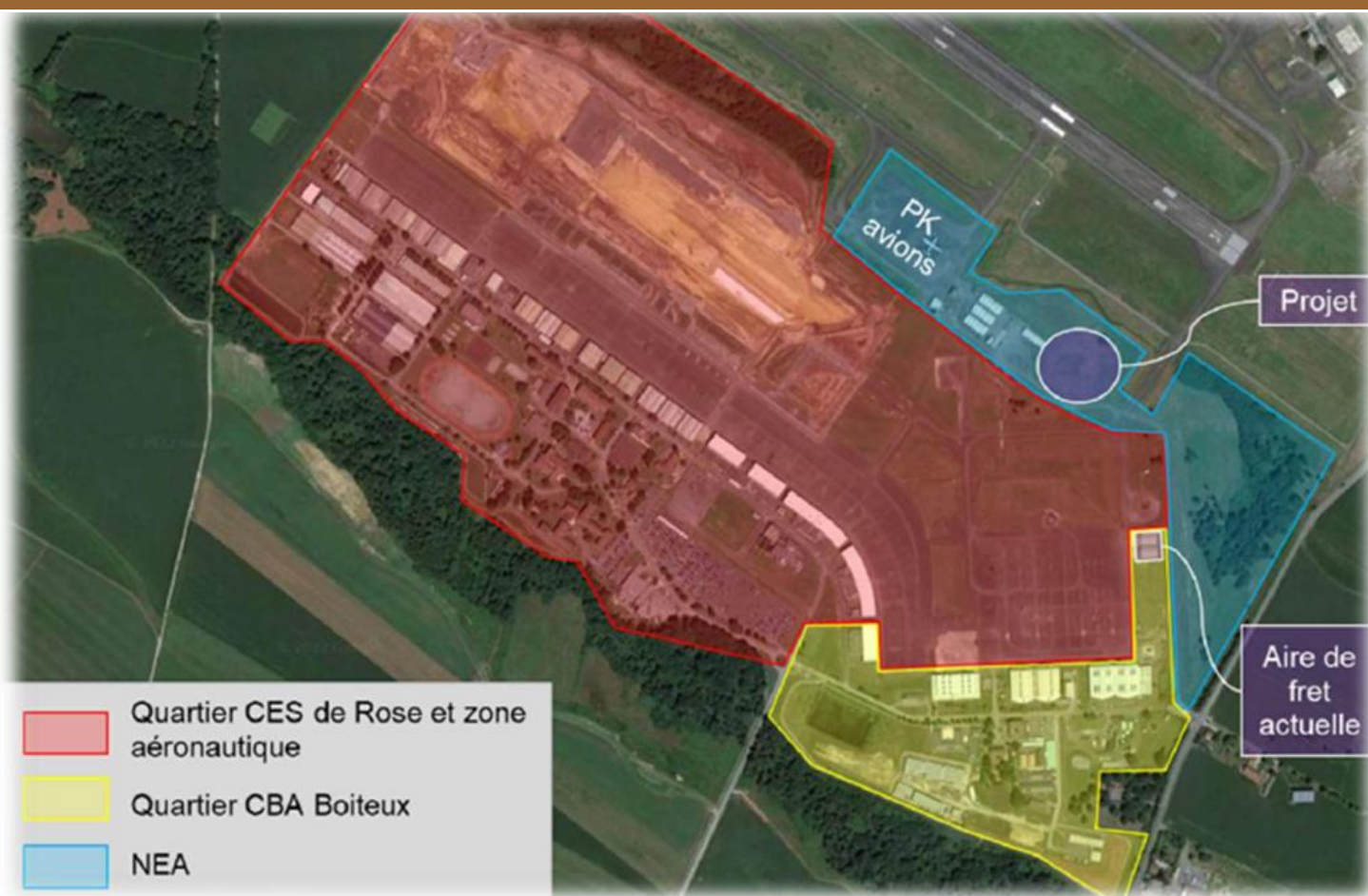


Étude géotechnique préalable à la création d'une aire de fret pour les opérations spéciales - Projet Arès

PFA de Pau
SAUVAGNON (64 230)



Dossier n°6411423 - v3 - Février 2026

CLIENT

MAITRISE D'OUVRAGE	ESID DE BORDEAUX
ADRESSE	9, Rue de Cursol, CS21152, 33068 BORDEAUX CEDEX
INTERLOCUTEURS	M. LARROUMETS, Thomas – Chef de Projet

ECR ENVIRONNEMENT

AGENCE DE	Pau
ADRESSE	11 rue Benjamin Franklin, 64230 Lescar
TELEPHONE	05 59 35 62 61
MAIL	pau@ecr-environnement.com

DATE	INDICE	OBSERVATION / MODIFICATION	REDACTEUR	VERIFICATEUR
05/02/2025	01	Etude géotechnique G2-AVP – Rapport préalable (attente des résultats d'analyses en laboratoire)	J. MORIN	P. BÉCHARD
07/04/2025	02	MAJ avec les analyses en laboratoire	J. MORIN	-
26/02/2026	03	Etude géotechnique G2-PRO - Edition initiale	R. JUSTE	V. COINAUD

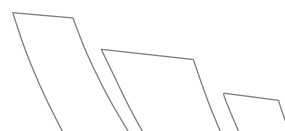
SOMMAIRE

1.	INTRODUCTION.....	4
1.1.	OBJET DE LA MISSION	4
1.2.	DOCUMENTS REMIS POUR L'ETUDE.....	5
1.3.	PRESENTATION DU SITE	6
1.3.1.	<i>Localisation du site et cadre du projet</i>	<i>6</i>
1.3.2.	<i>Présentation du projet.....</i>	<i>7</i>
1.4.	DOCUMENTS BIBLIOGRAPHIQUES	15
1.4.1.	<i>Contexte géologique.....</i>	<i>15</i>
1.4.2.	<i>Sismicité.....</i>	<i>15</i>
1.4.3.	<i>Aléa retrait-gonflement des sols (approche bibliographique)</i>	<i>16</i>
1.4.4.	<i>Aléa remontée de nappe</i>	<i>16</i>
1.4.5.	<i>Synthèse des résultats de l'étude G1 – ES-PGC – HYDROGÉOTECHNIQUE</i>	<i>18</i>
1.5.	INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES	20
1.6.	APPROCHE ALTIMETRIQUE	20
2.	RESULTATS DES INVESTIGATIONS.....	21
2.1.	CARACTERISTIQUES LITHOLOGIQUES.....	21
2.2.	CARACTERISTIQUES GEOMECANIQUES	23
2.2.1.	<i>Résultats pressiométriques</i>	<i>23</i>
2.2.2.	<i>Résultats pénétrométriques.....</i>	<i>24</i>
2.3.	RESULTATS DES ANALYSES EN LABORATOIRE	26
2.3.1.	<i>Identification GTR</i>	<i>26</i>
2.3.2.	<i>Essais de compressibilité à l'œdomètre</i>	<i>27</i>
2.4.	NIVEAUX D'EAU / DONNEES PIEZOMETRIQUES	28
2.5.	PERMEABILITE DES TERRAINS	30
2.6.	COMPOSANTES / RISQUES ANTHROPIQUES	30
3.	RECOMMANDATIONS GEOTECHNIQUES.....	31
3.1.	SYNTHESE GEOTECHNIQUE.....	31
3.2.	SISMICITE	32
3.3.	POSSIBILITES DE FONDATIONS	33
4.	SOLUTION DE FONDATION : AMELIORATION / RENFORCEMENT DE SOLS	34
4.1.	PREAMBULE.....	34
4.2.	HYPOTHESES DE CALCULS ET MAQUETTES GEOTECHNIQUES	35
4.3.	MODELE GEOTECHNIQUE	38
4.4.	FONDATIONS, CALCULS & EBAUCHES DIMENSIONNELLES	39
4.4.1.	<i>Calcul des charges & Ébauches dimensionnelles.....</i>	<i>39</i>
4.4.2.	<i>Vérification de portance / charges admissibles par les inclusions</i>	<i>42</i>
4.4.3.	<i>Vérification des tassements prévisibles sous fondation</i>	<i>44</i>
4.4.4.	<i>Bâtiment atelier - Ebauche dimensionnelle et vérification des semelles aux différents efforts</i>	<i>45</i>
4.5.	PRISE EN COMPTE DES RISQUES DE TASSEMENTS DU SOL A LONG TERME PAR CONSOLIDATION	47



4.6.	MATELAS DE REPARTITION	48
4.7.	REMARQUE IMPORTANTE	48
4.8.	OUVRAGE DE SOUTÈNEMENT / TALUS	50
4.9.	NIVEAU BAS	50
5.	SUGGESTIONS GÈNÈRALES	51
5.1.	TRAVAUX PRÈPARATOIRES	51
5.2.	GESTION DES EAUX	51
5.3.	TERRASSEMENTS GÈNÈRAUX	52
5.4.	EXECUTION DES FONDATIONS :	54
5.5.	GESTION DES PARTIES ENTERREES	54
6.	PRÈCONISATION DE VOIRIES / STATIONNEMENT / AIRE DE MANŒUVRE ET DE STOCKAGE	55
6.1.	TRAVAUX PRÈPARATOIRES	55
6.2.	PLATEFORME SUPÈRIEURE DES TERRASSEMENTS	56
6.3.	COUCHE DE FORME	57
6.4.	EXEMPLE DE STRUCTURE DE CHAUSSEE	57
7.	ANNEXES	60

ANNEXES



1. INTRODUCTION

1.1. Objet de la mission

À la demande de l'ESID DE BORDEAUX [9, rue de Cursol, CS21152, 33068 BORDEAUX Cédex], la société ECR Environnement - Agence de Pau, a réalisé une étude géotechnique dans le cadre de la **création d'une aire de fret pour les opérations spéciales** au sein du PFA de Pau sur la commune de Sauvagnon (64230).

Elle répond au bon de commande du client acceptant notre proposition technique et financière n° 6411064 le **24/10/2024**. Les investigations sur site ont été réalisées du 17 au 23/12/2024.

Le présent rapport de mission G2-PRO, a pour objectif de :

- rappeler les résultats d'investigations et établir un modèle géotechnique du site ;
- confirmer les solutions de mise en œuvre et les hypothèses géotechniques à prendre en compte pour la justification des ouvrages (bâtiments, parkings) ;
- fournir une ébauche dimensionnelle des solutions de fondation ;
- préciser les modalités de terrassement en masse ;
- confirmer les données de conception et les dispositions à adopter vis-à-vis de l'eau ;

Par référence à la classification des « Missions géotechniques normalisées » (Norme NFP 94-500 – Novembre 2013), cette étude est de type G2-PRO [Etude géotechnique de conception – phase projet], et voit de ce fait l'étendue de sa mission limitée aux prestations correspondantes.

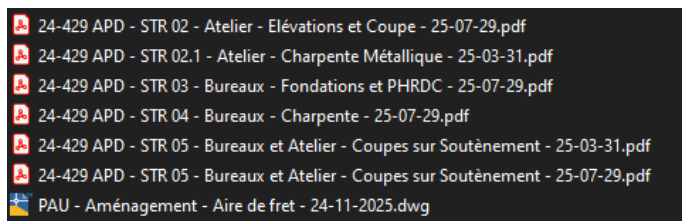


1.2. Documents remis pour l'étude

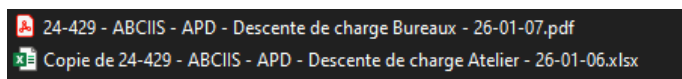
Afin de mener à bien nos investigations et préalablement à la réalisation de l'étude G2-AVP, il nous a été fourni les documents suivants :

- un cahier des clauses particulières (COSI opération n°457180) comprenant :
 - o un plan de masse du projet ;
 - o des plans de RDC des bâtiments Atelier et Bureaux ainsi que les plans de coupe correspondant.
- un rapport géotechnique de type G1-ES-PGC établi par le bureau d'étude HYDROGÉOTECHNIQUE en février 2023 (rapport n°CC.22.43.046).

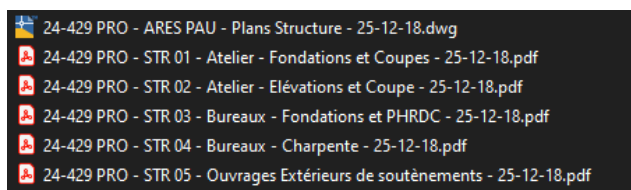
Pour l'établissement de l'étude géotechnique en phase G2 PRO, il nous a été fourni de la part de M. Larroumets le 01/12/2025, les documents suivants des plans structurels (ABCIIS, phase APD, dossier 24-429, indice 0, datés du 31/03/2025 et du 29/07/2025) ainsi qu'un plan de masse en .DWG daté du 24/11/2025 :



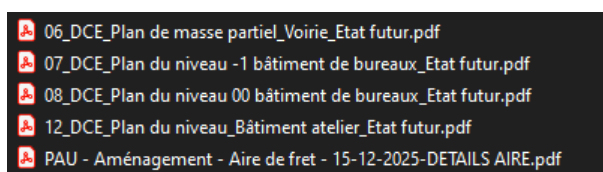
Suite à notre demande, nous avons reçu par mail du 07/01/2026 de la part de M. Pradier (Bureau d'étude structure ABCIIS), des plans de fondations et un fichier Excel avec les descentes de charges, datées du 06 et 07/01/2026 :



Suite à notre demande, nous avons reçu par mail du 05/02/2026 de la part de M. Pradier, des plans structurels mis à jour (ABCIIS, phase APD, dossier 24-429, indice 0, datés du 18/12/2025) :



Suite à notre demande, nous avons reçu par mail du 12/02/2026 de la part de M. Brochard (ESID de Bordeaux) un plan de masse phase projet (ARD Infra, daté du 15/12/2025) et des plans de niveaux (ESID, datés de mars 2026) :

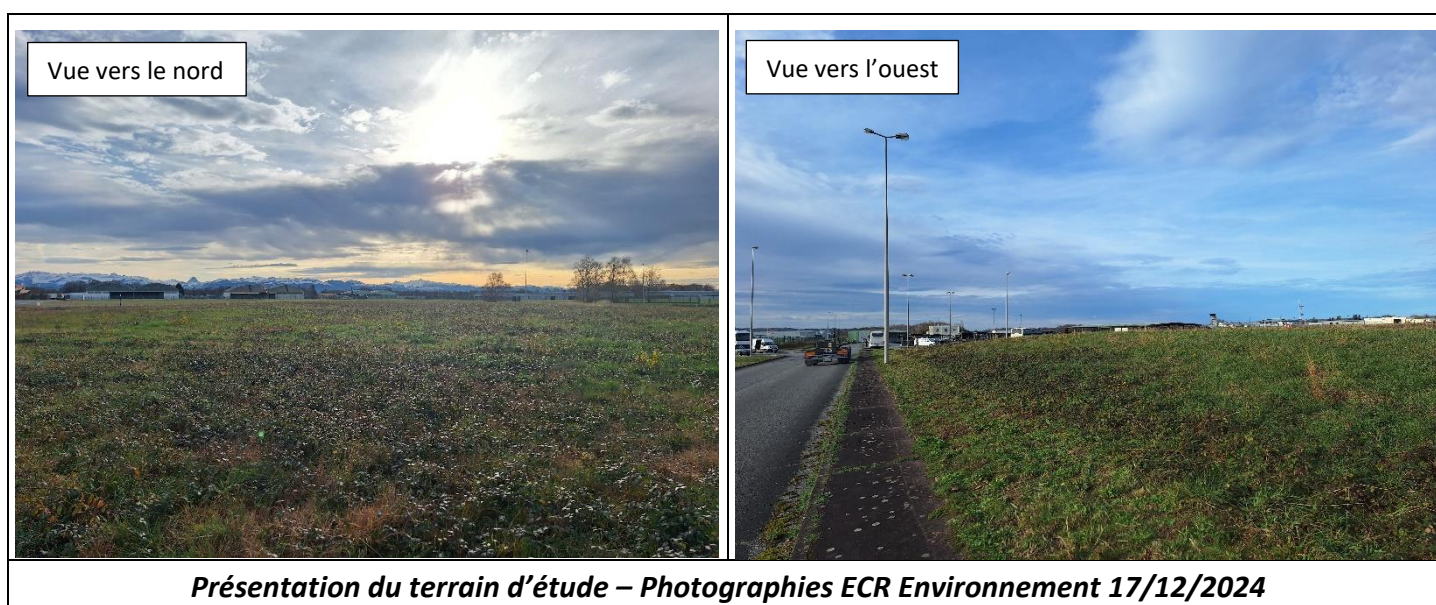
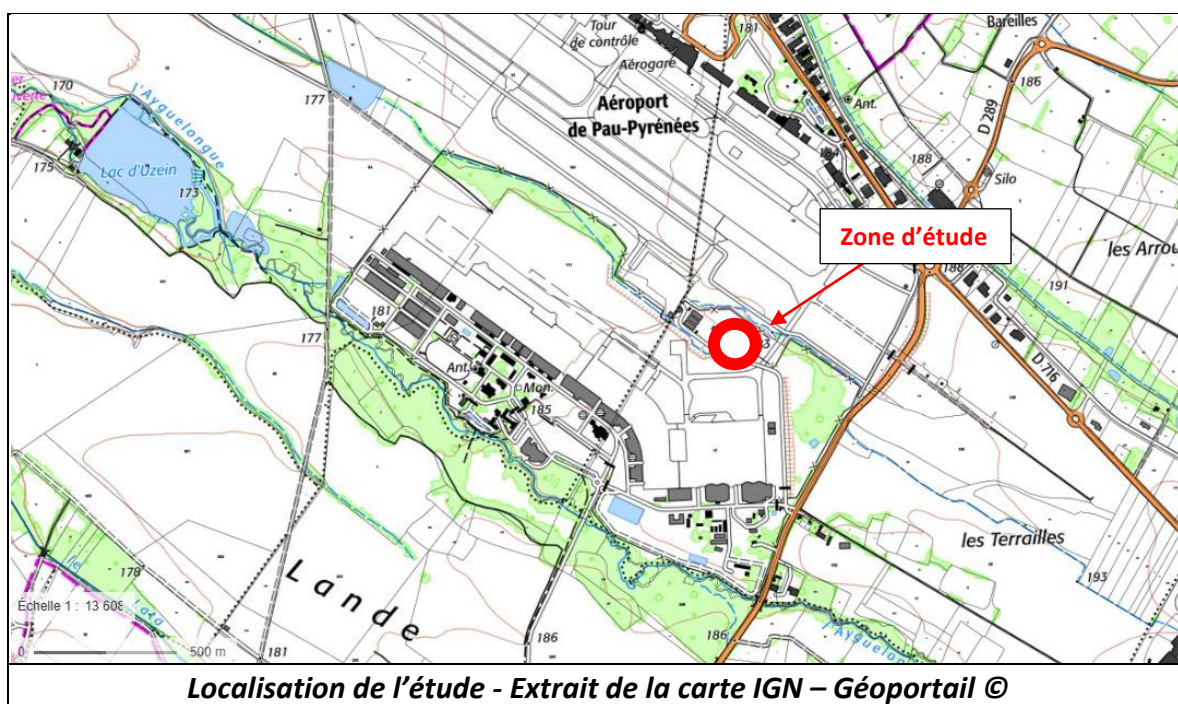


1.3. Présentation du site

1.3.1. Localisation du site et cadre du projet

Le projet est localisé au sein de la plateforme aéronautique (PFA) de Pau sur la commune de Sauvagnon (64). Il est délimité au nord-ouest par l'aéroport de Pau-Uzein ainsi que par un cours d'eau.

Le jour de notre intervention, le site correspondait à une friche enherbée relativement plane, comportant quelques arbustes. Son altimétrie moyenne est comprise entre + 187,0 et 187,7 m NGF, et le terrain présente une surélévation d'environ 1,4 m par rapport aux voiries environnantes.



1.3.2. Présentation du projet

Le projet prévoit la construction d'une aire de fret pour les opérations spéciales comportant :

- des aménagements extérieurs se décomposant en :
 - o une aire de manœuvre implantée en partie centrale de projet et dont la résistance structurale sera dimensionnée pour permettre les manœuvres des engins de manutention => poids roulant de 39 tonnes sur 2 essieux) ;
 - o une aire de chargement / déchargement (dimensionnée pour des semi-remorques => 38 tonnes) ;
 - o une aire de stockage pour conteneurs non sensibles de 40 x 25 m (entreposage sans gerbage de 16 conteneurs => hypothèse charge surfacique : 2,0 t/m²) ;
 - o une aire de stockage pour conteneurs sensibles (8 conteneurs => hypothèse charge surfacique : 2,0 t/m²) ;
 - o Les aires de stockages comprendront des containers prévus d'être posé sur des dalles béton.
 - o une aire de stationnement pour les poids lourds des forces spéciales (PTRA = 16,5 tonnes).
 - o Une voirie d'accès prévue localement en dalle portée entre le site d'étude et la zone autour du site d'étude ;
 - o Des places de stationnements situées en partie sud-ouest pour véhicules légers.
- un bâtiment de bureaux avec locaux techniques en R-1 partiel semi-enterré, partiel d'environ 570 m² ;
- un bâtiment servant d'atelier de plein pied (RDC) d'une emprise au sol de l'ordre de 1150 m² ;
- Le niveau du terrain extérieur fini (/TF), le niveau fini du plancher RdC du bâtiment bureau ainsi du bâtiment atelier sont prévus à la cote de 188,0 m.NGF, soit au-dessus du terrain actuel moyen (/TA) de l'ordre de 0,4 m, à 0,7 m/TA au-dessus du local atelier, et environ 0,6 – 2,2 m au droit du bâtiment bureau, et environ 2,5 m au-dessus des terrains autour du site d'étude.
- La cote des locaux techniques en R-1 partiel est prévue 2,7 m/dalle finie RdC, soit à 185,3 m.NGF.
- La cote finie des voiries d'accès situées en partie sud-ouest / en partie basse est prévue à une cote proche de 186,6 m.NGF ;
- Les bâtiment atelier et bureaux sont prévus d'être fondés superficiellement sur sol amélioré avec des inclusions rigides et matelas de répartition ;
- Le plancher du bâtiment atelier (hors locaux techniques) est prévu d'être en dallage sur terre-plein sur matelas de répartition ;
- Le plancher du bâtiment bureau et des locaux technique du bâtiment atelier sont prévus en dalle portée ;



- Les charges du bâtiment bureau ainsi que des locaux techniques de l'atelier nous ont été transmises sous forme de charges linéaires G+Q non pondérées avec efforts sismiques horizontaux ;
- Les charges du bâtiment atelier en dehors des locaux techniques, nous ont été transmises pour chaque cas de charges, aux ELU sismiques, accidentels, structurels, et aux ELS caractéristiques et quasi-permanentes. Aucun moment ne nous a été transmis. Les surcharges sur dallages nous ont également été transmises.

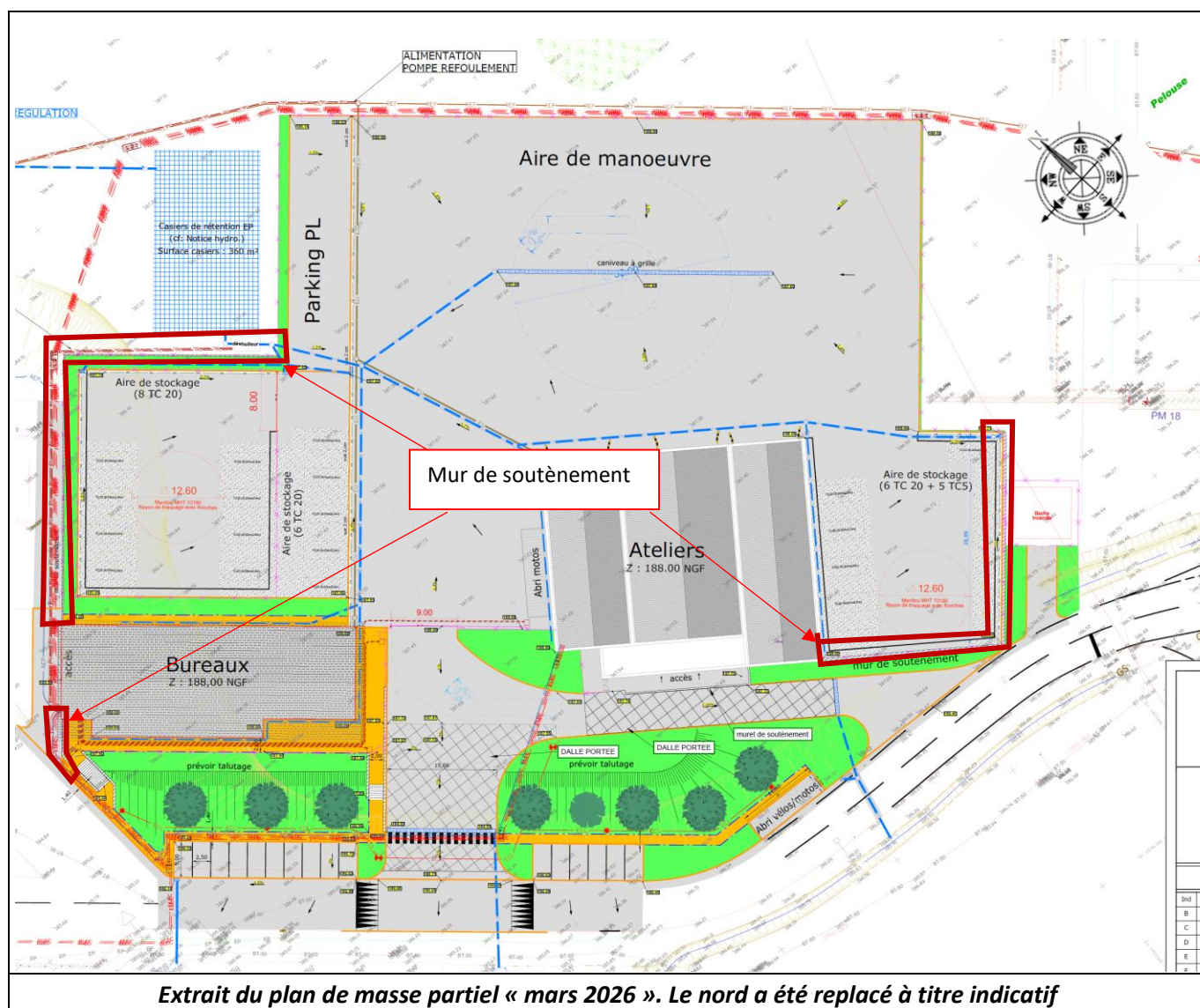
Selon les données transmises, nous retiendrons des descentes de charges aux ELS caractéristiques de l'ordre :

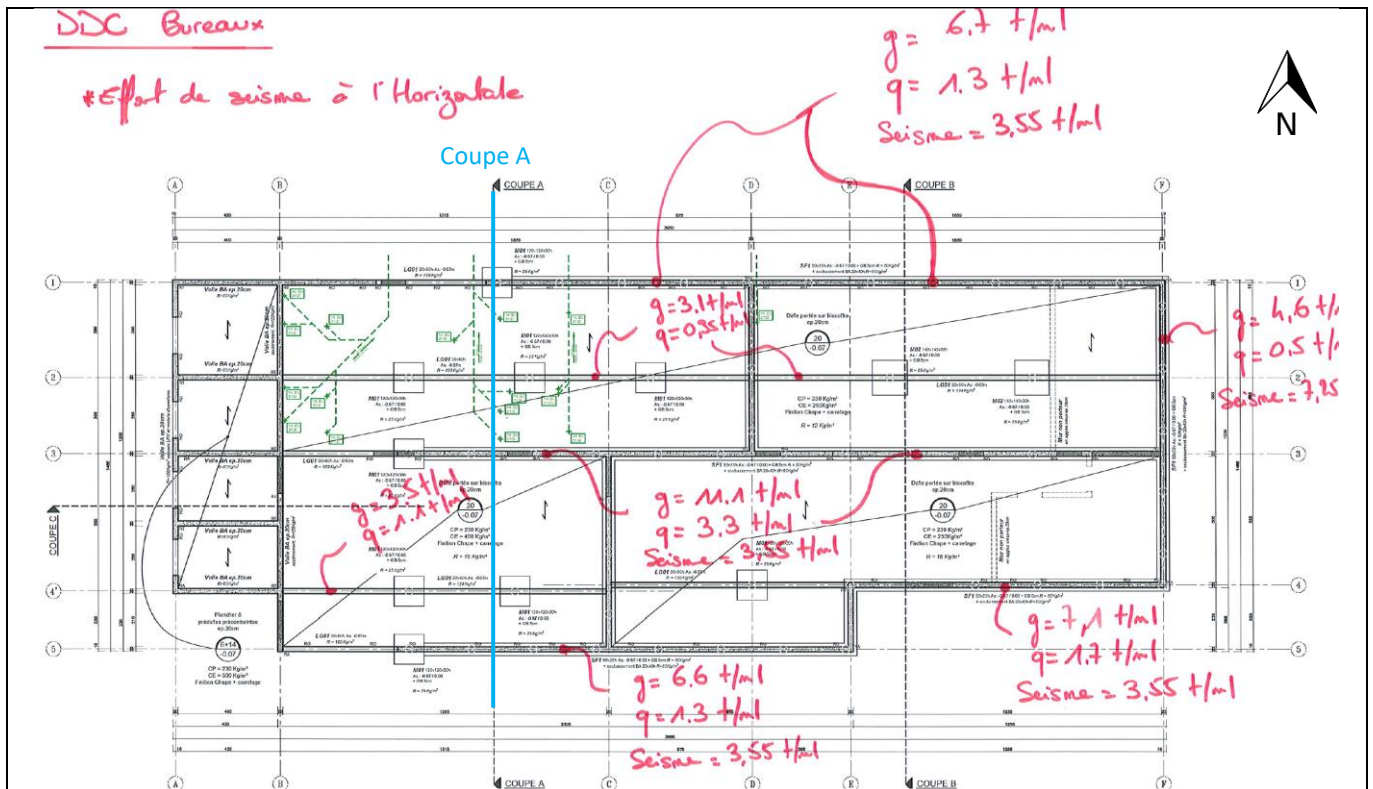
- <u>Bâtiment atelier :</u>	- <u>Bâtiment bureaux</u>
- charges linéaires de 4,2 – 6,8 t/ml ;	- charges linéaires de 4,6 – 14,4 t/ml ;
- charges ponctuelles de 0,5 – 43,2 t aux t/ml ;	- charges ponctuelles de 25,8 – 83,7 t ;
- charges surfaciques de 2,05 t/m ² ;	

Par ailleurs, depuis le 18/12/2015 (reçu le 05/02/2026) des murs de soutènements sont également envisagés entre l'atelier, le pourtour de l'aire de stockage / bâtiment bureau, présentant des hauteurs de l'ordre de 3,0 - 3,5 m, ainsi qu'au sud-est de l'atelier et de l'aire de stockage sur des hauteurs de 1,0 à 1,5 m.

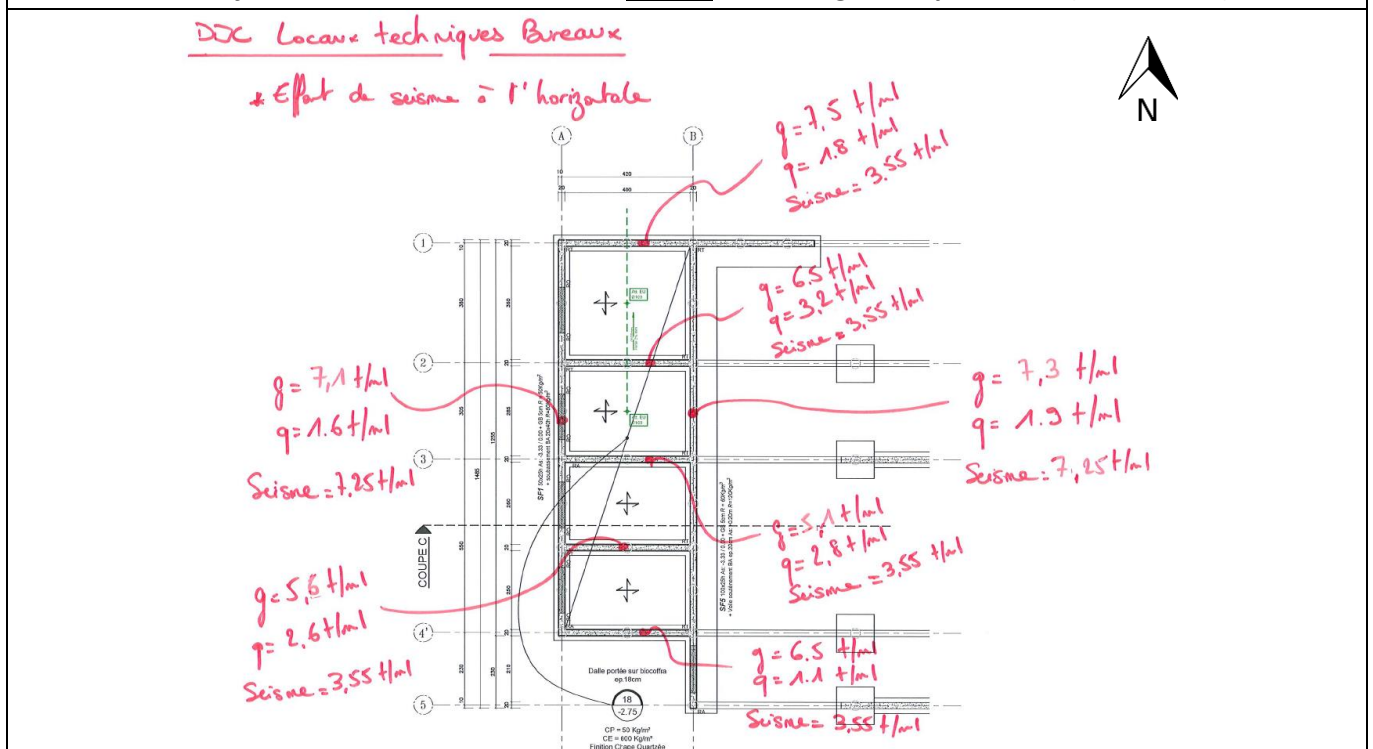
Par ailleurs, des talutages sont prévus en partie sud-ouest et vraisemblablement en limite du site sur des hauteurs jusqu'à 2,5 m.







Plan de fondations du RDC du bâtiment bureau avec charges non pondérées (07/01/2026)

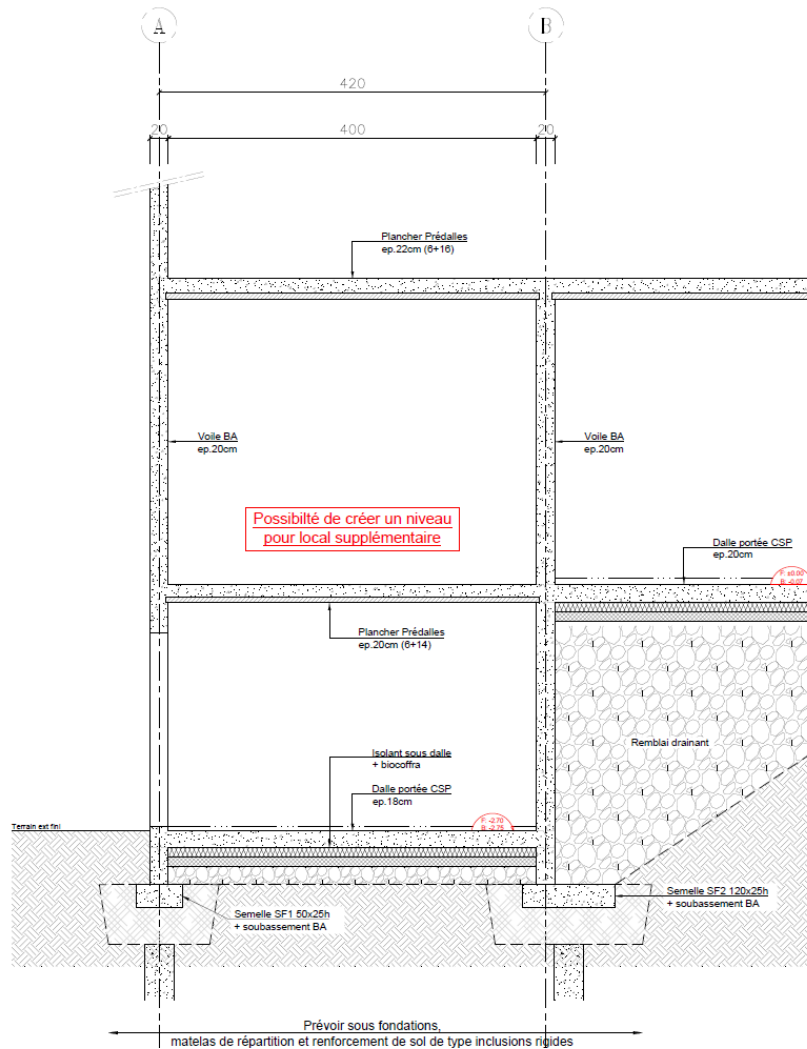


Plan de fondations des locaux techniques (R-1) du bâtiment bureau avec charges non combinées (07/01/2026)

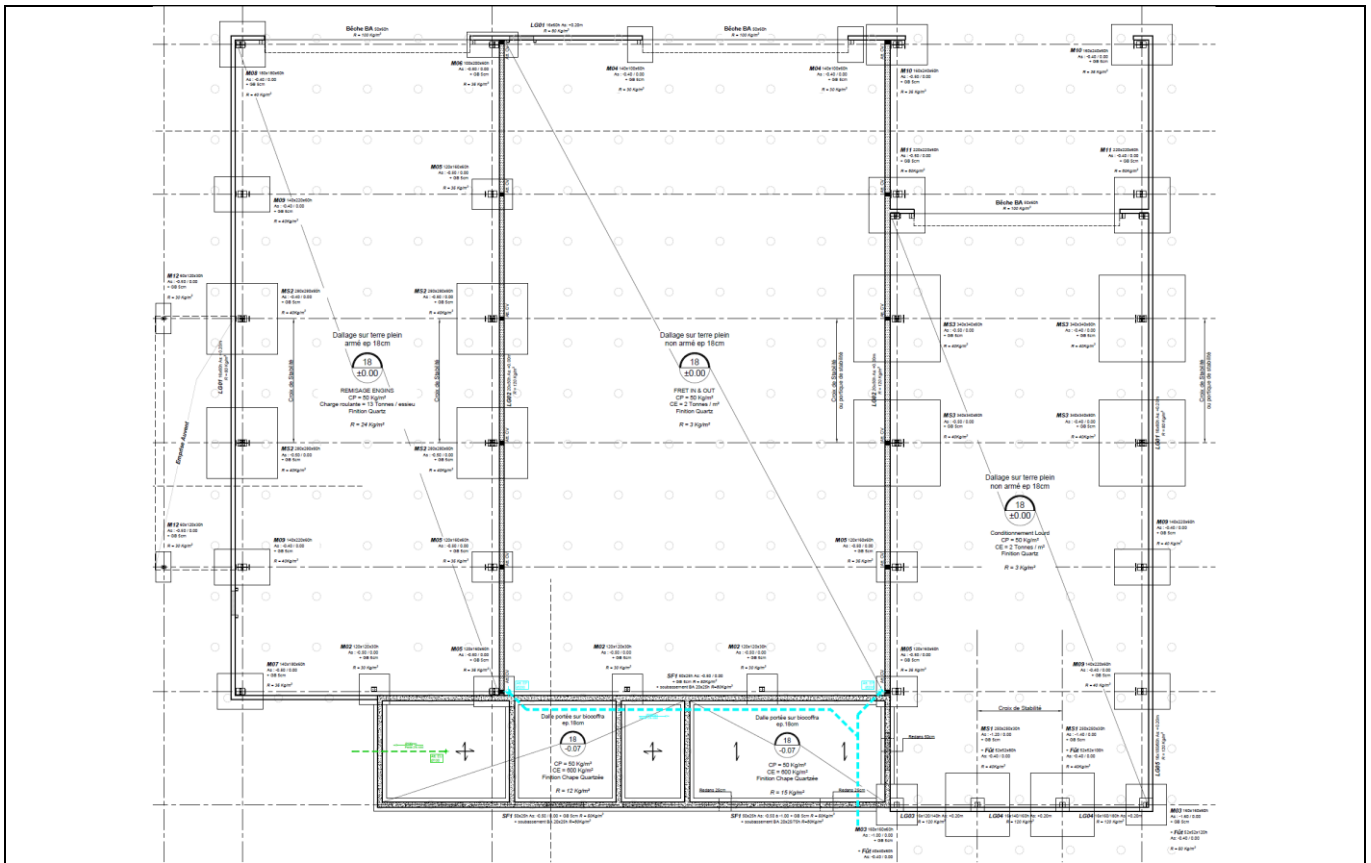


BUREAUX - COUPE C

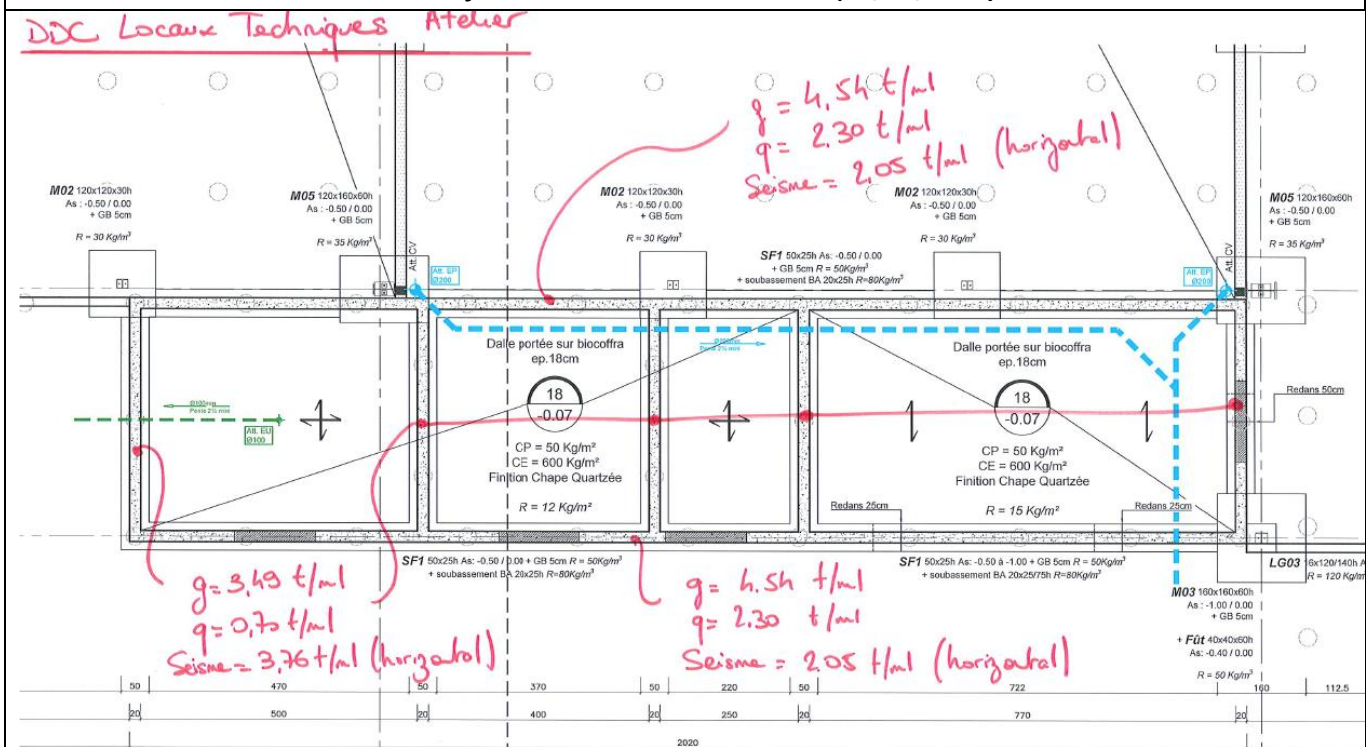
vue en plan 1/33ème



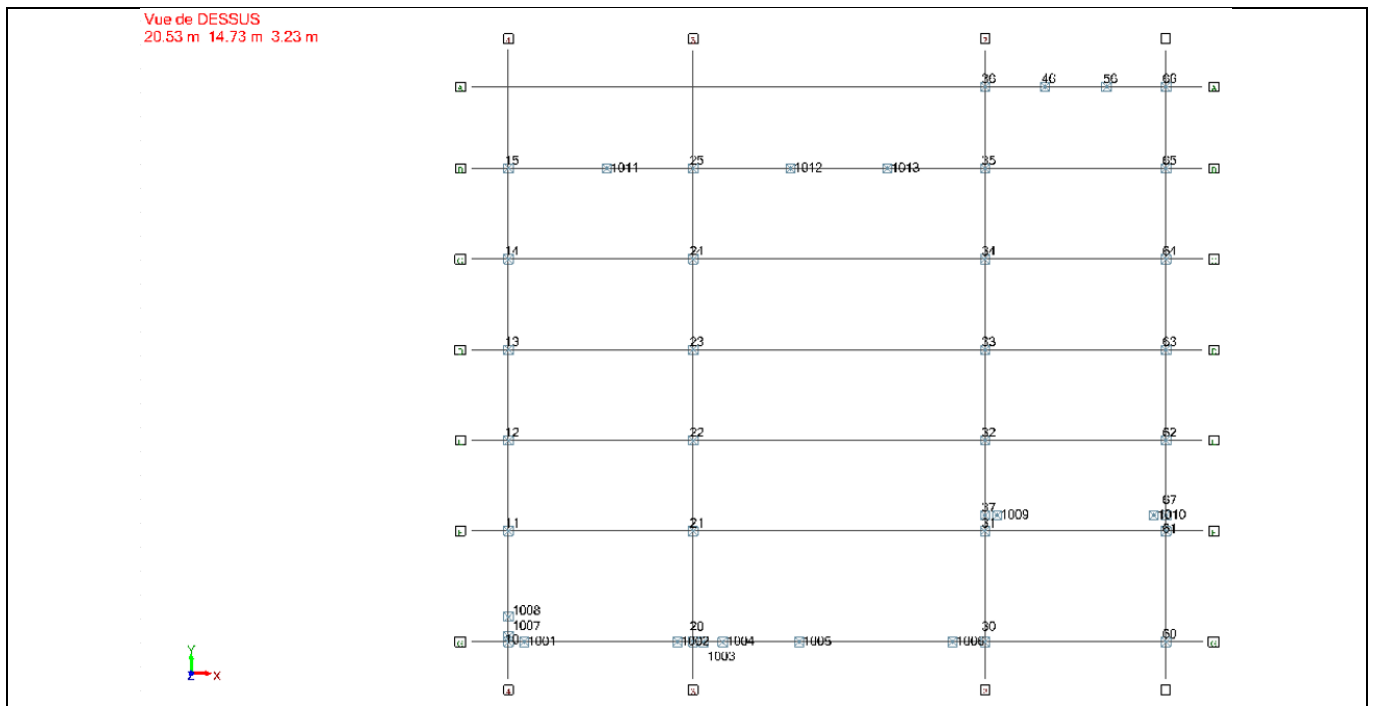
Extrait du plan de coupe C des locaux techniques du bâtiment bureau (18/12/2025)



Plan de fondation du bâtiment atelier (18/12/2025)



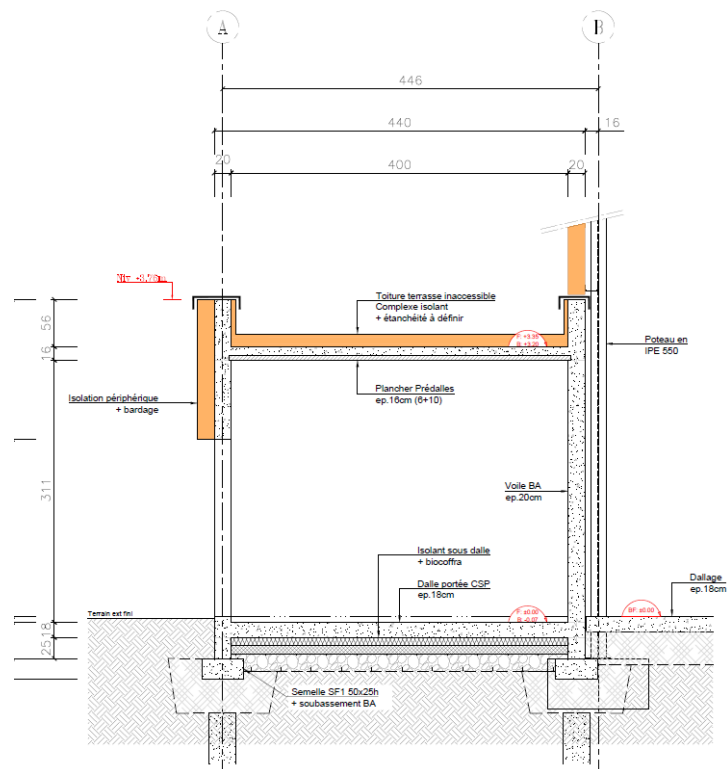
Plan de fondations des locaux techniques du bâtiment Atelier avec charges non combinées (07/01/2025)



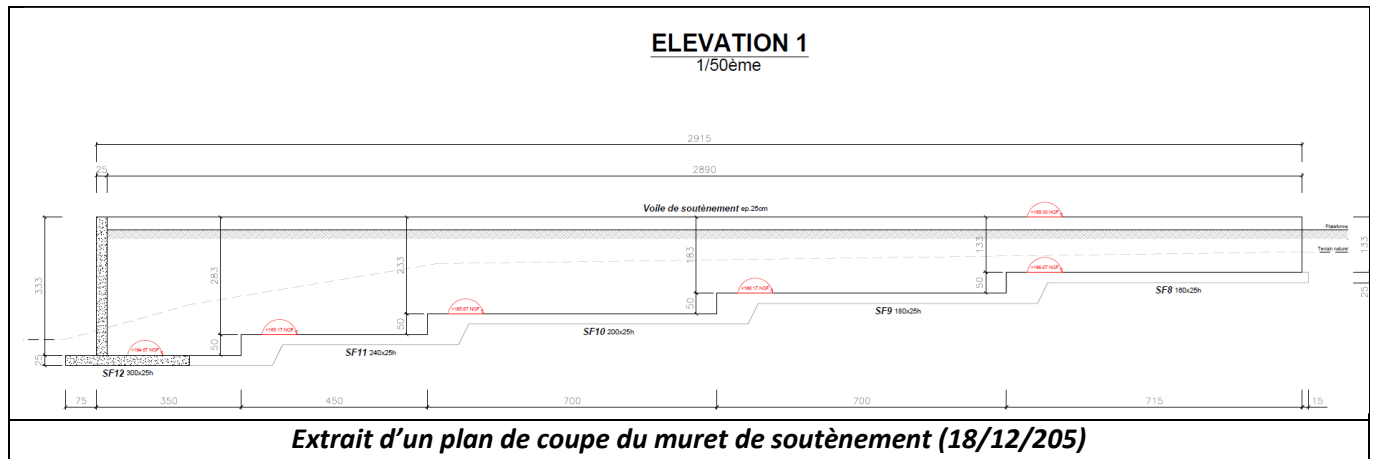
Plan de fondations du bâtiment atelier daté du 06/01/2026 (vue symétrique du plan du 18/12/2025)

COUPE C - Sur Locaux Techniques

vue en plan 1/33ème



Extrait du plan de coupe C des locaux techniques du bâtiment atelier (18/12/2025)



Remarque : Il revient aux responsables de l'opération de nous signaler toutes différences importantes à ces hypothèses afin que nous puissions reconsidérer, si nécessaire, tout ou partie de nos conclusions. Il en est de même si le projet venait à changer.

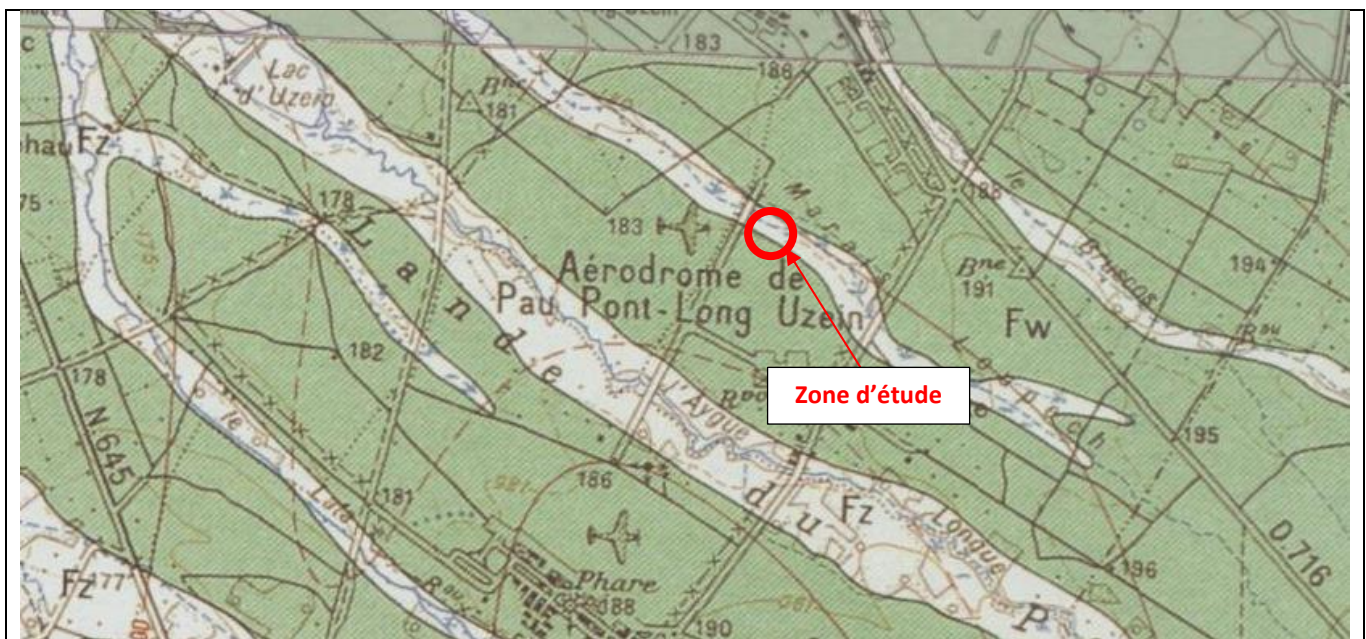


1.4. Documents bibliographiques

1.4.1. Contexte géologique

D'après la carte géologique de PAU (n°1029) au 1/50 000 éditée par le BRGM, la succession lithologique prévisible au droit du site devrait être constituée par :

- des alluvions subactuelles et de Würm [**Fz**] ;
- des dépôts alluvionnaires du Mindel composés de galets et graviers à matrice argileuse [**Fw**].



Extrait de la carte géologique 1/50 000 n°1029 – PAU – Infoterre ©

1.4.2. Sismicité

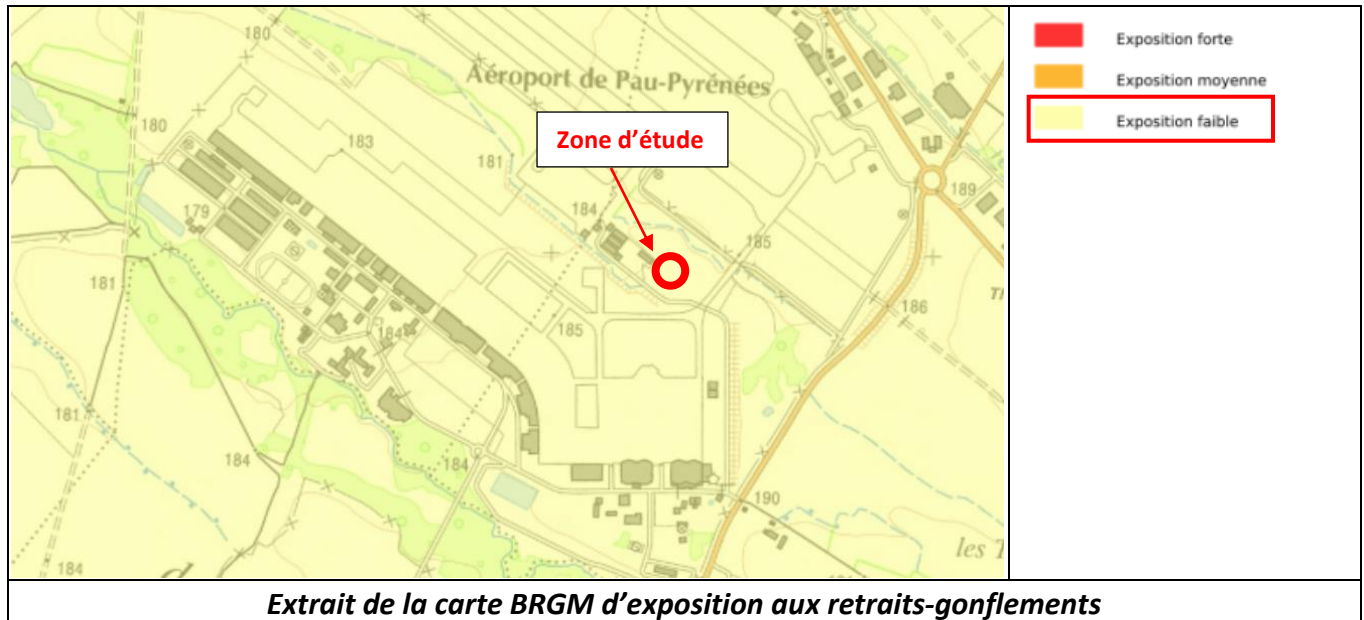
Selon le décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010 portant sur la délimitation des zones de sismicité du territoire français et entré en vigueur depuis le 01 mai 2011, le projet se situe en **zone de sismicité 3** (aléa modéré).

En référence au tableau de catégorie d'importance, le projet est de type "Bureaux ou établissement non ERP, h ≤ 28 m, max. 300 pers. / Bâtiment industriel", ce qui nous amène à considérer une **catégorie d'importance II** (hypothèse à confirmer par le maître d'ouvrage).

Sur la base de ces hypothèses, **le projet est soumis aux prescriptions parasismiques particulières de l'Eurocode 8.**

1.4.3. Aléa retrait-gonflement des sols (approche bibliographique)

Sur la carte BRGM d'exposition aux phénomènes de retrait/gonflement des sols, la zone d'étude est figurée en **exposition faible**.



Remarque : ce référencement est donné à l'échelle globale et ne tient pas compte des variations locales. En pratique, seuls des prélèvements et des analyses spécifiques en laboratoire permettraient de juger précisément de cet aléa.

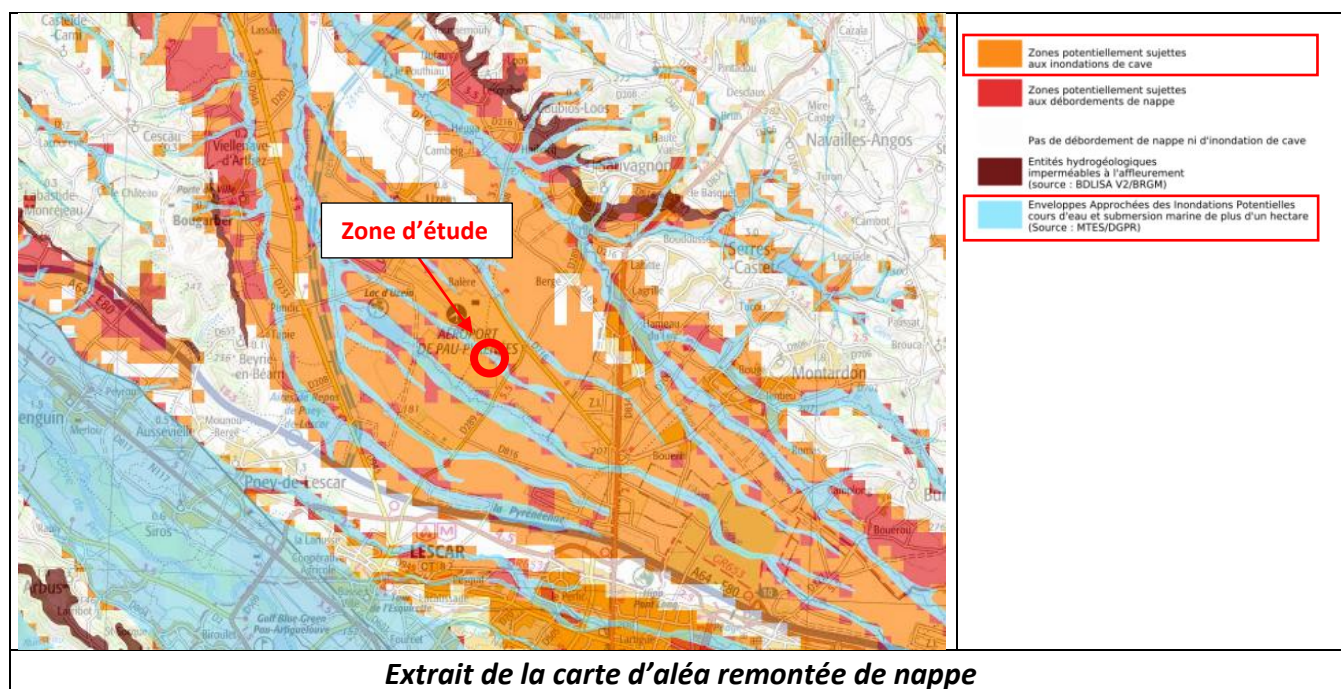
D'après les données officielles du Portail de la Prévention des Risques Majeurs (cf. <https://www.georisques.gouv.fr/>), à ce jour, la commune de Sauvagnon (64230) ne fait pas l'objet d'un Plan de prévention des risques de type mouvements de terrain, PPR-RGA.

la commune de SAUVAGNON fait toutefois l'objet de 1 arrêté de l'état de catastrophe naturelle lié à la sécheresse en 2023.

1.4.4. Aléa remontée de nappe

La carte à grande échelle des remontées de nappes (établie par le BRGM) répertorie le site en zone potentiellement sujette aux inondations de cave. Il est également situé au sein de l'enveloppe approchée des inondations de potentielles cours d'eau.





D'après les données officielles du Portail de la Prévention des Risques Majeurs (cf. <https://www.georisques.gouv.fr/>), à ce jour, la commune de Sauvagnon (64230) ne fait pas l'objet d'un Plan de prévention des risques de type inondation (PPRI).

Elle fait néanmoins l'objet de plusieurs arrêtés de catastrophe naturelle liés aux inondation et/ou coulées de boue.

Inondations et/ou Coulées de Boue : 6

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
EOA8800058A	18/06/1988	18/06/1988	24/08/1988	14/09/1988
INTE0600904A	10/03/2006	11/03/2006	10/11/2006	23/11/2006
INTE1820387A	12/06/2018	13/06/2018	23/07/2018	15/08/2018
INTE9300412A	11/05/1993	11/05/1993	20/08/1993	03/09/1993
IOCE0902322A	24/01/2009	27/01/2009	28/01/2009	29/01/2009
NOR19821130	06/11/1982	10/11/1982	30/11/1982	02/12/1982

1.4.5. Synthèse des résultats de l'étude G1 – ES-PGC – HYDROGÉOTECHNIQUE

Une étude géotechnique de type G1-ES-PGC été réalisée sur ce site par l'entreprise HYDROGÉOTECHNIQUE en février 2023.

Il avait été réalisé :

- 6 essais au pénétromètres dynamiques lourds, Pd1 à Pd6, descendus entre 3,4 (Refus) et 8,0 m de profondeur par rapport au terrain actuel (m/TA) ;
- 8 sondages géologiques, PM1 à PM8, réalisés à la pelle mécanique et arrêtés entre 1,6 et 2,8 m/TA ;
- 2 sondages de reconnaissance géologique, SP1 et SP2, réalisés à la tarière mécanique et descendus à 10,0 m de profondeur. Ils ont permis la réalisation de profils pressiométrique de 18 essais régulièrement répartis tous les 1,5 m et permettant d'avoir les caractéristiques mécaniques des horizons rencontrés ;
- L'équipement d'un des sondages profonds en piézomètre (SP1) ;
- 1 essai d'infiltration en grand de type MATSUO permettant de déterminer le coefficient de perméabilité des formations rencontrées ;
- Des analyses en laboratoire consistant en la réalisation de 2 identifications des sols selon le GTR 92 du SETRA/LCPC ;

Ces sondages ont permis de mettre en évidence la coupe de sol suivante :

- Un recouvrement végétal limoneux reconnu jusqu'à 0,3 – 0,4 m/TA et présentant des caractéristiques mécaniques moyennes à élevées ;
- Des limons +/- argileux [marron / gris] à quelques galets et cailloutis, visibles jusqu'à 1,6 – 2,9 m/TA présentant des compacités faibles à moyennes ;
- Des argiles +/- limono-graveleuses, parfois vasarde [marron / gris] à rares galets, reconnues jusqu'à 2,5 – 3,9 m/TA de compacité globalement faible à moyenne ;
- Des argiles bariolées [beige / orange / marron] reconnues jusqu'à 10,0 m/TA au droit des sondages destructifs et 2,6 m/TA au droit de PM2 présentant des caractéristiques mécaniques moyennes à bonnes.

Les essais en laboratoire réalisés sur les sols superficiels ont montré que ces derniers étaient sensibles à l'eau (A1 – GTR92) pouvant changer de brutalement de consistance pour de faibles variations de teneur en eau. Le potentiel de retrait-gonflement a été ainsi considéré comme moyen

Différents niveaux d'eau ont été observés entre 1,7 et 4,1 m/TA lors des reconnaissances de terrains effectuées en décembre 2022. Il a été supposé la présence d'une nappe à faible profondeur localisée au sein des limons +/- argileux à quelques galets et cailloutis identifiés entre 0,3 et 2,9 m/TA.

L'échantillon d'eau prélevé indique une agressivité vis-à-vis du béton de classe < XA1 (eau non agressive).



Un diagnostic pollution des sols et des eaux avait également été effectué en parallèle de l'étude géotechnique préalable (rapport C.22.OR.207). Les analyses conduites mettent en évidence des teneurs élevées à notables en hydrocarbures des sols du site (néanmoins acceptable en filière ISDI) ainsi que des concentrations élevées en métaux lourds et hydrocarbures sur l'échantillon d'eau souterraine analysée.



1.5. Investigations géotechniques

Compte tenu du contexte géologique prévisionnel, du projet et de la mission confiée, notre intervention a consisté en l'exécution de :

- **3 sondages de reconnaissance géologiques** (SP1 à SP3), réalisés en tarière hélicoïdale Ø 63 mm, descendus entre 8,0 et 12,0 m/TA, **avec essais pressiométriques** répartis tous les 1,0 à 1,5 m afin de mesurer les caractéristiques mécaniques des terrains ;
- la mise en place **d'un piézomètre** (Pz1 - tubes PVC Ø40/55 mm) dans un sondage dédié équipé d'une sonde de mesure automatique afin de suivre les variations du niveau de nappe sur 12 mois ;
- **2 sondages au carottier poinçonneur** (SC1 et SC3), descendus à 4,0 – 5,0 m/TA afin de vérifier la nature des terrains traversés et permettre le prélèvement d'échantillons intacts ;
- **5 sondages de reconnaissance géologique** (ST1 à ST5) en tarière hélicoïdale Ø 63 mm descendus entre 4,0 et 8,0 m/TA pour vérifier ponctuellement la succession lithologique des terrains couplés à **5 essais au pénétromètre dynamique lourd** (P1 à P5), afin de vérifier la compacité des terrains sur l'emprise de la zone d'étude ;
- **3 essais d'infiltrations de type PORCHET** (K1 à K3), réalisés dans des forages en Ø114 mm descendus jusqu'à 1,5 m/TA ;
- **2 essais d'identification GTR** (mesures des teneurs en eau, analyses granulométriques par tamisage, mesures des limites d'Atterberg ou de la valeur au bleu du sol (VBS) ;
- **2 essais œdométriques** afin de statuer sur la compressibilité des sols.

1.6. Approche altimétrique

Les sondages / essais sont implantés conformément au plan joint en annexes. Ils ont été nivelés et rattachés au NGF à partir du plan fourni en prenant pour base la dalle du bâtiment existant situé à l'ouest de la zone d'étude ($z = + 184,90$ m NGF ; cf. schéma d'implantation).

Les altitudes déduites sont telles que :

Sondages	SP1-SC1	SP2	SP3-SC3	Pz1	P1-ST1	P2-ST2
Cote altimétrique (m NGF)	187,05	187,35	187,00	187,10	185,30	187,10

Sondages	P3-ST3	P4-ST4	P5-ST5	K1	K2	K3
Cote altimétrique (m NGF)	187,10	187,65	187,45	187,10	187,10	187,10

Les essais / sondages P1-ST1, sont situés environ 2,0 m plus bas que le reste du site étudié.

Nous rappelons que les cotes sont données à titre indicatif et sont à considérer avec toute la réserve de précision qui s'impose. Elles sont reportées sur les coupes de sondages, et devront être vérifiées et corrigées si nécessaire avec rattachement NGF par le géomètre désigné pour les travaux.



2. RESULTATS DES INVESTIGATIONS

2.1. Caractéristiques lithologiques

Comme indiqué sur les coupes lithologiques des sondages disponibles en annexes, sous une frange superficielle végétalisée, les terrains rencontrés sont essentiellement constitués par :

- **U1/** des limons argileux [marron foncé] à rares cailloutis et galets, identifiés au droit de nos sondages jusqu'à 1,8 à 3,0 m/TA ;



- **U2/** des argiles +/- limono-graveleuses saturées [marron/gris] à quelques galets, visibles localement entre 2,0 et 3,0 m/TA (jusqu'à 4,0 m de profondeur en SP1, où de plus, une légère odeur vasarde a été identifiée) ;
- **U3/** des argiles +/- sablo-graveleuses [marron clair/beige] saturées, visibles jusqu'à l'arrêt/refus des sondages entre 4,0 et 12,0 m/TA.



Le tableau ci-dessous synthétise les différentes profondeurs des interfaces lithologiques rencontrés sur le site :

Lithologies		SP1	SP2	SP3	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5
U1/ limons argileux [marron foncé] à rares cailloutis et galets	Profondeur de la base (m/TA)	3,0	1,8	2,0	1,8	2,0	2,0	1,8	2,0
U2/ argiles+/- limono-graveleuses saturées +/- <u>vasarde</u> [marron/gris] à quelques galets		4,0	2,8	-	-	2,8	3,0	2,5	3,0
U3/ argiles +/- sablo-graveleuses [marron clair/beige] saturées		12,0 [AR]	12,0 [AR]	8,0 [AR]	4,0 [R]	8,0 [AR]	4,5 [AR]	4,0 [AR]	4,0 [AR]

[AR] : Arrêt volontaire / [R] : Refus

Au cours de nos opérations, la tenue des parois verticales des sondages s'est révélée globalement bonne dans les limons argileux superficiels à faible une fois les horizons saturés en eau atteints (sondage en petit diamètre - Ø 63 - 114 mm, rotation rapide et à court terme).

Cette succession lithologique rencontrée lors de notre campagne de sondage est concordante avec les résultats obtenus lors de l'étude G1-PGC réalisée par HYDROGÉOTECHNIQUE en 2022.

Remarques : les descriptions susmentionnées se basent sur des remontées partielles de cuttings issus de forages en petit diamètre (Ø 63 -114 mm). Les coupes lithologiques établies doivent donc être considérées comme schématiques et sont à corréliser avec les données géomécaniques.

Par ailleurs, les échantillons prélevés étant remaniés et non représentatifs de l'état en place des formations, il peut être difficile de juger de la proportion de fines (argiles, limons...) vis-à-vis de celle de la composante plus grossière (fraction sableuse / graveleuse, ...).



2.2. Caractéristiques géomécaniques

2.2.1. Résultats pressiométriques

Le tableau ci-après synthétise les caractéristiques pressiométriques évaluées en SP1 à SP3 et SP1_{G1} à SP2_{G1}, conformément à la norme NF P94-110.

Pour chacune des unités lithologiques identifiées, il précise :

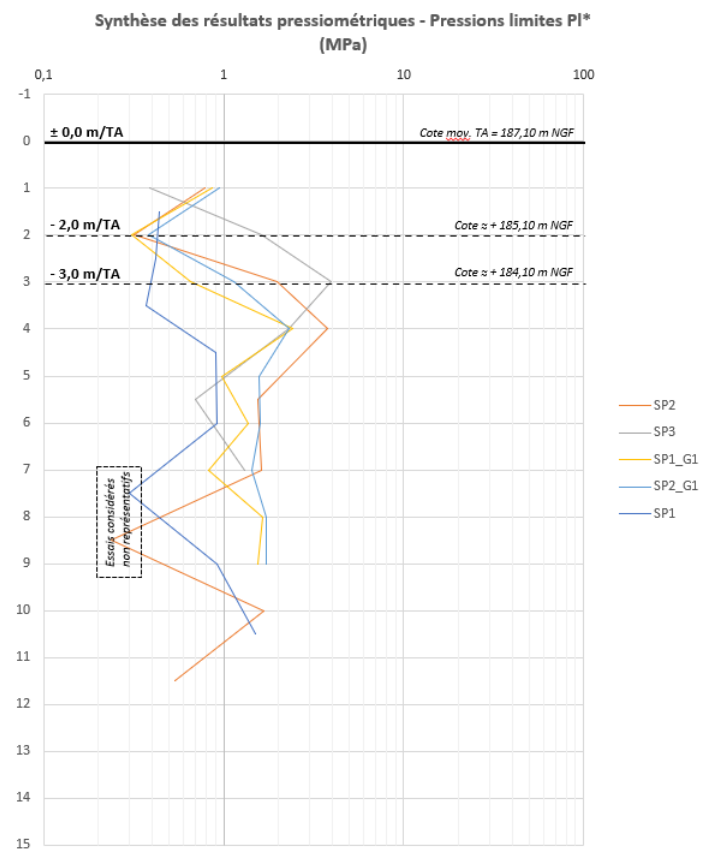
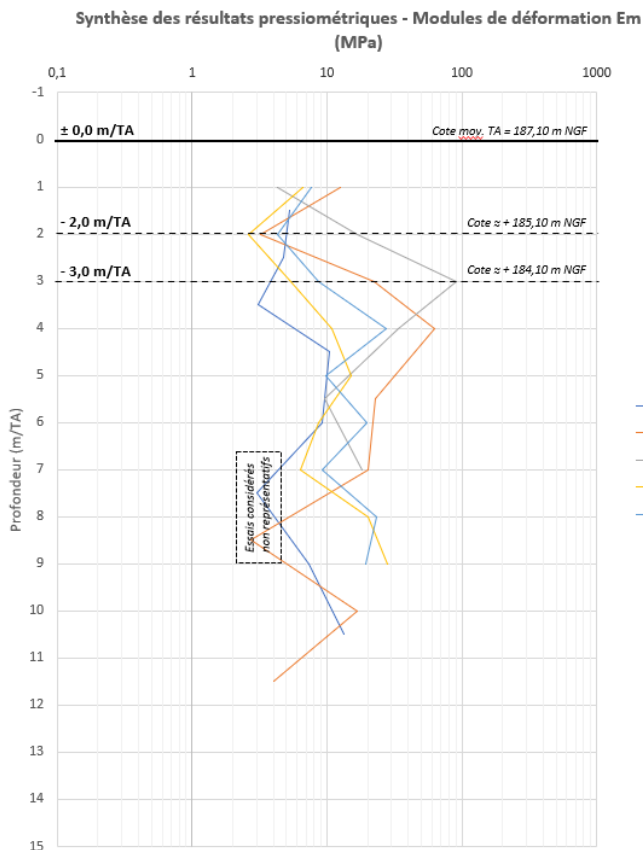
- les valeurs minimales et maximales ainsi que les moyennes harmoniques des modules pressiométriques (E_M) et des pressions limites (pl^*) ;
- les classes de sols correspondantes selon l'Eurocode 7.

Unité lithologique	Prof. base (m/TA)					Nb val.	E_M (MPa)			pl^* (MPa)			Classe de sols EC7
	SP2	SP3	SP2 _{G1}	SP1	SP1 _{G1}		Min	Max	Moy h	Min	Max	Moy G	
U1/ Limons argileux [marron foncé] à rares cailloutis et galets	2,0	2,0	2,0	3,0	2,9	7	4,3	12,6	4,6	0,39	0,94	0,50	<u>Sols intermédiaires (*)</u> Argiles et limons mous à fermes
U2/ Argiles+/- limono-graveleuses saturées [marron/gris] à quelques galets +/- vasards	2,8	-	3,5	4,0	3,9	5	2,6	8,6	4,3	0,31	1,13	0,50	<u>Sols intermédiaires (*)</u> Argiles et limons mous
U3/ Argiles +/- sablo-graveleuses [marron clair/beige] saturées	12,0	8,0	10,0	12,0	10,0	27	6,3	85,0	13,2	0,70	3,97	1,49	<u>Sols intermédiaires (*)</u> Argiles et limons raides

(*) selon la nature et la durée de sollicitation auxquelles ils sont soumis, le comportement des sols intermédiaires, constitués d'un mélange de matériaux fins et granulaires, est complexe à appréhender. Il se rapproche d'un sol soit cohérent, soit pulvérulent.

Il est à noter également la présence d'une **certaine hétérogénéité latérale des caractéristiques mécaniques** de la frange superficielles (premiers 4,0 m d'épaisseur) avec notamment des modules pressiométriques et des pressions limites plus faibles identifiées en SP1.





2.2.2. Résultats pénétrométriques

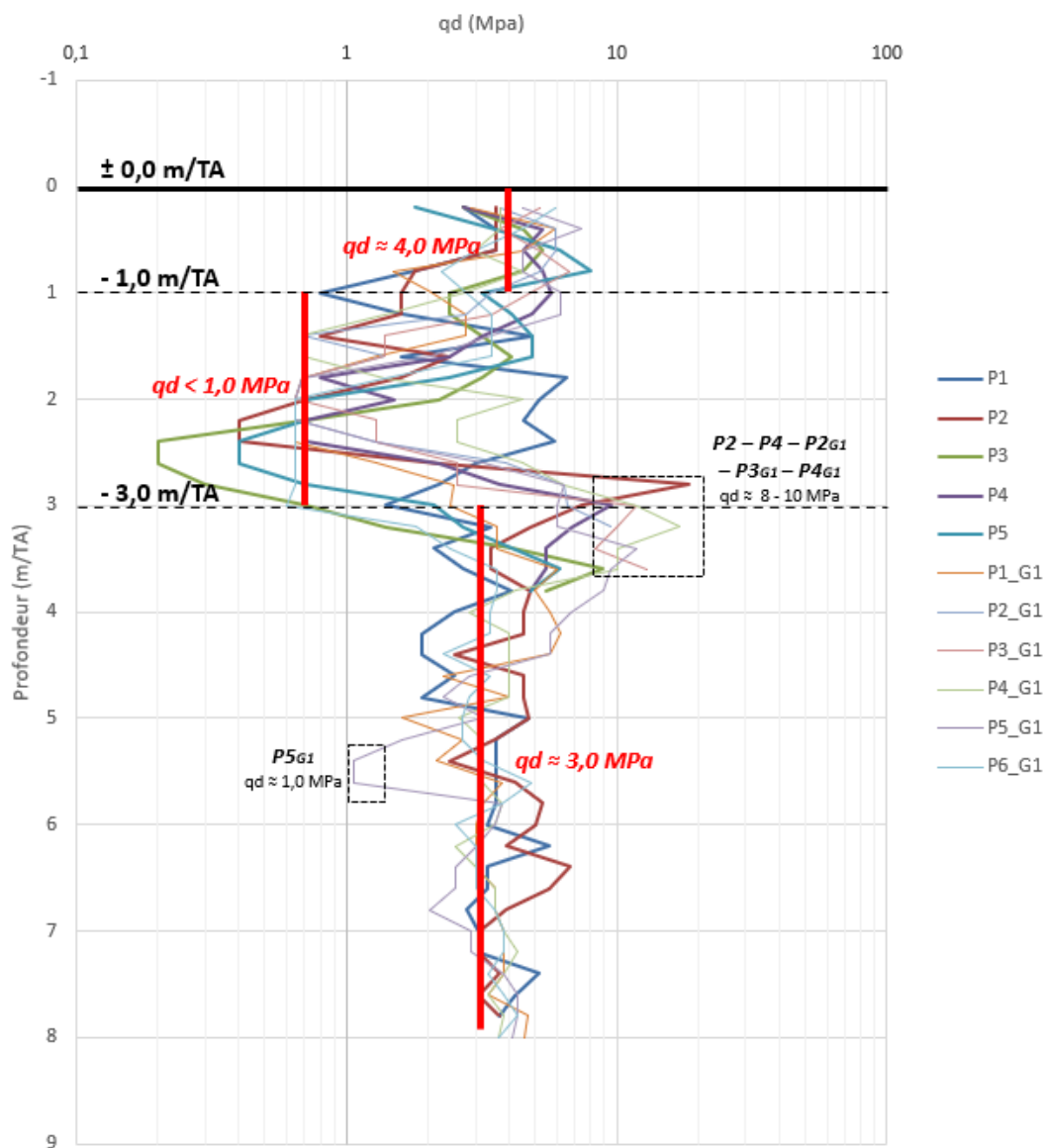
Les profils d'essais pénétrométriques réalisés lors des campagnes d'investigations G1-PGC (P1_{G1} à P6_{G1}) et G2-AVP (P1 à P5) illustrant les variations de la résistance de pointe (q_d) en fonction de la profondeur sont reportés ci-après.

Dans l'ensemble, les **caractéristiques mécaniques sont moyennes** ($q_d \approx 4,0$ MPa) sur les premiers 1,0 m d'épaisseur puis deviennent globalement **faibles à très faibles** ($q_d < 1,0$ MPa) jusqu'à 3,0 m/TA avant d'augmenter de nouveau pour devenir **moyennes** ($q_d \approx 3,0$ MPa) jusqu'à l'arrêt volontaire des essais entre 4,0 et 8,0 m/TA.

Nous attirons toutefois l'attention sur **la variabilité des résistances mécaniques observées entre 3,0 et 4,0 m/TA** marquée par des passages plus résistants (enrichis en galets) ainsi que par la présence locale d'un horizon plus lâche entre 5,0 et 6,0 m/TA en P5_{G1} ($q_d \approx 1,0$ MPa).



Synthèse des résultats pénétrométriques - Résistance de pointe qd (MPa)



2.3. Résultats des analyses en laboratoire

2.3.1. Identification GTR

Des analyses en laboratoire ont été menées sur 2 échantillons de sols représentatifs des terrains en place pour les classer selon le GTR92 du SETRA/LPC. Celles-ci viennent compléter les 2 essais d'identifications réalisées par l'entreprise HYDROGÉOTECHNIQUE dans le cadre de l'étude G1-PGC.

Les procès-verbaux sont disponibles en annexes et le tableau suivant récapitule les données principales :

Sondage		SC1	SC3
Profondeur (m/TA)		1,45 – 1,60	2,20 – 2,60
Faciès (description du laboratoire)		Limon argileux [brun]	Grave argilo-sableuse [marron/gris]
Teneur en eau naturelle - Wnat		33,4 %	22,6 %
Caractéristiques granulométriques	Dmax (mm)	Entre 2 et 5	Entre 40 et 50
	< 2 mm	99,8 %	49,8 %
	< 80 µm	99,4 %	38,1 %
VBS (g de bleu/100 g de sol)		0,72	1,26
Classification GTR92		A₁	A₁ (Assimilable à C ₁ A ₁ – écrêtage du plus gros élément de Ømax 62 mm)

Selon le GTR, en fonction des horizons échantillonnés (rapport G1-PGC, HYDROGÉOTECHNIQUE), nous sommes en présence de sols de catégories **A1 « limons et argiles peu plastiques »** (équivalent à des sols F1 « sols fins » au GTR 2023).

Les sols de types A1 sont sensibles à l'eau et susceptibles de changer brutalement de consistance pour de faibles variations de teneur en eau (compacts / indurés à l'état hydrique sec ; boueux / très peu portants à l'état hydrique humide), et présentant un risque de retrait-gonflement limité mais qui ne doit en aucun cas être négligé.

Au vu des lithologies rencontrées au droit de nos sondages ainsi que du résultat des analyses laboratoire effectuées, nous considérerons une exposition faible des terrains aux phénomènes de retrait-gonflement des sols.



2.3.2. Essais de compressibilité à l'oedomètre

Deux essais de compressibilité à l'oedomètre ont été réalisés sur les terrains superficiels (SC 1 : $\pm 1,50$ m ; SC3 : $\pm 1,85$ m) afin de déterminer ses caractéristiques de compressibilité, de déformation et de consolidation.

Pour rappel, l'état de consolidation d'un sol se définit tel que :

- $\sigma'_p < \sigma'_{vo}$: échantillon sous-consolidé ;
- $\sigma'_p = \sigma'_{vo}$: échantillon normalement consolidé,
- $\sigma'_p > \sigma'_{vo}$: échantillon surconsolidé ;
-

La compressibilité des sols est estimée selon les appréciations suivantes :

- $C_c / (1+e_0) < 0,015$: sol incompressible ;
- $0,015 < C_c / (1+e_0) < 0,05$: sol peu compressible ;
- $0,05 < C_c / (1+e_0) < 0,2$: sol moyennement compressible ;
- $C_c / (1+e_0) > 0,2$: sol très compressible ;

Les résultats sont présentés ci-dessous :

	SC1	SC3
	$\pm 1,50$ m	$\pm 1,85$ m
	U1/ limons argileux [marron foncé] à rares cailloutis et galets	
Pression de préconsolidation :	Pression de préconsolidation :	Pression de préconsolidation :
$\sigma'_p = 162$ kPa	$\sigma'_p = 128$ kPa	$\sigma'_p = 128$ kPa
Indice de compression :	Indice de compression :	Indice de compression :
$C_c = 0,218$	$C_c = 0,160$	$C_c = 0,160$
Indice de gonflement :	Indice de gonflement :	Indice de gonflement :
$C_s = 0,011$	$C_s = 0,010$	$C_s = 0,010$
Indice des vides :	Indice des vides :	Indice des vides :
$e_0 = 0,850$	$e_0 = 0,690$	$e_0 = 0,690$
$C_c / (1+e_0)$	0,12	0,09
Compressibilité	Moyennement compressible	Moyennement compressible



2.4. Niveaux d'eau / Données piézométriques

Pour rappel, les mesures effectuées par HYDROGÉOTECHNIQUE en décembre 2022 montraient des niveaux d'eaux compris entre **1,7 et 4,1 m/TA** au droit des sondages réalisés.

Lors de notre intervention (du 17 au 23/12/2024), des arrivées d'eau ont été observées dans certains de nos sondages. Ces dernières sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Sondage	SP1	SP2	SP3	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	Pz1
Cote sondage (m NGF)	187,05	187,35	187,00	185,30	187,10	187,10	187,65	187,45	187,10
Prof. eau (m/TA) *	2,8	3,0	2,5	0,8	1,6	1,6	/	2,7	1,8
Cote eau (m NGF) *	184,25	184,35	184,50	184,50	185,50	185,50	/	184,75	185,30

* niveau non stabilisé

Un suivi piézométrique sur 12 mois a été effectué en Pz1, afin de préciser le niveau d'eau stabilisé et les variations de la nappe sur une année, avec une étude NPHE éditée par ECR environnement le 30/01/2026 sous la référence 6411423.

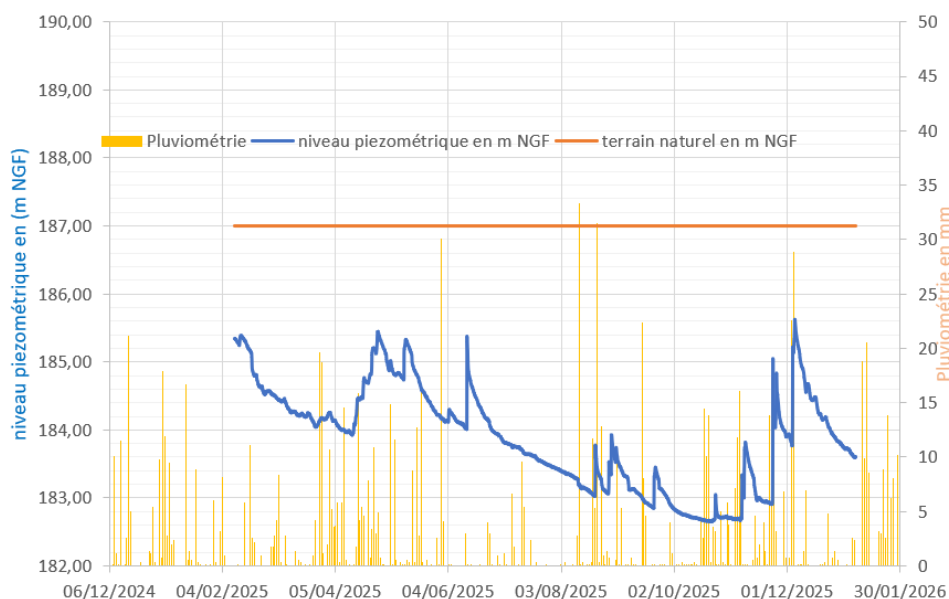
Le niveau de la nappe le plus proche du terrain actuel a été ponctuellement atteint en décembre 2025 à une cote de 185,6 m.NGF. Des cotes de proches de 185,4 m.NGF ont été atteintes en février 2025, fin mars/début mai, ainsi qu'en juin. Les niveaux sont résumés dans le tableau suivant :

Niveau d'eau caractéristique	EB	EH	EE
Cote m.NGF	184,0	186,65	187,0

Remarque : il convient de noter que ces cotes ont été établies sur la base d'un suivi piézométrique réalisées au droit de SP1, localisé en zone amont du site (187,1 m.NGF). Ces données ne sont pas nécessairement représentatives de la partie aval du site.



Chronique piezométrique du 10/02/2025 au 06/01/2026



En périodes pluvieuses intenses et persistantes, des accumulations superficielles / circulations préférentielles, sont envisageables et pourraient s'accompagner d'aléas potentiellement contraignants pour le déroulement du chantier (perte de portance, difficultés de traficabilité, ...).



2.5. Perméabilité des terrains

Trois essais d'infiltration de type Porchet (K1 à K3) ont été réalisés au niveau des terrains superficiels dans 3 sondages à la tarière Ø 114 mm descendus à 1,5 m/TA et un essai de type MATSUO avait été réalisé dans au sein d'une fouille à la pelle mécanique par HYDROGÉOTECHNIQUE (PM8_{G1}).

Les résultats de ces essais sont joints en annexes et récapitulés dans le tableau suivant :

Sondage	Profondeur (m/TA)	Horizon testé	Perméabilité K (m/s)	Perméabilité K (mm/h)
K1	0,0 – 1,5	Limon argileux à quelques cailloutis et rares galets	$\approx 1,4 \cdot 10^{-6}$	≈ 5
K2	0,0 – 1,5	Limon argileux à quelques cailloutis et rares galets	$\approx 7,7 \cdot 10^{-7}$	< 5
K3	0,0 – 1,5	Limon argileux à quelques cailloutis et rares galets	$\approx 1,7 \cdot 10^{-6}$	≈ 6
PM8 _{G1}	1,1 – 1,6	Limon à quelques cailloux et cailloutis	$\approx 2,0 \cdot 10^{-5}$	≈ 70

Dans le cadre de ces essais et des profondeurs d'investigations, nous retiendrons **une perméabilité a priori faible à l'échelle du site**. Ces résultats sont en accord avec le caractère argilo-limoneux des terrains superficiels testés. Il est néanmoins à noter qu'une perméabilité plus forte a été localement identifiée au sein d'une horizon / poche enrichie en cailloutis (hétérogénéité de faciès => dépôts alluvionnaires).

2.6. Composantes / risques anthropiques

Aucune trace d'apport anthropique (remblai, vestige enterré, ...) ou de pollution (indice organoleptique, ...) n'a été détecté aux droits de nos sondages. Cependant, **des débris anthropiques ont été identifiés à 1,5 m de profondeur au droit de PM6 dans le cadre de l'étude G1-PGC**. En l'absence de données historiques précises sur l'occupation et les différentes opérations (arrachages / dessouchages possibles, ...) ayant eu lieu dans le cadre du nettoyage du site, ce risque éventuel ne peut être totalement écarté.

Un diagnostic pollution des sols et des eaux avait également été effectué par HYDROGÉOTECHNIQUE en parallèle de l'étude géotechnique préalable (rapport C.22.OR.207). Les analyses conduites mettent en évidence **des teneurs élevées à notables en hydrocarbures des sols du site** (néanmoins acceptable en filière ISDI) ainsi que **des concentrations élevées en métaux lourds et hydrocarbures sur l'échantillon d'eau souterraine analysée**.



3. RECOMMANDATIONS GEOTECHNIQUES

3.1. Synthèse géotechnique

Les investigations réalisées ont permis de mettre en évidence les contraintes géotechniques suivantes :

- un terrain fini surélevé, hormis en P1-ST1, de 1,4 m par rapport aux voiries avoisinantes et correspondant, le jour de notre intervention, à une friche enherbée relativement plane ;
- des limons +/- argileux [marron foncé] U1 à quelques cailloutis de compacité moyenne jusqu'à 1,0 – 2,0 m de profondeur. Ils recouvrent des terrains argilo-graveleux saturés [marron/gris] peu compacts U2 d'aspects +/- vasards, jusqu'à 3,0 m/TA ainsi que des argiles +/- sablo-graveleuses [marron/beige clair] raides U3 jusqu' aux arrêts volontaires de nos sondages entre 4,0 et 12,0 m/TA ;
- une exposition de retrait gonflement des sols évaluée à faible dans les faciès argilo-limoneux superficiels suite aux analyses en laboratoire (classe GTR 92 A1) ;
- Selon le suivi piézométrique sur 12 mois réalisés par nos soins, entre décembre 2024 et décembre 2025, des niveaux d'eau ont été mesurés ponctuellement jusqu'à une cote proche de 185,5 m.NGF (1,5 m/TA) en décembre 2025, un niveau EH à 186,65 m.NGF, EE à 187,0 m.NGF et EB à 184,0 m.NGF.
- selon les conditions météo lors des travaux, une évolution de la piézométrie locale est envisageable. Le site est localisé au droit du zone potentiellement sujette aux inondations de caves et dans l'enveloppe approchée des inondations de potentiels cours d'eau.
- une perméabilité (ponctuelle) des terrains limoneux superficiels globalement faible (≈ 5 mm/h) ;
- l'application obligatoire des recommandations constructives parasismiques particulières (cf. paragraphe suivant).



3.2. Sismicité

En application des normes parasismiques définissant les exigences sur le bâti neuf, l'Eurocode 8 s'applique et impose la prise en compte des paramètres suivants :

➤ **Zone de sismicité :**

- Zone de sismicité : 3 Accélération au rocher : $a_{gr} = 1,1 \text{ m/s}^2$

➤ **Catégorie d'importance :**

- Bureaux ou établissement non ERP, $h \leq 28$ m, max. 300 pers. : Catégorie d'importance : II
- Coefficient d'importance : **$\gamma_I = 1,0$**

➤ **Classe de sol :**

- Classe de sol : **C** ($180 \leq V_s 30 \leq 360$ m/s) Paramètre de sol **S : 1,5**

Classe de sol	Description du profil stratigraphique	Paramètres		
		$V_{s,90}$ (m/s)	N_{SPT}	C_u (kPa)
A	Rocher ou autre formation géologique de ce type comportant une couche superficielle d'au plus 5 mètres de matériau moins résistant	> 800	-	-
B	Dépôts raides de sable, de gravier ou d'argile sur-consolidées, d'au moins plusieurs dizaine de mètres d'épaisseur, caractérisé par une augmentation progressive des propriétés mécaniques avec la profondeur	360 à 800	> 50	> 250
C	Dépôts profonds de sable de densité moyenne, de gravier ou d'argile moyennement raide ayant des épaisseurs de quelques dizaines à quelques centaines de mètres	180 à 360	15 à 50	70 à 250
D	Dépôts de sol sans cohésion de densité faible à moyenne (avec ou sans couches cohérentes molles) ou comprenant une majorité de sols cohérents mous à fermes	< 180	< 15	< 70
E	Profil de sol comprenant une couche superficielle d'alluvions avec des valeurs de V_s de classe C ou D et une épaisseur comprise entre 5 et 20 mètres, reposant sur un matériau plus raide $V_s > 800$ m/s			
S_1	Dépôts composés, ou contenant, une couche d'au moins 10 mètres d'épaisseur d'argiles molles / vases avec un indice de plasticité élevé ($PI > 40$) et une teneur en eau importante	< 100	-	10 à 20
S_2	Dépôts de sols liquéfiables d'argiles sensibles ou tout autre profil			

3.3. Possibilités de fondations

Le mode de fondation des appuis devra faire état de l'importance des charges apportées ainsi que de la nécessité de mobiliser un horizon portant, homogène et de bonne qualité.

La mise en œuvre d'amélioration / renforcement de sol sur la totalité du projet est retenue comme solution de fondation, comme envisagé dans le projet.

Cette solution permettra une stabilité de l'ouvrage en présence de sols superficiels peu compact voir vasards jusqu'à 3,0 m/TA environ.

La cote fini RdC des bâtiments bureau, atelier, (ainsi que la voirie), est prévue à 188,0 m.NGF, soit au-dessus du terrain actuel du terrain actuel moyen de 0,3 à 0,7 m environ.

La cote finie des locaux techniques du bâtiment bureau en R-1 est prévue à 2,7 m/dalle finie RdC, soit à 185,3 m.NGF, soit sensiblement au niveau du TA. Des remblais de réhausse d'environ 2,4 m/ sont localement à prévoir.

Pour rappel, le projet prévoit la construction de deux bâtiments (un bureau et un atelier) de type RDC dont les charges aux ELS Caractéristiques estimées sont les suivantes :

- <u>Bâtiment atelier :</u>	- <u>Bâtiment bureaux</u>
- charges linéaires de 4,2 – 6,8 t/ml ;	- charges linéaires de 4,6 – 14,4 t/ml ;
- charges ponctuelles de 0,5 – 43,2 t aux t/ml ;	- charges ponctuelles de 25,8 – 83,7 t ;
- charges surfaciques de 2,05 t/m ² ;	

Par ailleurs, le plancher bas des locaux techniques du bâtiment atelier et de l'ensemble du bureau est prévu en dalle portée.

Le plancher bas du bâtiment atelier (hormis locaux techniques), est prévue en dallage sur terre-plein sur matelas de répartition.

Les planchers bas, en dalle portée ou en dallage sur terre-plein ont une épaisseur prévue de 0,18 à 0,20 m environ.



4. SOLUTION DE FONDATION : AMELIORATION / RENFORCEMENT DE SOLS

4.1. Préambule

Compte tenu de la présence d'horizons décomprimés identifiés, il conviendra de réaliser une amélioration de sols à l'aide d'inclusion de type Colonnes ballastées ou Colonnes à Modules Contrôlés™, Colonnes à Modules Mixtes®, inclusions rigides types pieux, etc.

L'amélioration de sols préalable à l'aide d'inclusions conjuguent les actions suivantes :

- amélioration de la portance, réduction des tassements ;
- homogénéisation des caractéristiques géotechniques et augmentation de certaines caractéristiques du massif de sol traité (résistance au cisaillement, angle de frottement interne, ...).

L'amélioration de sol pourra être obtenue à l'aide d'inclusions du type Colonnes ballastées, ou Colonnes à Modules Contrôlés™, Colonnes à Modules Mixtes®, inclusions rigides type pieux, etc.

Une possibilité de ruptures / déformations excessives des inclusions souples du type colonnes ballastées, par défaut d'étreinte latérale au niveau des faciès de recouvrement de résistance médiocre n'est pas totalement à exclure. Il sera alors souhaitable de privilégier des inclusions rigides.

La mise en œuvre de cette technique devra se conformer à l'ASIRI (hors cahier des charges spécifiques). En pratique, la maille maximale entre les inclusions est généralement inférieure à 9 m² (3 m x 3 m).

Au minimum, les inclusions seront descendues jusqu'à atteindre les horizons résistants et homogènes de portance suffisante (horizon U3 d'argiles limono-graveleuses) afin de palier à tout risque de rupture par poinçonnement.

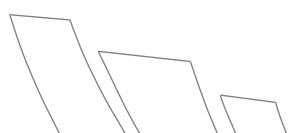
L'ajustement des profondeurs des inclusions pourra nécessiter la réalisation de reconnaissances supplémentaires (sondage pressiométrique, essais au pénétromètre dynamique, ...).

Ces techniques d'amélioration de sol s'accompagnent de la mise en œuvre d'un **matelas de répartition en matériaux d'apports granulaires adaptés et insensibles à l'eau**, sur une épaisseur minimale de 0,5 m sous fondations et dallages.

En fonction de son épaisseur et de sa nature, le matelas de répartition pourra constituer une partie supérieure des terrassements de bonne qualité et permettre de s'affranchir de la nécessité de réaliser une couche de forme pour les dallages (simple exigence de nivellement).

Par ailleurs, le matelas de répartition des charges peut être réalisé avant la mise en œuvre des inclusions et servir de plateforme de travail.

Dans le cas d'une mise en œuvre de colonnes ballastées, il conviendra de réaliser des essais de contrôle après amélioration afin de vérifier les caractéristiques mécaniques et pouvoir estimer les tassements prévisibles.



Les appuis du bâtiment seront fondés sur semelles superficielles et respecteront les recommandations suivantes :

- s'ancrer d'au moins 0,2 m au sein du matelas de répartition ;
- respecter la profondeur de mise hors gel de 0,5 m par rapport au niveau de terrain fini.

Dans tous les cas, la résistance interne des inclusions devra être suffisante au regard de la contrainte de calcul des fondations retenues ($q'_{ELS} = 0,20$ à $0,30$ MPa – *cette contrainte sera à confirmer dans l'étude d'exécution de l'entreprise réalisant les inclusions*).

Préalablement à la réalisation du matelas de répartition, les couches de terre végétale / terrains enrichis en matière organique, ainsi que les éventuels blocs pouvant constituer des points durs directement présents au droit du matelas seront nécessairement purgés.

Selon l'ASIRI, il convient de prévoir en phase EXE le contrôle et la validation de ce type de solution par un géotechnicien en mission G4.

4.2. Hypothèses de calculs et maquettes géotechniques

La justification des inclusions rigides type pieux fera référence à l'Eurocode 7 et sa norme d'application nationale NF P 94-262 Fondations profondes (juillet 2012 + Amendement A1 de juillet 2018) en utilisant l'approche « modèle de terrain », et en considérant une condition de site simple et un ouvrage de catégorie géotechnique 2, ainsi qu'aux Recommandations ASIRI.

Dans le cadre des pré-dimensionnements établis pour cette étude, nous retiendrons comme hypothèse de calculs et principes de conception :

- Un objectif de tassements absolus maximum limités à 2,0 cm sous fondations et sous dallage ;
- Pour une cote de terrain extérieur fini et des cotes de niveaux bas à 188,0 m.NGF, une épaisseur de dalle de 0,2 m, un respect de la mise hors-gel de 0,5 m/TF pour les fondations, une épaisseur minimale de 0,5 m pour le matelas de répartition, cela revient à des cotes de plateforme de travaux minimale 187,0 m.NGF sous fondations ;
- Pour une cote de niveau fini des locaux techniques du bâtiment bureau à 185,3 m.NGF (-1 partiel), cela revient à une cote de plateforme de travail à 184,3 m.NGF.
- Une coupe géotechnique synthétique établie à partir des pressiométriques SP1, SP2, SP3 (pondérés par les essais P1-ST1, P4-ST4, PM3-Pd3_{G1}, PM5-pd5_{G1}, SP1_{G1} et SP2_{G1}). La profondeur des inclusions devra obligatoirement être adaptée en tout point en cours d'exécution et approfondie autant que nécessaire pour obtenir l'encastrement minimum dans la couche porteuse définie en conception ;



- Des pieux vissés moulés avec refoulement de sols VM : Classe 3 – catégorie 7 suivant l'EC7 couplés à un enregistrement de paramètres de forage avec un cas de charges verticales centrées et dans le cadre d'une exécution soignée ;
- Le frottement latéral sera négligé au moins sur les couches U1 et U2 +/- vasards pour le dimensionnement des inclusions, (hypothèse de "mort terrain") ;
- Les inclusions devront être ancrées d'au moins 0,5 m dans les horizons résistants ;
- Les enregistrements de paramètres de forages devront systématiquement être vérifiés à l'avancement par l'opérateur et le conducteur de travaux de l'entreprise désignée ;
- Les contraintes en tête des pieux devront être compatibles avec la résistance des bétons / mortiers / coulis (à définir par les entreprises de travaux spécialisés selon formulations choisies) ;

Dans le cadre de notre prédimensionnement, nous considérons une contrainte limite dans le béton à 3,1 MPa aux ELScar, et donc des charges admissibles maximales respectives de l'ordre de 389,6 kN pour des inclusions VM $\varnothing 400$ mm.

Les inclusions seront écartées d'au moins 3 diamètres (écartement minimal $\geq 1,2$ m pour $\varnothing 400$ mm). Dans le cas contraire, les effets de groupe lié au rapprochement des pieux et affectant le frottement axial R_s devront être pris en compte.

Pour reprendre les charges de fondations supérieures à la charge admissibles des inclusions, les inclusions seront multipliées autant que de nécessaire sous fondations, et les dimensions des massifs éventuellement adaptées en conséquence (pour respect écartement minimal de 3 diamètres entre les inclusions).

En pratique, il reviendra à l'entreprise de choisir la méthode de mise en œuvre la plus appropriée afin de traverser l'ensemble des terrains identifiés précédemment. Les fiches et les diamètres des fondations pourront éventuellement être optimisés en phase d'étude d'exécution, selon les techniques choisies par l'entreprise de travaux.

Les coefficients partiels de modèle, adaptés au type de pieux et au modèle de terrain, à considérer sont les suivants :

	$\gamma_{R;d1}$		$\gamma_{R;d2}$
	Compression	Traction	
Pieux Vissés Moulés Classe 3 – Catégorie 7	1,15	1,40	1,10

Nous considérerons les coefficients partiels suivants pour la justification aux combinaisons ELU durable/transitoire et sismique et ELU accidentel :



	Symbole	ELU Durables, Transitoires et sismique	ELU Accidentels
Frottement en compression	γ_s	1,10	1,00
Frottement en traction	$\gamma_{s,t}$	1,15	1,05

Et les coefficients partiels suivants pour la justification aux combinaisons ELS quasi-permanents et caractéristiques :

	Symbole	ELU caractéristiques	ELS Quasi-permanentes
Frottement en compression	γ_{cr}	0,90	1,10
Frottement en traction	$\gamma_{s,cr}$	1,10	1,50

Ce procédé d'amélioration de sol conjugue les actions suivantes :

- Une amélioration de la portance, réduction des tassements ;
- Une homogénéisation des caractéristiques géomécaniques du sol accompagnée d'une augmentation de certains paramètres mécaniques du massif de sol traité (résistance au cisaillement, angle de frottement, etc...).



4.3. Modèle géotechnique

Nous proposons pour le dimensionnement des fondations profondes / inclusions rigides VM, en considérant des estimations prudentes des paramètres géotechniques à prendre en compte dans la définition des différents critères, le modèle suivant :

Bâtiment Atelier et bureau RdC													
Couche	Prof. de la base (m/N GF)	Em moy. (MPa)	pl* moy. (MPa)	Kp _{max} (pieu x VM)	Coef. Rhéo. (α)	γ (kN/m ³)	φ' (kN/m ³)	C' (kPa)	Classe de sol	Pieux FTC (Classe 2 – Catégorie 6)			
										Courbes EC7	α _{pieu-sol}	f _{sol} (kPa)	q _s (kPa)
Mort terrain U1/ Limons argileux [marron foncé] à rares cailloutis et galets	185,9	5	0,40	-	1/2	18	25,0	4,0	<u>Sols intermédiaires (*)</u> Argiles et limons mous	Q1	1,9	31,0	0(**)
Mort terrain U2/ Argile +/- limono-graveleuse [marron/gris] à quelques galets +/- vasarde	184,9	3,0	0,30	-	1/2	17	25,0	5,0	<u>Sols intermédiaires (*)</u> Argiles et limons très mous	Q1	1,9	20,4	0(**)
U3/ Argile +/- sablo-graveleuse [marron beige] à quelques galets (Ancrage)	± 175,0	13,0	1,35	1,55	2/3	19	25,0	8,0	<u>Sols intermédiaires (*)</u> Argiles et limons raides	Q1	1,9	43,7	82,95

(*) Selon la nature et la durée de sollicitation auxquelles ils sont soumis, le comportement des sols intermédiaires, constitués d'un mélange de matériaux fins et granulaires, est complexe à appréhender. Il se rapproche d'un sol soit cohérent, soit pulvérulent.

(**) frottements négligés sur toute la hauteur.



Le terrain présentant un dénivelé important, de l'ordre de 2,0 m au-dessous du site étudié dans son ensemble (P1-ST1 : 185,3 m.NGF, SP2 : 187,35 m.NGF) au niveau P1-ST1, un modèle de sol pour les locaux techniques du bâtiment bureau au droit de P1-ST1 est également proposé :

Modèle de sol locaux technique du bâtiment bureau (au droit de P1-ST1 situés à 185,3 m.NGF)													
Couche	Prof. de la base (m/N GF)	Em moy. (MPa)	pI* moy. (MPa)	Kp _{max} (pieu x VM)* ()	Coef. Rhéo. (α)	γ (kN/ m ³)	φ' (kN/ m ³)	C' (kPa)	Classe de sol	Pieux FTC (Classe 2 – Catégorie 6)			
										Courbes EC7	α _{pieu-sol}	f _{sol} (kPa)	q _s (kPa)
Mort terrain U1/ Limons argileux [marron foncé] à rares cailloutis et galets	181,3	5	0,40	-	1/2	18	20,0-30,0	2,0 - 8,0	<u>Sols intermédiaires (*)</u> Argiles et limons mous	Q1	1,9	31,0	0(**)
U3/ Argile +/- sablo-graveleuse [marron beige] à quelques galets (Ancrage)	± 175,0	13,0	1,35	1,55	2/3	19	20,0-30,0	5,0-10,0	<u>Sols intermédiaires (*)</u> Argiles et limons raides	Q1	1,9	43,7	82,95

(*) Selon la nature et la durée de sollicitation auxquelles ils sont soumis, le comportement des sols intermédiaires, constitués d'un mélange de matériaux fins et granulaires, est complexe à appréhender. Il se rapproche d'un sol soit cohérent, soit pulvérulent.

(**) frottements négligés sur toute la hauteur.

4.4. Fondations, calculs & ébauches dimensionnelles

4.4.1. Calcul des charges & Ébauches dimensionnelles

Bâtiment bureau et locaux techniques de l'atelier : Nous rappelons que seules les charges permanentes (G), les charges d'exploitation (Q) et les efforts sismiques, non combinées nous ont été transmises, en t/ml comme unité.

Dans ces conditions, l'établissement des combinaisons de charges n'entrant pas dans le cadre de notre mission, il conviendra de les faire vérifier par le BE Structures en phase EXE.

Nous avons considéré les combinaisons d'actions suivantes pour le **bâtiment de bureau** (à vérifier par le BE Structures) :

- descentes de charges $EL_{S_{CARACTERISTIQUE}} = G + Q + 0,3 \times W (=0)$;
- descentes de charges $EL_{S_{QUASI-PERMANENT}} = G + 0,3 \times W (=0)$;
- descentes de charges $EL_{U_{FONDAMENTAL}} = 1,35 \times G + 1,5 \times Q + 1,5 \times 0,3 \times W (=0)$.



Bâtiment bureau	Type d'appuis	n° fondation	effort (t/ml pour semelles filantes SF ou t pour Massifs M)						
			G	G*1,35	Q	Q*1,5	ELS CARAC (G+Q)	ELS QP (G+0,3W)	ELU (1,35G+1,5Q+ 1,5*0,6Qi)
RdC	Semelles filantes	SF1	6,7	9,0	1,3	2,0	8,0	6,7	11,0
		SF2	11,1	15,0	3,3	5,0	14,4	11,1	19,9
		SF3	4,6	6,2	0,5	0,8	5,1	4,6	7,0
		SF4	6,6	8,9	1,3	2,0	7,9	6,6	10,9
		SF5	7,1	9,6	1,7	2,6	8,8	7,1	12,1
	massif isolé	Ma	57,6	77,8	8,7	13,1	66,3	57,6	90,8
		Mb	19,7	26,6	6,1	9,1	25,8	19,7	35,7
		Mc	38,2	51,6	4,1	6,2	42,3	38,2	57,7
		Md	55,5	74,9	16,5	24,8	72,0	55,5	99,7
		Me	22,8	30,8	7,2	10,7	30,0	22,8	41,5
		Mf	33,0	44,6	6,5	9,8	39,5	33,0	54,3
		Mg	67,5	91,1	16,2	24,3	83,7	67,5	115,4
R-1 Local technique	Semelles filantes	SF6	7,5	10,1	1,8	2,7	9,3	7,5	12,8
		SF7	6,5	8,8	3,2	4,8	9,7	6,5	13,6
		SF8	5,1	6,9	2,8	4,2	7,9	5,1	11,1
		SF9	5,6	7,6	2,6	3,9	8,2	5,6	11,5
		SF10	6,5	8,8	1,1	1,7	7,6	6,5	10,4
		SF11	7,1	9,6	1,6	2,4	8,7	7,1	12,0
		SF12	7,3	9,9	1,9	2,9	9,2	7,3	12,7

Nous avons considéré les combinaisons d'actions suivantes pour les **locaux techniques de l'atelier** (à vérifier par le BE Structures) :

- descentes de charges $ELS_{CARACTERISTIQUE} = G + Q + 0,8 \times W (=0)$;
- descentes de charges $ELS_{QUASI-PERMANENT} = G + 0,8 \times W (=0)$;
- descentes de charges $ELU_{FONDAMENTAL} = 1,35 \times G + 1,5 \times Q + 1,5 \times 0,8 \times W (=0)$.

Les charges ponctuelles par appuis isolés sont estimées en fonction des charges linéaires appliquées sur les longrines, la longueur des longrines, et le nombre d'appuis isolé (à valider par le BE Structure).

Par ailleurs, nous avons considéré la somme des charges, centrées sur la fondation (à valider par le BE Structure).

Bâtiment Atelier	Type d'appuis	n° fondation	effort (t)						
			G	G*1,35	Q	Q*1,5	ELS CARAC (G+Q)	ELS QP (G+0,3W)	ELU (1,35G+1,5Q+ 1,5*0,6Qi)
Local technique	Semelles filantes	SFA	3,49	4,7	0,7	1,1	4,2	3,5	5,8
		SFB	4,54	6,1	2,3	3,5	6,8	4,5	9,6

Bâtiment atelier (hors locaux techniques): Les charges du bâtiment atelier en dehors des locaux techniques, nous ont été transmises pour chaque cas de charges, aux ELU sismiques, accidentels, structurels, et aux ELS caractéristiques et quasi-permanentes.

Pour chaque cas de charge pour chaque fondation, les charges maximales des efforts horizontaux (selon direction X et Y), des charges gravitaires (Z-) et d'arrachements (Z+), seront retenues dans les calculs. Tous les moments sont nuls.



Les descentes de charges par bâtiment et par fondations sont indiquées dans les tableaux suivants :

bâtiment	n° fondation	Charges en tonnes t															
		ELU Stru				ELU sismique				ELU accidentel				ELS Caractéristiques et Quasi-Permanent			
		X (max)	Y (max)	Z (max)		X (max)	Y (max)	Z (max)		X (max)	Y (max)	Z (max)		X (max)	Y (max)	Z (max)	
				(-) sens gravitaire	(+) arachement			(-) sens gravitaire	(+) arachement			(-) sens gravitaire	(+) arachement			(-) sens gravitaire	(+) arachement
Bâtiment atelier	10	2,8	0	-5,3	0	1,8	0	-5,3	0	0,5	0	-3,9	0	1,9	0	-3,9	0
	11	5,1	0	-8,6	0	2,1	0,1	-6,2	0	0,9	0	-6,1	0	3,4	0	-6,2	0
	12	4,9	4,3	-13,9	0,4	1,5	7,3	-14,4	6,4	0,8	0,1	-5,8	0	3,3	2,9	-9,7	0
	13	4,9	0	-12,2	0	1,5	0,1	-14	6,7	0,8	0	-5,5	0	3,2	0	-8,5	0
	14	5	0	-7,8	0	1,9	0,1	-5,7	0	0,8	0	-5,6	0	3,3	0	-5,6	0
	15	1,4	0,5	-3,7	0	0,7	0	-3,1	0	0,1	0	-2,6	0	1	0,3	-2,7	0
	20	1	0,1	-22	0	2,1	1,1	-13,5	0	0,2	0	-15,7	0	0,7	0,1	-15,9	0
	21	2,5	0,1	-36,8	0	3,6	1,3	-20,7	0	1,1	0	-25,6	0	1,8	0	-26,5	0
	22	2,7	0	-40,9	0	2,7	0,5	-37	0,9	1	0	-23,4	0	1,8	0	-29,1	0
	23	2,9	6,6	-37,8	0	2,7	13,5	-37,2	0,8	1	0,1	-23,5	0	2	4,4	-27	0
	24	2,6	0	-33,9	0	3,5	1,2	-18,9	0	1	0	-23,2	0	1,7	0	-24,4	0
	25	1,2	0,8	-12,6	0	0,7	0,7	-8,8	0	0,1	0	-9,1	0	0,8	0,6	-9,2	0
	30	4,6	0,1	-57,1	0	6,7	1,1	-25,1	0	0,3	0	-25	0	3	0,1	-39,6	0
	31	7,2	0,1	-62,1	0	4,9	1,1	-27,8	0	1,6	0	-29,1	0	4,9	0,1	-43,2	0
	32	5,9	10,3	-45,9	0	3,2	27,4	-59,2	23,5	1,3	0,5	-23,3	0	4	6,8	-32,4	0
	33	5,5	0,1	-41,4	0	3,1	0,4	-61	22	1,3	0	-25	0	3,7	0	-29,5	0
	34	5,8	0,1	-31	0	3,7	1,3	-20,2	0	1,3	0	-24,2	0	3,9	0,1	-22,6	0
	35	6	0,3	-18,8	0	4	0,6	-12,1	0	0,5	0	-13,6	0	4	0,2	-13,6	0
	36	0,2	0,3	-1,9	0	0,1	0,2	-1,3	0	0	0	-1,5	0	0,1	0,2	-1,4	0
	37	1	0	-10,3	0	0,9	0,1	-8,7	0	0	0	-7,1	0	0,7	0	-7,5	0
	46	4,2	2,4	-6,8	5,4	2,6	0,1	-8,1	4,3	0	0	-2,6	0	2,8	1,6	-4,7	3,4
	56	0,2	2,4	-10,9	2,5	0,1	0,1	-8,2	4,4	0	0	-2,6	0	0,1	1,6	-7,5	1,5
	60	5,8	0,1	-43	0	4,2	0,1	-16,7	1,3	0,4	0	-12	0	3,9	0	-29,1	0
	61	7,1	0,1	-45,8	0	3,4	0,1	-16,3	0,1	0,5	0	-12,4	0	4,8	0	-31	0
	62	6,3	0,1	-19,6	12,4	1,3	0,1	-41,6	33,3	0,5	0	-6,3	0	4,2	0	-13,5	7,8
	63	6,7	8,6	-18,1	3,9	1,3	22,7	-42,9	32,6	0,6	0,6	-7,4	0	4,5	5,8	-12,5	2,2
	64	6,8	0,1	-10,9	0	1,6	0,1	-6,7	0	0,6	0	-6,4	0	4,6	0,1	-7,7	0
	65	6,4	0,1	-10,5	0	1,4	0,1	-6,3	0	0,7	0	-6,6	0	4,3	0,1	-7,5	0
	66	0,2	0,1	-2	0	0,1	0	-1,4	0	0	0	-1,6	0	0,2	0,1	-1,5	0
	67	2,5	0	-5	0	0,7	0	-3,7	0,2	0	0	-2,1	0	1,6	0	-3,5	0
	1001	0	0,6	-2	0	0,1	0,1	-1,9	0	0	0	-1,4	0	0	0,4	-1,4	0
	1002	0	0,2	-1,7	0	0,1	0,1	-1,5	0	0	0	-1,1	0	0	0,2	-1,2	0
	1003	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1
	1004	0	0	-0,9	0	0	0	-0,7	0	0	0	-0,7	0	0	0	-0,7	0
	1005	0	0,4	-3,2	0	0,1	0,2	-2	0	0	0	-2,2	0	0	0,2	-2,3	0
	1006	0	0,5	-2,4	0	0	0,2	-2,6	0	0	0	-1,4	0	0	0,3	-1,7	0
	1007	0	0	0,6	0,7	0	0	0,4	0,6	0	0	0,5	0,5	0	0	0,5	0,5
	1008	0	0	-1,3	0	0	0	-1	0	0	0	-1	0	0	0	-1	0
	1009	0	0,7	-6,6	0	0,1	0,1	-4,5	0	0	0	-3,3	0	0	0,4	-4,7	0
	1010	0	1	-4,9	0	0,1	0,1	-4,6	0	0	0	-3,3	0	0	0,6	-3,6	0
	1011	0,1	0,9	-5,1	0	0	0,1	-2,9	0	0	0	-3,4	0	0	0,6	-3,6	0
	1012	0,1	1	-9,4	0	0	0,1	-4,6	0	0	0	-3,3	0	0	0,7	-6,5	0
	1013	0,1	1	-5,5	2,5	0	0,1	-5,5	1,1	0	0	-3,1	0	0	0,7	-3,9	1,4

Les plans de fondations annotés avec le n° des fondations correspondant sont disponibles en annexes.

Remarques importantes : Nous rappelons que l'établissement des combinaisons de charges n'entrant pas dans le cadre de notre mission, les efforts horizontaux au droit des semelles filantes n'ont pas pu être vérifiés. Il conviendra d'en tenir compte dans la suite des études (vérification en phase G3).

Les efforts sismiques devront être pris en compte dans le dimensionnement de la structure.

La masse volumique propre des semelles filantes et massifs isolés est considérée comme intégrée dans les charges linéaires non pondérées transmises.

En cas de ré évaluation des charges, la justification des fondations / nombre d'inclusion devra être ré-évalués.

Dans tous les cas, l'ensemble des appuis devront faire l'objet de vérifications d'excentrement, de portance, et de tassements, en phase EXE par l'entreprise en tenant compte de l'ensemble des cas de charges. Les calculs devront être soumis à la validation du bureau de contrôle ou de l'avis du géotechnicien en phase G4.



4.4.2. Vérification de portance / charges admissibles par les inclusions

A titre d'exemple et suivant les hypothèses de conceptions retenues précédemment, un calcul préliminaire de charges admissibles en compression a été effectué à l'aide du logiciel FOXTA V4 - module Fondprof (cf. feuilles de calculs en annexes), pour un **ancrage 1,2 m des inclusions dans les argiles +/- sableuses U3**.

Pour des inclusions VM ø400 mm les charges admissibles sont les suivantes :

	Charge admissible à la compression
	ø400 mm
Ancrage dans l'horizon U3 (m)	3,5
Q_{ELS} – Quasi-permanent (kN)	318,5
Q_{ELS} – caractéristique (kN)	389,6
Q_{ELU} – Durable et transitoire (kN)	455,2
Q_{ELU} – accidentelles (kN)	500,8
$\sigma_{\text{béton}}$ à l' ELS_{car} (MPa)	3,1

De ces calculs préliminaires et avec un béton de 3,1 MPa, il ressort que pour un ancrage de 3,5 m/TA dans les argiles +/- limono-sableuses U3, des inclusions VM ø400 mm permettent de reprendre une charge jusqu'à 389,6 kN aux ELS_{CAR} .

Rappelons qu'il s'agit de prédimensionnements donnés à titre indicatif, et que les fiches et les diamètres des pieux devront être ajustés vis-à-vis des charges réelles à reprendre et des calages altimétriques sur chaque zone. Ils seront optimisés pour travailler en limite de la combinaison la plus défavorable (ELS ou ELU voire ELU-Acc).



Bâtiment bureau	Type d'appuis	n° fondation	ELS Caractéristiqu es (t/ml)	longueur semelle estimée (m)	tonnes ELS Car semelle	Nombre de d'inclusions (arrondis au supérieur)	Espacement (m) inclusions théorique ø400
RdC	Semelles filantes	SF1	8,0	26,7	213,6	6,0	4,5
		SF2	14,4	30,3	436,3	11,0	2,8
		SF3a	5,1	7,8	39,8	2,0	3,9
		SF3b	5,1	6,9	35,2	1,0	6,9
		SF3c	5,1	12,1	61,7	2,0	6,1
		SF4	7,9	17,7	139,8	4,0	4,4
R-1 Local technique		SF5	8,8	12,55	110,4	3,0	4,2
		SF6	9,3	8	74,4	2,0	4,0
		SF7	9,7	4,2	40,7	2,0	2,1
		SF8	7,9	4,2	33,2	1,0	4,2
		SF9	8,2	4,2	34,4	1,0	4,2
		SF10	7,6	4,2	31,9	1,0	4,2
	SF11	8,7	12,4	107,9	3,0	4,1	
	SF12	9,2	14,7	135,2	4,0	3,7	

Bâtiment bureau	Type d'appuis	n° fondation	ELS Caractéristiques (t)	Nombre de d'inclusions (arrondis au supérieur)
RdC	massif isolé	Ma	66,3	2,0
		Mb	25,8	1,0
		Mc	42,3	2,0
		Md	72,0	2,0
		Me	30,0	1,0
		Mf	39,5	1,0
		Mg	83,7	3,0

Bâtiment Atelier	Type d'appuis	n° fondation	ELS Caractéristiqu es (t/ml)	longueur semelle estimée (m)	tonnes ELS Car semelle	Nombre de d'inclusions (arrondis au supérieur)	Espacement (m) inclusions théorique ø400
Local technique	Semelles filantes	SFA	4,2	14,7	61,6	2,0	7,4
		SFB	6,8	4,2	28,7	1,0	4,2

bâtiment atelier																						
n° fondation	10	11	12	13	14	15	20	21	22	23	24	25	30	31	32	33	34	35	36	37	46	56
ELS Caractéristiques (t) sens gravitaire	3,9	6,2	9,7	8,5	5,6	2,7	15,9	26,5	29,1	27	24,4	9,2	39,6	43,2	32,4	29,5	22,6	13,6	1,4	7,5	4,7	7,5
Nombre de d'inclusions retenues	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1

bâtiment atelier																					
n° fondation	60	61	62	63	64	65	66	67	1001	1002	1003	1004	1005	1006	1007	1008	1009	1010	1011	1012	1013
ELS Caractéristiques (t) sens gravitaire	29,1	31	13,5	12,5	7,7	7,5	1,5	3,5	1,4	1,2	0	0,7	2,3	1,7	0,5	1	4,7	3,6	3,6	6,5	1,4
Nombre de d'inclusions retenues	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

4.4.3. Vérification des tassements prévisibles sous fondation

A titre d'exemple, des calculs préliminaires de tassements prévisibles ont été effectués à l'aide du logiciel FOXTA V4 - module Taspie+ _ pieu+maille associée (cf. feuilles de calculs en annexes).

Les calculs ont été effectués en considérant un module d'élasticité du béton à long terme $E_{\text{béton}} = 10 \text{ GPa}$ (à repréciser selon nature / formulation du béton / mortier / coulis) et un ancrage de 1,20 m dans les argiles plus ou moins sablo-graveleuses raides U3.

Nous déterminons ainsi les valeurs suivantes de tassements prévisibles sous fondations :

- Tassements de l'ordre de 1,2 mm sur semelles filantes (SF2) avec **12 inclusions VM ø 400 mm ancrées de 3,5 m dans l'horizon U3**, recevant une charge en tête de **4280 kN** charge également répartie sur les inclusions.
- Tassements inférieurs au demi centimètre sur semelles filantes (SF3C) avec **2 inclusions VM ø 400 mm ancrées de 3,5 m dans l'horizon U3**, recevant une charge en tête de **605 kN** (charge également répartie sur les inclusions).
- Des tassements différentiels de l'ordre du cm pour le bâtiment bureau.
- Tassements inférieurs au demi centimètre sur semelles filantes (SFB et SFA du local technique atelier) avec **1 à 2 inclusions VM ø 400 mm ancrées de 3,5 m dans l'horizon U3**, recevant une charge en tête de **respectives de 281,5 et 604 kN** (charge également répartie sur les inclusions).
- Tassements de l'ordre du demi centimètre sur des massifs isolés, avec 1 VM ø 400 mm ancrées de 3,5 m dans l'horizon U3, recevant une charge en tête maximale jusqu'à **389,6 kN** par inclusions.



Concernant les tassements prévisibles sous dallage, avec :

- Des **pieux VM $\varnothing$ 400 mm** mm ancrées de 3,5 m dans l'horizon U3 ;
 - Une **maille des inclusions de 3,0 x 3,0 m** ;
 - Charge moyenne appliquée en tête d'inclusions de **62 kPa** ;
- Nous déterminons des tassements absolus inférieur ou de l'ordre du cm, avec un effort dans les inclusions de 117 kN et une contrainte dans les inclusions de 0,94 MPa.

A titre indicatif et en considérant, une couche de forme de 0,60 m d'épaisseur pour le dallage, il est déterminé un moment de -8,2 kN.m/ml au centre du dallage et 2,3 kN.m/ml sur les bords (à étudier et vérifier par un bureau d'étude spécialisé).

Remarques : Nous rappelons qu'il s'agit de prédimensionnements donnés à titre indicatif, qu'il conviendra de reprendre et détailler dans le cadre des études d'exécution, suivant les techniques choisies et moyens propres aux entreprises de travaux spécialisées en améliorations de sols par inclusions. Des solutions alternatives justifiées pourront être envisagées et proposées par celles-ci.

Dans tous les cas, les caractéristiques définitives des infrastructures (diamètre, armatures, justification, ...), restent nécessairement à reprendre et vérifier en phase G3. Les efforts horizontaux pourront nécessiter l'utilisation d'armatures suffisamment résistantes pour les reprendre selon les justifications en étude EXE par l'entreprise travaux spéciaux, en regard des efforts et moments à reprendre (dissipés entre autres par le matelas de répartition).

4.4.4. Bâtiment atelier - Ebauche dimensionnelle et vérification des semelles aux différents efforts

Sur la base du modèle géotechnique établi ci-dessus, les définitions / vérifications des largeurs d'appuis, pour des massifs isolés (béton dosé à 25kN/m³) ont été effectuées à l'aide du logiciel de calcul FOXTA V4, selon les cas de charges combinées aux ELS et ELU.

Remarques : Les vérifications ont été effectuées pour les cas de charges dimensionnantes.

Des calculs (cf. Résultats détaillés en annexes), pour des fondations isolées descendues à une profondeur d'assise minimale de 0,5 à 1,0 m/TF, et moyennant un taux de travail garanti par l'amélioration de sol sous fondation de 0,20 MPa aux ELS, il ressort les résultats suivants :



n° Fondation	géométrie de fondation	poids propre (t)	efforts dimensionnant	Cas de charge n°	horizontal		vertical	Etats limites	vérifications			
					FX(t)	FY(t)	FZ(t)		portance	exentrement	glissement	tassements
31	1,6 m * 1,6 m * 0,5 m	3,2	compression	1104	0,8	0	-43,2	ELS car & qp	ok	ok		< 1cm
				734	1,6	0	-22,8	ELU acc	ok	ok	ok	
				457	1	-0,1	-62,1	ELU Fond	ok	ok	ok	
				689	-3,4	-0,4	-27,8	ELU Sis	ok	ok	ok	
			horizontal	1061	4,9	0	-18,7	ELS	ok	ok		< 0,5 cm
				734	16	0	-22,8	ELU acc	ok	ok	ok	
				414	7,2	0	-25,5	ELU Fond	ok	ok	ok	
				481	4,9	0,4	-14	ELU Sis	ok	ok	ok	
62	3,9 m * 3,9 m * 1 m	38,0	arachement	1059	-2,8	0	7,8	ELS car & qp	ok	ok		< 0,2 cm
				760	0,4	0	-4,7	ELU acc	ok	ok	ok	
				411	-4,2	0,1	12,4	ELU Fond	ok	ok	ok	
				604	0,8	0,1	33,3	ELU Sis	ok	ok	ok	
46	2,5 * 2,5 * 1 m	15,6	horizontal & arachement	997	2,8	0,4	3,4	ELS car & qp	ok	ok		< 0,2 cm
				734	0	0	2,6	ELU acc	ok	ok	ok	
				432	4,2	0,6	5,4	ELU Fond	ok	ok	ok	
				478	2,6	0	4,3	ELU Sis	ok	ok	ok	

Note : Les charges FZ(t) négatives sont dans le sens gravitaire. Les charges FZ(t) positives sont dans le sens d'arrachement.

Il revient aux responsables de l'opération de nous signaler toutes différences importantes à ces hypothèses afin que nous puissions reconsidérer, si nécessaire, tout ou une partie de nos conclusions.

Des calculs, il ressort notamment que les critères de stabilité vis-à-vis du renversement et du glissement sont vérifiés sous les dimensionnements et charges retenues aux ELS et ELU ci-dessus.

Notons toutefois la nécessité d'élargir et approfondir (épaisseurs de fondation de 1,0 m) les fondations n°62 et 46 soumis à d'importants efforts d'arrachement.

En effet, nous rappelons que le choix d'appuis en fondations superficielles, nécessite les recommandations suivantes :

- Respecter une mise hors-gel de 0,5 m/TF ;
- assurer un bon contact sol-fondation en admettant une largeur minimale de 0,6 m pour les semelles isolées.

En pratique, outre au respect des prescriptions de la présente étude, les valeurs effectives seront étroitement liées au soin porté à l'exécution des terrassements et à la préparation du niveau d'assise conformément aux règles de l'Art (obtention d'un sol support homogène / plat / correctement curé, ...). Multiplier le nombre de joints de dilatation / rupture, limitera les tassements différentiels (microfissurations).



4.5. Prise en compte des risques de tassements du sol à long terme par consolidation

Selon notre prédimensionnement, il serait vraisemblablement nécessaire de considérer du frottement négatif dans la justification des fondations en phase EXE.

En effet, le contexte de la zone du projet est réputé pour présenter presque naturellement des problématiques de tassements à moyen / long terme par effet de consolidation des argiles +/- vasardes.

L'application de surcharges sur le terrain et le phénomène naturel de consolidation des vases peuvent impliquer des efforts parasites sur les micropieux (frottement négatif G_{SN}), pouvant être significatifs en présence de matériaux granulaires / graveleux (coefficient de frottement élevé).

Le calcul du frottement négatif induit sur toute la hauteur des terrains compressibles / en tassement sera au besoin évalué conformément à l'annexe H de la norme NF P 94-282 avec les produits de frottements $k \cdot \tan \delta$ rappelés ci-après :

Tableau H.2.2.1 – Terme $K \tan \delta$

Sols		Pieux			
		Pieux forés tubés	Pieux forés	Pieux battus	Pieux chemisés bitume
Tourbes	sols organiques	0,10	0,15	0,20	<0,05
Argiles, Limons	mous	0,10	0,15	0,20	<0,05
	fermes à durs	0,15	0,20	0,30	<0,05
Sables, graves	très lâches	0,35	0,35	0,35	<0,05
	lâches	0,45	0,45	0,45	<0,05
	autres	1,00	1,00	1,00	<0,05

La problématique du calcul de frottement négatif réside notamment dans la détermination de l'amplitude de tassements attendus et la hauteur des terrains concernés par ce tassement. En l'état, il nous reste impossible de déterminer précisément ces paramètres.

S'agissant des surcharges éventuelles sur le terrain (remodelage du terrain, remblaiement, etc.), elles seront à préciser / confirmer ou non en phase EXE, et le frottement négatif alors induit, calculé en conséquence dans le cadre des études d'exécution.

S'agissant de la consolidation des vases, ce phénomène naturel reste dans tous les cas difficile à appréhender, y compris après études spécialisées. Il peut cependant être considéré que le frottement négatif potentiellement induit par tassements de consolidation des argiles vasardes molles reste limité (produit $k \cdot \tan \delta$ 0,10 à 0,15).

Afin de réduire sensiblement / s'affranchir des problématiques d'interactions sols / structures et efforts parasites, il pourra être prévu la mise en œuvre de dispositifs anti-adhérents (par exemple double chemisage PCV + enduit).



4.6. Matelas de répartition

Préalablement à la réalisation du matelas de répartition, les couches de terre végétale, les blocs pouvant constituer des points durs, et les remblais de mauvaise qualité (matière organique, éléments évolutifs, etc...) seront purgés. Il faudra cependant limiter au maximum le remaniement des terrains.

La remise à niveau des zones purgées pourra se faire par un apport de tout venant à granulométrie étalée insensible à l'eau, soigneusement compacte et régalié par couches élémentaires de 20 à 40 cm selon les moyens utilisés.

Le matelas de répartition aura une épaisseur d'au moins 0,5 m sous fondations et dallages, et sera constituée par apport de matériaux graveleux insensibles à l'eau (conforme au DTU 13.3), soigneusement régaliés et compactés à au moins 98,5 % de l'OPN, par couches élémentaires de 20 à 40 cm selon la granulométrie des matériaux mis en œuvre et le matériel utilisé (=> dans tous les cas au moins 2 couches).

L'utilisation de béton concassé est à proscrire.

En présence de sols fins ou de matrice argileuse / limoneuse au niveau de la base du matelas de répartition, un géotextile anti-contaminant sera intercalé entre le fond de forme (terrains en place) et les matériaux d'apport constitutifs du matelas de répartition.

La partie supérieure du matelas de répartition devra présenter les caractéristiques d'une couche de forme, au sens du GTR 92. Elle sera contrôlée à l'aide d'essais à la plaque type LCPC avec les critères de réception suivants :

- Module d'élasticité $k \geq 50 \text{ MPa/m}$;
- $E_{v2} > 70 \text{ MPa}$;
- $E_{v2} / E_{v1} < 2,2$.

4.7. Remarque importante

A ce stade de notre analyse, nous soulignons que :

- Le type d'inclusions pris en compte dans cette étude est donné à titre indicatif. L'entreprise retenue s'engagera au vu de son expérience sur le choix des fondations en respectant l'ancrage suffisant dans horizons définis à l'issue du dimensionnement ;
- Les types de pieux choisis dans cette étude nous paraissent compatibles avec les unités lithologiques, les valeurs pressiométriques relevées, et la méthode de formation utilisée au droit de nos sondages (tarière mécanique $\varnothing 63 \text{ mm}$).
- Nous attirons l'attention sur la possibilité de passages compacts pouvant induire des difficultés de forage ;



- La présence d'horizons très mous / décomprimés peut induire une mauvaise tenue des parois de forage et conduire à des surconsommations de béton.

Nous soulignons que la cote finie du niveau bas des locaux techniques du bâtiment atelier est situé proche de la cote 185,3 m.NGF, au niveau du terrain actuel. Les terrassements pourront atteindre la cote de 184,3 m.NGF.

Nous rappelons que selon un suivi piézométrique sur 12 mois entre décembre 2024 et décembre 2025, des niveaux d'eau mesurés ponctuellement jusqu'à une cote proche de 185,5 m.NGF, un niveau EH à 186,65 m.NGF et EE à 187,0 m.NGF.

Soulignons également que des circulations d'eau peuvent conduire au lessivage du béton. Par conséquent, il conviendra de prévoir des méthodes de forage adaptées. La technologie mise en œuvre devra permettre d'assurer le maintien des parois avant bétonnage.

Dans tous les cas, l'entreprise sera considérée comme ayant connaissance de ces difficultés éventuelles et mettant en œuvre les moyens nécessaires pour atteindre les profondeurs données et les ancrages nécessaires.

Compte tenu du contexte géologique/anthropique il convient d'être prudent quant à l'extrapolation des différentes interfaces lithologiques et géomécaniques reconnues entre les points de sondages.

La profondeur des inclusions sera donc à adapter à l'avancement en tout point.

En cas d'incertitude, des essais et/ou forages avec enregistrement de paramètres permettront de définir au plus juste la profondeur des différents horizons sur l'emprise projet. Le dimensionnement des inclusions sera éventuellement à adapter en conséquence.

En l'état, et sur les zones où les terrains superficiels apparaîtront relativement compacts et pourraient éventuellement ne pas nécessiter d'amélioration de sol, nous recommandons de prévoir dans tous les cas de descendre les inclusions au sein des argiles $\pm$ sablo-graveleuses raides identifiées à partir de 1,8 m/TA au droit du SP1.2 ;

Suivant le remodelage éventuel du terrain actuel, indispensable à la bonne exécution du projet (démolition / purges / substitution du recouvrement d'origine anthropique existant / remblais), la justification des inclusions pourra impliquer la prise en compte d'efforts parasites (frottements négatifs) ;

Selon les préconisations en vigueur, les essais de contrôle d'exécution seront à prévoir avant réception des travaux : enregistrement des paramètres de forage, contrôle sur les bétons, mesures de fiches par impédance, essais de chargement.



4.8. Ouvrage de soutènement / talus

Au vu des dernies plans du projet transmis le 05/02/2026, des ouvrages de soutènement type murs en L et talus sont prévus entre le bâtiment atelier la zone de stockage et la voirie d'accès en contrebas.

Des sondages complémentaires devront être effectués (éventuellement avec réalisations d'essais C' et ϕ' sur des échantillons intacts) et le dimensionnement de ces murs devra faire l'objet d'une étude spécifique en phase G3 par un géotechnicien.

Elle devra être soumise à avis et validation du bureau de contrôle ou du géotechnicien en mission G4.

Par ailleurs, les ouvrages devront être dimensionnés pour reprendre les éventuels efforts appliqués par le bâtiment atelier et bureaux et des charges des aire de stockage.

L'ouvrage de soutènement devra comporter un système de drainage vertical à l'arrière du mur afin de canaliser et rediriger les eaux de ruissellements vers un exutoire adapté et autorisé.

4.9. Niveau bas

Selon les informations transmises, nous avons pris en compte un niveau bas RDC du bâtiment atelier situé à +188,0 NGF, avec une charge répartie sur dallage de l'ordre de 2,05 t/m².

Compte tenu de la solution d'amélioration / renforcement de sols par inclusions rigides (ou équivalent), la réalisation d'un **dallage sur terre-plein** est envisageable pour ce bâtiment.

La couche de forme sous dallage (dont les préconisations de réalisation sont mentionnées dans le chapitre 4.5) pourra jouer le rôle de matelas de répartition entre le dallage et les inclusions.

À partir des modules pressiométriques mesurés en avec les sondages pressiométriques et du coefficient rhéologique (α) fonction du type de sol, on obtient le modèle géotechnique suivant sous dallage, en considérant un niveau de plateforme (PF) calé à +187,8 NGF :

Nature des sols	Base de la formation		Em moy.h (MPa)	α	Module de déformation Es (MPa)
	m/PF	NGF			
Couche de forme (EV2 $\geq$ 70 MPa)	-0,5	187,3	--	--	45,0*
Mort terrain U1/ Limons argileux [marron foncé] à rares cailloutis et galets	-1,9	185,9	Module Es des sols renforcé à déterminer par l'entreprise d'amélioration de sols		
Mort terrain U2/ Argile +/- limono-graveleuse [marron/gris] à quelques galets +/- vasarde	-2,9	184,9			
U3/ Argile +/- sablo-graveleuse [marron beige] à quelques galets	<-12,8	>175,0	13,0	2/3	19,5

* Pour la couche de forme $Es = 0,9 \times EV2$



Le maillage à mettre en place devra permettre d'obtenir des tassements absolus et différentiels du dallage, au-dessous des seuils du DTU 13.3. En pratique, la maille maximale entre les inclusions est généralement être inférieure à 9 m² (3 m x 3 m).

La réalisation du dallage devra être conforme au DTU 13.3.

Par ailleurs, il est également prévu la réalisation de plancher porté pour le bâtiment bureau.

5. SUGGESTIONS GENERALES

5.1. Travaux préparatoires

Il reviendra aux responsables du projet de s'assurer que les secteurs végétalisés soient nettoyés / purgés, avec enlèvement complet des systèmes racinaires. Les zones de faibles caractéristiques (poche de matériaux lâches / décomprimés, ...) ou point dur (élément anthropiques éventuels, ...) devront être totalement évacués et substitués par des matériaux granulaires insensible à l'eau correctement compactés.

L'ensemble de ces travaux devra être réalisé avec le plus grand soin de manière à ne pas déstructurer / remanier les terrains en place sous-jacents.

Le cas échéant, les profondeurs des différentes purges devront être repérés et consignées afin que le plan de fondation définitif en tienne compte.

5.2. Gestion des eaux

Lors de notre intervention (du 17 au 23/12/2024), des arrivées d'eau ont été observés dans nos sondages entre 0,8 et 3,0 m de profondeur (cotes comprises entre + 184,25 et + 185,50 m NGF).

Selon un suivi piézométrique sur 12 mois entre décembre 2024 et décembre 2025, des niveaux d'eau mesurés ponctuellement jusqu'à une cote proche de 185,5 m.NGF, un niveau EH à 186,65 m.NGF et EE à 187,0 m.NGF (niveau représentatif en partie haute du site).

La plateforme de travaux est prévue à la cote 187,0 m.NGF sous les fondations des bâtiments atelier et bureau.

La plateforme de travaux et prévue à la cote de 184,3 m.NGF sous les fondations des locaux techniques de la partie bureau.

D'une manière générale, afin de limiter les contraintes d'exécutions qui résulteraient en cas de présence d'eau à l'ouverture, nous recommandons :

- de privilégier une exécution des terrassements en période météorologique favorable (sans pluie et niveau de basses eaux) ;
- de prévoir la mise en œuvre d'un système de pompage (faible débit pour limiter l'entraînement de particules fines) dans l'objectif de travailler à sec et de limiter les affouillements.
- d'employer, pour le coulage des fondations, un béton adapté permettant de s'affranchir de l'eau résiduelle éventuellement présente après terrassement.



La bonne conduite des travaux et la pérennité du projet impliqueront une gestion efficace des eaux météoriques en toute circonstance.

On veillera par conséquent à prendre toutes les dispositions pour éviter que l'état hydrique des sols ne soit modifié dans l'emprise comme au voisinage du projet. En ce sens, nous recommandons :

- d'aménager dès la préparation de la plateforme, un dispositif de drainage périphérique adapté (par exemple tranchées, entretenue pendant et après les travaux), permettant de récolter et d'évacuer durablement toutes les eaux de ruissellement potentielles vers un exutoire pérenne suffisamment éloigné de l'emprise du bâtiment afin de limiter leur impact et les potentielles déstabilisation de terrain ;
- de réaliser et d'entretenir le réseau de collecte des eaux de pluies (toitures, ...) pour empêcher les infiltrations / accumulations en pied des ouvrages, ainsi que l'entraînement de particules fines...

Tous ces dispositifs de collectes et rejet d'eau devront être suffisamment éloignés des fondations pour ne pas perturber les sols.

Les matériaux constituant les tranchées drainantes / massifs drainants seront composés d'une grave propre insensible à l'eau protégés par un géotextile anti-contaminant.

Nous rappelons que les matériaux devant jouer un rôle drainant devront être non dégradables / non friables / et non gélifs. Au sens du GTR, il conviendra de prévoir la mise en œuvre de matériaux siliceux de catégorie D3 (par exemple graves alluvionnaires ou diorites), ou alors de matériaux calcaires rocheux non dégradables de catégorie R21.

5.3. Terrassements généraux

Compte tenu des éléments exposés précédemment, les terrassements en déblais des terrains de recouvrement ne devraient pas poser de difficultés particulières en termes de compacité, et pourront être réalisés par des engins de moyenne puissance.

Il est recommandé de prévoir la réalisation des travaux de terrassements **en période favorable** (période sèche, basses eaux), et prévoir des dispositifs de récupération / drainage / évacuation des eaux pluviales dès l'entame de la phase travaux.

Dans un premier temps, il conviendra de prévoir le décapage, sur environ 0,2 - 0,3 m, des terrains superficiels végétalisés avec enlèvement complet des systèmes racinaires. Dans le cas où des éléments d'origine anthropique ou impropres seraient présents, ils devront être évacués.

Les responsables du projet s'assureront que les sols enrichis en matières organiques / racines / débris végétaux ou anthropiques, ou remaniés / déstructurés lors des travaux, et éventuels points durs soient intégralement évacués et substitués.

L'arase de terrassement sera située au sein des la formation U1 de limons argileux de classe GTR A1. Le changement de consistance que ces sols fins reconnus sont susceptibles de connaître en présence d'eau pourraient toutefois compliquer les travaux notamment dans un état hydrique humide (glissants / collants avec chute de portance et matelassage). Les excavations pourraient également se voir compliqués par le changement de consistance que les sols reconnus connaîtront en présence d'eau (aspect pâteux à collant suite à de fortes précipitations par exemple).



Selon le fascicule du SETRA, en fonction des conditions météorologiques lors des terrassements, la classe de portance de terrains de surface en l'état sera de type PST1-AR1 à PST2-AR1 en période favorable / période sèche.

En périodes pluvieuses, la portance de ces terrains peut chuter à PST0-AR0 notamment en partie basse / sud-ouest (stationnement véhicules légers).

Afin de se prémunir de ces problématiques (notamment traficabilité et risque de retrait-gonflement des sols), il pourrait être nécessaire de mettre en place une plateforme de travail / couche de poinçonnement sur l'arase, composée de matériaux d'apport granulaires insensibles à l'eau (type 40/80 mm par exemple), sur au moins 30 cm d'épaisseur.

Une fois ces étapes réalisées, il conviendra de vérifier en arase un critère de réception $EV2 \geq 30$ MPa (correspondant à une PF1), afin de garantir la bonne circulation des engins de chantier sur site, et également d'assurer une assise correcte pour la couche de forme à mettre en œuvre.

Nous rappelons qu'ils sera nécessaire de réaliser un remblai technique sur une hauteur pouvant atteindre localement jusqu'à 2,2 m (à confirmer) coté local bureau.

Les matériaux du remblai technique seront d'apport, traités à la chaux si nécessaire, et mis en œuvre selon les règles du GTR après une identification au préalable. Le cas échéant, une planche d'essai sera réalisée avant démarrage des travaux pour préciser les épaisseurs, le nombre de passes et la vitesse de l'engin selon le matériau choisi.

Dans tous les cas, la mise en remblai ou en couche de forme devra suivre les règles de l'art et les recommandations du Guide Technique SETRA/LCPC "réalisation des remblais et des couches de forme" de septembre 1992.

Contrôle :

Les objectifs de densification, lors de la mise en œuvre du remblai de réhausse, seront de type « q4 » pour les parties inférieures du remblai et « q3 » pour la couche supérieure (couche de forme).

Le compactage du remblai de réhausse classique sera vérifié par :

- Des sondages au pénétromètre dynamique de type B, sur toute la hauteur du remblai réhausse avant le traitement (aux liants hydrauliques) de fermeture de la plateforme,
- La portance du corps du remblai de réhausse devra être vérifiée à l'aide d'essais à la plaque LCPC afin d'obtenir un module $EV2 \geq 30$ MPa, avec $EV2/EV1 \leq 2,2$, pour tous les 1,0 m de remblaiement.



5.4. Exécution des fondations :

Outre la nécessité d'ajuster le gabarit des engins utilisés, afin de garantir le bon calibrage des fouilles, il conviendra :

- soit, à court terme / phase provisoire, pour des profondeurs limitées ($\leq 1,3$ m/TA) et dans la mesure où l'espace disponible le permet, de dresser les parois selon une inclinaison suffisamment douce (de l'ordre de 3 horizontal pour 2 vertical) ;
- soit, en cas d'ouverture prolongée, ou si un talutage au large n'est pas envisageable, de soutenir les terres au moyen d'un blindage adapté dimensionné via une étude spécifique.

À titre indicatif et en première approche, les paramètres intrinsèques à prendre en compte pourront être tels que :

Nature des sols	Profondeur base (m NGF)	Caractéristiques intrinsèques (*)		
		Cohésion c' (kPa) :	Angle de Frottement φ' (°) :	Poids volumique : γ (kN/m ³)
U0/ Matelas de répartition	187,0	0,0	35,0	20
U1/ Limons argileux [marron foncé] à rares cailloutis et galets	+/- 185,9	4,0	25,0	18
U2/ Argile +/- limono-graveleuse [marron/gris] à quelques galets +/- vasarde	+/- 184,9	5,0	25,0	17
U3/ Argile +/- sablo-graveleuse [marron beige] à quelques galets	+/- 175,0	8,0	25,0	19

Remarque : en présence d'eau liée à la nappe ou à des infiltrations / circulations superficielles, l'instabilité se verra accentuée.

5.5. Gestion des parties enterrées

Les parties enterrées du bâtiment bureau étant composées de locaux techniques, elles devront être dimensionnées en mur de soutènement et résister à la poussée hydraulique) et étanchéifiées selon le DTU 14.1.

Après pose de l'ouvrage, le pourtour de l'ouvrage sera soigneusement comblé par couches successives compactées de matériaux adaptés (de bonne qualité et à bonne teneur en eau naturelle) destinés à faciliter l'étanchement périphérique.



6. PRECONISATION DE VOIRIES / STATIONNEMENT / AIRE DE MANŒUVRE ET DE STOCKAGE

Le projet prévoit la mise en place de différents aménagements extérieurs en structure de chaussée se décomposant en :

- une aire de manœuvre implantée en partie centrale de projet et dont résistance structurelle sera dimensionnée pour permettre les manœuvres des engins de manutention => poids roulant de 39 tonnes sur 2 essieux) ;
- une aire de chargement / déchargement (dimensionnée pour un semi-remorque => 38 tonnes) ;
- une aire de stockage pour conteneurs non sensibles (entreposage sans gerbage de 16 conteneurs => hypothèse charge surfacique : $2,0 \text{ t/m}^2$) ;
- une aire de stockage pour conteneurs sensibles (8 conteneurs => hypothèse charge surfacique : $2,0 \text{ t/m}^2$) ;
- une aire de stationnement pour les poids lourds des forces spéciales (PTRA = 16,5 tonnes).

À ce stade de l'étude, il est prévu que la cote finie de la voirie sera située vers 188,0 m.NGF, en limitant les purges à la frange végétalisée (de l'ordre de 0,2 – 0,3 m d'épaisseur) afin de mettre en place la structure de chaussée sur des sols hors d'eau et de compacité plus satisfaisante vis-à-vis du projet (PST2 - AR1).

La cote finie des places de stationnements situées au sud-ouest / coté bas du site d'étude est de l'ordre de 186,6 m.NGF. **Aucun sondage n'a été réalisé dans cette zone.** Selon le sondage P1-ST1, situé en partie basse du site d'étude est dans un cas de PS1-AR1. Toutefois, sans sondages au droit de la zone, un cas de PST0-AR0 doit être envisagé.

Des **solutions de renforcement de sols devront ainsi être mis en œuvre** afin d'améliorer leurs caractéristiques mécaniques accompagné par la mise en place d'un matelas de répartition de 0,5 m d'épaisseur au minimum permettant à la fois de réhausser l'ouvrage afin d'éviter d'éventuelles remontées humides et jouer le rôle de couche de forme / couche de fondation pour la structure de chaussée.

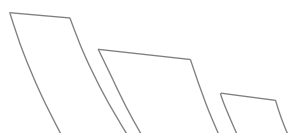
6.1. Travaux préparatoires

Le décapage du terrain actuel sera limité à la purge des 0,2 – 0,3 premiers mètres végétalisés.

Par ailleurs, une réhausse du site à la cote 188,0 m.NGF est envisagée, soit au-dessus du terrain actuel moyen (/TA) de l'ordre de 0,4 m, à 0,7 m/TA au-dessus du local atelier, et environ 0,6 – 2,2 m au-dessus du bâtiment bureau, et environ 2,5 m au-dessus des terrains autour du site d'étude. On se référera au § 5.3 terrassements généraux pour sa réalisation.

En l'absence d'informations précises transmises, nous prendrons l'hypothèse d'une classe de trafic T4 de 25 - 50 PL/jour (hypothèse à confirmer par la maîtrise d'ouvrage).

Nous rappelons que sols présents pourront engendrer des problématiques de manipulation et de traficabilité en cas de présence d'eau ou suite à de fortes précipitations.



Il est recommandé de réaliser les travaux de terrassement et de voiries en période favorable. Le drainage adapté des eaux pluviales devra être assuré tout au long des travaux et en phase définitive. Les dispositions adéquates devront permettre de maintenir les sols support de voiries hors eaux (réalisation de fossés ou tranchées drainantes, interception / collecte / évacuation des eaux pluviales, ...).

D'après les analyses en laboratoire (analyses en cours et G1-PGC) et nos observations, les terrains composant le sol support seront des sols de classe A1 susceptibles de changer brutalement de consistances pour de faibles variations de teneur en eau.

6.2. Plateforme Supérieure des Terrassements

- cote finie à + 188,0 m NGF :

La plateforme supérieure des terrassements sera constituée des matériaux des remblais de réhausse. Selon le fascicule du SETRA et en fonction des conditions météorologiques lors des terrassements, la portance des terrains de surface sera de type PST1/AR1 à **PST2/AR1**.

Attention aux intempéries ou fortes pluies pouvant réduire la portance des sols en place. Privilégier la réalisation des terrassements avec des pentes et fossés afin de récupérer les eaux de ruissellement.

Avant les travaux, la portance de la plateforme sera contrôlée à l'aide d'essais (IPI, essais à la plaque, ...).

- cote à + 186,6 m NGF :

Attention, la portance des terrains peut être envisagée de type PST0 nécessitant ainsi la réalisation d'opérations de terrassements (purge / substitution) **et/ou de drainage** (fossés profonds, rabattement de nappe) de manière à pouvoir reclasser le sol au moins en classe AR1 (PST1-AR1 => mise en place d'une couche de forme en matériau granulaire insensible à l'eau (type GNT R21/R61) de forte épaisseur (au minimum 0,75 m d'épaisseur ramenée à 0,60 m si l'on intercale un géotextile anti contaminant (à l'interface PST – couche de forme)).



6.3. Couche de forme

Le dimensionnement de la couche de forme pris en compte dans la présente étude est réalisé pour un objectif minimum de portance PF2. Au vu des charges attendues pour les engins de manutention, si nécessaire, une PF3 pourra être considérée :

*Pour une PST2-AR1 :

- D'exécuter une couche de forme en matériau granulaire insensible à l'eau (type GNT R21/R61) de forte épaisseur (au minimum 0,40 m d'épaisseur ramenée à 0,30 m de matériaux d'apports si l'on intercale un géotextile anti contaminant (à l'interface PST – couche de forme)).

Le traitement des matériaux du site est possible mais nécessitera la réalisation d'essais/analyses spécifiques. La couche de forme devra dans tous les cas faire 0,35 m minimum.

Dans tous les cas, la couche de forme sera contrôlée et validée par des essais à la plaque de type LCPC avec pour critère de réception minimal $EV2 > 50$ MPa pour une PF2 ($EV2 > 120$ MPa pour une PF3) et $EV2/EV1 < 2,2$.

Des prélèvements et essais complémentaires seront effectués en début de chantier afin de préciser l'état hydrique et la portance des matériaux et adapter l'épaisseur de la couche de forme selon la portance réelle mesurée lors des travaux et des conditions climatiques.

6.4. Exemple de structure de chaussée

Le trafic envisagé comprendra la circulation et le stationnement de véhicules légers et lourds. La classe de trafic ne nous ayant pas été communiquée, nous prendrons l'hypothèse d'une classe T4 de 25 – 50 PL/jour avec une classe de trafic cumulé, équivalente à TC_{10-20} (SETRA/LCPC).

Au regard des informations sus mentionnées et à titre d'exemple, la structure de chaussée à adopter pourrait être la suivante :

		Guide SETRA / LCPC
Plate-forme (PF)		PF2
Classe de trafic		TC_{20}
Structure chaussée	Couche de surface	5 cm de BBS
	Couche de base	20 cm de GNT
	Couche de fondation	25 cm de GNT

BBS : Béton Bitumineux pour chaussée souple à faible trafic

GNT : Graves Non Traitées



Ce prédimensionnement est donné à titre indicatif, il devra être ajusté au moment des travaux, selon l'état hydrique et la portance effective des matériaux. Moyennant le respect de la notion « d'épaisseur équivalente » et en fonction de la stratégie de dimensionnement retenue par les responsables du projet durée et niveau de service souhaités / gestion des eaux pluviales / ...), d'autres structures pourront être proposées par les entreprises de voiries selon leur expérience et les matériaux disponibles localement.

Remarque 1 : la gestion durable des eaux météoriques permettra d'assurer la pérennité de la structure de voirie. Les travaux seront entrepris en période climatique favorable tandis qu'en phase d'exploitation, des dispositions constructives prises selon les normes en vigueur assureront l'assainissement durable de la chaussée.

Remarque 2 : s'il est prévu d'utiliser la couche de forme en "voirie provisoire" lors de la phase chantier, des précautions particulières devront être prises : utilisation de matériaux concassés résistant à la circulation des engins de chantier, entretien, reprofilage avant mise en œuvre définitive.

Le présent rapport conclut la mission d'étude géotechnique de conception G2-PRO qui nous a été confiée pour cette affaire.

Elle a permis de donner les hypothèses géotechniques à prendre en compte en fonction des données fournies et des résultats des investigations. Elle présente les principes envisagés d'adaptation au sol des ouvrages géotechniques et les sujétions techniques à considérer.

Les dimensionnements définitifs devront être effectués par l'entreprise de travaux en phase d'étude d'exécution (mission G3), considérant les descentes de charges réelles du projet et les altimétries définitives



CONDITIONS PARTICULIERES

Le présent rapport ou Procès-verbal ainsi que toutes annexes, constituent un ensemble indissociable.

La Société E.C.R. ENVIRONNEMENT serait dégagée de toute responsabilité dans le cas d'une mauvaise utilisation de toute communication ou reproduction partielle de ce document, sans accord écrit préalable. En particulier, il ne s'applique qu'aux ouvrages décrits et uniquement à ces derniers.

Si en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, nous avons été amenés dans le présent rapport à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient à notre client ou à son maître d'œuvre de communiquer par écrit à la société ECR ENVIRONNEMENT ses observations éventuelles sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour aucune raison nous être reproché d'avoir établi notre étude pour le projet que nous avons décrit.

Cette étude est basée sur des reconnaissances dont le caractère ponctuel ne permet pas de s'affranchir des aléas des milieux naturels, et ne peut prétendre traduire le comportement du sol dans son intégralité.

Ainsi, tout élément nouveau mis en évidence lors de l'exécution des fondations ou de leurs travaux préparatoires et n'ayant pu être détecté lors de la reconnaissance des sols (ex. : remblais anciens ou nouveaux, cavités, hétérogénéités localisées, venue d'eau, etc.) doit être signalé à E.C.R. ENVIRONNEMENT qui pourra reconsidérer tout ou une partie du rapport. Pour ces raisons, et sauf stipulation contraire explicite de notre part, l'utilisation de nos résultats pour chiffrer à forfait le coût de tout ou une partie des ouvrages d'infrastructure ne saurait en aucun cas engager notre responsabilité.

De même, des changements concernant l'implantation, la conception ou l'importance des ouvrages par rapport aux hypothèses de base de cette étude, peuvent conduire à modifier les conclusions et prescriptions du Rapport et doivent être portés à la connaissance d'E.C.R. ENVIRONNEMENT.

La Société E.C.R. ENVIRONNEMENT ne saurait être rendue responsable des modifications apportées à son étude que dans le cas où elle aurait donné son accord écrit sur les dites modifications.

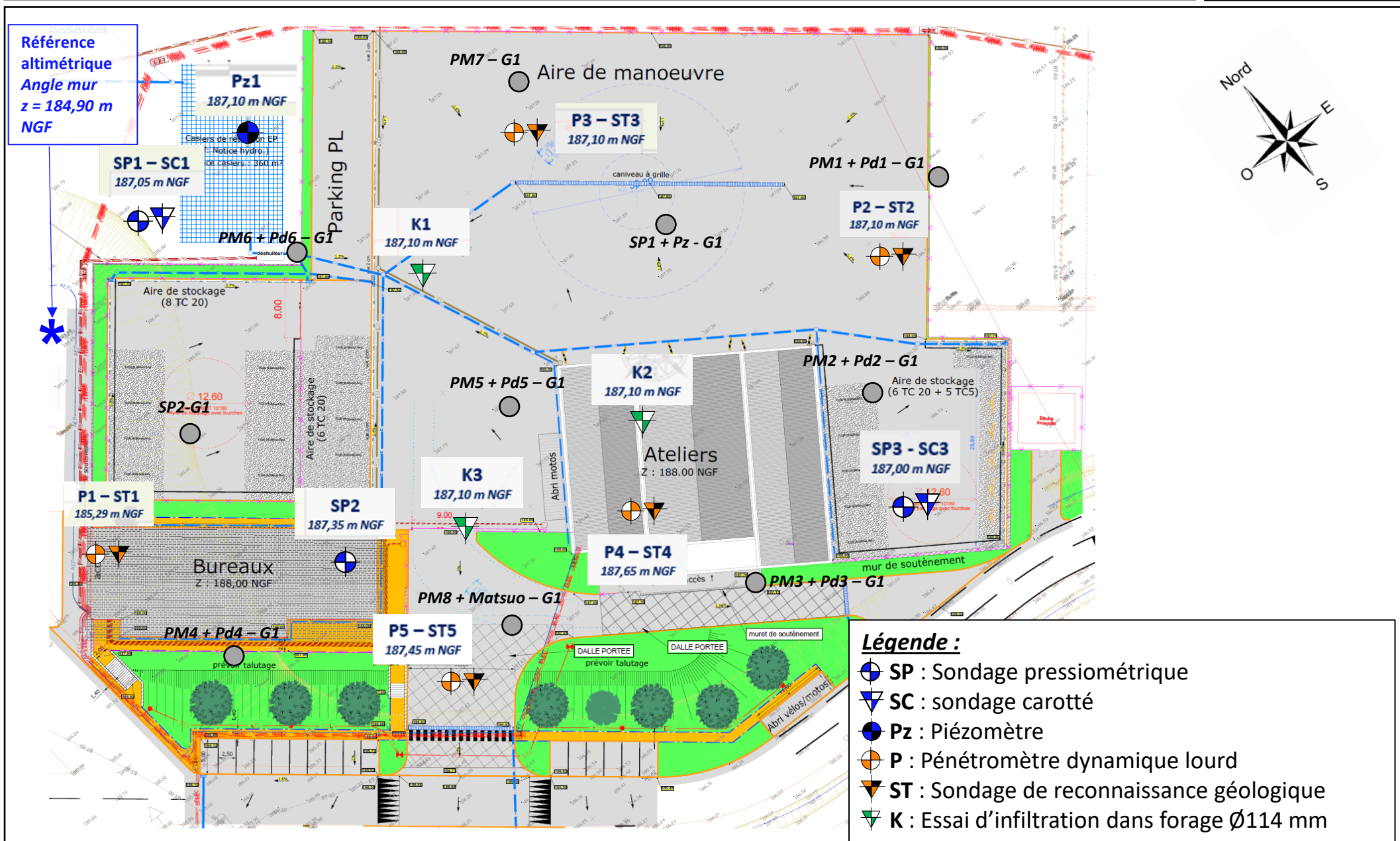
Les altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cote de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des essais. Pour que ces altitudes soient garanties, il convient qu'elles soient relevées par un Géomètre-Expert. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.

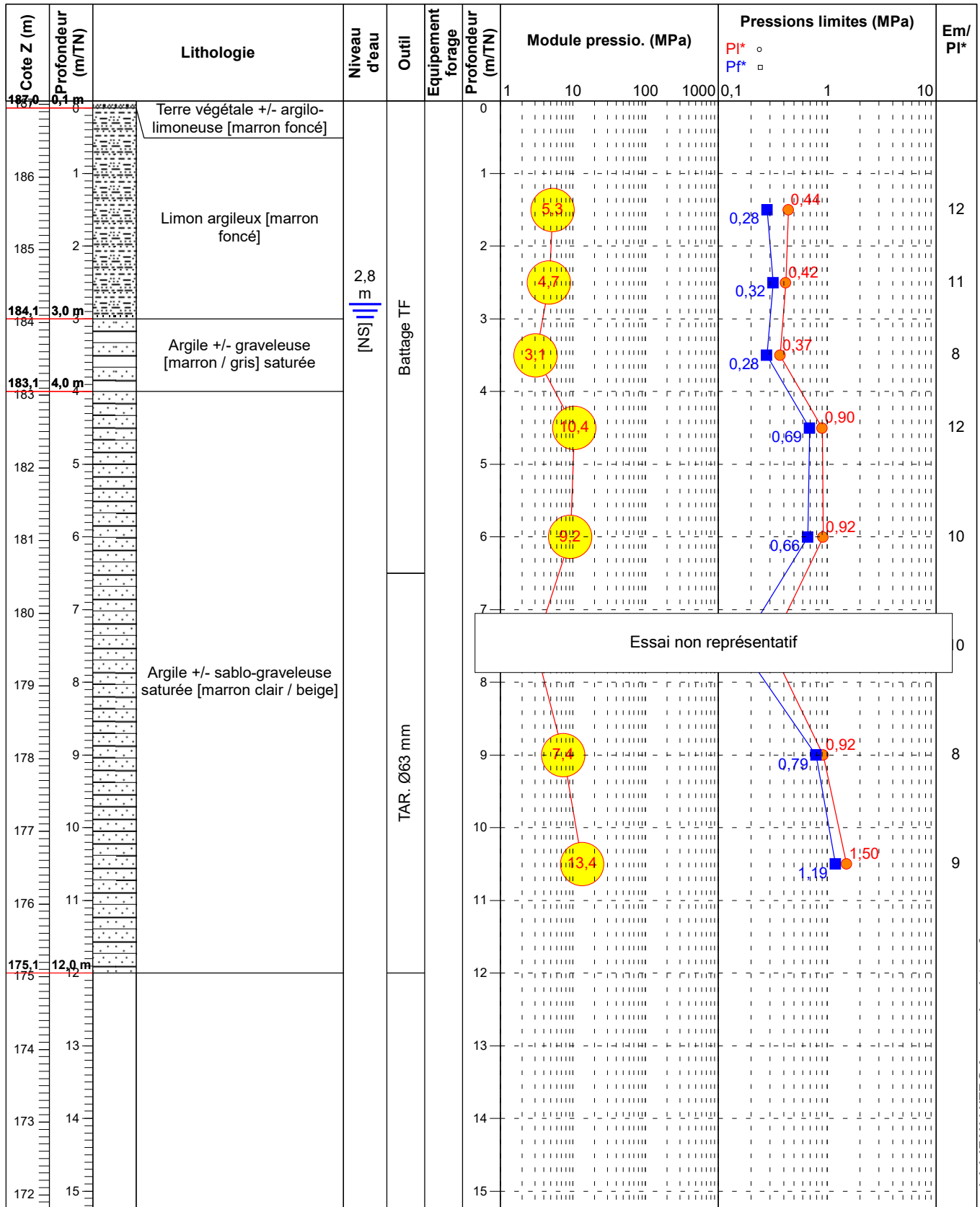


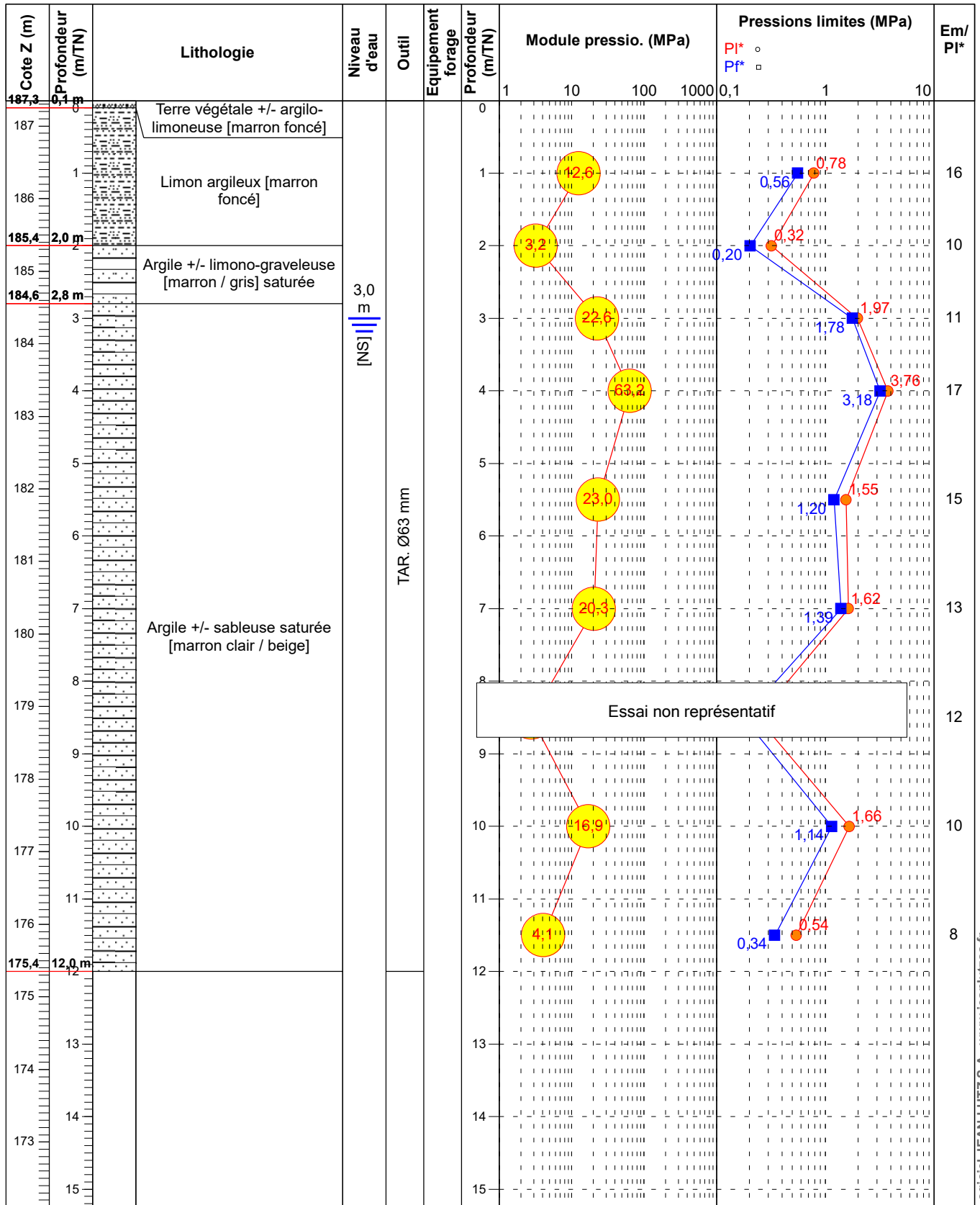
7. ANNEXES

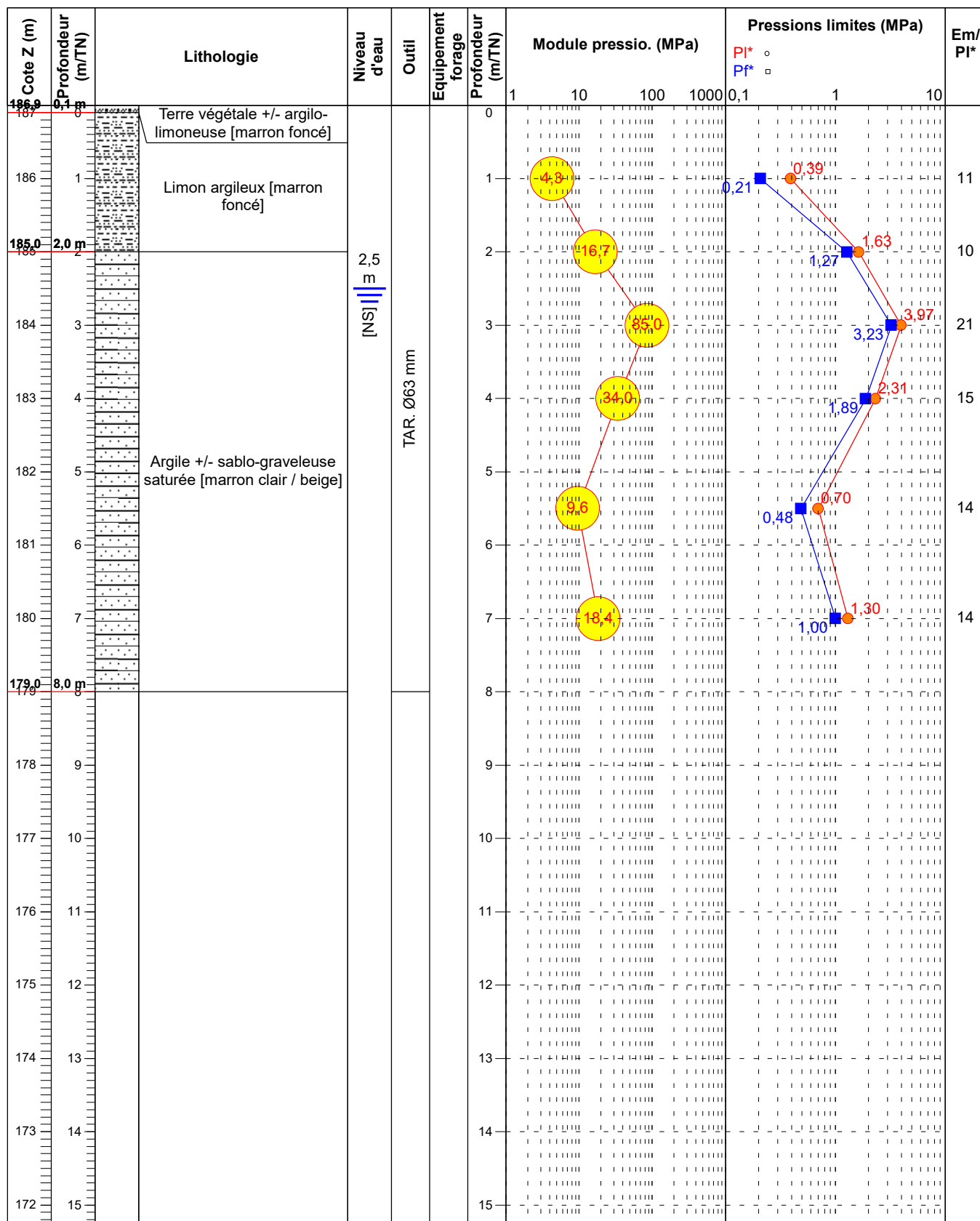


Création d'une aire de fret pour les opérations spéciales – Projet ARES – PFA Pau, SAUVAGNON (64)











Création d'une aire de fret pour les
opérations spéciales - Projet ARES
PFA de Pau, SAUVAGNON (64230)

DOSSIER n° 6411423

Date : 20/12/2024

Cote Z : 185,30 m NGF

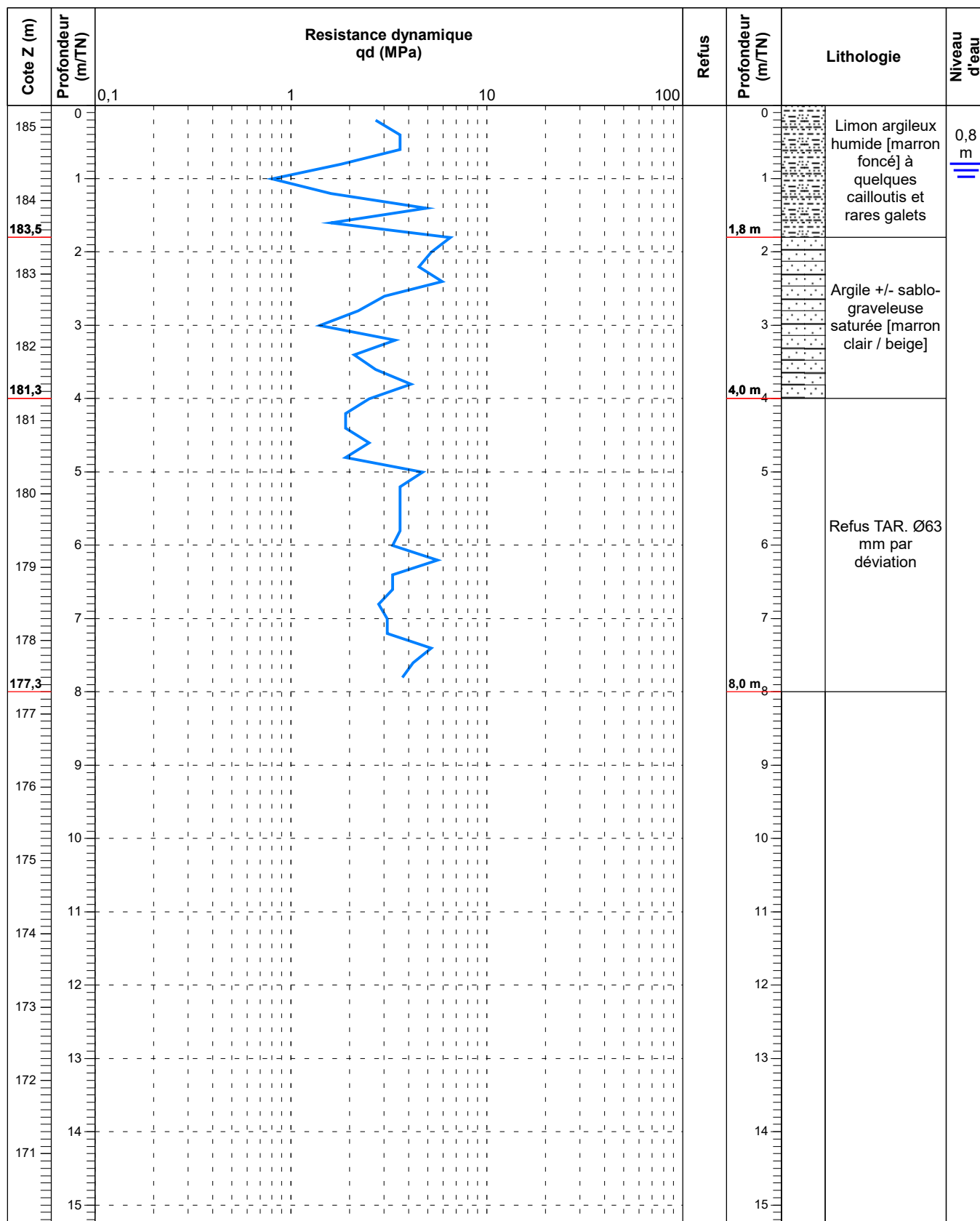
Type : Pénétromètre dynamique lourd + tarière

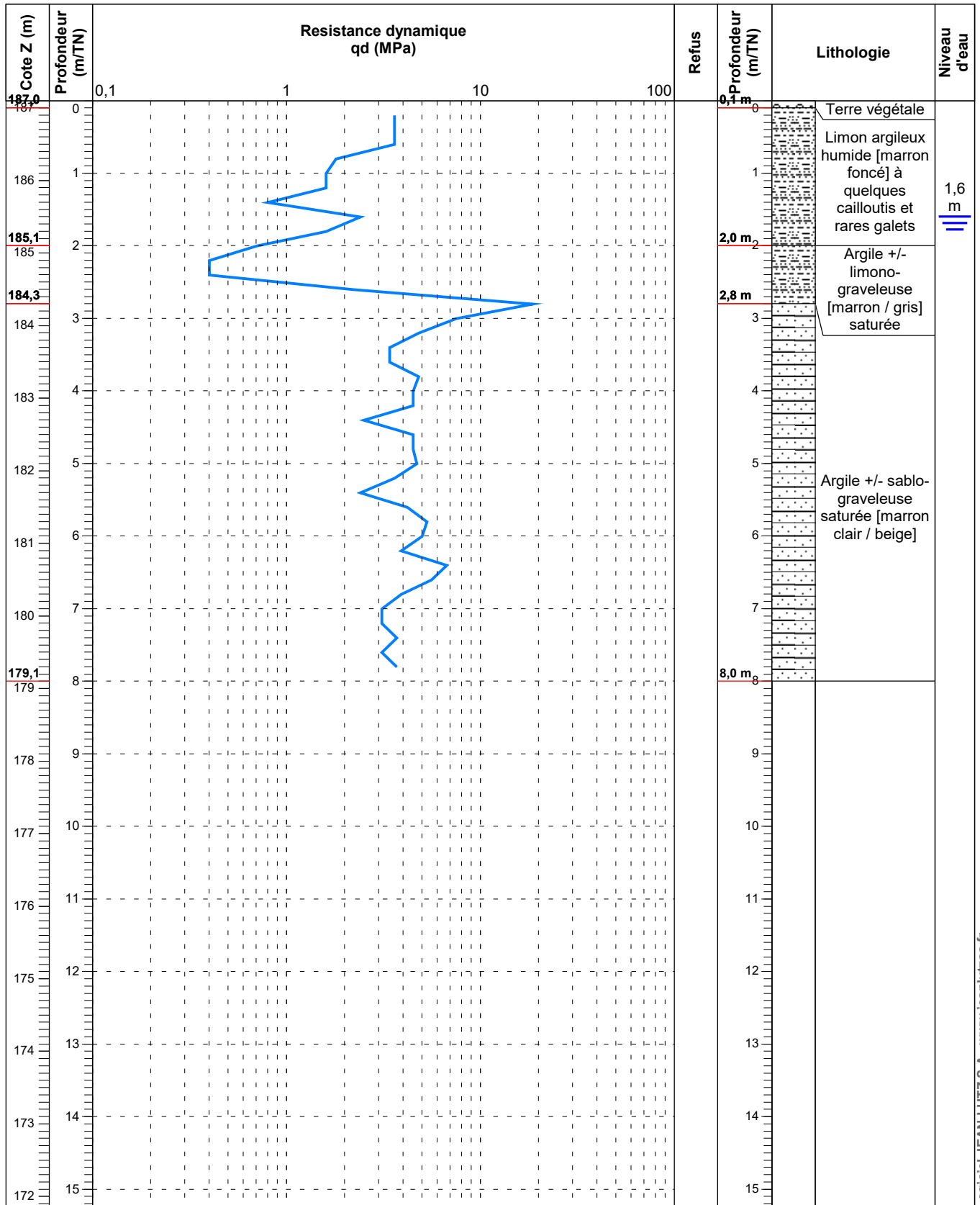
Client : ESID Bordeaux

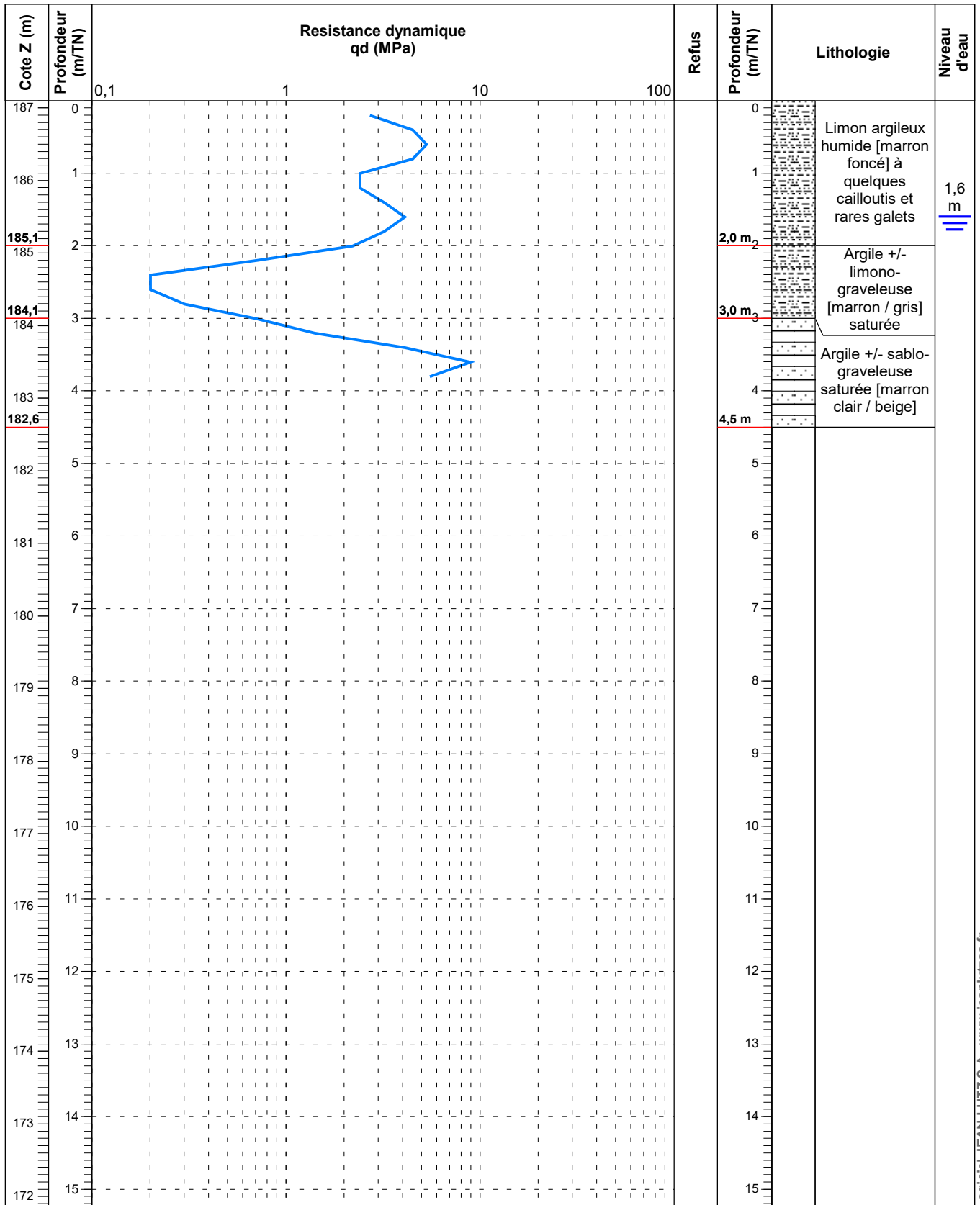
1/75

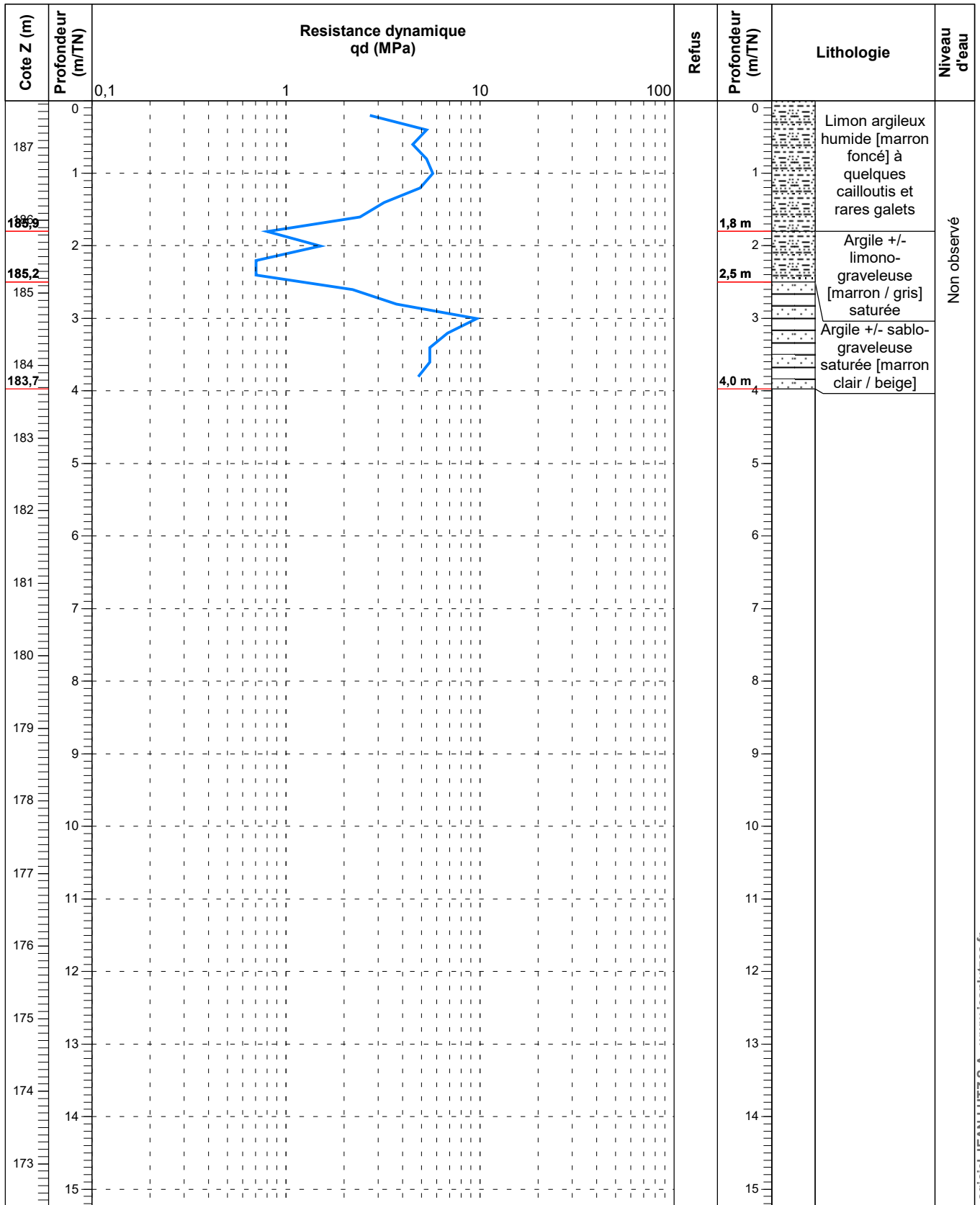
Sondage : P1-ST1

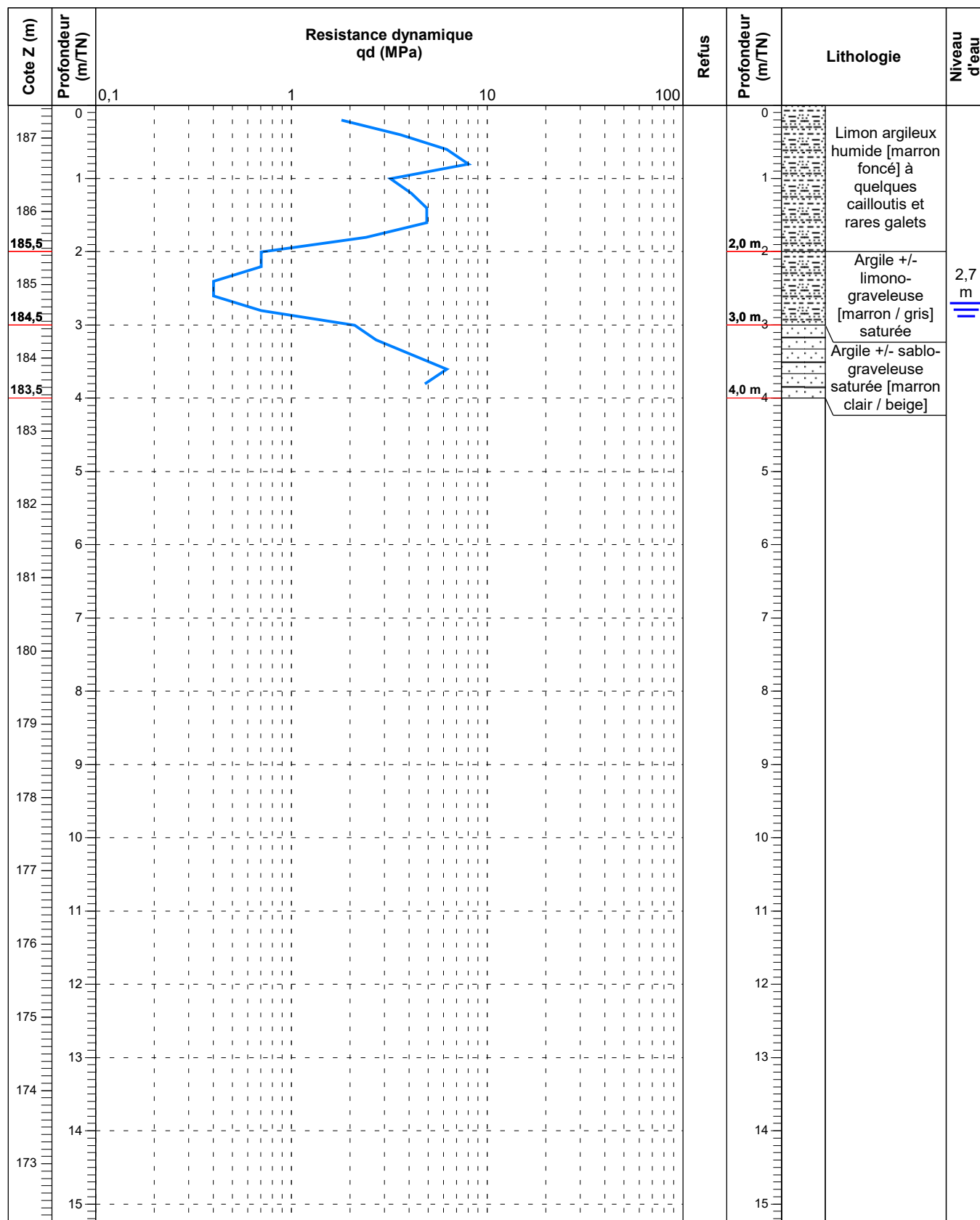
EXGTE 3.23/GTE











● Affaire :

● Essai :

K2



N° Chrono :

Etude :

Essais d'infiltration

Adresse :

PFA de Pau, Sauvagnon (64)

Client :

ESID Bordeaux

Agence :

PAU

Date :

21/12/2024

Opérateur (s) :

CG

ESSAI DE PERMEABILITE A NIVEAU VARIABLE - TYPE PORCHET

● Lithologies (/TA) :

De	à	Horizons :
0,00 m	1,50 m	Limon argileux [marron foncé]

● Commentaire :

● Paramètres de l'essai :

Profondeur de l'essai (/rep.) : **1,50 m**

Diamètre du trou : **0,11 m**

Hauteur d'eau initiale (Hw) : **1,42 m**



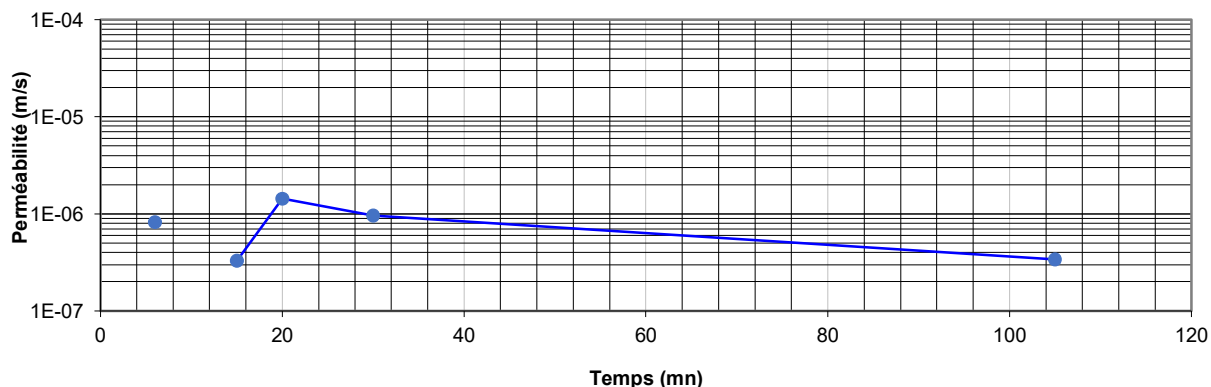
● Suivi :

Temps (min)	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0
H / Repère (cm)	8,0	8,0	8,0	8,5	8,5	8,5
K (m/s)	-	0,00E+00	0,00E+00	8,21E-07	0,00E+00	0,00E+00

Temps (min)	15,0	20,0	30,0	105,0		
H / Repère (cm)	9,0	9,0	9,0	11,0		
K (m/s)	3,30E-07	1,44E-06	9,61E-07	3,40E-07		

● Courbe caractéristique et dispositif :

Perméabilité du sol au droit du sondage



● Résultats :

K ≈ **7,7E-07** m/s
K ≈ **3** mm/h

• Affaire :

• Essai :

K3



N° Chrono :

Etude :

Essais d'infiltration

Adresse :

PFA de Pau, Sauvagnon (64)

Client :

ESID Bordeaux

Agence :

PAU

Date :

21/12/2024

Opérateur (s) :

CG

ESSAI DE PERMEABILITE A NIVEAU VARIABLE - TYPE PORCHET

• Lithologies (/TA) :

De	à	Horizons :
0,00 m	1,50 m	Limon argileux [marron foncé]

• Commentaire :

• Paramètres de l'essai :

Profondeur de l'essai (/rep.) : **1,50 m**

Diamètre du trou : **0,11 m**

Hauteur d'eau initiale (Hw) : **1,33 m**



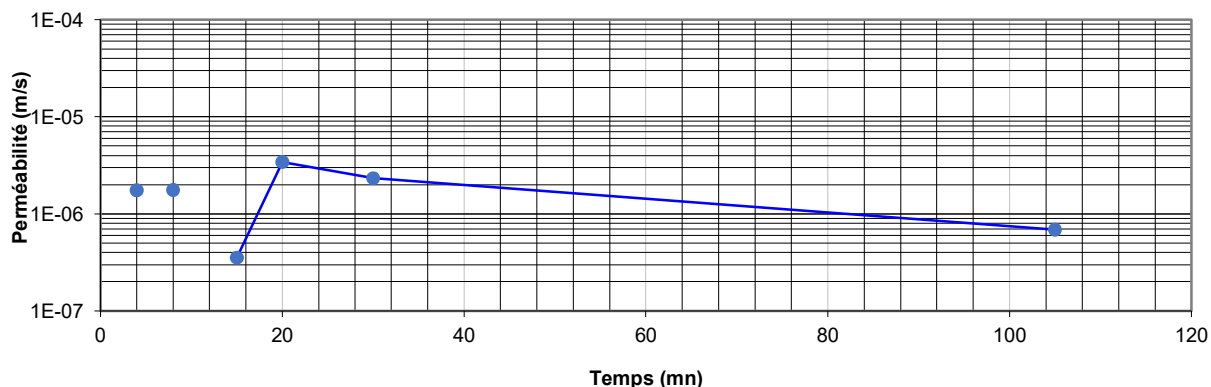
• Suivi :

Temps (min)	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0
H / Repère (cm)	17,0	17,0	18,0	18,0	19,0	19,0
K (m/s)	-	0,00E+00	1,75E-06	0,00E+00	1,77E-06	0,00E+00

Temps (min)	15,0	20,0	30,0	105,0		
H / Repère (cm)	19,5	20,5	21,0	21,5		
K (m/s)	3,56E-07	3,42E-06	2,34E-06	6,90E-07		

• Courbe caractéristique et dispositif :

Perméabilité du sol au droit du sondage



• Résultats :

K ≈ 1,7E-06 m/s
K ≈ 6 mm/h

● Affaire :

● Essai :

K1



N° Chrono :

Etude :

Essais d'infiltration

Adresse :

PFA de Pau, Sauvagnon (64)

Client :

ESID Bordeaux

Agence :

PAU

Date :

21/12/2024

Opérateur (s) :

CG

ESSAI DE PERMEABILITE A NIVEAU VARIABLE - TYPE PORCHET

● Lithologies (/TA) :

De	à	Horizons :
0,00 m	1,50 m	Limon argileux [marron foncé]

● Commentaire :

● Paramètres de l'essai :

Profondeur de l'essai (/rep.) : **1,50 m**

Diamètre du trou : **0,11 m**

Hauteur d'eau initiale (Hw) : **1,31 m**



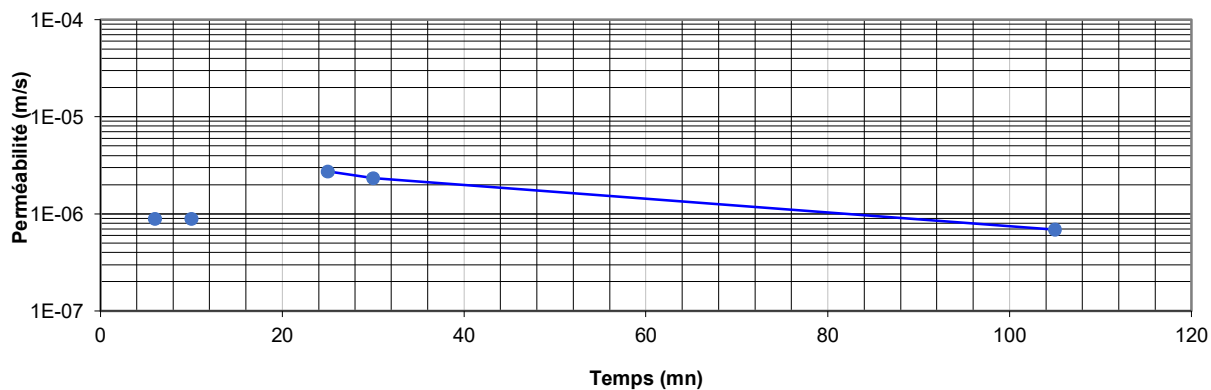
● Suivi :

Temps (min)	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0
H / Repère (cm)	19,0	19,0	19,0	19,5	19,5	20,0
K (m/s)	-	0,00E+00	0,00E+00	8,89E-07	0,00E+00	8,92E-07

Temps (min)	15,0	25,0	30,0	105,0		
H / Repère (cm)	20,0	20,5	21,0	21,5		
K (m/s)	0,00E+00	2,74E-06	2,34E-06	6,90E-07		

● Courbe caractéristique et dispositif :

Perméabilité du sol au droit du sondage



● Résultats :

K ≈ **1,4E-06** m/s
K ≈ **5** mm/h

PROCES-VERBAL D'ESSAI
CLASSIFICATION D'UN SOL
NF P 11-300

Température étuve : 50°C ☐ 105°C ☒

RÉFÉRENCES

Dossier n°: 6411423
Chantier : SAUVAGNON (64)

IDENTIFICATION DE L'ÉCHANTILLON

N° identification : 25-SOL0046
Sondage n° : SC1
Profondeur : 1,45-1,60 m
Description : Limon argileux, brun

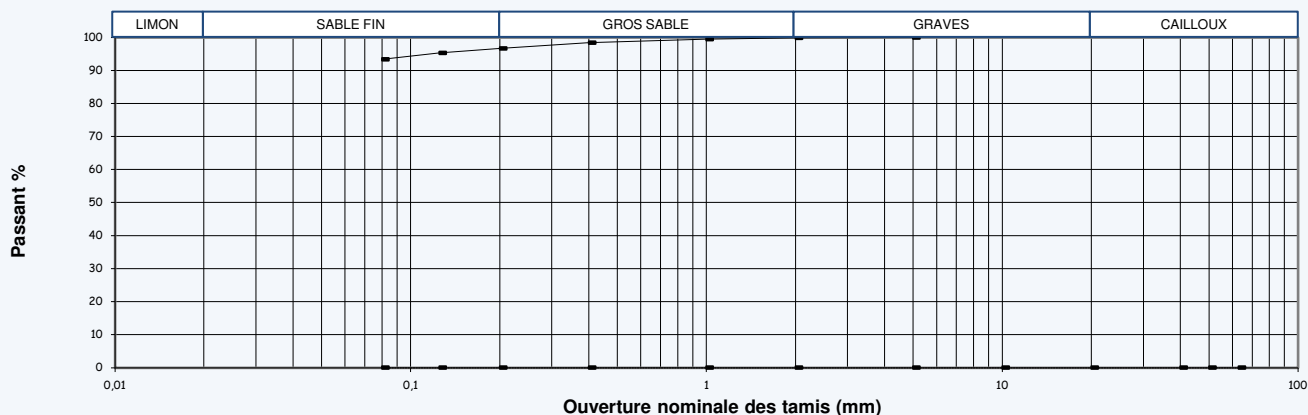
INFORMATIONS GÉNÉRALES

Date de prélèvement : NC
Date d'analyses : 14/02/2025
Mode de prélèvement : Carottage
Mode de conservation : Gaine PVC

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE suivant NF P 94-056

Ouverture tamis (mm)	100	80	63	50	40	20	10	5	2	1	0,400	0,200	0,125	0,080
% passant sur 0/D								100,0	99,8	99,5	98,5	96,6	95,3	93,4
% passant sur 0/50mm														

Courbe granulométrique



VALEUR AU BLEU suivant NF P 94-068

VBS = 0,72 g de bleu/100g sol

TENEUR EN EAU suivant NF P 94-050

W_{nat} = 33,4 %

LIMITES D'ATTERBERG
suivant NF P 94-051 et NF P 94-052-1

W_L % =

IP =

W_p % =

IC =

OBSERVATIONS

La responsable des essais
B. MECHAUSIER

Classe du matériau

A₁

PROCES-VERBAL D'ESSAI

ESSAI ŒDOMÉTRIQUE

Essai de compressibilité sur matériaux fins
quasi saturés avec chargement par paliers
XP P 94-090-1

RÉFÉRENCES

Dossier n°: 6411423

Chantier : SAUVAGNON (64)

IDENTIFICATION DE L'ÉCHANTILLON

N° identification : 25-SOL0046

Sondage n° : SC1

Profondeur : ± 1,50 m

Description : Limon argileux, brun

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Date de prélèvement : NC

Date d'analyses : 23/01-24/02/2025

Mode de prélèvement : Carottage

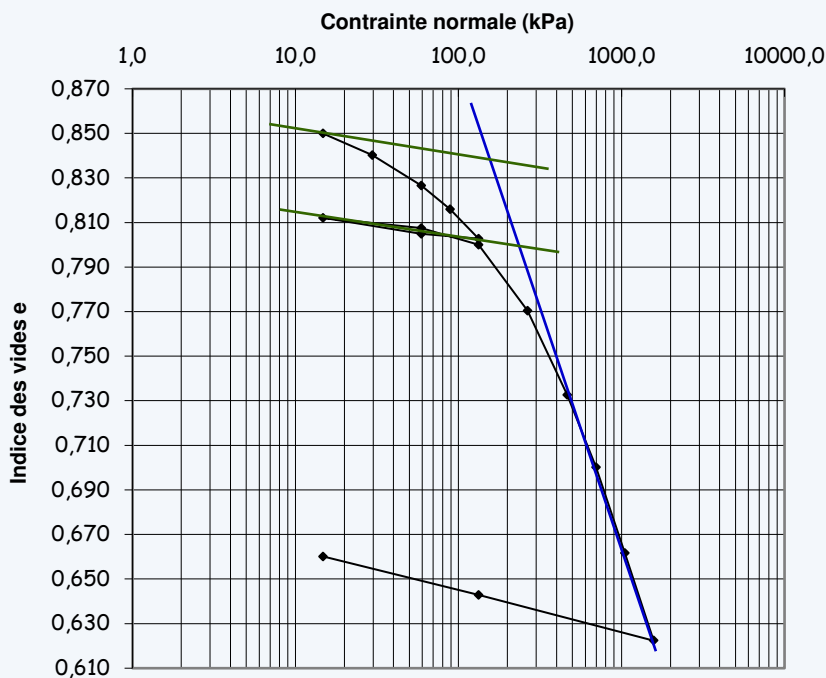
Mode de conservation : Gaine PVC

Caractéristiques des éprouvettes

	Diamètre	Hauteur	Masse volumique sèche	Masse volumique des grains	Teneur en eau	Degré de saturation	Hauteur des pleins
	Ø	H	ρ_{di}	ρ_s	W_i	S_{ri}	h_p
	mm	mm	kg/m ³	kg/m ³	%	%	mm
Avant essai	71,15	20,16	1,45	2,70	27,1	84,7	10,82
Après essai	71,15	18,04	1,62	2,70	23,7	95,9	10,82

Résultats obtenus

Contrainte normale	Hauteur	Indice des vides
σ (kPa)	H (mm)	e
14,8	20,02	0,850
29,6	19,91	0,840
59,2	19,77	0,827
88,7	19,65	0,816
132,9	19,51	0,803
59,2	19,53	0,805
14,8	19,61	0,812
59,2	19,56	0,807
132,9	19,48	0,800
265,8	19,16	0,770
465,2	18,75	0,733
697,8	18,40	0,700
1048,5	17,98	0,662
1573,0	17,56	0,622
132,9	17,78	0,643
14,8	17,96	0,660



Coefficient de consolidation

Perméabilité

σ_v (kPa)	C_v (m ² /s)	K_v (m/s)

Caractéristiques de compressibilité

Contrainte effective verticale	$\sigma'_{v0} =$	NC	kPa
Contrainte de préconsolidation	$\sigma'_p =$	162	kPa
Indice de compression	$C_c =$	0,218	
Indice de gonflement	$C_s =$	0,011	

La responsable des essais

B. MECHAUSIER

Observations



PROCES-VERBAL D'ESSAI

ESSAI ŒDOMÉTRIQUE

Essai de compressibilité sur matériaux fins
quasi saturés avec chargement par paliers
XP P 94-090-1

RÉFÉRENCES

Dossier n°: 6411423

Chantier : SAUVAGNON (64)

IDENTIFICATION DE L'ÉCHANTILLON

N° identification : 25-SOL0047

Sondage n° : SC3

Profondeur : $\pm 1,85$ m

Description : Argile limoneuse, bariolée

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Date de prélèvement : NC

Date d'analyses : 23/01-21/02/2025

Mode de prélèvement : Carottage

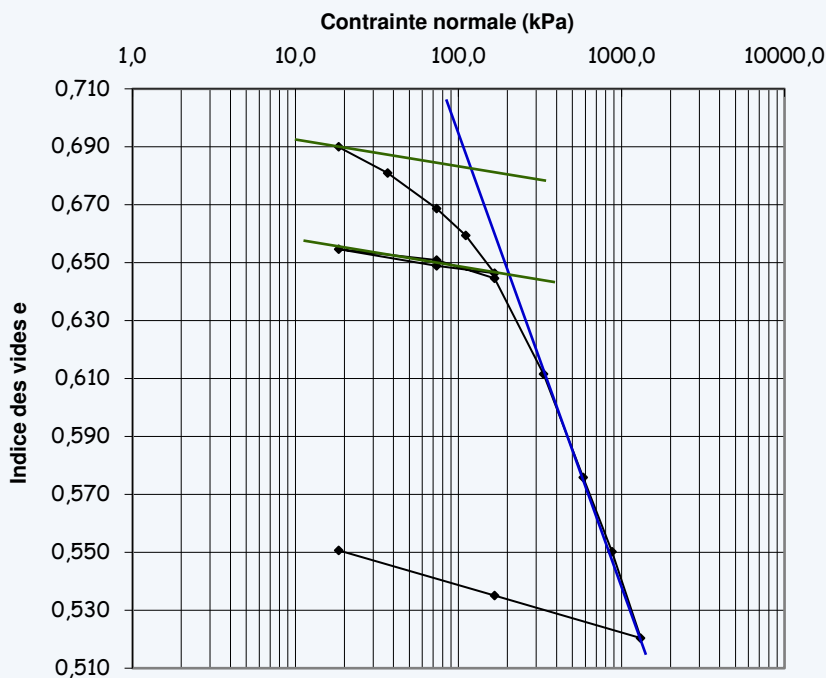
Mode de conservation : Gaine PVC

Caractéristiques des éprouvettes

	Diamètre	Hauteur	Masse volumique sèche	Masse volumique des grains	Teneur en eau	Degré de saturation	Hauteur des pleins
	Ø	H	ρ_{di}	ρ_s	W_i	S_{ri}	h_p
	mm	mm	kg/m ³	kg/m ³	%	%	mm
Avant essai	71,25	20,14	1,61	2,75	21,7	83,7	11,76
Après essai	71,25	18,38	1,76	2,75	20,2	98,7	11,76

Résultats obtenus

Contrainte normale	Hauteur	Indice des vides
σ (kPa)	H (mm)	e
18,4	19,88	0,690
36,8	19,77	0,681
73,6	19,63	0,669
110,8	19,52	0,659
166,3	19,36	0,646
73,6	19,39	0,649
18,4	19,46	0,655
73,6	19,42	0,651
166,3	19,34	0,645
332,6	18,95	0,612
582,1	18,53	0,576
873,5	18,23	0,550
1310,9	17,88	0,520
166,3	18,05	0,535
18,4	18,24	0,551



Coefficient de consolidation

Perméabilité

σ_v (kPa)	C_v (m ² /s)	K_v (m/s)

Caractéristiques de compressibilité

Contrainte effective verticale	$\sigma'_{v0} =$	NC	kPa
Contrainte de préconsolidation	$\sigma'_p =$	128	kPa
Indice de compression	$C_c =$	0,160	
Indice de gonflement	$C_s =$	0,010	

La responsable des essais

B. MECHAUSIER

Observations



PROCES-VERBAL D'ESSAI
CLASSIFICATION D'UN SOL
NF P 11-300

Température étuve : 50°C ☐ 105°C ☒

RÉFÉRENCES

Dossier n°: 6411423
Chantier : SAUVAGNON (64)

IDENTIFICATION DE L'ÉCHANTILLON

N° identification : 25-SOL0048
Sondage n° : SC3
Profondeur : 2,20-2,60 m
Description : Grave argilo-sableuse,
marron/gris

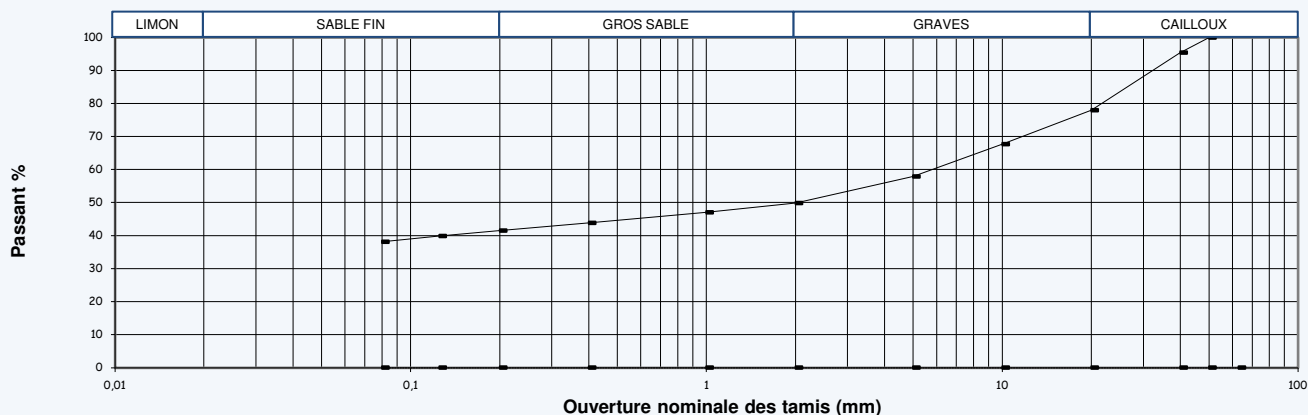
INFORMATIONS GÉNÉRALES

Date de prélèvement : NC
Date d'analyses : 13/02/2025
Mode de prélèvement : Carottage
Mode de conservation : Gaine PVC

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE suivant NF P 94-056

Ouverture tamis (mm)	100	80	63	50	40	20	10	5	2	1	0,400	0,200	0,125	0,080
% passant sur 0/D				100,0	95,4	78,0	67,7	57,9	49,8	47,0	43,8	41,5	39,9	38,1
% passant sur 0/50mm														

Courbe granulométrique



VALEUR AU BLEU suivant NF P 94-068

VBS = 1,26 g de bleu/100g sol

TENEUR EN EAU suivant NF P 94-050

W_{nat} = 22,6 %

LIMITES D'ATTERBERG
suivant NF P 94-051 et NF P 94-052-1

W_L % =

IP =

W_p % =

IC =

OBSERVATIONS

> Matériau écrêté du plus gros élément de diamètre maximal 62mm >>> assimilable à **C₁A₁**
> Représentativité de l'échantillon non garantie en raison de la quantité de matériau analysée

La responsable des essais
B. MECHAUSIER

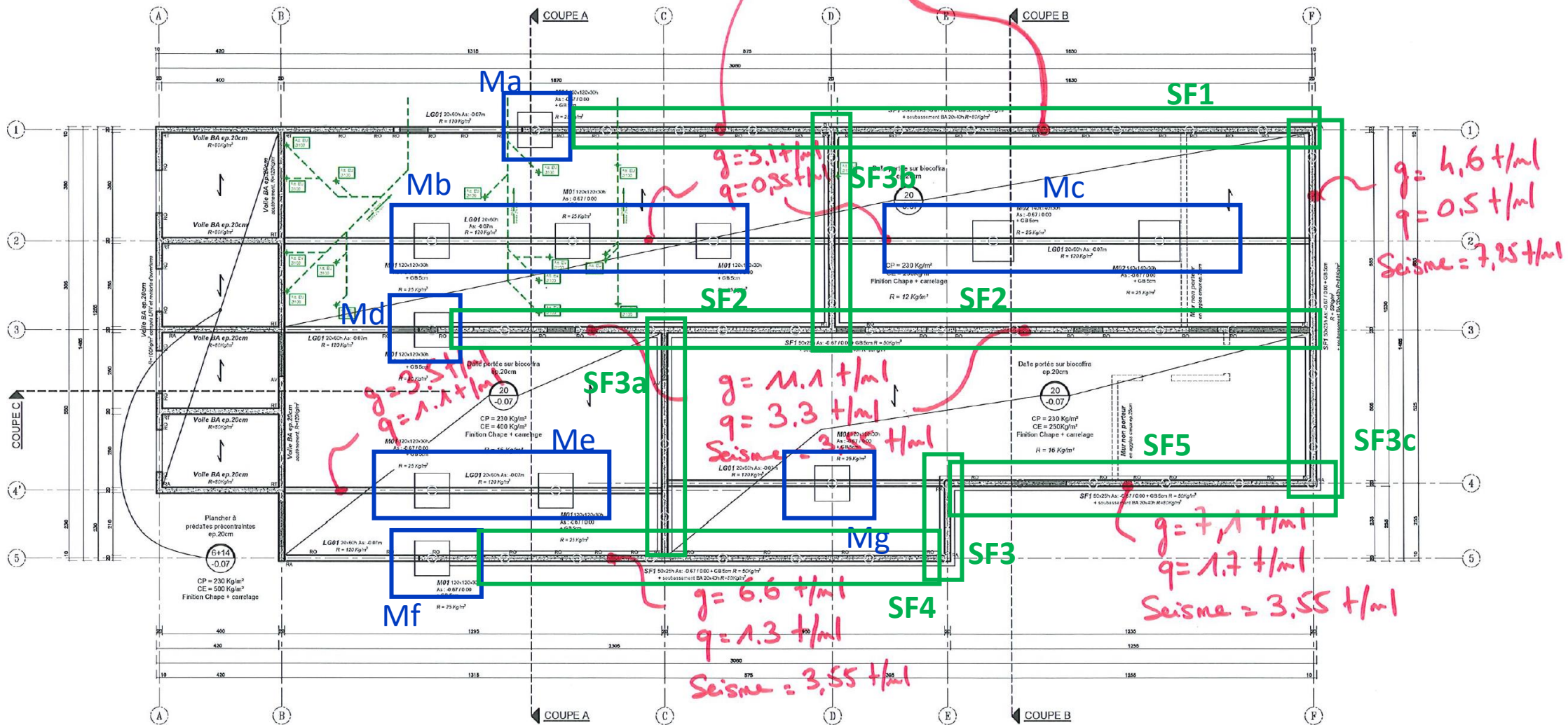
Classe du matériau

A₁

DDC Bureaux

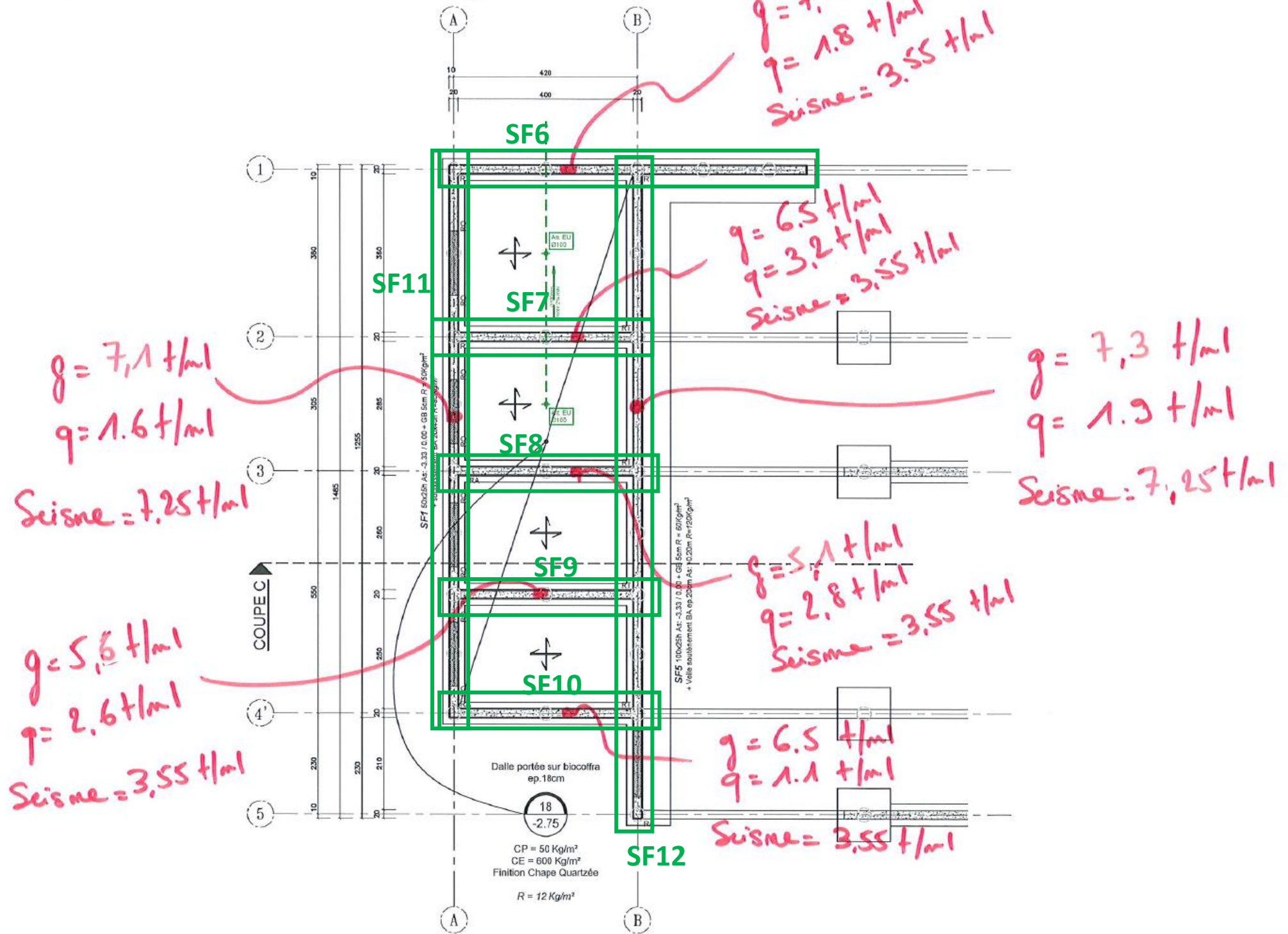
* Effort de zisme à l'Horizontale

$g = 6.7 \text{ t/ml}$
 $q = 1.3 \text{ t/ml}$
 $\text{Seisme} = 3.55 \text{ t/ml}$



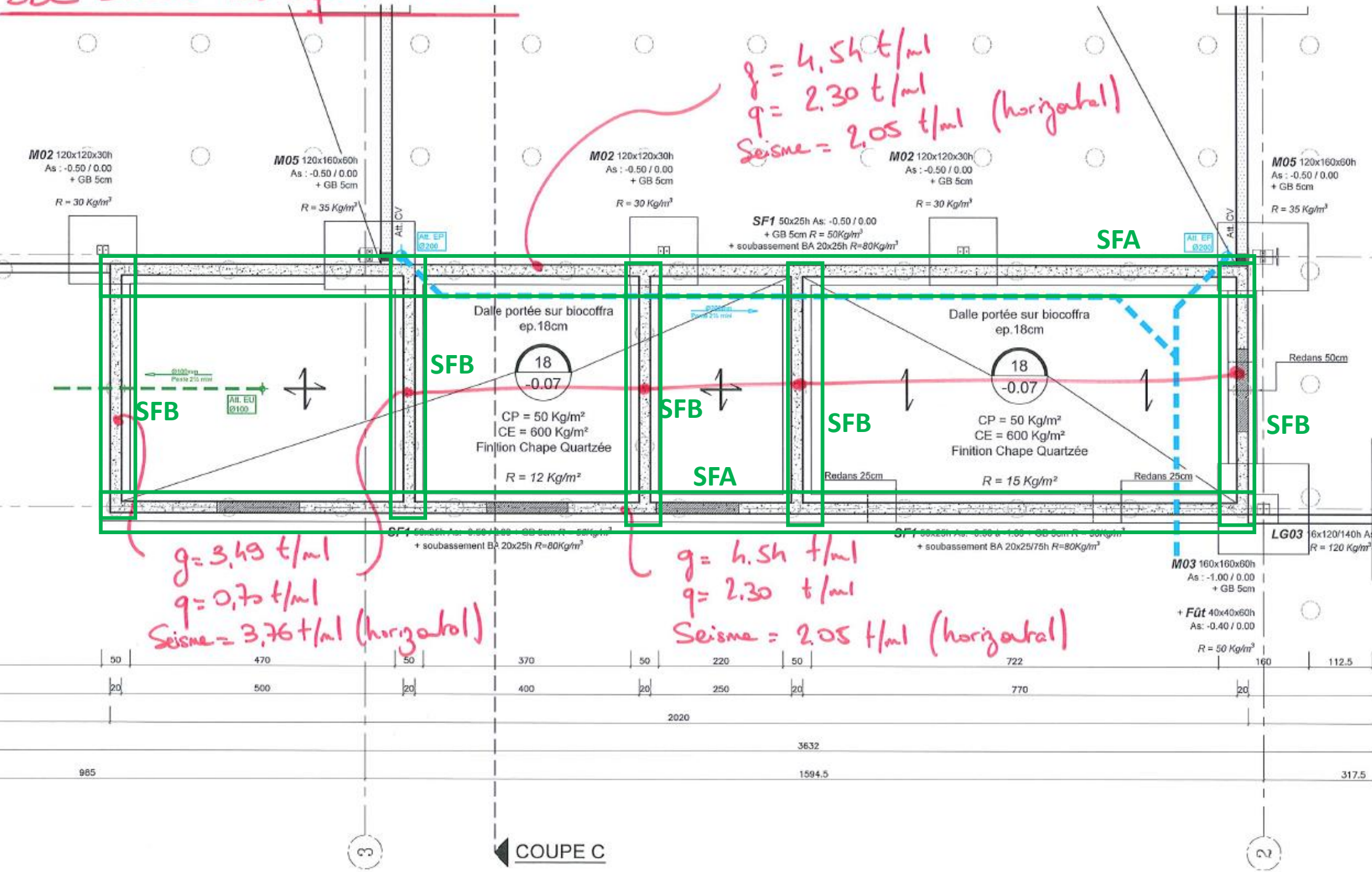
DXC Locaux techniques Bureaux

* Effort de sisme à l'horizontale



DDC Locaux Techniques Atelier

$\gamma = 4.54 \text{ t/ml}$
 $q = 2.30 \text{ t/ml}$
Seisme = 2.05 t/ml (horizontal)



$g = 3.49 \text{ t/ml}$
 $q = 0.70 \text{ t/ml}$
Seisme = 3.76 t/ml (horizontal)

$g = 4.54 \text{ t/ml}$
 $q = 2.30 \text{ t/ml}$
Seisme = 2.05 t/ml (horizontal)

COUPE C

Données

Titre du projet : ESID - SAUVAGNON QUARTIER BOITEUX

Numéro d'affaire : 6411423

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Pieu VM 400mm 1.2 m ancrage U3/ (pieu n°1)

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

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas du calcul (m) : 0,20

Section de calcul : Section de calcul circulaire

Diamètre de calcul (m) : 0,40

Classe du pieu : 3 - Pieu vissé

Catégorie du pieu : 7 [VM] - Vissé moulé

Mode de chargement : Travail en compression

Combinaisons

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

Cote de référence (m) : 187,00

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	γR,d1×γR,d2
1	U1/ Limons agrileux (morts terrains)		Sols intermédiaires, tendance argileuse	185,90	0,01	0,00	0,00	1,265
2	U2/ argile +/- vasarde (morts terrains)		Sols intermédiaires, tendance argileuse	184,90	0,01	0,00	0,00	1,265
3	U3/ Argile ± limono-graveleuse à quelques galets		Sols intermédiaires, tendance argileuse	175,00	1350,00	82,95	1,55	1,265

Critère de calcul : Charge imposée en tête

Charge en tête (kN)

Critère appliqué à la combinaison ELS-QP : 0,00

Critère appliqué à la combinaison ELS-CARAC : 389,60

Critère appliqué à la combinaison ELU-FOND : 0,00

Critère appliqué à la combinaison ELU-ACC : 0,00

Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non

Contrôle de la résistance structurale de la section : Non

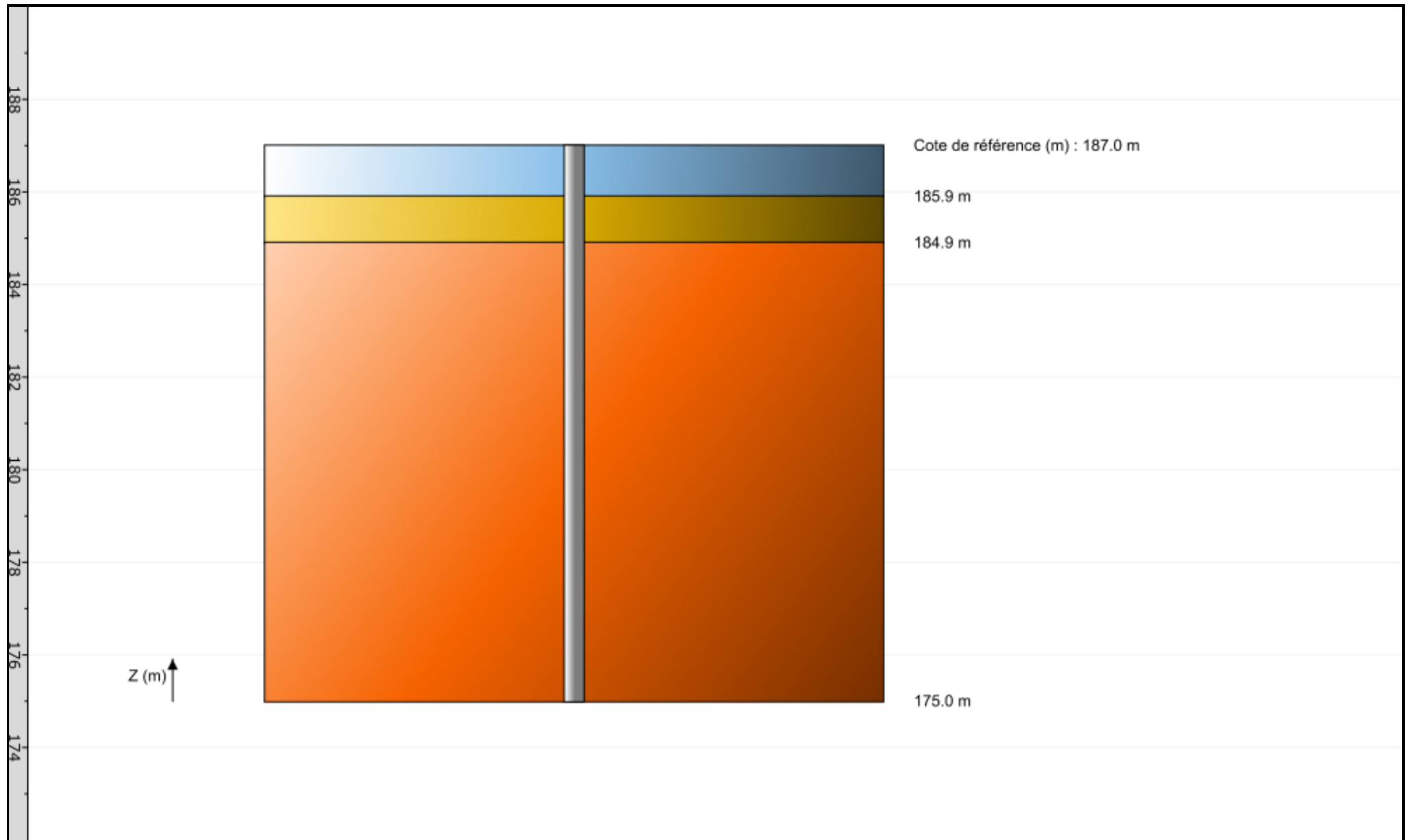


FoXta v4
v4.1.13

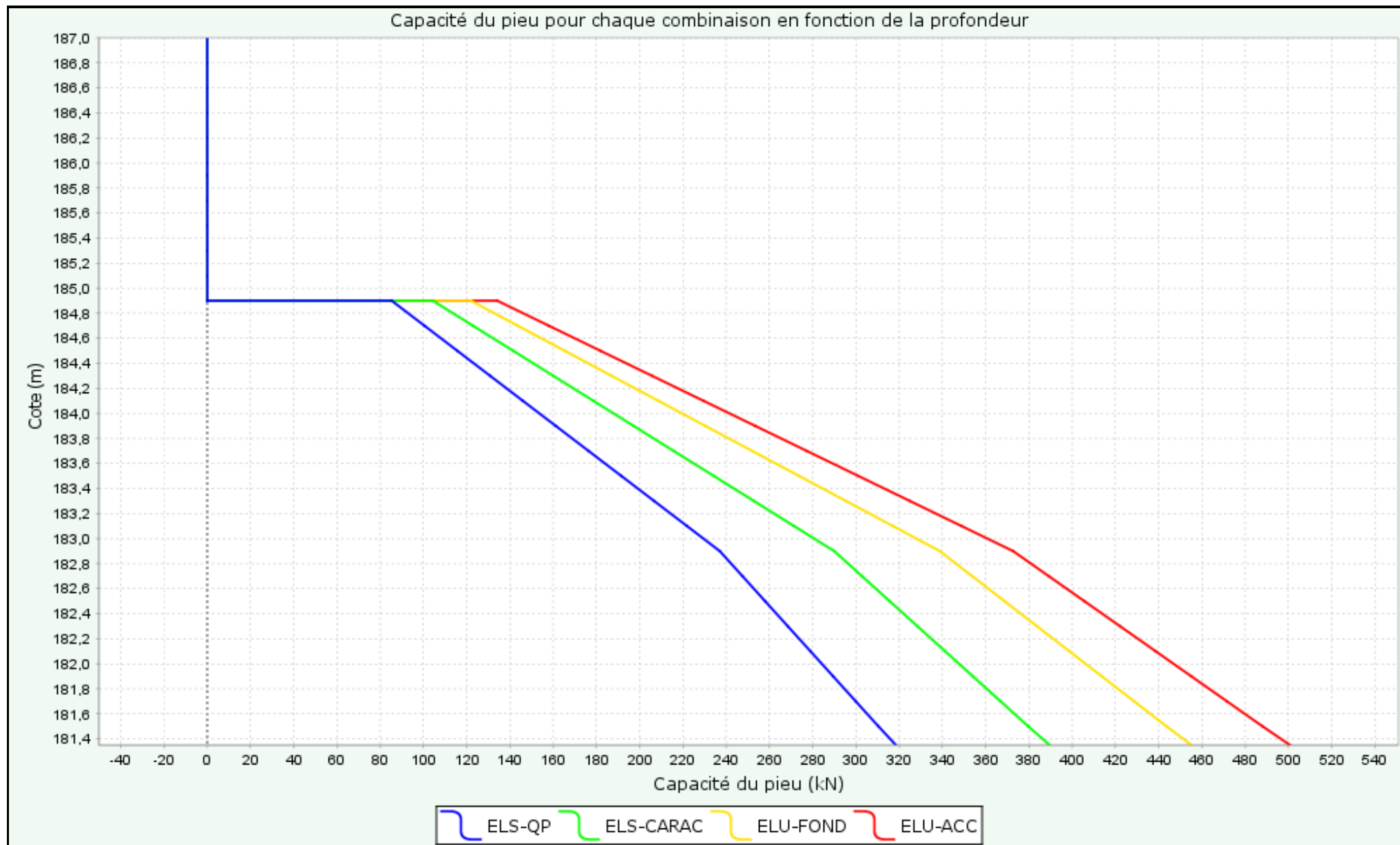
Imprimé le : 27/02/2026 - 12:56:04
Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

Projet : Foxta Amel-sol projet Ares V2
Module : Fondprof (Pieu 1/2)
Titre du calcul : Pieu VM 400mm 1.2 m ancrage U3/

Onglet "Calcul"



Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



Données

Paramètres principaux

Titre du projet : ESID - SAUVAGNON QUARTIER BOITEUX

Numéro d'affaire : 6411423

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Tassements pieux VM isolé 400mm - SF2 (pieu n°2)

Type de calcul : Semelle sur réseau fini

Cote de référence (m) : 187,50

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Zbase	n	Comportement	Esol	v	Cs/(1+e0)	Cc/(1+e0)	tc	γ	État	c	φ
1	U0/ Metelas de répartition		187,00	10	Élastique	4,50E04	0,300	0,000	0,000	0,00	20,00	C. apportée	0,00	35,00
2	U1/ Limons agrileux (morts terrains)		185,90	10	Élastique	1,00E04	0,300	0,000	0,000	0,00	18,00	C. existante	4,00	25,00
3	U2/ argile +/- vasarde (morts terrains)		184,90	10	Élastique	6,00E03	0,300	0,000	0,000	0,00	17,00	C. existante	5,00	25,00
4	U3/ Argile ± limono-graveleuse à quelques galets		181,30	10	Élastique	1,95E04	0,300	0,000	0,000	0,00	19,00	C. existante	8,00	25,00

Mode de mise en oeuvre du pieu : avec refoulement

Type de section du pieu : circulaire

Définition du pieu dans chaque couche

Nom	Zbase	Epieu	D
U0/ Metelas de répartition	187,00	1,00E07	0,40
U1/ Limons agrileux (morts terrains)	185,90	1,00E07	0,40
U2/ argile +/- vasarde (morts terrains)	184,90	1,00E07	0,40
U3/ Argile ± limono-graveleuse à quelques galets	181,30	1,00E07	0,40

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
U0/ Metelas de répartition	187,00	1,50E03	80,00	Sol fin
U1/ Limons agrileux (morts terrains)	185,90	5,00E03	58,98	Sol fin
U2/ argile +/- vasarde (morts terrains)	184,90	3,00E03	50,52	Sol fin
U3/ Argile ± limono-graveleuse à quelques galets	181,30	1,30E04	82,85	Sol fin

Contrainte limite en pointe (kPa) : 1350,0

Type de loi : Sol fin

Frottements négatifs

Nom	Z	Approche de calcul	qsn	Ktanδ
U0/ Metelas de répartition	187,00	qsn = Ktanδ x σ'v	-	1,00
U1/ Limons agrileux (morts terrains)	185,90	qsn = Ktanδ x σ'v	-	0,15
U2/ argile +/- vasarde (morts terrains)	184,90	qsn = Ktanδ x σ'v	-	0,15
U3/ Argile ± limono-graveleuse à quelques galets	181,30	qsn = Ktanδ x σ'v	-	0,20

Chargement

Aire de la semelle S (m²) : 21,10

Périmètre de la semelle P (m) : 62,00

Nombre total de pieux sous la semelle : 12

Charge verticale sur la semelle Q (kN) : 4280,10

Paramètres avancés

Tolérance (m) : 1,00E-04



FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 27/02/2026 - 12:45:44
Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

Projet : Foxta Amel-sol projet Ares V2
Module : Taspie+ (Pieu 2/4)
Titre du calcul : Tassements pieux VM isolé 400mm - SF2

Données

Nombre de pas : 100

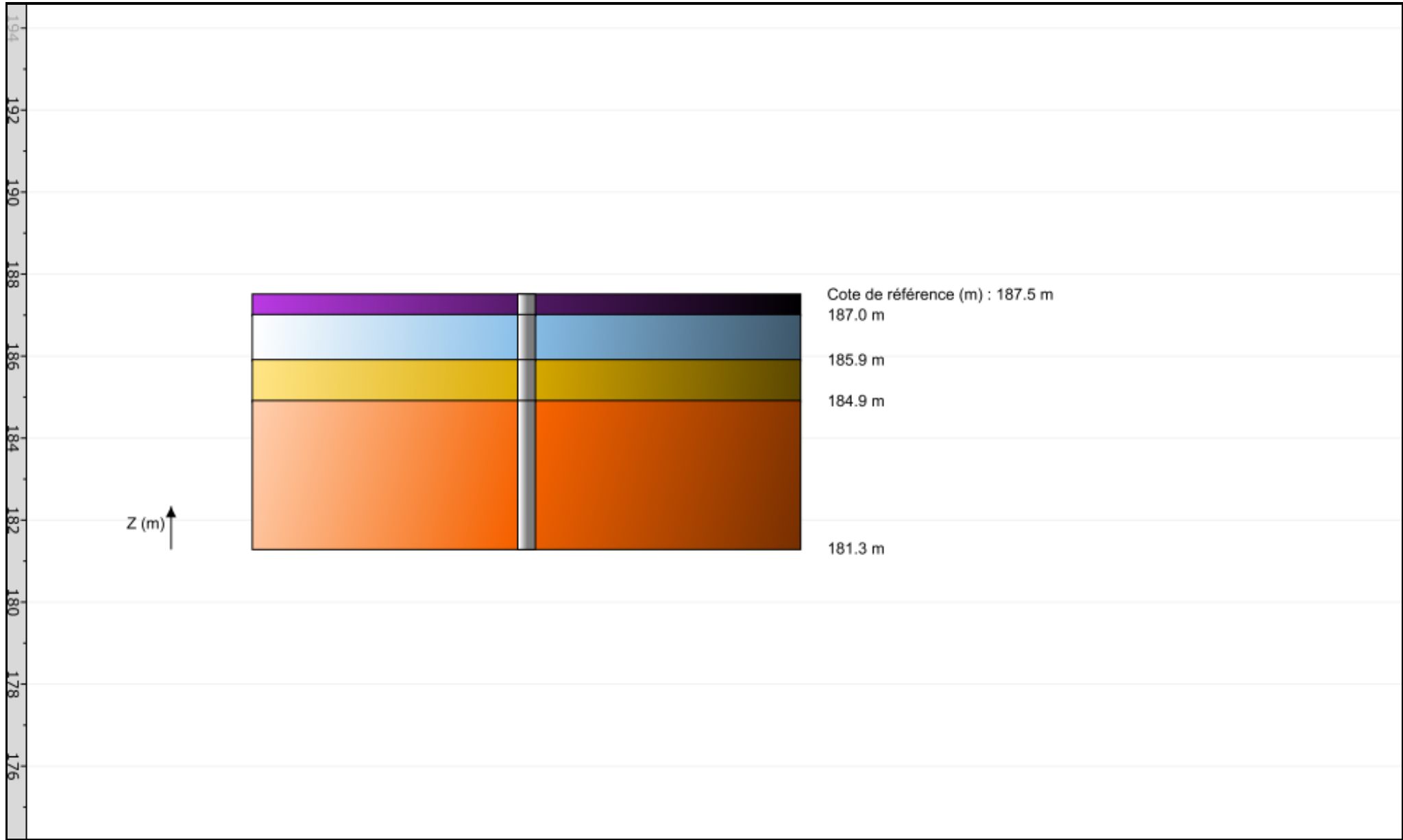


FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 27/02/2026 - 12:45:44
Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

Projet : Foxta Amel-sol projet Ares V2
Module : Taspie+ (Pieu 2/4)
Titre du calcul : Tassements pieux VM isolé 400mm - SF2

Onglet "Données des couches"



Synthèse des résultats

Bilan des efforts (pour une maille)	
Qtête (kN) : Effort total appliqué sur la maille	356,68
EQpieu : Rapport entre l'effort transmis au domaine pieu (en tête) et l'effort total	1,00
Ntête (kN) : Effort appliqué au domaine pieu en tête	356,68
Nmax (kN) : Effort maximal dans le domaine pieu	357,15
Zmax (m) : Cote du point neutre (là où Nmax est atteint)	187,00
Nbase (kN) : Effort repris à la base du domaine pieu	167,42

Bilan des contraintes	
σ_m ,tête (kPa) : Contrainte moyenne appliquée sur la maille	2,028E02
σ_p ,tête (kPa) : Contrainte appliquée sur le domaine pieu en tête	2,838E03
σ_s ,tête (kPa) : Contrainte appliquée sur le domaine sol en tête	0,000E00
σ_p ,max (kPa) : Contrainte maximale dans le domaine pieu	2,842E03
Zmax (m) : Cote du point neutre (là où σ_p ,max est atteinte)	187,00
σ_{base} (kPa) : Contrainte reprise à la base du domaine du pieu	1,332E03

Bilan des tassements	
yp,tête (m) : Tassement en tête du domaine pieu	1,267E-02
ys,tête (m) : Tassement en tête du domaine sol	1,244E-02
yp,base (m) : Tassement à la base du domaine pieu	1,108E-02
ys,base (m) : Tassement à la base du domaine sol	7,039E-07
sref (m) : Tassement du sol sans inclusions	2,345E-02

Raideurs équivalentes	
Kg (kN/m) : Raideur globale du système "sol + pieux"	3,379E05
Kpieu (kN/m) : Raideur équivalente du domaine pieu	2,816E04
Ksol (kPa/m) : Coefficient de réaction du domaine sol	0,000E00
Kinf (kPa/m) : Raideur équivalente des couches profondes	4,739E08

Vérification de portance	
Nmax (kN) : Effort maximal dans le domaine pieu	357,15
Zmax (m) : Cote du point neutre - là où Nmax est atteint	187,00
Ru (kN) : Charge de rupture sous le point neutre	689,46
Rcr (kN) : Charge de fluage sous le point neutre	482,62
Fs,ult : Sécurité par rapport à la charge de rupture	1,93
Fs,cr : Sécurité par rapport à la charge de fluage	1,35



FoXta v4
v4.1.13

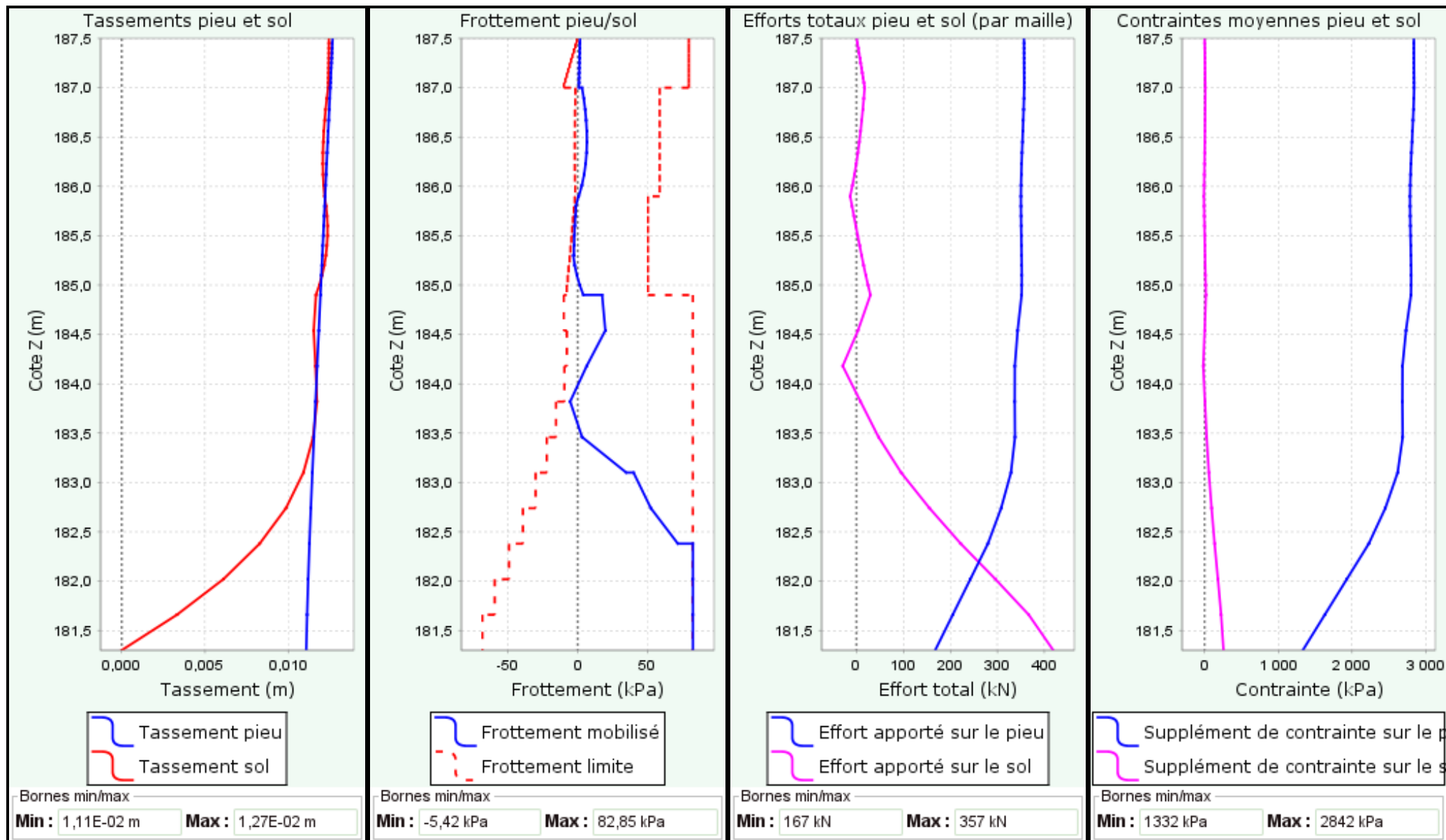
Imprimé le : 27/02/2026 - 12:45:44
Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

Projet : Foxta Amel-sol projet Ares V2
Module : Taspie+ (Pieu 2/4)
Titre du calcul : Tassements pieux VM isolé 400mm - SF2

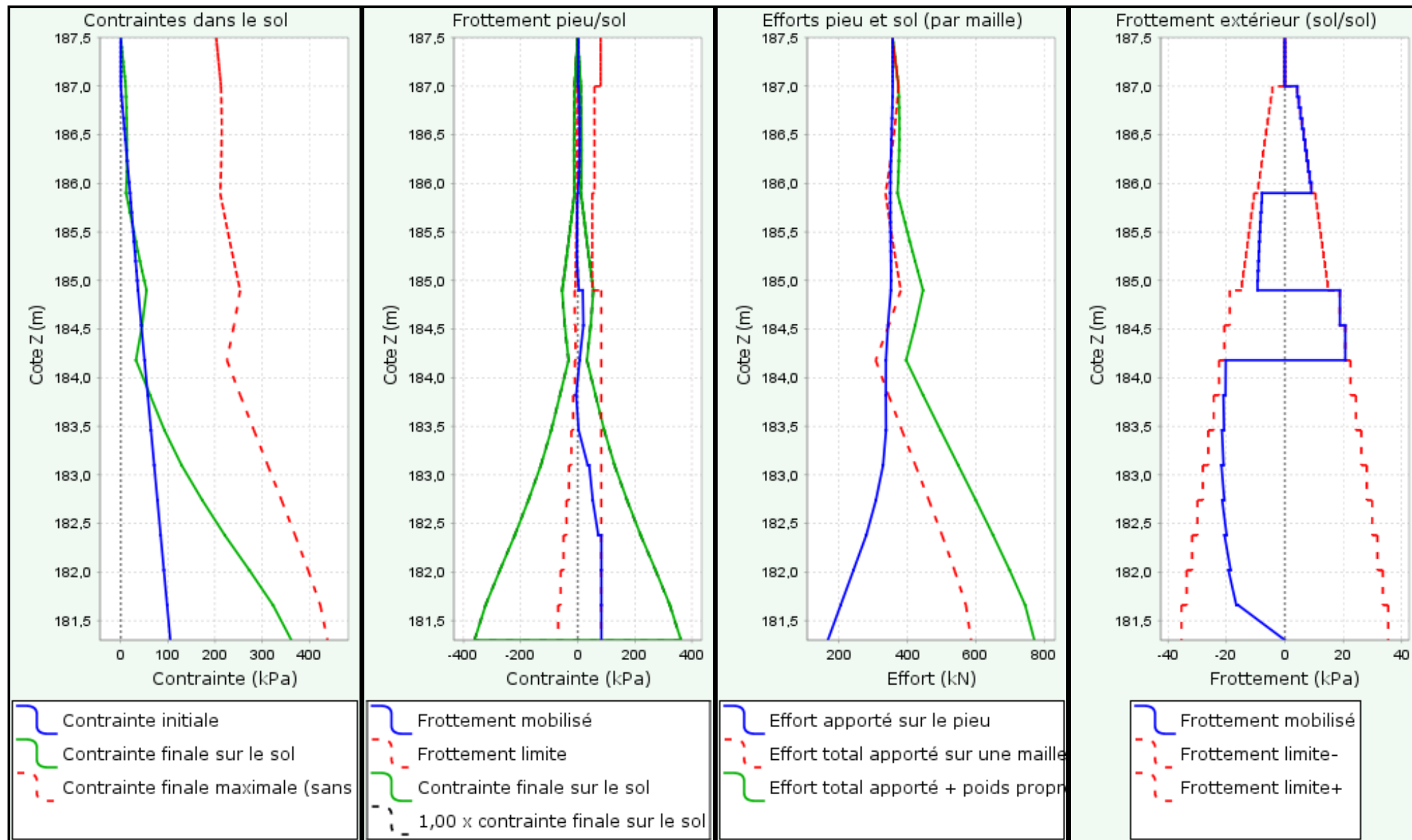
Courbe de chargement



Courbes principales



Courbes complémentaires



Données

Assistant moment dallage

Épaisseur de la couche de forme (m) : 0,50

Pente de diffusion : 0,20

Coefficient de Poisson du béton : 0,20

Rm (m) * : 0,56

R0 (m) * : 0,30

qm (kPa) * : 0,00

qsol (kPa) * : 0,00

qpieu (kPa) * : 0,00

Mcentre (kN.m/ml) : 0,00

Mbord (kN.m/ml) : -0,00

Données

Paramètres principaux

Titre du projet : ESID - SAUVAGNON QUARTIER BOITEUX

Numéro d'affaire : 6411423

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Tassements pieux VM isolé 400mm - Massif (pieu n°1)

Type de calcul : Semelle sur réseau fini

Cote de référence (m) : 187,50

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Zbase	n	Comportement	Esol	v	Cs/(1+e0)	Cc/(1+e0)	tc	γ	État	c	φ
1	U0/ Metelas de répartition		187,00	10	Élastique	4,50E04	0,300	0,000	0,000	0,00	20,00	C. apportée	0,00	35,00
2	U1/ Limons agrileux (morts terrains)		185,90	10	Élastique	1,00E04	0,300	0,000	0,000	0,00	18,00	C. existante	4,00	25,00
3	U2/ argile +/- vasarde (morts terrains)		184,90	10	Élastique	6,00E03	0,300	0,000	0,000	0,00	17,00	C. existante	5,00	25,00
4	U3/ Argile ± limono-graveleuse à quelques galets		181,30	10	Élastique	1,95E04	0,300	0,000	0,000	0,00	19,00	C. existante	8,00	25,00

Mode de mise en oeuvre du pieu : avec refoulement

Type de section du pieu : circulaire

Définition du pieu dans chaque couche

Nom	Zbase	Epieu	D
U0/ Metelas de répartition	187,00	1,00E07	0,40
U1/ Limons agrileux (morts terrains)	185,90	1,00E07	0,40
U2/ argile +/- vasarde (morts terrains)	184,90	1,00E07	0,40
U3/ Argile ± limono-graveleuse à quelques galets	181,30	1,00E07	0,40

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
U0/ Metelas de répartition	187,00	1,50E03	80,00	Sol fin
U1/ Limons agrileux (morts terrains)	185,90	5,00E03	58,98	Sol fin
U2/ argile +/- vasarde (morts terrains)	184,90	3,00E03	50,52	Sol fin
U3/ Argile ± limono-graveleuse à quelques galets	181,30	1,30E04	82,85	Sol fin

Contrainte limite en pointe (kPa) : 1350,0

Type de loi : Sol fin

Frottements négatifs

Nom	Z	Approche de calcul	qsn	Ktanδ
U0/ Metelas de répartition	187,00	qsn = Ktanδ x σ'v	-	1,00
U1/ Limons agrileux (morts terrains)	185,90	qsn = Ktanδ x σ'v	-	0,15
U2/ argile +/- vasarde (morts terrains)	184,90	qsn = Ktanδ x σ'v	-	0,15
U3/ Argile ± limono-graveleuse à quelques galets	181,30	qsn = Ktanδ x σ'v	-	0,20

Chargement

Aire de la semelle S (m²) : 1,95

Périmètre de la semelle P (m) : 5,60

Nombre total de pieux sous la semelle : 1

Charge verticale sur la semelle Q (kN) : 389,60

Paramètres avancés

Tolérance (m) : 1,00E-04



FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 27/02/2026 - 12:29:20
Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

Projet : Foxta Amel-sol projet Ares V2
Module : Taspie+ (Pieu 1/4)
Titre du calcul : Tassements pieux VM isolé 400mm - Massif

Données

Nombre de pas : 100

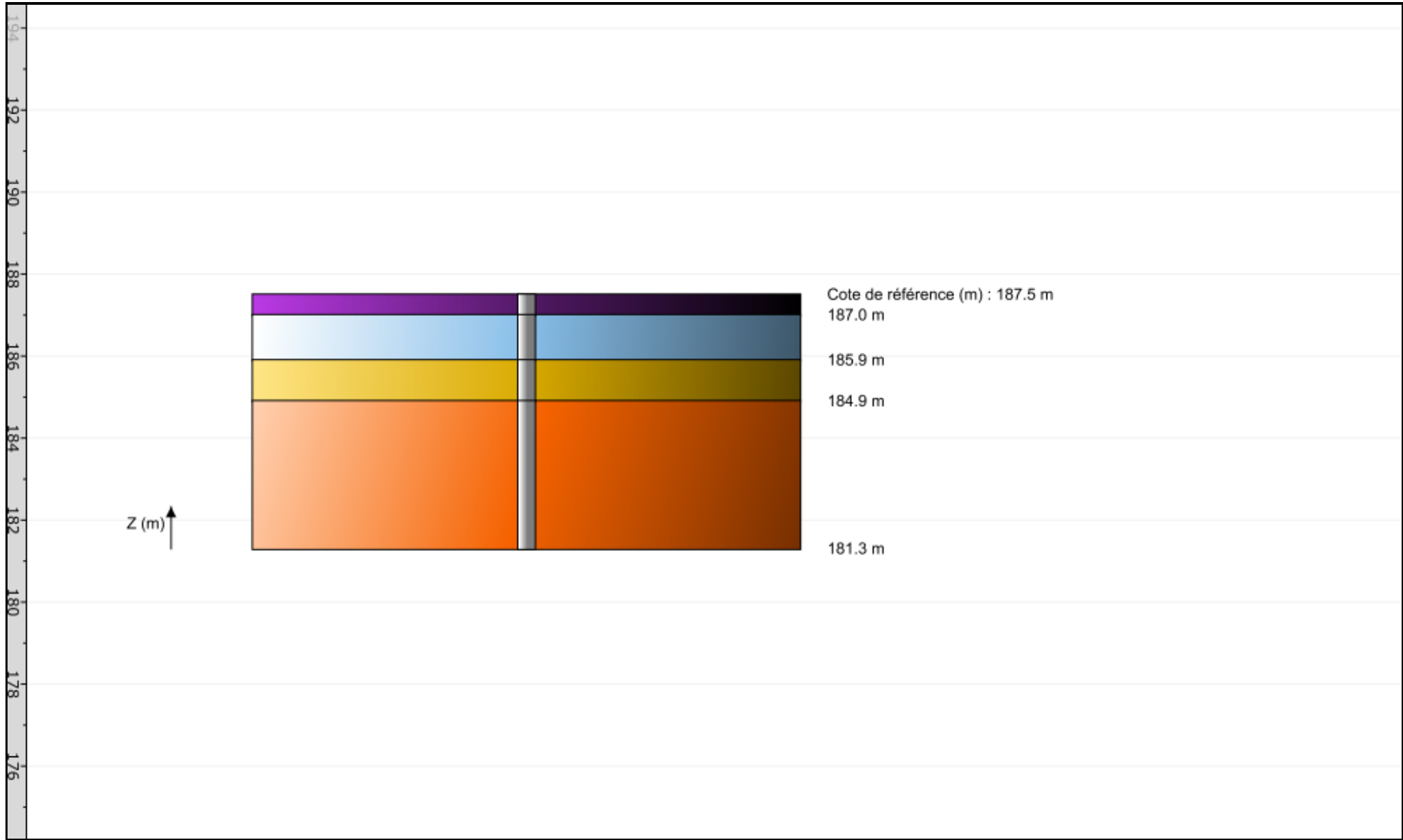


FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 27/02/2026 - 12:29:20
Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

Projet : Foxta Amel-sol projet Ares V2
Module : Taspie+ (Pieu 1/4)
Titre du calcul : Tassements pieux VM isolé 400mm - Massif

Onglet "Données des couches"



Synthèse des résultats

Bilan des efforts (pour une maille)	
Qtête (kN) : Effort total appliqué sur la maille	389,60
EQpieu : Rapport entre l'effort transmis au domaine pieu (en tête) et l'effort total	0,97
Ntête (kN) : Effort appliqué au domaine pieu en tête	376,98
Nmax (kN) : Effort maximal dans le domaine pieu	378,40
Zmax (m) : Cote du point neutre (là où Nmax est atteint)	186,89
Nbase (kN) : Effort repris à la base du domaine pieu	98,65

Bilan des contraintes	
σ_m ,tête (kPa) : Contrainte moyenne appliquée sur la maille	1,998E02
σ_p ,tête (kPa) : Contrainte appliquée sur le domaine pieu en tête	3,000E03
σ_s ,tête (kPa) : Contrainte appliquée sur le domaine sol en tête	6,917E00
σ_p ,max (kPa) : Contrainte maximale dans le domaine pieu	3,011E03
Zmax (m) : Cote du point neutre (là où σ_p ,max est atteinte)	186,89
σ_{base} (kPa) : Contrainte reprise à la base du domaine du pieu	7,850E02

Bilan des tassements	
yp,tête (m) : Tassement en tête du domaine pieu	4,860E-03
ys,tête (m) : Tassement en tête du domaine sol	4,860E-03
yp,base (m) : Tassement à la base du domaine pieu	3,427E-03
ys,base (m) : Tassement à la base du domaine sol	2,131E-08
sref (m) : Tassement du sol sans inclusions	2,402E-02

Raideurs équivalentes	
Kg (kN/m) : Raideur globale du système "sol + pieux"	8,017E04
Kpieu (kN/m) : Raideur équivalente du domaine pieu	7,758E04
Ksol (kPa/m) : Coefficient de réaction du domaine sol	1,423E03
Kinf (kPa/m) : Raideur équivalente des couches profondes	5,128E09

Vérification de portance	
Nmax (kN) : Effort maximal dans le domaine pieu	378,40
Zmax (m) : Cote du point neutre - là où Nmax est atteint	186,89
Ru (kN) : Charge de rupture sous le point neutre	681,31
Rcr (kN) : Charge de fluage sous le point neutre	476,92
Fs,ult : Sécurité par rapport à la charge de rupture	1,80
Fs,cr : Sécurité par rapport à la charge de fluage	1,26

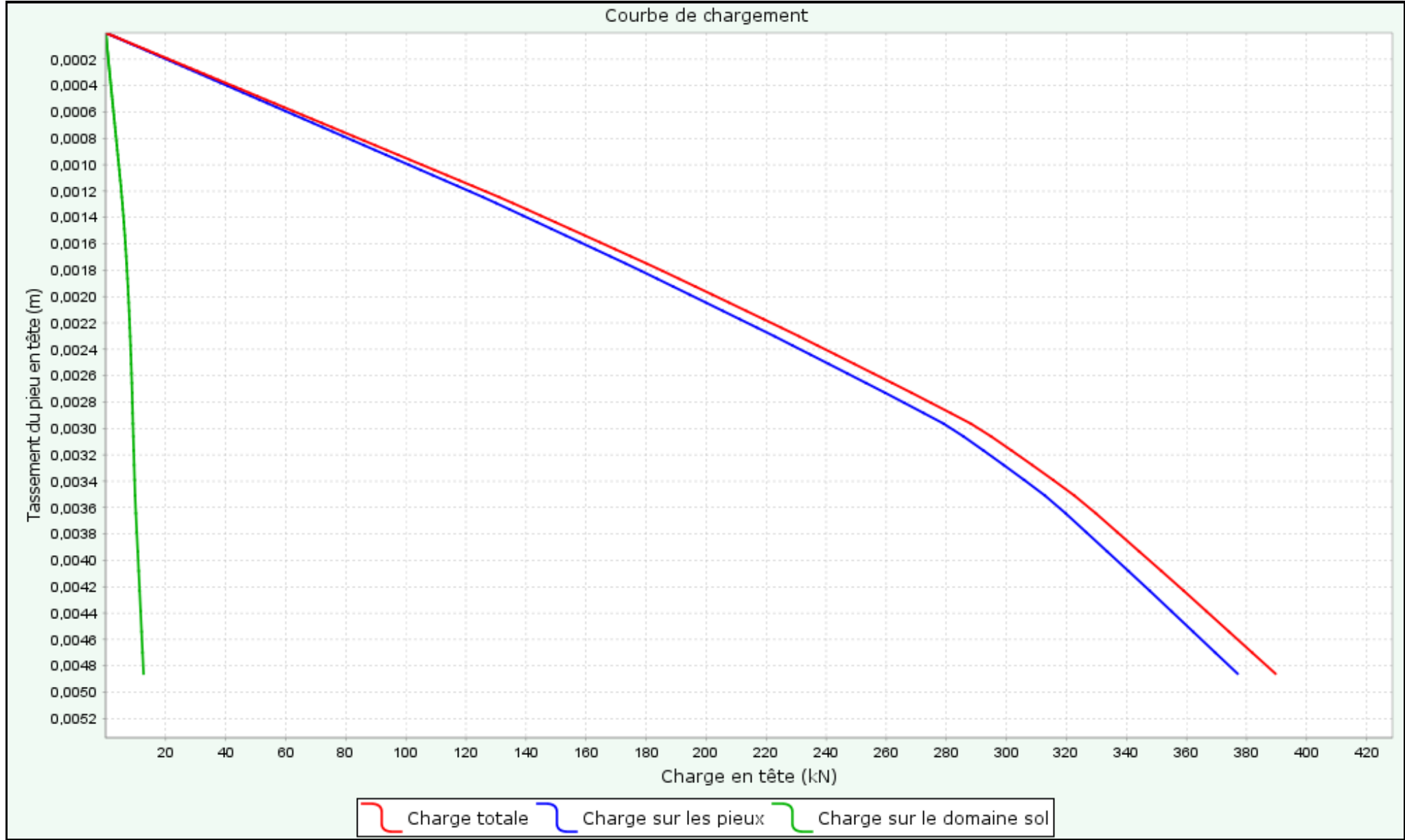


FoXta v4
v4.1.13

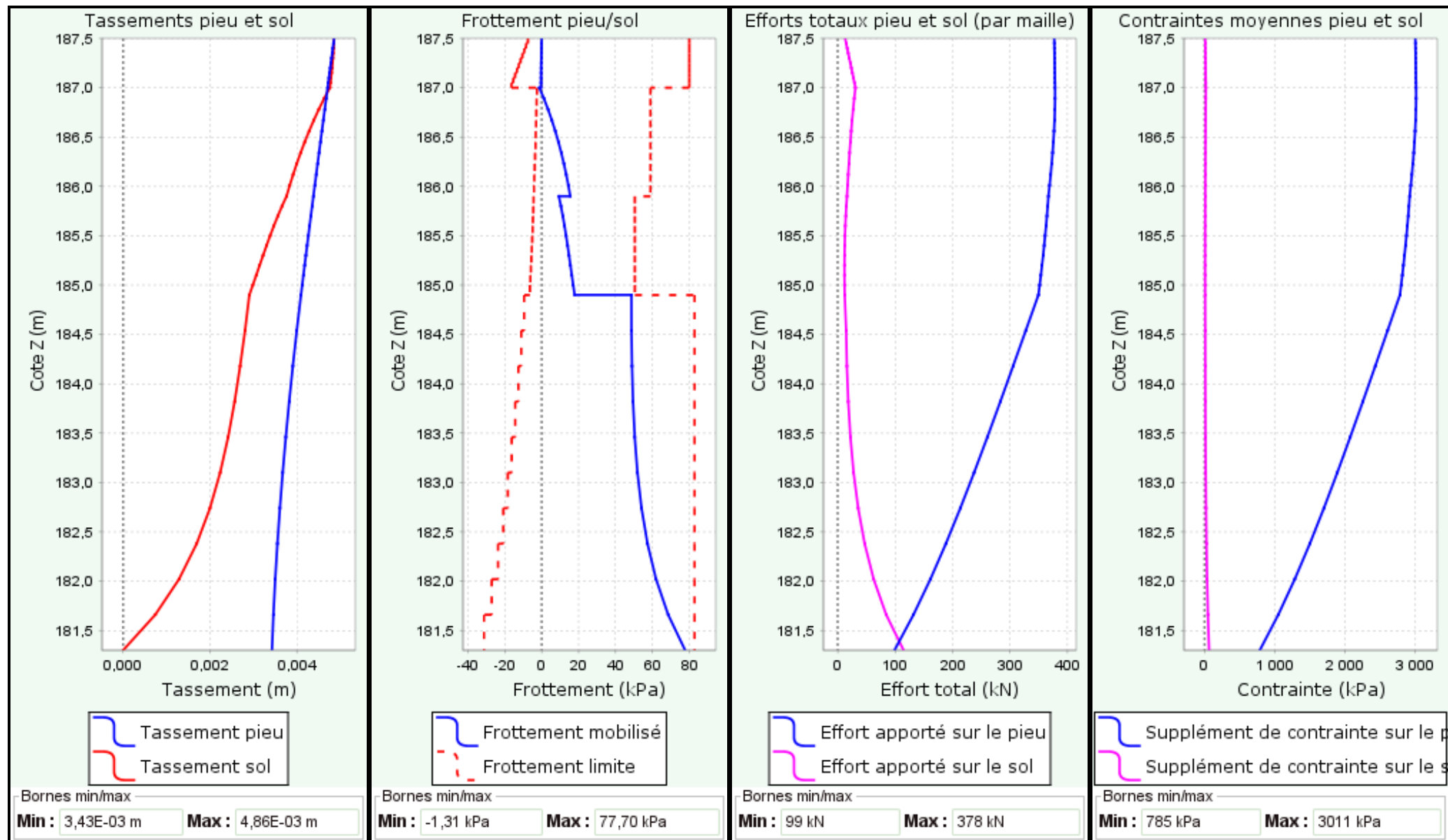
Imprimé le : 27/02/2026 - 12:29:20
Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

Projet : Foxta Amel-sol projet Ares V2
Module : Taspie+ (Pieu 1/4)
Titre du calcul : Tassements pieux VM isolé 400mm - Massif

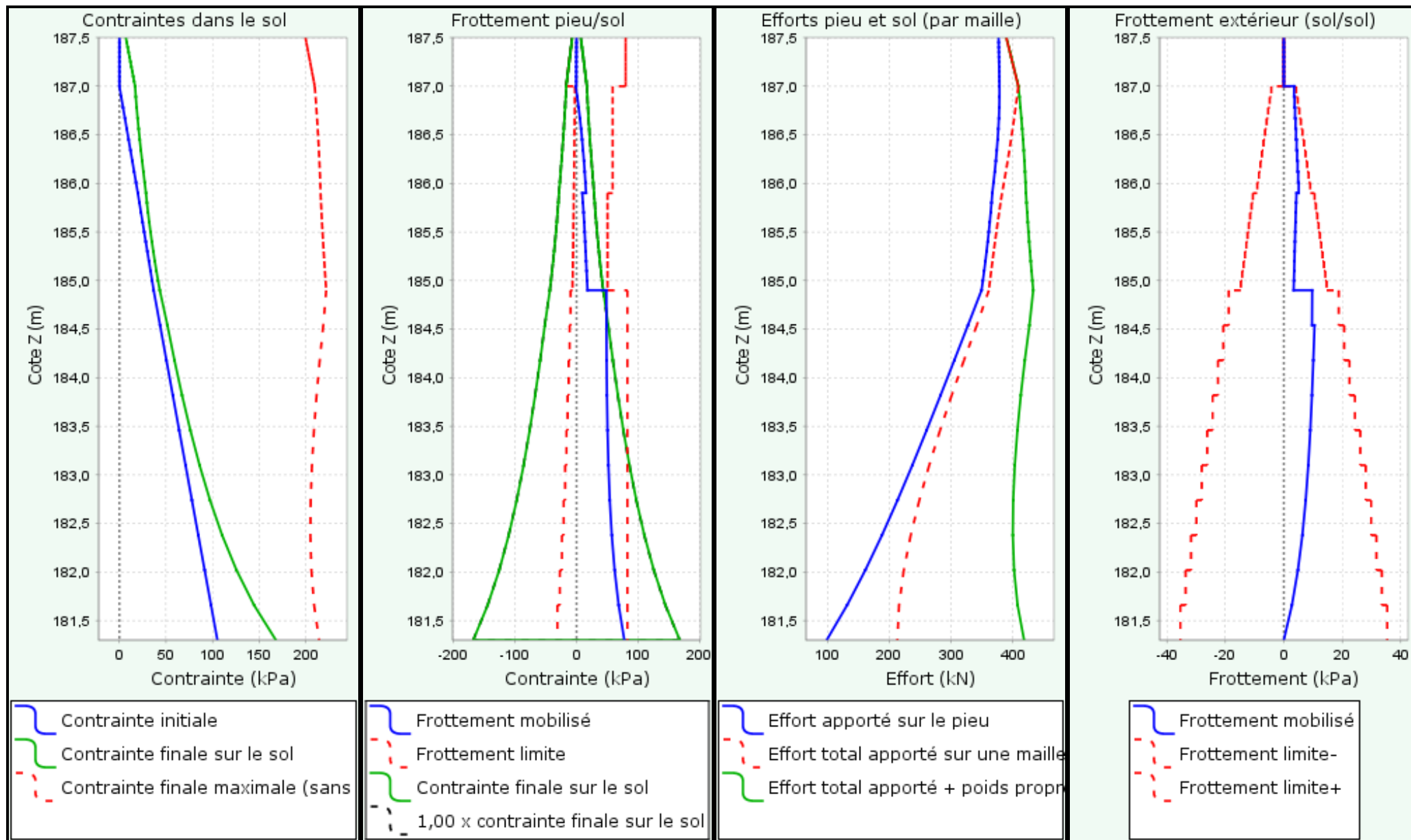
Courbe de chargement



Courbes principales



Courbes complémentaires



Données

Assistant moment dallage

Épaisseur de la couche de forme (m) : 0,50

Pente de diffusion : 0,20

Coefficient de Poisson du béton : 0,20

Rm (m) * : 0,56

R0 (m) * : 0,30

qm (kPa) * : 0,00

qsol (kPa) * : 6,92

qpieu (kPa) * : -17,55

Mcentre (kN.m/ml) : 0,30

Mbord (kN.m/ml) : -0,20

Données

Paramètres principaux

Titre du projet : ESID - SAUVAGNON QUARTIER BOITEUX

Numéro d'affaire : 6411423

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Tassements dallage pieux VM 400 mm maille 3,0 x 3,0 m (pieu n°4)

Type de calcul : Fondation sur réseau infini

Cote de référence (m) : 187,60

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Zbase	n	Comportement	Esol	v	Cs/(1+e0)	Cc/(1+e0)	tc	γ	État
1	U0/ Matelas de repartition		187,00	10	Élastique	4,50E04	0,300	0,000	0,000	0,00	20,00	C. apportée
2	U1/ Limons agrileux (morts terrains)		185,90	10	Élastique	1,00E04	0,300	0,000	0,000	0,00	18,00	C. existante
3	U2/ argile +/- vasarde (morts terrains)		184,90	10	Élastique	6,00E03	0,300	0,000	0,000	0,00	17,00	C. existante
4	U3/ Argile ± limono-graveleuse à quelques galets		181,30	10	Élastique	1,95E04	0,300	0,000	0,000	0,00	19,00	C. existante

Mode de mise en oeuvre du pieu : avec refoulement

Type de section du pieu : circulaire

Définition du pieu dans chaque couche

Nom	Zbase	Epieu	D
U0/ Matelas de repartition	187,00	5,00E04	0,40
U1/ Limons agrileux (morts terrains)	185,90	1,00E07	0,40
U2/ argile +/- vasarde (morts terrains)	184,90	1,00E07	0,40
U3/ Argile ± limono-graveleuse à quelques galets	181,30	1,00E07	0,40

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
U0/ Matelas de repartition	187,00	1,50E03	80,00	Sol fin
U1/ Limons agrileux (morts terrains)	185,90	5,00E03	58,98	Sol fin
U2/ argile +/- vasarde (morts terrains)	184,90	3,00E03	50,52	Sol fin
U3/ Argile ± limono-graveleuse à quelques galets	181,30	1,30E04	82,95	Sol fin

Contrainte limite en pointe (kPa) : 1350,0

Type de loi : Sol fin

Frottements négatifs

Nom	Z	Approche de calcul	qsn	Ktanδ
U0/ Matelas de repartition	187,00	qsn = Ktanδ x σ'v	-	1,00
U1/ Limons agrileux (morts terrains)	185,90	qsn = Ktanδ x σ'v	-	0,15
U2/ argile +/- vasarde (morts terrains)	184,90	qsn = Ktanδ x σ'v	-	0,15
U3/ Argile ± limono-graveleuse à quelques galets	181,30	qsn = Ktanδ x σ'v	-	0,20

Chargement

Charge maille (kPa) : 20,1

Type de calcul : Déformation uniforme (fondation mixte et radier sur IR)

Dimension de la maille selon X (m) : 3,00

Dimension de la maille selon Y (m) : 3,00

Paramètres avancés

Tolérance (m) : 1,00E-04



FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 27/02/2026 - 13:07:45
Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

Projet : Foxta Amel-sol projet Ares V2
Module : Taspie+ (Pieu 4/4)
Titre du calcul : Tassements dallage pieux VM 400 mm maille 3,0 x 3,0 m

Données

Nombre de pas : 100

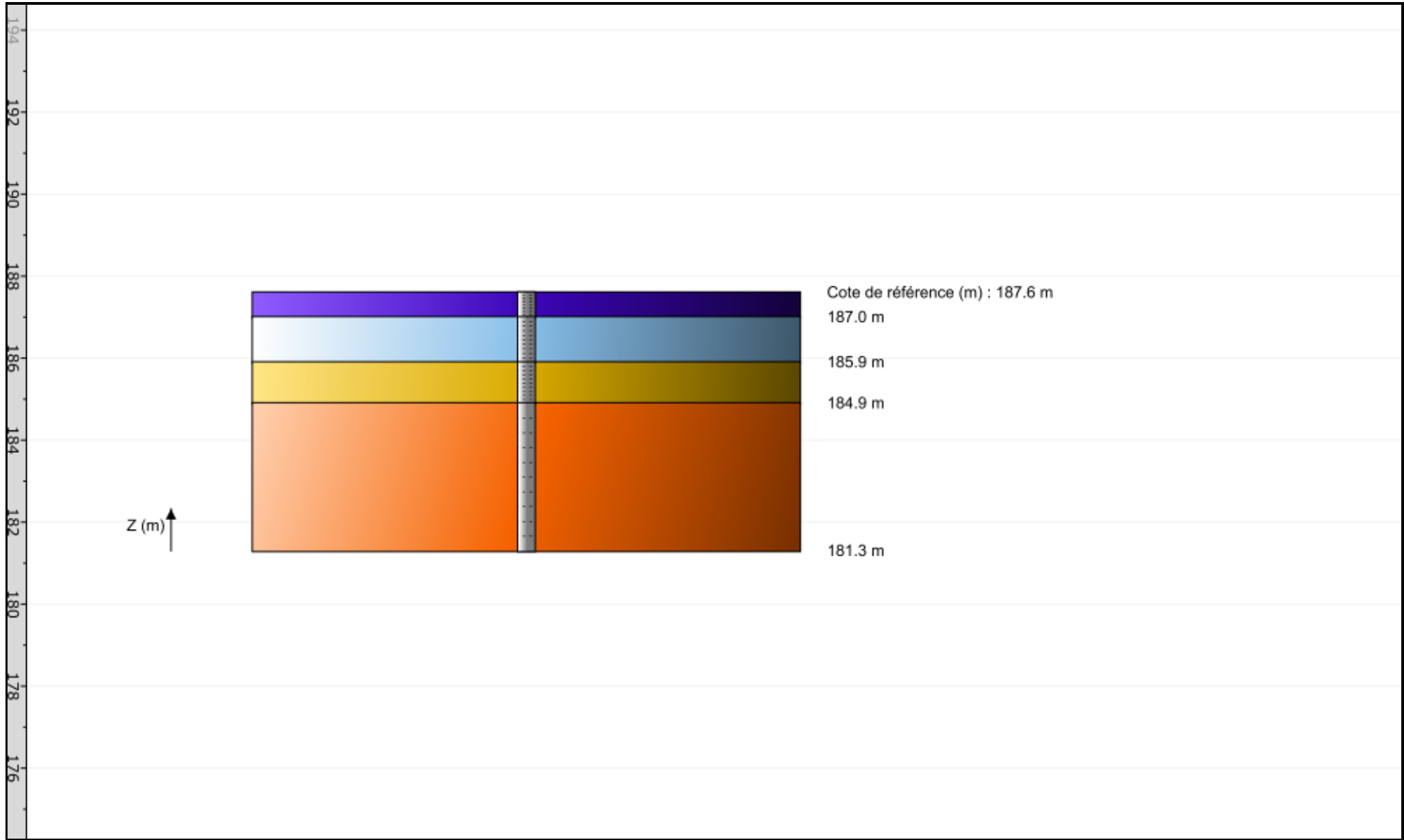


FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 27/02/2026 - 13:07:46
Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

Projet : Foxta Amel-sol projet Ares V2
Module : Taspie+ (Pieu 4/4)
Titre du calcul : Tassements dallage pieux VM 400 mm maille 3,0 x 3,0 m

Onglet "Données des couches"



Synthèse des résultats

Bilan des efforts (pour une maille)	
Qtête (kN) : Effort total appliqué sur la maille	180,90
EQpieu : Rapport entre l'effort transmis au domaine pieu (en tête) et l'effort total	0,34
Ntête (kN) : Effort appliqué au domaine pieu en tête	61,67
Nmax (kN) : Effort maximal dans le domaine pieu	117,39
Zmax (m) : Cote du point neutre (là où Nmax est atteint)	183,10
Nbase (kN) : Effort repris à la base du domaine pieu	55,17

Bilan des contraintes	
σ_m ,tête (kPa) : Contrainte moyenne appliquée sur la maille	2,010E01
σ_p ,tête (kPa) : Contrainte appliquée sur le domaine pieu en tête	4,908E02
σ_s ,tête (kPa) : Contrainte appliquée sur le domaine sol en tête	1,344E01
σ_p ,max (kPa) : Contrainte maximale dans le domaine pieu	9,342E02
Zmax (m) : Cote du point neutre (là où σ_p ,max est atteinte)	183,10
σ_{base} (kPa) : Contrainte reprise à la base du domaine du pieu	4,391E02

Bilan des tassements	
yp,tête (m) : Tassement en tête du domaine pieu	7,931E-03
ys,tête (m) : Tassement en tête du domaine sol	7,931E-03
yp,base (m) : Tassement à la base du domaine pieu	1,228E-03
ys,base (m) : Tassement à la base du domaine sol	2,889E-08
sref (m) : Tassement du sol sans inclusions	1,126E-02

Raideurs équivalentes	
Kg (kN/m) : Raideur globale du système "sol + pieux"	2,281E04
Kpieu (kN/m) : Raideur équivalente du domaine pieu	7,775E03
Ksol (kPa/m) : Coefficient de réaction du domaine sol	1,694E03
Kinf (kPa/m) : Raideur équivalente des couches profondes	1,111E09

Vérification de portance	
Nmax (kN) : Effort maximal dans le domaine pieu	117,39
Zmax (m) : Cote du point neutre - là où Nmax est atteint	183,10
Ru (kN) : Charge de rupture sous le point neutre	357,27
Rcr (kN) : Charge de fluage sous le point neutre	250,09
Fs,ult : Sécurité par rapport à la charge de rupture	3,04
Fs,cr : Sécurité par rapport à la charge de fluage	2,13

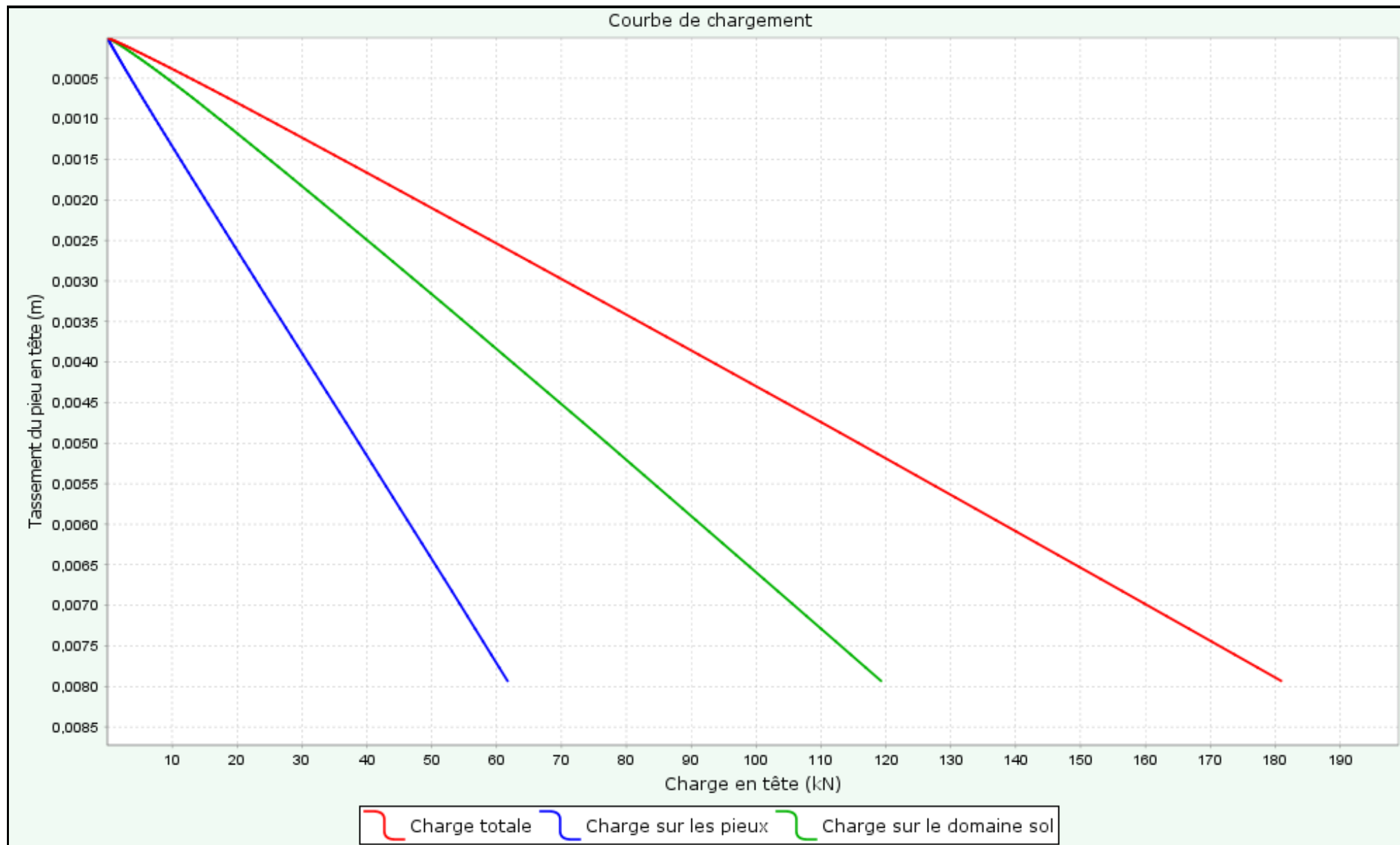


FoXta v4
v4.1.13

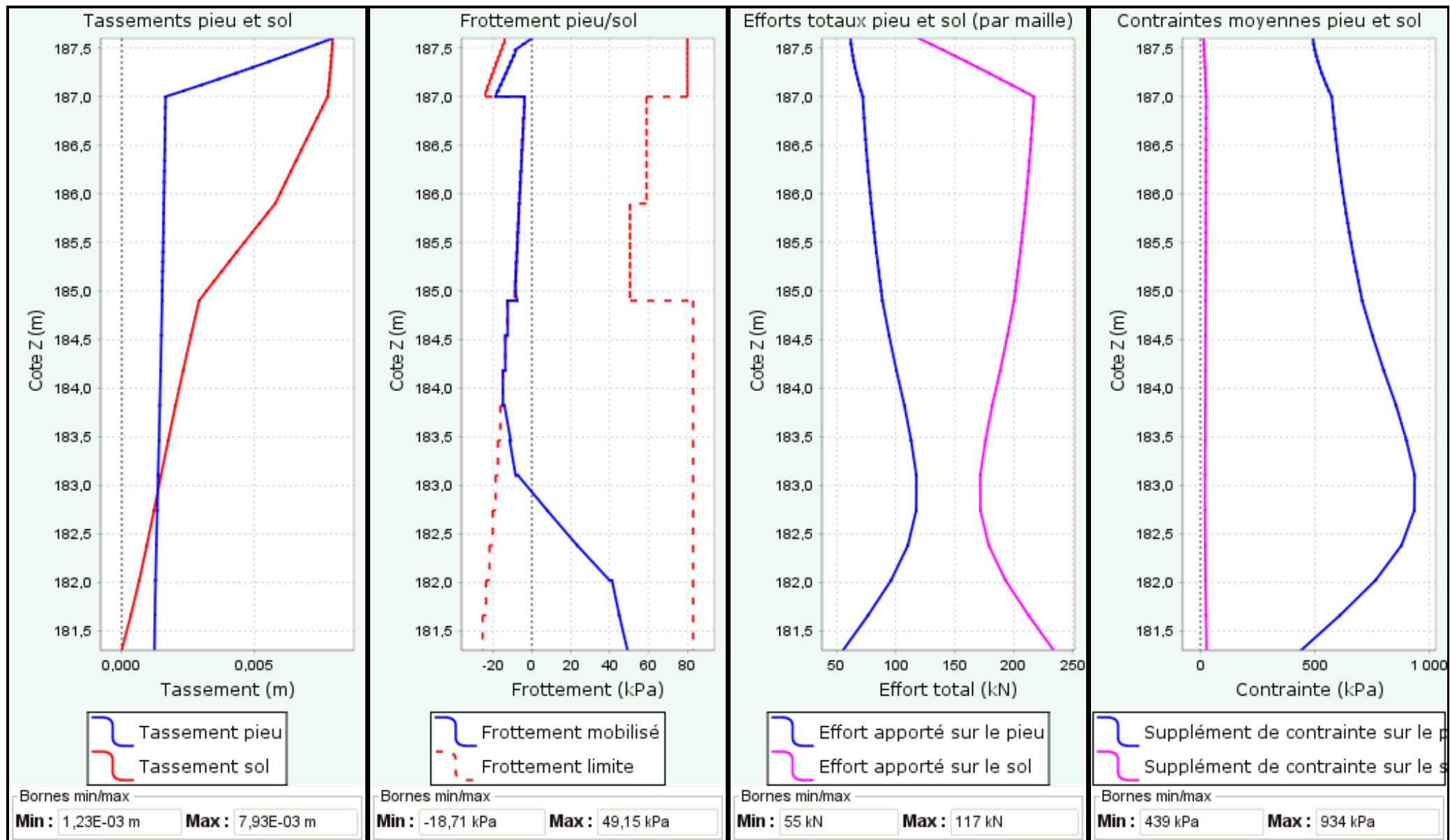
Imprimé le : 27/02/2026 - 13:07:46
Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

Projet : Foxta Amel-sol projet Ares V2
Module : Taspie+ (Pieu 4/4)
Titre du calcul : Tassements dallage pieux VM 400 mm maille 3,0 x 3,0 m

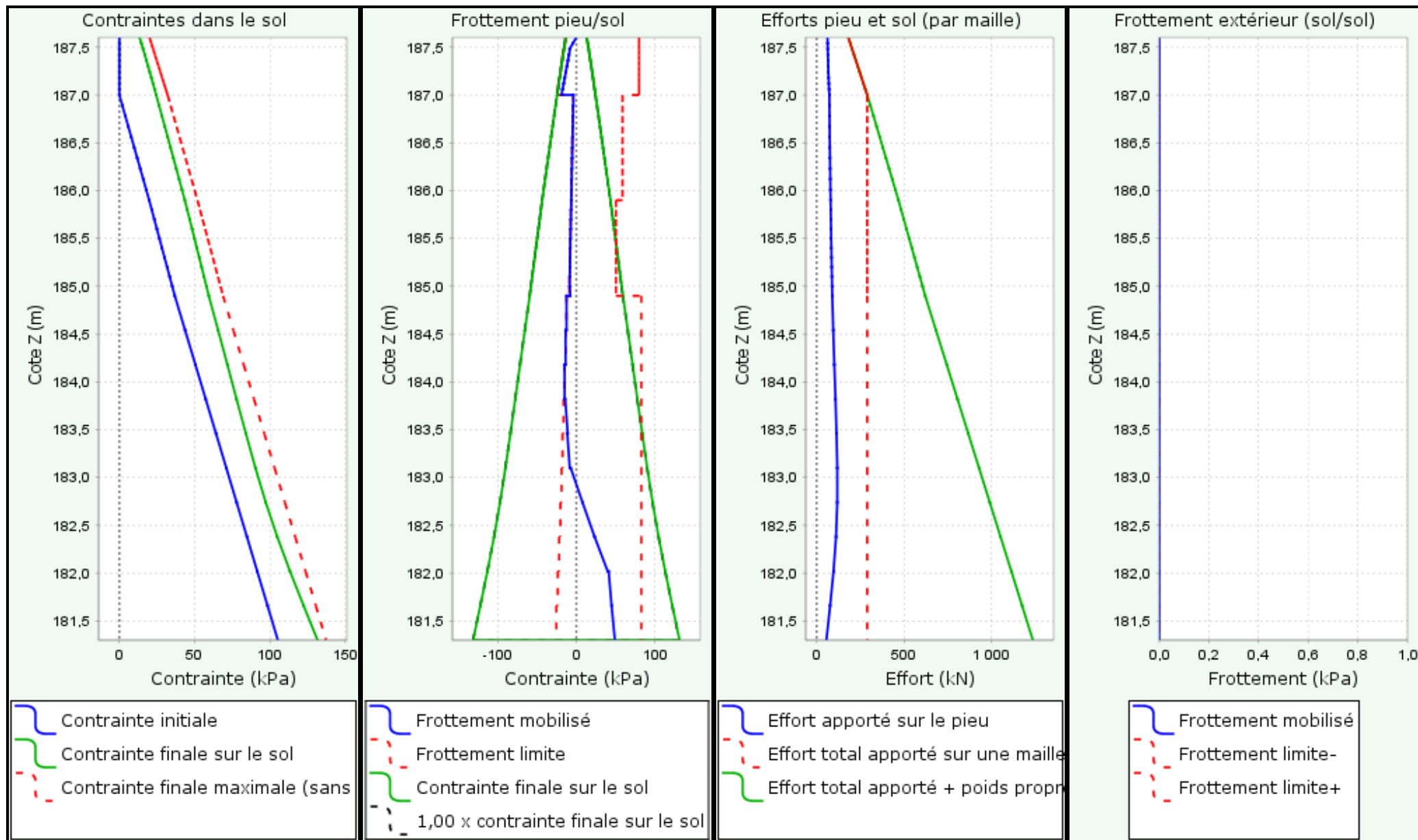
Courbe de chargement



Courbes principales



Courbes complémentaires



Données

Assistant moment dallage

Épaisseur de la couche de forme (m) : 0,60

Pente de diffusion : 0,20

Coefficient de Poisson du béton : 0,20

Rm (m) * : 1,69

R0 (m) * : 0,32

qm (kPa) * : 20,10

qsol (kPa) * : 13,44

qpieu (kPa) * : 199,89

Mcentre (kN.m/ml) : -8,16

Mbord (kN.m/ml) : 2,30

Données

Paramètres principaux

Titre du projet : ESID - SAUVAGNON QUARTIER BOITEUX

Numéro d'affaire : 6411423

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Tassements pieux VM isolé 400mm - SF3c (pieu n°3)

Type de calcul : Semelle sur réseau fini

Cote de référence (m) : 187,50

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Zbase	n	Comportement	Esol	v	Cs/(1+e0)	Cc/(1+e0)	tc	γ	État	c	φ
1	U0/ Metelas de répartition		187,00	10	Élastique	4,50E04	0,300	0,000	0,000	0,00	20,00	C. apportée	0,00	35,00
2	U1/ Limons agrileux (morts terrains)		185,90	10	Élastique	1,00E04	0,300	0,000	0,000	0,00	18,00	C. existante	4,00	25,00
3	U2/ argile +/- vasarde (morts terrains)		184,90	10	Élastique	6,00E03	0,300	0,000	0,000	0,00	17,00	C. existante	5,00	25,00
4	U3/ Argile ± limono-graveleuse à quelques galets		181,30	10	Élastique	1,95E04	0,300	0,000	0,000	0,00	19,00	C. existante	8,00	25,00

Mode de mise en oeuvre du pieu : avec refoulement

Type de section du pieu : circulaire

Définition du pieu dans chaque couche

Nom	Zbase	Epieu	D
U0/ Metelas de répartition	187,00	1,00E07	0,40
U1/ Limons agrileux (morts terrains)	185,90	1,00E07	0,40
U2/ argile +/- vasarde (morts terrains)	184,90	1,00E07	0,40
U3/ Argile ± limono-graveleuse à quelques galets	181,30	1,00E07	0,40

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
U0/ Metelas de répartition	187,00	1,50E03	80,00	Sol fin
U1/ Limons agrileux (morts terrains)	185,90	5,00E03	58,98	Sol fin
U2/ argile +/- vasarde (morts terrains)	184,90	3,00E03	50,52	Sol fin
U3/ Argile ± limono-graveleuse à quelques galets	181,30	1,30E04	82,85	Sol fin

Contrainte limite en pointe (kPa) : 1350,0

Type de loi : Sol fin

Frottements négatifs

Nom	Z	Approche de calcul	qsn	Ktanδ
U0/ Metelas de répartition	187,00	qsn = Ktanδ x σ'v	-	1,00
U1/ Limons agrileux (morts terrains)	185,90	qsn = Ktanδ x σ'v	-	0,15
U2/ argile +/- vasarde (morts terrains)	184,90	qsn = Ktanδ x σ'v	-	0,15
U3/ Argile ± limono-graveleuse à quelques galets	181,30	qsn = Ktanδ x σ'v	-	0,20

Chargement

Aire de la semelle S (m²) : 6,05

Périmètre de la semelle P (m) : 26,20

Nombre total de pieux sous la semelle : 2

Charge verticale sur la semelle Q (kN) : 605,30

Paramètres avancés

Tolérance (m) : 1,00E-04



FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 27/02/2026 - 12:46:13
Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

Projet : Foxta Amel-sol projet Ares V2
Module : Taspie+ (Pieu 3/4)
Titre du calcul : Tassements pieux VM isolé 400mm - SF3c

Données

Nombre de pas : 100

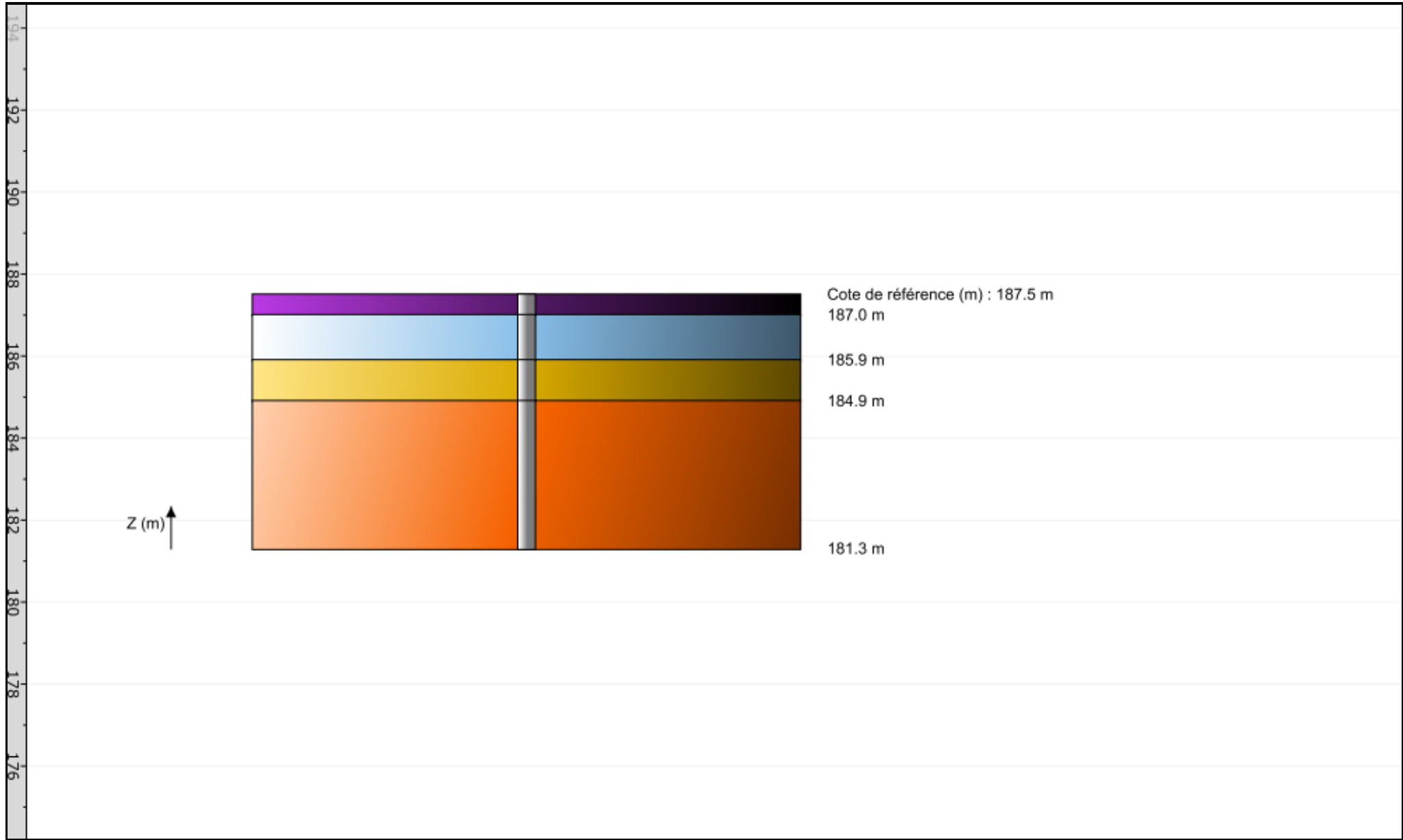


FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 27/02/2026 - 12:46:13
Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

Projet : Foxta Amel-sol projet Ares V2
Module : Taspie+ (Pieu 3/4)
Titre du calcul : Tassements pieux VM isolé 400mm - SF3c

Onglet "Données des couches"



Synthèse des résultats

Bilan des efforts (pour une maille)	
Qtête (kN) : Effort total appliqué sur la maille	121,06
EQpieu : Rapport entre l'effort transmis au domaine pieu (en tête) et l'effort total	1,00
Ntête (kN) : Effort appliqué au domaine pieu en tête	121,06
Nmax (kN) : Effort maximal dans le domaine pieu	123,38
Zmax (m) : Cote du point neutre (là où Nmax est atteint)	186,67
Nbase (kN) : Effort repris à la base du domaine pieu	41,24

Bilan des contraintes	
σ_m ,tête (kPa) : Contrainte moyenne appliquée sur la maille	1,000E02
σ_p ,tête (kPa) : Contrainte appliquée sur le domaine pieu en tête	9,634E02
σ_s ,tête (kPa) : Contrainte appliquée sur le domaine sol en tête	0,000E00
σ_p ,max (kPa) : Contrainte maximale dans le domaine pieu	9,818E02
Zmax (m) : Cote du point neutre (là où σ_p ,max est atteinte)	186,67
σ_{base} (kPa) : Contrainte reprise à la base du domaine du pieu	3,281E02

Bilan des tassements	
yp,tête (m) : Tassement en tête du domaine pieu	1,427E-03
ys,tête (m) : Tassement en tête du domaine sol	1,574E-03
yp,base (m) : Tassement à la base du domaine pieu	9,179E-04
ys,base (m) : Tassement à la base du domaine sol	4,115E-08
sref (m) : Tassement du sol sans inclusions	1,069E-02

Raideurs équivalentes	
Kg (kN/m) : Raideur globale du système "sol + pieux"	4,241E05
Kpieu (kN/m) : Raideur équivalente du domaine pieu	8,483E04
Ksol (kPa/m) : Coefficient de réaction du domaine sol	0,000E00
Kinf (kPa/m) : Raideur équivalente des couches profondes	1,653E09

Vérification de portance	
Nmax (kN) : Effort maximal dans le domaine pieu	123,38
Zmax (m) : Cote du point neutre - là où Nmax est atteint	186,67
Ru (kN) : Charge de rupture sous le point neutre	665,01
Rcr (kN) : Charge de fluage sous le point neutre	465,50
Fs,ult : Sécurité par rapport à la charge de rupture	5,39
Fs,cr : Sécurité par rapport à la charge de fluage	3,77



FoXta v4
v4.1.13

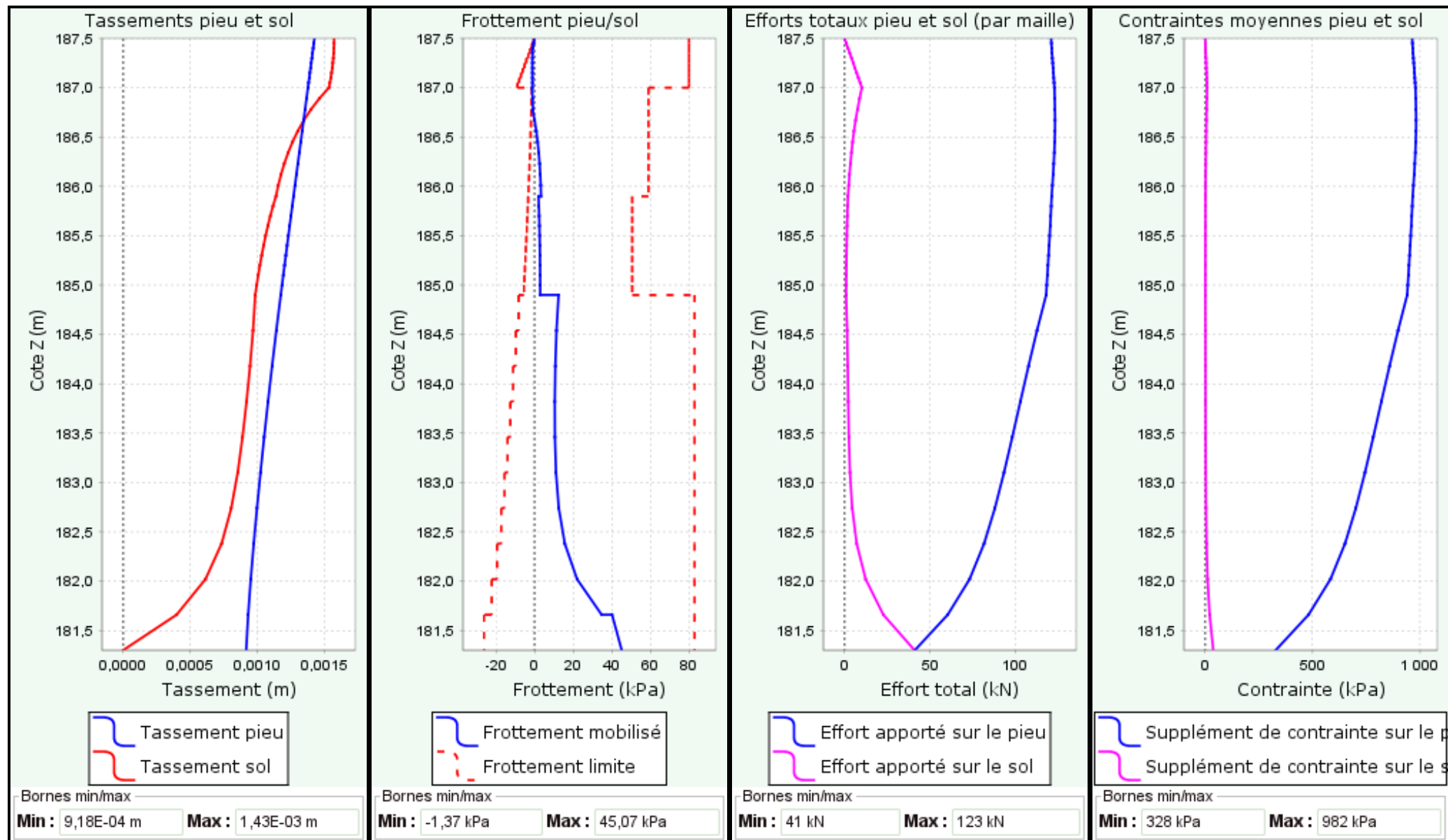
Imprimé le : 27/02/2026 - 12:46:13
Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

Projet : Foxta Amel-sol projet Ares V2
Module : Taspie+ (Pieu 3/4)
Titre du calcul : Tassements pieux VM isolé 400mm - SF3c

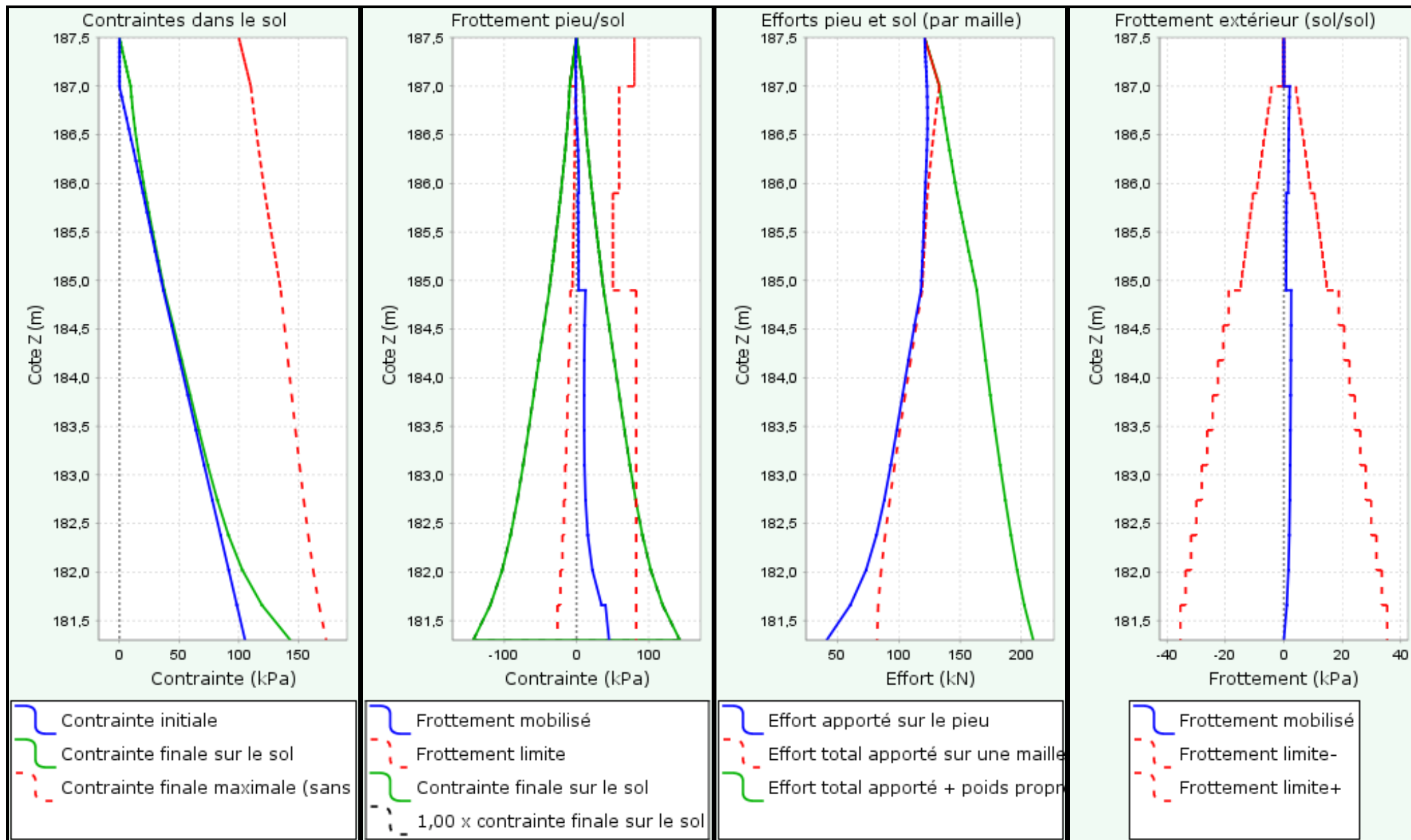
Courbe de chargement



Courbes principales



Courbes complémentaires



Données

Assistant moment dallage

Épaisseur de la couche de forme (m) : 0,50

Pente de diffusion : 0,20

Coefficient de Poisson du béton : 0,20

Rm (m) * : 0,56

R0 (m) * : 0,30

qm (kPa) * : 0,00

qsol (kPa) * : 0,00

qpieu (kPa) * : 0,00

Mcentre (kN.m/ml) : 0,00

Mbord (kN.m/ml) : -0,00

Données

Titre du projet : ESID - SAUVAGNON QUARTIER BOITEUX

Numéro d'affaire : 6411423

Commentaires : N/A

Titre du calcul : massifs n°31 compression - horizontal (Fondation n°1)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-261

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas de calcul (m) : 0,20

Forme de la base : Fondation rectangulaire

Longueur L (m) : 1,60

Largeur B (m) : 1,60

Cote du TN initial Zini (m) : 188,00

Cote du TN final Zfin (m) : 188,00

Cote de base fondation Zd (m) : 187,50

Proximité d'un talus : Non

Catégorie de sol : Sables et graves

Type de comportement : Comportement frottant

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

Terrain et profil pressiométrique

N°	Nom	Couleur	Zbase	pl*	EM	α
1	U0/Matelas de répartition		187,00	700,00	15000,00	0,33
2	Sol amélioré		184,90	600,00	8000,00	0,50
3	U3/ Argile salo-graveleuse		183,90	1350,00	13000,00	0,67

Cas de charge

N°	Vd	HB,d	HL,d	MB,d	ML,d	Pondération sur P0	Combinaison
1	432,0	8,0	0,0	0,0	0,0	1,00	ELS-Caractéristiques
2	621,0	10,0	1,0	0,0	0,0	1,00	ELU-Fondamentales
3	228,0	16,0	0,0	0,0	0,0	1,00	ELU-Accidentelles
4	278,0	34,0	4,0	0,0	0,0	1,00	ELU-Sismiques
5	432,0	8,0	0,0	0,0	0,0	1,00	ELS-Quasi-permanentes
6	187,0	49,0	0,0	0,0	0,0	1,00	ELS-Caractéristiques
7	255,0	72,0	0,0	0,0	0,0	1,00	ELU-Fondamentales
8	228,0	47,0	0,0	0,0	0,0	1,00	ELU-Accidentelles
9	140,0	49,0	4,0	0,0	0,0	1,00	ELU-Accidentelles
10	187,0	49,0	0,0	0,0	0,0	1,00	ELS-Quasi-permanentes

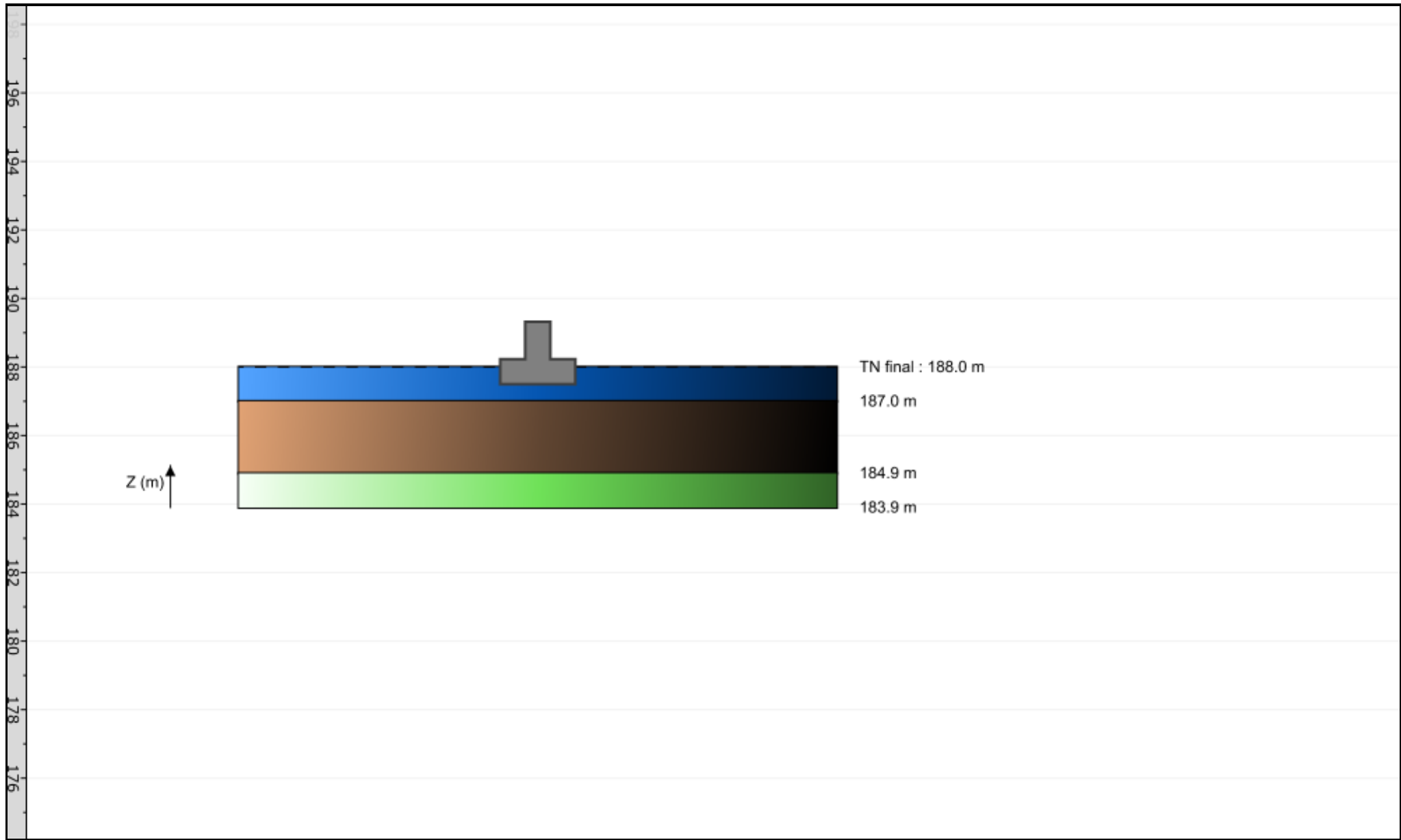


FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 27/02/2026 - 12:59:09
Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

Projet : Foxta Amel-sol projet Ares V2
Module : Fondsup (Fondation 1/3)
Titre du calcul : massifs n°31 compression - horizontal

Onglet "Chargement (valeurs de calcul)"



Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge : Indice du cas de charge

Combinaison : Type de combinaison

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

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

R0 [kN] : Poids des terres excavées

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

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

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

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

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

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

Tassement [cm] : Tassement sous la charge appliquée

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Caractéristiques	463,00	8,00	25,60	1,00	673,76	-	Ok	Ok	-	-
2	ELU-Fondamentales	652,00	10,05	25,60	1,00	1111,50	311,10	Ok	Ok	Ok	-
3	ELU-Accidentelles	259,00	16,00	25,60	1,00	1166,00	135,94	Ok	Ok	Ok	-
4	ELU-Sismiques	309,00	34,23	25,60	1,00	888,57	142,72	Ok	Ok	Ok	-
5	ELS-Quasi-permanentes	463,00	8,00	25,60	1,00	673,76	-	Ok	Ok	-	0,58
6	ELS-Caractéristiques	218,00	49,00	25,60	1,00	403,18	-	Ok	Ok	-	-
7	ELU-Fondamentales	286,00	72,00	25,60	1,00	615,40	136,46	Ok	Ok	Ok	-
8	ELU-Accidentelles	259,00	47,00	25,60	1,00	866,84	135,94	Ok	Ok	Ok	-
9	ELU-Accidentelles	171,00	49,16	25,60	1,00	649,86	89,75	Ok	Ok	Ok	-
10	ELS-Quasi-permanentes	218,00	49,00	25,60	1,00	403,18	-	Ok	Ok	-	0,25

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

- N° cas de charge : Indice du cas de charge
- Combinaison : Type de combinaison
- iδβ : Coefficient réducteur lié à l'inclinaison et à la proximité d'un talus
- kp : Facteur de portance pressiomérique
- ple [kPa] : Pression limite nette équivalente
- qnet [kPa] : Contrainte de rupture du terrain de fondation (sans pondérations)
- seff [m²] : Aire d'assise effective de la fondation (tenant compte de l'excentrement du chargement)
- Fglobal : Facteur de sécurité global
- Rvd [kN] : Valeur de calcul de la résistante nette du terrain de fondation

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

N° cas de charge	Combinaison	iδβ	kp	ple	qnet	seff	Fglobal	Rvd
1	ELS-Caractéristiques	0,96	1,22	619,58	726,40	2,56	2,76	673,76
2	ELU-Fondamentales	0,97	1,22	619,58	729,44	2,56	1,68	1111,50
3	ELU-Accidentelles	0,87	1,22	619,58	655,90	2,56	1,44	1166,00
4	ELU-Sismiques	0,77	1,22	619,58	583,12	2,56	1,68	888,57
5	ELS-Quasi-permanentes	0,96	1,22	619,58	726,40	2,56	2,76	673,76
6	ELS-Caractéristiques	0,58	1,22	619,58	434,67	2,56	2,76	403,18
7	ELU-Fondamentales	0,54	1,22	619,58	403,86	2,56	1,68	615,40
8	ELU-Accidentelles	0,65	1,22	619,58	487,60	2,56	1,44	866,84
9	ELU-Accidentelles	0,48	1,22	619,58	365,54	2,56	1,44	649,86
10	ELS-Quasi-permanentes	0,58	1,22	619,58	434,67	2,56	2,76	403,18



FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 27/02/2026 - 12:59:10
Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

Projet : Foxta Amel-sol projet Ares V2
Module : Fondsup (Fondation 1/3)
Titre du calcul : massifs n°31 compression - horizontal

Paramètres intermédiaires pour le calcul de tassement

- N° cas de charge : Indice du cas de charge
- λc : Coefficient de forme sphérique
- λd : Coefficient de forme déviatorique
- α : Coefficient rhéologique moyen
- Ec [kPa] : Module pressiométrique équivalent dans la zone de déformation volumique
- Ed [kPa] : Module pressiométrique équivalent dans la zone de déformation déviatorique
- q0 [kPa] : Contrainte initiale avant travaux
- qref [kPa] : Contrainte de référence
- sc [cm] : Tassement sphérique
- sd [cm] : Tassement déviatorique
- stot [cm] : Tassement total

Paramètres intermédiaires pour le calcul de tassement

N° cas de charge	λc	λd	α	Ec	Ed	q0	qref	sc	sd	stot
5	1,10	1,12	0,52	11294,00	9517,60	10,00	180,86	0,15	0,42	0,58
10	1,10	1,12	0,52	11294,00	9517,60	10,00	85,16	0,07	0,19	0,25



FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 27/02/2026 - 12:59:10
Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

Projet : Foxta Amel-sol projet Ares V2
Module : Fondsup (Fondation 1/3)
Titre du calcul : massifs n°31 compression - horizontal

Raideurs équivalentes de la fondation

- Type** : Type de raideur
- Kv [kN/m]** : Raideur verticale
- KHB [kN/m]** : Raideur horizontale selon B
- KHL [kN/m]** : Raideur horizontale selon L
- KMB [kNm/rad]** : Raideur rotationnelle selon B
- KML [kNm/rad]** : Raideur rotationnelle selon L

Raideurs équivalentes de la fondation

Type	Kv	KHB	KHL	KMB	KML
Raideurs statiques LT	7,554E04	6,008E04	6,008E04	3,834E04	3,834E04
Raideurs statiques CT	1,511E05	1,202E05	1,202E05	7,667E04	7,667E04
Raideurs sismiques Min	2,266E05	1,802E05	1,802E05	1,150E05	1,150E05
Raideurs sismiques Max	4,533E05	3,605E05	3,605E05	2,300E05	2,300E05



FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 27/02/2026 - 12:59:10
Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

Projet : Foxta Amel-sol projet Ares V2
Module : Fondsup (Fondation 1/3)
Titre du calcul : massifs n°31 compression - horizontal

Données

Titre du projet : ESID - SAUVAGNON QUARTIER BOITEUX

Numéro d'affaire : 6411423

Commentaires : N/A

Titre du calcul : massifs n°46 arachement/horizontal (Fondation n°4)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-261

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas de calcul (m) : 0,20

Forme de la base : Fondation rectangulaire

Longueur L (m) : 2,50

Largeur B (m) : 2,50

Cote du TN initial Zini (m) : 188,00

Cote du TN final Zfin (m) : 188,00

Cote de base fondation Zd (m) : 187,50

Proximité d'un talus : Non

Catégorie de sol : Sables et graves

Type de comportement : Comportement frottant

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

Terrain et profil pressiométrique

N°	Nom	Couleur	Zbase	pl*	EM	α
1	U0/Matelas de répartition		187,00	700,00	15000,00	0,33
2	Sol amélioré		184,90	600,00	8000,00	0,50
3	U3/ Argile salo-graveleuse		183,90	1350,00	13000,00	0,67

Cas de charge

N°	Vd	HB,d	HL,d	MB,d	ML,d	Pondération sur P0	Combinaison
1	-34,0	28,0	4,0	0,0	0,0	1,00	ELS-Caractéristiques
2	-54,0	42,0	6,0	0,0	0,0	1,00	ELU-Fondamentales
3	-26,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	ELU-Accidentelles
4	-43,0	26,0	1,0	0,0	0,0	1,00	ELU-Sismiques
5	-34,0	28,0	4,0	0,0	0,0	1,00	ELS-Quasi-permanentes

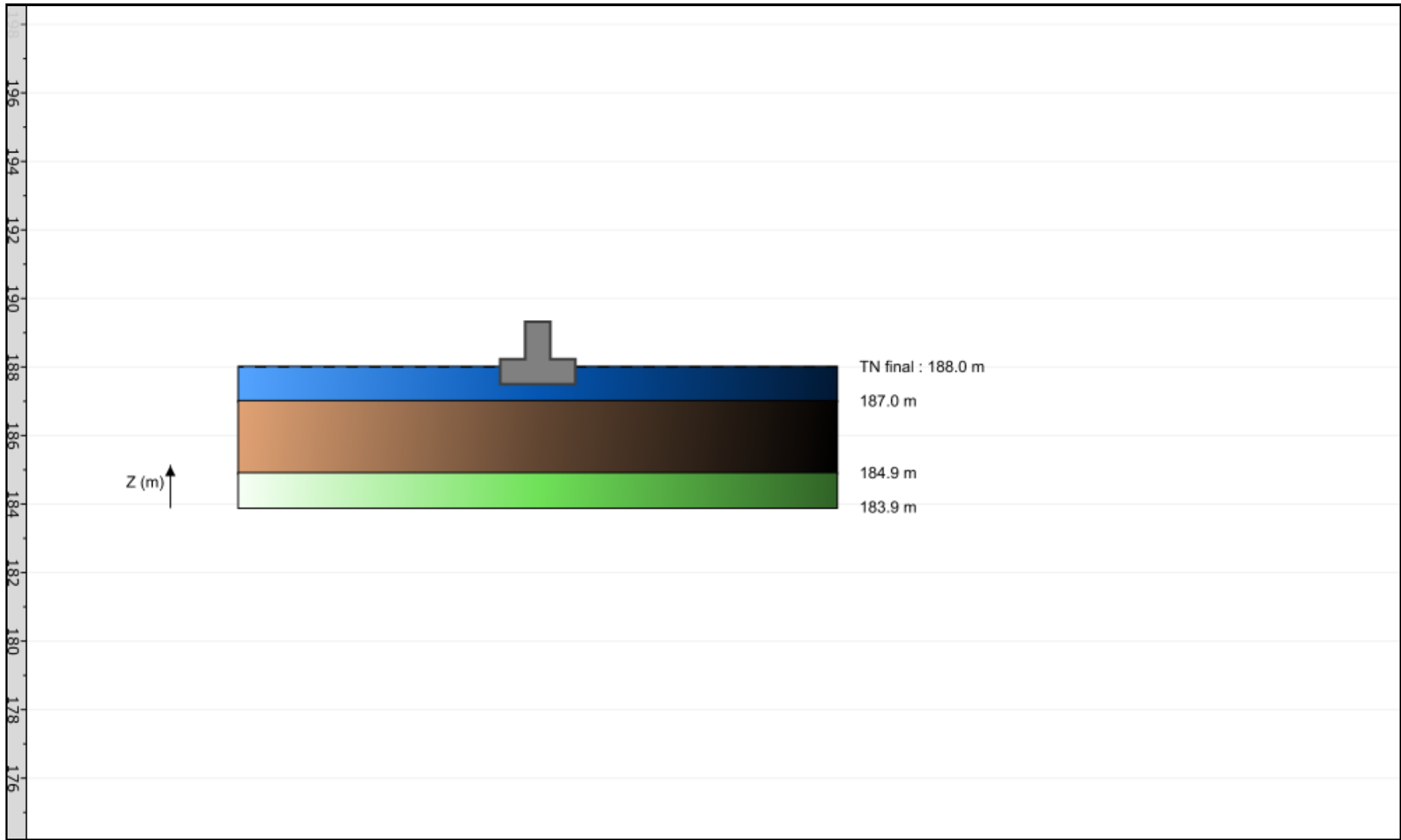


FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 16/02/2026 - 16:46:20
Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

Projet : Foxta Amel-sol projet Ares V2
Module : Fondsup (Fondation 4/4)
Titre du calcul : massifs n°46 arachement/horizontal

Onglet "Paramètres généraux"



Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge : Indice du cas de charge

Combinaison : Type de combinaison

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

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

R0 [kN] : Poids des terres excavées

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

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

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

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

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

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

Tassement [cm] : Tassement sous la charge appliquée

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Caractéristiques	122,00	28,28	62,50	1,00	1084,60	-	Ok	Ok	-	-
2	ELU-Fondamentales	102,00	42,43	62,50	1,00	987,51	48,67	Ok	Ok	Ok	-
3	ELU-Accidentelles	130,00	0,00	62,50	1,00	3836,70	68,23	Ok	Ok	Ok	-
4	ELU-Sismiques	113,00	26,02	62,50	1,00	1790,20	52,19	Ok	Ok	Ok	-
5	ELS-Quasi-permanentes	122,00	28,28	62,50	1,00	1084,60	-	Ok	Ok	-	0,04



FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 16/02/2026 - 16:46:20
Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

Projet : Foxta Amel-sol projet Ares V2
Module : Fondsup (Fondation 4/4)
Titre du calcul : massifs n°46 arachement/horizontal

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

- N° cas de charge : Indice du cas de charge
- Combinaison : Type de combinaison
- iδβ : Coefficient réducteur lié à l'inclinaison et à la proximité d'un talus
- kp : Facteur de portance pressiomérique
- ple [kPa] : Pression limite nette équivalente
- qnet [kPa] : Contrainte de rupture du terrain de fondation (sans pondérations)
- seff [m²] : Aire d'assise effective de la fondation (tenant compte de l'excentrement du chargement)
- Fglobal : Facteur de sécurité global
- Rvd [kN] : Valeur de calcul de la résistante nette du terrain de fondation

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

N° cas de charge	Combinaison	iδβ	kp	ple	qnet	seff	Fglobal	Rvd
1	ELS-Caractéristiques	0,54	1,15	767,85	478,97	6,25	2,76	1084,60
2	ELU-Fondamentales	0,30	1,15	767,85	265,44	6,25	1,68	987,51
3	ELU-Accidentelles	1,00	1,15	767,85	883,97	6,25	1,44	3836,70
4	ELU-Sismiques	0,54	1,15	767,85	481,21	6,25	1,68	1790,20
5	ELS-Quasi-permanentes	0,54	1,15	767,85	478,97	6,25	2,76	1084,60



FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 16/02/2026 - 16:46:20
Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

Projet : Foxta Amel-sol projet Ares V2
Module : Fondsup (Fondation 4/4)
Titre du calcul : massifs n°46 arachement/horizontal

Paramètres intermédiaires pour le calcul de tassement

- N° cas de charge : Indice du cas de charge
- λc : Coefficient de forme sphérique
- λd : Coefficient de forme déviatorique
- α : Coefficient rhéologique moyen
- Ec [kPa] : Module pressiométrique équivalent dans la zone de déformation volumique
- Ed [kPa] : Module pressiométrique équivalent dans la zone de déformation déviatorique
- q0 [kPa] : Contrainte initiale avant travaux
- qref [kPa] : Contrainte de référence
- sc [cm] : Tassement sphérique
- sd [cm] : Tassement déviatorique
- stot [cm] : Tassement total

Paramètres intermédiaires pour le calcul de tassement

N° cas de charge	λc	λd	α	Ec	Ed	q0	qref	sc	sd	stot
5	1,10	1,12	0,52	9836,10	10050,00	10,00	19,52	0,02	0,03	0,04



FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 16/02/2026 - 16:46:20
Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

Projet : Foxta Amel-sol projet Ares V2
Module : Fondsup (Fondation 4/4)
Titre du calcul : massifs n°46 arachement/horizontal

Données

Titre du projet : ESID - SAUVAGNON QUARTIER BOITEUX

Numéro d'affaire : 6411423

Commentaires : N/A

Titre du calcul : massifs n°62 arachement (Fondation n°3)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-261

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas de calcul (m) : 0,20

Forme de la base : Fondation rectangulaire

Longueur L (m) : 3,90

Largeur B (m) : 3,90

Cote du TN initial Zini (m) : 188,00

Cote du TN final Zfin (m) : 188,00

Cote de base fondation Zd (m) : 187,00

Proximité d'un talus : Non

Catégorie de sol : Sables et graves

Type de comportement : Comportement frottant

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

Terrain et profil pressiométrique

N°	Nom	Couleur	Zbase	pl*	EM	α
1	U0/Matelas de répartition		186,50	700,00	15000,00	0,33
2	Sol amélioré		184,90	600,00	8000,00	0,50
3	U3/ Argile salo-graveleuse		183,90	1350,00	13000,00	0,67

Cas de charge

N°	Vd	HB,d	HL,d	MB,d	ML,d	Pondération sur P0	Combinaison
1	-78,0	28,0	0,0	0,0	0,0	1,00	ELS-Caractéristiques
2	-124,0	42,0	1,0	0,0	0,0	1,00	ELU-Fondamentales
3	47,0	4,0	0,0	0,0	0,0	1,00	ELU-Accidentelles
4	-333,0	8,0	1,0	0,0	0,0	1,00	ELU-Sismiques
5	-78,0	28,0	0,0	0,0	0,0	1,00	ELS-Quasi-permanentes

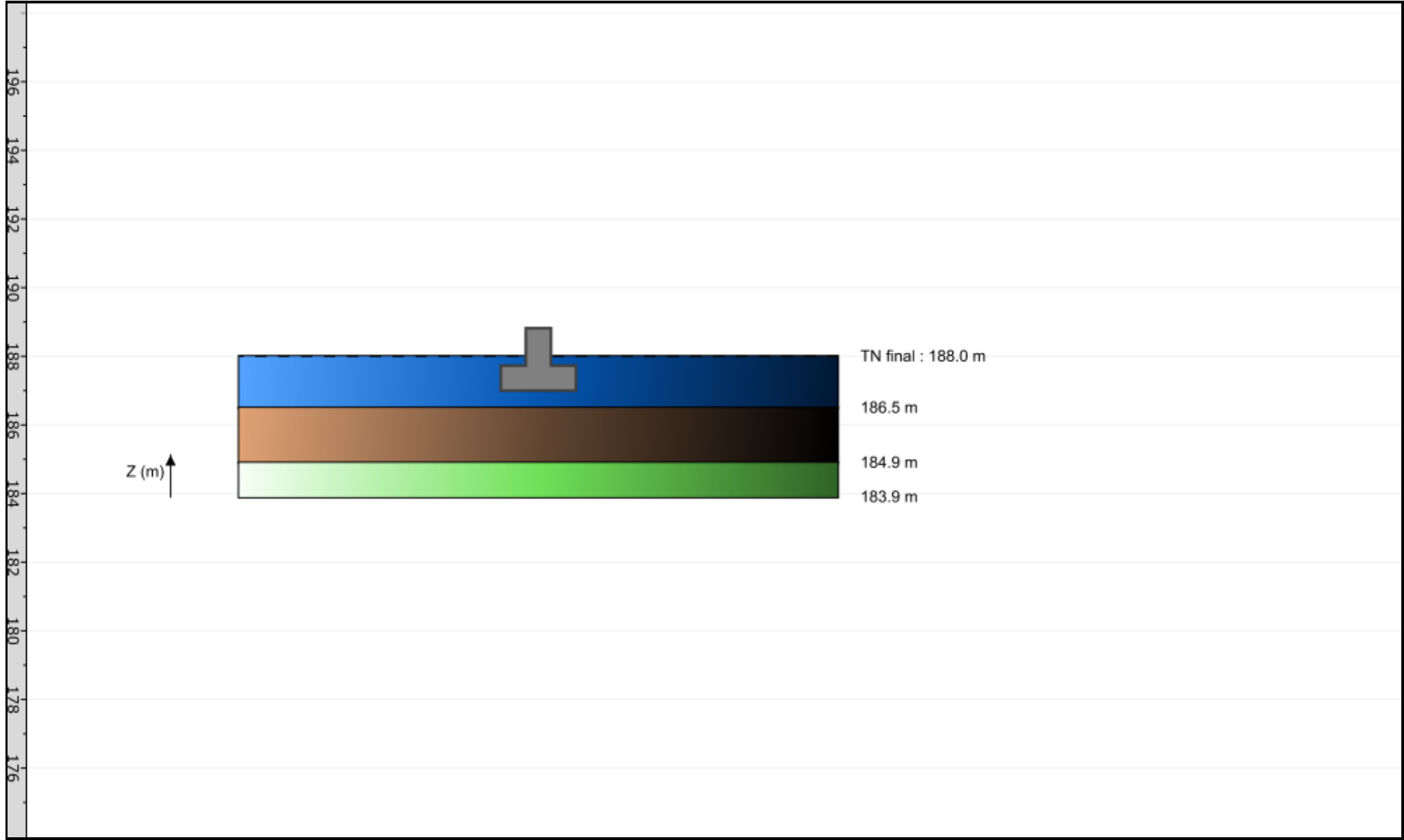


FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 16/02/2026 - 16:39:32
Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

Projet : Foxta Amel-sol projet Ares V2
Module : Fondsup (Fondation 3/4)
Titre du calcul : massifs n°62 arachement

Onglet "Paramètres généraux"



FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 16/02/2026 - 16:39:32
Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

Projet : Foxta Amel-sol projet Ares V2
Module : Fondsup (Fondation 3/4)
Titre du calcul : massifs n°62 arachement

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge : Indice du cas de charge

Combinaison : Type de combinaison

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

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

R0 [kN] : Poids des terres excavées

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

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

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

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

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

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

Tassement [cm] : Tassement sous la charge appliquée

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Caractéristiques	302,00	28,00	304,20	1,00	4141,80	-	Ok	Ok	-	-
2	ELU-Fondamentales	256,00	42,01	304,20	1,00	5646,40	122,15	Ok	Ok	Ok	-
3	ELU-Accidentelles	427,00	4,00	304,20	1,00	9711,00	224,12	Ok	Ok	Ok	-
4	ELU-Sismiques	47,00	8,06	304,20	1,00	5533,80	21,71	Ok	Ok	Ok	-
5	ELS-Quasi-permanentes	302,00	28,00	304,20	1,00	4141,80	-	Ok	Ok	-	0,00



FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 16/02/2026 - 16:39:32
Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

Projet : Foxta Amel-sol projet Ares V2
Module : Fondsup (Fondation 3/4)
Titre du calcul : massifs n°62 arachement

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

- N° cas de charge** : Indice du cas de charge
- Combinaison** : Type de combinaison
- iδβ** : Coefficient réducteur lié à l'inclinaison et à la proximité d'un talus
- kp** : Facteur de portance pressiomérique
- ple [kPa]** : Pression limite nette équivalente
- qnet [kPa]** : Contrainte de rupture du terrain de fondation (sans pondérations)
- seff [m²]** : Aire d'assise effective de la fondation (tenant compte de l'excentrement du chargement)
- Fglobal** : Facteur de sécurité global
- Rvd [kN]** : Valeur de calcul de la résistante nette du terrain de fondation

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

N° cas de charge	Combinaison	iδβ	kp	ple	qnet	seff	Fglobal	Rvd
1	ELS-Caractéristiques	0,80	1,18	799,02	751,56	15,21	2,76	4141,80
2	ELU-Fondamentales	0,66	1,18	799,02	623,67	15,21	1,68	5646,40
3	ELU-Accidentelles	0,98	1,18	799,02	919,39	15,21	1,44	9711,00
4	ELU-Sismiques	0,65	1,18	799,02	611,23	15,21	1,68	5533,80
5	ELS-Quasi-permanentes	0,80	1,18	799,02	751,56	15,21	2,76	4141,80

Paramètres intermédiaires pour le calcul de tassement

- N° cas de charge : Indice du cas de charge
- λ_c : Coefficient de forme sphérique
- λ_d : Coefficient de forme déviatorique
- α : Coefficient rhéologique moyen
- Ec [kPa] : Module pressiométrique équivalent dans la zone de déformation volumique
- Ed [kPa] : Module pressiométrique équivalent dans la zone de déformation déviatorique
- q0 [kPa] : Contrainte initiale avant travaux
- qref [kPa] : Contrainte de référence
- sc [cm] : Tassement sphérique
- sd [cm] : Tassement déviatorique
- stot [cm] : Tassement total

Paramètres intermédiaires pour le calcul de tassement

N° cas de charge	λ_c	λ_d	α	Ec	Ed	q0	qref	sc	sd	stot
5	1,10	1,12	0,53	9087,40	11123,00	20,00	19,86	0,00	0,00	0,00



FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 16/02/2026 - 16:39:33
Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

Projet : Foxta Amel-sol projet Ares V2
Module : Fondsup (Fondation 3/4)
Titre du calcul : massifs n°62 arachement

Raideurs équivalentes de la fondation

- Type** : Type de raideur
- Kv [kN/m]** : Raideur verticale
- KHB [kN/m]** : Raideur horizontale selon B
- KHL [kN/m]** : Raideur horizontale selon L
- KMB [kNm/rad]** : Raideur rotationnelle selon B
- KML [kNm/rad]** : Raideur rotationnelle selon L

Raideurs équivalentes de la fondation

Type	Kv	KHB	KHL	KMB	KML
Raideurs statiques LT	2,463E05	1,959E05	1,959E05	7,427E05	7,427E05
Raideurs statiques CT	4,926E05	3,918E05	3,918E05	1,485E06	1,485E06
Raideurs sismiques Min	7,389E05	5,877E05	5,877E05	2,228E06	2,228E06
Raideurs sismiques Max	1,478E06	1,175E06	1,175E06	4,456E06	4,456E06



FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 16/02/2026 - 16:39:33
Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

Projet : Foxta Amel-sol projet Ares V2
Module : Fondsup (Fondation 3/4)
Titre du calcul : massifs n°62 arachement

Données

Titre du projet : ESID - SAUVAGNON QUARTIER BOITEUX

Numéro d'affaire : 6411593

Commentaires : Locaux techniques du bpatiment bureau

Titre du calcul : Local tech. Bureau Pieu VM 400mm 1.2 m ancrage U3 (pieu n°1)

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

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas du calcul (m) : 0,20

Section de calcul : Section de calcul circulaire

Diamètre de calcul (m) : 0,40

Classe du pieu : 3 - Pieu vissé

Catégorie du pieu : 7 [VM] - Vissé moulé

Mode de chargement : Travail en compression

Combinaisons

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

Cote de référence (m) : 184,30

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	γR,d1×γR,d2
1	U1/ Limons agrileux (morts terrains)		Sols intermédiaires, tendance argileuse	181,30	0,00	0,00	0,00	1,265
2	U3/ Argile ± limono-graveleuse à quelques galets		Sols intermédiaires, tendance argileuse	175,00	1350,00	82,95	1,55	1,265

Critère de calcul : Charge imposée en tête

Charge en tête (kN)

Critère appliqué à la combinaison ELS-QP : 0,00

Critère appliqué à la combinaison ELS-CARAC : 389,60

Critère appliqué à la combinaison ELU-FOND : 0,00

Critère appliqué à la combinaison ELU-ACC : 0,00

Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non

Contrôle de la résistance structurale de la section : Non

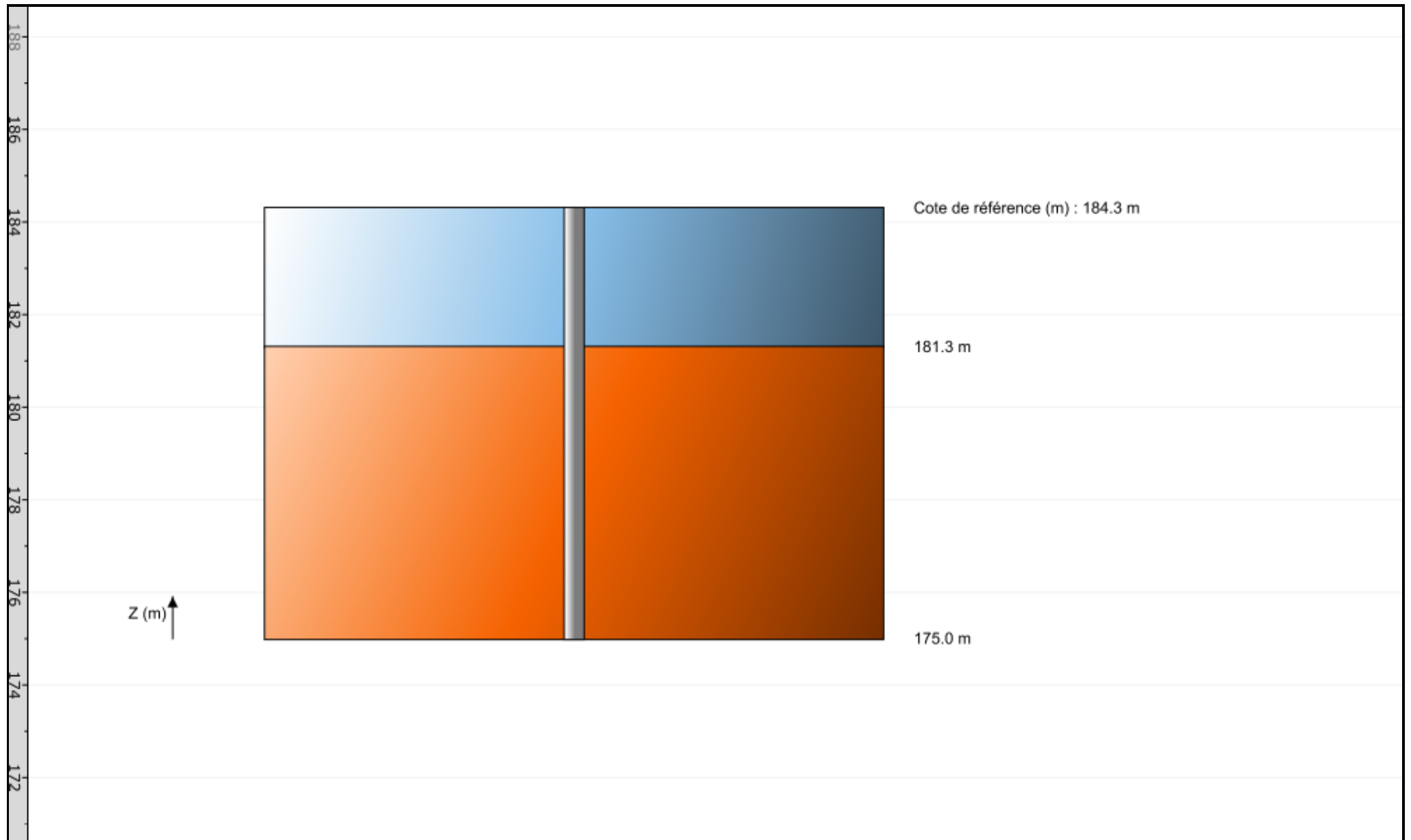


FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 27/02/2026 - 12:50:39
Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

Projet : Foxta Amel-sol projet Ares Local technique bureau
Module : Fondprof (Pieu 1/1)
Titre du calcul : Local tech. Bureau Pieu VM 400mm 1.2 m ancrage U3

Onglet "Données des couches"



File : C:\Users\rjuste\AppData\Local\Temp\Terrasol\Foxta v4\12696\FP.11.resu

Calcul réalisé le : 27/02/2026 à 12h50
 par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

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 : 7
- pour pieu travaillant en compression

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

Cote de référence : 184.300

Section du pieu : 0.126
 Périmètre : 1.257

Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	pl*	qsl	kpmin	kpmax	gamrd
01	181.30	0.0	0.00	1.00	0.00	1.26
02	175.00	1350.0	82.95	1.00	1.55	1.26

Pas du calcul : 0.20

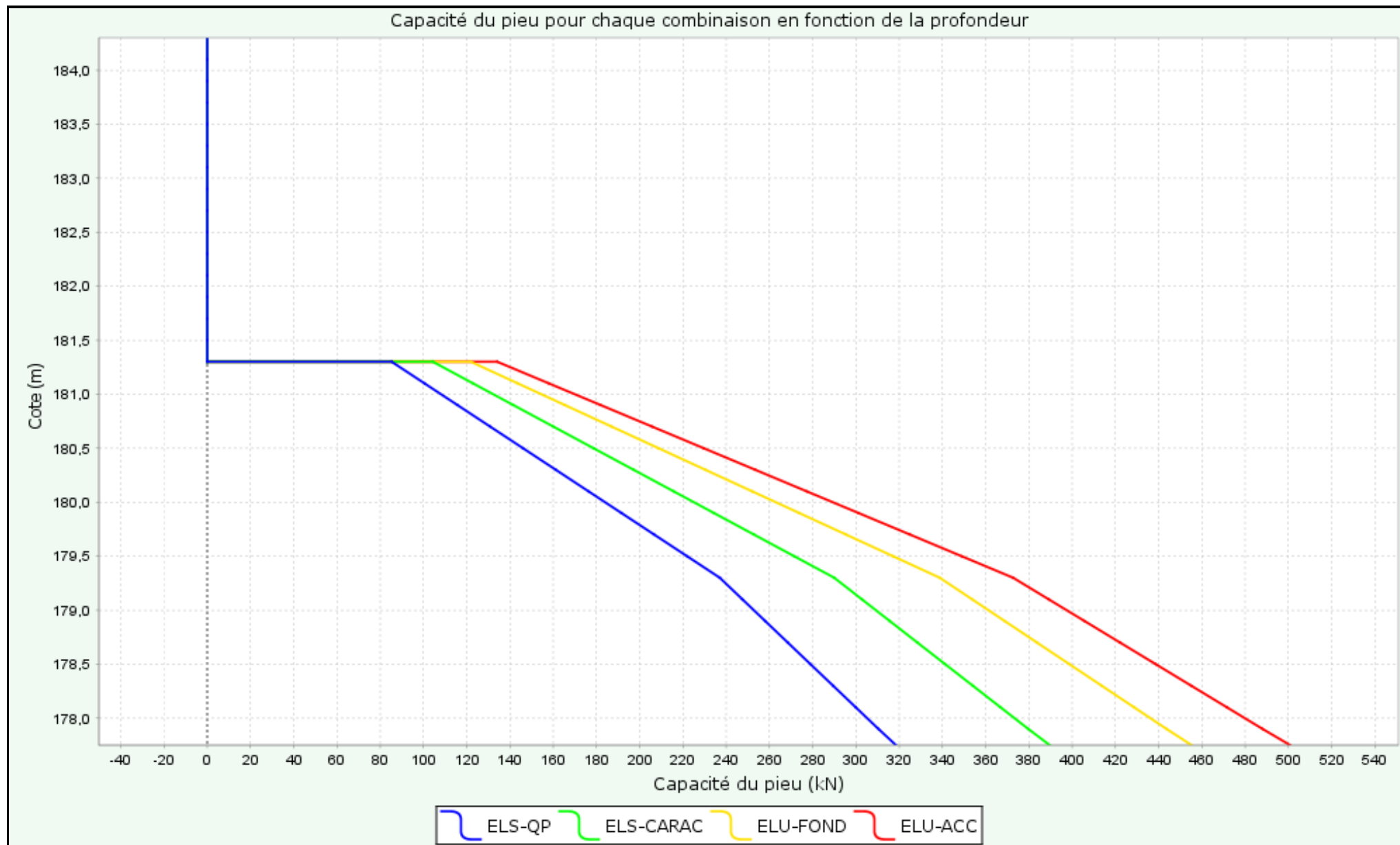
 SOLUTION

Calcul à charge imposée : Q = 389.6 combinaison dimensionnante : ELS-CARA

couche	cote	qsl	ple	kp	Qs	Qp	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
01	184.30	0.00	0.0	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	184.10	0.00	0.0	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	183.90	0.00	0.0	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	183.70	0.00	0.0	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	183.50	0.00	0.0	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	183.30	0.00	0.0	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	183.10	0.00	0.0	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	182.90	0.00	0.0	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	182.70	0.00	67.5	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	182.50	0.00	202.5	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	182.30	0.00	337.5	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	182.10	0.00	472.5	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	181.90	0.00	607.5	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	181.70	0.00	742.5	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	181.50	0.00	877.5	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	181.30	0.00	1012.5	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	181.30	0.00	1012.5	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	181.30	82.95	1350.0	1.000	0.0	169.6	85.3	104.3	121.9	134.1
02	181.10	82.95	1350.0	1.055	20.8	179.0	100.5	122.9	143.6	158.0
02	180.90	82.95	1350.0	1.110	41.7	188.3	115.6	141.5	165.3	181.8
02	180.70	82.95	1350.0	1.165	62.5	197.6	130.8	160.0	187.0	205.7
02	180.50	82.95	1350.0	1.220	83.4	207.0	146.0	178.6	208.6	229.5
02	180.30	82.95	1350.0	1.275	104.2	216.3	161.2	197.1	230.3	253.4

02	180.10	82.95	1350.0	1.330	125.1	225.6	176.3	215.7	252.0	277.2
02	179.90	82.95	1350.0	1.385	145.9	235.0	191.5	234.3	273.7	301.1
02	179.70	82.95	1350.0	1.440	166.8	244.3	206.7	252.8	295.4	325.0
02	179.50	82.95	1350.0	1.495	187.6	253.6	221.8	271.4	317.1	348.8
02	179.30	82.95	1350.0	1.550	208.5	263.0	237.0	289.9	338.8	372.7
02	179.10	82.95	1350.0	1.550	229.3	263.0	247.5	302.8	353.7	389.2
02	178.90	82.95	1350.0	1.550	250.2	263.0	258.0	315.6	368.7	405.6
02	178.70	82.95	1350.0	1.550	271.0	263.0	268.5	328.4	383.7	422.1
02	178.50	82.95	1350.0	1.550	291.9	263.0	278.9	341.2	398.7	438.6
02	178.30	82.95	1350.0	1.550	312.7	263.0	289.4	354.0	413.7	455.1
02	178.10	82.95	1350.0	1.550	333.6	263.0	299.9	366.9	428.6	471.6
02	177.90	82.95	1350.0	1.550	354.4	263.0	310.4	379.7	443.6	488.0
02	177.75	82.95	1350.0	1.550	370.5	263.0	318.5	389.6	455.2	500.8

Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



Données

Paramètres principaux

Titre du projet : ESID - SAUVAGNON QUARTIER BOITEUX

Numéro d'affaire : 6411593

Commentaires : Locaux techniques du bpatiment bureau

Titre du calcul : Tassements pieux VM 400mm - SFA (pieu n°1)

Type de calcul : Semelle sur réseau fini

Cote de référence (m) : 185,30

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Zbase	n	Comportement	Esol	v	Cs/(1+e0)	Cc/(1+e0)	tc	γ	État	c	φ
1	U0/ Metelas de répartition		184,30	10	Élastique	4,50E04	0,300	0,000	0,000	0,00	20,00	C. apportée	0,00	35,00
2	U1/ Limons agrileux (morts terrains)		181,30	10	Élastique	1,00E04	0,300	0,000	0,000	0,00	18,00	C. existante	4,00	25,00
3	U3/ Argile ± limono-graveleuse à quelques galets		177,80	10	Élastique	1,95E04	0,300	0,000	0,000	0,00	19,00	C. existante	8,00	25,00

Mode de mise en oeuvre du pieu : avec refoulement

Type de section du pieu : circulaire

Définition du pieu dans chaque couche

Nom	Zbase	Epieu	D
U0/ Metelas de répartition	184,30	1,00E07	0,40
U1/ Limons agrileux (morts terrains)	181,30	1,00E07	0,40
U3/ Argile ± limono-graveleuse à quelques galets	177,80	1,00E07	0,40

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
U0/ Metelas de répartition	184,30	1,50E03	80,00	Sol fin
U1/ Limons agrileux (morts terrains)	181,30	5,00E03	58,98	Sol fin
U3/ Argile ± limono-graveleuse à quelques galets	177,80	1,30E04	82,85	Sol fin

Contrainte limite en pointe (kPa) : 1350,0

Type de loi : Sol fin

Chargement

Aire de la semelle S (m²) : 7,35

Périmètre de la semelle P (m) : 30,40

Nombre total de pieux sous la semelle : 2

Charge verticale sur la semelle Q (kN) : 604,00

Paramètres avancés

Tolérance (m) : 1,00E-04

Nombre de pas : 100

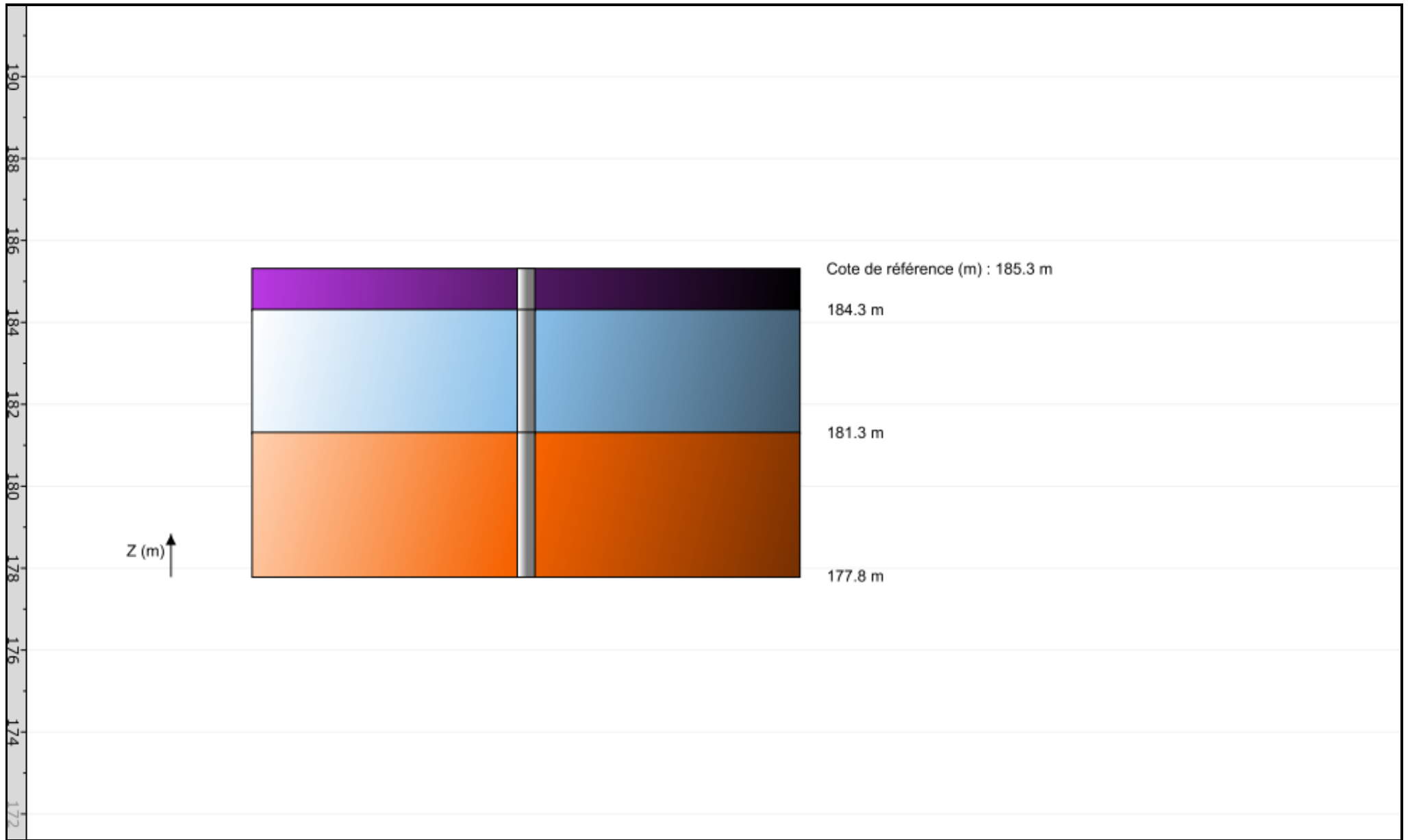


FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 27/02/2026 - 12:54:21
Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

Projet : Foxta Amel-sol projet Ares Local technique bureau
Module : Taspie+ (Pieu 1/2)
Titre du calcul : Tassements pieux VM 400mm - SFA

Onglet "Données des couches"



Synthèse des résultats

Bilan des efforts (pour une maille)	
Qtête (kN) : Effort total appliqué sur la maille	302,00
EQpieu : Rapport entre l'effort transmis au domaine pieu (en tête) et l'effort total	1,00
Ntête (kN) : Effort appliqué au domaine pieu en tête	302,00
Nmax (kN) : Effort maximal dans le domaine pieu	309,52
Zmax (m) : Cote du point neutre (là où Nmax est atteint)	184,00
Nbase (kN) : Effort repris à la base du domaine pieu	73,23

Bilan des contraintes	
σ_m ,tête (kPa) : Contrainte moyenne appliquée sur la maille	8,218E01
σ_p ,tête (kPa) : Contrainte appliquée sur le domaine pieu en tête	2,403E03
σ_s ,tête (kPa) : Contrainte appliquée sur le domaine sol en tête	0,000E00
σ_p ,max (kPa) : Contrainte maximale dans le domaine pieu	2,463E03
Zmax (m) : Cote du point neutre (là où σ_p ,max est atteinte)	184,00
σ_{base} (kPa) : Contrainte reprise à la base du domaine du pieu	5,828E02

Bilan des tassements	
yp,tête (m) : Tassement en tête du domaine pieu	3,063E-03
ys,tête (m) : Tassement en tête du domaine sol	3,330E-03
yp,base (m) : Tassement à la base du domaine pieu	1,630E-03
ys,base (m) : Tassement à la base du domaine sol	3,439E-08
sref (m) : Tassement du sol sans inclusions	1,224E-02

Raideurs équivalentes	
Kg (kN/m) : Raideur globale du système "sol + pieux"	1,972E05
Kpieu (kN/m) : Raideur équivalente du domaine pieu	9,859E04
Ksol (kPa/m) : Coefficient de réaction du domaine sol	0,000E00
Kinf (kPa/m) : Raideur équivalente des couches profondes	1,361E09

Vérification de portance	
Nmax (kN) : Effort maximal dans le domaine pieu	309,52
Zmax (m) : Cote du point neutre - là où Nmax est atteint	184,00
Ru (kN) : Charge de rupture sous le point neutre	734,15
Rcr (kN) : Charge de fluage sous le point neutre	513,91
Fs,ult : Sécurité par rapport à la charge de rupture	2,37
Fs,cr : Sécurité par rapport à la charge de fluage	1,66

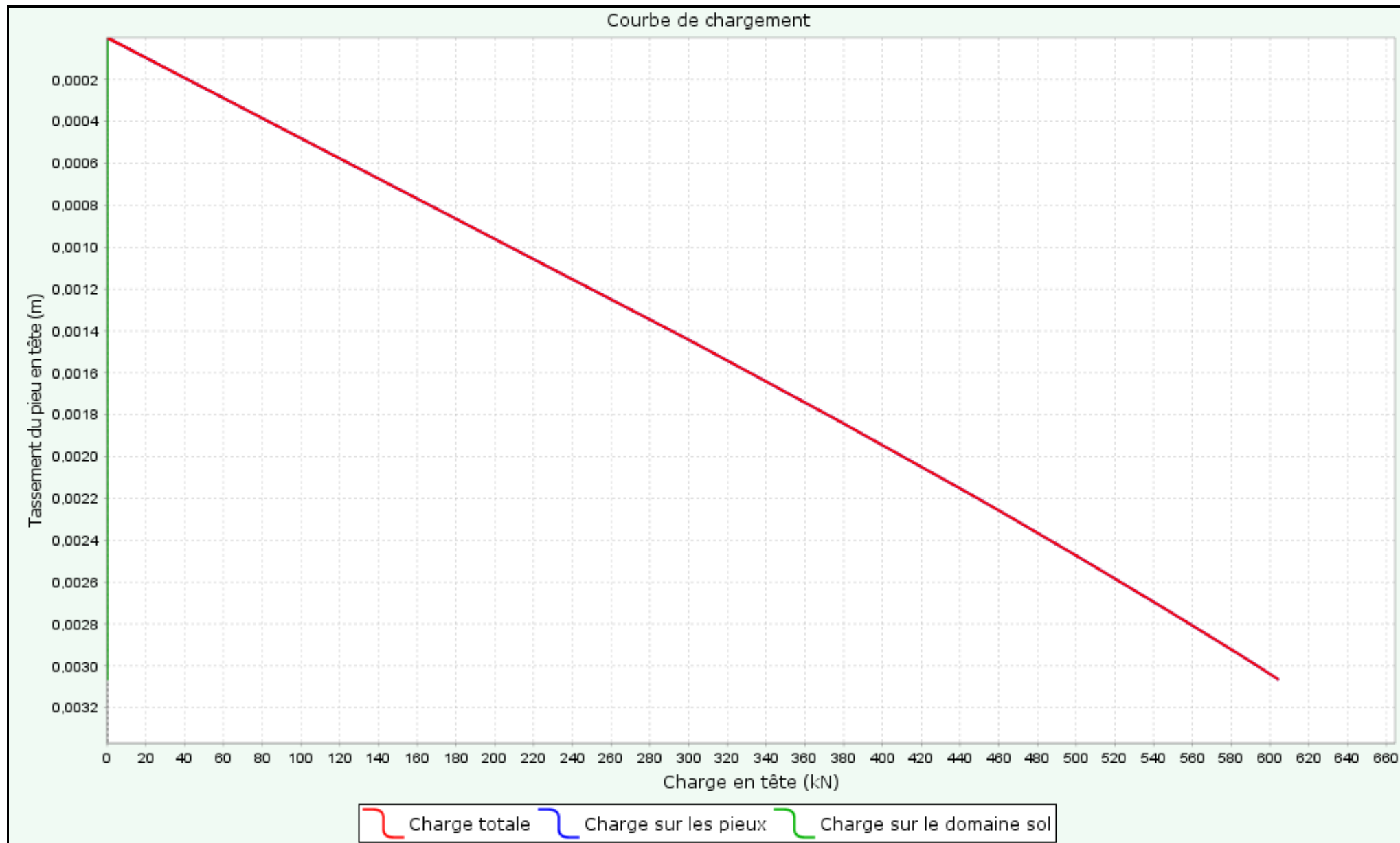


FoXta v4
v4.1.13

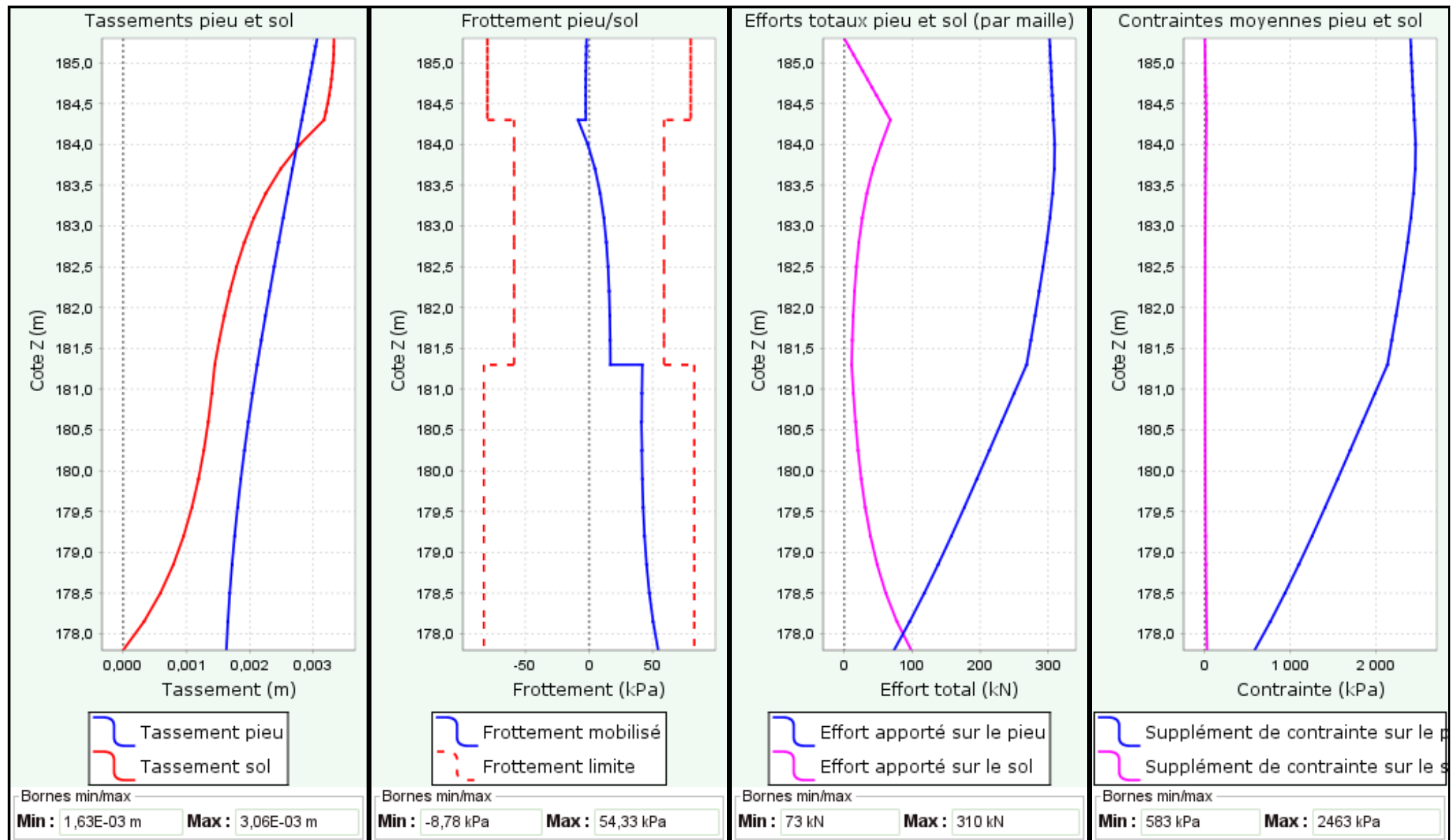
Imprimé le : 27/02/2026 - 12:54:22
Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

Projet : Foxta Amel-sol projet Ares Local technique bureau
Module : Taspie+ (Pieu 1/2)
Titre du calcul : Tassements pieux VM 400mm - SFA

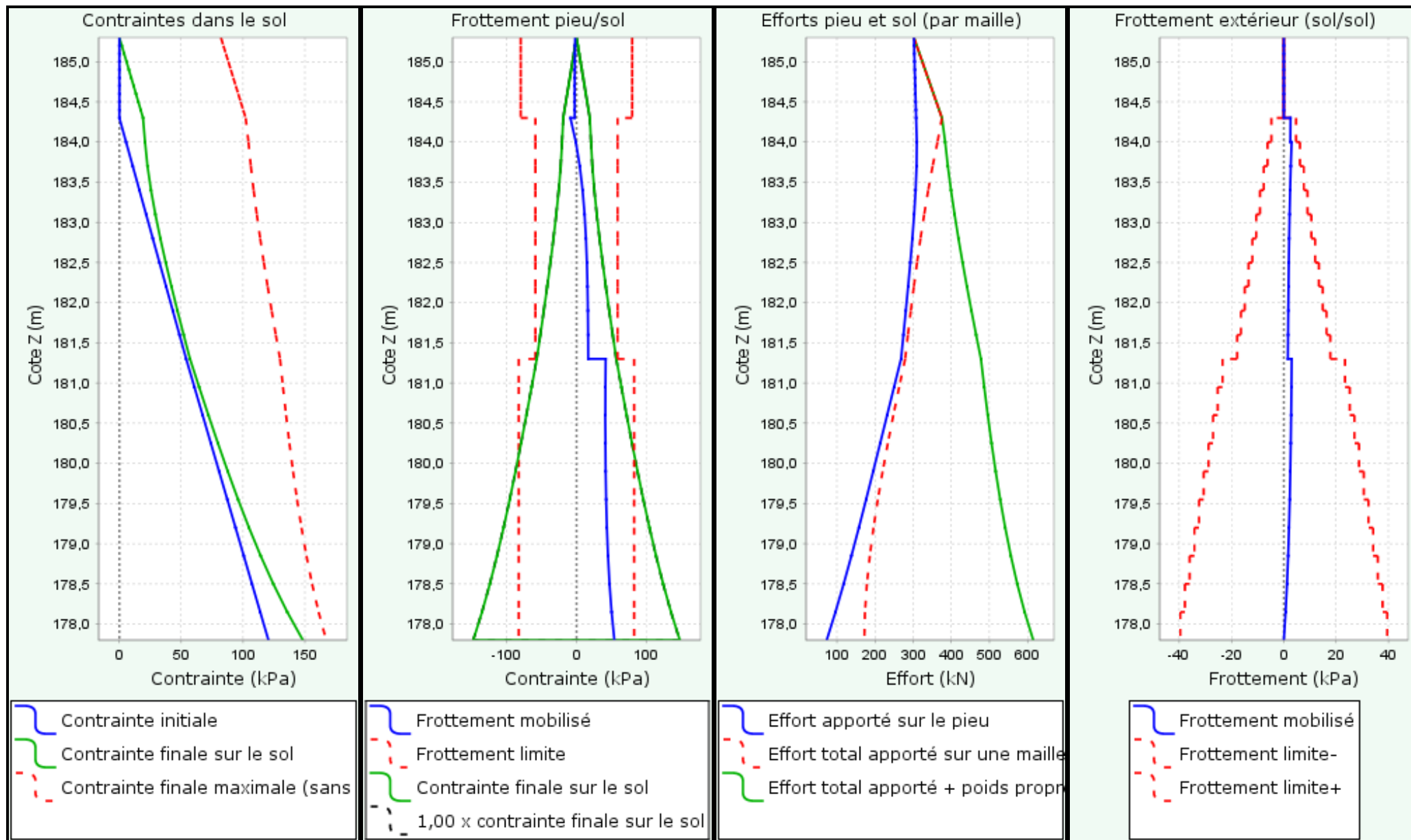
Courbe de chargement



Courbes principales



Courbes complémentaires



Données

Assistant moment dallage

Épaisseur de la couche de forme (m) : 1,00

Pente de diffusion : 0,20

Coefficient de Poisson du béton : 0,20

Rm (m) * : 0,56

R0 (m) * : 0,40

qm (kPa) * : 0,00

qsol (kPa) * : 0,00

qpieu (kPa) * : 0,00

Mcentre (kN.m/ml) : 0,00

Mbord (kN.m/ml) : -0,00

Données

Paramètres principaux

Titre du projet : ESID - SAUVAGNON QUARTIER BOITEUX

Numéro d'affaire : 6411593

Commentaires : Locaux techniques du bpatiment bureau

Titre du calcul : Tassements pieux VM 400mm - SFB (pieu n°2)

Type de calcul : Semelle sur réseau fini

Cote de référence (m) : 185,30

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Zbase	n	Comportement	Esol	v	Cs/(1+e0)	Cc/(1+e0)	tc	γ	État	c	φ
1	U0/ Metelas de répartition		184,30	10	Élastique	4,50E04	0,300	0,000	0,000	0,00	20,00	C. apportée	0,00	35,00
2	U1/ Limons agrileux (morts terrains)		181,30	10	Élastique	1,00E04	0,300	0,000	0,000	0,00	18,00	C. existante	4,00	25,00
3	U3/ Argile ± limono-graveleuse à quelques galets		177,80	10	Élastique	1,95E04	0,300	0,000	0,000	0,00	19,00	C. existante	8,00	25,00

Mode de mise en oeuvre du pieu : avec refoulement

Type de section du pieu : circulaire

Définition du pieu dans chaque couche

Nom	Zbase	Epieu	D
U0/ Metelas de répartition	184,30	1,00E07	0,40
U1/ Limons agrileux (morts terrains)	181,30	1,00E07	0,40
U3/ Argile ± limono-graveleuse à quelques galets	177,80	1,00E07	0,40

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
U0/ Metelas de répartition	184,30	1,50E03	80,00	Sol fin
U1/ Limons agrileux (morts terrains)	181,30	5,00E03	58,98	Sol fin
U3/ Argile ± limono-graveleuse à quelques galets	177,80	1,30E04	82,85	Sol fin

Contrainte limite en pointe (kPa) : 1350,0

Type de loi : Sol fin

Chargement

Aire de la semelle S (m²) : 2,15

Périmètre de la semelle P (m) : 9,40

Nombre total de pieux sous la semelle : 1

Charge verticale sur la semelle Q (kN) : 281,50

Paramètres avancés

Tolérance (m) : 1,00E-04

Nombre de pas : 100

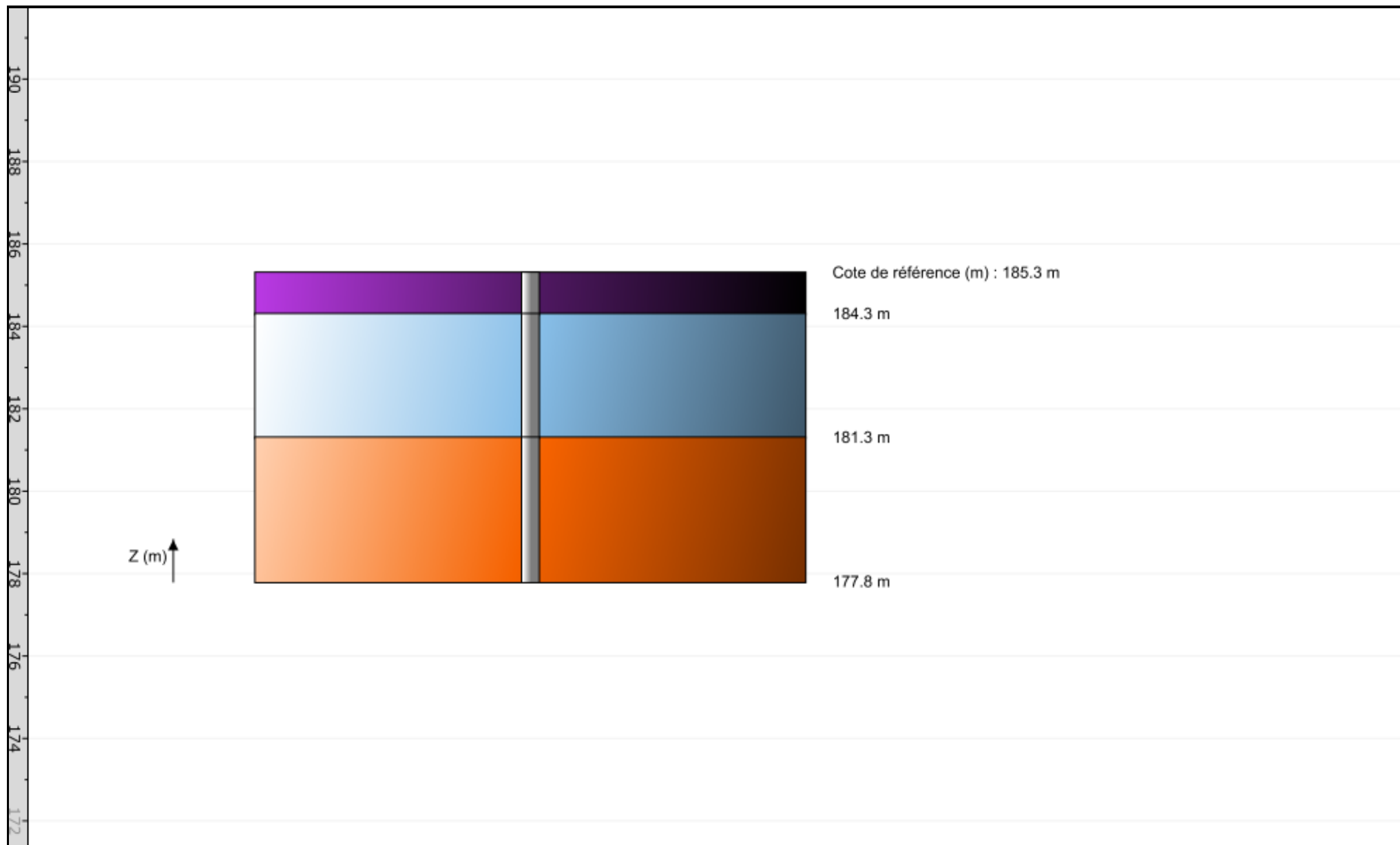


FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 27/02/2026 - 12:54:49
Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

Projet : Foxta Amel-sol projet Ares Local technique bureau
Module : Taspie+ (Pieu 2/2)
Titre du calcul : Tassements pieux VM 400mm - SFB

Onglet "Données des couches"



Synthèse des résultats

Bilan des efforts (pour une maille)	
Qtête (kN) : Effort total appliqué sur la maille	281,50
EQpieu : Rapport entre l'effort transmis au domaine pieu (en tête) et l'effort total	1,00
Ntête (kN) : Effort appliqué au domaine pieu en tête	281,50
Nmax (kN) : Effort maximal dans le domaine pieu	287,50
Zmax (m) : Cote du point neutre (là où Nmax est atteint)	184,00
Nbase (kN) : Effort repris à la base du domaine pieu	74,93

Bilan des contraintes	
σ_m ,tête (kPa) : Contrainte moyenne appliquée sur la maille	1,309E02
σ_p ,tête (kPa) : Contrainte appliquée sur le domaine pieu en tête	2,240E03
σ_s ,tête (kPa) : Contrainte appliquée sur le domaine sol en tête	0,000E00
σ_p ,max (kPa) : Contrainte maximale dans le domaine pieu	2,288E03
Zmax (m) : Cote du point neutre (là où σ_p ,max est atteinte)	184,00
σ_{base} (kPa) : Contrainte reprise à la base du domaine du pieu	5,963E02

Bilan des tassements	
yp,tête (m) : Tassement en tête du domaine pieu	3,014E-03
ys,tête (m) : Tassement en tête du domaine sol	3,208E-03
yp,base (m) : Tassement à la base du domaine pieu	1,668E-03
ys,base (m) : Tassement à la base du domaine sol	1,536E-08
sref (m) : Tassement du sol sans inclusions	1,443E-02

Raideurs équivalentes	
Kg (kN/m) : Raideur globale du système "sol + pieux"	9,341E04
Kpieu (kN/m) : Raideur équivalente du domaine pieu	9,341E04
Ksol (kPa/m) : Coefficient de réaction du domaine sol	0,000E00
Kinf (kPa/m) : Raideur équivalente des couches profondes	4,651E09

Vérification de portance	
Nmax (kN) : Effort maximal dans le domaine pieu	287,50
Zmax (m) : Cote du point neutre - là où Nmax est atteint	184,00
Ru (kN) : Charge de rupture sous le point neutre	734,15
Rcr (kN) : Charge de fluage sous le point neutre	513,91
Fs,ult : Sécurité par rapport à la charge de rupture	2,55
Fs,cr : Sécurité par rapport à la charge de fluage	1,79



FoXta v4
v4.1.13

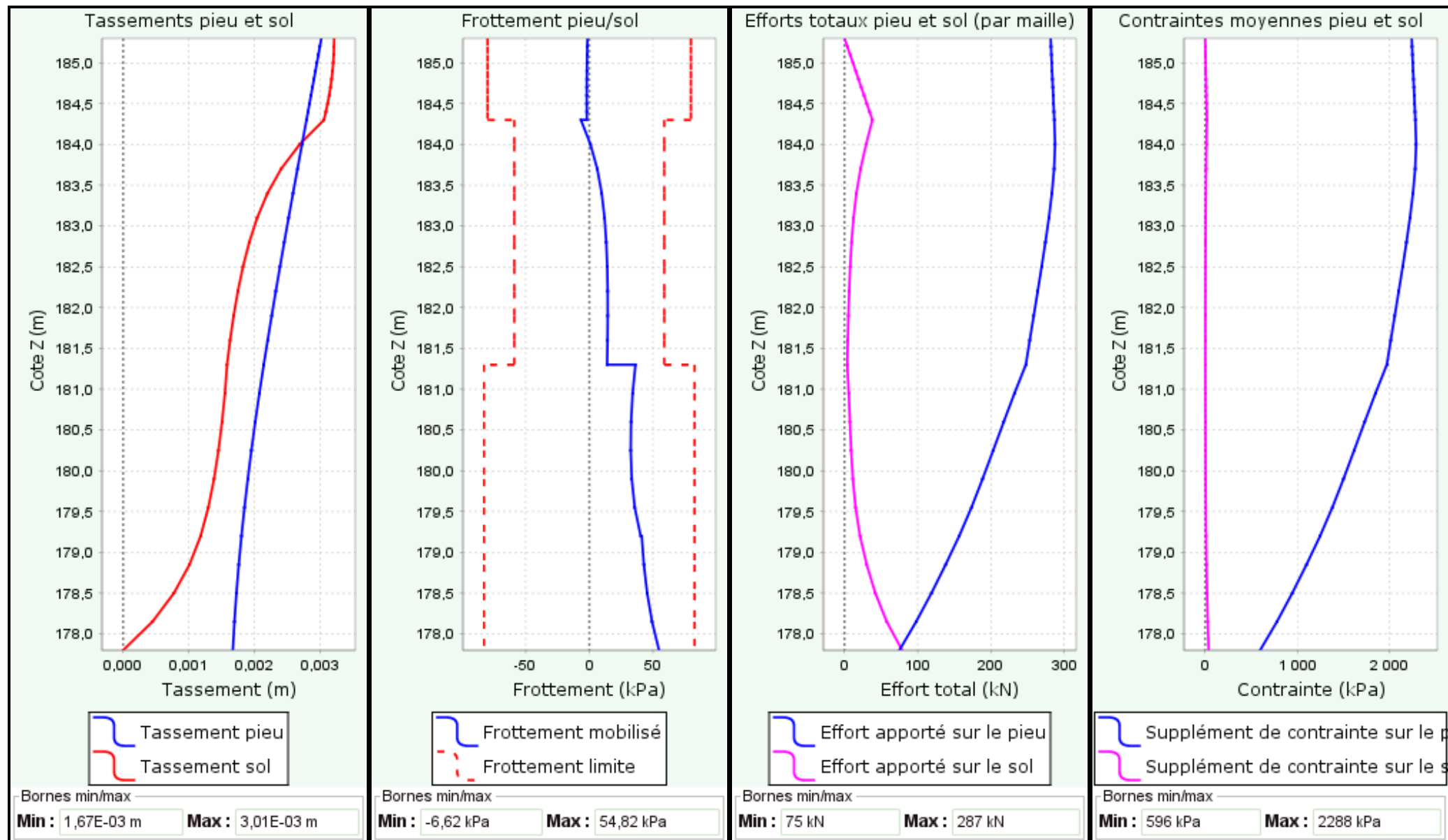
Imprimé le : 27/02/2026 - 12:54:50
Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

Projet : Foxta Amel-sol projet Ares Local technique bureau
Module : Taspie+ (Pieu 2/2)
Titre du calcul : Tassements pieux VM 400mm - SFB

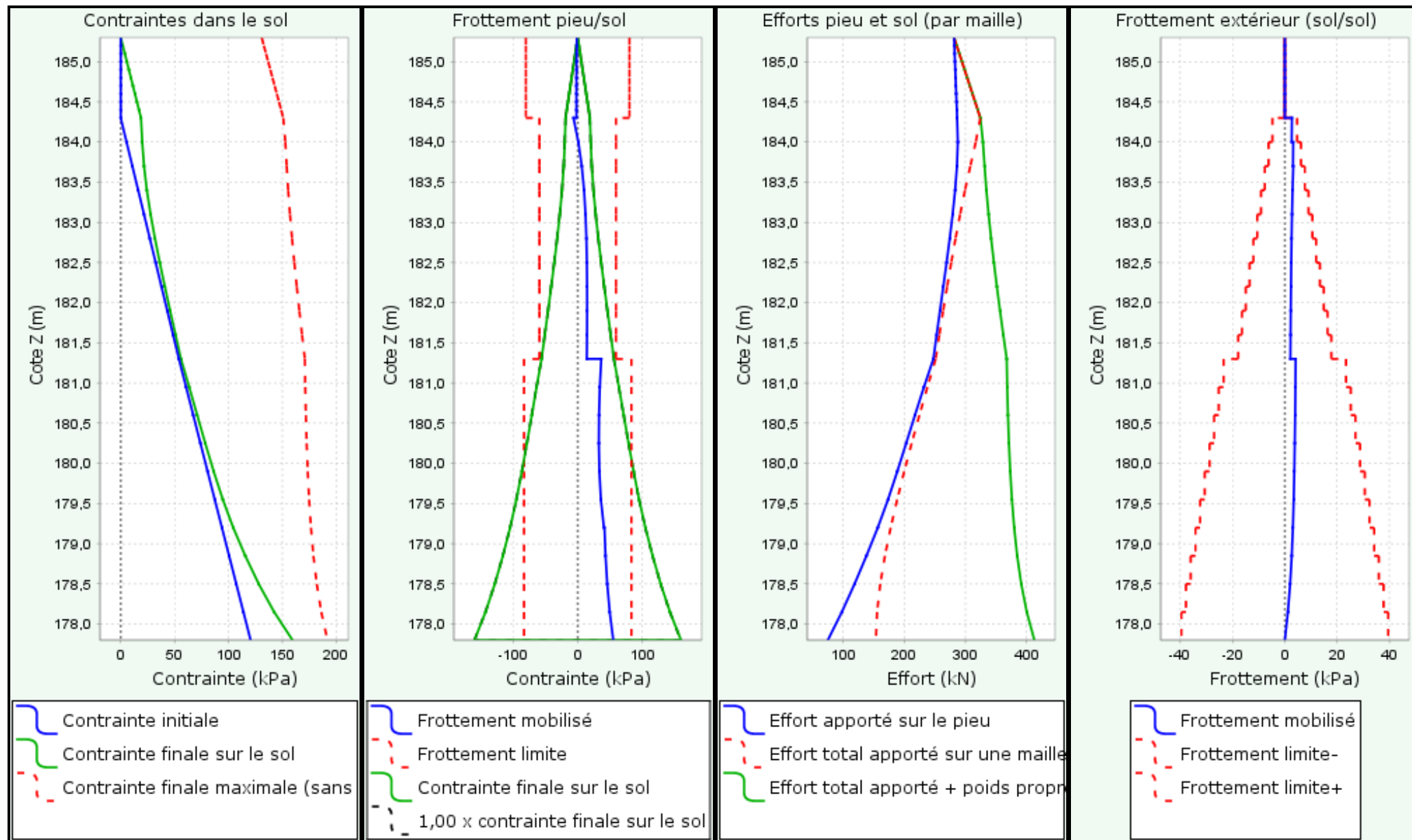
Courbe de chargement



Courbes principales



Courbes complémentaires



Données

Assistant moment dallage

Épaisseur de la couche de forme (m) : 1,00

Pente de diffusion : 0,20

Coefficient de Poisson du béton : 0,20

Rm (m) * : 0,56

R0 (m) * : 0,40

qm (kPa) * : 0,00

qsol (kPa) * : 0,00

qpieu (kPa) * : 0,00

Mcentre (kN.m/ml) : 0,00

Mbord (kN.m/ml) : -0,00