Programme FoXta

Partie K : Module FONDPROF

TABLE DES MATIERES

K.1. ASPECT THEORIQUE	
K.1.1. PIEU ISOLE SOUS CHARGE AXIALE	
K.1.1.1 Charge limite Q ₁	
K.1.1.2 Charge de fluage Q_c	4
K.1.2. Prevision de la charge limite Q _L	5
K.1.2.1. Calcul de la charge limite de pointe Q_p	5
K.1.2.2. Calcul de la charge limite de frottement latéral Q_s	7
K.1.2.3. Calcul de la charge limite totale Q_l	9
K.1.3. JUSTIFICATIONS D'UN PIEU ISOLE	
K.1.3.1. Etats limites de mobilisation de la capacité portante	
K.2. MANUEL D'UTILISATION	
K.2.1. ONGLET 1 : PARAMETRES GENERAUX	
K.2.2. ONGLET 2 : CARACTERISTIQUES DES COUCHES DE SOLS	
K.2.2.1. Onglet 2 : Assistant pour q _s	
K.2.2.2. Onglet 2 : Assistant pour k_p	
K.2.3. ONGLET 3 : CORRECTIONS GEOMETRIQUES ET DISCRETISATION DU CALCUL	
K.2.4. ONGLET 4 : CRITERE DE CALCUL ET CALCUL	
K.2.4.1. Résultats	
K.3. EXEMPLES DE CALCUL FONDPROF	
K.3.1. Exemple 1	
K.3.1.1 Présentation du problème	
K.3.1.2 Saisie des données	
K.4. CONSTITUTION DU FICHIER FONDPROF	

 $\mathsf{Copyright} \ \mathbb{C} \text{Fo} \chi \text{ta} \text{-} \text{TERRASOL}$

Programme FoXta

Partie K : Module FONDPROF

K.1. ASPECT THEORIQUE

Le module FONDPROF est un programme de calcul qui permet de prévoir la charge limite Q_l , ainsi que les charges maximales autorisées sous sollicitations ELU et ELS à partir des résultats d'essais pressiométriques. Il est basé sur les concepts et formulations recommandés par les règlements aux états limites en vigueur en France (Fascicule 62-Titre V du CCTG et DTU 13.2).

Les chapitres suivants précisent la méthodologie retenue pour l'évaluation des charges, ainsi que les différentes grandeurs et notations. La partie K.1. Aspect Théorique reprend le chapitre correspondant de l'ouvrage "Calcul des fondations superficielles et profondes" (Roger FRANK, Presses des Ponts et Chaussées, 1999).

K.1.1. Pieu isolé sous charge axiale

K.1.1.1 Charge limite QI

Considérons un pieu dont la base est située à la profondeur D dans un sol homogène (Figure K.1). Ce pieu, dont on néglige le poids, est chargé axialement en tête par une charge Q.

Au moment de la rupture, la charge Q_l est équilibrée par les réactions limites du sol suivantes :

- Résistance unitaire du sol sous la pointe q_p, conduisant à la charge limite de pointe : Q_p = q_p.A_p Avec A_p section droite de la pointe ;
- Résistance q_s due au frottement du sol sur la surface latérale du pieu; si q_s est le frottement latéral unitaire limite, la charge limite par frottement latéral est : Q_s = q_s.A_s Avec A_s surface latérale du pieu;

Et l'on a : $Q_l = Q_p + Q_s$



Figure K.1 : Module FONDPROF - Courbe de chargement axial d'un pieu

K.1.1.2 Charge de fluage Q_c

La courbe représentant la charge appliquée au pieu en fonction de l'enfoncement présente une partie sensiblement linéaire se limitant à une charge Q_c appelée charge de fluage (Figure K.1). Pour les charges supérieures à Q_c , l'enfoncement du pieu ne se stabilise plus dans le temps, à charge constante.

Les nombreux essais de chargement de pieux en vraie grandeur effectués par les laboratoires des Ponts et Chaussées ont permis d'établir des corrélations entre la charge de fluage Q_c et les charges limites de pointe Q_p et de frottement latéral Q_s . Ces corrélations sont différentes suivant le mode de mise en place du pieu dans le sol. On peut retenir :

• pour les pieux refoulant le sol : $Q_c = \frac{Q_p}{1,5} + \frac{Q_s}{1,5} = \frac{Q_l}{1,5}$ ou $Q_c = 0.7xQ_l$

• pour les pieux ne refoulant pas le sol :
$$Q_c = \frac{Q_p}{2} + \frac{Q_s}{1.5}$$

• pour les pieux travaillant en arrachement : $Q_p = 0$ et $Q_c = Q_s/1,5$

Les méthodes de dimensionnement données aux paragraphes suivants visent à déterminer la charge limite Q_l . La charge de fluage Q_c en sera déduite par ces formules empiriques, sauf dans le cas de l'essai de chargement statique, où elle sera évaluée directement.

Copyright © Foxta - TERRASOL

K.1.2. Prévision de la charge limite Q_l

Classe de sol	Pressiomètre	Pénétromètre
A - Argiles et limons mous	< 0,7	< 3,0
B - Argiles et limons fermes	1,2 à 2,0	3,0 à 6,0
C - Argiles très fermes à dures	> 2,5	> 6,0
A - Sables et graves lâches	< 0,5	< 5
B - Sables et graves moyennement compacts	1,0 à 2,0	8,0 à 15,0
C - Sables et graves compacts	>2,5	> 20,0
A - Craies molles	< 0,7	< 5,0
B - Craies altérées	1,0 à 2,5	> 5,0
C - Craies compactes	> 3,0	
A - Marnes, marno-calcaires tendres	1,5 à 4,0	-
B - Marnes, marno-calcaires compacts	> 4,5	-
A - Roches ⁽¹⁾ altérées	2,5 à 4,0	-
B - Roches fragmentées	> 4,5	-

Pour les différentes catégories de sols, on se reportera au tableau suivant :

Tableau K.1 : Définition des catégories conventionnelles de sols

K.1.2.1. Calcul de la charge limite de pointe Q_p

Selon le fascicule 62 - Titre V, la charge limite de pointe est donnée par la formule :

$$Q_p = A.k_p.p_{le}^*$$

avec A :

A: section de la pointe du pieu k_p : facteur de portance

 p_{le}^* : pression limite nette équivalente (voir définition ci-après)

Pour les fondations profondes et les fondations semi-profondes, les valeurs du facteur de portance k_p sont données par le tableau K.2. Le cas particulier des tubes métalliques battus ouverts et des profilés métalliques non obturés à la base est traité au chapitre K.1.2.3.

¹ L'appellation de roches altérées ou fragmentées peut regrouper des matériaux calcaires, schisteux ou d'origine granitique. S'il est difficile parfois de fixer des limites précises avec les sols meubles qui constituent leur phase finale d'évolution, on réservera toutefois cette classification aux matériaux qui présentent des modules pressiométriques supérieurs à 50 à 80 MPa.

Natur	e des	Eléments mis en œuvre	Eléments mis en œuvre
10112	11115	sans reioulement du soi	avec relouiement du soi
	A	1,1	1,4
Argiles	В	1,2	1,5
Limons	С	1,3	1,6
	Α	1,0	4,2
Sables	В	1,1	3,7
Graves	С	1,2	3,2
	Α	1,1	1,6
Craies	В	1,4	2,2
	С	1,8	2,6
Marnes		1,8	2,6
Marno-ca	lcaires		
Roches al	ltérées	1,1 à 1,8	1,8 à 3,2
(1) La valeur	de k _p pour ce	s formations est prise égale à celle de la	formation meuble du tableau à laquelle le
materiau conc méthodes spéc	erne s'appare	mécanique des roches.	ranchit, en aucun cas, d'avoir recours aux

Tableau K.2 : Valeurs du facteur de portance k_p

Définition de la pression limite nette équivalente p_{le}^*

La définition de la pression limite nette équivalente au pressiomètre p_{le}^* qui suit est propre aux fondations profondes. C'est une pression moyenne autour de la base de la fondation profonde. Elle est déterminée de la manière suivante :

$$p_{le}^* = \frac{1}{3a+b} \int_{D-b}^{D+3a} p_l^*(z) dz$$

Avec a = B/2 si B>1m, a=0,5 m si B<1m, b = min {a,h} où h est la hauteur de l'élément de fondation dans la couche porteuse.

Ce calcul n'est cependant valable que dans le cas d'une formation porteuse homogène, c'est à dire une couche pour laquelle les valeurs maximales de pl n'excèdent pas 2 fois les valeurs minimales de pl.

K.1.2.2. Calcul de la charge limite de frottement latéral Qs

L'effort total limite mobilisable par frottement latéral sur toute la hauteur h concernée du fût du pieu est calculé par l'expression suivante : $Q_s = P \int_{a}^{b} q_s(z) dz$

Dans cette expression, P désigne le périmètre du pieu et $q_s(z)$ le frottement latéral unitaire limite à la cote z. Ces termes sont explicités ci-après.

La hauteur h est celle où s'exerce effectivement le frottement latéral. C'est la hauteur de pieu dans le sol, diminuée :

- de la hauteur où le pieu comporte un double chemisage,
- de la hauteur où s'exerce le frottement négatif.

Frottement latéral unitaire limite q_s

Le frottement latéral unitaire limite est donné en fonction de la pression limite nette p_l^* (qui exprime la compacité ou le serrage du sol) par les courbes de la figure K.2.





Le tableau K.3 indique le choix de la courbe à utiliser en fonction :

- de la nature du sol,
- du type de pieu.

Pour certains types de pieux forés, deux courbes sont proposées, l'une d'elles correspondant à des conditions particulières explicitées dans les renvois (1), (2) et (3) du tableau K.3.

Copyright © Foxta - TERRASOL

Type de pieu	Ar	rgiles, Lin	nons	0	ables, Gra	aves		Craie		Ŵ	arnes	Roches
	A	8	ပ	۷	В	ပ	۷	8	ပ	A	ß	
Foré simple	ą	Q ₁ ,Q ₂ (1)	Q _{2.} Q ₃ (1)		ı		à	ő	$Q_4, Q_5(1)$	ő	$Q_4, Q_5(1)$	g
Foré à boue	ą	, Q	Q ₂ (1)	ą	$Q_2, Q_1(2)$	$Q_3, Q_2(2)$	ą	ő	$Q_4, Q_5(1)$	ő	$Q_4, Q_5(1)$	Q
Foré tubé (tube	ą	δ,	Q ₂ (1)	ą	$Q_2, Q_1(2)$	$Q_{3}, Q_{2}(2)$	ą	O_2	$Q_{3}, Q_{4}(3)$	ဇိ	Q_4	
récupéré)												
Foré tubé (tube perdu)		à			ą	Q_2		(4)		\mathbf{Q}_2	ő	
Puits (5)	ą	Q2	õ		ı		ą	Q_2	စိ	Q4	Q5	Q
Métal battu fermé	ą		${\sf Q}_2$		${\sf Q}_2$	Q_3		(4)		õ3	Q_4	Q4
Battu préfabriqué béton	ą		Q_2		ගි			(4)		ő	Q4	Q4
Battu moulé	Q1	•	Q_2		Q_2	Q_3	Q,	${\sf Q}_2$	Q_3	Q ₃	Q_4	
Battu enrobé	ą		${\sf Q}_2$		ő	₫		(4)		õ3	Q_4	
Injecté basse pression	ą		${\sf Q}_2$		ő		Q2	Q ₃	Q_4		Q_5	
Injecté haute pression		Q	Q5		Š	å		Q5	ő		Q ₆	$Q_7(7)$
 Réalésage et rainurage en fin d Pieux de grande longueur (suption) Forage à sec, tube non louvoyé Dans le cas des craies, le frotte Sans tubage ni virole foncés pe Injection sélective et répétitive 	e forage brieur à 30 i ment latéra à faible dél à faible dél	m) L peut être trè bit. bit.	s faible pour ce ent préalable de	rtains tyr	oes de pieux. Il fissurés ou fit	convient d'ef	fectuer un	ne étude spéc des cavités.	affique dans cha	ıque cas.		

Tableau K.3 : Choix des courbes pour le calcul du frottement latéral unitaire q_s

<u>Périmètre P</u>

Pour tous les pieux à périmètre convexe, le périmètre de calcul est le périmètre réel du pieu. Le cas particulier des tubes métalliques battus ouverts et des profilés métalliques non obturés à la base est traité au paragraphe suivant.

K.1.2.3. Calcul de la charge limite totale QI

Dans le cas général des pieux travaillant en compression, on a : $Q_l = Q_p + Q_s$

Dans le cas des pieux travaillant en arrachement, on a : $Q_1 = Q_s$

Dans le cas particulier des tubes métalliques battus ouverts et des profilés métalliques non obturés à la base (pieux H et palpanches) dont la capacité portante est essentiellement mobilisée dans des argiles ou des sables, le fascicule 62 Titre V, propose les expressions suivantes :

$$Q_{p} = \rho_{p.} A.k_{p.} p_{le}^{*} \qquad \qquad Q_{s} = \rho_{s.} P \int_{0}^{n} q_{s}(z).dz$$

La valeur du facteur de portance k_p pour le calcul de Q_p est celle pour un pieu mis en œuvre avec refoulement du sol (Tableau K.2) et la section A à considérer en pointe est la section enveloppe pour les tubes et les pieux H et la section délimitée par les ailes pour les palpanches (Figure K.3).

La valeur du frottement latéral unitaire limite est celle pour un pieu métallique battu fermé (Tableau K.3 et Figure K.2) et le périmètre P à considérer pour le calcul du frottement latéral total Q_s est le périmètre enveloppe pour les tubes et le périmètre développé pour les pieux H et les palplanches (Figure K.3).

 Q_p et Q_s sont affectés des coefficients réducteurs ρ_p et ρ_s donnés par le tableau K.4.



Coefficients réducteurs ρ _p et ρ _s pour les profilés métalliques ouverts à la base							
Type de pieu	Ar	·giles	Sa	ables			
	$ ho_{ m p}$	ρ_{s}	ρ_p	ρ_{s}			
Tubulaire ouvert	0,50	1,00	0,50	1,00			
Pieu H	0,50	1,00	0,75	1,00			
Palplanches	0,50	1,00	0,30	0,50			

 $Tableau \ K.4: Coefficients \ réducteurs \ \rho_p \ et \ \rho_s \ pour \ les \\ profilés \ métalliques \ ouverts \ à \ la \ base$

Figure K.3 : Section A et périmètre P à considérer pour les pieux tubulaires métalliques ouverts à la base

K.1.3. Justifications d'un pieu isolé

K.1.3.1. Etats limites de mobilisation de la capacité portante

Les états limites à considérer concernent :

- Le sol;
- Les matériaux constitutifs des pieux de la fondation;
- Le cas échéant, des déplacements dont le dépassement pourrait nuire au bon comportement de la structure portée.

En ce qui concerne les états limites de mobilisation du sol, il est à noter que les justifications requises concernent uniquement la charge axiale dans chaque pieu et l'ELU de stabilité d'ensemble.

La charge axiale Q appliquée sur le pieu considéré doit être comprise entre les limites suivantes :

- Q_{max} : valeur maximale autorisée pour Q en compression;
- Q_{min} : valeur minimale autorisée pour Q en arrachement (on lui donne un signe négatif).

La valeur de Q à prendre en compte dépend de la combinaison d'actions considérée. Les valeurs Q_{max} et Q_{min} , à l'état limite ultime (ELU) et à l'état limite de service (ELS), suivant les combinaisons d'actions considérées, sont données dans le tableau K.5 (selon le Fascicule 62) dans lequel Q_c et Q_1 sont respectivement la charge de fluage et la charge limite en compression. Q_s est la charge limite correspondant au seul frottement latéral.

La charge limite en arrachement est donc : - Q_s

La charge de fluage en arrachement est : - $Q_{cT} = -Q_s/1.5$.

Dans le cas des micropieux, la résistance de pointe est généralement négligée et les valeurs Q_{min} sont différentes (Tableau K.5).

Le tableau K.6 indique, selon le DTU 13.2 les valeurs de Q_{max} et Q_{min} à prendre en compte.

	Pie	eux	Micro	opieux
Etats limites ultimes ELU	Q _{min}	Q _{max}	Q _{min}	Q _{max}
Combinaisons fondamentales	Q_s	Q_l	Q_s	Q_l
	1,40	1,40	1,40	1,40
Combinaisons accidentelles	Q_s	Q_l	Q_s	Q_l
	1,30	1,20	1,20	1,20
Etats limites de services ELS				
Combinaisons rares	Q_{cT}	Q_c	Q_{cT}	Q_{c}
	1,40	1,10	1,10	1,10
Combinaisons quasi permanentes		Q_c	Q_{cT}	Q_c
	0	1,40	-1,40	1,40

Tableau K.5 : Détermination de Q_{max} et Q_{min} - Fascicule 62

	Q _{min}	Q _{max}
Etats Limites Ultimes ELU	-0.75*Qs	$0.50*Q_{p}+0.75*Q_{s}$
Etats Limites de Service ELS	$-0.50*Q_{s}$	$0.33*Q_{p}+0.5*Q_{s}$

Tableau K.6	: Détermination	$de \; Q_{max} \; et$	Q _{min} - DTU 13.2
-------------	-----------------	-----------------------	-----------------------------

K.2. MANUEL D'UTILISATION

On présente dans ce chapitre les paramètres nécessaires à l'exécution du calcul FONDPROF. Certaines zones ne peuvent recevoir que des données ayant une signification physique.

La fenêtre du module FONDPROF est constituée de 4 onglets. Tous les onglets sont visibles.

Pour effectuer un calcul FONDPROF, il est nécessaire de renseigner un certain nombre de paramètres qui seront précisés au fur et à mesure. Pour changer d'onglet, cliquer simplement sur l'onglet choisi ou appuyer sur les boutons [Précédent] ou [Suivant]. Toutes les fonctionnalités décrites dans la partie C s'appliquent à ce module.

K.2.1. Onglet 1 : Paramètres généraux

du calcul	Afficher les Résultats	
Paramètres généraux	Caractéristiques des couches de sol	
_ Titre		
Pieu diamètre F=800mm		
Géométrie du pieu		
Forme du pieu	ype Pieu refoulant	
Circulaire	Pieu C Oui	
C Quelconque	Micropieu 💿 Non	
Diamètre du pieu : 0.800	m	
Cote de référence de		
la tête du pieu : 0		
Valider Ann	uler Précédent Suivant	

Figure K.4 : Module FONDPROF – Paramètres généraux.

Ce premier onglet comporte les informations suivantes :

- Le Titre spécifique au module;
- La géométrie du pieu qui comprend :
 - La forme du pieu : Circulaire ou quelconque. En fonction de ce choix, il sera nécessaire de compléter la zone "Diamètre du pieu" ou les zones "Périmètre et Section du pieu";
 - Le type de pieu : Pieu ou Micropieu. Ce choix influence les combinaisons d'actions lors des calculs en sollicitations ELU et ELS;
 - La capacité du pieu à refouler ou non le sol;
 - La cote de référence de la tête du pieu.

Cori	Corrections géométriques et discrétisation du calcul Afficher les Résultats				
	Paramètres généraux	Cara	ctéristi	ques de sol	es couches d
N°	Nom de la couche	z	pl* (kPa)	qs (kPa)	kp 🔺
1	Couche indépendante	-5	1300	0	0
2	Couche indépendante	-9	500	0	0
3	Couche indépendante	-11.5	1500	40	1.1
4	Couche indépendante	-21	2000	110	1.8
5	Couche indépendante	-50	3500	120	1.8
6	· · ·				
7					-
•					
	Assistant pour qs	Importer (données	pression	nétriques
	Assistant pour kp	🗖 Discrét	isation		
	Valider Annuler		Précéder	nt	Suivant

K.2.2. Onglet 2 : Caractéristiques des couches de sols

Figure K.5 : Module FONDPROF – Caractéristiques des couches de sols.

Ce second onglet nécessite l'introduction des paramètres relatifs au comportement du sol.

L'utilisation de la base générale de données permet une introduction rapide des données. Procéder de la manière suivante :

• Double-cliquer sur la première cellule (Nom de la couche - Ligne 1). La fenêtre suivante apparaît :



Figure K.6 : Famille des couches de sol de la base générale de données

• Choisir dans la liste des familles celle qui vous convient;

(La couche appelée "Couche indépendante" permet de s'affranchir des données de la base générale et de définir une couche dont les paramètres seront introduits manuellement ou importés par l'utilisateur)

• Cliquer sur le bouton [Valider];

De manière automatique, les paramètres géotechniques de cette couche sont recopiés dans le tableau des caractéristiques des couches de sol sur la première ligne.

• Recommencer avec les lignes suivantes si nécessaire (50 couches maximum).

Deux paramètres restent à introduire, il s'agit :

- De la cote Z : cote de mesure ou d'évaluation des valeurs de p_l et q_s;
- Du paramètre k_p : facteur de portance.

Les deux boutons Assistant pour Kp et Assistant pour qs permettent à l'utilisateur de définir, grâce à des assistants logiciels, les valeurs de qs et de kp. Ces assistants sont basés sur les règles définies dans le Fascicule 62 - titre V. Il est également possible d'accéder à ces assistants en doublecliquant à l'intérieur des colonnes qs et kp du tableau des caractéristiques des couches de sol. Dans ce cas, la valeur retenue de qs ou kp sera automatiquement recopiée dans le tableau des caractéristiques.

Le bouton Importer données pressiométriques permet d'importer des données brutes d'un profil pressiométrique. Une fenêtre conforme à la figure K.7 apparaît.





Le fichier à importer est un fichier texte brut. Il doit être constitué de la manière suivante :

- Première ligne : **NB** Nombre de ligne du fichier (correspond au nombre d'essais pour le profil pressiométrique)
- Seconde ligne : $z_1 E_{M1} p_{11}$ ou $z_1 p_{11} E_{M1}$
- X^{ieme} ligne : $z_x E_{Mx} p_{lx}$ ou $z_x p_{lx} E_{Mx}$
- NB^{ieme} ligne : $z_{NB} E_{MNB} p_{INB}$ ou $z_{NB} p_{INB} E_{MNB}$

Le choix du fichier à importer s'effectue par le biais de la zone « Localisation du profil », située à droite. Le nom du fichier sélectionné apparaît dans la ligne prévue à cet effet.

Un graphique représentant les valeurs de E_M et p_l en fonction de la profondeur apparaît sur la droite de l'écran. L'ordre d'affichage (et de transfert) est régi par le choix dans la liste déroulante « Type ».

Voici un exemple de format de fichier.txt pouvant être utilisé : 3 6.4 20000 600 5.4 4000 300 4.4 2000 300

Il est possible de prendre en compte (ou non) la cote de la tête de l'essai pour le transfert des données vers le tableau des caractéristiques géotechniques des couches de sols. (Les données transférées sont alors les cotes Z0-z_i)

<u>z est la profondeur (>0) de l'essai</u>

L'utilisation du bouton module FONDPROF.

Les paramètres géotechniques nécessaires au calcul sont :

Z :	cote de mesure ou d'évaluation des caractéristiques géotechniques.
p 1 [*] :	pression limite nette du sol (pl-p0).
q _s :	frottement latéral unitaire limite.
k _n :	facteur de portance.

La case à cocher Discrétisation peut être employée lorsque les données p_l et E_M sont introduites par couches épaisses homogènes. Attention, ce choix conditionne fortement la valeur de p_{le}^{*} et donc de D_e . En effet, dans ce cas les données prises en compte dans le calcul sont plus nombreuses.

Le principe de la discrétisation dans Fondprof est tout-à-fait analogue à celui décrit dans le cadre du module Fondsup (voir chapitre J.2.2. et figure J19).

<u>Nota important</u> : le graphique représentant les valeurs de pl est le même que la case "Discrétisation" soit cochée ou non. Le paramètre "discrétisation" n'est donc pas représenté graphiquement. K.2.2.1. Onglet 2 : Assistant pour qs



Figure K.8 - Module FONDPROF - Choix du frottement latéral unitaire qs

Cet assistant est appelé, soit par un clic sur le bouton Assistant pour que dans l'onglet 2, soit par un double-clic dans la colonne q_s du tableau des caractéristiques des couches de sol.

Le bouton \ge assure le transfert automatique de l'une des valeurs de q_s proposées par l'assistant, directement dans le tableau des caractéristiques.

L'assistant propose de manière automatique une ou deux valeurs de q_s en fonction du choix du type de pieu, de la nature des terrains et de la valeur de p_l^* .

Les choix possibles sont :

Type de pieu
Foré simple
Foré à la boue
Foré tubé (tube récupéré)
Foré tubé (tube perdu)
Puits
Métal battu fermé
Battu préfabriqué béton
Battu moulé
Battu enrobé
Injecté basse pression
Injecté haute pression
Starsol

Nature des terrains	
Argiles, limons	
Sables, graves	
Craies	
Marnes	
Roches	

Tableau K.8 : Nature des terrains

Tableau K.7 : Type de pieu

Si le transfert automatique de la valeur de q_s n'est pas possible, le message suivant apparaît. Il est alors nécessaire de compléter manuellement le tableau des caractéristiques des couches de sols.

Contrôle	FOXTA
i	Affectation automatique impossible, taper la valeur de qs directement dans le tableau.
	ОК

Figure K.9 - Module FONDPROF - Choix du frottement latéral unitaire qs

K.2.2.2. Onglet 2 : Assistant pour kp

Cet assistant est appelé, soit par un clic sur le bouton Assistant pour Kp dans l'onglet 2, soit par un double-clic dans la colonne k_p du tableau des caractéristiques des couches de sol.

Le bouton \longrightarrow assure le transfert automatiquement l'une des valeurs de k_p proposées par l'assistant, directement dans le tableau des caractéristiques.

L'assistant propose de manière automatique deux valeurs de k_p en fonction du choix de la nature des terrains et des propriétés de refoulement du sol par le pieu.

Valeurs du facteur de portance kp		×
Nature des terrains		
Argiles et limons mous - A (pl < 0.7 MPa)	•	
Elément mis en oeuvre SANS refoulement du sol - kp =	1.1	>>
Elément mis en oeuvre AVEC refoulement du sol - kp =	1.4	\rightarrow
Pieu type STARSOL - kp =	1.3	>>
Quitter		

Figure K.10 : Module FONDPROF - Valeurs du facteur de portance k_p

Si le transfert automatique de la valeur de k_p n'est pas possible, le message suivant apparaît. Il est alors nécessaire de compléter manuellement le tableau des caractéristiques des couches de sols.



Figure K.11 : Module FONDPROF - Valeurs du facteur de portance k_p

FONDPROF : Calcul de Portance -	Fondations Profondes
Paramètres généraux Corrections géométriques et discrétisation du calcul	Caractéristiques des couches de sol Afficher les Résultats
Discrétisation du calcul Nombre de pas : 100	Image: Correction pour profile Aide Profile : Tubulaire ouvert Sol : Argiles ρ_p 0.50 ρ_s 1.00
Calcul selon le : © Fascicule 62 © DTU 13.2	Aide : Calcul des valeurs de Qmax et Qmin.
Valider Annuler	Précédent Suivant

K.2.3. Onglet 3 : Corrections géométriques et discrétisation du calcul

Figure K.12 : Module FONDPROF – Corrections géométriques et discrétisation du calcul.

Le nombre de pas de calcul utilisé dans FONDPROF conditionne la finesse des résultats. Il est possible de définir un nombre de pas compris entre 10 et 500. Ce paramètre est à introduire dans la zone "Discrétisation du calcul".

Il est possible de prendre en compte dans ce module des pieux d'origines diverses (Tubes, Profilé H, Palplanches). Pour ce faire, il faut introduire une correction de profil dans les calculs de portance. Cette correction de profil est faite au moyen des paramètres ρ_p et ρ_s . Pour les définir, sélectionnez les éléments correspondants dans les listes déroulantes "Profilé" et "Sol". Les zones de texte ρ_p et ρ_s sont automatiquement complétées.

La figure K.13 qui apparaît lorsque l'on clique sur le bouton <u>Aide</u> permet de visualiser le périmètre et la section du pieu à prendre pour des pieux tubulaires et des profilés métalliques ouverts à la base.

Le bouton Aide : Calcul des valeursde Qmax et Qmin. permet de visualiser les valeurs de Q_{min} et Q_{max} qui sont prises en compte dans les différentes sollicitations ELU et ELS :

- ELU : Combinaisons fondamentales;
- ELU : Combinaisons accidentelles;
- ELS : Combinaisons rares;
- ELS : Combinaisons quasi-permanentes.



Figure K.13 : Module FONDPROF : Section et Périmètre pour pieux tubulaires et profilés métalliques ouverts à la base

Figure d'aide					
	Р	eux	Micro	pieux	
Etats limites ultimes ELU	Qmin	Qmax	Q _{min}	Qnaz	
Combinaisons fondamentales	- <u>Q;</u> 1,40	<u>Q.</u> 1,40	- <u>Q</u> , 1,40	<u>Q,</u> 1,40	
Combinaisons accidentelles	- <u>Q;</u> 1,30	<u>Q.</u> :,20	- <u>Q</u> , 1,20	<u>Q,</u> 1,20	
Pique d'aide Pieux Micropieux Etats limites ubimes ELU Q_{min} Q_{max} Q_{min} Q_{max} Combinaisons fondamentales $-\frac{Q_c}{1,40}$ $\frac{Q_c}{1,40}$ $-\frac{Q_c}{1,40}$ $\frac{Q_c}{1,40}$ Combinaisons accidentelles $-\frac{Q_c}{1,30}$ $\frac{Q_c}{1,20}$ $-\frac{Q_c}{1,20}$ $\frac{Q_c}{1,20}$ Etats limites de services ELS D D D D D Combinaisons rares $-\frac{Q_{cr}}{1,40}$ $\frac{Q_c}{1,10}$ $-\frac{Q_c}{1,10}$ $\frac{Q_c}{1,10}$ Combinaisons quasi permanentes 0 $\frac{Q_c}{1,40}$ $-\frac{Q_{cr}}{1,40}$ $\frac{Q_c}{1,40}$ Tableau K.5 : Détermination de Q _{max} et Q _{min} - Fascieule 62 Etats Limites Utimes ELU -0.75^*Q_c $0.33^*Q_p+0.5^*Q_c$ Tableau K.6 : Détermination de Q _{max} et Q _{min} - DTU 13.2 Tableau K.6 : Détermination de Q _{max} et Q _{min} - DTU 13.2 Tableau K.6 : Détermination de Q _{max} et Q _{min} - DTU 13.2					
Combinaisons rares	- <u>Q.r</u> 1,40	<u>Q.</u> 1,10	$-\frac{Q_{er}}{1,10}$	<u>Q.</u> 1,10	
Combinaisons quasi permanentes	0	<u>Q,</u> 1,40	$-\frac{Q_{er}}{1.40}$	<u>Q.</u> 1,40	
$-\frac{1}{1,30}$ $\frac{1}{1,20}$ $-\frac{1}{1,20}$ Etats limites de services ELS $-\frac{Q_{er}}{1,40}$ $\frac{Q_{e}}{1,10}$ $-\frac{Q_{er}}{1,10}$ Combinaisons rares $-\frac{Q_{er}}{1,40}$ $\frac{Q_{e}}{1,10}$ $-\frac{Q_{er}}{1,10}$ $\frac{Q_{e}}{1,10}$ Combinaisons quasi permanentes 0 $\frac{Q_{e}}{1,40}$ $-\frac{Q_{er}}{1,40}$ $\frac{Q_{e}}{1,40}$ Tableau K.5 : D étermination de Q _{max} et Q _{min} - Fascicule 62 Q _{max} $-\frac{Q_{max}}{Q_{max}}$ $-\frac{Q_{max}}{Q_{max}}$					
		Qmin	Q	ax	
Etats Limites Ultimes EL	Ü	-0.75*Qs	0.50*Q _b +	0.75*Qs	
Etats Limites de Service E	LS	-0.50*Qs	0 33*Q _p +	+0 5*Q,	
Tatleau K.6 : D	étermination	ie Q _{max} ei Ç _{min} -	DTU 13.2	e	

Figure K.14 : Module FONDPROF : Détermination de Q_{max} et Q_{min}

K.2.4. Onglet 4 : Critère de calcul et Calcul

Ce dernier onglet contient les différents critères régissant le calcul. Outre le nombre de pas de calcul défini dans l'onglet 3, il est possible d'entrer plusieurs cas de charge et de contrôler le calcul pour chaque cas en imposant :

- Une contrainte maximale dans le pieu;
- Une charge maximale dans le pieu;
- Une longueur de pieu.

FONDPROF : Calcul de Portance - F	ondations Profondes
Paramètres généraux	Caractéristiques des couches de sol
Corrections géométriques et discrétisation du calcul	Afficher les Résultats
Critère d'arrêt du calcul Contrainte maximale dans le pieu (kPa): Charge Qmax (kN): 2500 Charge Qmax du pieu (m)	Appliquer le critère sur : © ELU - Comb. fondamentales © ELU - Comb. accidentelles © ELS - Comb. rares © ELS - Comb q. permanentes
7 Calculer	Afficher les résultats
8 3 Valider Annuler	Précédent Suivant

Figure K.15 : Module FONDPROF – Critères de calcul et Calcul.

Dans les cas d'une contrainte ou d'une charge limite, il sera nécessaire de définir le cas de charge concerné par le critère (l'une des 4 combinaisons ELU-ELS).

La colonne d'onglets verticaux permet de tester plusieurs cas de charge.

Le bouton Calculer exécute la procédure de calcul du module FONDPROF. Une fenêtre particulière indique que les calculs sont en cours. La fenêtre se referme automatiquement dès que le calcul est terminé.

Il devient alors possible d'exploiter les résultats des calculs à l'aide du bouton

ATTENTION :

Il est obligatoire de définir le cas de charge $n^{\circ}1$ (il n'est pas possible par exemple de laisser le cas de charge $n^{\circ}1$ et de remplir le $n^{\circ}2$ uniquement).

K.2.4.1. Résultats

L'utilisation de la fenêtre des résultats est décrite en détail dans la partie C – Tour d'horizon. Pour le module FONDPROF, les quatre onglets se réfèrent aux données suivantes :

- Onglet 1 : le tableau contenant les termes de pointe, de frottement et les différentes charges ELU et ELS, en fonction de la cote z (Figure K.16a).
- Onglet 2 : c'est un éditeur de texte qui contient une synthèse des données de calcul et des résultats (Figure K.16b).
- Onglet 3 : le graphique des différents chargements superposés (Figure K.16c).
 - L'onglet "Chargements Superposés" regroupe l'ensemble des courbes Q_{max} et Q_{min} de chargements correspondant aux différentes sollicitations ELU et ELS, ainsi que la charge limite Q_l :
 - ELU Combinaisons fondamentales;
 - ELU Combinaisons accidentelles;
 - ELS Combinaisons rares;
 - ELS Combinaisons quasi-permanentes.
- Onglet 4 : les différents graphiques détaillés (Figure K.16d).

👔 Pieu	diamètre F=80	0mm - 0670170	04 12:55:23	}					
Table	au Résultat	Fichier de	s résultats	Chargements cu	unulés	Graphiques détaillés			
Cote	Pointe Qp (kN)	Frot. lat. Qs (kN)	Charge limite QI (kN)	ELS Comb. q. Perm. (kN)	ELS Com Rares. (kl	b. N)			4
0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
0.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
-0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
-0.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
1.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
-1.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
-2.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
-2.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
-3.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
-3.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
-4.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
-4.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
-5.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
-5.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
-6.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
-6.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
-7.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
-7.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
-8.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
-8.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
-9.40	380.13	63.84	443.97	167.68	213.41				
-9.91	459.62	127.67	587.29	227.99	290.16				
-10.42	541.13	191.51	732.65	289.02	367.84				
-10.93	603.45	255.35	858.80	343.19	436.79				
-11.44	646.25	319.19	965.44	390.40	496.87				
-11.95	1123.72	494.74	1618.46	648.70	825.62				
-12.46	1114.60	670.29	1784.89	733.22	933.19				
.12.97	1133 58	845 84	1979 42	827 77	1053.53	2			Y
In	nprimer					c	harge N° 1	>>	Quitter

Figure K.16a : Module FONDPROF - Résultats - Tableau de résultats

📔 Pieu diamètre	F=800mm - 06/	01704 12:55:3	23				_ 🗆 🗡
Tableau Résult	at Fichier	des résultats	Chargements cumulés	Graphiques détaillés			
Cas de Cha	rge Nº 1						<u> </u>
DONNEE	S						
	—						
Caracteristi	ques de la f	ondation					
Fondation profe	inde du Type P	ieu ne refoulant p	as le sol.				
Pieu circulaire							
Correction géor	Diametre : métrique annliqu	IM. Jáo sur lo nieu :					
Concention geor	Correction su	r la pointe Rop =	0.5				
	Correction su	r le frottement	Ros = 1				
Caractéristi	aues des co	nuches					
Garacterist	<u>ques des et</u>	Jucifica					
Cote Z	(p1-p0)	dia an	kp No	m de la couche			
	(KFd)	(KFd)					
-5.00	1 300.00	0.00	0.00 Co	ouche indépendante			
-9.00	500.00 1 500.00	0.00 40.00	0.00 Co 1.10 Co	ouche indépendante ouche indépendante			
-21.00	2 000.00	110.00	1.80 Co	ouche indépendante			
	5 500,00	100.00	1.00 00	ache macpendance			
CALCUL	<u>S ET RES</u>	SULTATS					
Calcul selon le	Fascicule 62						
				1.51			
Critere d'arrêt d	u calcul : Chan et Ca	ge maximale Qm Icul aux Etate Lii	ax dans le pieu = 2500 nites I litimes - Combin	KN. Isieone fondamentalee			
	61 C a	Solidox Etato El	inco oninos - combin	aloona londamentalea.			-
,							
Imprimer	1			<< (harge N° 1	>>	Quitter

Figure K.16b : Module FONDPROF – Résultats – Fichier des résultats



Figure K.16c : Module FONDPROF - Résultats - Chargements superposés



Figure K.16d : Module FONDPROF - Résultats - Graphiques

L'une (ou la totalité) de ces courbes au moins répond aux critères de calcul qui ont été retenus. Ces courbes peuvent être modifiées grâce aux outils décrits dans la partie C de la notice.

Pour le module FONDPROF, les choix d'affichage possibles pour les graphiques détaillés sont au nombre de sept maximum :

- Le terme de pointe Q_p en fonction de z;
- Le frottement latéral Q_s en fonction de z;
- La capacité portante Q_l en fonction de z;
- La charge ELU Combinaisons fondamentales Q_{ELUcf}
- La charge ELU Combinaisons accidentelles Q_{ELUca}
- La charge ELS Combinaisons rares Q_{ELScr}
- La charge ELS Combinaisons quasi-permanentes Q_{ELUqp}

Il est possible de visualiser les différents cas de charge. Pour passer d'un cas de charge à l'autre, il suffit de cliquer sur les boutons 🚾 ou 🖾 de la figure K.25.

Toutes ces informations peuvent être imprimées à l'aide du bouton Imprimer. En cours de chargement, le bouton [Arrêter] permet d'interrompre un chargement très long. Le bouton Quitter permet de sortir de la feuille des résultats de calcul

K.3. EXEMPLES DE CALCUL FONDPROF

K.3.1. Exemple 1

K.3.1.1 Présentation du problème

On se propose d'étudier une fondation profonde constituée d'un pieu de 0.6 m de diamètre et 30 m de hauteur, fondée dans un sol dont les caractéristiques pressiométriques sont exprimées dans le tableau 1.

Cette fondation est de type "Pieu ne refoulant pas le sol". Par ailleurs, il ne sera pas appliqué de correction géométrique sur le pieu.

La figure K.19 illustre la géométrie du problème, ainsi que les caractéristiques géotechniques.

Cote	P_1 * (kPa)	qs (kPa)	kp
236.0	370	20	2.6
234.0	620	25	2.6
232.0	660	25	2.6
230.0	960	33	2.6
228.0	1100	33	2.6
226.0	1900	33	2.6
224.0	1100	33	2.6
222.0	780	30	2.6
221.0	970	33	2.6
219.5	1800	120	2.6
218.0	1400	120	2.6
216.5	2100	150	2.6
215.0	2500	150	2.6
213.5	3200	150	2.6
212.0	3300	150	2.6
210.5	3500	150	2.6
208.5	4000	150	2.6
208.0	3300	150	2.6
206.0	3300	150	2.6
200.0	3300	150	2.6

Tableau 1 - Profil pressiométrique et qs



Figure K.17 : Exemple 1

K.3.1.2 Saisie des données

• Ouverture de FOXTA

1°) Entrer et valider les données concernant le projet dans la fenêtre "Titre - n° Affaire - Commentaires".

🚻 Titre - n*Affaire - Co	ommentaires			×
Numéro d'affaire :	FONDPROF.1			
Titre général du projet :	Exemple de fondation	n profonde		
Commentaire 1 :	Pieu de 30 m			
Commentaire 2 :	Diamètre de 0.6 m			
				_
Choix de l'unité principak	e de travail :	C MPa	⊙ kPa	
Valider		Annuler e	t Quitter	

Figure K.18 : Titre - n° Affaire - Commentaires

2°) La fenêtre "Base de données des caractéristiques des couches de sol" apparaît. Dans cet exemple, elle ne sera pas utilisée. Cliquer sur le bouton

A présent, la fenêtre principale ne contient plus que la fenêtre de "Graphique Tridimensionnel" et celle du "Pilotage graphique 3D".

♦ Nouveau Module

3°) Créer un module FONDPROF dans ce nouveau projet en cliquant sur le menu "Modules" puis "Nouveau module". La fenêtre "Enregistrer sous..." apparaît. Introduire un nom et un chemin de sauvegarde puis valider.

4°) La fenêtre "Choix du module de calcul" s'affiche alors. Cliquer sur l'image correspondant à FONDPROF.



Figure K.19 : Choix du module de calcul

La fenêtre FONDPROF apparaît alors. Avant d'exécuter un calcul FONDPROF, il est nécessaire de compléter les différents onglets.

• Fenêtre FONDPROF

5°) Le premier onglet, nommé "Paramètres généraux", contient :

- le titre : pour cet exemple on notera simplement "Exemple 1"
- la géométrie du pieu et notamment :
 - sa forme : Circulaire
 - son type : Pieu
 - son mode de refoulement : ne refoulant pas le sol
 - son diamètre : 0.6 m
 - la cote de référence de la tête : 238

orrections géométriques et discrétisation du calcul	Afficher les Résultats
Paramètres généraux	Caractéristiques des couches de sol
- Titre	
Exemple 1	
Géométrie du pieu Forme du pieu © Circulaire © Quelconque © Micropi	eu C Dui
Diamètre du pieu : 0.6 m Cote de référence de la tête du pieu : 238	
Valider Annuler	Précédent Suivant

Figure K.20 : Onglet "Paramètres généraux"

6°) A chaque clic sur le bouton [Valider], la représentation graphique est mise à jour en fonction des nouvelles données introduites.

7°) Le second onglet concerne la définition des caractéristiques mécaniques des couches de sols. On se propose d'introduire manuellement dans cet exemple le profil pressiométrique et de frottement décrivant les couches de sols concernées.

8°) Pour introduire les valeurs pressiométriques, double-cliquer dans la première colonne "Nom de la couche". La boîte de dialogue "Famille des couches de sols" apparaît et permet de sélectionner une couche.

Dans notre cas, sélectionner "Couche indépendante" et valider. Nous avons choisi de nous affranchir de la base de données des caractéristiques de sols. Compléter le reste de la ligne avec les valeurs de Z, pl*, qs et kp correspondantes. Si nécessaire, utiliser les assistants proposés dans cette fenêtre.

	du calcul Paramètres généraux	Car	Afficher les Résultats Caractéristiques des couches sol			
N*	Nom de la couche	z	pl* (kPa)	qs (kPa)	kp	-
1	Couche indépendante	236	370	20	2.6	
2	Couche indépendante	234	620	25	2.6	
3	Couche indépendante	232	660	25	2.6	
4	Couche indépendante	230	960	33	2.6	
5	Couche indépendante	228	1100	33	2.6	
6	Couche indépendante	226	1900	33	2.6	
7	Couche indépendante	224	1100	33	2.6	-
•						
[Assistant pour qs	Importer	données	pressiom	étrique:	s
	Assistant pour kp	🗖 Discré	tisation			

9°) Répéter l'opération autant de fois qu'il y a de données à introduire.

Figure K.21 : Onglet "Caractéristiques des couches de sol"

 10°) Le troisième Onglet permet de définir les corrections géométriques et le nombre de pas de discrétisation pour le calcul. On choisira ici NPAS = 100. Le calcul sera mené selon le Fascicule 62.

Paramètres généraux	Caractéristiques des couches de sol	
Corrections géométriques et discrétisation du calcul	Afficher les Résultats	
Discrétisation du calcul	Correction pour profilé	
Nombre de pas : 100		
Calcul selon le : © Fascicule 62	Aide : Calcul des valeurs de Qmax et Qmin.	

Figure K.22 : Onglet "Corrections géométriques et discrétisation"

11°) Le quatrième onglet concerne les critères d'arrêt du calcul. Dans cet exemple le critère concerne la longueur du pieu. On choisira H = 30 m. Par défaut, le cas de charge actif est le cas de charge n°1 (onglet vertival).

FON	NDPROF : Calcul de Portance - F	ondations Profondes	
	Paramètres généraux	Caractéristiques des couches de sol	
Corre	ctions géométriques et discrétisation du calcul	Afficher les Résultats	
1 2 3 4 5 6	Critère d'arrêt du calcul Contrainte maximale dans le pieu (kPa) : C Charge Qmax (kN) : C Longueur du pieu 30		
Ţ	Calculer	Afficher les résultats	
8 9 10	Valider Annuler	Précédent Suivant	

Figure K.23 : Onglet "Calcul"

12°) Les onglets verticaux permettent de rentrer plusieurs cas de charge. On va donc choisir un deuxième critère de contrôle de calcul. On choisira Qmax=2500 kN que l'on implémentera dans l'onglet vertical n°2.

FONDPROF : Calcul de Portance - F	ondations Profondes	
Paramètres généraux	Caractéristiques des couches de sol	
Corrections géométriques et discrétisation du calcul	Afficher les Résultats	
1 Critère d'arrêt du calcul 2 Contrainte maximale dans le pieu (kPa) : 3 Charge Qmax (kN) : [2500] 4 Congueur du pieu 5 Image Qmax (kn) : [2500]	Appliquer le critère sur : C ELU - Comb. fondamentales C ELU - Comb. accidentelles C ELS - Comb. rares C ELS - Comb q. permanentes	
7 Calculer	Afficher les résultats	
9 Valider Annuler	Précédent Suivant	

Figure K.24 : Onglet "Calcul" – Deuxième cas de charge

13°) Cliquer sur le bouton [Calculer] pour évaluer l'ensemble des valeurs admissibles de chargements du pieu.

14°) Pour exploiter les résultats, utiliser le bouton [Afficher les Résultats], puis les différents onglets de la fenêtre des résultats. Les figures suivantes illustrent les résultats de cet exemple.

Tablesist Résultat Tichier des résultats Graphiques cumulé Graphiques détaillés Cas de Charge N° 1 DONNEES	📔 Exemple 1 - (08/12/03 18:24	1:20								
Cas de Charge № 1 ▲ DONNEES Caractéristiques de la fondation Fondation profonde du Type Pieu ne refoulant pas le sol. Pieu circulaire : Diamètre : 0.6 m. Pas de correction géométrique sur le pieu. Caractéristiques des couches Cote Z (p1-p0) qs kp Nom de la couche 236.00 370.00 20.00 2.60 Couche indépendante 236.00 370.00 2.60 Couche indépendante 228.00 1 100.00 33.00 2.60 Couche indépendante 228.00 1 100.00 33.00 2.60 Couche indépendante 228.00 1 200.00 2.60 Couche indépendante 228.00 1 300.00 2.60 Couche indépendante	Tableau Résultat	Fichier des résultats	Graphique cumulé	Graphiques détaillé:	•						
DONNEES Caractéristiques de la fondation Fondation profonde du Type Pieu ne refoulant pas le sol. Pieu circulaire : Diamètre : 0.6 m. Pas de correction géométrique sur le pieu. Caractéristiques des couches Cote Z (p1-p0) qs kp Nom de la couche 238.00 270.00 20.00 2.60 Couche indépendante 234.00 620.00 25.00 2.60 Couche indépendante 234.00 620.00 33.00 2.60 Couche indépendante 234.00 100.00 33.00 2.60 Couche indépendante 234.00 100.00 33.00 2.60 Couche indépendante 234.00 100.00 33.00 2.60 Couche indépendante 231.00 2.60 Couche	Cas de Ch	arge Nº 1				<u> </u>					
Caractéristiques de la fondation Fondation profonde du Type Pieu ne refoulant pas le sol. Pieu circulaire : Diamètre : 0.6 m. Pas de correction géométrique sur le pieu. Caractéristiques des couches Corte Z (p1-p0) (ds kp Nom de la couche indépendante 238.00 2370.00 2.60 Couche indépendante 234.00 660.00 25.00 2.60 Couche indépendante 2324.00 660.00 25.00 2.60 Couche indépendante 224.00 620.00 25.00 2.60 Couche indépendante 224.00 970.00 25.00 2.60 Couche indépendante 224.00 970.00 33.00 2.60 Couche indépendante 224.00 100.00 33.00 2.60 Couche indépendante 224.00 100.00 33.00 2.60 Couche indépendante 224.00 100.00 2.60 Couche indépendante 221.00 970.00 30.00 2.60 Couche indépendante 221.00 100.00 100.00 2.60 Couche indépendante <	DONNEE	DONNEES									
Fondation profonde du Type Pieu ne refoulant pas le sol. Pieu circulaire : Diamètre : 0.6 m. Pas de correction géométrique sur le pieu. Caractéristiques des couches Cote z (p1-p0) qs kp Nom de la couche (kPa) 2.60 Couche indépendante 238.00 230.00 2.60 Couche indépendante 237.00 2.60 Couche indépendante 237.00 2.60 Couche indépendante 228.00 100.00 28.00 2.60 Couche indépendante 224.00 100.00 28.00 28.00 28.00 28.00 28.00 28.00 28.00 28.00 28.00 <t< td=""><td>Caractérist</td><td colspan="10">Caractéristiques de la fondation</td></t<>	Caractérist	Caractéristiques de la fondation									
Pieu circulaire: Diamètre: 0.6 m. Pas de correction géométrique sur le pieu. Caractéristiques des couches Cote Z (p1-p0) qs kp Nom de la couche (kPa) (kPa) 238.00 238.00 250.00 25.00 2.60 Couche indépendante 234.00 620.00 25.00 2.60 Couche indépendante 232.00 6660.00 25.00 2.60 Couche indépendante 232.00 6660.00 33.00 2.60 Couche indépendante 232.00 9660.00 33.00 2.60 Couche indépendante 222.00 1 100.00 33.00 2.60 Couche indépendante 222.00 780.00 33.00 2.60 Couche indépendante 222.00 1 20.00 2.60 Couche indépendante 222.00 970.00 33.00 2.60 Couche indépendante 222.00 970.00 33.00 2.60 Couche indépendante 221.00 970.00 33.00 2.60 Couche indépendante 221.00 970.00 33.00 2.60 Couche indépendante 213.50 1 800.00 120.00 2.60 Couche indépendante 214.50 1 800.00 120.00 2.60 Couche indépendante 215.50 2 500.00 150.00 2.60 Couche indépendante 206.00 3 300.00 150.00 2.60 Couche indépendante	Equalation must	fan de du Tune Die.									
Diamètre : 0.6 m. Pas de correction géométrique sur le pieu. Caractéristiques des couches Cote z (p1-p0) qs kp Nom de la couche (KPa) (kPa) 238.00 24.00 28.00 238.00 238.00 238.00 24.00 24.00 28.00 28.00 28.00 <td 2"2"2"2"2"2"2"2"2"2"2"2"2"2"2"2"2"2<="" colspan="2" td=""><td>Pieu circulaire</td><td>ionde da Type Pier</td><td>u në reloulant pas le</td><td>SUI.</td><td></td><td></td></td>	<td>Pieu circulaire</td> <td>ionde da Type Pier</td> <td>u në reloulant pas le</td> <td>SUI.</td> <td></td> <td></td>		Pieu circulaire	ionde da Type Pier	u në reloulant pas le	SUI.					
Pas de correction géométrique sur le pieu. Correction géométrique sur le pieu. Caractéristiques des couches Cote z (p1-p0) (ps kp Nom de la couche indépendante (kPa) (kPa) 238.00 238.00 238.00 238.00 238.00 238.00 220.00 660.0 25.00 2.60 Couche indépendante 232.00 660.00 230.00 28.00 228.00 100.00 33.00 2.60 Couche indépendante 228.00 100.00 33.00 2.60 Couche indépendante 224.00 100.00 3.00 2.60 Couche indépendante 2.60		, . Diamètre :	0.6 m								
Caractéristiques des couches Cote Z (p1-p0) q5 kp Nom de la couche 238.00 370.00 20.00 2.60 Couche indépendante 234.00 620.00 25.00 2.60 Couche indépendante 232.00 660.00 25.00 2.60 Couche indépendante 230.00 960.00 33.00 2.60 Couche indépendante 232.00 660.00 33.00 2.60 Couche indépendante 232.00 960.00 33.00 2.60 Couche indépendante 232.00 960.00 33.00 2.60 Couche indépendante 228.00 1 900.00 33.00 2.60 Couche indépendante 224.00 1 900.00 33.00 2.60 Couche indépendante 221.00 970.00 33.00 2.60 Couche indépendante 218.00 1 800.00 120.00 2.60 Couche indépendante 218.00 2 90.00 150.00 2.60 Couche indépendante 215.00 2 90.00 150.00 2.60 Couche indépendante 2	Pas de correc	tion aéométrique s	sur le pieu.								
Caractéristiques des couches Cote z (p1-p0) (kPa) qs (kPa) kp Nom de la couche 236.00 370.00 20.00 2.60 Couche indépendante 236.00 370.00 20.00 2.60 Couche indépendante 237.00 660.00 25.00 2.60 Couche indépendante 230.00 960.00 33.00 2.60 Couche indépendante 228.00 1 900.00 33.00 2.60 Couche indépendante 221.00 780.00 30.00 2.60 Couche indépendante 221.00 780.00 100.00 2.60 Couche indépendante 213.50 1 800.00 120.00 2.60 Couche indépendante 213.50 2 100.00 150.00 2.60 Couche indépendante 213.50 3 200.00 150.00 2.60 Couche indépendante											
Caractéristiques des couches Cote Z (p1-p0) (kPa) gs kp Nom de la couche 238.00 370.00 20.00 2.60 Couche indépendante 234.00 620.00 25.00 2.60 Couche indépendante 230.00 960.00 25.00 2.60 Couche indépendante 230.00 960.00 33.00 2.60 Couche indépendante 230.00 100.00 33.00 2.60 Couche indépendante 228.00 1 100.00 33.00 2.60 Couche indépendante 224.00 1 900.00 33.00 2.60 Couche indépendante 224.00 1 900.00 33.00 2.60 Couche indépendante 224.00 780.00 30.00 2.60 Couche indépendante 219.50 1 800.00 120.00 2.60 Couche indépendante 219.50 1 800.00 150.00 2.60 Couche indépendante 215.00 2 500.00 150.00 2.60 Couche indépendante 215.05											
Cote Z (p1-p0) (kPa) qs kp Nom de la couche 238.00 370.00 20.00 2.60 Couche indépendante 234.00 620.00 25.00 2.60 Couche indépendante 232.00 660.00 25.00 2.60 Couche indépendante 230.00 960.00 33.00 2.60 Couche indépendante 228.00 1 100.00 33.00 2.60 Couche indépendante 224.00 1 200.00 33.00 2.60 Couche indépendante 224.00 1 900.00 33.00 2.60 Couche indépendante 224.00 1 800.00 22.60 Couche indépendante 221.00 780.00 30.00 2.60 Couche indépendante 211.50 1 800.00 120.00 2.60 Couche indépendante 213.50 2 100.00 150.00 2.60 Couche indépendante 214.50 3 300.00 150.00 2.60 Couche indépendante 215.50 3 300.00 150.00 2.60	Caractérist	tiques des coι	uches								
Cote Z (p1-p0) (kPa) qs (kPa) kp Nom de la couche 238.00 236.00 370.00 20.00 2.60 Couche indépendante 234.00 620.00 25.00 2.60 Couche indépendante 232.00 660.00 25.00 2.60 Couche indépendante 230.00 960.00 33.00 2.60 Couche indépendante 232.00 100.00 33.00 2.60 Couche indépendante 228.00 1 100.00 33.00 2.60 Couche indépendante 228.00 1 900.00 33.00 2.60 Couche indépendante 224.00 1 100.00 33.00 2.60 Couche indépendante 224.00 780.00 30.00 2.60 Couche indépendante 219.50 1 800.00 120.00 2.60 Couche indépendante 218.50 1 400.00 120.00 2.60 Couche indépendante 215.50 2 500.00 150.00 2.60 Couche indépendante 215.50 3 300.00 150.00 2.60 Couche indépendante 215.50 3											
'(kPa)' (kPa) 238.00 270.00 20.00 2.60 Couche indépendante 234.00 620.00 25.00 2.60 Couche indépendante 232.00 660.00 25.00 2.60 Couche indépendante 232.00 960.00 33.00 2.60 Couche indépendante 228.00 1 100.00 33.00 2.60 Couche indépendante 228.00 1 100.00 33.00 2.60 Couche indépendante 224.00 1 900.00 33.00 2.60 Couche indépendante 224.00 1 000.00 33.00 2.60 Couche indépendante 221.00 780.00 33.00 2.60 Couche indépendante 219.50 1 800.00 120.00 2.60 Couche indépendante 218.50 1 400.00 150.00 2.60 Couche indépendante 215.50 3 200.00 150.00 2.60 Couche indépendante 215.50 3 300.00 150.00 2.60 Couche indépendante <t< td=""><td>Cote Z</td><td>(p1-p0)</td><td>as</td><td>kp N</td><td>om de la couche</td><td>•</td></t<>	Cote Z	(p1-p0)	as	kp N	om de la couche	•					
238.00 236.00 370.00 20.00 2.60 Couche indépendante 232.00 660.00 25.00 2.60 Couche indépendante 232.00 960.00 33.00 2.60 Couche indépendante 228.00 1 100.00 33.00 2.60 Couche indépendante 228.00 1 100.00 33.00 2.60 Couche indépendante 224.00 1 100.00 33.00 2.60 Couche indépendante 224.00 780.00 30.00 2.60 Couche indépendante 221.00 970.00 33.00 2.60 Couche indépendante 218.50 1 800.00 120.00 2.60 Couche indépendante 218.50 1 800.00 120.00 2.60 Couche indépendante 218.50 1 800.00 120.00 2.60 Couche indépendante 218.50 3 200.00 150.00 2.60 Couche indépendante 215.50 3 200.00 150.00 2.60 Couche indépendante 215.50 3 200.00 150.00 2.60 Couche indépendante 215.50 3 500.00 150.00 2.60 Couche indépendante 216.50 3 500.00 150.00 2.60 Couche indépendante 216.50 3 300.00 150.00 2.60 Couche indépendante 208.50 4 000.00 150.00 2.60 Couche indépendante 208.00 3 300.00 150.00 2.60 Couche indépendante 206.00 3 300.00 150.00 2.60 Couche indépendante 208.50 4 000.00 150.00 2.60 Couche indépendante 208.00 3 300.00 150.00 2.60 Couche indépendante 208.00 3 300.00 150.00 2.60 Couche indépendante 208.50 4 000.00 150.00 2.60 Couche indépendant		(kPa)	(kPa)								
236.00 370.00 20.00 2.60 Couche indépendante 234.00 620.00 25.00 2.60 Couche indépendante 232.00 960.00 33.00 2.60 Couche indépendante 228.00 1 100.00 33.00 2.60 Couche indépendante 226.00 1 900.00 33.00 2.60 Couche indépendante 224.00 1 100.00 33.00 2.60 Couche indépendante 222.00 970.00 33.00 2.60 Couche indépendante 223.00 970.00 30.00 2.60 Couche indépendante 218.00 1 400.00 120.00 2.60 Couche indépendante 218.00 1 400.00 120.00 2.60 Couche indépendante 218.00 2 500.00 150.00 2.60 Couche indépendante 213.50 3 300.00 150.00 2.60 Couche indépendante 213.50 3 300.00 150.00 2.60 Couche indépendante 213.50 3 300.00 150.00 2.60 Couche indépendante 212.00 3 300.00 150.00 2.60 Couche indépendante 213.50 3 300.00 150.00 2.60 Couche indépendante 213.50 3 300.00 150.00 2.60 Couche indépendante 208.00 3 300.00 150.00 2.60 Couche indépendante 208.0	238.00										
232.00 620.00 25.00 2.60 Couche independante 230.00 960.00 33.00 2.60 Couche independante 228.00 1 100.00 33.00 2.60 Couche independante 226.00 1 900.00 33.00 2.60 Couche independante 226.00 1 900.00 33.00 2.60 Couche independante 226.00 1 900.00 33.00 2.60 Couche independante 224.00 780.00 30.00 2.60 Couche independante 221.00 970.00 33.00 2.60 Couche independante 219.50 1 800.00 120.00 2.60 Couche independante 218.00 1 400.00 120.00 2.60 Couche independante 215.50 2 100.00 150.00 2.60 Couche independante 213.50 3 300.00 150.00 2.60 Couche independante 210.50 3 300.00 150.00 2.60 Couche independante 208.00 3 300.00 150.00 2.60 Couche independante 208.00 3 300.00	236.00	370.00	20.00 2	.60 0	ouche indépendante						
230.00 960.00 33.00 2.60 Couche indépendante 228.00 1 100.00 33.00 2.60 Couche indépendante 224.00 1 100.00 33.00 2.60 Couche indépendante 224.00 780.00 30.00 2.60 Couche indépendante 221.00 970.00 30.00 2.60 Couche indépendante 211.00 970.00 30.00 2.60 Couche indépendante 218.50 1 800.00 120.00 2.60 Couche indépendante 216.50 2 100.00 150.00 2.60 Couche indépendante 213.50 3 200.00 150.00 2.60 Couche indépendante 212.00 3 300.00 150.00 2.60 Couche indépendante 212.00 3 300.00 150.00 2.60 Couche indépendante 212.00 3 300.00 150.00 2.60 Couche indépendante 208.00 3 300.00 150.00 2.60 Couche indépendante	232.00	660.00	25.00 2	.60 C	ouche indépendante						
228.00 1 100.00 33.00 2.60 Couche indépendante 224.00 1 000.00 33.00 2.60 Couche indépendante 224.00 1 000.00 33.00 2.60 Couche indépendante 224.00 780.00 33.00 2.60 Couche indépendante 221.00 970.00 33.00 2.60 Couche indépendante 219.50 1 800.00 120.00 2.60 Couche indépendante 218.50 1 400.00 120.00 2.60 Couche indépendante 218.50 1 400.00 150.00 2.60 Couche indépendante 218.50 2 500.00 150.00 2.60 Couche indépendante 213.50 3 200.00 150.00 2.60 Couche indépendante 213.50 3 300.00 150.00 2.60 Couche indépendante 210.50 3 300.00 150.00 2.60 Couche indépendante 208.50 4 000.00 150.00 2.60 Couche indépendante 206.00 3 300.00 150.00 2.60 Couche indépendante 206.00 3 300.00	230.00	960.00	33.00 2	.60 C	ouche indépendante						
222.00 780.00 33.00 2.60 Couche indépendante 222.00 780.00 33.00 2.60 Couche indépendante 221.00 970.00 33.00 2.60 Couche indépendante 218.50 1 800.00 120.00 2.60 Couche indépendante 218.50 2 100.00 120.00 2.60 Couche indépendante 215.00 2 500.00 150.00 2.60 Couche indépendante 213.50 3 200.00 150.00 2.60 Couche indépendante 212.00 3 300.00 150.00 2.60 Couche indépendante 213.50 3 200.00 150.00 2.60 Couche indépendante 213.50 3 200.00 150.00 2.60 Couche indépendante 213.50 3 300.00 150.00 2.60 Couche indépendante 210.50 3 300.00 150.00 2.60 Couche indépendante 208.50 4 000.00 150.00 2.60 Couche indépendante 206.00 3 300.00 150.00 2.60 Couche indépendante 200.00 3 00.00 150.00 2.60 Couche indépendante	228.00	1 100.00	33.00 2	.60 C	ouche indépendance						
222.00 780.00 30.00 2.60 Couche independante 219.00 970.00 33.00 2.60 Couche indépendante 219.00 1 400.00 120.00 2.60 Couche indépendante 216.00 2 500.00 150.00 2.60 Couche indépendante 215.00 2 500.00 150.00 2.60 Couche indépendante 213.50 3 200.00 150.00 2.60 Couche indépendante 210.50 3 300.00 150.00 2.60 Couche indépendante 208.00 3 300.00 150.00 2.60 Couche indépendante	224.00	1 100.00	33.00 2	.60 C	ouche indépendante						
213.50 1 800.00 120.00 2.60 Couche indépendante 218.50 1 400.00 120.00 2.60 Couche indépendante 218.50 1 400.00 120.00 2.60 Couche indépendante 218.50 2 100.00 150.00 2.60 Couche indépendante 213.50 3 200.00 150.00 2.60 Couche indépendante 212.00 3 300.00 150.00 2.60 Couche indépendante 210.50 3 500.00 150.00 2.60 Couche indépendante 208.00 3 300.00 150.00 2.60 Couche indépendante 208.00 3 300.00 150.00 2.60 Couche indépendante 208.00 3 300.00 150.00 2.60 Couche indépendante 200.00 3 300	222.00	780.00	30.00 2	.60 C	ouche indépendante ouche indépendante						
218.00 1 400.00 120.00 2.60 Couche indépendante 218.50 2 100.00 150.00 2.60 Couche indépendante 215.50 2 500.00 150.00 2.60 Couche indépendante 213.50 3 200.00 150.00 2.60 Couche indépendante 212.00 3 300.00 150.00 2.60 Couche indépendante 208.50 4 000.00 150.00 2.60 Couche indépendante 208.00 3 300.00 150.00 2.60 Couche indépendante 206.00 3 300.00 150.00 2.60 Couche indépendante 200.00 3 000.00 150.00 2.60 Couche indépendante 200.00 3 000.00 150.00 2.60 Couche indépendante 200.00 Couche indépendante 200.00 Couche indépendante 200.00 Couche indépendante Charge N° 1 ≫ Quitter	219.50	1 800.00	120.00 2	.60 C	ouche indépendante						
215.00 2 100.00 150.00 2.60 Couche independance 215.00 2 500.00 150.00 2.60 Couche independante 212.00 3 300.00 150.00 2.60 Couche independante 210.50 3 500.00 150.00 2.60 Couche independante 210.50 3 500.00 150.00 2.60 Couche independante 208.00 3 300.00 150.00 2.60 Couche independante 206.00 3 300.00 150.00 2.60 Couche independante 206.00 3 300.00 150.00 2.60 Couche independante 200.00 3 300.00 150.00 2.60 Couche independante 200.00 3 300.00 150.00 2.60 Couche independante 200.00 3 300.00 150.00 2.60 Couche independante	218.00	1 400.00	120.00 2	.60 C	ouche indépendante						
213:50 3 200:00 150:00 2:60 Couche indépendante 212:00 3 300:00 150:00 2:60 Couche indépendante 210:50 3 500:00 150:00 2:60 Couche indépendante 208:00 3 300:00 150:00 2:60 Couche indépendante 208:00 3 300:00 150:00 2:60 Couche indépendante 206:00 3 300:00 150:00 2:60 Couche indépendante 206:00 3 300:00 150:00 2:60 Couche indépendante 200:00 3 300:00 150:00 2:60 Couche indépendante	216.50	2 100.00	150.00 2	.60 C	ouche indépendante ouche indépendante						
212.00 3 300.00 150.00 2.60 Couche independante 210.50 3 500.00 150.00 2.60 Couche indépendante 208.00 3 300.00 150.00 2.60 Couche indépendante 208.00 3 300.00 150.00 2.60 Couche indépendante 200.00 3 300.00 150.00 2.60 Couche indépendante	213.50	3 200.00	150.00 2	.60 C	ouche indépendante						
208.50 4 000.00 150.00 2.60 Couche Independante 208.00 3 300.00 150.00 2.60 Couche Independante 206.00 3 300.00 150.00 2.60 Couche Independante 200.00 3 300.00 150.00 2.60 Couche Independante	212.00	3 300.00	150.00 2	.60 C	ouche indépendante						
208.00 3 300.00 150.00 2.60 Couche indépendante 206.00 3 300.00 150.00 2.60 Couche indépendante 200.00 3 300.00 150.00 2.60 Couche indépendante 	208.50	4 000.00	150.00 2	.60 C	ouche indépendante						
Imprimer Couche indépendance Imprimer Couche indépendance	208.00	3 300.00	150.00 2	.60 0	ouche indépendante						
Imprimer ≪ Charge N° 1 ≫ Quitter	200.00	3 300.00	150.00 2	.60 C	ouche indépendante						
Imprimer Charge N° 1 >> Quitter	J					_					
Imprimer Charge N° 1 Quitter		1									
	Imprimer	J			Charge N° 1 🔛	Quitter					

 $Figure \ K.25a: R\acute{e}sultats \ des \ calculs \ FONDPROF-Fichier \ de \ r\acute{e}sultats \ pour \ le \ cas \ de \ charge \ n^\circ 1$

Il est possible de visualiser les différents cas de charge. Pour passer d'un cas de charge à l'autre, il suffit de cliquer sur les boutons 🗺 ou 🕮 des



Figure K.25b : Résultats des calculs FONDPROF - Différents cas de charge

F

Q ELScr (kN)

1000 2000 9 EL Sor (kN)

Quitter

Partie K : Module FONDPROF - p. 30

figures K.25a et K.25b.

K.4. CONSTITUTION DU FICHIER FONDPROF

Le fichier de données doit porter le nom "nomdefichier.fdp". Les paramètres à introduire sont présentés ci-après. Ils doivent être entrés dans l'ordre.

TITRE Titre de l'étude

■ FORME TYPE REFOUL

FORME = 0 - pieu circulaire FORME = 1 - pieu quelconque TYPE = 0 - pieu TYPE = 1 - micropieu REFOUL = 0 - pieu ne refoule pas le sol REFOUL = 1 - Pieu refoule le sol

Si FORME = 0

■ DIAMETRE

Si FORME = 1

■ PERIMETRE SECTION

■ COTEREF PAS Cote de référence de la tête du pieu et Nombre de pas de calcul

■ NBC Nombre de couches de sols

BNC fois

■ Z PL QS KP NUC

Z : cote du fond de la couche

PL : (pl-p0) pression limite nette de la couche de sol

- QS : Frottement latéral unitaire de la couche de sol
- KP : Facteur de portance pour la couche
- NUC : Numéro de la couche dans la base de données des couches
- **CRIT EL** Critère d'arrêt du calcul et Etat limite concerné
 - CRIT = 0 Contrainte limite dans le pieu
 - CRIT = 1 Charge limite dans le pieu
 - CRIT = 2 Longueur du pieu fixée
 - EL = 0 pas de critère d'arrêt sur état limite
 - EL = 1 critère d'arrêt = ELU Combinaisons fondamentales
 - EL = 2 critère d'arrêt = ELU Combinaisons accidentelles
 - EL = 3- critère d'arrêt = ELS Combinaisons rares
 - EL = 4 critère d'arrêt = ELS Combinaisons quasi-permanentes
- ARRET Valeur du critère d'arrêt
- **CORRECT** Correction de profil (0 = NON 1 = OUI)
- **ROP ROS** Valeurs des paramètres de correction de profil ρ_p et ρ_s si CORRECT = 0 alors ROP = 1 et ROS = 1