
Norme internationale



2785

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION • МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ • ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

Directives en vue du choix des tuyaux en amiante-ciment soumis à des charges extérieures avec ou sans pression intérieure

Directives for selection of asbestos-cement pipes subject to external loads with or without internal pressure

Seconde édition — 1986-07-01

iteh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 2785:1986](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/33e1859c-3df1-4778-bfd8-800e93d7db3f/iso-2785-1986)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/33e1859c-3df1-4778-bfd8-800e93d7db3f/iso-2785-1986>

CDU 691.328.5 - 462

Réf. n° : ISO 2785-1986 (F)

Descripteurs : produit en amiante-ciment, tuyau, canalisation avec pression, canalisation sans pression, sélection, détermination, charge, coefficient de sécurité.

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO. Les Normes internationales sont approuvées conformément aux procédures de l'ISO qui requièrent l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 2785 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 77, *Produits en ciment renforcé par des fibres*.

[ISO 2785:1986](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/32a1859c-3df1-4778-bfd8-809e44770c8f/iso-2785-1986)

L'attention des utilisateurs est attirée sur le fait que toutes les Normes internationales sont de temps en temps soumises à révision et que toute référence faite à une autre Norme internationale dans le présent document implique qu'il s'agit, sauf indication contraire, de la dernière édition.

Sommaire

	Page
1	1
2	1
3	1
4	3
4.1	3
4.2	11
4.3	13
5	13
6	19
7	19
8	20
Annexes	
A	22
B	24
C	28
D	33
Bibliographie	38

Page blanche

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 2785:1986

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/33e1859c-3df1-4778-bfd8-800e93d7db3f/iso-2785-1986>

Directives en vue du choix des tuyaux en amiante-ciment soumis à des charges extérieures avec ou sans pression intérieure

1 Objet et domaine d'application

La présente Norme internationale donne des règles concernant le choix des tuyaux en amiante-ciment enterrés soumis à des charges extérieures avec ou sans pression intérieure.

Elle est basée sur une méthode de calcul des pressions extérieures dues au remblai et aux surcharges qui s'exercent sur les tuyaux enterrés, en tenant compte de la rigidité relative entre le tuyau et le sol l'environnant ainsi que des interactions mécaniques entre eux.

Ces principes sont applicables au calcul des charges sur des tuyaux sous pression ainsi que sur des tuyaux d'assainissement et de drainage.

Les conditions normales de pose et d'appui sont décrites, en conformité avec les spécifications de l'ISO 4482, et les coefficients correspondant aux moments fléchissants d'ovalisation maximaux sont déterminés.

Pour l'application de la présente Norme internationale, des valeurs numériques doivent être données aux paramètres utilisés. Les paramètres relatifs aux tuyaux et au sol donnés ont été déterminés empiriquement de sorte que les résultats des calculs soient en bon accord avec les mesures effectuées. Toutefois, étant donné qu'en pratique les valeurs exactes de ces paramètres sont rarement connues, il est de la responsabilité de l'auteur du projet de choisir les valeurs les mieux adaptées.

Des coefficients de sécurité à l'écrasement sont recommandés tant pour les tuyaux avec pression que pour les tuyaux sans pression, et la marche à suivre pour le choix des tuyaux convenables est décrite.

Les coefficients de sécurité pour les tuyaux sous pression sont établis pour des efforts combinés dus aux pressions intérieures et extérieures et ne sont pas inférieurs aux valeurs données dans l'ISO 160.

Les étapes du choix des tuyaux convenables sont les suivantes:

- calcul des charges extérieures totales, comprenant la poussée du remblai, les surcharges extérieures verticales et le poids de l'eau contenue dans les tuyaux (voir chapitre 4);
- choix de l'angle de pose approprié et détermination du coefficient maximal d'ovalisation correspondant (voir chapitre 5);

c) dans le cas de tuyaux d'assainissement ou de drainage, choix d'une série définie dans l'ISO 881, de sorte que les coefficients minimaux de sécurité soient respectés;

d) dans le cas de tuyaux sous pression, choix à partir des charges d'écrasement et de la pression d'éclatement minimales requises. Les tuyaux ainsi choisis doivent être conformes aux spécifications de l'ISO 160.

NOTE — La marche à suivre détaillée en vue du choix des tuyaux est décrite au chapitre 7 pour les tuyaux d'assainissement et de drainage et au chapitre 8 pour les tuyaux sous pression.

2 Références

ISO 160, *Tuyaux et joints en amiante-ciment pour canalisations avec pression.*

ISO 881, *Tuyaux, joints et accessoires en amiante-ciment pour canalisations d'assainissement.*

ISO 4482, *Canalisations en amiante-ciment — Guide de pose.*

3 Symboles et abréviations

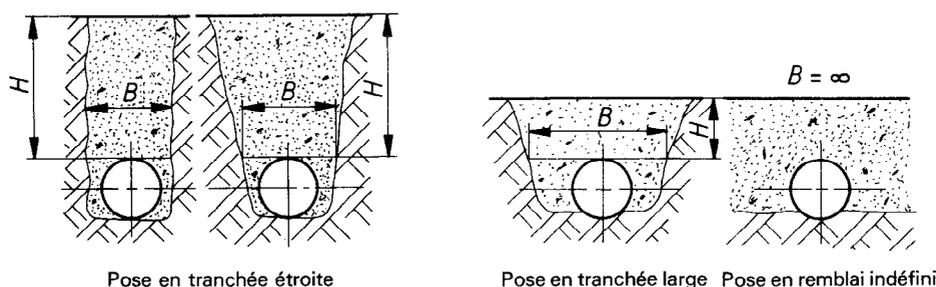
<i>A</i>	: largeur de la surcharge uniformément répartie de faible étendue, en mètres
<i>a</i>	: distance entre les deux roues d'un même essieu de camion, en mètres
<i>B</i>	: largeur de la tranchée mesurée au niveau de la génératrice supérieure du tuyau, en mètres
<i>B'</i>	: distance entre le tuyau et la paroi de la tranchée, en mètres
<i>b</i>	: distance entre deux essieux d'un camion, en mètres
<i>c</i>	: distance diagonale entre deux roues de deux essieux différents d'un camion, en mètres
<i>C, C₉₀</i>	: coefficient de poussée du sol, cas d'une tranchée à parois verticales
<i>C_c</i>	: coefficient de poussée pour des surcharges roulantes concentrées

C_d	: coefficient de poussée pour des surcharges réparties de faible étendue	M_e	: moment fléchissant d'ovalisation maximal à la rupture du tuyau lorsque celui-ci est essayé suivant l'ISO 881 ou l'ISO 160, en kilonewtons mètres par mètre
C_n	: coefficient de poussée pour des surcharges uniformément réparties de grande étendue	M_m	: moment fléchissant d'ovalisation maximal du tuyau enterré, en kilonewtons mètres par mètre
$c_v, c_{v1}, c_{v2}, c_{v3}$: coefficients de déformation verticale du tuyau	M_1	: moment fléchissant d'ovalisation à la rupture d'un tuyau soumis en plus à une pression hydraulique interne p_1
c_{h1}, c_{h2}, c_{h3}	: coefficients de déformation horizontale du tuyau	M_2	: moment fléchissant d'ovalisation maximal admissible, d'un tuyau non soumis à une pression interne
d	: diamètre nominal ou intérieur du tuyau, en millimètres	n	: coefficient de concentration de la charge latérale sur les côtés du tuyau
D	: diamètre extérieur du tuyau, en mètres	p_d	: pression due à une surcharge uniformément répartie, en kilonewtons par mètre carré
e	: base des logarithmes népériens	p_j	: rapport de projection du tuyau
E	: module d'élasticité, en newtons par millimètre carré	p_w	: pression hydraulique de service, en mégapascals
E_p	: module d'élasticité du tuyau, en newtons par millimètre carré	p_1	: pression hydraulique intérieure à la rupture du tuyau quand elle est combinée à un moment fléchissant d'ovalisation M_1
E_s	: module d'élasticité à la compression du sol, en newtons par millimètre carré	p_2	: pression de rupture d'un tuyau non soumis à des charges extérieures
E_t	: module d'élasticité du matériau de revêtement de la route, en newtons par millimètre carré	P_e	: charge de rupture à l'écrasement d'un tuyau essayé conformément à l'ISO 881, en kilonewtons, pour des longueurs de 200 ou 300 mm
E_1, E_2, E_3, E_4	: modules d'élasticité à la compression du sol et du remblai en différents endroits de la tranchée, en newtons par millimètre carré	P_v	: charge maximale par roue, en kilonewtons
H, H_1, H_2	: hauteurs de remblai au-dessus de la génératrice supérieure du tuyau, en mètres	P_{vc}	: pression verticale sur le tuyau, en kilonewtons par mètre carré, due aux surcharges roulantes concentrées
H_e	: hauteur de remblai équivalant au revêtement routier, en mètres	P_{vd}	: pression verticale sur le tuyau, en kilonewtons par mètre carré, due aux surcharges roulantes réparties
HT	: poids lourd	q_v, q_{v1}, q_{v2}	: pression verticale du remblai sur le tuyau, en kilonewtons par mètre carré
I	: module d'inertie de la paroi du tuyau par unité de longueur, en millimètres cubes	q_{vt}	: pression verticale totale sur le tuyau, en kilonewtons par mètre carré, due au remblai et aux charges roulantes
k	: coefficient du moment fléchissant d'ovalisation	q_h, q_{h1}, q_{h2}	: pression horizontale du remblai sur le tuyau, en kilonewtons par mètre carré
k_v, k_h, k_{hp}, k_w	: coefficients des moments fléchissants d'ovalisation dus respectivement aux poussées verticale, horizontale, à la réaction horizontale et au poids d'eau contenue	q_{hp}, q_{hp1}, q_{hp2}	: pression horizontale sur le tuyau, en kilonewtons par mètre carré, due à la réaction du terrain en place
K_1, K_2	: rapports de la pression latérale à la pression verticale du remblai	r	: rayon moyen du tuyau, en mètres
L	: longueur de la surcharge uniformément répartie de faible étendue, en mètres	s	: épaisseur du tuyau, en mètres
LT	: camion jusqu'à 12 tonnes		
m, m_0, m_1, m_m	: coefficients de concentration de la charge verticale due au remblai au-dessus du tuyau		

S_p	: rigidité du tuyau, en newtons par millimètre carré	η_d	: coefficient d'influence de la pression intérieure sur la résistance du tuyau à l'écrasement
S_{sh}	: rigidité horizontale du remblai de part et d'autre du tuyau, en newtons par millimètre carré	η_z	: coefficient d'influence de la charge d'écrasement sur la résistance du tuyau à la pression intérieure
S_{sv}	: rigidité verticale du lit de pose du tuyau, en newtons par millimètre carré	μ	: coefficient de sécurité à l'écrasement d'un tuyau non soumis à une pression intérieure
t_1, t_2	: épaisseur des revêtements routiers, en mètres	ν_d	: coefficient de sécurité à l'écrasement, lorsqu'une pression hydraulique intérieure est appliquée simultanément avec un moment fléchissant d'ovalisation
V_s, V_{s1}	: rapports des rigidités	ν_z	: coefficient de sécurité à l'éclatement, lorsqu'un moment fléchissant d'ovalisation est appliqué simultanément avec une pression hydraulique intérieure
V_{ps}	: rapport de rigidité du système tuyau-sol	ϱ	: angle de frottement interne du remblai
w, w_1, w_2	: poids volumique du remblai, en kilonewtons par mètre cube	ϱ'	: angle de frottement entre le remblai et la paroi de la tranchée
W	: charge d'écrasement par mètre linéaire de tuyau lorsque celui-ci est essayé conformément à l'ISO 160, en kilonewtons par mètre	ϕ	: coefficient dynamique
x_1, x_2, x_3	: paramètres auxiliaires définis dans le texte		
α	: demi-angle de pose du tuyau		
β	: angle d'inclinaison de la paroi de la tranchée		
γ	: poids volumique de l'eau, en kilonewtons par mètre cube		
δ	: coefficient de déformation		
ζ	: facteur de correction		

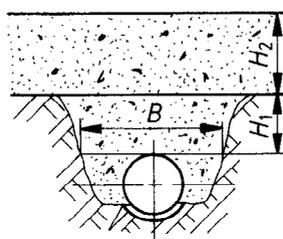
4 Détermination des charges extérieures

4.1 Calcul de la pression du remblai



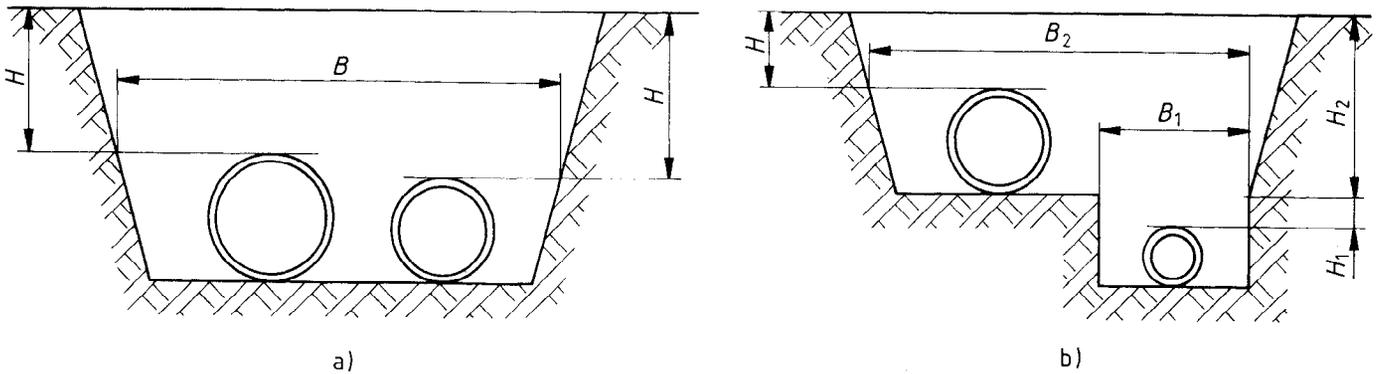
NOTE — Le type 1 comprend la pose en tranchée étroite, en tranchée large et en remblai indéfini.

Figure 1 — Type de pose 1



NOTE — Le type 2 comprend la pose en tranchée sous remblai indéfini.

Figure 2 — Type de pose 2



NOTE — Le type 3 comprend deux ou plusieurs tuyaux dans la même tranchée.

Figure 3 — Type de pose 3

4.1.1 Type de pose 1 (voir figure 1)

4.1.1.1 Pression verticale due au remblai

La valeur de la pression verticale due au remblai dans les conditions de pose 1 est donnée par l'équation

$$q_{v1} = m C w H \quad \dots (4.01)$$

où

q_{v1} est la pression verticale due au remblai sur le tuyau, en kilonewtons par mètre carré;

m est le coefficient de concentration de la pression verticale due au remblai sur le tuyau, calculé selon l'équation (4.11);

C est le coefficient de poussée du sol pour une tranchée à parois verticales, donné par l'équation (4.02) et en annexe A (voir 4.1.1.1.1);

w est le poids volumique du remblai, en kilonewtons par mètre cube (voir tableau 1);

H est la hauteur du remblai au-dessus de la génératrice supérieure du tuyau, en mètres;

$$C = \frac{1 - e^{-2(H/B) K_1 \tan \varrho'}}{2(H/B) K_1 \tan \varrho'} \quad \dots (4.02)$$

e est la base des logarithmes népériens;

B est la largeur de la tranchée mesurée au niveau de la génératrice supérieure du tuyau, en mètres;

K_1 est le rapport de la pression latérale à la pression verticale du remblai au-dessus de la génératrice supérieure du tuyau, suivant la nature du remblai dans cette zone (voir tableau 2);

ϱ' est l'angle de frottement entre le remblai et la paroi de la tranchée; il dépend de l'angle de frottement interne du remblai (voir tableau 1), et du mode de remblaiement et du compactage (voir tableau 3).

Tableau 1 — Caractéristiques des sols pour le calcul des poussées

Groupe de sol	Types de sol ¹⁾	Poids volumique, w kN/m ³	ϱ degrés	Module de compression, $E_s^{2)}$, aux degrés de compactage de proctor standard (%) suivants, après tassement naturel ou compactage N/mm ²					
				85	90	92	95	97	100
1	Sans cohésion	20	35	2,5	6	9	16	23	40
2	De faible cohésion	20	30	1,2	3	4	8	11	20
3	De cohésion moyenne	20	25	0,8	2	3	5	8	14
4	Avec cohésion	20	20	0,6	1,5	2	4	6	10

1) Les quatre types de sol sont les suivants:

- Sans cohésion: gravier, sable;
- De faible cohésion: sable ou gravier non stabilisé;
- De cohésion moyenne: poudre de roche, roche désagrégée, sable argileux;
- Avec cohésion: argile, limon, glaise.

2) Le module de compression au sol, E_s , est mesuré selon la méthode CBR (California Bearing Ratio) en utilisant un disque de 700 cm² de surface.

La valeur de E_s est donnée par l'expression

$$E_s = \frac{1,5}{\pi R} \left(\frac{F}{y} \right)$$

où

R est le rayon du disque;

(F/y) est la pente à l'origine ($y = 0$) de la courbe donnant la charge (F) en fonction du tassement (y), définie par les essais.

Tableau 2 — Rapports de la pression latérale à la pression verticale du remblai

Groupe de sol	K_1	K_2
1	0,5	0,4
2	0,5	0,3
3	0,5	0,2
4	0,5	0,1

NOTE — K_1 et K_2 doivent toujours être choisis sur une même ligne dans ce tableau.

Tableau 3 — Angle de frottement ϱ' suivant les conditions de pose

Cas N°	Conditions de pose	ϱ'
1	Compactage du remblai suivant les spécifications de l'ISO 4482. Parois de tranchée non maintenues ou maintenues par des palplanches amovibles.	$\varrho' = \varrho$
2	Compactage du remblai suivant les spécifications de l'ISO 4482 autour du tuyau. Remblai non compacté au dessus du tuyau, ou remblai hydraulique aux parois maintenues par des palplanches.	$\varrho' = 2/3\varrho$
3	Parois de tranchée maintenues par des planches ou palplanches épaisses retirées après remblayage.	$\varrho' = 0$

NOTE — La valeur de ϱ' ne devrait pas excéder celle de ϱ .

4.1.1.1.1 Influence de l'inclinaison de la paroi de la tranchée

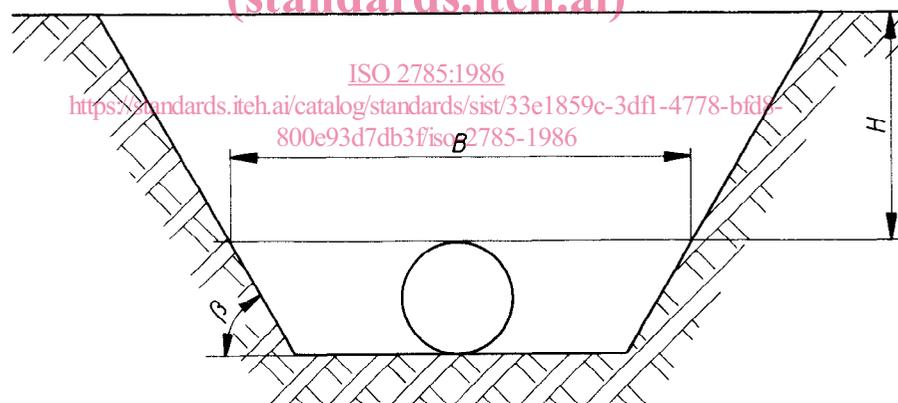


Figure 4 — Tranchée à parois inclinées

Pour une même hauteur du remblai (H) et une même largeur (B), la poussée verticale sur un tuyau est plus importante lorsque les parois de la tranchée sont inclinées que lorsqu'elles sont verticales. L'inclinaison des parois, exprimée par l'angle β , a une influence sur la valeur du coefficient C telle que donnée par les équations (4.03) et (4.04).

Les valeurs de C sont les suivantes:

Pour $0 < \beta < \varrho$: $C = 1$... (4.03)

Pour $\varrho < \beta < 90^\circ$: $C = 1 - \frac{\beta}{90} (1 - C_{90})$... (4.04)

où

ϱ est l'angle de frottement interne du remblai;

C_{90} est donné par l'équation (4.02).

4.1.1.1.2 Répartition de la pression verticale due au remblai et des réactions

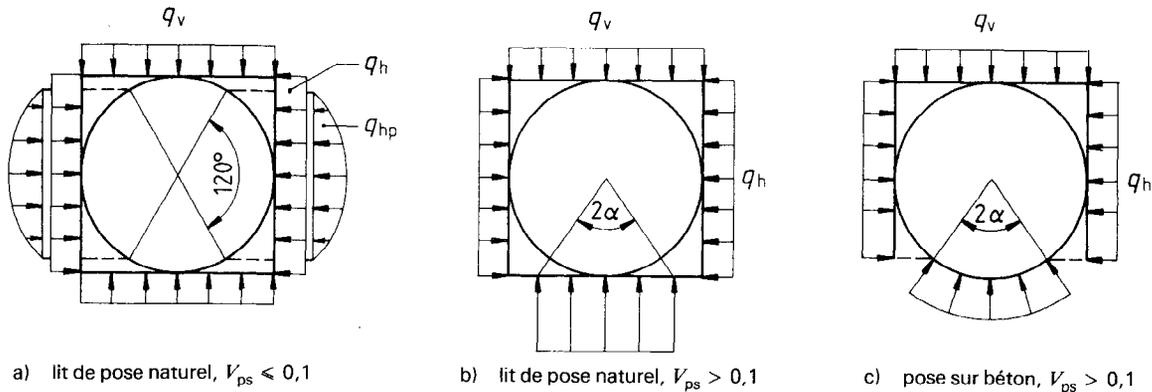


Figure 5 — Répartition des pressions verticales dues au remblai et des réactions

Pour le calcul des moments fléchissants d'ovalisation et de la déflexion du tuyau, la répartition de la pression verticale due au remblai est toujours supposée rectangulaire, comme montrée à la figure 5. (Les différents angles de pose sont décrits au chapitre 5.)

La répartition de la réaction dépend de la rigidité du système tuyau-sol, V_{ps} [voir 4.1.4 et équation (4.22)]:

- Cas 1: Tuyau sur lit de pose naturel et $V_{ps} < 0,1$ suivant figure 5a), c'est-à-dire réaction verticale, répartie sur toute la largeur D du tuyau sans tenir compte de l'angle réel d'appui.
- Cas 2: Tuyau sur lit de pose naturel et $V_{ps} > 0,1$ suivant figure 5b), c'est-à-dire réaction verticale et répartie de façon rectangulaire suivant un angle d'appui 2α .
- Cas 3: Appui rigide (par exemple berceau en béton) et lorsque $V_{ps} > 0,1$ suivant figure 5c), c'est-à-dire réaction radiale et uniformément répartie suivant un angle d'appui 2α .

4.1.1.2 Pression latérale due au remblai

La pression latérale sur le tuyau se compose de la pression q_h résultant de la pression verticale et de la réaction latérale du sol q_{hp} , due à la déformation du tuyau.

La pression latérale due au remblai q_h est distribuée de façon rectangulaire sur toute la hauteur du tuyau dans les cas 1 et 2 [figures 5a) et b)], et seulement au-dessus de l'appui rigide dans les cas 3 [figure 5c)].

La réaction latérale du sol q_{hp} doit être prise en compte seulement dans le cas 1 et répartie paraboliquement suivant un angle au centre de 120° [figure 5a)].

Les deux pressions latérales sont données par les équations suivantes:

$$q_{h1} = n K_2 C w H \quad \dots (4.05)$$

et

$$q_{hp1} = \delta (q_{v1} - q_{h1}) \quad \dots (4.06)$$

où

q_{h1} est la pression latérale due au remblai sur le tuyau, en kilonewtons par mètre carré;

q_{hp1} est la pression maximale due à la réaction du terrain, à la hauteur du centre du tuyau, en kilonewtons par mètre carré;

q_{v1} est donné par l'équation (4.01);

n est le coefficient de concentration de la charge latérale calculée suivant l'équation (4.12);

K_2 est le coefficient de la pression latérale dans la zone du tuyau, donné au tableau 2 pour différentes natures de sol dans cette zone;

δ est le coefficient de déformation donné par l'équation (4.21);

C, w, H ont été définis d'après l'équation (4.01).

4.1.2 Type de pose 2 (voir figure 2)

4.1.2.1 Pression verticale due au remblai

La valeur de la pression verticale due au remblai dans les conditions de pose 2 est donnée par l'équation

$$q_{v2} = m (C w_1 H_1 + C_n w_2 H_2) \quad \dots (4.07)$$

où

q_{v2} est la pression verticale due au remblai sur le tuyau, en kilonewtons par mètre carré;

m, C, w, H ont été définis d'après l'équation (4.01);

les indices 1 et 2 font référence au remblai respectivement au-dessus et au-dessous du terrain naturel (voir figure 2);

C_n est donné par l'équation (4.08) et dans l'annexe A:

$$C_n = e^{-2(H_1/B)} K_1 \tan \varrho' \quad \dots (4.08)$$

H, B, K_1, ϱ' ont été définis d'après l'équation (4.02).

NOTE — Lorsque la tranchée est à parois inclinées (voir figure 4), le coefficient C_n correspondant à l'inclinaison β doit être corrigé selon l'équation (4.03) ou (4.04).

4.1.2.2 Pression latérale due au remblai

Les valeurs des deux pressions latérales, c'est-à-dire q_n , résultant de la pression verticale, et q_{hp} , due à la déformation du tuyau, sont données par les équations suivantes :

$$q_{h2} = n K_2 (C w_1 H_1 + C_n w_2 H_2) \quad \dots (4.09)$$

$$q_{hp2} = \delta (q_{v2} - q_{h2}) \quad \dots (4.10)$$

où tous les symboles sont définis d'après les équations (4.05), (4.06), (4.07) et (4.08).

4.1.3 Type de pose 3 (voir figure 3)

Deux tuyaux peuvent être posés dans la même tranchée sur un même niveau ou sur des niveaux différents, comme montré à la figure 3.

Les pressions dues au remblai sur chaque tuyau [voir figure 3a)] et sur le tuyau supérieur [voir figure 3b)] sont calculées à partir des équations (4.01), (4.05) et (4.06) en tenant compte, pour chaque tuyau, de la hauteur correspondante de remblai H .

Les pressions dues au remblai sur le tuyau inférieur [voir figure 3b)] sont calculées à partir des équations (4.07), (4.09) et (4.10).

NOTES

- 1 La même méthode est à appliquer lorsque plus de deux tuyaux sont posés dans la même tranchée.
- 2 La méthode recommandée dans ce chapitre ne peut être appliquée que si les deux (ou plusieurs) tuyaux sont en amiante-ciment.
- 3 Lors du calcul de la pression due au remblai sur ces tuyaux, le coefficient ζ devrait être calculé à partir de l'équation (4.23a) et non déduit de la figure 8 (voir 4.1.4).

STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

4.1.4 Rapports de rigidité tuyau-sol et coefficients de concentration des pressions dues au remblai

Le coefficient de concentration m des pressions verticales dues au remblai est donné par les équations suivantes :

$$m = \frac{(m_1 - 1) \frac{B}{D} + \frac{4 - m_1}{3}}{3} \quad \text{pour } 1 < \frac{B}{D} < 4 \quad \dots (4.11a)$$

$$m = m_1 = \text{constante} \quad \text{pour } 4 < \frac{B}{D} < \infty \quad \dots (4.11b)$$

Le coefficient de concentration m ne doit pas dépasser la valeur m_{lim} donnée par l'expression suivante :

$$m_{lim} = 1 + 4 K_1 \tan \varrho \quad \dots (4.11c)$$

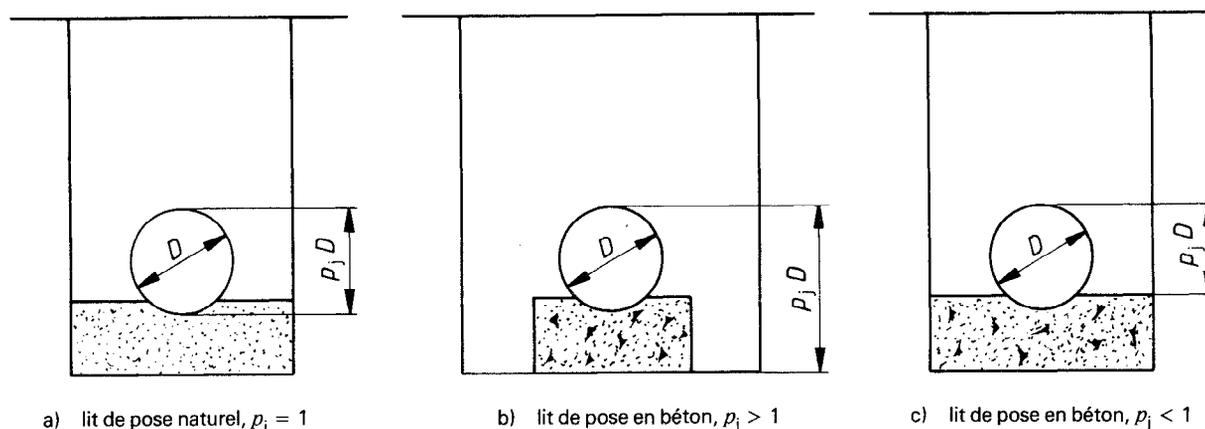


Figure 6 — Rapport de projection p_j et lits de pose

Le coefficient de concentration n des pressions horizontales dues au remblai est donné par l'équation suivante:

$$n = \frac{4 - m_1}{3} \quad \text{pour } 1 < \frac{B}{D} < \infty \quad \dots (4.12)$$

Dans ces équations:

B est la largeur de la tranchée au niveau de la génératrice supérieure du tuyau, en mètres;

D est le diamètre extérieur du tuyau, en mètres;

K_1 est donné au tableau 2;

ρ est donné au tableau 1;

m_1 est donné par les formules suivantes:

$$m_1 = \frac{m_m V_s + (m_m - 1) m_0 V_{s1} / (1 - m_0)}{V_s + (m_m - 1) V_{s1} / (1 - m_0)} \quad \dots (4.13)$$

$$m_0 = \frac{4 K_2}{3 + K_2} \quad \dots (4.14)$$

où K_2 est donné au tableau 2,

$$V_{s1} = \frac{1 - K_2}{1 - (0,25/p_j)} \quad \dots (4.15)$$

où K_2 est donné au tableau 2 et p_j est défini à la figure 6.

$$V_s = S_p / |C_v| S_{sv} \quad \text{si l'on considère la réaction latérale } q_{hp} \quad \dots (4.16a)$$

$$V_s = S_p / |C_{v1}| S_{sv} \quad \text{si l'on néglige la réaction latérale } q_{hp} \quad \dots (4.16b)$$

$$m_m = 1 + \frac{H}{D} \frac{1}{\frac{3,5}{p_j} + 2,2 \frac{E_1}{E_4} \frac{1}{(p_j - 0,25)} + \frac{H}{D} \left[\frac{0,62}{p_j} + 1,6 \frac{E_1}{E_4} \frac{1}{(p_j - 0,25)} \right]} \quad \dots (4.17)$$

Dans ces trois dernières équations, les symboles ont les significations suivantes:

S_p est la rigidité du tuyau:

$$S_p = \frac{E_p}{12} \left(\frac{s}{r} \right)^3 \quad \dots (4.18)$$

s est l'épaisseur du tuyau, en mètres;

r est le rayon moyen du tuyau, en mètres:

$$r = \frac{D - s}{2}$$

D est le diamètre extérieur du tuyau, en mètres;

E_p est le module d'élasticité du tuyau, en newtons par millimètre carré (pour les tuyaux en amiante-ciment, on supposera $E_p = 25\,000 \text{ N/mm}^2$);

H est la hauteur de remblai au-dessus de la génératrice supérieure du tuyau, en mètres;

S_{sv} est la rigidité verticale du lit de pose du tuyau:

$$S_{sv} = E_2 / p_j \quad \dots (4.19)$$

p_j est le rapport de projection (voir figure 6);

$|C_v|$ est la valeur absolue du coefficient de déformation verticale du tuyau (ΔD_v):

$$C_v = C_{v1} + C_{v3} \delta \quad \dots (4.20)$$

C_{v1} est le coefficient de déformation ΔD_v due à q_v (voir tableau 4);

C_{v3} est le coefficient de déformation ΔD_v due à q_{hp} (voir tableau 4);

$$\delta = C_{h1}/(V_{ps} - C_{h3}) \quad \dots (4.21)$$

C_{h1} est le coefficient de déformation ΔD_h due à q_v (voir tableau 4);

C_{h3} est le coefficient de déformation ΔD_h due à q_{hp} (voir tableau 4);

V_{ps} est la rigidité du système tuyau-sol:

$$V_{ps} = S_p/S_{sh} \quad \dots (4.22)$$

S_{sh} est la rigidité horizontale du lit de pose:

$$S_{sh} = 0,6 \zeta E_2 \quad \dots (4.23)$$

ζ est le facteur de correction calculé d'après l'expression ci-après ou déduit de la figure 8:

$$\zeta = \frac{1,662 + 0,639 \left(\frac{B}{D} - 1 \right)}{\left(\frac{B}{D} - 1 \right) + \left[1,662 - 0,361 \left(\frac{B}{D} - 1 \right) \right] \frac{E_2}{E_3}} \quad \dots (4.23a)$$

E_1, E_2, E_3, E_4 sont les modules de compression du sol en différents points du remblai et de la tranchée (voir figure 7), en newtons par millimètre carré.

NOTE — Les valeurs de E_1 et E_2 peuvent être choisies du tableau 1 en fonction du compactage du remblai. Les valeurs E_3 et E_4 seront choisies en fonction du sol réel. Si E_3 et E_4 ne peuvent être connues, supposer pour les sols courants $E_3 = E_2$ et $E_4 = E_3$ comme donné par le tableau 1 pour un compactage proctor de 100 %.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

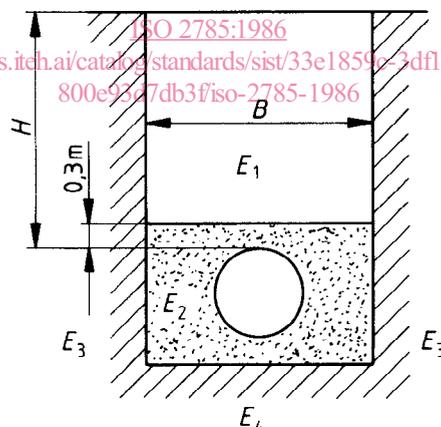


Figure 7 — Modules de compression du sol aux différents points de la tranchée