



CEL Biscarrosse – Programme Fusée Sondes

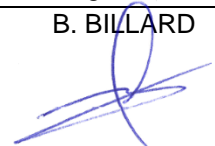


ÉTUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)
PHASE PROJET (PRO)

CEL BISCARROSSE 40600
DOSSIER : SBX2.I.0163-G2PRO-INDICE 1
11/03/2020



Agence de BORDEAUX • Domaine de Pelus – 19 Avenue Pythagore 33700 MERIGNAC
Tél. 33 (0) 5 56 12 98 10 • Fax 33 (0) 5 56 13 07 31 • cebtb.bordeaux@groupeginger.com



<p style="text-align: center;"> ARIANE GROUP PROGRAMME FUSEE SONDES CEL BISCARROSSE RAPPORT – ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2) – phase PRO </p>						
Dossier : SBX2.I.0163		Réf. rapport : SBX2.I.0163-G2PRO			Contrat : SBX2.I.0406	
Indice	Date	Chargé d'affaire	Vérifié par	Approuvé par	Contenu	Observations
1	11/03/20	B. BILLARD 	P. OILLATAGUERRE 	A. BARRIERE 	27 pages 8 annexes	

À compter du paiement intégral de la mission, le client devient libre d'utiliser le rapport et de le diffuser à condition de respecter et de faire respecter les limites d'utilisation des résultats qui y figurent et notamment les conditions de validité et d'application du rapport.

SOMMAIRE

1	Contexte de l'étude	6
1.1	Documents relatifs à l'étude.....	6
1.1.1	Documents géotechniques.....	6
1.1.2	Documents relatifs au projet	6
1.1.3	Documents réglementaires de référence	6
1.2	Localisation.....	7
1.3	Description du site et des avoisinants.....	7
1.4	Description du projet	8
1.5	Mission de Ginger CEBTP	9
2	Synthèse géotechnique	10
2.1	Investigations géotechniques	10
2.1.1	Sondages et essais in situ.....	10
2.1.2	Essais en laboratoire	10
2.2	Coupe lithologique et caractéristiques mécaniques	11
2.3	Caractéristiques physiques des sols	12
2.4	Synthèse hydrogéologique	12
2.4.1	Risque naturel d'inondabilité	12
2.4.2	Piezométrie	12
2.5	Synthèse des données sismiques.....	12
2.5.1	Définition des paramètres sismiques	12
2.5.2	Liquéfaction des sols.....	13
2.6	Érosion de la dune	13
3	Principes de construction et hypothèses générales	14
3.1	Solutions techniques	14
3.2	Modèle géotechnique.....	14
4	Terrassements et drainage.....	15
4.1	Généralités	15
4.2	Purges.....	15
4.3	Terrassabilité des matériaux	15
4.4	Traficabilité en phase chantier.....	15
4.5	Talutages	15
4.6	Drainage	15
5	Couches de forme – Voiries et dallage SPP	16
5.1	Généralités	16
5.2	Conception et exécution.....	16

5.3	Contrôles	17
5.4	Tassements prévisibles	17
6	Fondations profondes – Dimensionnement des pieux PDT	18
6.1	Préambule	18
6.2	Hypothèses complémentaires.....	18
6.2.1	Coupe de calcul	18
6.2.2	Hypothèses retenues vis-à-vis des efforts parasites	18
6.2.3	Descentes de charges.....	19
6.3	Justification du béton	19
6.3.1	Compression	19
6.3.2	Traction	20
6.4	Justification en capacité portante	21
6.5	Justification sous efforts horizontaux et moments	22
6.6	Sujétions d'exécution et contrôles	23
7	Fondations superficielles – Rails du bâtiment SAF	24
7.1	Préambule	24
7.2	Hypothèses complémentaires.....	24
7.2.1	Coupe de calcul	24
7.2.2	Descentes de charges.....	24
7.3	Justifications.....	25
7.3.1	Excentrement de charges	25
7.3.2	Glissement	25
7.3.3	Capacité portante	25
7.3.4	Tassements.....	25
7.3.5	Section d'acier en béton armé	25
7.4	Dimensionnements	26
7.5	Sujétions d'exécution	26
8	Aléas résiduels et missions ultérieures.....	27
8.1	Aléas résiduels	27
8.2	Missions ultérieures.....	27

ANNEXES

Annexe 1.	Notes Générales sur les Missions Géotechniques
Annexe 2.	Plan d'Implantation des Sondages
Annexe 3.	Investigations in situ
Annexe 4.	Essais en laboratoire
Annexe 5.	Plan de fondations et descentes de charges
Annexe 6.	Estimation des tassements sous dallage SPP (FOXTA)
Annexe 7.	Vérification de la capacité portante des pieux (FOXTA)
Annexe 8.	Vérification des pieux sous efforts horizontaux (FOXTA)

Tables des illustrations

Figure 1 - Plan et photographie aérienne – Géoportail	7
Figure 2 - Plan de masse du projet	8
Figure 3 - Plans et coupe SPP.....	16

1 Contexte de l'étude

1.1 Documents relatifs à l'étude

1.1.1 Documents géotechniques

Rapport d'étude géotechnique G2AVP - SBX2.I.0163-G2AVP – Indice 1 du 28/02/2019.

1.1.2 Documents relatifs au projet

Document	Echelle	Origine / référence	Indice	Date
Cahier des charges pour l'étude géotechnique	-	ARIANE GROUP – K0250/18	A	22/10/2018
Dossier DCE : -CCTC ; -CCTP par lot ; -Plans et coupes techniques	-	INGEROP	B	26/02/2020
DDC pieux – pas de tir	-	INGEROP	-	18/02/2020

1.1.3 Documents réglementaires de référence

Les documents réglementaires utilisés sont les suivants :

- Eurocode 0 – « Base de calcul des structures » ;
- Eurocode 2 Partie 1 – « Calcul des structures en béton - Règles générales et règles pour les bâtiments » ;
- Eurocode 7 Partie 1 – « Calcul géotechnique – Règles générales » ;
- Eurocode 8 Partie 1 – « Calcul des structures pour leur résistance aux séismes – Règles générales, actions sismiques et règles pour les bâtiments » ;
- NF P 94-262 – « Calcul géotechnique – Fondations profondes » ;
- NF EN 1536 – « Exécution des travaux géotechniques spéciaux – Pieux forés » ;
- NF P 94-261 – « Calcul géotechnique – Fondations superficielles » ;
- DTU 13.3 – « Dallages – Conception, calcul et exécution – Partie 1 : Cahier des clauses techniques des dallages à usage industriel ou assimilés ».

1.2 Localisation

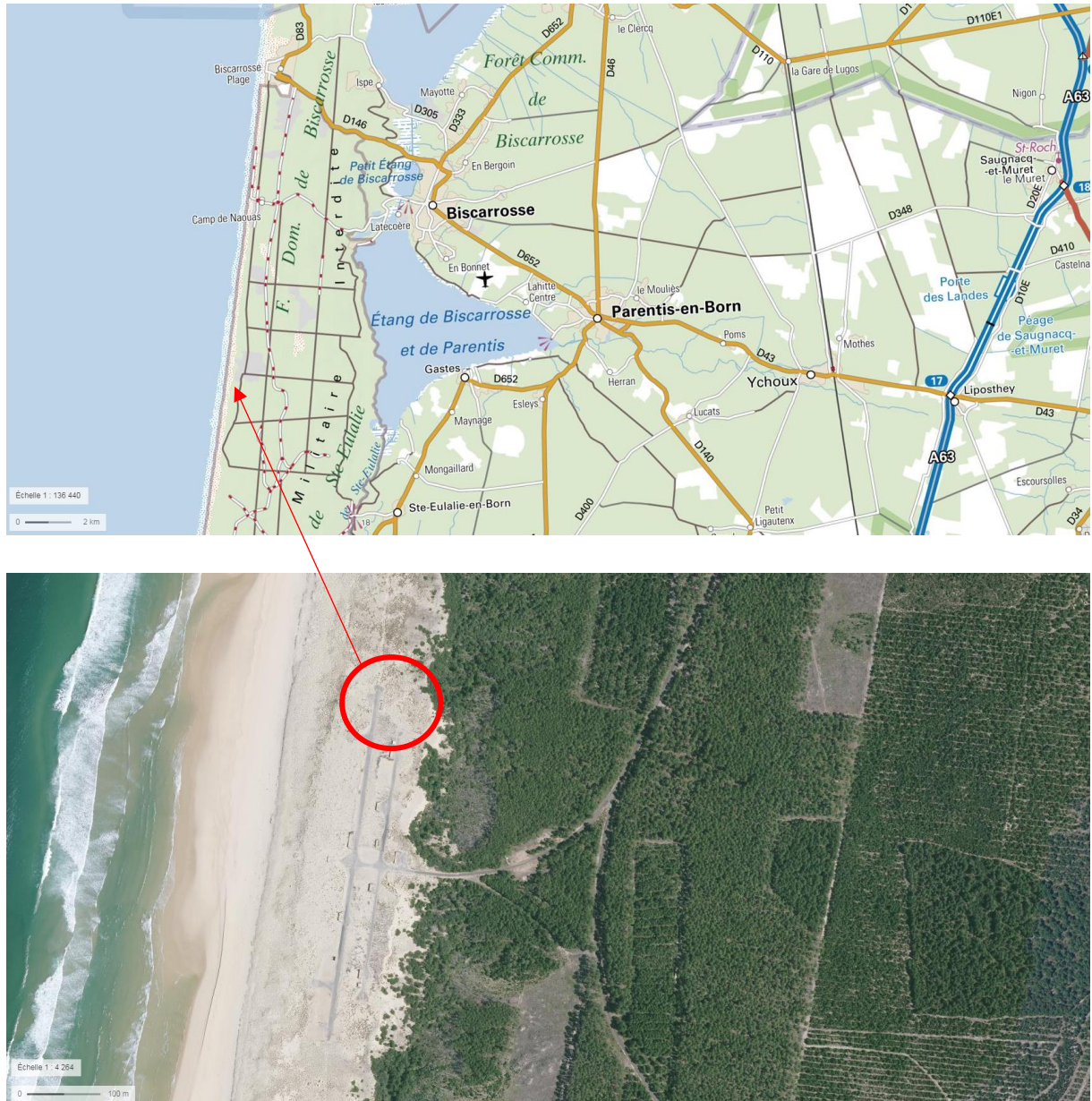


Figure 1 - Plan et photographie aérienne – Géoportail

1.3 Description du site et des avoisinants

Le site du projet se trouve sur la dune littorale du CEL de Biscarrosse. Des infrastructures de pistes en béton et ouvrages existent déjà. Il s'agit d'une base de lancement existante dénommée « Base Ecole A Feux Sud (BEAFS) ». Le site concerné par le projet se trouve en tête de la dune.

Les emprises du projet sont libres de toute mitoyenneté.

1.4 Description du projet

Le projet concerne la création d'une base de lancement de fusée sondes avec rampe de lancement mécanique fixée à un support, sans mur fort ni carnaux.

Les travaux concernent :

- PDT : Pas de tir - Massif de fondation de la rampe de lancement, résistant aux contraintes statiques et dynamiques (efforts, température, vibratoire) ;
- SAF : Abri mobile sur rail, démontable ;
- Mur anti-souffle amovibles ;
- Adaptation au sol pour la circulation des véhicules de manutention et de transport ;
- SPP : Dallages pour support des équipements.

Le projet sera implanté en tête de la dune.

Le plan ci-dessous illustre le projet :

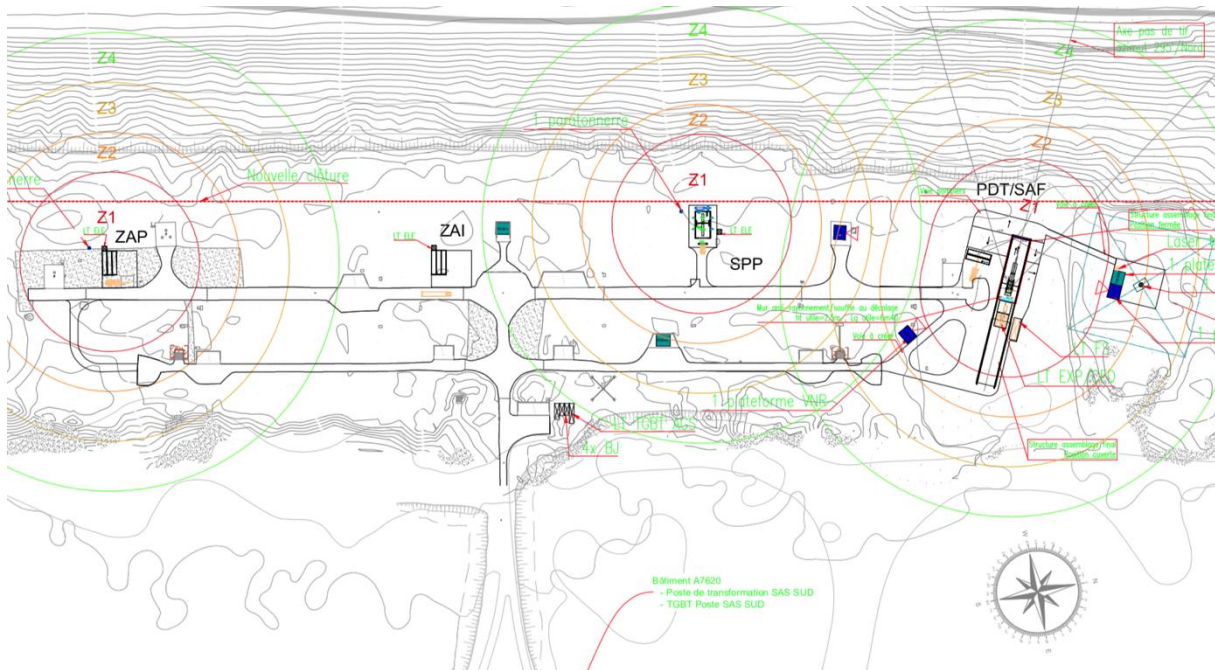


Figure 2 - Plan de masse du projet

1.5 Mission de Ginger CEBTP

La mission de Ginger CEBTP est conforme au contrat n°SBX2.I.0163 et à la norme NF P94-500 de Novembre 2013 (cf. Annexe 1). Elle correspond à une étude géotechnique de conception phase projet (mission G2 phase PRO), soit :

- définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique et le réaliser et/ou en assurer le suivi technique.
- synthétiser les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet : valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques, définition des niveaux d'eau, définition des risques sismiques, identification géologique des formations à travers des coupes de synthèses.
- rédiger des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques ainsi que des notes de calculs de dimensionnement.
- donner un avis sur les valeurs seuils.

Elle ne comprend pas l'estimation des quantités des ouvrages géotechniques.

2 Synthèse géotechnique

2.1 Investigations géotechniques

2.1.1 Sondages et essais in situ

L'implantation des sondages et essais in situ a été définie et réalisée par Ginger CEBTP en fonction des zones accessibles par nos ateliers de sondages le jour de l'intervention, en accord avec l'implantation des ouvrages en 2019.

L'altitude des têtes de sondages correspond au niveau du terrain actuel au moment des investigations en janvier 2019.

Type de sondage	Quantité	Noms	Prof. m/TA
Sondage manuel	3	S1	1,0
		S3	1,0
		S5	1,0
Essai au pénétromètre statique lourd 200 kN Norme NF EN ISO 22476-1	3	CPT1	10,00
		CPT3	10,00
		CPT4	10,31
Essai au pénétromètre dynamique lourd Norme NF EN ISO 22476-2	2	PD4	8,2
		PD5	8,0

Le plan d'implantation est présenté en Annexe 2, et les coupes des sondages et essais in situ en Annexe 3.

2.1.2 Essais en laboratoire

Les résultats des essais en laboratoire sont fournis en Annexe 4.

Identification des sols	Nombre	Norme
Teneur en eau pondérale W	2	NF P94-050
Analyse granulométrique par tamisage	2	NF P94-056
Valeur au bleu du sol (VBS)	2	NF P94-068
Classification des sols (GTR)	2	NF P11-300

2.2 Coupe lithologique et caractéristiques mécaniques

Formation	Lithologie			Caractéristiques géotechniques				
	Tête	Base	Epaisseur	Résistance de pointe statique qc	Résistance de pointe dynamique qd	Coefficient rhéologique α	Module Es équivalent	Module Em équivalent
	m/TA	m/TA	m	MPa	MPa	-	MPa	MPa
1 – Sables moyennement denses	0	3,0 à 5,0	3,0 à 5,0	2 à 14	1 à 7	1/3	15	5
2 – Sables denses	3,0 à 5,0	>10,0	>5,0	6 à 25	1 à 10	1/3	30	10

Les terrains du site sont essentiellement composés de sables dunaires beige, d'après les trois sondages manuels S1 à S3, ainsi que les essais au pénétromètre statique. Ils sont moyennement denses à denses avec, ponctuellement, des passées plus lâches, comme vers 2,0m de profondeur au droit de CPT1 ou vers 5,0m de profondeur au droit de CPT4.

Les valeurs des coefficients et modules retenus sont basés sur les essais in situ, notre connaissance locale des terrains et sur les corrélations en vigueur.

Les matériaux du site ne sont pas sujets aux phénomènes de retrait-gonflement.

2.3 Caractéristiques physiques des sols

Référence échantillon	Formation / type de sol	Prof. (m) échantillon	W (%)	VBS	Tamisat < 80 µm	Classe G.T.R.
19BDX-0130	1 – Sable beige	S3 – 0.7	3.5	0.02	3.1	D ₁
19BDX-0131	1 – Sable beige	S5 – 0.7	3.2	0.02	2.0	D ₁

Les horizons sableux du site sont classés D1. Ces matériaux sont sans cohésion et perméables. Leur granulométrie, souvent mal graduée et de petit calibre, les rend très érodables et d'une « traficabilité » difficile. Ce point s'est vérifié lors de la réalisation des essais au pénétromètre statique avec le camion de 20 tonnes.

2.4 Synthèse hydrogéologique

2.4.1 Risque naturel d'inondabilité

Des informations précises sur le risque réel d'inondation peuvent être fournies dans les documents d'urbanisme (P.L.U.) et dépendent des travaux de protection réalisés, donc susceptibles de varier dans le temps. S'agissant de données d'aménagement hydraulique et non de données hydrogéologiques, elles ne font pas partie de notre mission d'étude géotechnique.

L'emprise du projet se situe en tête de dune, en front océanique Ouest. Les données sur les coefficients de marées peuvent être consultées.

2.4.2 Piézométrie

Aucun niveau d'eau n'a été mesuré au droit des sondages et essais lors des investigations fin janvier 2019. Il n'y a pas de nappe au sein de la dune. Les eaux de ruissellement s'infiltrant dans le massif.

2.5 Synthèse des données sismiques

2.5.1 Définition des paramètres sismiques

Selon l'Eurocode 8, les principales données parasismiques déduites des éléments du projet et des reconnaissances effectuées dans le cadre de cette étude, figurent dans le tableau ci-dessous :

Zone de sismicité	1 (très faible)
Classe de sol	C
Catégorie d'importance	II

D'après les données précédentes, l'Eurocode 8 n'a aucune exigence vis-à-vis de l'étude sismique. Le choix est donc à l'appréciation du Maître d'Ouvrage.

2.5.2 Liquéfaction des sols

Le projet se trouvant en zone de sismicité très faible (zone 1), l'analyse de la liquéfaction des sols n'est pas à réaliser d'après l'arrêté du 26 Octobre 2011 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux ouvrages de la classe dite « à risque normal ».

2.6 Érosion de la dune

La dune se situe en front océanique. Nous ne sommes pas en mesure de prévoir l'évolution de la topologie de la dune, fonction des dépôts et de l'érosion. Cet aléa est à considérer à long terme pour la pérennité des ouvrages installés.

Une surveillance régulière de l'évolution du profil de la dune devrait être mise en œuvre afin de prévoir les modifications nécessaires, à long terme, en cas d'impact sur les ouvrages du projet (déchaussage de fondations, talus trop proche des ouvrages pour la stabilité générale du site, etc).

3 Principes de construction et hypothèses générales

3.1 Solutions techniques

On rappelle le contexte géotechnique suivant :

- Projet situé en tête de la dune océanique, composée essentiellement de sables dunaires de densités variables sur sa hauteur ;
- Absence de nappe ;
- Site soumis au risque d'érosion à long terme.

Les solutions techniques envisagées sont les suivantes :

- PDT : rampe de lancement installée sur un massif en béton armé fondé par l'intermédiaire de quatre pieux.
- SAF : abri mobile sur rails et longrines, reposant sur des semelles filantes ancrées dans les sables moyennement denses, à partir de 0,6 m de profondeur, au minimum.
- SPP : Les installations de préparation seront implantées sur un dallage avec bêche périphérique, mis en œuvre sur une couche de forme adaptée.
- Les éventuelles pistes et dalles bétons complémentaires seront mises en œuvre sur une couche de forme adaptée.

3.2 Modèle géotechnique

À partir de la synthèse des résultats, on retiendra le modèle géotechnique suivant :

Formation	Lithologie			Caractéristiques géotechniques			
	Tête	Base	Epaisseur	Résistance de pointe statique q_c	Coefficient rhéologique α	Module Es équivalent	Module Em équivalent
	m/TA	m/TA	m	MPa	-	MPa	MPa
1 – Sables moyennement denses	0	3,0 à 5,0	3,0 à 5,0	5	1/3	15	5
2 – Sables denses	3,0 à 5,0	>10,0	>5,0	10	1/3	30	10

4 Terrassements et drainage

4.1 Généralités

D'après les informations communiquées, les cotes du projet sont celles des infrastructures déjà existantes sur le site du projet. Le projet nécessite un reprofilage en partie Nord du site pour y intégrer le pas de tir ainsi que la structure coulissante du bâtiment de préparation.

4.2 Purgés

La purge des horizons de surface devra être menée pour supprimer les horizons végétalisés ainsi que les horizons remaniés jusqu'à 0,3m de profondeur environ au droit de toute construction.

4.3 Terrassabilité des matériaux

Les matériaux présents sur le site ne poseront pas de problème d'extraction. En revanche, la réalisation des fouilles des nouvelles fondations nécessitera des blindages provisoires pour la tenue des matériaux sableux.

4.4 Traficabilité en phase chantier

Les classifications GTR menées sur les matériaux du site, classés D1, prévoient des difficultés de traficabilité avec certains engins.

On privilégiera la réalisation des travaux de décapage et de fondations en période météorologique favorable ou à l'aide d'engins à chenilles.

4.5 Talutages

Dans le cadre de la réalisation de talus pour réalisation de certains terrassements, notamment en partie Nord du site, on respectera une pente de talus de 2 de base pour 1 de hauteur.

4.6 Drainage

Les matériaux du site sont sableux et en l'absence de nappe, il ne devrait pas y avoir de problématique de drainage.

5 Couches de forme – Voiries et dallage SPP

5.1 Généralités

Une solution de dallage sur terre-plein est possible pour la réalisation du SPP, moyennant les précautions des paragraphes suivants. Le plan ci-dessous illustre le projet de dallage SPP avec bêche périphérique :

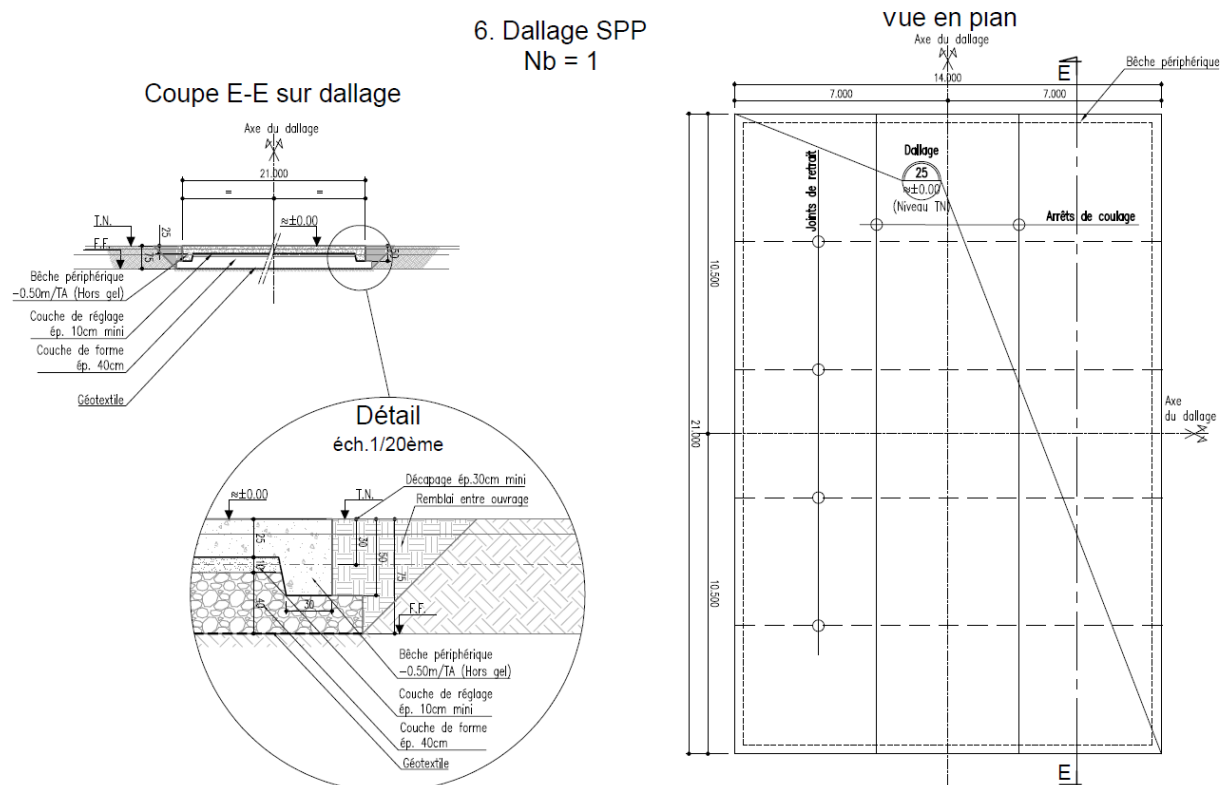


Figure 3 - Plans et coupe SPP

Les hypothèses à retenir pour les couches de formes sous pistes et autres dalles béton éventuelles sont identiques.

D'après les documents du projet, les charges d'exploitation à prendre en compte sont de type E1, soit 7,5 kPa. Pour le calcul du tassement aux ELS QP, on considérera $\psi_2 = 0,8$. Pour le poids du dallage, on considérera un poids volumique de 25 kN/m³.

5.2 Conception et exécution

La mise en œuvre de la structure sous dallage (couche de forme et couche de réglage) sera réalisée moyennant les précautions successives suivantes :

- décapage de la couche de surface et des horizons remaniés sur 0,3 m d'épaisseur au minimum,
- terrassement jusqu'au fond de forme,
- purge éventuelle des poches médiocres et des sols détériorés par les engins de terrassement ou les eaux de pluie,
- compactage du fond de forme à 95 % de l'optimum Proctor normal (OPN) avec des engins adaptés,

- mise en place d'un géotextile anti-contaminant,
- mise en œuvre de la structure sous dallage avec compactage de la couche de forme à 95 % de l'optimum Proctor modifié (OPM).

La structure sous dallage pourra alors être envisagée de la manière suivante :

- une couche de forme de 0,4 m d'épaisseur minimale, pour un fond de forme de nature sableuse, en concassé calcaire 0/60 ou 0/80 insensible à l'eau, grave non traitée (GNT) 0/80, ou équivalent ;
- une couche de réglage en concassé calcaire 0/31.5 insensible à l'eau, grave non traitée (GNT) 0/31.5 ou équivalent.

On veillera à respecter les recommandations du guide GTR édité en 1992 par le SETRA.

Les apports devront être granulaires, insensibles à l'eau et de granulométrie continue. Il peut s'agir de matériaux de type D2 / D3 ou R21.

Les dallages seront conçus conformément au DTU 13.3.

5.3 Contrôles

D'après le DTU 13.3, de mars 2005 applicable au projet, le module de Westergaard (K_w) à obtenir est de 50 MPa/m.

On s'assurera, d'autre part, que le compactage est correctement réalisé en recherchant comme critère de réception supplémentaire : $EV2 > 50 \text{ MPa}$ et $EV2/EV1 < 2$.

Ce critère assure l'obtention d'une plateforme PF2 nécessaire pour la mise en œuvre des structures des pistes de circulation et autres dalles destinées à recevoir la circulation d'engins de 13,5 T à l'essieu.

Ginger CEBTP se tient à la disposition du maître d'œuvre ou de l'entreprise pour la réalisation des essais de contrôle à tout stade de l'exécution.

5.4 Tassements prévisibles

Les hypothèses à retenir sur les modules E_s , obtenues par corrélations sur la base des essais au pénétromètre statique, sont celles fournies au paragraphe 3.2, conformément au DTU 13.3 :

Formation	Epaisseur (m)	Coefficient rhéologique α	Module E_s (MPa)
0 - Couche de forme graveleuse compactée	0.4	1/3	20 ⁽¹⁾
1 – Sable moyennement dense	5.0	1/3	15
2 – Sable dense	5.0	1/3	30

⁽¹⁾ Estimé d'après la formule $E_s = 0,54 \cdot \phi_{\text{plaque}} \cdot K_w$ (avec $K_w = 50 \text{ MPa/m}$ et $\phi_{\text{plaque}} = 0,75 \text{ m}$)

Les tassements des dallages sont estimés inférieurs au centimètre en fonction des terrassements et des surcharges réparties prévues de $0,75 \text{ T/m}^2$ (cf. CCTP).

Les résultats sont fournis en Annexe 6.

6 Fondations profondes – Dimensionnement des pieux PDT

6.1 Préambule

Les fondations profondes sont justifiées selon les règles de la norme NF P94-262 « Justification des ouvrages géotechniques - Fondations profondes ». Il convient de réaliser les vérifications suivantes :

- vérification de la contrainte du béton,
- vérification de la capacité portante en compression et en traction,
- vérification sous efforts horizontaux et moments.

Les hypothèses transmises font état de la réalisation de pieux Ø620 mm. On envisagera la réalisation de pieux à la tarière creuse.

6.2 Hypothèses complémentaires

6.2.1 Coupe de calcul

D'après la synthèse réalisée précédemment, nous avons retenu la coupe de calcul suivante pour le dimensionnement des pieux (pieu à la tarière creuse - classe 2 – catégorie 6) – Méthode pénétrométrique statique :

Formation	Prof. base (m/TA)	qc (MPa)	qsi (kPa)	kc	Em (MPa)	α
1 – Sables moyennement denses	1,5	Neutralisé pour tenir compte de la mise en place de la structure + casques de pieux				
	5,0	5	70	(1)	5	1/3
2 – Sables denses	10,0	10	109	0,25 (2)	10	1/3

(1) aucune valeur retenue dans cet horizon

(2) pour un encastrement équivalent $Def / B > 5$

6.2.2 Hypothèses retenues vis-à-vis des efforts parasites

Ainsi, aucun effort parasite n'a été pris en compte dans le dimensionnement des fondations profondes.

Nota : toute modification du projet ou ajout de remblai sur le sol en place au niveau ou à proximité des fondations profondes sera susceptible de modifier les hypothèses de calcul prises en compte.

6.2.3 Descentes de charges

Les descentes de charges pour un pas de tir « 50K » ont été fournies par INGEROP. Elles sont fournies en Annexe 5 à ce rapport. Les différentes combinaisons d'actions ont été établies en considérant $\psi_2 = 1,0$. Cette hypothèse revient à considérer que les efforts en combinaisons caractéristiques et quasi-permanentes sont identiques. Cette hypothèse est sécuritaire.

Pour chaque combinaison d'actions, les valeurs maximales ont été retenues. Elles sont récapitulées dans le tableau suivant :

Efforts et combinaison d'actions	Vd ELS carac/qp (kN)	Vd ELU fond. (kN)	Hd ELU fond. (kN)	Hd ELS carac/qp (kN)	Md ELU fond. (kN.m)	Md ELS carac/qp (kN.m)
Max	943	1362	74	50	42	29

6.3 Justification du béton

6.3.1 Compression

Pour les calculs de structure, on considère les caractéristiques suivantes :

- résistance caractéristique à la compression :

$$f_{ck}^* = \frac{\inf(f_{ck}(t); f_{ck}; C_{\max})}{k_1 * k_2}$$

avec :

- f_{ck}^* : résistance caractéristique à la compression à prendre en compte pour les vérifications de contraintes de compression du béton de structure de l'écran.
- f_{ck} : résistance caractéristique à la compression à 28 jours (cf Eurocode 2).
- $f_{ck}(t)$: résistance caractéristique à la compression à t jours (cf Eurocode 2).
- C_{\max} : résistance caractéristique à la compression à la mise en œuvre.
- k_1 : coefficient empirique tenant compte du mode de mise en place dans le sol ainsi que des variations possibles de sections selon la technique utilisée.
- k_2 : coefficient empirique tenant compte des difficultés de bétonnage liées à la géométrie.

- résistance de calcul à la compression :

$$f_{cd} = \min\left(\alpha_{cc} * k_3 * \frac{f_{ck}^*}{\gamma_c}; \alpha_{cc} * \frac{f_{ck}(t)}{\gamma_c}; \alpha_{cc} * \frac{C_{\max}}{\gamma_c}\right)$$

avec :

- k_3 : coefficient empirique tenant compte des contrôles d'intégrité effectués.
- α_{cc} : coefficient de valeur égale à 0.8 pour des pieux non-armés et 1.0 pour des pieux armés
- γ_c : coefficient partiel relatif au béton (cf. Eurocode 2).
- contraintes admissibles du béton :
 - ELS :

$$\sigma_{cmoy} = 0.3 * k_3 * f_{ck}^*$$

$$\sigma_{c \max} = 0.6 * k_3 * f_{ck}^*$$

- ELU :

$$\sigma_{cmoy} = f_{cd} \text{ (ELU fondamental)}$$

$$\sigma_{c \max} = \alpha_{cc} \frac{k_3 \times f_{ck}}{1.2} \text{ (ELU accidentel)}$$

$$\sigma_{c \max} = \alpha_{cc} \frac{k_3 \times f_{ck}}{1.3} \text{ (ELU sismique)}$$

- module d'élasticité :
 - en phase travaux : $E_{travaux} = 20 \text{ GPa}$
 - en phase service : $E_{service} = 10 \text{ GPa}$.
 - en phase sismique : $E_{sismique} = 30 \text{ GPa}$.

Ainsi, pour un béton **C25/30**, on obtient les valeurs suivantes :

Notation	Valeur	Unité	Réglementation
fck	30	MPa	Eurocode 2
Cmax	30	MPa	NF P94-262
k1	1.35	-	NF P94-262
k2	1.0	-	NF P94-262
k3	1.0	-	NF P94-262
α_{cc}	1.0	-	NF P94-262
γ_c (ELU durables et transitoires)	1.5	-	Eurocode 2
γ_c (ELU sismique)	1.3	-	Eurocode 8 – NA 12/2007
fck*	18.5	MPa	NF P94-262
fcd durables et transitoires	12.3	MPa	NF P94-262
fcd sismique	14.2	MPa	NF P94-262
σ_{cmoy} ELS	5.6	MPa	NF P94-262
σ_{cmoy} ELU fondamental	12.3	MPa	NF P94-262
σ_{cmoy} ELU sismique	14.2	MPa	NF P94-262

Nota : le coefficient k3 pourra être pris égal à 1.2 afin d'augmenter la contrainte admissible du béton à condition de respecter les contraintes données par la norme NF P94-262.

Le tableau suivant donne la charge maximale en compression en fonction du diamètre du pieu et de la combinaison d'actions considérée :

Diamètre (mm)	ELS caract/ ELS QP (kN)	ELU fondamental (kN)
620	1677	3727

6.3.2 Traction

A priori, aucune combinaison d'action ne fait travailler les pieux en traction. Dans le cas contraire, les vérifications en béton armées seront menées.

6.4 Justification en capacité portante

La vérification en capacité portante est réalisée à l'aide du logiciel FOXTA par le calcul des termes suivants, selon la procédure « modèle de terrain » de la norme NF P94-262 :

Valeur caractéristique de la résistance de pointe :

$$R_{bk} = \frac{A * k_p * p_{le}^*}{y_{rd1} * y_{rd2}}$$

avec :

- A : section de la fondation profonde.
- k_p : facteur de portance de la couche d'ancrage.
- p_{le}^* : pression limite équivalente.
- y_{rd1} : coefficient partiel de modèle lié à la dispersion du modèle de calcul.
- y_{rd2} : coefficient partiel lié au calage des méthodes de calcul.

Valeur caractéristique de la résistance de frottement axial :

$$R_{sk} = \frac{P * C_e * \sum_1^n h_i * q_{si}}{Y_{rd1} * Y_{rd2}}$$

avec :

- h_i : hauteur dans la couche i
- P : périmètre de la fondation profonde
- q_{si} : frottement latéral unitaire dans la couche i
- C_e : coefficient d'efficacité déterminé selon l'Annexe J de la norme NF P94-262

Valeur de calcul de la portance du terrain (pieux sans refoulement de sol) en compression :

- ELS quasi-permanent :

$$R_{ELS\ QP} = \frac{0.7 * R_{sk} + 0.5 * R_{bk}}{1.1}$$

- ELS caractéristique :

$$R_{ELS\ caractéristique} = \frac{0.7 * R_{sk} + 0.5 * R_{bk}}{0.9}$$

- ELU fondamental / sismique :

$$R_{ELU\ fondamental/sismique} = \frac{R_{sk} + R_{bk}}{1.1}$$

Les tableaux suivants donnent les résultats obtenus (plateforme de forage des pieux prise à -1m/TA) et le détail des calculs FOXTA est présenté en Annexe 7 :

- **En compression :**

Diamètre (mm)	Arase inf. (m/TA)	Cote plate-forme (m/TA)	Longueur de forage (m)	Rc,cr,d ELS QP (kN)	Rc,cr,d ELS carac. (kN)	Rc,d ELU fond. (kN)
620	-9.5	-1.0	~8.5	965	1180	1530

6.5 Justification sous efforts horizontaux et moments

La réaction d'une fondation profonde aux efforts horizontaux et aux moments est calculée en considérant les modèles de sol donnés par l'annexe I de la norme NF P94-262, soit :

- aux ELS caractéristiques : pour chaque couche de sol, nous définissons le palier plastique de la force de réaction calculée à partir de la pression de fluage p_f , et le module K_f .
- aux ELU fondamentales : les sollicitations obtenues par le calcul aux ELS caractéristiques sont multipliées par 1.5.

On rappelle que le module de réaction linéique K_f est donné par l'expression suivante :

$$K_f = \frac{36 * E_m}{4 * \frac{B_o}{B} * \left(2.65 * \frac{B}{B_o} \right)^\alpha + 3 * \alpha} \quad \text{pour } B > B_o$$

$$K_f = \frac{36 * E_m}{4 * (2.65)^\alpha + 3 * \alpha} \quad \text{pour } B < B_o$$

avec :

- α : coefficient rhéologique de la couche considérée.
- B : largeur de l'élément perpendiculairement au sens de déplacement.
- B_o : largeur de référence prise égale à 0.6 m.

De plus, les paliers plastiques (p_f^* ou p_l^*) sont minorés par un coefficient de 0.7 si nécessaire pour tenir compte de la proximité de la surface du sol jusqu'à une profondeur critique égale à $4*B$ dans les sols sableux.

A partir des charges horizontales en tête de pieux et en considérant des pieux encastrés en tête, les moments et déplacements induits au sein du pieu ont été estimés. Le tableau suivant présente les résultats obtenus en termes de sollicitations et de déplacements (cf. Annexe 8 pour le détail des calculs FOXTA) :

Combinaisons	Diamètre (mm)	Hed (kN)	Med (kN.m)	Déplacement (cm)	Plastification du sol
ELS Carac.	620	50	64	~0.6	Non
ELU Fond.		75	96	-	-

Nota : l'entreprise réalisant les études d'exécution devra prendre en compte l'ensemble des contraintes imposées par les normes NF P94-262, l'Eurocode 2 et la norme NF EN 1536 pour le dimensionnement des ferraillements des fondations profondes (enrobage minimum, contrainte de l'acier, diamètre et espacement des barres...).

6.6 Sujétions d'exécution et contrôles

La réalisation des fondations profondes devra prendre en compte les points suivants :

- l'entrepreneur vérifiera que le type de pieux et la puissance du matériel qu'il propose permettront de réaliser les ancrages demandés pour assurer les capacités portantes retenues.
- compte tenu de la sollicitation des fondations, ils seront armés conformément aux règles de calcul en vigueur.

Le contrôle des pieux prévoira au minimum :

- la vérification de tous les enregistrements de paramètres de forage pour vérifier la conformité de l'ancrage réalisé.
- la vérification de la conformité du béton mis en place par la réalisation d'écrasement d'éprouvettes béton.
- la réalisation d'essais d'impédance et de transparence sur 10% des pieux, soit ici au-moins 1 pieu.
- vérification du plan de recollement pour s'assurer que les tolérances d'implantation sont respectées.

7 Fondations superficielles – Rails du bâtiment SAF

7.1 Préambule

On retiendra un système de fondations superficielles, ancrées dans les sables moyennement denses de la formation 1. On respectera un encastrement minimal de 0,6 m de profondeur par rapport au niveau du terrain extérieur fini. Au regard des plans fournis, le débord des fondations fait 1,0 m d'épaisseur et elles sont ancrées à 1,35 m de profondeur par rapport au terrain extérieur fini. Les fondations font 1,5 m de largeur.

Les fondations superficielles sont justifiées selon les règles de la norme NF P94-261 – « Justifications des ouvrages géotechniques - Fondations superficielles ». Ainsi, au regard du contexte, il convient de réaliser les vérifications suivantes :

- vérification de la capacité portante,
- vérification des excentrement,
- vérification du glissement,
- vérification des tassements.

7.2 Hypothèses complémentaires

7.2.1 Coupe de calcul

On retiendra les données suivantes pour les justifications des fondations :

- Horizon d'ancrage : Sables moyennement denses – formation 1.
- Sur la base de la synthèse géotechnique, on retiendra, pour le dimensionnement $\frac{q_{net}}{i_{\delta} i_{\beta}} = 500$ kPa.
- ancrage de 0,3 m minimum dans la couche d'assise.

7.2.2 Descentes de charges

Nous n'avons pas d'éléments spécifiques concernant les charges de ce bâtiment. Nous conserverons ici les éléments transmis dans le cadre de l'étude G2AVP, soit :

- Environ 50 T par longrine ;
- Poids propre des rails de 70m : 13 T par longrine ;
- Rails de 70m de long.

Les paragraphes suivants fournissent donc les capacités portantes des fondations retenues sur le plan de fondations, pour une charge verticale centrée.

7.3 Justifications

7.3.1 Excentrements de charges

La vérification du renversement consiste à limiter l'excentrement de la résultante des efforts appliqués. En l'absence de descente de charge avec distribution d'efforts horizontaux ou moments, cette vérification est sans objet.

7.3.2 Glissement

En l'absence de descente de charge avec distribution d'efforts horizontaux, cette vérification est sans objet.

7.3.3 Capacité portante

La condition suivante est à vérifier selon l'approche 2 de l'Eurocode 7 :

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

avec :

- V_d : valeur de calcul de la charge apportée par {ouvrage + poids fondation} ;
- R_0 : valeur du poids de volume de sol constitué du volume de la fondation sous le terrain après travaux ;
- $R_{v;d}$: valeur de calcul de la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle :

$$R_{v;d} = \frac{R_{v;k}}{\gamma_{R;v}} = \frac{A' q_{net}}{\gamma_{R;v} \gamma_{R;d;v}}$$

avec :

- A' : surface effective de la semelle ;
- q_{net} : contrainte associée à la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle ;
- $\gamma_{R;d;v}$: coefficient de modèle de 1.2 pour la méthode pressiométrique et la méthode pénétrométrique ;
- $\gamma_{R;v}$: coefficient de combinaison égale à 2.3 aux ELS, 1.4 à l'ELU fondamental et sismique et 1.2 à l'ELU accidentel.

Le dimensionnement à mener doit considérer, ici, uniquement dans le cadre de la couverture du parking :

$$\frac{q_{net}}{i_\delta i_\beta} = 500 \text{ kPa}$$

Le pré-dimensionnement des fondations a été réalisé en prenant en compte les hypothèses suivantes :

- valeur du terme R_0 négligée (hypothèse conservatrice) ;
- un ancrage d'au moins 0.3m au sein de la formation porteuse.

7.3.4 Tassements

Les tassements sont calculés pour les ELS quasi-permanent selon les annexes de NF P 94-261.

7.3.5 Section d'acier en béton armé

Le ferrailage à mettre en place devra être défini par le BET Structure selon les normes en vigueur.

7.4 Dimensionnements

Le tableau ci-dessous regroupe les valeurs admissibles obtenues pour une charge verticale centrée sur une semelle filante de 1,5 m de large, sur la base du modèle géotechnique retenu :

Semelle Filante	Capacité portante			Tassements	
		ELS carac / qp	ELU fond	ELS qp	
	q _{net}	R _{v;d}	R _{v;d}	V _d	s
	kPa	kN/ml	kN/ml	kN/ml	cm
SF	500	270	440	270	~1,2

Les tassements ont été estimés pour une application stricte de la contrainte admissible aux ELS quasi-permanents. Pour des efforts moindres, les tassements seront plus faibles.

7.5 Sujétions d'exécution

- Des blindages seront nécessaires pour tenir les fouilles.
- Des fondations établies à des niveaux différents doivent respecter la règle des 2 de base pour 1 de hauteur entre arêtes de fondations.
- Afin d'éviter une décompression du sol de fondation, un béton de propreté sera immédiatement coulé après terrassement afin de le protéger.

Nous rappelons que le contrôle des fondations superficielles prévoira au minimum :

- Vérification de la concordance du sol d'assise réellement rencontré avec l'étude géotechnique.
- Vérification des dimensions des fondations.
- Vérification des caractéristiques du béton par la réalisation d'essais d'écrasement.
- Vérification du dossier de recollement pour s'assurer de la conformité de l'exécution par rapport aux études.

8 Aléas résiduels et missions ultérieures

8.1 Aléas résiduels

Suite à la réalisation de la présente étude, l'aléa résiduel suivant subsiste :

L'érosion de la dune est un aléa non maîtrisé. Ce point est à prendre en compte par l'équipe de conception et la Maîtrise d'Ouvrage pour établir un plan de surveillance de l'évolution de la topologie de la dune, en fonction de sa durée d'utilisation et de la sensibilité des ouvrages à long terme.

8.2 Missions ultérieures

Suite à cette étude géotechnique de projet, le dimensionnement des ouvrages géotechniques sera réalisé par l'entreprise dans le cadre de l'étude géotechnique d'exécution (mission G3). Nous rappelons que cette mission est habituellement à la charge de l'entreprise.

La conformité de cette étude et du suivi géotechnique d'exécution fera l'objet d'une supervision géotechnique d'exécution (mission G4) à la charge du maître d'ouvrage, que Ginger CEBTP est en mesure de réaliser. Cette mission s'attachera, en outre, à vérifier les notes de calculs de l'entreprise, à valider la procédure d'exécution des ouvrages géotechniques, et à suivre leur réalisation.

Ginger CEBTP se tient également à la disposition du maître d'ouvrage pour la réalisation d'essais de contrôle à tout stade de l'exécution.

Les conclusions du présent rapport ne sont valables que sous réserve des conditions générales des missions géotechniques de l'USG fournies en Annexe 1.

Annexe 1. NOTES GENERALES SUR LES MISSIONS GEOTECHNIQUES

- Classification des missions types d'ingénierie géotechnique
- Schéma d'enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique

4.2.4 Tableaux synthétiques

Tableau 1 — Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

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

Afin, Normes en ligne pour: GINGER CEBTP le 20/11/2013 à 10:53

NF P94-500:2013-11

NF P 94-500

— 16 —

Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique

<p>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.</p>
<p>ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)</p> <p>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 :</p> <p><u>Phase Étude de Site (ES)</u></p> <p>Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.</p> <ul style="list-style-type: none"> — 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. <p><u>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> — 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).
<p>ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)</p> <p>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 :</p> <p><u>Phase Avant-projet (AVP)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> — 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. <p><u>Phase Projet (PRO)</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> — 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. <p><u>Phase DCE / ACT</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> — Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel). — Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique (suite)

<p>ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G4, distinctes et simultanées)</p> <p>ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)</p> <p>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 :</p> <p><u>Phase Étude</u></p> <ul style="list-style-type: none"> — Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles). — Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi. <p><u>Phase Suivi</u></p> <ul style="list-style-type: none"> — 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). <p>SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)</p> <p>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 :</p> <p><u>Phase Supervision de l'étude d'exécution</u></p> <ul style="list-style-type: none"> — 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. <p><u>Phase Supervision du suivi d'exécution</u></p> <ul style="list-style-type: none"> — 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. <p>DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)</p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> — 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).

Annexe 2. PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

Ariane Group - Programme Fusée Sondes

Dossier SBX2.I.0163

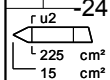
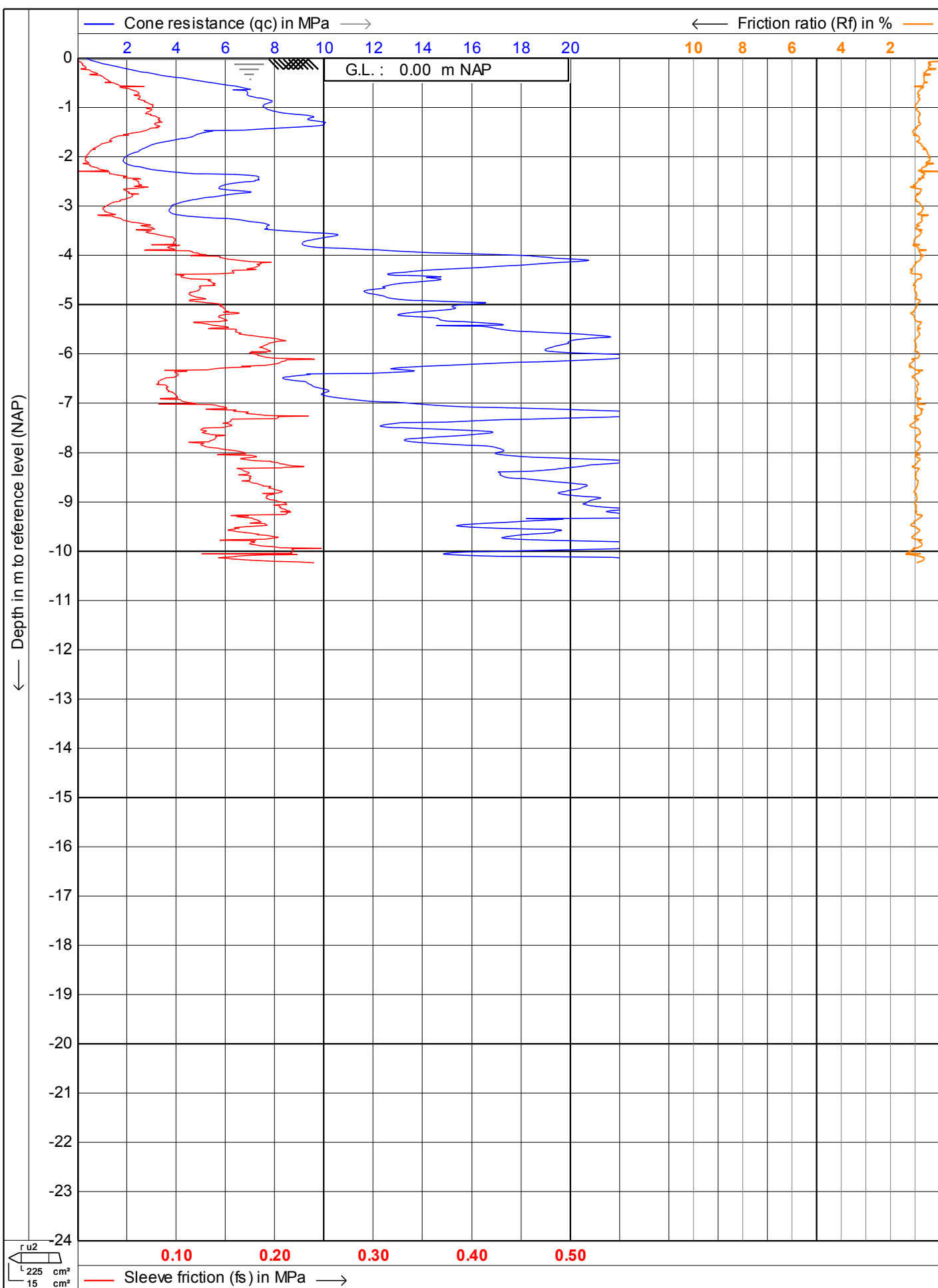
Plan d'implantation des sondages



Légende :

- ▼ CPT : Essai au pénétromètre statique
- PD : Essai au pénétromètre dynamique
- S : Sondage manuel

Annexe 3. INVESTIGATIONS IN SITU



0.10 0.20 0.30 0.40 0.50

— Sleeve friction (fs) in MPa —→



Essai selon la norme NF EN ISO 22476-1

Project : **Programme Fusée Sondes**

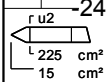
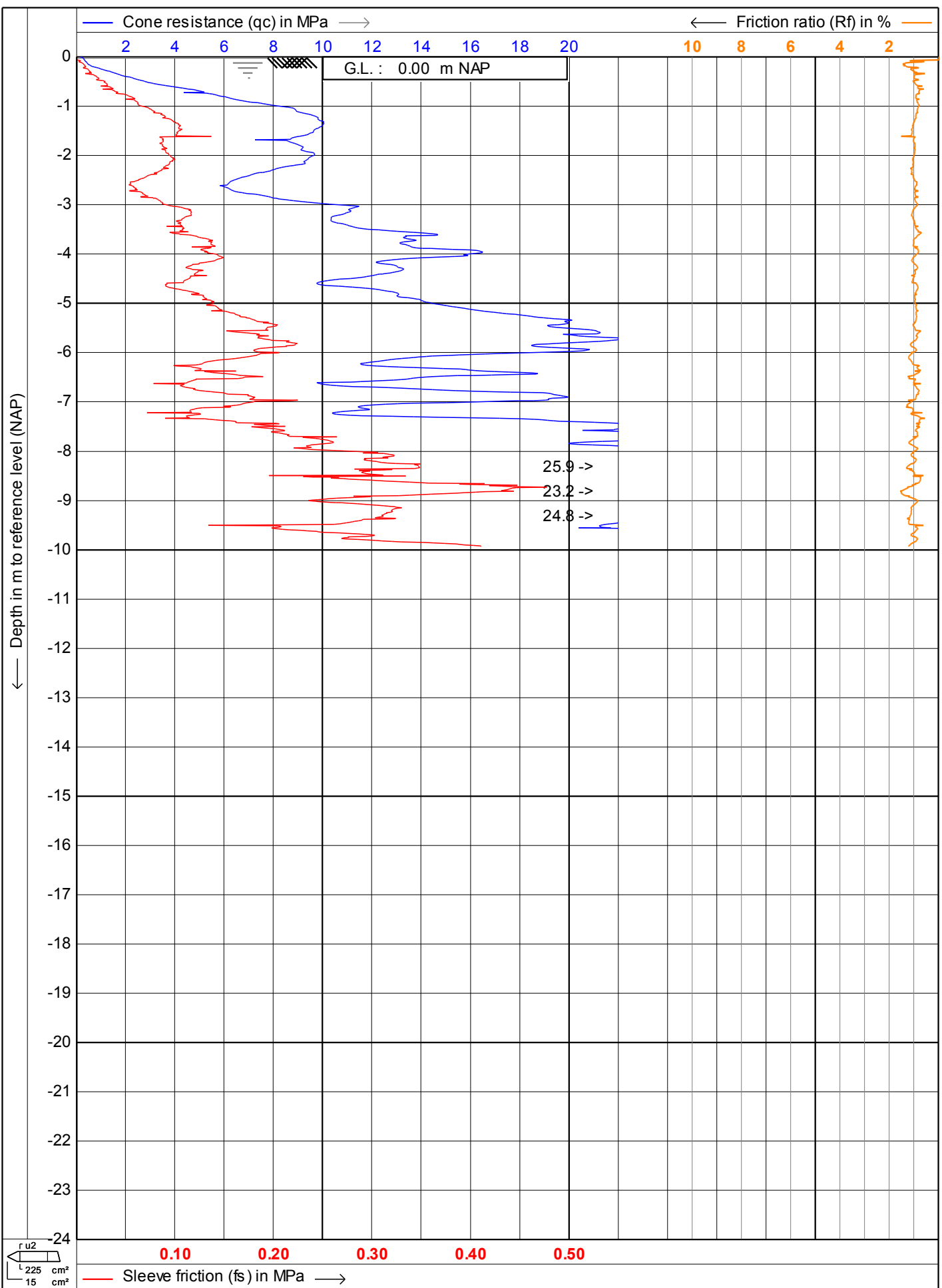
Location: **BISCARROSSE**

Date : **21-1-2019**

Cone no. : **S15CFIP.S16300**

Project no. : **SBX2.I.0163**

CPT no. : **CPT1** 1/1



Essai selon la norme NF EN ISO 22476-1

Project : **Programme Fusée Sondes**

Location: **BISCARROSSE**

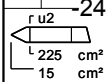
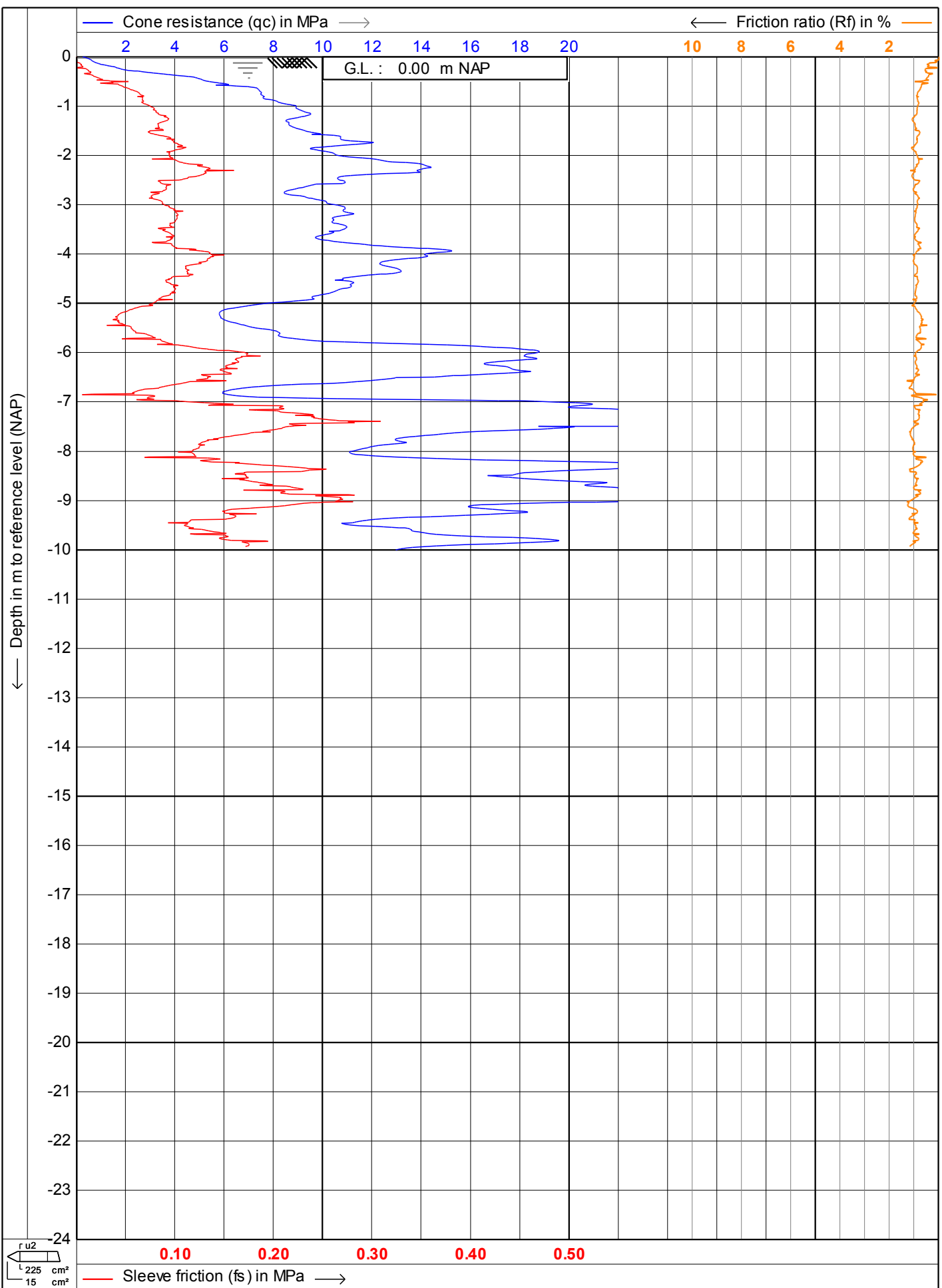
Date : **21-1-2019**

Cone no. : **S15CFIP.S16300**

Project no. : **SBX2.I.0163**

CPT no. : **CPT3**

1/1



Essai selon la norme NF EN ISO 22476-1

Project : **Programme Fusée Sondes**

Location: **BISCARROSSE**

Date : **21-1-2019**

Cone no. : **S15CFIP.S16300**

Project no. : **SBX2.I.0163**

CPT no. : **CPT4**

1/1

Dossier : **SBX2.I.0163**

Localité : **CEL Biscarrosse**

Chantier : **Programme Fusée Sondes**

Client : **Ariane Group**

X :

Date début de forage : **21/01/2019**

Echelle : **1/50**

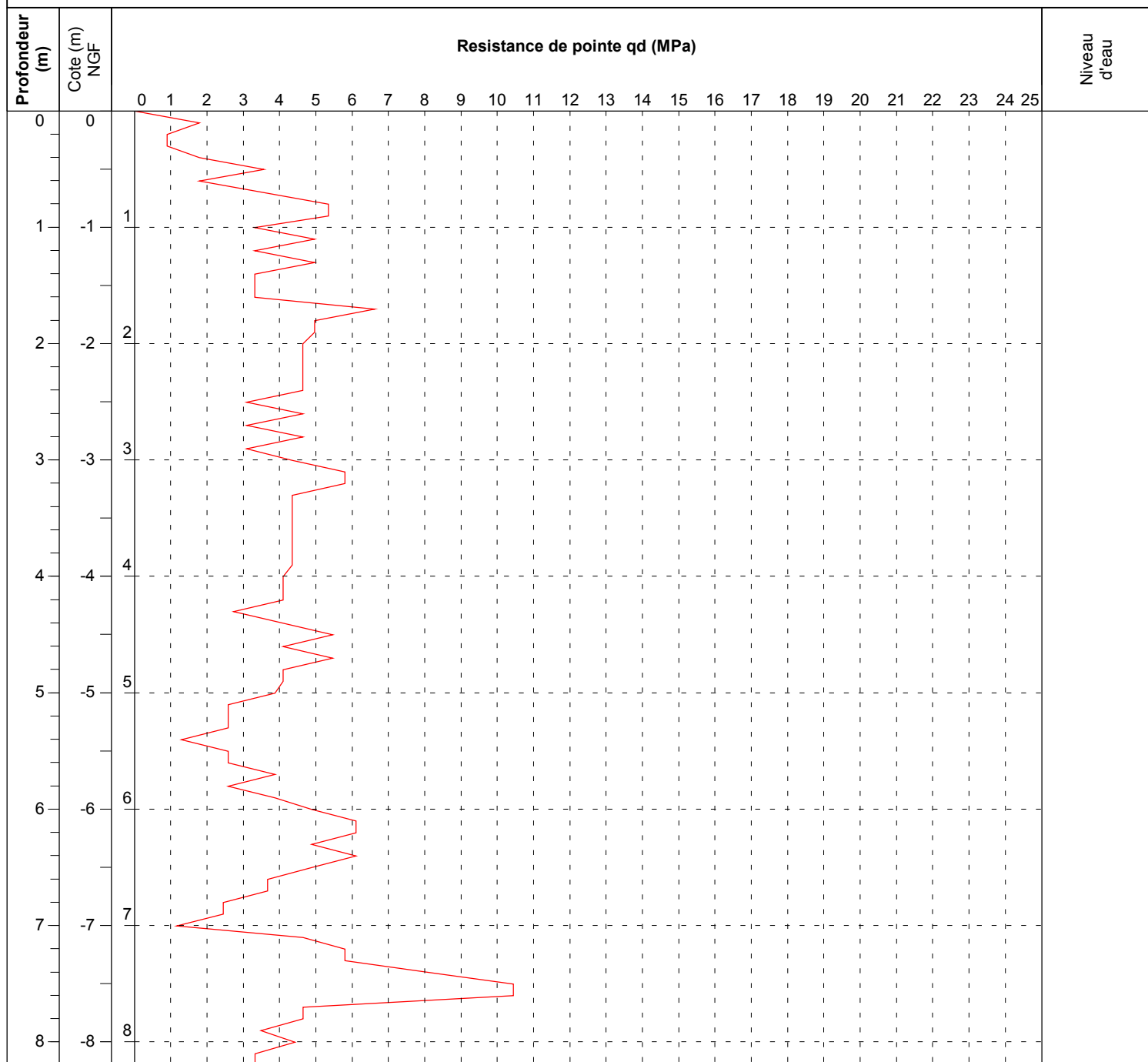
Y :

Date fin de forage : **21/01/2019**

Machine : **M674**

Z :

Profondeur de fin : **8.20m**



EXGTE 3.21.1

Observations :

Dossier : **SBX2.I.0163**

Localité : **CEL Biscarrosse**

Chantier : **Programme Fusée Sondes**

Client : **Ariane Group**

X :

Date début de forage : **21/01/2019**

Echelle : **1/50**

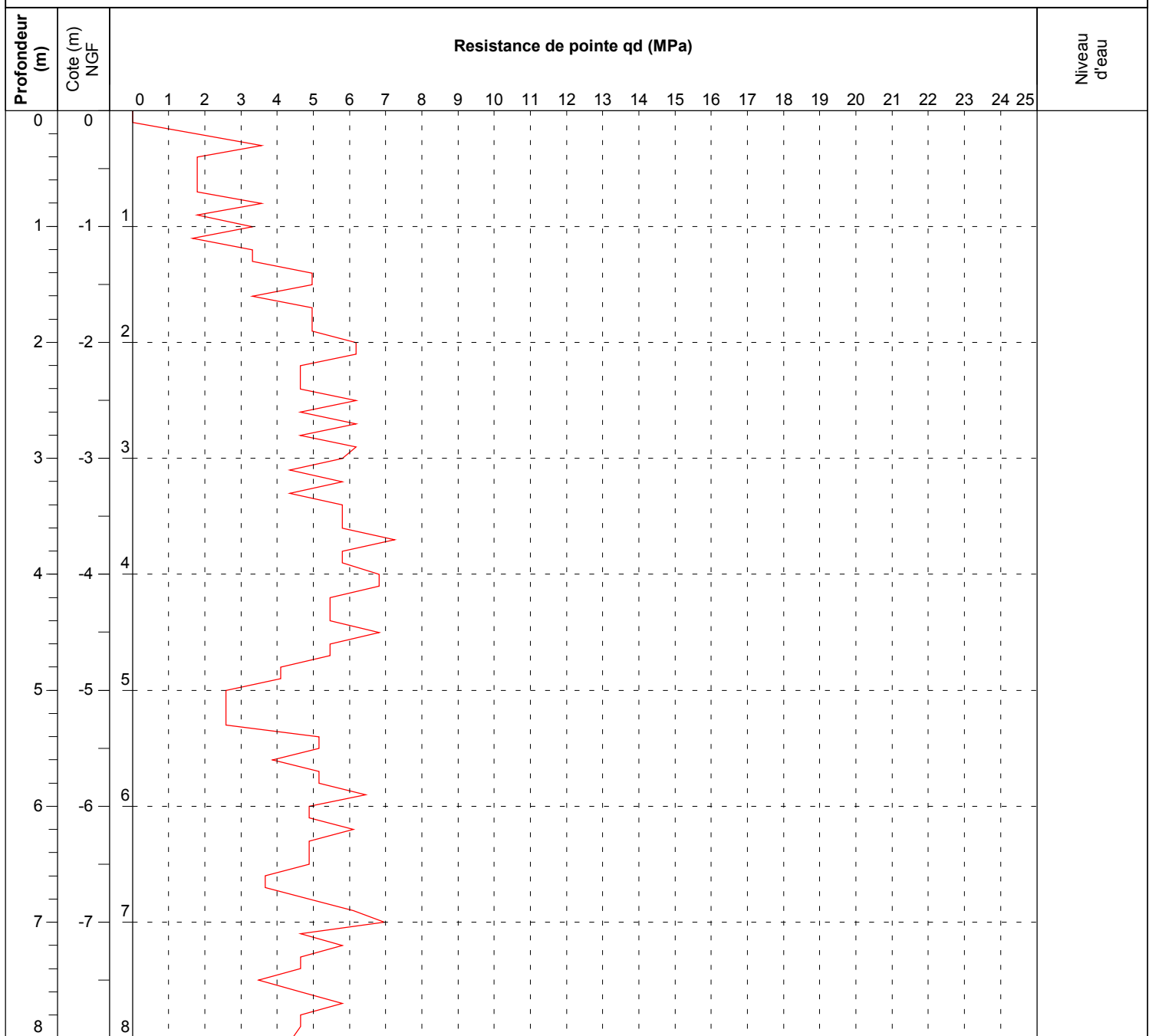
Y :

Date fin de forage : **21/01/2019**

Machine : **M674**

Z :

Profondeur de fin : **8.00m**



EXGTE 3.21.1

Observations :

Annexe 4. ESSAIS EN LABORATOIRE

**CLASSIFICATION DES MATERIAUX UTILISABLES DANS LA CONSTRUCTION DES
REMBLAIS ET DES COUCHES DE FORME D'INFRASTRUCTURES ROUTIERES
NF P 11-300**

GINGER CEBTP BORDEAUX
19 AVENUE PYTHAGORE
33700 MERIGNAC

Informations générales

N° dossier :	SBX2.I0163.0001	Client / MO :	ARIANEGROUP SAS
Désignation :	PROGRAMME "FUSÉE SONDES"	Demandeur / MOE :	ARIANEGROUP SAS
Localité :	BISCARROSSE		
Chargé d'affaire :	BILLARD BENJAMIN		

Informations sur l'échantillon
N° 19BDX-0130

Mode de prélèvement :	Sondage manuel	Sondage :	S3
Prélevé par :	POLE SONDAGE	Profondeur :	0.70 m
Date prélèvement :	21/01/19		
Mode de conservation :	Ech. prélevé en sac		
Date de livraison :	21/01/19		
Description :	Sable beige		

CLASSIFICATION NF P 11-300 : D1
Paramètres de nature

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax	ME selon NFP94-056	2	mm
Passant à 50 mm	ME selon NFP94-056	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	100.0	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	3.1	%
Passant à 2 µm	ME selon NFP94-057		%
Limite de liquidité - WL	NF P94-051		%
Limite de plasticité - WP	NF P94-051		%
Indice de plasticité - IP	WL - WP		
VBS	NF P94-068	0.02	g de bleu pour 100 g

Paramètres d'état hydrique

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - Wn	NF P94-050	3.5	%
Indice Portant immédiat - IPI	NF P94-078		
Indice de Consistance - Ic	(WL - Wn) / IP		
Wn / W OPN	NF P94-093		

Pour information:

Teneur en eau Optimale W OPN (%) :	
Masse volumique sèche Optimale ρ OPN (Mg/m3) :	

Observations :

TECHNICIENNE LABO GEOTECHNIQUE
Sophie MAURAN



GINGER CEBTP BORDEAUX
19 AVENUE PYTHAGORE
33700 MERIGNAC

Informations générales

N° dossier : **SBX2.I0163.0001**

Client / MO : **ARIANEGROUP SAS**

Désignation : PROGRAMME "FUSÉE SONDES"

Demandeur / MOE : **ARIANEGROUP SAS**

Localité : BISCARROSSE

Chargé d'affaire : BILLARD BENJAMIN

Informations sur l'échantillon

N° 19BDX-0130

Mode de prélèvement : Sondage manuel

Sondage : S3

Prélevé par : POLE SONDRAGE

Profondeur : 0.70 m

Date prélèvement : 21/01/19

Mode de conservation : Ech. prélevé en sac

Date de livraison : 21/01/19

dm (mm) : 2

Description : Sable beige

Informations sur l'essai

Mode de séchage : Etuvage

Technicien : SOPHIE MAURAN

Température : 105°C

Date essai : 07/02/19

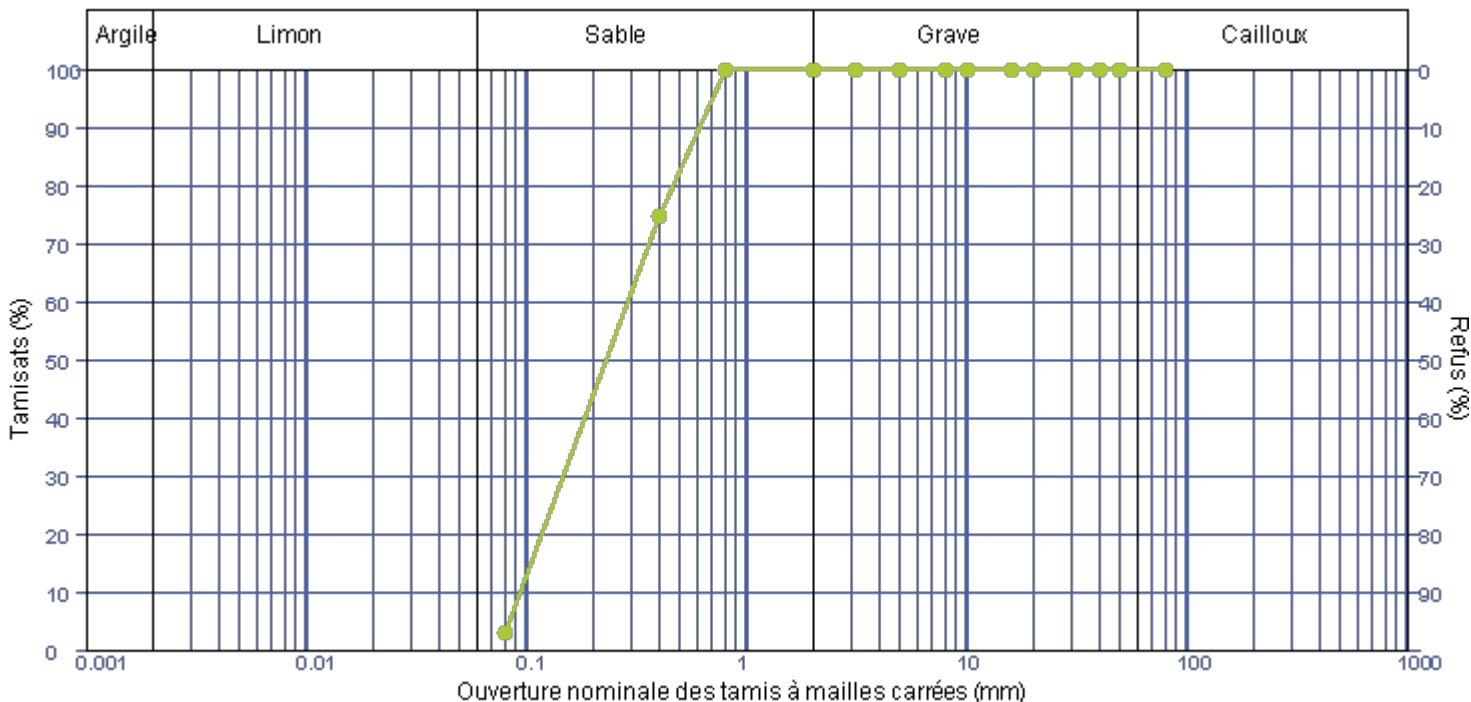
Analyse granulométrique sur 0/D mm

Tamais à mailles carrées (mm)	80 mm	50 mm	40 mm	31.5 mm	20 mm	16 mm	10 mm	8 mm	5 mm	3.15 mm	2 mm	800 µm	400 µm	80 µm
Passant cumulé (%)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	74.6	3.1

Facteur d'uniformité $C_u = 3.0$

Facteur de courbure $C_c = 1.1$

Facteur de symétrie $C_s = 1.2$



Observations :

Dérogation à la méthode d'essai: La fin du tamisage sur chaque tamis est déterminée visuellement

TECHNICIENNE LABO GEOTECHNI
Sophie MAURAN



**CLASSIFICATION DES MATERIAUX UTILISABLES DANS LA CONSTRUCTION DES
REMBLAIS ET DES COUCHES DE FORME D'INFRASTRUCTURES ROUTIERES
NF P 11-300**

GINGER CEBTP BORDEAUX
19 AVENUE PYTHAGORE
33700 MERIGNAC

Informations générales

N° dossier :	SBX2.I0163.0001	Client / MO :	ARIANEGROUP SAS
Désignation :	PROGRAMME "FUSÉE SONDES"	Demandeur / MOE :	ARIANEGROUP SAS
Localité :	BISCARROSSE		
Chargé d'affaire :	BILLARD BENJAMIN		

Informations sur l'échantillon
N° 19BDX-0131

Mode de prélèvement :	Sondage manuel	Sondage :	S5
Prélevé par :	POLE SONDAGE	Profondeur :	0.70 m
Date prélèvement :	21/01/19		
Mode de conservation :	Ech. prélevé en sac		
Date de livraison :	21/01/19		
Description :	Sable beige		

CLASSIFICATION NF P 11-300 : D1
Paramètres de nature

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax	ME selon NFP94-056	2	mm
Passant à 50 mm	ME selon NFP94-056	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	100.0	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	2.0	%
Passant à 2 µm	ME selon NFP94-057		%
Limite de liquidité - WL	NF P94-051		%
Limite de plasticité - WP	NF P94-051		%
Indice de plasticité - IP	WL - WP		
VBS	NF P94-068	0.02	g de bleu pour 100 g

Paramètres d'état hydrique

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - Wn	NF P94-050	3.2	%
Indice Portant immédiat - IPI	NF P94-078		
Indice de Consistance - Ic	(WL - Wn) / IP		
W _n / W _{OPN}	NF P94-093		

Pour information:

Teneur en eau Optimale W _{OPN} (%) :	
Masse volumique sèche Optimale ρ _{OPN} (Mg/m3) :	

Observations :

TECHNICIENNE LABO GEOTECHNIQUE
Sophie MAURAN



GINGER CEBTP BORDEAUX
19 AVENUE PYTHAGORE
33700 MERIGNAC

Informations générales

N° dossier : **SBX2.I0163.0001**

Client / MO : **ARIANEGROUP SAS**

Désignation : PROGRAMME "FUSÉE SONDES"

Demandeur / MOE : **ARIANEGROUP SAS**

Localité : BISCARROSSE

Chargé d'affaire : BILLARD BENJAMIN

Informations sur l'échantillon

N° 19BDX-0131

Mode de prélèvement : Sondage manuel

Sondage : S5

Prélevé par : POLE SONDAGE

Profondeur : 0.70 m

Date prélèvement : 21/01/19

Mode de conservation : Ech. prélevé en sac

Date de livraison : 21/01/19

dm (mm) : 2

Description : Sable beige

Informations sur l'essai

Mode de séchage : Etuvage

Technicien : SOPHIE MAURAN

Température : 105°C

Date essai : 07/02/19

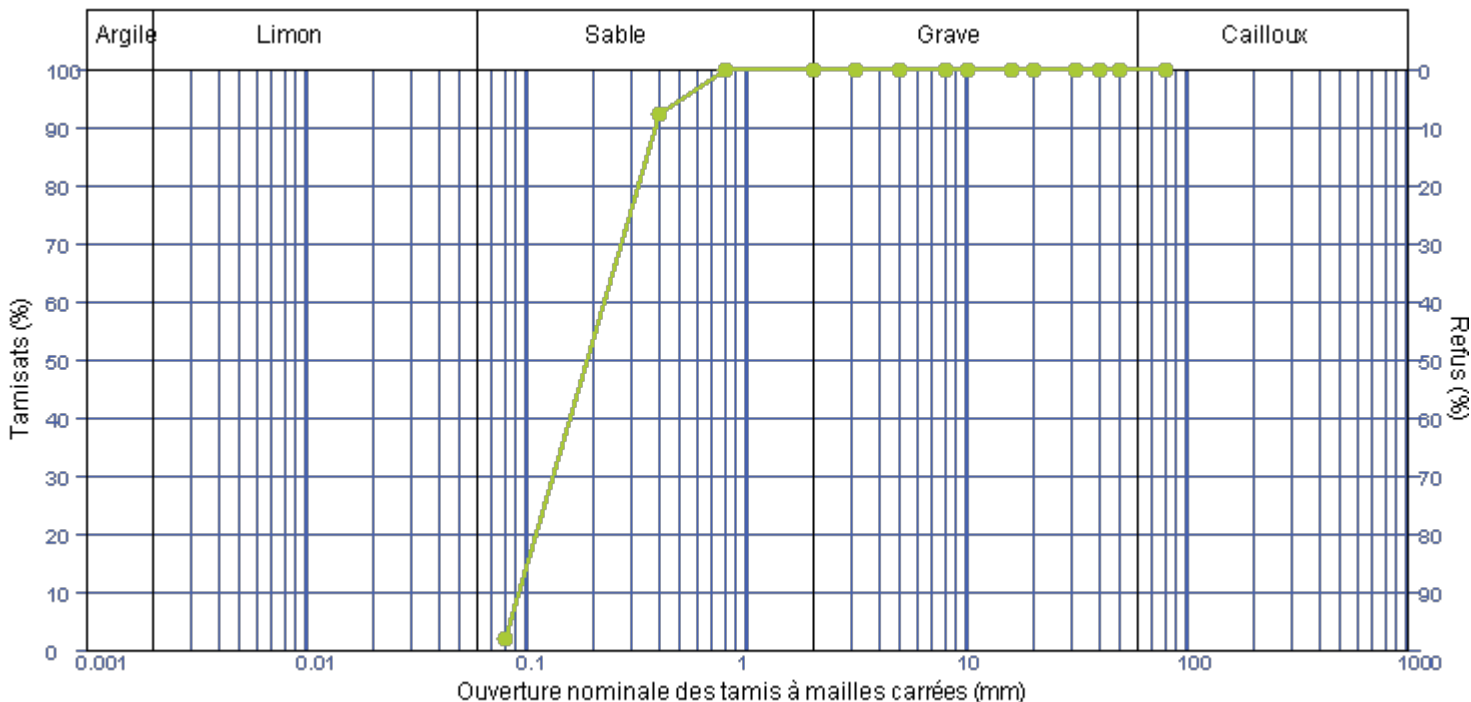
Analyse granulométrique sur 0/D mm

Tamais à mailles carrées (mm)	80 mm	50 mm	40 mm	31.5 mm	20 mm	16 mm	10 mm	8 mm	5 mm	3.15 mm	2 mm	800 µm	400 µm	80 µm
Passant cumulé (%)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	92.4	2.0

Facteur d'uniformité $C_u = 2.6$

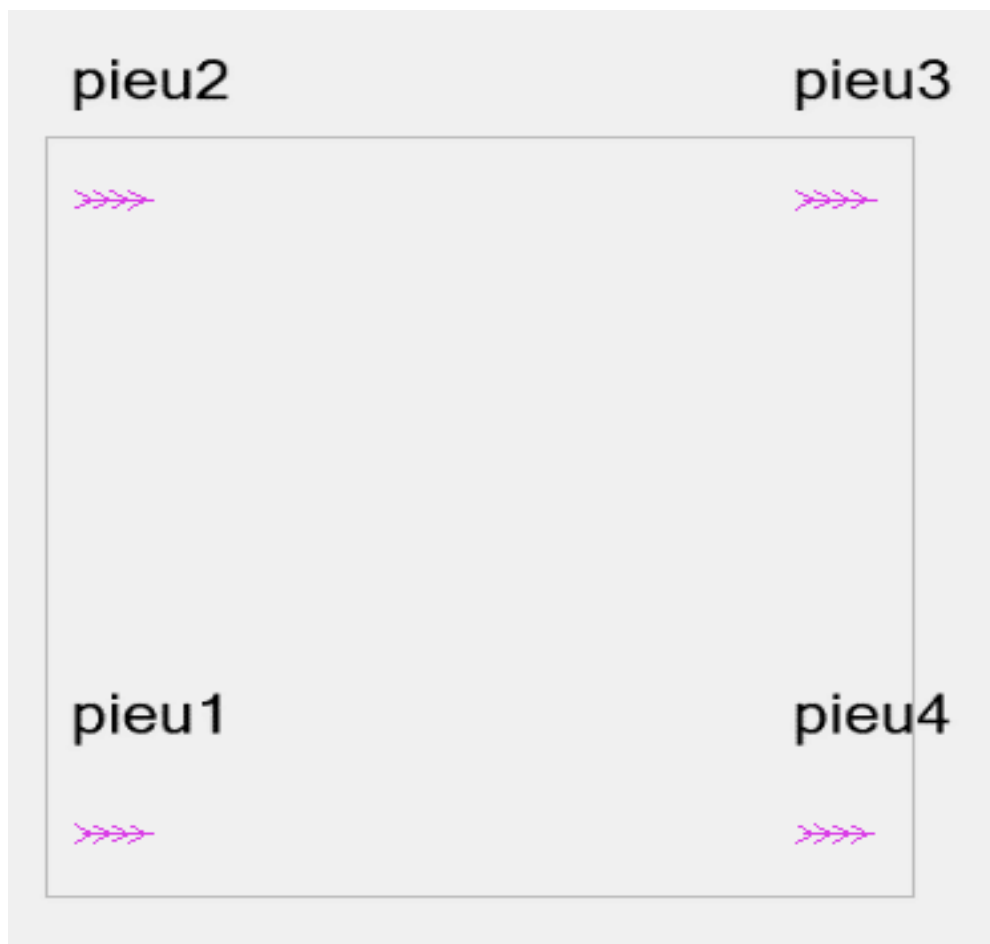
Facteur de courbure $C_c = 1.0$

Facteur de symétrie $C_s = 1.5$



Annexe 5. PLAN DE FONDATIONS ET DESCENTES DE CHARGES

Cas 50K										
N°	G					Q				
	FX(T)	FY(T)	FZ(T)	MX(T*m)	MY(T*m)	FX(T)	FY(T)	FZ(T)	MX(T*m)	MY(T*m)
Pieu 1	0.9	0.91	-34.88	0.37	0.36	0.51	0.27	2.39	0.11	1.14
Pieu 2	0.9	0.91	-34.88	0.37	0.36	0.51	0.27	2.39	0.11	1.14
Pieu 3	0.9	0.9	-34.88	0.37	0.37	2.99	2.28	-59.39	0.93	2.15
Pieu 4	0.9	0.9	-34.88	0.37	0.37	2.99	-2.28	-59.39	0.93	2.15



Annexe 6. ESTIMATION DES TASSEMENTS SOUS DALLAGE SPP (FOXTA)

Données

Titre du projet : Programme Fusée Sondes

Numéro d'affaire : SBX2.I.0163

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Dallage SPP

Type d'impression : Impression normale

Type de calcul : Elastique 3D et 1D

Toit de la première couche (m) : 0,00

Définition des couches de sol

No	Nom	Couleur	Zbase	Esol	v	Pente-x	Pente-y	n
1	Couche de forme		-0,40	2,00E04	0,30	0,000	0,000	1
2	Sable moyennement dense		-5,00	1,50E04	0,30	0,000	0,000	10
3	Sable dense		-10,00	3,00E04	0,30	0,000	0,000	10

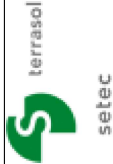
Contrainte verticale effective appliquée au toit de la première couche $\sigma v0'$ (kPa) : 0,00

Charges sur le sol

Charge n°	Xr	Yr	Zr	LX	LY	θr	qr
1	0,00	0,00	0,00	14,00	21,00	0,00	12,50

Définition des points de calcul (1/2)

No Xp	Yp	Zp	Groupe
1	0,00	0,00	0,00 1
2	0,00	2,33	0,00 1
3	0,00	4,67	0,00 1
4	0,00	7,00	0,00 1
5	0,00	9,33	0,00 1
6	0,00	11,67	0,00 1
7	0,00	14,00	0,00 1
8	0,00	16,33	0,00 1
9	0,00	18,67	0,00 1
10	0,00	21,00	0,00 1
11	2,33	0,00	0,00 1
12	2,33	2,33	0,00 1
13	2,33	4,67	0,00 1
14	2,33	7,00	0,00 1
15	2,33	9,33	0,00 1
16	2,33	11,67	0,00 1
17	2,33	14,00	0,00 1
18	2,33	16,33	0,00 1
19	2,33	18,67	0,00 1
20	2,33	21,00	0,00 1
21	4,67	0,00	0,00 1
22	4,67	2,33	0,00 1
23	4,67	4,67	0,00 1
24	4,67	7,00	0,00 1
25	4,67	9,33	0,00 1
26	4,67	11,67	0,00 1
27	4,67	14,00	0,00 1
28	4,67	16,33	0,00 1
29	4,67	18,67	0,00 1
30	4,67	21,00	0,00 1
31	7,00	0,00	0,00 1
32	7,00	2,33	0,00 1
33	7,00	4,67	0,00 1
34	7,00	7,00	0,00 1
35	7,00	9,33	0,00 1
36	7,00	11,67	0,00 1
37	7,00	14,00	0,00 1
38	7,00	16,33	0,00 1



FoXta v3
v3.3.4

Imprimé le : 10/03/2020 - 17:09:13
Calcul réalisé par : GINGER CEBTP

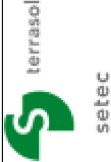
Projet : Programme fusée Sondes
Module : Tasseldo
Titre du calcul : Dallage SPP

Données

Définition des points de calcul (2/2)

No	Xp	Yp	Zp	Groupe
39	7,00	18,67	0,00	1
40	7,00	21,00	0,00	1
41	9,33	0,00	0,00	1
42	9,33	2,33	0,00	1
43	9,33	4,67	0,00	1
44	9,33	7,00	0,00	1
45	9,33	9,33	0,00	1
46	9,33	11,67	0,00	1
47	9,33	14,00	0,00	1
48	9,33	16,33	0,00	1
49	9,33	18,67	0,00	1
50	9,33	21,00	0,00	1
51	11,67	0,00	0,00	1
52	11,67	2,33	0,00	1
53	11,67	4,67	0,00	1
54	11,67	7,00	0,00	1
55	11,67	9,33	0,00	1
56	11,67	11,67	0,00	1
57	11,67	14,00	0,00	1
58	11,67	16,33	0,00	1
59	11,67	18,67	0,00	1
60	11,67	21,00	0,00	1
61	14,00	0,00	0,00	1
62	14,00	2,33	0,00	1
63	14,00	4,67	0,00	1
64	14,00	7,00	0,00	1
65	14,00	9,33	0,00	1
66	14,00	11,67	0,00	1
67	14,00	14,00	0,00	1
68	14,00	16,33	0,00	1
69	14,00	18,67	0,00	1
70	14,00	21,00	0,00	1

Ajustement en plan moyen : Pas de plan moyen

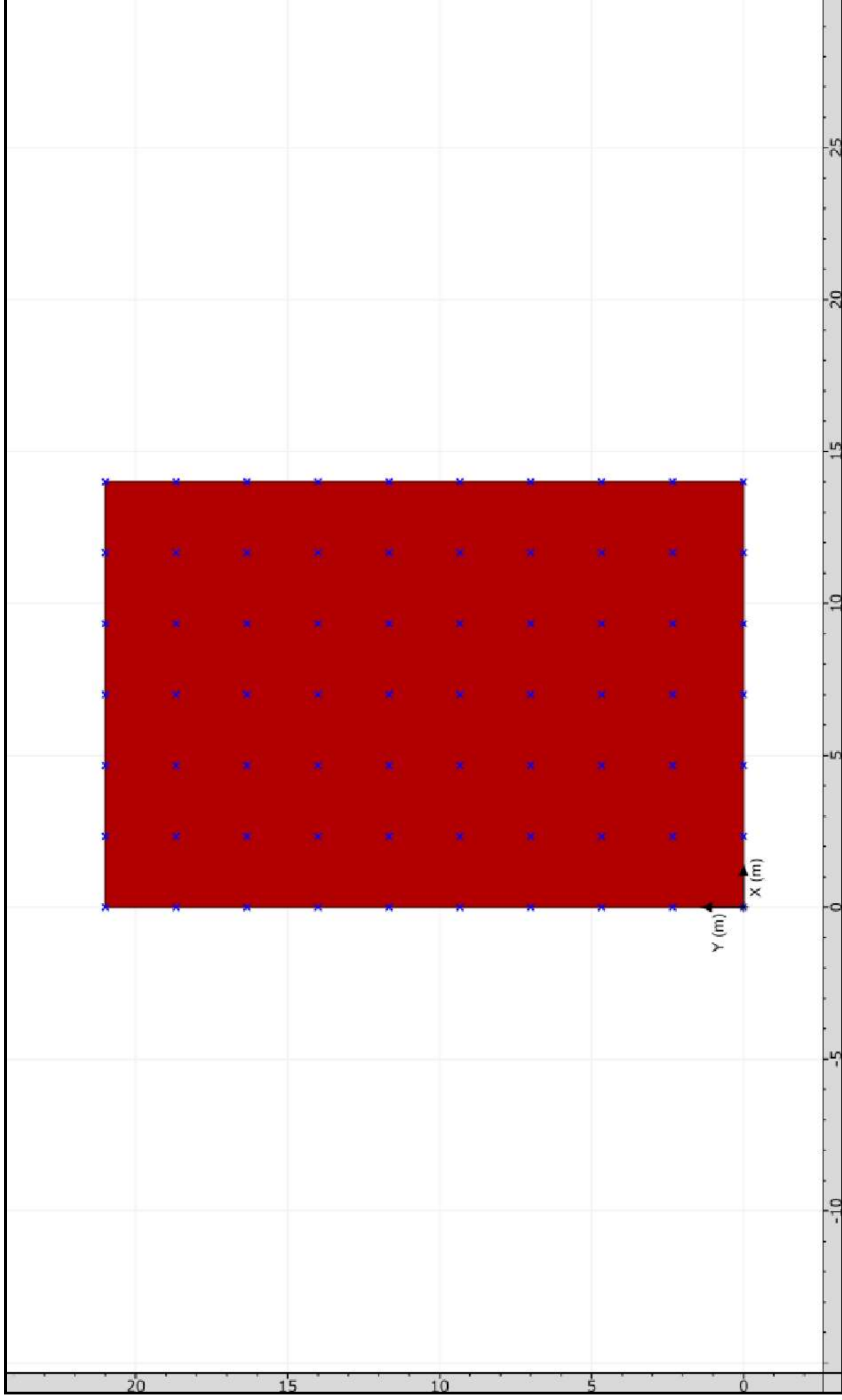


FoXta v3
v3.3.4

Imprimé le : 10/03/2020 - 17:09:14
Calcul réalisé par : GINGER CEBTP

Projet : Programme fusée Sondes
Module : Tasseldo
Titre du calcul : Dallage SPP

Onglet "Paramètres généraux"



File : C:\Users\BE10E~1.BIL\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoxTa v3\3260\temp[TD].Ali

Calcul réalisé le : 10/03/2020 à 17h08
par : GINGER CEBTP

Titre du calcul : Dallage SPP

Caractéristiques des couches

n	Z base	module	coef. Poisson	Cs/(1+e0)	Cc/(1+e0)	G
	0.000					
1	-0.400	0.200E+05	0.300	0.000	0.000	0.000
2	-0.860	0.150E+05	0.300	0.000	0.000	0.000
3	-1.320	0.150E+05	0.300	0.000	0.000	0.000
4	-1.780	0.150E+05	0.300	0.000	0.000	0.000
5	-2.240	0.150E+05	0.300	0.000	0.000	0.000
6	-2.700	0.150E+05	0.300	0.000	0.000	0.000
7	-3.160	0.150E+05	0.300	0.000	0.000	0.000
8	-3.620	0.150E+05	0.300	0.000	0.000	0.000
9	-4.080	0.150E+05	0.300	0.000	0.000	0.000
10	-4.540	0.150E+05	0.300	0.000	0.000	0.000
11	-5.000	0.150E+05	0.300	0.000	0.000	0.000
12	-5.500	0.300E+05	0.300	0.000	0.000	0.000
13	-6.000	0.300E+05	0.300	0.000	0.000	0.000
14	-6.500	0.300E+05	0.300	0.000	0.000	0.000
15	-7.000	0.300E+05	0.300	0.000	0.000	0.000
16	-7.500	0.300E+05	0.300	0.000	0.000	0.000
17	-8.000	0.300E+05	0.300	0.000	0.000	0.000
18	-8.500	0.300E+05	0.300	0.000	0.000	0.000
19	-9.000	0.300E+05	0.300	0.000	0.000	0.000
20	-9.500	0.300E+05	0.300	0.000	0.000	0.000
21	-10.000	0.300E+05	0.300	0.000	0.000	0.000

Contraintes effectives au centre des couches

cote de référence : 0.000 contrainte verticale : 0.000
cote de la nappe : -1000.000 poids volumique eau : 1.0

n	Cote	S0'	Sp'
1	-0.200	0.000	0.000
2	-0.630	0.000	0.000
3	-1.090	0.000	0.000
4	-1.550	0.000	0.000
5	-2.010	0.000	0.000
6	-2.470	0.000	0.000
7	-2.930	0.000	0.000
8	-3.390	0.000	0.000
9	-3.850	0.000	0.000
10	-4.310	0.000	0.000
11	-4.770	0.000	0.000
12	-5.250	0.000	0.000
13	-5.750	0.000	0.000
14	-6.250	0.000	0.000
15	-6.750	0.000	0.000
16	-7.250	0.000	0.000
17	-7.750	0.000	0.000
18	-8.250	0.000	0.000
19	-8.750	0.000	0.000
20	-9.250	0.000	0.000
21	-9.750	0.000	0.000

Surfaces de charges rectangulaires

n	X0	Y0	Z0	LX	LY	teta (o)	q
1	0.000	0.000	0.000	14.000	21.000	0.000	12.500

Tassements calculés

Point	X	Y	Z	T1d	T3d	Toedo
1	0.000	0.000	0.000	0.0011	0.0010	0.0000

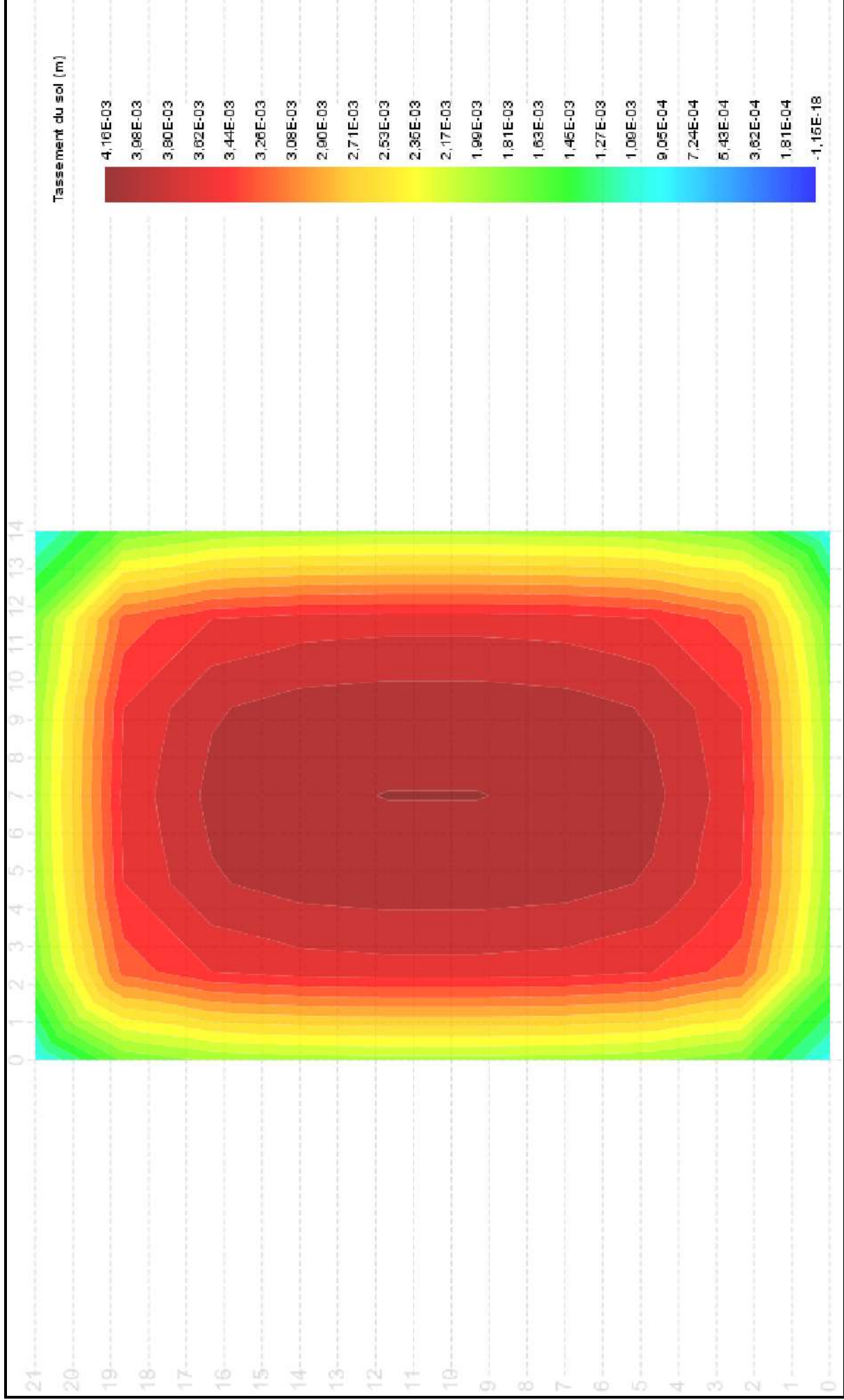


FoxTa v3
v3.3.4

Imprimé le : 10/03/2020 - 17:09:15
Calcul réalisé par : GINGER CEBTP
Projet : Programme fusée Sondes
Module : Tasseldo
Titre du calcul : Dallage SPP

2	0.000	2.333	0.000	0.0019	0.0018	0.0000
3	0.000	4.667	0.000	0.0021	0.0020	0.0000
4	0.000	7.000	0.000	0.0021	0.0021	0.0000
5	0.000	9.333	0.000	0.0022	0.0021	0.0000
6	0.000	11.667	0.000	0.0022	0.0021	0.0000
7	0.000	14.000	0.000	0.0021	0.0021	0.0000
8	0.000	16.333	0.000	0.0021	0.0020	0.0000
9	0.000	18.667	0.000	0.0019	0.0018	0.0000
10	0.000	21.000	0.000	0.0011	0.0010	0.0000
11	2.333	0.000	0.000	0.0018	0.0018	0.0000
12	2.333	2.333	0.000	0.0032	0.0033	0.0000
13	2.333	4.667	0.000	0.0035	0.0036	0.0000
14	2.333	7.000	0.000	0.0036	0.0037	0.0000
15	2.333	9.333	0.000	0.0036	0.0037	0.0000
16	2.333	11.667	0.000	0.0036	0.0037	0.0000
17	2.333	14.000	0.000	0.0036	0.0037	0.0000
18	2.333	16.333	0.000	0.0035	0.0036	0.0000
19	2.333	18.667	0.000	0.0032	0.0033	0.0000
20	2.333	21.000	0.000	0.0018	0.0018	0.0000
21	4.667	0.000	0.000	0.0020	0.0020	0.0000
22	4.667	2.333	0.000	0.0034	0.0036	0.0000
23	4.667	4.667	0.000	0.0038	0.0040	0.0000
24	4.667	7.000	0.000	0.0039	0.0041	0.0000
25	4.667	9.333	0.000	0.0040	0.0041	0.0000
26	4.667	11.667	0.000	0.0040	0.0041	0.0000
27	4.667	14.000	0.000	0.0039	0.0041	0.0000
28	4.667	16.333	0.000	0.0038	0.0040	0.0000
29	4.667	18.667	0.000	0.0034	0.0036	0.0000
30	4.667	21.000	0.000	0.0020	0.0020	0.0000
31	7.000	0.000	0.000	0.0021	0.0021	0.0000
32	7.000	2.333	0.000	0.0035	0.0037	0.0000
33	7.000	4.667	0.000	0.0039	0.0040	0.0000
34	7.000	7.000	0.000	0.0040	0.0041	0.0000
35	7.000	9.333	0.000	0.0041	0.0042	0.0000
36	7.000	11.667	0.000	0.0041	0.0042	0.0000
37	7.000	14.000	0.000	0.0040	0.0041	0.0000
38	7.000	16.333	0.000	0.0039	0.0040	0.0000
39	7.000	18.667	0.000	0.0035	0.0037	0.0000
40	7.000	21.000	0.000	0.0021	0.0021	0.0000
41	9.333	0.000	0.000	0.0020	0.0020	0.0000
42	9.333	2.333	0.000	0.0034	0.0036	0.0000
43	9.333	4.667	0.000	0.0038	0.0040	0.0000
44	9.333	7.000	0.000	0.0039	0.0041	0.0000
45	9.333	9.333	0.000	0.0040	0.0041	0.0000
46	9.333	11.667	0.000	0.0040	0.0041	0.0000
47	9.333	14.000	0.000	0.0039	0.0041	0.0000
48	9.333	16.333	0.000	0.0038	0.0040	0.0000
49	9.333	18.667	0.000	0.0034	0.0036	0.0000
50	9.333	21.000	0.000	0.0020	0.0020	0.0000
51	11.667	0.000	0.000	0.0018	0.0018	0.0000
52	11.667	2.333	0.000	0.0032	0.0033	0.0000
53	11.667	4.667	0.000	0.0035	0.0036	0.0000
54	11.667	7.000	0.000	0.0036	0.0037	0.0000
55	11.667	9.333	0.000	0.0036	0.0037	0.0000
56	11.667	11.667	0.000	0.0036	0.0037	0.0000
57	11.667	14.000	0.000	0.0036	0.0037	0.0000
58	11.667	16.333	0.000	0.0035	0.0036	0.0000
59	11.667	18.667	0.000	0.0032	0.0033	0.0000
60	11.667	21.000	0.000	0.0018	0.0018	0.0000
61	14.000	0.000	0.000	0.0011	0.0010	0.0000
62	14.000	2.333	0.000	0.0019	0.0018	0.0000
63	14.000	4.667	0.000	0.0021	0.0020	0.0000
64	14.000	7.000	0.000	0.0021	0.0021	0.0000
65	14.000	9.333	0.000	0.0022	0.0021	0.0000
66	14.000	11.667	0.000	0.0022	0.0021	0.0000
67	14.000	14.000	0.000	0.0021	0.0021	0.0000
68	14.000	16.333	0.000	0.0021	0.0020	0.0000
69	14.000	18.667	0.000	0.0019	0.0018	0.0000
70	14.000	21.000	0.000	0.0011	0.0010	0.0000

Isovaleurs / Z=0,00 m / Tassement élastique 3D



Annexe 7. VERIFICATION DE LA CAPACITE PORTANTE DES PIEUX (FOXTA)

Données

Titre du projet : Programme Fusée Sondes (pieu n°1)

Numéro d'affaire : SBX2.I.0163

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Pieux Ø620mm - compression

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

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pénétrométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas du calcul (m) : 0,50

Section de calcul : Section de calcul circulaire

Diamètre de calcul (m) : 0,62

Classe du pieu : 2 - Pieu tarière creuse

Catégorie du pieu : 6 [FTC, FTCD] - Foré tarière creuse simple rotation, ou double rotation

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) : -1,00

Définition des couches de sol

No	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	qc	qsl	kcmín	kcmáx	γR,d1 × γR,d2
1	Couche neutralisée		Sables, graves	-1,50	5000,00	0,00	0,10	0,25	1,298
2	Couche 2		Sables, graves	-5,00	5000,00	69,91	0,10	0,25	1,298
3	Couche 3		Sables, graves	-10,00	10000,00	108,76	0,10	0,25	1,298

Critère de calcul : Longueur imposée

Longueur du pieu (m) : 8,50

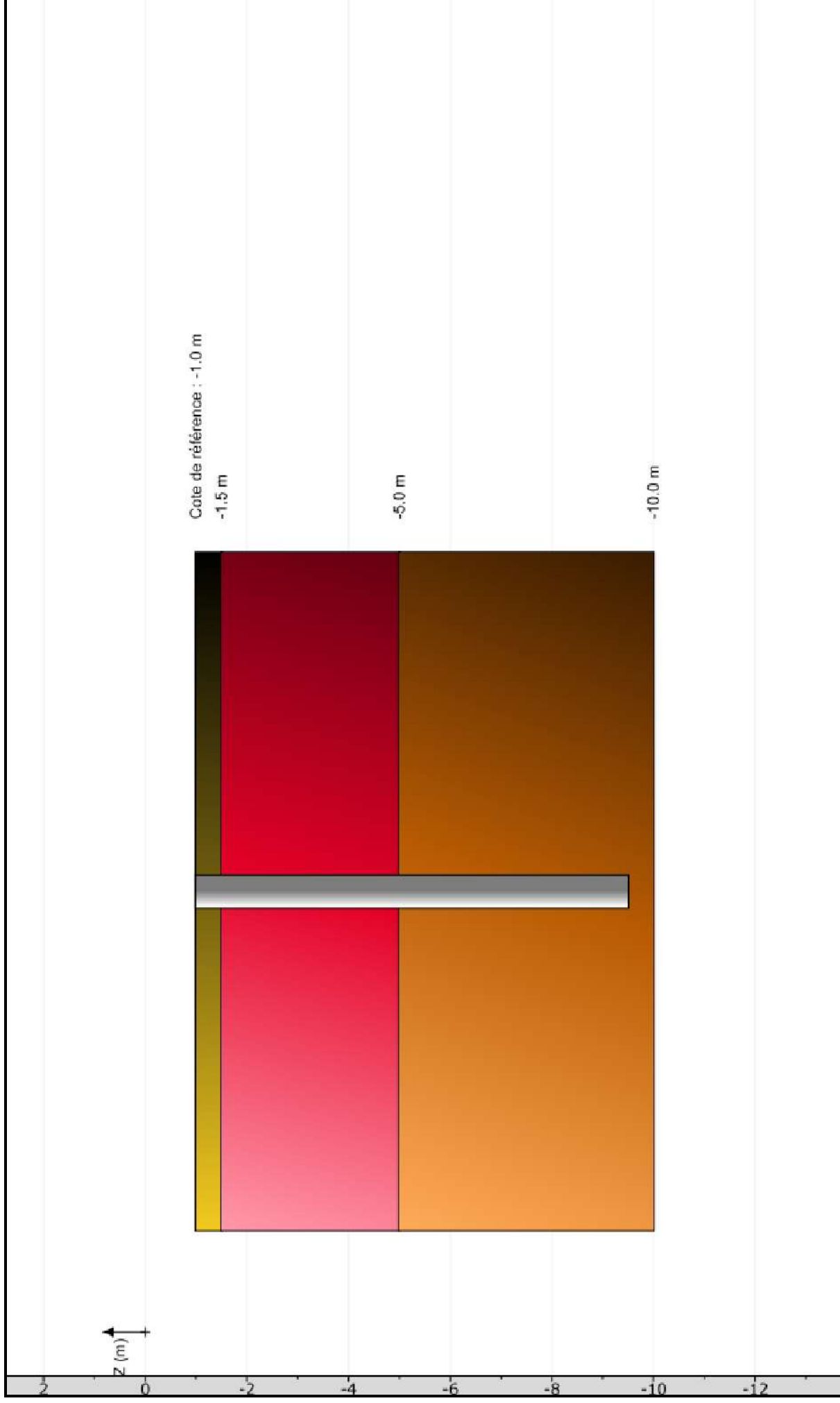


FoXta v3
v3.3.4

Imprimé le : 10/03/2020 - 18:32:48
Calcul réalisé par : GINGER CEBTP

Projet : Programme fusée Sondes
Module : Fondprof (Pieu 1/1)

Onglet "Paramètres généraux"



File : C:\Users\BE10E~1.BIL\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v3\3260\temp[FP]-1.resu

Calcul réalisé le : 10/03/2020 à 18h32
par : GINGER CEBTP

Options du calcul :

- calcul basé sur des paramètres issus du pénétromètre statique
- calcul selon les règles de la norme NF P 94 262
- profil de contrainte de pointe qc défini par couche
- pour pieu de catégorie : 6
- 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 : -1.000

Section du pieu : 0.302
Périmètre : 1.948

Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	qc	qsl	kcmin	kcmax	gamrd
01	-1.50	5000.0	0.00	0.10	0.25	1.30
02	-5.00	5000.0	69.91	0.10	0.25	1.30
03	-10.00	10000.0	108.76	0.10	0.25	1.30

Pas du calcul : 0.50

 SOLUTION

Calcul à longueur imposée : L = 8.50

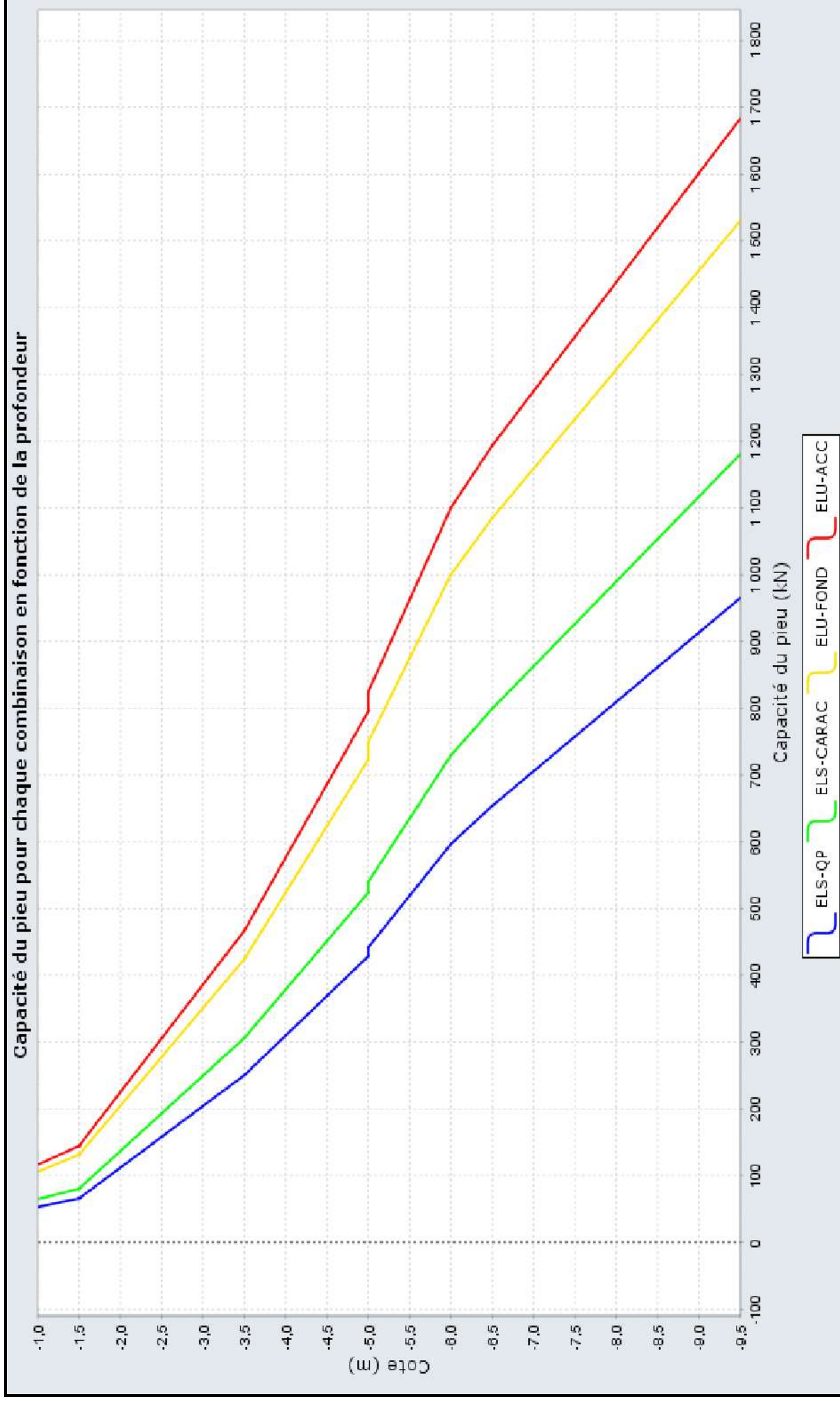
couche	cote	qsl	qce	kc	Qs	Qp	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
01	-1.00	0.00	5000.0	0.100	0.0	151.0	52.9	64.7	105.7	116.3
01	-1.50	0.00	5000.0	0.124	0.0	187.5	65.7	80.3	131.3	144.4
01	-1.50	0.00	5000.0	0.124	0.0	187.5	65.7	80.3	131.3	144.4
02	-1.50	69.91	5000.0	0.124	0.0	187.5	65.7	80.3	131.3	144.4
02	-2.00	69.91	5000.0	0.148	68.1	224.0	111.9	136.8	204.5	225.0
02	-2.50	69.91	5000.0	0.173	136.2	260.5	158.0	193.2	277.8	305.6
02	-3.00	69.91	5000.0	0.197	204.3	297.0	204.2	249.7	351.1	386.2
02	-3.50	69.91	5000.0	0.221	272.3	333.6	250.4	306.1	424.3	466.8
02	-4.00	69.91	6250.0	0.216	340.4	407.8	309.8	378.7	524.0	576.5
02	-4.50	69.91	7500.0	0.213	408.5	482.1	369.2	451.4	623.7	686.1
02	-5.00	69.91	8750.0	0.211	476.6	556.3	428.5	524.0	723.4	795.8
02	-5.00	69.91	8750.0	0.211	476.6	556.3	428.5	524.0	723.4	795.8
03	-5.00	108.76	10000.0	0.197	476.6	594.1	441.8	540.1	749.8	824.9
03	-5.50	108.76	10000.0	0.221	582.5	667.1	519.3	634.9	875.1	962.7
03	-6.00	108.76	10000.0	0.245	688.4	740.2	596.8	729.7	1000.5	1100.6
03	-6.50	108.76	10000.0	0.250	794.4	754.8	653.8	799.4	1084.9	1193.5
03	-7.00	108.76	10000.0	0.250	900.3	754.8	705.7	862.9	1159.0	1275.1
03	-7.50	108.76	10000.0	0.250	1006.2	754.8	757.6	926.4	1233.2	1356.7
03	-8.00	108.76	10000.0	0.250	1112.1	754.8	809.5	989.9	1307.4	1438.3
03	-8.50	108.76	10000.0	0.250	1218.0	754.8	861.4	1053.4	1381.6	1519.9
03	-9.00	108.76	10000.0	0.250	1324.0	754.8	913.3	1116.9	1455.7	1601.5
03	-9.50	108.76	10000.0	0.250	1429.9	754.8	965.2	1180.4	1529.9	1683.1



FoXta v3
v3.3.4

Imprimé le : 10/03/2020 - 18:32:49
 Calcul réalisé par : GINGER CEBTP
 Projet : Programme fusée Sondes
 Module : Fondprof (Pieu 1/1)

Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



Annexe 8. VERIFICATION DES PIEUX SOUS EFFORTS HORIZONTALS (FOXTA)

Données

Titre du projet : Programme Fusée Sondes

Numéro d'affaire : SBX2.I.0163

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Pieux Ø620mm - Efforts horizontaux et moments (pieu n°1)

Type de calcul : Calcul de pieu sous sollicitations latérales
à partir des données pressiométriques (élastoplastique)
cas où les sollicitations permanentes dominent en tête

Cote de référence (m) : -1,00

Inclinaison du pieu (°) : 0,0

Nb d'incréments : 20

Nb d'itérations par incrément : 100

Définition des couches de sol

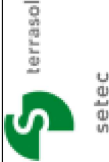
No	Nom	Couleur	Zbase	EM	α	B	pf*	pl*
1	Sables moyennements denses		-5,00	5,00E03	0,33	0,62	500,00	500,00
2	Sables denses		-9,50	1,00E04	0,33	0,62	1000,00	1000,00

Discretisation

Nom	h	EI	n
Sables moyennements denses	4,00	7,25E04	8
Sables denses	4,50	7,25E04	9

Charges ponctuelles

No	Z	T	M	K	C
0	-1,00	50,00	29,00	0,00E00	0,00E00
1	-5,00	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00
2	-9,50	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00

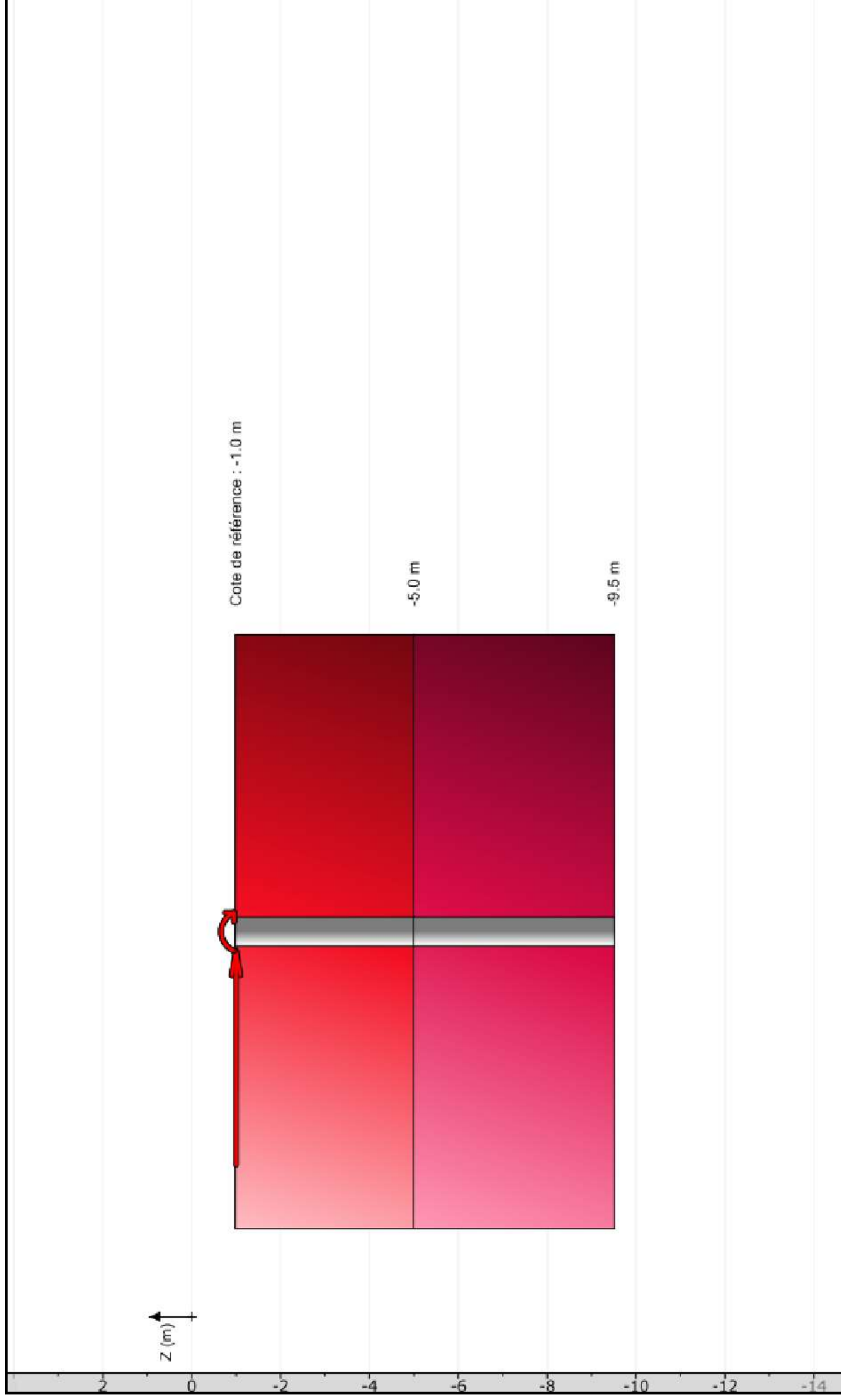


FoXta v3
v3.3.4

Imprimé le : 10/03/2020 - 18:37:40
Calcul réalisé par : GINGER CEBTP

Projet : Programme fusée Sondes
Module : Piecoef+ (Pieu 1/1)
Titre du calcul : Pieux Ø620mm - Efforts horizontaux et moments

Onolet "Chargement extérieur sur le pieu"



File : C:\Users\BE10E~1.BIL\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v3\3260\temp[PC]-1.resu

Calcul réalisé le : 10/03/2020 à 18h36
par : GINGER CEBTP

Titre du calcul : Pieux Ø620mm - Efforts horizontaux et moments

nb d'incréments : 020
itération : 001

Cote de référence : -1.000
Inclinaison(°) : 0.000

Type de calcul : Calcul de Pieu sous sollicitations latérales

Loi élastoplastique de mobilisation de la réaction latérale du sol définie à partir des caractéristiques pressiométriques

Type de sollicitations : 1. Cas où les sollicitations permanentes en tête dominent

Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	EI	EM	alpha	B	pf	pl
01	-5.00	0.725E+05	5000.00	0.33	0.620	500.00	500.00
02	-9.50	0.725E+05	10000.00	0.33	0.620	1000.00	1000.00

Discrétisation du pieu (Paramètres du calcul)

Elément	XL	EI	ks1*B	p1*B	ks2*B	p2*B
001	0.500	0.7250E+05	0.7017E+04	0.1550E+03	0.0000E+00	0.1550E+03
002	0.500	0.7250E+05	0.8432E+04	0.1862E+03	0.0000E+00	0.1862E+03
003	0.500	0.7250E+05	0.9847E+04	0.2175E+03	0.0000E+00	0.2175E+03
004	0.500	0.7250E+05	0.1126E+05	0.2487E+03	0.0000E+00	0.2487E+03
005	0.500	0.7250E+05	0.1268E+05	0.2800E+03	0.0000E+00	0.2800E+03
006	0.500	0.7250E+05	0.1403E+05	0.3100E+03	0.0000E+00	0.3100E+03
007	0.500	0.7250E+05	0.1403E+05	0.3100E+03	0.0000E+00	0.3100E+03
008	0.500	0.7250E+05	0.1403E+05	0.3100E+03	0.0000E+00	0.3100E+03
009	0.500	0.7250E+05	0.2807E+05	0.6200E+03	0.0000E+00	0.6200E+03
010	0.500	0.7250E+05	0.2807E+05	0.6200E+03	0.0000E+00	0.6200E+03
011	0.500	0.7250E+05	0.2807E+05	0.6200E+03	0.0000E+00	0.6200E+03
012	0.500	0.7250E+05	0.2807E+05	0.6200E+03	0.0000E+00	0.6200E+03
013	0.500	0.7250E+05	0.2807E+05	0.6200E+03	0.0000E+00	0.6200E+03
014	0.500	0.7250E+05	0.2807E+05	0.6200E+03	0.0000E+00	0.6200E+03
015	0.500	0.7250E+05	0.2807E+05	0.6200E+03	0.0000E+00	0.6200E+03
016	0.500	0.7250E+05	0.2807E+05	0.6200E+03	0.0000E+00	0.6200E+03
017	0.500	0.7250E+05	0.2807E+05	0.6200E+03	0.0000E+00	0.6200E+03

Nombre total d'éléments : 017

Points de calcul (repère local)

Noeud	Xn	cote
001	0.000	-1.000
002	0.500	-1.500
003	1.000	-2.000
004	1.500	-2.500
005	2.000	-3.000
006	2.500	-3.500
007	3.000	-4.000
008	3.500	-4.500
009	4.000	-5.000
010	4.500	-5.500
011	5.000	-6.000



FoXta v3
v3.3.4

Imprimé le : 10/03/2020 - 18:37:41
Calcul réalisé par : GINGER CEBTP
Projet : Programme fusée Sondes
Module : Piecoef+ (Pieu 1/1)
Titre du calcul : Pieux Ø620mm - Efforts horizontaux et moments

012	5.500	-6.500
013	6.000	-7.000
014	6.500	-7.500
015	7.000	-8.000
016	7.500	-8.500
017	8.000	-9.000
018	8.500	-9.500

Nombre total de noeuds : 018

Charges ponctuelles (repère local)

Noeud	T	Mx
001	50.000	29.000

=====
=====SOLUTION=====

Matrice de raideur en tête du pieu

T	r1 r2	y	T0
	=		+
M	r2 r3	w	M0

r1 =	0.2232E+05	T0 =	-0.3632E-05
r2 =	-0.2815E+05	M0 =	0.3385E-05
r3 =	0.6589E+05		

Déplacements et sollicitations en tout point du pieu

Notations

Z : cote (longueur)
X : abscisse - repère local du pieu (longueur)
y : flèche absolue latérale du pieu (longueur)
w : rotation de la section
g : déformée libre du sol projetée (longueur)
M : moment fléchissant (force x longueur)
T : effort tranchant (force)
r : réaction latérale du sol (force / unité de surface)

Elément	Z	X	y	g	w	T	M	r	palier
001	-1.000	0.000	0.606E-02	0.000E+00	-0.303E-02	0.500E+02	0.290E+02	0.686E+02	1
001	-1.250	0.250	0.532E-02	0.000E+00	-0.291E-02	0.400E+02	0.402E+02	0.602E+02	1
001	-1.500	0.500	0.461E-02	0.000E+00	-0.276E-02	0.313E+02	0.491E+02	0.522E+02	1
002	-1.500	0.500	0.461E-02	0.000E+00	-0.276E-02	0.313E+02	0.491E+02	0.627E+02	1
002	-1.750	0.750	0.394E-02	0.000E+00	-0.257E-02	0.223E+02	0.558E+02	0.536E+02	1
002	-2.000	1.000	0.333E-02	0.000E+00	-0.237E-02	0.147E+02	0.604E+02	0.452E+02	1
003	-2.000	1.000	0.333E-02	0.000E+00	-0.237E-02	0.147E+02	0.604E+02	0.528E+02	1
003	-2.250	1.250	0.276E-02	0.000E+00	-0.216E-02	0.718E+01	0.631E+02	0.438E+02	1
003	-2.500	1.500	0.225E-02	0.000E+00	-0.194E-02	0.103E+01	0.641E+02	0.357E+02	1
004	-2.500	1.500	0.225E-02	0.000E+00	-0.194E-02	0.103E+01	0.641E+02	0.408E+02	1
004	-2.750	1.750	0.179E-02	0.000E+00	-0.172E-02	-0.464E+01	0.636E+02	0.325E+02	1
004	-3.000	2.000	0.139E-02	0.000E+00	-0.150E-02	-0.909E+01	0.619E+02	0.252E+02	1
005	-3.000	2.000	0.139E-02	0.000E+00	-0.150E-02	-0.909E+01	0.619E+02	0.283E+02	1
005	-3.250	2.250	0.104E-02	0.000E+00	-0.129E-02	-0.129E+02	0.591E+02	0.212E+02	1
005	-3.500	2.500	0.738E-03	0.000E+00	-0.110E-02	-0.157E+02	0.555E+02	0.151E+02	1
006	-3.500	2.500	0.738E-03	0.000E+00	-0.110E-02	-0.157E+02	0.555E+02	0.167E+02	1
006	-3.750	2.750	0.487E-03	0.000E+00	-0.912E-03	-0.179E+02	0.513E+02	0.110E+02	1
006	-4.000	3.000	0.281E-03	0.000E+00	-0.743E-03	-0.192E+02	0.466E+02	0.636E+01	1
007	-4.000	3.000	0.281E-03	0.000E+00	-0.743E-03	-0.192E+02	0.466E+02	0.636E+01	1
007	-4.250	3.250	0.114E-03	0.000E+00	-0.591E-03	-0.199E+02	0.417E+02	0.259E+01	1
007	-4.500	3.500	-0.159E-04	0.000E+00	-0.455E-03	-0.200E+02	0.367E+02	-0.360E+00	1
008	-4.500	3.500	-0.159E-04	0.000E+00	-0.455E-03	-0.200E+02	0.367E+02	-0.360E+00	1
008	-4.750	3.750	-0.115E-03	0.000E+00	-0.337E-03	-0.198E+02	0.318E+02	-0.259E+01	1
008	-5.000	4.000	-0.186E-03	0.000E+00	-0.236E-03	-0.193E+02	0.269E+02	-0.421E+01	1
009	-5.000	4.000	-0.186E-03	0.000E+00	-0.236E-03	-0.193E+02	0.269E+02	-0.842E+01	1
009	-5.250	4.250	-0.234E-03	0.000E+00	-0.152E-03	-0.178E+02	0.222E+02	-0.106E+02	1

009	-5.500	4.500	-0.263E-03	0.000E+00	-0.823E-04	-0.160E+02	0.180E+02	-0.119E+02	1
010	-5.500	4.500	-0.263E-03	0.000E+00	-0.823E-04	-0.160E+02	0.180E+02	-0.119E+02	1
010	-5.750	4.750	-0.276E-03	0.000E+00	-0.268E-04	-0.141E+02	0.142E+02	-0.125E+02	1
010	-6.000	5.000	-0.277E-03	0.000E+00	0.164E-04	-0.122E+02	0.109E+02	-0.126E+02	1
011	-6.000	5.000	-0.277E-03	0.000E+00	0.164E-04	-0.122E+02	0.109E+02	-0.126E+02	1
011	-6.250	5.250	-0.269E-03	0.000E+00	0.492E-04	-0.102E+02	0.815E+01	-0.122E+02	1
011	-6.500	5.500	-0.254E-03	0.000E+00	0.732E-04	-0.841E+01	0.582E+01	-0.115E+02	1
012	-6.500	5.500	-0.254E-03	0.000E+00	0.732E-04	-0.841E+01	0.582E+01	-0.115E+02	1
012	-6.750	5.750	-0.233E-03	0.000E+00	0.899E-04	-0.670E+01	0.393E+01	-0.105E+02	1
012	-7.000	6.000	-0.209E-03	0.000E+00	0.101E-03	-0.515E+01	0.245E+01	-0.947E+01	1
013	-7.000	6.000	-0.209E-03	0.000E+00	0.101E-03	-0.515E+01	0.245E+01	-0.947E+01	1
013	-7.250	6.250	-0.183E-03	0.000E+00	0.107E-03	-0.377E+01	0.134E+01	-0.829E+01	1
013	-7.500	6.500	-0.156E-03	0.000E+00	0.110E-03	-0.258E+01	0.552E+00	-0.705E+01	1
014	-7.500	6.500	-0.156E-03	0.000E+00	0.110E-03	-0.258E+01	0.552E+00	-0.705E+01	1
014	-7.750	6.750	-0.128E-03	0.000E+00	0.111E-03	-0.159E+01	0.342E-01	-0.579E+01	1
014	-8.000	7.000	-0.100E-03	0.000E+00	0.111E-03	-0.788E+00	-0.259E+00	-0.454E+01	1
015	-8.000	7.000	-0.100E-03	0.000E+00	0.111E-03	-0.788E+00	-0.259E+00	-0.454E+01	1
015	-8.250	7.250	-0.726E-04	0.000E+00	0.110E-03	-0.182E+00	-0.376E+00	-0.329E+01	1
015	-8.500	7.500	-0.453E-04	0.000E+00	0.108E-03	0.232E+00	-0.366E+00	-0.205E+01	1
016	-8.500	7.500	-0.453E-04	0.000E+00	0.108E-03	0.232E+00	-0.366E+00	-0.205E+01	1
016	-8.750	7.750	-0.184E-04	0.000E+00	0.107E-03	0.455E+00	-0.276E+00	-0.832E+00	1
016	-9.000	8.000	0.835E-05	0.000E+00	0.107E-03	0.490E+00	-0.154E+00	0.378E+00	1
017	-9.000	8.000	0.835E-05	0.000E+00	0.107E-03	0.490E+00	-0.154E+00	0.378E+00	1
017	-9.250	8.250	0.349E-04	0.000E+00	0.106E-03	0.338E+00	-0.462E-01	0.158E+01	1
017	-9.500	8.500	0.615E-04	0.000E+00	0.106E-03	0.222E-15	0.105E-13	0.278E+01	1

	max+	0.606E-02	0.000E+00	0.111E-03	0.500E+02	0.641E+02	0.686E+02		
	max-	-0.277E-03	0.000E+00	-0.303E-02	-0.200E+02	-0.376E+00	-0.126E+02		

 RESULTATS COMPLEMENTAIRES

Charges de flambement pour chaque mode

Mode	Charge
001	0.264E+05
002	0.454E+05
003	0.102E+06
004	0.131E+06
005	0.170E+06
006	0.254E+06
007	0.361E+06
008	0.490E+06
009	0.640E+06
010	0.812E+06
011	0.101E+07
012	0.122E+07
013	0.147E+07
014	0.173E+07
015	0.203E+07
016	0.235E+07
017	0.269E+07
018	0.348E+07

Mode de flambement critique

Xn	Yn
0.000	0.100E+01
0.500	0.723E+00
1.000	0.468E+00
1.500	0.251E+00
2.000	0.795E-01
2.500	-0.431E-01
3.000	-0.120E+00
3.500	-0.158E+00
4.000	-0.167E+00
4.500	-0.154E+00
5.000	-0.130E+00
5.500	-0.100E+00
6.000	-0.675E-01
6.500	-0.339E-01
7.000	0.120E-02
7.500	0.385E-01
8.000	0.788E-01
8.500	0.122E+00



FoXta v3
v3.3.4

Imprimé le : 10/03/2020 - 18:37:41
 Calcul réalisé par : GINGER CEBTP
 Projet : Programme fusée Sondes
 Module : Piecoef+ (Pieu 1/1)
 Titre du calcul : Pieux Ø620mm - Efforts horizontaux et moments

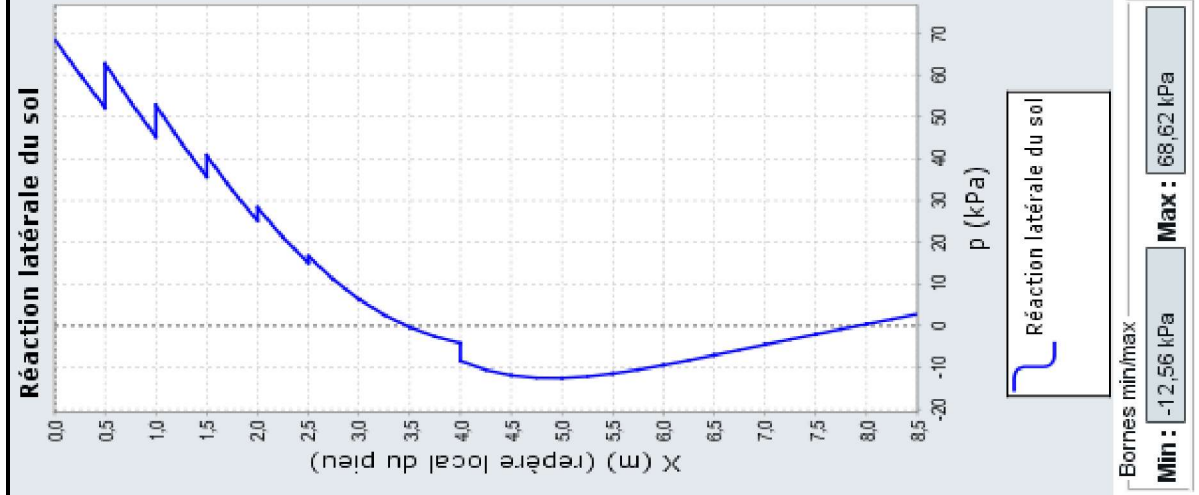
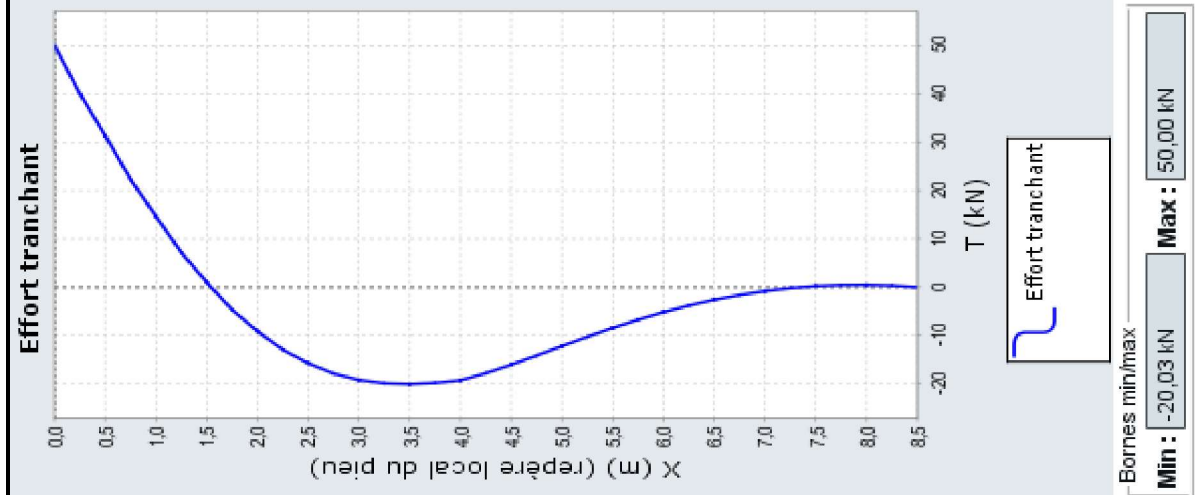
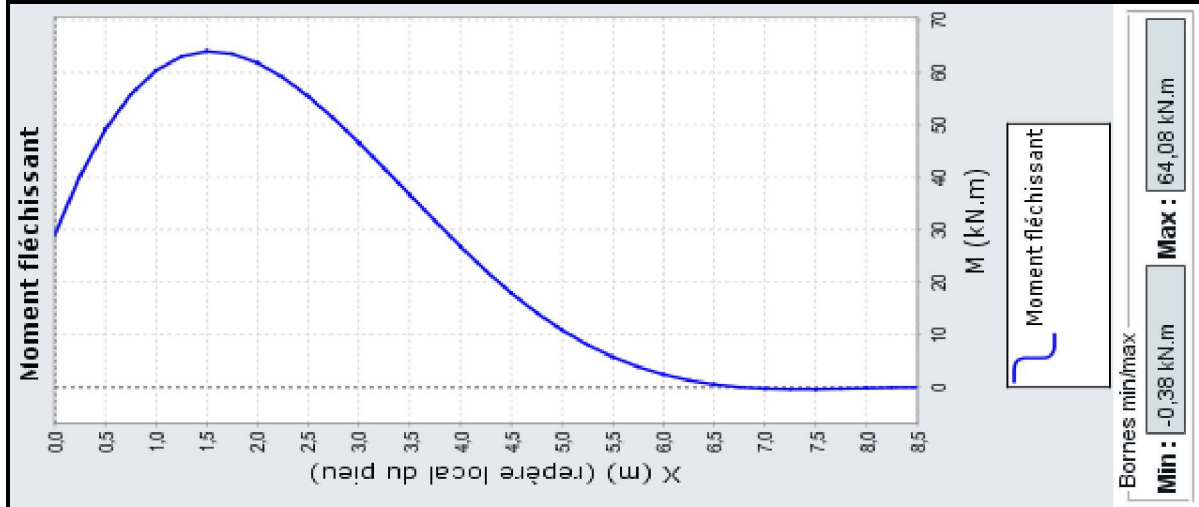
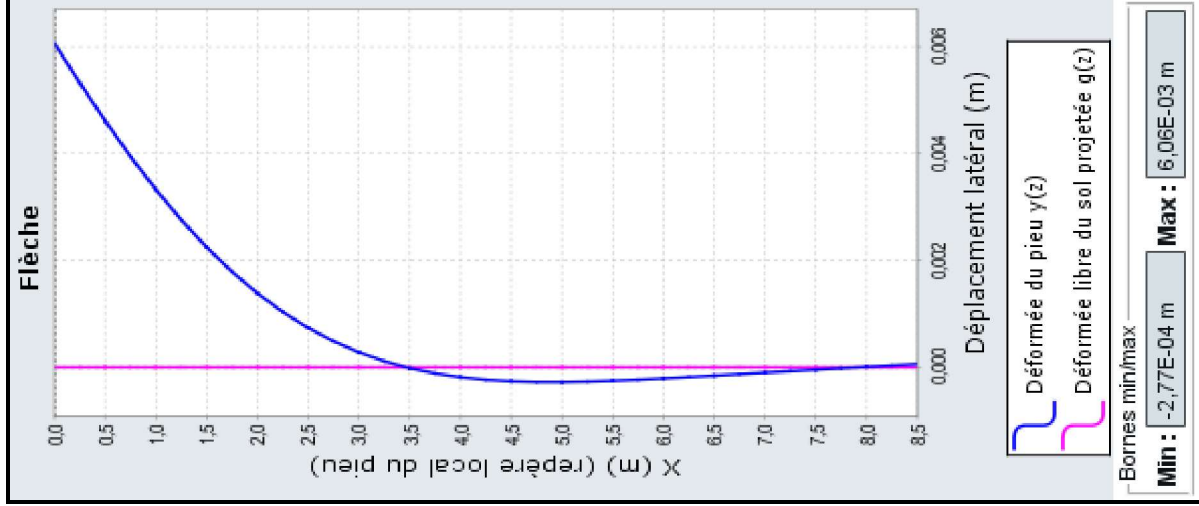
>HTG



FoXta v3
v3.3.4

Imprimé le : 10/03/2020 - 18:37:41
Calcul réalisé par : GINGER CEBTP
Projet : Programme fusée Sondes
Module : Piecoef+ (Pieu 1/1)
Titre du calcul : Pieux Ø620mm - Efforts horizontaux et moments

Résultats principaux



Agence de Bordeaux

Domaine de Pelus
19 Avenue Pythagore
33700 MERIGNAC
Tél. : +33 (0) 5.56.12.98.10
Fax. : +33 (0) 5.56.13.07.31
cebtb.bordeaux@groupeginger.com

www.groupe-cebtb.com