



ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION
Phase Projet (G2 PRO)

Centre d'Incendie et de Secours

18/05266/MARSE/02

13 012 - MARSEILLE

45, Rue de la Crédence

07 avril 2022

**ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION
Phase Projet (G2 PRO)**

Centre d'Incendie et de Secours

18/05266/MARSE/02

13 012- MARSEILLE

Référence : 18/05266/MARSE/02				Mission G2 PRO		
Indice	Date	Modifications Observations	Nbre pages	Etabli par	Vérifié par	Approuvé par
			Texte + Annexes			
0	24/02/2022	Première émission	34 + 71	M. DA SILVA	G. FLORIS	J. Y. MUGNIER
A	29/03/2022	Modification suite aux remarques des MO Gros œuvre et VRD	37 + 71	M. DA SILVA	G. FLORIS	G. FLORIS
B	07/04/2022	Modification suite à réunion du 30/03/2022 Modification des DDC	43 + 72	M. DA SILVA	G. FLORIS	G. FLORIS
C						

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

SOMMAIRE

I.	CADRE DE L'INTERVENTION	4
II.	CONTEXTE DU SITE ET CONTENU DE LA RECONNAISSANCE	8
III.	CADRE GEOLOGIQUE – RESULTATS DE LA RECONNAISSANCE.....	12
IV.	AVIS SUR LES OUVRAGES GEOTECHNIQUES	20
V.	TERRASSEMENTS ET MISE HORS D'EAU.....	27
VI.	RECOMMANDATIONS POUR LA MISE AU POINT DU PROJET	39
	Conditions générales	40
	Conditions générales (SUITE).....	41
	Classification des missions d'ingénierie géotechnique	42
	Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique	43

I. CADRE DE L'INTERVENTION

I.1. INTERVENANTS

A la demande et pour le compte de la Ville de MARSEILLE, GEOTEC a réalisé la présente étude sur le site suivant :

- 45, Rue de la Crédence, dans le quartier Saint Julien sur la commune de MARSEILLE.

Les intervenants connus du projet sont :

Maitre d'ouvrage : Bataillon des Marins Pompiers de Marseille

Ville de Marseille

Architecte : LAND

UNIC

BE structure : LAMOUREUX I RICCIOTTI INGENIERIE

BE VRD : TPF INGENIERIE

Economiste : R2M

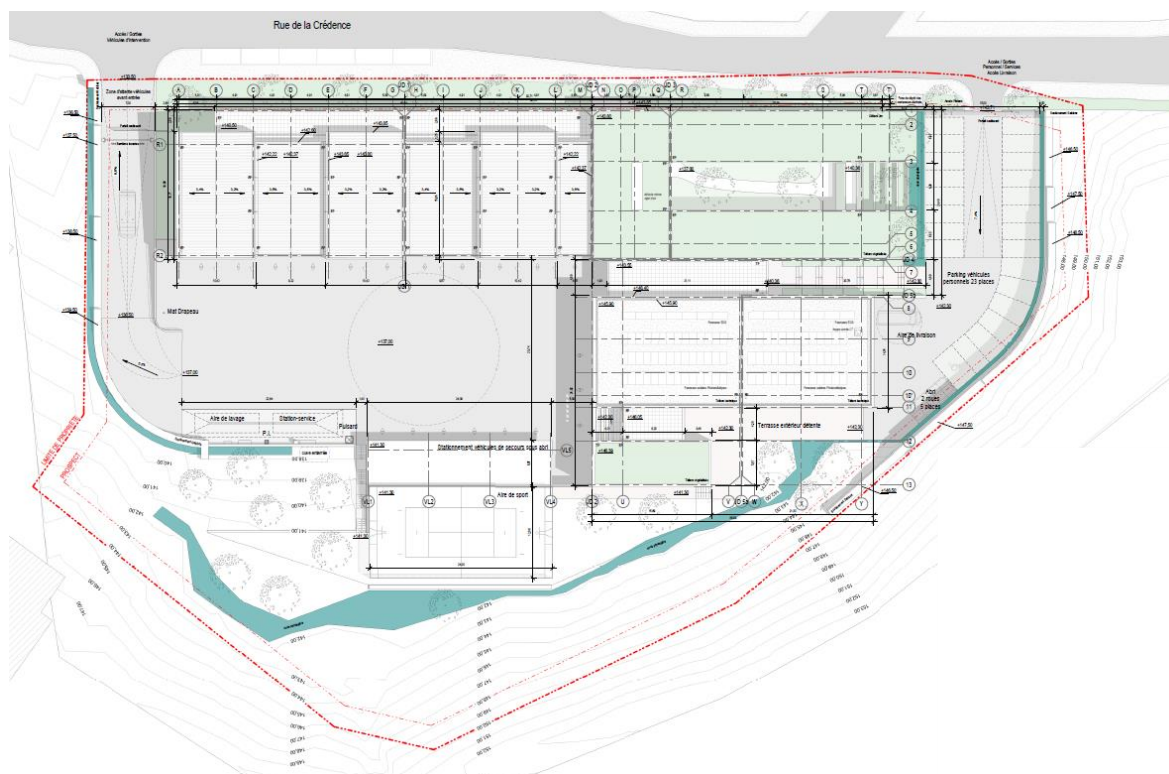
Bureau de contrôle : QUALICONSLT

I.2. PROJET, DOCUMENTS RECUS ET HYPOTHESES

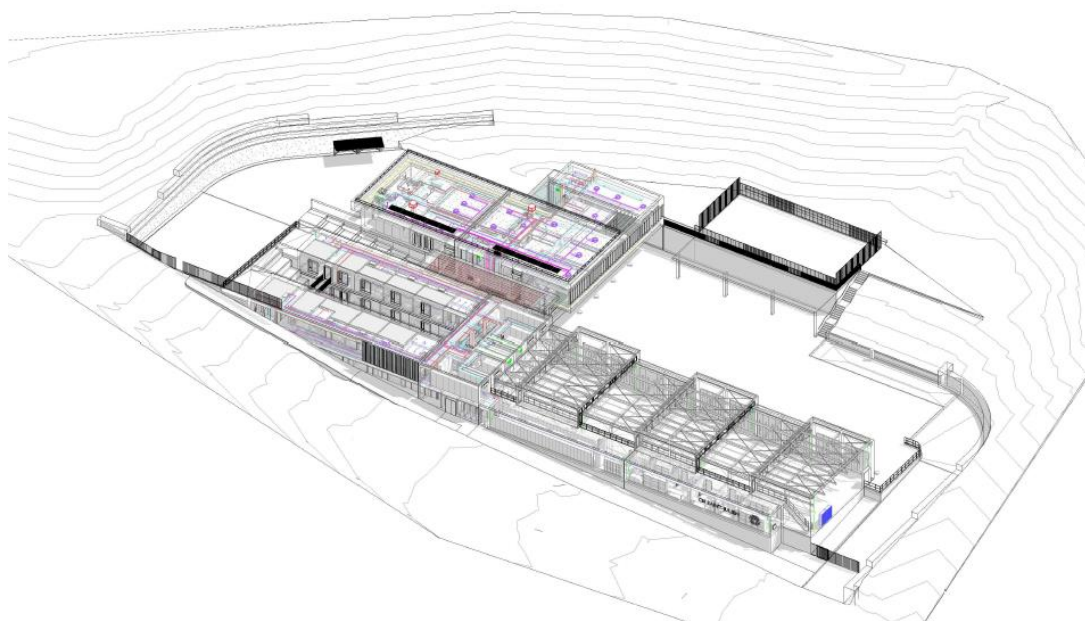
Les documents suivants ont été mis à la disposition de GEOTEC :

<i>Documents</i>	<i>Emetteur</i>	<i>Référence</i>	<i>Date</i>	<i>Echelle</i>	<i>Cote altimétrique</i>	<i>Remarque</i>
Dossier de rendu PRO CIS SJ	LAND Architectes	-	Décembre 2021 et janvier 2022	-	Oui	--
Etude géotechnique mission G2 AVP	GEOTEC	18/05266/MARSE	24/06/2021	-	-	-

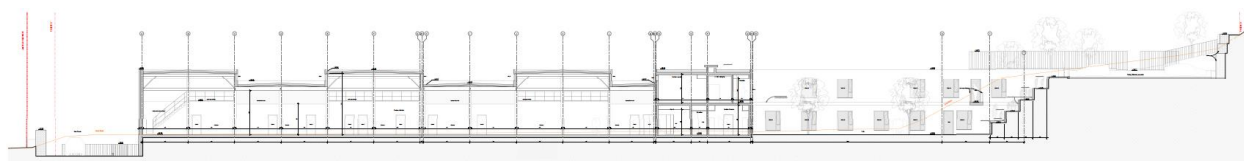
Le projet prévoit la construction d'un Centre d'Incendie et de Secours sur un ancien terrain de sports situé rue de la Crédence à MARSEILLE. L'ouvrage est prévu sur 2 niveaux. Le niveau du RdC est semi-enterré à l'amont en partie Est et Sud-est. Le niveau R+1 est débordant du RDC en partie Est. Il est aussi prévu l'aménagement de parking aérien avec préau pour certaines zones et d'un terrain de sport.



Plan de masse de décembre 2021



Maquette numérique de décembre 2021



Coupe longitudinale sur remise et patio de décembre 2021

Pour les aménagements extérieurs, il est aussi prévu la réalisation de mur de soutènement type gabion au Nord-est et à l'Ouest et type béton au Sud-est en aval du terrain de sport. Une noue d'infiltration est prévue à l'arrière du mur gabion Ouest et du mur béton Sud-est.

L'altimétrie des niveaux qui nous a été fournie est la suivante :

- Rdc : 137 NGF,
- R-1 : 140.36 NGF.

Le bureau d'étude structure LRING, nous a transmis un plan de fondation et les descentes de charges par appuis isolées (pieux) pour le bâtiment et par appuis isolés et filantes (semelles) pour les abris. La combinaison d'action à l'ELS quasi-permanent n'a pas été définie, nous retiendrons des charges verticales à l'ELS quasi-permanent, avec $q_v = G+Q$, suivantes :

- Pieux :
 - Bloc remise : 41.3 à 349.3 kN,
 - Hébergement 1 : 136.3 à 620 kN,
 - Hébergement 2 + patio : 130 à 752.8 kN,
 - Bloc VSAV : 73.2 à 1268.8 kN,
 - Bloc cuisine : 172.3 à 730.5 kN,
- Fondations superficielles :
 - Abri VL :
 - Massifs isolés de 198.4 à 374.7 kN (dimension 1.60 par 1.60 m)
 - Semelles filantes de 64.3 kN/ml et 76.1 kN/ml,
 - Abri 2 roues de 8.37 et 13.89 kN/ml.

Ces estimations devront impérativement être validées par le bureau d'étude structures avant d'être intégrées dans le dimensionnement définitifs (étude d'exécution).

La combinaison d'action à l'ELU sismique la plus défavorable par appuis n'a pas été définie.

I.3. MISSION

Conformément à son offre Réf. **18/05266/MARSE/02**, GEOTEC a reçu une mission géotechnique de conception – phase Projet (G2 PRO).

Des investigations géotechniques ont été réalisées par GEOTEC dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception phase avant-projet G2 AVP selon les termes de la norme NF P 94-500 révisée en novembre 2013, relative aux missions géotechniques (extraits joints). Ces investigations seront utilisées dans le cadre de la présente étude G2 PRO.

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

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

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
- EB : Eaux basses
- EH : Eaux hautes
- EE : Eaux exceptionnelles
- EC : Eaux de chantier

II. CONTEXTE DU SITE ET CONTENU DE LA RECONNAISSANCE

II.1. LE SITE

Le terrain étudié se situe Rue de la Crédence, dans le quartier Saint Julien à MARSEILLE. La zone d'étude se situe à proximité d'une zone pavillonnaire.



Vue aérienne de la zone d'étude – source : GEOPORTAIL

Le terrain présente une plateforme basse (ancien terrain sportif) sensiblement plane. Cette plateforme est visiblement en remblai (présence d'un mur de soutènement) par rapport à la rue de la Crédence.



Vue de la plateforme basse



Vue (de gauche à droite) du terrain, du mur de soutènement, de la rue de la Crédence

Le terrain sportif est ceinturé au sud et à l'Est par des talus de plusieurs mètres de hauteur, présentant en surface des blocs massifs. Ci-dessous, quelques photographies :



La dénivelée atteint une quinzaine de mètres entre le plateau sportif, et le haut du talus Sud.



II.2. CONTENU DE LA RECONNAISSANCE

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

Mission G1 (2018)

- **5 sondages pressiométriques** (SP1 à SP4 et SP6), conduit à une profondeur entre 4,50 et 10,00 m/TA. La sondeuse utilisée est de marque GEOTEC type TB175. Les essais pressiométriques ont été répartis selon un intervalle de 1,50 m.

Ces sondages ont permis de visualiser la nature des sols traversés et de mesurer les caractéristiques mécaniques de ces sols.

- **1 sondage destructif (SD5)**. La sondeuse utilisée est de marque GEOTEC type TB175. Ce sondage a atteint une profondeur de 8,0 m, par rapport au TA.

Mission G2AVP (2021)

- **2 sondages pressiométriques** complémentaires (SP7 et SP8), conduits à une profondeur de 10,00 m/TA. La sondeuse utilisée est de marque GEOTEC type TB175. Les essais pressiométriques ont été répartis selon un intervalle de 1,50 m.

Ces sondages ont permis de visualiser la nature des sols traversés et de mesurer les caractéristiques mécaniques de ces sols.

- **7 essais au pénétromètre dynamique** (P1 à P7). La sondeuse utilisée est de marque GEOTEC type GTP. Ces essais ont été poussés au refus obtenu entre 0,80 et 4,80 m/TA.

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.

- **5 sondages géologiques** (S1 à S5) de 2,00 à 3,00 m de profondeur sauf refus préalable permettant de déterminer la nature lithologique des sols. Les sondages ont été réalisés à la tarière hélicoïdale et ont permis la réalisation de **5 essais de perméabilité de type PORCHET**.
- **6 sondages géologiques sondages géologiques à ciel ouvert** (F1 à F6) de 0,60 à 2,10 m de profondeur, réalisés au moyen d'un tractopelle. Ces sondages ont permis de bien déterminer la nature lithologique des sols superficiels et de prélever des échantillons pour analyse en laboratoire. Ces sondages seront rebouchés avec les matériaux extraits sans remise en état à l'identique.

II.3. IMPLANTATION DES SONDAGES

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

L'implantation a été réalisée au mieux des conditions d'accès (site pentu).

L'altimétrie des points de sondage a été estimée par interpolation des indications du plan topographique (cf. également plan d'implantation des sondages en Annexe). En l'absence de plan topographique précis, ces indications sont à prendre avec précautions et ne sauraient remplacer un relevé par un géomètre expert.

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

*

* *

III. CADRE GEOLOGIQUE – RESULTATS DE LA RECONNAISSANCE

D’après la carte géologique de MARSEILLE-AUBAGNE éditée au 1/50 000ème par le BRGM et notre connaissance de ce secteur, le terrain se situe en limite entre des formations de tufs du Quaternaire et le substratum du Stampien (grès, marnes et argiles).



Extrait de la carte géologique de MARSEILLE-AUBAGNE – source : BRGM



Ces formations affleurent côté nord-Est du site, en forme de bancs présentant une altération et une fracturation marquée.

III.1. NATURE ET CARACTERISTIQUES DES SOLS

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

- **des remblais argilo-sableux à blocs ou cailloutis**, identifiés au droit de tous les sondages pressiométriques et destructifs, jusqu'à la profondeur de 2.90 à 5.10 m/TA.

Ces formations proviennent probablement de l'aménagement du site : remblaiement côté aval, pour la construction de la plateforme du terrain de sport, déversement de déblais, au sein des talus périphériques.

Ses caractéristiques mécaniques obtenues sont très faibles à moyennes, avec :

$$0,07 \leq p_l^* \leq 3.12 \text{ MPa}$$

$$0,8 \leq E_M \leq 30.7 \text{ MPa}$$

- **le substratum compact** (tufs, marno-calcaire,...) identifié au droit de tous les sondages pressiométriques et destructifs, jusqu'à la profondeur d'arrêt des sondages située entre 4.50 et 10 m/TA de profondeur.

Ses caractéristiques mécaniques obtenues sont très bonnes, avec :

$$p_l^* \geq 4.3 \text{ MPa}$$

$$43.2 \leq E_M \leq 500 \text{ MPa}$$

Nota : les sondages complémentaires réalisés en mission G2 AVP ont notamment mis en évidence :

- La présence d'un substratum très compact en SP8 (avec notamment des modules pressiométriques $E > 380 \text{ MPa}$ dès la tête de couche).
Nous attirons ainsi l'attention des entreprises sur la possible forte compacité en tête de substratum pouvant engendrer des refus prématurés selon le matériel utilisé (cas de la tarière creuse par exemple).
- La présence de déchets (verre, ferraille, plastiques...) au sein des remblais de surface, ainsi que de blocs ayant entraîné des refus à la pelle mécanique. On notera particulièrement que ces remblais sont de nature très variable, et présentent de fortes variations d'épaisseurs sur l'ensemble du site.



Blocs dans les remblais



Fouille F1

III.2. RISQUES NATURELS ET ANTHROPIQUES

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

Le terrain se situe en zone d'aléa faible (2) selon le décret n° 2010-1255 du 22 octobre 2010 relatif à la prévention des risques sismiques, applicable au 1er mai 2011.

Il est à noter que les tufs calcaires ont fait l'objet d'exploitation en carrières à ciel ouvert à quelques centaines de mètres du site :



La forme du terrain étudié peut éventuellement faire penser à une ancienne carrière partiellement remblayée. Néanmoins, nous n'avons pas retrouvé d'informations en ce sens.

La présence de remblais est néanmoins avérée sur le site, sur des épaisseurs potentiellement importantes. L'épaisseur de ces formations pourra être très variable sur l'ensemble du site. Ces derniers pourront également contenir des vestiges de construction (fondation, blocs, dalle béton, anciens réseaux...).

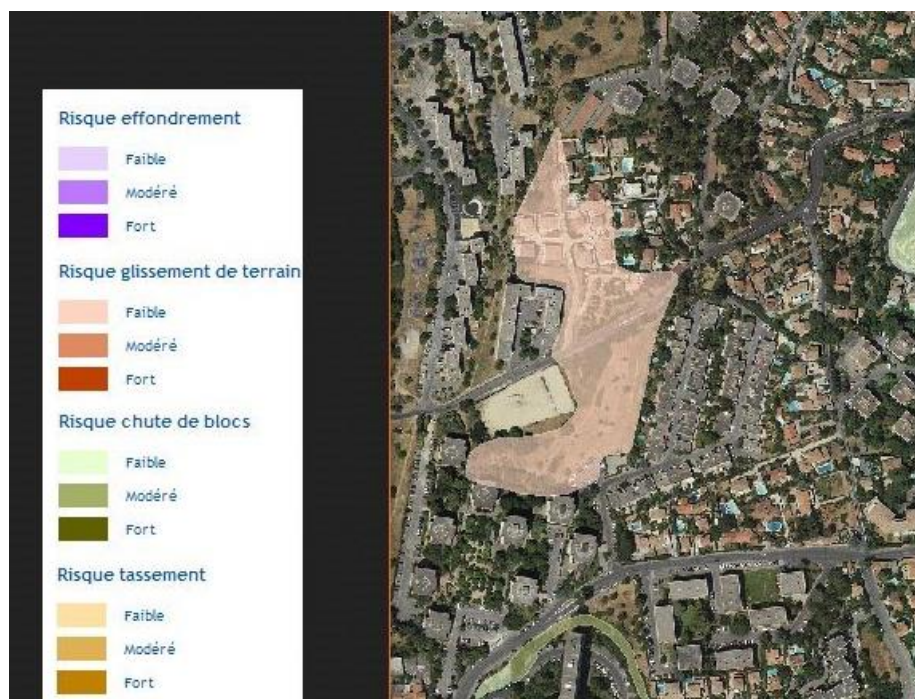
La commune de MARSEILLE a fait l'objet de 41 arrêtés de catastrophe naturelle dont 23 arrêtés de catastrophe naturelle relatifs à des inondations et coulées de boue, 11 arrêtés relatifs aux mouvements de terrain consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation de sol, 1 relatif aux mouvements de terrain consécutif à la sécheresse, 5 relatifs aux éboulements, glissements et affaissements de terrain et 1 relatif aux tempêtes.

La commune de MARSEILLE a fait l'objet de plusieurs PPRN (inondations, mouvements de terrain, feu forêt).

D'après le site de renseignement www.georisques.gouv.fr, les risques et aléas suivants sont présents sur le site étudié :

Risque étudié	Niveau d'aléa
Retrait-gonflement des argiles	Entre Aléa faible et aléa moyen
Mouvements de terrain	Non concerné dans un rayon < 500m
Cavités	Non concerné dans un rayon < 500m
Site et sols industriels	Non concerné dans un rayon < 500m
Sites pollués / anciens sites industriels	Non concerné dans un rayon < 500m
Territoire à risque important d'inondation	Non Concerné
Aléas des zones inondables	Non Concerné

Néanmoins, une partie du terrain se situe en zone de risque de glissement de terrain « faible » d'après le PLU.



Le substratum sous-jacent peut-être sujet à la dissolution de gypse. Il est toujours possible, dans un tel environnement, de rencontrer des cavités vides ou remplies de sédiments divers qui n'auraient pas été mises en évidence par les sondages.

Rappelons que ces documents ne restent que purement indicatifs.

Sites consultés inondationsnappe.fr, infoterre.brgm.fr, prim.net

III.3. CLASSE SISMIQUE – RISQUE DE LIQUEFACTION

Compte tenu de sa destination (Centre d'Incendie et de Secours), le bâtiment projeté est de catégorie d'importance IV.

- Classe sismique

D'après les règles de construction parasismiques EUROCODE 8 (NF EN 1998-1), l'accélération horizontale de calcul au niveau d'un sol de type rocheux a_g est donnée par :

$$a_g = \gamma_I * a_{gr}$$

Avec :

γ_I : Coefficient d'importance (1.4 dans le cas d'une catégorie d'importance de bâtiment de classe IV – **à confirmer par le Maître d'Ouvrage**),

a_{gr} : Accélération maximale de référence au niveau d'un sol de type rocheux (0.70 m/s² dans notre cas).

Soit : $a_g = 0.98 \text{ m/s}^2$

La classe sismique du site a été déterminée conformément au § 3.1.2 « Identification des classes de sol » des règles de construction parasismiques EUROCODE 8.

Pour la classe de sol, il convient de distinguer deux types de situations :

- Présence du substratum supérieure à 5 m de profondeur :

Dans le cas de remblais et de formations superficielles d'épaisseur supérieure à 5 m surmontant un substratum de très bonnes caractéristiques, on obtient une **classe de sol E** (*soit un paramètre de sol $S = 1.8$*).

On obtient une **accélération horizontale maximale de surface pour une classe de sol E** égale à :

$$S * a_g = 1.76 \text{ m/s}^2$$

- Présence du substratum inférieure à 5 m de profondeur :

Dans le cas de remblais d'épaisseur inférieure à 5 m surmontant un substratum calcaire de très bonnes caractéristiques, on obtient une classe de sol A (*soit un paramètre de sol $S = 1.0$*).

On obtient une **accélération horizontale maximale de surface pour une classe de sol A** égale à :

$$S * a_g = 0,98 \text{ m/s}^2$$

Les sondages et essais ont révélé la présence du substratum aux alentours de 5 m de profondeur au droit du terrain sportif, mais également dans certaines zones de talus (ayant fait l'objet de remblaiement : cf. sondage SP2 par exemple).

Ainsi, la délimitation des zones « substratum présent à plus de 5 m de profondeur » et « substratum présent à moins de 5 m de profondeur » ne sont pas clairement définissable.

Nous conseillons ainsi de partir sur le cas le plus défavorable (sol de classe E) sur l'ensemble du projet.

- Risque de liquéfaction

Rappel : la liquéfaction du sol est un processus dans lequel les terrains sous nappe perdent temporairement la totalité ou une partie de leur résistance, lorsqu'ils sont soumis à une sollicitation sismique. Typiquement, les formations sableuses lâches, saturées et de granulométrie uniforme et les formations fines très peu plastiques sont les sols les plus susceptibles de présenter ce risque.

Néanmoins, compte tenu de la nature des terrains, ce risque peut être exclu.

III.4. HYDROGEOLOGIE

Lors de notre campagne de reconnaissance (du 21 au 23 Août 2018 et Juin 2021), nous n'avons pas observé d'arrivée d'eau dans les sondages menés entre 4,50 et 9,50 m / TA de profondeur.

Les sondages réalisés avec injection d'eau ne permettent pas de définir un niveau de nappe.

Ce relevé ayant un caractère ponctuel et instantané, il ne permet pas de préciser l'amplitude des variations du niveau d'eau qui peut remonter fortement en période pluvieuse.

Il appartient aux Responsables du Projet de se faire communiquer par les Services Compétents (DREAL, PPR...) le niveau des plus hautes eaux au droit du site afin de vérifier si le terrain étudié est ou non inondable et de mener les enquêtes nécessaires à la détermination de l'ensemble des circulations d'eau pouvant interagir avec le projet, et ce, afin de prévoir les adaptations nécessaires (drainage, cuvelage, ...).

III.5. ESSAIS D'EAU PONCTUELS

Les essais de perméabilités de type PORCHET (ou d'infiltration) réalisés au droit de ST1 et ST2 donnent les résultats suivants :

Sondage	S1	S2	S3	S4	S5
Profondeur de l'essai	0 à 2 m (*)	0,08 à 2 m	0,02 à 2 3	0 à 2 m (*)	0,01 à 2,60
Nature des sols	Remblai graveleux	Remblai argileux	Remblai limono graveleux	Remblai graveleux	Remblai argileux
Perméabilité k (en m/s)	$>10^{-4}$ (*)	6.10^{-7}	2.10^{-6}	$>10^{-4}$ (*)	3.10^{-7}

(*) Pour les essais réalisés en S1 et en S4, la saturation a été impossible compte tenu de la très forte perméabilité des terrains.

Nous rappelons les essais de perméabilité de type PORCHET sont des essais ponctuels. Seul un essai de pompage permet de déterminer la perméabilité en grand.

Ces essais mettent également en évidence la forte hétérogénéité des remblais, avec des passages (plutôt argileux) très peu perméables, et d'autres (cailloutis, blocs, ...) avec de fortes perméabilités.

III.6. 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 (présence éventuelle de remblais). Cependant, la recherche de polluant n'est pas l'objet d'une mission géotechnique en général ni de notre mission en particulier.

Lors d'éventuels travaux de terrassement, dès lors que les terres sont évacuées hors du site, ces dernières prennent un statut de déchet. Leur valorisation ou leur élimination en dehors du site doit donc répondre aux réglementations « déchets », conformément à l'Ordonnance n° 2010-1579 du 17 décembre 2010. Suite aux arrêtés du 12/12/2014, l'installation de stockage doit valider l'acceptation des terres après réception d'une Demande d'Acceptation Préalable (DAP) généralement portée par le terrassier ou l'entreprise générale (au nom du Maître d'Ouvrage). La DAP doit intégrer des analyses chimiques en laboratoire sur les terres à excaver. GEOTEC est à la disposition des intervenants pour réaliser cette prestation qui permettra de déterminer l'exutoire approprié (ISDI – Installation de Stockage de Déchets Inertes, ISDND – Déchets Non Dangereux ou ISDD – Déchets Dangereux, voire Biocentre) et d'anticiper les éventuels surcoûts en résultant.

*

* *

IV. AVIS SUR LES OUVRAGES GEOTECHNIQUES

Les sondages et essais ont révélé en surface des sols très hétérogènes, localement de très faible consistance, et sur de fortes épaisseurs (5 m par endroits, potentiellement plus sur les zones non investiguées).

Par ailleurs, les fouilles à la pelle mécaniques réalisées révélaient par endroits une absence de cohésion des terrains (éboulement des parois).

Dans ces conditions, et compte tenu de l'ouvrage projeté, une solution de fondations superficielles n'est pas envisageable.

Ainsi, suite à la réalisation de la mission G2 AVP, il a été retenu un système de fondation par pieux forés ancrés d'au moins 3 diamètres dans le substratum compact.

Rappel : 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.

Remarques : Des ouvrages annexes au bâtiment tels que les murs de soutènements en béton armé Sud et les abris véhicules de secours et deux roues. Ces ouvrages sont présents dans des zones où les épaisseurs de remblais et matériaux colluvionnaires sont supérieures ou égales à 3.00 m après aménagement des plateformes de terrassements. Au vu de l'hétérogénéité lithologiques et mécaniques de ces matériaux, il n'est pas envisageable de fonder ces ouvrages sur fondations superficielles sans essais complémentaires au droit de ceux-ci. Ils seront donc fondés par l'intermédiaire de fondations profondes.

IV.1. FONDATIONS PROFONDES (NF P94-262 EUROCODE 7 – FONDATIONS PROFONDES)

- Choix de la méthode de calcul

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

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

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

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

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

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

Selon les termes de la NFP94-262, les charges admissibles en compression sont données par les formules :

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

Avec $R = R_{c;cr;d}$ à l'ELS ou $R = R_{c;d}$ à l'ELU
 R_b : résistance limite de pointe, avec $R_b = A \cdot k_p \cdot p_{le}^*$
 R_s : résistance limite en frottement latéral, avec $R_s = \pi D \sum h_i \cdot q_{si}$

Où : A est la section du pieu et D son diamètre
 k_p le facteur de portance, p_{le} la pression limite nette équivalente,
 q_{si} le frottement latéral limite dans la couche i d'épaisseur h_i .

Les coefficients de sécurité globaux (Γ_1 et Γ_2) retenus en compression sont les suivants

	ELS qp	ELS caract	ELU fond	ELU accid
Latéral (Γ_1)	0,503	0,615	0,719	0,791
Pointe (Γ_2)	0,359	0,439	0,719	0,791

Les coefficients de sécurité globaux retenus en traction sont les suivants pour la méthode pressiométrique.

	ELS qp	ELS caract	ELU fond	ELU accid
Latéral (Γ_1)	0,303	0,413	0,565	0,618
Pointe (Γ_2)	-	-	-	-

- Exemples de prédimensionnement de pieux

Le choix du type de pieux devra tenir compte de la présence de blocs (cf. photos précédentes), de l'absence de cohésion des terrains superficiels, et de la compacité du substratum.

La réalisation de pieux à la tarière creuse sera proscrite ; à moins que l'entreprise s'engage à respecter le bon ancrage dans le substratum.

Pour un pieu réalisé selon le mode foré avec tubage de la frange supérieure (classe 1 catégorie 4), on retiendra pour le prédimensionnement les paramètres géotechniques suivants :

Type de sol	Epaisseur (m)	p_{l}^* (MPa)	E_m (MPa)	q_d (MPa)	α pieu-sol	Courbe f_{sol}	q_s unitaire (kPa)	q_s retenu ($\alpha \times f_{sol}$)	k_p max (kPa)
Remblais de surface	Variable de 0,30 à > 5 m	1.5 ^c	13	3	1.25	-	0 ^a	0 ^a	-
Substratum compact	> 9,7 m	4,7	186	-	1.4	Q4	120	170 ^b	1,45

^a : le frottement latéral dans les remblais sera pris à zéro ; les terrains étant trop hétérogènes et nous rappelons qu'il est conseillé de tuber sur la hauteur des remblais pour la bonne exécution des forages. Nous conseillons d'envisager des tubages perdus afin de limiter le frottement négatif.

^b : limité conformément à la NF P 94-262 annexe F

^c : la valeur de PL moyenne au vu des essais pressiométriques effectués sur site est de 2.1 MPa, celle-ci été dégradée par rapport au qd moyen dans les remblais qui peut chuter à moins de 1 MPa.

Le prédimensionnement ci-après est réalisé :

- à l'ELS quasi-permanent et à l'ELU Fondamental,
- avec la méthode pressiométrique,
- selon le « modèle de terrain »,
- pour des efforts verticaux de compression,

Remarque : Le dimensionnement des pieux devra également prendre en compte notamment le frottement négatif si le pieu n'est pas tubé, les efforts horizontaux, les moments, les efforts de traction et les contraintes de sismicité.

Nous avons effectué les calculs des capacités portantes des pieux suivants, en fonction de leur diamètre et de leur profondeur d'ancrage dans le substratum :

Diamètre du pieu (mm)	Fiche du pieu dans le substratum (m)	Capacité portante $R_{c;cr;d}$ ELS qp (kN)	Capacité portante $R_{c;d}$ ELU Fond. (kN)
400	1.20	437	800
	3.00	630	1076
	5.50	889	1446
500	1.50	683	1249
	3.00	884	1537
	5.90	1273	2094

Les détails des calculs sont présentés en annexe du présent rapport pour les pieux les plus chargés.

- Effet de groupe

Dans le cas de pieux très rapprochés (entraxe inférieur à 3 diamètres), on devra prendre en compte un effet de groupe. En règle générale, un effet de groupe ne peut se calculer que sur des fondations de mêmes caractéristiques (profondeur, diamètre).

Cette interaction impacte :

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

Le cas échéant, l'effet de groupe sera calculé sur la base de la NFP94-262 annexes H, I et J.

- Tassements

Sous réserve d'une exécution soignée des pieux et du respect des hypothèses précitées, les tassements théoriques absolus seront inférieurs à 2 cm (cf. annexe FOXTA TASPIE – cas pieux 400 et 500).

- Prédimensionnement au séisme

Pour ces prédimensionnements, nous avons retenu des cas de pieux plus précis qui sont les suivants :

Diamètre du pieu (mm)	N° de pieu, zone et cas de charge	Fiche du pieu dans le substratum (m)	Capacité portante $R_{c;cr;d}$ ELS qp (kN)	Capacité portante $R_{c;d}$ ELU Fond. (kN)	Capacité portante $R_{c;d}$ ELU Acc. (kN)	Efforts horizontaux sismique (kN)	ξ tête* (mm)	Moment fléchissant maximal dans le pieu (kN/m)
400	P16 Bloc remise cas 114	1.20	437	800	880	95	5	37.1
	P24 Hébergement 2+ patio cas 114	4.40	781	1291	1420	732	158	622.9
	P7 Hébergement 1 cas 114	2.90	620	1061	1167	277	17	124.6
500	P7 Hébergement 1 cas 114	1.20	642	1191	1311	277	14	114.6
	P24 Hébergement 2+ patio cas 114	1.70	710	1288	1417	524	100	589.11

* ξ tête : déplacement en tête d'un pieu libre soumis à un effort latéral (cf. calcul FOXTA Picoef)

Les calculs pour les pieux P24/hébergement 2+ patio et P7/hébergement 1 ont été menés avec deux diamètres de pieux différents. Il conviendra que le bureau d'étude structure prenne en compte les déplacements et moments en tête de pieux engendraient par les efforts horizontaux sismiques, dans la structure du bâtiment.

- Sujétions d'exécution

L'ancrage des pieux ne pourra pas être inférieur à 3 fois le diamètre du pieu.

Le substratum étant présent en fond de fouille sur plusieurs zones du projet, notamment à l'Est, les pieux dans ces zones devront avoir a minima une longueur de 4 m.

Il sera nécessaire d'effectuer des essais de contrôle complémentaire a minima 5.00 m sous l'arase du pieu le plus long en phase exécution, les sondages ayant été descendus au plus profond à 10 m.

Les pieux seront réalisés selon les Règles de l'Art par une entreprise spécialisée et qualifiée en fondations profondes, conformément aux normes européennes d'exécution des pieux.

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 pieu et / ou sa mise en œuvre. Ces moyens seront tels qu'ils ne provoquent pas de désordres aux avoisinants (*voiries, réseaux, bâtiments ...*).

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

- La compacité du substratum,
- La présence de passages de très faible consistance,
- La présence d'une nappe,
- La présence de remblais très hétérogènes, avec présence localement de blocs,
- Les variations du toit du sol d'ancrage (remontée ou approfondissement),
- La perméabilité des terrains,
- Le risque éventuel de phénomène karstique au sein du substratum, pouvant conduire à des adaptations lors de la réalisation des pieux.

En présence de pieux voisins, on privilégiera une exécution alternée de foration du second pieu après la prise du béton du premier pieu.

Chaque pieu foré devra être équipé et bétonné immédiatement. Cette contrainte permet de ne pas altérer les sols d'assise à faciès marneux en présence d'écoulement d'eau.

L'on évitera donc toute ouverture de pieu en fin d'après-midi avec un bétonnage le lendemain ou au-delà du week-end.

- Contrôles

Il conviendra de prévoir la réalisation d'essais conformément à la norme NF P 94-262 ; qui devront comprendre des essais d'impédance a minima et des essais soniques si les pieux sont armés toute hauteur. Ces essais seront effectués selon une fréquence minimale correspondant à celle de la norme mais qui pourrait éventuellement être majorée selon les éventuels incidents de chantier qui pourraient être rencontrés lors de l'exécution.

Il est nécessaire d'insister sur le bon curage du fond du pieu et l'amorçage au tube plongeur correct afin d'éviter toute accumulation de matériau fin sous la pointe qui réduira de manière significative la capacité portante du pieu.

A cet effet, certains pieux tests devront être équipés de tube de réservation permettant la réalisation d'un carottage à la base afin de vérifier la continuité béton/marnes. Ce carottage devra ensuite être rebouché à l'aide d'un coulis de ciment prise mer respectant un rapport C/E>2.

Il conviendra au maître d'ouvrage de préciser la classe de conséquence de l'ouvrage et la durée d'utilisation du projet (cf. Annexe P de la norme NF P 94-262).

IV.2. NIVEAU BAS

Compte tenu de la qualité médiocre du sol support, pour toutes les **zones de locaux nobles, on prévoira la réalisation d'un plancher porté par les fondations, sur vide sanitaire.**

Dans les **zones à usage de stationnement (et uniquement dans ces zones)**, le niveau bas pourra être de type **dallage sur terre-plein.**

IV.2.1. Préparation de la plate-forme

Après la réalisation des terrassements en déblais pour le niveau de sous-sol, le fond de forme obtenu sera constitué par des remblais de nature argilo-sableuse.

Le compactage du fond de forme sera adapté à la nature du sol et aux conditions climatiques au moment des travaux.

Si des pluies se produisent pendant les travaux ou si les précipitations sont abondantes au cours des 2 mois précédents les travaux, des adaptations seront nécessaires (*cloutage du fond de forme, drainage, etc.*) pouvant engendrer un surcoût non négligeable.

Une couche de forme propre ($4 < \text{passant à } 80 \mu\text{m} < 8\%$) bien graduée ($ES > 30$, et compris dans le fuseau de Talbot) compactée à 95 % de l'OPM sera mise en œuvre, sur une épaisseur suffisante pour obtenir les valeurs suivantes, conformément au DTU 13-3 :

$$\begin{aligned} EV_2 &> 50 \text{ MPa} \\ EV_2 / EV_1 &< 2,2 \\ K_w &> 50 \text{ MPa / m} \end{aligned}$$

A titre indicatif, pour des travaux réalisés dans de bonnes conditions climatiques, l'épaisseur de la couche de forme sera d'au moins **0.70 m** sur un fond de forme de portance minimale $EV_2 > 20 \text{ MPa}$. Ces épaisseurs devront être adaptées à la portance réelle du fond de forme mesurée lors des travaux et en fonction des conditions climatiques.

Des valeurs supérieures pourront être demandées par le concepteur.

IV.2.2. Dispositions constructives

Les dallages seront conçus, dimensionnés et réalisés suivant le DTU 13-3.

IV.2.3. Paramètres de dimensionnement

Les modules d'élasticité E_s du sol, estimés à partir des caractéristiques pressiométriques, à prendre en compte pour le calcul (*) selon DTU 13.3 sont :

<i>Couches</i>	<i>Module E_s (MPa)</i>
Couche de forme	40 à 50 MPa - Hypothèses à valider
Remblais	20

(*) cas simplifié d'un modèle élastique linéaire

IV.2.4. Essais de contrôle

La couche de forme sera réceptionnée par essais à la plaque mode opératoire LCPC afin de s'assurer que les valeurs cibles suivantes ont bien été atteintes :

$$\begin{aligned} EV_2 &> 50 \text{ MPa} \\ EV_2 / EV_1 &< 2,2 \\ K_w &> 50 \text{ MPa / m} \end{aligned}$$

Conformément au DTU 13-3, au moins un essai pour 500 m² (et pour 50 cm d'épaisseur de la couche de forme) sera réalisé, avec un minimum de 3.

*

* *

V. TERRASSEMENTS ET MISE HORS D'EAU

V.1. TERRASSEMENTS

V.1.1. Rippabilité et contexte

Dans les sols meubles (remblais meubles éventuels, ...) 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.

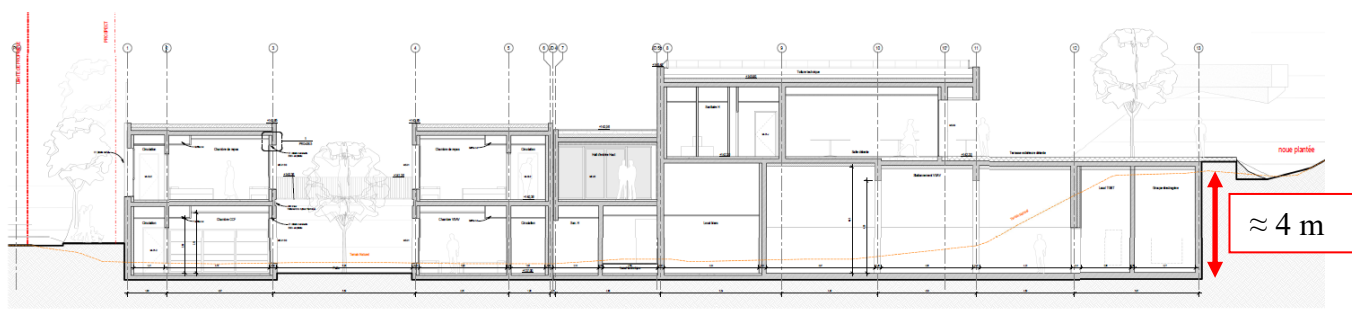
Dans les formations d'altération, blocs, et le substratum, les travaux de terrassement deviendront difficiles et nécessiteront impérativement l'emploi d'engins de forte puissance (BRH par exemple).

Dans tous les cas, la méthodologie mise en œuvre devra tenir compte des avoisinants. L'utilisation d'engin de type BRH, conduira à la réalisation d'une planche d'essais avec mise en place de capteurs de vibrations sur les constructions les plus proches de façon à vérifier que les seuils communément admis, ne sont pas ici dépassés.

L'attention est attirée sur les risques de désorganisations des fonds de fouille et des fronts de taille liés à l'emploi de ce type de matériel, pouvant nécessiter des surconsommations de bétons ou de gros bétons.

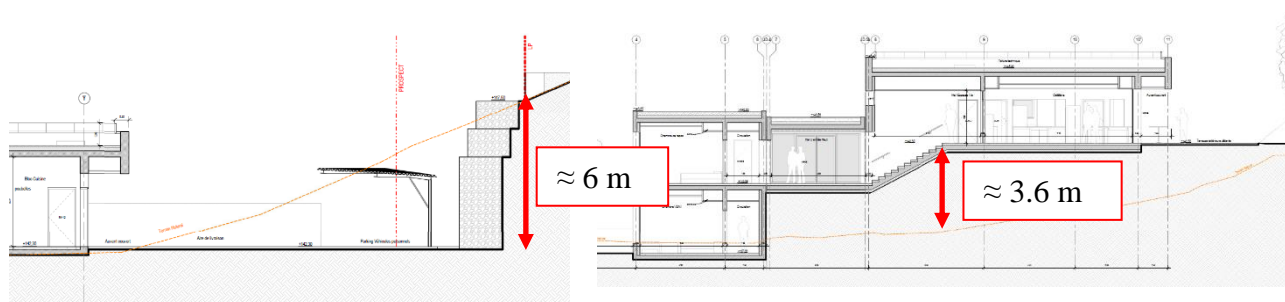
Dans le carnet de plans remis, 8 coupes (4 longitudinales et 4 transversales) sont fournies.

Les terrassements du bâtiment engendrent la réalisation de déblais pouvant aller jusqu'à 4,00 m de hauteur.



Extrait coupe transversale sur patio

Les aménagements extérieurs vont eux nécessiter la réalisation de déblais allant jusqu'à 6.00 m de hauteur et des remblais avec des épaisseurs allant jusqu'à 3.60 m notamment en zone Est (terrain de sport et escalier proche cafétéria).



Extrait de coupe longitudinale sur VSAV et coupe transversale sur désenfumage hall

Concernant les déblais du bâtiment, la réalisation d'un talutage au large pourra à priori être envisagé.

Concernant les déblais des aménagements extérieurs, plusieurs zones pourront être traité par talutage. Les gabions effectués à proximité de la limite de propriété ne pourront être entrepris en l'état : la mise en œuvre d'un gabion nécessite la réalisation d'un talus en amont. Il sera nécessaire d'envisager la réalisation d'un autre ouvrage de soutènement comme une paroi clouée avec par exemple un parement gabion pour la finition. Ce type d'ouvrage implique l'obtention des autorisations de tréfonds mitoyens par le maître d'ouvrage.

Concernant les remblais des aménagements extérieurs, il sera nécessaire de respecter les préconisations décrites ci-après.

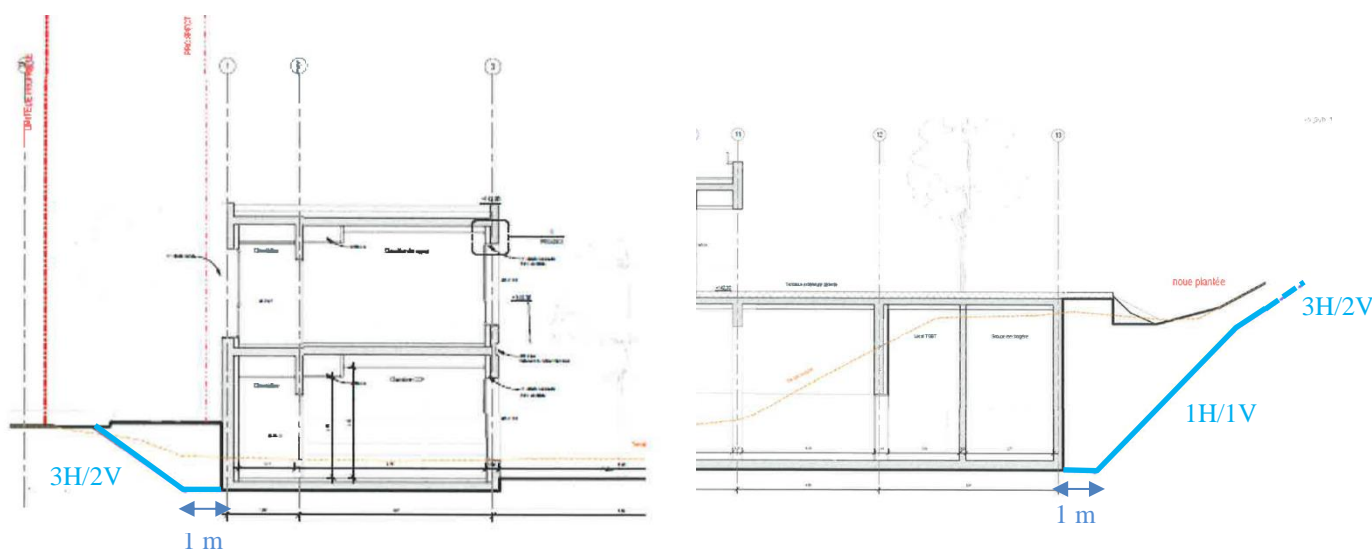
V.1.2. Stabilité des talus et des avoisinants

D'une façon générale, les **talus en déblai provisoires secs et non surchargés en tête**, d'une hauteur maximale de 3 m, pourront être terrassés selon une pente de 3H/2V (3 horizontalement pour 2 verticalement) dans les remblais de surface et de 1H/1V dans le substratum. Pour les talus de hauteur supérieures à 3.00 m. Des risbermes intermédiaires d'une largeur minima de 1 m seront mise en œuvre tous les 3 m d'élévation.

En fonction de l'état de fracturation, de l'orientation des fractures et diaclases dans le substratum marno-calcaire, il pourra être envisagé de réaliser des pentes de 1H/2V (2 à la verticale) au sein de celui-ci sous condition d'effectuer une passe test sur site ainsi qu'une analyse de dièdre dans le cadre d'une mission G3 et d'obtenir la validation de cette pente par un géotechnicien en phase G4.

Cette optimisation pourra induire la mise en œuvre d'un grillage double torsion fixé en tête et en pied de talus voire de gunitage si la fracturation est trop prononcée voire défavorable.

La mise en œuvre de polyane correctement fixé en tête et en pied de talus sera nécessaire afin de palier à l'altération de surface due aux intempéries.



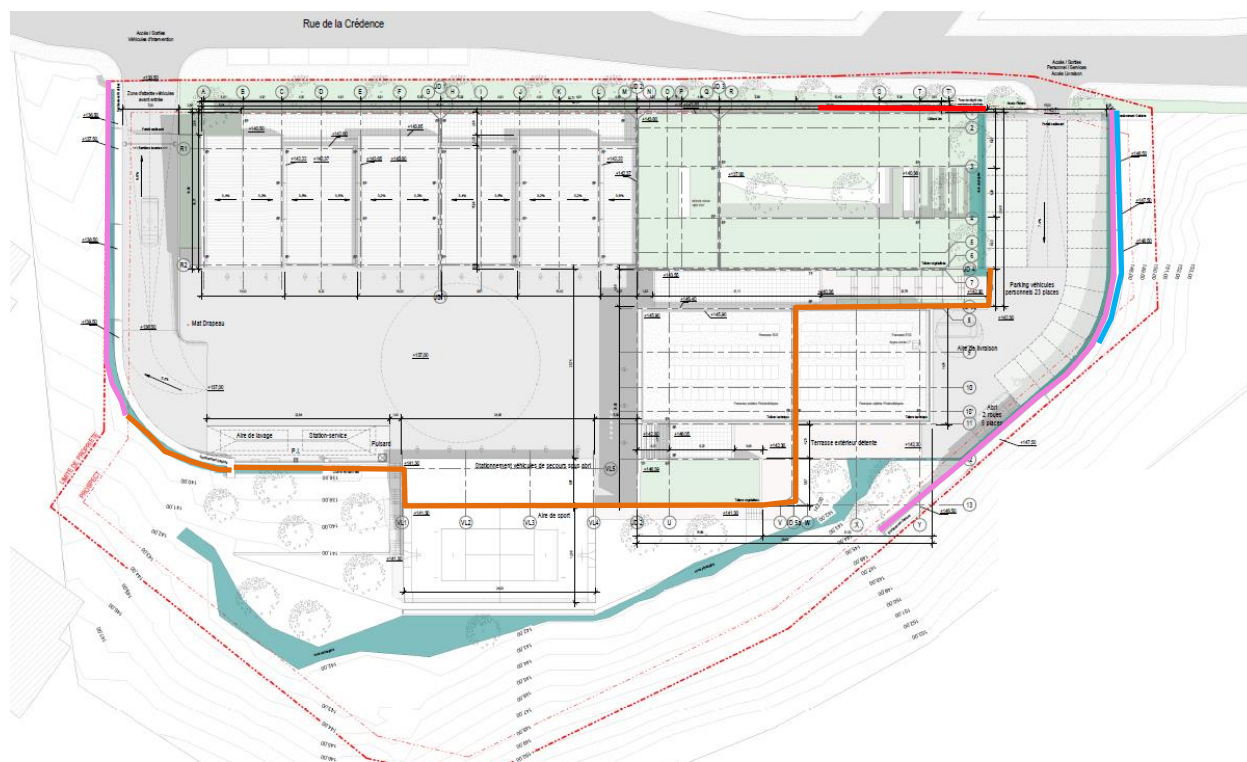
Extraits coupe transversale sur patio

1 m Recul nécessaire pour la mise en œuvre de banches

Là où les terrassements et les talutages ne sont pas réalisables, faute de place suffisante, on pourra envisager les solutions suivantes :

- un ouvrage de soutènement, de type berlinoise ou paroi clouée,
- la réalisation de voiles par passes alternées,
- le raidissement des pentes de talus dans les matériaux meubles de 1/1 ponctuellement.

L'emprise de ces solutions sera limitée à celles données ci-après. En aucun cas, il ne sera possible d'étendre l'emprise d'une solution proposée à un autre linéaire sans étude particulière.



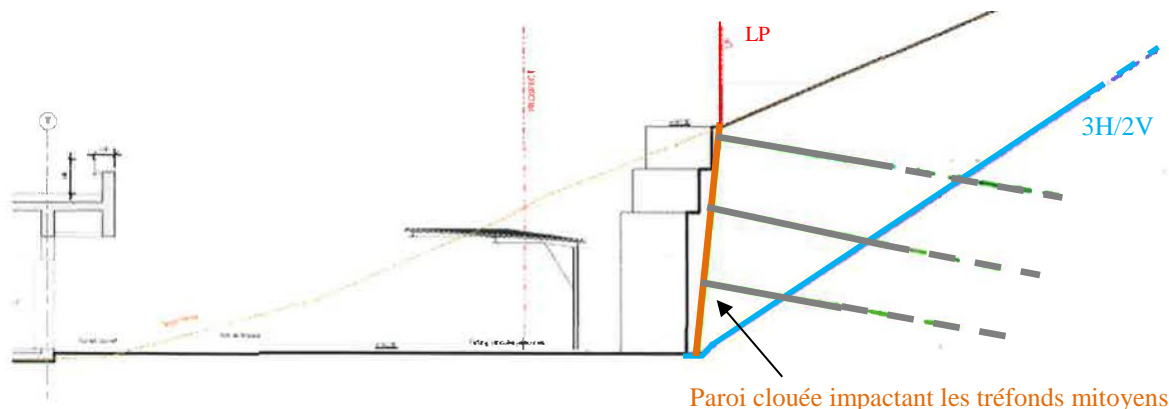
- Linéaire réalisable par talus
- Linéaire à traiter à l'aide d'une paroi de soutènement
- Linéaire en amont de paroi où un pré-terrassement d'environ 1 m et possible
- Linéaire réalisable avec des talus de pentes 1/1 sous condition de réalisation de prémurs

Les préconisations concernant les linéaires réalisables par talutage au large sont fournies ci-avant. Nous rappelons que les voiles périphériques sur ces linéaires peuvent être traités par banches ou prémurs.

Suite à la réunion du 05/04/22 avec les concepteurs du projet, le maître d'ouvrage nous a informé de son intention de demande d'autorisation des terrassements au droit des propriétés mitoyennes dans les zones où sont actuellement prévues des murs gabions au niveau des linéaires Nord-est et Sud-ouest. Les préconisations de talutage au large nécessaires à la mise en œuvre des gabions sont décrites ci-avant. Une mission G3 devra permettre de confirmer les hypothèses de caractéristiques intrinsèques des matériaux (cf. paragraphe « Mur de soutènement en gabion ») et les pentes de talus à mettre en œuvre lors de l'exécution ; cela sous contrôle d'une mission de supervision géotechnique G4.

Si les autorisations de terrassement au-delà des limites de propriété n'étaient pas obtenues, il pourra être envisagé la réalisation d'ouvrages de soutènement. Leur conception devra également permettre d'assurer la stabilité vis-à-vis des risques de glissements de terrains (terrain situé en zone de risque de glissement de terrain « faible » d'après le PLU).

Nota : La réalisation d'écrans de soutènement de type berlinoise ou paroi clouée nécessitera la réalisation d'ancrages pouvant se situer au-delà des limites foncières. Les autorisations de tréfond devront être recherchées et acquises par les Responsables du Projet pour envisager ce type de soutènement.



Il conviendrait de réaliser des sondages en tête de talus (a priori depuis la propriété mitoyenne, nécessitant ainsi l'obtention des autorisations d'accès) afin de pouvoir définir plus précisément les épaisseurs de recouvrement, et les caractéristiques mécaniques de matériaux traversés.

Les ouvrages de soutènement ne pourront être dimensionnés qu'après réalisation de ces investigations complémentaires.

Il sera possible, au niveau du linéaire Nord-est, de pré-terrasser sur environ 1.00 de hauteur les matériaux meubles avant réalisation des ouvrages de soutènement.

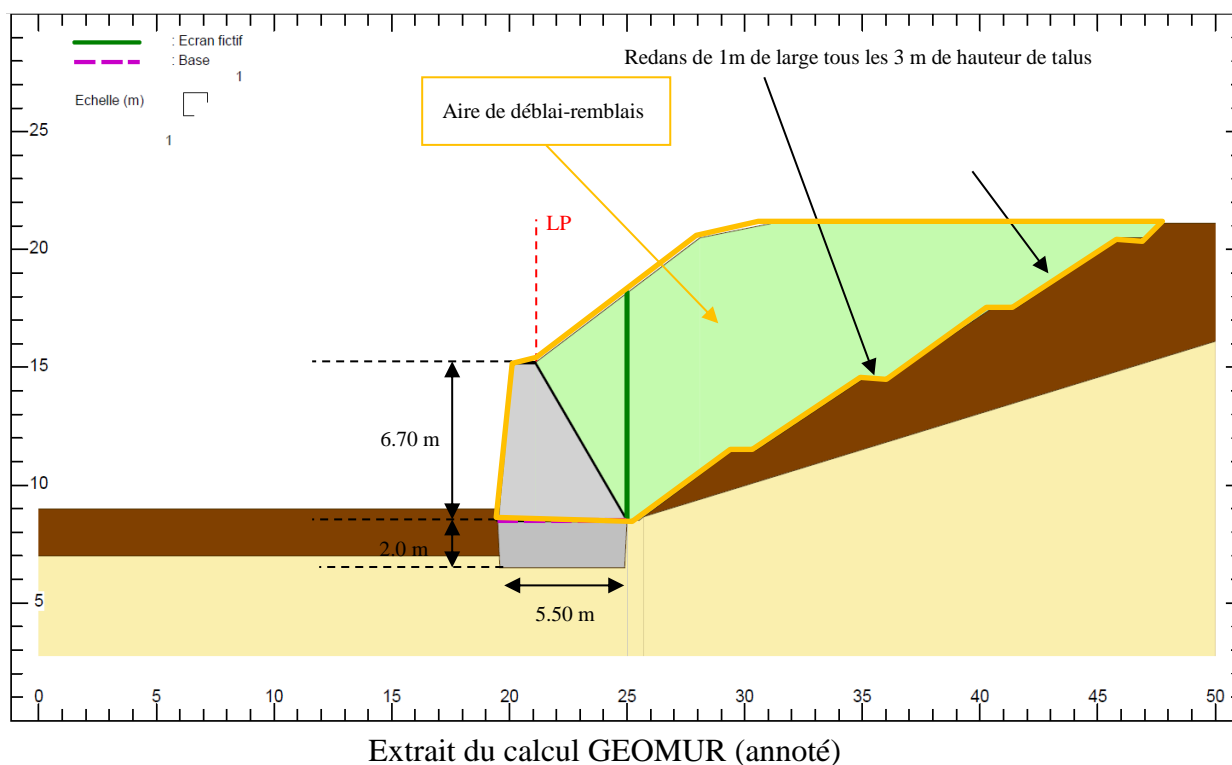
Au niveau du linéaire Nord, la distance aux limites de propriété ne permet pas la réalisation de talus de pente 3H/2V dans l'ensemble du linéaire. La pente de talus pourra être raidie à 1H/1V sur ce linéaire de 10 m et une hauteur limitée à 3.00 m sous condition de réaliser des prémurs et d'interdire la circulation de personnel entre les voiles et les talus sous quelque prétexte que ce soit, le drainage et l'étanchéité devront être mis sur prémurs avant leur pose ou réalisés depuis le plancher haut du RDC. Si ces conditions ne peuvent être respectées alors un ouvrage de soutènement devra être réalisé.

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

V.1.3. Mur de soutènement en gabion

Cette solution ne pourra être réalisable que :

- si les terrassements (avec un volume a priori très importants) sont possibles coté amont et donc au-delà de la limite de propriété,
- si l'emprise du mur gabion peut dépasser la limite de propriété.



Nous attirons ainsi l'attention des concepteurs sur les importants mouvements de déblais-remblais à prendre en compte pour cette solution.

➤ Fondations du mur de soutènement

- Principe de fondation – niveaux d'assise

Le principe de fondation consistera à reporter les charges des murs de soutènement par l'intermédiaire de **semelles** filantes descendues dans les terrains en place, le substratum calcaire, moyennant un ancrage minimal de 0.5 m dans cette formation, soit environ 3.50 m par rapport au terrain actuel aval.

Il faudra prendre soin de bien traverser les formations compressibles résiduelles de surface pour s'affranchir des risques de poinçonnement ou de tassement.

Le sol d'assise devra être homogène sous l'ensemble du mur.

En cas de poches de moindre consistance, le système de fondations pourra nécessiter des approfondissements, ce qui nécessitera un gros béton de rattrapage.

Rappelons que les fondations du mur arrêtées à des niveaux différents, y compris avec les fondations mitoyennes et les pieds des talus, seront établies en redans selon une pente de 3 H/2V.

- Contraintes limites de calcul (EC7)

Selon les prescriptions de la norme NF P 94-281 (norme d'application des Eurocodes pour les murs de soutènement), pour démontrer qu'une fondation superficielle supporte la charge de calcul avec une sécurité adéquate vis-à-vis d'une rupture par défaut de portance du terrain, on doit vérifier l'inégalité suivante :

$$V_d - R_0 \leq R_{v;d}$$

Où :

V_d : valeur de calcul de la composante verticale de la charge transmise

R_0 : valeur du poids du sol après travaux au niveau de la base de la fondation en faisant abstraction de celle-ci

$$R_{v;d} = A' \cdot \frac{q_{net}}{\Gamma}$$

Avec :

Pour $R_{v;d}$ dans le cas des méthodes pénétrométriques et pressiométriques, un coefficient de sécurité global Γ de 1,68 (ELU fondamental) et 2,76 (ELS quasi-permanent et ELS caractéristique),

A' : Surface comprimée de la semelle,

q_{net} : $k_p \times p_{l*} = 0.8 \times 4.7 \text{ MPa} = 3.76 \text{ MPa}$ (sous charge verticale centrée en considérant $i\delta\beta = 1.0$)

Sous réserve du respect du principe de fondation précité, et en l'absence au stade actuel de la connaissance des dimensions des semelles, les contraintes verticales centrées de calcul à prendre en compte pour la justification vis-à-vis des Etats limite Ultime et de Service seront limitées à :

$$\text{Aux ELU fondamentaux, } \leq \frac{q_{net}}{1,68} = 2.23 \text{ MPa}$$

$$\text{Aux ELS qp, } \leq \frac{q_{net}}{2,76} = 1.36 \text{ MPa}$$

Pour la suite du dimensionnement, la contrainte admissible à l'ELS qp sous charge verticale et centrée sera **limitée à 0.6 MPa**.

- Vérification vis-à-vis de l'excentrement des descentes de charges

En fonction des combinaisons d'actions, il conviendra de vérifier que :

ELS quasi-permanents : surface du sol 100 % comprimée sous la semelle, soit $e \leq B/6$,

ELS caractéristiques : surface du sol comprimée sous semelle $> 75 \%$ de la surface totale de la semelle, soit $e \leq B/4$,

ELU fondamentales et sismiques : surface du sol comprimée sous semelle $> 10 \%$ de la surface totale de la semelle, soit $e \leq 14/30 B$.

- Vérification au glissement

Vis-à-vis des efforts horizontaux, il est nécessaire de vérifier la fondation vis-à-vis d'une rupture par glissement sur le terrain.

Selon l'approche de calcul 2 de la norme NF EN 1997-1, aux ELU Fondamental, l'inéquation suivante doit être satisfaite pour tous les cas de charges et combinaisons de charge

$$H_d \leq R_d + R_{p;d}$$

Où :

- H_d est la valeur de calcul de la charge horizontale ;
- R_d est la valeur de calcul de la résistance au glissement de la fondation sur le terrain ; $R_{p;d}$ est la valeur de calcul de la résistance frontale ou latérale de la fondation à l'effet de H_d . La valeur de $R_{p;d}$ n'a pas été prise en compte dans le calcul compte-tenu de l'incertitude liée à la pérennité de cette épaisseur de terrain. En conditions drainées, il convient de déterminer la valeur de calcul de la résistance ultime au glissement du terrain R_d sous la base de la fondation à partir de l'expression suivante :

$$R_d = (V_d \tan \delta_{a;k}) / (\gamma_{R;h} \gamma_{R;d;h})$$

Où :

- V_d est la valeur caractéristique de la charge effective verticale transmise par la fondation superficielle, déduite de la situation donnant la valeur de la charge H_d ;
- $\gamma_{R;h}$ est le facteur partiel pour la résistance au glissement de la fondation superficielle, sa valeur est égale à 1,1 ;
- $\gamma_{R;d;h}$ est le coefficient de modèle lié à l'estimation de la résistance ultime au glissement, sa valeur est égale à 0.9 ;
- $\delta_{a;k}$ est la valeur caractéristique de l'angle de frottement à l'interface entre la base de la fondation et le terrain. Dans le cas d'une fondation coulée in-situ, $\delta_{a;k}$ peut être choisie égale à la valeur de l'angle de frottement interne du sol à long terme, soit dans notre cas $\varphi' = 35^\circ$.

➤ Hypothèses de dimensionnement

- Modèle géotechnique

Les hypothèses géotechniques suivantes ont été considérées :

Couche	PI* (MPa)	C' (kPa)	ϕ' (°)	γ (kN/m ³)
Remblais	1.5	2	27	18
Substratum	4.7	20	35	21
Remblai à l'arrière des murs (0/80)	-	0	35	20

- Surcharges

Pour le dimensionnement géotechnique des murs de soutènement, il n'a pas été considéré une surcharge en tête de talus.

En phase exécution, il conviendra si nécessaire de prendre en compte tout type de surcharges plus ou moins ponctuelles sur l'ensemble du linéaire soutenu ; et dans ce cas, les notes d'exécutions seront menées en tenant compte de ces charges extérieures.

➤ Dimensionnement

- Profils de calculs

Les calculs ont été menés selon la coupe longitudinale sur VSAV-PRO fournie.

Tableau récapitulatif :

Cote d'ancrage (NGF)	Cote terrain amont (NGF)	Cote terrain aval (NGF)	Hauteur à soutenir (m)
≈ 138.8	entre 147.50 et 153.36	142.30	5.2

- Résultats des calculs

Les calculs amènent aux résultats suivants :

H mur (m) sans la semelle (hors réhausse de 0.5 m)	Ep. de la semelle (m)	Largeur totale de la semelle (m)
6.7	2.0	5.50

Le détail du calcul est donné en annexes du rapport. Les principaux résultats sont récapitulés, dans les tableaux suivants :

Facteurs de sécurité partiels	Critère	Statique
	Eurocodes 7 : NF P 94-281	
Actions - ELU permanentes défavorables $\gamma_g = 1.35$ variables défavorables $\gamma_q = 1.5$ permanentes favorables $\gamma_g = 1$ variables favorables $\gamma_q = 0$ Eau favorable $\gamma_w; \text{inf} = 1$ Eau défavorable $\gamma_w; \text{sup} = 1.35$	Approche 2 - ELU Glissement (ELU Article 9.3.1) Poussée défavorable-Poids favorable Renversement (ELU Article 9.2.2) Poussée défavorable-Poids favorable Poinçonnement (ELU Article 9.2.1) Poussée défavorable-Poids favorable	Rh;d = 563.06 kN Rp;d = 0 kN Hd = 484.03 kN Hd <= Rh;d + Rp;d e = 1.79 m e < 7/15 * B = 2.57 m R0=0 kN; i5β=0.115 Rv;d = 942.14 kN Vd = 796.09 kN Vd <= Rv;d + R0
Résistances portance (ELU) $\gamma_{R,v} = 1.4$ portance (ELS) $\gamma_{R,v} = 2.3$ glissement $\gamma_{R,h} = 1.1$ butée $\gamma_{R,e} = 1.4$		
Methode glissement $\gamma_{R,d,h} = 0.9$ portance $\gamma_{R,d,v} = 1$	Approche 2 - ELS Renversement (ELS Article 12.3) Poinçonnement (ELS Article 12.2)	e = 1.24 m e < 1/4 * B = 1.38 m R0=0 kN; i5β=0.231 Rv;d = 1823.8 kN Vd = 794.61 kN Vd <= Rv;d + R0

Nota :

- Le présent calcul ne tient pas compte et ne vérifie pas la stabilité des talus en phase provisoire comme définitive. Les caractéristiques mécaniques intrinsèques des sols n'étant pas connues ; des sondages complémentaires seront nécessaires.
- **La géométrie du mur en gabions nécessaire pour la hauteur des terres à soutenir, implique la mise en œuvre de la majeure partie de la semelle du gabion hors de limite de propriété. Le maître d'ouvrage devra valider cette possibilité. Dans le cas contraire, une paroi de soutènement devra être réalisée.**

➤ **Dispositions constructives – sujétions d'exécution**

- Dispositions constructives générales

En aucun cas, la largeur des semelles des murs ne sera inférieure à 1.0 m, afin d'assurer un bon contact sol / fondation et une bonne stabilité de l'ouvrage.

Le plan de fondation sera conçu de manière à éviter les affouillements sous les existants et les tassements par influence.

Les fondations de l'ensemble de l'ouvrage devront être protégées des risques d'affouillement et d'érosion.

Le mur soutenant les terres sera équipé d'un massif drainant amont toute hauteur jusqu'à -0.5 m/niveau fini (1), sur une épaisseur de l'ordre de 0.5 m, ou d'un drain géo-composite drainant avec un drain de pied et un système d'évacuation fiable vers l'aval.

(1) : La frange superficielle des remblais (50 derniers centimètres) sera constituée avec des matériaux peu perméables pour éviter l'infiltration des eaux de surface dans le drain.

Le remblaiement à l'arrière du massif drainant, se fera avec des matériaux bloquants dont la mise en œuvre sera soignée (après pose d'un géotextile anticontaminant).

- Sujétions d'exécution

Compte tenu du caractère sensible au remaniement et à l'eau du sol d'assise, les fonds de fouille seront finis manuellement ou au godet de curage.

On s'assurera que le sol d'assise des fondations est homogène sous l'ensemble du mur.

Il convient de couler le béton de propreté ou le gros béton dès l'ouverture des fouilles afin d'éviter l'altération ou la décompression du sol d'assise. Le béton des semelles sera ensuite coulé à pleine fouille sur toute la hauteur.

Toute poche de remblai ou de moindre consistance détectée à l'ouverture des fouilles sera purgée et remplacée par un gros béton coulé pleine fouille.

En cas de présence de vestiges ou autres horizons durs, les travaux de terrassement nécessiteront l'emploi d'engins de forte puissance (*BRH, ripper, explosif par exemple*).

Tout vestige (*souche d'arbre, ancien ouvrage enterré, ...*) sera purgé et remplacé par un gros béton coulé pleine fouille.

Des surprofondeurs de l'horizon d'ancrage ne sont pas à exclure, ce qui nécessitera un gros béton de rattrapage.

V.1.4. Remblai d'aménagements extérieurs et à l'arrière des murs en gabion

Les zones en remblais se situent majoritairement en dessous d'ouvrage sensibles aux tassements et donc à la fissuration (terrain de sport, escaliers...).

Il sera nécessaire de réaliser un remblai technique.

Le remblai technique devra reposer de préférence sur les marno-calcaires. Dans les cas où des grandes hauteurs de remblais en place seraient présentes, il sera nécessaire de réaliser une purge d'au moins 1.00 m avant la mise en œuvre du remblai technique et des essais de pénétration dynamique.

Des redents d'accrochage seront aménagés sur les zones non horizontales ou sur les talus.

Le remblai sera réalisé soit avec :

- Le matériau de déblais du site (une étude spécifique doit être réalisée avec des essais en laboratoire pour la caractérisation des matériaux),
- Des matériaux d'apport nobles, insensibles à l'eau, non gélif, de type D2 ou D3 (type 0/80 à 0/250) selon le GTR par exemple et comportant 4 à 8 % de fines.

Dans tous les cas, les caractéristiques des matériaux avant mise en œuvre devront être vérifiées : granulométrie, état hydrique, optimum Proctor, gélivité...

Les qualités de ce matériau devront être contrôlées au démarrage du chantier (identification GTR, planche d'essai, examen par un ingénieur géotechnicien) afin d'en valider les caractéristiques.

Les remblais seront mis en place par couches successives compactées à l'Optimum Proctor.

L'épaisseur de la couche de forme sera définie comme suit : la taille maximale des grains devra être inférieure aux deux tiers de l'épaisseur de la couche compactée.

Une couche de finition constituée par un matériau propre de granulométrie 0/20 sur une épaisseur minimale de 0,1 m soigneusement compactée (assise du dallage) sera ensuite mise en place.

Le fond de forme après décapages et les plates-formes successives devront être contrôlés par des essais de chargement à la plaque de type Westergaard ou L.C.P.C. afin de s'assurer de la qualité du compactage. Ils seront réalisés tous les 0,5 m à 0,8 m d'élévation d'au moins 1 essai tous les 500 m². Les valeurs minimales à obtenir (au niveau de l'assise des fondations et du dallage) seront :

$$EV_2 > 50 \text{ MPa}$$

$$EV_2 / EV_1 < 2,2$$

$$K_w > 50 \text{ MPa / m}$$

Les remblais en fin de mise en œuvre feront l'objet de contrôle au pénétromètre dynamique. Des planches d'essais devront avoir été réalisées préalablement afin de s'assurer que le matériel prévu par l'entreprise et le mode d'exécution prévu permettent obtenir les résultats escomptés.

Sans ces essais et contrôles réalisés et/ou suivis par GEOTEC ou son mandataire dans le cadre d'une mission G4 de supervision géotechnique d'exécution, GEOTEC ne saurait engager sa responsabilité sur cette solution (ce qui n'exonère pas l'entreprise de son auto contrôle au titre de sa mission G3).

L'emprise des remblais techniques devra permettre d'assurer la diffusion des contraintes sous charges (constantes, ponctuelles ou roulantes) avec un respect d'une pente de 3/1 (3 à l'horizontale). Cette disposition engendrera la poursuite de la mise en œuvre du remblai technique en dehors de l'emprise des surfaces à remblayer.

V.2. MISE HORS D'EAU

- Phase provisoire

Lors de notre campagne de reconnaissance (du 21 au 23 Août 2018 et Juin 2021), nous n'avons pas observé d'arrivée d'eau dans les sondages menés entre 4,50 et 9,50 m / TA de profondeur.

Les sondages réalisés avec injection d'eau ne permettent pas de définir un niveau de nappe.

Cependant, en fonction de la date de réalisation des terrassements, des arrivées sont possibles au vu de la géomorphologie du site. Afin de maîtriser le captage de celles-ci, nous conseillons la réalisation d'une faible pente au niveau du fond de fouille associée à quelques tranchées drainantes et puisards équipés en pompe.

Assainissement du site : du fait de la pente des terrains, un drainage du terrain sera réalisé pour assainir l'amont des ouvrages tant en phase travaux qu'en phase définitive. Il pourra s'agir soit de tranchées drainantes soit de fossés. La pente sera au minimum de 5 mm/m. Ces ouvrages tiendront compte de la topographie du site et seront raccordés à un exutoire dimensionné de manière suffisante et implanté de manière non dangereuse pour le projet et les avoisinants.

- Phase définitive

Toute infiltration d'eau est proscrite au niveau des fondations du bâtiment, des fondations des ouvrages de soutènement et en amont des ouvrages de soutènement. 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.

Compte-tenu de la nature des terrains, les parties enterrées du projet (ou adossées au terrain) seront soigneusement drainées conformément au DTU 20.1 : drain périphérique avec exutoire gravitaire ou pompe de relevage par exemple.

*

* *

VI. RECOMMANDATIONS POUR LA MISE AU POINT DU PROJET

Le présent rapport constitue le compte rendu et fixe la fin de la mission d'étude géotechnique de conception. Cette phase G2 PRO confiée à GEOTEC a permis de donner les hypothèses géotechniques à prendre en compte des résultats des investigations, présente les principes d'adaptation au sol des ouvrages géotechniques et pré-dimensionne le système de fondations du bâtiment.

Les principales incertitudes qui subsistent à l'issue de cette étude sont les suivantes :

- Les variations de profondeur du toit du substratum,
- La nature, l'épaisseur, l'état de pollution des remblais du site,
- La possibilité ou non d'occuper les tréfonds mitoyens,
- Les caractéristiques intrinsèques des matériaux au niveau des ouvrages de soutènement,
- Les descentes de charges précises du projet (cas de charge défavorable à prendre en compte au ELU),
- Les niveaux d'eaux et les circulations d'eau.

La mise en œuvre de l'ensemble des phases de la mission G2 (G2 DCE/ACT) ainsi que les missions géotechniques suivantes (G3 à G4) devra suivre la présente phase d'étude (mission G2 AVP).

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

CONDITIONS GENERALES

1. Avertissement, préambule

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

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

Dans tous les cas, la responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en cas de dommages à des ouvrages publics ou privés (en particulier, ouvrages enterrés et canalisations) dont la présence et l'emplacement précis ne lui auraient pas été signalés par écrit préalablement à sa mission.

Conformément au décret n° 2011-1241 du 5 octobre 2011 relatif à l'exécution de travaux à proximité de certains ouvrages souterrains, aériens ou subaquatiques de transport ou de distribution, le Client doit fournir, à sa charge et sous sa responsabilité, l'implantation des réseaux privés, la liste et l'adresse des exploitants des réseaux publics à proximité des travaux, les plans, informations et résultats des investigations complémentaires consécutifs à sa Déclaration de projet de Travaux (DT). Ces informations sont indispensables pour permettre les éventuelles DICT (le délai de réponse est de 15 jours) et pour connaître l'environnement du projet. En cas d'incertitude ou de complexité pour la localisation des réseaux sur domaine public, il pourra être nécessaire de faire réaliser, à la charge du Client, des fouilles manuelles pour les repérer. Les conséquences et la responsabilité de toute détérioration de ces réseaux par suite d'une mauvaise communication sont à la charge exclusive du Client.

Conformément à l'art L 411-1 du code minier, le Client s'engage à déclarer à la DREAL tout forage réalisé de plus de 10 m de profondeur. De même, conformément à l'article R 214-1 du code de l'environnement, le Client s'engage à déclarer auprès de la DDT du lieu des travaux les sondages et forages destinés à la recherche, à la surveillance ou au prélèvement d'eaux souterraines (piézomètres notamment).

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

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

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

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

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

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

4. Plans et documents contractuels

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

CONDITIONS GENERALES (SUITE)

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 mettrait 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-cotisation 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 cotisation 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.

CLASSIFICATION DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE

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 GEOTECHNIQUE 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 GEOTECHNIQUE 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 GEOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées) ETUDE ET SUIVI GEOTECHNIQUES 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).
- Elaborer 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 GEOTECHNIQUE 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 GEOTECHNIQUE (G5)

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

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

ENCHAINEMENT DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE

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

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

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

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

ANNEXES

- Annexe 1 : PLAN DE SITUATION
- Annexe 2 : SCHEMA D'IMPLANTATION
- Annexe 3 : SONDAGES ET ESSAIS
- Annexe 4 : SORTIES DE CALCUL FOXTA
- Annexe 5 : SORTIE DE CALCUL GEOMUR

*ANNEXE 1 :
Plan de situation*



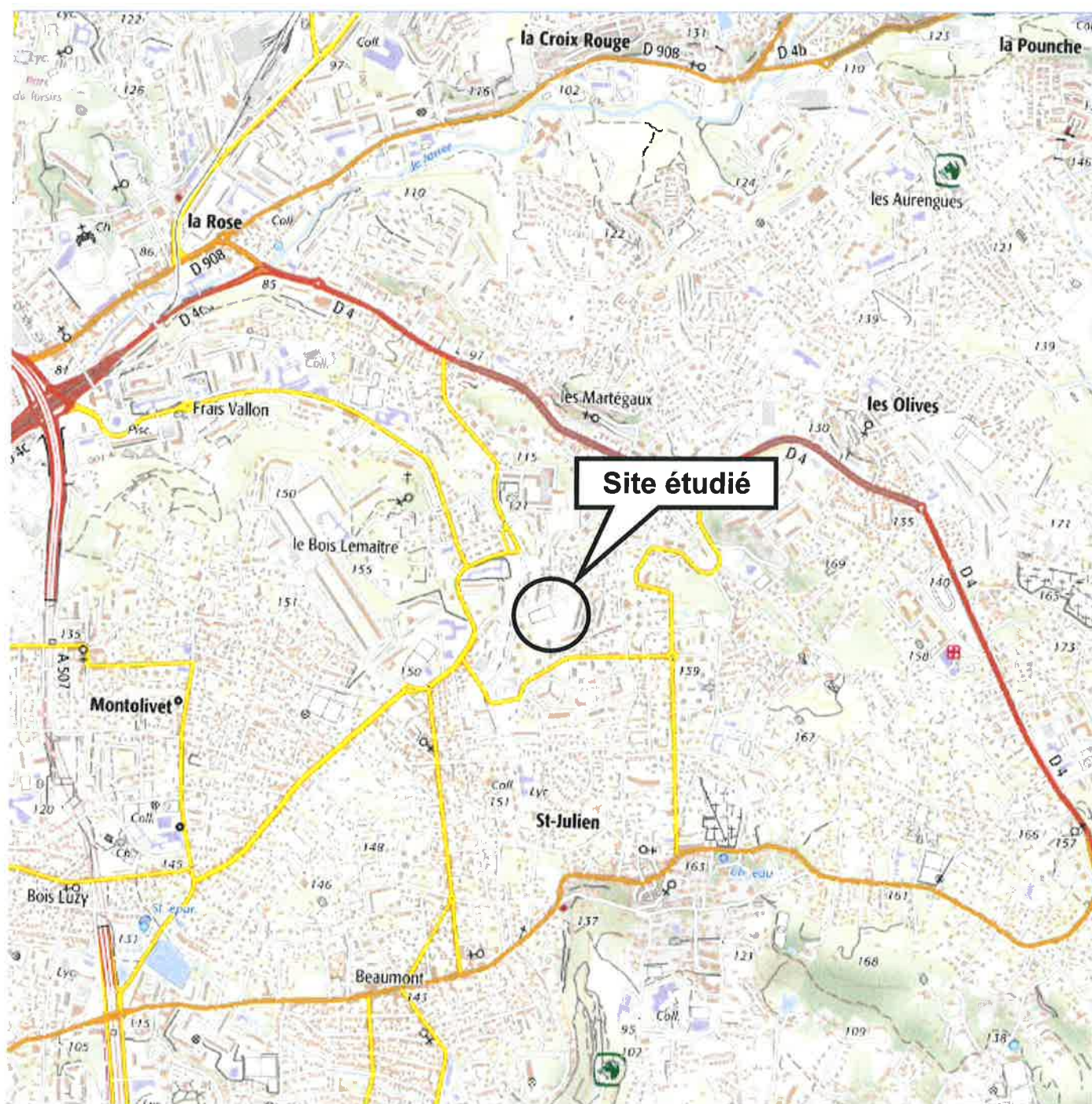
GEOTEC 18/05266/MARSE/01

MARSEILLE

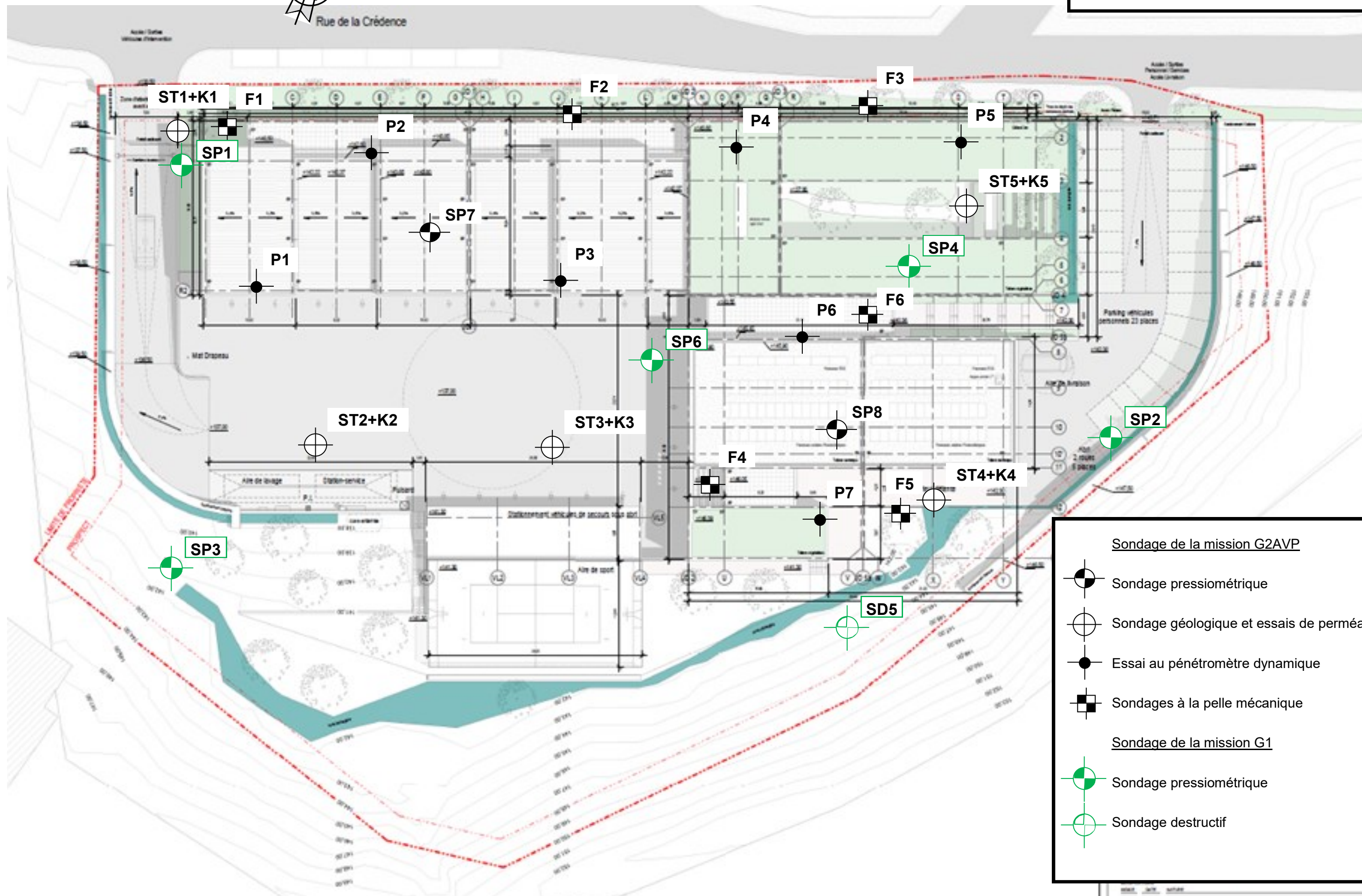
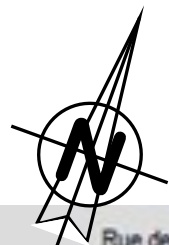
Centre incendie et secours

Plan de situation





Echelle : 1/25000





*ANNEXE 2 :
Plan d'implantation*




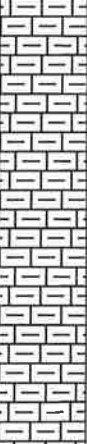
Sondage de la mission G2AVP

-  Sondage pressiométrique
-  Sondage géologique et essais de perméabilité
-  Essai au pénétromètre dynamique
-  Sondages à la pelle mécanique

Sondage de la mission G1

-  Sondage pressiométrique
-  Sondage destructif

*ANNEXE 3 :
Sondages et Essais*

Cote	Prof.	Coupe indicative	Eau	Outil	Prof	Module pressiométrique EM (MPa)	Pression de fluage pf* (MPa)	Pression limite pl* (MPa)	EM/pl*
0,00	0,00					0,1 1 10 100 1000	0,1 1 10 0,1	1 10	
					0				
		Remblais argilo-sableux			1	14,6	1,51	2,29	6
					2				
					3	30,7	1,48	2,52	12
-3,30	3,30				4				
					5	43,2	> 4,81	> 4,81	< 9
		Marno-calcaire blanc			6				
					7	98,6	> 4,87	> 4,87	< 20
					8				
					9	99,9	> 4,86	> 4,86	< 21
					10				
					11				
					12				
					13				
					14				
					15				
					16				
					17				
					18				
					19				
					20				
-9,50	9,50					60,1	> 4,85	> 4,85	< 12

Observations :

Forage à l'air

Cote	Prof.	Coupe indicative	Eau	Outil	Prof	Module pressiométrique EM (MPa)	Pression de fluage pf* (MPa)	Pression limite pl* (MPa)	EM/pl*
0,00	0,00					0,1 1 10 100 1000	0,1 1 10	0,1 1 10	
		R R R R R R R R R R R R R R R R	NEANT	TRIC 63	0				
					1	15,9	1,67	3,12	5
					2				
					3	12,8	1,67	2,93	4
					4	17,8	2,84	2,84	6
-5,10	5,10				5				
					6	50,3	> 4,88	> 4,88	< 10
					7	51,8	> 4,89	> 4,89	< 11
-8,00	8,00				8				
					9				
					10				
					11				
					12				
					13				
					14				
					15				
					16				
					17				
					18				
					19				
					20				


Observations :

Forage à l'air

Cote	Prof.	Coupe indicative	Eau	Outil	Prof	Module pressiométrique EM (MPa)	Pression de fluage pf* (MPa)	Pression limite pl* (MPa)	EM/pl*
0,00	0,00					0,1 1 10 100 1000	0,1 1 10	0,1 1 10	
		R R R R R R R R	NEANT	TRIC 63	0				
		R R R R R R R R			1				
		R R R R R R R R			2	9,23	1,40	2,12	4
-2,90	2,90	R R R R R R R R			3				
		R R R R R R R R			4	61,1	> 4,83	> 4,83	< 13
-4,50	4,50	R R R R R R R R			5				
		R R R R R R R R			6				
		R R R R R R R R			7				
		R R R R R R R R			8				
		R R R R R R R R			9				
		R R R R R R R R			10				
		R R R R R R R R			11				
		R R R R R R R R			12				
		R R R R R R R R			13				
		R R R R R R R R			14				
		R R R R R R R R			15				
		R R R R R R R R			16				
		R R R R R R R R			17				
		R R R R R R R R			18				
		R R R R R R R R			19				
		R R R R R R R R			20				

Observations :

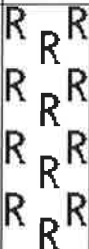
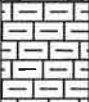
Forage à l'air

Cote	Prof.	Coupe indicative	Eau	Outil	Prof	Module pressiométrique EM (MPa)	Pression de fluage pf* (MPa)	Pression limite pl* (MPa)	EM/pl*
0,00	0,00					0,1 1 10 100 1000	0,1 1 10	0,1 1 10	
					0				
		Remblais argileux beiges à cailloux	NEANT	TRIC 63	1	13,6	2,06	2,99	5
-2,90	2,90				2				
		Marno-calcaire blanc			3				
-4,50	4,50				4	89,0	> 4,89	> 4,89	< 18
					5				
					6				
					7				
					8				
					9				
					10				
					11				
					12				
					13				
					14				
					15				
					16				
					17				
					18				
					19				
					20				

Observations :

Forage à l'air

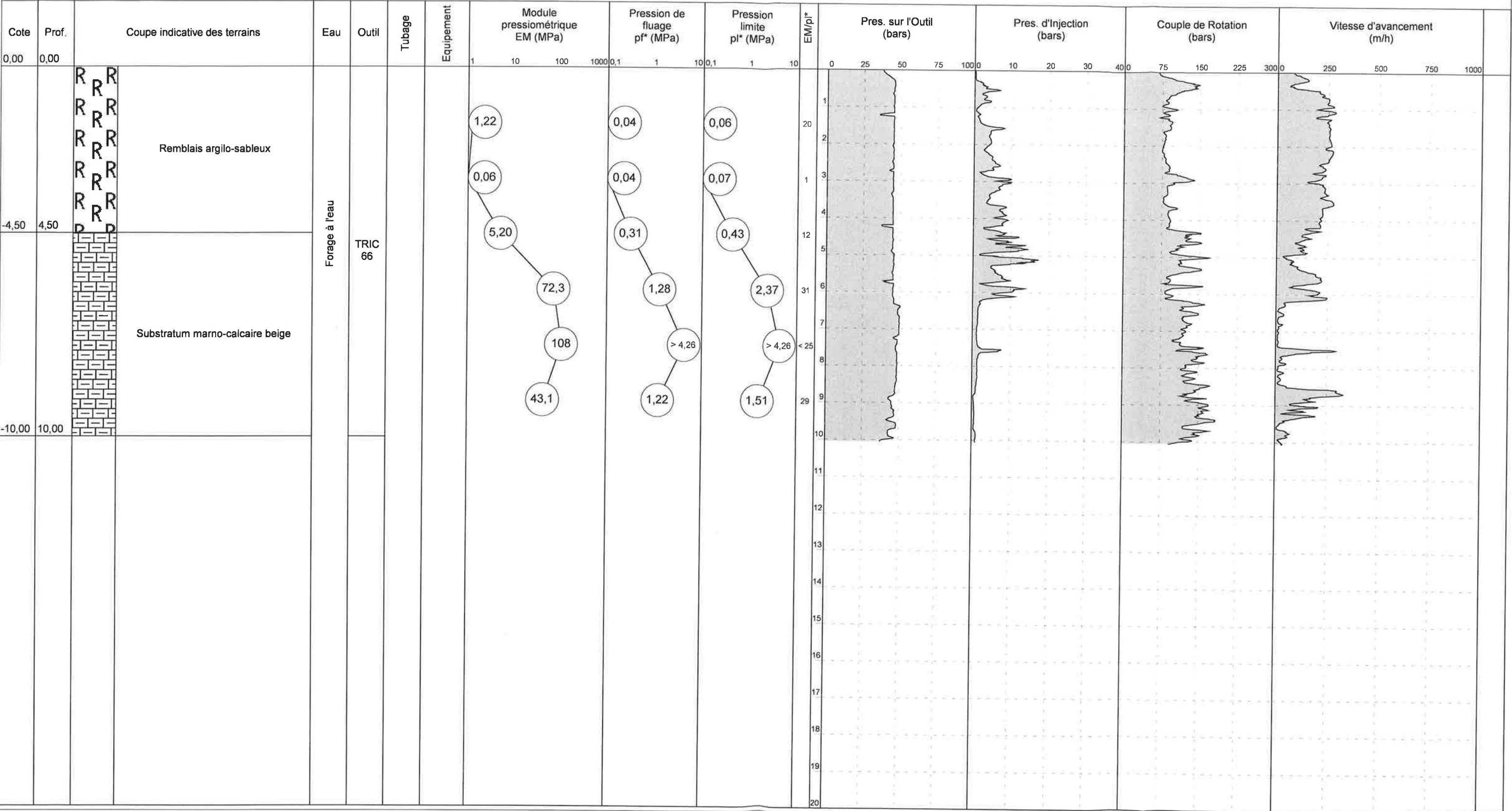
Observations :

Cote	Prof.	Coupe indicative	Eau	Outil	Prof	Module pressiométrique EM (MPa)	Pression de fluage pf* (MPa)	Pression limite pl* (MPa)	EM/pl*
0,00	0,00					0,1 1 10 100 1000	0,1 1 10	0,1 1 10	
					0				
		Remblais argileux beige à cailloutis			1	17,7	1,67	2,57	7
					2				
					3	18,6	2,07	3,90	5
-3,50	3,50				4				
					5	50,6	> 4,88	> 4,88	< 10
-5,00	5,00				6				
					7				
					8				
					9				
					10				
					11				
					12				
					13				
					14				
					15				
					16				
					17				
					18				
					19				
					20				

EXGTE 2.30

Observations :

Forage à l'air





Site : MARSEILLE

Sondage : S1

Inclinaison/Verticale

Date : 27/05/2021

Echelle : 1/100

X:

Y:

Z:

Affaire : 18/05266/MARSE/02

Page : 1/1

Cote	Prof.	Coupe indicative des terrains		Eau	Outil	Ech
0,00	0,00			NEANT	TAR 100	
-0,70	0,70		Limon sableux noirâtre à cailloux			
			Limon sablo-argileux marron à cailloux			
-2,00	2,00					

Observations : Arrêt du sondage à 2.0m

EXGTE 3.23



Inclinaison/Verticale :

Date : 27/05/2021

Echelle : 1/100

LA GÉOTECHNIQUE PARTENAIRE

Site : MARSEILLE

X:

 $\gamma:$

z:

Affaire : 18/05266/MARSE/02

Page : 1/1

Observations : Arrêt du sondage à 3.0m	EXGTE 3.2
--	-----------



Inclinaison/Verticale :

Echelle : 1/100

Site : MARSEILLE

X:

Y:


z:

Affaire : 18/05266/MARSE/02

Page : 1/1

Observations : Arrêt du sondage à 2.0m

EXGTE 3.23

Cote	Prof.	Coupe indicative des terrains		Eau	Outil	Ech
0,00	0,00					
-0,80	0,80		Limon argilo-sableux à gros blocs	NEANT	TAR 100	

Observations : Refus du sondage à 0.8m

EXGTE 3.23



Inclinaison/Verticale :

Date : 27/05/2021

Echelle : 1/100

Site : MARSEILLE

X:

Y:

Z:

Affaire : 18/05266/MARSE/02

Page : 1/1

Observations : Refus du sondage à 2.6m

EXGTE 3.23

Cote	Prof.	Nature du terrain	Eau	Ech
±0,10	0,10			
		<div> <div>R</div> <div>R</div> <div>R</div> <div>R</div> </div> Limon brun à racines		
-1,80	1,80			
-2,10	2,10	<div> <div>R</div> <div>R</div> <div>R</div> <div>R</div> </div> Remblai : Sable rougeâtre à graviers, cailloux et gros blocs en fond, débris de verre		
		<div> <div>o</div> <div>o</div> <div>o</div> </div> Limon argileux brun à quelques cailloux		



Site : MARSEILLE

Sondage : F2

Inclinaison/Verticale :

Date : 22/05/2021

Echelle : 1/100

X:

Y:

Z:

Affaire : 18/05266/MARSE

Page : 1/1

[illegible]

Observations : arrêt à 2m de profondeur/TA

EXGTE 3.23



Site : MARSEILLE

Sondage : F3

Inclinaison/Verticale :

Date : 22/05/2021

Echelle : 1/100

X:

Y:

z:

Affaire : 18/05266/MARSE

Page : 1/1

Cote	Prof.	Nature du terrain	Eau	Ech
-0,10	0,10			
-0,50	0,50	R R Limon brun		
		Remblai : able rougeâtre à graviers		
-1,10	1,10	Argile marneuse grise (remblai possible)		

Observations : refus à 1.1m de profondeur/TA

EXGTE 3.23



Site : MARSEILLE

Sondage : F4

Inclinaison/Verticale :

Date : 22/05/2021

Echelle : 1/100

X:

Y:

Z:

Affaire : 18/05266/MARSE

Page : 1/1

Cote	Prof.	Nature du terrain	Eau	Ech
-0,10	0,10			
-0,70	0,70	R _D R Limon brun foncé à racines		
		Remblai : limon sableux à graviers		

Observations : refus à 0.7m de profondeur/TA

EXGTE 3.23



Site : MARSEILLE

Sondage : F5

Inclinaison/Verticale :

Date : 22/05/2021

Echelle : 1/100

X:

Y:

z:

Affaire : 18/05266/MARSE

Page : 1/1

Cote	Prof.	Nature du terrain	Eau	Ech
-0.10	0.10			
-0.50	0.50	R - R Limon à racines		
		remblai : Limon brun foncé à graviers, cailloux et blocs. Présence de débris plastiques, métalliques,...		

Observations : refus à 0.6m de profondeur/TA

EXGTE 3.23



Inclinaison/Verticale :

Echelle : 1/100

X:

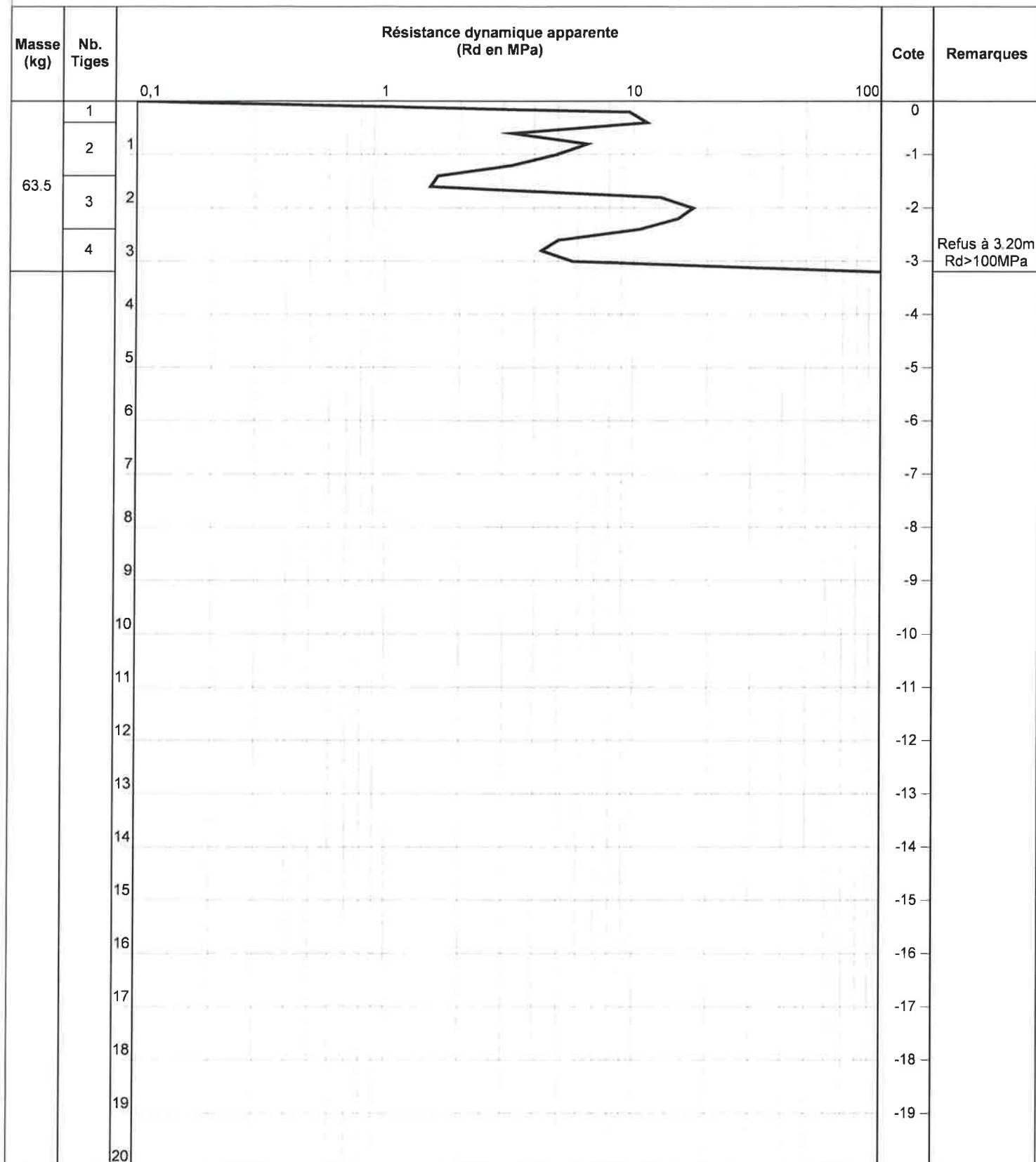
Y:

Z:

Page : 1/1

Observations : refus à 1.5m de profondeur/TA

EXGTE 3.23

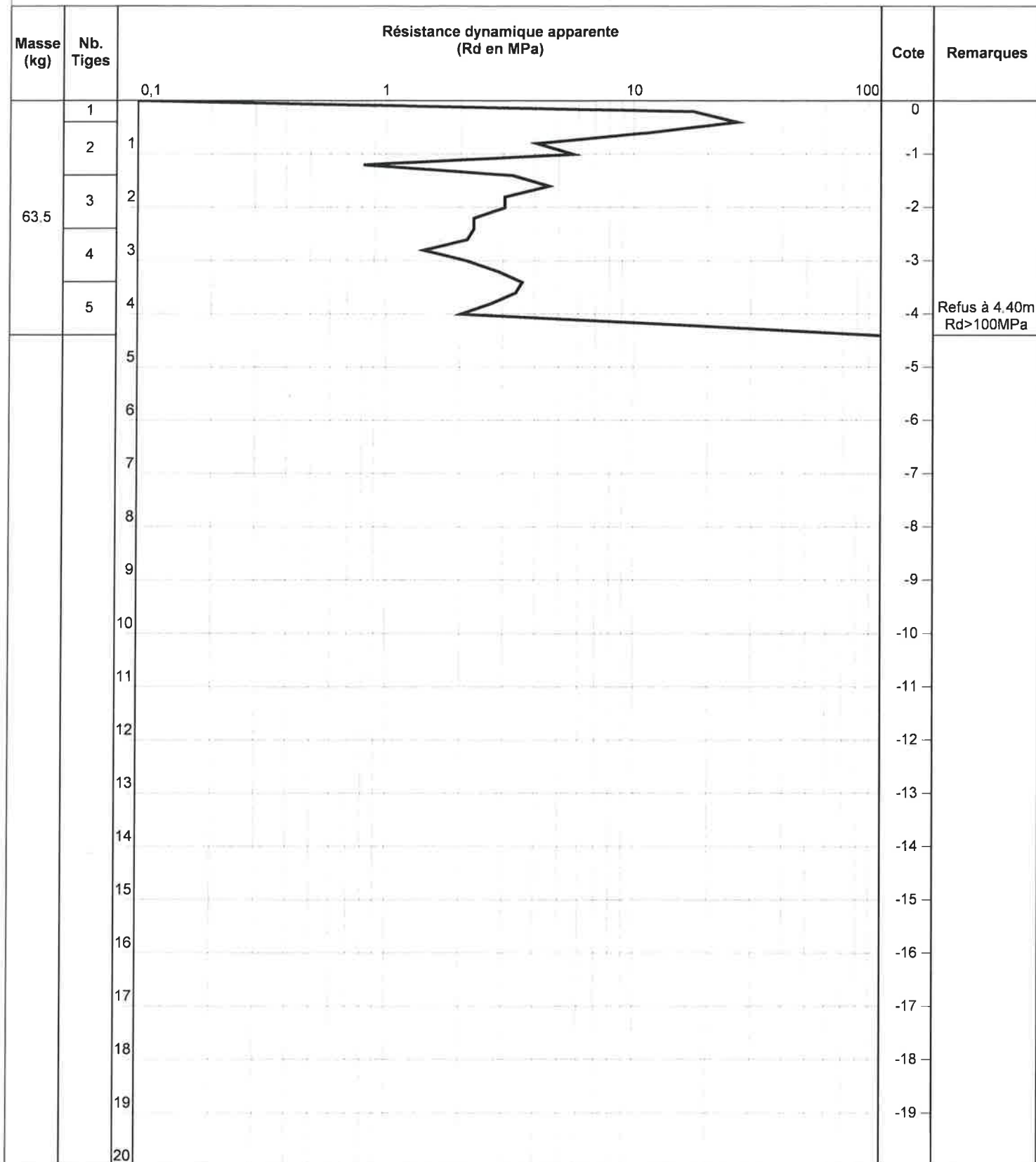


Caractéristiques du pénétrromètre dynamique PDB

EXGTE 3.23

Masse mouton : 63.5 kg
Hauteur de chute : 75 cm
Section de la pointe : 20.428 cm²
Observations :

Masse enclume : 12.37 kg
Masse de la pointe : 1.05 kg
Masse d'une tige : 6.31 kg

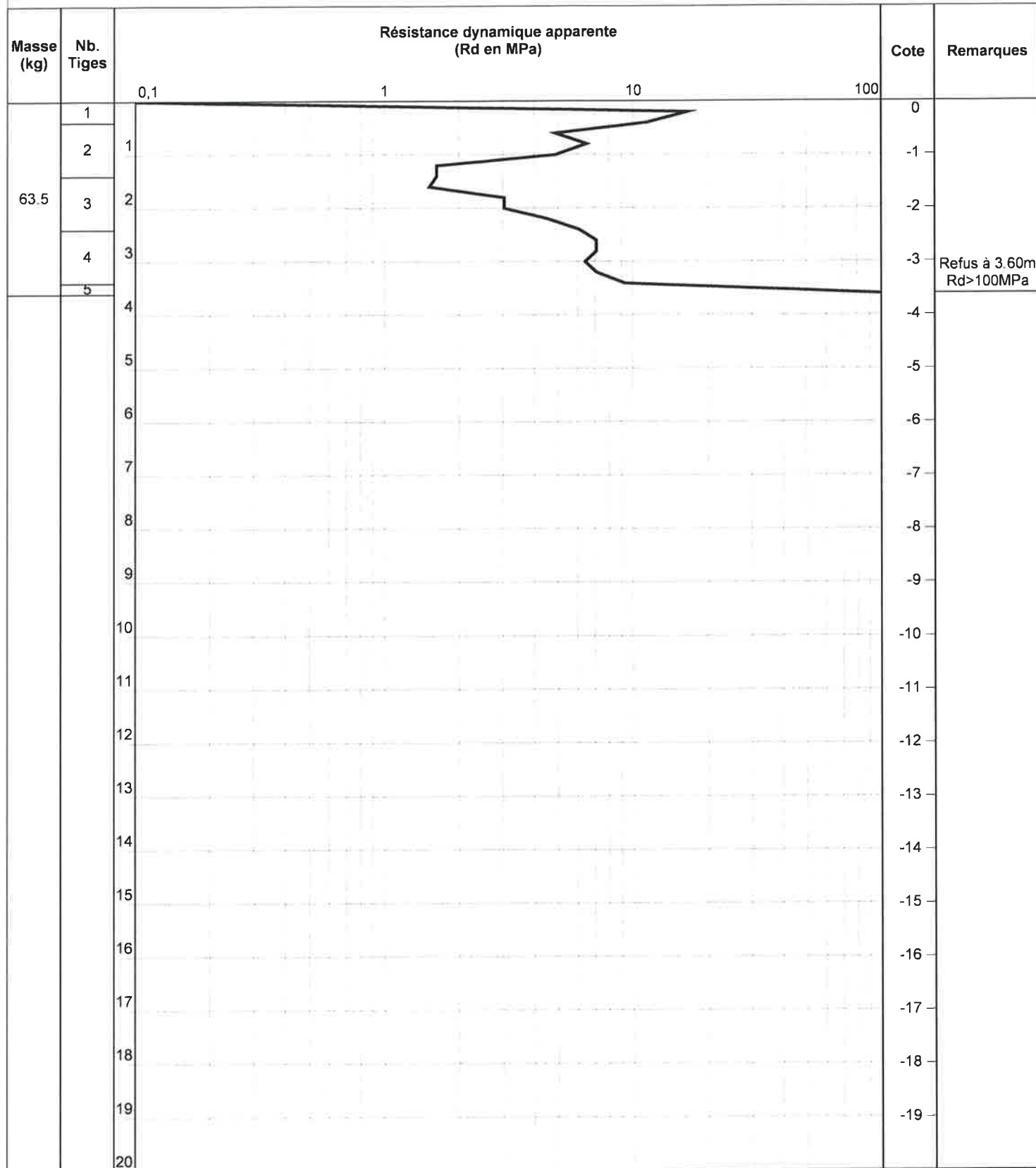


Caractéristiques du pénétrromètre dynamique PDB

EXGTE 3.23

Masse mouton : 63.5 kg
Hauteur de chute : 75 cm
Section de la pointe : 20.428 cm²
Observations :

Masse enclume : 12.37 kg
Masse de la pointe : 1.05 kg
Masse d'une tige : 6.31 kg

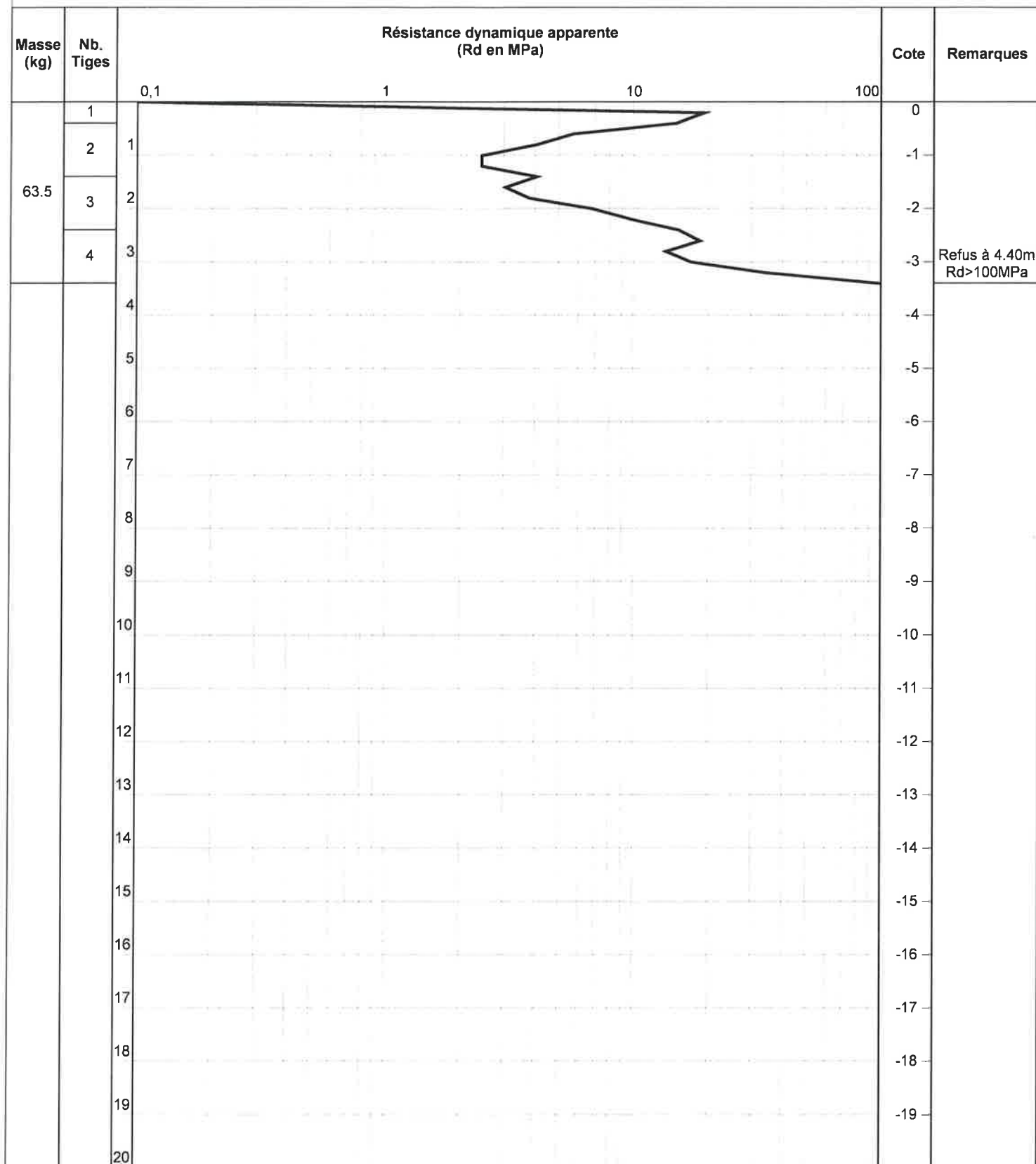


Caractéristiques du pénétrromètre dynamique PDB

EXGTE 3.23

Masse mouton : 63.5 kg
Hauteur de chute : 75 cm
Section de la pointe : 20.428 cm²
Observations :

Masse enclume : 12.37 kg
Masse de la pointe : 1.05 kg
Masse d'une tige : 6.31 kg



Caractéristiques du pénétromètre dynamique PDB

EXGTE 3.23

Masse mouton : 63.5 kg

Hauteur de chute : 75 cm

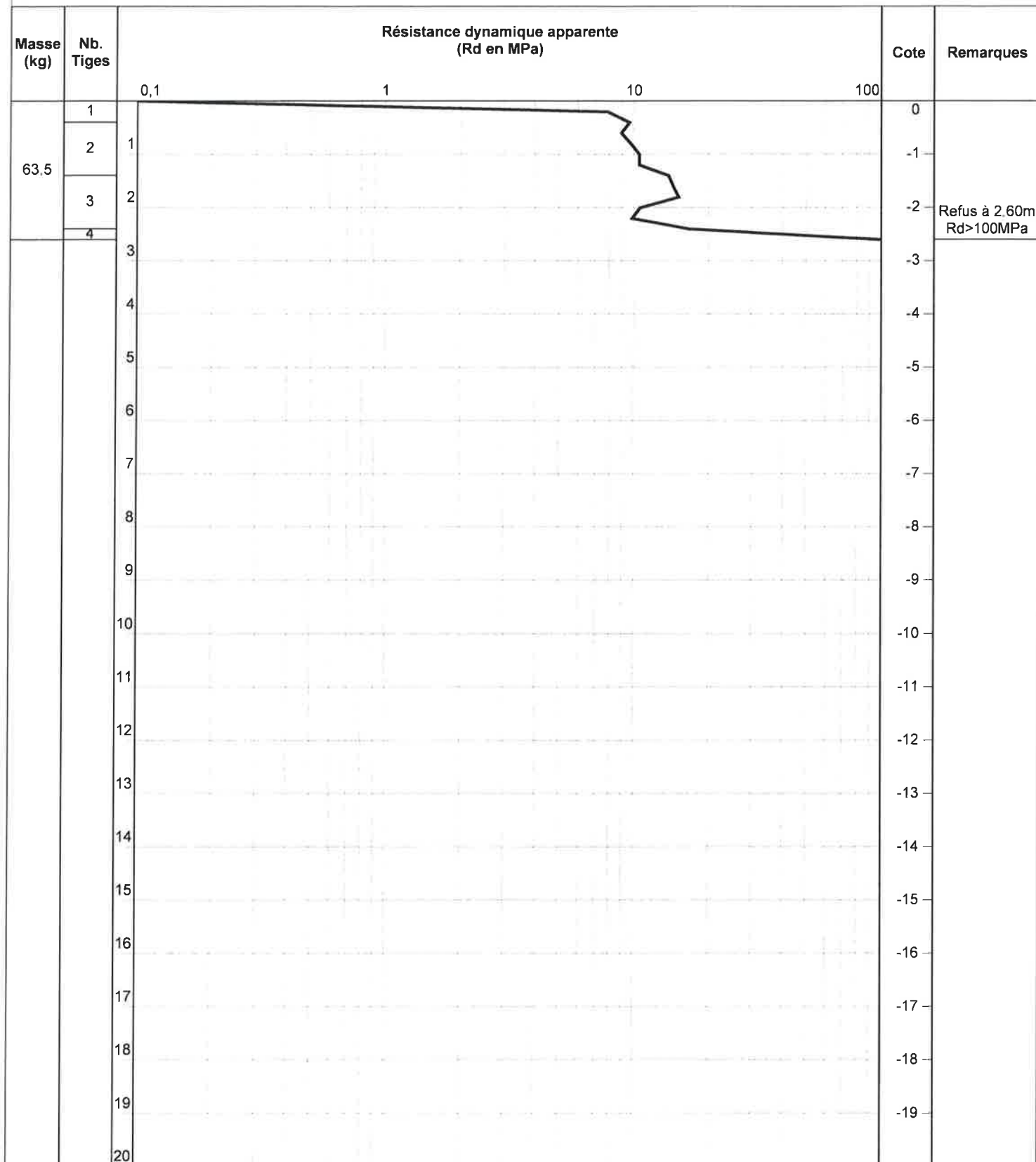
Section de la pointe : 20.428 cm²

Observations :

Masse enclume : 12.37 kg

Masse de la pointe : 1.05 kg

Masse d'une tige : 6.31 kg

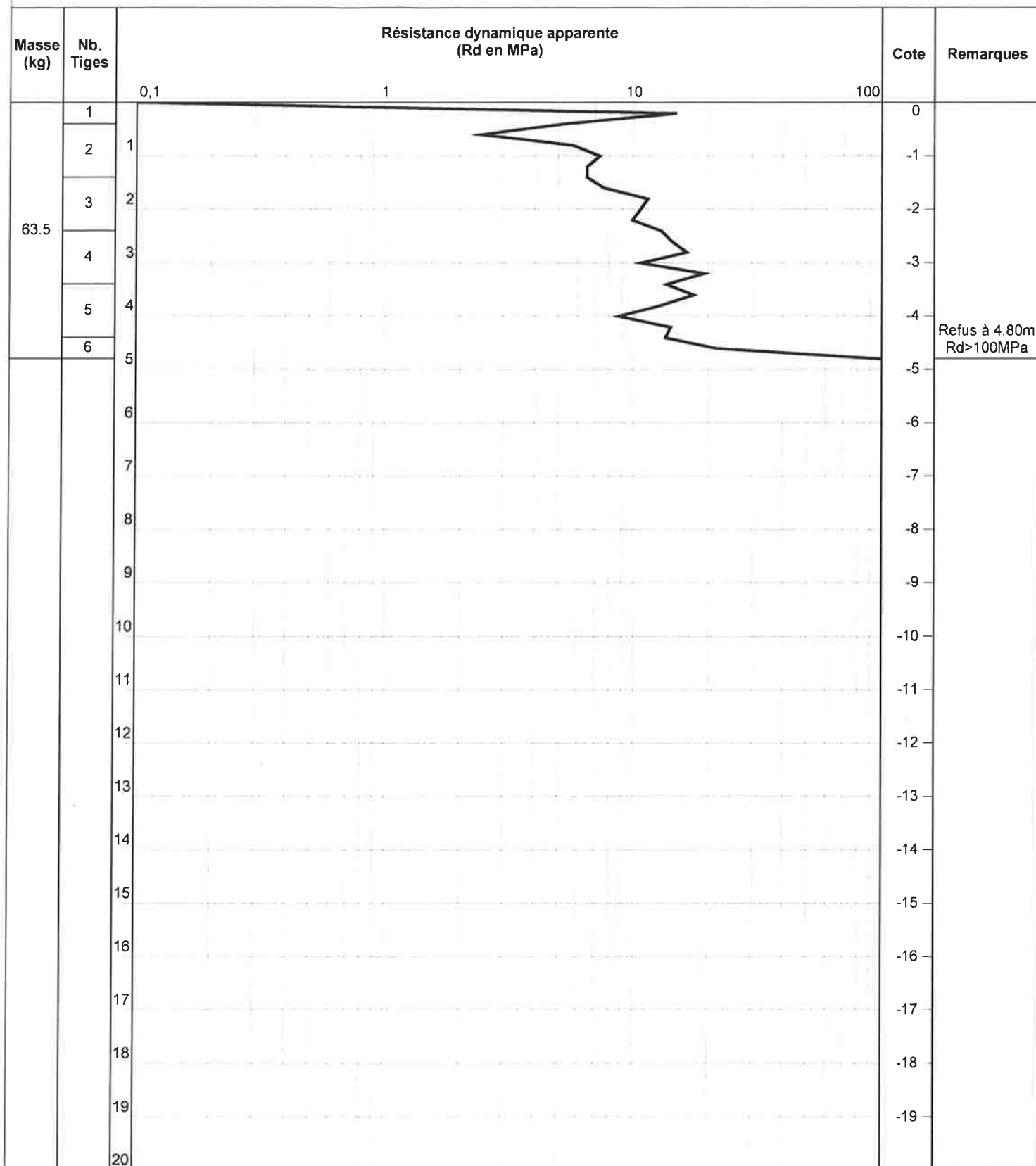


Caractéristiques du pénétrromètre dynamique PDB

EXGTE 3.23

Masse mouton : 63.5 kg
Hauteur de chute : 75 cm
Section de la pointe : 20.428 cm²
Observations :

Masse enclume : 12.37 kg
Masse de la pointe : 1.05 kg
Masse d'une tige : 6.31 kg



Caractéristiques du pénétromètre dynamique PDB

EXGTE 3.23

Masse mouton : 63.5 kg

Masse enclume : 12.37 kg

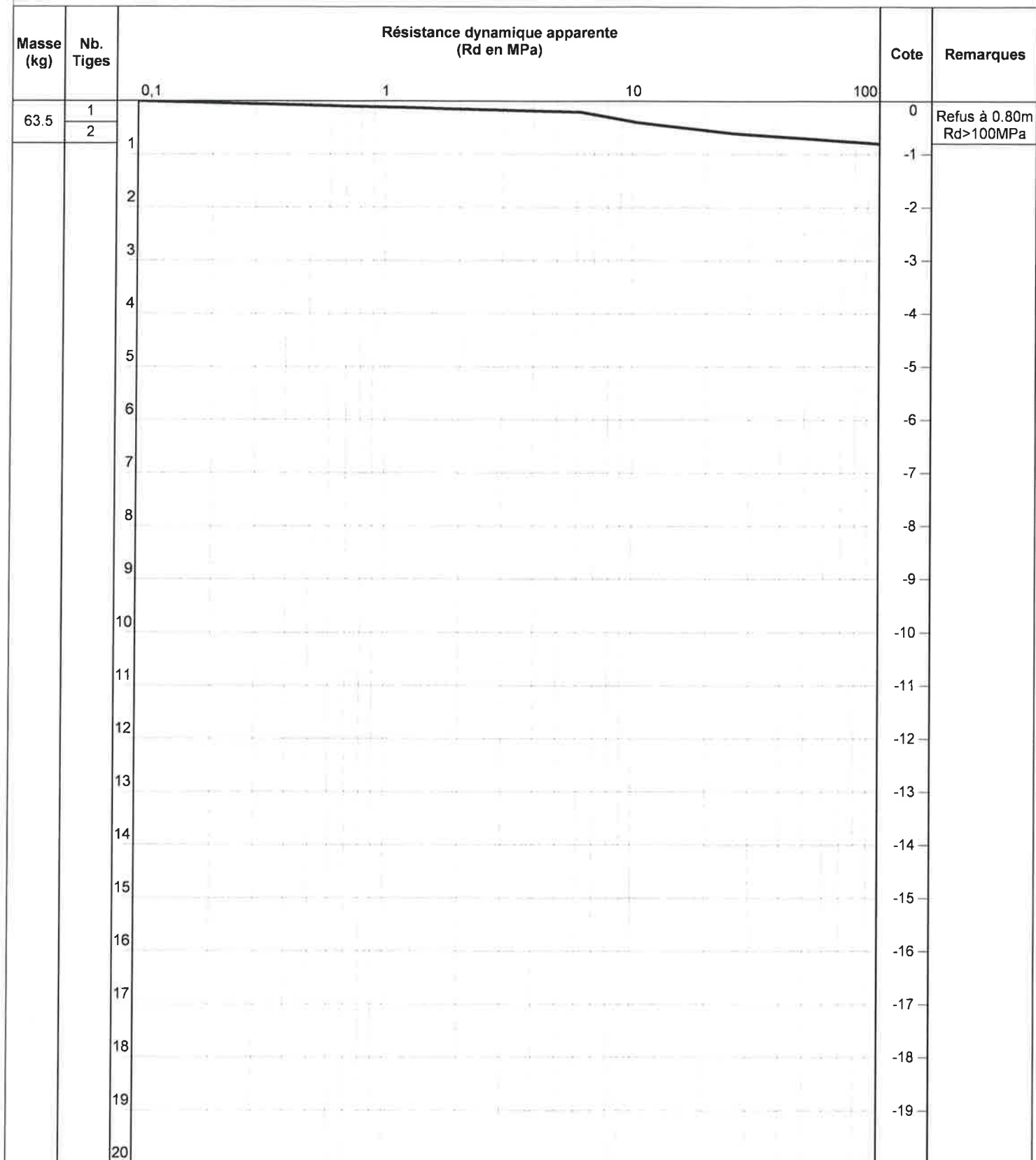
Hauteur de chute : 75 cm

Masse de la pointe : 1.05 kg

Section de la pointe : 20.428 cm²

Masse d'une tige : 6.31 kg

Observations :



Caractéristiques du pénétrromètre dynamique PDB

EXGTE 3.23

Masse mouton : 63.5 kg

Masse enclume : 12.37 kg

Hauteur de chute : 75 cm

Masse de la pointe : 1.05 kg

Section de la pointe : 20.428 cm²

Masse d'une tige : 6.31 kg

Observations :

ESSAI D'EAU PORCHET

(selon norme NFX 30-423)

Sondage :

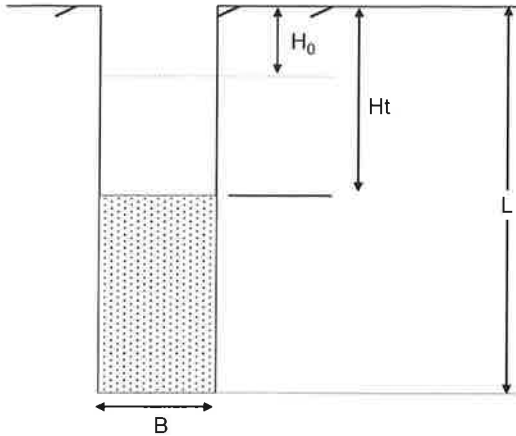
S2

Lieu :

MARSEILLE

Date :

27/05/2021



Niveau piézométrique : $H_p =$ m

CAVITE

L = 2 m

Profondeur
par rapport
au TN

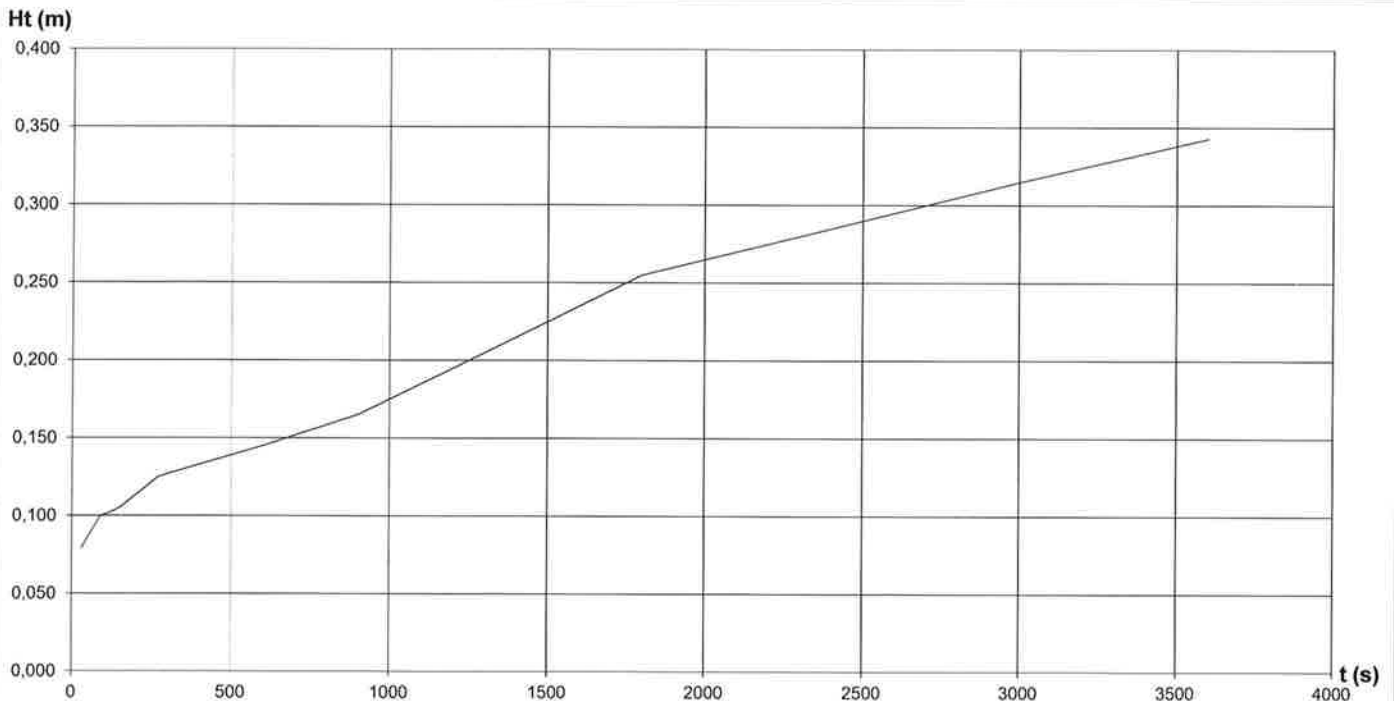
De 0,08 m
à 2,00 m

B = 0,063 m

IMPLANTATION
DU
SONDAGE

X =
Y =
Z(NGF) = m

t(s)	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	600	900	1200	1500
Q(t)		2,1E-06	1E-06	0	0	1E-06	0	1E-06	5,2E-07	-5E-07	2,1E-07	2,1E-07	3,1E-07	3,1E-07
Ht (m)	0,079	0,09	0,1	0,102	0,105	0,11	0,115	0,12	0,125	0,127	0,145	0,165	0,195	0,225
t(s)	1800	2400	3000	3600										
Q(t)	3,1E-07	1E-07	2,1E-07	1,6E-07										
Ht (m)	0,255	0,285	0,315	0,343										



PROCES-VERBAL ESSAI D'EAU PORCHET

(selon norme NFX 30-423)

Sondage :

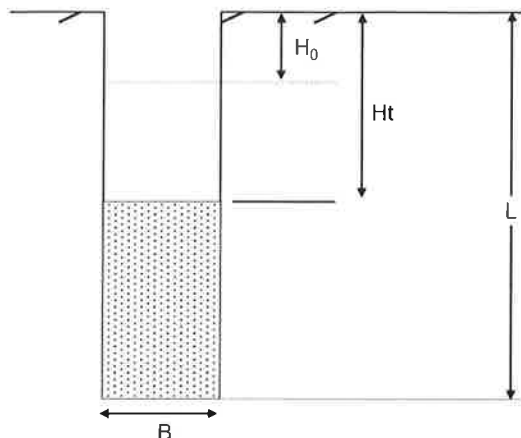
S3

Lieu :

MARSEILLE

Date :

27/05/2021



Niveau piézométrique : $H_p =$ m

CAVITE

L = 2 m

Profondeur
par rapport
au TN

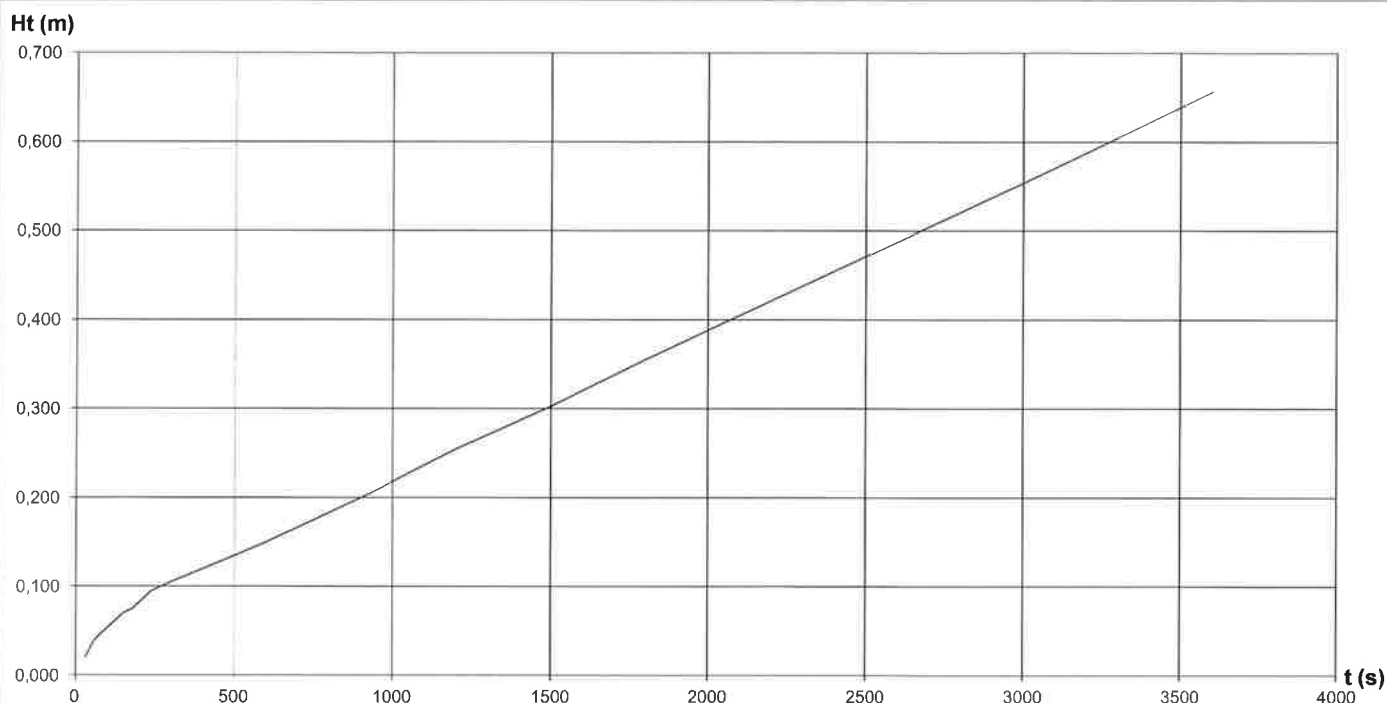
De 0,02 m
à 2,00 m

B = 0,063 m

IMPLANTATION
DU
SONDAGE

X =
Y =
Z(NGF) = m

t(s)	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	600	900	1200	1500
Q(t)		2,1E-06	1E-06	1E-06	1E-06	5,2E-07	1E-06	5,2E-07	1E-06	0	5,2E-07	5,2E-07	5,2E-07	5,2E-07
Ht (m)	0,02	0,04	0,05	0,06	0,07	0,075	0,085	0,095	0,1	0,105	0,15	0,2	0,255	0,303
t(s)	1800	2400	3000	3600										
Q(t)	5,2E-07	5,2E-07	5,2E-07	5,2E-07										
Ht (m)	0,355	0,455	0,554	0,656										



ESSAI D'EAU PORCHET

(selon norme NFX 30-423)

Sondage :

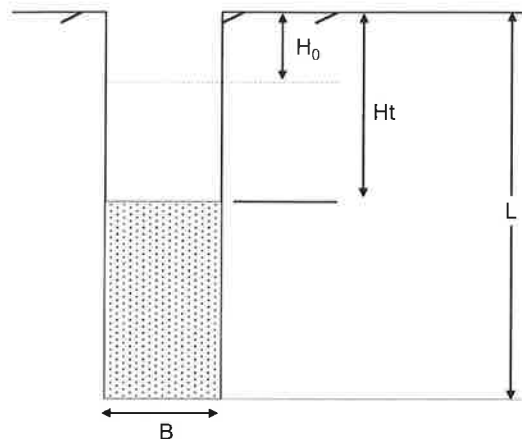
SS

Lieu :

MARSEILLE

Date :

27/05/2021



Niveau piézométrique : $H_p =$ m

CAVITE

L = 2,6 m

Profondeur
par rapport
au TN

De 0,01 m
à 2,60 m

B = 0,063 m

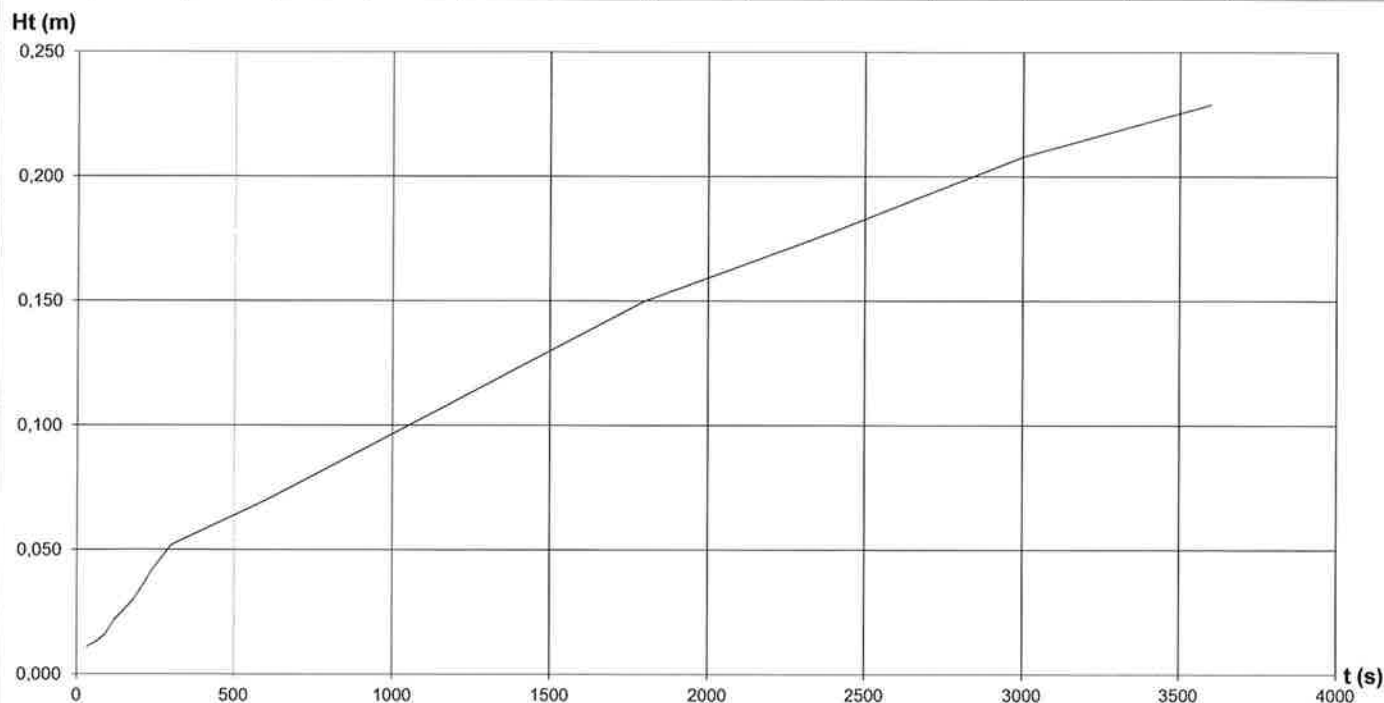
IMPLANTATION
DU
SONDAGE

X =

Y =

Z(NGF) = m

t(s)	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	600	900	1200	1500
Q(t)		2,1E-07	-3E-07	1,2E-06	-2E-07	1E-06	1E-06	0	0	1E-06	2,1E-07	2,1E-07	2,1E-07	2,1E-07
Ht (m)	0,011	0,013	0,016	0,022	0,026	0,03	0,036	0,042	0,047	0,052	0,07	0,09	0,11	0,13
t(s)	1800	2400	3000	3600										
Q(t)	2,1E-07	1E-07	1,6E-07	1E-07										
Ht (m)	0,15	0,178	0,208	0,229										



*ANNEXE 4 :
Sorties de calculs FOXTA*

Fondprof : pieu en diamètre 400 mm et pieu en diamètre 500 mm

Taspie : pieu en diamètre 400 mm et pieu en diamètre 500 mm

Picoef : 5 cas de pieux au séisme

Données

Titre du projet : Pré-dimensionnement des fondations profondes par pieux (pieu n°1)

Numéro d'affaire : 18/05266

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Pieu 400 mm

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) : 0,40

Classe du pieu : 1 - Pieu/micropieu foré

Catégorie du pieu : 4 [FTR] - Foré tubé (virole récupérée)

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	0,455	0,556	0,909	1,000

Cote de référence (m) : 0,00

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	$\gamma_R, d1 \times \gamma_R, d2$
1	Remblais		Argile, limons	-5,10	2100,00	0,01	0,01	1,265
2	Substratum		Marne et calcaire marneux	-15,00	4700,00	170,00	1,45	1,265

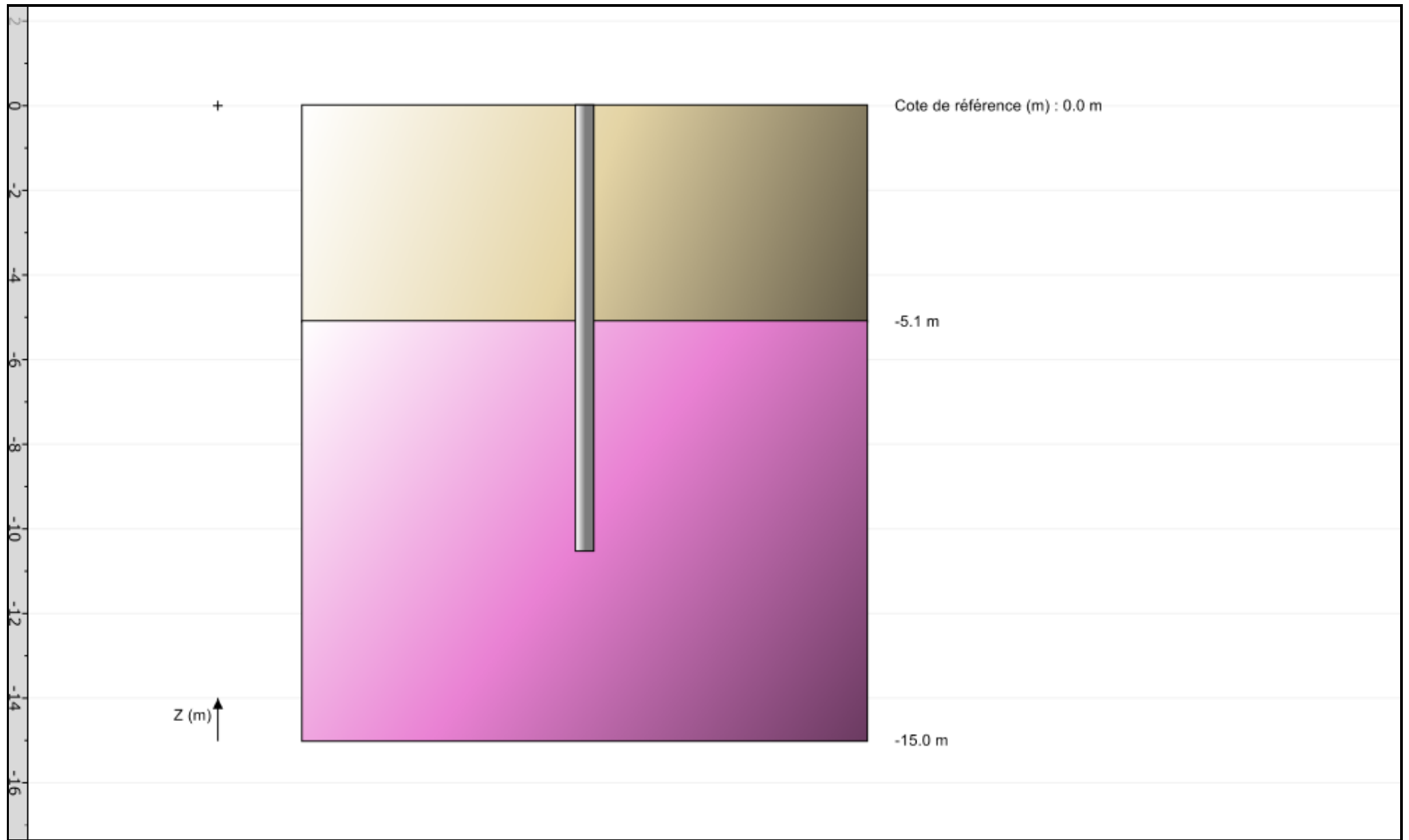
Critère de calcul : Longueur imposée

Longueur du pieu (m) : 10,51

Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non

Contrôle de la résistance structurale de la section : Non

Onglet "Paramètres généraux"



File : C:\Users\mdasilva\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v4\17124\FP.0.resu

Calcul réalisé le : 17/02/2022 à 17h41
par : GEOTEC

Options du calcul :

- calcul basé sur des paramètres issus du pressiomètre de Ménard
- calcul selon les règles de la norme NF P 94 262
- profil de pression limite pl* défini par couche
- pour pieu de catégorie : 4
- pour pieu travaillant en compression

Combinaisons	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
Frottement	0.636	0.778	0.909	1.000
Pointe	0.455	0.556	0.909	1.000

Cote de référence : 0.000

Section du pieu : 0.126
Périmètre : 1.257

Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	pl*	qsl	kpmin	kpmax	gamrd
01	-5.10	2100.0	0.01	1.00	0.01	1.26
02	-15.00	4700.0	170.00	1.00	1.45	1.26

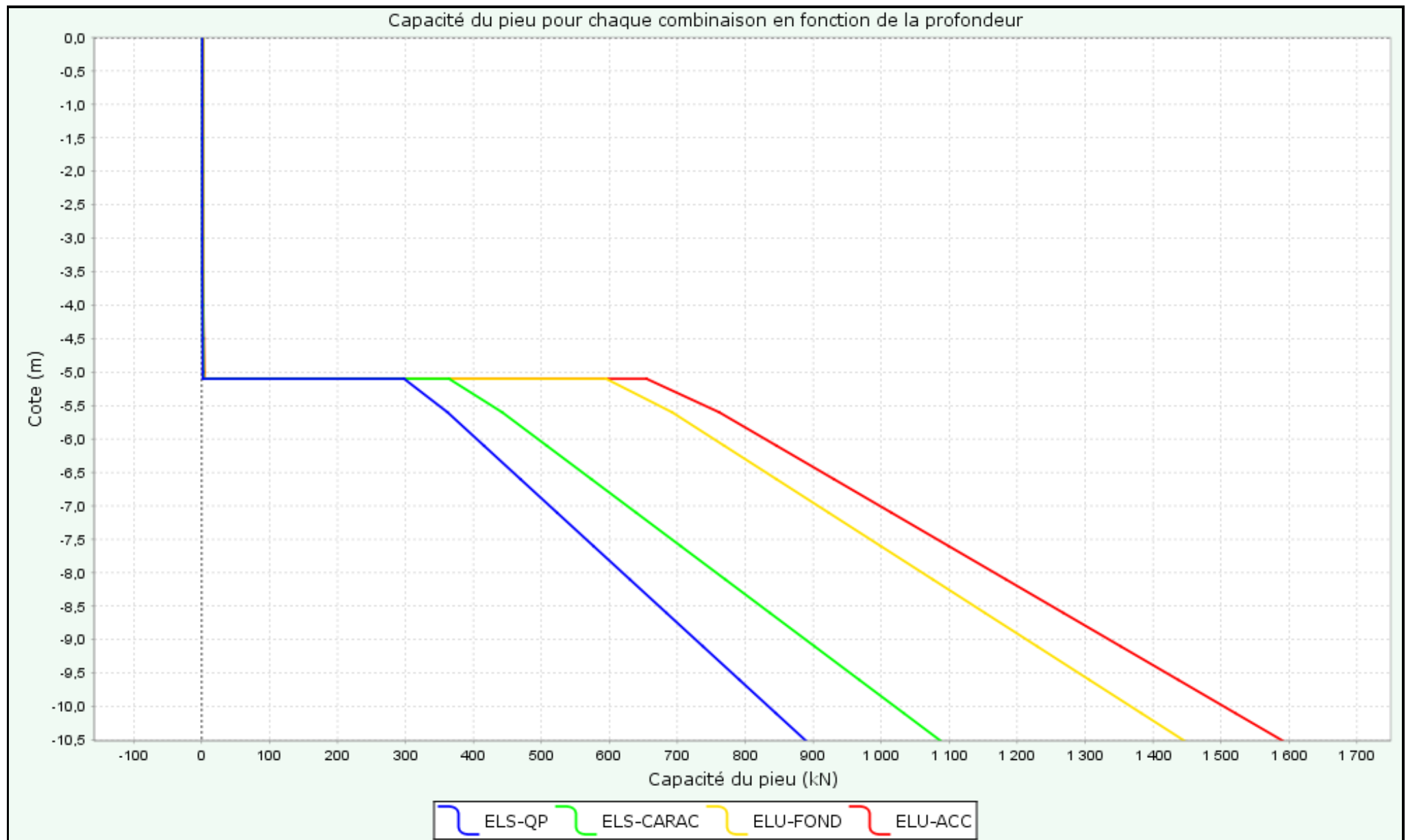
Pas du calcul : 0.50

 SOLUTION

Calcul à longueur imposée : L = 10.51

couche	cote	qsl	ple	kp	Qs	Qp	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
01	0.00	0.01	2100.0	0.010	0.0	2.6	0.9	1.2	1.9	2.1
01	-0.50	0.01	2100.0	0.010	0.0	2.6	1.0	1.2	1.9	2.1
01	-1.00	0.01	2100.0	0.010	0.0	2.6	1.0	1.2	1.9	2.1
01	-1.50	0.01	2100.0	0.010	0.0	2.6	1.0	1.2	1.9	2.1
01	-2.00	0.01	2100.0	0.010	0.0	2.6	1.0	1.2	1.9	2.1
01	-2.50	0.01	2100.0	0.010	0.0	2.6	1.0	1.2	1.9	2.1
01	-3.00	0.01	2100.0	0.010	0.0	2.6	1.0	1.2	1.9	2.1
01	-3.50	0.01	2100.0	0.010	0.0	2.6	1.0	1.2	1.9	2.1
01	-4.00	0.01	2620.0	0.010	0.1	3.3	1.2	1.5	2.4	2.6
01	-4.50	0.01	3270.0	0.010	0.1	4.1	1.5	1.8	3.0	3.3
01	-5.00	0.01	3920.0	0.010	0.1	4.9	1.8	2.2	3.6	3.9
01	-5.10	0.01	4050.0	0.010	0.1	5.1	1.9	2.3	3.7	4.1
02	-5.10	170.00	4700.0	1.402	0.1	828.1	297.9	364.0	595.1	654.7
02	-5.60	170.00	4700.0	1.450	106.9	856.4	361.8	442.1	692.2	761.5
02	-6.10	170.00	4700.0	1.450	213.7	856.4	415.5	507.8	768.9	845.9
02	-6.60	170.00	4700.0	1.450	320.5	856.4	469.2	573.5	845.7	930.4
02	-7.10	170.00	4700.0	1.450	427.3	856.4	522.9	639.2	922.5	1014.8
02	-7.60	170.00	4700.0	1.450	534.1	856.4	576.6	704.9	999.2	1099.2
02	-8.10	170.00	4700.0	1.450	640.9	856.4	630.3	770.6	1076.0	1183.7
02	-8.60	170.00	4700.0	1.450	747.8	856.4	684.0	836.3	1152.7	1268.1
02	-9.10	170.00	4700.0	1.450	854.6	856.4	737.7	902.0	1229.5	1352.5
02	-9.60	170.00	4700.0	1.450	961.4	856.4	791.4	967.7	1306.2	1437.0
02	-10.10	170.00	4700.0	1.450	1068.2	856.4	845.1	1033.4	1383.0	1521.4

Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



Données

Titre du projet : Pré-dimensionnement des fondations profondes par pieux (pieu n°3)

Numéro d'affaire : 18/05266

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Pieu 500 mm

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) : 0,50

Classe du pieu : 1 - Pieu/micropieu foré

Catégorie du pieu : 4 [FTR] - Foré tubé (virole récupérée)

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	0,455	0,556	0,909	1,000

Cote de référence (m) : 0,00

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	$\gamma_R, d1 \times \gamma_R, d2$
1	Remblais		Argile, limons	-5,10	2100,00	0,01	0,01	1,265
2	Substratum		Marne et calcaire marneux	-20,00	4700,00	170,00	1,45	1,265

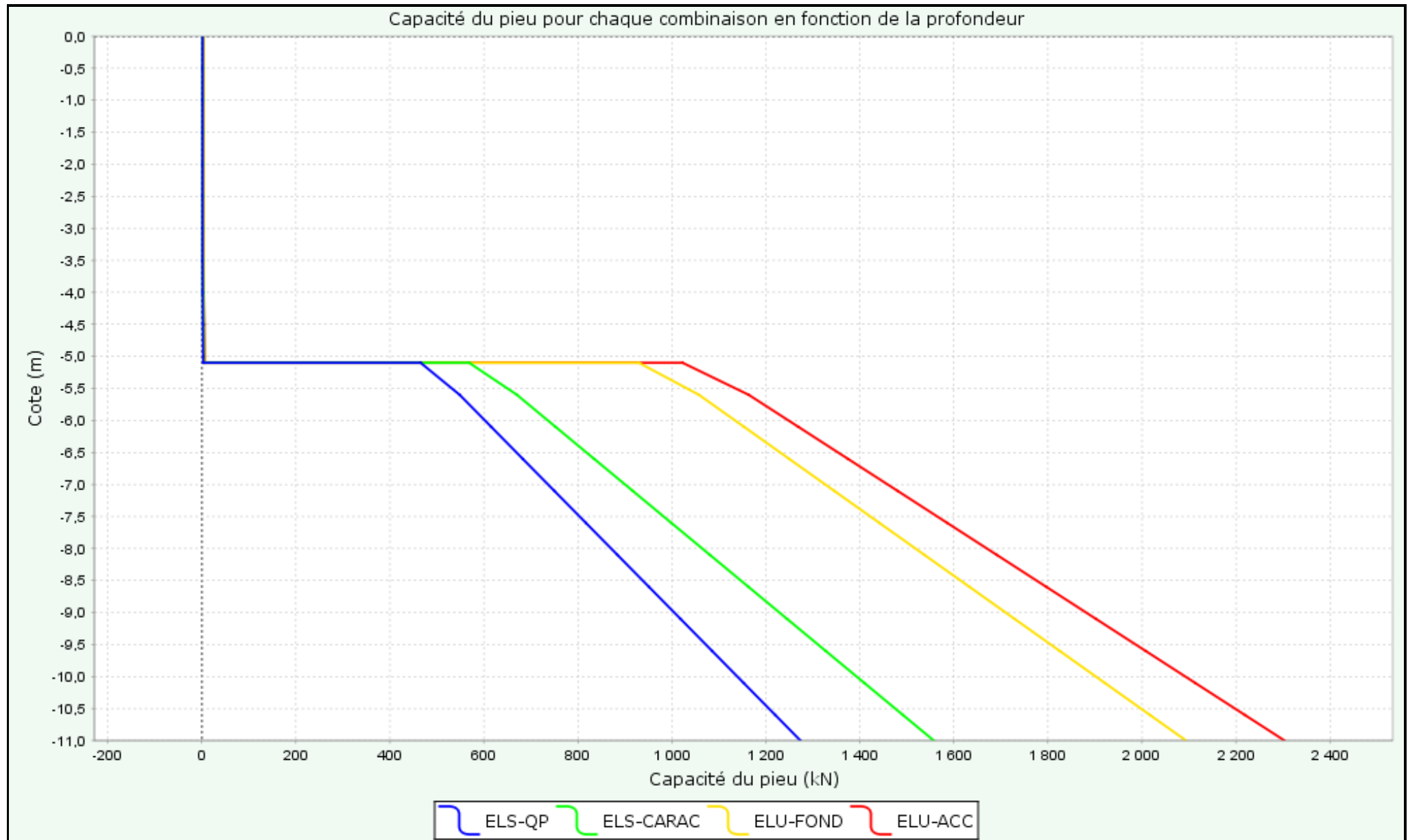
Critère de calcul : Longueur imposée

Longueur du pieu (m) : 11,00

Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non

Contrôle de la résistance structurale de la section : Non

Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



Données

Paramètres principaux

Titre du projet : Pré-dimensionnement des fondations profondes par pieux

Numéro d'affaire : 18/05266

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Pieu 400 mm (pieu n°1)

Type de calcul : Pieu isolé

Cote de référence (m) : 0,00

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Zbase	n
1	Remblais		-5,10	10
2	Substratum		-11,01	10

Mode de mise en oeuvre du pieu : sans refoulement

Type de section du pieu : circulaire

Inclinaison du pieu (°) : 0,0

Définition du pieu dans chaque couche

Nom	Zbase	Epieu	D
Remblais	-5,10	1,00E07	0,40
Substratum	-11,01	1,00E07	0,40

Type de loi de mobilisation : A partir des valeurs pressiométriques (Loi de Frank & Zhao)

Définition du frottement dans le sol

Nom	Z	EM	qsl	Type de sol
Remblais	-5,10	1,30E04	0,01	Sol fin
Substratum	-11,01	1,86E05	170,00	Sol granulaire

Contrainte limite en pointe (kPa) : 6815,0

Type de loi : Sol granulaire

Chargement

Charge en tête (kN) : 889,0

Paramètres avancés

Tolérance (m) : 1,00E-04

Nombre de pas : 20

Coeff. frottement0 : 1,00

Tableau des résultats principaux

N° : Numéro de l'élément

Zn [m] : Cote

xn [m] : Abscisse

yp [m] : Tassement du pieu

ys [m] : Tassement du sol

tmob [kPa] : Frottement mobilisé

tmax [kPa] : Frottement positif maximal

tmin [kPa] : Frottement négatif maximal

Np [kN] : Effort axial par pieu

Ns [kN] : Effort axial dans le sol

 $\Delta\sigma_p$: Incrément de contrainte verticale repris par le pieu $\Delta\sigma_s$: Incrément de contrainte verticale repris par le sol**Tableau des résultats principaux (1/2)**

N°	Zn	xn	yp	ys	tmob	tmax	tmin	Np	Ns	$\Delta\sigma_p$	$\Delta\sigma_s$
1	0,000	0,000	5,55E-03	0,00E00	1,00E-02	1,00E-02	-1,00E-02	8,89E02	0,00E00	7,07E03	0,00E00
1	-0,510	0,510	5,19E-03	0,00E00	1,00E-02	1,00E-02	-1,00E-02	8,89E02	6,41E-03	7,07E03	0,00E00
2	-0,510	0,510	5,19E-03	0,00E00	1,00E-02	1,00E-02	-1,00E-02	8,89E02	6,41E-03	7,07E03	0,00E00
2	-1,020	1,020	4,83E-03	0,00E00	1,00E-02	1,00E-02	-1,00E-02	8,89E02	1,28E-02	7,07E03	0,00E00
3	-1,020	1,020	4,83E-03	0,00E00	1,00E-02	1,00E-02	-1,00E-02	8,89E02	1,28E-02	7,07E03	0,00E00
3	-1,530	1,530	4,47E-03	0,00E00	1,00E-02	1,00E-02	-1,00E-02	8,89E02	1,92E-02	7,07E03	0,00E00
4	-1,530	1,530	4,47E-03	0,00E00	1,00E-02	1,00E-02	-1,00E-02	8,89E02	1,92E-02	7,07E03	0,00E00
4	-2,040	2,040	4,10E-03	0,00E00	1,00E-02	1,00E-02	-1,00E-02	8,89E02	2,56E-02	7,07E03	0,00E00
5	-2,040	2,040	4,10E-03	0,00E00	1,00E-02	1,00E-02	-1,00E-02	8,89E02	2,56E-02	7,07E03	0,00E00
5	-2,550	2,550	3,74E-03	0,00E00	1,00E-02	1,00E-02	-1,00E-02	8,89E02	3,20E-02	7,07E03	0,00E00
6	-2,550	2,550	3,74E-03	0,00E00	1,00E-02	1,00E-02	-1,00E-02	8,89E02	3,20E-02	7,07E03	0,00E00
6	-3,060	3,060	3,38E-03	0,00E00	1,00E-02	1,00E-02	-1,00E-02	8,89E02	3,85E-02	7,07E03	0,00E00
7	-3,060	3,060	3,38E-03	0,00E00	1,00E-02	1,00E-02	-1,00E-02	8,89E02	3,85E-02	7,07E03	0,00E00
7	-3,570	3,570	3,02E-03	0,00E00	1,00E-02	1,00E-02	-1,00E-02	8,89E02	4,49E-02	7,07E03	0,00E00
8	-3,570	3,570	3,02E-03	0,00E00	1,00E-02	1,00E-02	-1,00E-02	8,89E02	4,49E-02	7,07E03	0,00E00
8	-4,080	4,080	2,66E-03	0,00E00	1,00E-02	1,00E-02	-1,00E-02	8,89E02	5,13E-02	7,07E03	0,00E00
9	-4,080	4,080	2,66E-03	0,00E00	1,00E-02	1,00E-02	-1,00E-02	8,89E02	5,13E-02	7,07E03	0,00E00
9	-4,590	4,590	2,30E-03	0,00E00	1,00E-02	1,00E-02	-1,00E-02	8,89E02	5,77E-02	7,07E03	0,00E00
10	-4,590	4,590	2,30E-03	0,00E00	1,00E-02	1,00E-02	-1,00E-02	8,89E02	5,77E-02	7,07E03	0,00E00
10	-5,100	5,100	1,94E-03	0,00E00	1,00E-02	1,00E-02	-1,00E-02	8,89E02	6,41E-02	7,07E03	0,00E00
11	-5,100	5,100	1,94E-03	0,00E00	1,70E02	1,70E02	-1,70E02	8,89E02	6,41E-02	7,07E03	0,00E00
11	-5,691	5,691	1,55E-03	0,00E00	1,70E02	1,70E02	-1,70E02	7,63E02	1,26E02	6,07E03	0,00E00
12	-5,691	5,691	1,55E-03	0,00E00	1,70E02	1,70E02	-1,70E02	7,63E02	1,26E02	6,07E03	0,00E00
12	-6,282	6,282	1,22E-03	0,00E00	1,70E02	1,70E02	-1,70E02	6,36E02	2,53E02	5,06E03	0,00E00

Tableau des résultats principaux (2/2)

N°	Zn	xn	yp	ys	tmob	tmax	tmin	Np	Ns	$\Delta\sigma_p$	$\Delta\sigma_s$
13	-6,282	6,282	1,22E-03	0,00E00	1,59E02	1,70E02	-1,70E02	6,36E02	2,53E02	5,06E03	0,00E00
13	-6,873	6,873	9,50E-04	0,00E00	1,39E02	1,70E02	-1,70E02	5,26E02	3,63E02	4,19E03	0,00E00
14	-6,873	6,873	9,50E-04	0,00E00	1,39E02	1,70E02	-1,70E02	5,26E02	3,63E02	4,19E03	0,00E00
14	-7,464	7,464	7,26E-04	0,00E00	1,22E02	1,70E02	-1,70E02	4,29E02	4,60E02	3,41E03	0,00E00
15	-7,464	7,464	7,26E-04	0,00E00	1,22E02	1,70E02	-1,70E02	4,29E02	4,60E02	3,41E03	0,00E00
15	-8,055	8,055	5,44E-04	0,00E00	1,08E02	1,70E02	-1,70E02	3,44E02	5,45E02	2,73E03	0,00E00
16	-8,055	8,055	5,44E-04	0,00E00	1,08E02	1,70E02	-1,70E02	3,44E02	5,45E02	2,73E03	0,00E00
16	-8,646	8,646	4,01E-04	0,00E00	9,78E01	1,70E02	-1,70E02	2,67E02	6,22E02	2,12E03	0,00E00
17	-8,646	8,646	4,01E-04	0,00E00	9,78E01	1,70E02	-1,70E02	2,67E02	6,22E02	2,12E03	0,00E00
17	-9,237	9,237	2,92E-04	0,00E00	8,97E01	1,70E02	-1,70E02	1,97E02	6,92E02	1,57E03	0,00E00
18	-9,237	9,237	2,92E-04	0,00E00	8,97E01	1,70E02	-1,70E02	1,97E02	6,92E02	1,57E03	0,00E00
18	-9,828	9,828	2,15E-04	0,00E00	8,40E01	1,70E02	-1,70E02	1,33E02	7,56E02	1,06E03	0,00E00
19	-9,828	9,828	2,15E-04	0,00E00	7,98E01	1,70E02	-1,70E02	1,33E02	7,56E02	1,06E03	0,00E00
19	-10,419	10,419	1,65E-04	0,00E00	6,14E01	1,70E02	-1,70E02	8,03E01	8,09E02	6,39E02	0,00E00
20	-10,419	10,419	1,65E-04	0,00E00	6,14E01	1,70E02	-1,70E02	8,03E01	8,09E02	6,39E02	0,00E00
20	-11,010	11,010	1,37E-04	0,00E00	5,11E01	1,70E02	-1,70E02	3,85E01	8,50E02	3,07E02	0,00E00

Synthèse des résultats

Bilan des efforts (pour une maille)	
Qtête (kN) : Effort total appliqué sur la maille	889,00
EQpieu : Rapport entre l'effort transmis au domaine pieu (en tête) et l'effort total	1,00
Ntête (kN) : Effort appliqué au domaine pieu en tête	889,00
Nmax (kN) : Effort maximal dans le domaine pieu	889,00
Zmax (m) : Cote du point neutre (là où Nmax est atteint)	0,00
Nbase (kN) : Effort repris à la base du domaine pieu	38,54

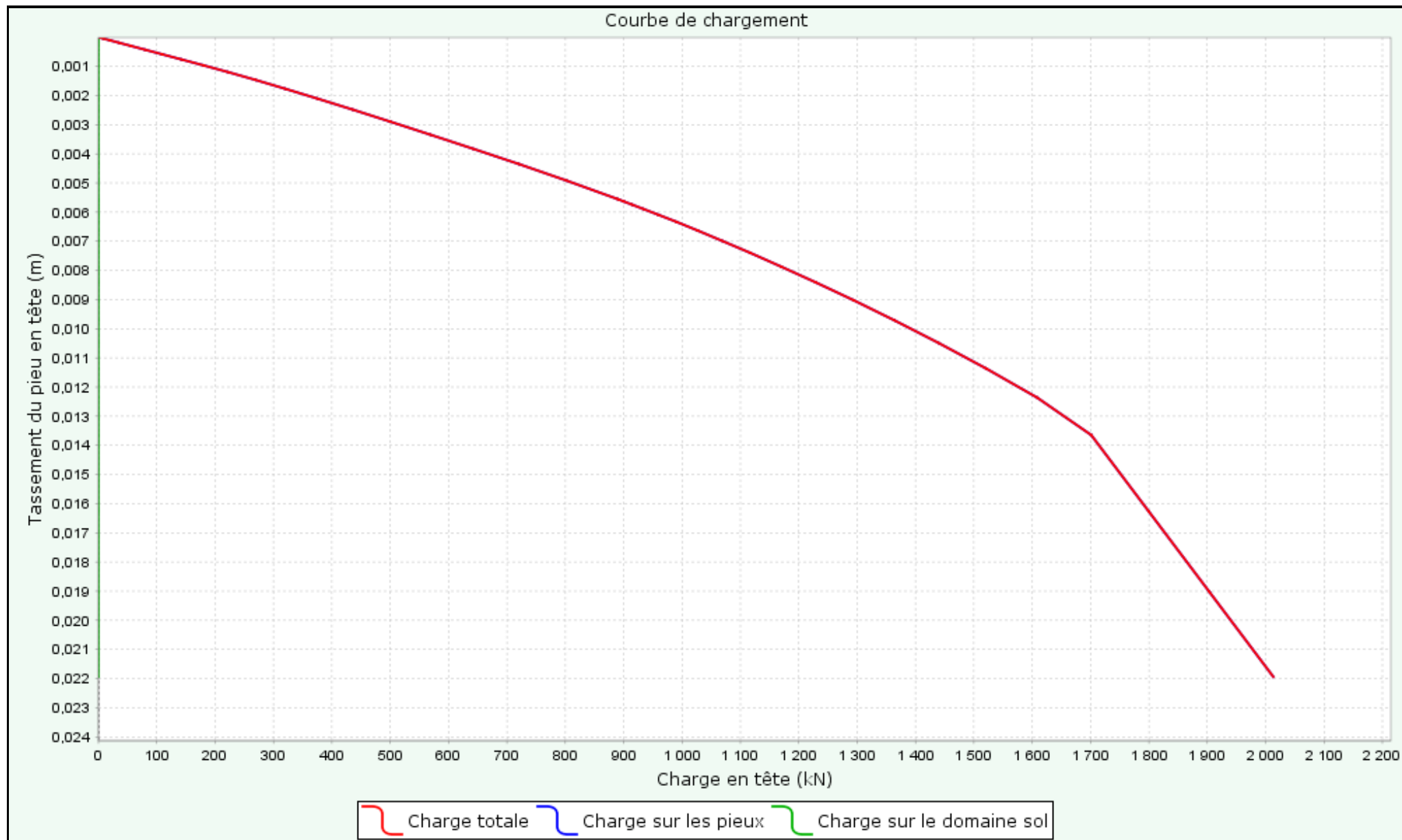
Bilan des contraintes	
σ_m ,tête (kPa) : Contrainte moyenne appliquée sur la maille	7,074E03
σ_p ,tête (kPa) : Contrainte appliquée sur le domaine pieu en tête	7,074E03
σ_s ,tête (kPa) : Contrainte appliquée sur le domaine sol en tête	-
σ_p ,max (kPa) : Contrainte maximale dans le domaine pieu	7,074E03
Zmax (m) : Cote du point neutre (là où σ_p ,max est atteinte)	0,00
σ_{base} (kPa) : Contrainte reprise à la base du domaine du pieu	3,067E02

Bilan des tassements	
yp,tête (m) : Tassement en tête du domaine pieu	5,548E-03
ys,tête (m) : Tassement en tête du domaine sol	0,000E00
yp,base (m) : Tassement à la base du domaine pieu	1,374E-04
ys,base (m) : Tassement à la base du domaine sol	0,000E00

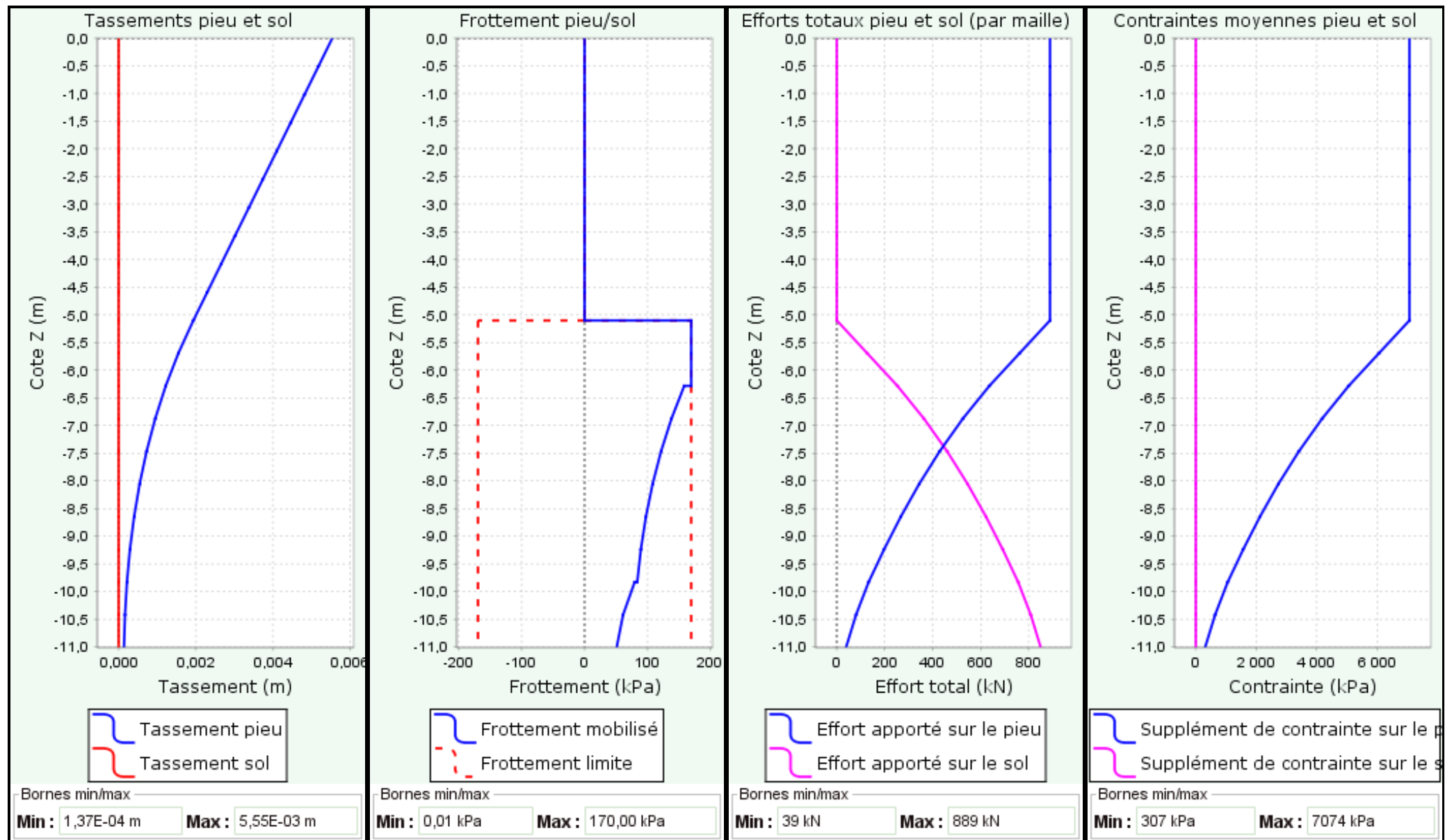
Raideurs équivalentes	
Kg (kN/m) : Raideur globale du système "sol + pieux"	1,603E05
Kpieu (kN/m) : Raideur équivalente du domaine pieu	1,603E05
Ksol (kPa/m) : Coefficient de réaction du domaine sol	-

Vérification de portance	
Nmax (kN) : Effort maximal dans le domaine pieu	889,00
Zmax (m) : Cote du point neutre - là où Nmax est atteint	0,00
Ru (kN) : Charge de rupture sous le point neutre	2119,00
Rcr (kN) : Charge de fluage sous le point neutre	1312,00
Fs,ult : Sécurité par rapport à la charge de rupture	2,38
Fs,cr : Sécurité par rapport à la charge de fluage	1,48

Courbe de chargement



Courbes principales



Données

Paramètres principaux

Titre du projet : Pré-dimensionnement des fondations profondes par pieux

Numéro d'affaire : 18/05266

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Pieu 500 mm (pieu n°2)

Type de calcul : Pieu isolé

Cote de référence (m) : 0,00

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Zbase	n
1	Remblais		-5,10	10
2	Substratum		-14,50	10

Mode de mise en oeuvre du pieu : sans refoulement

Type de section du pieu : circulaire

Inclinaison du pieu (°) : 0,0

Définition du pieu dans chaque couche

Nom	Zbase	Epieu	D
Remblais	-5,10	1,00E07	0,40
Substratum	-14,50	1,00E07	0,40

Type de loi de mobilisation : A partir des valeurs pressiométriques (Loi de Frank & Zhao)

Définition du frottement dans le sol

Nom	Z	EM	qsl	Type de sol
Remblais	-5,10	1,30E04	0,01	Sol fin
Substratum	-14,50	1,86E05	170,00	Sol granulaire

Contrainte limite en pointe (kPa) : 6815,0

Type de loi : Sol granulaire

Chargement

Charge en tête (kN) : 1269,0

Paramètres avancés

Tolérance (m) : 1,00E-04

Nombre de pas : 20

Coeff. frottement0 : 1,00

Tableau des résultats principaux

N° : Numéro de l'élément

Zn [m] : Cote

xn [m] : Abscisse

yp [m] : Tassement du pieu

ys [m] : Tassement du sol

tmob [kPa] : Frottement mobilisé

tmax [kPa] : Frottement positif maximal

tmin [kPa] : Frottement négatif maximal

Np [kN] : Effort axial par pieu

Ns [kN] : Effort axial dans le sol

Δσp : Incrément de contrainte verticale repris par le pieu

Δσs : Incrément de contrainte verticale repris par le sol

Tableau des résultats principaux (1/2)

N°	Zn	xn	yp	ys	tmob	tmax	tmin	Np	Ns	Δσp	Δσs
1	0,000	0,000	8,60E-03	0,00E00	1,00E-02	1,00E-02	-1,00E-02	1,27E03	0,00E00	1,01E04	0,00E00
1	-0,510	0,510	8,08E-03	0,00E00	1,00E-02	1,00E-02	-1,00E-02	1,27E03	6,41E-03	1,01E04	0,00E00
2	-0,510	0,510	8,08E-03	0,00E00	1,00E-02	1,00E-02	-1,00E-02	1,27E03	6,41E-03	1,01E04	0,00E00
2	-1,020	1,020	7,57E-03	0,00E00	1,00E-02	1,00E-02	-1,00E-02	1,27E03	1,28E-02	1,01E04	0,00E00
3	-1,020	1,020	7,57E-03	0,00E00	1,00E-02	1,00E-02	-1,00E-02	1,27E03	1,28E-02	1,01E04	0,00E00
3	-1,530	1,530	7,05E-03	0,00E00	1,00E-02	1,00E-02	-1,00E-02	1,27E03	1,92E-02	1,01E04	0,00E00
4	-1,530	1,530	7,05E-03	0,00E00	1,00E-02	1,00E-02	-1,00E-02	1,27E03	1,92E-02	1,01E04	0,00E00
4	-2,040	2,040	6,54E-03	0,00E00	1,00E-02	1,00E-02	-1,00E-02	1,27E03	2,56E-02	1,01E04	0,00E00
5	-2,040	2,040	6,54E-03	0,00E00	1,00E-02	1,00E-02	-1,00E-02	1,27E03	2,56E-02	1,01E04	0,00E00
5	-2,550	2,550	6,02E-03	0,00E00	1,00E-02	1,00E-02	-1,00E-02	1,27E03	3,20E-02	1,01E04	0,00E00
6	-2,550	2,550	6,02E-03	0,00E00	1,00E-02	1,00E-02	-1,00E-02	1,27E03	3,20E-02	1,01E04	0,00E00
6	-3,060	3,060	5,51E-03	0,00E00	1,00E-02	1,00E-02	-1,00E-02	1,27E03	3,85E-02	1,01E04	0,00E00
7	-3,060	3,060	5,51E-03	0,00E00	1,00E-02	1,00E-02	-1,00E-02	1,27E03	3,85E-02	1,01E04	0,00E00
7	-3,570	3,570	4,99E-03	0,00E00	1,00E-02	1,00E-02	-1,00E-02	1,27E03	4,49E-02	1,01E04	0,00E00
8	-3,570	3,570	4,99E-03	0,00E00	1,00E-02	1,00E-02	-1,00E-02	1,27E03	4,49E-02	1,01E04	0,00E00
8	-4,080	4,080	4,48E-03	0,00E00	1,00E-02	1,00E-02	-1,00E-02	1,27E03	5,13E-02	1,01E04	0,00E00
9	-4,080	4,080	4,48E-03	0,00E00	1,00E-02	1,00E-02	-1,00E-02	1,27E03	5,13E-02	1,01E04	0,00E00
9	-4,590	4,590	3,96E-03	0,00E00	1,00E-02	1,00E-02	-1,00E-02	1,27E03	5,77E-02	1,01E04	0,00E00
10	-4,590	4,590	3,96E-03	0,00E00	1,00E-02	1,00E-02	-1,00E-02	1,27E03	5,77E-02	1,01E04	0,00E00
10	-5,100	5,100	3,45E-03	0,00E00	1,00E-02	1,00E-02	-1,00E-02	1,27E03	6,41E-02	1,01E04	0,00E00
11	-5,100	5,100	3,45E-03	0,00E00	1,70E02	1,70E02	-1,70E02	1,27E03	6,41E-02	1,01E04	0,00E00
11	-6,040	6,040	2,57E-03	0,00E00	1,70E02	1,70E02	-1,70E02	1,07E03	2,01E02	8,50E03	0,00E00
12	-6,040	6,040	2,57E-03	0,00E00	1,70E02	1,70E02	-1,70E02	1,07E03	2,01E02	8,50E03	0,00E00
12	-6,980	6,980	1,85E-03	0,00E00	1,70E02	1,70E02	-1,70E02	8,67E02	4,02E02	6,90E03	0,00E00

Tableau des résultats principaux (2/2)

N°	Zn	xn	yp	ys	tmob	tmax	tmin	Np	Ns	Δσp	Δσs
13	-6,980	6,980	1,85E-03	0,00E00	1,70E02	1,70E02	-1,70E02	8,67E02	4,02E02	6,90E03	0,00E00
13	-7,920	7,920	1,28E-03	0,00E00	1,70E02	1,70E02	-1,70E02	6,66E02	6,02E02	5,30E03	0,00E00
14	-7,920	7,920	1,28E-03	0,00E00	1,63E02	1,70E02	-1,70E02	6,66E02	6,02E02	5,30E03	0,00E00
14	-8,860	8,860	8,45E-04	0,00E00	1,31E02	1,70E02	-1,70E02	4,93E02	7,76E02	3,92E03	0,00E00
15	-8,860	8,860	8,45E-04	0,00E00	1,31E02	1,70E02	-1,70E02	4,93E02	7,76E02	3,92E03	0,00E00
15	-9,800	9,800	5,31E-04	0,00E00	1,08E02	1,70E02	-1,70E02	3,52E02	9,17E02	2,80E03	0,00E00
16	-9,800	9,800	5,31E-04	0,00E00	1,08E02	1,70E02	-1,70E02	3,52E02	9,17E02	2,80E03	0,00E00
16	-10,740	10,740	3,13E-04	0,00E00	9,13E01	1,70E02	-1,70E02	2,35E02	1,03E03	1,87E03	0,00E00
17	-10,740	10,740	3,13E-04	0,00E00	9,13E01	1,70E02	-1,70E02	2,35E02	1,03E03	1,87E03	0,00E00
17	-11,680	11,680	1,76E-04	0,00E00	8,11E01	1,70E02	-1,70E02	1,33E02	1,14E03	1,06E03	0,00E00
18	-11,680	11,680	1,76E-04	0,00E00	6,55E01	1,70E02	-1,70E02	1,33E02	1,14E03	1,06E03	0,00E00
18	-12,620	12,620	1,01E-04	0,00E00	3,78E01	1,70E02	-1,70E02	7,19E01	1,20E03	5,72E02	0,00E00
19	-12,620	12,620	1,01E-04	0,00E00	3,78E01	1,70E02	-1,70E02	7,19E01	1,20E03	5,72E02	0,00E00
19	-13,560	13,560	6,22E-05	0,00E00	2,31E01	1,70E02	-1,70E02	3,60E01	1,23E03	2,86E02	0,00E00
20	-13,560	13,560	6,22E-05	0,00E00	2,31E01	1,70E02	-1,70E02	3,60E01	1,23E03	2,86E02	0,00E00
20	-14,500	14,500	4,46E-05	0,00E00	1,66E01	1,70E02	-1,70E02	1,25E01	1,26E03	9,95E01	0,00E00

Synthèse des résultats

Bilan des efforts (pour une maille)	
Qtête (kN) : Effort total appliqué sur la maille	1269,00
EQpieu : Rapport entre l'effort transmis au domaine pieu (en tête) et l'effort total	1,00
Ntête (kN) : Effort appliqué au domaine pieu en tête	1269,00
Nmax (kN) : Effort maximal dans le domaine pieu	1269,00
Zmax (m) : Cote du point neutre (là où Nmax est atteint)	0,00
Nbase (kN) : Effort repris à la base du domaine pieu	12,50

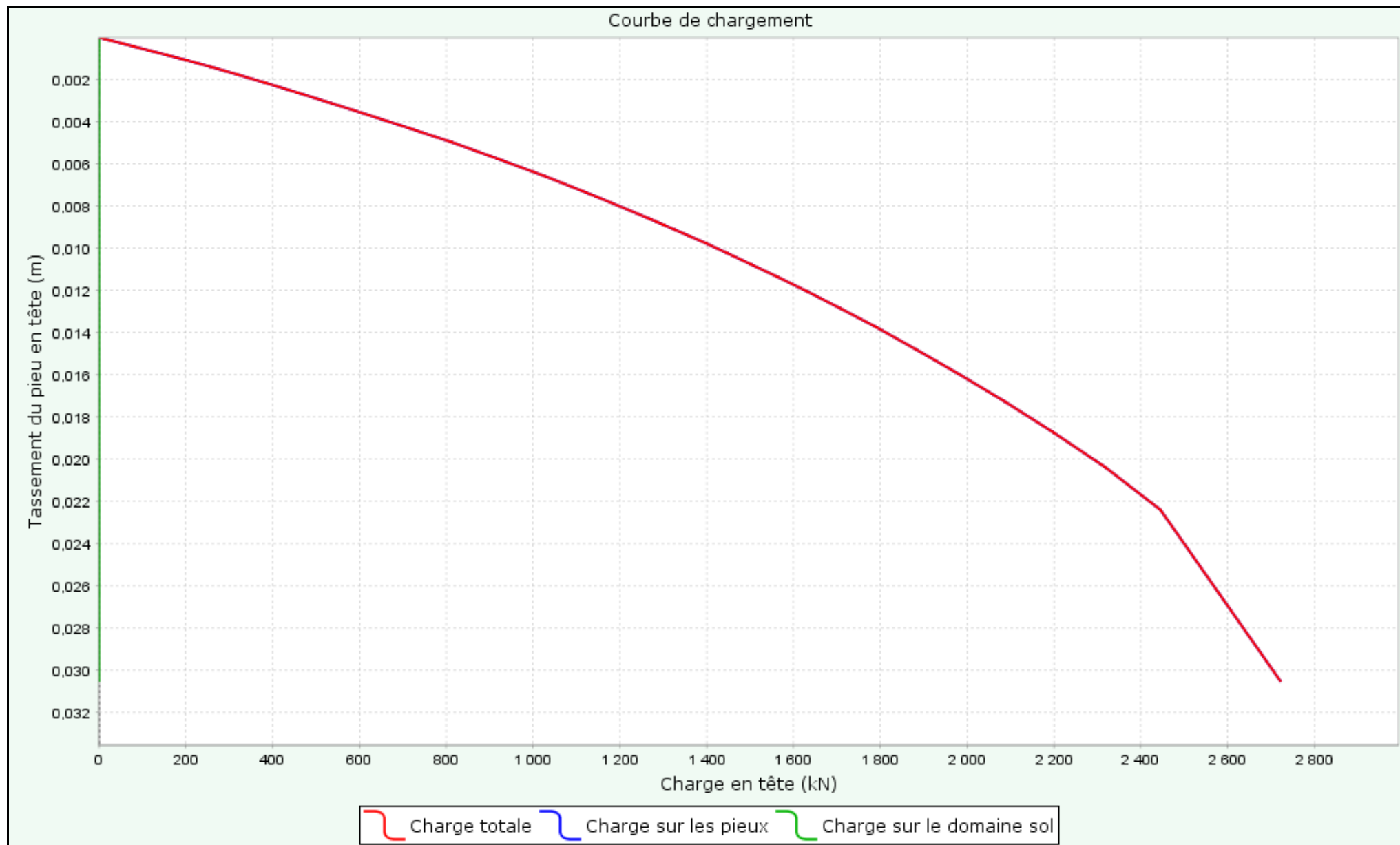
Bilan des contraintes	
σ_m ,tête (kPa) : Contrainte moyenne appliquée sur la maille	1,010E04
σ_p ,tête (kPa) : Contrainte appliquée sur le domaine pieu en tête	1,010E04
σ_s ,tête (kPa) : Contrainte appliquée sur le domaine sol en tête	-
σ_p ,max (kPa) : Contrainte maximale dans le domaine pieu	1,010E04
Zmax (m) : Cote du point neutre (là où σ_p ,max est atteinte)	0,00
σ_{base} (kPa) : Contrainte reprise à la base du domaine du pieu	9,948E01

Bilan des tassements	
yp,tête (m) : Tassement en tête du domaine pieu	8,598E-03
ys,tête (m) : Tassement en tête du domaine sol	0,000E00
yp,base (m) : Tassement à la base du domaine pieu	4,457E-05
ys,base (m) : Tassement à la base du domaine sol	0,000E00

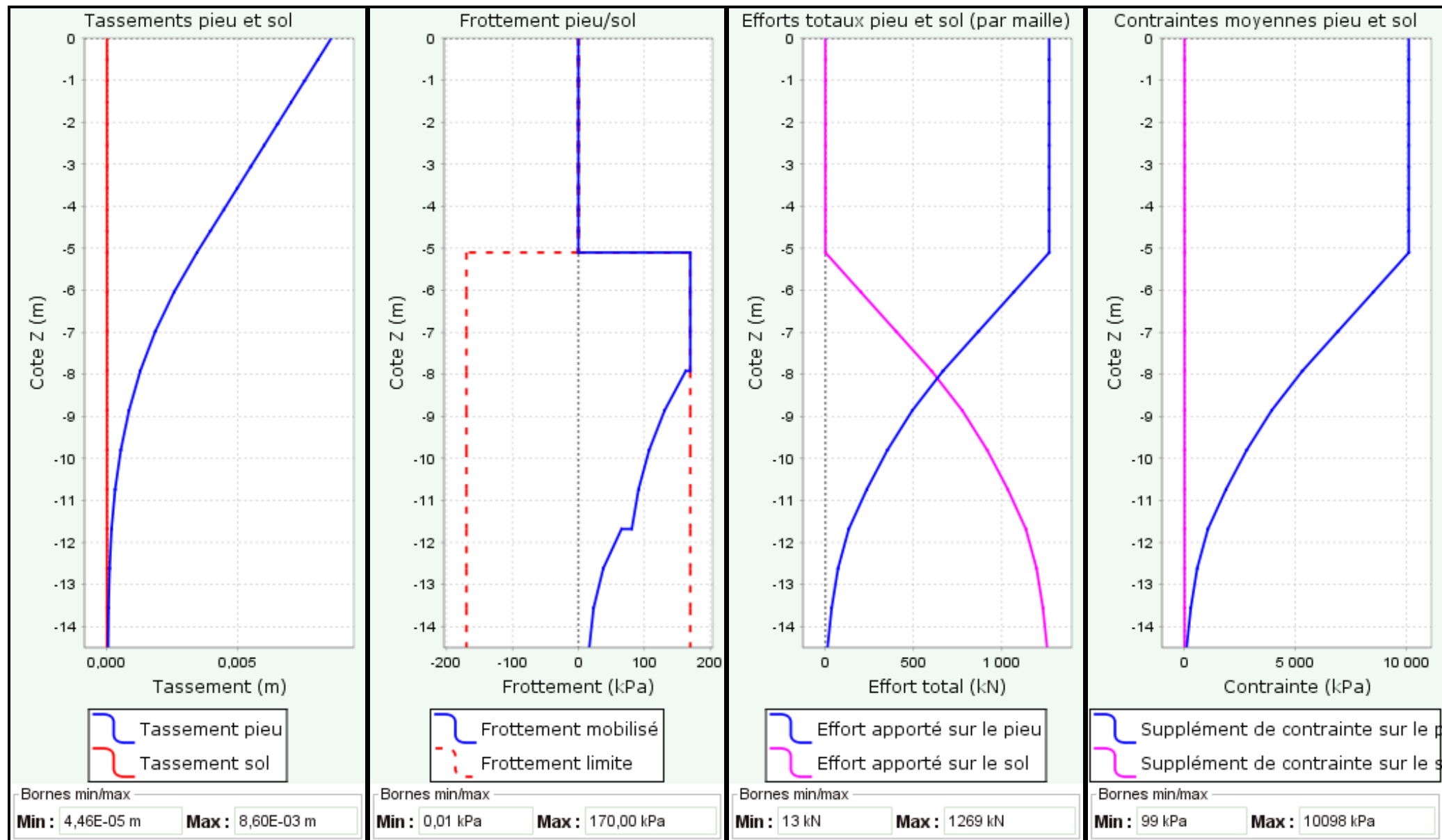
Raideurs équivalentes	
Kg (kN/m) : Raideur globale du système "sol + pieux"	1,476E05
Kpieu (kN/m) : Raideur équivalente du domaine pieu	1,476E05
Ksol (kPa/m) : Coefficient de réaction du domaine sol	-

Vérification de portance	
Nmax (kN) : Effort maximal dans le domaine pieu	1269,00
Zmax (m) : Cote du point neutre - là où Nmax est atteint	0,00
Ru (kN) : Charge de rupture sous le point neutre	2864,60
Rcr (kN) : Charge de fluage sous le point neutre	1833,90
Fs,ult : Sécurité par rapport à la charge de rupture	2,26
Fs,cr : Sécurité par rapport à la charge de fluage	1,45

Courbe de chargement



Courbes principales



Données

Titre du projet : Pré-dimensionnement des fondations profondes par pieux

Numéro d'affaire : 18/05266

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Pieu 16 / Bloc remise / cas 114 (pieu n°1)

Type de calcul : Calcul de pieu sous sollicitations latérales
Loi p-y avec saisie assistée (données PMT, CPT ou G-v)

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	kf1	p1	kf2	p2	B
1	Remblais		-5,10	1,46E05	800,00	7,30E04	1500,00	0,40
2	Substratum		-6,30	2,09E06	4700,00	1,04E06	4700,00	0,40

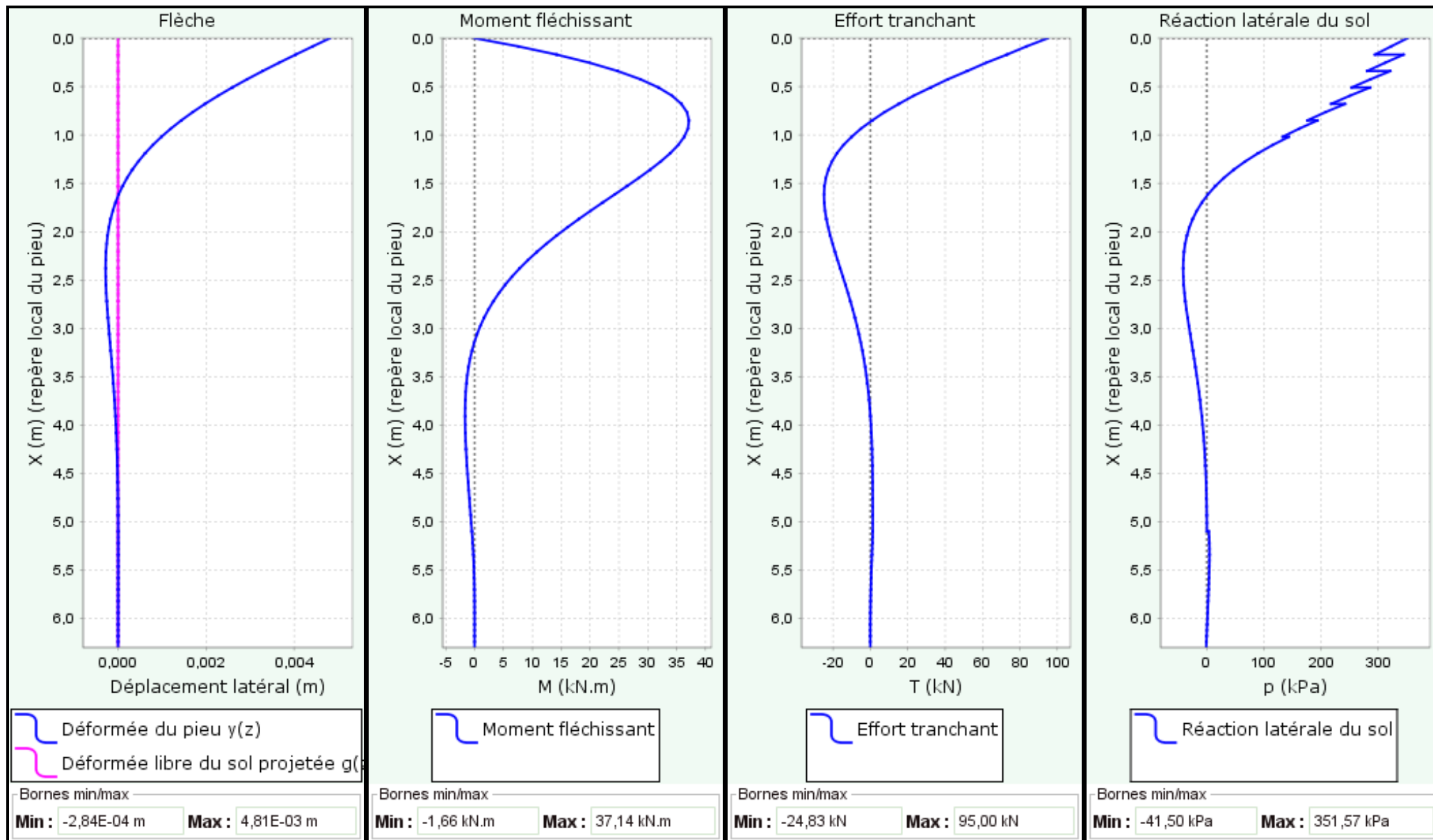
Discrétisation

Nom	h	EI	n
Remblais	5,10	1,26E04	30
Substratum	1,20	1,26E04	10

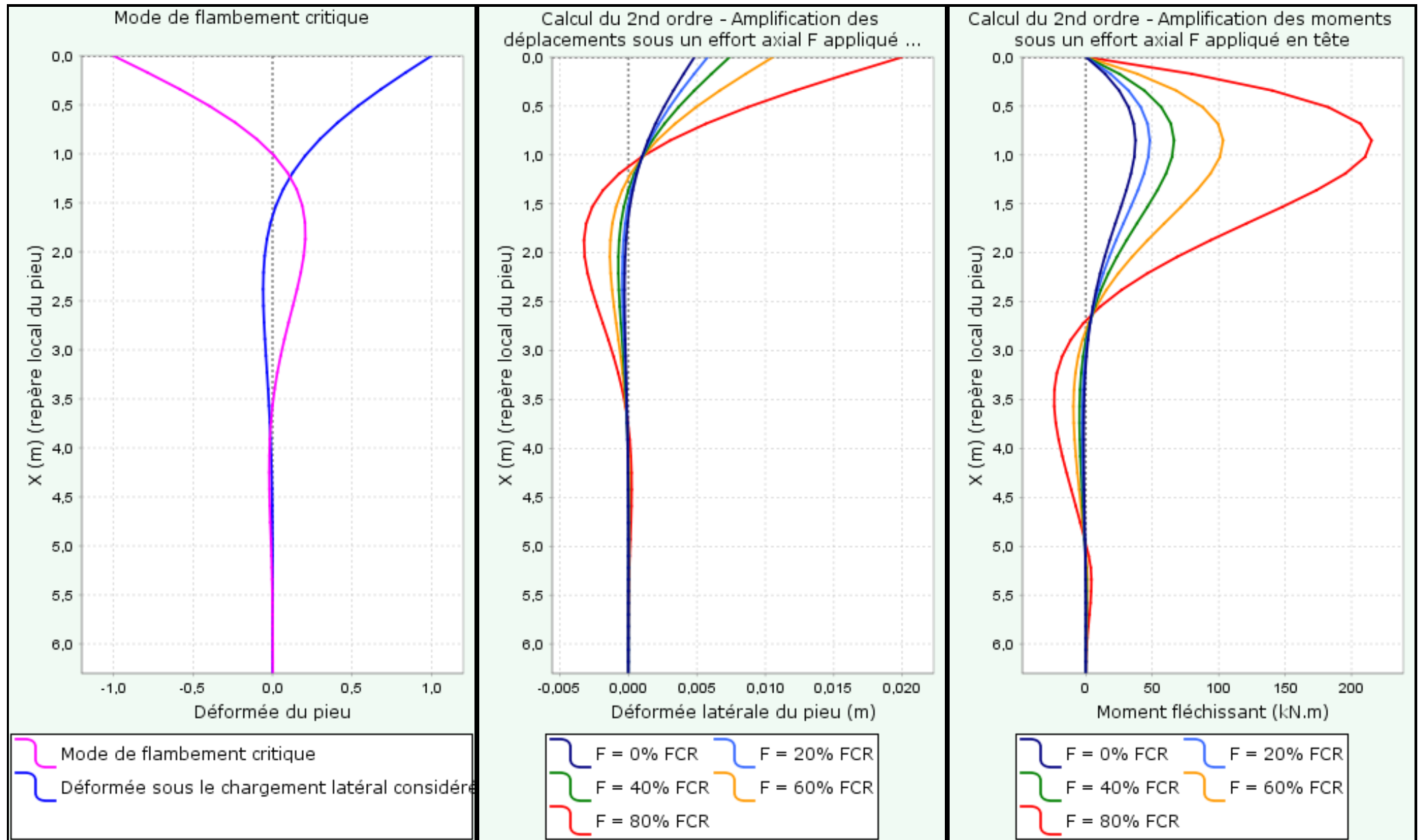
Charges ponctuelles

N°	Z	T	M	K	C
0	0,00	95,00	0,00	0,00E00	0,00E00
1	-5,10	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00
2	-6,30	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00

Résultats principaux



Résultats de flambement (Charge critique de flambement FCR = 22031 kN)



Données

Titre du projet : Pré-dimensionnement des fondations profondes par pieux

Numéro d'affaire : 18/05266

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Pieu 24 / Hébergement 2 + patio / cas 114 (pieu n°2)

Type de calcul : Calcul de pieu sous sollicitations latérales
Loi p-y avec saisie assistée (données PMT, CPT ou G-v)

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	kf1	p1	kf2	p2	B
1	Remblais		-5,10	1,46E05	800,00	7,30E04	1500,00	0,40
2	Couche 2		-9,50	2,09E06	4700,00	1,04E06	4700,00	0,40

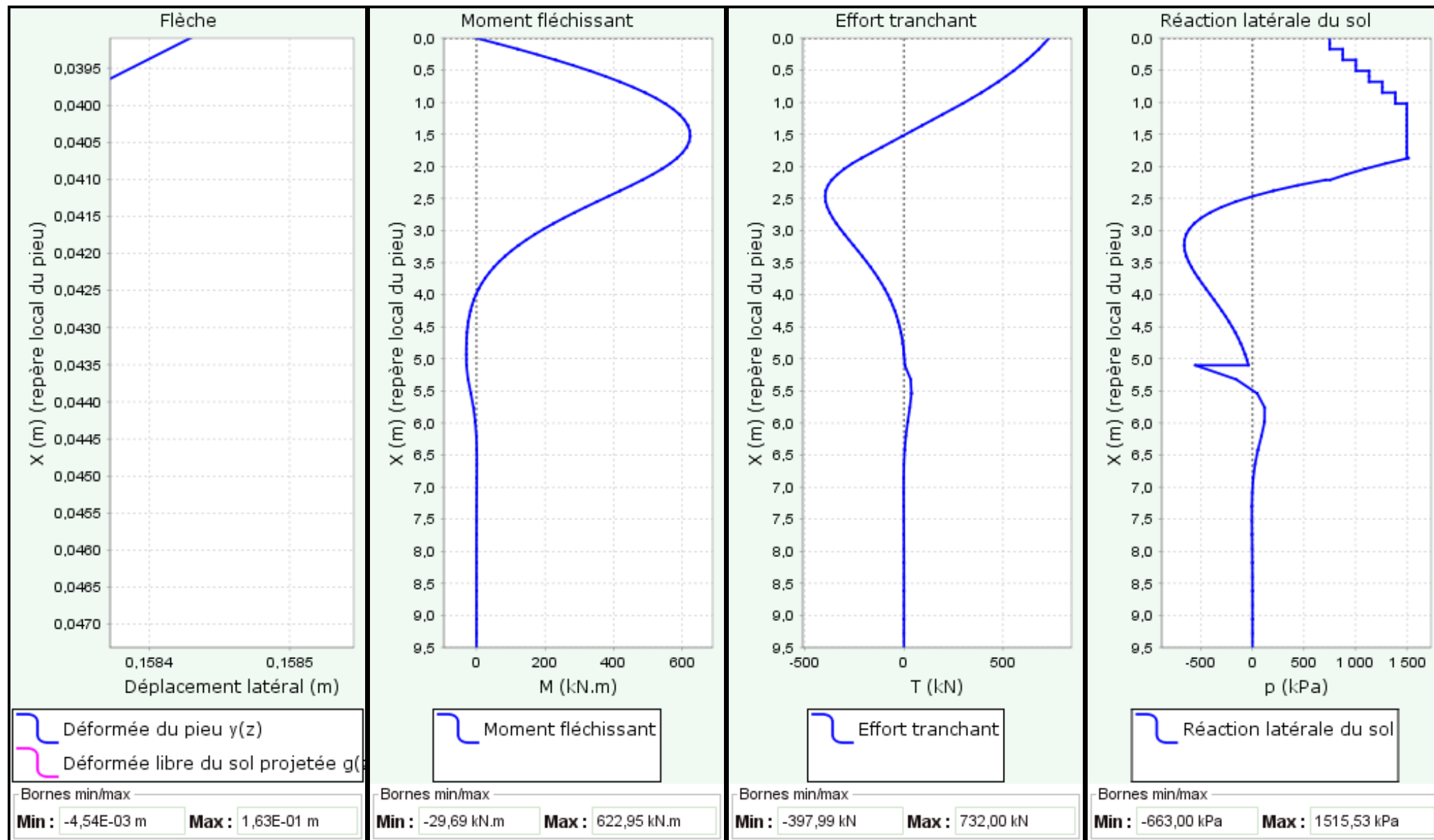
Discrétisation

Nom	h	EI	n
Remblais	5,10	1,26E04	30
Couche 2	4,40	1,26E04	10

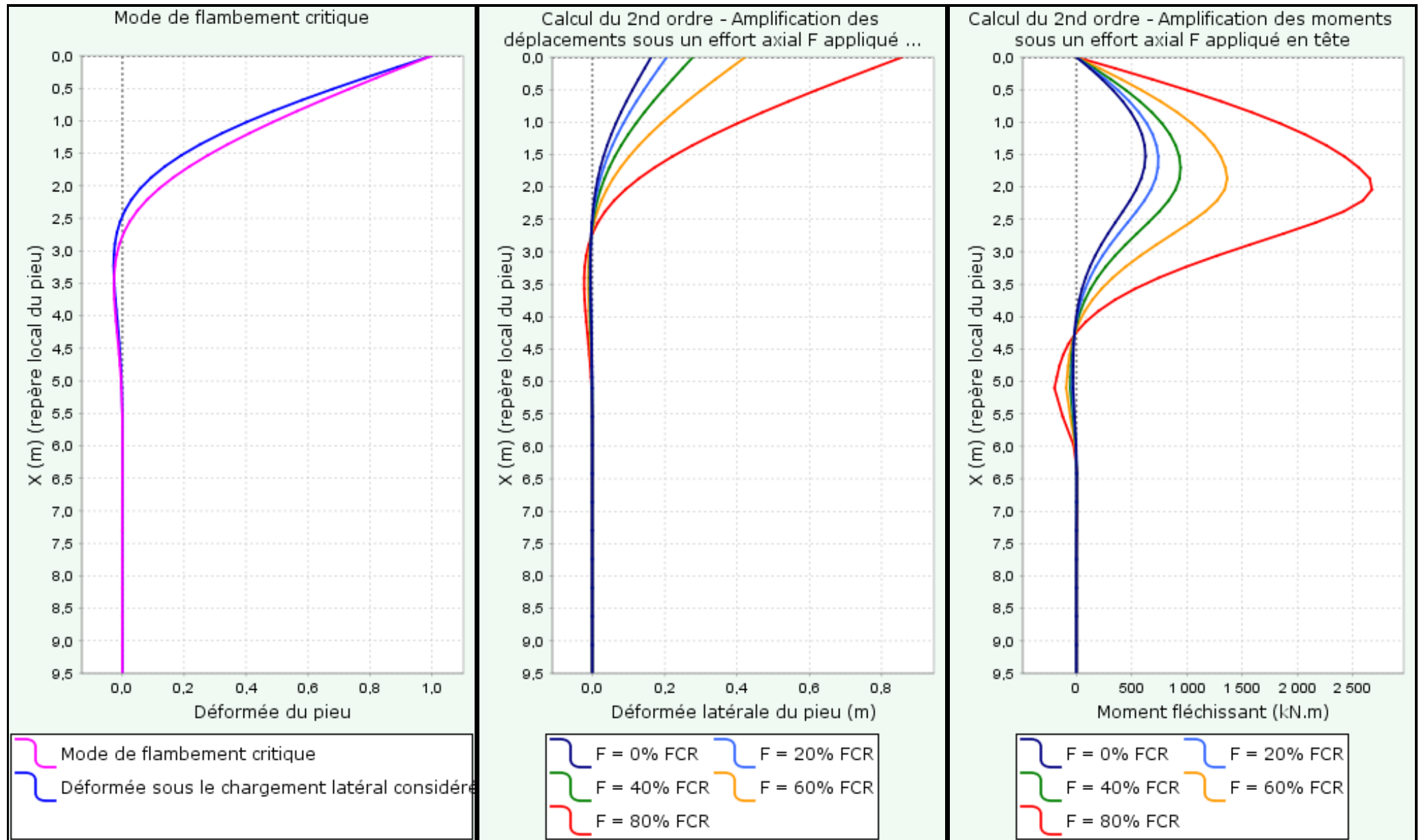
Charges ponctuelles

N°	Z	T	M	K	C
0	0,00	732,00	0,00	0,00E00	0,00E00
1	-5,10	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00
2	-9,50	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00

Résultats principaux



Résultats de flambement (Charge critique de flambement FCR = 3545 kN)



Données

Titre du projet : Pré-dimensionnement des fondations profondes par pieux

Numéro d'affaire : 18/05266

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Pieu 7 / Hébergement 1 / cas 114 (pieu n°3)

Type de calcul : Calcul de pieu sous sollicitations latérales
Loi p-y avec saisie assistée (données PMT, CPT ou G-v)

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	kf1	p1	kf2	p2	B
1	Remblais		-5,10	1,46E05	800,00	7,30E04	1500,00	0,40
2	Couche 2		-8,00	2,09E06	4700,00	1,04E06	4700,00	0,40

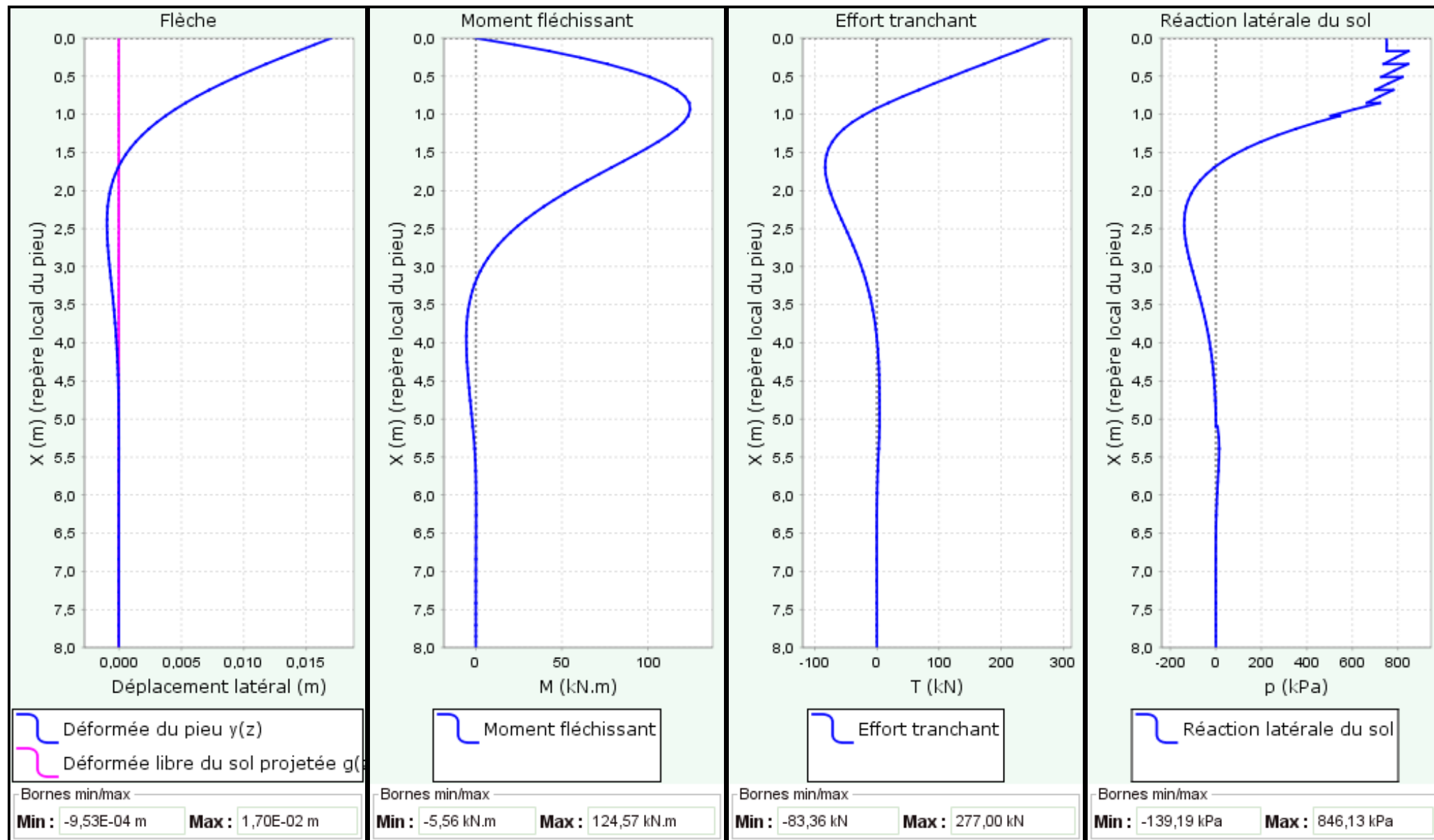
Discretisation

Nom	h	EI	n
Remblais	5,10	1,26E04	30
Couche 2	2,90	1,26E04	10

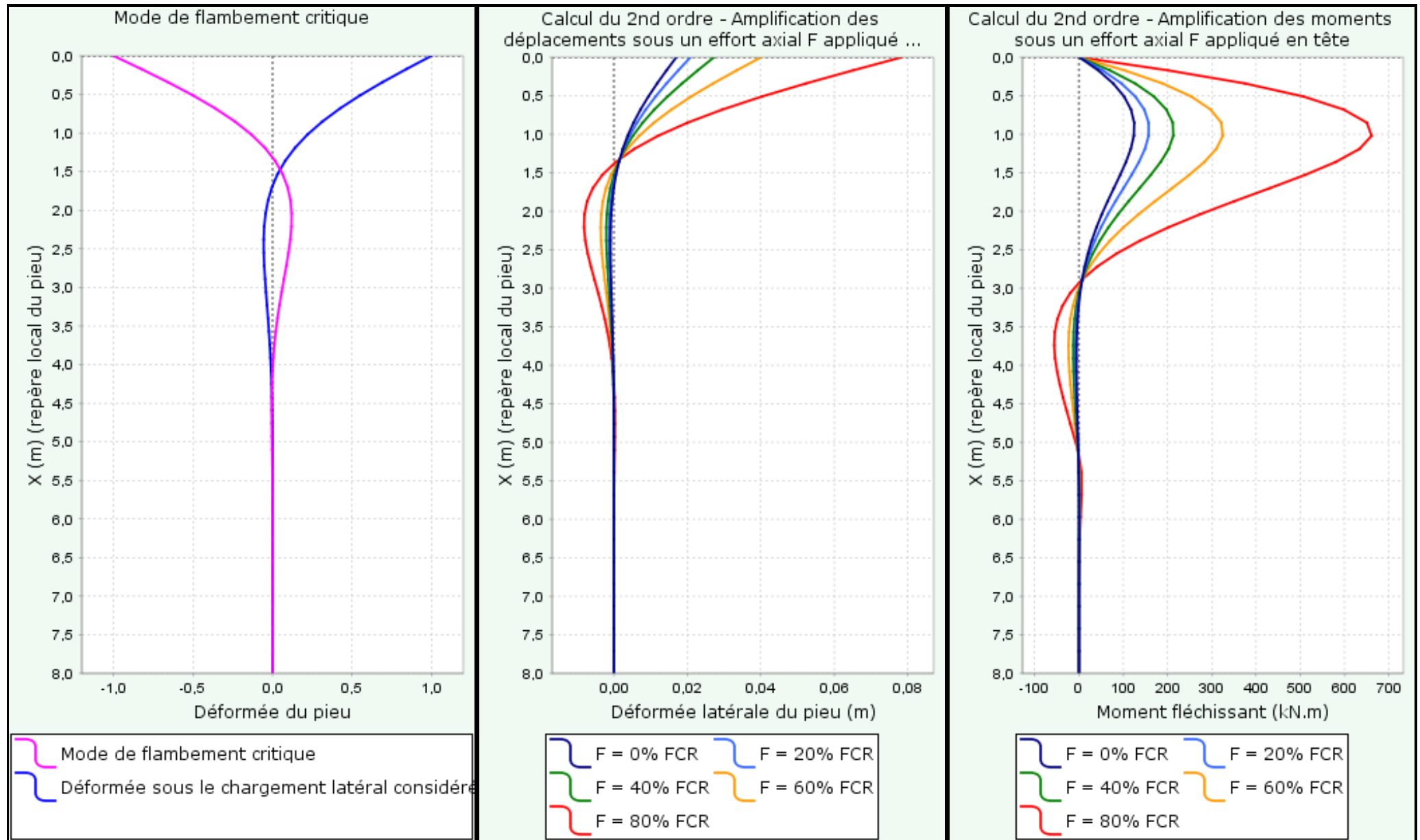
Charges ponctuelles

N°	Z	T	M	K	C
0	0,00	277,00	0,00	0,00E00	0,00E00
1	-5,10	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00
2	-8,00	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00

Résultats principaux



Résultats de flambement (Charge critique de flambement FCR = 14681 kN)



Données

Titre du projet : Pré-dimensionnement des fondations profondes par pieux

Numéro d'affaire : 18/05266

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Pieu 7 / Hébergement 1 / cas 114 (pieu n°4)

Type de calcul : Calcul de pieu sous sollicitations latérales
Loi p-y avec saisie assistée (données PMT, CPT ou G-v)

Cote de référence (m) : 0,00

Inclinaison du pieu (°) : 0,0

Nb d'increments : 20

Nb d'itérations par incrément : 100

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Zbase	kf1	p1	kf2	p2	B
1	Remblais		-5,10	1,46E05	800,00	7,30E04	1500,00	0,50
2	Couche 2		-6,30	2,09E06	4700,00	1,04E06	4700,00	0,50

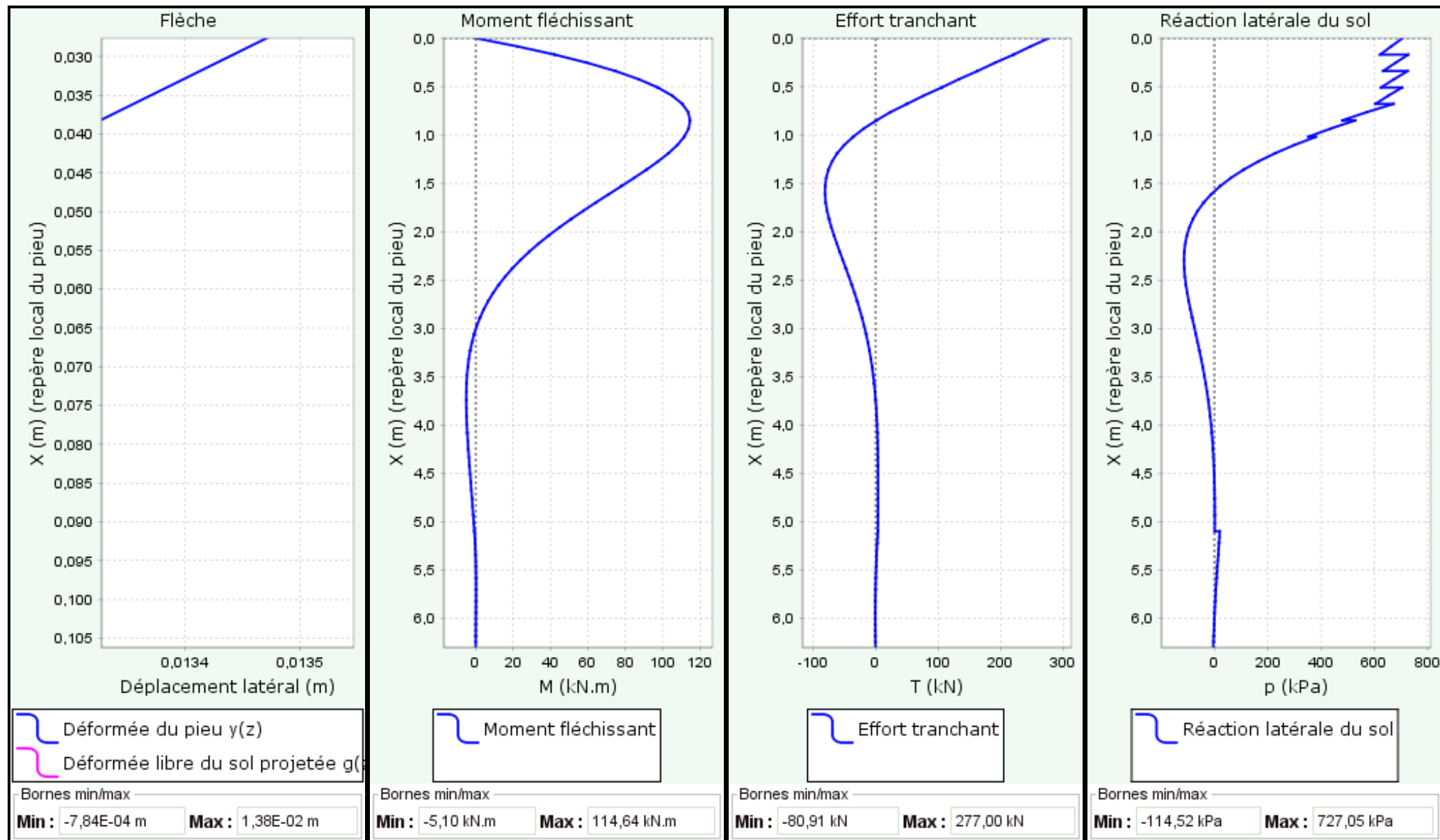
Discrétisation

Nom	h	EI	n
Remblais	5,10	1,26E04	30
Couche 2	1,20	1,26E04	10

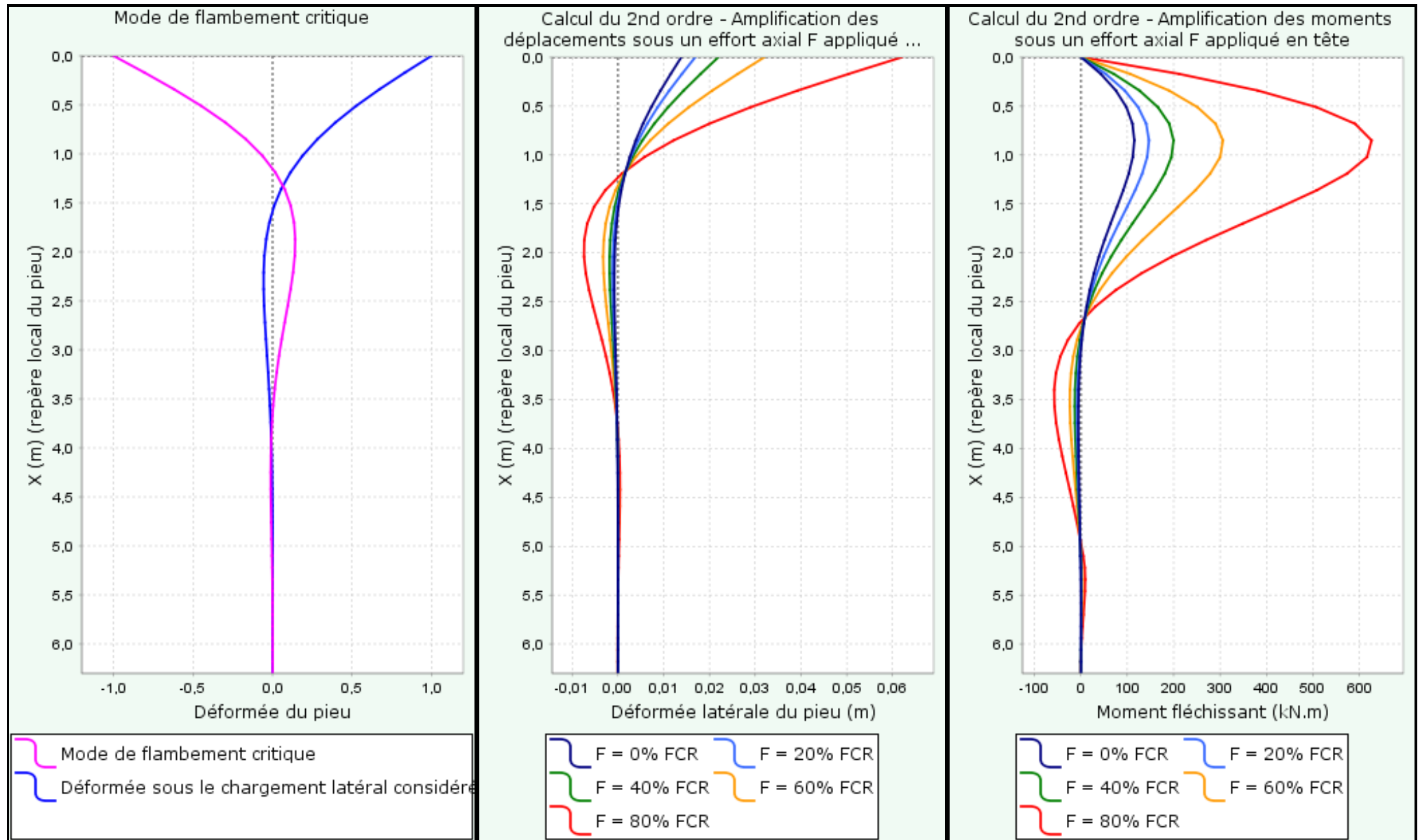
Charges ponctuelles

N°	Z	T	M	K	C
0	0,00	277,00	0,00	0,00E00	0,00E00
1	-5,10	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00
2	-6,30	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00

Résultats principaux



Résultats de flambement (Charge critique de flambement FCR = 19195 kN)



Données

Titre du projet : Pré-dimensionnement des fondations profondes par pieux

Numéro d'affaire : 18/05266

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Pieu 24 / Hébergement 2 + patio / cas 114 (pieu n°5)

Type de calcul : Calcul de pieu sous sollicitations latérales
Loi p-y avec saisie assistée (données PMT, CPT ou G-v)

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	kf1	p1	kf2	p2	B
1	Remblais		-5,10	1,46E05	800,00	7,30E04	1500,00	0,50
2	Couche 2		-6,80	2,09E06	4700,00	1,04E06	4700,00	0,50

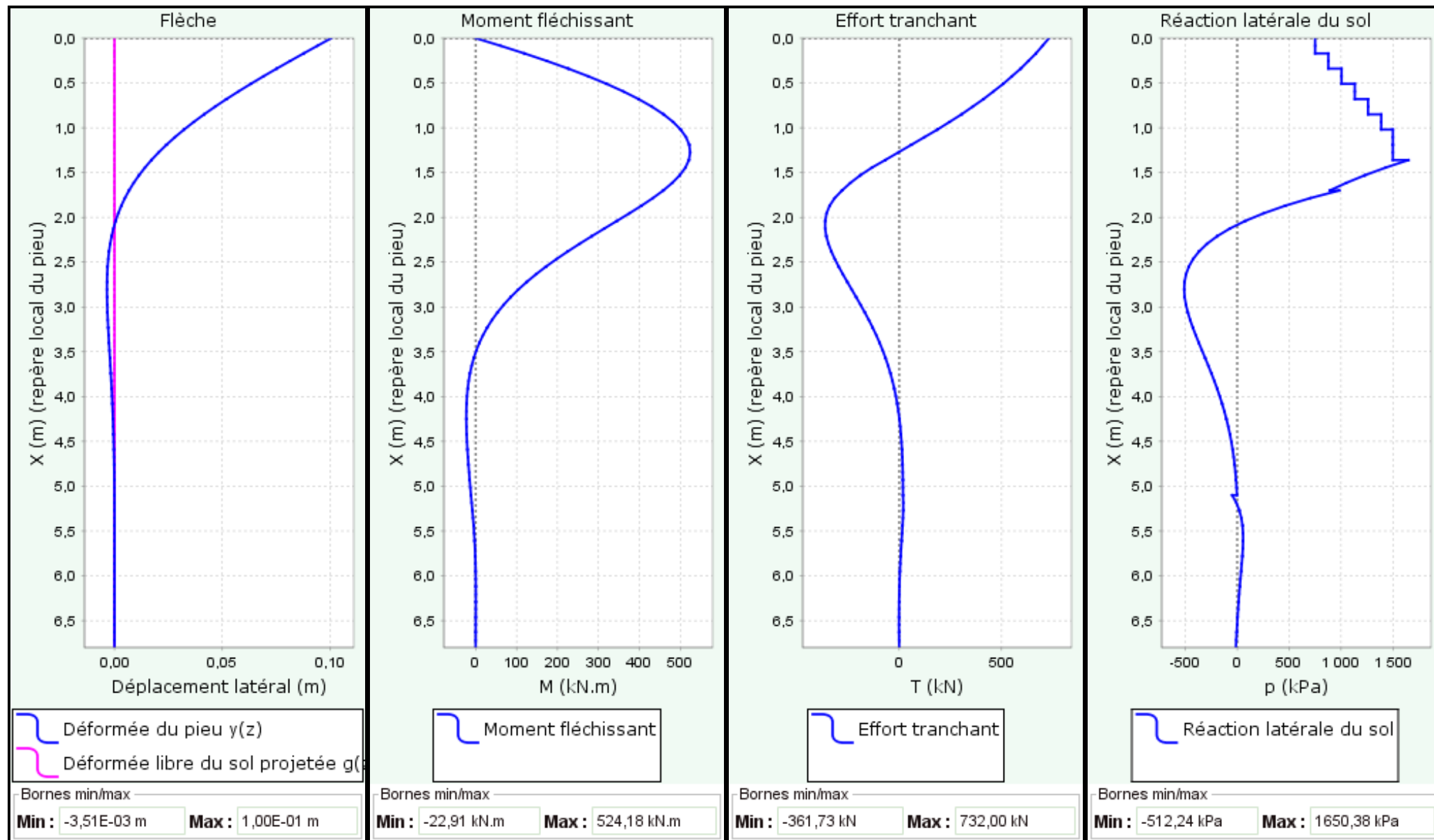
Discretisation

Nom	h	EI	n
Remblais	5,10	1,26E04	30
Couche 2	1,70	1,26E04	10

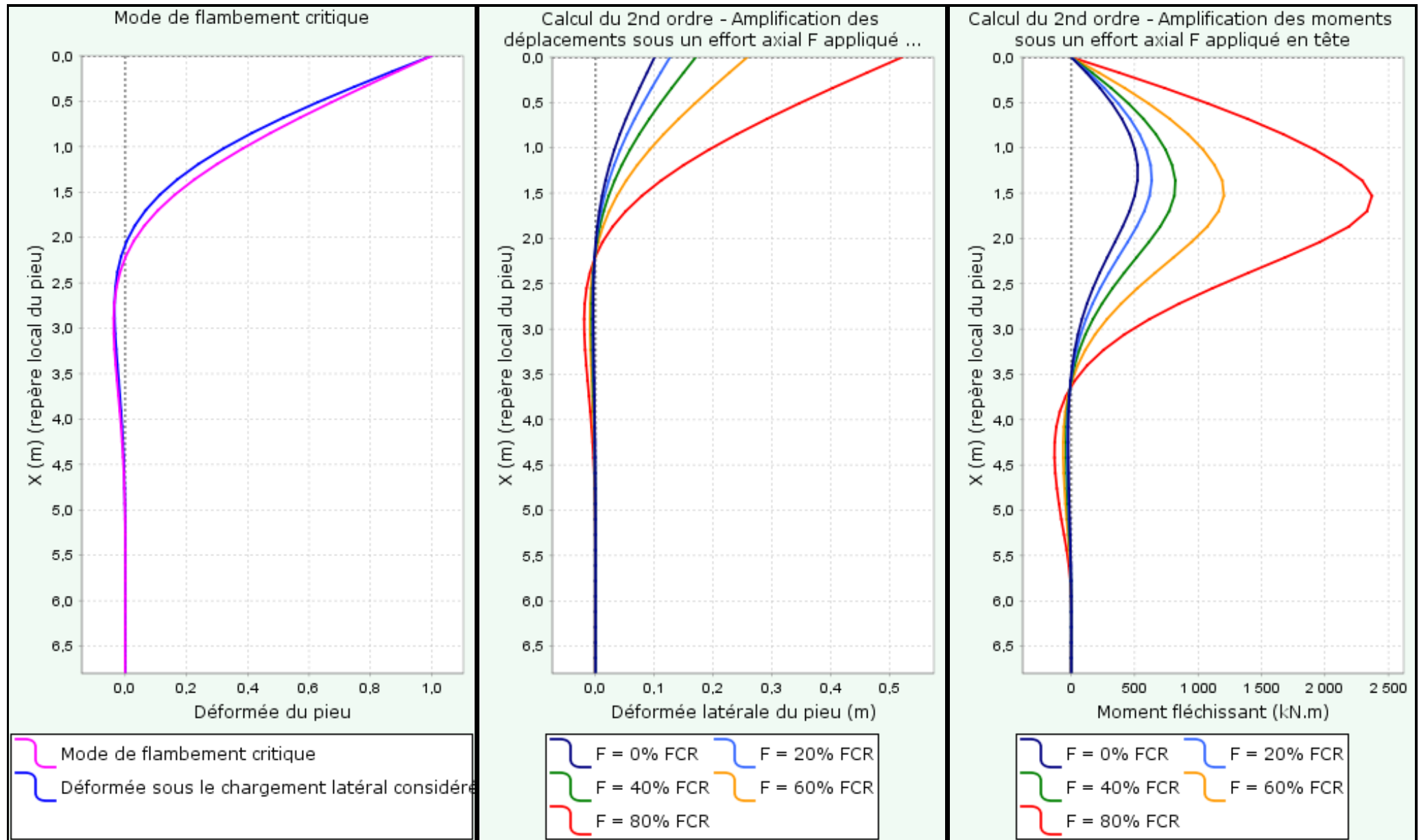
Charges ponctuelles

N°	Z	T	M	K	C
0	0,00	732,00	0,00	0,00E00	0,00E00
1	-5,10	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00
2	-6,80	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00

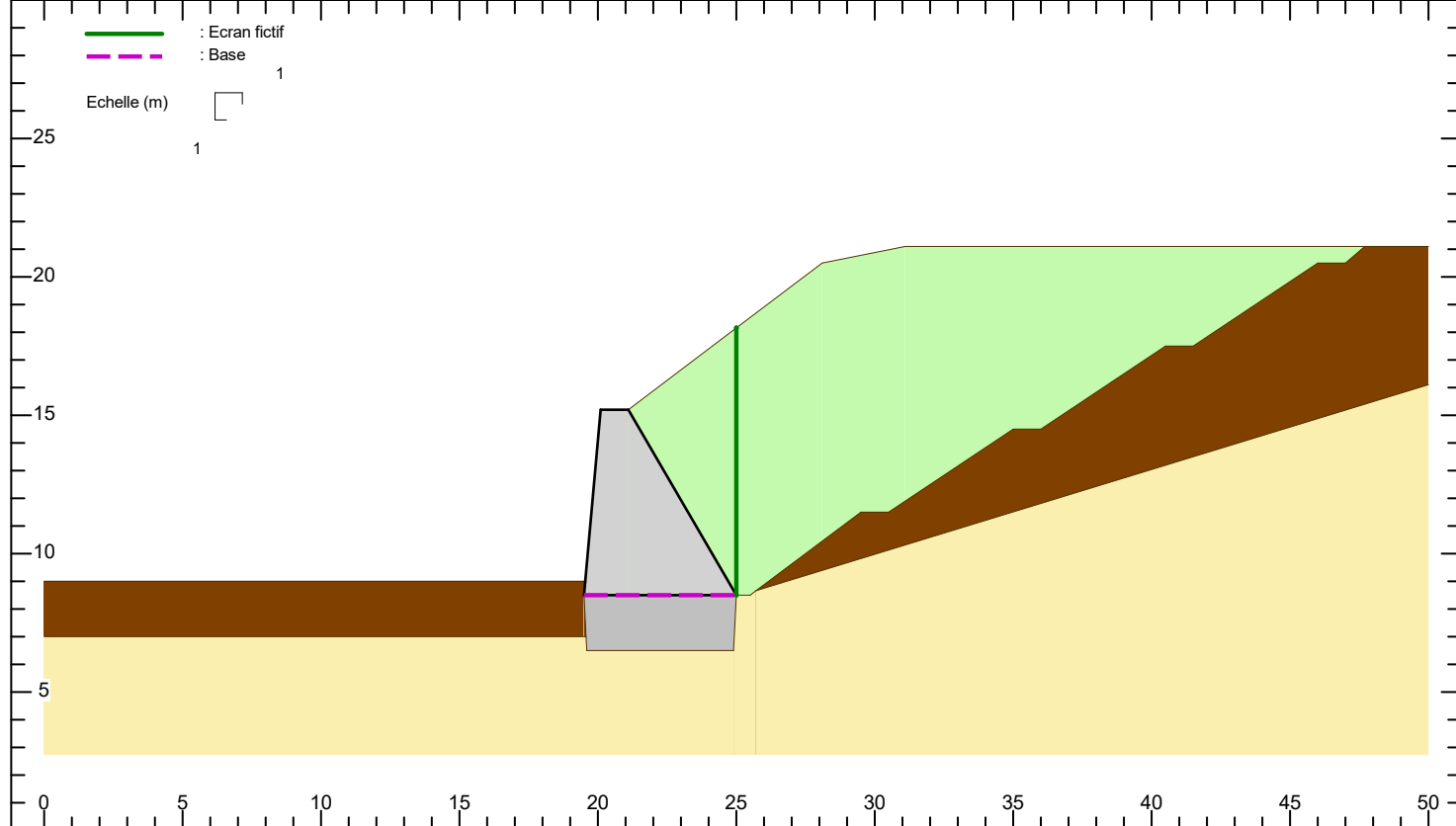
Résultats principaux



Résultats de flambement (Charge critique de flambement FCR = 5393 kN)



*ANNEXE 5 :
Sorties de calculs GEOMUR*



GEOMUR® v2.10 du 30/07/2018 développé par GEOS
 site web : <http://www.geos.fr> e-mail : logiciels@geos.fr GEOS Ingénieurs Conseils, 310 av. Marie Curie, Bât, Europa 2 Tél : 04 50 95 38 14
 Archamps Technopole, F-74160 ARCHAMPS Fax : 04 50 95 99 36

SOLS	γ	c	φ	δ	Ca
1	18.00	2.00	27.00	0.66	0.00
2	21.00	20.00	35.00	0.33	0.00
3	20.00	0.00	35.00	0.66	0.00
4	24.00	40.00	40.00	0.33	0.00

MUR	γ	BASE	C	ϕ	q0	qu	Type sol
	19.00		0.00	35.00	0.00	6000.00	cohérent

Fichier : coupe1.gmr
 Unités : kN, m
 Méthode de CULMANN
 Surfaces brisées précalculées
 Xi incliné à delta

Prise en compte de la cohésion pour le calcul des poussées :
 Intégration de la partie positive du diagramme des contraintes, calculé avec la cohésion.

18/05266/MARSE/02_7/4/2022 - 18:45	Mur de soutènement Gabion Nord-est	FIGURE 1 - 1/4

Facteurs de sécurité partiels	Critère	Statique	Sismique	
			Pesant	Allégeant
Actions - ELU permanentes défavorables $\gamma_g = 1.35$ variables défavorables $\gamma_q = 1.5$ permanentes favorables $\gamma_g = 1$ variables favorables $\gamma_q = 0$ Eau favorable $\gamma_w;inf = 1$ Eau défavorable $\gamma_w;sup = 1.35$ Résistances portance (ELU) $\gamma_R;v = 1.4$ portance (ELS) $\gamma_R;v = 2.3$ glissement $\gamma_R;h = 1.1$ butée $\gamma_R;e = 1.4$ Methode glissement $\gamma_R;d;h = 0.9$ portance $\gamma_R;d;v = 1$	Eurocodes 7 : NF P 94-281			
	Approche 2 - ELU			
	Glissement (ELU Article 9.3.1) Poussée défavorable-Poids favorable Renversement (ELU Article 9.2.2) Poussée défavorable-Poids favorable	Rh;d = 563.06 kN Rp;d = 0 kN Hd = 494.03 kN Hd <= Rh;d + Rp;d e = 1.79 m e < 7/15 * B = 2.57 m		
	Poinçonnement (ELU Article 9.2.1) Poussée défavorable-Poids favorable Approche 2 - ELS Renversement (ELS Article 12.3) Poinçonnement (ELS Article 12.2)	R0=0 kN; iδβ=0.115 Rv;d = 942.14 kN Vd = 796.09 kN Vd <= Rv;d + R0 R0=0 kN; iδβ=0.231 Rv;d = 1823.8 kN Vd = 794.61 kN Vd <= Rv;d + R0		

RESULTATS DE CALCULS INTERMEDIAIRES (METHODE CLASSIQUE)		
Statique		
β=0.00 °,d=0.00 m Vol. mur = 21.775 m²		

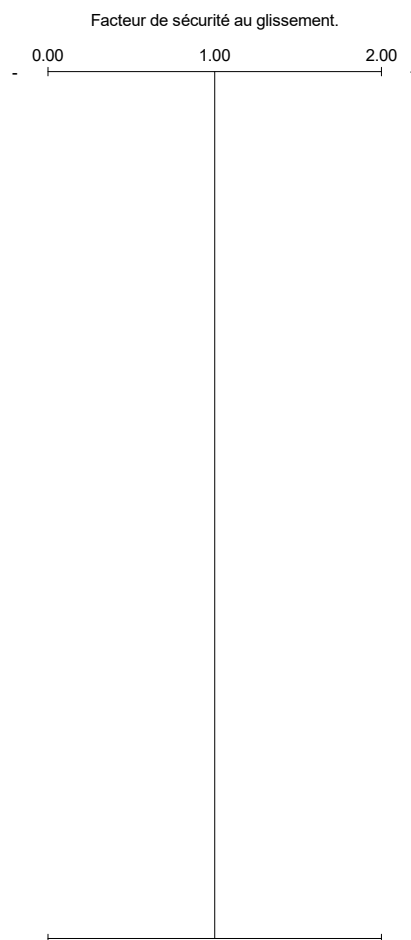
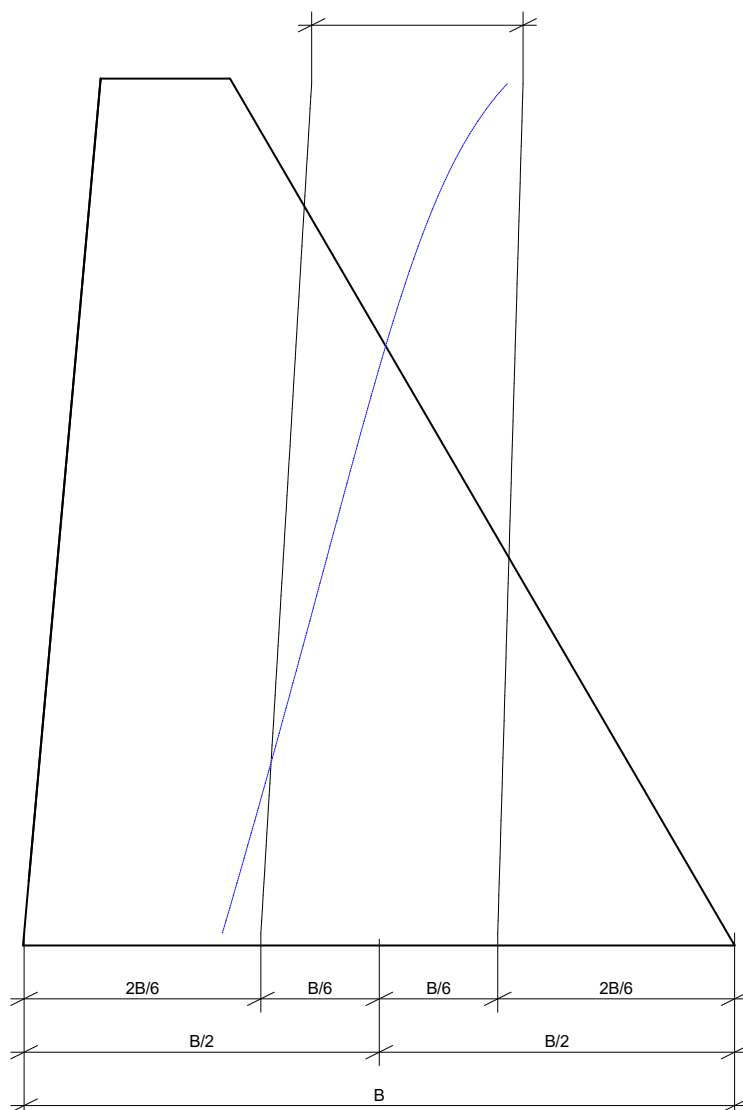
 GEOMUR© v2.10 du 30/07/2018 développé par GEOS site web : http://www.geos.fr e-mail : logiciels@geos.fr	GEOS Ingénieurs Conseils, 310 av. Marie Curie, Bât, Europa 2 Archamps Technopole, F-74160 ARCHAMPS	Tél : 04 50 95 38 14 Fax :04 50 95 99 36
---	---	---

18/05266/MARSE/02_7/4/2022 - 18:45	Mur de soutènement Gabion Nord-est	FIGURE 1 - 2/4

STABILITE INTERNE

mur en maçonnerie :

La résultante doit passer dans le tiers central.



Caractéristiques internes du mur (Methode classique):

C 40.00
φ 40.00

Conditions vérifiées :

Résultante :

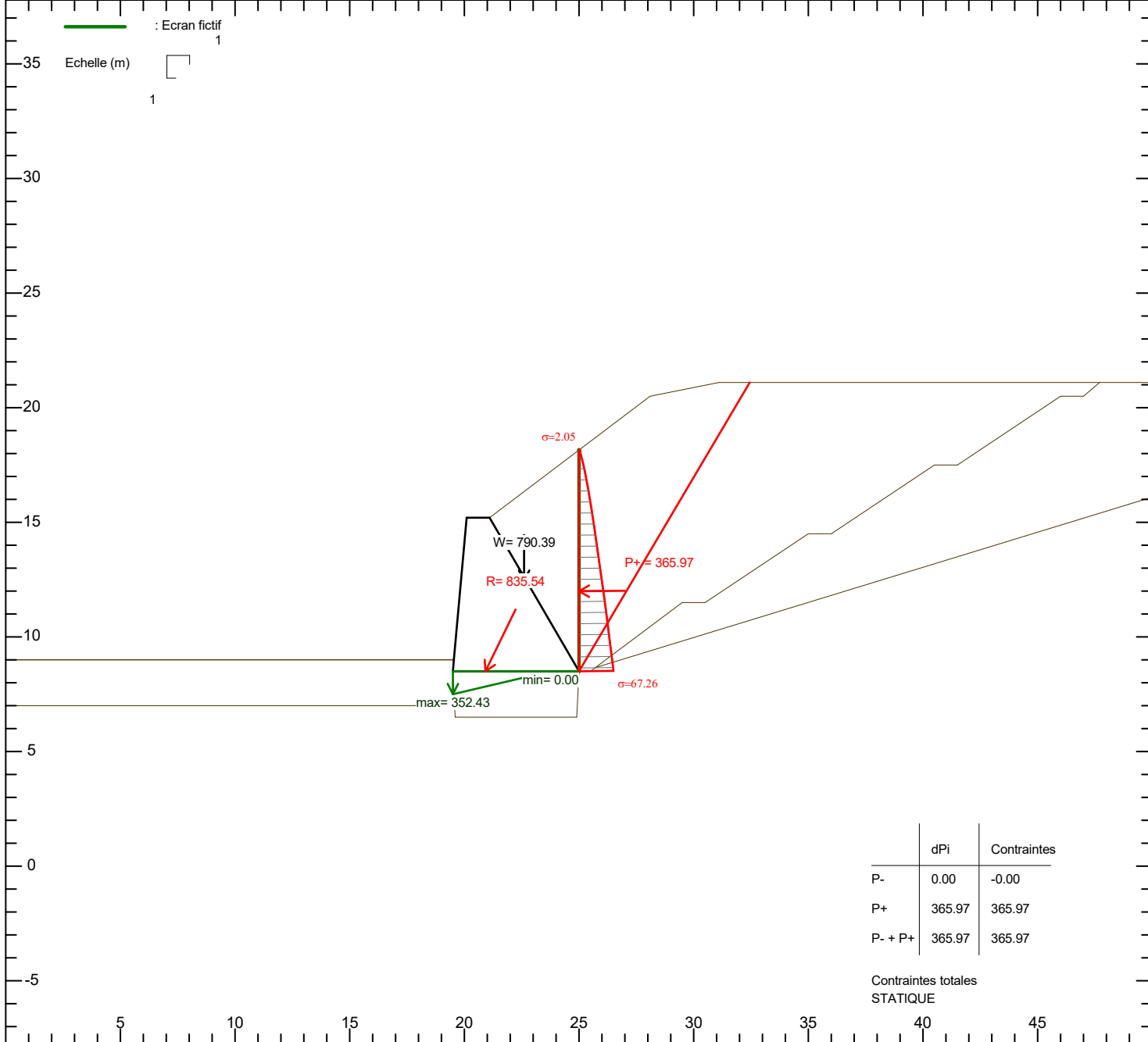
en statique -> NON

Glissement :

; OUI

Légende :

— : statique



POIDS DU MUR

dont : W mur= 413.73 kN

W= 790.39 kN

W charges= 0.00 kN

W sol/semelle= 376.47 kN

W sol/patin = 0.20 kN

Xg= 22.61 m

Yg= 12.45 m

W sol sous semelle= 0.00 kN

W eau= 0.00 kN

POUSSEE TOTALE

P= 365.97 kN

$\tau= 0.66^\circ$

Pv = 4.22 kN

Ph = 365.95 kN

X = 25.00 m

Y = 11.99 m

Poussée due au sol

P= 365.97 kN

$\tau= 0.66^\circ$

Pv = 4.22 kN

Ph = 365.95 kN

X = 25.00 m

Y = 11.99 m

RESULTANTE

R= 835.54 kN

$\tau= 64.02^\circ$

Rv= 751.14 kN

Rh= 365.95 kN

X = 20.92 m

Y = 8.50 m



GEOMUR© v2.10 du 30/07/2018 développé par GEOS
site web : <http://www.geos.fr> e-mail : logiciels@geos.fr

GEOS Ingénieurs Conseils, 310 av. Marie Curie, Bât, Europa 2
Archamps Technopole, F-74160 ARCHAMPS

Tél : 04 50 95 38 14
Fax : 04 50 95 99 36

18/05266/MARSE/02_7/4/2022 - 18:45

Mur de soutènement Gabion Nord-est

FIGURE
1 - 4/4