






RAPPORT

Étude Géotechnique de conception

Phase Avant-Projet (G2 AVP)



Grue
 DIJON (21000)
 Square des Bénédictins – Cathédrale Saint-Bénigne

Référence : 2411303/DIJON				Mission G2 Phase AVP		
Indice	Date	Modifications Observations	Nbre pages Texte + annexes	Établi par	Vérifié par	Approuvé par
0	10/06/2025	Première émission	24 + 4	M.CHIARADIA 	J-M.PERRIN 	J-M.PERRIN 
A						
B						
C						

Nb : l'indice le plus récent de la même mission, annule et remplace les indices précédents

AGENCE DIJON
 2 Bis rue Champeau
 21800 QUETIGNY
 Tél : 03.80.48.93.21
 Mail : agence.dijon@geotec.fr

Siège social :
 9 bld de l'Europe 21800 QUETIGNY
 Tél. : 03.80.48.93.20
 SAS au capital de 952 200 € - Siret 778 196501 00028
 Code NAF 7112B – Qualité OPQIBI
 Membre SYNTEC, USG et UPDS - www.geotec.fr

SOMMAIRE

1. CADRE D'INTERVENTION	4
1.1 INTERVENANTS	4
1.2 PROJET, DOCUMENTS REÇUS ET HYPOTHESES	4
1.3 MISSION	4
2. CONTEXTE DU SITE ET CONTENU DE LA RECONNAISSANCE	6
2.1 LE SITE	6
2.2 PREMIERE APPROCHE DE LA ZONE D'INFLUENCE GÉOTECHNIQUE	6
2.3 CONTENU DE LA RECONNAISSANCE	7
2.4 IMPLANTATION ET NIVELLEMENT DES SONDAGES	7
3. CADRE GEOLOGIQUE – RESULTATS DE LA RECONNAISSANCE	8
3.1 NATURE ET CARACTERISTIQUE DES SOLS	8
3.2 RISQUES NATURELS ET ANTHROPIQUES	9
3.3 HYDROGEOLOGIE	10
4. ETUDE DES OUVRAGES GÉOTECHNIQUES	11
4.1 PREAMBULE	11
4.2 FONDATIONS DES STRUCTURES PAR MICROPIEUX	11
4.2.1 Principe de fondation	11
4.2.2 Choix de la méthode de calcul	12
4.2.3 Paramètres de prédimensionnement	13
4.2.4 Exemple de prédimensionnement de micropieu – au droit de SP1	13
4.2.5 Frottement négatif	14
4.2.6 Déplacements horizontaux induits par des remblais	14
4.2.7 Effet de groupe	14
4.2.8 Efforts de traction éventuels	14
4.2.9 Vérifications « STR » des armatures	15
4.2.10 Tassements	15
4.2.11 Dispositions constructives	15
4.2.12 Sujétions d'exécution	15
4.2.13 Contrôles	16
5. RECOMMANDATIONS POUR LA MISE AU POINT DU PROJET	17
CONDITIONS GENERALES	18
ENCHAINEMENT DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE	21
TABLEAU 2 - CLASSIFICATION DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE	22

ANNEXES24

ANNEXE 1 – PLAN DE SITUATION

ANNEXE 2 – PLAN D'IMPLANTATION

ANNEXE 3 – SONDAGES ET ESSAIS

ANNEXE 4 – FOXTA

1. CADRE D'INTERVENTION

1.1 INTERVENANTS

A la demande et pour le compte de la **Direction régionale des affaires culturelles Bourgogne-Franche Comté de Dijon** - Hôtel Chartraire de Montigny, 39-41 rue Vannerie, BP 10578 - 21005 Dijon cedex, **GÉOTEC** a réalisé la présente étude sur le site suivant :

- Square des Bénédictins, parcelle cadastrale n°362 (section EV) sur la commune de DIJON (21).

1.2 PROJET, DOCUMENTS REÇUS ET HYPOTHESES

Les documents suivants ont été mis à la disposition de GÉOTEC :

Document	Émetteur	Date	Échelle	Cote altimétrique
Cahier des charges des investigations géotechniques avec plan d'implantation des sondages	LE BE associés	08/11/2024	1/500	-
Descentes de charges grue	POTAIN	19/06/2024	-	-

Dans le cadre des travaux de restauration de la flèche de la Cathédrale Saint-Bénigne, il est prévu d'installer une grue au square des Bénédictins.

D'après les éléments communiqués, la grue reposera sur un radier qui sera repris par plusieurs micropieux. Ce radier sera posé à même le sol pour ne pas déstructurer le système racinaire des arbres protégés du square des Bénédictins. Les terrassements seront donc quasi inexistantes.

D'après les éléments de la descente de charges communiquée (données Potain), le cas d'enveloppe retenu pour les efforts transmis aux appuis de la grue est le suivant :

- effort vertical (hors service) : 1895 kN/appui ;
- effort horizontal (hors service) : 311 kN.

Ces charges devront être calculées avec précision par le BET Structures ou l'entreprise, et transmises à GÉOTEC si elles diffèrent de celles prises par hypothèse.

1.3 MISSION

Conformément à son offre Réf. **2411303/DIJON** du **10 décembre 2024**, GÉOTEC a reçu pour mission de caractériser le contexte géologique, hydrogéologique et fournir les hypothèses géotechniques à prendre en compte pour le dimensionnement des principaux ouvrages géotechniques.

En l'absence de données précises concernant le projet, la mission préalablement prévue en mission G2 PRO a été requalifiée en **mission G2 AVP d'étude géotechnique de conception phase Avant-Projet** selon les termes de la norme NF P 94-500 révisée en novembre 2013, relative aux missions géotechniques (extraits joints).

Il est rappelé que la phase avant-projet de la mission d'étude géotechnique de conception G2 doit être complétée par les phases projet et DCE/ACT puis par des missions de réalisation G3 (étude et suivi de conception réalisée par le géotechnicien de l'entreprise) et G4 (géotechnique d'exécution) afin de limiter les aléas géotechniques qui peuvent apparaître en cours ou après réception des ouvrages. GEOTEC reste à la disposition des intervenants, et notamment de l'équipe de maîtrise d'œuvre, pour l'exécution des missions complémentaires de conception G2 et G4, la mission G3 étant réalisée par les entreprises de travaux.

L'exploitation et l'utilisation de ce rapport doivent respecter les « Conditions générales » données en fin de rapport.

Remarques : Toutes les abréviations utilisées dans ce rapport sont conformes à la norme XP 94-010 hormis les suivantes :

- TA : terrain actuel

*

*

*

2. CONTEXTE DU SITE ET CONTENU DE LA RECONNAISSANCE

2.1 LE SITE

Le terrain étudié se trouve au square des Bénédictins, Rue Docteur Maret à Dijon. Plus précisément, il est localisé sur la parcelle n°362 (section EV). Actuellement, le site est occupé par des pelouses, des allées pavées et quelques arbres.

L'environnement immédiat du terrain d'implantation de la grue est constitué par :

- la cathédrale Saint-Bénigne au Sud ;
- un bâtiment accueillant le musée archéologique de Dijon.

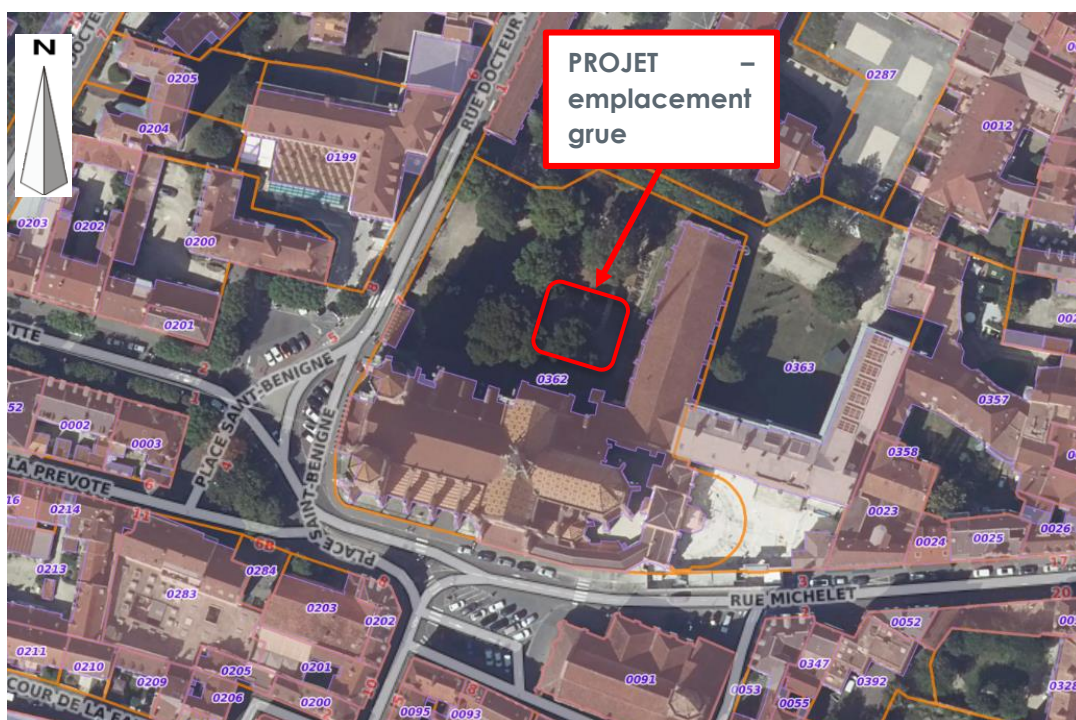


Figure 1: vue aérienne du site d'étude (sans échelle)

Le terrain étudié est relativement plat et l'altitude actuelle au droit de nos sondages et essais est comprise entre les cotes 244.60 et 244.80 m NGF

2.2 PREMIERE APPROCHE DE LA ZONE D'INFLUENCE GÉOTECHNIQUE

La zone d'influence géotechnique (ZIG) ne se limite pas qu'à la parcelle intéressée par le projet. La ZIG intéresse également :

- les constructions à proximité immédiate (interface entre fondations existantes/projetées et vis-à-vis des terrassements) ;
- les réseaux existants présents à proximité du site (entre fondations existantes/projetées et vis-à-vis des terrassements).

2.3 CONTENU DE LA RECONNAISSANCE

La campagne de reconnaissance a consisté en l'exécution de :

- **1 sondage géologique et pressiométrique** (SP1) réalisé à la tarière en diamètre 63 mm à l'aide d'une sondeuse de marque GEOTEC type TB 225 jusqu'à une profondeur de 8.00 m/TA. **Des essais pressiométriques** ont été réalisés selon un intervalle compris entre 1.00 m et 1.50 m dans ce sondage afin de mesurer les caractéristiques mécaniques des sols en profondeur.
- **4 essais au pénétromètre dynamique** (P1, P2, P4, P5) réalisés à l'aide d'un pénétromètre dynamique de type DPM30C et poussés au refus à une profondeur variant entre 4,70 m et 5,10 m/TA. Ces essais ont permis de mesurer en continu la résistance de chaque horizon traversé en termes d'homogénéité et de portance.

Remarque : un sondage pénétrométrique était initialement prévu en bas d'un escalier, à proximité de la cathédrale Saint-Bénigne (conformément au plan fourni par Le BE Associés). Cependant, cette zone s'est révélée inaccessible pour notre engin de sondage. En accord avec Le BE Associés, ce sondage P3 a donc été annulé.

2.4 IMPLANTATION ET NIVELLEMENT DES SONDAGES

La position des sondages et essais figure sur le schéma d'implantation en annexe.

L'implantation a été réalisée au mieux des conditions d'accès et au mieux de la précision des plans remis pour la campagne de reconnaissance.

Les sondages et essais ont été nivelés par nos soins à l'aide d'un GPS. Les cotes NGF relevées des têtes des sondages figurent sur les coupes fournies en annexe.

Les profondeurs sont comptées par rapport au Terrain Actuel (TA).

*

*

*

3. CADRE GEOLOGIQUE – RESULTATS DE LA RECONNAISSANCE

D'après la carte géologique de GEVREY-CHAMBERTIN et notre connaissance de ce secteur, la géologie attendue est la suivante :

- des remblais liés aux aménagements existants et à l'historique du site ;
- des alluvions anciennes constituées de galets et graviers, sables) ;
- le complexe sédimentaire d'âge Oligocène (argile et marnes à passages sablo-graveleux et conglomératiques).

3.1 NATURE ET CARACTERISTIQUE DES SOLS

La campagne de reconnaissance a mis en évidence les formations suivantes :

- **des remblais**, observés jusqu'à 4,00 m/TA au droit du sondage SP1. Ils sont constitués d'une 1^{ère} couche de terre végétale de 40 cm d'épaisseur puis de graviers beiges à blocs. Ils doivent correspondre à des remblais anciens en lien avec l'ensemble des aménagements qui ont pu exister sur le site.

Leurs caractéristiques mécaniques sont hétérogènes mais globalement très faibles à faibles telles que :

$$0.27 \leq p_l^* \leq 0.43 \text{ MPa}$$

$$1.60 \leq E_M \leq 3.90 \text{ MPa}$$

$$1.20 \leq q_d \leq 16.30 \text{ MPa}$$

- **une argile marron clair à cailloutis**, observée jusqu'à 7,00 m/TA au droit du sondage SP1. Il s'agit soit d'un niveau alluvionnaire constitué d'une fraction argileuse dominante soit d'un horizon d'altération du complexe sédimentaire d'âge Oligocène soit de remblais. Les refus au pénétromètre dynamique P1, P2, P4 et P5 ont été obtenus dans cet horizon, entre 4,70 et 5,10 m/TA, vraisemblablement sur un niveau plus chargé en cailloutis.

Ses caractéristiques mécaniques sont moyennes telles que :

$$0.94 \leq p_l^* \leq 1.09 \text{ MPa}$$

$$13.00 \leq E_M \leq 14.30 \text{ MPa}$$

$$\text{Refus } q_d \geq 50.00 \text{ MPa (essais P1, P2, P4 et P5)}$$

- **une marne argileuse marron à cailloutis**, observée jusqu'en fond du sondage SP1. Cet horizon doit correspondre au toit du complexe sédimentaire marneux de l'Oligocène. A noter que cette formation est hétérogène dans sa nature et dans sa compacité. Elle peut contenir des passages indurés, rocheux et conglomératiques, mais également des passages plus tendres argilo-marneux à marno-argileux.

Ses caractéristiques mécaniques sont élevées telles que :

$$p_l^* \approx 2.25 \text{ MPa (valeur unique)}$$

$$E_M \approx 21.40 \text{ MPa (valeur unique)}$$

NOTA : Compte tenu de la nature des sols identifiés et de la méthode de forage utilisée (sondages semi-destructif à la tarière de diamètre 63 mm), la nature précise et les limites mesurées entre chaque formation restent approximatives. Par conséquent, la limite et la nature des terrains devra être confirmée en phase projet et/ou exécution (missions G2 et/ou G3) par des sondages complémentaires spécifiques (fouilles, carottages, etc ...).

3.2 RISQUES NATURELS ET ANTHROPIQUES

La consultation du site de prévention des risques majeurs (georisques.gouv.fr) a permis d'identifier un certain nombre de risques que peut présenter le site étudié.

Selon le décret n° 2010-1255 du 22 octobre 2010 portant sur la délimitation des zones de sismicité, la commune est inscrite en zone de sismicité 1 (très faible), pour laquelle aucune prescription n'est requise vis-à-vis de la conception parasismique.

D'après les données issues de la carte du BRGM relative à l'aléa retrait-gonflement des argiles, le site est classé en zone d'aléa moyen.

D'après les données issues de la carte BRGM relative au phénomène de remontées de nappes, le site est situé en « zones potentiellement sujettes aux inondations de cave ». Selon le PPRN - Multirisques établi sur la commune de Dijon (relatif aux mouvements de terrain et d'inondation par arrêté préfectoral n°1053 du 7 décembre 2015), le site n'est pas référencé dans une zone de contrainte liée à cet aléa.

D'après la consultation du site « www.georisques.gouv.fr », la commune a fait l'objet de 11 arrêtés de catastrophes naturelles :

Code National CATNAT	Date début évènement ↑↓	Date fin évènement	Date publication arrêté	Date publication Jo	Libelle commune ↑↓	Libelle risque Jo ↑↓
INTE0100232A	14/03/2001	16/03/2001	27/04/2001	28/04/2001	DIJON	Inondations et/ou Couées de Boue
INTE0400918A	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005	DIJON	Sécheresse
INTE1316146A	03/05/2013	05/05/2013	20/06/2013	27/06/2013	DIJON	Inondations et/ou Couées de Boue
INTE1914147A	01/07/2018	31/12/2018	21/05/2019	22/06/2019	DIJON	Sécheresse
INTE2114775A	01/04/2020	30/09/2020	18/05/2021	06/06/2021	DIJON	Sécheresse
IOCE0903436A	10/06/2008	10/06/2008	09/02/2009	13/02/2009	DIJON	Inondations et/ou Couées de Boue
IOCE0911363A	12/08/2008	12/08/2008	18/05/2009	21/05/2009	DIJON	Inondations et/ou Couées de Boue
IOME2320254A	01/01/2022	30/06/2022	25/07/2023	04/10/2023	DIJON	Sécheresse
IOME2410127A	30/03/2024	05/04/2024	10/04/2024	16/04/2024	DIJON	Inondations et/ou Couées de Boue
IOME2415881A	01/01/2023	31/03/2023	18/06/2024	02/07/2024	DIJON	Sécheresse
NOR19840921	11/07/1984	11/07/1984	21/09/1984	18/10/1984	DIJON	Inondations et/ou Couées de Boue

Compte tenu de l'occupation et de l'historique du site, des remblais de natures et d'épaisseur variables pourront être identifiés entre nos points de sondage. Par ailleurs, l'existence de vestiges de construction enterrés n'est pas exclue au droit du site (fondation, blocs, anciens réseaux, ...).

Le toit du complexe sédimentaire marneux correspond à une surface d'érosion et d'altération. Par conséquent, il sera toujours possible de rencontrer des fluctuations plus ou moins marquées du toit de cette formation ou du toit de sa couverture d'altération en dehors de nos sondages de reconnaissance. Par ailleurs, le complexe sédimentaire marneux de l'Oligocène est également réputé pour ces variations latérales de faciès (conglomérats, bancs calcaires).

3.3 HYDROGÉOLOGIE

Lors de notre campagne de reconnaissance (mars 2025), aucune arrivée d'eau n'a été observée dans nos sondages.

Le contexte hydrogéologique du site est celui d'une nappe d'accompagnement de l'Ouche et du Suzon (canalisé en souterrain) circulant au sein des remblais.

Nos relevés ayant un caractère ponctuel et instantané, ils ne permettent pas de préciser l'amplitude des variations du niveau d'eau, ni l'ensemble des circulations d'eau +/- superficielles qui peuvent survenir en période pluvieuse ou en fonction du régime hydrogéologique de l'Ouche et du Suzon.

*

*

*

4. ETUDE DES OUVRAGES GÉOTECHNIQUES

4.1 PREAMBULE

Nos investigations nous ont permis de mettre en évidence la présence de remblais de faibles caractéristiques mécaniques jusqu'à environ 4 m, puis la présence d'un niveau argileux de moyenne compacité jusqu'à 7 m et d'une marne de compacité plus élevée reconnue uniquement sur le dernier mètre de reconnaissance.

Compte tenu des efforts attendus au droit des appuis de la grue (cf. § 1.2) et de la faible portance des sols jusqu'à 4,00 m, la réalisation de fondations superficielles de type massif sous les appuis de la grue n'est pas envisageable.

Par ailleurs, il nous a été communiqué que les terrassements devront être limités pour ne pas impacter le réseau racinaire des arbres protégés à proximité. C'est pourquoi, il est envisagé la réalisation de fondations profondes (type pieu ou micropieu) pour reprendre les charges apportées par la grue.

4.2 FONDATIONS DES STRUCTURES PAR MICROPIEUX

4.2.1 Principe de fondation

Dans ce contexte géotechnique, on pourra s'orienter vers des micropieux forés et injectés type III (injection basse pression mode IGU) de classe 8 et de catégorie 19 selon la norme NF P94-262.

* Forage :

Le forage est exécuté au moyen d'un outil désagrégeant jusqu'à la cote d'ancrage préalablement calculée. L'outil sera adapté à la nature des terrains traversés, en particulier pour la traversée des vestiges enterrés compacts où l'utilisation d'outils de type carottier rotatif pourra être nécessaire pour assurer leur traversée.

* Bétonnage/Armatures :

La contrainte dans le béton sera limitée conformément aux dispositions de la norme NF-EN 1992-1-1.

Les micropieux seront équipés d'une armature constituée soit d'un tube, soit d'une barre, soit des deux.

Les calculs de vérification et de justification des armatures devront être conduits selon les normes NF EN 1993-1 et NF EN 1993-5 avec leur annexe nationale, et être complétés lorsqu'il y a lieu, par les dispositions indiquées dans la norme NF-P 94-262 relative aux fondations profondes.

* Injection :

Le micropieu de type III injecté IGU nécessite un système d'injection de coulis mis en place dans une gaine. Après claquage et prise du coulis de gaine, l'injection est faite de manière globale et unitaire (IGU) à une pression d'injection supérieure ou égale à 1 MPa sans dépasser la pression limite du sol.

4.2.2 Choix de la méthode de calcul

Nous utiliserons ci-après la procédure « modèle de terrain » qui consiste à déduire d'un modèle géotechnique du site les valeurs caractéristiques de la résistance de pointe et du frottement axial unitaire dans les différentes couches de sol.

Selon la norme NFP 94-262 (Eurocodes 7 – Fondations profondes), il convient de vérifier que

- la valeur de calcul à l'ELS de la charge axiale F_d transmise par un pieu est inférieure ou égale à la valeur de calcul de la charge de fluage de compression R tel que :

$$F_d \leq R_{c;d}$$

- la valeur de calcul à l'ELU de la charge de compression axiale $F_{c;d}$ est inférieure ou égale à la valeur de calcul de la portance $R_{c;d}$ tel que :

$$F_{c;d} \leq R_{c;d}$$

Selon les termes de la NFP 94-262, les charges admissibles en compression sont données par les formules :

$$R = \Gamma_1.R_s + \Gamma_2.R_b$$

Avec $R = R_{c;d}$ à l'ELS ou $R = R_{c;d}$ à l'ELU

R_b : résistance limite de pointe, avec $R_b = A \cdot k_p \cdot p_{le}^*$ (résistance de pointe généralement négligé pour des micropieux)

R_s : résistance limite en frottement latéral, avec $R_s = \pi D \sum h_i \cdot q_{si}$

Où : A est la section du pieu et D son diamètre

k_p le facteur de portance, p_{le} la pression limite nette équivalente,

q_{si} le frottement latéral limite dans la couche i d'épaisseur h_i .

Les coefficients de sécurité globaux (Γ_1 et Γ_2) retenus en compression pour des micropieux de type III sont les suivants pour la méthode pressiométrique :

	ELS qp	ELS caract	ELU fond	ELU accid
Latéral (Γ_1)	0,289	0,354	0,413	0,455
Pointe (Γ_2)	-	-	-	-

Les coefficients de sécurité globaux retenus en traction pour des micropieux de type III sont les suivants pour la méthode pressiométrique :

	ELS qp	ELS caract	ELU fond	ELU accid
Latéral (Γ_1)	0,212	0,289	0,395	0,433
Pointe (Γ_2)	-	-	-	-

4.2.3 Paramètres de prédimensionnement

A titre indicatif, on pourra retenir pour un micropieu de type III (catégorie 19) et en 1^{ière} approche, les paramètres géotechniques de pré-dimensionnement suivants conformément à la norme NF P 94-262 :

Type de sol	pl* moyen (MPa)	Courbe fsol	$\alpha_{\text{pieu-sol}}$	qs retenu (kPa)
Mort terrain = à minima 1 m sous la tête de micropieu	-	-	-	-
Remblais graveleux beige à blocs	0.33	Q1	2,7	76
Argile à cailloutis	1.01	Q1	2,7	113
Marne argileuse marron à cailloutis	2.25	Q4	2,4	235

Dans le cadre des missions géotechniques G2-PRO à G3, ces paramètres devront être confirmés ou ajustés suivant la technique de réalisation définitivement retenue pour les micropieux afin de permettre la justification de dimensionnement au stade PRO et EXE.

4.2.4 Exemple de prédimensionnement de micropieu – au droit de SP1

Le prédimensionnement est réalisé :

- à l'ELS quasi-permanent et à l'ELU Fondamental,
- avec la méthode pressiométrique,
- selon le « modèle de terrain »,
- pour des efforts verticaux de compression,
- en considérant une neutralisation de 1 m sous la tête de micropieu.

On obtient sur la base des paramètres géotechniques fournis ci-avant, pour un micropieu de ϕ 250 mm descendu à 8 m de profondeur, les résultats suivants :

Diamètre du micropieu	Longueur effective de micropieu	Charge R c;cr;d ELS qp	Charge Rc;d ELU Fond.
(mm)	(m)	kN	(kN)
250	8	181.8	222.4

Au regard des charges transmises par la grue et de la charge pouvant être reprise par un micropieu à 8 m de profondeur, les micropieux devront certainement être ancrés plus profondément.

Dans ce cas, des investigations géotechniques complémentaires seront nécessaires. Il conviendra donc de réaliser des sondages pressiométriques jusqu'à une profondeur suffisante (à minima 15 mètres). Ces investigations devront être menées dans le cadre d'une mission de type G2 PRO ou G3, afin de permettre le dimensionnement précis des micropieux.

A titre d'exemple, et sur la base de données hypothétiques (à confirmer par un sondage pressiométrique descendu à la base de la fondation), nous fournissons le prédimensionnement pour un micropieu de ϕ 250 mm descendu à 15 m de profondeur, en considérant que la dernière valeur pressiométrique obtenu à 7,50 m dans la marne argileuse reste représentative jusqu'à 15 m de profondeur.

Diamètre du micropieu	Longueur effective de micropieu	Charge R c;cr;d ELS qp	Charge Rc;d ELU Fond.
(mm)	(m)	kN	(kN)
250	15	555.2	793.4

Les calculs de modélisation ont été réalisés à l'aide du logiciel Foxta.

Les résultats détaillés sont fournis en annexe.

4.2.5 Frottement négatif

La réalisation d'un mouvement de terre en remblai à proximité de micropieux peut conduire au développement du frottement négatif sur des fondations profondes.

Le calcul du frottement négatif sur les micropieux sera mené à partir de la NF P94-262 annexe H.

D'après les éléments connus à ce stade du projet, ce point ne sera pas à vérifier.

4.2.6 Déplacements horizontaux induits par des remblais

La mise en œuvre de remblais dissymétriques après la réalisation des micropieux pourra également générer des efforts horizontaux par la déformation d'une couche compressible soumise à ces charges.

Le déplacement ainsi évalué représente le déplacement libre du sol en l'absence de fondation.

Le calcul sera mené à partir de l'annexe K de la norme NFP 94-262 lors de la phase Projet de la mission G2.

D'après les éléments connus à ce stade du projet, ce point ne sera pas à vérifier.

4.2.7 Effet de groupe

La présence de fondations profondes très proches les unes des autres induit une interaction entre ces éléments.

Cette interaction impacte :

- Le comportement transversal
- L'état limite de mobilisation globale du sol
- Le frottement négatif

Cet aspect devra être vérifié en phase Projet lors du dimensionnement définitif en fonction du mode d'exécution retenu pour les micropieux et de la distance entre chaque micropieu. Pour négliger cet effet de groupe, il convient de respecter un entraxe de 3B (soit 3 diamètres de pieux) entre éléments de fondation.

L'effet de groupe sera calculé sur la base de la NFP94-262 annexes H, I et J. Il est probable que ce point doive être justifié pour le type d'ouvrage envisagé.

4.2.8 Efforts de traction éventuels

D'après les éléments transmis, les micropieux ne seront pas sollicités en traction. Ce point devra être vérifié et réexaminé le cas échéant dans le cadre des missions G2-PRO à G3 en fonction de l'évolution de projet et des plans de fondations correspondants.

4.2.9 Vérifications « STR » des armatures

Les vérifications « STR » devront être menées par le BE structure au stade « PRO » ou le BE de l'entreprise au stade « EXE ».

4.2.10 Tassements

Sous réserve d'une exécution soignée des micropieux et du respect des hypothèses précitées, les tassements théoriques absolus seront faibles.

4.2.11 Dispositions constructives

Les calculs de vérification et de justification des armatures devront être conduits selon les normes NF EN 1993-1 et NF EN 1993-5 avec leur annexe nationale, et être complétés lorsqu'il y a lieu, par les dispositions indiquées dans la norme NF-P 94-262 relative aux fondations profondes.

Ces calculs seront réalisés par le BET structure lors de la phase conception et/ou d'exécution (dimensionnement définitif des ouvrages) sur la base des éléments géotechniques fournis.

Les micropieux seront vérifiés au flambement et devront comporter au moins une armature tubulaire.

Si, outre les efforts verticaux, il existe des efforts de frottement négatif, des efforts horizontaux ou des moments, cette solution peut s'avérer inadaptée ou nécessiter des études spécifiques pour justifier les micropieux vis-à-vis :

- des moments et efforts horizontaux,
- de la traction : assemblage par manchons filetés, contrainte de traction à ELS $< 0.6 f_{peg}$ (f_{peg} = limite élastique garantie de l'acier de la barre),
- du flambement,
- de la compacité intrinsèque de l'acier.

Il conviendra d'adapter le nombre de micropieux en fonction de la structure si le massif est de grande dimension (prévoir un nombre de micropieux plus important pour une bonne répartition des charges). Enfin, dans la conception de la structure, la liaison structure/micropieux sera étudiée avec précision.

On tiendra compte dans la conception de la structure, du tassement des micropieux lié notamment à leur raccourcissement élastique.

4.2.12 Sujétions d'exécution

Les micropieux seront réalisés selon les Règles de l'Art par une entreprise spécialisée et qualifiée en fondations profondes, conformément à l'EC7 et à la NF EN 14199.

Le forage des micropieux fera l'objet d'un enregistrement continu papier et informatique les injections (forages et injections) feront l'objet d'un enregistrement continu papier et informatique.

Le type de micropieux et la technique de mise en œuvre devront prendre en compte :

- la compacité du sol (emploi obligatoire d'armatures tubulaires en cas de présence de vase ou de tourbe) ;
- la nécessité d'utiliser un matériel de forage adapté pour la foration de niveaux ponctuels très compacts (vestiges) ;
- l'agressivité des terrains et la nappe sur les bétons ;
- la perméabilité des terrains et la présence éventuelle de nappe en charge ;
- les avoisinants.

4.2.13 Contrôles

Les essais de pieux (essais de conformité ou essais de contrôle) seront conformes à la norme NF 94-262 et ses amendements, ainsi qu'à la NF EN 14199, à savoir au minimum :

- Micropieux soumis à la traction : 2 essais de chargement statique pour les 50 premiers micropieux puis un essai par groupe de 50 micropieux supplémentaires ;
- Micropieux soumis à la compression : 2 essais de chargement statique pour les 100 premiers micropieux puis un essai par groupe de 100 micropieux supplémentaires ;

Conformément à la norme NF 94-262-A1 et pour un ouvrage de classe de conséquence CC3, un essai de conformité et un essai de contrôle est à réaliser.

Le forage et les injections des micropieux de type III ou IV feront l'objet d'un enregistrement continu papier et informatique.

*

* *

5. RECOMMANDATIONS POUR LA MISE AU POINT DU PROJET

Le présent rapport constitue le compte rendu et fixe la fin de la phase avant-projet de la mission d'étude géotechnique de conception. Cette phase G2AVP confiée à GÉOTEC a permis de donner les hypothèses géotechniques à prendre en compte des résultats des investigations, et présente certains principes d'adaptation au sol des ouvrages géotechniques projetés.

Les principales incertitudes qui subsistent concernent le contexte géotechnique au droit du projet, c'est-à-dire notamment :

- les caractéristiques définitives du projet (répartition des appuis, descentes de charges précises, efforts et sollicitations parasites ...) ;
- les variations de nature et d'épaisseur des remblais en dehors de nos sondages ;
- les caractéristiques mécaniques des terrains au-delà de 8 m de profondeur, dans le cas de micropieux descendant au-delà de profondeur investiguée ;
- les conditions hydrogéologiques avant et pendant les travaux (conditionnant les terrassements, la mise hors d'eau et la qualité des arases).

Ces incertitudes peuvent avoir une incidence importante sur le coût final des ouvrages géotechniques : il conviendra d'en tenir compte lors de la mise au point du projet. A cet effet, la mise en œuvre de l'ensemble des missions géotechniques (G2PRO, G2 DCE/ACT, G3 et G4) devra suivre la présente étude (mission G2 AVP).

Nous restons à l'entière disposition des Responsables du Projet pour tout renseignement complémentaire.

CONDITIONS GENERALES

1. Avertissement, préambule

Toute commande et ses avenants éventuels impliquent de la part du cocontractant, ci-après dénommé « le Client », signataire du contrat et des avenants, acceptation sans réserve des présentes conditions générales.
 Les présentes conditions générales prévalent sur toutes autres, sauf conditions particulières contenues dans le devis ou dérogation formelle et explicite.
 Toute modification de la commande ne peut être considérée comme acceptée qu'après accord écrit du Prestataire.

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

Dans tous les cas, la responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en cas de dommages à des ouvrages publics ou privés (en particulier, ouvrages enterrés et canalisations) dont la présence et l'emplacement précis ne lui auraient pas été signalés par écrit préalablement à sa mission.
 Conformément au décret n° 2011-1241 du 5 octobre 2011 relatif à l'exécution de travaux à proximité de certains ouvrages souterrains, aériens ou subaquatiques de transport ou de distribution, le Client doit fournir, à sa charge et sous sa responsabilité, l'implantation des réseaux privés, la liste et l'adresse des exploitants des réseaux publics à proximité des travaux, les plans, informations et résultats des investigations complémentaires consécutifs à sa Déclaration de projet de Travaux (DT). Ces informations sont indispensables pour permettre les éventuelles DICT (le délai de réponse est de 15 jours) et pour connaître l'environnement du projet. En cas d'incertitude ou de complexité pour la localisation des réseaux sur domaine public, il pourra être nécessaire de faire réaliser, à la charge du Client, des fouilles manuelles pour les repérer. Les conséquences et la responsabilité de toute détérioration de ces réseaux par suite d'une mauvaise communication sont à la charge exclusive du Client.
 Conformément à l'article R 411-1 du code minier, le Client s'engage à déclarer à la DREAL tout forage réalisé de plus de 10 m de profondeur. De même, conformément à l'article R 214-1 du code de l'environnement, le Client s'engage à déclarer auprès de la DDT du lieu des travaux les sondages et forages destinés à la recherche, à la surveillance ou au prélèvement d'eaux souterraines (piézomètres notamment).

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

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

La mission et les investigations éventuelles sont strictement géotechniques et n'abordent pas le contexte environnemental. Seule une étude environnementale spécifique comprenant des investigations adaptées permettra de détecter une éventuelle contamination des sols et/ou des eaux souterraines.

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

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

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

4. Plans et documents contractuels

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

5. Limites d'engagement sur les délais

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

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

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

Toutes les démarches et formalités administratives ou autres, en particulier l'obtention de l'autorisation de pénétrer sur les lieux pour effectuer des prestations de la mission sont à la charge du Client. Le Client se charge d'une part d'obtenir et communiquer les autorisations requises pour l'accès du personnel et des matériels nécessaires au Prestataire en toute sécurité dans l'enceinte des propriétés privées ou sur le domaine public, d'autre part de fournir tous les documents relatifs aux dangers et aux risques cachés, notamment ceux liés aux réseaux, aux obstacles enterrés et à la pollution des sols et des nappes. Le Client s'engage à communiquer les règles pratiques que les intervenants doivent respecter en matière de santé, sécurité et respect de l'environnement ; il assure en tant que de besoin la formation du personnel, notamment celui du Prestataire, entrant dans ces domaines, préalablement à l'exécution de la mission. Le Client sera tenu responsable de tout dommage corporel, matériel ou immatériel dû à une spécificité du site connue de lui et non clairement indiquée au Prestataire avant toutes interventions.

Sauf spécifications particulières, les travaux permettant l'accessibilité aux points de sondages ou d'essais et l'aménagement des plates-formes ou grutage nécessaires aux matériels utilisés sont à la charge du Client.

Les investigations peuvent entraîner d'inévitables dommages sur le site, en particulier sur la végétation, les cultures et les ouvrages existants, sans qu'il y ait négligence ou faute de la part de son exécutant. Les remises en état, réparations ou indemnités correspondantes sont à la charge du Client.

7. Implantation, nivellement des sondages

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

8. Hydrogéologie

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Le rapport constitue une synthèse de la mission définie par la commande. Le rapport et ses annexes forment un ensemble indissociable. Toute interprétation, reproduction partielle ou utilisation par un autre maître de l'ouvrage, un autre constructeur ou maître d'œuvre, ou pour un projet différent de celui objet de la mission, ne saurait engager la responsabilité du Prestataire et pourra entraîner des poursuites judiciaires. La responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission objet du rapport. Toute modification apportée au projet et à son environnement ou tout élément nouveau mis à jour au cours des travaux et non détecté lors de la mission d'origine, nécessite une adaptation du rapport initial dans le cadre d'une nouvelle mission.

Le client doit faire actualiser le dernier rapport de mission en cas d'ouverture du chantier plus de 1 an après sa livraison. Il en est de même notamment en cas de travaux de terrassements, de démolition ou de réhabilitation du site (à la suite d'une contamination des terrains et/ou de la nappe) modifiant entre autres les qualités mécaniques, les dispositions constructives et/ou la répartition de tout ou partie des sols sur les emprises concernées par l'étude géotechnique.

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

Les prix unitaires s'entendent hors taxes. Ils sont majorés de la T.V.A. au taux en vigueur le jour de la facturation. Ils sont établis aux conditions économiques en vigueur à la date d'établissement de l'offre. Ils sont fermes et définitifs pour une durée de trois mois. Au-delà, ils sont actualisés par application de l'indice "Sondages et Forages TP 04" pour les investigations in situ et en laboratoire, et par application de l'indice « SYNTEC » pour les prestations d'études, l'Indice de base étant celui du mois de l'établissement du devis.

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

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

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

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

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

15. Résiliation anticipée

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

16. Répartition des risques, responsabilités et assurances

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

Assurance décennale obligatoire

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

Ouvrages non soumis à l'obligation d'assurance

Les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède un montant de 15 M€ HT doivent faire l'objet d'une déclaration auprès du Prestataire qui en référera à son assureur pour détermination des conditions d'assurance. Les limitations relatives au montant des chantiers auxquels le Prestataire participe ne sont pas applicables aux missions portant sur des ouvrages d'infrastructure linéaire, c'est-à-dire routes, voies ferrées, tramway, etc. En revanche, elles demeurent applicables lorsque sur le tracé linéaire, la/les mission(s) de l'assuré porte(nt) sur des ouvrages précis tels que ponts, viaducs, échangeurs, tunnels, tranchées couvertes... En tout état de cause, il appartiendra au client de prendre en charge toute éventuelle sur-cotation qui serait demandée au prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Toutes les conséquences financières d'une déclaration insuffisante quant au coût de l'ouvrage seront supportées par le client et le maître d'ouvrage.

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

17. Cessibilité de contrat

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

18. Litiges

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

Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

(Extraits de la norme NF P 94-500 du 30 novembre 2013 – Chapitre 4.2)

Le Maître d'Ouvrage doit associer l'ingénierie géotechnique au même titre que les autres ingénieries à la Maîtrise d'Œuvre et ce, à toutes les étapes successives de conception, puis de réalisation de l'ouvrage. Le Maître d'Ouvrage, ou son mandataire, doit veiller à la synchronisation des missions d'ingénierie géotechnique avec les phases effectives à la Maîtrise d'Œuvre du projet.

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

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 : Etude géotechnique préalable (G1)		Etude géotechnique préalable (G1) Phase Etude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Etude préliminaire, Esquisse, APS	Etudes 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	Fonctions des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Etude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Etude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (<i>choix constructifs</i>)
	PRO	Etudes géotechniques de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (<i>choix constructifs</i>)
	DCE/ACT	Etude 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 : Etudes géotechniques de réalisation (G3/G4)		A la charge de l'entreprise	A la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Etude de suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Etude (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)	Etude 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 (<i>réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience</i>)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Etude et suivi géotechniques d'exécutions (G3) Phase Suivi (en interaction avec la Phase Etude)	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
A toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

Tableau 2 - Classification des missions d'ingénierie géotechnique

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

ETAPE 1 : ETUDE GÉOTECHNIQUE PREALABLE (G1)

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

Phase Étude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site. - Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisnants 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).

ETAPE 2 : ETUDE 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 avoisnants), 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 avoisnants), 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, participé à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

ETAPE 3 : ETUDES GÉOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées) ETUDE 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 géotechnique seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3)

ANNEXES

Annexe 1 – Plan de situation



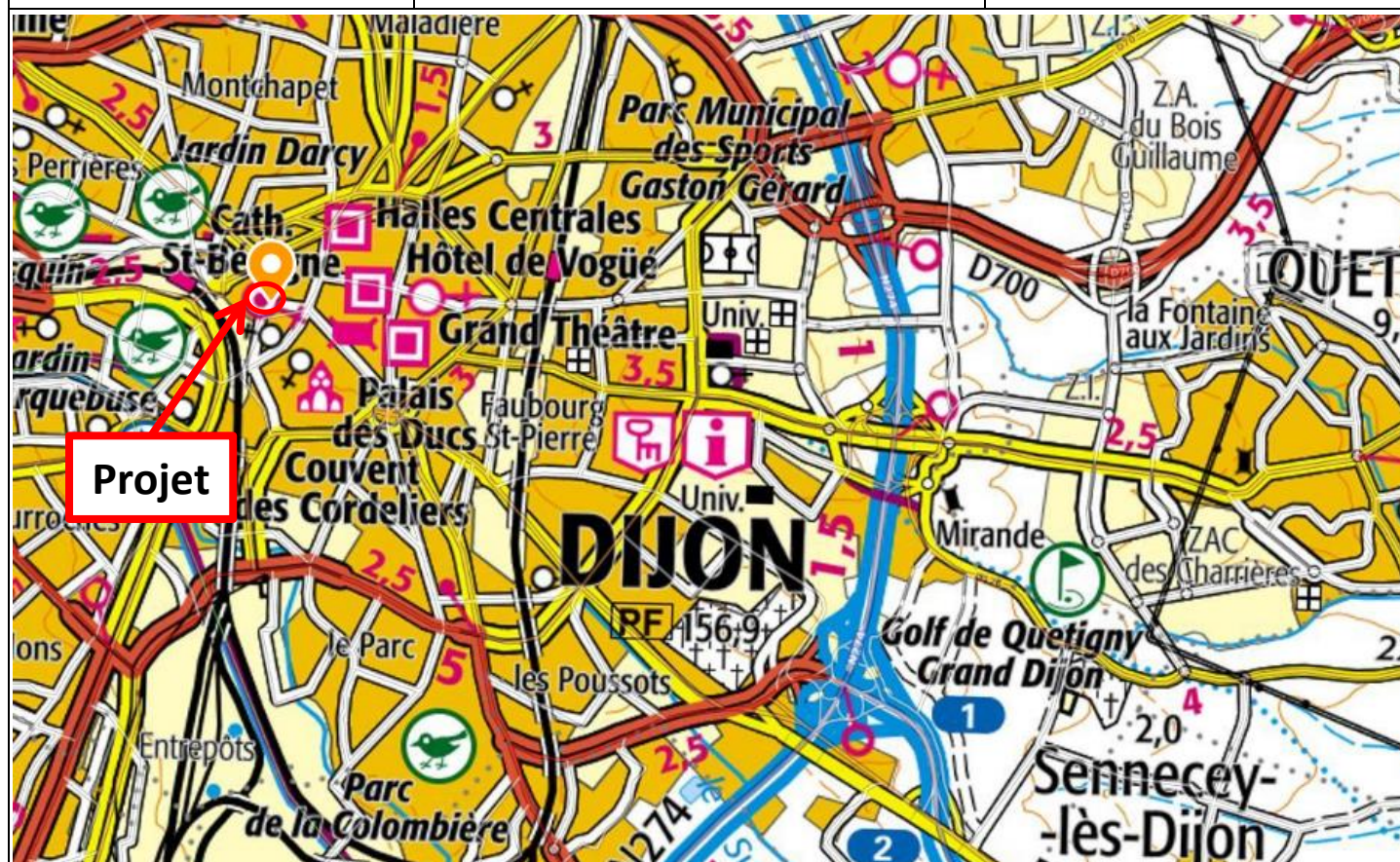
DIJON (2100)

2411303/DIJON

Rue du Docteur Maret

Grue – Cathédrale Saint Bénigne

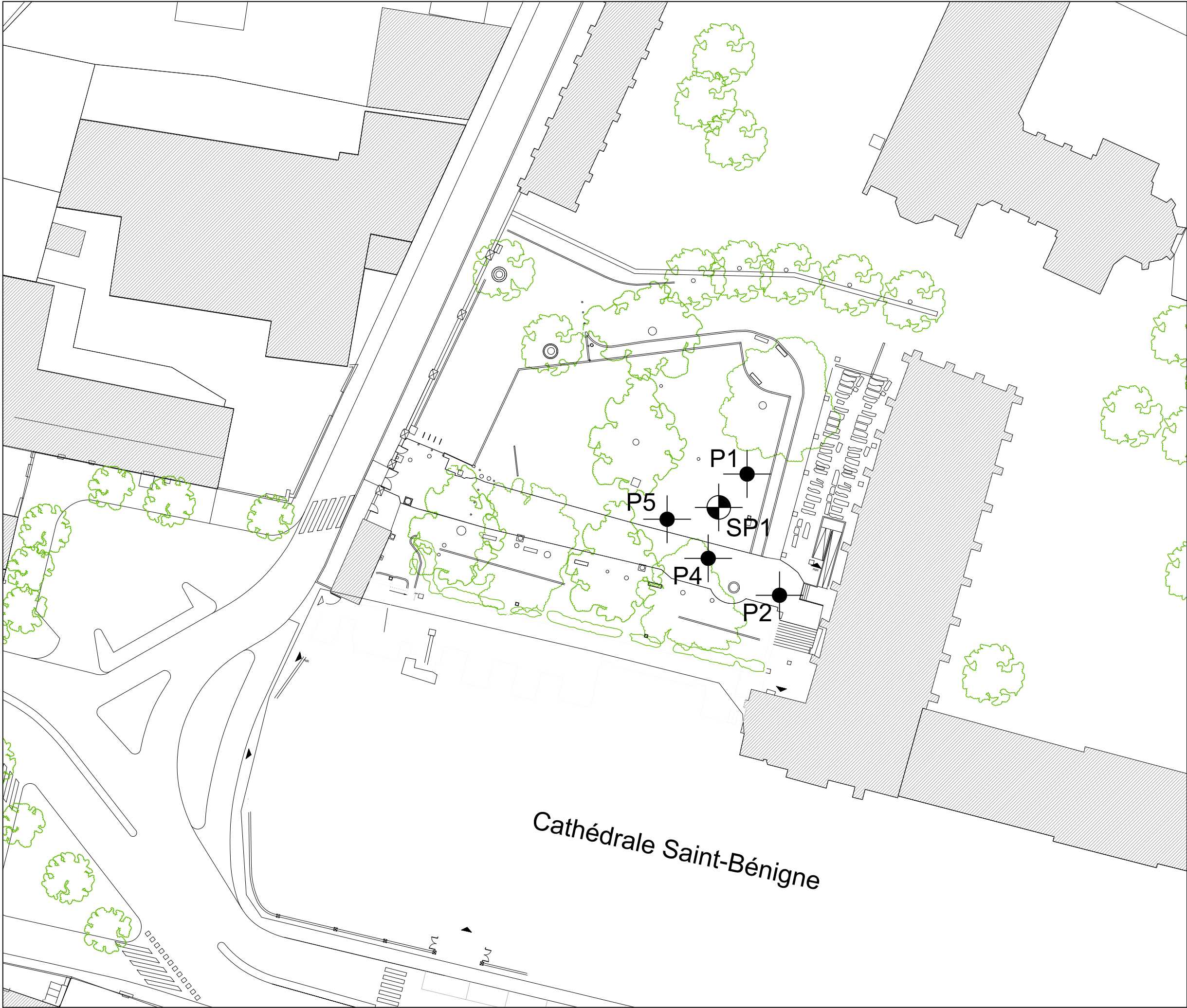
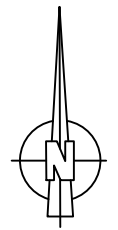
Localisation du site d'étude



NORD


Annexe 2 – Plan d’implantation



AFFAIRE 2411303/DIJON
DIJON
Cathédrale Saint-Bénigne
Grue
Plan d'implantation des sondages



-  Sondage Géologique et pressiométrique
-  Essai de pénétration dynamique

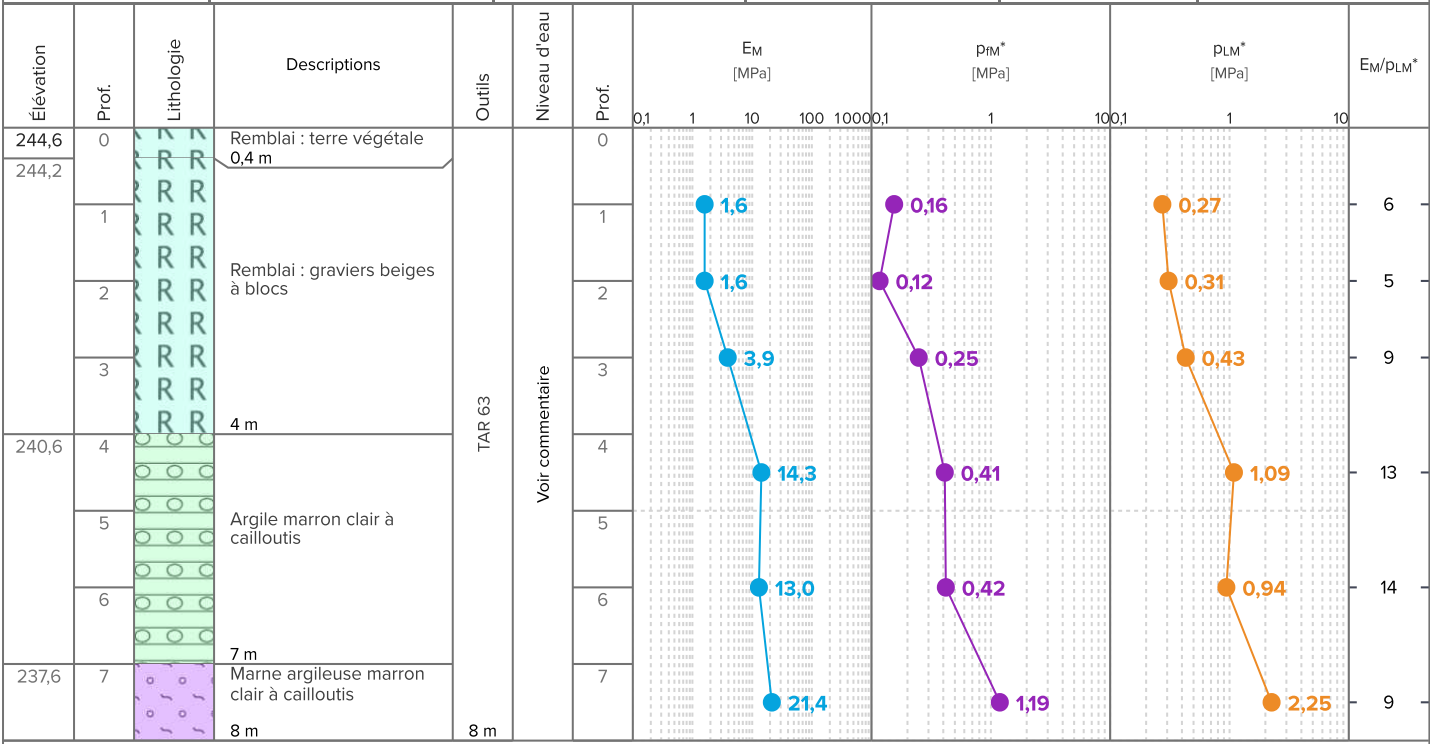
Date : ...	Echelle: 1/500 (A3)	Dessiné par : CL
		

Annexe 3 – Sondages et essais



Site
Affaire
2411303
Sondage SP1

Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés	
1853 795,23	6 237 778,79	RGF93 / CC47		Plurimétrique	
Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements	
+244,6 m	8,0 m	-	NGF	Décimètre	
Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
SP1	Pressiomètre	12/03/2025	12/03/2025	TB225	Q.P.





Site **DIJON - CATHÉDRALE SAINT BÉNIGNE - GRUE**
Affaire **2411303**

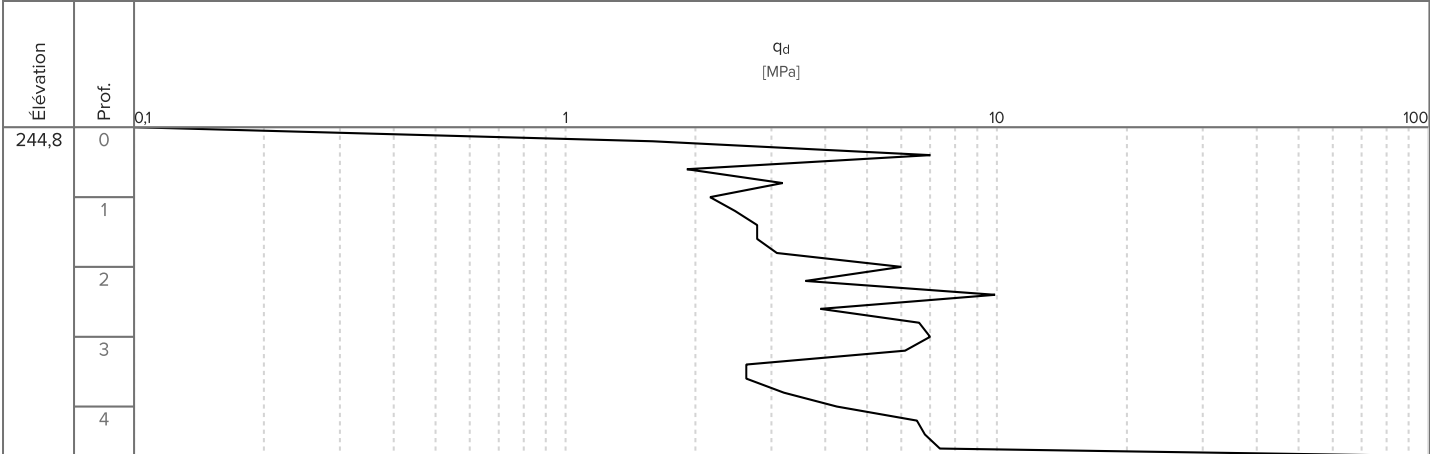
Sondage P1

Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés
1853 799,09	6 237 783,33	RGF93 / CC47		Plurimétrique
Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements
+244,8 m	4,7 m	-	NGF	Décimètre

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
P1	Pénétromètre dynamique	24/02/2025	24/02/2025	DPM30C	A.B.

Type de pénétromètre	Facteur de correction
PAGANI DPM30C [GEOTEC]	1,0

Hauteur de chute	Surface de pointe	Masse frappante	Masse accessoire	Masse de la tige
20,0 cm	9,62 cm ²	29,7 kg	27,59 kg	2,46 kg/m



Refus

Commentaires	Refus à 4.70m qd>50MPa
--------------	---------------------------



Site **DIJON - CATHÉDRALE SAINT BÉNIGNE - GRUE**
Affaire **2411303**

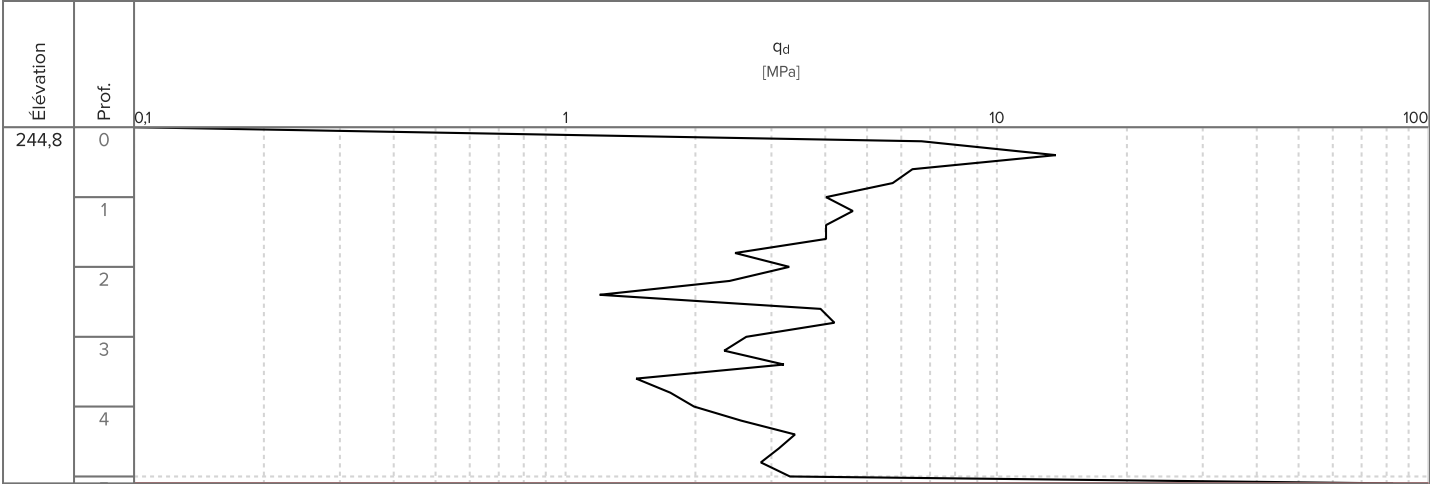
Sondage P2

Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés
1853803,50	6237766,85	RGF93 / CC47		Plurimétrique
Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements
+244,8 m	5,1 m	-	NGF	Décimètre

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
P2	Pénétromètre dynamique	24/02/2025	24/02/2025	DPM30C	A.B.

Type de pénétromètre	Facteur de correction
PAGANI DPM30C [GEOTEC]	1,0

Hauteur de chute	Surface de pointe	Masse frappante	Masse accessoire	Masse de la tige
20,0 cm	9,62 cm ²	29,7 kg	27,59 kg	2,46 kg/m



Commentaires	Refus à 5,10m qd>50MPa
--------------	---------------------------



Site **DIJON - CATHÉDRALE SAINT BÉNIGNE - GRUE**
Affaire **2411303**

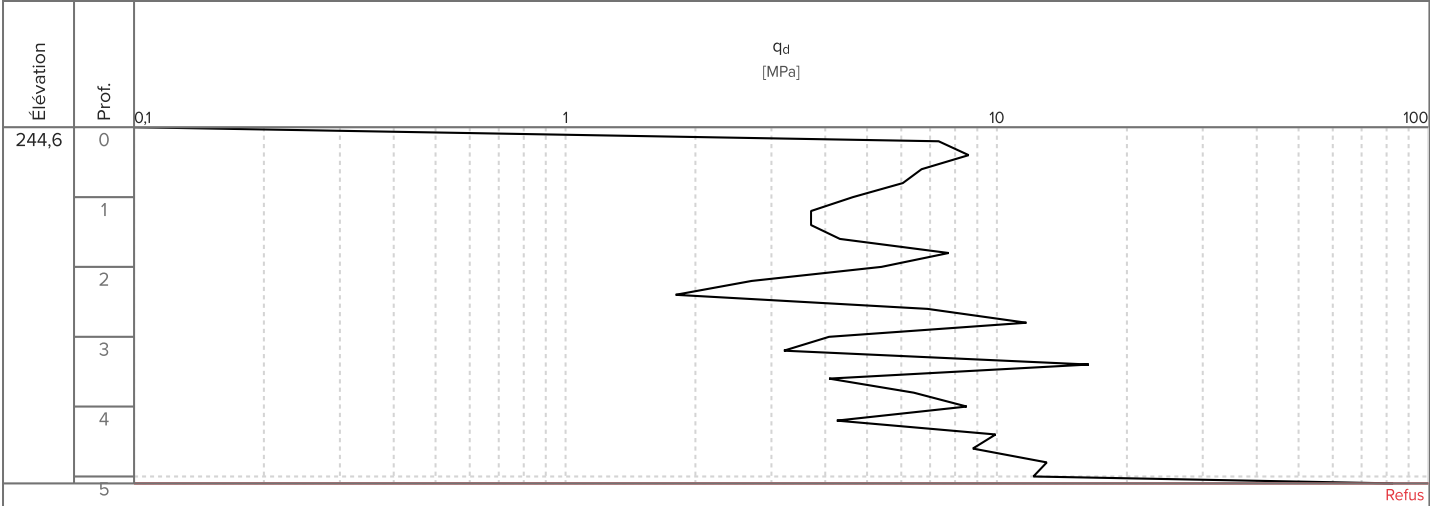
Sondage P4

Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés
1853 793,81	6 237 771,87	RGF93 / CC47		Plurimétrique
Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements
+244,6 m	5,1 m	-	NGF	Décimètre

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
P4	Pénétromètre dynamique	24/02/2025	24/02/2025	DPM30C	A.B.

Type de pénétromètre	Facteur de correction
PAGANI DPM30C [GEOTEC]	1,0

Hauteur de chute	Surface de pointe	Masse frappante	Masse accessoire	Masse de la tige
20,0 cm	9,62 cm ²	29,7 kg	27,59 kg	2,46 kg/m



Commentaires	Refus à 5,10m qd>50MPa
--------------	---------------------------

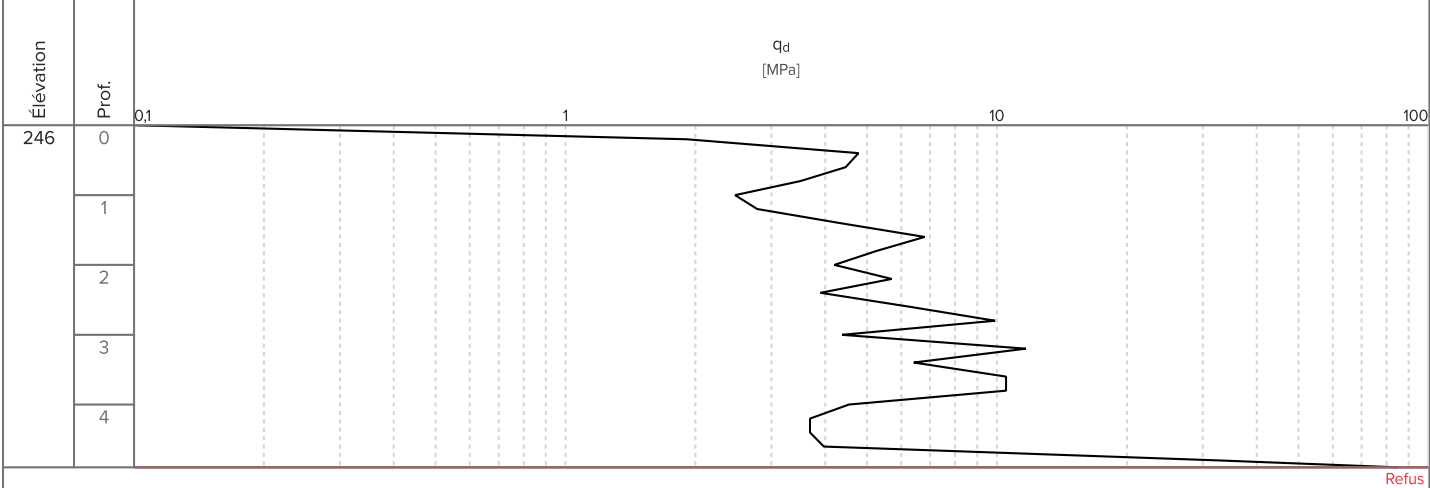


Site **DIJON - CATHÉDRALE SAINT BÉNIGNE - GRUE**
Affaire **2411303**

Sondage P5

Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés	
1853 788,22	6 237 777,19	RGF93 / CC47		Plurimétrique	
Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements	
+246,0 m	4,9 m	-	NGF	Décimètre	
Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
P5	Pénétromètre dynamique	24/02/2025	24/02/2025	DPM30C	A.B.

Type de pénétromètre				Facteur de correction
PAGANI DPM30C [GEOTEC]				1,0
Hauteur de chute	Surface de pointe	Masse frappante	Masse accessoire	Masse de la tige
20,0 cm	9,62 cm ²	29,7 kg	27,59 kg	2,46 kg/m



Commentaires	Refus à 4.90m qd>50MPa
--------------	---------------------------

Annexe 4 – FOXTA

Données

Titre du projet : Grue - cathédrale Saint-Bénigne

Numéro d'affaire : 2411303/DIJON

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Micropieu - longueur 8 m (Cas 1)

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

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas du calcul (m) : 0,50

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) : 0,00

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	γR,d1×γR,d2
1	Mort terrain		Argile, limons	-1,00	0,01	0,01	1,15	2,200
2	Remblais		Argile, limons	-4,00	330,00	75,80	1,15	2,200
3	Argile à cailloutis		Argile, limons	-7,00	1010,00	112,79	1,15	2,200
4	Marne argileuse à cailoutis		Marne et calcaire marneux	-8,00	2250,00	234,92	1,45	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

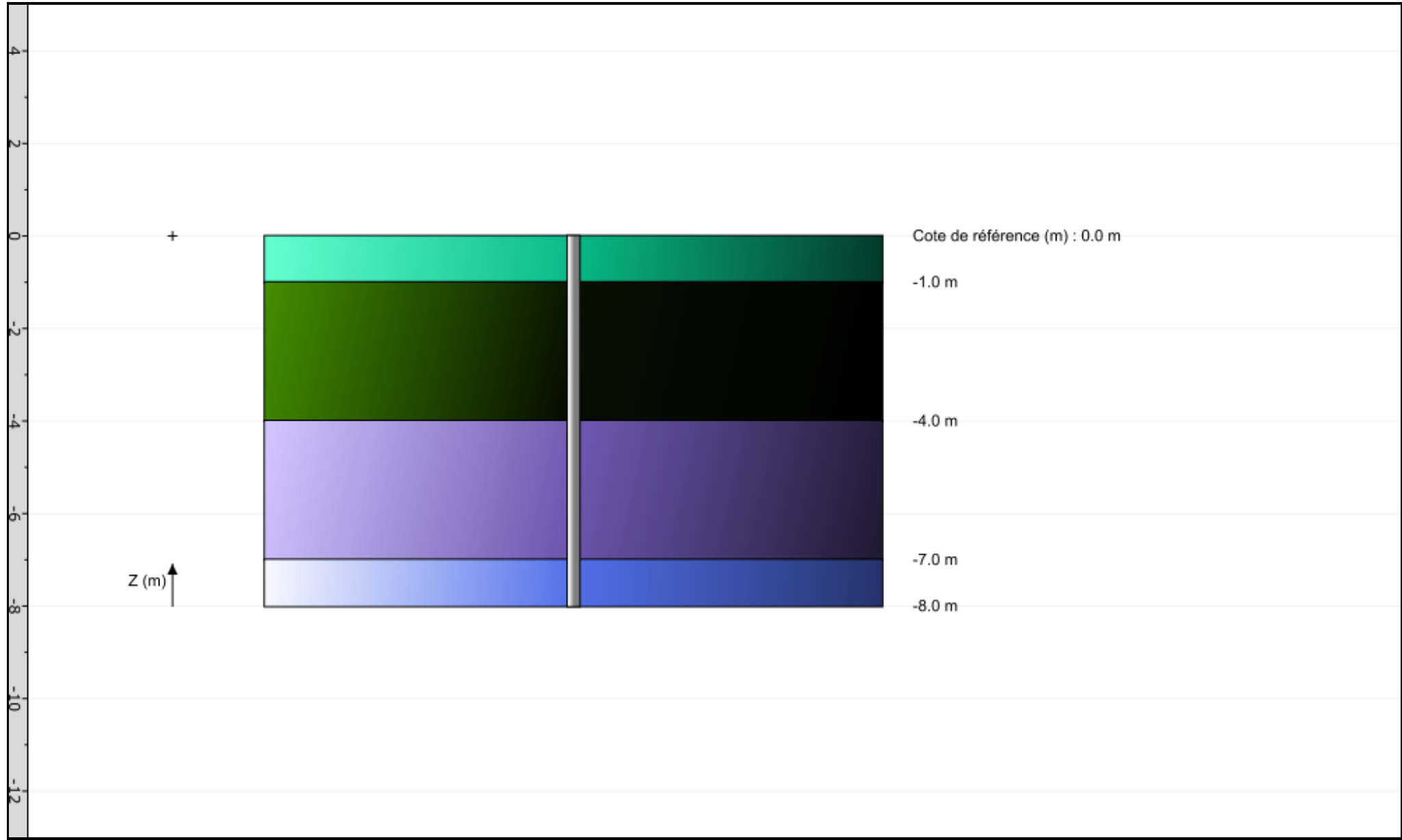


FoXta v4
v4.1.17

Imprimé le : 10/06/2025 - 10:14:20
Calcul réalisé par : GEOTEC

Projet : FOXTA
Module : Fondprof (Cas 1/2)
Titre du calcul : Micropieu - longueur 8 m

Onglet "Données des couches"



Programme FondProf v2.7.0

(c) TERRASOL 2023

File : C:\Users\MCHIAR~1\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v4\27524\FP.1.resu

Calcul réalisé le : 10/06/2025 à 10h13
 par : GEOTEC

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 : 0.000

Section du pieu : 0.049
 Périmètre : 0.785

Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	pl*	qsl	kpmin	kpmax	gamrd
01	-1.00	0.0	0.01	1.00	1.15	2.20
02	-4.00	330.0	75.80	1.00	1.15	2.20
03	-7.00	1010.0	112.79	1.00	1.15	2.20
04	-8.00	2250.0	234.92	1.00	1.45	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	0.00	0.01	110.0	1.000	0.0	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-0.50	0.01	165.0	1.000	0.0	8.1	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-1.00	0.01	247.5	1.000	0.0	12.1	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-1.00	0.01	247.5	1.000	0.0	12.1	0.0	0.0	0.0	0.0
02	-1.00	75.80	330.0	1.000	0.0	16.2	0.0	0.0	0.0	0.0
02	-1.50	75.80	330.0	1.060	29.8	17.2	8.6	10.5	12.3	13.5
02	-2.00	75.80	330.0	1.120	59.5	18.1	17.2	21.1	24.6	27.1
02	-2.50	75.80	330.0	1.150	89.3	18.6	25.8	31.6	36.9	40.6
02	-3.00	75.80	500.0	1.150	119.1	28.2	34.4	42.1	49.2	54.1
02	-3.50	75.80	670.0	1.148	148.8	37.7	43.0	52.6	61.5	67.7
02	-4.00	75.80	840.0	1.118	178.6	46.1	51.6	63.2	73.8	81.2
02	-4.00	75.80	840.0	1.118	178.6	46.1	51.6	63.2	73.8	81.2
03	-4.00	112.79	1010.0	1.098	178.6	54.4	51.6	63.2	73.8	81.2
03	-4.50	112.79	1010.0	1.138	222.9	56.4	64.4	78.8	92.1	101.3
03	-5.00	112.79	1010.0	1.150	267.2	57.0	77.2	94.5	110.4	121.5
03	-5.50	112.79	1010.0	1.150	311.5	57.0	90.0	110.2	128.7	141.6
03	-6.00	112.79	1320.0	1.150	355.8	74.5	102.9	125.8	147.0	161.7
03	-6.50	112.79	1630.0	1.150	400.1	92.0	115.7	141.5	165.3	181.9
03	-7.00	112.79	1836.7	1.150	444.4	103.7	128.5	157.1	183.6	202.0
03	-7.00	112.79	1836.7	1.150	444.4	103.7	128.5	157.1	183.6	202.0
04	-7.00	234.92	2250.0	1.404	444.4	155.1	128.5	157.1	183.6	202.0



FoXta v4
v4.1.17

Imprimé le : 10/06/2025 - 10:14:20

Calcul réalisé par : GEOTEC

Projet : FOXTA

Module : Fondprof (Cas 1/2)

Titre du calcul : Micropieu - longueur 8 m

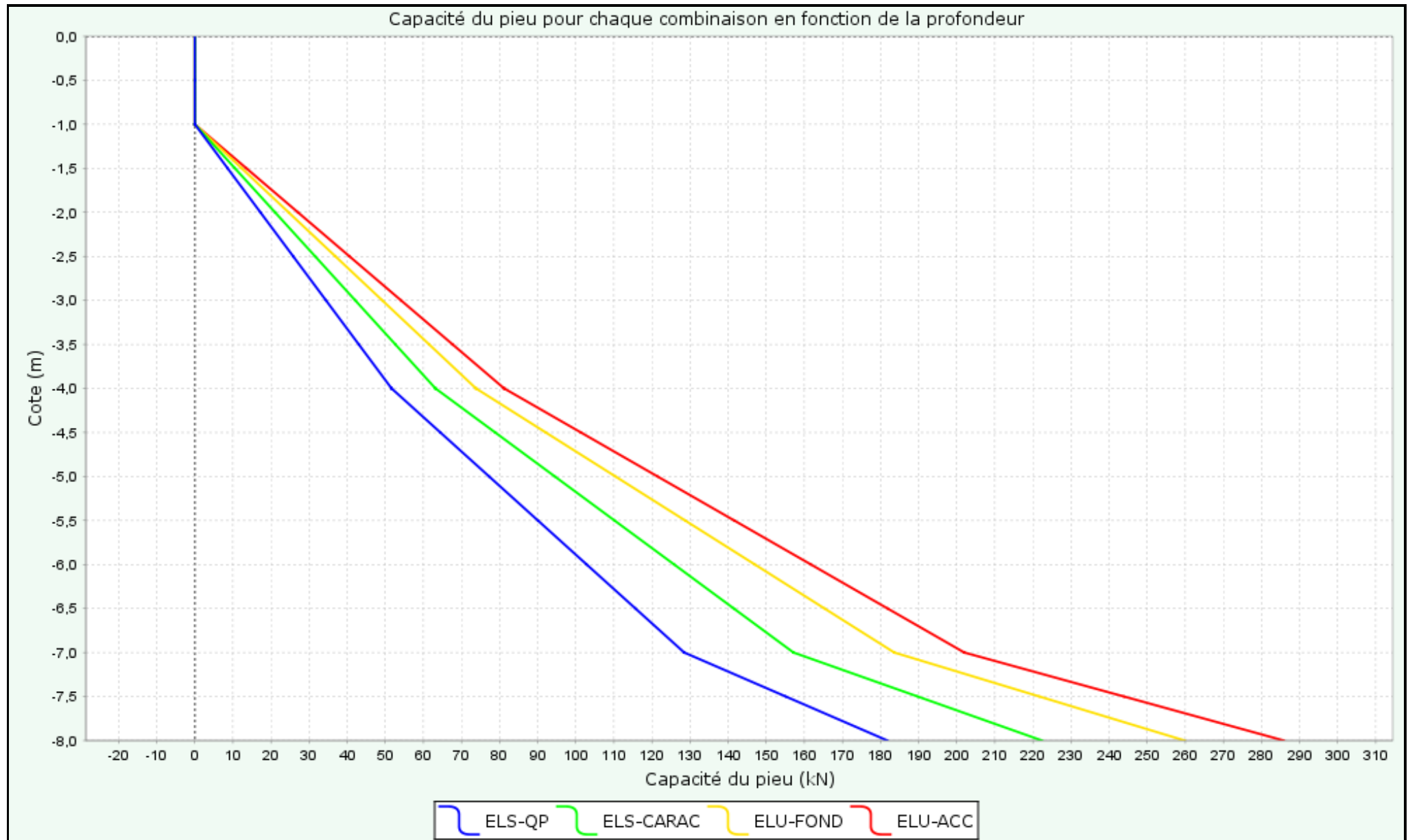
04	-7.50	234.92	2250.0	1.450	536.6	160.1	155.1	189.8	221.7	243.9
04	-8.00	234.92	2250.0	1.450	628.9	160.1	181.8	222.4	259.8	285.8



FoXta v4
v4.1.17

Imprimé le : 10/06/2025 - 10:14:20
Calcul réalisé par : GEOTEC
Projet : FOXTA
Module : Fondprof (Cas 1/2)
Titre du calcul : Micropieu - longueur 8 m

Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



Données

Titre du projet : Grue - cathédrale Saint-Bénigne
Numéro d'affaire : 2411303/DIJON
Commentaires : N/A
Titre du calcul : Micropieu - longueur 15 m (Cas 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) : 0,00

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	γR,d1×γR,d2
1	Mort terrain		Argile, limons	-1,00	0,01	0,01	1,15	2,200
2	Remblais		Argile, limons	-4,00	330,00	75,80	1,15	2,200
3	Argile à cailloutis		Argile, limons	-7,00	1010,00	112,79	1,15	2,200
4	Marne argileuse à cailoutis		Marne et calcaire marneux	-15,00	2250,00	234,92	1,45	2,200

Critère de calcul : Longueur imposée
Longueur du pieu (m) : 15,00
Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non
Contrôle de la résistance structurale de la section : Non

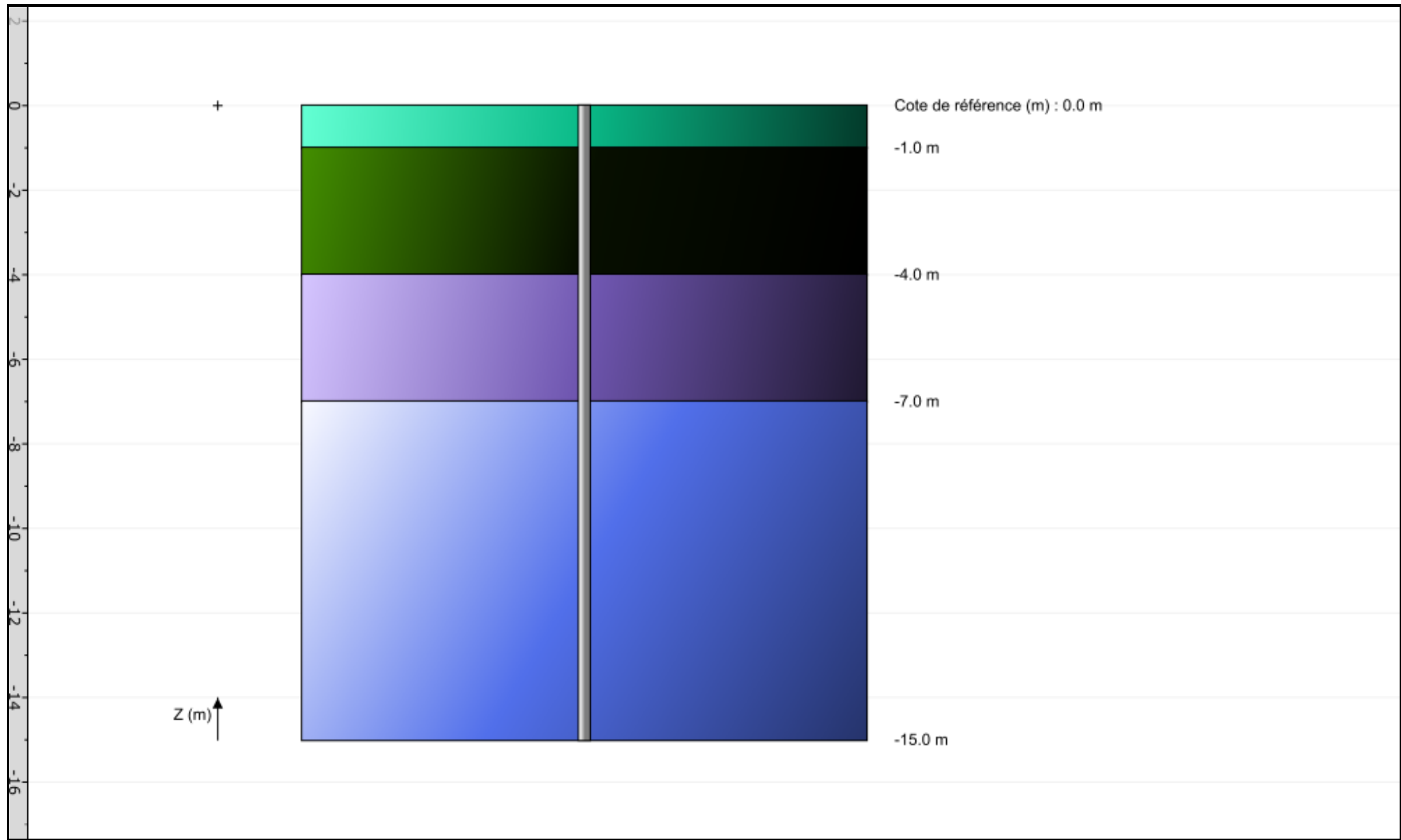


FoXta v4
v4.1.17

Imprimé le : 10/06/2025 - 10:14:39
Calcul réalisé par : GEOTEC

Projet : FOXTA
Module : Fondprof (Cas 2/2)
Titre du calcul : Micropieu - longueur 15 m

Onglet "Paramètres généraux"



Programme FondProf v2.7.0

(c) TERRASOL 2023

File : C:\Users\MCHIAR~1\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v4\19948\FP.2.resu

Calcul réalisé le : 05/06/2025 à 15h36
 par : GEOTEC

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 : 0.000

Section du pieu : 0.049
 Périmètre : 0.785

Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	pl*	qsl	kpmin	kpmax	gamrd
01	-1.00	0.0	0.01	1.00	1.15	2.20
02	-4.00	330.0	75.80	1.00	1.15	2.20
03	-7.00	1010.0	112.79	1.00	1.15	2.20
04	-15.00	2250.0	234.92	1.00	1.45	2.20

Pas du calcul : 0.50

 SOLUTION

Calcul à longueur imposée : L = 15.00

couche	cote	qsl	ple	kp	Qs	Qp	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
01	0.00	0.01	110.0	1.000	0.0	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-0.50	0.01	165.0	1.000	0.0	8.1	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-1.00	0.01	247.5	1.000	0.0	12.1	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-1.00	0.01	247.5	1.000	0.0	12.1	0.0	0.0	0.0	0.0
02	-1.00	75.80	330.0	1.000	0.0	16.2	0.0	0.0	0.0	0.0
02	-1.50	75.80	330.0	1.060	29.8	17.2	8.6	10.5	12.3	13.5
02	-2.00	75.80	330.0	1.120	59.5	18.1	17.2	21.1	24.6	27.1
02	-2.50	75.80	330.0	1.150	89.3	18.6	25.8	31.6	36.9	40.6
02	-3.00	75.80	500.0	1.150	119.1	28.2	34.4	42.1	49.2	54.1
02	-3.50	75.80	670.0	1.148	148.8	37.7	43.0	52.6	61.5	67.7
02	-4.00	75.80	840.0	1.118	178.6	46.1	51.6	63.2	73.8	81.2
02	-4.00	75.80	840.0	1.118	178.6	46.1	51.6	63.2	73.8	81.2
03	-4.00	112.79	1010.0	1.098	178.6	54.4	51.6	63.2	73.8	81.2
03	-4.50	112.79	1010.0	1.138	222.9	56.4	64.4	78.8	92.1	101.3
03	-5.00	112.79	1010.0	1.150	267.2	57.0	77.2	94.5	110.4	121.5
03	-5.50	112.79	1010.0	1.150	311.5	57.0	90.0	110.2	128.7	141.6
03	-6.00	112.79	1320.0	1.150	355.8	74.5	102.9	125.8	147.0	161.7
03	-6.50	112.79	1630.0	1.150	400.1	92.0	115.7	141.5	165.3	181.9
03	-7.00	112.79	1940.0	1.150	444.4	109.5	128.5	157.1	183.6	202.0
03	-7.00	112.79	1940.0	1.150	444.4	109.5	128.5	157.1	183.6	202.0
04	-7.00	234.92	2250.0	1.404	444.4	155.1	128.5	157.1	183.6	202.0

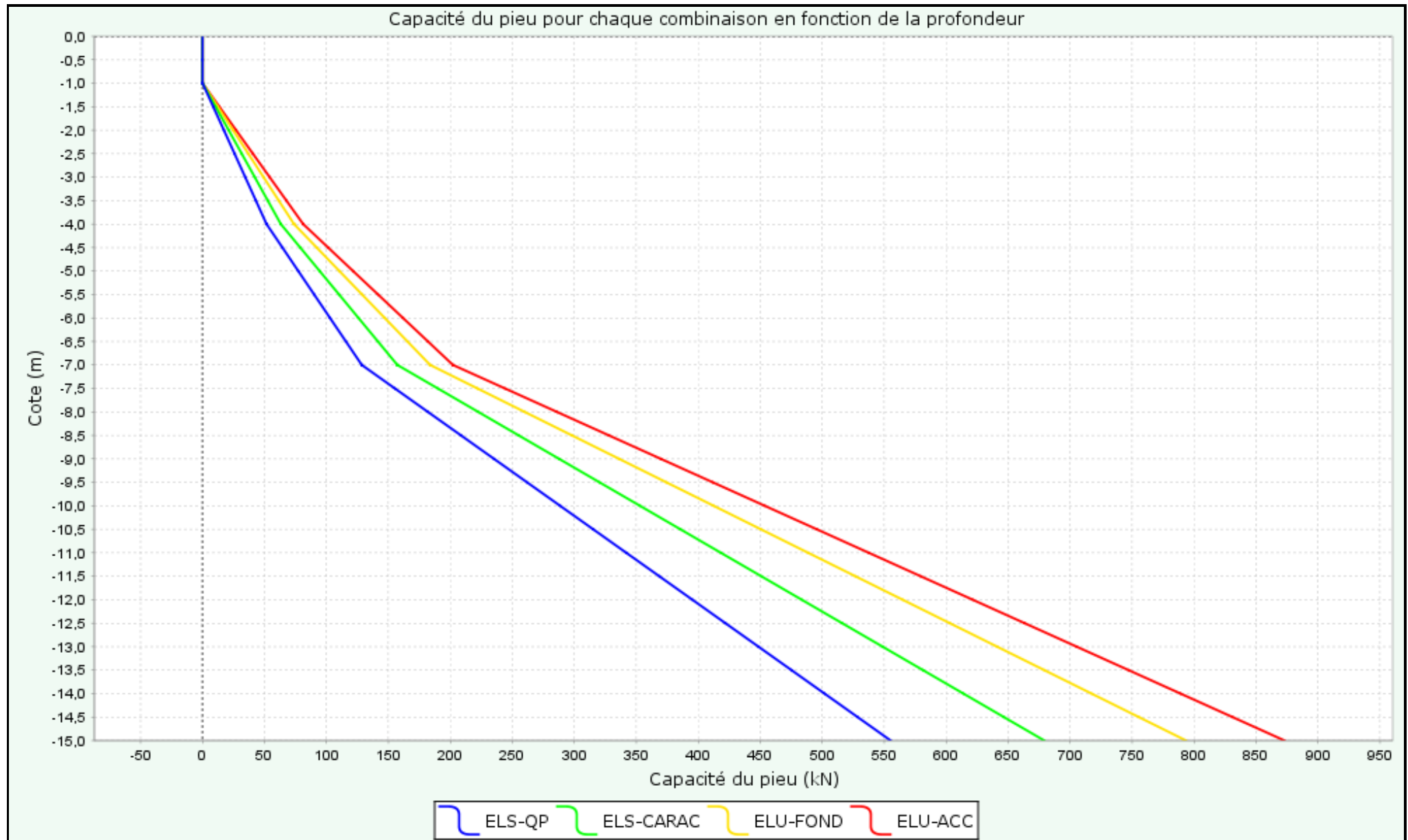
04	-7.50	234.92	2250.0	1.450	536.6	160.1	155.1	189.8	221.7	243.9
04	-8.00	234.92	2250.0	1.450	628.9	160.1	181.8	222.4	259.8	285.8
04	-8.50	234.92	2250.0	1.450	721.1	160.1	208.5	255.0	298.0	327.8
04	-9.00	234.92	2250.0	1.450	813.4	160.1	235.1	287.6	336.1	369.7
04	-9.50	234.92	2250.0	1.450	905.6	160.1	261.8	320.3	374.2	411.6
04	-10.00	234.92	2250.0	1.450	997.9	160.1	288.5	352.9	412.3	453.6
04	-10.50	234.92	2250.0	1.450	1090.1	160.1	315.1	385.5	450.4	495.5
04	-11.00	234.92	2250.0	1.450	1182.4	160.1	341.8	418.1	488.5	537.4
04	-11.50	234.92	2250.0	1.450	1274.6	160.1	368.5	450.8	526.7	579.4
04	-12.00	234.92	2250.0	1.450	1366.9	160.1	395.2	483.4	564.8	621.3
04	-12.50	234.92	2250.0	1.450	1459.1	160.1	421.8	516.0	602.9	663.2
04	-13.00	234.92	2250.0	1.450	1551.4	160.1	448.5	548.6	641.0	705.2
04	-13.50	234.92	2250.0	1.450	1643.6	160.1	475.2	581.3	679.1	747.1
04	-14.00	234.92	2250.0	1.450	1735.9	160.1	501.8	613.9	717.2	789.0
04	-14.50	234.92	2250.0	1.450	1828.2	160.1	528.5	646.5	755.4	831.0
04	-15.00	234.92	2250.0	1.450	1920.4	160.1	555.2	679.1	793.5	872.9



FoXta v4
v4.1.17

Imprimé le : 10/06/2025 - 10:14:40
Calcul réalisé par : GEOTEC
Projet : FOXTA
Module : Fondprof (Cas 2/2)
Titre du calcul : Micropieu - longueur 15 m

Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur





GROUPE

GÉOTEC

ENSEMBLE, CONCEVONS UN AVENIR DURABLE



www.geotec.fr



Groupe
Géotec



Groupe
Géotec