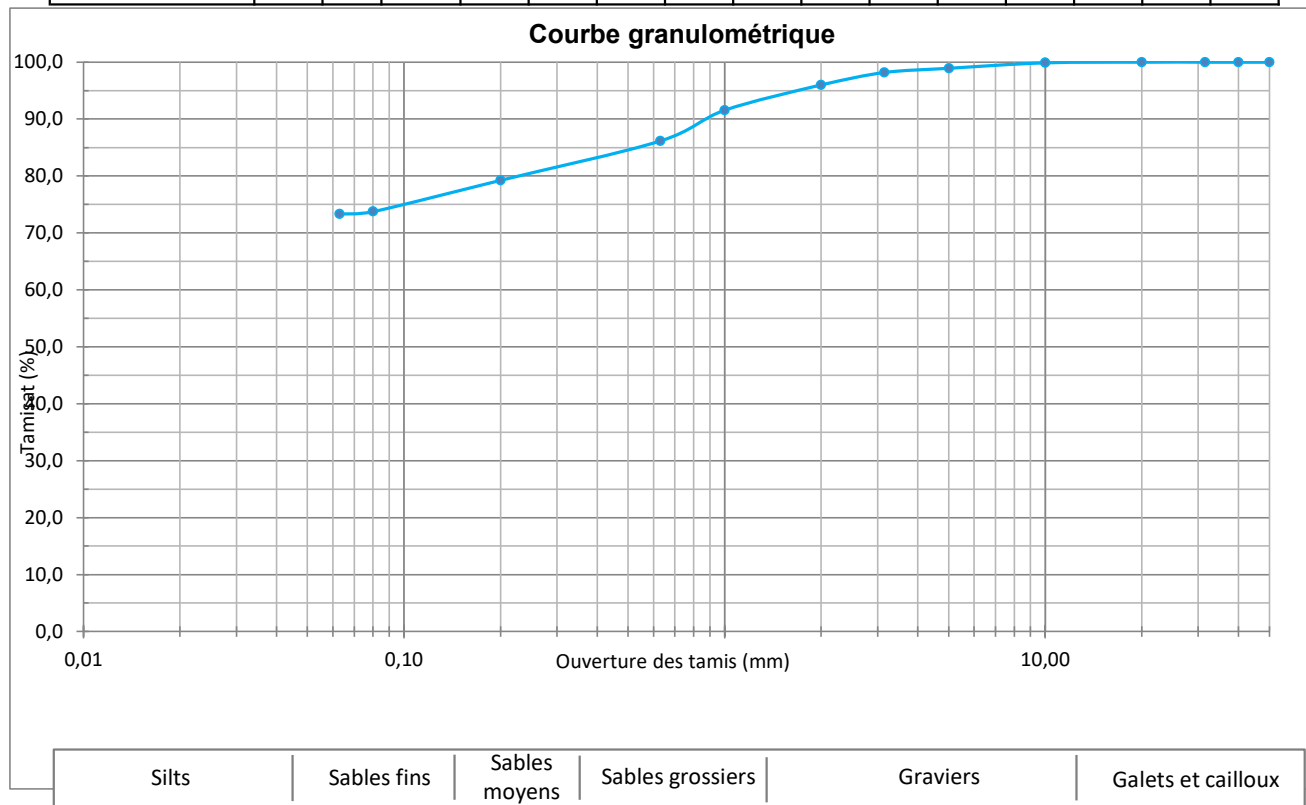
## REFERENCES DE L'ECHANTILLON

Nature de l'échantillon : Limon Sondage n° : **PU6**  
N° de l'échantillon : 1 Profondeur de : **0,8 à 1,1 m**  
Date de prélèvement : 13 août 2024 Mode de prélèvement : Pelle  
Lieu de prélèvement : Site Conditions de conservation : Sac hermétiquement fermé

## ESSAI

Date d'essai : 3 septembre 2024 Teneur en eau W : **37,8%**  
T° étuvage : ☒ 105°C Dmax : **10 mm**  
☐ 50°C Fraction 0/50 mm : **100,0%** VBS : **0,4 g** de bleu pour 100g de sol sec

Tamis (mm)			50	40	31,5	20	10	5	3,15	2	1	0,63	0,20	0,080	0,063
% Passants			100	100	100	100	100	99	98	96	92	86	79	73,7	73,3



Classification selon C.K WENTWORTH

## Classification GTR : A1

### ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Méthode par tamisage à sec après lavage NF P94-056 (03/1996)  
VALEUR AU BLEU DE METHYLENE NF P94-068 (10/1998)  
TENEUR EN EAU PAR ETUVAGE NF P94-050 (09/1995)

Nom et adresse du client  
**SECAL**

**Wallis (986) - Réhabilitation du lycée de Wallis**  
INTP240055  
Antea Group NOUMEA - R. HAMBLIN  
[roxanne.hamblin@anteagroup.fr](mailto:roxanne.hamblin@anteagroup.fr)

Date de réception Echantillons réceptionnés

27/08/2024 2 échantillons intacts sous gaine PVC. **PU1 et PU2**

### Sommaire du rapport

1 tableau de résultats d'essais en laboratoire.

18 pages d'annexes dont :

Bordereau de description de sol (1 page).

Bordereau d'essai de détermination de la teneur en matières organiques par calcination (1 page).

Bordereaux d'essai oedométrique + Cv (16 pages).

Les résultats exprimés ne concernent que les échantillons soumis à essais.  
Sauf accord écrit préalable, le présent rapport ne peut être reproduit que dans son intégralité.  
Sauf demande expresse du donneur d'ordre, les échantillons ne sont pas conservés au delà de deux mois après l'envoi du rapport.  
L'attention est attirée sur le fait que les résultats mentionnés par le présent rapport ont été obtenus avec les échantillons définis ci-dessus, mais que la portée et les conclusions à tirer de ces résultats font l'objet d'un document séparé ou n'ont pas été demandés par le donneur d'ordre.

Le responsable des essais

T. LANDO

Le responsable technique

E. ANTOINET

fichier : Lab24235 - BE\_GES-03\_Lab24235\_INTP240055.xls

Contact pour le suivi des essais P. BROUARD

# Synthèse des Résultats d'Essais

N° Rapport : Lab24235

Date de Mise-à-jour : 30/09/2024

N°Projet : INTP240055

Projet : Wallis (986) - Réhabilitation du lycée de Wallis

Client : SECAL

Unité : NOUMEA

Chef de Projet : R. HAMBLIN

	nb essai	1	2								
	Code	S 117b	S 402								
	Intitulé	Matière organique par calcination XP P94-047	Essai oedométrique XP P94-090								
	Symbole	C <sub>MOC</sub>	Cc	Cs	E <sub>oed</sub>	Cc/(1+e <sub>0</sub> )	Cv1	Cv2	Cv3	Cv4	Cv5
Référence de l'échantillon / description visuelle	Unité	(%)			(MPa)		(m²/s)	(m²/s)	(m²/s)	(m²/s)	(m²/s)
<b>PU1 à 1.50 m</b> Silt argileux (ou argile silteuse ?) lâche, marron rougeâtre. Présence de traces noirâtres centimétriques (matière organique).			0.507	0.013	4.4	0.189	1.5E-07	1.9E-07	3.0E-07	2.5E-07	2.2E-07
<b>PU2 à 1.60 m</b> Silt argileux (ou argile silteuse ?) lâche, marron rougeâtre. Présence de traces noirâtres centimétriques (matière organique).		21 <sup>(*)</sup>	0.431	0.007	6.9	0.178	(**)	(**)	6.2E-07	8.3E-07	9.9E-07

(\*) : Valeur fournie à titre indicatif (cf. bordereau d'essais en annexes).

(\*\*) : Valeur non déterminée, courbes fournies à titre indicatif (cf. bordereaux en annexes).

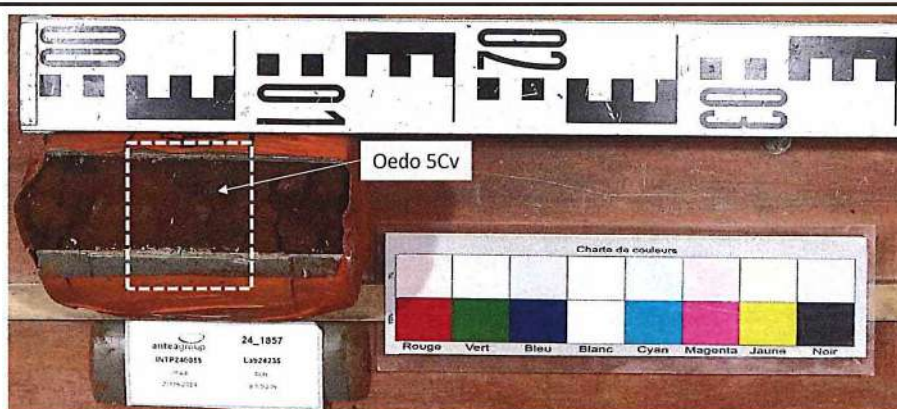
## Descriptions d'échantillon avec photographie

XP P94-010 / XP P94-011

Date : 10/09/2024

Projet : Wallis (986) - Réhabilitation du lycée de Wallis	N° de projet : INTP240055
Sondage : cf. ci-dessous	Client : SECAL
N° d'échantillon : cf. ci-dessous	Date de prélèv. : Non communiquée
Profondeur : cf. ci-dessous	Date de réception : 27/08/2024
N° d'archivage : cf. ci-dessous	Etat : Intact
Nature : cf. ci-dessous	
Observation :	

Tête de carotte(s) à gauche sur la/les photo(s), pied à droite. La notation {H+0.xx à 0.xx m} correspond à la profondeur de la tête de carotte à la cote H+X m.

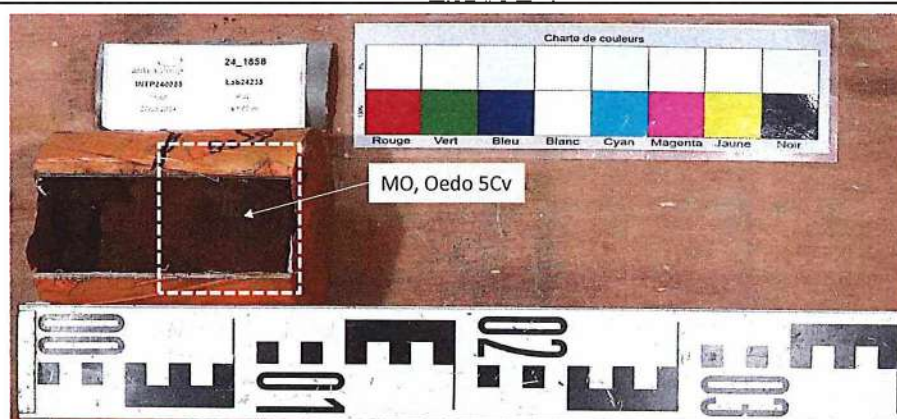


**Réf. Echantillon :** PU1 à 1.50 m (éch n°24 1857)

H + 0.00 à 0.15 m : Silt argileux (ou argile silteuse ?) lâche, marron rougeâtre.

Présence de traces noirâtres centimétriques (matière organique).

Remarque : Echantillon destructuré aux deux extrémités de H + 0.00 à 0.03 m et de H + 0.11 à 0.15 m.



**Réf. Echantillon :** PU2 à 1.60 m (éch n°24 1858)

H + 0.00 à 0.13 m : Silt argileux (ou argile silteuse ?) lâche, marron rougeâtre.

Présence de traces noirâtres centimétriques (matière organique).

Remarque : Echantillon destructuré de H + 0.00 à 0.03 m.

Les fichiers photos de ces descriptions, au format JPEG, accompagnent le présent bordereau.

Opérateur

P. BROUARD

Contrôleur

T. LANDO

fichier : Lab24235 - BE\_IDE-01\_DES\_INTP240055 (2).xls

XP P94-047

Date : 24/09/2024

N° de projet : INTP240055

Client : SECAL

Date de prélèv. : Non communiquée

Date de réception : 27/08/2024

Etat : Intact

Observation : (\*) : Valeur fournie à titre indicatif, probable phénomène de déshydratation minéralogique lié à la présence d'éléments en cours d'altération inclu dans le pourcentage C<sub>MOC</sub> (cf. "Etude des sols de Wallis - Leurs propriétés et vocations" - G. TERCINIER - mai 1960)

[illegible]

(\*) Calcination à 450°C pendant 3 heures. Refroidissement du creuset et de la prise d'essai sous cloche avec silicagel.

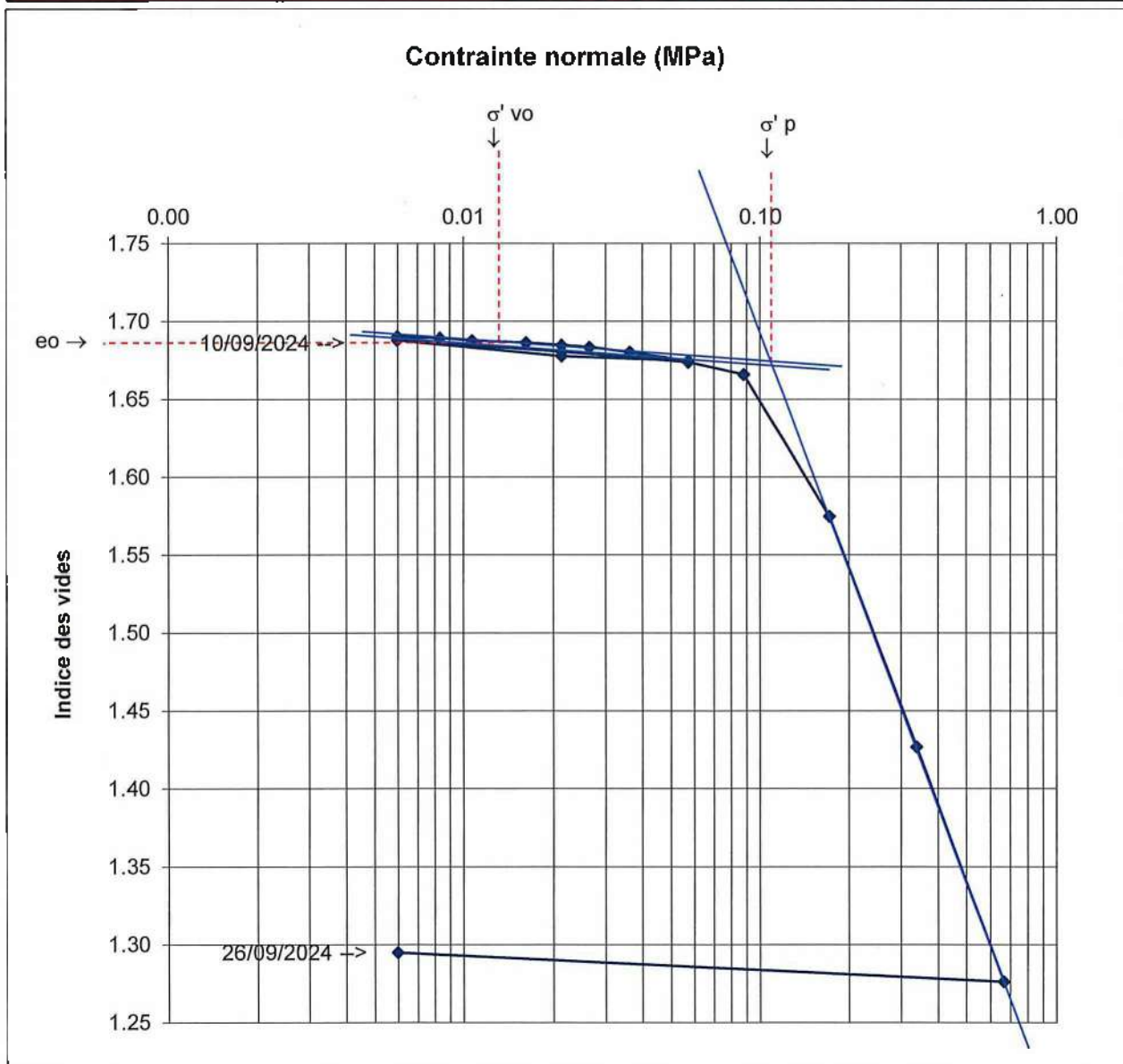
		Opérateur	Contrôleur
		J. GOULARD	T. LANDO
fichier :	Lab24235 - BE IDE-10 MOC INT240055 (2).xls		



Laboratoire d'essais géomécaniques

N° Projet	: INTP240055			
		Diamètre (mm)	: 69.9	Initial 69.9
Chantier	: Wallis (986)	Hauteur (mm)	: 25.0	Final 21.3
Echantillon	: PU1	Masse vol. sèche (g/cm3)	: 0.98	1.15
Profondeur	: à 1.50 m	Teneur en eau (%)	: 44.8	50.4
Nature	: Silt argileux (ou argile silteuse ?) lâche.	Degré de saturation (%)	: 70.3	103.2
Etat	: Intact	Indice des vides initial	: 1.69	1.30
		Masse vol. des grains estimée (g/cm3)	: 2.65	
Observation	: Matériau de couleur marron rougeâtre. Traces noirâtres centimétriques (matière organique).			

*Le calcul théorique de  $S_r$  montre que la masse volumique des grains solides par défaut est probablement inférieure à la réalité*



Indice des vides en place ( $e_0$ ) : 1.688	Indice de compressibilité $C_c = 0.507$	Opérateur P. BROUARD
$\sigma'_{vo}$ (MPa) : 0.021	Indice de gonflement $C_s = 0.013$	
$\sigma'_p$ (MPa) : 0.101	Module* oedo ( $E_{oed}$ ) = 4.4 MPa	
OCR : 4.8	$C_c/(1+e_0) = 0.189$	

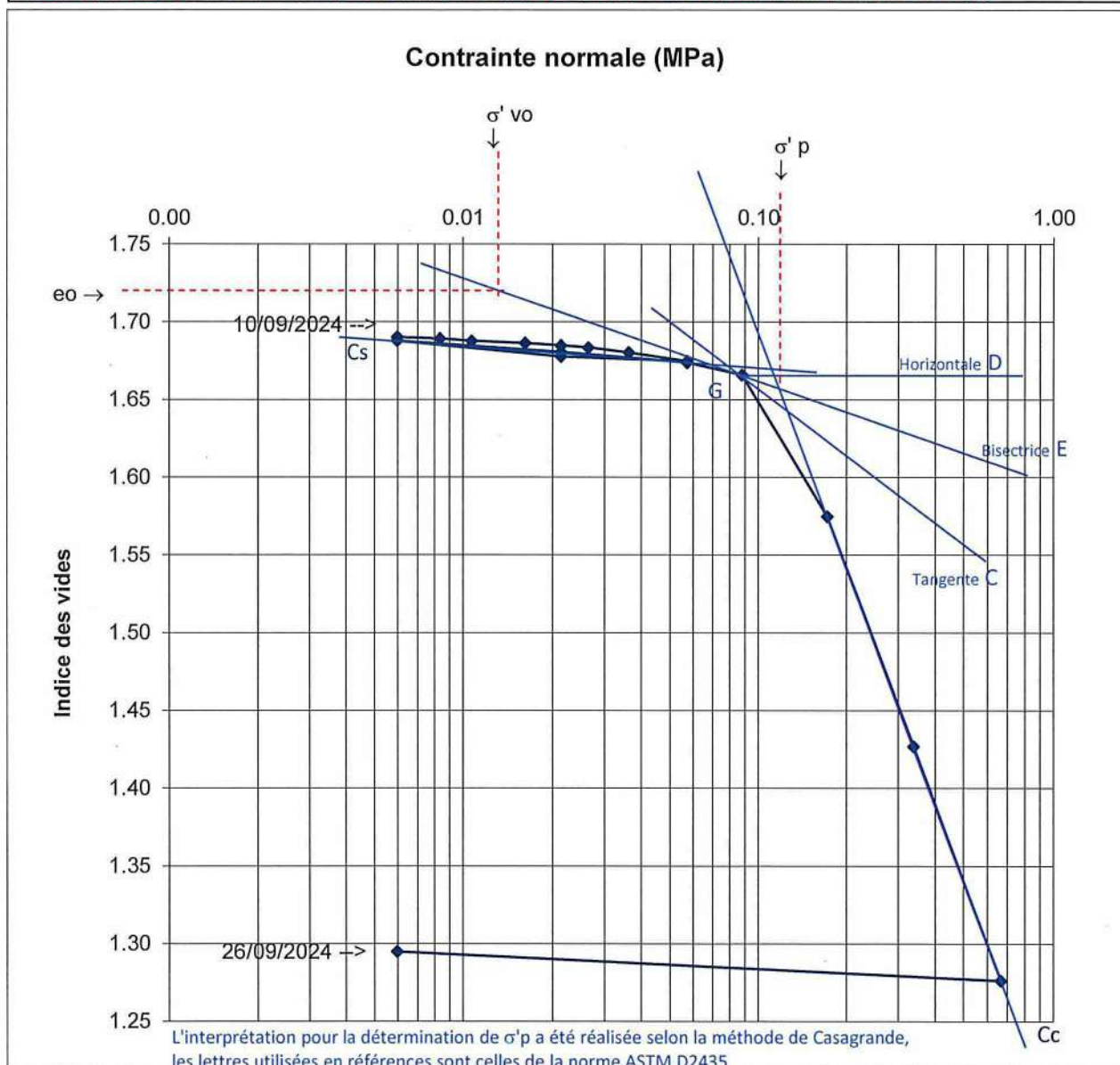
Température min = 19 ; max = 23 °C

\* : module moyen calculé sur la pente de  $C_c$

Laboratoire d'essais géomécaniques

N° Projet	: INTP240055		Initial	Final
		Diamètre (mm)	: 69.9	69.9
Chantier	: Wallis (986)	Hauteur (mm)	: 25.0	21.3
Echantillon	: PU1	Masse vol. sèche (g/cm3)	: 0.98	1.15
Profondeur	: à 1.50 m	Teneur en eau (%)	: 44.8	50.4
Nature	: Silt argileux (ou argile silteuse ?) lâche.	Degré de saturation (%)	: 70.3	103.2
Etat	: Intact	Indice des vides initial	: 1.69	1.30
		Masse vol. des grains estimée (g/cm3)	: 2.65	
Observation	: Matériau de couleur marron rougeâtre. Traces noirâtres centimétriques (matière organique).			

*Le calcul théorique de  $S_r$  montre que la masse volumique des grains solides par défaut est probablement inférieure à la réalité*



Indice des vides en place ( $e_0$ ) : 1.72	Indice de compressibilité $C_c = 0.507$	Opérateur
$\sigma' vo$ (MPa) : 0.021	Indice de gonflement $C_s = 0.013$	P. BROUARD
$\sigma' p$ (MPa) : 0.105	Module* oedo ( $E_{oed}$ ) = 4.5 MPa	
OCR : 5.0	$C_c/(1+e_0) = 0.186$	

Température min = 19 ; max = 23 °C

\* : module moyen calculé sur la pente de  $C_c$

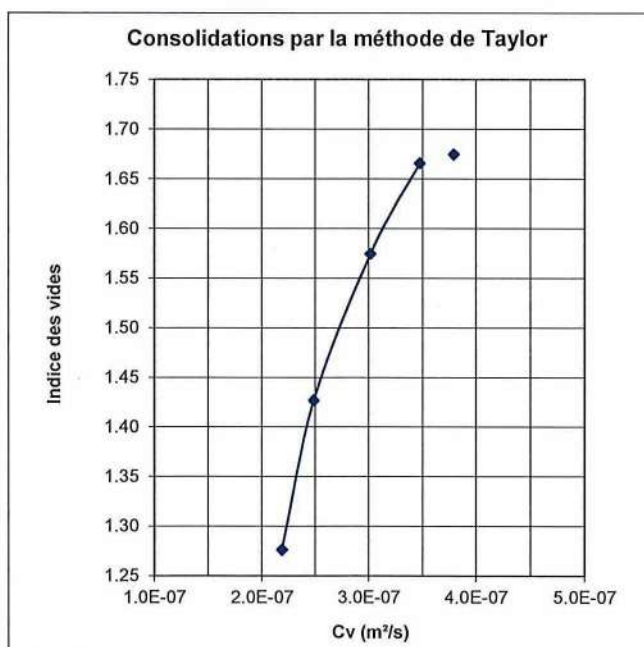
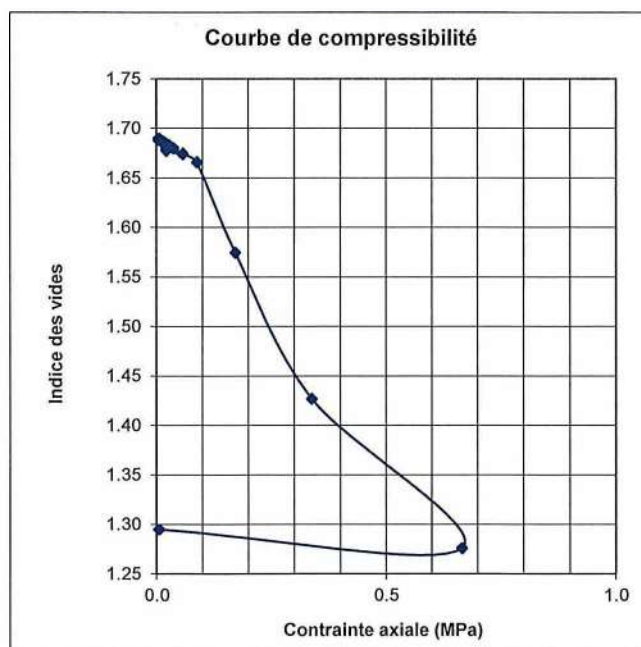


Laboratoire d'essais géomécaniques

N° Projet	INTP240055	Initial
Chantier	Wallis (986)	Diamètre (mm) 69.9
Echantillon	PU1	Hauteur (mm) 25.0
Profondeur	à 1.50 m	Masse vol. sèche (g/cm3) 0.98
Nature	Silt argileux (ou argile silteuse ?) lâche.	Teneur en eau (%) 44.8
Etat	Intact	Degré de saturation (%) 70.3
		Indice des vides initial 1.69
		Masse vol. des grains estimée (g/cm3) : 2.65
Observation	Matériau de couleur marron rougeâtre. Traces noirâtres centimétriques (matière organique).	

N° palier	Force lue (daN)	Contr. Réelle (MPa)	Afficheur corrigé (mm)	Indice des vides $e$	Déformation %	Méthode de Casagrande		Méthode de Taylor		Module oedo. (MPa)
						$t_{90}$ (mn)	$C_v$ (m²/s)	$t_{90}$ (mn)	$C_v$ (m²/s)	$\Delta\sigma/\Delta e^*(1+e_0)$
1	0.00	0.006	9.675	1.690	0.00					
2	0.91	0.008	9.665	1.689	0.04					5.9
3	1.82	0.011	9.651	1.688	0.10					4.2
4	3.94	0.016	9.639	1.686	0.14					11.5
5	5.91	0.021	9.625	1.685	0.20					9.2
6	7.88	0.027	9.612	1.684	0.25					9.9
7	11.67	0.036	9.583	1.680	0.37					8.5
8	19.70	0.057	9.530	1.675	0.58	(*)	(*)	2.4	3.8E-07	9.9
9	5.91	0.021	9.558	1.678	0.47					32.1
10	0.00	0.006	9.653	1.688	0.09					4.0
11	5.91	0.021	9.585	1.681	0.36					5.7
12	19.70	0.057	9.523	1.674	0.61					14.5
13	31.52	0.088	9.448	1.666	0.91	(*)	(*)	2.5	3.5E-07	10.3
14	63.64	0.172	8.602	1.575	4.29	(*)	(*)	2.6	3.0E-07	2.5
15	127.42	0.338	7.228	1.427	9.79	(*)	(*)	2.7	2.5E-07	3.0
16	253.33	0.666	5.827	1.276	15.39	(*)	(*)	2.7	2.2E-07	5.8
17	0.00	0.006	6.002	1.295	14.69					94.2
18										
19										

(\*) : méthode non applicable



Opérateur

P. BROUARD

N° Projet : INTP240055

Chantier : Wallis (986)

Palier de 0.036 à 0.057 MPa

Echantillon : PU1

Profondeur : à 1.50 m

Module oedo ( $E_{oed}$ ) = 9.9 MPa

Nature : Silt argileux (ou argile silteuse ?) lâche.

Pente "Cc" entre les 2 pts du Cv : 0.029

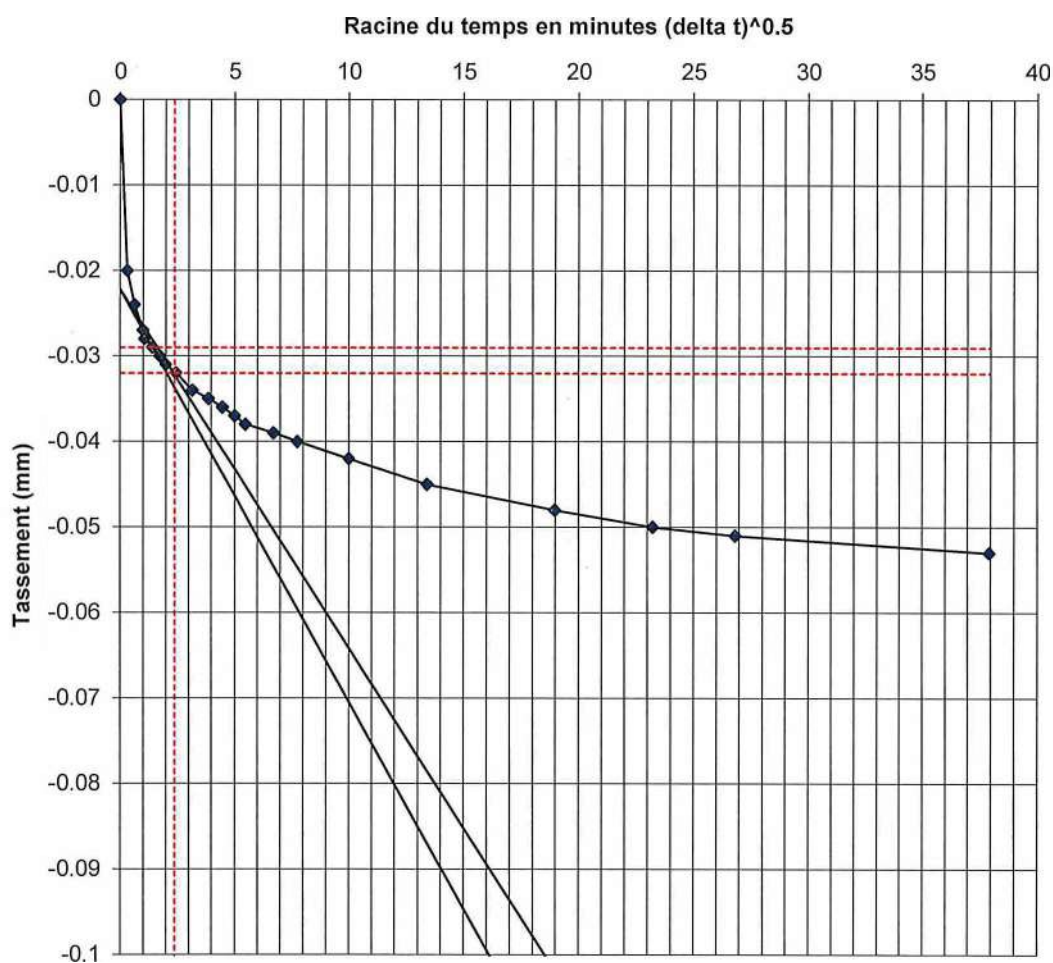
Etat : Intact

$cc/(1+e_0)$  : 0.011

Observation : Matériau de couleur marron rougeâtre. Traces noirâtres centimétriques (matière organique).

Interprétation par la méthode de Taylor

### COURBE DE CONSOLIDATION n° 1



$C_v$  (m<sup>2</sup>/s) = 3.8E-07

$K_{vn}$  (m/s) = 3.9E-10

$K_{vn}$  (m/s) = 3.8E-10

calculé avec l'indice des vides moyen du palier

calculé avec indice des vides de début de palier

Opérateur

P. BROUARD

Température min = 19 ; max = 23 °C

N° Projet : INTP240055

Chantier : Wallis (986)

Palier de 0.057 à 0.088 MPa

Echantillon : PU1

Profondeur : à 1.50 m

Module oedo ( $E_{oed}$ ) = 10.3 MPa

Nature : Silt argileux (ou argile silteuse ?) lâche.

Pente "Cc" entre les 2 pts du Cv : 0.043

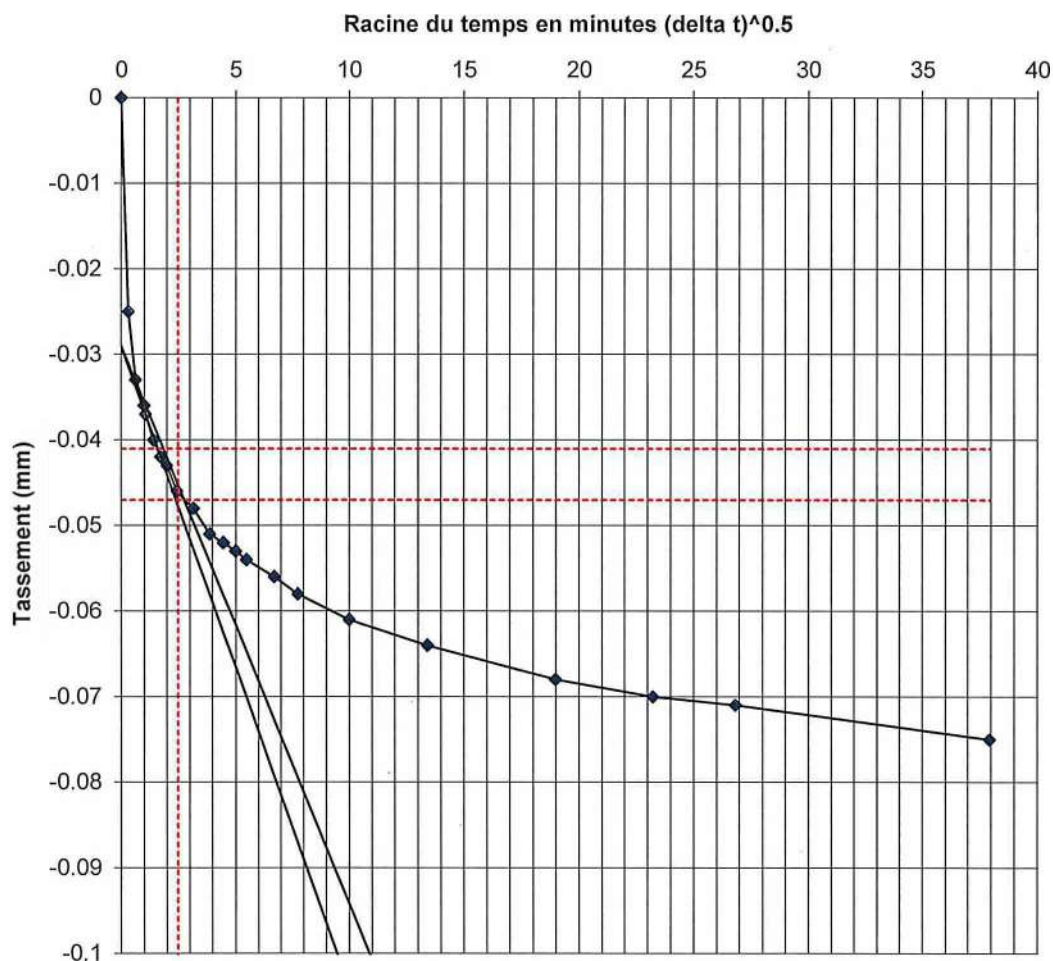
Etat : Intact

$cc/(1+e_0)$  : 0.016

Observation : Matériau de couleur marron rougeâtre. Traces noirâtres centimétriques (matière organique).

Interprétation par la méthode de Taylor

### COURBE DE CONSOLIDATION n° 2



$C_v$  (m<sup>2</sup>/s) = 3.5E-07

$K_{vn}$  (m/s) = 3.4E-10

$K_{vn}$  (m/s) = 3.3E-10

calculé avec l'indice des vides moyen du palier

calculé avec indice des vides de début de palier

Opérateur

P. BROUARD

Température min = 19 ; max = 23 °C

N° Projet : INTP240055

Chantier : Wallis (986)

Palier de 0.088 à 0.172 MPa

Echantillon : PU1

Profondeur : à 1.50 m

Module oedo ( $E_{oed}$ ) = 2.5 MPa

Nature : Silt argileux (ou argile silteuse ?) lâche.

Pente "Cc" entre les 2 pts du Cv : 0.314

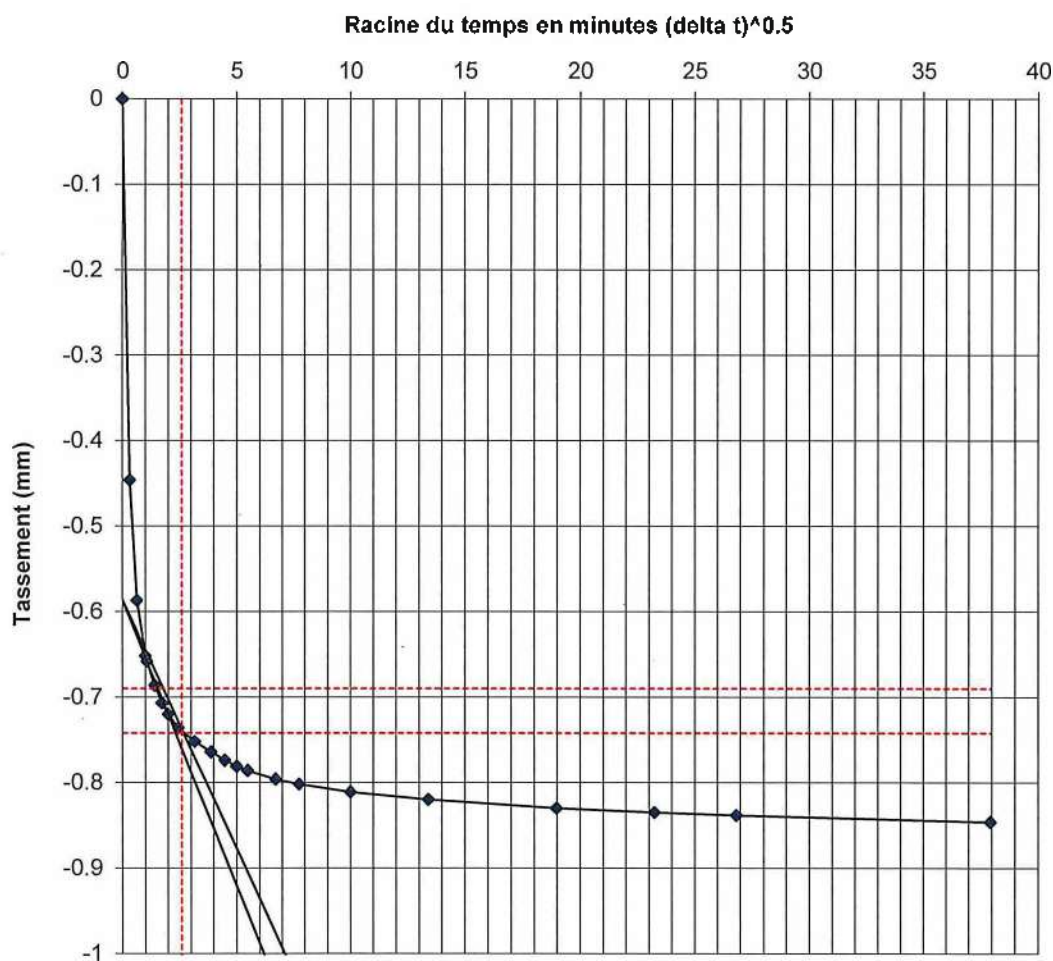
Etat : Intact

$cc/(1+e_0)$  : 0.117

Observation : Matériau de couleur marron rougeâtre. Traces noirâtres centimétriques (matière organique).

Interprétation par la méthode de Taylor

### COURBE DE CONSOLIDATION n° 3



$C_v$  (m<sup>2</sup>/s) = 3.0E-07

$K_{vn}$  (m/s) = 1.3E-09

$K_{vn}$  (m/s) = 1.2E-09

calculé avec l'indice des vides moyen du palier

calculé avec indice des vides de début de palier

Opérateur

P. BROUARD

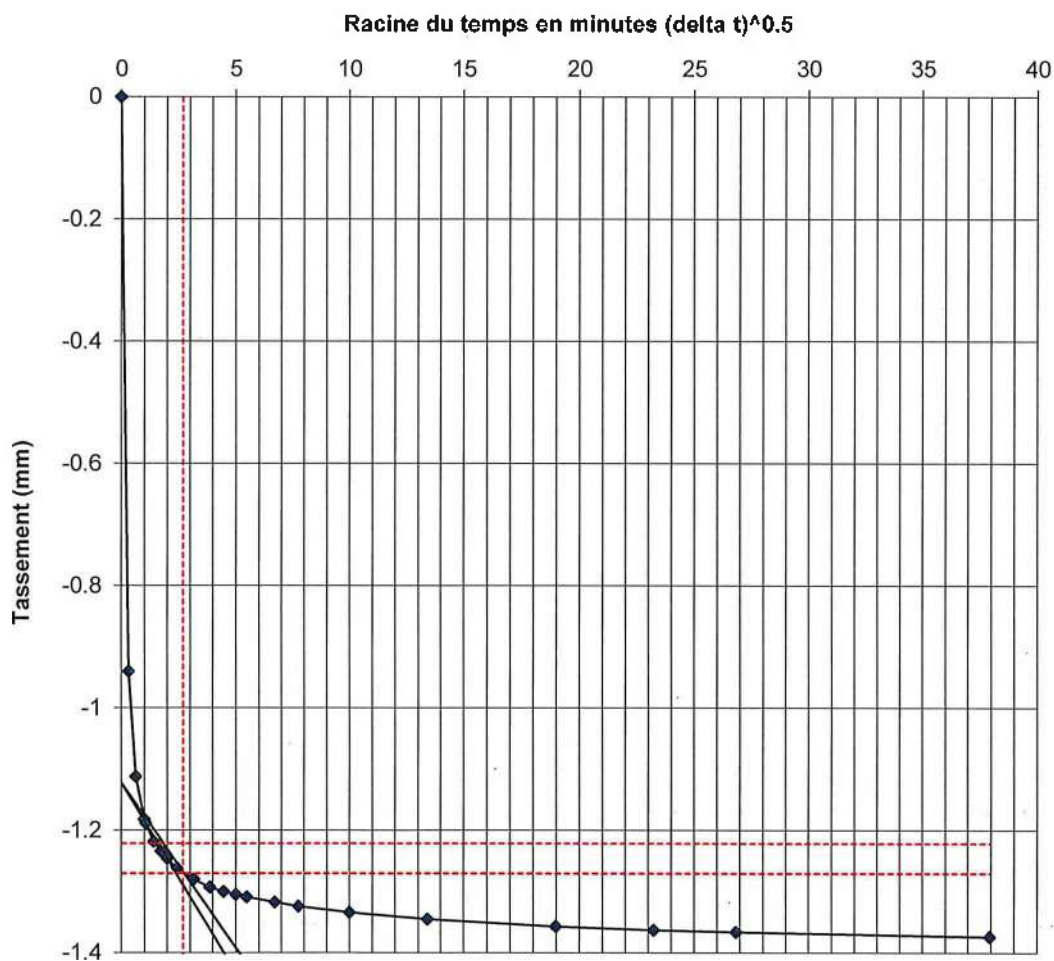
Température min = 19 ; max = 23 °C



N° Projet	: INTP240055		
Chantier	: Wallis (986)	Palier de 0.172 à 0.338 MPa	
Echantillon	: PU1		
Profondeur	: à 1.50 m	Module oedo ( $E_{oed}$ ) = 3 MPa	
Nature	: Silt argileux (ou argile silteuse ?) lâche.	Pente "Cc" entre les 2 pts du Cv : 0.503	
Etat	: Intact	$cc/(1+e_0)$ : 0.187	
Observation	: Matériau de couleur marron rougeâtre. Traces noirâtres centimétriques (matière organique).		

Interprétation par la méthode de Taylor

### COURBE DE CONSOLIDATION n° 4



$C_v$  (m<sup>2</sup>/s) = 2.5E-07

$K_{vn}$  (m/s) = 8.8E-10

$K_{vn}$  (m/s) = 8.4E-10

calculé avec l'indice des vides moyen du palier

calculé avec indice des vides de début de palier

Opérateur

P. BROUARD

Température min = 19 ; max = 23 °C

N° Projet : INTP240055

Chantier : Wallis (986)

Palier de 0.338 à 0.666 MPa

Echantillon : PU1

Profondeur : à 1.50 m

Module oedo ( $E_{oed}$ ) = 5.8 MPa

Nature : Silt argileux (ou argile silteuse ?) lâche.

Pente "Cc" entre les 2 pts du Cv : 0.512

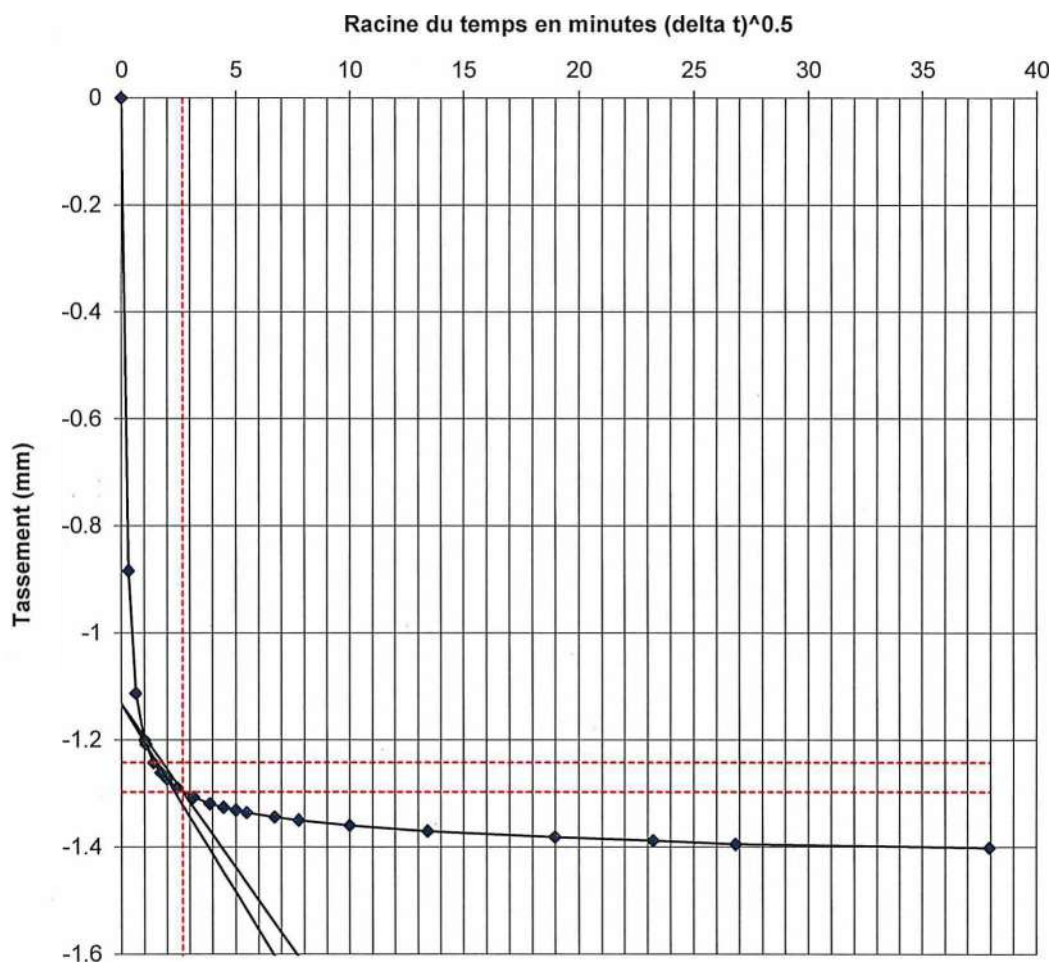
Etat : Intact

$cc/(1+e_0)$  : 0.190

Observation : Matériau de couleur marron rougeâtre. Traces noirâtres centimétriques (matière organique).

Interprétation par la méthode de Taylor

### COURBE DE CONSOLIDATION n° 5



$C_v$  (m<sup>2</sup>/s) = 2.2E-07

$K_{vn}$  (m/s) = 4.3E-10

$K_{vn}$  (m/s) = 4.1E-10

calculé avec l'indice des vides moyen du palier

calculé avec indice des vides de début de palier

Opérateur

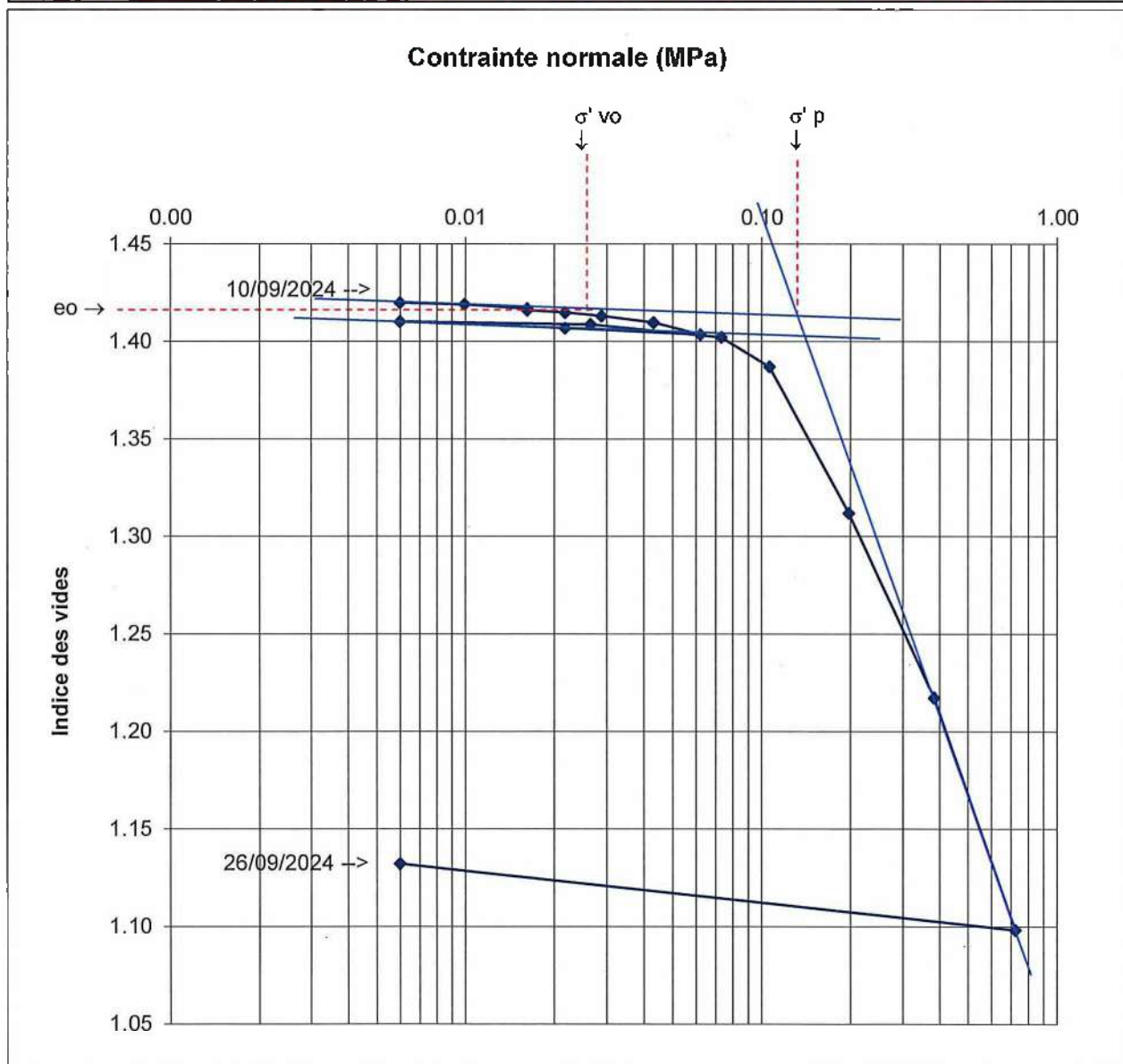
P. BROUARD

Température min = 19 ; max = 23 °C

Laboratoire d'essais géomécaniques

N° Projet	: INTP240055				
Chantier	: Wallis (986)	Diamètre (mm)	: 69.9	Initial	Final
Echantillon	: PU2	Hauteur (mm)	: 25.0	22.0	
Profondeur	: à 1.60 m	Masse vol. sèche (g/cm <sup>3</sup> )	: 1.10	1.24	
Nature	: Silt argileux (ou argile silteuse ?) lâche.	Teneur en eau (%)	: 37.8	44.7	
Etat	: Intact	Degré de saturation (%)	: 70.6	104.6	
		Indice des vides initial	: 1.42	1.13	
		Masse vol. des grains estimée (g/cm <sup>3</sup> )	: 2.65		
Observation	: Matériau de couleur marron rougeâtre. Traces noirâtres centimétriques (matière organique).				

*Le calcul théorique de  $S_r$  montre que la masse volumique des grains solides par défaut est probablement inférieure à la réalité*



Indice des vides en place ( $e_0$ ) : 1.418

$\sigma'_{vo}$  (MPa) : 0.023

$\sigma'_p$  (MPa) : 0.110

OCR : 4.9

Indice de compressibilité  $C_c = 0.431$

Indice de gonflement  $C_s = 0.007$

Module\* oedo ( $E_{oed}$ ) = 6.9 MPa

$C_c/(1+e_0) = 0.178$

Opérateur

P. BROUARD

Température min = 19 ; max = 23 °C

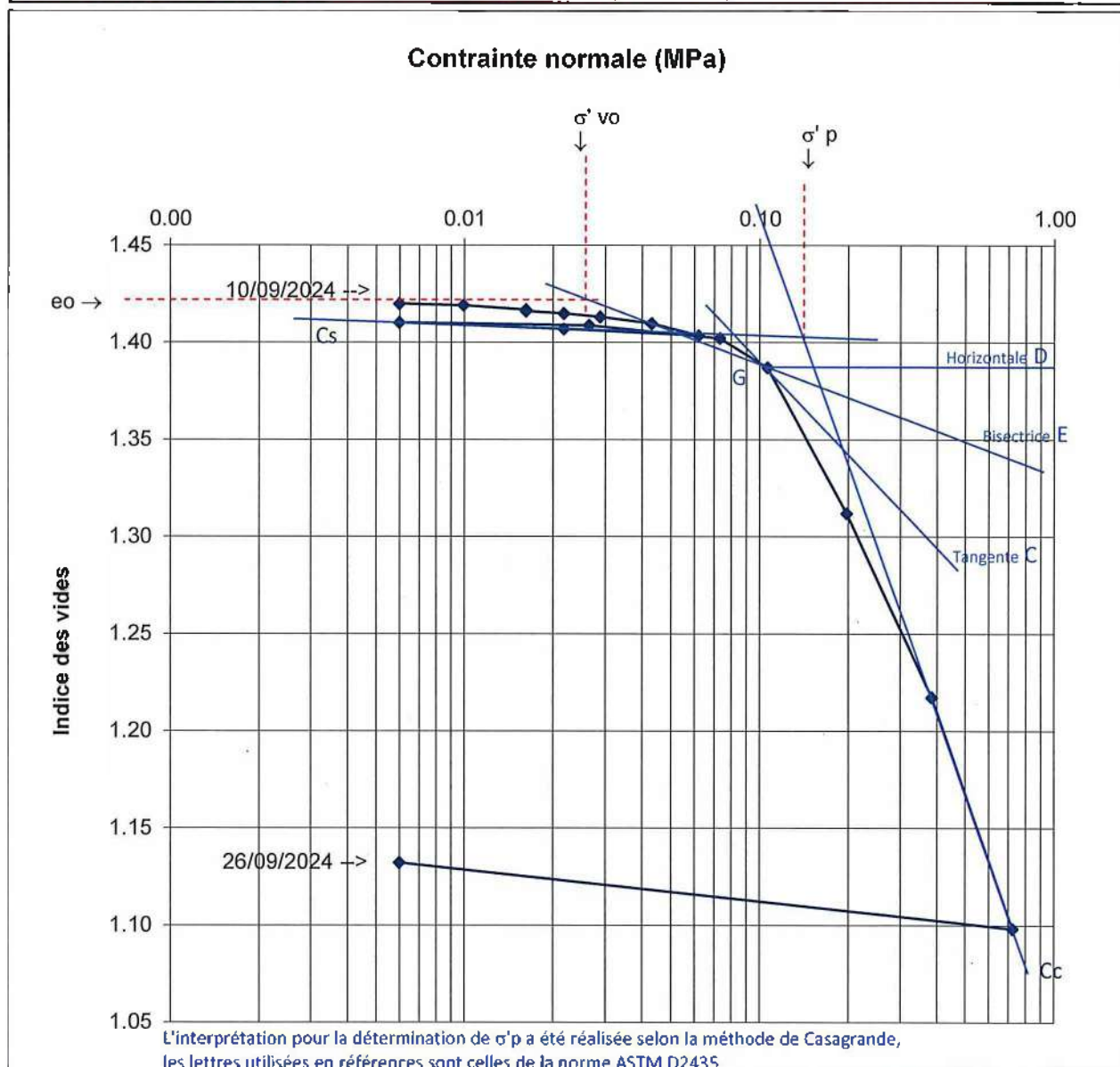
\* : module moyen calculé sur la pente de  $C_c$



Laboratoire d'essais géomécaniques

N° Projet	: INTP240055	Initial	Final
Chantier	: Wallis (986)	Diamètre (mm)	: 69.9 69.9
Echantillon	: PU2	Hauteur (mm)	: 25.0 22.0
Profondeur	: à 1.60 m	Masse vol. sèche (g/cm <sup>3</sup> )	: 1.10 1.24
Nature	: Silt argileux (ou argile silteuse ?) lâche.	Teneur en eau (%)	: 37.8 44.7
Etat	: Intact	Degré de saturation (%)	: 70.6 <b>104.6</b>
		Indice des vides initial	: 1.42 1.13
		Masse vol. des grains estimée (g/cm <sup>3</sup> )	: 2.65
Observation	: Matériau de couleur marron rougeâtre. Traces noirâtres centimétriques (matière organique).		

*Le calcul théorique de  $S_r$  montre que la masse volumique des grains solides par défaut est probablement inférieure à la réalité*



Indice des vides en place ( $e_0$ ) : 1.42

$\sigma'_{vo}$  (MPa) : 0.023

$\sigma'_p$  (MPa) : 0.130

OCR : 5.8

Indice de compressibilité  $C_c = 0.431$

Indice de gonflement  $C_s = 0.007$

Module\* oedo ( $E_{oed}$ ) = 6.9 MPa

$C_c/(1+e_0) = 0.178$

Opérateur  
P. BROUARD

Température min = 19 ; max = 23 °C

\* : module moyen calculé sur la pente de  $C_c$

N° Projet INTP240055

Chantier Wallis (986)

Echantillon PU2

Profondeur à 1.60 m

Nature Silt argileux (ou argile silteuse ?) lâche.

Etat Intact

Diamètre (mm) 69.9

Hauteur (mm) 25.0

Masse vol. sèche (g/cm<sup>3</sup>) 1.10

Teneur en eau (%) 37.8

Degré de saturation (%) 70.6

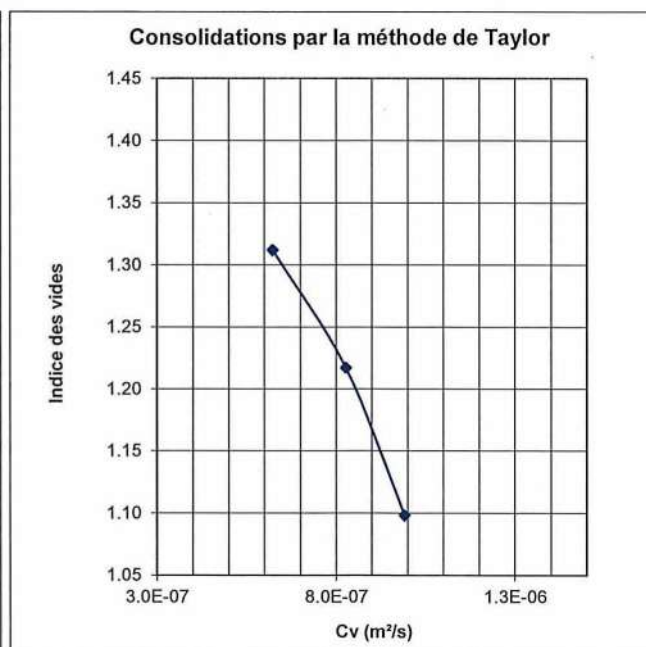
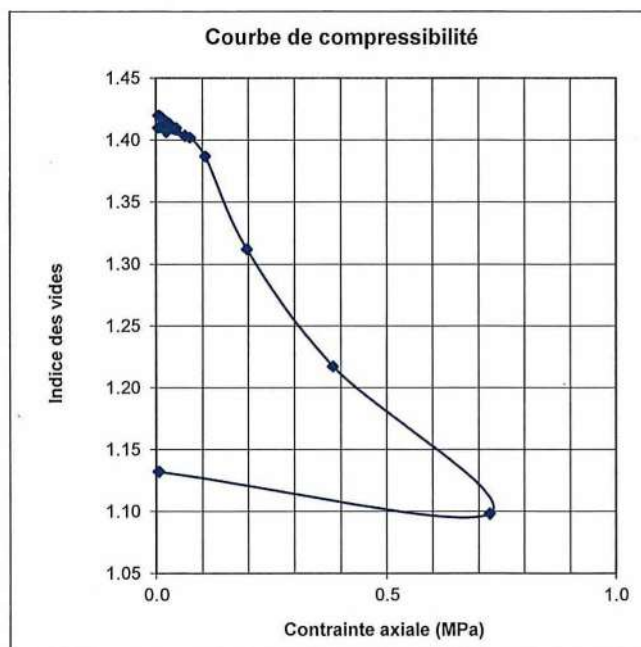
Indice des vides initial 1.42

Masse vol. des grains estimée (g/cm<sup>3</sup>) : 2.65

Observation Matériau de couleur marron rougeâtre. Traces noirâtres centimétriques (matière organique).

N° palier	Force lue (daN)	Contr. Réelle (MPa)	Afficheur corrigé (mm)	Indice des vides e	Déformation %	Méthode de Casagrande		Méthode de Taylor		Module oedo. (MPa)
						t <sub>90</sub> (mn)	Cv (m <sup>2</sup> /s)	t <sub>90</sub> (mn)	Cv (m <sup>2</sup> /s)	$\Delta\sigma/\Delta e \cdot (1+e_0)$
1	0.00	0.006	8.562	1.420	0.00					
2	1.52	0.010	8.553	1.419	0.04					11.0
3	3.94	0.016	8.529	1.417	0.13					6.6
4	3.94	0.016	8.522	1.416	0.16					0.0
5	6.06	0.022	8.510	1.415	0.21					11.5
6	8.79	0.029	8.491	1.413	0.28					9.3
7	14.24	0.043	8.456	1.410	0.42					10.1
8	21.52	0.062	8.392	1.404	0.68	(*)	(*)	(*)	(*)	7.4
9	6.06	0.022	8.428	1.407	0.54					27.9
10	0.00	0.006	8.461	1.410	0.40					12.0
11	7.88	0.027	8.447	1.409	0.46					36.6
12	25.76	0.073	8.378	1.402	0.74					16.9
13	38.48	0.106	8.222	1.387	1.36	(*)	(*)	(*)	(*)	5.3
14	73.33	0.197	7.447	1.312	4.46	(*)	(*)	1.8	6.2E-07	2.9
15	144.85	0.383	6.469	1.217	8.37	(*)	(*)	1.5	8.3E-07	4.8
16	275.76	0.725	5.239	1.098	13.29	(*)	(*)	1.3	9.9E-07	6.9
17	0.00	0.006	5.589	1.132	11.89					51.3
18										
19										

(\*) : méthode non applicable



Opérateur

P. BROUARD

N° Projet : INTP240055

Chantier : Wallis (986)

Palier de 0.043 à 0.062 MPa

Echantillon : PU2

Profondeur : à 1.60 m

Module oedo ( $E_{oed}$ ) = 7.4 MPa

Nature : Silt argileux (ou argile silteuse ?) lâche.

Pente "Cc" entre les 2 pts du Cv : 0.039

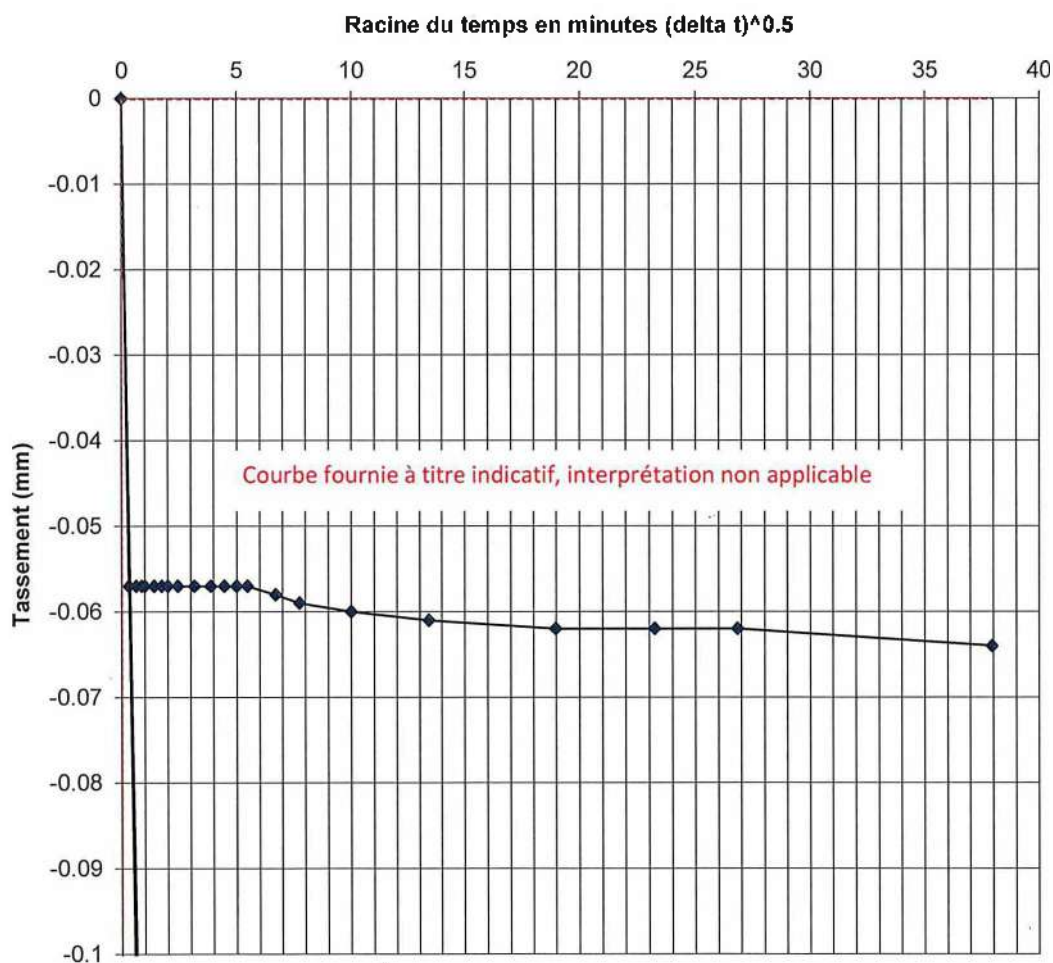
Etat : Intact

$cc/(1+e_0)$  : 0.016

Observation : Matériau de couleur marron rougeâtre. Traces noirâtres centimétriques (matière organique).

Interprétation par la méthode de Taylor

### COURBE DE CONSOLIDATION n° 1



$C_v$  (m<sup>2</sup>/s) =

$K_{vn}$  (m/s) =

$K_{vn}$  (m/s) =

calculé avec l'indice des vides moyen du palier

calculé avec indice des vides de début de palier

Opérateur

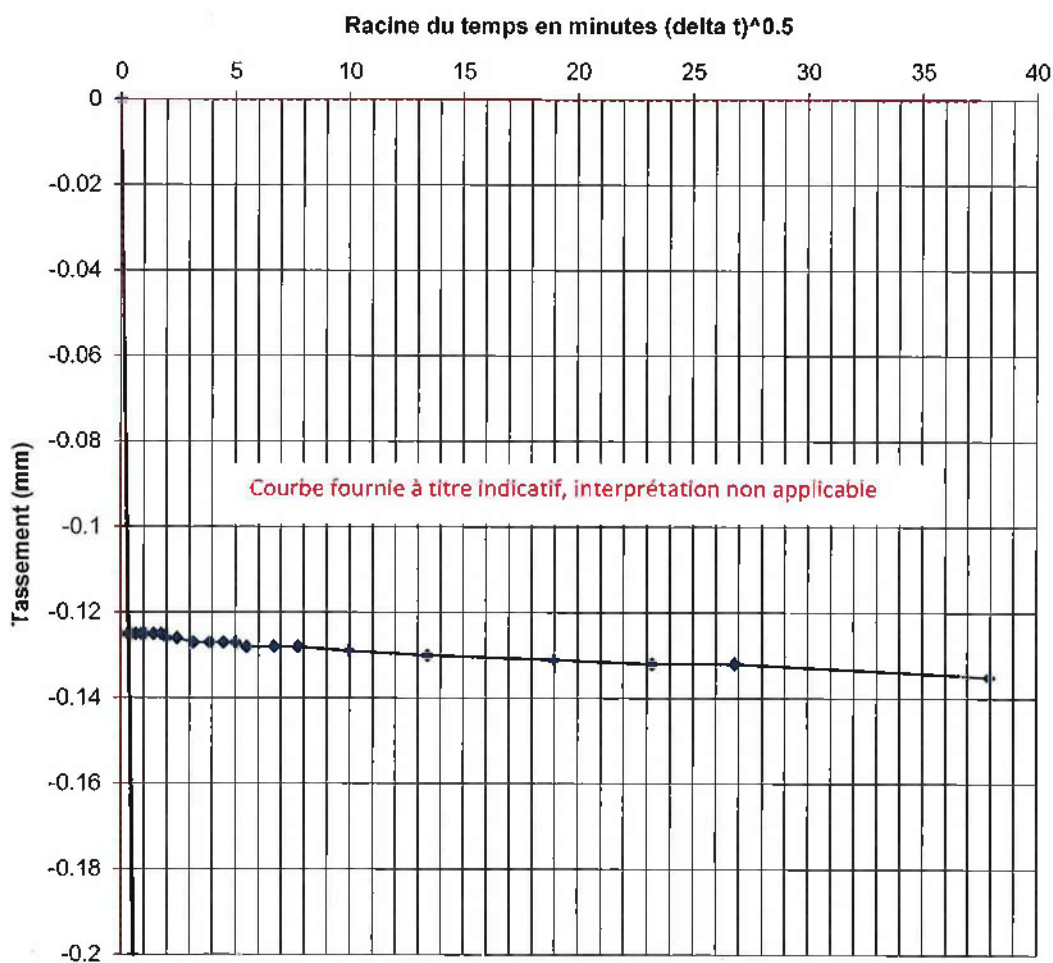
P. BROUARD

Température min = 19 ; max = 23 °C

N° Projet	: INTP240055	
Chantier	: Wallis (986)	Pallier de 0.073 à 0.106 MPa
Echantillon	: PU2	
Profondeur	: à 1.60 m	Module oedo ( $E_{oed}$ ) = 5.3 MPa
Nature	: Silt argileux (ou argile silteuse ?) lâche.	Pente "Cc" entre les 2 pts du Cv : 0.093
Etat	: Intact	$cc/(1+e_0)$ : 0.038
Observation	: Matériau de couleur marron rougeâtre. Traces noirâtres centimétriques (matière organique).	

Interprétation par la méthode de Taylor

### COURBE DE CONSOLIDATION n° 2



$C_v$  (m<sup>2</sup>/s) =

$K_{vn}$  (m/s) =

$K_{vn}$  (m/s) =

calculé avec l'indice des vides moyen du palier

calculé avec indice des vides de début de palier

Opérateur

P. BROUARD

Température min = 19 ; max = 23 °C



N° Projet : INTP240055

Chantier : Wallis (986)

Palier de 0.106 à 0.197 MPa

Echantillon : PU2

Profondeur : à 1.60 m

Module oedo ( $E_{oed}$ ) = 2.9 MPa

Nature : Silt argileux (ou argile silteuse ?) lâche.

Pente "Cc" entre les 2 pts du Cv : 0.280

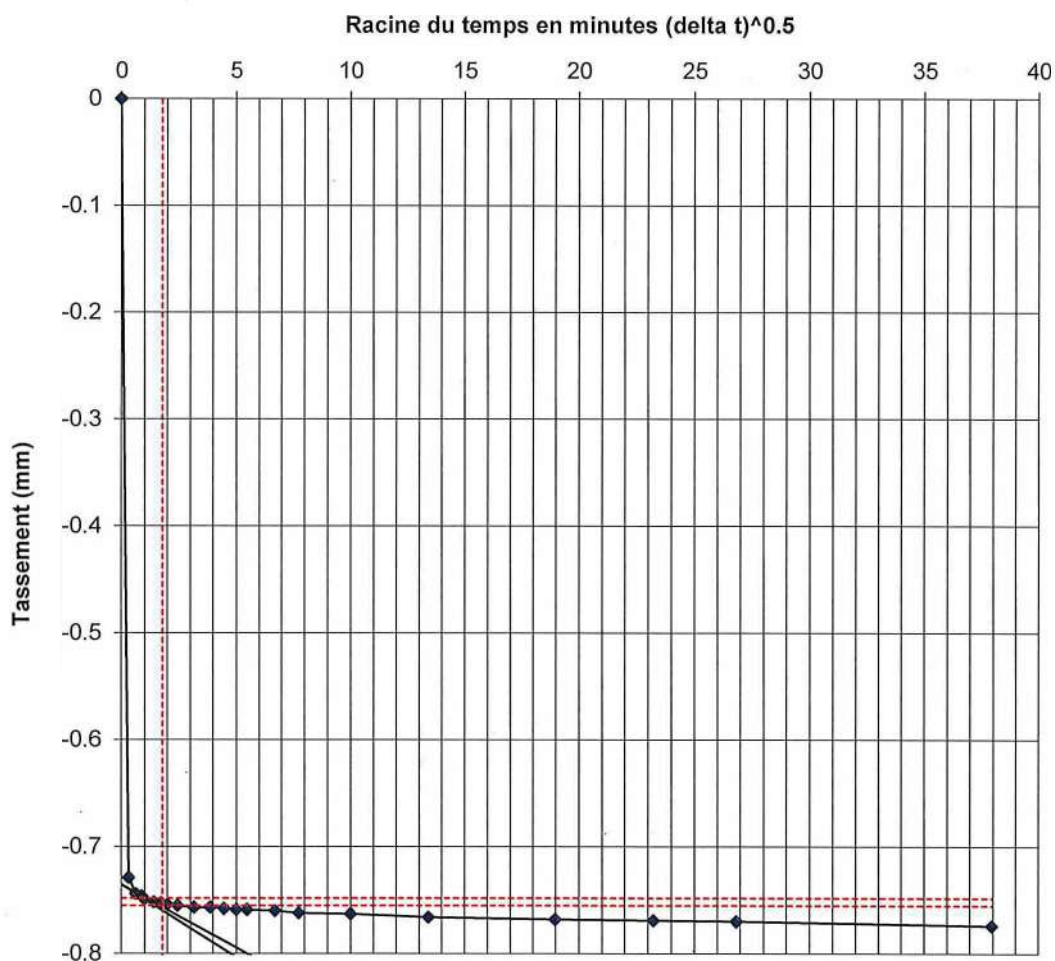
Etat : Intact

$cc/(1+e_0)$  : 0.116

Observation : Matériau de couleur marron rougeâtre. Traces noirâtres centimétriques (matière organique).

Interprétation par la méthode de Taylor

### COURBE DE CONSOLIDATION n° 3



$C_v$  (m<sup>2</sup>/s) = 6.2E-07

$K_{vn}$  (m/s) = 2.2E-09

$K_{vn}$  (m/s) = 2.1E-09

calculé avec l'indice des vides moyen du palier

calculé avec indice des vides de début de palier

Opérateur

P. BROUARD

Température min = 19 ; max = 23 °C

N° Projet : INTP240055

Chantier : Wallis (986)

Palier de 0.197 à 0.383 MPa

Echantillon : PU2

Profondeur : à 1.60 m

Module oedo ( $E_{oed}$ ) = 4.8 MPa

Nature : Silt argileux (ou argile silteuse ?) lâche.

Pente "Cc" entre les 2 pts du Cv : 0.328

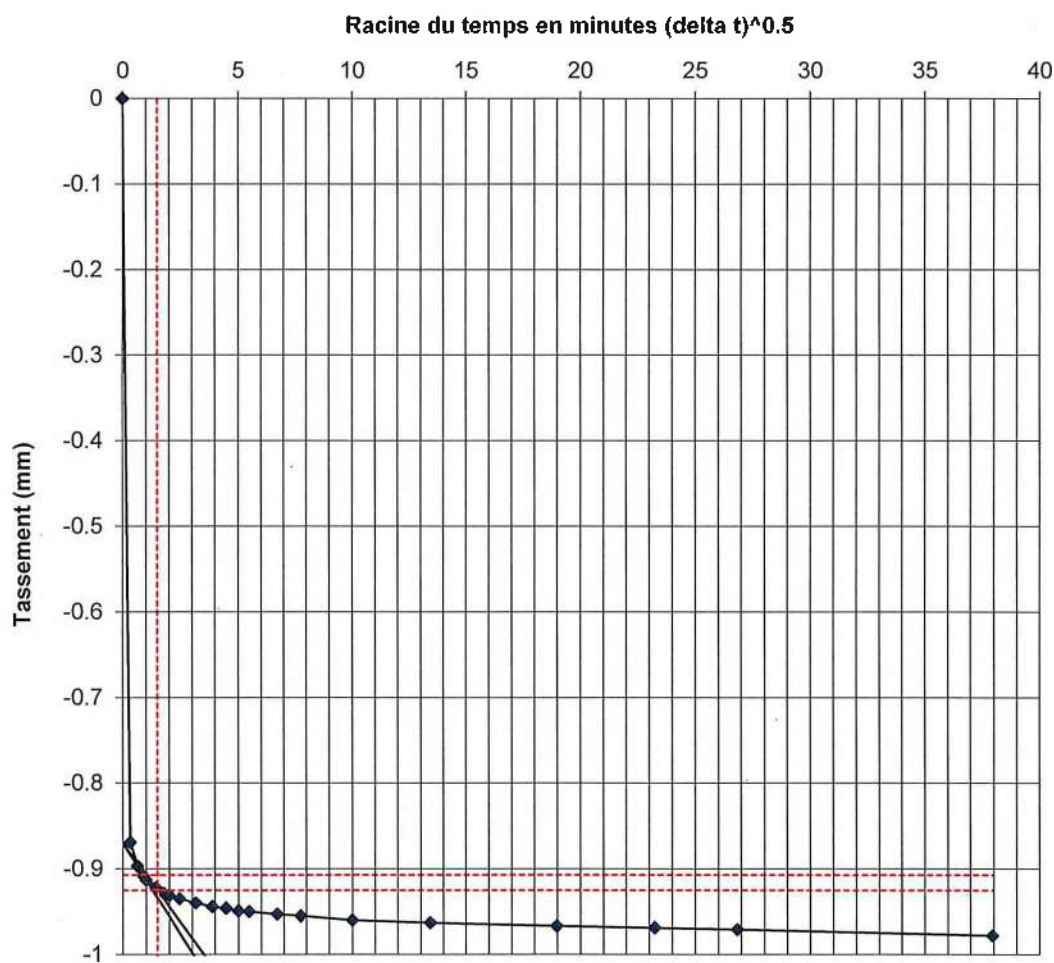
Etat : Intact

$cc/(1+e_0)$  : 0.136

Observation : Matériau de couleur marron rougeâtre. Traces noirâtres centimétriques (matière organique).

Interprétation par la méthode de Taylor

### COURBE DE CONSOLIDATION n° 4



$C_v$  (m<sup>2</sup>/s) = 8.3E-07

$K_{vn}$  (m/s) = 1.9E-09

$K_{vn}$  (m/s) = 1.8E-09

calculé avec l'indice des vides moyen du palier

calculé avec indice des vides de début de palier

Opérateur

P. BROUARD

Température min = 19 ; max = 23 °C

N° Projet : INTP240055

Chantier : Wallis (986)

Palier de 0.383 à 0.725 MPa

Echantillon : PU2

Profondeur : à 1.60 m

Module oedo ( $E_{oed}$ ) = 6.9 MPa

Nature : Silt argileux (ou argile silteuse ?) lâche.

Pente "Cc" entre les 2 pts du Cv : 0.431

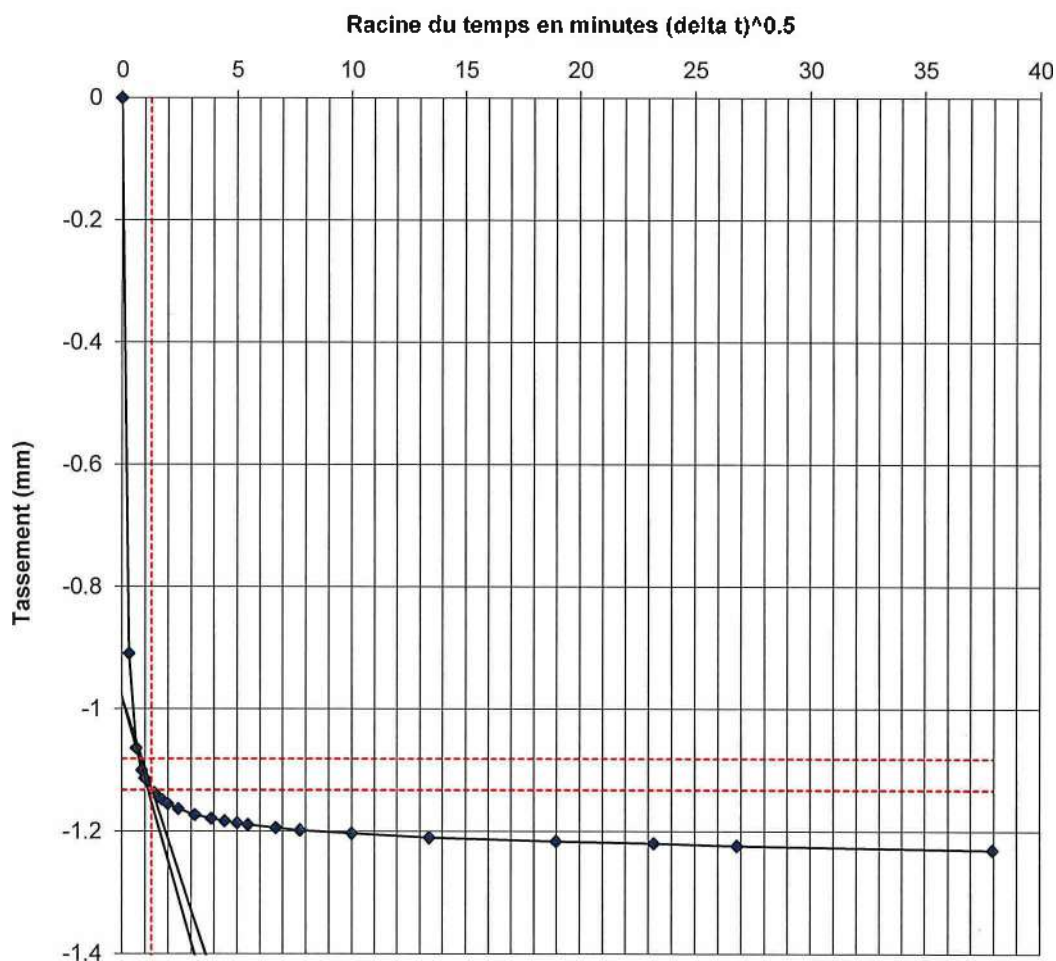
Etat : Intact

$cc/(1+e_0)$  : 0.178

Observation : Matériau de couleur marron rougeâtre. Traces noirâtres centimétriques (matière organique).

Interprétation par la méthode de Taylor

### COURBE DE CONSOLIDATION n° 5



$C_v$  (m<sup>2</sup>/s) = 9.9E-07

$K_{vn}$  (m/s) = 1.6E-09

$K_{vn}$  (m/s) = 1.5E-09

calculé avec l'indice des vides moyen du palier

calculé avec indice des vides de début de palier

Opérateur

P. BROUARD

Température min = 19 ; max = 23 °C



Antea Group est certifié :



[www.lne.fr](http://www.lne.fr)