

ETUDE GEOTECHNIQUE G2-AVP

Création d'un lycée
Rue Marcel Ethis
ROMAINVILLE (93)

Affaire n°12336 pièce n°1 v2 - 08 août 2024



SOMMAIRE

SOMMAIRE	2
INTRODUCTION	4
1. Généralités	4
2. Cadre de l'étude	4
2.1.Mission confiée	4
2.2.Textes réglementaires	5
2.3.Document communiqués	5
3. Description du projet	6
4. Contexte géomorphologique et géologique	6
4.1.Contexte géomorphologique	6
4.2.Contexte géologique.....	7
4.3.Contexte hydrogéologique.....	7
4.4.Risques naturels et anthropiques	7
CAMPAGNE DE RECONNAISSANCE	10
5. Implantation et nivellement des sondages.....	10
6. Travaux réalisés	11
6.1.Sondages et essais in situ	11
6.2.Essais de laboratoire	13
RESULTATS ET SYNTHÈSE DES INVESTIGATIONS	14
7. Synthèse lithologique.....	14
8. Synthèse géomécanique.....	15
8.1.Essais pressiométriques	15
8.2.Essais pénétrométriques	16
9. Synthèse hydrogéologique	18
9.1.Niveaux d'eau.....	18
9.2.Perméabilité des sols superficiels	19
10. Synthèse des essais en laboratoire	20
10.1. Identifications GTR	20
10.2. Classification des matériaux.....	21
10.3. Analyses physico-chimiques.....	22
10.4. Réutilisation des matériaux du site en remblai technique ou en couche de forme	22
10.5. Agressivité des sols vis-à-vis du béton	25
INTERPRETATIONS ET RECOMMANDATIONS	26

11. Synthèse géotechnique et hydrogéologique	26
12. Fondations	27
12.1. Principe de fondations	28
12.2. Pré-dimensionnement des fondations superficielles	29
12.2.1. Capacité portante	29
12.2.2. Estimation des tassements	30
12.2.3. Sujétions d'exécution des fondations superficielles	31
12.3. Pré-dimensionnement des fondations profondes	31
12.3.1. Hypothèses de calcul	31
12.3.2. Paramètres de dimensionnement	33
12.3.3. Exemples de dimensionnement des pieux	34
12.3.4. Groupe de pieux	35
12.3.5. Sujétions d'exécution des fondations profondes	36
13. Terrassements et soutènements	36
14. Protection des parties enterrées	40
15. Niveau bas	41
16. Dispositions vis-à-vis des sols sensibles au retrait/gonflement.....	42
17. Aléas et risques identifiés	43
Aléas géotechniques - Conditions contractuelles.....	44

TABLE DES ANNEXES :

ANNEXE 1 EXTRAIT DE LA NORME NF P 94-500

ANNEXE 2 PLAN DE SITUATION

ANNEXE 3 PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

ANNEXE 4 COUPES DES SONDAGES PRESSIOMETRIQUES ET A LA TARIERE

ANNEXE 5 PROCES-VERBAUX DES PENETROMETRES DYNAMIQUES

ANNEXE 6 PROCES-VERBAUX DES ESSAIS DE PERMEABILITE

ANNEXE 7 PROCES-VERBAUX DES ESSAIS EN LABORATOIRE

INTRODUCTION

1. Généralités

Maître d'Ouvrage : REGION ILE-DE-FRANCE

Projet : Création d'un lycée

Adresse du chantier : Rue Marcel Ethis - ROMAINVILLE (93)

2. Cadre de l'étude

2.1. Mission confiée

Le présent rapport d'étude s'inscrit dans le cadre de la norme AFNOR NF P 94-500 du 30 novembre 2013 dont un extrait est joint en annexe n°1.

Les différentes missions confiées à SAGA étaient les suivantes :

Mission	Définition et description
Investigations géotechniques	<ul style="list-style-type: none"> • Exécuter les sondages, essais, mesures in-situ et en laboratoire selon un programme défini dans la mission proposée.
<p>Mission G2-AVP (Étude géotechnique de conception - Phase avant-projet)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Analyser les documents techniques liés à l'adaptation du projet au sol, • Fournir une synthèse des résultats de la campagne d'investigations géotechniques, • Définir la solution de fondations la plus adaptée et les paramètres de dimensionnement, • Donner des exemples de pré-dimensionnement des fondations, • Définir la méthodologie des terrassements et soutènements pour la réalisation de la fouille générale, les dispositions de protection contre l'eau et les types des niveaux bas les plus adaptés, • Définir les dispositions constructives vis-à-vis des structures et ouvrages mitoyens.

2.2. Textes réglementaires

Les textes réglementaires suivants ont été utilisés pour définir les prédimensionnements et recommandations fournis :

- Normes AFNOR en vigueur ou notes techniques particulières existantes concernant les travaux de sondages, essais in-situ et en laboratoire,
- Norme française « Eurocode 7, Calcul géotechnique - Partie 1, Règles générales » référencée NF EN 1997-1 de juin 2005, son annexe nationale référencée NF EN 1997-1/NA de septembre 2006 et son amendement référencé NF EN 1997-1/A1 d'avril 2014,
- Norme française « Eurocode 7, Calcul géotechnique - Partie 2, Reconnaissance des terrains et essais » référencée NF EN 1997-2 de septembre 2007,
- Norme française « Justification des ouvrages géotechniques - Normes d'application nationale de l'Eurocode 7 - Fondations superficielles » référencée NF P 94-261 de juin 2013, et son amendement référencé NF P 94-261/A1 de février 2017,
- Norme française « Justification des ouvrages géotechniques - Normes d'application nationale de l'Eurocode 7 - Fondations profondes » référencée NF P 94-262 de juillet 2012 et son amendement référencé NF P 94-262/A1 de juillet 2018,
- Recommandations pour la conception, le dimensionnement, l'exécution et le contrôle de la technique des voiles par passes - CFMS - 2023,
- Guide des terrassements des remblais et des couches de forme (GTR) - Fascicule n°1 Principes généraux – CEREMA/IDRRIM - Mai 2023,
- Guide des terrassements des remblais et des couches de forme (GTR) - Fascicule n°2 Annexes techniques – CEREMA/IDRRIM - Mai 2023,

2.3. Documents communiqués

Pour la réalisation du présent rapport, aucun document ne nous a été transmis.

3. Description du projet

Le projet consiste en la création d'un lycée en lieu et place du terrain de foot synthétique existant, situé Rue Marcel Ethis à ROMAINVILLE (93) sur une surface au sol d'environ 6 000 m².

Notre étude intervient dans une phase préalable, avant toute définition d'un projet architectural. Ainsi, nous ne disposons d'aucune information concernant la construction projetée (implantation, superficie et nombre d'étages du bâtiment). Néanmoins, d'après les informations transmises, le bâtiment projeté possèdera 2 niveaux de sous-sols que nous allons considérer comme totaux.

De plus, les cotes des niveaux finis des planchers bas projetés ne sont pas définies. Ainsi, nous allons considérer dans la suite de l'étude, les cotes suivantes (à confirmer) :

Niveau	Niveau fini du plancher bas du bâtiment	
	m/RDC	NGF
RDC	0,00	118,7
R-1	-3,0	115,7
R-2	-6,0	112,7

Le contexte de mitoyenneté du projet sera défini, une fois l'emprise de la construction projetée connue.

Au stade actuel de notre étude, nous ne disposons d'aucun plan du projet.

4. Contexte géomorphologique et géologique

4.1. Contexte géomorphologique

Le site étudié se trouve au Rue Marcel Ethis à ROMAINVILLE (93) sur une zone de versant, au nord-ouest de Paris, et au sud-est du Fort de Noisy, au niveau du Complexe Sportif Jean Guimier.

D'après le nivellement des points de sondages, la topographie du site est subhorizontale avec une altimétrie des Terrains Naturels autour de 118,7 NGF (à confirmer par un géomètre expert). Au moment des investigations, le terrain était occupé par un terrain de foot synthétique.

Le plan de situation est joint en annexe n°2.

4.2. Contexte géologique

D'après les documents consultés (carte géologique de Paris Est au 1/25 000^{ème}, éditée par le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM)...) et notre connaissance du secteur, les horizons que l'on devrait normalement rencontrer seraient, de haut en bas :

- Formation de Brie (Argile à meulière de Brie et Calcaire de Brie indifférenciés).
- Argile verte de Romainville,
- Marnes Supragypseuses (Marnes blanches de Pantin et Marnes bleues d'Argenteuil).



Légende :

	Sannoisien supérieur : Calcaire de Brie et de Sannois (5 mètres à Romainville)
	Sannoisien inférieur : Argile verte (6 à 8 mètres à Montmartre)
	Ludien supérieur : Marnes supragypseuses (11 à 16 mètres à Montmartre)

Extrait de la carte géologique de Paris Est au 1/25 000^{ème} sur la commune de ROMAINVILLE (93) - BRGM

Compte tenu du contexte urbanisé et des aménagements antérieurs, la présence de Remblais en surface n'est pas à exclure, notamment au droit des futurs démolitions.

4.3. Contexte hydrogéologique

D'après les données du BRGM, la première nappe phréatique générale attendue au droit du site est celle baignant la Formation de Brie.

De plus, des infiltrations et circulations d'eaux anarchiques sont susceptibles de se produire au sein des horizons superficiels, notamment en périodes pluvieuses.

4.4. Risques naturels et anthropiques

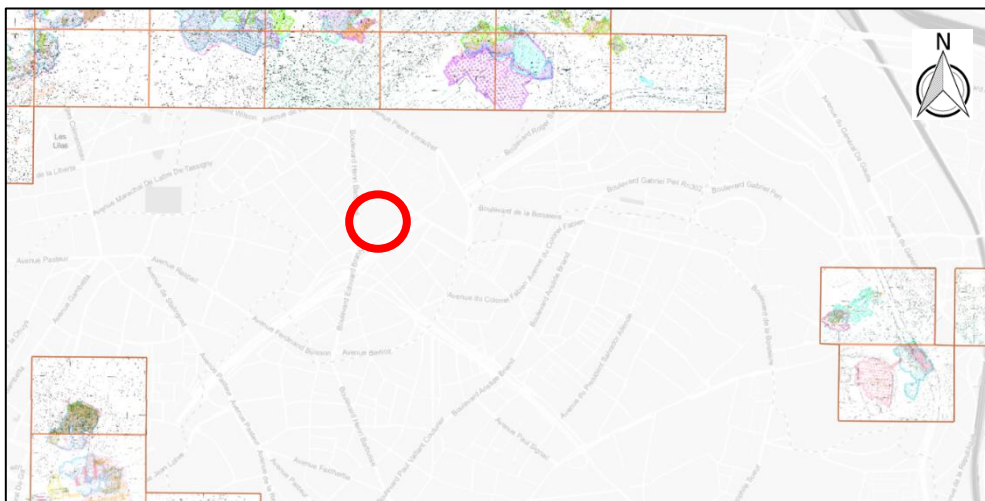
Un Plan de Prévention des Risques a été prescrit par arrêté préfectoral pour la commune de ROMAINVILLE (93). Il s'agit du Plan de Prévention des Risques Naturels (PPRN), approuvé le 23 octobre 2001.

De plus, d'après les informations du site du Ministère de la Transition Ecologique et de la Cohésion des Territoires (Géorisques) consultées le 22 mai 2024, 9 arrêtés de catastrophes naturelles ont été notifiés entre le 05 janvier 1989 et le 20 avril 2021 pour inondations et/ou coulées de boues, mouvements de terrain et sécheresse.

▪ **Risque de carrières à ciel ouvert/souterraines et risque de dissolution du gypse antéludien :**

D'après les données issues de l'Inspection Générale des Carrières (IGC) de Paris, aucune exploitation souterraine ou à ciel ouvert n'est recensée au droit du site ou à ses abords.

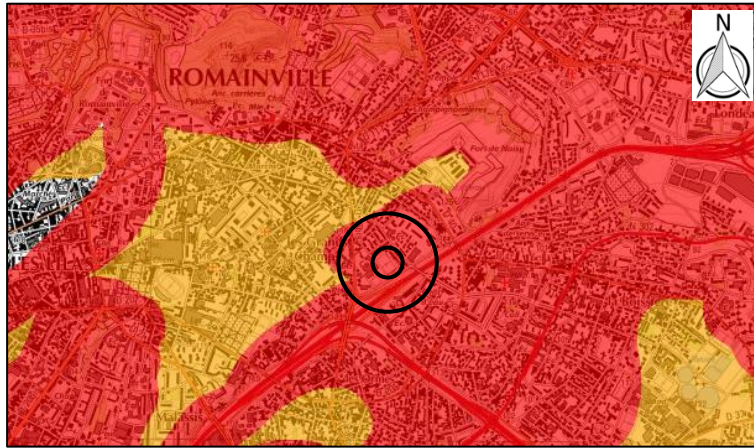
De plus, l'ensemble de la ville de ROMAINVILLE (93) est située en dehors des périmètres de dissolution du gypse antéludien d'après les documents de l'IGC.



Carte de l'atlas des carrières souterraines de Paris - IGC

▪ **Risque de retrait/gonflement des argiles :**

La cartographie des risques liés au phénomène de retrait/gonflement des sols argileux, établie par le BRGM, sur la commune de ROMAINVILLE (93), montre que le site se trouve dans une zone d'aléa **fort**.



Légende :

- Aléa fort
- Aléa moyen
- Aléa faible
- A priori nul

Extrait de la carte de l'aléa retrait/gonflement des argiles sur la commune de ROMAINVILLE (93) - www.infoterre.brgm.fr

▪ **Risque sismique :**

Une délimitation des zones de sismicité du territoire français a été définie par les décrets n°2010-1254 et 2010-1255 du 22 octobre 2010.

En se basant sur cette délimitation, la ville de ROMAINVILLE (93) est dans une zone de sismicité très faible (zone 1).

▪ **Risque d'inondation par débordement de cours d'eau :**

La commune de ROMAINVILLE (93) n'est pas exposée aux risques d'inondation par débordement de cours d'eau, et n'a pas fait l'objet d'un Plan de Prévention des Risques d'Inondation (PPRI).

CAMPAGNE DE RECONNAISSANCE

5. Implantation et nivellement des sondages

Dans le cadre de la présente mission (G2-AVP), une campagne d'investigations géotechniques a été réalisée par nos soins du 09 au 12 avril 2024.

Les sondages ont été implantés en fonction du projet et en tenant compte des contraintes d'accessibilité et de la présence d'ouvrages enterrés (réseaux...), puis nivelés à l'aide d'un récepteur GNSS TRIMBLE R10.

Les coordonnées X-Y (en CC49) et les altitudes Z (en NGF) du sol au droit des têtes de sondages réalisés sont présentées ci-dessous :

Référence	X (m)	Y (m)	Z (NGF)
Sondages pressiométriques			
SP1	1659188,03	8186682,12	118,69
SP2	1659202,35	8186624,54	118,87
SP3	1659204,01	8186579,41	118,61
SP4+Pz	1659157,68	8186671,6	118,71
SP5+Pz	1659254,91	8186620,57	118,61
SP6+Pz	1659233,24	8186653,68	118,71
SP7	1659147,98	8186651,5	118,59
SP8	1659171,02	8186618,56	118,58
SP9	1659229,72	8186609,97	118,73
Sondages pénétrométriques			
P1	1659183,84	8186650,98	118,87
P2	1659165,77	8186671,6	118,84
P3	1659230,87	8186656,27	118,71
P4	1659266,65	8186611,36	118,44
P5	1659156,02	8186648,25	118,64
P6	1659197,54	8186666,49	118,69
P7	1659201,84	8186629,01	118,84

Référence	X (m)	Y (m)	Z (NGF)
Sondages pénétrométriques			
P8	1659202,52	8186591,01	118,69
P9	1659240,76	8186610,25	118,67
Sondages à la tarière			
ST1	1659180,17	8186652,05	118,85
ST2	1659162,39	8186668,43	118,81
ST3	1659192,28	8186609,54	118,71
ST4	1659237,54	8186648,48	118,72
ST5	1659232,53	8186594,33	118,80

Ces coordonnées et altitudes déduites sont reportées sur les coupes des sondages et données à titre indicatif. Elles devront être vérifiées par un géomètre expert, le cas échéant.

Le plan d'implantation des sondages est fourni en annexe n°3.

6. Travaux réalisés

6.1. Sondages et essais in situ

Le programme des investigations réalisées par nos soins dans le cadre de la présente mission (G2-AVP), du 09 au 12 avril 2024, sont récapitulé ci-dessous :

Sondage de reconnaissance	Référence	Profondeur (m/TN ⁽¹⁾)	Cote de la tête du sondage (NGF)	Outil de forage	Essais pressiométriques / Remarques
Sondage pressiométrique (Norme NF EN ISO 22476-4)	SP1	-20,01	118,69	EMCI E 4.50 Tricône ø66mm	12 essais pressiométriques Enregistrement numérique des paramètres de forage
	SP2	-20,00	118,87		
	SP3	-20,03	118,61		
	SP4+Pz	-10,11	118,71		6 essais pressiométriques Enregistrement numérique des paramètres de forage Equipement piézométrique crépiné de -1,0 à -9,0 m/TN

Sondage de reconnaissance	Référence	Profondeur (m/TN ⁽¹⁾)	Cote de la tête du sondage (NGF)	Outil de forage	Essais pressiométriques / Remarques
Sondage pressiométrique (Norme NF EN ISO 22476-4)	SP5+Pz	-10,04	118,61	EMCI E 4.50 Tricône ø66mm	6 essais pressiométriques Enregistrement numérique des paramètres de forage Equipement piézométrique crépiné de -1,0 à -8,0 m/TN
	SP6+Pz	-10,14	118,71		6 essais pressiométriques Enregistrement numérique des paramètres de forage Equipement piézométrique crépiné de 0,0 à -6,0 m/TN
	SP7	-10,01	118,59		6 essais pressiométriques Enregistrement numérique des paramètres de forage
	SP8	-10,12	118,58		
	SP9	-10,05	118,73		
Sondage au pénétromètre dynamique lourd (Norme NF EN ISO 22476-2)	P1	-2,40	118,87	Pénétromètre	Refus de battage
	P2	-5,00	118,84		-
	P3	-5,00	118,71		
	P4	-5,00	118,44		
	P5	-5,00	118,64		Refus de battage
	P6	-2,40	118,69		
	P7	-4,80	118,84		
	P8	-2,80	118,69		-
	P9	-5,00	118,67		
Sondage de reconnaissance lithologique à la tarière	ST1	-2,00	118,85	EMCI E 4.50 Tarière ø102mm	Essai de perméabilité de type Porchet
	ST2	-2,00	118,81		
	ST3	-2,00	118,71		

Sondage de reconnaissance	Référence	Profondeur (m/TN ⁽¹⁾)	Cote de la tête du sondage (NGF)	Outil de forage	Essais pressiométriques / Remarques
Sondage de reconnaissance lithologique à la tarière	ST4	-2,00	118,72	EMCI E 4.50	Essai de perméabilité de type Porchet
	ST5	-2,00	118,80	Tarière Ø102mm	

(1) Les profondeurs des sondages sont comptées à partir du niveau du terrain naturel au moment de la reconnaissance.

Les résultats des investigations sont joints :

- en annexe n°4 pour les coupes des sondages pressiométriques et à la tarière,
- en annexe n°5 pour les procès-verbaux des pénétromètres dynamiques,
- en annexe n°6 pour les procès-verbaux des essais de perméabilité.

6.2. Essais de laboratoire

À partir des échantillons de sols prélevés au droit des sondages SP4+Pz à SP7, les essais de laboratoire suivants ont été réalisés dans le cadre de cette mission :

Essais de laboratoire		Quantité	Référence de la norme
Essais d'identification et de caractérisation des sols suivant la norme NF P 11-300	Teneur en eau (w)	5	NF P 94-050
	Analyse granulométrique par tamisage	5	NF EN ISO 17892-4
	Valeur au bleu VBS	5	NF P 94-068
	Limite de liquidité (méthode du cône) et limite de plasticité au rouleau	1	NF EN ISO 17892-12
Paramètres physico-chimiques	Teneur en matières organiques	5	NF ISO 11465 / NF EN 12880
	Teneur en sulfates	5	NF ISO 15923-1
	Agressivité du sol vis-à-vis du béton	5	DIN 4030

Les procès-verbaux des essais en laboratoire réalisés dans le cadre de cette mission sont placés en annexe n°7.

RESULTATS ET SYNTHÈSE DES INVESTIGATIONS

7. Synthèse lithologique

Sous une couche de *Gazon synthétique* ou d'*Enrobé bitumineux* et de *Béton* de 0,10 à 0,25 m d'épaisseur en moyenne, il ressort, des sondages effectués, la lithologie suivante, de haut en bas :

1. Des **Remblais** ont été rencontrés jusqu'à -0,55 à -2,70 m/TN, soit jusqu'aux cotes 118,16 à 115,89 NGF. Ils sont constitués d'argile sablo-graveleuse, sable graveleux à marne argileuse marron grisâtre, rougeâtre, verdâtre à jaunâtre avec cailloutis et brique. Compte tenu des aménagements antérieurs du site, la présence de surépaisseurs locales de *Remblais* n'est pas à exclure.
2. Puis, la **Formation de Brie** a été traversée jusqu'à -3,80 à -4,50 m/TN, soit jusqu'aux cotes 114,83 à 114,21 NGF. Elle est constituée de sable fin légèrement argileux et de marne à marno-calcaire marron beige avec cailloutis calcaires pouvant contenir des blocs et/ou bancs de calcaire indurés. Il s'agit de sols fins, sensibles à l'eau avec des chutes de portance et de consistance lorsque la teneur en eau augmente.
3. Ensuite, la formation de l'**Argile verte de Romainville** a été observée jusqu'à -10,10 à -10,50 m/TN, soit jusqu'aux cotes 108,59 à 108,37 NGF. Elle se présente sous forme de remontée argileuses verdâtre. Cette formation est sensible au phénomène de retrait/gonflement.
4. Au-delà, les **Marnes supragypseuses** ont été identifiées jusqu'à l'arrêt volontaire des sondages profonds à -20,00 à -20,01 m/TN, soit jusqu'aux cotes 98,87 à 98,68 NGF. Elles se présentent sous forme de remontée marneuse et argileuse beige grisâtre et bleutée. Elles renferment des blocs et/ou bancs de calcaire indurés.

Remarques :

- Les différentes formations traversées renferment des niveaux indurés (blocs/bancs de calcaire indurés) dont l'épaisseur et le volume peuvent être métriques.

- Pour les sondages pressiométriques, compte tenu de la méthode de forage destructive avec injection d'eau, la nature des terrains profonds ne peut pas être déterminée précisément (remontée de cuttings) et les limites de couches profondes sont approximatives car seulement déterminées par l'interprétation des enregistrements des paramètres de forages et l'examen des cuttings.

8. Synthèse géomécanique

8.1. Essais pressiométriques

Les résultats des essais pressiométriques réalisés en mission G2-AVP sont répertoriés en fonction des faciès rencontrés de haut en bas dans le tableau suivant :

N° de couche	Formation	Profondeur de la base de la couche		Pressiomètre				
		m/TN	NGF	E_m (MPa)	Pression limite nette p_l^* (MPa)	Pression de fluage nette p_f^* (MPa)	Nb d'essais	α
1	Remblais	-0,55 / -2,70	118,16 / 115,89	2,4 à 20,2 $M_h = 5,7$	0,24 à 1,59 $M_g = 0,68$ $\sigma = 0,46$	0,19 à 0,79 $M_g = 0,42$ $\sigma = 0,21$	10	2/3
2	Formation de Brie	-3,80 / -4,50	114,83 / 114,21	10,8 à 26,5 $M_h = 15,5$	0,68 à 2,41 $M_g = 1,22$ $\sigma = 0,54$	0,48 à 1,44 $M_g = 0,72$ $\sigma = 0,29$	12	1/2
3	Argile verte de Romainville	-10,10 / -10,50	108,59 / 108,37	9,0 à 28,9 $M_h = 15,4$	0,71 à 1,44 $M_g = 1,05$ $\sigma = 0,17$	0,50 à 1,22 $M_g = 0,77$ $\sigma = 0,14$	33	2/3
4	Marnes supragypseuses	< -20,01	< 98,68	17,7 à 205,0 $M_h = 40,5$	1,63 à > 5,00 $M_g > 2,98$ $\sigma > 1,34$	1,04 à > 2,90 $M_g > 1,96$ $\sigma > 0,73$	17	1/2

Nota : M_g = Moyenne géométrique - M_h = Moyenne harmonique - σ = écart-type.

Les caractéristiques mécaniques mesurées au sein des **Remblais** mettent en évidence un faciès hétérogène de compacité faible à élevée dans l'ensemble.

La **Formation de Brie** présente des caractéristiques mécaniques moyennes à très élevées dans l'ensemble.

L'**Argile verte de Romainville** présente des caractéristiques mécaniques moyenne à élevée dans l'ensemble.

Les **Marnes supragypseuses** présentent des caractéristiques mécaniques élevée à très élevée avec la présence de blocs et/ou niveaux calcaireux indurés, caractérisée par des pressions limites nettes supérieures à 5,00 MPa et des modules pressiométriques supérieurs à 100,0 MPa.

8.2. Essais pénétrométriques

Les valeurs de résistance dynamique (R_d) mesurées au droit des sondages PXX à PXX peuvent être interprétées de la façon suivante :

- o 0 à 2 MPa : résistance très faible à faible,
- o 2 à 4 MPa : résistance médiocre,
- o 4 à 8 MPa : résistance moyenne,
- o 8 à 15 MPa : résistance élevée,
- o > 15 MPa : résistance très élevée.

Les diagrammes de pénétration dynamique, portant en fonction de la profondeur les valeurs de la résistance dynamique de pointe (R_d), peuvent être commentés comme suit :

P1			P2		
Prof. (m)	Cote (NGF)	R_d	Prof. (m)	Cote (NGF)	R_d
0,0 à 1,8	118,9 à 117,1	Faible à moyenne (1 à 8 MPa)	0,0 à 1,8	118,8 à 117,0	Faible à moyenne (1 à 8 MPa)
1,8 à 2,4	117,1 à 116,5	Médiocre à très élevée (3 à 35 MPa)	1,8 à 2,2	117,0 à 116,6	Moyenne à élevée (5 à 13 MPa)
2,4	116,5	Refus de battage	2,2 à 5,0	116,6 à 113,8	Moyenne (5 MPa)

P3			P4		
Prof. (m)	Cote (NGF)	R_d	Prof. (m)	Cote (NGF)	R_d
0,0 à 1,8	118,7 à 116,9	Faible (2 MPa)	0,0 à 1,9	118,4 à 116,5	Faible à élevée (1 à 13 MPa)
1,8 à 5,0	116,9 à 113,7	Médiocre à moyenne (3 à 5 MPa)	1,9 à 5,0	116,5 à 113,4	Moyenne (4 MPa)

P5			P6		
Prof. (m)	Cote (NGF)	R _d	Prof. (m)	Cote (NGF)	R _d
0,0 à 2,0	118,6 à 116,6	Médiocre à moyenne (3 à 8 MPa)	0,0 à 1,7	118,7 à 117,0	Faible à moyenne (1 à 8 MPa)
2,0 à 5,0	116,6 à 113,6	Moyenne (5 MPa)	1,7 à 2,4	117,0 à 116,3	Moyenne à très élevée (8 à 35 MPa)
			2,4	116,3	Refus de battage

P7			P8		
Prof. (m)	Cote (NGF)	R _d	Prof. (m)	Cote (NGF)	R _d
0,0 à 2,1	118,8 à 116,7	Faible à moyenne (1 à 5 MPa)	0,0 à 2,1	118,7 à 116,6	Faible à moyenne (1 à 8 MPa)
2,1 à 5,0	116,7 à 113,8	Moyenne (4 à 5 MPa)	2,1 à 2,8	116,6 à 115,9	Moyenne à très élevée (8 à 35 MPa)
			2,8	115,9	Refus de battage

P9		
Prof. (m)	Cote (NGF)	R _d
0,0 à 1,8	118,7 à 116,9	Faible à moyenne (1 à 7 MPa)
1,8 à 4,0	116,9 à 114,7	Moyenne à très élevée (7 à 25 MPa)
4,0 à 5,0	114,7 à 113,7	Moyenne (5 MPa)

Les résultats des sondages pénétrométriques montrent les éléments suivants :

- Des résistances dynamiques de pointe hétérogènes, **faibles à moyennes**, voire élevées à très élevées localement en partie supérieure et jusqu'à -1,8 à -2,2 m/TN (116,9 à 116,3 NGF). Ces horizons superficiels correspondent vraisemblablement aux *Remblais*.

- Au-delà et jusqu'à la base des sondages à -2,8 à -5,0 m/TN (115,9 à 113,4 NGF) : des résistances dynamiques de pointe **moyennes à très élevées**, voire médiocres très localement correspondant à la *Formation de Brie*. Ce faciès comporte des niveaux indurés (blocs et/ou bancs de calcaire de tailles divers) provoquant, parfois, le refus de battage des sondages.

On note que les résultats des essais pressiométriques et pénétrométriques sont relativement homogènes.

Les procès-verbaux des sondages au pénétromètre dynamique sont fournis en annexe n°5.

9. Synthèse hydrogéologique

9.1. Niveaux d'eau

Les relevés des niveaux d'eau au droit des piézomètres et des sondages à la tarière réalisés à sec sont donnés dans le tableau suivant :

Sondage	Relevé du 09 avril 2024		Relevé du 17 avril 2024	
	m/TN	Cote NGF	m/TN	Cote NGF
ST1	-0,80	118,05	-	-
ST2	-0,86	117,95	-	-
ST3	Sec à -2,00 (base du sondage)	Sec jusqu'à 116,71	-	-
ST4	Sec à -2,00 (base du sondage)	Sec jusqu'à 116,72	-	-
ST5	-1,26	117,54	-	-
SP4+Pz	-	-	-0,95	117,76
SP5+Pz	-	-	-1,11	117,50
SP6+Pz	-	-	-0,86	117,85

La méthodologie de forage (injection de fluide de forage) des sondages profonds (sondages pressiométriques) n'a pas permis de mesurer un niveau d'eau stabilisé durant le chantier. Cependant, le 09 avril 2024, les niveaux d'eau mesurés au droit des sondages à la tarière réalisés à sec étaient situés entre -0,80 et -1,26 m/TN, soit entre les cotes 118,05 et 117,54 NGF. Le 17 avril 2024, les niveaux d'eau mesurés au droit des piézomètres étaient situés entre -0,95 et -1,11 m/TN, soit entre les cotes 117,85 et 117,50 NGF.

Ces niveaux correspondent à la nappe baignant la *Formation de Brie* et pouvant remonter en périodes pluvieuses.

Compte tenu du contexte du site et des caractéristiques du projet, nous recommandons un suivi piézométrique associé à une étude hydrogéologique. Cette dernière permettra de préciser le contexte hydrogéologique du site et de déterminer les niveaux de référence de la nappe au droit du site en phases chantier et définitive et en particulier les Niveaux des Plus Hautes Eaux (NPHE) d'occurrences décennale (NPHE_{10ans}) et centennale (NPHE_{100ans} = Eaux Exceptionnelles (EE)).

De plus, des infiltrations et circulations d'eaux anarchiques sont susceptibles de se produire au sein des horizons superficiels, notamment en périodes pluvieuses.

9.2. Perméabilité des sols superficiels

Cinq essais de perméabilité ont été réalisés au droit des sondages ST1 à ST5, le 09 avril 2024. Il s'agit d'essais de type Porchet permettant de mesurer la perméabilité en infiltration des terrains en place. Le tableau suivant présente les résultats obtenus :

Sondage	Lanterne d'essai (m/TN)	Faciès concerné	Perméabilité moyenne k (m/s)
ST1	Entre 0,0 et -0,80	Remblais	$9,4 \cdot 10^{-7}$
ST2	Entre 0,0 et -0,86		$6,0 \cdot 10^{-6}$
ST3	Entre 0,0 et -1,54		$1,8 \cdot 10^{-6}$
ST4	Entre 0,0 et -2,00		$2,2 \cdot 10^{-6}$
ST5	Entre 0,0 et -1,26		$1,8 \cdot 10^{-5}$

Les essais montrent que les niveaux superficiels (*Remblais*) présentent une perméabilité en infiltration allant de $1,8 \cdot 10^{-5}$ à $9,4 \cdot 10^{-7}$ m/s avec une valeur moyenne de l'ordre de $5,8 \cdot 10^{-6}$ m/s.

Selon les différentes classifications et en prenant en compte la nature des terrains, les résultats obtenus témoignent de sols **peu perméables** selon « Le Forage d'eau » - MABILLOT ou de **faible** perméabilité selon « Fondations et Ouvrages Enterrés » - PHILIPONNAT.

Nous rappelons qu'il s'agit d'essais ponctuels qui ne reflètent que partiellement la perméabilité à l'échelle du site. En effet, la perméabilité est influencée par les variations lithologiques rencontrées au sein des formations. Elle peut ainsi varier d'un point à l'autre.

Les résultats des essais de perméabilité sont fournis en annexe n°6.

Nota : Compte tenu de la sensibilité à l'eau des sols superficiels, les ouvrages d'infiltration devront être éloignés suffisamment ($> 5,0$ m) des constructions projets afin d'éviter toute impact sur ces dernières.

10. Synthèse des essais en laboratoire

10.1. Identifications GTR

Les résultats des essais en laboratoire réalisés par nos soins dans le cadre de la présente étude G2-AVP sont présentés dans le tableau ci-après :

Sondage	Profondeur		Formation	Teneur en eau w (%)		Granulométrie			VBS	W_l (%)	W_p (%)	I_p (%)	I_c (%)	Classe G.T.R.
	m/TN	NGF		$0 / D_{max}$	$0 / 5$ mm	D_{max} (mm)	$< 2,00$ mm (%)	< 80 μm (%)						
SP4 +Pz	-0,55 à -1,60	118,21 à 117,11	Formation de Brie	20,31	21,74	12	86,85	55,78	5,2	-	-	-	-	F2 (ex A2)
SP5 +Pz	-0,50 à -1,50	118,11 à 117,11	Remblais	20,08	22,83	13	81,31	10,18	3,3	-	-	-	-	S4
	-1,50 à -2,50	117,11 à 116,11	Formation de Brie	27,71	30,66	12	82,94	58,44	11,0	75,2	28,3	47	1,01	F4 (ex A4)
SP6 +Pz	-4,50 à -5,00	114,21 à 113,71	Argile verte de Romainville	25,89	25,89	2	99,83	97,82	13,0	71,9	26,7	45	1,02	F4 (ex A4)
SP7	-2,00 à -2,70	116,59 à 115,89	Remblais	17,34	20,56	10	77,35	31,27	3,6	-	-	-	-	I2 (ex B6)

Légende :

- w : Teneur en eau naturelle,
- D_{max} : Diamètre du plus gros élément,
- $< 2,00$ mm : Pourcentage d'éléments passant au tamis de 2 mm,
- $< 0,08$ mm : Pourcentage d'éléments fins passant au tamis de 80 microns,
- VBS : Valeur au Bleu de Méthylène,
- W_l : Limite de liquidité,
- W_p : Limite de plasticité,
- I_p : Indice de plasticité,
- I_c : Indice de consistance.

10.2. Classification des matériaux

Ces essais permettent de classer les échantillons selon le GTR (Guide Technique des Terrassements Routiers, Réalisation des remblais et des couches de formes, LCPC / SETRA, 1992) et la norme qui en découle NF P 11-300.

Remblais :

Les échantillons prélevés au sein de l'horizon des *Remblais*, sont constitués de sols intermédiaires de classe GTR « I2 » à sableux de classe GTR « S4 ».

Les matériaux de classe GTR « I2 » sont des sols intermédiaires et les matériaux de classe GTR « S4 » sont des sols sableux avec des fines, peu plastiques, sensibles à la variation de la teneur en eau avec des chutes de portance et de consistance pour une augmentation de celle-ci.

Formation de Brie :

Les échantillons prélevés au sein de l'horizon de la *Formation de Brie*, sont constitués de sols fins de classes GTR « F2 » à « F4 ».

Les matériaux de classe « F2 » sont des sols fins peu plastiques, sensibles à la variation de la teneur en eau avec des chutes de portance et de consistance pour une augmentation de celle-ci.

Quant aux sols de classe GTR « F4 », ils sont très cohérents et très plastiques avec une variation de teneurs en eau très lente en place. Ils sont sensibles au phénomène de retrait/gonflement.

Argile verte de Romainville :

Les échantillons prélevés au sein de l'horizon de l'*Argile verte de Romainville*, sont constitués de sols fins de classe GTR « F4 ».

Quant aux sols de classe GTR « F4 », ils sont très cohérents et très plastiques avec une variation de teneurs en eau très lente en place. Ils sont sensibles au phénomène de retrait/gonflement.

10.3. Analyses physico-chimiques

Les résultats des essais en laboratoire pour les teneurs en sulfates déterminées en mg/kg Ms et en % MS et les teneurs en matière organique (MO) déterminées en % MS, sont résumés dans le tableau suivant :

Sondage	Profondeur		Formation	SO4 (%MS)		Matière organique (% MS)
	m/TN	NGF		mg/kg MS	% MS	
SP4+Pz	-0,55 à -1,60	118,21 à 117,11	Formation de Brie	99	0,0099	3,0
SP5+Pz	-0,50 à -1,50	118,11 à 117,11	Remblais	17 300	1,7300	5,1
	-1,50 à -2,50	117,11 à 116,11	Formation de Brie	5 450	0,5450	6,5
SP6+Pz	-4,50 à -5,00	114,21 à 113,71	Argile verte de Romainville	378	0,0378	5,9
SP7	-2,00 à -2,70	116,59 à 115,89	Remblais	2 680	0,2680	3,8

Légende :

SO₄ : Teneur en sulfates,

MO : Teneur en Matières Organiques.

Les teneurs en sulfates des matériaux prélevés au sein des horizons des *Remblais* sont compris entre 0,3 et 1,7 %, supérieur au seuil d'admissible de 0,5 %, au sein de la *Formation de Brie* sont compris entre 0,01 et 0,5 %, correspondant au seuil admissible de 0,5 % et au sein de l'*Argile verte de Romainville* à 0,04 %, inférieure au seuil admissible de 0,5 %. Les teneurs en matières organiques des *Remblais*, de la *Formation de Brie* et de l'*Argile verte de Romainville* ont été mesurés entre 3,0 et 6,5 % MS.

Les procès-verbaux des essais en laboratoire sont donnés en annexe n°7.

10.4. Réutilisation des matériaux du site en remblai technique ou en couche de forme

Remblais :

Compte tenu de leur nature hétérogène, les matériaux issus des *Remblais* sont exclus de toute réutilisation en couche de forme.

Quant à leur réutilisation en remblais techniques, elle est exclue sous des ouvrages (remblais supports de structure de chaussée, assises de canalisations...). Hors zone d'ouvrage (remblais en terre, aménagement d'espaces verts...), une réutilisation reste envisageable sous réserve d'éliminer les matériaux évolutifs très hétérogènes et/ou blocs susceptibles d'être rencontrés au sein de cet horizon.

Formation de Brie :

Compte tenu de la présence de matériaux de classe GTR « F4 » au sein de la *Formation de Brie*, sa réutilisation en couche de forme nécessiterait au préalable un tri et élimination de cette fraction plastique, opération complexe et donc difficilement réalisable.

Dans ce contexte, en première approche, la réutilisation des sols du site issus de la *Formation de Brie* est envisageable uniquement en remblai technique. Elle est fonction de leur état hydrique. En particulier, ces matériaux sont exclus de toute réutilisation s'ils sont dans un état hydrique très humide « th », sec « s » ou très sec « ts ».

Lorsqu'ils sont dans un état hydrique moyen « m » ou humide « h » et selon les conditions météorologiques, ils peuvent être réutilisés en remblai technique après traitement avec un réactif adapté (sous réserve de vérifier l'aptitude au traitement et de définir les dosages adéquats en vérifiant les critères de portance et de gonflement).

Quant à un réemploi en couche de forme de ces terrains, en première approche, il n'est donc pas envisageable.

Dans tous les cas, pour une réutilisation des matériaux in-situ en remblai technique, il conviendra de respecter les prescriptions du GTR. Ainsi, les teneurs en eau devront être vérifiées pendant toute la durée des travaux de terrassements.

Argile verte de Romainville :

La réutilisation des matériaux issus de l'*Argile verte de Romainville*, de classe GTR « F4 » en couche de forme, est déconseillée, étant donné la forte plasticité du matériau et sa forte sensibilité au phénomène de retrait/gonflement.

Quant à un réemploi en remblai technique de ces terrains, en première approche, il est envisageable et fonction de leur état hydrique. En particulier, ces matériaux sont exclus de toute réutilisation s'ils sont dans un état hydrique très humide « th », sec « s » ou très sec « ts ».

Lorsqu'ils sont dans un état hydrique moyen « m » ou humide « h » et selon les conditions météorologiques, ils peuvent être réutilisés en remblai technique après traitement avec un

réactif adapté (sous réserve de vérifier l'aptitude au traitement et de définir les dosages adéquats en vérifiant les critères de portance et de gonflement).

Dans tous les cas, pour une réutilisation des matériaux in-situ en remblai technique, il conviendra de respecter les prescriptions du GTR. Ainsi, les teneurs en eau devront être vérifiées pendant toute la durée des travaux de terrassements.

Remarques :

- Une attention particulière devra être portée sur les bancs et/ou blocs indurés que peuvent renfermer ces horizons.
- Compte tenu de la présence de la nappe en subsurface, le traitement des sols en place ou la mise en œuvre de matériaux traités paraît difficilement envisageable. En effet, des remontées par capillarité de la nappe pourrait causer des problèmes de portance sur les arases et plateformes traitées.

Ainsi, avant tout traitement, l'entreprise devra assurer l'obligation de résultats.

Dispositions particulières :

- Si un traitement des matériaux issus de la *Formation de Brie* est envisagé, il conviendra de réaliser, au préalable, une étude d'aptitude au traitement et de formulation afin de confirmer la faisabilité en vérifiant les critères de portance et de gonflement et définir les dosages adéquats.
- La *Formation de Brie* comporte des blocs indurés de toutes tailles rendant ainsi son traitement en place difficile. L'élimination de ces blocs est nécessaire pour assurer la bonne exécution des travaux (compactage, malaxage en cas de traitement...).
- Une attention particulière devra être portée aux conditions météorologiques au moment des travaux. En effet, les sols du site étant sensibles aux variations hydriques, il est préférable de réaliser les terrassements en période favorable.
- Si au moment des travaux les matériaux rencontrés sont trop humides, l'association du traitement avec de la chaux peut s'imposer pour ajuster leur état hydrique et réduire leur teneur en eau, afin d'atteindre un état humide « h » ou moyen « m ».

10.5. Agressivité des sols vis-à-vis du béton

Concernant l'agressivité du sol vis-à-vis du béton, des échantillons de sol prélevés au sein des *Remblais* et de la *Formation de Brie* au droit des sondages SP4+Pz à SP7 ont été testés. L'étude a été menée sur la base du fascicule FD P 18-011 et la norme NF EN 206+A2/CN. Les résultats sont détaillés dans le tableau ci-dessous :

		SP4+Pz de -0,55 à -1,60 m/TN	SP5+Pz de -0,50 à -1,50 m/TN	SP5+Pz de -1,50 à -2,50 m/TN	SP6+Pz de -4,50 à -5,00 m/TN	SP7 de -2,00 à -2,70 m/TN
Formations		<i>Formation de Brie</i>	<i>Remblais</i>	<i>Formation de Brie</i>	<i>Argile verte de Romainville</i>	<i>Remblais</i>
Agents agressifs	SO₄ (mg/kg)	1 290	27 100	5 020	1 450	3 620
	Acidité selon Baumann-Gully (ml/kg)	12	12	16	15	17

Le fascicule FD P 18-011 et la norme NF EN 206+A2/CN définissent 3 classes d'exposition dépendant de la teneur en sulfates et de l'acidité. Les seuils établis sont résumés ci-après :

Agents agressifs	Classe d'agressivité		
	Faible agressivité chimique XA1	Agressivité chimique modérée XA2	Forte agressivité chimique XA3
Teneur en sulfates SO₄ (mg/kg)	≥ 2 000 à ≤ 3 000	> 3 000 à ≤ 12 000	> 12 000 à 24 000
Acidité selon Baumann-Gully (ml/kg)	> 200	-	-

En conséquence, selon le fascicule FD P 18-011 et la norme NF EN 206+A2/CN, les résultats montrent que les sols issus des *Remblais* présentent une forte agressivité chimique vis-à-vis du béton (classe d'agressivité XA3) et les sols issus de la *Formation de Brie* présentent une agressivité chimique modérée (classe d'agressivité XA2).

Dans tous les cas, il conviendra de se conformer au type de béton et aux préconisations à respecter vis-à-vis de l'agressivité du milieu. En particulier, la classe de résistance minimale du béton des infrastructures et des fondations en contact avec les *Remblais* devra être d'au moins C40/50.

De plus au regard des seuils très élevés des teneurs en sulfates mesurées dans les *Remblais* (> à 24 000 mg/kg MS), il est nécessaire de prévoir une étude spécifique (voir BET béton) démontrant que le béton résistera à des telles attaques et de prévoir une protection externe (enduit, revêtements ou internes (imprégnation)).

Le procès-verbal des essais en laboratoire est donné en annexe n°7.

INTERPRETATIONS ET RECOMMANDATIONS

11. Synthèse géotechnique et hydrogéologique

Dans le cadre du projet, la reconnaissance du site a mis en évidence le contexte géotechnique et hydrogéologique suivant :

▪ **Terrains traversés :**

Sous une couche de *Gazon synthétique* ou d'*Enrobé bitumineux* et de *Béton* de 0,10 à 0,25 m d'épaisseur en moyenne, le contexte géotechnique du site reconnu est le suivant :

Formation	Base de la formation		Nature lithologique	Compacité
	m/TN	NGF		
<i>Remblais</i>	-0,55 / -2,70	118,16 / 115,89	<ul style="list-style-type: none"> - Argile sablo-graveleuse, sable graveleux à marne argileuse marron grisâtre, rougeâtre, verdâtre à jaunâtre avec cailloutis et brique - Sols intermédiaires de classe GTR « I2 », à sableux de classe GTR « S4 », sensibles à l'eau avec des chutes de portance et de consistance lorsque la teneur en eau augmente - Horizon peu perméable ou de faible perméabilité - La présence de surépaisseurs locales n'est pas à exclure 	Faible à élevée
<i>Formation de Brie</i>	-3,80 / -4,50	114,83 / 114,21	<ul style="list-style-type: none"> - Remontée sableuse fin légèrement argileux, marneuse à marno-calcaireuse marron beige avec cailloutis calcaires - Peut contenir des blocs et/ou bancs indurés de calcaire - Sols fins de classe GTR « F2 » à « F4 », sensibles à l'eau - Renferme des niveaux argileux sensibles au phénomène de retrait/gonflement 	Moyenne à très élevée
<i>Argile verte de Romainville</i>	-10,10 / -10,50	108,59 / 108,37	<ul style="list-style-type: none"> - Remontée argileuse verdâtre - Sols fins de classe GTR « F4 », sensibles à l'eau - Formation sensible au phénomène de retrait/gonflement 	Moyenne à élevée
<i>Marnes supragypseuses</i>	< -20,01	< 98,68	<ul style="list-style-type: none"> - Remontée marneuse et argileuse beige grisâtre et bleutée - Renferment des niveaux calcaireux indurés 	Elevée à très élevée

▪ **Hydrogéologie :**

En avril 2024, les niveaux d'eau mesurés au droit des sondages à la tarière réalisés à sec étaient situés entre -0,80 et -1,26 m/TN, soit entre les cotes 118,05 et 117,54 NGF. Le 17 avril 2024, les niveaux d'eau mesurés au droit des piézomètres étaient situés entre -0,95 et -1,11 m/TN, soit entre les cotes 117,85 et 117,50 NGF.

Ces niveaux correspondent à la nappe baignant la *Formation de Brie* et pouvant remonter en périodes pluvieuses.

Compte tenu du contexte du site et des caractéristiques du projet, nous recommandons un suivi piézométrique associé à une étude hydrogéologique. Cette dernière permettra de préciser le contexte hydrogéologique du site et de déterminer les niveaux de référence de la nappe au droit du site en phases chantier et définitive et en particulier les Niveaux des Plus Hautes Eaux (NPHE) d'occurrences décennale (NPHE_{10ans}) et centennale (NPHE_{100ans} = Eaux Exceptionnelles (EE)).

De plus, des infiltrations et circulations d'eaux anarchiques sont susceptibles de se produire au sein des horizons superficiels, notamment en périodes pluvieuses.

Les horizons superficiels des *Remblais* présentent en partie supérieure et jusqu'à 2,0 m de profondeur une capacité d'infiltration faible avec une valeur moyenne de l'ordre de $5,8 \cdot 10^{-6}$ m/s.

12. Fondations

Nous rappelons que notre étude intervient dans une phase préalable, avant toute définition d'un projet architectural. Ainsi, nous ne disposons d'aucune information concernant la construction projetée (implantation, superficie et nombre d'étages du bâtiment). Néanmoins, d'après les informations transmises, le bâtiment projeté possèdera 2 niveaux de sous-sols que nous allons considérer comme totaux.

De plus, les cotes des niveaux finis des planchers bas projetés ne sont pas définies. Ainsi, nous allons considérer dans la suite de l'étude, les cotes suivantes (à confirmer) :

Niveau	Niveau fini du plancher bas du bâtiment	
	m/RDC	NGF
RDC	0,00	118,7
R-1	-3,0	115,7
R-2	-6,0	112,7

12.1.Principe de fondations

Le contexte géotechnique est caractérisé par :

- Présence de *Remblais*, inadaptés à toute assise de fondations, et identifiés jusqu'à -0,55 / -2,70 m/TN, soit 118,16 / 115,89 NGF, au droit de nos sondages.
- Présence de la nappe de Brie à faible profondeur et dont le niveau stabilisé a été mesuré en avril 2024 entre -0,95 et -1,11 m/TN, soit entre les cotes 117,85 et 117,50 NGF.
- Présence d'*Argiles Vertes* sensibles au phénomène de retrait/gonflement et présentant un fort potentiel de fluage à partir de -3,80 / -4,50 m/TN et allant jusqu'à -10,10 / -10,50 m/TN.

Le fond de fouille général du projet sera alors situé au sein des *Argiles Vertes*.

Compte tenu de ces éléments, **pour un projet avec des descentes de charges modérées (inférieures à 2700 kN et 450 kN/ml aux ELS)**, on pourra s'orienter vers un mode de **fondations superficielles de type semelles isolées et/ou filantes** ancrées d'au moins 0,50 m au-delà du fond de fouille, au sein des *Argiles Vertes*.

De plus, compte tenu de la sensibilité des sols d'assise au phénomène de retrait/gonflement, les semelles filantes devront être renforcées. En cas de semelles isolées, celles-ci devront être rigidifiées par un système de longrine.

Pour des descentes de charges élevées (supérieures à 2700 kN et/ou 450 kN/ml aux ELS), on s'orientera vers des **fondations profondes de type pieux**. Les pieux devront être descendus au-delà des *Remblais* et des *Argiles Vertes*.

NOTA :

Pour rappel, notre étude intervient dans une phase préalable, avant toute définition d'un projet architectural. Ainsi, nous ne disposons d'aucune information concernant l'implantation de la construction projetée. Lorsque celle-ci sera définie, si certaines constructions existantes se retrouvent en mitoyenneté du projet, la reconnaissance de leurs fondations / structures enterrées sera nécessaire afin de préciser les dispositions constructives des travaux de fondations à leurs droits.

Dispositions constructives entre fondations voisines :

Entre fondations voisines, on veillera à respecter l'une des règles de mitoyenneté suivantes :

- Soit, les fondations voisines devront être descendues au même niveau.
- Soit, on respectera la règle du redan, soit une pente de 3H/2V entre bord de fondations voisines à niveaux différents.
- Soit, on veillera à prendre en compte dans le dimensionnement des voiles enterrés et des fondations, des efforts parasites appliqués par les fondations situées plus haut en altimétrie.

12.2. Pré-dimensionnement des fondations superficielles

12.2.1. Capacité portante

Le calcul de la contrainte au sol a été effectué conformément à la méthode pressiométrique de la norme NF P 94-261 « Justification des ouvrages géotechniques - Normes d'application nationale de l'Eurocode 7 - Fondations superficielles ».

En se basant sur les résultats des sondages pressiométriques, les inégalités suivantes doivent être vérifiées pour le dimensionnement de l'ensemble des semelles du projet sous des charges verticales centrées :

Horizon d'ancrage : Argiles Vertes	
Aux ELS (sous combinaisons caractéristiques et quasi-permanentes)	$V_d \leq 0,300 \text{ MPa} \times A' = 300 \text{ kPa} \times A'$
Aux ELU (sous combinaisons fondamentales)	$V_d \leq 0,492 \text{ MPa} \times A' = 492 \text{ kPa} \times A'$

avec :

- V_d : ensemble des charges verticales transmises par la fondation au sol,
- A' : surface effective ou comprimée de la semelle.

12.2.2. Estimation des tassements

Dans les conditions aux ELS, en respectant le niveau d'ancrage précédemment défini et sous réserve d'une assise homogène, le tableau suivant reprend les tassements absolus et différentiels du sol sous les charges verticales centrées suivantes données à titre indicatif, avec les dimensions de fondations prises comme hypothèse :

Fondation			Sollicitations aux ELS		Tassements	
Type	L (m)	B = B ⁽¹⁾ (m)	Contrainte admissible du sol d'assise σ_{adm} (MPa)	Charges maximales pouvant être reprises au pied de fondation V _d	Absolus (mm)	Différentiel (mm)
Semelle isolée	1,5	1,5	0,300	675 kN	≈ 3,3	<5
	3,0	3,0		2700 kN	≈ 4,9	
Semelle filante	-	1,0		300 kN/ml	≈ 4,2	
	-	1,5		450 kN/ml	≈ 5,0	

(1) Nous avons considéré des semelles entièrement comprimées sous l'effet de la charge verticale centrée.

Pour les charges verticales centrées considérées, les tassements absolus prévisibles seraient compris entre 3,3 et 5,0 mm. Les tassements différentiels seraient alors inférieurs à 5,0 mm.

Il reviendra au BE Structure de statuer sur l'admissibilité des tassements vis-à-vis des structures projetées.

Remarque : Nous attirons votre attention sur le fait que ces estimations de tassements des différentes fondations ne sont données qu'à titre indicatif. Les tassements réels devront être estimés une fois les descentes de charges du projet définies, dans le cadre d'une mission G2-PRO.

12.2.3. Sujétions d'exécution des fondations superficielles

La mise en œuvre d'une solution de fondations superficielles par semelles isolés et / ou semelles filantes devra être conforme aux règles de l'art et aux documents en vigueur (NF P 94-261). Plus particulièrement, dans le cadre de cette étude, cela implique les sujétions suivantes :

- L'homogénéité des fonds de fouilles de fondations sera soigneusement vérifiée. En cas de surépaisseur de *Remblais*, de présence de poches molles ou terrains remaniés par les intempéries et/ou les travaux ainsi que de points durs, ce sol devra être purgé et remplacé par un rattrapage en gros béton,
- En fonction des profondeurs d'assise des fondations, un blindage des fouilles des fondations pourra s'avérer nécessaire afin d'assurer la bonne tenue des parois,
- Les fondations devront être coulées en pleine fouille immédiatement après terrassements. Alternativement, afin d'éviter une décompression du fond de la fouille, celui-ci devra être protégé immédiatement par un béton de propreté,
- La largeur minimale des fondations sera déterminée par un BE Structure ; elle ne sera toutefois pas inférieure à 0,7 m pour des semelles isolés et 0,5 m pour des semelles filantes,
- Compte tenu de la proximité de la nappe, l'entreprise devra prévoir les moyens nécessaires afin d'assurer la réalisation des fondations à sec (rabattement de la nappe à prévoir),
- Entre fondations voisines, on respectera les règles de mitoyenneté,
- Des niveaux indurés (blocs et/ou bancs de calcaire) peuvent être rencontrés lors des travaux de terrassements, nécessitant l'utilisation d'outils adaptés,

12.3. Pré-dimensionnement des fondations profondes

12.3.1. Hypothèses de calcul

▪ **Nomenclature** :

La technique de forage des pieux devra être adaptée au contexte géotechnique et hydrogéologique du site, et en particulier à la faible cohésion des terrains au sein des *Remblais* et à la présence de la nappe.

De plus, l'entreprise devra mettre en place les moyens nécessaires pour traverser les blocs et niveaux indurés pouvant être rencontrés au sein des différentes formations.

Suivant la nomenclature de la norme d'application nationale de l'Eurocode 7, relative aux fondations profondes, (norme NF P 94-262), les pieux pouvant être retenus à titre d'exemple sont dénommés ainsi :

- Pieux forés simples, de classe 1 et de catégorie 1 (abréviation FS),
- Pieux forés boue de classe 1 et de catégorie 2 (abréviation FB),
- Pieux forés à la tarière creuse continue simple rotation ou double rotation, de classe 2 et de catégorie 6 (abréviation FTC),
- Pieux forés tubés (virole perdue ou récupérée), de classe 1 et respectivement de catégorie 3 (abréviation FTP) et 4 (abréviation FTR), ...

Remarque : Compte tenu de la présence de blocs et/ou bancs indurés de toutes tailles au sein des différentes formations rencontrées, l'entreprise devra mettre les moyens nécessaires pour les traverser. La technique de forage retenue par l'entreprise devra tenir compte de cet élément. Nous rappelons que la technique de forage des pieux est de l'entière responsabilité de l'entreprise. Elle ne pourra se prévaloir d'aucun surcoût lié à une nécessité de tubage au sein des formations ou la traversée de bancs ou blocs indurés.

Dans la suite de l'étude, nous allons considérer à titre d'exemple la réalisation de pieux forés à la tarière creuse continue simple rotation ou double rotation.

▪ **Contraintes de compression du béton de structure du pieu** :

Conformément à la norme NF P 94-262, la résistance caractéristique à la compression simple du béton, f_{ck}^* , à prendre en compte pour les vérifications des contraintes de compression du béton sur la surface de la section la plus sollicitée du pieu est présentée dans le tableau suivant, en fonction de la géométrie (Diamètre B et longueur L) des pieux et pour un béton de classe C40/50 :

Classe du béton	Type de pieux	Diamètre des pieux B (mm)	Résistance caractéristique à la compression simple du béton : f_{ck}^* (MPa)	
			Si $L \leq 20 B$	Si $L > 20 B$
C40/50	Forés Tarière Creuse (FTC)	420	20,39	19,49
		520	21,37	20,39
		Si $B \geq 620$	22,22	21,16

La valeur moyenne de la contrainte de compression du béton dans la section la plus sollicitée du pieu, σ_{cmoy} , ne doit pas excéder les valeurs suivantes :

Contrôle renforcé	Type de pieux / Classe de béton	Diamètre des pieux B (mm)	Contrainte de compression moyenne du béton dans la section la plus sollicitée du pieu : σ_{cmoy} (MPa)			
			ELS caractéristique ⁽¹⁾		ELU fondamentale ⁽²⁾	
			Si L ≤ 20 B	Si L > 20 B	Si L ≤ 20 B	Si L > 20 B
Sans contrôle renforcé	Forés Tarière Creuse (FTC) C40/50	420	6,12	5,85	10,87	10,40
		520	6,41	6,12	11,40	10,87
		Si B ≥ 620	6,67	6,35	11,85	11,29

(1) Dans nos calculs, nous n'avons pas considéré la réalisation d'un contrôle renforcé de la qualité et de la continuité du fût des pieux. Lorsqu'il est procédé à un contrôle renforcé, les contraintes calculées peuvent être augmentées de 20 %.

(2) Dans nos calculs, nous avons considéré que les pieux ne sont pas armés.

12.3.2. Paramètres de dimensionnement

Pour les calculs justificatifs de portance des fondations, on retiendra à ce stade et pour les phases ultérieures du projet, la procédure « modèle de terrain » décrite dans la norme NF P 94-262, à partir des essais pressiométriques.

▪ Modèle géotechnique :

Le modèle géotechnique retenu pour le dimensionnement des pieux est le suivant :

Formation	Profondeur de la base (NGF)	Pression de fluage p_r^* (MPa)	Pression limite p_i^* (MPa)	Module pressiométrique E_M (MPa)
Remblais	115,9	0,32	0,45	5,7
Formation de Brie	114,2	0,58	0,95	15,5
Argile verte de Romainville	108,4	0,70	0,97	15,4
Marnes supragypseuses	< 98,7	1,60	2,31	40,5

▪ **Paramètres de dimensionnement :**

Les paramètres retenus pour le dimensionnement des pieux FTC sont synthétisés dans le tableau récapitulatif suivant :

Formation	Profondeur de la base		Classe de sol (NF P 94-262)	k_p max (⁽²⁾)	p_i^* (MPa)	$\alpha_{\text{pieu-sol}}$	f_{sol} (kPa)	$q_{s,i}$ max (kPa)	$q_{s,i}$ retenu (kPa)
	m/PFT ⁽¹⁾	NGF ⁽¹⁾							
Terrassements du massif tête de pieux et du R-2	-4,0	111,7	-	-	-	-	-	-	Négligé
Argile verte de Romainville	-7,3	108,4	Argile ferme	1,30	0,97	1,50	41,47 (courbe Q1)	90	62,2
Marnes supragypseuses	<-17,0	< 98,7	Sol intermédiaire à tendance argileuse	1,30	2,31	1,50	46,92 (courbe Q1)	90	70,4

(1) La Plateforme de Travail (PFT) est supposée située à 115,7 NGF (Niveau Bas du R-1 supposé).

(2) La valeur k_p est prise égale à sa valeur maximale, $k_{p,max}$ pour un encastrement relatif $D_{ef}/B > 5$. De plus, on veillera à assurer un encastrement effectif dans la couche porteuse d'au moins égal à $3 B$ ou $1,50$ m pour des pieux de diamètre B supérieur à $0,5$ m.

Remarque :

- ✓ Pour différencier l'horizon marneux correspondant aux *Marnes de Pantin* de l'horizon argileux correspondant aux *Marnes d'Argenteuil*, un sondage carotté pourra être effectué dans le cadre de la mission G2 PRO ou G3. Des essais de Caco3 pourront être effectués.
- ✓ Ces paramètres de dimensionnement sont fournis pour des techniques traditionnelles d'exécution des pieux. En fonction des techniques spécifiques proposées par les entreprises, ces valeurs pourront être optimisées.

12.3.3. Exemples de dimensionnement des pieux

▪ **Justification des pieux vis-à-vis des efforts de compression :**

- Vérifications aux Etats limites de Service (ELS) :

On vérifie que la mobilisation du terrain demeure inférieure à la valeur de calcul de la charge de fluage en compression, notée $R_{C;cr;d}$.

- Vérification aux Etats limites Ultimes (ELU) :

On vérifie que la charge de calcul demeure inférieure à la valeur de calcul de la portance de la fondation profonde en compression, notée $R_{c;d}$.

Exemple de calculs de portance aux ELU/ELS :

Le tableau ci-après fournit des exemples de pieux FTC aux ELS et ELU, et cela pour différents diamètres de pieux.

Les calculs ont été réalisés à l'aide du logiciel Foxta v4.

Géométrie des pieux			Dimensionnement des pieux aux ELS			Dimensionnement des pieux aux ELU		
Fiche du pieu		Diamètre B (mm)	Sous combinaisons quasi-permanentes	Sous combinaisons caractéristiques		Sous combinaisons fondamentales		Sous combinaisons accidentelles
Cote NGF	m/PFT (1)		Charges admissibles $R_{c;cr;d}$ (kN)	Charges admissibles $R_{c;cr;d}$ (kN)	Contrainte en tête de pieu (MPa)	Charges admissibles $R_{c;d}$ (kN)	Contrainte en tête de pieu (MPa)	Charges admissibles $R_{c;d}$ (kN)
100,7	-15,0	720	1289,5	1576,8	3,87	2093,0	5,14	2302,6
100,7	-15,0	820	1538,2	1880,8	3,56	2522,7	4,78	2775,3
100,7	-15,0	920	1803,8	2205,6	3,32	2986,3	4,49	3285,2

(1) La Plateforme de Travail (PFT) est supposée située à 115,7 NGF (Niveau Bas du R-1 supposé).

12.3.4. Groupe de pieux

Selon les normes en vigueur, pour la mise en place des groupes des pieux, il convient de respecter une distance minimale entre axe égale à 3 diamètres, pour éviter l'effet de groupe.

Remarque : Dans le cas où l'entraxe entre les pieux serait inférieur à 3 fois le diamètre, il sera nécessaire de tenir compte de l'effet de groupe, en prenant en compte un coefficient d'efficacité C_e .

12.3.5. Sujétions d'exécution des fondations profondes

Le mode d'exécution des fondations profondes devra être conforme aux documents en vigueur (NF P 94-262) ou du cahier des charges techniques du procédé. Plus particulièrement, dans le cadre de cette étude, cela implique les sujétions suivantes :

- La technique de forage des fondations profondes devra être adaptée aux blocs et niveaux indurés dans les différentes formations traversées. Dans tous les cas, l'entreprise devra mettre en œuvre le matériel nécessaire pour atteindre les profondeurs requises (l'utilisation d'un outil spécial n'est pas à exclure),
- La technique de forage devra être adaptée à la faible cohésion (voire nulle en présence d'eau) des terrains traversés,
- Une surconsommation de béton est à prévoir dans les terrains superficiels (*Remblais*),
- Si les fondations profondes sont soumises à des efforts horizontaux, de traction et/ou moments, elles devront alors être armées en conséquence,
- Selon le type de fondations profondes retenu, des contrôles devront être réalisés conformément à la norme NF P 94-262,
- La reconnaissance des terrains doit être menée jusqu'à une cote suffisante sous la fiche des fondations profondes. Cette cote est située à une distance, sous la base proposée pour la pointe des fondations profondes, au moins égale à 5 fois leur diamètre. Des reconnaissances complémentaires pourront donc s'avérer nécessaires pour respecter ce critère,
- Le contrôle des fondations profondes devra être conforme au Fascicule n°68 et aux normes NF EN 1536 et NF P 94-262, sauf avis contraire du marché.

13. Terrassements et soutènements

Nous rappelons que notre étude intervient dans une phase préalable, avant toute définition d'un projet architectural. Ainsi, nous ne disposons d'aucune information concernant la construction projetée (implantation, superficie et nombre d'étages du bâtiment). Néanmoins, d'après les informations transmises, le bâtiment projeté possèdera 2 niveaux de sous-sols que nous allons considérer comme totaux.

De plus, les cotes des niveaux finis des planchers bas projetés ne sont pas définies. Ainsi, nous allons considérer dans la suite de l'étude, les cotes suivantes (à confirmer) :

Niveau	Niveau fini du plancher bas du bâtiment	
	m/RDC	NGF
RDC	0,00	118,7
R-1	-3,0	115,7
R-2	-6,0	112,7
Fond de fouille	-6,5	112,2

Dans ce cas, les terrassements du projet intéresseront principalement les *Remblais*, la *Formation de Brie* et les *Argiles Vertes*.

▪ **Disposition vis-à-vis de la présence d'eau :**

En avril 2024, les niveaux d'eau mesurés au droit des sondages à la tarière réalisés à sec étaient situés entre -0,80 et -1,26 m/TN, soit entre les cotes 118,05 et 117,54 NGF. Le 17 avril 2024, les niveaux d'eau mesurés au droit des piézomètres étaient situés entre -0,95 et -1,11 m/TN, soit entre les cotes 117,85 et 117,50 NGF.

Ces niveaux correspondent à la nappe baignant la *Formation de Brie* et pouvant remonter en périodes pluvieuses.

Ainsi, en se basant sur ces observations et en première approche, en phase chantier, le fond de fouille devrait être situé entre 5,3 et 5,9 m sous la nappe.

De plus, nous rappelons que les niveaux de la nappe mesurés sont susceptibles de remonter, notamment en périodes pluvieuses prolongées.

Ainsi, compte tenu du contexte du site et des caractéristiques du projet, nous recommandons un suivi piézométrique associé à une étude hydrogéologique. Cette dernière permettra de préciser le contexte hydrogéologique du site et de déterminer les niveaux de référence de la nappe au droit du site en phase chantier.

Dans tous les cas, afin de réaliser les travaux de terrassements et des fondations à sec, l'entreprise devra prévoir la mise en œuvre d'un dispositif adapté de rabattement de la nappe.

Le système à mettre en place devra éviter l'entraînement des particules fines. De plus, il faudra connaître les dispositions de rejet des eaux pompées et se conformer aux recommandations des services compétents.

Il devra être dimensionné en tenant compte des perméabilités et débits d'exhaure à estimer dans le rapport d'étude hydrogéologique.

Recommandations :

- Dans tous les cas, il est recommandé de réaliser les travaux en périodes de basses eaux (hors périodes de recharge de la nappe).
- Il conviendra de mesurer le niveau de la nappe avant le début des terrassements afin d'adapter si nécessaire les dispositifs de gestion de l'eau en phase chantier.

▪ **Excavation des terres :**

Les travaux de terrassements intéresseront principalement les *Remblais* la *Formation de Brie* et les *Argiles Vertes*. Ils devront prendre en considération la faible cohésion à court terme (nulle à long terme et/ou en présence d'eau) des terrains traversés.

De plus, l'entreprise devra prévoir les moyens et outils nécessaires pour le passage et l'extraction des blocs et niveaux indurés mis en évidence au sein des différentes formations rencontrées (présence de blocs et/ou bancs calcaires de toutes tailles).

▪ **Techniques de terrassements et de soutènements :**

Pour rappel, notre étude intervient dans une phase préalable, avant toute définition d'un projet architectural. Ainsi, nous ne disposons d'aucune information concernant l'implantation de la construction projetée. Lorsque celle-ci sera définie, si certaines constructions existantes se retrouvent en mitoyenneté du projet, la reconnaissance de leurs fondations / structures enterrées sera nécessaire afin de préciser les dispositions constructives des travaux de terrassements à leurs droits.

Une fois les conditions de réalisation des terrassements à sec assurées, compte tenu que les hauteurs de terrassement seront inférieures à 7 m, on pourra s'orienter vers des techniques de terrassement/soutènement « traditionnelles ».

Si les contraintes du site le permettent (emprise des niveaux enterrés, recul suffisant vis-à-vis des limites de propriété et des éventuels mitoyens...), les travaux de terrassements pourront être réalisés par talutage sur toute la hauteur de la fouille ou par talutage uniquement en partie supérieure (pré-talutage) puis poursuivis en passes alternées avec butonnage à l'avancement. Dans ces conditions, en l'absence de toute surcharge en tête et en présence d'une protection de la surface du talus contre les

intempéries, la pente maximale du talus à court-terme ne devra pas dépasser la valeur de 3H/2V. Ces indications sont données pour des matériaux secs. Ce profil pourra être ajusté selon les premières ouvertures de fouilles.

En cas d'impossibilité de réalisation de talutage (limite de propriété, recul insuffisant vis-à-vis des constructions ou ouvrages avoisinants...), il conviendra de prévoir des dispositions particulières de soutènement des terres de type puits blindés par plots alternés en mitoyenneté d'ouvrages et, dans les autres secteurs, voiles contre terre réalisés par passes alternées avec butonnage à l'avancement, ou tout autre système de soutènement équivalent permettant de garantir la stabilité des fouilles.

Les hauteur et largeur des passes/plots devront être adaptées à la faible cohésion, voire nulle à long terme, des *Remblais* et de la *Formation de Brie*.

Dispositions constructives :

- En cas de solution de soutènement nécessitant un système de butonnage oblique, un soin particulier devra être apporté aux semelles des butons. De plus, on s'assurera qu'elles mobilisent effectivement les contraintes verticales et la butée des terrains.
 - Chaque passe ouverte devra être projetée dans la journée ou blindée pour éviter tout éboulement de terrain.
 - Nous rappelons que les travaux de terrassements devront garantir la stabilité des ouvrages (existants et projetés) et la sécurité des personnes, tant en phases provisoire que définitive.
- **Paramètres de dimensionnement des ouvrages de soutènements :**

Pour le dimensionnement des ouvrages de soutènement, on prendra les caractéristiques intrinsèques suivantes :

Nature du sol	Poids volumique γ_h (kN/m ³)	Angle de frottement interne ϕ' (°)	Cohésion c' (kPa)
<i>Remblais</i>	20,0	20	0
<i>Formation de Brie</i>	20,0	25	2
<i>Argiles Vertes</i>	20,0	25	2

▪

▪ **Protection et praticabilité en phase chantier :**

Les matériaux intéressant les travaux de terrassements sont sensibles aux variations de la teneur en eau. Ces sols sont cohérents à teneurs en eau moyenne et faible et deviennent collants à l'état hydrique humide.

Ainsi, en périodes pluvieuses et/ou à proximité du toit de la nappe, la circulation des engins pourra devenir délicate (faible consistance des terrains lorsqu'ils sont dans un état hydrique humide à très humide induisant des phénomènes de matelassages et de rainures...).

Il conviendra de prévoir un dispositif adapté permettant d'assurer une bonne traficabilité, avec la mise en place d'une piste de travail qui devra constituer une sorte de blocage de l'arase.

14. Protection des parties enterrées

En avril 2024, les niveaux d'eau mesurés au droit des sondages à la tarière réalisés à sec étaient situés entre -0,80 et -1,26 m/TN, soit entre les cotes 118,05 et 117,54 NGF. Le 17 avril 2024, les niveaux d'eau mesurés au droit des piézomètres étaient situés entre -0,95 et -1,11 m/TN, soit entre les cotes 117,85 et 117,50 NGF. Ces niveaux correspondent à la nappe baignant la *Formation de Brie* à faible profondeur.

En se basant sur ces niveaux d'eau, le niveau fini du plancher bas R-2 à 112,7 NGF (à confirmer) devrait être situé à environ 4,8 à 5,4 m sous la nappe.

De plus, ces niveaux sont susceptibles de remonter, notamment en périodes défavorables.

Et des circulations d'eau anarchiques par infiltration et/ou ruissellement peuvent exister au sein des terrains superficiels, notamment en périodes pluvieuses.

Dans tous les cas, nous recommandons une étude hydrogéologique qui permettra de préciser le contexte hydrogéologique du site, de définir les niveaux de référence au droit du site, à retenir en phase d'exploitation (définitive) (en particulier les Niveaux des Plus Hautes Eaux d'occurrences décennale (NPHE_{10ans}) et centennale (Niveau Exceptionnel de l'Eau : EE = NPHE_{100ans})).

Ainsi, il sera nécessaire de prévoir une solution de **cuvelage** (imperméabilisation, cristallisation, revêtement d'étanchéité ou équivalent), résistant aux sous-pressions du plancher bas R-2 (qui devra être porté) et de la partie inférieure des voiles des sous-sols jusqu'au niveau de protection choisi par le Maître d'Ouvrage.

Au-delà de la cote de protection, les sous-sols devront être rendus inondables (mise en place d'un système d'évents et/ou cheminées de décompressions...).

La mise en œuvre de ces protections devra respecter les règles du DTU 14.1 et de l'Eurocode 7.

La partie supérieure des voiles enterrés, située au-dessus du niveau de protection par cuvelage, devra être protégée contre les eaux d'infiltration et/ou de ruissellement, à l'aide d'un système adapté à l'usage des locaux.

Au droit des locaux nobles et sensibles ou si l'apparition de traces d'humidité et/ou de suintement sur les voiles enterrés n'est pas tolérée, on mettra en place un dispositif d'étanchéité et de drainage (nappe d'étanchéité et de drainage verticale, enduits spécifiques...). En effet, nous rappelons que les locaux techniques sensibles (chaufferie, postes électriques, machineries d'ascenseurs...) et les locaux dits « nobles » devront être étanches.

Remarque générale : Dans le cas de fosses enterrées situées sous le niveau de la cote de protection envisagée, celles-ci devront être cuvelées et dimensionnées pour reprendre les sous-pressions de la nappe.

15. Niveau bas

Compte tenu de la solution de cuvelage préconisée pour les parties enterrées, le plancher bas du sous-sol R-2 du bâtiment devra être porté par les fondations et devra être dimensionné pour résister aux sous-pressions (lestage ou tirantage si nécessaire). De plus, compte tenu de la présence de matériaux sensibles au phénomène de retrait/gonflement, le plancher bas devra être coulé sur un coffrage biodégradable.

16. Dispositions vis-à-vis des sols sensibles au retrait/gonflement

Les sols de surface étant sensibles aux variations hydriques en réagissant par des phénomènes de retrait-gonflement, l'ensemble des dispositions suivantes devra être respecté pour s'affranchir des risques de mouvements différentiels des fondations :

- ✓ Rigidification des fondations et de la structure, permettant d'assurer un comportement le plus monolithique possible de la construction ;
- ✓ Profondeur minimale d'assise des fondations d'au moins 1,5 m sous le niveau extérieur actuel et définitif du terrain, et la plus uniforme possible ;
- ✓ Profondeur minimale d'assise des fondations d'au moins 0,5 m sous le fond de fouille du projet ;
- ✓ Mise en place d'une membrane étanche, non altérable et non putrescible, dans le vide technique, lestée par des blocs, une couche de béton ou de sable ;
- ✓ Mise en place d'un trottoir périphérique étanche ou d'une géomembrane enterrée étanche et imputrescible recouverte de graves ou de terre végétale, d'au moins 1,0 m de large autour de la construction avec une pente orientée vers l'extérieur conjuguée à un système de récupération et d'évacuation des eaux loin de toute construction ;
- ✓ Aucune plantation d'arbre ou arbuste à proximité directe de la construction (sur une distance à la construction égale au moins à 1,5 fois la hauteur de l'arbre à maturité), les arbres existants devront soit être supprimés, soit être isolés des constructions par la mise en place d'un écran anti-racines permettant d'annuler leur effet au voisinage des fondations ;
- ✓ Récupération des eaux de toiture par des gouttières et rejet des eaux pluviales dans un collecteur étanche, ou dans un fossé suffisamment éloigné des fondations ;
- ✓ Mise en œuvre de canalisations flexibles (avec raccord souples...) et des entrées et sorties qui s'effectueront de la manière la plus directe possible (de préférence perpendiculairement à la construction).

17. Aléas et risques identifiés

A la suite des travaux de reconnaissance, les principaux risques identifiés, concernant le contexte géotechnique du site et le projet, sont les suivants :

- Présence de la nappe à faible profondeur,
- Présence de sols sensibles au phénomène de retrait/gonflement,
- Faible cohésion à court terme (devenant nulle à long terme et/ou en présence d'eau) des *Remblais* et e la *Formation de Brie* intéressant les travaux de terrassements,
- Sensibilité des matériaux intéressant les travaux de terrassement aux variations de la teneur en eau, pouvant entraîner des difficultés de traficabilité, notamment en périodes pluvieuses et/ou proximité du toit de la nappe,
- Présence de blocs et/ou bancs indurés au sein des différents horizons traversés.

L'ensemble des solutions définies ci-avant devront être confirmées dans le cadre d'une étude géotechnique en phase projet (G2-PRO).

Les dispositions constructives devront être adaptées aux aléas et risques identifiés ci-dessus. Elles devront obtenir l'aval du Bureau de Contrôle ou du Géotechnicien dans le cadre d'une mission G4 (confiée par le Maître d'Ouvrage) ou G3 (confiée par l'entreprise) selon la norme NF P 94-500.

Aléas géotechniques - Conditions contractuelles

1. Les reconnaissances de sol procèdent par sondages ponctuels, les résultats ne sont pas rigoureusement extrapolables à l'ensemble du site. Il persiste des aléas (exemple : hétérogénéités locales) qui peuvent entraîner des adaptations tant de la conception que de l'exécution qui ne sauraient être à la charge du géotechnicien.
2. Le présent rapport et ses annexes constituent un tout indissociable. La mauvaise utilisation qui pourrait être faite à la suite d'une communication ou reproduction partielle ne saurait engager SAGA.
3. Des modifications dans l'implantation, la conception ou l'importance des constructions ainsi que dans les hypothèses prises en compte et en particulier dans les indications de la partie « Présentation » du présent rapport peuvent conduire à des remises en cause des prescriptions. Une nouvelle mission devra alors être confiée à SAGA afin de réadapter ces conclusions ou de valider par écrit le nouveau projet.
4. De même des éléments nouveaux mis en évidence lors de l'exécution des travaux et n'ayant pu être détectés au cours des reconnaissances de sol (exemple dissolution, cavité, hétérogénéité localisée, venues d'eau...) peuvent rendre caduques certaines des recommandations figurant dans le rapport.
5. Au moment des travaux, il est conseillé de faire procéder à une visite de chantier par un géotechnicien de SAGA. Cette visite donne lieu à un avis écrit portant sur la conformité de la méthode d'exécution des terrassements et des fondations. Cette visite doit faire l'objet d'une commande préalable.

A GRIGNY, le 08 août 2024

Ingénieure Géotechnicienne

Angélique BOUTARIC



Contrôle Interne / Directrice technique

Fabienne MAGNON



SAGA
26 rue des Carriers Italiens
91350 GRIGNY
Tél. : 01 75 30 25 20
SIRET : 453 887 176 00049 - APE : 7112 B
SAS au capital de 38 000 €

ANNEXE 1
EXTRAIT DE LA NORME NF P 94-500



ENCHAÎNEMENT DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (Tableau 1 de la norme NF P 94-500 du 30/11/13)

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)
	DCEI/ACT	Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCE 1ACT		Consultation sur le projet de base 1 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			
	EXEIVISA	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Étude (en interaction avec la phase Suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision du suivi)	Étude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
DET/AOR		Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Suivi (en interaction avec la phase Étude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage		Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux
À toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

CLASSIFICATION DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (Tableau 2 de la norme NF P 94-500 du 30/11/13)

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

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

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

Phase Étude de Site (ES)

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

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

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

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

ÉTAPE 2: ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

Phase Avant-projet (AVP)

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

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

Phase Projet (PRO)

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

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

Phase DCE 1ACT

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'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (suite) (Tableau 2 de la norme NF P 94-500 du 30/11/13)

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

ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

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

Phase Étude

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

Phase Suivi

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

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

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

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

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

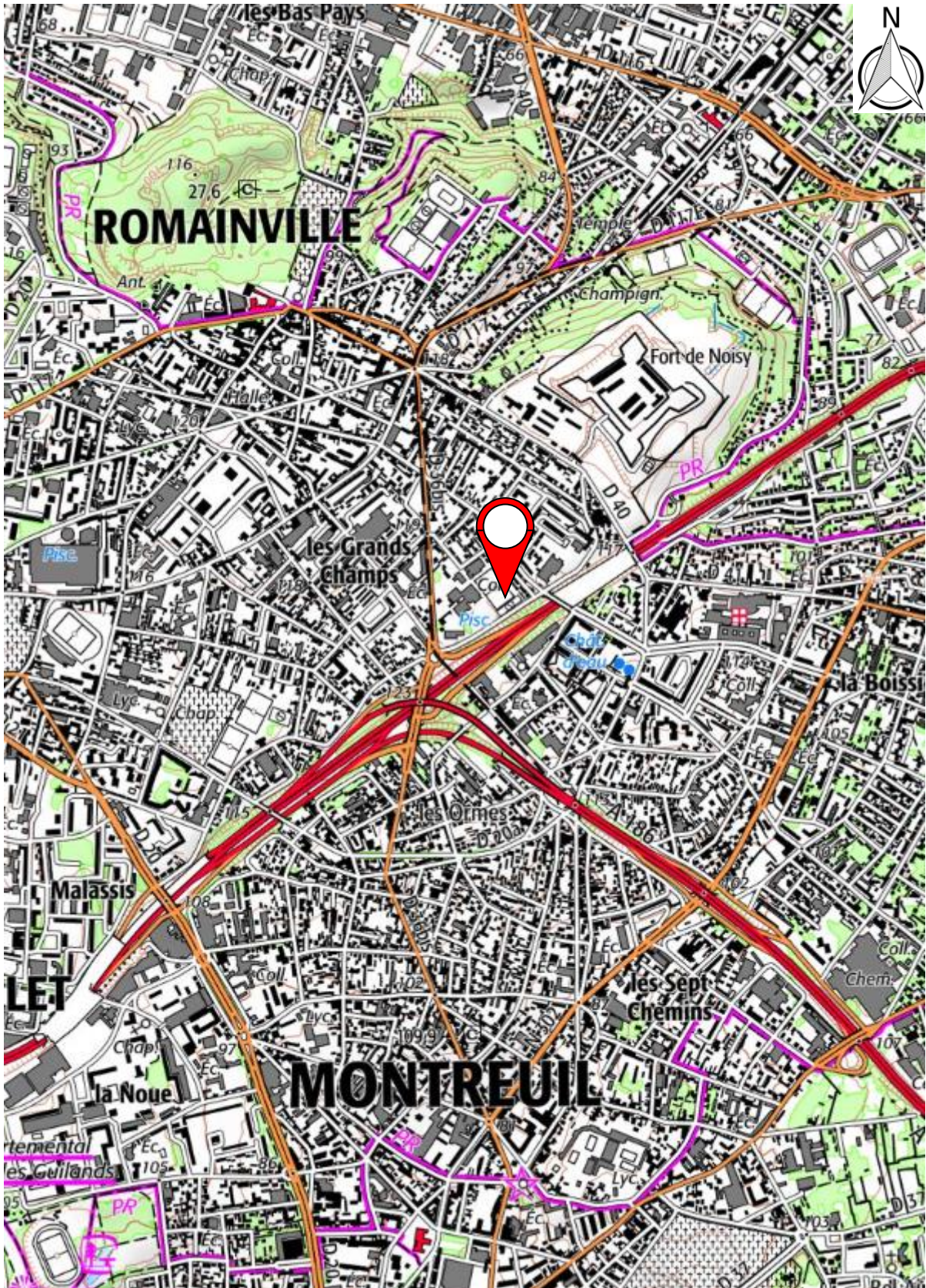
- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre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

ANNEXE 2

PLAN DE SITUATION

PLAN DE SITUATION

Création d'un lycée – Mission G2-AVP
Rue Marcel Ethis – ROMAINVILLE (93)

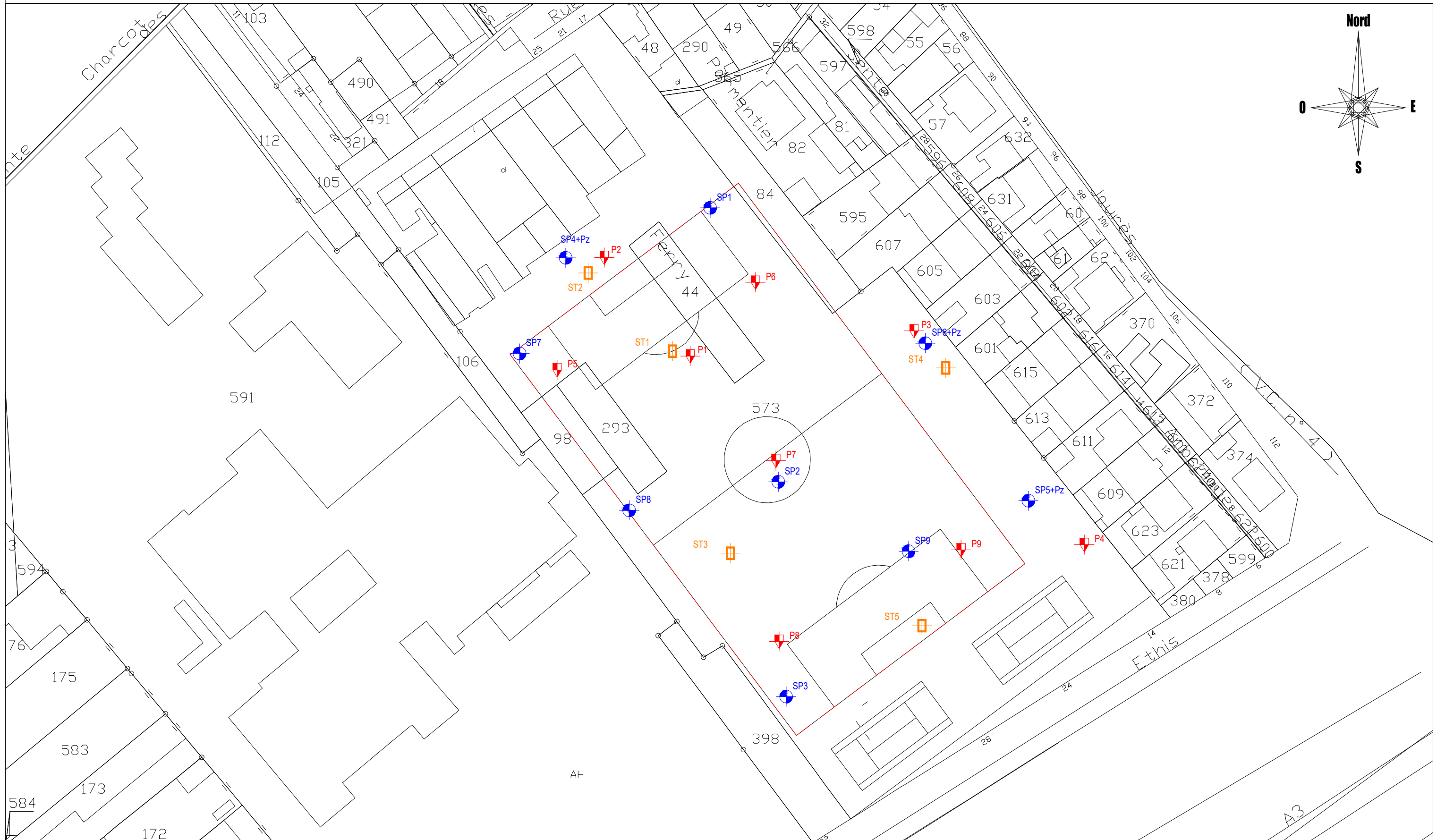
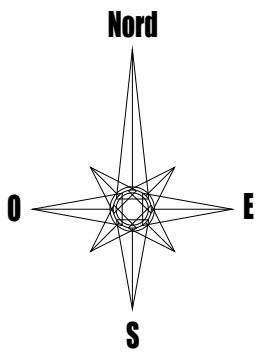


Aff. 12336	Ind.	Date	Modifications	Etabri	Vérifié/Approuvé
Ech. sans	A	24/02/24	Emission initiale	TBE	NVR
Folio : 1/1					
Format : A4					

ANNEXE 3
PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

Création d'un lycée - Mission G2-AVP
Rue Marcel Ethis - ROMAINVILLE (93)



LEGENDE :

	Sondage pressiométrique		Sondage à la tarière
	Sondage pénétrométrique		Zone projet



Aff. 12336	Ind. A	Date 05/04/24	Modifications Emission initiale	Etabri TMO	Vérifié/Approuvé NVR
Ech. 1/750	Folio 1/1	Format: A3			
Maitre d'ouvrage : REGION ILE DE FRANCE					

ANNEXE 4
COUPES DES SONDAGES PRESSIOMETRIQUES ET
A LA TARIERE

Description du dossier

Création d'un lycée - Mission G2-AVP

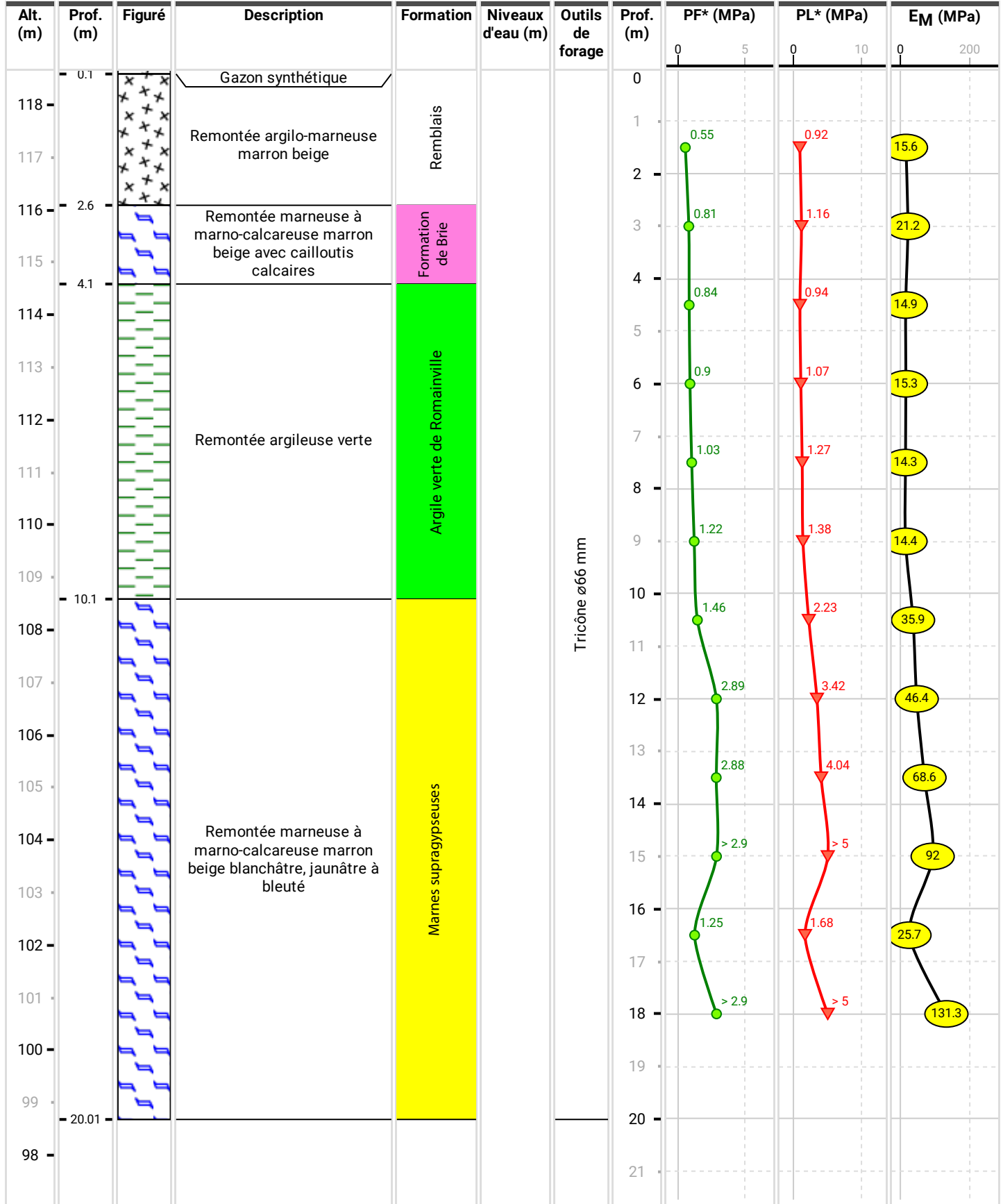
Date de début
09/04/2024

Date de fin
09/04/2024

Type de forage
Sondage pressiométrique

Machine
EMCI E 4.50

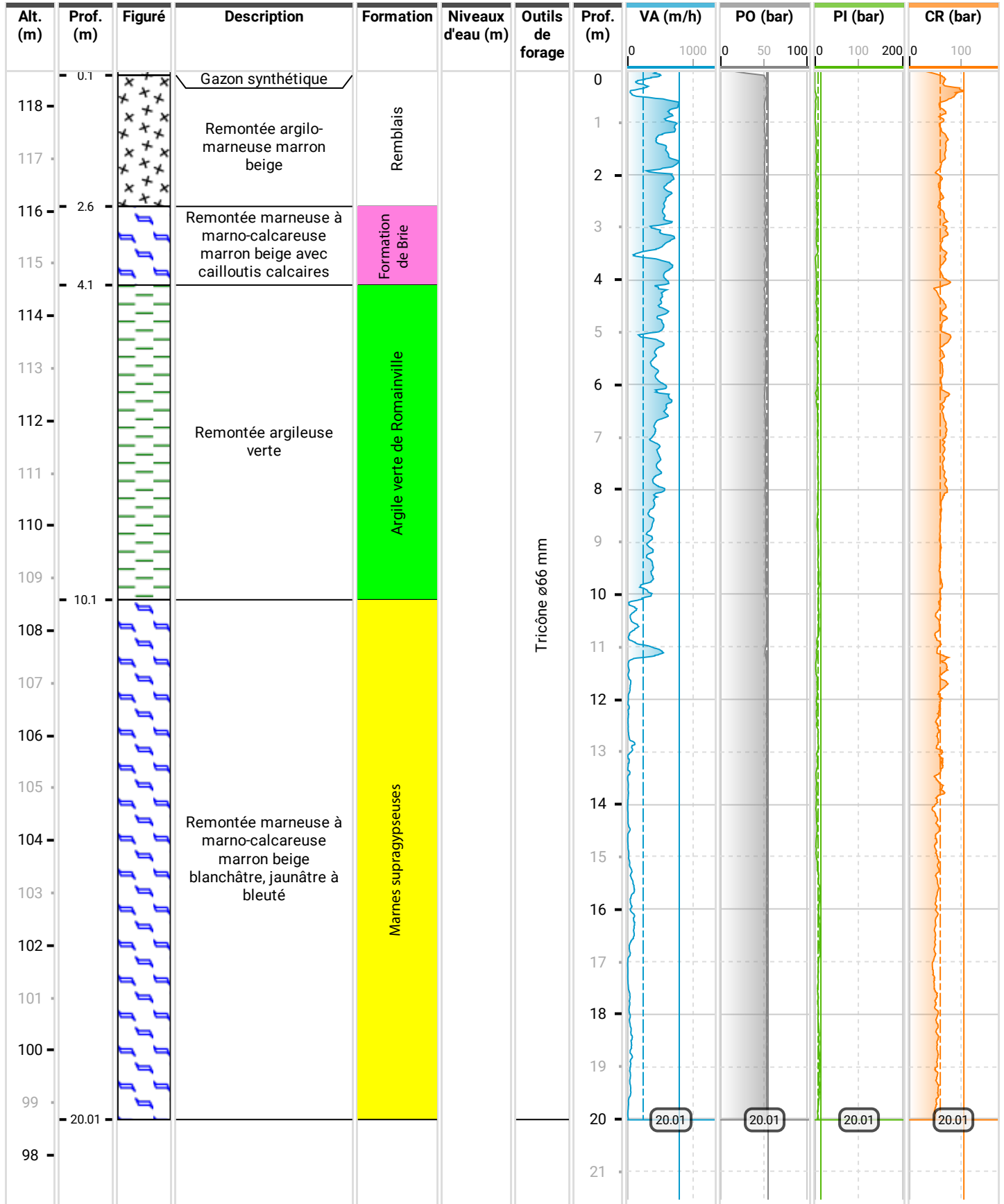
X	Y	Altitude NGF	Cote fin
1659188.03	8186682.12	118.69 m	20.01 m
RGF93-CC49		IGN 69	



Description du dossier

Création d'un lycée - Mission G2-AVP

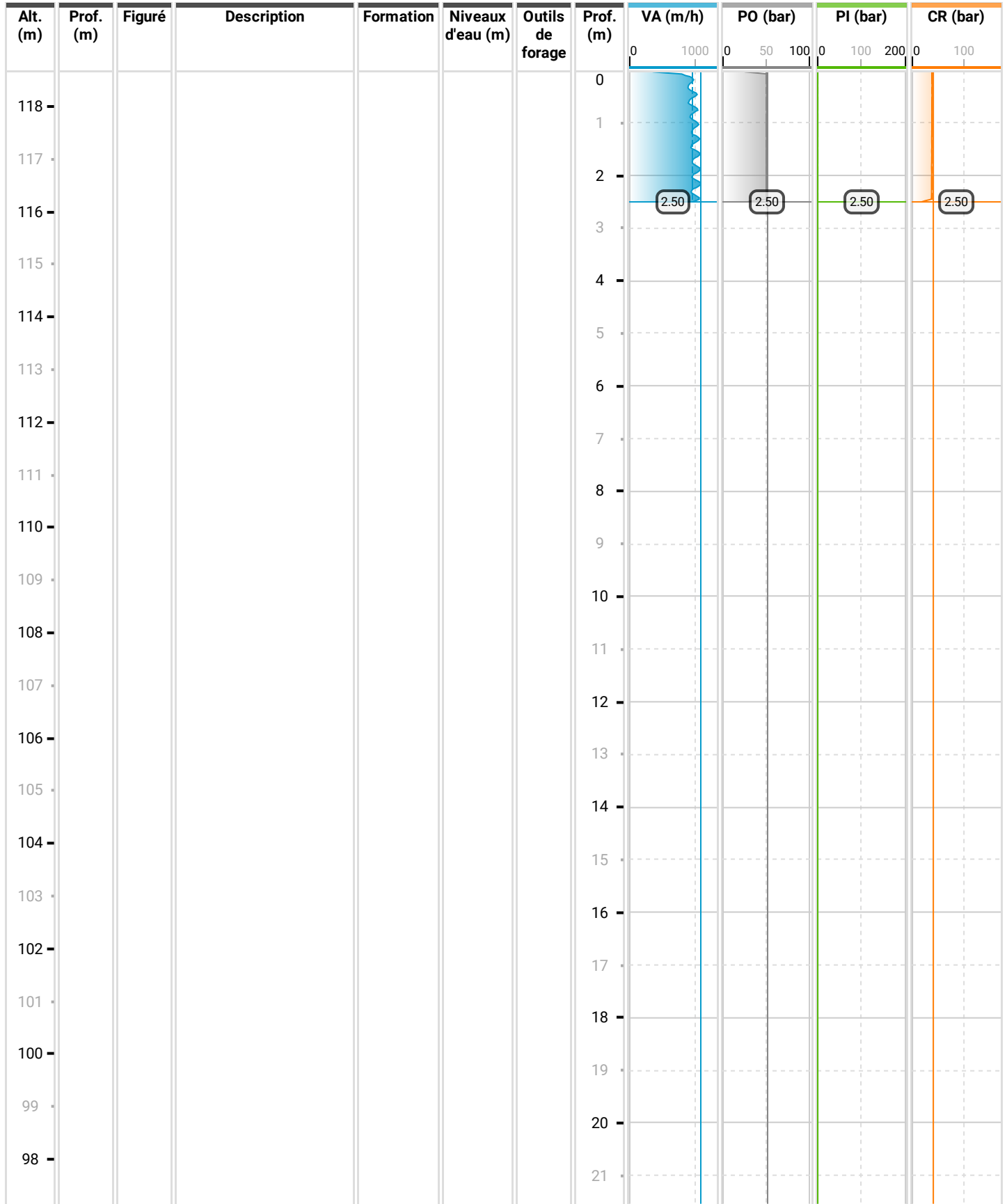
X	Y	Altitude NGF	Cote fin
1659188.03	8186682.12	118.69 m	20.01 m
RGF93-CC49		IGN 69	



Description du dossier

Création d'un lycée - Mission G2-AVP

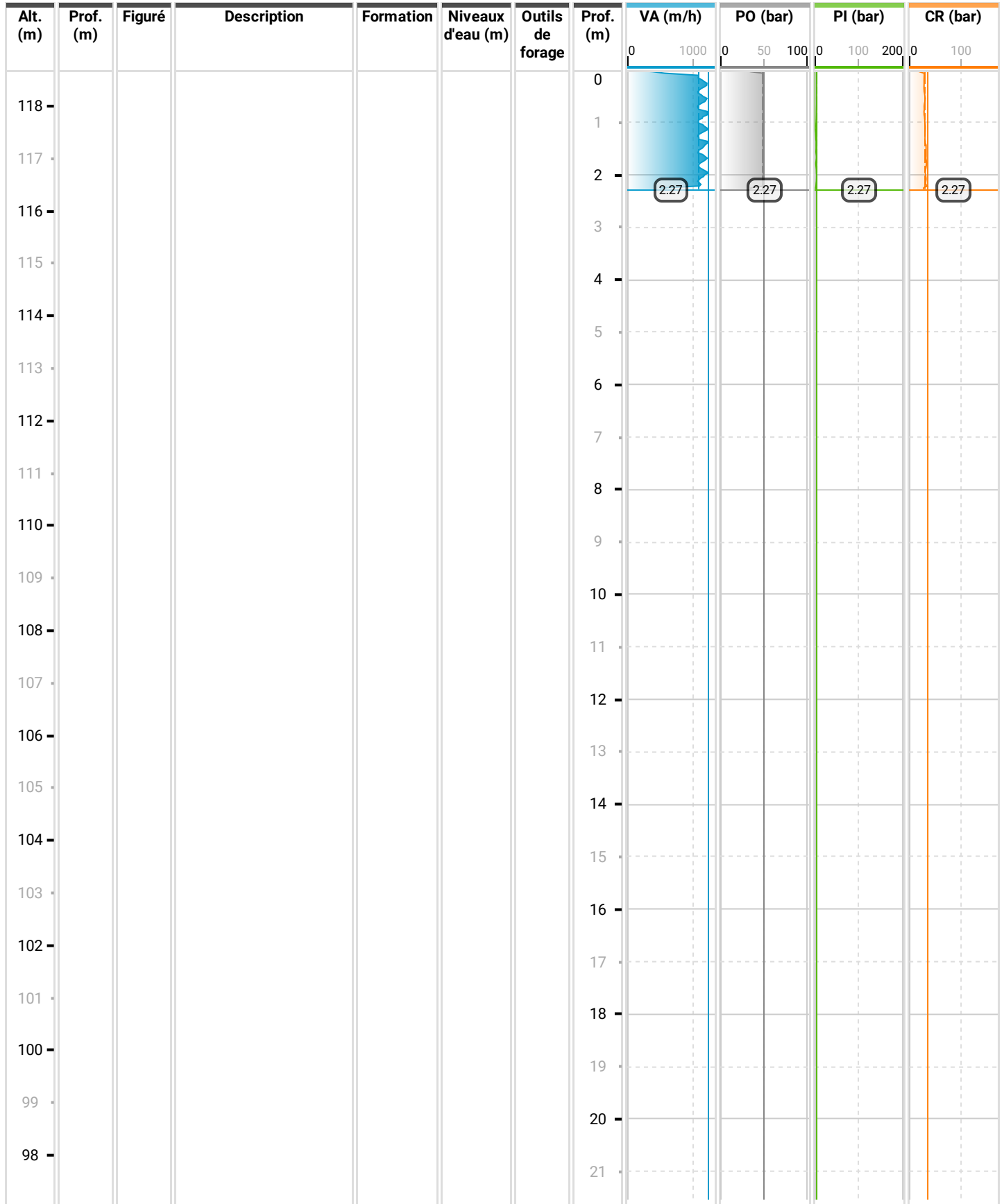
X	Y	Altitude NGF	Cote fin
1659188.03	8186682.12	118.69 m	2.5 m
RGF93-CC49		IGN 69	



Description du dossier

Création d'un lycée - Mission G2-AVP

X	Y	Altitude NGF	Cote fin
1659188.03	8186682.12	118.69 m	2.27 m
RGF93-CC49		IGN 69	



Description du dossier

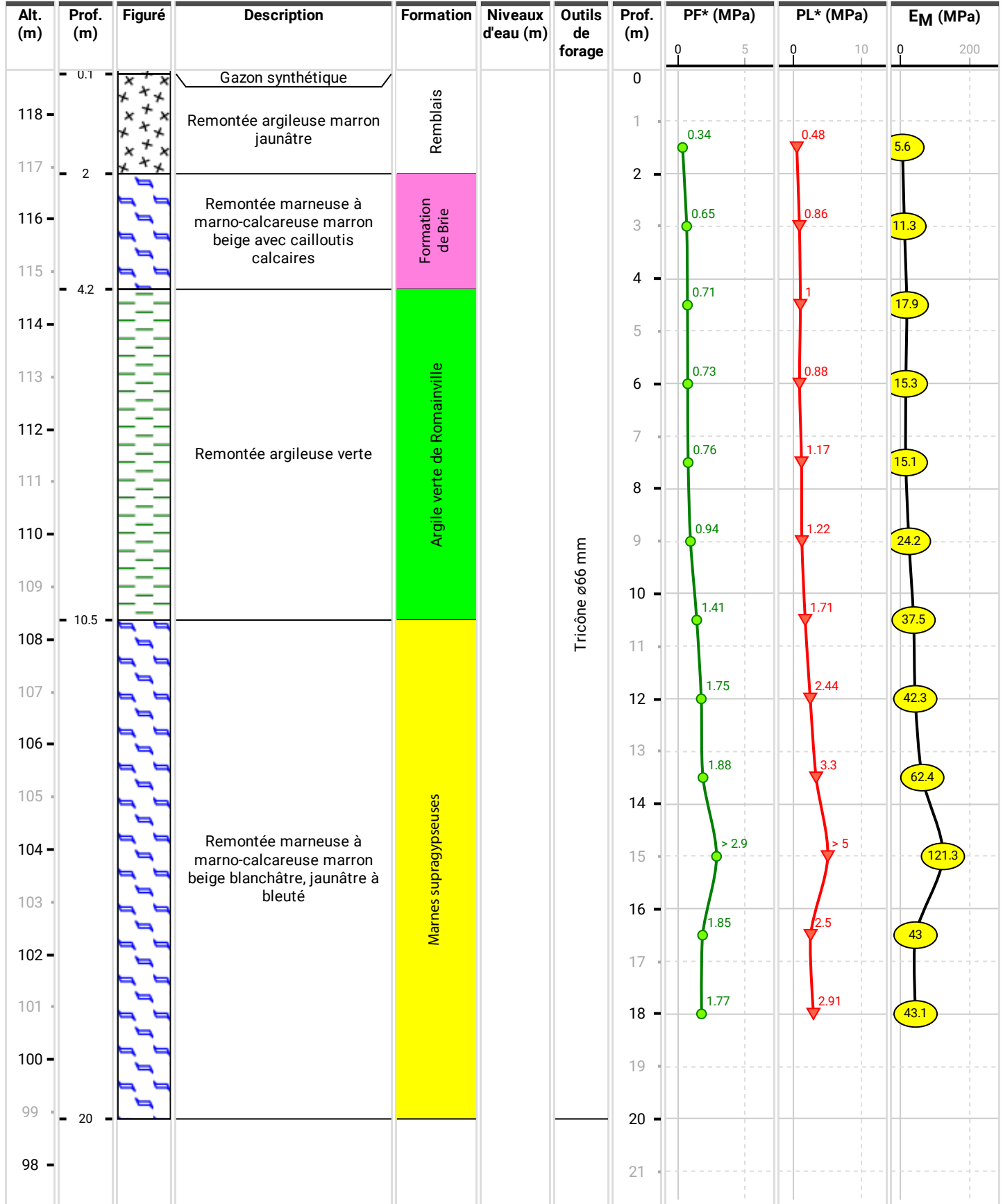
Création d'un lycée - Mission G2-AVP

Date de début
10/04/2024

Date de fin
10/04/2024

Type de forage
Sondage pressiométrique
Machine
EMCI E 4.50

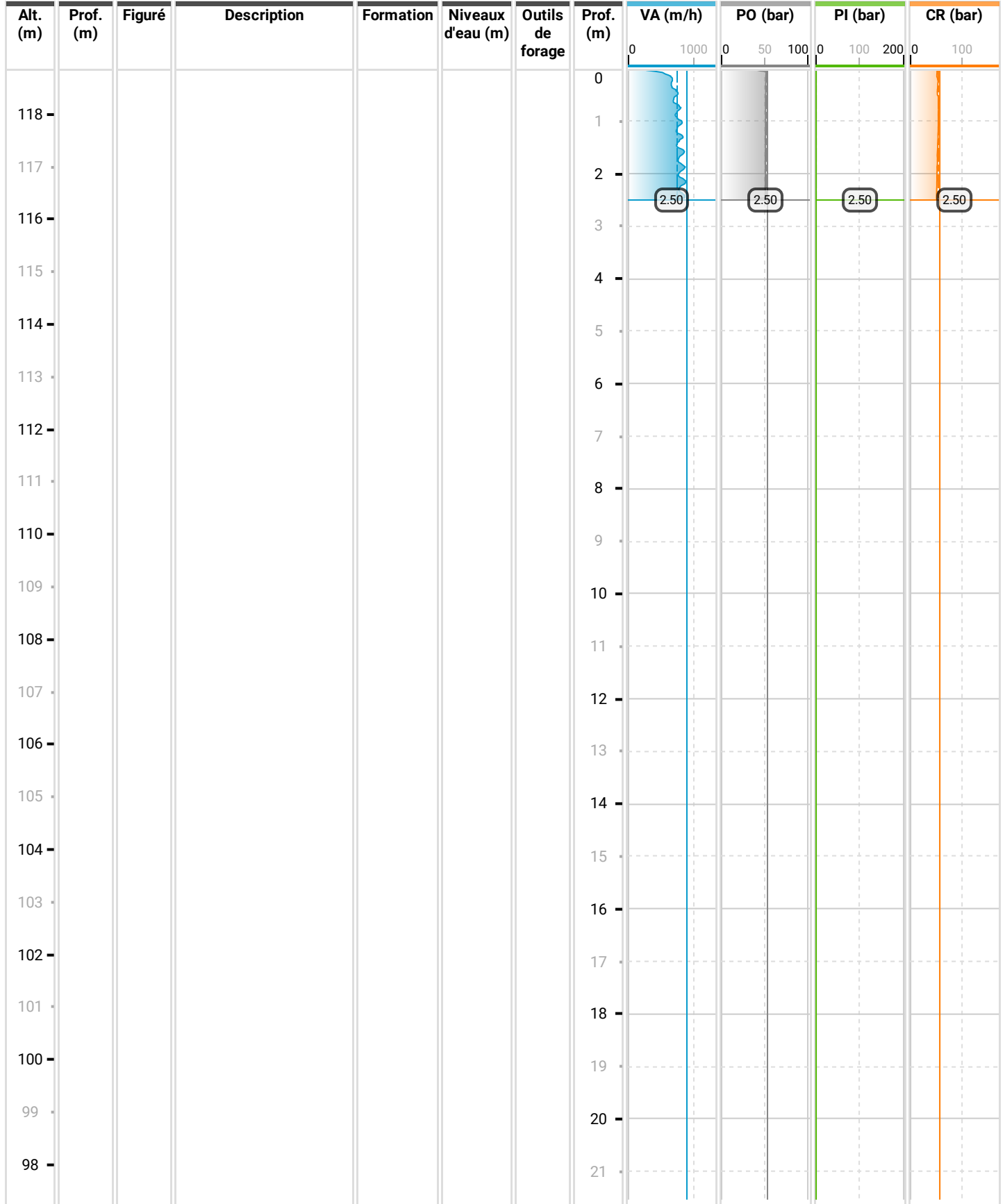
X	Y	Altitude NGF	Cote fin
1659202.35	8186624.54	118.87 m	20 m
RGF93-CC49		IGN 69	



Description du dossier

Création d'un lycée - Mission G2-AVP

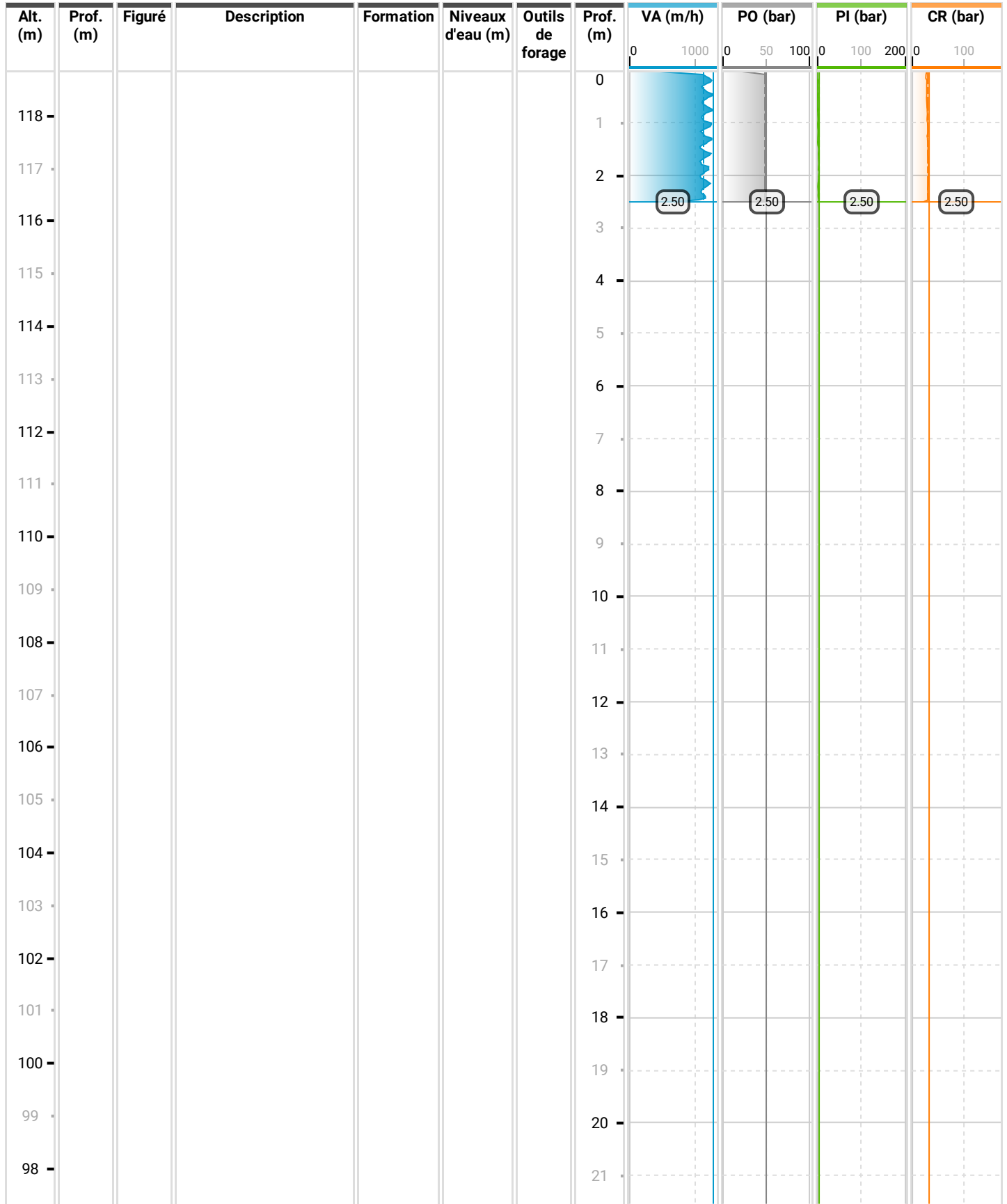
X	Y	Altitude NGF	Cote fin
1659202.35	8186624.54	118.87 m	2.5 m
RGF93-CC49		IGN 69	



Description du dossier

Création d'un lycée - Mission G2-AVP

X	Y	Altitude NGF	Cote fin
1659202.35	8186624.54	118.87 m	2.5 m
RGF93-CC49		IGN 69	

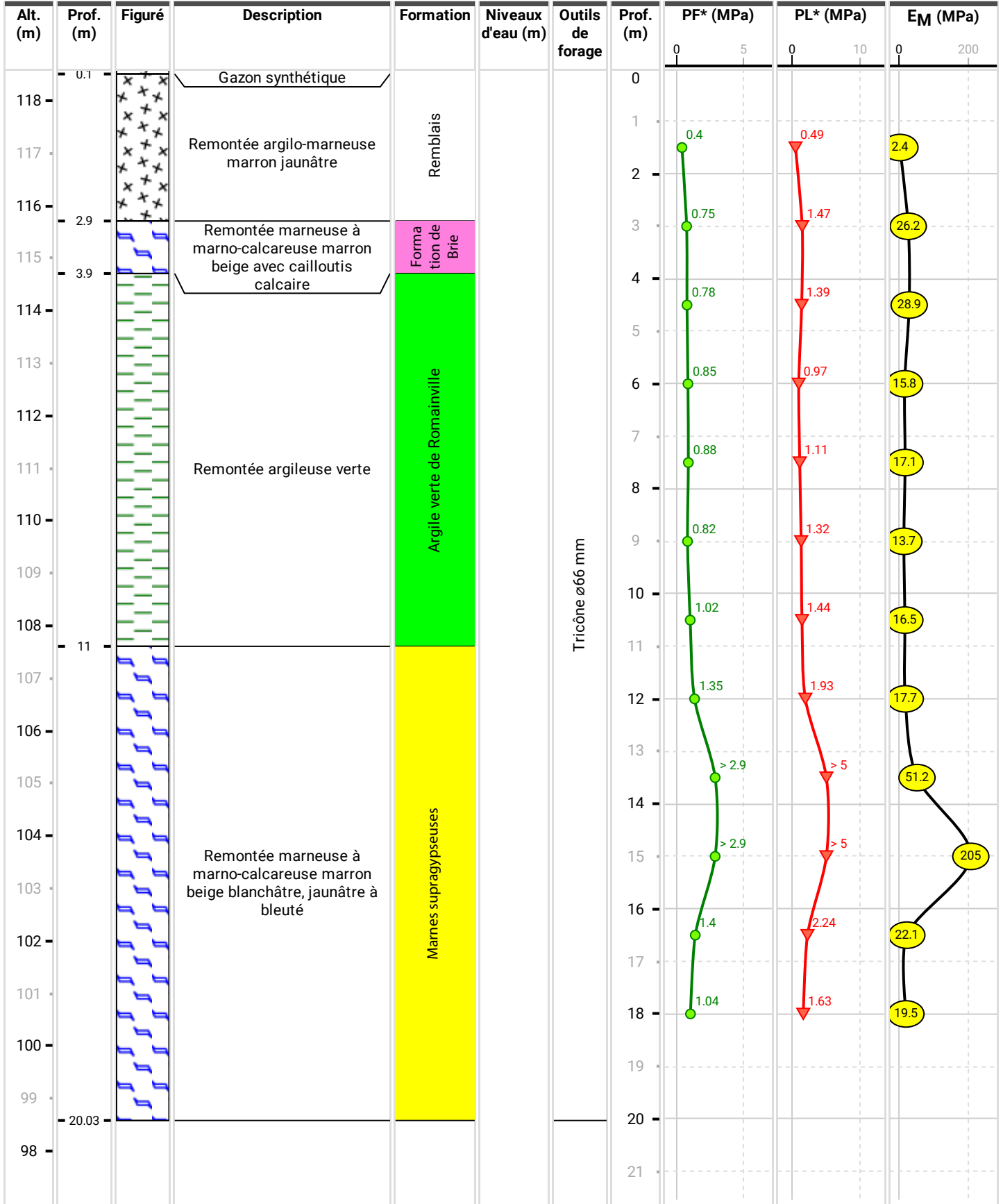


Description du dossier
Création d'un lycée - Mission G2-AVP

Date de début
11/04/2024
Date de fin
12/04/2024

Type de forage
Sondage pressiométrique
Machine
EMCI E 4.50

X	Y	Altitude NGF	Cote fin
1659204.01	8186579.41	118.61 m	20.03 m
RGF93-CC49		IGN 69	



Description du dossier

Création d'un lycée - Mission G2-AVP

Date de début
11/04/2024

Date de fin
12/04/2024

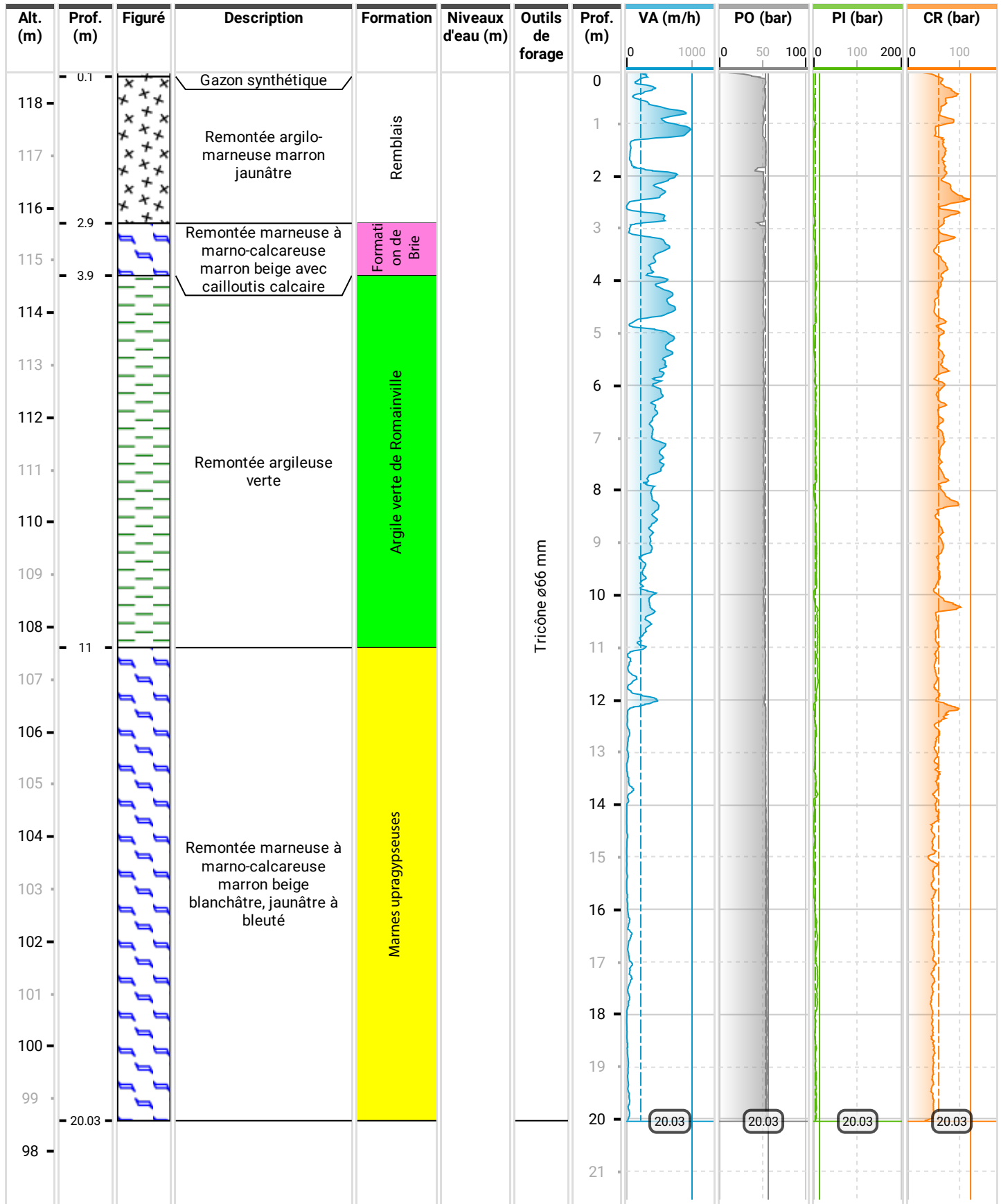
Type de forage

Sondage pressiométrique

Machine

EMCI E 4.50

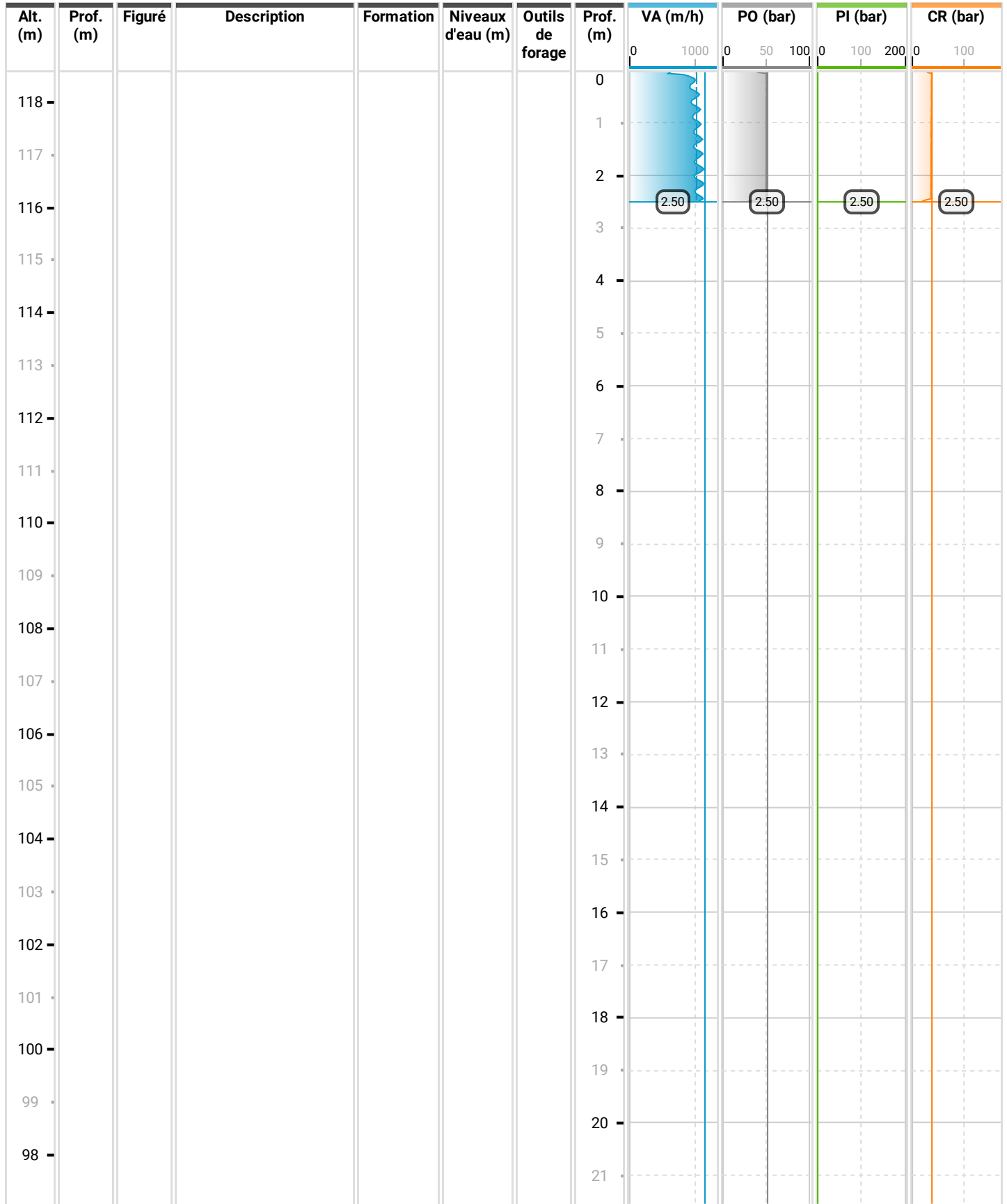
X	Y	Altitude NGF	Cote fin
1659204.01	8186579.41	118.61 m	20.03 m
RGF93-CC49		IGN 69	



Description du dossier

Création d'un lycée - Mission G2-AVP

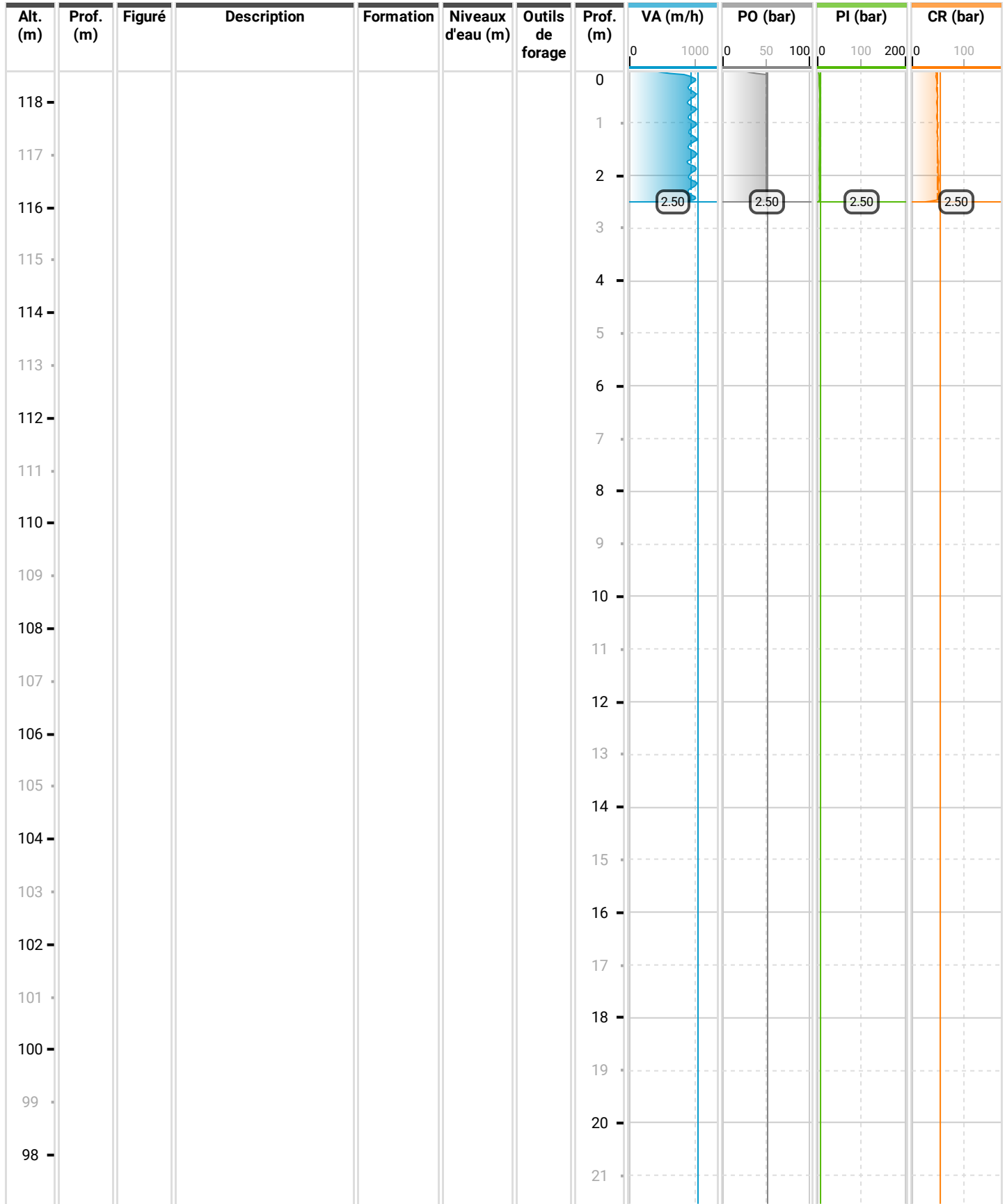
X	Y	Altitude NGF	Cote fin
1659204.01	8186579.41	118.61 m	2.5 m
RGF93-CC49		IGN 69	



Description du dossier

Création d'un lycée - Mission G2-AVP

X	Y	Altitude NGF	Cote fin
1659204.01	8186579.41	118.61 m	2.5 m
RGF93-CC49		IGN 69	

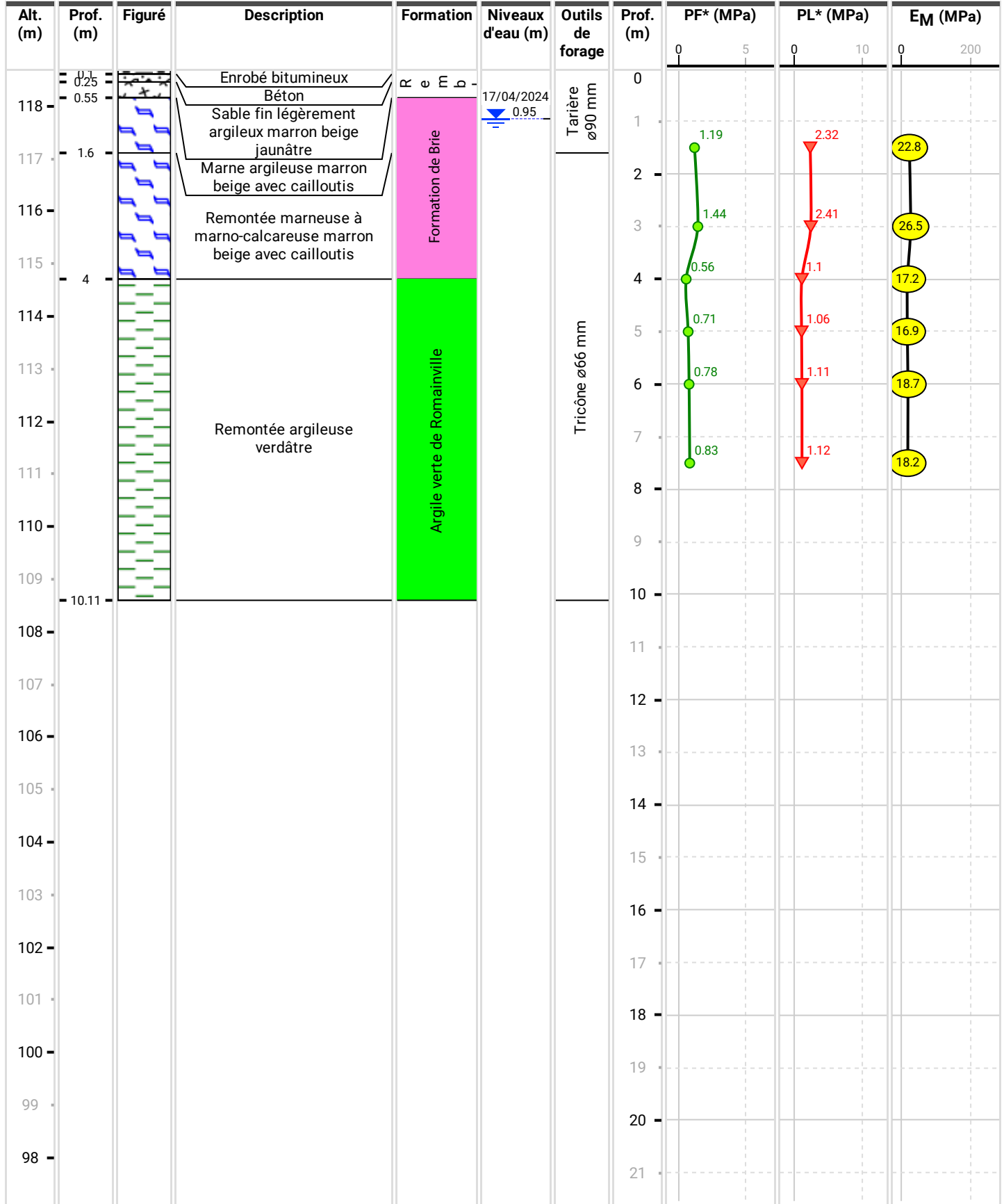


Description du dossier

Création d'un lycée - Mission G2-AVP

X	Y	Altitude NGF	Cote fin
1659157.68	8186671.60	118.71 m	10.11 m
RGF93-CC49		IGN 69	

Date de début
12/04/2024
Date de fin
12/04/2024

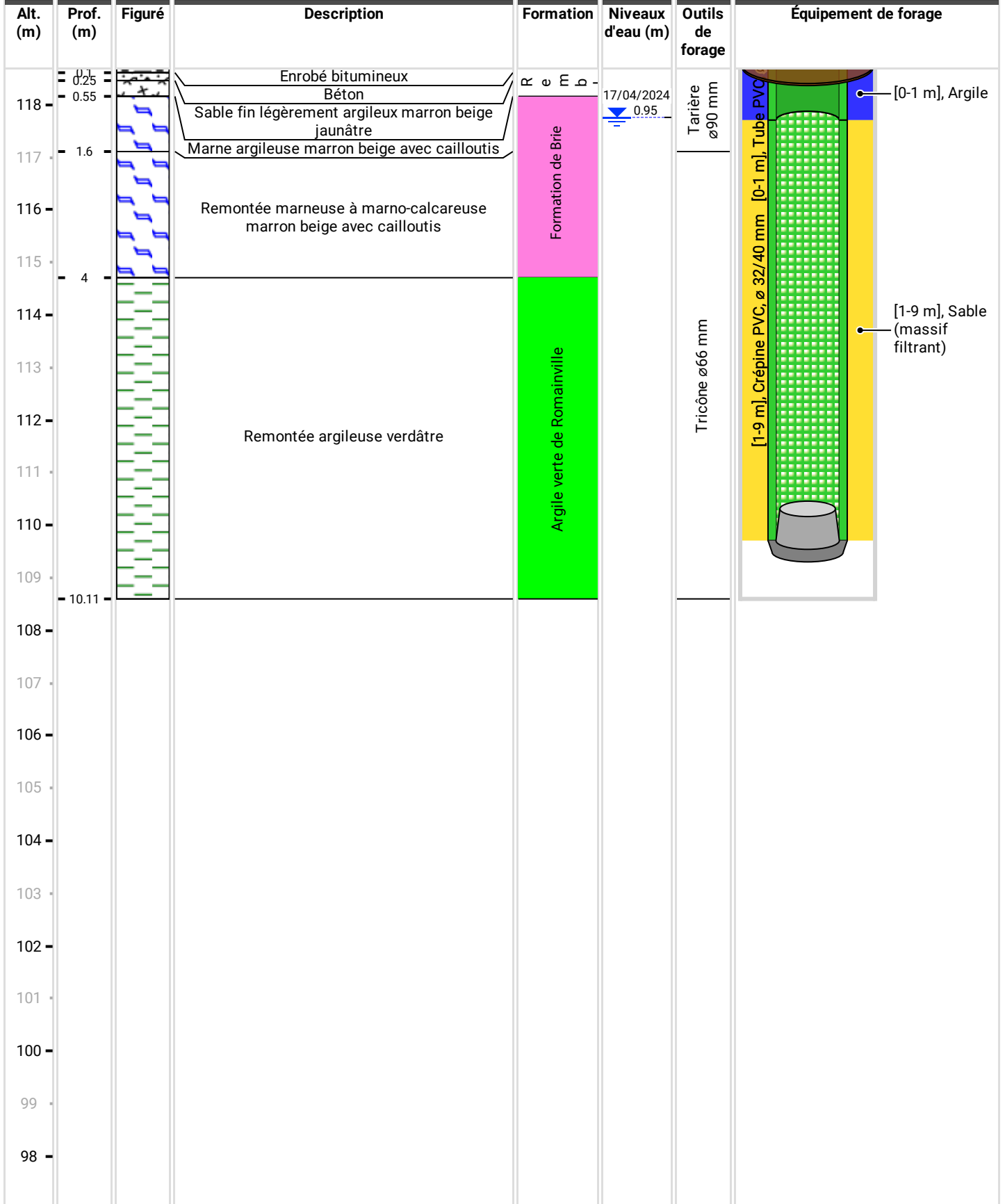


Description du dossier

Création d'un lycée - Mission G2-AVP

X	Y	Altitude NGF	Cote fin
1659157.68	8186671.60	118.71 m	10.11 m
RGF93-CC49		IGN 69	

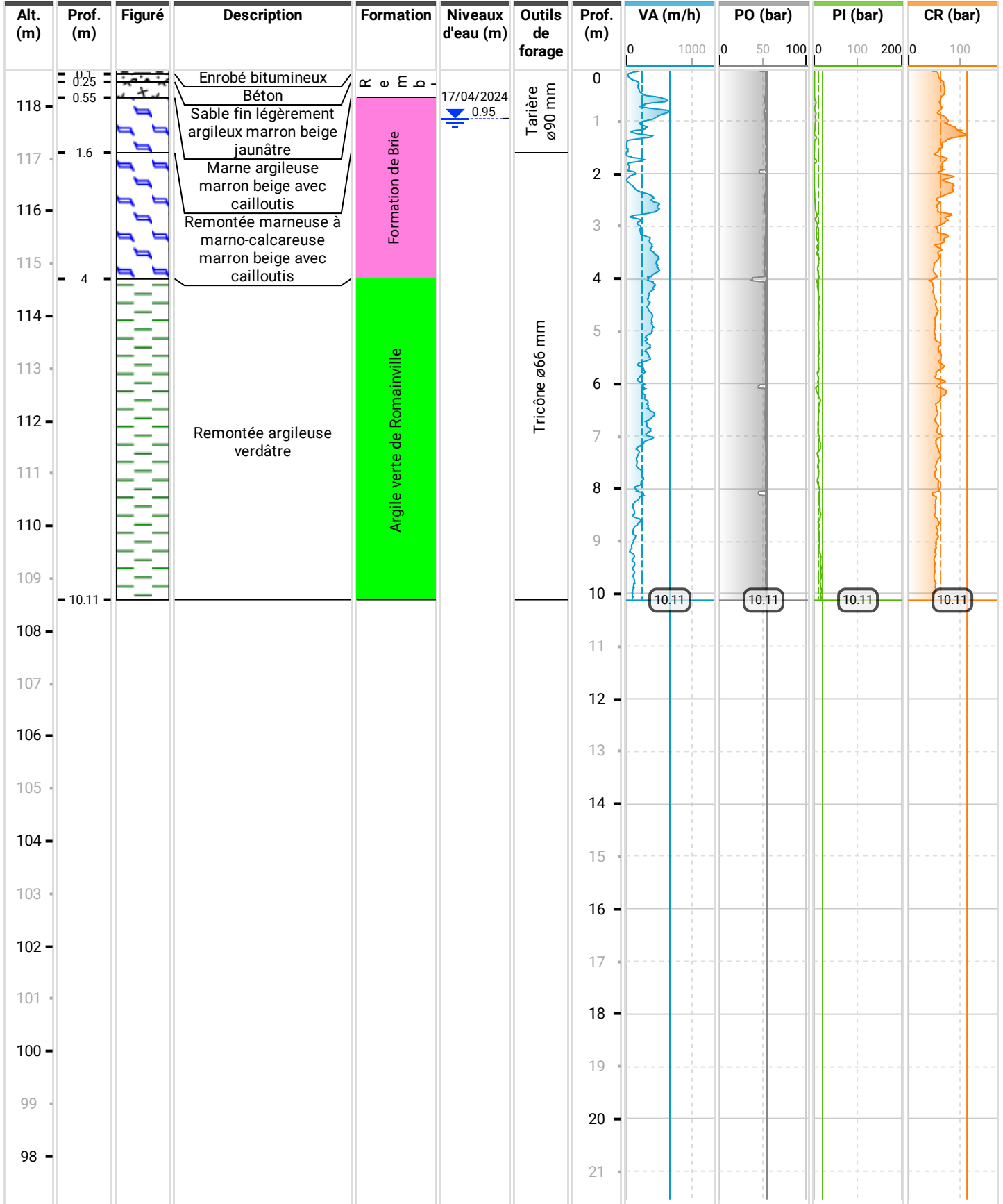
Date de début
12/04/2024
Date de fin
12/04/2024



Description du dossier

Création d'un lycée - Mission G2-AVP

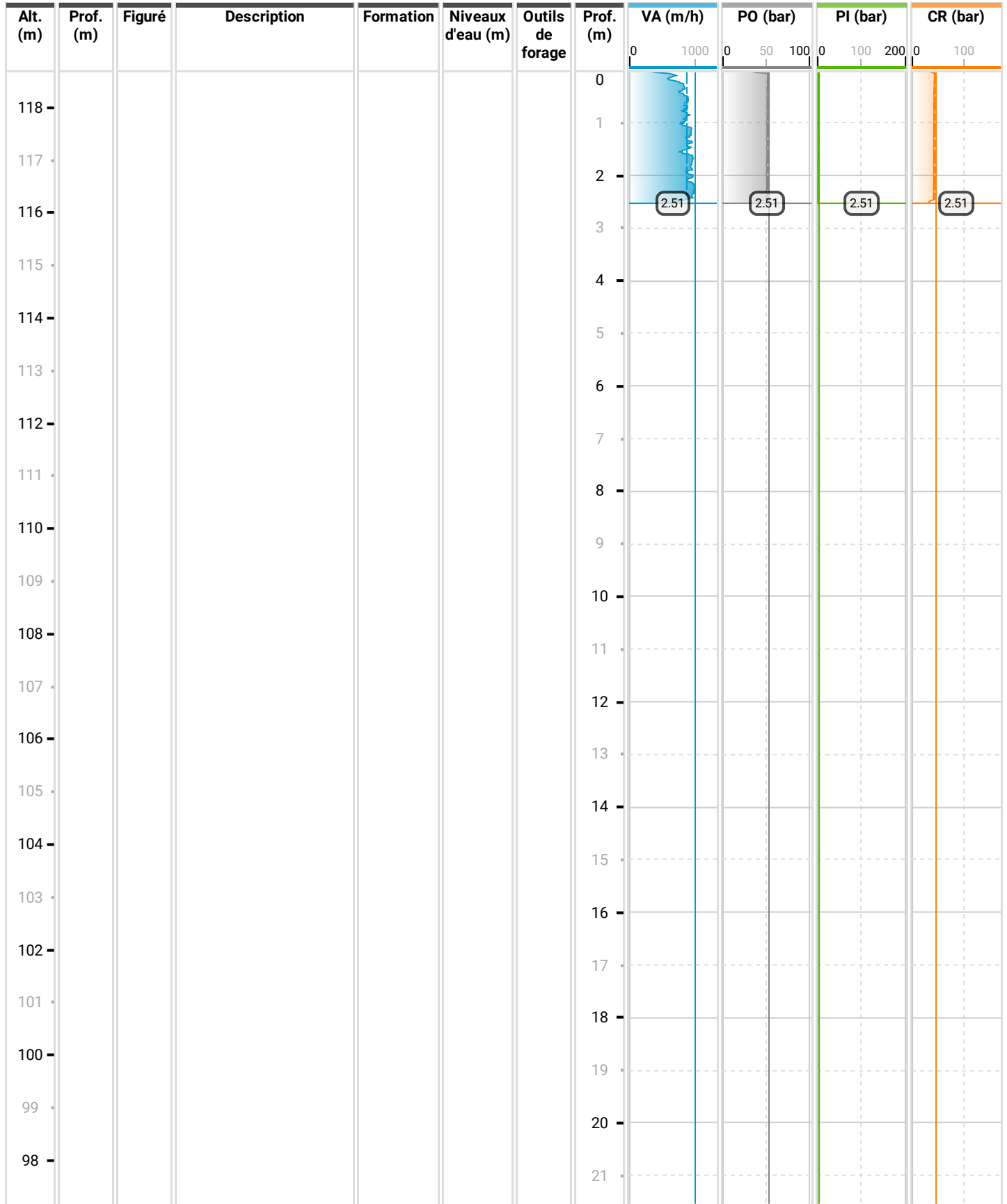
X	Y	Altitude NGF	Cote fin
1659157.68	8186671.60	118.71 m	10.11 m
RGF93-CC49		IGN 69	



Description du dossier

Création d'un lycée - Mission G2-AVP

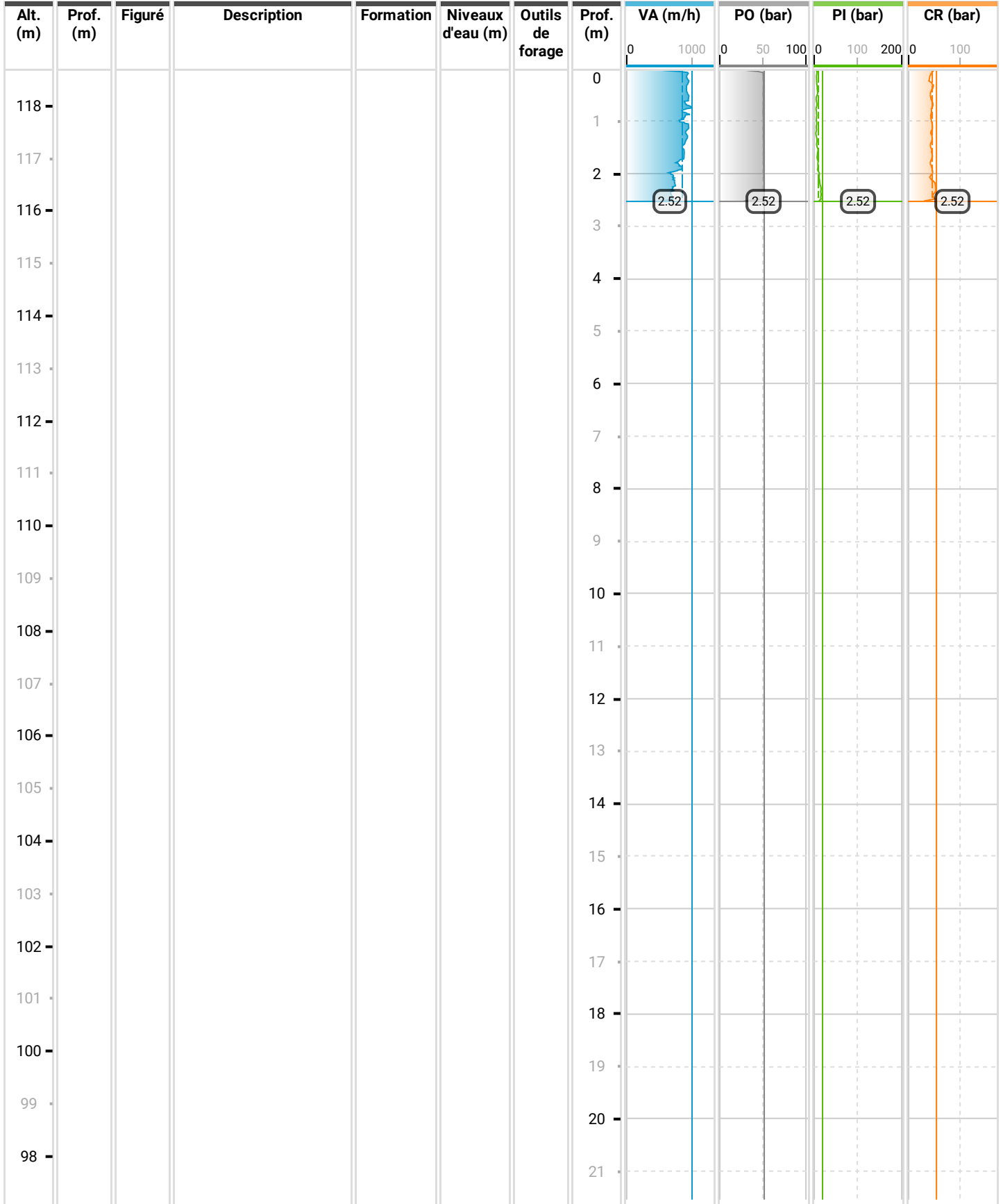
X	Y	Altitude NGF	Cote fin
1659157.68	8186671.60	118.71 m	2.51 m
RGF93-CC49		IGN 69	



Description du dossier

Création d'un lycée - Mission G2-AVP

X	Y	Altitude NGF	Cote fin
1659157.68	8186671.60	118.71 m	2.52 m
RGF93-CC49		IGN 69	

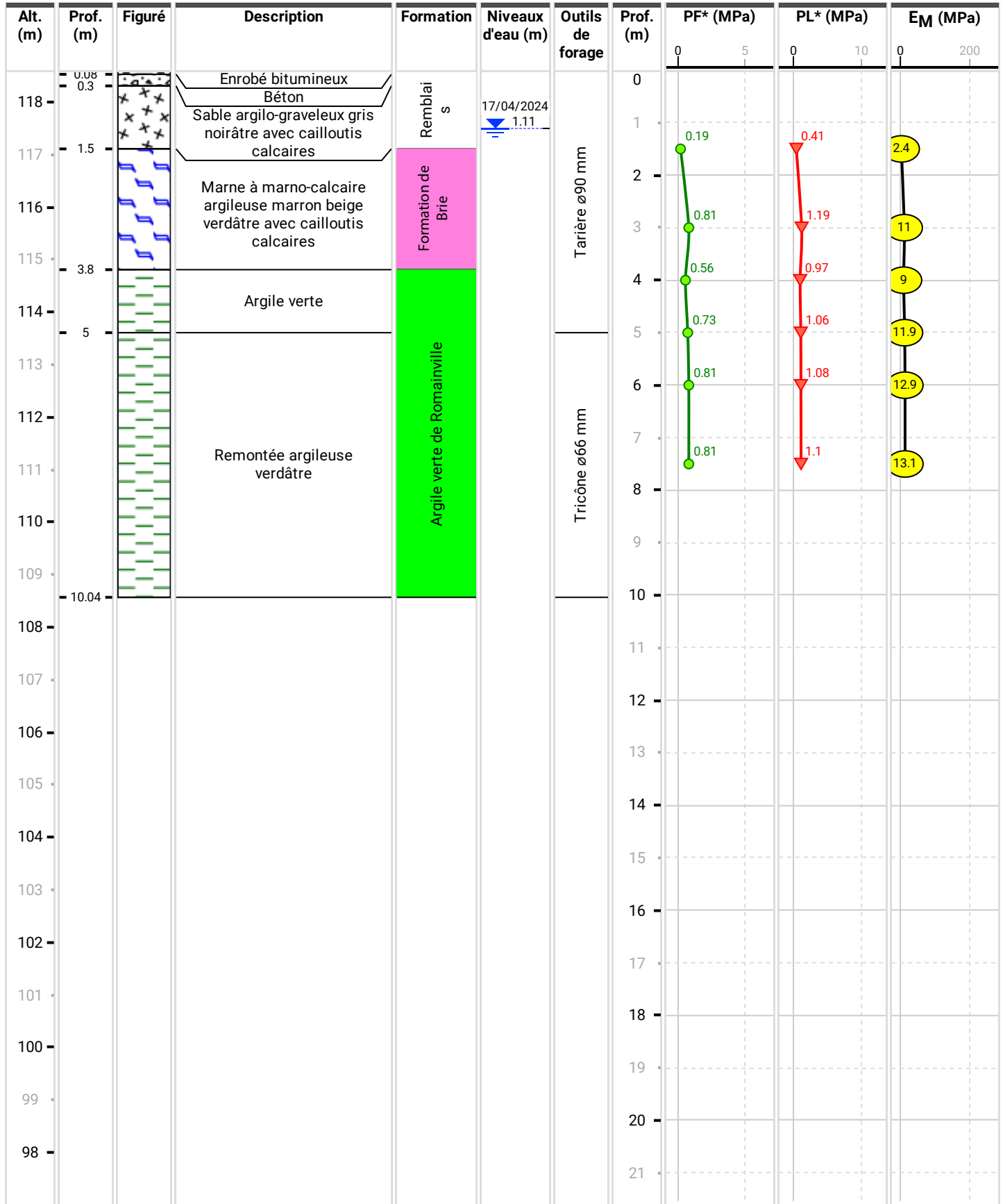


Description du dossier

Création d'un lycée - Mission G2-AVP

X	Y	Altitude NGF	Cote fin
1659254.91	8186620.57	118.61 m	10.04 m
RGF93-CC49		IGN 69	

Date de début
12/04/2024
Date de fin
12/04/2024



Description du dossier

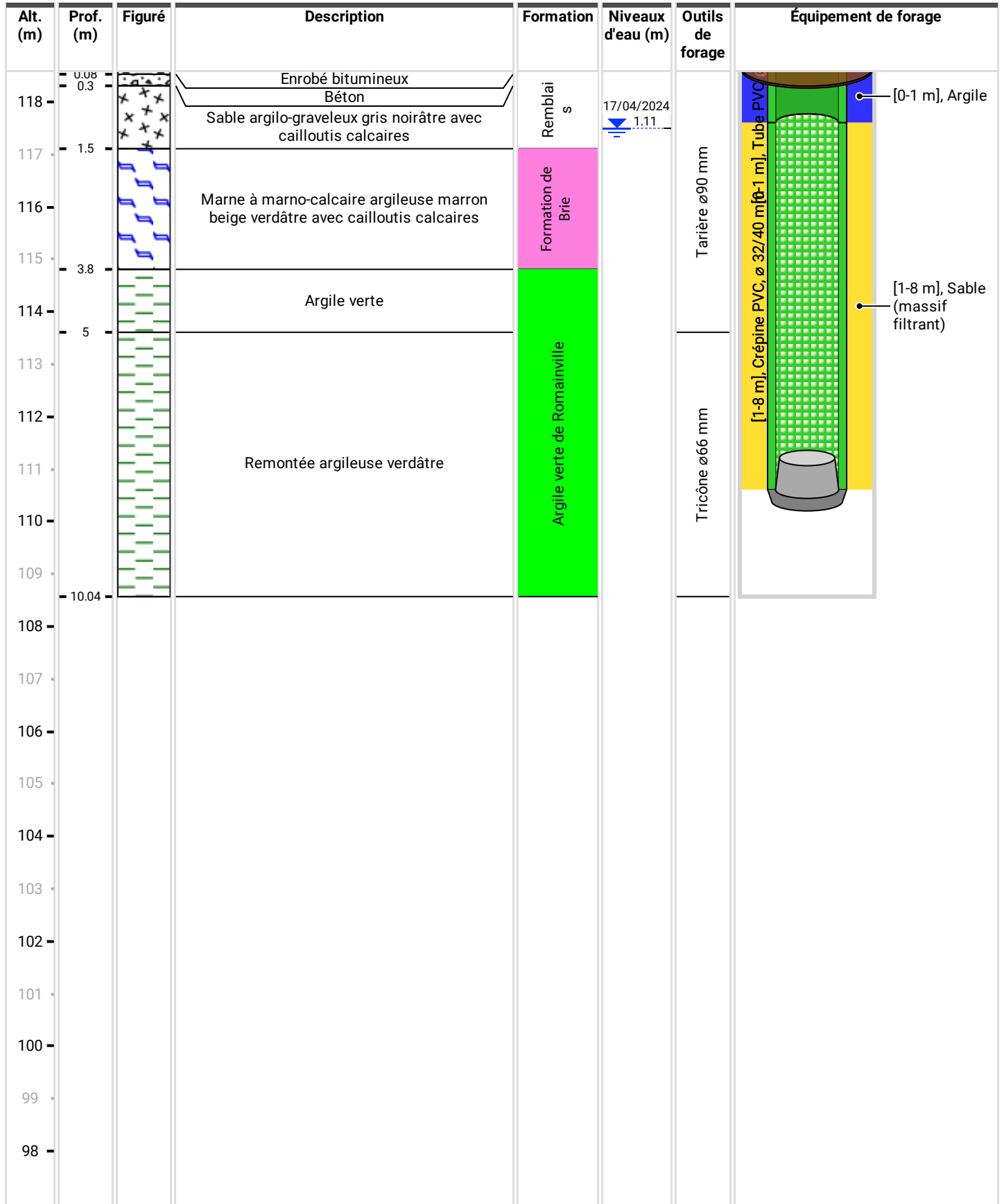
Création d'un lycée - Mission G2-AVP

Date de début
12/04/2024

Date de fin
12/04/2024

Type de forage
Sondage pressiométrique
Machine
EMCI E 4.50

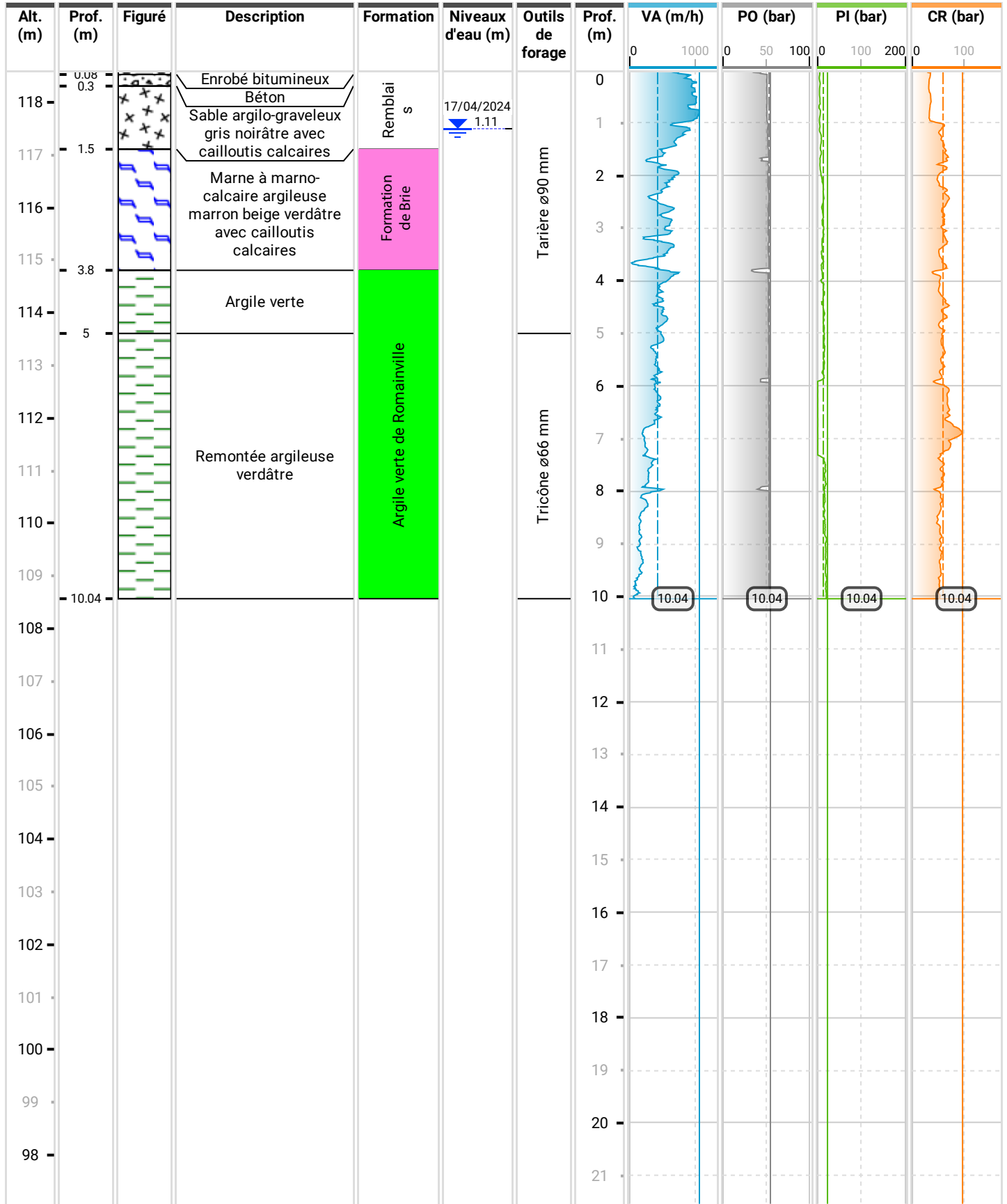
X	Y	Altitude NGF	Cote fin
1659254.91	8186620.57	118.61 m	10.04 m
RGF93-CC49		IGN 69	



Description du dossier

Création d'un lycée - Mission G2-AVP

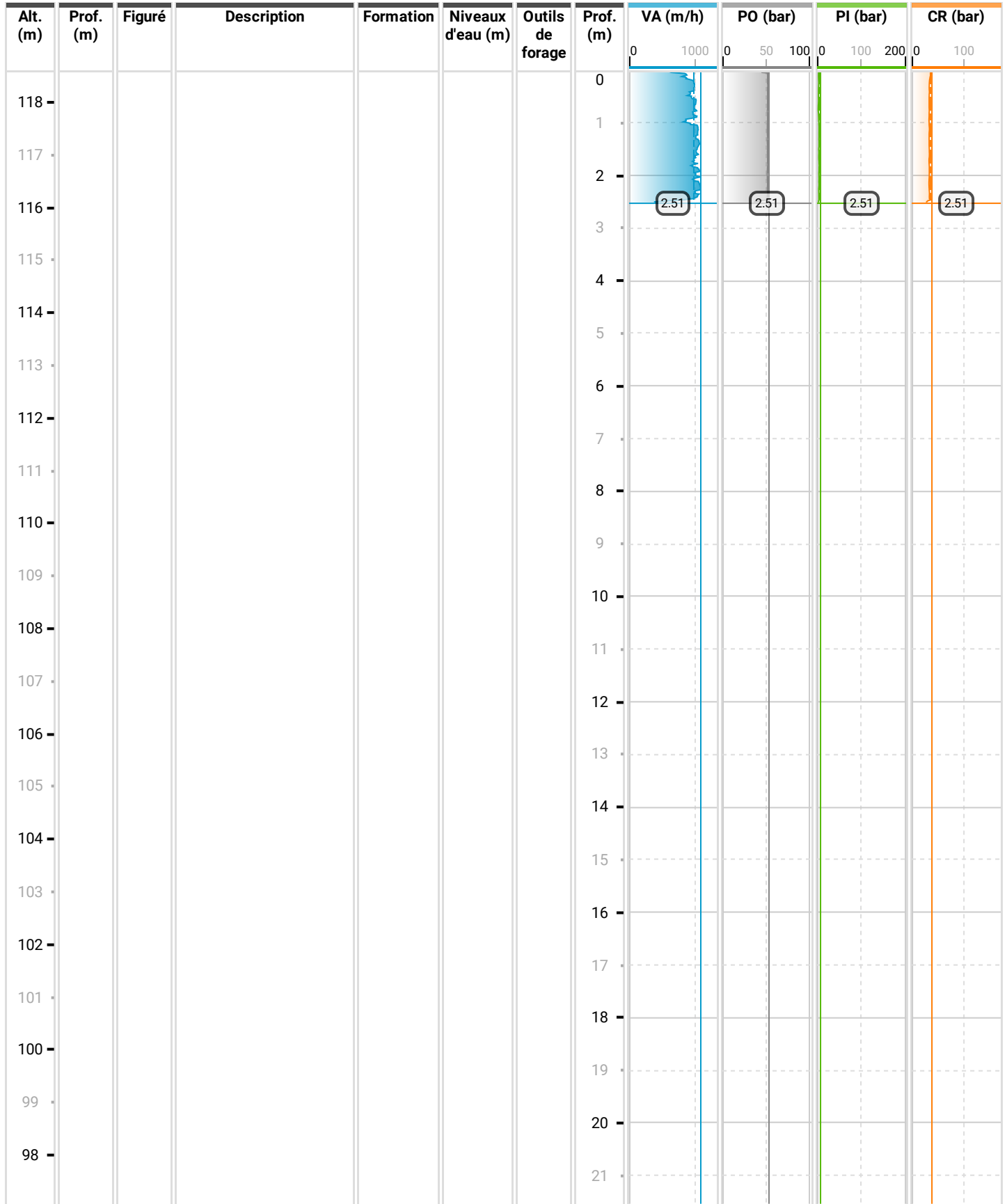
X	Y	Altitude NGF	Cote fin
1659254.91	8186620.57	118.61 m	10.04 m
RGF93-CC49		IGN 69	



Description du dossier

Création d'un lycée - Mission G2-AVP

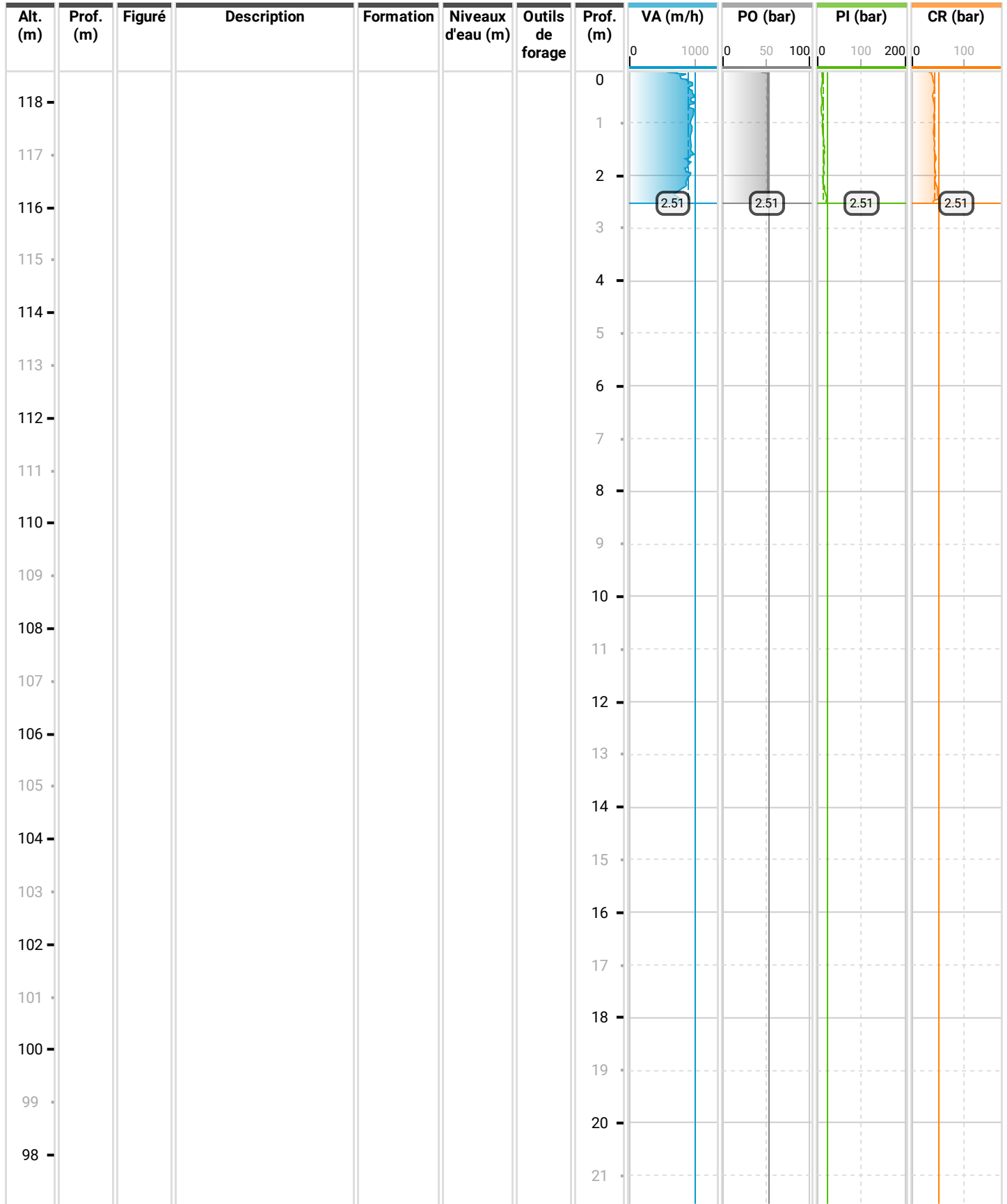
X	Y	Altitude NGF	Cote fin
1659254.91	8186620.57	118.61 m	2.51 m
RGF93-CC49		IGN 69	



Description du dossier

Création d'un lycée - Mission G2-AVP

X	Y	Altitude NGF	Cote fin
1659254.91	8186620.57	118.61 m	2.51 m
RGF93-CC49		IGN 69	

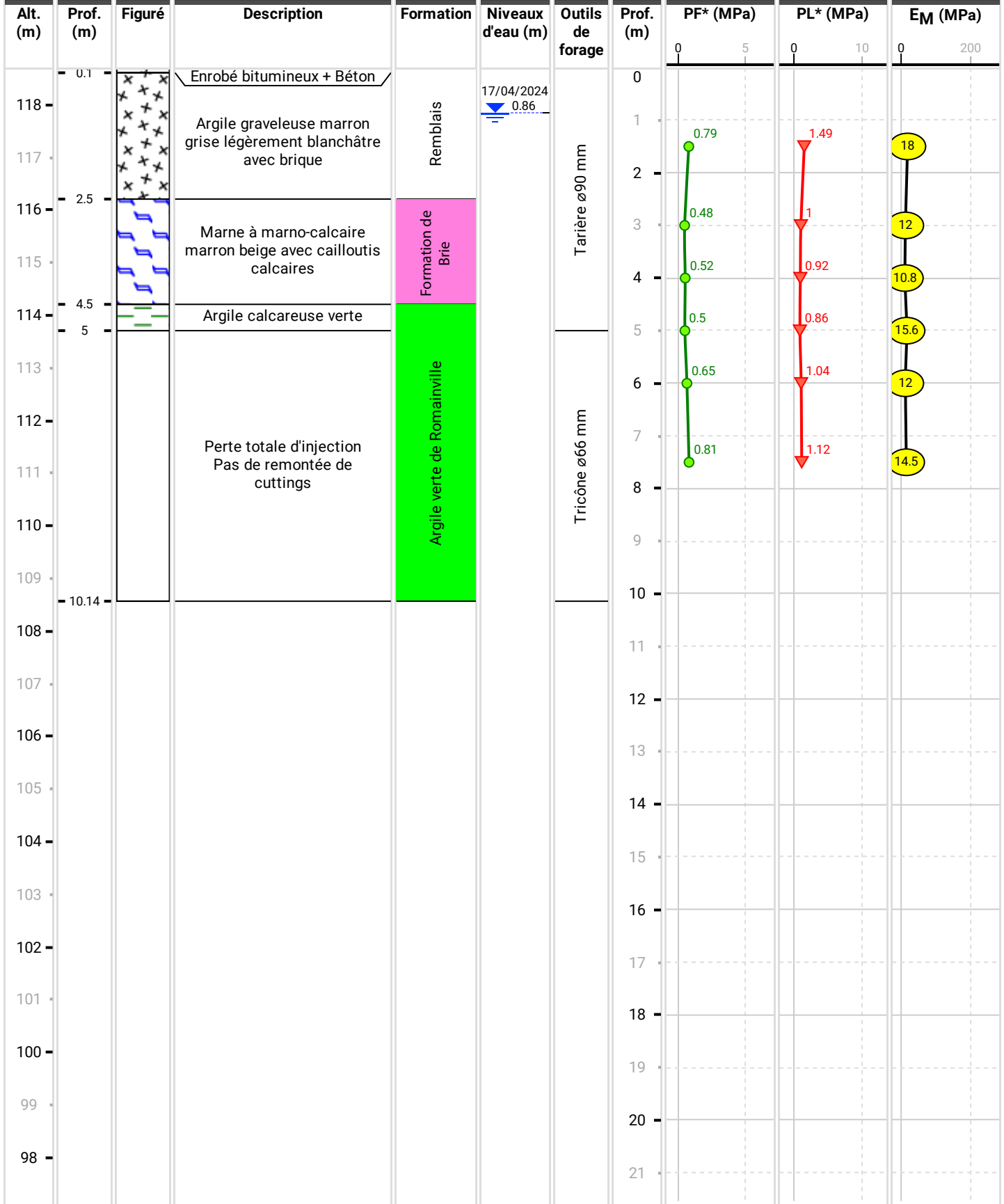


Description du dossier

Création d'un lycée - Mission G2-AVP

X	Y	Altitude NGF	Cote fin
1659233.24	8186653.68	118.71 m	10.14 m
RGF93-CC49		IGN 69	

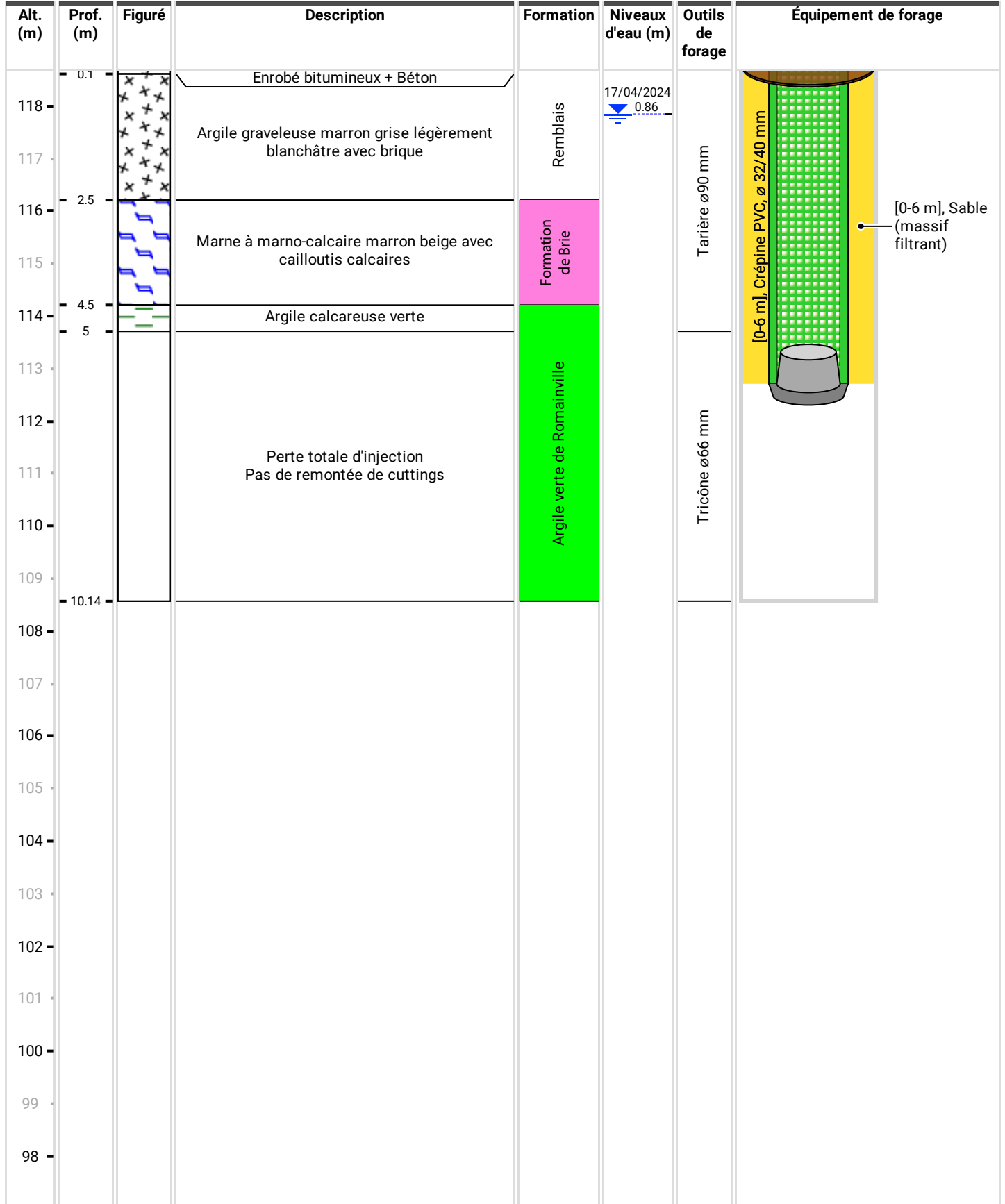
Date de début
12/04/2024
Date de fin
12/04/2024



Description du dossier

Création d'un lycée - Mission G2-AVP

X	Y	Altitude NGF	Cote fin
1659233.24	8186653.68	118.71 m	10.14 m
RGF93-CC49		IGN 69	



Description du dossier

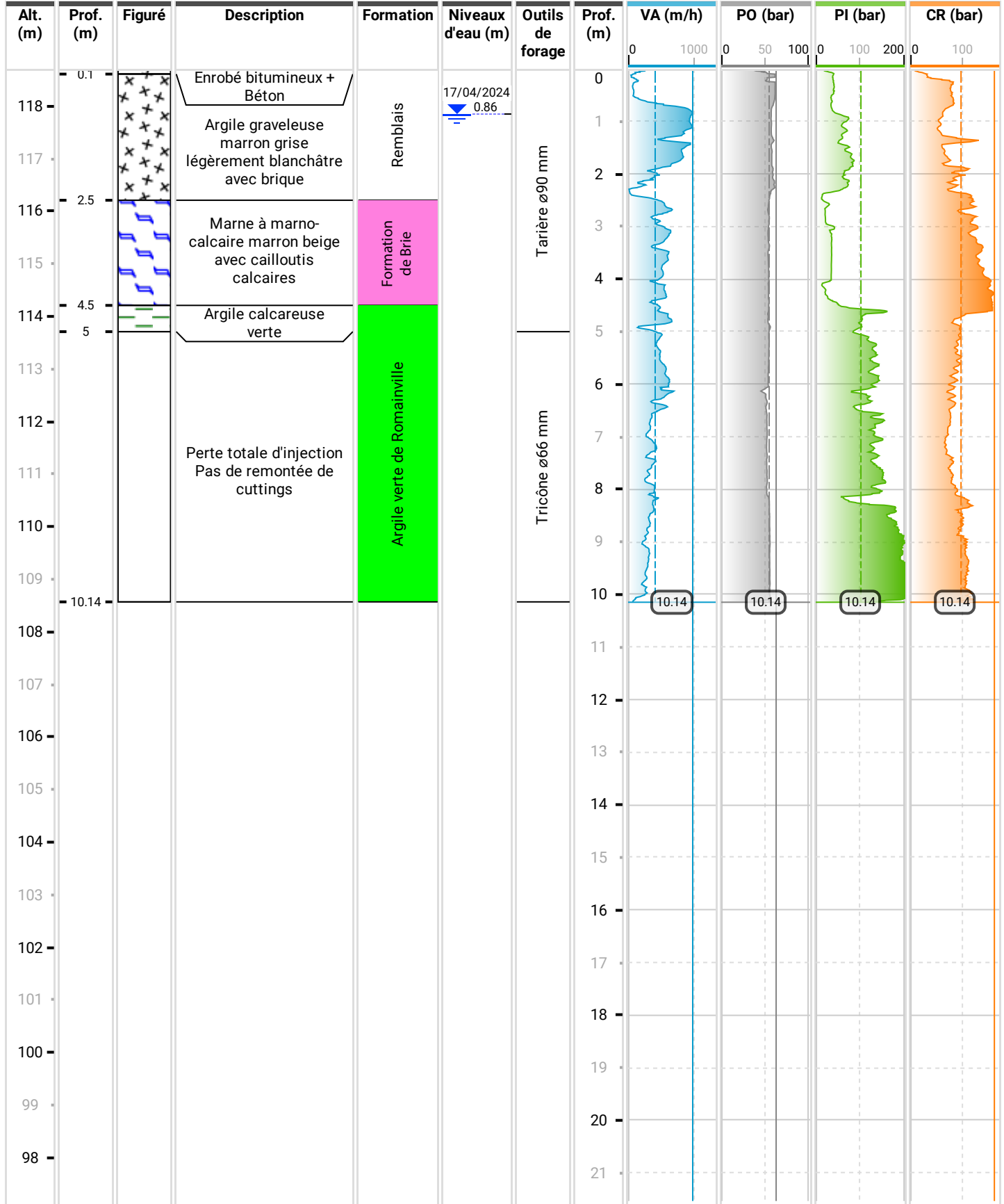
Création d'un lycée - Mission G2-AVP

Date de début
12/04/2024

Date de fin
12/04/2024

Type de forage
Sondage pressiométrique
Machine
EMCI E 4.50

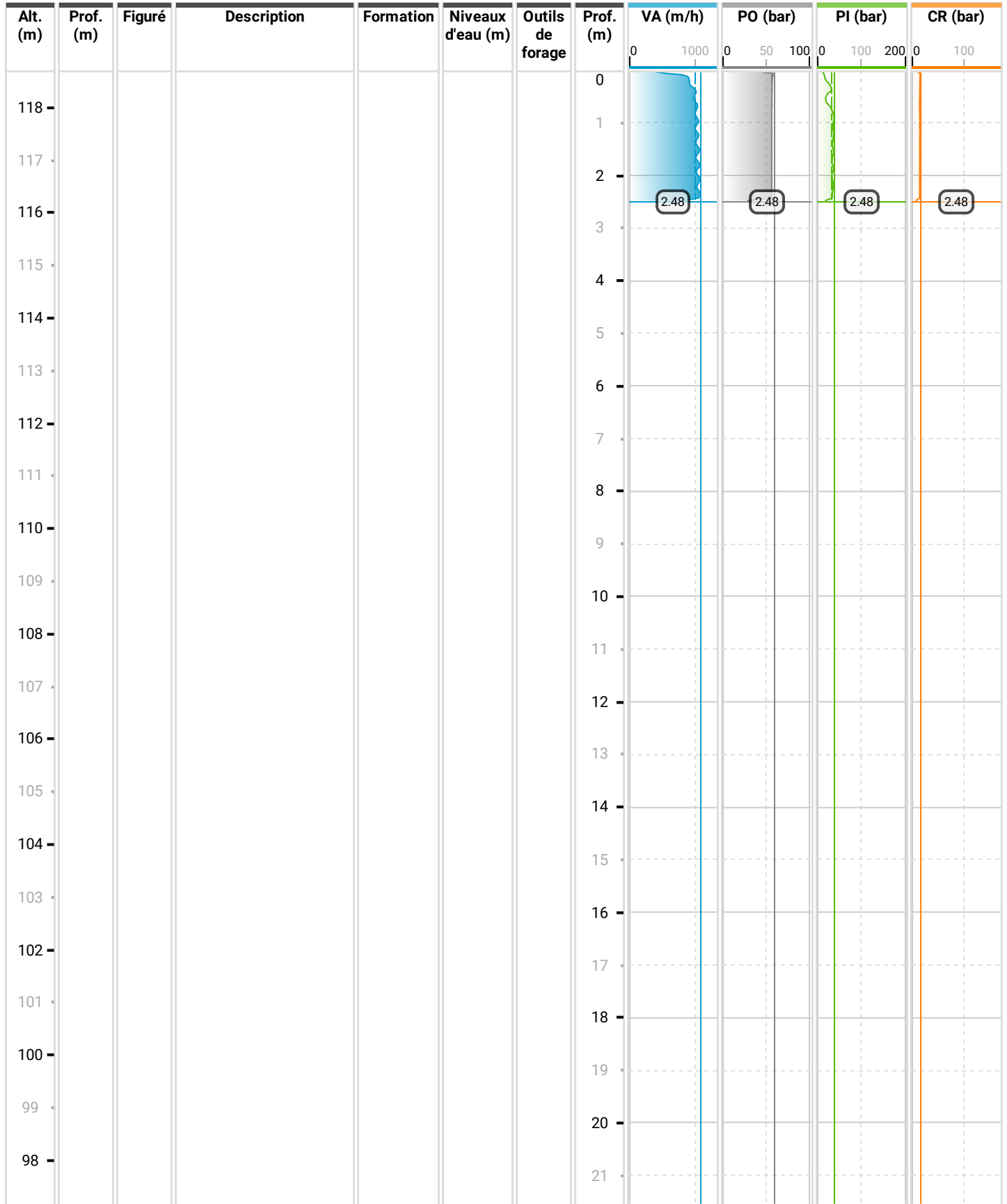
X	Y	Altitude NGF	Cote fin
1659233.24	8186653.68	118.71 m	10.14 m
RGF93-CC49		IGN 69	



Description du dossier

Création d'un lycée - Mission G2-AVP

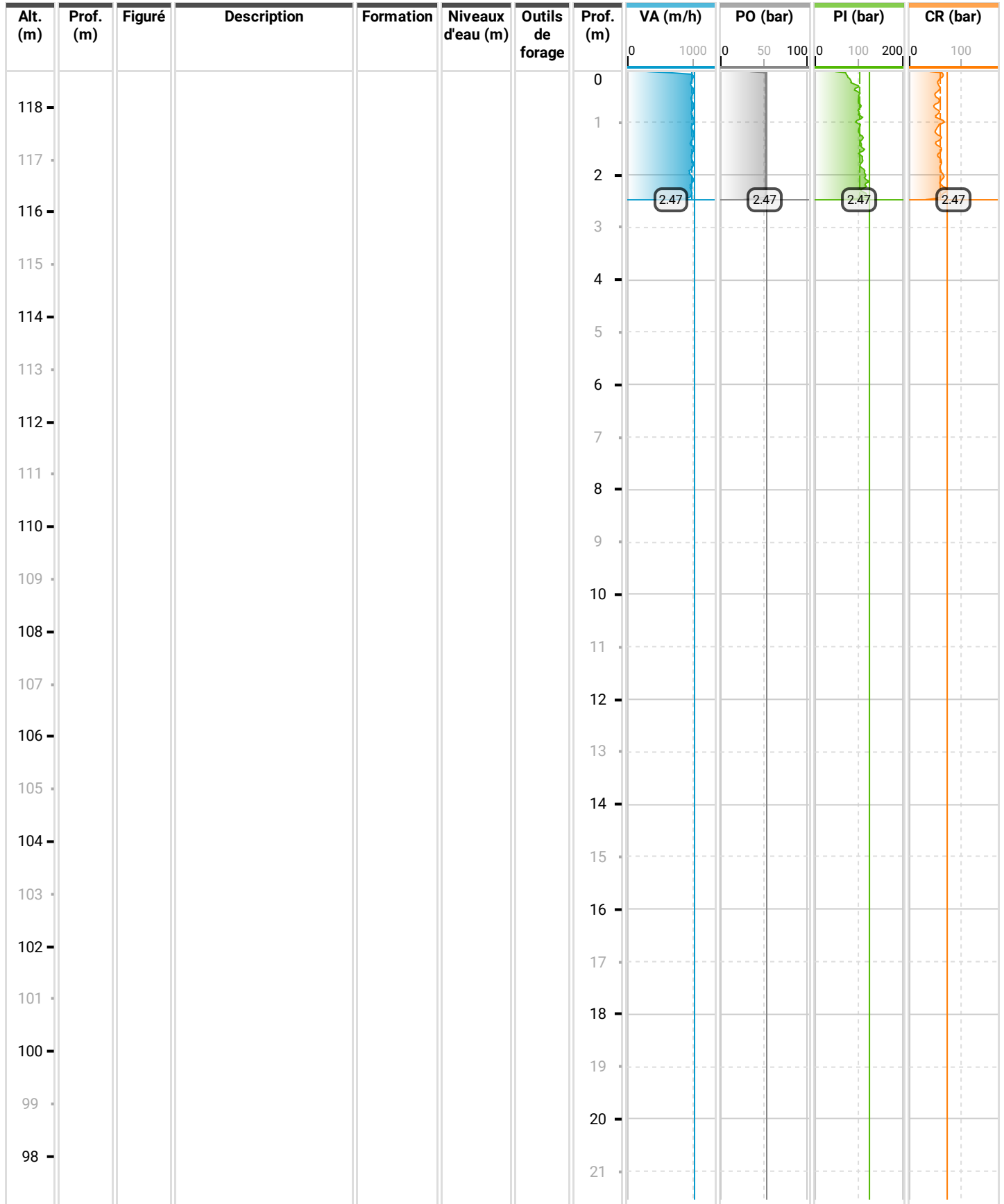
X	Y	Altitude NGF	Cote fin
1659233.24	8186653.68	118.71 m	2.48 m
RGF93-CC49		IGN 69	



Description du dossier

Création d'un lycée - Mission G2-AVP

X	Y	Altitude NGF	Cote fin
1659233.24	8186653.68	118.71 m	2.47 m
RGF93-CC49		IGN 69	



Description du dossier

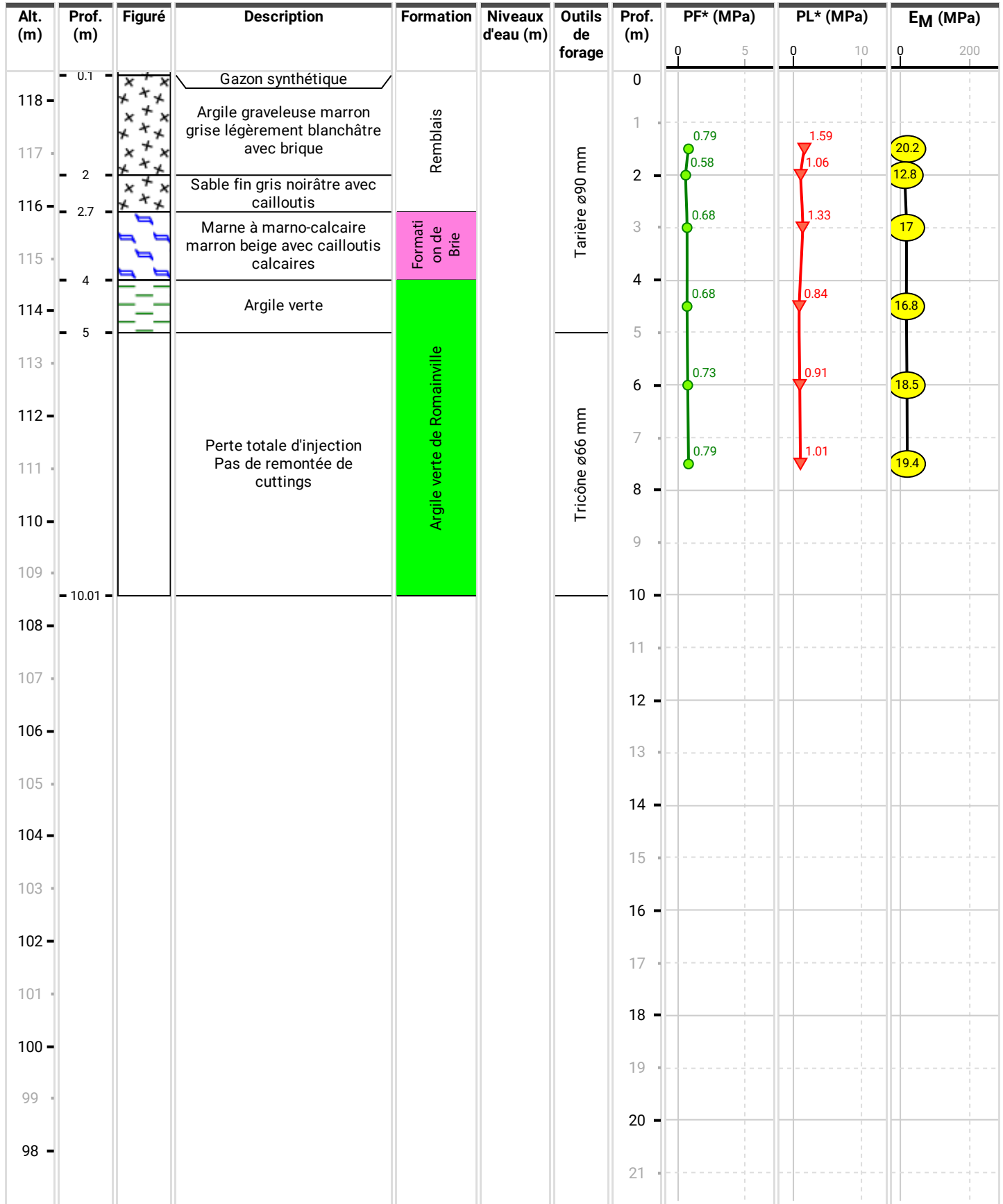
Création d'un lycée - Mission G2-AVP

Date de début
12/04/2024

Date de fin
12/04/2024

Type de forage
Sondage pressiométrique
Machine
EMCI E 4.50

X	Y	Altitude NGF	Cote fin
1659147.98	8186651.50	118.59 m	10.01 m
RGF93-CC49		IGN 69	



Description du dossier

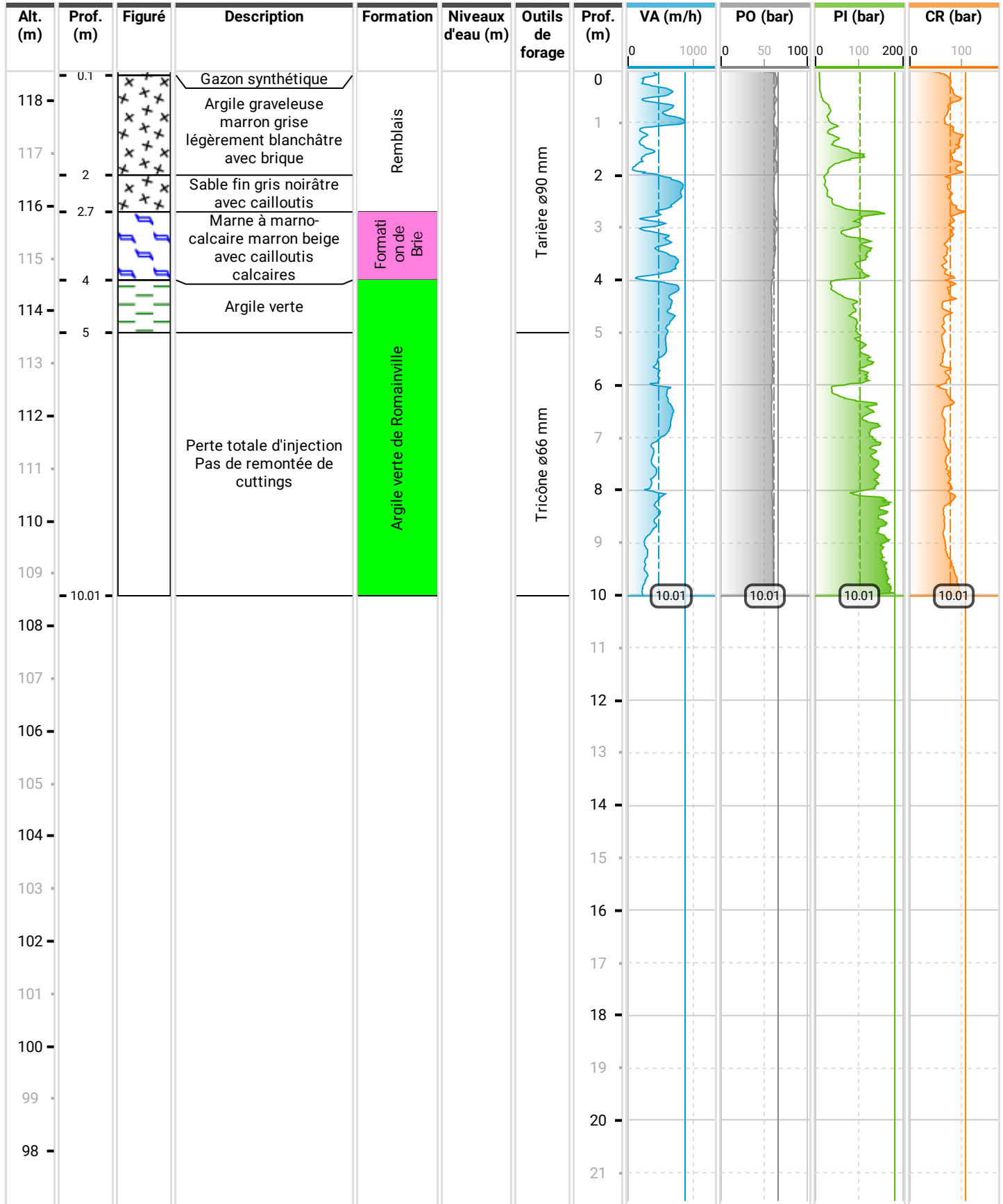
Création d'un lycée - Mission G2-AVP

Date de début
12/04/2024

Date de fin
12/04/2024

Type de forage
Sondage pressiométrique
Machine
EMCI E 4.50

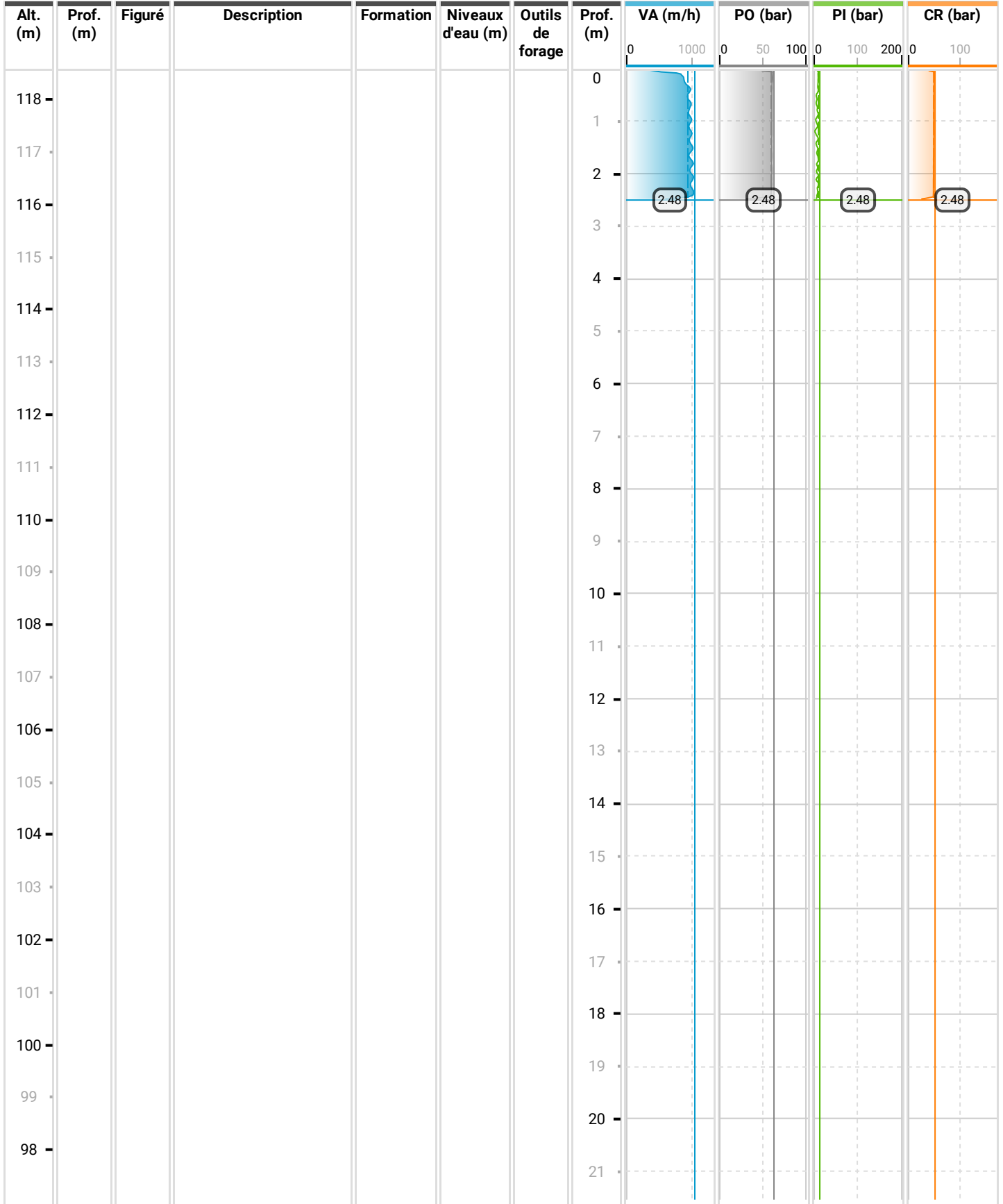
X	Y	Altitude NGF	Cote fin
1659147.98	8186651.50	118.59 m	10.01 m
RGF93-CC49		IGN 69	



Description du dossier

Création d'un lycée - Mission G2-AVP

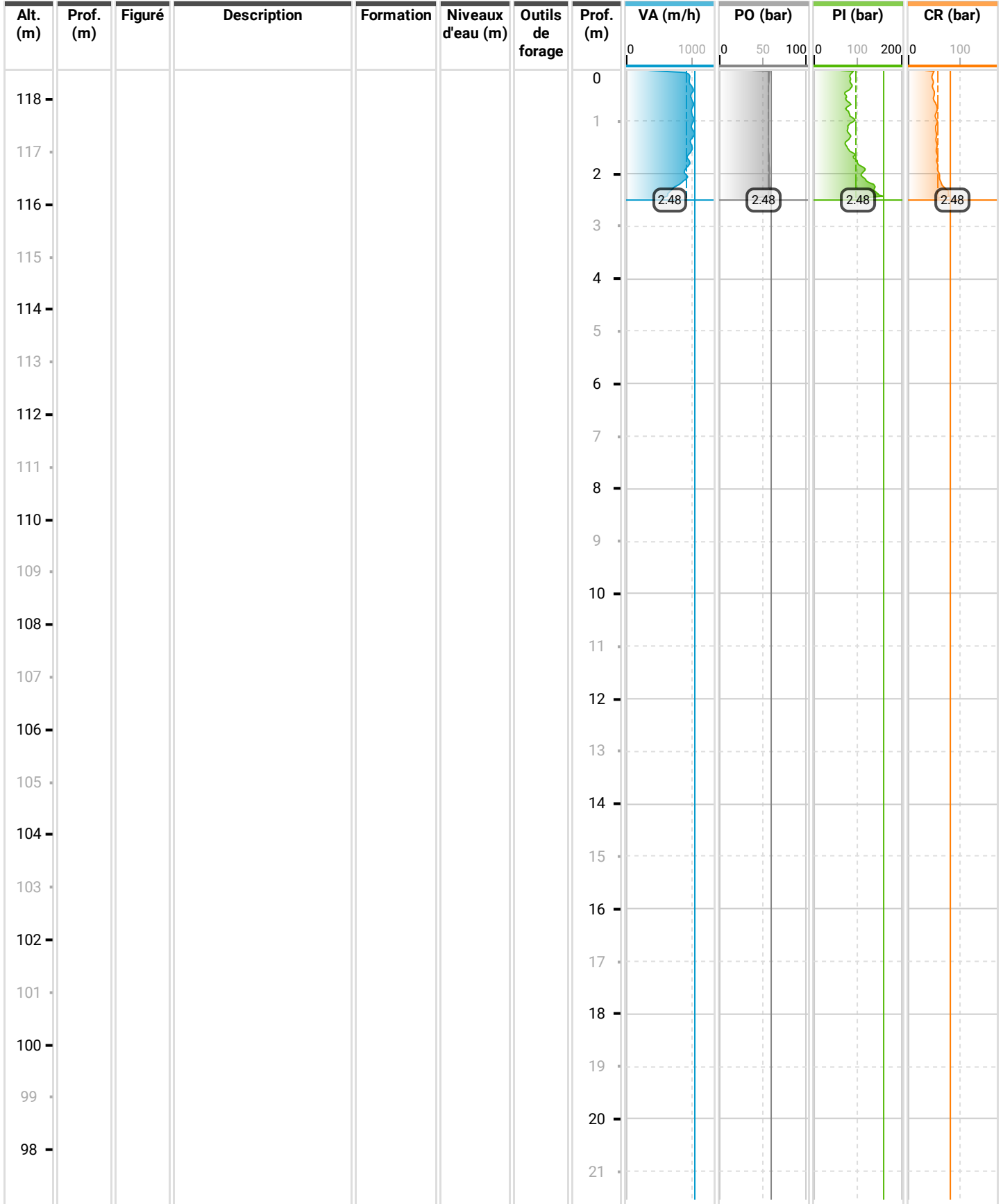
X	Y	Altitude NGF	Cote fin
1659147.98	8186651.50	118.59 m	2.48 m
RGF93-CC49		IGN 69	



Description du dossier

Création d'un lycée - Mission G2-AVP

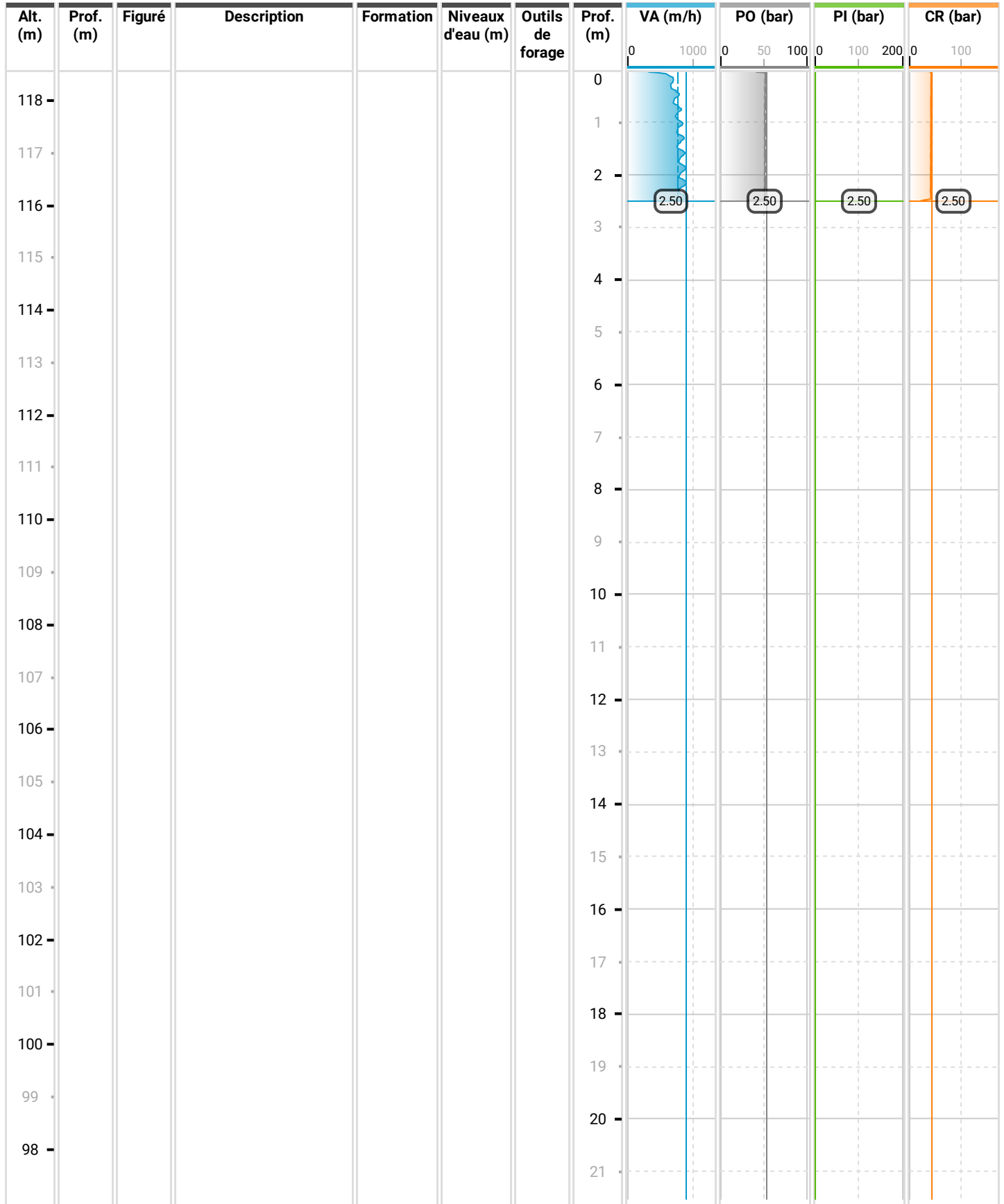
X	Y	Altitude NGF	Cote fin
1659147.98	8186651.50	118.59 m	2.48 m
RGF93-CC49		IGN 69	



Description du dossier

Création d'un lycée - Mission G2-AVP

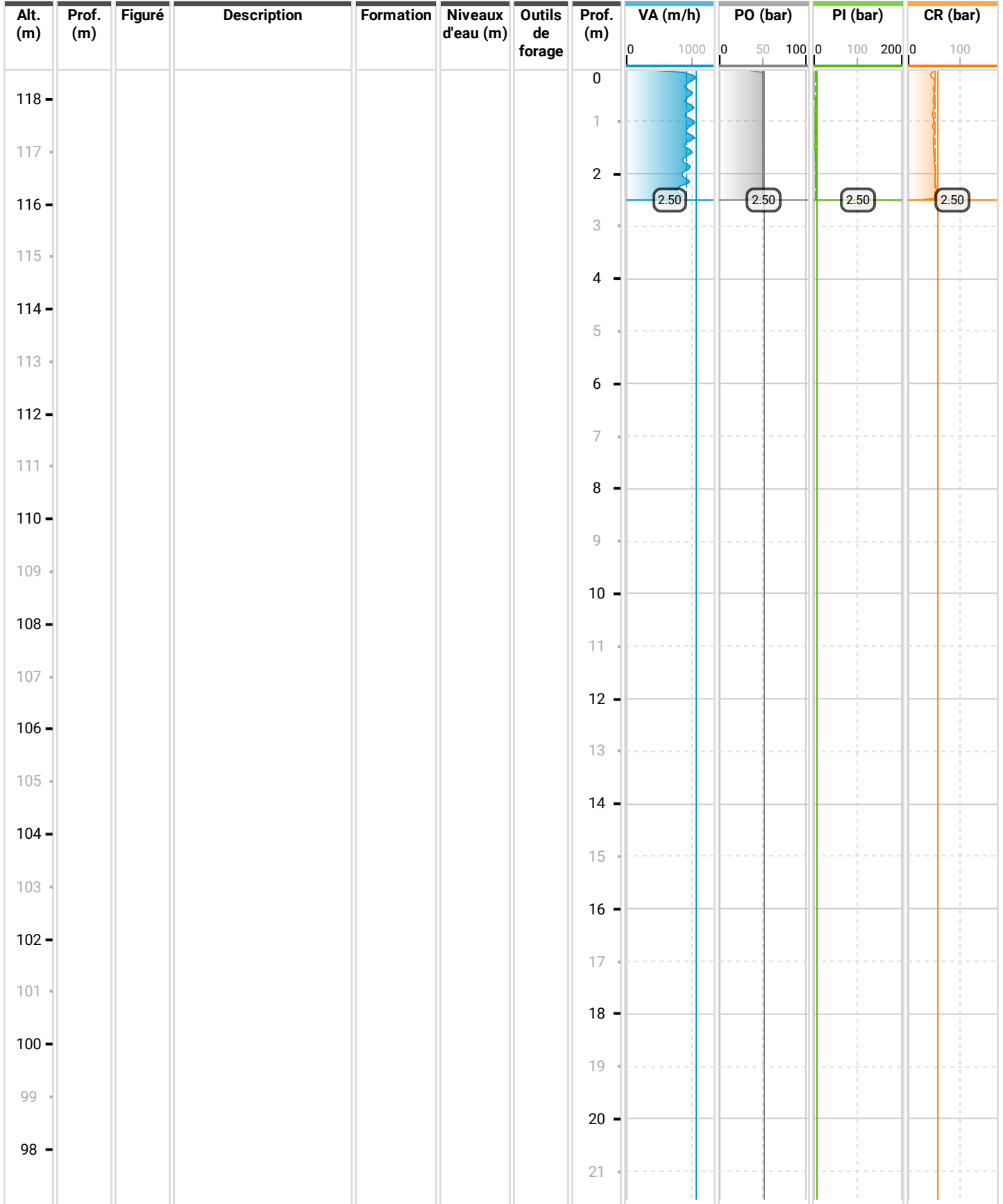
X	Y	Altitude NGF	Cote fin
1659171.02	8186618.56	118.58 m	2.5 m
RGF93-CC49		IGN 69	



Description du dossier

Création d'un lycée - Mission G2-AVP

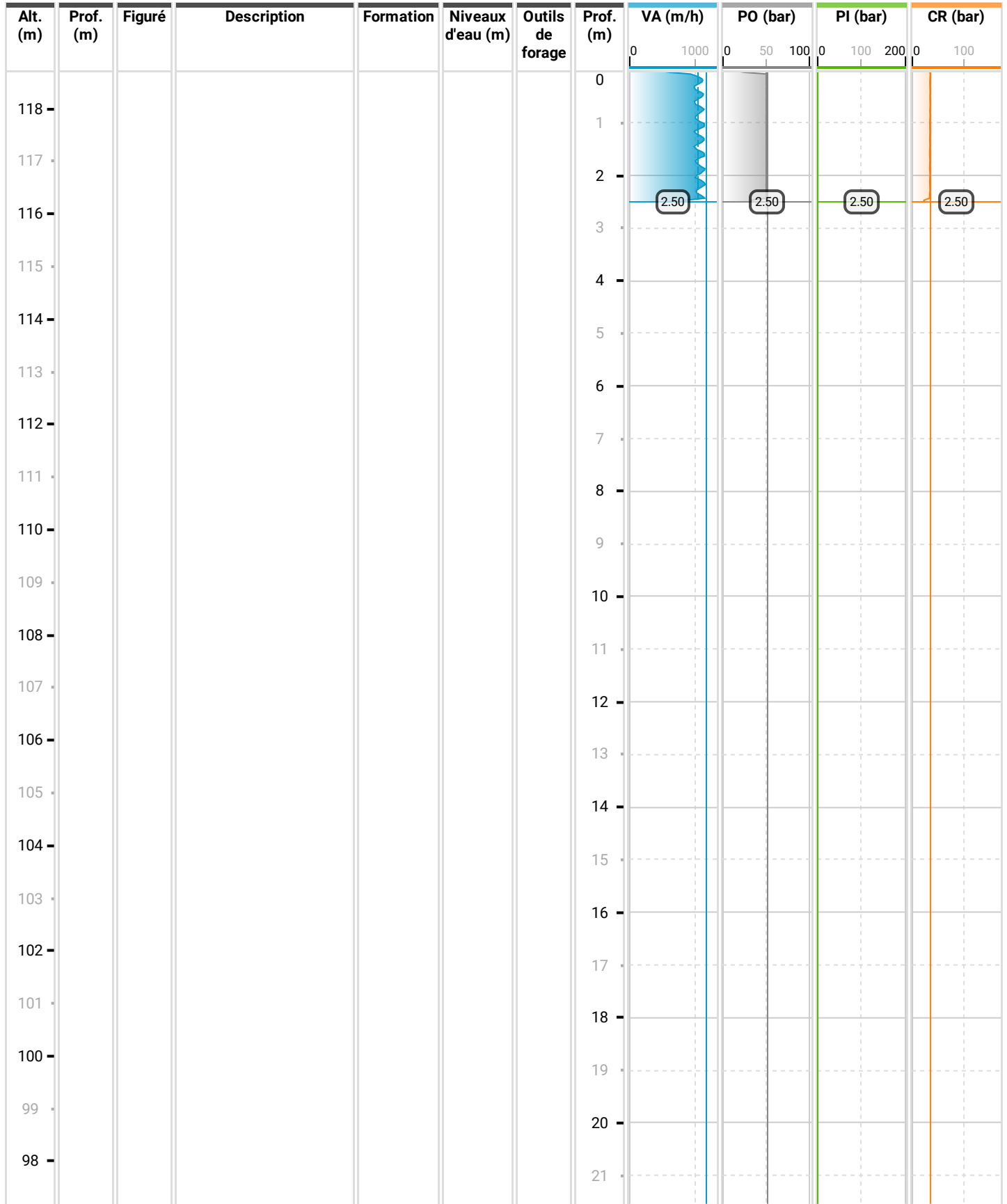
X	Y	Altitude NGF	Cote fin
1659171.02	8186618.56	118.58 m	2.5 m
RGF93-CC49		IGN 69	



Description du dossier

Création d'un lycée - Mission G2-AVP

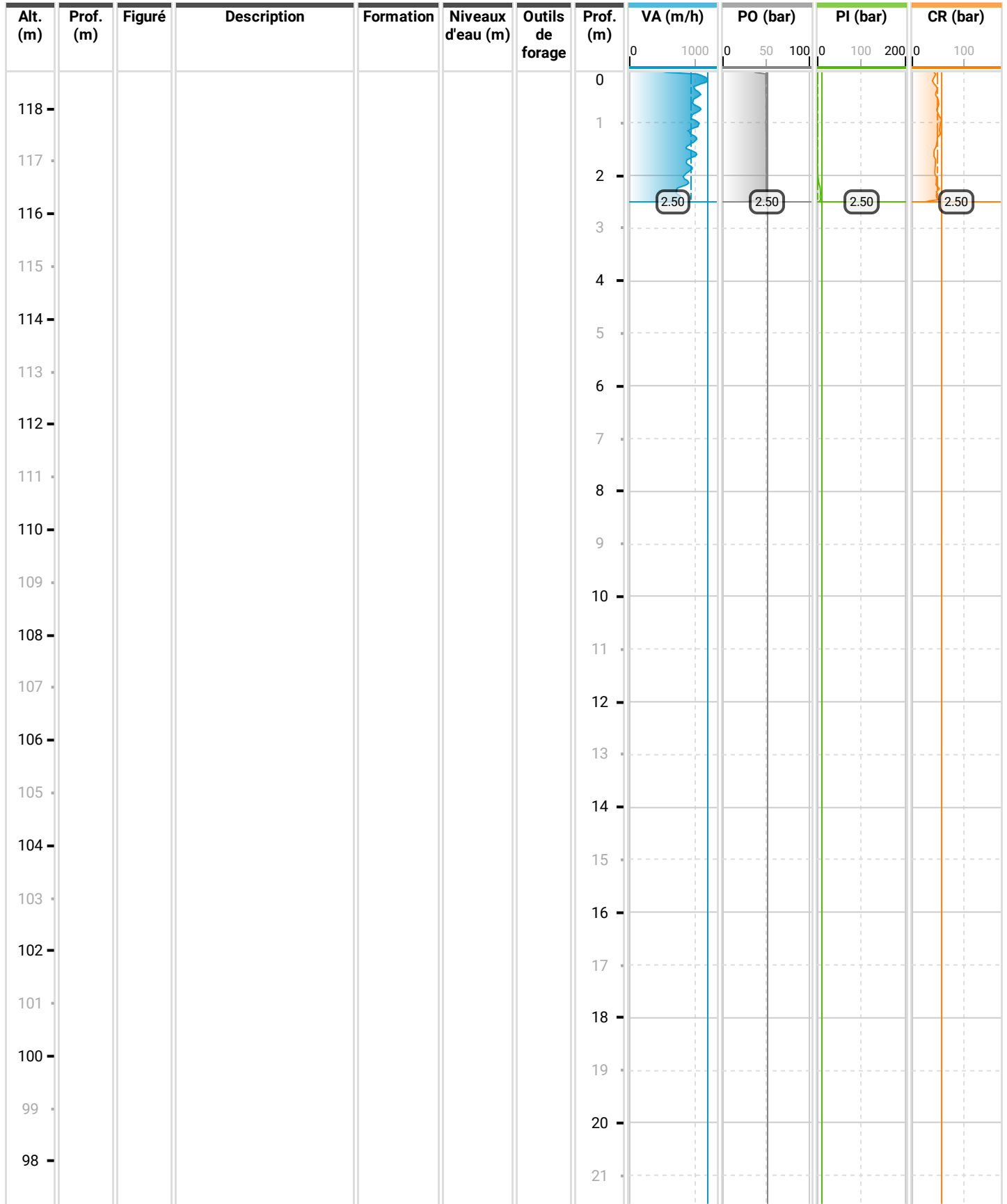
X	Y	Altitude NGF	Cote fin
1659229.72	8186609.97	118.73 m	2.5 m
RGF93-CC49		IGN 69	



Description du dossier

Création d'un lycée - Mission G2-AVP

X	Y	Altitude NGF	Cote fin
1659229.72	8186609.97	118.73 m	2.5 m
RGF93-CC49		IGN 69	



Description du dossier

Création d'un lycée - Mission G2-AVP

X	Y	Altitude NGF	Cote fin
1659180.17	8186652.05	118.85 m	2 m
RGF93-CC49		IGN 69	

Alt. (m)	Prof. (m)	Figuré	Description	Formation	Niveaux d'eau (m)	Outils de forage
118	0.1		Gazon synthétique	Remblais	09/04/2024 0.8	Tarière ø102 mm
118	1		Argile sablo-graveleuse marron rougeâtre			
117	2		Argile verte avec cailloutis			
116						
115						
114						
113						
112						
111						
110						
109						
108						
107						
106						
105						
104						
103						
102						
101						
100						
99						
98						

Description du dossier

Création d'un lycée - Mission G2-AVP

X	Y	Altitude NGF	Cote fin
1659162.39	8186668.43	118.81 m	2 m
RGF93-CC49		IGN 69	

Alt. (m)	Prof. (m)	Figuré	Description	Formation	Niveaux d'eau (m)	Outils de forage
118	0.25		Enrobé bitumineux	Remblais	09/04/2024 0.86	Tarière ø102 mm
			Béton			
118	1		Sable graveleux marron grisâtre avec cailloutis			
117	2		Marne à marno-calcaire marron beige blanchâtre avec cailloutis	Formation de Brte		
116						
115						
114						
113						
112						
111						
110						
109						
108						
107						
106						
105						
104						
103						
102						
101						
100						
99						
98						

Description du dossier

Création d'un lycée - Mission G2-AVP

X	Y	Altitude NGF	Cote fin
1659192.28	8186609.54	118.71 m	2 m
RGF93-CC49		IGN 69	

Alt. (m)	Prof. (m)	Figuré	Description	Formation	Niveaux d'eau (m)	Outils de forage
118	0.1	X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X	Gazon synthétique	Remblais		Tarière ø102 mm
	0.5		Sable marron rougeâtre			
117	2	Marne argileuse marron beige verdâtre avec cailloutis				
116						
115						
114						
113						
112						
111						
110						
109						
108						
107						
106						
105						
104						
103						
102						
101						
100						
99						
98						

Description du dossier

Création d'un lycée - Mission G2-AVP

X	Y	Altitude NGF	Cote fin
1659237.54	8186648.48	118.72 m	2 m
RGF93-CC49		IGN 69	

Alt. (m)	Prof. (m)	Figuré	Description	Formation	Niveaux d'eau (m)	Outils de forage
118	0.1	✕ ✕ ✕	Enrobé bitumineux + Béton	Remblais		Tarière ø102 mm
	0.5		Sable marron jaunâtre			
117	2	✕ ✕ ✕	Marne argileuse marron beige avec cailloutis			
116						
115						
114						
113						
112						
111						
110						
109						
108						
107						
106						
105						
104						
103						
102						
101						
100						
99						
98						

Description du dossier

Création d'un lycée - Mission G2-AVP

X	Y	Altitude NGF	Cote fin
1659232.53	8186594.33	118.8 m	2 m
RGF93-CC49		IGN 69	

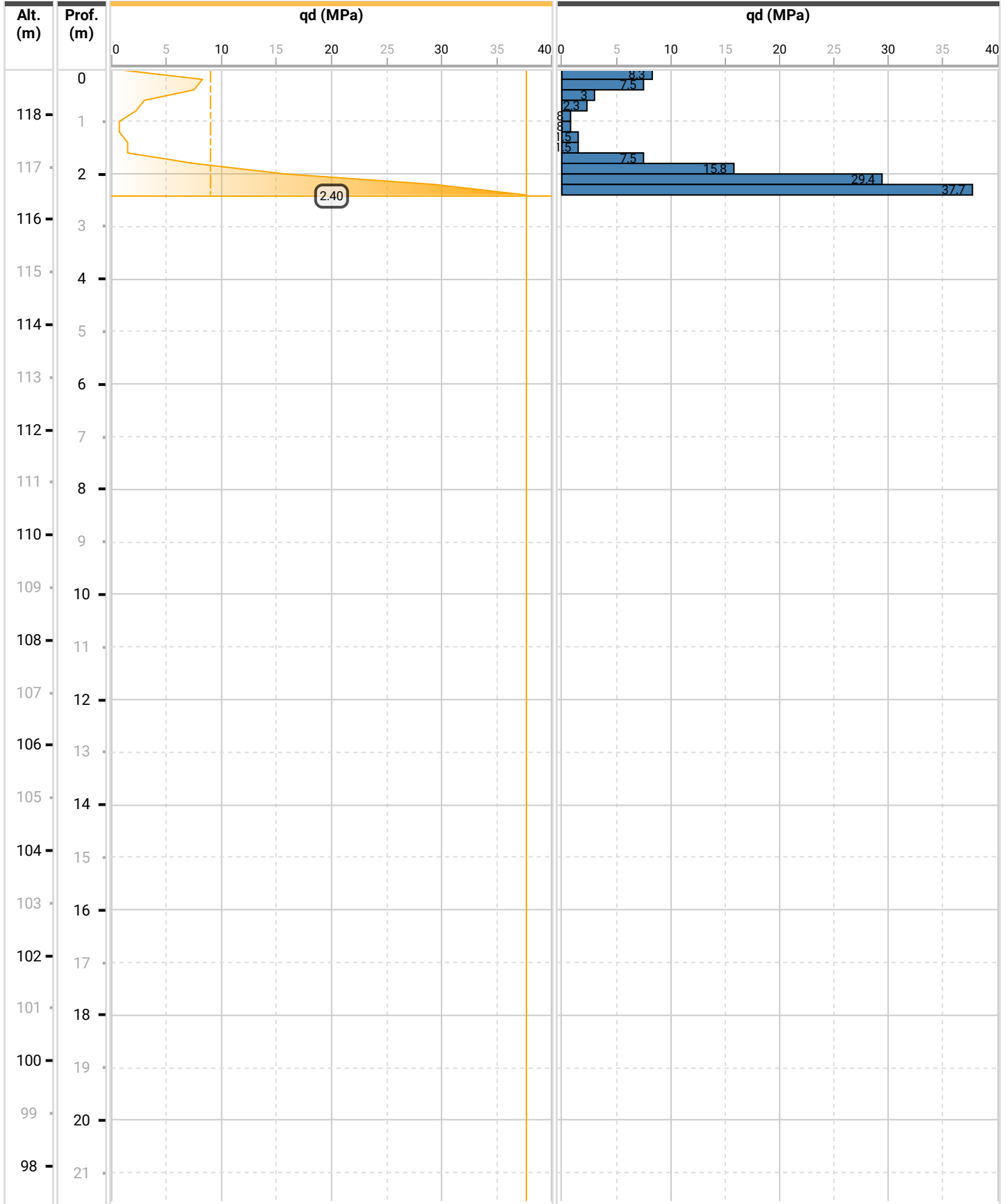
Alt. (m)	Prof. (m)	Figuré	Description	Formation	Niveaux d'eau (m)	Outils de forage
118	0.1	X X X	Gazon synthétique	Remblais	09/04/2024 1.26	Tarière ø102 mm
	0.5	X X X	Sable marron rougeâtre avec cailloutis			
117	2	X X X	Argile sableuse marron jaunâtre			
116						
115						
114						
113						
112						
111						
110						
109						
108						
107						
106						
105						
104						
103						
102						
101						
100						
99						
98						

ANNEXE 5
PROCES-VERBAUX DES PENETROMETRES
DYNAMIQUES

Description du dossier

Création d'un lycée - Mission G2-AVP

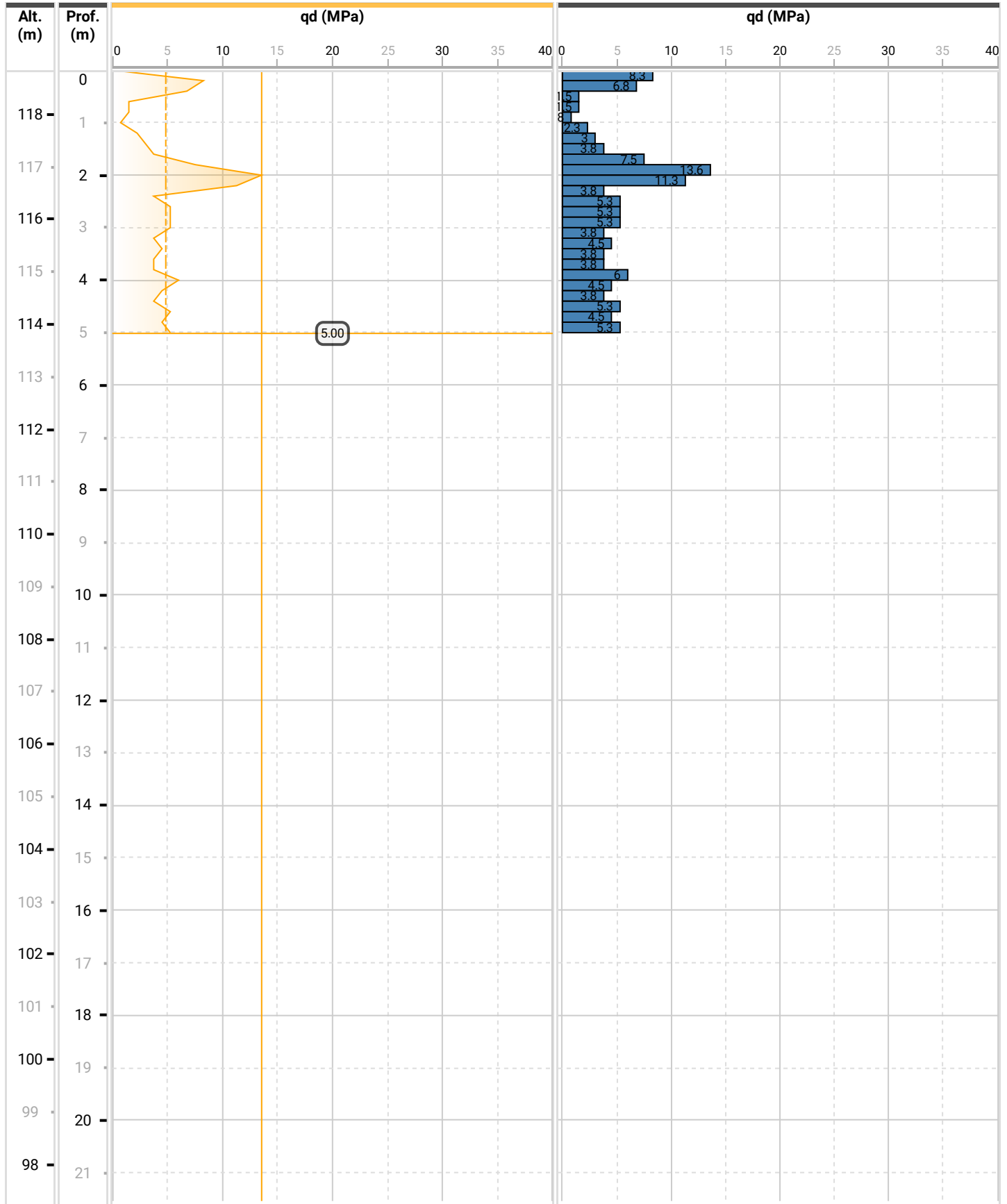
X	Y	Altitude NGF	Cote fin
1659183.84	8186650.98	118.87 m	2.4 m
RGF93-CC49		IGN 69	



Description du dossier

Création d'un lycée - Mission G2-AVP

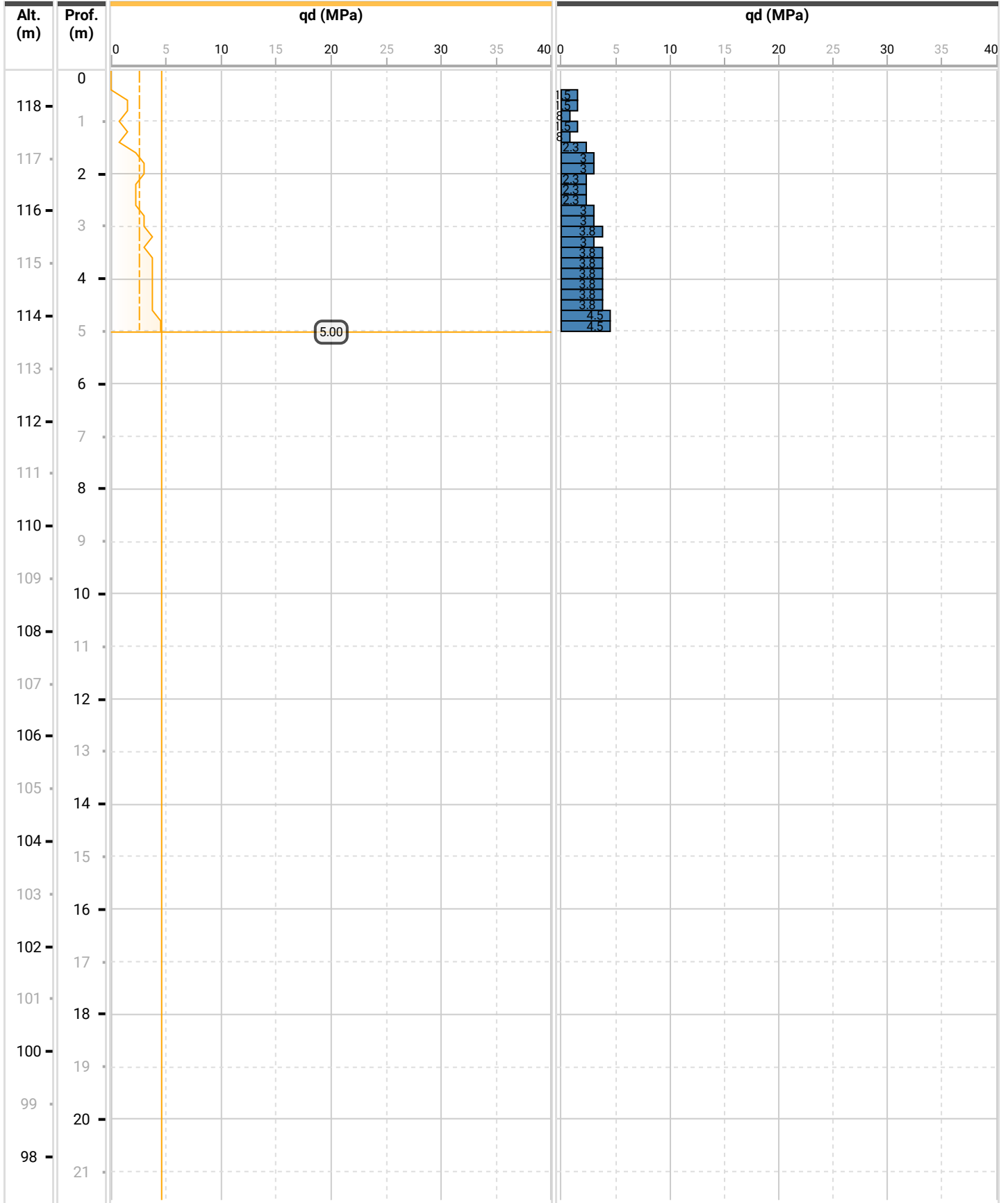
X	Y	Altitude NGF	Cote fin
1659165.77	8186671.60	118.84 m	5 m
RGF93-CC49		IGN 69	



Description du dossier

Création d'un lycée - Mission G2-AVP

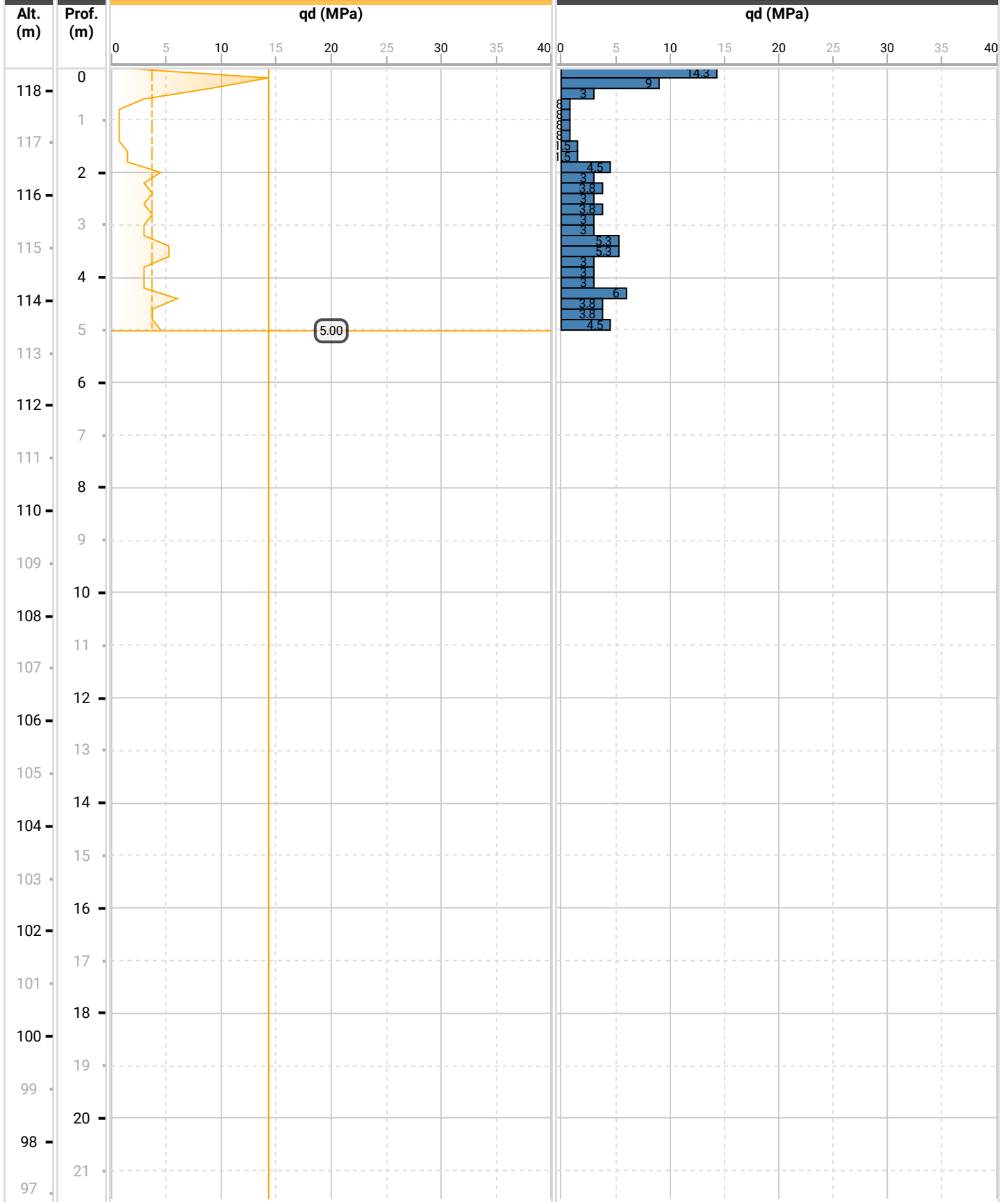
X	Y	Altitude NGF	Cote fin
1659230.87	8186656.27	118.71 m	5 m
RGF93-CC49		IGN 69	



Description du dossier

Création d'un lycée - Mission G2-AVP

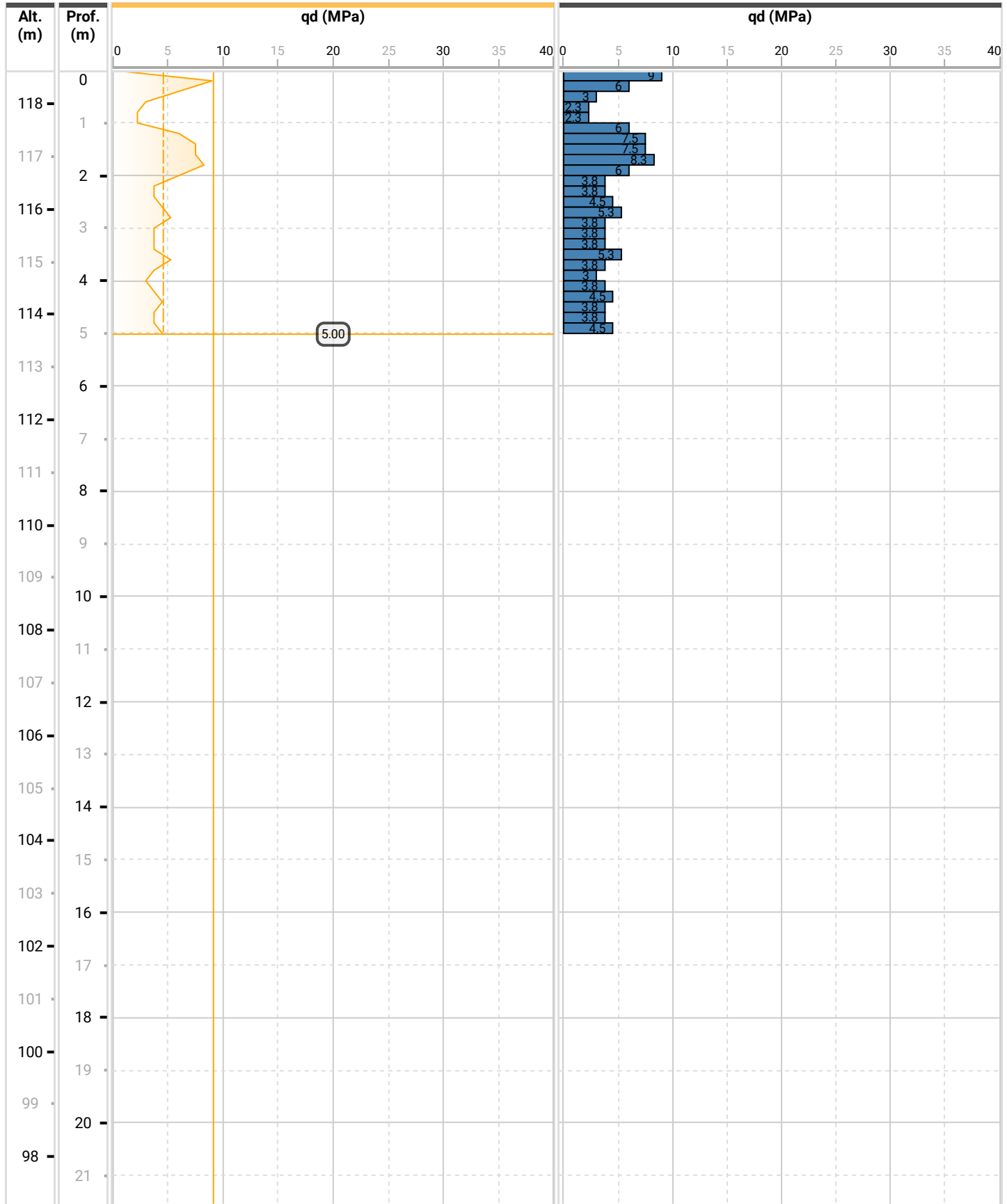
X	Y	Altitude NGF	Cote fin
1659266.65	8186611.36	118.44 m	5 m
RGF93-CC49		IGN 69	



Description du dossier

Création d'un lycée - Mission G2-AVP

X	Y	Altitude NGF	Cote fin
1659156.02	8186648.25	118.64 m	5 m
RGF93-CC49		IGN 69	



Description du dossier

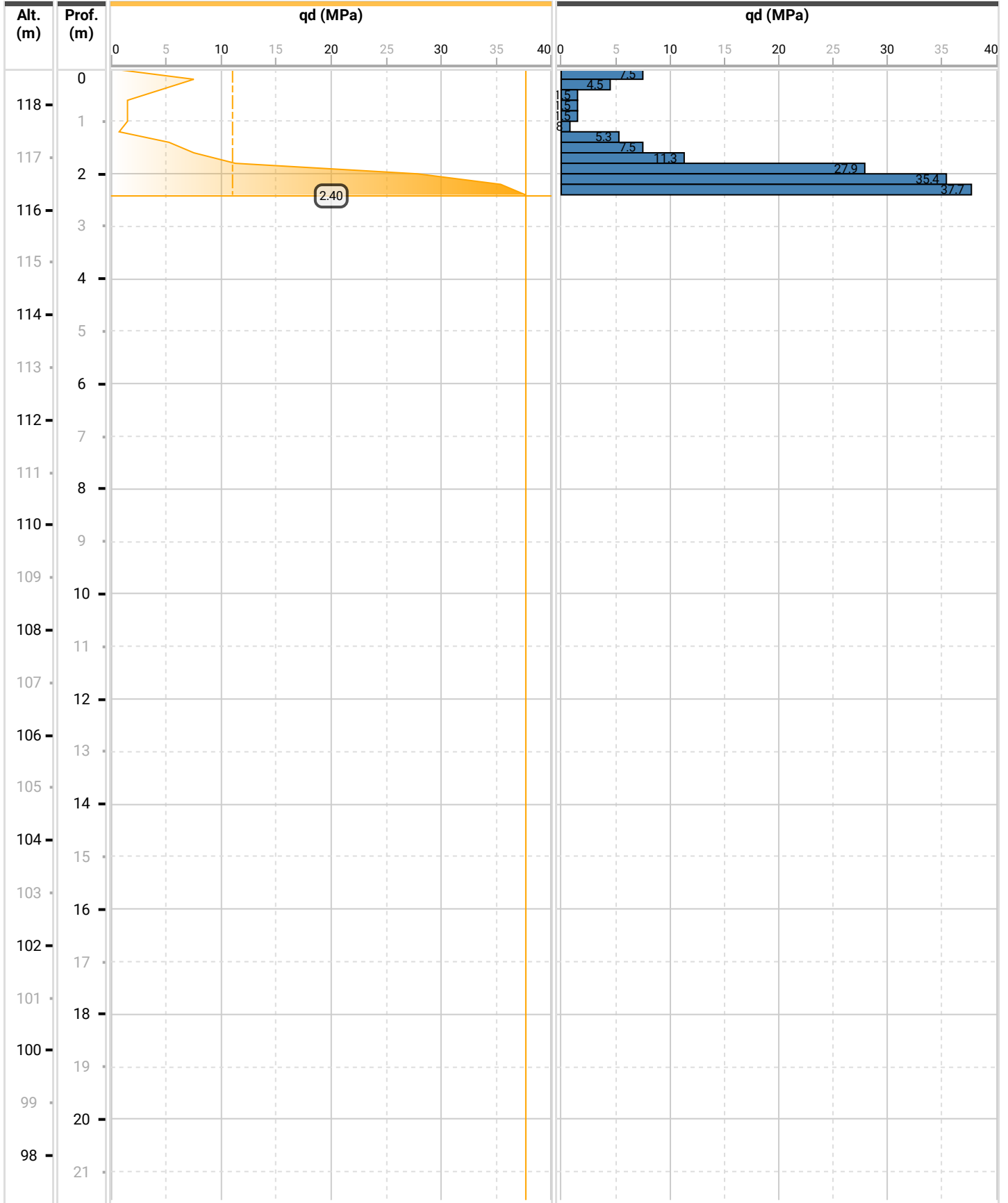
Création d'un lycée - Mission G2-AVP

Date de début
09/04/2024

Date de fin
09/04/2024

Type de forage
Pénétromètre dynamique
Machine
PAGANI

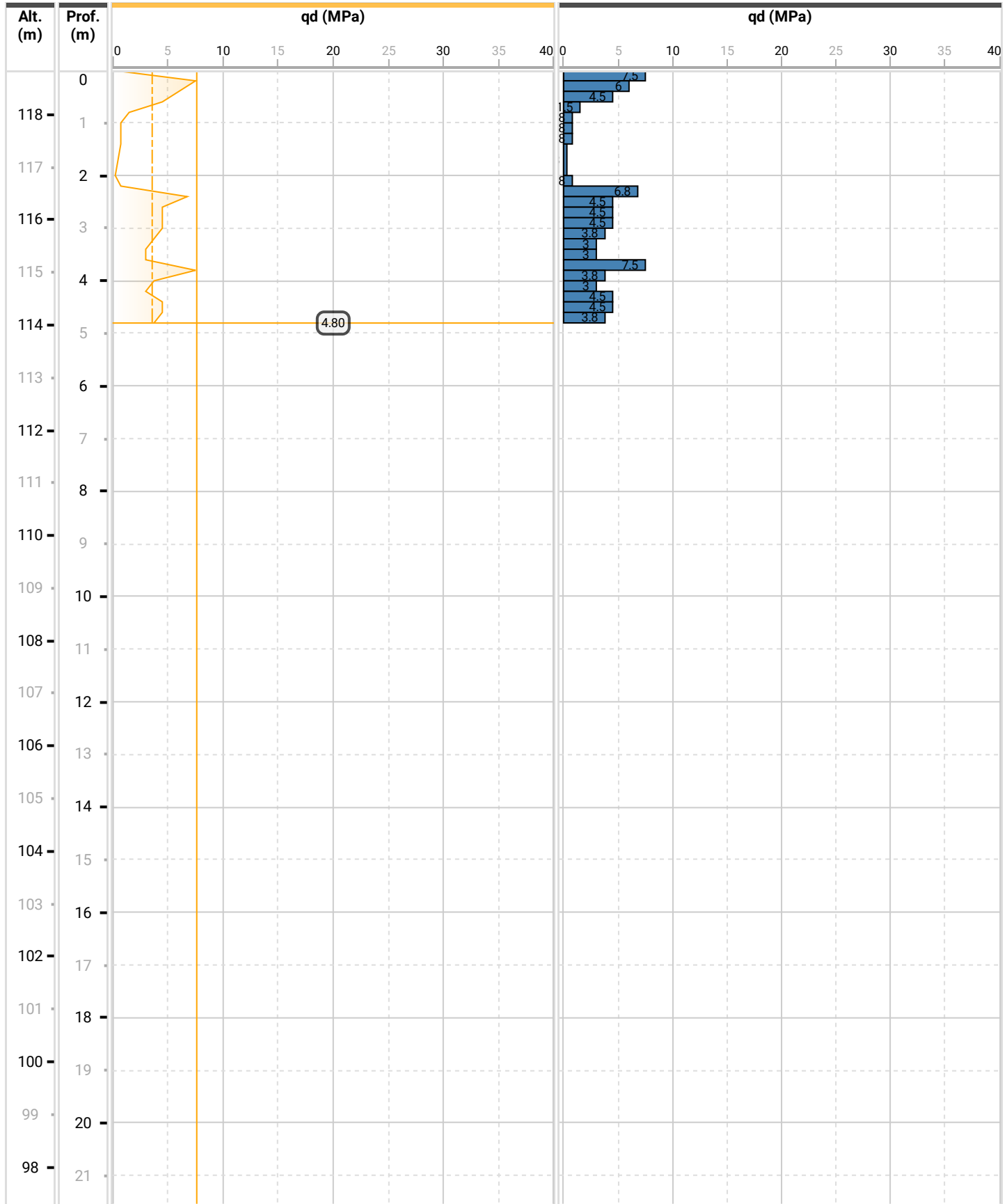
X	Y	Altitude NGF	Cote fin
1659197.54	8186666.49	118.69 m	2.4 m
RGF93-CC49		IGN 69	



Description du dossier

Création d'un lycée - Mission G2-AVP

X	Y	Altitude NGF	Cote fin
1659201.84	8186629.01	118.84 m	4.8 m
RGF93-CC49		IGN 69	



Description du dossier

Création d'un lycée - Mission G2-AVP

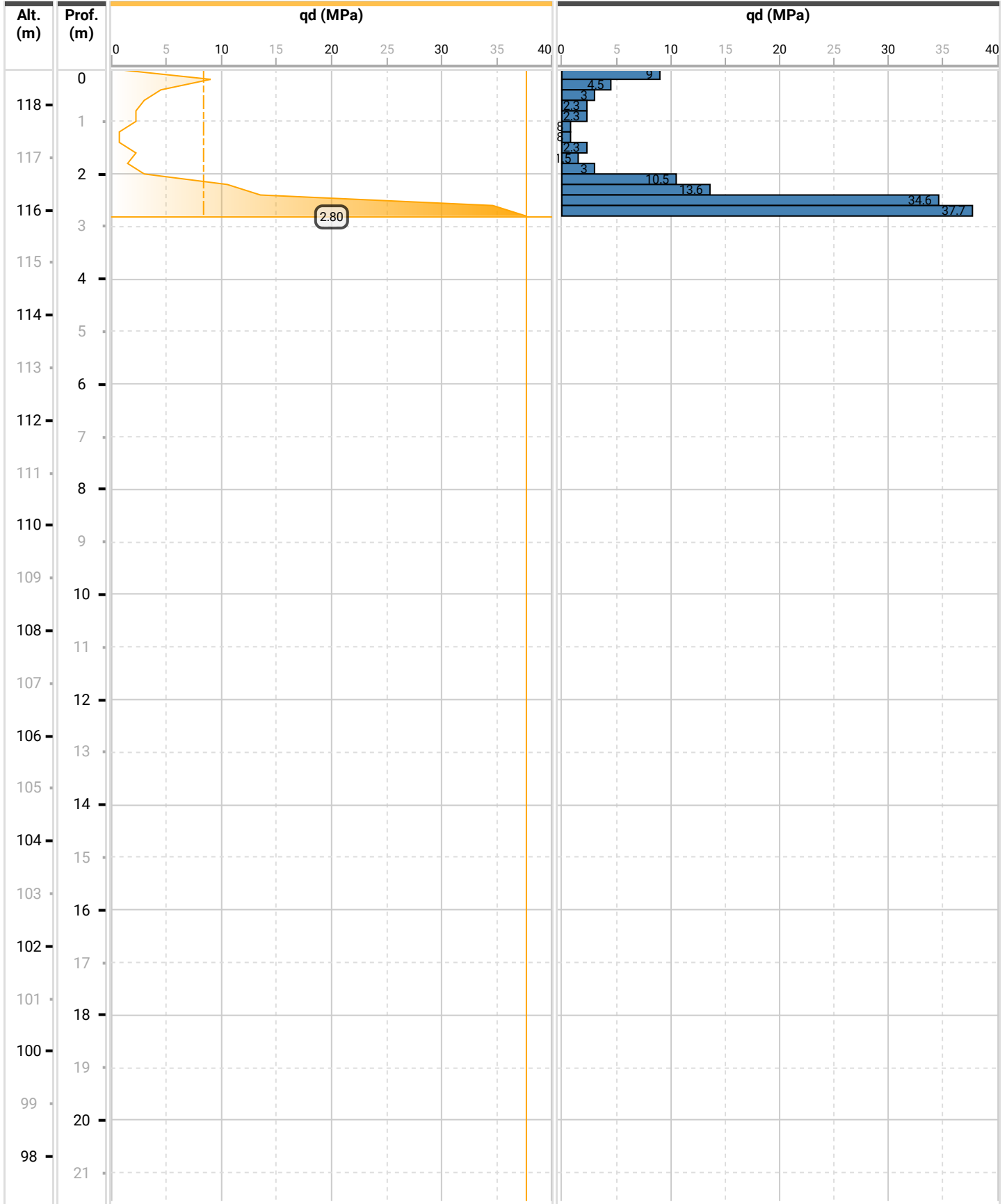
Date de début
09/04/2024

Type de forage
Pénétromètre dynamique

Date de fin
09/04/2024

Machine
PAGANI

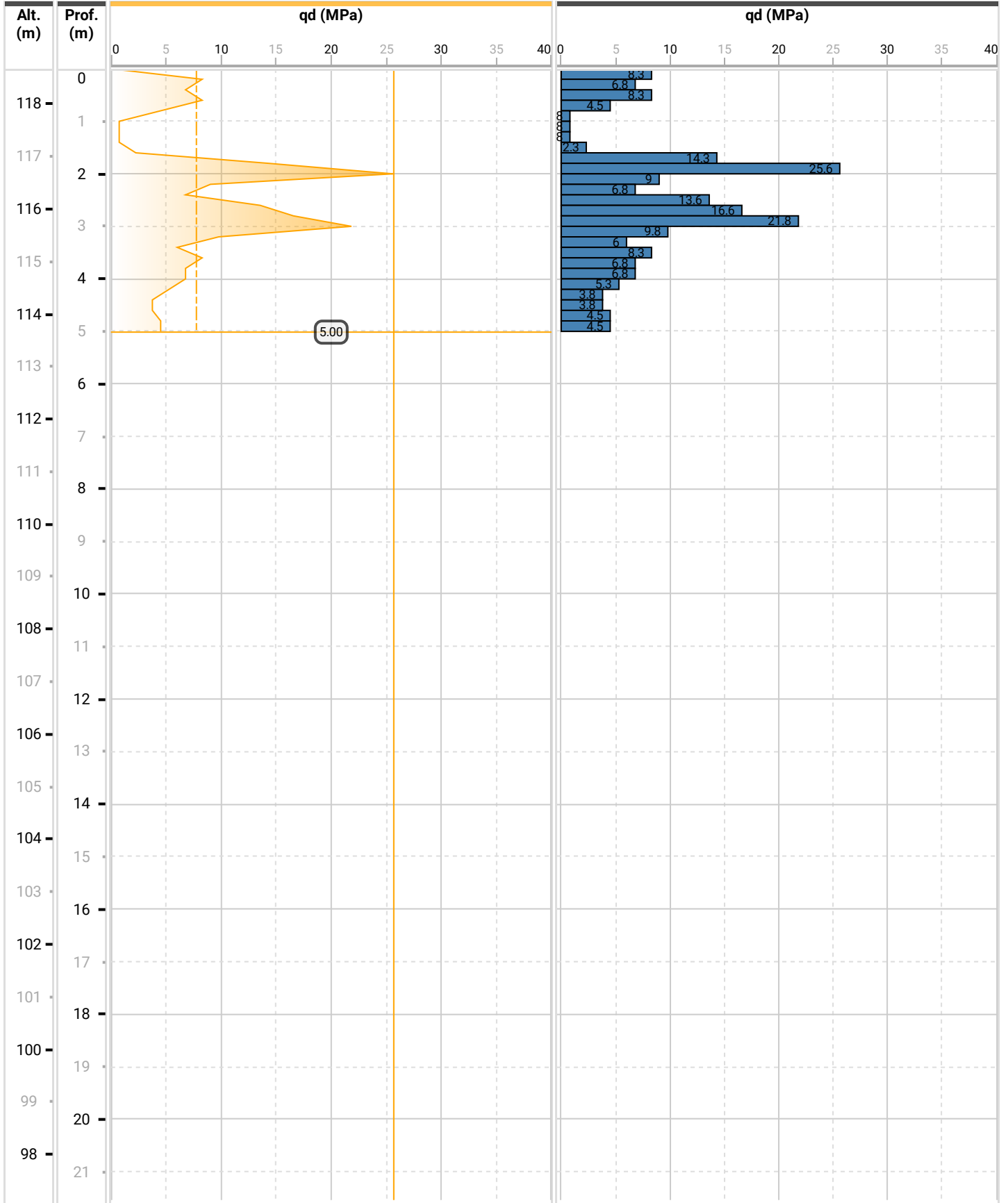
X	Y	Altitude NGF	Cote fin
1659202.52	8186591.01	118.69 m	2.8 m
RGF93-CC49		IGN 69	



Description du dossier

Création d'un lycée - Mission G2-AVP

X	Y	Altitude NGF	Cote fin
1659240.76	8186610.25	118.67 m	5 m
RGF93-CC49		IGN 69	



ANNEXE 6

PROCES-VERBAUX DES ESSAIS DE PERMEABILITE

Test de perméabilité Porchet

Date : 09/04/2024
Lithologie : Argile sablo-graveleuse
Affaire n° : 12336

Sondage : ST1
Profondeur initiale du sondage (m) : 2.00
Profondeur finale du sondage (m) : 1.84
Profondeur d'eau (m/sol) : 0.80



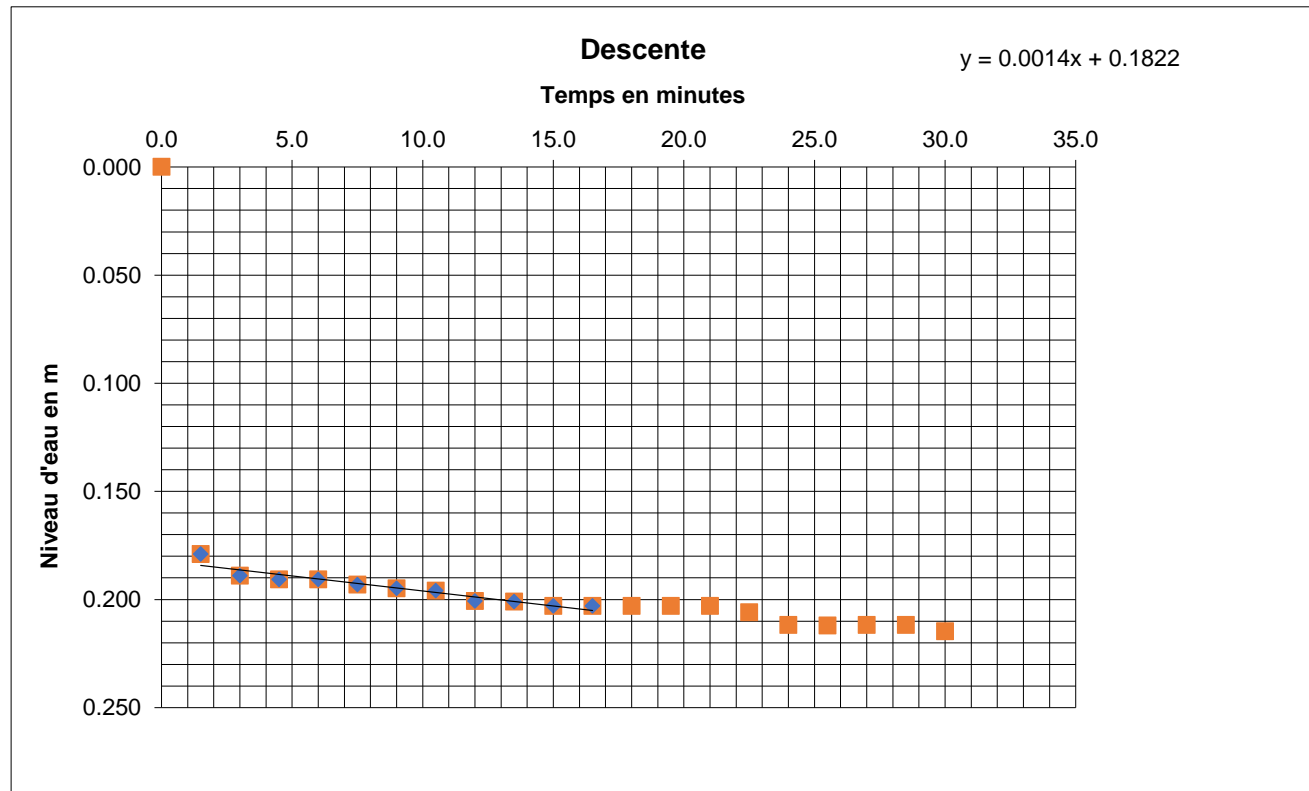
Temps (min)	Niveau (m/sol)
0.0	0.000
1.5	0.179
3.0	0.189
4.5	0.191
6.0	0.191
7.5	0.193
9.0	0.195
10.5	0.196
12.0	0.201
13.5	0.201
15.0	0.203
16.5	0.203
18.0	0.203
19.5	0.203
21.0	0.203
22.5	0.206
24.0	0.212
25.5	0.212
27.0	0.212
28.5	0.212
30.0	0.215

Dimension de la fosse d'essai

Diamètre forage =	102	mm
Hauteur de charge =	0.61	m
Surface =	0.2021	m ²

Résultat de l'essai

K =	9.4E-07	m/s
Qas =	9.4E-07	m³/s/m²



Test de perméabilité Porchet

Date : 09/04/2024
Lithologie : Sable gravel. / Marne
Affaire n° : 12336

Sondage : ST2
Profondeur initiale du sondage (m) : 2.00
Profondeur finale du sondage (m) : 1.92
Profondeur d'eau (m/sol) : 0.86



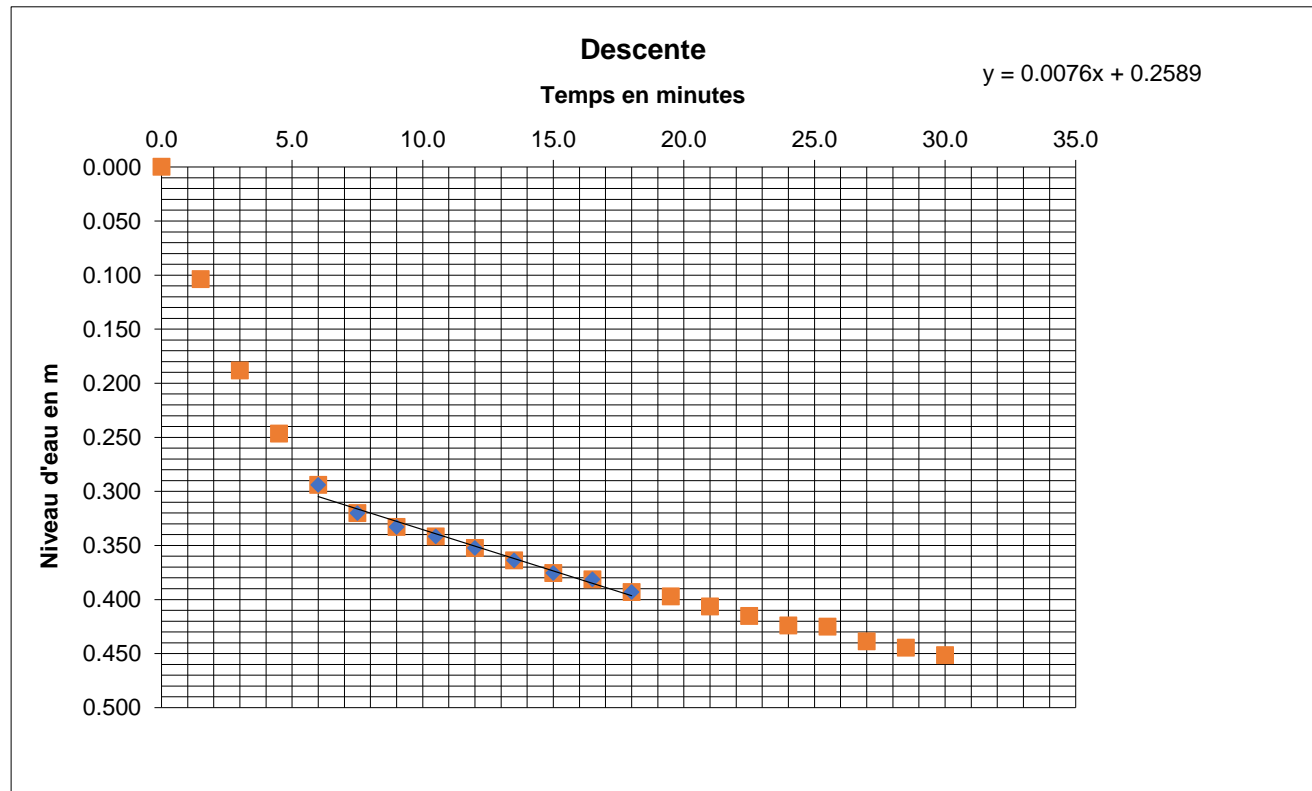
Temps (min)	Niveau (m/sol)
0.0	0.000
1.5	0.104
3.0	0.188
4.5	0.247
6.0	0.294
7.5	0.320
9.0	0.333
10.5	0.342
12.0	0.352
13.5	0.364
15.0	0.376
16.5	0.382
18.0	0.393
19.5	0.397
21.0	0.407
22.5	0.415
24.0	0.424
25.5	0.425
27.0	0.439
28.5	0.445
30.0	0.452

Dimension de la fosse d'essai

Diamètre forage =	102	mm
Hauteur de charge =	0.51	m
Surface =	0.1716	m ²

Résultat de l'essai

K =	6.0E-06	m/s
Qas =	6.0E-06	m³/s/m²



Test de perméabilité Porchet

Date : 09/04/2024
Lithologie : Marne argileuse
Affaire n° : 12336

Sondage : ST3
Profondeur initiale du sondage (m) : 2.00
Profondeur finale du sondage (m) : 1.54
Profondeur d'eau (m/sol) :



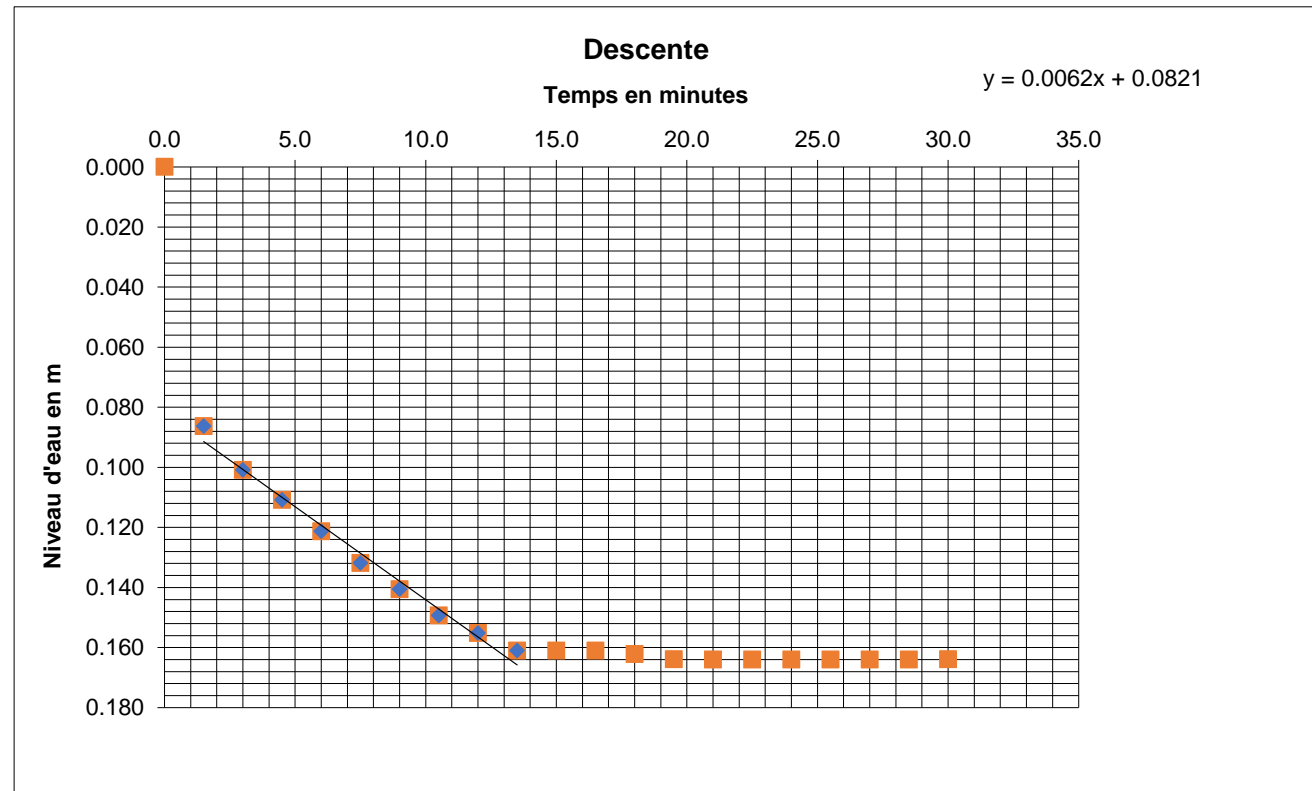
Temps (min)	Niveau (m/sol)
0.0	0.000
1.5	0.086
3.0	0.101
4.5	0.111
6.0	0.121
7.5	0.132
9.0	0.141
10.5	0.149
12.0	0.155
13.5	0.161
15.0	0.161
16.5	0.161
18.0	0.162
19.5	0.164
21.0	0.164
22.5	0.164
24.0	0.164
25.5	0.164
27.0	0.164
28.5	0.164
30.0	0.164

Dimension de la fosse d'essai

Diamètre forage =	102	mm
Hauteur de charge =	1.41	m
Surface =	0.4604	m ²

Résultat de l'essai

K =	1.8E-06	m/s
Qas =	1.8E-06	m³/s/m²



Test de perméabilité Porchet

Date : 09/04/2024
Lithologie : Marne argileuse
Affaire n° : 12336

Sondage : ST4
Profondeur initiale du sondage (m) : 2.00
Profondeur finale du sondage (m) : 2.00
Profondeur d'eau (m/sol) :



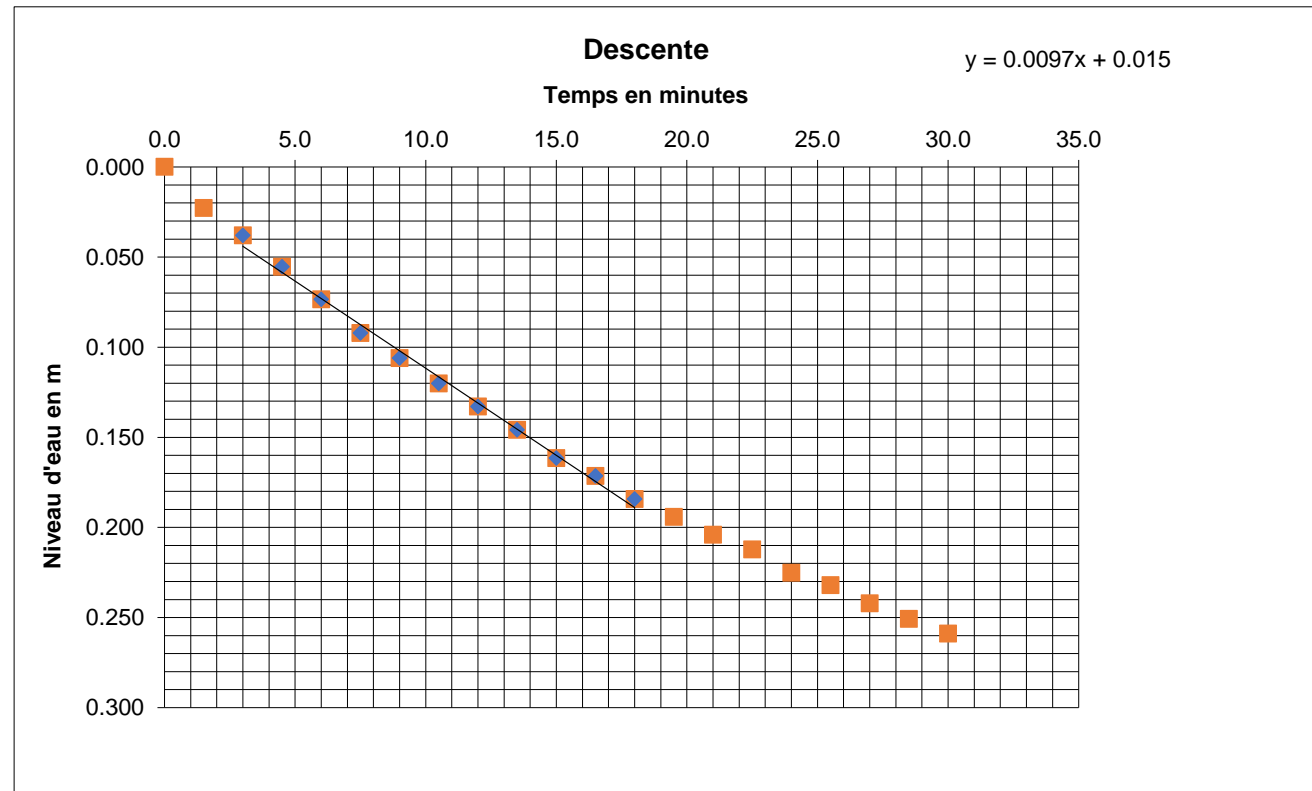
Temps (min)	Niveau (m/sol)
0.0	0.000
1.5	0.023
3.0	0.038
4.5	0.055
6.0	0.073
7.5	0.092
9.0	0.106
10.5	0.120
12.0	0.133
13.5	0.146
15.0	0.162
16.5	0.171
18.0	0.184
19.5	0.194
21.0	0.204
22.5	0.212
24.0	0.225
25.5	0.232
27.0	0.242
28.5	0.251
30.0	0.259

Dimension de la fosse d'essai

Diamètre forage =	102	mm
Hauteur de charge =	1.88	m
Surface =	0.6116	m ²

Résultat de l'essai

K =	2.2E-06	m/s
Qas =	2.2E-06	m³/s/m²



Test de perméabilité Porchet

Date : 09/04/2024
Lithologie : Argile sableuse
Affaire n° : 12336

Sondage : ST5
Profondeur initiale du sondage (m) : 2.00
Profondeur finale du sondage (m) : 1.26
Profondeur d'eau (m/sol) : 2.10



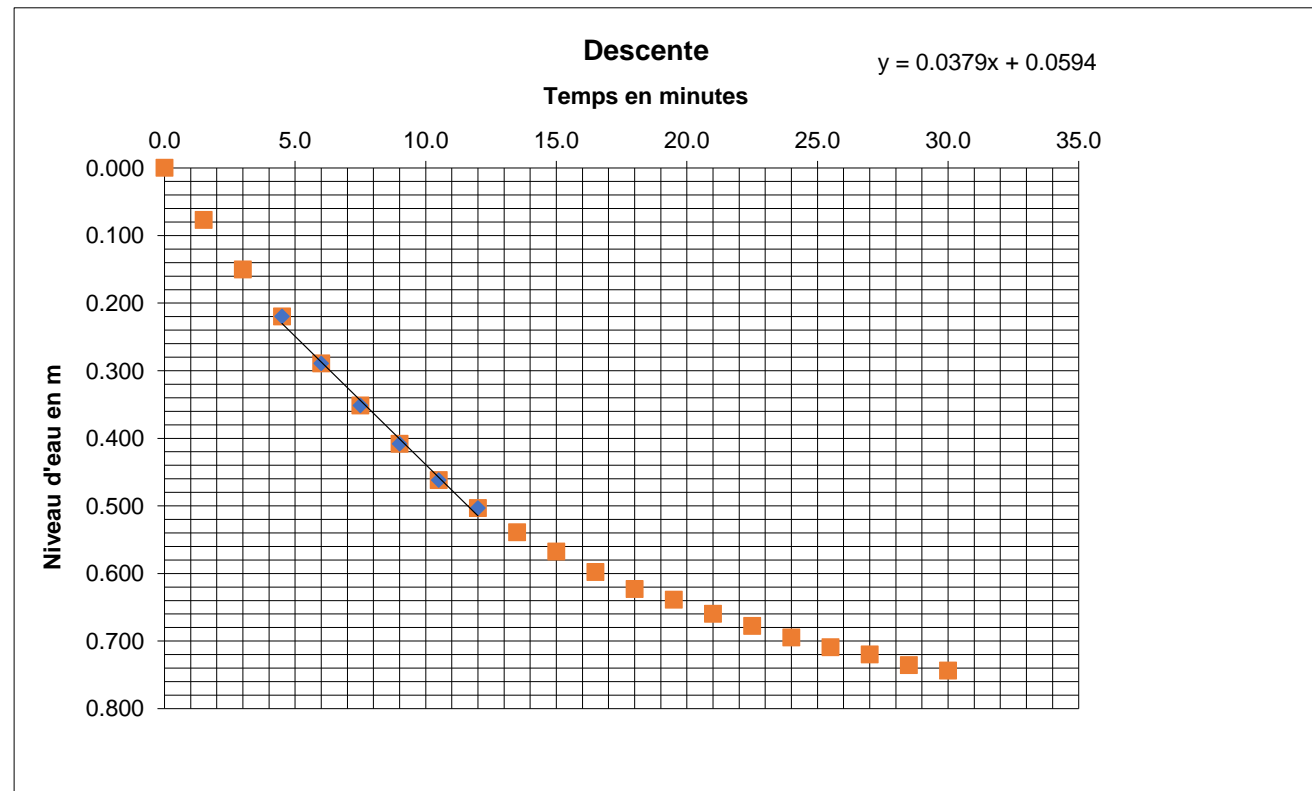
Temps (min)	Niveau (m/sol)
0.0	0.000
1.5	0.077
3.0	0.151
4.5	0.220
6.0	0.289
7.5	0.352
9.0	0.408
10.5	0.462
12.0	0.503
13.5	0.539
15.0	0.568
16.5	0.598
18.0	0.623
19.5	0.639
21.0	0.660
22.5	0.678
24.0	0.695
25.5	0.709
27.0	0.720
28.5	0.736
30.0	0.744

Dimension de la fosse d'essai

Diamètre forage =	102	mm
Hauteur de charge =	1.73	m
Surface =	0.5619	m ²

Résultat de l'essai

K =	9.2E-06	m/s
Qas =	9.2E-06	m³/s/m²



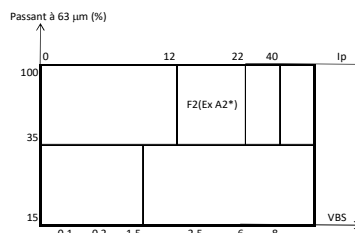
ANNEXE 7
PROCES-VERBAUX DES ESSAIS EN LABORATOIRE

Analyse granulométrique par tamisage selon la NF EN ISO 17892-4⁽¹⁾
Détermination de la valeur au bleu de méthylène selon la NF P94-068
Guide des terrassements des remblais et des couches de forme - Fascicule n°1 & 2. Edition - Mai 2023
(NF EN 16907-2)

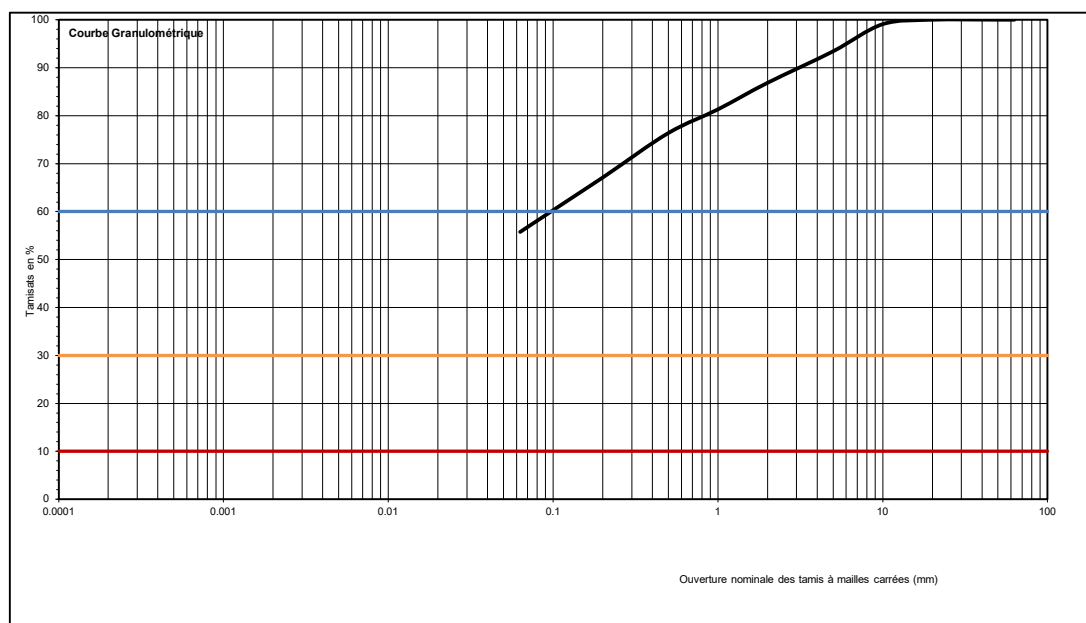
Informations générales	Informations sur l'échantillon
Dossier n° : 12336 - ING24065	Mode de prélèvement : PM
Chantier : ROMAINVILLE (93)	Date de prélèvement : -
Ouvrage : -	Mode de conservation : Sac
Client : SAGA	Numéro d'identification : 24IL0173
	Date de réception : 19/04/2024
	Description : Marne argilo-sableuse beige, à cailloutis

Sondage n° : SP04
 Profondeur : 0.55-1.60m
 Date d'essai : 22/04/2024

15%	Fraction 0.063/2mm >= Fraction 2./63mm
5%	Fraction 2/63mm >= Fraction 0.063/2mm
0%	Fraction 0.063/2mm >= Fraction 2./63mm
0%	Fraction 2/63mm >= Fraction 0.063/2mm



Analyse sédimentométrique (NFP 94-057) OUI NON



DONNEES GRANULOMETRIQUES

⁽¹⁾ Dérogation à la norme; fin de tamisage estimée visuellement
^(*) Renvoi aux classes de l'ancienne norme GTR

Tamis d(mm)	63	50	20	10	5	2	1	0.5	0.2	0.063
Passant %	100.0	100.0	100.0	99.1	93.4	86.9	81.3	76.4	67.1	55.8

d ₆₀	0.10
d ₃₀	-
d ₁₀	-

RESUME Mode de séchage des matériaux : Etuvage à 105 °C Etuvage à 50 °C

W _{nat} 0/D _{max} %	W _{nat} 0/5mm %	VBS 0/D _{max} (gbleu/100gMat)	VBS 0/5mm (gbleu/100gMat)	Granulométrie			Ip	Classe GTR Fasc.1 & 2 Mai.23
				D _{max} (mm)	<2mm (%)	<63µm(%)		
20.31	21.74	5.17	5.53	12	86.85	55.78	-	F2(Ex A2*)

Observations

Interprétations des résultats :

L'attention est attirée sur le fait que les résultats mentionnés par le présent rapport d'essais ont été obtenus avec l'échantillon défini ci avant, et que la portée et les conclusions à tirer de ces résultats :

Sont indiquées par le présent rapport d'essais en application du texte de référence fixé par le demandeur

Font l'objet d'un document séparé référencé.

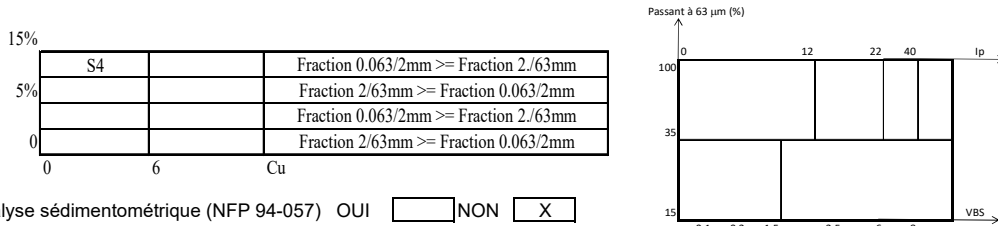
N'ont pas été demandées.

Technicien(ne) chargé de l'essai
 TOURÉ Daouda

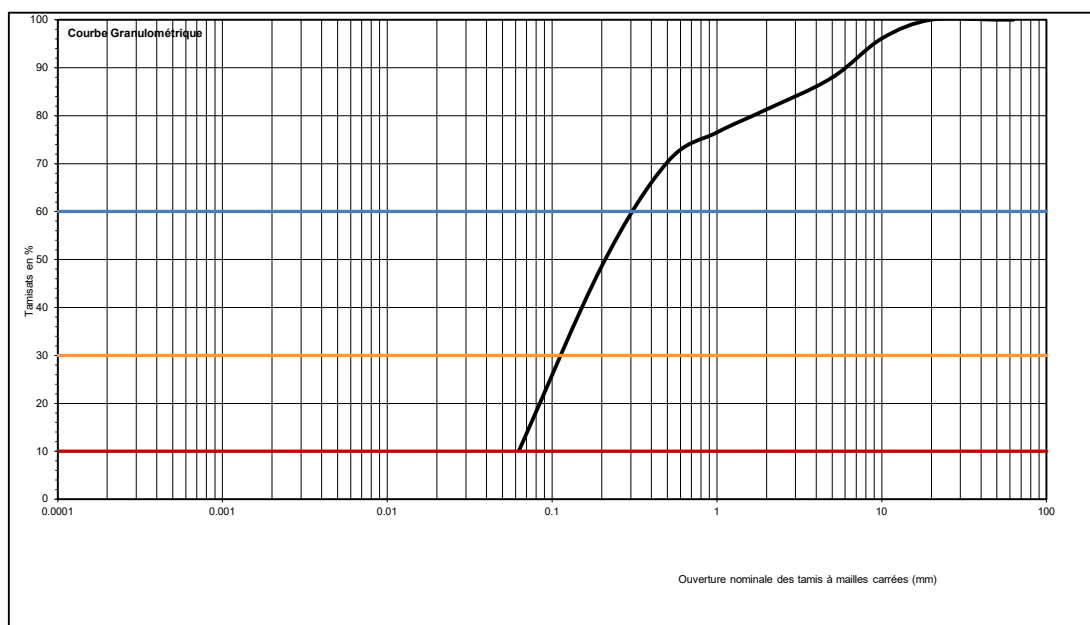
Responsable du laboratoire
 NDIAYE Mapaté

Analyse granulométrique par tamisage selon la NF EN ISO 17892-4⁽¹⁾
Détermination de la valeur au bleu de méthylène selon la NF P94-068
Guide des terrassements des remblais et des couches de forme - Fascicule n°1 & 2. Edition - Mai 2023
(NF EN 16907-2)

Informations générales		Informations sur l'échantillon	
Dossier n° : 12336 - ING24065	Mode de prélèvement : PM	Sondage n° : SP05	
Chantier : ROMAINVILLE (93)	Date de prélèvement : -	Profondeur : 0.50-1.50m	
Ouvrage : -	Mode de conservation : Sac	Date d'essai : 22/04/2024	
Client : SAGA	Numéro d'identification : 24IL0174		
	Date de réception : 19/04/2024		
	Description : Sable argileux gris noirâtre, à graviers calcaires		



Analyse sédimentométrique (NFP 94-057) OUI NON



DONNEES GRANULOMETRIQUES

⁽¹⁾ Dérogation à la norme; fin de tamisage estimée visuellement
^(*) Renvoi aux classes de l'ancienne norme GTR

Tamis d(mm)	63	50	20	10	5	2	1	0.5	0.2	0.063
Passant %	100.0	100.0	100.0	96.1	87.9	81.3	76.5	70.3	48.6	10.2

d ₆₀	0.32
d ₃₀	0.11
d ₁₀	0.06

RESUME Mode de séchage des matériaux : Etuvage à 105 °C Etuvage à 50 °C

W _{nat} 0/D _{max} %	W _{nat} 0/5mm %	VBS 0/D _{max} (gbleu/100gMat)	VBS 0/5mm (gbleu/100gMat)	Granulométrie			Ip	Classe GTR Fasc.1 & 2 Mai.23
				D _{max} (mm)	<2mm (%)	<63µm(%)		
20.08	22.83	3.27	3.72	13	81.31	10.18	-	S4

Observations

Interprétations des résultats :

L'attention est attirée sur le fait que les résultats mentionnés par le présent rapport d'essais ont été obtenus avec l'échantillon défini ci avant, et que la portée et les conclusions à tirer de ces résultats :

Sont indiquées par le présent rapport d'essais en application du texte de référence fixé par le demandeur

Font l'objet d'un document séparé référencé.

N'ont pas été demandées.

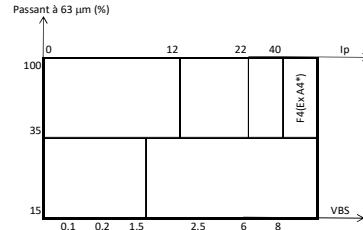
Technicien(ne) chargé de l'essai
TOURÉ Daouda

Responsable du laboratoire
NDIAYE Mapaté

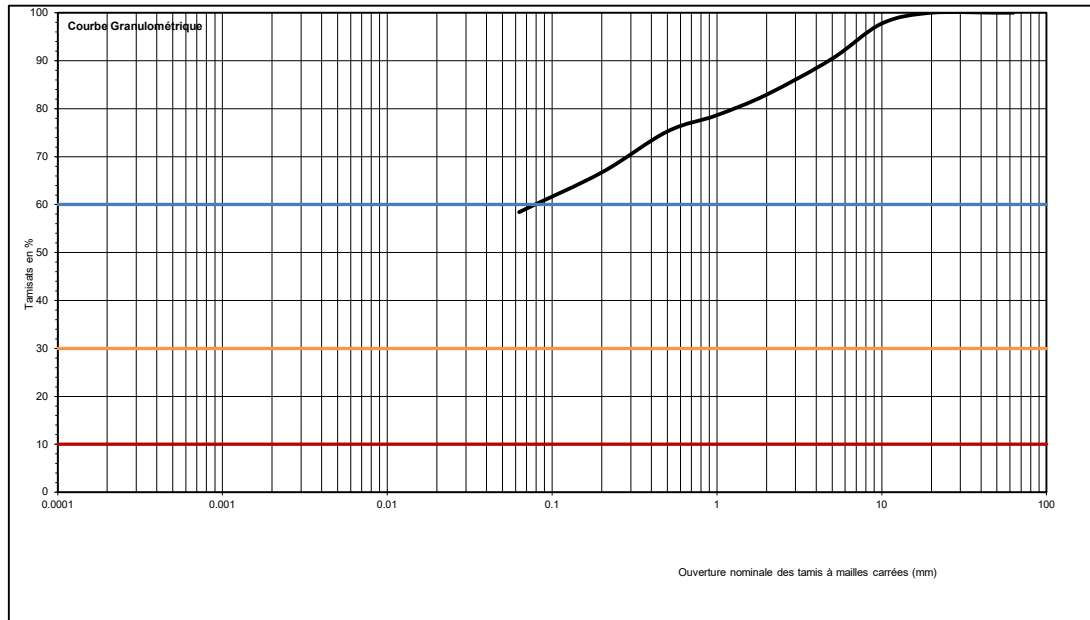
**Analyse granulométrique par tamisage selon la NF EN ISO 17892-4⁽¹⁾
Détermination de la valeur au bleu de méthylène selon la NF P94-068
Guide des terrassements des remblais et des couches de forme - Fascicule n°1 & 2. Edition - Mai 2023
(NF EN 16907-2)**

Informations générales	Informations sur l'échantillon	
Dossier n° : 12336 - ING24065	Mode de prélèvement : PM	Sondage n° : SP05
Chantier : ROMAINVILLE (93)	Date de prélèvement : -	Profondeur : 1.50-2.50m
Ouvrage : -	Mode de conservation : Sac	Date d'essai : 22/04/2024
Client : SAGA	Numéro d'identification : 24IL0175	
	Date de réception : 19/04/2024	
	Description : Marne argileuse beige verdâtre, à gravillons calcaires	

15%		Fraction 0.063/2mm >= Fraction 2./63mm
5%		Fraction 2/63mm >= Fraction 0.063/2mm
0		Fraction 0.063/2mm >= Fraction 2./63mm
		Fraction 2/63mm >= Fraction 0.063/2mm
	0 6 Cu	



Analyse sédimentométrique (NFP 94-057) OUI NON



DONNEES GRANULOMETRIQUES

⁽¹⁾ Dérogation à la norme; fin de tamisage estimée visuellement
^(*) Renvoi aux classes de l'ancienne norme GTR

Tamis d(mm)	63	50	20	10	5	2	1	0.5	0.2	0.063
Passant %	100.0	100.0	100.0	97.8	90.4	82.9	78.6	75.3	66.7	58.4

d ₆₀	0.08
d ₃₀	-
d ₁₀	-

RESUME Mode de séchage des matériaux : Etuvage à 105 °C Etuvage à 50 °C

W _{nat} 0/D _{max} %	W _{nat} 0/5mm %	VBS 0/D _{max} (gbleu/100gMat)	VBS 0/5mm (gbleu/100gMat)	Granulométrie			Ip	Classe GTR Fasc.1 & 2 Mai.23
				D _{max} (mm)	<2mm (%)	<63µm(%)		
27.71	30.66	10.95	12.11	12	82.94	58.44	-	F4(Ex A4*)

Observations

Interprétations des résultats :

L'attention est attirée sur le fait que les résultats mentionnés par le présent rapport d'essais ont été obtenus avec l'échantillon défini ci avant. et que la portée et les conclusions à tirer de ces résultats :

Sont indiquées par le présent rapport d'essais en application du texte de référence fixé par le demandeur

Font l'objet d'un document séparé référencé.

N'ont pas été demandées.

Technicien(ne) chargé de l'essai
TOURÉ Daouda

Responsable du laboratoire
NDIAYE Mapaté

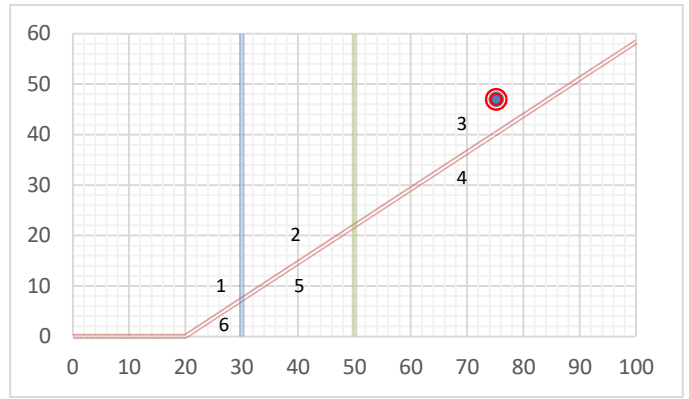
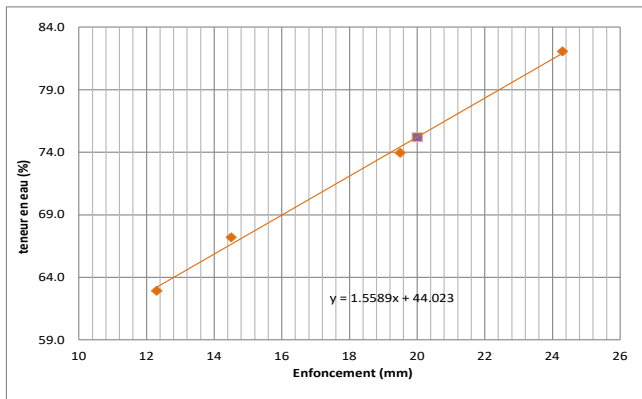
**Détermination de la limite de plasticité au rouleau selon la norme NF P94-51
Détermination de la limite de liquidité au cône de pénétration selon la norme NF P94-52-1**

Guide des terrassements des remblais et des couches de forme - Fascicule n°1 & 2. Edition - Mai 2023

(NF EN 16907-2)

Informations générales		Informations sur l'échantillon	
Dossier n° : 12336 - ING24065	Mode de prélèvement : PM	Sondage n° : SP05	
Chantier : ROMAINVILLE (93)	Date de prélèvement : -	Profondeur : 1.50-2.50m	
	Mode de conservation : Sac	Date d'essai : 03/06/2024	
Ouvrage : -	Numéro d'identification : 24IL0175		
Client : SAGA	Date de réception : 19/04/2024		
	Description : Marne argileuse beige verdâtre, à gravillons calcaires		

Limite de liquidité				
Enfoncement (mm)	12.3	14.5	19.5	24.3
W% Prise d'essai	62.9	67.2	74.0	82.1



- 1= Argile de faible plasticité
- 2= Argile de moyenne plasticité
- 3= Argile de forte plasticité
- 4= Argile organique & Limon
- 5= Limon minéral & organique
- 6= Limon minéral

Limite de Plasticité	
point 1	point 2
28.13	28.38

Mode de séchage des matériaux :

Étuvage à 105 °C Étuvage à 50 °C

Résultats d'essai		(résultats exprimé sur la fraction 0/0,4 mm)	
Limite de Liquidité Wl :	75.2		
Limite de Plasticité Wp :	28.3		

Indice de Plasticité Ip :	47
Indice de Consistance Ic :	1.01

Observations

Technicien chargé de l'essai
TOURÉ Daouda

Interprétations des résultats :

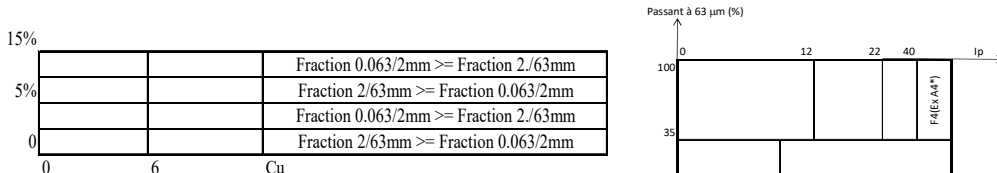
L'attention est attirée sur le fait que les résultats mentionnés par le présent rapport d'essais ont été obtenus avec l'échantillon défini ci avant, et que la portée et les conclusions à tirer de ces résultats :

- Sont indiquées par le présent rapport d'essais en application du texte de référence fixé par le demandeur
- Font l'objet d'un document séparé référencé.
- N'ont pas été demandées.

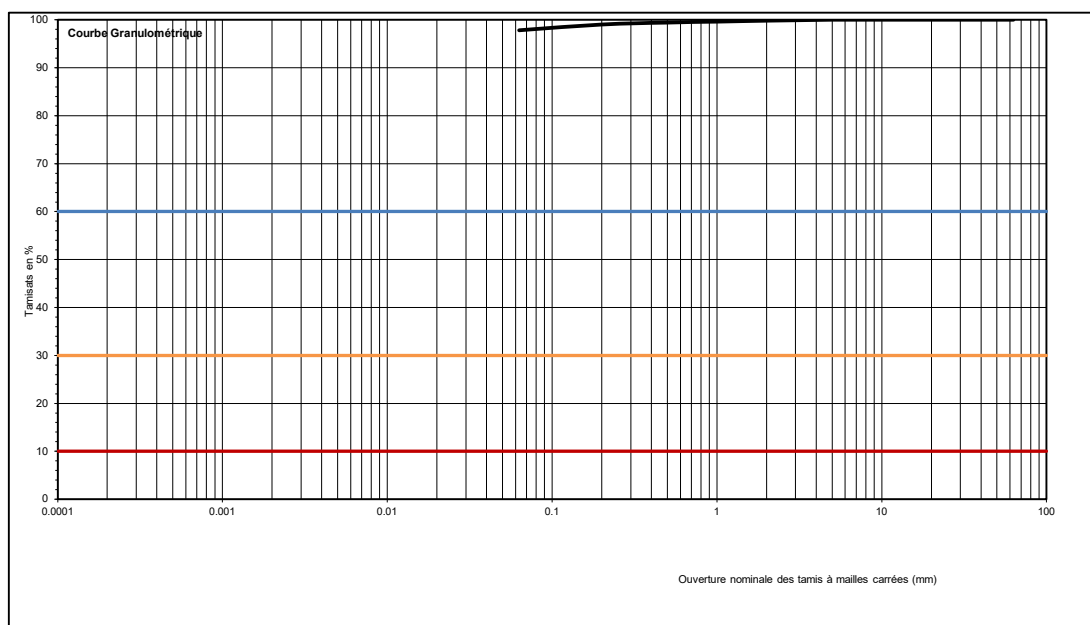
Responsable du laboratoire
NDIAYE Mapaté

Analyse granulométrique par tamisage selon la NF EN ISO 17892-4⁽¹⁾
Détermination de la valeur au bleu de méthylène selon la NF P94-068
Guide des terrassements des remblais et des couches de forme - Fascicule n°1 & 2. Edition - Mai 2023
(NF EN 16907-2)

Informations générales		Informations sur l'échantillon	
Dossier n° : 12336 - ING24065	Chantier : ROMAINVILLE (93)	Mode de prélèvement : PM	Sondage n° : SP06
Ouvrage : -	Client : SAGA	Date de prélèvement : -	Profondeur : 4.50-5.00m
		Mode de conservation : Sac	Date d'essai : 22/04/2024
		Numéro d'identification : 24IL0176	
		Date de réception : 19/04/2024	
		Description : Argille calcareuse verte	



Analyse sédimentométrique (NFP 94-057) OUI NON



DONNEES GRANULOMETRIQUES

⁽¹⁾ Drogation à la norme; fin de tamisage estimée visuellement
^(*) Renvoi aux classes de l'ancienne norme GTR

Tamis d(mm)	63	50	20	10	5	2	1	0.5	0.2	0.063
Passant %	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.8	99.6	99.4	99.0	97.8

d ₆₀	-
d ₃₀	-
d ₁₀	-

RESUME Mode de séchage des matériaux : Etuvage à 105 °C Etuvage à 50 °C

W _{nat} 0/D _{max} %	W _{nat} 0/5mm %	VBS 0/D _{max} (gbleu/100gMat)	VBS 0/5mm (gbleu/100gMat)	Granulométrie			Ip	Classe GTR Fasc.1 & 2 Mai.23
				D _{max} (mm)	<2mm (%)	<63µm(%)		
25.89	25.89	12.99	12.99	2	99.83	97.82	-	F4(Ex A4*)

Observations

Interprétations des résultats :

L'attention est attirée sur le fait que les résultats mentionnés par le présent rapport d'essais ont été obtenus avec l'échantillon défini ci avant. et que la portée et les conclusions à tirer de ces résultats :

Sont indiquées par le présent rapport d'essais en application du texte de référence fixé par le demandeur

Font l'objet d'un document séparé référencé.

N'ont pas été demandées.

Technicien(ne) chargé de l'essai
TOURÉ Daouda

Responsable du laboratoire
NDIAYE Mapaté

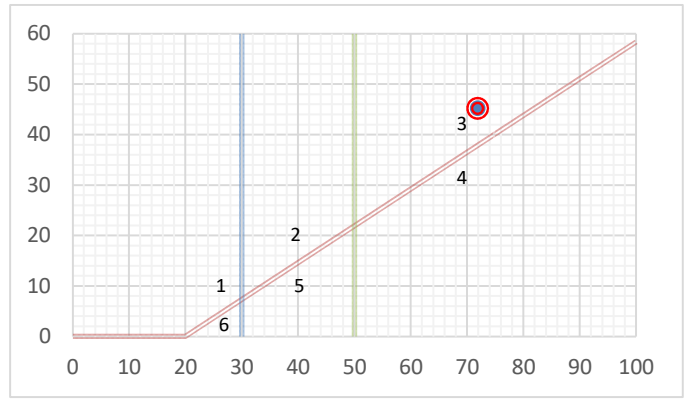
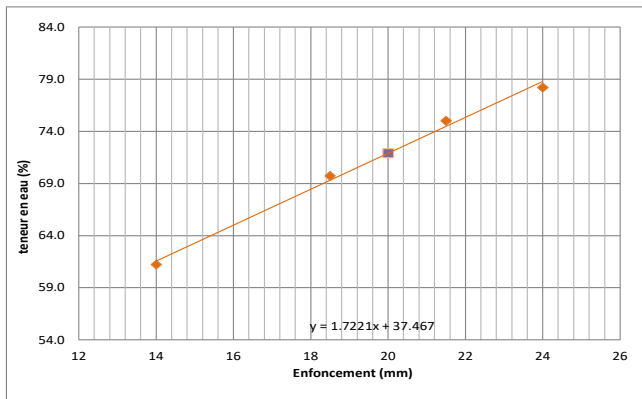
**Détermination de la limite de plasticité au rouleau selon la norme NF P94-51
Détermination de la limite de liquidité au cône de pénétration selon la norme NF P94-52-1**

Guide des terrassements des remblais et des couches de forme - Fascicule n°1 & 2. Edition - Mai 2023

(NF EN 16907-2)

Informations générales		Informations sur l'échantillon	
Dossier n° : 12336 - ING24065	Mode de prélèvement : PM	Sondage n° : SP06	
Chantier : ROMAINVILLE (93)	Date de prélèvement : -	Profondeur : 4.50-5.00m	
	Mode de conservation : Sac	Date d'essai : 15/05/2024	
Ouvrage : -	Numéro d'identification : 24IL0176		
Client : SAGA	Date de réception : 19/04/2024		
	Description : Argile calcareuse verte		

Limite de liquidité				
Enfoncement (mm)	14	18.5	21.5	24
W% Prise d'essai	61.2	69.7	75.0	78.2



- 1= Argile de faible plasticité
- 2= Argile de moyenne plasticité
- 3= Argile de forte plasticité
- 4= Argile organique & Limon
- 5= Limon minéral & organique
- 6= Limon minéral

Limite de Plasticité	
point 1	point 2
26.55	26.93

Mode de séchage des matériaux :

Étuvage à 105 °C Étuvage à 50 °C

Résultats d'essai		(résultats exprimé sur la fraction 0/0,4 mm)	
Limite de Liquidité Wl :	71.9		
Limite de Plasticité Wp :	26.7		

Indice de Plasticité Ip :	45
Indice de Consistance Ic :	1.02

Observations

Technicien chargé de l'essai
TOURÉ Daouda

Interprétations des résultats :

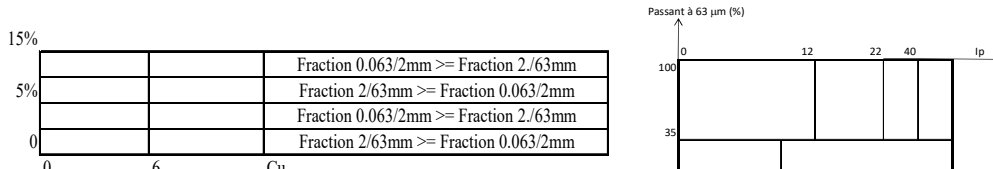
L'attention est attirée sur le fait que les résultats mentionnés par le présent rapport d'essais ont été obtenus avec l'échantillon défini ci avant, et que la portée et les conclusions à tirer de ces résultats :

- Sont indiquées par le présent rapport d'essais en application du texte de référence fixé par le demandeur
- Font l'objet d'un document séparé référencé.
- N'ont pas été demandées.

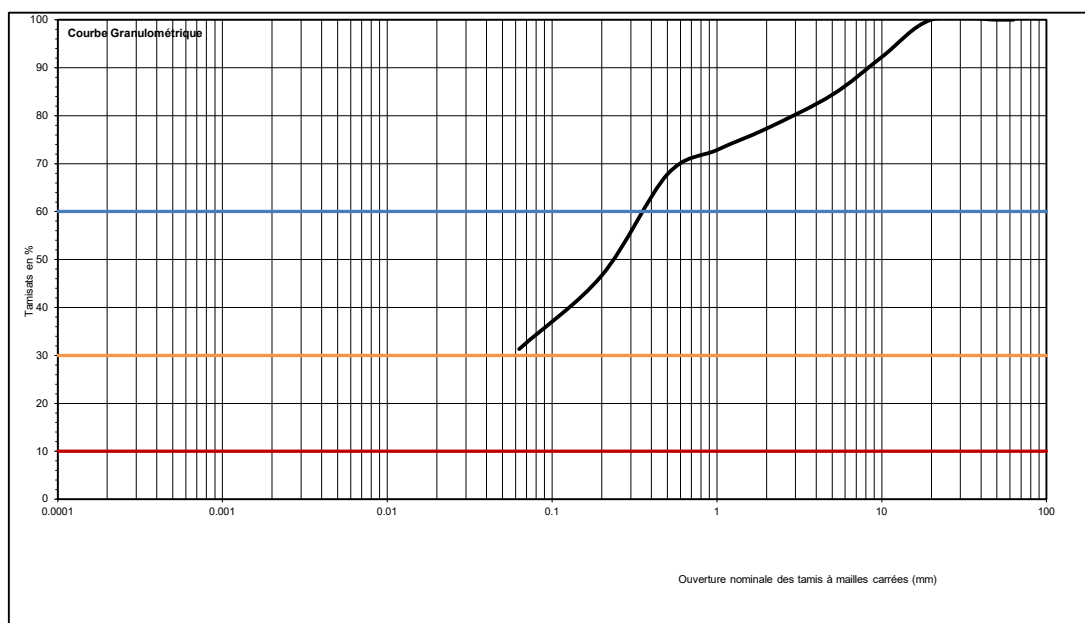
Responsable du laboratoire
NDIAYE Mapaté

Analyse granulométrique par tamisage selon la NF EN ISO 17892-4⁽¹⁾
Détermination de la valeur au bleu de méthylène selon la NF P94-068
Guide des terrassements des remblais et des couches de forme - Fascicule n°1 & 2. Edition - Mai 2023
(NF EN 16907-2)

Informations générales	Informations sur l'échantillon
Dossier n° : 12336 - ING24065	Mode de prélèvement : PM
Chantier : ROMAINVILLE (93)	Date de prélèvement : -
Ouvrage : -	Mode de conservation : Sac
Client : SAGA	Numéro d'identification : 24IL0177
	Date de réception : 19/04/2024
	Description : Sable fin gris noirâtre, à cailloutis
	Sondage n° : SP07
	Profondeur : 2.00-2.70m
	Date d'essai : 22/04/2024



Analyse sédimentométrique (NFP 94-057) OUI NON



DONNEES GRANULOMETRIQUES

⁽¹⁾ Dérogation à la norme; fin de tamisage estimée visuellement
^(*) Renvoi aux classes de l'ancienne norme GTR

Tamis d(mm)	63	50	20	10	5	2	1	0.5	0.2	0.063
Passant %	100.0	100.0	100.0	92.2	84.3	77.3	72.9	67.7	46.7	31.3

d₆₀	0.36
d₃₀	-
d₁₀	-

RESUME Mode de séchage des matériaux : Etuvage à 105 °C Etuvage à 50 °C

W _{nat} 0/D _{max} %	W _{nat} 0/5mm %	VBS 0/D _{max} (gbleu/100gMat)	VBS 0/5mm (gbleu/100gMat)	Granulométrie			Ip	Classe GTR Fasc.1 & 2 Mai.23
				D _{max} (mm)	<2mm (%)	<63µm(%)		
17.34	20.56	3.60	4.26	10	77.35	31.27	-	I2(Ex B6*)

Observations

Interprétations des résultats :

L'attention est attirée sur le fait que les résultats mentionnés par le présent rapport d'essais ont été obtenus avec l'échantillon défini ci avant, et que la portée et les conclusions à tirer de ces résultats :

Sont indiquées par le présent rapport d'essais en application du texte de référence fixé par le demandeur

Font l'objet d'un document séparé référencé.

N'ont pas été demandées.

Technicien(ne) chargé de l'essai
TOURÉ Daouda

Responsable du laboratoire
NDIAYE Mapaté

RAPPORT D'ANALYSE 1402486 20240180-DYE-00012336 (ROMAINVILLE)

Date: 25.04.2024

Information sur l'échantillon

Numéro d'échantillon	Date de prélèvement	Nom d'échantillon
847246	sans objet	SP4 : 0.55 - 1.60 m
847247	sans objet	SP5 : 0.55 - 1.50 m
847248	sans objet	SP5 : 1.50 - 1.60 m
847249	sans objet	SP6 : 4.50 - 5.00 m
847250	sans objet	SP7 : 2.00 - 2.70 m

Prétraitement des échantillons

Paramètres	Unité	847246 SP4 : 0.55 - 1.60 m	847247 SP5 : 0.55 - 1.50 m	847248 SP5 : 1.50 - 1.60 m	847249 SP6 : 4.50 - 5.00 m	847250 SP7 : 2.00 - 2.70 m
Prétraitement de l'échantillon		++ ²⁾	++ ²⁾	++ ²⁾	++ ²⁾	++ ²⁾
Broyeur à mâchoires		-- ³⁾	++ ²⁾	++ ²⁾	-- ³⁾	++ ²⁾
Matière sèche	%	84,9 ¹⁾	83,0 ¹⁾	78,2 ¹⁾	81,5 ¹⁾	83,8 ¹⁾

Analyses Physico-chimiques

Paramètres	Unité	847246 SP4 : 0.55 - 1.60 m	847247 SP5 : 0.55 - 1.50 m	847248 SP5 : 1.50 - 1.60 m	847249 SP6 : 4.50 - 5.00 m	847250 SP7 : 2.00 - 2.70 m
Perte au feu	% MS	3,0	5,1	6,5	5,9	3,8
Résidu après combustion	% MS	97,0	94,9	93,5	94,1	96,2
Sulfures solubles*)	mg/kg MS	<0,20 ⁴⁾	<0,20 ⁴⁾	<0,20 ⁴⁾	<0,20 ⁴⁾	<0,20 ⁴⁾
Chlorures*)	mg/kg MS	<20 ⁴⁾	34	<20 ⁴⁾	27	20
Sulfates (SO4)	mg/kg MS	99	17300	5450	378	2680

Agressivité chimique sur béton

Paramètres	Unité	847246 SP4 : 0.55 - 1.60 m	847247 SP5 : 0.55 - 1.50 m	847248 SP5 : 1.50 - 1.60 m	847249 SP6 : 4.50 - 5.00 m	847250 SP7 : 2.00 - 2.70 m
Grade d'agressivité sur béton (selon DIN 4030)		<XA1	Protection nécessaire	XA2	<XA1	XA2

Autres analyses

Paramètres	Unité	847246 SP4 : 0.55 - 1.60 m	847247 SP5 : 0.55 - 1.50 m	847248 SP5 : 1.50 - 1.60 m	847249 SP6 : 4.50 - 5.00 m	847250 SP7 : 2.00 - 2.70 m
Acidité selon Baumann-Gully*)	ml/kg MS	12	12	16	15	17
Sulfates - extraction acide (SO4*)	mg/kg MS	1290	27100	5020	1450	3620

Les incertitudes de mesure spécifiques aux paramètres et les informations sur la méthode de détermination sont disponibles sur demande, si les résultats communiqués sont supérieurs à la limite de quantification spécifique au paramètre. Les critères de performance minimaux des méthodes appliquées sont généralement basés selon la Directive 2009/90/CE de la Commission Européenne en ce qui concerne l'incertitude de mesure.

¹⁾ Tous les résultats obtenus à partir de l'analyse de la matière solide sont basés sur la matière sèche (MS), à l'exception des paramètres marqués du signe ¹⁾ qui sont basés sur la matière brute (MB).

²⁾ "++" Signifie que le traitement requis a été effectué en laboratoire.

³⁾ "--" Signifie "non demandé".

⁴⁾ Explication : "<" ou "n.d." indiquent que la concentration de l'analyte est inférieure à la limite de quantification (LQ).

Début de l'analyse : 22.04.2024

Fin de l'analyse : 25.04.2024

Les résultats portent exclusivement sur les échantillons analysés. Si le laboratoire n'est pas responsable de l'échantillonnage, les résultats correspondent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire n'est pas responsable des informations fournies par le client. Les informations du client, le cas échéant, présentées dans le présent rapport d'analyse ne sont pas soumises à l'accréditation du laboratoire et peuvent affecter la validité des résultats d'essai. La reproduction d'extraits de ce rapport sans notre autorisation écrite n'est pas autorisée.

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole *).

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



RAPPORT D'ANALYSE 1402486 20240180-DYE-00012336 (ROMAINVILLE)

Date: 25.04.2024

AL-West B.V. (AGROLAB GROUP), Mme Carine De Brito, Tél : +33380680382

Ce rapport transmis électroniquement a été vérifié et validé en accord avec les prescriptions de la EN ISO/IEC 17025:2017 pour les rapports simplifiés. Il est valide avec la signature numérique.

AGROLAB GROUP

Méthode

<Sans objet>

Conforme à NEN-EN 16179

DIN 4030*)

méthode interne

méthode interne

Méthode interne (mesurage conforme ISO

15923-1)

NEN-EN 15934

Paramètres

Grade d'agressivité sur béton (selon DIN 4030)

Prétraitement de l'échantillon

Sulfures solubles*), Chlorures*), Acidité selon Baumann-Gully*), Sulfates - extraction acide (SO4)*)

Broyeur à mâchoires

Perte au feu, Résidu après combustion

Sulfates (SO4)

Matière sèche

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole *).

Kamer van Koophandel
Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.:
NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

page 3 de 4



AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



RAPPORT D'ANALYSE 1402486 20240180-DYE-00012336 (ROMAINVILLE)

Date: 25.04.2024

Annexe de N° commande 1402486

Conservation, date de conservation et flaconnage

Dans les analyses énumérées ci-dessous, il y a des déviations par rapport aux directives de conservation qui peuvent avoir une influence potentielle sur les résultats.

847246	La date de prélèvement de l'échantillon est inconnue.
847247	La date de prélèvement de l'échantillon est inconnue.
847248	La date de prélèvement de l'échantillon est inconnue.
847249	La date de prélèvement de l'échantillon est inconnue.
847250	La date de prélèvement de l'échantillon est inconnue.

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole *).

Kamer van Koophandel Directeur
Nr. 08110898 ppa. Marc van Gelder
VAT/BTW-ID-Nr.: Dr. Paul Wimmer
NL 811132559 B01

page 4 de 4

