

ÉTUDE GÉOTECHNIQUE G2 AVP

CONSTRUCTION D'UN ENSEMBLE IMMOBILIER

100 chemin Louis Rouvier
83500 LA SEYNE-SUR-MER

CLIENT : DELTALIA

Référence de la Proposition : N°130582 SC AIX 01a
Rédacteur/trice : Léa TRAN



Agence	N° Dossier	N° pièce	Mission	Rédigé par	Validé par	Date	Commentaires / version
SC AIX	130582	1	G2 AVP	LTR	MBO	12/06/2025	Version définitive

TABLE DES MATIÈRES

1. SYNTHÈSE.....	3
2. MISSIONS – PROJET	4
2.1. GÉNÉRALITÉS	4
2.2. DOCUMENTS EN NOTRE POSSESSION POUR LA RÉDACTION DE L'ÉTUDE	5
2.3. PROJET	5
2.4. CATÉGORIE D'OUVRAGE	5
3. INVESTIGATIONS GÉOTECHNIQUES.....	6
3.1. PROGRAMMES RÉALISÉS	6
3.2. IMPLANTATION / NIVELLEMENT DES TÊTES DE SONDAGES	6
4. CONTEXTE GÉOLOGIQUE ET GÉOTECHNIQUE	7
4.1. ÉTUDE DE SITE	7
4.2. ÉTUDE DE SENSIBILITÉ	7
4.3. BILAN SENSIBILITÉ.....	9
4.4. SUCCESSION LITHOLOGIQUE ET CARACTÉRISTIQUES PRESSIOMÉTRIQUES	9
4.5. EAU PHRÉATIQUE	10
4.6. SYNTHÈSE GÉOTECHNIQUE	10
5. TERRASSEMENT ET SOUTÈNEMENTS	11
5.1. CONTEXTE.....	11
5.2. RIPABILITÉ.....	11
6. GÉOTECHNIQUE DES FONDATIONS.....	12
6.1. DESCENTE DE CHARGES.....	12
6.2. CHOIX D'UN MODE DE FONDATION PAR SEMELLES.....	12
6.3. PRÉCONISATIONS GÉNÉRALES D'EXÉCUTION	13
7. PROTECTION CONTRE LES EAUX	14
7.1. GÉNÉRALITÉS	14
7.2. PRECONISATIONS	14
8. NIVEAUX BAS	15
9. ANNEXES.....	16
9.1. CONDITIONS D'EXPLOITATION ET DE VALIDITÉ DES ETUDES DE SOLS	17
9.2. MISSIONS GÉOTECHNIQUES	19

1. SYNTHÈSE

Il s'agit d'une synthèse non technique résumant les informations à notre disposition actuellement (qui pourront évoluer avec les éventuelles reconnaissances complémentaires). Il s'agit d'un résumé et d'une aide à la lecture. Seul le rapport et ses annexes peut nous être opposable.

Client	DELTALIA
Mission	Mission de géotechnique de Conception phase « Avant-Projet » (AVP)
Projet	Construction d'un ensemble immobilier de structure R+1 sur rez-de-chaussée semi-enterré
Contexte Géologique	D'après la carte géologique de TOULON, le terrain du projet est situé au droit des Phyllades caractéristiques du secteur. Nos investigations ont permis d'établir la succession lithologique suivante : • Horizon H1 : remblais limono-graveleux • Horizon H2 : sables à cailloutis marron (schistes altérés) • Horizon H3 : substratum schisteux
Aléas recherchés	Coupe lithologique du terrain Caractéristiques mécaniques des horizons géologiques Niveau de la nappe phréatique
Fondations	Fondations superficielles, filantes ou isolées avec rattrapage gros béton
Soutènements	Talutage provisoire
Protection contre les eaux	Drainage périphérique aux constructions
Niveau bas	Plancher porté par les fondations
Aléas résiduels	Difficultés de terrassements Variations latérales de faciès géologiques

2. MISSIONS – PROJET

2.1. GÉNÉRALITÉS

Cette étude s'inscrit dans le cadre des missions géotechniques normalisées (NF P 94-500 – novembre 2013) comme une mission de type **G2 « phase avant-projet »** (le détail des missions est repris en annexe).

INGÉNIERIE GÉOTECHNIQUE NFP 94-500 version 2013				INGÉNIERIE GÉNÉRALISTE	MISSION CONFIEE
Étape 1	Étude géotechnique préalable	G1	Phase étude de site (ES)	ESQUISSE	
			Phase Principes généraux de constructions (PGC)	APS	
Étape 2	Étude géotechnique de conception	G2	Phase avant-projet (AVP)	APD	X
				AVP	
			Phase projet* (PRO)	PROJET	
			Phase DCE/ACT	DCE	
Étape 3	Suivi géotechnique d'exécution	G3	Étude géotechnique d'exécution	EXE	
			Suivi géotechnique d'exécution	DET/AOR	
	Supervision géotechnique d'exécution	G4	Supervision de l'étude d'exécution	VISA	
			Supervision du suivi d'exécution	DET/AOR	
-	Diagnostic géotechnique	G5	Étude d'un élément particulier	-	

* Les missions G2 PRO ne comprennent pas ICI l'approche des coûts des ouvrages, des délais de réalisation ni l'établissement de plans de fondations ou de soutènement, ces prestations n'entrant pas dans le champ de compétence d'un BET Géotechnique stricto sensu. Si besoin, ces prestations seront confiées à un économiste de la construction et un BET Structures de Conception.

Le respect de la norme est-il obligatoire ?

Le respect d'une norme NF n'est pas obligatoire. En revanche signer un contrat avec un prestataire qui la respecte revient tacitement à la respecter sauf à décaler le prestataire de ces engagements et responsabilités contractuelles.

Toutes les missions sont-elles obligatoires ?

La norme indique que toutes les missions doivent être réalisées, ce qui dans les faits est d'ailleurs toujours le cas, mais pas toujours par le géotechnicien. Ainsi, si ce n'est pas le géotechnicien qui rédige les pièces écrites, approuve les plans de l'entreprise et suit les travaux par exemple, ce sont ceux qui se sont substitués à lui qui ont de fait réalisé les missions correspondantes. Il appartient donc de vérifier dans ce cas que ces intervenants ont la compétence et les assurances pour réaliser ces missions.

Nous sommes à la disposition du lecteur pour apporter toutes les précisions nécessaires pour la bonne compréhension de ces missions. Un extrait des missions est fourni en annexe.

CONDITIONS D'EXPLOITATIONS DU PRÉSENT RAPPORT

Il s'agit d'investigations géotechniques qui ne peuvent, en aucun cas, détecter d'éventuelles pollutions des sols.

L'exploitation et l'utilisation de ce rapport doivent respecter les "conditions d'exploitation et de validité des études de sols" décrites en annexe.

Ce rapport ne traite pas des VRD au sens large. Nous restons à disposition du Maître d'Ouvrage pour lui proposer les services de Vertical Sea sur ces points précis.

Ce rapport ne traite pas de l'étude des grues de chantier et des grues mobiles qui devra être réalisée par un bureau d'étude spécialisé.

SC AIX	130582	1	G2 AVP	LTR	12/06/2025	Définitif
Agence	N° dossier	N° pièce	Mission	Rédacteur	Date	État

2.2. DOCUMENTS EN NOTRE POSSESSION POUR LA RÉDACTION DE L'ÉTUDE

Nature du document	Référence	Date
Dossier de plan – phase APS/APD	-	30/04/2025

2.3. PROJET

Le projet prévoit la construction de 4 bâtiments de logements collectifs de type R+1 reposant sur un niveau RDC semi-enterré



Extrait du plan de masse du 30 Avril 2025



Coupe de principe du 30 Avril 2025

La cote du niveau bas prévu pour les bâtiments A et B est fixée à **28,65 NGF** soit un fond de fouille vers 28,3 NGF et **une hauteur de terrassement d'environ 1,5 m au maximum.**

La cote du niveau bas prévu pour les bâtiments C et D est fixée à **31,75 NGF** soit un fond de fouille vers 31,4 NGF et **une hauteur de terrassement d'environ 1,5 m au maximum.**

2.4. CATÉGORIE D'OUVRAGE

Le projet pourrait être classé selon l'Eurocode 7 et l'Eurocode 0 dans les catégories suivantes :

Catégorie géotechnique	2	Ouvrages et fondations classiques Absence de conditions de terrain ou de chargements difficiles
Classe de conséquence	CC2	Conséquence moyenne sur les personnes Conséquences économiques, sociales ou d'environnement considérables
Catégorie de durée d'utilisation	4	50 ans : structure courante de génie civil et de bâtiment

La complexité d'un projet est à fixer par le Maître d'ouvrage ou son représentant avant le début des études. Elle est à préciser le cas échéant au fur et à mesure de leur avancement.

SC AIX	130582	1	G2 AVP	LTR	12/06/2025	Définitif
Agence	N° dossier	N° pièce	Mission	Rédacteur	Date	État

3. INVESTIGATIONS GÉOTECHNIQUES

3.1. PROGRAMMES RÉALISÉS

TYPE DE SONDAGE ET D'ESSAIS	RÉFÉRENCE/NOMBRE	PROFONDEUR
Sondages pressiométriques Ø 66 mm	SP1 & SP2	Arrêt à 6 m/TN
Essais pressiométriques	4 essais / sondage	Répartis dans les sondages
Essais de pénétration dynamique	PD1 à PD4	Arrêt à 5 m/TN
Essai d'infiltration type Porchet	EI1	Arrêt à 1 m/TN
DATE DE RÉALISATION DE LA CAMPAGNE IN SITU : le 14 mai 2025		

Remarque relative aux sondages destructifs : Le relevé des coupes des sondages pressiométriques (de type destructif) a été réalisé en observant les remontées de cuttings (terrain détruit par l'outil de perforation et remonté en surface par la circulation de la boue de forage). Cette méthode est imprécise et ne permet pas une finesse de relevé d'un carottage. Le relevé des remontées de cuttings et les diagraphies instantanées correspondantes sont fournis en annexe.

Remarque relative aux relevés piézométriques : Lorsque des piézomètres sont disponibles sur chantier (par exemple, dans le cadre d'un suivi piézométrique), nous prenons en compte ces mesures si elles nous sont communiquées. Dans le cas contraire, des mesures ponctuelles de niveau d'eau sont effectuées directement dans les trous de forage, avant leur obturation en fin de chantier. Sauf demande spécifique de la part du Maître de l'Ouvrage, qui doit alors faire la déclaration correspondante auprès de la Police de l'Eau, nous ne posons pas de piézomètre au sens strict du terme.

Conformément à la normalisation en vigueur, les sondages ont tous été rebouchés en fin de campagne.

3.2. IMPLANTATION / NIVELLEMENT DES TÊTES DE SONDAGES

Les sondages ont été implantés par nos soins en fonction des documents transmis et de l'occupation actuelle du site.

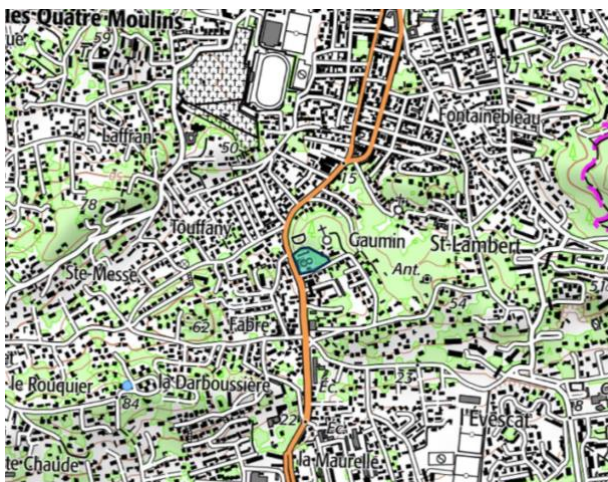
Les altimétries des têtes de sondages sont données à titre indicatif. Elles sont extrapolées à partir du plan topographique fourni.

Sondage	SP1	SP2	PD1	PD2	PD3	PD4	EI1
NGF extrapolé	33,6	33,8	28,4	29,7	34,8	39,0	28,3

4. CONTEXTE GÉOLOGIQUE ET GÉOTECHNIQUE

4.1. ÉTUDE DE SITE

Le terrain est situé sur la commune de la Seyne-sur-Mer (83- Var). Il est desservi par le chemin Louis Rouvier, au numéro 100. Il s'agit des parcelles cadastrées n°711 et 712 de la section BD.



Lors de nos investigations en mai 2025, une construction de type R+1 entourée de végétation rase était présente au Nord-Ouest du terrain.

Le site est délimité :

- Au Sud et à l'Ouest, par des voiries (respectivement le chemin de Louis Rouvier et l'avenue Jean-Baptiste Ivaldi),
- Au Nord, un espace boisé,
- À l'Est, des constructions de type RDC à R+1.

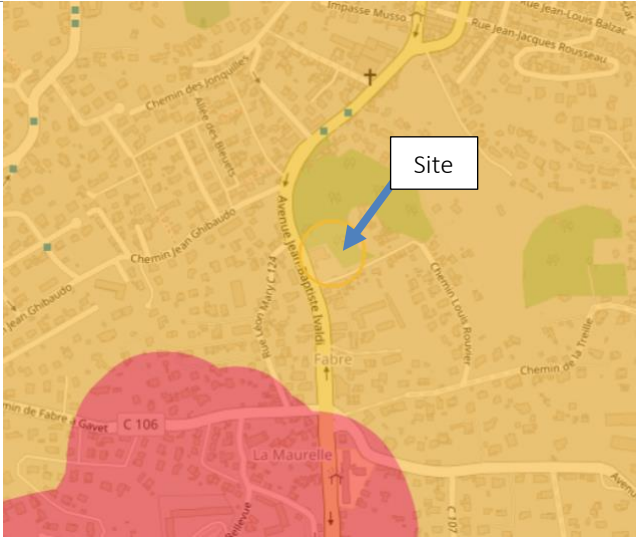
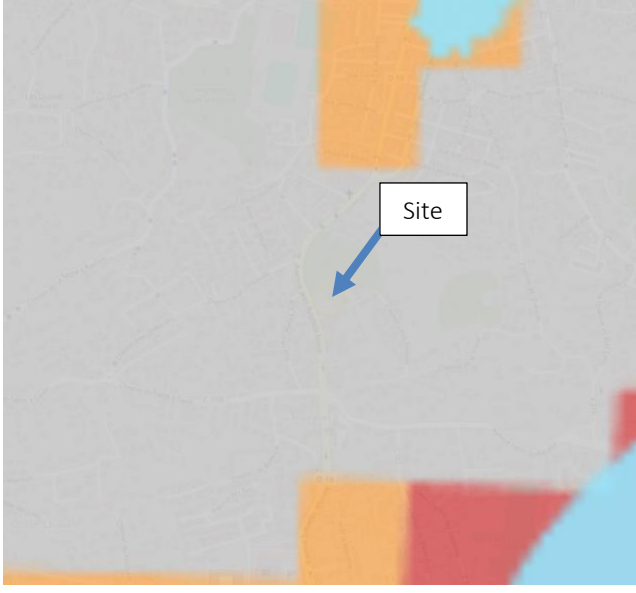
4.2. ÉTUDE DE SENSIBILITÉ



SITUATION GÉOLOGIQUE

Le terrain se trouve en contexte de plateau.

D'après la carte géologique à l'échelle 1/50.000 de TOULON, le terrain est situé au droit des Phyllades de Six-Fours, noté x6.

	RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES La parcelle étudiée se situe dans une zone d'exposition moyenne vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement des argiles. Ce risque est lié à la sensibilité des sols présents en surface qui ont été cartographiés par le BRGM. ■ Exposition forte ■ Exposition moyenne ■ Exposition faible
	SENSIBILITÉ AUX REMONTÉES DE NAPPE D'après la cartographie au 1/100 000 des zones de sensibilité aux remontées de nappe, disponible sur le site du BRGM, la parcelle se situe en hors zone d'aléa. ■ Zones potentiellement sujettes aux inondations de cave ■ Zones potentiellement sujettes aux débordements de nappe ■ Pas de débordement de nappe ni d'inondation de cave ■ Entités hydrogéologiques imperméables à l'affleurement (source : BDLISA V2/BRGM) ■ Enveloppes Approchées des Inondations Potentielles cours d'eau et submersion marine de plus d'un hectare (Source : MTES/DGPR)
	MOUVEMENTS DE TERRAIN D'après les données de Géorisques, aucun mouvement de terrain n'est référencé à moins de 500 m de la zone d'Etude. Cependant le terrain se situe dans la zone de mouvement de terrain non localisés.

4.3. BILAN SENSIBILITÉ

Type d'aléa	Niveau de risque
Retrait / gonflement des sols argileux	Aléa moyen
Inondation par débordement d'un fleuve	Hors zone inondable
Débordement de nappe	Hors zone d'aléa
Mouvement de terrain	Zone de mouvement de terrain non localisé
Sismicité	Zone 2 - Aléa faible

4.4. SUCCESSION LITHOLOGIQUE ET CARACTÉRISTIQUES PRESSIOMÉTRIQUES

La campagne de reconnaissance effectuée a permis de mettre en évidence la suite lithologique suivante, au droit de nos sondages :

Horizon 1 : Remblais
En tête de forages, sous une dalle béton de 5 cm, les terrains ont rencontré des remblais caillouteux jusqu'à une profondeur de 0,8 m. Compte tenu de leur faible épaisseur, aucun essai pressiométrique n'a pu être réalisé au sein de cet horizon. Les essais de pénétration dynamique ont permis de mettre en évidence des résistances de pointe faibles, inférieures à 5 MPa.

Horizon 2 : Sables caillouteux

Rencontré sous les remblais de l'horizon 1, cet horizon est représenté par des sables à cailloutis de couleur marron, ocre à des sables à éclats schisteux gris. Il a été intercepté jusqu'à une profondeur comprise entre 2,50 et 4,90 m.

Statistiques pressiométriques			
Nombre de valeurs : 4			
	Min	Max	Moyenne
PI (MPa)	2,1	3,7	2,6
E _M (MPa)	28,2	157,1	72,9

Au sein de cet horizon, les résistances de pointe qd sont faibles à moyennes et comprises entre 5 et 15 MPa.

Horizon 3 : Schistes
Rencontré sous les sables caillouteux de l'horizon 2 et jusqu'à la base des sondages, cet horizon est représenté par des schistes altérés en tête et des schistes compacts en fin de sondage. L'ensemble des essais au pénétromètre dynamique ont atteint un refus au sein de cet horizon, à une profondeur compris Seul le sondage SP2 a atteint le toit de cet horizon.

Statistiques pressiométriques			
Nombre de valeurs : 4			
	Min	Max	Moyenne
PI (MPa)	2,7	3,7	3,2
E _M (MPa)	108,3	150	132

4.5. EAU PHRÉATIQUE

Aucun niveau d'eau n'a été mesuré au droit de nos sondages. Un puits est existant au droit du site.

Nous rappelons que le niveau phréatique au droit d'un site est sujet à des fluctuations non négligeables, qui dépendent notamment :

- Des conditions météorologiques,
- Des éventuelles relations avec le réseau hydrographique proche (onde de crue),
- Des prélèvements pérennes ou temporaires dans l'aquifère.

Seul un suivi piézométrique permettra d'évaluer les variations des niveaux d'eau souterrains.

Enfin, la réalisation d'une étude hydrogéologique est nécessaire pour quantifier ces variations et déterminer les niveaux d'eaux caractéristiques de la nappe (EB, EH, EE).

4.5.1. PERMÉABILITÉ

Un essai de perméabilité a été réalisé au Sud-Ouest de la parcelle (sondage EI1) à 1,5 m/TN au sein de remblais caillouteux et des sables. Il a permis d'obtenir un coefficient de perméabilité :

$$K_h = 7,7 \times 10^{-7} \text{ m/s}$$

4.6. SYNTHÈSE GÉOTECHNIQUE

Le tableau ci-dessous indique le modèle géologique du site, les résistances mécaniques ainsi que les valeurs pressiométriques représentatives des différentes couches, à ce stade des études.

Couche de sol	Base (NGF)	Qd (MPa)	PI (MPa)	Em (MPa)	α
Horizon 1 : Remblais	≅	4	-	-	-
Horizon 2 : Sables caillouteux	≅	10	2,6	72,9	2/3
Horizon 3 : Substratum schisteux	≅	> 30	3,7	132	2/3

5. TERRASSEMENT ET SOUTÈNEMENTS

Les dispositions techniques relatives à la méthodologie des travaux de terrassement et de soutènement en phase provisoire devront être étudiées dans le cadre d'une mission d'étude de projet géotechnique de type G2 PRO.

5.1. CONTEXTE

D'après les documents transmis, le terrassement consistera en une simple mise à niveau du terrain n'excédant pas 1,5 m de hauteur et en la réalisation des fouilles de fondations.

A ce stade de nos investigations, les terrassements ne devraient pas intercepter de nappe au sens strict du terme.

5.2. RIPABILITÉ

Les terrains superficiels rencontrés contiennent des fines, par expérience sensibles à l'eau et qui pourraient s'avérer collantes lors de périodes pluvieuses.

Les terrassements au sein des terrains des horizons H1 et H2 pourront être réalisés à l'aide d'engins de moyenne puissance. Le terrassement des infrastructures existantes et des terrains de l'horizon H3 pourra nécessiter l'utilisation de matériel de forte puissance à spécifiques type Brise-Roche Hydraulique (BRH) par exemple.

De manière générale, les terrassements seront réalisés de façon à éviter tout désordre sur les ouvrages existants avoisinant. L'usage de matériel de forte puissance (BRH par exemple) devra faire l'objet d'une validation préalable vis-à-vis de l'environnement et du contexte du projet, afin de limiter la propagation des vibrations.

Dans ce cas, des mesures de vibration sur les structures existantes avoisinantes seraient nécessaires avec respect des seuils de tolérance fixés par la circulaire ministérielle de juillet 1986.

SC AIX	130582	1	G2 AVP	LTR	12/06/2025	Définitif
Agence	N° dossier	N° pièce	Mission	Rédacteur	Date	État

6. GÉOTECHNIQUE DES FONDATIONS

6.1. DESCENTE DE CHARGES

A ce stade du projet, les descentes de charge ne nous ont pas été communiquées.

6.2. CHOIX D'UN MODE DE FONDATION PAR SEMELLES

Nous proposons de fonder l'ensemble du projet par l'intermédiaire de semelles superficielles, filantes ou isolées, après rattrapage gros béton, ancrées au sein des horizons moyennement compacts à compacts (schistes altérés, schistes et terrains apparentés), dont le toit est attendu aux profondeurs suivantes :

Sondage	SP1	SP2	PD1	PD2	PD3	PD4
Toit estimé (m/TN)	≈ 1,1	≈ 1,1	≈ 4,4	≈ 1,8	≈ 1,6	≈ 2,6
Toit estimé (m NGF)	≈ + 32,5	≈ + 32,7	≈ + 24,0	≈ + 27,5	≈ + 33,2	≈ + 36,4

6.2.1. REMARQUES GÉNÉRALES SUR LA CONCEPTION DES FONDATIONS

Les éventuels rattrapages de niveau d'assise entre semelles se feront en adoptant une pente limitée à **3 (base)** pour **2 (haut)**. Dans le cas d'une semelle filante, le rattrapage est assuré par redans respectant la même pente.

Dans le cadre des études d'exécution et pour toutes les fondations, il conviendra de vérifier les différents modes de rupture exposés dans la norme d'application : voir tableau 8.2.1 pour les ELU et tableau 8.3.1 pour les ELS.

Nous considérons dans la suite du rapport que les semelles sous charges excentrées (*semelles sous les voiles contre terre notamment*) sont associées à des dispositions structurales spécifiques permettant de redresser leur charge (*longrines ou plancher de redressement, équilibre par le mur et le frottement sous semelle, etc*). Dans le cas contraire, elles devront faire l'objet de justifications particulières (*vérification de l'excentrement, contrainte trapézoïdale ou contrainte de Meyerhof*).

6.2.2. CONTRAINTE ADMISSIBLE

Pour la justification des fondations, il convient de respecter la norme d'application nationale de l'Eurocode 7 - **NF P 94-261** « Fondations superficielles » (*Juin 2013 + Amendement A1 de Février 2017*).

Les semelles pourront être dimensionnées pour les charges verticales et centrées avec la contrainte maximale limitée suivante :

$\sigma_{ELS} = 0,30 \text{ MPa}$ (charges verticales centrées) $\sigma_{ELU} = 0,49 \text{ MPa}$ (charges verticales centrées)
--

Sous réserve du strict respect des préconisations indiquées dans le présent rapport tant au point de vue de la nature des sols d'assise que des règles de conception et d'exécution.

Remarques :

- Cette contrainte sera à confirmer au stade PRO sur la base d'une descente de charges conception.
- Les calculs réalisés sont valables pour des charges verticales centrées. Si les fondations subissent des charges horizontales et/ou excentrées, des vérifications complémentaires sont requises (limitation de l'excentrement, résistance au glissement, coefficient réducteur de portance).
- Nous attirons l'attention de l'entreprise sur le fait que les calculs présentés correspondent à des estimations de tassements théoriques totaux ; cela suppose donc des conditions d'exécution rigoureuses (voir paragraphe suivant) au

moment de la réalisation des fouilles de fondations. On doit considérer que les résultats de calcul de déplacement (tassement) ne donnent qu'une indication approchée de leur valeur réelle.

6.2.3. TASSEMENTS ABSOLUS

Ce mode de fondation (semelles superficielles) sera évidemment validé par l'ingénieur des structures, en fonction des descentes de charges réelles de l'extension projetée, et de son aptitude à absorber les éventuelles différences de portance au niveau des sols d'assise.

Le tassement d'une semelle dépend de certains paramètres comme la contrainte appliquée au sol, la dimension de la semelle et la qualité de l'exécution du fond de fouille de la fondation.

Compte tenu de la nature du sol d'assise et de ses caractéristiques mécanique, les tassements devraient être infracentimétrique sous réserve de respecter la contrainte maximale admissible de 0,30 MPa.

Commentaires et conclusions

- On constate que les tassements théoriques totaux estimés sont globalement faibles (moins de 1 cm) et homogènes. Il y aura lieu de prévoir, en phase G2 PRO, la vérification des tassements différentiels. Ce point sera à confirmer par le BET Structure en fonction du plan de fondation.
- La contrainte retenue pour le dimensionnement des fondations à l'ELS de 0,30 MPa pour des charges verticales centrées est donc validée.
- Nous attirons l'attention de l'entreprise sur le fait que les calculs présentés correspondent à des estimations de tassements théoriques totaux ; cela suppose donc des conditions d'exécution parfaites (voir paragraphe suivant) au moment de la réalisation des fouilles de fondations. On doit considérer que les résultats de calcul de déplacement (tassement) ne donnent qu'une indication approchée de leur valeur réelle.

6.3. PRÉCONISATIONS GÉNÉRALES D'EXÉCUTION

La mise en œuvre des fondations doit au moins respecter les conditions suivantes :

- Lors de l'ouverture des fouilles, il est impératif de **traverser la totalité des terrains remaniés** par les travaux de démolition et par les terrassements ;
- Les fondations doivent être **ancrées dans le terrain d'assise en place** défini par l'étude géotechnique, au minimum de **0,3 m pour les semelles filantes et au minimum de 0,5 m pour les semelles isolées**. La hauteur réelle de la fondation sera définie par le BET structure.
- Pour éviter un remaniement des sols d'assise, **on coulera le béton des fondations à l'avancement**, de préférence sur toute hauteur et **aussitôt après l'ouverture des fouilles**. En cas de venue d'eau dans la fouille, un assainissement et une purge (*gros béton de substitution à prévoir*) seront nécessaires afin de **couler le béton hors d'eau**.
- La présence d'éléments durs au sein des remblais (*blocs béton, dalles ou éléments de démolition*), et au sein des schistes (bancs ou blocs de grès/calcaire éventuels) nécessitera l'usage d'engins de terrassement adaptés (*piqueur ou BRH*). Dans la mesure du possible, les blocs déchaussés seront évacués et les dépressions ainsi créées comblées en gros béton.
- Les profondeurs d'assise des semelles devront respecter les conditions de mise hors-gel
- Adaptation au sol : il est nécessaire de prévoir des adaptations au sol par l'intermédiaire de mise en place de gros béton pour pallier les hétérogénéités du terrain naturelles ou anthropiques (poche ou zone de remblais par exemple).

SC AIX	130582	1	G2 AVP	LTR	12/06/2025	Définitif
Agence	N° dossier	N° pièce	Mission	Rédacteur	Date	État

7. PROTECTION CONTRE LES EAUX

7.1. GÉNÉRALITÉS

Quelques rappels

Dans la pratique, toutes les infrastructures des ouvrages enterrés sont potentiellement exposées à des venues d'eau.

- Soit par l'action d'une nappe phréatique dont le niveau fluctue dans le temps.
- Soit par d'autres mécanismes : débordement d'un fleuve, eaux d'infiltrations diverses : pluies, réseau enterré...

L'action de l'eau dépend de son niveau, on distingue selon l'Eurocode 0 et le DTU 14.1 (P11- 221 de novembre 2020) :

- Le niveau des plus basses eaux « **EB** », ou niveau quasi-permanent, correspond au niveau d'être dépassé pendant 50% du temps de référence,
- Le niveau des eaux fréquentes « **EF** », correspond au niveau d'être dépassé pendant 1 % du temps de référence,
- Le niveau des hautes eaux « **EH** », ou niveau caractéristique correspondant à la période de retour de 50 ans,
- Le niveau exceptionnel et conventionnel de l'eau « **EE** », correspondant aux plus hautes eaux prévisibles ou niveau retenu pour l'inondation et qui donne les actions accidentelles.

Le calcul des pressions d'eau est réalisé sur la base du niveau de l'eau E retenue par le maître d'ouvrage + 50 cm.

Pour les ouvrages non concernés par la nappe, soumis aux aléas d'infiltration, et où la pénétration d'eau ne compromet pas leur utilisation (*stationnement de véhicule par exemple*), un système de drainage est à prévoir (*géocomposite + barbacanes + cunettes par exemple*).

Pour les situations nécessitant une protection supplémentaire (*ouvrage recoupé par la nappe ou n'admettant pas de pénétration d'eau*) la mise en œuvre d'un cuvelage est nécessaire. Le DTU cuvelage définit trois techniques :

- Ouvrages à **structure relativement étanche** pour lesquels **il est admis un léger passage d'eau** (*moyenne annuelle < 0,5L/j/m2*) à débit contrôlé et éventuellement récupéré. Dans ce cas, c'est le béton par sa compacité et sa résistance qui s'oppose au passage de l'eau. On adjoint alors dans la masse du béton un adjuvant hydrofuge qui diminue la porosité du béton et limite les arrivées d'eau.
- Ouvrages étanchés par un revêtement intérieur **d'imperméabilisation** (*cristallisation...*) ou **d'étanchéité** (*résines spéciales encore peu courantes...*). Dans les deux cas, et si le support ne se fissure pas, le revêtement empêche le passage de l'eau liquide mais seule l'étanchéité dispose d'un pare vapeur.
- Ouvrages étanchés par un **revêtement extérieur d'étanchéité** (*cuvelage par extrados*), à base de produits plastiques, élastiques-plastiques ou élastiques.

Dans tous les cas, la qualité du béton, le ferrailage et la reprise des joints sont conformes au DTU 14.1.

7.2. PRECONISATIONS

On veillera à ce qu'aucune accumulation d'eau ne se produise au droit des façades du projet. On pourra prévoir à cet effet la mise en place de systèmes de collecte des eaux de ruissellements superficiels (caniveaux, drains,...) et de toiture (gouttières par exemple) reliés à un exutoire étanche.

Les drains seront raccordés à une évacuation adaptée (gravitaire par exemple), et rejetés dans les réseaux sous réserve de l'autorisation des services compétents concernés.

Dans tous les cas, un entretien régulier des ouvrages de drainage est nécessaire afin d'assurer la pérennité de son fonctionnement.

8. NIVEAUX BAS

Du fait de la nature hétérogène des futurs terrains d'assise du projet et de l'utilisation noble du niveau bas, nous préconisons la mise en place d'un plancher porté.

Pour se prémunir des phénomènes de retrait/gonflement des terrains argileux, ce plancher sera sur vide sanitaire ou sur vide technique d'une épaisseur minimale de 10 cm. Ce vide peut être obtenu par mise en place d'un coffrage biodégradable (type BIOCOFRA), d'un coffrage perdu ou par l'intermédiaire d'un plancher pré-fabriqués décollés du sol de la même hauteur.

Nous restons à la disposition du Maître d'Ouvrage pour tous renseignements complémentaires.

Le Contrôle interne,
Maël BORFIGA

Le Responsable de l'étude,
Léa TRAN

SC AIX	130582	1	G2 AVP	LTR	12/06/2025	Définitif
Agence	N° dossier	N° pièce	Mission	Rédacteur	Date	État

9. ANNEXES

☒ - CONDITIONS D'EXPLOITATION ET LIMITES DE VALIDITÉ DES ÉTUDES DE SOL

☒ - MISSIONS GÉOTECHNIQUES selon la norme NF P 94-500

☒ - RESULTATS DES SONDAGES PRESSIOMETRIQUES

☒ - ESSAIS DE PÉNÉTRATION DYNAMIQUE

SC AIX	130582	1	G2 AVP	LTR	12/06/2025	Définitif
Agence	N° dossier	N° pièce	Mission	Rédacteur	Date	État

9.1. CONDITIONS D'EXPLOITATION ET DE VALIDITÉ DES ETUDES DE SOLS

Les recommandations et indications ci-après ont pour but d'éviter tout sinistre au cours et à la suite de la réalisation des ouvrages et consécutifs à une exploitation défectueuse du rapport d'étude de sol.

Le non-respect de ces recommandations et indications dégagerait contractuellement la responsabilité du bureau d'étude de sols.

Les différents intervenants dans les projets et travaux liés aux sols doivent passer en revue les recommandations et indications ci-après afin de vérifier qu'elles sont effectivement prises en compte.

RECOMMANDATIONS ESSENTIELLES :

Ce rapport et toutes ces annexes identifiées constituent un ensemble indissociable. Il ne devient la propriété du client qu'après paiement intégral du prix de la prestation.

Le client est responsable de son usage et de sa diffusion. Dans ce cadre, toute utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle ne saurait engager la responsabilité de notre Société. En particulier l'utilisation même partielle de ces résultats et conclusions par un autre Maître d'Ouvrage ou par un autre Maître d'œuvre ou pour tout autre ouvrage que celui de la présente mission ne pourra en aucun cas engager la responsabilité de notre Société et pourra faire l'objet de poursuites judiciaires à l'encontre du contrevenant.

Dans le cas d'un nouveau Maître d'Ouvrage sur le même projet, un nouveau contrat de louage d'ouvrage (pour satisfaire l'article 1792-1°) doit être établi avec mise à jour du rapport d'étude et de nos assurances.

RECONNAISSANCE PAR POINTS :

Cette étude est basée sur un nombre limité de sondages et de mesures. Il est précisé que cette étude repose sur une reconnaissance par points dont la maille ne permet pas de lever la totalité des aléas, toujours possibles dans le milieu naturel. En effet des hétérogénéités, discontinuités et aléas d'exécution peuvent apparaître compte tenu du rapport entre volume échantillonné ou testé et le volume sollicité par l'ouvrage, et ce d'autant plus que ces singularités éventuelles sont limitées en extension.

De ce fait, sauf précision contraire dans ce rapport, les conclusions de ce rapport ne peuvent être utilisées pour une forfaitisation.

Les éléments nouveaux mis en évidence lors de l'exécution de ces travaux pouvant avoir une influence sur les conclusions du présent rapport, doivent immédiatement être signalés au géotechnicien chargé du suivi géotechnique d'exécution (mission G4).

DURÉE LIMITÉE DE VALIDITÉ DU RAPPORT :

La modification naturelle ou artificielle de facteurs déterminants pour la construction peut rendre caduc tout ou partie des résultats et conclusions précisées dans ce rapport d'étude.

- Éléments géologiques, hydrogéologiques et géotechniques :

De nombreux éléments liés à la géologie, l'hydrogéologie et à la géotechnique de l'ouvrage ont un caractère évolutif :

- glissement – érosion – dissolution – remblais évolutif (physique ou chimique) – tourbe – niveau d'eau fluctuant et hygrométrie correspondante – variation climatique exceptionnelle : gel, dessiccation, inondation – évolution sismique ou volcaniques – etc.

- Environnement, voisinage, topographie :

Les modifications de l'environnement, du voisinage et de la topographie, changent l'hydrogéotechnique du site et souvent les dispositions constructives :

- sous-sol proches ou mitoyens – parois étanches – drainage – pompage permanent ou provisoire – collecteurs souterrains – tunnel et tunnelier – remblaiement ou excavation du site, etc.

SC AIX	130582	1	G2 AVP	LTR	12/06/2025	Définitif
Agence	N° dossier	N° pièce	Mission	Rédacteur	Date	État

- *Conditions juridiques :*

De nouvelles Lois ou Jurisprudences peuvent modifier les obligations et responsabilités. Les conditions juridiques des contrats et des assurances sont modifiées en conséquence.

- *Connaissances techniques et technologiques :*

L'évolution des connaissances techniques et scientifiques, ainsi que les modifications des technologies de constructions peuvent rendre périmées nos conclusions. Aussi les conclusions de ce rapport d'étude sont valables pour un chantier ouvert (DROC) dans un délai de 2 ANS à compter de la date d'émission.

Au-delà de ce délai, il est indispensable que nous soyons consultés par le Maître d'Ouvrage et le Maître d'œuvre afin de réactualiser le rapport, après vérification des divers facteurs.

L'exploitation des conclusions au-delà du délai de 2 ans, en l'absence de réactualisation ne pourra contractuellement engager notre responsabilité.

MODIFICATION DU PROJET :

Ce rapport est établi pour un projet donné à la date de l'étude, à partir de plans, esquisses et renseignements transmis.

Toute modification apportée au projet, soit pour des raisons techniques, soit pour des raisons économiques, implantation, forme, niveaux altimétriques, nombre d'étages ou de sous-sol (etc.) doit être communiquée au BET de sols rédacteur de l'étude.

Lui seul pourra déterminer les conséquences de ces changements sur ses conclusions de l'étude de sol. Ces modifications pourront faire l'objet d'une note complémentaire ou d'un nouveau rapport, éventuellement après un complément de reconnaissance. Nous ne saurions être tenus responsables des modifications intervenues après cette étude qu'après avoir donné notre avis écrit sur lesdites modifications, que celles-ci portent sur les dimensionnements et dispositifs préconisés dans le présent rapport ou sur l'ouvrage lui-même.

Le Maître d'Ouvrage doit nous informer officiellement de l'ouverture réelle du chantier, afin que les couvertures d'assurances soient effectives :

- Assurances décennales à la Date Réelle d'Ouverture du Chantier (D.R.O.C)
- Assurance Responsabilité Civile Professionnelle lors d'un sinistre à partir de l'ouverture du chantier.

L'absence de cette information risque d'entraîner la non-couverture par une compagnie d'assurances.

Le présent rapport constitue le compte rendu de la mission géotechnique normalisée définie par la lettre de commande, visée et acceptée par notre société, au titre de laquelle il a été établi et dont les références sont rappelées en tête du présent document.

Selon le projet de normalisation de ces missions, chacune ne couvre qu'un domaine spécifique de la conception ou de la construction.

Il appartient au Maître d'Ouvrage et à son Maître d'œuvre de veiller à ce que toutes les missions géotechniques utiles au bon achèvement de l'ouvrage soient engagées avec les moyens et délais opportuns, et confiées à des hommes de l'art.

A défaut d'autres positions contractuelles, la remise du rapport fixe la fin de la mission.

SC AIX	130582	1	G2 AVP	LTR	12/06/2025	Définitif
Agence	N° dossier	N° pièce	Mission	Rédacteur	Date	État

9.2. MISSIONS GÉOTECHNIQUES

Nous fournissons quelques éléments ci-après pour aider les lecteurs de ce présent rapport à comprendre quelles sont les limites liées aux missions géotechniques et donc à ce présent rapport. Bien entendu on se référera à la norme **NF P 94.500** novembre 2013 pour avoir une vision plus exhaustive.

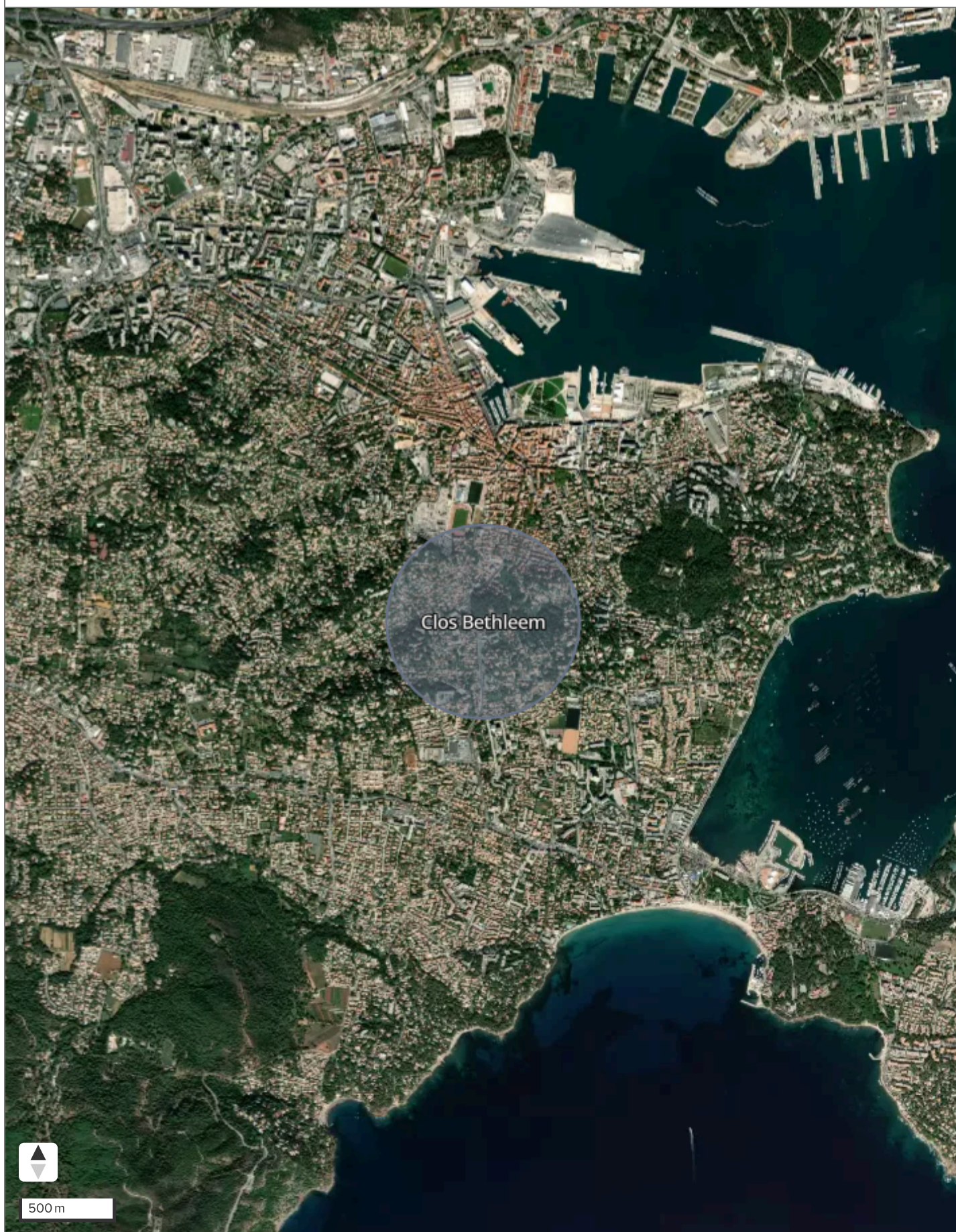
Les missions géotechniques ont pour but d'appréhender le milieu naturel et de diminuer les aléas y afférant. Cette réduction de l'aléa se fait par étapes successives, allant du général au particulier, de la reconnaissance globale à la reconnaissance locale, en adaptant les investigations et les études à la sensibilité réelle du projet.

On trouve dans le tableau ci-dessous l'enchaînement des différentes missions, leurs objectifs et le niveau de management des risques attendus.

Enchaînement des missions G1 à G4	Mission d'ingénierie géotechnique et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendus
Étape 1 : Étude géotechnique préalable (G1)	Étude géotechnique préalable (G1) Phase Étude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site
	Étude géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages
Étape 2 : Étude géotechnique de conception (G2)	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance
	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet	
	Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCE / ACT		Consultation sur le projet de base / Choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux	
Étape 3 : Études géotechniques de réalisation (G3/G4)	À la charge de l'entreprise	À la charge du maître d'ouvrage		
	Étude géotechnique d'exécution (G3) Phase Étude (indissociable de la phase Suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude d'exécution (indissociable de la phase Supervision du suivi)	Étude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience)
	Suivi géotechnique d'exécution (G3) Phase Suivi (indissociable de la phase Étude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi d'exécution (indissociable de la phase Supervision de l'étude)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage	
À toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés

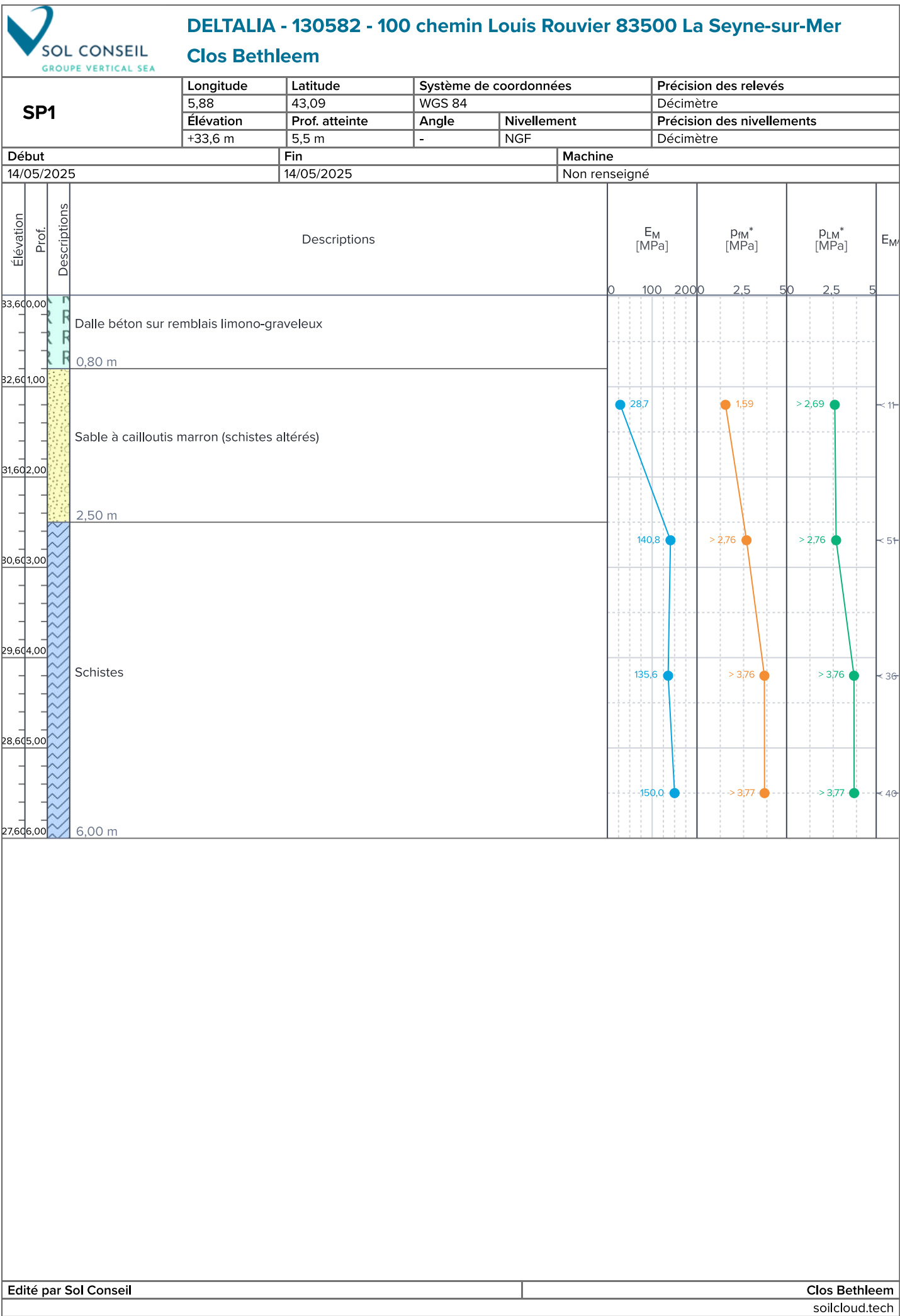
Pour plus de détail, il conviendra de se reporter à la norme NF P94-500.

Plan de localisation



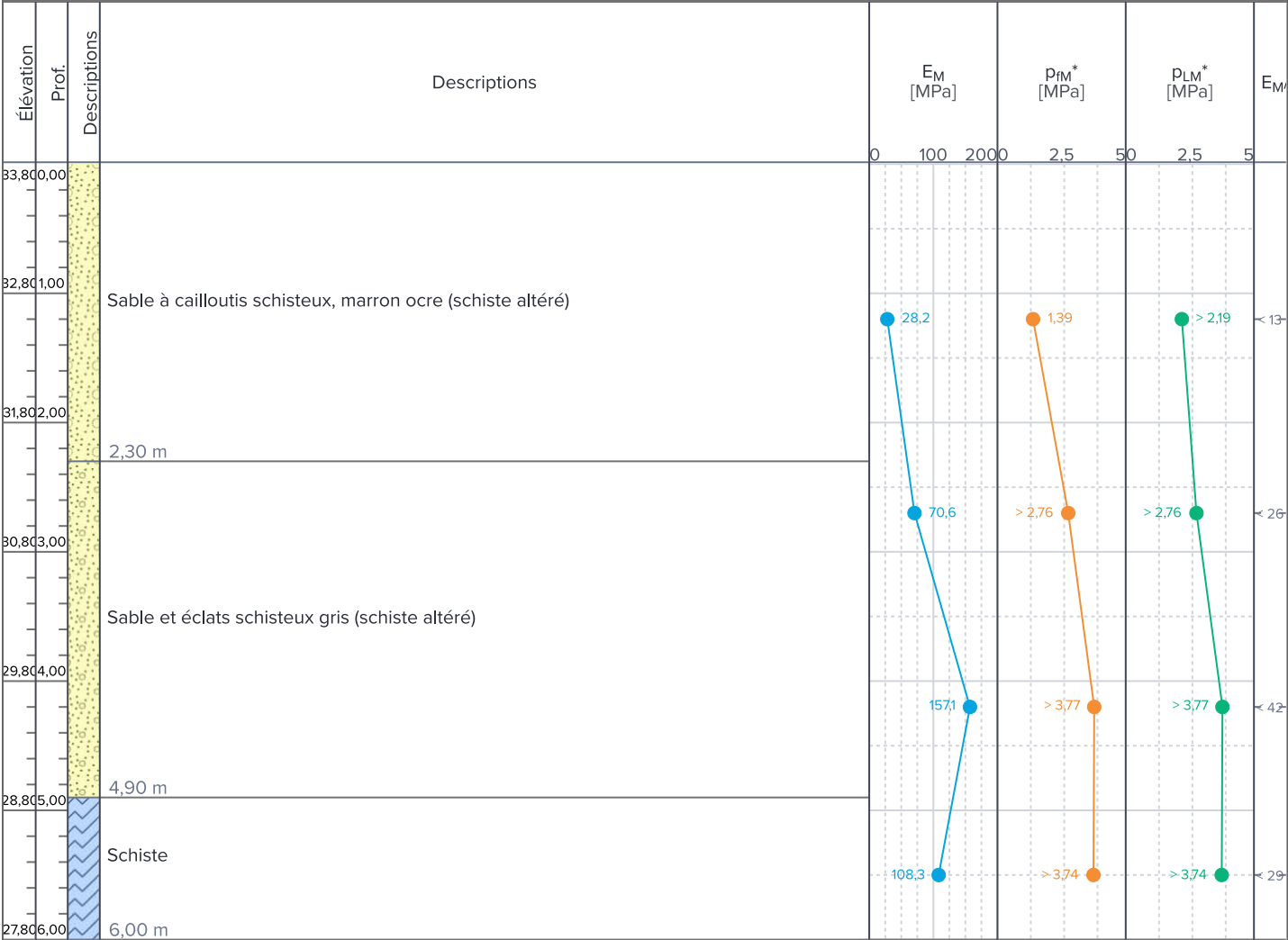
Plan d'implantation



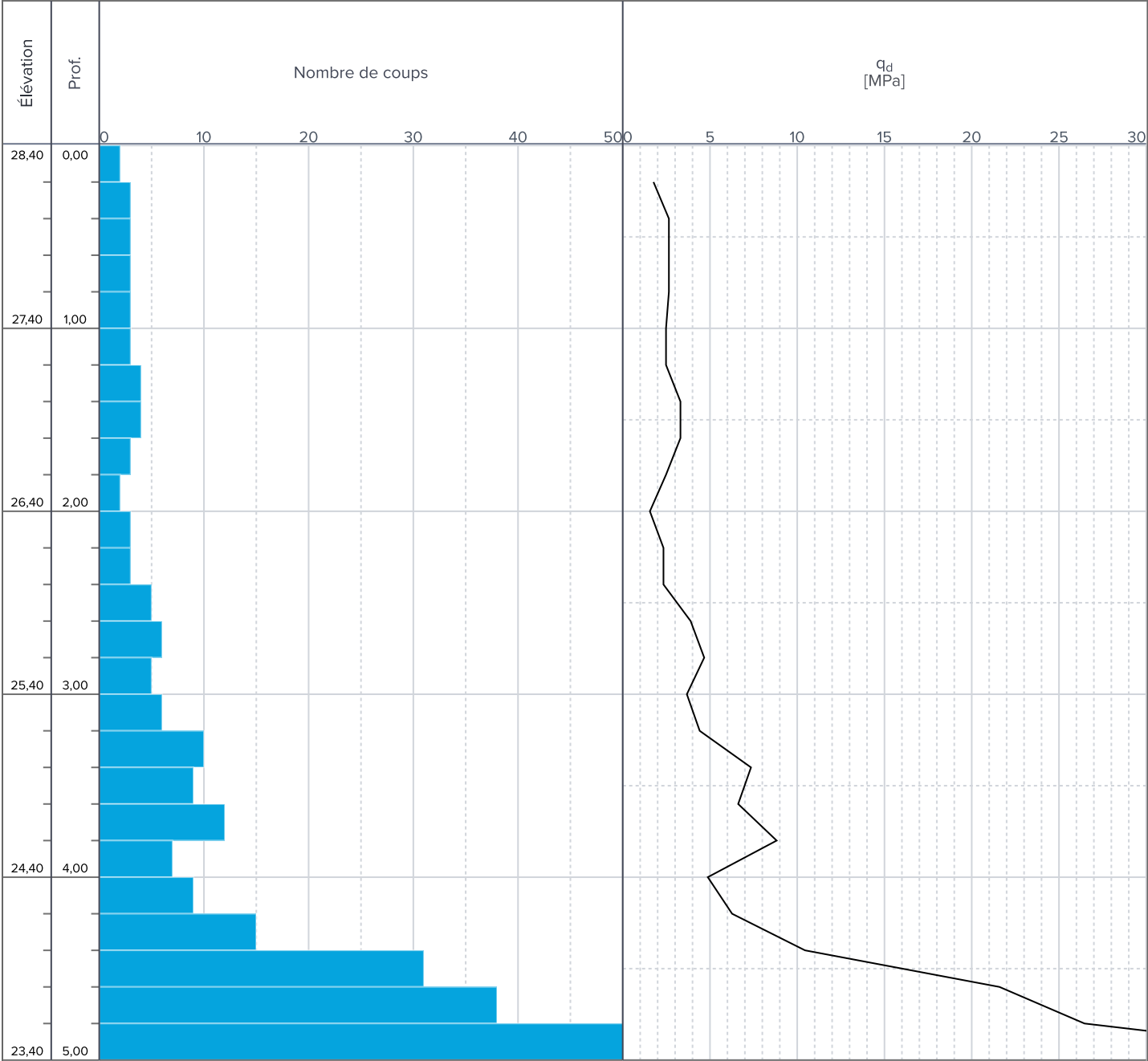


SP2	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés
	5,88	43,09	WGS 84		Décimètre
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements
	+33,8 m	5,5 m	-	NGF	Décimètre

Début		Fin	Machine
Non renseigné		Non renseigné	Non renseigné



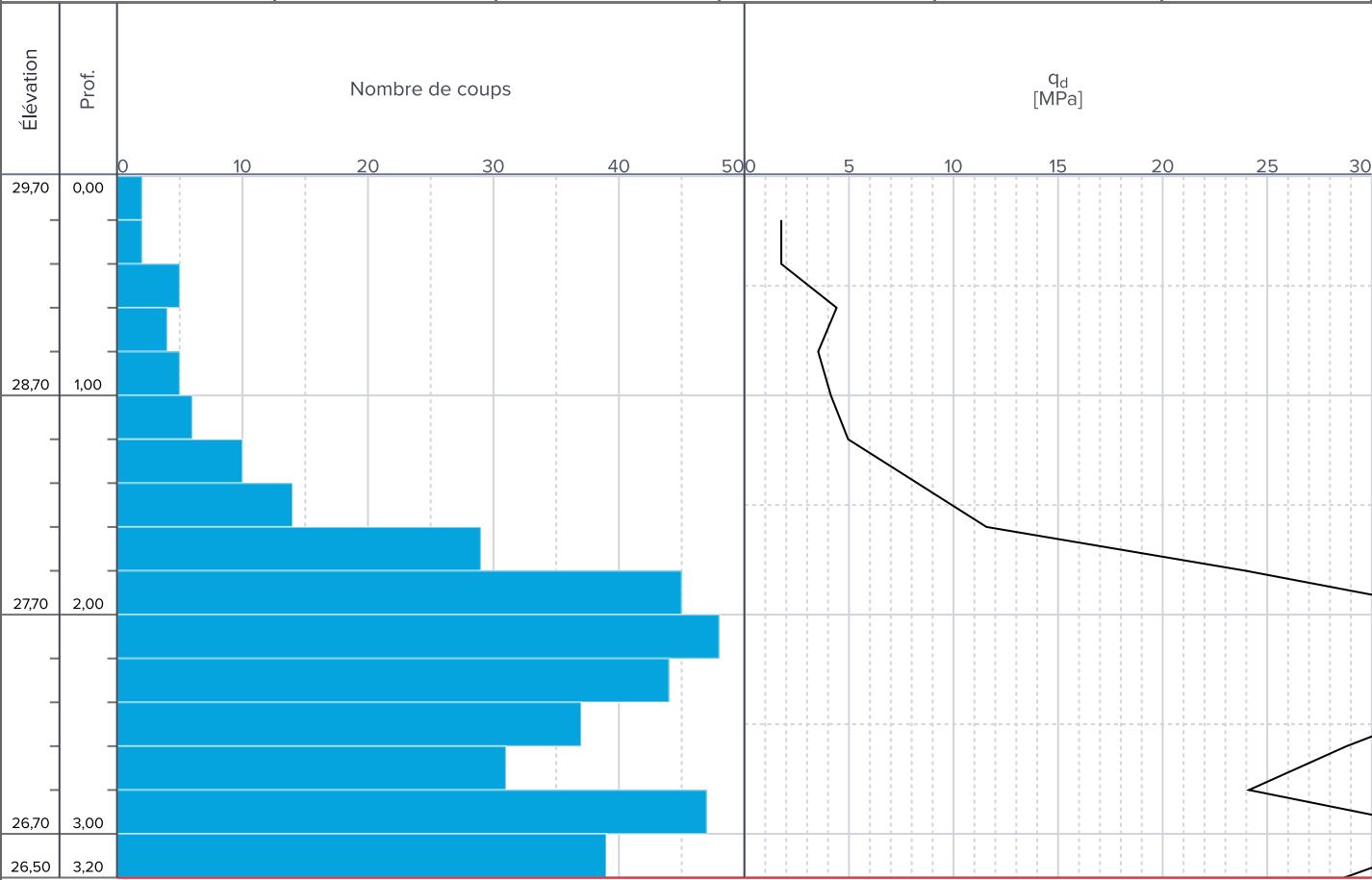
PD1	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés
	5,88	43,09	WGS 84		Décimètre
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements
	+28,4 m	5,0 m	-	NGF	Décimètre
Début		Fin	Machine		
14/05/2025		14/05/2025	Non renseigné		
type de pénétromètre	hauteur de chute	surface de pointe	masse frappante	masse accessoire	masse de la tige
DPSH	75 cm	20 cm ²	63.5 kg	15 kg	5.6 kg/ml



PD2	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés
	5,88	43,09	WGS 84		Décimètre
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements
	+29,7 m	3,2 m	-	NGF	Décimètre

Début		Fin	Machine		
14/05/2025		14/05/2025	Non renseigné		

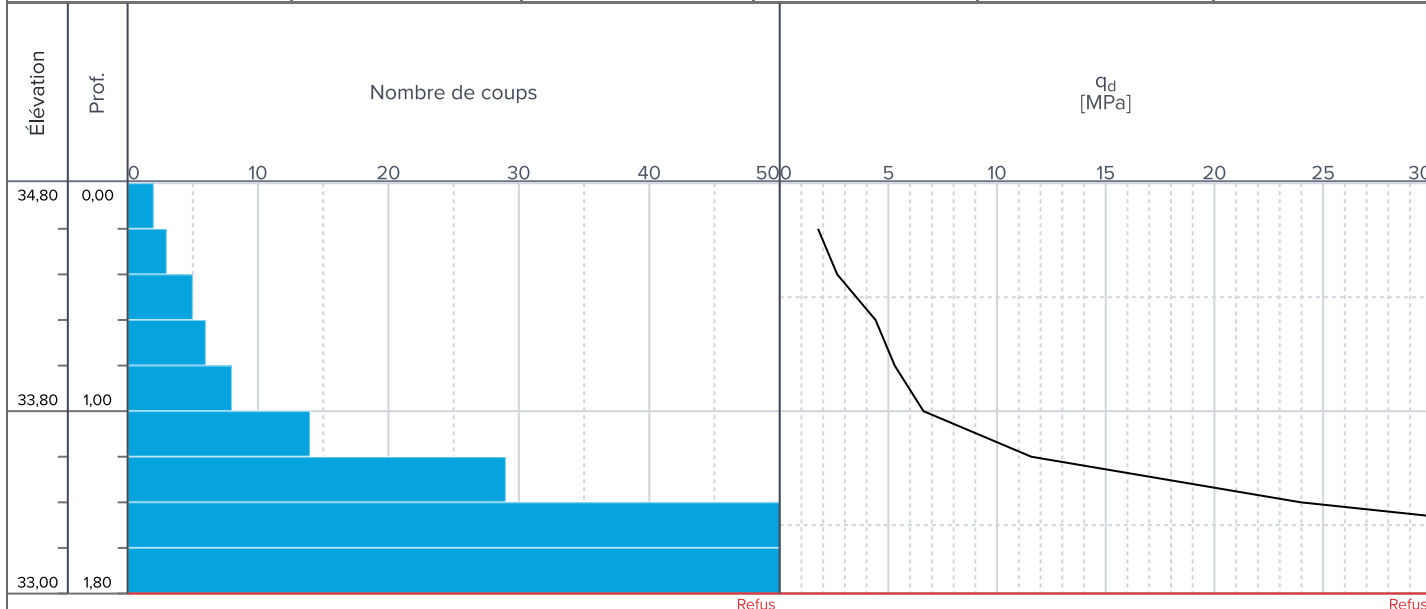
type de pénétromètre	hauteur de chute	surface de pointe	masse frappante	masse accessoire	masse de la tige
DPSH	75 cm	20 cm ²	63.5 kg	15 kg	5.6 kg/ml



PD3	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés
	5,88	43,09	WGS 84		Décimètre
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements
	+34,8 m	1,8 m	-	NGF	Décimètre

Début		Fin	Machine
14/05/2025		14/05/2025	Non renseigné

type de pénétromètre	hauteur de chute	surface de pointe	masse frappante	masse accessoire	masse de la tige
DPSH	75 cm	20 cm ²	63.5 kg	15 kg	5.6 kg/ml



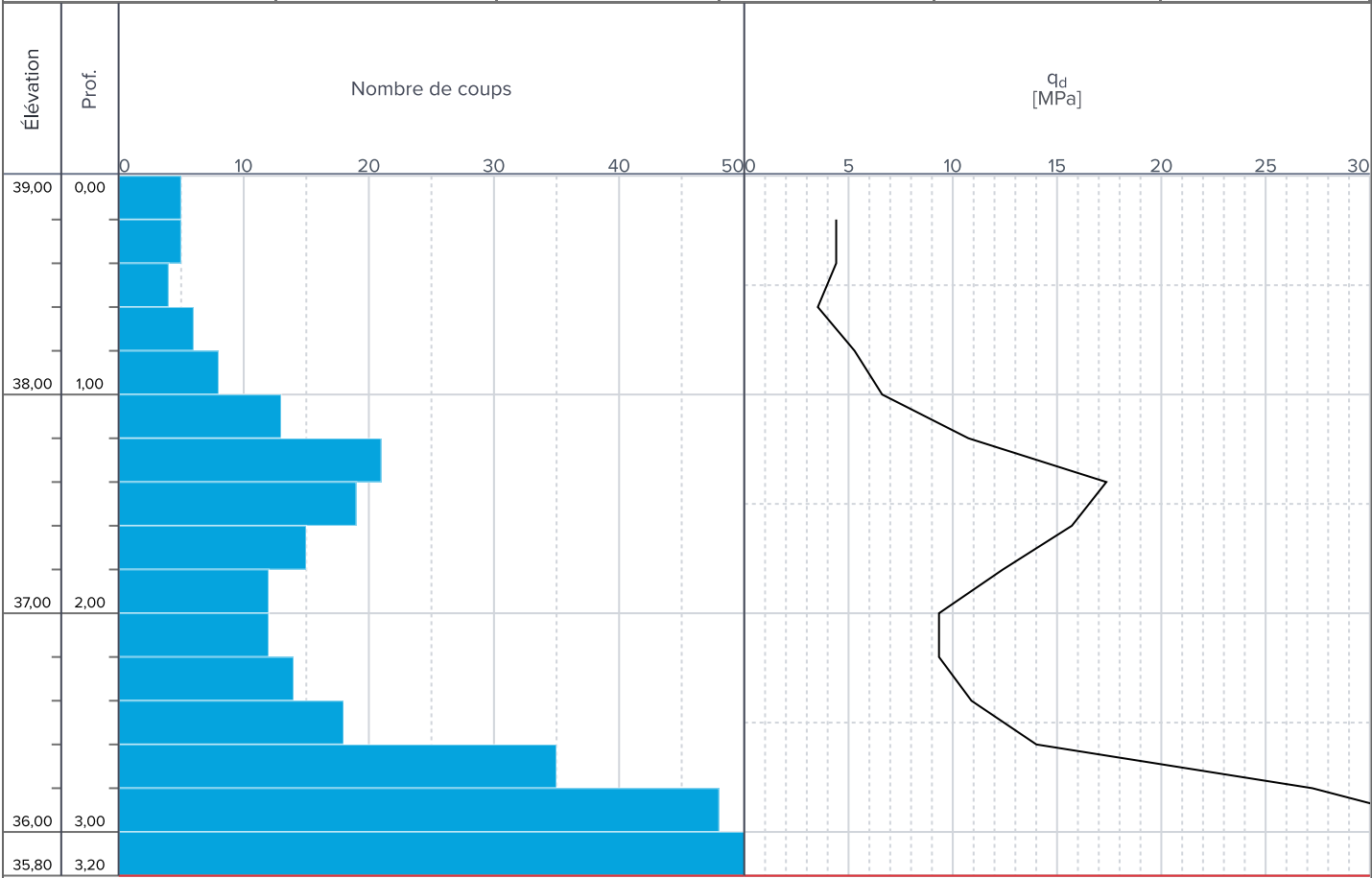
Refus

Refus

PD4	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés
	5,88	43,09	WGS 84		Décimètre
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements
	+39,0 m	3,2 m	-	NGF	Décimètre

Début	Fin	Machine
14/05/2025	14/05/2025	Non renseigné

type de pénétromètre	hauteur de chute	surface de pointe	masse frappante	masse accessoire	masse de la tige
DPSH	75 cm	20 cm ²	63.5 kg	15 kg	5.6 kg/ml



Refus