



RAPPORT GÉOTECHNIQUE

Mission G2 PRO – Etude de conception (conformément à la norme NF P 94-500)



**Construction d'une Unité de Soins Longue Durée (USLD) – 147 Avenue du Maréchal Juin,
76230 BOIS-GUILLAUME**

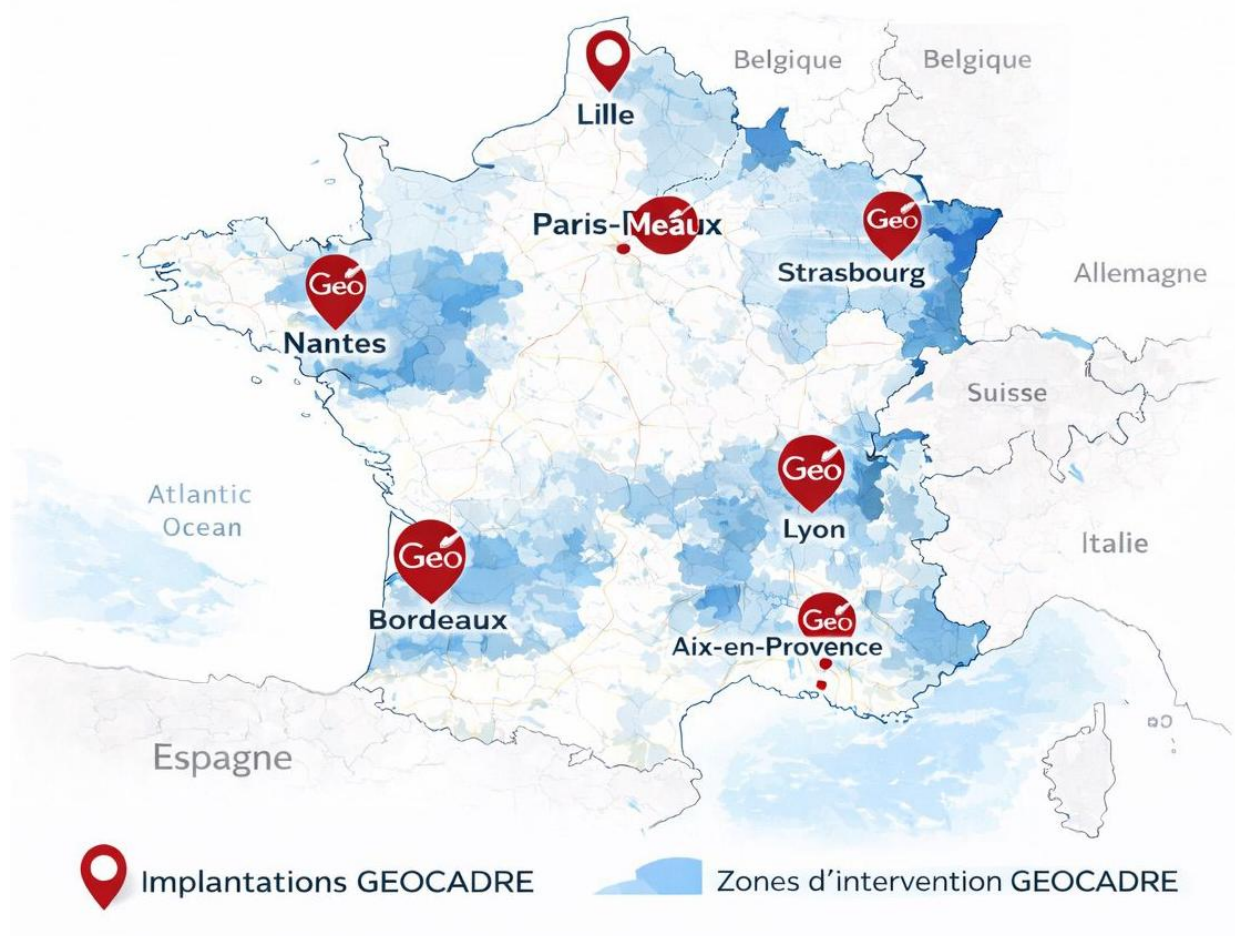
Mission G2 -PRO

Client : CHU ROUEN

Référence d'affaire : GEOT515

INDICE	Date	Modifications	Ingénieur d'étude	Vérifié par	Nombre de pages	Visa
A	07/05/2026	Document initial	C. MOZES	H. SIGNE	72	
B						

COUVERTURE NATIONALE



Régions	Adresse
Ile-de-France – Centre Cal de Loire – Bourgogne Franche-Comté	26 Rue des Frères Lumière 77100 Meaux
Alsace Champagne-Ardenne Lorraine	11 Rte de l'Ile-des-Epis 67000 Strasbourg
Nord-Pas-de-Calais – Picardie - Normandie	200 Av. Prieuré Saint-Pry 62232 Fouquières-lès-Béthunes
Aquitaine-Limousin-Poitou-Charentes – Pays-de-la-Loire – Midi-Pyrénées – Languedoc-Roussillon	6 Rue Léon Maurane 33700 Mérignac
Auvergne Rhône-Alpes – Provence Alpes Côte-d'Azur	42 Rue de Barcelone 38070 Saint-Quentin-Fallavier

TABLE DES MATIERES

1- GENERALITES.....	6
1.1 PRESENTATION DU PROJET	6
1.2 DEFINITION DE LA MISSION.....	10
2- ETUDE DU SITE.....	11
2.1 DESCRIPTION DU SITE.....	11
2.2 RECHERCHES HISTORIQUES	11
2.3 TOPOGRAPHIE	13
2.4 GEOLOGIE ET HYDROLOGIE	14
2.5 RISQUES NATURELS.....	15
2.5.1 RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES.....	15
2.5.2 SISMICITE	15
2.5.3 INONDATION	17
2.5.4 MOUVEMENT DE TERRAIN ET CAVITE SOUTERRAINE.....	17
3- INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES	19
3.1 IMPLANTATION ET NIVELLEMENT DES SONDAGES	19
3.2 SONDAGES ET ESSAIS REALISES IN SITU.....	20
3.2.1 APPAREILLAGE.....	20
3.2.2 METHODOLOGIE D'IMPLANTATION.....	21
3.2.3 ESSAIS IN SITU	21
3.2.4 ESSAIS EN LABORATOIRE.....	21
3.3 SYNTHESE DES INVESTIGATIONS.....	22
3.3.1 REMARQUES PREALABLES.....	22
3.3.2 SYNTHESE GEOLOGIQUE	22
3.3.3 MODELE GEOTECHNIQUE ET VALEURS DE RESISTANCE MECANIQUE	23
3.3.4 RESULTATS D'ANALYSES GTR.....	26
3.3.5 ESSAI DE DETERMINATION DES PARAMETRES GEOMECHANQUES DES SOLS	27
3.3.6 AGRESSIVITE DES SOLS VIS-A-VIS AU BETON	27
3.4 HYDROGEOLOGIE GENERALE DU SITE	28
3.4.1 PIEZOMETRIE	28
3.4.2 PERMEABILITE	29
3.4.3 INONDABILITE	30
4- PARAMETRES SISMQUES	31
4.1 ACCELERATION DU SOL AU ROCHER.....	31
4.2 RISQUE DE LIQUEFACTION DES SOLS	31
5- ETUDE PROJET.....	32
5.1 PRINCIPES GENERAUX D'ADAPTATION	32
5.2 PRINCIPES GENERAUX DE TERRASSEMENTS	32
5.2.1 REMARQUES PREALABLES.....	32
5.2.2 DRAINAGE EN PHASE CHANTIER / RABATTEMENT DE NAPPE.....	33

5.2.3 TERRASSEMENT ET TRAFICABILITE SUR CHANTIER	33
5.2.4 P.S.T. ET ARASE TERRASSEMENT	34
5.2.5 REUTILISATION DES MATERIAUX EN REMBLAI ET EN COUCHE DE FORME	34
5.2.6 INFILTRATIONS DES EAUX DE PLUIES	37
5.3 DIMENSIONNEMENT DES FONDATIONS.....	37
5.3.1 NORMES ET METHODES DE CALCULS	37
5.3.2 DESCENTES DE CHARGES	38
5.3.3 COMBINAISONS DES CHARGES ET SOLlicitATIONS	39
5.3.4 VERIFICATION DE LA PORTANCE ET DE L'EXCENTREMENT	39
5.3.5 ESTIMATION DES TASSEMENTS	56
5.4 DIMENSIONNEMENT DU DALLAGE SUR TERRE-PLEIN	56
5.4.1 CONCEPTION D'UN DALLAGE SUR TERRE-PLEIN	56
5.4.2 CONTROLES D'EXECUTION	57
5.4.3 PARAMETRES DE DEFORMATION	57
5.4.4 GEOMETRIE DU DALLAGE ET TASSEMENTS	58
5.5 OUVRAGES DE SOUTÈNEMENT.....	59
5.5.1 PRESENTATION GENERALE	59
5.5.2 NORMES ET METHODOLOGIES DE CALCULS	60
5.5.3 RESULTATS DES DIMENSIONNEMENTS	62
5.6 PRINCIPALES SUGGESTIONS GEOTECHNIQUES POUR LE PROJET	63
5.6.1 DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES	63
5.6.2 PROTECTION VIS-A-VIS DE L'EAU	64
5.6.3 PROTECTION VIS-A-VIS DU RETRAIT/GONFLEMENT DES ARGILES	64
5.6.4 REHAUSSEMENT DU TERRAIN	65
CONCLUSION	66
ANNEXES	67
ANNEXE 1 – EXTRAIT DE LA NORME NF P94-500	68
ANNEXE 2 – SONDAGES ET ESSAIS	72

FIGURES

Figure 1 Plan de masse projet	6
Figure 2 Carte topographique	9
Figure 3 Carte des parcelles	9
Figure 4 Carte de l'état-major de 1820 - 1866	11
Figure 5 Profil altimétrique du site d'étude	13
Figure 6 Carte géologique	14
Figure 7 Carte d'aléa argiles	15
Figure 8 Sismicité	15
Figure 9 Catégorie d'importance des bâtiments	16
Figure 10 Règles sismique et catégorie de bâtiment	16
Figure 11 Carte d'aléa inondations	17
Figure 12 Carte d'aléa inondations	17

Figure 13 Carte d'aléa cavités souterraine	18
Figure 14 Carte d'aléa mouvements de terrain	18
Figure 15 Répartition des zones d'études	19
Figure 16 Localisation des différents appuis des fondations	38
Figure 17 Illustration des charges réparties sur un dallage.....	58
Figure 18 Modes de soutènement retenus suivant les façades du projet	59
Figure 19 Présentation des actions appliquées sur un talus.....	60
Figure 20 Illustrations d'un mur en L et des actions y appliquées	61
Figure 21 Facteur de sécurité obtenu après calculs (talus 1H/1V)	62

TABLEAUX

Tableau 1 Intervenants du projet	7
Tableau 2 Documents transmis	7
Tableau 3 Photographie aériennes anciennes.....	12
Tableau 4 Sondages réalisés	21
Tableau 5 Répartition des sondages par zones.....	21
Tableau 6 Essais en laboratoire réalisés.....	22
Tableau 7 Synthèse statistique des données pressiométriques (Zone 1).....	23
Tableau 8 Modèle géotechnique (Zone 1)	24
Tableau 9 Synthèse statistique des données pressiométriques (Zone 2).....	24
Tableau 10 Modèle géotechnique (Zone 2)	24
Tableau 11 Synthèse statistique des données pressiométriques (Zone 3)	25
Tableau 12 Modèle géotechnique (Zone 3)	25
Tableau 13 Résultats des essais en laboratoire	26
Tableau 14 Classification risque retrait-gonflement.....	26
Tableau 15 Résultats des essais de cisaillement rectiligne CD	27
Tableau 16 Résultats des analyses d'agressivité des sols vis-à-vis du béton.....	27
Tableau 17 Classe d'exposition des sols à l'agressivité du béton.....	28
Tableau 18 Niveaux d'eaux rencontrés pendant les sondages	28
Tableau 19 Essais de perméabilité réalisés	29
Tableau 20 Résultats des essais de perméabilité avec interprétation	29
Tableau 21 Valeur d'accélération au rocher	31
Tableau 22 Conditions de réutilisation des matériaux en remblais / plateforme	34
Tableau 23 Vérifications à la portance pour les semelles filantes (approche 1).....	40
Tableau 24 Vérifications à la portance pour les semelles isolées (approche 1)	43
Tableau 25 Vérifications à la portance pour les semelles filantes (approche 2).....	48
Tableau 26 Vérifications à la portance pour les semelles isolées (approche 2)	51
Tableau 27 Dispositions de mise en œuvre du dallage en terreplein	56
Tableau 28 Modules de Young des différentes lithologies du site d'étude	58
Tableau 29 Synthèse des dimensions du dallage à réaliser	58
Tableau 30 Facteurs de sécurité utilisés dans les calculs de stabilité de talus	61
Tableau 31 Angles calculés suivants les différents cas d'étude	63
Tableau 32 Synthèse des facteurs de sécurité obtenus	63

1-GENERALITES

1.1 Présentation du Projet

A la demande du **CHU HOPITAUX DE ROUEN**, GEOCADRE a été missionné pour réaliser une étude géotechnique de conception phase projet (G2-PRO) dans le cadre du projet de construction d'une Unité de Soins Longue Durée (USLD) à **147 Avenue du Maréchal Juin, 76230 BOIS-GUILLAUME**.

Esquisse du projet :

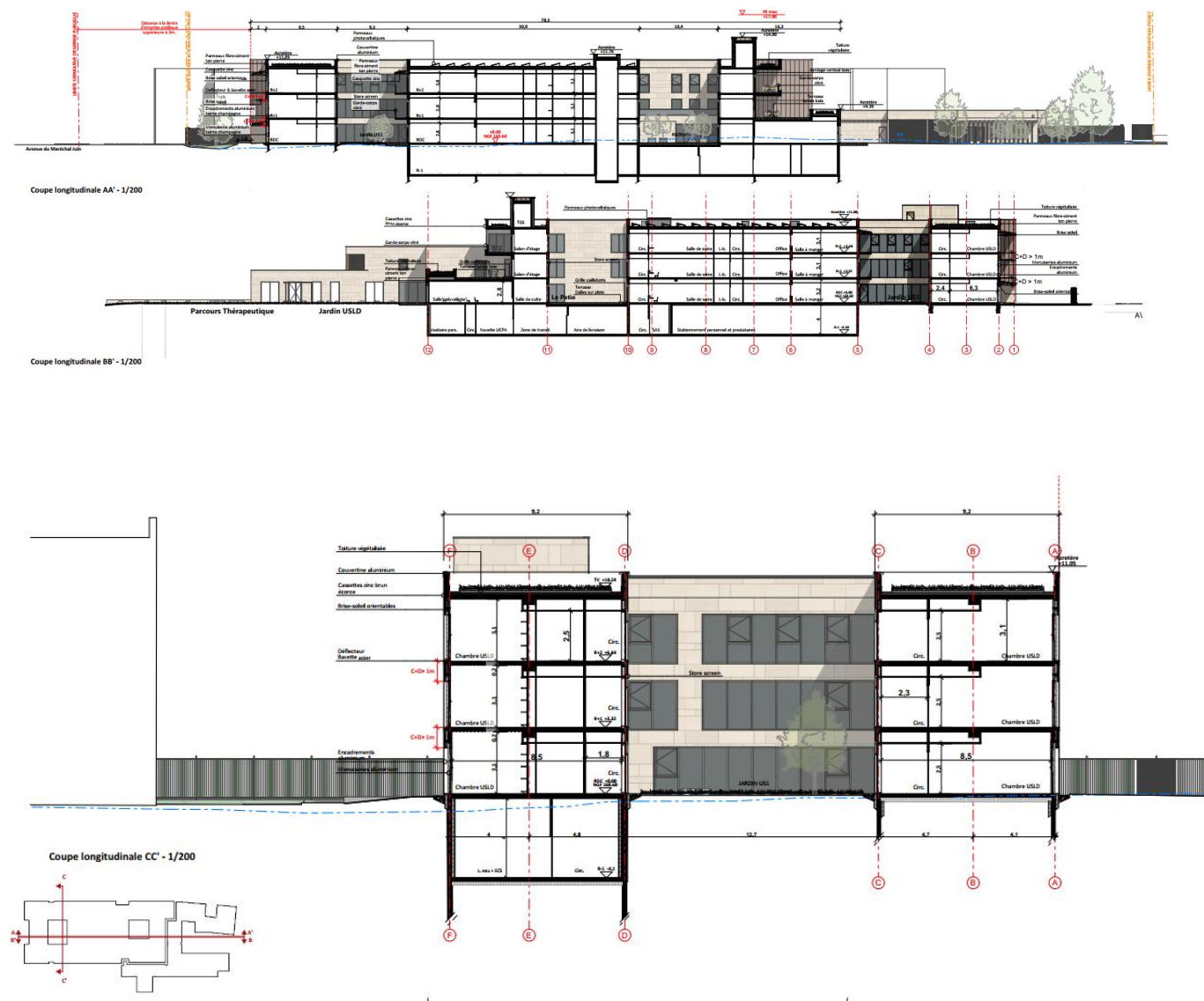


Figure 1 Plan de masse projet

Intervenants

Au stade actuel du projet, les intervenants connus sont :

Tableau 1 Intervenants du projet

Maîtrise d'ouvrage	CHU ROUEN
Adresse	1 Rue de Germont, 76031 ROUEN cedex 1
Maîtrise d'œuvre	AZ ARCHITECTURE SARL -MANDATAIRE
Adresse	107 allée François Mitterrand, 76100 ROUEN

Documents transmis :

Tableau 2 Documents transmis

Document	Format	Echelle	Date
Coupes AA' / BB' / CC'	PDF	1/100 ; 1/0.67 ; 1/200	29/07/2025
Coupes DD' /EE'	PDF	1/100 ; 1/0.67	29/07/2025
Coupes FF' /GG'	PDF	1/100 ; 1/0.67	29/07/2025
Coupe Façade - Détail	PDF	1/50 ; 1/1.33	29/07/2025
Façades	PDF	1/200	29/07/2025
Plan de toiture	PDF	1/200	29/07/2025
Plan du deuxième étage	PDF	1/200	29/07/2025
Plan du premier étage	PDF	1/200	29/07/2025
Plan de Rez-de-chaussée & Sous-sol	PDF	1/200	29/07/2025
Plan de masse - Projet	PDF	1/300	29/07/2025
Plan de masse – Topographie	PDF	1/200	29/07/2025
Note Descriptive	PDF	-	07/2025
STR_PH R+1 Plancher Haur R+1	PDF	-	-
STR_PH R+2 Plancher Haur R+2	PDF	-	-
STR_PH RDC Plancher Haur RDC	PDF	-	-
STR_PH SS Plancher Sous-Sol	PDF	-	-

FONDATIONS – DDC Ponctuelles	PDF	1/200	-
FONDATIONS -DDC linéaires	PDF	1/200	-

Localisation du projet



Figure 2 Carte topographique

Vue aérienne du projet :

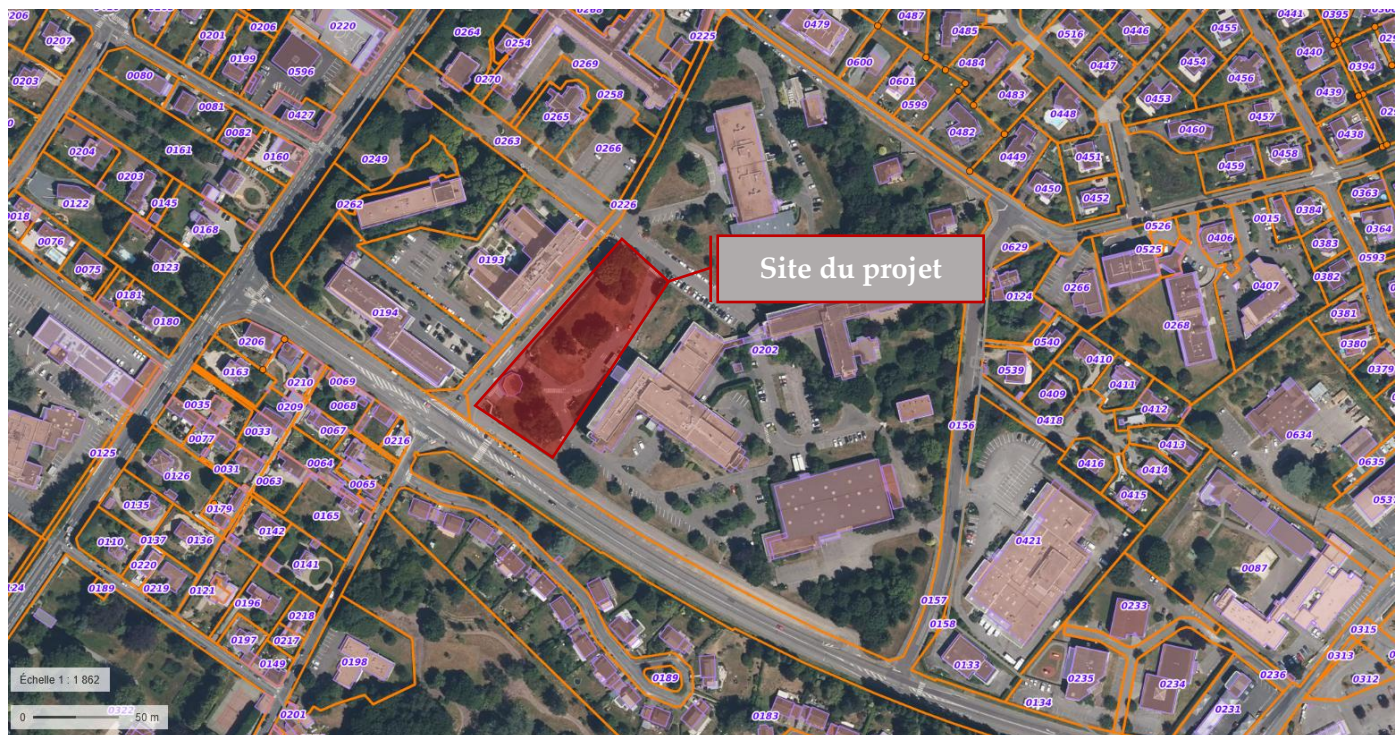


Figure 3 Carte des parcelles

Source : www.geoportail.fr

1.2 Définition de la mission

Compte tenu du niveau d'avancement du projet, notre mission s'inscrit dans le cadre d'une mission géotechnique de conception phase Projet (G2-PRO) défini par la Norme NF P 94-500 de novembre 2013.

La mission comprend, conformément à la norme NF P 94-500 de novembre 2013 :

- La définition d'un programme d'investigations géotechniques spécifiques, sa réalisation ou son suivi technique, et l'exploitation des résultats,
- La réalisation d'un rapport donnant :
 - Les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du Projet,
 - Les principes de construction envisageables (terrassements, fondations, assises des dallages, dispositions générales vis-à-vis des nappes et avoisinants),
 - Le dimensionnement de chaque type d'ouvrage géotechnique faisant partie de cette mission.

Ce rapport donnera la classification du site vis-à-vis de la réglementation sismique en vigueur et précisera le risque de liquéfaction des sols sous séisme si nécessaire. Il examinera la pertinence de l'application de la méthode observationnelle si nécessaire.

Il convient de rappeler que les aspects non exhaustifs suivants ne font pas partie de la mission :

- Les études hydrogéologiques et hydrauliques ;
- Les études environnementales éventuelles (diagnostic de pollution, voisinage, etc...) ;
- La reconnaissance des anomalies géotechniques en dehors de l'emprise des investigations.

Il convient de rappeler que notre ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2) phase projet (G2 PRO) s'inscrit dans le cadre défini par la Norme NF P 94-500 de novembre 2013.

2-ETUDE DU SITE

2.1 Description du site

Le site étudié est situé au 147 Avenue du Maréchal Juin, 76230 BOIS-GUILLAUME sur le site actuel du CHU Bois-Guillaume à proximité du SAS de l'Argilière.

La parcelle, d'une superficie d'environ 2680 m², présente une topographie globalement plane, sans contraintes apparentes à l'implantation d'ouvrages. Aucun ouvrage voisin de grande hauteur ou infrastructure sensible n'a été relevé à proximité immédiate.

2.2 Recherches historiques

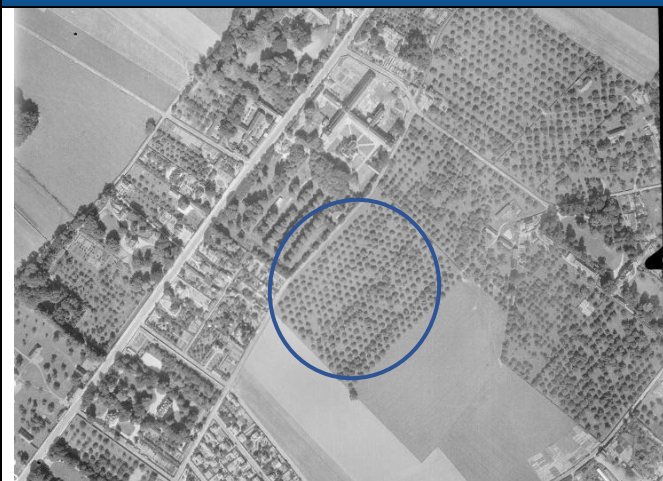
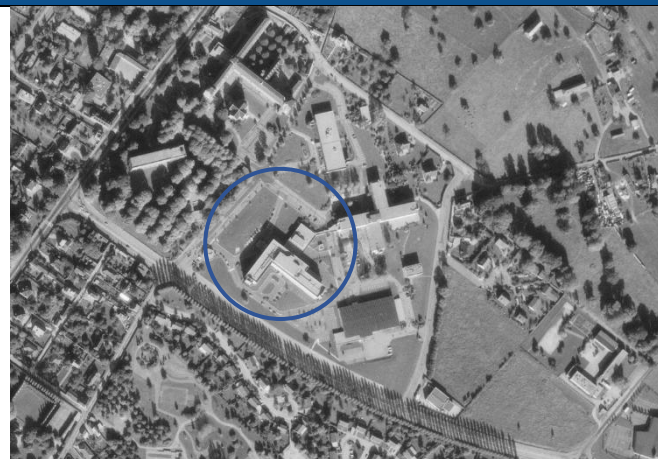
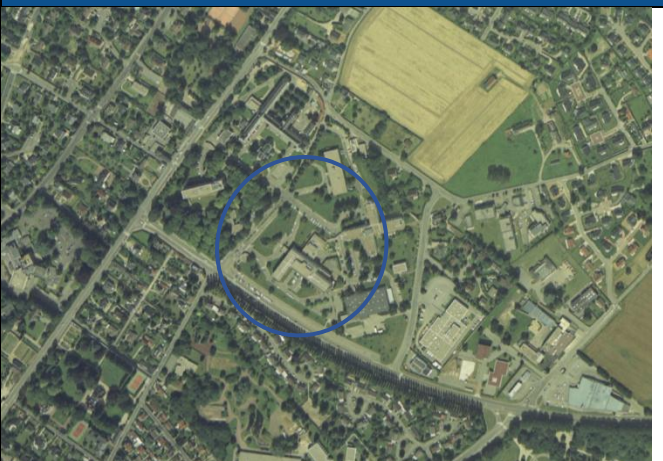
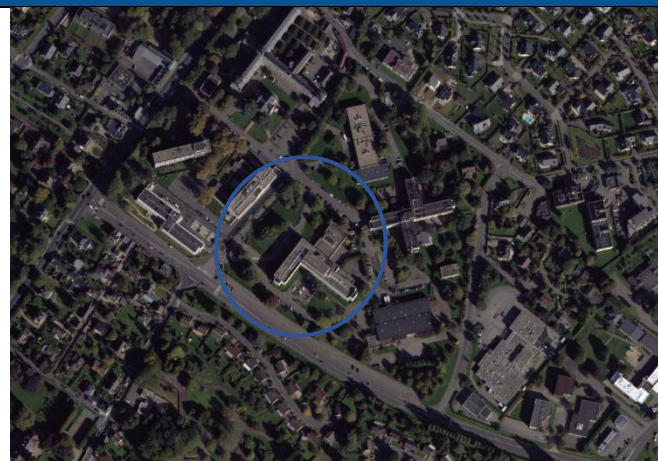
Les photographies aériennes anciennes montrent que le complexe hospitalier actuel a été construit entre les années 1970 à 1985.



Figure 4 Carte de l'état-major de 1820 - 1866

Source [IGN](#)

Tableau 3 Photographie aériennes anciennes

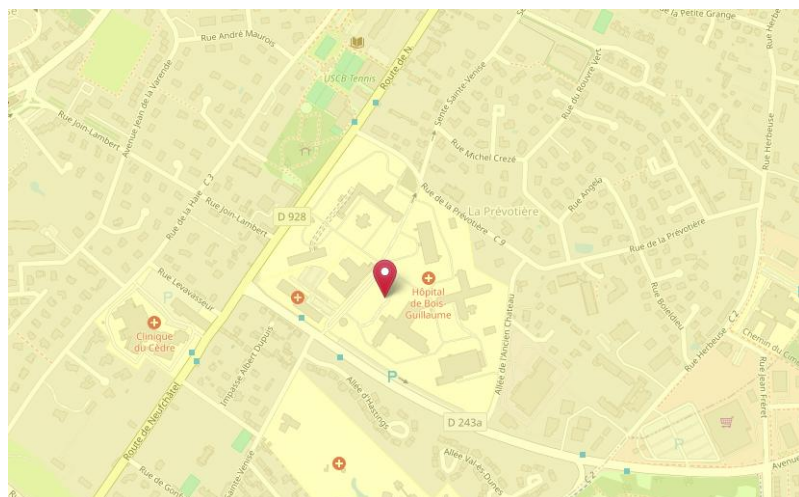
1947	1962
	
1977	1984
	
1998	2015
	

2.5 Risques naturels

2.5.1 Retrait-Gonflement des Argiles

D'après les données du BRGM et le site Géorisques, le projet se situe en zone d'alea faible vis-à-vis du phénomène de Retrait-Gonflement des Argiles.

Extrait de la carte d'alea « Retrait-Gonflement des Argiles » :



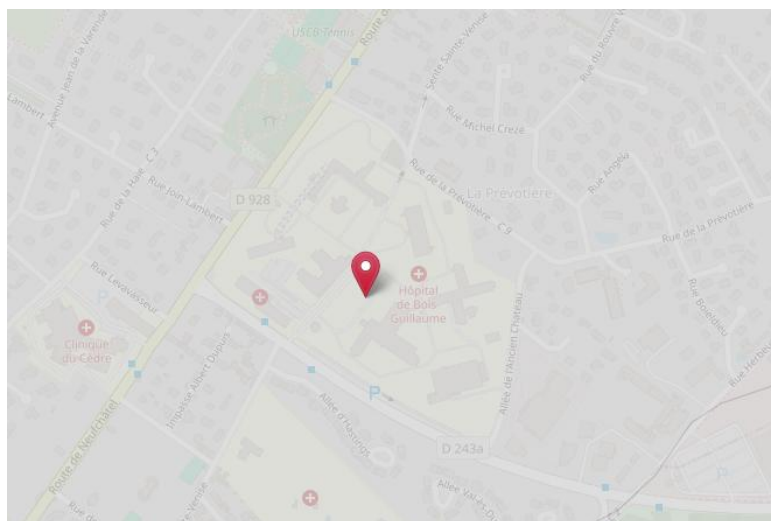
Zone sensible au retrait-gonflement des argiles	
	Aléa fort
	Aléa moyen
	Aléa faible

Figure 7 Carte d'alea argiles

Sources : [Géorisques/BRGM](#)

2.5.2 Sismicité

D'après le zonage sismique de la France applicable depuis le 1^{er} mai 2011 (décret n°2010-1255 du 22/10/2010), le projet se situe en zone de sismicité 1 (**faible**).



	Sismicité très faible
	Sismicité faible
	Sismicité modérée
	Sismicité moyenne
	Sismicité forte

Figure 8 Sismicité

Les exigences sur le bâtiment dépendent de la Catégorie d'Importance du futur bâtiment et de la zone de sismicité (cf. tableaux ci-après).

Les différentes catégories d'importances de bâtiments du point de vue parasismique :

Catégorie d'importance	Description
I 	■ Bâtiments dans lesquels il n'y a aucune activité humaine nécessitant un séjour de longue durée.
II 	■ Habitations individuelles. ■ Établissements recevant du public (ERP) de catégories 4 et 5. ■ Habitations collectives de hauteur inférieure à 28 m. ■ Bureaux ou établissements commerciaux non ERP, h ≤ 28 m, max. 300 pers. ■ Bâtiments industriels pouvant accueillir au plus 300 personnes. ■ Parcs de stationnement ouverts au public.
III 	■ ERP de catégories 1, 2 et 3. ■ Habitations collectives et bureaux, h > 28 m. ■ Bâtiments pouvant accueillir plus de 300 personnes. ■ Établissements sanitaires et sociaux. ■ Centres de production collective d'énergie. ■ Établissements scolaires.
IV 	■ Bâtiments indispensables à la sécurité civile, la défense nationale et le maintien de l'ordre public. ■ Bâtiments assurant le maintien des communications, la production et le stockage d'eau potable, la distribution publique de l'énergie. ■ Bâtiments assurant le contrôle de la sécurité aérienne. ■ Établissements de santé nécessaires à la gestion de crise. ■ Centres météorologiques.

Figure 9 Catégorie d'importance des bâtiments

Application des règles sismiques en fonction de la zone sismique et de la catégorie d'importance du futur bâtiment

	I 	II 	III 	IV 
Zone 1	aucune exigence			
Zone 2				Eurocode 8 ³ $a_{gr}=0,7 \text{ m/s}^2$
Zone 3				Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,1 \text{ m/s}^2$
Zone 4				Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,6 \text{ m/s}^2$
Zone 5				Eurocode 8 ³ $a_{gr}=3 \text{ m/s}^2$

¹ Application possible (en dispense de l'Eurocode 8) des PS-MI sous réserve du respect des conditions de la norme PS-MI

² Application possible du guide CP-MI sous réserve du respect des conditions du guide

³ Application obligatoire des règles Eurocode 8

Figure 10 Règles sismique et catégorie de bâtiment

Le bâtiment (de catégorie IV) est situé dans la zone de sismicité 1 : aucun calcul sismique ne sera nécessaire pour ce projet.

2.5.3 Inondation

D'après les données du BRGM, le projet est situé dans une zone non sujette potentiellement aux débordements de nappe et inondations de caves

Extrait de la carte d'aléa « Inondation » :

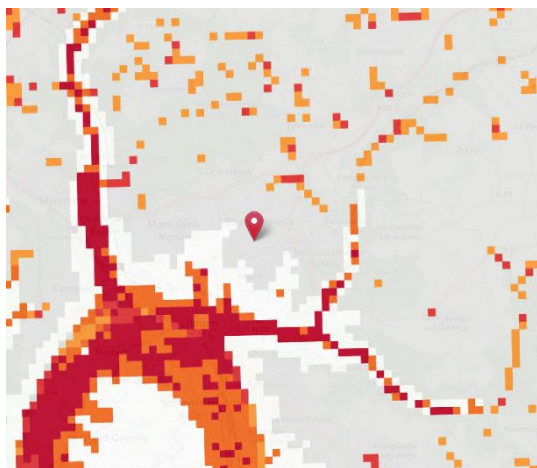


Figure 11 Carte d'aléa inondations

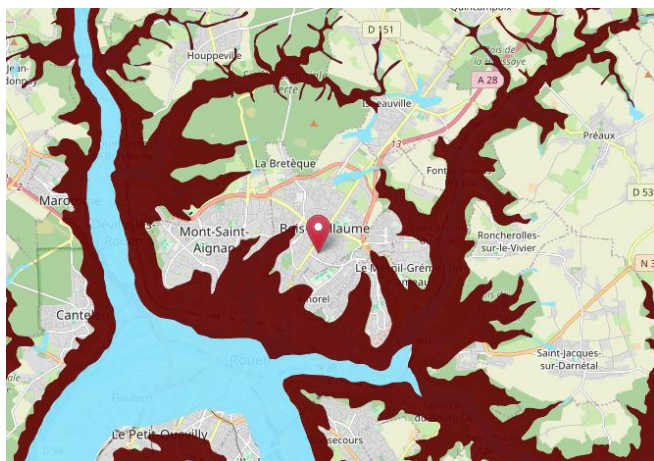


Figure 12 Carte d'aléa inondations

Source : [Géorisques](#)

2.5.4 Mouvement de terrain et cavité souterraine

À proximité du site d'étude, des ouvrages souterrains ainsi que des cavités d'origine naturelle sont recensés dans un rayon inférieur à 500 m. Par ailleurs, la commune est concernée par un aléa de mouvements de terrain non localisés.

Zones sensibles aux remontées de nappes	
	Zones potentiellement sujettes aux débordements de nappe fiabilité FORTE
	Zones potentiellement aux débordements de nappe fiabilité MOYENNE
	Zones potentiellement sujettes aux inondations de cave fiabilité FORTE
	Pas de débordement de nappe ni d'inondation de cave fiabilité FAIBLE
	Entités hydrogéologiques imperméables à l'affleurement
	Enveloppes Approchées des Inondations Potentielles cours d'eau et submersion marine de plus d'un hectare

Extrait de la carte d'aléa « Cavités souterraines » :

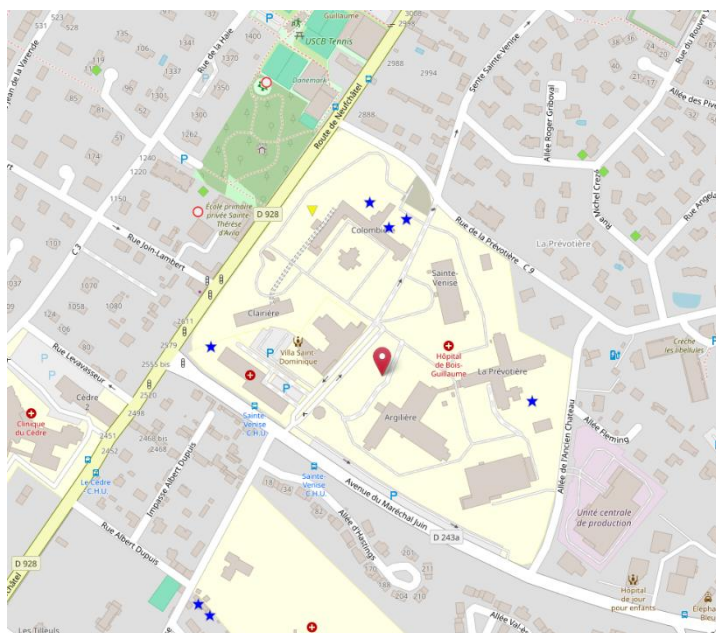


Figure 13 Carte d'aléa cavités souterraine

Extrait de la carte d'aléa « Mouvements de terrain » :

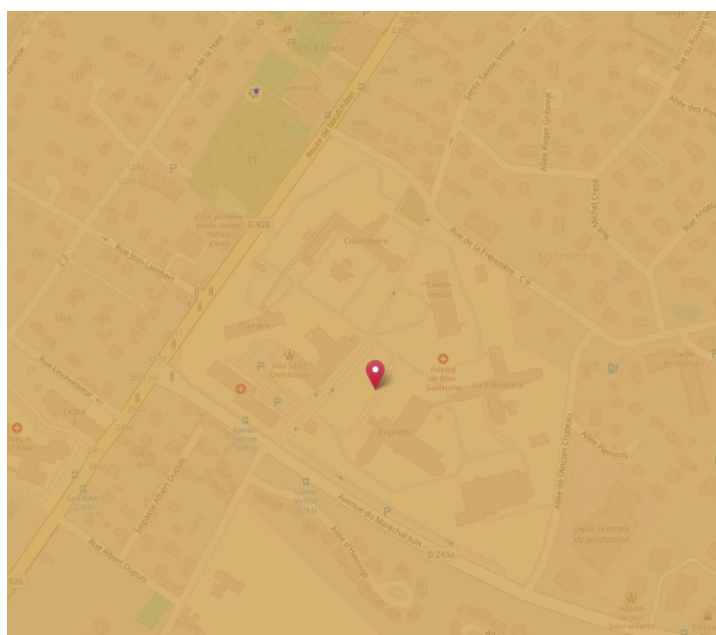


Figure 14 Carte d'aléa mouvements de terrain

Source : [Géorisques](#)

3-INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES

3.1 Implantation et nivellement des sondages

Selon les documents et plans communiqués, le projet porte sur la construction d'un bâtiment de type R+2, comportant un niveau de sous-sol partiel, pour une emprise au sol d'environ 3 000 m².

Dans le cadre du présent rapport, le site a été subdivisé en trois zones principales en fonction de l'emprise du sous-sol :

- Zone 1 (**en rouge**) : partie de l'ouvrage située sous l'emprise du sous-sol ;
- Zone 2 (**en violet**) : partie de l'ouvrage hors emprise du sous-sol (bâtiment en R+2) ;
- Zone 3 (**en jaune**) : partie de l'ouvrage hors emprise du sous-sol (bâtiment en R+1).

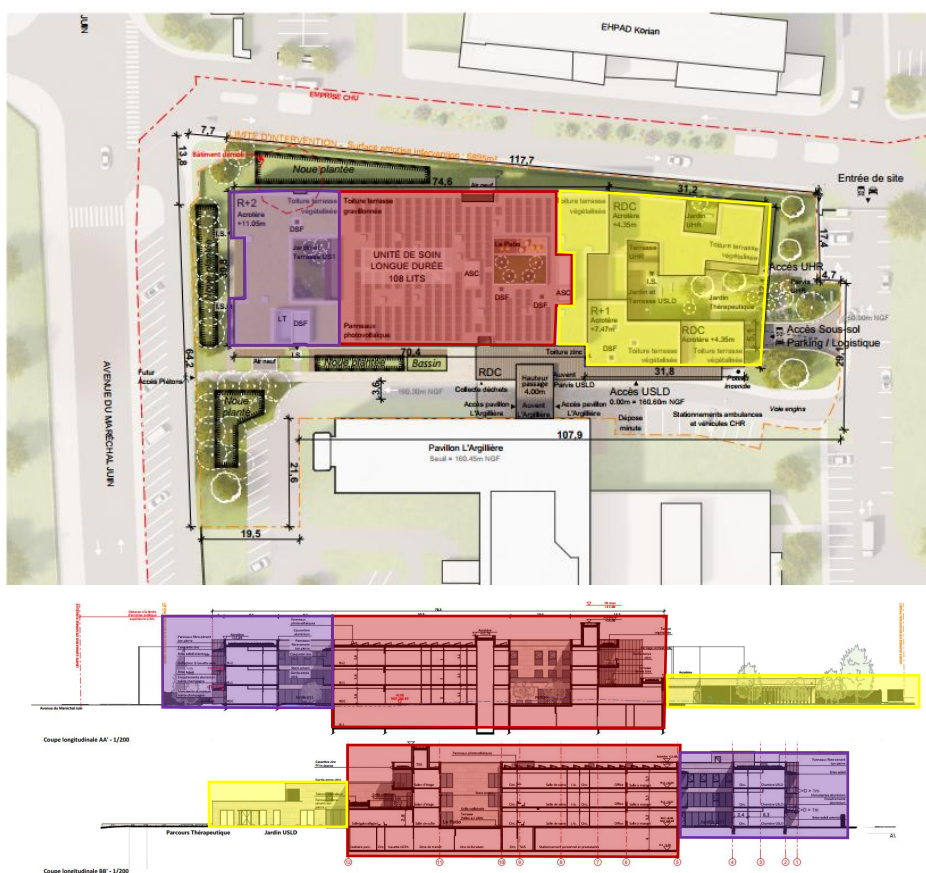


Figure 15 Répartition des zones d'études

L'implantation des sondages et essais in situ a été définie en fonction du projet. Elle a été réalisée par **GEOCADRE** après accord du maître d'ouvrage et de la maîtrise d'œuvre. Ce plan est présenté en annexe 2.

3.2 Sondages et essais réalisés in situ

3.2.1 Appareillage

Essais pressiométriques :

Ces essais ont été réalisés conformément à la norme NF EN ISO 22476-4 - Essai pressiométriques Ménard. L'essai consiste à descendre dans un forage soigneusement calibré une sonde cylindrique gonflable. On mesure les variations du volume du sol au contact de la sonde en fonction de la pression radiale appliquée. Les mesures relevées permettent de tracer une courbe dite " courbe brute " du volume en fonction de la pression. L'exploitation de cette courbe brute permet d'obtenir les caractéristiques essentielles du sol : pression limite (PL) qui est la résistance du sol à la rupture, module pressiométriques (E_M) qui définit le comportement pseudo élastique du sol et la pression de fluage (P_f) qui définit la limite entre le comportement pseudo élastique et la phase plastique.

Les résultats d'essais pressiométriques sont fournis en annexe sous forme de diagrammes donnant en fonction de la profondeur :

- Les variations de E_M ;
- Les variations des pressions limites nettes (PL^*) ;
- Les pressions de fluage nettes (P_f^*) ;
- La pression horizontale des terres au repos (σ_{hs}) ;
- Le rapport E_M / PL ;

$\sigma_{hs} = K_0 \sigma_{vs}$ avec K_0 = coefficient des terres au repos varie de 0.5 pour les sables, 0,7 pour les argiles à 1 pour les vases.

$$\sigma_{vs} = \text{contrainte verticale totale au niveau de l'essai} = \gamma Z$$

En cas de nappe, $\sigma_{vs} = \gamma' Z$

$$PL^* = PL - \sigma_{hs} \text{ et } P_f^* = P_f - \sigma_{hs}$$

Sondage destructif :

Ils ont été réalisés à l'aide d'une GEO 205. Ils ont permis de suivre l'avancement de l'outil de forage au travers de paramètres d'enregistrement (vitesse d'avancement, pression, couple), fournissant des indications qualitatives sur les caractéristiques géomécaniques des terrains traversés.

Sondage carotté :

Ils ont été réalisés à l'aide d'une GEO 205. Ils ont permis de visualiser la nature des sols traversés et de prélever des échantillons intacts pour analyses en laboratoire.

3.2.2 Méthodologie d'implantation

Les points de sondages ont été identifiés sur chaque zone par des numérotations du style **SC1**, **SP1**, **SD1**, etc. Les numéros figurant sur les PV d'essais et sondages respectent cette méthodologie de numérotation. Les coordonnées des points d'intervention ont été relevées avec un GPS – emlid Reach RS2+(Signaux GPS/QZSS L1C/A, L2C ; G LONASS L1OF).

3.2.3 Essais in situ

Les sondages suivants ont été réalisés :

Tableau 4 Sondages réalisés

Type de sondage	Quantité	Noms	Prof.(m/TN)
Essai pressiométrique Ménard NF EN-ISO 22476-4	6	SP1 à SP6	25.00
Sondage destructif	15	SD1 à SD15	25.00
Sondage carotté	4	SC1 à SC4	10.00

Le tableau suivant récapitule l'ensemble des sondages réalisés par site :

Tableau 5 Répartition des sondages par zones

	Zone		
	1	2	3
Sondages réalisés	SP1, SP3, SP5, SP6, SC1, SC3, SC2, SD1, SD2, SD3, SD4, SD10, SD14	SP4, SP1*, SC4, SD11, SD12, SD13,	SP2, SP2* ; SD5, SD6, SD7, SD8, SD9, SD15

* : Sondage réalisé dans la mission G1 ES PGC retenu en AVP / PRO

L'ensemble des sondages et résultats d'essais sont présentés en annexe 2.

Remarque : Dans le cadre de la mission G1 ES-PGC, des sondages pressiométriques ont été réalisés ponctuellement au droit de certains secteurs. Les résultats de ces essais ont été pris en compte dans le présent rapport pour l'établissement du modèle géotechnique des différentes zones.

3.2.4 Essais en laboratoire

Les prélèvements d'échantillons sont la propriété du client. Sauf contre-indication du client, ils seront conservés pendant 2 semaines à compter de l'envoi du rapport. S'il le souhaite, le client pourra donc soit récupérer ses prélèvements, soit demander qu'ils soient conservés. A défaut de demande expresse, les prélèvements seront mis au rebut.

Les analyses d'identification des sols ainsi que les analyses de détermination des paramètres géomécanique ont été effectuées sur les échantillons issus des sondages carottés. L'ensemble des résultats est présenté en annexe 2.

Les essais d'agressivité des sols vis-à-vis du béton permettent d'évaluer le risque de dégradation chimique des ouvrages enterrés et d'identifier les agents agressifs, afin d'adapter le choix du béton. Ces analyses ont été effectuées sur les échantillons issus des sondages carottés. L'ensemble des résultats est présenté en annexe 2.

Tableau 6 Essais en laboratoire réalisés

Identification des sols	Norme	Quantité
Teneur en eau pondérale W	NF P94-050	3
Poids volumique	NF P94-053	3
Analyse granulométrique par tamisage	NF P94-056	3
Valeur au bleu du sol (VBS)	NF P94-068	3
Essai de cisaillement CD - Boite de Cassandre	NF P 94-071	3
Agressivité des sols vis-à-vis du béton	NF EN 206/CN (XA)	6

3.3 Synthèse des investigations

3.3.1 Remarques préalables

Nous rappelons qu'il n'est pas toujours aisé voire parfois impossible de différencier les variations de faciès horizontales et/ou verticales éventuelles en raison de la faible surface investiguée (limitée aux diamètres de forage et/ou à la dimension du carottier) par rapport à celle concernée par le projet.

Des variations de faciès, de nature ou de propriétés mécaniques des sols sont donc probables en inter-maille des sondages. De ce fait, les caractéristiques de sols indiquées ci-après ont un caractère représentatif mais non absolu.

Nota : Les résultats des sondages et essais réalisés en phase G1 ES-PGC par l'entreprise **TECHNOSOL** à la date du 31/10/2025 ont fait l'objet d'une analyse critique et ont été intégrés au présent rapport. Ils ont été confrontés et corrélés aux investigations complémentaires menées en phase G2-AVP, afin de consolider l'interprétation géotechnique, affiner le modèle de sol et renforcer la représentativité des paramètres retenus pour le dimensionnement des ouvrages.

3.3.2 Synthèse géologique

Les observations du sondeur, croisées avec l'analyse visuelle des échantillons issus des sondages carottés ainsi qu'avec l'examen des remontées de forage observées lors des sondages destructifs, permettent de définir la succession des faciès lithologiques suivants :

Terre végétale :

Profondeur du toit : 0.00 m

Profondeur de la base : 0.20 m

Limons argileux (S1) :

Aspect visuel/teinte : Limons argileux marron beige (entre 0.3m et 3.0m) et beige entre (3.0 m et 9.0m)

Profondeur du toit : 0.20 m

Profondeur de la base : 6.0 m

Argiles limoneuses (S2) :

Aspect visuel/teinte : Argiles silto-limoneuses marron et à silex

Profondeur du toit : 9.0 m

Profondeur de la base : 18.0 m

Craie (S3) :

Aspect visuel/teinte : Craie compacte blanchâtre et orangée

Profondeur du toit : 18.0 m

Profondeur de la base : 25.0 m

3.3.3 Modèle géotechnique et valeurs de résistance mécanique

L'analyse statistique des résultats pressiométriques a permis de déterminer les valeurs représentatives retenues pour un modèle géotechnique.

Conformément aux prescriptions de la norme NF P 94-261, les paramètres de calcul ont été définis à partir de la valeur **moyenne diminuée de 0.5 écart-type**, permettant de disposer de valeurs caractéristiques adaptées aux vérifications géotechniques.

Le modèle géotechnique a pour but de fixer les propriétés mécaniques caractéristiques retenues pour chaque faciès permettant, ensuite, d'établir les calculs de prédimensionnement des ouvrages géotechniques.

Les paramètres indiqués dans le modèle sont les plus représentatifs au regard des résultats des essais, des hétérogénéités observées dans chaque sol et du nombre d'essais.

➤ Zone 1

Le tableau ci-après présente la synthèse statistique des résultats issus des essais pressiométriques réalisés au droit de la zone 1.

Tableau 7 Synthèse statistique des données pressiométriques (Zone 1)

	Couche 1						Couche 2						Couche 3					
	Limons argileux						Argiles limoneuses						Craie					
	0.30 m - 3.00 m			3.00 m - 9.00 m			9.00 m - 16.00 m			16.00 m - 18.00 m			18.00 m - 20.00 m			20.00 m - 25.00 m		
	Em	pl*	Em/pl*	Em	pl*	Em/pl*	Em	pl*	Em/pl*	Em	pl*	Em/pl*	Em	pl*	Em/pl*	Em	pl*	Em/pl*
Min	1,30	0,20	6,50	3,50	0,43	6,96	9,00	0,86	10,47	18,60	1,21	13,09	22,50	1,36	15,52	35,40	2,12	2,33
Max	5,80	0,60	10,47	14,20	1,01	14,06	72,90	2,89	25,76	45,40	2,11	21,52	48,70	2,67	21,20	82,70	21,80	28,52
$\bar{x}$	3,54	0,38	8,70	7,20	0,68	10,37	43,10	2,29	18,19	24,13	1,41	17,00	30,88	1,63	19,15	53,43	3,77	19,58
$\bar{x}$	3,80	0,40	9,21	6,80	0,68	10,00	42,20	2,39	17,07	21,70	1,25	17,52	30,10	1,42	20,22	48,35	2,59	19,30
σ	1,29	0,12	1,51	2,93	0,18	1,96	17,43	0,59	4,24	8,13	0,34	2,39	7,95	0,46	2,13	14,69	4,81	6,43
$\bar{x} - 0.5\sigma$	2,89	0,32	7,95	5,74	0,59	9,39	34,38	2,00	16,07	20,07	1,24	15,80	26,91	1,40	18,08	46,08	1,36	16,36
$\bar{x} + 0.5\sigma$	4,18	0,44	9,46	8,67	0,77	11,36	51,81	2,59	20,31	28,20	1,58	18,19	34,85	1,86	20,21	60,77	6,18	22,80

Les caractéristiques retenues sont données dans le tableau ci-après :

Tableau 8 Modèle géotechnique (Zone 1)

Id.	Description	Prof de la base (m)	Valeurs pressiométriques			α
			p_l^* (MPa)	E_M (MPa)	E_M/p_l^*	
S1	Limons argileux	3.00	0.32	2.89	7.95	0.50
		9.00	0.59	5.74	9.39	
S2	Argiles limoneuses	16.00	2.00	34.38	16.07	0.66
		18.00	1.24	20.07	15.80	
S3	Craie	20.00	1.40	26.91	18.08	1.00
		>25.00	1.36	46.08	16.36	

➤ Zone 2

Le tableau ci-après présente la synthèse statistique des résultats issus des essais pressiométriques réalisés au droit de la zone 2.

Tableau 9 Synthèse statistique des données pressiométriques (Zone 2)

	Couche 1						Couche 2						Couche 3					
	Limons argileux						Argiles limoneuses						Craie					
	0.30 m - 3.00 m			3.00 m - 9.00 m			9.00 m - 16.00 m			16.00 m - 18.00 m			18.00 m - 20.00 m			20.00 m - 25.00 m		
	E_M	p_l^*	E_M/p_l^*	E_M	p_l^*	E_M/p_l^*	E_M	p_l^*	E_M/p_l^*	E_M	p_l^*	E_M/p_l^*	E_M	p_l^*	E_M/p_l^*	E_M	p_l^*	E_M/p_l^*
Min	2,10	0,30	6,56	3,60	0,42	8,10	21,00	1,88	9,78	20,80	1,34	15,52	30,40	1,75	16,43	39,50	2,45	16,12
Max	8,20	0,63	18,67	12,60	1,41	15,79	46,10	2,91	20,63	41,60	2,60	18,04	41,40	2,52	17,37	46,40	2,75	18,49
$\bar{x}$	5,92	0,49	12,12	7,36	0,72	10,36	35,90	2,41	14,94	31,70	1,87	16,98	36,43	2,16	16,95	43,03	2,55	16,87
$\bar{x}$	6,25	0,55	11,85	6,55	0,64	9,60	40,20	2,37	15,90	28,00	1,60	17,50	37,50	2,20	17,05	43,10	2,50	16,44
σ	2,28	0,15	4,33	3,13	0,29	2,62	9,78	0,39	3,58	9,05	0,53	1,15	5,58	0,39	0,48	3,68	0,14	1,11
$\bar{x} - 0.5\sigma$	4,78	0,42	9,96	5,80	0,57	9,05	31,01	2,22	13,15	27,18	1,60	16,41	33,64	1,96	16,71	41,18	2,48	16,31
$\bar{x} + 0.5\sigma$	7,06	0,57	14,28	8,92	0,86	11,67	40,79	2,60	16,73	36,22	2,13	17,56	39,22	2,35	17,19	44,87	2,62	17,43

Les caractéristiques retenues sont données dans le tableau ci-après :

Tableau 10 Modèle géotechnique (Zone 2)

Id.	Description	Prof de la base (m)	Valeurs pressiométriques			α
			p_l^* (MPa)	E_M (MPa)	E_M/p_l^*	
S1	Limons argileux	3.00	0.42	4.78	9.96	0.50
		9.00	0.57	5.80	9.05	
S2	Argiles limoneuses	16.00	2.22	31.01	13.15	0.66
		18.00	1.60	27.18	16.41	1.00

S3	Craie	20.00	1.96	33.64	16.71	1.00
		>25.00	2.48	41.18	16.31	

Remarque : Compte tenu de leur représentativité, seuls les essais réalisés entre 1.00 m et 14.00 m au droit du sondage SP1 (phase ES-PGC) ont été retenus pour l'établissement de la synthèse statistique du modèle géotechnique de la zone 2. Les mesures obtenues au-delà de 14.00 m ont été écartées, celles-ci présentant des résistances faibles à très faibles non cohérentes comparativement avec les résultats issus des investigations menées en phase G2-AVP/PRO.

➤ Zone 3

Le tableau ci-après présente la synthèse statistique des résultats issus des essais pressiométriques réalisés au droit de la zone 3.

Tableau 11 Synthèse statistique des données pressiométriques (Zone 3)

	Couche 1						Couche 2						Couche 3					
	Limon argileux						Argiles limoneuses						Craie					
	0.30 m - 2.00 m			2.00 m - 9.00 m			9.00 m - 16.00 m			16.00 m - 18.00 m			18.00 m - 20.00 m			20.00 m - 25.00 m		
	E_M	pl^*	E_M/pl^*	E_M	pl^*	E_M/pl^*	E_M	pl^*	E_M/pl^*	E_M	pl^*	E_M/pl^*	E_M	pl^*	E_M/pl^*	E_M	pl^*	E_M/pl^*
Min	2,10	0,27	7,33	3,20	0,42	6,81	13,90	0,84	11,22	24,60	1,74	14,14	26,70	1,86	14,35	18,40	1,61	11,43
Max	9,20	0,74	16,00	36,00	2,46	14,63	44,90	2,80	31,90	45,20	2,91	17,22	32,90	1,97	16,70	134,00	4,50	32,20
$\bar{x}$	4,86	0,43	10,36	12,28	1,00	11,20	31,15	2,06	16,16	39,85	2,50	15,92	29,80	1,92	15,53	56,69	2,67	19,83
$\bar{x}$	2,80	0,34	8,24	8,60	0,74	11,62	31,95	2,21	13,63	42,10	2,54	16,16	29,80	1,92	15,53	42,60	2,50	16,13
σ	3,45	0,19	3,76	11,40	0,73	2,60	11,38	0,77	6,67	7,60	0,43	1,30	4,38	0,08	1,66	38,78	0,89	7,89
$\bar{x} - 0.5\sigma$	3,13	0,33	8,48	6,59	0,63	9,90	25,46	1,67	12,82	36,05	2,28	15,27	27,61	1,88	14,70	37,30	2,22	15,89
$\bar{x} + 0.5\sigma$	6,59	0,53	12,23	17,98	1,36	12,50	36,84	2,45	19,50	43,65	2,71	16,56	31,99	1,95	16,36	76,08	3,11	23,77

Les caractéristiques retenues sont données dans le tableau ci-après :

Tableau 12 Modèle géotechnique (Zone 3)

Id.	Description	Prof de la base (m)	Valeurs pressiométriques			α
			pl^* (MPa)	E_M (MPa)	E_M/pl^*	
S1	Limon argileux	2.00	0.33	3.13	8.48	0.50
		9.00	0.63	6.59	9.90	
S2	Argiles limoneuses	16.00	1.67	25.46	12.82	0.66
		18.00	2.28	36.05	15.27	
S3	Craie	20.00	1.88	27.61	14.70	1.00
		>25.00	2.22	37.30	15.89	0.66

Remarque : Compte tenu de leur représentativité, seuls les essais réalisés entre 1.00 m et 14.50 m au droit du sondage SP1 (phase ES-PGC) ont été retenus pour l'établissement de la synthèse statistique du modèle géotechnique de la zone 3. Les mesures obtenues au-delà de 14.50 m ont été écartées, celles-ci présentant des

résistances faibles à très faibles non cohérentes comparativement avec les résultats issus des investigations menées en phase G2-AVP/PRO.

3.3.4 Résultats d'analyses GTR

➤ Identification des matériaux

Le procès-verbal des essais en laboratoire est inséré en annexe 2. Les résultats de ces essais sont synthétisés dans le tableau ci-après.

Tableau 13 Résultats des essais en laboratoire

Réf. Ech.	Nature du terrain	Prof. (m)	W (%)	Tamisat < 80 µm	Tamisat < 2 mm	VBS	γ_d	Classe G.T.R.
SC1	Limons argileux	1.00 – 3.00	19.72	97.03	98.42	1.1	18.06	A1
SC2	Limons argileux	1.00 – 3.00	18.24	90.35	97.87	1.1	19.61	A1
SC3	Limons argileux	1.00 – 3.00	18.24	88.01	96.76	1.1	18.18	A1
Moyenne			18.73	91.79	97.68	1.1	18.61	-

➤ Analyse du caractère potentiellement gonflant des argiles

La classification du risque retrait-gonflement se fait selon les critères définis par Chassagneux (Chassagneux et al., 1996) synthétisés dans le Tableau ci-dessous.

Tableau 14 Classification risque retrait-gonflement

VBS	Susceptibilité
<2,5	Faible
2,5 à 6	Moyenne
6 à 8	Forte
> 8	Très forte

Les résultats d'essai présentés dans les tableaux précédents montrent que pour les Argiles, la VBS est estimée à 1.1. Il en ressort que le site est classé **en aléa MOYEN vis-à-vis du phénomène retrait-gonflement des argiles**.

➤ Analyses et synthèse avec les résultats de la G1 ES-PGC

Les essais d'identification réalisés en phase G1 ES-PGC mettent en évidence des sols fins limoneux classés majoritairement A2, avec des états hydriques variables (humide à sec) et une sensibilité notable aux variations de teneur en eau. Les analyses réalisées en phase G2-AVP/G2-PRO confirment ces résultats, avec des teneurs en fines élevées (≈ 88 à $97\% < 80\ \mu\text{m}$) et des tamisas quasi intégralement inférieurs à 2 mm ($> 96\%$), caractéristiques de sols limoneux fins, cohérents avec les faciès identifiés.

La distinction observée sur les sous-classes GTR (A2 en ES-PGC contre A1 en AVP/PRO) s'explique par les méthodes d'identification utilisées : limites d'Atterberg en phase ES-PGC et VBS en phase AVP/PRO. Compte tenu de la meilleure représentativité de la VBS pour caractériser la fraction argileuse active, les classifications issues de la phase AVP/PRO apparaissent plus pertinentes pour le projet.

En revanche, les états hydriques déterminés en phase ES-PGC sont conservés dans le présent rapport ; ils serviront de base à l'appréciation des conditions de réutilisation des matériaux en remblai et en couche de forme.

3.3.5 Essai de détermination des paramètres géomécaniques des sols

Des analyses de cisaillement rectiligne non drainé ainsi que des essais de cisaillement rectiligne consolidé drainé CD ont été réalisés afin de déterminer les paramètres géomécaniques des sols. Ces résultats sont présentés dans le Tableau 15. L'ensemble des procès-verbaux sont présentés dans l'annexe 2.

Tableau 15 Résultats des essais de cisaillement rectiligne CD

Echantillon	Profondeur (m)	Paramètres géomécaniques			
		c'_p (kPa)	φ'_p (°)	c'_f (kPa)	φ'_f (°)
SC1	0.50 – 1.50	8.07	25.19	7.73	21.31
SC2	1.50 – 2.50	10.00	26.89	6.47	24.56
SC3	3.00 – 4.00	13.00	30.02	8.87	27.66

* p : pics ; f : résiduel

Nota : Dans le cadre du présent rapport, les valeurs de pic ont été retenues pour la définition du modèle géotechnique et utilisées dans les différents calculs.

3.3.6 Agressivité des sols vis-à-vis au béton

➤ Résultats des analyses effectuées

Les résultats d'analyses d'agressivité des sols vis-à-vis du béton sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 16 Résultats des analyses d'agressivité des sols vis-à-vis du béton

Echantillon	Sondage	Profondeur (m)	Acidité (ml/kg)	Sulfates SO_4^{2-} (mg/Kg)	Classe d'agressivité
1	SC1	3.00 – 5.00	50	< 450	<XA1
2	SC3	3.00 – 5.00	52	< 450	
3	SC2	3.00 – 5.00	51	< 450	
4	SC4	3.00 – 5.00	53	< 450	

5	SC4	1.00 – 2.00	50	< 450	
6	SC2	1.00 – 2.00	54	< 450	

➤ **Interprétations et recommandations**

Les résultats des analyses chimiques indiquent que les sols du site présentent une agressivité faible vis-à-vis du béton, correspondant à une classe d'exposition inférieure à XA1 au sens de la norme NF EN 206/CN. Aucun agent agressif significatif (notamment sulfates ou pH défavorable) n'a été mis en évidence à des teneurs susceptibles d'altérer la durabilité des ouvrages en béton.

Tableau 17 Classe d'exposition des sols à l'agressivité du béton

Caractéristique chimique	Méthode d'essai de référence	XA1	XA2	XA3
Sols				
SO ₄ ²⁻ total, en mg/kg ^a	EN 196-2 ^b	≥ 2 000 et ≤ 3 000 ^c	> 3 000 ^c et ≤ 12 000	> 12 000 et ≤ 24 000
Acidité selon Baumann-Gully, en ml/kg	prEN 16502	> 200	N'est pas rencontrée dans la pratique	

Ces observations sont cohérentes avec les résultats obtenus lors de la phase G1 ES-PGC, confirmant l'absence de contrainte particulière vis-à-vis du choix des classes d'exposition du béton dans le cadre du projet.

3.4 Hydrogéologie générale du site

3.4.1 Piézométrie

Des venues d'eau après forage ont été rencontrées entre 4.55m et 5.10 m au moment des investigations. Il n'est pas exclu de rencontrer d'autres circulations d'eau dans l'emprise du projet. Le tableau suivant récapitule les niveaux d'eaux suivants chaque sondage aux dates de leurs réalisations.

Tableau 18 Niveaux d'eaux rencontrés pendant les sondages

Profondeur du niveau d'eau relevé (m/TN)		
SP1	SP4	SP6
Date de réalisation des sondages		
07/05/2025	08/05/2025	16/05/2025
5.00	4.70	4.70

Il est à noter que le régime hydrogéologique est susceptible de varier en fonction de la topographie, de l'altération du substratum, de la saison et de la pluviométrie.

Par ailleurs, il peut exister des circulations d'eau anarchiques / ponctuelles qui n'ont pas été détectées par les sondages. En milieu urbain, la présence de venues d'eau ponctuelles peut être associée à des fuites de réseaux enterrés.

Enfin, n'ayant pas d'informations sur les niveaux prévisibles des eaux, seul un suivi piézométrique sur 12 mois permettra de préciser l'altitude des eaux.

3.4.2 Perméabilité

Dans le cadre de la mission G1 ES-PGC réalisée par l'entreprise **TECHNOSOL**, cinq essais de perméabilité de type Porchet ont été effectués au droit du site lors de la campagne d'investigations. Les paragraphes suivants présentent la synthèse des résultats et leur interprétation, tels qu'issus du rapport correspondant.

➤ Méthodologie d'exécution et résultats obtenus

Le tableau ci-après indique le type d'essais de perméabilité/infiltration à retenir en fonction de l'ouvrage envisagé :

Tableau 19 Essais de perméabilité réalisés

Objet	Profondeur maximale	Essais à prévoir
Infiltration des eaux pluviales (noue, puits, tranchée drainante)	< 3 m	Essais en vraie grandeur (Matsuo)
	> 3 m	Essais en forage (Lefranc, Nasberg)
Assainissement, eau pluviale	~ 1.0 m	Essais Porchet
Pompage / Rejet	-	Essais Lefranc + Essai de pompage
Infiltration dans le rocher	-	Essais Lugeon

Les résultats de ces essais de perméabilité sont donnés dans le tableau ci-après :

Tableau 20 Résultats des essais de perméabilité avec interprétation

Sondage	EP1	EP2	EP3	EP4	EP5
Profondeur de l'essai	0,0 – 1,9 m/TN	0,0 – 1,84 m/TN	0,0 – 1,84 m/TN	0,0 – 1,95 m/TN	0,0 – 1,83 m/TN
Perméabilité (m/s)	1,2E-06	6,5E-07	1,1E-06	1,6E-07	1,9E-07
Faciès	Recouvrements limoneux marron (couche 0)				

➤ Analyses et interprétations du rapport G1 ES PGC (TECHNOSOL)

Les essais Porchet réalisés en phase G1 ES-PGC mettent en évidence des perméabilités faibles, de l'ordre de 10^{-7} à 10^{-6} m/s, au sein des remblais et horizons de recouvrement. Ces résultats, ponctuels et susceptibles de

variations d'un ordre de grandeur selon l'hétérogénéité des matériaux, conduisent à considérer des conditions globalement peu perméables pour le dimensionnement des ouvrages de gestion des eaux.

3.4.3 Inondabilité

Nous rappelons que, d'après les données dont nous disposons du BRGM, la parcelle concernée par le projet se situe dans une **zone non sujette aux débordements de nappe et inondations de cave**.

Par ailleurs des informations précises sur le risque réel d'inondation peuvent être fournies dans les documents d'urbanisme (P.L.U.) et dépendent des travaux de protection réalisés, donc susceptibles de varier dans le temps. S'agissant de données d'aménagement hydraulique et non de données hydrogéologiques, elles ne font pas partie de notre mission d'étude géotechnique. N'ayant pas d'informations sur le risque réel d'inondations du site, une enquête devra être conduite par le concepteur.

Il est de la responsabilité du maître d'ouvrage de se renseigner sur le risque réel d'inondation auprès des services d'urbanisme (P.L.U. notamment). Des dispositions de protection des ouvrages peuvent être prescrites et dimensionnées par un bureau d'étude hydraulique.

4-PARAMETRES SISMIQUES

4.1 Accélération du sol au rocher

Selon le décret n°2010-1255 et la norme NF EN 1998 ('EUROCODE 8), le niveau d'aléa et l'accélération du sol « au rocher » de référence, en fonction de la zone de sismicité, sont indiqués dans le tableau ci-après.

Tableau 21 Valeur d'accélération au rocher

Zone de sismicité	Niveau d'aléa	a _{gr} (m/s ²)
Zone 1	Très faible	0.4
Zone 2	Faible	0.7
Zone 3	Modéré	1.1
Zone 4	Moyen	1.6
Zone 5	Fort	3.0

Le site étant en zone de sismicité très faible, une analyse sismique avancée ne sera pas nécessaire pour la suite du projet.

4.2 Risque de liquéfaction des sols

Compte tenu que le projet se situe dans une **zone de sismicité 1 (très faible)**, l'étude de la liquéfaction des sols n'est pas requise selon l'EUROCODE 8 et d'après l'arrêté n°2010-1255 du 22/10/2010.

5- ETUDE PROJET

5.1 Principes généraux d'adaptation

Compte tenu des points précédents (contexte géotechnique et géologique, topographie du site, configuration du projet), les principales sujétions et orientations techniques à retenir pour la réalisation du projet sont les suivants :

- **Fondations** : réalisation de semelles isolées à base carrée ($B \approx 1,00$ m) complétées par des semelles filantes de largeur équivalente ;
- **Dallage** : mise en œuvre d'un dallage sur terre-plein, compatible avec le classement du site en zone d'aléa faible vis-à-vis du retrait-gonflement des argiles ;
- **Sous-sol** : réalisation d'un système de soutènement mixte associant murs poids en L renversé et murs préfabriqués.

Nous précisons que toute modification du projet ou des sols après réalisation de cette étude géotechnique d'avant-projet peut entraîner une ré-étude partielle ou complète des adaptations constructives préconisées dans le présent rapport. Nous rappelons que les conditions d'exécution sont absolument prépondérantes pour obtenir le résultat attendu.

Nota : les indications données dans les chapitres suivants sont fournies en estimant des conditions normales d'exécution. Durant les travaux, ces indications seront forcément adaptées aux conditions réelles rencontrées (intempéries, niveau de nappe, profondeur du sol de bonne portance, matériels utilisés, provenance et qualité des matériaux, phasages, plannings et précautions particulières).

5.2 Principes généraux de terrassements

5.2.1 Remarques préalables

Avant tout travaux de terrassement en déblai, il conviendra de recenser la position de l'ensemble des réseaux enterrés et de veiller à leur neutralisation, leur pontage ou à leur dévoiement.

La surveillance de l'évolution des conditions météorologiques en incombe au terrassier qui devra prévoir à l'avance les mesures et dispositions conservatoires visant à protéger la qualité et la compacité de la plateforme dans le cas d'une dégradation pluvieuse (arrêt anticipé du chantier, protection et fermeture du fond de fouille, conservation d'une garde protectrice de terrassement, etc...).

5.2.2 Drainage en phase chantier / Rabattement de nappe

Suite aux observations faites au cours de la campagne d'investigations, les niveaux d'eaux ont été enregistrés aux niveaux des points de sondages à des profondeurs entre 4.55m et 5.10m. Cependant, des venues d'eau peuvent apparaître exceptionnellement en cours de terrassement. Elles seront alors collectées en périphérie et évacuées en dehors de la fouille (captage). La plate-forme devra être nivelée en conservant des pentes suffisantes pour éviter toute stagnation d'eau et permettre l'évacuation des eaux pluviales vers un exutoire.

À tout moment, des dispositions spécifiques devront être prises pour assurer la mise au sec de la plate-forme de travail au cas par cas (époussage périphérique, un rabattement de nappe ou un réseau drainant).

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

5.2.3 Terrassement et traficabilité sur chantier

Les matériaux du site qui seront recoupés par les opérations de terrassement en déblais sont principalement des **Limons argileux (S1)** appartenant à la classe **A1** dans des états hydriques humides à sec (**h, m, s**).

La mise en œuvre de la réutilisation de ces matériaux dépend des conditions météorologiques. La grande sensibilité à l'eau des sols de ces classes impose de les traiter avec un liant hydraulique. Ces sols se traitent souvent en place mais lorsqu'ils sont dans un état moyen ou sec.

Les terrassements envisagés ne présenteront pas de difficulté particulière et pourront être réalisés à l'aide d'engins classiques de moyenne puissance. La méthodologie suivante de terrassement en déblai devra être respectée :

- Procéder au terrassement de la dernière couche de sol « en retro », sans faire évoluer les engins sur la pleine masse définitive.
- Interrompre les travaux des conditions météorologiques trop défavorables.

En fonction des conditions rencontrées au moment des travaux, ces états hydriques sont susceptibles de varier sensiblement, les conditions d'utilisation de ces matériaux peuvent, par conséquent, évoluer fortement.

Par conséquent, les travaux devront être réalisés dans des conditions météorologiques favorables sinon le chantier pourrait rapidement devenir impraticable et nécessiterait la mise en place de surépaisseurs en matériaux insensibles à l'eau et si nécessaire des dispositions particulières (cloutage, drainages, etc ...).

En cas de portance médiocre, un cloutage du fond de fouille pourra être mise en œuvre par incorporation de gros éléments de granulométrie type 100/300.

5.2.4 P.S.T. et arase terrassement

Selon la nature des matériaux et d'après l'état hydrique des terrains en place, la partie supérieure des terrassements peut être actuellement :

- Une PST1/AR1 (état hydrique humide) ;
- Une PST2/AR1 (état hydrique moyennement humide) ;
- Une PST3/AR1 (état hydrique sec).

Dans ce cas de PST, il convient :

- Soit de procéder à une amélioration du matériau jusqu'à 0.50 m d'épaisseur par un traitement principalement à la chaux vive et selon une technique remblai. On est ramené au cas de PST 2, 3 ou 4 selon le contexte.
- Soit d'exécuter une couche de forme en matériau granulaire insensible à l'eau de forte épaisseur (en admettant une légère réduction si l'on intercale un géotextile anti contaminant à l'interface PST – couche de forme).

5.2.5 Réutilisation des matériaux en remblai et en couche de forme

La mise en œuvre de la réutilisation de ces matériaux dépend des conditions météorologiques. Le Tableau 30 récapitule les conditions de réutilisation des sols en présence en remblais ou couche de forme.

Tableau 22 Conditions de réutilisation des matériaux en remblais / plateforme

Sol	Observations	Situations météorologiques	Conditions d'utilisation en remblai	Conditions d'utilisations en plateforme
A1h	Ces sols sont difficiles à mettre en œuvre en raison de leur faible portance	Pluie faible	Situation ne permettant pas la mise en place d'un remblai	Situation météorologique ne garantissant pas une maîtrise suffisante de l'état hydrique du mélange sol + liant
		Ni pluie, ni évaporation importante	✓ <u>Solution 1 : Traitement</u> • Traitement avec un réactif adapté. • Compactage moyen	• Traitement avec un liant hydraulique éventuellement associé à la chaux
		Évaporation importante	✓ <u>Solution 1 : Utilisation à l'état</u> • Compactage intense • Remblai de hauteur faible (≤ 5 m) ✓ <u>Solution 2 : Aération</u>	• Application d'un enduit de cure gravillonné éventuellement clouté

			• Compactage moyen • Extraire en couches minces • Réduction de la teneur en eau par aération • Couches minces • Compactage moyen • Remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m) ✓ <u>Solution 3 : Traitement</u> • Traitement avec un réactif adapté. • Compactage moyen	
A1m	Ces sols sont qui s'emploient facilement mais qui sont très sensibles aux conditions météorologiques	Pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en place d'un remblai	Situation météorologique ne garantissant pas une maîtrise suffisante de l'état hydrique du mélange sol+liant
		Pluie faible	• Extraction frontale • Compactage moyen • Remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	
		Ni pluie, ni évaporation importante	• Compactage moyen	• Arrosage pour maintien de l'état hydrique • Traitement avec un liant hydraulique éventuellement associé à la chaux • Application d'un enduit de cure gravillonné éventuellement clouté
		Evaporation importante	✓ <u>Solution 1 : Arrosage superficiel</u> • Arrosage superficiel • Compactage moyen ✓ <u>Solution 2 : Utilisation en l'état</u> • Compactage intense • Remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m) ✓ <u>Solution 3 : Extraction frontale</u> • Extraction frontale • Compactage moyen	

A1s	Ce sont des sols difficiles à compacter. Il faut au moins éviter de réduire encore leur teneur en eau et pour des remblais de grande hauteur un changement d'état hydrique est nécessaire.	Pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en place d'un remblai	Situation météorologique ne garantissant pas une maîtrise suffisante de l'état hydrique du mélange sol +liant(s)
		Pluie faible	- Extraction en couches - Couches minces - Compactage moyen - Remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	
		Ni pluie, ni évaporation importante	✓ <u>Solution 1 : Humidification</u> - Humidification par changement d'état - Réglage en couches minces - Compactage moyen ✓ <u>Solution 2 : Emploi en l'état</u> - Compactage intense - Remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	- Humidification pour changer l'état hydrique - Traitement avec un liant hydraulique - Application d'un enduit de cure gravillonné éventuellement clouté
		Evaporation importante	✓ <u>Solution 1 : Arrosage superficiel</u> - Arrosage superficiel pour maintien en l'état - Compactage intense - Remblai de hauteur faible (≤ 5 m) ✓ <u>Solution 2 : Extraction avec arrosage superficiel</u> - Extraction frontale - Arrosage superficiel - Compactage intense - Remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m) ✓ <u>Solution 3 : Humidification dans la masse</u> - Humidification pour changement d'état - Couches minces - Compactage intense - Remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	

5.2.6 Infiltrations des eaux de pluies

Aucune étude de gestions des eaux pluviales n'a été réalisée au droit du site. GEOCADRE reste à la disposition du maître d'ouvrage pour la réalisation des études de gestion des eaux pluviales.

5.3 Dimensionnement des fondations

5.3.1 Normes et méthodes de calculs

Les modes de fondations ainsi que les profondeurs d'ancrage dépendent globalement :

- Du contexte géotechnique du site,
- Des charges à reprendre,
- Des cotes altimétriques finies du projet,
- De la sensibilité des ouvrages aux tassements absolus et différentiels,
- Parfois de la position de l'ouvrage sur le site,
- De la configuration des avoisinants éventuels.

Toutes les vérifications recommandées par la norme NF P 94-261 concernant les fondations superficielles ont été réalisées.

- ❖ La vérification de la portance des sols à partir de l'excentricité par la méthode pressiométrique est donnée par les relations suivantes :

$$\begin{aligned}
 & \bullet \quad q_{\text{net}} = k_p \cdot p_{\text{e}}^* \cdot i_{\delta} \cdot i_{\beta} \\
 & \bullet \quad \sigma_{\text{ELS}} = \frac{q_{\text{net}} \cdot A'}{\gamma_{\text{R,v}} \cdot \gamma_{\text{R,d,v}}} = \frac{q_{\text{net}} \cdot A'}{1.2 \times 2.3} \\
 & \bullet \quad \sigma_{\text{ELU Fondamental}} = \frac{q_{\text{net}}}{\gamma_{\text{R,v}} \cdot \gamma_{\text{R,d,v}}} = \frac{q_{\text{net}}}{1.2 \times 1.4}
 \end{aligned}$$

Avec

- σ_{ELS} : la capacité portante à l'Etat Limite de Service (ELS) ;
- σ_{ELU} : la capacité portante à l'Etat Limite de Ultime fondamentale (ELU) ;
- q_{net} : la contrainte associée à la résistance nette du terrain ;
- k_p : facteur de portance de la semelle ou du radier, qui dépend des dimensions de la fondation, de l'encastrement équivalent (De/B) et de la classe des sols d'ancrage, fixé ici à **1.12**;
- p_{e}^* : valeur caractéristique de la pression limite nette équivalente, fixée ici à **0.650 MPa**. Cette valeur a été limitée afin de réduire les valeurs de tassements attendues ;
- i_{δ} et i_{β} coefficients de réduction de portance liés respectivement à l'inclinaison de la résultante des charges appliquées sur la semelle et la proximité d'une pente de talus, fixés ici à 1 (dans l'hypothèse de charge verticale et l'absence de talus – à confirmer par le BET Structure) ;
- A' : la section effective de la fondation. Elle est calculée à partir de l'excentricité e donnée par la relation $\frac{M_d}{N_d}$ où M_d est le moment engendré par les actions appliquées et N_d les actions appliquées verticalement sur la fondation ;
- $\gamma_{\text{R,v}}'$: valeur du coefficient partiel permettant le calcul de la portance (2.3 à l'ELS et 1.4 à l'ELU) ;

- $\gamma_{R,d,v}$: valeur du coefficient de modèle pressiométrique associé à la méthode de calcul, permettant le calcul de la portance égale à 1.2.
- ❖ La vérification de la résistance au glissement des fondations est donnée par la relation suivante :

$$H_d \leq R_{h,d} \quad \text{où : } R_{h,d} = \mu \cdot N_d$$

Avec

- $R_{h,d}$: la résistance horizontale de calcul au glissement ;
- H_d : l'effort horizontal appliqué sur les fondations les états (ELS, ELU) ;
- μ : le coefficient de frottement fondation/sol, pris égal à 0.4 ;
- N_d : la contrainte associée à la résistance nette du terrain.

5.3.2 Descentes de charges

Le BET a transmis les charges permanentes G et les charges d'exploitation Q en tonnes (T), utilisées pour établir les descentes de charges et les combinaisons d'actions aux états limites.

À partir de ces données, de la géométrie des fondations retenues et des caractéristiques géomécaniques des sols, les descentes de charges de calcul ont été déterminées. Elles sont présentées ci-après :

- $G_{TOTAL} = G + P_{Fondation}$ avec $P_{Fondation}$: poids de la fondation, P_{Terre} : poids des terres
- $Q_{TOTAL} = Q$

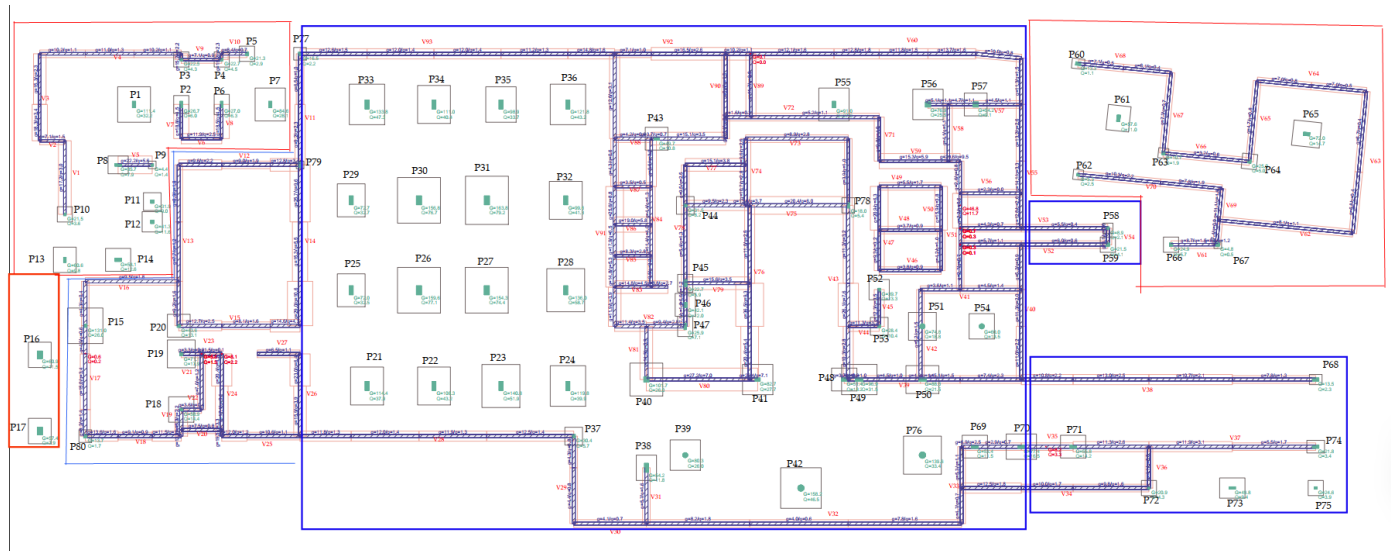


Figure 16 Localisation des différents appuis des fondations

Remarque :

- La dénomination des différents points d'appui a été réalisée de manière conventionnelle et arbitraire, où la lettre « P » désigne les piliers associés à des fondations isolées et la lettre « V » les voiles associés à des fondations superficielles de type semelle filante ;

- Sur certains documents relatifs aux descentes de charges, des superpositions de valeurs numériques ont été constatées, rendant localement la lecture et l'interprétation des données difficiles. Il appartient au BET Structure de s'assurer de l'exactitude et de la cohérence des valeurs de charges transmises ;
- Dans le cas des semelles filantes présentant plusieurs valeurs de charges, les descentes de charges les plus défavorables ont été retenues en considérant une répartition linéaire des efforts le long des ouvrages concernés.

5.3.3 Combinaisons des charges et sollicitations

Les vérifications ont été réalisées à l'ELS caractéristique et à l'ELU fondamental. Les sollicitations correspondantes ont ensuite été déterminées pour chacun des états limites à partir des descentes de charges établies à savoir :

- $ELS = G_{TOTAL} + Q_{TOTAL}$
- $ELU = 1.35 \cdot G_{TOTAL} + 1.5 \cdot Q_{TOTAL}$

Les combinaisons de charges calculées par appuis sont présentées dans les tableaux de vérifications suivants.

5.3.4 Vérification de la portance et de l'excentrement

➤ 1^{er} Approche : B égale à 1m

En considérant des largeurs de fondations fixées à 1.00 m, aussi bien pour les semelles isolées que pour les semelles filantes, les vérifications géotechniques ont été réalisées aux états limites ultimes (ELU) et aux états limites de service (ELS) pour l'ensemble des situations de calcul retenues.

Les tableaux ci-après présentent la synthèse des vérifications de portance ainsi que des conditions d'excentrement des fondations.

Tableau 23 Vérifications à la portance pour les semelles filantes (approche 1)

Zone	Appui	Dimensions géométriques				Charges							Combinaisons		Capacité portante	
		B (m)	A' (m²)	Profondeur D (m)	Prof SS (m)	P _{Fondation} (kN/ml)	P _{Terre} (kN/ml)	P _{Total} (kN/ml)	G (T)	Q (T)	G (kN/ml)	Q (kN/ml)	ELS (kN/ml)	ELU (kN/ml)	ELS (kN/ml)	ELU (kN/ml)
ZONE 2	V1	1	1,00	1,5		5,40	21,60	27,00	17,2	3	195,73	29,43	225,16	308,38	140	230
	V2	1	1,00	1,5		5,40	21,60	27,00	7,1	1,5	96,65	14,72	111,37	152,55	140	230
	V3	1	1,00	1,5		5,40	21,60	27,00	18,3	3,4	206,52	33,35	239,88	328,84	140	230
	V4	1	1,00	1,5		5,40	21,60	27,00	11	1,3	134,91	12,75	147,66	201,26	140	230
	V5	1	1,00	1,5		5,40	21,60	27,00	22,2	5,6	244,78	54,94	299,72	412,86	140	230
	V6	1	1,00	1,5		5,40	21,60	27,00	11,9	2,5	143,74	24,53	168,26	230,84	140	230
	V7	1	1,00	1,5		5,40	21,60	27,00	18,8	4,5	211,43	44,15	255,57	351,65	140	230
	V8	1	1,00	1,5		5,40	21,60	27,00	18,5	4,5	208,49	44,15	252,63	347,67	140	230
	V9	1	1,00	1,5		5,40	21,60	27,00	7,1	0,9	96,65	8,83	105,48	143,72	140	230
	V10	1	1,00	1,5		5,40	21,60	27,00	8,4	0,7	109,40	6,87	116,27	158,00	140	230
ZONE 3	V61	1	1,00	1,5		5,40	21,60	27,00	8,7	1,5	112,35	14,72	127,06	173,74	120	197
	V62	1	1,00	1,5		5,40	21,60	27,00	8,1	1,1	106,46	10,79	117,25	159,91	120	197
	V63	1	1,00	1,5		5,40	21,60	27,00	6,8	0,4	93,71	3,92	97,63	132,39	120	197
	V64	1	1,00	1,5		5,40	21,60	27,00	7	0,8	95,67	7,85	103,52	140,93	120	197
	V65	1	1,00	1,5		5,40	21,60	27,00	4,7	0,8	73,11	7,85	80,96	110,47	120	197
	V66	1	1,00	1,5		5,40	21,60	27,00	3,2	0,6	58,39	5,89	64,28	87,66	120	197
	V67	1	1,00	1,5		5,40	21,60	27,00	7,3	0,7	98,61	6,87	105,48	143,43	120	197
	V68	1	1,00	1,5		5,40	21,60	27,00	7,1	0,5	96,65	4,91	101,56	137,84	120	197
	V69	1	1,00	1,5		5,40	21,60	27,00	11,1	1,8	135,89	17,66	153,55	209,94	120	197
	V70	1	1,00	1,5		5,40	21,60	27,00	10,3	2,2	128,04	21,58	149,63	205,23	120	197
ZONE 1	V11*	1	1,00	4,7	0,5	5,40	79,20	84,60	9,2	2,3	174,85	22,56	197,42	269,89	190	312

	V12*	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	12,8	3,4	134,57	33,35	167,92	231,70	190	312
	V13*	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	9,2	1,6	99,25	15,70	114,95	157,53	190	312
	V14	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	29	10,6	293,49	103,99	397,48	552,19	190	312
	V15	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	14,6	4,3	152,23	42,18	194,41	268,78	190	312
	V16*	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	9,5	1,8	102,20	17,66	119,85	164,45	190	312
	V17	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	15	3,4	156,15	33,35	189,50	260,83	190	312
	V18*	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	13,6	1,6	142,42	15,70	158,11	215,81	190	312
	V19	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	12,9	2,2	135,55	21,58	157,13	215,36	190	312
	V20*	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	7,5	0,8	82,58	7,85	90,42	123,25	190	312
	V21	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	7	1,2	77,67	11,77	89,44	122,51	190	312
	V22	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	3,6	0,4	44,32	3,92	48,24	65,71	190	312
	V23	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	3,3	0,21	41,37	2,06	43,43	58,94	190	312
	V24	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	20,4	4,2	209,12	41,20	250,33	344,12	190	312
	V25*	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	10,6	1,1	112,99	10,79	123,78	168,72	190	312
	V26	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	23	6,4	234,63	62,78	297,41	410,93	190	312
	V27	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	6,5	1,1	72,77	10,79	83,56	114,42	190	312
	V28*	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	12,5	1,4	131,63	13,73	145,36	198,29	190	312
	V29*	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	4,4	0,8	52,16	7,85	60,01	82,19	190	312
	V30*	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	4,1	0,7	49,22	6,87	56,09	76,75	190	312
	V31	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	5,7	1,6	64,92	15,70	80,61	111,18	190	312
	V32*	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	8,2	1,8	89,44	17,66	107,10	147,23	190	312
	V33*	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	5,3	1,1	60,99	10,79	71,78	98,53	190	312
	V34*	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	12,5	1,8	131,63	17,66	149,28	204,18	190	312
	V35*	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	11,3	2,6	119,85	25,51	145,36	200,06	190	312
	V36*	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	4,1	0,8	49,22	7,85	57,07	78,22	190	312
	V37*	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	11,9	3,1	125,74	30,41	156,15	215,36	190	312
	V38*	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	13	2,5	136,53	24,53	161,06	221,10	190	312
	V39*	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	15,1	1,5	157,13	14,72	171,85	234,20	190	312
	V40*	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	11,3	2	119,85	19,62	139,47	191,23	190	312
	V41	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	4,5	1,4	53,15	13,73	66,88	92,35	190	312

	V42	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	5,2	1,5	60,01	14,72	74,73	103,09	190	312
	V43*	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	26,1	7,6	265,04	74,56	339,60	469,64	190	312
	V44	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	11,3	3,2	119,85	31,39	151,25	208,89	190	312
	V45	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	12,3	3,5	129,66	34,34	164,00	226,55	190	312
	V46	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	3,8	0,9	46,28	8,83	55,11	75,72	190	312
	V47	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	9,3	3,2	100,23	31,39	131,63	182,40	190	312
	V48	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	3,7	0,9	45,30	8,83	54,13	74,39	190	312
	V49	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	5,5	1,7	62,96	16,68	79,63	110,00	190	312
	V50	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	15,9	3,8	164,98	37,28	202,26	278,64	190	312
	V51	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	2,7	0,7	35,49	6,87	42,35	58,21	190	312
	V52*	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	6	0,6	67,86	5,89	73,75	100,44	190	312
	V53*	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	5,5	0,4	62,96	3,92	66,88	90,88	190	312
	V54*	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	6,1	0,6	68,84	5,89	74,73	101,76	190	312
	V55*	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	14,1	3,3	147,32	32,37	179,69	247,44	190	312
	V56	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	2,3	0	31,56	0,00	31,56	42,61	190	312
	V57	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	4,5	1,1	53,15	10,79	63,94	87,93	190	312
	V58	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	4,1	1,1	49,22	10,79	60,01	82,63	190	312
	V59	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	29,6	9,5	299,38	93,20	392,57	543,95	190	312
	V60*	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	13,7	1,6	143,40	15,70	159,09	217,13	190	312
	V71	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	9,8	4,9	105,14	48,07	153,21	214,04	190	312
	V72	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	5,2	1,1	60,01	10,79	70,80	97,20	190	312
	V73	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	8,9	2,8	96,31	27,47	123,78	171,22	190	312
	V74	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	10,7	2,8	113,97	27,47	141,44	195,06	190	312
	V75	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	20,4	6	209,12	58,86	267,98	370,61	190	312
	V76	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	36,5	9,3	367,07	91,23	458,30	632,39	190	312
	V77	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	15,1	3,8	157,13	37,28	194,41	268,04	190	312
	V78	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	9,5	2,5	102,20	24,53	126,72	174,75	190	312
	V79	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	15,6	3,5	162,04	34,34	196,37	270,25	190	312
	V80	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	27,2	7	275,83	68,67	344,50	475,38	190	312
	V81	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	14,9	3,9	155,17	38,26	193,43	266,87	190	312

	V82	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	11,4	3,5	120,83	34,34	155,17	214,63	190	312
	V83	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	14,8	4,5	154,19	44,15	198,33	274,37	190	312
	V84	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	11,4	4	120,83	39,24	160,07	221,99	190	312
	V85	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	8,3	2,8	90,42	27,47	117,89	163,27	190	312
	V86	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	19	5,8	195,39	56,90	252,29	349,12	190	312
	V87	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	3,5	0,5	43,34	4,91	48,24	65,86	190	312
	V88	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	4,2	0,9	50,20	8,83	59,03	81,02	190	312
	V89	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	11,7	3	123,78	29,43	153,21	211,24	190	312
	V90	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	10,1	2	108,08	19,62	127,70	175,34	190	312
	V91	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	25,6	8,8	260,14	86,33	346,46	480,68	190	312
	V92*	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	16,5	2,6	170,87	25,51	196,37	268,93	190	312
	V93*	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	14,8	1,6	154,19	15,70	169,88	231,70	190	312

* : Semelles filantes servant de fondations au mur de soutènement

Tableau 24 Vérifications à la portance pour les semelles isolées (approche 1)

Zone	Appui	Dimensions géométriques				Charges							Combinaisons		Capacité portante	
		B (m)	A' (m²)	Prof D (m)	Prof SS (m)	P _{Fondation} (kN)	P _{Terres} (kN)	P _{Total} (kN)	G (T)	Q (T)	G (kN)	Q (kN)	ELS (kN)	ELU (kN)	ELS (kN)	ELU (kN)
ZONE 2	P1	1	1,00	1,5		7,50	21,60	29,10	111,4	32,2	1121,93	315,88	1437,82	1988,43	140	230
	P2	1	1,00	1,5		7,50	21,60	29,10	26,7	6	291,03	58,86	349,89	481,18	140	230
	P3	1	1,00	1,5		7,50	21,60	29,10	22,5	4,3	249,83	42,18	292,01	400,54	140	230
	P4	1	1,00	1,5		7,50	21,60	29,10	22,7	4,5	251,79	44,15	295,93	406,13	140	230
	P5	1	1,00	1,5		7,50	21,60	29,10	21,3	2,9	238,05	28,45	266,50	364,05	140	230
	P6	1	1,00	1,5		7,50	21,60	29,10	27	6,3	293,97	61,80	355,77	489,56	140	230
	P7	1	1,00	1,5		7,50	21,60	29,10	84,6	28,1	859,03	275,66	1134,69	1573,18	140	230
	P8	1	1,00	1,5		7,50	21,60	29,10	35,7	7,9	379,32	77,50	456,82	628,33	140	230
	P9	1	1,00	1,5		7,50	21,60	29,10	4,4	1,4	72,26	13,73	86,00	118,16	140	230

	P10	1	1,00	1,5		7,50	21,60	29,10	21,5	3,6	240,02	35,32	275,33	376,99	140	230
	P11	1	1,00	1,5		7,50	21,60	29,10	31,9	9	342,04	88,29	430,33	594,19	140	230
	P12	1	1,00	1,5		7,50	21,60	29,10	41,3	11,6	434,25	113,80	548,05	756,94	140	230
	P13	1	1,00	1,5		7,50	21,60	29,10	60,6	9,8	623,59	96,14	719,72	986,05	140	230
	P14	1	1,00	1,5		7,50	21,60	29,10	58,1	12,6	599,06	123,61	722,67	994,14	140	230
	P16	1	1,00	1,5		7,50	21,60	29,10	60,9	11,5	626,53	112,82	739,34	1015,04	140	230
	P17	1	1,00	1,5		7,50	21,60	29,10	57,4	7,9	592,19	77,50	669,69	915,71	140	230
ZONE 3	P60	1	1,00	1,5		7,50	21,60	29,10	13,3	1,1	159,57	10,79	170,36	231,61	140	230
	P61	1	1,00	1,5		7,50	21,60	29,10	57,6	11	594,16	107,91	702,07	963,98	140	230
	P62	1	1,00	1,5		7,50	21,60	29,10	5,3	2,5	81,09	24,53	105,62	146,26	140	230
	P63	1	1,00	1,5		7,50	21,60	29,10	10,7	1,9	134,07	18,64	152,71	208,95	140	230
	P64	1	1,00	1,5		7,50	21,60	29,10	25	5	274,35	49,05	323,40	443,95	140	230
	P65	1	1,00	1,5		7,50	21,60	29,10	72	14,7	735,42	144,21	879,63	1209,13	140	230
	P66	1	1,00	1,5		7,50	21,60	29,10	24,9	6,7	273,37	65,73	339,10	467,64	140	230
	P67	1	1,00	1,5		7,50	21,60	29,10	4,8	0,5	76,19	4,91	81,09	110,21	140	230
ZONE 1	P15	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	131	26	1296,21	255,06	1551,27	2132,47	220	361
	P18	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	58,9	14,4	588,91	141,26	730,17	1006,92	220	361
	P19	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	71,1	17,9	708,59	175,60	884,19	1220,00	220	361
	P20	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	43,6	13,1	438,82	128,51	567,33	785,17	220	361
	P21	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	114,4	37,9	1133,36	371,80	1505,16	2087,74	220	361
	P22	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	108,3	43,2	1073,52	423,79	1497,32	2084,94	220	361
	P23	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	140,8	51,9	1392,35	509,14	1901,49	2643,38	220	361
	P24	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	119,8	39,9	1186,34	391,42	1577,76	2188,68	220	361
	P25	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	72	32,5	717,42	318,83	1036,25	1446,75	220	361
	P26	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	159,6	77,1	1576,78	756,35	2333,13	3263,17	220	361
	P27	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	154,3	74,4	1524,78	729,86	2254,65	3153,25	220	361
	P28	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	136	58,7	1345,26	575,85	1921,11	2679,87	220	361
	P29	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	72,7	32,7	724,29	320,79	1045,07	1458,97	220	361
	P30	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	156,8	76,7	1549,31	752,43	2301,74	3220,21	220	361
	P31	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	163,8	79,2	1617,98	776,95	2394,93	3349,70	220	361

	P32	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	99,6	41,3	988,18	405,15	1393,33	1941,77	220	361
	P33	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	133,8	47,5	1323,68	465,98	1789,65	2485,93	220	361
	P34	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	111	40,4	1100,01	396,32	1496,33	2079,50	220	361
	P35	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	98,9	33,7	981,31	330,60	1311,91	1820,66	220	361
	P36	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	121,8	43,2	1205,96	423,79	1629,75	2263,73	220	361
	P37	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	30,4	5,7	309,32	55,92	365,24	501,46	220	361
	P38	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	54,2	11,8	542,80	115,76	658,56	906,42	220	361
	P39	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	80,3	26	798,84	255,06	1053,90	1461,03	220	361
	P40	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	101,7	26	1008,78	255,06	1263,84	1744,44	220	361
	P41	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	82,7	27,7	822,39	271,74	1094,12	1517,83	220	361
	P42	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	158,2	46,5	1563,04	456,17	2019,21	2794,35	220	361
	P43	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	49,7	10,8	498,66	105,95	604,61	832,11	220	361
	P44	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	31,5	8,2	320,12	80,44	400,56	552,82	220	361
	P45	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	22,7	5,9	233,79	57,88	291,67	402,43	220	361
	P46	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	42,1	12	424,10	117,72	541,82	749,12	220	361
	P47	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	25,9	7,1	265,18	69,65	334,83	462,47	220	361
	P48	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	51,4	18,2	515,33	178,54	693,88	963,51	220	361
	P49	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	96,9	31,5	961,69	309,02	1270,70	1761,80	220	361
	P50	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	88,3	21,5	877,32	210,92	1088,24	1500,76	220	361
	P51	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	74,8	18,8	744,89	184,43	929,32	1282,24	220	361
	P52	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	39,7	13,3	400,56	130,47	531,03	736,46	220	361
	P53	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	28,4	10,4	289,70	102,02	391,73	544,14	220	361
	P54	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	60	18,5	599,70	181,49	781,19	1081,82	220	361
	P55	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	91	27,6	903,81	270,76	1174,57	1626,28	220	361
	P56	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	76,9	25,5	765,49	250,16	1015,64	1408,64	220	361
	P57	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	54,2	9,1	542,80	89,27	632,07	866,69	220	361
	P58	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	8,9	2,1	98,41	20,60	119,01	163,75	220	361
	P59	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	21,5	4,1	222,02	40,22	262,24	360,05	220	361
	P68	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	13,5	2,3	143,54	22,56	166,10	227,62	220	361
	P69	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	53,4	11,5	534,95	112,82	647,77	891,41	220	361

	P70	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	77,4	16,5	770,39	161,87	932,26	1282,83	220	361
	P71	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	55,8	14,2	558,50	139,30	697,80	962,93	220	361
	P72	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	20,9	4,3	216,13	42,18	258,31	355,05	220	361
	P73	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	49,8	9,4	499,64	92,21	591,85	812,83	220	361
	P74	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	21,8	3,4	224,96	33,35	258,31	353,72	220	361
	P75	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	24,6	3,9	252,43	38,26	290,69	398,16	220	361
	P76	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	139,6	33,4	1380,58	327,65	1708,23	2355,26	220	361
	P77	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	16,5	2,2	172,97	21,58	194,55	265,88	220	361
	P78	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	18	5,4	187,68	52,97	240,65	332,83	220	361
	P79	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	9	1,9	99,39	18,64	118,03	162,14	220	361
	P80	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	13,7	1,7	145,50	16,68	162,17	221,44	220	361

- **Analyses et interprétations** : En première approche, les vérifications géotechniques ont été réalisées en considérant des semelles de largeur uniforme égale à 1.00 m. Les résultats obtenus mettent en évidence que, pour plusieurs appuis, les critères de portance ne sont pas satisfaits aux états limites considérés.

Compte tenu de ces résultats, une seconde hypothèse de dimensionnement a été retenue en augmentant les largeurs de fondations au-delà de 1.00 m, afin d'améliorer la répartition des contraintes transmises au sol et de satisfaire les vérifications de capacité portante et d'excentrement.

➤ **1^{er} Approche : $B \geq 1\text{m}$**

En considérant des largeurs de fondations fixées supérieure ou égale 1.00 m, aussi bien pour les semelles isolées que pour les semelles filantes, les vérifications géotechniques ont été réalisées aux états limites ultimes (ELU) et aux états limites de service (ELS) pour l'ensemble des situations de calcul retenues.

Les tableaux ci-après présentent la synthèse des vérifications de portance ainsi que des conditions d'excentrement des fondations.

Tableau 25 Vérifications à la portance pour les semelles filantes (approche 2)

Zone	Appu i	Géométries				Charges							Combinaisons		Capacité portante	
		B (m)	A' (m²)	Prof D (m)	Pro f SS (m)	P _{Fondation} (kN/ml)	P _{Terres} (kN/ml)	P _{Total} (kN/ml)	G (T)	Q (T)	G (kN/ml)	Q (kN/ml)	ELS (kN/ml)	ELU (kN/ml)	ELS (kN/ml)	ELU (Kn/ml)
ZONE 2	V1	1,75	1,75	1,5		16,54	21,60	38,14	17,2	3	206,87	29,43	236,30	323,42	245,00	402,50
	V2	1	1,00	1,5		5,40	21,60	27,00	7,1	1,5	96,65	14,72	111,37	152,55	140,00	230,00
	V3	1	1,00	1,5		5,40	21,60	27,00	18,3	3,4	206,52	33,35	239,88	328,84	245,00	402,50
	V4	1,75	1,75	1,5		16,54	21,60	38,14	11	1,3	146,05	12,75	158,80	216,29	245,00	402,50
	V5	1,75	1,75	1,5		16,54	21,60	38,14	22,2	5,6	255,92	54,94	310,86	427,90	322,00	529,00
	V6	2,3	2,30	1,5		28,57	21,60	50,17	11,9	2,5	166,91	24,53	191,43	262,11	210,00	345,00
	V7	1,5	1,50	1,5		12,15	21,60	33,75	18,8	4,5	218,18	44,15	262,32	360,76	280,00	460,00
	V8	2	2,00	1,5		21,60	21,60	43,20	18,5	4,5	224,69	44,15	268,83	369,54	280,00	460,00
	V9	1	1,00	1,5		5,40	21,60	27,00	7,1	0,9	96,65	8,83	105,48	143,72	140,00	230,00
	V10	1	1,00	1,5		5,40	21,60	27,00	8,4	0,7	109,40	6,87	116,27	158,00	140,00	230,00
ZONE 3	V61	1,5	1,50	1,5		12,15	21,60	33,75	8,7	1,5	119,10	14,72	133,81	182,85	180,00	295,50
	V62	1	1,00	1,5		5,40	21,60	27,00	8,1	1,1	106,46	10,79	117,25	159,91	120,00	197,00
	V63	1	1,00	1,5		5,40	21,60	27,00	6,8	0,4	93,71	3,92	97,63	132,39	120,00	197,00
	V64	1	1,00	1,5		5,40	21,60	27,00	7	0,8	95,67	7,85	103,52	140,93	120,00	197,00
	V65	1	1,00	1,5		5,40	21,60	27,00	4,7	0,8	73,11	7,85	80,96	110,47	120,00	197,00
	V66	1	1,00	1,5		5,40	21,60	27,00	3,2	0,6	58,39	5,89	64,28	87,66	120,00	197,00
	V67	1	1,00	1,5		5,40	21,60	27,00	7,3	0,7	98,61	6,87	105,48	143,43	120,00	197,00
	V68	1	1,00	1,5		5,40	21,60	27,00	7,1	0,5	96,65	4,91	101,56	137,84	120,00	197,00
	V69	1,5	1,50	1,5		12,15	21,60	33,75	11,1	1,8	142,64	17,66	160,30	219,05	180,00	295,50
	V70	1,5	1,50	1,5		12,15	21,60	33,75	10,3	2,2	134,79	21,58	156,38	214,34	180,00	295,50
	V11	1,5	1,50	4,7	0,5	12,15	79,20	91,35	9,2	2,3	181,60	22,56	204,17	279,01	285,00	468,00

ZONE 1	V12	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	12,8	3,4	134,57	33,35	167,92	231,70	190,00	312,00
	V13	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	9,2	1,6	99,25	15,70	114,95	157,53	190,00	312,00
	V14	2,5	2,50	4,7	0,5	33,75	3,60	37,35	29	10,6	321,84	103,99	425,83	590,46	475,00	780,00
	V15	1,5	1,50	4,7	0,5	12,15	3,60	15,75	14,6	4,3	158,98	42,18	201,16	277,89	285,00	468,00
	V16	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	9,5	1,8	102,20	17,66	119,85	164,45	190,00	312,00
	V17	1,5	1,50	4,7	0,5	12,15	3,60	15,75	15	3,4	162,90	33,35	196,25	269,95	285,00	468,00
	V18	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	13,6	1,6	142,42	15,70	158,11	215,81	190,00	312,00
	V19	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	12,9	2,2	135,55	21,58	157,13	215,36	190,00	312,00
	V20	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	7,5	0,8	82,58	7,85	90,42	123,25	190,00	312,00
	V21	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	7	1,2	77,67	11,77	89,44	122,51	190,00	312,00
	V22	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	3,6	0,4	44,32	3,92	48,24	65,71	190,00	312,00
	V23	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	3,3	0,21	41,37	2,06	43,43	58,94	190,00	312,00
	V24	1,5	1,50	4,7	0,5	12,15	3,60	15,75	20,4	4,2	215,87	41,20	257,08	353,23	285,00	468,00
	V25	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	10,6	1,1	112,99	10,79	123,78	168,72	190,00	312,00
	V26	1,75	1,75	4,7	0,5	16,54	3,60	20,14	23	6,4	245,77	62,78	308,55	425,96	332,50	546,00
	V27	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	6,5	1,1	72,77	10,79	83,56	114,42	190,00	312,00
	V28	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	12,5	1,4	131,63	13,73	145,36	198,29	190,00	312,00
	V29	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	4,4	0,8	52,16	7,85	60,01	82,19	190,00	312,00
	V30	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	4,1	0,7	49,22	6,87	56,09	76,75	190,00	312,00
	V31	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	5,7	1,6	64,92	15,70	80,61	111,18	190,00	312,00
	V32	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	8,2	1,8	89,44	17,66	107,10	147,23	190,00	312,00
	V33	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	5,3	1,1	60,99	10,79	71,78	98,53	190,00	312,00
	V34	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	12,5	1,8	131,63	17,66	149,28	204,18	190,00	312,00
	V35	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	11,3	2,6	119,85	25,51	145,36	200,06	190,00	312,00
	V36	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	4,1	0,8	49,22	7,85	57,07	78,22	190,00	312,00
	V37	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	11,9	3,1	125,74	30,41	156,15	215,36	190,00	312,00
	V38	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	13	2,5	136,53	24,53	161,06	221,10	190,00	312,00
	V39	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	15,1	1,5	157,13	14,72	171,85	234,20	190,00	312,00
	V40	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	11,3	2	119,85	19,62	139,47	191,23	190,00	312,00
	V41	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	4,5	1,4	53,15	13,73	66,88	92,35	190,00	312,00

V42	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	5,2	1,5	60,01	14,72	74,73	103,09	190,00	312,00
V43	2	2,00	4,7	0,5	21,60	3,60	25,20	26,1	7,6	281,24	74,56	355,80	491,51	380,00	624,00
V44	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	11,3	3,2	119,85	31,39	151,25	208,89	190,00	312,00
V45	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	12,3	3,5	129,66	34,34	164,00	226,55	190,00	312,00
V46	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	3,8	0,9	46,28	8,83	55,11	75,72	190,00	312,00
V47	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	9,3	3,2	100,23	31,39	131,63	182,40	190,00	312,00
V48	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	3,7	0,9	45,30	8,83	54,13	74,39	190,00	312,00
V49	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	5,5	1,7	62,96	16,68	79,63	110,00	190,00	312,00
V50	1,5	1,50	4,7	0,5	12,15	3,60	15,75	15,9	3,8	171,73	37,28	209,01	287,75	285,00	468,00
V51	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	2,7	0,7	35,49	6,87	42,35	58,21	190,00	312,00
V52	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	6	0,6	67,86	5,89	73,75	100,44	190,00	312,00
V53	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	5,5	0,4	62,96	3,92	66,88	90,88	190,00	312,00
V54	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	6,1	0,6	68,84	5,89	74,73	101,76	190,00	312,00
V55	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	14,1	3,3	147,32	32,37	179,69	247,44	190,00	312,00
V56	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	2,3	0	31,56	0,00	31,56	42,61	190,00	312,00
V57	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	4,5	1,1	53,15	10,79	63,94	87,93	190,00	312,00
V58	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	4,1	1,1	49,22	10,79	60,01	82,63	190,00	312,00
V59	2,3	2,30	4,7	0,5	28,57	3,60	32,17	29,6	9,5	322,54	93,20	415,74	575,22	437,00	717,60
V60	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	13,7	1,6	143,40	15,70	159,09	217,13	190,00	312,00
V71	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	9,8	4,9	105,14	48,07	153,21	214,04	190,00	312,00
V72	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	5,2	1,1	60,01	10,79	70,80	97,20	190,00	312,00
V73	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	8,9	2,8	96,31	27,47	123,78	171,22	190,00	312,00
V74	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	10,7	2,8	113,97	27,47	141,44	195,06	190,00	312,00
V75	1,5	1,50	4,7	0,5	12,15	3,60	15,75	20,4	6	215,87	58,86	274,73	379,72	285,00	468,00
V76	2,5	1,00	4,7	0,5	13,50	3,60	17,10	36,5	9,3	375,17	91,23	466,40	643,32	475,00	780,00
V77	1,25	1,00	4,7	0,5	6,75	3,60	10,35	15,1	3,8	158,48	37,28	195,76	269,87	237,50	390,00
V78	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	9,5	2,5	102,20	24,53	126,72	174,75	190,00	312,00
V79	1,25	1,00	4,7	0,5	6,75	3,60	10,35	15,6	3,5	163,39	34,34	197,72	272,07	237,50	390,00
V80	2	1,00	4,7	0,5	10,80	3,60	14,40	27,2	7	281,23	68,67	349,90	482,67	380,00	624,00
V81	1,25	1,00	4,7	0,5	6,75	3,60	10,35	14,9	3,9	156,52	38,26	194,78	268,69	237,50	390,00

V82	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	11,4	3,5	120,83	34,34	155,17	214,63	190,00	312,00
V83	1,25	1,00	4,7	0,5	6,75	3,60	10,35	14,8	4,5	155,54	44,15	199,68	276,19	237,50	390,00
V84	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	11,4	4	120,83	39,24	160,07	221,99	190,00	312,00
V85	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	8,3	2,8	90,42	27,47	117,89	163,27	190,00	312,00
V86	1,5	1,00	4,7	0,5	8,10	3,60	11,70	19	5,8	198,09	56,90	254,99	352,77	285,00	468,00
V87	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	3,5	0,5	43,34	4,91	48,24	65,86	190,00	312,00
V88	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	4,2	0,9	50,20	8,83	59,03	81,02	190,00	312,00
V89	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	11,7	3	123,78	29,43	153,21	211,24	190,00	312,00
V90	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	10,1	2	108,08	19,62	127,70	175,34	190,00	312,00
V91	2	1,00	4,7	0,5	10,80	3,60	14,40	25,6	8,8	265,54	86,33	351,86	487,97	380,00	624,00
V92	1,25	1,00	4,7	0,5	6,75	3,60	10,35	16,5	2,6	172,22	25,51	197,72	270,75	237,50	390,00
V93	1	1,00	4,7	0,5	5,40	3,60	9,00	14,8	1,6	154,19	15,70	169,88	231,70	190,00	312,00

Tableau 26 Vérifications à la portance pour les semelles isolées (approche 2)

Zone	Appui	Dimensions géométriques				Charges								Combinaisons		Capacité portante	
		B (m)	A' (m²)	Prof D (m)	Prof SS (m)	P _{Fondation} (kN)	P _{Terres} (kN)	P _{Total} (kN)	G (T)	Q (T)	G (kN)	Q (kN)	ELS (kN)	ELU (kN)	ELS (kN)	ELU (kN)	
ZONE 2	P1	3,5	12,25	1,5		91,88	75,60	167,48	111,4	32,2	1260,31	315,88	1576,19	2175,24	1715	2817,5	
	P2	1,75	3,06	1,5		22,97	37,80	60,77	26,7	6	322,70	58,86	381,56	523,93	428,75	704,375	
	P3	1,5	2,25	1,5		16,88	32,40	49,28	22,5	4,3	270,00	42,18	312,18	427,77	315	517,5	
	P4	1,75	3,06	1,5		22,97	37,80	60,77	22,7	4,5	283,46	44,15	327,60	448,88	428,75	704,375	
	P5	1,5	2,25	1,5		16,88	32,40	49,28	21,3	2,9	258,23	28,45	286,68	391,28	315	517,5	
	P6	1,75	3,06	1,5		22,97	37,80	60,77	27	6,3	325,64	61,80	387,44	532,32	428,75	704,375	
	P7	3	9,00	1,5		67,50	64,80	132,30	84,6	28,1	962,23	275,66	1237,89	1712,50	1260	2070	
	P8	2	4,00	1,5		30,00	43,20	73,20	35,7	7,9	423,42	77,50	500,92	687,86	560	920	
	P9	1	1,00	1,5		7,50	21,60	29,10	4,4	1,4	72,26	13,73	86,00	118,16	140	230	

	P10	1,75	3,06	1,5		22,97	37,80	60,77	21,5	3,6	271,68	35,32	307,00	419,75	428,75	704,375
	P11	2	4,00	1,5		30,00	43,20	73,20	31,9	9	386,14	88,29	474,43	653,72	560	920
	P12	2,25	5,06	1,5		37,97	48,60	86,57	41,3	11,6	491,72	113,80	605,52	834,52	708,75	1164,375
	P13	2,5	6,25	1,5		46,88	54,00	100,88	60,6	9,8	695,36	96,14	791,50	1082,94	875	1437,5
	P14	2,5	6,25	1,5		46,88	54,00	100,88	58,1	12,6	670,84	123,61	794,44	1091,04	875	1437,5
	P16	2,5	6,25	1,5		46,88	54,00	100,88	60,9	11,5	698,30	112,82	811,12	1111,93	875	1437,5
	P17	2,5	6,25	1,5		46,88	54,00	100,88	57,4	7,9	663,97	77,50	741,47	1012,61	875	1437,5
ZONE 3	P60	1,25	1,56	1,5		11,72	27,00	38,72	13,3	1,1	169,19	10,79	179,98	244,60	218,75	359,375
	P61	2,5	6,25	1,5		46,88	54,00	100,88	57,6	11	665,93	107,91	773,84	1060,87	875	1437,5
	P62	1	1,00	1,5		7,50	21,60	29,10	5,3	2,5	81,09	24,53	105,62	146,26	140	230
	P63	1,25	1,56	1,5		11,72	27,00	38,72	10,7	1,9	143,69	18,64	162,32	221,93	218,75	359,375
	P64	1,75	3,06	1,5		22,97	37,80	60,77	25	5	306,02	49,05	355,07	486,70	428,75	704,375
	P65	2,75	7,56	1,5		56,72	59,40	116,12	72	14,7	822,44	144,21	966,65	1326,60	1058,75	1739,375
	P66	1,75	3,06	1,5		22,97	37,80	60,77	24,9	6,7	305,04	65,73	370,76	510,39	428,75	704,375
	P67	1	1,00	1,5		7,50	21,60	29,10	4,8	0,5	76,19	4,91	81,09	110,21	140	230
ZONE 1	P15	2,75	7,56	4,2	0,5	56,72	9,90	66,62	131	26	1351,73	255,06	1606,79	2207,42	1663,75	2730,0625
	P18	2	4,00	4,2	0,5	30,00	7,20	37,20	58,9	14,4	615,01	141,26	756,27	1042,16	880	1444
	P19	2,25	5,06	4,2	0,5	37,97	8,10	46,07	71,1	17,9	743,56	175,60	919,16	1267,20	1113,75	1827,5625
	P20	1,75	3,06	4,2	0,5	22,97	6,30	29,27	43,6	13,1	456,98	128,51	585,50	809,70	673,75	1105,5625
	P21	2,75	7,56	4,2	0,5	56,72	9,90	66,62	114,4	37,9	1188,88	371,80	1560,68	2162,69	1663,75	2730,0625
	P22	2,75	7,56	4,2	0,5	56,72	9,90	66,62	108,3	43,2	1129,04	423,79	1552,83	2159,89	1663,75	2730,0625
	P23	3	9,00	4,2	0,5	67,50	10,80	78,30	140,8	51,9	1459,55	509,14	1968,69	2734,10	1980	3249
	P24	3	9,00	4,2	0,5	67,50	10,80	78,30	119,8	39,9	1253,54	391,42	1644,96	2279,40	1980	3249
	P25	2,25	5,06	4,2	0,5	37,97	8,10	46,07	72	32,5	752,39	318,83	1071,21	1493,96	1113,75	1827,5625
	P26	3,5	12,25	4,2	0,5	91,88	12,60	104,48	159,6	77,1	1670,15	756,35	2426,50	3389,23	2695	4422,25
	P27	3,5	12,25	4,2	0,5	91,88	12,60	104,48	154,3	74,4	1618,16	729,86	2348,02	3279,31	2695	4422,25
	P28	3,25	10,56	4,2	0,5	79,22	11,70	90,92	136	58,7	1425,08	575,85	2000,93	2787,63	2323,75	3813,0625
	P29	2,5	6,25	4,2	0,5	46,88	9,00	55,88	72,7	32,7	769,06	320,79	1089,85	1519,41	1375	2256,25
	P30	3,5	12,25	4,2	0,5	91,88	12,60	104,48	156,8	76,7	1642,68	752,43	2395,11	3346,26	2695	4422,25
	P31	3,5	12,25	4,2	0,5	91,88	12,60	104,48	163,8	79,2	1711,35	776,95	2488,31	3475,75	2695	4422,25

P32	2,75	7,56	4,2	0,5	56,72	9,90	66,62	99,6	41,3	1043,69	405,15	1448,85	2016,72	1663,75	2730,0625
P33	3	9,00	4,2	0,5	67,50	10,80	78,30	133,8	47,5	1390,88	465,98	1856,85	2576,65	1980	3249
P34	2,75	7,56	4,2	0,5	56,72	9,90	66,62	111	40,4	1155,53	396,32	1551,85	2154,45	1663,75	2730,0625
P35	2,5	6,25	4,2	0,5	46,88	9,00	55,88	98,9	33,7	1026,08	330,60	1356,68	1881,11	1375	2256,25
P36	3	9,00	4,2	0,5	67,50	10,80	78,30	121,8	43,2	1273,16	423,79	1696,95	2354,45	1980	3249
P37	1,5	2,25	4,2	0,5	16,88	5,40	22,28	30,4	5,7	320,50	55,92	376,42	516,55	495	812,25
P38	2	4,00	4,2	0,5	30,00	7,20	37,20	54,2	11,8	568,90	115,76	684,66	941,65	880	1444
P39	2,25	5,06	4,2	0,5	37,97	8,10	46,07	80,3	26	833,81	255,06	1088,87	1508,24	1113,75	1827,5625
P40	2,5	6,25	4,2	0,5	46,88	9,00	55,88	101,7	26	1053,55	255,06	1308,61	1804,89	1375	2256,25
P41	2,5	6,25	4,2	0,5	46,88	9,00	55,88	82,7	27,7	867,16	271,74	1138,90	1578,27	1375	2256,25
P42	3,25	10,56	4,2	0,5	79,22	11,70	90,92	158,2	46,5	1642,86	456,17	2099,03	2902,11	2323,75	3813,0625
P43	1,75	3,06	4,2	0,5	22,97	6,30	29,27	49,7	10,8	516,83	105,95	622,77	856,64	673,75	1105,5625
P44	1,5	2,25	4,2	0,5	16,88	5,40	22,28	31,5	8,2	331,29	80,44	411,73	567,90	495	812,25
P45	1,25	1,56	4,2	0,5	11,72	4,50	16,22	22,7	5,9	238,91	57,88	296,78	409,34	343,75	564,0625
P46	1,75	3,06	4,2	0,5	22,97	6,30	29,27	42,1	12	442,27	117,72	559,99	773,64	673,75	1105,5625
P47	1,25	1,56	4,2	0,5	11,72	4,50	16,22	25,9	7,1	270,30	69,65	339,95	469,38	343,75	564,0625
P48	2	4,00	4,2	0,5	30,00	7,20	37,20	51,4	18,2	541,43	178,54	719,98	998,75	880	1444
P49	2,5	6,25	4,2	0,5	46,88	9,00	55,88	96,9	31,5	1006,46	309,02	1315,48	1822,25	1375	2256,25
P50	2,5	6,25	4,2	0,5	46,88	9,00	55,88	88,3	21,5	922,10	210,92	1133,01	1561,20	1375	2256,25
P51	2,5	6,25	4,2	0,5	46,88	9,00	55,88	74,8	18,8	789,66	184,43	974,09	1342,69	1375	2256,25
P52	1,75	3,06	4,2	0,5	22,97	6,30	29,27	39,7	13,3	418,73	130,47	549,20	760,99	673,75	1105,5625
P53	1,5	2,25	4,2	0,5	16,88	5,40	22,28	28,4	10,4	300,88	102,02	402,90	559,22	495	812,25
P54	2	4,00	4,2	0,5	30,00	7,20	37,20	60	18,5	625,80	181,49	807,29	1117,06	880	1444
P55	2,5	6,25	4,2	0,5	46,88	9,00	55,88	91	27,6	948,59	270,76	1219,34	1686,72	1375	2256,25
P56	2,25	5,06	4,2	0,5	37,97	8,10	46,07	76,9	25,5	800,46	250,16	1050,61	1455,85	1113,75	1827,5625
P57	1,75	3,06	4,2	0,5	22,97	6,30	29,27	54,2	9,1	560,97	89,27	650,24	891,22	673,75	1105,5625
P58	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	8,9	2,1	98,41	20,60	119,01	163,75	220	361
P59	1,25	1,56	4,2	0,5	11,72	4,50	16,22	21,5	4,1	227,13	40,22	267,35	366,96	343,75	564,0625
P68	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	13,5	2,3	143,54	22,56	166,10	227,62	220	361
P69	2	4,00	4,2	0,5	30,00	7,20	37,20	53,4	11,5	561,05	112,82	673,87	926,65	880	1444

P70	2,25	5,06	4,2	0,5	37,97	8,10	46,07	77,4	16,5	805,36	161,87	967,23	1330,04	1113,75	1827,5625
P71	2	4,00	4,2	0,5	30,00	7,20	37,20	55,8	14,2	584,60	139,30	723,90	998,16	880	1444
P72	1,25	1,56	4,2	0,5	11,72	4,50	16,22	20,9	4,3	221,25	42,18	263,43	361,96	343,75	564,0625
P73	1,75	3,06	4,2	0,5	22,97	6,30	29,27	49,8	9,4	517,81	92,21	610,02	837,36	673,75	1105,5625
P74	1,25	1,56	4,2	0,5	11,72	4,50	16,22	21,8	3,4	230,08	33,35	263,43	360,63	343,75	564,0625
P75	1,25	1,56	4,2	0,5	11,72	4,50	16,22	24,6	3,9	257,54	38,26	295,80	405,07	343,75	564,0625
P76	3	9,00	4,2	0,5	67,50	10,80	78,30	139,6	33,4	1447,78	327,65	1775,43	2445,98	1980	3249
P77	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	16,5	2,2	172,97	21,58	194,55	265,88	220	361
P78	1,25	1,56	4,2	0,5	11,72	4,50	16,22	18	5,4	192,80	52,97	245,77	339,74	343,75	564,0625
P79	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	9	1,9	99,39	18,64	118,03	162,14	220	361
P80	1	1,00	4,2	0,5	7,50	3,60	11,10	13,7	1,7	145,50	16,68	162,17	221,44	220	361

Remarque importante : Le réajustement des largeurs de semelles permet d'aboutir à des dimensionnements pour lesquels les vérifications de capacité portante deviennent satisfaisantes aux états limites considérés. Les insuffisances observées lors de la première approche de calcul peuvent notamment s'expliquer par l'importance des descentes de charges permanentes (G) et d'exploitation (Q) transmises par le BET Structure.

Compte tenu des niveaux de sollicitations obtenus, d'autres solutions de fondations, notamment de type fondations profondes, pourront également être envisagées et feront l'objet d'études et de dimensionnements complémentaires dans une version ultérieure du présent rapport, après concertation avec la MOE et le BET Structure.

5.3.5 Estimation des tassements

Après calculs, les tassements estimés, pour les différents états de chargement et pour des massifs isolés à base carrée de côté $B=1.0$ m sont infracentimétriques.

5.4 Dimensionnement du dallage sur terre-plein

5.4.1 Conception d'un dallage sur terre-plein

La faisabilité d'un dallage sur terre-plein nécessite qu'il repose sur une assise homogène, de bonne compacité et que les valeurs de tassements absolus et différentiels soient compatibles avec la destination de l'ouvrage.

Les recommandations données au paragraphe « Principes généraux de terrassements » devront être suivies scrupuleusement pour éviter la détérioration du sol support.

La conception du dallage devra suivre les recommandations suivantes après terrassement :

Tableau 27 Dispositions de mise en œuvre du dallage en terreplein

Sur les Limons argileux	
Préparation du fond de forme	- Purge des sols de mauvaise qualité ou impropres à la destination du dallage - Compactage du fond de forme à 95 % de l'OPN avec un engin adapté à la nature du fond de forme
Contrôle du fond de forme	- Vérification de portance minimale par essais à la plaque (Objectif EV2 > 50 MPa) - Vérification visuelle de l'absence de point dur (blocs, pointement rocheux...)
Mise en œuvre de la structure support	- Géotextile anti-contaminant* 0. m de couche de forme en concassé R21 / R61 ou GNT D2 / D3, de granulométrie 0/60 ou 0/80 - Compactage de la couche de forme à 95 % de l'OPM

	0.05 m de couche de réglage en concassé R₂₁ / R₆₁ ou GNT D₂ / D₃, de granulométrie 0/31.5
* non obligatoire (épaisseur de couche de forme à réduire de 10 cm si géotextile mis en œuvre)	

L'entrepreneur pourra proposer une structure de dallage équivalente. Toutefois, on veillera à respecter les recommandations du guide GTR et les dallages seront conçus conformément au DTU 13.3 en vigueur.

5.4.2 Contrôles d'exécution

D'après le DTU 13.3 applicable au projet, le module de Westergaard (Kw) à obtenir est de 50 MPa/m minimum pour une plaque de 75 cm, sur la couche de forme avec un rapport EV₂/EV₁ < 2.2.

Des essais à la plaque seront réalisés en fond de fouille pour vérifier la portance du sol au moment des travaux. Les critères de réception minimum à obtenir est EV₂ > 50 MPa pour une couche de forme de 0.2 m d'épaisseur.

On rappellera que les terrassements devront être conduits uniquement par temps sec.

Si la portance est insuffisante, des adaptations seront à prévoir (purge, surépaisseur de matériaux en couche de forme, géotextile, etc...). Les solutions devront être données en fonction de la configuration du site et du projet en phase d'exécution (missions G3 / G4).

Pour les tranchées de réseaux sous dallage, dans la plupart des cas, il est délicat de pratiquer un compactage optimum des remblais de tranchées au fond desquelles sont disposées des canalisations qui pourraient être dégradées par l'exercice des énergies de compactage mises en jeu. Il en résulte que de telles tranchées constituent des bandes de faiblesse mécanique pouvant influencer sur le comportement du corps de dallage, une fois celui-ci reconstitué. Les dispositions constructives à prendre en compte en présence de canalisation sont indiquées au § 5.2 du DTU 13.3.

Le cas échéant, il conviendra dans ce cas de considérer que le dallage devra fonctionner comme un pont de part et d'autre des bords de la tranchée, ce qui reviendra à accroître sa rigidification par ferrailage.

5.4.3 Paramètres de déformation

Sur un terrain en pente, les remblais de compensation altimétrique exigent un suivi régulier lors de leur mise en œuvre afin de maîtriser au mieux les conditions de déformation du dallage. Ceci est d'autant plus important lorsque la hauteur de remblais est variable et que le terrain est en déblai / remblai (cf. schéma inséré ci-après). Cela engendre notamment :

- Un chargement dissymétrique sur le terrain naturel pouvant occasionner des tassements différentiels non négligeables, accrus par le fait d'une configuration en déblai / remblai,
- Un tassement potentiel et différentiel du remblai technique sous son propre poids lorsque les conditions de compactage ne sont pas optimales,
- Un tassement au droit de la zone de transition déblai / remblai en cas de matériaux évolutifs résiduels en assise de remblai / couche de forme (terre végétale par exemple).

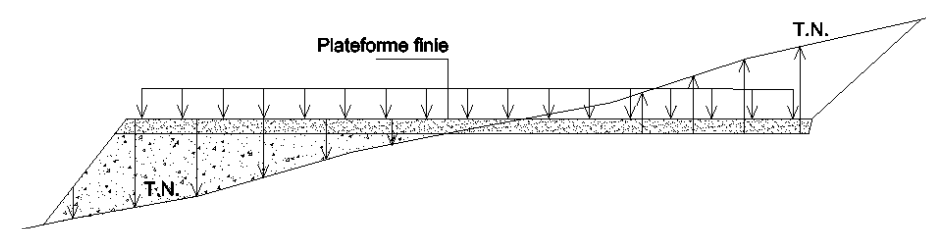


Figure 17 Illustration des charges réparties sur un dallage

Les hypothèses à retenir pour le dimensionnement des dallages et l'estimation des tassements sont les suivantes, basée sur un profil géotechnique moyen représentatif :

Tableau 28 Modules de Young des différentes lithologies du site d'étude

Formation	Nature du sol	Zone d'étude								
		1			2			3		
		Epaisseur (m)	α	Ey (MPa)	Epaisseur (m)	α	Ey (MPa)	Epaisseur (m)	α	Ey (MPa)
S0*	Remblais périphérique	4.50*	0.33*	67.00*	0.30*	0.33*	67.00*	0.30*	0.33*	67.00*
S1	Limons argileux	-	-	-	3.00	0.50	9.56	2.00	0.50	6.26
		9.00	0.50	11.48	9.00		11.60	9.00		13.18
S2	Argiles limoneuses	16.00	0.66	52.09	16.00	0.66	46.98	16.00	0.66	38.57
		18.00		30.41	18.00	1.00	27.18	18.00		54.62
S3	Craie	20.00	1.00	26.91	20.00	1.00	33.64	20.00	1.00	27.61
		25.00		46.08	25.00		41.18	25.00	0.66	56.51

* valeurs généralement retenues dans le cadre d'une mise en œuvre de la couche de forme support du dallage conformément aux règles de l'Art (précisées au paragraphe précédent).

Le module d'Young se calcule grâce à la formule suivante :

$$E_y = E_m / \alpha$$

5.4.4 Géométrie du dallage et tassements

Les dimensions du dallage dans le cadre de ce projet ainsi que les valeurs de charges qui lui seront appliquées sont présentées dans le tableau 15 suivant.

Tableau 29 Synthèse des dimensions du dallage à réaliser

Zone	Dimensions (m)			Charges appliquées (kN/m2)		Tassement (cm)	
	Largeur l	Longueur L	Epaisseur e	Cas 1	Cas 2	Cas 1	Cas 2
1			0.30	2.00	5.00	1.10	1.30

2						0.40	0.70
3						0.30	0.60

Les tassements estimés sous dallage au rez-de-chaussée sont de l'ordre de quelques infracentimétriques. Ces valeurs faibles s'expliquent par la faible surcharge appliquée au sol support et par l'absence de remblai significatif sous dallage.

5.5 Ouvrages de soutènement

5.5.1 Présentation générale

Dans le cadre du projet, il est prévu la réalisation d'un sous-sol partiel d'environ 4.20 m de hauteur au droit du futur bâtiment. Cette configuration implique la mise en œuvre de terrassements en déblai ainsi que la réalisation d'ouvrages de soutènement, à la fois provisoires en phase travaux et définitifs en phase exploitation.

Le choix des techniques de soutènement est conditionné par la localisation des façades du sous-sol, en lien avec les contraintes environnementales (voiries, ouvrages existants) et le contexte géotechnique, afin d'assurer la stabilité des terrains en phase chantier et la pérennité des ouvrages.

À ce titre, les dispositions suivantes sont retenues :

- **La façade Ouest** (en limite de l'Avenue du Maréchal Juin – **zone rouge**) : réalisation d'un mur poids en L renversé en béton armé, associé à un talutage provisoire de type 1H/1V permettant la mise en œuvre de l'ouvrage en phase travaux ;
- **La façade Est** (en limite du SAS de l'Argillère – **zone bleue**) : réalisation d'un mur de soutènement en éléments préfabriqués, mis en place en tête de fouille, suivi d'un terrassement progressif jusqu'à la cote projet.

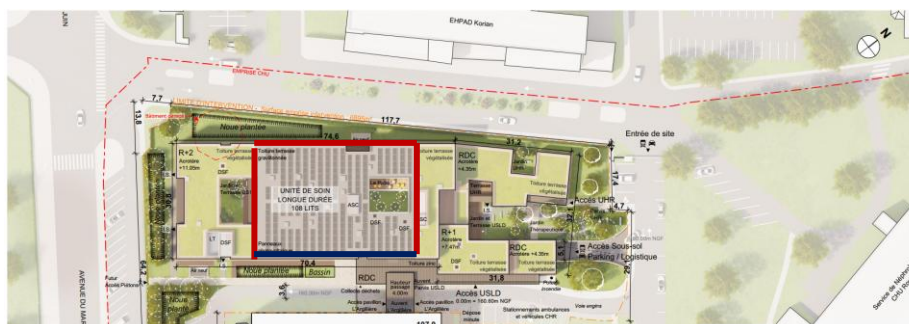


Figure 18 Modes de soutènement retenus suivant les façades du projet

5.5.2 Normes et méthodologies de calculs

➤ Approche de calcul de stabilité de talus

Les calculs de stabilité ont été réalisés à partir des méthodes calculs détaillés dans l'Eurocode 7. Ces calculs de stabilité ont été réalisés à l'aide du logiciel de calcul GEOSLOPE. Comme il est d'usage, la méthode de calcul choisie est la méthode de Bishop pour les surfaces de rupture circulaires.

Le coefficient de sécurité global FS, supposé constant sur la surface de rupture, est défini comme le rapport de la contrainte de cisaillement maximale $\tau_{\max}$ à la contrainte de cisaillement mobilisée le long de la surface de rupture τ_m . La contrainte de cisaillement mobilisable τ_m dépend principalement des caractéristiques intrinsèques des matériaux (cohésion c' et l'angle de frottement interne ϕ'). La contrainte de cisaillement maximale $\tau_{\max}$ est liée à des actions déstabilisantes telles que l'eau, le poids de terre et les surcharges.

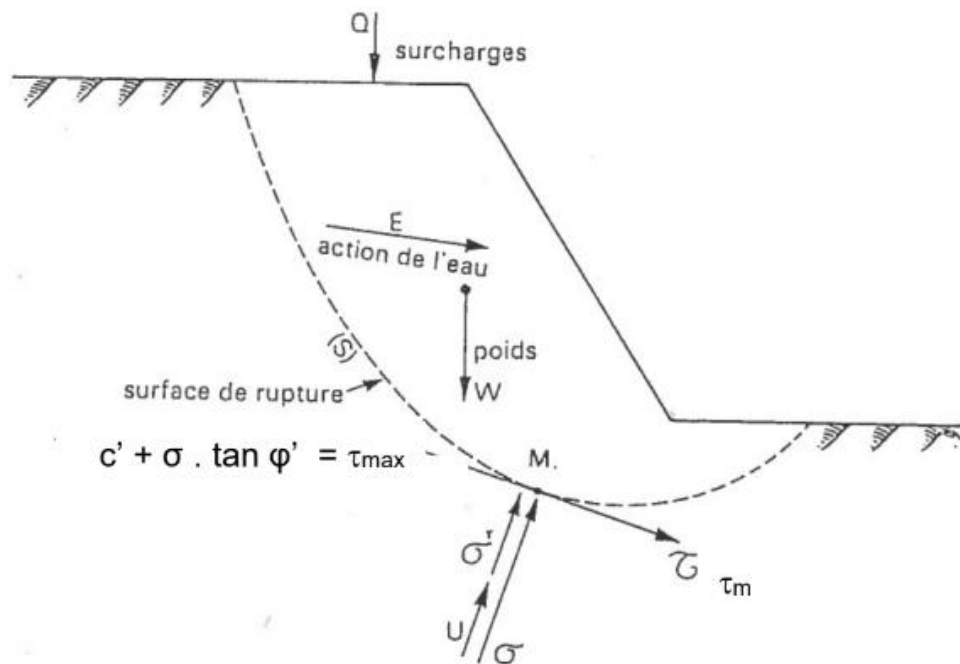


Figure 19 Présentation des actions appliquées sur un talus

Selon l'approche de l'EN 1997-1 de l'Eurocode 7, actuellement en vigueur, la stabilité des pentes doit être vérifiée aux états limites ultimes (GEO) en appliquant des coefficients partiels aux actions, aux propriétés mécaniques des sols et à la résistance des matériaux selon l'approche 1 combinaison 2.

Tableau 30 Facteurs de sécurité utilisés dans les calculs de stabilité de talus

	Approche 1		Approche 2	Approche 3
	A1+M1+R1	A2+M2+R1	A1+M1+R2	A1/2+M2+R3
Facteurs partiels pour les actions γF ou leur effets γE				
Action permanente défavorable γG_{sup}	1.35	1	1.35	1.35 ou 1
Action permanente favorable γG_{inf}	1	1	1	1
Action variable défavorable γQ_{sup}	1.5	1.3	1.5	1.5 ou 1.3
Action variable favorable γQ_{inf}	0	0	0	0
Facteurs partiels pour les paramètres de sol γM				
Poids volumique γ_v	1	1	1	1
Angle de frottement interne γ_ϕ	1	1.25	1	1.25
Cohesion effective $\gamma_{c'}$	1	1.25	1	1.25
Cohésion non drainée γ_{Cu}	1	1.4	1	1.4
Facteurs partiels de résistance γR				
Resistance/soutènement	1	1	1.4	1
Résistance/stabilité globale	1	1	1.1	1
Résistance/ancrages	1.1	1.1	1.1	1

Pour un talus provisoire ou définitif, la valeur du coefficient de sécurité au glissement devra atteindre une valeur minimale **Fs = 1.3**.

➤ Dimensionnement mur en L

D'après la norme NF P 94-281 pour les murs en L à écran fictif vertical, et compte-tenu de la hauteur de l'ouvrage, l'inclinaison de la poussée sur l'écran fictif est déterminée par :

Avec :

$$\beta + (\delta_0 - \beta) \left(1 - \frac{B_t \tan \theta}{H_v} \right)^2$$

$$\theta = \frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} + \frac{y - \beta}{2} \quad \delta_0 = \sup \left(\beta ; \frac{2}{3} \phi' \right) \quad y = \arcsin \left(\frac{\sin \beta}{\sin \phi'} \right)$$

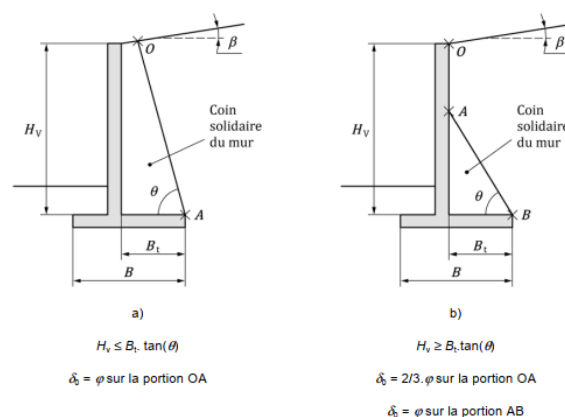


Figure 20 Illustrations d'un mur en L et des actions y appliquées

Les vérifications sur la contrainte admissible du sol support est régi par la norme NF P 94-261 impose aux états limites les contraintes suivantes :

- $\sigma_{ELS} = R_{v;d ELS} / A' = q_{net} / (1.2 \times 2.3)$
- $\sigma_{ELU Fondamental} = R_{v;d ELU Fondamental} / A' = q_{net} / (1.2 \times 1.4)$

5.5.3 Résultats des dimensionnements

➤ Réalisation du talus 1H/1V

Dans les façades où la réalisation d'un mur en L est prévue, un talutage provisoire de pente 1H/1V sera mis en œuvre afin de permettre l'exécution des ouvrages dans des conditions satisfaisantes de stabilité et d'accessibilité. Les terrassements consisteront ainsi à réaliser une pente moyenne présentant une inclinaison de l'ordre de 45° au sein des terrains en place.

Compte tenu de la topographie globalement plane du site, les vérifications de stabilité générale ont été réalisées sur un profil représentatif d'une des façades du projet.

Les calculs de stabilité de pente réalisés mettent en évidence un coefficient de sécurité de **1.50**, supérieur au coefficient minimal requis, traduisant ainsi une stabilité satisfaisante du talus dans les conditions retenues pour les calculs.

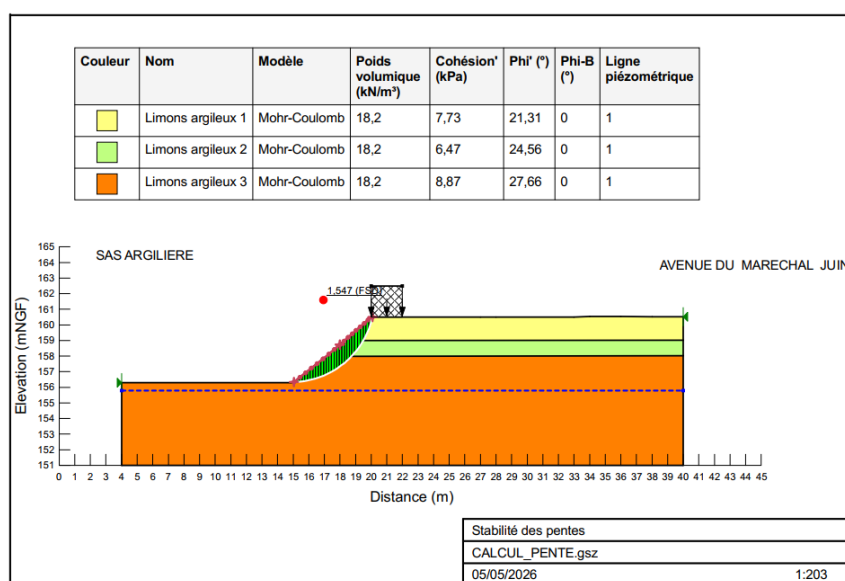


Figure 21 Facteur de sécurité obtenu après calculs (talus 1H/1V)

Conclusion : La réalisation d'un talus 1H/1V est donc réalisable.

➤ Dimensionnement de mur en L

Les hypothèses géotechniques retenues dans les calculs sont ceux de la zone 1 comme présenté dans le paragraphe 33.

Les valeurs des angles du système (soutènement + poids) sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 31 Angles calculés suivants les différents cas d'étude

Angle	Valeur (°)
Inclinaison du terrain i	0
Frottement entre le sol et le mur δ	30
Inclinaison du parement à l'arrière du mur β	20

• **Caractéristiques géométriques du mur L :**

- Hauteur de l'ouvrage de 4.20 m ;
- Epaisseur du mur de 0.30 m ;
- Largeur de la semelle de 1.45 m (dont 0.75 m de patin) ;
- Ancrage dans le TN de 156.60NGF (cote hors-gel) par du gros-béton.

• **Vérifications au glissement et au renversement :**

Les résultats des vérifications sont présentés dans le Tableau 32.

Tableau 32 Synthèse des facteurs de sécurité obtenus

Vérification	Facteur seuil à vérifier	Facteur de sécurité obtenu après calculs	Etat de vérification
Glissement	1.0	1.67	Vérifié
Renversement	1.0	1.2	Vérifié

• **Vérifications des fondations :**

Les vérifications relatives aux capacités portantes et à la stabilité des semelles filantes constituant les fondations du mur de soutènement sont présentées dans le Tableau 25.

5.6 Principales suggestions géotechniques pour le projet

5.6.1 Dispositions constructives

Les choix constructifs ne peuvent être faits que par le BET structure mais les points suivants sont toutefois à signaler :

- Respect de la règle des 3h/2v entre fondations décalées.
- Il est recommandé de ne pas descendre la largeur des fondations en dessous de 0.70 m pour des semelles continues et de 0.7 m pour des semelles ponctuelles pour des raisons de bonne exécution (cela permet d'assurer un enrobage correct des armatures standards) ;

- Dans les mêmes conditions, le niveau bas sera rigidifié au maximum pour limiter l'effet des tassements différentiels ;
- En cas de deux bâtiments ou de deux parties d'un même bâtiment, fondés de façon différente ou présentant un nombre de niveaux différent, il conviendra de s'assurer que la structure peut s'adapter sans danger aux tassements différentiels qui pourraient se produire ;
- Dans le cas contraire, les projecteurs devront prévoir un joint de construction intéressant toute la hauteur de l'ouvrage, y compris les fondations elles-mêmes.

La structure de la construction devra être suffisamment rigide pour s'accommoder des éventuels mouvements différentiels liés au phénomène alterné de retrait et de gonflement des argiles avec au minimum des semelles en béton armé en T renversé dans le cas de semelles filantes, chainages, raidisseurs d'angles, ...

5.6.2 Protection vis-à-vis de l'eau

Il appartient aux concepteurs de s'assurer auprès des services compétents que le terrain n'est pas inondable. Le projet n'étant pas enterré, les variations du niveau de la nappe n'auront pas d'influence.

5.6.3 Protection vis-à-vis du retrait/gonflement des argiles

Concernant la protection du futur ouvrage, Il conviendra de rechercher les dispositifs suivants :

- Dispositions constructives :
 - **Rigidification du niveau bas, la rigidité maximale dans le sens de la plus grande portée,**
 - **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 extérieurs (1.00 m minimum), et intérieurs. La profondeur de la dessiccation est une donnée très approximative au stade actuel des connaissances scientifiques. De ce fait, l'encastrement demandé des fondations doit impérativement être respecté ainsi que le liaisonnement des structures précisées précédemment ;
 - Vide sanitaire ou une dalle renforcée en armatures et calée sur un coffrage perdu biodégradable en carton permettant d'encaisser les déformations de soulèvement dues à des phénomènes de gonflement ; cloisons arrêtées à quelques centimètres du plafond ;
- Autres dispositions structurelles :
 - Désolidariser au moyen d'un joint de rupture sur toute la hauteur de la construction les parties de construction fondées différemment ;
 - Liaisonner les murs porteurs et planchers par des chaînages horizontaux et verticaux afin d'améliorer la résistance de la structure aux mouvements différentiels. Ces chaînages seront fermés au niveau de chaque plancher ainsi qu'au couronnement des murs. On devra s'assurer de la continuité et le recouvrement des armatures de chaînage concourants en un même nœud.
- Recommandations vis-à-vis de la végétation et l'infiltration des eaux de pluie :
 - **Éviter 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 ;**
- **Supprimer les gros arbres (y compris les souches) ;**
- Mettre en place des écrans anti-racines adaptés aux essences d'arbres en présence si ces derniers sont conservés dans le cadre du projet et/ou respecter une distance de sécurité minimale de 1.5 fois la hauteur adulte de l'arbre entre l'ouvrage et l'arbre ;
- **Interdiction de tout pompage dans une nappe superficielle près de la construction dans un rayon de 10 mètres ;**
- **Vérification régulièrement de l'intégrité des réseaux humides ;**
- **Une distance minimale de 3 m à respecter entre la construction et le captage des eaux superficielles ou le positionnement des drains selon le DTU 20.1 afin de ne pas aggraver le phénomène de dessiccation des sols en période sèche ;**
- **Rejet des eaux pluviales à plus de 3/5 m de toute construction.**
- Recommandations vis-à-vis des réseaux enterrés :
 - Vérification stricte de l'étanchéité des canalisations (y compris pluviales),
 - Mise en œuvre de joints souples aux raccordements (y compris entre la future construction et le réseau enterré) afin que les réseaux puissent accepter les déformations du terrain liés aux variations hydriques des argiles.

5.6.4 Rehaussement du terrain

Aucun remblai de plus de 0.3 m d'épaisseur ne sera ramené contre la construction après son édification pour éviter toute reprise des tassements. Dans le cas contraire, le rehaussement devra être réalisé au plutôt et préféablement avant la réalisation des fondations.

CONCLUSION

La mission G2-PRO réalisée sur le site du projet à Bois-Guillaume a permis de préciser les hypothèses géotechniques de dimensionnement ainsi que les conditions techniques de réalisation des ouvrages projetés. Les investigations complémentaires et l'exploitation des essais réalisés ont permis de confirmer un contexte géotechnique constitué de limons argileux en surface, reposant sur des argiles limoneuses puis sur un substratum crayeux rencontré à partir d'environ 18 à 20 m de profondeur.

Les calculs de dimensionnement réalisés dans le cadre de la présente mission montrent que les ouvrages pourront être fondés par semelles isolées et semelles filantes ancrées dans les horizons porteurs identifiés, sous réserve du respect des hypothèses de calcul retenues. Les vérifications géotechniques de portance, d'excentrement, de glissement ainsi que les estimations de tassements ont été effectuées aux états limites de service et ultimes conformément à la norme NF P 94-261.

Les premières approches réalisées avec des largeurs de fondations uniformes égales à 1.00 m ont mis en évidence des insuffisances ponctuelles de capacité portante sur certains appuis fortement sollicités. Le redimensionnement des semelles par augmentation des largeurs d'assise permet toutefois d'obtenir des vérifications satisfaisantes vis-à-vis des contraintes admissibles du terrain. Compte tenu des descentes de charges transmises par le BET Structure, des solutions alternatives de type fondations profondes pourront également être étudiées ultérieurement après concertation entre la MOE, le BET Structure et le géotechnicien.

Le projet prévoit également la réalisation d'ouvrages de soutènement de type murs en L et murs préfabriqués associés à des terrassements en déblais. Les analyses de stabilité réalisées mettent en évidence des conditions de stabilité satisfaisantes sous réserve du respect du phasage de terrassement, des dispositions de drainage et des conditions hydriques retenues dans les calculs.

Des venues d'eau ayant été observées vers 4.70 à 5.00 m/TN, une attention particulière devra être portée en phase travaux à la gestion des eaux, au maintien hors d'eau des fouilles et à la préservation de la qualité des fonds de forme. Les sols superficiels demeurant sensibles à l'eau, les terrassements devront être réalisés dans des conditions météorologiques favorables avec adaptation des méthodes d'exécution aux états hydriques rencontrés.

Toute modification du projet, des descentes de charges, du phasage des travaux ou des conditions géotechniques observées lors des terrassements devra faire l'objet d'une réévaluation géotechnique dans le cadre des missions G3 et G4.

Les conclusions du présent rapport ne sont valables que sous réserve des conditions générales des missions géotechniques de l'Union Syndicale Géotechnique fournies en annexe 1 (norme NF P94-500 de novembre 2013).

GEOCADRE reste à la disposition de la Maîtrise d'Ouvrage pour la réalisation des missions ultérieures (G4 notamment).

ANNEXES

ANNEXE 1 – Extrait de la Norme NF P94-500

Extrait de la norme AFNOR sur les MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (NF P 94.500 - version de Novembre 2013)

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

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

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

Phase Étude de Site (ES)

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

- Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'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 maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases :

Phase Avant-projet (AVP)

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

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

Phase Projet (PRO)

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

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

Phase DCE / ACT

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

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

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

ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

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

Elle comprend deux phases interactives :

Phase Étude

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

Phase Suivi

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

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

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

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

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

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

ANNEXE 2 – Sondages et essais

Sur les coupes de sondages et les essais au pénétromètre présentées ci-après, on trouvera les renseignements suivants :

- **Plan d'implantation des sondages ;**
- **Coupe sondage de tarière hélicoïdale ;**
- **Essais au pénétromètre dynamique lourd selon la norme NF EN ISO 22476-2 ;**
- **Analyse de laboratoire.**

PLAN D'IMPLANTATION SONDAGES

PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES



Construction d'une Unité de Soins
Longue Durée (USLD)

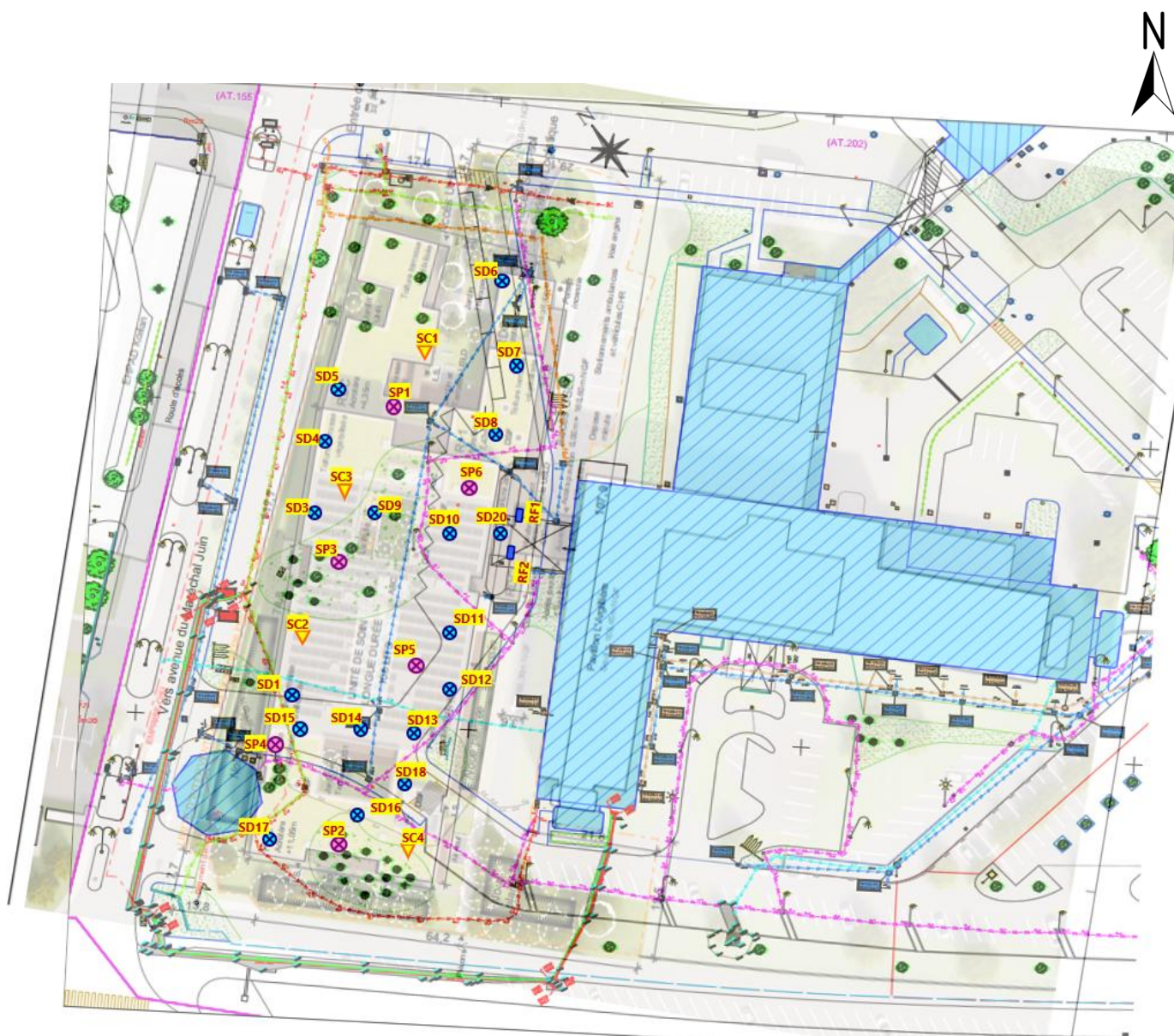
147 Avenue du Maréchal Juin
76230 BOIS-GUILLAUME

Client: CHU ROUEN

Affaire : GEOT515

Légende :

- Sondage destructif 
- Sondage pressiométrique 
- Reconnaissance fondations 
- Sondage carotté 

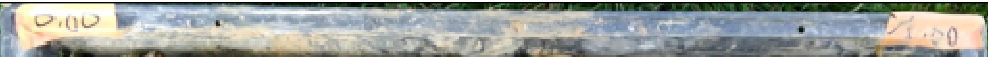
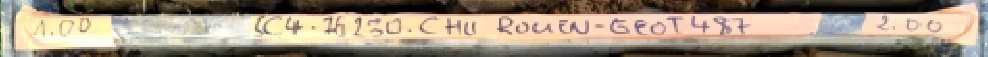
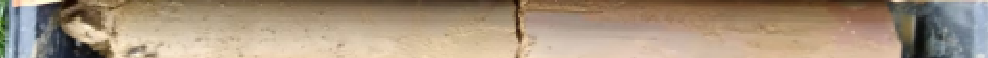


COUPES DE SONDAGES CAROTTES

Prof (m)	Niveau d'eau	Lithologie	Photos des échantillons
0		Terre végétale	
0,30 m			
1		Limons marron beige	
2			
3,00 m			
4		Limons beige	
5			
6			
7,00 m			
8		Limons silto-argileux marron orangé à silex	
9			
10,00 m			

Prof (m)	Niveau d'eau	Lithologie	Photos des échantillons
0		Terre végétale	
0,30 m			
1			
2			
3			
4		Limons marron beige	
5			
6			
7,00 m			
8		Limons silto-argileux marron orangé à silex	
9			
10,00 m			

Prof (m)	Niveau d'eau	Lithologie	Photos des échantillons
0		Terre végétale	
0,30 m			
1		Limons marron	
2			
3,00 m			
4		Limons beige	
5			
6			
7			
8			
9,00 m			
10,00 m		Limons silto-argileux marron orangé à silex	

Prof (m)	Niveau d'eau	Lithologie	Photos des échantillons
0		Terre végétale	
0,30 m			
1		Limons marron	
2			
3,00 m			
4		Limons marron beige	
5			
6			
7,00 m			
8		Limons silto-argileux marron orangé à silex	
9			
10,00 m			

ESSAIS PRESSIOMETRIQUES

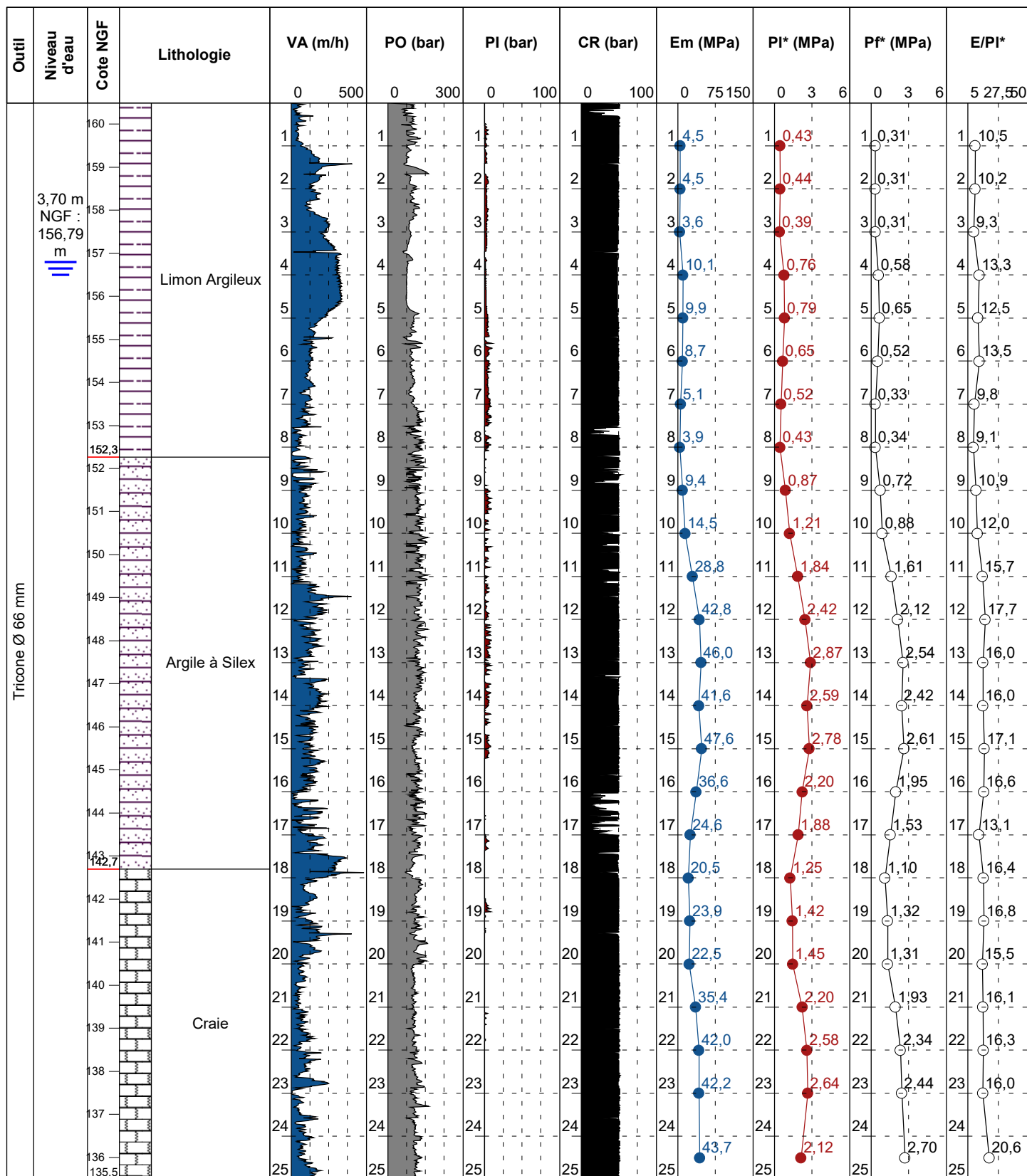
Outil	Niveau d'eau	Cote NGF	Lithologie	VA (m/h)	PO (bar)	PI (bar)	CR (bar)	Em (MPa)	PI* (MPa)	Pf* (MPa)	E/PI*
				0 500	0 300	0 100	0 100	0 75 150	0 3 6	0 3 6	5 27,50
Tricone Ø 66 mm	4,20 m NGF : 157,88 m	162	Limon Argileux	1	1	1	1	1 1,4	1 0,21	1 0,12	1 6,7
		161		2	2	2	2	2 1,3	2 0,20	2 0,11	2 6,5
		160		3	3	3	3	3 3,4	3 0,37	3 0,27	3 9,2
		159		4	4	4	4	4 4,8	4 0,69	4 0,46	4 7,0
		158		5	5	5	5	5 3,5	5 0,44	5 0,37	5 8,0
		157		6	6	6	6	6 3,6	6 0,50	6 0,26	6 7,1
		156		7	7	7	7	7 4,8	7 0,48	7 0,32	7 10,0
		155		8	8	8	8	8 10,4	8 0,92	8 0,73	8 11,3
		154		9	9	9	9	9 9,0	9 0,86	9 0,71	9 10,5
		153		10	10	10	10	10 14,2	10 1,01	10 0,87	10 14,0
		152	Argile limoneuse à Silex	11	11	11	11	11 39,0	11 2,74	11 2,17	11 14,2
		151,6		12	12	12	12	12 48,1	12 2,35	12 2,01	12 20,5
		151		13	13	13	13	13 43,5	13 2,89	13 2,55	13 15,1
		150		14	14	14	14	14 72,9	14 2,83	14 2,56	14 25,7
		149		15	15	15	15	15 69,0	15 2,77	15 2,65	15 24,9
		148		16	16	16	16	16 45,4	16 2,11	16 1,90	16 21,5
		147		17	17	17	17	17 21,2	17 1,21	17 1,09	17 17,6
		146	Craie	18	18	18	18	18 22,0	18 1,22	18 1,02	18 18,1
		145,7		19	19	19	19	19 27,5	19 1,36	19 1,21	19 20,3
		144		20	20	20	20	20 30,1	20 1,42	20 1,30	20 21,2
		143		21	21	21	21	21 50,8	21 2,18	21 1,96	21 23,3
		142		22	22	22	22	22 60,1	22 2,59	22 2,31	22 23,2
		141		23	23	23	23	23 65,8	23 2,69	23 2,48	23 24,5
		140		24	24	24	24	24 82,7	24 2,90	24 2,76	24 28,5
		139		25	25	25	25			25	
		138									
		137,1									

Outil	Niveau d'eau	Cote NGF	Lithologie	VA (m/h)	PO (bar)	PI (bar)	CR (bar)	Em (MPa)	PI* (MPa)	Pf* (MPa)	E/PI*
				0 500	0 300	0 100	0 100	0 75 150	0 3 6	0 3 6	5 27,50
Tricone Ø 66 mm		160	Limon Argileux	1	1	1	1	1 2,1	1 0,27	1 0,18	1 7,8
		159		2	2	2	2	2 2,2	2 0,30	2 0,22	2 7,3
		158		3	3	3	3	3 2,8	3 0,34	3 0,26	3 8,3
		157		4	4	4	4	4 4,0	4 0,55	4 0,41	4 7,2
		156		5	5	5	5	5 3,2	5 0,47	5 0,35	5 6,7
		155		6	6	6	6	6 3,8	6 0,45	6 0,25	6 8,3
		154 153,7		7	7	7	7	7 5,9	7 0,62	7 0,45	7 9,5
		153	Argile limoneuse à Silex	8	8	8	8	8 9,6	8 0,81	8 0,65	8 11,9
		152		9	9	9	9	9 8,6	9 0,82	9 0,69	9 10,4
		151		10	10	10	10	10 13,9	10 1,10	10 0,84	10 12,6
		150		11	11	11	11	11 43,8	11 2,78	11 2,21	11 15,8
		149		12	12	12	12	12 23,6	12 1,85	12 1,54	12 12,8
		148		13	13	13	13	13 45,2	13 2,85	13 2,42	13 15,9
		147		14	14	14	14	14 42,6	14 2,91	14 2,61	14 14,6
		146		15	15	15	15	15 43,6	15 2,65	15 2,54	15 16,4
		145		16	16	16	16	16 41,6	16 2,42	16 1,95	16 17,2
		144 143,3		17	17	17	17	17 41,5	17 2,41	17 1,87	17 17,2
		143	Craie	18	18	18	18	18 24,6	18 1,74	18 1,36	18 14,1
		142		19	19	19	19	19 32,9	19 1,97	19 1,65	19 16,7
		141		20	20	20	20	20 26,7	20 1,86	20 1,58	20 14,4
		140		21	21	21	21	21 38,9	21 2,21	21 1,89	21 17,6
		139		22	22	22	22	22 42,6	22 2,65	22 2,45	22 16,1
		138		23	23	23	23	23 44,2	23 2,74	23 2,51	23 16,1
		137		24	24	24	24	24 38,2	24 2,45	24 2,15	24 15,6
		136,8		25	25	25	25	25 38,2	25 2,45	25 2,15	25 15,6

Outil	Niveau d'eau	Cote NGF	Lithologie	VA (m/h)	PO (bar)	PI (bar)	CR (bar)	Em (MPa)	PI* (MPa)	Pf* (MPa)	E/PI*
				0 500	0 300	0 100	0 100	0 75 150	0 3 6	0 3 6	5 27,50
Tricone Ø 66 mm		161	Limon Argileux	1	1	1	1	1 4,2	1 0,46	1 0,32	1 9,1
		160		2	2	2	2	2 2,0	2 0,30	2 0,23	2 6,7
		159		3	3	3	3	3 5,8	3 0,60	3 0,40	3 9,7
		158		4	4	4	4	4 3,8	4 0,41	4 0,27	4 9,3
		157		5	5	5	5	5 4,4	5 0,45	5 0,28	5 9,7
		156		6	6	6	6	6 4,9	6 0,61	6 0,33	6 8,0
		155		7	7	7	7	7 6,5	7 0,66	7 0,48	7 9,9
		154		8	8	8	8	8 6,8	8 0,77	8 0,57	8 8,8
		153		9	9	9	9	9 8,4	9 0,84	9 0,64	9 10,0
		152,4	Argile limoneuse à Silex	10	10	10	10	10 45,6	10 2,88	10 2,33	10 15,8
		152		11	11	11	11	11 39,5	11 2,35	11 1,95	11 16,8
		151		12	12	12	12	12 41,2	12 2,42	12 2,01	12 17,0
		150		13	13	13	13	13 30,2	13 1,85	13 1,64	13 16,3
		149		14	14	14	14	14 36,5	14 2,05	14 1,82	14 17,8
		148		15	15	15	15	15 38,3	15 2,12	15 1,88	15 18,0
		147		16	16	16	16	16 18,6	16 1,29	16 1,02	16 14,4
		146		17	17	17	17	17 21,7	17 1,32	17 1,00	17 16,4
		145,8	Craie	18	18	18	18	18 48,7	18 2,67	18 2,32	18 18,2
		144		19	19	19	19	19 37,5	19 2,12	19 1,85	19 17,7
		143		20	20	20	20	20 30,1	20 1,42	20 1,30	20 21,2
		142		21	21	21	21	21 45,9	21 2,88	21 2,23	21 15,9
		141		22	22	22	22	22 44,6	22 2,48	22 2,19	22 18,0
		140		23	23	23	23	23 41,6	23 2,52	23 2,31	23 16,5
		139		24	24	24	24	24 40,6	24 2,55	24 2,23	24 15,9
		138		25	25	25	25				
		137									
		136,7									

Outil	Niveau d'eau	Cote NGF	Lithologie	VA (m/h)	PO (bar)	PI (bar)	CR (bar)	Em (MPa)	PI* (MPa)	Pf* (MPa)	E/PI*
				0 500	0 300	0 100	0 100	0 75 150	0 3 6	0 3 6	5 27,50
Tricone Ø 66 mm	2 m NGF : 159 m	160	Limon Argileux	1		1	1	1 4,8	1 0,54	1 0,35	1 8,9
		159		2		2	2	2 2,1	2 0,32	2 0,25	2 6,6
		158		3		3	3	3 5,6	3 0,58	3 0,37	3 9,7
		157		4		4	4	4 3,6	4 0,43	4 0,29	4 8,4
		156		5		5	5	5 4,2	5 0,42	5 0,30	5 10,0
		155		6		6	6	6 5,1	6 0,63	6 0,35	6 8,1
		154		7		7	7	7 6,3	7 0,64	7 0,45	7 9,8
		153		8		8	8	8 6,8	8 0,77	8 0,57	8 8,8
		152		9		9	9	9 8,2	9 0,86	9 0,61	9 9,5
	151,5	151	Argile limoneuse à Silex	10		10	10	10 45,1	10 2,91	10 2,41	10 15,5
		150		11		11	11	11 40,2	11 2,37	11 2,01	11 17,0
		149		12		12	12	12 42,3	12 2,44	12 2,12	12 17,3
		148		13		13	13	13 29,3	13 1,88	13 1,70	13 15,6
		147		14		14	14	14 33,5	14 1,96	14 1,78	14 17,1
		146		15		15	15	15 40,6	15 2,25	15 1,94	15 18,0
		145		16		16	16	16 41,6	16 2,60	16 2,37	16 16,0
		144		17		17	17	17 20,8	17 1,34	17 1,10	17 15,5
		143,0		18		18	18	18 41,4	18 2,52	18 2,32	18 16,4
	142	142	Craie	19		19	19	19 37,5	19 2,20	19 1,89	19 17,0
		141		20		20	20	20 30,4	20 1,75	20 1,53	20 17,4
		140		21		21	21	21 46,0	21 2,75	21 2,20	21 16,7
		139		22		22	22	22 46,4	22 2,51	22 2,25	22 18,5
		138		23		23	23	23 40,2	23 2,49	23 2,29	23 16,1
		137		24		24	24	24 39,5	24 2,45	24 2,12	24 16,1
		136,8		25		25	25				

Outil	Niveau d'eau	Cote NGF	Lithologie	VA (m/h)	PO (bar)	PI (bar)	CR (bar)	Em (MPa)	PI* (MPa)	Pf* (MPa)	E/PI*
				0 500	0 300	0 100	0 100	0 75 150	0 3 6	0 3 6	5 27,50
Tricone Ø 66 mm		160	Limon Argileux	1	1	1	1	1 4,1	1 0,42	1 0,33'	1 9,9
		159		2	2	2	2	2 4,0	2 0,41'	2 0,29'	2 9,8
		158		3	3	3	3	3 3,4	3 0,37'	3 0,27'	3 9,2
		157		4	4	4	4	4 9,8	4 0,81	4 0,62	4 12,0
		156		5	5	5	5	5 10,4	5 0,84	5 0,63	5 12,3
		155		6	6	6	6	6 8,4	6 0,73	6 0,55	6 11,4
		154		7	7	7	7	7 4,8	7 0,48	7 0,32'	7 10,0
		153		8	8	8	8	8 3,9	8 0,42	8 0,32'	8 9,4
		152,4	Argile à Silex	9	9	9	9	9 9,0	9 0,86	9 0,71	9 10,5
		152		10	10	10	10	10 14,2	10 1,01	10 0,87	10 14,0
		151		11	11	11	11	11 28,2	11 1,75	11 1,60	11 16,1
		150		12	12	12	12	12 48,1	12 2,35	12 2,01	12 20,5
		149		13	13	13	13	13 72,0	13 2,86	13 2,68	13 25,2
		148		14	14	14	14	14 72,9	14 2,83	14 2,56	14 25,7
		147		15	15	15	15	15 69,0	15 2,77	15 2,65	15 24,9
		146		16	16	16	16	16 45,4	16 2,11	16 1,90	16 21,5
		145		17	17	17	17	17 21,2	17 1,21	17 1,09	17 17,6
		144		18	18	18	18	18 22,0	18 1,22	18 1,02	18 18,1
		143	Craie	19	19	19	19	19 27,5	19 1,36	19 1,21	19 20,3
		142,6		20	20	20	20	20 30,1	20 1,42	20 1,30	20 21,2
		142		21	21	21	21	21 50,8	21 2,18	21 1,96	21 23,3
		141		22	22	22	22	22 60,1	22 2,59	22 2,31	22 23,2
		140		23	23	23	23	23 65,8	23 2,69	23 2,48	23 24,5
		139		24	24	24	24	24 82,7	24 2,90	24 2,76	24 28,5
		138		25	25	25	25				
		137									
		136									
		135,6									





PROJET DE CONSTRUCTION D'UNE UNITE DE SOINS
LONGUE DUREE (USLD)
Lieu : Avenue du Maréchal Juin 76230 Bois-Guillaume

ETUDE N° GEOT485

Date : 07/04/2026

Cote NGF : 160.979

Profondeur : 0,00 - 25,00 m

Date : 30/03/2026

Machine : GEO 205

X : 1563109.953

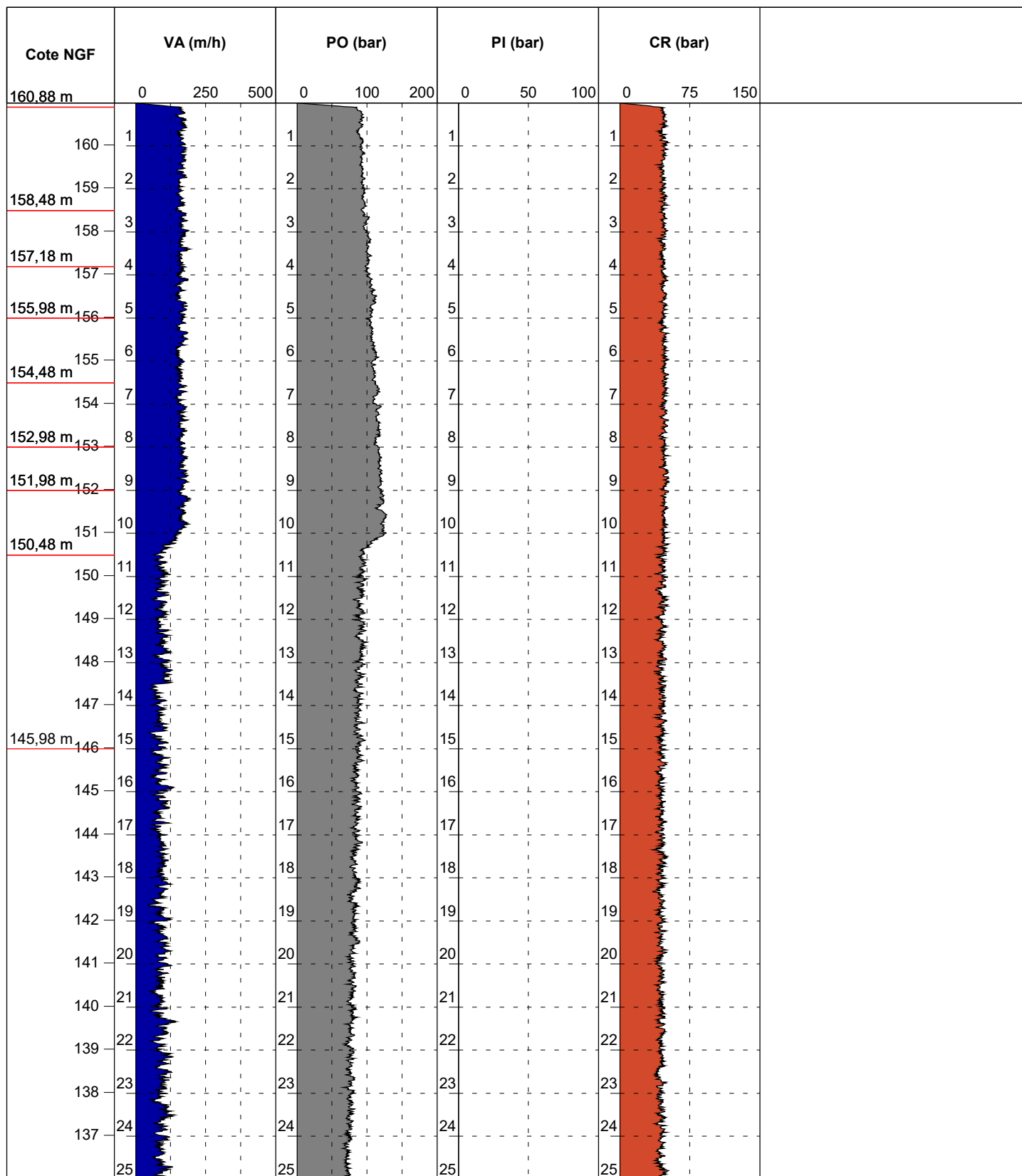
Client : CHU ROUEN

Y : 4698371.574

1/125

SONDAGE : SD1

EXGTE 3.23.1/GTE





PROJET DE CONSTRUCTION D'UNE UNITE DE SOINS
LONGUE DUREE (USLD)
Lieu : Avenue du Maréchal Juin 76230 Bois-Guillaume

ETUDE N° GEOT485

Date : 08/04/2026

Cote NGF : 160.285

Profondeur : 0,00 - 25,00 m

Date : 30/03/2026

Machine : GEO 205

X : 1563125.899

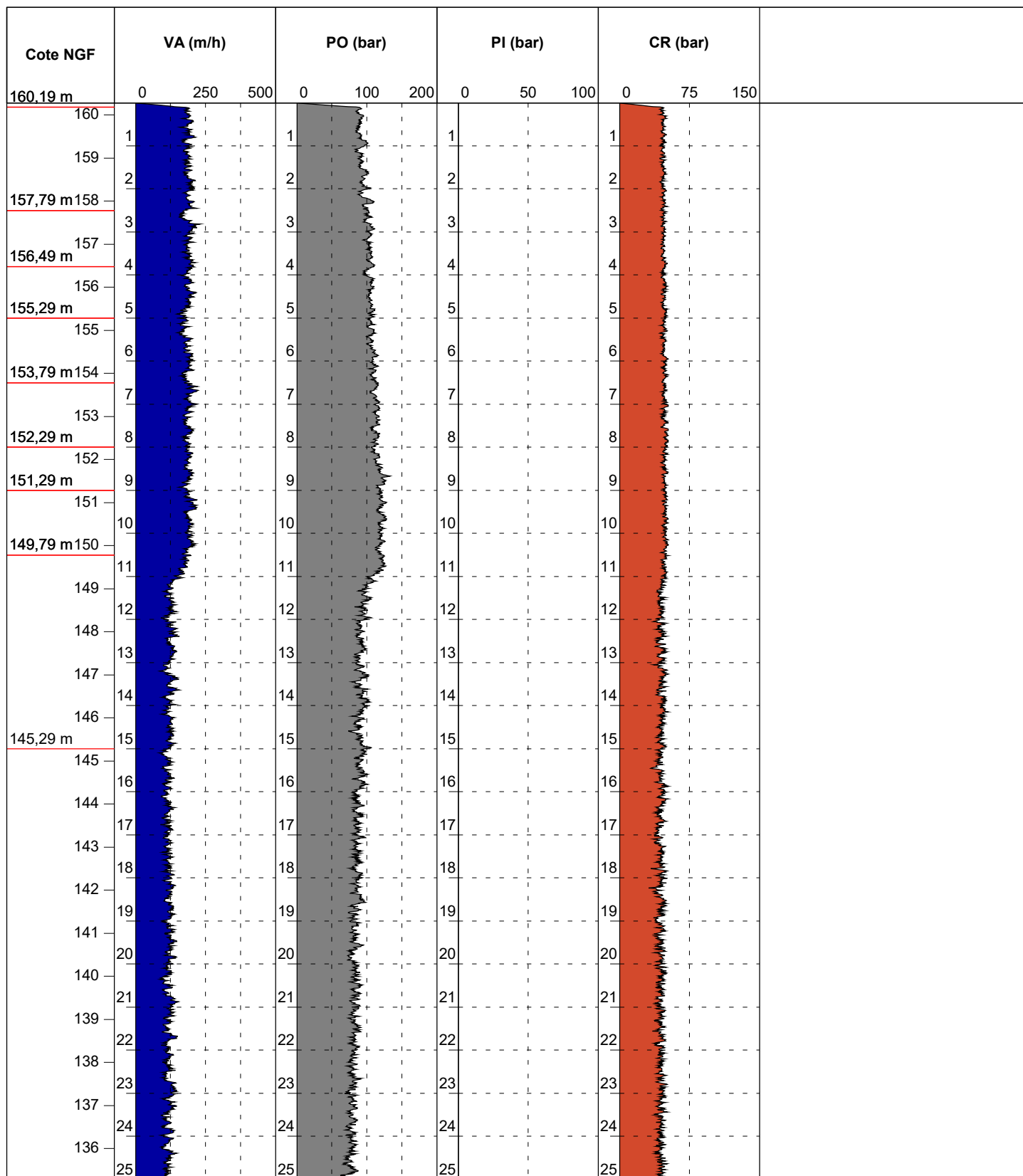
Client : CHU ROUEN

Y : 4698358.388

1/125

SONDAGE : SD2

EXGTE 3.23.1/GTE





PROJET DE CONSTRUCTION D'UNE UNITE DE SOINS
LONGUE DUREE (USLD)
Lieu : Avenue du Maréchal Juin 76230 Bois-Guillaume

ETUDE N° GEOT485

Date : 08/04/2026

Cote NGF : 161.900

Profondeur : 0,00 - 25,00 m

Date : 30/03/2026

Machine : GEO 205

X : 1563124.659

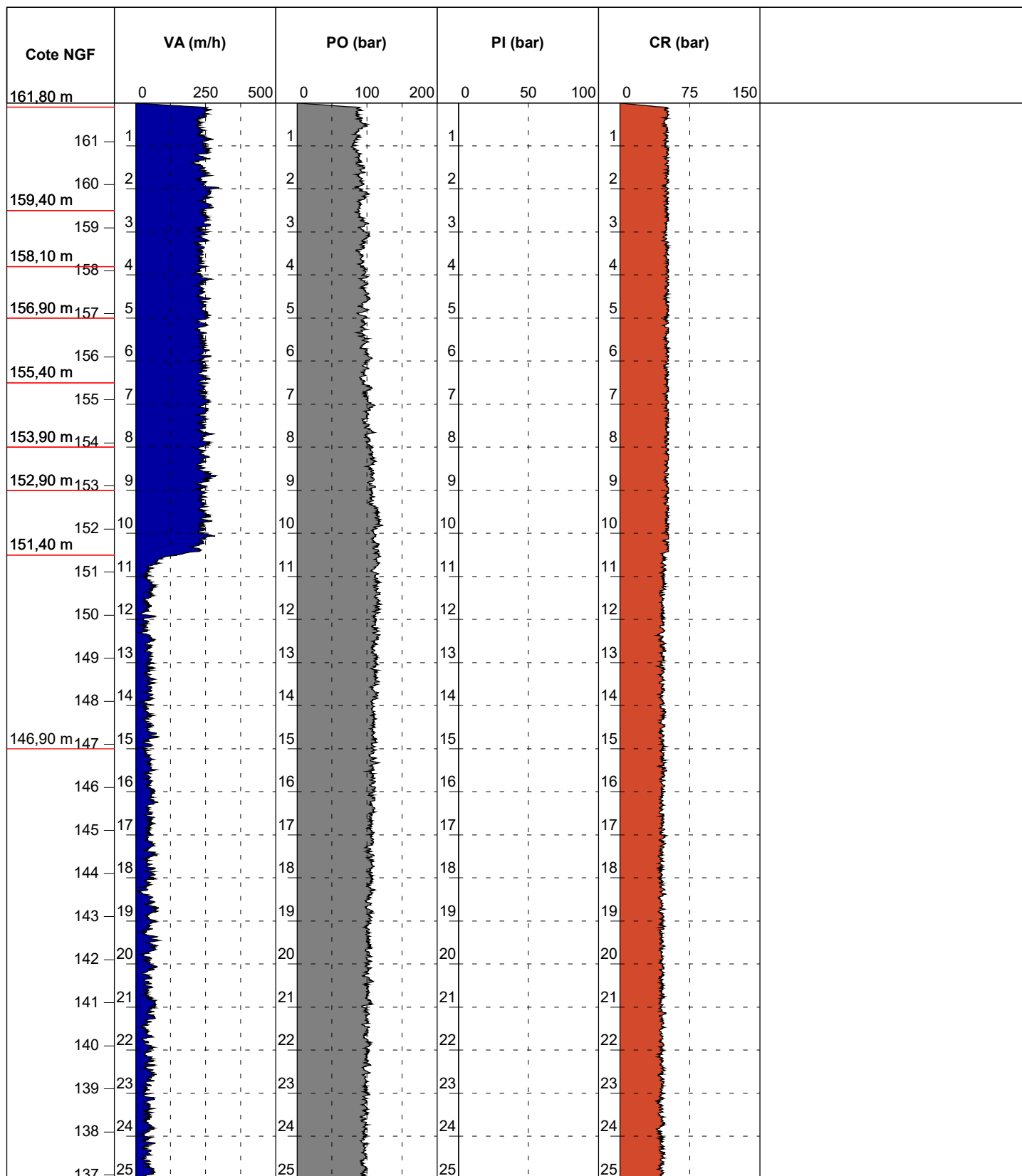
Client : CHU ROUEN

Y : 4698382.947

1/125

SONDAGE : SD3

EXGTE 3.23.1/GTE





PROJET DE CONSTRUCTION D'UNE UNITE DE SOINS
LONGUE DUREE (USLD)

ETUDE N° GEOT485

Lieu : Avenue du Maréchal Juin 76230 Bois-Guillaume

Date : 08/04/2026

Cote NGF : 162.180

Profondeur : 0,00 - 25,00 m

Date : 30/03/2026

Machine : GEO 205

X : 1563121.185

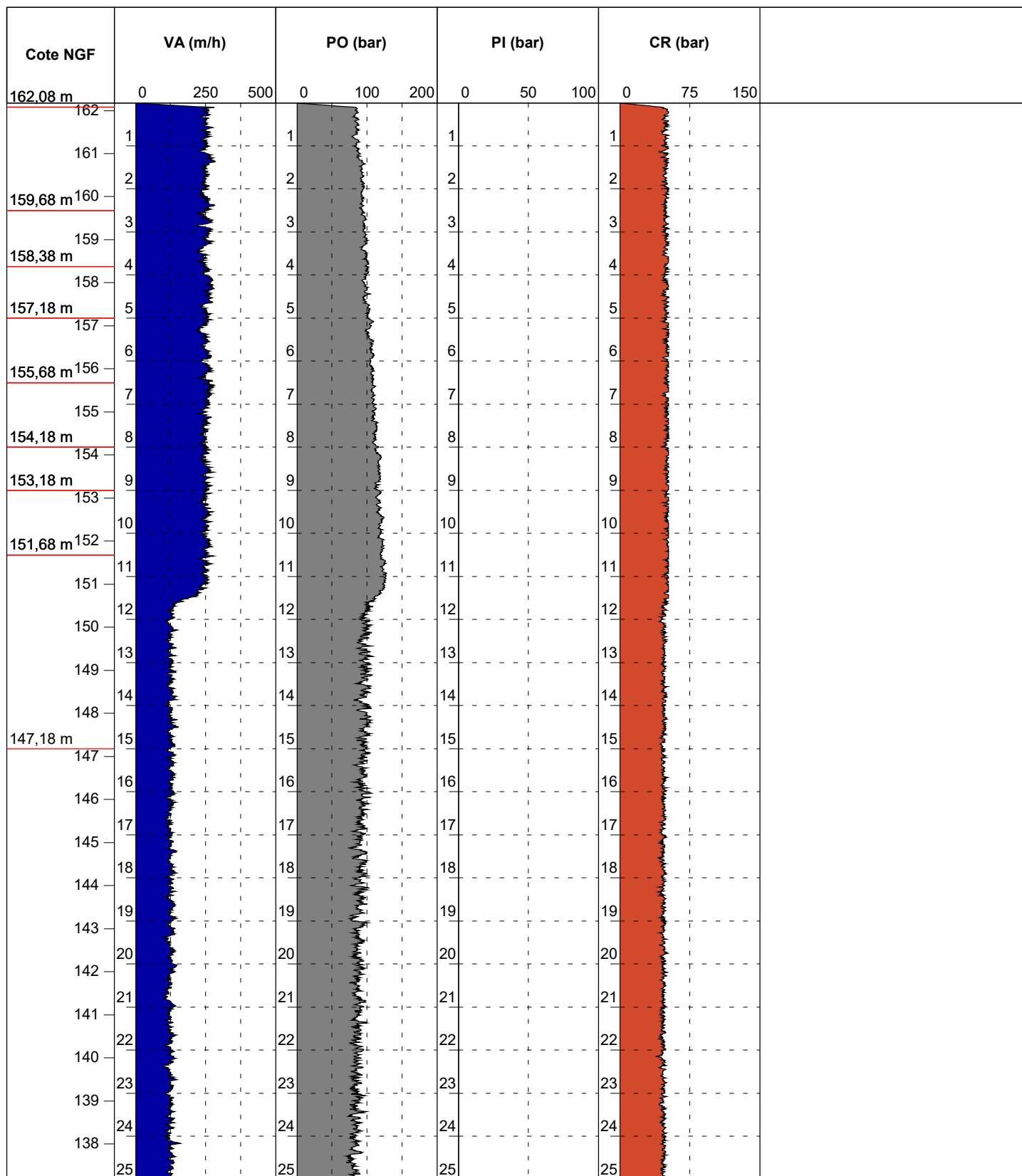
Client : CHU ROUEN

Y : 4698392.402

1/125

SONDAGE : SD4

EXGTE 3.23.1/GTE





PROJET DE CONSTRUCTION D'UNE UNITE DE SOINS
LONGUE DUREE (USLD)
Lieu : Avenue du Maréchal Juin 76230 Bois-Guillaume

ETUDE N° GEOT485

Date : 08/04/2026

Cote NGF : 161.632

Profondeur : 0,00 - 25,00 m

Machine : GEO 205

X : 1563135.205

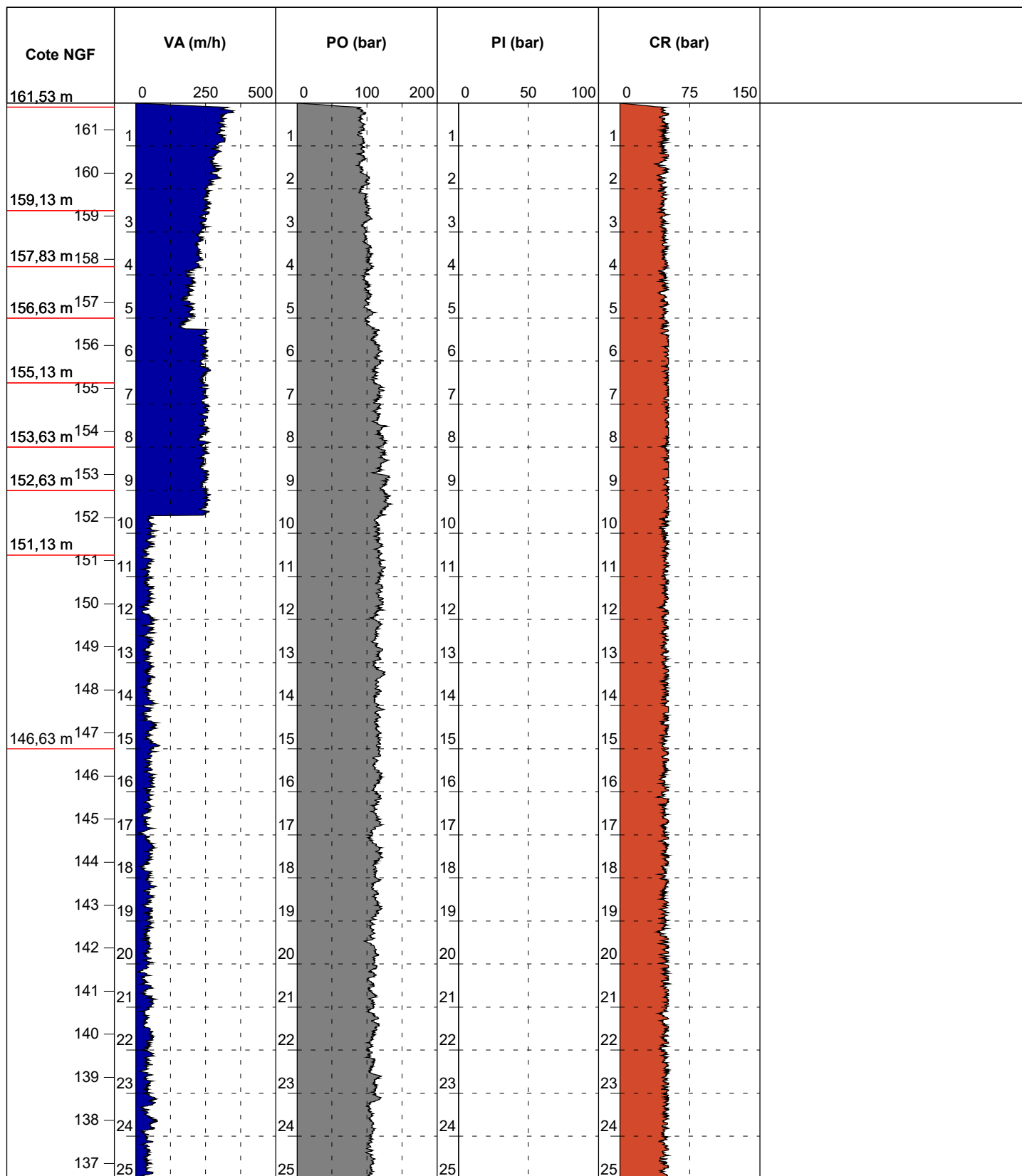
Client : CHU ROUEN

Y : 4698408.680

1/125

SONDAGE : SD5

EXGTE 3.23.1/GTE





PROJET DE CONSTRUCTION D'UNE UNITE DE SOINS
LONGUE DUREE (USLD)
Lieu : Avenue du Maréchal Juin 76230 Bois-Guillaume

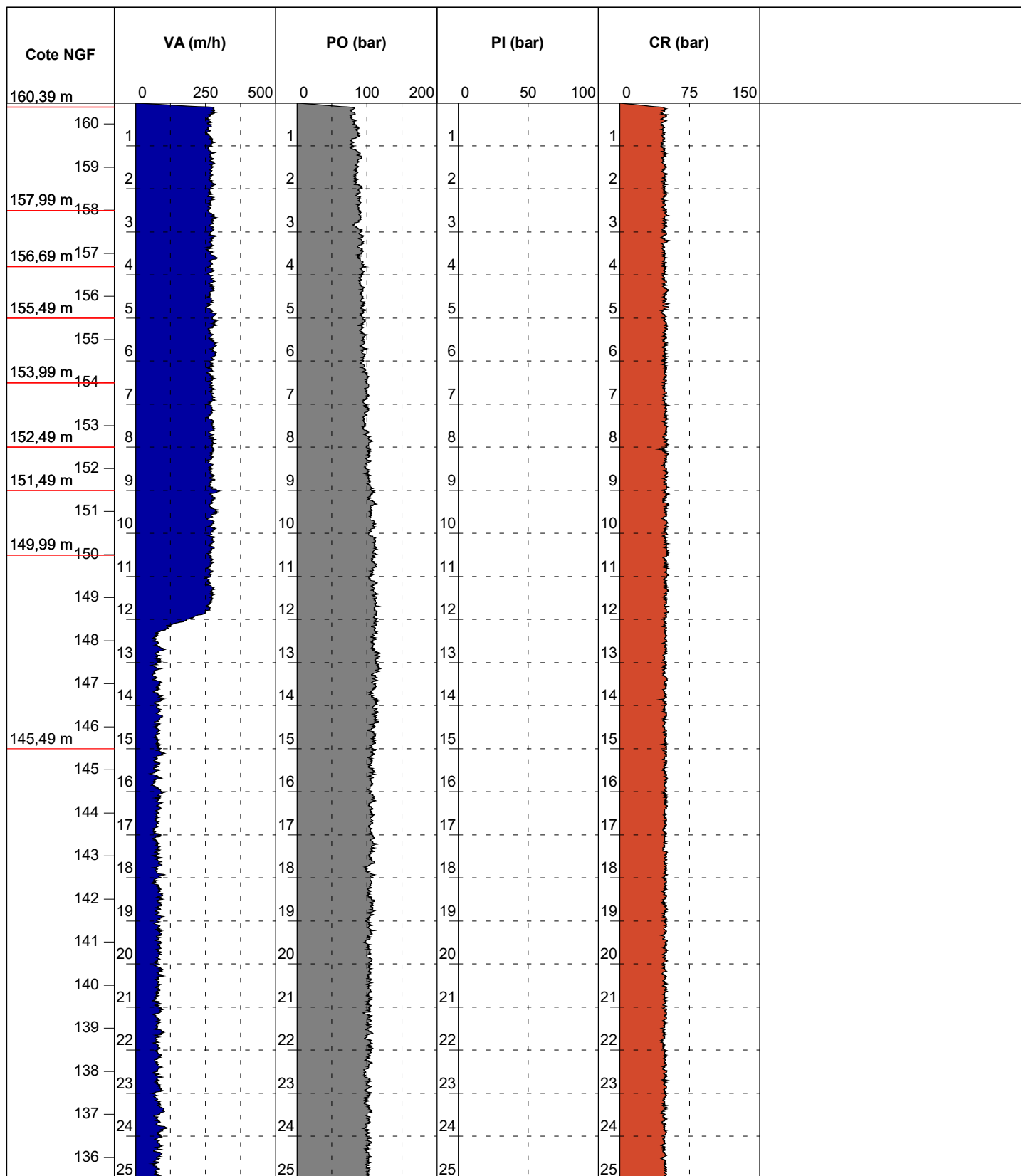
ETUDE N° GEOT485

Date : 08/04/2026 Cote NGF : 160.493 Profondeur : 0,00 - 25,00 m
Machine : GEO 205 X : 1563162.642
Client : CHU ROUEN Y : 4698413.838

1/125

SONDAGE : SD6

EXGTE 3.23.1/GTE





PROJET DE CONSTRUCTION D'UNE UNITE DE SOINS
LONGUE DUREE (USLD)
Lieu : Avenue du Maréchal Juin 76230 Bois-Guillaume

ETUDE N° GEOT485

Date : 08/04/2026

Cote NGF : 160.295

Profondeur : 0,00 - 25,00 m

Machine : GEO 205

X : 1563160.518

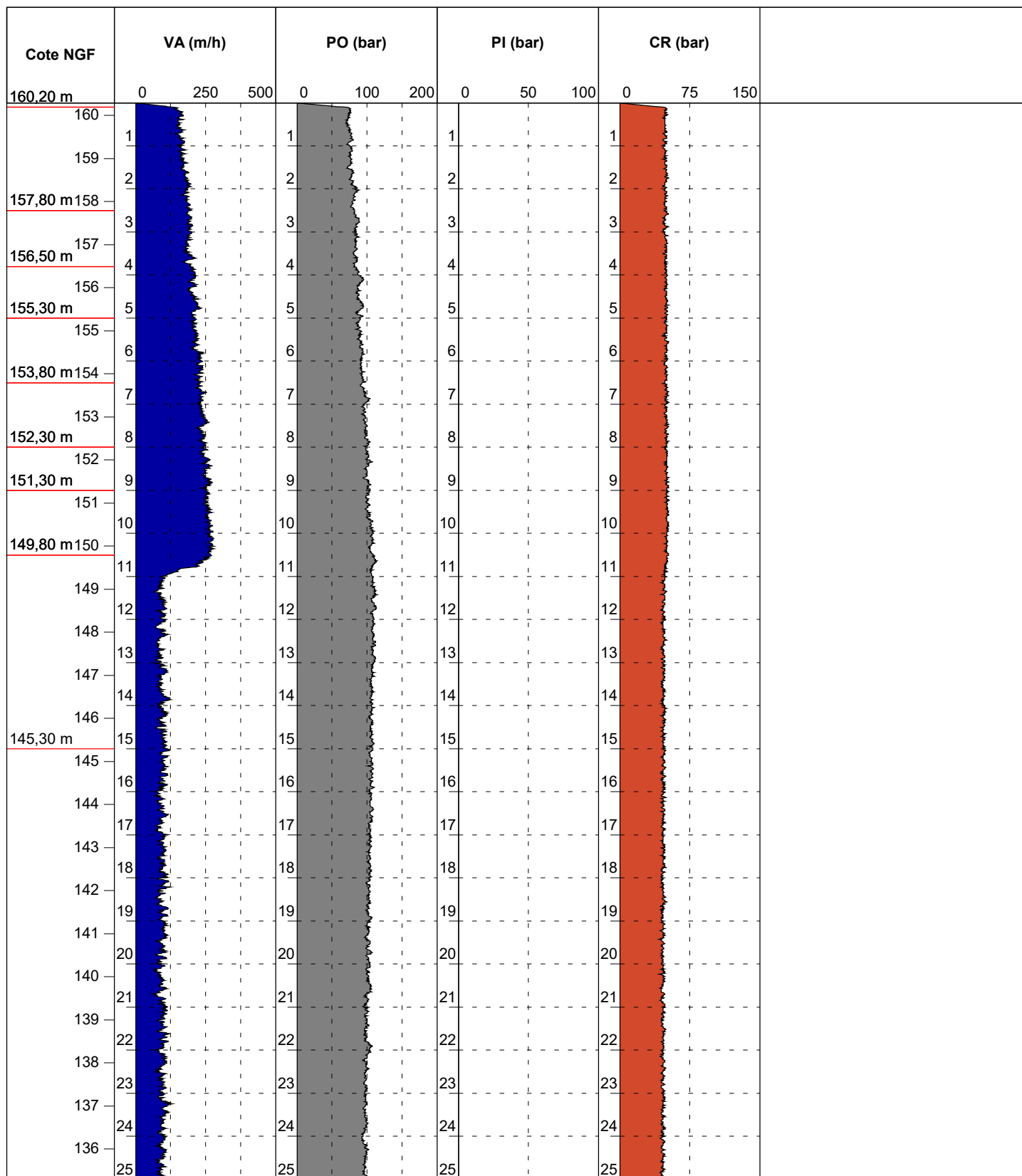
Client : CHU ROUEN

Y : 4698404.311

1/125

SONDAGE : SD7

EXGTE 3.23.1/GTE





PROJET DE CONSTRUCTION D'UNE UNITE DE SOINS
LONGUE DUREE (USLD)
Lieu : Avenue du Maréchal Juin 76230 Bois-Guillaume

ETUDE N° GEOT485

Date : 08/04/2026

Cote NGF : 160.703

Profondeur : 0,00 - 25,00 m

Machine : GEO 205

X : 1563148.287

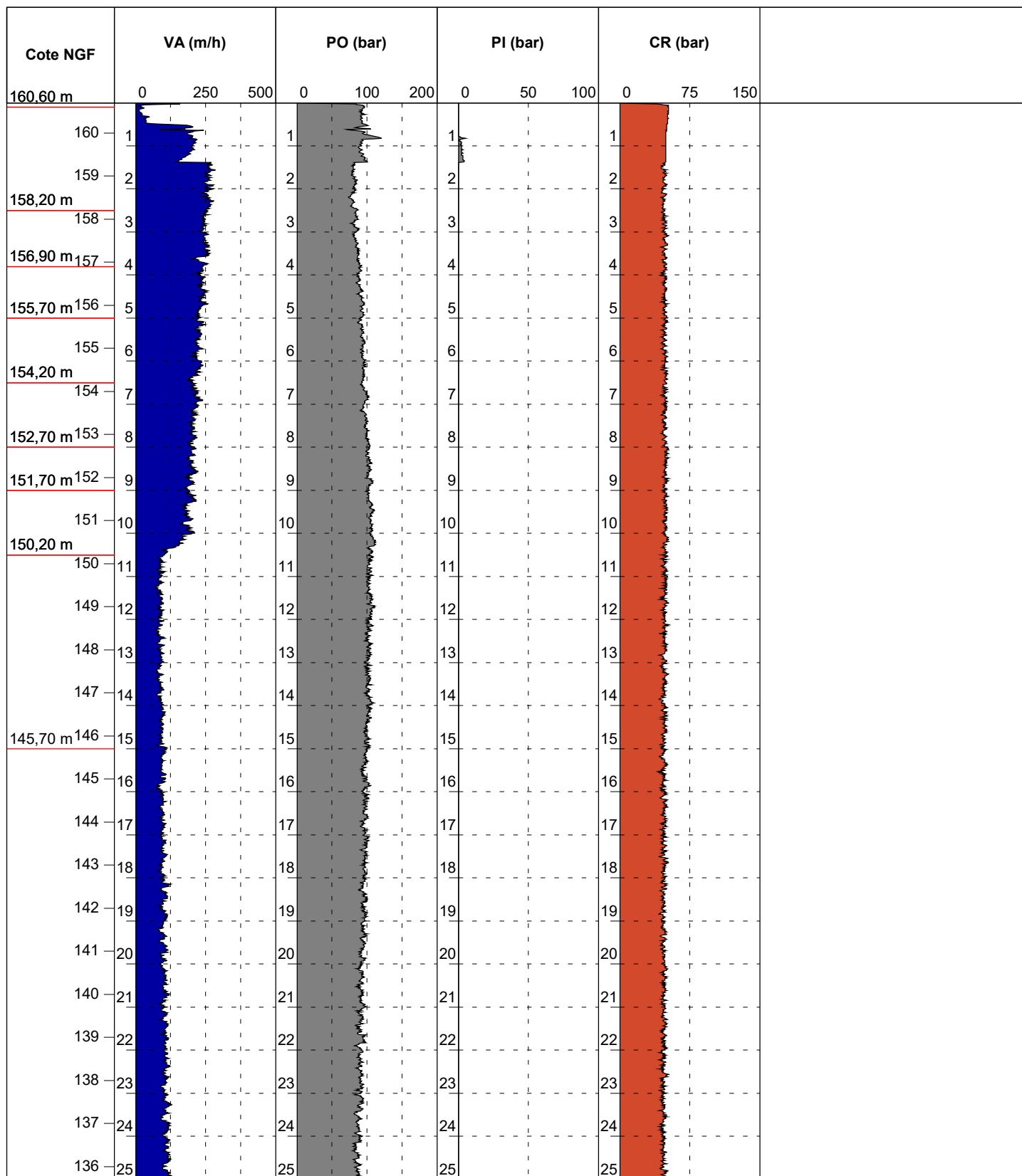
Client : CHU ROUEN

Y : 4698396.425

1/125

SONDAGE : SD8

EXGTE 3.23.1/GTE





PROJET DE CONSTRUCTION D'UNE UNITE DE SOINS
LONGUE DUREE (USLD)
Lieu : Avenue du Maréchal Juin 76230 Bois-Guillaume

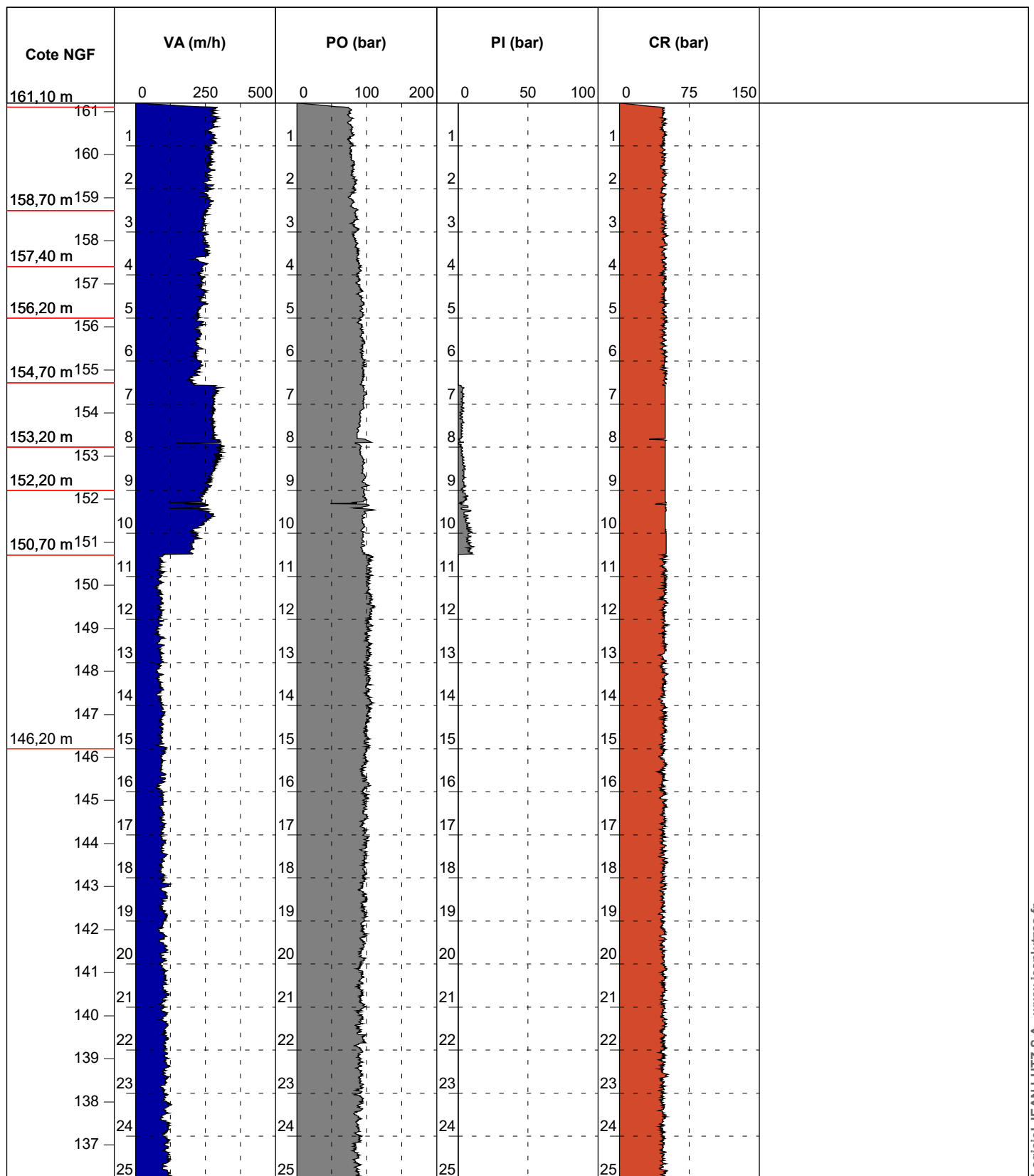
ETUDE N° GEOT485

Date : 09/04/2026 Cote NGF : 161.203 Profondeur : 0,00 - 25,00 m
Machine : GEO 205 X : 1563143.397
Client : CHU ROUEN Y : 4698411.138

1/125

SONDAGE : SD9

EXGTE 3.23.1/GTE





PROJET DE CONSTRUCTION D'UNE UNITE DE SOINS
LONGUE DUREE (USLD)
Lieu : Avenue du Maréchal Juin 76230 Bois-Guillaume

ETUDE N° GEOT485

Date : 09/04/2026

Cote NGF : 160.410

Profondeur : 0,00 - 25,00 m

Machine : GEO 205

X : 1563131.843

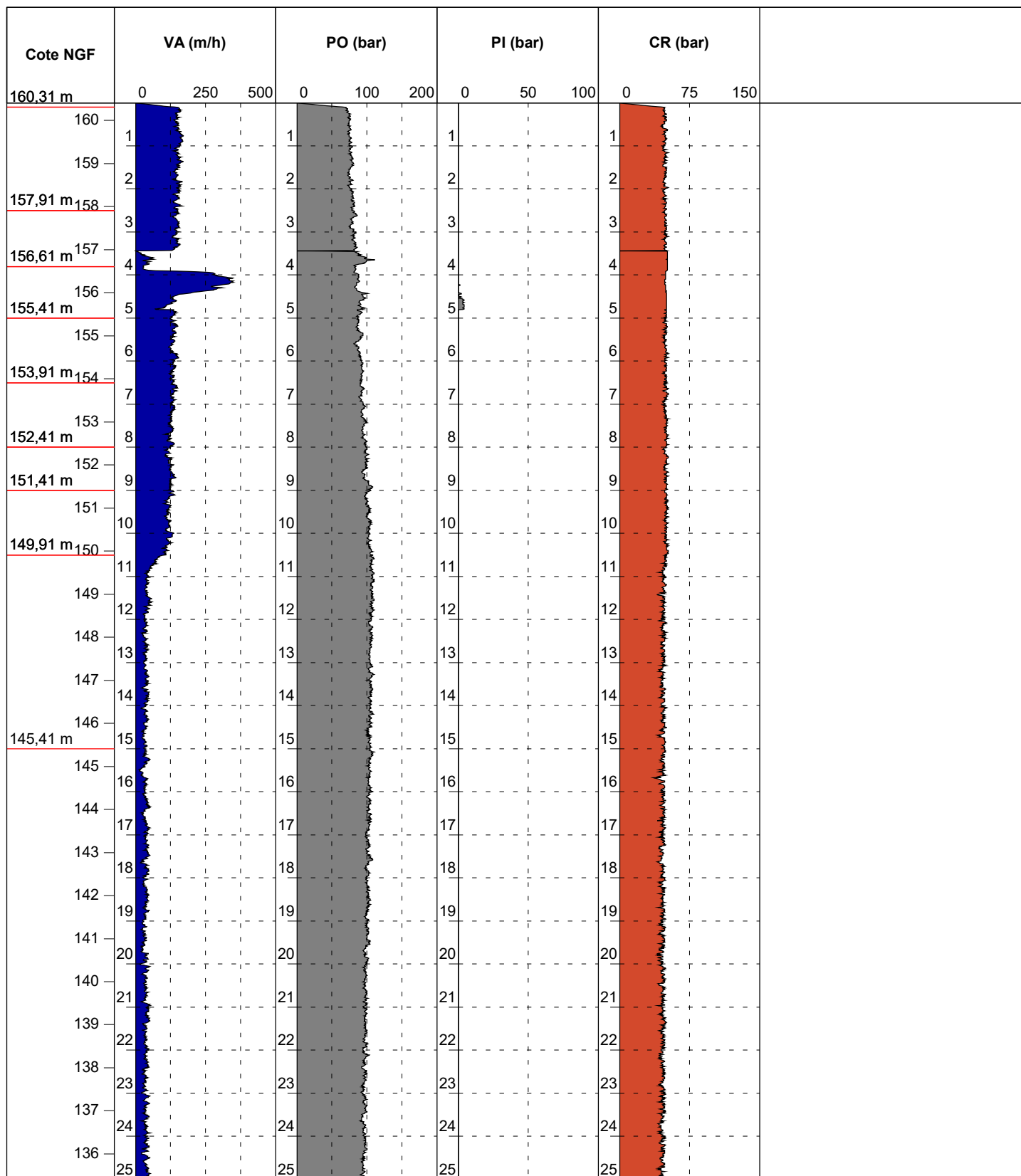
Client : CHU ROUEN

Y : 4698367.534

1/125

SONDAGE : SD10

EXGTE 3.23.1/GTE





PROJET DE CONSTRUCTION D'UNE UNITE DE SOINS
LONGUE DUREE (USLD)
Lieu : Avenue du Maréchal Juin 76230 Bois-Guillaume

ETUDE N° GEOT485

Date : 09/04/2026

Cote NGF : 160.613

Profondeur : 0,00 - 25,00 m

Machine : GEO 205

X : 1563099.157

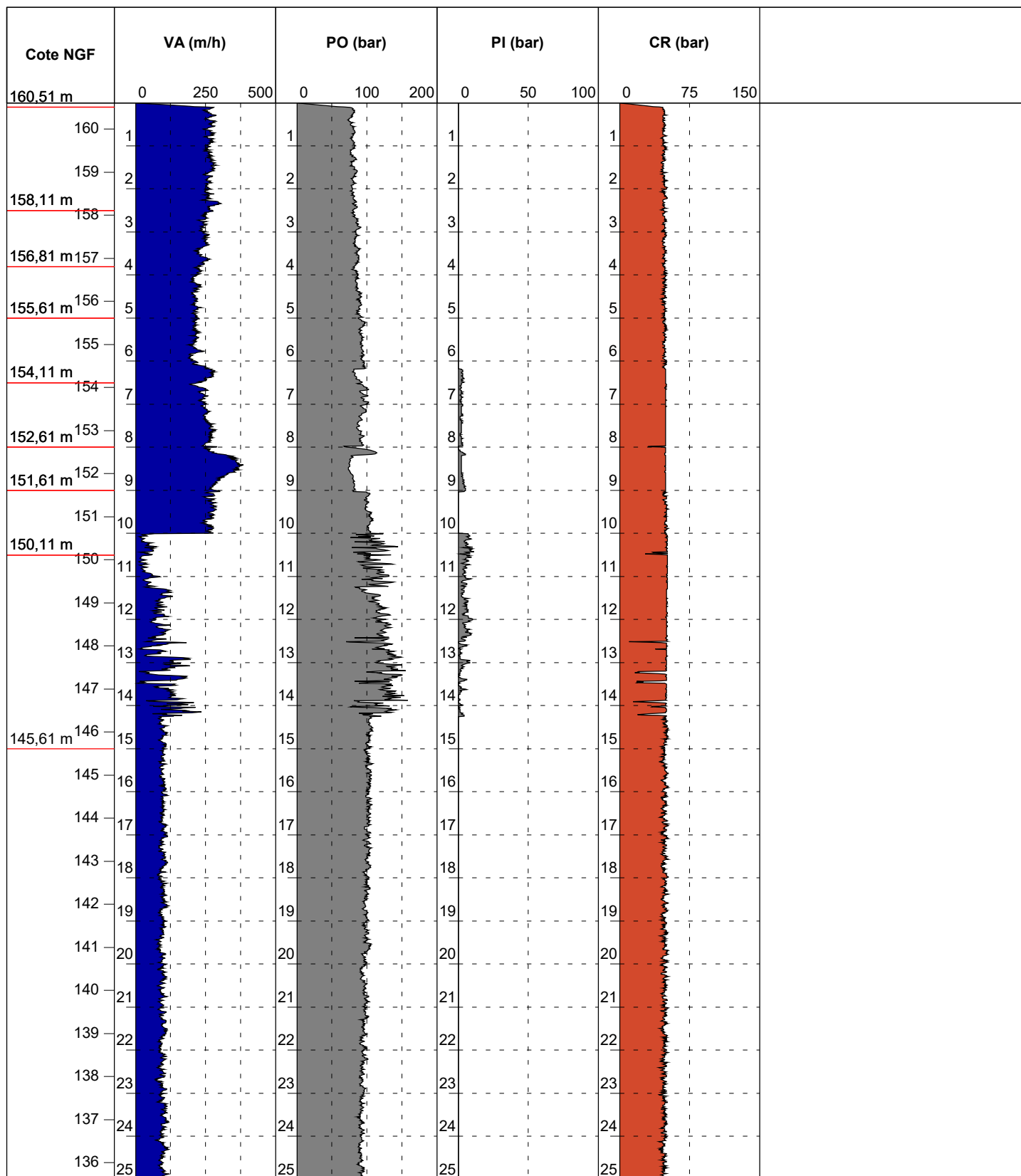
Client : CHU ROUEN

Y : 4698348.366

1/125

SONDAGE : SD11

EXGTE 3.23.1/GTE





PROJET DE CONSTRUCTION D'UNE UNITE DE SOINS
LONGUE DUREE (USLD)
Lieu : Avenue du Maréchal Juin 76230 Bois-Guillaume

ETUDE N° GEOT485

Date : 10/04/2026

Cote NGF : 160.616

Profondeur : 0,00 - 25,00 m

Machine : GEO 205

X : 1563087.540

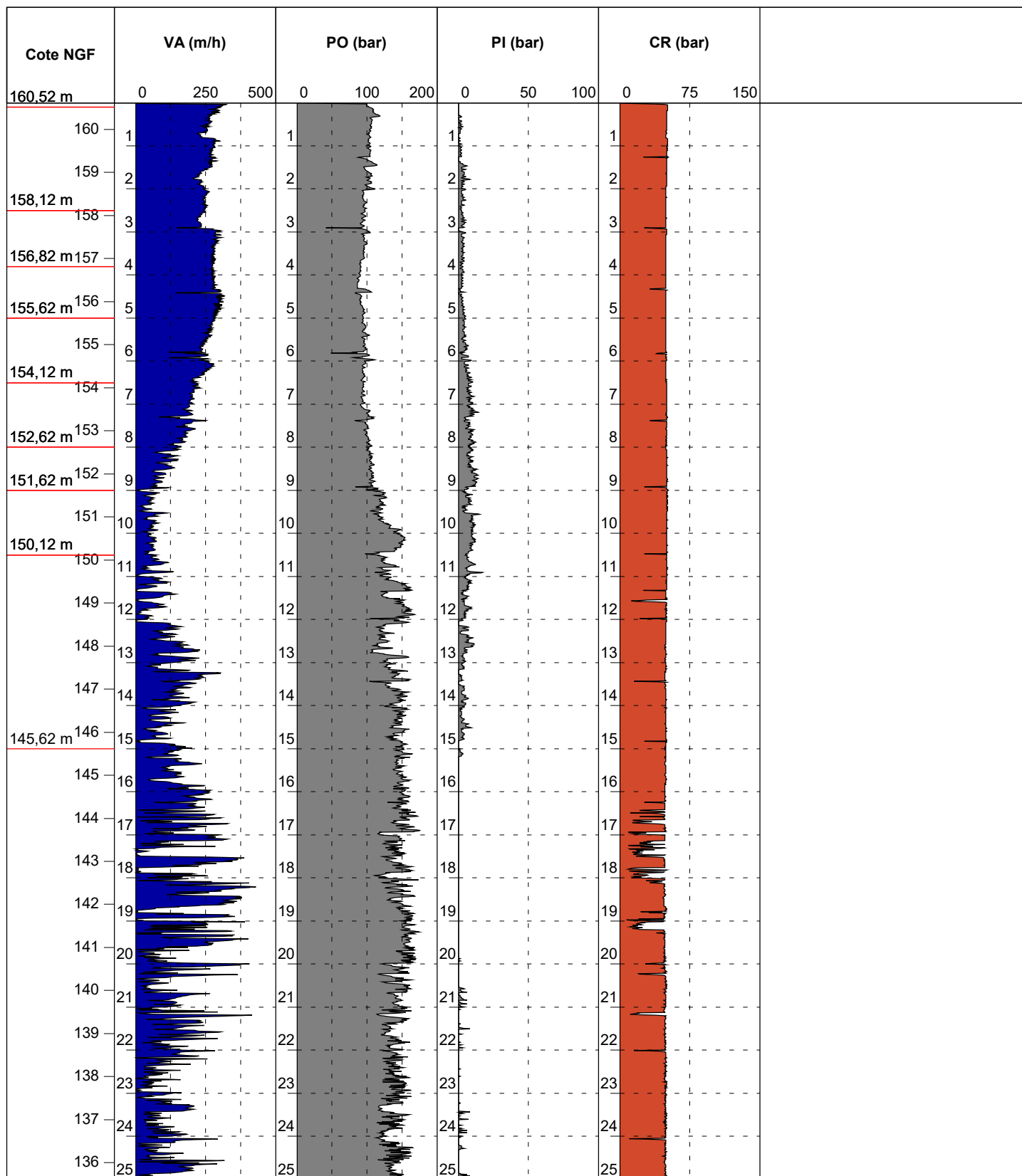
Client : CHU ROUEN

Y : 4698352.997

1/125

SONDAGE : SD12

EXGTE 3.23.1/GTE





PROJET DE CONSTRUCTION D'UNE UNITE DE SOINS
LONGUE DUREE (USLD)
Lieu : Avenue du Maréchal Juin 76230 Bois-Guillaume

ETUDE N° GEOT485

Date : 10/04/2026

Cote NGF : 160.040

Profondeur : 0,00 - 25,00 m

Machine : GEO 205

X : 1563111.634

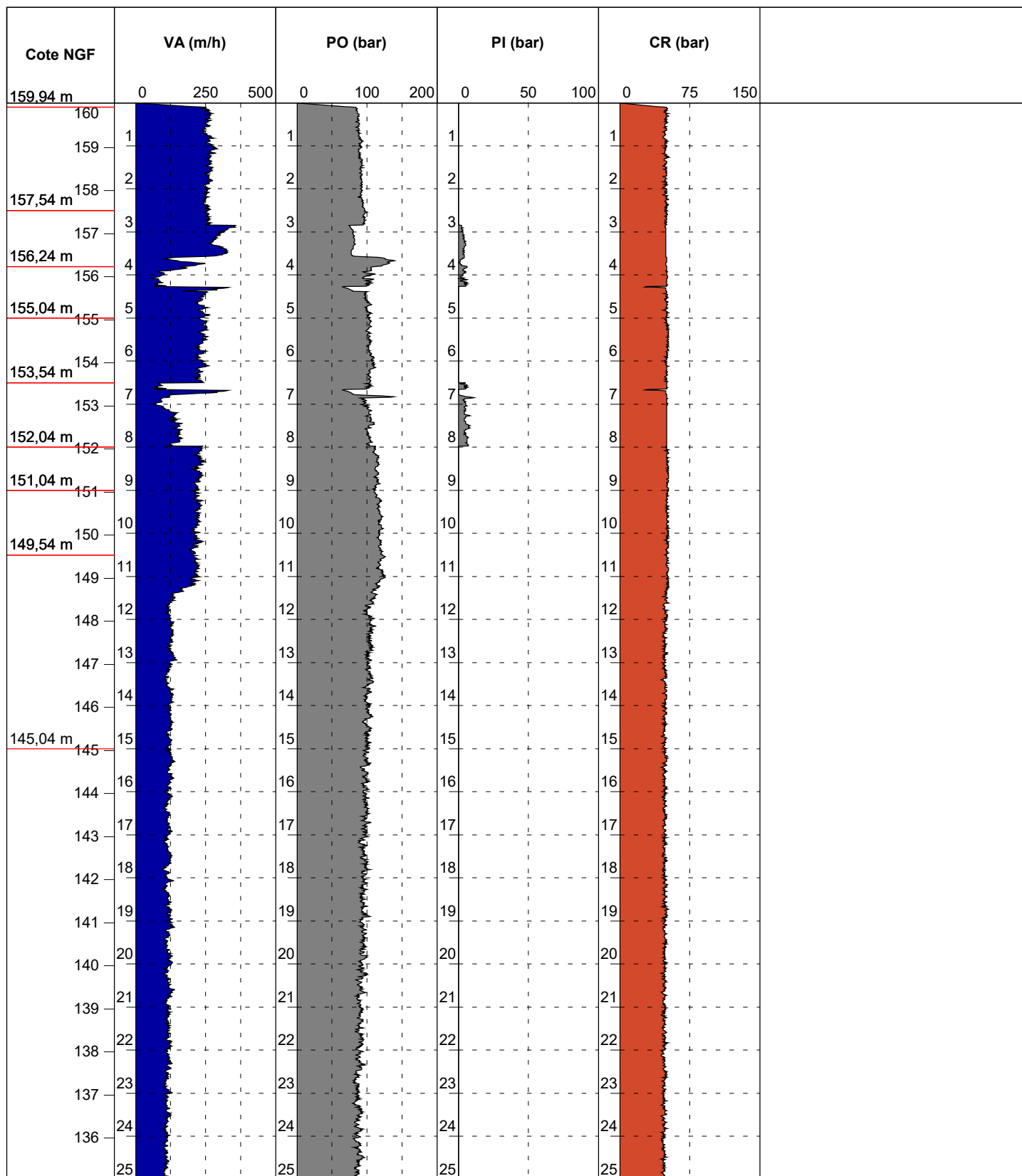
Client : CHU ROUEN

Y : 4698352.991

1/125

SONDAGE : SD13

EXGTE 3.23.1/GTE





PROJET DE CONSTRUCTION D'UNE UNITE DE SOINS
LONGUE DUREE (USLD)
Lieu : Avenue du Maréchal Juin 76230 Bois-Guillaume

ETUDE N° GEOT485

Date : 10/04/2026

Cote NGF : 160.421

Profondeur : 0,00 - 25,00 m

Machine : GEO 205

X : 1563110.634

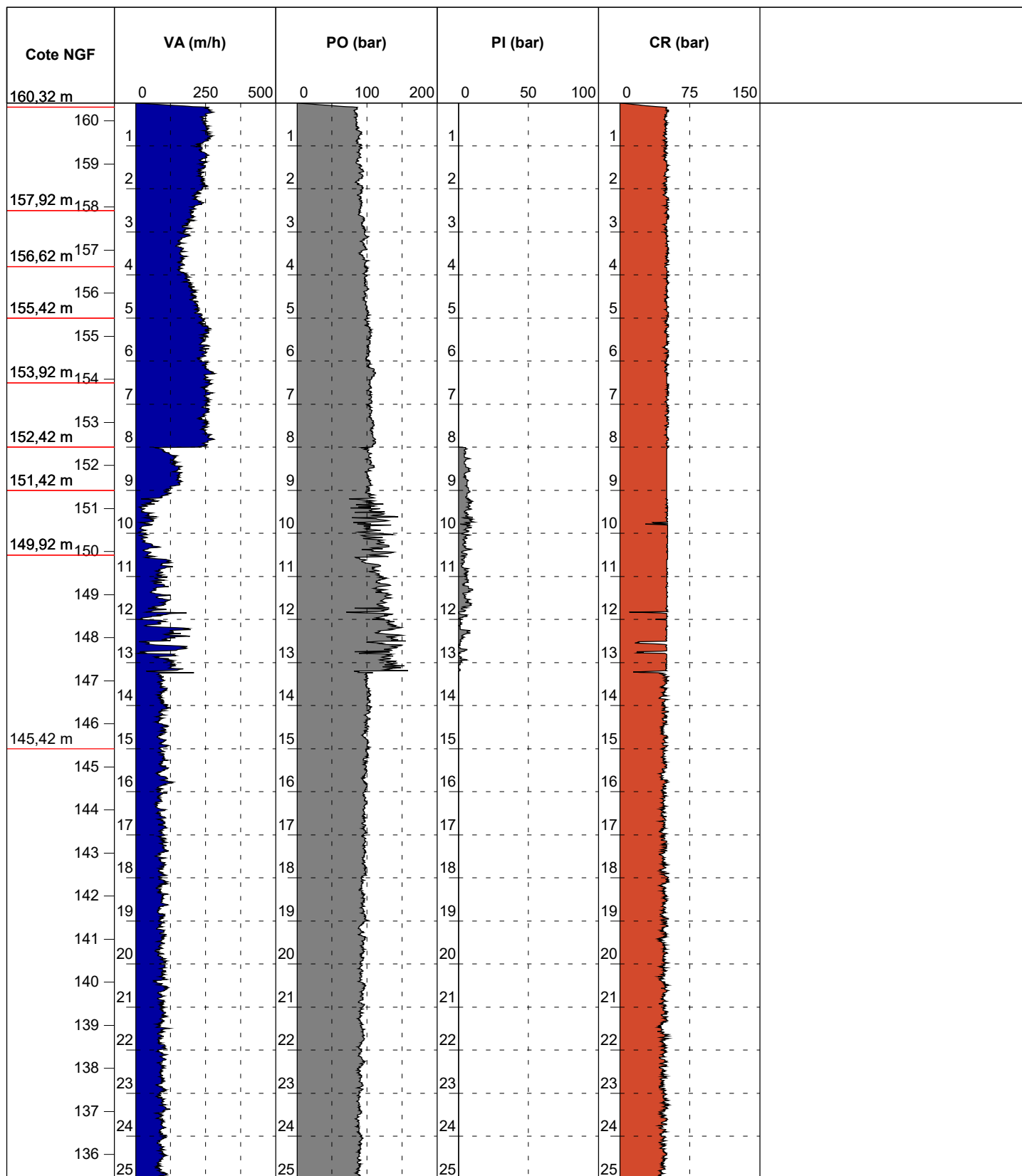
Client : CHU ROUEN

Y : 4698364.483

1/125

SONDAGE : SD14

EXGTE 3.23.1/GTE





PROJET DE CONSTRUCTION D'UNE UNITE DE SOINS
LONGUE DUREE (USLD)
Lieu : Avenue du Maréchal Juin 76230 Bois-Guillaume

ETUDE N° GEOT485

Date : 10/04/2026

Cote NGF : 161.123

Profondeur : 0,00 - 25,00 m

Machine : GEO 205

X : 1563154.080

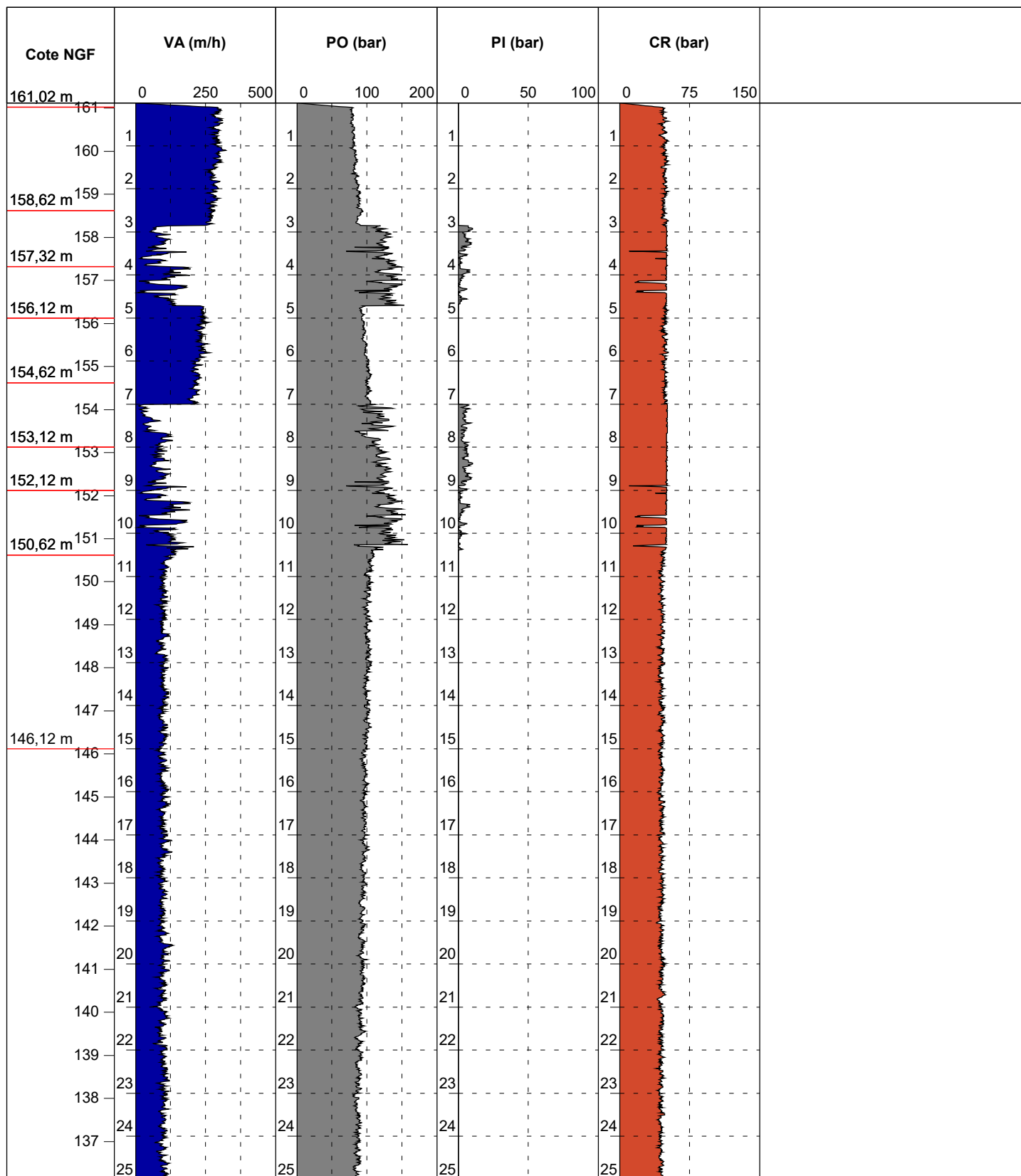
Client : CHU ROUEN

Y : 4698422.110

1/125

SONDAGE : SD15

EXGTE 3.23.1/GTE



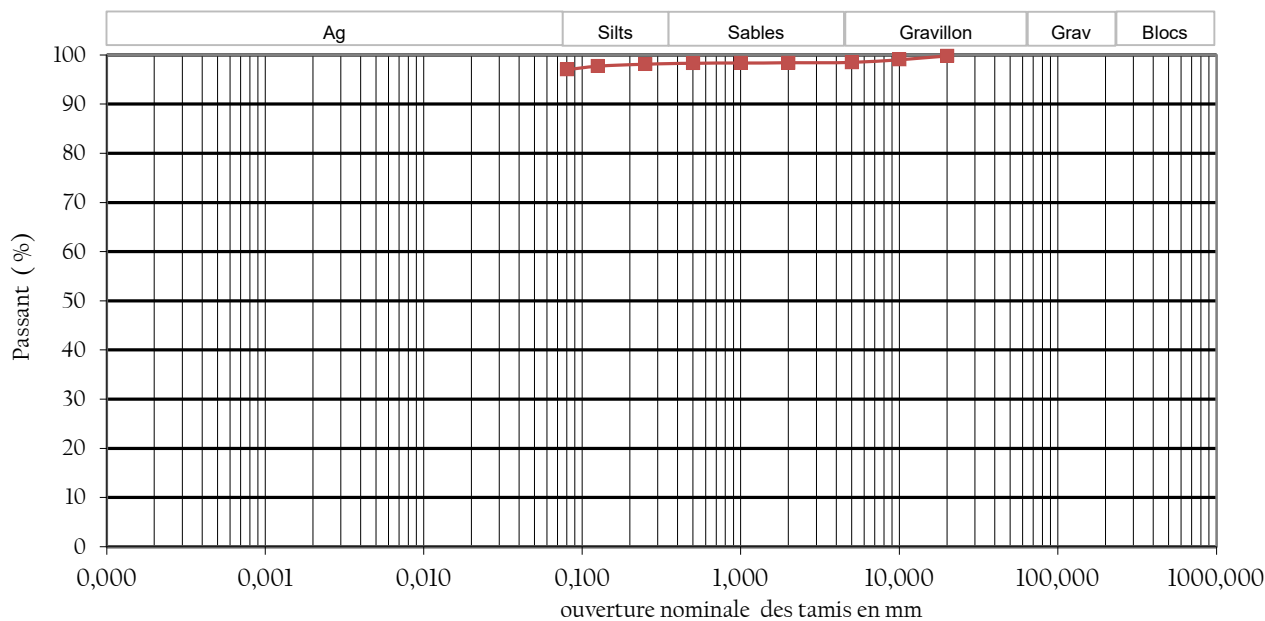
ANALYSES DE LABORATOIRE



ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE ET PAR SEDIMENTATION

Selon la norme NF EN ISO 17892-4

Nos Ref :	GEOT515	Température de séchage	Opérateur:	G.T	
Chantier :	BOIS-GUILLAUME (76230)	105°C			
Sondage :	SC1	Date Prélèvement :	01/04/2026	D (mm) =	20
Profondeur (m) :	entre 1,0 m et 3,0 m	Date d'essai :	17/04/2026		



Ø des tamis (mm)	125	80	63	50	40	31,5	20	10	5	2	1	0,5	0,25	0,125
Passant (%)							99,844	99,06	98,51	98,42	98,39	98,33	98,13	97,75
Ø des tamis (µm)	80	70,3	55,5	40	25,5	18,3	14,34	10,26	8,42	4,30	3,07	1,68	0,97	0,43
Passant (%)	97,03													

POIDS VOLUMIQUE SEC

Masse de l'échantillon sec (g)	G (N/Kg)	Volume sec (ml)	Poids sec (KN)	Poids Vol sec (KN/m³)
423,43	9,81	230	0,0042	18,06

ESSAI AU BLEU DE METHYLENE NF P 94-068

W 0/5 (%)	Mh1(g)	Mh2(g)	Ms2 (g)	masse de bleu à 10 g/l (g)	Valeur au bleu VBS
	21,8	2008,00	1732,30	0,20	1,1

INDICE PORTANT IMMEDIAT NF P 94-078

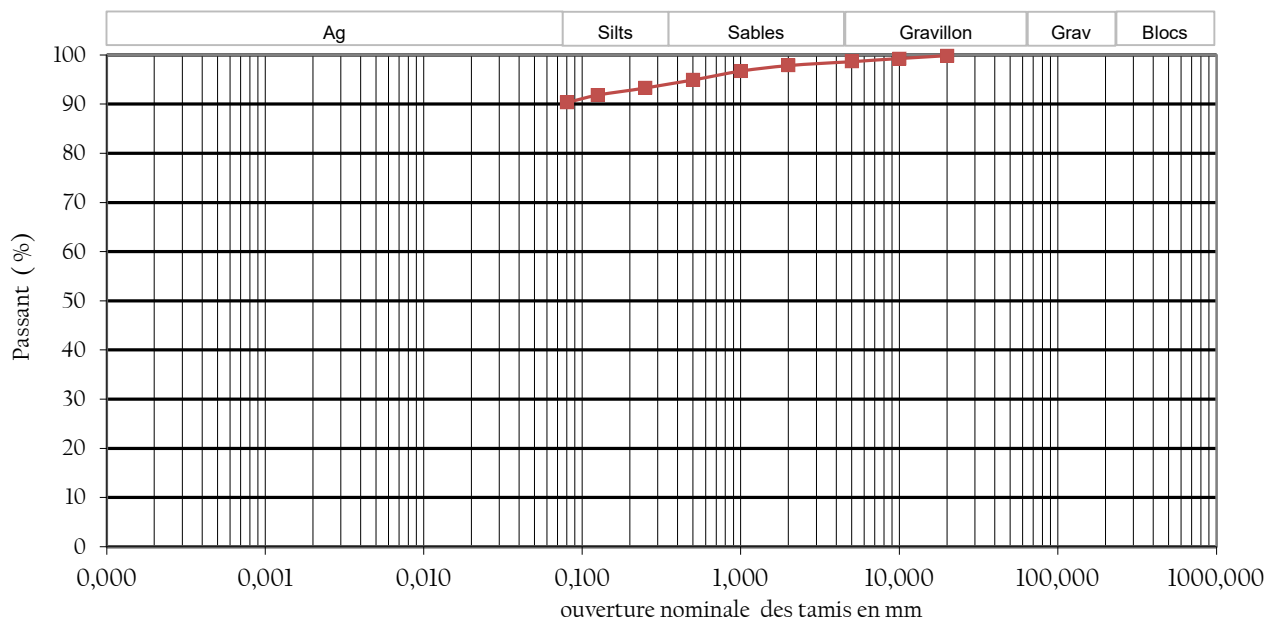
W naturelle (%)		19,72	
Masse volumique sèche compactée ρd (t/m³)			
INDICE PORTANT IMMEDIAT	à 2,5 mm = $\frac{F (KN) \cdot 100}{13,35}$		
	à 5 mm = $\frac{F (KN) \cdot 100}{19,93}$		
Indice portant immédiat à W naturelle			
Classification GTR NF P 11-300			A1- [Lims argileux]



ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE ET PAR SEDIMENTATION

Selon la norme NF EN ISO 17892-4

Nos Ref :	GEOT515	Température de séchage	Opérateur:	G.T	
Chantier :	BOIS-GUILLAUME (76230)	105°C			
Sondage :	SC2	Date Prélèvement :	01/04/2026	D (mm) =	20
Profondeur (m) :	entre 1,0 m et 3,0 m	Date d'essai :	17/04/2026		



Ø des tamis (mm)	125	80	63	50	40	31,5	20	10	5	2	1	0,5	0,25	0,125
Passant (%)							99,879	99,28	98,66	97,87	96,75	94,96	93,32	91,85
Ø des tamis (µm)	80	70,3	55,5	40	25,5	18,3	14,34	10,26	8,42	4,30	3,07	1,68	0,97	0,43
Passant (%)	90,35													

POIDS VOLUMIQUE SEC

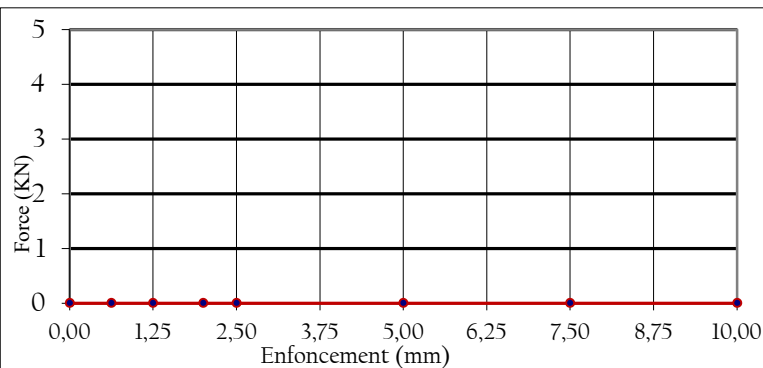
Masse de l'échantillon sec (g)	G (N/Kg)	Volume sec (ml)	Poids sec (KN)	Poids Vol sec (KN/m³)
439,80	9,81	220	0,0043	19,61

ESSAI AU BLEU DE METHYLENE NF P 94-068

W 0/5 (%)	Mh1(g)	Mh2(g)	Ms2 (g)	masse de bleu à 10 g/l (g)	Valeur au bleu VBS
	20,9	2008,00	1732,30	0,20	1,1

INDICE PORTANT IMMEDIAT NF P 94-078

W naturelle (%)		18,24
Masse volumique sèche compactée ρ_d (t/m³)		
INDICE PORTANT IMMEDIAT	à 2,5 mm = $\frac{F(KN) \cdot 100}{13,35}$	
	à 5 mm = $\frac{F(KN) \cdot 100}{19,93}$	
Indice portait immédiat à W naturelle		
Classification GTR NF P 11-300		A1- [Lims argileux]

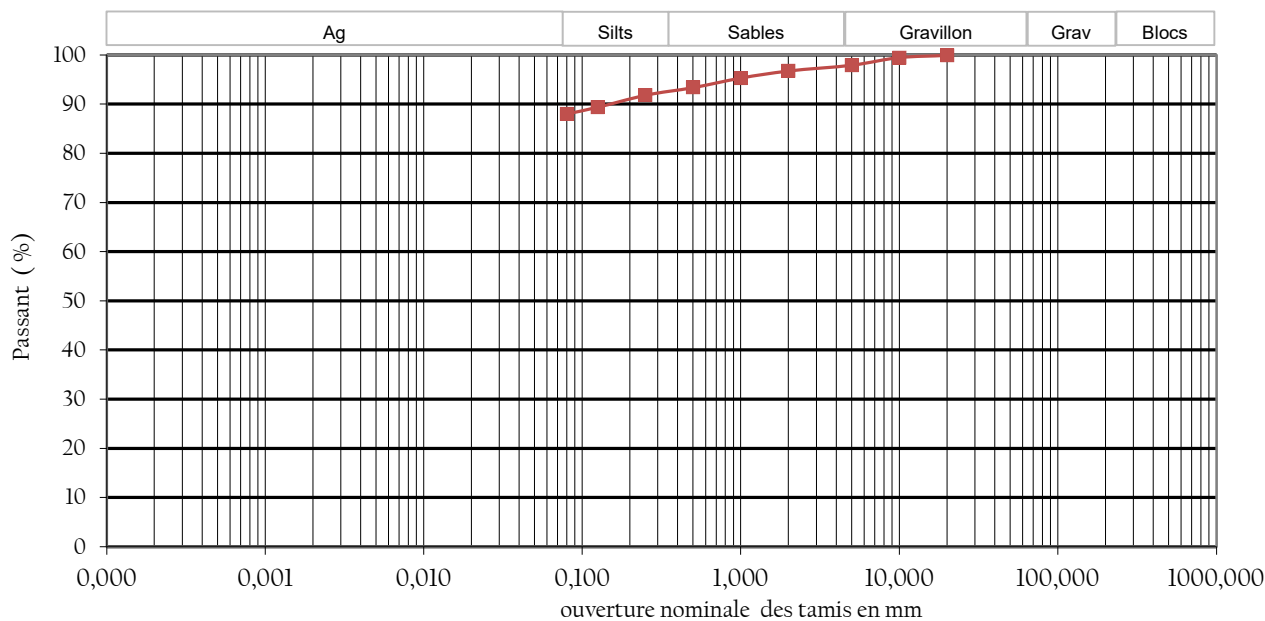




ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE ET PAR SEDIMENTATION

Selon la norme NF EN ISO 17892-4

Nos Ref :	GEOT515	Température de séchage	Opérateur:	G.T	
Chantier :	BOIS-GUILLAUME (76230)	105°C			
Sondage :	SC3	Date Prélèvement :	01/04/2026	D (mm) =	20
Profondeur (m) :	entre 1,0 m et 3,0 m	Date d'essai :	17/04/2026		



Ø des tamis (mm)	125	80	63	50	40	31,5	20	10	5	2	1	0,5	0,25	0,125
Passant (%)							99,915	99,49	97,92	96,76	95,32	93,39	91,83	89,38
Ø des tamis (µm)	80	70,3	55,5	40	25,5	18,3	14,34	10,26	8,42	4,30	3,07	1,68	0,97	0,43
Passant (%)	88,01													

POIDS VOLUMIQUE SEC

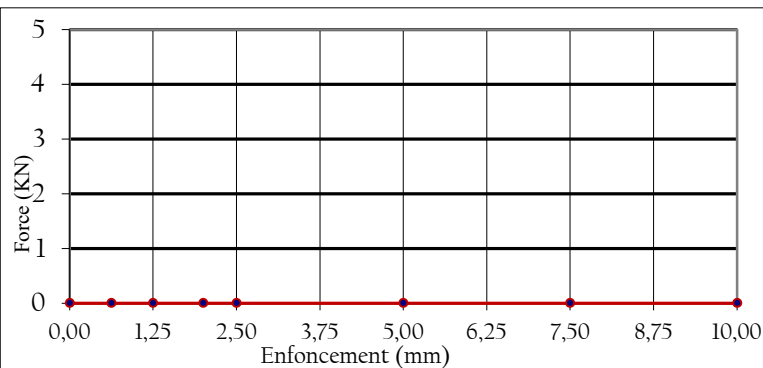
Masse de l'échantillon sec (g)	G (N/Kg)	Volume sec (ml)	Poids sec (KN)	Poids Vol sec (KN/m³)
444,81	9,81	240	0,0044	18,18

ESSAI AU BLEU DE METHYLENE NF P 94-068

W 0/5 (%)	Mh1(g)	Mh2(g)	Ms2 (g)	masse de bleu à 10 g/l (g)	Valeur au bleu VBS
	21,4	2008,00	1732,30	0,20	1,1

INDICE PORTANT IMMEDIAT NF P 94-078

W naturelle (%)		18,24
Masse volumique sèche compactée ρ_d (t/m³)		
INDICE PORTANT IMMEDIAT	à 2,5 mm = $\frac{F(KN) \cdot 100}{13,35}$	
	à 5 mm = $\frac{F(KN) \cdot 100}{19,93}$	
Indice portait immédiat à W naturelle		
Classification GTR NF P 11-300		A1- [Limens argileux]



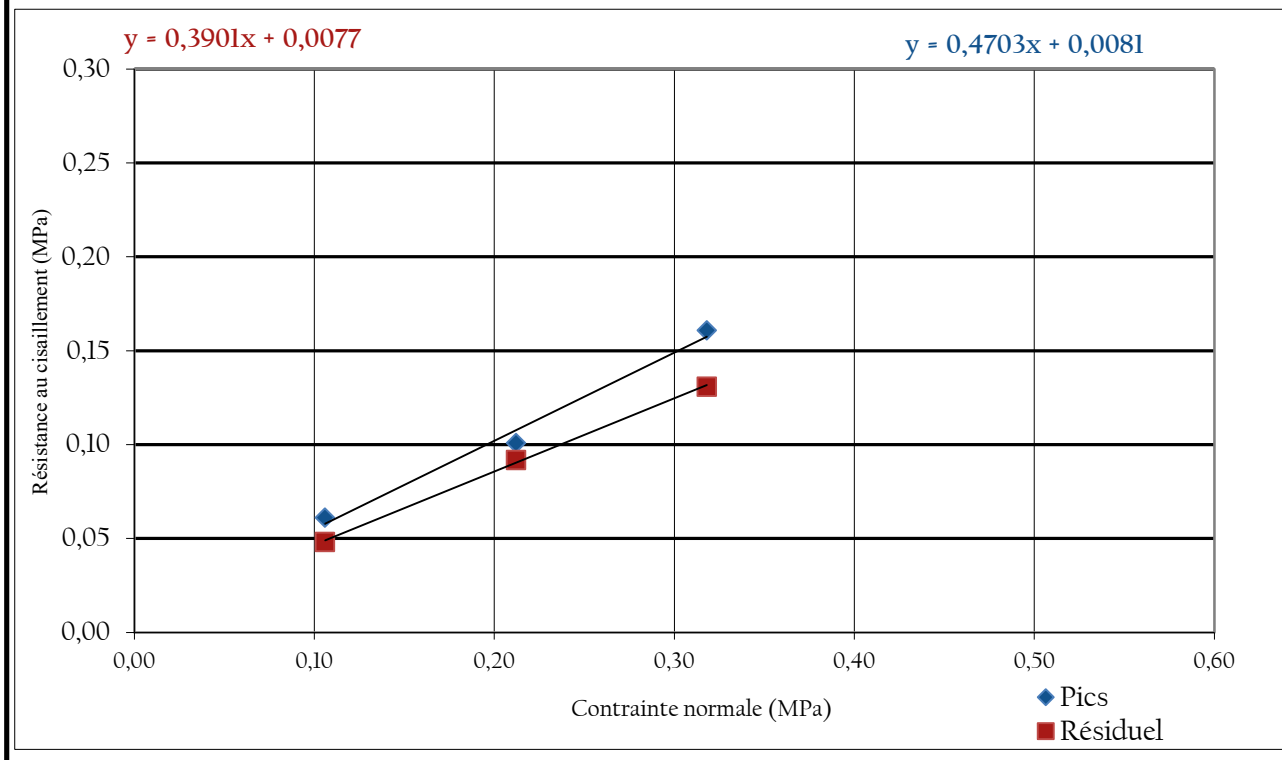


ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE - CONSOLIDE DRAINE

selon la norme NF P 94-071

Nos Ref :	GEOT515	σ'_{vo} (kpa)		Opérateur:	E.B	
Chantier :	Construction d'un USLD BOIS-GUILLAUME (76230)	180		Vitesse ($\mu\text{m}/\text{min}$)	15	Charge consolidation 9 kg
Sondage :	SC1	Date Prélèvement :		01/04/2026	D_{epr} (mm)	H_{epr} (mm)
Profondeur :	entre 0,50 m et 1,50 m	Date d'essai :		16/014/2026	60	20

Eprouvettes	N°	1	2	3		1	2	3	
$\sigma_{consolidation}$	MPa	0,106	0,212	0,318	σ_{cis} (Mpa)	0,106	0,212	0,318	
$\Delta l_{f,p}$	mm	3,67	3,2	2,58	$t_{f,p}$ (Mpa)	0,0613	0,101	0,161	Pics
$\Delta l_{f,f}$	mm	9,04	9,03	9,04	$t_{f,f}$ (Mpa)	0,0483	0,092	0,131	Résiduel
H_0	mm	20	20	20					
$\Delta h_{consolidation}$	mm	2,77	2,89	2,99	Pics		Résiduel		
$H_{consolidée}$	mm	17,23	17,11	17,01	C_p (Kpa)	ϕ_p (°)	C_f (Kpa)	ϕ_f (°)	
$\rho_{initiale}$	g/cm ³	1,908	1,906	1,91	8,07	25,19	7,73	21,31	
$\rho_{d\text{ initiale}}$	g/cm ³	1,503	1,499	1,514					
$e_{initiale}$		0,8	0,8	0,78					
$S_r\text{ initiale}$	%	91,2	91,4	90					
$\rho_{d\text{ consolidée}}$	g/cm ³	1,745	1,753	1,781					
t_{100}	min			7,8					
$\rho_s\text{ estimée}$	g/cm ³	2,7	2,7	2,7					
$\rho_s\text{ mesurée}$	g/cm ³								



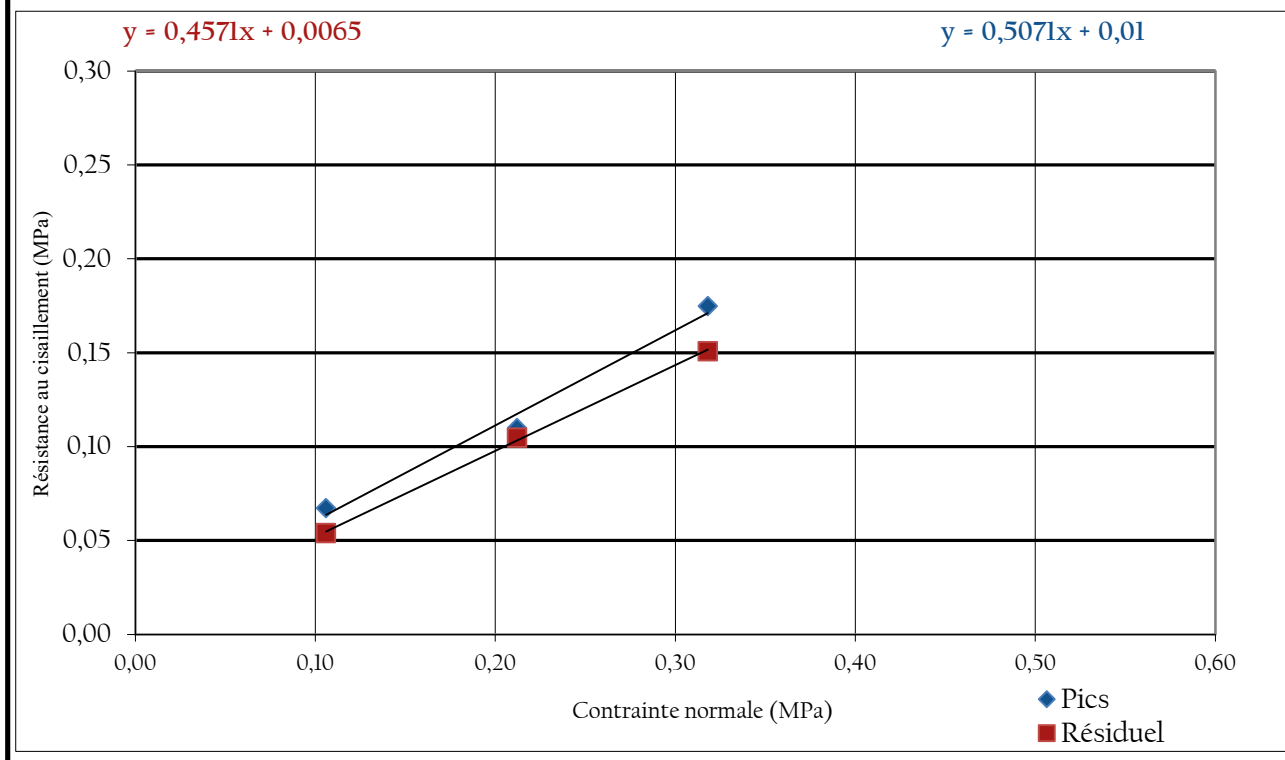


ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE - CONSOLIDE DRAINE

selon la norme NF P 94-071

Nos Ref :	GEOT515	σ'_{vo} (kpa)		Opérateur:	E.B	
Chantier :	Construction d'un USLD BOIS-GUILLAUME (76230)	180		Vitesse ($\mu\text{m}/\text{min}$)	15	Charge consolidation 9 kg
Sondage :	SC2	Date Prélèvement :		02/04/2026	D_{epr} (mm)	H_{epr} (mm)
Profondeur :	entre 1,50 m et 2,50 m	Date d'essai :		16/04/2026	60	20

Eprouvettes	N°	1	2	3		1	2	3	
$\sigma_{consolidation}$	MPa	0,106	0,212	0,318	σ_{cis} (Mpa)	0,106	0,212	0,318	
$\Delta l_{f,p}$	mm	3,33	3,14	2,78	$t_{f,p}$ (Mpa)	0,0675	0,11	0,175	Pics
$\Delta l_{f,f}$	mm	9,24	9,09	9,09	$t_{f,f}$ (Mpa)	0,0541	0,105	0,151	Résiduel
H_0	mm	20	20	20					
$\Delta h_{consolidation}$	mm	2,79	2,85	2,97	Pics		Résiduel		
$H_{consolidée}$	mm	17,21	17,15	17,03	C_p (Kpa)	ϕ_p (°)	C_f (Kpa)	ϕ_f (°)	
$\rho_{initiale}$	g/cm ³	1,91	1,909	1,919	10,00	26,89	6,47	24,56	
ρ_d initiale	g/cm ³	1,601	1,642	1,657					
e initiale		0,8	0,8	0,78					
S_r initiale	%	91,2	91,4	90					
ρ_d consolidée	g/cm ³	1,836	1,884	1,96					
t_{100}	min			7,8					
ρ_s estimée	g/cm ³	2,7	2,7	2,7					
ρ_s mesurée	g/cm ³								



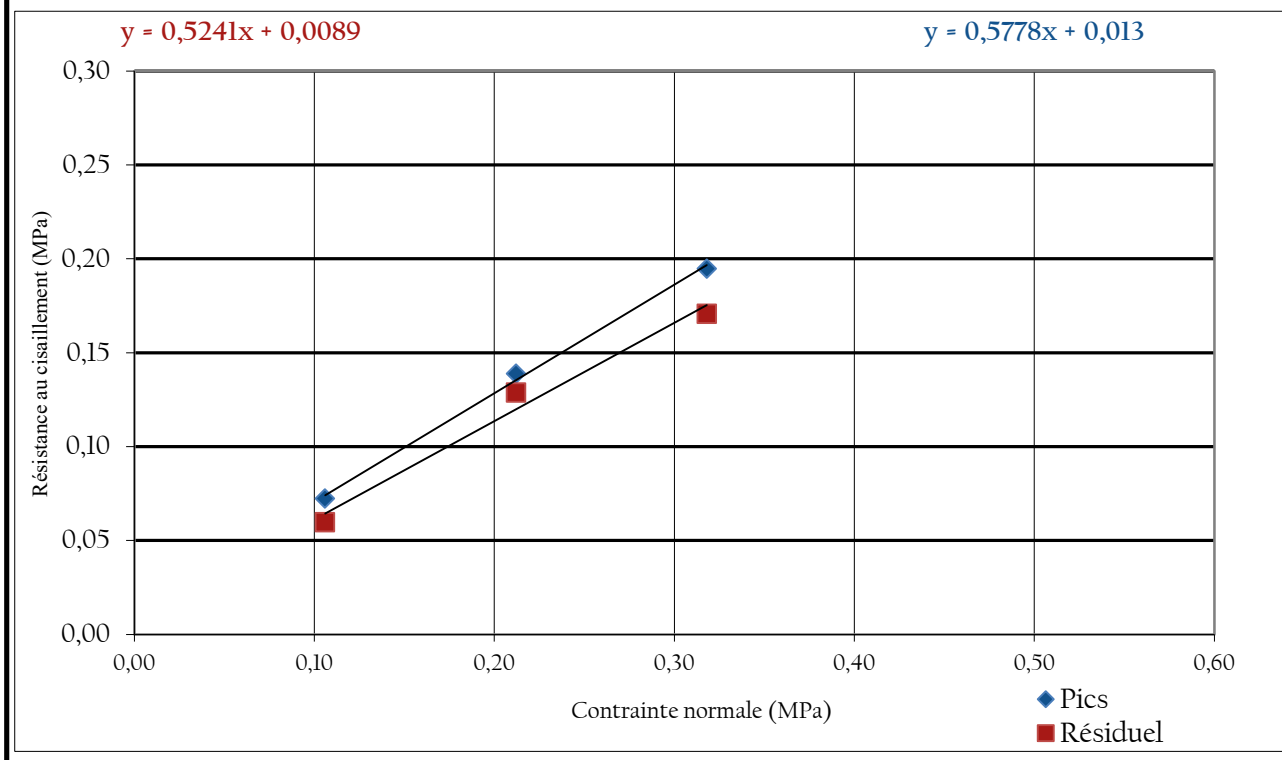


ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE - CONSOLIDE DRAINE

selon la norme NF P 94-071

Nos Ref :	GEOT515	σ'_{vo} (kpa)		Opérateur:	E.B	
Chantier :	Construction d'un USLD BOIS-GUILLAUME (76230)	180		Vitesse ($\mu\text{m}/\text{min}$)	15	Charge consolidation 9 kg
Sondage :	SC3	Date Prélèvement :		02/04/2026	D_{epr} (mm)	H_{epr} (mm)
Profondeur :	entre 3,00 m et 4,00 m	Date d'essai :		16/04/2026	60	20

Eprouvettes	N°	1	2	3		1	2	3	
$\sigma_{consolidation}$	MPa	0,106	0,212	0,318	σ_{cis} (Mpa)	0,106	0,212	0,318	
$\Delta l_{f,p}$	mm	3,47	3,07	2,98	$t_{f,p}$ (Mpa)	0,0725	0,139	0,195	Pics
$\Delta l_{f,f}$	mm	9,66	9,39	8,8	$t_{f,f}$ (Mpa)	0,0599	0,129	0,171	Résiduel
H_0	mm	20	20	20					
$\Delta h_{consolidation}$	mm	2,65	2,91	3,09	Pics		Résiduel		
$H_{consolidée}$	mm	17,35	17,09	16,91	C_p (Kpa)	ϕ_p (°)	C_f (Kpa)	ϕ_f (°)	
$\rho_{initiale}$	g/cm3	2,05	2,04	1,92	13,00	30,02	8,87	27,66	
$\rho_{d\text{ initiale}}$	g/cm3	1,791	1,878	1,779					
$e_{initiale}$		0,51	0,52	0,52					
$S_r\text{ initiale}$	%	91,2	91,4	90					
$\rho_{d\text{ consolidée}}$	g/cm3	1,986	2,025	2,095					
t_{100}	min			7,8					
$\rho_s\text{ estimée}$	g/cm3	2,7	2,7	2,7					
$\rho_s\text{ mesurée}$	g/cm3								





Essai d'agressivité des sols vis-à-vis du béton

Nos Ref :	GEOT515	Température	15,9°C			Opérateur:	C. M
Chantier :	BOIS-GUILLAUME						
Sondage :	SC1	Date Prélèvement :			10/04/2026		
Niveau d'eau (m)	3,00 - 5,00	Date d'essai :			28/04/2026		

Analyse physique

Matière sèche (%masse MB)	81,5
Degré d'acidité ml/kg MS	50

Cations, anions et éléments non métalliques

Sulfates (SO4) mg/kg MS	<450
Repatriement de vos échantillons	/-
Classe d'exposition	Hors classe

Préparation échantillon

Minéralisé à l'acide chlorhydrique	27/04/2026
------------------------------------	------------

Annexe technique

Paramètre	Norme
Matière sèche	NF ISO 11465
Degré d'acidité	DIN EN 16502
Minéralisation à l'acide chlorhydrique	DIN 4030-2
Sulfates (SO ₄ ²⁻)	Meth. Interne / NF EN 1744-1
Classe d'exposition au béton	NF EN 206/CN



Essai d'agressivité des sols vis-à-vis du béton

Nos Ref :	GEOT515	Température	15,9°C			Opérateur:	C. M
Chantier :	BOIS-GUILLAUME						
Sondage :	SC2	Date Prélèvement :		10/04/2026			
Niveau d'eau (m)	1,00 - 2,00	Date d'essai :		28/04/2026			

Analyse physique

Matière sèche (%masse MB)	82,5
Degré d'acidité ml/kg MS	54

Cations, anions et éléments non métalliques

Sulfates (SO4) mg/kg MS	<450
Repatriement de vos échantillons	/-
Classe d'exposition	Hors classe

Préparation échantillon

Minéralisé à l'acide chlorhydrique	27/04/2026
------------------------------------	------------

Annexe technique

Paramètre	Norme
Matière sèche	NF ISO 11465
Degré d'acidité	DIN EN 16502
Minéralisation à l'acide chlorhydrique	DIN 4030-2
Sulfates (SO ₄ ²⁻)	Meth. Interne / NF EN 1744-1
Classe d'exposition au béton	NF EN 206/CN



Essai d'agressivité des sols vis-à-vis du béton

Nos Ref :	GEOT515	Température	15,9°C			Opérateur:	C. M
Chantier :	BOIS-GUILLAUME						
Sondage :	SC2	Date Prélèvement :			10/04/2026		
Niveau d'eau (m)	3,00 - 5,00	Date d'essai :			28/04/2026		

Analyse physique

Matière sèche (%masse MB)	82,5
Degré d'acidité ml/kg MS	51

Cations, anions et éléments non métalliques

Sulfates (SO4) mg/kg MS	<450
Repatriement de vos échantillons	/-
Classe d'exposition	Hors classe

Préparation échantillon

Minéralisé à l'acide chlorhydrique	27/04/2026
------------------------------------	------------

Annexe technique

Paramètre	Norme
Matière sèche	NF ISO 11465
Degré d'acidité	DIN EN 16502
Minéralisation à l'acide chlorhydrique	DIN 4030-2
Sulfates (SO ₄ ²⁻)	Meth. Interne / NF EN 1744-1
Classe d'exposition au béton	NF EN 206/CN



Essai d'agressivité des sols vis-à-vis du béton

Nos Ref :	GEOT515	Température	15,9°C			Opérateur:	C. M
Chantier :	BOIS-GUILLAUME						
Sondage :	SC3	Date Prélèvement :			10/04/2026		
Niveau d'eau (m)	3,00 - 5,00	Date d'essai :			28/04/2026		

Analyse physique

Matière sèche (%masse MB)	83,5
Degré d'acidité ml/kg MS	52

Cations, anions et éléments non métalliques

Sulfates (SO4) mg/kg MS	<450
Repatriement de vos échantillons	/-
Classe d'exposition	Hors classe

Préparation échantillon

Minéralisé à l'acide chlorhydrique	27/04/2026
------------------------------------	------------

Annexe technique

Paramètre	Norme
Matière sèche	NF ISO 11465
Degré d'acidité	DIN EN 16502
Minéralisation à l'acide chlorhydrique	DIN 4030-2
Sulfates (SO ₄ ²⁻)	Meth. Interne / NF EN 1744-1
Classe d'exposition au béton	NF EN 206/CN



Essai d'agressivité des sols vis-à-vis du béton

Nos Ref :	GEOT515	Température	15,9°C			Opérateur:	C. M
Chantier :	BOIS-GUILLAUME						
Sondage :	SC4	Date Prélèvement :		10/04/2026			
Niveau d'eau (m)	1,00 - 2,00	Date d'essai :		28/04/2026			

Analyse physique

Matière sèche (%masse MB)	77,4
Degré d'acidité ml/kg MS	50

Cations, anions et éléments non métalliques

Sulfates (SO4) mg/kg MS	<450
Repatriement de vos échantillons	/-
Classe d'exposition	Hors classe

Préparation échantillon

Minéralisé à l'acide chlorhydrique	27/04/2026
------------------------------------	------------

Annexe technique

Paramètre	Norme
Matière sèche	NF ISO 11465
Degré d'acidité	DIN EN 16502
Minéralisation à l'acide chlorhydrique	DIN 4030-2
Sulfates (SO ₄ ²⁻)	Meth. Interne / NF EN 1744-1
Classe d'exposition au béton	NF EN 206/CN



Essai d'agressivité des sols vis-à-vis du béton

Nos Ref :	GEOT515	Température	15,9°C			Opérateur:	C. M
Chantier :	BOIS-GUILLAUME						
Sondage :	SC4	Date Prélèvement :			10/04/2026		
Niveau d'eau (m)	3,00 - 5,00	Date d'essai :			28/04/2026		

Analyse physique

Matière sèche (%masse MB)	80,5
Degré d'acidité ml/kg MS	53

Cations, anions et éléments non métalliques

Sulfates (SO ₄) mg/kg MS	<450
Repatriement de vos échantillons	/-
Classe d'exposition	Hors classe

Préparation échantillon

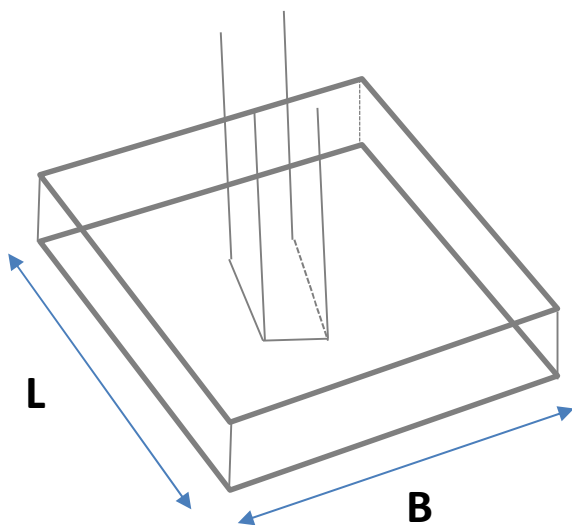
Minéralisé à l'acide chlorhydrique	27/04/2026
------------------------------------	------------

Annexe technique

Paramètre	Norme
Matière sèche	NF ISO 11465
Degré d'acidité	DIN EN 16502
Minéralisation à l'acide chlorhydrique	DIN 4030-2
Sulfates (SO ₄ ²⁻)	Meth. Interne / NF EN 1744-1
Classe d'exposition au béton	NF EN 206/CN

NOTES DE CALCULS AVP

1. Shéma



2. Paramètres de base

B (m)	L(m)	λ_c	λ_d	a	b	c
1	∞	1,47	2,48	0,2	0,02	1,3

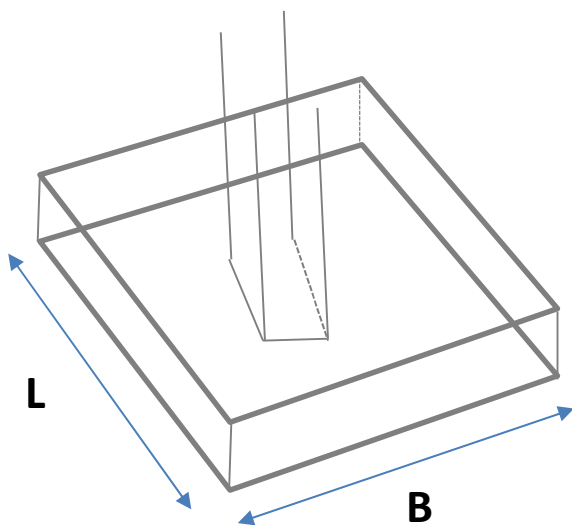
k_{p0}	α
0,8	0,5

3. Résultats de calcul

p_{le}^* (MPa)	$k_{p;B/L}$	q_{net} (MPa)	D_e (m)	$Q_{ad_{ELS}}$ (MPa)	Q_{ELU} (MPa)
0,59	1,02	0,602	2,827	0,190	0,312

$i\delta$	$i\beta$	E_s (MPa)	E_d (MPa)	S_c (cm)	S_d (cm)	S_f (cm)
1	1	5,74	6,26	0,20	0,60	0,80

1. Shéma



2. Paramètres de base

B (m)	L(m)	λ_c	λ_d	a	b	c
1	1	1,1	1,12	0,22	0,02	1,5

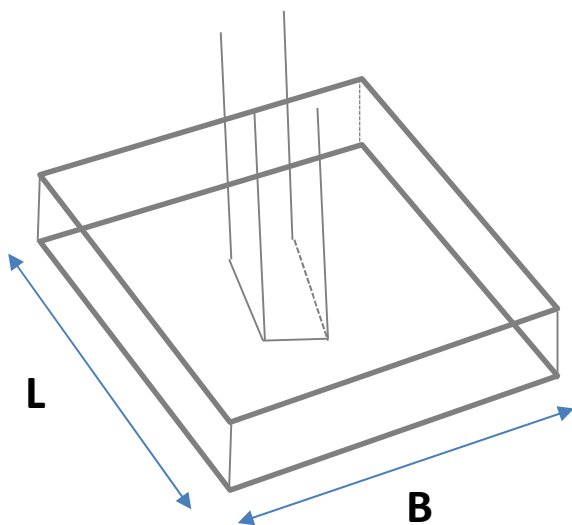
k_{p0}	α
0,8	0,5

3. Résultats de calcul

p_{le}^* (MPa)	$k_{p;B/L}$	q_{net} (MPa)	D_e (m)	$Q_{ad_{ELS}}$ (MPa)	Q_{ELU} (MPa)
0,59	1,12	0,661	2,8	0,220	0,361

$i\delta$	$i\beta$	E_s (MPa)	E_d (MPa)	S_c (cm)	S_d (cm)	S_f (cm)
1	1	5,74	6,26	0,18	0,49	0,67

1. Shéma



2. Paramètres de base

B (m)	L(m)	λ_c	λ_d	a	b	c
1	∞	1,45	2,378	0,2	0,02	1,3

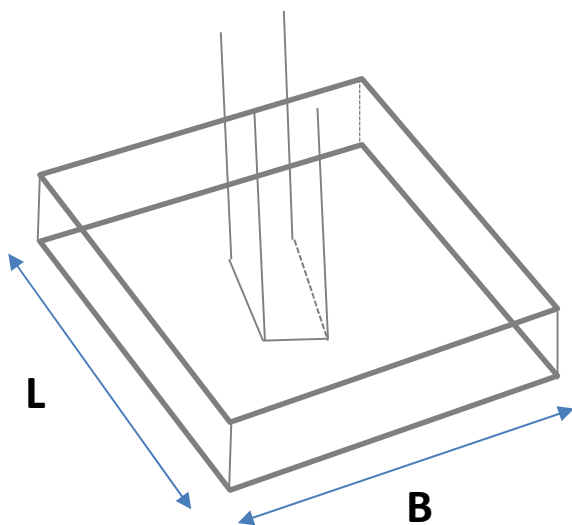
k_{p0}	α
0,8	0,5

3. Résultats de calcul

p_{le}^* (MPa)	$k_{p;B/L}$	q_{net} (MPa)	D_e (m)	$Q_{ad_{ELS}}$ (MPa)	Q_{ELU} (MPa)
0,42	1,00	0,419	1,500	0,140	0,230

$i\delta$	$i\beta$	E_s (MPa)	E_d (MPa)	S_c (cm)	S_d (cm)	S_f (cm)
1	1	4,78	4,95	0,19	0,61	0,80

1. Schéma



2. Paramètres de base

B (m)	L(m)	λ_c	λ_d	a	b	c
1	1	1,1	1,12	0,22	0,02	1,5

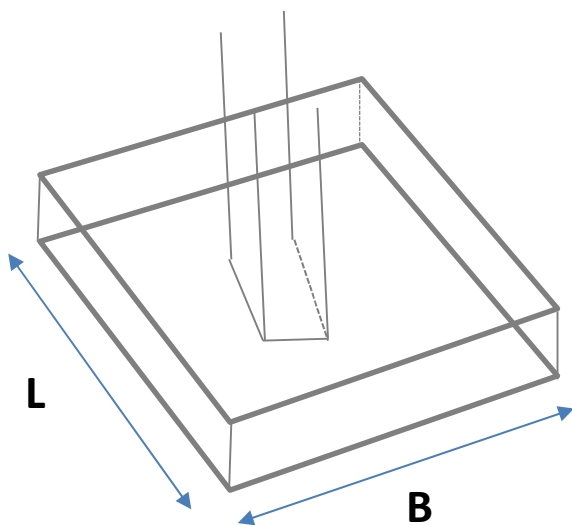
k_{p0}	α
0,8	0,5

3. Résultats de calcul

p_{le}^* (MPa)	$k_{p;B/L}$	q_{net} (MPa)	D_e (m)	$Q_{ad_{ELS}}$ (MPa)	Q_{ELU} (MPa)
0,42	1,02	0,430	1,5	0,140	0,230

$i\delta$	$i\beta$	E_s (MPa)	E_d (MPa)	S_c (cm)	S_d (cm)	S_f (cm)
1	1	4,78	4,95	0,14	0,42	0,56

1. Schéma



2. Paramètres de base

B (m)	L(m)	λ_c	λ_d	a	b	c
1	∞	1,47	2,48	0,2	0,02	1,3

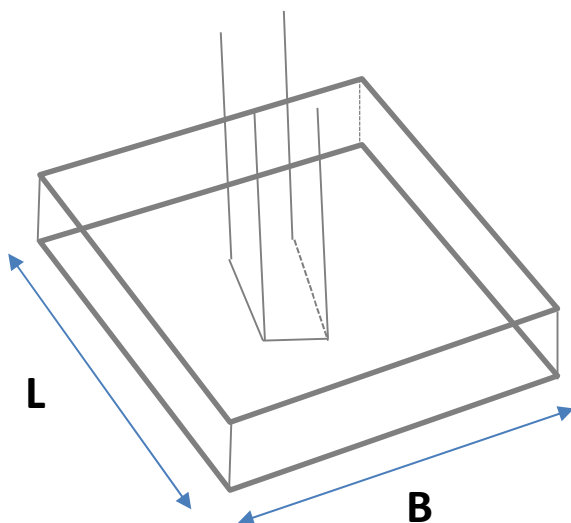
k_{p0}	α
0,8	0,5

3. Résultats de calcul

p_{le}^* (MPa)	$k_{p;B/L}$	q_{net} (MPa)	D_e (m)	$Q_{ad_{ELS}}$ (MPa)	Q_{ELU} (MPa)
0,40	0,98	0,392	1,238	0,120	0,197

$i\delta$	$i\beta$	E_s (MPa)	E_d (MPa)	S_c (cm)	S_d (cm)	S_f (cm)
1	1	4,78	4,95	0,17	0,53	0,70

1. Schéma



2. Paramètres de base

B (m)	L(m)	λ_c	λ_d	a	b	c
1	1	1,1	1,12	0,22	0,02	1,5

k_{p0}	α
0,8	0,5

3. Résultats de calcul

p_{le}^* (MPa)	$k_{p;B/L}$	q_{net} (MPa)	D_e (m)	$Q_{ad_{ELS}}$ (MPa)	Q_{ELU} (MPa)
0,40	1,01	0,403	1,2	0,140	0,230

$i\delta$	$i\beta$	E_s (MPa)	E_d (MPa)	S_c (cm)	S_d (cm)	S_f (cm)
1	1	3,13	4,30	0,23	0,50	0,73

Estimation des valeurs de tassement sous dallage infini à partir de résultats d'essais pressiométriques



NOTE DE CALCUL N°

ZONE 2

Dossier n°

GEOT515

Date

28/04/2026

1. Données générales

VILLE :	76230 BOIS-GUILLAUME	Sondage de référence	ZONE 1
Adresse :	147 Avenue du Maréchal Juin	Système altimétrique	Locales
Projet :	Construction d'une Unité de Soins Longue Durée (USLD)	Poids. Vol. humide estimé du sol γ_h (kN/m ³)	18,6
Zone concernée :	Dallage	Poids. Vol. saturé estimé du sol γ_s (kN/m ³)	18,6

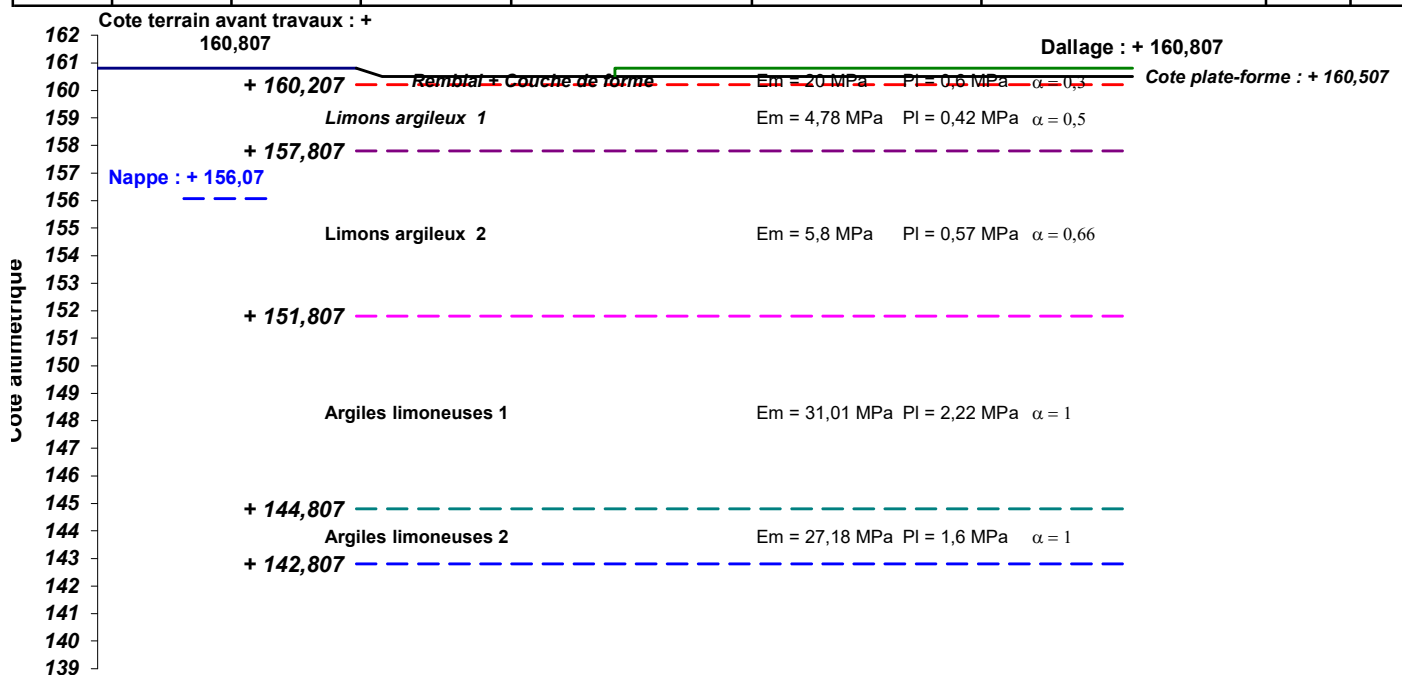
2. Caractéristiques altimétriques

Cote du sondage (avant travaux)	Cote de la nappe	Cote plate-forme sous dallage	Cote du dallage fini	Cote prévisible fond de fouille compris purges	Epaisseur des déblais et purges (m)	σ'_{v0} : Contrainte effective avant travaux à la cote fond de fouille (kPa)	Hauteur des remblais + couche de forme / fond de fouille	Epaisseur de la dalle béton (m)	Hauteur remblayée entre TN et niveau fini (m)
160,81	156,07	160,51	160,81	160,21	0,60	11,2	0,30	0,30	0,00

3. Caractéristiques mécaniques du remblais technique / Couche de forme

4. Charges d'exploitation

Poids.Vol (kN/m ³)	E_M mini (MPa)	pl mini (Mpa)	α	Tassement du remblais sous son propre poids (cm)	Contrainte totale due au remblais + dalle béton sur le fond de fouille (kPa)	q : Charges d'exploitation ELS sur dallage (kPa):	Cas 1	Cas 2
18,0	20	0,6	0,3	négligeable	12,0	$\Delta\sigma$: Accroissement total de pression sur le sol en fond de fouille (kPa)	2,0	5,0
							2,8	5,8



5. Modèle géomécanique - calcul des tassements

Sol n°	Description	Cote altimétrique de la base	Prof de la base/ Plate-forme(m)	pl* (MPa)	E_M (MPa)	E_M/p_i	α	E_s (Mpa)	Cas 1	Cas 2
1	Remblai + Couche de forme	160,2	0,3	0,6	20	33	0,30	67	0,0	0,0
2	Limons argileux 1	157,8	2,7	0,4	5	11	0,50	10	0,1	0,1
3	Limons argileux 2	151,8	8,7	0,6	6	10	0,66	9	0,2	0,4
4	Argiles limoneuses 1	144,8	15,7	2,2	31	14	1,00	31	0,1	0,1
5	Argiles limoneuses 2	142,8	17,7	1,6	27	17	1,00	27	0,0	0,0
Tassement total s (cm)									0,4	0,7

Le modèle géomécanique est défini après les travaux de terrassement pour la réalisation de la plate-forme

E_s : Module de déformation du sol au sens du DTU 13.3 de Mars 2005.

Estimation des valeurs de tassement sous dallage infini à partir de résultats d'essais pressiométriques



NOTE DE CALCUL N°

ZONE 3

Dossier n°

GEOT515

Date

28/04/2026

1. Données générales

VILLE :	76230 BOIS-GUILLAUME	Sondage de référence	ZONE 1
Adresse :	147 Avenue du Maréchal Juin	Système altimétrique	Locales
Projet :	Construction d'une Unité de Soins Longue Durée (USLD)	Poids. Vol. humide estimé du sol γ_h (kN/m ³)	18,6
Zone concernée :	Dallage	Poids. Vol. saturé estimé du sol γ_s (kN/m ³)	18,0

2. Caractéristiques altimétriques

Cote du sondage (avant travaux)	Cote de la nappe	Cote plate-forme sous dallage	Cote du dallage fini	Cote prévisible fond de fouille compris purges	Epaisseur des déblais et purges (m)	σ'_{v0} : Contrainte effective avant travaux à la cote fond de fouille (kPa)	Hauteur des remblais + couche de forme / fond de fouille	Epaisseur de la dalle béton (m)	Hauteur remblayée entre TN et niveau fini (m)
160,80	156,60	160,50	160,80	160,20	0,60	11,2	0,30	0,30	0,00

3. Caractéristiques mécaniques du remblais technique / Couche de forme

4. Charges d'exploitation

Poids.Vol (kN/m ³)	E_M mini (MPa)	pl mini (Mpa)	α	Tassement du remblais sous son propre poids (cm)	Contrainte totale due au remblais + dalle béton sur le fond de fouille (kPa)	q : Charges d'exploitation ELS sur dallage (kPa):	Cas 1	Cas 2
18,0	20	0,6	0,3	négligeable	12,0	$\Delta\sigma$: Accroissement total de pression sur le sol en fond de fouille (kPa)	2,0	5,0
							2,8	5,8



5. Modèle géomécanique - calcul des tassements

Sol n°	Description	Cote altimétrique de la base	Prof de la base/ Plate-forme(m)	pl* (MPa)	E_M (MPa)	E_M/p_l	α	E_s (Mpa)	Cas 1	Cas 2
1	Remblai + Couche de forme	160,2	0,3	0,6	20	33	0,30	67	0,0	0,0
2	Limons argileux 1	158,8	1,7	0,3	3	9	0,50	6	0,1	0,1
3	Limons argileux 2	151,8	8,7	0,6	7	10	0,50	13	0,2	0,3
4	Argiles limoneuses 1	144,8	15,7	1,7	25	15	0,66	39	0,1	0,1
5	Argiles limoneuses 2	142,8	17,7	2,3	36	16	0,66	55	0,0	0,0
Tassement total s (cm)									0,3	0,6

Le modèle géomécanique est défini après les travaux de terrassement pour la réalisation de la plate-forme

E_s : Module de déformation du sol au sens du DTU 13.3 de Mars 2005.

Estimation des valeurs de tassement sous dallage infini à partir de résultats d'essais pressiométriques



NOTE DE CALCUL N°

ZONE 1

Dossier n°

GEOT515

Date

28/04/2026

1. Données générales

VILLE :	76230 BOIS-GUILLAUME	Sondage de référence	ZONE 1
Adresse :	147 Avenue du Maréchal Juin	Système altimétrique	Locales
Projet :	Construction d'une Unité de Soins Longue Durée (USLD)	Poids. Vol. humide estimé du sol γ_h (kN/m ³)	18,6
Zone concernée :	Dallage	Poids. Vol. saturé estimé du sol γ_s (kN/m ³)	18,0

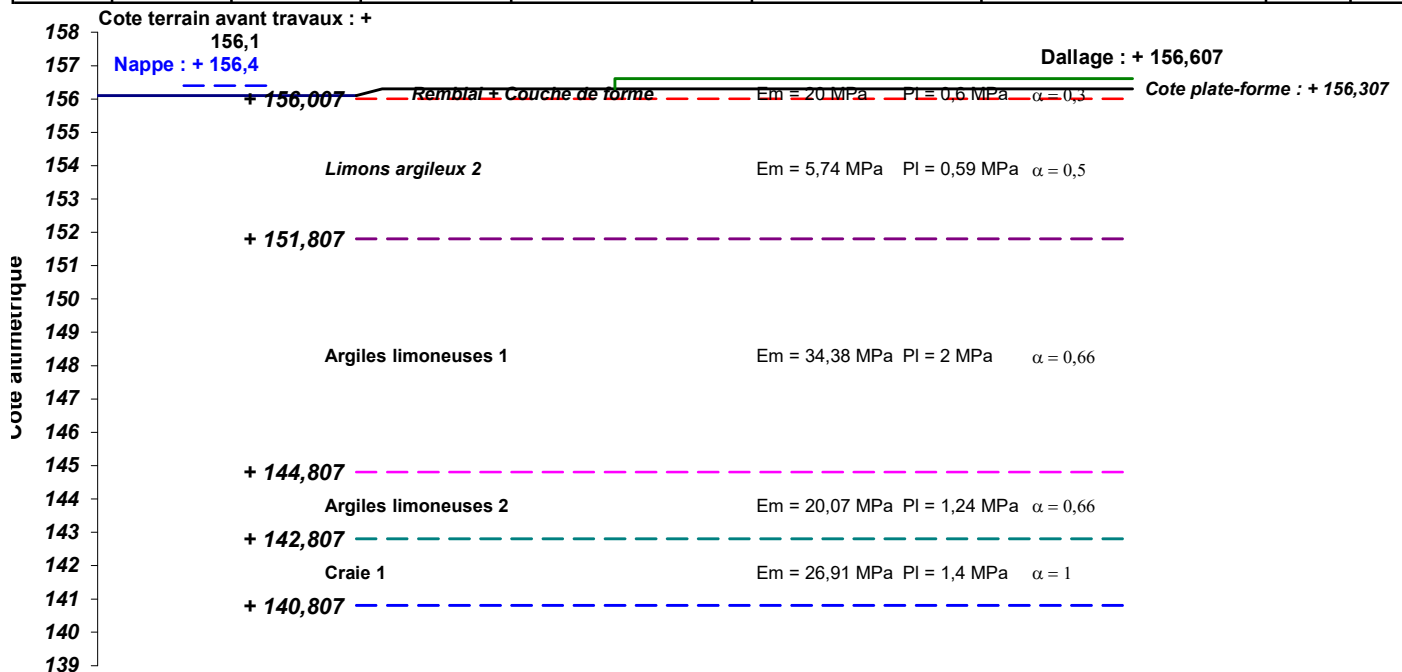
2. Caractéristiques altimétriques

Cote du sondage (avant travaux)	Cote de la nappe	Cote plate-forme sous dallage	Cote du dallage fini	Cote prévisible fond de fouille compris purges	Epaisseur des purges /TN (m)	σ'_{v0} : Contrainte effective avant travaux à la cote fond de fouille (kPa)	Hauteur des remblais + couche de forme / fond de fouille	Epaisseur de la dalle béton (m)	Hauteur remblayée entre TN et niveau fini (m)
156,10	156,40	156,31	156,61	156,01	0,09	-2,4	0,30	0,30	0,51

3. Caractéristiques mécaniques du remblais technique / Couche de forme

4. Charges d'exploitation

Poids.Vol (kN/m ³)	E_M mini (MPa)	pl mini (Mpa)	α	Tassement du remblais sous son propre poids (cm)	Contrainte totale due au remblais + dalle béton sur le fond de fouille (kPa)	q : Charges d'exploitation ELS sur dallage (kPa):	Cas 1	Cas 2
18,0	20	0,6	0,3	négligeable	12,0	$\Delta\sigma$: Accroissement total de pression sur le sol en fond de fouille (kPa)	2,0	5,0
							16,4	19,4



5. Modèle géomécanique - calcul des tassements

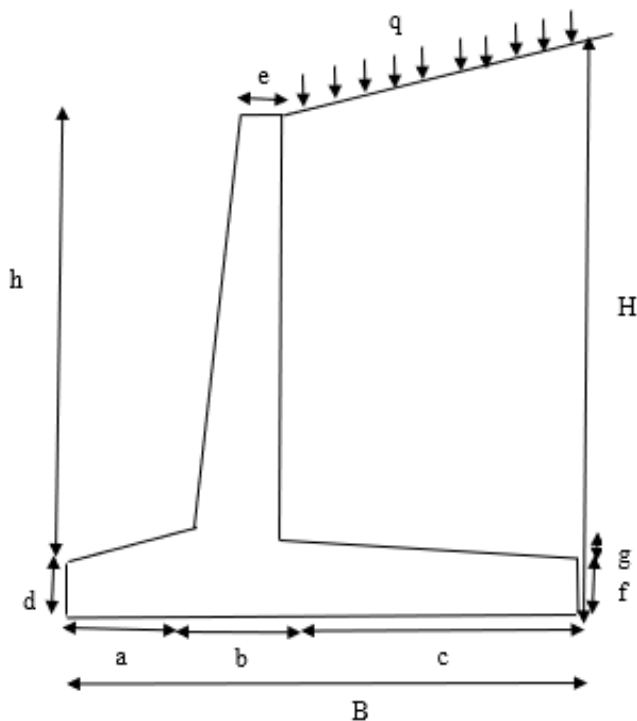
Sol n°	Description	Cote altimétrique de la base	Prof de la base/ Plate-forme(m)	pl* (MPa)	E_M (MPa)	E_M/p_i	α	E_s (Mpa)	Cas 1	Cas 2
1	Remblai + Couche de forme	156,0	0,3	0,6	20	33	0,30	67	0,0	0,0
2	Limons argileux 2	151,8	4,5	0,6	6	10	0,50	11	0,6	0,7
3	Argiles limoneuses 1	144,8	11,5	2,0	34	17	0,66	52	0,2	0,3
4	Argiles limoneuses 2	142,8	13,5	1,2	20	16	0,66	30	0,1	0,1
5	Craie 1	140,8	15,5	1,4	27	19	1,00	27	0,1	0,1
Tassement total s (cm)									1,1	1,3

Le modèle géomécanique est défini après les travaux de terrassement pour la réalisation de la plate-forme

E_s : Module de déformation du sol au sens du DTU 13.3 de Mars 2005.

INPUTS

Partial Safety Factors				Geometry (m)		
γ_ϕ	$\gamma_{G \text{ soil}}$	γ_q	$\gamma_{G \text{ wall}}$	a	b	c
1,25	1,1	1,5	0,9	0,4	0,3	0,75
$\gamma_{\text{Resistance}}$	γ_{surchage}			d	e	f
1	1			0,5	0,3	0,5
				g	B	H
				0	1,45	4,2
				i(°)	h	Longueur L
				0	3,7	



Material Properties			
ϕ : Friction angle	c' (kpa)	γ_{soil} (KN/m3)	γ_{concrete} (KN/m3)
33	0	20	25
q (KN/m2)	Installation		
5	Cast in place		

OBSERVATIONS

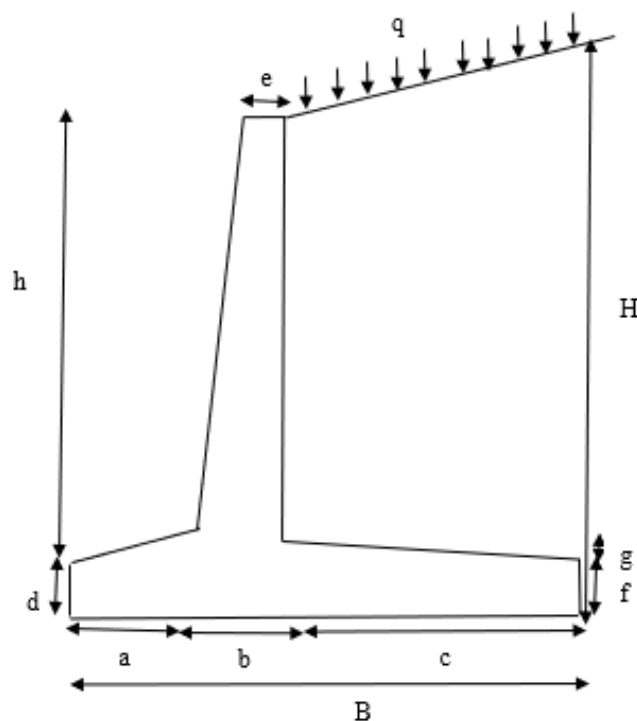
Toppling is verified

RESULTS

	Factor of Safety
TOPPLING	1,25

INPUTS

Partial Safety Factors				Geometry (m)		
γ_ϕ	$\gamma_{G \text{ soil}}$	γ_q	$\gamma_{G \text{ wall}}$	a	b	c
1	1,35	1,5	1,35	0,4	0,3	0,75
$\gamma_{\text{Resistance}}$	γ_{surchage}			d	e	f
1	1			0,5	0,3	0,5
				g	B	H
				0	1,45	4,2
				i(°)	h	Longueur L
				0	3,7	



Material Properties			
ϕ : Friction angle	c' (kpa)	γ_{soil} (KN/m3)	γ_{concrete} (KN/m3)
33	0	20	25
q (KN/m2)	Installation		
5	Cast in place		

OBSERVATIONS

sliding is verified

RESULTS

	Factor of Safety
SLIDING	1,65