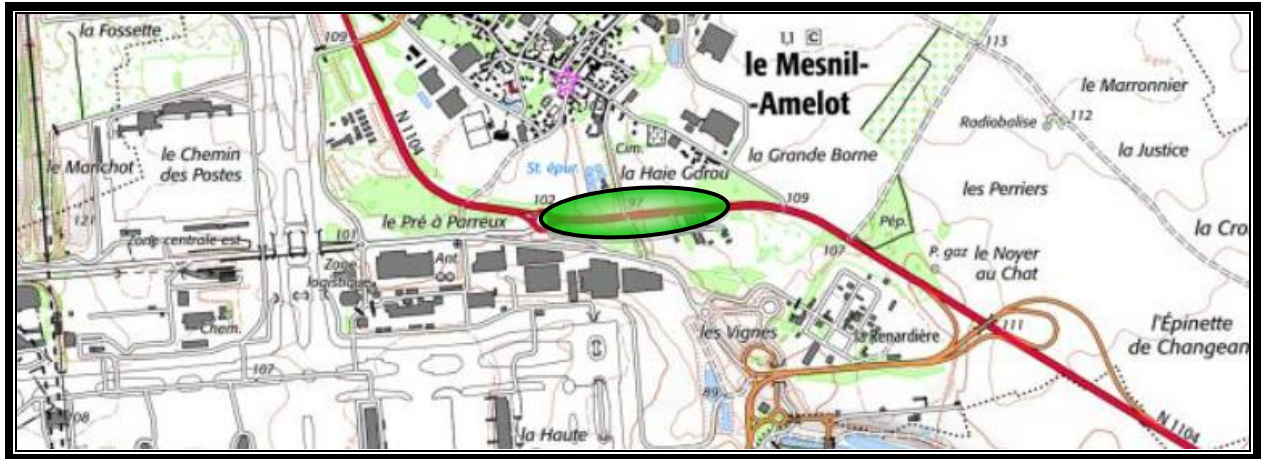


ETUDE DE CONCEPTION GEOTECHNIQUE DE PROJET



**Construction d'un écran acoustique
 Entre la route départementale D212
 et la route nationale N1104
 77990 LE MESNIL AMELOT**

MOA : DRIEAT

MOE : SCE & GEOEXPERTS

**137 rue de l'Abbé Groult
 75015 PARIS**

Missions géotechniques selon NF P 94-500 (novembre 2013)

I.G.	Investigations géotechniques	<input checked="" type="checkbox"/>
G1-ES	Etude géotechnique préalable Phase 1 Etude de site	<input type="checkbox"/>
G1-PGC	Etude géotechnique préalable Phase 2 Principes Généraux de Construction	<input type="checkbox"/>
G2-AVP	Etude géotechnique de conception Phase 1 Avant-Projet	<input type="checkbox"/>
G2-PRO	Etude géotechnique de conception Phase 2 Projet	<input checked="" type="checkbox"/>
G2-DCE	Etude géotechnique de conception Phase 3 DCE/ACT	<input type="checkbox"/>
G3	Etude et suivi géotechnique d'exécution	<input type="checkbox"/>
G4	Supervision géotechnique d'exécution	<input type="checkbox"/>
G5	Diagnostic géotechnique	<input type="checkbox"/>

INDICE	DATE	OBJET	AUTEUR	VERIFICATEUR(S)
0	18/11/2025	ELABORATION DU RAPPORT G2-PRO	Q.AZOU	VC.LE
A	27/11/2025	MISE A JOUR DU RAPPORT G2-PRO	Q.AZOU	VC.LE
B	04/02/2026	MISE A JOUR DU RAPPORT G2-PRO SUITE AUX RMQ	Q.AZOU	VC.LE
C	12/02/2026	MISE A JOUR DU RAPPORT G2-PRO SUITE AUX NOUVEAUX PLANS	Q.AZOU	VC.LE

SIÈGE SOCIAL
 Cité Descartes - 11, rue Albert Einstein
 77420 CHAMPS-SUR-MARNE
 Tél. 01 64 61 87 87 - Fax. 01 64 61 17 39
 contact@geoexperts.fr - www.geoexperts.eu

Réf. Bancaires : CIC - IBAN : FR76 3008 7338 1000 0215 9890 178 - BIC : CMCIFRPP

S.A.S au capital de 222 000 Euros - R.C.S Meaux B 329 816 334 - SIRET 329 816 334 00067 - N° INTRACOMMUNAUTAIRE FR 29 329 816 334



AGENCE HAUTS-DE-FRANCE
 Geoexperts Flandres Artois
 229, rue Solférino
 59000 LILLE

Tél. 03 20 15 99 44 - Fax. 03 20 42 00 13

Caisse d'Epargne IDF - IBAN : FR76 1751 5900 0008 0894 6524 719 - BIC : CEPARPP751

TABLE DES MATIERES

Chapitre I - GENERALITES	4
I.1/ Définition de la mission	4
I.1.1/ Description du projet	4
I.1.2/ Les objectifs	7
I.2/ Méthode de travail	8
I.2.1/ Investigations géotechniques réalisées en 2022 par GEOLIA (G2-PRO)	8
I.2.2/ Investigations géotechniques réalisées en juin 2025 par GEOEXPERTS (G2-AVP)	8
I.2.3/ Documents de travail	9
I.3/ Présentation des résultats	10
 Chapitre II - RECONNAISSANCES GEOLOGIQUES ET GEOTECHNIQUES	 11
II.1/ Cadre général	11
II.1.1/ Cadre géologique et topographique général	11
II.1.2/ Cadre hydrogéologique général	12
II.1.3/ Enquête documentaire	12
II.2/ Rappel des résultats des campagnes d'investigation	15
II.2.1/ Résultats des sondages	15
II.3/ Résultats des essais et analyses en laboratoire	19
II.4/ Niveau d'eau	22
 Chapitre III - DIMENSIONNEMENTS GEOTECHNIQUES	 23
III.1/ Préambule	23
III.2/ Descentes de charges	23
III.2.1/ Section courante	23
III.2.2/ Section réseaux adjacents	25
III.3/ Fondations	26
III.3.1/ Dispositif de fondations et niveau d'assise	26
III.3.2/ Coupes types d'un micropieu	27
III.3.3/ Méthode de calcul des fondations profondes	28
III.3.4/ Dimensionnement d'un micropieu	31
III.3.5/ Tassement des micropieux	32
III.3.6/ Résistance des micropieux vis-à-vis du flambement	35
III.3.7/ Préconisations géotechniques	37
III.4/ Protection contre les eaux	38
 Chapitre IV - RECOMMANDATION ET ALEAS	 39
IV.1/ Recommandations générales	39
IV.2/ Poursuite du projet	40
IV.3/ Aléas géotechniques	40

ANNEXES

ANNEXE 1 : EXTRAIT DE LA NORME NF P 94-500 SUR LA CLASSIFICATION DES MISSIONS GEOTECHNIQUES

ANNEXE 2 : CONDITIONS D'UTILISATION DE NOS RAPPORTS

ANNEXE 3 : PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

ANNEXE 4 : FICHES DES SONDAGES DE GEOEXPERTS (CAMPAGNE DE 2025)

ANNEXE 5 : FICHES DES SONDAGES DE GEOLIA (CAMPAGNE DE 2022)

ANNEXE 6 : PROCES-VERBAUX DES ESSAIS ET ANALYSES DE SOL EN LABORATOIRE

ANNEXE 7 : FICHES DE CALCULS SOUS FOXTA

CHAPITRE I - GENERALITES

I.1/DEFINITION DE LA MISSION

À la demande et pour le compte de la DRIEAT, 137 rue de l'Abbé Groult, 75015 PARIS, nous avons été missionnés pour réaliser une **étude géotechnique de projet (G2-PRO)**, conformément à la norme NF P 94-500 – édition novembre 2013 – sur la classification des missions géotechniques, dans le cadre de la construction d'un écran acoustique entre la D212 et la N114 au MESNIL AMELOT (77990).

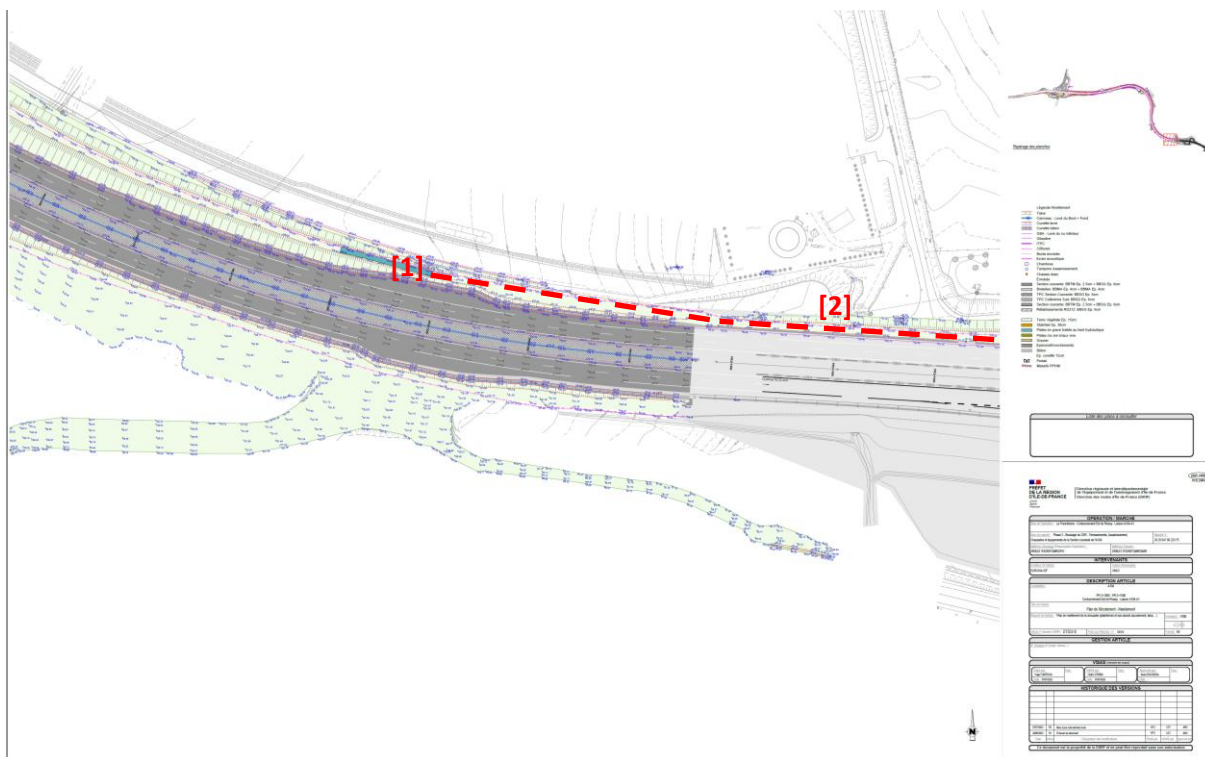
Ce rapport G2-PRO fait suite à notre précédente étude de type G2-AVP réalisée en juin 2025 (cf. rapport référencé 25.13484/ES/GIF indice A du 30/07/2025) après réception des descentes de charges du projet de construction.

Ce rapport reprend également les résultats de certains sondages de la société GEOLIA (cf. rapport G2-PRO référencé G220192 indice B daté du 05/08/2022) dont la campagne a été réalisée en 2022.

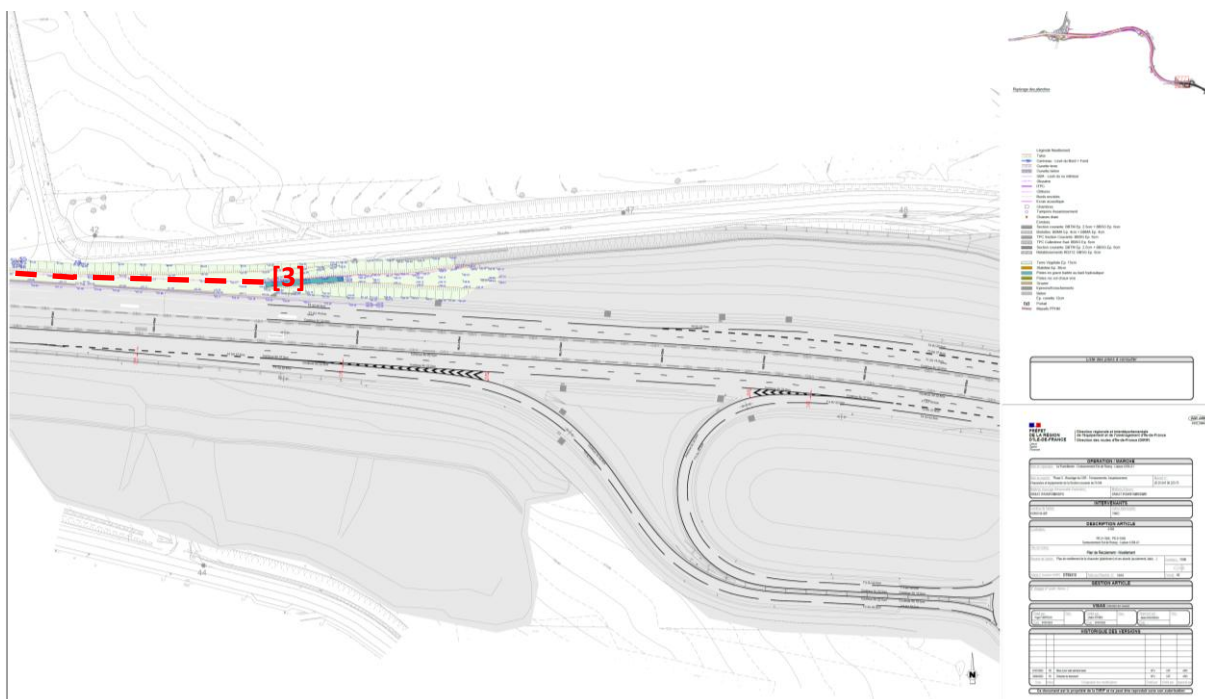
Ce rapport d'indice C est mis à jour à la suite des observations formulées par la MOA le 29/01/2026 et le BET le 12/02/2026.

I.1.1/ Description du projet

Le projet concerne la construction d'un écran acoustique entre la route départementale D212 et la route nationale N114 au MESNIL AMELOT (77990). Plus précisément, cet écran acoustique est prévu sur un linéaire d'environ 448 ml y compris les zones de transition écran/merlons aux extrémités comme précisé ci-dessous. Le futur écran est positionné approximativement en rouge entre la D212 et la N114 selon les informations fournies dans le CCTP de consultation.



Plan de recollement et nivellement – Source : DRIEAT du 07/07/2023 (planche 18/19)



Plan de recollement et nivellement – Source : DRIEAT du 07/07/2023 (planche 19/19)

Notons également que les points n° [1] et [3] sont positionnés à l'aval des « Pistes en grave traitée au liant hydraulique » (cf. rectangle bleu dans les cartouches), qui correspondent aux extrémités des merlons existants.

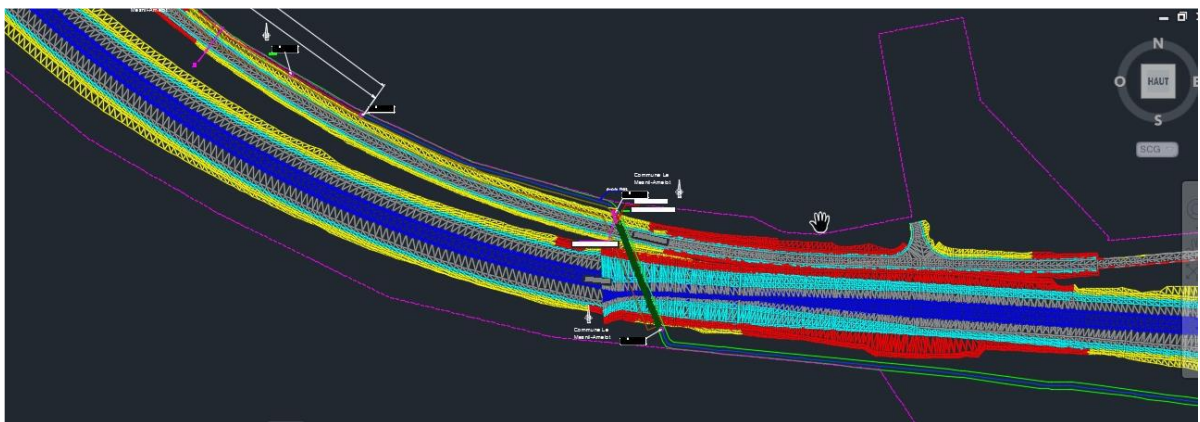
Concernant les données du nivellement en date de juillet 2023 :

- le point n°[1] en haut de piste de l'extrémité Ouest du merlon existant se situerait vers la cote +106,5 mNGF,
- le point n°[2] se situerait vers la cote +100,0 mNGF au plus bas,
- le point n°[3] en haut de piste de l'extrémité Est du merlon existant se situerait vers la cote +106 mNGF.

La présence du pipeline TRAPIL enterré dont le tracé recoupe le linéaire du projet est susceptible d'empêcher tous travaux à proximité.



Photographies du site d'étude – Source : GEOEXPERTS



Traversee du réseau TRAPIL en vert sur le plan – Source CCTP

Seuls les ouvrages décrits ci-dessus sont concernés par notre mission actuelle. Les ouvrages géotechniques non définis et non présentés à ce stade seront exclus de toutes nos responsabilités.

I.1.2/ Les objectifs

Cette mission d'étude géotechnique de projet (G2-PRO), réalisée conformément à la norme NF P 94-500 de Novembre 2013 sur la classification des missions géotechniques, s'appuyant sur un programme d'investigations géotechniques adapté, avait pour objectifs :

- de synthétiser le modèle géologique et le contexte géotechnique sur la base des études géotechniques réalisées sur site,
- d'identifier les risques géotechniques et de réduire les conséquences des risques géotechniques importants en cas de survenance,
- de vérifier la compacité des terrains superficiels,
- de tester les sols en laboratoire
- d'identifier le dispositif de fondation de l'existant,
- de définir les principes de construction envisageables pour les ouvrages géotechniques (terrassements, fondations, risque de déformation, dispositions générales vis-à-vis des nappes et avoisinants, etc.),
- de justifier les ouvrages géotechniques retenus vis-à-vis de la contrainte et des tassements, avec modélisation numérique,
- de donner les séquences de travaux des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, protection contre les eaux, fondations).
- de préciser les investigations complémentaires éventuellement nécessaires.

La présente mission ne comprend pas les phases DCE/ACT (mission G2 – DCE/ACT), ni l'étude et le suivi géotechnique d'exécution (mission G3), ni la supervision géotechnique d'exécution (mission G4) dont les réalisations successives sont recommandées par la norme NF P 94-500 – édition novembre 2013 – sur l'enchaînement des missions géotechniques, étant rappelé que **la mission G2 demeure, aux termes de la norme, un tout indissociable.**

Par ailleurs, l'exploitation et l'utilisation des informations contenues dans le présent rapport doivent respecter les « Conditions Générales d'utilisation de nos rapports » jointes en annexe.

I.2/METHODE DE TRAVAIL

I.2.1/ Investigations géotechniques réalisées en 2022 par GEOLIA (G2-PRO)

Dans la zone d'étude, une campagne de reconnaissances géotechniques en phase G2-PRO avait été menée par la société GEOLIA (cf. rapport référencé G220192 indice B daté du 05/08/2022) à l'aide de :

- **6 SONDAGES PRESSIOMETRIQUES (SP13 A SP17)**, descendus vers -15,0 à -20,0 m par rapport au niveau de terrain de 2022.
- **1 SONDAGE CAROTTE (SC16)**, descendu vers -12,0 m par rapport au niveau de terrain de 2022.

A noter que depuis l'intervention de 2022, des travaux du merlon ont été réalisés. La topographie de l'époque (2022) était donc différente de l'actuelle (2025).

I.2.2/ Investigations géotechniques réalisées en juin 2025 par GEOEXPERTS (G2-AVP)

Compte tenu du site, des conditions géologiques prévisionnelles du site et des objectifs fixés, notre campagne de reconnaissances géotechniques en phase G2-AVP avait été menée, selon nos devis n°24.12.027/ES/GIF et n°25.05.016/ES/GIF, à l'aide de :

- **2 SONDAGES PRESSIOMETRIQUES (SP1 ET SP2)**, descendus vers -20,0 m par rapport au terrain actuel (TA). Ils ont été réalisés en destructif par rotary et rotoperçusion de Ø 66 mm avec injection de fluide de forage (eau + boue chimique biodégradable) et enregistrement des paramètres de forage (vitesse d'avancement VIA, poussée sur l'outil PO, pression d'injection PI, et couple de rotation CR).

Une série d'essais pressiométriques a été positionnée dans les sondages afin de déterminer les caractéristiques mécaniques des formations traversées (pression limite PI^* et module pressiométrique E_m).

- **1 PIEZOMETRE (PZ1)**, en tube PVC crépiné Ø52/60 mm a été installé dans le sondage SP2 et descendu jusque vers -14,0 m de profondeur par rapport au terrain actuel (TA). Un échantillon d'eau a été prélevé pour des analyses en laboratoire (agressivité de l'eau vis-à-vis du béton).
- **2 SONDAGES DE RECONNAISSANCE GEOLOGIQUE (ST1 ET ST2)**, réalisés à la tarière hélicoïdale Ø 100 mm et descendus vers -5,0 m de profondeur par rapport au terrain actuel (TA). Des échantillons de sols remaniés ont été prélevés pour des

essais et analyses en laboratoire de sols (GTR, agressivité du sol vis-à-vis du béton).

Les sondages pressiométriques et à la tarière ont été réalisés à l'aide d'une machine de forage autotractée sur chenilles de type EMCI 350 de chez EMCI équipée d'un enregistreur de paramètres de forage de chez LIM.

Les essais pressiométriques ont été menés à l'aide d'un C.P.V. de type APAGEO-MENARD, relié à une sonde pressiométrique Ø 44 mm équipée en tube lanterné.

L'ensemble des investigations a été implanté conformément au plan d'implantation joint en annexe.

Ces opérations, qui se sont déroulées **du 16 au 20 juin 2025**, ont été confiées à une équipe de sondeurs placée sous le contrôle d'un ingénieur géotechnicien responsable du chantier, permettant ainsi une meilleure interprétation des résultats.

I.2.3/ Documents de travail

Dans le cadre de notre mission de type G2-AVP, il nous a été fourni les documents suivants par le donneur d'ordre :

- *Programme du projet (CCTP) ;*
- *Cahier des Clauses Administratives Particulières (CCAP) ;*
- *Les plans de recollement datant de 2023 ;*
- *Une étude géotechnique de type G2-PRO référencée G220192 indice B datée du 05/08/2022 par GEOLIA.*

Dans le cadre de notre mission de type G2-PRO, il nous a été fourni les documents suivants par le donneur d'ordre :

- *Plan de construction de l'écran acoustique référencé 250378 indice 2 en date du 10/02/2026 établi par SCE ;*
- *Le tableau de descentes de charges en tête de micropieux référencé 250378 2^{ème} version en date de novembre 2025 établi par SCE.*

I.3/PRESENTATION DES RESULTATS

En plus du présent texte, notre rapport comporte les documents suivants :

- **Les plans d'implantation des sondages – sans échelle,**
- **Les fiches des sondages pressiométriques sur lesquelles apparaissent :**
 - * Une coupe lithologique interprétative ;
 - * La description de la nature des terrains traversés avec un rattachement à la stratigraphie locale ;
 - * L'outil de forage utilisé ;
 - * Les courbes d'enregistrement des paramètres de forage :
 - VIA : Vitesse Instantanée d'avancement (m/h) ;
 - PI : Pression d'injection (bar) ;
 - PO : Poussée sur l'outil (bar) ;
 - CR : Couple de rotation (bar).
 - * Le niveau de l'eau (si observé) ;
 - * La position et les résultats des essais pressiométriques avec Em, Pf* et Pl* respectivement module pressiométrique, pression de fluage nette et pression limite nette, exprimés en MPa ;
 - * Le test de chute ;
 - * L'équipement piézométrique.
- **Les fiches des sondages à la tarière sur lesquelles apparaissent :**
 - Une coupe lithologique interprétative ;
 - La description de la nature des terrains traversés avec un rattachement à la stratigraphie locale ;
 - L'outil de forage utilisé ;
 - le niveau de l'eau (si observé) ;
- **Les procès-verbaux des résultats des essais et analyses de sol en laboratoire.**
- **Les fiches de calculs sous le logiciel FOXTA.**

CHAPITRE II - RECONNAISSANCES GEOLOGIQUES ET GEOTECHNIQUES

II.1/ CADRE GENERAL

II.1.1/ Cadre géologique et topographique général

Situé sur la commune du MESNIL AMELOT (77990), d'après la feuille de DAMMARTIN EN GOELE au 1/50 000^{ème}, le site se place sur les faciès suivants :

- Remblais et/ou Alluvions anciennes,
- Limons des Plateaux,
- Calcaire de Saint-Ouen,
- Sables de Beauchamp,
- Marnes et Caillasses.

Cet ensemble peut être recouvert par des **remblais anthropiques** mis en place lors des divers aménagements effectués sur le site, et notamment les travaux du merlon existant.



Extrait de la carte géologique de DAMMARTIN EN GOELE au 1/50 000^{ème} – Source : www.infoterre.brgm.fr

Du point de vue de la topographie, la zone d'étude se place à une altitude voisine de +100 à +106 mNGF environ (Nivellement Général de la France), d'après le plan topographique de 2023.

La tête de chaque sondage a été rattachée au système de référence NGF (en mètre) à la suite de notre relevé GPS effectué sur site et du plan topographique de 2023. Plus précisément :

- le site d'étude est situé vers la cote +106,5 mNGF en haut de piste Ouest et vers la cote +106 mNGF en haut de pente Est.

- le site d'étude est compris entre les cotes +100 et +102,2 mNGF du bas de piste Ouest à bas de piste Est.

Ces cotes sont à prendre avec toutes les réserves de précisions qui s'imposent.

II.1.2/ Cadre hydrogéologique général

L'analyse du contexte géologique proposé au paragraphe précédent permet d'identifier les horizons aquifères suivants présents au droit du projet :

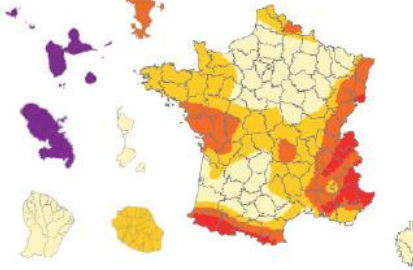
- **La nappe de versant**, il s'agit de circulations d'eau aléatoires et/ou occasionnelles dans les couches plus superficielles (Remblais/Eboulis de pente), à la suite d'épisodes pluvieux plus ou moins intenses, à la faveur des horizons les plus perméables et suivant la pente du secteur.
- **Nappe des Sables de Beauchamp**, ces sables renferment une nappe libre en équilibre avec les cours d'eau voisins. Dans le NW de la feuille, les étangs, très nombreux, indiquent la proximité de la nappe phréatique. Ailleurs, la nappe est captive et alimente plusieurs forages dont certains sont artésiens, en particulier dans les vallées, par suite de la mise en charge de la nappe liée à la présence de niveaux tourbeux. C'est le cas des petits forages artésiens qui alimentent les cressonnières et les installations de pisciculture (Beuvronne et Théroutanne).





II.1.3/ Enquête documentaire

✓ Sismicité

La commune du MESNIL AMELOT (77990) est en zone de sismicité 1 (sismicité très faible) d'après le site georisques.fr. Conformément au tableau ci-après il n'est formulé aucune exigence ou disposition constructive particulière en regard de la sismicité, sur le plan réglementaire.

Zone de sismicité	Niveau d'aléa	a_g (m/s ²)
Zone 1	Très faible	0,4
Zone 2	Faible	0,7
Zone 3	Modéré	1,1
Zone 4	Moyen	1,6
Zone 5	Fort	3



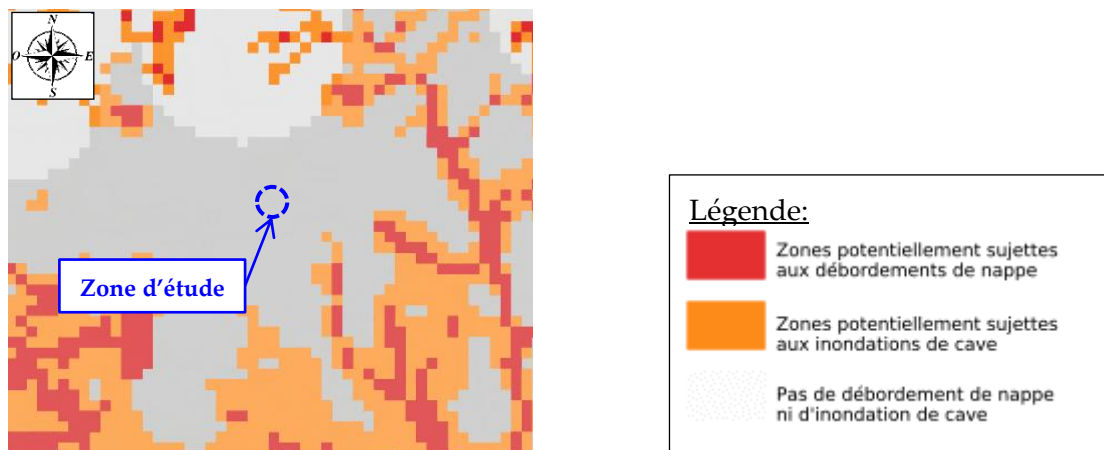
	I	II	III	IV
				
Zone 1	aucune exigence			
Zone 2				
Zone 3		PS-MI ¹	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,1$ m/s ²	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,1$ m/s ²
Zone 4		PS-MI ¹	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,6$ m/s ²	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,6$ m/s ²
Zone 5		CP-MI ²	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=3$ m/s ²	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=3$ m/s ²

¹ Application possible (en dispense de l'Eurocode 8) des PS-MI sous réserve du respect des conditions de la norme PS-MI
² Application possible du guide CP-MI sous réserve du respect des conditions du guide
³ Application obligatoire des règles Eurocode 8

Extrait de la réglementation parasismique applicable aux bâtiments dont le permis de construire est déposé à partir du 1er mai 2011 (source : Ministère de l'Ecologie, du Développement durable, des Transports et du Logement)

✓ Aléa remontée de nappe

La zone étudiée ne se situe ni dans un secteur **sujet aux inondations de cave et ni aux débordements de nappe** d'après les cartographies du SIGES.

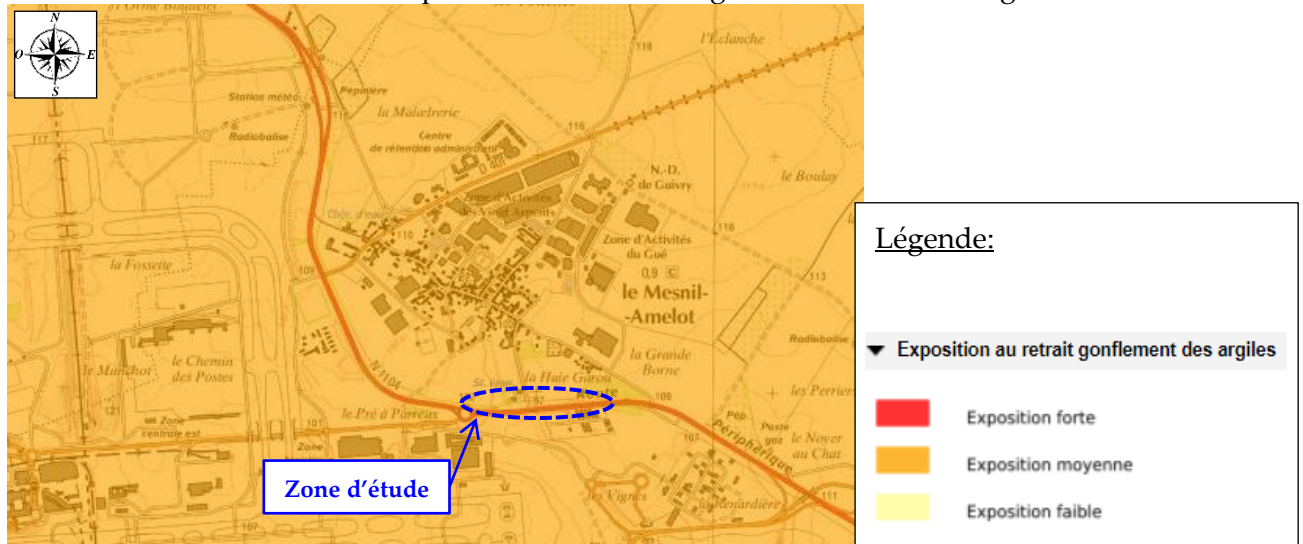


Extrait de la carte des zones sensibles aux remontées de nappes— source : SIGES

Les informations récupérées de la cartographie de SIGES sont données à titre indicatif. Elles sont à prendre avec toutes les réserves de précisions qui s'imposent.

✓ Exposition au retrait-gonflement des argiles

La zone étudiée se situe dans un secteur à **exposition moyenne** vis-à-vis du risque de mouvements de terrains liés au phénomène de retrait/gonflement des sols argileux.



Carte d'exposition au retrait gonflement des argiles – source : www.infoterre.brgm.fr

Les informations récupérées de la cartographie de BRGM sont données à titre indicatif. Elles sont à prendre avec toutes les réserves de précisions qui s'imposent.

✓ Arrêté de reconnaissance de catastrophe naturelle :

Le tableau ci-après indique les différents arrêtés de catastrophe naturelle pris sur la commune du Mesnil Amelot (77990), depuis 1988, tels qu'ils apparaissent sur le site Géorisques :

Nombre d'arrêtés de catastrophes naturelles (CAT-NAT) : 4

Source : CCR

Inondations et/ou Coulées de Boue : 3

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
INTE9500410A	11/07/1995	12/07/1995	18/08/1995	08/09/1995
INTE9900627A	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999
NOR19830516	01/04/1983	28/04/1983	16/05/1983	18/05/1983

Mouvement de Terrain : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
INTE9900627A	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999

A noter que cette liste n'est pas exhaustive. L'ensemble des arrêtés sont listé dans le journal officiel (www.legifrance.gouv.fr/jorf/jo).

II.2/ RAPPEL DES RESULTATS DES CAMPAGNES D'INVESTIGATION

II.2.1/ Résultats des sondages

Les résultats des sondages pressiométriques, carottés et à la tarière sont synthétisés dans les fiches jointes en annexe.

La nature des terrains traversés est observée grâce aux boues remontées en cours de forage. Dans le cas des sondages destructifs réalisés par roto-percussion ou rotary, la description lithologique est donnée à titre indicatif, car la reconnaissance des boues sur ce type de forage n'est qu'approximative. Ces reconnaissances sont d'autant plus difficiles lorsque surviennent des pertes partielles ou totales d'injection perturbant les remontées de boues de forage. Dans ce cas, les limites de couches sont déterminées essentiellement à l'aide des enregistrements de paramètres, des essais pressiométriques, et des données géologiques disponibles sur le secteur.

Les caractéristiques mécaniques des terrains rencontrés sont déterminées à partir des essais pressiométriques. Ces essais, réalisés conformément à la norme NF EN ISO 22476-4, sont résumés dans les fiches de sondages jointes au présent rapport. Pour chacun de ces essais, nous indiquons le module pressiométrique (Em), la pression de fluage nette (Pf*), la pression limite nette (Pl*) exprimés en MPa et le rapport Em/Pl*.

Le tableau ci-dessous résume les sondages, où pour chaque formation, nous indiquons la profondeur et la cote NGF approximative du toit, et l'épaisseur de la couche considérée, soit :

P = Profondeur du toit (m),
Z = Cote NGF approximative du toit (m),
E = Epaisseur (m).

Tableau résumé des sondages pressiométriques

Date	Sondage	Remblais d'apport	Remblais limoneux	Calcaire de Saint-Ouen	Sables de Beauchamp	Marnes et Caillasses
Campagne de 2025 réalisée par GEOEXPERTS	SP1	P 0,0	-3,0	-8,0	-14,0	Non atteint
		Z ≈+106,5	≈+103,5	≈+98,5	≈+92,5	
		E 3,0	5,0	6,0	≥ 6,1	
	SP2	P 0,0	-4,0	-6,0	-14,2	Non atteint
		Z ≈+101,3	≈+97,3	≈+95,3	≈+87,1	
		E 4,0	2,0	8,2	≥ 5,8	
	ST1	P 0,0	-2,0	Non atteint	Non atteint	Non atteint
		Z ≈+99,3	≈+97,3			
		E 2,0	≥ 3,0			
	ST2	P 0,0	-3,0	-4,5	Non atteint	Non atteint
		Z ≈+106,0	≈+103,0	≈+101,5		
		E 3,0	1,5	≥ 0,5		

Date	Sondage	Remblais d'apport	Remblais limoneux	Calcaire de Saint-Ouen	Sables de Beauchamp	Marnes et Caillasses
Campagne de 2022 réalisée par GEOLIA	P SP13 Z E		0,0 ≈+102,8 2,2	-2,2 ≈+100,6 7,2	-9,4 ≈+93,4 ≥ 5,8	Non atteint
	P SP14 Z E		0,0 ≈+100,8 1,4	-1,4 ≈+99,4 6,8	-8,2 ≈+92,6 6,8	-15,0 ≈+85,8 ≥ 5,0
	P SP15 Z E		0,0 ≈+97,5 1,9	-1,9 ≈+95,6 6,8	-8,7 ≈+88,8 ≥ 6,3	Non atteint
	P SP15b Z E		0,0 ≈+98,7 2,6	-2,6 ≈+96,1 5,4	-8,0 ≈+90,7 3,4	-11,4 ≈+87,3 ≥ 4,1
	P SP16 Z E		0,0 ≈+100,4 1,2	-1,2 ≈+99,2 5,9	-7,1 ≈+93,3 5,7	-12,8 ≈+87,6 ≥ 2,2
	P SP17 Z E		0,0 ≈+103,4 1,8	-1,8 ≈+101,6 8,2	-10,0 ≈+93,4 ≥ 5,0	Non atteint
	P SC16 Z E		0,0 ≈+100,4 1,0	-1,0 ≈+99,4 8,8	-9,8 ≈+90,6 ≥ 2,2	Non atteint

Nous présenterons ici une synthèse de l'ensemble des caractéristiques de chaque formation rencontrée :

* Commentaires :

1. Remblais d'apport

A partir du terrain actuel, nos sondages ont mis en évidence du sable et graviers beige à marron jusque vers -2,0 à -3,0 m/TA du haut des pistes (cotes +103,5/-103 0 mNGF) et jusque vers -3,0 à -4,0 m/TA de la partie basse (cote +97,3 mNGF). Cette formation est attribuée aux **Remblais d'apport du merlon réalisé**. A l'heure actuelle, son épaisseur serait de l'ordre de 2,0 à 4,0 m selon l'emplacement.

Les essais pressiométriques réalisés dans les **Remblais d'apport** mettent en évidence des caractéristiques mécaniques hétérogènes allant de moyennes à élevées. Les valeurs obtenues s'échelonnent comme suit :

$$0,61 \text{ MPa} \leq \mathbf{PI}^* \leq 2,47 \text{ MPa (moyenne géométrique } PI^* \approx 1,12 \text{ MPa)}$$

$$9,3 \text{ MPa} \leq \mathbf{Em} \leq 58,7 \text{ MPa (moyenne harmonique } Em \approx 14,3 \text{ MPa)}$$

$$9 \leq \mathbf{Em/PI}^* \leq 24$$

Rappelons que des surépaisseurs localisées et des hétérogénéités des Remblais ne peuvent bien entendu pas être écartées. Ces Remblais d'apport ont été compactés pour la création du merlon existant.

2. Remblais limoneux

Sous les Remblais d'apport, nos sondages et ceux de GEOLIA (SP13 à SP17) ont mis en évidence du limon marno-sableux marron jusque vers -4,5 à -8,0 m/TA du haut des pistes (cotes +98,5/+101,5 mNGF) et jusque vers -6,0 m/TA de la partie basse (cote +95,3 mNGF). Cette formation est attribuée aux **Remblais limoneux qui existaient déjà lors des investigations de GEOLIA en 2022**. A l'heure actuelle, son épaisseur serait de l'ordre de 1,5 à 5,0 m selon l'emplacement.

Les essais pressiométriques réalisés dans les **Remblais limoneux** mettent en évidence des caractéristiques mécaniques hétérogènes allant de médiocres à élevées. Les valeurs obtenues s'échelonnent comme suit :

$$0,12 \text{ MPa} \leq \mathbf{PI}^* \leq 1,94 \text{ MPa (moyenne géométrique } PI^* \approx 0,58 \text{ MPa)}$$

$$0,5 \text{ MPa} \leq \mathbf{Em} \leq 45,4 \text{ MPa (moyenne harmonique } Em \approx 3,2 \text{ MPa)}$$

$$4 \leq \mathbf{Em/PI}^* \leq 24$$

Rappelons que des surépaisseurs localisées et des hétérogénéités des Remblais ne peuvent bien entendu pas être écartées.

A noter que les valeurs obtenues par GEOLIA au sein de cet horizon ont été incluses dans nos calculs (SP13 à SP17).

3. Calcaire de Saint-Ouen

Sous les Remblais limoneux, nos sondages et ceux de GEOLIA (SP13 à SP17) ont mis en évidence de la marne beige à blanchâtre jusque vers -14,0 à -14,2 m/TA (cotes +87,3/+ 93,4 mNGF). Cette formation est attribuée au **Calcaire de Saint-Ouen** d'une épaisseur de l'ordre de 5,4 à 8,2 m selon l'emplacement.

Les essais pressiométriques réalisés dans le **Calcaire de Saint-Ouen** mettent en évidence des caractéristiques mécaniques globalement élevées avec notamment des passages marneux plus tendres. Les valeurs obtenues s'échelonnent comme suit :

$$0,31 \text{ MPa} \leq \mathbf{PI}^* \leq 3,46 \text{ MPa (moyenne géométrique } PI^* \approx 1,31 \text{ MPa)}$$

$$3,8 \text{ MPa} \leq \mathbf{Em} \leq 60,2 \text{ MPa (moyenne harmonique } Em \approx 10,6 \text{ MPa)}$$

$$5 \leq \mathbf{Em/PI}^* \leq 25$$

La présence de niveaux indurés et résistants au sein de cette formation est possible.

A noter que les valeurs obtenues par GEOLIA au sein de cet horizon ont été incluses dans nos calculs (SP13 à SP17).

4. Sables de Beauchamp

Sous le Calcaire de Saint-Ouen, nos sondages et ceux de GEOLIA (SP13 à SP17) ont mis en évidence du sable beige à jaunâtre jusque vers -20,0 m/TA (cotes +85,8/+87,6 mNGF). Cette formation est attribuée aux **Sables de Beauchamp** d'une épaisseur de l'ordre de 6,0 m.

Les essais pressiométriques réalisés dans le **Sables de Beauchamp** mettent en évidence des caractéristiques mécaniques élevées. Les valeurs obtenues s'échelonnent comme suit :

$$1,25 \text{ MPa} \leq \text{PI}^* \leq 5,05 \text{ MPa} \text{ (moyenne géométrique } \text{PI}^* \approx 2,75 \text{ MPa)}$$

$$8,9 \text{ MPa} \leq \text{Em} \leq 66,4 \text{ MPa} \text{ (moyenne harmonique } \text{Em} \approx 28,8 \text{ MPa)}$$

$$4 \leq \text{Em}/\text{PI}^* \leq 26$$

La présence de niveaux indurés et résistants au sein de cette formation est possible.

A noter que les valeurs obtenues par GEOLIA au sein de cet horizon ont été incluses dans nos calculs (SP13 à SP17).

5. Marnes et Caillasses

Sous les Sables de Beauchamp, les sondages de GEOLIA (SP14/SP15b/SP16) ont mis en évidence de la marne blanchâtre. Cette formation est attribuée aux **Marnes et Caillasses** reconnue jusqu'à la fin des sondages arrêtés vers -20,0 m de profondeur par rapport au terrain de l'époque, soit vers la cote +83,2 mNGF. La base de cette formation n'a pas été traversée par nos sondages.

Les essais pressiométriques réalisés dans les **Marnes et Caillasses** mettent en évidence des caractéristiques mécaniques élevées. Les valeurs obtenues s'échelonnent comme suit :

$$2,87 \text{ MPa} \leq \text{PI}^* \leq 4,26 \text{ MPa} \text{ (moyenne géométrique } \text{PI}^* \approx 3,40 \text{ MPa)}$$

$$33,1 \text{ MPa} \leq \text{Em} \leq 54,6 \text{ MPa} \text{ (moyenne harmonique } \text{Em} \approx 43,7 \text{ MPa)}$$

$$8 \leq \text{Em}/\text{PI}^* \leq 16$$

La présence de niveaux indurés et résistants au sein de cette formation est possible.

A noter que les valeurs obtenues par GEOLIA au sein de cet horizon ont été incluses dans nos calculs (SP14/SP15b/SP16).

II.3/ RESULTATS DES ESSAIS ET ANALYSES EN LABORATOIRE

Deux échantillons de sols remaniés ont été prélevés au droit des tarières ST1 et ST2 entre -4,0 et -5,0 m de profondeur/TA. Placés dans des sacs étanche (norme XP P 94-202), ces échantillons de sols remaniés ont été confiés au laboratoire où ils font l'objet d'identification GTR et d'analyses d'agressivité du sol vis-à-vis du béton. Les eaux souterraines prélevées à partir de -10,5 m/TA font également l'objet d'analyses d'agressivité de l'eau vis-à-vis du béton.

- Teneur en eau pondérale des matériaux (norme NF P 94-050) ;
- Limites d'Atterberg (norme NF P 94-051) ;
- Analyse granulométrique (NF P 94-057) ;
- Classification GTR (norme NF P 11-300) ;
- Analyses d'agressivité du sol vis-à-vis du béton et de l'eau (norme EN 206-1).

Les résultats des essais réalisées sur le sols prélevés sont présentés dans le tableau suivant :

Echantillon	ST1	ST2
Profondeur (m/TA)	De -4,0 à -5,0 m/TA	De -4,0 à -5,0 m/TA
Nature	Argile limoneuse marron brun avec grains de calcaire (Remblais limoneux)	Argile limono-sableuse marron brun avec grains de calcaire (Remblais limoneux)
Teneur en eau W_{nat} (%)	21,0	22,3
Limites d'Atterberg		
W_l (%)	42	52
W_p (%)	18	21
I_p	24	31
I_c	0,89	0,97
Analyse granulométrie		
% passant (63 μ m)	93,8	73,4
% passant (2 mm)	99,4	90,8
% passant (5 mm)	99,7	93,8
% passant (10 mm)	100,0	96,5
Classification GTR NF P 11.300	A2 th	A3 h
Classification GTR MAI 2023	F3 h	F3 h

* Commentaires :

Ces résultats permettent de classer les matériaux du site à partir de la « Classification des matériaux utilisables dans la construction des remblais et des couches de forme – GTR » (NF P 11-300).

- **Etat hydrique :**

Les essais en laboratoire mettent en évidence un état hydrique **humide**.

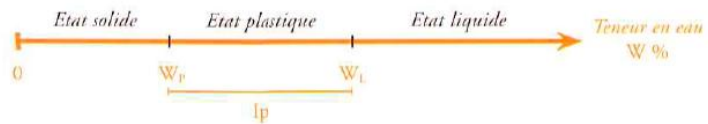
La valeur de la **teneur en eau naturelle** (W_{nat}) des échantillons semble **élevée** (21,0-22,3%) pour un sol de nature argilo-limoneuse.

- **Limites d'Atterberg :**

Les **limites d'Atterberg** permettent de calculer l'indice de consistance qui caractérise l'état hydrique d'un sol (dans le cas des sols fins moyennement à très argileux comportant au moins 80 à 90 % d'élément $\leq 400 \mu m$) :

Expression des résultats

- limite de liquidité W_L (%)
- limite de plasticité W_p (%)
- indice de plasticité $I_p = W_L - W_p$



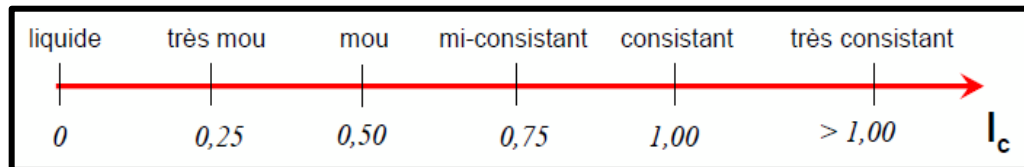
Interprétation

Le GTR retient les seuils suivants :



$$I_c = \frac{W_L - W_n}{I_p} \quad \text{avec} \quad W_n : \text{teneur en eau naturelle de la fraction } 0/400 \mu m.$$

$I_c = 0$ si $W_n = W_L$, matériau à l'état liquide.
 $I_c = 1$ si $W_n = W_p$, matériau à l'état solide.

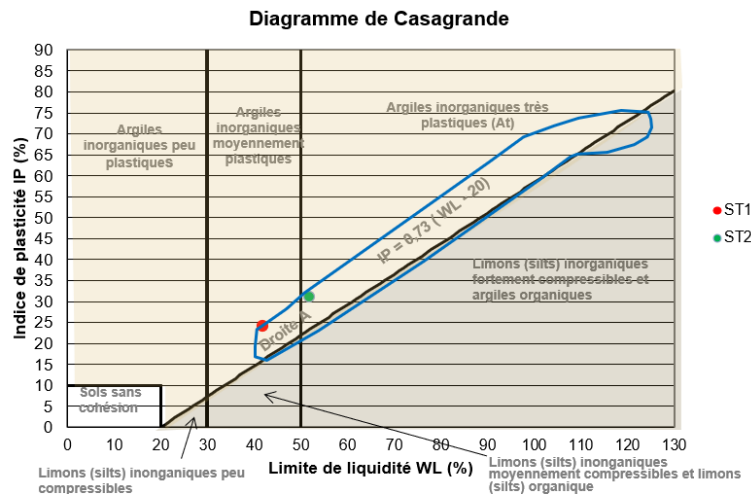


L'**indice de plasticité** pour des échantillons argileux varie aux alentours de **24 et 31**, ce qui classe ces sols en **argilosité moyenne et forte** selon l'emplacement.

L'**indice de consistance** pour des échantillons principalement argileux varie aux alentours de **0,89 et 0,97**, ce qui classe ce sol en **consistance mi-consistante**. Cela signifie que la teneur en eau naturelle est proche de celle de la limite de plasticité.

- **Classification GTR :**

La classification des sols prélevés au droit des échantillons, selon le diagramme de Casagrande est représentée ci-après :



Résultats des diagrammes de Casagrande

Ces échantillons se situent dans la zone des argiles inorganiques moyennement et très plastiques, et à l'intérieur de la zone des argiles gonflantes délimitée par le contour bleu.

Dans l'ensemble, les essais en laboratoire réalisés sur ces échantillons prélevés de -4,0 à -5,0 m/TA caractérisent des sols **moyennement à très plastiques et sensibles aux variations hydriques et aux circulations d'eau**.

Selon la classification GTR NF P 11-300 de Mai 2023, les échantillons de sols prélevés sont classés en A3 h assimilés aux « Argiles et argileuses marneuses, limons très plastiques... » d'état hydrique humide.

Le procès-verbal des essais d'identification GTR est présenté en annexe.

- Analyses d'agressivité du sol vis-à-vis du béton

Les résultats des analyses réalisées sur des échantillons de sols prélevés sont présentés dans le tableau suivant :

Echantillon	ST1	ST2
Profondeur (m/TA)	De -4,0 à -5,0 m/TA	De -4,0 à -5,0 m/TA
Nature	Argile limoneuse marron brun avec grains de calcaire (Remblais limoneux)	Argile limono-sableuse marron brun avec grains de calcaire (Remblais limoneux)
Matière sèche (% masse MB)	82,3	82,9
Sulfate SO₄²⁻ (mg/kg)	1155	1337
Degrés d'acidité (ml/kg)	<1,0	<1,0

Echantillon	ST1	ST2
Grade d'agressivité sur béton	< XA1	< XA1

La classe d'agressivité des sols vis-à-vis du béton au droit de ST1 et ST2 est faible (inférieure à XA1).

Le procès-verbal des analyses de l'agressivité du sol vis-à-vis du béton est présenté en annexe.

- **Analyses d'agressivité de l'eau vis-à-vis du béton**

Les résultats des analyses réalisées sur un échantillon d'eau prélevé sont présentés dans le tableau suivant :

Echantillon	Pz1
Profondeur (m/TA)	Vers -10,5 m/TA
Sulfate SO ₄ ²⁻ (mg/kg)	95
Grade d'agressivité sur béton	< XA1

La classe d'agressivité de l'eau vis-à-vis du béton prélevé au droit de Pz1 est faible (inférieure à XA1).

Le procès-verbal des analyses de l'agressivité de l'eau vis-à-vis du béton est présenté en annexe.

II.4/ **NIVEAU D'EAU**

Lors de la campagne de GEOLIA réalisée en 2022, aucun niveau d'eau n'a été mis en évidence. Néanmoins, lors de notre intervention réalisée le 20 juin 2025, le relevé du niveau d'eau au droit de Pz1 a mis en évidence un niveau d'eau vers -10,2 m/TA, soit jusque vers la cote +91,0 mNGF au sein du Calcaire de Saint-Ouen.

A noter que ce niveau d'eau non stabilisé a pu être perturbé par la méthode de forage (injection de fluide).

Néanmoins, des circulations d'eau aléatoires et/ou occasionnelles peuvent être générées dans les couches plus superficielles (Remblais), à la suite d'épisodes pluvieux plus ou moins intenses, à la faveur des horizons les plus perméables.

Les niveaux d'eau sont ainsi susceptibles de varier en fonction des saisons et de la pluviométrie, avec des fluctuations dont l'ampleur ne peut être estimée sans un suivi à long terme, lequel ne fait pas partie de la mission qui nous a été confiée.

CHAPITRE III - DIMENSIONNEMENTS GEOTECHNIQUES

III.1/ PREAMBULE

Pour rappel, le projet concerne la construction d'un écran acoustique entre la route départementale D212 et la route nationale N114 au MESNIL AMELOT (77990). Plus précisément, cet écran acoustique est prévu sur un linéaire d'environ 448 ml y compris les zones de transition écran/merlons aux extrémités comme précisé ci-dessous.

Dans l'état actuel des investigations, le choix du mode de fondations le plus adéquat sera confronté aux contraintes suivantes :

- La présence de **Remblais d'apport** et de **Remblais limoneux** sont de compacité très hétérogène jusque vers -8,0 m/TA du haut des pistes (cotes +98,5 mNGF) et jusque vers -6,0 m/TA de la partie basse (cote +95,3 mNGF).
- Le site est situé dans une zone d'aléa moyen vis-à-vis du retrait-gonflement des sols argileux.
- La présence du pipeline TRAPIL dont le tracé recoupe le linéaire du projet entre les sondages SP1 et SP14 est susceptible d'empêcher tous travaux à proximité de son tracé.

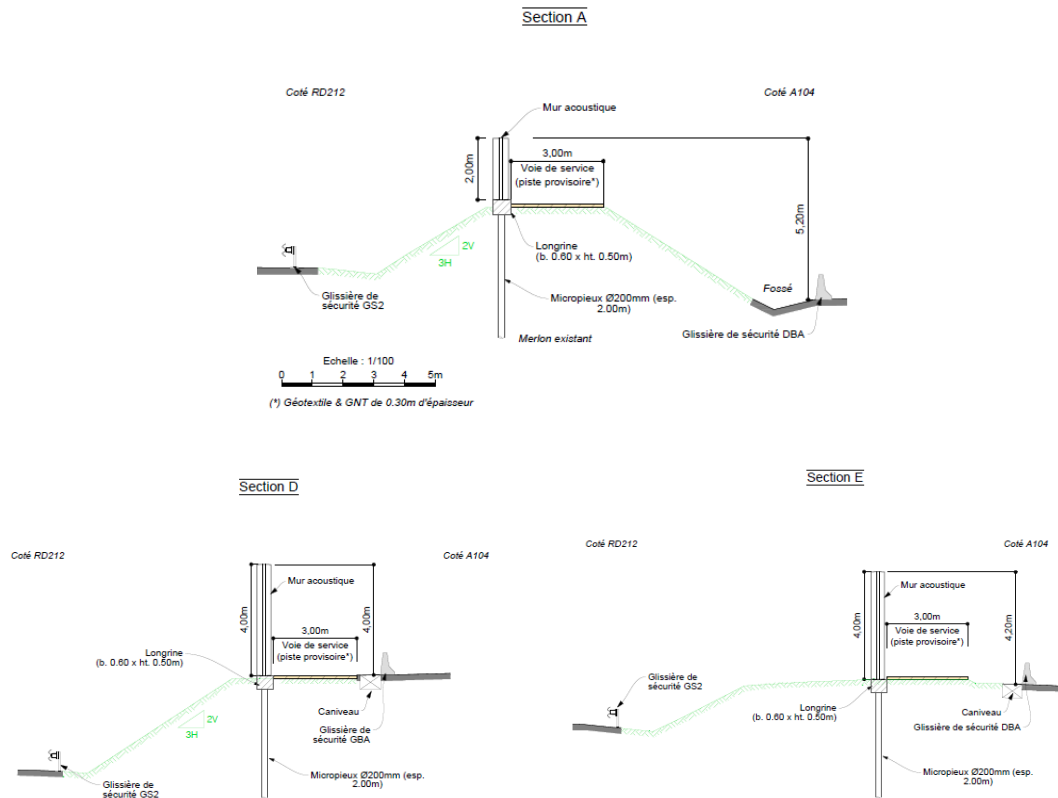
III.2/ DESCENTES DE CHARGES

Préalablement à la réalisation de cette mission G2-PRO, deux tableaux comportant des descentes de charges ponctuelles, établis en octobre 2025 par le BET SCE, nous ont été communiqués le 15/10/2025. Ces tableaux représentent les descentes de charges et moments en zone courante (micropieux espacés tous les 2m environ) et en zone réseaux adjacents.

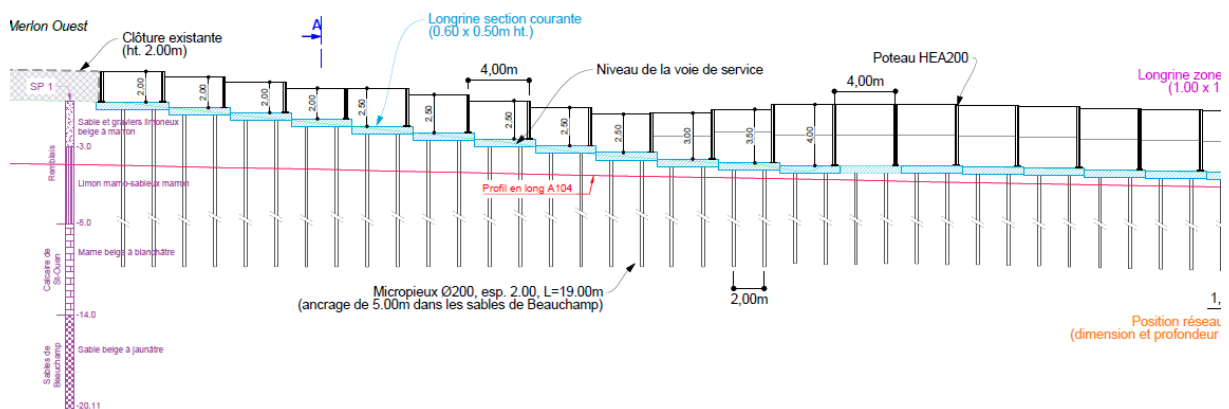
Il est recommandé de respecter un espacement de minimum 3Ø entre chaque micropieu.

III.2.1/ Section courante

Les panneaux situés en section courante (A, C, D et E) seront portés par des longrines de 4,0 m de long par 0,5 m de haut comportant en moyenne 2 micropieux séparés de 2,0 m à l'entraxe. Chaque panneaux et longrines seront séparés par un joint de construction.



Coupes transversales de principe en section courante (A, D et E)



Exemple de coupe longitudinale de principe en section courante

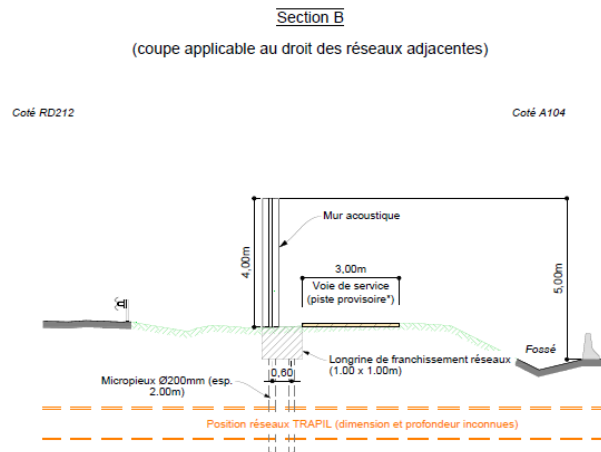
Selon le tableau présenté ci-dessous, chaque micropieu situé en section courante sera concerné par des charges verticales (z), des charges transversales (y) et des moments (y).

Etats limites	Situation de projet	H en kN	V en kN	M en kNm	M _{add} en kNm	M _{total} en kNm
ELS QP	Durable	5,12	89,39	0	8,94	8,94
ELS Cara	Durable	13,39	89,39	21,26	8,94	30,20
ELS Cara	Transitoire	10,86	89,39	16,44	8,94	25,38
ELU	Durable	19,80	120,67	31,88	12,07	43,95
ELUA	Accidentelle	13,88	89,39	21,26	8,94	30,20
ELU	Transitoire	15,95	120,67	24,66	12,07	36,73

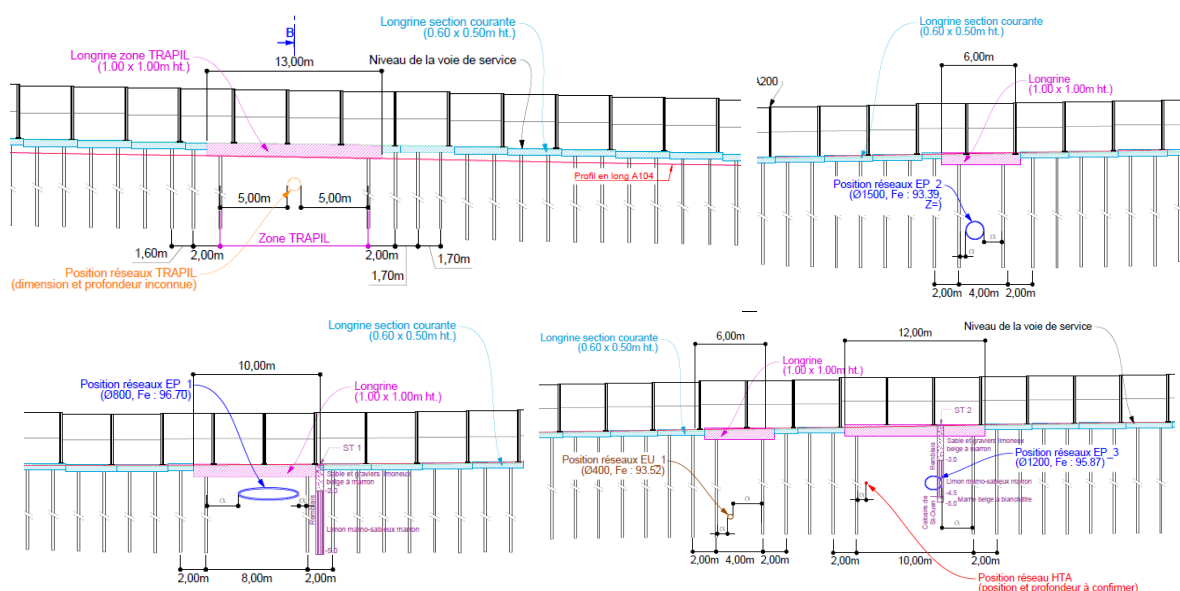
Tableau des torseurs en tête des micropieux en section courante

III.2.2/ Section réseaux adjacents

Les panneaux situés en section réseaux adjacents (B) seront portés par des longrines de 6,0 à 13,0 m de long (selon l'importance du réseau) par 1,25 m de haut comportant en moyenne 4 micropieux dont deux groupes de 2 micropieux séparés de 0,8 m à l'entraxe sur la même largeur de longrine et séparés de 4,0 à 11,0 m à l'entraxe sur la même longueur de longrine (selon l'importance du réseau). Chaque section de longrine sera séparée par un joint de construction.



Coupe transversale de principe en section réseaux adjacents (B)



Coupes longitudinales de principe en section réseaux adjacents

Nota : La distance minimale horizontale « α » à respecter entre les tuyaux (EP1, EP2, EP3) et les micropieux adjacents doit être de 40 cm minimum.

Selon le tableau présenté ci-dessous, chaque micropieu situé en section réseaux adjacents sera concerné par des charges verticales (z), des charges transversales (y) et des moments (y).

Etats limites	Situation de projet	H en kN	V en kN	M en kNm	M _{add} en kNm	M _{total} en kNm
ELS QP	Durable	129,15	325,56	0	32,56	32,56
ELS Cara	Durable	132,26	325,56	69,06	32,56	101,62
ELS Cara	Transitoire	131,01	325,56	53,26	32,56	85,82
ELU	Durable	179,52	439,51	103,60	43,95	147,55
ELUA	Accidentelle	132,26	325,56	69,06	32,56	101,62
ELU	Transitoire	177,45	439,51	79,89	43,96	123,85

Tableau des torseurs en tête des micropieux en section réseaux adjacents

III.3/ FONDATIONS

III.3.1/ Dispositif de fondations et niveau d'assise

Compte tenu des éléments recueillis et du contexte géotechnique et conformément aux résultats obtenus lors de la campagne de reconnaissance en phase G2-AVP, la création de nouvelles **fondations profondes de type micropieux** est privilégiée. Ces micropieux seront ancrés d'au moins 5,0 m dans la formation des Sables de Beauchamp rencontrée à partir d'environ -14,0 m/TA, soit vers la cote +92,0 à +87,0 mNGF selon l'emplacement, c'est-à-dire

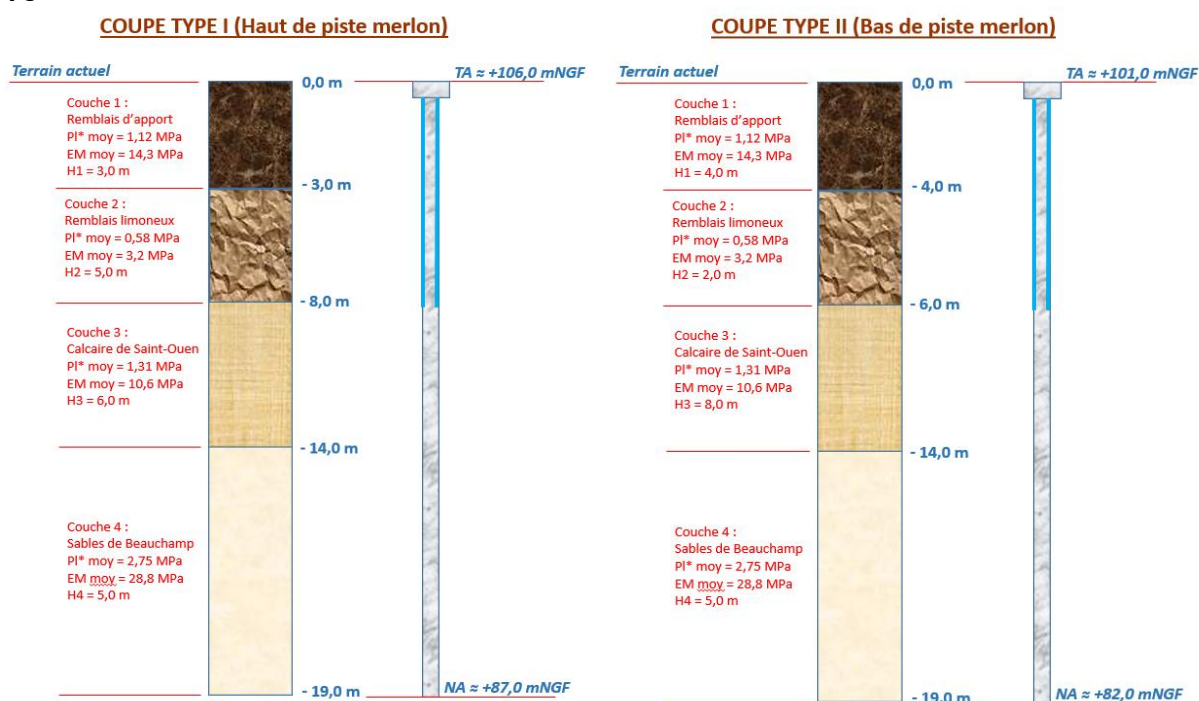
un ancrage vers minimum -19,0 m/TA, à savoir vers la cote +87,0 à +82,0 mNGF selon l'emplacement.

Les micropieux seront liaisonnés par des longrines de répartition des charges.

Les micropieux devront respecter un espacement de minimum $3\varnothing$ à l'entraxe.

III.3.2/ Coupes types d'un micropieu

Compte tenu des résultats des investigations réalisées nous retiendrons les deux coupes types suivantes :



Le frottement latéral sera neutralisé dans les Remblais d'apport (**Couche 1**) et les Remblais limoneux (**Couche 2**) sur une épaisseur d'au moins 6,0 à 8,0 m dans le calcul de la portance des micropieux en raison de leur faible compacité et de leur caractère très hétérogène. Sur cette hauteur, les fondations profondes seront équipées d'un dispositif anti-adhérent ou tubage PVC. En absence de ce dispositif anti-adhérent, le frottement négatif sera à prendre en compte.

Tableau : Modèle géotechnique à retenir de la coupe type I

Couche	Formations	Epaisseur de la couche (m)	Module pressiométrique EM (MPa)	Pression limite PI* (MPa)	Type de sol
Couche 1 *	Remblais d'apport	3,0	14,3	1,12	Sable et graviers

Couche	Formations	Epaisseur de la couche (m)	Module pressiométrique EM (MPa)	Pression limite Pl* (MPa)	Type de sol
Couche 2 *	Remblais limoneux	5,0	3,2	0,58	Limons
Couche 3	Calcaire de Saint-Ouen	6,0	10,6	1,31	Marne
Couche 4	Sables de Beauchamp	5,0	28,8	2,75	Sable

* Les frottements seront négligés dans les Remblais d'apport et les Remblais limoneux (≈ 8,0 m).

Tableau : Modèle géotechnique à retenir de la coupe type II

Couche	Formations	Epaisseur de la couche (m)	Module pressiométrique EM (MPa)	Pression limite Pl* (MPa)	Type de sol
Couche 1 *	Remblais d'apport	4,0	14,3	1,12	Sable et graviers
Couche 2 *	Remblais limoneux	2,0	3,2	0,58	Limons
Couche 3	Calcaire de Saint-Ouen	8,0	10,6	1,31	Marne
Couche 4	Sables de Beauchamp	5,0	28,8	2,75	Sable

* Les frottements seront négligés dans les Remblais d'apport et les Remblais limoneux (≈ 6,0 m).

III.3.3/ Méthode de calcul des fondations profondes

La capacité portante (charge limite à ELS) d'un micropieu isolé sous charge axiale sera calculée en référence à l'Eurocode 7 - NF P 94-262 – édition de juillet 2012 - "Fondations profondes".

Nous considérerons ici la méthode dite « Modèle de terrain ». La portance caractéristique du terrain pour un pieu est définie par la formule :

$$R_{c,k} = R_{b,k} + R_{s,k} \quad \text{Avec :} \quad R_{b,k} = A_b q_{b,k} = A_b \frac{q_b}{g_{R;d1} g_{R;d2}} = A_b \frac{k_p p_{le}^*}{g_{R;d1} g_{R;d2}}$$

$R_{b,k}$: correspondant à la valeur caractéristique de résistance en pointe de la fondation profonde (ce terme n'est pas pris en compte dans le calcul d'un micropieu),

où,

A_b : section de la pointe,

q_p : contrainte de rupture relative au terme de pointe,

k_p : facteur de portance défini en fonction de la nature du sol et du mode de mise en œuvre de la fondation,

P_{le}^* : "pression limite équivalente"

g_{cr} : facteur partiel sur la charge de fluage de compression ($g_{cr} = 0,9$ – combinaisons caractéristiques, $g_{cr} = 1,1$ combinaisons quasi permanentes, fût en compression)

$g_{R;d1}, g_{R;d2}$: coefficients partiels

Et :

$$R_{s;k} = \underset{i}{\overset{\circ}{A}}_{s;i} q_{s;i;k} = \underset{i}{\overset{\circ}{A}}_{s;i} \frac{q_{s;i}}{g_{R;d1} g_{R;d2}}$$

$R_{s;k}$: correspondant à la valeur caractéristique de la résistance de frottement latéral sur la hauteur concernée de fût de l'élément de fondation,

où,

A_s : surface de la section transversale du fût d'une fondation profonde,

$q_{s;i}$: frottement latéral unitaire limite de la couche considérée.

Le frottement axial unitaire limite q_s de chaque couche est calculé selon la formule suivante :

$$q_s(z) = a_{\text{pieu-sol}} f_{\text{sol}} \xi p_l^*(z)$$

$a_{\text{pieu-sol}}$: paramètre adimensionnel qui dépend à la fois du type de pieu et du type de sol

f_{sol} : fonction qui dépend du type de sol et des valeurs de P_{le}^*

Tableau des valeurs des coefficients de modèle pour la méthode pressiométrique

	Procédure du « pieu modèle » (utilisation des coefficients ξ ou de l'Annexe D de la note NF EN 1990)		Procédure du « modèle de terrain »	
	$\gamma_{R,D1}$ Compression	$\gamma_{R,D1}$ Traction	$\gamma_{R,D2}$ Compression	$\gamma_{R,D2}$ Traction
Pieux non ancrés dans la craie de classe 1 à 7 hors pieux de catégories 10 et 15	1,15	1,4	1,1	
Pieux ancrés dans la craie de classe 1 à 7 hors pieux de catégories 10 et 15	1,4	1,7		
Pieux de catégorie 10, 15, 17, 18, 19 et 20 dans les sables, les sols intermédiaires et les roches	1,4	1,7		
Pieux de catégorie 10, 15, 17, 18, 19 et 20 dans l'argile, la craie et les marnes	2,0	2,0		

Valeur de la portance de calcul à l'ELU $F_{c,d}$:

$$F_{c,d} \leq R_{c,d} = \frac{R_{c;k}}{\gamma_t}$$

Situations durables et transitoires	γ_t	1,1
Situations accidentelles	γ_t	1,0

Valeur de la portance à l'ELS F_d

$$F_d \leq R_{c;cr;d} = \frac{R_{c;cr;k}}{\gamma_{cr}}$$

Avec :

F_d : valeur de calcul à l'ELS de la charge axiale transmise par le pieu au terrain,

$R_{c;cr;k}$: valeur de la charge caractéristique de la charge de fluage de compression,

$R_{c;cr;d}$: valeur de calcul de la charge de fluage de compression,

Combinaisons caractéristiques	γ_{cr}	0,9
Combinaisons quasi-permanentes	γ_{cr}	1,1

Pour les éléments mis en œuvre sans refoulement :

$$R_{c;cr;k} = 0,5R_{b;k} + 0,7R_{s;k}$$

γ_{cr} : facteur partiel sur la charge de fluage de compression

Tableau : Classification des fondations au sens de NF P 94-262

Classe	Catégorie	Technique de Mise en œuvre	Abréviation	Norme de référence
1	1	Foré simple (pieux et barrettes)	FS	NF EN 1536
	2	Foré boue (pieux et barrettes)	FB	
	3	Foré tubé (virole perdue)	FTP	
	4	Foré tubé (virole récupérée)	FTR	
	5	Foré simple ou boue avec rainurage ou puits	FSR, FBR, PU	
2	6	Foré tarière creuse simple rotation ou double rotation	FTC, FTCD	NF EN 1536
3	7	Vissé moulé	VM	NF EN 12699
	8	Vissé tubé	VT	
4	9	Battu béton préfabriqué ou précontraint	BFR, BPR	NF EN 12699
	10	Battu enrobé (béton – mortier – coulis)	BE	
	11	Battu moulé	BM	

Classe	Catégorie	Technique de Mise en œuvre	Abréviation	Norme de référence
	12	Battu acier fermé	BAF	
5	13	Battu acier ouvert	BAO	NF EN 12699
6	14	Profilé H battu	HB	NF EN 12699
	15	Profilé H battu injecté	HBI	
7	16	Palplanches battues	PP	NF EN 12699
1 bis	17	Micropieux type I	M1	NF EN 1536/14199/12699
	18	Micropieux type II	M2	
8	19	Pieu ou micropieu injecté mode IGU (type III)	PIGU, MIGU	
	20	Pieu ou micropieu injecté mode IRS (type IV)	PIRS, MIRS	

III.3.4/ Dimensionnement d'un micropieu

Selon l'Eurocode 7, nous calculerons la capacité portante **d'un micropieu de type III Ø200 mm** (classe 8 – catégorie 19) selon la coupe-type I (cas le plus défavorable). Les micropieux seront descendus jusqu'au **vers minimum -19,0 m/TA**, avec une PFT située vers la cote +101,0 à +106,0 mNGF (à confirmer par le BET), soit jusqu'au cote +82,0 à +87,0 mNGF, avec un ancrage d'au moins 5,0 m dans la formation des Sables de Beauchamp (**Couche 4**) de nature sableuse. Le frottement latéral sur la hauteur des Remblais d'apport (**Couche 1**) et Remblais limoneux (**Couche 2**) n'est pas pris en compte.

Les calculs des efforts mobilisables sur le fût d'un micropieu sont résumés dans le tableau de dimensionnement ci-après :

	<u>Couche 1</u> Remblais d'apport	<u>Couche 2</u> Remblais limoneux	<u>Couche 3</u> Calcaire de Saint- Ouen	<u>Couche 4</u> Sables de Beauchamp
Nature	Sable et graviers	Limons	Marne	Sable
$\alpha_{\text{pieu-sol}}$	-	-	2,4	2,9
PI*(MPa)	-	-	1,31	2,75
Courbes	Négligé	Négligé	Q4	Q2
a			0,008	0,01
b			0,08	0,06
c			3,0	1,2
$f_{\text{sol}}(pl^*)$	-	-	0,089	0,084

	Couche 1 Remblais d'apport	Couche 2 Remblais limoneux	Couche 3 Calcaire de Saint- Ouen	Couche 4 Sables de Beauchamp
q_{smax} (MPa)	-	-	0,320	0,380
Frottement latéral : q_{s,i} (MPa)	0,000	0,000	0,213	0,244
γ_{R;d1}	-	-	2,0	1,4
γ_{R;d2}	-	-	1,1	1,1
q_{s;k} (MPa)	0,000	0,000	0,097	0,159
Epaisseur de la couche (m)	3,0	5,0	6,0	5,0
Epaisseur de frottement prise en compte (m)	0,0 *	0,0 *	6,0	5,0
R_{s;k} (kN)	Négligé		364,8	498,6
R_{b;k} (kN)	Négligé			

* Les frottements seront négligés dans les Remblais d'apport et les Remblais limoneux (≈ 8,0 m).

A partir de ces résultats, la capacité portante d'un **micropieu de type III Ø 200 mm, ancré jusqu'à -19,0 m de profondeur à partir d'une plateforme de travail**, sera :

- Pour une justification à l'ELS (charge admissible) :

Combinaison ELS quasi-permanente : **R_{c,cr,d} = 549,4 kN > 325,56 kN (portance justifiée)**

Combinaison ELS caractéristique : **R_{c,cr,d} = 671,5 kN > 325,56 kN (portance justifiée)**

- Pour une justification à l'ELU durable et transitoire (charge admissible) :

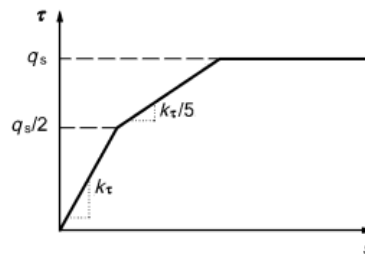
Combinaison ELU durable et transitoire : **R_{c,d} = 784,9 kN > 439,51 kN (portance justifiée)**

III.3.5/ Tassement des micropieux

Deux méthodes sont proposées en Annexe L de la norme NF P94-262 pour évaluer la rigidité axiale vis-à-vis de l'effort axial d'un élément isolé de fondation profonde :

- Une méthode d'évaluation à partir de la charge de fluage R_{cr} . Il s'agit certainement de la méthode la plus précise lorsqu'il est procédé à un essai de chargement.
- Une méthode d'évaluation à partir des lois de mobilisation du frottement axial et de l'effort en pointe (celle de Franck et Zhao) qui permet en général une évaluation

satisfaisante des déplacements (tassements) des fondations profondes lorsqu'il n'est pas procédé à des essais de chargement.



Lois de mobilisation du frottement axial (à gauche)

Les termes k_τ et k_q sont définis par :

Pour les sols fins
$$k_\tau = \frac{2,0.E_M}{B} \quad k_q = \frac{11,0.E_M}{B}$$

Pour les sols granulaires :
$$k_\tau = \frac{0,8.E_M}{B} \quad k_q = \frac{4,8.E_M}{B}$$

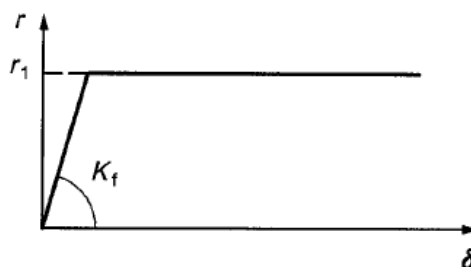
avec : E_M module pressiométrique Ménard,

B diamètre du pieu.

Une méthode est proposée en Annexe I de la norme NF P94-262 pour évaluer la rigidité latérale vis-à-vis de l'effort latéral d'un élément isolé de fondation profonde :

(1) Sauf cas particulier (Clause I.1.3 (3)), la loi de mobilisation de la réaction frontale $r = p.B$ en fonction du déplacement δ du pieu doit être définie par :

- un segment de droite passant par l'origine et de pente K_f ;
- un palier r_1 . (Figure I.1.3.1)



Légende : r_1 : réaction frontale ; δ : déplacement relatif de l'élément de fondation.

Figure I.1.3.1 — Loi de réaction frontale – Cas général

(2) L'évaluation de K_f et de r_1 à partir des résultats d'essais pressiométriques Ménard doit être effectuée suivant les indications ci-après :

— le module K_f est calculé à partir de l'une des deux formules suivantes :

$$K_f = \frac{12E_M}{\frac{4}{3} \frac{B_0}{B} \left[2,65 \frac{B}{B_0} \right]^\alpha + \alpha} \text{ lorsque } B \geq B_0 \quad (\text{I.1.3.1})$$

$$K_f = \frac{12E_M}{\frac{4}{3} [2,65]^\alpha + \alpha} \text{ lorsque } B \leq B_0 \quad (\text{I.1.3.2})$$

K_f est le module linéique de mobilisation de la pression frontale pour un élément de fondation profonde (Note 1) ;

E_M est le module pressiométrique Ménard ;

B est la largeur de l'élément perpendiculairement au sens du déplacement ;

B_0 est une largeur de référence prise égale à 0,60 m ;

α est un coefficient caractérisant le terrain dans la méthode pressiométrique (Tableaux I.1.3.1 et I.1.3.2).

A l'aide du logiciel FOXTA, la capacité portante des micropieux à l'ELS est vérifiée et les tassements des micropieux sont calculés au droit de chaque section. Les calculs sont effectués en référence à l'Eurocode 7 - NF P 94-262 – édition de juillet 2012 - "*Fondations profondes*".

Pour reprendre la combinaison des charges évoquées dans la partie ci-avant, nous avons calculé la longueur nécessaire et les tassements de chaque micropieu selon deux directions en y et z. Les résultats des calculs à l'aide du logiciel FOXTA sont joints en annexe.

Section concernée	Déplacement en y (mm)	Déplacement en z (mm)
Courante	<1,0	-2,9
Réseaux	1,2	-11,0

Les tassements totaux sur l'axe horizontal (y) seront inférieurs à **1,0 mm** selon la section. Les tassements totaux sur l'axe vertical (z) seront de l'ordre de **2,8 à 10,0 mm** selon la section. **Un joint de construction est donc à prévoir entre les sections courantes et les sections réseaux.**

Les diagrammes des moments fléchissants, efforts tranchants, déplacements du micropieu et les modules de réactions du sol sont présentés sur les fiches de calculs FOXTA jointes en annexe.

La capacité portante de chaque micropieu reste supérieure aux sollicitations appliquées sur chaque micropieu.

Les critères de résistance des armatures des micropieux devront être justifiés vis-à-vis des efforts transversaux par le BET structures de l'Entreprise d'exécution.

Le BET Structure devra confirmer que ces tassements sont acceptables pour la structure.

Les micropieux seront liaisonnés en tête par des longrines de répartition des charges afin de limiter les déplacements latéraux en tête.

III.3.6/ Résistance des micropieux vis-à-vis du flambement

Il convient de vérifier que les micropieux, travaillant en compression, ne flambent pas. Nous faisons donc l'hypothèse que les micropieux ne bénéficient d'aucun appui latéral sur la hauteur de ces formations (sols où le frottement positif a été neutralisé). Toutefois, nous n'avons pas considéré de « vide » ($k_f = 0$) sur la hauteur de ces formations.

Cette vérification est effectuée, dans un premier temps, selon la méthode de Mandel qui permet de déterminer la force critique de flambement N_{cr} . Dans un deuxième temps, nous justifions la résistance au flambement à l'état limite ultime selon les règles de structure en acier et la norme NF EN 1993-1-1 (EC 3).

Le critère de flambement devra être justifié par l'Entreprise d'exécution sur la base des diamètres réels des tubes utilisés.

Nous considérerons ici le cas d'une armature de $\varnothing 88,9$ mm/épaisseur 6,5mm avec un micropieu de 19,0 m de long.

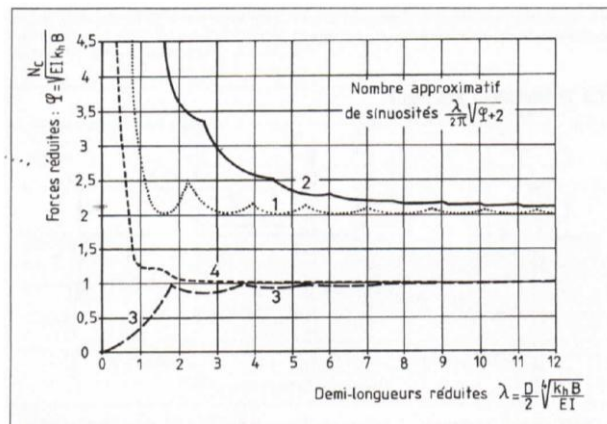
❖ Charge critique de flambement selon la méthode de Mandel :

Mandel propose pour des micropieux fichés dans le sol des abaques permettant de déterminer la force critique de flambement N_{cr} .

Nous avons considéré des micropieux encastrés en pied et en tête (hypothèse la plus défavorable), l'abaque correspondant est présenté ci-après :

La charge critique de flambement N_c est déterminée comme décrit ci-après [23] :

- calcul de la *demi-longueur réduite* λ (sans dimension) ;
- lecture de la *force réduite* ϕ sur l'abaque de la figure 11.30 ; les différentes courbes correspondent aux conditions aux limites suivantes :
 - Courbe 1 : pieu dont les deux extrémités ne peuvent subir aucun déplacement transversal,
 - Courbe 2 : pieu encastré aux deux extrémités,
 - Courbe 3 : pieu libre,
 - Courbe 4 : pieu ayant une extrémité encastrée et une extrémité libre.
- Détermination de N_c en fonction de ϕ .



1. Données géométriques de micropieu

$d =$	88,9	[mm]	Diamètre extérieure
$t =$	6,5	[mm]	Épaisseur de tube
$D =$	200	[mm]	Diamètre du forage
$L =$	19	[m]	Longueur totale

2. Armature

$f_e =$	560,00	[MPa]	Limite d'élasticité
$E_s =$	2,10E+05	[MPa]	Module d'Young
$s_s =$	280	[MPa]	Contrainte admissible ($= f_e / 2$)

3. Efforts appliqués au centre de gravité G_n :

$N_{ELS} =$	326,00	[kN]	Effort normal en ELS
-------------	--------	------	----------------------

4. Charge critique

La charge critique admissible par un micropieu biarticulé dans un terrain donné :

$$N_{critique} = \varphi \times \sqrt{E \times I \times K \times B}$$

avec

$E_s =$	2,10E+05	[MPa]	Module d'Young
$I =$	1,44E-06	[m ⁴]	Inertie de l'armature ($= p \cdot D^4/64 - p \cdot (D-2t)^4/64$)
$K =$	3430,00	[T/m ²]	Raideur du terrain (voir feuillet de calcul suivant Fasc. 62-Titre 5, Anx. C5)
$D =$	0,200	[m]	Diamètre de forage
$\lambda =$	2,07E+01		Demi-longueurs réduites
$\varphi =$	2		(cas le plus défavorable pour la courbe 2)
$N_{critique} =$	2878	[kN]	Charge critique admissible

5. Vérification

$N_{critique} =$	2878	[kN]	Charge critique admissible
$N_{ELS} =$	326	[kN]	Effort normal en ELS
$S =$	8,8	>	2,50 Vérifié

Les micropieux dotés d'un tube de Ø 88,9 mm/épaisseur 6,5mm sont justifiés vis-à-vis du flambement.

Comme hypothèse, nous prenons en compte une limite élastique de l'ordre de 560 MPa pour ce type de matériau (armature).

Nous considérons que les micropieux seront encastrés en tête par des longrines qui pourront reprendre les torseurs des efforts appliqués en tête (à confirmer par le BET Structure).

III.3.7/ Préconisations géotechniques

L'entreprise en charge de la réalisation des fondations devra, après avoir pris connaissance du contexte géotechnique et hydrogéologique du site, statuer sur les techniques de réalisation les plus adaptées.

Nous rappelons qu'au sein de la formation des Remblais et du Calcaire de Saint-Ouen des horizons compacts (bancs et blocs) peuvent être très résistants et induire des difficultés pour le forage des micropieux. Par ailleurs, la présence de terrains altérés, peu compacts et zones décomprimées (Remblais), pourra induire à l'inverse une surconsommation du coulis lors des travaux des micropieux.

Les travaux des micropieux seront réalisés conformément aux normes en vigueur, par une entreprise spécialisée possédant les qualifications professionnelles correspondantes. Elle devra fournir une note de calcul justifiant le diamètre, la profondeur, l'armature et la position des micropieux en fonction des descentes de charges précises du projet.

Les armatures utilisées pour les micropieux devront être dimensionnées vis-à-vis des efforts horizontaux et aussi devront être justifiées au **critère de la résistance au flambement**. Le critère au flambement des micropieux devra être vérifié dans le cadre de l'étude d'exécution G3 (à la charge de l'Entreprise), une fois le mode d'exécution du micropieu et les dispositions constitutives (type de coulis, tube...) des micropieux définitivement choisis.

Dans le cas où la distance de 2 micropieux voisins serait inférieure à $3\varnothing$, l'effet de groupe des fondations profondes devra être pris en compte.

En référence à la Norme NF P 94-262, l'entreprise spécialisée devra réaliser des essais de contrôles : essais de chargements, essais de résistance du coulis à 28 jours. **L'exécution des micropieux devra être conforme à la norme NF P 94-262 et à la norme NF EN 14199. Les coulis utilisés devront être résistants à l'agressivité des sols vis-à-vis du béton. Les armatures devront être résistantes à la corrosion.**

Au sens de la Norme NF P 94-262, l'essai de contrôle de portance des micropieux sera obligatoire. Pour les micropieux, la résistance à la compression est égale à la résistance à la traction.

III.4/ **PROTECTION CONTRE LES EAUX**

En phase travaux, il conviendra de réaliser les travaux de terrassement des longrines et d'infrastructure en période favorable (période sèche).

Si d'éventuelles venues d'eau apparaissaient en fond de fouille, il faudra prévoir un assainissement de la fouille de pleine masse lors des travaux de terrassement (par exemple réalisation de puits de décharge et pompage modéré et contrôlé afin d'éviter de déstabiliser les terrains et avoisinants).

CHAPITRE IV - RECOMMANDATION ET ALEAS

IV.1/ RECOMMANDATIONS GENERALES

- ♦ Le coulis de ciment utilisé pour la réalisation des micropieux devra prendre en compte l'agressivité du sol vis-à-vis du béton.
- ♦ **Les massifs des micropieux seront reliés par des longrines de répartition des charges.**
- ♦ Afin de minimiser les aléas liés à l'eau, il serait souhaitable de réaliser les travaux de terrassement et d'infrastructure en période favorable (période sèche).
- ♦ Il conviendra de prévoir toutes les dispositions nécessaires afin de pallier les risques de venue d'eau en phase travaux. Si des arrivées d'eau sont observées lors de l'ouverture de la fouille, il sera indispensable de prendre toutes les dispositions nécessaires afin **d'assainir et curer aussitôt le fond de fouille (travaux de pompage de façon modérées et contrôlées) et entreprendre un coulage immédiat des fondations**, pour éviter d'asseoir les fondations dans des terrains gorgés d'eau ou sur une assise boueuse et compressible, affaiblissant ainsi la portance des sols sous-jacents. Les pompes devront être équipées de chaussettes en géotextiles afin d'éviter entraînement des fines.
- ♦ Lors de la réalisation des fondations, il convient de prendre les **dispositions constructives habituelles de surveillance et de protection, afin de préserver la pérennité des avoisinants et du projet.**
- ♦ L'entreprise en charge de la réalisation des fondations devra, après avoir pris connaissance de l'intégralité du rapport (contexte géotechnique et hydrogéologique du site), statuer sur les techniques de réalisation les plus adaptées et garantissant la parfaite exécution des fondations.
- ♦ Les travaux réalisés ne devront en aucun cas déstabiliser les avoisinants (réseaux existants,...). Ils devront faire l'objet d'une méthodologie et d'un phasage spécifique, soumis à l'accord préalable du Bureau de Contrôle.
- ♦ Lors des travaux de fondations, s'il apparaissait la présence localisée d'une quelconque surépaisseur de terre remaniée, structures diverses enterrées, **il faudrait procéder à une nécessaire adaptation des fondations.** Nous invitons, à cet effet, le Maître d'Ouvrage à nous confier une mission de supervision géotechnique d'exécution (mission G4 de la norme NF P 94-500) afin de gérer tous aléas géotechniques lors de la réalisation des travaux.
- ♦ Les entreprises chargées de la réalisation des infrastructures et fondations devront tenir compte des différentes contraintes liées au site.

♦ Tout changement d'implantation ou d'importance des constructions par rapport aux hypothèses prises lors de l'établissement de ce rapport d'étude doit nous être communiqué (y compris évaluation des descentes de charges), ces changements pouvant modifier les conclusions de notre étude.

IV.2/ POURSUITE DU PROJET

La présente étude entre dans le cadre d'une mission d'étude géotechnique de type G2-PRO (Norme NF P 94-500). Nous insistons sur le fait que cette mission correspond à la phase de projet de la mission de conception géotechnique (G2-PRO) et non à la phase DCE/ACT (mission G2 - DCE/ACT).

Nous rappelons également que, conformément à la norme NF P 94-500, cette mission devra être complétée, en phase travaux, par une mission de suivi géotechnique d'exécution (mission G3, à la charge de l'entreprise) et par une mission de supervision géotechnique d'exécution (mission G4, à la charge du maître d'ouvrage).

La mission G4 permettra de superviser la parfaite exécution des fondations, des terrassements et des soutènements ainsi que la gestion des aléas résiduels.

IV.3/ ALEAS GEOTECHNIQUES

Les reconnaissances géotechniques sont réalisées de manière ponctuelle et l'extrapolation des résultats qui en découle reste sujette à l'aléa. Ceci peut entraîner des modifications lors de la conception ou de la réalisation du projet.

Enfin, les conclusions fournies dans ce rapport se basent sur des hypothèses qui sont susceptibles d'évoluer lors de l'avancement du projet. Ainsi, pour chaque phase, il sera nécessaire de vérifier toutes les hypothèses et autres résultats en découlant. Ceci est susceptible de nécessiter une réadaptation des préconisations géotechniques émises lors des différentes études géotechniques.

La présente mission se termine avec ce rapport. Toutes nouvelles études, préconisations, ou recommandations entreront dans le cadre d'une nouvelle mission restant à définir.

Nous restons à la disposition du Maître d'ouvrage et de son représentant pour toute mission complémentaire qu'ils souhaiteraient nous confier.

Quentin AZOU
Ingénieur chargé de l'étude

Van-Cuong LE
Responsable du pôle ingénierie

**ANNEXE 1 : EXTRAIT DE LA NORME NF P 94-500 SUR LA
CLASSIFICATION DES MISSIONS GEOTECHNIQUES**

Afnor, Normes en ligne pour: GEOEXPERTS SARL le 12/12/2013 à 11:08

NF P94-500:2013-11

NF P 94-500

— 16 —

Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique

<p>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.</p>
<p>ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)</p> <p>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 :</p> <p><u>Phase Étude de Site (ES)</u></p> <p>Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.</p> <ul style="list-style-type: none"> — 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. <p><u>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> — 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).
<p>ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)</p> <p>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 :</p> <p><u>Phase Avant-projet (AVP)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> — 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. <p><u>Phase Projet (PRO)</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> — 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. <p><u>Phase DCE / ACT</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> — 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.

Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique (suite)

<p>ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)</p> <p>ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)</p> <p>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 :</p> <p><u>Phase Étude</u></p> <ul style="list-style-type: none">— 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. <p><u>Phase Suivi</u></p> <ul style="list-style-type: none">— 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) <p>SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)</p> <p>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 :</p> <p><u>Phase Supervision de l'étude d'exécution</u></p> <ul style="list-style-type: none">— 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. <p><u>Phase Supervision du suivi d'exécution</u></p> <ul style="list-style-type: none">— 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. <p>DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)</p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none">— 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 : CONDITIONS D'UTILISATION DE NOS RAPPORTS

CONDITIONS GÉNÉRALES D'UTILISATION

DE NOS RAPPORTS

1°/ UNITÉ DU RAPPORT

Notre rapport est constitué d'un ensemble de chapitres rédactionnels et de documents graphiques, cela forme un tout indissociable. L'utilisation d'une partie ou la communication d'un rapport incomplet ne saurait engager notre responsabilité.

2°/ MODIFICATIONS ÉVENTUELLES DU SITE OU DU PROJET

Les modifications du site telles que terrassements non prévus et non indiqués à GÉOEXPERTS ou l'apport de remblais par exemple susceptibles d'amener des changements dans le type, la profondeur ou la charge des fondations devront nous être communiqués.

De même, le déplacement du projet, la modification du nombre de sous-sols, le changement dans les cotes N.G.F. peuvent conduire à modifier les conclusions de notre rapport et nous ne saurions en être tenus pour responsables.

3°/ INFORMATIONS COMMUNIQUÉES À GÉOEXPERTS

GÉOEXPERTS ne saurait être engagé par les erreurs portées sur les documents de travail qui lui sont confiés, plan de situation, plan de masse, plan topographique, etc... De même, en cours de travaux, la découverte d'éléments nouveaux ayant pu échapper à un nombre limité de sondages, tels que zone de dissolution, karst, zone hétérogène limitée, venue d'eau suivant des cheminements préférentiels devront être portés à la connaissance de GÉOEXPERTS.

Une différence éventuelle entre nos conclusions et la nature des sols lors de l'ouverture des fouilles devra nous être immédiatement communiquée afin que nous puissions constater le fait, et éventuellement modifier ou confirmer nos conclusions.

4°/ RÉSERVE DE PROPRIÉTÉ




Le transfert de propriété du rapport ne sera effectif qu'à son parfait paiement, loi du 25 janvier 1985.

Art. 121 – Alinéa 2. En cas de non-paiement, le contrat de vente sera résiliable de facto, la Société GÉOEXPERTS sas demeurera propriétaire du rapport.



ANNEXE 3 : PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

Légende

Intervention de GEOEXPERTS (2025)

-  Sondage pressiométrique
-  Sondage de reconnaissance géologique
-  Piézomètre

Intervention de GEOLIA (2022)

-  Sondage pressiométrique
-  Sondage carotté

La tête de chaque sondage a été rattachée sommairement aux cotes NGF (m) à l'aide du plan géomètre datant du 07/07/2023.

Maître d'Ouvrage

DRIEAT

137 rue de l'Abbé Groult
75015 PARIS



Cité Descartes - 11 rue Albert Einstein
77420 CHAMPS-SUR-MARNE
Tel. 01 64 61 87 87 - Fax. 01 64 61 17 39

ETUDE GEOLOGIQUE ET GEOTECHNIQUE
G2-AVP

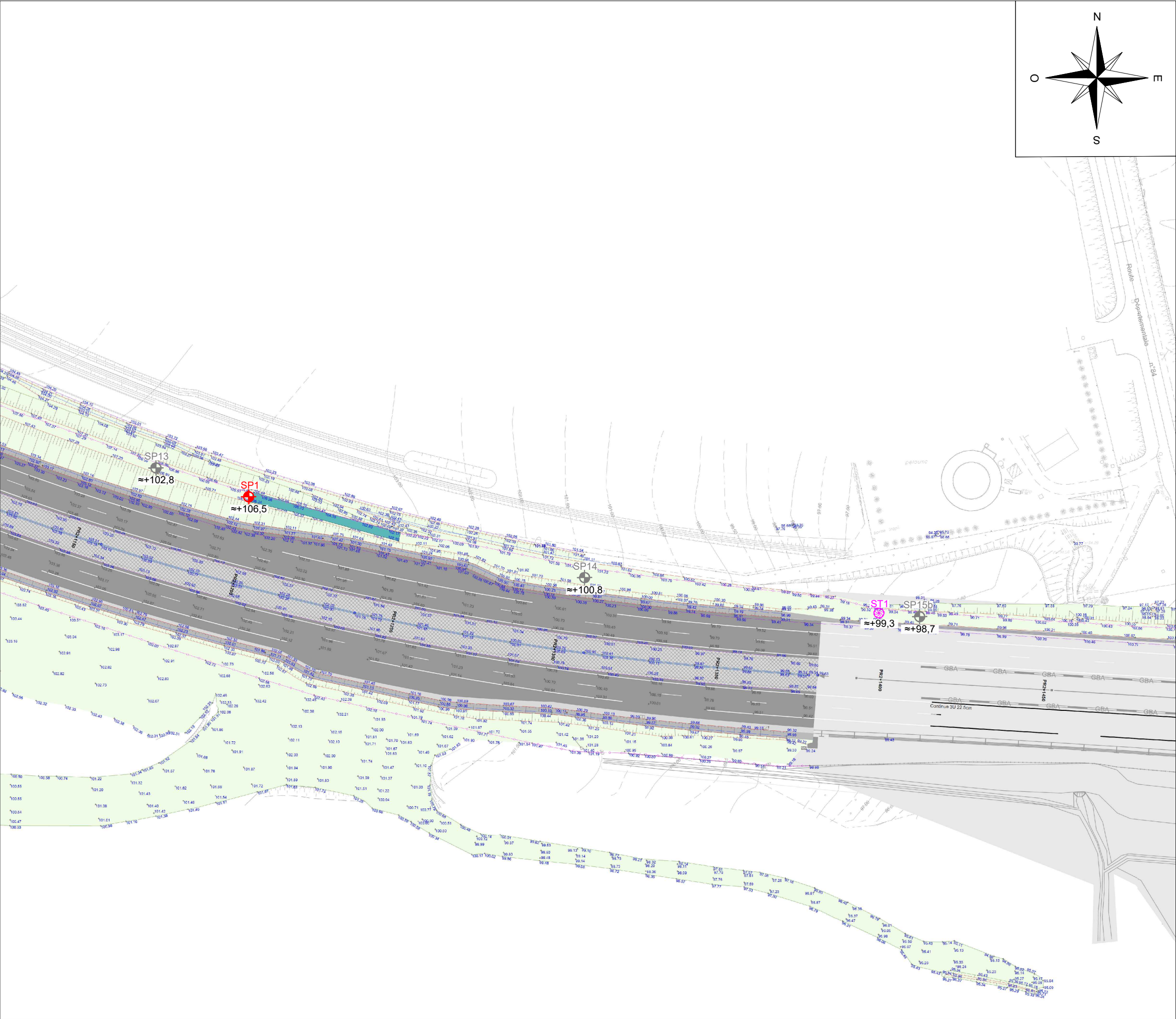
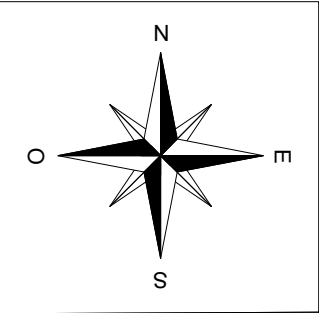
Construction d'un écran acoustique
Entre la D212 et la N1104
77990 LE MESNIL AMELOT

PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

Plan géomètre
Etat existant




- Planche 1/2 -

Etude N°	Mission	Date	Ing.	Echelle
25.13484/ES/GIF	G2-AVP	Juin 2025	Q.AZOU	





Légende

Intervention de GEOEXPERTS (2025)

-  Sondage pressiométrique
-  Sondage de reconnaissance géologique
-  Piézomètre

Intervention de GEOLIA (2022)

-  Sondage pressiométrique
-  Sondage carotté

La tête de chaque sondage a été rattachée sommairement aux cotes NGF (m) à l'aide du plan géomètre datant du 07/07/2023.

Maître d'Ouvrage

DRIEAT
137 rue de l'Abbé Groult
75015 PARIS



Cité Descartes - 11 rue Albert Einstein
77420 CHAMPS-SUR-MARNE
Tel. 01 64 61 87 87 - Fax. 01 64 61 17 39

ETUDE GEOLOGIQUE ET GEOTECHNIQUE
G2-AVP

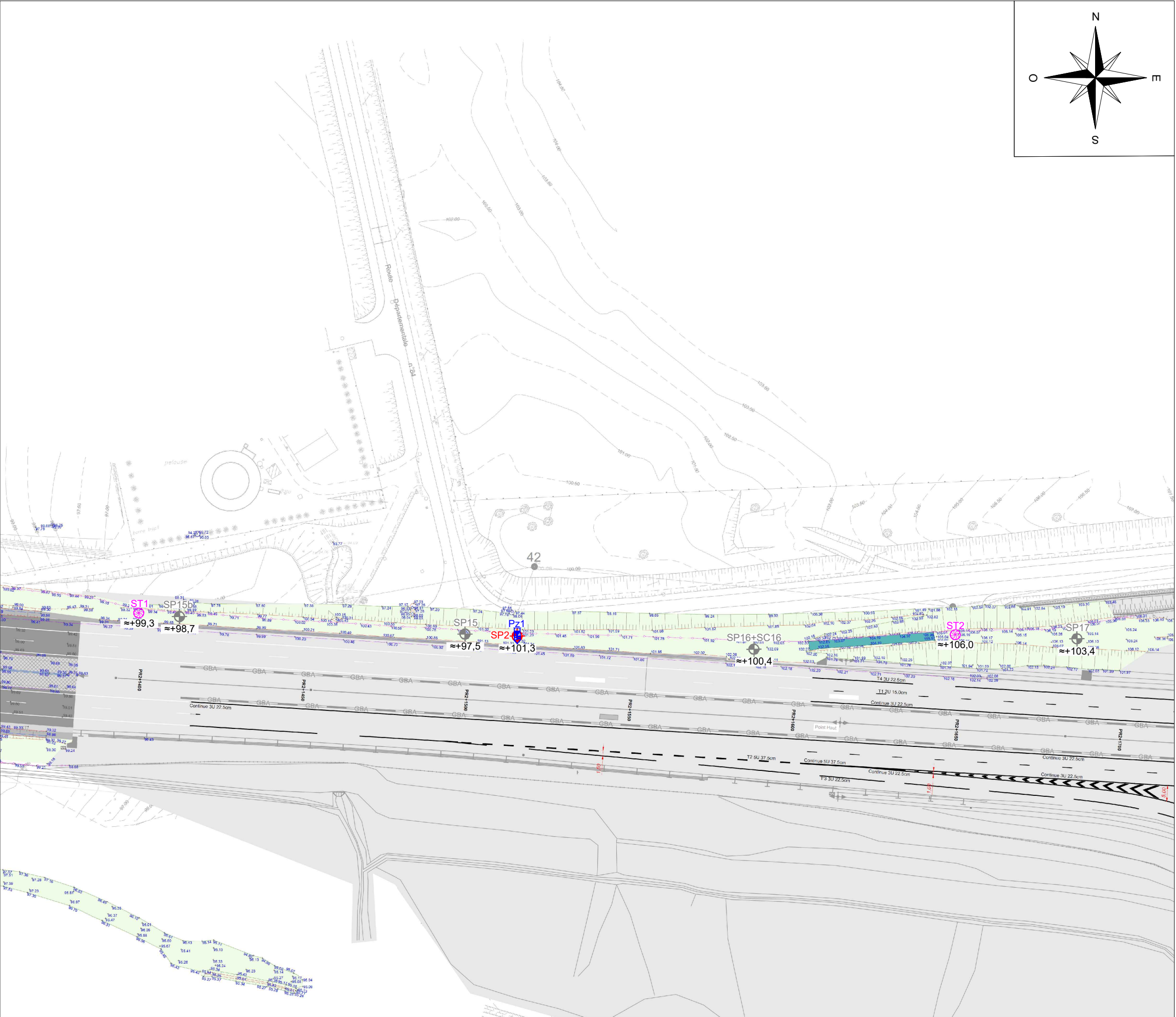
Construction d'un écran acoustique
Entre la D212 et la N1104
77990 LE MESNIL AMELOT

PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

Plan géomètre
Etat existant

- Planche 2/2 -

Etude N°	Mission	Date	Ing.	Echelle
25.13484/ES/GIF	G2-AVP	Juin 2025	Q.AZOU	



ANNEXE 4 : FICHES DES SONDAGES DE GEOEXPERTS
(CAMPAGNE DE 2025)

Description du dossier

Construction d'un mur acoustique

Chantier

Entre D212 et N104 - LE MESNIL AMELOT (77990)

Dossier

25.13484/ES/GIF - MISSION G2-AVP

Client

DRIEAT

Forage

SP1

Type de forage

Sondage pressiométrique

Machine

EMCI 3.50

Altitude NGF

106.5 m

Cote début

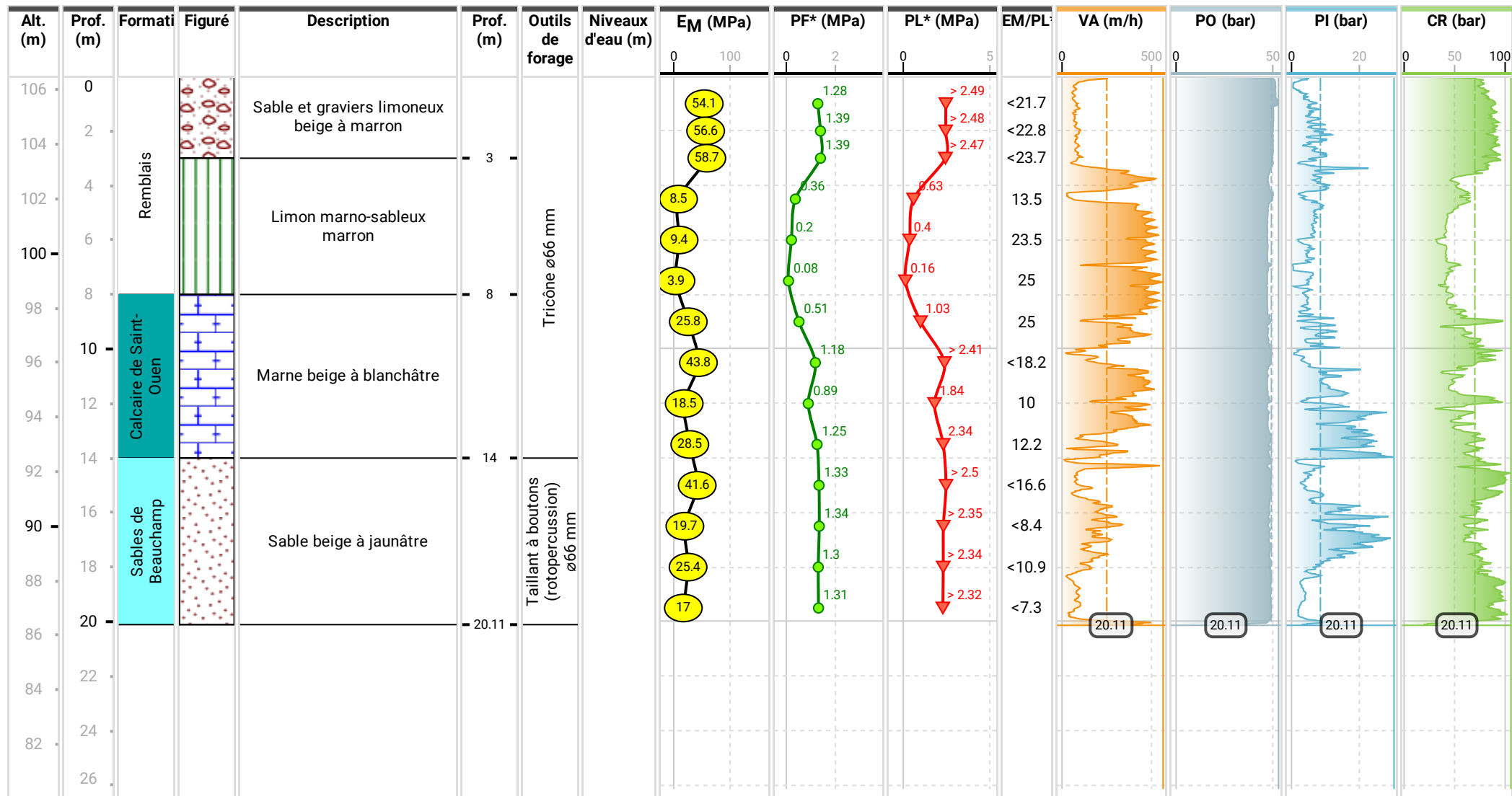
0 m

Cote fin

20.11 m

Date de fin

18/06/2025



Description du dossier

Construction d'un mur acoustique

Chantier

Entre D212 et N104 - LE MESNIL AMELOT (77990)

Dossier

25.13484/ES/GIF - MISSION G2-AVP

Client

DRIEAT

Forage

SP1 TC

Type de forage

Sondage pressiométrique

Machine

EMCI 3.50

Altitude NGF

106.5 m

Cote début

0 m

Cote fin

1.53 m

Date de fin

18/06/2025

Alt. (m)	Prof. (m)	Formati	Figuré	Description	Prof. (m)	Outils de forage	Niveaux d'eau (m)	EM (MPa)	PF* (MPa)	PL* (MPa)	EM/PL	VA (m/h)	PO (bar)	PI (bar)	CR (bar)
								0 100	0 2	0 5		0 500	0 50	0 20	0 50 100
106	0											1.53	1.53	1.53	1.53
104	2														
102	4														
100	6														
98	8														
96	10														
94	12														
92	14														
90	16														
88	18														
86	20														
84	22														
82	24														
	26														

Description du dossier

Construction d'un mur acoustique

Chantier

Entre D212 et N104 - LE MESNIL AMELOT (77990)

Dossier

25.13484/ES/GIF - MISSION G2-AVP

Client

DRIEAT

Forage

SP2

Type de forage

Sondage pressiométrique

Machine

EMCI 3.50

Altitude NGF

101.3 m

Cote début

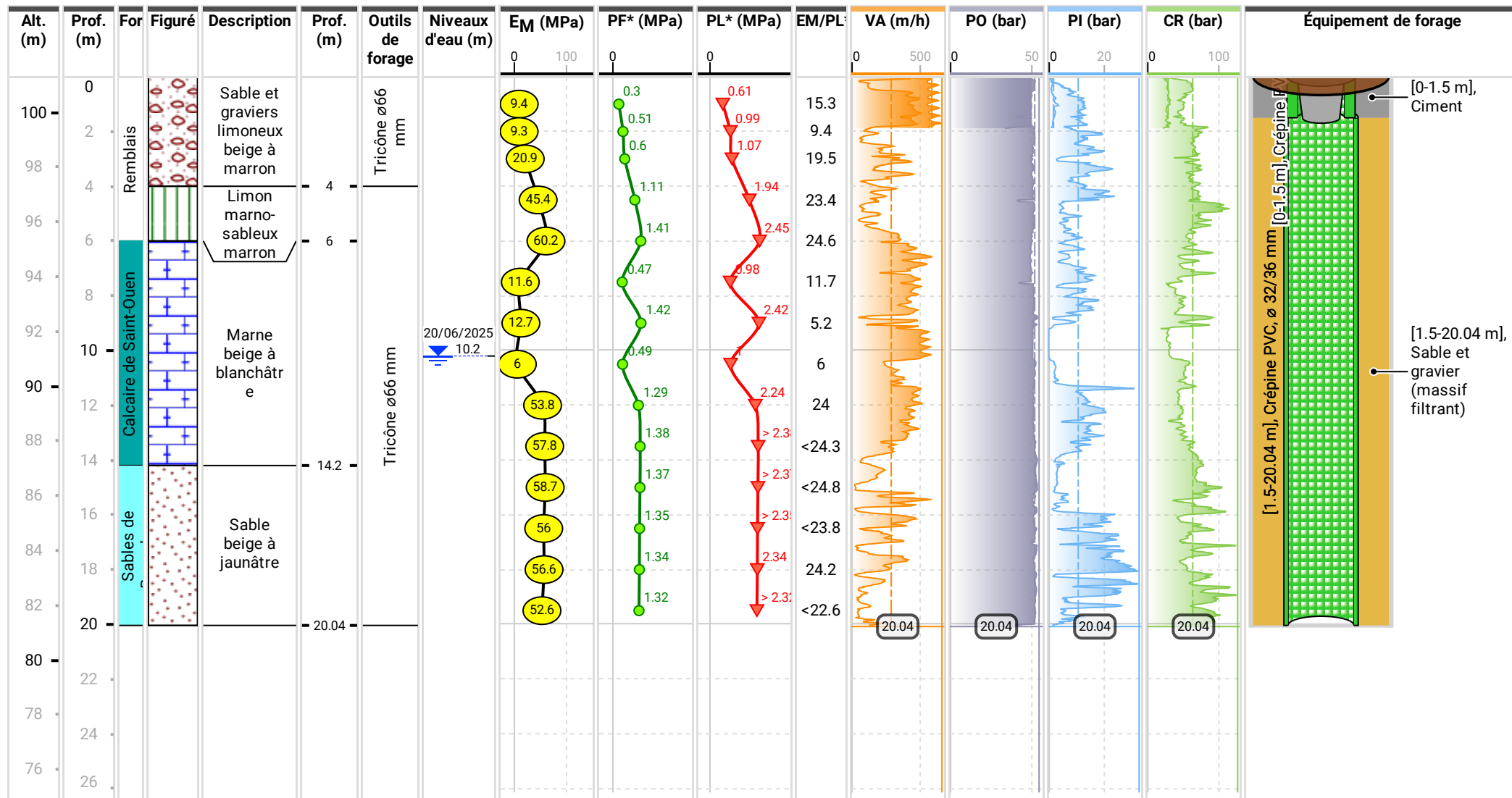
0 m

Cote fin

20.04 m

Date de fin

19/06/2025



Description du dossier

Construction d'un mur acoustique

Chantier

Entre D212 et N104 - LE MESNIL AMELOT (77990)

Dossier

25.13484/ES/GIF - MISSION G2-AVP

Client

DRIEAT

Forage

SP2 TC

Type de forage

Sondage pressiométrique

Machine

EMCI 3.50

Altitude NGF

101.3 m

Cote début

0 m

Cote fin

1.84 m

Date de fin

19/06/2025

Alt. (m)	Prof. (m)	Formati	Figuré	Description	Prof. (m)	Outils de forage	Niveaux d'eau (m)	EM (MPa)	PF* (MPa)	PL* (MPa)	EM/PL	VA (m/h)	PO (bar)	PI (bar)	CR (bar)
	0							0 100	0 2	0 5		0 500	0 50	0 20	0 50 100
100	2											1.84	1.84	1.84	1.84
98	4														
96	6														
94	8														
92	10														
90	12														
88	14														
86	16														
84	18														
82	20														
80	22														
78	24														
76	26														

Description du dossier

Construction d'un mur acoustique

Chantier

Entre D212 et N104 - LE MESNIL AMELOT (77990)

Dossier

25.13484/ES/GIF - MISSION G2-AVP

Client

DRIEAT

Forage

ST1

Type de forage

Sondage à la tarière

Machine

EMCI 3.50

Altitude NGF

99.3 m

Cote début


0 m

Cote fin

5 m

Date de fin

16/06/2025

Alt. (m)	Prof. (m)	Formation	Figuré	Description	Prof. (m)	Outils de forage	Niveaux d'eau (m)
99	0	Remblais		Sable et graviers limoneux beige à marron	2	Taillant hélicoïdal ø100 mm	
98.5	0.5						
98	1						
97.5	1.5						
97	2						
96.5	2.5						
96	3						
95.5	3.5						
95	4						
94.5	4.5						
	5			Limon marno-sableux marron	5		

Description du dossier

Construction d'un mur acoustique

Chantier

Entre D212 et N104 - LE MESNIL AMELOT (77990)

Dossier

25.13484/ES/GIF - MISSION G2-AVP

Client

DRIEAT

Forage

ST2

Type de forage

Sondage à la tarière

Machine

EMCI 3.50

Altitude NGF

106 m

Cote début


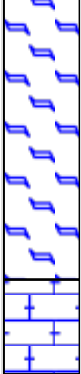
0 m

Cote fin

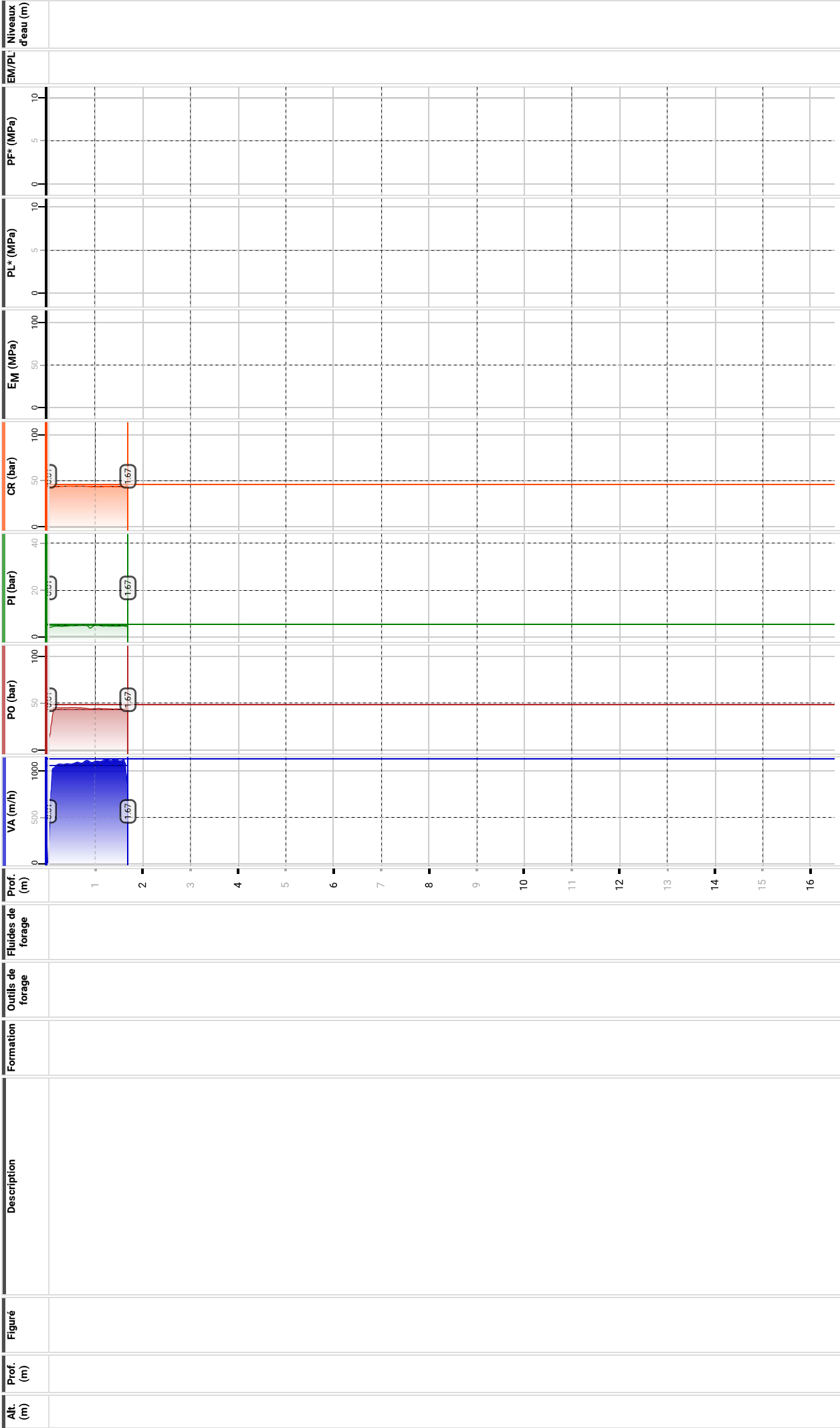
5 m

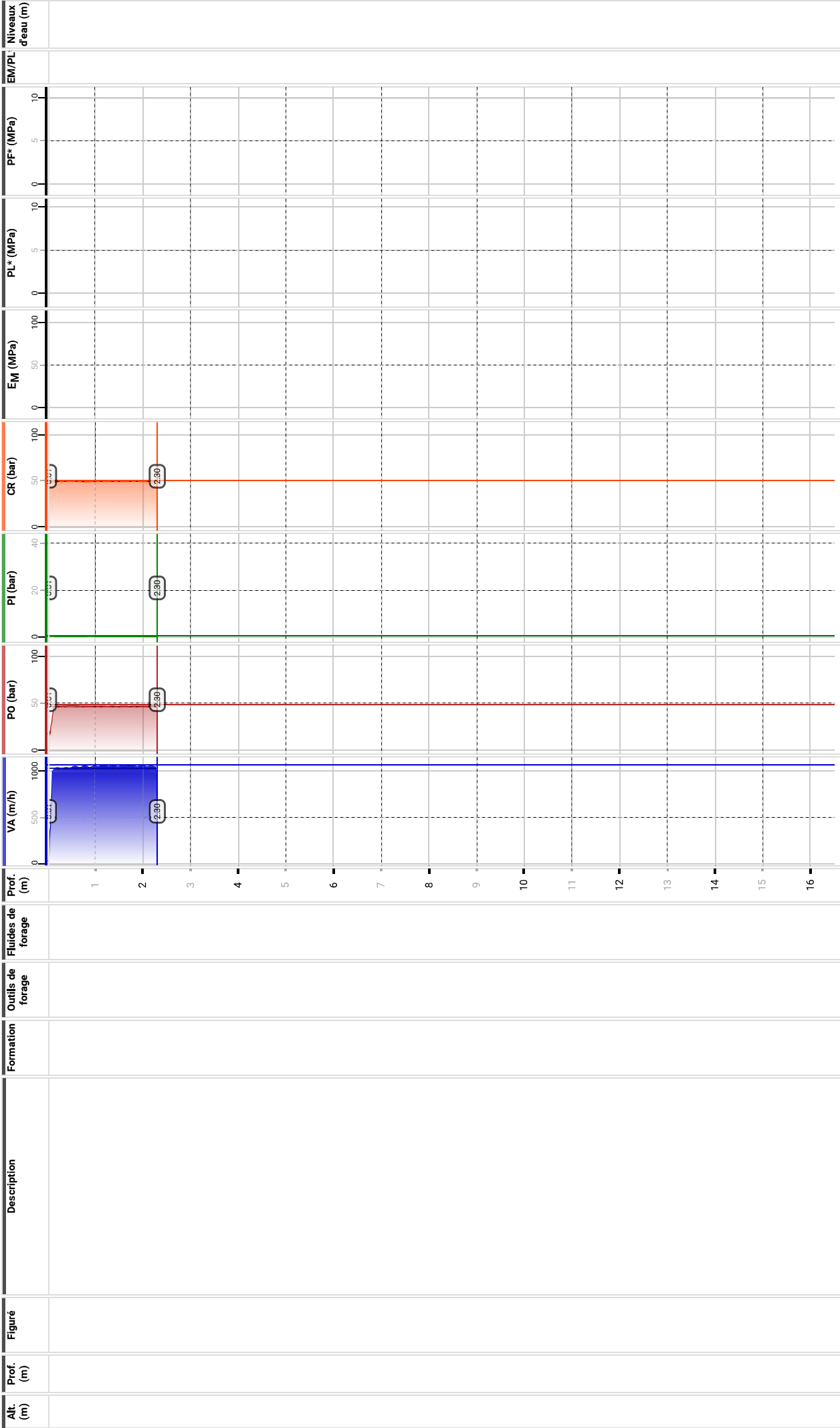
Date de fin

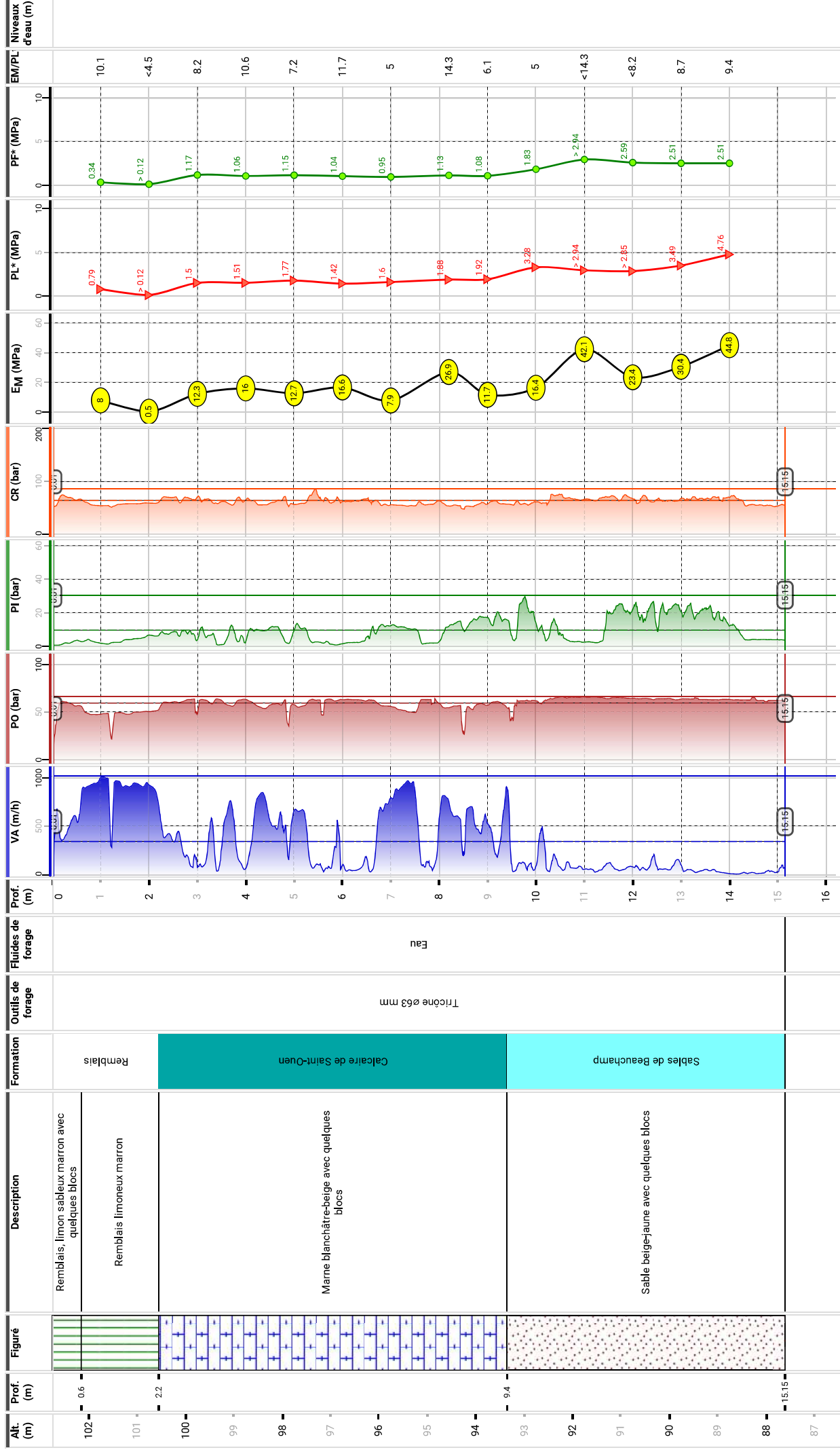
16/06/2025

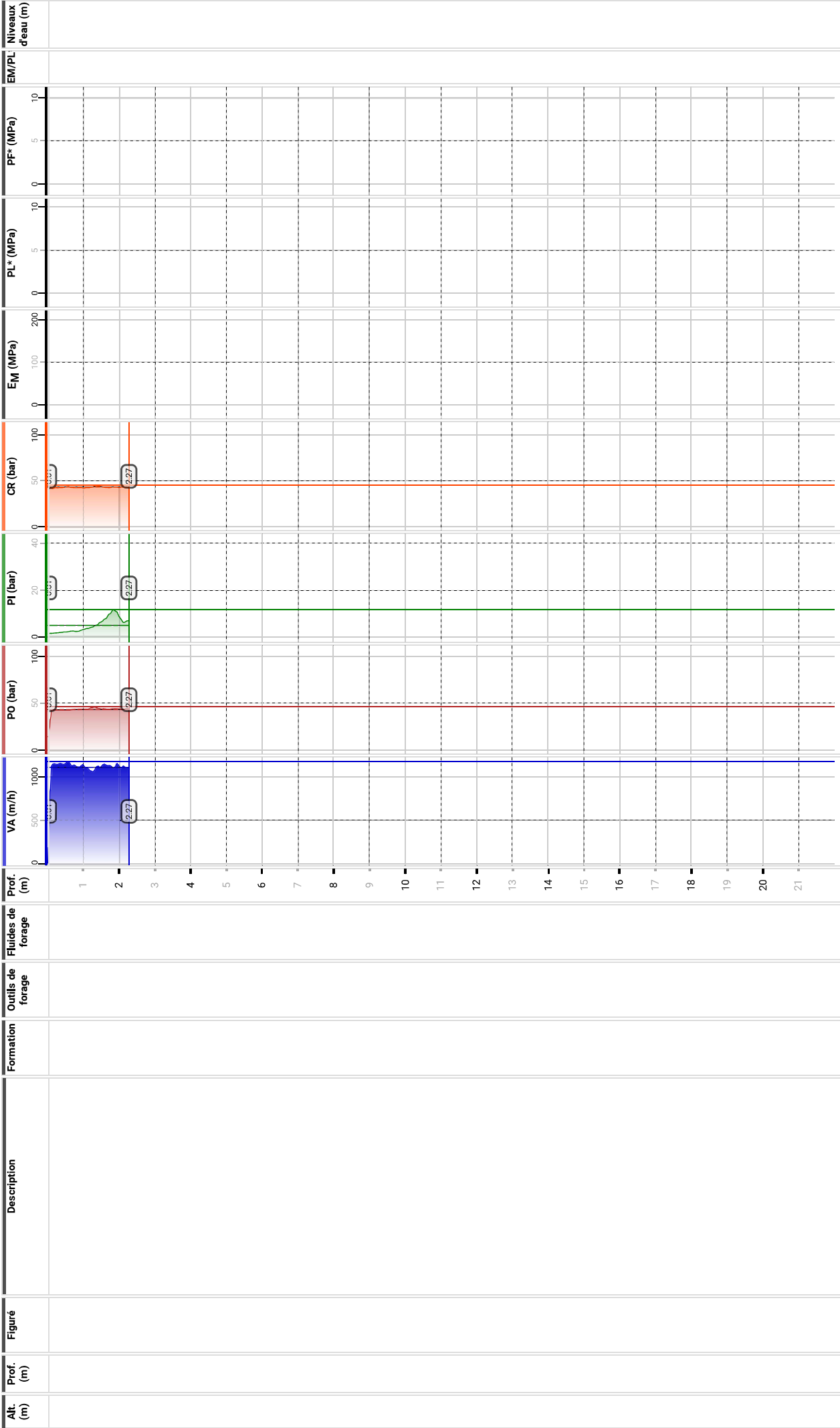
Alt. (m)	Prof. (m)	Formation	Figuré	Description	Prof. (m)	Outils de forage	Niveaux d'eau (m)
106	0	Remblais		Sable et graviers limoneux beige à marron	3	Taillant hélicoïdal ø100 mm	
105.5	0.5						
105	1						
104.5	1.5						
104	2						
103.5	2.5	Calcaire de Saint-Ouen		Limon marno-sableux marron	4.5		
103	3						
102.5	3.5						
102	4						
101.5	4.5						
101	5			Marne beige à blanchâtre	5		

**ANNEXE 5 : FICHES DES SONDAGES DE GEOLIA (CAMPAGNE
DE 2022)**









Forage

SP14 EV

Dossier

PA22 4849-15

Chantier

Le Mesnil-Amelot

Client

DRIEA IF/DIRIF/SGPR/DTR/UAR

Paramètres de forage

Date de début

18/05/2022

Cote début

0.01 m

Date de fin

18/05/2022

Cote fin

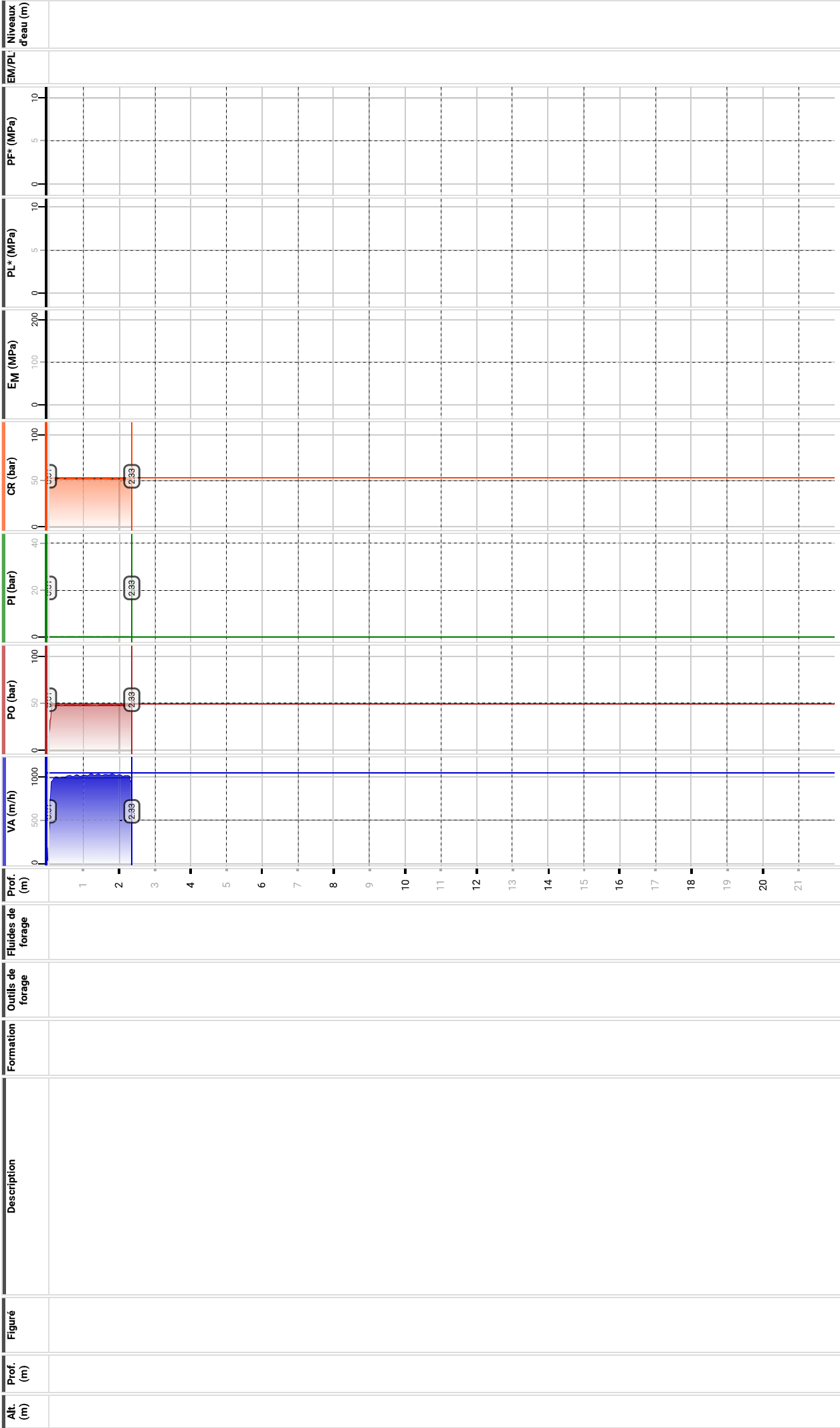
2.33 m

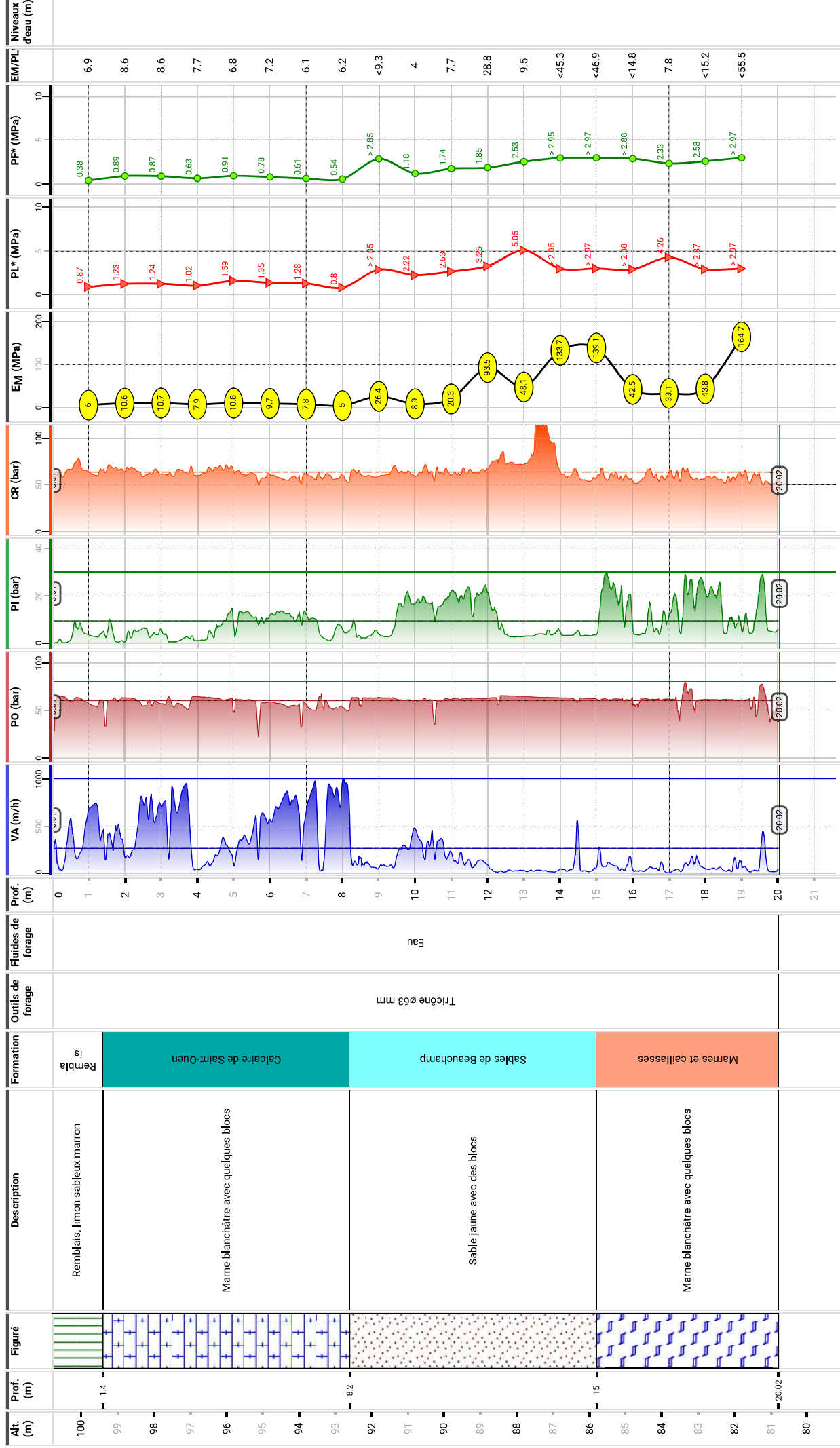
Opérateur

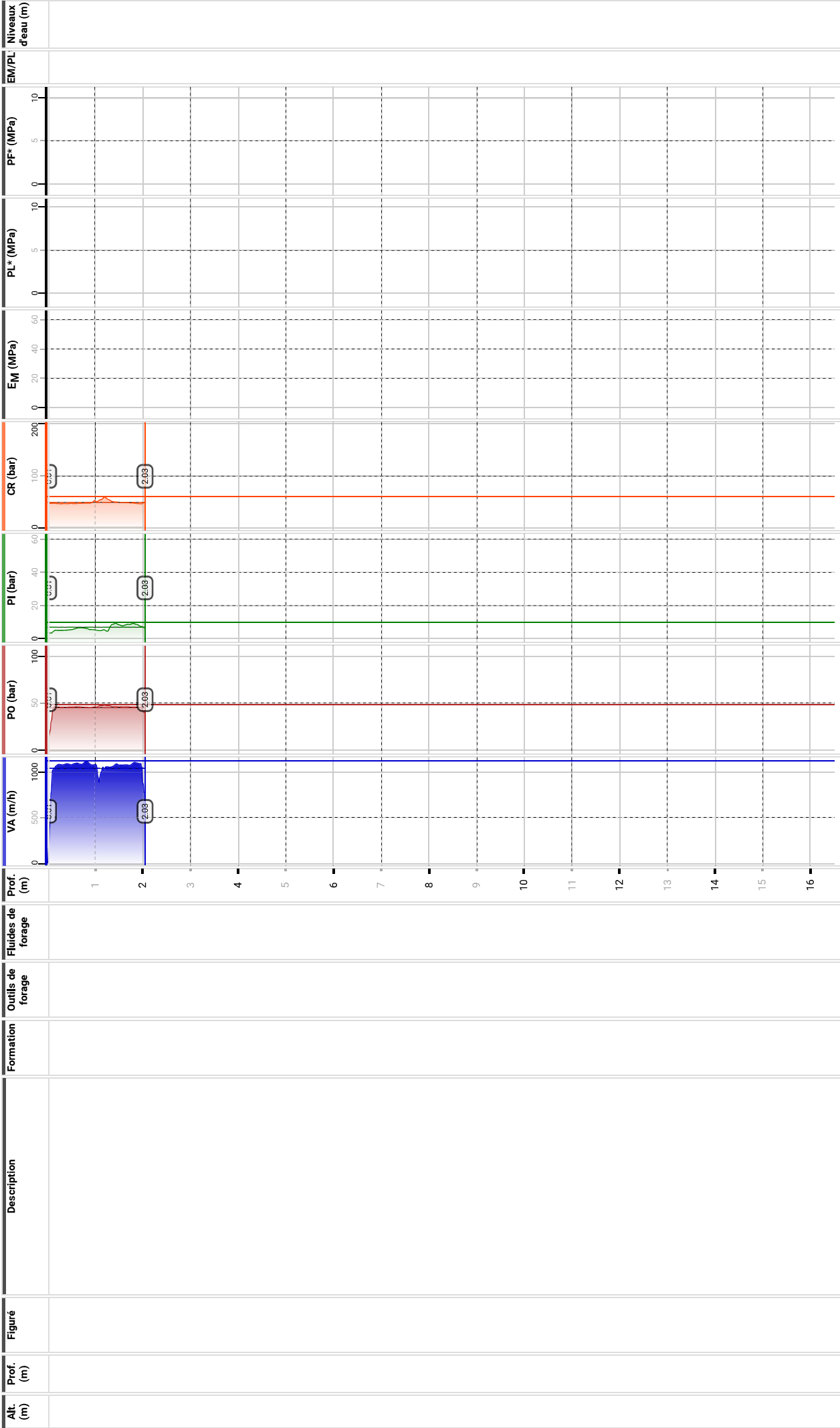
Geobis

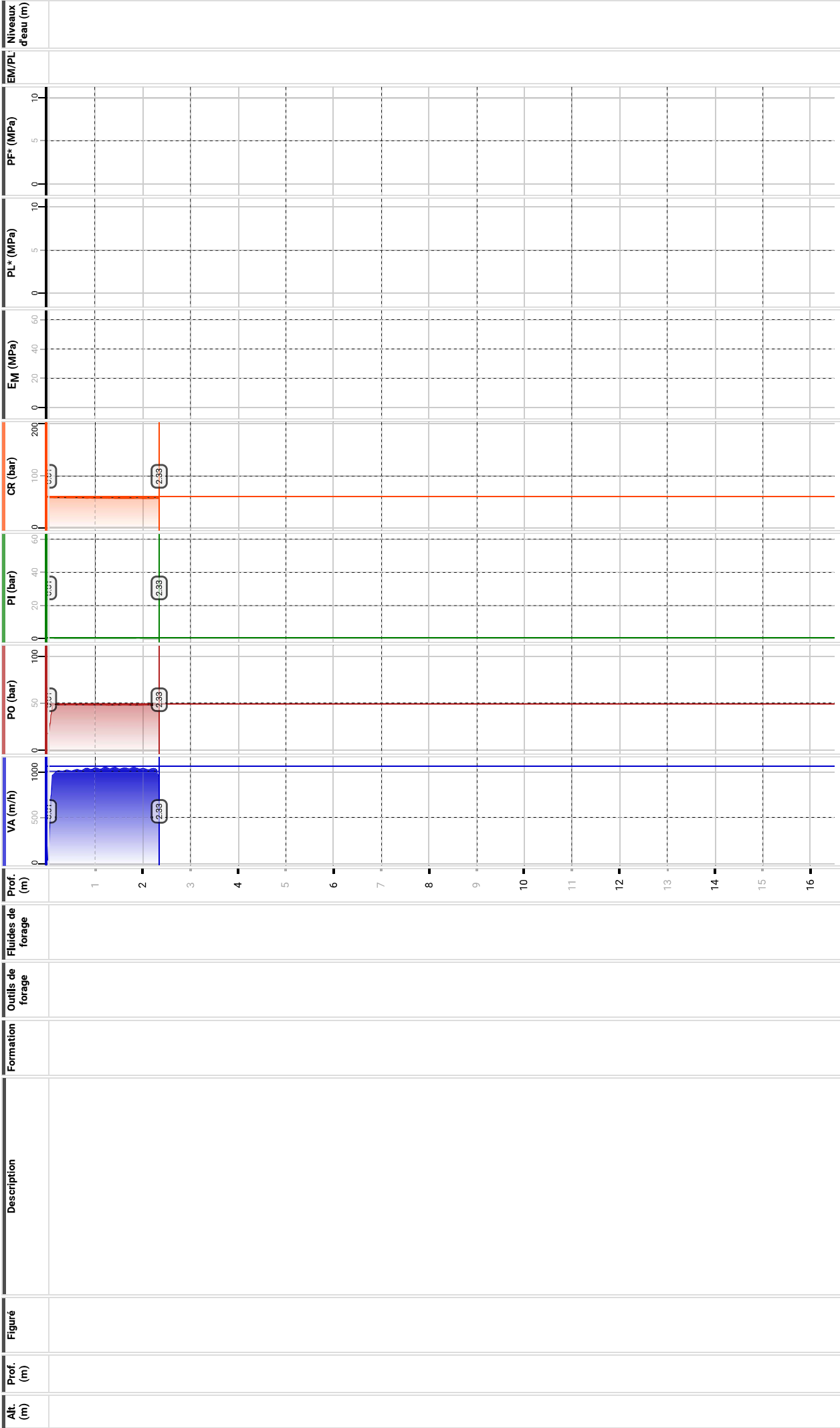
Machine

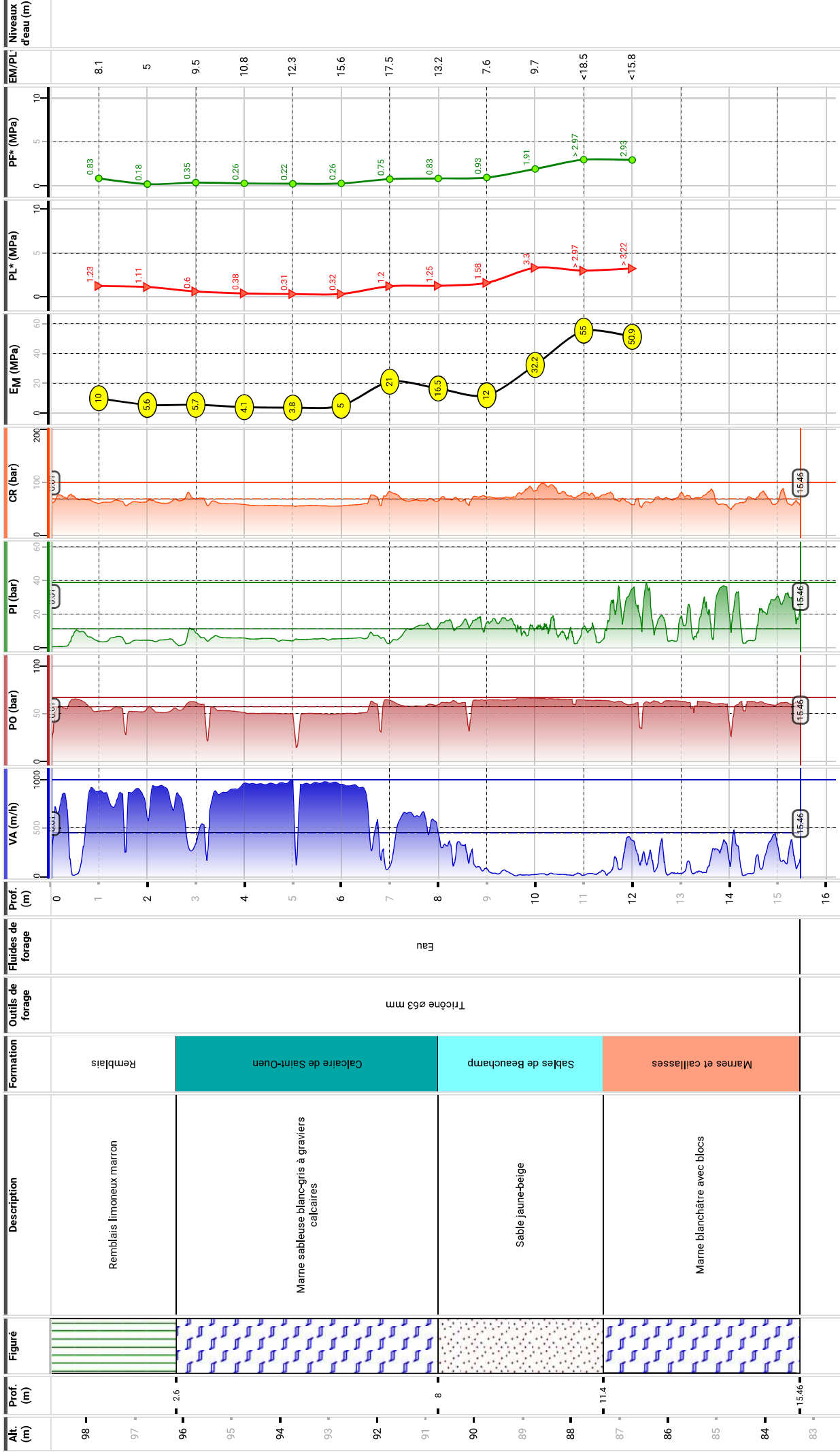
DC 2.8

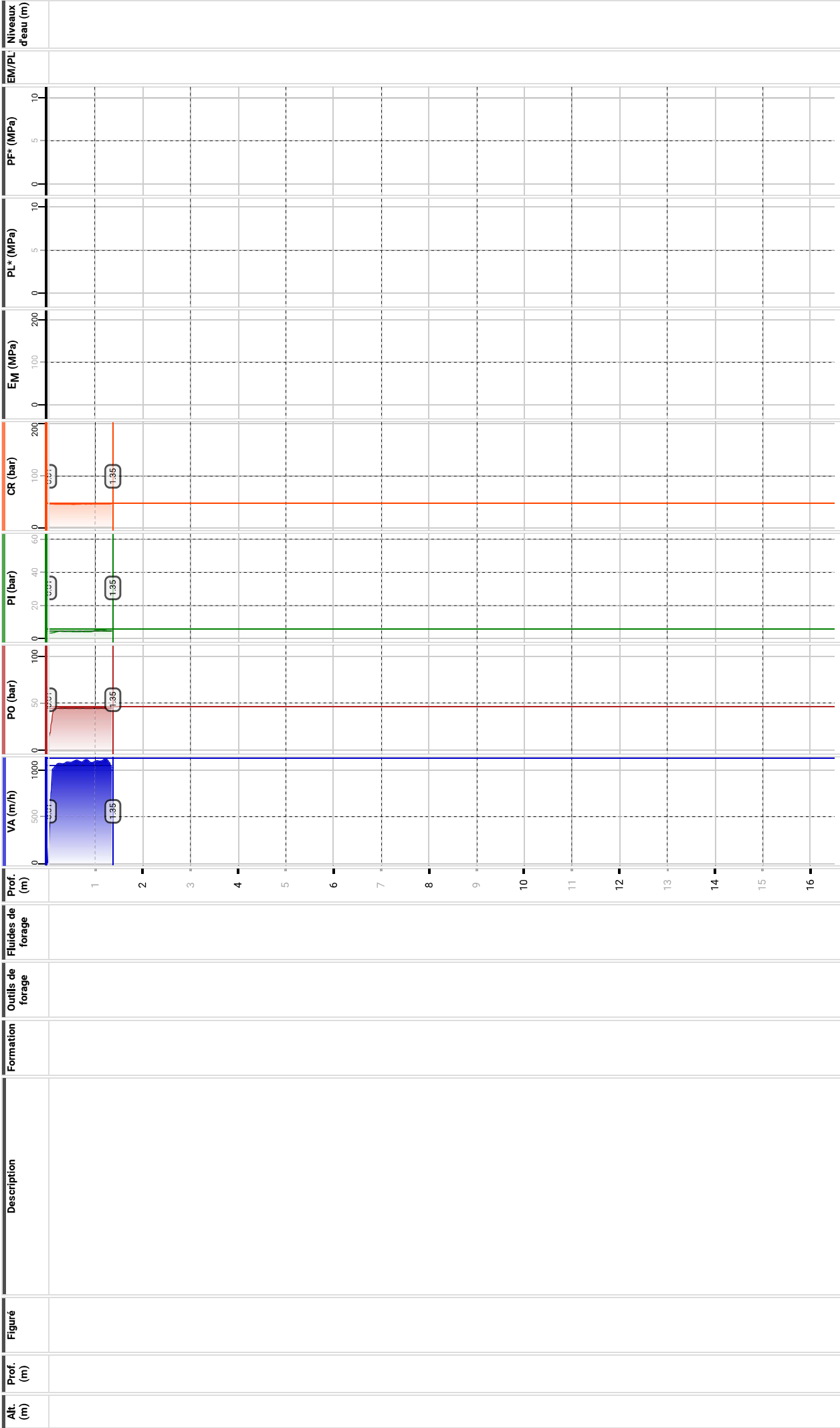


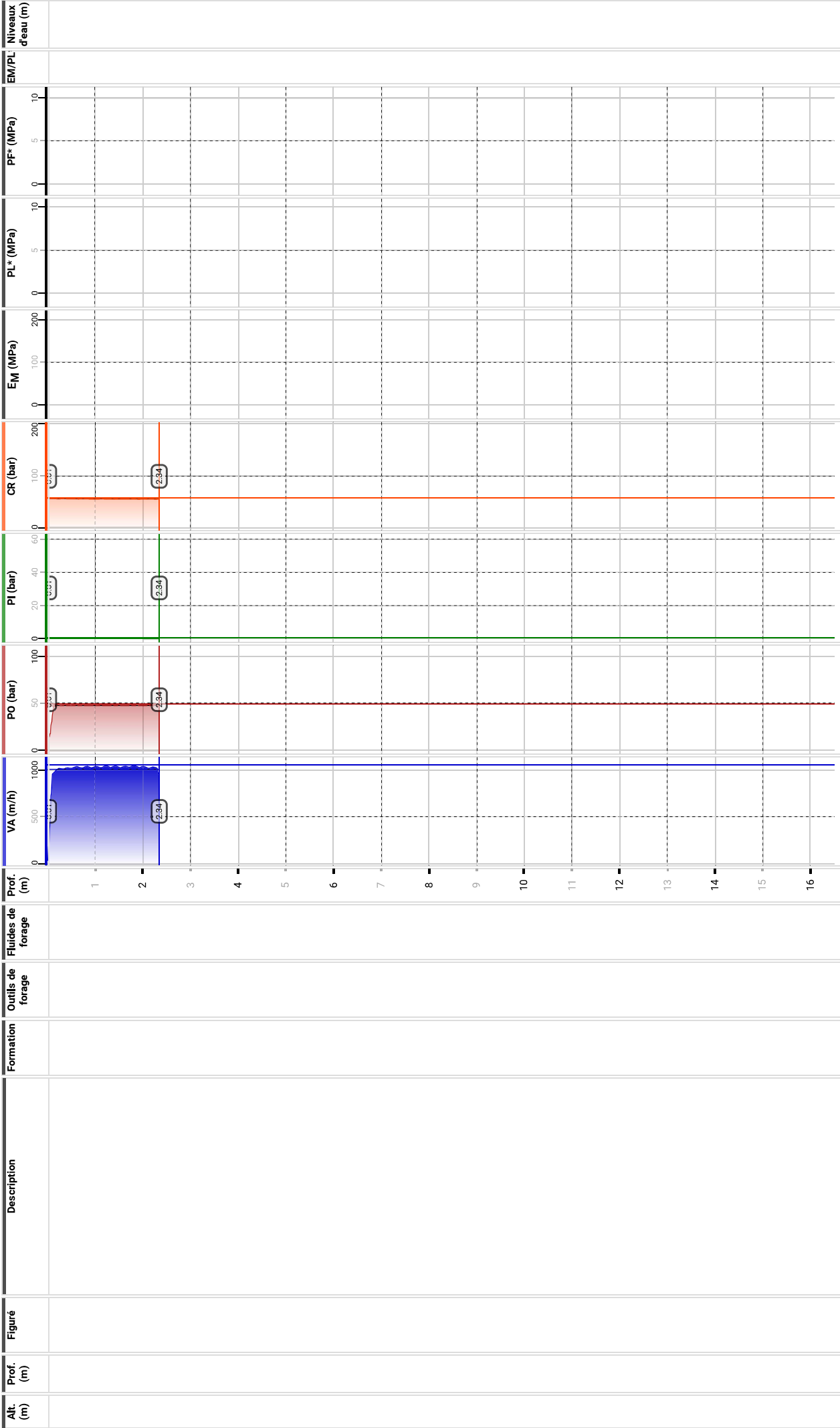










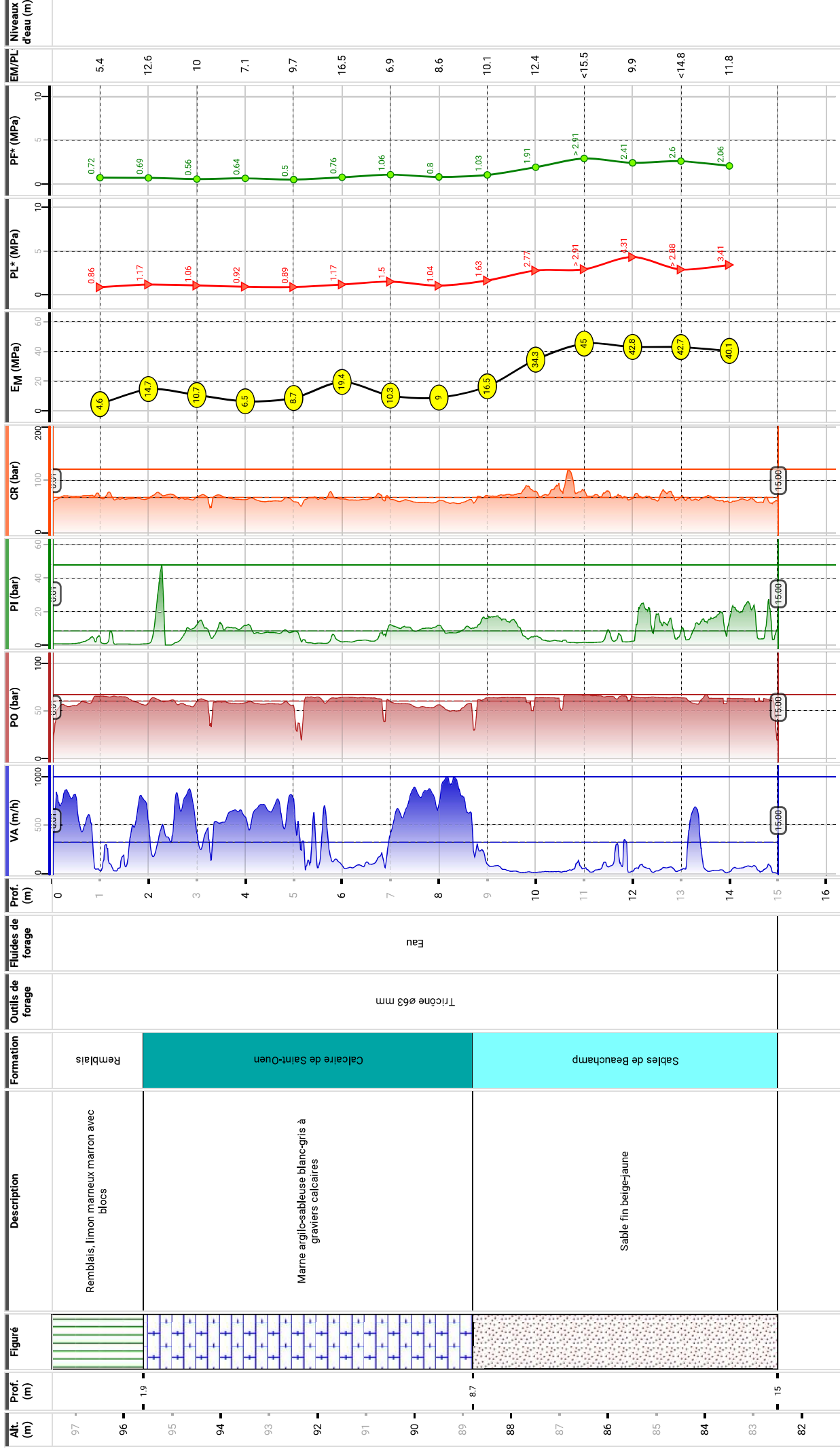


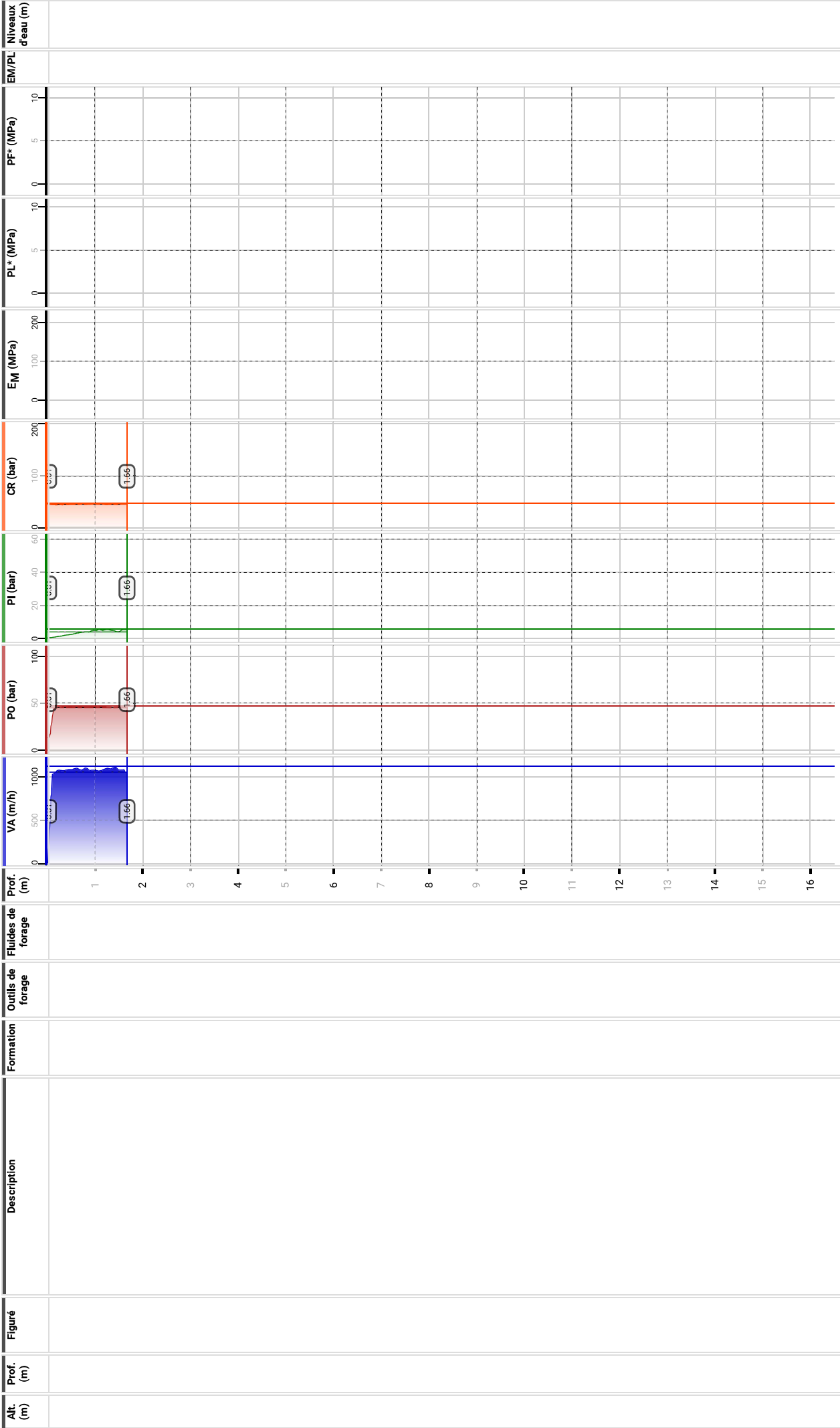
X
1670427,155

Y
8201563,718

Altitude NGF
97.492 m

Client
DRIEA IF/DIRIF/SGPR/DTR/UAR





Forage

SP16 EV

Dossier

PA22 4849-15

Chantier

Le Mesnil-Amelot

Client

DRIEA IF/DIRIF/SGPR/DTR/UAR

Paramètres de forage

Cote début

0.01 m

Cote fin

2.34 m

Machine

DC 2.8

Date de début

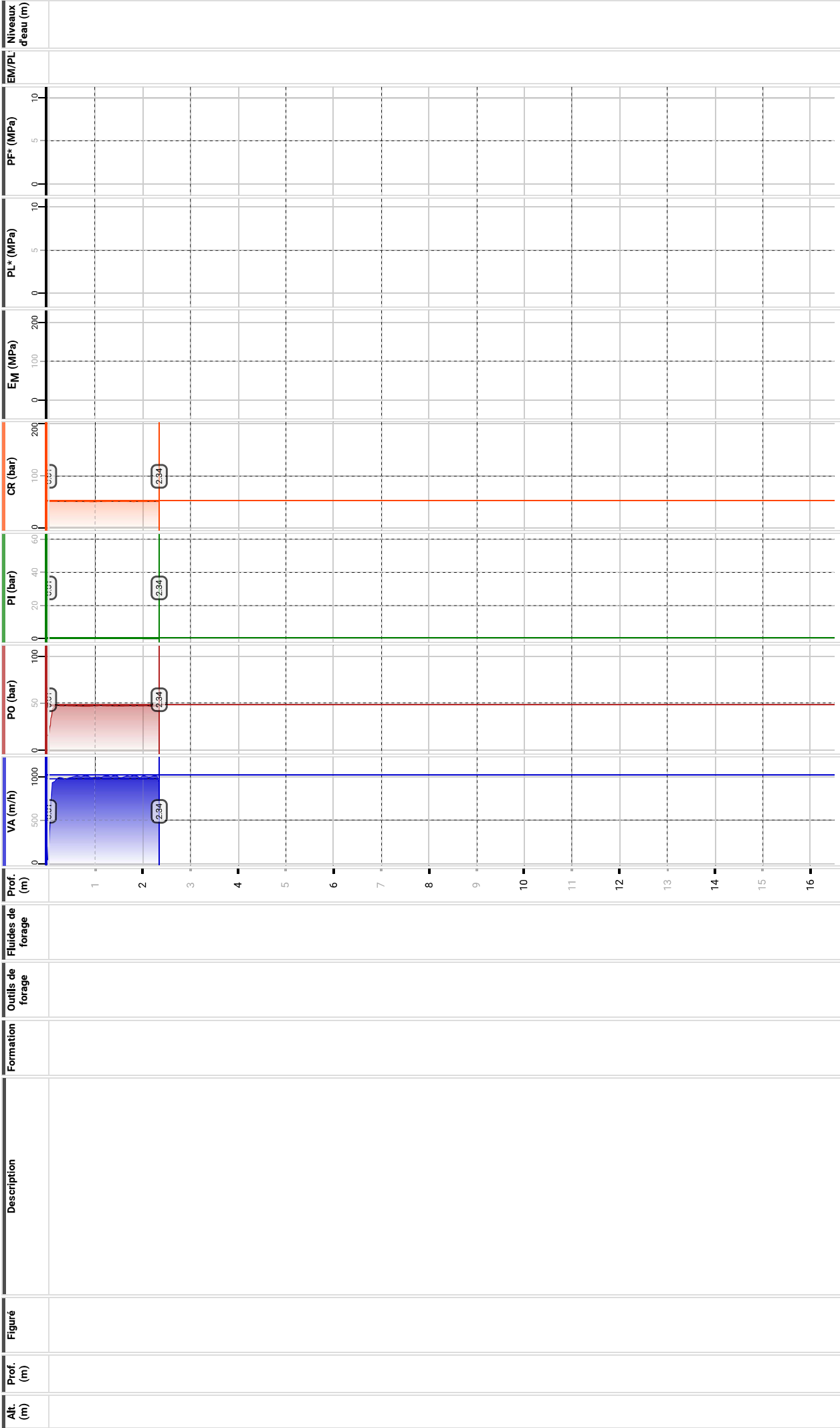
02/05/2022

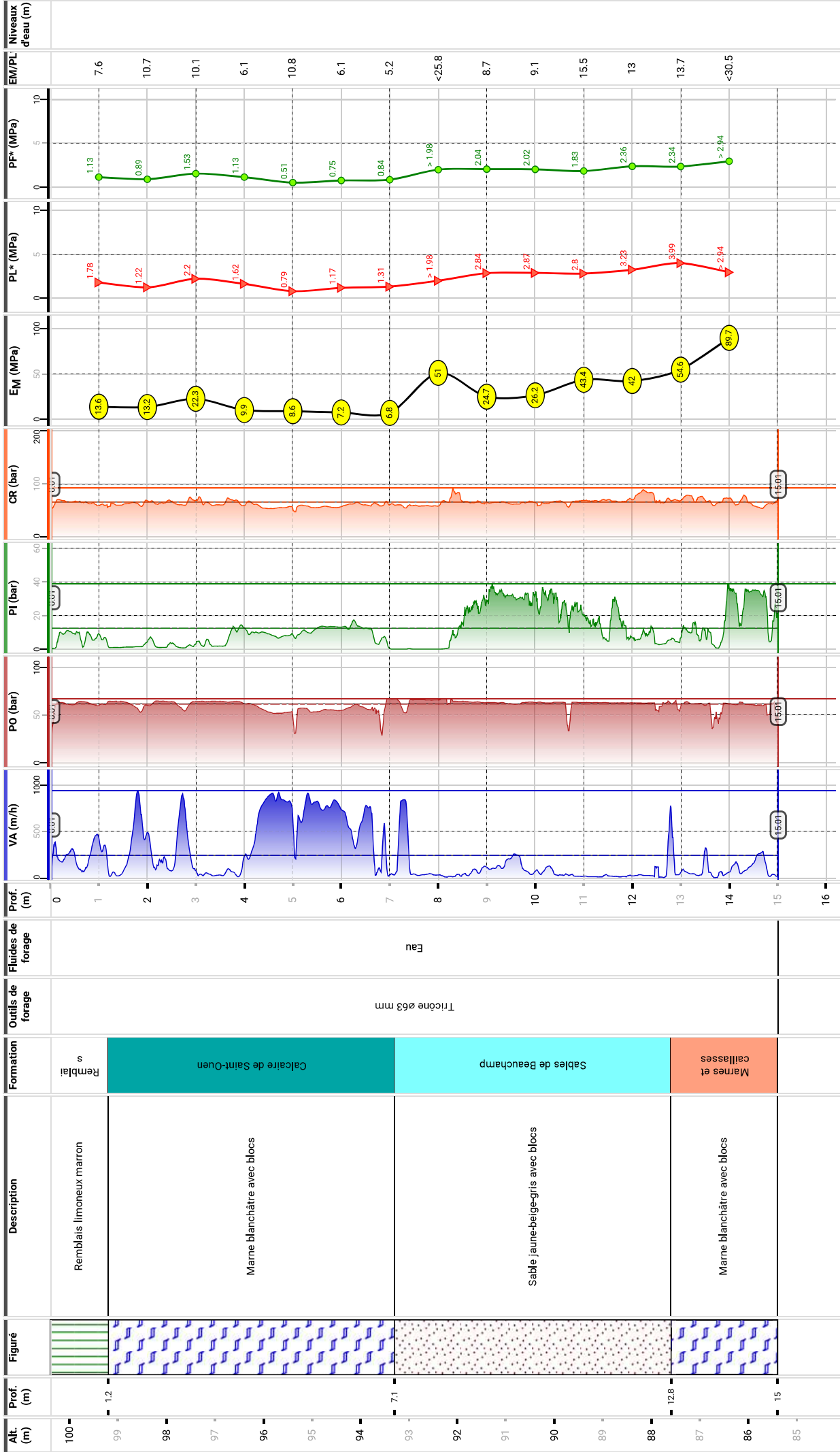
Date de fin

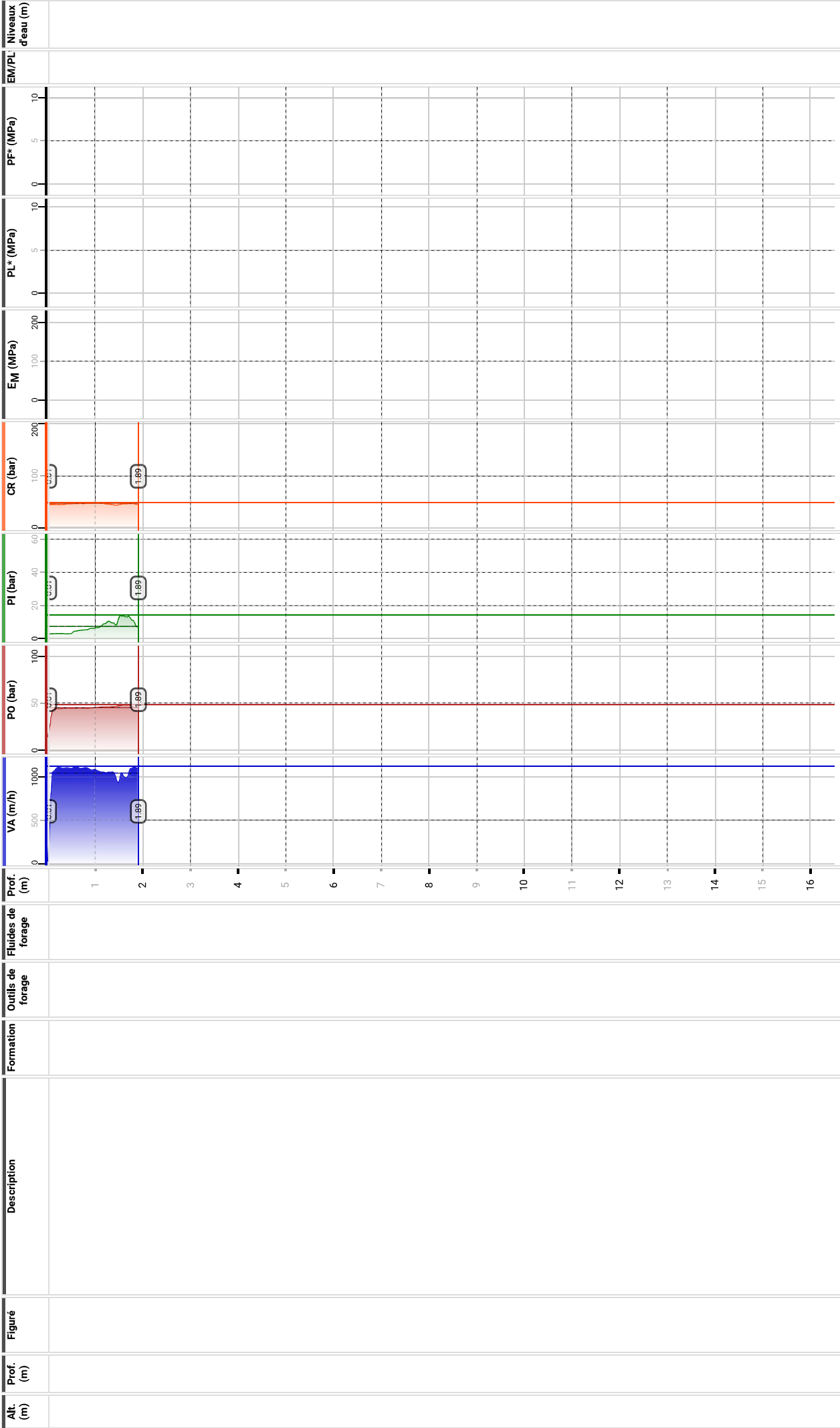
02/05/2022

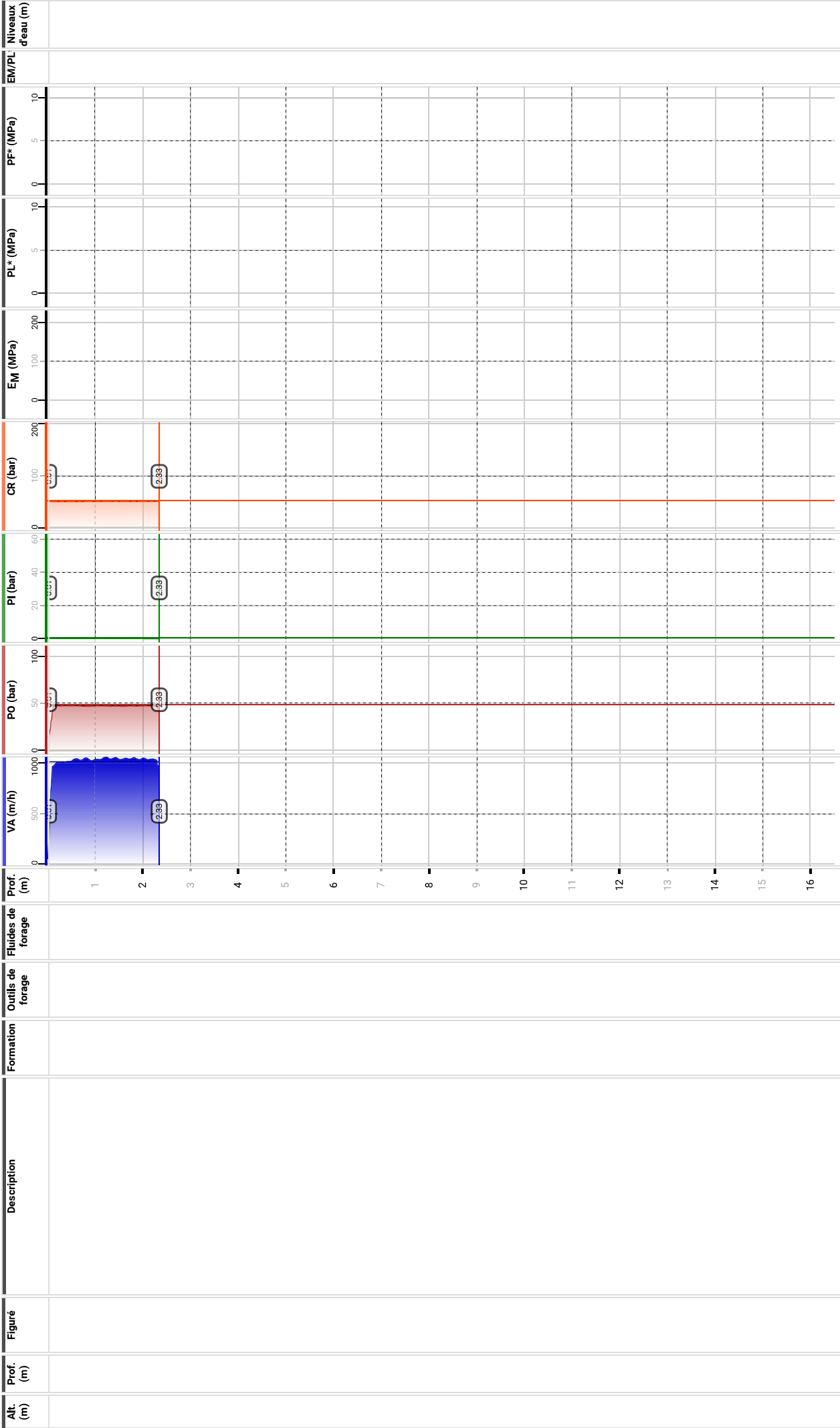
Opérateur

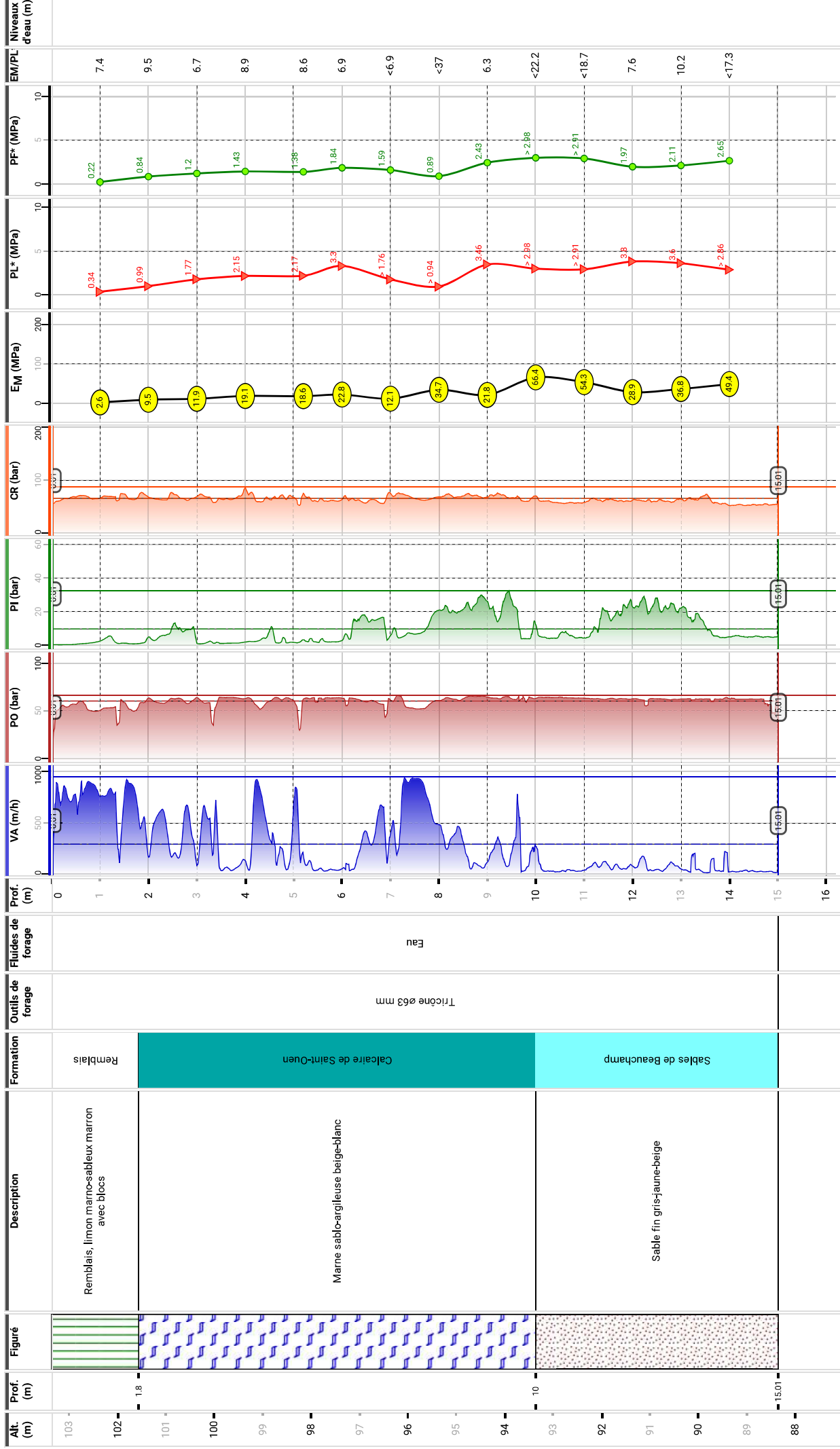
Geobis











X

1670533,166

Y

8201557,067

Altitude NGF
100.544 m

Client
DRIEA IF/DIRIF/SGPR/DTR/UAR

Alt. (m)	Prof. (m)	Figuré	Description	Formation	Outils de forage	Fluides de forage	Prof. (m)	Numéro d'échantillon	TCR
100	0.18		Remblais limon argileux marron avec terre végétale, herbes et débris divers	Remblais	Carottier simple ø14 mm	Absence de fluide	0	Caisse 1	100
99	1		Remblais, argile limono-marneuse gris-brun indurée avec graviers, débris divers et morceaux d'enrobé				1		
98	1.85		Marne argileuse blanc-gris ferme à graviers calcaires				2		
97	2.67		Sable fin à moyen marne-argileux blanc-gris à graviers calcaires				3		
96	3		Marne argileuse beige-blanc indurée à graviers calcaires				4		
95	3.85		Marne argileuse blanc-gris molle à ferme à blocs et graviers calcaires, avec inclusions noirâtres (aucun odeur)				5		
94	4.43		Sable fin marne-argileux blanc-verdâtre à graviers calcaires				6		
93	4.65		Marne argilo sableuse blanc-verdâtre ferme				7		
92	5.26		Sable fin verdâtre-brun				8		
91	6.42		Marne sablo-argileuse beige-brun ferme				9		
90	7		Marne argilo-sableuse brun-blanc-gris indurée à graviers calcaires	Calcaire de Saint-Ouen	Carottier simple ø14 mm	Absence de fluide	10	Caisse 3	100
89	7.84		Sable fin argilo-marneux beige-brun ferme				11		
88	9.84		Marne sableuse blanc-beige indurée avec blocs et graviers calcaires				12		
87	10.26		Sable moyen marneux à blocs et graviers calcaires				13		
86	11		Sable fin marneux beige molle à ferme à blocs et graviers calcaires				14		
85	12		Sable fin marneux beige-brun à passages argileux				15		
				Sables de Beauchamp			16	Caisse 4	100

**ANNEXE 6 : PROCES-VERBAUX DES ESSAIS ET ANALYSES DE
SOL EN LABORATOIRE**

Le Mesnil-Amelot

SONDAGE CAROTTÉ SC16

Caisse n°1 de 0 à 3.0 m



SONDAGE CAROTTÉ SC16

Caisse n°2 de 3.0 à 6.0 m



Le Mesnil-Amelot

SONDAGE CAROTTÉ SC16 Caisse n°3 de 6.0 à 9.0 m



SONDAGE CAROTTÉ SC16 Caisse n°4 de 9.0 à 12.0 m



PROCES VERBAL D'ESSAI

N° du dossier : 25.4018

Client : GEOEXPERTS

Nom du chantier : LE MESNIL AMELOT

Nature : Argile limneuse à grain calcaire brun HCL+

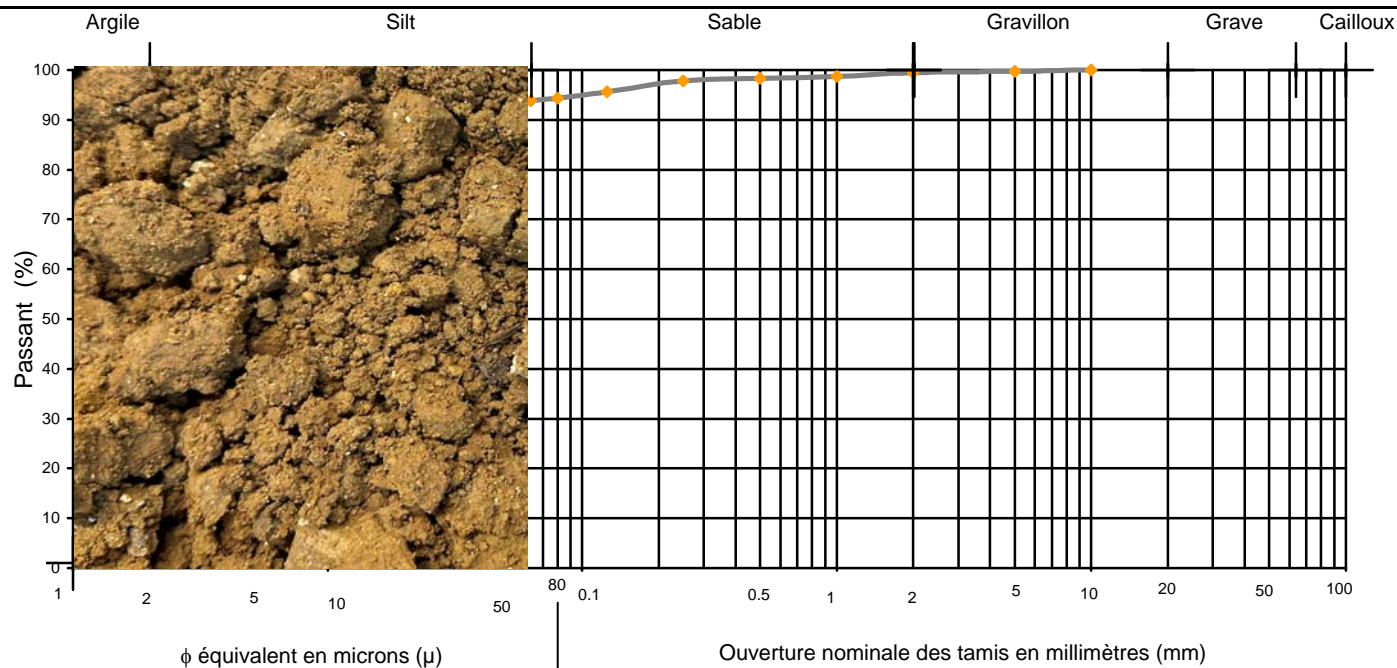
N° Sondage : **ST1**

Profondeur (m) : 4.00/5.00

Prélevé (m) : **4.00/5.00**

Programme : 25/06/2025

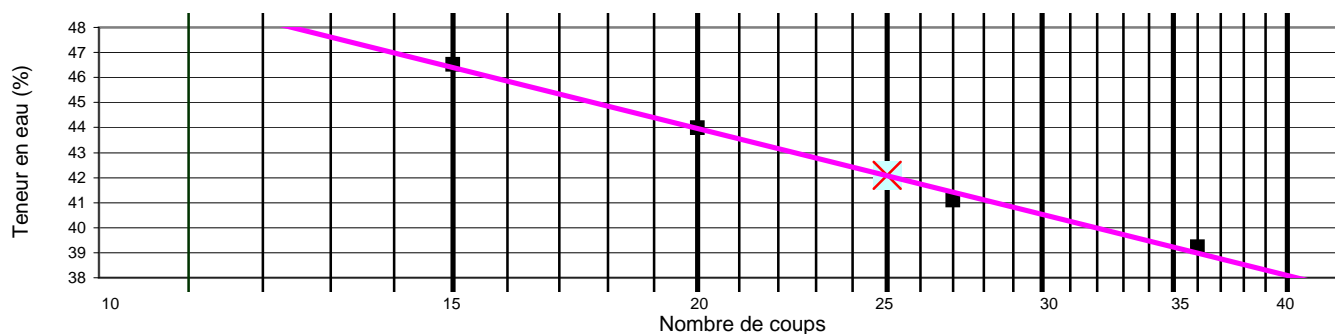
ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE ET PAR SEDIMENTOMETRIE NFP 94-056 et NFP 94-057



φ des tamis (mm)	63	50	40	31.5	20	10	5	2	1	0.5	0.25	0.125	0.080	0.063
Passant (%)						100.0	99.7	99.4	98.7	98.3	97.8	95.6	94.3	93.8

LIMITES D'ATTERBERG NFP 94-051

	LIQUIDITE					PLASTICITE		W naturelle =		21.0	%	
Nombre de coups	15	20	27	36								
N° de la tare	A	B	C	D		1	2	Limite liquidité WI =		42	%	
Poids total humide	39.26	36.47	36.62	40.01		31.26	32.26	Limite plasticité Wp =		18	%	
Poids total sec	27.00	25.52	26.14	28.92		28.26	29.15	Indice plasticité Ip =		24		
Poids de la tare	0.64	0.62	0.64	0.64		11.88	12.35	Indice consistance Ic =		0.89		
Poids net de l'eau	12.26	10.95	10.48	11.09		3.00	3.11		D ₆₀ =		mm	
Poids net matériau sec	26.36	24.90	25.50	28.28		16.38	16.80		D ₁₀ =		mm	
Teneur en eau (%)	46.5	44.0	41.1	39.2		18.3	18.5		Cu =			



Classification GTR NFP 11.300

A2 th

Classification GTR MAI 2023

F3 h

PROCES VERBAL D'ESSAI

N° du dossier : 25.4018

Client : GEOEXPERTS

Nom du chantier : LE MESNIL AMELOT

Nature : Argile sablo limoneuse à calcaire brun HCL+

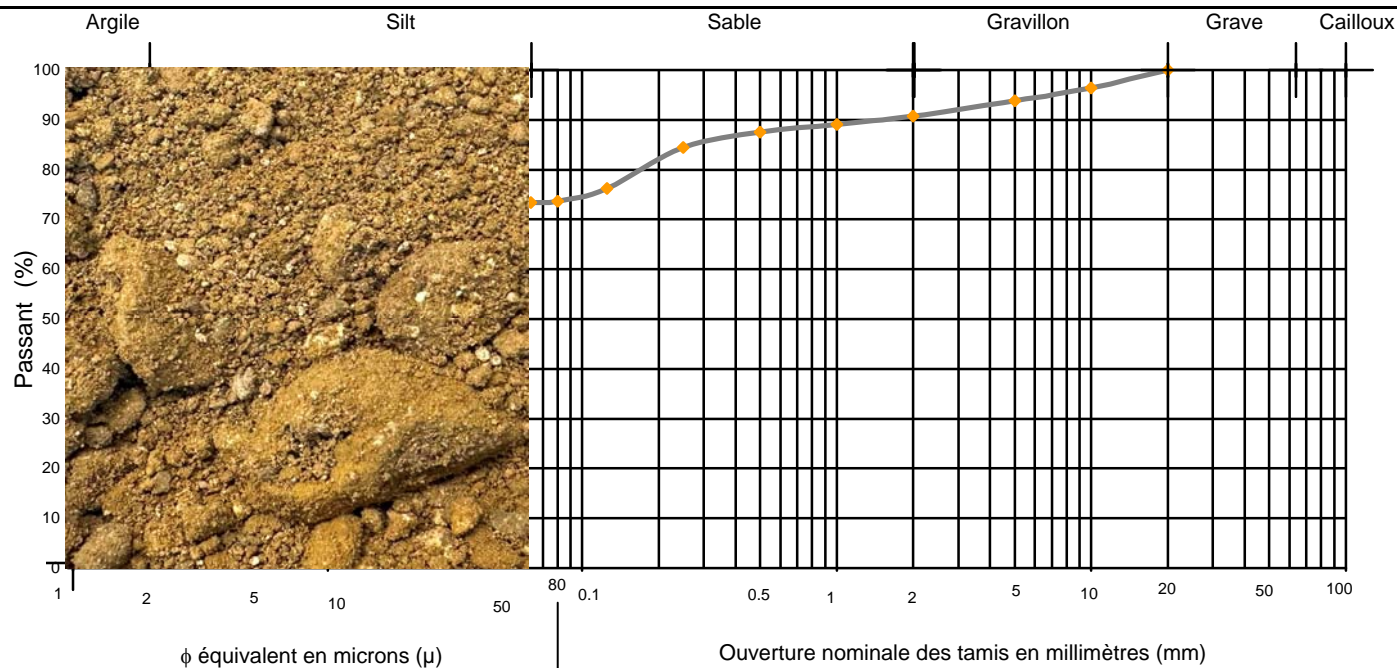
N° Sondage : **ST2**

Profondeur (m) : 4.00/5.00

Prélevé (m) : **4.00/5.00**

Programme : 25/06/2025

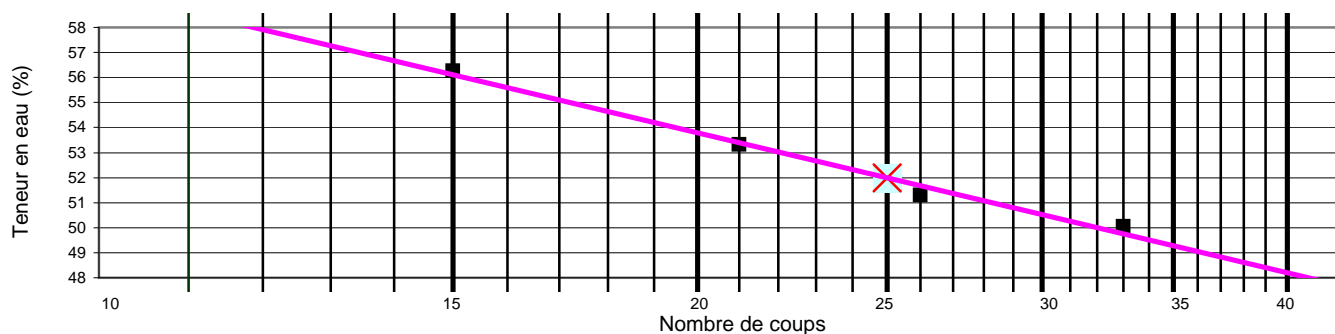
ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE ET PAR SEDIMENTOMETRIE NFP 94-056 et NFP 94-057



φ des tamis (mm)	63	50	40	31.5	20	10	5	2	1	0.5	0.25	0.125	0.080	0.063
Passant (%)					100.0	96.5	93.8	90.8	89.0	87.5	84.4	76.2	73.7	73.4

LIMITES D'ATTERBERG NFP 94-051

	LIQUIDITE				PLASTICITE		W naturelle = 22.3 %	
Nombre de coups	15	21	26	33				
N° de la tare	A	B	C	D	1	2	Limite liquidité WI = 52 %	
Poids total humide	36.12	33.93	34.26	33.67	31.08	31.69	Limite plasticité Wp = 21 %	
Poids total sec	23.33	22.34	22.85	22.64	28.04	28.43	Indice plasticité Ip = 31	
Poids de la tare	0.60	0.60	0.60	0.60	13.71	13.23	Indice consistance Ic = 0.97	
Poids net de l'eau	12.79	11.59	11.41	11.03	3.04	3.26	D ₆₀ = mm	
Poids net matériau sec	22.73	21.74	22.25	22.04	14.33	15.20	D ₁₀ = mm	
Teneur en eau (%)	56.3	53.3	51.3	50.0	21.2	21.4	Cu =	



Classification GTR NFP 11.300

A3 h

Classification GTR MAI 2023

F3 h

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



AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

RAPPORT D'ANALYSE 1573480 25.13484 - LE MESNIL AMELOT

Date: 01.07.2025

Information sur l'échantillon

Numéro d'échantillon	Date de prélèvement	Nom d'échantillon
164444	sans objet	ST1 : 4-5m
164445	sans objet	ST2 : 4-5m

Prétraitement des échantillons

Paramètres	Unité	164444 ST1 : 4-5m	164445 ST2 : 4-5m
Matière sèche	%	82,3 ¹⁾	82,9 ¹⁾
Prétraitement de l'échantillon		++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}

Analyses Physico-chimiques

Paramètres	Unité	164444 ST1 : 4-5m	164445 ST2 : 4-5m
Sulfures solubles ^{*)}	mg/kg MS	<0,20 ³⁾	<0,20 ³⁾
Acidité selon Baumann-Gully ^{*)}	ml/kg MS	<1,00 ³⁾	<1,00 ³⁾
Chlorures ^{*)}	mg/kg MS	21	23
Sulfates - extraction acide (SO ₄) ^{*)}	mg/kg MS	1155	1337

Agressivité chimique sur béton

Paramètres	Unité	164444 ST1 : 4-5m	164445 ST2 : 4-5m
Grade d'agressivité sur béton ^{*)}		<XA1	<XA1

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

Début de l'analyse : 24.06.2025

Fin de l'analyse : 01.07.2025

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.

En cas de déclaration de conformité, l'approche discrète est utilisée comme règle de décision. Cela signifie que l'incertitude de mesure n'est pas prise en compte pour l'établissement de la déclaration de conformité à une spécification ou à une norme.

AL-West B.V. (AGROLAB GROUP), Mme Delphine Colin, Tél : +33380681935

Liste des méthodes

Conforme à NEN-EN 16179

Prétraitement de l'échantillon

DIN 4030 ^{*)}	Sulfures solubles ^{*)} • Chlorures ^{*)}
EN 16502 ^{*)}	Acidité selon Baumann-Gully ^{*)}
EN 196-2 ^{*)}	Sulfates - extraction acide (SO ₄) ^{*)}
EN 206+A2/CN ^{*)}	Grade d'agressivité sur béton ^{*)}
NEN-EN 15934	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 *).

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



AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

RAPPORT D'ANALYSE 1573968 - 167307 25.13484 - LE MESNIL AMELOT

Date: 17.07.2025

Information sur l'échantillon

Número d'échantillon	Nom d'échantillon	Date de prélèvement
167307	Pz1 : 10,5 m	sans objet

Analyses Physico-chimiques

Paramètres	Unité	167307 Pz1 : 10,5 m
Conductivité électrique à 20 °C (Laboratoire)	µS/cm	1050
Conductivité à 25°C (Lab)	µS/cm	1170
Température	°C	21,1
pH (Lab.)		7,8
Sulfures solubles ^{*)}	mg/l	0,1
Titre alcalimétrique complet (pH 4,3)	mmol/l	6,9
Chlorures (Cl) ³⁾	mg/l	150
Sulfates (SO ₄)	mg/l	95

Métaux

Paramètres	Unité	167307 Pz1 : 10,5 m
Calcium (Ca)	mg/l	120
Magnésium (Mg)	mg/l	8,8

Agressivité chimique sur béton

Paramètres	Unité	167307 Pz1 : 10,5 m
Grade d'agressivité sur béton ^{*)}		sans agressivité chimique

Autres analyses

Paramètres	Unité	167307 Pz1 : 10,5 m
Dureté (non issu des carbonates) ^{*)}	°dH	<0,0 ¹⁾
Dureté (non issu des carbonates) ^{*)}	mg/l CaO	<0,0 ¹⁾
Dureté Carbonatée ^{*)}	mg/l CaO	190
Dureté totale ^{*)}	mg/l CaO	190
Indice permanganate (mg O ₂ /L)	mg/l	0,3
Dureté totale ^{*)}	°dH	18,8
Dureté totale ^{*)}	mmol/l	3,35
Couleur		<2 ¹⁾
Oxydabilité au KMnO ₄	mg/l	1,0
Turbidité ^{*)}	NTU	840
TAC après dissolution de marbre ^{*)}	mmol/l	5,8
Ammonium (NH ₄)	mg/l	0,10
Nitrates ²⁾	mg/l	15
Dureté Carbonatée ^{*)}	°dH	18,8
Odeur (Lab) ^{*)}		sans odeur
acide carbonique agressif ^{*)}	mg/l	<1,0 ¹⁾

¹⁾ Explication : "<" ou "n.d." indiquent que la concentration de l'analyte est inférieure à la limite de quantification (LQ).

²⁾ Analyse des nitrates: une teneur en chlorure supérieure à 100 mg / l peut avoir un effet négatif sur la teneur en nitrates.

³⁾ Note d'information:

Au dessus d'une valeur de 50 mg/l en chlorures, l'acier d'armature risque d'être corrodé si l'armature n'est pas suffisamment recouverte par du

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 *).

ANNEXE 7 : FICHES DE CALCULS SOUS FOXTA

Données

Titre du projet : Construction d'un écran acoustique

Numéro d'affaire : 25.13484/ES2/GIF

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Capacité portante micropieux (pieu n°1)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-262/A1 (juillet 2018)

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas du calcul (m) : 0,50

Section de calcul : Section de calcul circulaire

Diamètre de calcul (m) : 0,20

Classe du pieu : 8 - Pieu/micropieu injecté

Catégorie du pieu : 19 [PIGU, MIGU] - Pieu ou micropieu injecté mode IGU (type III)

Mode de chargement : Travail en compression

Combinaisons

	ELS-QP	ELS-CARAC	ELU-FOND	ELU-ACC
Pondérations combinées sur Qs,k	0,636	0,778	0,909	1,000
Pondérations combinées sur Qp,k	0,000	0,000	0,000	0,000

Cote de référence (m) : 0,00

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	γR,d1×γR,d2
1	Remblais d'apport		Sables, graves	-3,00	1120,00	0,00	0,00	1,540
2	Remblais limoneux		Argile, limons	-8,00	580,00	0,00	0,00	2,200
3	Calcaire de Saint-Ouen		Marne et calcaire marneux	-14,00	1310,00	212,89	0,00	2,200
4	Sables de Beauchamp		Sables, graves	-19,00	2750,00	244,39	0,00	1,540

Critère de calcul : Longueur imposée

Longueur du pieu (m) : 19,00

Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non

Contrôle de la résistance structurale de la section : Non

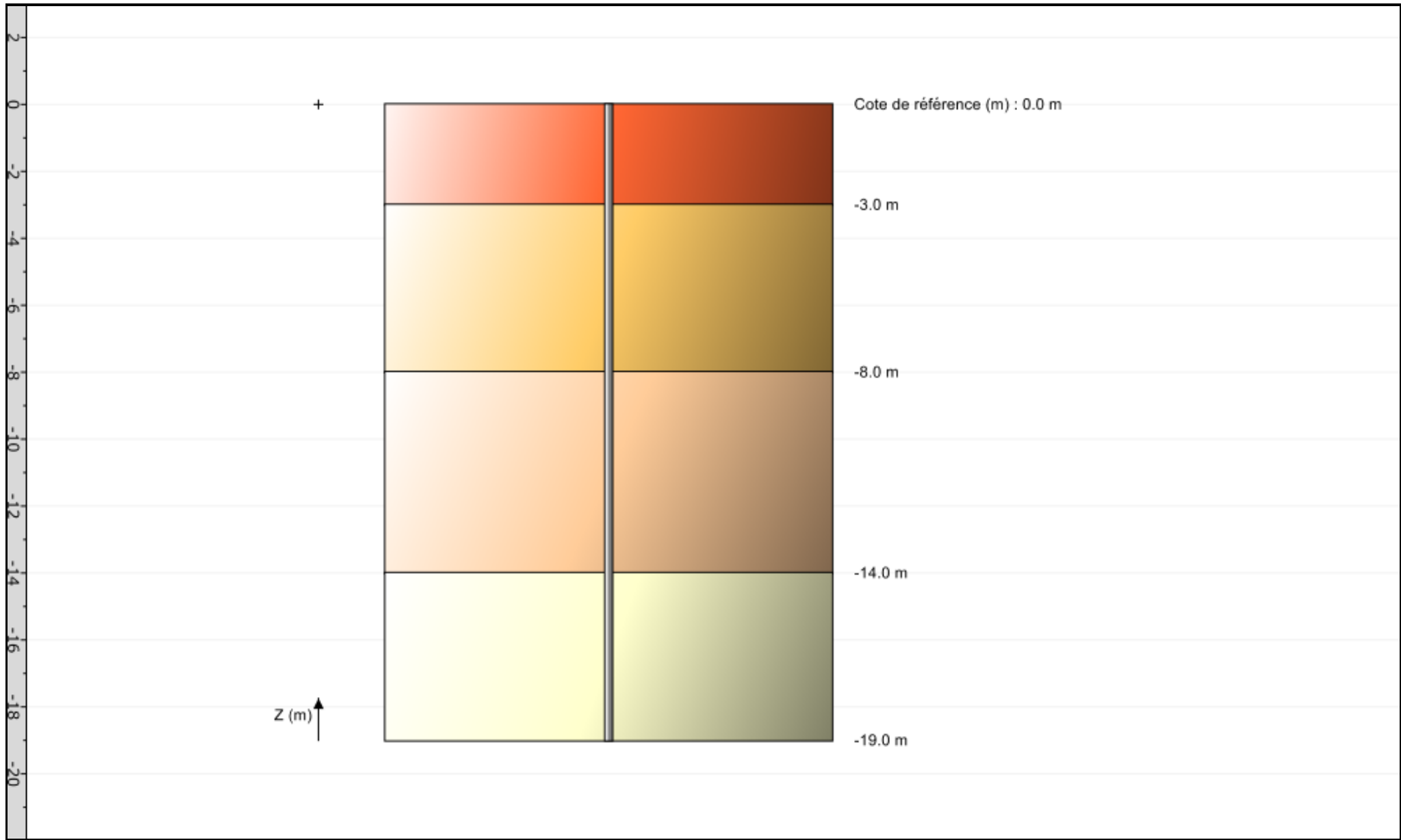


FoXta v4
v4.1.12

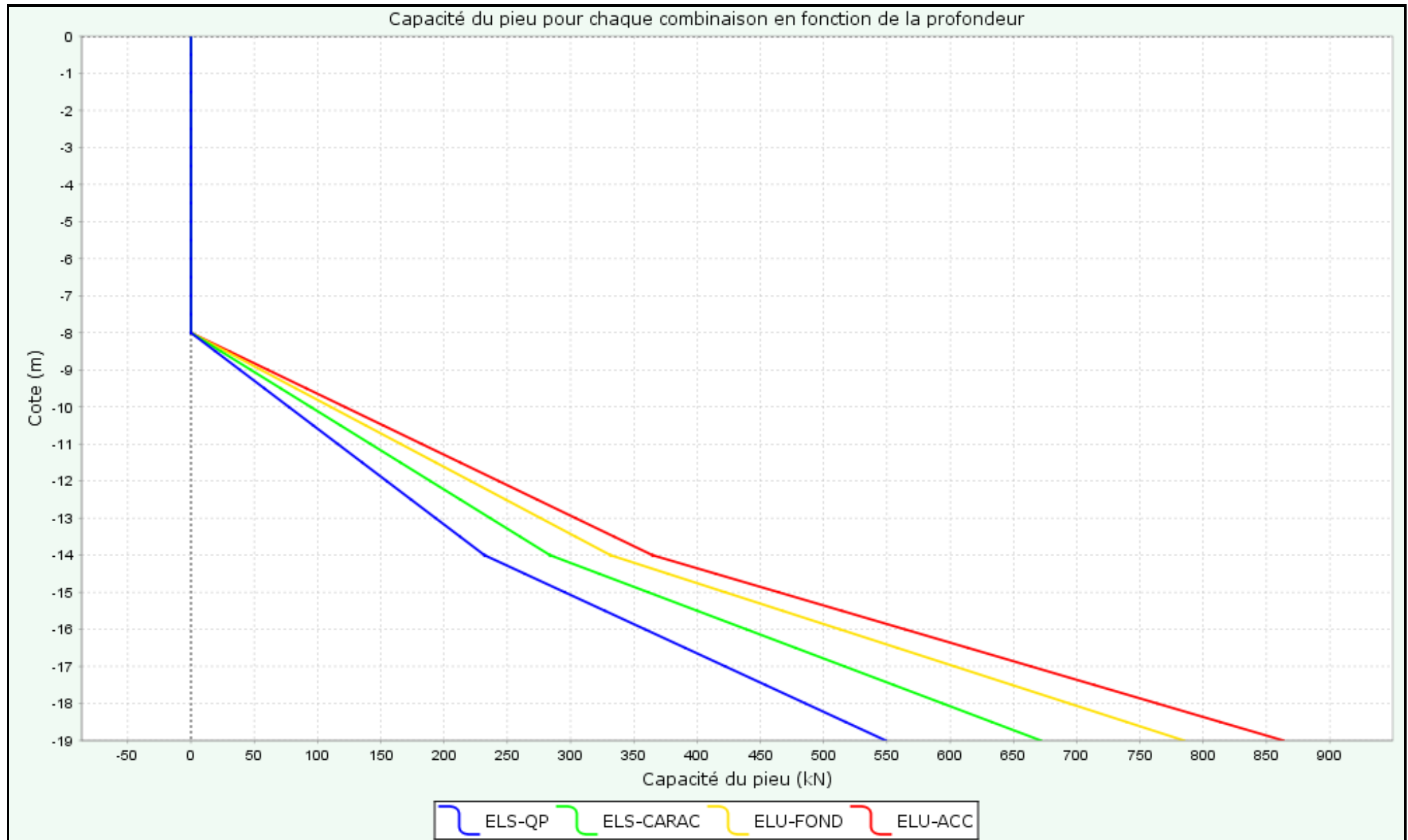
Imprimé le : 06/11/2025 - 11:18:00
Calcul réalisé par : GEOEXPERTS

Projet : Vérification micropieux
Module : Fondprof (Pieu 1/1)
Titre du calcul : Capacité portante micropieux

Onglet "Calcul"



Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



Données

Paramètres principaux

Titre du projet : Construction d'un écran acoustique

Numéro d'affaire : 25.13484/ES2/GIF

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Déplacements verticaux micropieux (section courante) (pieu n°1)

Type de calcul : Pieu isolé

Cote de référence (m) : 0,00

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Zbase	n
1	Remblais d'apport		-3,00	10
2	Remblais limoneux		-8,00	10
3	Calcaire de Saint-Ouen		-14,00	10
4	Sables de Beauchamp		-19,00	10

Mode de mise en oeuvre du pieu : sans refoulement

Type de section du pieu : circulaire

Inclinaison du pieu (°) : 0,0

Définition du pieu dans chaque couche

Nom	Zbase	Epieu	D
Remblais d'apport	-3,00	1,00E07	0,20
Remblais limoneux	-8,00	1,00E07	0,20
Calcaire de Saint-Ouen	-14,00	1,00E07	0,20
Sables de Beauchamp	-19,00	1,00E07	0,20

Type de loi de mobilisation : A partir des valeurs pressiométriques (Loi de Frank & Zhao)

Définition du frottement dans le sol

Nom	Z	EM	qsl	Type de sol
Remblais d'apport	-3,00	1,43E04	0,00	Sol granulaire
Remblais limoneux	-8,00	3,20E03	0,00	Sol fin
Calcaire de Saint-Ouen	-14,00	1,06E04	212,89	Sol fin
Sables de Beauchamp	-19,00	2,88E04	244,39	Sol granulaire

Contrainte limite en pointe (kPa) : 0,0

Type de loi : Sol fin

Chargement

Charge en tête (kN) : 89,4

Paramètres avancés

Tolérance (m) : 1,00E-04

Nombre de pas : 20

Coeff. frottement0 : 1,00



FoXta v4
v4.1.12

Imprimé le : 28/11/2025 - 10:56:25
Calcul réalisé par : GEOEXPERTS

Projet : Vérification micropieux
Module : Taspie+ (Pieu 1/2)
Titre du calcul : Déplacements verticaux micropieux (section courante)

Synthèse des résultats

Bilan des efforts (pour une maille)	
Qtête (kN) : Effort total appliqué sur la maille	89,40
EQpieu : Rapport entre l'effort transmis au domaine pieu (en tête) et l'effort total	1,00
Ntête (kN) : Effort appliqué au domaine pieu en tête	89,40
Nmax (kN) : Effort maximal dans le domaine pieu	89,40
Zmax (m) : Cote du point neutre (là où Nmax est atteint)	0,00
Nbase (kN) : Effort repris à la base du domaine pieu	0,00

Bilan des contraintes	
σ_m ,tête (kPa) : Contrainte moyenne appliquée sur la maille	2,846E03
σ_p ,tête (kPa) : Contrainte appliquée sur le domaine pieu en tête	2,846E03
σ_s ,tête (kPa) : Contrainte appliquée sur le domaine sol en tête	-
σ_p ,max (kPa) : Contrainte maximale dans le domaine pieu	2,846E03
Zmax (m) : Cote du point neutre (là où σ_p ,max est atteinte)	0,00
σ_{base} (kPa) : Contrainte reprise à la base du domaine du pieu	1,009E-02

Bilan des tassements	
yp,tête (m) : Tassement en tête du domaine pieu	2,893E-03
ys,tête (m) : Tassement en tête du domaine sol	0,000E00
yp,base (m) : Tassement à la base du domaine pieu	6,810E-06
ys,base (m) : Tassement à la base du domaine sol	0,000E00

Raideurs équivalentes	
Kg (kN/m) : Raideur globale du système "sol + pieux"	3,091E04
Kpieu (kN/m) : Raideur équivalente du domaine pieu	3,091E04
Ksol (kPa/m) : Coefficient de réaction du domaine sol	-

Vérification de portance	
Nmax (kN) : Effort maximal dans le domaine pieu	89,40
Zmax (m) : Cote du point neutre - là où Nmax est atteint	0,00
Ru (kN) : Charge de rupture sous le point neutre	1570,40
Rcr (kN) : Charge de fluage sous le point neutre	1099,20
Fs,ult : Sécurité par rapport à la charge de rupture	17,57
Fs,cr : Sécurité par rapport à la charge de fluage	12,30

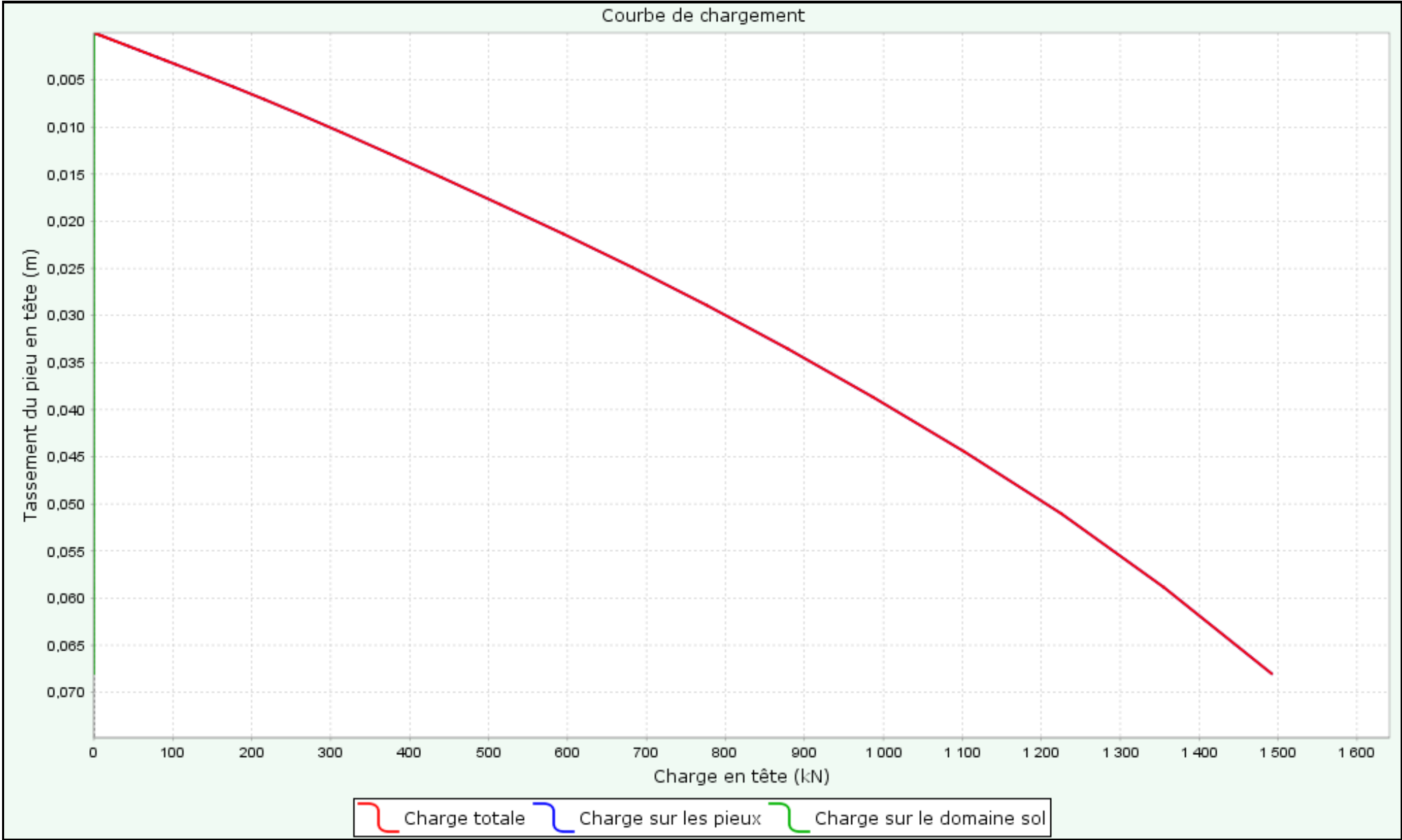


FoXta v4
v4.1.12

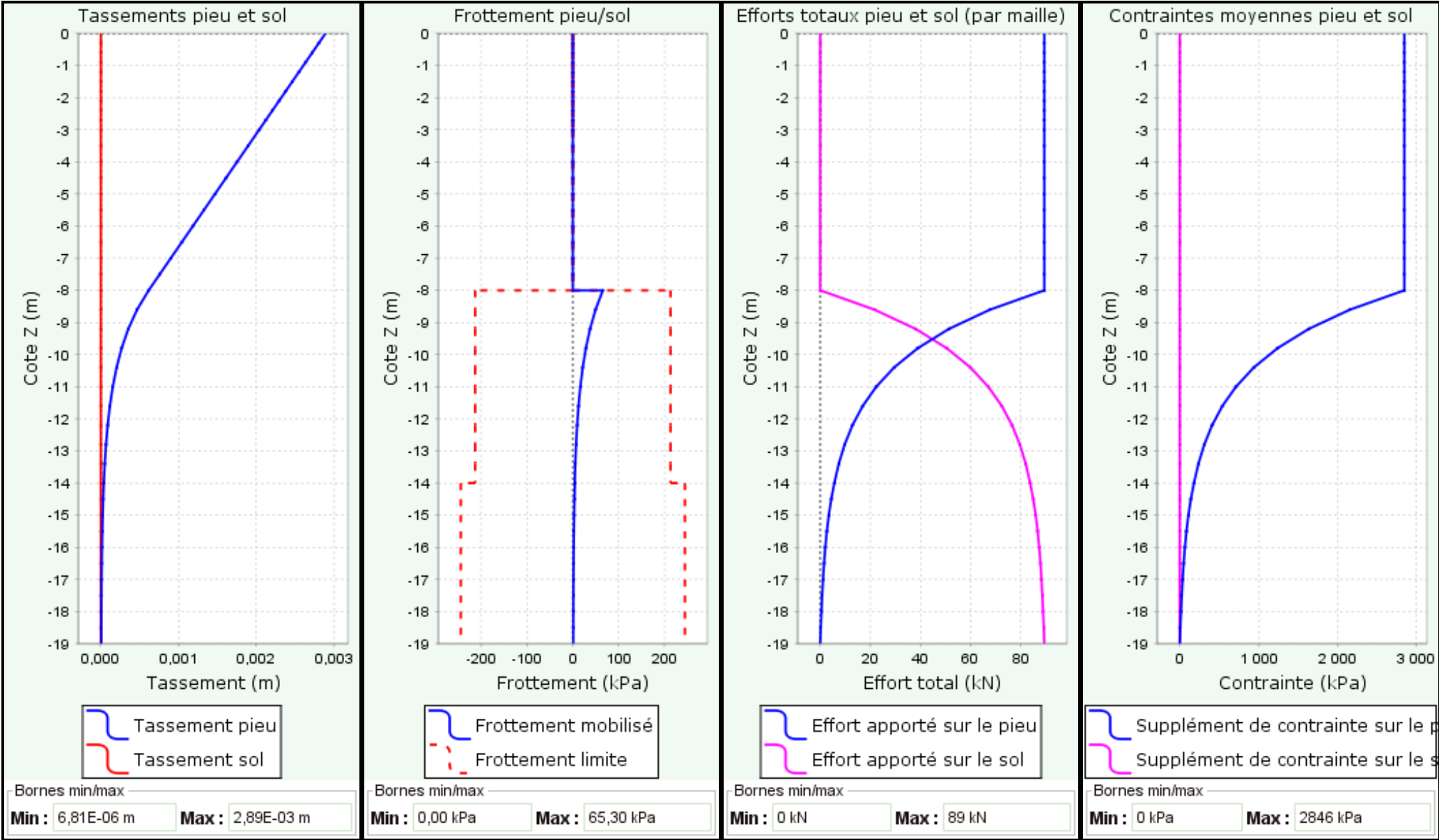
Imprimé le : 28/11/2025 - 10:56:26
Calcul réalisé par : GEOEXPERTS

Projet : Vérification micropieux
Module : Taspie+ (Pieu 1/2)
Titre du calcul : Déplacements verticaux micropieux (section courante)

Courbe de chargement



Courbes principales



Données

Paramètres principaux

Titre du projet : Construction d'un écran acoustique

Numéro d'affaire : 25.13484/ES2/GIF

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Déplacements verticaux micropieux (section réseaux) (pieu n°2)

Type de calcul : Pieu isolé

Cote de référence (m) : 0,00

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Zbase	n
1	Remblais d'apport		-3,00	10
2	Remblais limoneux		-8,00	10
3	Calcaire de Saint-Ouen		-14,00	10
4	Sables de Beauchamp		-19,00	10

Mode de mise en oeuvre du pieu : sans refoulement

Type de section du pieu : circulaire

Inclinaison du pieu (°) : 0,0

Définition du pieu dans chaque couche

Nom	Zbase	Epieu	D
Remblais d'apport	-3,00	1,00E07	0,20
Remblais limoneux	-8,00	1,00E07	0,20
Calcaire de Saint-Ouen	-14,00	1,00E07	0,20
Sables de Beauchamp	-19,00	1,00E07	0,20

Type de loi de mobilisation : A partir des valeurs pressiométriques (Loi de Frank & Zhao)

Définition du frottement dans le sol

Nom	Z	EM	qsl	Type de sol
Remblais d'apport	-3,00	1,43E04	0,00	Sol granulaire
Remblais limoneux	-8,00	3,20E03	0,00	Sol fin
Calcaire de Saint-Ouen	-14,00	1,06E04	212,89	Sol fin
Sables de Beauchamp	-19,00	2,88E04	244,39	Sol granulaire

Contrainte limite en pointe (kPa) : 0,0

Type de loi : Sol fin

Chargement

Charge en tête (kN) : 325,6

Paramètres avancés

Tolérance (m) : 1,00E-04

Nombre de pas : 20

Coeff. frottement0 : 1,00



FoXta v4
v4.1.12

Imprimé le : 28/11/2025 - 10:57:32
Calcul réalisé par : GEOEXPERTS

Projet : Vérification micropieux
Module : Taspie+ (Pieu 2/2)
Titre du calcul : Déplacements verticaux micropieux (section réseaux)

Synthèse des résultats

Bilan des efforts (pour une maille)	
Qtête (kN) : Effort total appliqué sur la maille	325,60
EQpieu : Rapport entre l'effort transmis au domaine pieu (en tête) et l'effort total	1,00
Ntête (kN) : Effort appliqué au domaine pieu en tête	325,60
Nmax (kN) : Effort maximal dans le domaine pieu	325,60
Zmax (m) : Cote du point neutre (là où Nmax est atteint)	0,00
Nbase (kN) : Effort repris à la base du domaine pieu	0,00

Bilan des contraintes	
σ_m ,tête (kPa) : Contrainte moyenne appliquée sur la maille	1,036E04
σ_p ,tête (kPa) : Contrainte appliquée sur le domaine pieu en tête	1,036E04
σ_s ,tête (kPa) : Contrainte appliquée sur le domaine sol en tête	-
σ_p ,max (kPa) : Contrainte maximale dans le domaine pieu	1,036E04
Zmax (m) : Cote du point neutre (là où σ_p ,max est atteinte)	0,00
σ_{base} (kPa) : Contrainte reprise à la base du domaine du pieu	1,019E-02

Bilan des tassements	
yp,tête (m) : Tassement en tête du domaine pieu	1,102E-02
ys,tête (m) : Tassement en tête du domaine sol	0,000E00
yp,base (m) : Tassement à la base du domaine pieu	3,267E-05
ys,base (m) : Tassement à la base du domaine sol	0,000E00

Raideurs équivalentes	
Kg (kN/m) : Raideur globale du système "sol + pieux"	2,956E04
Kpieu (kN/m) : Raideur équivalente du domaine pieu	2,956E04
Ksol (kPa/m) : Coefficient de réaction du domaine sol	-

Vérification de portance	
Nmax (kN) : Effort maximal dans le domaine pieu	325,60
Zmax (m) : Cote du point neutre - là où Nmax est atteint	0,00
Ru (kN) : Charge de rupture sous le point neutre	1570,40
Rcr (kN) : Charge de fluage sous le point neutre	1099,20
Fs,ult : Sécurité par rapport à la charge de rupture	4,82
Fs,cr : Sécurité par rapport à la charge de fluage	3,38

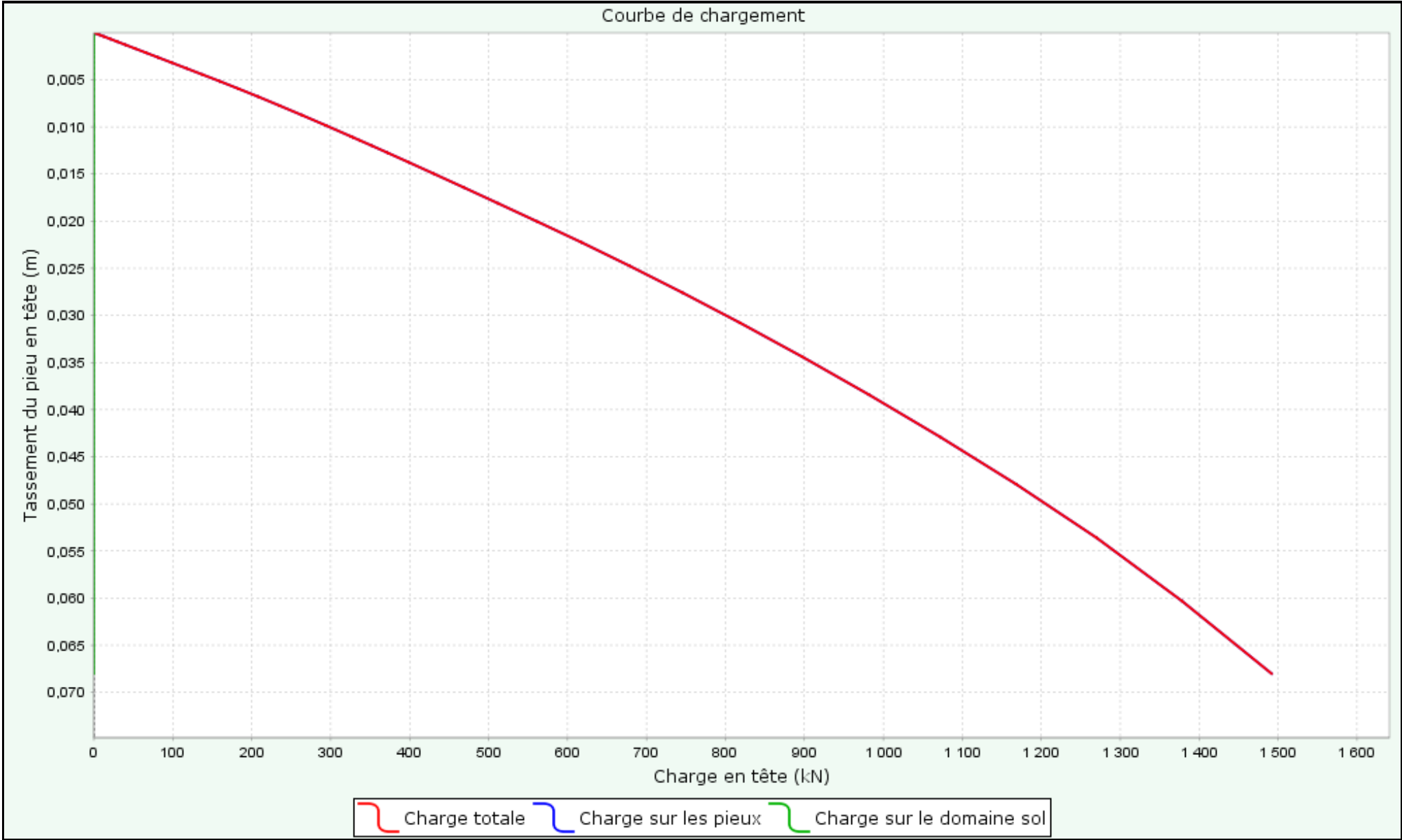


FoXta v4
v4.1.12

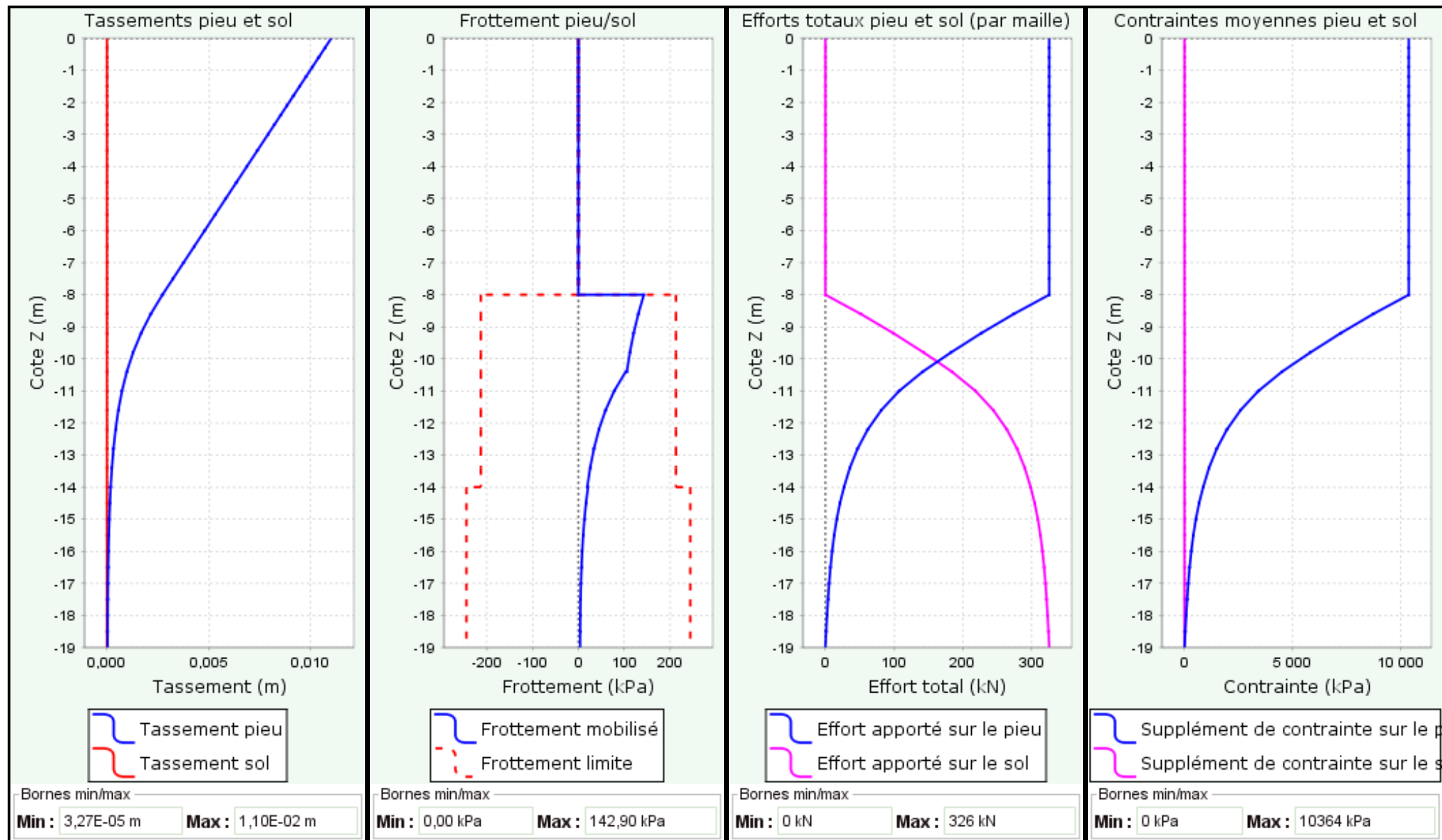
Imprimé le : 28/11/2025 - 10:57:32
Calcul réalisé par : GEOEXPERTS

Projet : Vérification micropieux
Module : Taspie+ (Pieu 2/2)
Titre du calcul : Déplacements verticaux micropieux (section réseaux)

Courbe de chargement



Courbes principales



Données

Titre du projet : Construction d'un écran acoustique

Numéro d'affaire : 25.13484/ES2/GIF

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Déplacements latéraux micropieux (section courante) (pieu n°1)

Type de calcul : Calcul de pieu sous sollicitations latérales
Loi p-y avec saisie directe des données pressiométriques
Cas où les sollicitations permanentes dominent en tête

Cote de référence (m) : 0,00

Inclinaison du pieu (°) : 0,0

Nb d'incréments : 20

Nb d'itérations par incrément : 100

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Zbase	EM	α	B	pf*	pl*
1	Remblais d'apport		-3,00	1,43E04	0,66	0,20	660,00	1120,00
2	Remblais limoneux		-8,00	3,20E03	0,66	0,20	340,00	580,00
3	Calcaire de Saint-Ouen		-14,00	1,06E04	0,50	0,20	770,00	1310,00
4	Sables de Beauchamp		-19,00	2,88E04	0,33	0,20	1620,00	2750,00

Discretisation

Nom	h	EI	n
Remblais d'apport	3,00	3,02E02	10
Remblais limoneux	5,00	3,02E02	10
Calcaire de Saint-Ouen	6,00	3,02E02	10
Sables de Beauchamp	5,00	3,02E02	10

Charges ponctuelles

N°	Z	T	M	K	C
0	0,00	13,39	30,20	1,00E05	1,00E05
1	-3,00	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00
2	-8,00	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00
3	-14,00	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00
4	-19,00	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00

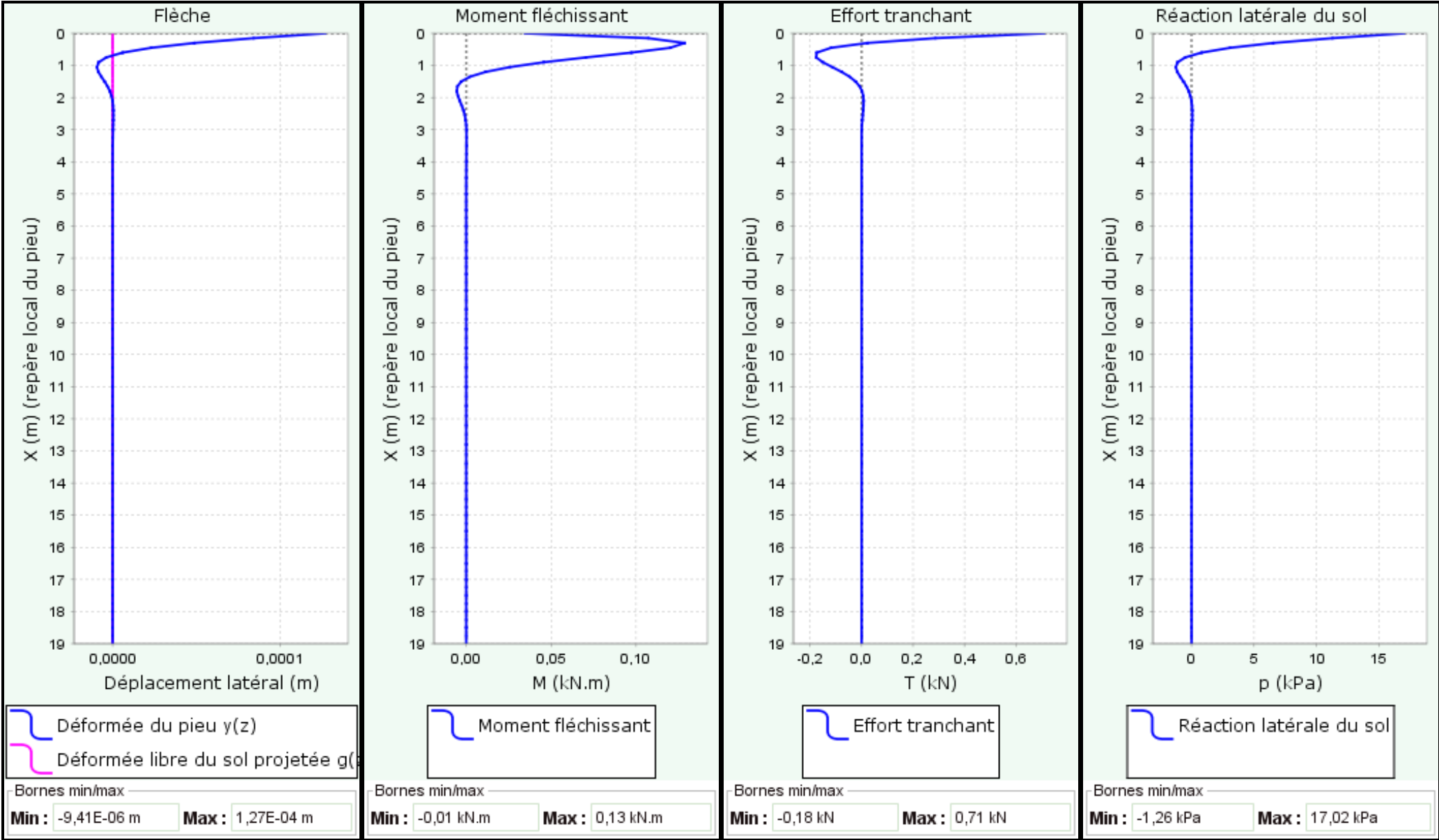


FoXta v4
v4.1.12

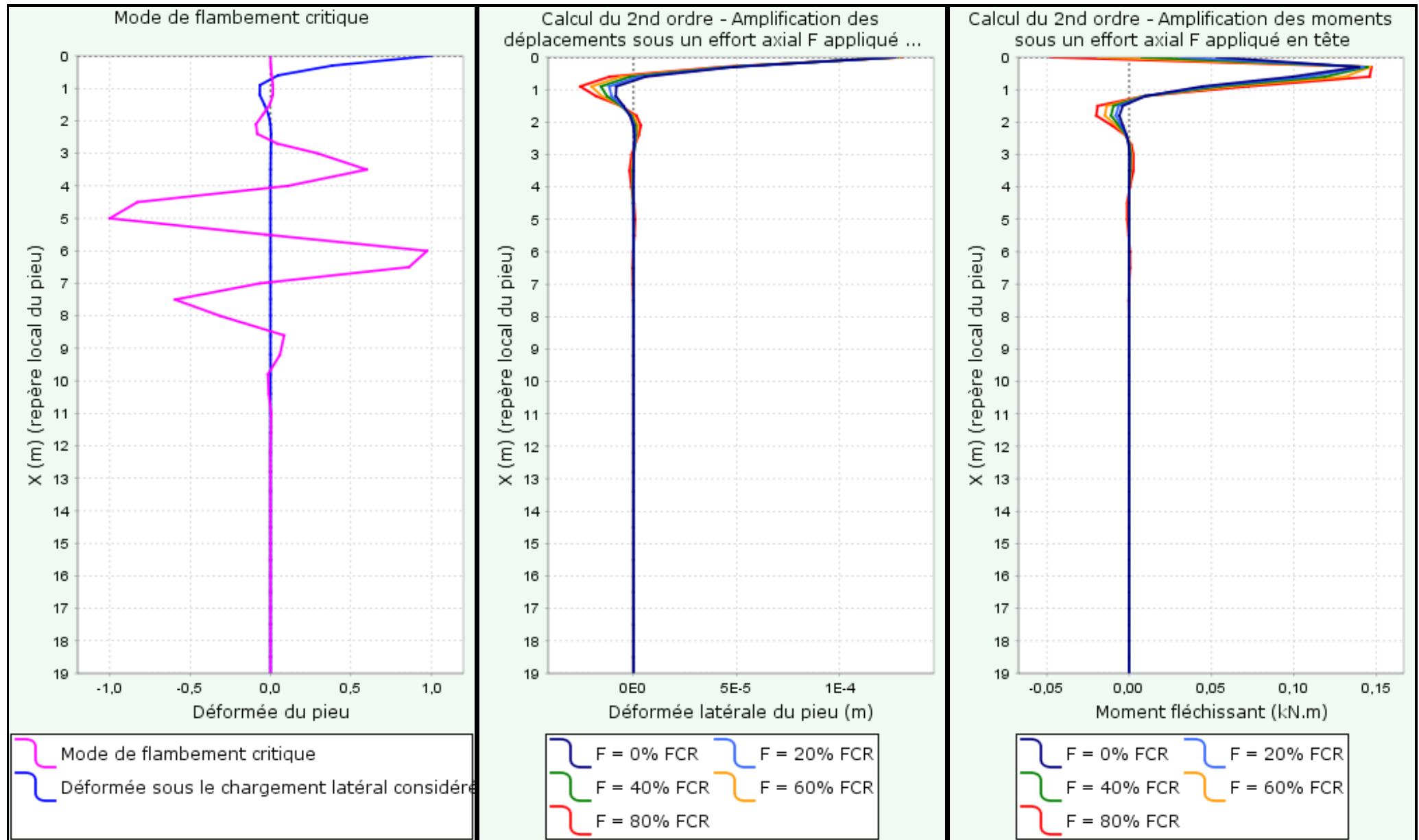
Imprimé le : 28/11/2025 - 11:05:13
Calcul réalisé par : GEOEXPERTS

Projet : Vérification micropieux
Module : Piecoef+ (Pieu 1/2)
Titre du calcul : Déplacements latéraux micropieux (section courante)

Résultats principaux



Résultats de flambement (Charge critique de flambement FCR = 2989 kN)



Données

Titre du projet : Construction d'un écran acoustique

Numéro d'affaire : 25.13484/ES2/GIF

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Déplacements latéraux micropieux (section réseaux) (pieu n°2)

Type de calcul : Calcul de pieu sous sollicitations latérales
Loi p-y avec saisie directe des données pressiométriques
Cas où les sollicitations permanentes dominent en tête

Cote de référence (m) : 0,00

Inclinaison du pieu (°) : 0,0

Nb d'incréments : 20

Nb d'itérations par incrément : 100

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Zbase	EM	α	B	pf*	pl*
1	Remblais d'apport		-3,00	1,43E04	0,66	0,20	660,00	1120,00
2	Remblais limoneux		-8,00	3,20E03	0,66	0,20	340,00	580,00
3	Calcaire de Saint-Ouen		-14,00	1,06E04	0,50	0,20	770,00	1310,00
4	Sables de Beauchamp		-19,00	2,88E04	0,33	0,20	1620,00	2750,00

Discretisation

Nom	h	EI	n
Remblais d'apport	3,00	3,02E02	10
Remblais limoneux	5,00	3,02E02	10
Calcaire de Saint-Ouen	6,00	3,02E02	10
Sables de Beauchamp	5,00	3,02E02	10

Charges ponctuelles

N°	Z	T	M	K	C
0	0,00	132,26	101,62	1,00E05	1,00E05
1	-3,00	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00
2	-8,00	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00
3	-14,00	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00
4	-19,00	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00

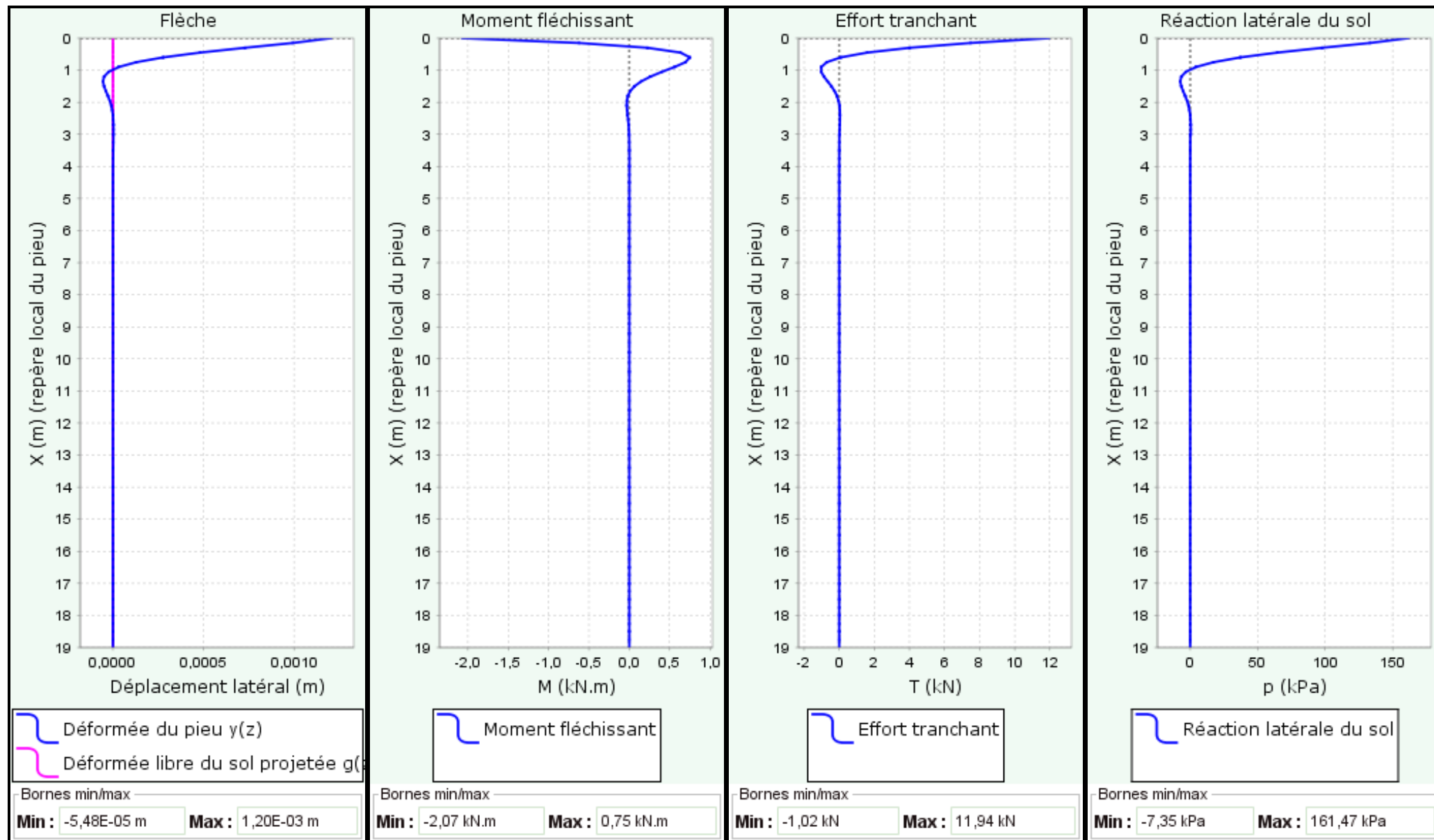


FoXta v4
v4.1.12

Imprimé le : 28/11/2025 - 11:07:13
Calcul réalisé par : GEOEXPERTS

Projet : Vérification micropieux
Module : Piecoef+ (Pieu 2/2)
Titre du calcul : Déplacements latéraux micropieux (section réseaux)

Résultats principaux



Résultats de flambement (Charge critique de flambement FCR = 2989 kN)

