

RAPPORT D'ÉTUDE GÉOTECHNIQUE
DE CONCEPTION
PHASE PROJET (G2 PRO)

MARCHE 2024-ESID-TLN-0263 BC N°11

MINISTÈRE DES ARMÉES
Liberté
Égalité
Fraternité

MINISTERE DES ARMEES

SERVICE D'INFRASTRUCTURE DE LA DEFENSE - ETABLISSEMENT DE TOULON

CONSTRUCTION BÂTIMENT ADMINISTRATIF DEMa

BASE NAVALE DE TOULON (83000)

MISSION G2 PRO

n° dossier			23SG085Ac - JDE	agence	LA SEYNE	
A	04/08/2026	39932	J. DEBROIZE	G. TULLOUE	33+ANN	Première diffusion
VERSION	DATE	n° CHRONO	REDACTION	VERIFICATION	NB PAGES	OBSERVATIONS

TABLE DES MATIERES

1 CONTENU DE LA MISSION 4
1.1 Cadre de l'intervention 4
1.2 Objectifs de la mission 4
1.3 Limites de validités de la mission 4
1.4 Sondages et investigations réalisés 5
2 DOCUMENTS / LOGICIELS 7
2.1 Documents fournis 7
2.2 Documents de référence 7
2.3 Logiciels 7
3 DESCRIPTION DU SITE ET DU PROJET 8
3.1 Description du site 8
3.2 Caractéristiques du projet 8
3.2.1 Présentation générale 8
3.2.2 Mode de fondation retenu et descentes de charges 10
3.3 Zone d'Influence Géotechnique (ZIG) 10
4 RESULTATS DES INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES 11
4.1 Enquête documentaire 11
4.2 Géologie 12
4.3 Hydrogéologie 13
4.4 Résultats des sondages et essais in situ 13
4.4.1 Sondages de reconnaissance de fondation F2 et sondage carotté incliné SC2i 13
4.4.2 Sondages pressiométrique SP1 à SP3 13
4.4.3 Sondage carotté SC1-Pz 14
4.4.4 Essais de pénétration dynamique PD1 à PD4 15
4.5 Résultats des essais en laboratoire 15
4.5.1 Essais d'identification des sols 15
4.5.2 Essais de cisaillement à la boite de Casagrande 16
4.5.3 Analyse de l'agressivité de l'eau vis-à-vis des bétons 16
4.5.4 Analyses de l'agressivité des sols vis-à-vis des bétons 16
5 HYPOTHESES GEOTECHNIQUES 17
5.1 Contexte géologique 17
5.2 Modèle géotechnique retenu (GEO) 17
5.3 Contexte sismique 18
5.4 Analyse des risques 18
6 PRE-DIMENSIONNEMENT DES FONDATIONS PROFONDES PAR PIEUX 19
6.1 Préambule 19
6.2 Ancrage des fondations - Sols d'ancrage 19
6.3 Résistance structurale (STR) 20
6.3.1 Béton – informatif 20
6.3.2 Aciers - informatif 20
6.4 Reprise des efforts verticaux 21
6.4.1 Paramètres de dimensionnement 21
6.4.2 Effet de groupe - Coefficient d'efficacité Ce 21
6.4.3 Hypothèses de calcul – Méthode pressiométrique (GEO) 21
6.5 Reprise des efforts horizontaux 22
6.6 Efforts parasites 23
6.6.1 Frottement négatif 23
6.6.2 Déplacement latéral d'une couche compressible g(z) 23
6.7 Résultats du pré-dimensionnement 23
6.7.1 Résultats des calculs de portance 23
6.7.2 Estimation des tassements 25
6.8 Dispositions relatives à l'exécution des fondations profondes 25

6.9 Dispositions particulières 26
6.10 Dispositions relatives à la protection contre les eaux 26
6.10.1 Phase travaux 26
6.10.2 Phase définitive 27
6.10.3 Aspects réglementaires 27
7 PHASAGE DES ETUDES ET MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE à REALISER 28
7.1 Etude d'exécution 28
7.2 Suivi d'exécution 28
7.3 Rappel de la norme NF P 94-500 28
CLASSIFICATION ET ENCHAINEMENT DES MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE 29
CONDITIONS GENERALES 31
ANNEXES 33

1 CONTENU DE LA MISSION

1.1 Cadre de l'intervention

À la demande et pour le compte du SERVICE D'INFRASTRUCTURE DE LA DEFENSE, établissement de Toulon et dans le cadre du marché à bon de commande n°2024-ESID-TLN-0263, la Société ABO ERG GEOTECHNIQUE a effectué une étude géotechnique de conception phase Projet (G2 PRO) dans le cadre de la construction d'un bâtiment administratif DEMa, au sein du site militaire de la Base Navale de Toulon, situé sur la commune de TOULON (83000).

ABO-ERG GEOTECHNIQUE a réalisé :

- L'étude géotechnique préalable phase Principes Généraux de Construction G1 PGC de ledit projet (dossier référencé 23/SG/085/Aa en date du 13 juillet 2023). Cette étude comprend également un relevé topographique du site et une géo-détection des réseaux enterrés,
- L'étude géotechnique de conception phase Avant-Projet G2 AVP de ledit projet (dossier référencé 23/SG/085/Ab indice B en date du 9 décembre 2025).
- Un diagnostic environnemental confié à ABO-ERG ENVIRONNEMENT (dossier référencé 25/MES/109/Aa en date du 10 décembre 2025).

1.2 Objectifs de la mission

Cette mission géotechnique G2 PRO a pour objectifs :

- L'établissement des hypothèses géotechniques en phase conception, sur la base des investigations menées dans le cadre de l'étude de conception G2 AVP,
- L'étude du mode de fondation du bâtiment DEMa, avec vérification de la capacité portante et estimation des tassements,
- L'établissement des dispositions constructives et recommandations générales, associées aux ouvrages géotechniques.

Il s'agit d'une mission de type G2 phase Projet suivant la classification des missions géotechniques de la norme NF P 94-500 de Novembre 2013.

1.3 Limites de validités de la mission

Ne font pas partie de notre mission :

- L'étude de la stabilité générale du secteur,
- Les études pyrotechniques,
- Les études hydrauliques et environnementales,
- Les études hydrogéologiques dont la détermination des niveaux caractéristiques et le dimensionnement des dispositifs de drainage et de protection contre les eaux souterraines,
- L'étude de tout autre ouvrage géotechnique que ceux précités (cf. § 1.2),
- Les études des démolitions éventuelles
- La reprise du prédimensionnement suite à une modification du projet une fois le rapport diffusé,
- Le dimensionnement (STR) des ouvrages en béton armé,
- L'approche des coûts, quantités délais d'exécution à la fin de la phase projet,
- L'élaboration des pièces techniques nécessaires à la consultation des entreprises, comme par exemple CCTP, DQE, (G2 phase DCE),
- L'aide à la maitrise d'ouvrage à l'analyse des offres et au choix des entreprises (G2 phase ACT),
- La pose, la mesure et l'exploitation des résultats d'instrumentation ou d'essais de contrôle,

- Les études et le suivi géotechniques d'exécution, entrant dans le cadre de missions spécifiques G3 ou G4,
- L'accomplissement de toutes les démarches et demandes d'autorisation nécessaires et suffisantes pour la réalisation du projet.

Compte tenu du contexte géotechnique et des ouvrages à réaliser, il conviendra en cours ou en fin de travaux d'adapter les dispositions prévues dans le cadre de cette étude, en fonction des terrains effectivement mis à jour ou rencontrés lors des travaux.

Ces adaptations se feront en concertation avec un géotechnicien dans le cadre des missions spécifiques de suivi et supervision géotechniques du suivi d'exécution de types G3/G4 selon la norme NF P 94-500.

Enfin, précisons qu'en raison des contextes géotechnique et hydrogéologique du site et malgré les reconnaissances réalisées, les terrains du site peuvent être très variables :

- Présence d'anciens vestiges d'infrastructures,
- Zones remblayées fortement hétérogènes,
- Zone de variations naturelles et/ou anthropiques des sols,
- Arrivées d'eau localisées,
- …

1.4 Sondages et investigations réalisés

Dans le cadre des études géotechniques antérieures, il a été effectué :

- Mission G1 PGC, de 2023 :
  - 1 sondage manuel de reconnaissance de fondation F1 descendu à 1.24 m de profondeur,
  - 1 sondage de reconnaissance géologique destructif vertical SP1 descendu à 25.1 m de profondeur, avec enregistrement des paramètres de foration et la réalisation de 24 essais pressiométriques,
  - 4 essais de pénétration dynamique PD1 à PD4, descendus à une cote d'arrêt volontaire à 6.0 m de profondeur ou à une cote de refus à 0.3 m de profondeur.
- Mission G2 AVP, de 2025 :
  - 1 sondage manuel de reconnaissance de fondation F2 descendu à 0.90 m de profondeur, et poursuivi par 1 sondage carotté incliné SC2i de 5.0 ml,
  - 2 sondages de reconnaissance géologique destructifs verticaux SP2 et SP3 descendus à 25.0 m de profondeur, avec enregistrement des paramètres de foration et la réalisation de 24 essais pressiométriques par sondage,
  - 1 sondage carotté vertical SC1-Pz descendu à 25.0 m de profondeur, avec prélèvement d'échantillons intacts,
  - L'équipement du sondage SC1-Pz en piézomètre ouvert de diamètre 52/60 mm de 15 ml, avec bouche à clé,
  - Des essais en laboratoire, à savoir :
    - 2 essais d'identification des sols (poids volumique sec du sol, poids volumique humide du sol, teneur en eau, analyse granulométrique et sédimentométrique, valeur au bleu),
    - 1 essai de cisaillement à la boite de Casagrande,
    - 1 analyse de l'agressivité de l'eau vis-à-vis des bétons,
    - 3 analyses de l'agressivité des sols vis-à-vis des bétons,
    - 11 analyses environnementales : pack ISDI - 8 métaux, HAP.

Les profondeurs des sondages et essais sont données par rapport au terrain actuel tel qu'il se présentait le jour de notre intervention.

Les points de sondages ont été implantés suivant les recommandations du SID Méditerranée, les contraintes d'accès, de réseaux enterrés, et les contraintes liées à l'exploitation du site.

De plus, ceux-ci ont fait l'objet d'un repérage X, Y (en LAMBERT CC43) et Z (en m NGF).

Les résultats obtenus et le plan d'implantation des sondages figurent en annexe au présent rapport.

_____

2 DOCUMENTS / LOGICIELS

2.1 Documents fournis

Dans le cadre de la présente mission, il nous a été communiqué en complément :

- CCTP communes, établi par EGIS référencé DT-TYP-CTC-3 indice V0 en date du 4 juin 2026,
- CCTP lot 01 A - Gros Œuvre, établi par EGIS référencé BAUC1497_EGI_PRO_CCTP Gros œuvre indice V0 en date du 29 mai 2026,
- Plan de masse projeté établi par le cabinet d'architecture LAND, référencé PRO-TT-01 en date de juin 2026,
- Plan du niveau R+0 projeté établi par le cabinet d'architecture LAND, référencé PRO-PL-RDC-TT-03 indice A en date de juin 2026,
- Plan du niveau R+1 projeté établi par le cabinet d'architecture LAND, référencé PRO-PL-R+1-TT-04 indice A en date de juin 2026,
- Plan du niveau de toiture projeté établi par le cabinet d'architecture LAND, référencé PRO-PL-R+1-TT-05 indice A en date de juin 2026,
- Vues en élévation du projet établi par le cabinet d'architecture LAND, référencé PRO-PL-EXT-TT-06 indice A en date de juin 2026,
- Coupes longitudinales du projet établi par le cabinet d'architecture LAND, référencé PRO-CP-INT-TT-07 indice A en date de juin 2026,
- Coupes transversales du projet établi par le cabinet d'architecture LAND, référencé PRO-CP-INT-TT-08 indice A en date de juin 2026,
- Images 3D du projet établi par le cabinet d'architecture LAND, référencé PRO-16 indice A en date de juin 2026,
- Plans de structure PRO établis par EGIS :
    - Plan de fondation, référencé Plan de fondation indice 0 en date du 5 juin 2026,
    - Plan du plancher haut du R+0, référencé PH-RDC indice 0 en date du 5 juin 2026,
    - Plan du plancher haut du R+1, référencé PH-R01 indice 0 en date du 5 juin 2026,
    - Coupes, référencées Plan Coupes indice 0 en date du 5 juin 2026.

2.2 Documents de référence

Les documents consultés dans le cadre de cette étude sont les suivants :

- Norme NF P 94-500 de novembre 2013 : missions d'ingénierie géotechnique,
- Norme NF EN 1997-1/NA : Eurocode 7 : calcul géotechnique - Partie 1 : Règles générales,
- Norme NF P 94-262 : justification des fondations profondes (norme d'application de l'EC7) et son amendement A1 de juillet 2018,
- Norme NF EN 1998 - Eurocode 8 : calcul des structures pour leur résistance aux séismes.

2.3 Logiciels

Pour les calculs, nous avons utilisé les logiciels suivants :

- FOXTA v4 : pour l'étude des fondations profondes (modules Fondprof et Taspie+).

———

3 DESCRIPTION DU SITE ET DU PROJET

3.1 Description du site

Le terrain retenu pour la construction se situe au sein du Dépôt des Essences Marines, au sein du site militaire de la Base Navale de Toulon, sur la commune de Toulon (83000).

La zone d'étude présente une légère pente générale en direction du Sud.

Avant travaux de réaménagement en cours, le site présentait des cotes altimétriques comprises entre +1.3 et +2.0 m NGF.

Actuellement, la zone d'étude est occupée par quelques modulaires de type R+0.

3.2 Caractéristiques du projet

3.2.1 Présentation générale

Le projet prévoit la construction d'un nouveau bâtiment administratif DEMa (Dépôt des Essences Marines).

Il s'agit d'un ouvrage de type R+1+toiture plate d'environ 450 m² d'emprise au sol, comprenant un niveau R+0 partiel (environ 60% de l'emprise totale du projet) et conçu sur vide sanitaire. De plus, celui-ci intègre un ascenseur.



Figure 1 : Coupe longitudinale du projet

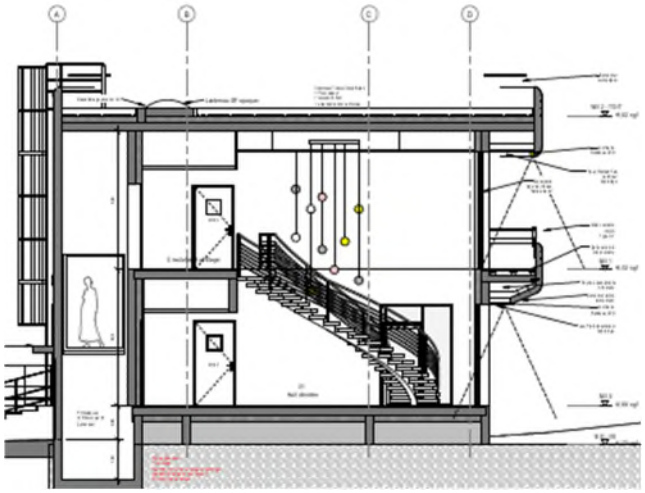


Figure 2 : Coupe transversale du projet



Figure 3 : Vue d'insertion 3D

Selon les indications transmises, le niveau fini du plancher bas du niveau R+0, est prévu à la cote de +2.66 m NGF (soit en surélévation de l'ordre de 1.3 m, par rapport à un niveau extérieur vers +1.3 m NGF).

De plus, le niveau fini de la fosse ascenseur est prévu vers +0.83 m NGF.

Enfin, notons qu'entre la phase G2 AVP et la phase G2 PRO, l'implantation du projet a été relativement modifiée, avec globalement une rotation de l'ouvrage de 10° par rapport à son extrémité Est. Ainsi, son extrémité Ouest a subi un décalage de l'ordre de 12 m.

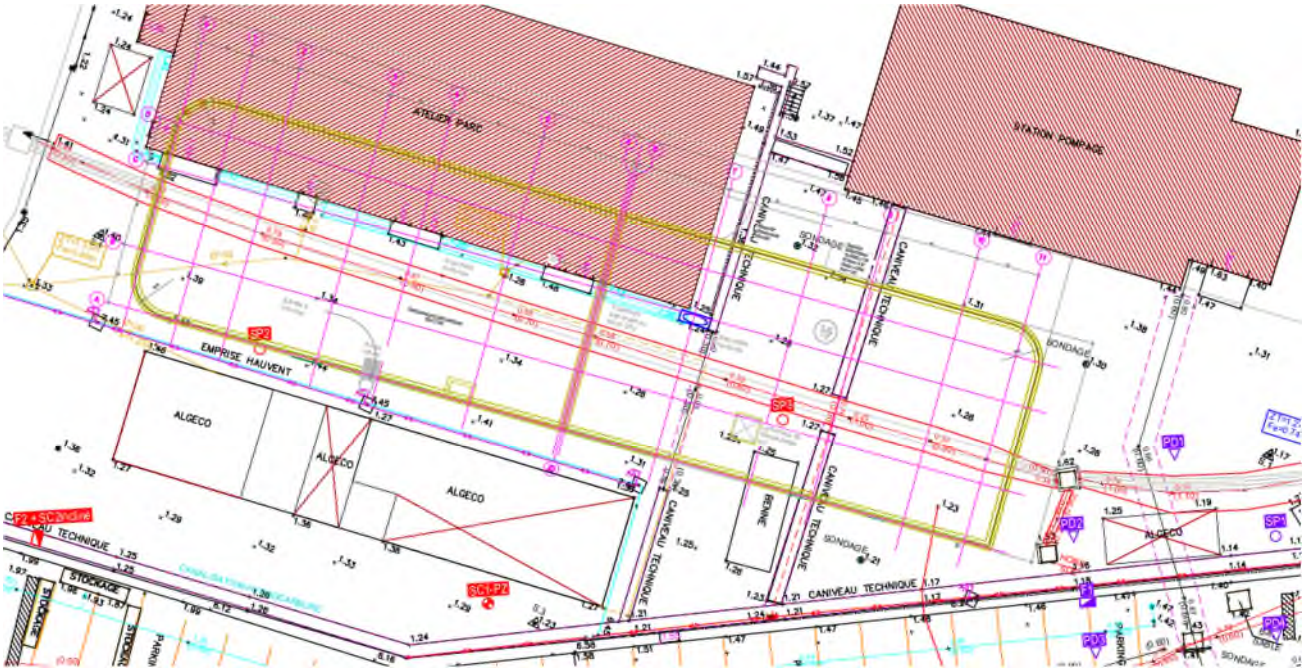


Figure 4 : Plan d'implantation du projet et des investigations réalisées, sur fond de plan existant

3.2.2 Mode de fondation retenu et descentes de charges

Compte-tenu du contexte géotechnique et hydrogéologique : sols mécaniquement hétérogènes et compressibles sur les 7 à 8 premiers mètres (remblais, sols vasards), puis également mécaniquement hétérogènes en profondeur (formations de Cailloutis de Piedmont hétérogènes par nature, formations du Muschelkalk caractérisés par une alternance de niveaux de calcaires ou cargneules compacts et de nveaux argilo-marneux peu à moyennement compacts), aquifère sub-affleurant ; et de l'ouvrage, nous proposons d'étudier un mode de fondation profond par pieux.

A ce stade de l'étude, les descentes de charges enveloppe sont de l'ordre de :

- G+Q entre 51 et 1074 KN aux ELS Caractéristiques,
- 1.35xG+1.5xQ entre 72 et 1474 KN aux ELU Fondamental.

Ainsi, au regard également de la forte disparité des descentes de charges, nous proposons d'ancrer les fondations profondes uniquement au sein des formations de Cailloutis de Piedmont, nécessitant de faire localement des groupes de pieux.

Ainsi, nous proposons d'étudier les 3 cas de charges ci-dessous.

Cas	DDC/appui		DDC/pieu		
	ELS Caractéristiques (kN)	ELU fondamental (kN)	Nombre de pieux	ELS Caractéristiques (kN/pieu)	ELU fondamental (kN/pieu)
1	51.0	72.0	1	51.0	72.0
2	1074.0	1474.0	4	268.5	368.5
3	557.0	769.0	2	278.5	384.5

Enfin, les tassements admissibles sont inférieurs au centimètre.

3.3 Zone d'Influence Géotechnique (ZIG)

Les ouvrages situés dans la Zone d'Influence Géotechnique du projet sont :

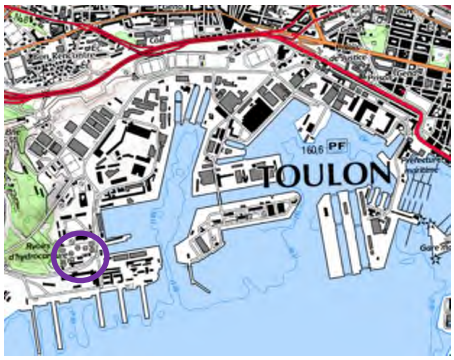
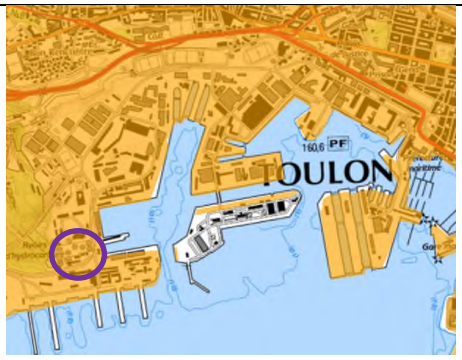
- Les ouvrages mitoyens, notamment le bâtiment Nord récemment démolis et situés dans l'emprise projet,
- Les réseaux enterrés du site, notamment les réseaux MISA.

La zone d'influence géotechnique devra être réévaluée lors des études d'exécution G3 en fonction de l'implantation définitive des ouvrages.

Définition de la ZIG selon la NF P 94-500 : Volume du terrain au sein duquel il y a interaction entre l'ouvrage ou l'aménagement du terrain (du fait de sa réalisation et de son exploitation) et l'environnement (sols et ouvrages environnants).

4 RESULTATS DES INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES

4.1 Enquête documentaire

RISQUES	SITE	CARTES	ANALYSE DES RISQUES
PPR / PER mouvements de terrain	www.georisques.gouv.fr/cartes-interactives#/		Absence de PPR mouvement de terrain prescrit ; pas de mouvement de terrain recensé dans un rayon de 500 m
PPR inondation AZI	www.var.gouv.fr/quels-risques-dans-ma-commune-r238o.html		☐ Terrain en zone inondable ☒ Terrain en dehors de zone inondable ☐ Non réalisé
Exposition au retrait/gonflement des argiles	www.infoterre.brgm.fr		☐ Exposition à priori nulle ☐ Exposition faible ☒ Exposition moyenne ☐ Exposition forte
Remontée de nappes	www.georisques.gouv.fr/cartes-interactives#/		☐ Pas de débordement de nappe ni d'inondation de cave ☒ Zone potentiellement sujette aux inondations de cave ☒ Zone potentiellement sujette aux débordements de nappe ☐ Non réalisé
Risque sismique	www.sigvar.org		☐ Zone 1 : sismicité très faible ☒ Zone 2 : sismicité faible ☐ Zone 3 : sismicité modérée ☐ Zone 4 : sismicité moyenne ☐ Zone 5 : sismicité forte

Risque radon	www.georisques.gouv.fr/cartes-interactives#/		☐ Potentiel de catégorie 1 ☐ Potentiel de catégorie 2 ☒ Potentiel de catégorie 3  **L'étude spécifique de ce risque, de la compétence d'un spécialiste, est exclue du cadre des missions géotechniques et en particulier n'entre pas dans le cadre de la présente étude**

4.2 Géologie

La carte géologique au 1/50 000 de TOULON mentionne que le site se situe, en dehors des remblais liés à l'aménagement du site, au droit des formations d'alluvions modernes (Fy) et/ou d'Epandages des cailloutis du Piedmont (Py) caractérisées par des graviers, sables, limons et argiles, surmontant vraisemblablement les formations du Muschelkalk (t6-4) représentées par des calcaires, dolomies, marnes et argiles.

Selon notre connaissance du site, celui-ci présente des remblais sur des épaisseurs importantes, vraisemblablement gagnés sur la mer et aménagés à des époques différentes. Il s'agit donc a priori de matériaux déversés, et leur très forte hétérogénéité rend leur caractérisation géotechnique délicate avec les moyens de reconnaissance actuels. Cette très forte hétérogénéité est certaine, et on ne peut être totalement sûr de l'absence d'anomalies telles que par exemple des poches argileuses, des matériaux organiques et putrescibles (débris végétaux par exemple), débris de construction, sauf si la mise en œuvre des remblais a fait à l'époque l'objet d'un contrôle attentif.

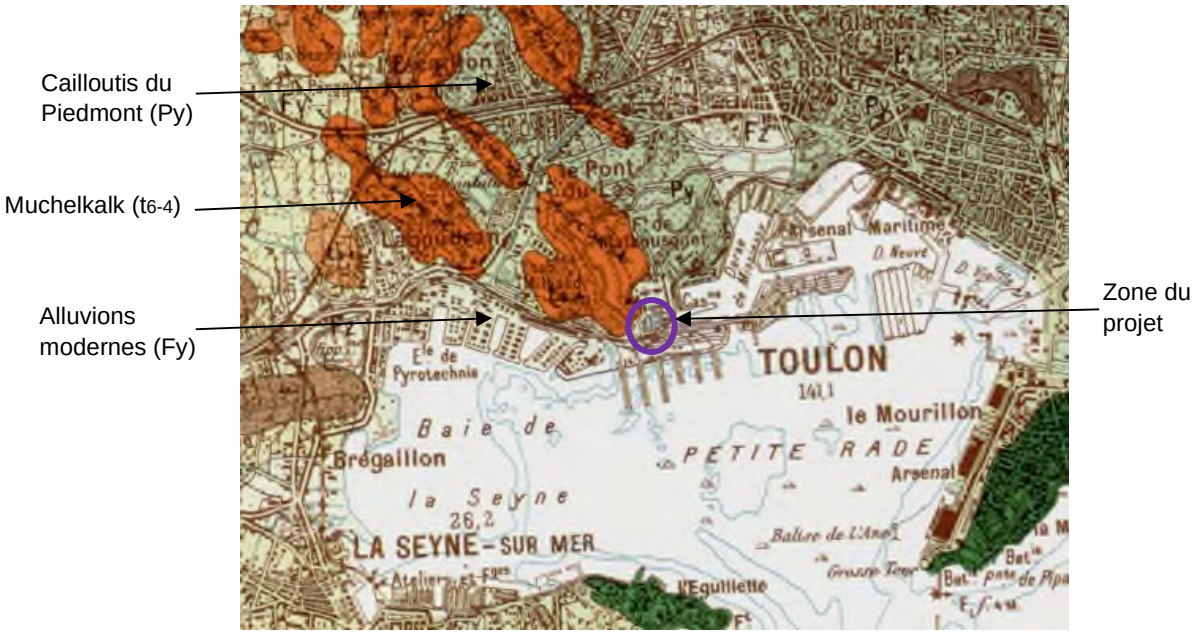


Figure 5 : Extrait de la carte géologique au 1/50 000ème – TOULON

4.3 Hydrogéologie

Lors de notre intervention en novembre 2025, un niveau d'eau souterraine a été relevé à 0.85 m de profondeur au droit du sondage F2.

A noter qu'il ne s'agit pas d'un niveau stabilisé.

De plus, précisons que la présence ou l'absence d'eau, lors de la réalisation de nos investigations, ne constitue pas un paramètre caractéristique du régime hydrogéologique du secteur.

A ce titre, le niveau stabilisé d'eau suivant a été relevé, à ce jour :

Sondages	SC1-Pz	
Dates	Niveau d'eau (en m/TA)*	Niveau d'eau (en m NGF)
14-11-2025	0.95	+0.33 m NGF

* : cote du Terrain Actuel, le jour de réalisation des sondages en date de novembre 2025.

A noter que le toit des niveaux aquifères est susceptible de remonter à une cote supérieure selon le marnage, ou suite à un épisode pluvieux intense par exemple.

Le piézomètre mis en place dans le sondage SC1-Pz permettra de procéder à des relevés piézométriques périodiques notamment lors des périodes pluvieuses prolongées. En effet, compte tenu de la conception du projet avec des niveaux enterrés (fosse ascenseur), une estimation prévisionnelle des niveaux des plus hautes eaux visant à déterminer les niveaux remarquables (EE, EH, EB) au sens du DTU 14.1, sera, le cas échéant nécessaire à la conception du projet.

La présente étude n'aborde pas le problème de l'inondabilité et de submersibilité du site, qui n'entre en aucun cas dans le cadre de la mission d'ABO-ERG GEOTECHNIQUE.

4.4 Résultats des sondages et essais in situ

4.4.1 Sondages de reconnaissance de fondation F2 et sondage carotté incliné SC2i

Nous avons effectué le 3 novembre 2025, un sondage de reconnaissance de fondation manuel F2, complété du 4 au 5 novembre 2025, par un sondage carotté incliné SC2i. Précisons que le sondage carotté présente les caractéristiques suivantes : sondage incliné de 22° par rapport à la verticale, implanté à 0.55 m du mur d'enceinte.

Le sondage F2, a permis de mettre en évidence un mur (en pierres maçonnées pressenti) dont la base n'a pas été atteinte au droit de F2 (arrêt de la fouille à 0.9 m de profondeur, en raison des venues d'eau polluée). Cette infrastructure présente un débord de 0,07 m.

En complément, le sondage incliné SC2i semble mettre en évidence une profondeur d'assise vers 2.5 ml, soit environ 2.3 m de profondeur. Toutefois, cette profondeur est très incertaine en raison du faible taux de remontée de sols, lors des passes de carottage.

La coupes schématiques et photographies de ces sondages sont jointes en annexe au présent rapport.

4.4.2 Sondages pressiométrique SP1 à SP3

Le sondage SP1 a été réalisé du 21 au 22 juin 2023 au moyen d'une sondeuse de type SOCOMAFOR 50/65 et les sondages SP2 et SP3 ont été réalisés du 5 au 13 novembre 2025 au moyen d'une sondeuse de type SOCOMAFOR 65, équipées d'un tricône de 64 mm (avec de l'eau comme fluide de forage).

Ces sondages ont fait l'objet d'enregistrement des paramètres de foration. Les paramètres de foration suivants ont été enregistrés au cours des forages :

- Vitesse d'avancement instantanée VIA (en m/h),
- Pression sur l'outil PO (en bars),
- Pression de retenue PH (en bars),
- Couple de rotation CR (en bars),
- Pression d'injection PI (en bars).

De plus, les caractéristiques mécaniques in-situ (pression limite nette pressiométrique p_l^* (MPa) et le module de déformation pressiométrique E_M (MPa)), ont été mesurées au pressiomètre suivant la norme NF EN ISO 22476-4.

Ainsi, les sondages de reconnaissance géologique destructifs SP1 à SP3 mettent en évidence la présence successive :

- Localement en SP1 et SP2, de l'enrobé sur 0.05 à 0.1 m d'épaisseur,
- Jusqu'entre 3.5 et 4.5 m de profondeur, des remblais de graviers et cailloux à matrice sableuse, de résistance mécanique faible à moyenne, avec : $0.11 \leq p_l^* \leq 1.72$ MPa ($p_l^*{}_{moyen} = 0.41$ MPa) et $0.9 \leq E_M \leq 7.5$ MPa ($E_{M\ moyen} = 2.4$ MPa) ; 10 essais. Notons la présence d'hydroccarbure décelé au droit de SP2,
- Jusqu'entre 7.3 à 7.9 m, des limons sableux vasards très peu compacts : $0.02 \leq p_l^* \leq 0.35$ MPa ($p_l^*{}_{moyen} = 0.18$ MPa) et $1.7 \leq E_M \leq 3.5$ MPa ($E_{M\ moyen} = 2.3$ MPa) ; 11 essais,
- Jusqu'entre 14.7 à 17.5 m de profondeur, des graviers et cailloux à matrice argilo-sableuse à sablo-argileuse de résistance mécanique globalement moyenne, localement peu compacts ou au contraire compacts, avec : $0.25 \leq p_l^* \leq 3.86$ MPa ($p_l^*{}_{moyen} = 1.28$ MPa) et $2.2 \leq E_M \leq 51.7$ MPa ($E_{M\ moyen} = 6.9$ MPa) ; 25 essais,
- En-deçà et ce jusqu'au terme du sondage à 25.0 m de profondeur :
    - En SP2 et en SP1 à partir d'environ 20 m : une alternance de niveaux de calcaires, de cargneules, de marnes et d'argiles, de compacité moyenne à élevée : $1.32 \leq p_l^*$ et au-delà de 5.0 MPa ($p_l^*{}_{moyen} = 4.05$ MPa) et $10.5 \leq E_M$ et au-delà de 100 ($E_{M\ moyen} = 50$ MPa) ; 14 essais, dont 1 inexploitable,
    - Au droit de SP3 et jusqu'à 20 m en SP1 : des marnes moyennement compactes : $0.54 \leq p_l^* \leq 2.55$ MPa ($p_l^*{}_{moyen} = 1.45$ MPa) et $3.6 \leq E_M \leq 43.3$ ($E_{M\ moyen} = 10.2$ MPa) ; 12 essais.

N.B. : les remblais sont par définition, des matériaux anthropiques, soit de nature et de caractéristiques mécaniques très hétérogènes, ce qui est le cas ici, avec la présence de quelques débris divers et/ou infrastructures enterrées. Dans la même optique, il n'est pas exclu que ces remblais contiennent également des matériaux organiques et putrescibles (débris végétaux par exemple), et/ou des débris de de construction, et/ou des éléments à caractère polluant.

N.B. : la description des terrains traversés et la position des interfaces comportent des imprécisions inhérentes à la méthode de forage destructif. Seule la réalisation de sondage carotté permettra d'avoir une représentation objective de la nature et de la position des horizons traversés.

4.4.3 Sondage carotté SC1-Pz

Le sondage SC1-Pz a été réalisé du 3 au 4 novembre 2025 au moyen d'une sondeuse de type SOCOMAFOR 65 équipée d'un carottier vibro-poinçonneur de 114 mm de diamètre extérieur jusqu'à 16,0 m, puis il a été poursuivi à l'aide d'un carottier rotatif de 116 mm de diamètre extérieur.

Ainsi et plus précisément, le sondage carotté SC1-Pz a mis en évidence la succession des formations suivantes :

- Des remblais de sables, graviers et cailloux jusqu'à 4.1 m de profondeur, à quelques débris de construction en sub-surface (béton, enrobé, …). De plus, une ancienne infrastructure maçonnée semble avoir été traversée entre 1.3 et 2.1 m de profondeur,
- Jusqu'à 7.95 m de profondeur, des limons sableux vasards à fibres de posidonies. Notons la présence d'hydrocarbure décelée localement,
- Entre 7.95 et 14.0 m de profondeur, des niveaux sablo-argileux à argilo-sableux et fraction graveleuse,
- Jusqu'à 18.6 m de profondeur, des argiles marneuses à marnes,
- En-deçà et ce jusqu'au terme du sondage à 25.0 m de profondeur, des horizons de calcaires ou cargneules, à passages de niveaux argileux.

La coupe et les photographies du sondage sont jointes en annexe.

4.4.4 Essais de pénétration dynamique PD1 à PD4

Les essais de pénétration dynamique PD1 à PD4, exécutés le 22 juin 2023 au moyen d'un pénétromètre dynamique portatif de type TECNOTEST permettent la détermination du terme de pointe q_d, dont les variations en fonction de la profondeur et pour chaque point de sondage sont données sur les pénétrogrammes figurant en annexe.

Au niveau de l'emprise du projet, l'ensemble des essais PD1 à PD4 indique la présence de sols compacts en subsurface, à l'origine vraisemblablement du refus court de l'essai PD4.

Au-delà, les essais PD1 à PD3 enregistrent des résistances mécaniques globalement faibles ($0.5 < q_d < 2.5$ MPa, avec des pics locaux à 5/8 MPa) jusqu'au terme des essais à 6.0 m de profondeur.

Notons également la présence d'hydrocarbures sur les tiges et les pointes des essais.

4.5 Résultats des essais en laboratoire

4.5.1 Essais d'identification des sols

Les échantillons de sols prélevés in-situ au droit du sondage SC1-Pz, ont fait l'objet d'analyses en laboratoire, dont les résultats sont donnés ci-après :

Echantillon [prof. (m)]	**SC1-Pz [10.20 à 10.40]**	**SC1-Pz [12.50 à 12.70]**
Nature du sol	Limons légèrement sablo-argileux, à graviers	Limons sableux légèrement argileux, à graviers
Teneur en eau naturelle W (%)	20.2	13.9
VBS	1.2	0.8
Tamisat à 2 mm (%)	68.8	62.7
Tamisat à 63 µm (%)	49.8	34.6
Tamisat à 2 µm (%)	17.2	8.3
Dmax (mm)	20.0	37.5
D70 (mm)	4.136	5.375
D60 (mm)	0.185	1.316
D50 (mm)	0.064	0.244
D10 (mm)	-	0.003
Poids volumique sec γd du sol (kN/m^3)	17.4	19.8
Poids volumique humide γh du sol (kN/m^3)	20.9	22.5
Classification G.T.R.	**A_1**	**B_5**
Classification selon GTRCF de mai 2023	**F_1**	**I_1**

Les matériaux en place prélevés sont des sols fins de classe **A1** selon la classification GTR du LCPC/SETRA (soit **F1** selon GTRCF de mai 2023), et des sols sableux et graveleux avec fines de classe **B5** selon le GTR (soit **I1** selon GTRCF).

D'une manière générale, ces sols **A1** changent brutalement de consistance pour de faibles variations de teneur en eau et sont ainsi sensibles aux variations hydriques notamment du point de vue de leur portance.

Concernant les sols **B5**, la fraction fine peut avoir une grande influence dans le comportement de ces sols. Ainsi, du fait de cette fraction fine, ces sols changent peuvent brutalement de consistance pour de faibles variations de teneur en eau et sont ainsi sensibles aux variations hydriques du point de vue de leur portance.

Les résultats des essais de laboratoire sont présents en annexe.

4.5.2 Essais de cisaillement à la boite de Casagrande

Un essai de cisaillement à la boite de Casagrande (essais CD) a pu être entrepris sur un échantillon intact prélevé au sein du sondage carotté SC1-Pz. Cet essai conforme à la norme NF P 94-071-1, a permis de mesurer les valeurs suivantes :

Echantillon [prof. (m)]		**SC1-Pz [10.20 à 10.50]**
Nature du sol		Limons légèrement sablo-argileux, à graviers
Caractéristiques à long terme	**Cohésion C'pic (kPa)**	11
	Angle de frottement φ'pic (°)	35
	Cohésion C'résiduelle (kPa)	9
	Angle de frottement φ'résiduel (°)	35

Ces résultats sont cohérents avec la nature des échantillons de sols identifiés au § 2.5.1.

4.5.3 Analyse de l'agressivité de l'eau vis-à-vis des bétons

Une analyse chimique de l'eau a été réalisée sur un échantillon d'eau prélevé au sein du piézomètre mis en œuvre en SC1-Pz.

Ainsi selon la norme EN-206-1, l'échantillon présente une classe d'agressivité XA1.

Les résultats de cette analyse sont joints en annexe.

4.5.4 Analyses de l'agressivité des sols vis-à-vis des bétons

Des analyses chimiques du sol ont été réalisées sur des échantillons de sols prélevés au sein du sondage carotté SC1-Pz.

Ainsi selon la norme EN-206-1, les échantillons présentent des classes d'agressivité XA1 à XA2.

Les résultats de ces analyses sont joints en annexe.

5 HYPOTHESES GEOTECHNIQUES

5.1 Contexte géologique

Sur la base des investigations géotechniques in-situ réalisées, les formations suivantes ont été mises en évidence au droit du site, de haut en bas :

- Sol C1 : des remblais sablo-gravelo-blocailleux mécaniquement hétérogènes et peu compacts, sur 3.5 à 4.5 m d'épaisseur,
- Sol C2 : jusqu'entre 7.3 à 8.0 m de profondeur, des limons sableux vasards de faible compacité,
- Sol C3 : jusqu'entre 14.0 et 17.5 m de profondeur, des graviers et cailloux à matrice argilo-sableuse à sablo-argileuse de résistance mécanique faible à moyenne (formations de Cailloutis de Piedmont),
- Sol C4 : les formations du Muschelkalk, à savoir une alternance de niveaux argilo-marneux de faible à moyenne résistance mécanique et de niveaux de calcaires ou cargneules compacts mais entrecoupés de passages argilo-marneux peu compacts.

5.2 Modèle géotechnique retenu (GEO)

Les valeurs issues de l'interprétation des investigations réalisées in-situ dans le cadre de cette étude sont synthétisées dans le tableau suivant :

N° Sol	Prof. Base	Faciès	γh / γ_{sat}		Caractéristiques géomécaniques			
				$q_{d\ moy}$	E_M	pf*	pl*	α
	[m/TA]		[kN/m³]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[-]
C1	3.5 à 4.5	Remblais sablo-gravelo-blocailleux	17 / 18	0.5 à 4	2.5	0.20	0.40	1/3
C2	7.3 à 8.0	Limons sableux vasards	16 /17	1 à 2.5	2.3	0.15	0.25	1/2
C3	14.0 à 17.5	Graviers et cailloux à matrice argilo-sableuse à sablo-argileuse, de faible à moyenne compacité	18 /19	-	6.9	0.75	1.30	2/3
C4	> 25.0	Alternance de niveaux argilo-marneux de faible à moyenne compacité et de niveaux de calcaires ou cargneules à passages argilo-marneux	19/20	-	10.2	0.90	1.50	2/3

Avec :

- γh / γsat *Poids volumique humide des sols / Poids volumique saturé des sols,*
- qd_{moy} *Résistance dynamique de pointe moyenne,*
- pl^* *Pression limite nette (valeur moyenne),*
- E_M *Module pressiométrique Ménard (valeur moyenne),*
- α *Coefficient rhéologique du sol.*

Commentaires :

Les paramètres de sols (γ/γ_{sat}) ont été estimés à partir des résultats des essais pressiométriques, de la description des faciès. Ces valeurs sont donc à considérer avec prudence.

Ces hypothèses pourront être remises en cause lors de la phase d'exécution et le dimensionnement devra être adapté en fonction du contexte géotechnique effectivement mis à jour (mission de type G3 selon la norme NF P 94-500).

5.3 Contexte sismique

Selon l'arrêté du 22 octobre 2010 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal », les principales données parasismiques figurent dans le tableau ci-après :

Zone de sismicité cantonale	2 - faible
Accélération maximale de référence au niveau d'un sol de type rocheux a_{gr} (m/s^2)	0.7
Catégorie d'importance de l'ouvrage**	II
Coefficient d'importance γI	1.0
Accélération nominale correspondante $a_g = a_{gr}$. γI (m/s²)	0.70
Classe de sol	E*
Paramètre de Sol	1.8

* : classe de sol estimée à partir des sondages réalisés,

** : catégorie d'importance à confirmer par le Maître d'Ouvrage,

En zone de sismicité faible, les ouvrages de catégorie d'importance II ne sont pas soumis aux normes dites « règles Eurocode 8 » d'après la réglementation relative aux bâtiments.

En zone de sismicité 2, l'analyse de la liquéfaction n'est pas requise.

5.4 Analyse des risques

Compte tenu des résultats des investigations menées, les principaux aléas et risques géotechniques identifiés pour le projet sont les suivants :

- Des remblais gagnés sur la mer, plus ou moins pollués (cf. diagnostic environnemental des sols, référencé 25/MES/109/Aa en date du 10 décembre 2025),
- Des remblais et sols vasards compressibles, avec la présence de possible de blocs et/ou infrastructures enterrées au sein des remblais du site,
- D'importantes hétérogénéités de nature, d'épaisseur et de compacité sont rencontrées au sein des formations de Cailloutis de Piedmont (sol C3) et également des formations du Muschelkalk (sol C4). De plus, le risque de cavités ne peut être exclu au sein des formations du Muschelkalk.

6 PRE-DIMENSIONNEMENT DES FONDATIONS PROFONDES PAR PIEUX

6.1 Préambule

Nous proposons de fonder le nouveau bâtiment administratif DEMa (Dépôt des Essences Marines), par l'intermédiaire des **fondations profondes de type pieux.**

Les fondations profondes seront dimensionnées à partir des règlements en vigueur et plus spécifiquement avec la norme NF P 94-262.

Le mode de réalisation des fondations profondes pourra être adapté par les entreprises en fonction du contexte géotechnique (sols plus ou moins pollués au sein des remblais et/ou sols vasards, aquifère à faible profondeur, possibles blocs ou substructures enterrées au sein des remblais, sols mécaniquement hétérogènes en profondeur, …) et de leur connaissance du secteur et du matériel mis à disposition sur chantier.

Dans le cadre de la présente étude, **un pré-dimensionnement a été réalisé dans le cadre des hypothèses suivantes :**

- Fondation profonde de type **pieux forés simple (avec tubage provisoire, sur l'épaisseur des remblais et sols vasards),** ancrée au sein des formations des Cailloutis de Piedmont moyennement compacts (sol C3),
- Pas de prise en compte de frottement latéral, au sein des remblais et sols vasards sous-jacents (Sols C1 et C2),
- Pieux espacés entre eux de minimum 3 Ø, notamment au droit des groupes de pieux (soit C_e = 1),
- Cote de plateforme de réalisation des massifs de répartition/longrines au niveau de la cote du Terrain Projeté, soit vers +1.3 m NGF, avec ainsi une arase supérieure des pieux pressentie vers +0.8 m NGF.

6.2 Ancrage des fondations - Sols d'ancrage

L'ancrage des pieux devra être réalisé **de façon homogène** dans les formations de Cailloutis de Piedmont moyennement compacts (sol C3), reconnu à partir de :

- 8.0 m en SP1 et SP2,
- 7.5 m en SP3.

Ces profondeurs pourront varier en plus ou en moins, en fonction d'anomalies géologiques éventuelles non décelées lors de la présente campagne.

Afin de garantir un ancrage suffisant dans les formations de Cailloutis de Piedmont de résistance mécanique moyenne à bonne (Sol C3), nous recommandons d'ancrer les pieux de 3 Ø au minimum au sein de ces formations.

Pour pouvoir retenir un facteur de portance kp maximal, il conviendra de vérifier que De/B > 5. Sinon la valeur du facteur de portance (kp) devra alors être réduite suivant la norme NF P 94-262.

Dans tous les cas, la technique de forage utilisée devra permettre de respecter l'ancrage prévu dans les formations moyennement compactes à compactes qui devra impérativement être validé par des enregistrements des paramètres de forage.

A noter que des instabilités des parois et de pertes de coulis sont attendues dans les remblais et sols vasards présents sur de forte épaisseur, puis au droit des passages plus sablo-graveleux des formations de Cailloutis de Piedmont, et nécessiteront le cas échéant, la mise en œuvre de tubage provisoire.

6.3 Résistance structurale (STR)

6.3.1 Béton – informatif

La classe d'exposition des bétons devra être déterminée par le Maitre d'Ouvrage selon les agressivités des eaux et des sols.

A ce stade nous considérons, suivant les résultats d'essais en laboratoire, une classe d'exposition XA2.

Le calcul de la résistance des bétons à la compression est donné dans le § 6.4 de la norme NF P 94-262. Aussi, le diamètre des pieux considéré par hypothèse :

Type de pieux	Pieu foré FS (Classe 1 - Catégorie 1), avec tubage provisoire sur l'épaisseur des remblais et sols vasards
Classe de béton	Béton C30/37 (par hypothèse) XA2 (Hypothèse de classe d'exposition à définir par le Maitre d'Ouvrage)
Cmax	35 MPa
Ferraillage	Oui
Contrôle renforcé	Non
Effort max ELS	Ø 420 mm
	880 kN

Le module de déformation du béton E_b est de :

- E_{bc} = 10 GPa en phase service,
- E_{bl} = 20 GPa en phase provisoire.

6.3.2 Aciers - informatif

Seuls les pieux soumis uniquement à des efforts de compression centrés peuvent ne pas être armés. On prévoira tout de même la mise en place de 4 barres d'attente de 12 mm de diamètre minimum et de 2 m de long piquées dans le béton frais.

Les pieux soumis à de la traction seront armés toute hauteur.

Le module d'Young des aciers est de 210 GPa.

6.4 Reprise des efforts verticaux

6.4.1 Paramètres de dimensionnement

Les hypothèses de calcul suivantes sont déterminées à partir de la norme NF P 94-262 :

Modèle	Terrain
Méthode	Pressiométrique
Type de pieux	Pieu foré FS (Classe 1 - Catégorie 1), avec tubage provisoire sur l'épaisseur des remblais et sols vasards

Les calculs des fondations profondes à la portance seront réalisés conformément aux § 9 et 10 et 14 ainsi que l'annexe F de la norme NF P 94-262 et son amendement de juillet 2018.

6.4.2 Effet de groupe - Coefficient d'efficacité Ce

Dans le cas de pieux rapprochés, c'est-à-dire espacés de moins de trois diamètres, il convient de prendre en compte un coefficient d'efficacité C_e conformément à l'annexe J de la norme NF P94-262.

$C_e = 1$ lorsque $d \geq 3Ø$

Sinon, $C_e = \left(1 - C_d\left(2 - \left(\frac{1}{m} + \frac{1}{n}\right)\right)\right)$ avec $C_d = 1 - \frac{1}{4}\left(1 + \frac{d}{Ø}\right)$ lorsque $1 \leq \frac{d}{Ø} + \leq 3$

Avec

- *d* *Entraxe des pieux,*
- *Ø* *Diamètre des pieux,*
- *m* *Nombre de lignes de pieux,*
- *n* *Nombre de pieux par ligne*

Toutefois, lorsque les pieux sont ancrés dans une couche très résistante, il est admis de considérer un coefficient d'efficacité égal à 1.

Aucun effet de groupe n'est considéré dans les pré-dimensionnements ci-dessous, ce qui nécessite de respecter un espacement d'au moins 3 diamètres entre chaque pieu.

6.4.3 Hypothèses de calcul – Méthode pressiométrique (GEO)

Les hypothèses de calcul sont synthétisées dans le tableau suivant :

Sol	Nature	Prof. Base (m/TA)	p_{l^*} MPa	$\gamma_{Rd;1}$ Compression -	$\gamma_{Rd;1}$ Traction -	$\gamma_{Rd;2}$ -	αsol-pieu -	Courbe -	$q_{s;i}$ kPa	kpmax -
C1	Remblais sablo-gravelo-blocailleux	4.0	0.40	1.15	1.4	1.1	1.0	Q2	-	-
C2	Limons sableux vasards	8.0	0.25	1.15	1.4	1,1	1.1	Q1	-	-
C3	Graviers et cailloux à matrice argilo-sableuse à sablo-argileuse, de faible à moyenne compacité	15.5	1.30	1.15	1.4	1,1	1.1	Q1	47.7	1.15
C4	Alternance de niveaux argilo-marneux de moyenne compacité et de niveaux de calcaires ou cargneules à passages argilo-marneux	> 25.0	1.50	1.15	1.4	1,1	1.5	Q4	136.4	1.45

Avec :

- p_l *Pression limite,*
- $\gamma_{Rd;1}$ et $\gamma_{Rd;2}$ *Coefficient de modèle pour la méthode pressiométrique,*
- $\alpha_{sol\text{-}pieu}$ *Paramètre additionnel qui dépend du type de fondation profonde et du type de sol,*
- $q_{s;i}$ *Frottement latéral unitaire,*
- K_{pmax} *Facteur de portance pressiométrique.*

Les caractéristiques des sols C3 sont considérées comme homogènes. Toutefois, elles peuvent considérablement varier en fonction de la présence de niveaux peu compacts et/ou altérés et/ou décomprimés.

Le dimensionnement de chaque pieu sera à adapter en G3, suivant les descentes de charges actualisées au stade EXE.

Les résultats des calculs des pieux à la portance, conformément à la norme NF P 94-262, figurent dans le tableau présenté au § 6.7 ci-après.

Les longueurs pourront toutefois varier en fonction de la variation du toit de la formation d'ancrage.

6.5 Reprise des efforts horizontaux

Les calculs des fondations profondes soumises à des charges transversales seront réalisés conformément au § 11 de la norme NF P 94-262 et son amendement de juillet 2018.

Les modules de réaction surfaciques k_h des pieux sont déterminés à partir de l'annexe I de la norme NF P 94-262 relative aux lois de réaction frontale d'un pieu et sur la base des propriétés pressiométriques des sols.

$$k_h = K_f / Ø$$

Avec pour les sollicitations de courte durée :

$$Kf = \frac{12E_M}{\frac{4}{3}\frac{B_0}{B}(2.65\frac{B}{B_0})^{\alpha}+\alpha} \quad \text{pour } Ø \geq B_0 \quad \text{et} \quad Kf = \frac{12E_M}{\frac{4}{3}2.65^{\alpha}+\alpha} \quad \text{pour } Ø < B_0$$

Avec

- E_M *Module pressiométrique des sols,*
- α *Coefficient rhéologique des sols,*
- $Ø$ *Diamètre des pieux,*
- B_0 *= 0.6 m.*

Le coefficient de réaction horizontal à long terme d'un pieu est $k_{h\,ELS} = k_h / 2$.

Pour les sollicitations statiques, pour les zones proches de la surface, le module de réaction du sol et la valeur de palier doivent être minorés (cf. § I.1.6 NF P 94-262).

Au stade de l'établissement de l'étude G2PRO, et en l'absence de données spécifiques concernant ce type de sollicitations, la justification des pieux vis-à-vis des efforts horizontaux n'est pas effectuée.

Le dimensionnement de chaque pieu sera à adapter en G3, suivant les sollicitations actualisées au stade EXE.

Les armatures seront vérifiées vis-à-vis des efforts en tête de pieux qui seront définis par le bureau d'étude structure associé au projet.

Dans le cas où des longrines de répartition seraient mises en place pour reprendre les efforts horizontaux, elles devraient impérativement être coulées à pleine fouille.

6.6 Efforts parasites

6.6.1 Frottement négatif

Des frottements négatifs se développent à l'interface pieu/sol si le tassement du sol est plus important que celui du pieu. Ceci se produit en particulier dans des remblais ou lorsqu'un chargement du sol intervient postérieurement à la réalisation des pieux.

Aucun frottement négatif n'a été pris en compte pour le pré-dimensionnement des pieux au stade G2 PRO.

Le dimensionnement de chaque pieu sera à adapter en G3, suivant les sollicitations actualisées au stade EXE.

6.6.2 Déplacement latéral d'une couche compressible g(z)

Dans le cas d'un chargement dissymétrique à proximité de pieux, la norme NF P 94-262 recommande de calculer la déformée du sol g(z) sur la hauteur de sol compressible (D).

La méthode est décrite à l'annexe K de la norme NF P 94-262.

Selon les éléments transmis, aucun remblaiement dissymétrique ou chargement important pourrait être mis en œuvre à proximité des fondations profondes.

Le dimensionnement de chaque pieu sera à adapter en G3, suivant les sollicitations actualisées au stade EXE.

6.7 Résultats du pré-dimensionnement

6.7.1 Résultats des calculs de portance

Ce dimensionnement a été réalisé à partir du module Fondprof du logiciel Foxta et selon les caractéristiques géotechniques définies précédemment.

Pour des pieux de diamètre Ø 420 mm, la longueur des pieux foré simple (avec tubage provisoire, sur l'épaisseur des remblais et sols vasards), pourra être déterminée à partir du tableau suivant selon les cas de charges, sous réserve de respecter les profondeurs d'ancrages définies dans le § 6.2 (soit dans la zone encadrée en rouge) :

couche	cote	qsl	ple	kp	Qs	Qp	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
01	0.80	0.01	0.0	0.010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	0.30	0.01	0.0	0.010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-0.20	0.01	0.0	0.010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-0.70	0.01	0.0	0.010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-1.20	0.01	0.0	0.010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-1.70	0.01	0.0	0.010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-2.20	0.01	0.0	0.010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-2.70	0.01	0.0	0.010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-2.70	0.01	0.0	0.010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	-2.70	0.01	0.0	0.010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	-3.20	0.01	0.0	0.010	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	-3.70	0.01	0.0	0.010	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	-4.20	0.01	0.0	0.010	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
02	-4.70	0.01	0.0	0.010	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
02	-5.20	0.01	0.0	0.010	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
02	-5.70	0.01	325.0	0.010	0.1	0.5	0.2	0.3	0.4	0.4
02	-6.20	0.01	650.0	0.010	0.1	0.9	0.4	0.5	0.7	0.8
02	-6.70	0.01	975.0	0.010	0.1	1.4	0.5	0.7	1.0	1.1
02	-6.70	0.01	975.0	0.010	0.1	1.4	0.5	0.7	1.0	1.1
03	-6.70	47.78	1300.0	1.000	0.1	180.1	64.8	79.2	129.5	142.5
03	-7.20	47.78	1300.0	1.036	31.6	186.5	83.0	101.4	156.8	172.5
03	-7.70	47.78	1300.0	1.071	63.1	193.0	101.2	123.7	184.0	202.5
03	-8.20	47.78	1300.0	1.107	94.7	199.4	119.3	145.9	211.3	232.5
03	-8.70	47.78	1300.0	1.143	126.2	205.8	137.5	168.1	238.6	262.5
03	-9.20	47.78	1300.0	1.150	157.7	207.1	153.8	188.0	262.2	288.4
03	-9.70	47.78	1300.0	1.150	189.2	207.1	169.6	207.4	284.8	313.3
03	-10.20	47.78	1300.0	1.150	220.8	207.1	185.5	226.8	307.5	338.2
03	-10.70	47.78	1300.0	1.150	252.3	207.1	201.3	246.2	330.1	363.2
03	-11.20	47.78	1300.0	1.150	283.8	207.1	217.2	265.6	352.8	388.1
03	-11.70	47.78	1300.0	1.150	315.3	207.1	233.0	285.0	375.4	413.0
03	-12.20	47.78	1300.0	1.150	346.8	207.1	248.9	304.4	398.1	437.9
03	-12.70	47.78	1300.0	1.150	378.4	207.1	264.7	323.7	420.7	462.8
03	-13.20	47.78	1350.0	1.150	409.9	215.1	283.4	346.6	449.1	494.1
03	-13.70	47.78	1400.0	1.150	441.4	223.1	302.2	369.5	477.5	525.3
03	-14.20	47.78	1450.0	1.150	472.9	231.0	320.9	392.4	505.8	556.5
04	-14.20	136.47	1500.0	1.450	472.9	301.3	346.2	423.3	556.4	612.1

Ainsi, suivant les descentes de charges indiquées au § 3.2.2, un pieu foré simple de diamètre 420 mm, devra présenter les caractéristiques suivantes.

Cas	Diamètre (m)	Longueur (m)	Ancrage dans le sol C3 (m)	Effort admissible			
				Rc;cr;d ELS $_{QP}$ (kN)	Rc;cr;d ELS $_{CQ}$ (kN)	Rc;d ELU $_{FOND}$ (kN)	Rc;d ELU $_{ACC}$ (kN)
1	0.420	8.8 (de +0.8 à -8 m NGF) *	1.3	112.1	137.0	200.4	220.5
2	0.420	13.6 (de +0.8 à -12.8 m NGF)	6.1	268.5	328.4	426.4	469.1
3	0.420	13.9 (de +0.8 à -13.1 m NGF)	6.4	278.5	340.6	441.6	485.8

* : Ancrage minimal de 3 Ø.

Les résultats obtenus sont présentés en annexe.

Les longueurs pourront toutefois varier en fonction de la plateforme de travail et de la cote du toit de chaque formation, et notamment du toit de la formation d'ancrage (sol C3).

De plus, rappelons qu'il conviendra de respecter un ancrage minimal de 3 Ø dans l'horizon C3.

Enfin, il conviendra de s'assurer que la base des pieux présente une assise homogène au sein de cet horizon C3 (profondeur de la base de cette couche, plus ou moins fluctuante au droit des sondages SP1 à SP3, entre vraisemblablement 14.0 à 17.5 m de profondeur).

Lors des études d'exécution, les pieux devront être dimensionnés en fonction de l'ensemble des sollicitations, y compris horizontales.

6.7.2 Estimation des tassements

Sur la base des efforts aux ELS Caractéristique, un tassement de l'ordre de 5 mm a été estimé dans le cadre du cas de charge : Cas 3.

Lors des études d'exécution G3, l'admissibilité des tassements absolus et différentiels devra être vérifié en fonction des sollicitations actualisées au stade EXE.

6.8 Dispositions relatives à l'exécution des fondations profondes

Un certain nombre de recommandations doit être pris en compte lors de la conception et de l'exécution des fondations :

- Il conviendra de prévoir une réception attentive de l'ancrage des pieux afin de vérifier la conformité et l'homogénéité avec les terrains rencontrés lors de la réalisation des sondages. A l'occasion de cette réception, il sera vérifié que la compacité des sols d'ancrage des pieux soit identique sous la totalité de l'emprise de chaque élément de construction indépendant,
- Les profondeurs évoquées pourront évidemment varier en plus ou en moins sous l'emprise du projet, en fonction des fluctuations naturelles et/ou anthropiques du toit des formations d'ancrage. Ainsi, l'attention des concepteurs est attirée sur de probables surprofondeurs du niveau d'ancrage des fondations et inversement. Dans le cas de surépaisseur de remblais/sols vasards et/ou de la rencontre possible de surépaisseur de terrains meubles (passages plus ou moins altérés à décomprimés, au sein des Cailloutis de Piedmont) sur une certaine longueur, les pieux devraient être rallongés d'autant. Le niveau d'assise des pieux devra être adapté en conséquence,
- Dans tous les cas, un suivi des paramètres de foration est indispensable (vérification de l'obtention des paramètres d'ancrage) ; la réalisation des fondations pouvant s'effectuer de manière contrôlée à l'aide d'un matériel d'enregistrement de données en temps réel (vitesse d'avancement instantanée, couple de rotation pour la foration, pression de bétonnage, volume d'injection pour la phase bétonnage par exemple),
- D'un point de vue exécution, on rappelle que les remblais gravelo-blocailleux plurimétriques, les sols vasards et niveaux plus sablo-grossiers des formations de Cailloutis de Piedmont, peuvent présenter potentiellement une mauvaise tenue verticale en forage, d'autant plus en contexte aquifère : l'emploi de procédés empêchant l'éboulement des parois devra être envisagé (boue de forage, tubage provisoire, tubage systématique à l'avancement, ...),
- Des surconsommations de béton sont attendues au droit des niveaux plus sablo-gravelo-blocailleux, compte tenu de la présence de la nappe et en raison de l'assez forte perméabilité attendue de ces terrains,
- Par ailleurs, les caractéristiques mécaniques élevées des formations à traverser et/ou des formations d'ancrage des pieux (anciennes substructures enterrées (ouvrage récemment démolis en partie Nord, par exemple), Cailloutis de Piedmont pouvant présenter des niveaux indurés ou cimentés s'apparentant à des conglomérats, blocs), nécessiteront la mise en œuvre de moyens de forte puissance et adaptés pour obtenir l'ancrage requis des fondations. La faisabilité de pieux dans ce type de terrain devra donc être attentivement étudiée au niveau exécution, par les entreprises spécialisées,
- Ainsi, l'usage du trépan, ou de tout autre moyen susceptible de générer des vibrations, sera au préalable validé, et fait avec les précautions suffisantes en regard de l'environnement et du contexte général du projet. Dans ce cas, il y aurait lieu d'effectuer des mesures de vibration sur les structures existantes avoisinantes et de vérifier le respect des seuils de tolérance fixés, entre autre, par la circulaire ministérielle de juillet 1986.
- Les bétons mis en place seront adaptés à un environnement agressif, et le cas échéant, de type prise mer pour les éléments coulés sur place,

- La présente étude propose un ancrage uniforme des pieux au sein des Cailloutis du Piémont C3, ce qui nécessite, au niveau des appuis les plus chargés, une multiplication du nombre de pieux. L'entreprise en charge des travaux pourra proposer, à la lumière d'éventuelles investigations complémentaires, des diamètres ou type de pieux différents, ou un ancrage des pieux au sein des horizons du Muschelkalk C4, sous réserve :
    - D'être en mesure de réaliser ces fondations profondes dans des conditions satisfaisantes, en tenant compte des contraintes de réalisation (présence d'eau, terrains boulants, horizons compacts et anciennes infrastructures éventuelles)
    - De vérifier les éventuels tassements différentiels entre des pieux ancrés dans des horizons différents (C3 et C4 par exemple),
- Précisons enfin que la prise en compte d'éventuels efforts horizontaux en tête de pieux pourrait conduire à reconsidérer les diamètres minimaux des pieux.

L'entreprise devra donc tenir compte de ces sujétions et fournir les moyens et méthodes adaptés pour garantir une réalisation convenable des fondations, et notamment un ancrage suffisant dans les formations citées ci-dessus.

6.9 Dispositions particulières

Il conviendra de rigidifier l'ensemble fondation/ossature de la construction projetée et de séparer impérativement chaque bloc de construction inégalement chargé ou fondé à des niveaux différents ou dans des terrains différents par des joints de rupture systématiques jusqu'à la base des fondations.

De plus, les murs enterrés définitifs (fosse ascenseur) devront être dimensionnés pour reprendre les efforts de poussée des terres remblayées et, le cas échéant, des éventuelles pressions hydrostatiques (suivant les dispositifs de protection vis-à-vis de l'eau, adoptés en phase définitive).

Ces dispositions devront être précisées par l'ingénieur des structures, conformément aux recommandations EUROCODES et en fonction des tassements absolus et différentiels attendus pour les charges réelles au droit des ouvrages.

Il conviendra de tenir compte de l'agressivité des eaux souterraines et des sols vis-à-vis des bétons ou mortiers utilisés pour les fondations.

6.10 Dispositions relatives à la protection contre les eaux

Rappelons que le contexte hydrogéologique du site est caractérisé par l'existence d'un aquifère a priori peu profondes.

6.10.1 Phase travaux

Ainsi lors des travaux (fosse ascenseur notamment), des parades en termes de gestion des eaux et/ou de soutènement/blindage, pourront le cas échéant être nécessaires en cas d'arrivées d'eau au niveau des fonds de fouille (pompage, épuisement, blindage à l'avancement, collecte des eaux de ruissellement, ...), afin d'assurer la stabilité des fouilles (terrassement dans des remblais pulvérulents) et une bonne exécution des fondations.

On privilégiera donc la réalisation du chantier en période favorable (été si possible où la nappe est statistiquement la plus basse et les circulations d'eaux souterraines limitées).

6.10.2 Phase définitive

A ce stade de l'étude, la cote NGF du niveau fini de la dalle de fosse ascenseur, est prévu vers +0.83 m NGF.

Du fait de la présence de circulations d'eau souterraines peu profondes, deux options peuvent être étudiées pour la protection de la fosse ascenseur de l'ouvrage :

- Soit une solution de tapis drainant mis en œuvre en sous-face du niveau enterré, sur la totalité de l'emprise de la fosse ascenseur, et associé à un système de drainage périphérique et à un dispositif de pompage (disposition soumise à autorisations),
- Soit une solution de dimensionnement de la fosse en tenant compte des sous-pressions à reprendre.

Dans le premier cas, les sous-pressions seront nulles si le système de drainage périphérique et en sous-face est relié à un exutoire permanent et suffisant de type gravitaire ou par pompe de relevage, afin de rabattre de manière sûre les circulations d'eaux souterraines et d'évacuer le débit d'exhaure. Ce système de drainage devra toutefois inclure des dispositifs d'entretien et de protection (puisards, regard de visite et d'entretien, double pompe avec système d'alerte en cas de panne, …).

Enfin, en ce qui concerne la protection de l'ouvrage contre les eaux en phase définitive et selon le degré de protection souhaité (étanchéité de la fosse ascenseur : cuvelage semi-étanche ou étanche), on se référera au DTU 14.1.

Par ailleurs, aux abords des futures constructions sera mis en place un dispositif d'évacuation des eaux de ruissellement et de toiture (gouttière, dallage périphérique étanche en pied de façade avec contres pentes dirigée vers l'extérieur ou géomembrane étanche en pied de façade mise en œuvre en contre pente dirigée vers l'extérieur, cunettes bétonnées en pied de façades, …) afin d'éviter toute réinjection de ces eaux dans le sol.

Ces systèmes de protection, de captage et d'évacuation seront indépendants.

6.10.3 Aspects réglementaires

Précisons que des autorisations de prélèvement au titre du code de l'environnement et des autorisations de rejet (des débits d'exhaure estimés en phase provisoire, voire en phase définitive) devront être obtenues.

La connaissance de ces éléments permettra de préciser les solutions techniques envisageables, le choix d'une période de réalisation des travaux, etc.

Le cas échéant des solutions complémentaires pourront être étudiées : réinfiltration dans le milieu naturel par exemple, etc.

———

7 PHASAGE DES ETUDES ET MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE A REALISER

7.1 Etude d'exécution

L'entreprise retenue pour la réalisation des travaux devra dimensionner les ouvrages géotechniques dans le cadre de sa mission G3 phase étude (norme NF P 94-500).

Les pré-dimensionnements des ouvrages proposés dans le cadre de cette étude pourront être adaptés aux différentes techniques proposées par l'entreprise, sous réserve d'apporter toutes justifications nécessaires.

Elle devra réaliser les cas échéants, une campagne d'investigations géotechniques complémentaires pour préciser les hypothèses et les conditions d'exécution, adapter et éventuellement optimiser le dimensionnement des ouvrages.

7.2 Suivi d'exécution

De nombreuses hypothèses sont faites dans le cadre de cette étude, comme par exemple les caractéristiques mécaniques, le comportement des matériaux qui ne peuvent pas être définis avec certitude ainsi que l'épaisseur des différentes formations et la présence d'infrastructures enterrées.

Il sera indispensable d'adapter le dimensionnement des ouvrages géotechniques aux conditions effectivement rencontrées lors des travaux.

La présence d'éventuelles infrastructures enterrées pourrait nécessiter des préforages, qui devront être prévus à l'économie des travaux.

Un suivi et une supervision géotechniques de l'exécution (missions G3 et G4) des travaux devront être prévus pour adapter si nécessaire les travaux aux conditions rencontrées. Pour ces raisons, le dimensionnement proposé peut évoluer et être adapté aux conditions réelles rencontrées lors des travaux.

7.3 Rappel de la norme NF P 94-500

En ce qui concerne le présent document, il s'agit d'une mission normalisée de type G2 phase Projet selon la norme NF P 94-500 des Missions Géotechniques de Novembre 2013, relative à la construction du bâtiment administratif DEMa, au sein du site militaire de la Base Navale de Toulon, sur la commune de TOULON (83000).

Il conviendra de prévoir la réalisation des missions d'exécution (G3) et de supervision d'exécution (G4) afin d'adapter les dispositions préconisées dans la présente étude compte tenu des hypothèses retenues et des aléas géotechniques éventuellement mis à jour lors des terrassements.

J. DEBROIZE
Ingénieur Géotechnicien



CLASSIFICATION ET ENCHAINEMENT DES MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE

L'enchaînement des missions contribue à la maîtrise des risques géotechniques en vue de fiabiliser la qualité, le délai d'exécution et le coût réel des ouvrages géotechniques.

Tout ouvrage géotechnique est en interaction avec son environnement géotechnique. Le maître d'ouvrage doit associer l'ingénierie géotechnique au même titre que les autres ingénieries à la maîtrise d'œuvre et ce, à toutes les étapes successives de conception puis de réalisation de l'ouvrage.

Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit veiller à la synchronisation des missions d'ingénierie géotechnique avec les phases effectives de la maîtrise d'œuvre du projet.

L'enchaînement et la définition synthétique des missions d'ingénierie géotechnique sont donnés dans les tableaux 1 et 2. Deux ingénieries géotechniques différentes doivent intervenir : la première pour le compte du maître de l'ouvrage ou de son mandataire lors des étapes 1 à 3 ; la seconde pour le compte de l'entreprise lors de l'étape 3.

Toute mission d'ingénierie géotechnique doit s'appuyer sur des données géotechniques pertinentes issues de la réalisation de prestations d'investigations géotechniques spécifiées à l'Article 6.

Tableau 1 – Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

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

Tableau 2 - Classification des missions types d'ingénierie géotechnique

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

ETAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PREALABLE (G1)

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

Phase 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).

CONDITIONS GENERALES

1. Avertissement, préambule

Toute commande et ses avenants éventuels impliquent de la part du co-contractant, ci-après dénommé « le Client », signataire du contrat et des avenants, acceptation sans réserve des présentes conditions générales.

Les présentes conditions générales prévalent sur toutes autres, sauf conditions particulières contenues dans le devis ou dérogation formelle et explicite. Toute modification de la commande ne peut être considérée comme acceptée qu'après accord écrit du Prestataire.

2. Déclarations obligatoires à la charge du Client, (DT, DICT, ouvrages exécutés)

Dans tous les cas, la responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en cas de dommages à des ouvrages publics ou privés (en particulier, ouvrages enterrés et canalisations) dont la présence et l'emplacement précis ne lui auraient pas été signalés par écrit préalablement à sa mission.

Conformément au décret n° 2011-1241 du 5 octobre 2011 relatif à l'exécution de travaux à proximité de certains ouvrages souterrains, aériens ou subaquatiques de transport ou de distribution, le Client doit fournir, à sa charge et sous sa responsabilité, l'implantation des réseaux privés, la liste et l'adresse des exploitants des réseaux publics à proximité des travaux, les plans, informations et résultats des investigations complémentaires consécutifs à sa Déclaration de projet de Travaux (DT). Ces informations sont indispensables pour permettre les éventuelles DICT (le délai de réponse est de 15 jours) et pour connaitre l'environnement du projet. En cas d'incertitude ou de complexité pour la localisation des réseaux sur domaine public, il pourra être nécessaire de faire réaliser, à la charge du Client, des fouilles manuelles pour les repérer. Les conséquences et la responsabilité de toute détérioration de ces réseaux par suite d'une mauvaise communication sont à la charge exclusive du Client.

Conformément à l'art L 411-1 du code minier, le Client s'engage à déclarer à la DREAL tout forage réalisé de plus de 10 m de profondeur. De même, conformément à l'article R 214-1 du code de l'environnement, le Client s'engage à déclarer auprès de la DDT du lieu des travaux les sondages et forages destinés à la recherche, à la surveillance ou au prélèvement d'eaux souterraines (piézomètres notamment). ERG est en mesure d'établir un devis pour ces différents types de déclaration.

3. Cadre de la mission, objet et nature des prestations, prestations exclues, limites de la mission

Le terme « prestation » désigne exclusivement les prestations énumérées dans le devis du Prestataire. Toute prestation différente de celles prévues fera l'objet d'un prix nouveau à négocier. Il est entendu que le Prestataire s'engage à procéder selon les moyens actuels de son art, à des recherches consciencieuses et à fournir les indications qu'on peut en attendre. Son obligation est une obligation de moyen et non de résultat au sens de la jurisprudence actuelle des tribunaux. Le Prestataire réalise la mission dans les strictes limites de sa définition donnée dans son offre (validité limitée à trois mois à compter de la date de son établissement), confirmée par le bon de commande ou un contrat signé du Client.

Hors domaine sites et sols pollués, la mission (géotechnique par exemple) et les investigations éventuelles n'abordent pas le contexte environnemental. Seule une étude environnementale spécifique comprenant des investigations adaptées permettra de détecter une éventuelle contamination des sols et/ou des eaux souterraines.

Le Prestataire n'est solidaire d'aucun autre intervenant sauf si la solidarité est explicitement convenue dans le devis ; dans ce cas, la solidarité ne s'exerce que sur la durée de la mission.

Par référence à la norme NF P 94-500, il appartient au maître d'ouvrage, au maître d'œuvre ou à toute entreprise de faire réaliser impérativement par des ingénieries compétentes chacune des missions géotechniques (successivement G1, G2, G3 et G4 et les investigations associées) pour suivre toutes les étapes d'élaboration et d'exécution du projet. Si la mission d'investigations est commandée seule, elle est limitée à l'exécution matérielle de sondages et à l'établissement d'un compte rendu factuel sans interprétation et elle exclut toute activité d'étude ou de conseil. La mission de diagnostic géotechnique G5 engage le géotechnicien uniquement dans le cadre strict des objectifs ponctuels fixés et acceptés.

Si le Prestataire déclare être titulaire de la certification ISO 9001, le Client agit de telle sorte que le Prestataire puisse respecter les dispositions de son système qualité dans la réalisation de sa mission.

4. Plans et documents contractuels

Le Prestataire réalise la mission conformément à la réglementation en vigueur lors de son offre, sur la base des données communiquées par le Client. Le Client est seul responsable de l'exactitude de ces données. En cas d'absence de transmission ou d'erreur sur ces données, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité.

5. Limites d'engagement sur les délais

Sauf indication contraire précise, les estimations de délais d'intervention et d'exécution données aux termes du devis ne sauraient engager le Prestataire. Sauf stipulation contraire, il ne sera pas appliqué de pénalités de retard et si tel devait être le cas elles seraient plafonnées à 5% de la commande. En toute hypothèse, la responsabilité du Prestataire est dégagée de plein droit en cas d'insuffisance des informations fournies par le Client ou si le Client n'a pas respecté ses obligations, en cas de force majeure ou d'événements imprévisibles (notamment la rencontre de sols inattendus, la survenance de circonstances naturelles exceptionnelles) et de manière générale en cas d'événement extérieur au Prestataire modifiant les conditions d'exécution des prestations objet de la commande ou les rendant impossibles.

Le Prestataire n'est pas responsable des délais de fabrication ou d'approvisionnement de fournitures lorsqu'elles font l'objet d'un contrat de négoce passé par le Client ou le Prestataire avec un autre Prestataire.

6. Formalités, autorisations et obligations d'information, accès, dégâts aux ouvrages et cultures

Toutes les démarches et formalités administratives ou autres, en particulier l'obtention de l'autorisation de pénétrer sur les lieux pour effectuer des prestations de la mission sont à la charge du Client. Le Client se charge d'une part d'obtenir et communiquer les autorisations requises pour l'accès du personnel et des matériels nécessaires au Prestataire en toute sécurité dans l'enceinte des propriétés privées ou sur le domaine public, d'autre part de fournir tous les documents relatifs aux dangers et aux risques cachés, notamment ceux liés aux réseaux, aux obstacles enterrés, à la pollution des sols et des nappes et à la présence d'amiante ou de matériaux amiantés. Le Client s'engage à communiquer les règles pratiques que les intervenants doivent respecter en matière de santé, sécurité et respect de l'environnement : il assure en tant que de besoin la formation du personnel, notamment celui du Prestataire, entrant dans ces domaines, préalablement à l'exécution de la mission. Le Client sera tenu responsable de tout dommage corporel, matériel ou immatériel dû à une spécificité du site connue de lui et non clairement indiquée au Prestataire avant toutes interventions. Sauf spécifications particulières, les travaux permettant l'accessibilité aux points de sondages ou d'essais et l'aménagement des plates-formes ou grutage nécessaires aux matériels utilisés sont à la charge du Client. Les investigations peuvent entraîner d'inévitables dommages sur le site, en particulier sur la végétation, les cultures et les ouvrages existants, sans qu'il y ait négligence ou faute de la part de son exécutant. Les remises en état, réparations ou indemnisations correspondantes sont à la charge du Client.

7. Implantation, nivellement des sondages

Au cas où l'implantation des sondages est imposée par le Client ou son conseil, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité dans les événements consécutifs à ladite implantation. La mission ne comprend pas les implantations topographiques permettant de définir l'emprise des ouvrages et zones à étudier ni la mesure des coordonnées précises des points de sondages ou d'essais. Les éventuelles altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cotes de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des essais. Pour que ces altitudes soient garanties, il convient qu'elles soient relevées par un Géomètre Expert avant remodelage du terrain. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.

8. Hydrogéologie

Les niveaux d'eau indiqués dans le rapport correspondent uniquement aux niveaux relevés au droit des sondages exécutés et à un moment précis. En dépit de la qualité de l'étude, les aléas suivants subsistent, notamment la variation des niveaux d'eau en relation avec la météo ou une modification de l'environnement des études. Seule une étude hydrogéologique spécifique permet de déterminer les amplitudes de variation de ces niveaux, les cotes de crue et les PHEC (Plus Hautes Eaux Connues).

9. Recommandations, aléas, écart entre prévision de l'étude et réalité en cours de travaux

Si, en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, le Prestataire a été amené à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient au Client de lui communiquer par écrit ses observations éventuelles sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour quelque raison que ce soit lui être reproché d'avoir établi son étude dans ces conditions.

L'étude géotechnique s'appuie sur les renseignements reçus concernant le projet, sur un nombre limité de sondages et d'essais, et sur des profondeurs d'investigations limitées qui ne permettent pas de lever toutes les incertitudes inéluctables à cette science naturelle. En dépit de la qualité de l'étude, des incertitudes subsistent du fait notamment du caractère ponctuel des investigations, de la variation d'épaisseur des remblais et/ou des différentes couches, de la présence de vestiges enterrés. Les conclusions géotechniques ne peuvent donc conduire à traiter à forfait le prix des fondations compte tenu d'une hétérogénéité, naturelle ou du fait de l'homme, toujours possible et des aléas d'exécution pouvant survenir lors de la découverte des terrains. Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une actualisation à chaque étape du projet notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant l'étape suivante.

L'estimation des quantités des ouvrages géotechniques nécessite une mission d'étude géotechnique de conception G2 (phase projet). Les éléments géotechniques non décelés par l'étude et mis en évidence lors de l'exécution (pouvant avoir une incidence sur les conclusions du rapport) et les incidents importants survenus au cours des travaux (notamment glissement, dommages aux avoisinants ou aux existants) doivent obligatoirement être portés à la connaissance du Prestataire ou signalés aux géotechniciens chargés des missions de suivi géotechnique d'exécution G3 et de supervision géotechnique d'exécution G4, afin que les conséquences sur la conception géotechnique et les conditions d'exécution soient analysées par un homme de l'art.

10. Rapport de mission, réception des travaux, fin de mission, délais de validation des documents par le client

A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du dernier document à fournir dans le cadre de la mission fixe le terme de la mission. La date de la fin de mission est celle de l'approbation par le Client du dernier document à fournir dans le cadre de la mission. L'approbation doit intervenir au plus tard deux semaines après sa remise au Client, et est considérée implicite en cas de silence. La fin de la mission donne lieu au paiement du solde de la mission.

…/…

11. Réserve de propriété, confidentialité, propriété des études, diagrammes

Les coupes de sondages, plans et documents établis par les soins du Prestataire dans le cadre de sa mission ne peuvent être utilisés, publiés ou reproduits par des tiers sans son autorisation. Le Client ne devient propriétaire des prestations réalisées par le Prestataire qu'après règlement intégral des sommes dues. Le Client ne peut pas les utiliser pour d'autres ouvrages sans accord écrit préalable du Prestataire. Le Client s'engage à maintenir confidentielle et à ne pas utiliser pour son propre compte ou celui de tiers toute information se rapportant au savoir-faire du Prestataire, qu'il soit breveté ou non, portée à sa connaissance au cours de la mission et qui n'est pas dans le domaine public, sauf accord préalable écrit du Prestataire. Si dans le cadre de sa mission, le Prestataire mettait au point une nouvelle technique, celle-ci serait sa propriété. Le Prestataire serait libre de déposer tout brevet s'y rapportant, le Client bénéficiant, dans ce cas, d'une licence non exclusive et non cessible, à titre gratuit et pour le seul ouvrage étudié.

12. Modifications du contenu de la mission en cours de réalisation

La nature des prestations et des moyens à mettre en œuvre, les prévisions des avancements et délais, ainsi que les prix sont déterminés en fonction des éléments communiqués par le client et ceux recueillis lors de l'établissement de l'offre. Des conditions imprévisibles par le Prestataire au moment de l'établissement de son offre touchant à la géologie, aux hypothèses de travail, au projet et à son environnement, à la législation et aux règlements, à des événements imprévus, survenant en cours de mission autorisent le Prestataire à proposer au Client un avenant avec notamment modification des prix et des délais. A défaut d'un accord écrit du Client dans un délai de deux semaines à compter de la réception de la lettre d'adaptation de la mission, le Prestataire est en droit de suspendre immédiatement l'exécution de sa mission, les prestations réalisées à cette date étant rémunérées intégralement, et sans que le Client ne puisse faire état d'un préjudice. Dans l'hypothèse où le Prestataire est dans l'impossibilité de réaliser les prestations prévues pour une cause qui ne lui est pas imputable, le temps d'immobilisation de ses équipes est rémunéré par le client.

13. Modifications du projet après fin de mission, délai de validité du rapport

Le rapport constitue une synthèse de la mission définie par la commande. Le rapport et ses annexes forment un ensemble indissociable. Toute interprétation, reproduction partielle ou utilisation par un autre maître de l'ouvrage, un autre constructeur ou maître d'œuvre, ou pour un projet différent de celui objet de la mission, ne saurait engager la responsabilité du Prestataire et pourra entraîner des poursuites judiciaires. La responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission objet du rapport. Toute modification apportée au projet et à son environnement ou tout élément nouveau mis à jour au cours des travaux et non détecté lors de la mission d'origine, nécessite une adaptation du rapport initial dans le cadre d'une nouvelle mission. Le client doit faire actualiser le dernier rapport de mission en cas d'ouverture du chantier plus de 1 an après sa livraison. Il en est de même notamment en cas de travaux de terrassements, de démolition ou de réhabilitation du site (à la suite d'une contamination des terrains et/ou de la nappe) modifiant entre autres les qualités mécaniques, les dispositions constructives et/ou la répartition de tout ou partie des sols sur les emprises concernées par l'étude géotechnique.

14. conditions d'établissement des prix, variation dans les prix, conditions de paiement, acompte et provision, retenue de garantie

Les prix unitaires s'entendent hors taxes. Ils sont majorés de la T.V.A. au taux en vigueur le jour de la facturation. Ils sont établis aux conditions économiques en vigueur à la date d'établissement de l'offre. Ils sont fermes et définitifs pour une durée de trois mois. Au-delà, ils sont actualisés par application de l'indice « SYNTEC », l'Indice de base étant celui du mois de l'établissement du devis.

Aucune retenue de garantie n'est appliquée sur le coût de la mission.

Dans le cas où le marché nécessite une intervention d'une durée supérieure à un mois, des factures mensuelles intermédiaires sont établies. Lors de la passation de la commande ou de la signature du contrat, le Prestataire peut exiger un acompte dont le montant est défini dans les conditions particulières et correspond à un pourcentage du total estimé des honoraires et frais correspondants à l'exécution du contrat. Le montant de cet acompte est déduit de la facture ou du décompte final. En cas de sous-traitance dans le cadre d'un ouvrage public, les factures du Prestataire sont réglées directement et intégralement par le maître d'ouvrage, conformément à la loi n°75-1334 du 31/12/1975.

Les paiements interviennent à réception de la facture et sans escompte. En l'absence de paiement au plus tard le jour suivant la date de règlement figurant sur la facture, il sera appliqué à compter dudit jour et de plein droit, un intérêt de retard égal au taux d'intérêt appliqué par la Banque Centrale Européenne à son opération de refinancement la plus récente majorée de 10 points de pourcentage. Cette pénalité de retard sera exigible sans qu'un rappel soit nécessaire à compter du jour suivant la date de règlement figurant sur la facture.

En sus de ces pénalités de retard, le Client sera redevable de plein droit des frais de recouvrement exposés ou d'une indemnité forfaitaire de 40 €.

Un désaccord quelconque ne saurait constituer un motif de non-paiement des prestations de la mission réalisées antérieurement. La compensation est formellement exclue : le Client s'interdit de déduire le montant des préjudices qu'il allègue des honoraires dus.

15. Résiliation anticipée

Toute procédure de résiliation est obligatoirement précédée d'une tentative de conciliation. En cas de force majeure, cas fortuit ou de circonstances indépendantes du Prestataire, celui-ci a la faculté de résilier son contrat sous réserve d'en informer son Client par lettre recommandée avec accusé de réception. En toute hypothèse, en cas d'inexécution par l'une ou l'autre des parties de ses obligations, et 8 jours après la mise en demeure visant la présente clause résolutoire demeurée sans effet, le contrat peut être résilié de plein droit. La résiliation du contrat implique le paiement de l'ensemble des prestations régulièrement exécutées par le Prestataire au jour de la résiliation et en sus, d'une indemnité égale à 20 % des honoraires qui resteraient à percevoir si la mission avait été menée jusqu'à son terme.

16. Répartition des risques, responsabilités et assurances

Le Prestataire n'est pas tenu d'avertir son Client sur les risques encourus déjà connus ou ne pouvant être ignorés du Client compte tenu de sa compétence. Ainsi par exemple, l'attention du Client est attirée sur le fait que le béton armé est inévitablement fissuré, les revêtements appliqués sur ce matériau devant avoir une souplesse suffisante pour s'adapter sans dommage aux variations d'ouverture des fissures. Le devoir de conseil du Prestataire vis-à-vis du Client ne s'exerce que dans les domaines de compétence requis pour l'exécution de la mission spécifiquement confiée. Tout élément nouveau connu du Client après la fin de la mission doit être communiqué au Prestataire qui pourra, le cas échéant, proposer la réalisation d'une mission complémentaire. A défaut de communication des éléments nouveaux ou d'acceptation de la mission complémentaire, le Client en assumera toutes les conséquences. En aucun cas, le Prestataire ne sera tenu pour responsable des conséquences d'un non-respect de ses préconisations ou d'une modification de celles-ci par le Client pour quelque raison que ce soit. L'attention du Client est attirée sur le fait que toute estimation de quantités faite à partir de données obtenues par prélèvements ou essais ponctuels sur le site objet des prestations est entachée d'une incertitude fonction de la représentativité de ces données ponctuelles extrapolées à l'ensemble du site. Toutes les pénalités et indemnités qui sont prévues au contrat ou dans l'offre remise par le Prestataire ont la nature de dommages et intérêts forfaitaires, libératoires et exclusifs de toute autre sanction ou indemnisation.

<u>Assurance décennale obligatoire</u>

Le Prestataire bénéficie d'un contrat d'assurance au titre de la responsabilité décennale afférente aux ouvrages soumis à obligation d'assurance, conformément à l'article L.241-1 du Code des assurances. Conformément aux usages et aux capacités du marché de l'assurance et de la réassurance, le contrat impose une obligation de déclaration préalable et d'adaptation de la garantie pour les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède au jour de la déclaration d'ouverture de chantier un montant de 15 M€. Il est expressément convenu que le client a l'obligation d'informer le Prestataire d'un éventuel dépassement de ce seuil, et accepte, de fournir tous éléments d'information nécessaires à l'adaptation de la garantie. Le client prend également l'engagement, de souscrire à ses frais un Contrat Collectif de Responsabilité Décennale (CCRD), contrat dans lequel le Prestataire sera expressément mentionné parmi les bénéficiaires. Le client prendra en charge toute éventuelle sur cotisation qui serait demandée au Prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Par ailleurs, les ouvrages de caractère exceptionnel, voire inusuels sont exclus du présent contrat et doivent faire l'objet d'une cotation particulière. Le prix fixé dans l'offre ayant été déterminé en fonction de conditions normales d'assurabilité de la mission, il sera réajusté, et le client s'engage à l'accepter, en cas d'éventuelle sur cotisation qui serait demandée au Prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. A défaut de respecter ces engagements, le client en supportera les conséquences financières (notamment en cas de défaut de garantie du Prestataire, qui n'aurait pu s'assurer dans de bonnes conditions, faute d'informations suffisantes). Le maître d'ouvrage est tenu d'informer le Prestataire de la DOC (déclaration d'ouverture de chantier).

<u>Ouvrages non soumis à l'obligation d'assurance</u>

Les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède un montant de 6 000 000 € pour les ouvrages de génie civil en convention spéciale Responsabilité Professionnelle de l'Ingénierie et 2 000 000 € en génie civil en convention spéciale Responsabilité Professionnelle de l'Economie de la Construction doivent faire l'objet d'une déclaration auprès du Prestataire qui en référera à son assureur pour détermination des conditions d'assurance. Les limitations relatives au montant des chantiers auxquels le Prestataire participe ne sont pas applicables aux missions portant sur des ouvrages d'infrastructure linéaire, c'est-à-dire routes, voies ferrées, tramway, etc. En revanche, elles demeurent applicables lorsque sur le tracé linéaire, la/les mission(s) de l'assuré porte(nt) sur des ouvrages précis tels que ponts, viaducs, échangeurs, tunnels, tranchées couvertes... En tout état de cause, il appartiendra au client de prendre en charge toute éventuelle sur cotisation qui serait demandée au prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Toutes les conséquences financières d'une déclaration insuffisante quant au coût de l'ouvrage seront supportées par le client et le maître d'ouvrage.

Le Prestataire assume les responsabilités qu'il engage par l'exécution de sa mission telle que décrite au présent contrat. A ce titre, il est responsable de ses prestations dont la défectuosité lui est imputable. Le Prestataire sera garanti en totalité par le Client contre les conséquences de toute recherche en responsabilité dont il serait l'objet du fait de ses prestations, de la part de tiers au présent contrat, le client ne garantissant cependant le Prestataire qu'au-delà du montant de responsabilité visé ci-dessous pour le cas des prestations défectueuses. La responsabilité globale et cumulée du Prestataire au titre ou à l'occasion de l'exécution du contrat sera limitée à trois fois le montant de ses honoraires sans pour autant excéder les garanties délivrées par son assureur, et ce pour les dommages de quelque nature que ce soit et quel qu'en soit le fondement juridique. Il est expressément convenu que le Prestataire ne sera pas responsable des dommages immatériels consécutifs ou non à un dommage matériel tels que, notamment, la perte d'exploitation, la perte de production, le manque à gagner, la perte de profit, la perte de contrat, la perte d'image, l'immobilisation de personnel ou d'équipements.

17. Cessibilité de contrat

Le Client reste redevable du paiement de la facture sans pouvoir opposer à quelque titre que ce soit la cession du contrat, la réalisation pour le compte d'autrui, l'existence d'une promesse de porte-fort ou encore l'existence d'une stipulation pour autrui.

18. Litiges

En cas de litige pouvant survenir dans l'application du contrat, seul le droit français est applicable. Seules les juridictions du ressort du Tribunal de Commerce de Toulon sont compétentes, même en cas de demande incidente ou d'appel en garantie ou de pluralité de défendeurs.

DOM10.6 - version I – 07/01/14

ANNEXES

1. Plan d'implantation des sondages et essais,
2. Résultats des sondages et essais in-situ (étude G2 AVP : dossier 23SG085Ab),
   - Coupe et photographies du sondage de reconnaissance de fondation F2,
   - Coupe et photographies des sondages carottés SC2i et SC1-Pz,
   - Coupes et résultats des sondages pressiométrique SP2 et SP3,
   - Résultats des essais de laboratoire,
3. Résultats des sondages et essais in-situ (étude G1 PGC : dossier 23SG085Aa),
   - Coupe et photographies du sondage de reconnaissance de fondation F1,
   - Coupe et résultats du sondage pressiométrique SP1,
   - Résultats des essais de pénétration dynamique PD1 à PD4,
4. Résultats des calculs FOXTA,
5. Liste des abréviations utilisées dans les coupes de sondage.

Annexe 1 PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES ET ESSAIS

LEGENDE :

SONDAGE Sondages réalisés par ABO-ERG en juin 2023

Nord

ATELIER PARC

STATION POMPAGE

CANIVEAU TECHNIQUE

SONDAGE

SP1

SP2

SP3

SC1-PZ

PD1

PD2

PD3

PD4

F1

EMPRISE HAUVENT

ALGECO

BENNE

STOCKAGE

PARKING

CANALISATION HYDROCARBURE

SEPARATEUR HYDROCARBURES

ACCES

CANIVEAU

AVENUE DE LA PYROTECHNIE

ZT=1.33m Fe=0.40m

ZT=1.01m Fe=0.73m

ZT=1.58m Fe=1.13m

ZT=1.29m Fe=0.73m

ZT=1.39m Fe=0.19m

ZT=1.27m Fe=0.74m

ZT=1.36m Fe=0.81m

ABO ERG GÉOTECHNIQUE	SID	**PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES**	Dossier: 23SG085Ac	Réf: PL00A	Légende:			Destructif			Pelle mécanique
		CHANTIER : **BATIMENT ADMINISTRATIF DEMA**			○	2/2	Pressiomètre	▽		Pénétromètre dynamique	1/1	Fouille
		VILLE : **TOULON (83)**	Echelle A3: 1/200	Date: 02/07/2026	◔	1/1	Carotté	▼		Pénétromètre statique	⊕	Piézomètre

Annexe 2

RESULTATS DE SONDAGES ET ESSAIS IN-SITU (étude G2 AVP : dossier 23SG085Ab)

FOUILLE DE DEGAGEMENT DES FONDATIONS

F2

CHANTIER	BATIMENT ADMINISTRATIF DEMa	N° DOSSIER	23SG085Ab
LIEU	TOULON (83)	SONDEURS	FOUILLE 3
CLIENT	ESID	DATE	03/11/2025

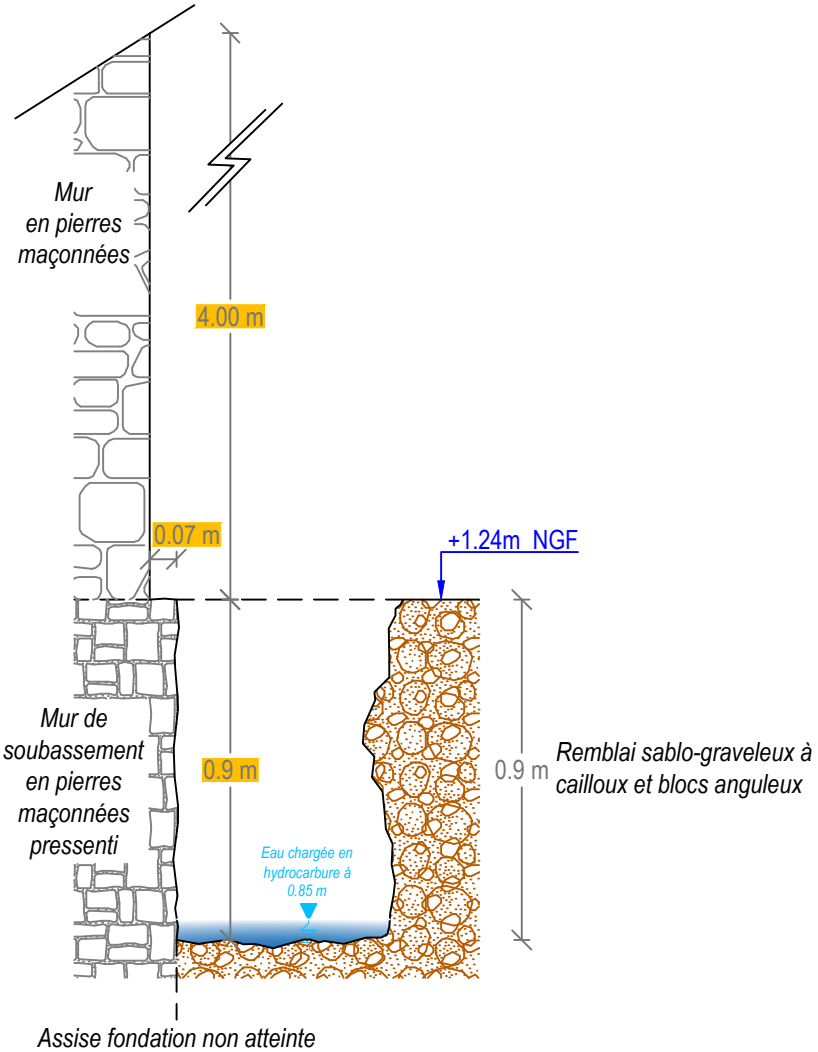
VUE D'ENSEMBLE



VUE DETAILLEE



COUPE(S) SCHEMATIQUE(S) - Echelle : 1/20



Localisation : Se référer au plan d'implantation des sondages.

Prélèvement d'échantillons	oui	X	non		**Observations & remise en état des lieux** : fouille rebouchée avec les terres extraites.
Profondeur (m)	0.9				

ABO ERG GÉOTECHNIQUE

projet	BATIMENT ADMINISTRATIF DEMA
lieu	TOULON (83)
client	ESID
n° projet	23SG085Ab

SC1-PZ

début sondage	03/11/2025	*machine*	SOCO65 6
fin sondage	04/11/2025	*opérateur*	ACI
données	SC1-PZ	*type*	Lithologie
Profondeur atteinte (m)	25		

coordonnées	X	Y	Z
unités XY: ° décimaux si WGS84, sinon m	1936445	2217022	+1,28 m
système	RGF93 / CC43		m NGF
inclinaison/verticale (°)	0,0°	azimuth/Nord (°)	—°

échelle des profondeurs	élévations	profondeur	motif	profondeurs & description géologique des couches	taux de récupération	RQD	échantillons	stratigraphie	outils	tubages	équipements	niveaux d'eau
0												
1	-0,02	1,30		remblai de sable graveleux marron à éléments anthropiques (béton, enrobé, ...)	69 % 1,3 m		EI1 1,30 m	Remblais	CPØ114 LS	103/117 (PQ) / 125/140 (PW)	PVC plein 52/60 mm	1
2	-0,82	2,10		maçonnerie beige-rosé et ciment gris	67 % 2,8 m		EI2 2,80 m					
	-1,52	2,80		remblai de sable gravelo-limoneux marron								
3	-2,22	3,50		remblai de graviers et cailloux sub-anguleux (Dmax ≥ 60mm)	85 % 3,8 m		EI3 3,80 m					
4	-2,82	4,10		remblai de sable grossier marron à graviers sub-arrondis (Dmax ≥ 40mm)								
	-3,12	4,40		sable fin gris à fibres de posidonies désagrégées	82 % 4,9 m		EI4 4,90 m	Dépôts marins				
5				limon sableux vasard marron à graviers et fibres de posidonies ; trace d'hydrocarbure	82 % 6,0 m		EI5 6,00 m					
6	-4,72	6,00										
	-5,12	6,40		remblai de graviers sub-anguleux (Dmax ≥ 50mm) ; retombée au changement de passe du carottier	90 % 7,0 m		EI6 7,00 m					
7				limon sableux vasard marron à fibres de posidonies	85 % 8,0 m		EI7 8,00 m					
8	-6,67	7,95										
9				sable limon-graveleux gris (Dmax ≥ 40mm)	81 % 9,0 m		EI8 9,00 m	Cailloutis de Piedmont			PVC crépiné 52/60 mm	
	-8,47	9,75			67 % 10,5 m		EI9 10,50 m					
10				argile légèrement sableuse marron à petits graviers								
11	-9,72	11,00			63 % 12,0 m		EI10 12,00 m					
	-9,92	11,20		sable graveleux gris-bleu								
12	-10,72	12,00		graviers calcaires à matrice sablo-argileuse gris-beige-bleuté								
	-11,72	13,00		sable argileux marron-beige à graviers (Dmax ≥ 15mm)	100 % 13,0 m		EI11 13,00 m			103/117 (PQ)		
13	-11,87	13,15		graviers sub-arrondis (Dmax ≥ 30mm)								
	-12,22	13,50		sable graveleux gris-beige								
	-12,72	14,00		sable argileux beige foncé								
14												
15				argile marneuse beige-blanc à graviers (Dmax ≥ 10mm)	88 % 16,0 m			Muschelkalk				
16	-14,72	16,00										
	-15,47	16,75		graviers sableux arrondis beige (Dmax ≥ 15mm)	23 % 17,5 m				CRDØ123 (PQ) + eau		Sobranite	
17												
18				marne beige légèrement orangée	67 % 19,0 m	22 %						
	-17,32	18,60										
19	-17,72	19,00		calcaire beige								
	-18,32	19,60		argile rougeâtre à graviers calcaires	100 %	53 %						
20				calcaire beige								

ABO ERG GÉOTECHNIQUE

projet	BATIMENT ADMINISTRATIF DEMA
lieu	TOULON (83)
client	ESID
n° projet	23SG085Ab

SC1-PZ

début sondage	03/11/2025	*machine*	SOCO65 6
fin sondage	04/11/2025	*opérateur*	ACI
données	SC1-PZ	*type*	Lithologie
Profondeur atteinte (m)	25		

coordonnées	X	Y	Z
unités XY: ° décimaux si WGS84, sinon m	1936445	2217022	+1,28 m
système	RGF93 / CC43		m NGF

inclinaison/verticale (°) 0,0° azimuth/Nord (°) —°

échelle des profondeurs	élévations	profondeur	motif	profondeurs & description géologique des couches	taux de récupération	RQD	échantillons	stratigraphie	outils	tubages	équipements	niveaux d'eau
20					100 % (20,5 m)	53 %		Muschelkalk	CRDØ123 (PQ) + eau	103/117 (PQ)	Sobranite	
21				calcaire beige	73 % (22,0 m)	47 %						
22	-20,72	22,00										
				argile rougeâtre à graviers calcaires	87 % (23,5 m)	15 %						
23	-21,92	23,20										
24				cargneule beige-gris	100 % (25,0 m)	89 %						
	-23,72	25,00										

[1] 14/11/2025 - Non stabilisé - Fin de chantier - 0,95m

ABO ERG GÉOTECHNIQUE

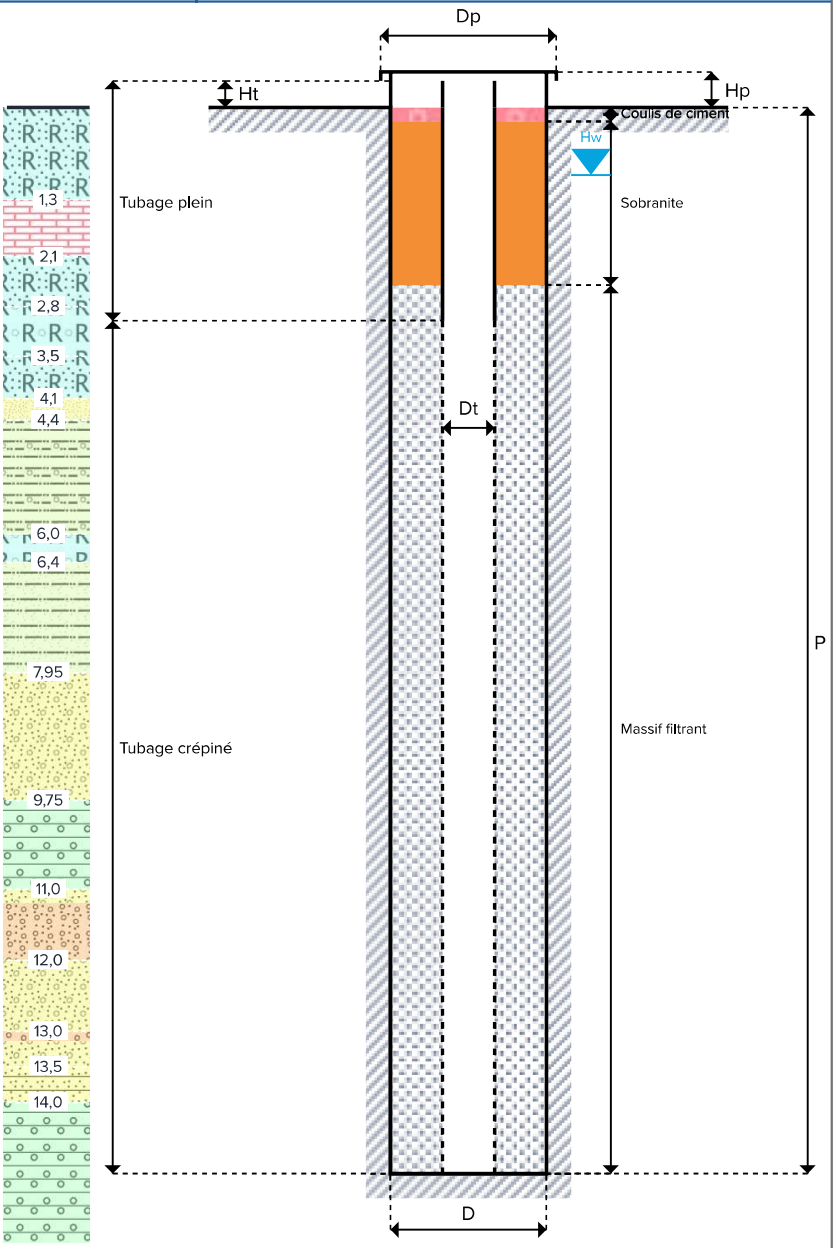
projet	BATIMENT ADMINISTRATIF DEMA
lieu	TOULON (83)
client	ESID
n° projet	23SG085Ab

SC1-PZ

début sondage	03/11/2025	*machine*	SOCO65 6
fin sondage	04/11/2025	*opérateur*	ACI
données	SC1-PZ	*type*	Lithologie
Profondeur atteinte (m)	25		

coordonnées	X	Y	Z
unités XY: ° décimaux si WGS84, sinon m	1936445	2217022	+1,28 m
système	RGF93 / CC43		m NGF
inclinaison/verticale (°)	0,0°	azimuth/Nord (°)	—°

Sondage			
Prof.	P	**15,0**	m
Diamètre	D	**140,0**	mm
Niveau d'eau			
En cours de forage	H_w	-	m
Après équipement	H_w	**0,95**	m
Tube			
☑ PVC			
Diamètre intérieur	D_t	**52,0**	mm
Diamètre extérieur	D_t	**60,0**	mm
Crépines	De **3,0** à **15,0**		m
Développement	☒ Non		
Bouchon de fond	☑ Oui		
Hauteur hors sol	H_t	-	m
Remblais			
Coulis de ciment	De **0,0** à **0,2**		m
Sobranite	De **0,2** à **2,5**		m
Massif filtrant	De **2,5** à **15,0**		m
Silice	De **15,0** à **25,0**		m
Protection			
Tête métallique	☒ Non		
Cadenas	☒ Non		
Bouche à clef	☑ Oui		
Regard béton	☒ Non		
Diamètre protection	D_p	-	mm
Hauteur hors sol	H_p	-	m
Réception Piézomètre			
Profondeur Eau - Début réception		-	m
Profondeur Eau - Fin réception		-	m
Durée réception		-	h



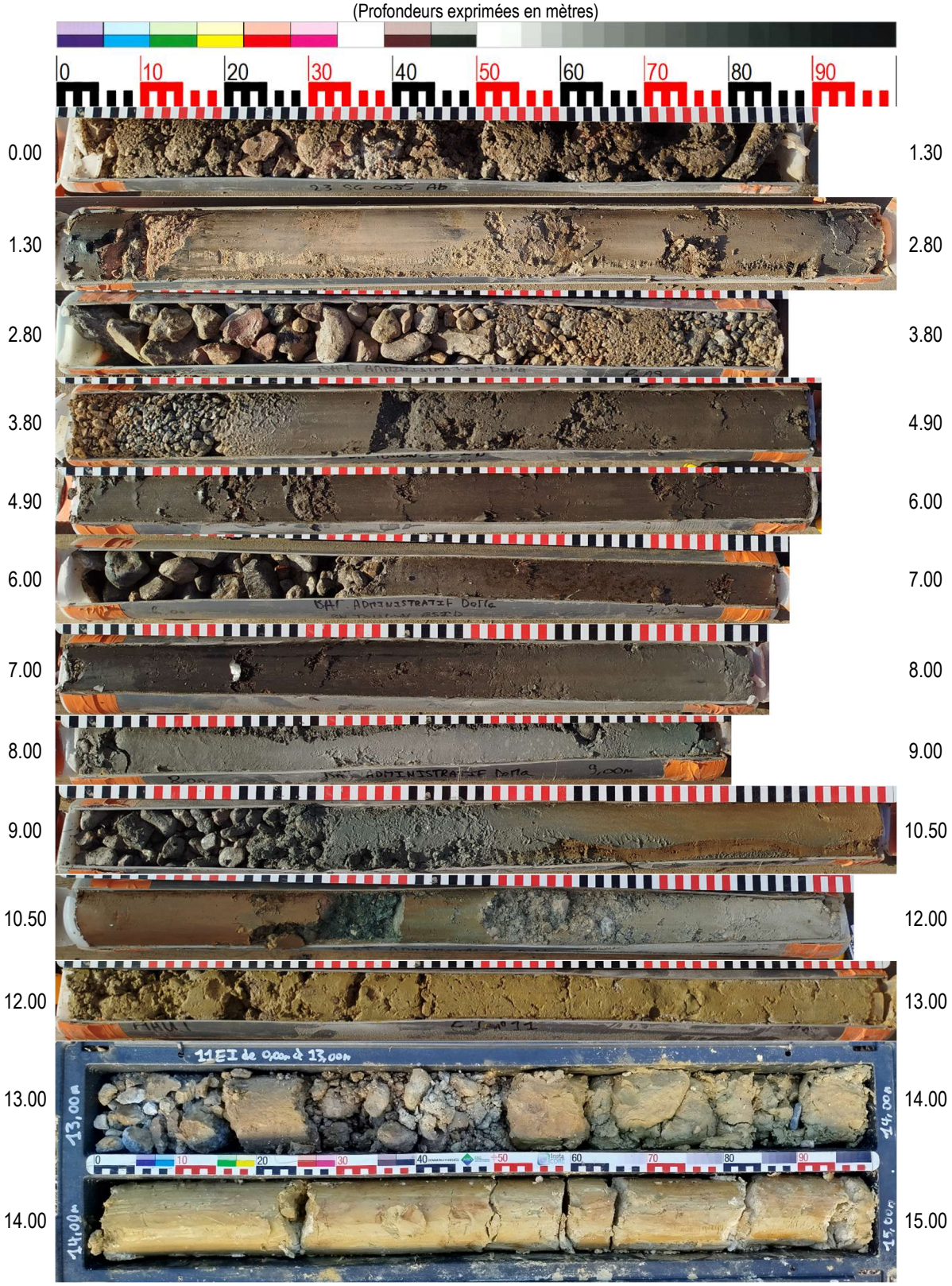
PHOTOGRAPHIES DES CAROTTES

SC1-PZ
sondage

ABO ERG GÉOTECHNIQUE

OBJET	BATIMENT ADMINISTRATIF DEMA	**OPERATEUR**	A.BONNOMET
LIEU	TOULON (83)	**APPAREIL**	CANON IXUS 185
CLIENT	ESID	**PELLICULE**	Numérique
N° DOSSIER	23SG085Ab	**Nb ISO**	/

(Profondeurs exprimées en mètres)



PHOTOGRAPHIES DES CAROTTES

SC1-PZ
sondage

ABO ERG GÉOTECHNIQUE



FIN DU SONDAGE

ABO ERG GÉOTECHNIQUE

projet	BATIMENT ADMINISTRATIF DEMA
lieu	TOULON (83)
client	ESID
n° projet	23SG085Ab

SC2i

début sondage	04/11/2025	*machine*	SOCO65 6
fin sondage	05/11/2025	*opérateur*	ACI
données	SC2i	*type*	Lithologie
Profondeur atteinte (m)	5		

coordonnées	X	Y	Z
unités XY: ° décimaux si WGS84, sinon m	1936419	2217014	+1,24 m
système	RGF93 / CC43		m NGF

inclinaison/verticale (°) 22,0° azimuth/Nord (°) —°

échelle des profondeurs	élévations	profondeur	motif	profondeurs & description géologique des couches	taux de récupération	RQD	échantillons	stratigraphie	outils	tubages	équipements	niveaux d'eau
0												
	0,40	0,90		sondage F2				Remblais	CRDØ123 (PQ) + eau	103/117 (PQ)	Néant	1
1	0,03	1,30		remblai sablo-graveleux et blocs	1,3 m							
				béton blanc à granulats 0/20mm fragmentés	46 %			Infrastructures				
2	-1,08	2,50			2,5 m							
3				remblai de graviers et cailloux arrondis (Dmax ≥ 70mm)	20 %			Remblais				
4												
5	-3,40	5,00			5,0 m							

[1] 05/11/2025 - En cours de forage - 1,1m

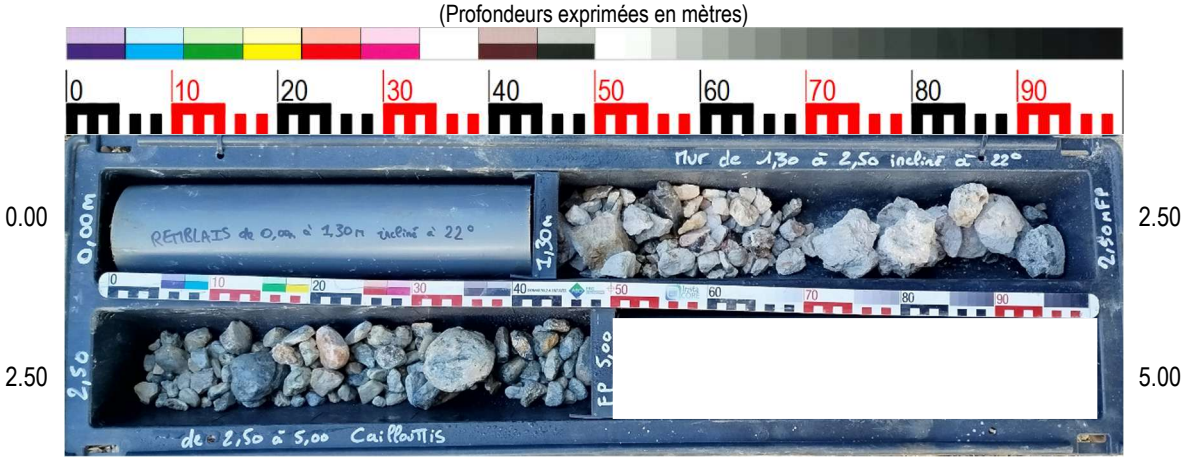
PHOTOGRAPHIES DES CAROTTES

SC2i
sondage

ABO ERG GÉOTECHNIQUE

OBJET	BATIMENT ADMINISTRATIF DEMA	**OPERATEUR**	A.BONNOMET
LIEU	TOULON (83)	**APPAREIL**	CANON IXUS 185
CLIENT	ESID	**PELLICULE**	Numérique
N° DOSSIER	23SG085Ab	**Nb ISO**	/

(Profondeurs exprimées en mètres)



ABO ERG GÉOTECHNIQUE

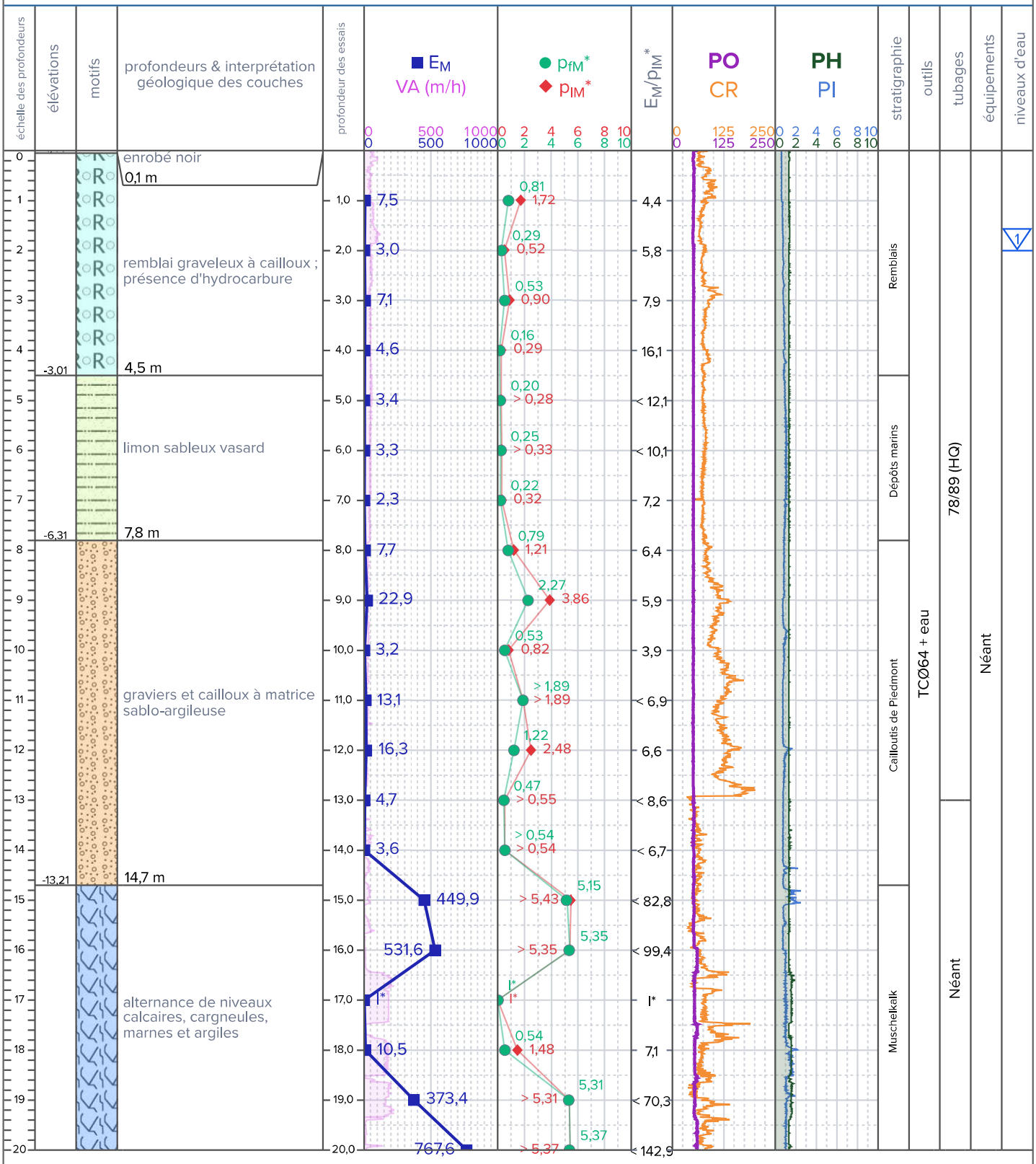
projet	BATIMENT ADMINISTRATIF DEMA
lieu	TOULON (83)
client	ESID
n° projet	23SG085Ab

SP2

début sondage	05/11/2025	machine	SOCO65 6
fin sondage	06/11/2025	opérateur	ACI
données	SP2	type	Pressiomètre NF EN ISO 22476-4
Profondeur atteinte (m)	25		

coordonnées	X	Y	Z
unités XY: ° décimaux si WGS84, sinon m	1936428	2217029	+1,49 m
système	RGF93 / CC43		m NGF
inclinaison/verticale (°)	0,0°	azimuth/Nord (°)	—°

Hypothèses de calcul des pressions nettes (p_f^*, p_l^*) : γ=18 kN/m^3, γ_w=10 kN/m^3, K_0=0.5



sauf mention contraire: profondeurs et élévations en m, pressions en MPa

soilcloud.tech

ABO ERG GÉOTECHNIQUE

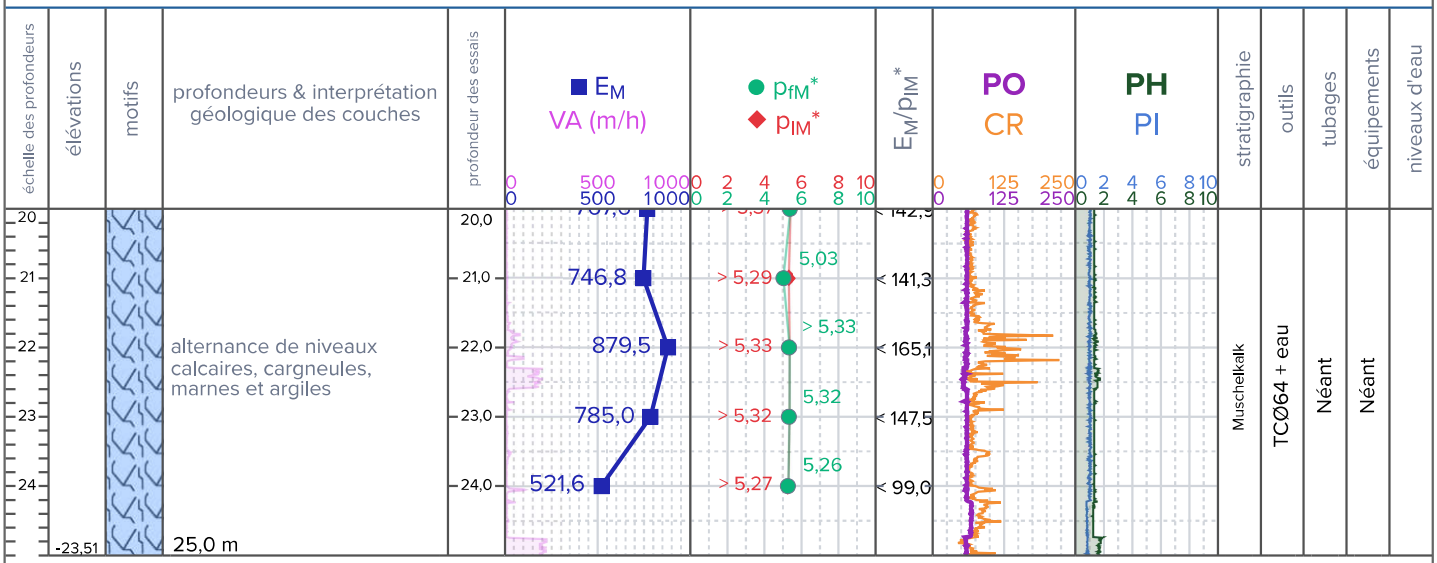
projet	BATIMENT ADMINISTRATIF DEMA
lieu	TOULON (83)
client	ESID
n° projet	23SG085Ab

SP2

début sondage	05/11/2025	machine	SOCO65 6
fin sondage	06/11/2025	opérateur	ACI
données	SP2	type	Pressiomètre NF EN ISO 22476-4
Profondeur atteinte (m)	25		

coordonnées	X	Y	Z
unités XY: ° décimaux si WGS84, sinon m	1936428	2217029	+1,49 m
système	RGF93 / CC43		m NGF
inclinaison/verticale (°)	0,0°	azimuth/Nord (°)	—°

Hypothèses de calcul des pressions nettes (p_f^*, p_l^*) : γ=18 kN/m^3, γ_w=10 kN/m^3, K_0=0.5



[1] 06/11/2025 - En cours de forage - 2,0m *I Essai inexploitable

ABO ERG GÉOTECHNIQUE

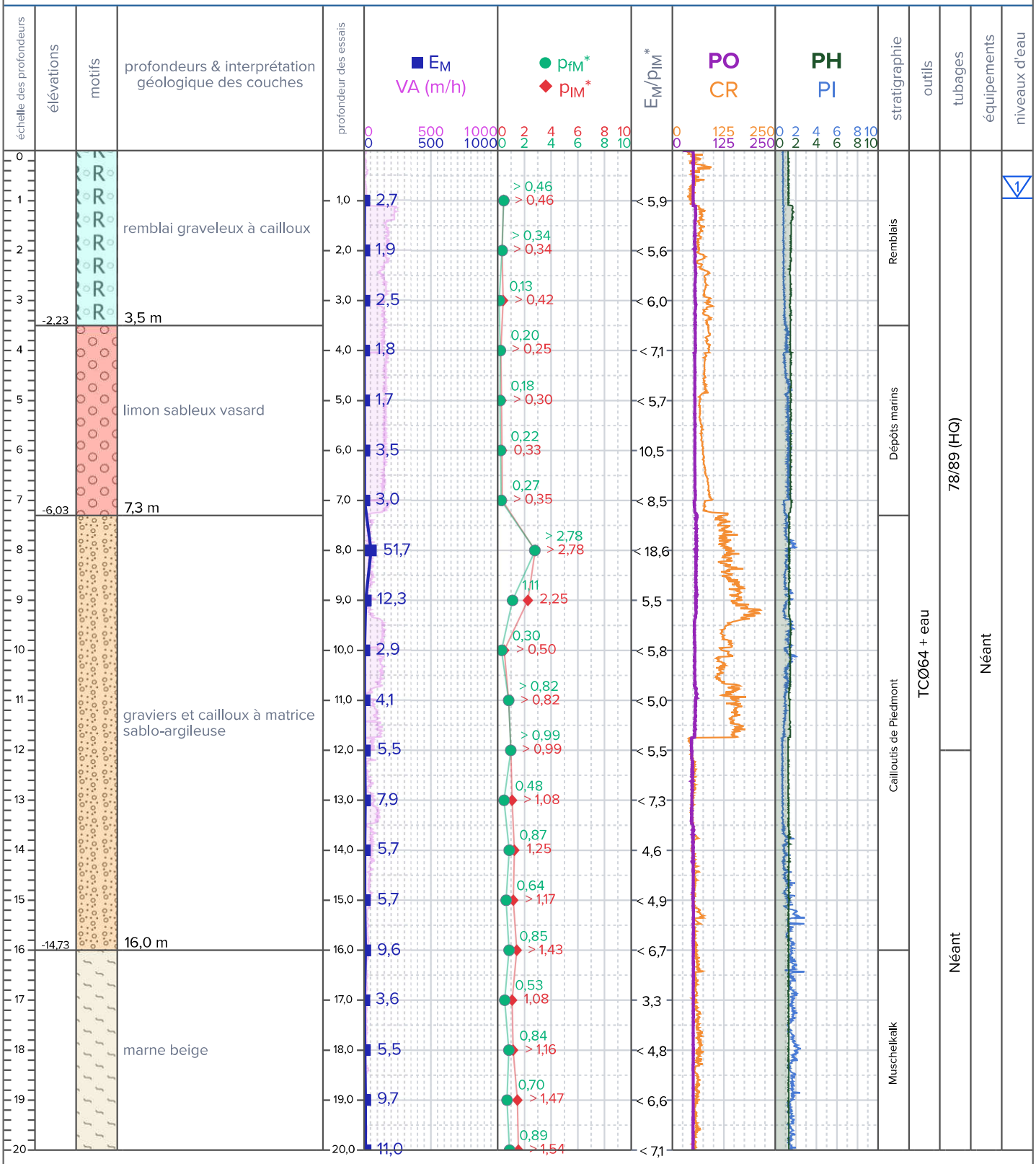
projet	BATIMENT ADMINISTRATIF DEMA
lieu	TOULON (83)
client	ESID
n° projet	23SG085Ab

SP3

début sondage	12/11/2025	machine	SOCO65 6
fin sondage	13/11/2025	opérateur	ACI
données	SP3	type	Pressiomètre NF EN ISO 22476-4
Profondeur atteinte (m)	25		

coordonnées	X	Y	Z
unités XY: ° décimaux si WGS84, sinon m	1936455	2217038	+1,27 m
système	RGF93 / CC43		m NGF
inclinaison/verticale (°)	0,0°	azimuth/Nord (°)	—°

Hypothèses de calcul des pressions nettes (p_f^*, p_l^*) : γ=18 kN/m^3, γ_w=10 kN/m^3, K_0=0.5



prof. essai	EM (VA m/h)	pfM*	pIM*	EM/pIM*
1,0	2,7	> 0,46	> 0,46	< 5,9
2,0	1,9	> 0,34	> 0,34	< 5,6
3,0	2,5	0,13	> 0,42	< 6,0
4,0	1,8	0,20	> 0,25	< 7,1
5,0	1,7	0,18	> 0,30	< 5,7
6,0	3,5	0,22	0,33	10,5
7,0	3,0	0,27	> 0,35	< 8,5
8,0	51,7	> 2,78	> 2,78	< 18,6
9,0	12,3	1,11	2,25	5,5
10,0	2,9	0,30	> 0,50	< 5,8
11,0	4,1	> 0,82	> 0,82	< 5,0
12,0	5,5	> 0,99	> 0,99	< 5,5
13,0	7,9	0,48	> 1,08	< 7,3
14,0	5,7	0,87	1,25	4,6
15,0	5,7	0,64	> 1,17	< 4,9
16,0	9,6	0,85	> 1,43	< 6,7
17,0	3,6	0,53	1,08	3,3
18,0	5,5	0,84	> 1,16	< 4,8
19,0	9,7	0,70	> 1,47	< 6,6
20,0	11,0	0,89	> 1,54	< 7,1

ABO ERG GÉOTECHNIQUE

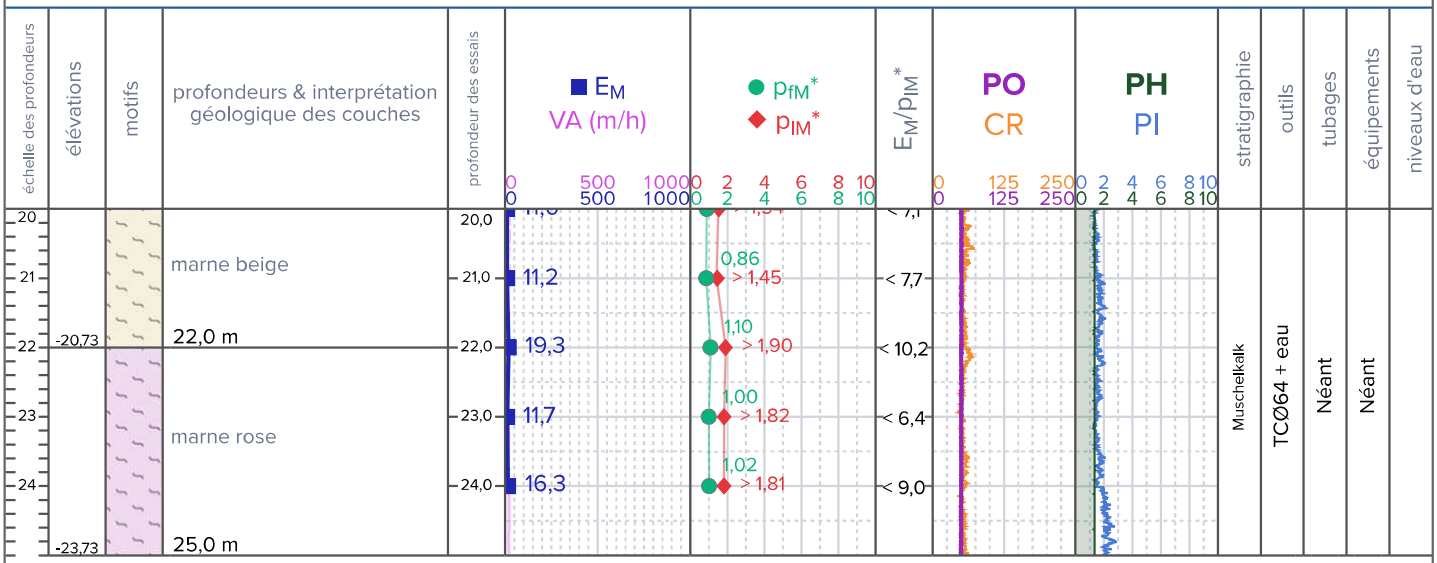
projet	BATIMENT ADMINISTRATIF DEMA
lieu	TOULON (83)
client	ESID
n° projet	23SG085Ab

SP3

début sondage	12/11/2025	machine	SOCO65 6
fin sondage	13/11/2025	opérateur	ACI
données	SP3	type	Pressiomètre NF EN ISO 22476-4
Profondeur atteinte (m)	25		

coordonnées	X	Y	Z
unités XY: ° décimaux si WGS84, sinon m	1936455	2217038	+1,27 m
système	RGF93 / CC43		m NGF
inclinaison/verticale (°)	0,0°	azimuth/Nord (°)	—°

Hypothèses de calcul des pressions nettes (p_f^*, p_l^*) : γ=18 kN/m^3, γ_w=10 kN/m^3, K_0=0.5



[1] 13/11/2025 - Non stabilisé - Fin de chantier - 0,95m

CHANTIER	**CONSTRUCTION BATIMENT DEMA**	ABO ERG GÉOTECHNIQUE
LIEU	**83 - TOULON**	
CLIENT	**SID MEDITERRANEE**	
N° DOSSIER	**23SG0085Ab**	

SC1	EI9	9,00	à	10,50
sondage	*échantillon*	*profondeurs (m)*		

description lithologique

Limon légèrement sablo-argileux marron, à graviers moyens

10,20 10,40



Date prélèvement *04/11/2025*

ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE A SEC APRES LAVAGE

Norme NF EN ISO 17892-4

Température d'étuvage	105°C

opérateur	**IHY**	date essai	26/11/2025

w_{nat}	*20,2%*	*NF EN ISO 17892-1*	D_m	*20,000 mm*
w_L	\	*NF EN ISO 17892-12*	D_{70}	*4,136 mm*
I_P	\		D_{60}	*0,185 mm*
VB_S	*1,2*	*NF P 94-068*	D_{50}	*0,064 mm*
passant à 2mm	*68,8%*		D_{15}	*0,0015 mm*
passant à 63 µm	*49,8%*		D_{10}	

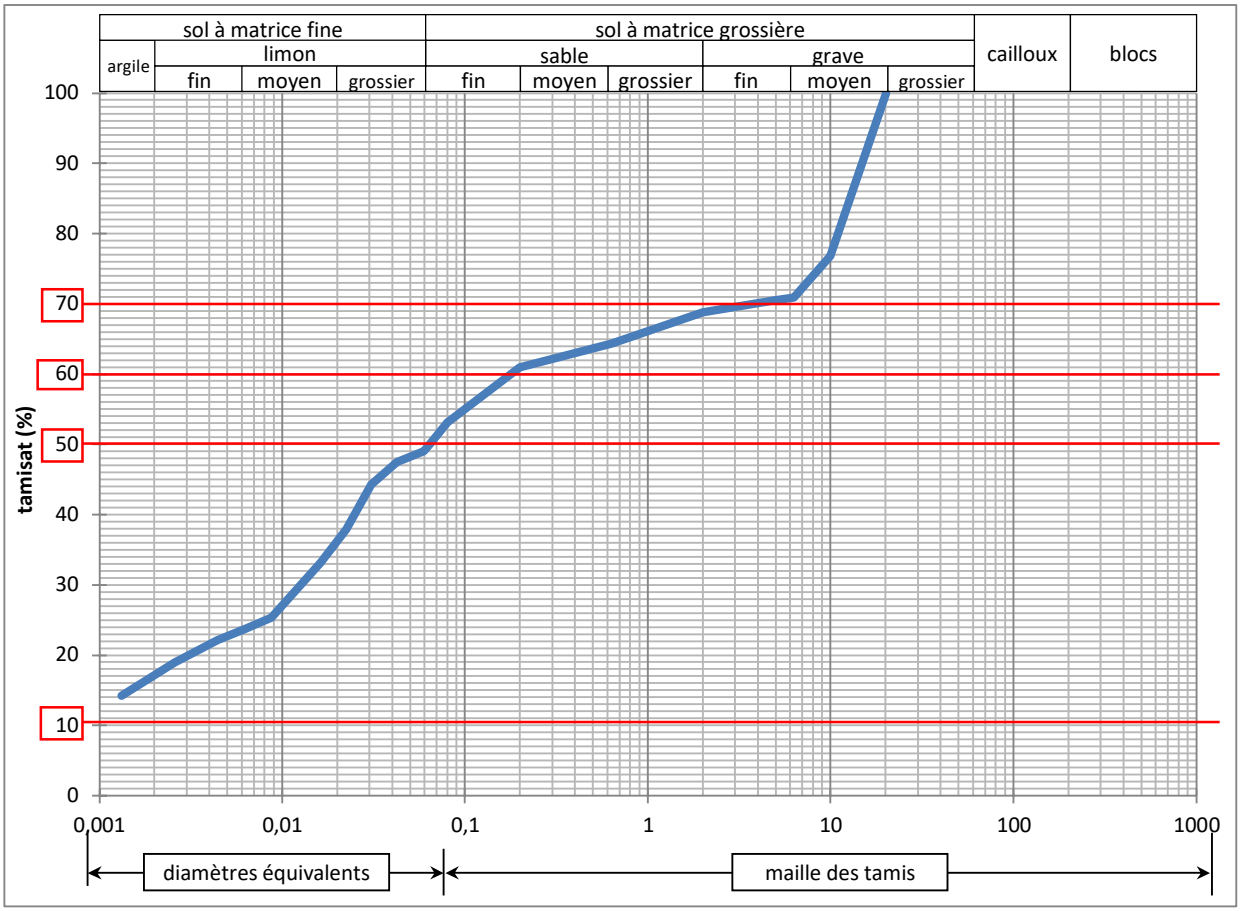
classification GTR 2023

F1

classification NF P 11-300

A1

Cu \



diamètre d (mm)	passant (%)	diamètre d (mm)	passant (%)	diamètre d (mm)	passant (%)	diamètre d (mm)	passant (%)	diamètre d (mm)	passant (%)
125		10	76,83	0,063	49,78	0,0062	23,72		
100		6,3	70,91	0,0596	49,02	0,0044	22,14		
80		5,0	70,49	0,0425	47,44	0,0026	18,97		
63		2,0	68,78	0,0306	44,27	0,0013	14,23		
50		0,63	64,34	0,0224	37,95				
37,5		0,20	60,96	0,0162	33,20				
20	100,00	0,08	53,15	0,0087	25,30				

CHANTIER	**CONSTRUCTION BATIMENT DEMA**	
LIEU	**83 - TOULON**	
CLIENT	**SID MEDITERRANEE**	
N° DOSSIER	**23SG0085Ab**	

SC1	**EI9**	**9,00**	**à**	**10,50**
sondage	*échantillon*	*profondeurs (m)*		

description lithologique

Limon légèrement sablo-argileux marron, à graviers moyens

10,20 10,40



Date prélèvement ***04/11/2025***

ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR SEDIMENTOMETRIE

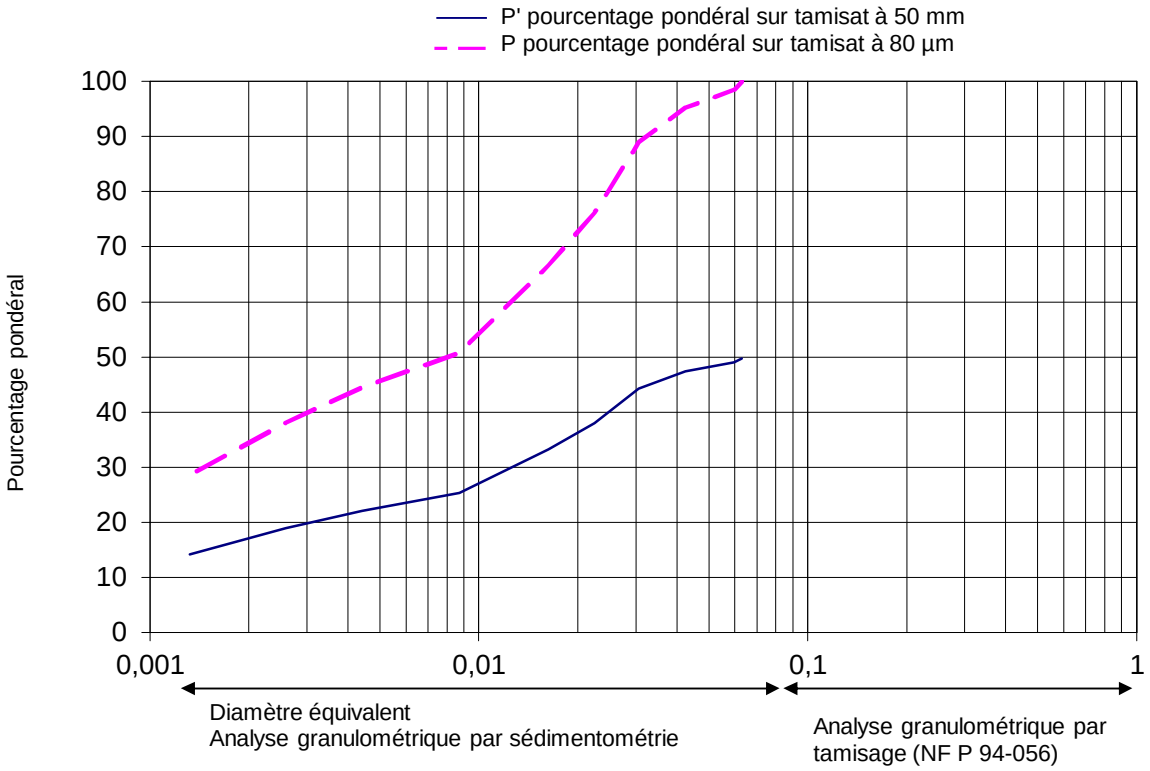
Norme NF EN ISO 17892-4

opérateur	**IHY**	date essai	01/12/2025

Masse volumique des particules solides			
	estimée	2700	kg/m^3

Passant à 2µm en %:	17,15
Passant à 63µm en %:	49,78

Temps de lecture h	min	s	R'h lecture densimètre	température (°C)	viscosité	K en % à 63µm	Kc en %	d (µm)
	0,5	30	15,5	22,0	0,9582	98,47	49,02	59,560
	1		15,0	22,0	0,9582	95,29	47,44	42,513
	2		14,0	22,0	0,9582	88,94	44,27	30,616
	4		12,0	22,0	0,9582	76,24	37,95	22,414
	8		10,5	22,0	0,9582	66,71	33,20	16,242
	30		8,0	22,0	0,9582	50,82	25,30	8,716
1	60		7,5	22,0	0,9582	47,65	23,72	6,208
2	120		7,0	22,0	0,9582	44,47	22,14	4,422
6	360		6,0	22,0	0,9582	38,12	18,97	2,589
24	1440		4,5	22,0	0,9582	28,59	14,23	1,321



CHANTIER	**CONSTRUCTION BATIMENT DEMA**	
LIEU	**83 - TOULON**	
CLIENT	**SID MEDITERRANEE**	
N° DOSSIER	**23SG0085Ab**	

SC1	**EI9**	**9,00**	**à**	**10,50**
sondage	*échantillon*	*profondeurs (m)*		

description lithologique

Limon légèrement sablo-argileux marron, à graviers moyens

10,20 10,40



Date prélèvement ***04/11/2025***

DETERMINATION DE LA TENEUR EN EAU PONDERALE DES MATERIAUX

Norme NF EN ISO 17892-1

Température d'étuvage	105°C	opérateur	**MJP**	date essai	24/11/2025

essai 1				essai 2			
n° tare	masse totale humide (g) m_1	masse totale sèche (g) m_2	masse de la tare (g) m_c	n° tare	masse totale humide (g) m_1	masse totale sèche (g) m_2	masse de la tare (g) m_c
M7	2796,7	2394,9	405,1				

teneur en eau (%) w		
moyenne	**essai 1**	**essai 2**
20,2	20,2	

COMMENTAIRES

CHANTIER	**CONSTRUCTION BATIMENT DEMA**	
LIEU	**83 - TOULON**	
CLIENT	**SID MEDITERRANEE**	
N° DOSSIER	**23SG0085Ab**	

SC1	**EI9**	**9,00**	**à**	**10,50**
sondage	*échantillon*	*profondeurs (m)*		

description lithologique

Limon légèrement sablo-argileux marron, à graviers moyens

10,20 10,40



Date prélèvement ***04/11/2025***

DETERMINATION DE LA MASSE VOLUMIQUE DES SOLS FINS

Méthode par trousse coupante

Norme NF EN ISO 17892-2

Température d'étuvage	105°C

opérateur	**MJP**	date essai	24/11/2025

Masse volumique humide (kg/m³)					**Masse volumique humide (kg/m³)**				
essai 1	**température (°C)**	**masse échantillon avec trousse (g) m_1**	**masse trousse (g) m_2**	**Volume de la trousse (cm³) V**	**essai 2**	**température (°C)**	**masse échantillon avec trousse (g) m_1**	**masse trousse (g) m_2**	**Volume de la trousse (cm³) V**
2089	26	2796,7	405,1	1145,06					

masse volumique sèche (kg/m³) ρ_d		
ρ_d	ρ_h	W_{nat}
1740	2090	20,2

COMMENTAIRES

La masse volumique sèche est obtenue par calcul à partir de la masse volumique humide et de la teneur en eau du sol.

CHANTIER	**CONSTRUCTION BATIMENT DEMA**	
LIEU	**83 - TOULON**	
CLIENT	**SID MEDITERRANEE**	
N° DOSSIER	**23SG0085Ab**	

SC1	**EI9**	**9,00**	**à**	**10,50**
sondage	*échantillon*	*profondeurs (m)*		

description lithologique

Limon légèrement sablo-argileux marron, à graviers moyens

10,20 10,40



Date prélèvement ***04/11/2025***

ESSAI AU BLEU DE METHYLENE

Norme NFP-94-068

opérateur	**NRR**	date essai	01/12/2025

w_{nat}	***20,2%***	*NF P 94-050*

masse de sol sec utilisé (g)	Elts < 5 mm dans la fraction 0/50 mm (%)	Volume de solution utilisée (ml)	**V.B.S.**
64,240	70,49	105	**1,2**

Remarque

CHANTIER	**CONSTRUCTION BATIMENT DEMA**	ABO ERG GÉOTECHNIQUE
LIEU	**83 - TOULON**	
CLIENT	**SID MEDITERRANEE**	
N° DOSSIER	**23SG0085Ab**	

SC1	EI9	9,00	à	10,50
sondage	*échantillon*	*profondeurs (m)*		

description lithologique

Limon légèrement sablo-argileux marron, à graviers moyens



Nom opérateur	LBR	*Date prélèvement*	04/11/2025	*Date essai*	24/11/2025

ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE DIRECT

Norme NFP-94-071-1

COMMENTAIRES

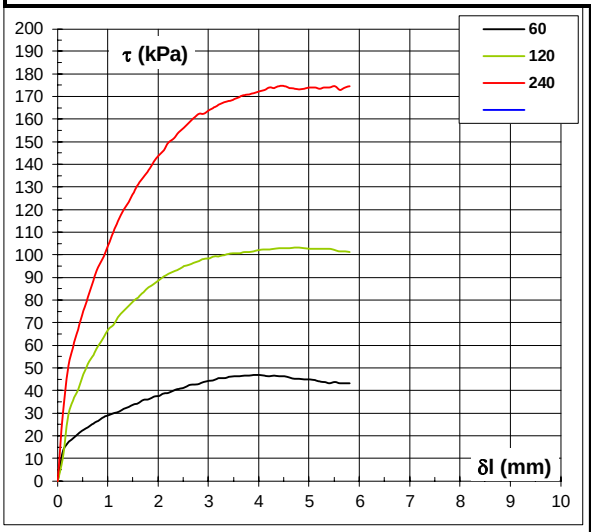
nappe à 0,80m. L'échantillon a été fortement remanié lors de la confection des éprouvettes.

caractéristiques éprouvette		
	hauteur (mm)	20
	coté (mm)	60
	vitesse de cisaillement (mm/min)	0,024
ρ_s (kg/m^3)	mesuré	
	estimé	2700

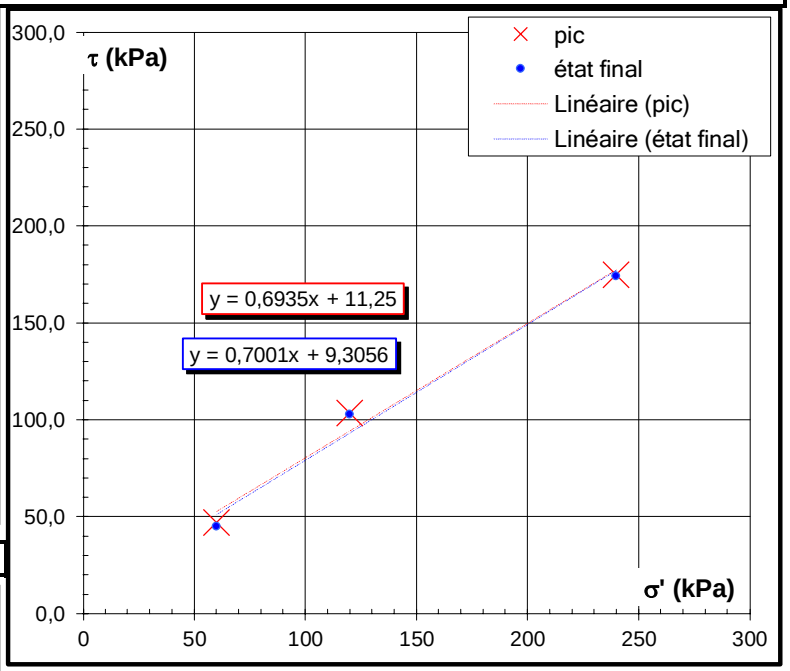
IDENTIFICATION DES EPROUVETTES DE SOL									PARAMETRES DE RESISTANCE AU CISAILLEMENT				
n° éprouvette	avant essai					après consolidation		après cisaillement	σ'	$\tau_{f,p}$	$\delta l_{f,p}$	$\tau_{f,f}$	$\delta l_{f,f}$
	ρ kg/m^3	ρ_d kg/m^3	w %	e	S_R	ρ_d kg/m^3	t_{100} min	w %	kPa	kPa	mm	kPa	mm
1	2079	1685	23,4	0,603	104,9	1787	1,8	21,8	60	46,9	3,9	45,0	5
2	2050	1651	24,1	0,635	102,6	1804	2,5	20,9	120	103,3	3,7	102,8	5
3	2097	1696	23,7	0,592	107,9	1883	3,5	18,9	240	174,7	4,4	174,2	5
4													

GRAPHIQUES

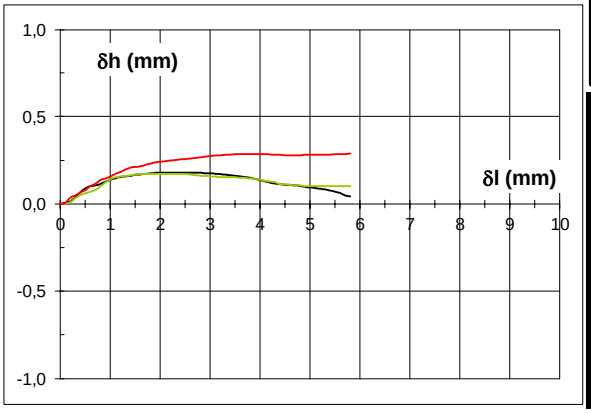
contrainte de cisaillement - déplacement horizontal



résistance au cisaillement - contrainte normale



tassement - déplacement horizontal



RESULTATS

cohésion c' (kPa)		angle de frottement φ' (°)	
pic c'_p	*état final* c'_f	*pic* φ'_p	*état final* φ'_f
11	*9*	*35*	*35*

CHANTIER	**CONSTRUCTION BATIMENT DEMA**	
LIEU	**83 - TOULON**	
CLIENT	**SID MEDITERRANEE**	
N° DOSSIER	**23SG0085Ab**	

SC1	EI11	12,00	à	13,00
sondage	*échantillon*	*profondeurs (m)*		

description lithologique

Limon sableux légèrement argileux marron, à graviers moyens

12,50 12,70



Date prélèvement *04/11/2025*

ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE A SEC APRES LAVAGE

Norme NF EN ISO 17892-4

Température d'étuvage	105°C

opérateur	**IHY**	date essai	26/11/2025

w_{nat}	*13,9%*	*NF EN ISO 17892-1*	D_m	*37,500 mm*
w_L	\	*NF EN ISO 17892-12*	D_{70}	*5,375 mm*
I_P	\		D_{60}	*1,316 mm*
VB_S	*0,8*	*NF P 94-068*	D_{50}	*0,244 mm*
passant à 2mm	*62,7%*		D_{15}	*0,0084 mm*
passant à 63 µm	*34,6%*		D_{10}	*0,0033 mm*

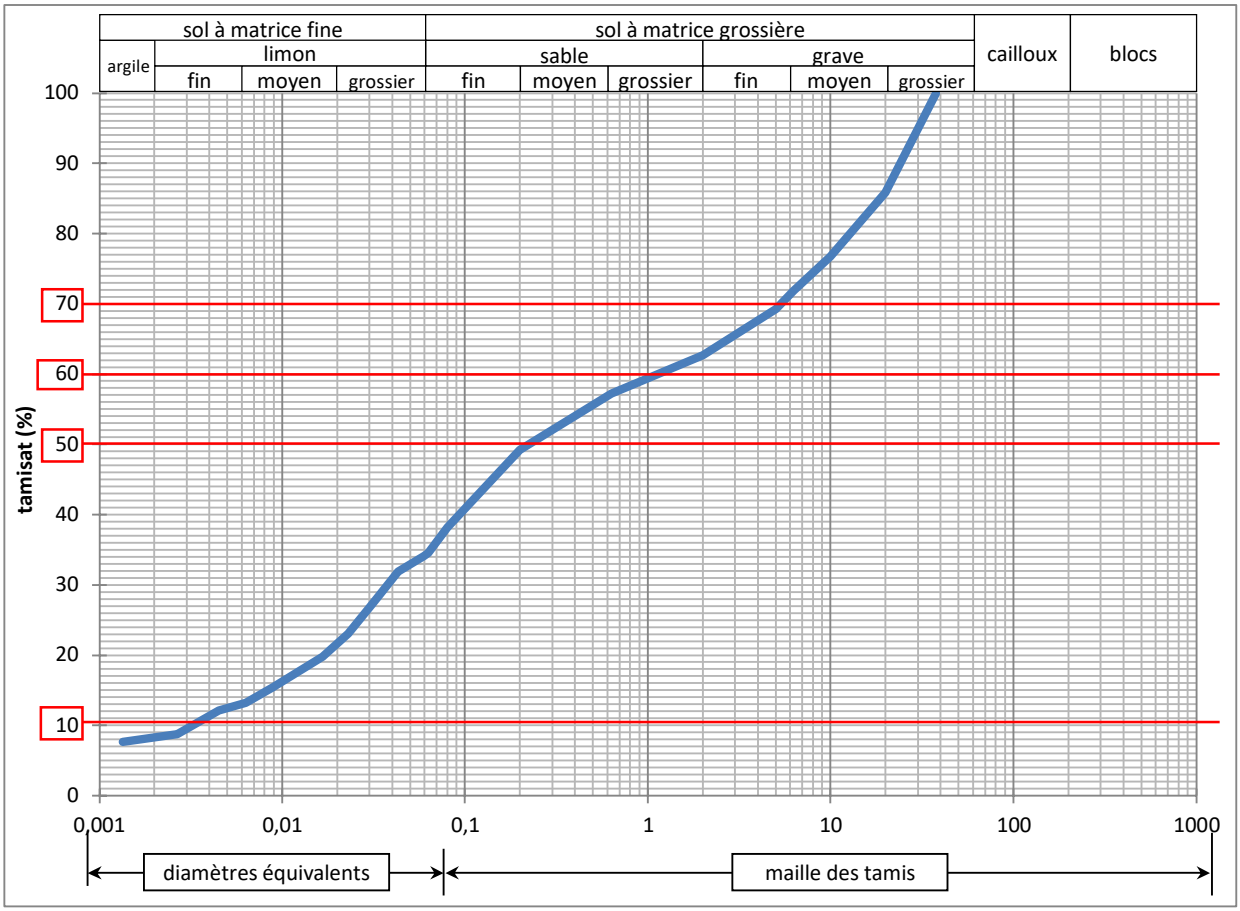
classification GTR 2023

I1

classification NF P 11-300

B5

Cu 399



diamètre d (mm)	passant (%)	diamètre d (mm)	passant (%)	diamètre d (mm)	passant (%)	diamètre d (mm)	passant (%)	diamètre d (mm)	passant (%)
125		10	76,72	0,063	34,57	0,0063	13,18		
100		6,3	71,92	0,0596	34,04	0,0045	12,08		
80		5,0	69,22	0,0429	31,85	0,0027	8,79		
63		2,0	62,72	0,0314	27,45	0,0013	7,69		
50		0,63	57,27	0,0230	23,06				
37,5	100,00	0,20	49,18	0,0166	19,77				
20	85,87	0,08	38,19	0,0088	15,37				

CHANTIER	**CONSTRUCTION BATIMENT DEMA**	
LIEU	**83 - TOULON**	
CLIENT	**SID MEDITERRANEE**	
N° DOSSIER	**23SG0085Ab**	

SC1	**EI11**	**12,00**	**à**	**13,00**
sondage	*échantillon*	*profondeurs (m)*		

description lithologique

Limon sableux légèrement argileux marron, à graviers moyens

12,50 12,70



Date prélèvement ***04/11/2025***

ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR SEDIMENTOMETRIE

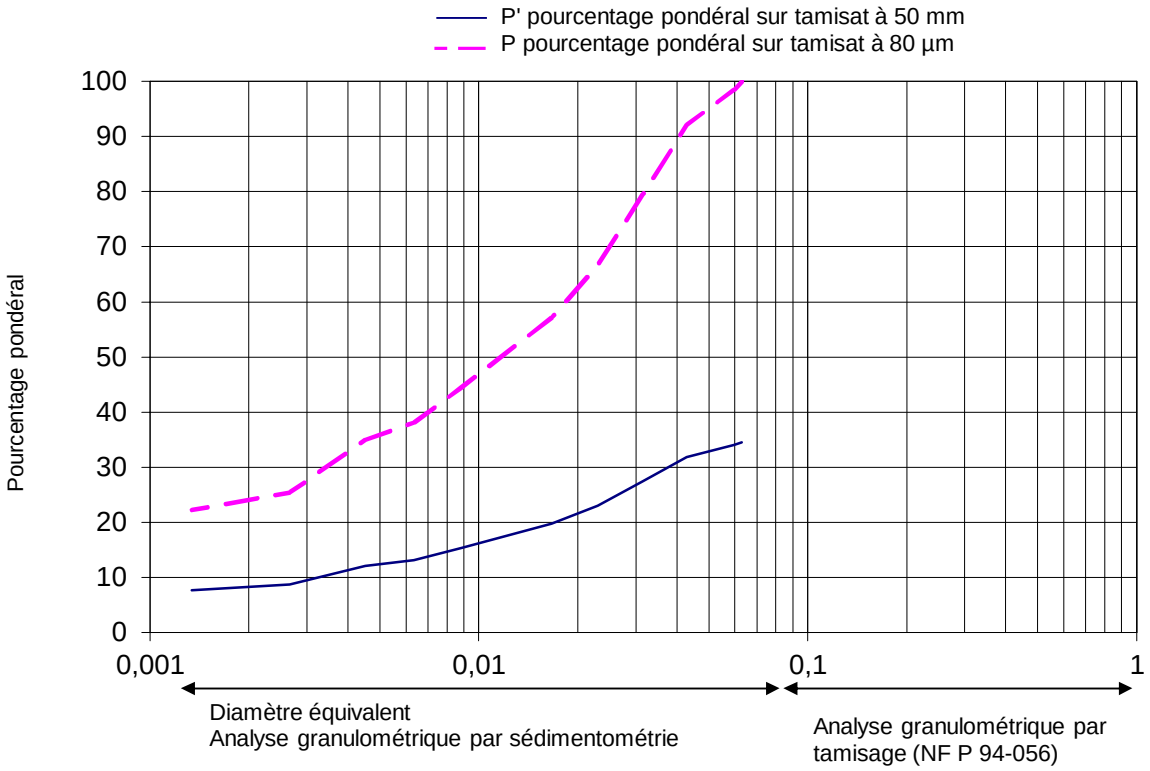
Norme NF EN ISO 17892-4

opérateur	**IHY**	date essai	01/12/2025

Masse volumique des particules solides			
	estimée	2700	kg/m^3

Passant à 2µm en %:	8,33
Passant à 63µm en %:	34,57

Temps de lecture h	min	s	R'h lecture densimètre	température (°C)	viscosité	K en % à 63µm	Kc en %	d (µm)
	0,5	30	15,5	22,0	0,9582	98,47	34,04	59,560
	1		14,5	22,0	0,9582	92,12	31,85	42,907
	2		12,5	22,0	0,9582	79,41	27,45	31,431
	4		10,5	22,0	0,9582	66,71	23,06	22,970
	8		9,0	22,0	0,9582	57,18	19,77	16,627
	30		7,0	22,0	0,9582	44,47	15,37	8,844
1	60		6,0	22,0	0,9582	38,12	13,18	6,343
2	120		5,5	22,0	0,9582	34,94	12,08	4,516
6	360		4,0	22,0	0,9582	25,41	8,79	2,661
24	1440		3,5	22,0	0,9582	22,24	7,69	1,339



CHANTIER	**CONSTRUCTION BATIMENT DEMA**	
LIEU	**83 - TOULON**	
CLIENT	**SID MEDITERRANEE**	
N° DOSSIER	**23SG0085Ab**	

SC1	**EI11**	**12,00**	**à**	**13,00**
sondage	*échantillon*	*profondeurs (m)*		

description lithologique

Limon sableux légèrement argileux marron, à graviers moyens

12,50 12,70



Date prélèvement ***04/11/2025***

DETERMINATION DE LA TENEUR EN EAU PONDERALE DES MATERIAUX

Norme NF EN ISO 17892-1

Température d'étuvage	105°C

opérateur	**MJP**	date essai	24/11/2025

essai 1				essai 2			
n° tare	**masse totale humide (g) m_1**	**masse totale sèche (g) m_2**	**masse de la tare (g) m_c**	**n° tare**	**masse totale humide (g) m_1**	**masse totale sèche (g) m_2**	**masse de la tare (g) m_c**
619	3666,5	3294,4	619,1				

teneur en eau (%) w		
moyenne	**essai 1**	**essai 2**
13,9	13,9	

COMMENTAIRES

CHANTIER	**CONSTRUCTION BATIMENT DEMA**	
LIEU	**83 - TOULON**	
CLIENT	**SID MEDITERRANEE**	
N° DOSSIER	**23SG0085Ab**	

SC1	**EI11**	**12,00**	**à**	**13,00**
sondage	*échantillon*	*profondeurs (m)*		

description lithologique

Limon sableux légèrement argileux marron, à graviers moyens

12,50 12,70



Date prélèvement ***04/11/2025***

DETERMINATION DE LA MASSE VOLUMIQUE DES SOLS FINS

Méthode par trousse coupante

Norme NF EN ISO 17892-2

Température d'étuvage	105°C

opérateur	**MJP**	date essai	24/11/2025

Masse volumique humide (kg/m³)					**Masse volumique humide (kg/m³)**				
essai 1	**température (°C)**	**masse échantillon avec trousse (g) m_1**	**masse trousse (g) m_2**	**Volume de la trousse (cm³) V**	**essai 2**	**température (°C)**	**masse échantillon avec trousse (g) m_1**	**masse trousse (g) m_2**	**Volume de la trousse (cm³) V**
2252	26	3666,5	619,1	1353,26					

masse volumique sèche (kg/m³) ρ_d		
ρ_d	ρ_h	W_{nat}
1980	2250	13,9

COMMENTAIRES

La masse volumique sèche est obtenue par calcul à partir de la masse volumique humide et de la teneur en eau du sol.

CHANTIER	**CONSTRUCTION BATIMENT DEMA**	
LIEU	**83 - TOULON**	
CLIENT	**SID MEDITERRANEE**	
N° DOSSIER	**23SG0085Ab**	

SC1	**EI11**	**12,00**	**à**	**13,00**
sondage	*échantillon*	*profondeurs (m)*		

description lithologique

Limon sableux légèrement argileux marron, à graviers moyens

12,50 12,70



Date prélèvement ***04/11/2025***

ESSAI AU BLEU DE METHYLENE

Norme NFP-94-068

opérateur	**NRR**	date essai	01/12/2025

w_{nat}	***13,9%***	*NF P 94-050*

masse de sol sec utilisé (g)	Elts < 5 mm dans la fraction 0/50 mm (%)	Volume de solution utilisée (ml)	V.B.S.
88,102	69,22	100	**0,8**

Remarque

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

ABO-ERG GEOTECHNIQUE
Monsieur Arthur Bonnomet
243 Avenue de Bruxelles
ZI Jean Monnet
83500 LA SEYNE SUR MER

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 25E222312

N° de rapport d'analyse : AR-25-LK-255368-01

Version du : 05/12/2025

Date de réception technique : 19/11/2025
Première date de réception physique : 19/11/2025 11:05:55

Référence Dossier : N° Projet : 23SG0085Ab
Nom Projet : Batiment administratif DEMa
Nom Commande : 23SG0085Ab - DEMa
Référence Commande :

Coordinateur de Projets Clients : Gilles LACROIX / Gilles.Lacroix@ETFR.eurofins.com / +33 3 88 91 19 11

N° Ech	Matrice		Référence échantillon
001	Eau souterraine	(ESO)	SC1-Pz
002	Sol	(SOL)	Ag béton 1
003	Sol	(SOL)	Ag béton 2
004	Sol	(SOL)	Ag béton 3

ACCREDITATION
N° 1- 1488
Portée disponible sur
www.cofrac.fr

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 25E222312

N° de rapport d'analyse : AR-25-LK-255368-01

Version du : 05/12/2025

Date de réception technique : 19/11/2025

Première date de réception physique : 19/11/2025 11:05:55

Référence Dossier : N° Projet : 23SG0085Ab
Nom Projet : Batiment administratif DEMa
Nom Commande : 23SG0085Ab - DEMa
Référence Commande :

N° Echantillon		001	002	003	004
Référence client :		SC1-Pz	Ag béton 1	Ag béton 2	Ag béton 3
Matrice :		ESO	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :					
Date de début d'analyse :		19/11/2025	20/11/2025	20/11/2025	20/11/2025
Température de l'air de l'enceinte :		3.6°C	3.6°C	3.6°C	3.6°C
Préparation Physico-Chimique					
LS025 : **Filtration 0.45 µm**		Effectuée			
Analyses immédiates					
LS001 : **Mesure du pH**					
pH		* 7.1			
Température	°C	18.5			
JI020 : **Titre Alcalimétrique Complet (TAC)**	° f	* 30.3			
ZSWK6 : **Anhydride carbonique (CO2) agressif**	mg/l	0.00			
Indices de pollution					
LS02L : **Azote Nitrique / Nitrates (NO3)**					
Nitrates	mg NO3/l	▲ # <1.00			
Azote nitrique	mg N-NO3/l	▲ # <0.20			
LS02I : **Chlorures (Cl)**	mg/l	* 2370			
LS02R : **Ammonium**	mg NH4/l	▲ # 3.37			
LS02Z : **Sulfates (SO4)**	mg/l	* 329			
LSRDB : **Classe d'agressivité selon NF EN 206**		XA1			
Métaux					
LS206 : **Magnésium (Mg) dissous**	mg/l	* 105			
LS204 : **Calcium (Ca) dissous**	mg/l	* 293			
LS207 : **Potassium (K) dissous**	mg/l	* 86.0			
LS208 : **Sodium (Na) dissous**	mg/l	* 1320			
Sous-traitance					

ACCREDITATION
N° 1- 1488
Portée disponible sur
www.cofrac.fr

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 25E222312

N° de rapport d'analyse : AR-25-LK-255368-01

Version du : 05/12/2025

Date de réception technique : 19/11/2025

Première date de réception physique : 19/11/2025 11:05:55

Référence Dossier : N° Projet : 23SG0085Ab
Nom Projet : Batiment administratif DEMa
Nom Commande : 23SG0085Ab - DEMa
Référence Commande :

N° Echantillon		001	002	003	004	
Référence client :		SC1-Pz	Ag béton 1	Ag béton 2	Ag béton 3	
Matrice :		ESO	SOL	SOL	SOL	
Date de prélèvement :						
Date de début d'analyse :		19/11/2025	20/11/2025	20/11/2025	20/11/2025	
Température de l'air de l'enceinte :		3.6°C	3.6°C	3.6°C	3.6°C	
Sous-traitance						
EM00B : **Sulfates solubles dans l'acide (SO4) - Agressivité sur béton**						
Prestation soustraitée à Eurofins Analyses Des Materiaux Et Combustibl Fr COFRAC ESSAIS 1-6313						
Sulfate dans l'acide (SO4) Agressivité Béton	mg/kg		* 1350	* 3230	* 1510	
Classe d'agressivité selon NF EN 206			* < XA1	* XA2	* < XA1	
EM005 : **Degré d'acidité des sols selon BAUMANN GULLY**	ml/kg M.S.		* <20	* <26	* <20	
Prestation soustraitée à Eurofins Analyses Des Materi Et Combustibles Fr COFRAC ESSAIS 1-6313						

Observations	N° d'échantillon	Référence client
La date de prélèvement n'étant pas renseignée conformément aux exigences normatives et réglementaires, les délais de mise en analyse ont été calculés à partir de la veille de la date de réception par le laboratoire.	(001)	SC1-Pz
L'accréditation a été retirée pour l'analyse identifiée par le symbole ▲. Par conséquent, celle-ci n'est ni présumée conforme au référentiel d'accréditation ni couverte par les accords de reconnaissance internationaux.	(001)	SC1-Pz
Les délais de mise en analyse sont supérieurs à ceux indiqués dans notre dernière étude de stabilité ou aux délais normatifs pour les paramètres identifiés par '#' et donnent lieu à des réserves sur les résultats, avec retrait de l'accréditation. L'échantillon a néanmoins été conservé dans les meilleures conditions de stockage.	(001)	SC1-Pz
Spectrophotométrie visible automatisée : l'analyse a été réalisée sur l'échantillon filtré à 0.45µm.	(001)	SC1-Pz

ACCREDITATION
N° 1- 1488
Portée disponible sur
www.cofrac.fr

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 25E222312

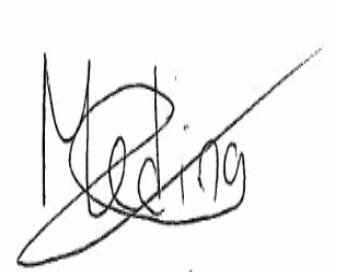
N° de rapport d'analyse : AR-25-LK-255368-01

Version du : 05/12/2025

Date de réception technique : 19/11/2025

Première date de réception physique : 19/11/2025 11:05:55

Référence Dossier : N° Projet : 23SG0085Ab
Nom Projet : Batiment administratif DEMa
Nom Commande : 23SG0085Ab - DEMa
Référence Commande :



Marion MEDINA
Coordinateur(rice) Projets Clients

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 6 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai. Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon et autres informations identifiées comme provenant du client), ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire.
Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.
Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.
Tous les éléments de traçabilité et incertitude (déterminée avec k = 2) sont disponibles sur demande.
Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

Annexe technique

Dossier N° :25E222312

N° de rapport d'analyse : AR-25-LK-255368-01

Emetteur : Monsieur Arthur BONNOMET

Commande EOL : 006-10514-1381291

Nom projet : N° Projet : 23SG0085Ab
Batiment administratif DEMa
Nom Commande : 23SG0085Ab - DEMa

Référence commande :

Eau souterraine

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Incertitude à la LQ	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
JI020	Titre Alcalimétrique Complet (TAC)	Spectrophotométrie (UV/VIS) - Méthode interne - Méthode interne - Méthode interne	0.5	30%	° f	Eurofins Analyses pour l'Environnemen France
LS001	Mesure du pH	Potentiométrie - NF EN ISO 10523				
	pH					
	Température				°C	
LS025	Filtration 0.45 µm	Filtration - Méthode interne				
LS02I	Chlorures (Cl)	Spectrophotométrie (UV/VIS) [Spectrophotométrie visible automatisée] - NF EN ISO 15923-1	1	30%	mg/l	
LS02L	Azote Nitrique / Nitrates (NO3)	Spectrophotométrie (UV/VIS) [Spectrophotométrie visible automatisée] - NF EN ISO 15923-1				
	Nitrates		1	35%	mg NO3/l	
	Azote nitrique		0.2	35%	mg N-NO3/l	
LS02R	Ammonium	Spectrophotométrie (UV/VIS) - NF EN ISO 15923-1	0.05	22%	mg NH4/l	
LS02Z	Sulfates (SO4)	Spectrophotométrie (UV/VIS) [Spectrophotométrie visible automatisée] - NF EN ISO 15923-1	5	20%	mg/l	
LS204	Calcium (Ca) dissous	ICP/AES - NF EN ISO 11885	1	30%	mg/l	
LS206	Magnésium (Mg) dissous		0.01	30%	mg/l	
LS207	Potassium (K) dissous		0.1	40%	mg/l	
LS208	Sodium (Na) dissous		0.05	35%	mg/l	
LSRDB	Classe d'agressivité selon NF EN 206	Calcul - Calcul				
ZSWK6	Anhydride carbonique (CO2) agressif				mg/l	

Sol

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Incertitude à la LQ	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
EM005	Degré d'acidité des sols selon BAUMANN GULLY	Titrimétrie - NF EN 16502	20		ml/kg M.S.	Prestation soustraitée à Eurofins Analyses Des Materiaux Et Combustibles Fr
EM00B	Sulfates solubles dans l'acide (SO4) - Agressivité sur béton	Gravimétrie - NF EN 196-2 - NF EN 206				
	Sulfate dans l'acide (SO4) Agressivité Bét		100		mg/kg	
	Classe d'agressivité selon NF EN 206					

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

Annexe de traçabilité des échantillons

Cette traçabilité recense les flaconnages des échantillons scannés dans EOL sur le terrain avant envoi au laboratoire

Dossier N° : 25E222312

N° de rapport d'analyse : AR-25-LK-255368-01

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-1381291

Nom projet : N° Projet : 23SG0085Ab
Batiment administratif DEMa
Nom Commande : 23SG0085Ab - DEMa

Référence commande :

Eau souterraine

N° Ech	Référence Client	Date & Heure Prélèvement	Date de Réception Physique (1)	Date de Réception Technique (2)	Code-Barre	Nom Flacon
001	SC1-Pz		19/11/2025 11:05:55	19/11/2025		

Sol

N° Ech	Référence Client	Date & Heure Prélèvement	Date de Réception Physique (1)	Date de Réception Technique (2)	Code-Barre	Nom Flacon
002	Ag béton 1		19/11/2025 11:05:55	19/11/2025		
003	Ag béton 2		19/11/2025 11:05:55	19/11/2025		
004	Ag béton 3		19/11/2025 11:05:55	19/11/2025		

(1) : Date à laquelle l'échantillon a été réceptionné au laboratoire.
Lorsque l'information n'a pas pu être récupérée, cela est signalé par la mention N/A (non applicable).

(2) : Date à laquelle le laboratoire disposait de toutes les informations nécessaires pour finaliser l'enregistrement de l'échantillon.

EUROFINS ANALYSES DES MATERIAUX ET COMBUSTIBLES FR

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS
Département Environnement
5 rue d'Otterswiller
67700 SAVERNE

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-25-EM-024368-01 Version du : 05/12/2025
Dossier N° : 25Q009117 Date de réception : 25/11/2025
Référence Dossier :
Référence Commande : EUFRSA200159858

N° Ech	Matrice	Référence échantillon	Préleveur
001	Sols	25E222312-002	Client

Conservation de vos échantillons

Les échantillons seront conservés pendant 1 mois après la date d'édition du rapport. Sans avis contraire, ils seront détruits après cette période sans aucune communication de notre part.

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-25-EM-024368-01 Version du : 05/12/2025
Dossier N° : 25Q009117 Date de réception : 25/11/2025
Référence Dossier :
Référence Commande : EUFRSA200159858

N° Echantillon **25Q009117-001** Référence : 25E222312-002
Date de prélèvement :
Début d'analyse : 04/12/2025
Description échantillon : Ag béton 1 -

Essais Chimiques

		Résultat	Unité	Limite
EM005 : **Degré d'acidité des sols selon BAUMANN GULLY** Prestation réalisée sur le site de Saverne COFRAC ESSAIS 1-6313 Titrimétrie - NF EN 16502	*	<20	ml/kg M.S.	
EM00B : **Sulfates solubles dans l'acide (SO4) - Agressivité sur béton** Prestation réalisée sur le site de Saverne COFRAC ESSAIS 1-6313 Gravimétrie - NF EN 196-2 - NF EN 206				
Sulfate dans l'acide (SO4) Agressivité Béton	*	1350	mg/kg	
Classe d'agressivité selon NF EN 206	*	< XA1		

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 2 page(s).

Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire n'est pas responsable de la représentativité des échantillons. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon et autres informations identifiées comme provenant du client), ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire.

Les résultats non conformes aux limites ou références de qualité sont signalés par un rond noir ● .
Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.

Lors de l'émission d'une nouvelle version de rapport, toute modification est identifiée par une mise en forme gras, italique et souligné ou notifiée en observation.

Les résultats précédés du signe "<" correspondent à des limites de quantification. Tous les éléments de traçabilité et incertitude (déterminée avec k = 2) sont disponibles sur demande. Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

MS : Matières Sèches
P.B. : Produit Brut



Anne EBER
Technicien(ne) de Laboratoire

EUROFINS ANALYSES DES MATERIAUX ET COMBUSTIBLES France SAS
3 rue d'Otterswiller
67700 Saverne
SAS au capital de 115 750 €
APE 7120B RCS SAVERNE 529294100
TVA FR72529294100
Tél 03 88 021 562 - fax 03 88 916 531
Mail : Materiaux@etfr.Eurofins.com

ACCREDITATION
N° 1- 6313
Portée disponible sur
www.cofrac.fr

EUROFINS ANALYSES DES MATERIAUX ET COMBUSTIBLES FR

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS
Département Environnement
5 rue d'Otterswiller
67700 SAVERNE

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-25-EM-024369-01 Version du : 05/12/2025
Dossier N° : 25Q009117 Date de réception : 25/11/2025
Référence Dossier :
Référence Commande : EUFRSA200159858

N° Ech	Matrice	Référence échantillon	Préleveur
002	Sols	25E222312-003	Client

Conservation de vos échantillons

Les échantillons seront conservés pendant 1 mois après la date d'édition du rapport. Sans avis contraire, ils seront détruits après cette période sans aucune communication de notre part.

EUROFINS ANALYSES DES MATERIAUX ET COMBUSTIBLES France SAS
3 rue d'Otterswiller
67700 Saverne
SAS au capital de 115 750 €
APE 7120B RCS SAVERNE 529294100
TVA FR72529294100
Tél 03 88 021 562 - fax 03 88 916 531
Mail : Materiaux@etfr.Eurofins.com

ACCREDITATION
N° 1- 6313
Portée disponible sur
www.cofrac.fr

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-25-EM-024369-01 Version du : 05/12/2025
Dossier N° : 25Q009117 Date de réception : 25/11/2025
Référence Dossier :
Référence Commande : EUFRSA200159858

N° Echantillon **25Q009117-002** Référence : 25E222312-003
Date de prélèvement :
Début d'analyse : 04/12/2025
Description échantillon : Ag béton 2 -

Essais Chimiques

		Résultat	Unité	Limite
EM005 : **Degré d'acidité des sols selon BAUMANN GULLY** Prestation réalisée sur le site de Saverne COFRAC ESSAIS 1-6313 Titrimétrie - NF EN 16502	*	<26	ml/kg M.S.	
EM00B : **Sulfates solubles dans l'acide (SO4) - Agressivité sur béton** Prestation réalisée sur le site de Saverne COFRAC ESSAIS 1-6313 Gravimétrie - NF EN 196-2 - NF EN 206				
Sulfate dans l'acide (SO4) Agressivité Béton	*	3230	mg/kg	
Classe d'agressivité selon NF EN 206	*	XA2		

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 2 page(s).

Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire n'est pas responsable de la représentativité des échantillons. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon et autres informations identifiées comme provenant du client), ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire.

Les résultats non conformes aux limites ou références de qualité sont signalés par un rond noir ● .
Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.

Lors de l'émission d'une nouvelle version de rapport, toute modification est identifiée par une mise en forme gras, italique et souligné ou notifiée en observation.

Les résultats précédés du signe "<" correspondent à des limites de quantification. Tous les éléments de traçabilité et incertitude (déterminée avec k = 2) sont disponibles sur demande. Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

MS : Matières Sèches
P.B. : Produit Brut



Anne EBER
Technicien(ne) de Laboratoire

EUROFINS ANALYSES DES MATERIAUX ET COMBUSTIBLES France SAS
3 rue d'Otterswiller
67700 Saverne
SAS au capital de 115 750 €
APE 7120B RCS SAVERNE 529294100
TVA FR72529294100
Tél 03 88 021 562 - fax 03 88 916 531
Mail : Materiaux@etfr.Eurofins.com

ACCREDITATION
N° 1- 6313
Portée disponible sur
www.cofrac.fr

EUROFINS ANALYSES DES MATERIAUX ET COMBUSTIBLES FR

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS
Département Environnement
5 rue d'Otterswiller
67700 SAVERNE

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-25-EM-024370-01 Version du : 05/12/2025
Dossier N° : 25Q009117 Date de réception : 25/11/2025
Référence Dossier :
Référence Commande : EUFRSA200159858

N° Ech	Matrice	Référence échantillon	Préleveur
003	Sols	25E222312-004	Client

Conservation de vos échantillons

Les échantillons seront conservés pendant 1 mois après la date d'édition du rapport. Sans avis contraire, ils seront détruits après cette période sans aucune communication de notre part.

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-25-EM-024370-01 Version du : 05/12/2025
Dossier N° : 25Q009117 Date de réception : 25/11/2025
Référence Dossier :
Référence Commande : EUFRSA200159858

N° Echantillon **25Q009117-003** Référence : 25E222312-004
Date de prélèvement :
Début d'analyse : 04/12/2025
Description échantillon : Ag béton 3 -

Essais Chimiques

		Résultat	Unité	Limite
EM005 : **Degré d'acidité des sols selon BAUMANN GULLY** Prestation réalisée sur le site de Saverne COFRAC ESSAIS 1-6313 Titrimétrie - NF EN 16502	*	<20	ml/kg M.S.	
EM00B : **Sulfates solubles dans l'acide (SO4) - Agressivité sur béton** Prestation réalisée sur le site de Saverne COFRAC ESSAIS 1-6313 Gravimétrie - NF EN 196-2 - NF EN 206				
Sulfate dans l'acide (SO4) Agressivité Béton	*	1510	mg/kg	
Classe d'agressivité selon NF EN 206	*	< XA1		

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 2 page(s).

Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire n'est pas responsable de la représentativité des échantillons. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon et autres informations identifiées comme provenant du client), ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire.

Les résultats non conformes aux limites ou références de qualité sont signalés par un rond noir ● .
Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.

Lors de l'émission d'une nouvelle version de rapport, toute modification est identifiée par une mise en forme gras, italique et souligné ou notifiée en observation.

Les résultats précédés du signe "<" correspondent à des limites de quantification. Tous les éléments de traçabilité et incertitude (déterminée avec k = 2) sont disponibles sur demande. Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

MS : Matières Sèches
P.B. : Produit Brut



Anne EBER
Technicien(ne) de Laboratoire

EUROFINS ANALYSES DES MATERIAUX ET COMBUSTIBLES France SAS
3 rue d'Otterswiller
67700 Saverne
SAS au capital de 115 750 €
APE 7120B RCS SAVERNE 529294100
TVA FR72529294100
Tél 03 88 021 562 - fax 03 88 916 531
Mail : Materiaux@etfr.Eurofins.com

ACCREDITATION
N° 1- 6313
Portée disponible sur
www.cofrac.fr

Annexe 3

RESULTATS DE SONDAGES ET ESSAIS IN-SITU (étude G1 PGC : dossier 23SG085Aa)

FOUILLE DE DEGAGEMENT DES FONDATIONS

F1

CHANTIER	BATIMENT SEO	N° DOSSIER	23SG085Aa
LIEU	83000 BASE NAVALE DE TOULON	SONDEURS	CAMMARATA
CLIENT	ESID	DATE	23-06-2023

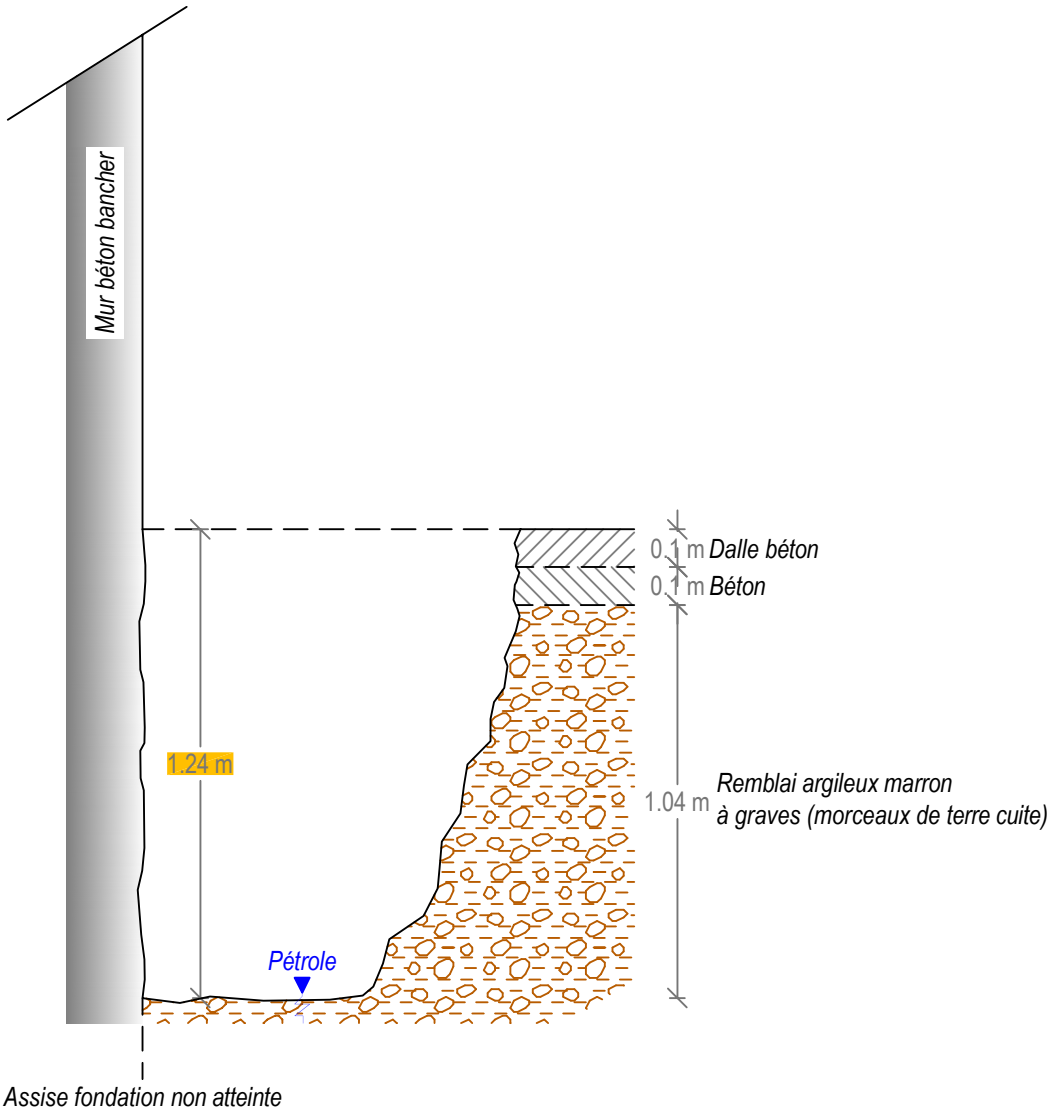
VUE D'ENSEMBLE



VUE DETAILLEE



COUPE(S) SCHEMATIQUE(S) - Echelle : 1/20



Localisation : Se référer au plan d'implantation des sondages.

Prélèvement d'échantillons	oui		non	X	**Observations & remise en état des lieux** : fouille rebouchée avec les terres extraites.
Profondeur (m)					

ABO ERG GÉOTECHNIQUE

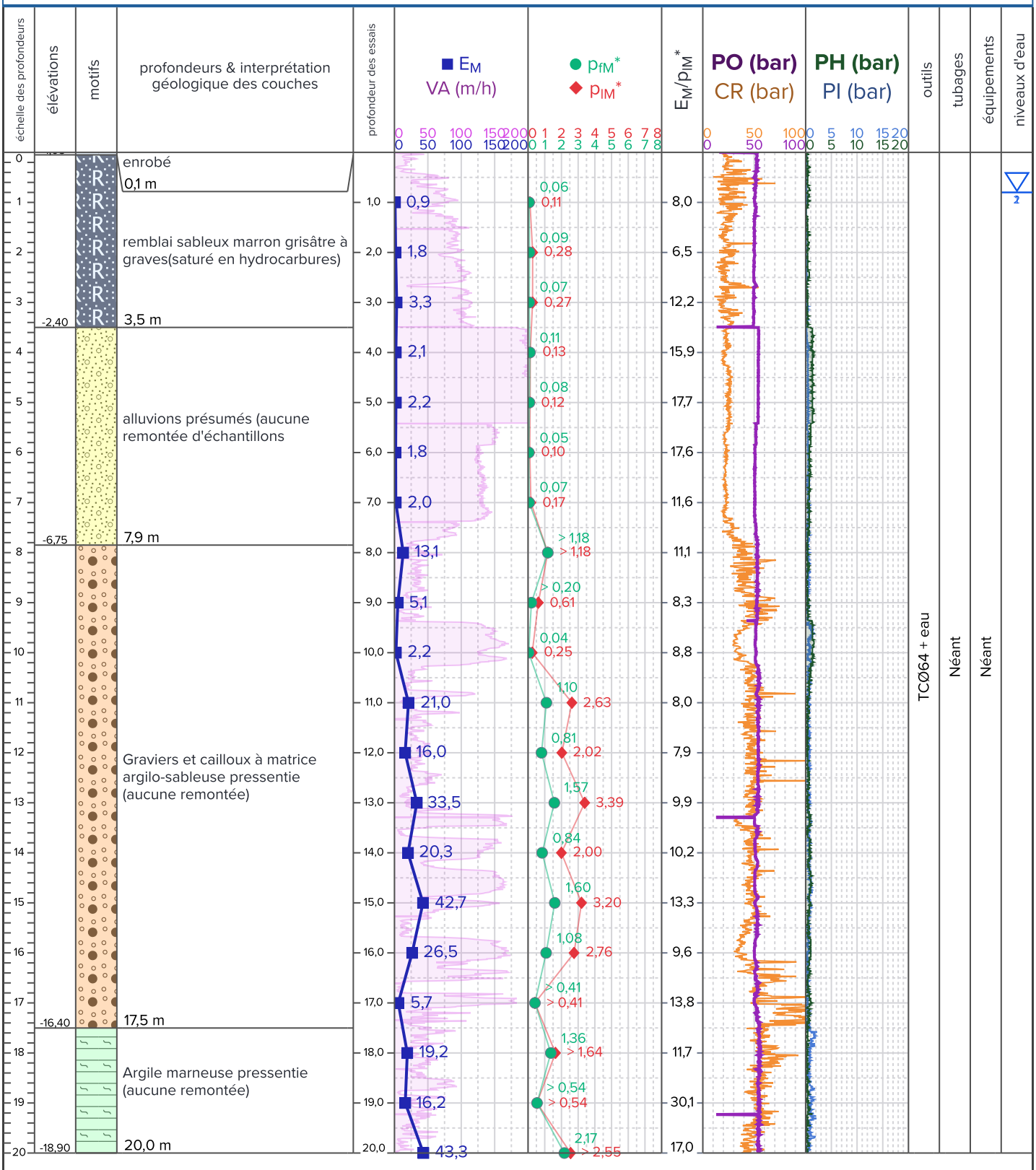
projet	BATIMENT SEO
lieu	83000 BASE NAVALE DE TOULON
client	ESID
n° projet	23SG085Aa

SP1

début sondage	21/06/2023	*machine*	SOCO50/65 4
fin sondage	22/06/2023	*opérateur*	DLT
données	SP1	*type*	Pressiomètre NF EN ISO 22476-4
Profondeur atteinte (m)	25.1		

coordonnées	X	Y	Z
unités XY: ° décimaux si WGS84, sinon m	1936481	2217044	+1 m
système	RGF93 / CC43		NGF
inclinaison/verticale (°)	0,0°	azimuth/Nord (°)	—°

Hypothèses de calcul des pressions nettes (p_f^*, p_l^*) : γ=18 kN/m^3, γ_w=10 kN/m^3, K_0=0.5



ABO ERG GÉOTECHNIQUE

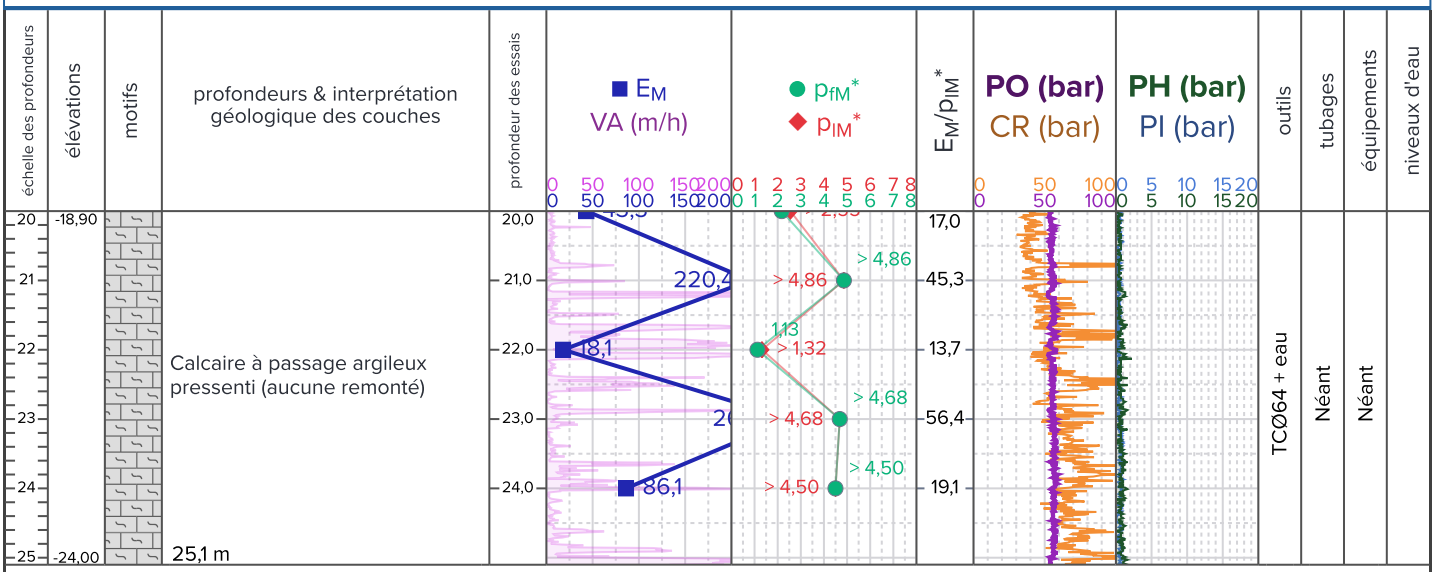
projet	BATIMENT SEO
lieu	83000 BASE NAVALE DE TOULON
client	ESID
n° projet	23SG085Aa

SP1

début sondage	21/06/2023	*machine*	SOCO50/65 4
fin sondage	22/06/2023	*opérateur*	DLT
données	SP1	*type*	Pressiomètre NF EN ISO 22476-4
Profondeur atteinte (m)	25.1		

coordonnées	X	Y	Z
unités XY: ° décimaux si WGS84, sinon m	1936481	2217044	+1 m
système	RGF93 / CC43		NGF
inclinaison/verticale (°)	0,0°	azimuth/Nord (°)	—°

Hypothèses de calcul des pressions nettes (p_f^*, p_l^*) : γ=18 kN/m^3, γ_w=10 kN/m^3, K_0=0.5



1 22/06/2023 - Niveau nappe hydrocarbure - 0,8m
2 22/06/2023 - Niveau nappe hydrocarbure - 0,8m

ABO ERG GÉOTECHNIQUE

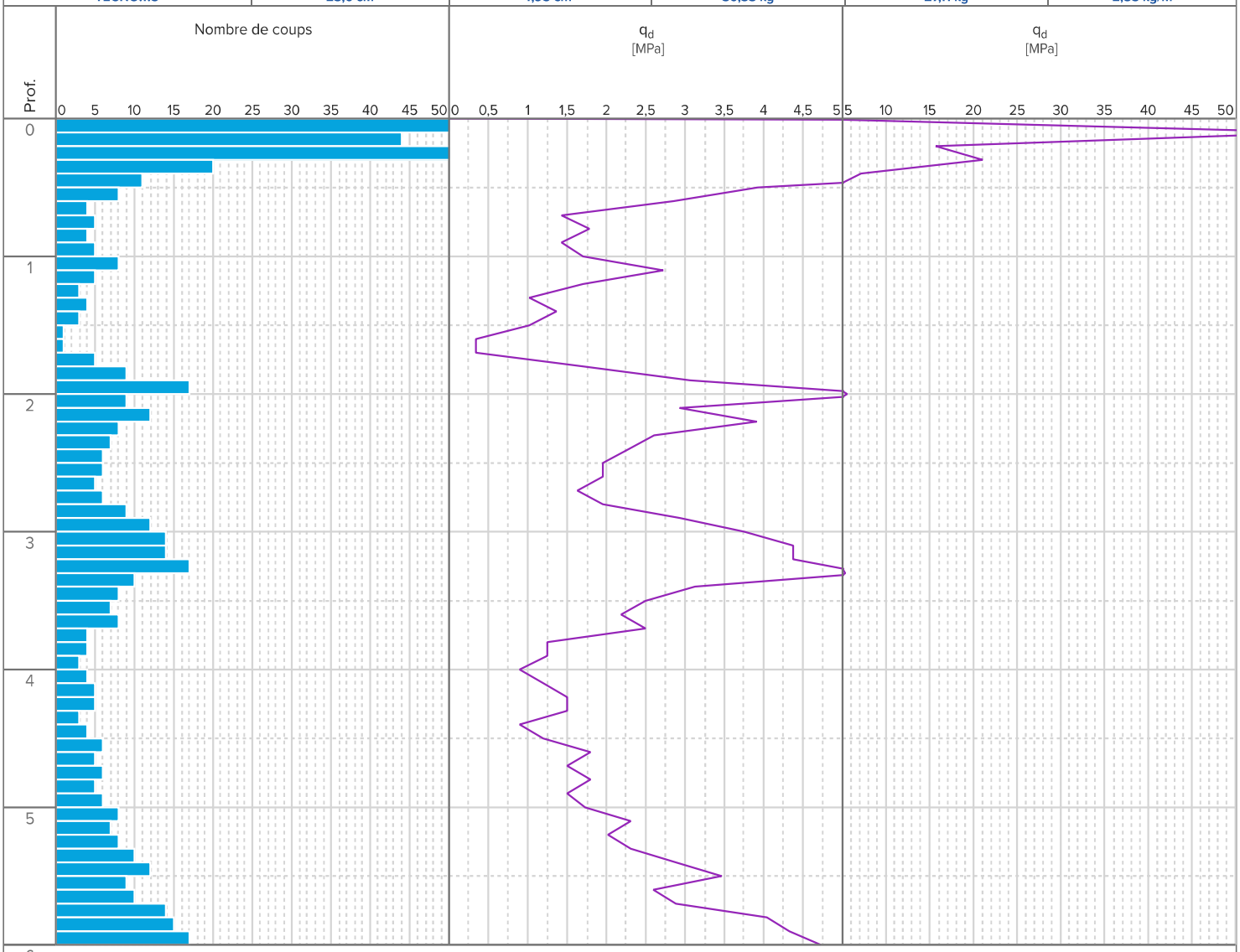
BATIMENT SEO
83000 BASE NAVALE DE TOULON
ESID

26/06/2023
23SG085Aa

PD1

Début	22/06/2023	Machine	SOCO50/65 4	Opérateur	DLT	X(m)	1936 474,49	Syst.	RGF93 / CC43
Fin	22/06/2023	Prof. atteinte (m)	6,0			Y(m)	2 217 045,49	Précision	Plurimétrique
Données	DPRB-PD1	Type	Pénétromètre dynamique			Élévation Z (m)	–	Syst.	NGF
								Précision	Mètre

Type de pénétromètre	Hauteur de chute	Surface de pointe	Masse frappante	Masse accessoire	Masse de la tige
TECNO.T.5	23,6 cm	4,95 cm²	30,33 kg	27,11 kg	2,85 kg/m



Commentaires Présence d'hydrocarbures sur la pointe et les tiges

Edité par ERG
Sylvia Bedel | s-bedel@erg-sa.fr

ABO ERG GÉOTECHNIQUE

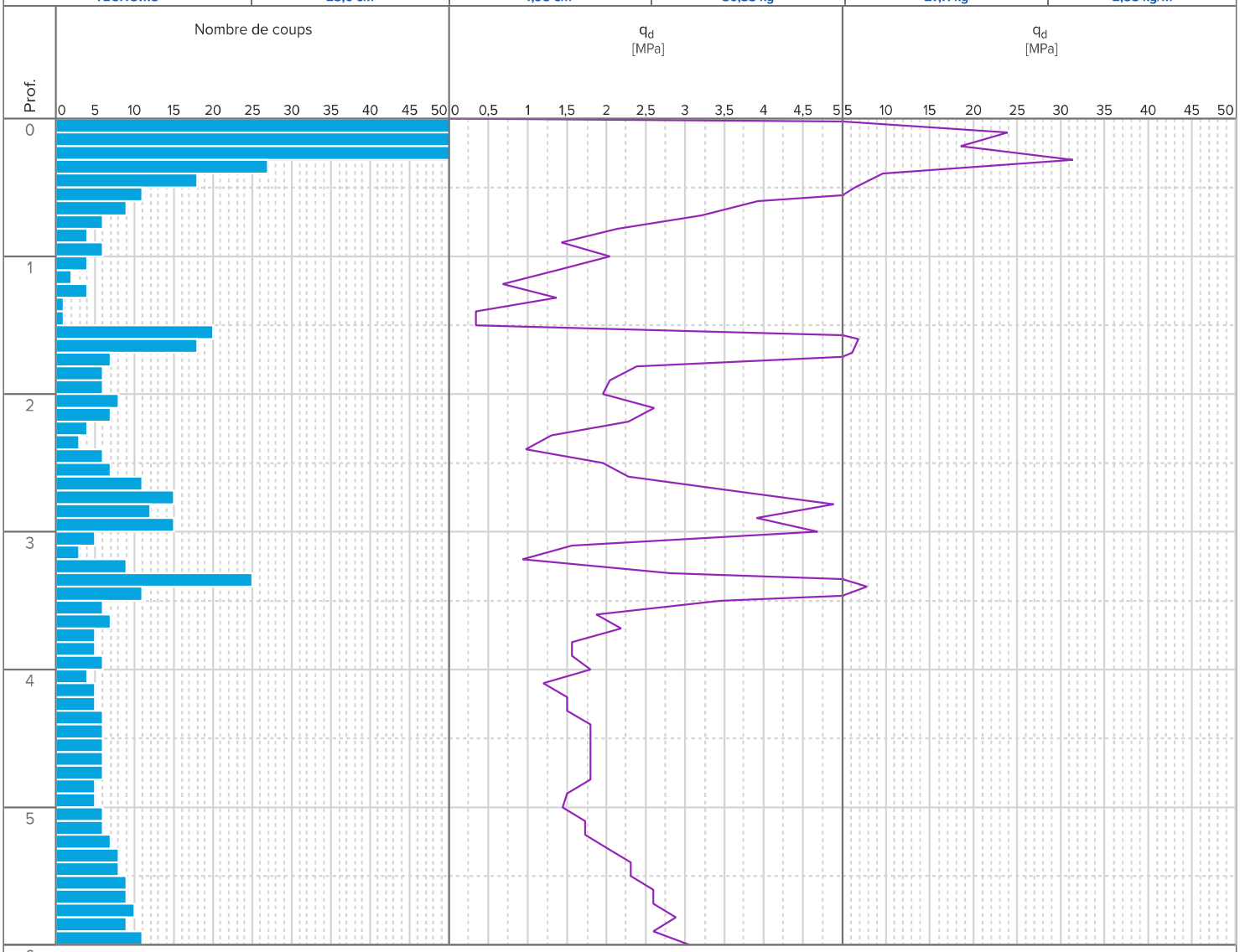
BATIMENT SEO
83000 BASE NAVALE DE TOULON
ESID

26/06/2023
23SG085Aa

PD2

Début	22/06/2023	Machine	SOCO50/65 4	Opérateur	DLT	X(m)	1936 471,64	Syst.	RGF93 / CC43
Fin	22/06/2023	Prof. atteinte (m)	6,0			Y(m)	2 217 039,18	Précision	Plurimétrique
Données	DPRB-PD2	Type	Pénétromètre dynamique			Élévation Z (m)	—	Syst.	NGF
								Précision	Mètre

Type de pénétromètre	Hauteur de chute	Surface de pointe	Masse frappante	Masse accessoire	Masse de la tige
TECNO.T.5	23,6 cm	4,95 cm²	30,33 kg	27,11 kg	2,85 kg/m



Commentaires Présence d'hydrocarbures sur la pointe et les tiges

Edité par ERG — BATIMENT SEO
Sylvia Bedel | s-bedel@erg-sa.fr — www.soilcloud.fr

ABO ERG GÉOTECHNIQUE

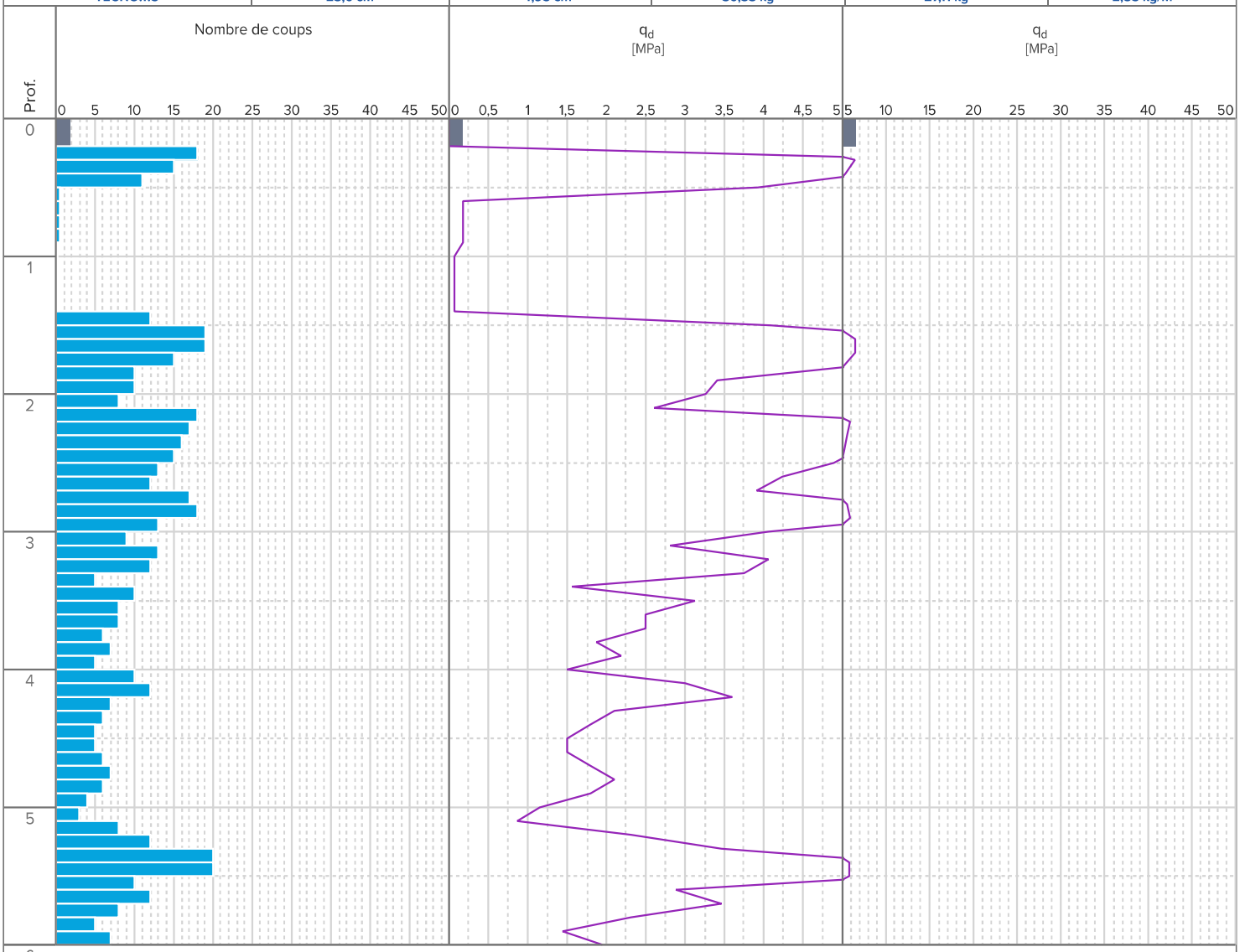
BATIMENT SEO
83000 BASE NAVALE DE TOULON
ESID

26/06/2023
23SG085Aa

PD3

Début	23/06/2023	Machine	FOUILLE	Opérateur	FCA	X(m)	1936475,46	Syst.	RGF93 / CC43
Fin	23/06/2023	Prof. atteinte (m)	6,0			Y(m)	2217034,19	Précision	Plurimétrique
Données	DPRB-PD3	Type	Pénétromètre dynamique			Élévation Z (m)	—	Syst.	NGF
								Précision	Mètre

Type de pénétromètre	Hauteur de chute	Surface de pointe	Masse frappante	Masse accessoire	Masse de la tige
TECNO.T.5	23,6 cm	4,95 cm^2	30,33 kg	27,11 kg	2,85 kg/m



Commentaires Présence d'hydrocarbures sur la pointe et les tiges

Edité par ERG — BATIMENT SEO
Sylvia Bedel | s-bedel@erg-sa.fr — www.soilcloud.fr

ABO ERG GÉOTECHNIQUE

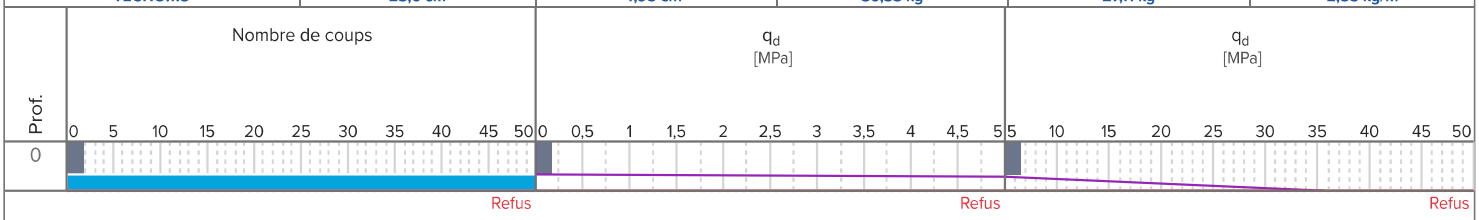
BATIMENT SEO
83000 BASE NAVALE DE TOULON
ESID

26/06/2023
23SG085Aa

PD4

Début	**23/06/2023**	*Machine*	**FOUILLE**	*Opérateur*	**FCA**	*X(m)*	**1936 483,66**	*Syst.*	**RGF93 / CC43**
Fin	**23/06/2023**	*Prof. atteinte (m)*	**0,3**			*Y(m)*	**2217 039,29**	*Précision*	**Plurimétrique**
Données	**DPRB-PD4**	*Type*	**Pénétromètre dynamique**			*Élévation Z (m)*	**—**	*Syst.*	**NGF**
								Précision	**Mètre**

Type de pénétromètre	*Hauteur de chute*	*Surface de pointe*	*Masse frappante*	*Masse accessoire*	*Masse de la tige*
TECNO.T.5	**23,6 cm**	**4,95 cm²**	**30,33 kg**	**27,11 kg**	**2,85 kg/m**



Commentaires	Présence d'hydrocarbures sur la pointe et les tiges

Edité par ERG
Sylvia Bedel | s-bedel@erg-sa.fr

Annexe 4 RESULTATS DES CALCULS FOXTA

Données

Titre du projet : 23SG085Ac Bâtiment DEMa

Numéro d'affaire : 23SG085Ac

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Cas 2 (Cas 3)

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

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas du calcul (m) : 0,500

Section de calcul : Section de calcul circulaire

Diamètre de calcul (m) : 0,420

Classe du pieu : 1 - Pieu/micropieu foré

Catégorie du pieu : 1 [FS] - Foré simple (pieux et barrettes)

Pieu de grande longueur : Non

Mode de chargement : Travail en compression

αcc (–) : 1,00

k1 (–) : 1,300

k2 (–) : 1,090

k3 (–) : 1,000

Pieu d'un pont : Non

γc,ELU-FOND (–) * : 1,5

γc,ELU-ACC (–) * : 1,2

Fck* (MPa) : 21,17

Fcd ELU FOND (MPa) : 14,11

Fcd ELU ACC (MPa) : 17,64

σmoy,ELS (MPa) : 6,35

Combinaisons

	ELS-QP	ELS-CARAC	ELU-FOND	ELU-ACC
Pondérations combinées sur Qs,k	0,636	0,778	0,909	1,000
Pondérations combinées sur Qp,k	0,455	0,556	0,909	1,000

Cote de référence (m) : 0,800

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	γR,d1×γR,d2
1	Remblais		Sables, graves	-2,700	0,01	0,01	0,01	1,265
2	Limons vasards		Argile, limons	-6,700	0,01	0,01	0,01	1,265
3	Cailloutis de Piedmont		Sols intermédiaires, tendance argileuse	-14,200	1300,00	47,78	1,15	1,265
4	Muschelkalk		Marne et calcaire marneux	-23,700	1500,00	136,47	1,45	1,265

Critère de calcul : Charge imposée en tête

Charge en tête (kN)

Critère appliqué à la combinaison ELS-QP : 268,50

Critère appliqué à la combinaison ELS-CARAC : 0,10

Critère appliqué à la combinaison ELU-FOND : 368,50

Critère appliqué à la combinaison ELU-ACC : 0,10

Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non

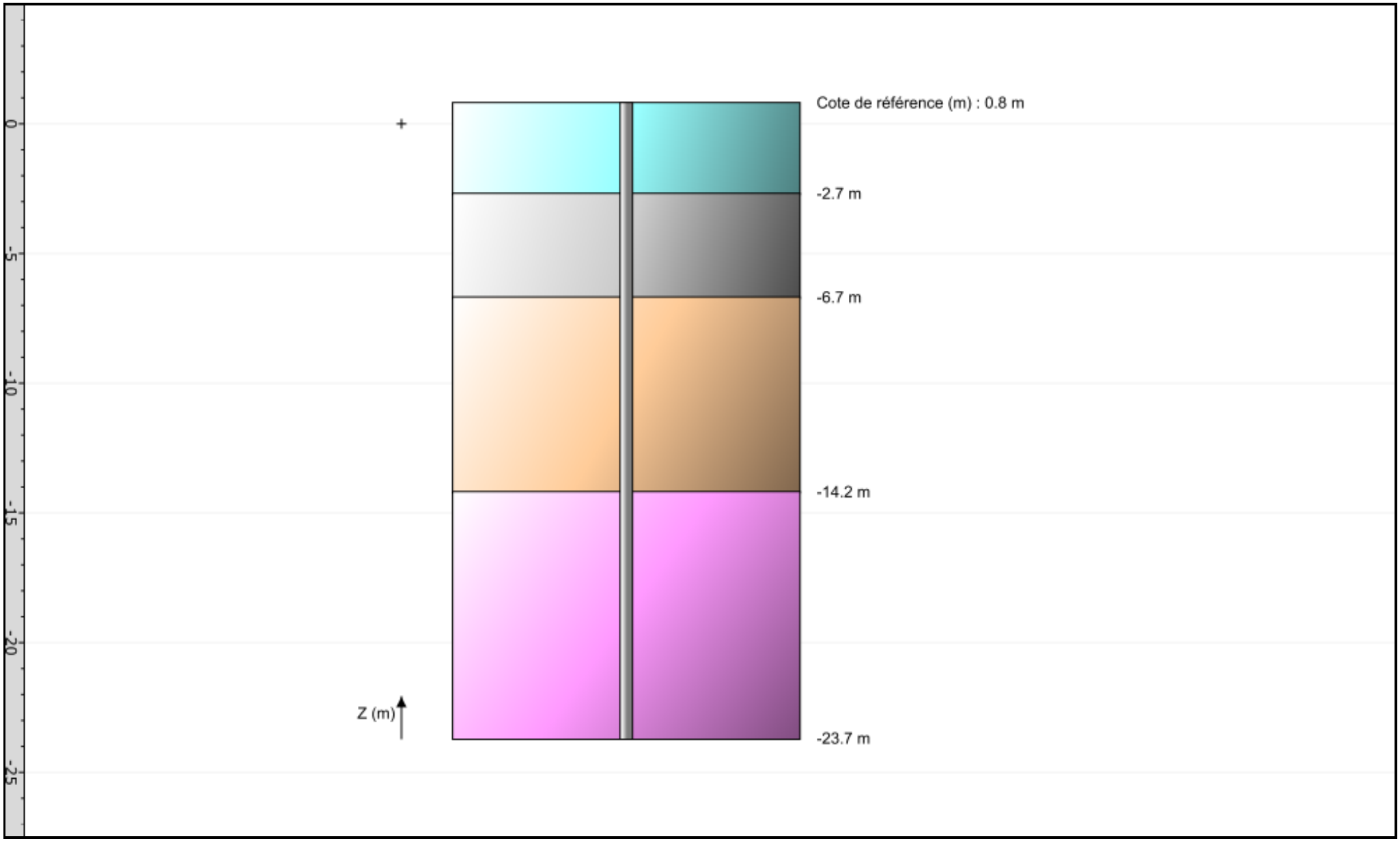
Contrôle de la résistance structurale de la section : Oui

fck (MPa) : 30,0

fck(t) (MPa) : 30,0

Cmax (MPa) : 35,00

Onglet "Données des couches"



Programme FondProf v2.7.0 (c) TERRASOL 2023

File : C:\Users\JONATH~1\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v4\16348\FP.4.resu

Calcul réalisé le : 24/07/2026 à 17h24
par : ABO ERG GEOTECHNIQUE

Options du calcul :
- calcul basé sur des paramètres issus du pressiomètre de Ménard
- calcul selon les règles de la norme NF P 94 262
- profil de pression limite pl* défini par couche
- pour pieu de catégorie : 1
- pour pieu travaillant en compression

Combinaisons	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
Frottement	0.636	0.778	0.909	1.000
Pointe	0.455	0.556	0.909	1.000

Cote de référence : 0.800

Section du pieu : 0.139
Périmètre : 1.319

Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	pl*	qsl	kpmin	kpmax	gamrd
01	-2.70	0.0	0.01	1.00	0.01	1.26
02	-6.70	0.0	0.01	1.00	0.01	1.26
03	-14.20	1300.0	47.78	1.00	1.15	1.26
04	-23.70	1500.0	136.47	1.00	1.45	1.26

Pas du calcul : 0.50

==========

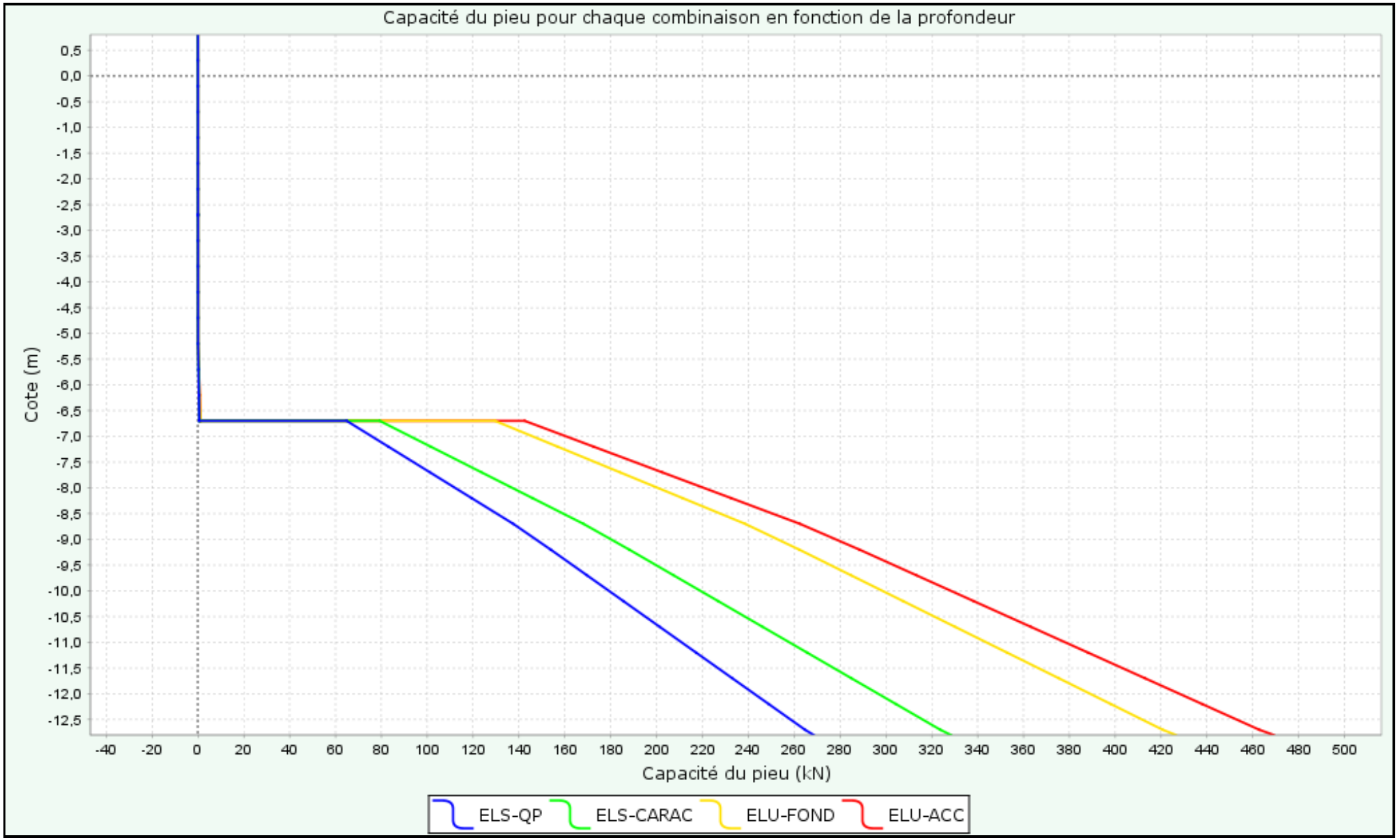
****
SOLUTION
****

Calcul à charge imposée : Q = 268.5 combinaison dimensionnante : ELS-QP

couche	cote	qsl	ple	kp	Qs	Qp	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
01	0.80	0.01	0.0	0.010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	0.30	0.01	0.0	0.010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-0.20	0.01	0.0	0.010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-0.70	0.01	0.0	0.010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-1.20	0.01	0.0	0.010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-1.70	0.01	0.0	0.010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-2.20	0.01	0.0	0.010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-2.70	0.01	0.0	0.010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-2.70	0.01	0.0	0.010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	-2.70	0.01	0.0	0.010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	-3.20	0.01	0.0	0.010	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	-3.70	0.01	0.0	0.010	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	-4.20	0.01	0.0	0.010	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
02	-4.70	0.01	0.0	0.010	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
02	-5.20	0.01	0.0	0.010	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
02	-5.70	0.01	325.0	0.010	0.1	0.5	0.2	0.3	0.4	0.4
02	-6.20	0.01	650.0	0.010	0.1	0.9	0.4	0.5	0.7	0.8
02	-6.70	0.01	975.0	0.010	0.1	1.4	0.5	0.7	1.0	1.1
02	-6.70	0.01	975.0	0.010	0.1	1.4	0.5	0.7	1.0	1.1
03	-6.70	47.78	1300.0	1.000	0.1	180.1	64.8	79.2	129.5	142.5
03	-7.20	47.78	1300.0	1.036	31.6	186.5	83.0	101.4	156.8	172.5

03	-7.70	47.78	1300.0	1.071	63.1	193.0	101.2	123.7	184.0	202.5
03	-8.20	47.78	1300.0	1.107	94.7	199.4	119.3	145.9	211.3	232.5
03	-8.70	47.78	1300.0	1.143	126.2	205.8	137.5	168.1	238.6	262.5
03	-9.20	47.78	1300.0	1.150	157.7	207.1	153.8	188.0	262.2	288.4
03	-9.70	47.78	1300.0	1.150	189.2	207.1	169.6	207.4	284.8	313.3
03	-10.20	47.78	1300.0	1.150	220.8	207.1	185.5	226.8	307.5	338.2
03	-10.70	47.78	1300.0	1.150	252.3	207.1	201.3	246.2	330.1	363.2
03	-11.20	47.78	1300.0	1.150	283.8	207.1	217.2	265.6	352.8	388.1
03	-11.70	47.78	1300.0	1.150	315.3	207.1	233.0	285.0	375.4	413.0
03	-12.20	47.78	1300.0	1.150	346.8	207.1	248.9	304.4	398.1	437.9
03	-12.70	47.78	1300.0	1.150	378.4	207.1	264.7	323.7	420.7	462.8
03	-12.80	47.78	1310.1	1.150	384.7	208.7	268.5	328.4	426.4	469.1

Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



Données

Titre du projet : 23SG085Ac Bâtiment DEMa

Numéro d'affaire : 23SG085Ac

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Cas 3 (Cas 4)

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

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas du calcul (m) : 0,500

Section de calcul : Section de calcul circulaire

Diamètre de calcul (m) : 0,420

Classe du pieu : 1 - Pieu/micropieu foré

Catégorie du pieu : 1 [FS] - Foré simple (pieux et barrettes)

Pieu de grande longueur : Non

Mode de chargement : Travail en compression

αcc (–) : 1,00

k1 (–) : 1,300

k2 (–) : 1,090

k3 (–) : 1,000

Pieu d'un pont : Non

γc,ELU-FOND (–) * : 1,5

γc,ELU-ACC (–) * : 1,2

Fck* (MPa) : 21,17

Fcd ELU FOND (MPa) : 14,11

Fcd ELU ACC (MPa) : 17,64

σmoy,ELS (MPa) : 6,35

Combinaisons

	ELS-QP	ELS-CARAC	ELU-FOND	ELU-ACC
Pondérations combinées sur Qs,k	0,636	0,778	0,909	1,000
Pondérations combinées sur Qp,k	0,455	0,556	0,909	1,000

Cote de référence (m) : 0,800

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	γR,d1×γR,d2
1	Remblais		Sables, graves	-2,700	0,01	0,01	0,01	1,265
2	Limons vasards		Argile, limons	-6,700	0,01	0,01	0,01	1,265
3	Cailloutis de Piedmont		Sols intermédiaires, tendance argileuse	-14,200	1300,00	47,78	1,15	1,265
4	Muschelkalk		Marne et calcaire marneux	-23,700	1500,00	136,47	1,45	1,265

Critère de calcul : Charge imposée en tête

Charge en tête (kN)

Critère appliqué à la combinaison ELS-QP : 278,50

Critère appliqué à la combinaison ELS-CARAC : 0,10

Critère appliqué à la combinaison ELU-FOND : 384,50

Critère appliqué à la combinaison ELU-ACC : 0,10

Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non

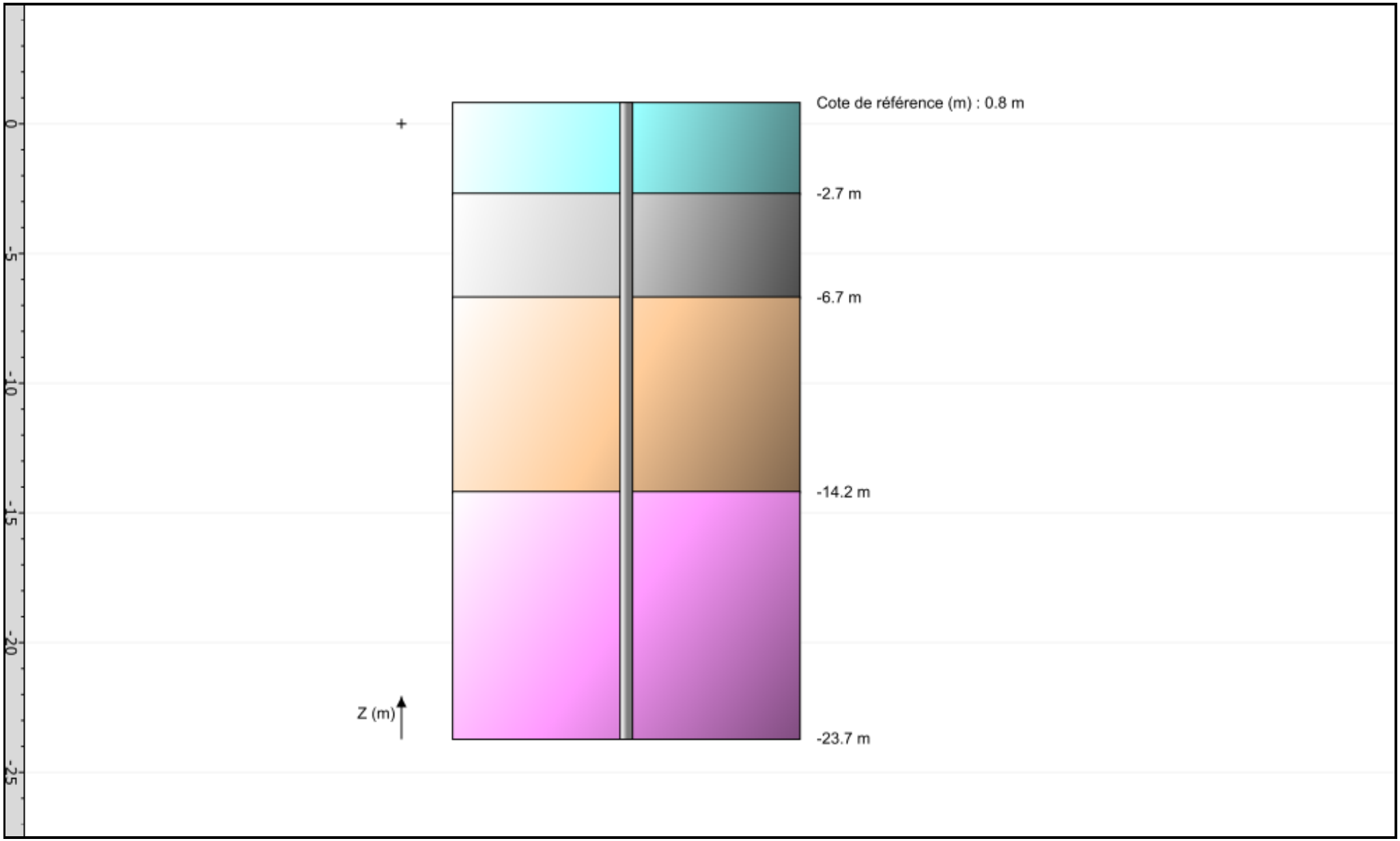
Contrôle de la résistance structurale de la section : Oui

fck (MPa) : 30,0

fck(t) (MPa) : 30,0

Cmax (MPa) : 35,00

Onglet "Données des couches"



Programme FondProf v2.7.0 (c) TERRASOL 2023

File : C:\Users\JONATH~1\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v4\16348\FP.5.resu

Calcul réalisé le : 24/07/2026 à 17h26
par : ABO ERG GEOTECHNIQUE

Options du calcul :
- calcul basé sur des paramètres issus du pressiomètre de Ménard
- calcul selon les règles de la norme NF P 94 262
- profil de pression limite pl* défini par couche
- pour pieu de catégorie : 1
- pour pieu travaillant en compression

Combinaisons	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
Frottement	0.636	0.778	0.909	1.000
Pointe	0.455	0.556	0.909	1.000

Cote de référence : 0.800

Section du pieu : 0.139
Périmètre : 1.319

Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	pl*	qsl	kpmin	kpmax	gamrd
01	-2.70	0.0	0.01	1.00	0.01	1.26
02	-6.70	0.0	0.01	1.00	0.01	1.26
03	-14.20	1300.0	47.78	1.00	1.15	1.26
04	-23.70	1500.0	136.47	1.00	1.45	1.26

Pas du calcul : 0.50

==========

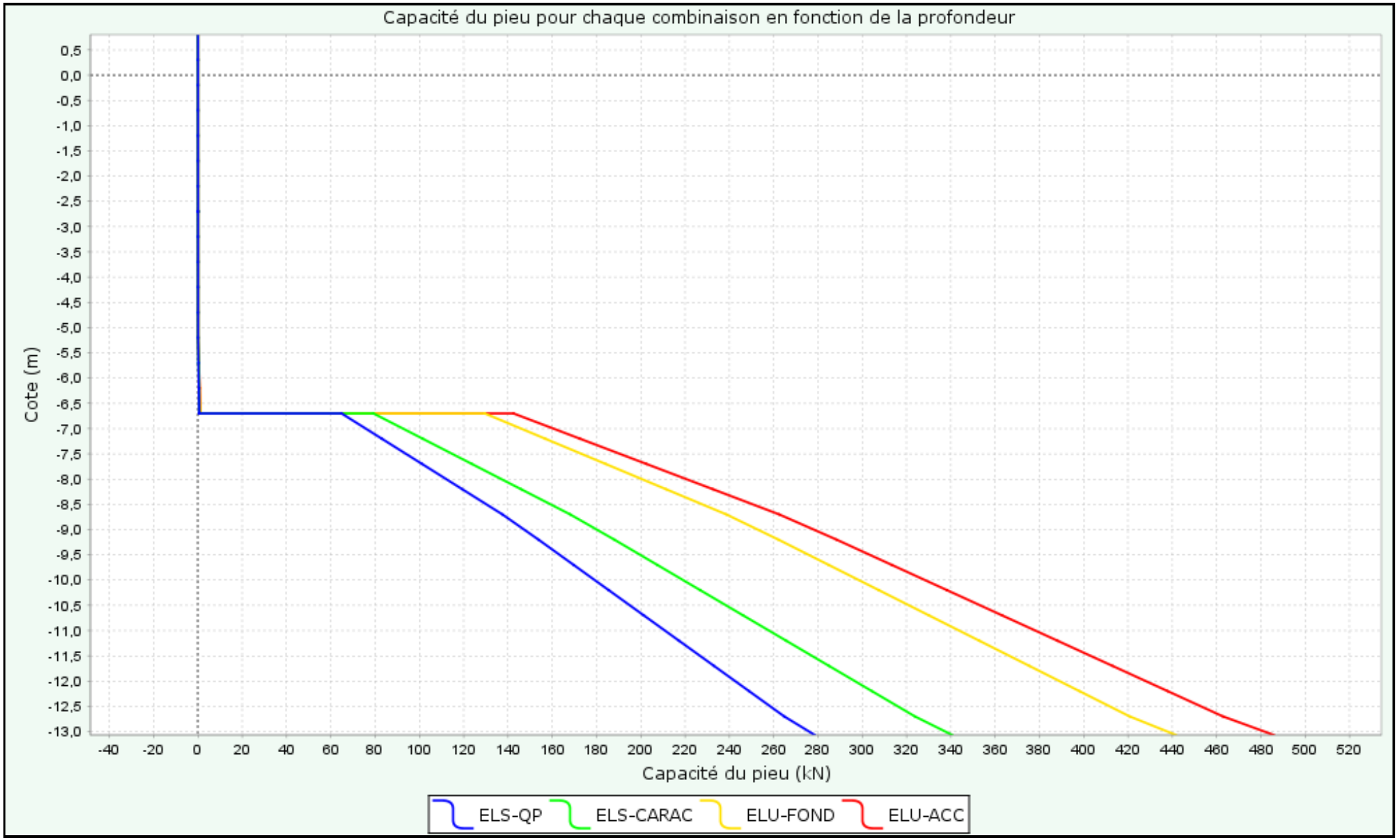
****
SOLUTION
****

Calcul à charge imposée : Q = 278.5 combinaison dimensionnante : ELS-QP

couche	cote	qsl	ple	kp	Qs	Qp	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
01	0.80	0.01	0.0	0.010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	0.30	0.01	0.0	0.010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-0.20	0.01	0.0	0.010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-0.70	0.01	0.0	0.010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-1.20	0.01	0.0	0.010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-1.70	0.01	0.0	0.010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-2.20	0.01	0.0	0.010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-2.70	0.01	0.0	0.010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-2.70	0.01	0.0	0.010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	-2.70	0.01	0.0	0.010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	-3.20	0.01	0.0	0.010	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	-3.70	0.01	0.0	0.010	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	-4.20	0.01	0.0	0.010	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
02	-4.70	0.01	0.0	0.010	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
02	-5.20	0.01	0.0	0.010	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
02	-5.70	0.01	325.0	0.010	0.1	0.5	0.2	0.3	0.4	0.4
02	-6.20	0.01	650.0	0.010	0.1	0.9	0.4	0.5	0.7	0.8
02	-6.70	0.01	975.0	0.010	0.1	1.4	0.5	0.7	1.0	1.1
02	-6.70	0.01	975.0	0.010	0.1	1.4	0.5	0.7	1.0	1.1
03	-6.70	47.78	1300.0	1.000	0.1	180.1	64.8	79.2	129.5	142.5
03	-7.20	47.78	1300.0	1.036	31.6	186.5	83.0	101.4	156.8	172.5

03	-7.70	47.78	1300.0	1.071	63.1	193.0	101.2	123.7	184.0	202.5
03	-8.20	47.78	1300.0	1.107	94.7	199.4	119.3	145.9	211.3	232.5
03	-8.70	47.78	1300.0	1.143	126.2	205.8	137.5	168.1	238.6	262.5
03	-9.20	47.78	1300.0	1.150	157.7	207.1	153.8	188.0	262.2	288.4
03	-9.70	47.78	1300.0	1.150	189.2	207.1	169.6	207.4	284.8	313.3
03	-10.20	47.78	1300.0	1.150	220.8	207.1	185.5	226.8	307.5	338.2
03	-10.70	47.78	1300.0	1.150	252.3	207.1	201.3	246.2	330.1	363.2
03	-11.20	47.78	1300.0	1.150	283.8	207.1	217.2	265.6	352.8	388.1
03	-11.70	47.78	1300.0	1.150	315.3	207.1	233.0	285.0	375.4	413.0
03	-12.20	47.78	1300.0	1.150	346.8	207.1	248.9	304.4	398.1	437.9
03	-12.70	47.78	1300.0	1.150	378.4	207.1	264.7	323.7	420.7	462.8
03	-13.07	47.78	1336.8	1.150	401.6	213.0	278.5	340.6	441.6	485.8

Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



Données

Paramètres principaux

Coeff. frottement0 : 1,00

Titre du projet : 23SG085Ac Bâtiment DEMa

Numéro d'affaire : 23SG085Ac

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Cas 3 (Cas 1)

Type de calcul : Pieu isolé

Cote de référence (m) : 0,800

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Zbase	n
1	Remblais		-2,700	10
2	Limons vasards		-6,700	10
3	Cailloutis de Piedmont		-13,100	10

Mode de mise en oeuvre du pieu : sans refoulement

Type de section du pieu : circulaire

Inclinaison du pieu (°) : 0,0

Définition du pieu dans chaque couche

Nom	Zbase	Epieu	D
Remblais	-2,700	1,00E07	0,420
Limons vasards	-6,700	1,00E07	0,420
Cailloutis de Piedmont	-13,100	1,00E07	0,420

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

Définition du frottement dans le sol

Nom	Z	EM	qsl	Type de sol	kt1
Remblais	-2,700	2,50E03	0,01	Sol granulaire	4761,90
Limons vasards	-6,700	2,30E03	0,01	Sol fin	10952,38
Cailloutis de Piedmont	-13,100	6,90E03	47,78	Sol fin	32857,14

Définition de la contrainte en pointe

Contrainte limite en pointe (kPa) : 1495,0

Type de loi : Sol fin

Coefficient de réaction en pointe du palier 1 – kq,1 (kPa/m) : 180714,29

Chargement

Charge en tête (kN) : 278,5

Paramètres avancés

Tolérance (m) : 1,00E-04

Nombre de pas : 20

Onglet "Données des couches"

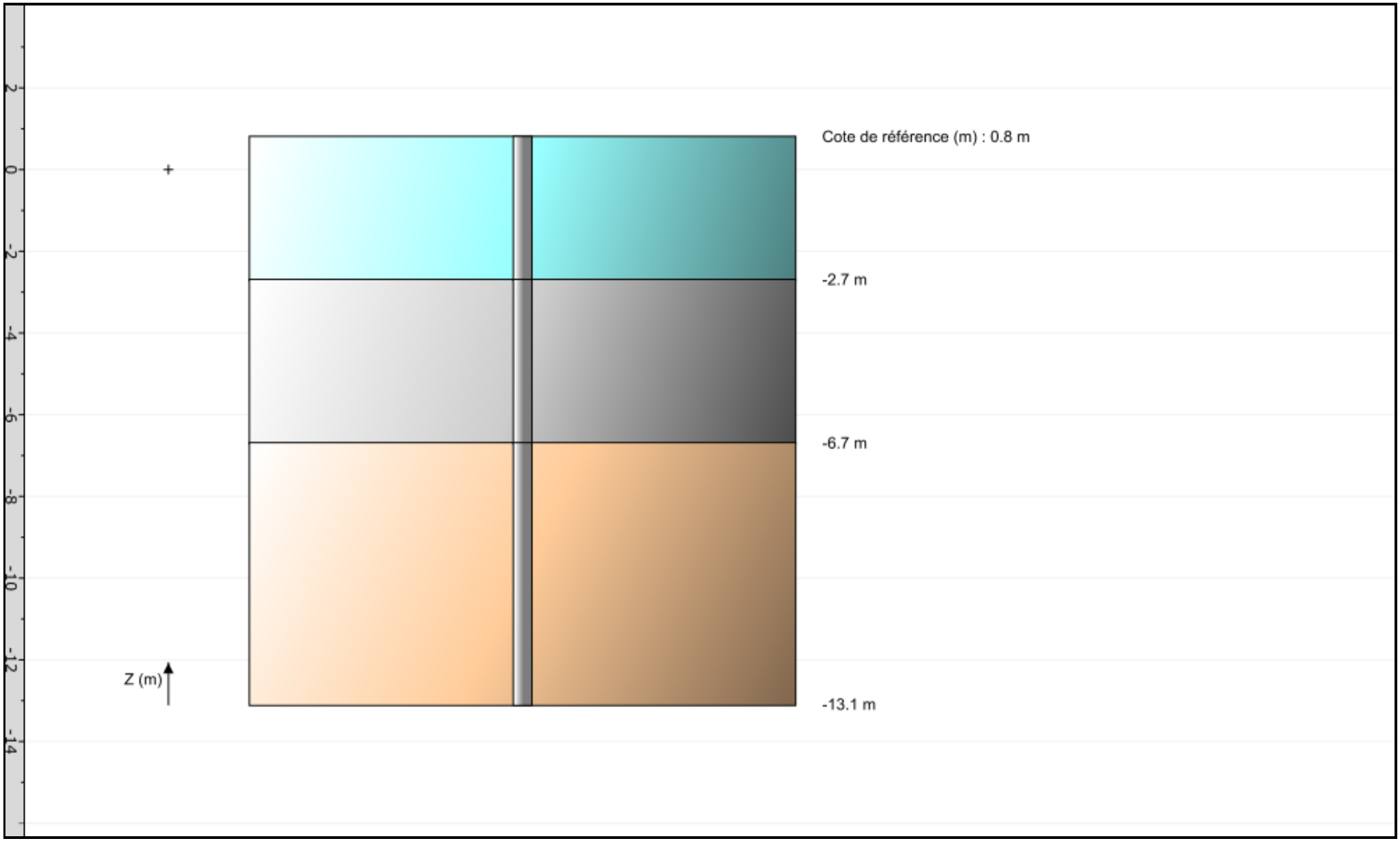


Tableau du maillage

N° : Numéro de l'élément

XL [m] : Longueur de l'élément

h [m] : Hauteur de l'élément

EA [kN] : Rigidité axiale du pieu

Ppieu [m] : Périmètre de frottement du pieu

Spieu [m²] : Aire de la section du pieu

Esol [kPa] : Module de déformation du sol

tmin [kPa] : Frottement négatif maximal à l'interface pieu/sol

tmax [kPa] : Frottement positif maximal à l'interface pieu/sol

txtmin [kPa] : Frottement positif maximal à l'extérieur du massif renforcé

txtmax [kPa] : Frottement négatif maximal à l'extérieur du massif renforcé

kt [kPa/m] : Coefficient de réaction tangentiel (initial) pour l'interaction sol/pieu

ymax [m] : Tassement du pieu conduisant à la saturation du frottement d'interaction sol/pieu

kt,ext [kPa/m] : Coefficient de réaction tangentiel (initial) pour l'interaction avec le sol extérieur

yext,max [m] : Tassement du sol conduisant à la saturation du frottement extérieur

Tableau du maillage (1/2)

N°	XL	h	EA	Ppieu	Spieu	Esol	tmin	tmax	txtmin	txtmax	kt	ymax	kt,ext	yext,max
1	0,350	0,350	1,39E06	1,32E00	1,39E-01	0,00E00	-1,00E-02	1,00E-02	0,00E00	0,00E00	4,76E03	6,30E-06	0,00E00	0,00E00
2	0,350	0,350	1,39E06	1,32E00	1,39E-01	0,00E00	-1,00E-02	1,00E-02	0,00E00	0,00E00	4,76E03	6,30E-06	0,00E00	0,00E00
3	0,350	0,350	1,39E06	1,32E00	1,39E-01	0,00E00	-1,00E-02	1,00E-02	0,00E00	0,00E00	4,76E03	6,30E-06	0,00E00	0,00E00
4	0,350	0,350	1,39E06	1,32E00	1,39E-01	0,00E00	-1,00E-02	1,00E-02	0,00E00	0,00E00	4,76E03	6,30E-06	0,00E00	0,00E00
5	0,350	0,350	1,39E06	1,32E00	1,39E-01	0,00E00	-1,00E-02	1,00E-02	0,00E00	0,00E00	4,76E03	6,30E-06	0,00E00	0,00E00
6	0,350	0,350	1,39E06	1,32E00	1,39E-01	0,00E00	-1,00E-02	1,00E-02	0,00E00	0,00E00	4,76E03	6,30E-06	0,00E00	0,00E00
7	0,350	0,350	1,39E06	1,32E00	1,39E-01	0,00E00	-1,00E-02	1,00E-02	0,00E00	0,00E00	4,76E03	6,30E-06	0,00E00	0,00E00
8	0,350	0,350	1,39E06	1,32E00	1,39E-01	0,00E00	-1,00E-02	1,00E-02	0,00E00	0,00E00	4,76E03	6,30E-06	0,00E00	0,00E00
9	0,350	0,350	1,39E06	1,32E00	1,39E-01	0,00E00	-1,00E-02	1,00E-02	0,00E00	0,00E00	4,76E03	6,30E-06	0,00E00	0,00E00
10	0,350	0,350	1,39E06	1,32E00	1,39E-01	0,00E00	-1,00E-02	1,00E-02	0,00E00	0,00E00	4,76E03	6,30E-06	0,00E00	0,00E00
11	0,400	0,400	1,39E06	1,32E00	1,39E-01	0,00E00	-1,00E-02	1,00E-02	0,00E00	0,00E00	1,10E04	2,74E-06	0,00E00	0,00E00
12	0,400	0,400	1,39E06	1,32E00	1,39E-01	0,00E00	-1,00E-02	1,00E-02	0,00E00	0,00E00	1,10E04	2,74E-06	0,00E00	0,00E00
13	0,400	0,400	1,39E06	1,32E00	1,39E-01	0,00E00	-1,00E-02	1,00E-02	0,00E00	0,00E00	1,10E04	2,74E-06	0,00E00	0,00E00
14	0,400	0,400	1,39E06	1,32E00	1,39E-01	0,00E00	-1,00E-02	1,00E-02	0,00E00	0,00E00	1,10E04	2,74E-06	0,00E00	0,00E00
15	0,400	0,400	1,39E06	1,32E00	1,39E-01	0,00E00	-1,00E-02	1,00E-02	0,00E00	0,00E00	1,10E04	2,74E-06	0,00E00	0,00E00
16	0,400	0,400	1,39E06	1,32E00	1,39E-01	0,00E00	-1,00E-02	1,00E-02	0,00E00	0,00E00	1,10E04	2,74E-06	0,00E00	0,00E00
17	0,400	0,400	1,39E06	1,32E00	1,39E-01	0,00E00	-1,00E-02	1,00E-02	0,00E00	0,00E00	1,10E04	2,74E-06	0,00E00	0,00E00
18	0,400	0,400	1,39E06	1,32E00	1,39E-01	0,00E00	-1,00E-02	1,00E-02	0,00E00	0,00E00	1,10E04	2,74E-06	0,00E00	0,00E00
19	0,400	0,400	1,39E06	1,32E00	1,39E-01	0,00E00	-1,00E-02	1,00E-02	0,00E00	0,00E00	1,10E04	2,74E-06	0,00E00	0,00E00
20	0,400	0,400	1,39E06	1,32E00	1,39E-01	0,00E00	-1,00E-02	1,00E-02	0,00E00	0,00E00	1,10E04	2,74E-06	0,00E00	0,00E00
21	0,640	0,640	1,39E06	1,32E00	1,39E-01	0,00E00	-4,78E01	4,78E01	0,00E00	0,00E00	3,29E04	4,36E-03	0,00E00	0,00E00

Tableau du maillage (2/2)

N°	XL	h	EA	Ppieu	Spieu	Esol	tmin	tmax	txtmin	txtmax	kt	ymax	kt,ext	yext,max
22	0,640	0,640	1,39E06	1,32E00	1,39E-01	0,00E00	-4,78E01	4,78E01	0,00E00	0,00E00	3,29E04	4,36E-03	0,00E00	0,00E00
23	0,640	0,640	1,39E06	1,32E00	1,39E-01	0,00E00	-4,78E01	4,78E01	0,00E00	0,00E00	3,29E04	4,36E-03	0,00E00	0,00E00
24	0,640	0,640	1,39E06	1,32E00	1,39E-01	0,00E00	-4,78E01	4,78E01	0,00E00	0,00E00	3,29E04	4,36E-03	0,00E00	0,00E00
25	0,640	0,640	1,39E06	1,32E00	1,39E-01	0,00E00	-4,78E01	4,78E01	0,00E00	0,00E00	3,29E04	4,36E-03	0,00E00	0,00E00
26	0,640	0,640	1,39E06	1,32E00	1,39E-01	0,00E00	-4,78E01	4,78E01	0,00E00	0,00E00	3,29E04	4,36E-03	0,00E00	0,00E00
27	0,640	0,640	1,39E06	1,32E00	1,39E-01	0,00E00	-4,78E01	4,78E01	0,00E00	0,00E00	3,29E04	4,36E-03	0,00E00	0,00E00
28	0,640	0,640	1,39E06	1,32E00	1,39E-01	0,00E00	-4,78E01	4,78E01	0,00E00	0,00E00	3,29E04	4,36E-03	0,00E00	0,00E00
29	0,640	0,640	1,39E06	1,32E00	1,39E-01	0,00E00	-4,78E01	4,78E01	0,00E00	0,00E00	3,29E04	4,36E-03	0,00E00	0,00E00
30	0,640	0,640	1,39E06	1,32E00	1,39E-01	0,00E00	-4,78E01	4,78E01	0,00E00	0,00E00	3,29E04	4,36E-03	0,00E00	0,00E00

Synthèse des résultats

Bilan des efforts (pour une maille)	
Qtête (kN) : Effort total appliqué sur la maille	278,50
EQpieu : Rapport entre l'effort transmis au domaine pieu (en tête) et l'effort total	1,000
Ntête (kN) : Effort appliqué au domaine pieu en tête	278,50
Nmax (kN) : Effort maximal dans le domaine pieu	278,50
Zmax (m) : Cote du point neutre (là où Nmax est atteint)	0,800
Nbase (kN) : Effort repris à la base du domaine pieu	31,94

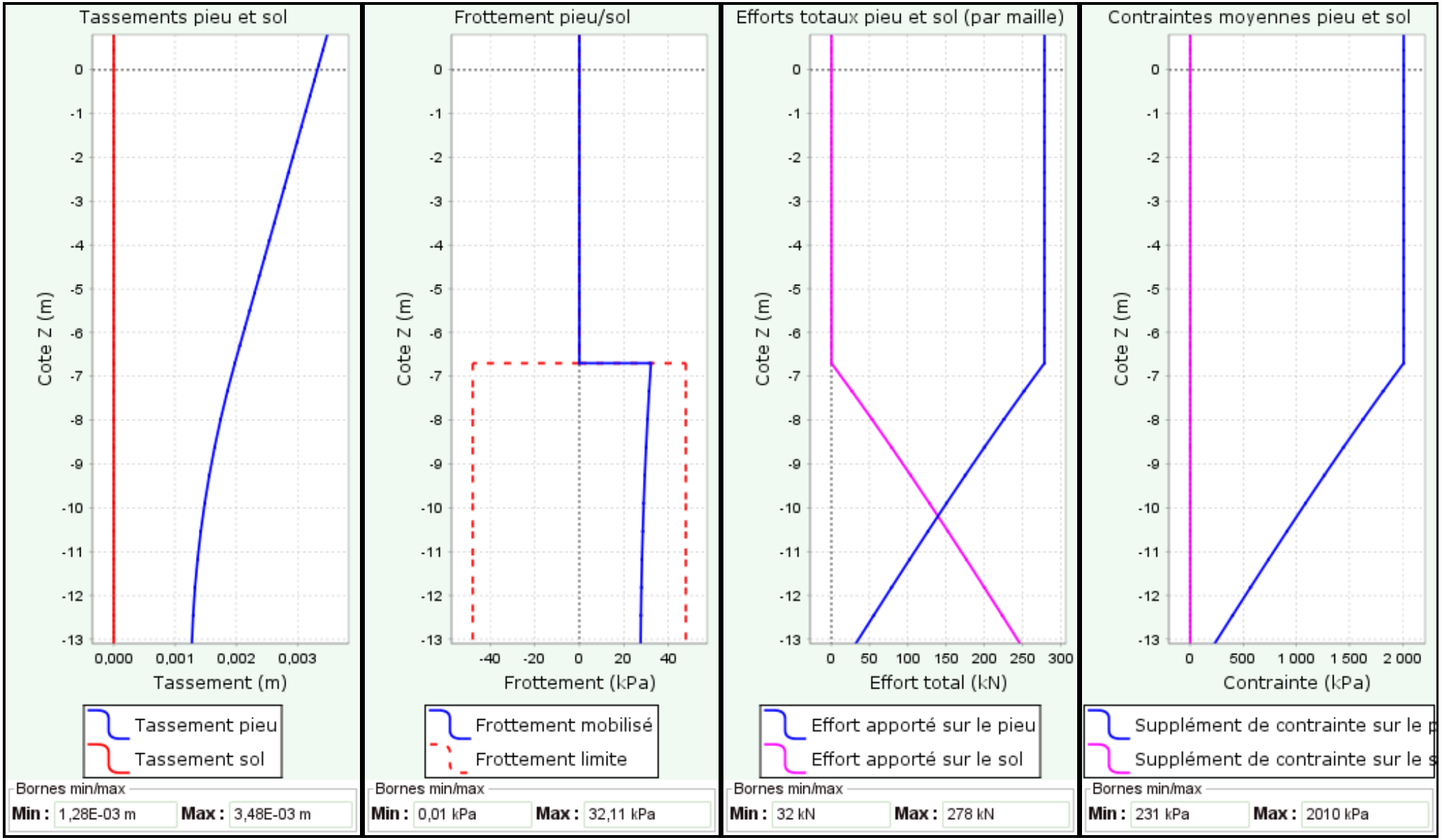
Bilan des contraintes	
σm,tête (kPa) : Contrainte moyenne appliquée sur la maille	2,010E03
σp,tête (kPa) : Contrainte appliquée sur le domaine pieu en tête	2,010E03
σs,tête (kPa) : Contrainte appliquée sur le domaine sol en tête	-
σp,max (kPa) : Contrainte maximale dans le domaine pieu	2,010E03
Zmax (m) : Cote du point neutre (là où σp,max est atteinte)	0,800
σbase (kPa) : Contrainte reprise à la base du domaine du pieu	2,305E02

Bilan des tassements	
yp,tête (m) : Tassement en tête du domaine pieu	3,485E-03
ys,tête (m) : Tassement en tête du domaine sol	0,000E00
yp,base (m) : Tassement à la base du domaine pieu	1,276E-03
ys,base (m) : Tassement à la base du domaine sol	0,000E00

Raideurs équivalentes	
Kg (kN/m) : Raideur globale du système "sol + pieux"	7,992E04
Kpieu (kN/m) : Raideur équivalente du domaine pieu	7,992E04
Ksol (kPa/m) : Coefficient de réaction du domaine sol	-

Vérification de portance	
Nmax (kN) : Effort maximal dans le domaine pieu	278,50
Zmax (m) : Cote du point neutre - là où Nmax est atteint	0,800
Ru (kN) : Charge de rupture sous le point neutre	610,71
Rcr (kN) : Charge de fluage sous le point neutre	386,07
Fs,ult : Sécurité par rapport à la charge de rupture	2,19
Fs,cr : Sécurité par rapport à la charge de fluage	1,39

Courbes principales



Annexe 5 LISTE DES ABREVIATIONS UTILISEES

LISTE DES ABREVIATIONS UTILISEES DANS LES COUPES DE SONDAGE

OUTIL & FLUIDE DE FORAGE

type _ diamètre _ (nom éventuel) + fluide

exprimé en mm

taillant	T
tricône	TC
trilâme	TL
tarière continue	THC
PDC	PDC
tarière à main	TAM
marteau fond de trou	MFT
tubage à l'avancement (ODEX)	OD
carottier poinçonneur	CP
carottier couronne carbure	CRC
carottier couronne diamant	CRD
tube fendu foncé (sans passe)	TFF
tube battu vibré (sans passe)	TFV

air	a
eau	e
bentonite	b
polymère	p
mousse	m
	à sec

TUBAGE PROVISOIRE

diamètre intérieur / diamètre extérieur _ (nom éventuel)

exprimés en mm

par exemple :
HQ, PQ, PW...

EQUIPEMENT OU REBOUCHAGE

type _ matériau _ diamètre intérieur / diamètre extérieur + (ouvrage additionnel éventuel)

exprimés en mm

par exemple :
PVC, ABS, acier ...

équipement	piézomètre	PZ
	inclinomètre	TI
	tube lisse	TL
rebouchage	terres extraites	TE
	coulis de ciment	CC
	coulis bentonite-ciment	CB

massif filtrant	MF
cimentation annulaire	CA
bouchon étanche	BE
autre	

AUTRES ABREVIATIONS

essais in-situ

pressiomètre	*normal*	PR
	cyclique	PRC
SPT		SPT
phicomètre		PHI
scissomètre		SCI
Lefranc et essais dérivés		ELE
Porchet		POR
Lugeon		ELU
dilatomètre flexible		DIL
pénétration statique	*mécanique*	CPTM
	électrique	CPTE
	piézocône	CPTU
pénétration dynamique		DPT
dilatomètre plat		DMT

paramètres de forage

vitesse instantanée d'avancement	VIA
vitesse d'avance	VA
pression sur l'outil	PO
pression de retenue	PH
pression d'injection de fluide	PI
pression hydraulique mesurée dans moteur de rotation (indication sur le couple de rotation	CR



Tél. : 04 94 11 04 90 - Email : la-seyne@erg-sa.fr

ABO-ERG GEOTECHNIQUE - SAS au capital de 368 000 € - Siret 339 110 611 00086 - Code APE 7112B
RC TOULON 1986 B 00645
243 avenue de Bruxelles – 83500 LA SEYNE SUR MER