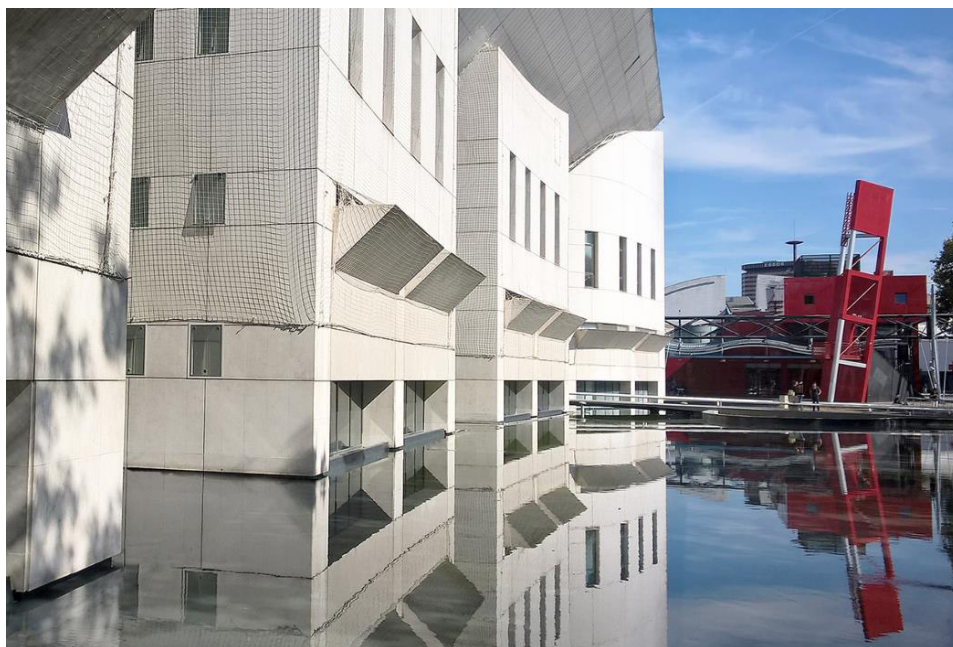


**CONSERVATOIRE NATIONAL SUPERIEUR DE
MUSIQUE ET DE DANSE DE PARIS**
PARIS 19^{ème}

209, avenue Jean Jaurès



CREATION D'UN STUDIO 3D

ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION

MISSIONS G2 AVP/G2 PRO + G5

Rapport n°	Indice	Date	Établi par	Vérifié par	Nb de pages	Modifications - Observations
NCs2024-07-13	1	03/02/2024	NC	VDT	50 + Annexes	<i>G2 PRO MàJ</i>

SOMMAIRE

1	INTRODUCTION	1
1.1	DEFINITION DE L'OPERATION	1
1.2	MISSION DEMANDEE.....	1
1.3	DOCUMENTS TRANSMIS	2
1.4	NORMES ET REFERENCES.....	3
2	DESCRIPTION SOMMAIRE DE L'EXISTANT ET DU PROJET.....	4
2.1	DESCRIPTION DE L'EXISTANT	4
2.2	DESCRIPTION DU PROJET	7
2.3	HYPOTHESES GENERALES	11
3	SYNTHESE DOCUMENTAIRE DES DONNEES EXISTANTES	12
3.1	SITUATION TOPOGRAPHIQUE	12
3.2	SYNTHESE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE.....	13
3.3	SYNTHESE HYDROGEOLOGIQUE.....	15
3.4	RISQUES NATURELS OU D'ORIGINE ANTHROPIQUE.....	15
4	PROGRAMME DES INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES.....	17
5	RESULTATS DES INVESTIGATIONS REALISEES.....	19
5.1	DONNEES LITHOLOGIQUES ET GEOMECHANQUES DES TERRAINS TRAVERSES.....	19
5.2	CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE	21
5.3	RESULTATS DES RECONNAISSANCES DE FONDATIONS.....	23
5.4	RESULTATS DES ESSAIS DE LABORATOIRE	26
6	CONCLUSIONS & APPLICATIONS AU PROJET.....	28
6.1	RAPPEL DU PROJET	28
6.2	SYNTHESE DES DONNEES COLLECTEES	30
6.3	DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE VIS-A-VIS DE L'ALEA DISSOLUTION DE GYPSE.....	31
6.4	IDENTIFICATION DES CONTRAINTES GEOTECHNIQUES.....	32
6.5	LIMITES DE L'ETUDE.....	35
6.6	ETUDE DU PROJET DE REPRISE EN SOUS-ŒUVRE	36
6.7	PRINCIPE DE FONDATION DU PROJET	44
6.8	APPROFONDISSEMENT DU SOUS-SOL.....	47
6.9	AVOISINANTS/MITOYENS.....	48
6.10	SYSTEME DE SURVEILLANCE	48
6.11	NATURE DES NIVEAUX BAS.....	48
6.12	PROTECTION VIS-A-VIS DE L'EAU	49
7	ALEAS GEOTECHNIQUES ET CONDITIONS CONTRACTUELLES	50

ANNEXES

ANNEXE 1 : PLAN D'IMPLANTATION DES INVESTIGATIONS IN-SITU

ANNEXE 2 : COUPES DES SONDAGES

ANNEXE 3 : P.V. DES FOUILLES DE RECONNAISSANCE DES FONDATIONS

ANNEXE 4 : DIMENSIONNEMENT DES FONDATIONS SOUS FOXTA

ANNEXE 5 : CLASSIFICATION DES MISSIONS GEOTECHNIQUE SELON LA NORME NF P 94-500

1 INTRODUCTION

1.1 DEFINITION DE L'OPERATION

<u>Maître d'Ouvrage :</u>	CONSERVATOIRE NATIONAL SUPERIEUR DE MUSIQUE ET DE DANSE DE PARIS (CNSMDP)
<u>Architecte/Maître d'Œuvre :</u>	CABINET CLE MILLET INTERNATIONAL – M. CAPUTO
<u>Architecte Synthèse :</u>	CABINET TG A
<u>Bet Structure :</u>	BET AR-C – M. MAUREL
<u>Projet :</u>	Création d'un studio 3D
<u>Lieu :</u>	209, avenue Jean Jaurès – PARIS 19 ^{ème}

1.2 MISSION DEMANDEE

Le Conservatoire National Supérieur de Musique et de Danse de Paris envisage la création d'un studio d'enregistrement, de répétition de musique et de danse ainsi que l'aménagement de locaux annexes dans les sous-sols de son bâtiment situé au 209 avenue Jean Jaurès à Paris dans le 19^{ème} arrondissement.

C'est dans ce contexte que le Maître d'Ouvrage a confié à **BUREAU SOL CONSULTANTS** la réalisation d'une étude géotechnique de conception de type G2 AVP+PRO selon la norme NF P 94-500 de novembre 2013.

Les objectifs de cette étude sont les suivants :

- Etablir une synthèse géotechnique et hydrogéologique sommaire du site ;
- Définir et évaluer les aléas géotechniques ainsi que leurs incidences sur le projet envisagé ;
- Procéder à une campagne de reconnaissance des sols afin de confirmer les présomptions géologiques et hydrogéologiques au droit du projet ;
- Connaître la nature et les caractéristiques mécaniques des terrains qui constituent l'assise du bâtiment ;
- Déterminer le niveau de nappe à prendre en compte pour le projet ;
- Caractériser le système de fondations du bâtiment existant dans l'environnement du projet ;
- Définir les conditions de réalisation du projet, statuer sur la nécessité de renforcer ou de reprendre les fondations en place et fournir un dimensionnement pour l'ensemble des ouvrages à réaliser sur la base des valeurs de descentes de charge transmis par bet structures;
- Définir le type de niveau-bas ;
- Préciser les dispositions générales concernant la réalisation des travaux (terrassements, soutènements, protection contre les eaux...).

1.3 DOCUMENTS TRANSMIS

Cette étude s'appuie sur l'ensemble des documents suivants :

- Cahier des charges de Reconnaissances et d'Etudes géotechniques Phase APS (document du 03/06/2024) ;
- Carnet de plans et coupes : document S3D_ADP 01.5 indice 0 ;
- Documents .pdf transmis par le bet ARC en date du 20-10-2024 :
 - 23-037 S3D – Principe boîte dans la boîte ;
 - 01-100 – Démolition – PB – Vide Sanitaire NGF 44-30
 - 01-101 – Démolition – PH R-1bis – RDC NGF 52-30
 - 01-102 – Démolition – PH RDC - R+1 NGF 55-76
 - 01-200 – Démolition – Coupes – Elévations
 - 01-201 – Démolition – Coupes - Elévations
 - 01-202 – Démolition – Coupes – Elévations
 - 01-203 - Démolition – Coupes – Elévations
 - 02-100.1 – Construction – PB R-2 – Vide sanitaire NGF 44-30
 - 02-100.2 - Construction – PB R-2 – Vide sanitaire NGF 44-30
 - 02-101.1 – Construction – PH R-2 – Mezzanine NGF 48-30
 - 02-101.2 – Construction – PB R-1bis – Mezzanine NGF 48-30
 - 02-102 - Construction – PH R-1bis – RDC NGF 52-30
 - 02-103 - Construction – PH RDC - R+1 NGF 55-76
 - 02-201 – Construction – Coupes Elévations
 - 02-202 – Construction – Coupes Elévations
- Rapport d'Expertise Humidité établi par le Cabinet LAMY : document LY24108361 – version 2 du 3 décembre 2024 ;
- Le procès-verbal de la réunion du 02/12/2024 « Réunion spécifique au sujet des venues d'eau du 02/12/2024 – Phase PRO »

Nous avons également pu consulter sur place les documents archivés de la construction et plus particulièrement les plans d'exécution des fondations (documents DOE de 1988).

Dans le cadre de la mise à jour du présent document :

- Plan de construction - Phase DCE - Coupes A-A/ B-B/ C-C ;
- CCTP Lot 01 Indice 0 du 20/12/24.
- Rapport d'analyses physico-chimiques des eaux du vide sanitaire établi par le laboratoire LCFM pour le compte de la société LAVILLAUGOUET – document DO-24-1894 du 16 décembre 2024.

1.4 NORMES ET REFERENCES

La présente étude est fondée sur les documents de référence listés ci-après et généralement utilisés dans les études géotechniques :

- [1] NF P 94-500, 30 novembre 2013 – Missions d'ingénierie géotechnique – Classification et spécifications ;
- [2] NF EN 1990, mars 2003 – Eurocodes structuraux – Bases de calcul des structures, et son annexe nationale NF EN 1990/NA de décembre 2011 ;
- [3] NF EN 1997 - 1, juin 2005 – Eurocode 7 : Calcul géotechnique – Partie 1 : Règles générales, et son amendement NF EN 1997-1/A1 d'Avril 2014 ;
- [4] NF EN 1997 – 1/NA : septembre 2018 – Annexe nationale à la NF EN 1997-1 :2005, et son amendement NF EN 1997-1/A1 d'Avril 2014 ;
- [5] NF EN 1997 - 2. septembre 2007 – Eurocode 7 : Calcul géotechnique – Partie 2 : reconnaissance des terrains et essais ;
- [6] NF P 94-261, juin 2013 – Norme d'application nationale de l'Eurocode 7 – Fondations Superficielles, et son amendement NF P 94-261/A1 du 12 Octobre 2016 ;
- [7] NF DTU 13.1 - Septembre 2019 - Travaux de bâtiment - Fondations superficielles ;
- [8] NF P 94-262, juillet 2012 – Norme d'application nationale de l'Eurocode 7 – Fondations profondes, et son amendement NF P 94-262/A1 de Juillet 2018 ;
- [9] NF DTU 13.2 - Mai 2020 - Travaux de bâtiment — Fondations Profondes ;
- [10] NF EN 14199, Septembre 2015 - Exécution des travaux géotechniques spéciaux – Micropieux ;
- [11] NF EN 1536+A1, Novembre 2015 - Exécution des travaux géotechniques spéciaux - Pieux forés ;
- [12] NF P 11-213-1, mars 2005 – DTU 13.3 – Dallage – Conception, calcul et exécution ;
- [13] Note CNJOG du 24 février 2014 – Prise en compte des niveaux d'eaux selon l'Eurocode 7.

2 DESCRIPTION SOMMAIRE DE L'EXISTANT ET DU PROJET

2.1 DESCRIPTION DE L'EXISTANT

Le bâtiment du Conservatoire est une vaste construction de type R+7 qui, dans la zone du projet (bâtiment D), a été édifiée sur deux niveaux de sous-sol. Les plans en coupe du bâtiment permettent de distinguer plus particulièrement les différents niveaux suivants avec leur calage altimétrique respectif :

- Niveau RDC : 52,30 NGF
- Niveau R-1 Entresol : 49,74 NGF
- Niveau R-1 Mezzanine : 48,30 NGF
- Niveau R-2 : 45,30 NGF
- Vide sanitaire : 44,30 NGF

Il est à noter que l'infrastructure du Conservatoire comporte également un troisième niveau de sous-sol, d'emprise partielle et attenante au projet côté Nord, à usage de parking, lui-même réalisé sur une galerie technique qui recoupe son emprise. Les niveaux altimétriques de ces ouvrages sont respectivement à 42,30 et 40,10 NGF. La parking et la galerie technique ne semble pas avoir fait l'objet d'un cuvelage (pompe de relevage au niveau de la galerie technique).

Galerie technique sous le niveau R-3

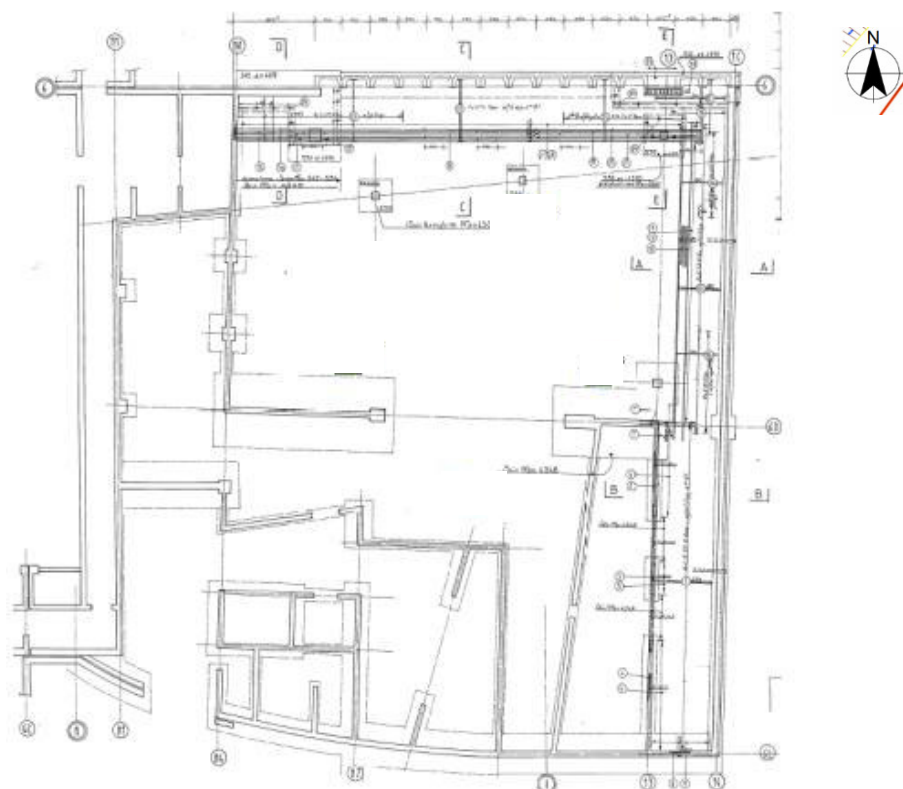


Le deuxième sous-sol est occupé dans son ensemble par des locaux techniques et des salles de travail. Il donne également accès à un vaste espace de grande hauteur (~5 à 6 m sous plafond), libre de toute occupation, dénommé « vide sanitaire », d'une superficie d'environ 530 m². Le niveau général du sol de cet espace est indiqué à la cote 44,3 NGF, soit en contre-bas d'environ 1,0 m, par rapport au plancher-bas du niveau R-2. Ce volume est ventilé par deux cours anglaises.



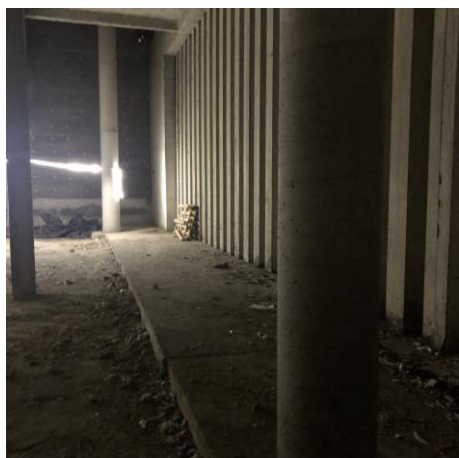
Vide sanitaire : entrée et voile Nord





Plan du vide sanitaire

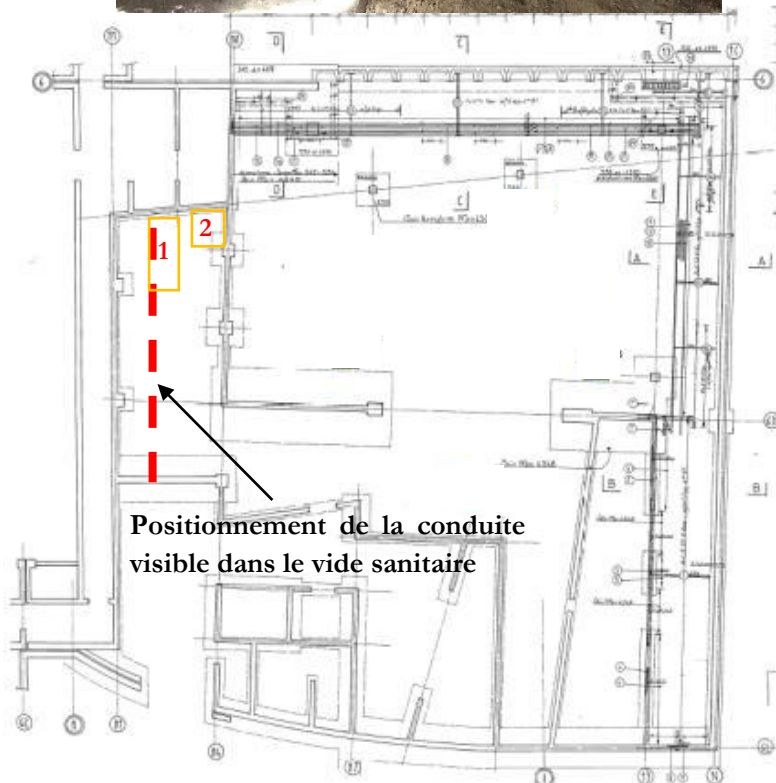
Cet espace libre se développe autour d'un ensemble d'éléments porteurs constitué de murs et de poteaux en béton armé. Une dalle en béton est présente en pieds de voiles le long de la périmétrie *Nord* et *Est* du vide sanitaire et montre un désaffleurement par rapport au niveau général du sol en pleine terre du vide sanitaire. Il pourrait s'agir d'une banquette servant de butée de pied pour les voiles de grande hauteur.



Sur la majeure partie de son emprise, le sol est principalement en pleine terre avec des surfaces de béton apparentes, notamment aux abords des éléments porteurs en lien avec le coulage des fondations.

Le sol est très humide avec localement la présence d'eau observée à la surface, pouvant être la conséquence d'infiltrations depuis l'extérieur. Cette problématique a motivé le Maître d'Ouvrage à faire réaliser un diagnostic.

On retiendra également la présence d'un réseau d'assainissement de très gros diamètre localement visible, de façon semi-enterrée, au niveau de la partie *Ouest* du vide sanitaire et globalement orientée *Nord-Sud* (cf. implantation schématique ci-après). Côté *Nord*, les sols partiellement remblayés en pied de voiles, permettent de visualiser les deux murs perpendiculaires qui ont été approfondis à priori au minimum d'un niveau. Côté *Nord*, il s'agit du voile qui délimite l'emprise du 3^{ème} sous-sol (confirmation à l'issue de la visite des locaux du 13 novembre 2024). Côté *Est*, le mur en retour a été intégré au projet. **Il apparaît très nettement un remaniement des sols par talutage au niveau de cet angle.**



Zone 1 sur plan ci-dessous



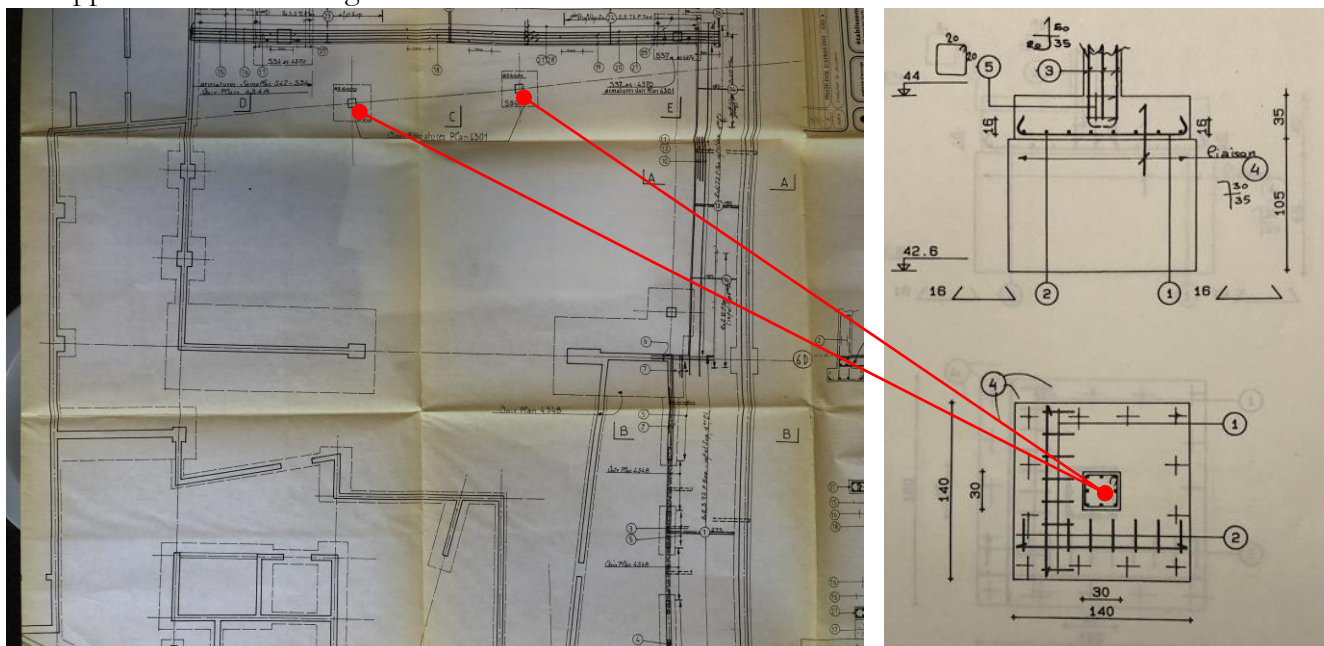
Mur côté Nord

Mur en retour

Zone 2 sur plan

Plan du vide sanitaire

Concernant le mode de fondation des éléments porteurs existants, la consultation des plans d'exécution nous renseigne sur une orientation classique par semelles filantes ou isolées avec approfondissement en gros béton.



Semelles S35 et S36 (source : plan des fondations 1988)

Ce document rend compte d'un niveau d'assise de principe vers la cote 42,6 NGF pour les fondations S35 et S36.

2.2 DESCRIPTION DU PROJET

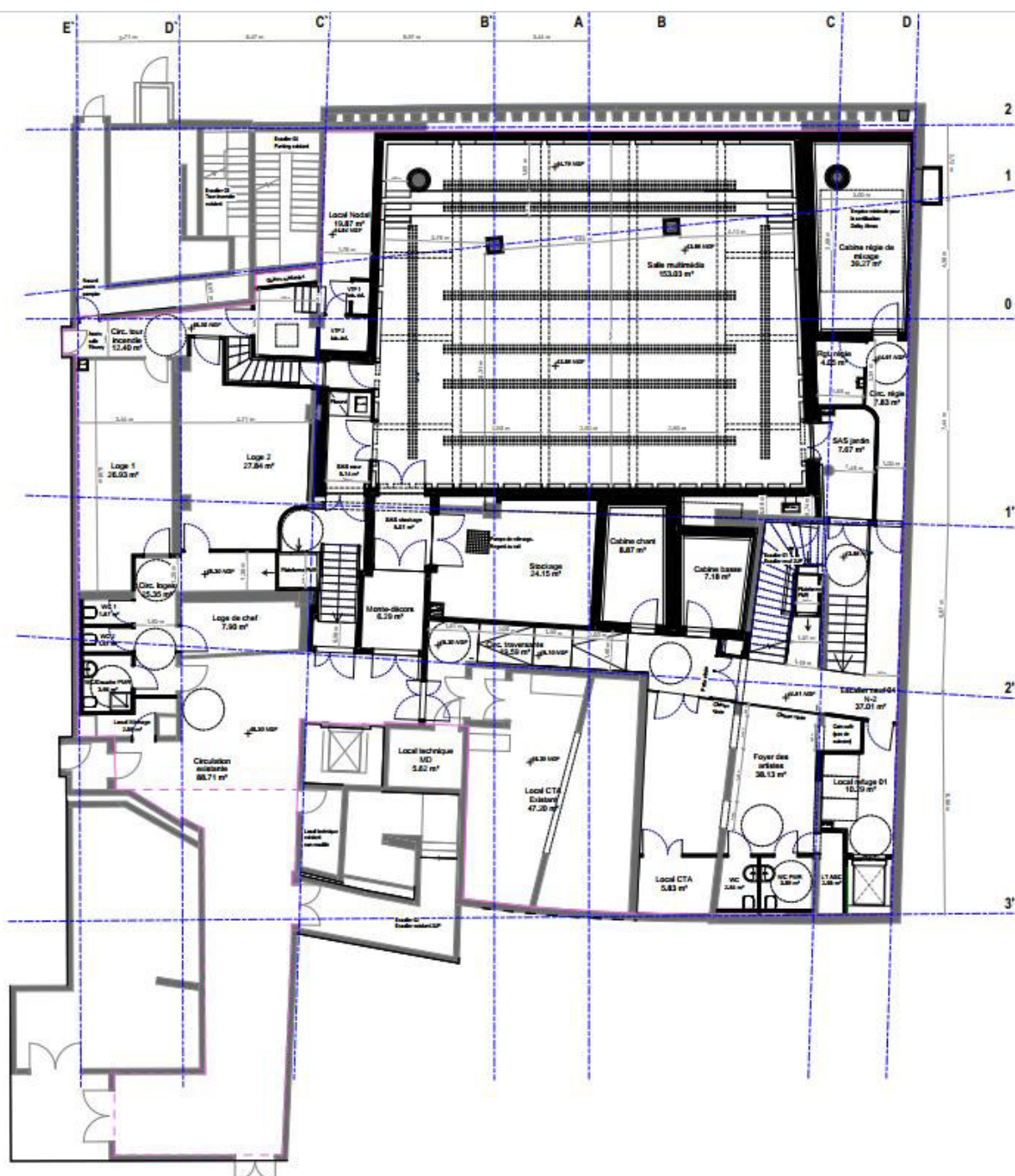
Le projet concerne l'aménagement des équipements suivants à l'intérieur du vide sanitaire :

- Un studio d'enregistrement, de répétition de musique et de danse, d'une surface au sol de 188 m² ;
- Des sas d'accès avant chacune des entrées ×au studio ;
- Des locaux à usages techniques : cabine « régie de mixage », cabine « basse », cabine « chant », local « nodal » ;
- Des locaux de stockage ;
- Un monte-décors ;
- Des loges ;
- Un foyer pour artistes avec des sanitaires ;
- Des aires de circulation entre les différentes pièces citées.

En raison des équipements scéniques prévus et pour un objectif d'isollements acoustiques et vibratiles élevé, le studio a été envisagé dans une structure indépendante (murs en parpaings, plancher sur ressorts...) implantée sur un sol préalablement décaissé d'environ 1,0/1,2 m par rapport au niveau actuel du vide sanitaire, pour une cote finie d'arase supérieure de plancher indiquée à 43,58 NGF.

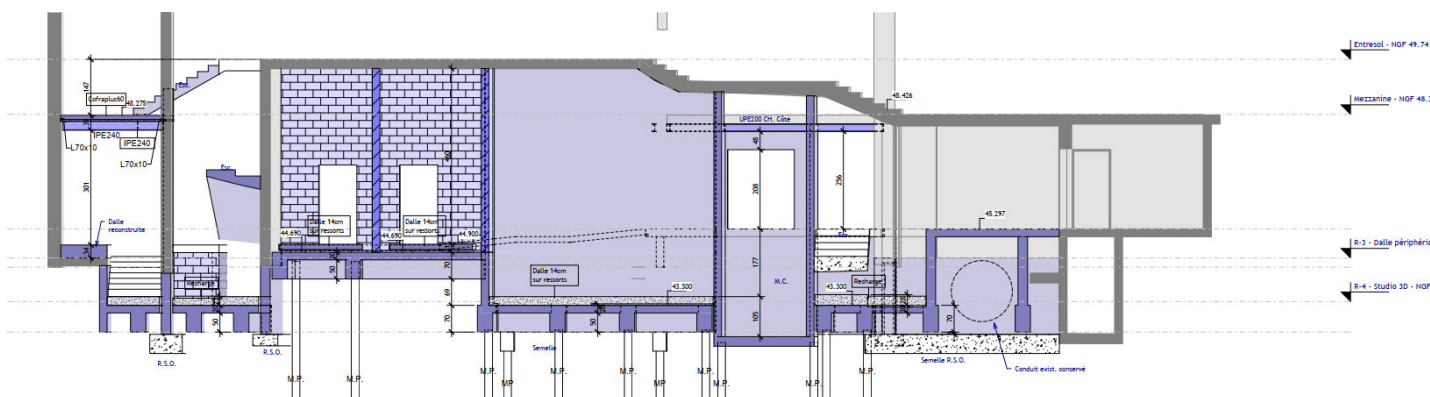
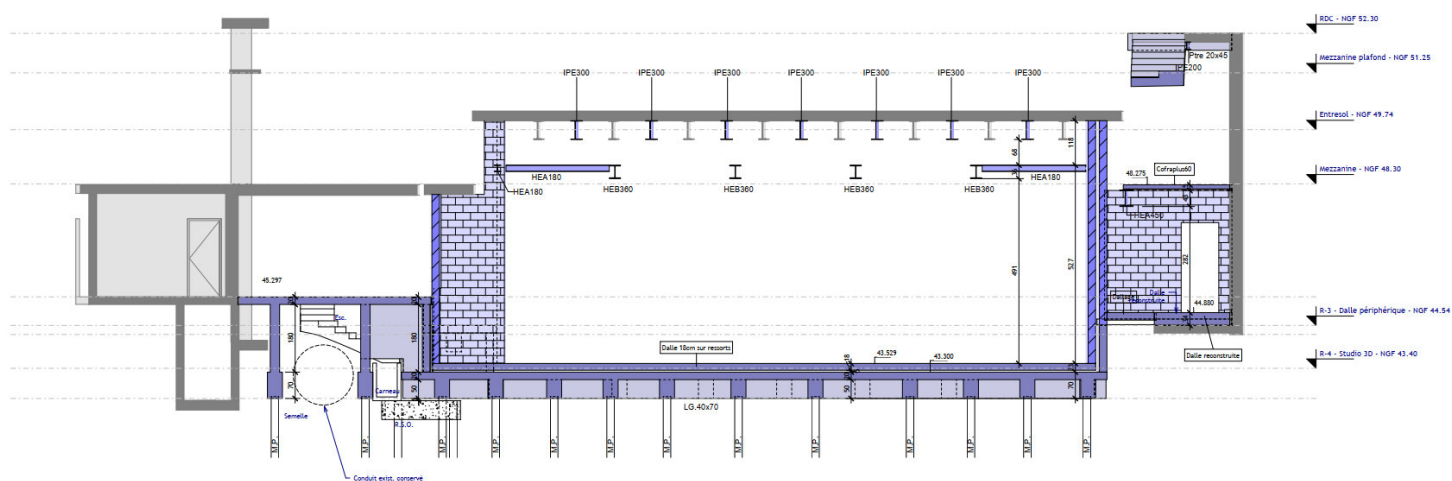
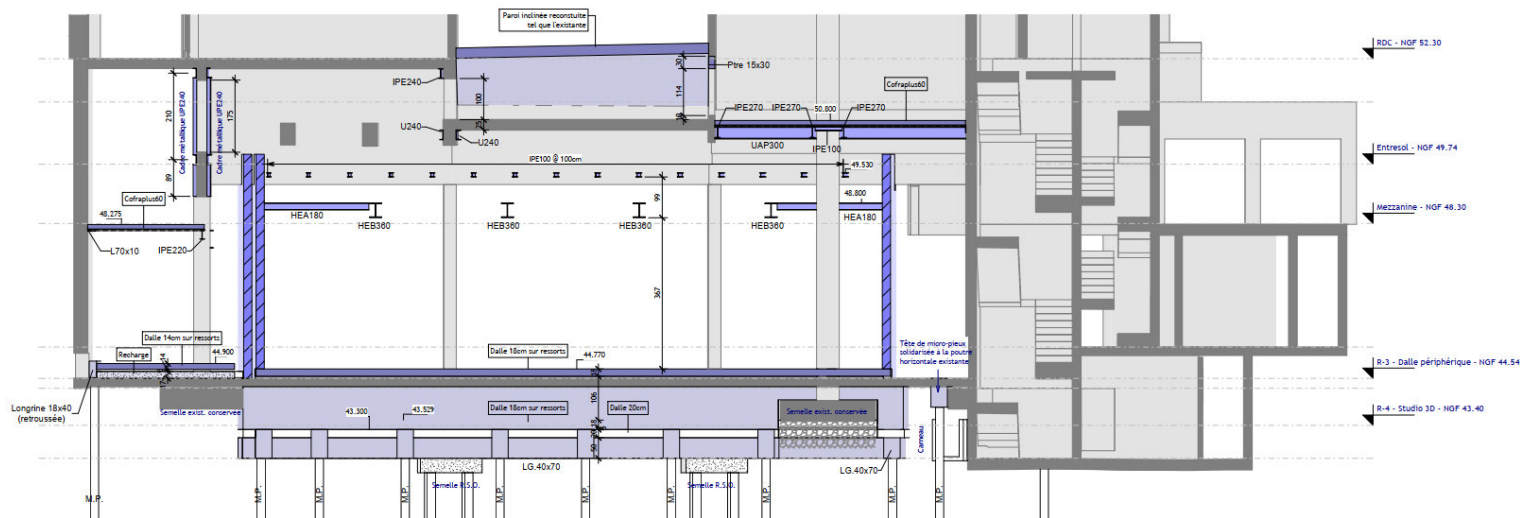
L'emprise du studio couvrira l'espace libre de grande hauteur avec des murs périmétriques positionnés contre les voiles de la structure existante, côtés *Nord* et *Sud* et des cloisons séparatives côtés *Est* et *Ouest*.

La configuration du projet a été envisagée avec la suppression des deux poteaux existants situés à proximité du voile *Nord* (appuis sur semelles S35 et S36), avec leur reconstitution en dehors de l'emprise du studio. La charge ELS en pied de poteau a été estimée à 150 tonnes (150 000 daN).

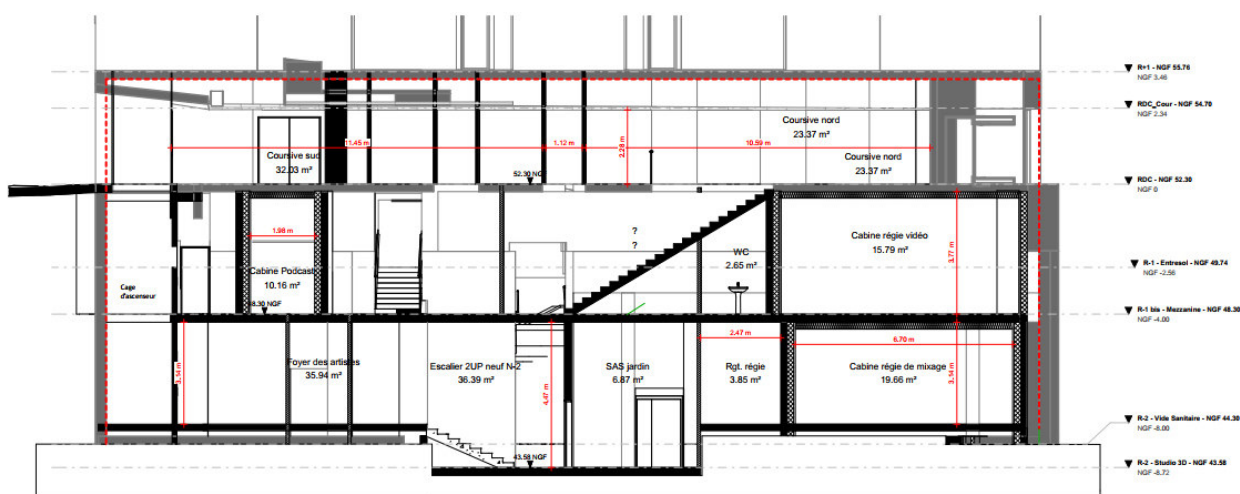


Plan général projet N-2 – Studio 3D : document DCE du 09-12-2024

De façon à maintenir la stabilité des voiles *Nord* et *Est* existants, il a été prévu de préserver la dalle béton existante en pieds de murs et de surélever le plancher en conséquence le long de la limite *Nord* du studio. Soit une arase supérieure de plancher à la cote 44,79 NGF. Côté *Est*, la dalle sera partiellement démolie au droit des zones prévues avec un approfondissement du niveau-bas.



- **Niveau N-2** à la cote 44,91 NGF : cabine de régie de mixage, rangement régie, local refuge, ascenseur.
- **Niveau mezzanine N-1bis** à la cote 48,30 NGF : cabine régie vidéo, cabine podcast, cabine batteries, circulation, espace+local refuge et ascenseur.
- **Niveau N0** à la cote 52,30 NGF : coursives Nord et Sud, ascenseur.



10/50



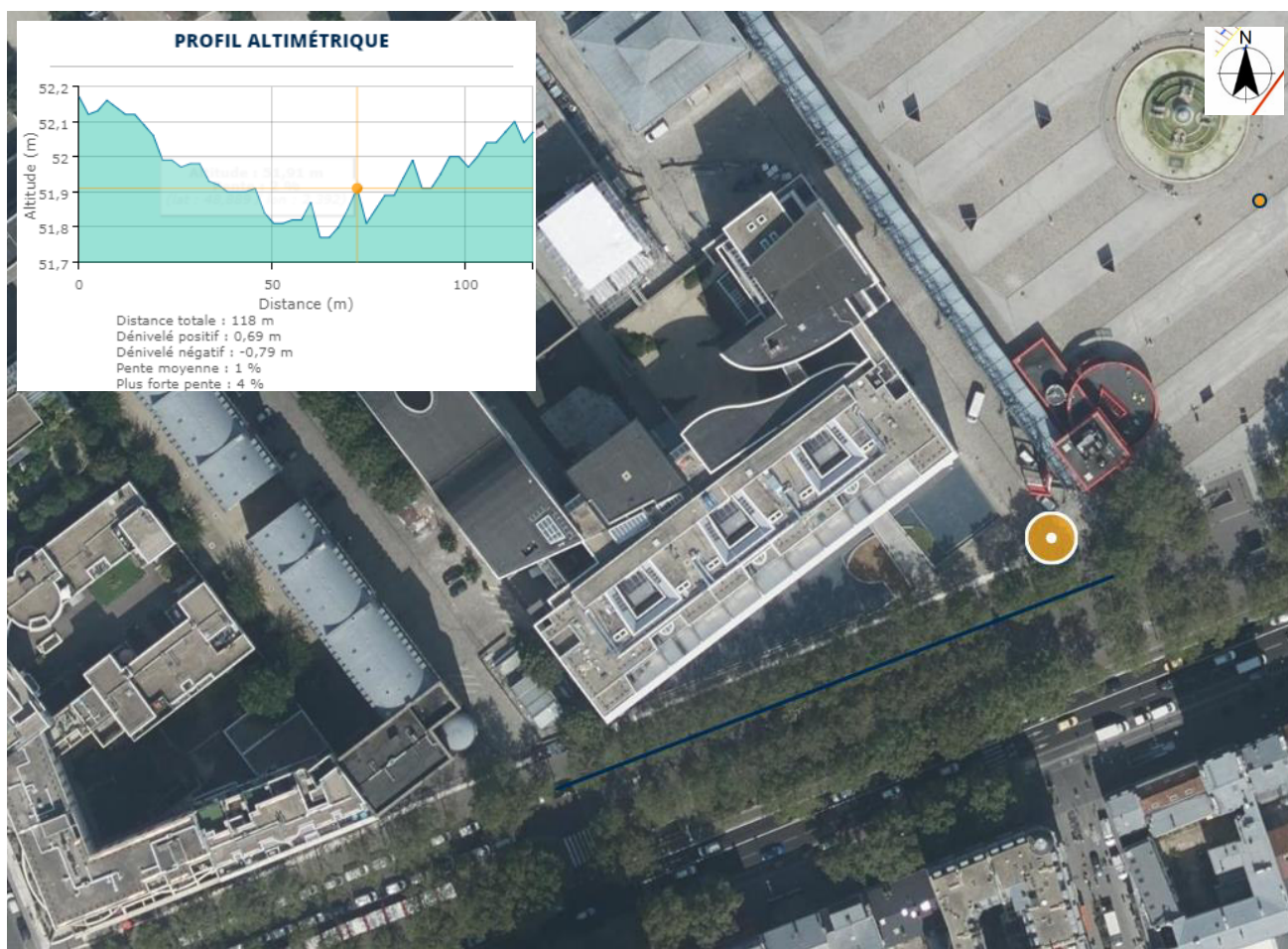
3 SYNTHÈSE DOCUMENTAIRE DES DONNÉES EXISTANTES

Afin de mener une telle synthèse, nous avons consulté les documents suivants :

- la carte topographique du secteur ;
- la carte géologique du 19^{ème} arrondissement au 1/5 000^{ème} ;
- la banque de données du BRGM ;
- les documents de l'Inspection Générale des Carrières ;
- les plans de prévention des risques vis-à-vis :
 - de l'aléa remontée de la nappe phréatique ;
 - de la sismicité ;
 - de l'aléa retrait-gonflement des argiles.

3.1 SITUATION TOPOGRAPHIQUE

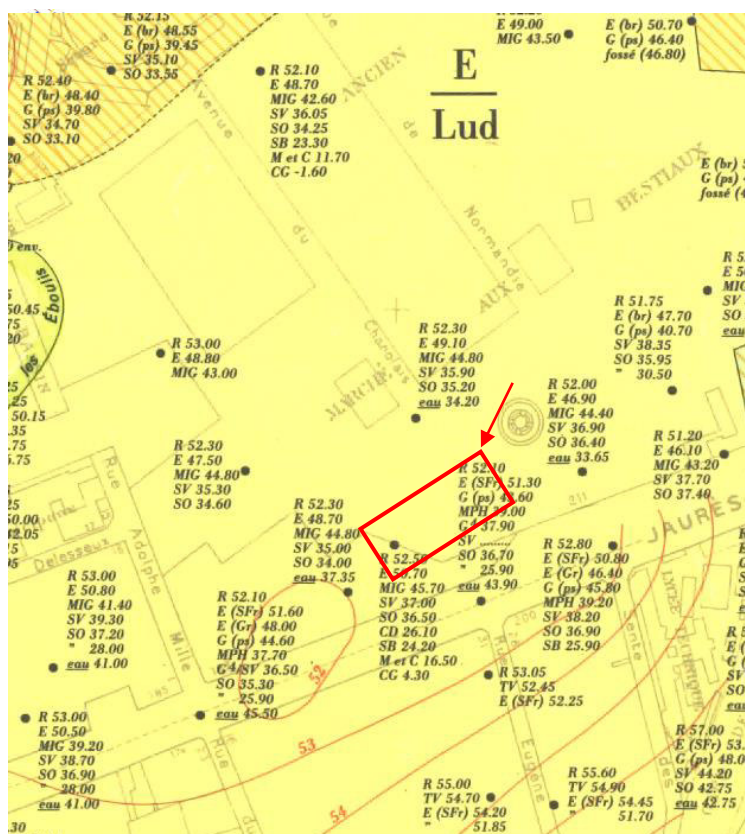
Le sol extérieur autour du conservatoire est de morphologie sub-horizontale, approximativement à des cotes comprises entre 52,0 et 52,5 m NGF. On rappellera que le niveau rez-de-chaussée est indiqué à la cote 52,30 NGF sur les plans en coupe du bâtiment.



3.2 SYNTHÈSE GÉOLOGIQUE ET HYDROGÉOLOGIQUE

D'après la carte géologique du 19^{ème} arrondissement au 1/5 000^{ème}, les données du secteur et notre expérience locale, la succession lithologique attendue au droit du projet est la suivante :

- Remblais ;
- Eboulis (E) ;
- Marnes Infragypseuses (MIG) ;
- Sables Infragypseux (SV) ;
- Calcaire de Saint Ouen (SO) ;
- Sables de Beauchamp (SB) ;
- Marnes et Caillasses (M et C) ;
- Calcaire Grossier (CG).



EXTRAIT DE LA LÉGENDE GÉNÉRALE

- Remblais, terrains rapportés, revêtements de voies publiques, anciennes maçonneries (de plus de 3 mètres d'épaisseur), Terre végétale (TV)
- Eboulis de pentes (Terrains d'apport remaniés) comprenant les pseudomorphoses du Gypse. (Pliocène)
- Sables et Grès de Fontainebleau. (Stampien)
- Marnes à Huîtres. (Stampien)
- Travertin et Calcaire de Brie. (Sannoisien)
- Glaizes Vertes. (Sannoisien)
- Toutes les formations gypseuses non identifiées. (Ludien)
- Marnes Supra-gypseuse. (Ludien)
- Masses de Gypse. (Ludien)
- Sables Verts Infra-gypseux. (Bartonnien Supérieur)
- Eboulis de pentes sur Sables Verts.
- Eboulis de pentes sur Gypse.

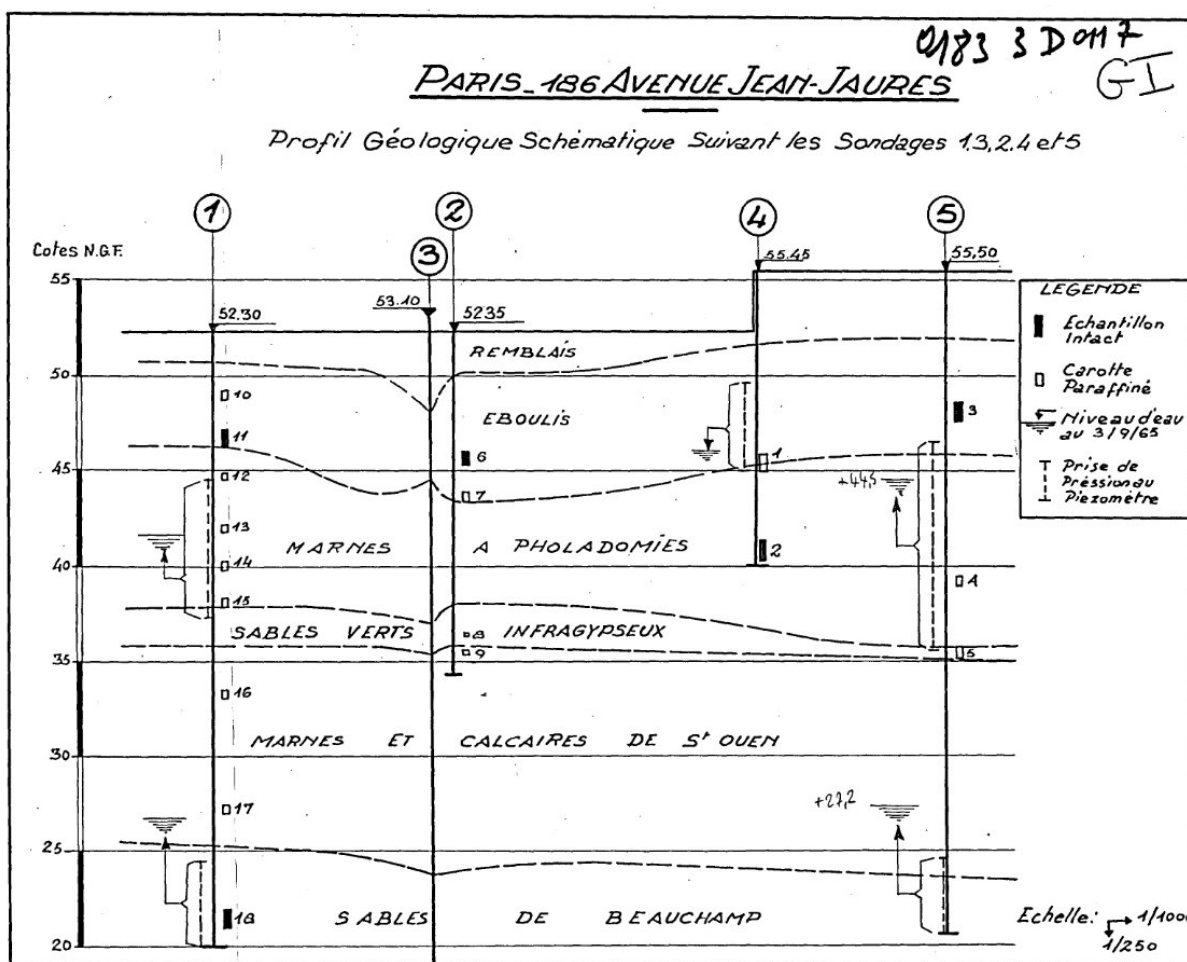
SIGNES CONVENTIONNELS

- Limites d'Arrondissements
- Limites de Quartiers
- Courbes de niveaux N.G.F.
- Point coté avec altitude des horizons géologiques

Extrait de la carte géologique du 19^{ème} arrondissement au 1/5 000^{ème}

L'étude de la base de données du BRGM et des différentes missions géotechniques réalisées dans l'environnement immédiat du bâtiment du Conservatoire permet d'établir la succession lithologique présentée en page suivante.

Formation géologique	Toit de la formation – NGF		Epaisseur moyenne
	Valeur moyenne	Ecart-type	
Remblais	52,3	-	2,3
Eboulis	50,0	±1,9	5,3
Marnes Infragypseuses	44,7	±0,5	8,4
Sables Verts Infragypseux	36,3	±1,0	0,9
Marno-calcaire de Saint Ouen	35,4	±1,1	11,2
Sables de Beauchamp	24,2		7,7
Marnes et Caillasses	16,5		



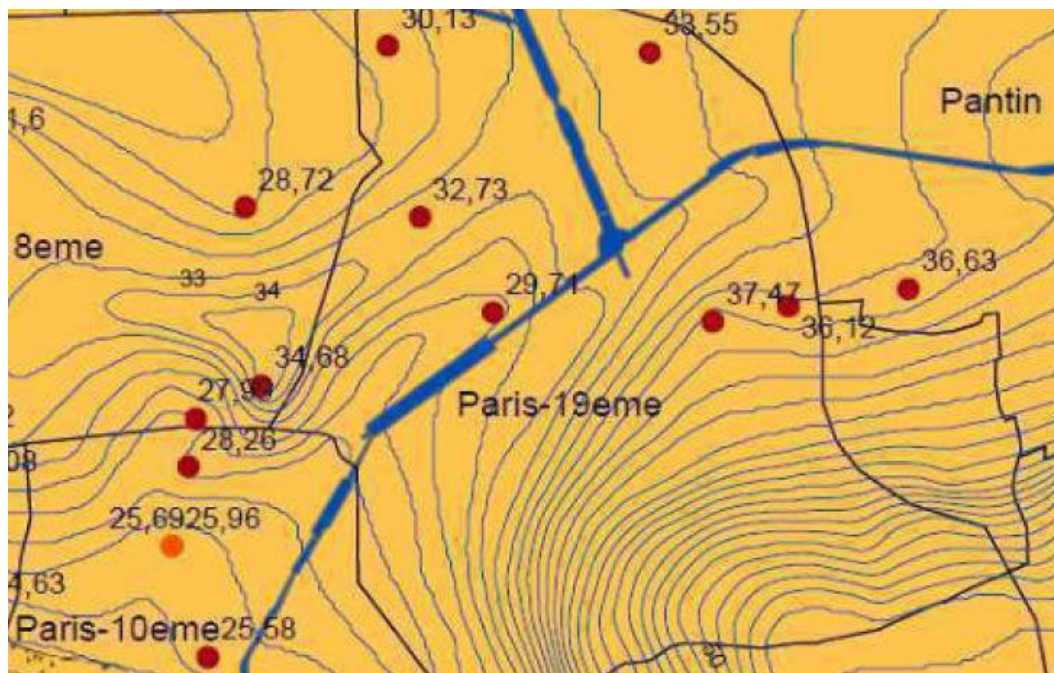
Source banque de données du BRGM

Les données géomécaniques disponibles associées à ces études témoignent d'un sol d'assise de bonne compacité d'ensemble à la cote du projet. Toutefois, d'après une étude géotechnique réalisée par notre bureau d'études à l'angle de l'avenue Jean Jaurès et de la rue Danjon, on retiendra la présence potentielle de passages altérés, peu épais, et relativement décomprimés dans la formation Infragypseuse.

3.3 SYNTHÈSE HYDROGÉOLOGIQUE

D'un point de vue hydrogéologique, la première nappe est attendue en partie inférieure des Marnes Infragypseuses et au toit Marno-calcaire de Saint-Ouen (nappe du Bartonien – Eocène supérieur).

D'après la carte piézométrique de Paris établie par Lamé en 2010, le niveau de la nappe au droit de la parcelle devrait se situer entre 37,00 NGF et 37,50 NGF (soit vers 36,67 NVP et 37,17 NVP).



Extrait de la carte piézométrique de Lamé en 2010

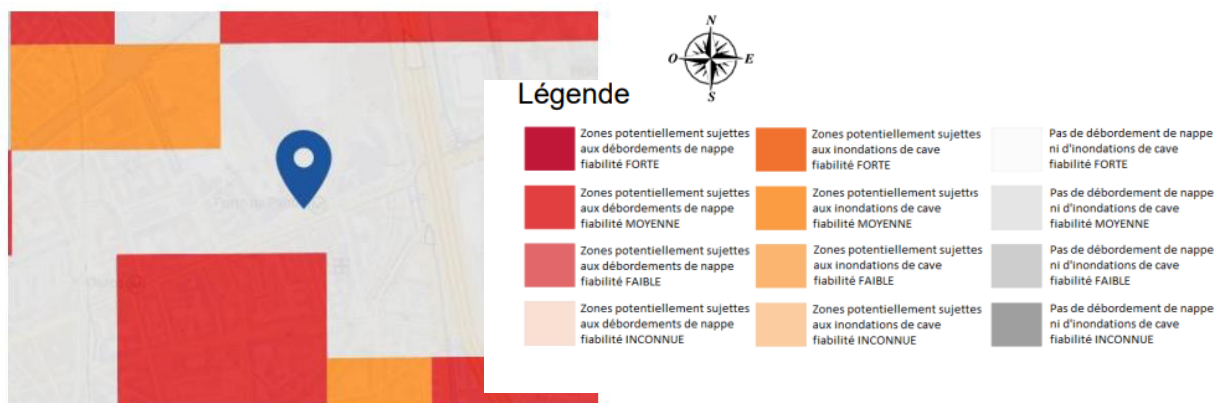
La configuration de l'infrastructure du bâtiment avec localement 3 niveaux de sous-sol sur une galerie technique a priori non cuvelée confirme le contexte de nappe profonde.

Des rétentions d'eau peuvent être retrouvées à de faibles profondeurs à la faveur des niveaux plus perméables interceptées au droit des formations superficielles. La proximité du Canal de l'Ourcq laisse également présager de venues d'eau superficielles en lien avec le caractère fuyard de l'ouvrage.

3.4 RISQUES NATURELS OU D'ORIGINE ANTHROPIQUE

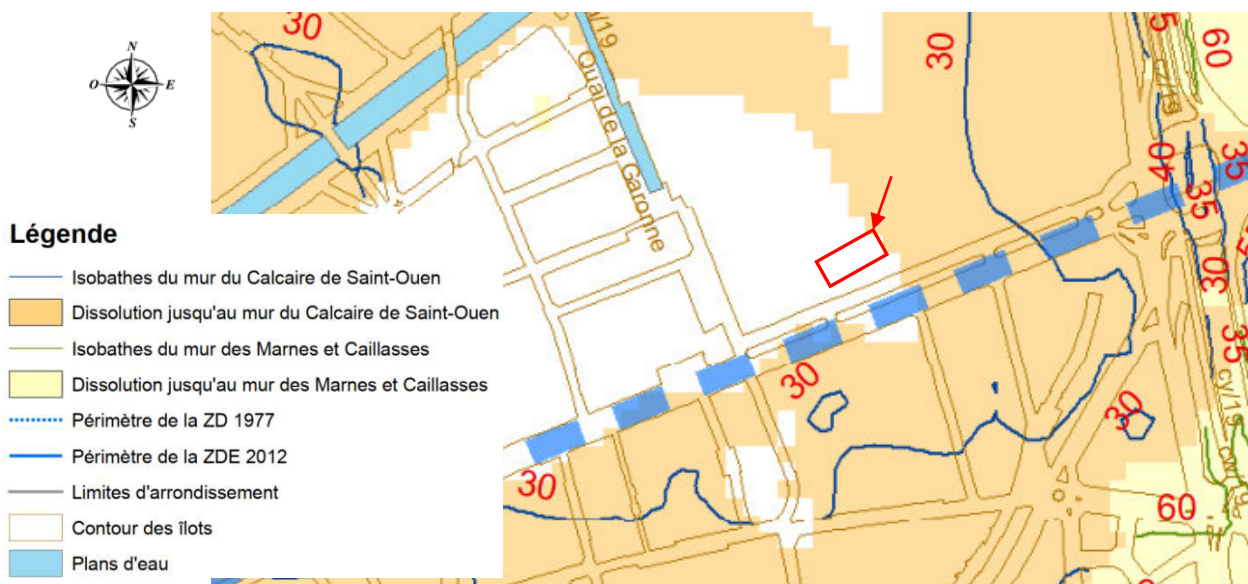
D'après les informations recueillies auprès de l'IGC de Paris et sur le site internet www.georisques.gouv.fr, la zone d'étude se trouve :

- en aléa nul vis-à-vis du risque inondation par débordement d'un cours d'eau ;
- Dans un secteur à faible risque d'inondation de cave par remontée de la nappe ;



Risques liés aux remontés de nappe (document *Géorisques*)

- Hors zone de carrière souterraine ou à ciel ouvert ;
- En dehors mais à proximité du périmètre connu de recherche de poches de dissolution du Gypse Antéludien. Dans ce secteur, la dissolution a été observée jusqu'au mur du calcaire de Saint-Ouen, soit jusqu'à une profondeur de l'ordre de 30 m.



Cartographie de l'aléa dissolution de Gypse (source IGC)

- En aléa a priori faible quant au phénomène de retrait-gonflement des formations argileuses ;
- En aléa a priori faible quant au phénomène de retrait-gonflement des formations argileuses ;
- En aléa très faible, soit en zone 1, vis-à-vis de la prévention du risque sismique et au sens des décrets n°2010-1254 et 2010-1255 du 22 octobre 2010. Aucune préconisation n'est demandée en aléa très faible.

4 PROGRAMME DES INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES

Sur la base du cahier des charges qui nous a été communiqué et conformément au programme proposé, la campagne d'investigations géotechniques qui s'est déroulée entre le 23 septembre et le 4 octobre 2024 a donné lieu à la réalisation des prestations suivantes :

- **2 sondages pressiométriques**, notés **SP1 et SP2**, descendus aux profondeurs respectives de 10,0 et 20,0 m/*sol vide sanitaire* avec l'enregistrement des paramètres de forages et la réalisation d'essais pressiométriques, au nombre de 10 et 15, répartis sur la hauteur des forages.

Ces forages ont été poursuivis en destructif simple jusqu'à la profondeur de 30 m pour la recherche de poches de dissolution de gypse.

- **1 sondage destructif enregistré**, pour la mise en place d'un **piézomètre**, noté **SD-Pz1**, afin de permettre le relevé et le suivi des niveaux aquifères. Un suivi piézométrique a été engagé au terme de la campagne sur une durée de 12 mois à partir de relevés ponctuels (soit un relevé par mois).
- **1 sondage à la tarière**, noté **TH1**, descendu à la profondeur de 6 m, afin de permettre une identification visuelle des couches de sol et d'effectuer un échantillonnage pour la réalisation d'essais en laboratoire ;

Remarque : compte tenu des difficultés d'accès, ces sondages ont été réalisés depuis le vide sanitaire existant au moyen d'un atelier démontable de type EMCI 2.20.

- **Des essais en laboratoire** portant sur :
 - L'identification des matériaux selon le GTR ;
 - L'agressivité des sols et des eaux de la nappe sur les bétons.
- **3 fouilles de reconnaissance des fondations**, notées de **R01 à R03**, afin de caractériser les conditions d'assise des éléments porteurs placés dans l'environnement du projet. Des tests de résistance mécanique au pénétromètre léger, notés **Pn1 à Pn3**, ont été systématiquement réalisés depuis les fonds de fouille. Ces tests pénétrométriques ont été réalisés au moyen d'un atelier de forage démontable de type PAGANI DPM 30.

Les forages ont fait l'objet de l'enregistrement en continu des paramètres suivants :

- Va : vitesse d'avance de l'outil (en m/h),
- Po : pression sur l'outil (en bar),
- Pi : pression d'injection (en bar),
- Cr : couple de rotation (en bar).

Les profils pressiométriques obtenus sont présentés en annexe. Sur ces profils, ont été portés en fonction de la profondeur (échelle verticale du 1/100^{ème}) :

- la nature des terrains telle qu'elle apparaît au travers des cuttings extraits des forages ;
- l'interprétation géologique ;
- le mode de forage et le type de sonde utilisée ;
- la pression limite du sol, exprimée en MPa (1 bar = 0,1 MPa), ;
- le module de déformation pressiométrique exprimé également en MPa.

Ces essais ont été conduits conformément à la norme NF EN ISO 22476-4.

Il est indiqué sur le relevé des fouilles de reconnaissance de fondations, les éléments suivants :

- coupe du sol ;
- dimension des fondations existantes reconnues sous forme d'un schéma illustré de photographies.

Les sondages réalisés n'ont pas fait l'objet d'un nivellement. De façon approximative, sur la base des indications des plans et coupes architectes, l'altimétrie des têtes de sondage a été uniformément prise à la cote 44,3 NGF. Avec une incertitude de l'ordre du décimètre, les profondeurs indiquées sur les coupes de sondages seront considérées à partir de cette cote de référence.

Le tableau ci-dessous résume l'ensemble des prestations géotechniques réalisées sur le site par BS CONSULTANTS dans le cadre de ce projet :

Nature de la reconnaissance	Désignation	Prof. (m)	ATS NGF	Nb essais pressiométriques	Remarques
Sondage pressiométrique	SP1	30,0	~ 44,3	10	
	SP2	30,0	~ 44,3	15	
Sondage destructif	SD+PZ	6,0	~ 44,3	-	
Sondage à la tarière	TH1	6,0	~ 44,3	-	Sondage équipé d'un piézomètre
Fouille de reconnaissance de fondation	R01 à R02		~ 44,3	-	

5 RESULTATS DES INVESTIGATIONS REALISEES

5.1 DONNEES LITHOLOGIQUES ET GEOMECHANQUES DES TERRAINS TRAVERSES

Nous rappelons que les sondages ont été réalisés depuis le « vide sanitaire » du Conservatoire, soit de façon approximative, à partir d'une profondeur de 8,0 m par rapport au niveau du sol considéré à l'extérieur autour du bâtiment.

Il convient également de rappeler que l'identification géologique des formations traversées et les limites de couches indiquées sur les coupes de sondages ont été établies à partir de l'analyse des sédiments remontés par le fluide de forage quand il n'y a pas eu de perte d'injection, corrélées aux données géomécaniques collectées. Cette méthode reste approximative et ne permet pas une précision équivalente à celle obtenue à partir d'un sondage carotté.

Dans le cas présent, cette interprétation qui s'appuie également sur la caractérisation des échantillons obtenus à partir du sondage à la tarière, permet de présumer la succession lithologique suivante :

- Des remblais ;
- Des Eboulis sur les Marnes et Sables Infragypseux ;
- Le Marno-calcaire de Saint Ouen ;
- Les Sables de Beauchamp.

5.1.1 Des Remblais

Les remblais désignent ici les terrains en place remaniés dans le cadre des travaux liés à la construction du bâtiment. Cette frange de sol est peu épaisse au droit des sondages réalisés, moins de 1,0 m d'après l'interprétation des vitesses d'avancement.

Toutefois, nous rappelons que les Remblais peuvent présenter des surépaisseurs localisées en fonction des aménagements passés du terrain et renfermer tout aussi bien des niveaux indurés de toutes dimensions que des passages complétement décomprimés. A ce titre, nous rappelons qu'une frange de sol remaniée a pu être observée sur site dans l'environnement de la conduite apparente, plus particulièrement au niveau des voiles Nord et Est (mur séparatif en retour dans le vide sanitaire) qui descendent plus en profondeur, très probablement sur la hauteur du 3^{ème} niveau de sous-sol contigu sur ce secteur.

Aucun essai pressiométrique n'a été réalisé au sein de ces sols de recouvrements.

5.1.2 Les Eboulis/Marnes et Sables Infragypseux

Les sols en place, affleurants ou remaniés en tête, sont représentés par un ensemble hétérogène constitué de marnes argileuses, d'argiles plus ou moins sableuses, de teintes verdâtres, vert-grisâtre, vert-kaki à beige-verdâtre contenant des éléments détritiques calcaro-gypseux beiges à blanchâtres (cailloutis, blocs...).

Ces faciès ont été observés jusqu'à la base du sondage à la tarière TH1, volontairement arrêté à la profondeur de 6,0 m/sol VS. L'hétérogénéité marquée des sols d'assise du bâtiment a également été observée à partir des matériaux prélevés dans les fouilles de reconnaissance de fondation.

De par les constats effectués, ces matériaux ont été attribués de façon indifférenciée à des Eboulis et/ou aux Marnes et Sables Infragypseux.

A partir des sondages pressiométriques, nous avons situé la base de cet ensemble à une profondeur comprise entre 8,0 et 9,0 m/sol VS, soit jusque vers les cotes 35,5/36,5 NGF.

Les vitesses d'avancement attestent de l'absence de passages décomprimés.

Les données statistiques sommaires des essais pressiométriques réalisés au sein de cet ensemble sont indiqués dans le tableau suivant (11 couples de valeur dont un essai non représentatif à 1 m en SP1 exclu) :

- Les valeurs pressiométriques caractérisent un sol de compacité globalement moyenne en tête jusque vers 37/38 NGF :

Données	Valeur minimale	Valeur maximum	Moyenne arithmétique	Moyenne géométrique	Moyenne harmonique	Ecart type
Pression limite (MPa)	0,67	1,50	1,00	0,98	-	0,23
Module de déformation (MPa)	5,3	12,0	9,4	-	8,9	1,9

- un passage de bonne compacité entre 37/38 NGF et 35,50/36,0 NGF mis en évidence par les valeurs pressiométriques suivantes :

$$14,0 \text{ MPa} \leq E_M \text{ (MPa)} \leq 15,0 \text{ MPa}$$

$$1,80 \text{ MPa} \leq Pl^* \text{ (MPa)} \leq 1,81 \text{ MPa}$$

5.1.3 Le Marno-calcaire de Saint Ouen

Le Marno-calcaire de Saint Ouen a été identifié à partir d'environ 8/9 m de profondeur (~35,5/36,5 NGF) et jusque vers 22/23 m de profondeur par rapport au sol du vide sanitaire, soit jusque vers 21/22 NGF, sous un faciès de marne calcaire blanchâtre à intercalations de passages calcaires indurés.

Les vitesses d'avancement caractérisent un sol de très bonne compacité d'ensemble mais révèlent également des passages altérés/décomprimés à la base de la formation, entre 20 et 23 m de profondeur. Les valeurs pressiométriques obtenues jusqu'à la profondeur de 19,5 m sont également très élevées :

Données	Valeur minimale	Valeur maximum	Moyenne arithmétique	Moyenne géométrique	Moyenne harmonique	Ecart type
Pression limite (MPa)	2,09	5,52	3,52	3,31	-	1,21
Module de déformation (MPa)	15,0	97,6	35,1	-	24,7	25,7

5.1.4 Les Sables de Beauchamp

La formation des Sables de Beauchamp a été recoupée par les sondages entre 20 et 30 m de profondeur, sous un faciès de sable marneux.

Aucun essai pressiométrique n'a été réalisé au sein de cette formation.

5.2 CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE

Dans le cadre de cette mission, un piézomètre a été implanté sur le site afin de permettre le suivi des variations du niveau de la nappe. Ce suivi, engagé au terme de la campagne de sondages, a été envisagé sur une période de 12 mois, à partir de relevés ponctuels (1 mesure piézométrique par mois). Les caractéristiques du piézomètre sont indiquées dans le tableau suivant :

Caractéristique de l'ouvrage	SD+PZ (44,3 NGF)
Tube PVC lisse Ø 52/60 mm	0 à 3 m
Tube PVC crépiné Ø 52/60 mm	de 3 à 6 m

Les premiers relevés effectués rendent compte de la présence d'eau au droit du piézomètre relevés aux profondeurs indiqués dans le tableau ci-après.

Date du relevé	SD+PZ (44,3 NGF)	
	m/sol VS	NGF
10/10/2024	3,25	~41,05
13/11/2024	3,21	~41,09
10/12/2024	3,28	~41,02
14/01/2025	3,62	~40,68

En l'état, ces niveaux d'eau correspondent très vraisemblablement au fluide résiduel du sondage que les sols argileux ne permettent pas d'absorber rapidement.

On rappellera que sur le secteur, la nappe du Bartonien est attendue aux alentours de la cote 37-37,5 NGF, soit à une profondeur d'environ 7,0 m par rapport au sol du vide sanitaire.

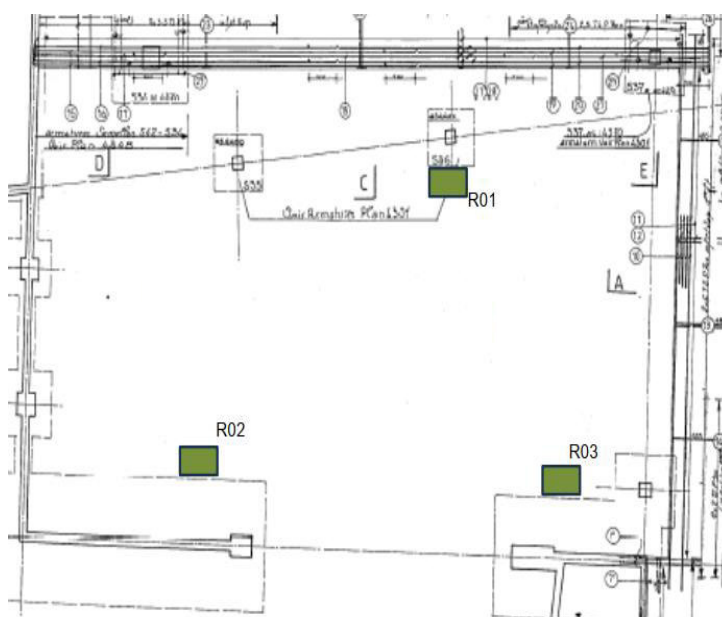
Dans tous les cas, le suivi piézométrique engagé sur une période représentative d'un an permettra de définir les niveaux d'eaux caractéristiques à prendre en compte dans le cadre de projet.

5.3 RESULTATS DES RECONNAISSANCES DE FONDATIONS

5.3.1 Caractérisation des fondations

Conformément au cahier de charges et au plan d'implantation des investigations associé, nous avons procédé à la réalisation de 3 fouilles de reconnaissance de fondation, indicées de **R01** à **R03**, afin de caractériser les conditions d'assise des éléments porteurs placés dans l'environnement du projet. La localisation de ces fouilles est rappelée dans le tableau suivant :

Référence de la Fouille	Localisation	Remarque
R01	Dans le vide sanitaire, en pied de poteau. Mise à nu de la fondation <i>S36</i> selon le plan d'exécution de 1988	<ul style="list-style-type: none">- Prélèvements d'un échantillon sous la fondation ;- Réalisation d'un test pénétrométrique en fond de fouille
R02	Dans le vide sanitaire, semelle filante sous voile béton	
R03		



Les données collectées à partir des relevés effectués ont été rapportées dans le tableau suivant :

R01	Nature de la fondation	Semelle isolée sous poteau, affleurante au niveau du sol
	Caractéristique géométrique	-Identification d'une surlargeur de béton en partie haute avec une base de fondation en béton coffré. -La fondation présente un aspect circulaire. -Le débord mesuré est de 1,3 m par rapport au nu du poteau carré, soit une semelle estimée d'environ 2,60 x 2,60 m . Ce débord est légèrement inférieur au niveau de la partie coffré
	Profondeur de l'assise	1,25 m/ sol VS (~43 NGF)
	Nature du sol d'assise	Marne argileuse verdâtre à beige
	Remarque	Remontée d'eau, légère humidité en fond de fouille
R02	Nature de la fondation	Semelle filante coulée pleine fouille, affleurante au niveau du sol
	Caractéristique géométrique	-Débord par rapport au nu du mur de 1,40 m en partie haute à environ 1,30 m à la base, -Epaisseur de fondation : 1,35 m
	Profondeur de l'assise	1,35 m/ sol VS (~42,9/43 NGF)
	Nature du sol d'assise	Marne argileuse verdâtre
	Remarque	Légère humidité en fond de fouille
R03	Nature de la fondation	Semelle filante affleurante au niveau du sol
	Caractéristique géométrique	La semelle, d'une épaisseur totale de 1,25 m montre une surlargeur à la base : -Sur les premiers 60/70 cm (béton banché), le débord par rapport au nu du mur est d'environ 1,30 m; -La base de la fondation (coulage a priori pleine fouille) d'une épaisseur de 0,50 m, montre un débord légèrement supérieur à 1,60 m/nu du mur
	Profondeur de l'assise	1,25 m/ sol VS (~43 NGF)
	Nature des terrains d'assise	Argile beige-verdâtre bariolée avec des traces rouilles d'oxydation
	Remarque	Légère humidité en fond de fouille

Commentaires :

Les relevés effectués appellent les remarques suivantes :

- Concernant la fondation S36 sous poteau, au regard des indications figurant sur le plan d'exécution des fondations, les relevés effectués à partir de la fouille de reconnaissance R01 semblent révéler des caractéristiques dimensionnelles différentes par rapport aux données du document, notamment concernant la section de la fondation.

- Les semelles sous voiles montrent d'une fouille à l'autre des configurations variables notamment en termes de débords (1,40 à 1,60 m). En considérant des voiles porteurs centrés sur les fondations, il conviendra de considérer des largeurs de semelles au minimum de 3,0 m de large.
- Les échantillons prélevés dans les fouilles montrent des faciès très hétérogènes avec une composante argileuse verdâtre bien marquée et de nombreux éléments calcaro-gypseux blanchâtres à beige-blanchâtre. Bien que la nappe soit située plus en profondeur d'après les premières données piézométriques collectées, les traces d'hydromorphie sont nombreuses et traduisent des venues d'eau en pied de fondations. Ces venues d'eau sont susceptibles de provenir du battement de la nappe et/ou de circulations alimentées par l'infiltration des eaux météoriques ou provenant des fuites potentielles du Canal de l'Ourcq.



Il convient de signaler que les fouilles de reconnaissance sont faites de manière ponctuelle et ne peuvent présager de l'homogénéité des structures enterrées sur les emprises concernées en rapport avec celles mises en évidence au droit des zones ouvertes lors des investigations. Par ailleurs, notre mission n'inclut pas de vérification sur la capacité structurelle des fondations (résistance du béton, ferrailage) et la solidité des structures en élévation.

5.3.1 Résultats des tests pénétrométriques

Afin de caractériser les conditions de portance des terrains d'assise du bâtiment en complément des valeurs pressiométriques collectées, des tests pénétrométriques ont été effectués depuis les fonds de fouille des reconnaissances R01 à R03.

Les diagrammes de pénétration dynamique présentent les valeurs de la résistance dynamique de pointe (R_d) obtenues en fonction de la profondeur considéré à partir du sol d'assise des fondations des éléments porteurs du vide sanitaire.

Les valeurs de résistance dynamique (R_d) mesurées peuvent être interprétées de la façon suivante :

R_d (MPa)	Compacité
0	Nulle
0 à 2	Très faible
2 à 4	Médiocre
4 à 8	Moyenne
>8	Élevée

L'essai au pénétromètre dynamique léger a mis en évidence les caractéristiques suivantes :

Profondeur (m/sol Vide Sanitaire)	Pn1	Pn2	Pn3
0-0,5	Fondation	Fondation	Fondation
0,5-1,0	Fondation	Fondation	Fondation
1,0-1,5	Fondation/ fond de fouille	Fondation/ fond de fouille	Fondation/ fond de fouille
1,5-2,0			
2,0-2,5			
2,5-3,0			Refus à 3,0 m
3,0-3,5			
3,5-4,0	Refus à 3,6 m	Refus à 3,4 m	

Les 3 profils pénétrométriques réalisés rendent compte d'un sol d'assise de compacité moyenne en tête, sur une épaisseur d'environ 1,0 m, puis de compacité plus élevée en profondeur, des refus ayant été observées à des profondeurs comprises entre 3,0 m et 3,6 m/sol VS, soit entre 1,75 et 2,35 m sous les arases inférieures des fondations.

Ces résultats corroborent les données pressiométriques qui rendent compte d'un sol de compacité moyenne en tête à élevée en profondeur.

5.4 RESULTATS DES ESSAIS DE LABORATOIRE

Des échantillons de sol remaniés ont été prélevés à partir du sondage à la tarière TH1 et dans une des fouilles de reconnaissance de fondation pour la réalisation des essais en laboratoire suivants :

- l'identification des terrains d'assise au sens de la classification GTR.
- l'agressivité sur les bétons. Cet essai a également été envisagé sur les eaux de la nappe.

Les résultats des essais effectués sont présentés dans le tableau ci-après et sous forme de PV présentés en annexe.

5.4.1 Identification GTR

Référence	Prof. (m/sol VS)	Nature du terrain	W _n (%)	Essai granulométrique		VBS	Classe GTR
				D _{max} (mm)	Tamisât Φ80µm (%)		
TH1	2,0 – 3,0	Marne argileuse beige à jaunâtre	25,3	10,0	70,1	2,82	A ₂
F3	Fond de fouille	Marne argileuse blanchâtre à grisâtre	46,3	12,5	76,2	2,90	A ₂

Avec: W_n : teneur en eau naturelle / D_{max} : diamètre maximal des grains / VBS : valeur au Bleu

Commentaires :

Selon le GTR, les matériaux prélevés en sondage et dans une des fouilles de reconnaissance de fondation sont des sols fins, appartenant à la sous-classe **A₂**, (F2 selon le GTR 2023) qui regroupe des sables fins argileux, des limons, des argiles et des marnes peu plastiques.

Ces résultats caractérisent un sol faiblement sensible aux variations hydriques et au phénomène de retrait-gonflement.

Concernant le matériau prélevé en fond de fouille, on notera la valeur de teneur en eau naturelle particulièrement élevée qui confirment les venues d'eau suspectées au niveau des fondations du bâtiment. Cet échantillon est marqué par de nombreuses traces d'oxydation.

5.4.2 Essai d'agressivité

Les concentrations mesurées dans les sols sont comparées aux valeurs définies par les tableaux de la norme EN 206-1 relative à la classification des environnements agressifs pour les bétons.

Degré d'agressivité mg/kg	Faiblement agressif	Modérément agressif	Fortement agressif
Sulfate (SO ₄ ²⁻)	2 000 à 3 000	3 000 à 12 000	12 000 à 24 000

Agent agressif	Concentration en mg/kg	
	Fouille F1	TH1 (4-5 m/sol vs)
Sulfate (SO ₄ ²⁻)	4 000	3 300

Les analyses effectuées, d'après la norme EN 206-1, sur des échantillons prélevés dans les terrains d'assise et plus en profondeur dans les terrains argilo-marneux issus des Marnes Infragypseuses sont de type XA₂, soit des sols modérément agressifs.

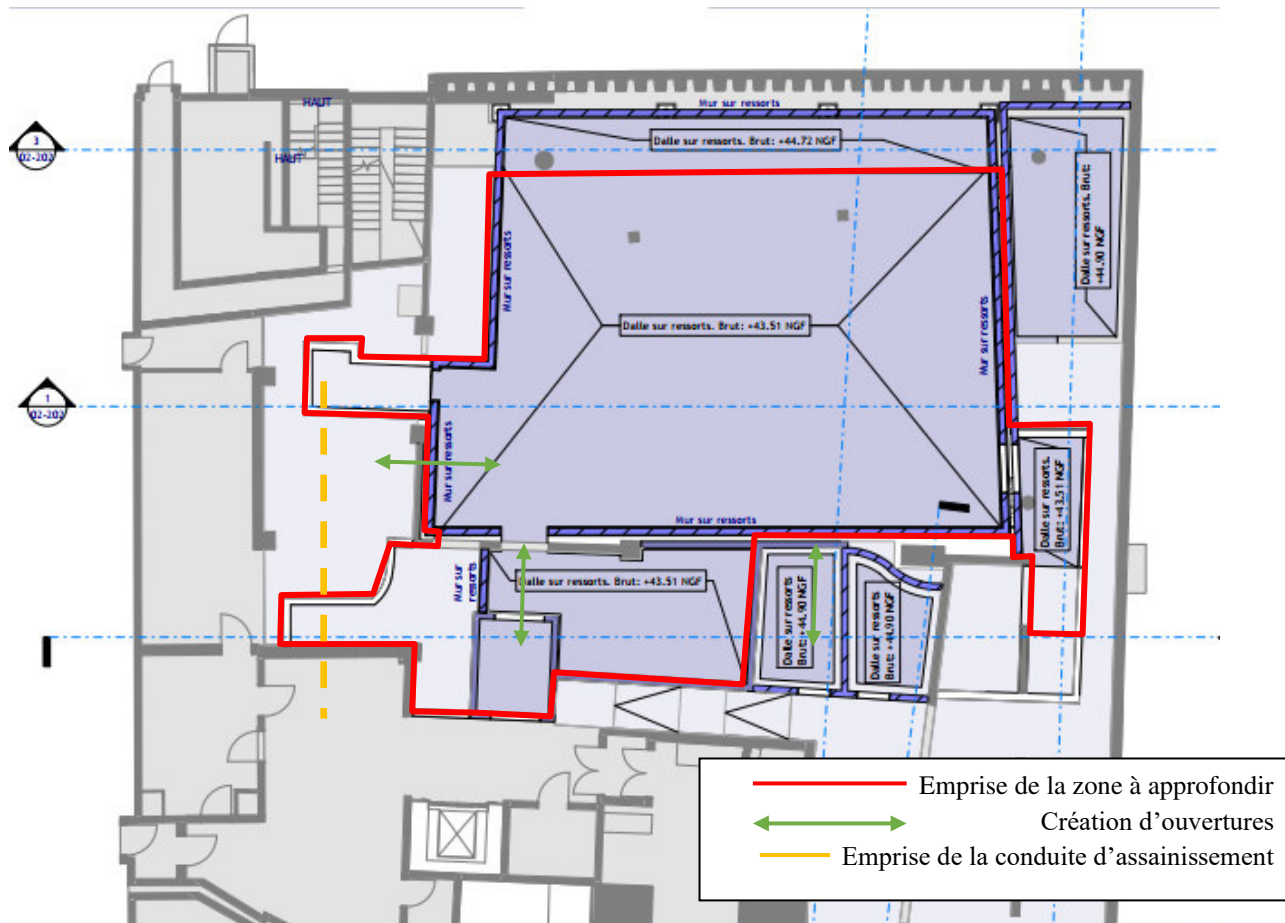
6 CONCLUSIONS & APPLICATIONS AU PROJET

6.1 RAPPEL DU PROJET

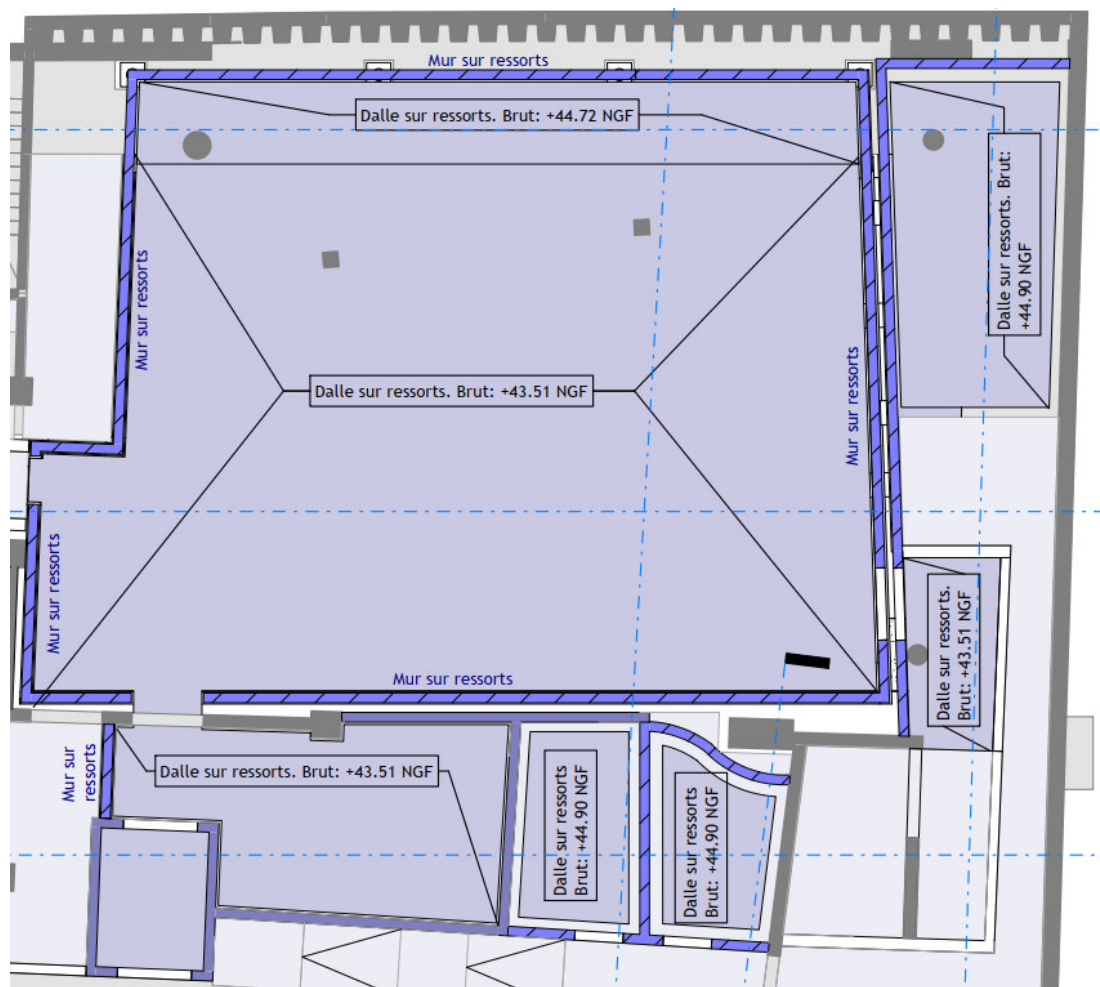
Le projet concerne l'aménagement des équipements suivants à l'intérieur du vide sanitaire :

- Un studio d'enregistrement, de répétition de musique et de danse, d'une surface au sol de 188 m² ;
- Des sas d'accès avant chacune des entrées du studio ;
- Des locaux à usages techniques : cabine « régie de mixage », cabine « basse », cabine « chant », local « nodal » ;
- Des locaux de stockage ;
- Un monte-décors ;
- Des loges ;
- Un foyer pour artistes avec des sanitaires ;
- Des aires de circulation entre les différentes pièces citées.

L'aménagement a été envisagé en considérant un approfondissement du niveau actuel du sol du vide sanitaire au droit du studio et des pièces en communication directe pour une cote finie d'arase supérieure de plancher indiquée à 43,58 NGF. Il a toutefois été prévu de maintenir la banquette existante et de surélever le plancher en conséquence le long de la périmétrie *Nord* et *Est*, soit une arase supérieure de plancher à la cote 44,79 NGF dans ce secteur.



Le studio a été envisagé dans une structure indépendante, une boîte dans la boîte avec des murs en parpaings élevées sur un système de double dalle entre lesquelles seront intercalés un ensemble de ressorts.



Nous rappelons que la configuration du projet a été envisagée avec la suppression des deux poteaux existants situés à proximité du voile *Nord* (appuis sur semelles S35 et S36), avec leur reconstitution en dehors de l'emprise du studio. La charge ELS en pied de poteau a été estimée à 150 tonnes (150 000 daN).

Le long de la partie *Est* du vide sanitaire, entre le studio 3D et le mur actuel du bâtiment, se placeront les locaux techniques aménagés à partir du sol actuel du vide sanitaire et sur des niveaux en mezzanine accrochés au voile porteur *Est* du bâtiment. Soit les niveaux suivants :

- **Niveau N-2** à la cote 44,91 NGF : cabine de régie de mixage, rangement régie, local refuge, ascenseur.
- **Niveau mezzanine N-1bis** à la cote 48,30 NGF : cabine régie vidéo, cabine podcast, cabine batteries, circulation, espace+local refuge et ascenseur.
- **Niveau N0** à la cote 52,30 NGF : coursives Nord et Sud, ascenseur.

Les hypothèses concernant les charges du projet sont les suivantes :

Concernant les planchers :

- Charge permanente hors poids propre à l'ELS : 600 daN/m²
- Charge d'exploitation à l'ELS : 500 daN/m²

Mur porteur :

- Charge et surcharges à l'ELS : 500 daN/ml

6.2 SYNTHÈSE DES DONNÉES COLLECTÉES

6.2.1 Contexte géotechnique

Le modèle géologique et géotechnique à considérer dans le cadre de ce projet, est défini dans le tableau suivant :

Formation	Base de la formation		Pression limite nette P_l^*	Module pressiométrique E_M	Coefficient rhéologique α
	(m/VS)	NGF	(MPa)	(MPa)	
Remblais	~1,0*	~43,3*	-	-	-
Eboulis/MIG	~ 7,0	~37,5	0,89	9,0	2/3
SIG	~8,5	~36,0	1,80	14,5	1/2
MC de Saint Ouen	~22,5	~22,0	2,90	35,0	1/2

**variable selon les aménagements passés du site*

Nous rappelons que les Remblais peuvent présenter des surépaisseurs localisées en fonction des aménagements passés du terrain et renfermer tout aussi bien des niveaux indurés de toutes dimensions que des passages complètement décomprimés. A ce titre, nous rappelons qu'une frange de sol remaniée a pu être observée sur site dans l'environnement de la conduite apparente, plus particulièrement au niveau des voiles Nord et Est (mur séparatif en retour dans le vide sanitaire). Ces voiles descendent plus en profondeur, très probablement sur la hauteur du 3^{ème} niveau de sous-sol contigu sur ce secteur.

Pour la pression limite, il a été retenu la moyenne arithmétique diminuée d'un demi écart-type arrondie, limitée à 1,5 fois la plus petite valeur.

Pour le module pressiométrique, il a été retenu la moyenne harmonique arrondie.

6.2.2 Conditions d'assise du bâtiment

Les éléments porteurs du vide sanitaire reposent sur des semelles filantes ou isolées dont les caractéristiques dimensionnelles sont rappelées ci-après :

R01	Nature de la fondation	Semelle isolée sous poteau, affleurante au niveau du sol
	Caractéristique géométrique	-Identification d'une sur largeur de béton en partie haute avec une base de fondation en béton coffré. -La fondation présente un aspect circulaire. -Le débord mesuré est de 1,3 m par rapport au nu du poteau carré. Ce débord est légèrement inférieur au niveau de la partie coffré
	Profondeur de l'assise	1,25 m/sol VS (~43 NGF)
	Nature du sol d'assise	Marne argileuse verdâtre à beige
	Remarque	Remontée d'eau, légère humidité en fond de fouille
R02	Nature de la fondation	Semelle filante coulée pleine fouille, affleurante au niveau du sol
	Caractéristique géométrique	-Débord par rapport au nu du mur de 1,40 m en partie haute à environ 1,30 m à la base -Epaisseur de fondation : 1,35 m
	Profondeur de l'assise	1,35 m/sol VS (~42,9/43 NGF)
	Nature du sol d'assise	Marne argileuse verdâtre
	Remarque	Légère humidité en fond de fouille
R03	Nature de la fondation	Semelle filante affleurante au niveau du sol
	Caractéristique géométrique	La semelle, d'une épaisseur totale de 1,25 m montre une sur largeur à la base : -Sur les premiers 60/70 cm (béton banché), le débord par rapport au nu du mur est d'environ 1,30 m; -La base de la fondation (coulage a priori pleine fouille) d'une épaisseur de 0,50 m, montre un débord légèrement supérieur à 1,60 m/nu du mur
	Profondeur de l'assise	1,25 m/sol VS (~43 NGF)
	Nature des terrains d'assise	Argile beige-verdâtre bariolée avec des traces rouilles d'oxydation
	Remarque	Légère humidité en fond de fouille

6.3 DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE VIS-A-VIS DE L'ALEA DISSOLUTION DE GYPSE

Les sondages descendus à la profondeur de 30 m par rapport au sol du vide sanitaire, soit à une profondeur de l'ordre de 38 à 40 m/sol par rapport au sol extérieur n'ont pas recoupé d'« anomalie » significative nécessitant de prévoir des dispositions spécifiques vis-à-vis de cet aléa géologique (confortation des sols par injection).

Excepté la présence de passages altérés/décomprimés de faible amplitude observés à la base de la formation du Saint Ouen entre 20 et 23 m de profondeur, les sols d'assise du bâtiment sont de bonne compacité d'ensemble.

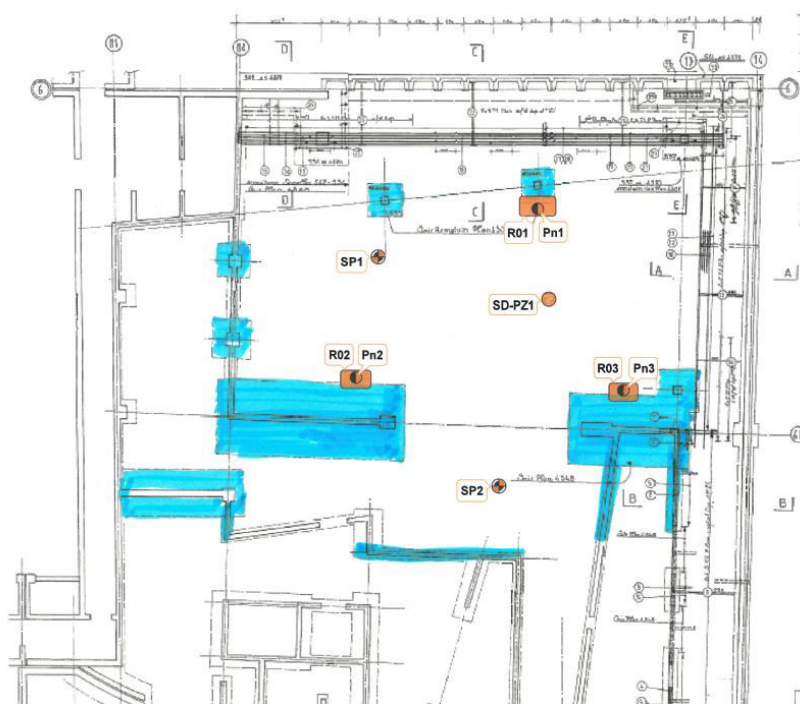
6.4 IDENTIFICATION DES CONTRAINTES GEOTECHNIQUES


Au regard du projet présenté et de la configuration du site, nous passons en revue les principales contraintes géotechniques à partir desquelles ont été étudiées les conditions techniques d'adaptation au sol des aménagements envisagés :

- **Les conditions d'assise de la structure existante**, fondée au moyen de semelles filantes ou isolées, de grande largeur, dont l'assise se situe globalement à la cote 43 NGF au droit des zones investiguées. La présence de ces ouvrages de fondation constitue donc une contrainte importante pour l'implantation du studio 3D et ses pièces attenantes dans les conditions présentées, sur un sol préalablement approfondi. A défaut de modifier la configuration du projet, le décaissement des sols nécessitera donc d'approfondir la base des murs porteurs et de recréer un dispositif de fondations adapté. Le dimensionnement du projet de fondation sera effectué sur la base des valeurs de descentes de charges qui devront nous être confirmées par le bet Structure. Concernant l'existant, nous rappelons l'estimation indiquée par ce dernier :

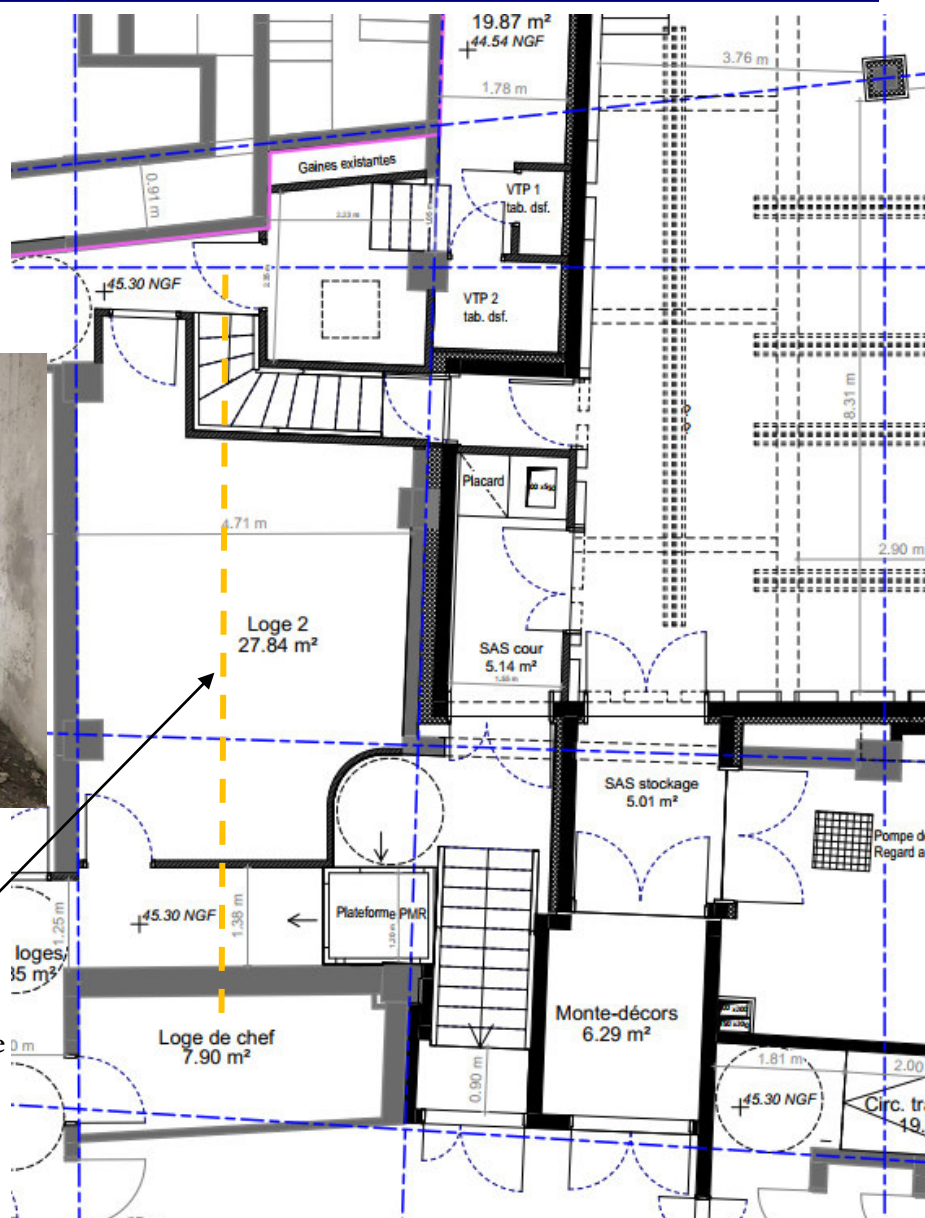
« Pour les fondations existantes, nous avons estimé la descente de charge sous la semelle la plus importante (reconnaissance R02). Nous estimons cette descente de charges à environ 60 t/ml au-dessus de la semelle, et environ 80 t/ml au niveau de l'assise... »

Cette phase d'adaptation de la structure existante s'effectuera selon une méthodologie spécifique de travaux réalisés en sous-œuvre. De principe, ces travaux devraient intéresser les appuis suivants :



- Ce dimensionnement devra également intégrer certaines configurations spécifiques notamment dans la zone contigüe *Est* entre la structure indépendante du studio 3D et la zone « technique » sur planchers mezzanine dont les charges devront être reprises par un voile porteur à créer.
- 

- **Les terrassements pour le décaissement du sol du vide sanitaire** envisagé sur une emprise partielle. La nécessité de garantir la stabilité des sols environnants autour de la fouille et celle des ouvrages non approfondis (dalle en pied de voiles *Nord* et *Est*...) impliquera des adaptations techniques adaptées : soutènement provisoire, terrassement par puits blindés...
- **La présence d'une conduite de grand diamètre** et les présomptions de surépaisseurs de remblais dans l'environnement de l'ouvrage liées potentiellement à son installation mais également à la présence d'un 3^{ème} niveau de sous-sol induiront des adaptations particulières pour les fondations à reprendre ou à réaliser dans ce secteur.



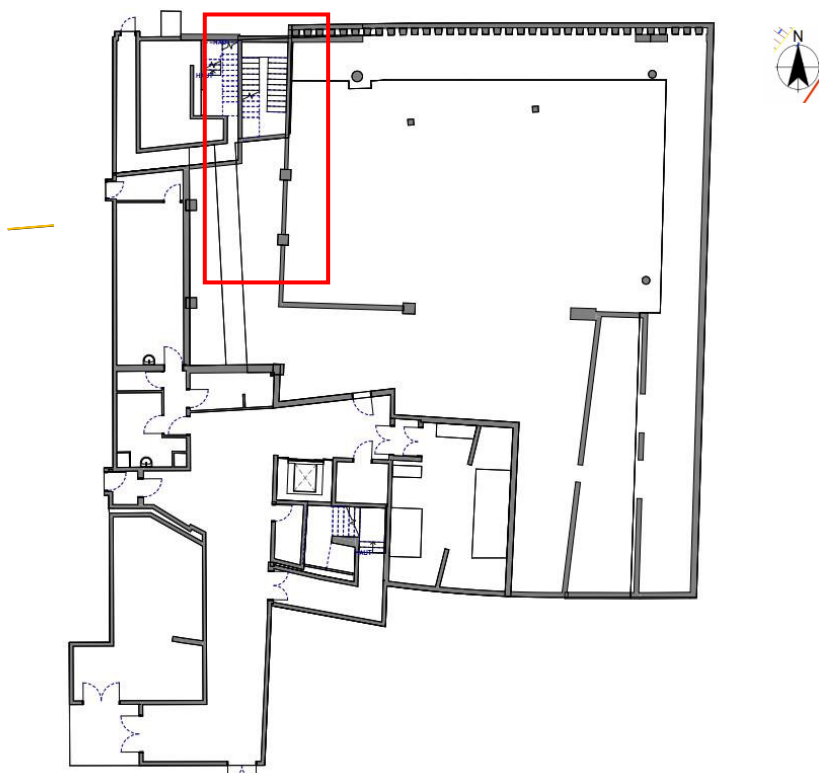
- **La présence d'eau dans les sols et l'environnement globalement très humide** du vide sanitaire imposeront des dispositions spécifiques de façon à permettre la transformation du vide sanitaire en locaux « nobles » (drainage, cuvelage...).

On rappellera qu'en l'état des données collectées (enquête hydrogéologique, premières mesures piézométriques...) la nappe ne devrait pas impacter le projet. Les mesures de protection devront préférentiellement permettre la gestion des circulations superficielles et des infiltrations pénétrantes constatées au travers des voiles béton. On se reportera à ce titre aux conclusions du rapport d'expertise établi par le cabinet Lamy : **document LY24108361 – version 2 du 3 décembre 2024.**

6.5 LIMITES DE L'ETUDE

Au terme de la présente étude et des données collectées à partir des investigations réalisées, certains éléments de la configuration de la structure existante restent à confirmer, de façon à permettre la définition d'un projet d'adaptation précis, en adéquation avec la situation du bâtiment. Ces incertitudes portent plus particulièrement sur les points suivants :

- Les conditions d'assise des murs porteurs *Nord/Nord-Ouest*, situés en limite ou à proximité du 3^{ème} sous-sol et dont les observations effectuées laissent présager d'une profondeur d'assise supérieure aux niveaux constatés à partir des fouilles de reconnaissance de fondation.



- Les caractéristiques dimensionnelles et structurelles de la dalle ou « banquette » positionnée en pied de voiles *Nord* et *Est*. Ces données influenceront sur les conditions de réalisation du décaissement (stabilité en phase travaux et en phase définitive) ainsi que sur les conditions d'adaptation envisagées : micropieux traversants, côté *Nord*, et démantèlement localisé de l'ouvrage, côté *Est*.
- Les valeurs des descentes de charges devront être précisément indiquées pour chacun des éléments de fondation existants impactés par le projet.
- Le contexte anti-vibratile envisagé pour le studio 3D qui pourra induire des sollicitations particulières sur les fondations du projet et notamment des efforts horizontaux. En l'état, aucune valeur n'a été considérée dans le cadre du dimensionnement proposé.

- L'ensemble des solutions techniques proposées restent subordonnées aux conditions d'accès à l'intérieur du vide sanitaire.

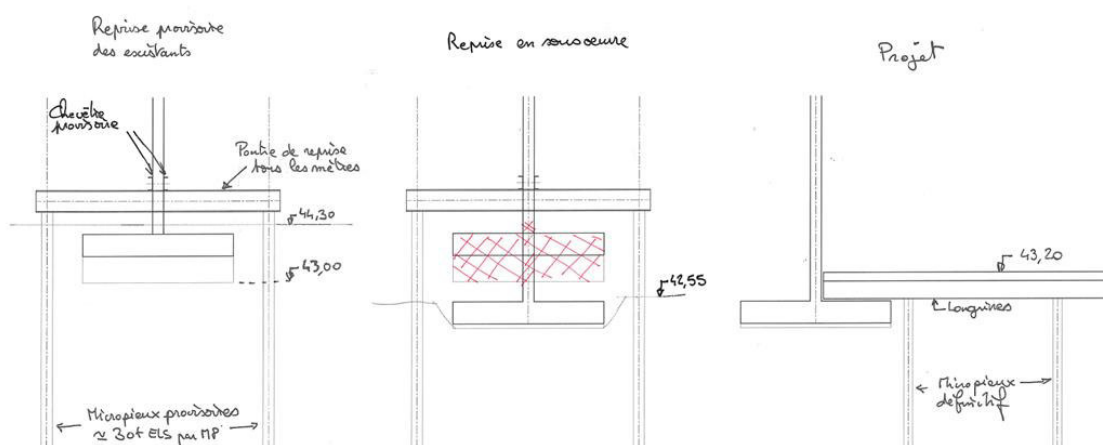
6.6 ETUDE DU PROJET DE REPRISE EN SOUS-ŒUVRE

6.6.1 Principes généraux

Le décaissement des sols nécessitera donc d'approfondir la base des murs porteurs impactés par le projet et de recréer un dispositif de fondations sous le niveau du projet. Cette phase d'adaptation de la structure existante s'effectuera selon une méthodologie spécifique de travaux réalisés en sous-œuvre.

Cette méthodologie sera précisément étudiée et dimensionnée par l'entreprise générale dans le cadre d'une mission géotechnique de type G3. Nous rappelons que certaines incertitudes identifiées au terme de la présente mission nécessiteront des reconnaissances spécifiques complémentaires (cf. chapitre 6.5).

Au stade de notre intervention, nous envisageons une reprise en sous-œuvre avec un dispositif de « pontage » en phase provisoire par l'intermédiaire de micropieux ou de puits blindés alternés permettant de réaliser des semelles filantes ou isolées, provisoires puis définitives reprenant en sous-œuvre les voiles et les poteaux existants, en les reportant dans les marnes tout en assurant un ancrage minimal de 50 cm au minimum au-delà du fond de fouille et de tout remblais.



Principe général de la RPSO

Cette reprise en sous-œuvre sera exécutée par passes alternées (type 1-2-3-1-2 ou 1-2-3-4). Les largeurs des passes seront limitées à 1,2 m.

La jonction avec l'existant sera traitée par un bourrage au mortier sans retrait ou au ciment expansif, ou par la mise en place de vérins plats destinés à la mise en charge des fondations. On veillera à ce que la jonction soit soignée.

Cette technique de soutènement sera associée à un système de surveillance mis en œuvre dès le démarrage des terrassements (cf. application Eurocode 7, chap. 4.5) et qui permettra de vérifier que l'ouvrage se comporte comme prévu.

On s'assurera que la reprise en sous-œuvre ne nécessite pas de butons. Les murs et plancher haut du sous-sol seront cependant étayés pour éviter toute déformation en phase de travaux.

De plus, il conviendra, de ne pas perdre de vue que les matériaux d'assise sont peu cohérents, et qu'ils présentent une faible tenue à court terme.

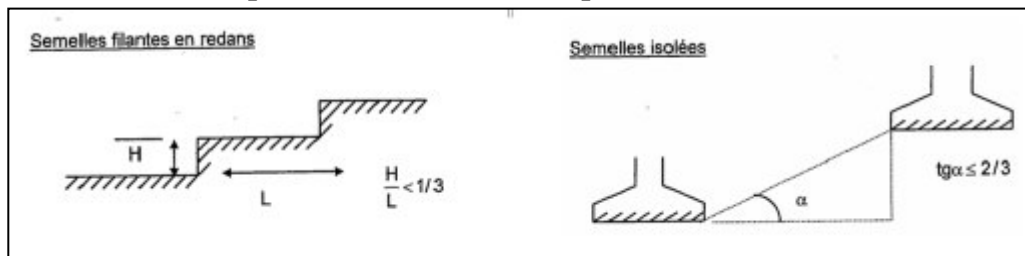
En tout état de cause, il est exclu de réaliser un terrassement ou des fondations sans assurer la stabilité des éléments structurels en place avoisinants par un dispositif adapté pour interdire tout mouvement quelle que soit la phase de mise en œuvre du projet.

On veillera à respecter les sujétions suivantes :

- la stabilité de la construction existante devra être assurée durant les travaux par des dispositifs adaptés posés sur un niveau stable,
- l'assujettissement des puits aux infrastructures à conforter devra être soigneusement étudié et réalisé,
- la fragilité des maçonneries existantes, nécessite de prévoir des dispositions constructives adaptées permettant de minimiser les effets de traumatisme lors de la démolition et suppression de la fondation existante,
- il faut mettre en œuvre un blindage ou soutènement de fouille nécessaire pour garantir la sécurité du personnel et l'absence de mouvement préjudiciable aux ouvrages existants et riverains tant en phase provisoire de chantier qu'en phase définitive,
- en cas d'exécution des fouilles en période humide, il faudra, si nécessaire, prévoir des moyens de pompage pour épuiser les fouilles et prévoir un béton de propreté pour limiter la décompression des sols en présence d'eau,
- la mise en place du béton devra suivre immédiatement l'ouverture des fouilles afin d'éviter tout risque d'altération de leurs parois et assises sous l'effet des venues d'eau. Le bétonnage devra se faire à pleine fouille,

- l'éventualité d'une orientation par semelles impliquerait de respecter les recommandations du paragraphe 8 de la norme NF P 94-261 par rapport aux profondeurs d'assise des fondations.

Dispositions relatives à l'emplacement des fondations



Il est conseillé que les travaux de reprise en sous-œuvre soient conçus et réalisés sous les directives d'un Maître d'œuvre pour garantir une bonne conception, la bonne exécution et la coordination des travaux de reprise des fondations et de gros œuvre.

Les travaux de finition et de reprise des fissures devront être menés en respectant un délai de quelques mois après la fin des travaux de confortement des fondations, pour permettre à la construction de prendre ses nouveaux appuis avec d'éventuels mouvements d'ajustement.

6.6.2 Etude des fondations à réaliser en sous-œuvre

6.6.2.1 Justification du mode de fondation actuel

La justification du système de fondation en place consiste à vérifier les points suivants :

- La compatibilité entre la contrainte de service à la base des fondations induite par les charges de la structure et la contrainte admissible des sols déduite des essais pressiométriques réalisés ;
- L'admissibilité des tassements des fondations de la structure d'après les conditions de déformabilité du sol.

Concernant l'étude des contraintes, d'après les recommandations de l'Eurocode 7 (norme NFP 94-261), il convient de vérifier que la charge verticale transmise par la semelle au terrain (V_d) est inférieure à la résistance nette du terrain ($R_{v,d}$) sous la fondation, selon la formule suivante :

$$V_d - R_0 < R_{v,d}$$

$$\text{soit } V_d - R_0 < (A' q_{net} / \gamma_{Rd,v} \gamma_{R,v})$$

Avec :

- R_0 : valeur du poids de volume de sol constitué du volume de la fondation sous le terrain après travaux et des sols compris entre la fondation et le terrain après travaux ;
- A' : surface effective de la fondation ;
- q_{net} : valeur de la contrainte associée à la résistance nette sous fondation calculé selon la méthode pressiométrique (Annexe D de l'Eurocode 7) soit :

$$q_{net} = k_p Pl_e i_\delta i_\beta$$

Avec :

- i_δ : coefficient de réduction de portance lié à l'inclinaison du chargement ($i_\delta = 1$ si la charge est verticale) ;
- i_β : coefficient de réduction de portance lié à la proximité d'un talus ($i_\beta = 1$ dans le cas de la non proximité d'un talus) ;
- $\gamma_{R;d,v}$: coefficient de modèle = **1,2** par la méthode pressiométrique ;
- $\gamma_{R,v}$: facteur partiel égal à **2,3** à l'ELS caractéristique et quasi-permanent et égal à **1,4** à l'ELU durables et transitoires.

Les tassements théoriques absolus attendus ont été estimés à partir de la relation pressiométrique suivante et en considérant la valeur de contrainte retenue comme hypothèse (0,3 MPa) :

$$s = s_c + s_d = \frac{\alpha \cdot p \cdot \lambda_c \cdot B}{9E_c} + \frac{2 \cdot p \cdot B_0}{9E_d} \left(\frac{\lambda_d \cdot B}{B_0} \right)^\alpha$$

avec

- S : tassement absolu en cm ;
- α : coefficient rhéologique du sol ;
- p : composante normale de la contrainte au sol sous la fondation (ELS) ;
- γ : Densité apparente prise à 1,7 T/m³ ;
- A' : la valeur de la surface effective de la fondation ;
- E_c : Module pressiométrique équivalent dans la zone volumique (sous la fondation) ;
- E_d : Module pressiométrique équivalent dans la zone déviatorique ;
- D : Encastrement minimal en cm ;
- λ_c et λ_d : Coefficients de forme, fonction L/B ;
- B_0 : Largeur de référence = 60 cm ;
- B : Largeur de la fondation en cm ;
- L : Longueur de la fondation en cm.

La justification des conditions d'assise existantes a été effectué à partir du logiciel FOXTA V4.1.12, sur la base du modèle géotechnique présenté ci-avant et en tenant compte d'une valeur de charge estimée à 800 kN/ml à l'ELS (selon hypothèse du bet Structure).

La configuration retenue est la suivante :

- Niveau du sol actuel : ~44,3 NGF
- Niveau d'assise actuel : ~43,0 NGF
- Largeur de la semelle : B= ~3,0 m
- Charges ELS actuelle à la base des fondations du voile le plus chargé : 800 kN/ml

Les résultats obtenus sont les suivants :

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

N° cas de charge	Combinaison	iδβ	kp	ple	qnet	seff	Fglobal	Rvd
1	ELS-Quasi-permanentes	1,00	0,89	890,00	791,99	3,00	2,76	860,85
2	ELS-Caractéristiques	1,00	0,89	890,00	791,99	3,00	2,76	860,85
3	ELU-Fondamentales	1,00	0,89	890,00	791,99	3,00	1,68	1414,30

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Quasi-permanentes	800,00	0,00	78,00	1,00	860,85	-	Ok	Ok	-	1,95
2	ELS-Caractéristiques	800,00	0,00	78,00	1,00	860,85	-	Ok	Ok	-	-
3	ELU-Fondamentales	800,00	0,00	78,00	1,00	1414,30	24,79	Ok	Ok	Ok	-

Ces résultats attestent d'une justification des fondations vis-à-vis de la portance, de l'excentrement et du glissement. En outre, dans les conditions du dimensionnement adoptées, la valeur de tassements absolu théorique obtenue est très élevée et vraisemblablement peu compatible avec le critère admissible pour la déformation de la structure.

6.6.2.2 Définition du projet de Reprise en Sous-Œuvre

L'étude d'une configuration de type semelles approfondies à partir de la situation existante a été effectuée en tenant compte des hypothèses suivantes :

- Niveau d'assise initial : ~43,0 NGF
- Niveau de fond de fouille projet : ~42,5 NGF
- Niveau de l'assise des fondations à réaliser : ~41,5 NGF
- Largeur de la semelle : B= ~3,0 m
- Charges ELS à la base des fondations approfondies : ~ 900 kN/ml

Les résultats obtenus sont les suivants :

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

N° cas de charge	Combinaison	iδβ	kp	ple	qnet	seff	Fglobal	Rvd
1	ELS-Quasi-permanentes	1,00	0,87	962,45	835,47	3,00	2,76	908,12
2	ELS-Caractéristiques	1,00	0,87	962,45	835,47	3,00	2,76	908,12
3	ELU-Fondamentales	1,00	0,87	962,45	835,47	3,00	1,68	1491,90

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Quasi-permanentes	900,00	0,00	60,00	1,00	908,12	-	Ok	Ok	-	1,84
2	ELS-Caractéristiques	900,00	0,00	60,00	1,00	908,12	-	Ok	Ok	-	-
3	ELU-Fondamentales	900,00	0,00	60,00	1,00	1491,90	24,79	Ok	Ok	Ok	-

Ces résultats attestent d'une justification des fondations vis-à-vis de la portance, de l'excentrement et du glissement. La valeur de tassement absolu théorique reste cependant très élevée, dans le même ordre de grandeur que celle précédemment estimée (chapitre 6.6.2.1).

Pour rappel, la justification de l'état existant et le dimensionnement du projet d'approfondissement des semelles filantes ont été menés à partir d'une valeur estimative et localisée de la charge. Au regard des enjeux, les orientations et le projet de fondation associé devront être donc confirmés à partir des données structurelles détaillées (état existant/état projet).

En l'état, nous retenons que les tassements absolus sous les charges considérées (existant/projet) sont particulièrement élevés et que les valeurs obtenues dans les deux configurations se placent dans le même ordre de grandeur. En conséquence, si l'on admet que les tassements initiaux sous les semelles en place se sont manifestés après la construction et le chargement des sols, il peut donc admis un différentiel de tassement millimétrique entre la configuration actuelle et la configuration projetée.

Cette approche reste toutefois qualitative et ne permet pas d'écarter des valeurs de tassement localement plus fortes. En outre, le contexte de reprise partielle augmente le risque de déformation de la structure par suite de phénomènes différentiels non maîtrisés.

Par conséquence, la nécessité de réduire le risque de tassement incite à proposer une orientation par micropieux ancrés dans le Marno-calcaire de Saint Ouen. Cette orientation nous semble particulièrement cohérente dans l'hypothèse de la suppression des poteaux actuellement existants dans l'emprise du studio 3D et de leur reconstitution en dehors de ses limites avec l'hypothèse d'une charge à reprendre de 150 tonnes par poteau à l'ELS.

Cette solution conduirait à utiliser pour la phase définitive les micropieux nécessaires pour la phase provisoire de la reprise en sous-œuvre.

6.6.2.4 Dimensionnement des micropieux de la phase provisoire de la RPSO maintenus en phase définitive

A. GENERALITES

Nous proposons l'exécution de micropieux type III (Classe 8, Catégorie 19 selon l'Eurocode 7), dimensionnés afin de reprendre en phase définitive les charges des éléments porteurs approfondis, soit en première approche, une valeur de 45 tonnes à l'ELS.

Toutefois, plusieurs techniques d'exécution de micropieux sont envisageables et il appartient à l'entreprise, en fonction des moyens dont elle dispose et après visa du maître d'œuvre concepteur du projet de définir la méthode la plus adaptée à la bonne exécution de ces fondations.

Les outils et méthodes de forage devront être adaptés à chaque couche de sol rencontrée et devront permettre de traverser les terrains d'assise pouvant renfermer localement des blocs et/ou contenant des éléments de grandes dimensions, de respecter l'ancrage et les profondeurs demandés (machine avec un couple élevé, ...) et de garantir une continuité de bétonnage. Des avant-trous pourront s'avérer nécessaire.

De plus, nous précisons que la plateforme devra être réceptionnée par l'entreprise qui réalisera les micropieux avant mise en œuvre de la foreuse.

B. REGLEMENTS UTILISES

La réalisation des micropieux et les essais de contrôle à effectuer après exécution devront être conformes aux préconisations de la norme d'application NF P 94-262/A1 (Eurocode 7).

C. PARAMETRES DE DIMENSIONNEMENT

On s'assurera que la charge verticale transmise par le micropieu au terrain (F_{cd}) est inférieure à l'effort limite mobilisable par frottement axial sur la hauteur du fût du micropieu concernée (R_{sd}) selon la formule suivante :

$$F_{cd} < R_{sd}$$

Aux ELS

$$R_{sd} = \frac{0.7 \times R_{sk}}{\gamma_{cr}}$$

Avec : $\gamma_{cr} = 0,9$ en compression (ELS Caractéristiques),

$= 1,1$ en compression (ELS Quasi-permanent),

R_{sk} la valeur caractéristique de la résistance de frottement axial,

$$R_{sk} = \left(\frac{R_s}{\gamma_{Rd1} \gamma_{Rd2}} \right)$$

Avec : $\gamma_{Rd1}, \gamma_{Rd2}$ les coefficients de modèle pour la méthode pressiométrique

R_s la valeur de la résistance de frottement axial,

$$R_s = P_s \int_0^l q_s(z) dz$$

Avec : P_s le périmètre du fût du pieu,

l la hauteur du micropieu concernée,

$q_s(z)$ la valeur du frottement axial unitaire limite à la cote z ,

$$q_s = \alpha_{\text{pieu-sol}} f_{\text{sol}} [p_l^*(z)]$$

Avec : $\alpha_{\text{pieu-sol}}$ un paramètre adimensionnel dépendant du type de pieu et du type de sol,

f_{sol} une fonction qui dépend du type de pieu et des valeurs de P_l .

Aux ELU

$$R_{sd} = \frac{R_{sk}}{\gamma_s}$$

Avec : $\gamma_s = 1,1$ en compression (ELU Durable et transitoire),

$= 1,1$ en compression (ELU Accidentel),

R_{sk} la valeur caractéristique de la résistance de frottement axial.

Pour des pieux de type III (Classe 8, Catégorie 19 selon l'Eurocode 7), les paramètres de dimensionnement à prendre en compte sont repris dans le tableau suivant :

Formation	Base de la formation		a	b	c	$\alpha_{\text{pieu-sol}}$	Pl^*	f_{sol}	q_s	$\gamma_{Rd1} \times \gamma_{Rd2}$
	m/VS	NGF	(-)	(-)	(-)	(-)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(-) x (-)
Eboulis/MIG	~ 7,0	~37,5	0,003	0,04	3,5	2,7	890	40,8	110,1	2,0 x 1,1
SIG	~8,5	~36,0	0,01	0,06	1,2	2,9	1800	69,0	200,11	1,4 x 1,1
Saint Ouen	~22,5	~22,0	0,008	0,08	3,0	2,4	2900	103,2	247,64	2,0 x 1,1

D. DIMENSIONNEMENT DES MICROPIEUX

Au stade de notre étude, nous considérerons des micropieux de type III, de diamètre 200 mm et 250 mm, réalisés depuis la cote 44,3 NGF (sol actuel) et ancrés au toit de la formation du Marno-calcaire de Saint Ouen. Le frottement latéral sera considéré à partir de la cote 41,5 NGF, soit environ 1,0 m sous le niveau du fond de fouille théorique du vide sanitaire.

Concernant la charge sur les fondations, une valeur de 45 tonnes à l'ELS Car. a été retenue par le dimensionnement effectué.

Les charges pouvant être reprises par les micropieux en fonction de la profondeur sont données dans le tableau suivant :

Diamètre (mm)	Profondeur (m/sol VS actuel)	ELS-QP	ELS-CAR	ELU-FOND
		kN		
200	12,0	334,3	409,0	477,8
	13,0	379,3	464,0	542,1
	14,0	424,3	519,0	606,4
250	10,5	333,6	408,0	476,7
	11,5	389,8	476,8	557,1
	12,5	446,0	545,6	637,5

Nous rappelons que les micropieux ne travaillent qu'en frottement.

Pour rappel, les formations, présentes sur site, renferment certainement des niveaux indurés et/ou des blocs de toute dimension.

6.7 PRINCIPE DE FONDATION DU PROJET

6.7.1 Principe général

Ce chapitre intéresse les orientations générales et le dimensionnement des systèmes de fondation de l'ensemble des ouvrages envisagés dans le cadre du projet, et plus particulièrement :

- Le studio 3D et les différentes pièces attenantes prévus sur un dispositif constitué d'un plancher sur ressorts porté par une dalle indépendante ;
- Des éléments porteurs à créer : appuis des planchers de la mezzanine, poteaux à repositionner en dehors de l'emprise du studio (en option) ;
- Les différents ouvrages envisagés : escaliers, ascenseurs, monte-charge...

Pour ces ouvrages, il sera également privilégié une orientation par micropieux pour les raisons suivantes :

- La nécessité de réduire les risques d'interaction entre les fondations en place et celles du projet ;
- La conception du studio 3D avec un plancher réhaussé le long du voile *Nord*, envisagé sur des appuis qui traverseront la dalle existante en pied (« banquette ») ;
- Le risque de recouper localement des fortes épaisseurs de remblais notamment au droit de la partie Nord-Ouest du projet dans l'environnement immédiat du 3^{ème} sous-sol et de la conduite existante ;
- La nécessité de reprendre des charges très élevées sous les poteaux à reconstituer en dehors de l'emprise du studio.

Sur l'emprise du studio, les micropieux seront liaisonnés par un réseau de longrines.

6.7.2 Ebauche dimensionnelle

Au stade de notre étude, nous considérons des micropieux de type III, de diamètre 200 mm, ancrés au toit de la formation du Marno-calcaire de Saint Ouen.

Le fond de fouille théorique a été considéré à la cote 42,5 NGF, soit un frottement considéré à partir de la cote 42,0 NGF. Les profondeurs indiquées dans le tableau ci-après ont été considérées à partir de ce niveau altimétrique.

Les charges pouvant être reprises par les micropieux en fonction de la profondeur sont données dans le tableau suivant :

Diamètre (mm)	Profondeur (m)	ELS-QP	ELS-CAR	ELU-FOND
		kN		
200	7,0	212,8	260,3	304,2
	8,0	257,8	315,4	368,5
	9,0	302,8	370,4	432,8
	10,0	347,8	425,4	497,0

Pour la reprise des charges poteaux à reconstituer, il pourra être envisagé la réalisation de 4 micropieux descendus vers 10,0 m de profondeur.

Nous rappelons que les micropieux ne travaillent qu'en frottement.

Pour rappel, les formations, présentes sur site, renferment certainement des niveaux indurés et/ou des blocs de toute dimension.

Aucun effet de groupe n'a été considéré dans le cadre de ce dimensionnement. Il a été pris en compte que les distances entraxes des pieux sont supérieures à 3 fois le diamètre. Dans le cas contraire, l'entreprise titulaire du marché devra impérativement prendre en compte des coefficients de groupe dont les valeurs varient en fonction des dispositions des pieux sous les appuis.

Quelle que soit la technique de micropieux retenue par l'Entreprise, elle devra être dument justifiée lors de la mission G3, conformément aux normes en vigueur (et/ou au procédé interne propre à l'Entreprise spécialisée) tout en garantissant que la mise en œuvre permette de traverser des niveaux indurés, des sables sous l'eau, de maintenir les parois des forages et d'atteindre les profondeurs minimales requises.

6.7.3 Sujétions de conception et d'exécution des micropieux pour l'ensemble du projet

Il conviendra de respecter les sujétions générales suivantes :

- La stabilité des parois du forage devra être assurée par l'utilisation d'outils adaptés au contexte géotechnique du site (mise en place d'un tube de travail...).
- L'ouvrage est probablement concerné par la présence d'une nappe superficielle, il sera donc nécessaire de se prémunir du risque de corrosion des micropieux.
- Les conditions d'exécution des micropieux seront de la responsabilité de l'entreprise et devront être adaptées en fonction du contexte géotechnique général du site, accès restreint et exigü nécessitant un matériel adapté.
- À noter que dans les formations argileuses, des phénomènes de rétractation des argiles peuvent survenir, ce qui pourrait entraîner une diminution du diamètre du pieu en phase travaux et éventuellement coincer l'outil de foration. Toutes les précautions devront être prises vis-à-vis de ces phénomènes.
- La distance minimale entre deux micropieux devra être au moins égale à 3 fois le diamètre du micropieu. Sinon il faudra tenir compte d'un effet de groupe, dont la valeur pourra être déterminée dans le cas d'une étude complémentaire.
- La médiocre compacité des couches superficielles (remblais, limons et sables argileux) pourra éventuellement entraîner des efforts parasites horizontaux qu'il est nécessaire de prendre en compte et que le maître d'œuvre concepteur du projet devra quantifier.
- L'entreprise mettra en œuvre un matériel adapté lui permettant d'atteindre les profondeurs et fiches minimales requises.
- Les micropieux soumis à des efforts horizontaux ou des moments devront être armés en conséquence.
- L'entreprise devra mettre en place des dispositifs nécessaires permettant d'éviter que les parties enterrées des constructions mitoyennes soient impactées par des arrivées d'eau et/ou de béton.
- Des surconsommations de coulis ou de béton sont à prévoir dans les remblais et les niveaux remaniés.
- En cas d'exécution des fouilles et des longrines en période humide, il faudra au besoin prévoir des moyens de pompage pour épuiser les fouilles et prévoir un béton de propreté pour limiter la décompression des sols en présence d'eau.

6.8 APPROFONDISSEMENT DU SOUS-SOL

Les travaux de terrassement envisagés consisteront à approfondir le vide sanitaire actuel et à reprendre en sous-œuvre les fondations des éléments porteurs qui seront attenants au projet.

Compte-tenu de la nature du sol, les terrassements pourront être réalisés avec des moyens traditionnels. Toutefois, la présence certaine de blocs pourra nécessiter l'utilisation de matériel spécifique. Il est toutefois à proscrire l'usage de matériel générant des vibrations importantes pouvant engendrer désordres au niveau des existants.

Les remblais et les anciens ouvrages enterrés devront être totalement excavés et évacués du site.

Bien que situé au-dessus de la nappe, des venues d'eau pourront apparaître en cours des terrassements, et nécessiter la mise en œuvre d'un pompage et d'une évacuation en dehors du site.

Pour ne pas déstabiliser les existants, il sera préalablement nécessaire d'installer un système d'étalement provisoire des éléments porteurs.

Les terrassements liés à la reprise des fondations existantes devront être réalisés à l'abri de puits blindés ou tranchée blindée.

Au stade de notre étude, ces travaux de terrassement devront également être exécutés à l'abris des puits blindés associés à des longrines rigidifiées.

En tout cas la stabilité du site en phase travaux devra être justifiée préalablement au début des travaux par l'entreprise (Mission G3). Cette justification devra tenir compte du projet définitif et devra être soumise à l'approbation du bureau de contrôle et du BET géotechnique en charge de la mission G4.

Dans le cadre de cette étude, nous retiendrons les caractéristiques intrinsèques suivantes :

Sols	Poids volumique (kN/m ³)	Long terme		Coefficient rhéologique α
		C' (kPa)	φ' (°)	
Eboulis/MIG	19	10	20	2/3

Les sols en subsurface sont potentiellement sensibles aux variations hydriques en termes de portance, cela pourrait poser des problèmes de traficabilité en phase travaux.

Afin d'assurer la circulation des engins et des machines en phase travaux en saison pluvieuse, il pourra être recommandé, de devoir améliorer la portance de l'arase par la mise en œuvre d'empierrements cloutés ou tout autre dispositif équivalent.

6.9 AVOISINANTS/MITOYENS

En tout état de cause, il est exclu de réaliser un terrassement ou des fondations, sans assurer la stabilité des ouvrages avoisinants par un dispositif adapté pour interdire tout mouvement, quelle que soit la phase de mise en œuvre du projet et en phase définitive.

Enfin, nous rappelons que l'Entreprise en charge des travaux devra prévoir la réalisation d'une étude d'exécution G3 qui permettra de valider l'ensemble des aspects géotechniques, notamment vis-à-vis de la solution de soutènement envisagée.

6.10 SYSTEME DE SURVEILLANCE

Par ailleurs, afin de limiter les éventuels désordres au niveau des éléments porteurs existants, l'entreprise générale, devra mettre en place un système de suivi de déplacement au cours des travaux. Ce contrôle consiste à mettre en place des cibles sur les éléments porteurs avec un suivi hebdomadaire par géomètre. Sur ce principe de surveillance, on pourra définir un seuil de vigilance correspondant à 7 mm et un seuil d'alerte équivalent à 10 mm. En ce qui concerne la périodicité du suivi, en deçà du seuil de vigilance, un suivi hebdomadaire sera mis en œuvre, au-delà du seuil de vigilance, 3 mesures par semaine devront être réalisées jusqu'à stabilisation, au-delà du seuil d'alerte, il conviendra d'arrêter le chantier et de mettre en place une solution palliative jusqu'à stabilisation.

6.11 NATURE DES NIVEAUX BAS

Pour l'ensemble du projet, les niveaux bas seront traités en planchers-portés.

6.12 PROTECTION VIS-A-VIS DE L'EAU

Les dispositions de protection restent fonction du degré de protection souhaité par le Maître d'Ouvrage. En l'état, et au regard de la nature du projet, nous estimons que les aménagements envisagés doivent être considérés comme des « locaux nobles » pour lesquels aucune pénétration d'eau ou marque d'humidité ne doivent être tolérées.

D'après les informations collectées (enquête hydrogéologique, conclusions de l'expertise du Cabinet Lamy), les mesures de protection en phase définitive devront permettre de s'affranchir principalement :

- D'infiltrations a priori très localisées à travers les voiles du bâtiment ;
- De venues d'eau dans les sols, potentiellement issues de l'infiltration des eaux météoriques, de circulations superficielles, voir de la mise en charge temporaire de « nappes perchées », d'emprise réduite.

Nous excluons l'impact de la nappe du Bartonien sur le projet. Les relevés piézométriques effectués de septembre 2024 à janvier 2025 tendent à montrer un abaissement lent et progressif du niveau d'eau qui, en l'état, semble correspondre au fluide résiduel du sondage que les sols argileux ne permettent pas d'absorber rapidement.

En phase définitive, et en première approche, il conviendra donc de protéger le studio vis-à-vis des arrivées d'eau horizontales et/ou verticales.

Concernant ces dispositions, nous estimons que la configuration du projet ne permet pas d'envisager une protection classique par culevage.

Il sera donc privilégié un dispositif de drainage horizontal implanté sous les niveaux-bas, de type tapis drainant ou géotextile drainant (*Sometub* ou équivalent), associé à un principe de double-murs ventilés avec récupération des eaux en pied par un ensemble de cunettes.

Les eaux collectées seront renvoyées vers un exutoire relié à un dispositif de relevage efficace.

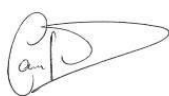
7 ALEAS GEOTECHNIQUES ET CONDITIONS CONTRACTUELLES

1. Les reconnaissances de sol procèdent par sondages ponctuels, les résultats ne sont pas rigoureusement extrapolables à l'ensemble du site. Il persiste des aléas (exemple : hétérogénéités locales) qui peuvent entraîner des adaptations tant de la conception que de l'exécution qui ne sauraient être à la charge du géotechnicien.
2. Le présent rapport et ses annexes constituent un tout indissociable. La mauvaise utilisation qui pourrait être faite suite à une communication ou reproduction partielle ne saurait engager BUREAU SOL CONSULTANTS.
3. Des modifications dans l'implantation, la conception ou l'importance des constructions ainsi que dans les hypothèses prises en compte et en particulier dans les indications de la partie « Présentation » du présent rapport peuvent conduire à des remises en cause des prescriptions. Une nouvelle mission devra alors être confiée à BUREAU SOL CONSULTANTS afin de réadapter ces conclusions ou de valider par écrit le nouveau projet.
4. Au moment de l'ouverture des fouilles ou de la réalisation des premières fouilles, il est conseillé de faire procéder à une visite de chantier par un géotechnicien. Cette visite donne lieu à avis écrit portant sur la vérification de la nature des sols et le niveau d'assise des fondations superficielles ou sur la conformité de la méthode d'exécution des fondations profondes.
5. **Il est rappelé que les missions G1 ES/PGC devront être poursuivies par des missions G2 AVP, G2 PRO, G2 DCE/ACT, puis G3 et G4 (études et suivis d'exécution des ouvrages géotechniques) afin de limiter les aléas géotechniques qui peuvent apparaître en cours d'exécution ou après réception des ouvrages. BS CONSULTANTS se tient à la disposition du Maître d'Œuvre pour la réalisation de ces missions.**

LES ULIS, le 3 février 2025,

N. CAMPIGOTTO
Ingénieur rédacteur

V-D. THAN
Ingénieur relecteur



ANNEXE 1

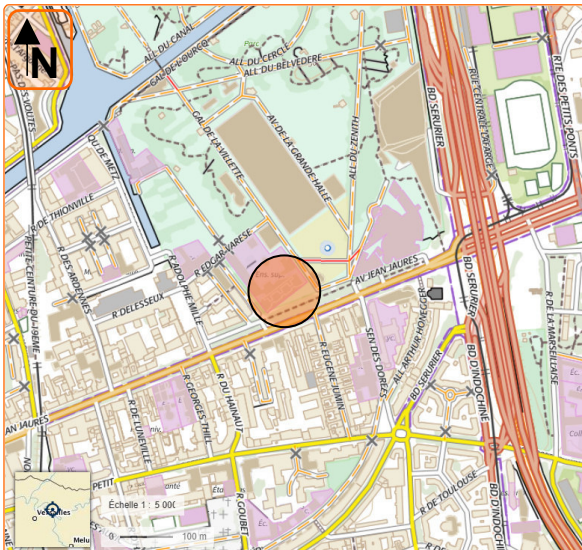
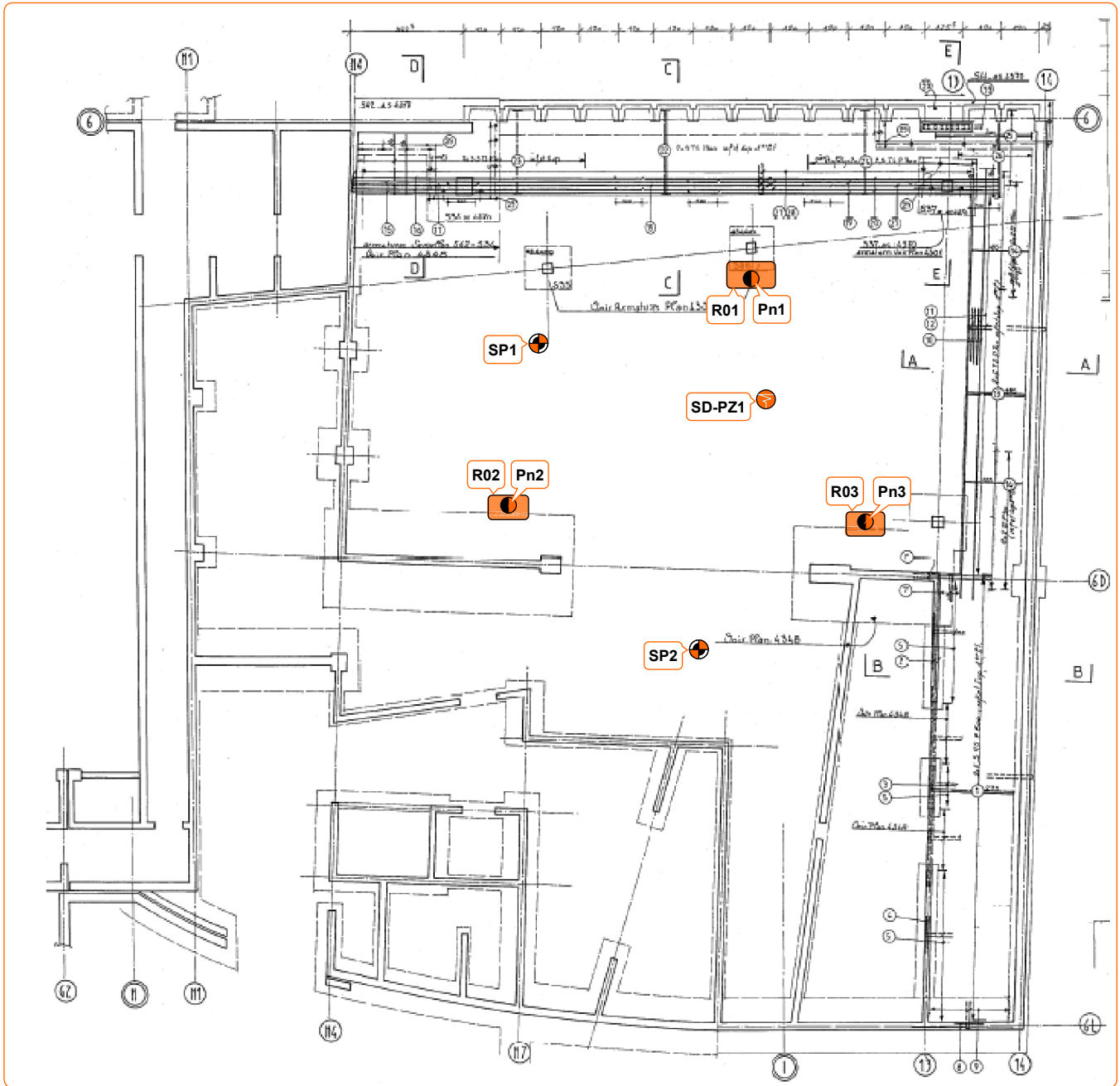
PLAN D'IMPLANTATION DES INVESTIGATIONS IN-SITU

DOSSIER : 2024-07-13





CLIENT : CNSMD DE PARIS

CHANTIER : 209, avenue Jean Jaurès - PARIS 75019

PLAN D'IMPLANTATION DES INVESTIGATIONS IN-SITU



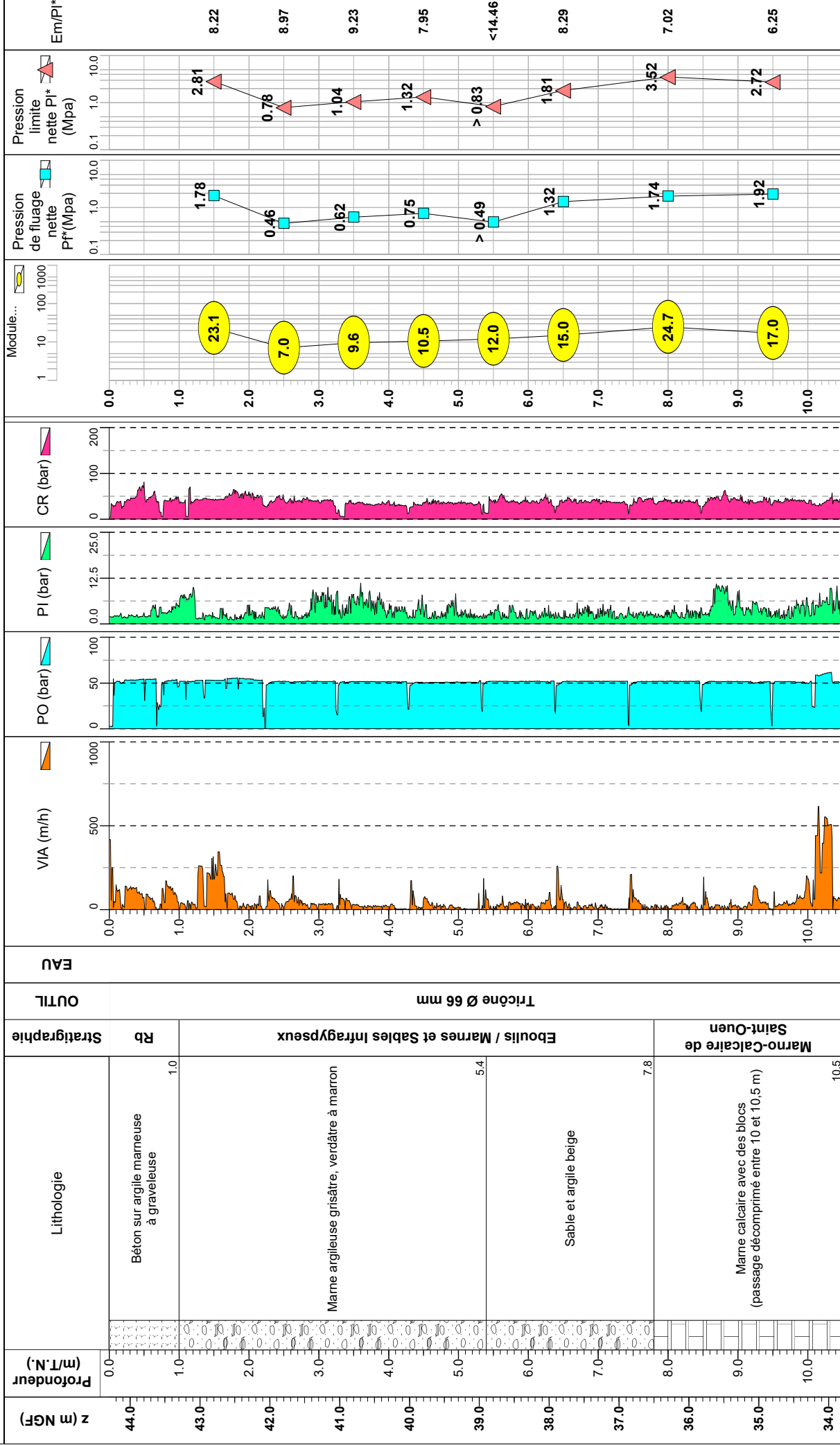
Légende :

-  **SP**: Sondage pressiométrique
-  **R0**: Fouilles de reconnaissance de fondation
-  **Pn**: Sondage pénétrométrique
-  **SD-PZ**: Sondage destructif équipé d'un piézomètre

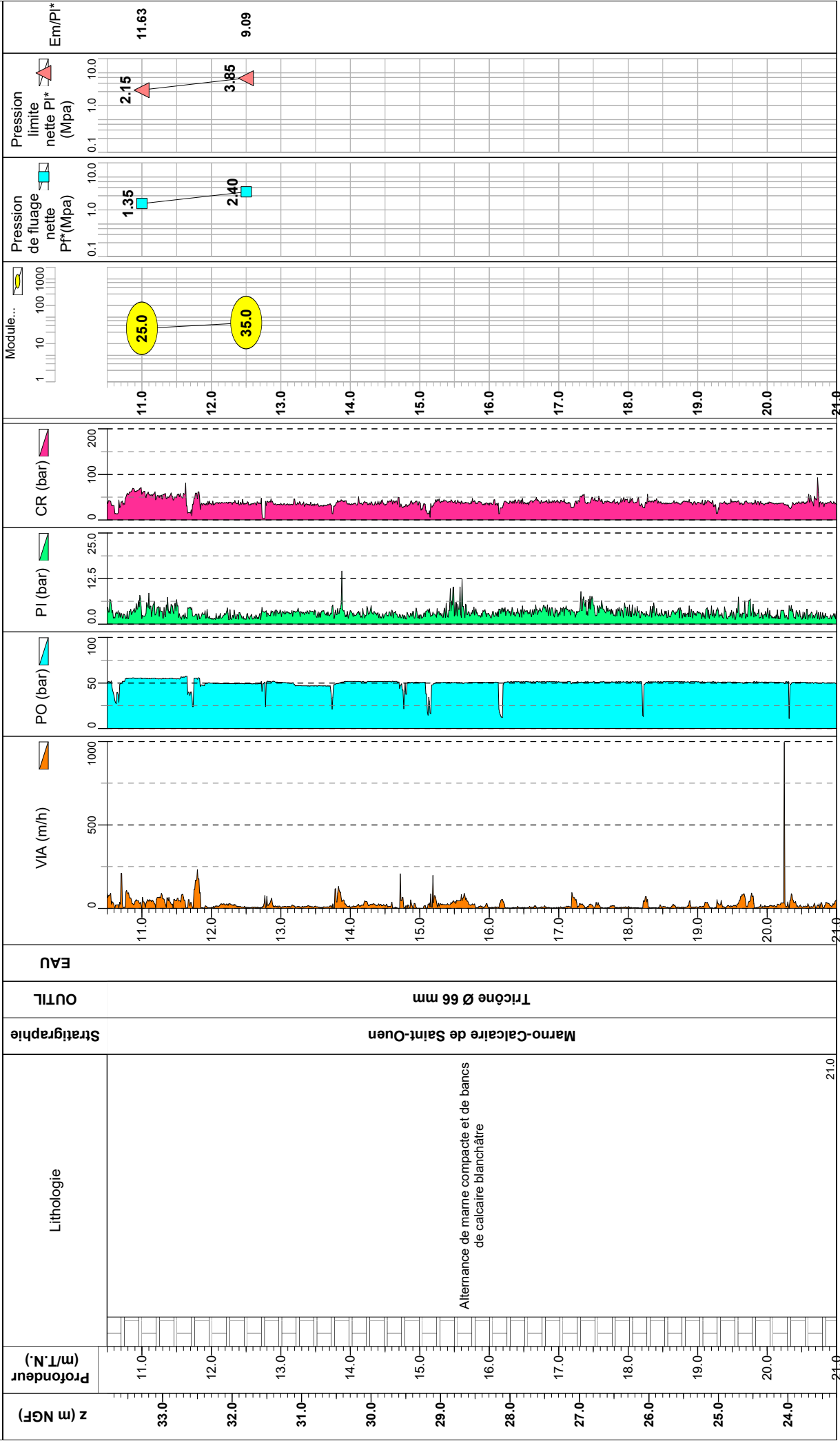
ANNEXE 2

COUPES DES SONDAGES

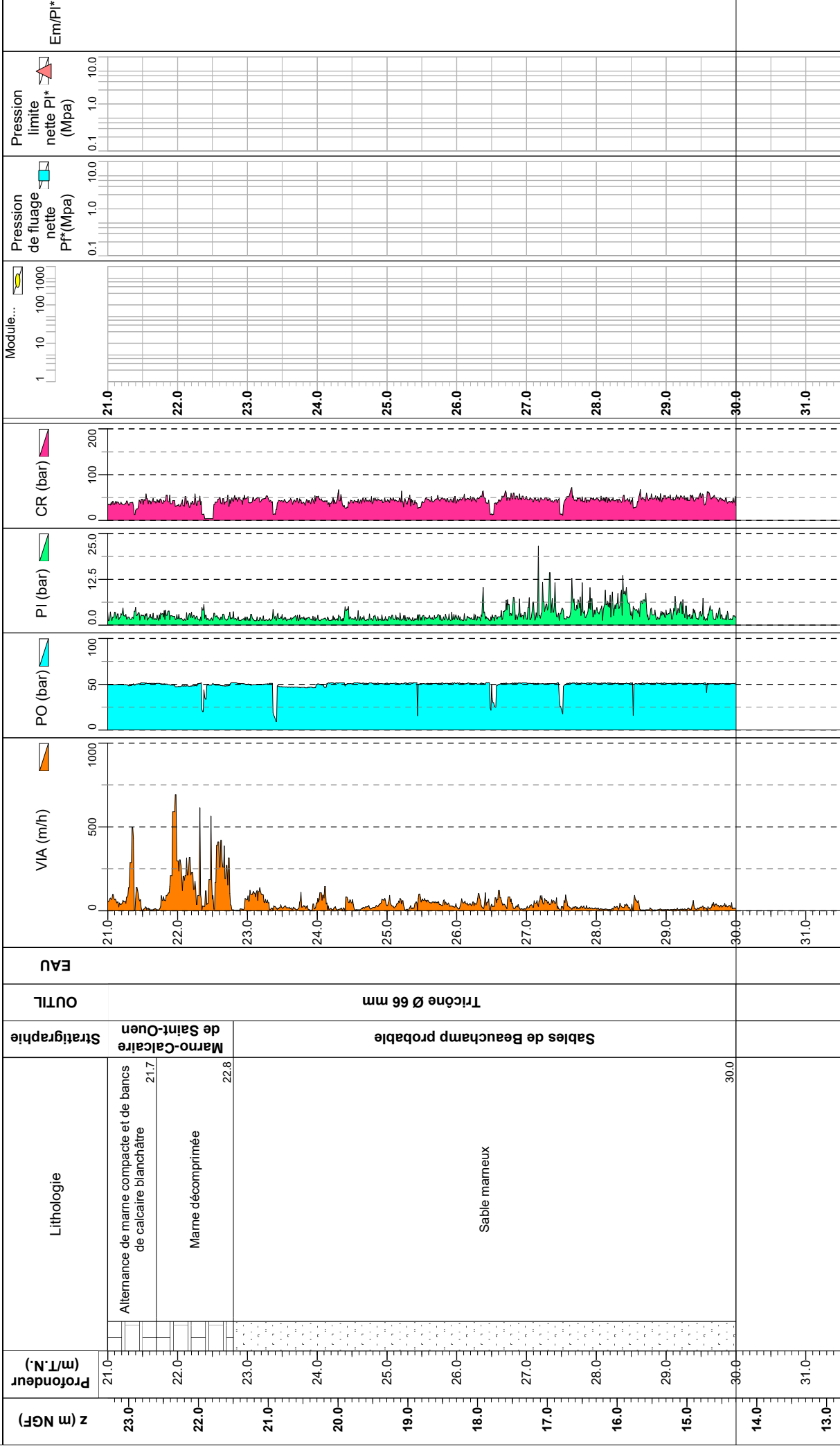
Remarque :



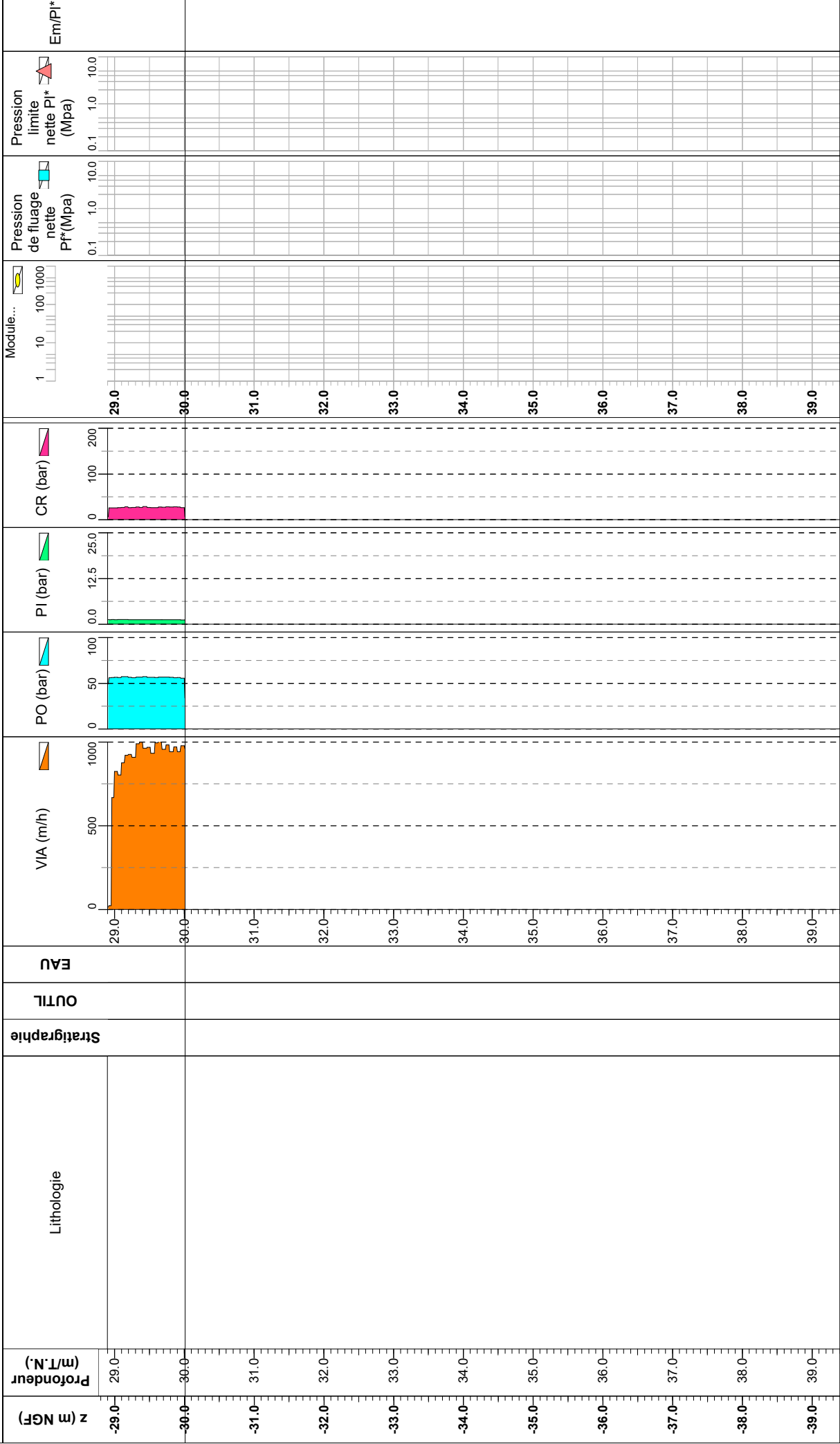
Remarque :



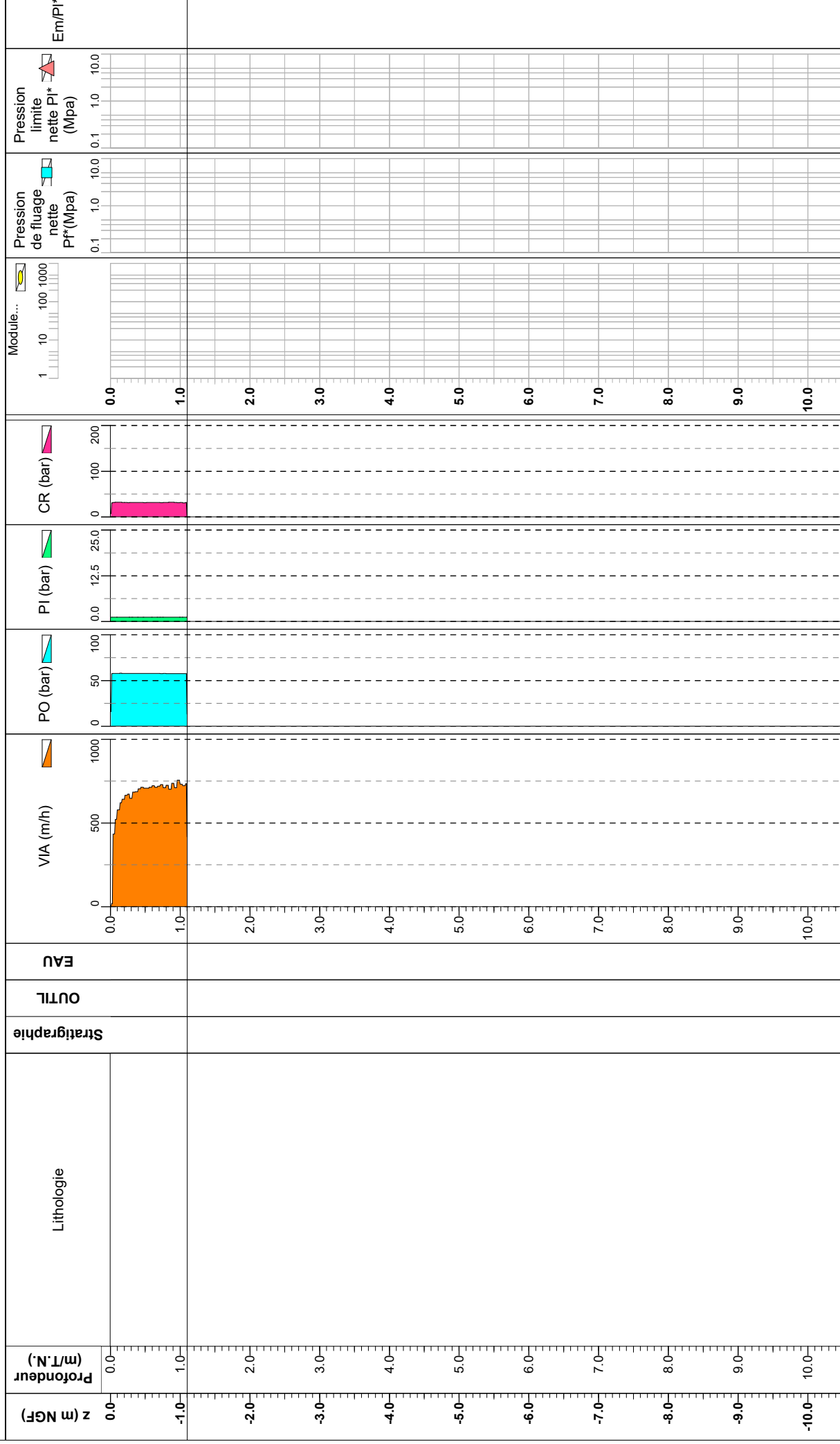
Remarque :



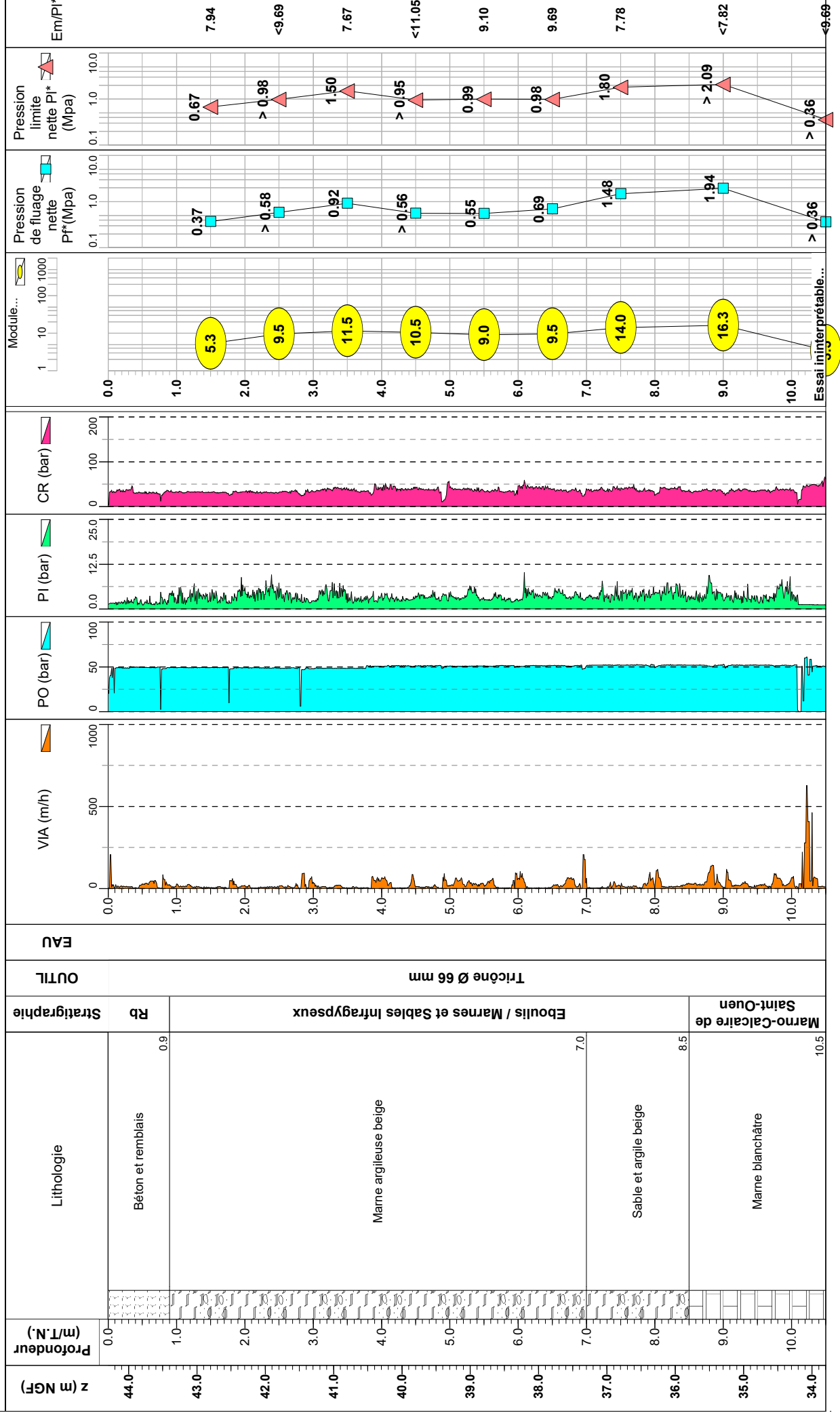
Remarque :



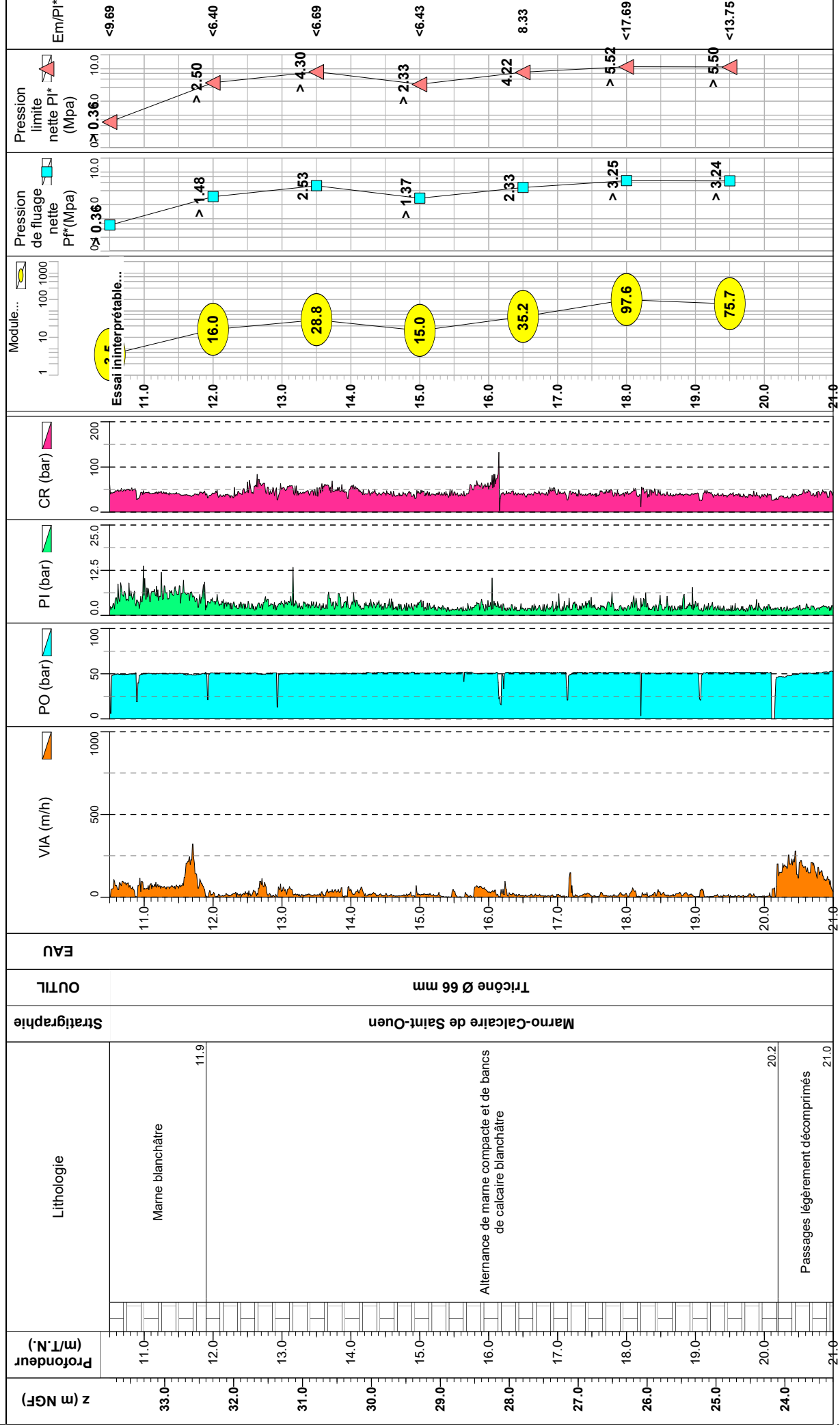
Remarque :



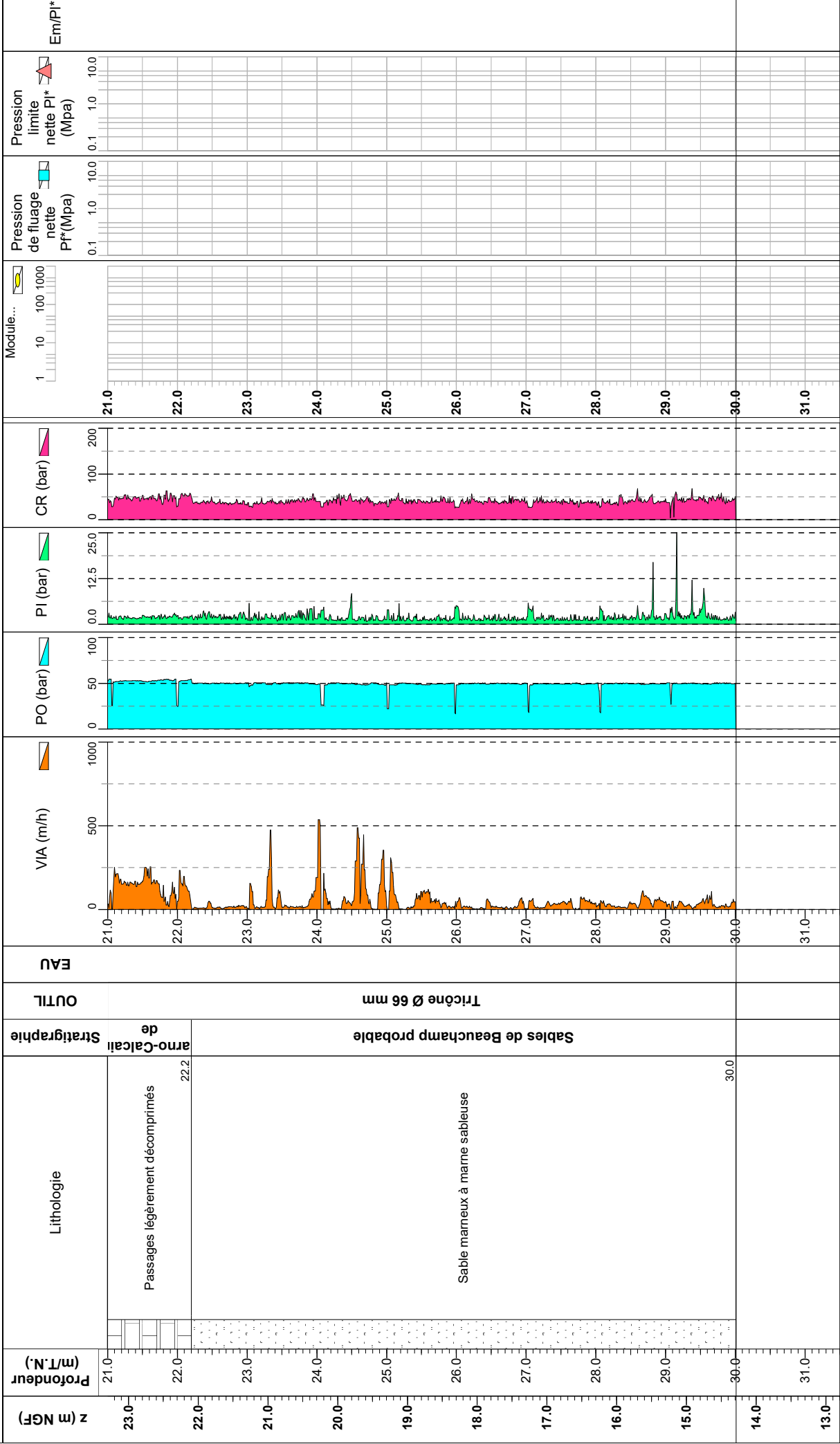
Remarque : Essai pressiométrique ininterprétable à 10,5 m/Sol.



Remarque : Essai pressiométrique ininterprétable à 10,5 m/Sol.

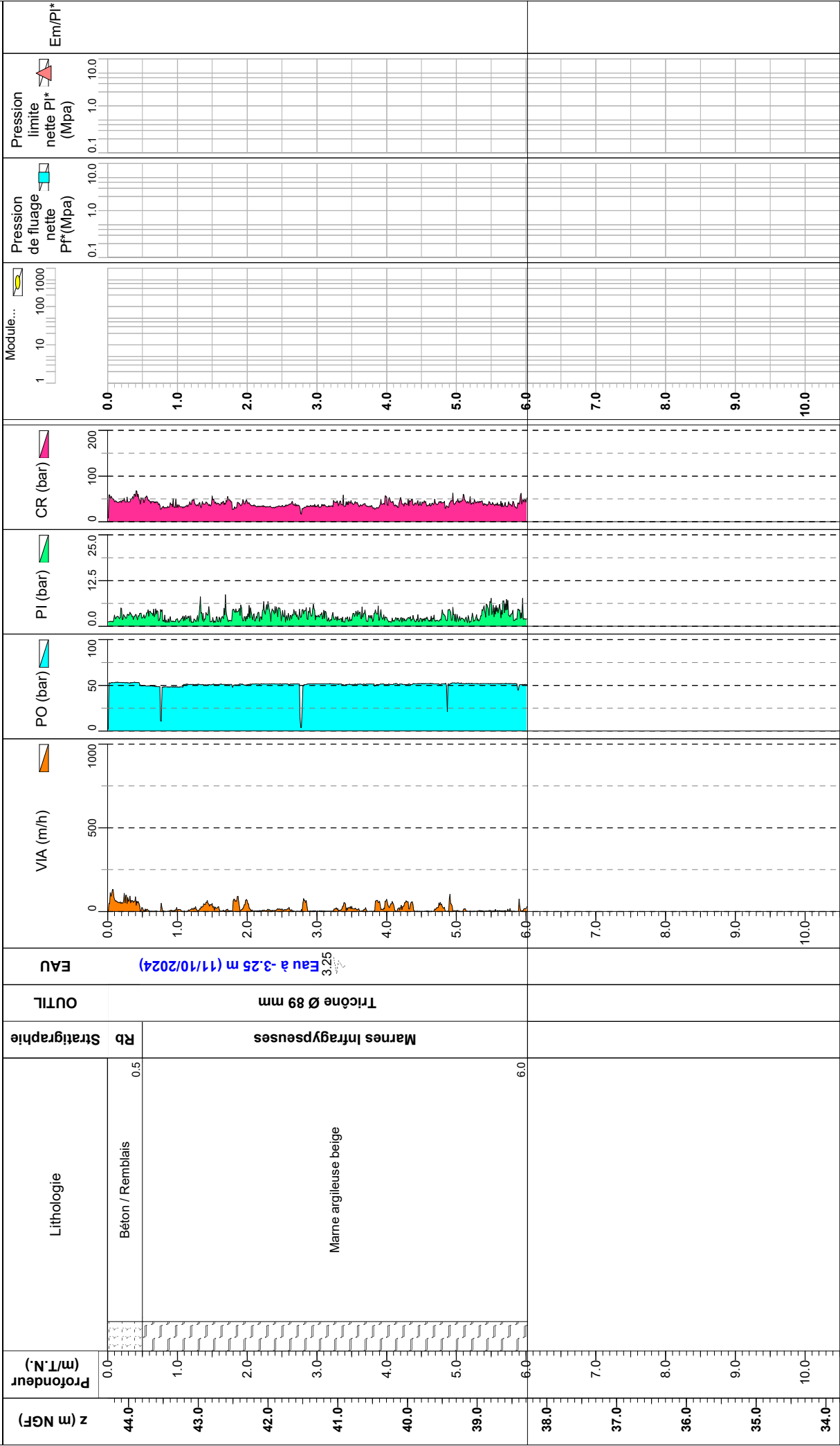


Remarque : Essai pressiométrique interprétable à 10,5 m/Sol.



[illegible]

Remarque : Equipement piézométrique Ø 52-60 mm - crépine de 3 à 6 / sol.



SITE : PARIS 75019

ETUDE : 209, avenue Jean Jaurès

CLIENT : CNSMD DE PARIS

Date :

Cote X :

Cote Y :

Cote Z : 44.3 m

Inclinaison :

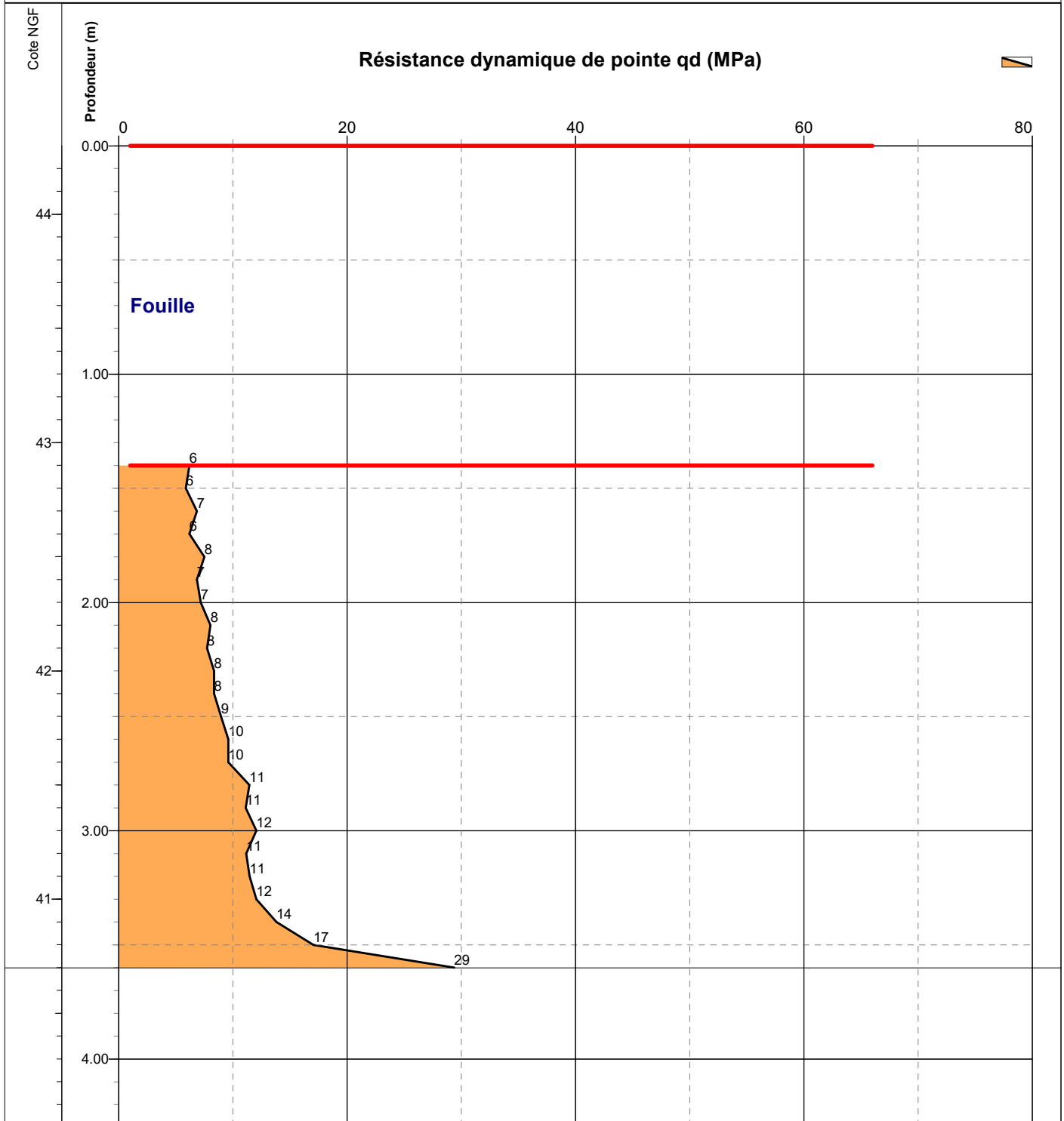
Machine : PENETROMETRE

Profondeur : 0.00 m 3.60 m

Echelle : 1 / 25

Page : 1 / 1

Remarque : Refus à 3.60 m.



Caractéristiques du pénétromètre dynamique PDA

Aire de la section droite de la pointe	0.001 m2	Masse d'une tige	3 kg
Hauteur de chute du mouton	0.2 m	Masse de la pointe	0.6 kg
Masse enclume	17.5 kg	Masse mouton	30 kg

SITE : PARIS 75019

ETUDE : 209, avenue Jean Jaurès

CLIENT : CNSMD DE PARIS

Date :

Cote X :

Cote Y :

Cote Z : 44.3 m

Inclinaison :

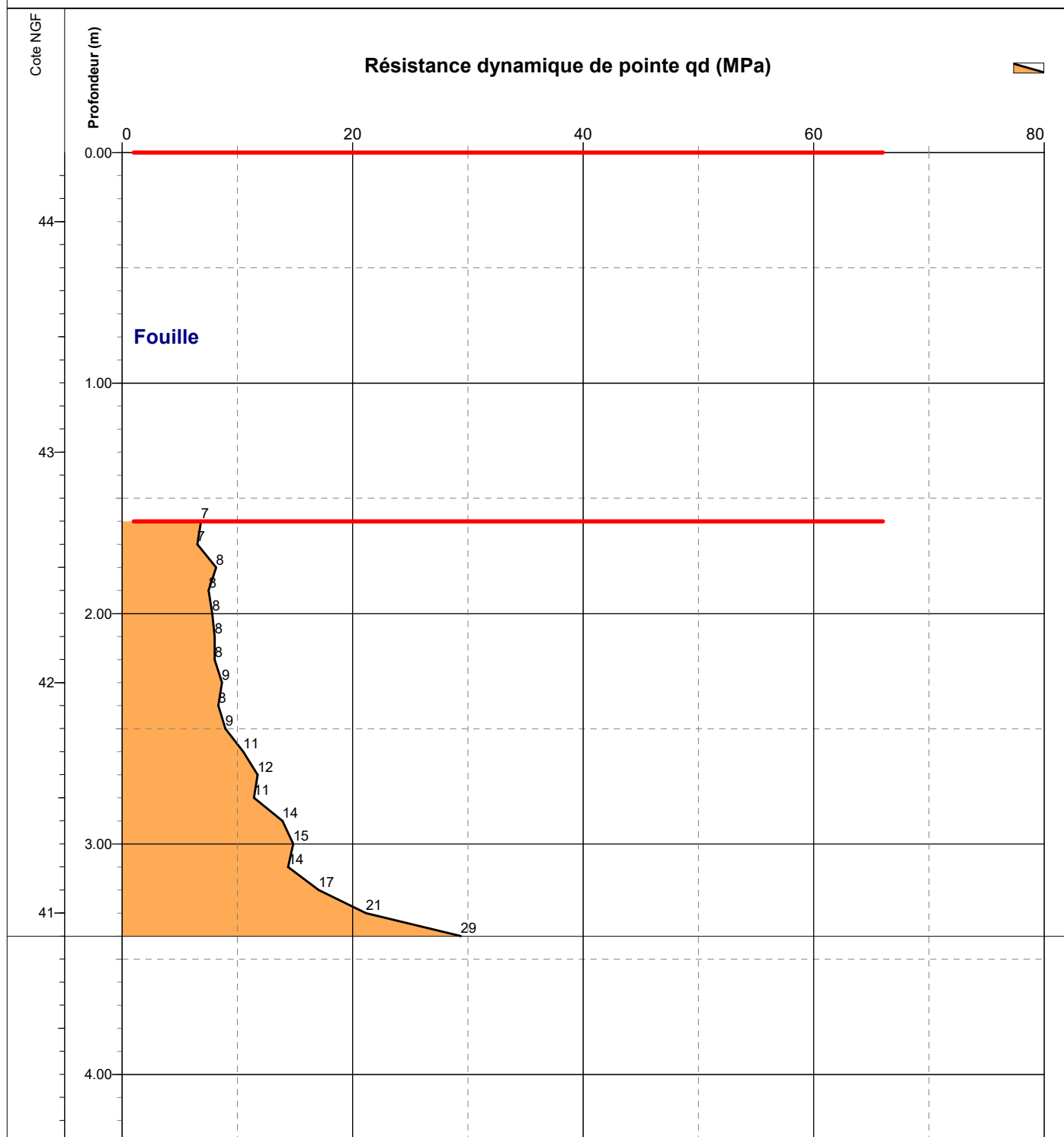
Machine : PENETROMETRE

Profondeur : 0.00 m 3.40 m

Echelle : 1 / 25

Page : 1 / 1

Remarque : Refus à 3.40 m.



Caractéristiques du pénétromètre dynamique PDA

Aire de la section droite de la pointe	0.001 m ²	Masse d'une tige	3 kg
Hauteur de chute du mouton	0.2 m	Masse de la pointe	0.6 kg
Masse enclume	17.5 kg	Masse mouton	30 kg

SITE : PARIS 75019

ETUDE : 209, avenue Jean Jaurès

CLIENT : CNSMD DE PARIS

Date :

Cote X :

Cote Y :

Cote Z : 44.3 m

Inclinaison :

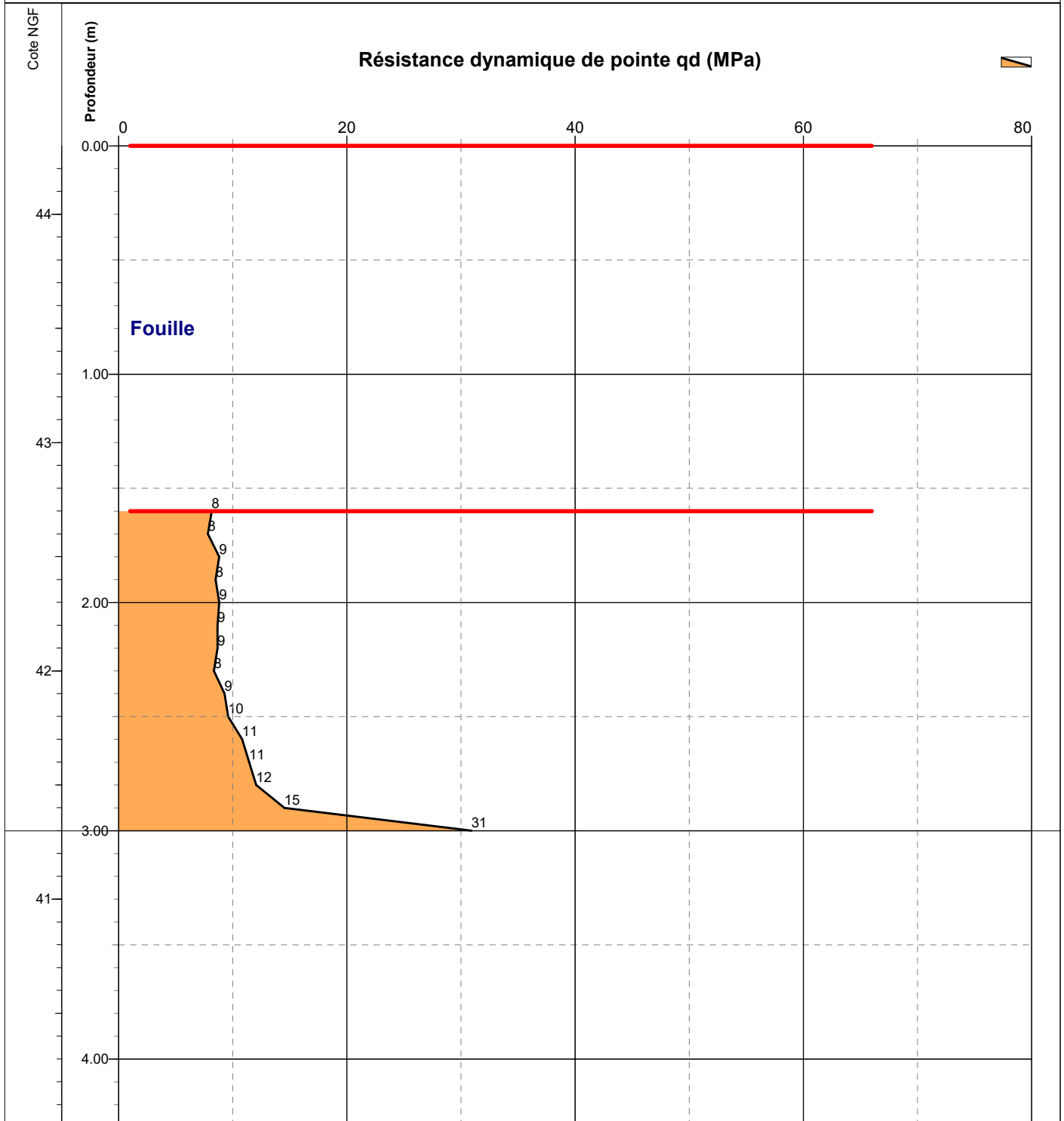
Machine : PENETROMETRE

Profondeur : 0.00 m 3.00 m

Echelle : 1 / 25

Page : 1 / 1

Remarque : Refus à 3.0 m.



Caractéristiques du pénétromètre dynamique PDA

Aire de la section droite de la pointe	0.001 m ²	Masse d'une tige	3 kg
Hauteur de chute du mouton	0.2 m	Masse de la pointe	0.6 kg
Masse enclume	17.5 kg	Masse mouton	30 kg

ANNEXE 3

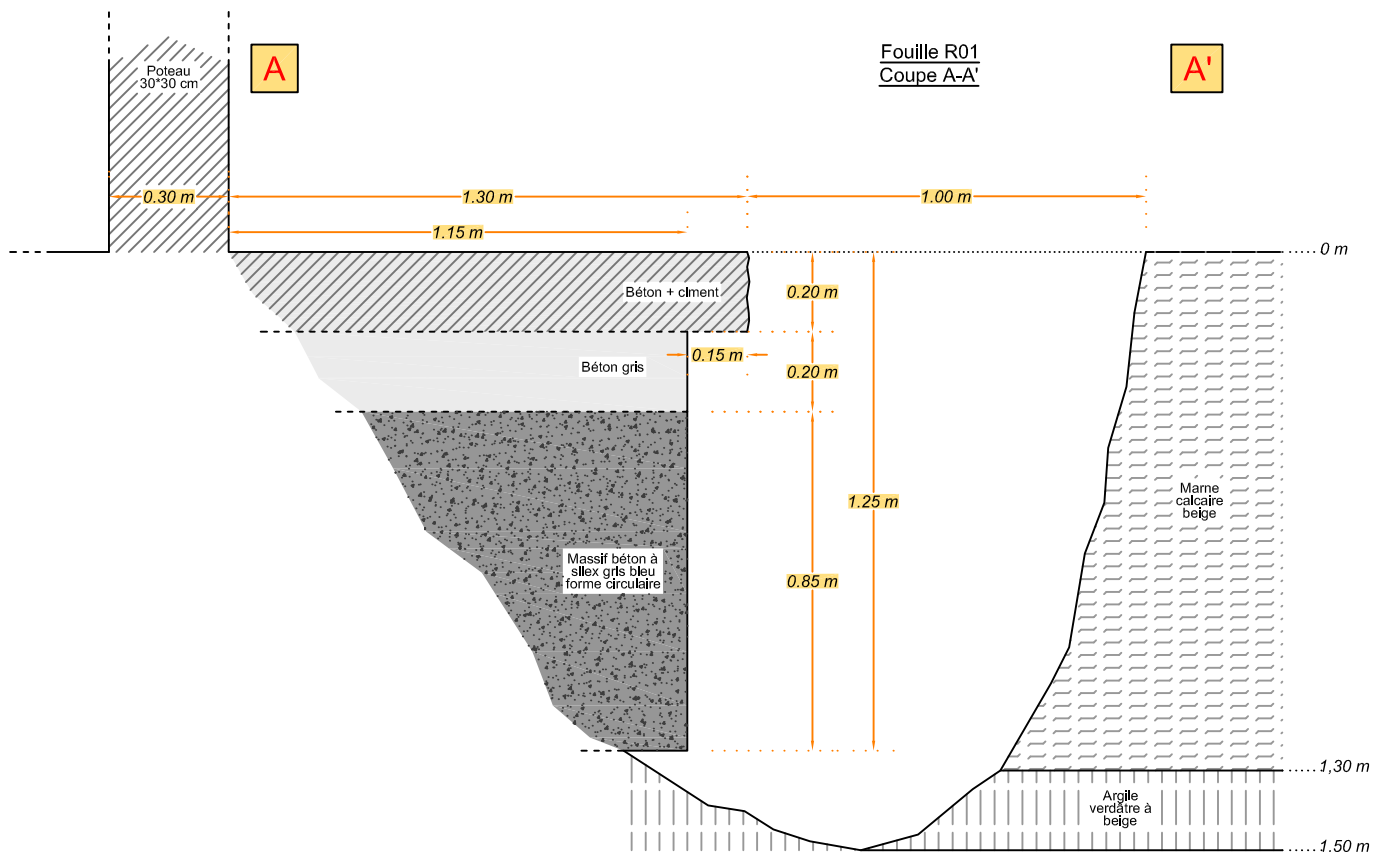
P.V. DES FOUILLES DE RECONNAISSANCE DES FONDATIONS

DOSSIER : 2024-07-13

CLIENT : CNSMD DE PARIS

CHANTIER : 209, avenue Jean Jaurès - PARIS 75019

RECONNAISSANCE DE FONDATION R01

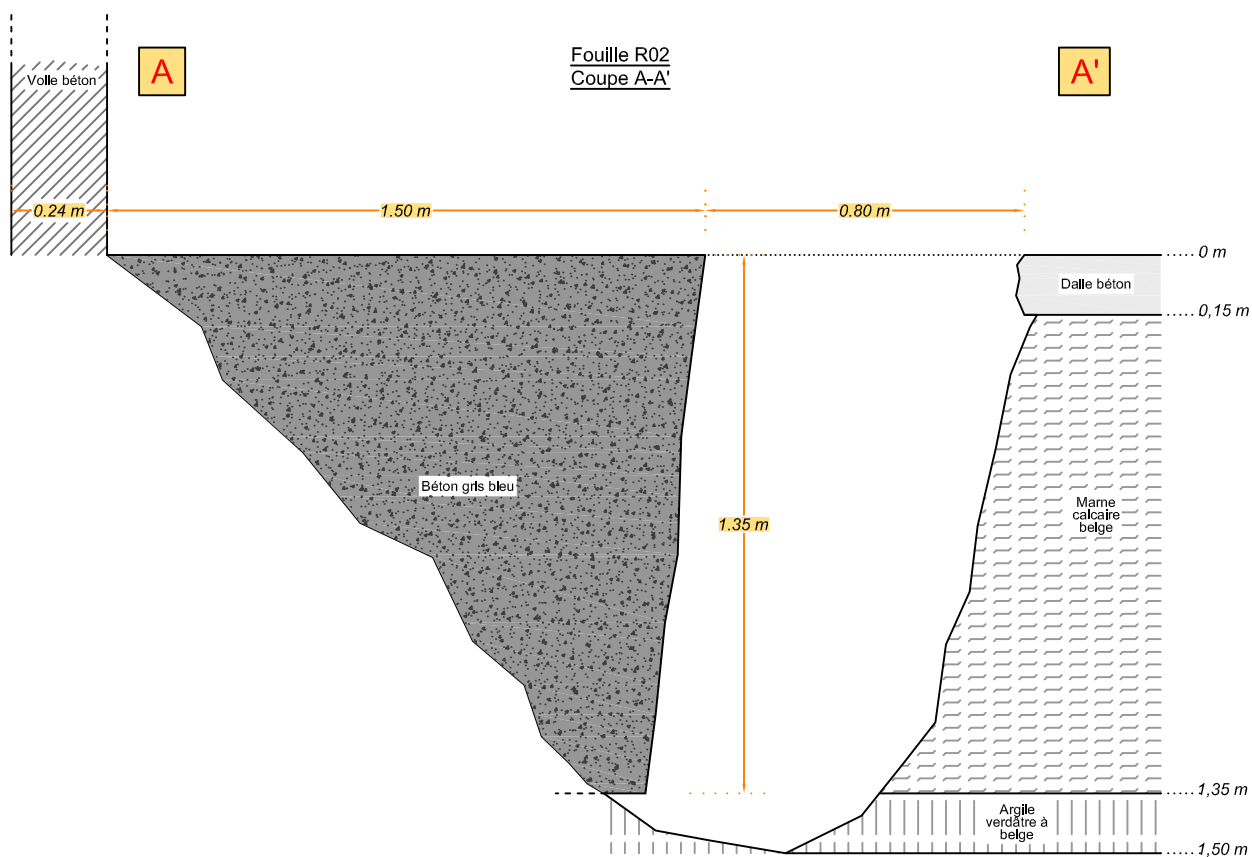


DOSSIER : 2024-07-13

CLIENT : CNSMD DE PARIS

CHANTIER : 209, avenue Jean Jaurès - PARIS 75019

RECONNAISSANCE DE FONDATION R02

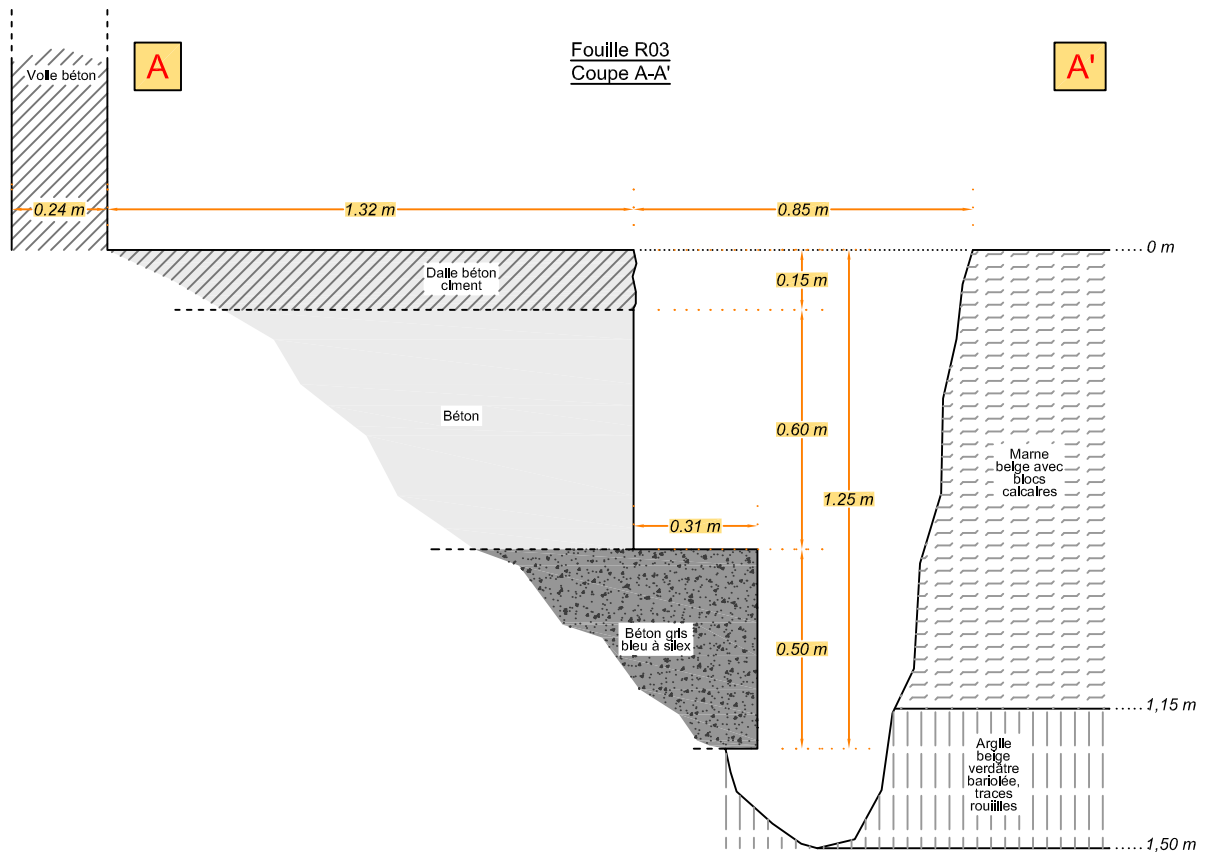


DOSSIER : 2024-07-13

CLIENT : CNSMD DE PARIS

CHANTIER : 209, avenue Jean Jaurès - PARIS 75019

RECONNAISSANCE DE FONDATION R03



ANNEXE 4
PV DES ESSAIS DE LABORATOIRE



2024-07-13

**CONSERVATOIRE DE PARIS
PARIS 19**

**CONSERVATOIRE
NATIONAL SUPÉRIEUR
DE MUSIQUE ET
DE DANSE DE PARIS**

ESSAIS D'IDENTIFICATION SUR SOLS

Nature des matériaux : **Marne argileuse**

Date du prélèvement : NC

Type de matériau : **Sols fins à granulaires**

Provenance des matériaux : **TH1**

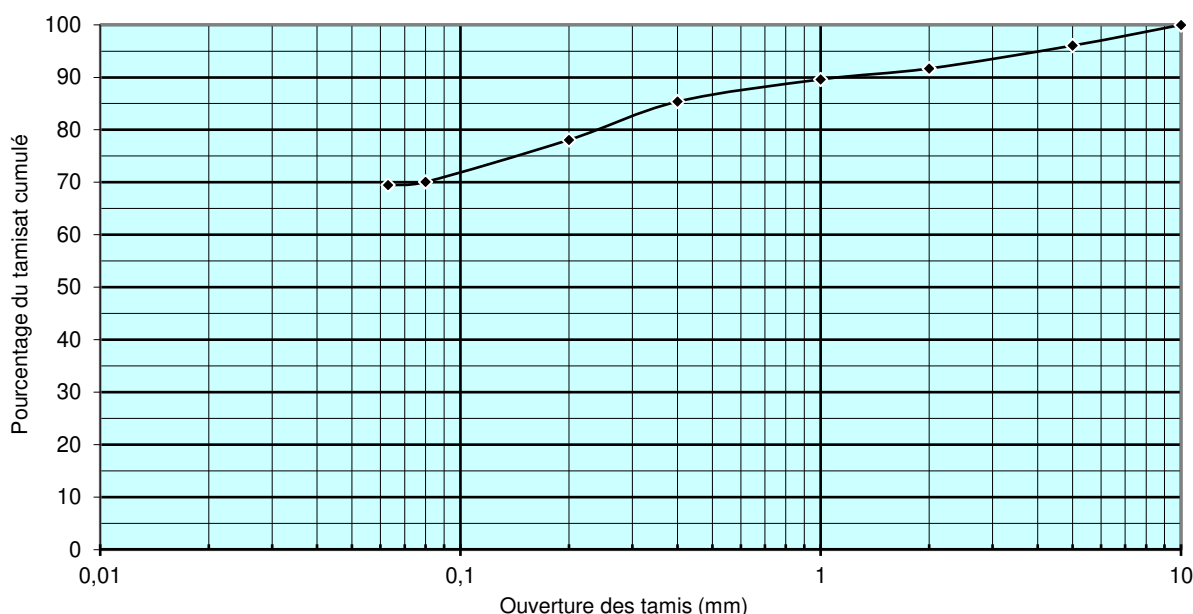
Date des essais : 31/10/2024

Profondeurs : **2,00 - 3,00m**

Réf. opérateurs : HOEDT K.

Observations : Beige à jaunâtre

ANALYSE GRANULOMETRIQUE (NF EN ISO 17892-4)



AUTRES PARAMETRES D'IDENTIFICATION

Norme	Essai	Résultat
ISO 17892-4	Passant au tamis de 63 μ m	< 63 μ m = 69,5%
ISO 17892-4	Diamètre maximal des grains	D _{max} = 10,0 mm
GTR 2023	Coefficient d'uniformité	C _u = Indéterminé
GTR 2023	Coefficient de courbure	C _c = Indéterminé
ISO 17892-1	Teneur en eau naturelle	W _{nat} = 25,3%
NF P94 068	Valeur au bleu du sol	V _{BS} = 2,82
ISO 17892-12	Limite de liquidité (Méthode de Casagrande)	W _L =
ISO 17892-12	Limite de plasticité	W _P =
ISO 17892-12	Indice de plasticité	I _p =
ISO 17892-12	Indice de consistance	I _c =
NF P94-078	Indice Portant Immédiat	IPI / p _d =
NF P94-093	Valeurs caractéristiques à l'OPN	WOPN / p _d =
NF P18-576	Coefficient de friabilité des sables	I _{FS} =
NF EN 1097-2	Résistance à la fragmentation (Coefficient Los Angeles)	CLA =
NF EN 1097-1	Résistance à l'usure (Coefficient Micro Deval)	C _{MDE} =
NF P94-066	Coefficient de fragmentabilité	I _{FR} =
NF P94-067	Coefficient de dégradabilité	I _{DG} =
NF P94-078	Indice Californian Bearing Ratio Immersé	I _{CBRI} =
NF EN 17685-1	Perte au feu - Teneur en matière organique	C _{OM} =

CLASSIFICATION GTR 2023 :

F2

Ancienne classification GTR :

A2

Observations :

PV27a
16/05/2024

ESSAIS D'IDENTIFICATION SUR SOLS

Nature des matériaux : **Marne argileuse**

Date du prélèvement : NC

Type de matériau : **Sols fins à granulaires**

Provenance des matériaux : **F3**

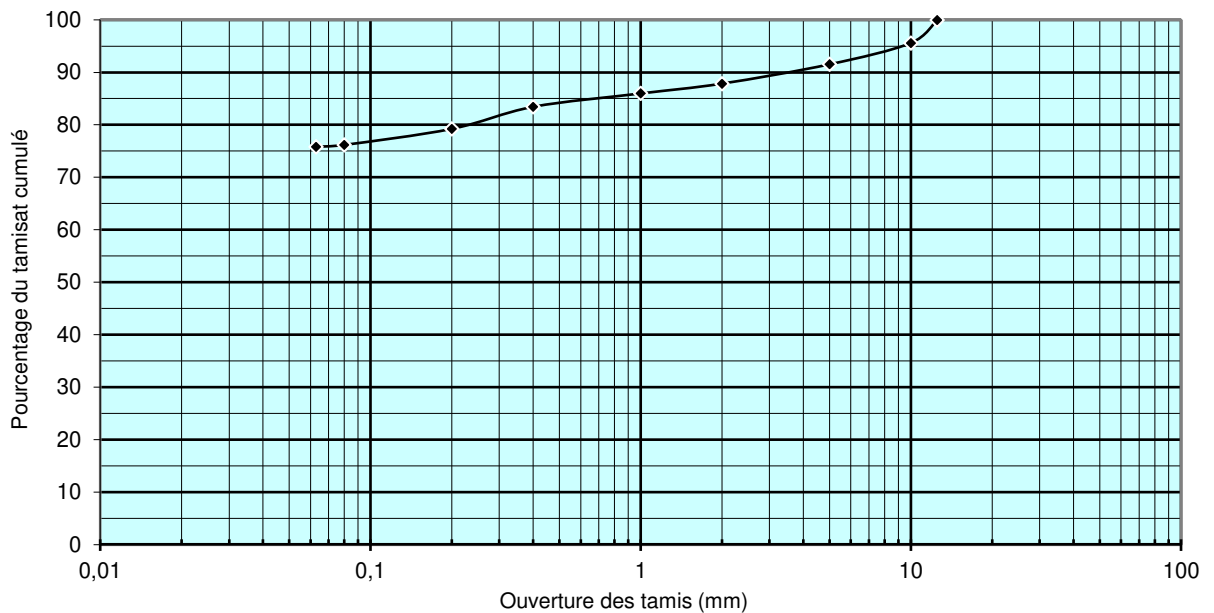
Date des essais : 31/10/2024

Profondeurs : **Fond de fouille**

Réf. opérateurs : HOEDT K.

Observations : Blanchâtre à grisâtre, trace d'oxydation

ANALYSE GRANULOMETRIQUE (NF EN ISO 17892-4)



AUTRES PARAMETRES D'IDENTIFICATION

Norme	Essai	Résultat
ISO 17892-4	Passant au tamis de 63 µm	< 63 µm = 75,8%
ISO 17892-4	Diamètre maximal des grains	D _{max} = 12,5 mm
GTR 2023	Coefficient d'uniformité	C _u = Indéterminé
GTR 2023	Coefficient de courbure	C _c = Indéterminé
ISO 17892-1	Teneur en eau naturelle	W _{nat} = 46,3%
NF P94 068	Valeur au bleu du sol	V _{BS} = 2,90
ISO 17892-12	Limite de liquidité (Méthode de Casagrande)	W _L =
ISO 17892-12	Limite de plasticité	W _P =
ISO 17892-12	Indice de plasticité	I _p =
ISO 17892-12	Indice de consistance	I _c =
NF P94-078	Indice Portant Immédiat	I _{PI} / p _d =
NF P94-093	Valeurs caractéristiques à l'OPN	W _{OPN} / p _d =
NF P18-576	Coefficient de friabilité des sables	I _{FS} =
NF EN 1097-2	Résistance à la fragmentation (Coefficient Los Angeles)	CLA =
NF EN 1097-1	Résistance à l'usure (Coefficient Micro Deval)	C _{MDE} =
NF P94-066	Coefficient de fragmentabilité	I _{FR} =
NF P94-067	Coefficient de dégradabilité	I _{DG} =
NF P94-078	Indice Californian Bearing Ratio Immersé	I _{CBRI} =
NF EN 17685-1	Perte au feu - Teneur en matière organique	C _{OM} =

CLASSIFICATION GTR 2023 :

F2

Ancienne classification GTR :

A2

Observations :

WESSLING France, 40 rue du Ruisseau, 38070 Saint-Quentin-Fallavier Cedex

BUREAU SOL CONSULTANTS - BS CONSULTANTS

Monsieur Geoffroy BOSSEAU

11 avenue Du Hoggar

91940 LES ULIS

N° rapport d'essai	ULY24-029860-1
N° commande	ULY-26543-24
Interlocuteur (interne)	J. Garambois
Téléphone	+33 426 389 565
Courrier électronique	jb.garambois@wessling.fr
Date	05.11.2024

Rapport d'essai

NCS 2024 07 13 - CONSERVATOIRE DE PARIS



Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis à l'essai et tels qu'ils ont été reçus (dans le cas où le laboratoire n'a pas prélevé les échantillons).

Les résultats des paramètres couverts par l'accréditation EN ISO/CEI 17025 sont marqués d'un (A).

La portée d'accréditation COFRAC n°1-1364 essais du laboratoire WESSLING de Lyon (St Quentin Fallavier) est disponible sur le site www.cofrac.fr pour les résultats accrédités par ce laboratoire.

Le COFRAC est signataire des accords de reconnaissance mutuels de l'ILAC et de l'IEA pour les activités d'essai.

Les organismes d'accréditation signataires de ces accords pour les activités d'essai reconnaissent comme dignes de confiance les rapports couverts par l'accréditation des autres organismes d'accréditation signataires des accords des activités d'essai.

Ce rapport d'essai ne peut être reproduit que sous son intégralité et avec l'autorisation des laboratoires WESSLING.

Les laboratoires WESSLING autorisent leurs clients à extraire tout ou partie des résultats d'essai envoyés à titre indicatif sous format excel uniquement à des fins de retraitement, de suivi et d'interprétation de données sans faire allusion à l'accréditation des résultats d'essai.

Les données fournies par le client sont sous sa responsabilité et identifiées en italique.

Le 05.11.2024

N° d'échantillon	24-139902-01	24-139902-02
Désignation d'échantillon	Unité F3 F1	F2 - TH1 4-5m

Analyse physique

Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Matière sèche	% masse MB	68,0 (A)	58,2 (A)		
---------------	------------	----------	----------	--	--

Paramètres globaux / Indices

Degré d'acidité Baumann-Gully - DIN EN 16502 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Degré d'acidité	ml/kg MS	18 (A)	21 (A)		
-----------------	----------	--------	--------	--	--

Préparation d'échantillon

Minéralisation à l'acide chlorhydrique (agressivité vis-à-vis des bétons) - DIN 4030-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Minéralisé à l'acide chlorhydrique		04/11/2024 (A)	04/11/2024 (A)		
------------------------------------	--	----------------	----------------	--	--

Cations, anions et éléments non métalliques

Sulfates (SO4) - Méthode interne : SO4-IC-Agressivité béton - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Sulfates (SO4)	mg/kg MS	4000 (A)	3300 (A)		
----------------	----------	----------	----------	--	--

MS : Matières sèches

MB : Matières brutes

Informations sur les échantillons

Date de réception :	25.10.2024	25.10.2024		
Type d'échantillon :	Sol	Sol		
Date de prélèvement :	23.10.2024	23.10.2024		
Heure de prélèvement :	00:00	00:00		
Récipient :	250ml VBrun WES002	250ml VBrun WES002		
Température à réception (C°) :	2,4	2,4		
Début des analyses :	25.10.2024	25.10.2024		
Fin des analyses :	05.11.2024	05.11.2024		

Le 05.11.2024

Informations sur vos résultats d'analyses :

Les seuils de quantification fournis n'ont pas été recalculés d'après la matière sèche de l'échantillon.

Les seuils sont susceptibles d'être augmentés en fonction de la nature chimique de la matrice.

Seuls les résultats quantifiés (résultats égaux ou supérieurs à la LQ) sont pris en compte dans le calcul des sommes. Dans le cas contraire la somme est rendue "-/-".

Approuvé par :
Jean-Francois CAMPENS
Président

ANNEXE 5

DIMENSIONNEMENT DES FONDATIONS SOUS FOXTA

ANNEXE 5A

JUSTIFICATION DE L'EXISTANT ET DIMENSIONNEMENT DE LA RPSO

Données

Titre du projet : Nouvelles semelles
Numéro d'affaire : NCs2024-07-13
Commentaires : N/A
Titre du calcul : Situation actuelle (Fondation n°2)
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 filante
Largeur B (m) : 3,00
Cote du TN initial Zini (m) : 44,30
Cote du TN final Zfin (m) : 44,30
Cote de base fondation Zd (m) : 43,00
Proximité d'un talus : Non
Catégorie de sol : Argiles et limons
Type de comportement : Comportement cohérent
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	Argiles, limons		37,50	890,00	9000,00	0,67
2	Argile sableuse		36,00	1800,00	14500,00	0,67
3	Marne calcaire		22,00	2900,00	35000,00	0,50

Cas de charge

N°	Vd	HB,d	MB,d	Pondération sur P0	Combinaison
1	800,0	0,0	0,0	1,00	ELS-Quasi-permanentes
2	800,0	0,0	0,0	1,00	ELS-Caractéristiques
3	800,0	0,0	0,0	1,00	ELU-Fondamentales

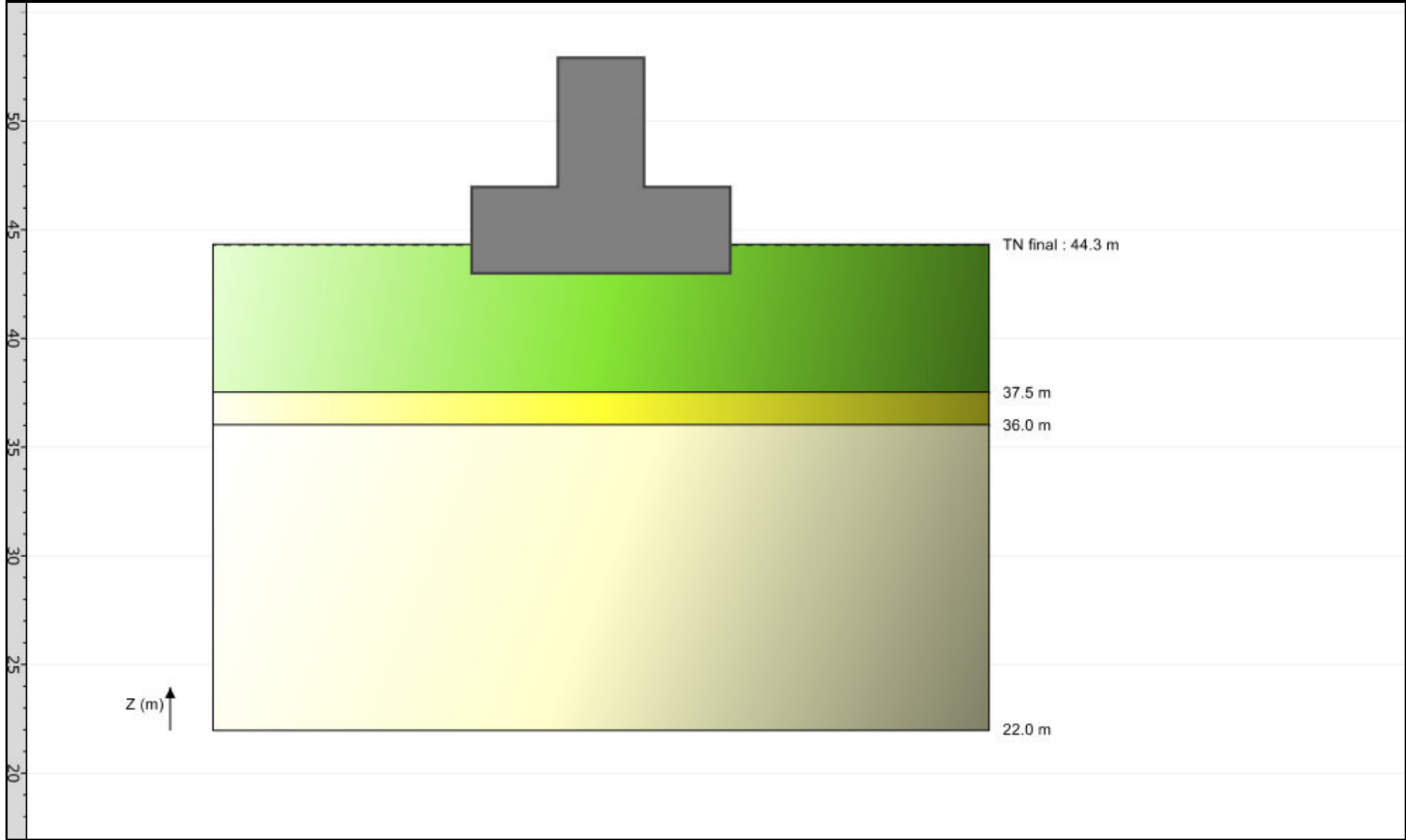


FoXta v4
v4.1.12

Imprimé le : 12/12/2024 - 18:39:22
Calcul réalisé par : BUREAU SOL CONSULTANTS

Projet : RPSO Fondation définitives
Module : Fondsup (Fondation 2/2)
Titre du calcul : Situation actuelle

Onglet "Chargement (valeurs de calcul)"



Profil du terrain sous la fondation

Couche : Nom de la couche

Point de calcul : Point de calcul

Zpoint [m] : Cote du point de calcul

pl* [kPa] : Pression limite nette du terrain

EM [kPa] : Module pressiométrique du terrain

Profil du terrain sous la fondation (1/4)

Couche	Point de calcul	Zpoint	pl*	EM
Argiles, limons	1	44,30	890,00	9000,00
Argiles, limons	2	44,10	890,00	9000,00
Argiles, limons	3	43,90	890,00	9000,00
Argiles, limons	4	43,70	890,00	9000,00
Argiles, limons	5	43,50	890,00	9000,00
Argiles, limons	6	43,30	890,00	9000,00
Argiles, limons	7	43,10	890,00	9000,00
Argiles, limons	8	42,90	890,00	9000,00
Argiles, limons	9	42,70	890,00	9000,00
Argiles, limons	10	42,50	890,00	9000,00
Argiles, limons	11	42,30	890,00	9000,00
Argiles, limons	12	42,10	890,00	9000,00
Argiles, limons	13	41,90	890,00	9000,00
Argiles, limons	14	41,70	890,00	9000,00
Argiles, limons	15	41,50	890,00	9000,00
Argiles, limons	16	41,30	890,00	9000,00
Argiles, limons	17	41,10	890,00	9000,00
Argiles, limons	18	40,90	890,00	9000,00
Argiles, limons	19	40,70	890,00	9000,00
Argiles, limons	20	40,50	890,00	9000,00
Argiles, limons	21	40,30	890,00	9000,00
Argiles, limons	22	40,10	890,00	9000,00
Argiles, limons	23	39,90	890,00	9000,00
Argiles, limons	24	39,70	890,00	9000,00
Argiles, limons	25	39,50	890,00	9000,00
Argiles, limons	26	39,30	890,00	9000,00
Argiles, limons	27	39,10	890,00	9000,00
Argiles, limons	28	38,90	890,00	9000,00
Argiles, limons	29	38,70	890,00	9000,00
Argiles, limons	30	38,50	890,00	9000,00
Argiles, limons	31	38,30	890,00	9000,00

Profil du terrain sous la fondation (2/4)

Couche	Point de calcul	Zpoint	pl*	EM
Argiles, limons	32	38,10	890,00	9000,00
Argiles, limons	33	37,90	890,00	9000,00
Argiles, limons	34	37,70	890,00	9000,00
Argiles, limons	35	37,50	890,00	9000,00
Argile sableuse	36	37,50	1800,00	14500,00
Argile sableuse	37	37,30	1800,00	14500,00
Argile sableuse	38	37,10	1800,00	14500,00
Argile sableuse	39	36,90	1800,00	14500,00
Argile sableuse	40	36,70	1800,00	14500,00
Argile sableuse	41	36,50	1800,00	14500,00
Argile sableuse	42	36,30	1800,00	14500,00
Argile sableuse	43	36,10	1800,00	14500,00
Argile sableuse	44	36,00	1800,00	14500,00
Marne calcaire	45	36,00	2900,00	35000,00
Marne calcaire	46	35,80	2900,00	35000,00
Marne calcaire	47	35,60	2900,00	35000,00
Marne calcaire	48	35,40	2900,00	35000,00
Marne calcaire	49	35,20	2900,00	35000,00
Marne calcaire	50	35,00	2900,00	35000,00
Marne calcaire	51	34,80	2900,00	35000,00
Marne calcaire	52	34,60	2900,00	35000,00
Marne calcaire	53	34,40	2900,00	35000,00
Marne calcaire	54	34,20	2900,00	35000,00
Marne calcaire	55	34,00	2900,00	35000,00
Marne calcaire	56	33,80	2900,00	35000,00
Marne calcaire	57	33,60	2900,00	35000,00
Marne calcaire	58	33,40	2900,00	35000,00
Marne calcaire	59	33,20	2900,00	35000,00
Marne calcaire	60	33,00	2900,00	35000,00
Marne calcaire	61	32,80	2900,00	35000,00
Marne calcaire	62	32,60	2900,00	35000,00
Marne calcaire	63	32,40	2900,00	35000,00
Marne calcaire	64	32,20	2900,00	35000,00
Marne calcaire	65	32,00	2900,00	35000,00
Marne calcaire	66	31,80	2900,00	35000,00
Marne calcaire	67	31,60	2900,00	35000,00
Marne calcaire	68	31,40	2900,00	35000,00
Marne calcaire	69	31,20	2900,00	35000,00



FoXta v4
v4.1.12

Imprimé le : 12/12/2024 - 18:39:22
Calcul réalisé par : BUREAU SOL CONSULTANTS

Projet : RPSO Fondation définitives
Module : Fondsup (Fondation 2/2)
Titre du calcul : Situation actuelle

Profil du terrain sous la fondation (3/4)

Couche	Point de calcul	Zpoint	pl*	EM
Marne calcaire	70	31,00	2900,00	35000,00
Marne calcaire	71	30,80	2900,00	35000,00
Marne calcaire	72	30,60	2900,00	35000,00
Marne calcaire	73	30,40	2900,00	35000,00
Marne calcaire	74	30,20	2900,00	35000,00
Marne calcaire	75	30,00	2900,00	35000,00
Marne calcaire	76	29,80	2900,00	35000,00
Marne calcaire	77	29,60	2900,00	35000,00
Marne calcaire	78	29,40	2900,00	35000,00
Marne calcaire	79	29,20	2900,00	35000,00
Marne calcaire	80	29,00	2900,00	35000,00
Marne calcaire	81	28,80	2900,00	35000,00
Marne calcaire	82	28,60	2900,00	35000,00
Marne calcaire	83	28,40	2900,00	35000,00
Marne calcaire	84	28,20	2900,00	35000,00
Marne calcaire	85	28,00	2900,00	35000,00
Marne calcaire	86	27,80	2900,00	35000,00
Marne calcaire	87	27,60	2900,00	35000,00
Marne calcaire	88	27,40	2900,00	35000,00
Marne calcaire	89	27,20	2900,00	35000,00
Marne calcaire	90	27,00	2900,00	35000,00
Marne calcaire	91	26,80	2900,00	35000,00
Marne calcaire	92	26,60	2900,00	35000,00
Marne calcaire	93	26,40	2900,00	35000,00
Marne calcaire	94	26,20	2900,00	35000,00
Marne calcaire	95	26,00	2900,00	35000,00
Marne calcaire	96	25,80	2900,00	35000,00
Marne calcaire	97	25,60	2900,00	35000,00
Marne calcaire	98	25,40	2900,00	35000,00
Marne calcaire	99	25,20	2900,00	35000,00
Marne calcaire	100	25,00	2900,00	35000,00
Marne calcaire	101	24,80	2900,00	35000,00
Marne calcaire	102	24,60	2900,00	35000,00
Marne calcaire	103	24,40	2900,00	35000,00
Marne calcaire	104	24,20	2900,00	35000,00
Marne calcaire	105	24,00	2900,00	35000,00
Marne calcaire	106	23,80	2900,00	35000,00
Marne calcaire	107	23,60	2900,00	35000,00

Profil du terrain sous la fondation (4/4)

Couche	Point de calcul	Zpoint	pl*	EM
Marne calcaire	108	23,40	2900,00	35000,00
Marne calcaire	109	23,20	2900,00	35000,00
Marne calcaire	110	23,00	2900,00	35000,00
Marne calcaire	111	22,80	2900,00	35000,00
Marne calcaire	112	22,60	2900,00	35000,00
Marne calcaire	113	22,40	2900,00	35000,00
Marne calcaire	114	22,20	2900,00	35000,00
Marne calcaire	115	22,00	2900,00	35000,00
Marne calcaire	116	22,00	2900,00	35000,00



FoXta v4
v4.1.12

Imprimé le : 12/12/2024 - 18:39:23
Calcul réalisé par : BUREAU SOL CONSULTANTS

Projet : RPSO Fondation définitives
Module : Fondsup (Fondation 2/2)
Titre du calcul : Situation actuelle

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-Quasi-permanentes	800,00	0,00	78,00	1,00	860,85	-	Ok	Ok	-	1,95
2	ELS-Caractéristiques	800,00	0,00	78,00	1,00	860,85	-	Ok	Ok	-	-
3	ELU-Fondamentales	800,00	0,00	78,00	1,00	1414,30	24,79	Ok	Ok	Ok	-



FoXta v4
v4.1.12

Imprimé le : 12/12/2024 - 18:39:23
Calcul réalisé par : BUREAU SOL CONSULTANTS

Projet : RPSO Fondation définitives
Module : Fondsup (Fondation 2/2)
Titre du calcul : Situation actuelle

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-Quasi-permanentes	1,00	0,89	890,00	791,99	3,00	2,76	860,85
2	ELS-Caractéristiques	1,00	0,89	890,00	791,99	3,00	2,76	860,85
3	ELU-Fondamentales	1,00	0,89	890,00	791,99	3,00	1,68	1414,30

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
1	1,50	2,65	0,56	9000,00	11261,00	26,00	266,67	0,74	1,20	1,95

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	3,712E04	3,663E04	0,000E00	1,506E05	0,000E00
Raideurs statiques CT	7,424E04	7,326E04	0,000E00	3,012E05	0,000E00
Raideurs sismiques Min	1,114E05	1,099E05	0,000E00	4,518E05	0,000E00
Raideurs sismiques Max	2,227E05	2,198E05	0,000E00	9,036E05	0,000E00



FoXta v4
v4.1.12

Imprimé le : 12/12/2024 - 18:39:23
Calcul réalisé par : BUREAU SOL CONSULTANTS

Projet : RPSO Fondation définitives
Module : Fondsup (Fondation 2/2)
Titre du calcul : Situation actuelle

Données

Titre du projet : Nouvelles semelles
Numéro d'affaire : NCs2024-07-13
Commentaires : N/A
Titre du calcul : Approfondissement 41,5 NGF (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 filante
Largeur B (m) : 3,00
Cote du TN initial Zini (m) : 44,30
Cote du TN final Zfin (m) : 42,50
Cote de base fondation Zd (m) : 41,50
Proximité d'un talus : Non
Catégorie de sol : Argiles et limons
Type de comportement : Comportement cohérent
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	Argiles, limons		37,50	890,00	9000,00	0,67
2	Argile sableuse		36,00	1800,00	14500,00	0,67
3	Marne calcaire		22,00	2900,00	35000,00	0,50

Cas de charge

N°	Vd	HB,d	MB,d	Pondération sur P0	Combinaison
1	900,0	0,0	0,0	1,00	ELS-Quasi-permanentes
2	900,0	0,0	0,0	1,00	ELS-Caractéristiques
3	900,0	0,0	0,0	1,00	ELU-Fondamentales

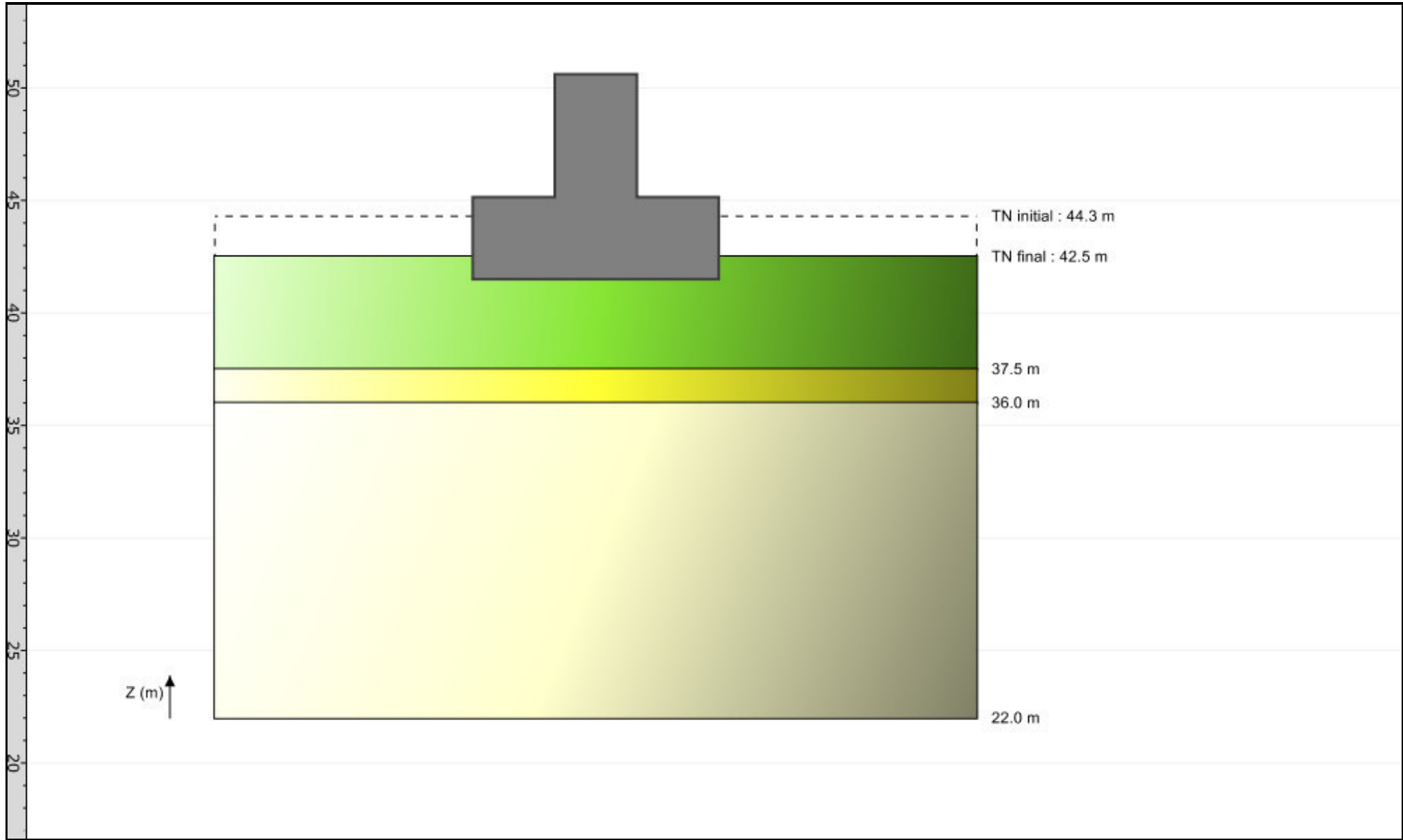


FoXta v4
v4.1.12

Imprimé le : 12/12/2024 - 18:37:59
Calcul réalisé par : BUREAU SOL CONSULTANTS

Projet : RPSO Fondation définitives
Module : Fondsup (Fondation 1/2)
Titre du calcul : Approfondissement 41,5 NGF

Onglet "Paramètres généraux"



Profil du terrain sous la fondation

Couche : Nom de la couche
Point de calcul : Point de calcul
Zpoint [m] : Cote du point de calcul
pl* [kPa] : Pression limite nette du terrain
EM [kPa] : Module pressiométrique du terrain

Profil du terrain sous la fondation (1/4)

Couche	Point de calcul	Zpoint	pl*	EM
Argiles, limons	1	42,50	890,00	9000,00
Argiles, limons	2	42,30	890,00	9000,00
Argiles, limons	3	42,10	890,00	9000,00
Argiles, limons	4	41,90	890,00	9000,00
Argiles, limons	5	41,70	890,00	9000,00
Argiles, limons	6	41,50	890,00	9000,00
Argiles, limons	7	41,30	890,00	9000,00
Argiles, limons	8	41,10	890,00	9000,00
Argiles, limons	9	40,90	890,00	9000,00
Argiles, limons	10	40,70	890,00	9000,00
Argiles, limons	11	40,50	890,00	9000,00
Argiles, limons	12	40,30	890,00	9000,00
Argiles, limons	13	40,10	890,00	9000,00
Argiles, limons	14	39,90	890,00	9000,00
Argiles, limons	15	39,70	890,00	9000,00
Argiles, limons	16	39,50	890,00	9000,00
Argiles, limons	17	39,30	890,00	9000,00
Argiles, limons	18	39,10	890,00	9000,00
Argiles, limons	19	38,90	890,00	9000,00
Argiles, limons	20	38,70	890,00	9000,00
Argiles, limons	21	38,50	890,00	9000,00
Argiles, limons	22	38,30	890,00	9000,00
Argiles, limons	23	38,10	890,00	9000,00
Argiles, limons	24	37,90	890,00	9000,00
Argiles, limons	25	37,70	890,00	9000,00
Argiles, limons	26	37,50	890,00	9000,00
Argiles, limons	27	37,50	890,00	9000,00
Argile sableuse	28	37,50	1800,00	14500,00
Argile sableuse	29	37,30	1800,00	14500,00
Argile sableuse	30	37,10	1800,00	14500,00
Argile sableuse	31	36,90	1800,00	14500,00

Profil du terrain sous la fondation (2/4)

Couche	Point de calcul	Zpoint	pl*	EM
Argile sableuse	32	36,70	1800,00	14500,00
Argile sableuse	33	36,50	1800,00	14500,00
Argile sableuse	34	36,30	1800,00	14500,00
Argile sableuse	35	36,10	1800,00	14500,00
Argile sableuse	36	36,00	1800,00	14500,00
Marne calcaire	37	36,00	2900,00	35000,00
Marne calcaire	38	35,80	2900,00	35000,00
Marne calcaire	39	35,60	2900,00	35000,00
Marne calcaire	40	35,40	2900,00	35000,00
Marne calcaire	41	35,20	2900,00	35000,00
Marne calcaire	42	35,00	2900,00	35000,00
Marne calcaire	43	34,80	2900,00	35000,00
Marne calcaire	44	34,60	2900,00	35000,00
Marne calcaire	45	34,40	2900,00	35000,00
Marne calcaire	46	34,20	2900,00	35000,00
Marne calcaire	47	34,00	2900,00	35000,00
Marne calcaire	48	33,80	2900,00	35000,00
Marne calcaire	49	33,60	2900,00	35000,00
Marne calcaire	50	33,40	2900,00	35000,00
Marne calcaire	51	33,20	2900,00	35000,00
Marne calcaire	52	33,00	2900,00	35000,00
Marne calcaire	53	32,80	2900,00	35000,00
Marne calcaire	54	32,60	2900,00	35000,00
Marne calcaire	55	32,40	2900,00	35000,00
Marne calcaire	56	32,20	2900,00	35000,00
Marne calcaire	57	32,00	2900,00	35000,00
Marne calcaire	58	31,80	2900,00	35000,00
Marne calcaire	59	31,60	2900,00	35000,00
Marne calcaire	60	31,40	2900,00	35000,00
Marne calcaire	61	31,20	2900,00	35000,00
Marne calcaire	62	31,00	2900,00	35000,00
Marne calcaire	63	30,80	2900,00	35000,00
Marne calcaire	64	30,60	2900,00	35000,00
Marne calcaire	65	30,40	2900,00	35000,00
Marne calcaire	66	30,20	2900,00	35000,00
Marne calcaire	67	30,00	2900,00	35000,00
Marne calcaire	68	29,80	2900,00	35000,00
Marne calcaire	69	29,60	2900,00	35000,00



FoXta v4
v4.1.12

Imprimé le : 12/12/2024 - 18:38:00
Calcul réalisé par : BUREAU SOL CONSULTANTS

Projet : RPSO Fondation définitives
Module : Fondsup (Fondation 1/2)
Titre du calcul : Approfondissement 41,5 NGF

Profil du terrain sous la fondation (3/4)

Couche	Point de calcul	Zpoint	pl*	EM
Marne calcaire	70	29,40	2900,00	35000,00
Marne calcaire	71	29,20	2900,00	35000,00
Marne calcaire	72	29,00	2900,00	35000,00
Marne calcaire	73	28,80	2900,00	35000,00
Marne calcaire	74	28,60	2900,00	35000,00
Marne calcaire	75	28,40	2900,00	35000,00
Marne calcaire	76	28,20	2900,00	35000,00
Marne calcaire	77	28,00	2900,00	35000,00
Marne calcaire	78	27,80	2900,00	35000,00
Marne calcaire	79	27,60	2900,00	35000,00
Marne calcaire	80	27,40	2900,00	35000,00
Marne calcaire	81	27,20	2900,00	35000,00
Marne calcaire	82	27,00	2900,00	35000,00
Marne calcaire	83	26,80	2900,00	35000,00
Marne calcaire	84	26,60	2900,00	35000,00
Marne calcaire	85	26,40	2900,00	35000,00
Marne calcaire	86	26,20	2900,00	35000,00
Marne calcaire	87	26,00	2900,00	35000,00
Marne calcaire	88	25,80	2900,00	35000,00
Marne calcaire	89	25,60	2900,00	35000,00
Marne calcaire	90	25,40	2900,00	35000,00
Marne calcaire	91	25,20	2900,00	35000,00
Marne calcaire	92	25,00	2900,00	35000,00
Marne calcaire	93	24,80	2900,00	35000,00
Marne calcaire	94	24,60	2900,00	35000,00
Marne calcaire	95	24,40	2900,00	35000,00
Marne calcaire	96	24,20	2900,00	35000,00
Marne calcaire	97	24,00	2900,00	35000,00
Marne calcaire	98	23,80	2900,00	35000,00
Marne calcaire	99	23,60	2900,00	35000,00
Marne calcaire	100	23,40	2900,00	35000,00
Marne calcaire	101	23,20	2900,00	35000,00
Marne calcaire	102	23,00	2900,00	35000,00
Marne calcaire	103	22,80	2900,00	35000,00
Marne calcaire	104	22,60	2900,00	35000,00
Marne calcaire	105	22,40	2900,00	35000,00
Marne calcaire	106	22,20	2900,00	35000,00
Marne calcaire	107	22,00	2900,00	35000,00

Profil du terrain sous la fondation (4/4)

Couche	Point de calcul	Zpoint	pl*	EM
Marne calcaire	108	22,00	2900,00	35000,00



FoXta v4
v4.1.12

Imprimé le : 12/12/2024 - 18:38:00
Calcul réalisé par : BUREAU SOL CONSULTANTS

Projet : RPSO Fondation définitives
Module : Fondsup (Fondation 1/2)
Titre du calcul : Approfondissement 41,5 NGF

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-Quasi-permanentes	900,00	0,00	60,00	1,00	908,12	-	Ok	Ok	-	1,84
2	ELS-Caractéristiques	900,00	0,00	60,00	1,00	908,12	-	Ok	Ok	-	-
3	ELU-Fondamentales	900,00	0,00	60,00	1,00	1491,90	24,79	Ok	Ok	Ok	-



FoXta v4
v4.1.12

Imprimé le : 12/12/2024 - 18:38:00
Calcul réalisé par : BUREAU SOL CONSULTANTS

Projet : RPSO Fondation définitives
Module : Fondsup (Fondation 1/2)
Titre du calcul : Approfondissement 41,5 NGF

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-Quasi-permanentes	1,00	0,87	962,45	835,47	3,00	2,76	908,12
2	ELS-Caractéristiques	1,00	0,87	962,45	835,47	3,00	2,76	908,12
3	ELU-Fondamentales	1,00	0,87	962,45	835,47	3,00	1,68	1491,90



FoXta v4
v4.1.12

Imprimé le : 12/12/2024 - 18:38:00
Calcul réalisé par : BUREAU SOL CONSULTANTS

Projet : RPSO Fondation définitives
Module : Fondsup (Fondation 1/2)
Titre du calcul : Approfondissement 41,5 NGF

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
1	1,50	2,65	0,55	9000,00	12207,00	56,00	300,00	0,74	1,10	1,84



FoXta v4
v4.1.12

Imprimé le : 12/12/2024 - 18:38:00
Calcul réalisé par : BUREAU SOL CONSULTANTS

Projet : RPSO Fondation définitives
Module : Fondsup (Fondation 1/2)
Titre du calcul : Approfondissement 41,5 NGF

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	3,976E04	3,924E04	0,000E00	1,613E05	0,000E00
Raideurs statiques CT	7,953E04	7,847E04	0,000E00	3,227E05	0,000E00
Raideurs sismiques Min	1,193E05	1,177E05	0,000E00	4,840E05	0,000E00
Raideurs sismiques Max	2,386E05	2,354E05	0,000E00	9,680E05	0,000E00



FoXta v4
v4.1.12

Imprimé le : 12/12/2024 - 18:38:00
Calcul réalisé par : BUREAU SOL CONSULTANTS

Projet : RPSO Fondation définitives
Module : Fondsup (Fondation 1/2)
Titre du calcul : Approfondissement 41,5 NGF

ANNEXE 5B

RPSO : DIMENSIONNEMENT DE LA VARIANTE PAR MICROPIEUX

Données

Titre du projet : Micropieux 1ère approche

Numéro d'affaire : NCs2024-07-13

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Micropieux 200 mm TYPE 3 RPSO (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) : 0,50

Section de calcul : Section de calcul circulaire

Diamètre de calcul (m) : 0,20

Classe du pieu : 8 - Pieu/micropieu injecté

Catégorie du pieu : 19 [PIGU, MIGU] - Pieu ou micropieu injecté mode IGU (type III)

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	0,000	0,000	0,000	0,000

Cote de référence (m) : 44,30

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	γR,d1×γR,d2
1	Couche 1		Argile, limons	42,00	0,00	0,00	1,15	2,200
2	Couche 2		Argile, limons	37,50	890,00	110,10	1,15	2,200
3	Couche 3		Sols intermédiaires, tendance sableuse	36,00	1800,00	200,11	1,10	1,540
4	Couche 4		Marne et calcaire marneux	22,00	2900,00	247,64	1,45	2,200

Critère de calcul : Longueur imposée

Longueur du pieu (m) : 14,00

Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non

Contrôle de la résistance structurale de la section : Non



FoXta v4
v4.1.12

Imprimé le : 12/12/2024 - 18:33:26
Calcul réalisé par : BUREAU SOL CONSULTANTS

Projet : Prédimensionnement
Module : Fondprof (Pieu 1/6)
Titre du calcul : Micropieux 200 mm TYPE 3 RPSO

Onglet "Calcul"



File : C:\Users\N0584~1\CAM\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v4\7092\FP.1.resu

Calcul réalisé le : 12/12/2024 à 18h32

par : BUREAU SOL CONSULTANTS

- 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 : 19
 - pour pieu travaillant en compression

Combinaisons	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
Frottement	0.636	0.778	0.909	1.000
Pointe	0.000	0.000	0.000	0.000

Cote de référence : 44.300

Section du pieu : 0.031

Périmètre : 0.628

Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	pl*	qsl	kpmin	kpmax	gamrd
01	42.00	0.0	0.00	1.00	1.15	2.20
02	37.50	890.0	110.10	1.00	1.15	2.20
03	36.00	1800.0	200.11	1.00	1.10	1.54
04	22.00	2900.0	247.64	1.00	1.45	2.20

Pas du calcul : 0.50

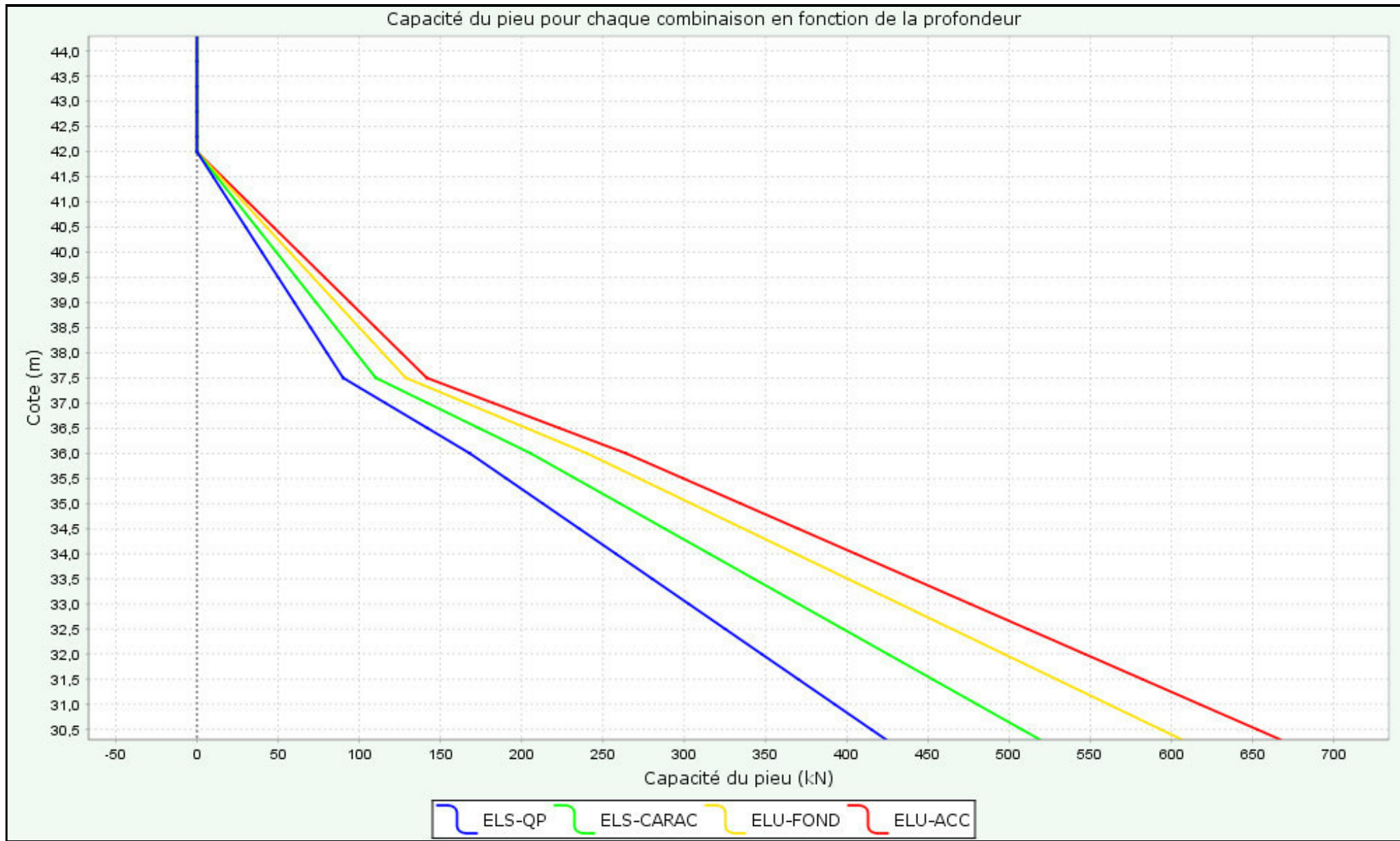
SOLUTION

Calcul à longueur imposée : L = 14.00

couche	cote	qsl	ple	kp	Qs	Qp	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
01	44.30	0.00	0.0	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	43.80	0.00	0.0	1.075	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	43.30	0.00	89.0	1.000	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	42.80	0.00	311.5	1.000	0.0	9.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	42.30	0.00	534.0	1.000	0.0	16.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	42.00	0.00	667.5	1.000	0.0	21.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	42.00	110.10	890.0	1.000	0.0	28.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	41.50	110.10	890.0	1.075	34.6	30.1	10.0	12.2	14.3	15.7
02	41.00	110.10	890.0	1.150	69.2	32.2	20.0	24.5	28.6	31.4
02	40.50	110.10	890.0	1.150	103.8	32.2	30.0	36.7	42.9	47.2
02	40.00	110.10	890.0	1.150	138.4	32.2	40.0	48.9	57.2	62.9
02	39.50	110.10	890.0	1.150	172.9	32.2	50.0	61.2	71.5	78.6
02	39.00	110.10	890.0	1.150	207.5	32.2	60.0	73.4	85.7	94.3
02	38.50	110.10	1117.5	1.150	242.1	40.4	70.0	85.6	100.0	110.1
02	38.00	110.10	1345.0	1.150	276.7	48.6	80.0	97.9	114.3	125.8
02	37.50	110.10	1572.5	1.150	311.3	56.8	90.0	110.1	128.6	141.5
02	37.50	110.10	1572.5	1.150	311.3	56.8	90.0	110.1	128.6	141.5
03	37.50	200.11	1800.0	1.099	311.3	62.1	90.0	110.1	128.6	141.5
03	37.00	200.11	2075.0	1.100	374.2	71.7	116.0	141.8	165.7	182.3
03	36.50	200.11	2350.0	1.100	437.0	81.2	141.9	173.6	202.8	223.1
03	36.00	200.11	2625.0	1.100	499.9	90.7	167.9	205.4	239.9	264.0

03	36.00	200.11	2625.0	1.100	499.9	90.7	167.9	205.4	239.9	264.0
04	36.00	247.64	2900.0	1.450	499.9	132.1	167.9	205.4	239.9	264.0
04	35.50	247.64	2900.0	1.450	577.7	132.1	190.4	232.9	272.1	299.3
04	35.00	247.64	2900.0	1.450	655.5	132.1	212.9	260.4	304.2	334.7
04	34.50	247.64	2900.0	1.450	733.3	132.1	235.4	287.9	336.4	370.1
04	34.00	247.64	2900.0	1.450	811.1	132.1	257.8	315.4	368.5	405.4
04	33.50	247.64	2900.0	1.450	888.9	132.1	280.3	342.9	400.7	440.8
04	33.00	247.64	2900.0	1.450	966.7	132.1	302.8	370.4	432.8	476.1
04	32.50	247.64	2900.0	1.450	1044.5	132.1	325.3	398.0	465.0	511.5
04	32.00	247.64	2900.0	1.450	1122.3	132.1	347.8	425.5	497.1	546.9
04	31.50	247.64	2900.0	1.450	1200.1	132.1	370.3	453.0	529.3	582.2
04	31.00	247.64	2900.0	1.450	1277.9	132.1	392.8	480.5	561.4	617.6
04	30.50	247.64	2900.0	1.450	1355.7	132.1	415.3	508.0	593.5	653.0
04	30.30	247.64	2900.0	1.450	1386.8	132.1	424.3	519.0	606.4	667.1

Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



Données

Titre du projet : Micropieux 1ère approche

Numéro d'affaire : NCs2024-07-13

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Micropieux 250 mm TYPE 3 RPSO (pieu n°2)

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) : 0,50

Section de calcul : Section de calcul circulaire

Diamètre de calcul (m) : 0,25

Classe du pieu : 8 - Pieu/micropieu injecté

Catégorie du pieu : 19 [PIGU, MIGU] - Pieu ou micropieu injecté mode IGU (type III)

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	0,000	0,000	0,000	0,000

Cote de référence (m) : 44,30

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	γR,d1×γR,d2
1	Couche 1		Argile, limons	42,00	0,00	0,00	1,15	2,200
2	Couche 2		Argile, limons	37,50	890,00	110,10	1,15	2,200
3	Couche 3		Sols intermédiaires, tendance sableuse	36,00	1800,00	200,11	1,10	1,540
4	Couche 4		Marne et calcaire marneux	22,00	2900,00	247,64	1,45	2,200

Critère de calcul : Longueur imposée

Longueur du pieu (m) : 12,50

Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non

Contrôle de la résistance structurale de la section : Non

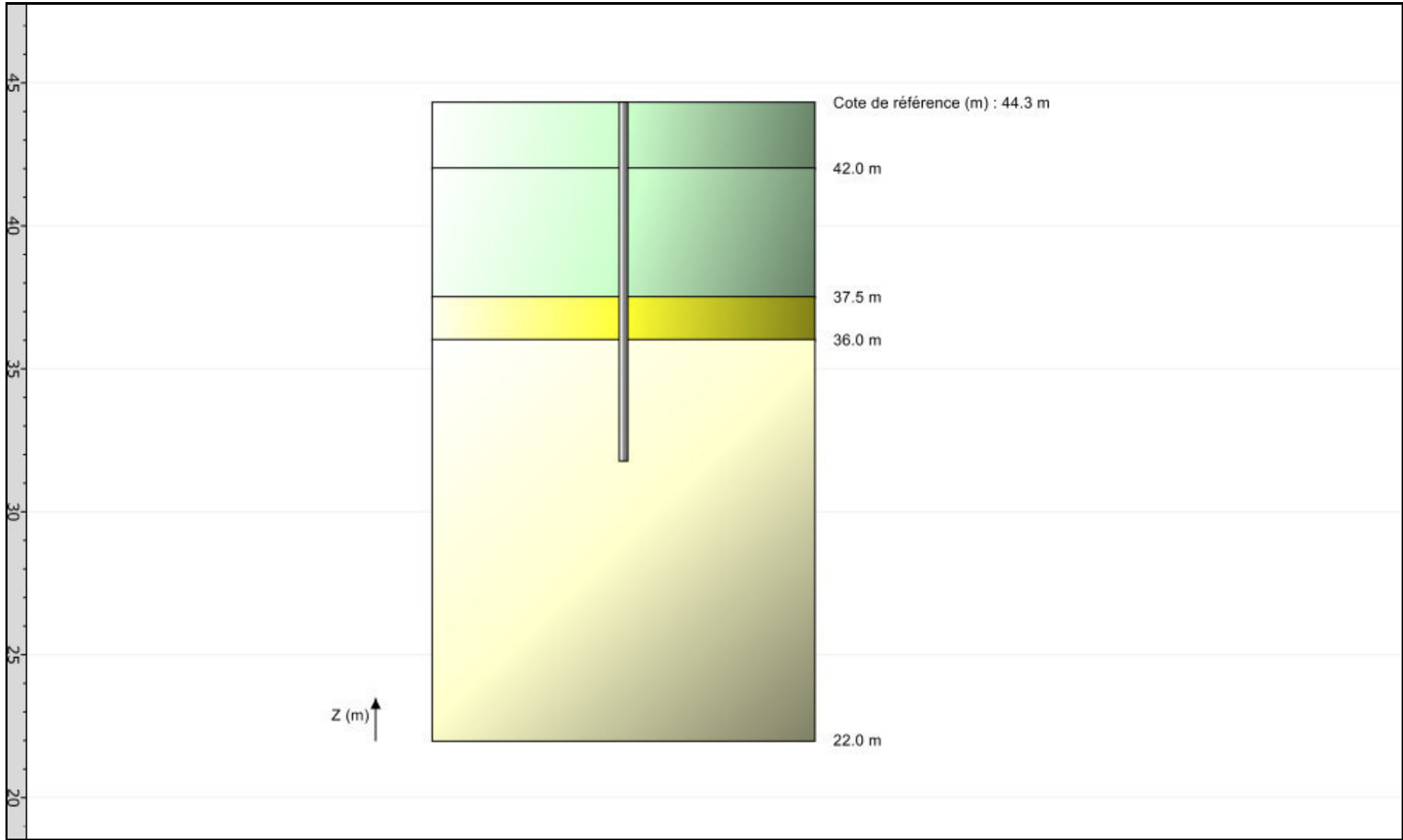


FoXta v4
v4.1.12

Imprimé le : 12/12/2024 - 18:34:28
Calcul réalisé par : BUREAU SOL CONSULTANTS

Projet : Prédimensionnement
Module : Fondprof (Pieu 2/6)
Titre du calcul : Micropieux 250 mm TYPE 3 RPSO

Onglet "Calcul"



File : C:\Users\N0584~1\CAM\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v4\7092\FP.8.resu

Calcul réalisé le : 12/12/2024 à 18h33

par : BUREAU SOL CONSULTANTS

- 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 : 19
 - pour pieu travaillant en compression

Combinaisons	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
Frottement	0.636	0.778	0.909	1.000
Pointe	0.000	0.000	0.000	0.000

Cote de référence : 44.300

Section du pieu : 0.049

Périmètre : 0.785

Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	pl*	qsl	kpmin	kpmax	gamrd
01	42.00	0.0	0.00	1.00	1.15	2.20
02	37.50	890.0	110.10	1.00	1.15	2.20
03	36.00	1800.0	200.11	1.00	1.10	1.54
04	22.00	2900.0	247.64	1.00	1.45	2.20

Pas du calcul : 0.50

SOLUTION

Calcul à longueur imposée : L = 12.50

couche	cote	qsl	ple	kp	Qs	Qp	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
01	44.30	0.00	0.0	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	43.80	0.00	0.0	1.060	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	43.30	0.00	89.0	1.000	0.0	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0
01	42.80	0.00	311.5	1.000	0.0	15.3	0.0	0.0	0.0	0.0
01	42.30	0.00	534.0	1.000	0.0	26.2	0.0	0.0	0.0	0.0
01	42.00	0.00	667.5	1.000	0.0	32.8	0.0	0.0	0.0	0.0
02	42.00	110.10	890.0	1.000	0.0	43.7	0.0	0.0	0.0	0.0
02	41.50	110.10	890.0	1.060	43.2	46.3	12.5	15.3	17.9	19.7
02	41.00	110.10	890.0	1.120	86.5	48.9	25.0	30.6	35.7	39.3
02	40.50	110.10	890.0	1.150	129.7	50.2	37.5	45.9	53.6	59.0
02	40.00	110.10	890.0	1.150	172.9	50.2	50.0	61.2	71.5	78.6
02	39.50	110.10	890.0	1.150	216.2	50.2	62.5	76.4	89.3	98.3
02	39.00	110.10	890.0	1.150	259.4	50.2	75.0	91.7	107.2	117.9
02	38.50	110.10	1117.5	1.150	302.7	63.1	87.5	107.0	125.1	137.6
02	38.00	110.10	1345.0	1.150	345.9	75.9	100.0	122.3	142.9	157.2
02	37.50	110.10	1572.5	1.150	389.1	88.8	112.5	137.6	160.8	176.9
02	37.50	110.10	1572.5	1.150	389.1	88.8	112.5	137.6	160.8	176.9
03	37.50	200.11	1800.0	1.099	389.1	97.1	112.5	137.6	160.8	176.9
03	37.00	200.11	2075.0	1.100	467.7	112.0	144.9	177.3	207.2	227.9
03	36.50	200.11	2350.0	1.100	546.3	126.9	177.4	217.0	253.5	278.9
03	36.00	200.11	2625.0	1.100	624.9	141.7	209.9	256.7	299.9	330.0

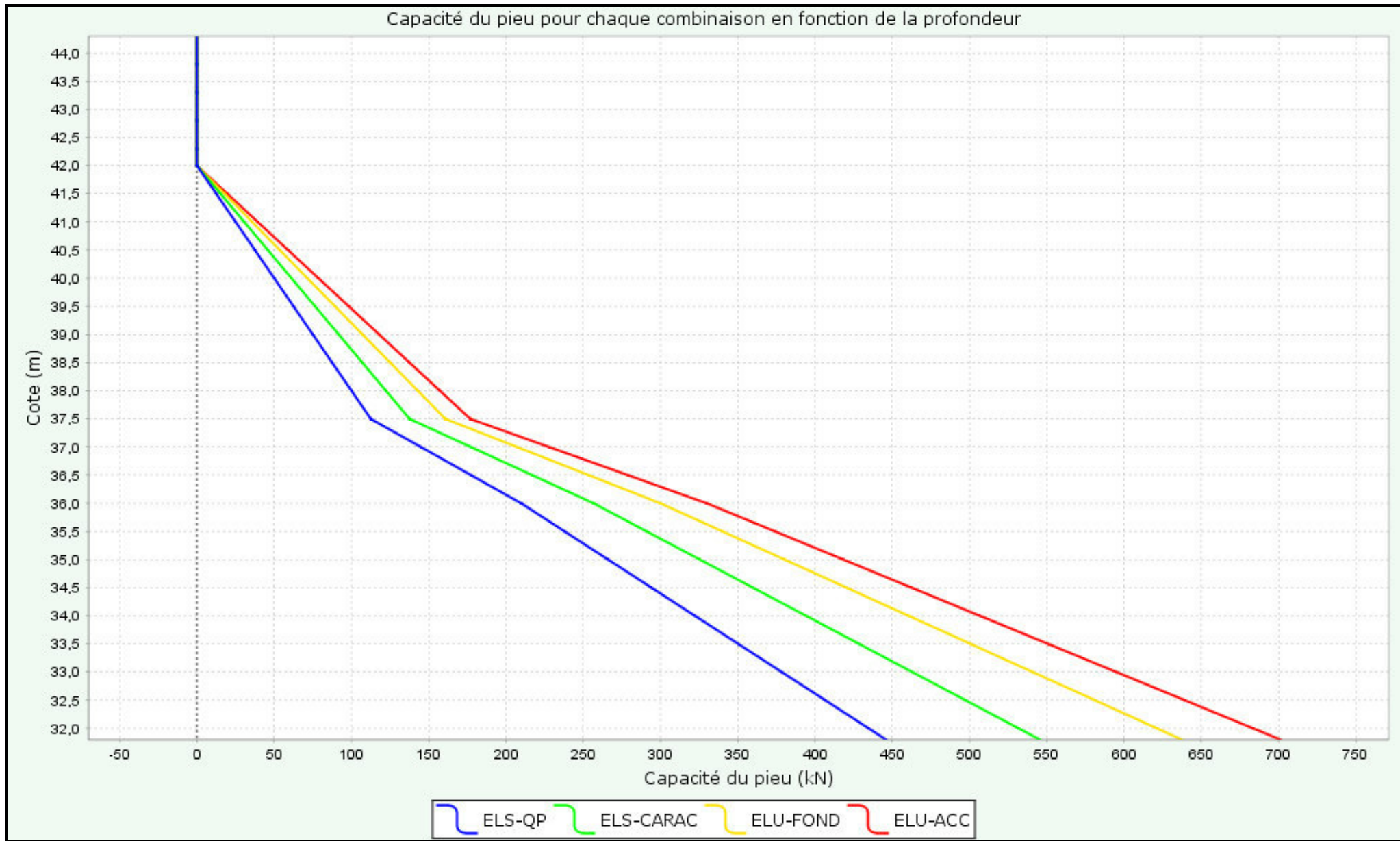
03	36.00	200.11	2625.0	1.100	624.9	141.7	209.9	256.7	299.9	330.0
04	36.00	247.64	2900.0	1.446	624.9	205.8	209.9	256.7	299.9	330.0
04	35.50	247.64	2900.0	1.450	722.1	206.4	238.0	291.1	340.1	374.2
04	35.00	247.64	2900.0	1.450	819.4	206.4	266.1	325.5	380.3	418.4
04	34.50	247.64	2900.0	1.450	916.6	206.4	294.2	359.9	420.5	462.6
04	34.00	247.64	2900.0	1.450	1013.9	206.4	322.3	394.3	460.7	506.8
04	33.50	247.64	2900.0	1.450	1111.1	206.4	350.4	428.7	500.8	551.0
04	33.00	247.64	2900.0	1.450	1208.4	206.4	378.5	463.1	541.0	595.2
04	32.50	247.64	2900.0	1.450	1305.6	206.4	406.6	497.4	581.2	639.4
04	32.00	247.64	2900.0	1.450	1402.9	206.4	434.8	531.8	621.4	683.6
04	31.80	247.64	2900.0	1.450	1441.8	206.4	446.0	545.6	637.5	701.3



FoXta v4
v4.1.12

Imprimé le : 12/12/2024 - 18:34:29
Calcul réalisé par : BUREAU SOL CONSULTANTS
Projet : Prédimensionnement
Module : Fondprof (Pieu 2/6)
Titre du calcul : Micropieux 250 mm TYPE 3 RPSO

Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



ANNEXE 5C

DIMENSIONNEMENT DES FONDATIONS DU PROJET

Données

Titre du projet : Micropieux 1ère approche

Numéro d'affaire : NCs2024-07-13

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Micropieux type 3 200 mm l =7 m (pieu n°3)

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

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas du calcul (m) : 0,50

Section de calcul : Section de calcul circulaire

Diamètre de calcul (m) : 0,20

Classe du pieu : 8 - Pieu/micropieu injecté

Catégorie du pieu : 19 [PIGU, MIGU] - Pieu ou micropieu injecté mode IGU (type III)

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	0,000	0,000	0,000	0,000

Cote de référence (m) : 42,00

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	γR,d1×γR,d2
1	Couche 2		Argile, limons	37,50	890,00	110,10	0,00	2,200
2	Couche 3		Sols intermédiaires, tendance sableuse	36,00	1800,00	200,00	0,00	1,540
3	Couche 4		Marne et calcaire marneux	22,00	2900,00	247,64	0,00	2,200

Critère de calcul : Longueur imposée

Longueur du pieu (m) : 7,00

Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non

Contrôle de la résistance structurale de la section : Non

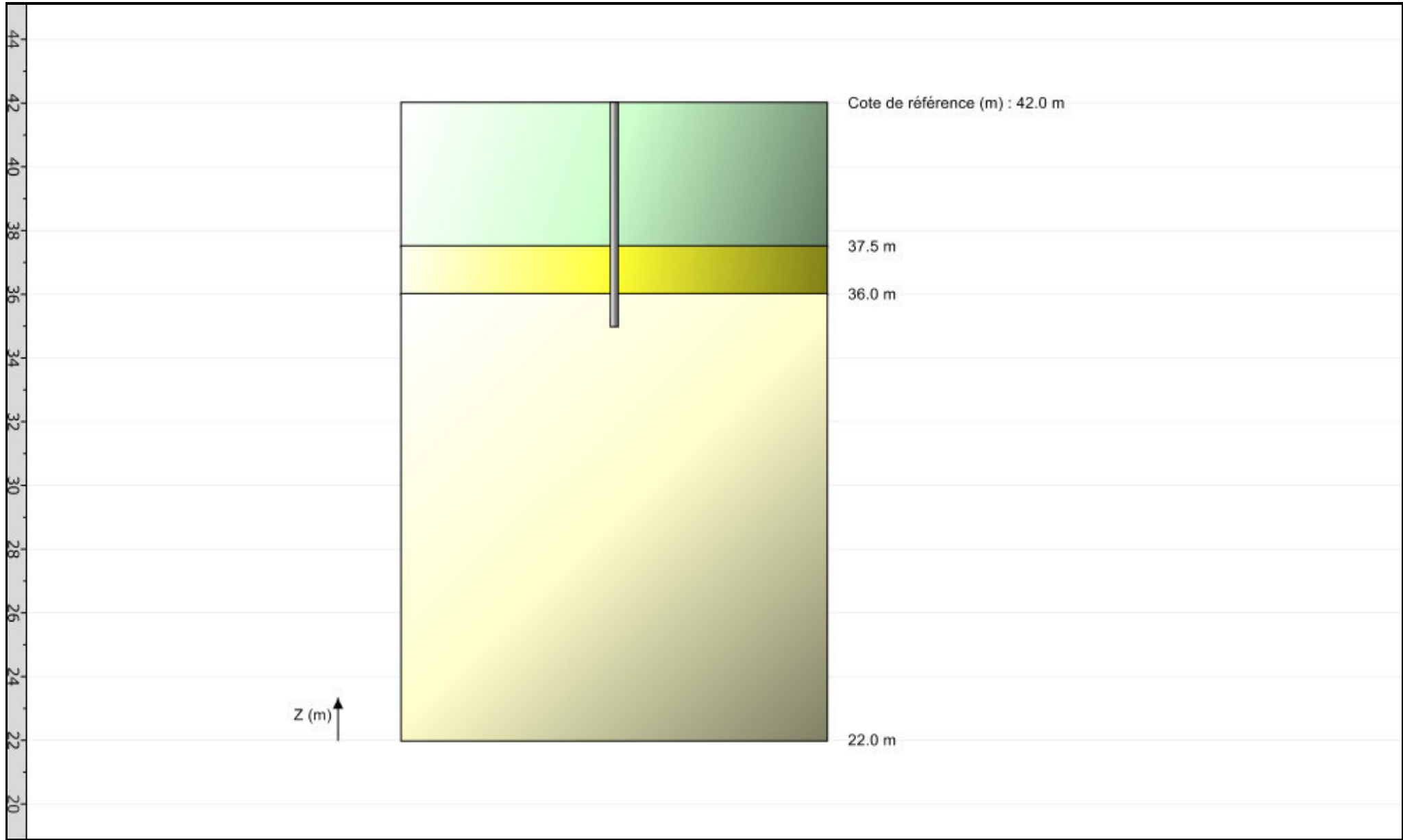


FoXta v4
v4.1.12

Imprimé le : 12/12/2024 - 18:35:15
Calcul réalisé par : BUREAU SOL CONSULTANTS

Projet : Prédimensionnement
Module : Fondprof (Pieu 3/6)
Titre du calcul : Micropieux type 3 200 mm l =7 m

Onglet "Calcul"



File : C:\Users\N0584~1.CAM\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v4\7092\FP.6.resu

Calcul réalisé le : 12/12/2024 à 18h34

par : BUREAU SOL CONSULTANTS

- 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 : 19
 - pour pieu travaillant en compression

Combinaisons	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
Frottement	0.636	0.778	0.909	1.000
Pointe	0.000	0.000	0.000	0.000

Cote de référence : 42.000

Section du pieu : 0.031

Périmètre : 0.628

Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	pl*	qsl	kpmin	kpmax	gamrd
01	37.50	890.0	110.10	1.00	0.00	2.20
02	36.00	1800.0	200.00	1.00	0.00	1.54
03	22.00	2900.0	247.64	1.00	0.00	2.20

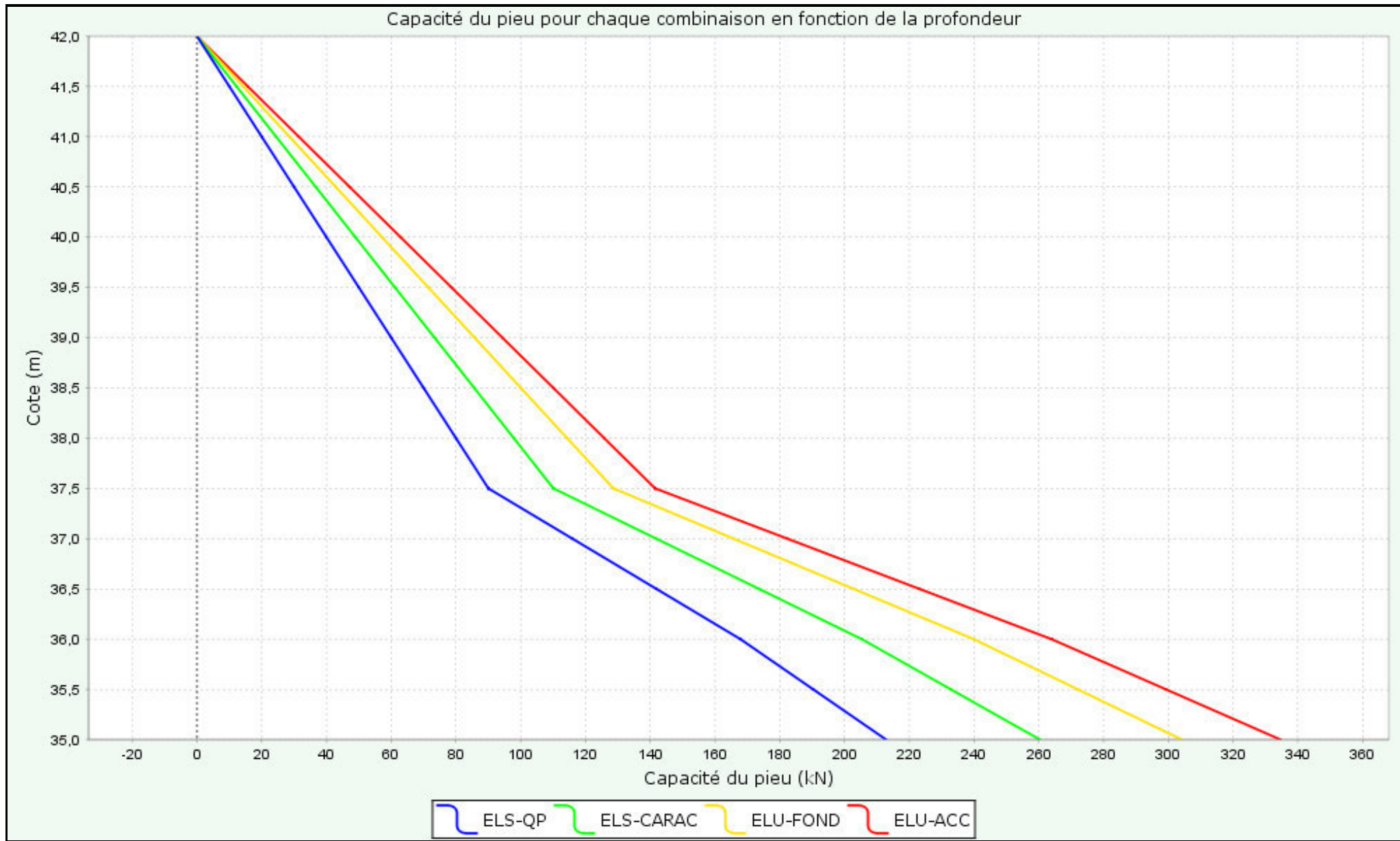
Pas du calcul : 0.50

SOLUTION

Calcul à longueur imposée : L = 7.00

couche	cote	qsl	ple	kp	Qs	Qp	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
01	42.00	110.10	890.0	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	41.50	110.10	890.0	0.000	34.6	0.0	10.0	12.2	14.3	15.7
01	41.00	110.10	890.0	0.000	69.2	0.0	20.0	24.5	28.6	31.4
01	40.50	110.10	890.0	0.000	103.8	0.0	30.0	36.7	42.9	47.2
01	40.00	110.10	890.0	0.000	138.4	0.0	40.0	48.9	57.2	62.9
01	39.50	110.10	890.0	0.000	172.9	0.0	50.0	61.2	71.5	78.6
01	39.00	110.10	890.0	0.000	207.5	0.0	60.0	73.4	85.7	94.3
01	38.50	110.10	1117.5	0.000	242.1	0.0	70.0	85.6	100.0	110.1
01	38.00	110.10	1345.0	0.000	276.7	0.0	80.0	97.9	114.3	125.8
01	37.50	110.10	1572.5	0.000	311.3	0.0	90.0	110.1	128.6	141.5
01	37.50	110.10	1572.5	0.000	311.3	0.0	90.0	110.1	128.6	141.5
02	37.50	200.00	1800.0	0.000	311.3	0.0	90.0	110.1	128.6	141.5
02	37.00	200.00	2075.0	0.000	374.1	0.0	115.9	141.8	165.7	182.3
02	36.50	200.00	2350.0	0.000	437.0	0.0	141.9	173.6	202.8	223.1
02	36.00	200.00	2625.0	0.000	499.8	0.0	167.8	205.3	239.9	263.9
02	36.00	200.00	2625.0	0.000	499.8	0.0	167.8	205.3	239.9	263.9
03	36.00	247.64	2900.0	0.000	499.8	0.0	167.8	205.3	239.9	263.9
03	35.50	247.64	2900.0	0.000	577.6	0.0	190.3	232.8	272.0	299.3
03	35.00	247.64	2900.0	0.000	655.4	0.0	212.8	260.3	304.2	334.6

Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



Données

Titre du projet : Micropieux 1ère approche

Numéro d'affaire : NCs2024-07-13

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Micropieux type 3 200 mm l =8 m (pieu n°4)

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

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas du calcul (m) : 0,50

Section de calcul : Section de calcul circulaire

Diamètre de calcul (m) : 0,20

Classe du pieu : 8 - Pieu/micropieu injecté

Catégorie du pieu : 19 [PIGU, MIGU] - Pieu ou micropieu injecté mode IGU (type III)

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	0,000	0,000	0,000	0,000

Cote de référence (m) : 42,00

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	γR,d1×γR,d2
1	Couche 2		Argile, limons	37,50	890,00	110,10	0,00	2,200
2	Couche 3		Sols intermédiaires, tendance sableuse	36,00	1800,00	200,00	0,00	1,540
3	Couche 4		Marne et calcaire marneux	22,00	2900,00	247,64	0,00	2,200

Critère de calcul : Longueur imposée

Longueur du pieu (m) : 8,00

Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non

Contrôle de la résistance structurale de la section : Non

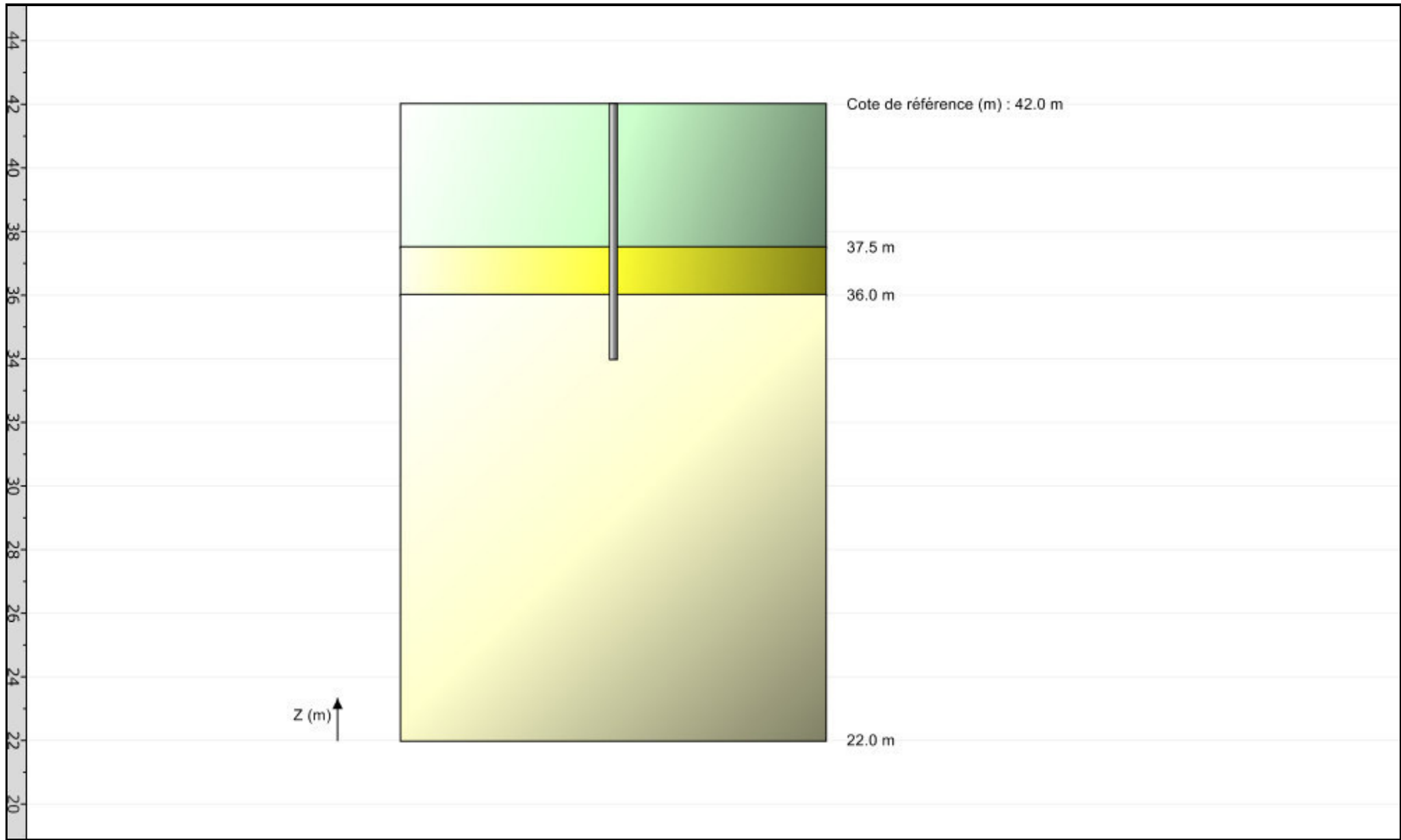


FoXta v4
v4.1.12

Imprimé le : 12/12/2024 - 18:35:54
Calcul réalisé par : BUREAU SOL CONSULTANTS

Projet : Prédimensionnement
Module : Fondprof (Pieu 4/6)
Titre du calcul : Micropieux type 3 200 mm l =8 m

Onglet "Paramètres généraux"



File : C:\Users\N0584~1.CAM\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v4\7092\FP.9.resu

Calcul réalisé le : 12/12/2024 à 18h35

par : BUREAU SOL CONSULTANTS

- 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 : 19
 - pour pieu travaillant en compression

Combinaisons	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
Frottement	0.636	0.778	0.909	1.000
Pointe	0.000	0.000	0.000	0.000

Cote de référence : 42.000

Section du pieu : 0.031

Périmètre : 0.628

Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	pl*	qsl	kpmin	kpmax	gamrd
01	37.50	890.0	110.10	1.00	0.00	2.20
02	36.00	1800.0	200.00	1.00	0.00	1.54
03	22.00	2900.0	247.64	1.00	0.00	2.20

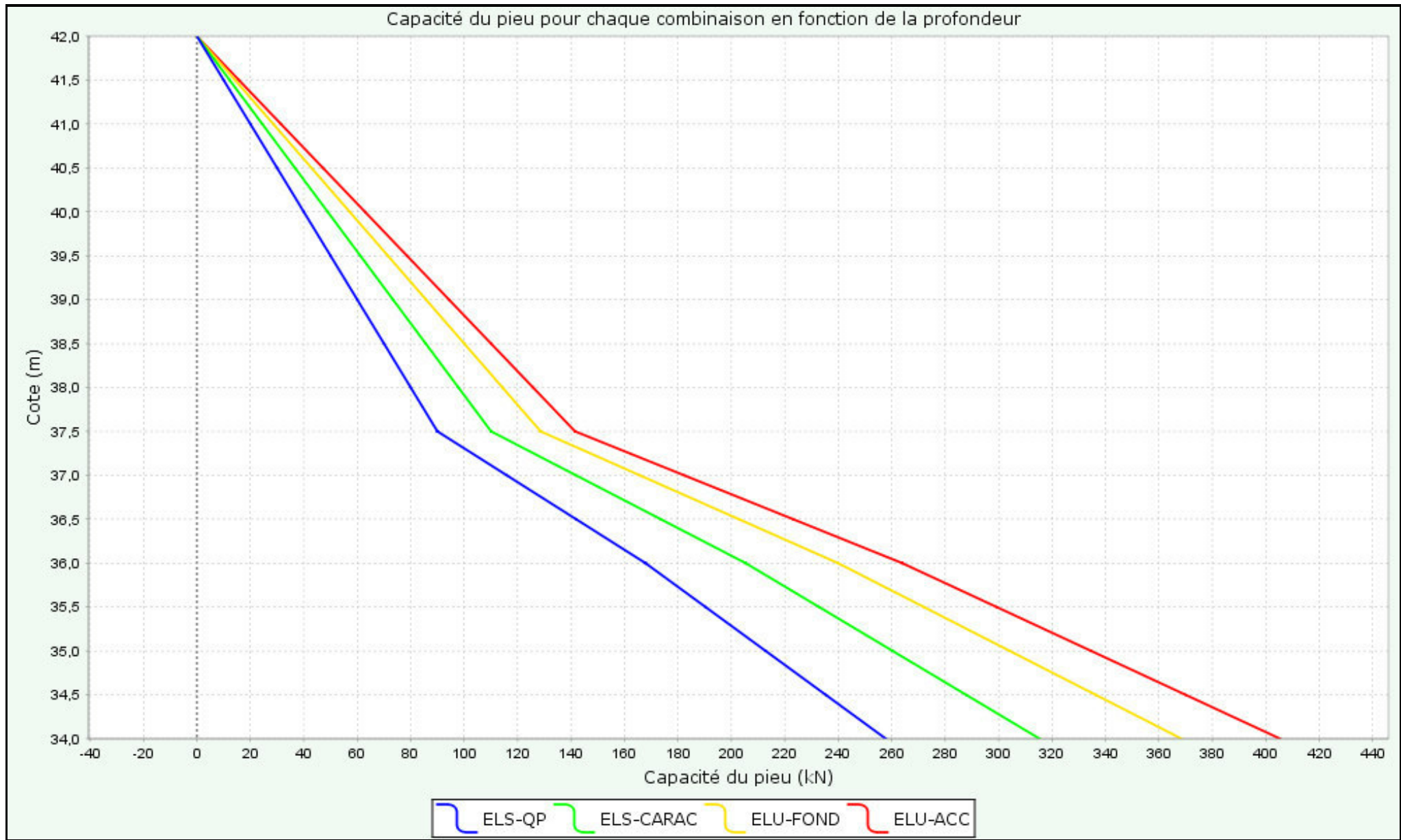
Pas du calcul : 0.50

SOLUTION

Calcul à longueur imposée : L = 8.00

couche	cote	qsl	ple	kp	Qs	Qp	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
01	42.00	110.10	890.0	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	41.50	110.10	890.0	0.000	34.6	0.0	10.0	12.2	14.3	15.7
01	41.00	110.10	890.0	0.000	69.2	0.0	20.0	24.5	28.6	31.4
01	40.50	110.10	890.0	0.000	103.8	0.0	30.0	36.7	42.9	47.2
01	40.00	110.10	890.0	0.000	138.4	0.0	40.0	48.9	57.2	62.9
01	39.50	110.10	890.0	0.000	172.9	0.0	50.0	61.2	71.5	78.6
01	39.00	110.10	890.0	0.000	207.5	0.0	60.0	73.4	85.7	94.3
01	38.50	110.10	1117.5	0.000	242.1	0.0	70.0	85.6	100.0	110.1
01	38.00	110.10	1345.0	0.000	276.7	0.0	80.0	97.9	114.3	125.8
01	37.50	110.10	1572.5	0.000	311.3	0.0	90.0	110.1	128.6	141.5
01	37.50	110.10	1572.5	0.000	311.3	0.0	90.0	110.1	128.6	141.5
02	37.50	200.00	1800.0	0.000	311.3	0.0	90.0	110.1	128.6	141.5
02	37.00	200.00	2075.0	0.000	374.1	0.0	115.9	141.8	165.7	182.3
02	36.50	200.00	2350.0	0.000	437.0	0.0	141.9	173.6	202.8	223.1
02	36.00	200.00	2625.0	0.000	499.8	0.0	167.8	205.3	239.9	263.9
02	36.00	200.00	2625.0	0.000	499.8	0.0	167.8	205.3	239.9	263.9
03	36.00	247.64	2900.0	0.000	499.8	0.0	167.8	205.3	239.9	263.9
03	35.50	247.64	2900.0	0.000	577.6	0.0	190.3	232.8	272.0	299.3
03	35.00	247.64	2900.0	0.000	655.4	0.0	212.8	260.3	304.2	334.6
03	34.50	247.64	2900.0	0.000	733.2	0.0	235.3	287.9	336.3	370.0
03	34.00	247.64	2900.0	0.000	811.0	0.0	257.8	315.4	368.5	405.4

Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



Données

Titre du projet : Micropieux 1ère approche

Numéro d'affaire : NCs2024-07-13

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Micropieux type 3 200 mm l =9 m (pieu n°5)

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) : 0,50

Section de calcul : Section de calcul circulaire

Diamètre de calcul (m) : 0,20

Classe du pieu : 8 - Pieu/micropieu injecté

Catégorie du pieu : 19 [PIGU, MIGU] - Pieu ou micropieu injecté mode IGU (type III)

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	0,000	0,000	0,000	0,000

Cote de référence (m) : 42,00

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	γR,d1×γR,d2
1	Couche 2		Argile, limons	37,50	890,00	110,10	0,00	2,200
2	Couche 3		Sols intermédiaires, tendance sableuse	36,00	1800,00	200,00	0,00	1,540
3	Couche 4		Marne et calcaire marneux	22,00	2900,00	247,64	0,00	2,200

Critère de calcul : Longueur imposée

Longueur du pieu (m) : 9,00

Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non

Contrôle de la résistance structurale de la section : Non

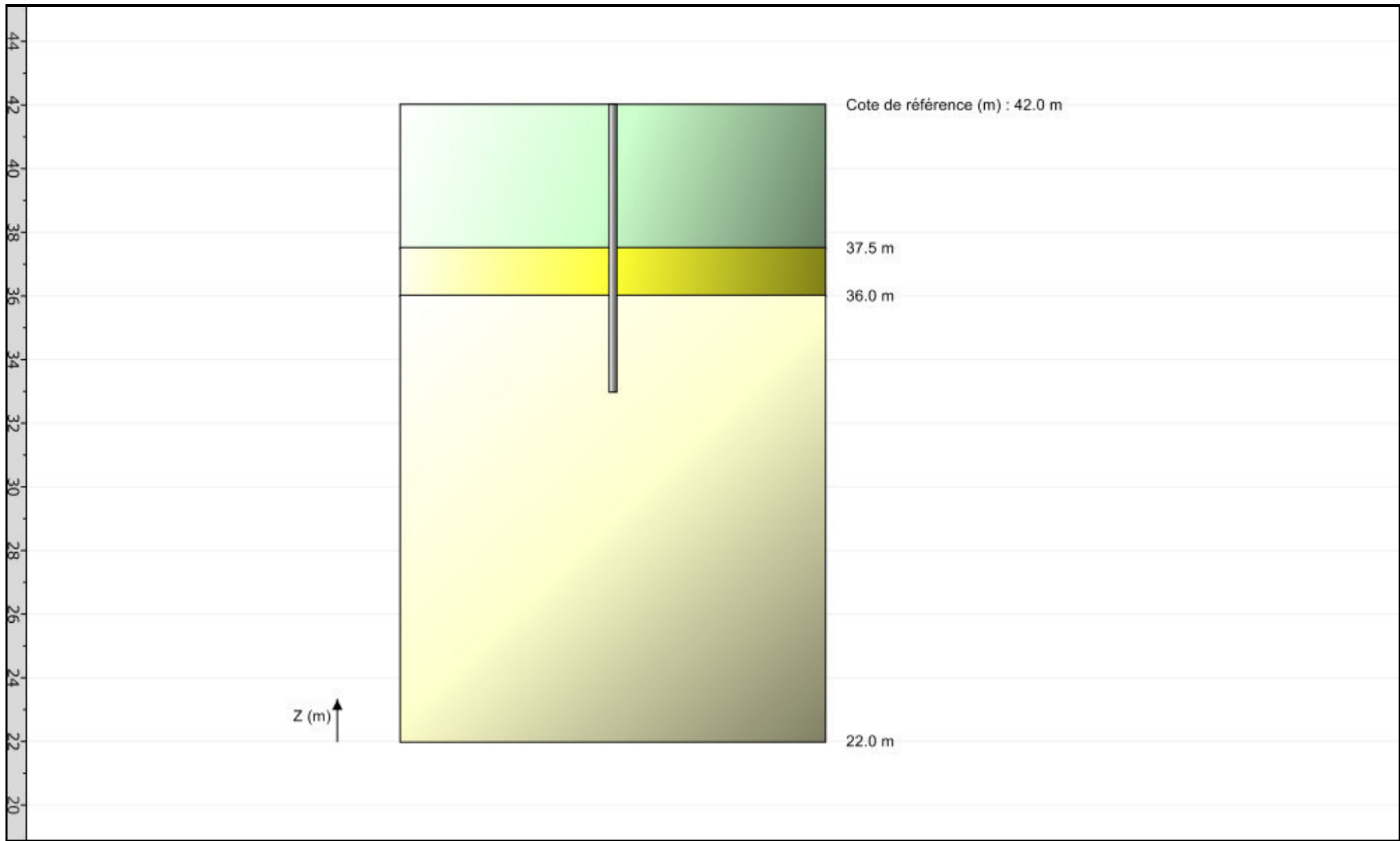


FoXta v4
v4.1.12

Imprimé le : 12/12/2024 - 18:36:22
Calcul réalisé par : BUREAU SOL CONSULTANTS

Projet : Prédimensionnement
Module : Fondprof (Pieu 5/6)
Titre du calcul : Micropieux type 3 200 mm l =9 m

Onglet "Paramètres généraux"



File : C:\Users\N0584~1.CAM\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v4\7092\FP.10.resu

Calcul réalisé le : 12/12/2024 à 18h36

par : BUREAU SOL CONSULTANTS

- 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 : 19
 - pour pieu travaillant en compression

Combinaisons	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
Frottement	0.636	0.778	0.909	1.000
Pointe	0.000	0.000	0.000	0.000

Cote de référence : 42.000

Section du pieu : 0.031

Périmètre : 0.628

Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	pl*	qsl	kpmin	kpmax	gamrd
01	37.50	890.0	110.10	1.00	0.00	2.20
02	36.00	1800.0	200.00	1.00	0.00	1.54
03	22.00	2900.0	247.64	1.00	0.00	2.20

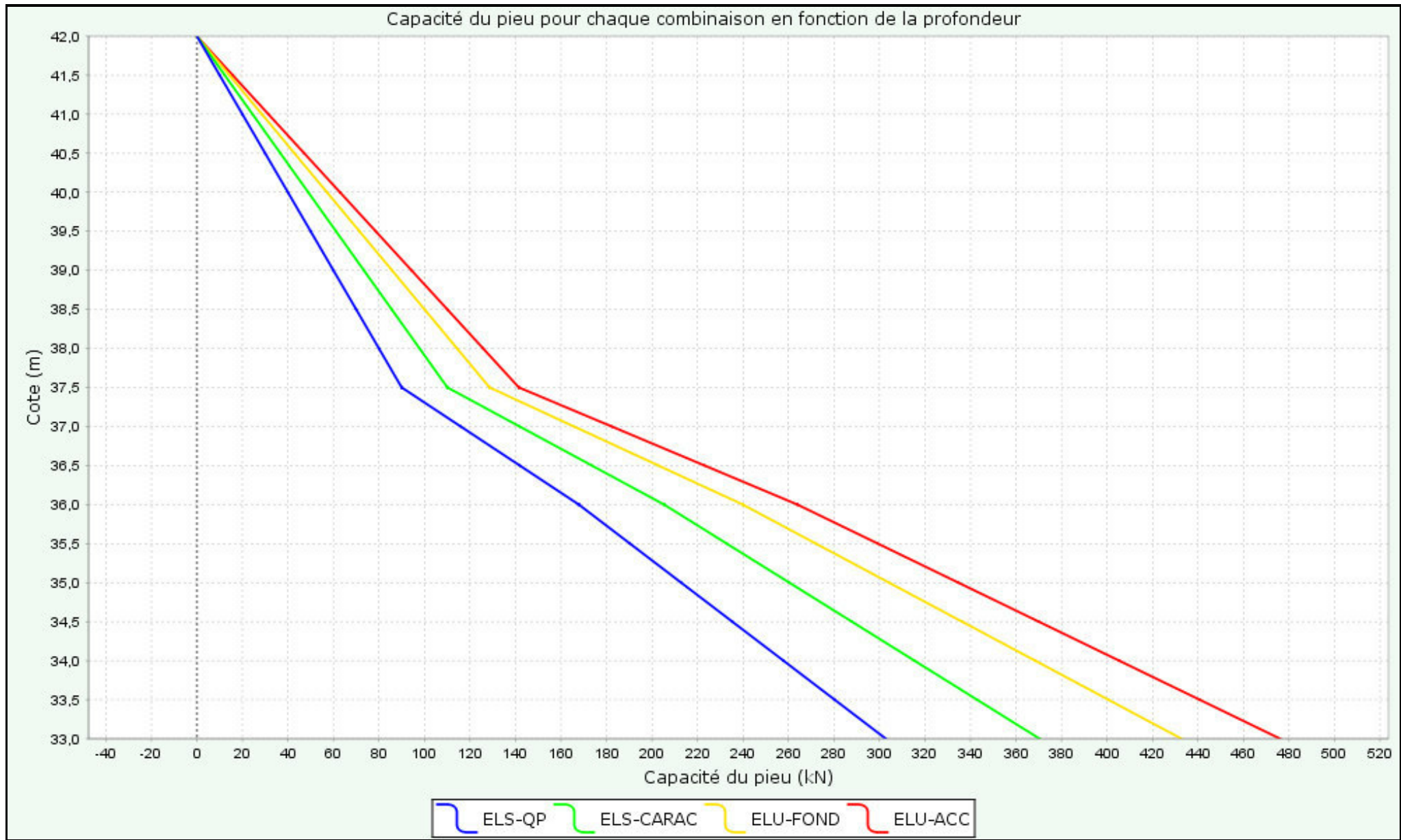
Pas du calcul : 0.50

SOLUTION

Calcul à longueur imposée : L = 9.00

couche	cote	qsl	ple	kp	Qs	Qp	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
01	42.00	110.10	890.0	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	41.50	110.10	890.0	0.000	34.6	0.0	10.0	12.2	14.3	15.7
01	41.00	110.10	890.0	0.000	69.2	0.0	20.0	24.5	28.6	31.4
01	40.50	110.10	890.0	0.000	103.8	0.0	30.0	36.7	42.9	47.2
01	40.00	110.10	890.0	0.000	138.4	0.0	40.0	48.9	57.2	62.9
01	39.50	110.10	890.0	0.000	172.9	0.0	50.0	61.2	71.5	78.6
01	39.00	110.10	890.0	0.000	207.5	0.0	60.0	73.4	85.7	94.3
01	38.50	110.10	1117.5	0.000	242.1	0.0	70.0	85.6	100.0	110.1
01	38.00	110.10	1345.0	0.000	276.7	0.0	80.0	97.9	114.3	125.8
01	37.50	110.10	1572.5	0.000	311.3	0.0	90.0	110.1	128.6	141.5
01	37.00	110.10	1572.5	0.000	311.3	0.0	90.0	110.1	128.6	141.5
02	37.50	200.00	1800.0	0.000	311.3	0.0	90.0	110.1	128.6	141.5
02	37.00	200.00	2075.0	0.000	374.1	0.0	115.9	141.8	165.7	182.3
02	36.50	200.00	2350.0	0.000	437.0	0.0	141.9	173.6	202.8	223.1
02	36.00	200.00	2625.0	0.000	499.8	0.0	167.8	205.3	239.9	263.9
02	36.00	200.00	2625.0	0.000	499.8	0.0	167.8	205.3	239.9	263.9
03	36.00	247.64	2900.0	0.000	499.8	0.0	167.8	205.3	239.9	263.9
03	35.50	247.64	2900.0	0.000	577.6	0.0	190.3	232.8	272.0	299.3
03	35.00	247.64	2900.0	0.000	655.4	0.0	212.8	260.3	304.2	334.6
03	34.50	247.64	2900.0	0.000	733.2	0.0	235.3	287.9	336.3	370.0
03	34.00	247.64	2900.0	0.000	811.0	0.0	257.8	315.4	368.5	405.4
03	33.50	247.64	2900.0	0.000	888.8	0.0	280.3	342.9	400.6	440.7

Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



Données

Titre du projet : Micropieux 1ère approche

Numéro d'affaire : NCs2024-07-13

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Micropieux type 3 200 mm l =10 m (pieu n°6)

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) : 0,50

Section de calcul : Section de calcul circulaire

Diamètre de calcul (m) : 0,20

Classe du pieu : 8 - Pieu/micropieu injecté

Catégorie du pieu : 19 [PIGU, MIGU] - Pieu ou micropieu injecté mode IGU (type III)

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	0,000	0,000	0,000	0,000

Cote de référence (m) : 42,00

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	γR,d1×γR,d2
1	Couche 2		Argile, limons	37,50	890,00	110,10	0,00	2,200
2	Couche 3		Sols intermédiaires, tendance sableuse	36,00	1800,00	200,00	0,00	1,540
3	Couche 4		Marne et calcaire marneux	22,00	2900,00	247,64	0,00	2,200

Critère de calcul : Longueur imposée

Longueur du pieu (m) : 10,00

Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non

Contrôle de la résistance structurale de la section : Non

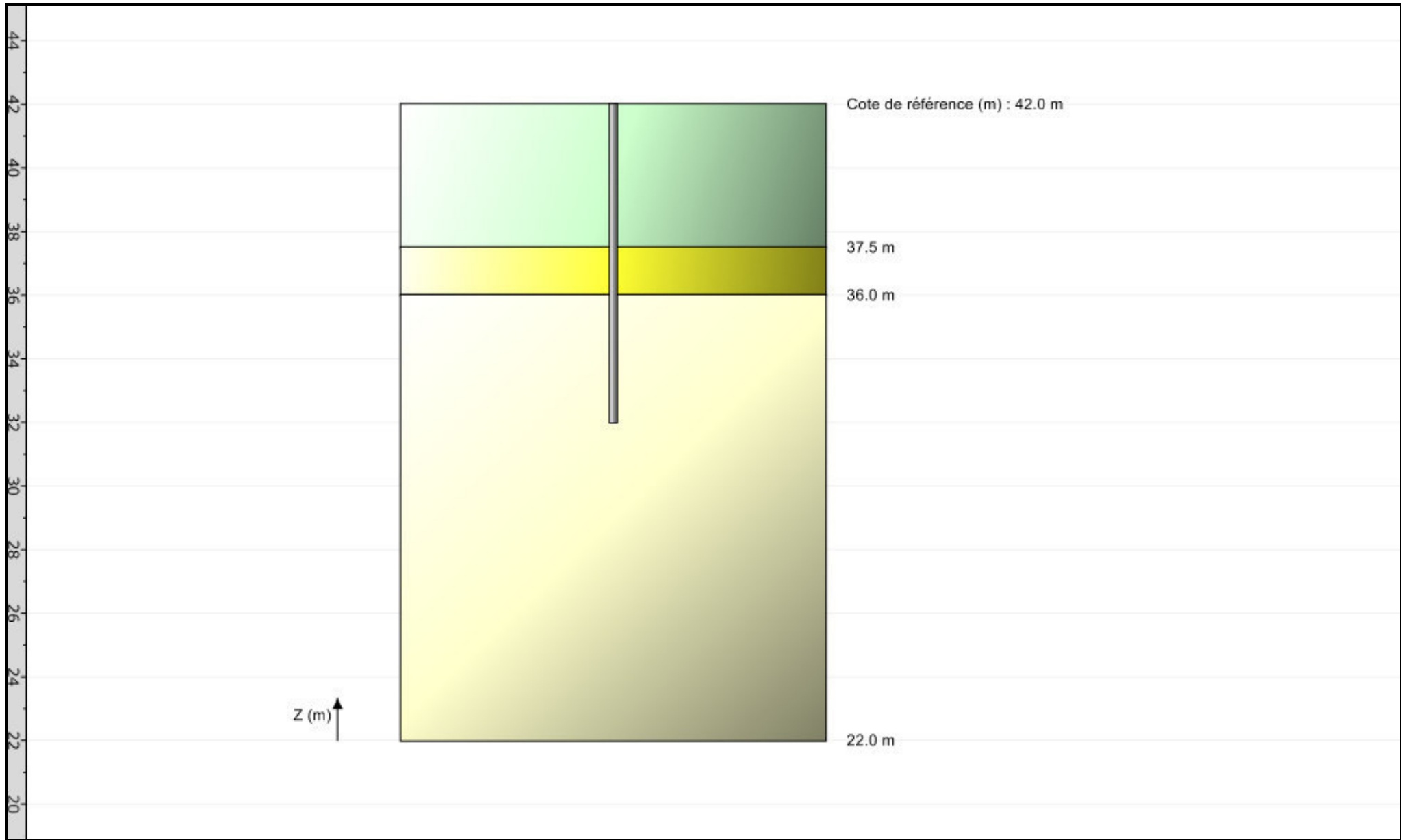


FoXta v4
v4.1.12

Imprimé le : 12/12/2024 - 18:36:52
Calcul réalisé par : BUREAU SOL CONSULTANTS

Projet : Prédimensionnement
Module : Fondprof (Pieu 6/6)
Titre du calcul : Micropieux type 3 200 mm l =10 m

Onglet "Paramètres généraux"



File : C:\Users\N0584~1.CAM\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v4\7092\FP.11.resu

Calcul réalisé le : 12/12/2024 à 18h36

par : BUREAU SOL CONSULTANTS

- 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 : 19
 - pour pieu travaillant en compression

Combinaisons	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
Frottement	0.636	0.778	0.909	1.000
Pointe	0.000	0.000	0.000	0.000

Cote de référence : 42.000

Section du pieu : 0.031

Périmètre : 0.628

Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	pl*	qsl	kpmin	kpmax	gamrd
01	37.50	890.0	110.10	1.00	0.00	2.20
02	36.00	1800.0	200.00	1.00	0.00	1.54
03	22.00	2900.0	247.64	1.00	0.00	2.20

Pas du calcul : 0.50

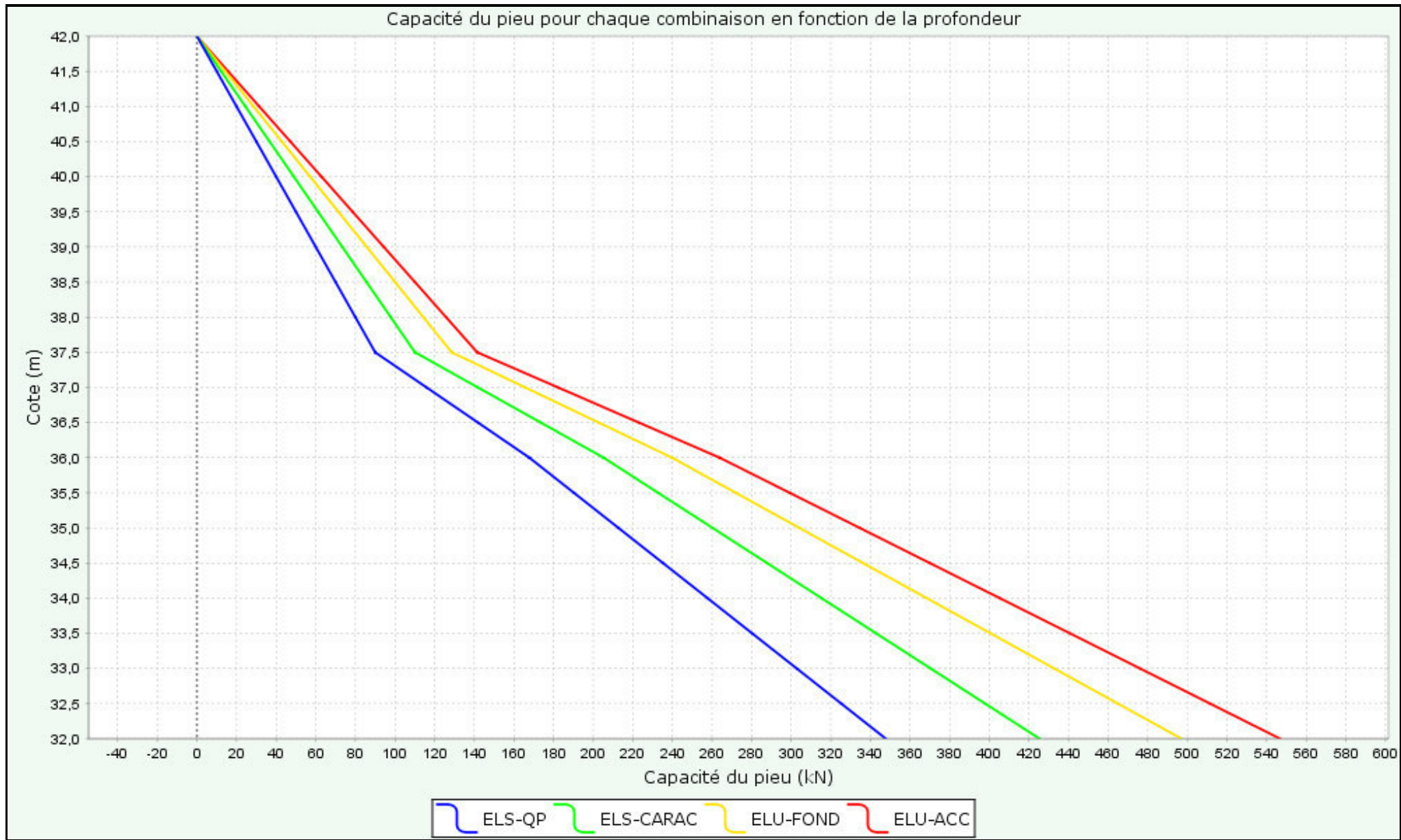
SOLUTION

Calcul à longueur imposée : L = 10.00

couche	cote	qsl	ple	kp	Qs	Qp	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
01	42.00	110.10	890.0	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	41.50	110.10	890.0	0.000	34.6	0.0	10.0	12.2	14.3	15.7
01	41.00	110.10	890.0	0.000	69.2	0.0	20.0	24.5	28.6	31.4
01	40.50	110.10	890.0	0.000	103.8	0.0	30.0	36.7	42.9	47.2
01	40.00	110.10	890.0	0.000	138.4	0.0	40.0	48.9	57.2	62.9
01	39.50	110.10	890.0	0.000	172.9	0.0	50.0	61.2	71.5	78.6
01	39.00	110.10	890.0	0.000	207.5	0.0	60.0	73.4	85.7	94.3
01	38.50	110.10	1117.5	0.000	242.1	0.0	70.0	85.6	100.0	110.1
01	38.00	110.10	1345.0	0.000	276.7	0.0	80.0	97.9	114.3	125.8
01	37.50	110.10	1572.5	0.000	311.3	0.0	90.0	110.1	128.6	141.5
01	37.00	110.10	1572.5	0.000	311.3	0.0	90.0	110.1	128.6	141.5
02	37.50	200.00	1800.0	0.000	311.3	0.0	90.0	110.1	128.6	141.5
02	37.00	200.00	2075.0	0.000	374.1	0.0	115.9	141.8	165.7	182.3
02	36.50	200.00	2350.0	0.000	437.0	0.0	141.9	173.6	202.8	223.1
02	36.00	200.00	2625.0	0.000	499.8	0.0	167.8	205.3	239.9	263.9
02	36.00	200.00	2625.0	0.000	499.8	0.0	167.8	205.3	239.9	263.9
03	36.00	247.64	2900.0	0.000	499.8	0.0	167.8	205.3	239.9	263.9
03	35.50	247.64	2900.0	0.000	577.6	0.0	190.3	232.8	272.0	299.3
03	35.00	247.64	2900.0	0.000	655.4	0.0	212.8	260.3	304.2	334.6
03	34.50	247.64	2900.0	0.000	733.2	0.0	235.3	287.9	336.3	370.0
03	34.00	247.64	2900.0	0.000	811.0	0.0	257.8	315.4	368.5	405.4
03	33.50	247.64	2900.0	0.000	888.8	0.0	280.3	342.9	400.6	440.7

03	33.00	247.64	2900.0	0.000	966.6	0.0	302.8	370.4	432.8	476.1
03	32.50	247.64	2900.0	0.000	1044.4	0.0	325.3	397.9	464.9	511.4
03	32.00	247.64	2900.0	0.000	1122.2	0.0	347.8	425.4	497.0	546.8

Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



ANNEXE 6
CLASSIFICATION DES MISSIONS GEOTECHNIQUES
SELON LA NORME NF P 94-500

Classification des missions d'ingénierie géotechnique

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

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

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

Phase Étude de Site (ES)

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

- Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.
- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases :

Phase Avant-projet (AVP)

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

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

Phase Projet (PRO)

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

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

Phase DCE / ACT

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

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

Classification des missions d'ingénierie géotechnique

ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées) ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

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

Phase Étude

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

Phase Suivi

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

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

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

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

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

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

Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

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