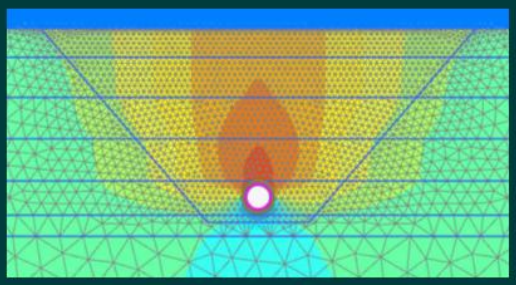
INFRANEO





RAPPORT GEOTECHNIQUE

ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION MISSION G2 PRO

Construction d'un bâtiment réfectoire sur le site du Centre Educatif Fermé de Bures sur Yvette

MINISTÈRE DE LA JUSTICE
Liberté
Égalité
Fraternité

MINISTERE DE LA JUSTICE - Département de l'immobilier de Paris
1 quai de la Corse
75181 PARIS CEDEX 4

DATE : 06/03/2026	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur
AFFAIRE N°- IN-25-11311-ETRSO-IndA	S. JAMOT	S. BELKACHE	T. TOGHZAOUI

Agence INFRANEO de ETRECHY, 8-10 rue des chênes Rouges – 91580 ETRECHY
Tél. : 01.69.58.29.58 / Mail : paris@infraneo.com
Siège social : INFRANEO SAS – 140, avenue Jean Lolive – Bâtiment C1 – 93500 PANTIN – Site web : www.infraneo.com

ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION MISSION G2 PRO

Ce dossier comprend :

1 Rapport

- ANNEXE 1 : Condition générales de vente et d'exécution des prestations
- ANNEXE 2 : Conditions générales des missions d'ingénierie géotechnique
- ANNEXE 3 : Schéma d'implantation des investigations in-situ
- ANNEXE 4 : Résultats des sondages et essais in-situ
- ANNEXE 5 : Résultats des essais porchet
- ANNEXE 6 : Résultats des essais pénétrométriques
- ANNEXE 7 : Procès-verbaux des essais en laboratoire
- ANNEXE 8 : Prédimensionnement des fondations superficielles – Foxta V4
- ANNEXE 9 : Prédimensionnement des fondations profondes – Foxta V4

Suivi des modifications

INDICE	DATE D'APPROBATION	DESCRIPTION DE L'EVOLUTION
0	06/03/2026	Emission originale

SOMMAIRE

1 PRESENTATION 5
1.1 Définition de l'opération - Mission 5
1.1.1 Mission 5
1.1.2 Intervenants 5
1.1.3 Documents communiqués 6
1.2 Descriptions générales du site 6
1.2.1 Plan de situation et vue aérienne 6
1.2.2 Historique du site 7
1.2.3 Ouvrages existants 8
1.3 Caractéristiques du projet 9
1.3.1 Description du projet 9
1.3.2 Sollicitations d'exploitation du projet 10
1.4 Contexte géologique et hydrogéologique 11
1.5 Aléas et risques naturels 11
2 RECONNAISSANCE DES SOLS 14
2.1 Généralités 14
2.2 Sondages de reconnaissance 14
2.3 Essais de perméabilité in situ 15
2.4 Essais en laboratoire 15
3 RESULTATS DES INVESTIGATIONS 16
3.1 Analyse géologique du site 16
3.2 Piézométrie – Niveaux d'eau - Inondabilité 16
3.3 Essais in-situ 16
3.3.1 Essais pressiométriques 16
3.3.2 Essais de pénétration dynamique 17
3.3.3 Essais de perméabilité 18
3.4 Essais en laboratoire 18
3.4.1 Agressivité des sols vis-à-vis des bétons 18
4 SYNTHESE GEOTECHNIQUE 20
4.1 Synthèse lithologique 20
4.2 Synthèse et analyse géomécaniques 20
4.2.1 Synthèse 20
4.2.2 Analyse 20
4.3 Hydrogéologie 21
4.4 Protection des ouvrages vis-à-vis de l'agressivité des sols 21
4.5 Sols sensibles au retrait - gonflement 21
5 RECOMMANDATIONS GEOTECHNIQUES 22
5.1 Textes règlementaires 22

5.2 Terrassements généraux et ponctuels 22

5.3 Principe de fondation 22

5.4 Justification des fondations superficielles 22

5.4.1 Définition des fondations 22
5.4.2 Règlements utilisés 22
5.4.3 Etats limites de résistance du sol 22
5.4.4 Dimensionnement des fondations superficielles 24
5.4.5 Efforts horizontaux - État limite ultime de glissement 25
5.4.6 Sujétions particulières 25

5.5 Justification des fondations profondes 26

5.5.1 Définition des fondations 26
5.5.2 Règlements utilisés 26
5.5.3 Paramètres de dimensionnement 26
5.5.4 Evaluation de la capacité portante des pieux 26
5.5.5 Dispositions constructives 27
5.5.6 Effet de groupe – coefficient d'efficacité Ce 28
5.5.7 Efforts parasites sur les pieux 28
5.5.8 Comportement transversal des pieux 28
5.5.9 Sujétions de conception et d'exécution 28

5.6 Niveau bas 29

5.7 Précautions particulières de conception et d'exécution 29

5.7.1 Fondations 29
5.7.2 Eléments de structure 30

6 ALEAS ET RISQUES RESIDUELS 31

7 CONDITIONS CONTRACTUELLES 32

1 PRESENTATION

1.1 Définition de l'opération - Mission

1.1.1 Mission

A la demande et pour le compte du MINISTERE DE LA JUSTICE - Département de l'immobilier de Paris, **INFRANEO** a reçu pour mission de réaliser, dans le cadre d'une construction d'un bâtiment réfectoire en RDC sans sous-sol, une étude géotechnique de conception (mission G2 phase PRO) sur un terrain situé au 2 chemin de Grivery – 91440 Bures sur Yvette (parcelle cadastrée n°AP-011).

La mission G2 PRO a permis de préciser :

- Les hypothèses géotechniques à retenir pour le dimensionnement des fondations
- Un prédimensionnement des fondations selon les DDC communiquées au stade de la phase PRO,
- diverses dispositions constructives et précautions concernant les dallages, terrassements, soutènements et les dispositions spécifiques vis-à-vis des nappes et avoisinants.

Il s'agit d'une mission de type G_2 phase PRO, selon la norme NF P 94-500 (Version de novembre 2013).

Une étude géotechnique mission G2 AVP réalisé par nos soin, INFRANEO, a été réalisée le 20/01/2026.

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

- le diagnostic structurel de l'ouvrage existant ;
- l'étude de stabilité des talus et l'étude des ouvrages de soutènements éventuels ;
- l'évolution dans le temps de l'hydrogéologie locale et la détermination des NPHE ;
- les études de pollutions éventuelles (sols et nappes) ;
- la reconnaissance des anomalies géotechniques situées en dehors de l'emprise des investigations (vides et/ou zones décomprimées notamment) ;
- la stabilité des remblais existants ou le dimensionnement des ouvrages à mettre en œuvre pour l'assurer ;
- les études pyrotechniques du sous-sol ;
- la recherche de vestiges anthropiques sur le site.

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

1.1.2 Intervenants

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

Maitre d'Ouvrage	**MINISTERE DE LA JUSTICE - Département de l'immobilier de Paris**
Maître d'Œuvre	BORDAS +PEIRO
BET Géotechnique	INFRANEO GÉOTECHNIQUE

TABLEAU 1 : NOMS DES INTERVENANTS

1.1.3 Documents communiqués

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

Doc	Document	Origine	Echelle	Date
1	CCTP géotechnique	BORDAS+ PEIRO	-	31/10/2025
2	Plan et coupe projet – AVP	-	-	-
3	Plan de fondations	BORDAS+ PEIRO	1/100	20/01/2026
4	Descentes de charge du projet	BORDAS+ PEIRO	-	20/01/2026

TABLEAU 2 : DOCUMENTS COMMUNIQUES

1.2 Descriptions générales du site

1.2.1 Plan de situation et vue aérienne

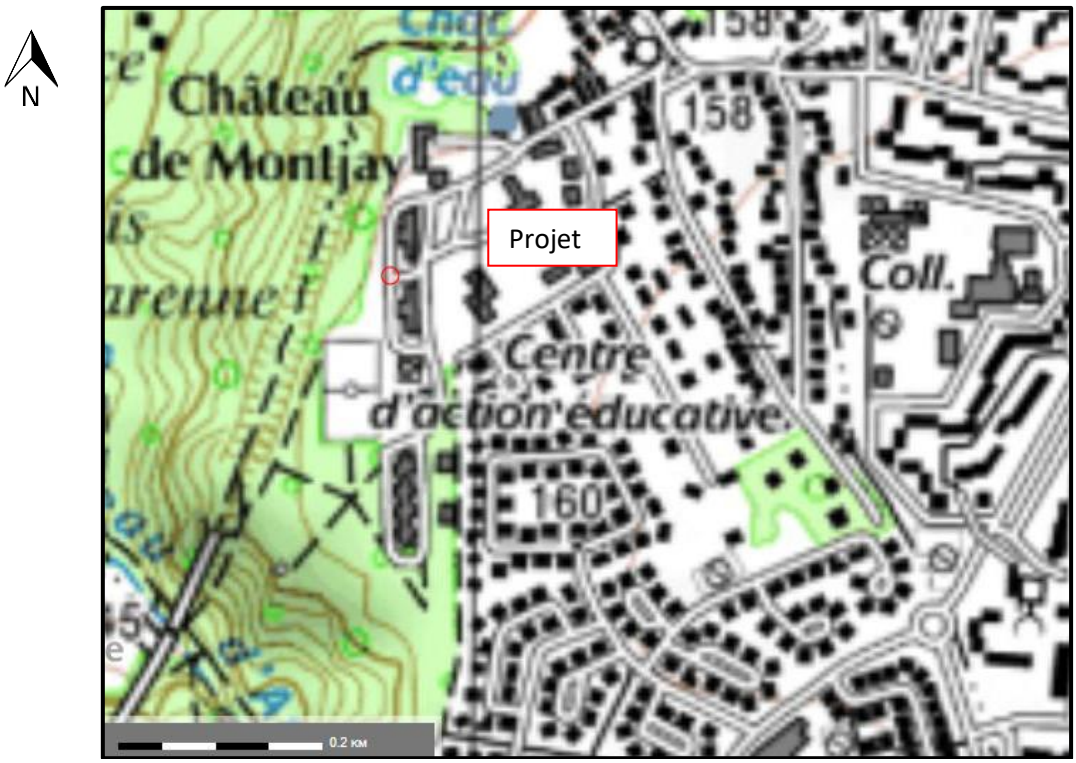


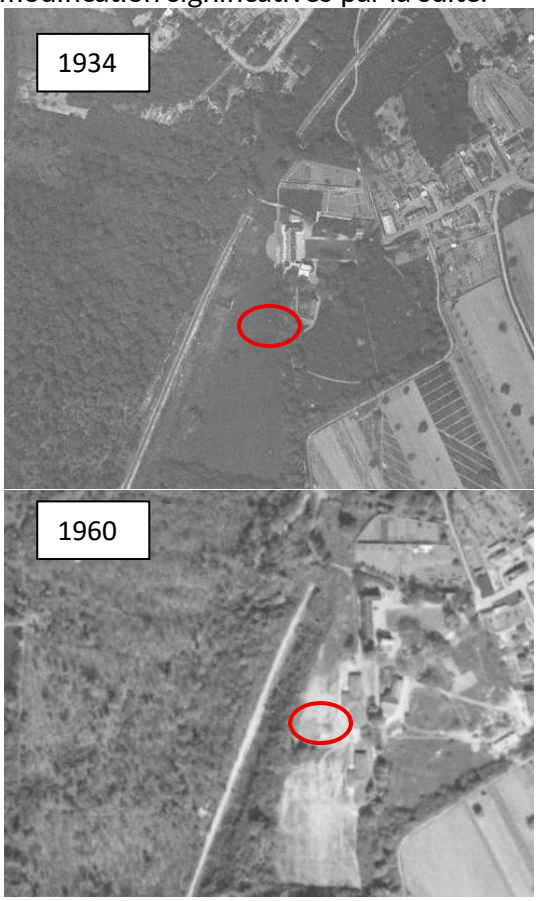
FIGURE 1 : LOCALISATION DU PROJET (FOND DE CARTE TOPOGRAPHIQUE, SOURCE GEOPORTAIL.GOUV.FR)



FIGURE 2 : LOCALISATION DU PROJET (VUE AERIENNE, SOURCE GEOPORTAIL.GOUV.FR)

1.2.2 Historique du site

D'après l'étude des photographies aériennes, le site était occupé par une zone enherbée jusqu'à maintenant. Deux bâtiments se sont construits à partir des années 1960 sans modification significatives par la suite.



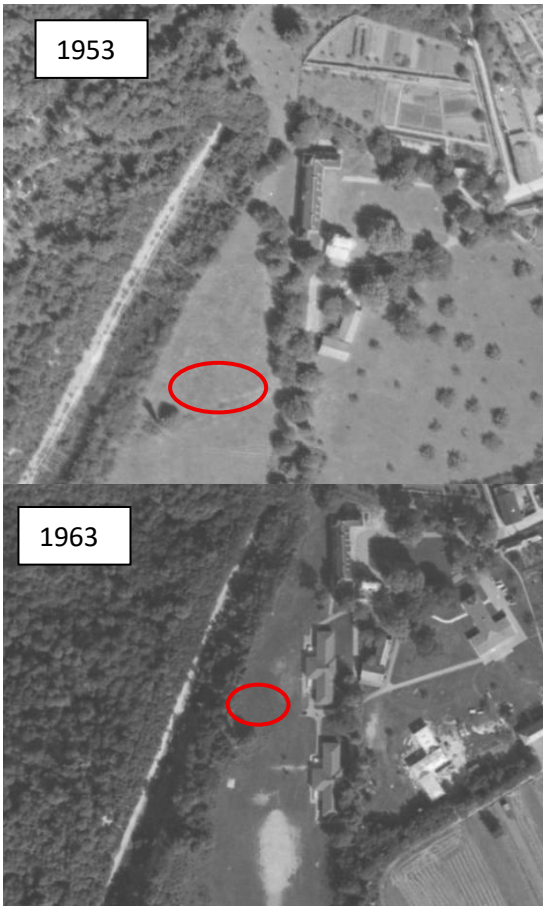




FIGURE 3 : PHOTOGRAPHIES DE 1934 A 2014 (VUE AERIENNE, SOURCE GEOPORTAIL.GOUV.FR)

1.2.3 Ouvrages existants

Le terrain étudié abrite plusieurs bâtiments existants, tous des simples RDC avec une partie en sous-sol.

- En jaune : administration du CEF et espaces pédagogiques
- En orange : hébergement du CEF
- En bleu : bâtiment de l'UEAJ (Unité Educative d'Activités de Jour)
- En vert : gymnase



FIGURE 4 : PLAN AERIEN DU SITE ET EMPLACEMENT DU PROJET (BORDAS+PEIRO)

D'après le site géoportail, l'altimétrie du projet est située vers 157/158 NGF. Le site est relativement plat.

1.3 Caractéristiques du projet

1.3.1 Description du projet

Le projet prévoit la construction d'un bâtiment qui abritera une cuisine et deux salles de restauration, d'une emprise d'environ 200 m².

Ce bâtiment sera de plain-pied construit en bois.

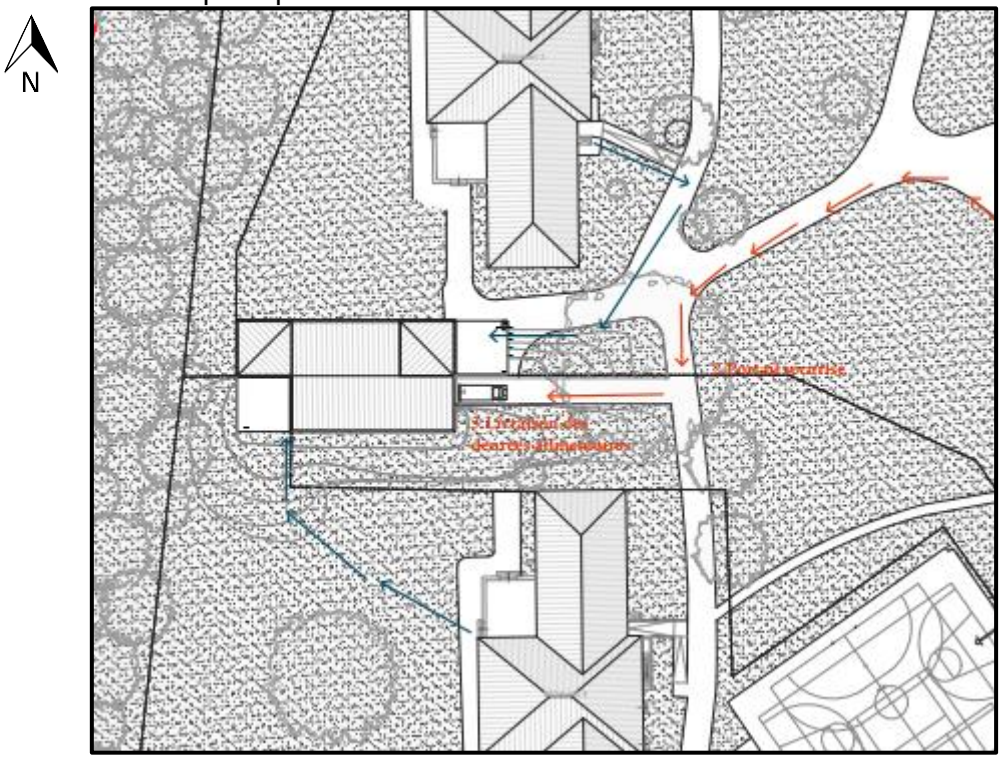


FIGURE 5 : EXTRAIT DU PLAN DE MASSE DU PROJET (SOURCE)

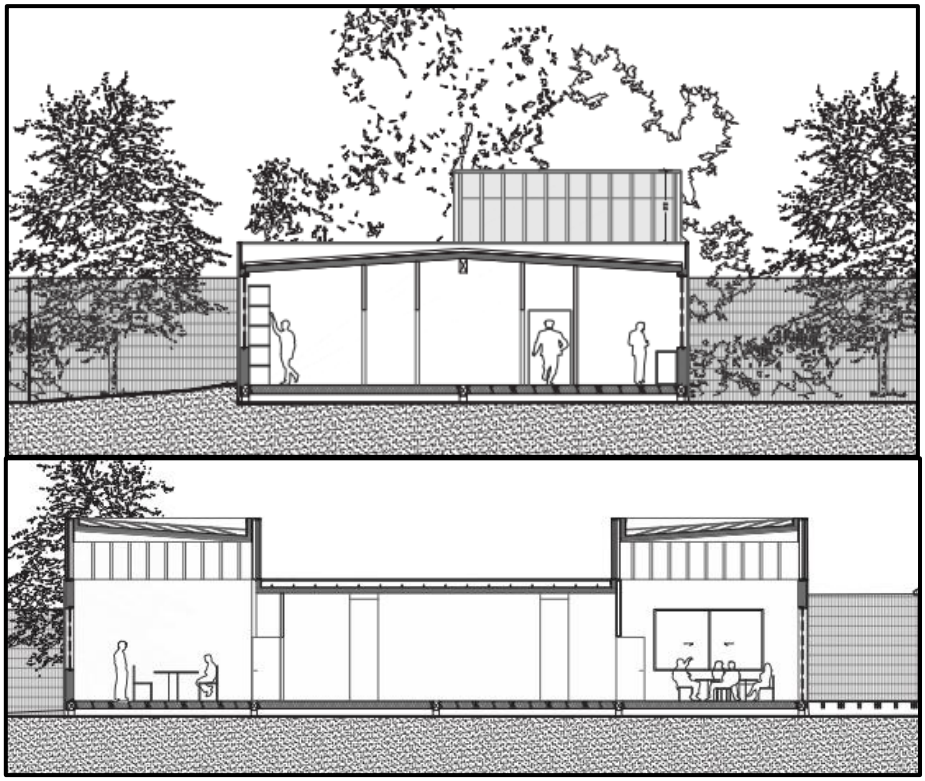


FIGURE 6 : COUPE DU PROJET (SOURCE)

1.3.2 Sollicitations d'exploitation du projet

Les sollicitations nous ont été communiquées par BORDAS+PEIRO architecte dans le cadre de notre mission.

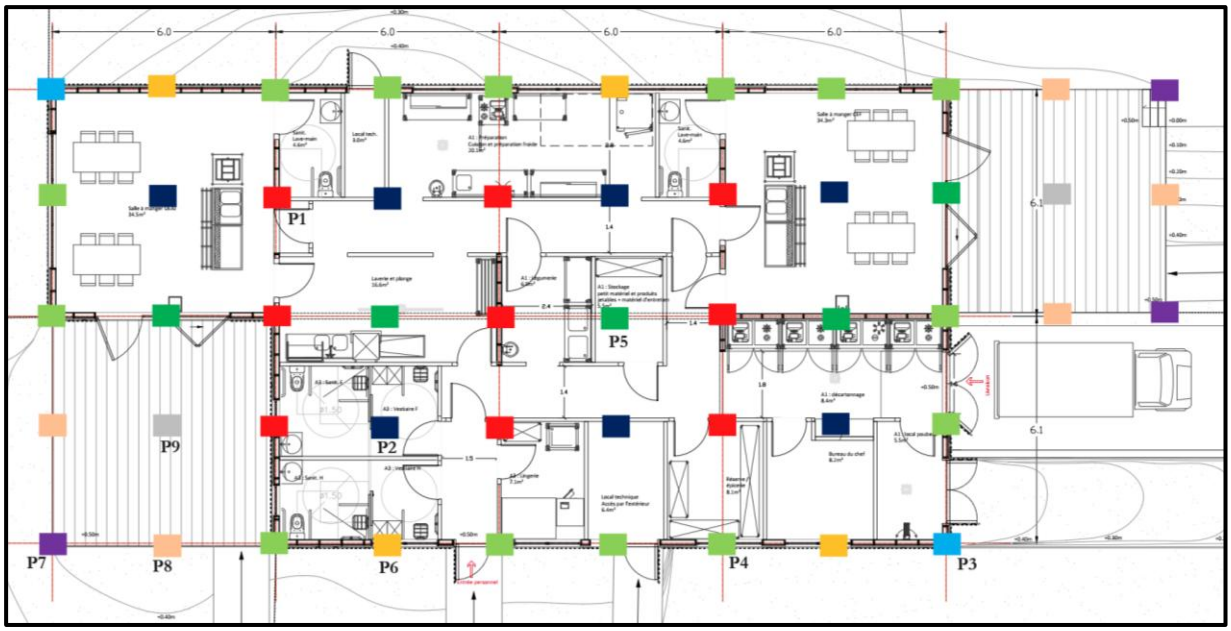


FIGURE 7 : EXTRAIT DU PLAN DE FONDATIONS DU PROJET (SOURCE : BORDAS+PEIRO)

Nom du pieu	G (kg)	Q (kg)	ELU (kg)	ELS caract (kg)	ELS quasi-permanent (kg)		Couleur sur le plan
P1	5435	6405	16944	11840	10559		
P2	4111	4575	12413	8686	7771		
P3	2132	2391	6465	4523	4045		
P4	4220	3535	10999	7755	7048		
P5	5719	5644	16186	11363	10234		
P6	3888	4069	11352	7957	7143		
P7	534	1144	2436	1678	1449		
P8	763	2288	4461	3050	2593		
P9	1220	4575	8510	5795	4880		

FIGURE 8 : EXTRAIT DES DESCENTES DE CHARGE DU PROJET (SOURCE : BORDAS+PEIRO)

Les descentes de charge suivantes ont été converties en kN dans le tableau ci-dessous :

Fondations	ELU (kN)	ELS caract (kN)	ELS QP (kN)
P1	203,3	120,7	107,6
P2	126,5	88,5	79,2
P3	65,9	46,1	41,2
P4	112,1	79,1	71,8
P5	165	115,8	104,3
P6	115,7	81,1	72,8
P7	24,8	17,1	14,8
P8	45,5	31,1	26,4
P9	86,7	59,1	49,7

Les descentes de charge pour la clôture sont la suivante :

- N = 260 kg ;
- V = 600 kg ;
- M = 720 kg.

1.4 Contexte géologique et hydrogéologique

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

- Remblais anthropiques (X),
- Argiles à meulière (g3a),
- Sables de Fontainebleau (g_{2b}).

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

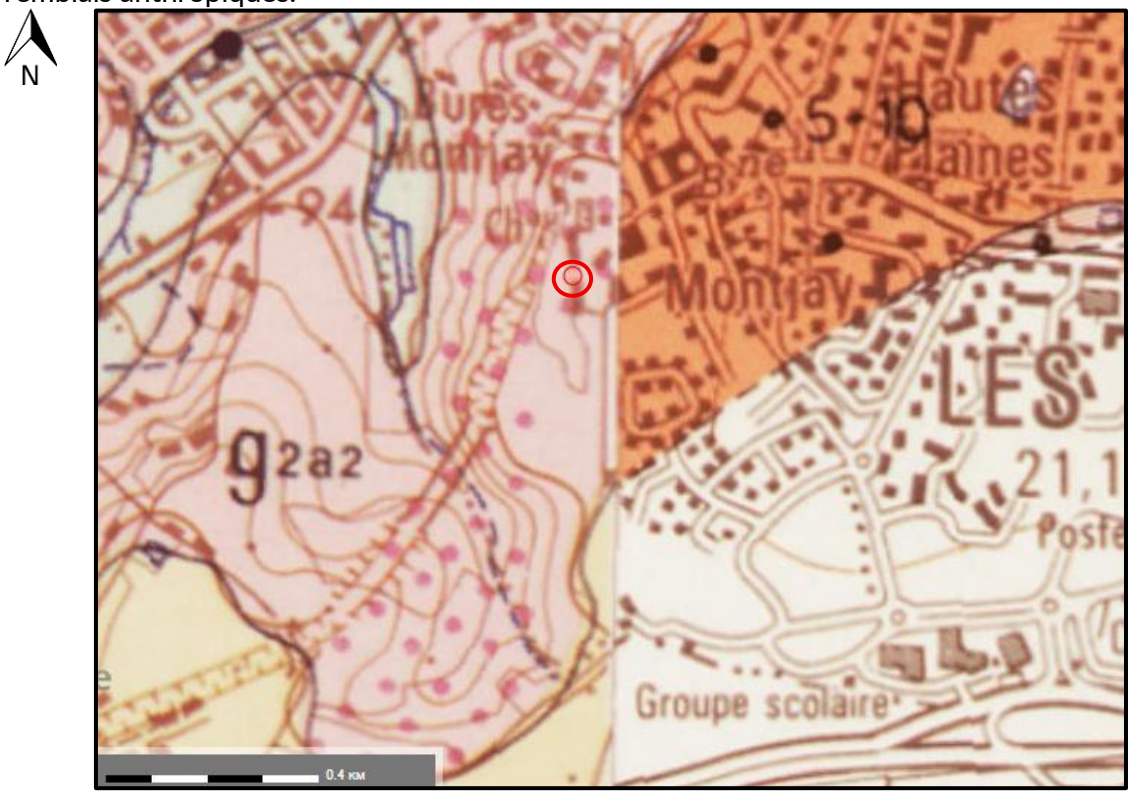


FIGURE 9 : CARTE GEOLOGIQUE (SOURCE INFOTERRE.BRGM.FR)

1.5 Aléas et risques naturels

D'après les données consultables sur le site officiel de la prévention des risques majeurs, www.georisques.gouv.fr, la commune de Bures sur Yvette a fait l'objet de dix-sept arrêtés de reconnaissance de catastrophes naturelles.

Code NOR	Libellé	Début le	Sur le journal officiel du
INTE2119792A	Inondations et/ou Coulées de Boue	19/06/2021	02/07/2021
INTE1920338A	Sécheresse	01/07/2018	09/08/2019
INTE1820387A	Inondations et/ou Coulées de Boue	11/06/2018	15/08/2018
INTE1615488A	Inondations et/ou Coulées de Boue	28/05/2016	09/06/2016
IOCE0768747A	Inondations et/ou Coulées de Boue	29/04/2007	25/10/2007
IOCE0808038A	Sécheresse	01/01/2006	04/04/2008
INTE0400656A	Sécheresse	01/07/2003	26/08/2004
INTE0000693A	Inondations et/ou Coulées de Boue	23/07/2000	17/12/2000
INTE0000693A	Inondations et/ou Coulées de Boue	07/07/2000	17/12/2000
INTE0000693A	Inondations et/ou Coulées de Boue	03/07/2000	17/12/2000
INTE9900627A	Inondations et/ou Coulées de Boue	25/12/1999	30/12/1999
INTE9900488A	Inondations et/ou Coulées de Boue	30/05/1999	04/12/1999
INTE9900216A	Sécheresse	01/05/1997	05/06/1999
INTE9800067A	Sécheresse	01/10/1993	28/03/1998
INTE9200474A	Inondations et/ou Coulées de Boue	31/05/1992	17/10/1992
INTE9400539A	Sécheresse	01/01/1991	24/11/1994
INTE9100235A	Sécheresse	01/06/1989	12/06/1991

- ***Risque sismique***

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

- ***Risque de retrait gonflement des argiles***

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

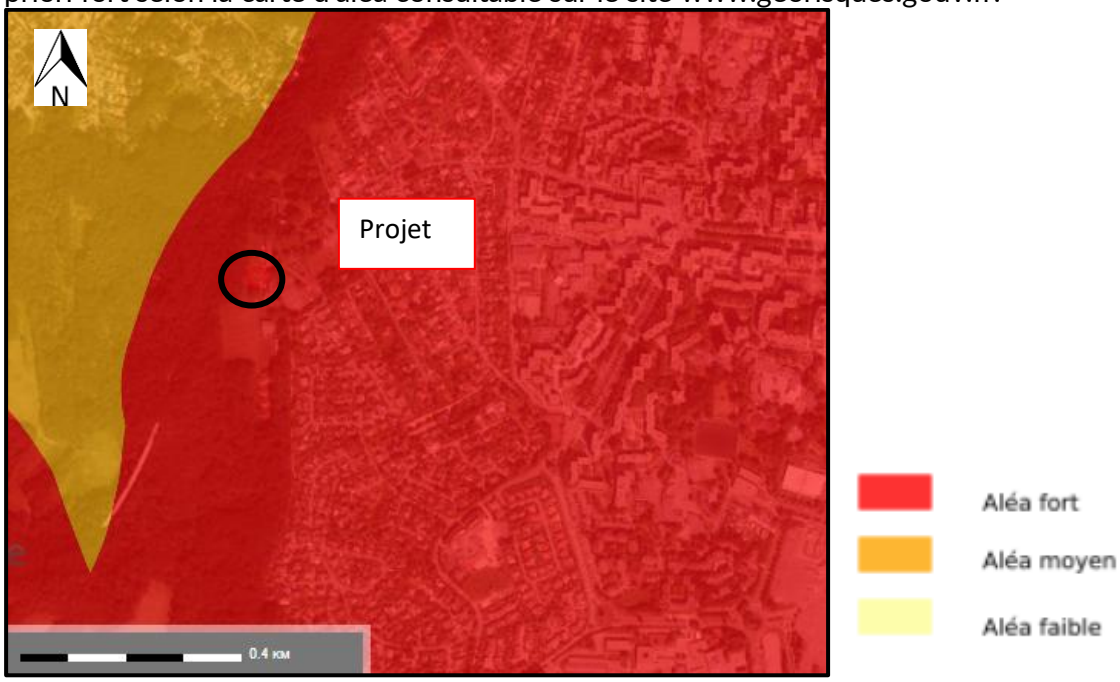


FIGURE 10 : CARTE D'ALEA DES ARGILES (SOURCE GEORISQUES.GOUV.FR)

➢ ***Risque de remontée des nappes***

Vis-à-vis du phénomène de remontées des nappes, le site ne se trouve pas en zone de sensibilité selon la carte consultable sur le site www.georisques.gouv.fr.

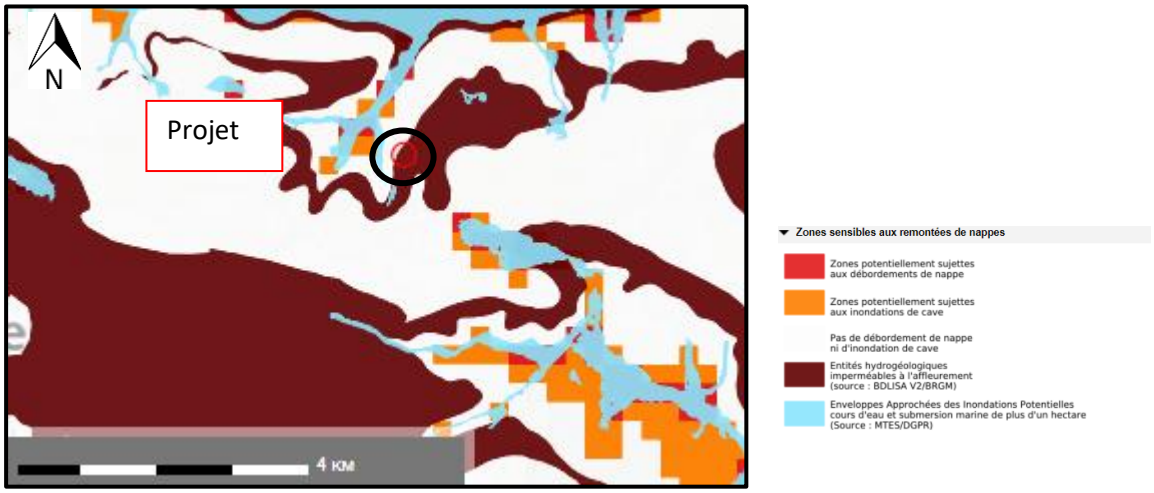


FIGURE 11 : CARTE DE PHENOMENE DE REMONTEES DE NAPPE (SOURCE GEORISQUES.GOUV.FR)

2 RECONNAISSANCE DES SOLS

2.1 Généralités

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

Nos investigations in situ se sont déroulées le 9 janvier 2026 pour la mission G2 AVP. Aucun sondage n'a été réalisé pour la phase G2 PRO.

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

2.2 Sondages de reconnaissance

Les sondages de reconnaissance suivants ont été réalisés :

Type de sondage*	N° de sondage	Profondeur atteinte (m/TN actuel)**	Essais réalisés	Cote altimétrique de la tête du sondage (NGF)***
Sondage destructif paramétré au tricône de Ø66 mm	SP1	10,17	6	158
	SP2	10,12	6	158
Sondage à la tarière Ø63 mm	ST1	5,0	-	158
Sondage à la tarière manuelle de Ø 150 mm	EL1	1,00	-	158
	EL2	1,00	-	158
Sondages pénétrométriques dynamique	P1	2,6	-	158
	P2	2,2	-	158
	P3	2,0	-	158
	P4	2,2	-	158

TABLEAU 3 : TYPES DE SONDAGES DE RECONNAISSANCE REALISES

**sondages implantés en tenant compte des conditions d'accès les jours de notre intervention et en fonction de la précision des plans qui nous ont été remis pour la campagne de reconnaissance géotechnique.*
***par rapport au niveau du sol les jours de notre intervention*
**** relevés Z effectués sur le site Géoportail.*

Il est indiqué sur les coupes de **sondages semi-destructifs**, les éléments suivants :

- coupe détaillée des sols ;
- résultats des essais in situ.

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

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

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

Essais pénétrométriques :

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

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

Essais pressiométriques :

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

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

2.3 Essais de perméabilité in situ

Dans le cadre de la présente étude, des essais de perméabilité ont été réalisés sur le site. Le détail de ces essais est repris dans le tableau ci-dessous :

Type d'essai de perméabilité in situ	Sondage de référence	Profondeur (m)
Essai PORCHET	EL1	0,0 – 1,0
	EL2	0,0 – 1,0

TABLEAU 4 : ESSAIS DE PERMEABILITE IN SITU

2.4 Essais en laboratoire

Les essais en laboratoire suivants ont été réalisés :

Analyse chimique	Sondage	Nombre	Norme
Mesure de l'agressivité des sols vis-à-vis des bétons, comprenant : - Mesure du dosage en sulfates, mesure de l'acidité Bauman Gully	ST1	1	EN 206-1

TABLEAU 5 : ESSAIS EN LABORATOIRE – AGRESSIVITE VIS-A-VIS DU BETON

3 RESULTATS DES INVESTIGATIONS

3.1 Analyse géologique du site

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

- H1 / des argiles sableuse marron à rognons de meulières, reconnues jusqu'à 5,0 à 6,0 m de profondeur, soit vers 152,0 NGF. Il s'agit vraisemblablement de la formation des Argiles à Meulière de Montmorency ;
- H2 / des sables fins beiges, reconnus jusqu'à la base des sondages arrêtés vers 10,12 m de profondeur, soit vers 147,8 NGF. Il s'agit vraisemblablement de la formation des Sables de Fontainebleau.

Remarques :

- L'épaisseur des différents horizons peut varier notablement d'un point à un autre du terrain étudié ;
- Les Argiles à Meulière de Montmorency peuvent contenir des blocs durs et de toute dimension ;
- Il est toujours possible, dans un tel environnement, de rencontrer des couches de remblais qui n'auraient pas été mises en évidence dans nos sondages ;
- La description des terrains traversés et la position des interfaces comportent des imprécisions inhérentes d'une part à la faible cohésion des sols sous nappe (difficultés de remontée de matériaux) et, d'autre part, au caractère aveugle des sondages pénétrométriques ;
- Le type de sondage destructif ne permet pas de caractériser objectivement les remblais et notamment de donner une indication sur les dimensions de blocs éventuels ;
- Rappelons que les coupes de sols établies sur la base des sondages destructifs et semi-destructifs ne sont qu'indicatives en raison de leur mode d'exécution, et que seuls les sondages carottés permettent d'établir une coupe lithologique précise.

3.2 Piézométrie – Niveaux d'eau - Inondabilité

Des niveaux d'eau ont été relevés vers 3,0 et 3,2 m de profondeur au droit des sondages à l'issue de leur réalisation le 9 janvier 2026.

Les forages ayant été réalisés avec injection d'eau, les niveaux d'eau relevés ne sont pas stabilisés et sont influencés par les quantités d'eau injectées.

On rappellera que les essais de pénétration sont des essais aveugles et que c'est uniquement à la remontée du train de tige que l'opérateur géotechnicien note d'éventuelles traces d'humidité. De ce fait, ces informations seront à vérifier à l'ouverture des fouilles.

3.3 Essais in-situ

3.3.1 Essais pressiométriques

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

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

Horizon	Base de l'horizon (m/TN actuel)	(NGF)	Nombre d'essais	Pression Limite nette pl* (MPa) Min	Max	Moy_{ar}	σ	Module Pressiométrique E_M (MPa) Min	Max	Moy_{ha}
H1 - Argile à meulière de Montmorency	5,0 – 6,0	152,0 - 153,0	10	0,63	1,31	0,91	0,25	7,39	22,49	12,2
H2 – Sable de Fontainebleau	10,12-	147,83-147,88	2	2,34	4,79	3,57	1,73	26,11	38,39	31,1

TABLEAU 6 : ESSAIS PRESSIOMETRIQUES

Moy_{ar} : Moyenne arithmétique Moy_{ha} : Moyenne harmonique σ : Ecart type

3.3.2 Essais de pénétration dynamique

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

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

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

- Plastique ou molle : q_d < 2 MPa ;
- Moyennement compact : 2 < q_d (MPa) < 5 MPa ;
- Compact : q_d > 5 MPa.

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

- Lâche : q_d < 5 MPa ;
- Moyennement serré : 5 < q_d (MPa) < 15 MPa ;
- Très serré : q_d > 15 MPa.

Sur la base des pénétrogrammes reportés en ANNEXE 6, nous retenons les caractérisations moyennes statistiques suivantes :

Horizon	Base de l'horizon (m/TN actuel)	Nombre d'essais	Résistance de pointe qd (MPa)				Consistance Observations
			Min	Max	Moy_{ar}	σ	
H1 - Argile à meulière de Montmorency – partie supérieure	1,0 – 1,4	23	1	4	2	0,9	Partie supérieure des argiles à meulière de Montmorency est peu compacte
H1 – Argile à meulière de Montmorency – partie inférieure	2,2	20	1	19	5	4,7	Partie inférieure des argiles à meulière de Montmorency est plus ou moins compacte

TABLEAU 7 : ESSAIS PENETROMETRIQUES REALISES

3.3.3 Essais de perméabilité

Les résultats des essais de perméabilité réalisés ainsi que leur interprétation sont repris dans le tableau suivant :

Sondage	Essai réalisé	Profondeur de l'essai (m/TN)	Nature du terrain testé	Perméabilités mesurées (m/s)
EL1	Essai porchet	0,0 – 1,0	Argile sableuse	$7,4E^{-5}$
EL2	Essai porchet	0,0 – 1,0	Argile sableuse	$4,9E^{-6}$

TABLEAU 8 : RESULTATS DES ESSAIS DE PERMEABILITE

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

La perméabilité du faciès des Argiles à meulière de Montmorency peut varier fortement en fonction de sa granulométrie et de son altération. La perméabilité retenue est $7,0E^{-5}$ m/s.

3.4 Essais en laboratoire

3.4.1 Agressivité des sols vis-à-vis des bétons

Un échantillon de sols a été prélevé à des fins d'analyse en laboratoire concernant l'agressivité des sols et de la nappe vis-à-vis des bétons.

Les analyses sont réalisées pour répondre aux exigences de la norme EN 206-1, comprenant :
➢Sur échantillon « Sol » :

- Mesure du dosage en sulfates,
- Mesure de l'acidité Bauman Gully.

Les résultats de ces analyses figurent dans les tableaux ci-après.

3.4.1.1 Analyse sur Sol

Caractéristique chimique	Seuils (Norme NF EN 206-1)		
	XA1	XA2	XA3
SO42– (mg/kg) a) total	≥2 000 et ≤ 3 000 b)	>3 000 b) et ≤ 12 000	>12 000 et ≤ 24 000
Acidité (ml/kg)	>200 Baumann Gully	N'est pas rencontré dans la pratique	

TABLEAU 9 : SEUILS DES AGRESSIVITES DES SOLS VIS-A-VIS DU BETON

a) Les sols argileux dont la perméabilité est inférieure à 10^{-5} m/s peuvent être classés dans une classe inférieure.
b) La limite doit être ramenée de 3 000 mg/kg à 2 000 mg/kg, en cas de risque d'accumulation d'ions sulfate dans le béton due à l'alternance de périodes sèches et de périodes humides, ou par remontée capillaire.

Caractéristique chimique	Résultats obtenus Sondage ST1
SO42– (mg/kg) a) total	460
Acidité (ml/kg)	326

TABLEAU 10 : RESULTATS DES ANALYSES D'AGRESSIVITE DES SOLS VIS-A-VIS DU BETON

4 SYNTHESE GEOTECHNIQUE

4.1 Synthèse lithologique

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

Horizon / Sondage		SP1	SP2	ST1
H1 - Argile à meulière de Montmorency	P C E	0,00 158,00 5,60	0,00 158,00 6,00	0,00 158,00 5,00
H2 – Sable de Fontainebleau	P C E	5,60 152,40 4,57	6,00 152,00 4,12	- - -

Avec : *P : profondeur du toit de la couche en m*
C : cote NGF du toit de la couche
E : épaisseur de la couche en m

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

4.2 Synthèse et analyse géomécaniques

4.2.1 Synthèse

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

Horizon	Base de l'horizon		Résistance de pointe Rd (MPa)	Pression Limite nette pl* (MPa)	Module Pressiométrique E_M (MPa)	Coefficient rhéologique α
	m/TN actuel	NGF				
H1 - Argile à meulière de Montmorency	5,0 – 6,0	152,0 -153,0	2 - 5	0,80	12	0,67
H2 – Sable de Fontainebleau	10,12-	147,83- 147,88	-	2,70	31	0,33

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

4.2.2 Analyse

- Les Argiles à meulière de Montmorency présentent des caractéristiques mécaniques moyennes.
- Les Sables de Fontainebleau présentent de très bonnes caractéristiques mécaniques.
- Les sols sont sensibles aux variations hydriques en termes de portance et peuvent poser des problèmes de traficabilité en phase travaux.
- Les sols du site comportent des remblais qui, compte tenu de leur qualité, constituent un sol pouvant être considéré comme évolutif et compressible. Ils sont impropres à toute construction (à la réalisation du projet), sauf dispositions spéciales.

- Les sols du site comportent des matériaux sensibles aux phénomènes de retrait gonflement qui obligent à rechercher une adaptation de l'ouvrage, prenant en compte ce risque de mouvements dus aux variations hydriques.

4.3 Hydrogéologie

La nappe phréatique a été rencontrée vers 3,0 m de profondeur /T.N.
Etant donné que le projet ne prévoit pas de niveau enterré, la présence de cette nappe devrait avoir peu d'influence sur les travaux. Cependant, elle pourra nécessiter des adaptations/sujétions pour l'exécution des fondations.

4.4 Protection des ouvrages vis-à-vis de l'agressivité des sols

➔ Le résultat des mesures d'agressivité des sols vis-à-vis du béton (EN 206-1) figure dans le tableau synthétique ci-dessous :

Désignation	Sondage ST1
Classe d'environnement	XA1

Légende : XA1 : faible agressivité chimique
XA2 : agressivité chimique modérée
XA3 : forte agressivité chimique

En conséquence, et suivant le résultat des mesures d'agressivité du sol et de la nappe vis-à-vis du béton, il conviendra d'employer une formulation du béton répondant à la classe d'agressivité **XA1** minimum.

4.5 Sols sensibles au retrait - gonflement

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

Il conviendra de rechercher les dispositions constructives suivantes :

- **Rigidification** du niveau bas (la rigidité maximale dans le sens de la plus grande pente),
- **Coulage** des fondations **à pleine fouille sur toute la hauteur** et protection des longrines,
- Mise **hors dessiccation** du sol de fondation à assurer par un encastrement suffisant par rapport aux niveaux finis extérieur (1.5 m minimum), et intérieur. On notera que la profondeur de la dessiccation est une donnée très approximative au stade actuel des connaissances scientifiques,

D'après les derniers éléments de l'IFSTTAR (conclusions d'ARGIC2), ils donnent une profondeur d'encastrement de 1.2 m/niveau fini.

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

5 RECOMMANDATIONS GEOTECHNIQUES

5.1 Textes règlementaires

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

- ✓ Eurocode 7 - Partie 1 – « Calcul géotechnique – Règles générales »,
- ✓ NF P 94-262 – Calcul Géotechnique – Fondations profondes (juillet 2012) / Eurocode 7.

5.2 Terrassements généraux et ponctuels

Il est rappelé que les terrassements prévus consisteront en un simple reprofilage du site ne nécessitant ni déblai ni remblai de hauteur supérieure à 1,0 m.

5.3 Principe de fondation

Compte tenu des éléments précédents, et pour le projet décrit ci-avant, il pourra être envisagé les principes constructifs suivants :

- Système de fondations :
  - Fondations profondes de type pieux vissés tubés.

Nous rappelons que le maitre d'ouvrage/maitrise d'œuvre nous a informé de vouloir réaliser les pieux avec la technique des techno pieux. Ce type de fondation ne rentre pas dans le cadre de la norme NF P94 262 des fondations profondes. L'entreprise prend l'entière responsabilité du calcul de la portance des fondations. Le procédé fait cependant l'objet d'un avis technique favorable CSTB.

Dans le présent rapport, il a été considéré un modèle géotechnique se rapprochant de la technique des Techno pieux, soit un système de fondation de type pieux vissés tubés.
Pour la partie clôture, les fondations envisagées sont des fondations superficielles de type semelles isolées ancrées à partir de 0,6 m dans les Argiles de Montmorency.

5.4 Justification des fondations superficielles

5.4.1 Définition des fondations

Compte-tenu des résultats de nos investigations, il est possible d'envisager un système de **fondations superficielles de type massifs isolés** ancrés de 0,6 m minimum dans les argiles à meulière de Montmorency observés à partir du terrain naturel et encastrées au minimum de 0,6 m par rapport au terrain fini extérieur.

5.4.2 Règlements utilisés

Les recommandations et justifications des prédimensionnements ont été faites conformément à la norme NF P 94-261, norme d'application française de l'Eurocode 7 pour les fondations superficielles.

5.4.3 Etats limites de résistance du sol

La contrainte de rupture q_{net} sous la base des fondations est donnée par la formule :

$$q_{net} = i_\delta . i_\beta . k_p . p_{le}^*$$

avec : i_δ : coefficient de réduction de portance lié à l'inclinaison du chargement (i_δ = 1 si la charge est verticale),

i_β : coefficient de réduction de portance lié à la proximité d'un talus β, (i_β = 1 si la fondation est suffisamment éloignée d'un talus : d>8B),

k_p : facteur de portance (pris égal à 0.8 en première approximation),

p_{le}^* : pression limite nette équivalente ≈ 800 kPa.

Par application numérique, on obtient :

q_{net} = 640 kPa

Les valeurs de résistance nette du terrain sous les fondations superficielles se déduisent selon la relation suivante :

$$R_{v;d} = A'.q_{net} / (\gamma_{R;d;v} . \gamma_{R;v})$$

avec : A' : surface effective de la base de la fondation superficielle,

$\gamma_{R;d;v}$: coefficient partiel de modèle associé à la méthode de calcul utilisée pour la détermination de q_{net} (ici, il s'agit de la méthode pressiométrique),

$\gamma_{R;v}$: coefficient partiel permettant le calcul de la portance.

Etat limite	Situations	$\gamma_{R;d;v}$ (spécifique à la détermination de q_{net} à partir de la pression limite pressiométrique)	$\gamma_{R;v}$
ELU	durables et transitoires	1.2	1.4
	accidentelles	1.2	1.2
ELS	quasi-permanentes	1.2	2.3
	caractéristiques	1.2	2.3

TABLEAU 11 : COEFFICIENTS PARTIELS γ_R POUR LA DETERMINATION DE LA CAPACITE PORTANTE NETTE (Q_{NET}) – NORME NF P94-261

Selon de la norme NF P94-261, il faudra s'assurer que :

Rv,d ≥ Vd - R0

R0 Poids du volume de sol au-dessus de la fondation après travaux (= 0 en négligeant l'encastrement).

Vd : descente de charge.

<u>Contraintes à retenir en phase-projet :</u>

Etat limite	ELU		ELS	
Situations	Durables et transitoires	Accidentelles	Quasi-permanentes	Caractéristiques
Contraintes admissibles maximales Rv;d/A' (kPa)	381	444	232	232

TABLEAU 12 : CONTRAINTE AU SOL A RETENIR

Lorsque les semelles sont soumises à des efforts inclinés, il convient de tenir compte du coefficient de réduction de portance i_δ, calculé à l'aide de la formule de l'annexe D de la norme NF P 94-261 pour des sols au comportement *à la fois frottant et/ou cohérent*. Pour les caractéristiques de résistance au cisaillement du sol d'assise des fondations, on retiendra : c' = 5 kPa et φ' = 25°.

5.4.4 Dimensionnement des fondations superficielles

5.4.4.1 Descentes de charge

Les descentes de charge communiquées dans le cadre de la présente mission au niveau des fondations des poteaux de la clôture sont comme suit :

Fondations sous poteau	N (kN)	V (kN)	M (kN.m)
Si1	2.6	6.0	7.2

Ces descentes de charge sont considérées à l'ELS QP.

Nota : les descentes de charge communiquées au niveau des fondations de la clôture présentent des moments très importants par rapport au efforts verticaux et horizontaux. Il conviendra de vérifier cette descente de charge par un BET structure.

Les descentes de charge agissantes sur les fondations des poteaux de la clôture sont comme suit :

Etat Limite	N (kN)	V (kN)	M (kN.m)
ELS QP	2.6	6.0	7.2
ELU fond	3.6	8.4	10.1

*5.4.4.2 Vérifications des semelles isolées de 0.7m*0.7m*

Les principaux résultats du prédimensionnement des fondations sont résumés dans le tableau suivant :

Dimensions de semelles		Descentes de charge combinées			Vérifications		
L(m)	B (m)	N	V	M	$R_{v;d} > V_d$-R_0	Excentrement	Tassement (cm)
ELS QP							
0.7	0.7	2.6	6.0	7.2	Ok	Non Ok	0.1

Dimensions de semelles		Descentes de charge combinées			Vérifications		
L(m)	B (m)	N	V	M	$R_{v;d} > V_d$-R_0	Glissement	Tassement (cm)
ELU FOND							
0.7	0.7	3.6	8.4	10.1	Ok	Ok	/

- Les semelles isolées sont vérifiées vis-à-vis de la portance à l'ELS.
- Les semelles isolées ne sont pas vérifiées vis-à-vis de l'excentrement à l'ELS.
- Les tassements obtenus sont inférieurs à 1.0cm.
- Les semelles isolées sont vérifiées vis-à-vis de la portance à l'ELU.
- Les semelles isolées sont vérifiées vis-à-vis du glissement à l'ELU.

D'après les résultats obtenus, il conviendra d'augmenter les dimensions des semelles isolées afin de les justifier vis-à-vis de l'excentrement.

Les résultats détaillés sont communiqués en annexe 8.

*5.4.4.3 Vérifications des semelles isolées de 1.6m*1.6m*

Les principaux résultats du prédimensionnement des fondations sont résumés dans le tableau suivant :

Dimensions de semelles		Descentes de charge combinées			Vérifications		
L(m)	B (m)	N	V	M	$R_{v;d} > V_d$-R_0	Excentrement	Tassement (cm)
ELS QP							
1.6	1.6	2.6	6.0	7.2	Ok	Ok	<0.1

Dimensions de semelles		Descentes de charge combinées			Vérifications		
L(m)	B (m)	N	V	M	$R_{v;d} > V_d$-R_0	Glissement	Tassement (cm)
ELU FOND							
1.6	1.6	3.6	8.4	10.1	Ok	Ok	/

- Les semelles isolées sont vérifiées vis-à-vis de la portance à l'ELS.
- Les semelles isolées sont vérifiées vis-à-vis de l'excentrement à l'ELS.
- Les tassements obtenus sont inférieurs à 1.0cm.
- Les semelles isolées sont vérifiées vis-à-vis de la portance à l'ELU.
- Les semelles isolées sont vérifiées vis-à-vis du glissement à l'ELU.

Les résultats détaillés sont communiqués en annexe 8.

5.4.5 Efforts horizontaux - État limite ultime de glissement

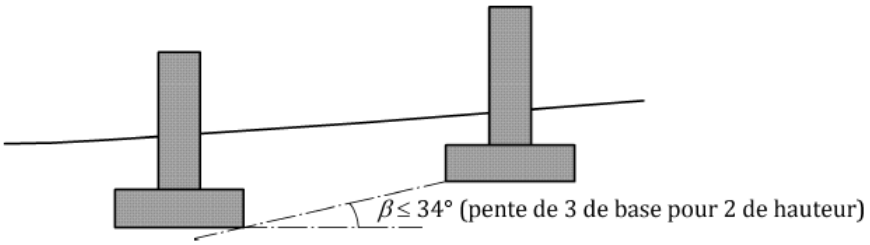
La vérification sera faite vis-à-vis des **états limites ultimes**. Si les efforts horizontaux sont intégralement repris par les forces de frottement s'exerçant à l'interface entre le sol et la fondation, la justification pourra être faite, selon le cas, conformément aux prescriptions de l'article 6.5.3. de l'Eurocode 7, « Calcul géotechnique, partie 1 ».

Si nécessaire, la réaction du sol sur les faces latérales de la fondation pourra être éventuellement prise en compte.

Cette justification pourra faire l'objet d'une mission complémentaire spécifique.

5.4.6 Sujétions particulières

Il conviendra de respecter la règle des 3/2 indiquée au paragraphe 8.1 de la norme NF P 94-261, à moins de dispositions particulières. Ce paramètre est notamment à respecter entre les fondations projetées.



5.5 Justification des fondations profondes

5.5.1 Définition des fondations

Plusieurs techniques d'exécution de pieux sont envisageables et il appartient à l'entreprise, en fonction des moyens dont elle dispose et après visa du maître d'œuvre concepteur du projet de définir la méthode la plus adaptée à la bonne exécution de ces fondations.

Les outils et méthodes de forage devront être adaptés à chaque couche de sol rencontrée et devront permettre de traverser les formations superficielles pouvant renfermer localement des blocs et/ou contenant des éléments de grandes dimensions, de respecter l'ancrage et les profondeurs demandés (machine avec un couple élevé, ...) et de garantir une continuité de bétonnage. Des avant-trous pourront s'avérer nécessaire.

De plus, nous précisons que la plateforme devra être réceptionnée par l'entreprise qui réalisera les pieux avant mise en œuvre de la foreuse.
Nous rappelons que le maitre d'ouvrage/maitrise d'œuvre nous a informé de vouloir réaliser les pieux avec la technique des techno pieux. Ce type de fondation ne rentre pas dans le cadre de la norme NF P94 262 des fondations profondes. L'entreprise prend l'entière responsabilité du calcul de la portance des fondations. Le procédé fait cependant l'objet d'un avis technique favorable CSTB.

5.5.2 Règlements utilisés

La réalisation des pieux et les essais de contrôle à effectuer après réalisation devront être conformes aux préconisations de la norme d'application NF P 94-262 (Eurocode 7).

5.5.3 Paramètres de dimensionnement

Pour un pieu vissé tubé (Classe 3, catégorie 8 selon l'Eurocode 7), les paramètres de dimensionnement à prendre en compte sont repris dans le tableau suivant :

Nature des terrains	Base de la couche (m/TA)	Epaisseur de terrain (m)	Frottement latéral						Effort de pointe	
			a	b	c	f_{sol}	$\alpha_{pieu-sol}$	q_s (kPa)	Ple* (MPa)	k_{pmax}
H1 – argiles à meulière	6,0	6,0	0,003	0,04	3,5	39,8	0,6	23,9	0,8	1,55
H2 – Sables de Fontainebleau	10,12	4,12	0,01	0,06	1,2	83,6	0,6	50,2	2,7	3,2

Les pieux devront être ancrés d'au minimum trois fois leur diamètre dans la couche porteuse (horizon n°1). Pour une mobilisation maximale du terme de pointe, l'ancrage devra atteindre cinq diamètres.

Selon de la norme NF P94-262, il faudra s'assurer que la capacité portante devra être supérieure ou égale à la charge de compression sur la fondation profonde F_{cd} tel que :

$$R_{v,d} \geq F_{cd}$$

5.5.4 Evaluation de la capacité portante des pieux

En considérant les hypothèses citées auparavant et le modèle de sol, les capacités portantes des pieux existants estimées sont comme suit :



D'après le graphe de la capacité portante des pieux, il pourra être estimé la longueur des pieux selon les descentes de charge. Ces longueurs sont comme suit :

Fondations	ELU (kN)	ELS caract (kN)	ELS QP (kN)	Longueur retenue (m)
P1	203,3	120,7	107,6	5.0
P2	126,5	88,5	79,2	3.0
P3	65,9	46,1	41,2	3.0
P4	112,1	79,1	71,8	3.0
P5	165	115,8	104,3	3.0
P6	115,7	81,1	72,8	3.0
P7	24,8	17,1	14,8	3.0
P8	45,5	31,1	26,4	3.0
P9	86,7	59,1	49,7	3.0

Les résultats détaillés sont communiqués en annexe 9.

On rappelle que les valeurs ci-dessus sont indicatives, obtenues sous charges verticales centrées en compression, et qu'il appartient au maître d'œuvre concepteur du projet et/ou à l'entreprise de réaliser une approche quantitative en fonction des reconnaissances effectuées sur ce site et des moyens mis en œuvre ou prévus.

Le diamètre et la longueur réelle des pieux dépendront de leur profondeur d'ancrage et des charges à reprendre. Nous rappelons qu'un ancrage minimum de 3 diamètres ∅ doit être respecté dans l'horizon H1.

5.5.5 Dispositions constructives

Cette exécution devra tenir compte de :

- passage dans les Argiles à meulière de Montmorency jusqu'à une profondeur de 6,0 m ;
- passage dans les Sables de Fontainebleau jusqu'à 10,1 m /TA ;
- ancrage à opérer au minimum dans les Argiles à meulière de Montmorency (horizon N°1) mis en évidence à partir du terrain naturel au droit des sondages ;

- la réalisation de pieux sous le niveau de la nappe superficielle est probable ;
- possibles vestiges de fondations enterrés ;
- possibles présence de réseaux enterrés ;
- possible de blocs de meulière dans la formation des Argiles à meulières de Montmorency ou de passage de blocs/bancs de grès dans la formation des Sables de Fontainebleau.

5.5.6 Effet de groupe – coefficient d'efficacité Ce

D'après le plan de fondation, l'entraxe est supérieur à 3 diamètres entre pieux, et donc, aucun coefficient de groupe n'est pris en compte.

5.5.7 Efforts parasites sur les pieux

Compte tenu des informations qui nous ont été communiquées, il n'a pas été considéré d'effort parasite sur les fondations profondes. Si tel ne devait pas être le cas, il conviendrait de revoir tout ou partie des prédimensionnements réalisés.

5.5.8 Comportement transversal des pieux

L'estimation du module linéique pour les sollicitations horizontales sera réalisée selon les préconisations de l'annexe I de la norme NF P 94-262.

Il conviendra de prendre en compte une réduction de la réaction du sol au voisinage de la surface.

Le module linéique pour des sollicitations horizontales de courte durée d'application Kfi se calcule à partir de la formule suivante :

Pour B < 0.6 m :

$$K_f = \frac{12E_M}{\frac{4}{3}[2.65]^{\alpha} + \alpha}$$

Pour B ≥ 0.6 m :

$$\frac{12E_M}{\frac{4}{3}\frac{B_0}{B}\left[2.65\frac{B}{B_0}\right]^{\alpha} + \alpha}$$

Le coefficient de réaction kf correspond à Kf= B·. k_f.

L'entraxe des pieux étant supérieur à 3B, aucune interaction entre les comportements des différents pieux n'est prise en compte.

5.5.9 Sujétions de conception et d'exécution

Il conviendra, de plus, de respecter les sujétions générales suivantes :

- La stabilité des parois du forage devra être assurée par l'utilisation d'outils adaptés au contexte géotechnique du site (mise en place d'un tube de travail,...) ;
- Le forage des pieux ne devra pas générer de désordres sur les avoisinants (contexte urbain dense). Le battage, le vibrofonçage et l'utilisation de trépan devront être prohibés ;
- L'ouvrage est probablement concerné par la présence d'une nappe superficielle, il sera donc nécessaire de se prémunir du risque de corrosion des pieux ;
- Les conditions d'exécution des pieux seront de la responsabilité de l'entreprise et devront être adaptées en fonction du contexte géotechnique général du site ;

- Une reconnaissance de 5 m sous l'assise prévisionnelle des fondations est indispensable pour ce type de dimensionnement ;
- A noter que dans les formations argileuses, des phénomènes de rétractation des argiles peuvent survenir, ce qui pourrait entraîner une diminution du diamètre du pieu en phase travaux et éventuellement coincer l'outil de foration. Toutes les précautions devront être prises vis-à-vis de ces phénomènes ;
- L'agressivité des sols vis-à-vis du béton analysé est de classe de béton XA1 ;
- La distance minimale entre deux pieux devra être au moins égale à 3 fois le diamètre du pieu. Sinon il faudra tenir compte d'un effet de groupe, dont la valeur pourra être déterminée dans le cas d'une étude complémentaire. ;
- La médiocre compacité des couches superficielles (remblais, limons et sables argileux) pourra éventuellement entrainer des efforts parasites horizontaux qu'il est nécessaire de prendre en compte et que le maitre d'œuvre concepteur du projet devra quantifier ;
- Si un remblaiement est prévu, il conviendra de calculer le frottement négatif qui sera induit sur l'épaisseur des horizons les plus compressibles et de le prendre en compte dans le dimensionnement définitif.
- L'entreprise mettra en œuvre un matériel adapté lui permettant d'atteindre les profondeur et fiches minimales requises.
- Les pieux soumis à des efforts horizontaux ou des moments devront être armés en conséquence.
- Pour la technique des Techno pieux, il sera nécessaire de prendre un compte la corrosivité des sols vis-à-vis des aciers.
- Il sera nécessaire de prendre en compte le risque de refus prématuré du fait de la présence potentielle de meulière dans la formation des Argiles à meulière ou de banc ou blocs dans la formation des Sables de Fontainebleau.

5.6 Niveau bas

Le caractère gonflant des terrains rencontrés en fond de fouille sur une épaisseur notable et les venues d'eau prévisibles ne permettent pas d'envisager la réalisation d'un dallage. Le niveau bas de la construction devra être traité en plancher porté sur vide sanitaire et non pas sur terre-plein.

5.7 Précautions particulières de conception et d'exécution

5.7.1 Fondations

Si des fondations doivent être fondées à des niveaux différents, on respectera la règle des 3/2, à moins de dispositions particulières. Ce paramètre est notamment à respecter entre les fondations existantes et celles projetées.

Afin d'assurer la protection contre le gel et contre la protection vis-à-vis de l'aléa retrait gonflement, la hauteur minimale d'encastrement sera d'au moins 1,5 m sous le terrain naturel extérieur. (cf annexe O.4.4 de la norme NF P 94-261 ET $ 8 de NF P 94-261/A1)

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

5.7.2 Eléments de structure

Les éventuelles parties du projet de charges différentes devront être séparées par un joint de rupture.

Il faudra prévoir avant tous travaux de reprise en sous-œuvre, ou de terrassement à proximité des fondations existantes, un système d'étaiement ou de confortement interdisant tout mouvement des ouvrages, aussi bien en phase provisoire qu'en phase définitive.

6 ALEAS et RISQUES RESIDUELS

La présente étude s'inscrit dans le cadre d'une étude géotechnique de conception phase projet (mission G2 PRO). Conformément à la norme sur les missions géotechniques, il conviendra de poursuivre les études géotechniques par une mission de type G2 DCE/ACT permettant de vérifier les éléments suivants :

- Les documents nécessaires à la consultation des entreprises pour l'exécution des ouvrages géotechniques ;
- En l'assistance du client, la sélection des entreprises et l'analyse technique des offres.

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

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

7 CONDITIONS CONTRACTUELLES

1. Le présent rapport et ses annexes constituent un tout indissociable. La mauvaise utilisation qui pourrait être faite suite à une communication ou reproduction partielle ne saurait engager **INFRANEO**.
2. Des modifications dans l'implantation, la conception ou l'importance de la construction ainsi que dans les hypothèses prises en compte et en particulier dans les indications de la partie *"Présentation"* du présent rapport peuvent conduire à des remises en cause des prescriptions. Une nouvelle mission devra alors être confiée à **INFRANEO** afin de réadapter ces conclusions ou de valider par écrit le nouveau projet.
3. De même, des éléments nouveaux mis en évidence lors de l'exécution des fondations et n'ayant pu être détectés au cours des reconnaissances de sol (exemple : hétérogénéité localisée, venues d'eau, etc.) peuvent rendre caduques certaines des recommandations figurant dans le rapport.
4. Les reconnaissances de sol procèdent par sondages ponctuels, les résultats ne sont pas rigoureusement extrapolables à l'ensemble du site. Il persiste des aléas (exemple : hétérogénéité locale) qui peuvent entraîner des adaptations tant de la conception que de l'exécution qui ne sauraient être à la charge du géotechnicien.
5. Ce rapport vient clôturer la mission G2 PRO qui nous a été confiée pour cette affaire.

Nous attirons l'attention du Maître d'Ouvrage sur la nécessité de réaliser les missions successives G2 DCE/ACT, G3 (à la charge de l'entrepreneur) et G4 dans l'enchaînement prévu par la norme NF P 94-500.

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

ANNEXES

ANNEXE 1 : Condition générales de vente et d'exécution des prestations

Article 1. Principes généraux

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

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

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

Article 2. Commandes

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

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

Article 3. Conditions, modalités et retard de paiement

3.1 Dates d'échéance :

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

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

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

Les factures sont payables au siège social **INFRANEO** - 8 rue des Chênes Rouges – 91580 ETRECHY.

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

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

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

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

Article 4. Délais

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

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

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

Article 5. Confidentialité

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

Article 6. Responsabilités

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

Article 7. Clause résolutoire

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

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

Article 8. Attribution de juridiction

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

ANNEXE 2 : Conditions générales des missions d'ingénierie géotechnique

1. Cadre de la mission

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

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

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

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

2. Recommandations

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

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

3. Rapport de la mission

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

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

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

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

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

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

L'enchaînement et la définition synthétique des missions types d'ingénierie géotechnique sont donnés dans les tableaux 1 et 2. Les éléments de chaque mission sont spécifiés dans les chapitres 7 à 9. Les exigences qui y sont présentées sont à respecter pour chacune des missions, en plus des exigences générales décrites au chapitre 5 de la présente n01me. L'objectif de chaque mission, ainsi que ses limites, sont rappelés en tête de chaque chapitre. Les éléments de la prestation d'investigations géotechniques sont spécifiés au chapitre 6.

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

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

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

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

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PREALABLE (G1)

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

Phase Etude de Site (ES)

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

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

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

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

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

Phase Avant-projet (AVP)

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

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

Phase Projet (PRO)

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

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

Phase DCE/ACT

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

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

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

ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)
ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)
Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT. Elle comprend deux phases interactives :

Phase Étude

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

Phase Suivi

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

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

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

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

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

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'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 3 : Schéma d'implantation des investigations in-situ

PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

BURES SUR YVETTE (91)
2 chemin de Grivery

Dossier : IN-25-11311-ETRSO



ANNEXE 4 : Résultats des sondages et essais in-situ

INFRANEO

X Y Altitude GPS

Forage
SP1
Dossier
IN25-11311
Chantier
Bures sur Yvette
Client
DIP

Paramètres de forage

Date de début	Cote début
09/01/2026	0 m
Date de fin	Cote fin
09/01/2026	10.17 m
Opérateur	Machine
Geobis	DC 3.0

Alt. (m)	Prof. (m)	Figuré	Description	Forma	Prof. (m)	Outils de forage	Fluides de forage
	0		Terre végétale	Meulière de Montmorency	0.1	Tricône ø66 mm	Eau
			Argile sableuse marron à rognons meulières		1.4		
			Argile sableuse beige grisâtre à rognons meulières		3		
			Argile beige à rognons meulières		5.6		
			Sable fin beige	Sables de Fontainebleau	10.17		

VA (m/h): 0 1000 — 0.01 — 10.17
PO (bar): 0 50 100 — 0.01 — 10.17
CR (bar): 0 100 200 — 0.01 — 10.17
PI (bar): 0 10 20 30 — 0.01 — 10.17
E_M (MPa): 0 20 40 60 — 8.7 — 7.4 — 18.2 — 16.6 — 22.5 — 26.1
PL* (MPa): 0 2 4 6 — 0.72 — 0.61 — 0.86 — 0.98 — 1.26 — 2.28
PF* (MPa): 0 2 4 — 0.35 — 0.43 — 0.54 — 0.73 — 0.94 — 1.3

EM/PL	Niveaux d'eau (m)
12.1	
12.1	
21.2	09/01/2026 3.2
17	
17.8	
11.4	

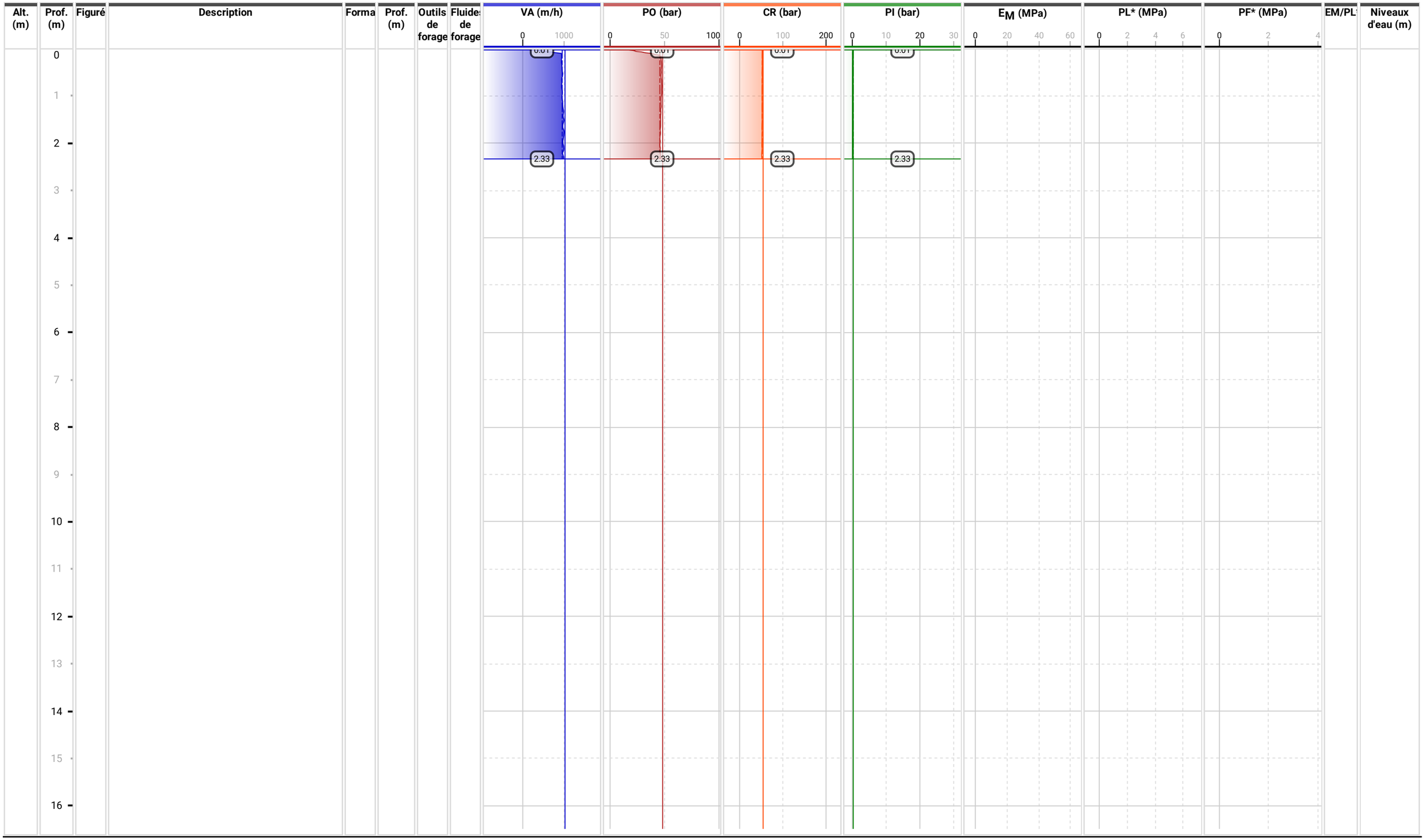
INFRANEO

X Y Altitude GPS

Forage
SP1 EV
Dossier
IN25-11311
Chantier
Bures sur Yvette
Client
DIP

Paramètres de forage

Date de début	Cote début
09/01/2026	0 m
Date de fin	Cote fin
09/01/2026	2.33 m
Opérateur	Machine
Geobis	DC 3.0



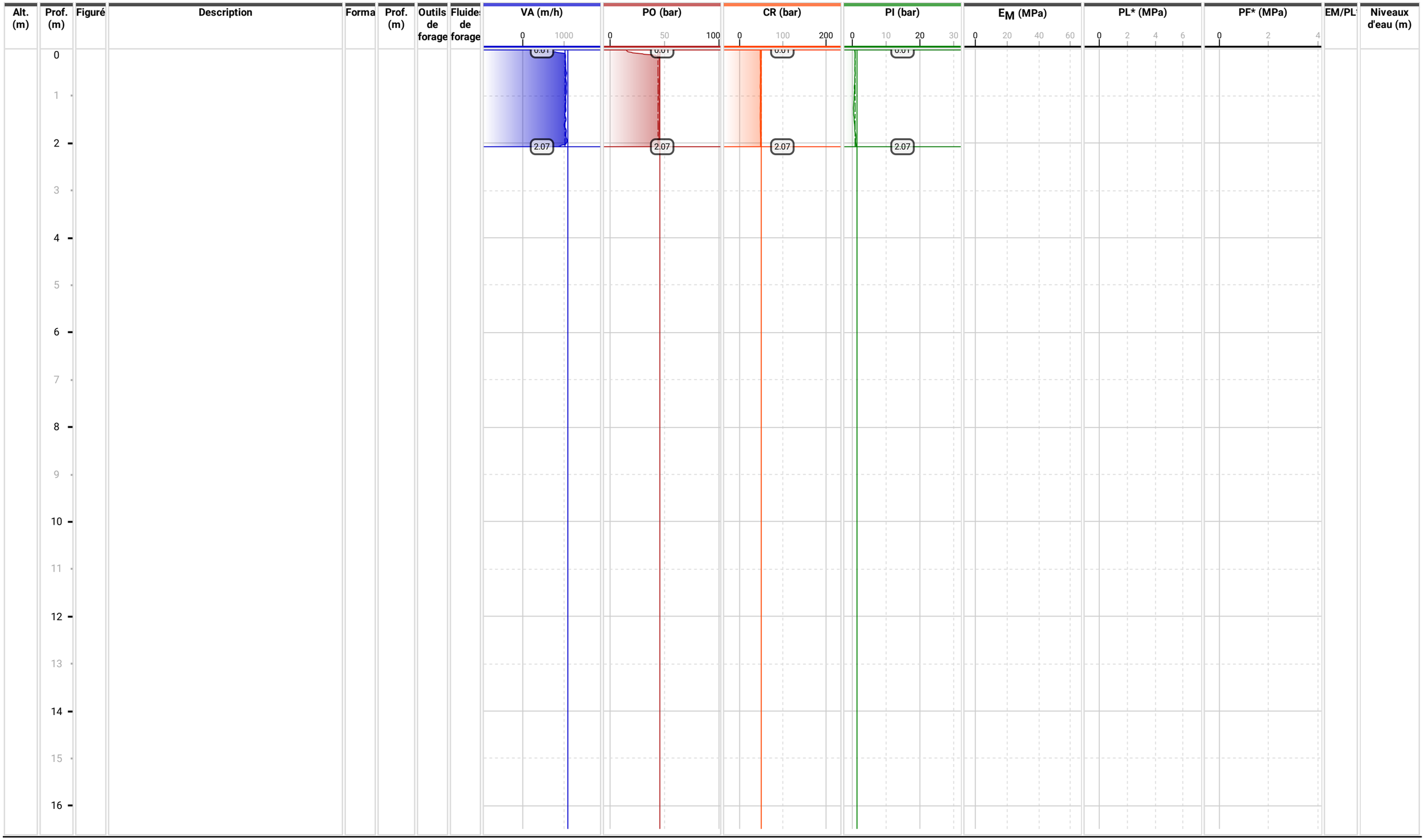
INFRANEO

X Y Altitude GPS

Forage
SP1 ET
Dossier
IN25-11311
Chantier
Bures sur Yvette
Client
DIP

Paramètres de forage

Date de début	Cote début
09/01/2026	0 m
Date de fin	Cote fin
09/01/2026	2.07 m
Opérateur	Machine
Geobis	DC 3.0



INFRANEO

X Y Altitude GPS

Forage
SP2
Dossier
IN25-11311
Chantier
Bures sur Yvette
Client
DIP

Paramètres de forage

Date de début	Cote début
09/01/2026	0 m
Date de fin	Cote fin
09/01/2026	10.12 m
Opérateur	Machine
Geobis	DC 3.0

Alt. (m)	Prof. (m)	Figuré	Description	Forma	Prof. (m)	Outils de forage	Fluides de forage
	0		Terre végétale		0.1		
	1		Argile sableuse marron à rognons meulières				
				Meulière de Montmorency	1.4		
	2		Argile sableuse beige grisâtre à rognons meulières				
	3				3	Tricône ø66 mm	Eau
	4		Argile beige à rognons meulières				
	5						
	6				6		
	7		Sable fin beige	Sables de Fontainebleau			
	8						
	9						
	10				10.12		
	11						
	12						
	13						
	14						
	15						
	16						

VA (m/h) — 0 1000 — 0.01 — 10.12
PO (bar) — 0 50 100 — 0.01 — 10.12
CR (bar) — 0 100 200 — 0.01 — 10.12
PI (bar) — 0 10 20 30 — 0.01 — 10.12
E_M (MPa) — 0 20 40 60 — 5.7 — 8 — 10.6 — 13.6 — 16.3 — 38.4
PL* (MPa) — 0 2 4 6 — 0.63 — 1.11 — 1.06 — 1.25 — 1.05 — 4.73
PF* (MPa) — 0 2 4 — 0.28 — 0.45 — 0.66 — 0.77 — 0.78 — 2.35

EM/PL*	Niveaux d'eau (m)
9	
7.2	
10.1	09/01/2026 3
11	
15.6	
8.1	

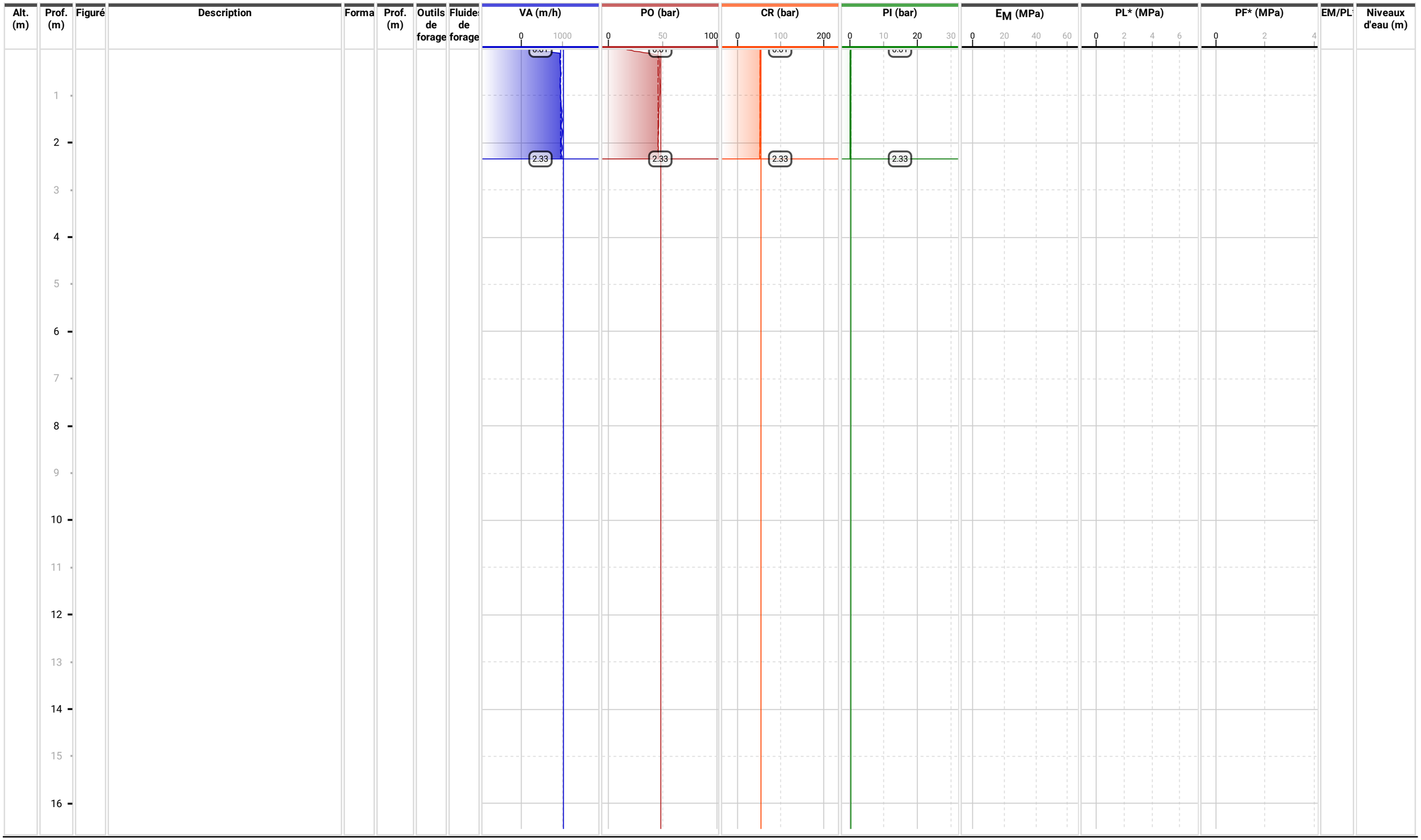
INFRANEO

X Y Altitude GPS

Forage
SP2 EV
Dossier
IN25-11311
Chantier
Bures sur Yvette
Client

Paramètres de forage

Date de début	Cote début
09/01/2026	0.01 m
Date de fin	Cote fin
09/01/2026	2.33 m
Opérateur	Machine
Geobis	DC 3.0



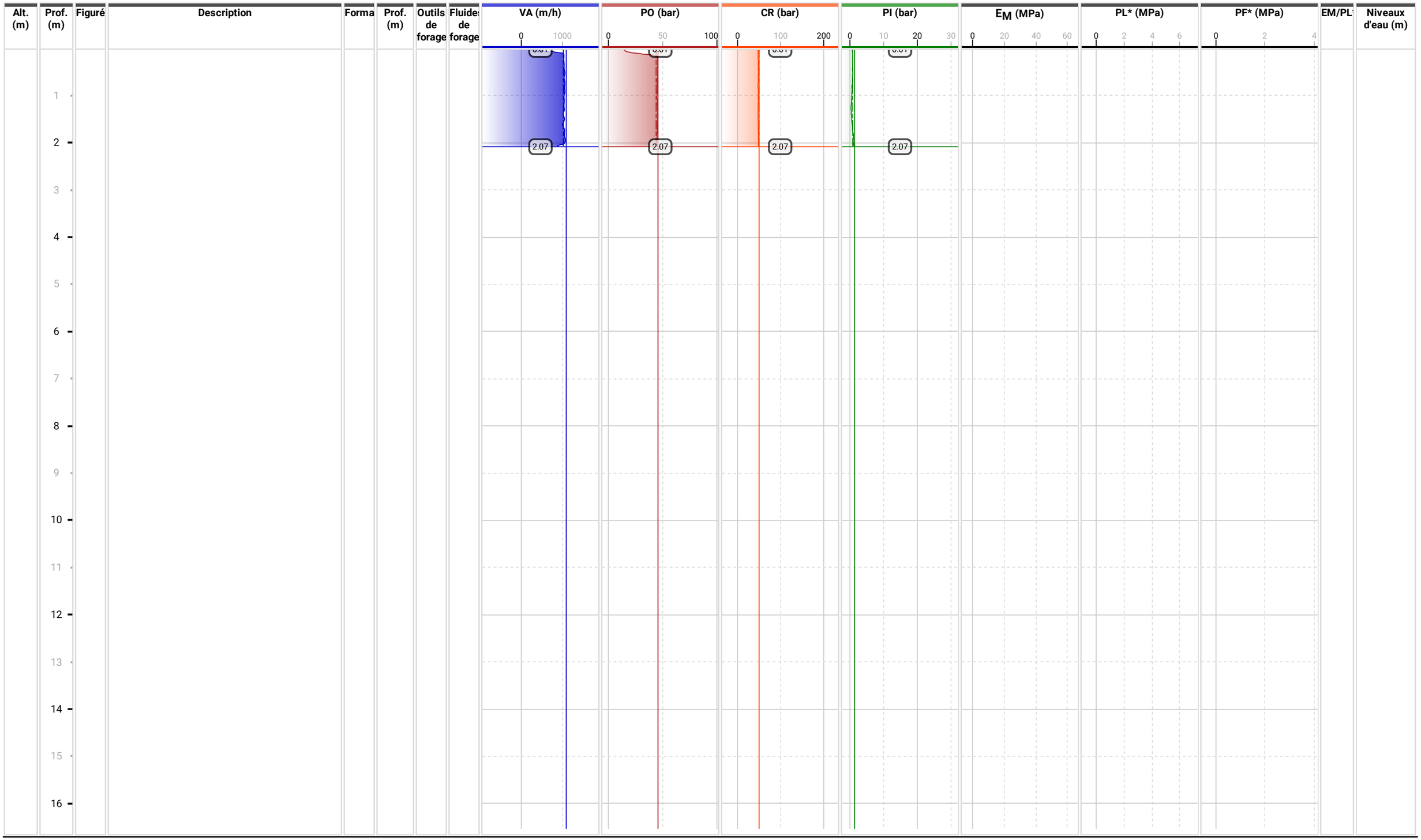
INFRANEO

X Y Altitude GPS

Forage
SP2 ET
Dossier
IN25-11311
Chantier
Bures sur Yvette
Client

Paramètres de forage

Date de début	Cote début
09/01/2026	0.01 m
Date de fin	Cote fin
09/01/2026	2.07 m
Opérateur	Machine
Geobis	DC 3.0



INFRANEO

X Y Altitude GPS

Forage
ST1
Dossier
IN25-11311
Chantier
Bures sur Yvette
Client
DIP

Paramètres de forage

Date de début	Cote début
09/01/2026	0 m
Date de fin	Cote fin
09/01/2026	5 m
Opérateur	Machine
Geobis	DC 3.0

Alt. (m)	Prof. (m)	Figuré	Description	Outils de forage	Fluides de forage	Niveaux d'eau (m)
	0.1		Terre végétale	Tarière ø89 mm	Eau	09/01/2026 3.2
	1.4		Argile sableuse marron à rognons meulières			
	3		Argile sableuse beige grisâtre à rognons meulières			
	5		Argile beige à rognons meulières			

ANNEXE 5 : Résultats des essais porchet

INFRANEO

PROCES VERBAL D'ESSAIS

ESSAI DE PERMEABILITE DE TYPE PORCHET
(infiltration à niveau variable en sondage ouvert)

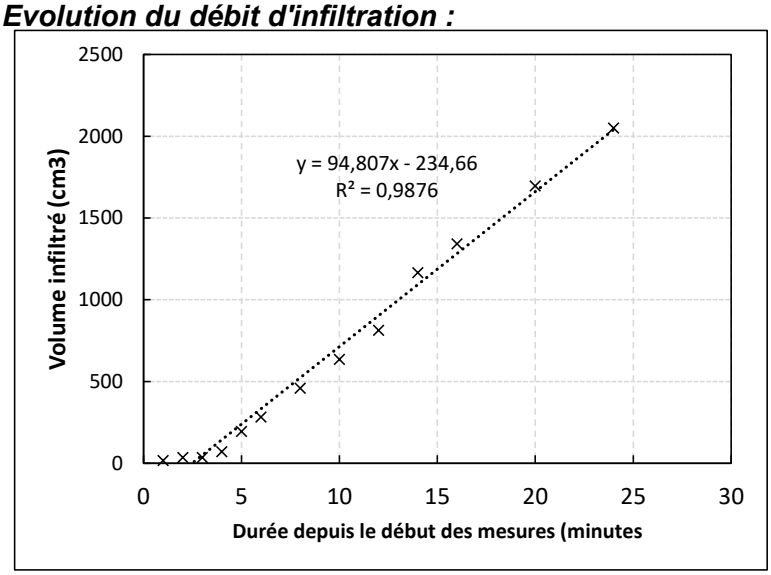
Référence :

N° test / sondage :	**EP2**	N° dossier :	***IN25-11311***
Référence R de profondeur :	**-**	Client :	***Ministère de la justice***
Cote C haut du sondage :	/	Adresse :	***Bures sur Yvette***
Date du test :	**09/01/2025**		

Conditions :

Position :		**#REF!**	Profondeur P (m) :	**1,00**
Météo :		**Temps sec**	Mode sondage :	**Tarière 150 mm**
Coupe du sol (m)			Température de l'eau (°C) :	**20,0**
0,00	à 1,00	**Argile sableuse**	Hauteur d'eau initiale H (cm) :	**80,00**
-	-	**-**	Diamètre D du sondage (cm) :	**15,00**

Evolution du débit d'infiltration :



Durée (min)	Graduations (cm)	Volume (cm3)
0,0	**83,40**	**-**
1,0	**83,50**	**17,671**
2,0	**83,60**	**35,343**
3,0	**83,60**	**35,343**
4,0	**83,80**	**70,686**
5,0	**84,50**	**194,386**
6,0	**85,00**	**282,743**
8,0	**86,00**	**459,458**
10,0	**87,00**	**636,173**
12,0	**88,00**	**812,887**
14,0	**90,00**	**1166,316**
16,0	**91,00**	**1343,031**
20,0	**93,00**	**1696,460**
24,0	**95,00**	**2049,889**

Tranche de sol testée (m) :	**-0,20**	**à**	**-1,00**

Résultat :	**Perméabilité ramenée à +20°C :**	**17,7**	**mm/h**
		4,9E-06	**m/s**
Observations :			

Etrechy, le		16/01/2026	
P.V. N° :	IN25-11311-EP2	version	1

Visa du responsable
du dossier :

#REF!

INFRANEO

PROCES VERBAL D'ESSAIS

ESSAI DE PERMEABILITE DE TYPE PORCHET (infiltration à niveau variable en sondage ouvert)

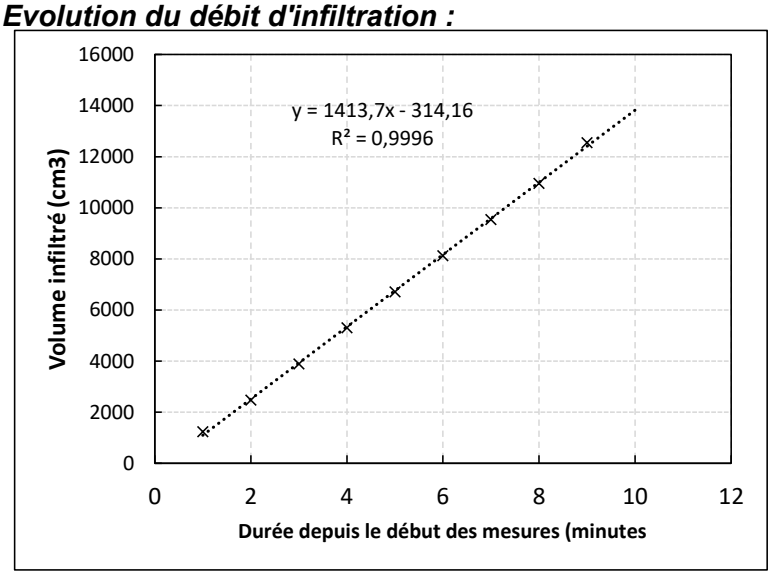
Référence :

N° test / sondage :	**EP1**	N° dossier :	***IN25-11311***
Référence R de profondeur :	**-**	Client :	***Ministère de la justice***
Cote C haut du sondage :	/	Adresse :	***Bures sur Yvette***
Date du test :	**09/01/2025**		

Conditions :

Position :		**#REF!**	Profondeur P (m) :	**1,00**
Météo :		**Temps sec**	Mode sondage :	**Tarière 150 mm**
Coupe du sol (m)			Température de l'eau (°C) :	**20,0**
0,00	à 1,00	**Argile sableuse**	Hauteur d'eau initiale H (cm) :	**80,00**
-	-	**-**	Diamètre D du sondage (cm) :	**15,00**

Evolution du débit d'infiltration :



Durée (min)	Graduations (cm)	Volume (cm3)
0,0	**81,00**	**-**
1,0	**88,00**	**1237,002**
2,0	**95,00**	**2474,004**
3,0	**103,00**	**3887,721**
4,0	**111,00**	**5301,438**
5,0	**119,00**	**6715,154**
6,0	**127,00**	**8128,871**
7,0	**135,00**	**9542,588**
8,0	**143,00**	**10956,304**
9,0	**152,00**	**12546,736**

	Tranche de sol testée (m) :	**-0,20**	**à**	**-1,00**
Résultat :	**Perméabilité ramenée à +20°C :**	**264,6**	**mm/h**	
		7,4E-05	**m/s**	
Observations :				

Etrechy, le		16/01/2026	
P.V. N° :	IN25-11311-EP1	version	1

Visa du responsable du dossier :

#REF!

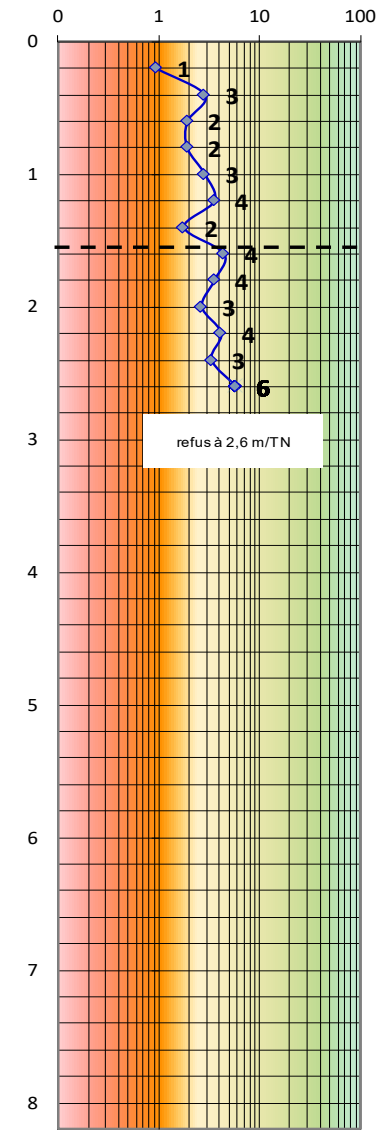
ANNEXE 6 : Résultats des essais pénétrométriques

P1

Date : 09/01/2026

Niveau d'eau : -

Résistance dynamique de pointe (MPa)

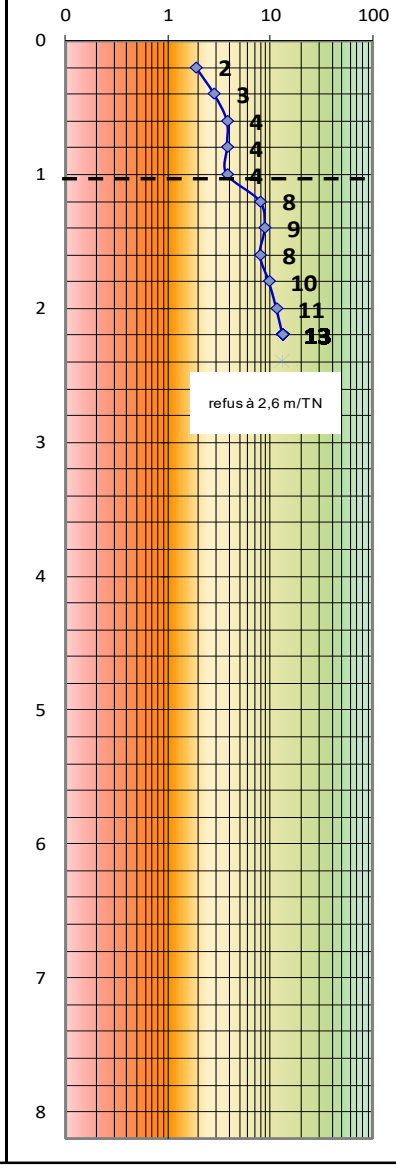


P2

Date : 09/01/2026

Niveau d'eau : -

Résistance dynamique de pointe (MPa)

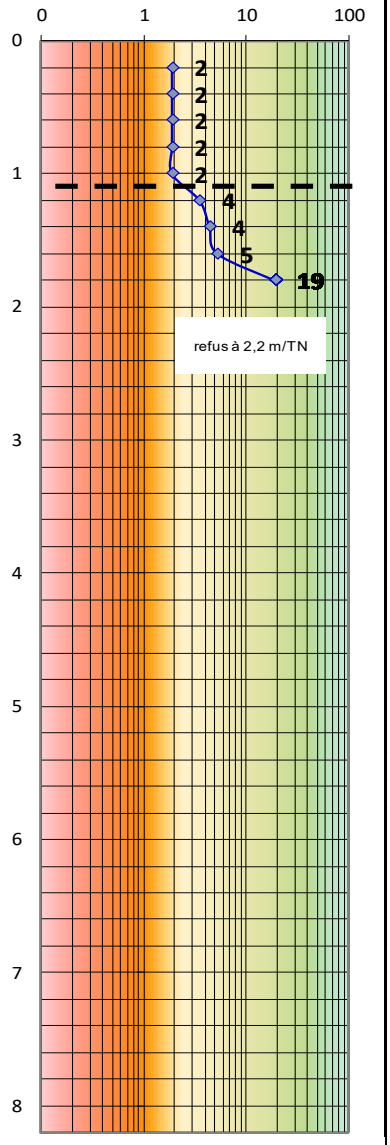


P3

Date : 09/01/2026

Niveau d'eau : -

Résistance dynamique de pointe (MPa)

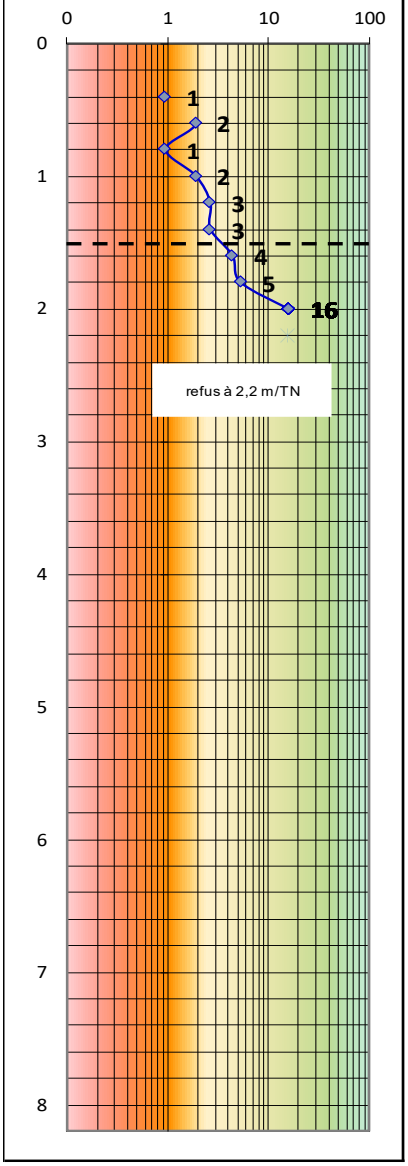


P4

Date : 09/01/2026

Niveau d'eau : -

Résistance dynamique de pointe (MPa)



ANNEXE 7 : Procès-verbaux des essais en laboratoire

Accréditation n°1-1364
Portée disponible
sur www.cofrac.fr

ALS France
Z.I. de Chesne Tharabie
40 rue du Ruisseau BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
france@alsglobal.com
www.alsglobal.com/France

ALS France, 40 rue du Ruisseau, 38070 Saint-Quentin-Fallavier Cedex

INFRANEO - 91580
Monsieur Cyrille Legouge
8 Rue des Chênes Rouges
91580 ETRECHY

N° rapport d'essai	ULY26-002451-1
N° commande	ULY-02085-26
Interlocuteur (interne)	K. Cataye Araye
Téléphone	+33 474 990 558
Courrier électronique	kalyany.cataye-araye@alsglobal
Date	28.01.2026

Rapport d'essai

IN-25-11311-ETRSO Bures-sur-Yvette (91) - cmd n°26-024454



Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis à l'essai et tels qu'ils ont été reçus (dans le cas où le laboratoire n'a pas prélevé les échantillons).
Les résultats des paramètres couverts par l'accréditation EN ISO/CEI 17025 sont marqués d'un (A).
La portée d'accréditation COFRAC n°1-1364 essais du laboratoire ALS France, site de Lyon (St Quentin Fallavier) est disponible sur le site www.cofrac.fr pour les résultats accrédités par ce laboratoire.
Le COFRAC est signataire des accords de reconnaissance mutuels de l'ILAC et de l'EA pour les activités d'essai.
Les organismes d'accréditation signataires de ces accords pour les activités d'essai reconnaissent comme dignes de confiance les rapports couverts par l'accréditation des autres organismes d'accréditation signataires des accords des activités d'essai.
Ce rapport d'essai ne peut être reproduit que sous son intégralité et avec l'autorisation des laboratoires ALS France.
Les laboratoires ALS France autorisent leurs clients à extraire tout ou partie des résultats d'essai envoyés à titre indicatif sous format excel uniquement à des fins de retraitement, de suivi et d'interprétation de données sans faire allusion à l'accréditation des résultats d'essai.
Les données fournies par le client sont sous sa responsabilité et identifiées en italique.

ALS France
Z.I. de Chesne Tharabie
40 rue du Ruisseau BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
france@alsglobal.com
www.alsglobal.com/France

Le 28.01.2026

N° d'échantillon		**26-009666-01**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***ST1 - 1.0-2.0m***

Analyse physique

Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par ALS France, Lyon (France)

Matière sèche	% masse MB	77,2 (A)			

Paramètres globaux / Indices

Degré d'acidité Baumann-Gully - DIN EN 16502 - Réalisé par ALS France, Lyon (France)

Degré d'acidité	ml/kg MS	326 (A)			

Préparation d'échantillon

Minéralisation à l'acide chlorhydrique (agressivité vis-à-vis des bétons) - DIN 4030-2 - Réalisé par ALS France, Lyon (France)

Minéralisé à l'acide chlorhydrique		27/01/2026 (A)			

Cations, anions et éléments non métalliques

Sulfates (SO4) - Méthode interne : SO4-IC-Agressivité béton - Réalisé par ALS France, Lyon (France)

Sulfates (SO4)	mg/kg MS	460 (A)			

Classe d'exposition du béton vis-à-vis du sol - NF EN 206 - Réalisé par ALS France, Lyon (France)

Classe d'exposition		XA1 - Environnement à faible agressivité chimique (A)			

MS : Matières sèches
MB : Matières brutes

Informations sur les échantillons

Date de réception :	22.01.2026
Type d'échantillon :	*Sol*
Date de prélèvement :	*20.01.2026*
Heure de prélèvement :	*10:28*
Récipient :	250ml VBrun WES002
Température à réception (C°) :	12,1
Début des analyses :	22.01.2026
Fin des analyses :	28.01.2026

ALS France
Z.I. de Chesne Tharabie
40 rue du Ruisseau BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
france@alsglobal.com
www.alsglobal.com/France

Le 28.01.2026

Informations sur vos résultats d'analyses :

Les seuils de quantification fournis n'ont pas été recalculés d'après la matière sèche de l'échantillon.
Les seuils sont susceptibles d'être augmentés en fonction de la nature chimique de la matrice.
Seuls les résultats quantifiés (résultats égaux ou supérieurs à la LQ) sont pris en compte dans le calcul des sommes. Dans le cas contraire la somme est rendue "-/-".

Approuvé par :
Jean-Francois CAMPENS
Président

ANNEXE 8 : Prédimensionnement des fondations superficielles – Foxta V4

Données

Titre du projet : bâtiment refectoire

Numéro d'affaire : IN-25-11311-ETRSO

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Semelles 0.7*0.7m (Cas 2)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-261

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas de calcul (m) : 0,20

Forme de la base : Fondation carrée

Côté B (m) : 0,70

Cote du TN initial Zini (m) : 158,00

Cote du TN final Zfin (m) : 158,00

Cote de base fondation Zd (m) : 157,00

Proximité d'un talus : Non

Catégorie de sol : Argiles et limons

Type de comportement : Comportement frottant

Type d'interface : Interface frottante

Angle de contact à l'interface (°) : 30,0

Poids volumique moyen du sol au-dessus de la base de la fondation (kN/m3) : 20,0

Terrain et profil pressiométrique

N°	Nom	Couleur	Zbase	pl*	EM	α
1	Argiles à meulière à montmorency		152,00	800,00	12000,00	0,67
2	sable fontainebleau		147,00	2700,00	31000,00	0,33

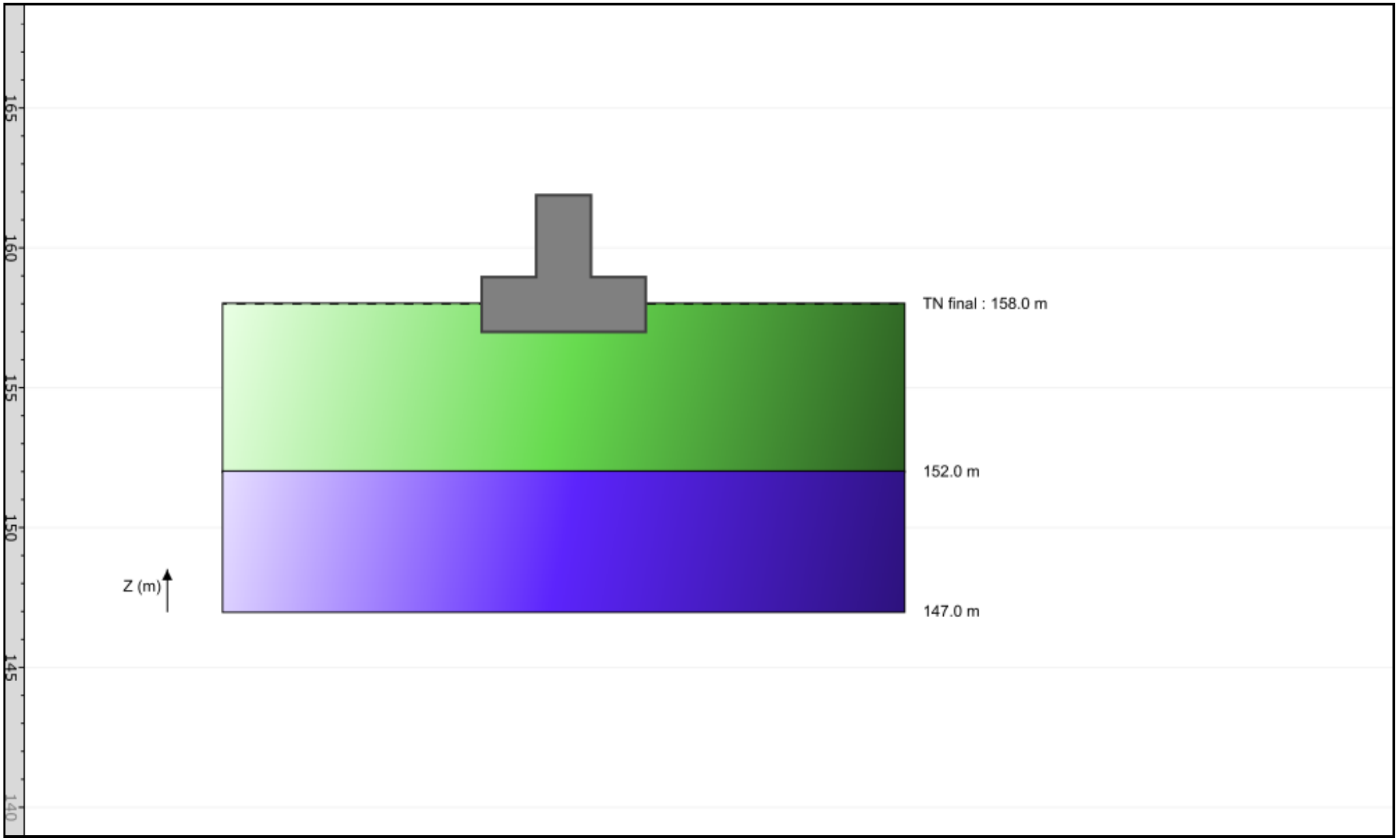
Poids propre de la semelle (P0) : 30,00

Cote d'application de la charge Z0 (m) : 157,00

Cas de charge

N°	Vd	HB,d	HL,d	MB,d	ML,d	Pondération sur P0	Combinaison
1	2,6	6,0	0,0	0,0	7,2	1,00	ELS-Quasi-permanentes
2	3,6	8,4	0,0	0,0	10,1	1,00	ELU-Fondamentales

Onglet "Paramètres généraux"



Profil du terrain sous la fondation

Couche : Nom de la couche

Point de calcul : Point de calcul

Zpoint [m] : Cote du point de calcul

pl* [kPa] : Pression limite nette du terrain

EM [kPa] : Module pressiométrique du terrain

Profil du terrain sous la fondation (1/2)

Couche	Point de calcul	Zpoint	pl*	EM
Argiles à meulière à montmorency	1	158,00	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	2	157,80	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	3	157,60	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	4	157,40	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	5	157,20	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	6	157,00	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	7	156,80	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	8	156,60	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	9	156,40	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	10	156,20	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	11	156,00	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	12	155,80	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	13	155,60	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	14	155,40	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	15	155,20	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	16	155,00	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	17	154,80	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	18	154,60	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	19	154,40	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	20	154,20	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	21	154,00	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	22	153,80	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	23	153,60	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	24	153,40	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	25	153,20	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	26	153,00	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	27	152,80	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	28	152,60	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	29	152,40	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	30	152,20	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	31	152,00	800,00	12000,00

Profil du terrain sous la fondation (2/2)

Couche	Point de calcul	Zpoint	pl*	EM
Argiles à meulière à montmorency	32	152,00	800,00	12000,00
sable fontainebleau	33	152,00	2700,00	31000,00
sable fontainebleau	34	151,80	2700,00	31000,00
sable fontainebleau	35	151,60	2700,00	31000,00
sable fontainebleau	36	151,40	2700,00	31000,00
sable fontainebleau	37	151,20	2700,00	31000,00
sable fontainebleau	38	151,00	2700,00	31000,00
sable fontainebleau	39	150,80	2700,00	31000,00
sable fontainebleau	40	150,60	2700,00	31000,00
sable fontainebleau	41	150,40	2700,00	31000,00
sable fontainebleau	42	150,20	2700,00	31000,00
sable fontainebleau	43	150,00	2700,00	31000,00
sable fontainebleau	44	149,80	2700,00	31000,00
sable fontainebleau	45	149,60	2700,00	31000,00
sable fontainebleau	46	149,40	2700,00	31000,00
sable fontainebleau	47	149,20	2700,00	31000,00
sable fontainebleau	48	149,00	2700,00	31000,00
sable fontainebleau	49	148,80	2700,00	31000,00
sable fontainebleau	50	148,60	2700,00	31000,00
sable fontainebleau	51	148,40	2700,00	31000,00
sable fontainebleau	52	148,20	2700,00	31000,00
sable fontainebleau	53	148,00	2700,00	31000,00
sable fontainebleau	54	147,80	2700,00	31000,00
sable fontainebleau	55	147,60	2700,00	31000,00
sable fontainebleau	56	147,40	2700,00	31000,00
sable fontainebleau	57	147,20	2700,00	31000,00
sable fontainebleau	58	147,00	2700,00	31000,00
sable fontainebleau	59	147,00	2700,00	31000,00

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge : Indice du cas de charge

Combinaison : Type de combinaison

Vd [kN] : Effort vertical à la base de la fondation

Hd [kN] : Effort horizontal à la base de la fondation

R0 [kN] : Poids des terres excavées

Seff/Stot : Rapport entre l'aire effective et l'aire totale de la fondation

Rvd [kN] : Valeur de calcul de la résistance verticale nette du terrain (mécanisme de portance)

Rhd [kN] : Valeur de calcul de la résistance horizontale du terrain (mécanisme de glissement)

Portance : Vérification de la capacité portante de la fondation (ELU et ELS)

Excentrement : Vérification de l'excentricité du chargement (ELU et ELS)

Glissement : Vérification de la stabilité au glissement (ELU uniquement)

Tassement [cm] : Tassement sous la charge appliquée

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Quasi-permanentes	32,60	6,00	9,80	0,37	42,03	-	Ok	Non valide	-	0,08
2	ELU-Fondamentales	33,60	8,40	9,80	0,14	23,52	16,03	Non valide	Ok	Ok	-

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

N° cas de charge : Indice du cas de charge

Combinaison : Type de combinaison

iδβ : Coefficient réducteur lié à l'inclinaison et à la proximité d'un talus

kp : Facteur de portance pressiomérique

ple [kPa] : Pression limite nette équivalente

qnet [kPa] : Contrainte de rupture du terrain de fondation (sans pondérations)

seff [m²] : Aire d'assise effective de la fondation (tenant compte de l'excentrement du chargement)

Fglobal : Facteur de sécuité global

Rvd [kN] : Valeur de calcul de la résistante nette du terrain de fondation

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

N° cas de charge	Combinaison	iδβ	kp	ple	qnet	seff	Fglobal	Rvd
1	ELS-Quasi-permanentes	0,74	1,09	800,00	641,63	0,18	2,76	42,03
2	ELU-Fondamentales	0,66	1,09	800,00	571,30	0,07	1,68	23,52

Paramètres intermédiaires pour le calcul de tassement

N° cas de charge : Indice du cas de charge

λc : Coefficient de forme sphérique

λd : Coefficient de forme déviatorique

α : Coefficient rhélogique moyen

Ec [kPa] : Module pressiométrique équivalent dans la zone de déformation volumique

Ed [kPa] : Module pressiométrique équivalent dans la zone de déformation déviatorique

q0 [kPa] : Contrainte intiale avant travaux

qref [kPa] : Contrainte de référence

sc [cm] : Tassement sphérique

sd [cm] : Tassement déviatorique

stot [cm] : Tassement total

Paramètres intermédiaires pour le calcul de tassement

N° cas de charge	λc	λd	α	Ec	Ed	q0	qref	sc	sd	stot
1	1,10	1,12	0,63	12000,00	12160,00	20,00	66,53	0,02	0,06	0,08

Raideurs équivalentes de la fondation

Type : Type de raideur

Kv [kN/m] : Raideur verticale

KHB [kN/m] : Raideur horizontale selon B

KHL [kN/m] : Raideur horizontale selon L

KMB [kNm/rad] : Raideur rotationnelle selon B

KML [kNm/rad] : Raideur rotationnelle selon L

Raideurs équivalentes de la fondation

Type	Kv	KHB	KHL	KMB	KML
Raideurs statiques LT	2,799E04	2,226E04	2,226E04	2,719E03	2,719E03
Raideurs statiques CT	5,598E04	4,452E04	4,452E04	5,437E03	5,437E03
Raideurs sismiques Min	8,397E04	6,678E04	6,678E04	8,156E03	8,156E03
Raideurs sismiques Max	1,679E05	1,336E05	1,336E05	1,631E04	1,631E04

Données

Titre du projet : bâtiment refectoire

Numéro d'affaire : IN-25-11311-ETRSO

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Semelles 1.6*1.6m (Cas 1)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-261

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas de calcul (m) : 0,20

Forme de la base : Fondation carrée

Côté B (m) : 1,60

Cote du TN initial Zini (m) : 158,00

Cote du TN final Zfin (m) : 158,00

Cote de base fondation Zd (m) : 157,00

Proximité d'un talus : Non

Catégorie de sol : Argiles et limons

Type de comportement : Comportement frottant

Type d'interface : Interface frottante

Angle de contact à l'interface (°) : 30,0

Poids volumique moyen du sol au-dessus de la base de la fondation (kN/m3) : 20,0

Terrain et profil pressiométrique

N°	Nom	Couleur	Zbase	pl*	EM	α
1	Argiles à meulière à montmorency		152,00	800,00	12000,00	0,67
2	sable fontainebleau		147,00	2700,00	31000,00	0,33

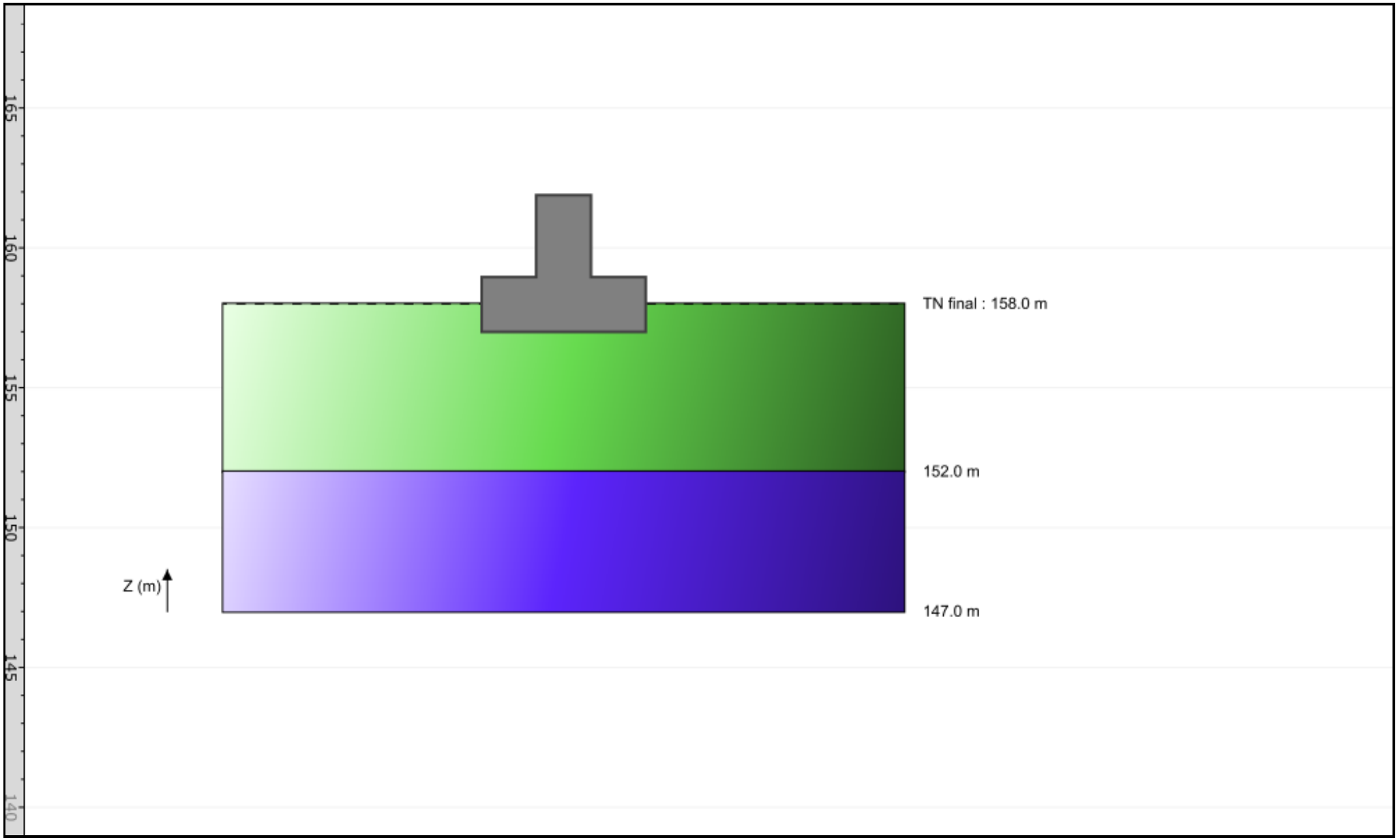
Poids propre de la semelle (P0) : 25,60

Cote d'application de la charge Z0 (m) : 157,00

Cas de charge

N°	Vd	HB,d	HL,d	MB,d	ML,d	Pondération sur P0	Combinaison
1	2,6	6,0	0,0	0,0	7,2	1,00	ELS-Quasi-permanentes
2	3,6	8,4	0,0	0,0	10,1	1,00	ELU-Fondamentales

Onglet "Paramètres généraux"



Profil du terrain sous la fondation

Couche : Nom de la couche

Point de calcul : Point de calcul

Zpoint [m] : Cote du point de calcul

pl* [kPa] : Pression limite nette du terrain

EM [kPa] : Module pressiométrique du terrain

Profil du terrain sous la fondation (1/2)

Couche	Point de calcul	Zpoint	pl*	EM
Argiles à meulière à montmorency	1	158,00	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	2	157,80	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	3	157,60	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	4	157,40	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	5	157,20	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	6	157,00	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	7	156,80	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	8	156,60	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	9	156,40	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	10	156,20	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	11	156,00	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	12	155,80	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	13	155,60	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	14	155,40	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	15	155,20	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	16	155,00	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	17	154,80	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	18	154,60	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	19	154,40	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	20	154,20	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	21	154,00	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	22	153,80	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	23	153,60	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	24	153,40	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	25	153,20	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	26	153,00	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	27	152,80	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	28	152,60	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	29	152,40	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	30	152,20	800,00	12000,00
Argiles à meulière à montmorency	31	152,00	800,00	12000,00

Profil du terrain sous la fondation (2/2)

Couche	Point de calcul	Zpoint	pl*	EM
Argiles à meulière à montmorency	32	152,00	800,00	12000,00
sable fontainebleau	33	152,00	2700,00	31000,00
sable fontainebleau	34	151,80	2700,00	31000,00
sable fontainebleau	35	151,60	2700,00	31000,00
sable fontainebleau	36	151,40	2700,00	31000,00
sable fontainebleau	37	151,20	2700,00	31000,00
sable fontainebleau	38	151,00	2700,00	31000,00
sable fontainebleau	39	150,80	2700,00	31000,00
sable fontainebleau	40	150,60	2700,00	31000,00
sable fontainebleau	41	150,40	2700,00	31000,00
sable fontainebleau	42	150,20	2700,00	31000,00
sable fontainebleau	43	150,00	2700,00	31000,00
sable fontainebleau	44	149,80	2700,00	31000,00
sable fontainebleau	45	149,60	2700,00	31000,00
sable fontainebleau	46	149,40	2700,00	31000,00
sable fontainebleau	47	149,20	2700,00	31000,00
sable fontainebleau	48	149,00	2700,00	31000,00
sable fontainebleau	49	148,80	2700,00	31000,00
sable fontainebleau	50	148,60	2700,00	31000,00
sable fontainebleau	51	148,40	2700,00	31000,00
sable fontainebleau	52	148,20	2700,00	31000,00
sable fontainebleau	53	148,00	2700,00	31000,00
sable fontainebleau	54	147,80	2700,00	31000,00
sable fontainebleau	55	147,60	2700,00	31000,00
sable fontainebleau	56	147,40	2700,00	31000,00
sable fontainebleau	57	147,20	2700,00	31000,00
sable fontainebleau	58	147,00	2700,00	31000,00
sable fontainebleau	59	147,00	2700,00	31000,00

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge : Indice du cas de charge

Combinaison : Type de combinaison

Vd [kN] : Effort vertical à la base de la fondation

Hd [kN] : Effort horizontal à la base de la fondation

R0 [kN] : Poids des terres excavées

Seff/Stot : Rapport entre l'aire effective et l'aire totale de la fondation

Rvd [kN] : Valeur de calcul de la résistance verticale nette du terrain (mécanisme de portance)

Rhd [kN] : Valeur de calcul de la résistance horizontale du terrain (mécanisme de glissement)

Portance : Vérification de la capacité portante de la fondation (ELU et ELS)

Excentrement : Vérification de l'excentricité du chargement (ELU et ELS)

Glissement : Vérification de la stabilité au glissement (ELU uniquement)

Tassement [cm] : Tassement sous la charge appliquée

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Quasi-permanentes	28,20	6,00	51,20	0,68	318,45	-	Ok	Ok	-	0,00
2	ELU-Fondamentales	29,20	8,40	51,20	0,57	366,77	13,93	Ok	Ok	Ok	-

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

N° cas de charge : Indice du cas de charge

Combinaison : Type de combinaison

iδβ : Coefficient réducteur lié à l'inclinaison et à la proximité d'un talus

kp : Facteur de portance pressiomérique

ple [kPa] : Pression limite nette équivalente

qnet [kPa] : Contrainte de rupture du terrain de fondation (sans pondérations)

seff [m²] : Aire d'assise effective de la fondation (tenant compte de l'excentrement du chargement)

Fglobal : Facteur de sécuité global

Rvd [kN] : Valeur de calcul de la résistante nette du terrain de fondation

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

N° cas de charge	Combinaison	iδβ	kp	ple	qnet	seff	Fglobal	Rvd
1	ELS-Quasi-permanentes	0,64	0,99	800,00	504,27	1,74	2,76	318,45
2	ELU-Fondamentales	0,54	0,99	800,00	424,02	1,45	1,68	366,77

Paramètres intermédiaires pour le calcul de tassement

N° cas de charge : Indice du cas de charge

λc : Coefficient de forme sphérique

λd : Coefficient de forme déviatorique

α : Coefficient rhélogique moyen

Ec [kPa] : Module pressiométrique équivalent dans la zone de déformation volumique

Ed [kPa] : Module pressiométrique équivalent dans la zone de déformation déviatorique

q0 [kPa] : Contrainte intiale avant travaux

qref [kPa] : Contrainte de référence

sc [cm] : Tassement sphérique

sd [cm] : Tassement déviatorique

stot [cm] : Tassement total

Paramètres intermédiaires pour le calcul de tassement

N° cas de charge	λc	λd	α	Ec	Ed	q0	qref	sc	sd	stot
1	1,10	1,12	0,50	12000,00	13290,00	20,00	11,02	0,00	0,00	0,00

Raideurs équivalentes de la fondation

Type : Type de raideur

Kv [kN/m] : Raideur verticale

KHB [kN/m] : Raideur horizontale selon B

KHL [kN/m] : Raideur horizontale selon L

KMB [kNm/rad] : Raideur rotationnelle selon B

KML [kNm/rad] : Raideur rotationnelle selon L

Raideurs équivalentes de la fondation

Type	Kv	KHB	KHL	KMB	KML
Raideurs statiques LT	1,004E05	7,989E04	7,989E04	5,097E04	5,097E04
Raideurs statiques CT	2,009E05	1,598E05	1,598E05	1,020E05	1,020E05
Raideurs sismiques Min	3,013E05	2,397E05	2,397E05	1,529E05	1,529E05
Raideurs sismiques Max	6,027E05	4,793E05	4,793E05	3,058E05	3,058E05

ANNEXE 9 : Prédimensionnement des fondations profondes – Foxta V4

Données

Titre du projet : bâtiment refectoire

Numéro d'affaire : IN-25-11311-ETRSO

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Dimensionnement des pieux (Cas 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) : 0,40

Classe du pieu : 3 - Pieu vissé

Catégorie du pieu : 8 [VT] - Vissé tubé

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	0,636	0,778	0,909	1,000

Cote de référence (m) : 158,00

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	γR,d1×γR,d2
1	Argiles à meulière à montmorency		Argile, limons	152,00	800,00	23,89	1,55	1,265
2	sable fontainebleau		Sables, graves	147,00	2700,00	50,16	3,20	1,265

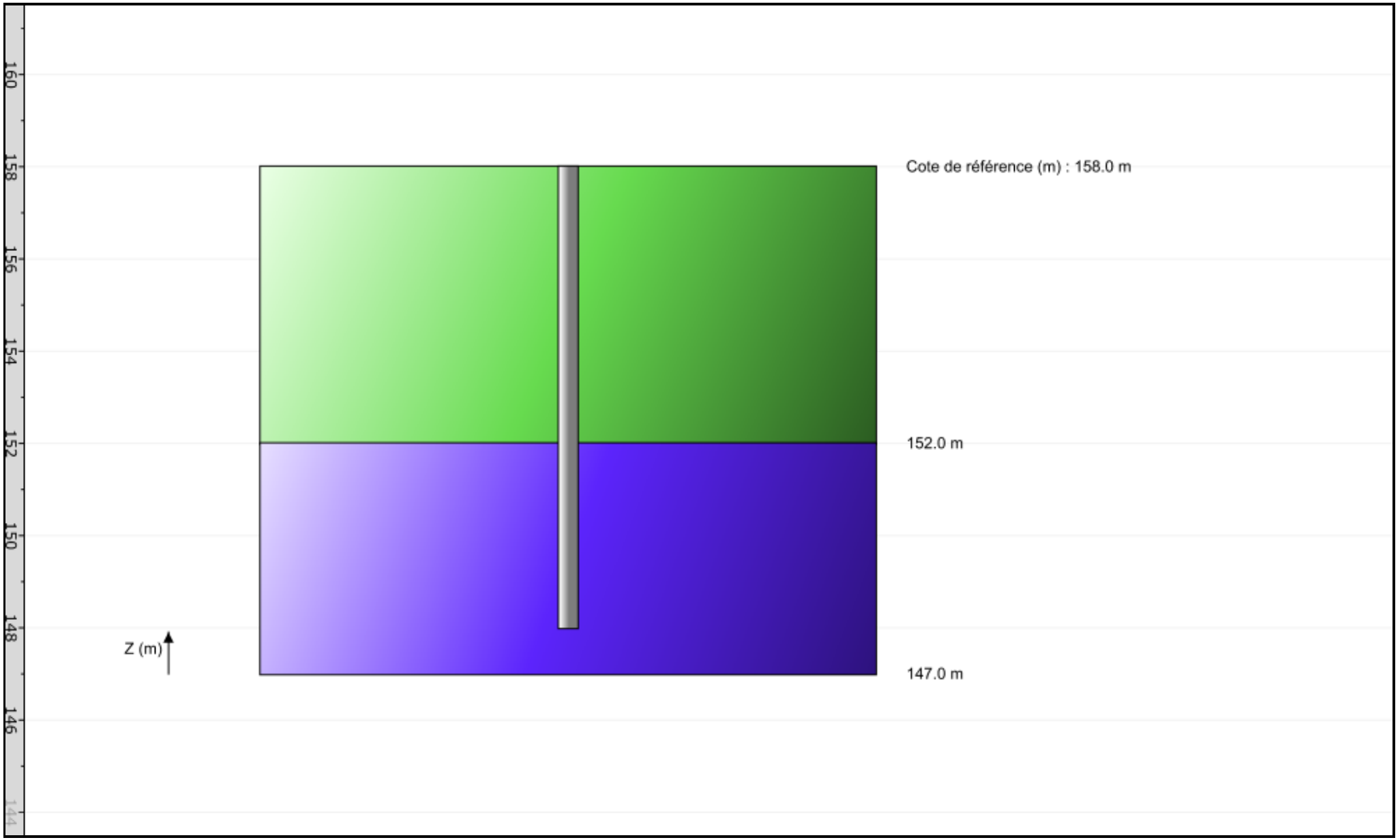
Critère de calcul : Longueur imposée

Longueur du pieu (m) : 10,00

Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non

Contrôle de la résistance structurale de la section : Non

Onglet "Calcul"



Programme FondProf v2.7.0 (c) TERRASOL 2023

File : C:\Users\S02B4~1.BEL\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v4\19496\FP.0.resu

Calcul réalisé le : 06/03/2026 à 15h38
par : INFRANEO

Options du calcul :
- calcul basé sur des paramètres issus du pressiomètre de Ménard
- calcul selon les règles de la norme NF P 94 262
- profil de pression limite pl* défini par couche
- pour pieu de catégorie : 8
- pour pieu travaillant en compression

Combinaisons	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
Frottement	0.636	0.778	0.909	1.000
Pointe	0.636	0.778	0.909	1.000

Cote de référence : 158.000

Section du pieu : 0.126
Périmètre : 1.257

Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	pl*	qsl	kpmin	kpmax	gamrd
01	152.00	800.0	23.89	1.00	1.55	1.26
02	147.00	2700.0	50.16	1.00	3.20	1.26

Pas du calcul : 0.50

==========

****
SOLUTION
****

Calcul à longueur imposée : L = 10.00

couche	cote	qsl	ple	kp	Qs	Qp	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
01	158.00	23.89	800.0	1.000	0.0	100.5	50.5	61.8	72.2	79.5
01	157.50	23.89	800.0	1.138	15.0	114.4	65.0	79.6	93.0	102.3
01	157.00	23.89	800.0	1.275	30.0	128.2	79.5	97.3	113.7	125.1
01	156.50	23.89	800.0	1.413	45.0	142.0	94.0	115.0	134.4	147.9
01	156.00	23.89	800.0	1.550	60.0	155.8	108.5	132.8	155.1	170.6
01	155.50	23.89	800.0	1.550	75.1	155.8	116.1	142.0	165.9	182.5
01	155.00	23.89	800.0	1.550	90.1	155.8	123.6	151.2	176.7	194.4
01	154.50	23.89	800.0	1.550	105.1	155.8	131.2	160.5	187.5	206.2
01	154.00	23.89	800.0	1.550	120.1	155.8	138.7	169.7	198.3	218.1
01	153.50	23.89	800.0	1.550	135.1	155.8	146.3	178.9	209.0	230.0
01	153.00	23.89	1275.0	1.550	150.1	248.3	200.3	245.1	286.3	315.0
01	152.50	23.89	1750.0	1.503	165.1	330.5	249.2	304.8	356.1	391.8
01	152.00	23.89	2225.0	1.396	180.1	390.2	286.7	350.8	409.8	450.8
01	152.00	23.89	2225.0	1.396	180.1	390.2	286.7	350.8	409.8	450.8
02	152.00	50.16	2700.0	2.304	180.1	781.6	483.5	591.5	691.1	760.3
02	151.50	50.16	2700.0	2.691	211.6	912.9	565.4	691.6	808.1	889.0
02	151.00	50.16	2700.0	3.078	243.2	1044.3	647.3	791.8	925.1	1017.7
02	150.50	50.16	2700.0	3.200	274.7	1085.7	684.0	836.7	977.6	1075.4
02	150.00	50.16	2700.0	3.200	306.2	1085.7	699.8	856.1	1000.2	1100.3
02	149.50	50.16	2700.0	3.200	337.7	1085.7	715.7	875.4	1022.9	1125.3
02	149.00	50.16	2700.0	3.200	369.2	1085.7	731.5	894.8	1045.5	1150.2
02	148.50	50.16	2700.0	3.200	400.7	1085.7	747.4	914.2	1068.1	1175.1
02	148.00	50.16	2700.0	3.200	432.3	1085.7	763.2	933.6	1090.8	1200.0

Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur

