



# RAPPORT

## Étude Géotechnique de conception

### Phase Projet (G2 PRO)

## Regroupement de l'imagerie de l'hôpital Rangueil TOULOUSE (31) 1, Avenue du Professeur Jean Poulhès

Référence : 2022/06495/TOULS/01				Mission G2 Phase PRO		
Indice	Date	Modifications Observations	Nbre pages	Établi par	Vérifié par	Approuvé par
			Texte + annexes			
0	27/10/23	Première émission	43 + 39	P. DOUCHIN	A. LAFOURCADE	T. FREMONT
A						
B						
C						

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

#### AGENCE TOULOUSE

8, Avenue Hermès – ZA de Montredon  
31240 L'UNION  
Tél : 05.34.26.02.60  
Mail : agence.toulouse@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

<b>1. CADRE D'INTERVENTION .....</b>	<b>4</b>
1.1 INTERVENANTS .....	4
1.2 PROJET, DOCUMENTS REÇUS ET HYPOTHESES .....	4
1.2.1 Documents reçus .....	4
1.2.2 Référentiels .....	5
1.2.3 Projet et emprise .....	5
1.2.4 Descentes de charges .....	8
1.3 MISSION .....	11
<b>2. CONTEXTE DU SITE ET CONTENU DE LA RECONNAISSANCE .....</b>	<b>13</b>
2.1 LE SITE .....	13
2.2 CONTENU DE LA RECONNAISSANCE .....	14
2.3 IMPLANTATION ET NIVELLEMENT DES SONDAGES .....	14
<b>3. CADRE GEOLOGIQUE – RESULTATS DE LA RECONNAISSANCE .....</b>	<b>15</b>
3.1 NATURE ET CARACTERISTIQUES DES SOLS .....	15
3.2 RISQUES NATURELS ET ANTHROPIQUES .....	17
3.3 HYDROGÉOLOGIE .....	18
3.4 POLLUTION .....	18
<b>4. DEFINITION DU MODELE GEOTECHNIQUE DU SITE ET DE LA ZIG .....</b>	<b>19</b>
4.1 DEFINITION DE LA ZONE D'INFLUENCE GEOTECHNIQUE (ZIG) .....	19
4.2 DEFINITION DU MODELE GEOTECHNIQUE .....	20
<b>5. TERRASSEMENTS .....</b>	<b>21</b>
5.1 PROJET ENVISAGÉ .....	21
5.2 CONTRAINTES DU SITE .....	21
5.3 EXTRACTION .....	21
5.4 STABILITE DES TALUS ET DES AVOISINANTS – TERRASSEMENT EN PLEINE FOUILLE .....	22
5.5 STABILITE DES TALUS ET DES AVOISINANTS – TERRASSEMENT AVEC SOUTÈNEMENT EN INTÉRIEUR DE BÂTIMENT .....	22
5.6 MISE HORS D'EAU .....	22
5.6.1 Phase provisoire .....	22
5.6.2 Phase définitive .....	23
<b>6. ETUDE DES OUVRAGES GÉOTECHNIQUES .....</b>	<b>24</b>
6.1 FONDATION DE L'EXTENSION ET DES GAINES D'ASCENSEURS PAR MICROPIEUX (NF P94-262 EUROCODE 7 – FONDATIONS PROFONDES) .....	24
6.1.1 Paramètres de dimensionnement des micropieux .....	24

6.1.2	Interactions avec les avoisinants .....	25
6.1.3	Choix de la méthode de calcul .....	25
6.1.4	Justification de la portance des micropieux vis-à-vis des charges verticales.....	27
6.1.5	Effet de groupe .....	30
6.1.6	Tassements .....	30
6.1.7	Justification des tubes d'armature.....	30
6.1.8	Corrosion des armatures .....	34
6.1.9	Raccourcissement élastique .....	34
6.1.10	Flambement .....	35
6.1.11	Précautions vis-à-vis des existants.....	35
6.1.12	Sujétions d'exécution (micropieux).....	35
6.1.13	Contrôles .....	36
<b>6.2</b>	<b>DALLES PORTEES.....</b>	<b>36</b>
<b>7.</b>	<b>RECOMMANDATIONS POUR LA MISE AU POINT DU PROJET .....</b>	<b>37</b>
	<b>CONDITIONS GENERALES.....</b>	<b>38</b>
	<b>ENCHAÎNEMENT DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE.....</b>	<b>41</b>
	<b>TABEAU 2 - CLASSIFICATION DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE.....</b>	<b>42</b>
	<b>ANNEXES .....</b>	<b>44</b>
	<b>ANNEXE 1 – PLAN DE SITUATION .....</b>	<b>45</b>
	<b>ANNEXE 2 – PLAN D'IMPLANTATION .....</b>	<b>47</b>
	<b>ANNEXE 3 – SONDAGES ET ESSAIS .....</b>	<b>50</b>
	<b>ANNEXE 4 – CALCULS.....</b>	<b>54</b>

## 1. CADRE D'INTERVENTION

### 1.1 INTERVENANTS

A la demande et pour le compte du CHU DE TOULOUSE, Géotec a réalisé la présente étude sur le site suivant : hôpital Rangueil, 1, Avenue du Professeur Jean Poulhès, commune de TOULOUSE (31).

Les autres intervenants connus au moment de l'étude sont les suivants :

- Architecte : AGENCE PATRICE CHABBERT ARCHITECTES
- Maître d'Œuvre : EGIS

### 1.2 PROJET, DOCUMENTS REÇUS ET HYPOTHESES

#### 1.2.1 Documents reçus

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

Document	Émetteur	Référence	Date	Échelle	Cote altimétrique	Remarques
Cahier des charges de reconnaissance géotechnique	EGIS	BAQE261B20_MS19_ Cahier des charges géotechnique	03/06/2022	-	-	-
REPERAGE DES DEMOLITIONS - PLANCHER HAUT SOUS SOL 1 - 2		BAQE261B20 GHT MS19 Z2 DEM01	28/07/2023	1/100	non	-
STRUCTURE - PLANCHER HAUT SOUS SOL 1 - 2 - 3		BAQE261B20 GHT MS19 Z2 STR01	28/07/2023	1/100	NGF	-
DDC fondations courive		MS19 - DDC courive	28/07/2023	-	-	-
DDC fondations ascenseurs		MS19 - DDC fondations ascenseurs	28/07/2023	-	-	-
Coupe cage d'ascenseur		-	11/10/2023	-	NGF	-
Plan de masse	AGENCE PATRICE CHABBERT ARCHITECTES	APS P01	25/05/2022	1/2000	non	-
Etat des lieux : Plan de repérage des démolitions SS2		APS P02.1		1/500	non	-
Etat des lieux : Plan de ss1		APS P03		1/500	non	-
Plan de projet SS2		APS P04		1/100	non	-
Projet : Plan de SS2		APS P05		1/500	non	-
Plan de coffrage fondations existantes	SMET	Affaire : 70.019 Plan : C3	18/02/1971	1/50	non	-



Document	Émetteur	Référence	Date	Échelle	Cote altimétrique	Remarques
Plan de coffrage plancher bas 3 <sup>ème</sup> sous-sol	SMET	Affaire : 70.019 Plan : C4	06/01/1971	1/50	non	-
Coupes fondations existantes 3 <sup>ème</sup> sous-sol	SMET	Affaire : 70.019 Plan : C8	08/02/1971	1/50	NGF	-
Plan de coffrage plancher haut du 3 <sup>ème</sup> sous-sol	SMET	Affaire : 70.019 Plan : C11	08/02/1971	1/50	non	-

### 1.2.2 Référentiels

Les référentiels retenus par le maître d'Ouvrage dans le cadre du présent projet est l'Eurocode 7 et notamment la norme d'application nationale NF P94-262 – Fondations profondes.

### 1.2.3 Projet et emprise

Le projet concerne le regroupement au sous-sol -2 (SS-2) du bâtiment H1 de l'offre d'imagerie éclatée actuellement sur plusieurs sites et différentes zones de l'hôpital Rangueil.

Dans le cadre de ce projet, il est notamment prévu :

- La réhabilitation de locaux existants ;
- La mise en place de deux ascenseurs desservant le SS-2 et SS-1. La fosse des ascenseurs sera réalisées sur la hauteur du vide sanitaire présent sous le SS-2 (SS-3) ;
- La création d'une extension (coursive) sur le parking.

L'emprise au sol de l'extension sera d'environ 106 m<sup>2</sup>.

Un plan du projet et une coupe de la cage d'ascenseurs sont présentés pages suivantes.

Le bâtiment H1 étant construit à flanc de pente, le SS-2 est en réalité semi-enterré. Seule le SS-3 est totalement enterré. Au droit du projet d'extension (coursive), le niveau bas du SS-2 se trouve sensiblement au même niveau que le terrain extérieur.

D'après les élément transmis, le niveau RdC de la coursive est prévu à la cote 222.15 NGF, au même niveau que le niveau bas du SS-2, soit sensiblement au même niveau que le Terrain Actuel (*noté TA dans tout le rapport*) extérieur.

Les fondations des gaines d'ascenseurs seront réalisées depuis le niveau bas fini du SS-3, situé à la cote 218.75, soit vers -3.4 m/niveau bas SS-2.

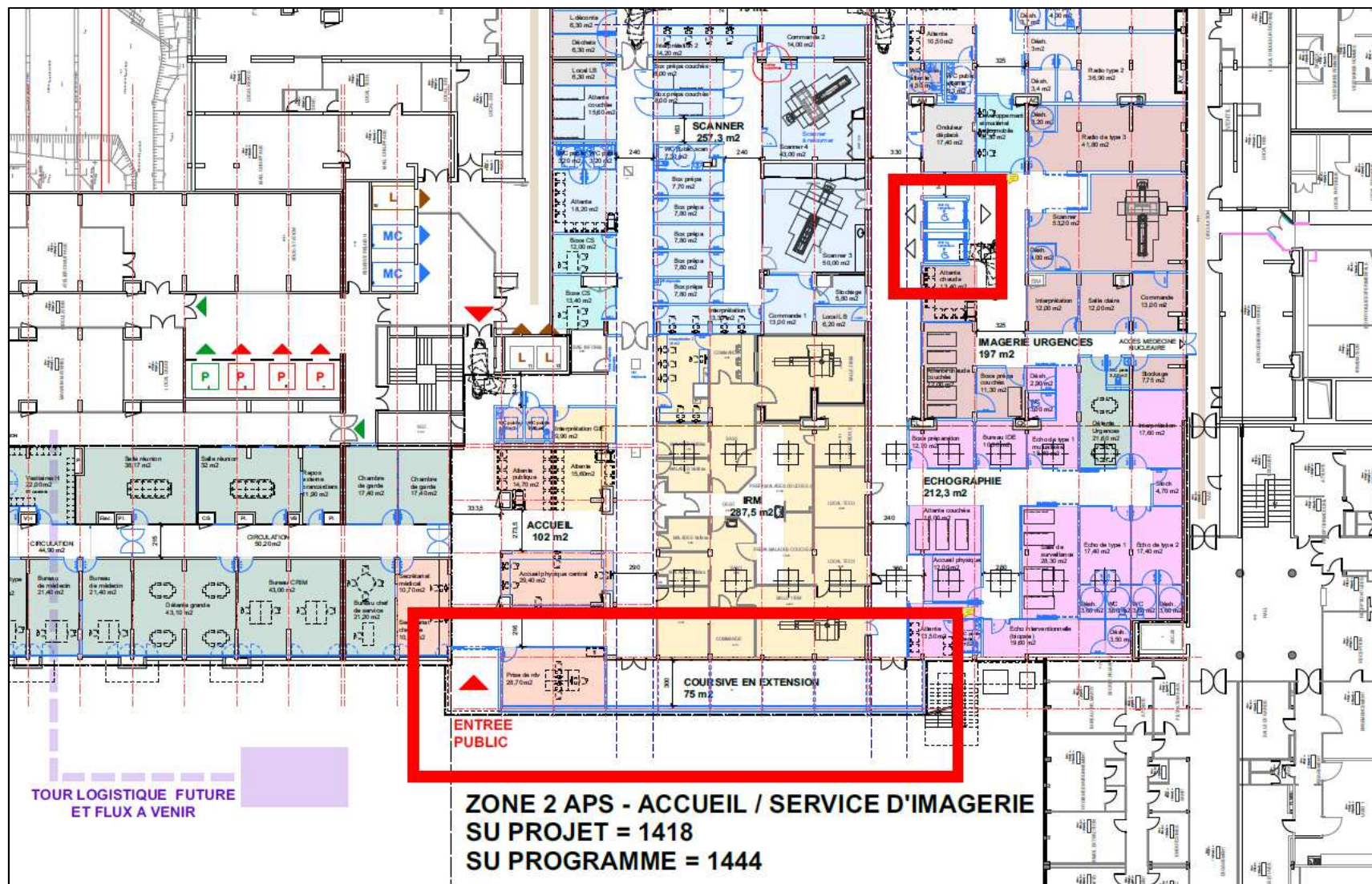


Figure 1 : Extrait du plan projet (sans échelle)

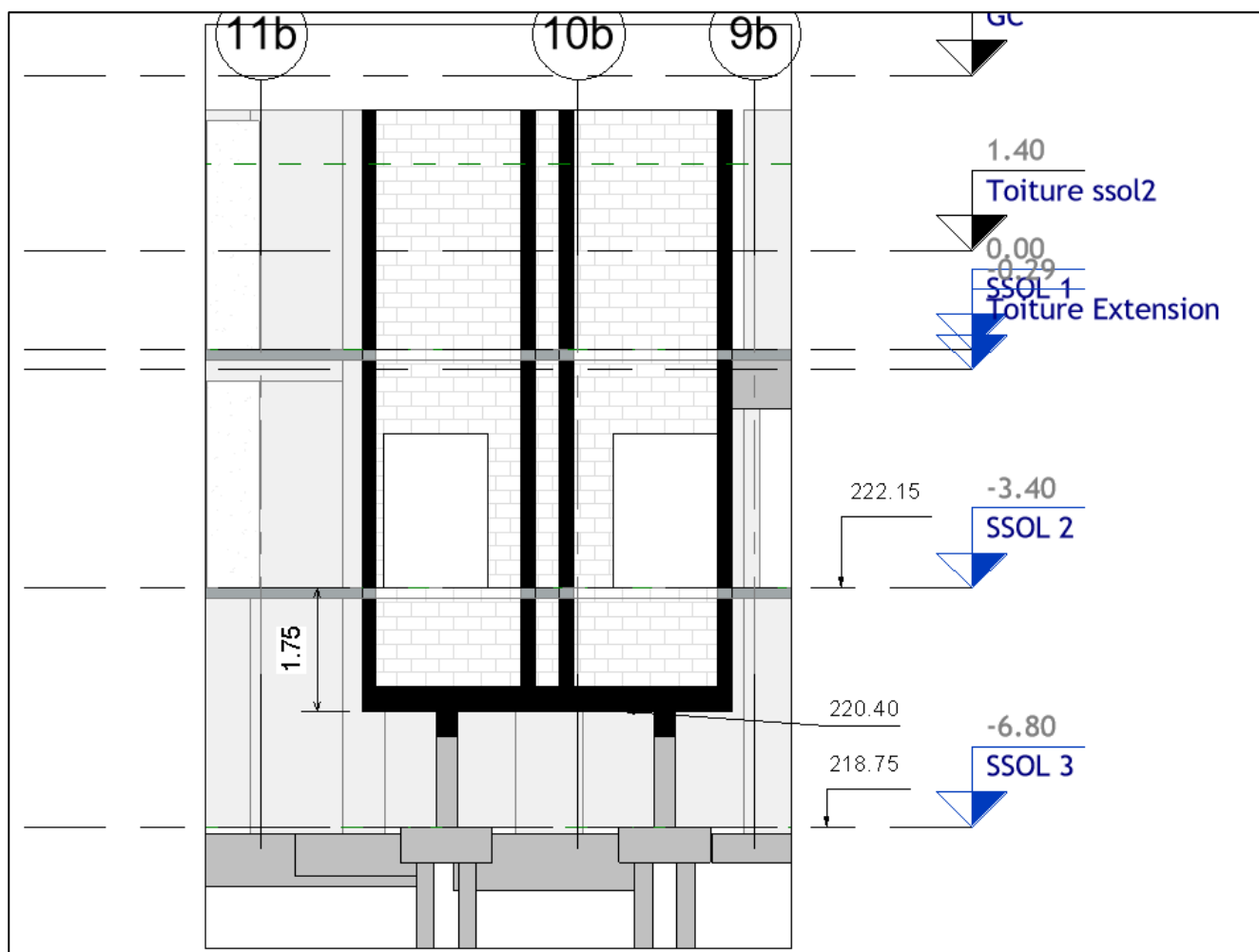


Figure 2 : Coupe de la cage d'ascenseurs (échelle graphique)

### 1.2.4 Descentes de charges

Les descentes de charges, non pondérées, transmises par EGIS sont présentés sur les plans ci-après.

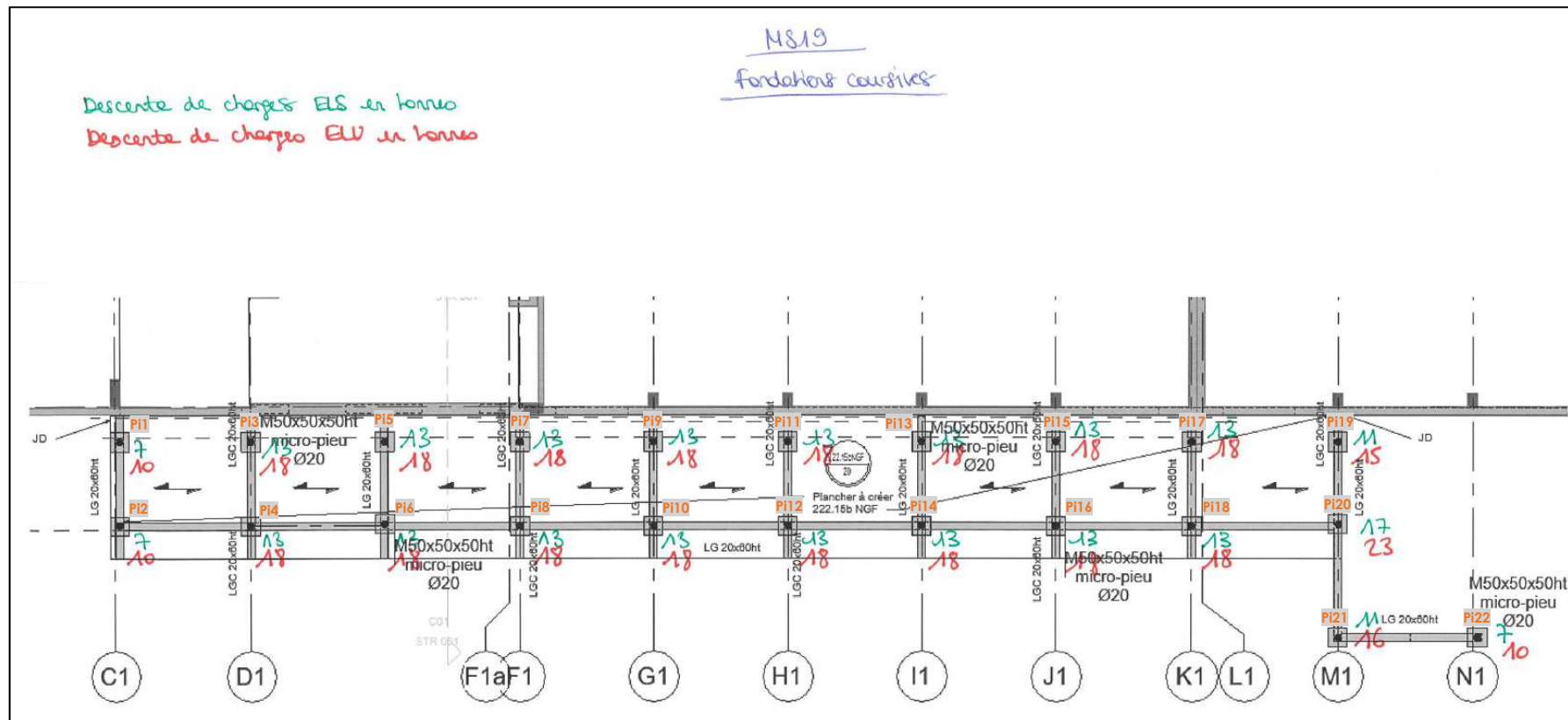


Figure 3 : Descentes de charges sur les fondations de la coursière



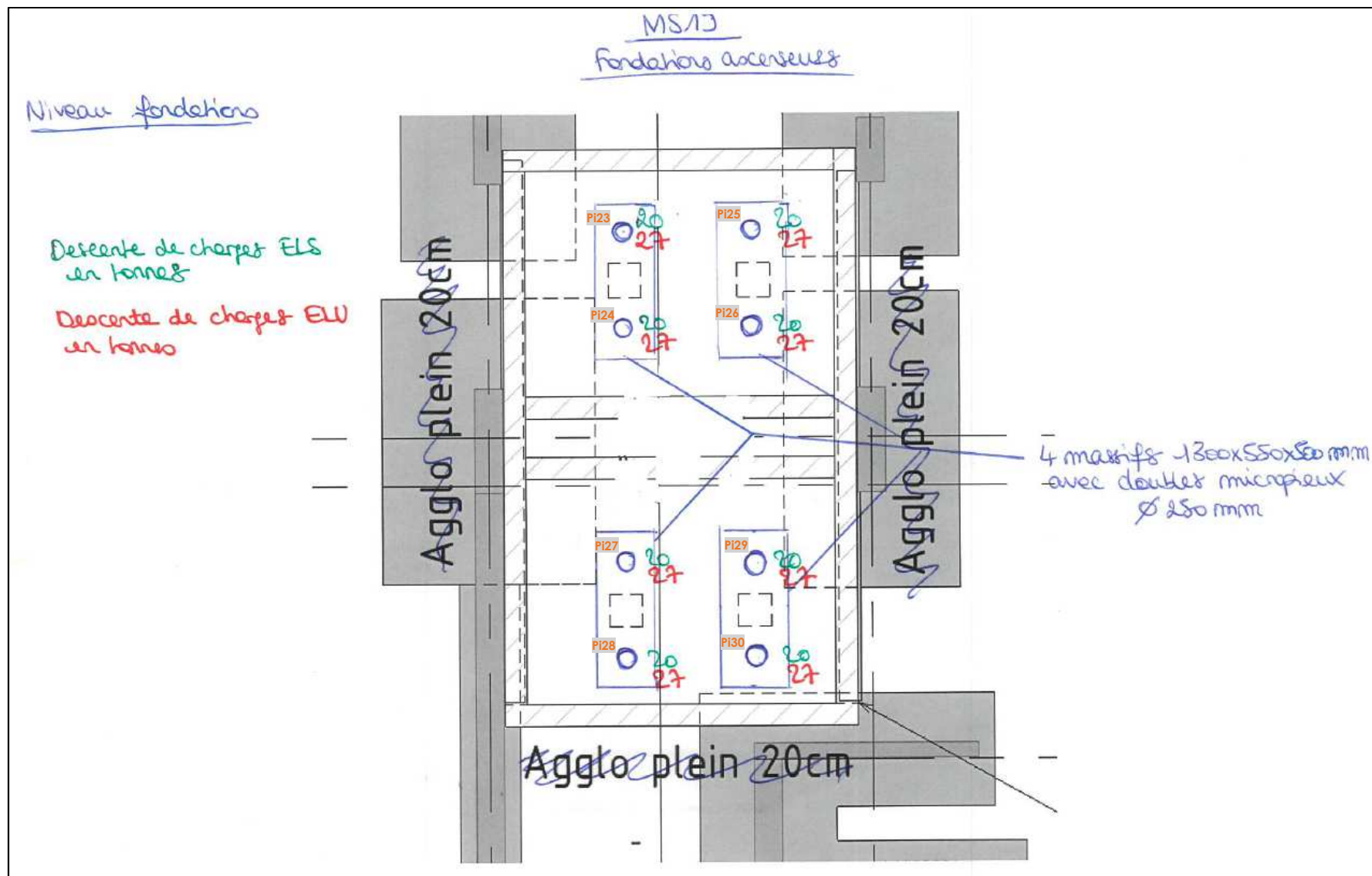


Figure 4 : Descentes de charges sur les fondations des gaines d'ascenseurs

Les descentes de charges transmises par EGIS sont les suivantes :

- Coursive :

Micropieu	Descentes de charge à l'ELS <sub>QP</sub> (kN)	Descentes de charge à l'ELU <sub>FOND</sub> (kN)
Pi1	70	100
Pi2	70	100
Pi3	130	180
Pi4	130	180
Pi5	130	180
Pi6	130	180
Pi7	130	180
Pi8	130	180
Pi9	130	180
Pi10	130	180
Pi11	130	180
Pi12	130	180
Pi13	130	180
Pi14	130	180
Pi15	130	180
Pi16	130	180
Pi17	130	180
Pi18	130	180
Pi19	110	150
Pi20	170	230
Pi21	110	160
Pi22	70	100

- Ascenseurs :

Micropieu	Descentes de charge à l'ELS <sub>QP</sub> (kN)	Descentes de charge à l'ELU <sub>FOND</sub> (kN)
Pi23	200	270
Pi24	200	270
Pi25	200	270
Pi26	200	270
Pi27	200	270
Pi28	200	270
Pi29	200	270
Pi30	200	270

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. 2022/06495/TOULS/01 du 27/06/2022, GÉOTEC a reçu une mission de conception géotechnique, phase projet (G2 PRO), hors approche des quantités, coûts et délais, selon les termes de la norme NF P 94-500 révisée en novembre 2013, relative aux missions géotechniques.

Cette étude repose sur des investigations réalisées par GÉOTEC en juillet 2022, dans le cadre de la mission G2 AVP référencée 2022/06495/TOULS.

Il est rappelé que la phase projet de la mission d'étude géotechnique de conception G2 doit être complétée par la phase DCE/ACT puis par des missions G3 (étude et suivi de conception réalisée par le géotechnicien de l'entreprise) et G4 (supervision géotechnique et suivi d'exécution) afin de limiter les aléas géotechniques qui peuvent apparaître en cours ou après réception des ouvrages. GÉOTEC 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.

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

- Rd : résistance dynamique apparente (formule des Hollandais)
- RDC : rez-de-chaussée
- SS : sous-sol
- TA : terrain actuel
- VS : vide sanitaire



- EE : eaux exceptionnelles
- EH : eaux hautes
- EB : eaux basses
- EC : eaux de chantier
- NGF : nivellement général de la France défini selon l'IGN69
- DDT : direction départementale des territoires
- DDTM : direction départementale des territoires et de la Mer

## 2. CONTEXTE DU SITE ET CONTENU DE LA RECONNAISSANCE

### 2.1 LE SITE

Le terrain étudié se trouve à TOULOUSE (31), dans l'enceinte de l'hôpital Rangueil, dans un contexte de coteau.

La zone concernée par la future extension (coursive) est actuellement occupée par un large trottoir bordant un parking.

Le bâtiment H1, objet de la présente étude, est de type R+1 à R+9 avec un seul véritable niveau de sous-sol (SS-3).

Au droit de la future coursive, le terrain est sensiblement plat. D'après les données du site Géoportail, son altitude avoisine les 222 m NGF.

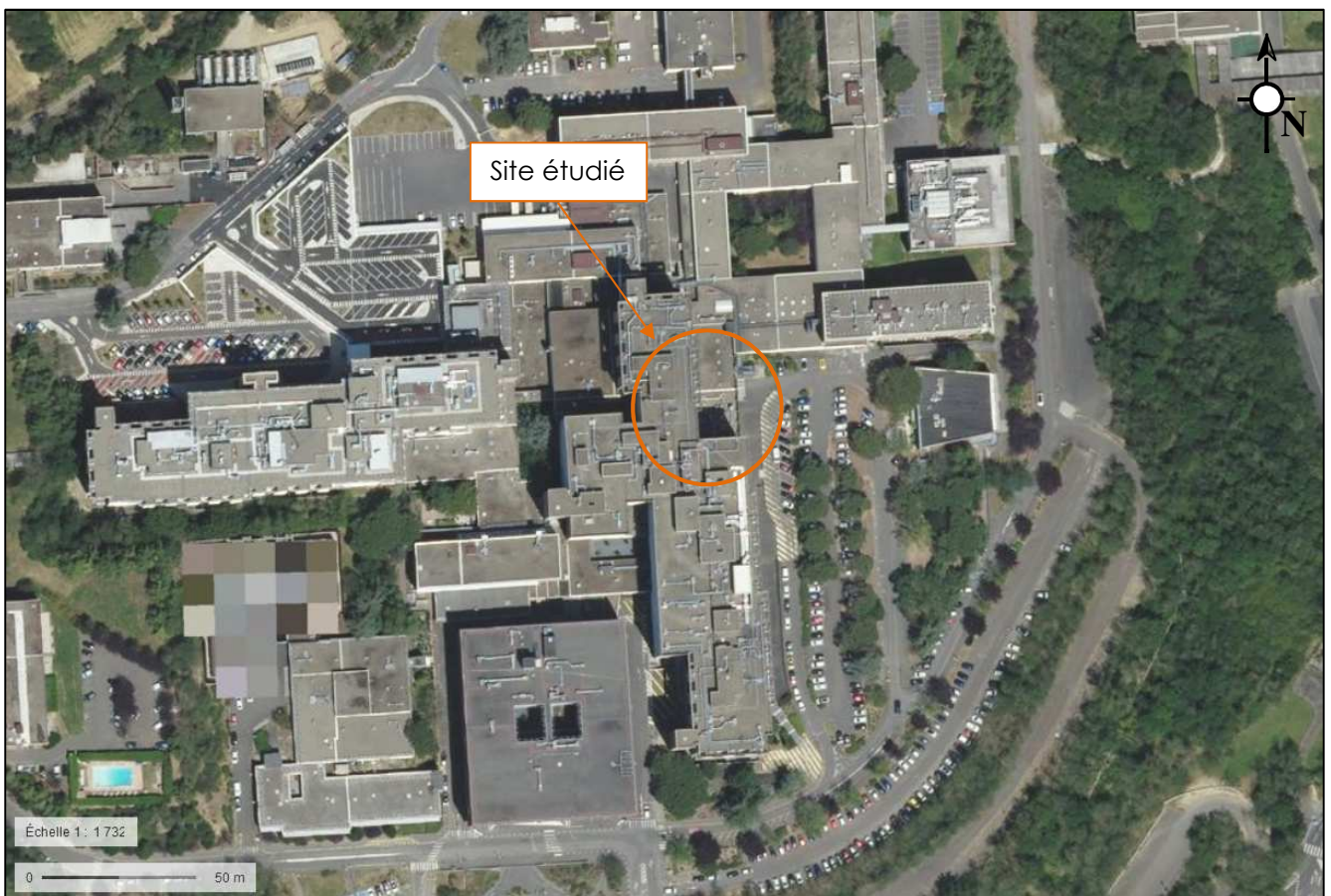


Figure 5 : Vue aérienne du site (échelle graphique)

## 2.2 CONTENU DE LA RECONNAISSANCE

La campagne de reconnaissance définie par GÉOTEC a consisté en l'exécution de :

- **1 sondages pressiométriques** (SP1) réalisé en diamètre 63 mm.

Ce sondage a atteint une profondeur de 15.0 m par rapport au TA. Les essais pressiométriques ont été répartis selon un intervalle moyen de 1.5 m.

- **2 essais au pénétromètre dynamique** (PD1 et PD2) poussés au refus observé entre 0.4 et 0.9 m/TA. Ils ont été réalisés à l'aide d'un pénétromètre dynamique de type B.

Ces essais ont permis de mesurer en continu la résistance mécanique de chaque horizon traversé. Cette résistance s'interprète en termes d'homogénéité et de portance du sol.

## 2.3 IMPLANTATION ET NIVELLEMENT DES SONDAGES

La position des sondages et essais figure sur le schéma d'implantation en *annexe 2*.

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 profondeurs sont comptées par rapport au Terrain Actuel (TA) au droit de chaque sondage, soit le TA extérieur pour le sondage SP1 et le TA du SS-3 pour les sondages PD1 et PD2.



### 3. CADRE GEOLOGIQUE – RESULTATS DE LA RECONNAISSANCE

D'après la carte géologique n°984 de TOULOUSE-EST au 1/50000<sup>ème</sup> et notre connaissance de ce secteur, la géologie attendue est la suivante :

- Remblais d'aménagement du site ;
- Formations de pente, éboulis et solifluxions issus de la molasse (m-gRc) ;
- Substratum local daté du Stampien (g2c et g2d) : molasses, marnes et argiles.

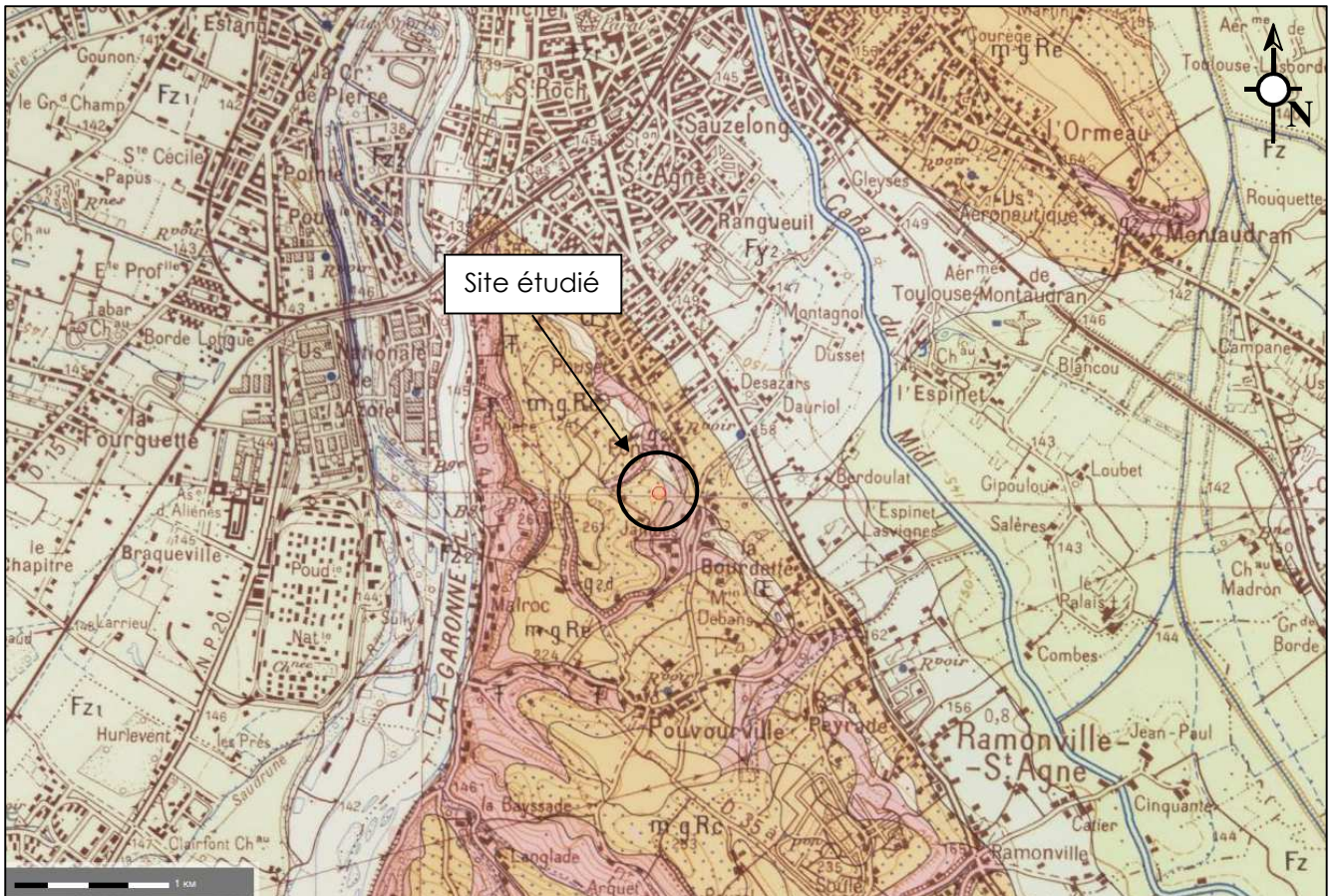


Figure 6 : Extrait de la carte géologique n°984 de TOULOUSE-EST (échelle graphique)

#### 3.1 NATURE ET CARACTERISTIQUES DES SOLS

La campagne de reconnaissance a mis en évidence les formations suivantes, sous 5 à 10 cm d'enrobé ou de béton :

- Une **couche de forme sablo-graveleuse grise** identifiées jusqu'à 0.9 m/TA extérieur dans le sondage SP1.
- Des **colluvions argilo-sableuses marron clair ou bariolées marron, jaunâtre et orangé**, reconnues jusqu'à 6.5 m/TA extérieur dans le sondage SP1.

Les essais pénétrométriques ne permettent pas de définir la lithologie du site ; toutefois, l'interprétation des essais met en évidence la présence de sols de bonne résistance jusqu'au refus des sondages PD1 et PD2 entre 0.4 et 0.9 m/TA du SS-3.

Leurs caractéristiques mécaniques sont moyennes à bonnes :

$$0.82 \leq p_l^* \leq 1.83 \text{ MPa (2 valeurs)}$$

$$17.0 \leq E_M \leq 1.83 \text{ MPa (2 valeurs)}$$

$$R_d \geq 10 \text{ MPa}$$

Remarques :

- Les faibles caractéristiques mécaniques des sols superficiels ayant rendu inexploitable l'essai réalisés à 1.5 m/TA extérieur dans le sondage SP1 peuvent correspondre à des remblais ou bien à des sols remaniés lors de l'aménagement des ouvrages existants.
- L'essai pressiométrique réalisé à 6.0 m/TA extérieur dans le sondage SP1 a certainement été rendu inexploitable du fait d'un remaniement de sols sableux lors de la foration à la tarière.
- La **frange d'altération du substratum local** représenté par des **molasses argilo-sableuses altérées et des sables argileux** reconnus jusqu'à 12.5 m/TA extérieur dans le sondage SP1.

Leurs caractéristiques mécaniques sont :

- Moyennes jusqu'à 9.6 m/TA extérieur :

$$0.68 \leq p_l^* \leq 1.53 \text{ MPa (2 valeurs)}$$

$$15.2 \leq E_M \leq 19.0 \text{ MPa (2 valeurs)}$$

- Bonnes jusqu'à 12.5 m/TA extérieur :

$$2.43 \leq p_l^* \leq 3.62 \text{ MPa (2 valeurs)}$$

$$21.7 \leq E_M \leq 33.0 \text{ MPa (2 valeurs)}$$

- Le **substratum molassique sain** rencontré jusqu'à l'arrêt du sondage SP1 à 15.0 m/TA extérieur.

Ses caractéristiques mécaniques sont bonnes :

$$p_l^* \geq 3.54 \text{ MPa (1 seule valeur)}$$

$$E_M = 65.3 \text{ MPa}$$

### 3.2 RISQUES NATURELS ET ANTHROPIQUES

La commune de TOULOUSE a fait l'objet de nombreux arrêtés de catastrophes naturelles concernant les glissements de terrain, les inondations et/ou coulées de boue, les mouvements de terrain et la sécheresse.

La consultation du site de prévention des risques majeurs ([georisques.gouv.fr](http://georisques.gouv.fr)) a permis d'identifier un certain nombre de risques se produisant sur la commune du terrain étudié :

- Le terrain se situe en **zone d'aléa très faible (1) selon le décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010** relatif à la prévention des risques sismiques, applicable au 1er mai 2011,
- Le site se trouve dans une **zone non sensible** vis-à-vis du risque de remontée de nappe,
- **Aucun mouvement de terrain** n'est référencé à proximité du site. Cependant, le quartier de Pech David fait l'objet d'un PPRN concernant les glissements de terrain. D'après le plan de zonage, le site étudié ne se trouve pas en zone à risque vis-à-vis des instabilités de terrain ;
- **Aucune cavité souterraine** n'est répertoriée à proximité du site ;
- Le site se trouve en **zone d'exposition forte** vis-à-vis du risque de retrait/gonflement des argiles. Par ailleurs, la commune de TOULOUSE fait l'objet d'un PPRN vis-à-vis du risque de tassements différentiels ;
- D'après la carte du zonage réglementaire du PPRN Risque Inondation, le site ne se trouve pas en zone inondable.

Le toit du substratum correspond à une surface d'érosion. Par conséquent, il sera toujours possible de rencontrer des surprofondeurs ou des remontées du toit du substratum plus importantes que celles observées dans nos sondages.

Compte tenu de l'environnement construit du site et des résultats de nos reconnaissances, la présence de remblais est avérée. Ces derniers peuvent également contenir des vestiges de construction (fondation, blocs, dalle béton, anciens réseaux, ...).

Compte tenu du contexte géologique, les aléas géotechniques suivants sont à attendre :

- La présence de remblais d'épaisseur et d'étendue variable,
- La présence possible d'ouvrages enterrés non reconnus au droit de nos sondages
- Les variations latérales de faciès entre nos points de sondages,
- L'approfondissement ou la remontée du toit des formations et notamment du substratum (surface d'érosion),
- Les circulations d'eau superficielles et les venues d'eau en phase chantier.

### 3.3 HYDROGÉOLOGIE

Lors de notre campagne de reconnaissance (Juillet 2022), nous avons observé les niveaux d'eau suivants dans les sondages :

Sondage	SP1
Prof niveau d'eau en fin de forage (m/TA extérieur)	9.0

Ces relevés ayant un caractère ponctuel et instantané, ils ne permettent pas de préciser l'amplitude des variations du niveau d'eau qui peut remonter fortement en période pluvieuse.

Compte tenu du contexte géologique et topographique, il ne doit pas exister de véritable nappe phréatique mais plutôt des circulations anarchiques plus ou moins importantes ou des nappes temporaires dans des horizons plus sableux ou à l'interface entre le substratum et les colluvions sus-jacentes.

Des circulations d'eau superficielles peuvent également se produire en période pluvieuse.

Il appartient aux responsables du projet de se faire communiquer par les services compétents (DDT, DDTM, PPRI, ...) le niveau des plus hautes eaux au droit du site afin de vérifier si le terrain étudié est ou non inondable.

### 3.4 POLLUTION

Lors de notre intervention, nous n'avons détecté aucun indice évident de pollution dans les sondages réalisés (c'est-à-dire sous une forme détectable visuellement ou olfactivement).

Il n'est toutefois pas impossible que le terrain soit imprégné de substances polluantes. Cependant, la recherche de polluant n'est pas l'objet d'une mission géotechnique en général ni de notre mission en particulier.



## 4. DEFINITION DU MODELE GEOTECHNIQUE DU SITE ET DE LA ZIG

### 4.1 DEFINITION DE LA ZONE D'INFLUENCE GEOTECHNIQUE (ZIG)

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

La ZIG intéresse également l'environnement immédiat (*interfaces liées aux terrassements provisoires*). Dans le cas présent, la ZIG concerne principalement le bâtiment existant faisant objet de la restructuration.

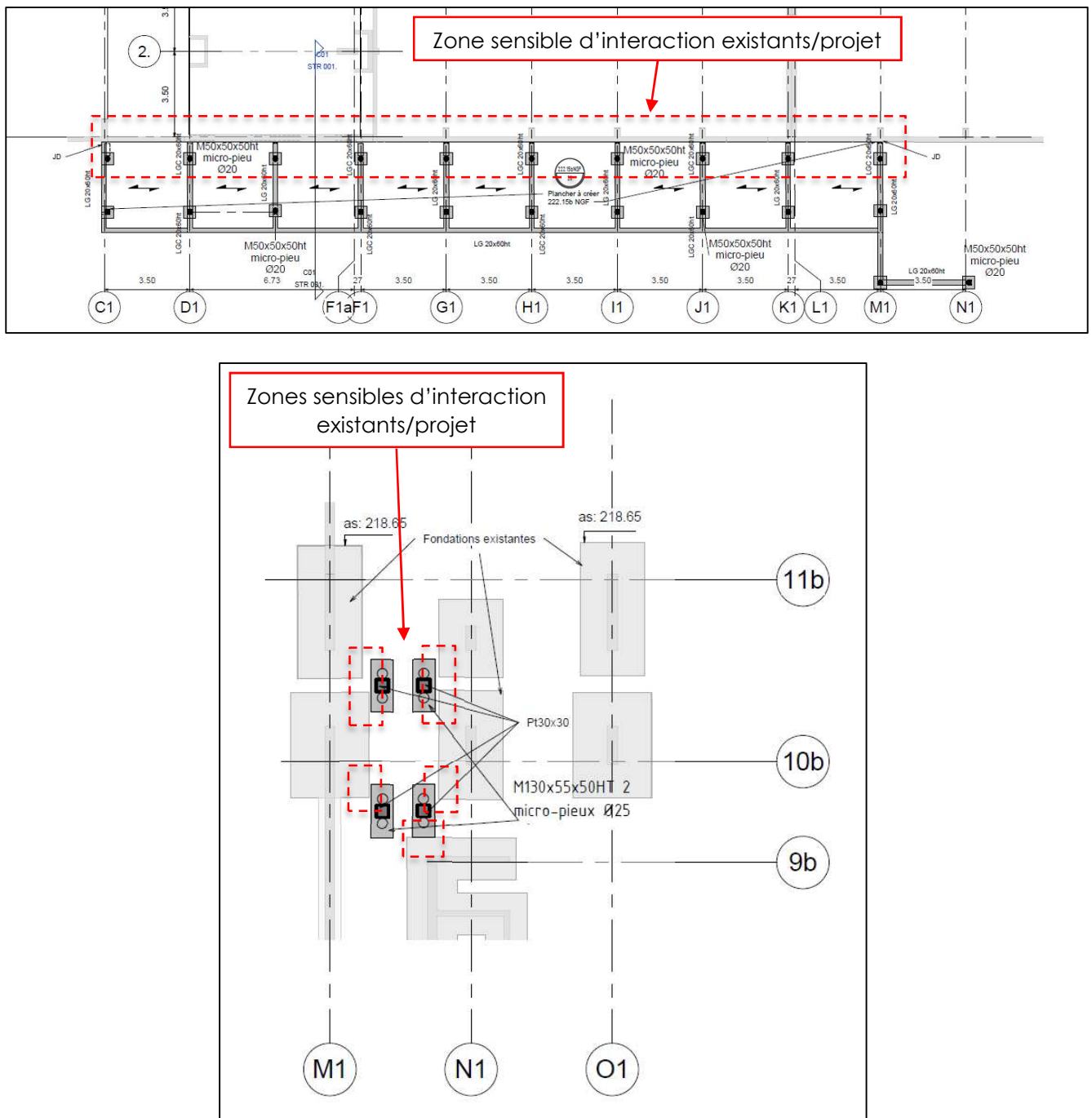


Figure 7 : Plans de localisation des ouvrages concernés par la ZIG (sans échelle)

## 4.2 DEFINITION DU MODELE GEOTECHNIQUE

Pour rappel, nos investigations sur site ont mis en évidence :

- Une structure de chaussée (enrobé + couche de forme sablo-graveleuse) identifiées sur 90 cm d'épaisseur dans le sondage SP1,
- Des colluvions argilo-sableuses reconnues jusqu'à 6.5 m/TA extérieur dans le sondage SP1,
- La frange d'altération du substratum local représenté par des molasses argilo-sableuses altérées et des sables argileux reconnus jusqu'à 12.5 m/TA extérieur dans le sondage SP1,
- Le substratum molassique sain rencontré jusqu'à l'arrêt du sondage SP1 à 15.0 m/TA extérieur.

Nous avons donc défini un modèle géotechnique présenté ci-après.

Les valeurs caractéristiques mécaniques retenues sont issues des essais pressiométriques réalisés dans le sondage SP1 sur la base des moyennes harmonique ( $E_M$ ) et géométrique ( $p_f^*$ ,  $p_l^*$ ).

Formation	Base de la couche au droit du sondage SP1	Pression de fluage $p_f^*$	Pression limite $p_l^*$	Module pressiométrique $E_M$	Coefficient rhéologique $a$	Poids volumique humide $\gamma_h$
	m/TA extérieur	MPa	MPa	MPa	-	kN/m <sup>3</sup>
Remblais (couche de forme)	0.9	-	-	-	1/3	19
Colluvions argilo-sableuses	6.5	1.0	1.2	23	2/3	18
Substratum molassique altéré (faciès moyennement compact)	9.6	0.9	1.0	17	1/2	19
Substratum molassique altéré (faciès compact)	12.5	2.7	3.0	26	1/3	19
Substratum sain	≥ 15.0	3.5	3.5	65	2/3	20

## 5. TERRASSEMENTS

### 5.1 PROJET ENVISAGÉ

Pour rappel, le projet prévoit la construction d'une extension de type RdC, sans sous-sol, d'environ 75 m<sup>2</sup> et la création de deux gaines ascenseurs dont les fosses seront réalisées sur la hauteur du SS-3.

Il n'est donc pas prévu de terrassements significatifs hormis l'ouverture des fouilles pour la mise en œuvre des longrines et têtes de micropieux.

### 5.2 CONTRAINTES DU SITE

Le mode d'exécution des terrassements dépendra étroitement des conditions environnementales, en particulier :

- Du niveau d'assise et de la sensibilité des mitoyens pouvant nécessiter la réalisation de fouilles blindées ou de soutènements ;
- De la présence de voirie circulée ou non à plus ou moins grande distance de la fouille et des possibilités de neutralisation partielle ou totale de celles-ci ;
- De l'espace libre disponible pour envisager éventuellement une solution par talutage.

Mais de nombreux autres facteurs peuvent être déterminants pour le choix du mode d'exécution des terrassements (présence de réseaux sous chaussée, d'anciens ouvrages enterrés, etc.).

Dans le cas de mitoyens, il est recommandé :

- Avant tout démarrage des travaux, de faire réaliser **un diagnostic de la structure de l'existant et des avoisinants** par un bureau d'études structures ; il définira le cas échéant les confortements ou précautions à prendre, nécessaires à la réalisation des travaux (reprise en sous-œuvre, chaînage, contreventement etc.) ainsi que les déformations à ne pas dépasser ;
- Un **référé préventif** sera établi avant le début des travaux. Il permettra de relever tous les désordres éventuels des constructions existantes ;

Dans le cas de mitoyens, le maître d'ouvrage ou son conseil technique devra nous fournir en phase de conception les descentes de charges des ouvrages maintenus et des mitoyens, leur niveau d'assise, géométrie et constitution, ainsi que les déformations acceptables pour ces ouvrages. La sensibilité au niveau de déformation devra également être précisée.

### 5.3 EXTRACTION

Dans les sols meubles (remblais, argiles, sables) les travaux de terrassement ne poseront pas de problèmes particuliers d'exécution. Les déblais pourront être extraits par des engins à lame ou à godet.

Dans les formations compactes (remblais indurés), les travaux de terrassement nécessiteront l'emploi d'engins de forte puissance (BRH, ripper par exemple).

Dans tous les cas, la méthodologie mise en œuvre devra tenir compte des avoisinants. Si nécessaire, une étude de vibrations sera menée.

## 5.4 STABILITE DES TALUS ET DES AVOISINANTS – TERRASSEMENT EN PLEINE FOUILLE

Des **talus en déblai provisoires secs et non surchargés en tête**, d'une hauteur maximale de 1.5 m, pourront être terrassés selon une pente de 3H/2V (3 horizontalement pour 2 verticalement) dans les argiles. Cette pente devra être adoucie à 2H/1V dans les remblais, les sables ou bien en cas de venues d'eau.

Il n'est pas prévu de talus en phase définitive.

En phase définitive, les murs adossés au terrain seront calculés en soutènement.

## 5.5 STABILITE DES TALUS ET DES AVOISINANTS – TERRASSEMENT AVEC SOUTÈNEMENT EN INTÉRIEUR DE BÂTIMENT

Les excavations pour la réalisation des massifs en tête de micropieux pour les futurs ascenseurs seront à réaliser dans le bâtiment existant.

Dans ce contexte, et en l'absence de venue d'eau notable, on procédera à des terrassements par puits blindés en limite de fondation existante.

En phase définitive, les murs adossés au terrain seront calculés en soutènement.

En l'absence d'essais en laboratoire spécifique, on retiendra en première approche les paramètres géotechniques suivants :

Couche	$\gamma$ (kN / m <sup>3</sup> )	C' (kPa)	$\phi'$ (°)
Colluvions argilo-sableuses	19	0	25

Des essais en laboratoire pourront être réalisés lors des missions suivantes (G3 et G4) afin de préciser et modifier si besoin les paramètres ci-dessus.

En fonction de la cote des terrassements, il conviendra de tenir compte des poussées induites par l'assise de l'existant.

Dans tous les cas, on devra éviter de déstabiliser l'assise des bâtiments existants.

La méthodologie d'exécution des terrassements devra être validée par un bureau d'études spécialisé. Elle devra permettre d'éviter de déstabiliser les existants.

## 5.6 MISE HORS D'EAU

### 5.6.1 Phase provisoire

Lors de notre campagne de reconnaissance (Juillet 2022), nous avons observé les niveaux d'eau suivants dans les sondages :

Sondage	SP1
Prof niveau d'eau en fin de forage (m/TA extérieur)	9.0

Ces relevés ayant un caractère ponctuel et instantané, ils ne permettent pas de préciser l'amplitude des variations du niveau d'eau qui peut remonter fortement en période pluvieuse.

Des circulations d'eau superficielles peuvent également se produire en période pluvieuse.

En fonction de la période de réalisation des terrassements, des arrivées sont possibles. Un pompage provisoire pourra alors être nécessaire afin d'épuiser ces venues d'eau et d'assécher les fouilles.

#### **5.6.2 Phase définitive**

Toute infiltration d'eau au niveau des fondations sera proscrite. Pour ce faire, les eaux de ruissellement et de toiture seront soigneusement collectées (gouttières, contre-pente, ...) et évacuées vers un exutoire dimensionné de manière suffisante et implanté de manière non dangereuse pour les existants et avoisinants.

## 6. ETUDE DES OUVRAGES GÉOTECHNIQUES

### 6.1 FONDATION DE L'EXTENSION ET DES GAINES D'ASCENSEURS PAR MICROPIEUX (NF P94-262 EUROCODE 7 – FONDATIONS PROFONDES)

Compte tenu du contexte (présence de fondations existantes importantes au droit de la fosse ascenseur) et des faibles caractéristiques mécaniques des terrains de surface au droit de la future coursive, certainement dues à la présence de remblais et/ou de sols remaniés sur des épaisseurs plus ou moins importantes, toute solution de fondation superficielle doit être écartée. Le principe de fondation consistera à reporter les charges par l'intermédiaire de fondations profondes de type **micropieux**, ancrés dans le substratum altéré ou sain reconnu à partir de 6.5 m/TA au droit du sondage SP1.

Dans ce contexte géotechnique et compte tenu des descentes de charges des ouvrages, on s'orientera vers des micropieux de type III (catégorie 19).

#### 6.1.1 Paramètres de dimensionnement des micropieux

Pour des micropieux de type III, on retiendra les paramètres géotechniques suivants :

Type de pieu :			Micropieu de type III Catégorie 19		
Paramètres Type de sol	pl* retenue (MPa)	Courbe f <sub>sol</sub>	q <sub>s</sub> retenu (kPa)	k <sub>p</sub> max* (kPa)	γ <sub>R;d1</sub> X γ <sub>R;d2</sub>
Remblais	Mort terrain				
Colluvions argilo-sableuses	1.2	Q1	<b>116</b>	0	2.2
Substratum molassique altéré (faciès moyennement compact)	1.0	Q1	<b>113</b>	0	2.2
Substratum molassique altéré (faciès compact)	3.0	Q1	<b>132</b>	0	2.2
Substratum molassique sain	3.5	Q4**	<b>259</b>	0	2.2

(\*) pas de terme de pointe pour des fondations profondes de diamètre ≤ 300 mm d'après la NF P94-262.

(\*\*) absence de mesure de la teneur en CaCO<sub>3</sub> mais courbe « Q4 marne » retenue selon notre expérience locale.

Pour les calculs de portance, on retiendra un mort terrain jusqu'à 3.2 m/TA pour les micropieux de la coursive.

Par ailleurs, d'après les plans de coffrage et de ferrailage qui nous ont été transmis, les fondations existantes mitoyenne à la future gaine d'ascenseur sont encastrées entre 0.75 et 0.95 m/ niveau bas SS-3. On retiendra donc, pour les calculs de portance des micropieux de la gaine d'ascenseurs, un mort terrain jusqu'à 1 m sous le niveau bas du SS-3 afin de tenir compte du remaniement des sols de la mis en ouvre des fondations du bâtiment existant.

Pour les calculs de portance, on retiendra donc les cotes indiquées dans le tableau page suivante pour la base des différentes couches.

- Coursive :

Couches	Cote de la base (m/TA extérieur)
Mort terrain	3.2
Colluvions argilo-sableuses	6.5
Substratum molassique altéré (faciès moyennement compact)	9.6
Substratum molassique altéré (faciès compact)	12.5
Substratum molassique sain	> 15.0

- Ascenseurs :

Couches	Cote de la base (m/TA du SS-3)
Mort terrain	1.0
Colluvions argilo-sableuses	3.1
Substratum molassique altéré (faciès moyennement compact)	6.2
Substratum molassique altéré (faciès compact)	9.1
Substratum molassique sain	> 11.6

### 6.1.2 Interactions avec les avoisinants

Au droit de la fosse ascenseur, les interactions entre les fondations du bâtiment existant et les micropieux sont pris en compte dans les calculs en raison du moment induit par le cisaillement latéral dans la zone du bulbe de contrainte des fondations existantes. Ce calcul est intégré dans les vérifications des micropieux vis-à-vis de la flexion.

### 6.1.3 Choix de la méthode de calcul

Le dimensionnement des micropieux a été mené conformément à la norme NF P 94-262, à l'aide du logiciel Foxta v3 – module FondProf. Les calculs sont effectués selon la procédure « modèle de terrain » qui consiste à déduire à partir d'un modèle géotechnique du site, les valeurs caractéristiques de la résistance pour les couches de sol interceptées par les fondations.



Selon la norme, il convient de vérifier que :

- La valeur de calcul de la charge axiale à l'ELS exercée sur la fondation est inférieure ou égale à la valeur de calcul de la charge de fluage tel que :

$$N_d \leq R_{c;cr;d} = R_{c;cr;k} / \gamma_{cr} \text{ (en compression)}$$

$$N_d \leq R_{t;cr;d} / \gamma_{s;cr} \text{ (en traction)}$$

- La valeur de calcul de la charge axiale à l'ELU est inférieure ou égale à la valeur de calcul de la portance tel que :

$$N_d \leq R_{c;d} = R_{c;k} / \gamma_t \text{ (en compression)}$$

$$N_d \leq R_{t;d} = R_{t;k} / \gamma_{s;t} \text{ (en traction)}$$

Les coefficients partiels de sécurité ( $\gamma_{cr}$ ,  $\gamma_{s;cr}$ ,  $\gamma_t$ ,  $\gamma_{s;t}$ ) sont donnés par la norme NF 94-262 en fonction de la combinaison d'actions considérée.

Les valeurs caractéristiques de la résistance  $R_k$  et de la charge de fluage  $R_{crk}$  sont données par les formules suivantes :

$$R_k = R_{sk} + R_{bk} = (R_s + R_b) / (\gamma_{Rd1} * \gamma_{Rd1})$$

$$R_{cr;k} = 0.7 R_{sk} + 0.5 R_{bk}$$

(expression pour les fondations mises en œuvre sans refoulement du sol)

Avec  $R_b$  : résistance limite de pointe =  $A \cdot k_p \cdot p_{le}^*$ , négligé dans le cas de micropieux,

$R_s$  : résistance limite de frottement latéral =  $\pi D \sum (h_i * q_{si})$ ,

$\gamma_{Rd1}$  et  $\gamma_{Rd1}$  : coefficients de modèle.

Où :  $D$  est le diamètre de la fondation,

$A$  est la section de la fondation,

$k_p$  est le facteur de portance,

$p_{le}^*$  est la pression limite nette équivalente,

$q_{si}$  est le frottement latéral limite dans la couche  $i$ ,

$h_i$  est l'épaisseur de la couche  $i$ .

Pour les micropieux, la résistance de pointe est généralement négligée et la valeur caractéristique de la résistance et de la charge de fluage deviennent alors :  $R_k = R_{sk}$  et  $R_{crk} = 0.7 R_{sk}$ .

#### 6.1.4 Justification de la portance des micropieux vis-à-vis des charges verticales

Les calculs ci-après sont réalisés :

- À l'ELU Fondamental, à l'ELS Caractéristique et à l'ELS Quasi-Permanent,
  - Avec la méthode pressiométrique,
  - Selon le « modèle de terrain »,
  - Pour des efforts verticaux de compression,
  - Avec une neutralisation sur 3.2 m d'épaisseur pour les micropieux de la coursière et 1.0 m pour les micropieux de la gaine d'ascenseurs,
  - Pour des micropieux de type III Ø180 et Ø200 mm.
- Coursive :

Cote de référence (TA extérieur) : 222.15 m NGF

Micropieu	Descentes de charge à l'ELU <sub>FOND</sub> (kN)	Descentes de charge à l'ELS <sub>QP</sub> (kN)	Diamètre du micropieu (mm)	Longueur d'ancrage dans le substratum (m)	Longueur du micropieu/TA extérieur (m)	Capacité portante à l'ELU <sub>FOND</sub> (kN)	Capacité portante à l'ELS <sub>QP</sub> (kN)
Pi1	100	70	200	1.5	8.0	143	100
Pi2	100	70	200	1.5	8.0	143	100
Pi3	180	130	200	3.0	9.5	187	131
Pi4	180	130	200	3.0	9.5	187	131
Pi5	180	130	200	3.0	9.5	187	131
Pi6	180	130	200	3.0	9.5	187	131
Pi7	180	130	200	3.0	9.5	187	131

Micropieu	Descentes de charge à l'ELU <sub>FOND</sub> (kN)	Descentes de charge à l'ELS <sub>QP</sub> (kN)	Diamètre du micropieu (mm)	Longueur d'ancrage dans le substratum (m)	Longueur du micropieu/TA extérieur (m)	Capacité portante à l'ELU <sub>FOND</sub> (kN)	Capacité portante à l'ELS <sub>QP</sub> (kN)
Pi8	180	130	200	3.0	9.5	187	131
Pi9	180	130	200	3.0	9.5	187	131
Pi10	180	130	200	3.0	9.5	187	131
Pi11	180	130	200	3.0	9.5	187	131
Pi12	180	130	200	3.0	9.5	187	131
Pi13	180	130	200	3.0	9.5	187	131
Pi14	180	130	200	3.0	9.5	187	131
Pi15	180	130	200	3.0	9.5	187	131
Pi16	180	130	200	3.0	9.5	187	131
Pi17	180	130	200	3.0	9.5	187	131
Pi18	180	130	200	3.0	9.5	187	131
Pi19	150	110	200	2.0	8.5	158	111
Pi20	230	170	200	4.7	11.2	245	171
Pi21	160	110	200	2.1	8.6	161	113
Pi22	100	70	200	1.5	8.0	143	100

- Gaines ascenseurs :

**Cote de référence (TA du SS-3) : 218.75 m NGF**

Micropieu	Descentes de charge à l'ELU <sub>FOND</sub> (kN)	Descentes de charge à l'ELS <sub>QP</sub> (kN)	Diamètre du micropieu (mm)	Longueur d'ancrage dans le substratum (m)	Longueur du micropieu/TA du SS-3 (m)	Capacité portante à l'ELU <sub>FOND</sub> (kN)	Capacité portante à l'ELS <sub>QP</sub> (kN)
Pi1	270	200	180	7.0	10.1	289	202
Pi2	270	200	180	7.0	10.1	289	202
Pi3	270	200	180	7.0	10.1	289	202
Pi4	270	200	180	7.0	10.1	289	202
Pi5	270	200	180	7.0	10.1	289	202
Pi6	270	200	180	7.0	10.1	289	202
Pi7	270	200	180	7.0	10.1	289	202
Pi8	270	200	180	7.0	10.1	289	202

### 6.1.5 Effet de groupe

La présence de pieux très proches les uns 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

L'effet de groupe est calculé sur la base de la NF P94-262 annexes H, I et J.

Toutefois, l'entraxe entre les micropieux étant supérieur à  $3*B$  ( $B$  étant le diamètre des micropieux), on peut adopter une valeur du coefficient d'efficacité  $C_e$  égale à 1.

### 6.1.6 Tassements

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

### 6.1.7 Justification des tubes d'armature

Les informations suivantes nous ont été communiquées pour le calcul du moment induit sur les micropieux de la gaine d'ascenseurs par le cisaillement latéral dans la zone du bulbe de contrainte des fondations existantes.

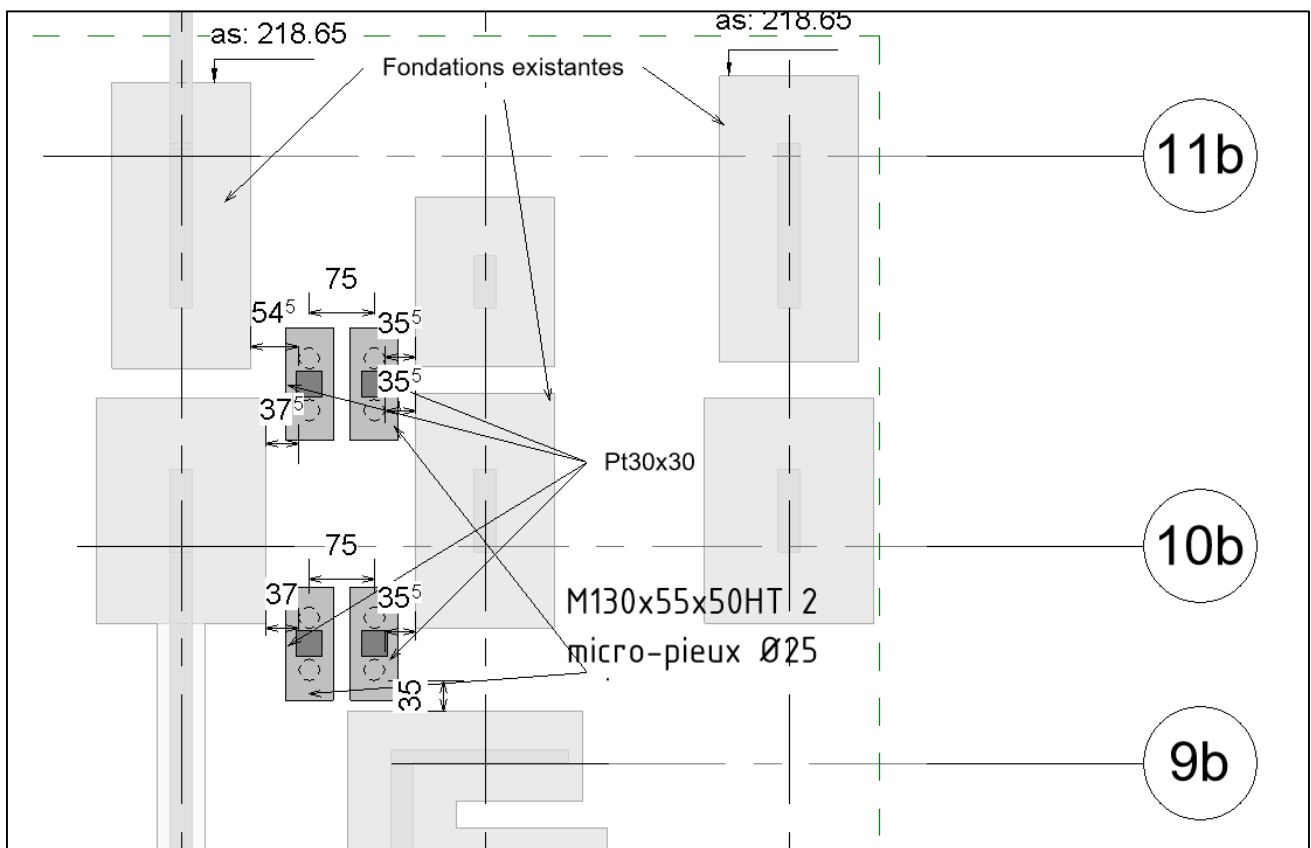


Figure 8: Plan d'implantation des micropieux de la gaine d'ascenseurs vis à vis des fondations existantes (échelle graphique)

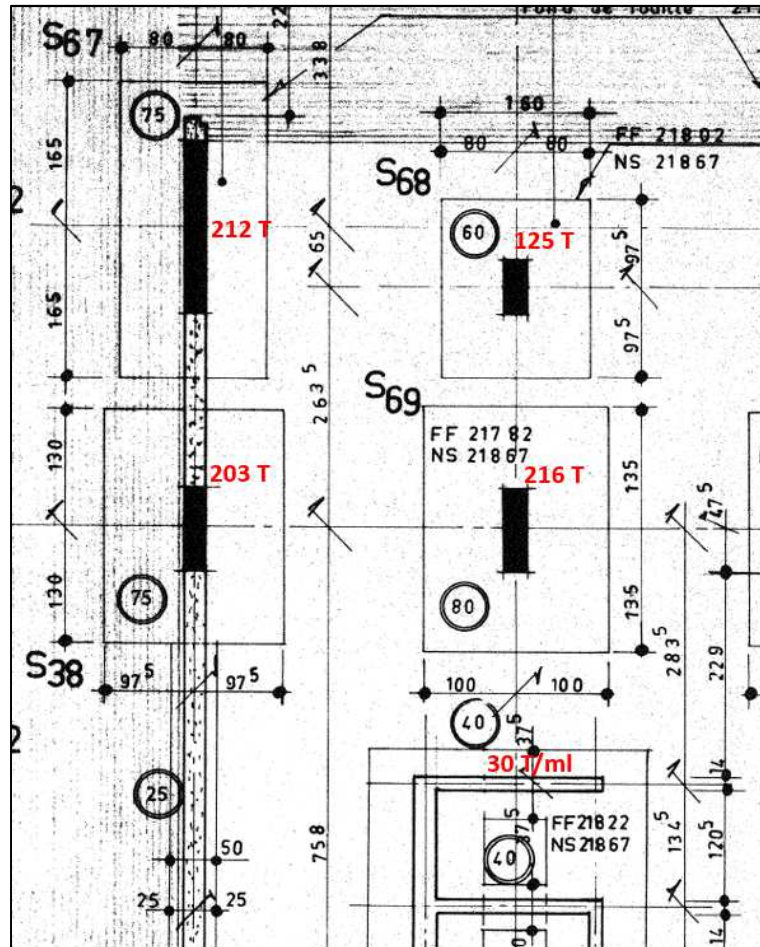
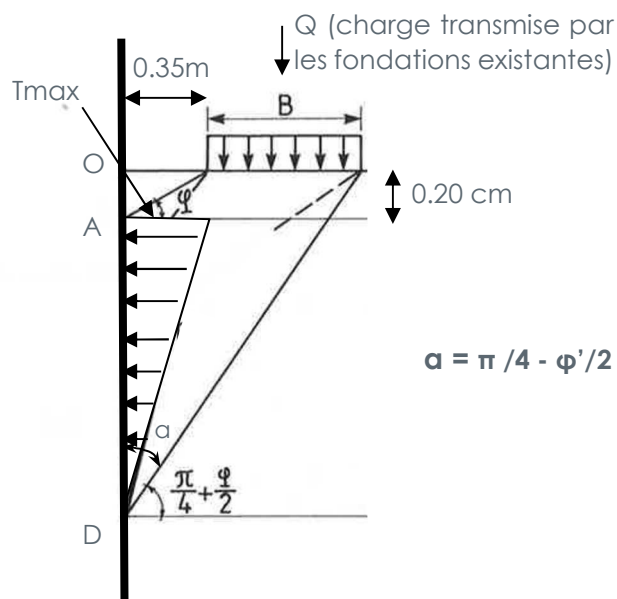


Figure 9 : Descentes de charges sur les fondations existantes

Concernant l'interaction entre les micropieux de la gaine d'ascenseurs et les fondations existantes, le modèle a été simplifié en considérant une charge triangulaire appliquée de A à D. Au point A, nous avons considéré une réduction de la contrainte avec la profondeur.



## Fin du micropieu

En prenant pour hypothèses :

- $B = 2.0 \text{ m}$  ;
- $\varphi' = 30^\circ$  (argiles sableuses) ;
- Distance micropieux / fondations existantes =  $0.35 \text{ m}$  ;
- $Q = 2160 \text{ kN}$ .

Nous obtenons :

- $OD = 4.07 \text{ m}$
- $OA = 0.20 \text{ m}$

Les efforts de poussée dus à la charge se calculent de la manière suivante par couche de sol :

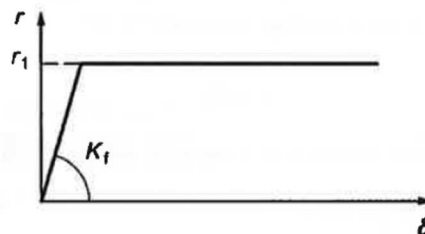
$$T_{\max} = Q * \tan^2 (\pi / 4 - \varphi' / 2)$$

On obtient donc  $T_{\max} = 720 \text{ kPa}$

Cet effort a été intégré dans les calculs de vérifications en flexion dans le micropieu.

Sous l'effet d'efforts horizontaux, les fondations profondes vont interagir avec le sol faisant opposition par butée à son déplacement.

La loi de mobilisation de la réaction frontale  $r$  en fonction du déplacement  $\delta$  d'un micropieu est définie par des segments de droite et un palier plastique.



**Légende :  $r_1$  : réaction frontale ;  $\delta$  : déplacement relatif de l'élément de fondation.**

Avec :

$r_1 = B \cdot p_f^*$  ( $B$  : diamètre du micropieu)

$$K_f = \frac{12 \cdot E_M}{\frac{4}{3} \cdot (2.65)^{\alpha+1}} \quad \text{pour : } B \leq B_0$$

Avec  $B_0 = 0.60 \text{ m}$

Ainsi, pour des micropieux  $\varnothing 180 \text{ mm}$ , on pourra retenir les valeurs indiquées dans le tableau page suivante pour le modèle géologique proposé.



	Pression de fluage nette $p_f^*$	Module pressiométrique $E_M$	Coefficient rhéologique $\alpha$	Réaction frontale $r_1$ (micropieu Ø180 mm)	Module de réaction frontale $K_f$	
	MPa	MPa	-	MN/ml	MN/ml/m courte durée	MN/ml/m longue durée
Colluvions argilo-sableuses	1.0	23	2/3	0.18	85	43
Substratum molassique altéré (faciès moyennement compact)	0.9	17	1/2	0.16	76	38
Substratum molassique altéré (faciès compact)	2.7	26	1/3	0.49	144	72
Substratum sain	3.5	65	2/3	0.63	241	121

Les calculs menés à l'aide du module Piecoef+ du logiciel FOXTA sont présentés en annexe 5. Pour des tubes d'armature Ø73.0mm, ép. 5.0 mm, les moments induits dans les micropieux par l'effort tranchant induit par les fondations existantes moyennes sont présentés dans le tableau ci-après.

Ouvrages	Diamètre du micropieu (mm)	Tube d'armature	Moment maximum ELU induit (kN.m)
Gaine d'ascenseurs	180	Ø73.0 mm ép. 5.0 mm	1.3

Les sollicitations sur le tube armature sont justifiées vis-à-vis de l'EC3 par :

$$\frac{N}{\frac{A \cdot f_y}{1,1}} + \frac{M}{\frac{W \cdot f_y}{1,1}} < 1$$

Pour l'ensemble des micropieux, les moments maximaux sont les suivants :

<b>N<sub>d</sub> ELU (kN)</b>	270
<b>M<sub>d</sub> ELU (kN.m)</b>	1.3
<b>Tube</b>	Ø73.0 mm ép. 5.0 mm
<b>A (cm<sup>2</sup>)</b>	10.7
<b>W<sub>pl</sub> (cm<sup>3</sup>)</b>	23.2
<b>f<sub>y</sub> (MPa)</b>	560

Le résultat est le suivant :

$$\frac{N}{\frac{A \cdot f_y}{1,1}} + \frac{M}{\frac{W \cdot f_y}{1,1}} = 0.60 < 1$$

**Les tubes d'armature envisagés sont aptes à reprendre les sollicitations prévues.**

#### 6.1.8 Corrosion des armatures

Dans le cas de tubes de diamètre extérieur 73.0 mm et de micropieux Ø180 ou Ø200 mm, l'épaisseur d'enrobage de coulis de ciment autour des tubes sera supérieure à 5 cm. Cette épaisseur sera suffisante pour qu'elle constitue une protection suffisante vis à vis de la corrosion.

Il n'y aura donc pas lieu de prendre une épaisseur d'acier sacrifiée à la corrosion pour les armatures.

#### 6.1.9 Raccourcissement élastique

Le raccourcissement élastique est défini par :

$$\Delta l = \frac{LLE \times \text{charge}}{E \times S}$$

Avec

- Charge :
  - Coursive : 170 kN à l'ELS<sub>QP</sub>
  - Ascenseurs : 200 kN à l'ELS<sub>QP</sub>
- E module de l'acier : 210 000 MPa,
- LLE : longueur libre équivalente : longueur libre + ½ longueur de scellement :
  - Coursive : 8.9 m
  - Ascenseurs : 6.6 m
- S : section du tube : 10.7 cm<sup>2</sup>

Dans notre cas, le calcul donne  $\Delta l < 1$  cm.

Le raccourcissement élastique est inférieur à 1 cm. Il conviendra de vérifier que ce tassement est acceptable par la structure.

#### 6.1.10 Flambement

On vérifie que les micropieux travaillant en compression ne flambent pas, spécialement quand ils traversent, en tête des sols médiocres.

Cette vérification est réalisée à l'aide du module Piecoef+ du logiciel FOXTA. Les détails des vérifications sont présentés en annexe.

Ouvrage	Charge max. à l'ELU <sub>FOND</sub> en compression (kN)	Diamètre forage micropieu (mm)	Longueur micropieu (m)	Tube (en mm)	Charge critique de flambement (kN)	Coefficient de sécurité vis-à-vis du flambement
Coursive	230	200	11.2	Ø73.0 ép. 5.0	729	3.2
Ascenseurs	270	180	10.1		2368	8.8

Dans le cas présent, nous avons un coefficient de sécurité > 2,5, la sécurité est donc assurée.

#### 6.1.11 Précautions vis-à-vis des existants

Compte tenu du contexte du projet, il est envisagé de réaliser de nouvelles fondations à proximité des fondations existantes. Dans ce cas, il sera nécessaire de respecter les points suivants :

- **Avant tout démarrage des travaux** et compte tenu de la vétusté des constructions, nous conseillons de faire réaliser par un bureau d'études structures une **étude de diagnostic** de la structure existante et de son éventuel confortement. Elle permettra notamment de définir les types de reprises de la structure qu'il sera éventuellement nécessaire de réaliser (chaînage par exemple) ;
- Un **référé préventif** ou **constat d'huissier** devra être établi avant le début des travaux. Il permettra de relever tous les désordres sur les constructions existantes ;
- **Les travaux de terrassement** en bordure des constructions existantes devront être **limités au maximum** et être exécutés avec toutes les précautions nécessaires et suffisantes afin de ne pas risquer de déstabiliser le bâtiment. On évitera par exemple les vibrations importantes ;
- Les nouvelles fondations seront suffisamment en retrait pour ne pas impacter ou être perturbées par le débord de l'existant (fondations déportées, recentrage des charges par longrines de redressement ...) ;
- Dans le cas où les bâtiments existants seraient soumis à des **surcharges**, il sera nécessaire de s'assurer que ces dernières soient **compatibles avec le dimensionnement des fondations existantes**.

#### 6.1.12 Sujétions d'exécution (micropieux)

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.

Pour traverser tous les terrains de forte consistance et atteindre l'ancrage nécessaire, l'entreprise devra mettre en œuvre le matériel adapté, ce qui pourra conduire à l'utilisation du trépan, de carottage ou à modifier le choix du type de micropieu et / ou sa mise en œuvre. Ces moyens seront tels qu'ils ne provoquent pas de désordres aux avoisinants (voiries, réseaux, bâtiments ...).

Un chemisage des micropieux pourra être prévu sur la hauteur des efforts parasites induits par les phénomènes de retrait et de gonflement. Le frottement sera annulé sur cette hauteur.

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

- Les éventuels ouvrages existants à traverser,
- La compacité du substratum,
- Les variations du toit du sol d'ancrage (remontée ou approfondissement),
- La boulangerie des terrains,
- Le risque de surconsommation de coulis dans le substratum altéré (possible changement de technique, mise en œuvre de chaussettes, micropieux type IV, ...),
- Les existants,
- Les accès.

#### 6.1.13 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.

Il est permis de remplacer l'essai de contrôle d'exécution par une majoration forfaitaire des sollicitations amenées par l'ouvrage de 50% lorsque les fondations ne travaillent qu'en compression (à l'ELS sous toutes les combinaisons et à l'ELU sous les combinaisons fondamentales) et que l'ouvrage nécessite moins de 25 micropieux (cf. NF P94-262/A1§11 (6)).

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

## 6.2 DALLES PORTEES

Compte tenu de la présence de remblais et/ou de sols remaniés ainsi que de la sensibilité du sol support vis-à-vis des variations hydriques, on prévoira la réalisation d'un plancher porté sur vide sanitaire qui pourra notamment être obtenu à l'aide d'un coffrage de type biodégradable (y compris au droit des éventuelles longrines).

Dans le cadre de vide sanitaire, il conviendra de veiller à prévoir une ventilation efficace et éventuellement des barbacanes afin de permettre d'éviter la stagnation des eaux de ruissellement.

## 7. RECOMMANDATIONS POUR LA MISE AU POINT DU PROJET

Le présent rapport constitue le compte rendu et fixe la fin de la phase projet de la mission d'étude géotechnique de conception. Cette phase G2 PRO confiée à GÉOTEC a permis de donner les hypothèses géotechniques à prendre en compte en fonction des résultats des investigations et des données connues du projet, de dimensionner les ouvrages géotechniques et présente certains principes d'adaptation au sol des ouvrages géotechniques projetés.

Les principales incertitudes qui subsistent concernent le contexte géotechnique du site (*stratigraphie, caractéristiques mécaniques du sol, hydrogéologie, etc...*) et le projet (implantation, calage altimétrique, descentes de charge, situation / avoisinants) sont notamment :

- La présence de remblais d'épaisseur et d'étendue variable,
- Les variations latérales de faciès entre nos points de sondage,
- Les variations (remontée ou approfondissement) du substratum ;
- Les circulations d'eau superficielle en période pluvieuse et les venues d'eau en phase chantier, difficilement quantifiables ;

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 (G3 et G4) devra suivre la présente étude.

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 L 411-1 du code de l'environnement, 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) <b>Phase Etude de Site (ES)</b>		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) <b>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</b>		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) <b>Phase Avant-projet (AVP)</b>		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) <b>Phase Projet (PRO)</b>		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) <b>Phase DCE/ACT</b>		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)	<b>Supervision géotechnique d'exécution (G4)</b> <b>Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase supervision du suivi)</b>	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)	<b>Supervision géotechnique d'exécution (G4)</b> <b>Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude)</b>	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'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).

### 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 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, 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)**

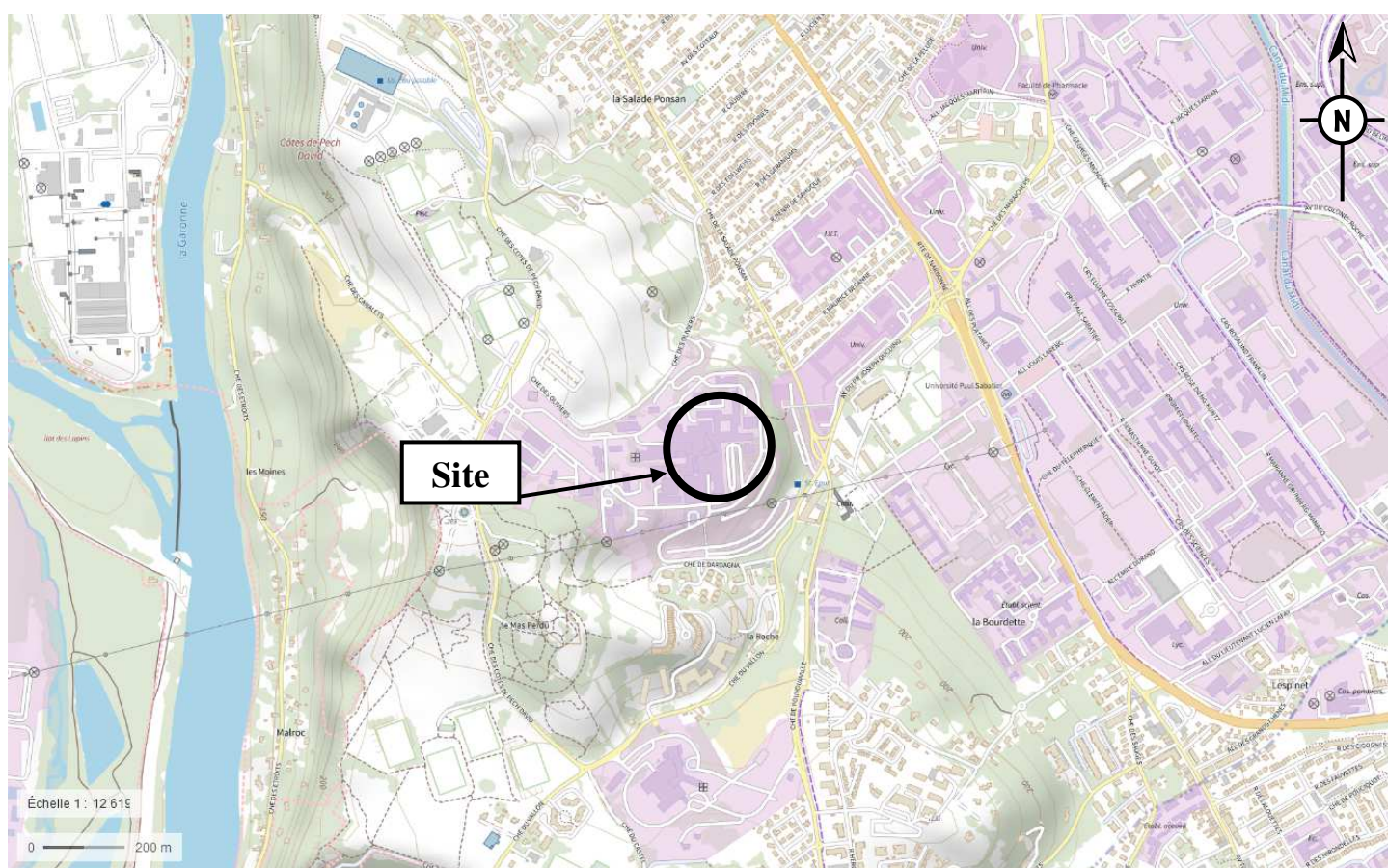
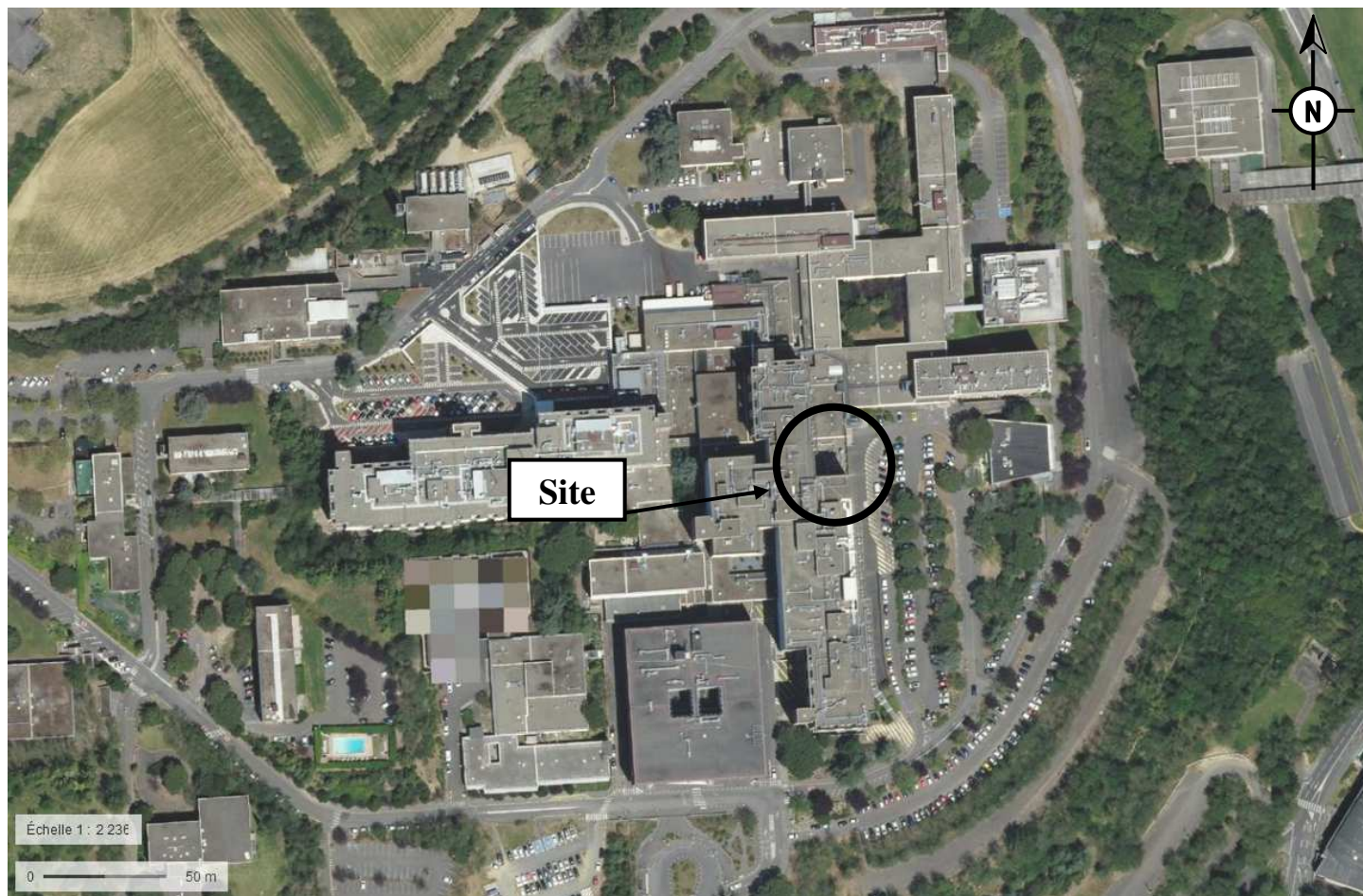
Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou 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





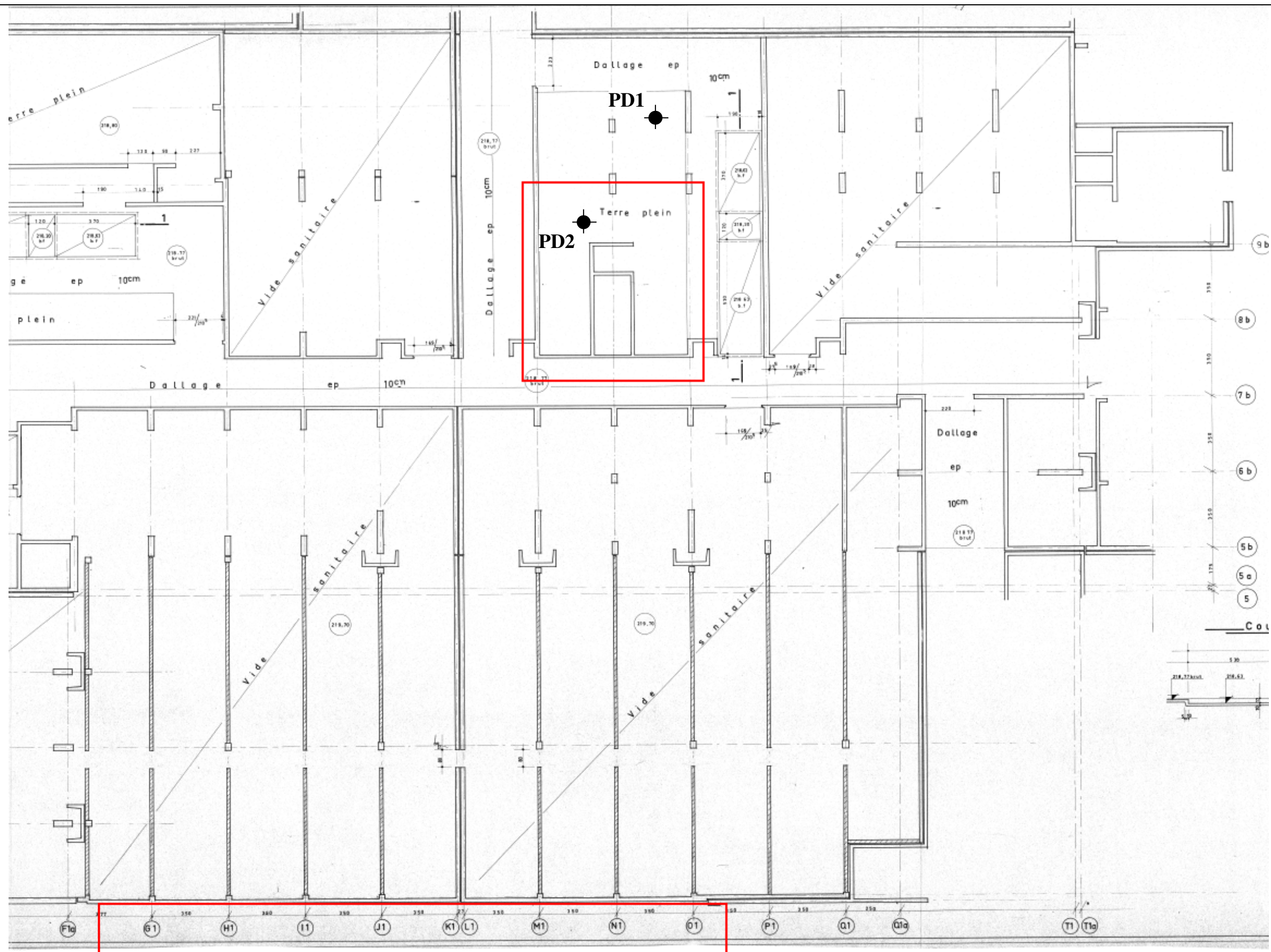


## Annexe 2 – Plan d'implantation



- Sondage pressiométrique
- Sondage au pénétromètre dynamique

▲ Repère topographique : REF



● Sondage au pénétromètre dynamique

▲ Repère topographique : REF

## Annexe 3 – Sondages et essais



Prof. (m/TA)	Nature du terrain	Eau	Outil	Profondeur (m/TA)	Module pressiométrique EM (MPa)	Pression de fluage pf* (MPa)	Pression limite pl* (MPa)	EM/pl*
0,00				0	0,1 1 10 1001000	0,1 1 10	0,1 1 10	
0,90	Enrobé			0				
	Graves sableuses grises (couche de forme)			1				
3,20	Sable argileux bariolé marron, jaunâtre, orangé, lâche			2	Essai inexploitable			
				3	17,0	> 0,82	> 0,82	< 21
				4	34,7	1,25	> 1,83	< 19
6,50	Argile sablo-silteuse marron clair, moyennement ferme			5				
7,00	Molasse argilo-sableuse altérée			6	Essai inexploitable			
				7	15,2	0,51	> 0,68	< 22
9,60	Sable argileux gorgé d'eau			8				
				9	19,0	> 1,53	> 1,53	< 12
				10	21,7	2,16	> 2,43	< 9
12,50	Sable argileux marron, humide			11				
				12	33,0	3,34	> 3,62	< 9
15,00	Molasse			13	65,3	> 3,54	> 3,54	< 18
				14				
				15				

Tarière Ø63 mm

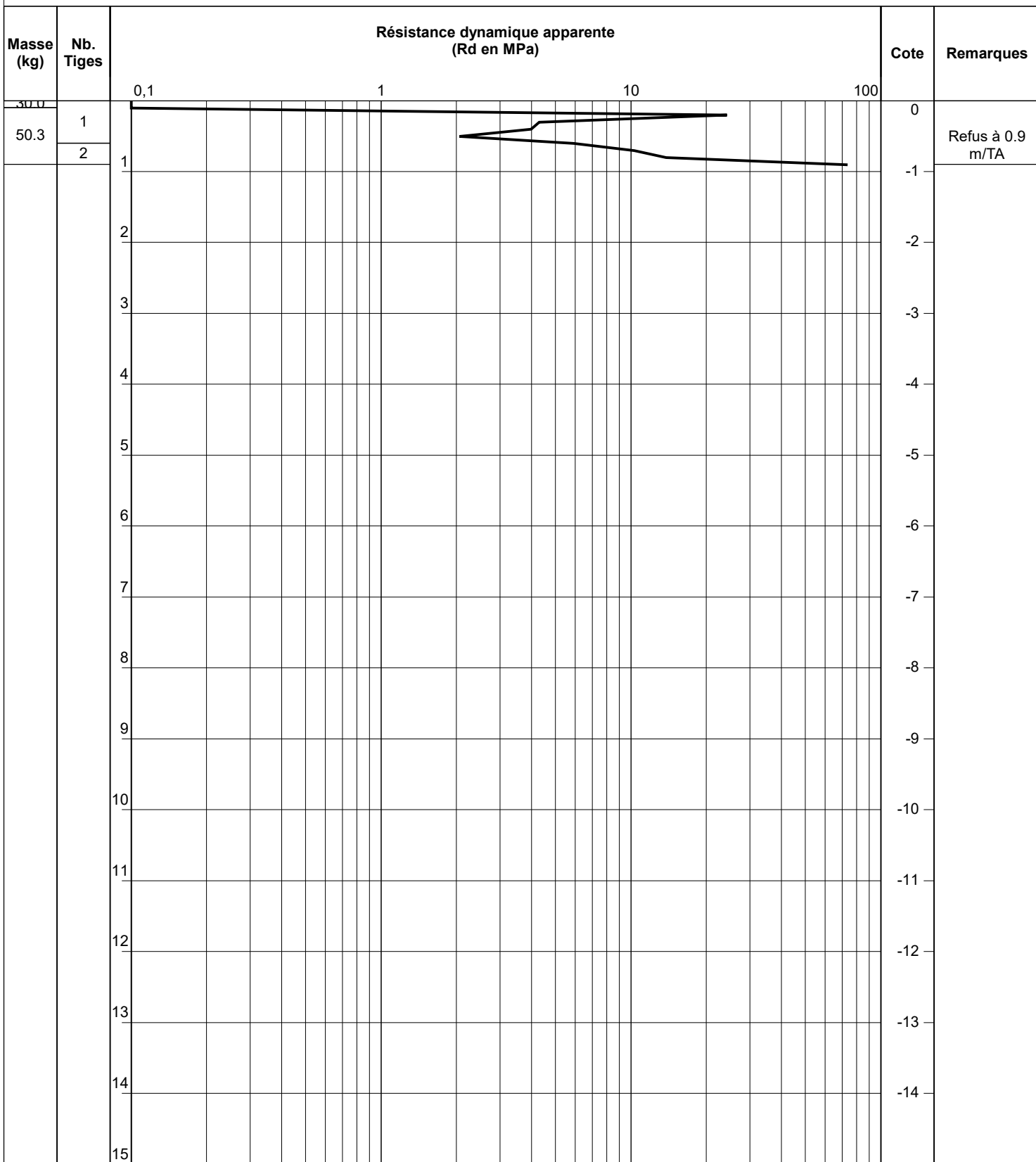
19/07/2022  
Niveau d'eau en fin de forage

EXGTE 3.23

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

**Observations :**

Forage éboulé à 11.0 m/TA.



**Caractéristiques du pénétromètre dynamique PDB**

EXGTE 3.23

Masse mouton : 30 kg

Masse enclume : 27.17 kg

Hauteur de chute : 20 cm

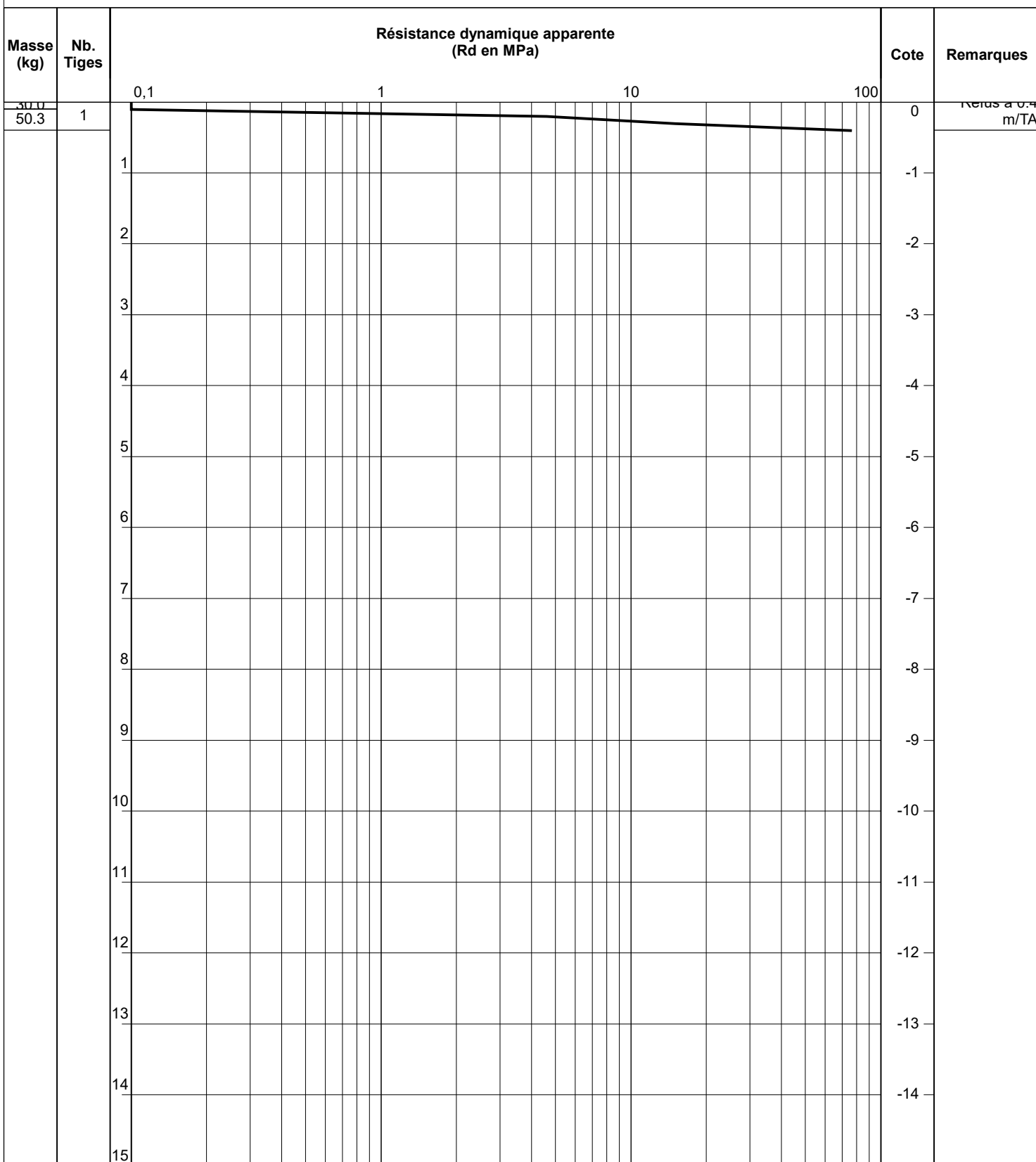
Masse de la pointe : 0.34 kg

Section de la pointe : 9.62 cm<sup>2</sup>

Masse d'une tige : 2.46 kg

Observations :

Modèle \_PENDYN2



**Caractéristiques du pénétrromètre dynamique PDB**

EXGTE 3.23

Masse mouton : 30 kg

Masse enclume : 27.17 kg

Hauteur de chute : 20 cm

Masse de la pointe : 0.34 kg

Section de la pointe : 9.62 cm<sup>2</sup>

Masse d'une tige : 2.46 kg

Observations :

Modèle \_PENDYN2



## Annexe 4 – Calculs

# Données

Titre du projet : TOULOUSE - Regroupement imagerie de l'hôpital Rangueil

Numéro d'affaire : 2022/06495/TOULS

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Micropieu type III Ø200 mm - Pi1 (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) : 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	-3,20	0,00	0,00	0,00	2,200
2	Colluvions argilo-sableuses		Argile, limons	-6,50	1200,00	116,00	0,00	2,200
3	Substratum altéré (moyennement compact)		Argile, limons	-9,60	1000,00	113,00	0,00	2,200
4	Substratum altéré (compact)		Argile, limons	-12,50	3000,00	132,00	0,00	2,200
5	Substratum sain		Marne et calcaire marneux	-20,00	3500,00	259,00	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

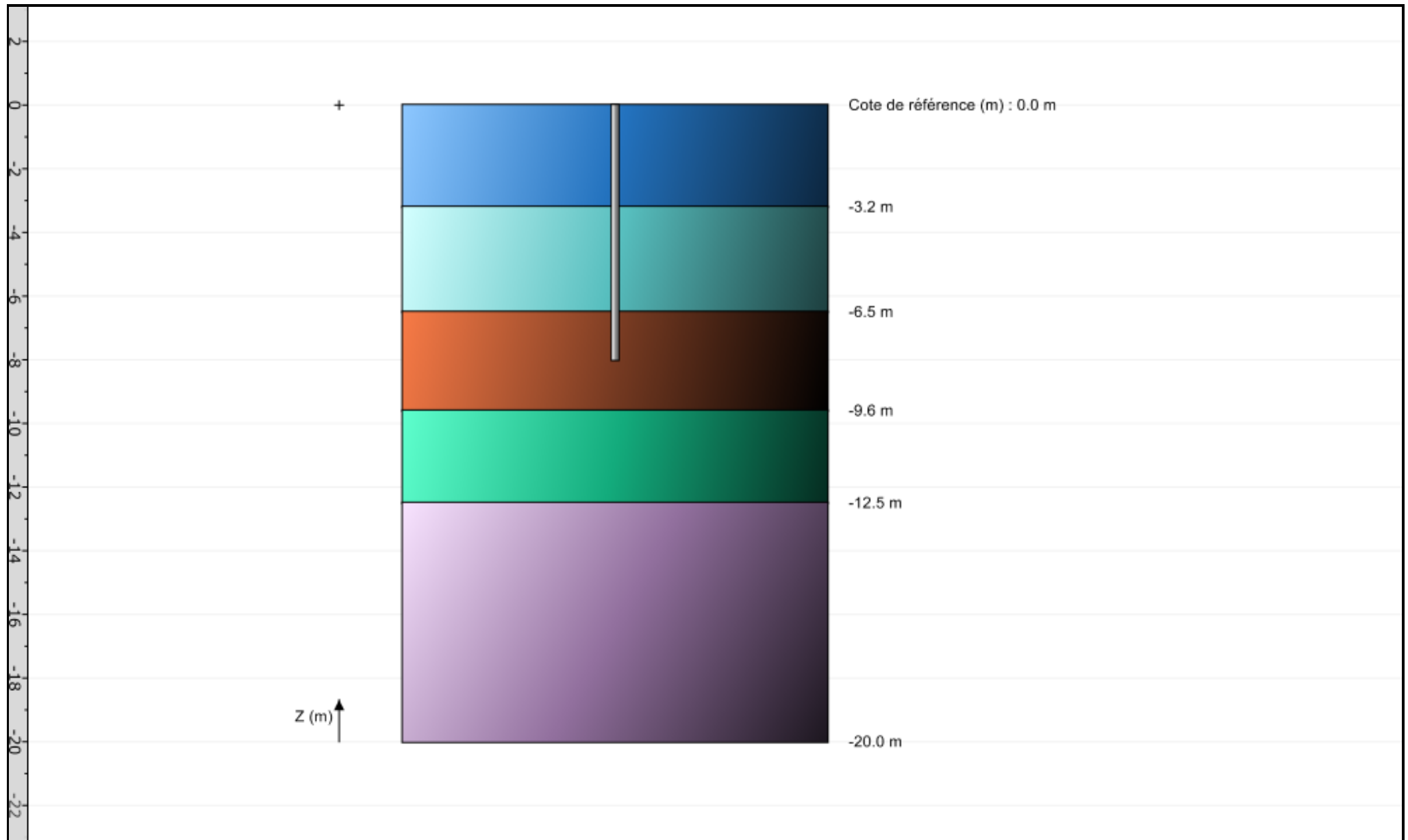


FoXta v4  
v4.1.13

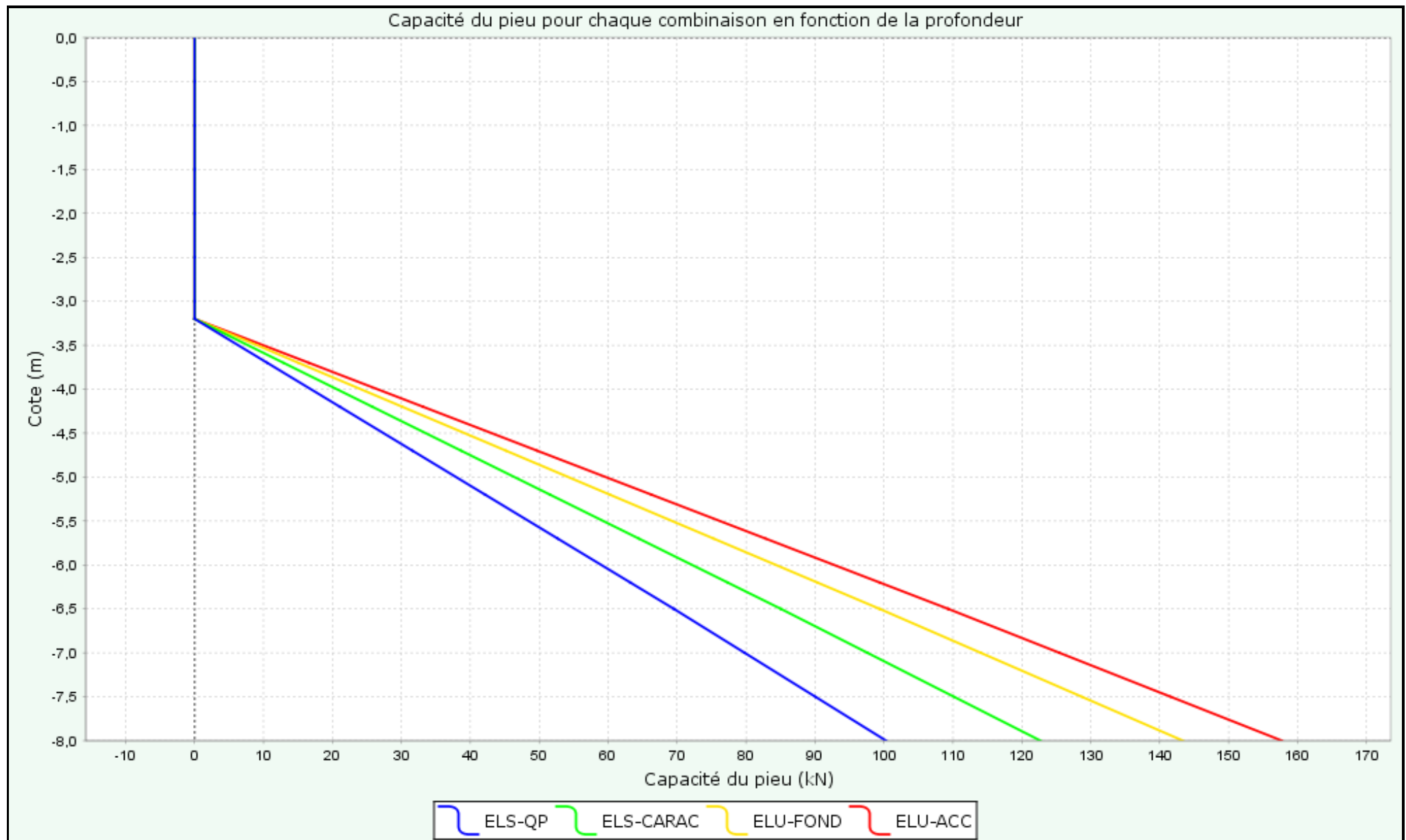
Imprimé le : 23/10/2023 - 09:19:12  
Calcul réalisé par : GEOTEC

Projet : Micropieux  
Module : Fondprof (Pieu 1/6)  
Titre du calcul : Micropieu type III Ø200 mm - Pi1

# Onglet "Paramètres généraux"



# Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



# Données

Titre du projet : TOULOUSE - Regroupement imagerie de l'hôpital Rangueil

Numéro d'affaire : 2022/06495/TOULS

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Micropieu type III Ø200 mm - Pi3 (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) : 0,20

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) : 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	-3,20	0,00	0,00	0,00	2,200
2	Colluvions argilo-sableuses		Argile, limons	-6,50	1200,00	116,00	0,00	2,200
3	Substratum altéré (moyennement compact)		Argile, limons	-9,60	1000,00	113,00	0,00	2,200
4	Substratum altéré (compact)		Argile, limons	-12,50	3000,00	132,00	0,00	2,200
5	Substratum sain		Marne et calcaire marneux	-20,00	3500,00	259,00	0,00	2,200

Critère de calcul : Longueur imposée

Longueur du pieu (m) : 9,50

Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non

Contrôle de la résistance structurale de la section : Non

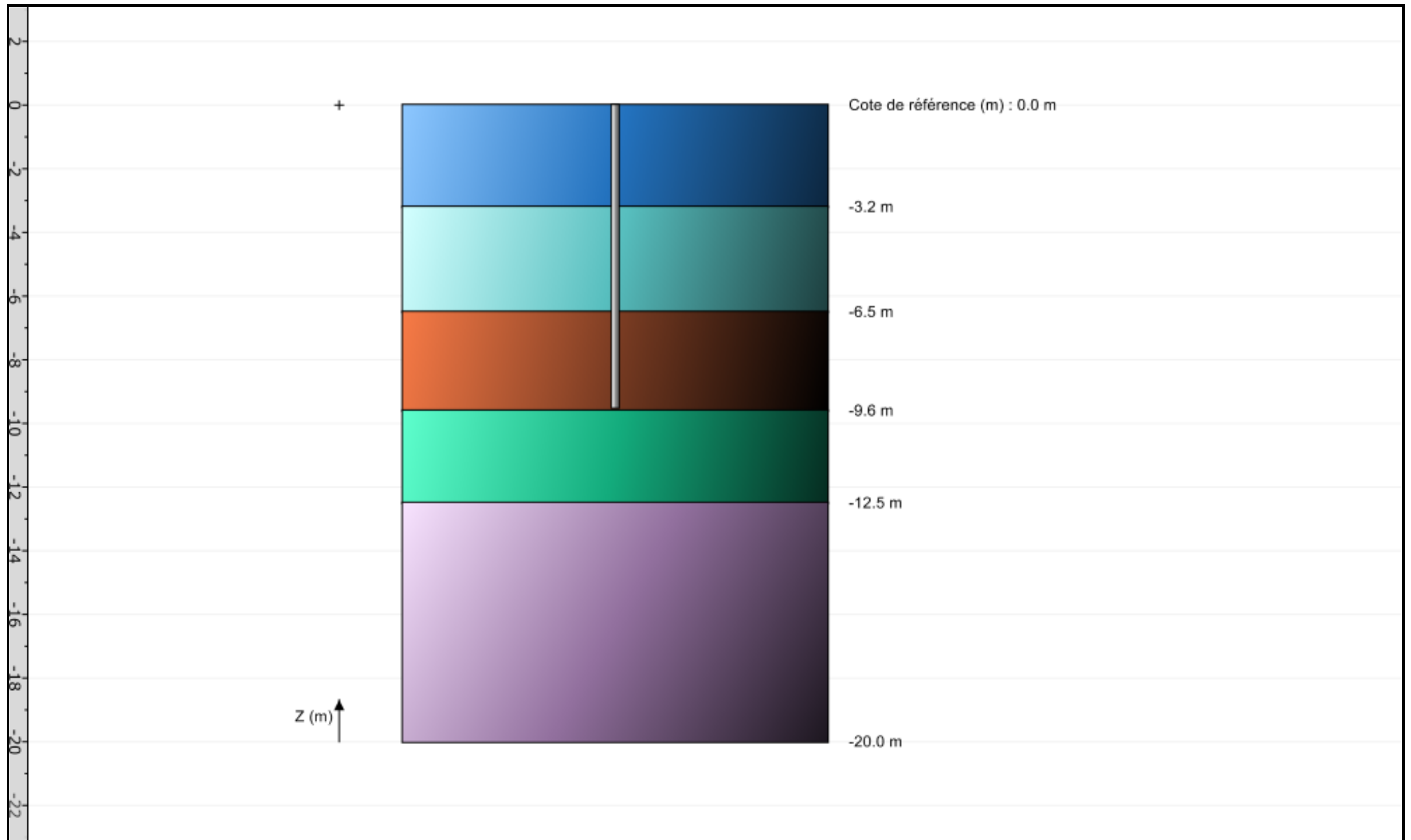


FoXta v4  
v4.1.13

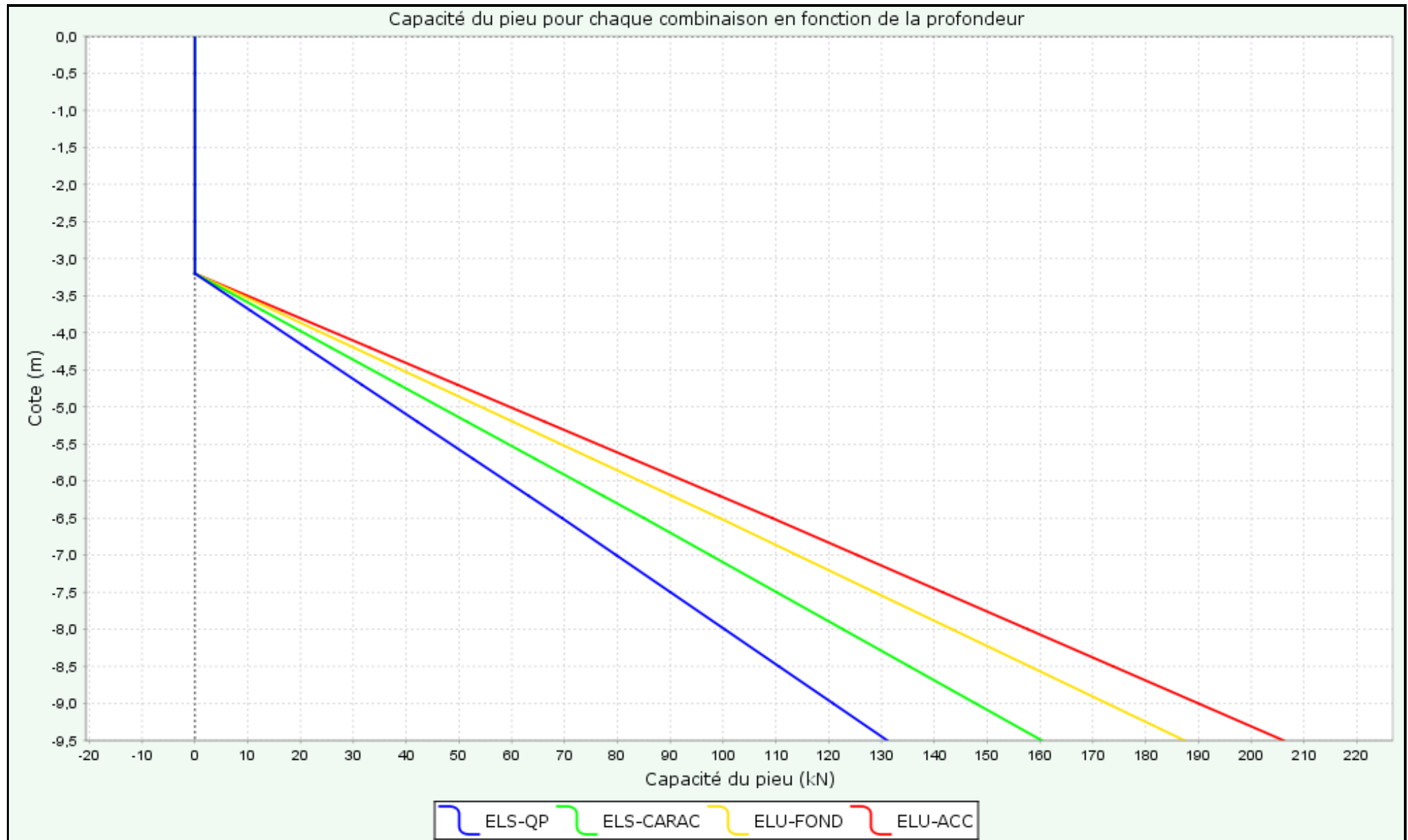
Imprimé le : 23/10/2023 - 09:20:57  
Calcul réalisé par : GEOTEC

Projet : Micropieux  
Module : Fondprof (Pieu 2/6)  
Titre du calcul : Micropieu type III Ø200 mm - Pi3

# Onglet "Calcul"



# Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur





# Données

Titre du projet : TOULOUSE - Regroupement imagerie de l'hôpital Rangueil

Numéro d'affaire : 2022/06495/TOULS

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Micropieu type III Ø200 mm - Pi19 (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) : 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	-3,20	0,00	0,00	0,00	2,200
2	Colluvions argilo-sableuses		Argile, limons	-6,50	1200,00	116,00	0,00	2,200
3	Substratum altéré (moyennement compact)		Argile, limons	-9,60	1000,00	113,00	0,00	2,200
4	Substratum altéré (compact)		Argile, limons	-12,50	3000,00	132,00	0,00	2,200
5	Substratum sain		Marne et calcaire marneux	-20,00	3500,00	259,00	0,00	2,200

Critère de calcul : Longueur imposée

Longueur du pieu (m) : 8,50

Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non

Contrôle de la résistance structurale de la section : Non

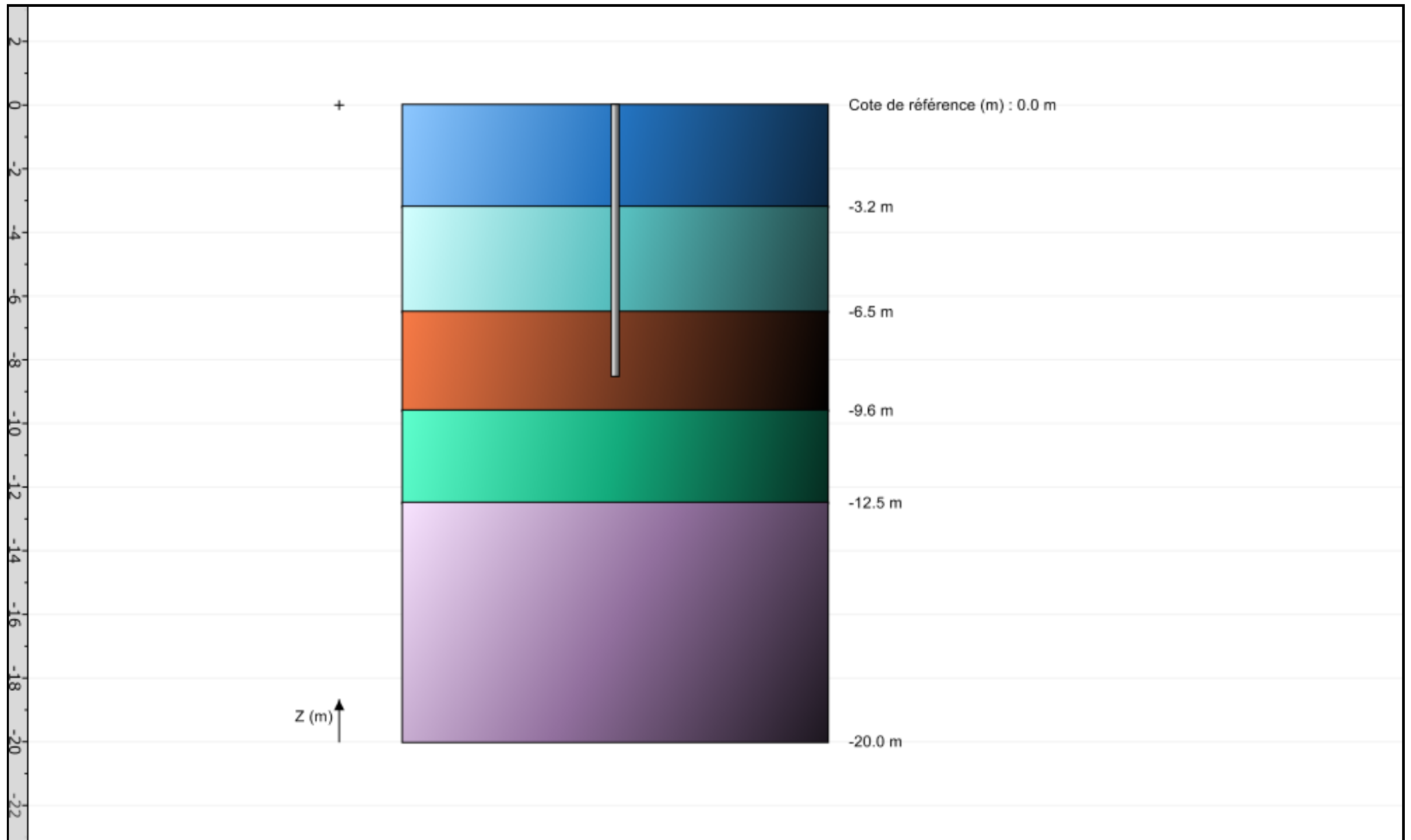


FoXta v4  
v4.1.13

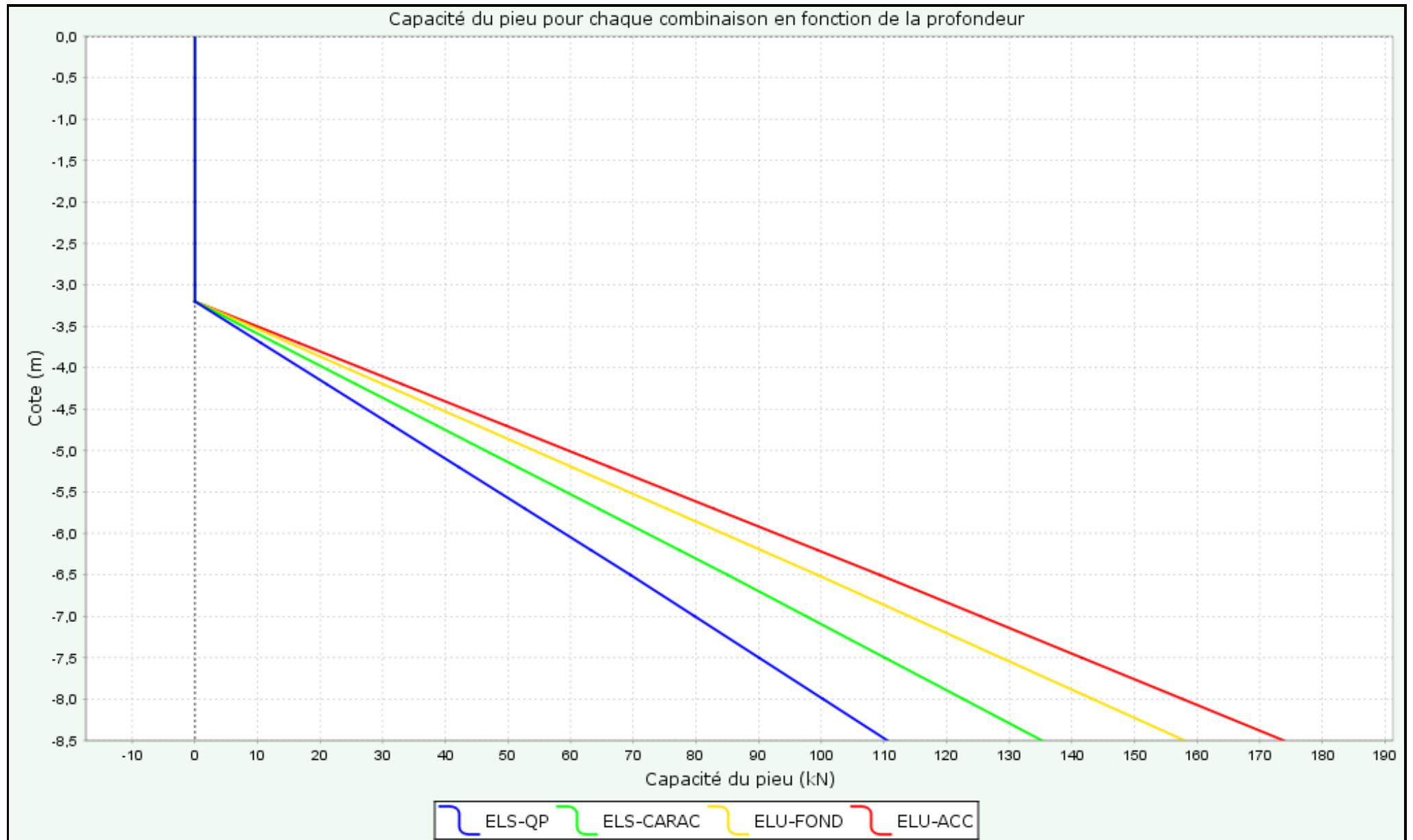
Imprimé le : 23/10/2023 - 09:21:52  
Calcul réalisé par : GEOTEC

Projet : Micropieux  
Module : Fondprof (Pieu 3/6)  
Titre du calcul : Micropieu type III Ø200 mm - Pi19

# Onglet "Calcul"



# Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



# Données

Titre du projet : TOULOUSE - Regroupement imagerie de l'hôpital Rangueil

Numéro d'affaire : 2022/06495/TOULS

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Micropieu type III Ø200 mm - Pi20 (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) : 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	-3,20	0,00	0,00	0,00	2,200
2	Colluvions argilo-sableuses		Argile, limons	-6,50	1200,00	116,00	0,00	2,200
3	Substratum altéré (moyennement compact)		Argile, limons	-9,60	1000,00	113,00	0,00	2,200
4	Substratum altéré (compact)		Argile, limons	-12,50	3000,00	132,00	0,00	2,200
5	Substratum sain		Marne et calcaire marneux	-20,00	3500,00	259,00	0,00	2,200

Critère de calcul : Longueur imposée

Longueur du pieu (m) : 11,20

Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non

Contrôle de la résistance structurale de la section : Non

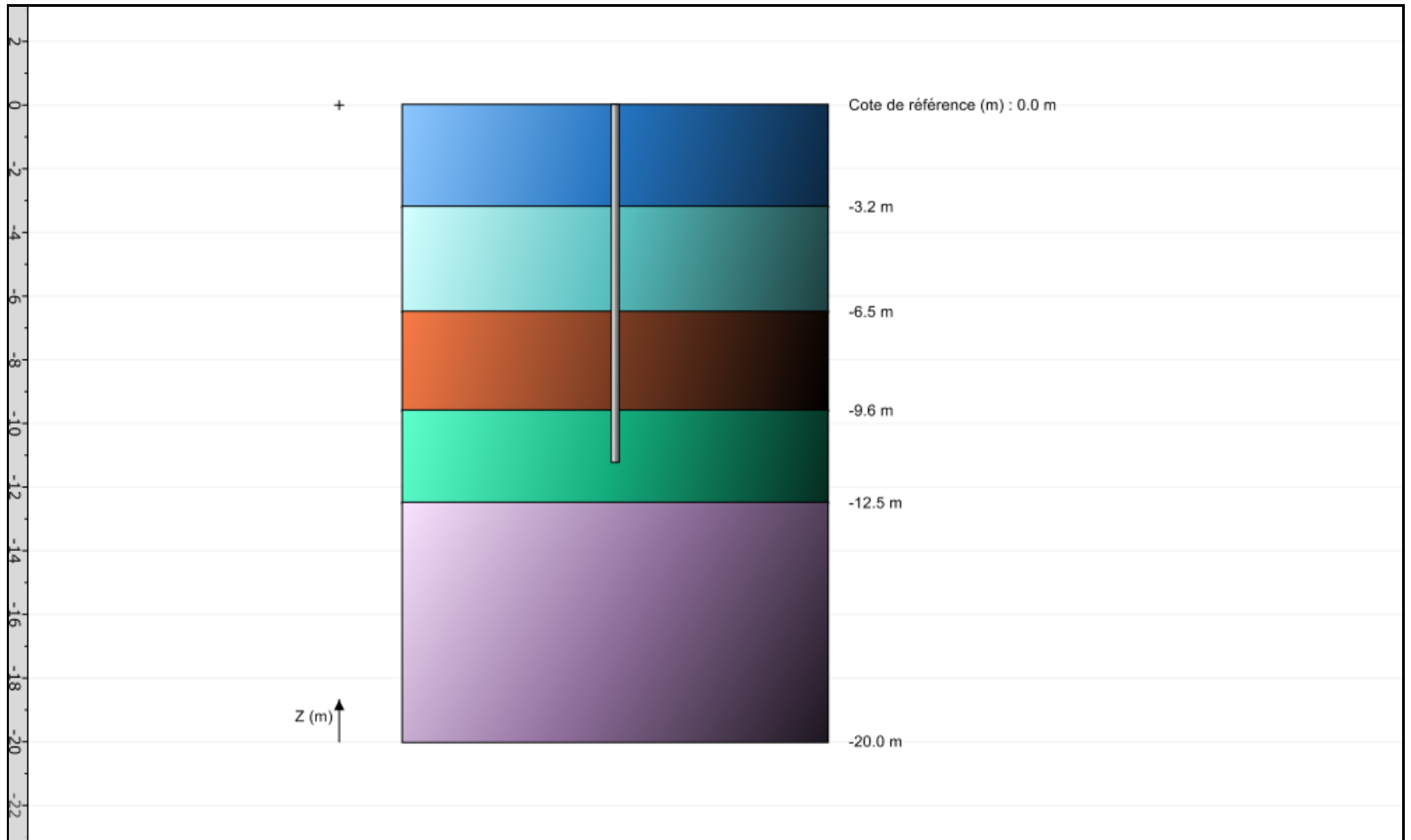


FoXta v4  
v4.1.13

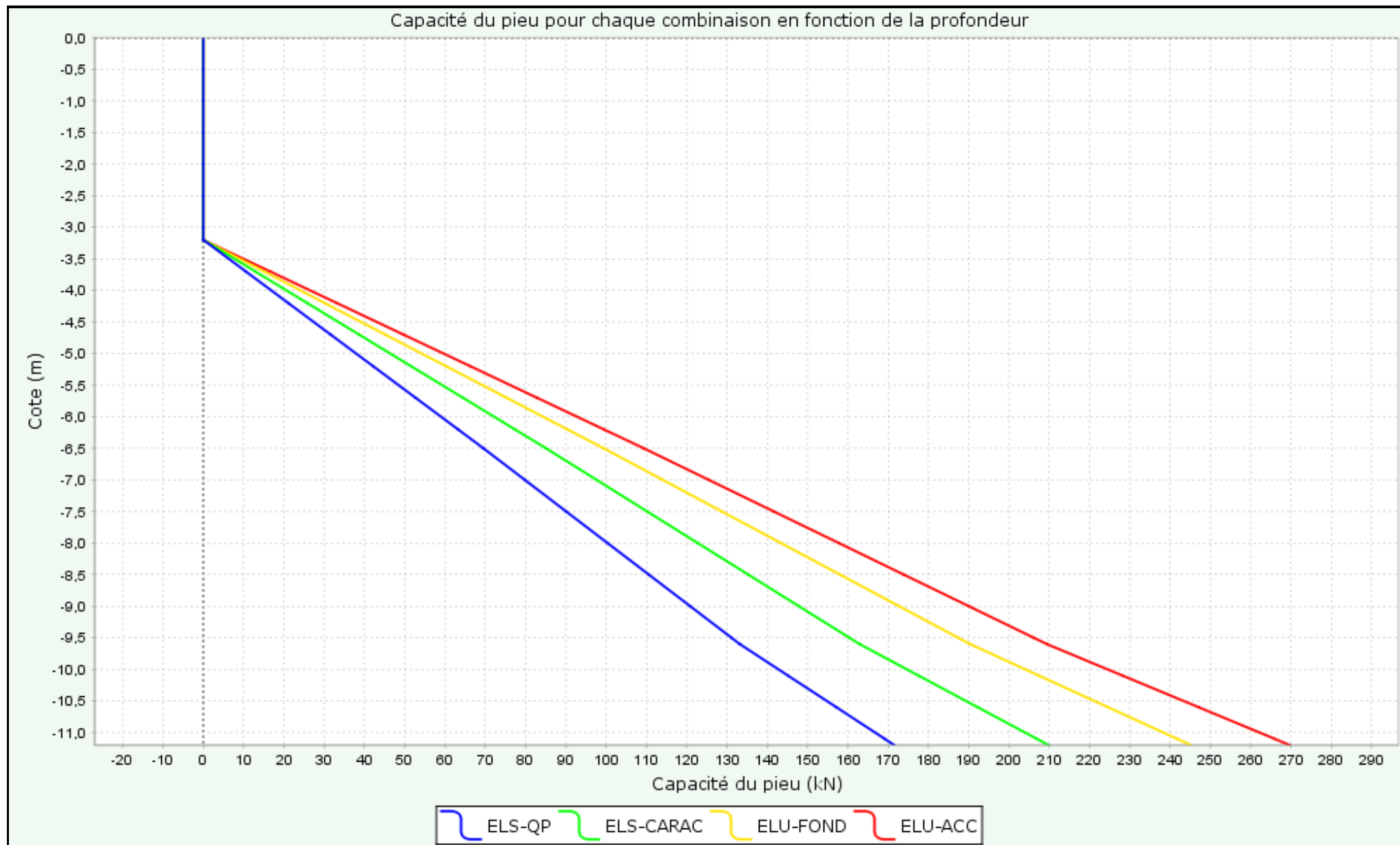
Imprimé le : 23/10/2023 - 09:22:55  
Calcul réalisé par : GEOTEC

Projet : Micropieux  
Module : Fondprof (Pieu 4/6)  
Titre du calcul : Micropieu type III Ø200 mm - Pi20

# Onglet "Calcul"



# Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



# Données

Titre du projet : TOULOUSE - Regroupement imagerie de l'hôpital Rangueil

Numéro d'affaire : 2022/06495/TOULS

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Micropieu type III Ø200 mm - Pi21 (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) : 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	-3,20	0,00	0,00	0,00	2,200
2	Colluvions argilo-sableuses		Argile, limons	-6,50	1200,00	116,00	0,00	2,200
3	Substratum altéré (moyennement compact)		Argile, limons	-9,60	1000,00	113,00	0,00	2,200
4	Substratum altéré (compact)		Argile, limons	-12,50	3000,00	132,00	0,00	2,200
5	Substratum sain		Marne et calcaire marneux	-20,00	3500,00	259,00	0,00	2,200

Critère de calcul : Longueur imposée

Longueur du pieu (m) : 8,60

Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non

Contrôle de la résistance structurale de la section : Non



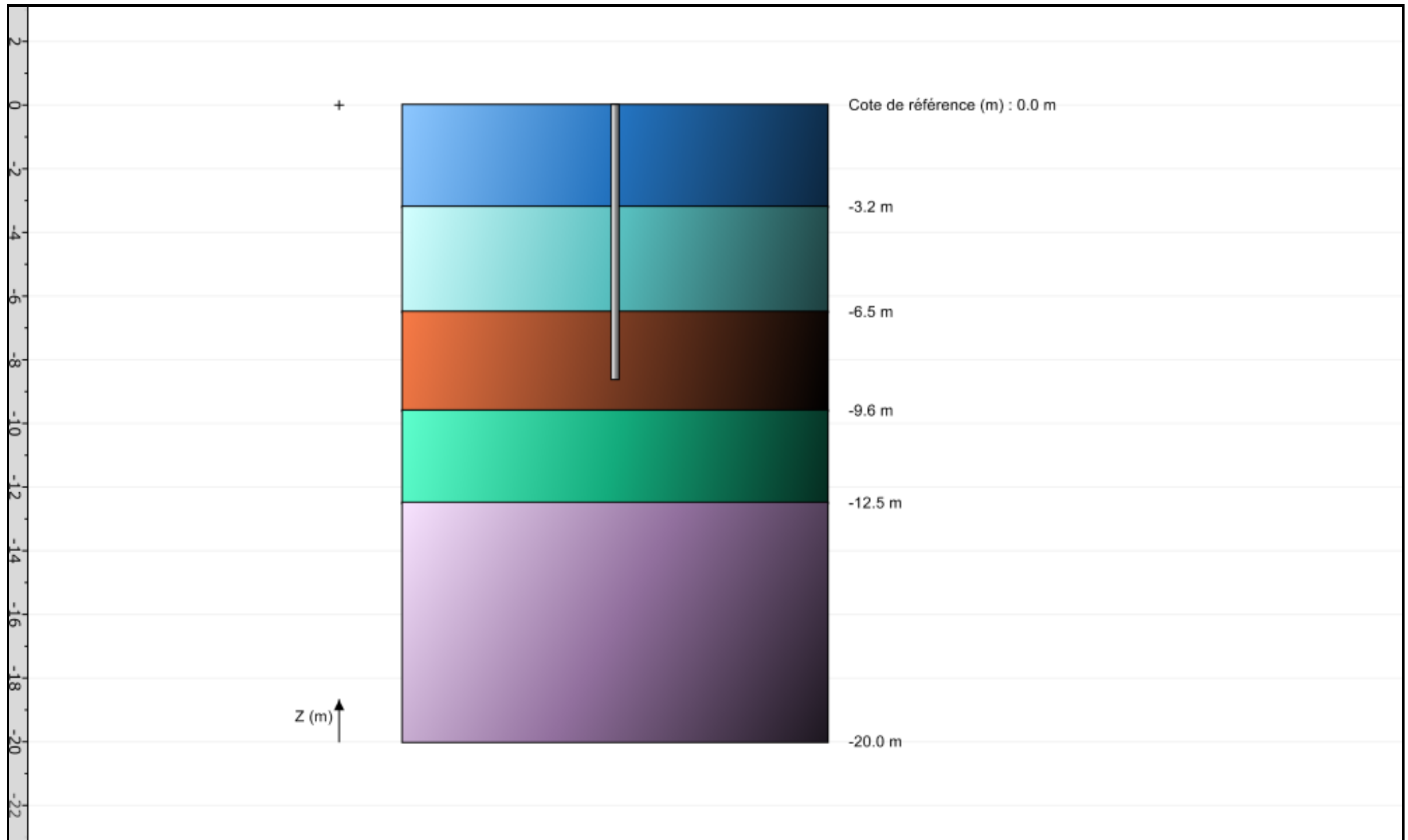
FoXta v4  
v4.1.13

Imprimé le : 23/10/2023 - 09:23:54  
Calcul réalisé par : GEOTEC

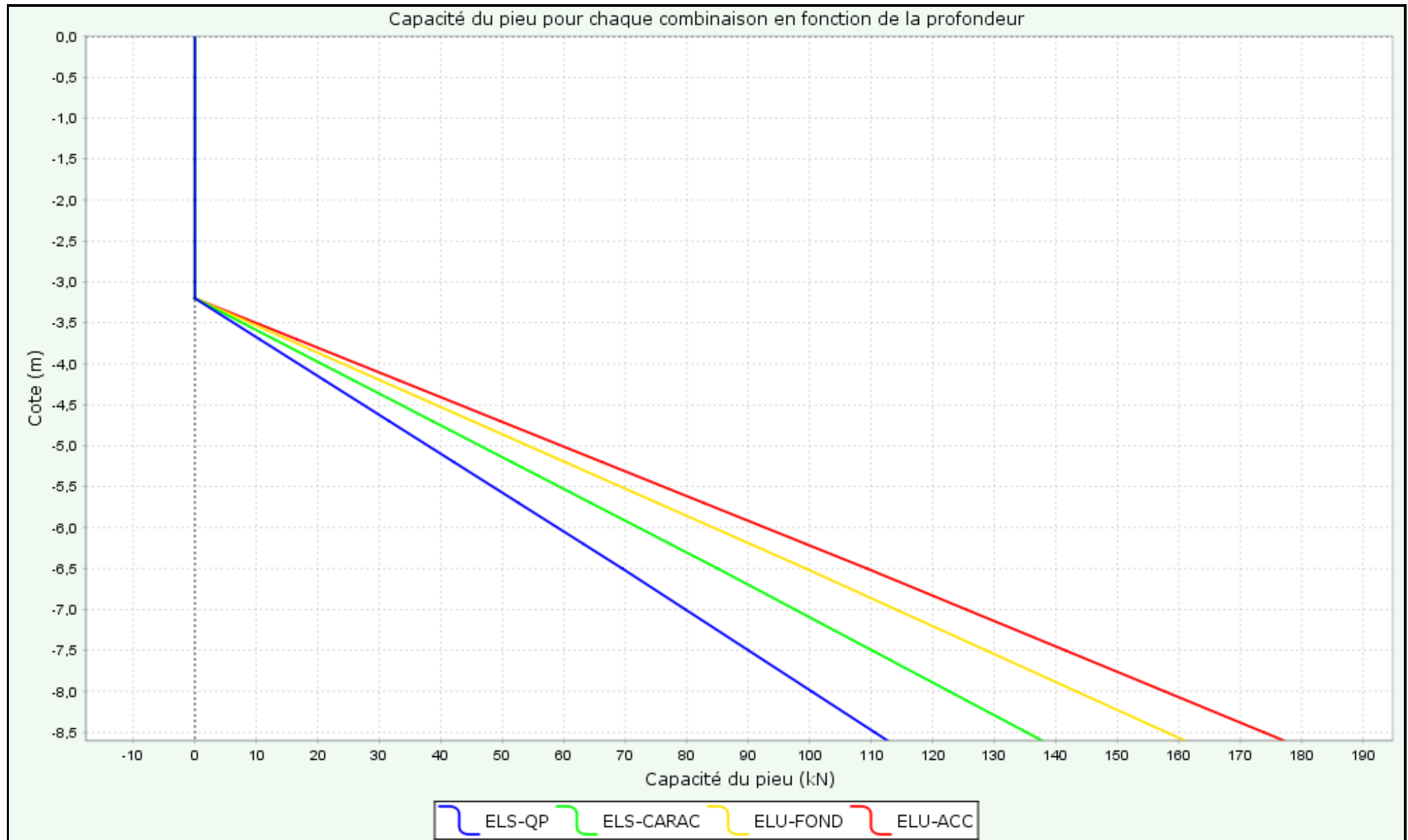
Projet : Micropieux  
Module : Fondprof (Pieu 5/6)  
Titre du calcul : Micropieu type III Ø200 mm - Pi21



# Onglet "Paramètres généraux"



# Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



# Données

Titre du projet : TOULOUSE - Regroupement imagerie de l'hôpital Rangueil

Numéro d'affaire : 2022/06495/TOULS

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Micropieu type III Ø180 mm - Ascenseurs (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) : 0,18

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	0,00	0,00	0,00	2,200
2	Colluvions argilo-sableuses		Argile, limons	-3,10	1200,00	116,00	0,00	2,200
3	Substratum altéré (moyennement compact)		Argile, limons	-6,20	1000,00	113,00	0,00	2,200
4	Substratum altéré (compact)		Argile, limons	-9,10	3000,00	132,00	0,00	2,200
5	Substratum sain		Marne et calcaire marneux	-20,00	3500,00	259,00	0,00	2,200

Critère de calcul : Longueur imposée

Longueur du pieu (m) : 10,10

Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non

Contrôle de la résistance structurale de la section : Non

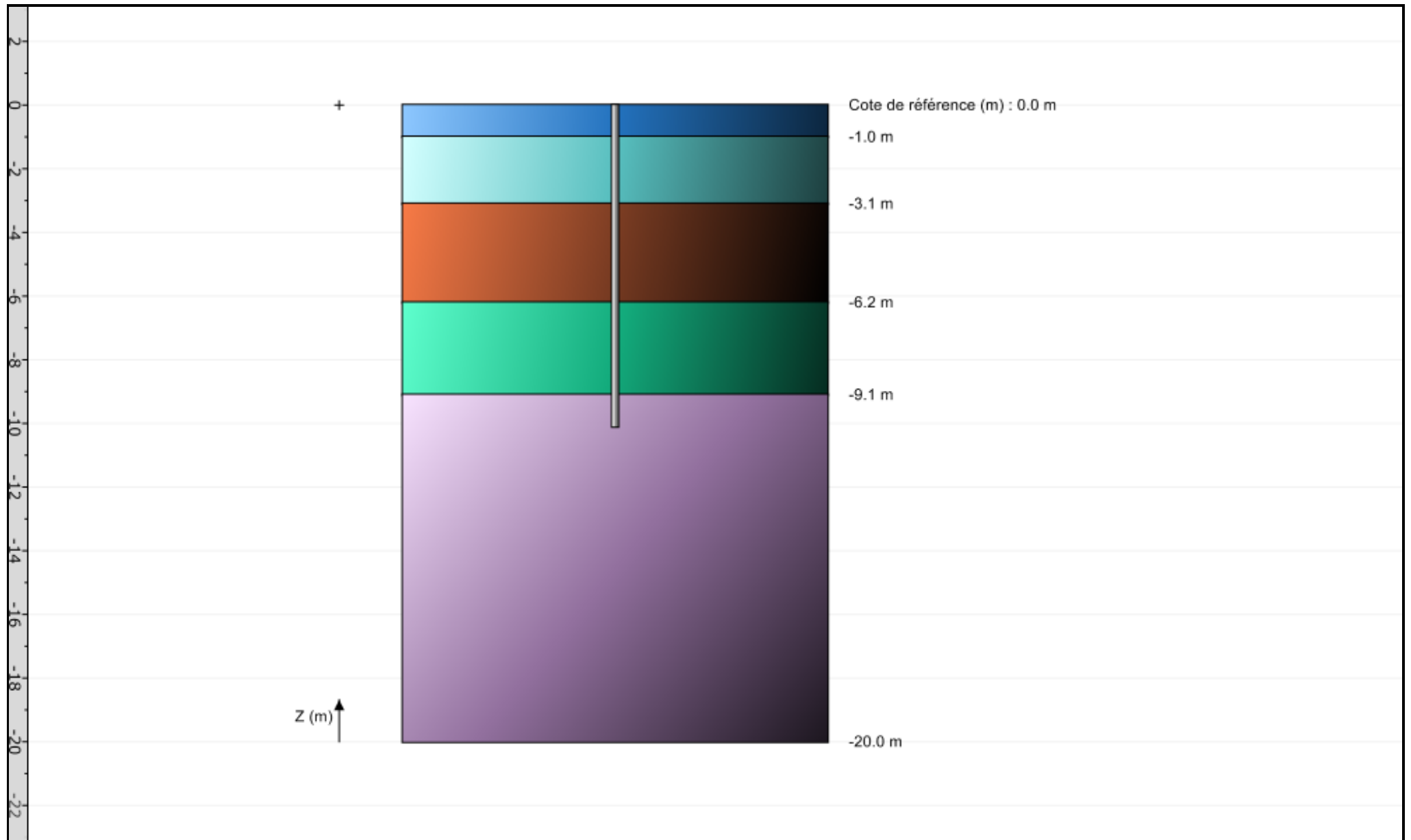


FoXta v4  
v4.1.13

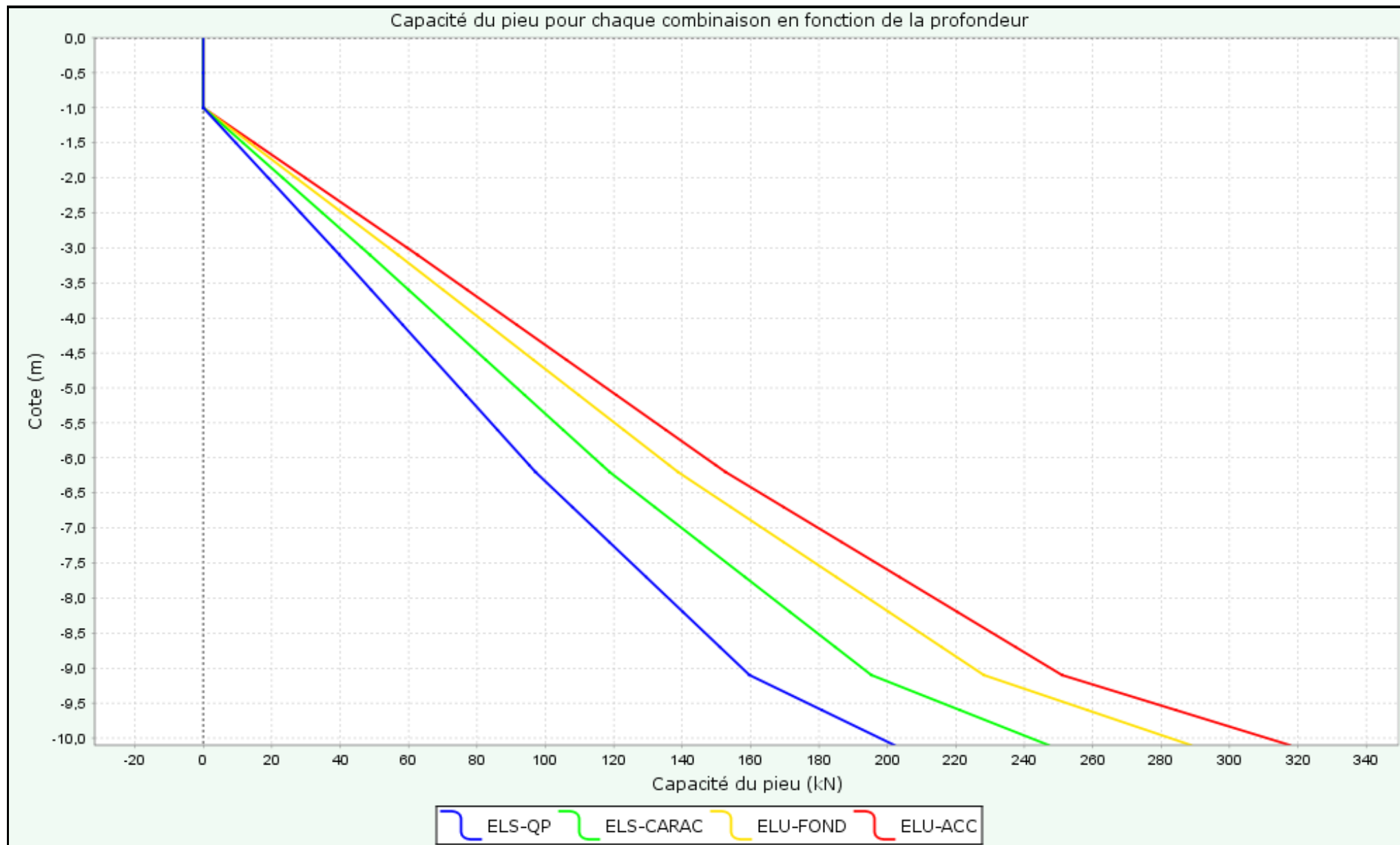
Imprimé le : 23/10/2023 - 09:27:52  
Calcul réalisé par : GEOTEC

Projet : Micropieux  
Module : Fondprof (Pieu 6/6)  
Titre du calcul : Micropieu type III Ø180 mm - Ascenseurs

# Onglet "Paramètres généraux"



# Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



# Données

Titre du projet : TOULOUSE - Regroupement imagerie de l'hôpital Rangueil

Numéro d'affaire : 2022/06495/TOULS

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Moment induit par les fondations existantes (pieu n°1)

Type de calcul : Calcul de pieu sous sollicitations latérales  
Loi p-y avec saisie directe des données pressiométriques  
Cas où les sollicitations permanentes dominent en tête

Cote de référence (m) : 0,00

Inclinaison du pieu (°) : 0,0

Nb d'incréments : 20

Nb d'itérations par incrément : 100

## Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Zbase	EM	$\alpha$	B	pf*	pl*
1	Colluvions		-0,80	2,30E04	0,67	0,18	1000,00	1200,00
2	Colluvions		-3,10	2,30E04	0,67	0,18	1000,00	1200,00
3	Substratum molassique altéré (faciès moyennement compact)		-4,07	1,70E04	0,50	0,18	900,00	1000,00
4	Substratum molassique altéré (faciès moyennement compact)		-6,20	1,70E04	0,50	0,18	900,00	1000,00
5	Substratum molassique altéré (faciès compact)		-9,10	2,60E04	0,33	0,18	2700,00	3000,00
6	Substratum molassique sain		-10,10	6,50E04	0,67	0,18	3500,00	3500,00

## Discrétisation

Nom	h	EI	n
Colluvions	0,80	1,30E02	5
Colluvions	2,30	1,30E02	10
Substratum molassique altéré (faciès moyennement compact)	0,97	1,30E02	10
Substratum molassique altéré (faciès moyennement compact)	2,13	1,30E02	10
Substratum molassique altéré (faciès compact)	2,90	1,30E02	10
Substratum molassique sain	1,00	1,30E02	5

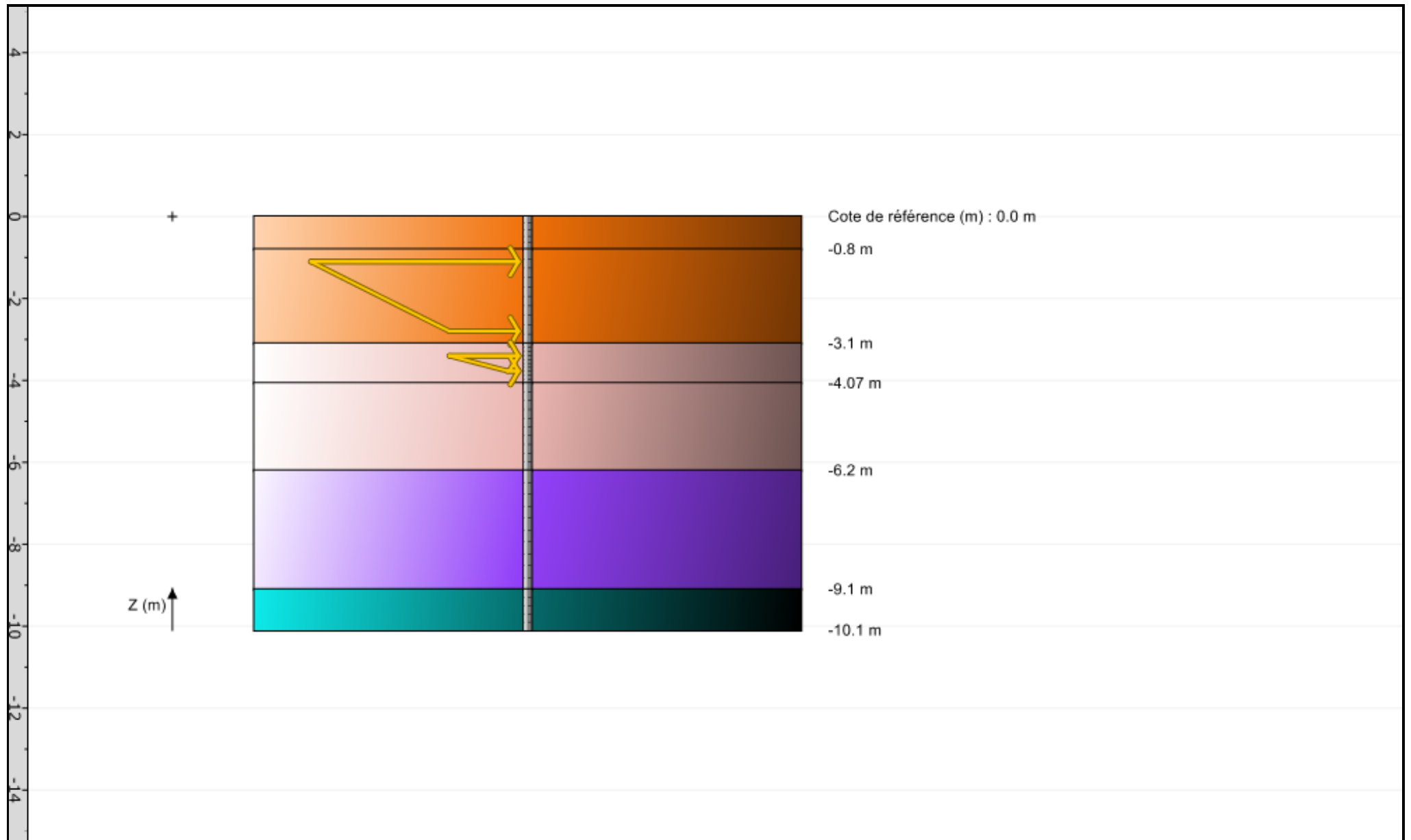
## Charges ponctuelles

N°	Z	T	M	K	C
0	0,00	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00
1	-0,80	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00
2	-3,10	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00
3	-4,07	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00
4	-6,20	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00
5	-9,10	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00
6	-10,10	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00

## Charges réparties

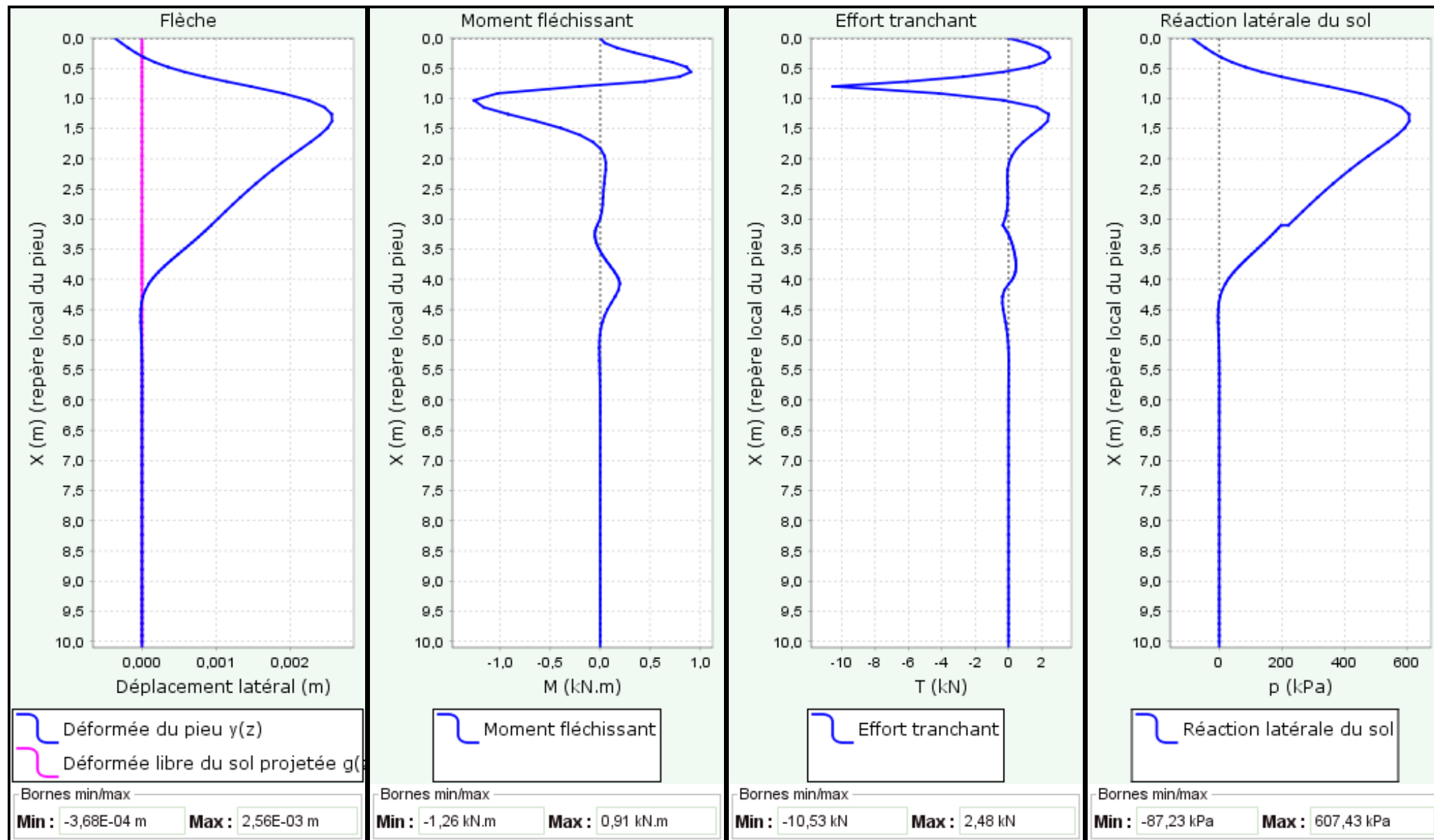
N°	Z1	Z2	Q1	Q2
1	0,00	-0,80	0,00	0,00
2	-0,80	-3,10	720,00	213,00
3	-3,10	-4,07	213,00	0,00
4	-4,07	-6,20	0,00	0,00
5	-6,20	-9,10	0,00	0,00
6	-9,10	-10,10	0,00	0,00

# Onglet "Sol/pieu"





# Résultats principaux



# Données

**Titre du projet :** TOULOUSE - Regroupement imagerie de l'hôpital Rangueil

**Numéro d'affaire :** 2022/06495/TOULS

**Commentaires :** N/A

**Titre du calcul :** Flambement - Micropieux coursive (pieu n°2)

**Type de calcul :** Calcul spécifique de flambement  
Loi p-y avec saisie directe des données pressiométriques

**Cote de référence (m) :** 0,00

**Inclinaison du pieu (°) :** 0,0

**Nb d'incréments :** 20

**Nb d'itérations par incrément :** 100

## Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Zbase	EM	$\alpha$	B
1	Remblais		-0,90	1,00E03	0,33	0,20
2	Colluvions		-6,50	2,30E04	0,67	0,20
3	Substratum altéré moyennement compact		-9,60	1,70E04	0,50	0,20
4	Substratum altéré compact		-11,20	2,60E04	0,33	0,20

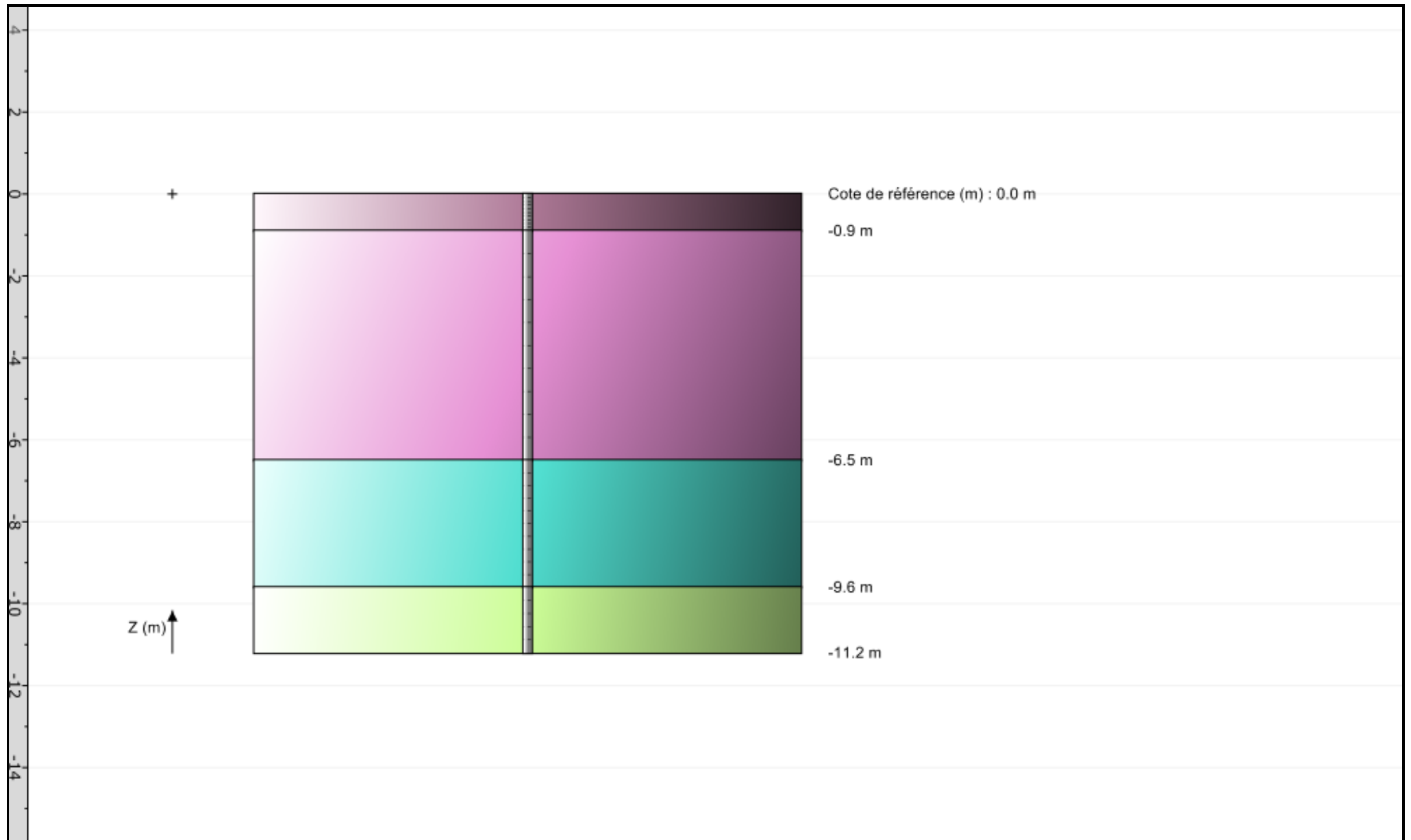
## Discretisation

Nom	h	EI	n
Remblais	0,90	1,30E02	10
Colluvions	5,60	1,30E02	10
Substratum altéré moyennement compact	3,10	1,30E02	10
Substratum altéré compact	1,60	1,30E02	5

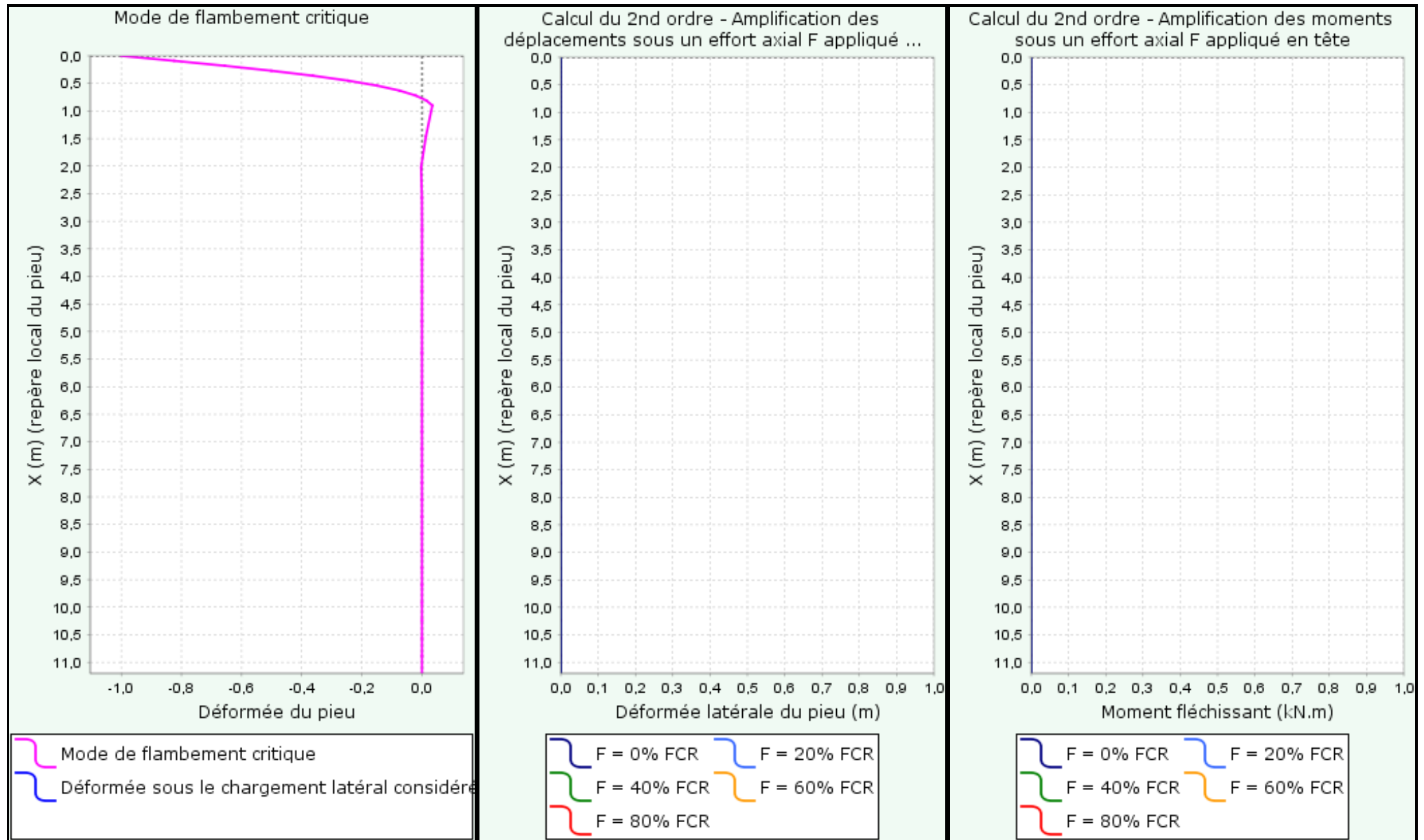
## Charges ponctuelles

N°	Z	K	C
0	0,00	0,00E00	0,00E00
1	-0,90	0,00E00	0,00E00
2	-6,50	0,00E00	0,00E00
3	-9,60	0,00E00	0,00E00
4	-11,20	0,00E00	0,00E00

# Onglet "Sol/pieu"



# Résultats de flambement (Charge critique de flambement FCR = 729 kN)



# Données

**Titre du projet** : TOULOUSE - Regroupement imagerie de l'hôpital Rangueil

**Numéro d'affaire** : 2022/06495/TOULS

**Commentaires** : N/A

**Titre du calcul** : Flambement - Micropieux ascenseurs (pieu n°3)

**Type de calcul** : Calcul spécifique de flambement  
Loi p-y avec saisie directe des données pressiométriques

**Cote de référence (m)** : 0,00

**Inclinaison du pieu (°)** : 0,0

**Nb d'incréments** : 20

**Nb d'itérations par incrément** : 100

## Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Zbase	EM	$\alpha$	B
1	Colluvions		-3,10	2,30E04	0,67	0,18
2	Substratum altéré moyennement compact		-6,20	1,70E04	0,50	0,18
3	Substratum altéré compact		-9,10	2,60E04	0,33	0,18
4	Substratum sain		-10,10	6,50E04	0,67	0,18

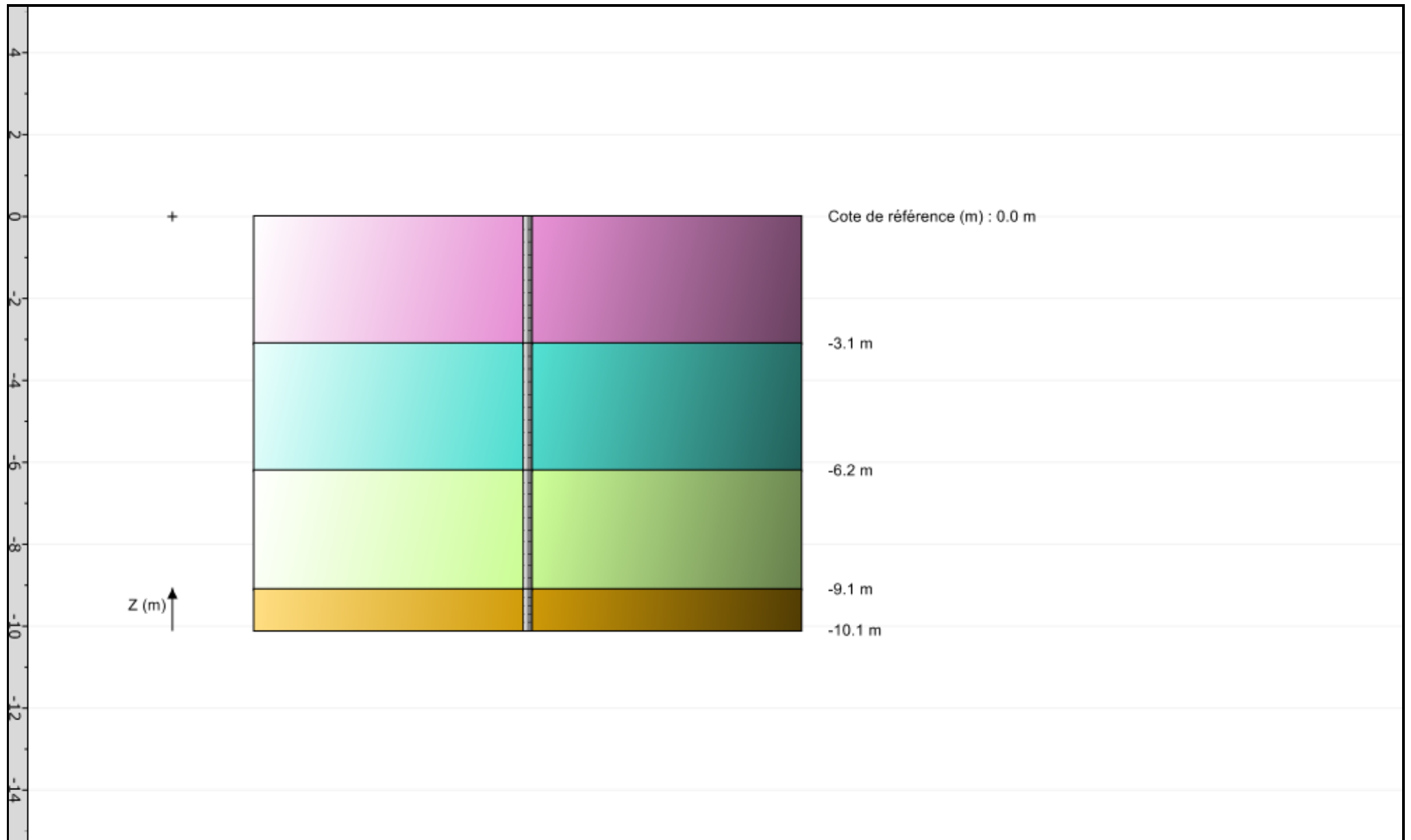
## Discretisation

Nom	h	EI	n
Colluvions	3,10	1,30E02	10
Substratum altéré moyennement compact	3,10	1,30E02	10
Substratum altéré compact	2,90	1,30E02	10
Substratum sain	1,00	1,30E02	5

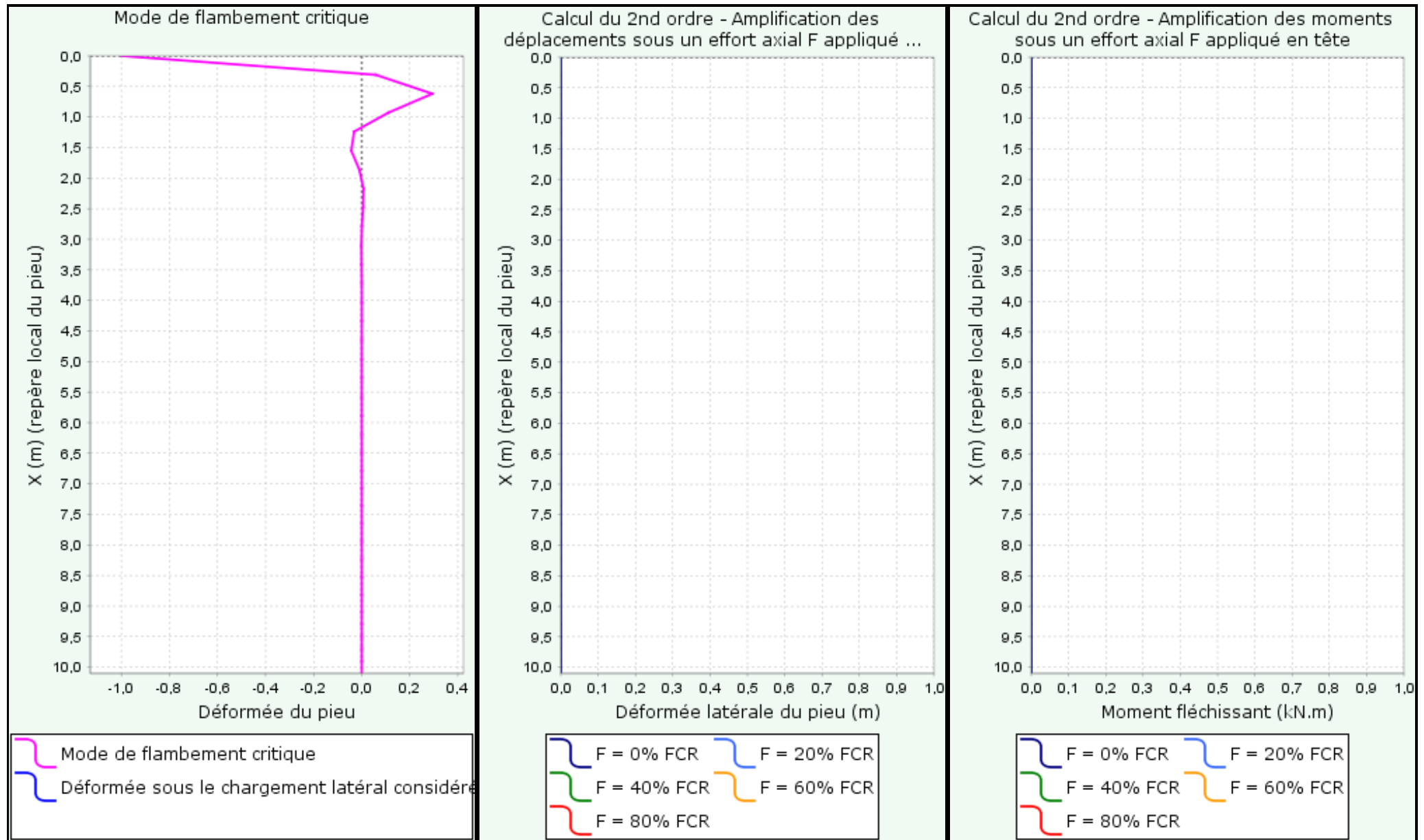
## Charges ponctuelles

N°	Z	K	C
0	0,00	0,00E00	0,00E00
1	-3,10	0,00E00	0,00E00
2	-6,20	0,00E00	0,00E00
3	-9,10	0,00E00	0,00E00
4	-10,10	0,00E00	0,00E00

# Onglet "Sol/pieu"



# Résultats de flambement (Charge critique de flambement FCR = 2368 kN)







GROUPE

**GÉOTEC**

ENSEMBLE, CONCEVONS UN AVENIR DURABLE



www  
geotec.fr



Groupe  
Géotec



Groupe  
Géotec