

ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE
Missions G1 ES et G1 PGC

Reconstruction de l'école maternelle
Alexandre Dumas



CLIENT :



ADRESSE : rue de Dijon
EPINAY SUR SEINE (93)

RAPPORT : Rp-PA21 6167-2-1

Indice : A
Objet : **Rapport initial du 03/02/2022**
Rédacteur : S. JAMOT
Vérificateur : C. LEBEAU
Approbateur: T. TOGHZAOU

Nombre de pages : **25 + 6 Annexes**

MISSIONS G1 ES, G1 PGC

ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE EN PHASES ETUDE DE SITE ET PRINCIPES GENERAUX DE CONSTRUCTION

Ce dossier comprend :

- 1 rapport
- Annexe 1 : Condition générales de vente et d'exécution des prestations
- Annexe 2 : Conditions générales des missions d'ingénierie géotechnique
- Annexe 3 : Schéma d'implantation des investigations in-situ
- Annexe 4 : Résultats des sondages et essais in-situ
- Annexe 5 : Résultat des sondages pénétrométriques
- Annexe 6 : Résultat de l'essai de perméabilité

Ind	Date	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur	Observations
0	27/01/2022	S. JAMOT	C. LEBEAU	T. TOGHZAOU	Etablissement interne du document
A	03/02/2022	S. JAMOT	C. LEBEAU	T. TOGHZAOU	Première diffusion

SOMMAIRE

1	PRESENTATION	5
1.1	Définition de l'opération - Mission	5
1.1.1	Mission	5
1.1.2	Intervenants	6
1.1.3	Documents communiqués	6
1.2	Descriptions générales du site	6
1.2.1	Plans de situation et vue aérienne	6
1.2.2	Historique du site	7
1.2.3	Ouvrages existants	8
1.3	Caractéristiques du projet	8
1.3.1	Description du projet	8
1.3.2	Sollicitations d'exploitation du projet	9
1.4	Contexte géologique et hydrogéologique	9
1.5	Aléas et risques naturels	10
2	RECONNAISSANCE DES SOLS	13
2.1	Généralités	13
2.2	Sondages de reconnaissance	13
2.3	Essais mécaniques in-situ	14
2.4	Equipement des sondages	14
2.4.1	Piézométrie	14
3	RESULTATS DES INVESTIGATIONS	15
3.1	Analyse géologique du site	15
3.2	Piézométrie – Niveaux d'eau - Inondabilité	15
3.3	Essais in-situ	16
3.3.1	Essais pressiométriques	16
3.3.2	Essais de pénétration dynamique	16
3.3.1	Essais de perméabilité	17
4	SYNTHESE GEOTECHNIQUE	18
4.1	Synthèse lithologique	18
4.2	Synthèse et analyse géomécaniques	19
4.2.1	Synthèse	19
4.2.2	Analyse	19
4.3	Analyse des paramètres de forages	20
4.4	Hydrogéologie	20
4.5	Sols sensibles au retrait - gonflement	20
5	PRINCIPES GENERAUX DE CONSTRUCTION - G1 PGC	22
5.1	Textes règlementaires	22
5.2	Terrassements généraux et ponctuels	22

5.2.1	Terrassabilité des matériaux	22
5.2.1	Drainage en phase travaux	22
5.3	Principe de fondation	23
6	ALEAS ET RISQUES RESIDUELS	24
7	CONDITIONS CONTRACTUELLES	25

1 Présentation

1.1 Définition de l'opération - Mission

1.1.1 Mission

A la demande et pour le compte de la ville d'EPINAY SUR SEINE, **ESIRIS IDF INFRA** a reçu pour mission de réaliser, dans le cadre de la reconstruction de l'école maternelle Alexandre Dumas, une étude géotechnique préalable en phase principes généraux de construction (mission G1 phase PGC) sur un terrain situé rue de Dijon (parcelle cadastrée n° 068-122 et 116 OY et 365-OZ) à EPINAY SUR SEINE (93).

Cette mission a permis de définir :

- le modèle géologique préliminaire du site,
- le niveau d'assise de certaines fondations existantes et leur capacité portante,
- les caractéristiques géotechniques des terrains testés,
- la synthèse des données géotechniques,
- les hypothèses de sol à retenir pour la construction d'un niveau enterré,
- les horizons porteurs potentiels,
- les modes de fondations possibles,
- certains principes généraux de construction envisageables,
- les incertitudes et les risques géotechniques qui subsistent, identifiés après cette phase de la mission, et les risques encourus inhérents au projet.

Il s'agit des missions de type G1 ES et PGC, selon la norme NF P 94-500 (Version de Novembre 2013).

A notre connaissance, il a été réalisé antérieurement une étude géotechnique spécifique concernant un diagnostic géotechnique du bâtiment existant de l'école maternelle Alexandre Dumas daté du 30/10/2018.

Une étude environnementale est réalisée en parallèle de notre présente étude.

Notre étude ne fournit pas le dimensionnement structure des fondations (ferraillage, etc.). En effet, ce dimensionnement, généralement à la charge d'un BET Structure, ne peut être défini qu'après calcul des descentes de charges précises de l'aménagement envisagé.

Elle ne comprend pas (liste non exhaustive) :

- le diagnostic structurel de l'ouvrage existant ;
- l'étude de stabilité des talus et l'étude des ouvrages de soutènements éventuels ;
- l'évolution dans le temps de l'hydrogéologie locale et la détermination des NPHE ;
- les études de pollutions éventuelles (sols et nappes) ;
- la reconnaissance des anomalies géotechniques situées en dehors de l'emprise des investigations (vides et/ou zones décomprimées notamment) ;

- la stabilité des remblais existants ou le dimensionnement des ouvrages à mettre en œuvre pour l'assurer ;
- les études pyrotechniques du sous-sol ;
- la recherche de vestiges anthropiques sur le site.

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

1.1.2 Intervenants

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

Maitre d'Ouvrage	EPINAY SUR SEINE
------------------	------------------

1.1.3 Documents communiqués

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

Doc	Document	Origine	Echelle	Date
1	ORG-RSA-VEILLE-PL-A dumas et Anatole France	-	-	-
2	Plan topographique de l'école Anatole France	-	-	Janvier 2009
3	Rapport géotechnique mission G2 AVP et G5	ABROTEC	-	30/10/2018

1.2 Descriptions générales du site

1.2.1 Plans de situation et vue aérienne

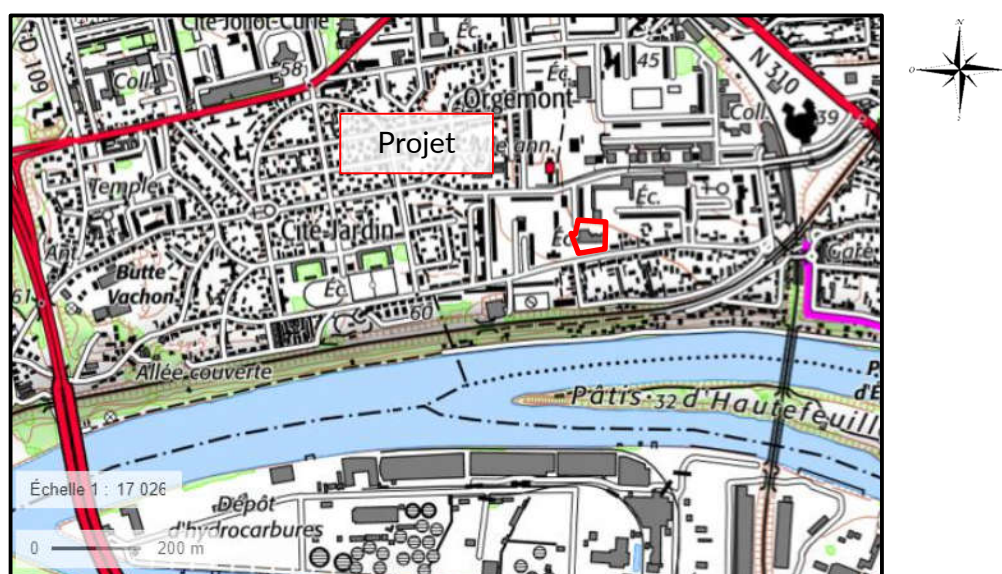


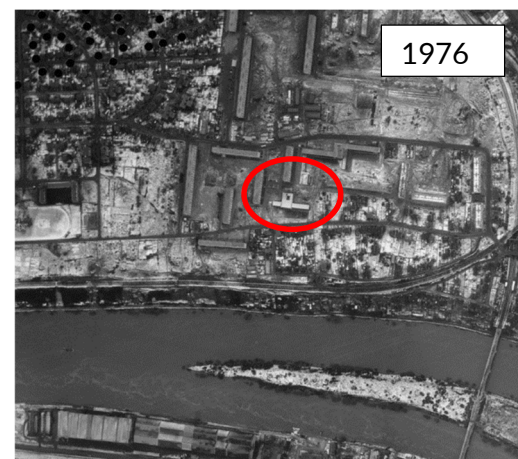
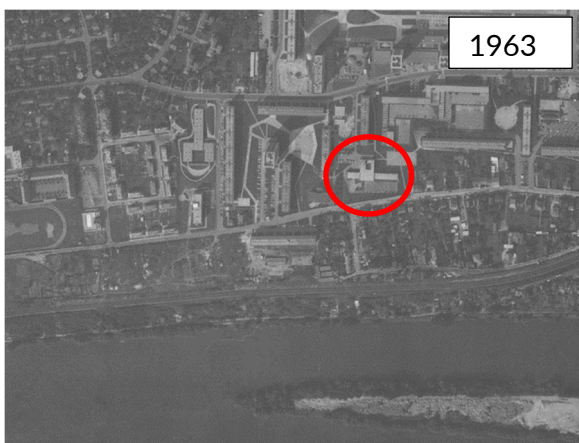
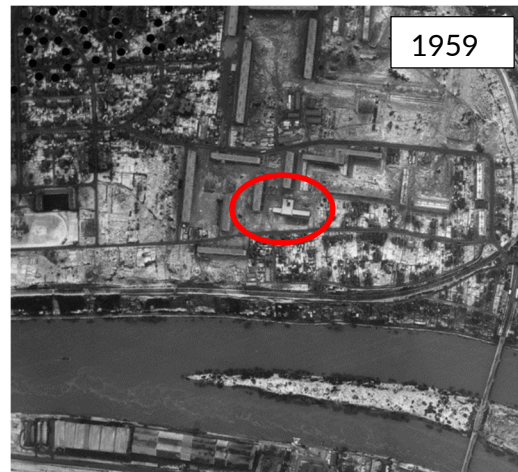
Figure 1 : Localisation du projet (fond de carte topographique, source geoportail.gouv.fr)



Figure 2 : Localisation du projet (vue aérienne, source geoportail.gouv.fr)

1.2.2 Historique du site

D'après l'étude des photographies aériennes, le site était occupé par des champs jusqu'au milieu des années 50 puis par un ensemble des bâtiments jusqu'à maintenant. Celui-ci n'a pas eu de modification.



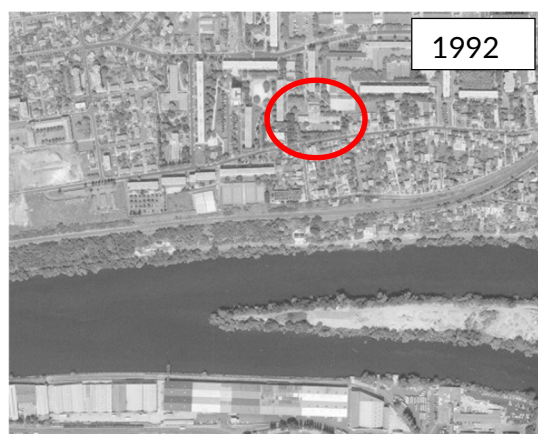


Figure 3 : Photographies aériennes de la zone d'étude (vue aérienne, source geoportail.gouv.fr)

1.2.3 Ouvrages existants

Le site d'étude est localisé rue de Dijon dans la commune d'EPINAY-SUR-SEINE (93), au droit d'une zone d'espace publics, de terrain de sport public et de l'école maternelle Alexandre Dumas.

Le site d'étude d'une superficie avoisinant les 4 800 m², est localisé sur une partie de la parcelle n°68,116 et 122 section OY et 365 section OZ.

D'après le plan topographique de l'école maternelle Alexandre Dumas, l'altimétrie est d'environ 50 NGF.

1.3 Caractéristiques du projet

1.3.1 Description du projet

Selon les informations communiquées, le projet prévoit la reconstruction de l'école maternelle Alexandre Dumas sur une superficie d'environ 1800 m².

Le plan suivant fourni par la ville d'EPINAY-SUR-SEINE permet d'avoir un aperçu de la zone d'étude. Aucuns plans ni coupes ne nous ont été fournis à ce stade du projet.

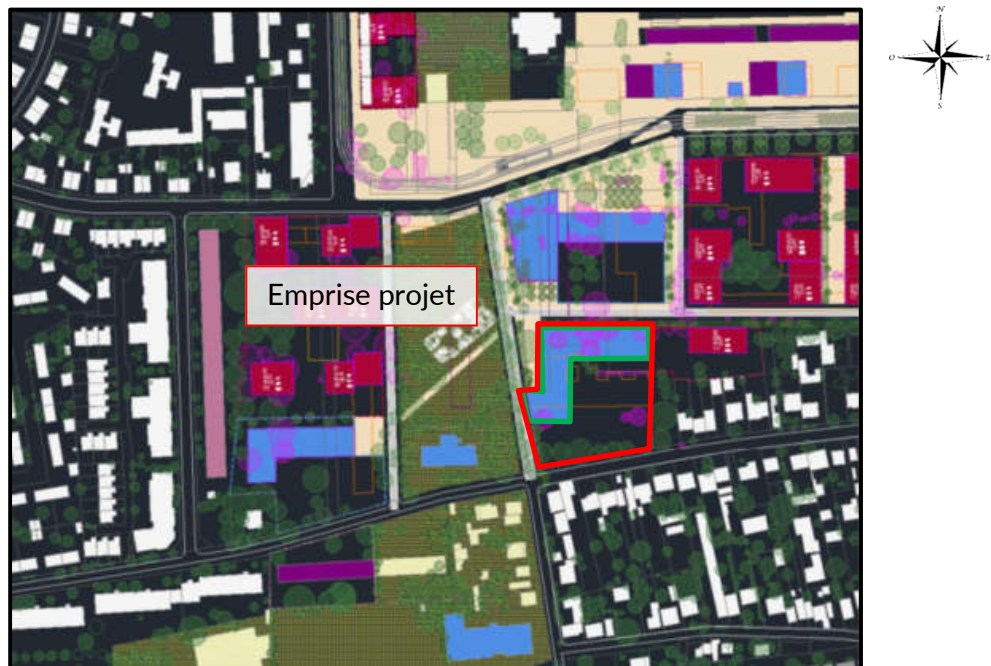


Figure 4 : Emprise du projet envisagé (document fourni par la ville d'EPINAY SUR SEINE)

1.3.2 Sollicitations d'exploitation du projet

Les sollicitations ne nous ont pas été communiquées dans le cadre de notre mission. Ce rapport gardera donc un caractère général.

1.4 Contexte géologique et hydrogéologique

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

- Remblais anthropiques (X),
- Marnes Infragypseuses (e_{7a});
- Sables de Monceau (e_{6b2}) ;
- Calcaire de Saint-Ouen (e_{6b1}),
- Sables de Beauchamp (e_{6a}).

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

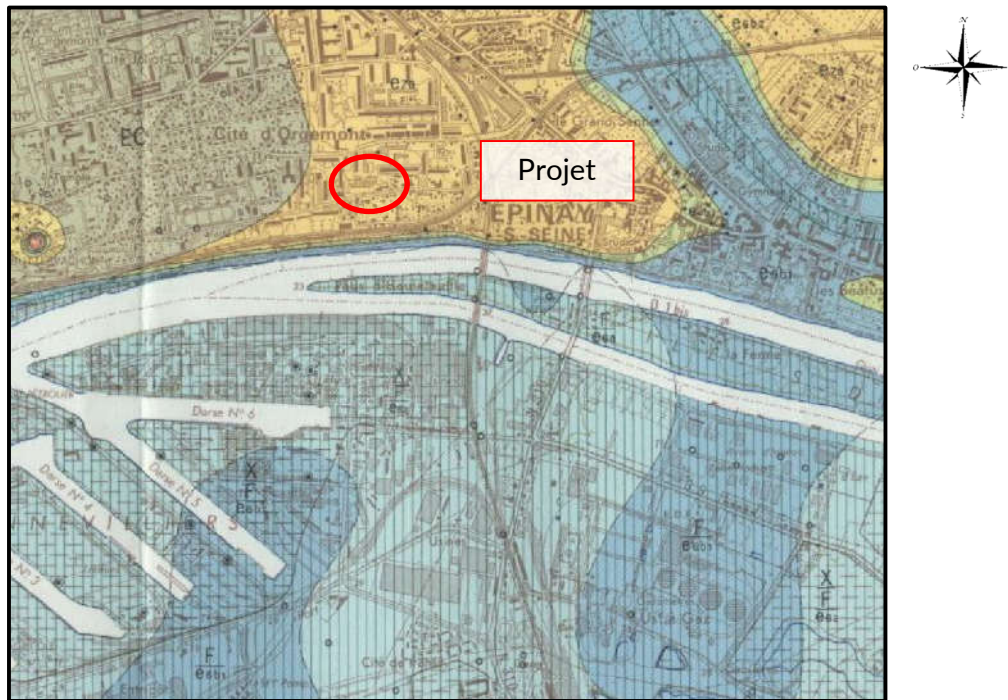


Figure 5 : Carte géologique de PARIS au 1/25 000 (source infoterre.brgm.fr)

D'après la carte hydrogéologique du secteur, la nappe générale se situe à la cote de 30 NGF.

1.5 Aléas et risques naturels

➤ Listes des arrêtés de catastrophes naturels

D'après les données consultables sur le site officiel de la prévention des risques majeurs, www.georisques.gouv.fr, la commune d'Epinay sur Seine a fait l'objet de 14 arrêtés de reconnaissance de catastrophes naturelles.

Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
93PREF19990032	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999

Inondations et coulées de boue : 10

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
93PREF20180001	15/01/2018	05/02/2018	14/02/2018	15/02/2018
93PREF20060002	23/06/2005	23/06/2005	05/05/2006	14/05/2006
93PREF20030005	17/06/2003	17/06/2003	03/12/2003	20/12/2003
93PREF19990018	30/05/1999	30/05/1999	29/11/1999	04/12/1999
93PREF19950004	19/07/1994	19/07/1994	20/04/1995	06/05/1995
93PREF19920005	31/05/1992	01/06/1992	16/10/1992	17/10/1992
93PREF19920017	28/05/1992	28/05/1992	24/12/1992	16/01/1993
93PREF19830067	16/07/1983	16/07/1983	05/10/1983	08/10/1983
93PREF19830066	24/06/1983	26/06/1983	05/10/1983	08/10/1983
93PREF19830015	11/04/1983	23/04/1983	16/05/1983	18/05/1983

Mouvements de terrain consécutifs à la sécheresse : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
93PREF19910016	01/06/1989	31/12/1990	04/12/1991	27/12/1991

Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols : 2

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
93PREF20210027	01/07/2020	30/09/2020	27/07/2021	31/08/2021
93PREF20190015	01/10/2018	31/12/2018	16/07/2019	09/08/2019

➤ **Risque sismique**

Vis-à-vis de la prévention du risque sismique et au sens des décrets n° 2010-1254 et 2010-1255 du 22 octobre 2010, la zone d'implantation du projet se situe en zone 1 soit un aléa très faible pour lequel il n'y a pas de préconisations particulières.

➤ **Risque de retrait gonflement des argiles**

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

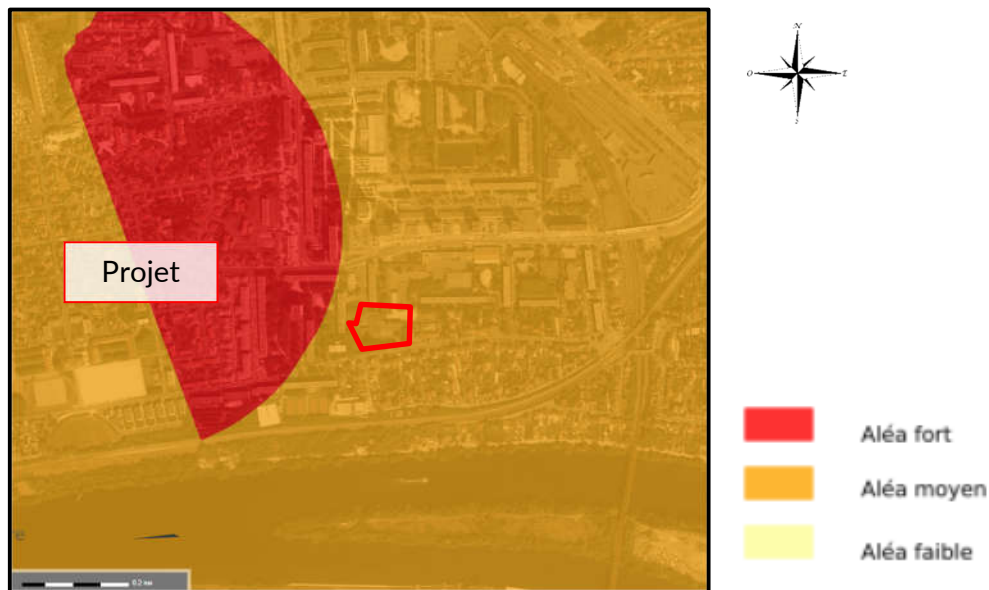


Figure 6 : Carte d'aléa des argiles (source georisques.gouv.fr)

➤ Risque de débordement de cours d'eau

D'après la carte IGN, la Seine se situe à 220 m au Sud de la zone d'étude.

La commune d'Epina y sur Seine fait l'objet d'un PPR inondation. Néanmoins, la zone d'étude ne fait pas partie du PPRI.

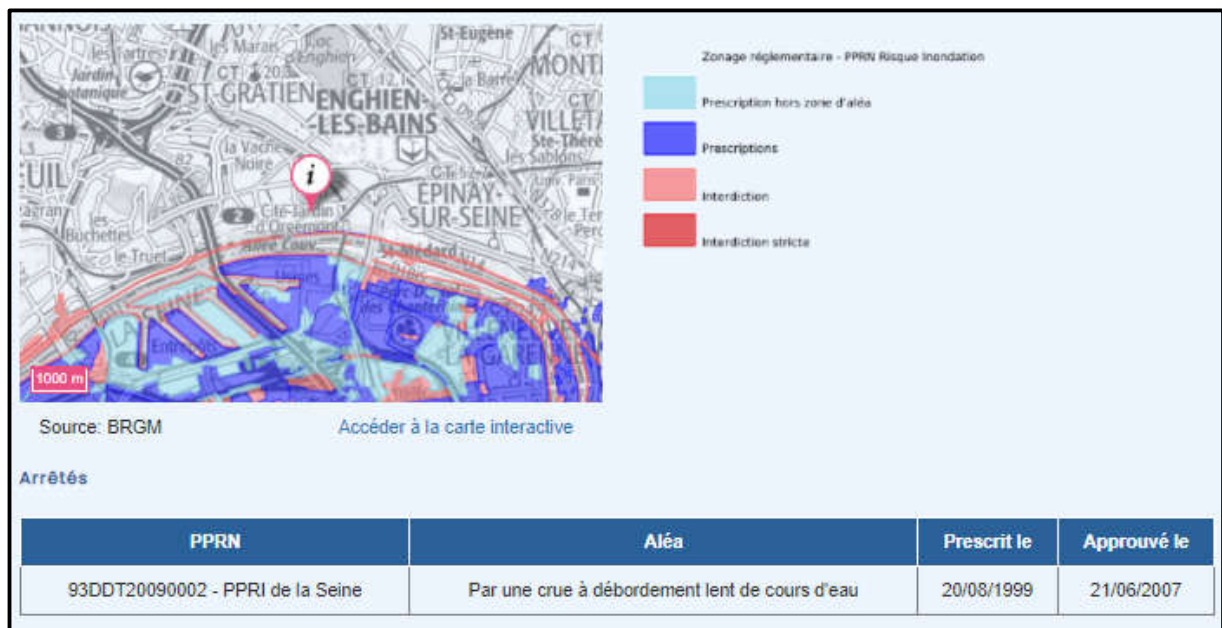


Figure 7 : Carte des risques d'inondation (source : Géorisques)

2 RECONNAISSANCE DES SOLS

2.1 Généralités

Les sondages et essais réalisés in situ sont présentés dans les tableaux suivants.

Nos investigations in situ se sont déroulées du 25 au 28 Octobre 2021.

Les coupes de sondages ont été établies à partir du logiciel GEO-LOG4.

2.2 Sondages de reconnaissance

Les sondages de reconnaissance suivants ont été réalisés :

Type de sondage*	FAF-SP1	Profondeur atteinte (m/TN actuel)**	Cote altimétrique (NGF)***
Sondage destructif paramétré au tricône de Ø66 mm	AD -SP1	20,59	49,8
	AD -SP2	20,41	49,7
	AD -SP3	20,07	49,5
	AD -SP4	20,06	50,0
Sondage destructif paramétré au tricône de Ø66 mm	AD-PZ	10,31	50,1

*sondages implantés en tenant compte des conditions d'accès les jours de notre intervention et en fonction de la précision des plans qui nous ont été remis pour la campagne de reconnaissance géotechnique.

**par rapport au niveau du sol les jours de notre intervention

*** les cotes altimétriques ont été reportées d'après le plan topographique de l'école élémentaire Anatole France et de géoportail.

Il est indiqué sur les coupes de forages destructifs paramétrés, les éléments suivants :

- coupe approximative des sols (les forages étant du type destructif, l'interprétation a été faite uniquement d'après l'examen des cuttings et des paramètres de forages) ;
- diagraphie des paramètres enregistrés :
 - VIA : vitesse instantanée d'avancement (m/h) ;
 - PO : pression appliquée sur l'outil de forage (bar) ;
 - PI : pression d'injection (bar) ;
 - CR : couple de rotation (bar).

Nota : Les feuilles de sondages peuvent également contenir des informations complémentaires dont les niveaux d'eau éventuels, les pertes de fluide d'injection, incident de forage, etc.

2.3 Essais mécaniques in-situ

En complément, les essais in situ suivants ont été réalisés :

Type d'essai mécanique in situ	N° de sondage	Nombre d'essais / Profondeur atteinte (m)
Essai pressiométrique - norme NF EN 22476-4	AD -SP1	12
	AD -SP2	12
	AD -SP3	12
	AD -SP4	12
Essai pénétrométrique dynamique de type B – norme NF EN 22476-2	AD -P1	4,2 r
	AD -P2	5,2 r
	AD -P3	3,2 r
	AD -P4	3,2 r

r : refus prématuré au droit des sondages pénétrométriques

Il est indiqué sur les essais au pénétromètre dynamique, les éléments suivants :

- diagramme de battage (nombre de coups pour un enfoncement de 20 cm) en fonction de la profondeur,
- diagramme donnant la résistance dynamique q_d (MPa) en fonction de la profondeur et calculée selon la formule des Hollandais.

Essais pressiométriques :

Les résultats sont portés sur les coupes de forage, avec pour chaque essai :

- module pressiométrique E_M (MPa) ;
- pression limite nette pl^* (MPa) ;
- pression de fluage nette pf^* (MPa) ;
- rapport E_M/pl^* .

2.4 Equipement des sondages

2.4.1 Piézométrie

Le sondage noté AD-PZ a été équipé de tube PVC piézométrique pour le relevé du niveau statique de la nappe conformément à la norme NF EN 2 2475-1. Le détail de cet équipement est repris dans le tableau ci-dessous :

Sondage de référence	Profondeur (m)	Diamètre intérieur (mm)	Hauteur tube plein (m)	Hauteur tube crépiné (m)	Massif filtrant	Bouchon	Type de protection de tête
AD-PZ	0 à 10	52	0 à 1,5	1,5 à 10	Gravette 2/4 mm	Bouchon de tête	Bouche à clef

Il est à noter qu'aucun suivi dans le temps des piézomètres installés sur le site n'est prévu dans le cadre de cette étude. Nous restons cependant à la disposition du client pour toute demande particulière sur ce point.

3 RESULTATS DES INVESTIGATIONS

3.1 Analyse géologique du site

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

- H1 / des **remblais sablo-marneux** jaune à noir, reconnus jusqu'à 0,5 m et 1,0 m de profondeur ;
- H2 / des **marnes blanchâtres avec blocs à marnes sableuses**, reconnues jusqu'entre 10,0 et 11,6 m de profondeur, soit jusqu'entre 38,1 et 39,7 NGF. Il s'agit vraisemblablement de la formation des Masses et Marnes du Gypse ; La formation des Masses et Marnes du gypse est divisée en deux horizons distincts au vu des caractéristiques mécaniques plus faible en tête de sondages.
- H3 / des **sables verts à beiges**, reconnus jusqu'entre 12,8 et 14,2 m de profondeur, soit entre 35,3 et 37,2 NGF. Il s'agit vraisemblablement de la formation des Sables de Monceau ;
- H4 / des **marnes beiges à blanches avec blocs**, reconnues jusqu'à 20 m de profondeur, soit entre 29,3 et 29,9 NGF (fin de sondages). Il s'agit vraisemblablement de la formation de la formation du Calcaire de Saint-Ouen.

Remarques :

- L'épaisseur des différents horizons peut varier notablement d'un point à un autre du terrain étudié ;
- Les Masses et Marnes du gypse, les Sables de Monceau et le Calcaire de Saint-Ouen peuvent contenir des blocs durs et de toute dimension ;
- Les remblais sont susceptibles de contenir des éléments de toute nature et des blocs de toute taille et des surépaisseurs peuvent être rencontrées en tout point du site ;
- La description des terrains traversés et la position des interfaces comportent des imprécisions inhérentes d'une part à la méthode de forage en destructif et, d'autre part, au caractère aveugle des sondages pénétrométriques ;
- Le type de sondage destructif ne permet pas de caractériser objectivement les remblais et notamment de donner une indication sur les dimensions de blocs éventuels ;
- Rappelons que les coupes de sols établies sur la base des sondages destructifs et semi-destructifs ne sont qu'indicatives en raison de leur mode d'exécution, et que seuls les sondages carottés permettent d'établir une coupe lithologique précise.

3.2 Piézométrie – Niveaux d'eau - Inondabilité

Un niveau d'eau non stabilisé a été observé au droit du sondage AD-PZ entre 8,12 m/TN à l'issue de leur réalisation le 29 Octobre 2021.

Ces relevés ayant un caractère ponctuel et instantané, ils ne permettent pas de statuer sur l'existence ou non d'une nappe permanente ou temporaire, ni de préciser l'amplitude des variations du niveau d'eau qui peut remonter fortement en période pluvieuse.

Toutefois, on ne peut exclure la présence de circulations anarchiques notamment dans les formations superficielles. Elles pourront être plus ou moins prononcées en fonction des conditions climatiques.

Le niveau des P.H.E (Plus Hautes Eaux) peut être déterminé par la réalisation d'une étude hydrogéologique spécifique ainsi qu'un suivi piézométrique. Cette étude pourra être confiée à un bureau d'étude spécialisé.

3.3 Essais in-situ

3.3.1 Essais pressiométriques

Le tableau qui suit résume, pour chaque faciès testé, les principaux résultats des essais pressiométriques reportés en annexe n°4.

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

Horizon	Base de l'horizon (m/TN actuel)	Nombre d'essais	Pression Limite nette p_l^* (MPa)				Module Pressiométrique E_M (MPa)		
			Min	Max	Moy	σ	Min	Max	Moy _{ha}
H1 – Remblais	0,7-1,0	-	-	-	-	-	-	-	-
H2a – Masse et Marnes du gypse molle	3,0-5,5	16	0,10	1,77	0,76	0,51	1,5	30,8	6,3
H2b – Masse et Marnes du gypse sain	10,0-11,6	16	0,62	4,94	2,79	1,29	2,6	259,3	15,7
H3 – Sables de Monceau	12,8-14,2	5	1,85	3,86	2,79	0,81	10,7	34,1	17,6
H4 – Calcaire de Saint-Ouen	>20,0	11	3,14	4,87	4,56	0,49	28	181,5	59,8

Moy_{ar} : Moyenne arithmétique-1/2 Ecart type Moy_{ha} : Moyenne harmonique σ : Ecart type

3.3.2 Essais de pénétration dynamique

Il s'agit d'essais qualitatifs permettant entre autres, de vérifier la résistance du sol, l'homogénéité et la succession des différentes couches connues par ailleurs, la présence d'anomalies éventuelles (couche molle, blocs, vides, etc, ...).

Par ailleurs, les essais pénétrométriques étant des sondages dits « aveugles », la géologie des terrains ainsi que les limites de couches sont interprétées ou extrapolées à partir des diagrammes et notamment des valeurs de compacité du sol. La nature des terrains et leur compacité devront, par conséquent, être confirmées lors des travaux.

La consistance pour les sols fins hors nappe est déterminée d'expérience à l'aide des seuils suivants :

- Plastique ou molle : $q_d < 2 \text{ MPa}$;
- Moyennement compact : $2 < q_d \text{ (MPa)} < 5 \text{ MPa}$;

- Compact : $q_d > 5 \text{ MPa}$.

La consistance pour les sols grenus est déterminée d'expérience à l'aide des seuils suivants :

- Lâche : $q_d < 5 \text{ MPa}$;
 ➤ Moyennement serré : $5 < q_d \text{ (MPa)} < 15 \text{ MPa}$;
 ➤ Très serré : $q_d > 15 \text{ MPa}$.

Sur la base des pénétrographes reportés en annexe n°5, nous retenons les caractérisations moyennes statistiques suivantes :

Horizon	Base de l'horizon (m/TN actuel)	Nombre d'essais	Résistance de pointe q_d (MPa)				Résistance Observations
			Min	Max	Moy	σ	
H1 – Remblais	0,8	5	2	10	5	4	Formation hétérogène et faible résistance
H2a – Masse et Marnes du gypse altérée	>5,2	68	1	17	5	4	Formation pouvant contenir des bancs de gypse ; Résistance faible à moyenne

3.3.1 Essais de perméabilité

Le résultat de l'essai de perméabilité réalisé ainsi que son interprétation est repris dans le tableau suivant :

Sondage	Essai réalisé	Profondeur de l'essai (m/TN)	Nature du terrain testé	Perméabilités mesurées (m/s)
AD - PZ	Essai Nasberg	3,0-4,0	Masse et Marne du gypse	$3,2E^{-6}$

Il s'agit d'essais de perméabilité ponctuels, n'intéressant qu'un volume de sol limité à l'encaissant immédiat de la cavité d'essai. Les valeurs obtenues peuvent donc fortement varier suivant la granulométrie du sol. Seul un essai de pompage permettra d'estimer une perméabilité en grand du terrain.

Remarque : la perméabilité a été réalisée au sein d'une formation pouvant contenir des bancs de gypse pouvant se dissoudre en présence de circulation d'eau ou de nappe.

Bien que la ville ne soit pas soumise à des risques de dissolution de gypse, il n'est pas conseillé de faire des ouvrages d'infiltrations dans les formations sujette aux risques de gypse.

4 SYNTHÈSE GEOTECHNIQUE

4.1 Synthèse lithologique

Le tableau suivant regroupe l'ensemble des données pour chaque sondage et par zone d'homogénéité :

Horizon / Sondage		AD-SP1	AD-SP2	AD-SP3	AD-SP4	AD-PZ
H1 – Remblais	P	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	C	49,8	49,7	49,5	50	50,1
	E	0,5	1,0	0,8	0,6	1,0
H2a – Masses et Marnes du gypse altérées	P	0,5	1,0	0,8	0,6	
	C	49,3	48,7	48,7	49,4	-
	E	5,0	4,0	3,2	2,6	
H2b – Masses et Marnes du gypse saines	P	5,5	5,0	4,0	3,2	1,0
	C	44,3	44,7	45,5	46,8	49,1
	E	5,5	5,0	7,4	8,4	9,37
H3 – Sables de Monceau	P	11,0	10,0	11,4	11,6	
	C	38,8	39,7	38,1	38,4	-
	E	2,2	3,0	2,8	1,2	
H4 – Calcaire de Saint-Ouen	P	13,2	13,0	14,2	12,8	
	C	36,6	36,7	35,3	37,2	-
	E	7,3	7,41	5,87	7,26	

Avec : P : profondeur du toit de la couche en m

C : cote NGF du toit de la couche

E : épaisseur de la couche en m

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

Par ailleurs, les essais pénétrométriques étant des sondages dits « aveugles », la géologie des terrains ainsi que les limites de couches sont interprétées ou extrapolées à partir des diagrammes et notamment des valeurs de compacité du sol. La nature des terrains et leur compacité devront, par conséquent, être confirmées lors des travaux.

4.2 Synthèse et analyse géomécaniques

4.2.1 Synthèse

Les caractéristiques qui pourront être retenues dans les calculs au stade de l'avant-projet sont présentées dans le tableau suivant :

Horizon	Base de l'horizon		Résistance de pointe Rd (MPa)	Pression Limite nette pl* (MPa)	Module Pressiométrique E _M (MPa)	Coefficient rhéologique α
	m/TN actuel	NGF				
H1 – Remblais	0,7-1,0	48,7-49,5	5	0,5*	5,0*	0,67
H2a – Masse et Marnes du gypse altérée	3,0-5,5	44,3-46,8	5	0,6	6,0	0,67
H2b – Masse et Marnes du gypse sain	10,0-11,6	38,1-39,7	-	2,5	15,0	0,50
H3 – Sables de Monceau	12,8-14,2	35,3-37,2	-	2,5	17,0	0,50
H4 – Calcaire de Saint-Ouen	>20,0	29,3-29,9	-	4,3	59,0	0,50

Pour la pression limite, il a été retenu la moyenne arithmétique diminuée d'un demi écart type arrondie, limitée à 1.5 fois la plus petite valeur.

* les valeurs géomécaniques de la formation des Remblais n'ont pas été identifiées au vu de la faible épaisseur des Remblais sur site. Celles-ci ont été extrapolées d'après les données géotechniques de la formation.

Pour le module pressiométrique, il a été retenu la moyenne harmonique arrondie.

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

4.2.2 Analyse

- ↳ Les Remblais présentent des caractéristiques mécaniques médiocres/faibles. On évitera d'y fonder les ouvrages à créer.
- ↳ Les Masses et Marnes du gypse altérées présentent en tête de sondage des faibles caractéristiques mécaniques. En fonction du projet définitif et des futures descentes de charge, il sera recommandé de ne pas fonder les ouvrages au sein de cette formation.
- ↳ Les formations des Masses et Marnes du gypse saines, des Sables de Monceau et du Calcaire de Saint-Ouen présentent des caractéristiques mécaniques élevées.
- ↳ Les sols sont sensibles aux variations hydriques en termes de portance et peuvent poser des problèmes de traficabilité en phase travaux.

- ↳ Les sols du site comportent des remblais qui, compte tenu de leur qualité, constituent un sol pouvant être considéré comme évolutif et compressible. Ils sont impropres à toute construction (à la réalisation du projet), sauf dispositions spéciales.

4.3 Analyse des paramètres de forages

Des passages rapides pouvant correspondre à des faciès très altérés ont été observés :

- En AD-SP1 entre 0,0 et 2,9 m/TN et 3,8 et 5,5 m/TN avec une VIA=1000m/h ;
- En AD-SP2 entre 4,0 et 5,0 m/TN avec une VIA=1000m/h ;
- En AD-SP2 entre 7,7 et 9,5 m/TN avec une VIA=800m/h.

Ces anomalies de sol pourraient être dû à des dissolutions du gypse présentes dans le faciès des Masses et Marnes du gypse.

Il conviendra tant que possible d'éloigner le projet de ces points de sondages ou d'envisager des investigations complémentaires pour optimiser le système de fondation. Des comblements par injection de coulis pourraient être envisagé au stade de la mission G2 AVP si les anomalies constatées ont un impact important sur les fondations du projet.

4.4 Hydrogéologie

Un niveau d'eau non stabilisé a été mesuré à 8,12 m/TN au droit du sondage AD-PZ le 29 Octobre 2021.

Au stade du projet, celui ne prévoit pas de niveau enterré, la présence de cette nappe devrait avoir peu d'influence sur les travaux. Cependant, elle pourra nécessiter des adaptations/sujétions pour l'exécution des fondations.

Dans le cas où le projet prévoit un niveau de sous-sol, la présence de cette nappe devra être prise en compte dans la définition du projet, en fonction du niveau de protection choisi par le maître d'ouvrage. Il sera nécessaire de faire des relevés complémentaires afin de s'assurer de la variation de la nappe.

Des circulations d'eau ont été repérées lors des forages. Bien qu'il ne semble pas s'agir d'une véritable nappe, ces venues d'eau peuvent provoquer des sujétions particulières lors de l'exécution des travaux (instabilité des parois, débousses, venues d'eau en fond de fouille) pouvant nécessiter des adaptations.

4.5 Sols sensibles au retrait - gonflement

Les argiles rencontrées sur le site appartiennent ou risquent d'appartenir à la catégorie des sols gonflants et/ou rétractables.

Il conviendra de rechercher les dispositions constructives suivantes :

- ↳ **Rigidification** du niveau bas (la rigidité maximale dans le sens de la plus grande pente),
- ↳ **Coulage** des fondations à **pleine fouille sur toute la hauteur** et protection des longrines,
- ↳ Mise hors dessiccation du sol de fondation à assurer par un encastrement suffisant par rapport aux niveaux finis extérieur (1.5 m minimum), et intérieur.

On notera que la profondeur de la dessiccation est une donnée très approximative au stade actuel des connaissances scientifiques,

- ↳ Vide sanitaire à préférer au dallage sur terre-plein,
- ↳ ou un dallage porté sur coffrage perdu dégradable (type Biocofra ou équivalent), renforcé en armatures vis-à-vis des pressions de gonflement, et associé à des dispositions constructives annexes (cloisons arrêtées à quelques centimètres du plafond, revêtements souples ou flottants à privilégier, etc.),
- ↳ Eviter tout épandage d'eau à proximité de la construction,
- ↳ Entourer les façades par un étanchement de surface suffisamment large pour éviter les infiltrations jusqu'au niveau des fondations (en particulier par les remblais) ou jusqu'au vide sanitaire s'il existe, aucun arbre de haute tige à une distance inférieure à 1.5 fois la hauteur de l'arbre adulte.

5 PRINCIPES GENERAUX DE CONSTRUCTION - G1 PGC

5.1 Textes règlementaires

Les textes réglementaires suivants ont été utilisés pour définir les pré-dimensionnements et recommandations fournis :

- ✓ Eurocode 7 - Partie 1 – « Calcul géotechnique – Règles générales »,
- ✓ NF P 94-261 – Calcul Géotechnique – Fondations superficielles (juin 2013) / Eurocode 7
- ✓ NF P 94-262 – Calcul Géotechnique – Fondations profondes (juillet 2012) / Eurocode 7
- ✓ AFNOR NF P 11-213 – DTU 13.3 Dallage, Conception, calcul et exécution – Partie 2 (mai 2007)

5.2 Terrassements généraux et ponctuels

A ce stade du projet, nous ne connaissons que l'emprise approximative du projet, ni si le projet possèdera des niveaux de sous-sol.

5.2.1 Terrassabilité des matériaux

Compte-tenu de la nature du sol, les terrassements pourront être réalisés avec des moyens traditionnels. Toutefois, la présence éventuelle de blocs et/ou niveaux indurés au sein des remblais et des terrains en place pourra nécessiter l'utilisation de BRH.

Les remblais devront être totalement excavés.

Tous les points durs sous les fondations devront être purgés et éliminés dans leur totalité.

L'entreprise veillera à utiliser une méthodologie et des moyens matériels adaptés à l'environnement du site.

5.2.1 Drainage en phase travaux

Les venues d'eau pouvant apparaître exceptionnellement en cours de terrassement seront collectées en périphérie et évacuées en dehors de la fouille (captage). On veillera à aménager des pentes de 4 % pour évacuer les eaux de ruissellement vers des fossés / tranchées drainantes.

Les dispositions spécifiques prévisibles seront adaptées au cas par cas pour assurer à tout moment la mise au sec de la plate-forme.

Toute zone décomprimée fera l'objet d'un traitement spécifique, si elle doit recevoir un élément de l'ouvrage à porter (purge, compactage).

Nous rappelons que des piézomètres ont été mis en place en différents endroits du site, ce qui permettra d'ajuster les dispositions à prendre vis-à-vis de la présence d'eau.

5.3 Principe de fondation

Compte tenu des éléments précédents, et en l'absence d'informations précises sur le projet (emprise et emplacement précis, nombre de niveaux, cote du niveau bas, descentes de charges, ...), il pourra être envisagé, à ce stade, soit :

- un système de fondations superficielles par appuis isolés / continus pour des faibles à moyennes charges au sein des Masses et Marnes du gypse saines,
- un système de fondations profondes de type pieux, de manière à s'ancrer au minimum dans les Masses et Marnes du gypse saines (horizon H2b) pour tout type de charge.

Nous rappelons que le site est occupé par des bâtiments possédant potentiellement un niveau de sous-sol. Il sera nécessaire de s'ancrer au-delà des remblais de démolition et fondations des bâtiments existants.

6 ALEAS et RISQUES RESIDUELS

La présente étude s'inscrit dans le cadre d'une étude géotechnique préalable en phases Etude de Site et Principes Généraux de Construction (missions G1 ES et G1 PGC). Conformément à la norme sur les missions géotechniques, il conviendra de poursuivre les études géotechniques par une mission de type G2 AVP permettant de vérifier les éléments suivants :

- 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, dispositions générales vis-à-vis des nappes et avoisinants),
- une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique,
- la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques,
- Réaliser des mesures piézométriques afin de s'assurer de la variation de la nappe.
- Sondage autour de la zone du AD-SP1 et AD-SP2 afin de vérifier les anomalies observées.

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

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

7 CONDITIONS CONTRACTUELLES

1. Le présent rapport et ses annexes constituent un tout indissociable. La mauvaise utilisation qui pourrait être faite suite à une communication ou reproduction partielle ne saurait engager **ESIRIS IDF INFRA**.
2. Des modifications dans l'implantation, la conception ou l'importance de la construction ainsi que dans les hypothèses prises en compte et en particulier dans les indications de la partie "*Présentation*" du présent rapport peuvent conduire à des remises en cause des prescriptions. Une nouvelle mission devra alors être confiée à **ESIRIS IDF INFRA** afin de réadapter ces conclusions ou de valider par écrit le nouveau projet.
3. De même, des éléments nouveaux mis en évidence lors de l'exécution des fondations et n'ayant pu être détectés au cours des reconnaissances de sol (exemple : hétérogénéité localisée, venues d'eau, etc.) peuvent rendre caduques certaines des recommandations figurant dans le rapport.
4. Les reconnaissances de sol procèdent par sondages ponctuels, les résultats ne sont pas rigoureusement extrapolables à l'ensemble du site. Il persiste des aléas (exemple : hétérogénéité locale) qui peuvent entraîner des adaptations tant de la conception que de l'exécution qui ne sauraient être à la charge du géotechnicien.
5. Ce rapport vient clôturer la mission G1 PGC qui nous a été confiée pour cette affaire.

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

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

ANNEXES

ANNEXE 1 : CONDITION GENERALES DE VENTE ET D'EXECUTION DES PRESTATIONS

Article 1. Principes généraux

1.1 Les présentes conditions régissent les prestations de la société **ESIRIS IDF INFRA**. Les conditions générales de vente s'appliquent de plein droit, pour l'ensemble de nos agences, dans nos relations commerciales avec nos clients et partenaires. Aussi, toute commande ou demande de prestation passée par nos clients implique, à titre de conditions essentielles et déterminantes, l'acceptation sans réserve des dites conditions.

1.2 Les présentes conditions générales ne sont pas applicables dans le cas des marchés publics passés avec un organisme public. Les conditions sont alors régies par les documents contractuels propres au dossier de consultation (acte d'engagement, CCAP, CCAG...).

1.3 Toute disposition générale ou particulière figurant sur les documents commerciaux et/ou comptables du client qui serait contraire aux présentes conditions générales de vente est réputée nulle et non écrite. En cas de variations écrites apportées par nos clients aux stipulations initiales, nous ne nous considérons liés que sur nouvel accord écrit de notre part.

Article 2. Commandes

2.1 Le démarrage de l'étude interviendra uniquement après réception de la commande écrite. Un accord oral ne vaudra en aucun lancement officiel et n'engagera pas la planification des investigations de quelque nature que cela soit.

2.2 Toutes les pages de la proposition technique et financière doivent être paraphées. La dernière page doit être signée en précisant la date, le nom et la fonction du signataire, et porter la mention « bon pour accord ». Si le client souhaite joindre à la commande un formulaire qui lui est propre, l'ensemble des éléments suivants de notre document doivent alors y être mentionnés : nature des prestations, calendrier prévisionnel, conditions de facturation, conditions de paiement, adresse de facturation et de livraison (si différentes).

Article 3. Conditions, modalités et retard de paiement

3.1 Dates d'échéance :

Facturation à la commande : les honoraires de facturation à la commande sont payables à réception de facture. L'absence de réception de ce paiement constitue un motif d'arrêt immédiat des études.

Facturation intermédiaire et finale : sauf stipulations contraires, nos factures de prestations sont payables dans un délai de 60 jours suivant la date d'émission de la facture.

Facturation liée aux marchés publics : l'échéancier reste lié aux conditions du marché.

Les factures sont payables au siège social d'**ESIRIS IDF INFRA** - 8 rue des Chênes Rouges - 91580 ETRECHY.

3.2. Mode de règlement : les factures seront réglées à échéance par chèque bancaire ou postal, par virement sur le compte de la société ou par traite. Dans tous les cas, les frais bancaires afférents restent à la charge du client.

3.3. Retard de règlement : à défaut de règlement suivant les conditions stipulées sur les factures, notre service administratif se verrait contraint de mettre en demeure le client par lettre recommandée. Le montant dû sera majoré des intérêts de retard. Cette majoration de plein droit est calculée sur la base du taux d'intérêt légal en vigueur majoré de 3 % (Loi 92-1442 du 31/12/1992) au prorata du nombre de jours de retard par rapport à l'échéance de la facture. De plus, les autres sommes qui pourraient être dues **ESIRIS IDF INFRA** deviendront immédiatement exigibles et toutes les commandes en cours du client seront suspendues jusqu'au paiement intégral des sommes dont le client est redevable, sans préjudice de tous dommages et intérêts qui pourraient être réclamés au client. En plus de ces intérêts de retard, s'ajouteront des frais de relance à hauteur de 15% de la somme réclamée.

Article 4. Délais

4.1. Les délais d'exécution des missions ne sont donnés qu'à titre indicatif. Le dépassement de ces délais ne peut donner lieu à aucune retenue ou indemnité (sauf conditions particulières signées entre les parties).

L'engagement sur les délais prévisionnels ne peut être tenu qu'aux conditions que le client ne retarde pas l'action d'**ESIRIS IDF INFRA** et que soit rapidement mis à disposition d'**ESIRIS IDF INFRA** tout document nécessaire à la réalisation de sa mission.

4.2. Le calendrier prévisionnel transmis au sein de la proposition technique et financière d'**ESIRIS IDF INFRA** court à partir de la réception en nos locaux de la commande écrite de la part du client (et des documents associés tel l'éventuel acompte ...).

Article 5. Confidentialité

ESIRIS IDF INFRA s'engage à traiter comme confidentielles toutes les informations obtenues dans le cadre de ses missions chez ses clients. Elles ne pourront faire l'objet de publication, même diffusion restreinte, sans accord préalable du client.

Article 6. Responsabilités

ESIRIS IDF INFRA apportera tous ses soins et son expérience à la mission qui lui sera confiée et ne pourra être tenue responsable des erreurs relevant de l'insuffisance ou inexactitude des renseignements fournis par le donneur d'ordre ou des études non réalisées par **ESIRIS IDF INFRA**.

Article 7. Clause résolutoire

Dans le cas où les études seraient arrêtées pour une cause indépendante à **ESIRIS IDF INFRA**, le client doit aviser notre société 15 jours à l'avance afin qu'elle puisse prendre ses dispositions sur le personnel concerné et sur le coût des frais réels engagés. L'information par le client devra être adressée par lettre recommandée avec accusé de réception.

La facturation de l'étude se ferait, dans ce cas, au prorata de son état d'avancement.

Article 8. Attribution de juridiction

L'interprétation et l'exécution des présentes conditions générales de vente ainsi que toutes les prestations de service qui en découleront seront soumises au Tribunal compétent d'Evry.

ANNEXE 2 : CONDITIONS GENERALES DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE

1. Cadre de la mission

Par référence à la norme NF P 94-500 sur les missions d'ingénierie géotechnique (en particulier tableaux 1 et 2 ci-après joints à toute offre et à tout rapport), il appartient au maître d'ouvrage et à son maître d'œuvre de veiller à ce que toutes les missions d'ingénierie géotechnique nécessaires à la conception puis à l'exécution de l'ouvrage soient engagées avec les moyens opportuns et confiées à des hommes de l'Art.

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique suit la succession des phases d'élaboration du projet, chacune de ces missions ne couvrant qu'un domaine spécifique de la conception ou de l'exécution. En particulier :

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

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

2. Recommandations

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

Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une validation à chaque étape suivante de la conception ou de l'exécution. En effet, un tel caractère évolutif peut remettre en cause ces recommandations notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant leur mise en œuvre.

3. Rapport de la mission

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRELABLE (G1)

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

Phase Etude de Site (ES)

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

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

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

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

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

Phase Avant-projet (AVP)

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

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

Phase Projet (PRO)

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

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

Phase DCE/ACT

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

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

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

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

ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

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

Phase Étude

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

Phase Suivi

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

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

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

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

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

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

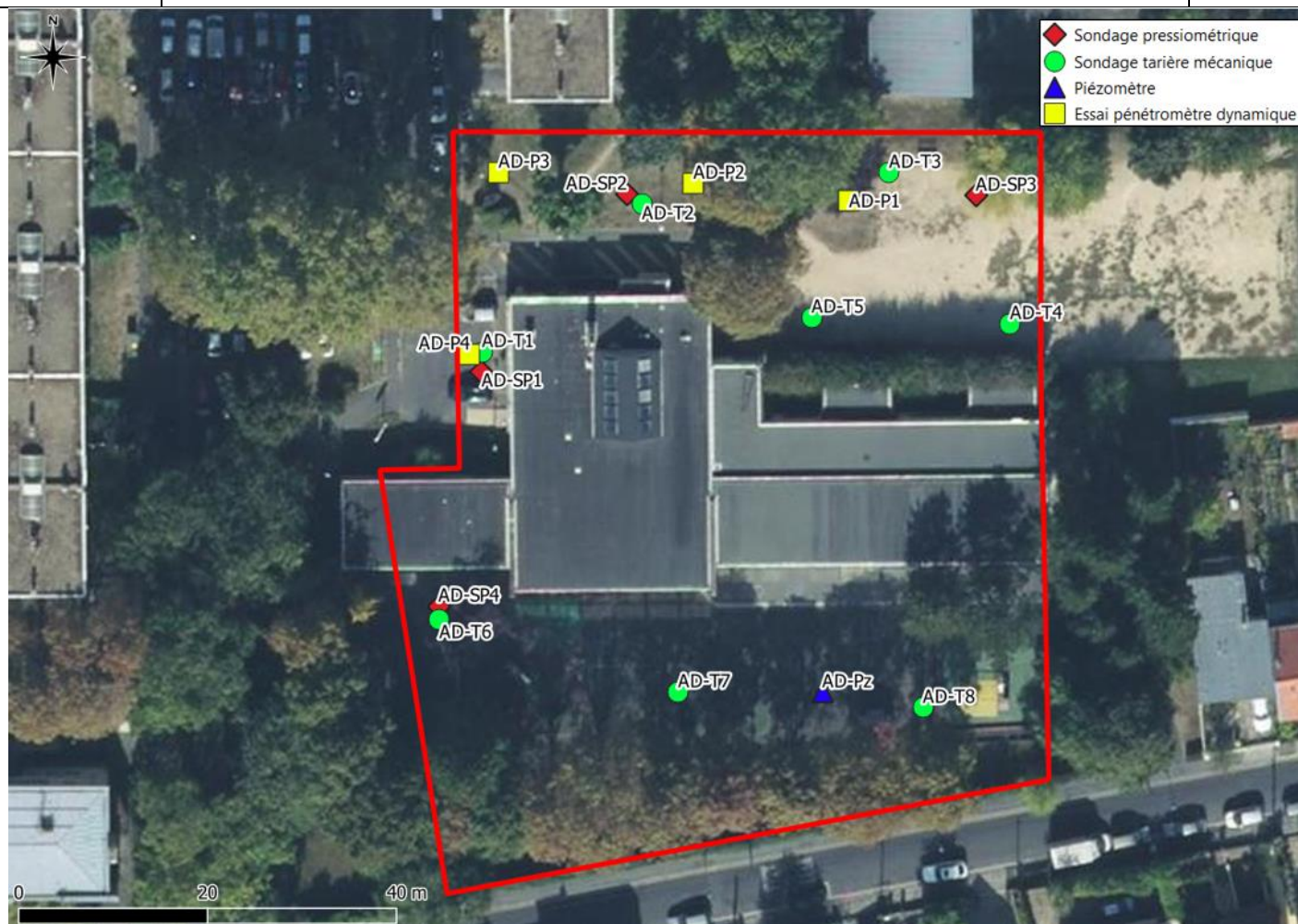
ANNEXE 3 : SCHEMA D'IMPLANTATION DES INVESTIGATIONS IN-SITU



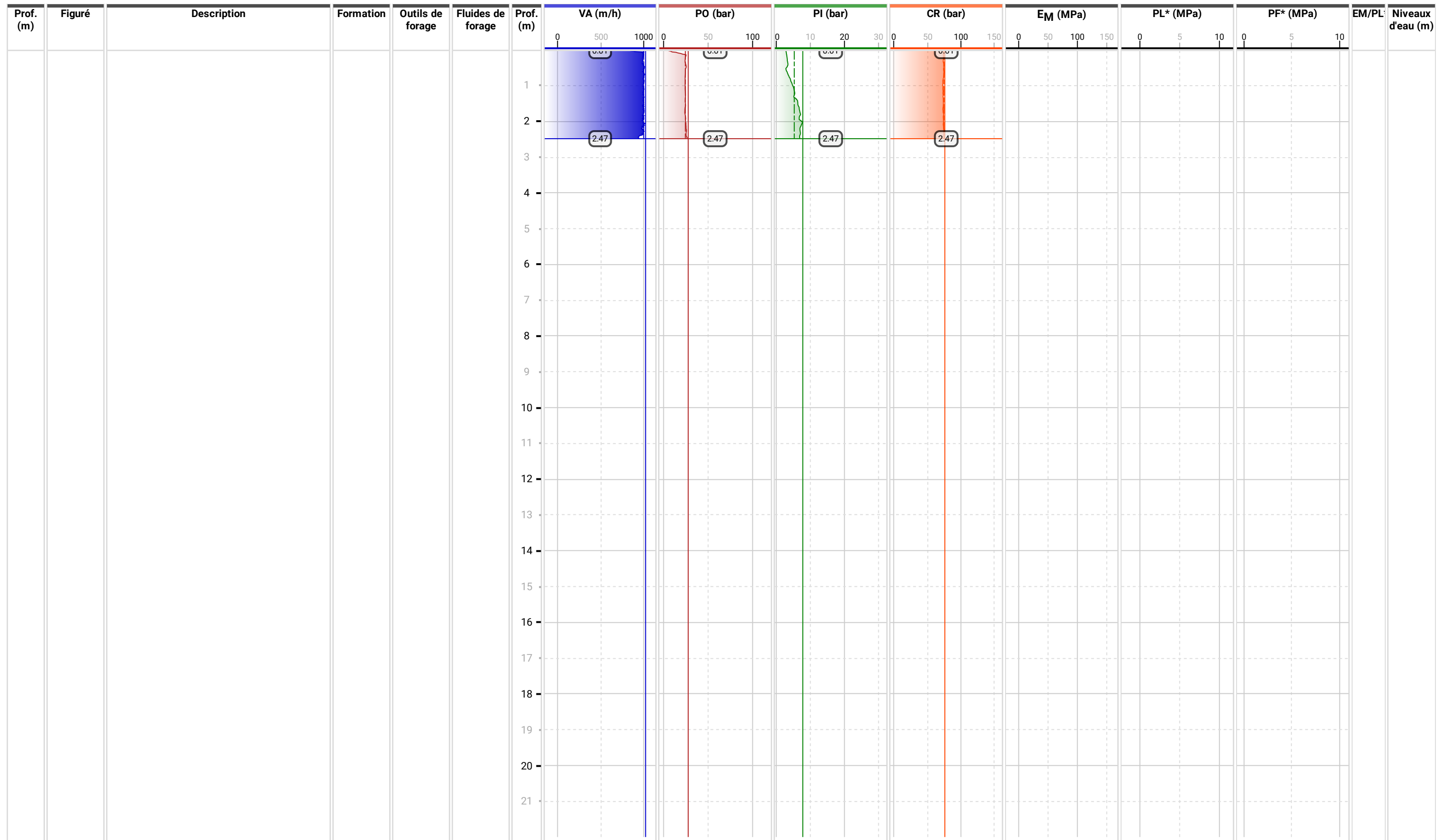
PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

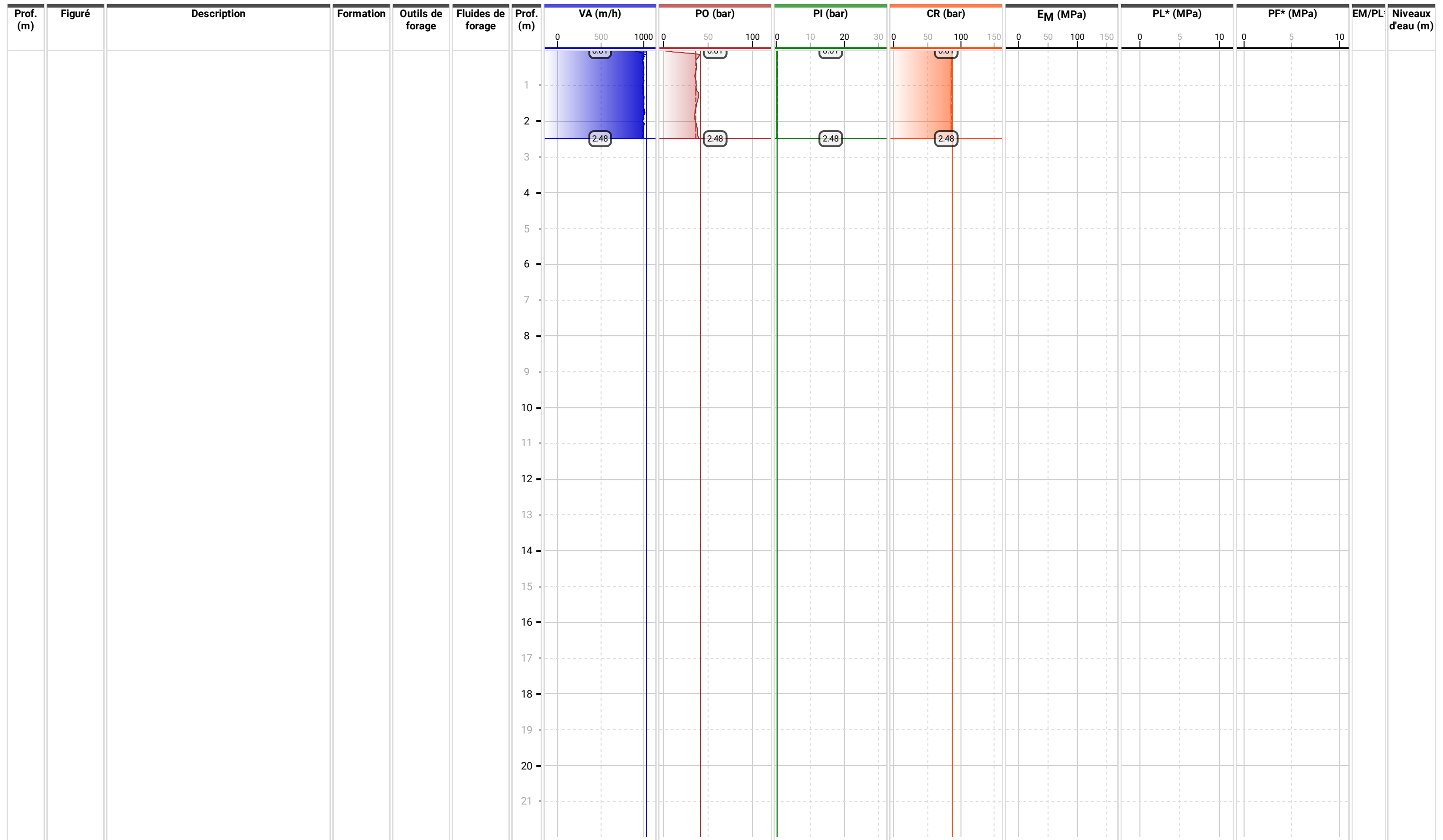
Reconstruction de l'école maternelle Alexandre Dumas
Rue de Dijon
EPINAY SUR SEINE (93)

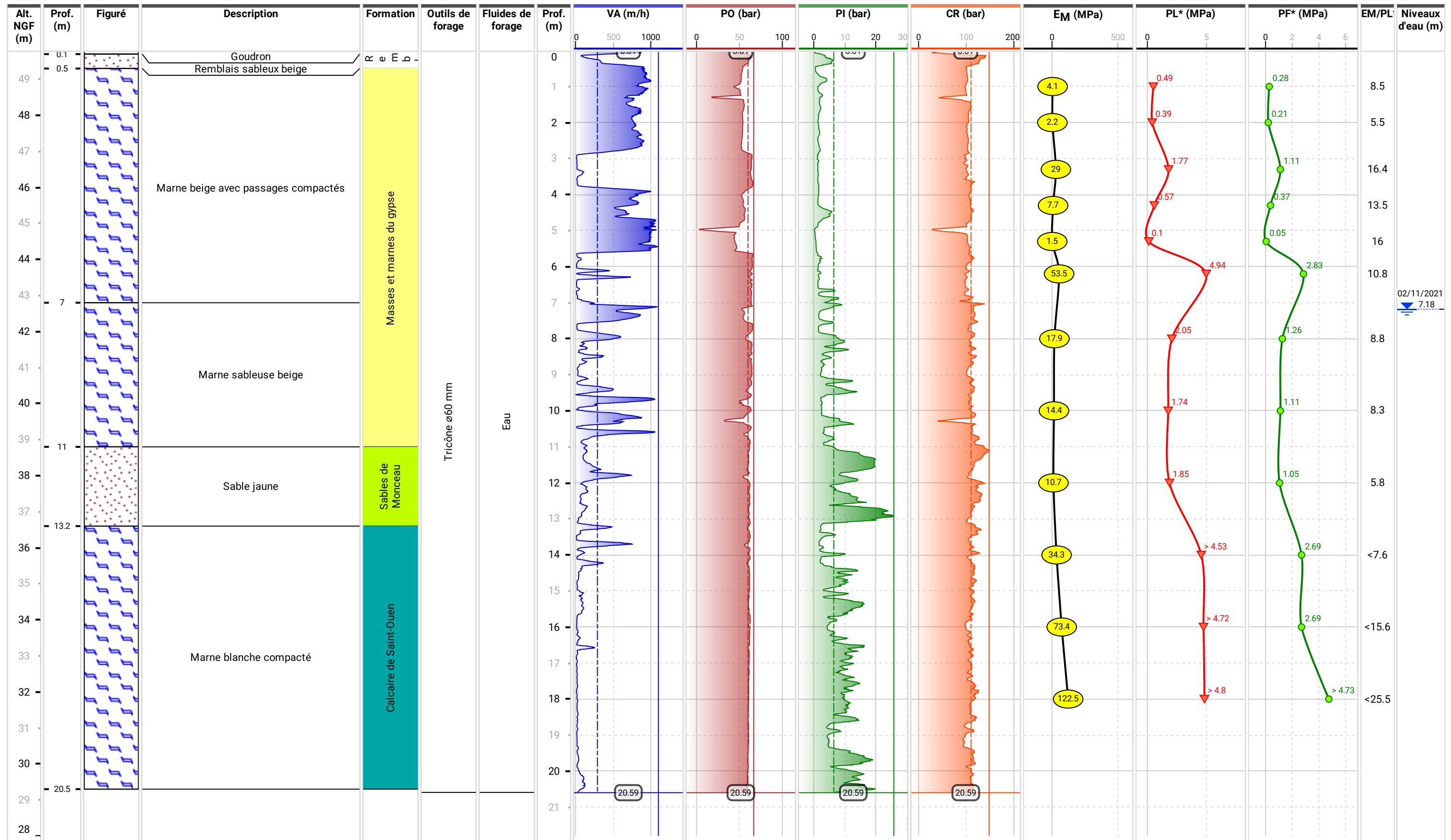
Dossier : PA21 6167-2-1

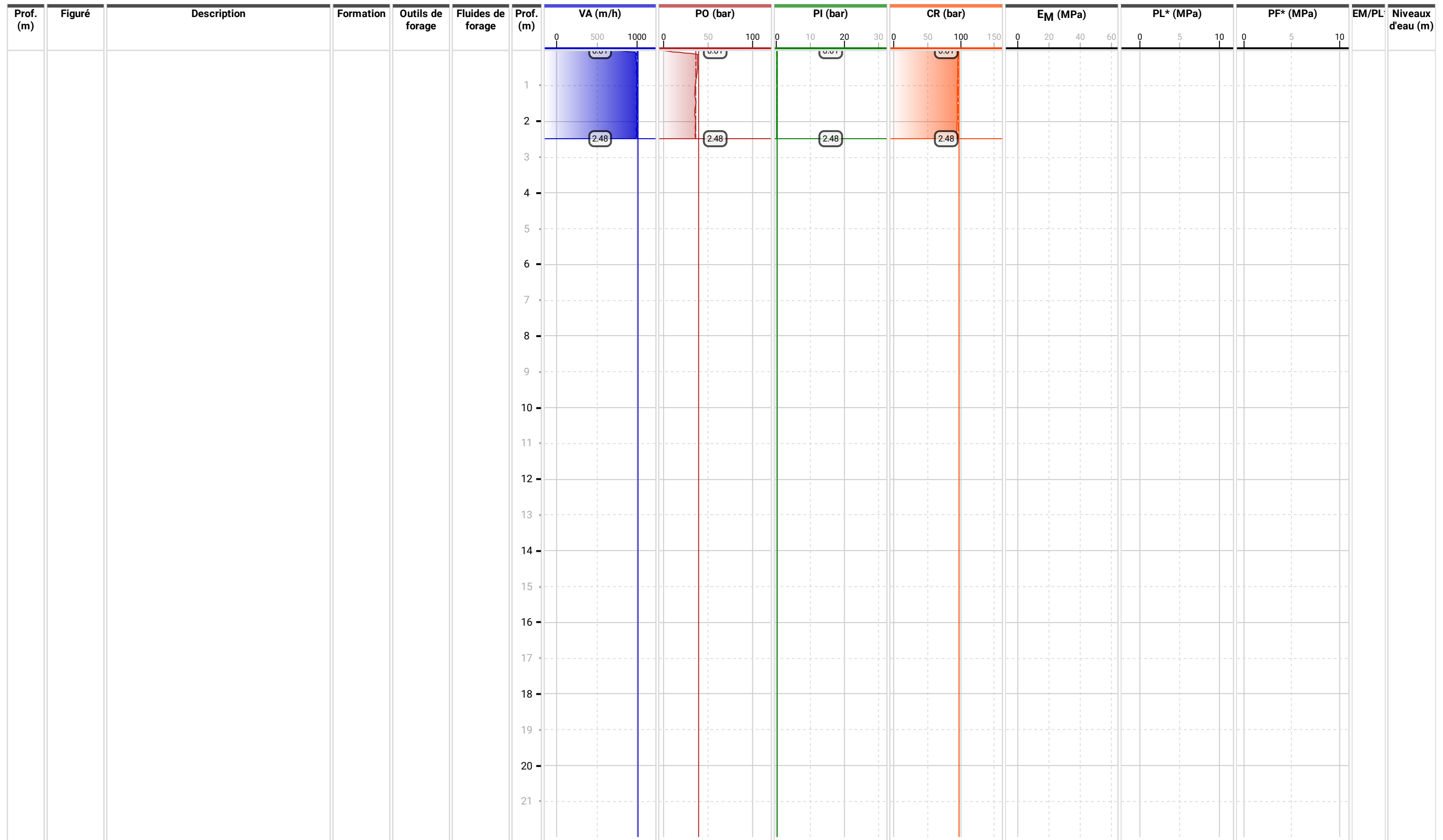


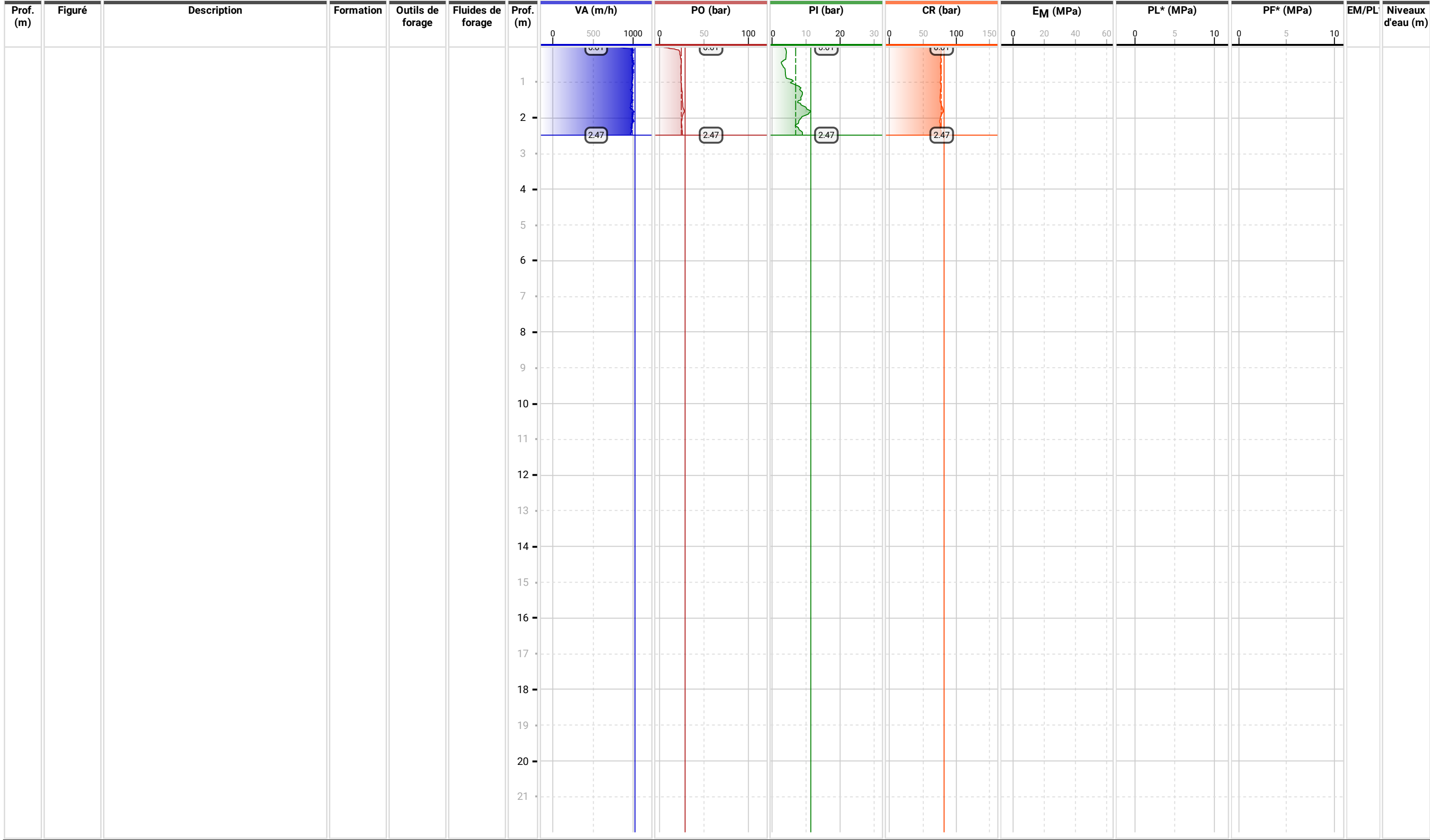
ANNEXE 4 : RESULTATS DES SONDAGES ET ESSAIS IN-SITU

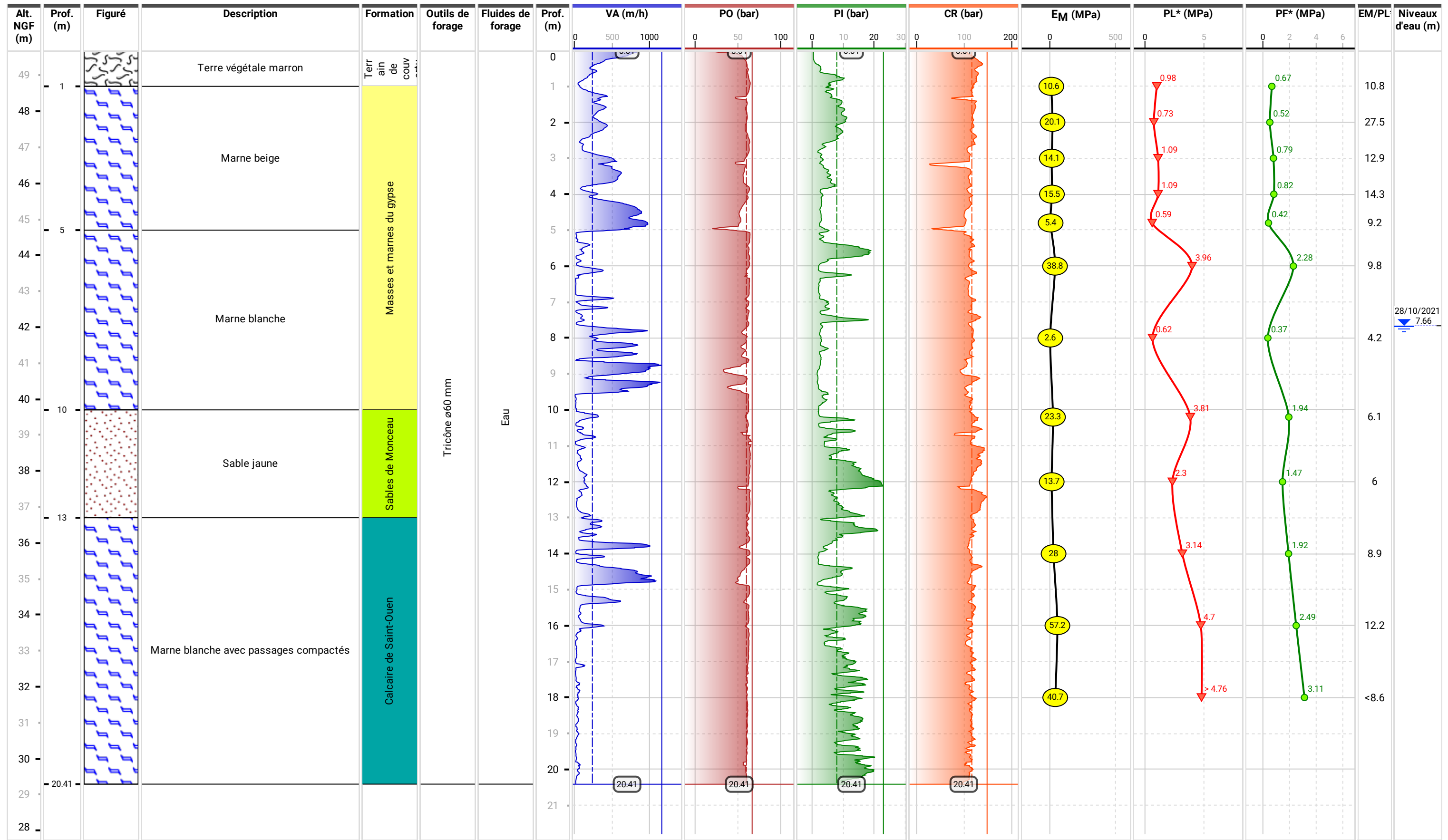


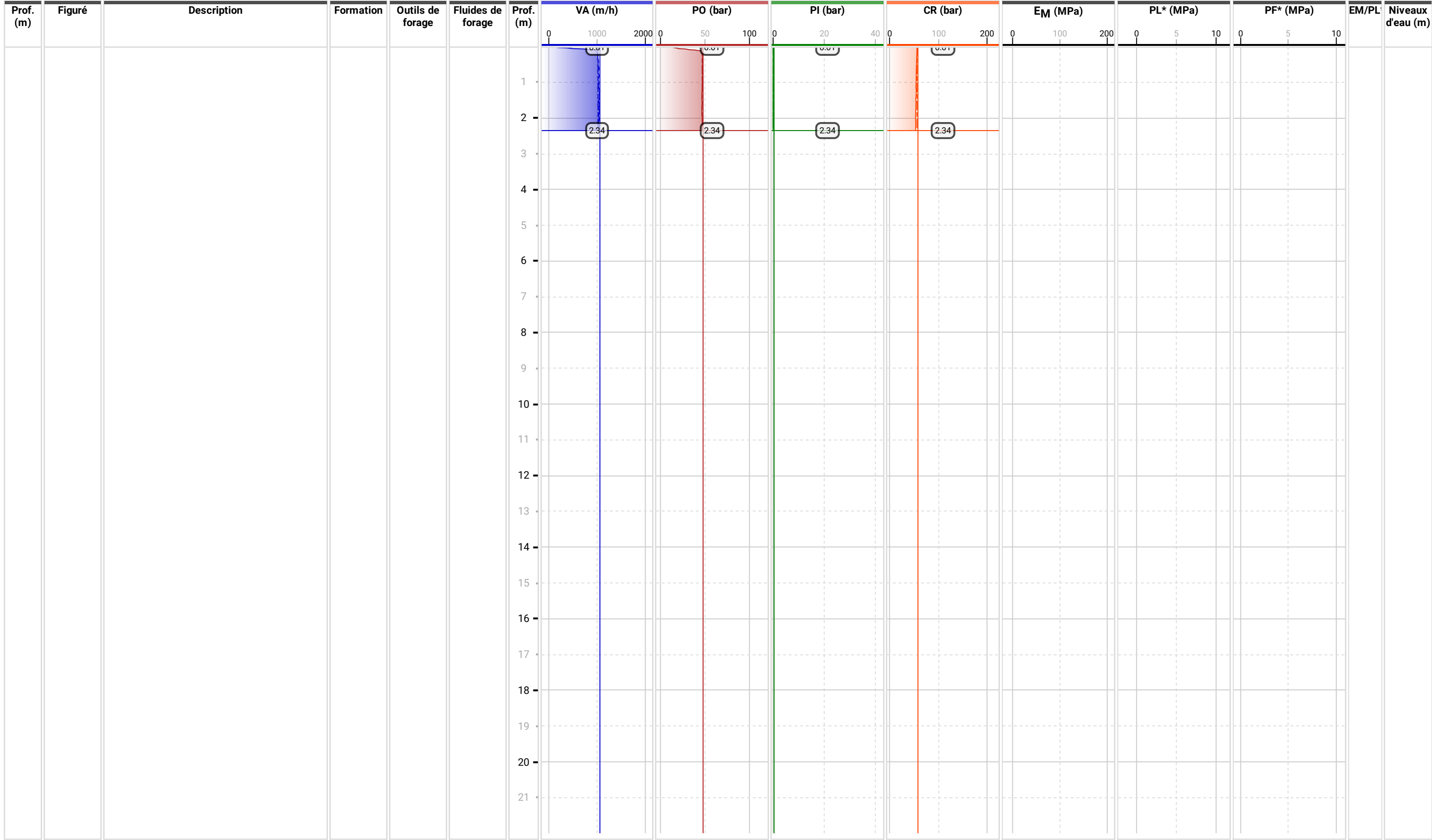


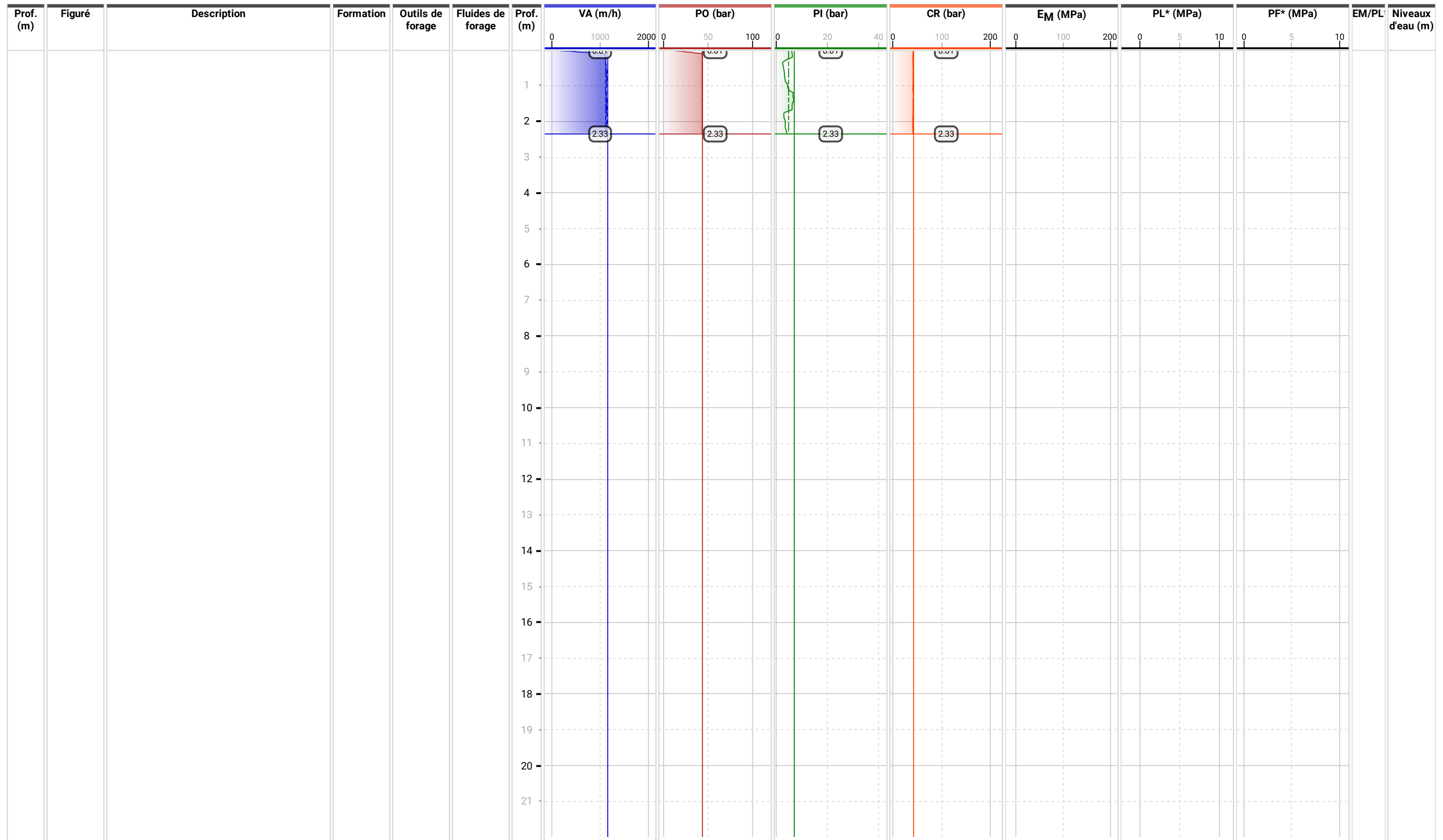


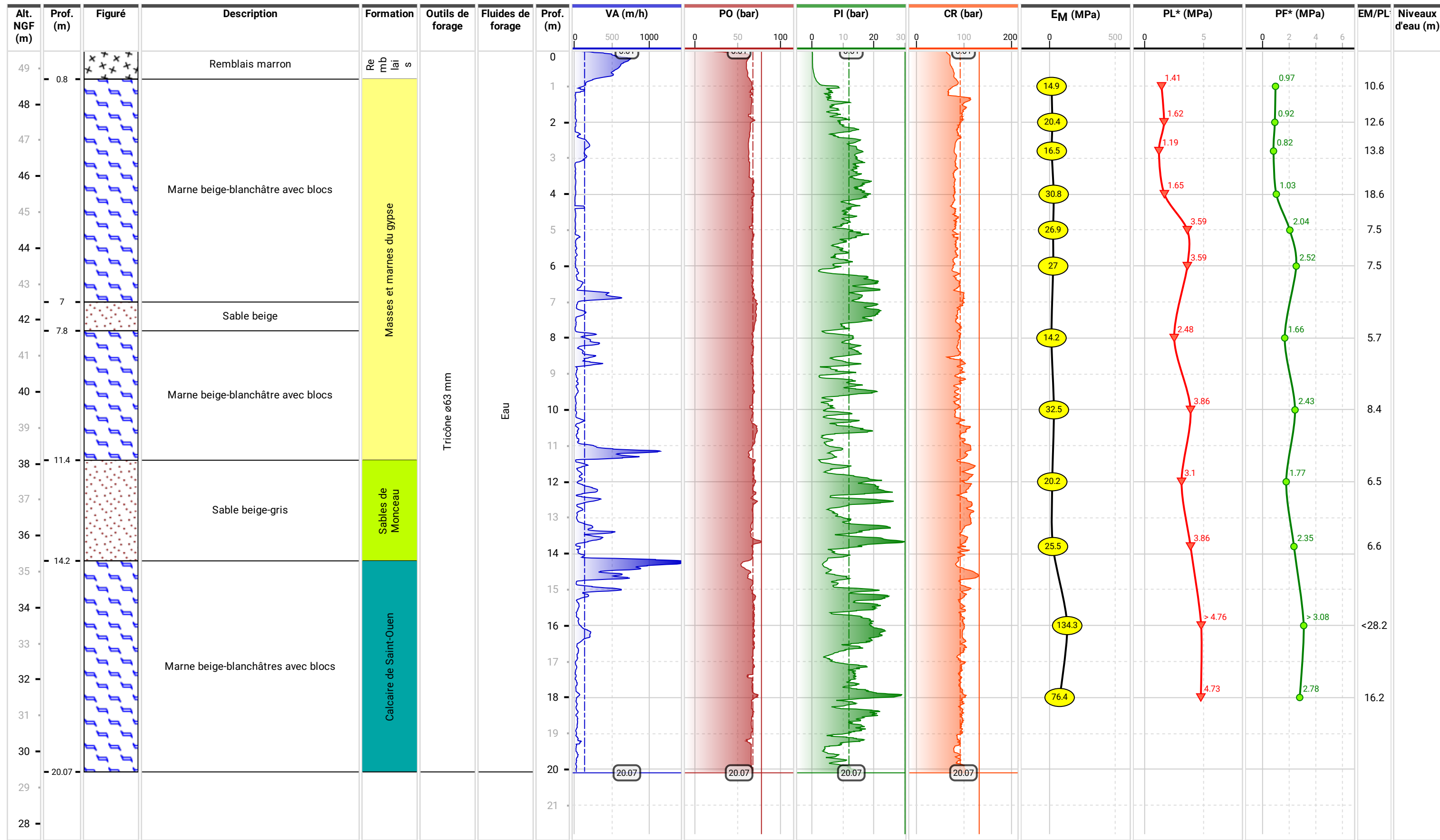


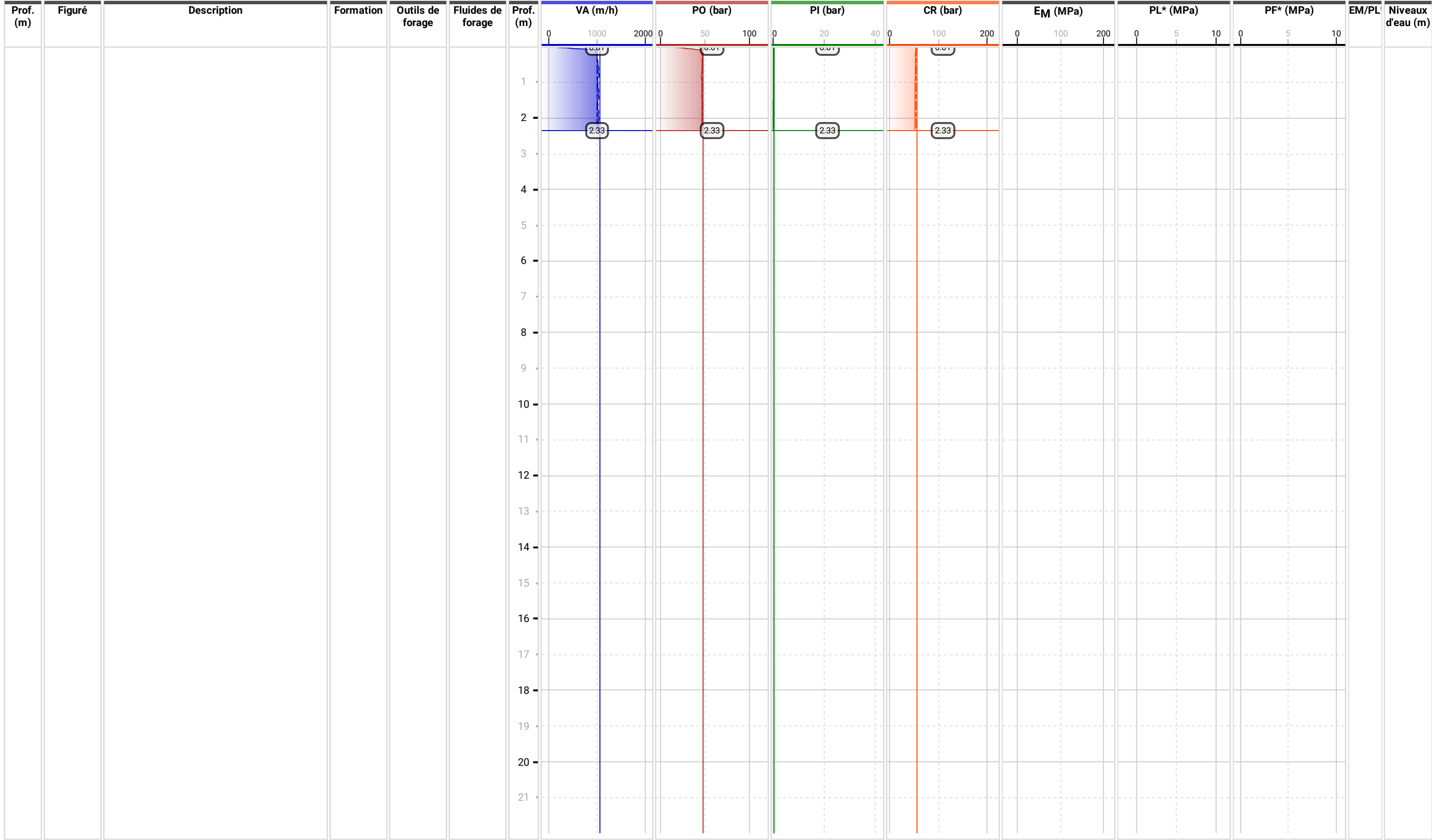


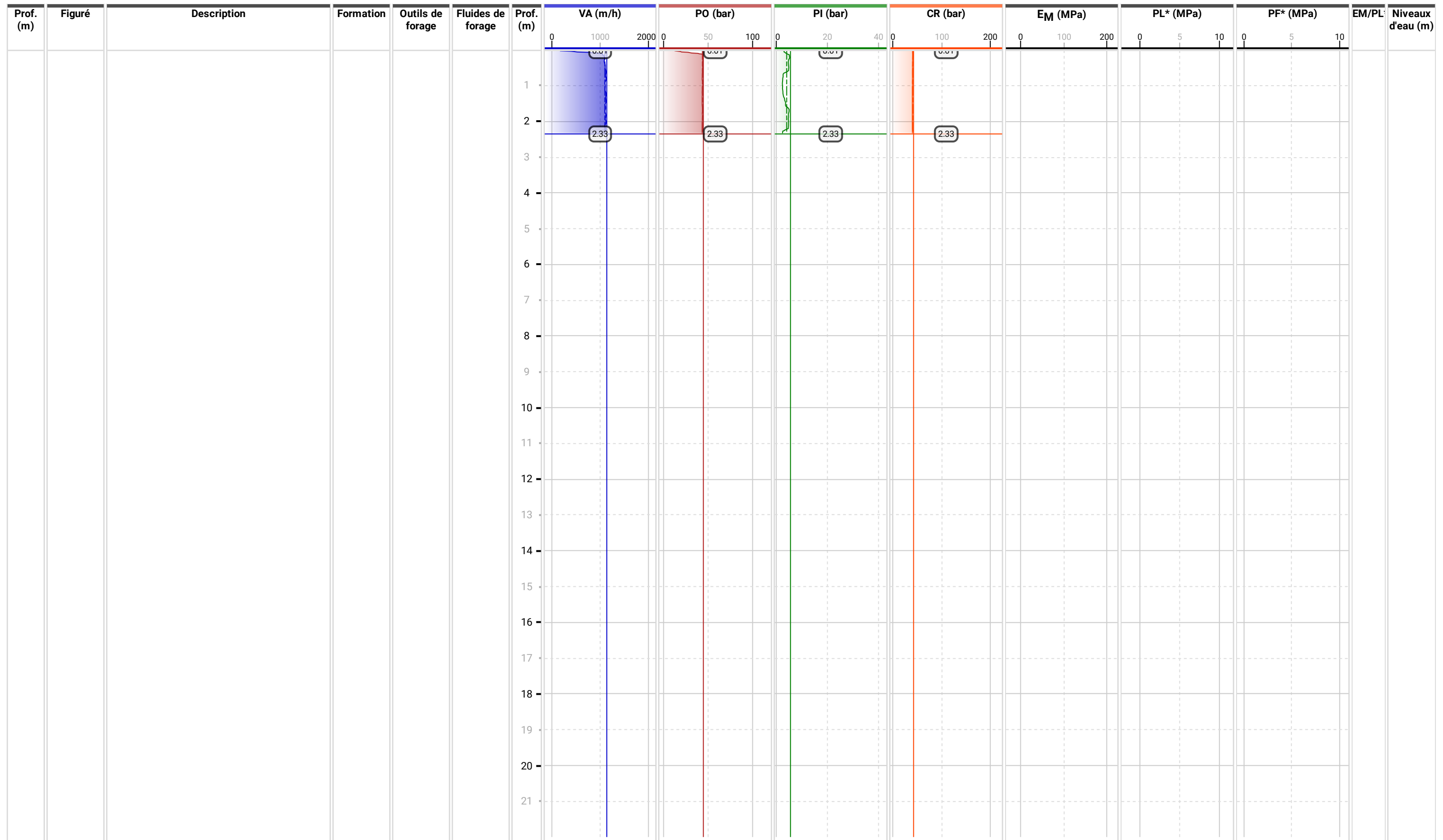


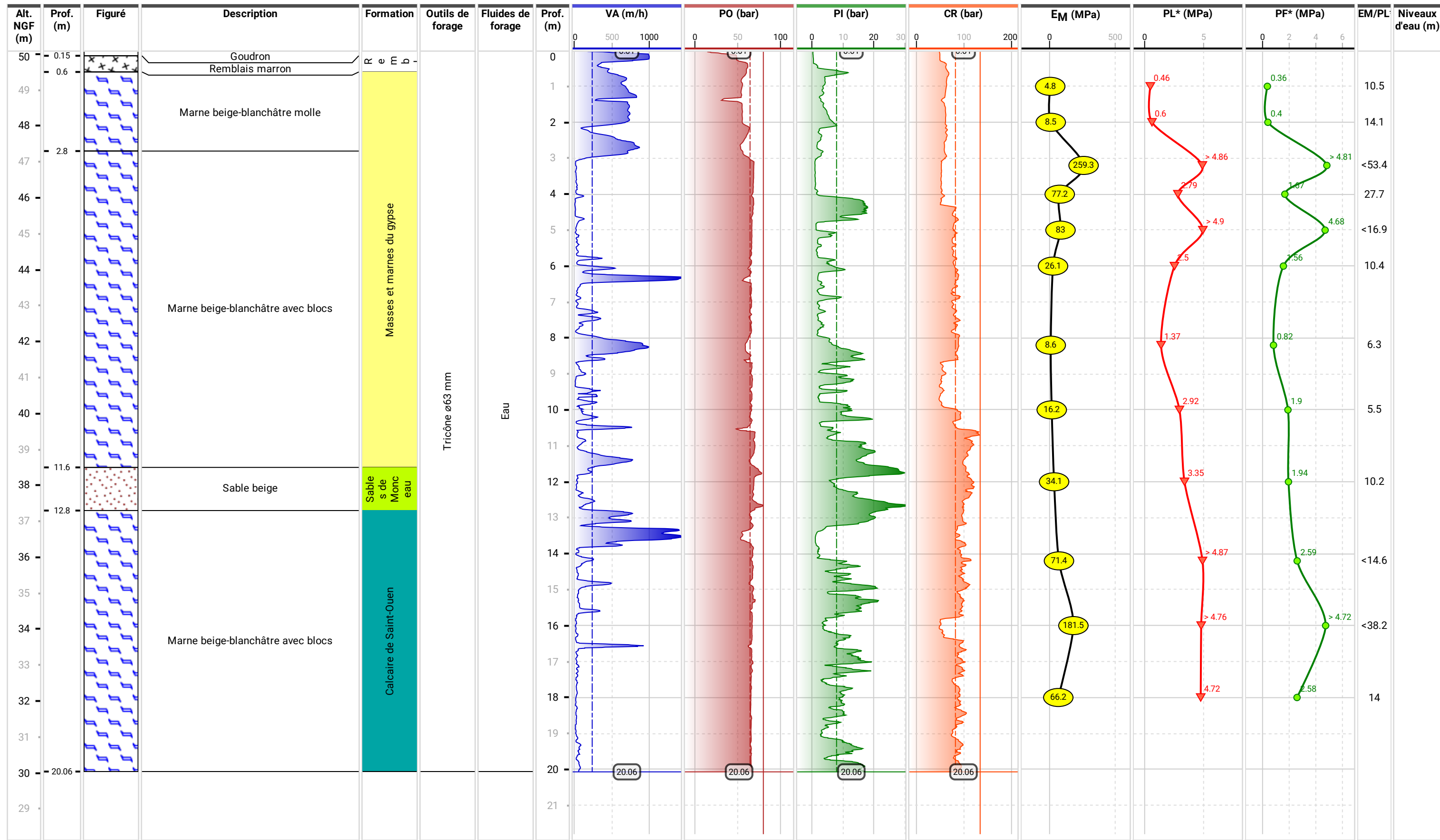


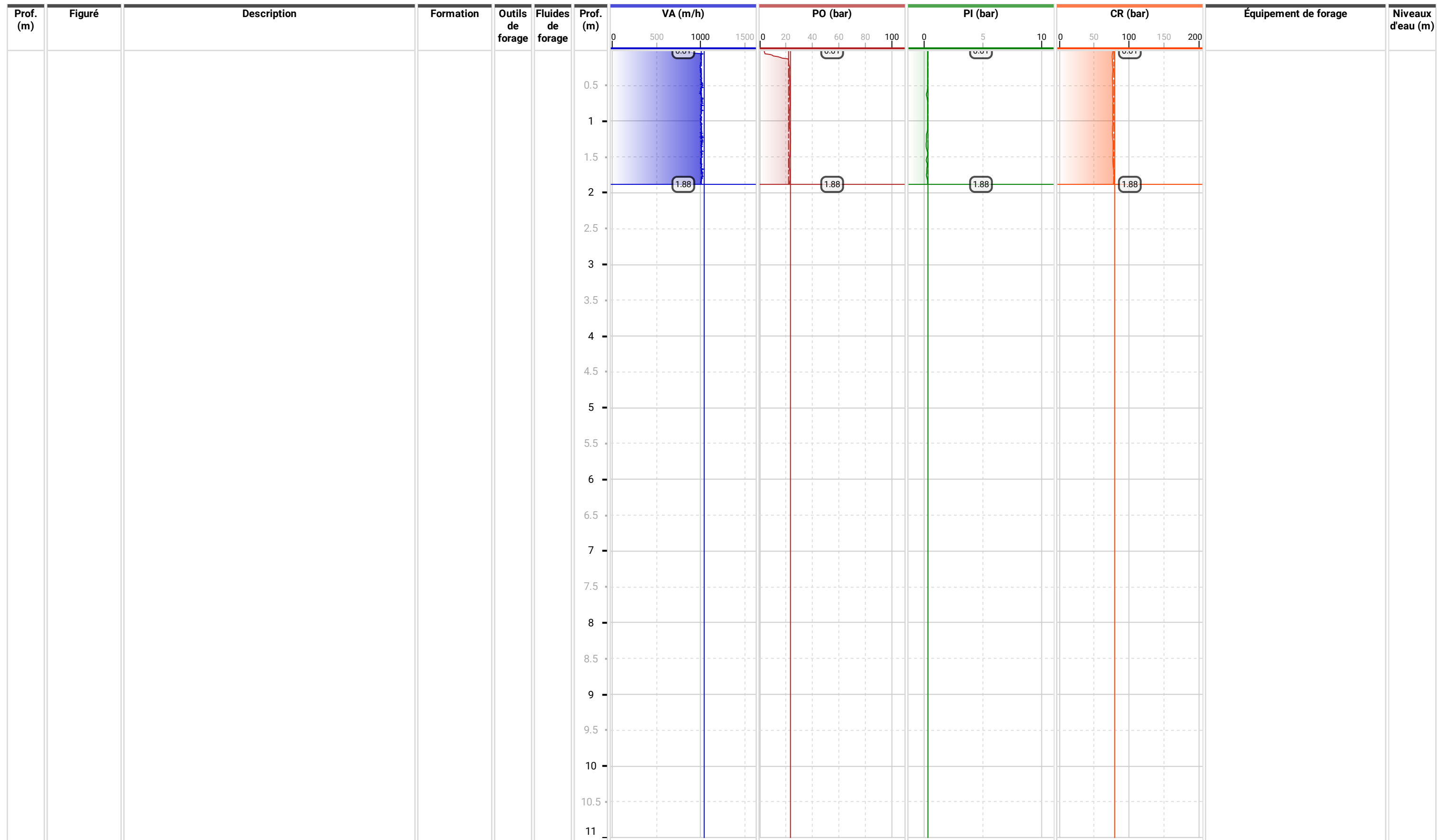


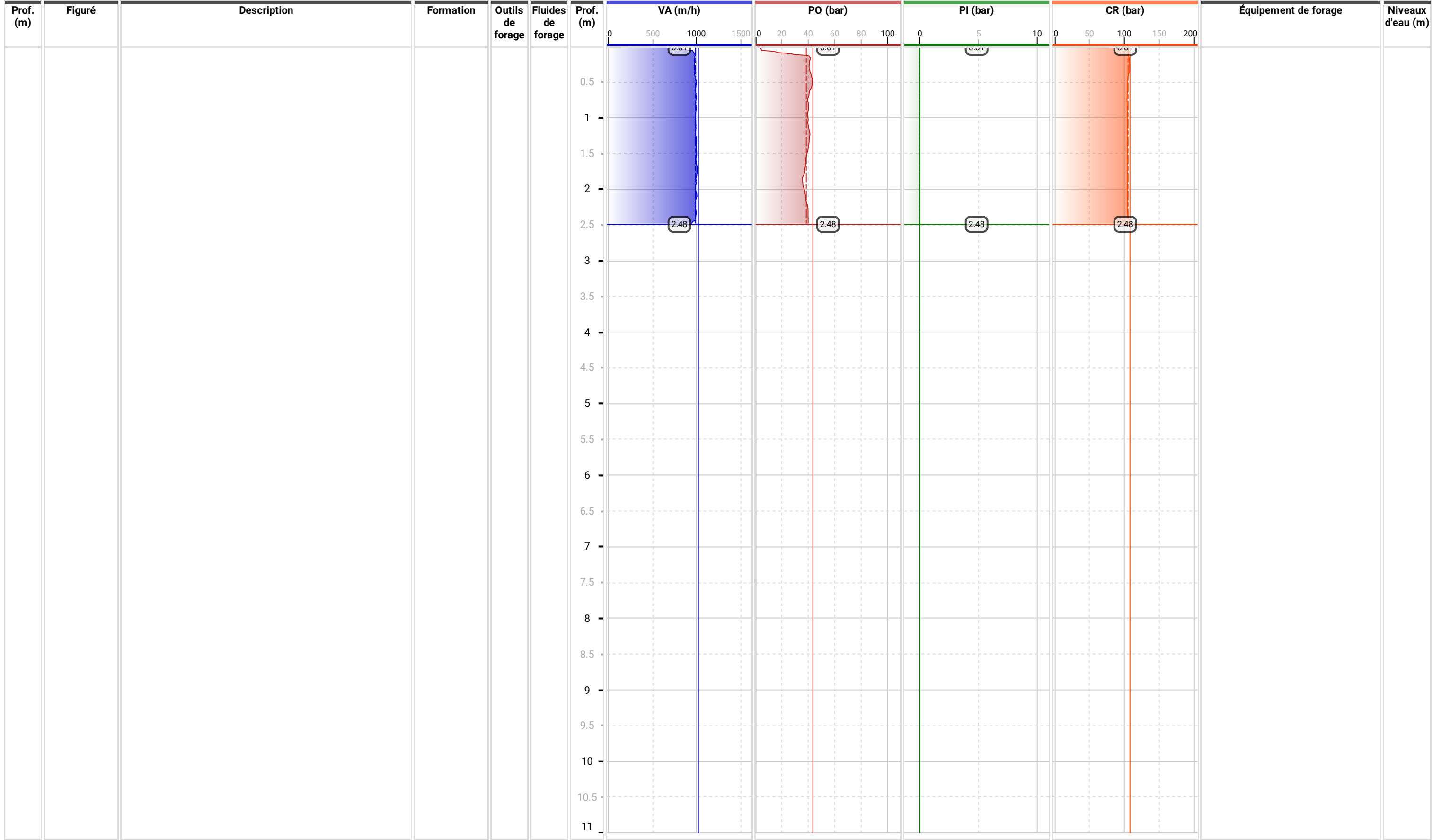


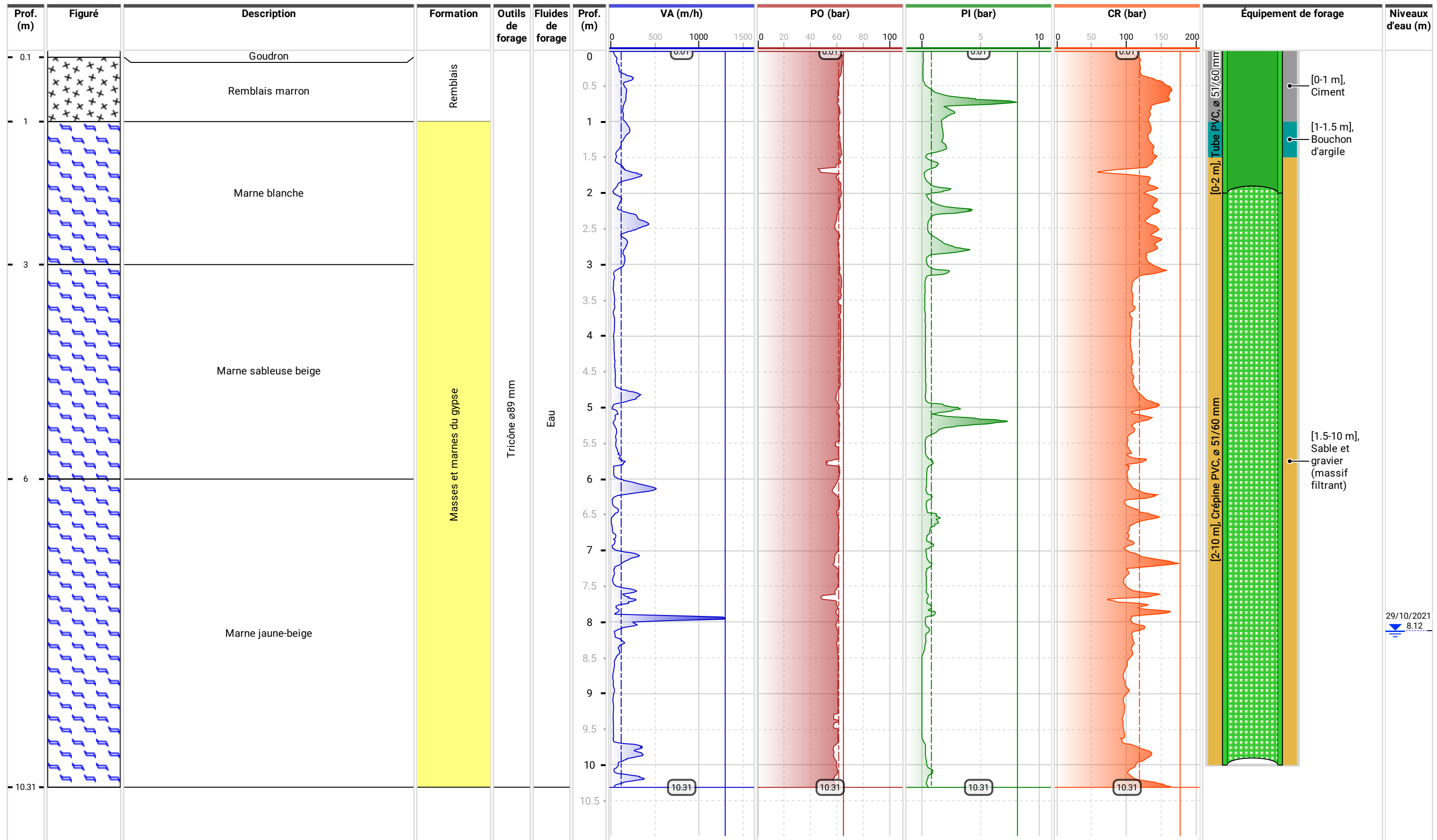












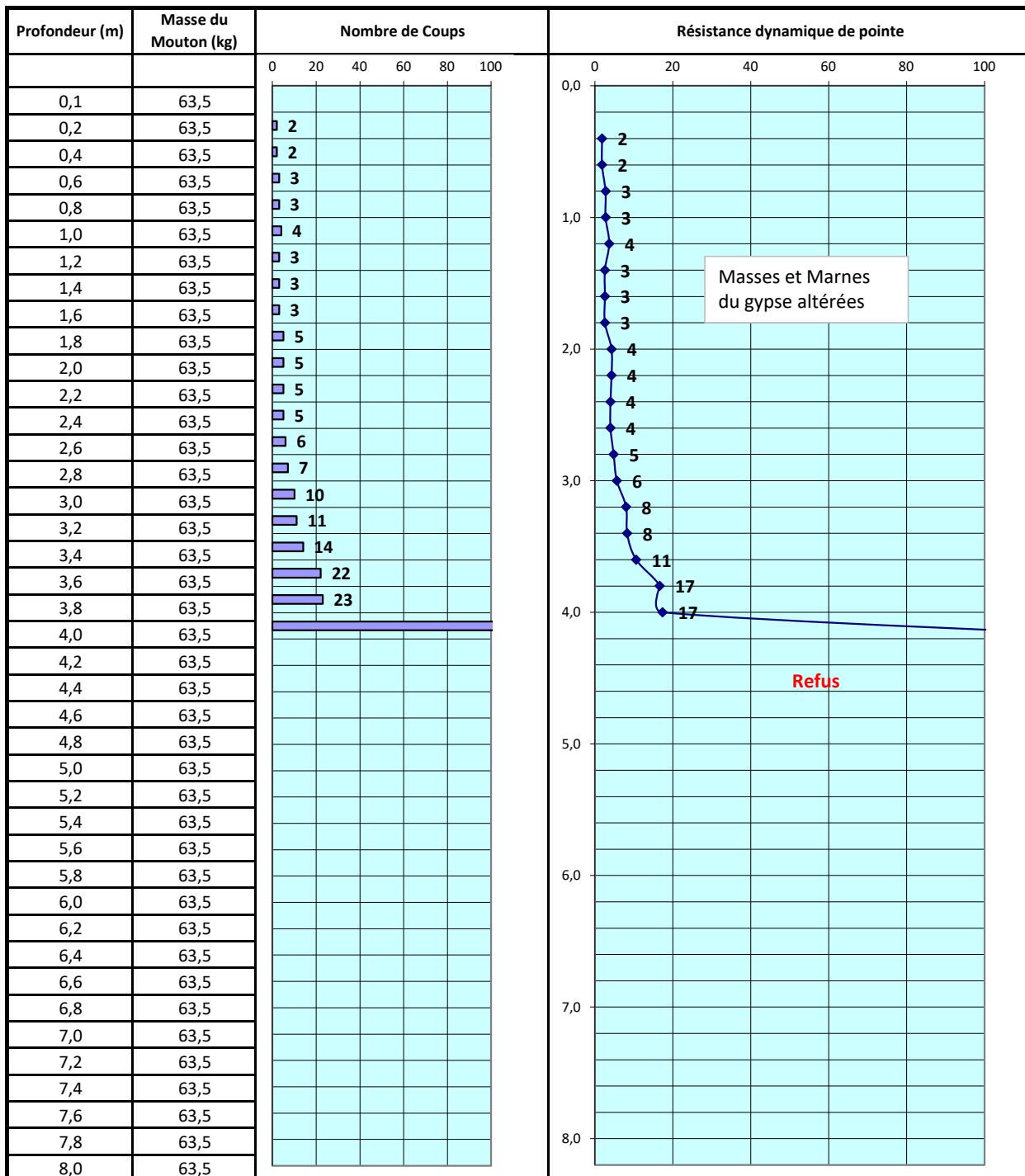
ANNEXE 5 : RESULTAT DES SONDAGES PENETROMETRIQUES

AD-P1

Rue de Dijon - reconstruction de l'école maternelle Alexandre DUMAS

EPINAY SUR SEINE (93)

Dossier n° :	PA20 6167-2	Date :	30/12/2021
Client :	Ville d'Epinay sur Seine	Niveau d'eau :	sec

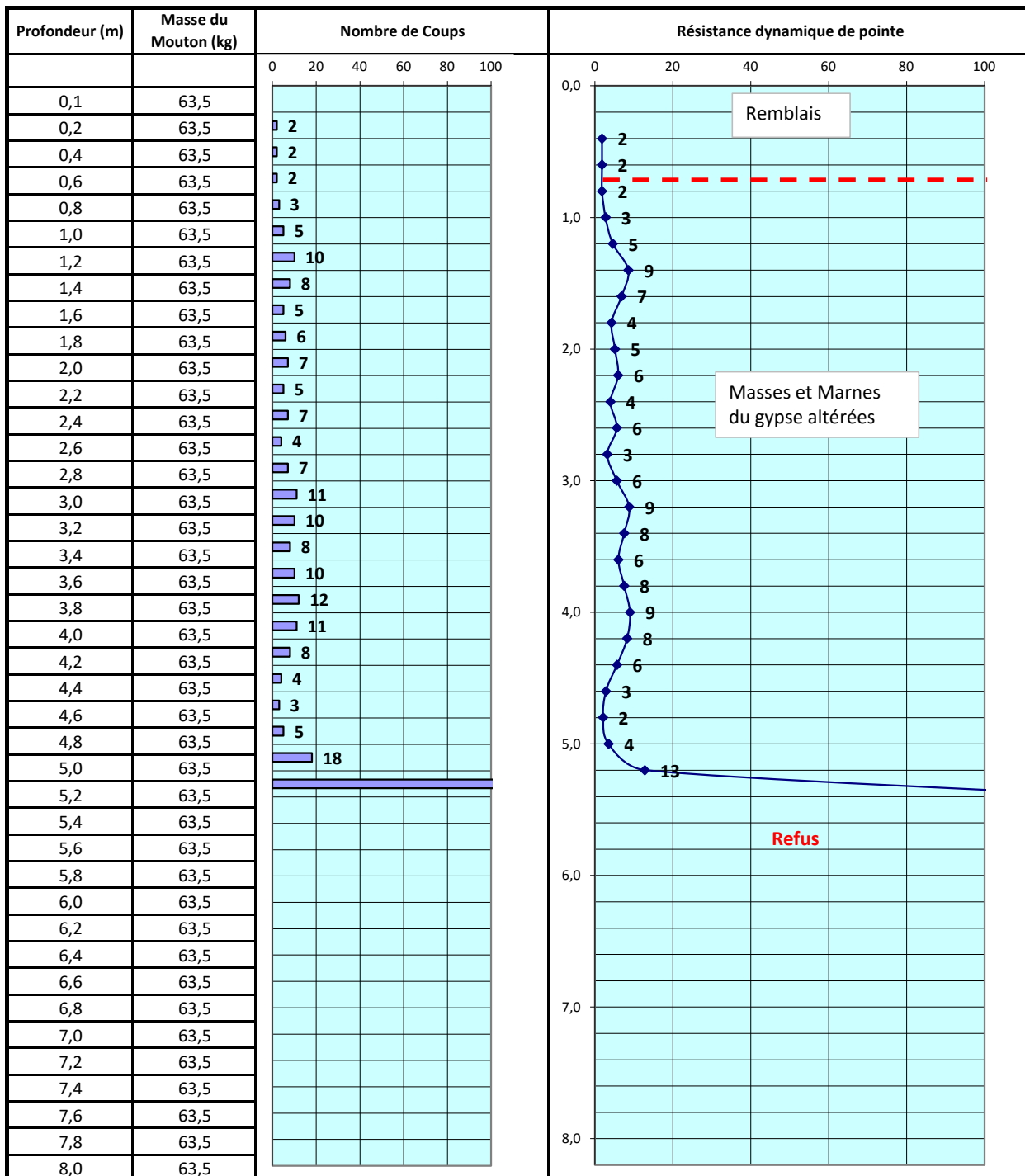


AD-P2

Rue de Dijon - reconstruction de l'école maternelle Alexandre DUMAS

EPINAY SUR SEINE (93)

Dossier n° :	PA20 6167-2	Date :	30/12/2021
Client :	Ville d'Epinay sur Seine	Niveau d'eau :	sec

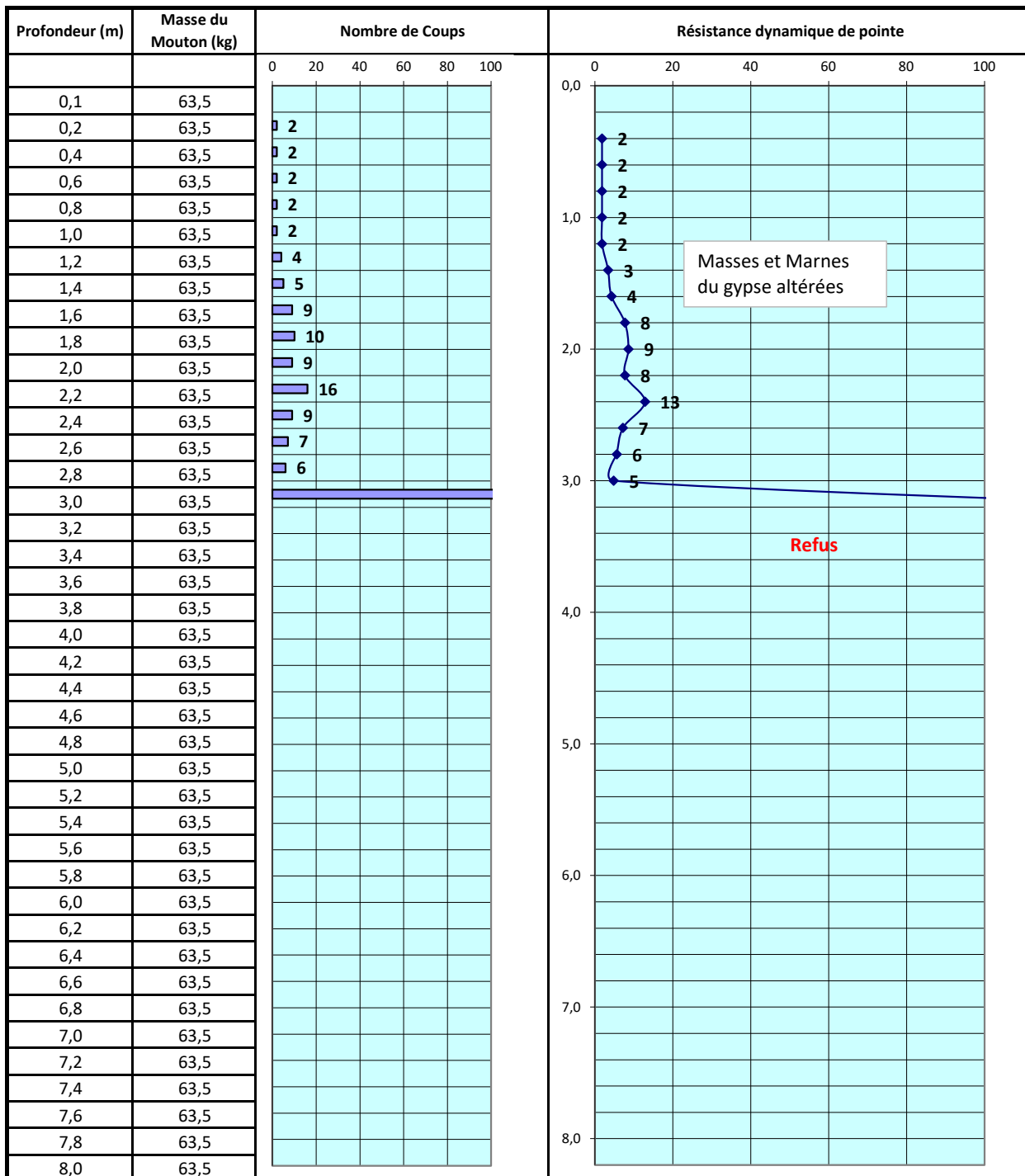


AD-P3

Rue de Dijon - reconstruction de l'école maternelle Alexandre DUMAS

EPINAY SUR SEINE (93)

Dossier n° :	PA20 6167-1	Date :	30/12/2021
Client :	Ville d'Epinay sur Seine	Niveau d'eau :	sec

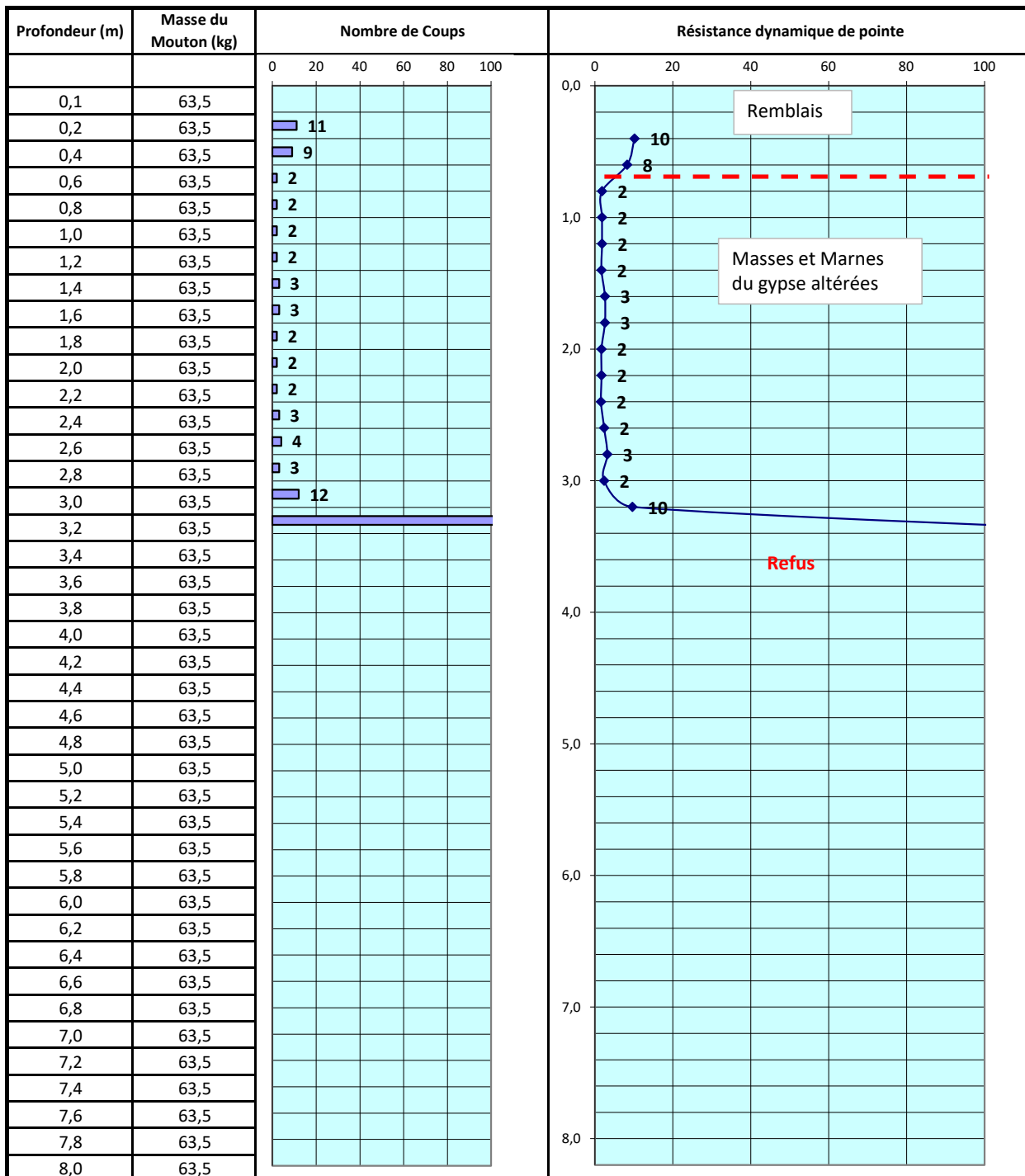


AD-P4

Rue de Dijon - reconstruction de l'école maternelle Alexandre DUMAS

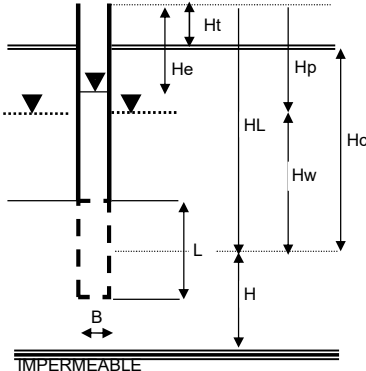
EPINAY SUR SEINE (93)

Dossier n° :	PA20 6167-1	Date :	30/12/2021
Client :	Ville d'Epinay sur Seine	Niveau d'eau :	sec



ANNEXE 6 : RESULTAT DE L'ESSAI DE PERMEABILITE

ESSAI DE PERMEABILITE

ESSAI DE PERMEABILITE NASBERG		LIEU: Epinay sur Seine				MESURES		
Dossier N°: PA21 6167-2-1 IndA	SONDAGE: AD-Pz	ESSAI DE	3	A	4	m	TEMPS	H (t)
	DATE : 22/09/2021	PROFONDEUR DE LA NAPPE: 8,12 m						
		CAVITE	Profondeur/ haut du tube	de 3,1 m à 4,1 m				
		Cote du tubage /TN	Ht:	0,1 m		minutes	m	
		Hauteur de tubage dans le sol	HT:	3 m		0,5	3,6	
		Longueur de la cavité	L:	1 m		1	2,55	
		Diametre de la cavité	B:	0,089 m		2	2,15	
		Profondeur de la cavité/TN	Hc:	3,5 m		3	1,97	
		Profondeur de la cavité/haut du tubage	HL:	3,6 m		4	1,88	
		Profondeur de la nappe/haut du tubage	Hp:	8,22 m		5	1,81	
		Hauteur de la nappe/centre de la cavité	Hw:	-4,62 m		10	1,63	
		Coefficient de forme de la cavité L/B	C:	11,24		15	1,53	
		Diametre interieur du tubage	D:	0,078 m		20	1,44	
		Section interieure du tubage	S:	4,78E-03 m2		25	1,38	
		Distance du centre de la cavité/sol imper	H:	1000 m		30	1,29	
		FACTEUR DE FORME	Mo	22,68		40	1,18	
		CHARGE HYDRAULIQUE	H(0)	3,6 m		50	1,08	
		PERMEABILITE MESUREE	K1	3,23E-06 m/s		60	0,99	
		PERMEABILITE MESUREE	K2	3,90E-07 m/s				

