

ESID Bordeaux

Étude géotechnique préalable à l'extension du bâtiment
0203 pour la création du centre opérationnel hybride

Mission G2-PRO

Quartier Damien Boiteux,
SAUVAGNON (64230)



Dossier n° 6411593 - Février 2026

ESID de Bordeaux

Établissement du Service d'Infrastructure de la
Défense de Bordeaux

9, rue de Cursol, CS21152,
33068 BORDEAUX CEDEX

CLIENT

NOM	ESID Bordeaux
ADRESSE	Etablissement du Service d'Infrastructure de la Défense de Bordeaux - 9, rue de Cursol, CS21152, 33068 BORDEAUX Cédex
CONTACTS	M. Maxime BENABID

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
30/04/2025	01	Mission G2AVP – Edition initiale	J. PICAMILH	P. BECHARD
05/02/2025	02	Rapport de mission G2PRO	J. PICAMILH	H. SYLLA

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	4
1.1. OBJET DE LA MISSION.....	4
1.2. DOCUMENTS REMIS POUR L'ETUDE.....	4
1.3. PRESENTATION DU SITE	5
1.3.1. Localisation du site et cadre du projet.....	5
1.3.2. Présentation du projet.....	6
1.4. CONTEXTE GEOLOGIQUE, GEOTECHNIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE.....	8
1.4.1. Contexte géologique.....	8
1.4.2. Sismicité.....	8
1.4.3. Phénomène retrait gonflement des argiles	9
1.4.4. Phénomène remontée de nappe	10
1.5. INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES.....	11
1.6. APPROCHE ALTIMETRIQUE.....	12
2. RESULTATS DES INVESTIGATIONS	13
2.1. CARACTERISTIQUES LITHOLOGIQUES	13
2.2. CARACTERISTIQUES GEOMECHANIQUES	14
2.2.1. Essais pressiométriques.....	14
2.2.2. Essais pénétrométriques.....	15
2.3. RESULTATS DES ANALYSES EN LABORATOIRE	15
2.4. NIVEAUX D'EAU / DONNEES PIEZOMETRIQUES	16
2.5. PERMEABILITE DES TERRAINS	17
2.6. COMPOSANTES / RISQUES ANTHROPIQUES	17
2.7. ANALYSES HAP/AMIANTE.....	17
3. RECOMMANDATION GEOTECHNIQUE GENERALES	19
3.1. SYNTHESE GEOTECHNIQUE.....	19
3.2. SISMICITE	19
3.3. POSSIBILITE DE FONDATIONS.....	20
3.3.1. Dispositif de fondations et niveau d'assise.....	21
3.4. RECOMMANDATIONS GENERALES ET SUJETIONS D'EXECUTION	21
3.4.1. Travaux préparatoires	21
3.4.2. Terrassements généraux – stabilité des parois de fouilles	22
3.4.3. Mise hors d'eau	22
3.4.4. Recommandations vis-à-vis des sols sensibles au retrait gonflement.....	23
3.4.5. Recommandations vis-à-vis des existants	24
4. SOLUTION DE MISE EN ŒUVRE PAR AMELIORATION DE SOL ET PARAMETRE DE JUSTIFICATION	25
4.1. HYPOTHESES DE CALCULS ET MAQUETTES GEOTECHNIQUES	25
4.1.1. Hypothèses générales.....	25
4.1.2. Modèle géotechnique.....	27
4.2. EBAUCHES DIMENSIONNELLES	27
4.2.1. Vérification de portance / charges admissibles par les inclusions.....	27
4.2.2. Vérification des tassements prévisibles sous fondation et dallage	29
4.3. MATELAS DE REPARTITION	30
4.4. REMARQUES IMPORTANTES.....	31
ANNEXES	34

1. INTRODUCTION

1.1. Objet de la mission

À la demande et pour le compte de l'**ESID DE BORDEAUX** [Établissement du Service d'Infrastructure de la Défense de Bordeaux - 9, rue de Cursol, CS21152, 33068 BORDEAUX CEDEX], la société ECR Environnement - Agence de Pau, a réalisé une étude géotechnique dans le cadre de l'extension du bâtiment 0203 préalable à la création du centre opérationnel hybride au sein du Quartier Boiteux sur la commune de SAUVAGNON (64230).

L'étude géotechnique répond au bon de commande acceptant notre proposition technique et financière n° 6411219 du 11/03/2025.

Les investigations de la phase AVP ont été réalisées les 7 et 8/04/2025.

Le présent rapport de mission G2-PRO, faisant suite à la phase AVP d'avril 2025, rend compte des résultats et a pour objectif de :

- synthétiser 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 ;
- 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

Préalablement à la réalisation de la phase G2-AVP, nous avons disposé d'un CCP référencé COSI n°465176 comprenant :

- Des plans de localisation du projet ;
- Un descriptif et présentation du projet ;
- Des plans et coupes schématiques du projet sur la zone concernée.

Dans le cadre de la phase PRO, les données suivantes nous ont été transmises :

- Un plan de fondation et de principe structure tous niveaux (23/10/2025 G2A) ;
- Des descentes de charges associées au projet.

1.3. Présentation du site

1.3.1. Localisation du site et cadre du projet

Le site d'étude se trouve sur la commune de SAUVAGNON (64230) au sein du quartier Damien Boiteux.

Le jour de notre intervention, le site correspondait à une zone de voirie subhorizontale avec parkings extérieurs. D'après les données IGN et topographiques transmises, le terrain présente une altimétrie comprise entre environ + 187 et +188 m NGF.

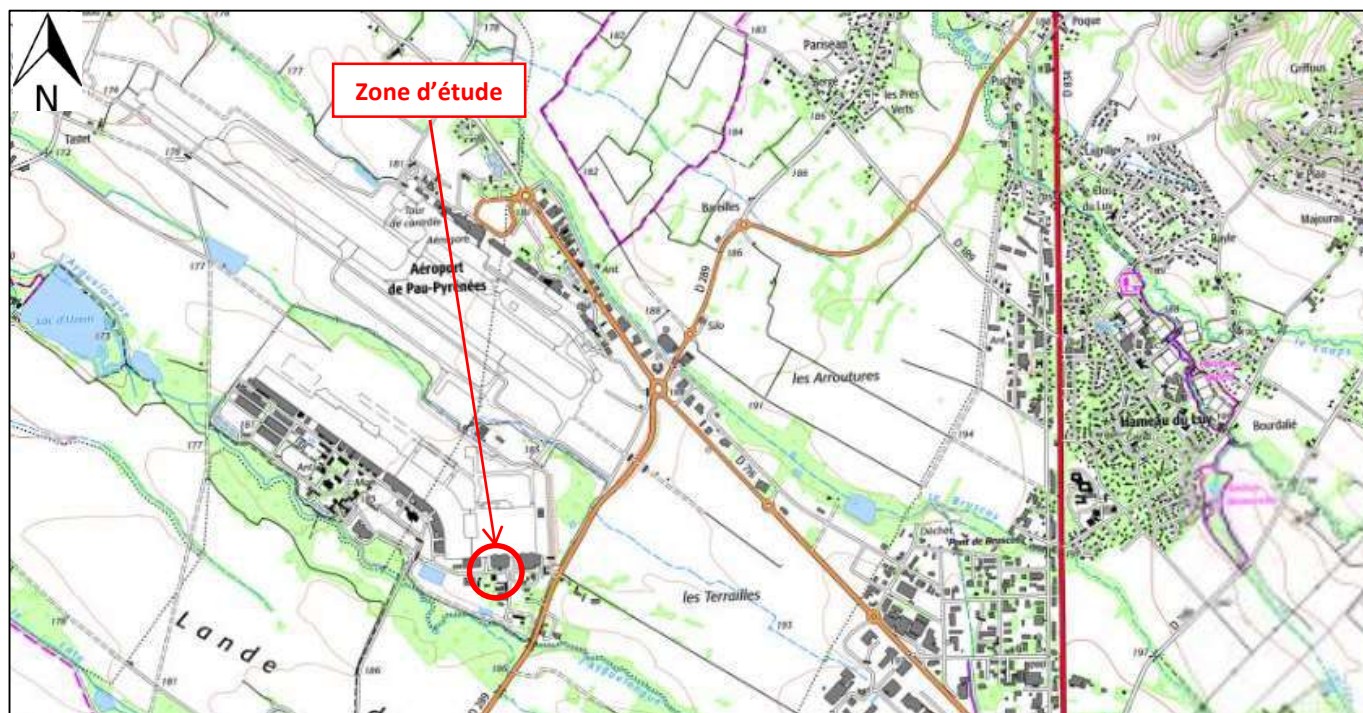


Figure 1 : Extrait de la Carte IGN (source : géoportail.gouv.fr)



Figure 2 : Présentation du terrain d'étude (vue vers le nord) – Photographie ECR Environnement

1.3.2. Présentation du projet

Dans le cadre de la création d'un centre opérationnel hybride au droit de la zone de parking actuelle, le projet prévoit l'extension du bâtiment 0203 par un bâtiment de type R+2 sans sous-sol.

D'après les plans et les éléments transmis lors de la phase AVP par le client, il n'est pas prévu la réalisation de l'extension en mitoyenneté du bâtiment 0203 (constitué d'un niveau R-1). Une coursière permettant la liaison entre les deux bâtiments sera créée en encorbellement.

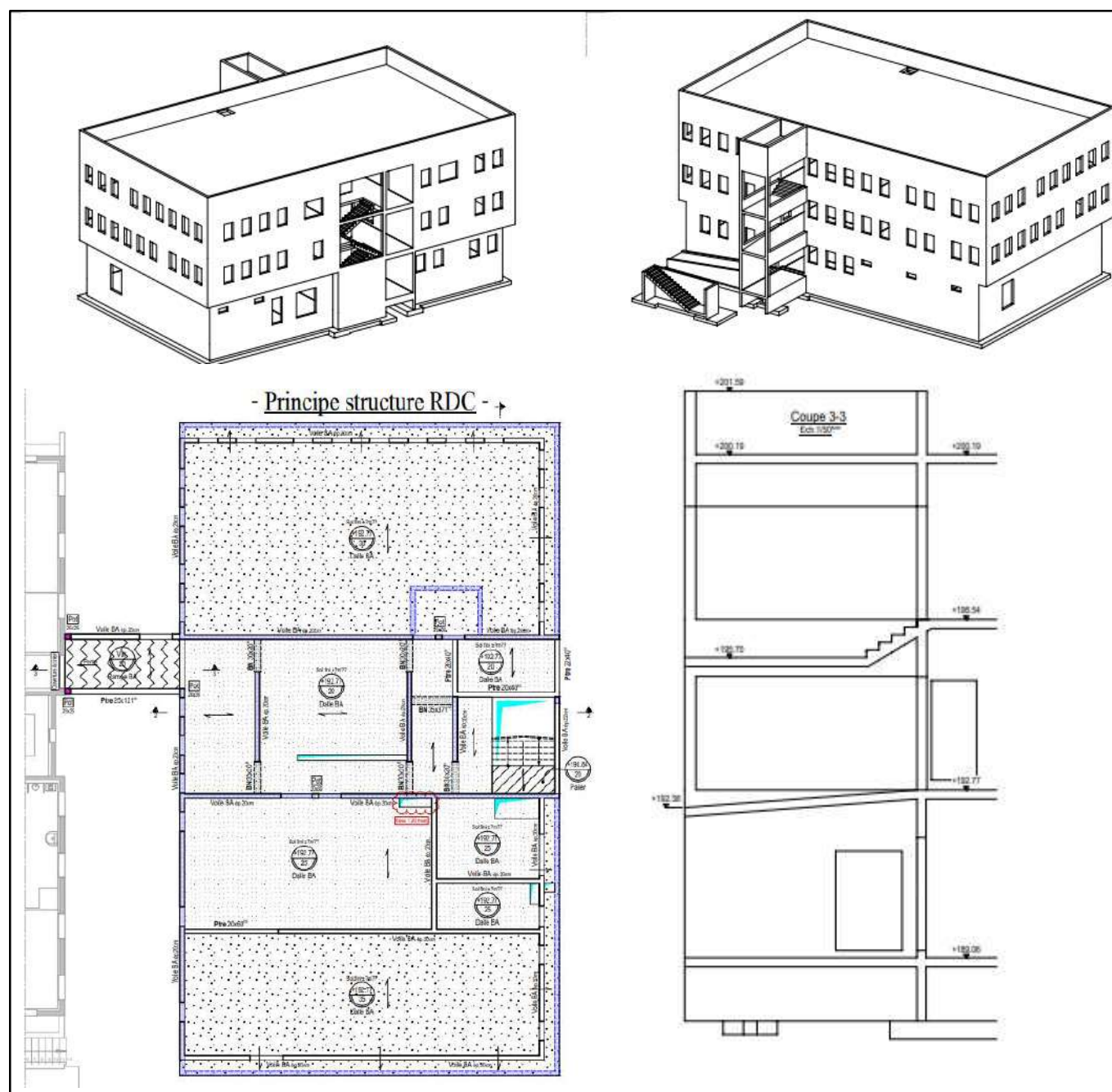


Figure 3 : Plan RDC et coupe du projet d'extension du bâtiment 0203.

D'après les données transmises nous retiendrons des descentes de charges de l'ordre de :

- charges linéaires de **3,5 kN/ml à 86 kN/ml** aux ELS caractéristiques ;
- charges ponctuelles de l'ordre de **95 kN à 410 kN**, aux ELS caractéristiques.

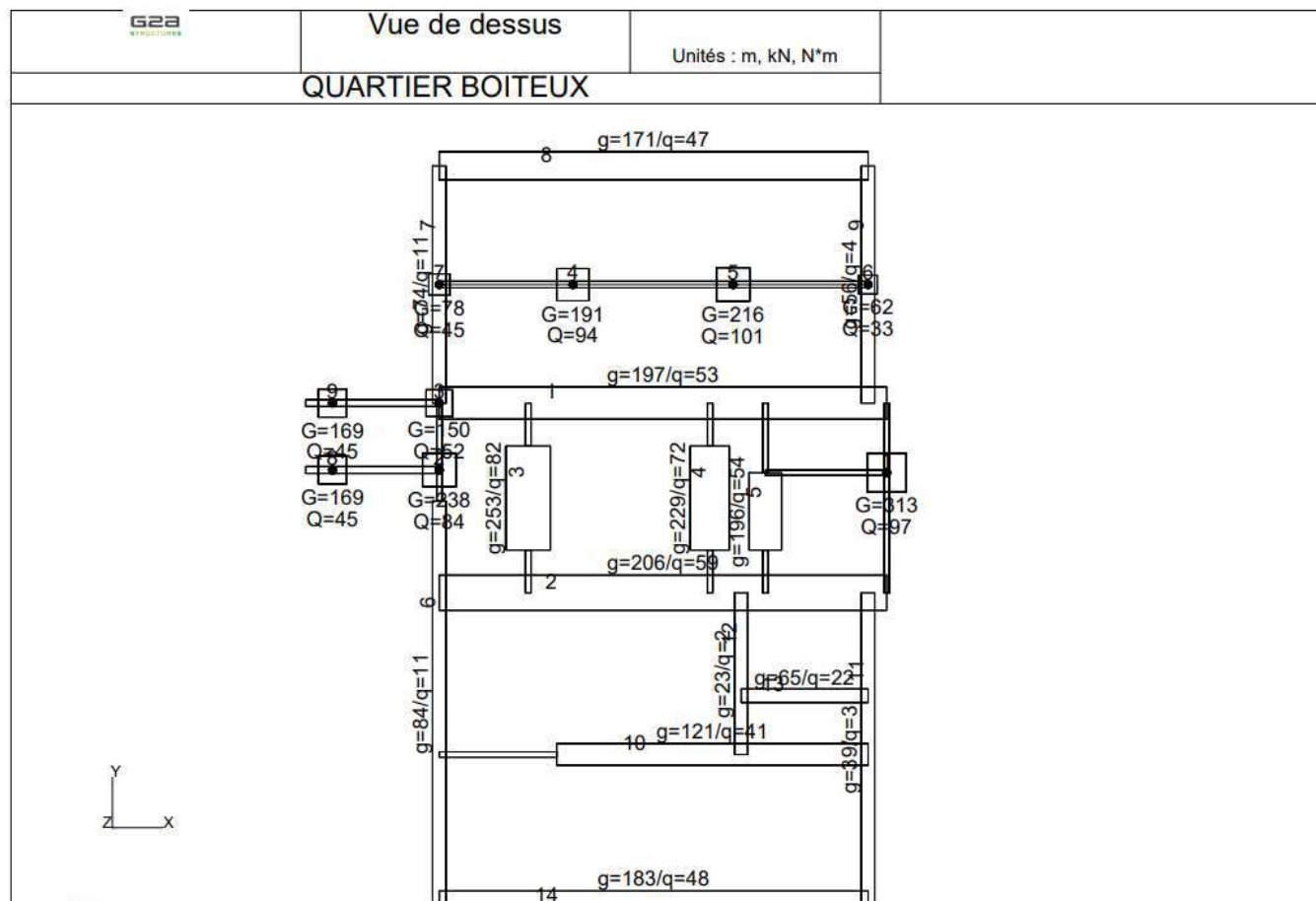


Figure 4 : Plan de fondation avec DDC du projet d'extension du bâtiment 0203.

En l'absence d'informations concernant les charges d'exploitation associées au projet, nous prendrons par hypothèses des valeurs de l'ordre de **5 à 10 kN/m²**.

D'après les éléments transmis par le client, le niveau fini du projet est prévu à la cote +189.06 m NGF, avec une plateforme de travail de l'ordre de +188.45 m NGF, soit légèrement au-dessus du terrain actuel (TA).

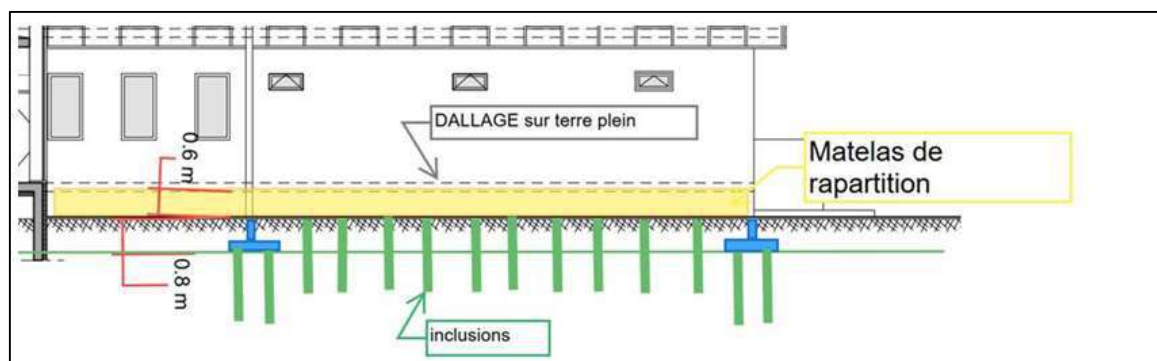


Figure 5 : Plan en coupe schématique du projet d'extension du bâtiment 0203.

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. Il en est de même si le projet venait à changer.

1.4. Contexte géologique, géotechnique et hydrogéologique

1.4.1. Contexte géologique

D'après la carte géologique de PAU (n°1029) au 1/50 000, le projet se trouverait au droit des dépôts alluvionnaires du Mindel [Fw], composés de galets et graviers à matrice argileuse.

Toutefois, au vu des données du BRGM, il n'est pas exclu que ses formations soient localement masquées en partie sud, par des alluvions subactuelles et des alluvions du Würm 3 [Fz] des rivières secondaires, composées sables, galets et d'argiles de décantations.

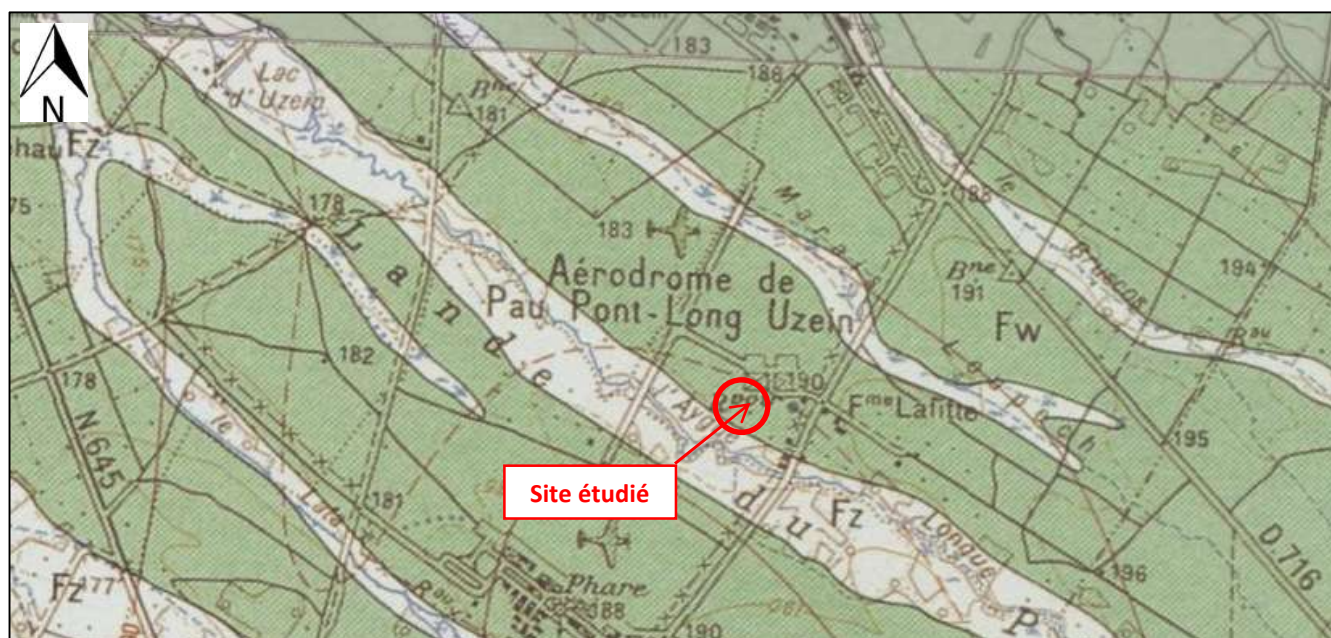


Figure 4 : Extrait de la carte géologique au 1/50 000 n°1029 - PAU (infoterre.brgm.fr)

Remarque : Nous alertons sur le fait que dans ce type de formation alluvionnaire, il peut y avoir une très grande variabilité de lithologie (proportions fines, grossières, ...).

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 "Bâtiments indispensables à la sécurité civile, la défense nationale et le maintien de l'ordre public", ce qui nous amène à considérer une **catégorie d'importance IV** (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.**

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

¹ Application possible (en dispense de l'Eurocode 8) des CPMI sous réserve du respect des conditions de la norme CPMI-EC8 zone 3 et 4

² Application possible du guide CPMI sous réserve du respect des conditions du guide CPMI-EC8 zone 5

³ Application obligatoire des règles Eurocode 8

Figure 5 : Extrait de la nouvelle réglementation parasismique applicable aux bâtiments

1.4.3. Phénomène retrait gonflement des argiles

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

D'après l'extrait de la carte d'exposition au retrait gonflement des argiles du BRGM, la zone d'étude se situe dans une **zone d'exposition faible**.

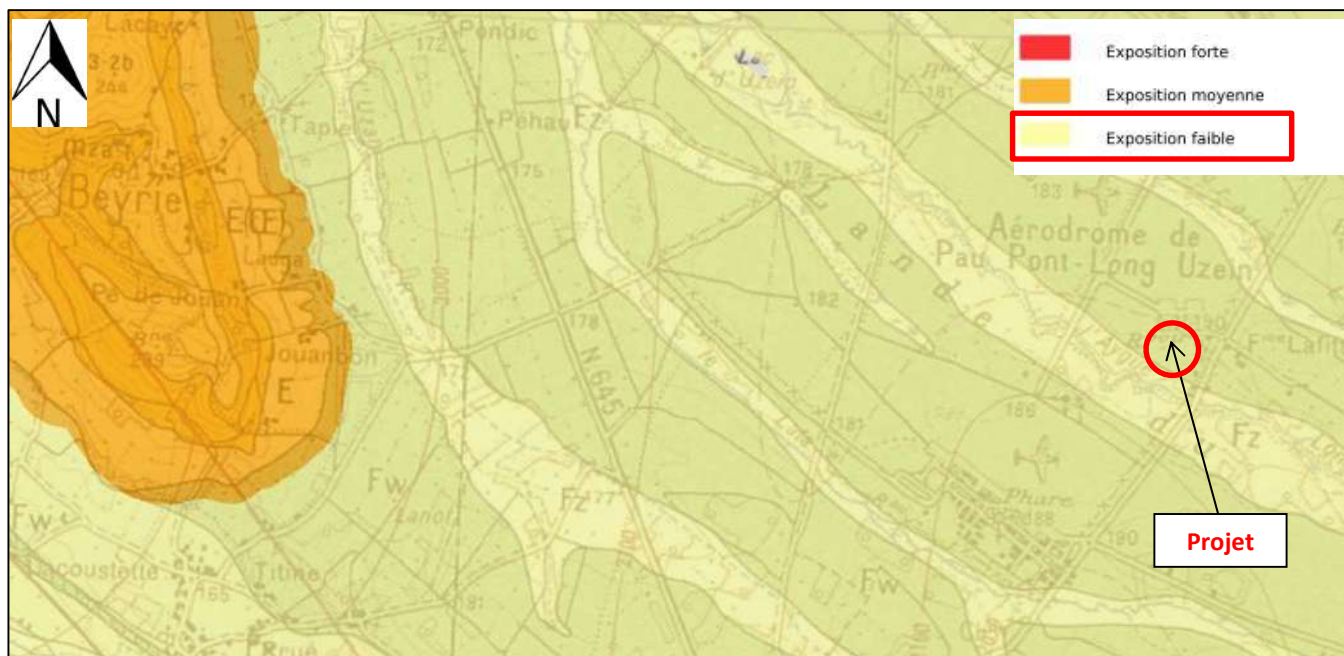


Figure 6 : Extrait de la carte BRGM d'exposition au retrait-gonflement (source : geoportail.gouv.fr)

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

1.4.4. Phénomène remontée de nappe

La carte des remontées de nappes, établie à grande échelle par le BRGM, répertorie le site dans une zone potentiellement sujette aux inondations de caves et à proximité immédiate de l'enveloppe approchée des inondations de potentielles cours d'eau. Toutefois, cette cartographie est établie à l'échelle régionale et n'est pas forcément représentative à l'échelle du projet.

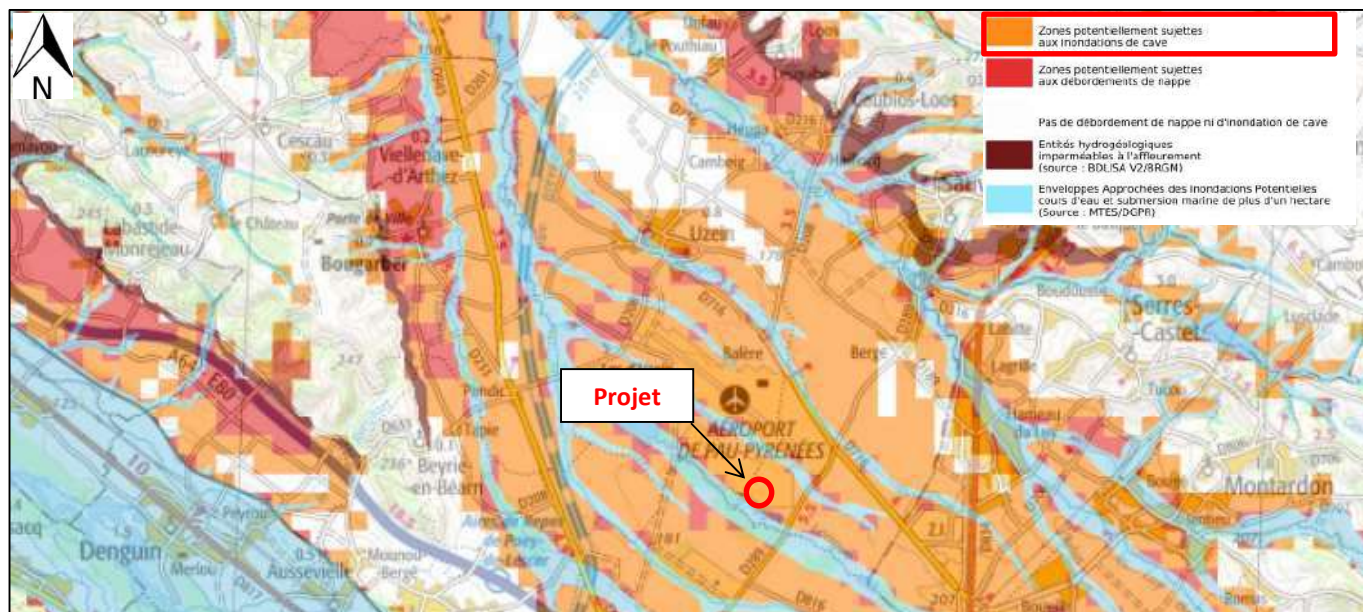


Figure 7 : Extrait de la carte d'aléa remontée de nappe (source : infoterre.brgm.fr)

Un plan de prévention des risques naturels de type inondation (par crue torrentielle ou montée rapide de cours d'eau) a été prescrit sur la commune de SAUVAGNON le 24/06/2002 et approuvé le 01/03/2010. Il ne concerne toutefois pas la parcelle objet de l'étude.

La commune a fait l'objet de 6 arrêtés de l'état de catastrophe naturelle par inondation et/ou coulées de boue.

Code NOR	Libellé	Début le	Sur le journal officiel du
INTE1820387A	Inondations et/ou Coulées de Boue	12/06/2018	15/08/2018
IOCE0902322A	Inondations et/ou Coulées de Boue	24/01/2009	29/01/2009
INTE0600904A	Inondations et/ou Coulées de Boue	10/03/2006	23/11/2006
INTE9300412A	Inondations et/ou Coulées de Boue	11/05/1993	03/09/1993
ECOA8800058A	Inondations et/ou Coulées de Boue	18/06/1988	14/09/1988
NOR19821130	Inondations et/ou Coulées de Boue	06/11/1982	02/12/1982

1.5. Investigations géotechniques

Pour rappel, une étude géotechnique de type G1-ES-PGC a été réalisée en janvier 2025 sur ce site avec notamment au droit du projet, l'exécution de :

- **1 sondage de reconnaissance géologique (SP1)**, réalisé en tarière hélicoïdale Ø 63 mm, descendu jusqu'à l'arrêt volontaire à 8,0 m/TA, **avec essais pressiométriques** répartis environ tous les 1,0 à 1,5 m afin de mesurer les caractéristiques mécaniques des terrains ;
- **1 essai au pénétromètre dynamique type B (noté P1)**, descendu jusqu'à l'arrêt volontaire à 7,8 m/TA, permettant d'apprécier en continu la résistance dynamique apparente de pointe des couches traversées;
- **1 sondage de reconnaissance géologique (ST1)** mené en parallèle de l'essai pénétrométrique P1, en tarière hélicoïdale Ø 63 mm descendu jusqu'au refus à 4,0 m/TA, pour vérifier ponctuellement la succession lithologique des terrains.
- **1 essai d'infiltration de type PORCHET (K1)**, réalisé dans un forage en Ø114 mm descendu jusqu'à 1,3 m/TA ;
- **1 prélèvement de l'enrobé existant (SC1)**, réalisé à la carotteuse sur bâti Ø 102mm ;
- **1 équipement piézométrique (Pz1)**, en tube PVC Ø45/50 mm crépiné à partir de 1,4 m afin de pouvoir effectuer des relevés du niveau d'eau. Le pose de ce dernier a été réalisée au sein d'un sondage dédié, descendu jusqu'à 8,0 m/TA.
- **1 analyse en laboratoire** nécessaire à l'identification / classification **d'un échantillon** selon le **GTR92** (Guide des Terrassements Routiers – Réalisation des remblais et des couches de forme, LCPC / SETRA, 1992) et la norme NF P 11-300 qui en découle ;

Compte tenu des résultats de la première intervention et dans le cadre de notre mission G2AVP, une campagne de reconnaissance complémentaire a été réalisée le 7 et 8/04/2025 et a consisté en l'exécution de :

- **1 sondage de reconnaissance géologique (SP1.2)**, réalisé en tarière hélicoïdale Ø 63 mm, descendu jusqu'à l'arrêt volontaire à 15,0 m/TA, **avec essais pressiométriques** répartis environ tous les 1,0 à 2,0 m afin de mesurer les caractéristiques mécaniques des terrains ;
- **1 essai au pénétromètre dynamique type B (noté P1.2)**, descendu jusqu'à l'arrêt volontaire à 7,8 m/TA, permettant d'apprécier en continu la résistance dynamique apparente de pointe des couches traversées;
- **1 sondage de reconnaissance géologique (ST1.2)** mené en parallèle de l'essai pénétrométrique P1.2, en tarière hélicoïdale Ø 63 mm descendu jusqu'à l'arrêt volontaire à 8,0 m/TA, pour vérifier ponctuellement la succession lithologique des terrains.

1.6. Approche altimétrique

Les sondages / essais sont implantés conformément au plan joint en annexes. Ils ont été nivelés dans un référentiel local (référence altimétrique : Angle du bâtiment existant) puis rattachés au NGF à partir des points topographiques fournis.

Les altitudes déduites sont telles que :

Sondage	P1-ST1	K1-SC1	Pz1	SP1	P1.2-ST1.2	SP1.2
Cote Altimétrique (m NGF)	188.35	188.25	188.00	188.15	188.20	188.00

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 par le géomètre désigné pour les travaux.

Ces altitudes sont reportées sur les coupes/diagrammes établis.

2. RESULTATS DES INVESTIGATIONS

2.1. Caractéristiques lithologiques

Comme indiqué sur les coupes lithologiques des sondages disponibles en annexes, les terrains rencontrés sont essentiellement constitués par :

- **U0/** de l'enrobé et des remblais sablo-graveleux, reconnus sur 0,3 m/TA en Pz1, 0,4 m/TA en SP1, 0,6m/TA en ST1, et jusqu'à 0,8 m/TA en ST1.2 et SP1.2 ;
- **U1/** des argiles [grises à marron], identifiées jusqu'à 1,3 m/TA en K1 et Pz1, 1,5 m/TA en ST1.2, 1,7m/TA en SP1 ainsi que jusqu'à 1,8 m/TA en SP1.2 ;
- **U2/** des argiles +/- sablo-graveleuses et à cailloutis [marron à grises] saturées en eau, observées jusqu'aux arrêts volontaires des sondages SP1, PZ1 et ST1.2 à 8,0 m/TA ainsi que SP1.2 à 15,0 m de profondeur/TA.

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

Lithologies		SP1	SP1.2	ST1	ST1.2	K1	Pz1
U0/ Enrobé + Remblai sablo-graveleux	Profondeur base (m/TA)	0,4	0,8	0,6	0,8	0,8	0,3
U1/ Argile [marron à grise]		1,7	1,8	1,8	1,5	≥ 1,3 (Arrêt)	1,3
U2/ Argile ± sablo-graveleuse à cailloutis [marron à grise] saturée en eau		≥ 8,0 (Arrêt)	≥ 15,0 (Arrêt)	≥ 4,0 (Refus)	≥ 8,0 (Arrêt)	Non observé	≥ 8,0 (Arrêt)

Au cours de nos opérations, la tenue des parois verticales des sondages s'est révélée très aléatoire, fonction de la proportion granulométrique au sein des matériaux, avec une tenue globalement bonne dans les faciès argileux superficiels, à faible une fois les horizons graveleux rencontrés notamment en présence d'eau (sondage en petit diamètre - Ø 63 - 114 mm, rotation rapide et à court terme).

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. Essais pressiométriques

Le tableau ci-après synthétise les caractéristiques pressiométriques évaluées en SP1 et SP1.2, 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.

Sondages pressiométriques SP1 et SP1.2										
Unité lithologique	Prof. base (m/TA)		Nb val.	E_M (MPa)			pl^* (MPa)			Classe de sols EC7
	SP1	SP1.2		Min	Max	Moy h	Min	Max	Moy h	
U0/ Enrobé + remblai sablo-graveleux	0,4	0,8	0 ⁽²⁾	/			/			/
U1/ Argile [marron à grise]	1,0	1,8	2	0,1	2,1	1,1	< 0,10	0,18	0,10	Argiles et limons très mous à mous
	1,7	[NO] ⁽¹⁾	1	12,1			0,92			Argiles et limons fermes
U2/ Argile ± sablo-graveleuse à cailloutis [marron à grise] saturée en eau	4,0		4	14,7	35,8	22,2	1,37	3,01	2,25	<u>Sols intermédiaires</u> ⁽³⁾ Argiles et limons raides à très raides
	≥8,0	≥15,0	10	4,6	13,1	7,9	0,47	1,42	0,88	<u>Sols intermédiaires</u> ⁽³⁾ Argiles et limons fermes à raides

⁽¹⁾ [NO] : Non observé

⁽²⁾ Frange d'épaisseur insuffisante pour la réalisation d'essais pressiométriques

⁽³⁾ 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.

2.2.2. Essais pénétrométriques

Les essais pénétrométriques P1 et P1.2 sont illustrés par des diagrammes (présents en annexes) qui mettent en évidence les variations de la résistance de pointe (qd) en fonction de la profondeur.

Dans l'ensemble, les essais présentent des résistances de pointe similaires avec une **forte diminution des caractéristiques mécaniques sur le premier mètre environ** (présence d'enrobé et d'une couche de forme superficielle compacte), devenant **très faibles** ($0,3 \text{ MPa} < q_d < 1,5 \text{ MPa}$) jusqu'à environ 1,5 m/TA.

Les résistances de pointe augmentent ensuite pour devenir plus ou moins **hétérogènes avec des valeurs moyennes à très bonnes** ($2,0 \text{ MPa} < q_d < 17 \text{ MPa}$) jusqu'à 4,0 à 5,0 m/TA, **puis faibles à moyennes** ($1,3 \text{ MPa} < q_d < 4,5 \text{ MPa}$) jusqu'aux arrêts volontaires des essais à 7,8 m/TA.

2.3. Résultats des analyses en laboratoire

Suite à la réalisation d'essais en laboratoire sur un échantillon représentatif des terrains de recouvrement reconnus, les résultats obtenus indiquent :

Sondages		SP1
Profondeurs (m/TA)		0,4 – 1,7
Faciès		Argile marron
Caractéristiques granulométriques	Dmax (mm)	Entre 8 et 10
	< 2 mm	95,1 %
	< 80 µm	78,7 %
Teneur en eau (%)		33
VBS (g de bleu/100g de sol)		0,73
Classification GTR 92		A1

Le procès-verbal détaillé est placé en annexes.

Selon le GTR, nous sommes en présence dans l'**horizon argileux U1**, de sols situés dans la **catégorie A1 « limons peu plastiques, silts alluvionnaires, sables fins »** (seuil classe GTR A1 pour VBS $\leq 2,5$).

Les sols de types A1 sont 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 non négligeable.

Nous évaluons l'exposition au retrait gonflement concernant la frange superficielle en aléa faible pour le site étudié conformément à la carte du BRGM.

Un diagnostic de pollution des sols et des eaux a été mené en parallèle de la présente étude géotechnique et fait l'objet d'un rapport de synthèse spécifique à l'étude de pollution, référencé 6411474 et daté de février 2025. Les résultats obtenus ci-dessous et disponibles en annexes, indiquent que **les sols prélevés sont évalués comme non agressif vis-à-vis du béton, de même que l'eau est faiblement agressive vis-à-vis du béton (Classe $\leq$ XA1).**

paramètre	unité	ST1-2	ST2-1
		1,0 - 2,0 m	0,80 - 1,0 m
AGRESSIVITE BETON			
Acidité	ml/kg	63	3,3
sulfates (extrait acide chlorydrique)	mg/kg	783	411
classes d'exposition		<XA1 (EN 206)	<XA1 (EN 206)

paramètre	PZ1	
DEGRES D AGRESSIVITE	XA1	faiblement agressif vis-à-vis du béton

2.4. Niveaux d'eau / Données piézométriques

Lors de nos différentes interventions (les 13, 14, 23/01/2025 ainsi que les 7 et 8/04/2025), des arrivées d'eau ont été observées dans certains de nos sondages. Ces dernières sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Sondage	SP1	SP1.2	P1-ST1	P1.2-ST1.2	Pz1	
Cote sondage (m NGF)	188.15	188.00	188.35	188.20	188.00	
Date du relevé	13/01/2025	08/04/2025	23/01/2025	08/04/2025	13/01/2025	08/04/2025
Prof. niveau d'eau (m/TA)	3,0 *	3,9	1,0*	5,0*	1,9*	4,0
Cote niveau d'eau (m NGF)	185.15	184.10	187.35	183.20	186.10	184.00

* niveau d'eau non stabilisé, relevé au cours du forage.

Il s'agit d'un constat ponctuel non représentatif du niveau de la nappe et/ou de son évolution, et donc de son niveau des plus hautes eaux (NPHE) comme de ses possibilités de rabattement naturel.

Ne disposant pas, à ce jour, de chronique piézométrique locale menée sur le long terme, nous ne sommes pas en mesure de statuer sur l'amplitude naturelle du battement de la nappe phréatique (possibilité de remontée / niveau des plus hautes eaux [NPHE]) à l'aplomb du projet.

Dans le cadre de notre campagne de reconnaissance, il a été mis en place selon les coordonnées géographiques **[X : 423358 ; Y : 6258004]** (Lambert 93), **un équipement piézométrique (Pz1)**, en tube PVC Ø45/50mm crépiné à partir de 1,4 m afin de pouvoir effectuer des relevés du niveau d'eau. Le pose de ce dernier a été réalisée au sein d'un sondage dédié, descendu jusqu'à 8,0 m/TA.

À ce stade de l'étude, nous constatons un niveau moyen de nappe à environ 185.00 m NGF. Un suivi sur 12 mois du niveau piézométrique est actuellement mené en Pz1 afin de préciser le niveau d'eau stabilisé et sa variation.

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

Un essai d'infiltration de type Porchet (K1) a été réalisé au niveau des terrains superficiels dans 1 sondage à la tarière Ø 114 mm descendus à 1,3 m/TA.

Les résultats de cet essai 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 – 1,3	Argile [grise]	$\approx 5,9 \cdot 10^{-9}$	< 5

Dans le cadre de ces essais et des profondeurs d'investigations, nous retiendrons **une perméabilité très faible (quasi nulle) à l'échelle du site**. Ces résultats sont en accord avec le caractère très argileux des terrains superficiels testés.

2.6. Composantes / Risques anthropiques

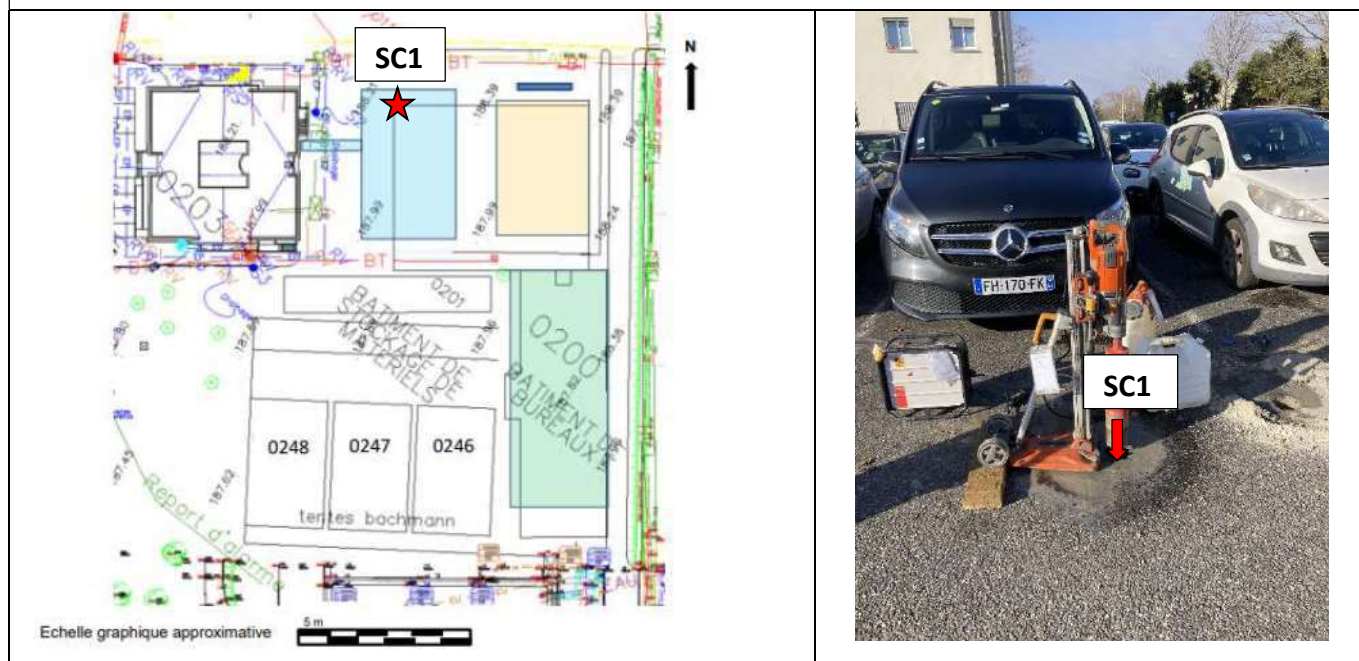
Hormis l'épaisseur superficielle d'enrobé et de couche de forme au droit des voiries existantes, aucune trace d'apport anthropique (vestige enterré, ...) ou de pollution (indice organoleptique, ...) n'a été détecté aux droits de nos sondages.

Un diagnostic de pollution des sols et des eaux a été mené en parallèle de la présente étude géotechnique et fait l'objet d'un rapport de synthèse spécifique à l'étude de pollution, référencé 6411474 et daté de février 2025.

2.7. Analyses HAP/Amiante

Au droit du projet, un prélèvement d'enrobé a été réalisé (SC1) sur le parking existant afin de récupérer des échantillons pour des analyses en laboratoire et vérifier la présence ou non de fibres d'amiantes, ainsi que de quantifier les concentrations en HAP éventuellement présents.

SC1 : 43°22'3.56"N; 0°24'45.37"O



Pour rappel, le **diagnostic HAP/Amiante** réalisé suite aux **prélèvements des enrobés existants** fait l'objet d'un rapport spécifique complémentaire, référence 6411474 et daté du 11/03/2025.

À titre indicatif, il en ressort qu'**aucune fibre d'amiante n'a été détectée au droit de nos prélèvements**.

Des HAP ont été relevés sur les enrobés et les valeurs sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Echantillons	SC1	SC2	SC3
Somme des HAP (mg/kg MS)	< 0,50	3,16	< 0,50

Il apparait ainsi que **les taux HAP sont inférieurs au seuil maximal d'acceptabilité en ISDI** (> 50 mg/kg/MS) rendant ainsi **le matériau réutilisable** en tant qu'enrobé à chaud ou à froid et ne nécessitant pas leur évacuation en filière adéquate.

3. RECOMMANDATION GEOTECHNIQUE GENERALES

3.1. Synthèse géotechnique

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

- un terrain subhorizontal actuellement constitué de parkings et voiries, à proximité de différents bâtis existants, dont le bâtiment 0203 sur un niveau de sous-sol ;
- sous une structure de voirie superficielle (enrobé et remblais sablo-graveleux) des **argiles [marron à grises] globalement de faible compacité** jusqu'à 1,3 – 1,8 m de profondeur. Ces formations recouvrent des **terrains argilo-graveleux à cailloutis saturés, présentant des bonnes caractéristiques mécaniques** jusqu'à environ 4,0 à 5,0 m/TA et **devenant fermes à moyennes jusqu'aux arrêts volontaires de nos sondages entre environ 8,0 et 15,0 m/TA** ;
- **une exposition de retrait gonflement des sols évaluée à faible dans les faciès argileux superficiels** suite aux analyses en laboratoire (classe GTR 92 A1) ;
- **des niveaux d'eau non stabilisés disparates, relevés à des profondeurs comprises entre 1,0 et 5,0 m/TA au droit de nos sondages** (entre 187.35 et 183.20 m NGF), et stabilisés relevés **le 08/04/2025 entre 3,9 et 4,0 m/TA** (entre 184.00 et 184.10 m NGF) ;

Selon les conditions météo lors des travaux, une évolution de la piézométrie locale est envisageable. Le site est localisé au droit d'une zone potentiellement sujette aux inondations de caves et à proximité de l'enveloppe approchée des inondations de potentiels cours d'eau. Un suivi piézométrique sur 12 mois est en cours ;

- **une perméabilité (ponctuelle) des terrains argileux superficiels très 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 :

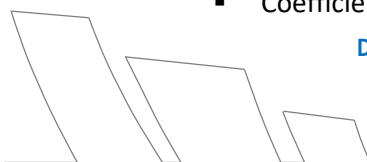
➤ **Zone de sismicité :**

- Zone de sismicité : **3**

Accélération au rocher : **$agr = 1,1 \text{ m/s}^2$**

➤ **Catégorie d'importance :**

- Bâtiments indispensables à la sécurité civile, la défense nationale et le maintien de l'ordre public. : Catégorie d'importance : **IV**
- Coefficient d'importance : **$\gamma_I = 1,4$**



➤ **Classe de sol :**

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

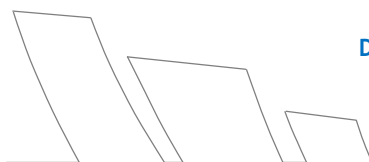
Classe de sol	Description du profil stratigraphique	Paramètres		
		$V_{s,30}$ (m/s)	N_{SPR}	C_u (kPa)
A	Rocher ou autre formation géologique de ce type comportant une couche superficielle d'au plus 5 mètres de matériau moins résistant	> 800	-	-
B	Dépôts raides de sable, de gravier ou d'argile sur-consolidées, d'au moins plusieurs dizaines 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			
S₁	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
S₂	Dépôts de sols liquéfiables d'argiles sensibles ou tout autre profil			

Suivant la nature du sol, les paramètres S (coefficient de sol), TB (limite inférieure des périodes correspondant au palier d'accélération spectre constante), TC (limite supérieure des périodes correspondant au palier d'accélération spectre constante) et TD (valeur définissant le début de la branche à déplacement spectral constant) à prendre en compte sont données dans le tableau suivant :

Classe de sol	S	TB (s)	TC (s)	TD (s)
A	1	0.03	0.2	2.5
B	1.35	0.05	0.25	2.5
C	1.5	0.06	0.4	2.0
D	1.6	0.1	0.6	1.5
E	1.8	0.08	0.45	1.25

Spectre de réponse élastique de type 2 (zones 1 à 4)

Concernant la présente étude, les sols rencontrés appartiennent à la classe C. Les paramètres à considérer pour le projet sont les suivants : **S = 1.5, TB = 0.06 s, TC = 0.40 s, TD = 2.0 s.**



3.3. Possibilité de fondations

3.3.1. Dispositif de fondations et niveau d'assise

Le mode de fondation du bâtiment devra faire état de l'importance et de la géométrie des charges apportées ainsi que de la nécessité de mobiliser un horizon portant, homogène et qualité acceptable pour le projet.

Au regard du projet et des résultats susmentionnés, compte-tenu de la faible portance des terrains et des tassements non négligeables qui résulteraient même pour de faibles contraintes admissibles, une solution de fondations superficielles ne pourra pas être retenue

Nous recommandons donc de s'orienter vers une solution **d'amélioration/renforcement de sol**. Cela permettra la réalisation de fondations superficielles ancrées dans le matelas de répartition et d'un **dallage sur terre-plein (constitué par le matelas)**.

Des adaptations en tous points de fiche (colonnes, inclusions) seront à prévoir, en raison des épaisseurs très variables des couches superficielles molles et de la profondeur du sols support suffisamment compact.

Compte tenu de la présence d'horizons de très faible portance, défavorables à la mise en œuvre d'inclusions souples type colonnes ballastées, nous considérons en première approche une amélioration de sols par inclusion semi-rigides du type pieux en béton.

La plateforme de sol améliorée devra nécessairement être débordante d'au moins 2m par rapport à l'emprise structure pour garantir les effets d'amélioration des terrains en rives, et constituer une interface par rapport aux extérieurs en contexte de sol argileux.

3.4. Recommandations générales et sujétions d'exécution

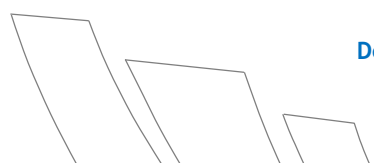
3.4.1. Travaux préparatoires

Il reviendra aux responsables du projet de s'assurer que :

- Les secteurs éventuellement végétalisés soient nettoyés / purges, avec enlèvement complet des éventuels systèmes racinaires ;
- Il ne subsiste aucune zone de faibles caractéristiques (poche de matériaux lâches / décomprimés, ...) ou point dur (élément anthropiques éventuels, ...) ;
- Les remblais / points durs présents au droit de ces opérations soient totalement évacués et substitués par des matériaux granulaires insensibles 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 repérées et consignées afin que le plan de fondation définitif en tienne compte.



3.4.2. Terrassements généraux – stabilité des parois de fouilles

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.

Les travaux pourraient toutefois se voir compliquer par l'absence de cohésion de terrain sablo-graveleux pouvant induire des volumes hors-profils.

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 2 horizontal pour 1 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 (m/TA)	Caractéristiques intrinsèques (*)		
		Cohésion c' (kPa) :	Angle de Frottement φ' (°) :	Poids volumique : γ (kN/m ³)
U0/ Enrobé + Remblai sablo-graveleux	0,0 à 0,8	0	30	20
U1/ Argile [marron à grise]	0,8 à 1,8	5	25	16
U2/ Argile $\pm$ sablo-graveleuse à cailloutis [marron à grise] saturée en eau	1,8 à 15,0	2	28	19

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

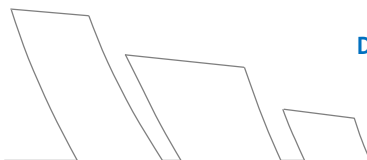
3.4.3. Mise hors d'eau

Lors de nos interventions les 13, 14, 23/01/2025 ainsi que les 7 et 8/04/2025, des niveaux d'eau ont été relevés dans certains de nos sondages entre 1,0 m/TA (niveau non stabilisé) et 4,0 m/TA (niveau d'eau stabilisé).

Rappelons que la carte BRGM des remontées de nappes, fait état d'une zone potentiellement sujette aux inondations de caves et à proximité immédiate de l'enveloppe approchée des inondations de potentielles cours d'eau.

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

- de privilégier une exécution des terrassements en période météorologique favorable (basses eaux de la nappe superficielle, pas de pluie, ...) ;
- de prévoir la mise en œuvre d'un système de pompage à faible débit dans l'objectif, le cas échéant, d'assécher les fonds de fouilles pour travailler à sec ;



- 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.

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 vivement :

- d'aménager dès la préparation de la plateforme, un dispositif de drainage adapté permettant de récolter et d'évacuer durablement toutes les eaux de ruissellement potentielles vers un exutoire pérenne suffisamment éloigné ;

- de réaliser et d'entretenir le réseau de collecte des eaux de pluies (toitures, ...) pour empêcher les infiltrations / accumulations en pied de l'ouvrage.

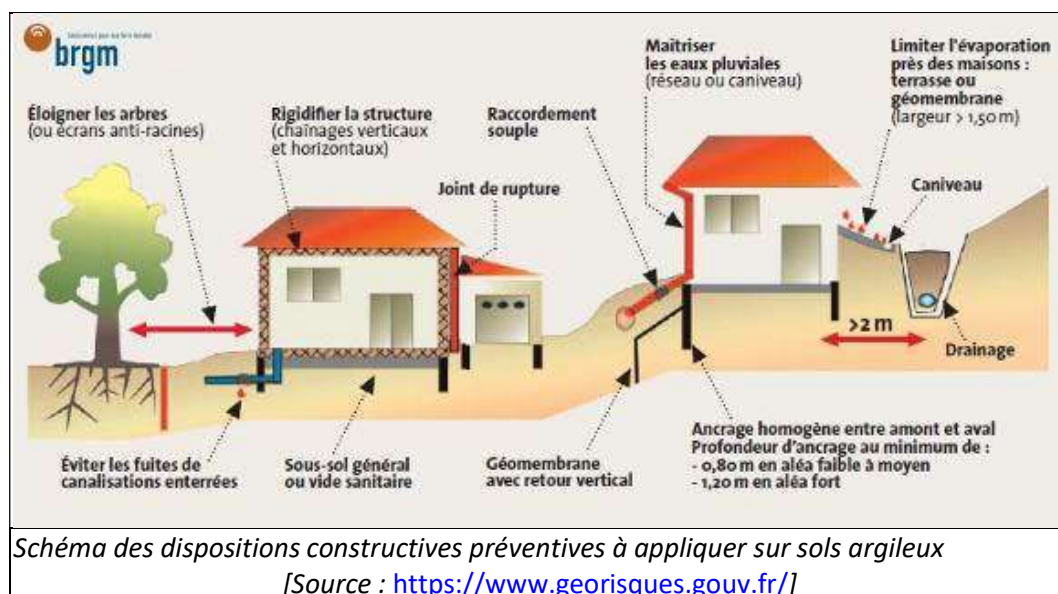
Nous rappelons que dans le cadre de notre campagne de reconnaissance, il a été mis en place selon les coordonnées géographiques [X : 423358 ; Y : 6258004] (Lambert 93), **un équipement piézométrique (Pz1).**

La pose de ce dernier a été réalisée au sein d'un sondage dédié, descendu jusqu'à 8,0 m/TA et **un suivi sur 12 mois du niveau piézométrique est actuellement mené**, afin de préciser le niveau d'eau stabilisé et sa variation. À ce stade de l'étude, nous constatons un niveau moyen de nappe à environ 185.00 m NGF.

3.4.4. Recommandations vis-à-vis des sols sensibles au retrait gonflement

Sols faiblement sensibles :

Les dispositions constructives préventives généralement prescrites pour construire sur un sol argileux sensibles aux retraits-gonflements obéissent notamment aux principes généraux illustrés ci-après :



Il ressort en particulier la nécessité de descendre suffisamment les fondations pour s'affranchir du phénomène. **À noter que sous réserve d'une portance suffisante, pour un aléa faible tel que déterminé précédemment, la profondeur minimale conseillée dans la région est de 0,8 m/TN extérieur fini pour les fondations en rive de structure (sans impératifs de garde vis-à-vis de la dessiccation pour les appuis intérieurs).**

Par ailleurs, il est impératif d'éviter toutes les variations saisonnières et/ou localisées d'humidité au voisinage des constructions. Pour ce faire, il est de rigueur :

- De réaliser un trottoir périmétrique anti-évaporation d'une largeur minimale de 1,5 m (terrasse ou géomembrane) ;
- D'éloigner les eaux de ruissellement (caniveau) et de privilégier le rejet des eaux pluviales et usées dans le réseau lorsque c'est possible (sinon une distance minimale de 15m entre le point de rejet et le bâtiment est à maintenir).
- D'assurer l'étanchéité des canalisations enterrées (joints souples au niveau des raccords) ;
- De positionner les drains à plus de 2 m du bâtiment ainsi que les pompes (à usage domestique) suffisamment loin (>10 m).
- De ne pas planter d'arbres / arbustes à moins d'1,5 fois leur taille adulte ou à défaut de mettre en place des écrans anti-racines.

Remarque : Un complément à l'Arrêté du 22 juillet 2020 relatif aux techniques particulières de construction dans les zones exposées au phénomène de terrain différentiel consécutif à la sécheresse et à la réhydratation des sols est téléchargeable sur le site de Legifrance.gouv.fr.

3.4.5. Recommandations vis-à-vis des existants

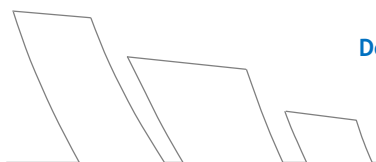
D'après les plans transmis ci-dessous, **il n'est pas prévu la réalisation de l'extension en mitoyenneté du bâtiment 0203 (constitué d'un niveau R-1)**. Une coursive permettant la liaison entre les deux bâtiments sera créée en encorbellement.

Il sera tout de même de rigueur d'éviter toute interaction néfaste avec les fondations existantes voisines (non connues à ce stade de l'étude).

Pour cela et à titre indicatif, il conviendra de :

- mettre en place les dispositions constructives et les techniques d'exécution habituelles pour assurer la stabilité des terrains et ouvrages existants tout au long des travaux ;
- **de respecter une pente de 3/2 (3 horizontalement pour 2 verticalement) entre les fondations voisines.**

Remarque : un relevé préventif et préalable (constat d'huissier / étude de diagnostic) permettra de dresser l'état initial des constructions existantes. En bordure de ces dernières, les vibrations de même que les terrassements trop importants sont à proscrire.



4. SOLUTION DE MISE EN ŒUVRE PAR AMELIORATION DE SOL ET PARAMETRE DE JUSTIFICATION

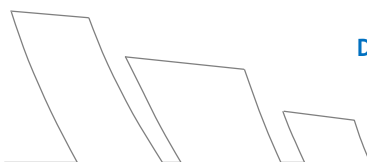
4.1. Hypothèses de calculs et maquettes géotechniques

4.1.1. Hypothèses générales

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 ;
- Un niveau de plateforme de dimensionnement **PF pris à la cote de +188.00 m NGF**, soit au niveau du terrain actuel au droit de SP1.2 ;
- Une coupe géotechnique synthétique établie à partir des sondages SP1 et SP1.2, moyennés par les essais P1 et P1.2, considérant la présence des faciès d'ancrage (argiles plus ou moins sablo-graveleuses compactes) à partir de 1,8 m de profondeur par rapport au terrain actuel. **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 1,8 premiers mètres par rapport aux plateformes travaux (hypothèse de "mort terrain"), soit jusqu'à la cote de 186.2 m.ref ;
- Les inclusions devront être ancrées d'au moins 0,5 m à 3 diamètres 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 3,5 MPa aux ELS_{car}, et donc des charges admissibles maximales de l'ordre de 440kN 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 :

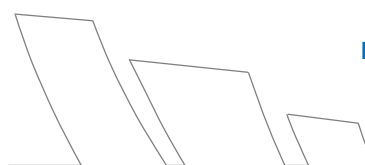
	$\gamma_{R;d1}$		$\gamma_{R;d2}$
	Compression	Traction	
Pieux Vissés Moulés Classe 3 – Catégorie 7	1,15	1,40	1,10

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



4.1.2. 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 :

Couche	Prof. base (m/TA)	Prof. base (mNGF)	pi* moyen (MPa)	Em Moy.H (Mpa)	Kp _{max} (pieux VM) ⁽¹⁾	Coef. Rhéo. (α)	Classe de sol EC7	Courbes EC7	α pieu-sol	Fsol (kPa)	q _s (kPa)
U0/ Enrobé + Remblai sablo-graveleux	± 0,8	± 187.2	2,0 ⁽³⁾	20 ⁽³⁾	-	1/2	Sols Intermédiaires ⁽²⁾ Sables et graves	Mort-Terrain			
U1/ Argile [marron à grise]	± 1,8	± 186.2	0,1	1	-	2/3	Argiles et limons très mous				
U2/ Argile ± sablo-graveleuse [marron à grise] saturée en eau	± 4,0	± 184.0	2,2	22	1,55	2/3	Sols Intermédiaires ⁽²⁾	Q1	1,9	46,6	88,5
	± 15,0	± 173.0	0,9	8	1,55	2/3	Argiles et limons fermes	Q1	1.9	40,9	77,7

(1) facteur de pointe Kp à recalculer selon la hauteur de l'ancrage effectif dans la formation porteuse.

(2) 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.

(3) valeur estimée par équivalence et corrélation avec les essais pénétrométriques.

4.2. Ebauches dimensionnelles

4.2.1. 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 de 1,20 m des inclusions dans les argiles plus ou moins sablo-graveleuses raides identifiées à partir de 1,8 m/TA.**

Pour des inclusions VM $\varnothing 400$ mm de 3,00 m/PF les charges admissibles sont les suivantes :

	Charge admissible à la compression
	$\varnothing 400$
Q_{ELS} – Quasi-permanent	233,2 kN
Q_{ELS} - caractéristique	285,2 kN
Q_{ELU} – Durable et transitoire	333,3 kN
Q_{ELU} - accidentelles	366,6 kN
$\sigma_{\text{béton}}$ à l' ELS_{car}	2,3 MPa

De ces calculs préliminaires, il ressort que pour un ancrage de 1,2 m/TA dans les argiles plus ou moins sablo-graveleuses compactes, des inclusions VM $\varnothing 400$ mm permettent de reprendre une charge jusqu'à 285,2 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).

Nous rappelons également que d'après les données transmises, nous retiendrons les descentes de charges suivantes :

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. Il en est de même si le projet venait à changer.

Fondations superficielles		Charges G (kN)	Charges Q (kN)	Combinaisons des charges aux $ELScaractéristiques$ (kN)	Combinaison des charges aux ELU fondamentaux (kN)	Nombre d'inclusion sous massifs
Semelles isolées	1	313	97	410	568,1	2
	2	238	84	322	447,3	2
	3	150	52	202	280,5	1
	4	191	94	285	398,9	2
	5	216	101	317	443,1	2
	6	62	33	95	133,2	1
	7	78	45	123	172,8	1
	8	169	45	214	295,7	2
	9	169	45	214	295,7	2

Fondations superficielles		Longueur de fondation (m)	Charges G (kN)	Charges Q (kN)	Combinaisons des charges aux ELScaractéristiques (kN)	Combinaison des charges aux ELU fondamentaux (kN)
Semelles filantes	1	16,75	197	53	250	345,5
	2	16,75	206	59	265	366,6
	3	3,9	253	82	335	464,6
	4	3,9	229	72	301	417,2
	5	2,9	196	54	250	345,6
	6	15,16	84	11	95	129,9
	7	8,8	74	11	85	116,4
	8	16,05	171	47	218	301,4
	9	8,88	56	4	60	81,6
	10	11,65	121	41	162	224,9
	11	11,72	39	3	42	57,2
	12	6,05	23	2	25	34,1
	13	4,75	65	22	87	120,8
	14	16,05	183	48	231	319,1

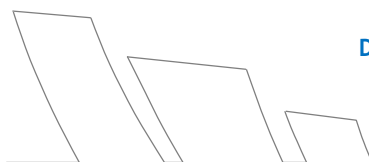
Compte tenu des éléments ci-dessus, certaines inclusions devront être multipliées sous massifs isolés pour reprendre les charges plus importantes et assurer un tassement prévisionnel inférieur aux seuils de déformation visés, en respectant un écartement de 3 Ø (soit 1,20 m minimum dans le cas de pieux VM 400 mm).

De plus et dans tous les cas, il conviendra de respecter un écartement de 3ml maximum entre les inclusions.

4.2.2. Vérification des tassements prévisibles sous fondation et dallage

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 préciser selon nature / formulation du béton / mortier / coulis) et un ancrage de 1,20 m dans les argiles plus ou moins sablo-graveleuses raides.



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

- Tassements inférieurs à 5 mm avec **1 ou 2 inclusions VM $\varnothing$ 400 mm de 3,0 m de longueur/PF**, recevant une charge en tête de **285 kN** (ou 570 kN : charge également répartie sur les inclusions).

Concernant les tassements prévisibles sous dallage, avec :

- Des **pieux VM $\varnothing$ 400 mm** de 3,0 m de longueur /PF ;
 - Une **maille des inclusions de 3,0 x 3,0 m** ;
 - Charge moyenne appliquée en tête d'inclusions de **20 kPa** ;
- Nous déterminons des tassements absolus d'environ 1 cm, avec un effort dans les inclusions de 285 kN et une contrainte dans les inclusions de 1,2 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 -14 kN.m/ml au centre du dallage et 3,9 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 spécialisés 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).

4.3. 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.

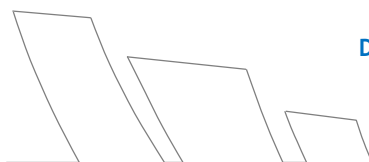
Il faudra cependant limiter au maximum le remaniement des terrains.

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** et sera constituée par apport de matériaux graveleux insensibles à l'eau (par exemple du type D2 / D3 ou R21 / R22 / R6 au sens du GTR), soigneusement régaliés et compactes à au moins 95 % 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 $k \geq 50 \text{ MPa/m}$;
- $E_{v2} > 50 \text{ MPa}$;
- $E_{v2} / E_{v1} < 2,2$.

Remarque importante : Pour des charges importantes (charges sur dallage $> 20 \text{ kPa}$), il sera nécessaire d'avoir un $E_{v2} \geq 70 \text{ MPa}$.

4.4. Remarques importantes

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.

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.

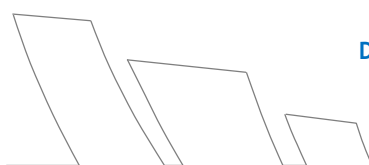
Compte tenu du contexte géologique/anthropique il convient d'être prudent quant à l'extrapolation des différentes interfaces lithologiques et géomécaniques reconnues entre les points de sondages.

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.

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 déchargée 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.

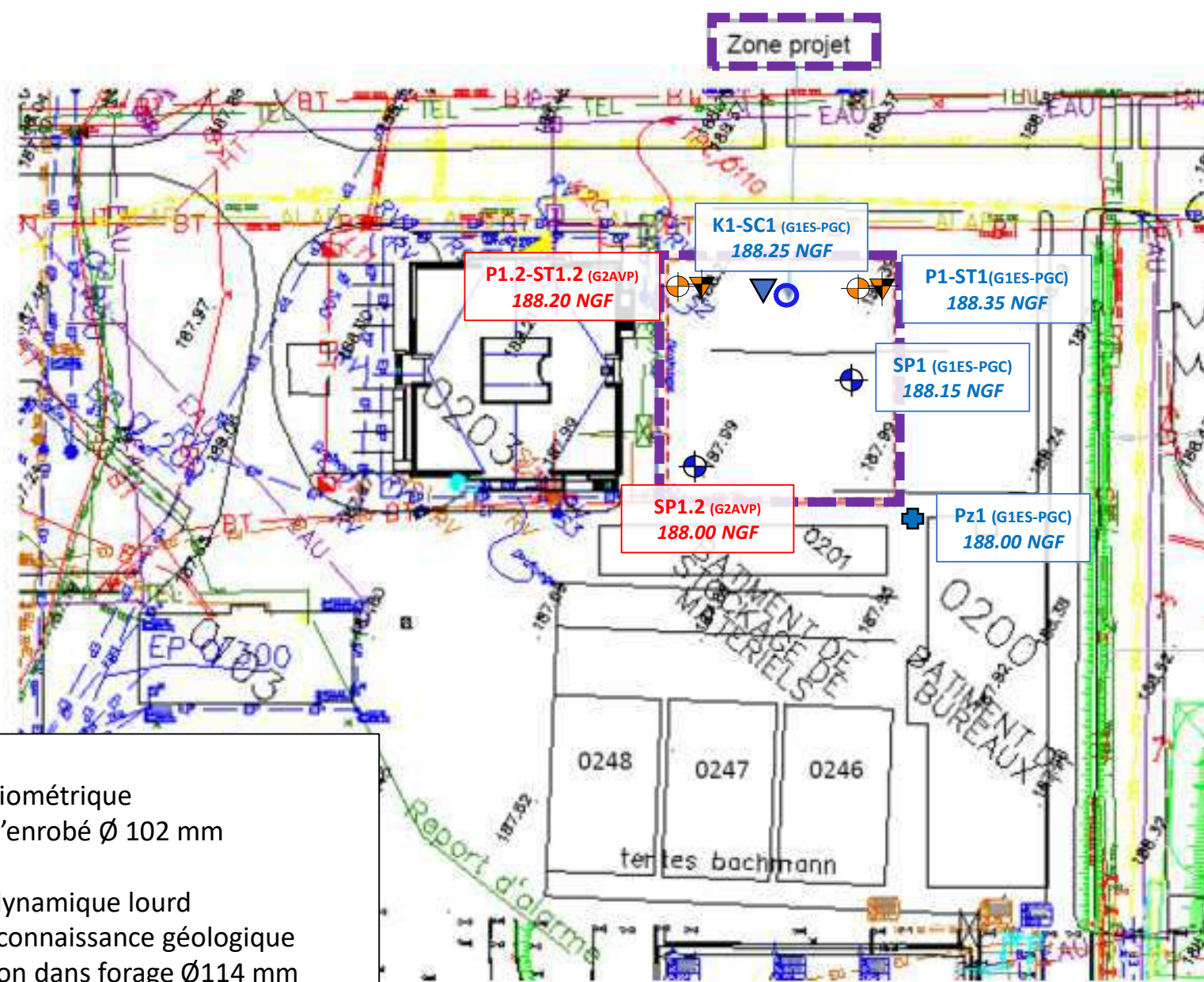
De même, des changements concernant l'implantation, la conception ou l'importance des ouvrages par rapport aux hypothèses de base de cette étude, peuvent conduire à modifier les conclusions et prescriptions du Rapport et doivent être portés à la connaissance d'E.C.R. ENVIRONNEMENT.

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 lesdites modifications.

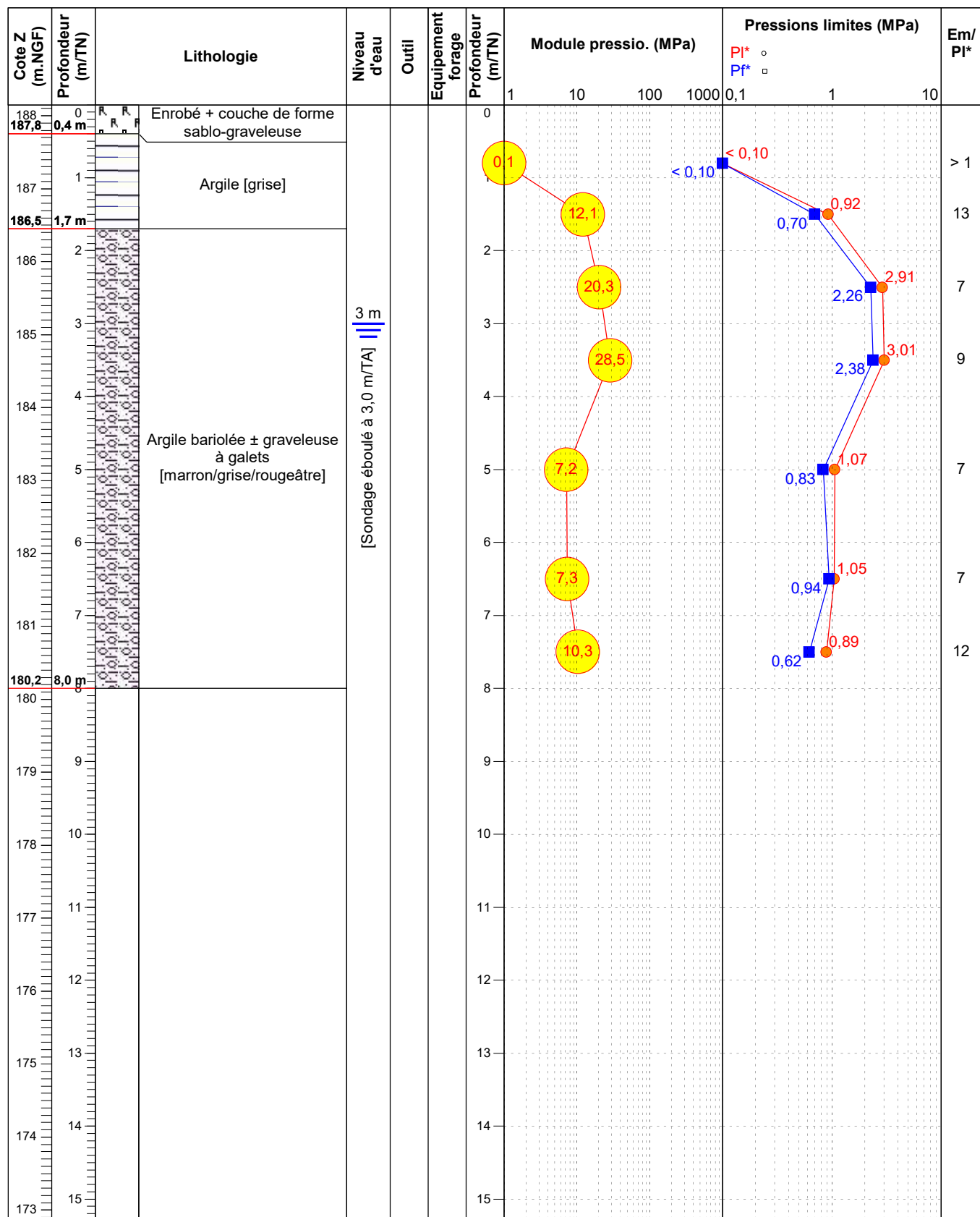
Les altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cote de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation 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.

Annexes

Construction d'une extension du bâtiment 0203 – Quartier Boiteux, SAUVAGNON (64)

**Légende :**

- ⊕ SP : Sondage pressiométrique
- SC : Prélèvement d'enrobé Ø 102 mm
- ⊕ Pz : Piézomètre
- ⊙ P : Pénétomètre dynamique lourd
- ▼ ST : Sondage de reconnaissance géologique
- ▼ K : Essai d'infiltration dans forage Ø114 mm





Extension du bâtiment 0203 - Création du centre
opérationnel Hybride
Quartier Damien BOITEUX
SAUVAGNON (64)

DOSSIER n° 6411593

Date : 07/04/2025

Cote Z : 188.00 m NGF

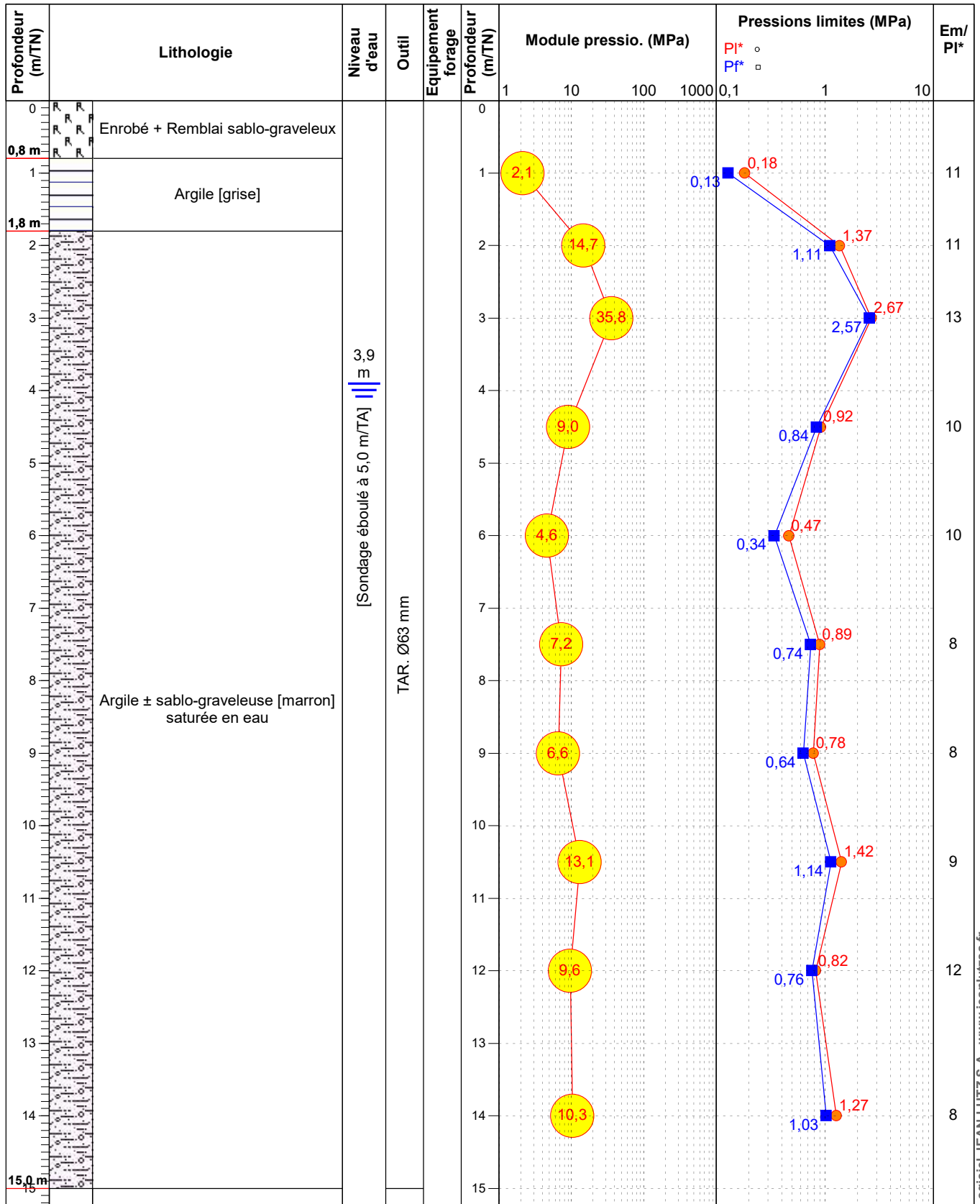
Type : Sondage pressiométrique

Client : ESID

1/75

Sondage : SP1.2

EXGTE 3.20/GTE





Extension du bâtiment 0203 - Création du centre
opérationnel Hybride
Quartier Damien BOITEUX
SAUVAGNON (64)

DOSSIER n° 6411593

Date : 08/04/2025 Cote Z : 188.20 m NGF

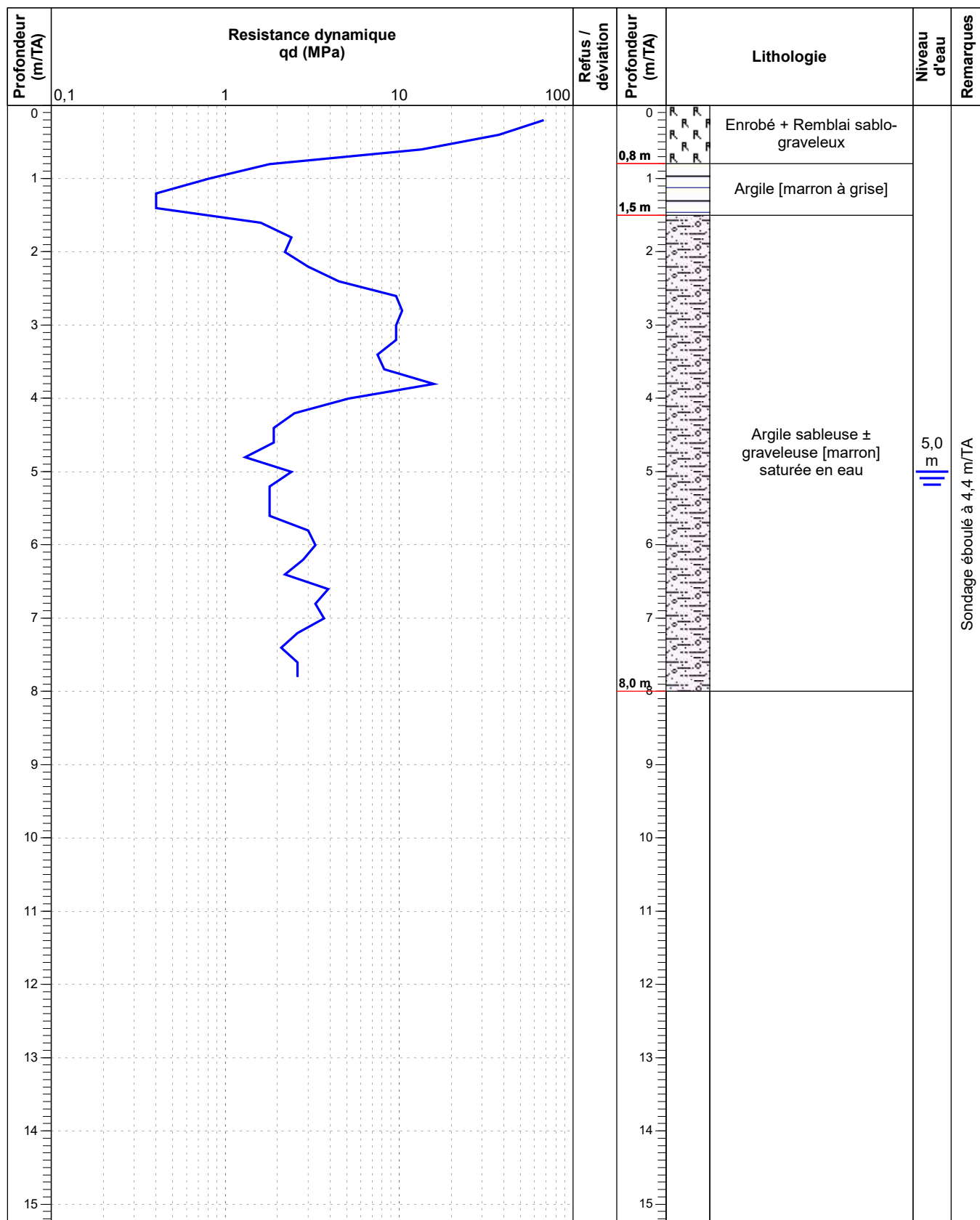
Type : Pénétro. Dyn. lourd B + Tar. Helico. ø63 mm

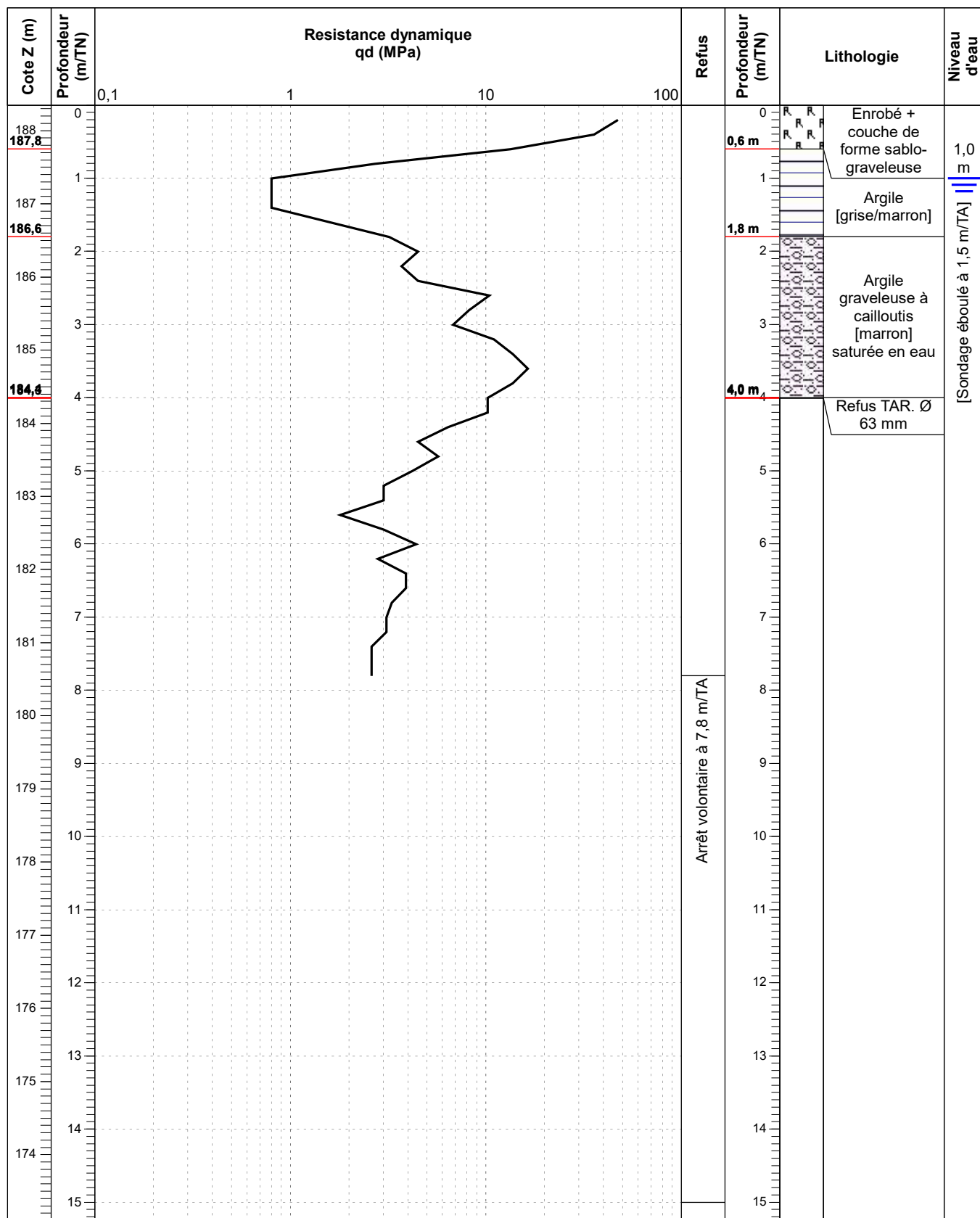
Client : ESID

1/75

Sondage : P1.2-ST1.2

EXGTE 3.20/GTE







DOSSIER n° 6411474
Construction de bâtiments d'instruction et d'une extension
Quartier Boiteux
SAUVAGNON (64230)

Date : 13/01/2025 Cote Z : 188.00 m NGF
Type : Sondage tarière + équipement piézométrique
Client : ESID

1/75

Sondage : Pz1

EXGTE 3.20/GTE

Cote Z (m.NGF)	Profondeur (m)		Lithologie	Niveau d'eau	Outil	Equipement Piézométrique
188	0,3 m		Couche de forme graveleuse [grise]	1,9 m	TAR. Ø63 mm	Tube PVC lisse Ø45/50mm
187	1		Argile [marron]			Tube PVC crépiné Ø45/50mm
186	2		Argile graveleuse [marron] humide			
185	3					
184	4					
183	4,8 m		Argile graveleuse [marron] saturée en eau			
182	6					
181	7					
180	8,0 m					
179	9					
178	10					
177	11					
176	12					
175	13					
174	14					
173	15					

● Affaire :

● Essai :

K1



N° Chrono : 6411474
 Etude : Mission d'investigation géotechnique
 Adresse : Quartier Boiteux
 Client : ESID
 Date : 23/01/2025

Agence : PAU
 Opérateur (s) : P. PUJOS

ESSAI DE PERMEABILITE A NIVEAU VARIABLE - TYPE PORCHET

● Lithologies (/TA) :

De	à	Horizons :
0,00 m	0,80 m	Enrobé + Couche de forme
0,80 m	1,30 m	Argile grise [marron]

● Commentaire :

● Paramètres de l'essai :

Profondeur de l'essai (/rep.) : **1,30 m**
 Diamètre du trou : **0,11 m**
 Hauteur d'eau initiale (Hw) : **1,00 m**



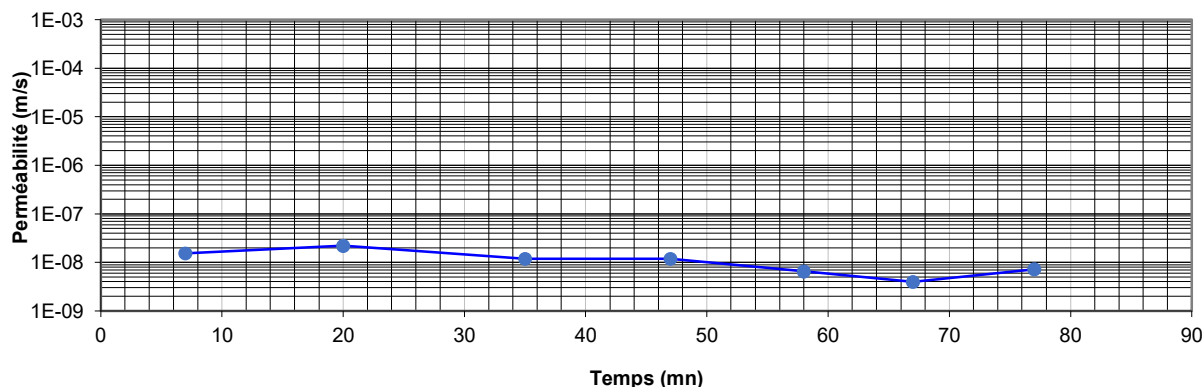
● Suivi :

Temps (min)	0,0	7,0	20,0	35,0	47,0	58,0
H / Repère (cm)	0,3	0,33	0,41	0,46	0,50	0,52
K (m/s)	-	1,54E-08	2,21E-08	1,20E-08	1,20E-08	6,53E-09

Temps (min)	67,0	77,0				
H / Repère (cm)	0,53	0,55				
K (m/s)	3,99E-09	7,18E-09				

● Courbe caractéristique et dispositif :

Perméabilité du sol au droit du sondage



● Résultats :

K ≈ 5,9E-09 m/s
 K ≈ < 1 mm/h

PROCES VERBAL D'ESSAI N°SP-S2'-250203/1

ANALYSE GRANULOMETRIQUE

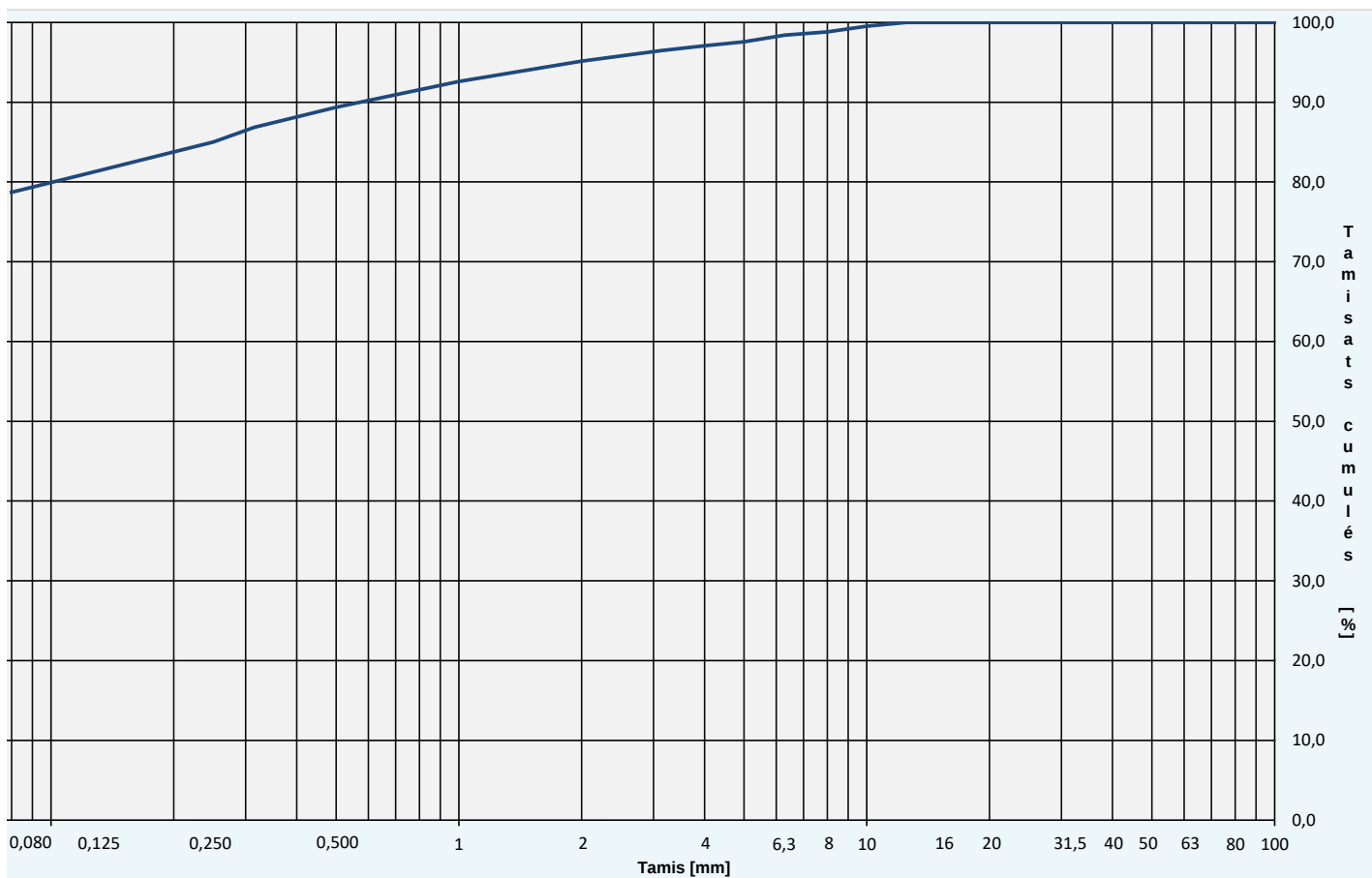
PAR TAMISAGE D'UN SOL

ME: Ex NF P 94-056 du 1/3/1996

Classement GTR selon guide technique SETRA/LCPC

Lieu de Prélèvement	Sauvagnon (64)	Entreprise	ECR ENVIRONNEMENT
Nature échantillon	SOL SP1	Demandeur	Joris PICAMILH
Prélèvement réalisé le	31/01/2025	Adresse	11 rue Benjamin Franklin - 64230 Lescar
Affaire	6411474	Date de l'essai	3/02/2025
Profondeur	0,4 à 1,7m	Technicien	F.SEIRAC

Tamis [mm]	0,080	0,125	0,250	0,315	0,5	1	2	3,15	4	5	6,3	8	10	12,5	14	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100
Tamisé cumulé [%]	78,7	81	85	87	89	93	95	96	97	98	98	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100



Valeurs significatives classement GTR hors D3, matériaux rocheux et particuliers	Teneur en Eau W	Passant à 80 µm F _{0/50}	Passant à 2 mm F _{0/50}	VBS	IPI
	EN 1097-5	NF P 94-056		NF P 94-068	NF P 94-078
	33 %	78,7 %	95,1 %	0,73 g/100g	-
CLASSEMENT GTR				A1	

OBSERVATIONS :

Saint-Perdon

Le

03/02/2025

Technicien

Gaëtan LE GENDRE

Données

Titre du projet : ESID - SAUVAGNON QUARTIER BOITEUX

Numéro d'affaire : 6411593

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Portance pieu VM 400mm (Cas 1)

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

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas du calcul (m) : 0,20

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) : 188,00

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	γR,d1×γR,d2
1	U0/ Remblai sablo-graveleux		Sols intermédiaires, tendance sableuse	187,20	0,01	0,01	0,01	1,265
2	U1/ Argile		Argile, limons	186,20	100,00	0,01	0,01	1,265
3	U2.1/ Argile ± sablo-graveleuse		Sols intermédiaires, tendance argileuse	184,00	2200,00	88,50	1,55	1,265
4	U2.2/ Argile ± sablo-graveleuse		Sols intermédiaires, tendance argileuse	173,00	900,00	77,65	1,55	1,265

Critère de calcul : Longueur imposée

Longueur du pieu (m) : 3,00

Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non

Contrôle de la résistance structurale de la section : Non



FoXta v4
v4.1.17

Imprimé le : 12/02/2026 - 09:38:51
Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

Projet : Foxta G2PRO
Module : Fondprof (Cas 1/1)
Titre du calcul : Portance pieu VM 400mm

File : C:\Users\JPICAM-1\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v4\13032\FP.0.resu

Calcul réalisé le : 04/02/2026 à 17h32
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 : 188.000

Section du pieu : 0.126
Périmètre : 1.257

Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	pl*	qsl	kpmin	kpmax	gamrd
01	187.20	0.0	0.01	1.00	0.01	1.26
02	186.20	100.0	0.01	1.00	0.01	1.26
03	184.00	2200.0	88.50	1.00	1.55	1.26
04	173.00	900.0	77.65	1.00	1.55	1.26

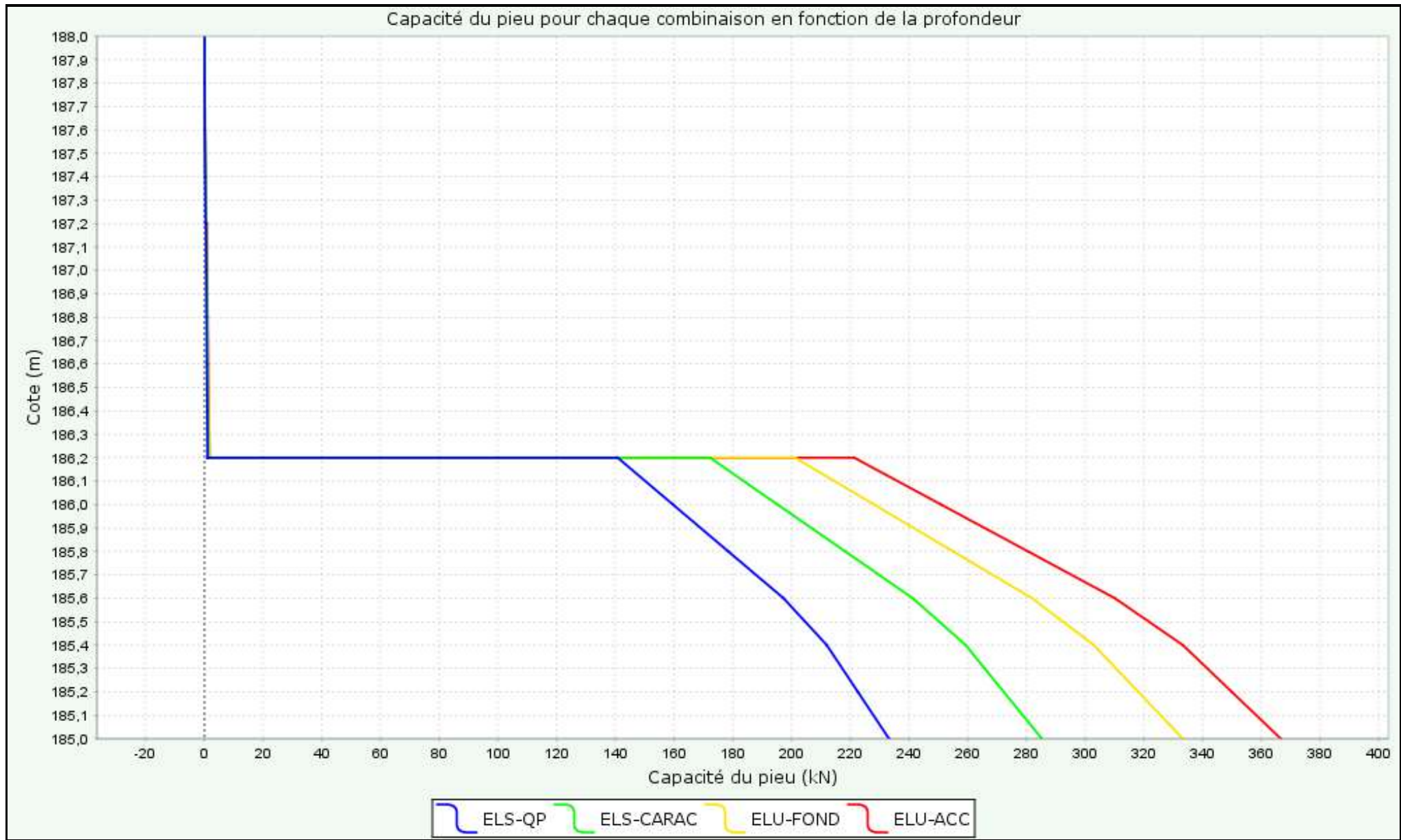
Pas du calcul : 0.20

SOLUTION

Calcul à longueur imposée : L = 3.00

couche	cote	qsl	ple	kp	Qs	Qp	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
01	188.00	0.01	46.7	0.010	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
01	187.80	0.01	52.9	0.010	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1
01	187.60	0.01	168.4	0.010	0.0	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2
01	187.40	0.01	380.0	0.010	0.0	0.5	0.2	0.3	0.3	0.4
01	187.20	0.01	600.0	0.010	0.0	0.8	0.4	0.5	0.5	0.6
01	187.20	0.01	600.0	0.010	0.0	0.8	0.4	0.5	0.5	0.6
02	187.20	0.01	800.0	0.010	0.0	1.0	0.5	0.6	0.7	0.8
02	187.00	0.01	964.7	0.010	0.0	1.2	0.6	0.8	0.9	1.0
02	186.80	0.01	1094.7	0.010	0.0	1.4	0.7	0.9	1.0	1.1
02	186.60	0.01	1255.0	0.010	0.0	1.6	0.8	1.0	1.1	1.3
02	186.40	0.01	1465.0	0.010	0.0	1.8	0.9	1.1	1.3	1.5
02	186.20	0.01	1675.0	0.010	0.0	2.1	1.1	1.3	1.5	1.7
02	186.20	0.01	1675.0	0.010	0.0	2.1	1.1	1.3	1.5	1.7
03	186.20	88.50	2200.0	1.013	0.0	279.9	140.7	172.2	201.2	221.3
03	186.00	88.50	2200.0	1.068	22.3	295.1	159.6	195.2	228.1	250.9
03	185.80	88.50	2200.0	1.123	44.5	310.3	178.4	218.2	255.0	280.5
03	185.60	88.50	2200.0	1.178	66.8	325.5	197.2	241.3	281.9	310.1
03	185.40	88.50	2135.0	1.240	89.0	332.6	211.9	259.3	302.9	333.3
03	185.20	88.50	2005.0	1.315	111.2	331.4	222.6	272.3	318.1	349.9
03	185.00	88.50	1875.0	1.402	133.5	330.3	233.2	285.2	333.3	366.6
03	185.00	88.50	1875.0	1.402	133.5	330.3	233.2	285.2	333.3	366.6

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 : N/A

Titre du calcul : Tassements pieux VM isolé 400mm - L 3m sous semelles (Cas 1)

Type de calcul : Pieu isolé

Cote de référence (m) : 188,00

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Zbase	n
1	U0/ Remblai sablo-graveleux		187,20	5
2	U1/ Argile		186,20	5
3	U2.1/ Argile ± sablo-graveleuse		185,00	5

Mode de mise en oeuvre du pieu : avec refoulement

Type de section du pieu : circulaire

Inclinaison du pieu (°) : 0,0

Définition du pieu dans chaque couche

Nom	Zbase	Epieu	D
U0/ Remblai sablo-graveleux	187,20	1,00E07	0,40
U1/ Argile	186,20	1,00E07	0,40
U2.1/ Argile ± sablo-graveleuse	185,00	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	kt1
U0/ Remblai sablo-graveleux	187,20	2,00E04	130,00	Sol granulaire	40000,00
U1/ Argile	186,20	1,00E03	23,00	Sol fin	5000,00
U2.1/ Argile ± sablo-graveleuse	185,00	2,20E04	88,50	Sol fin	110000,00

Définition de la contrainte en pointe

Contrainte limite en pointe (kPa) : 3000,0

Type de loi : Sol fin

Coefficient de réaction en pointe du palier 1 – kq,1 (kPa/m) : 605000,00

Frottements négatifs

Nom	Z	Approche de calcul	qsn	Ktanδ
U0/ Remblai sablo-graveleux	187,20	qsn = Ktanδ x σ'v	-	1,00
U1/ Argile	186,20	qsn = Ktanδ x σ'v	-	0,15
U2.1/ Argile ± sablo-graveleuse	185,00	qsn = Ktanδ x σ'v	-	0,20

Chargement

Charge en tête (kN) : 285,0

Paramètres avancés

Tolérance (m) : 1,00E-04

Nombre de pas : 100

Coeff. frottement0 : 1,00

Synthèse des résultats

Bilan des efforts (pour une maille)	
Qtête (kN) : Effort total appliqué sur la maille	285,00
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	285,00
Nmax (kN) : Effort maximal dans le domaine pieu	285,00
Zmax (m) : Cote du point neutre (là où Nmax est atteint)	188,00
Nbase (kN) : Effort repris à la base du domaine pieu	106,15

Bilan des contraintes	
σ_m ,tête (kPa) : Contrainte moyenne appliquée sur la maille	2,268E03
σ_p ,tête (kPa) : Contrainte appliquée sur le domaine pieu en tête	2,268E03
σ_s ,tête (kPa) : Contrainte appliquée sur le domaine sol en tête	-
σ_p ,max (kPa) : Contrainte maximale dans le domaine pieu	2,268E03
Zmax (m) : Cote du point neutre (là où σ_p ,max est atteinte)	188,00
σ_{base} (kPa) : Contrainte reprise à la base du domaine du pieu	8,447E02

Bilan des tassements	
y_p ,tête (m) : Tassement en tête du domaine pieu	1,875E-03
y_s ,tête (m) : Tassement en tête du domaine sol	0,000E00
y_p ,base (m) : Tassement à la base du domaine pieu	1,396E-03
y_s ,base (m) : Tassement à la base du domaine sol	0,000E00

Raideurs équivalentes	
Kg (kN/m) : Raideur globale du système "sol + pieux"	1,520E05
Kpieu (kN/m) : Raideur équivalente du domaine pieu	1,520E05
Ksol (kPa/m) : Coefficient de réaction du domaine sol	-

Vérification de portance	
Nmax (kN) : Effort maximal dans le domaine pieu	285,00
Zmax (m) : Cote du point neutre - là où Nmax est atteint	188,00
Ru (kN) : Charge de rupture sous le point neutre	670,04
Rcr (kN) : Charge de fluage sous le point neutre	469,03
Fs,ult : Sécurité par rapport à la charge de rupture	2,35
Fs,cr : Sécurité par rapport à la charge de fluage	1,65

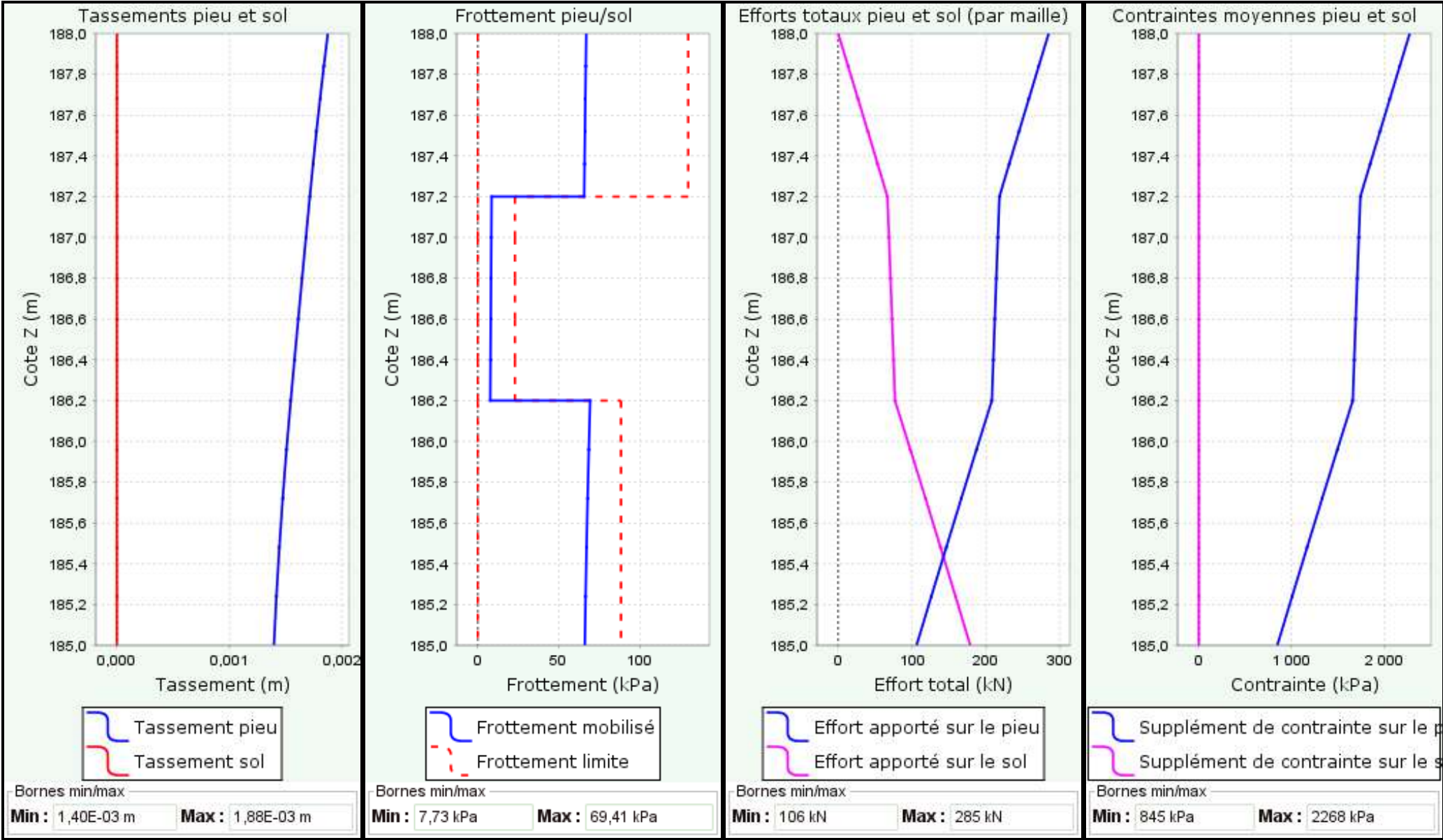


FoXta v4
v4.1.17

Imprimé le : 12/02/2026 - 09:18:09
Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

Projet : Foxta G2PRO
Module : Taspie+ (Cas 1/2)
Titre du calcul : Tassements pieux VM isolé 400mm - L 3m sous semelles

Courbes principales



Données

Paramètres principaux

Titre du projet : ESID - SAUVAGNON QUARTIER BOITEUX

Numéro d'affaire : 6411593

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Tassements dallage pieux VM 400 mm maille 3,0 x 3,0 m L 3m (Cas 2)

Type de calcul : Fondation sur réseau infini

Cote de référence (m) : 188,60

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Zbase	n	Comportement	Esol	v	Cs/(1+e0)	Cc/(1+e0)	tc	γ	État
1	Matelas de répartition		188,00	10	Élastique	5,00E04	0,300	0,000	0,000	0,00	20,00	C. apportée
2	U0/ Remblai sablo-graveleux		187,20	10	Élastique	4,00E04	0,300	0,000	0,000	0,00	20,00	C. existante
3	U1/ Argile		186,20	10	Élastique	1,50E03	0,300	0,000	0,000	0,00	16,00	C. existante
4	U2.1/ Argile ± sablo-graveleuse		185,00	10	Élastique	3,30E04	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
Matelas de répartition	188,00	5,00E04	0,40
U0/ Remblai sablo-graveleux	187,20	1,00E07	0,40
U1/ Argile	186,20	1,00E07	0,40
U2.1/ Argile ± sablo-graveleuse	185,00	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	kt1
Matelas de répartition	188,00	1,50E04	103,00	Sol granulaire	30000,00
U0/ Remblai sablo-graveleux	187,20	2,00E04	130,00	Sol granulaire	40000,00
U1/ Argile	186,20	1,00E03	23,00	Sol fin	5000,00
U2.1/ Argile ± sablo-graveleuse	185,00	2,20E04	88,50	Sol fin	110000,00

Définition de la contrainte en pointe

Contrainte limite en pointe (kPa) : 3000,0

Type de loi : Sol fin

Coefficient de réaction en pointe du palier 1 – kq,1 (kPa/m) : 605000,00

Frottements négatifs

Nom	Z	Approche de calcul	qsn	Ktanδ
Matelas de répartition	188,00	qsn = Ktanδ x σ'v	-	1,00
U0/ Remblai sablo-graveleux	187,20	qsn = Ktanδ x σ'v	-	1,00
U1/ Argile	186,20	qsn = Ktanδ x σ'v	-	0,15
U2.1/ Argile ± sablo-graveleuse	185,00	qsn = Ktanδ x σ'v	-	0,20

Chargement



FoXta v4
v4.1.17

Imprimé le : 12/02/2026 - 09:16:22
Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

Projet : Foxta G2PRO
Module : Taspie+ (Cas 2/2)
Titre du calcul : Tassements dallage pieux VM 400 mm maille 3,0 x 3,0 m L 3m

Données

Charge maille (kPa) : 20,0

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

Nombre de pas : 100

Synthèse des résultats

Bilan des efforts (pour une maille)	
Qtête (kN) : Effort total appliqué sur la maille	180,00
EQpieu : Rapport entre l'effort transmis au domaine pieu (en tête) et l'effort total	0,57
Ntête (kN) : Effort appliqué au domaine pieu en tête	103,33
Nmax (kN) : Effort maximal dans le domaine pieu	147,14
Zmax (m) : Cote du point neutre (là où Nmax est atteint)	186,30
Nbase (kN) : Effort repris à la base du domaine pieu	70,85

Bilan des contraintes	
σ_m ,tête (kPa) : Contrainte moyenne appliquée sur la maille	2,000E01
σ_p ,tête (kPa) : Contrainte appliquée sur le domaine pieu en tête	8,223E02
σ_s ,tête (kPa) : Contrainte appliquée sur le domaine sol en tête	8,639E00
σ_p ,max (kPa) : Contrainte maximale dans le domaine pieu	1,171E03
Zmax (m) : Cote du point neutre (là où σ_p ,max est atteinte)	186,30
σ_{base} (kPa) : Contrainte reprise à la base du domaine du pieu	5,638E02

Bilan des tassements	
y_p ,tête (m) : Tassement en tête du domaine pieu	8,930E-03
y_s ,tête (m) : Tassement en tête du domaine sol	8,930E-03
y_p ,base (m) : Tassement à la base du domaine pieu	9,319E-04
y_s ,base (m) : Tassement à la base du domaine sol	2,880E-08
sref (m) : Tassement du sol sans inclusions	1,742E-02

Raideurs équivalentes	
Kg (kN/m) : Raideur globale du système "sol + pieux"	2,016E04
Kpieu (kN/m) : Raideur équivalente du domaine pieu	1,157E04
Ksol (kPa/m) : Coefficient de réaction du domaine sol	9,675E02
Kinf (kPa/m) : Raideur équivalente des couches profondes	1,111E09

Vérification de portance	
Nmax (kN) : Effort maximal dans le domaine pieu	147,14
Zmax (m) : Cote du point neutre - là où Nmax est atteint	186,30
Ru (kN) : Charge de rupture sous le point neutre	513,34
Rcr (kN) : Charge de fluage sous le point neutre	359,34
Fs,ult : Sécurité par rapport à la charge de rupture	3,49
Fs,cr : Sécurité par rapport à la charge de fluage	2,44

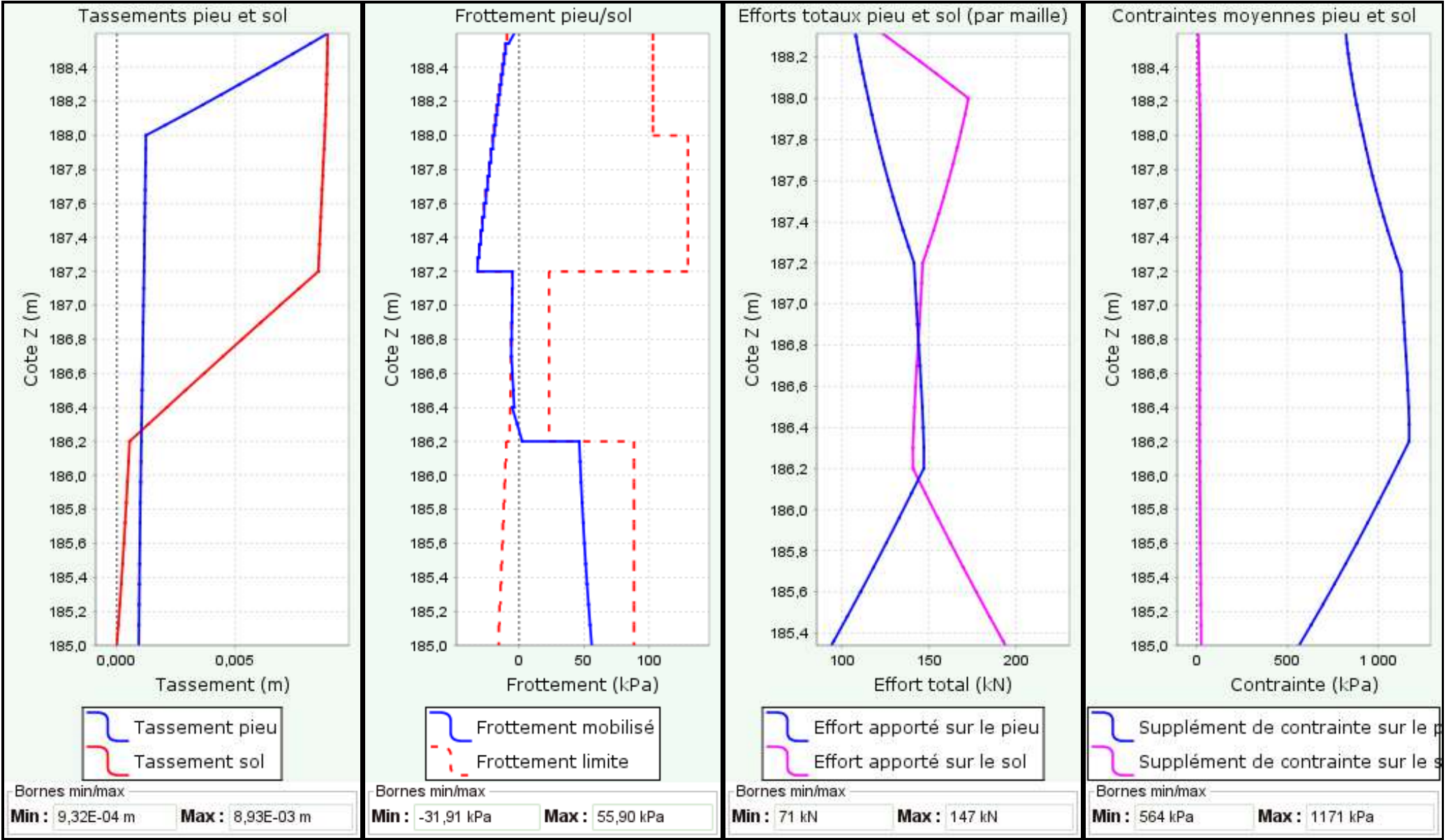


FoXta v4
v4.1.17

Imprimé le : 12/02/2026 - 09:16:22
Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

Projet : Foxta G2PRO
Module : Taspie+ (Cas 2/2)
Titre du calcul : Tassements dallage pieux VM 400 mm maille 3,0 x 3,0 m L 3m

Courbes principales



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) * : 20,00

qsol (kPa) * : 8,64

qpieu (kPa) * : 326,47

Mcentre (kN.m/ml) : -13,91

Mbord (kN.m/ml) : 3,92



FoXta v4
v4.1.17

Imprimé le : 12/02/2026 - 09:16:22
Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

Projet : Foxta G2PRO
Module : Taspie+ (Cas 2/2)
Titre du calcul : Tassements dallage pieux VM 400 mm maille 3,0 x 3,0 m L 3m