

A N N E X E

TABLEAU A
NIVEAU DU ROC

LOCALISATION	FORAGE N°	PROFONDEUR DU ROC (m)	NIVEAU DU ROC (m)
Culée sud	F-32	10,36	32,77
Pilier sud	F-33	10,52	32,52
Pilier nord	F-34	11,81	31,96
Culée nord	F-35	17,60	32,45

TABLEAU B
RÉSULTATS DES ESSAIS DE LABORATOIRE
CARACTÉRISTIQUES DU ROC

ÉCHANTILLON N°	PROFONDEUR (m)	NIVEAU (m)	RÉSISTANCE EN COMPRESSION (MPa)	MODULE DE DÉFORMATION (GPa)	POIDS VOLUMIQUE (kN/m ³)	COEFFICIENT DE POISSON
F-33, CR-4	12,95	30,09	274,5	66,81	25,3	0,14
F-33, CR-6	15,40	27,64	272,1	56,64	25,6	0,32
F-33, CR-7	18,19	24,85	370,4	61,11	25,6	0,25
F-34, CR-4	14,94	28,77	387,3	64,98	25,6	0,24
F-34, CR-6	17,79	25,98	334,5	58,58	25,4	0,31
F-34, CR-8	20,87	22,90	275,5	57,07	25,4	0,29

TABLEAU C
INDICE DE QUALITÉ DU ROC (RQD)

FORAGE N°	LONGUEUR (m)	INDICE RQD EN POURCENTAGE DE LA LONGUEUR FORÉE				
		0 à 25 %	25 à 50 %	50 à 75 %	75 à 90 %	90 à 100 %
F-32	9,91	-	-	32 %	-	68 %
F-33	12,49	-	-	4 %	24 %	72 %
F-34	12,65	-	2 %	14 %	72 %	12 %
F-35	9,81	-	5 %	-	32 %	63 %

Un rapport de sondage permet de résumer la stratigraphie des sols et du roc, leurs propriétés ainsi que les conditions d'eau souterraine. Cette note a pour but d'expliquer la terminologie, les symboles et abréviations utilisés.

COUPE STRATIGRAPHIQUE

1. PROFONDEUR – NIVEAU

La profondeur et le niveau des différents contacts stratigraphiques sont donnés par rapport à la surface du terrain à l'endroit des sondages au moment de leur exécution. Les niveaux sont indiqués en fonction d'un système indiqué dans l'entête du rapport de sondage.

2. DESCRIPTION DES SOLS

Les sols sont décrits selon leur nature et leurs propriétés géotechniques.

Les dimensions des particules constituant un sol sont les suivantes :

NOM	DIMENSION (mm)	
Argile	<	0,002
Silt	0,002 -	0,08
Sable	0,08 -	5
Gravier	5 -	80
Caillou	80 -	300
Bloc	>	300

La proportion des divers éléments de sol, définis selon la dimension des particules, est donnée d'après la terminologie descriptive suivante :

TERMINOLOGIE DESCRIPTIVE	PROPORTION DE PARTICULES (%)	
Traces	1 -	10
Un peu	10 -	20
Adjectif (ex. : sableux, silteux)	20 -	35
Et (ex. : sable et gravier)	>	35

2.1 COMPACTITÉ DES SOLS PULVÉRULENTS

La compacité des sols pulvérulents est évaluée à l'aide de l'indice de pénétration « N » obtenu par l'essai de pénétration standard :

COMPACTITÉ	INDICE DE PÉNÉTRATION « N » (coups / 300 mm)	
Très lâche	<	4
Lâche	4 -	10
Compacte ou moyenne	10 -	30
Dense	30 -	50
Très dense	>	50

2.2 CONSISTANCE ET PLASTICITÉ DES SOLS COHÉRENTS

La consistance des sols cohérents est évaluée à partir de la résistance au cisaillement. La résistance au cisaillement non drainé de l'argile intacte (c_u) et de l'argile remaniée (c_r) est mesurée en chantier ou en laboratoire.

CONSISTANCE	RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT, c_u (kPa)	
Très molle	<	12
Molle	12 -	25
Ferme	25 -	50
Raide	50 -	100
Très raide	100 -	200
Dure	>	200

PLASTICITÉ	LIMITE DE LIQUIDITÉ, w_L %	
Faible	<	30
Moyenne	30 -	50
Élevée	>	50

3. DESCRIPTION DU ROC

Le roc est décrit en fonction de sa nature géologique, de ses caractéristiques structurales et de ses propriétés mécaniques.

L'indice de qualité du roc (RQD) est obtenu par la sommation des longueurs de carotte égales ou supérieures à 100 mm par rapport à la course du carottier de calibre NX ou NQ dans le roc. Le résultat s'exprime en pourcentage :

CLASSIFICATION	INDICE DE QUALITÉ RQD (%)	
Très mauvaise qualité	<	25
Mauvaise qualité	25 -	50
Qualité moyenne	50 -	75
Bonne qualité	75 -	90
Excellente qualité	90 -	100

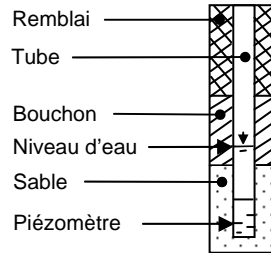
JOINTS	ESPACEMENT MOYEN (mm)	
--------	--------------------------	--

Très rapprochés	0 -	60
Rapprochés	60 -	200
Moyennement espacés	200 -	600
Espacés	600 -	2000
Très espacés	>	2000

RÉSISTANCE	RÉSISTANCE À LA COMPRESSION SIMPLE, q_u (MPa)	
Extrêmement faible	<	1
Très faible	1 -	5
Faible	5 -	25
Moyennement forte	25 -	50
Forte	50 -	100
Très forte	100 -	250
Extrêmement forte	>	250

NIVEAU D'EAU

La colonne « Niveau d'eau » indique le niveau de l'eau souterraine mesuré dans un tube d'observation, un piézomètre, un puits d'observation ou directement dans un sondage. La date du relevé est également indiquée dans cette colonne. Le croquis ci-contre illustre les différents symboles utilisés.



ABRÉVIATIONS

<p>A Absorption, L/min-m (essai d'eau sous pression)</p> <p>AC Analyses chimiques</p> <p>C Essai de consolidation</p> <p>C_c Coefficient de courbure</p> <p>C_U Coefficient d'uniformité</p> <p>c_u Résistance au cisaillement à l'état intact, mesurée au scissomètre de chantier, kPa</p> <p>c_r Résistance au cisaillement à l'état remanié, mesurée au scissomètre de chantier, kPa</p> <p>c_{us} Résistance au cisaillement à l'état intact, mesurée au pénétromètre à cône (cône suédois), kPa</p> <p>c_{rs} Résistance au cisaillement à l'état remanié, mesurée au pénétromètre à cône (cône suédois), kPa</p> <p>c_{up} Résistance au cisaillement à l'état intact, mesurée au scissomètre portatif, kPa</p> <p>c_{rp} Résistance au cisaillement à l'état remanié, mesurée au scissomètre portatif, kPa</p> <p>D_r Densité relative des particules solides</p> <p>E_M Module pressiométrique, kPa ou MPa</p> <p>G Analyse granulométrique par tamisage et lavage</p> <p>I_L Indice de liquidité</p> <p>I_p Indice de plasticité, %</p> <p>k_c Coefficient de perméabilité (conductivité hydraulique) mesuré en chantier, m/s</p> <p>k_L Coefficient de perméabilité (conductivité hydraulique) mesuré en laboratoire, m/s</p> <p>N_{dc} Indice de pénétration (essai de pénétration dynamique au cône, DCPT)</p> <p>N Indice de pénétration (essai de pénétration standard, SPT)</p> <p>P₈₀ Analyse granulométrique par lavage au tamis 80 µm</p> <p>P_L Pression limite de l'essai pressiométrique, kPa</p> <p>P_r Essai Proctor</p> <p>PV Poids volumique, kN/m³</p> <p>PV' Poids volumique déjaugé, kN/m³</p> <p>q_c Résistance de pointe, kPa (essai de pénétration statique portatif au cône, CPT)</p> <p>q_u Résistance à la compression simple de la roche, MPa</p> <p>S Analyse granulométrique par sédimentométrie</p> <p>S_t Sensibilité (c_r/c_i)</p> <p>w Teneur en eau, %</p> <p>w_L Limite de liquidité, %</p> <p>w_p Limite de plasticité, %</p>
--

ÉCHANTILLONS

1. TYPE ET NUMÉRO

La colonne « Type et numéro » correspond à la numérotation de l'échantillon. Il comprend deux lettres identifiant le type d'échantillonnage, suivi d'un chiffre séquentiel. Les types d'échantillonnage sont les suivants :

CF : Carottier fendu	EL : Lavage
CG : Carottier grand diamètre	ET : Tarière
TM : Tube à paroi mince	VR : Vrac (puits)
CR : Carottier diamanté	

2. ÉTAT

La profondeur, la longueur et l'état de chaque échantillon sont indiqués dans cette colonne. Les symboles suivants illustrent l'état de l'échantillon :



3. RÉCUPÉRATION

La récupération de l'échantillon correspond à la longueur récupérée de l'échantillon par rapport à la longueur de l'enfoncement de l'échantillonneur, exprimée en pourcentage.

ESSAIS IN SITU ET EN LABORATOIRE

Les résultats des essais effectués en chantier et en laboratoire sont indiqués dans les colonnes « Essais in situ et en laboratoire » à la profondeur correspondante.

La liste d'abréviations suivante sert à identifier ces essais.

CLIENT : Ministère des Transports du Québec

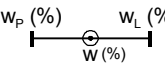
FORAGE: F-32

PROJET : Pont d'étagement de la route 236 au-dessus de la voie ferrée de CSX Transportation

DATE: 2008-10-02 au 2008-10-03

ENDROIT : Beauharnois, Québec

DOSSIER : B16488L-07

COUPE STRATIGRAPHIQUE		DESCRIPTION	NIVEAU D'EAU	ÉCHANTILLONS			ESSAIS IN-SITU ET EN LABORATOIRE						
PROFONDEUR (m)	NIVEAU (m) GÉODÉSIQUE			TYPE ET NUMÉRO	ÉTAT	RÉCUPÉRATION (%)	N ou RQD (%)	LIMITES DE CONSISTANCE		AUTRES ESSAIS			
	43.13						w_p (%) w_L (%)  W (%)						
							20 40 60 80				● N_{dc} (coups/300 mm) ▲ C_u (kPa) ▼ C_{us} (kPa) ◆ C_{up} (kPa) ▽ C_{rs} (kPa) ◇ C_{rp} (kPa)	20 40 60 80	
1		Forage effectué sans échantillonnage dans les sols.											
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													

REMARQUES:

MÉTHODE DE FORAGE: Rotation simultanée de tubes de calibre NW et d'un trépan à molettes; carottier NQ-3 dans le roc.

CLIENT : Ministère des Transports du Québec

FORAGE: F-32

PROJET : Pont d'étagement de la route 236 au-dessus de la voie ferrée de CSX Transportation

DATE: 2008-10-02 au 2008-10-03

ENDROIT : Beauharnois, Québec

DOSSIER : B16488L-07

COUPE STRATIGRAPHIQUE			NIVEAU D'EAU	ÉCHANTILLONS		ESSAIS IN-SITU ET EN LABORATOIRE										
PROFONDEUR (m)	NIVEAU (m) GÉODÉSIQUE	DESCRIPTION		TYPE ET NUMÉRO	ÉTAT	RÉCUPÉRATION (%)	N ou RQD (%)	LIMITES DE CONSISTANCE				AUTRES ESSAIS	● N _{dc} (coups/300 mm)			
								W _p (%)	W _L (%)	W (%)			▲ C _u (kPa)	△ C _r (kPa)	▼ C _{us} (kPa)	◆ C _{up} (kPa)
								20	40	60	80	20	40	60	80	
10.36	32.77	Forage effectué sans échantillonnage dans les sols. ROC : grès à grain moyen.	CR-1		0	0										
11		Présence régulière de minces lamines argilacées.	CR-2		100	64										
12		La partie supérieure du massif de roc est très fracturée et de qualité très mauvaise sur une épaisseur d'environ 0,2 m.	CR-3		98	65										
13		La qualité du roc (RQD) est moyenne jusqu'à la profondeur d'environ 13,6 m, correspondant au niveau 29,5 m et excellente par la suite.	CR-4		100	93										
14			CR-5		100	100										
15			CR-6		100	95										
16			CR-7		100	98										
17			CR-8		100	100										
18																
19																
20		Fin du forage à la profondeur de 20,27 m (niv. 22,86 m)														

REMARQUES:

MÉTHODE DE FORAGE: Rotation simultanée de tubes de calibre NW et d'un trépan à molettes; carottier NQ-3 dans le roc.

CLIENT : Ministère des Transports du Québec

FORAGE: F-33

PROJET : Pont d'étagement de la route 236 au-dessus de la voie ferrée de CSX Transportation

DATE: 2008-09-26 au 2008-09-29

ENDROIT : Beauharnois, Québec

DOSSIER : B16488L-07

COUPE STRATIGRAPHIQUE			NIVEAU D'EAU	ÉCHANTILLONS		ESSAIS IN-SITU ET EN LABORATOIRE														
PROFONDEUR (m)	NIVEAU (m) GÉODÉSIQUE	DESCRIPTION		TYPE ET NUMÉRO	ÉTAT	RÉCUPÉRATION (%)	N ou RQD (%)	LIMITES DE CONSISTANCE				AUTRES ESSAIS	● N _{dc} (coups/300 mm) ▲ C _u (kPa) ▼ C _{us} (kPa) ◆ C _{up} (kPa) ▽ C _{rS} (kPa) ◇ C _{rp} (kPa)							
								W _p (%)	W _L (%)	W (%)			20	40	60	80	20	40	60	80
10.52	32.52	Forage effectué sans échantillonnage dans les sols. ROC : grès à grain moyen. Présence régulière de minces lamines argilacées. Des horizons de roc très fracturés, d'une épaisseur d'environ 0,1 m, sont présents en surface du massif de roc ainsi qu'à la profondeur d'environ 11,3 m. La qualité du roc (RQD) est moyenne à bonne jusqu'à la profondeur d'environ 13,9 m, correspondant au niveau 29,1 m. Par la suite, la qualité devient excellente, à l'exception de la carotte de roc CR-9, prélevée entre les profondeurs d'environ 20 et 21,5 m, où la qualité du roc est qualifiée de moyenne.	CR-1		100	67														
11			CR-2		93	87														
12			CR-3		98	83														
13			CR-4		100	80							q _u = 275 MPa PV = 25,3 kN/m ²							
14			CR-5		100	93														
15			CR-6		100	90							q _u = 272 MPa PV = 25,6 kN/m ²							
16			CR-7		100	100							q _u = 370 MPa PV = 25,6 kN/m ²							
17			CR-8		100	95														

REMARQUES:

MÉTHODE DE FORAGE: Rotation simultanée de tubes de calibre NW et d'un trépan à molettes; carottier NQ-3 dans le roc.

CLIENT : Ministère des Transports du Québec

FORAGE: F-33

PROJET : Pont d'étagement de la route 236 au-dessus de la voie ferrée de CSX Transportation

DATE: 2008-09-26 au 2008-09-29

ENDROIT : Beauharnois, Québec

DOSSIER : B16488L-07

COUPE STRATIGRAPHIQUE			NIVEAU D'EAU	ÉCHANTILLONS			ESSAIS IN-SITU ET EN LABORATOIRE									
PROFONDEUR (m)	NIVEAU (m) GÉODÉSIQUE	DESCRIPTION		TYPE ET NUMÉRO	ÉTAT	RÉCUPÉRATION (%)	N ou RQD (%)	LIMITES DE CONSISTANCE				AUTRES ESSAIS				
								W _p (%)	W _L (%)	W (%)			● N _{dc} (coups/300 mm)	▲ C _u (kPa)	△ C _r (kPa)	▼ C _{us} (kPa)
								20	40	60	80	20	40	60	80	
23.04		ROC : grès à grain moyen.	CR-9		100	69										
23.23.01	20.03	Fin du forage.	CR-10		100	93										

REMARQUES:

MÉTHODE DE FORAGE: Rotation simultanée de tubes de calibre NW et d'un trépan à molettes; carottier NQ-3 dans le roc.

CLIENT : Ministère des Transports du Québec

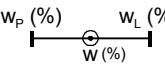
FORAGE: F-34

PROJET : Pont d'étagement de la route 236 au-dessus de la voie ferrée de CSX Transportation

DATE: 2008-09-29 au 2008-09-30

ENDROIT : Beauharnois, Québec

DOSSIER : B16488L-07

COUPE STRATIGRAPHIQUE		DESCRIPTION	NIVEAU D'EAU	ÉCHANTILLONS			ESSAIS IN-SITU ET EN LABORATOIRE						
PROFONDEUR (m)	NIVEAU (m) GÉODÉSIQUE			TYPE ET NUMÉRO	ÉTAT	RÉCUPÉRATION (%)	N ou RQD (%)	LIMITES DE CONSISTANCE		AUTRES ESSAIS			
	43.77						w_p (%) w_l (%)  W (%)						
							20 40 60 80				● N_{dc} (coups/300 mm) ▲ C_u (kPa) ▼ C_{us} (kPa) ◆ C_{up} (kPa) ▽ C_{rs} (kPa) ◇ C_{rp} (kPa)	20 40 60 80	
1		Forage effectué sans échantillonnage dans les sols.											
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													

REMARQUES:

MÉTHODE DE FORAGE: Rotation simultanée de tubes de calibre NW et d'un trépan à molettes; carottier NQ-3 dans le roc.

CLIENT : Ministère des Transports du Québec

FORAGE: F-34

PROJET : Pont d'étagement de la route 236 au-dessus de la voie ferrée de CSX Transportation

DATE: 2008-09-29 au 2008-09-30

ENDROIT : Beauharnois, Québec

DOSSIER : B16488L-07

COUPE STRATIGRAPHIQUE		NIVEAU D'EAU	ÉCHANTILLONS			ESSAIS IN-SITU ET EN LABORATOIRE			
PROFONDEUR (m)	NIVEAU (m) GÉODÉSIQUE		DESCRIPTION	TYPE ET NUMÉRO	ÉTAT	RÉCUPÉRATION (%)	N ou RQD (%)	LIMITES DE CONSISTANCE w_p (%) w_L (%) w (%)	AUTRES ESSAIS
	33.77						20 40 60 80		20 40 60 80
11		Forage effectué sans échantillonnage dans les sols.							
11.81	31.96	<p>ROC : grès à grain moyen.</p> <p>Présence régulière de minces lamines argilacées.</p> <p>Des horizons de roc très fracturés, d'une épaisseur pouvant atteindre 0,25 m, sont présents aux profondeurs d'environ 12,1 et 13,4 m.</p> <p>La qualité du roc (RQD) est mauvaise à moyenne jusqu'à la profondeur d'environ 13,8 m, correspondant au niveau 30,0 m. Par la suite, la qualité devient bonne, à l'exception de la carotte de roc CR-9, prélevée entre les profondeurs 21,4 et 22,9 m, où la qualité du roc est qualifiée d'excellente.</p>	CR-1		80	40			
12			CR-2		90	66			
13			CR-3		97	84			
14			CR-4		100	81			$q_u = 387$ MPa $PV = 25,6$ kN/m ³
15			CR-5		100	87			
16			CR-6		100	82			$q_u = 335$ MPa $PV = 25,4$ kN/m ³
17			CR-7		98	89			
18									
19									
20									

REMARQUES:

MÉTHODE DE FORAGE: Rotation simultanée de tubes de calibre NW et d'un trépan à molettes; carottier NQ-3 dans le roc.

CLIENT : Ministère des Transports du Québec

FORAGE: F-34

PROJET : Pont d'étagement de la route 236 au-dessus de la voie ferrée de CSX Transportation

DATE: 2008-09-29 au 2008-09-30

ENDROIT : Beauharnois, Québec

DOSSIER : B16488L-07

COUPE STRATIGRAPHIQUE			NIVEAU D'EAU	ÉCHANTILLONS		ESSAIS IN-SITU ET EN LABORATOIRE			
PROFONDEUR (m)	NIVEAU (m) GÉODÉSIQUE	DESCRIPTION		TYPE ET NUMÉRO	ÉTAT	RÉCUPÉRATION (%)	N ou RQD (%)	LIMITES DE CONSISTANCE w _p (%) — w (%) — w _L (%)	AUTRES ESSAIS
	23.77								
21.		ROC : grès à grain moyen.	CR-8		100	88		q _u = 276 MPa PV = 25,4 kN/m ²	
22.			CR-9		100	97			
23.			CR-10		100	77			
24.	24.46	19.31							
25.		Fin du forage.							
26.									
27.									
28.									
29.									
30.									

REMARQUES:

MÉTHODE DE FORAGE: Rotation simultanée de tubes de calibre NW et d'un trépan à molettes; carottier NQ-3 dans le roc.

CLIENT : Ministère des Transports du Québec

FORAGE: F-35

PROJET : Pont d'étagement de la route 236 au-dessus de la voie ferrée de CSX Transportation

DATE: 2008-10-01 au 2008-10-02

ENDROIT : Beauharnois, Québec

DOSSIER : B16488L-07

COUPE STRATIGRAPHIQUE		NIVEAU D'EAU	ÉCHANTILLONS			ESSAIS IN-SITU ET EN LABORATOIRE			
PROFONDEUR (m)	NIVEAU (m) GÉODÉSIQUE		DESCRIPTION	TYPE ET NUMÉRO	ÉTAT	RÉCUPÉRATION (%)	N ou RQD (%)	LIMITES DE CONSISTANCE w _p (%) w _L (%) ┌──────────┴──────────┐ W (%)	AUTRES ESSAIS
	50.05						20 40 60 80		20 40 60 80
1		Forage effectué sans échantillonnage dans les sols.							
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									

REMARQUES: En raison de la présence de cailloux et de blocs dans le remblai un carottier NQ a été utilisé entre les profondeurs de 1,5 et 6,1 m.

MÉTHODE DE FORAGE: Rotation simultanée de tubes de calibre NW et d'un trépan à molettes; carottier NQ-3 dans le roc.

CLIENT : Ministère des Transports du Québec

FORAGE: F-35

PROJET : Pont d'étagement de la route 236 au-dessus de la voie ferrée de CSX Transportation

DATE: 2008-10-01 au 2008-10-02

ENDROIT : Beauharnois, Québec

DOSSIER : B16488L-07

COUPE STRATIGRAPHIQUE		NIVEAU D'EAU	ÉCHANTILLONS			ESSAIS IN-SITU ET EN LABORATOIRE				
PROFONDEUR (m)	NIVEAU (m) GÉODÉSIQUE		DESCRIPTION	TYPE ET NUMÉRO	ÉTAT	RÉCUPÉRATION (%)	N ou RQD (%)	LIMITES DE CONSISTANCE w _p (%) — w (%) — w _L (%)	AUTRES ESSAIS	● N _{dc} (coups/300 mm) ▲ C _u (kPa) ▼ C _{us} (kPa) ◆ C _{up} (kPa) ▽ C _{rs} (kPa) ◇ C _{rp} (kPa)
	40.05									
11		Forage effectué sans échantillonnage dans les sols.								
12										
13										
14										
15										
16										
17										
17.60	32.45		ROC : gès à grain moyen. Présence régulière de minces lamines argilacées.							
18				CR-1	81	52				
19				CR-2	100	84				
20										

REMARQUES: En raison de la présence de cailloux et de blocs dans le remblai un carottier NQ a été utilisé entre les profondeurs de 1,5 et 6,1 m.

MÉTHODE DE FORAGE: Rotation simultanée de tubes de calibre NW et d'un trépan à molettes; carottier NQ-3 dans le roc.

CLIENT : Ministère des Transports du Québec

FORAGE: F-35

PROJET : Pont d'étagement de la route 236 au-dessus de la voie ferrée de CSX Transportation

DATE: 2008-10-01 au 2008-10-02

ENDROIT : Beauharnois, Québec

DOSSIER : B16488L-07

COUPE STRATIGRAPHIQUE			NIVEAU D'EAU	ÉCHANTILLONS		ESSAIS IN-SITU ET EN LABORATOIRE										
PROFONDEUR (m)	NIVEAU (m) GÉODÉSIQUE	DESCRIPTION		TYPE ET NUMÉRO	ÉTAT	RÉCUPÉRATION (%)	N ou RQD (%)	LIMITES DE CONSISTANCE				AUTRES ESSAIS				
								W _p (%)	W _L (%)	W (%)			● N _{dc} (coups/300 mm)	▲ C _u (kPa)	△ C _r (kPa)	▼ C _{us} (kPa)
								20	40	60	80	20	40	60	80	
21	30.05	<p>ROC : gès à grain moyen.</p> <p>Présence régulière de minces lamines argilacées.</p> <p>La qualité du roc (RQD) est moyenne à bonne jusqu'à la profondeur d'environ 19,8 m, correspondant au niveau 30,3 m. Par la suite, la qualité devient excellente, à l'exception de la carotte de roc CR-6, prélevée entre les profondeurs d'environ 24,5 et 26,0 m; où la qualité du roc est qualifiée de bonne.</p>	CR-3		100	90										
22			CR-4		100	93										
23			CR-5		100	98										
24			CR-6		100	80										
25			CR-7		100	98										
26																
27																
27.64	22.41															
28		Fin du forage.														
29																
30																

REMARQUES: En raison de la présence de cailloux et de blocs dans le remblai un carottier NQ a été utilisé entre les profondeurs de 1,5 et 6,1 m.

MÉTHODE DE FORAGE: Rotation simultanée de tubes de calibre NW et d'un trépan à molettes; carottier NQ-3 dans le roc.

CLIENT : Ministère des Transports du Québec
 PROJET : Pont d'étagement de la route 236 au-dessus de la voie ferrée de CSX Transportation – Beauharnois, Québec

DOSSIER N° : G06268-3A
 FORAGE N° : F-32
 LONGUEUR DU ROC (m) : 9,91 m
 CALIBRE DU CAROTTIER : NQ-3

COURSE						STRUCTURE	DESCRIPTION ET OBSERVATIONS												
N°	Profondeur (m)		Récup. (%)	RQD (%)	Total des joints	Retour d'eau (%)	Faille, joint, litage, clivage, linéation, schistosité, foliation, zone fracturée, etc.	Profondeur (m)		Nb de joints	Angle p/r à l'axe	Ouvert/Fermé	Forme	Texture	Recouvrement		Altération	Couleur	
	De	À						De	À						Compos.	Épais. (mm)			
CR-2	10,36	12,01	100	64	12		Zone fracturée	10,36	10,54										
							L		10,54	1	90	O	U	R					g
							L		10,59	1	90	O	U	R					g
							L		10,62	1	80	F	U	R					g
							L		10,70	1	90	F	U	R					g
							L		10,71	1	90	F	U	R					g
							L		10,77	1	90	F	U	R					g
							J		10,98	1	5-10	F	C	R	C				g
							L		11,68	1	90	O	U	R	M	Trace			n
							L		11,73	1	90	O	U	R	M	Trace			n
							L		11,80	1	80	O	U	R	M	Trace			n
							L		11,87	1	80	O	U	R	M	Trace			n
							L		12,01	1	90	O	U	R					n
CR-3	12,01	13,56	98	65	12		L		12,07	1	80	F	U	R					n
							L		12,08	1	80	F	U	R					n
							L		12,16	1	70	F	U	R					n
							L		12,24	1	90	F	U	R					n
							L		12,32	1	80	F	U	R					n
							L		12,39	1	75	O	U	R					g
							L		12,48	1	90	O	U	R					g
							L		12,65	1	90	O	U	R					g
STRUCTURE						FORME		TEXTURE		RECOUVREMENT ET ALTÉRATION				COULEUR			Décrit par :		
J : joint Jf : joint de foliation/litage/clivage Ji : joint possiblement induit par forage L : contact lithologique NR : non représentatif						C : courbe I : irrégulier P : plat U : ondulé		D : dentelé L : lisse M : miroir R : rugueux		A : argile B : biotite C : calcite E : épidote F : kaolinite G : graphite H : hématite I : oxyde de fer K : chlorite M : silt				b : blanchâtre bg : beige bl : blanc br : brunâtre bu : bleu g : gris n : noir v : vert r : rosâtre rg : rougeâtre			A. Elmahmoudi Date : <u>2008-10-06</u>		

CLIENT : Ministère des Transports du Québec
 PROJET : Pont d'étagement de la route 236 au-dessus de la voie ferrée de CSX Transportation – Beauharnois, Québec

DOSSIER N° : G06268-3A
 FORAGE N° : F-33
 LONGUEUR DU ROC (m) : 12,49 m
 CALIBRE DU CAROTTIER : NQ-3

COURSE						STRUCTURE	DESCRIPTION ET OBSERVATIONS												
N°	Profondeur (m)		Récup. (%)	RQD (%)	Total des joints	Retour d'eau (%)	Faille, joint, litage, clivage, linéation, schistosité, foliation, zone fracturée, etc.	Profondeur (m)		Nb de joints	Angle p/r à l'axe	Ouvert/Fermé	Forme	Texture	Recouvrement		Altération	Couleur	
	De	À						De	À						Compos.	Épais. (mm)			
CR-1	10,52	10,82	100	67	1		Zone fracturée	10,52	10,63										
							L		10,82	1	90	O	U	R					g
CR-2	10,82	11,20	93	87	3		L		10,96	1	90	O	U	R					g
							L		10,99	1	90	O	U	R					g
							NR		11,01	1	60	F	U	R					g
CR-3	11,20	12,34	98	83	7				11,25	1	80	O	U	R					g
									11,30	1	90	O	U	R					g
							Zone fracturée	11,30	11,39										
							L		11,39	1	85	O	U	R	M	Trace			g
							L		11,50	1	85	F	U	R					n
							L		11,97	1	90	F	U	R					g
							L		12,23	1	90	F	U	R					g
							L		12,34	1	90	O	U	R	M	Trace			g
CR-4	12,34	13,87	100	80	8		L		12,41	1	90	O	U	R					g, n
							L		12,47	1	90	O	U	R					g
							L		13,20	1	90	O	U	R					g, n
							L		13,25	1	90	O	U	R					g, n
							L		13,28	1	90	O	U	R					g, n
							L		13,36	1	90	O	U	R					g, n
STRUCTURE						FORME	TEXTURE	RECOUVREMENT ET ALTÉRATION				COULEUR				Décrit par :			
J : joint Jf : joint de foliation/litage/clivage Ji : joint possiblement induit par forage L : contact lithologique NR : non représentatif						C : courbe I : irrégulier P : plat U : ondulé	D : dentelé L : lisse M : miroir R : rugueux	A : argile B : biotite C : calcite E : épidote F : kaolinite	G : graphite H : hématite I : oxyde de fer K : chlorite M : silt	b : blanchâtre bg : beige bl : blanc br : brunâtre bu : bleu	g : gris n : noir v : vert r : rosâtre rg : rougeâtre	A. Elmahmoudi Date : <u>2008-10-07</u>							

CLIENT : <u>Ministère des Transports du Québec</u>	DOSSIER N° : <u>G06268-3A</u>
PROJET : <u>Pont d'étagement de la route 236 au-dessus de la voie ferrée de CSX Transportation – Beauharnois, Québec</u>	FORAGE N° : <u>F-33</u>
	LONGUEUR DU ROC (m) : <u>12,49 m</u>
	CALIBRE DU CAROTTIER : <u>NQ-3</u>

COURSE							STRUCTURE	DESCRIPTION ET OBSERVATIONS										
N°	Profondeur (m)		Récup. (%)	RQD (%)	Total des joints	Retour d'eau (%)	Faille, joint, litage, clivage, linéation, schistosité, foliation, zone fracturée, etc.	Profondeur (m)		Nb de joints	Angle p/r à l'axe	Ouvert/Fermé	Forme	Texture	Recouvrement		Altération	Couleur
	De	À						De	À						Compos.	Épais. (mm)		
CR-8	18,44	19,96	100	95	7		L		18,90	1	90	O	C	R			Légère	g
							L		18,92	1	80	O	I	R			Légère	g
							J		19,75	1	20	F	C	R	C	Trace		g
							L		19,80	1	85	O	C	R				g
							L		19,81	1	90	O	C	R			Légère	g
							L		19,94	1	90	F	U	R				g
							L		19,96	1	90	O	U	R				g
CR-9	19,96	21,49	100	69	16		L		20,11	1	80	O	U	R				g
							L		20,37	1	80	O	U	R				g
							L		20,44	1	90	O	U	R				g
							L		20,56	1	90	O	U	R				g
							L		20,62	1	90	O	U	R				g
							L		20,79	1	90	O	U	R				g
							L		20,80	1	90	O	U	R				g
							L		20,83	1	90	O	U	R				g
							L		20,84	1	90	O	U	R				g
							L		20,88	1	90	O	U	R				g
							L		21,07	1	85	F	U	R				g
							L		21,11	1	90	F	U	R				n
							L		21,28	1	90	O	U	R	M	Trace		g
							L		21,33	1	90	F	C	R				g

STRUCTURE	FORME	TEXTURE	RECOUVREMENT ET ALTÉRATION		COULEUR		Décrit par : <u>A. Elmahmoudi</u> Date : <u>2008-10-07</u>
J : joint Jf : joint de foliation/litage/clivage Ji : joint possiblement induit par forage L : contact lithologique NR : non représentatif	C : courbe I : irrégulier P : plat U : ondulé	D : dentelé L : lisse M : miroir R : rugueux	A : argile B : biotite C : calcite E : épidote F : kaolinite	G : graphite H : hématite I : oxyde de fer K : chlorite M : silt	b : blanchâtre bg : beige bl : blanc br : brunâtre bu : bleu	g : gris n : noir v : vert r : rosâtre rg : rougeâtre	

CLIENT : <u>Ministère des Transports du Québec</u>	DOSSIER N° : <u>G06268-3A</u>
PROJET : <u>Pont d'étagement de la route 236 au-dessus de la voie ferrée de CSX Transportation – Beauharnois, Québec</u>	FORAGE N° : <u>F-34</u>
	LONGUEUR DU ROC (m) : <u>12,65 m</u>
	CALIBRE DU CAROTTIER : <u>NQ-3</u>

COURSE						STRUCTURE	DESCRIPTION ET OBSERVATIONS											
N°	Profondeur (m)		Récup. (%)	RQD (%)	Total des joints	Retour d'eau (%)	Faille, joint, litage, clivage, linéation, schistosité, foliation, zone fracturée, etc.	Profondeur (m)		Nb de joints	Angle p/r à l'axe	Ouvert/Fermé	Forme	Texture	Recouvrement		Altération	Couleur
	De	À						De	À						Compos.	Épais. (mm)		
CR-1	11,81	12,07	80	40	1		L		11,90	1	90	F	U	R				g
CR-2	12,07	13,79	90	66	11		Zone fracturée	12,07	12,32									
							L		12,32	1	90	O	U	R	M	Trace		g
							L		12,39	1	90	O	U	R	M	Trace		g
							L		12,54	1	90	O	U	R	M	Trace		n
							L		13,29	1	90	O	U	R				n
							L		13,38	1	90	O	U	R	M	Trace		n
							Zone fracturée	13,40	13,43									
							L		13,43	1	90	O	U	R	M	Trace		g, n
							L		13,47	1	80	O	U	R	M	Trace		n
							L		13,57	1	80	F	U	R				n
							L		13,71	1	90	O	U	R				n
							L		13,73	1	85	O	U	R	M	Trace		n, br
							L		13,79	1	90	O	U	R	M	Trace		n, br
CR-3	13,79	14,53	97	84	5		L		13,88	1	90	O	U	R				g
							L		14,00	1	90	O	U	R				g
							L		14,11	1	90	O	U	R	M	Trace		g, n
							L		14,14	1	90	O	U	R				n
							L		14,53	1	90	O	U	R	I	Trace		g, b

STRUCTURE	FORME	TEXTURE	RECOUVREMENT ET ALTÉRATION		COULEUR		Décrit par : <u>A. Elmahmoudi</u> Date : <u>2008-10-03</u>
J : joint Jf : joint de foliation/litage/clivage Ji : joint possiblement induit par forage L : contact lithologique NR : non représentatif	C : courbe I : irrégulier P : plat U : ondulé	D : dentelé L : lisse M : miroir R : rugueux	A : argile B : biotite C : calcite E : épidote F : kaolinite	G : graphite H : hématite I : oxyde de fer K : chlorite M : silt	b : blanchâtre bg : beige bl : blanc br : brunâtre bu : bleu	g : gris n : noir v : vert r : rosâtre rg : rougeâtre	

CLIENT : <u>Ministère des Transports du Québec</u>	DOSSIER N° : <u>G06268-3A</u>
PROJET : <u>Pont d'étagement de la route 236 au-dessus de la voie ferrée de CSX Transportation – Beauharnois, Québec</u>	FORAGE N° : <u>F-34</u>
	LONGUEUR DU ROC (m) : <u>12,65 m</u>
	CALIBRE DU CAROTTIER : <u>NQ-3</u>

COURSE						STRUCTURE	DESCRIPTION ET OBSERVATIONS											
N°	Profondeur (m)		Récup. (%)	RQD (%)	Total des joints	Retour d'eau (%)	Faille, joint, litage, clivage, linéation, schistosité, foliation, zone fracturée, etc.	Profondeur (m)		Nb de joints	Angle p/r à l'axe	Ouvert/Fermé	Forme	Texture	Recouvrement		Altération	Couleur
	De	À						De	À						Compos.	Épais. (mm)		
CR-4	14,53	15,32	100	81	5		L	14,60	1	90	O	U	R					g, b
							L	14,61	1	90	O	U	R					g, b
							L	14,76	1	90	F	U	R					g
							L	15,08	1	90	F	P	R					g, b
							L	15,15	1	90	F	P	R					g, b
CR-5	15,32	16,84	100	87	5		L	15,42	1	90	O	P	R					
							L	16,50	1	90	O	P	R					g, b
							L	16,53	1	90	O	U	R					g, b
							L	16,61	1	90	O	U	R					g, b
							L	16,76	1	90	O	U	R					g, b
CR-6	16,84	18,36	100	82	6		L	16,94	1	90	O	U	R					g, b
							L	17,02	1	90	O	U	R					g, b
							L	17,08	1	90	O	U	R					g, b
							J	17,47	1	25	F	C	R	C	Trace			g, b
							L	17,55	1	90	O	P	R					g, b
							L	18,31	1	90	O	U	R					g, b

STRUCTURE	FORME	TEXTURE	RECOUVREMENT ET ALTÉRATION	COULEUR	Décrit par : <u>A. Elmahmoudi</u> Date : <u>2008-10-03</u>
J : joint Jf : joint de foliation/litage/clivage Ji : joint possiblement induit par forage L : contact lithologique NR : non représentatif	C : courbe I : irrégulier P : plat U : ondulé	D : dentelé L : lisse M : miroir R : rugueux	A : argile B : biotite C : calcite E : épidote F : kaolinite G : graphite H : hématite I : oxyde de fer K : chlorite M : silt	b : blanchâtre bg : beige bl : blanc br : brunâtre bu : bleu g : gris n : noir v : vert r : rosâtre rg : rougeâtre	

CLIENT : <u>Ministère des Transports du Québec</u>	DOSSIER N° : <u>G06268-3A</u>
PROJET : <u>Pont d'étagement de la route 236 au-dessus de la voie ferrée de CSX Transportation – Beauharnois, Québec</u>	FORAGE N° : <u>F-34</u>
	LONGUEUR DU ROC (m) : <u>12,65 m</u>
	CALIBRE DU CAROTTIER : <u>NQ-3</u>

COURSE						STRUCTURE	DESCRIPTION ET OBSERVATIONS											
N°	Profondeur (m)		Récup. (%)	RQD (%)	Total des joints	Retour d'eau (%)	Faille, joint, litage, clivage, linéation, schistosité, foliation, zone fracturée, etc.	Profondeur (m)		Nb de joints	Angle p/r à l'axe	Ouvert/Fermé	Forme	Texture	Recouvrement		Altération	Couleur
	De	À						De	À						Compos.	Épais. (mm)		
CR-7	18,36	19,89	98	89	5		L		18,56	1	90	O	U	R	M	Trace		g, b
							L		18,57	1	90	O	U	R	M	Trace		g, br
							L		19,73	1	85	O	U	R	M	Trace		g, n
							L		19,79	1	90	O	U	R	M	Trace		g, n
							L		19,83	1	90	O	U	R	M	Trace		g, n
CR-8	19,89	21,41	100	88	12		L		19,94	1	90	O	U	R				g, n
							L		20,18	1	90	O	U	R				g, n
							L		20,19	1	90	O	U	R				g, n
							L		20,29	1	90	O	U	R				g, b
							L		20,31	1	90	O	U	R				g, n
							L		20,42	1	85	O	U	R				g, n
							L		20,51	1	85	O	U	R				g, n
							L		20,64	1	90	O	U	R	M	Trace		g
							L		20,68	1	90	O	P	R				g, n
							L		20,80	1	90	O	U	R	M	Trace		g, n
							L		20,82	1	90	O	I	R	M	Trace		g
							L		21,35	1	90	O	I	R				g, b

STRUCTURE	FORME	TEXTURE	RECOUVREMENT ET ALTÉRATION	COULEUR	Décrit par : <u>A. Elmahmoudi</u> Date : <u>2008-10-03</u>
J : joint Jf : joint de foliation/litage/clivage Ji : joint possiblement induit par forage L : contact lithologique NR : non représentatif	C : courbe I : irrégulier P : plat U : ondulé	D : dentelé L : lisse M : miroir R : rugueux	A : argile B : biotite C : calcite E : épidote F : kaolinite G : graphite H : hématite I : oxyde de fer K : chlorite M : silt	b : blanchâtre bg : beige bl : blanc br : brunâtre bu : bleu g : gris n : noir v : vert r : rosâtre rg : rougeâtre	

CLIENT : Ministère des Transports du Québec
 PROJET : Pont d'étagement de la route 236 au-dessus de la voie ferrée de CSX Transportation – Beauharnois, Québec

DOSSIER N° : G06268-3A
 FORAGE N° : F-35
 LONGUEUR DU ROC (m) : 9,81 m
 CALIBRE DU CAROTTIER : NQ-3

COURSE							STRUCTURE	DESCRIPTION ET OBSERVATIONS										
N°	Profondeur (m)		Récup. (%)	RQD (%)	Total des joints	Retour d'eau (%)	Faille, joint, litage, clivage, linéation, schistosité, foliation, zone fracturée, etc.	Profondeur (m)		Nb de joints	Angle p/r à l'axe	Ouvert/Fermé	Forme	Texture	Recouvrement		Altération	Couleur
	De	À						De	À						Compos.	Épais. (mm)		
CR-1	17,60	18,29	81	52	5		L	17,90	1	90	O	U	R					g
							L	17,95	1	90	O	U	R					g
							L	18,07	1	90	O	U	R	I	Trace			g
							L	18,15	1	90	O	U	R					g
							L	18,22	1	90	O	U	R					g
CR-2	18,29	19,84	100	84	10		L	18,70	1	90	F	U	R					g, n
							L	18,84	1	90	O	U	R	M	Trace			g
							L	19,07	1	90	O	U	R	M	Trace			g
							L	19,08	1	90	O	U	R	M	Trace			g
							L	19,12	1	90	O	U	R	A	15			g
							L	19,19	1	90	O	U	R	M	5			g
							L	19,23	1	90	F	U	R					n
							L	19,48	1	90	O	U	R					g
							L	19,76	1	85	O	U	R	M	Trace			g
						L	19,84	1	90	O	U	R	M	Trace			g	
CR-3	19,84	21,36	100	90	8		L	19,94	1	90	O	U	R	I	Trace			g
							L	20,16	1	90	O	U	R					g
							L	20,29	1	75	O	I	R					g
							L	20,33	1	10	F	C	R	C	Trace			g
							L	20,94	1	90	O	C	R					g

STRUCTURE	FORME	TEXTURE	RECOUVREMENT ET ALTÉRATION		COULEUR		Décrit par : <u>A. Elmahmoudi</u> Date : <u>2008-10-08</u>
J : joint Jf : joint de foliation/litage/clivage Ji : joint possiblement induit par forage L : contact lithologique NR : non représentatif	C : courbe I : irrégulier P : plat U : ondulé	D : dentelé L : lisse M : miroir R : rugueux	A : argile B : biotite C : calcite E : épidote F : kaolinite	G : graphite H : hématite I : oxyde de fer K : chlorite M : silt	b : blanchâtre bg : beige bl : blanc br : brunâtre bu : bleu	g : gris n : noir v : vert r : rosâtre rg : rougeâtre	

CLIENT : Ministère des Transports du Québec
 PROJET : Pont d'étagement de la route 236 au-dessus de la voie ferrée de CSX Transportation – Beauharnois, Québec

DOSSIER N° : G06268-3A
 FORAGE N° : F-35
 LONGUEUR DU ROC (m) : 9,81 m
 CALIBRE DU CAROTTIER : NQ-3

COURSE						STRUCTURE	DESCRIPTION ET OBSERVATIONS											
N°	Profondeur (m)		Récup. (%)	RQD (%)	Total des joints	Retour d'eau (%)	Faille, joint, litage, clivage, linéation, schistosité, foliation, zone fracturée, etc.	Profondeur (m)		Nb de joints	Angle p/r à l'axe	Ouvert/Fermé	Forme	Texture	Recouvrement		Altération	Couleur
	De	À						De	À						Compos.	Épais. (mm)		
CR-3							L		21,03	1	90	O	I	R				g
							L		21,09	1	90	O	I	R	I	Trace		g
							L		21,36	1	85	O	U	R				g
CR-4	21,36	22,91	100	93	5		L		21,43	1	90	O	U	R	I	Trace		g
							L		21,99	1	90	O	U	R	I	Trace		g
							L		22,24	1	90	F	U	R				g
							L		22,27	1	90	F	U	R				g
							L		22,57	1	90	F	U	R				g
CR-5	22,91	24,49	100	98	4		L		23,17	1	90	F	C	R				g
							L		23,19	1	90	F	U	R				g
							L		23,43	1	90	F	C	R				g
							L		23,57	1	90	F	U	R				g
CR-6	24,49	26,06	100	80	9		L		24,81	1	85	F	U	R				g
							L		24,89	1	90	F	U	R				g
							L		25,13	1	90	F	U	R				g
							L		25,57	1	80	O	U	R	M	Trace		g
							L		25,61	1	90	O	U	R				g
							L		25,70	1	90	F	U	R				g
							L		25,73	1	80	F	U	R				g, n

STRUCTURE	FORME	TEXTURE	RECOUVREMENT ET ALTÉRATION	COULEUR	Décrit par :
J : joint Jf : joint de foliation/litage/clivage Ji : joint possiblement induit par forage L : contact lithologique NR : non représentatif	C : courbe I : irrégulier P : plat U : ondulé	D : dentelé L : lisse M : miroir R : rugueux	A : argile B : biotite C : calcite E : épidote F : kaolinite G : graphite H : hématite I : oxyde de fer K : chlorite M : silt	b : blanchâtre bg : beige bl : blanc br : brunâtre bu : bleu g : gris n : noir v : vert r : rosâtre rg : rougeâtre	A. Elmahmoudi Date : <u>2008-10-08</u>

Résistance géotechnique latérale pondérée (sols pulvérulents)

Pour la détermination de la résistance géotechnique latérale, nous recommandons au concepteur d'utiliser la méthode de Broms qui est décrite dans :

- Broms, B.B., « Lateral Resistance of Piles in Cohesionless Soils », Journal of the Soil Mechanics and Foundation Division - ASCE, vol. 90, no. SM3, May, pp. 123-156, (1964).

L'approche par étapes décrite ci-dessous est tirée du manuel « Design and construction of driven pile foundations, workshop manual vol. 1 » de la FHWA, publication no. FHWA HI 97-013 (révision de 1998). Elle s'établit comme suit :

1. Déterminer le type de sol (cohérent ou pulvérulent) présent à l'intérieur de la profondeur critique sous la surface (le manuel de la FHWA parle de 4 à 5 fois le diamètre des pieux, mais nous recommandons plutôt une valeur de 5 mètres). La méthode présentée ici n'est valable que pour les sols pulvérulents ;
2. Déterminer le coefficient de réaction horizontal du sol, n_h , à partir du tableau 1 tiré du Manuel canadien d'ingénierie des fondations (1994) :

Tableau 1 : Valeurs de n_h pour des sols pulvérulents

État de compacité du sol	n_h (kN/m ³)	
	<i>Au-dessus de la nappe</i>	<i>Sous la nappe</i>
Lâche	2200	1300
Compact	6600	4400
Dense	18000	11000

3. Ajuster la valeur de n_h déterminée à l'étape 2 en fonction de la compacité du sol pulvérulent :
 - multiplier n_h par 0,5 pour un sol compact à dense
 - multiplier n_h par 0,25 pour un sol lâche
4. Déterminer les propriétés du pieu suivantes :
 - module d'élasticité, E , (MPa)
 - moment d'inertie, I , (m⁴)

- module de section, S , (m^3) autour d'un axe perpendiculaire au plan de chargement
- contrainte admissible, f_y , dans l'acier, ou résistance en compression ultime, f_c , pour le béton (MPa)
- longueur enfouie du pieu, D , (m)
- diamètre ou largeur du pieu, b , (m)
- excentricité de la charge appliquée en tête du pieu, e_c , pour les pieux à têtes libres (m)
- facteur de forme C_s (pour pieux d'acier seulement), où :
 1. $C_s = 1,3$ pour un pieu avec section circulaire
 2. $C_s = 1,1$ pour un pieu « H » lorsque la charge latérale est perpendiculaire aux semelles
 3. $C_s = 1,5$ pour un pieu « H » lorsque la charge latérale est parallèle aux semelles
- moment résistant du pieu, M_y , (kN-m), où :
 1. pour des pieux d'acier : $M_y = C_s f_y S$
 2. pour des pieux de béton : $M_y = f_c S$;

5. Déterminer la longueur de transfert η :

$$\eta = \sqrt[5]{\frac{n_h}{EI}} ;$$

6. Déterminer le facteur de longueur adimensionnel égal à η multipliée par D ;

7. Déterminer le type de pieu (court, long ou intermédiaire) :

- si $\eta D > 4,0 \rightarrow$ long
- si $\eta D < 2,0 \rightarrow$ court
- si $2,0 < \eta D < 4,0 \rightarrow$ intermédiaire ;

8. Déterminer les paramètres des sols suivants, pour la partie du pieu enrobée dans le sol) :

- Coefficient de butée $K_p = \tan^2 (45 + \Phi/2)$
- Poids volumique déjaugé moyen γ' ;

9. Déterminer la résistance géotechnique latérale ultime Q_u d'un pieu isolé selon ce qui suit :

a. *Pieu court*

À l'aide de D/b (et de e_c/D pour le cas à tête libre), utiliser l'abaque de la figure 1 pour choisir la valeur correspondante de $Q_u/K_p b^3 \gamma'$ et résoudre pour trouver Q_u (en kN).

b. Pieu long

À l'aide de $M_y/b^4 \gamma' K_p$ (et de e_c/b pour le cas à tête libre), utiliser l'abaque de la figure 2 pour choisir la valeur correspondante de $Q_u/K_p b^3 \gamma'$ et résoudre pour trouver Q_u (en kN).

c. Pieu intermédiaire

Calculer Q_u pour un pieu court et pour un pieu long (selon a et b) et adopter la plus faible des deux valeurs ;

10. Déterminer, pour un pieu isolé, la résistance géotechnique latérale pondérée (à l'ÉLUL) Q_m en multipliant Q_u par un coefficient de tenue de 0,5 ;
11. Déterminer la réaction à l'ÉLUT (la charge latérale de service) Q_a en fonction du déplacement admissible choisi par le concepteur (une valeur de 15 mm peut être utilisée en l'absence de plus d'information). À l'aide du facteur ηD (et de e_c/D pour le cas à tête libre), utiliser l'abaque de la figure 3 pour choisir la valeur correspondante de $y(EI)^{3/5} n_h^{2/5}/Q_a D$ et résoudre pour trouver Q_a (en kN) ou y (en m) ;
12. Comparer Q_a et Q_m :
 - si $Q_a > Q_m$, utiliser Q_m et calculer y_m selon l'étape 11
 - si $Q_a < Q_m$, utiliser Q_a et calculer y
 - si Q_a et y ne sont pas disponibles, utiliser Q_m et y_m ;
13. Réduire la capacité des pieux isolés calculée à l'étape 12 en fonction de l'effet de groupe. La réduction est fonction de l'espacement dans le groupe de pieux et le facteur de réduction approprié est déterminé à l'aide du tableau 2 (l'espacement des pieux est calculé centre à centre dans la direction de la charge latérale) :

Tableau 2 : Facteur de réduction de groupe

Espacement des pieux	Facteur de réduction
8b	1,0
6b	0,8
4b	0,5
3b	0,4

14. En ajout à cette méthode, nous recommandons d'ajuster la capacité latérale des pieux inclinés en fonction de leur inclinaison par rapport à la verticale et de l'orientation de la charge latérale. Le tableau 3, dont les valeurs sont tirées du « Foundation engineering handbook », Whiterkorn & Fang (1975), présente les facteurs d'accroissement ou de réduction à appliquer :

Tableau 3 : Facteurs d'accroissement et de réduction pour l'inclinaison

Inclinaison ω du pieu par rapport à la verticale ($^{\circ}$)	Facteur multiplicatif
22,5	0,75
15,0	0,80
7,5	0,90
0	1,00
-7,5	1,08
-15,0	1,16
-22,5	1,22
-30,0	1,27

Dans le tableau 3, le signe de ω doit être déterminé à l'aide de la figure 4 :

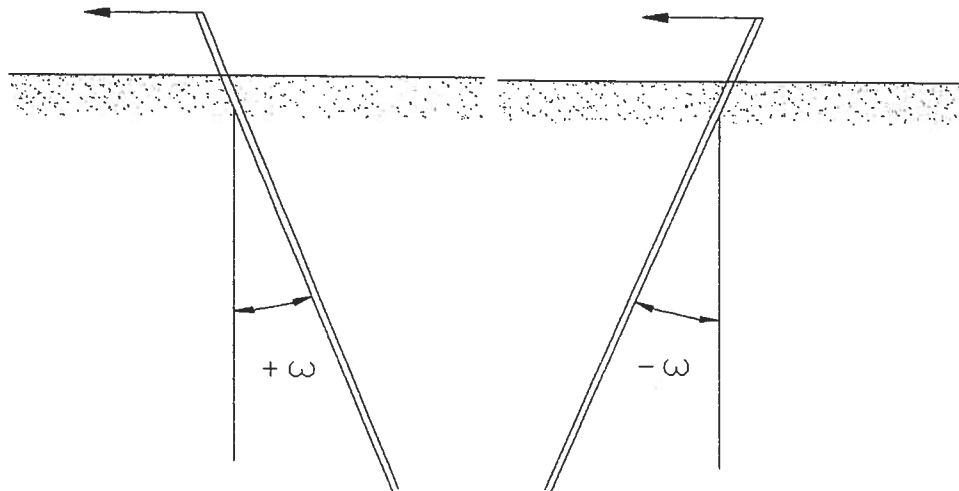


Figure 4 : Détermination du signe de l'inclinaison du pieu

15. Déterminer la capacité totale du groupe de pieux. Il est à noter qu'aucune résistance n'est attribuée au sol entourant la semelle dans laquelle les pieux sont encastrés.

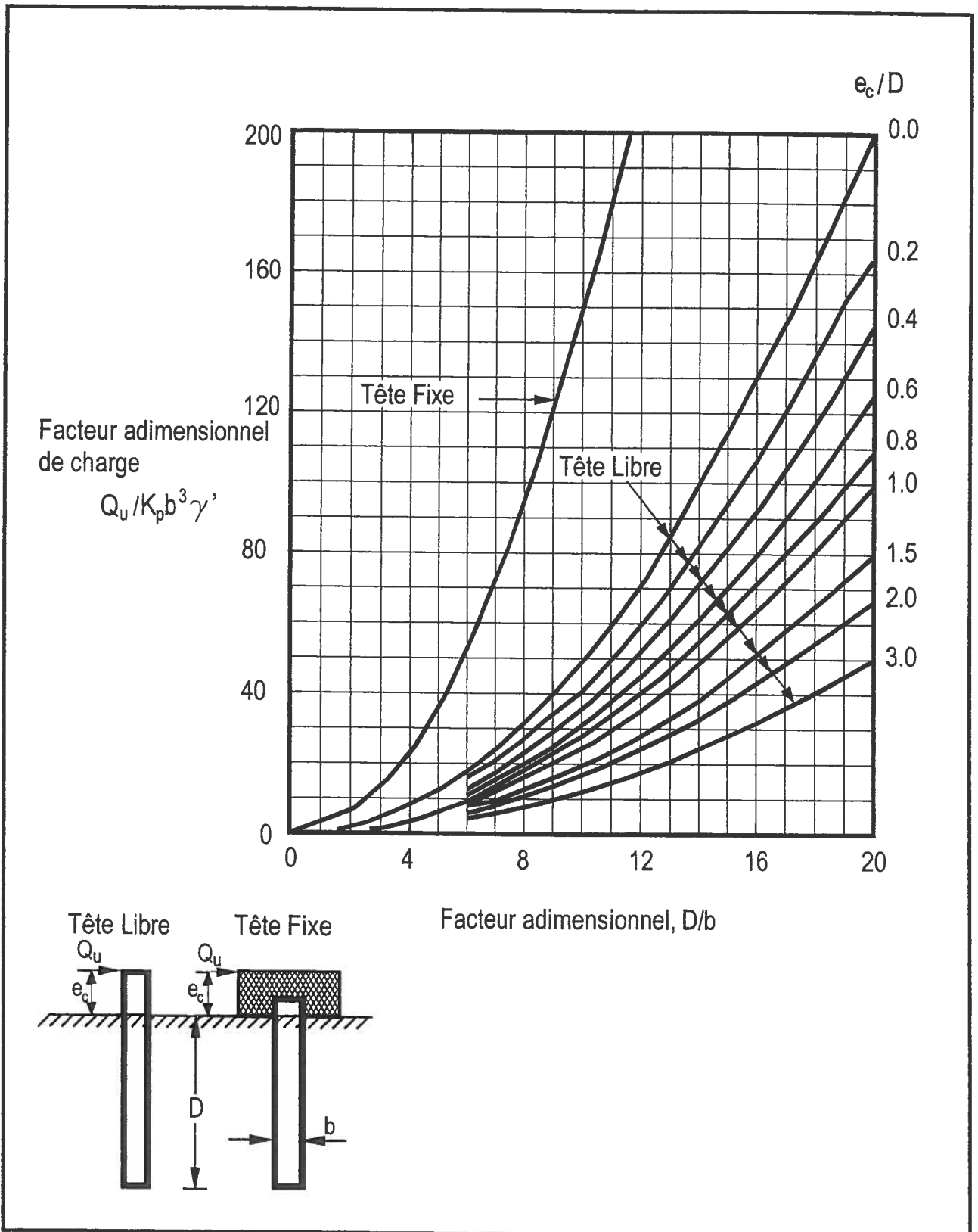


Figure 1 - Capacité à l'ELUL des pieux courts dans les sols sans cohésion

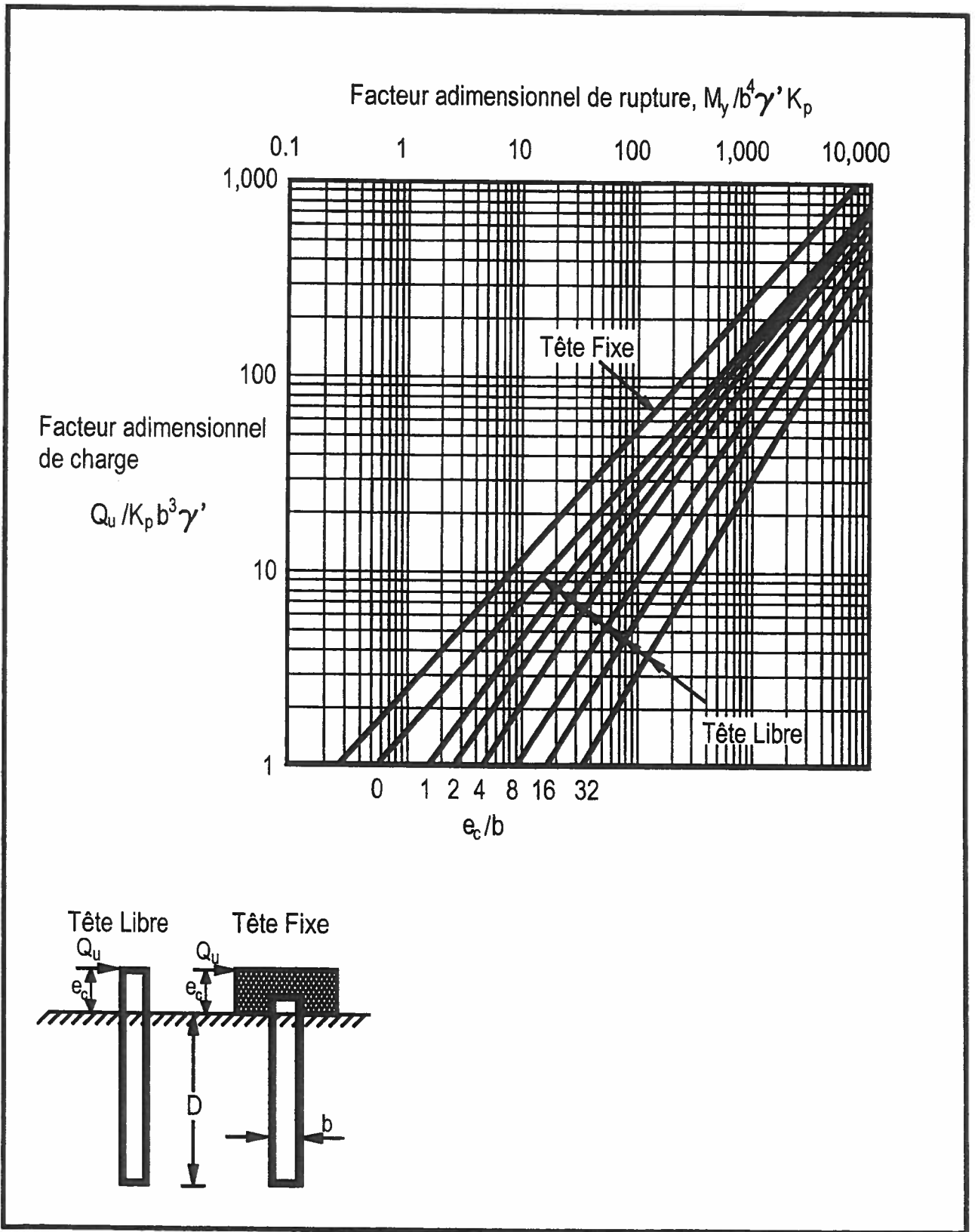


Figure 2 - Capacité à l'ELUL des pieux longs dans les sols sans cohésion

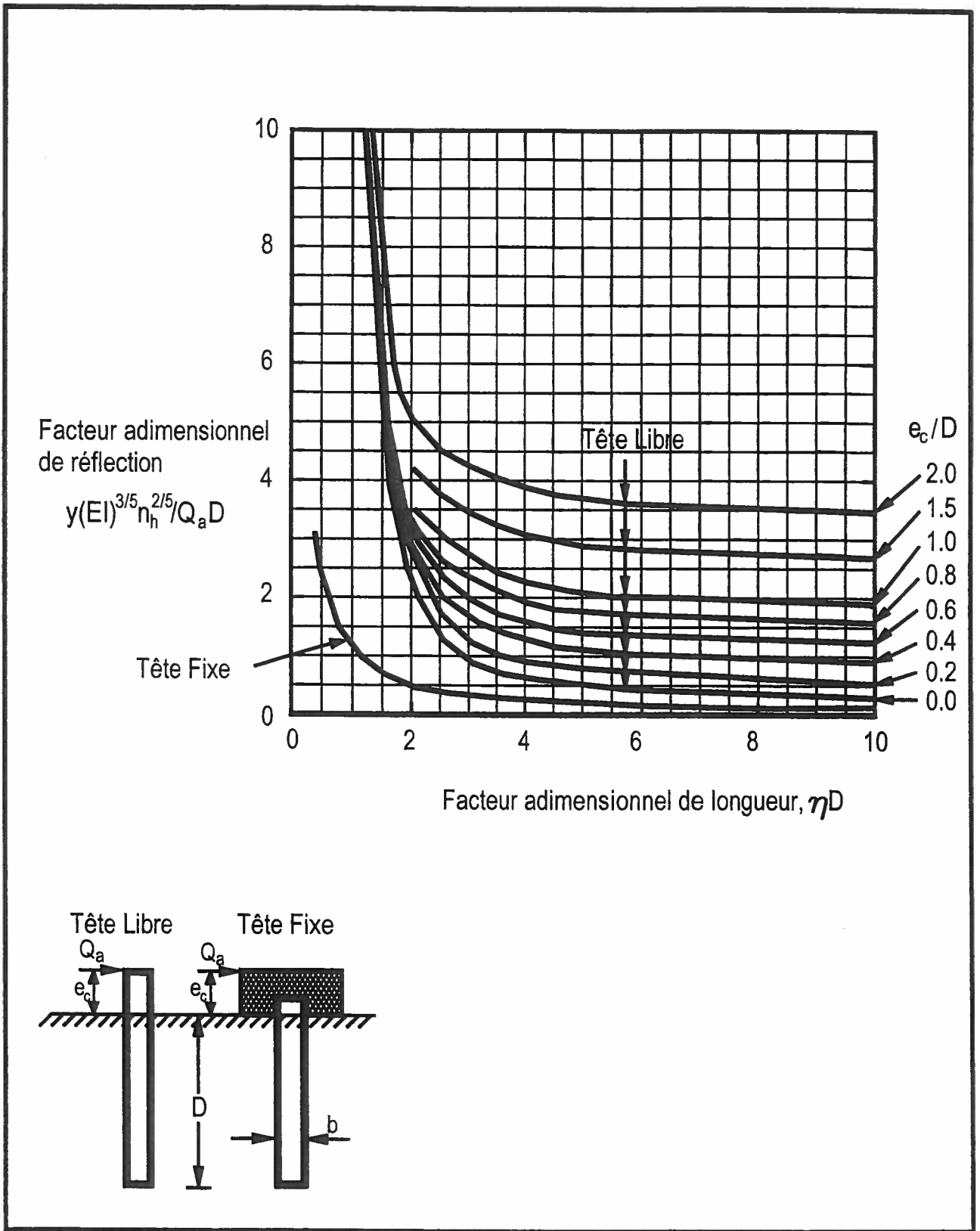


Figure 3 - Capacité à l'ELUT des pieux dans les sols sans cohésion

RÉSISTANCE GÉOTECHNIQUE LATÉRALE PONDÉRÉE (sols cohérents)

Pour la détermination de la résistance géotechnique latérale, il est recommandé d'utiliser la méthode de Broms qui est décrite dans l'article suivant :

- Broms, B.B. *Lateral Resistance of Piles in Cohesive Soils*, Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division - ASCE, vol. 90, n° SM2, Mars 1964, pp. 27-63.

L'approche par étapes décrite ci-dessous est inspirée du manuel *Design and Construction of Driven Pile Foundations*, Workshop Manual vol. 1 de la FHWA, publication no. FHWA HI 97-013, révision de 1998. Elle s'établit comme suit :

1. Déterminer le type de sol (cohérent ou pulvérulent) présent à l'intérieur de la profondeur critique sous la surface (le manuel de la FHWA parle de 4 à 5 fois le diamètre des pieux, Qualitas Bétonsol recommande plutôt une valeur de 5 m). La méthode présentée ici n'est valable que pour les sols cohérents;
2. Déterminer le coefficient de réaction horizontale du sol, K_h à l'aide de la relation suivante :
 $K_h = 67 c_u / b$
où : c_u = résistance en cisaillement non drainé (kPa)
 b = largeur ou diamètre de pieu (m)
3. Ajuster la valeur de K_h déterminée à l'étape 2, en fonction de la consistance du sol cohérent :
 - multiplier K_h par 0,17 à 0,33 pour une argile très molle à molle
 - multiplier K_h par 0,25 à 0,50 pour une argile ferme à très raide
4. Déterminer les propriétés du pieu suivantes :
 - module d'élasticité, E (MPa)
 - moment d'inertie, I (m⁴)
 - module de section, S , autour d'un axe perpendiculaire au plan de chargement (m³)

- contrainte admissible, f_y , dans l'acier, ou résistance à la compression ultime, f'_c , pour le béton (MPa)
- longueur enfouie du pieu, D (m)
- excentricité de la charge appliquée en tête du pieu, e_c , pour les pieux à têtes libres (m)
- facteur de forme C_s (pour pieux d'acier seulement), où :
 1. $C_s = 1,3$ pour un pieu avec section circulaire
 2. $C_s = 1,1$ pour un pieu « H » lorsque la charge latérale est perpendiculaire aux semelles
 3. $C_s = 1,5$ pour un pieu « H » lorsque la charge latérale est parallèle aux semelles
- moment résistant du pieu, M_y , où :
 1. pour des pieux d'acier : $M_y = C_s f_y S$ (kN-m)
 2. pour des pieux de béton : $M_y = f'_c S$ (kN-m);

5. Déterminer le coefficient β :

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{K_h b}{4 E I}} ;$$

6. Déterminer le facteur de longueur adimensionnel égal à β multipliée par D ;

7. Déterminer le type de pieu (court ou long) :

- si $\beta D > 2,25 \rightarrow$ long
- si $\beta D < 2,25 \rightarrow$ court

(Note : pour des valeurs de βD situées entre 2,0 et 2,5, il est suggéré de faire les calculs qui suivent selon les méthodes pour pieu long et court, et de retenir la valeur la plus faible) ;

8. Déterminer la résistance géotechnique latérale ultime, Q_u , d'un pieu isolé selon ce qui suit :

a. *Pieu court*

À l'aide de D/b (et de e_c/D pour le cas à tête libre), utiliser l'abaque de la figure 1 pour choisir la valeur correspondante de $Q_u/c_u b^2$ et résoudre pour trouver Q_u (en kN).

b. Pieu long

- À l'aide de $M_y / c_u b^3$ (et de e_c / b pour le cas à tête libre), utiliser l'abaque de la figure 2 pour choisir la valeur correspondante de $Q_u / c_u b^2$ et résoudre pour trouver Q_u (en kN);
9. Déterminer, pour un pieu isolé, la résistance géotechnique latérale pondérée (à L'ÉLUL) Q_m en multipliant Q_u par un coefficient de tenue de 0,5;
 10. Déterminer la réaction à l'ÉLUT (la charge latérale de service) Q_a en fonction du déplacement admissible choisi par le concepteur (une valeur de 15 mm peut être utilisée en l'absence de plus d'information). À l'aide de βD (et de e_c / D pour le cas à tête libre), utiliser l'abaque de la figure 3 pour choisir la valeur correspondante de $y K_h b D / Q_a$ et résoudre pour trouver Q_a (en kN) ou y (en m);
 11. Comparer Q_a et Q_m :
 - si $Q_a > Q_m$, utiliser Q_m et calculer y_m selon l'étape 10
 - si $Q_a < Q_m$, utiliser Q_a et calculer y
 - si Q_a et y ne sont pas disponibles, utiliser Q_m et y_m ;
 12. Réduire la capacité des pieux isolés calculée à l'étape 11 en fonction de l'effet de groupe. La réduction est fonction de l'espacement dans le groupe de pieux et le facteur de réduction approprié est déterminé à l'aide du tableau 1 ci-après (l'espacement des pieux est calculé centre à centre dans la direction de la charge latérale):

TABLEAU 1
FACTEUR DE RÉDUCTION DE GROUPE

ESPACEMENT DES PIEUX	FACTEUR DE RÉDUCTION
8b	1,0
6b	0,8
4b	0,5
3b	0,4

13. En ajout à cette méthode, il est recommandé d'ajuster la capacité latérale des pieux inclinés en fonction de leur inclinaison par rapport à la verticale et de l'orientation de la charge latérale. Le tableau 2 ci-après, dont les valeurs sont

tirées du *Foundation Engineering Handbook*, Whiterkorn & Fang (1975), présente les facteurs d'accroissement ou de réduction à appliquer :

TABLEAU 2
FACTEURS D'ACCROISSEMENT ET DE RÉDUCTION
POUR L'INCLINAISON

INCLINAISON ω DU PIEU PAR RAPPORT À LA VERTICALE ($^{\circ}$)	FACTEUR MULTIPLICATIF
22,5	0,75
15,0	0,80
7,5	0,90
0	1,00
-7,5	1,08
-15,0	1,16
-22,5	1,22
-30,0	1,27

Dans le tableau 2, le signe de ω doit être déterminé à l'aide de la figure 4 :

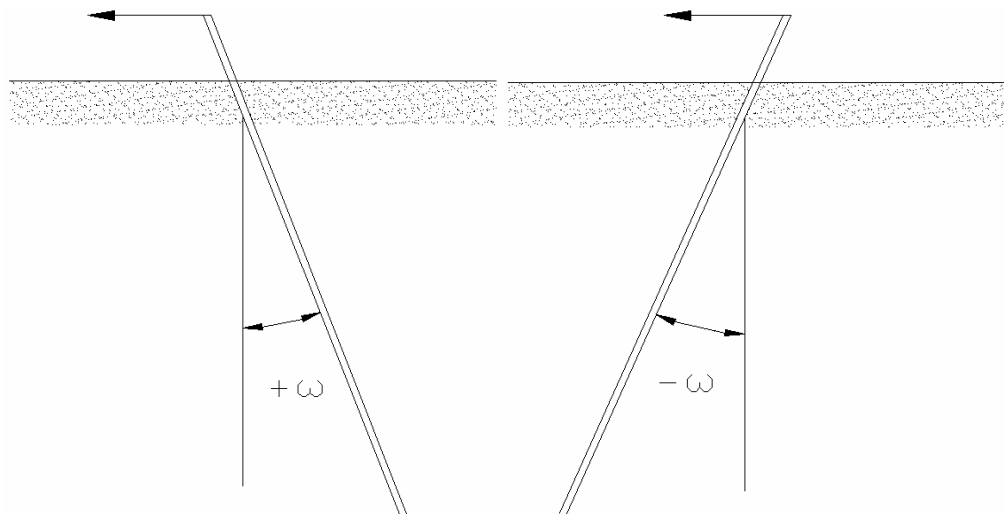


FIGURE 4 : DÉTERMINATION DU SIGNE DE L'INCLINAISON DU PIEU

14. Déterminer la capacité totale du groupe de pieux. Il est à noter qu'aucune résistance n'est attribuée au sol entourant la semelle dans laquelle les pieux sont encastrés.

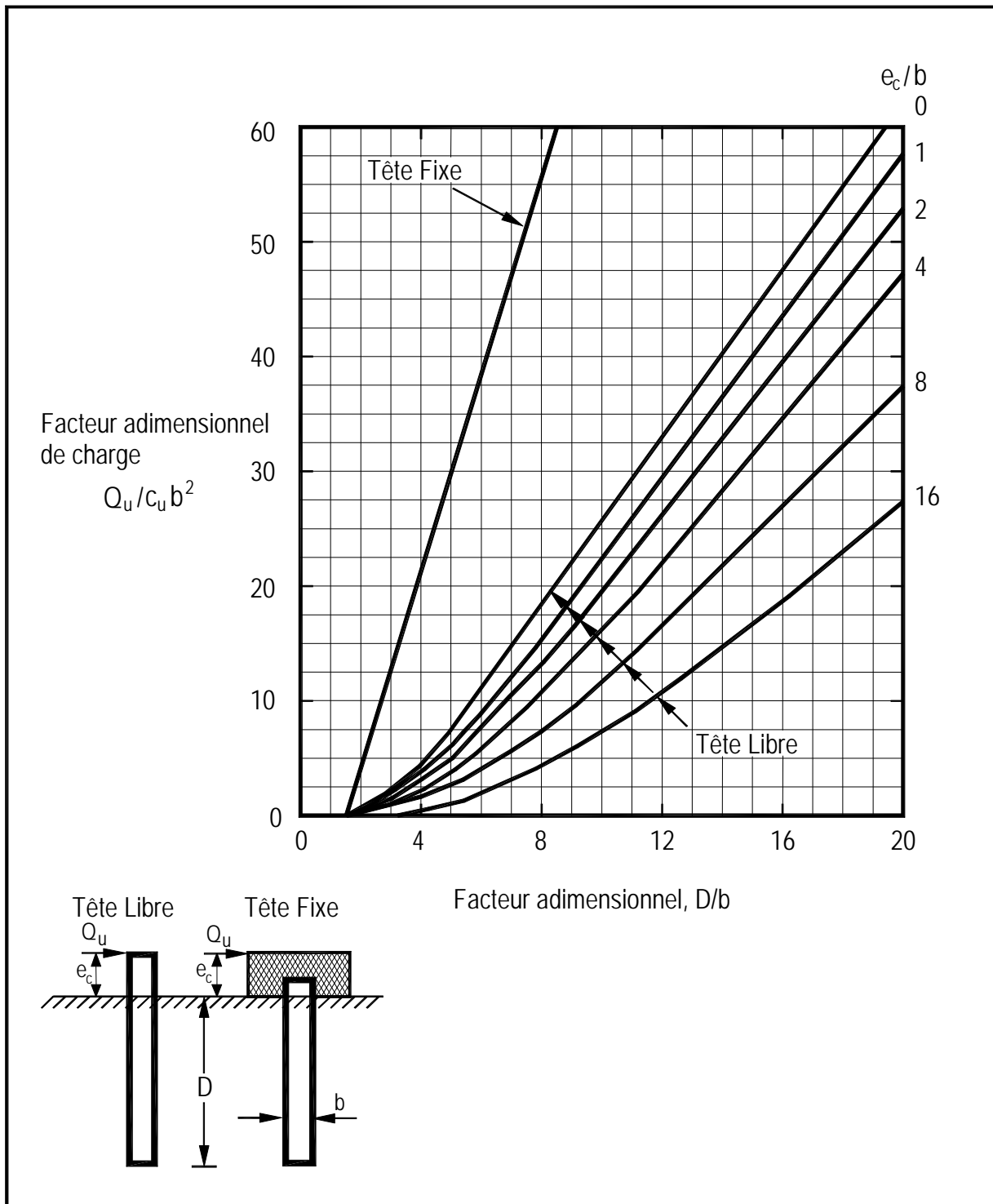


FIGURE 1 – CAPACITÉ À L'ELUL DES PIEUX COURTS DANS LES SOLS COHÉSIFS.

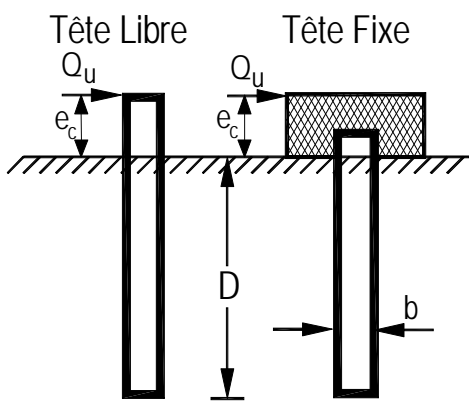
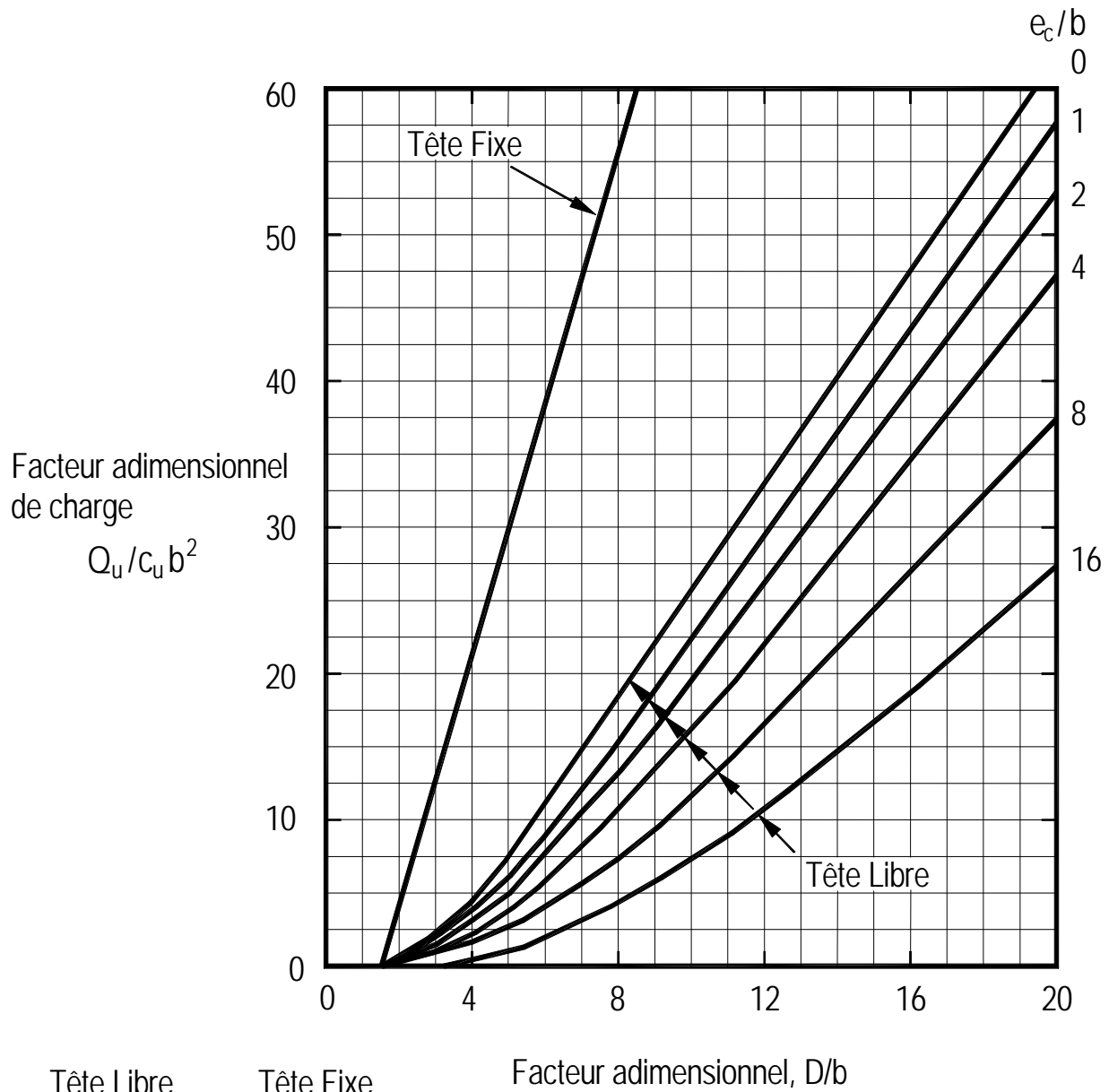


FIGURE 2 - CAPACITÉ À L'ELUL DES PIEUX LONGS DANS LES SOLS COHÉSIFS

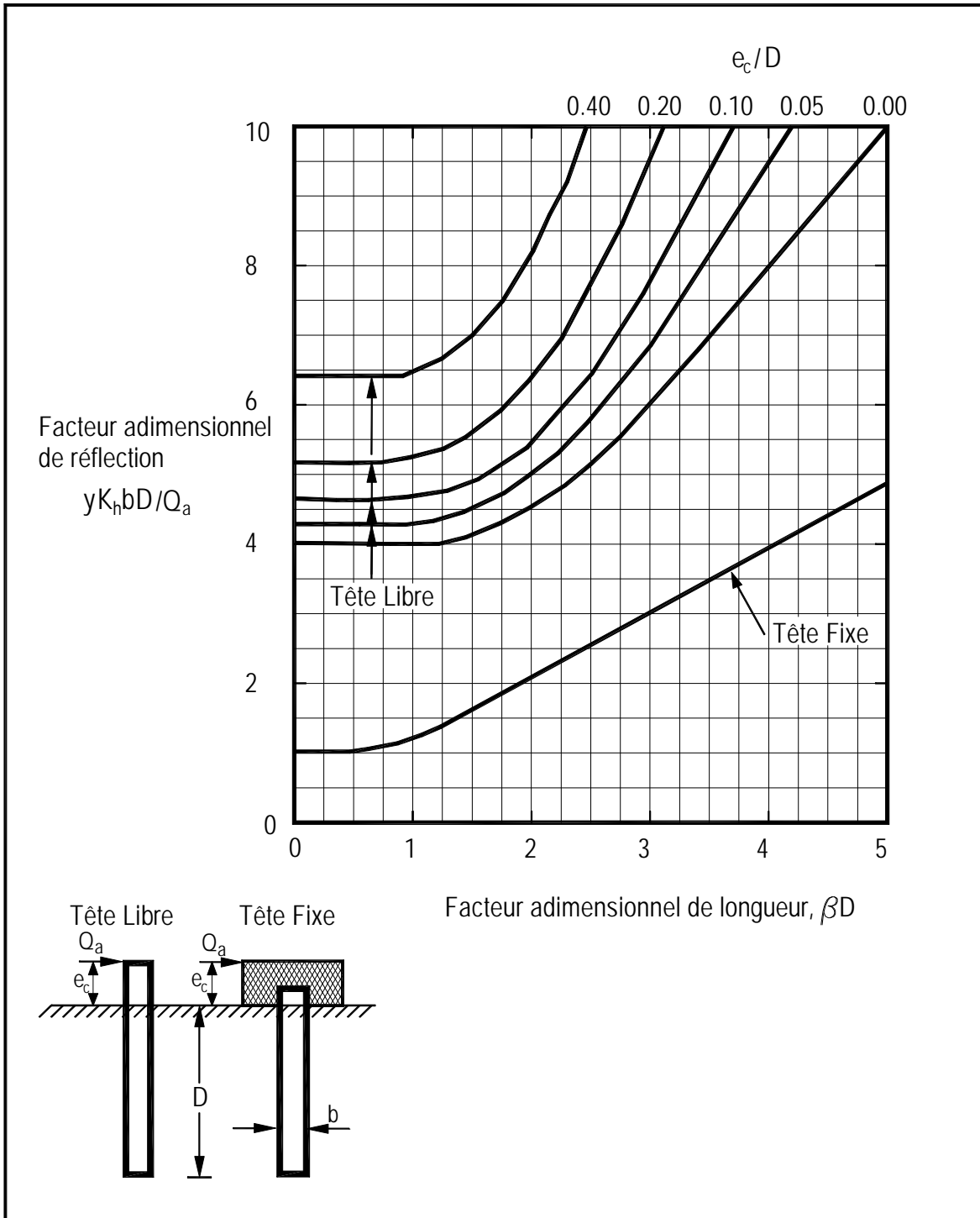


FIGURE 3 - CAPACITÉ À L'ELUT DES PIEUX DANS LES SOLS COHÉSIFS