
**Méthode de calcul des tuyaux en fonte
ductile**

Design method for ductile iron pipes

**iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)**

ISO 10803:1999

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/517af78b-ffb4-4215-a6a9-e704023e8d3b/iso-10803-1999>



Sommaire	Page
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions.....	1
4 Procédure de calcul.....	2
5 Calcul à la pression interne	3
5.1 Formule de calcul	3
5.2 Coefficients de sécurité de calcul.....	4
6 Calcul aux charges externes	4
6.1 Formule de calcul	4
6.2 Charges appliquées au tuyau.....	5
6.2.1 Pression due aux charges des terres	5
6.2.2 Pression due aux charges roulantes.....	6
6.3 Interaction sol-tuyau	6
6.4 Ovalisation admissible du tuyau.....	7
Annexe A (informative) Pressions admissibles	9
Annexe B (informative) Hauteurs de couverture admissibles	10
Annexe C (informative) Types de tranchées.....	30
Annexe D (informative) Classification des sols	31

iTech STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/517af78b-f1b4-4215-a6a9-e704023e8d5b/iso-10803-1999>

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/517af78b-f1b4-4215-a6a9-e704023e8d5b/iso-10803-1999>

© ISO 1999

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

Organisation internationale de normalisation
Case postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse
Internet iso@iso.ch

Imprimé en Suisse

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 en général 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. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 3.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 10803 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 5, *Tuyauteries en métaux ferreux et raccords métalliques*, sous-comité SC 2, *Tuyaux en fonte et raccords et leurs joints*.

Les annexes A à D de la présente Norme internationale sont données uniquement à titre d'information.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 10803:1999](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/517af78b-ffb4-4215-a6a9-e704023e8d3b/iso-10803-1999)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/517af78b-ffb4-4215-a6a9-e704023e8d3b/iso-10803-1999>

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 10803:1999

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/517af78b-ffb4-4215-a6a9-e704023e8d3b/iso-10803-1999>

Méthode de calcul des tuyaux en fonte ductile

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale traite du calcul des tuyaux en fonte ductile destinés au transport de l'eau, des effluents et d'autres fluides

- avec ou sans pression interne;
- avec ou sans charges dues aux terres et au trafic.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de l'ISO et de la CEI possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

ISO 10803:1999

ISO 2531:1998, *Tuyaux, raccords et accessoires en fonte ductile et leurs assemblages pour l'eau ou le gaz.*

ISO 6708:1995, *Composants de réseau de tuyauterie — Définition et sélection des DN (diamètre nominal).*

ISO 7186:1996, *Produits en fonte ductile pour l'assainissement.*

ISO 7268:1983/Amd.1:1984, *Tuyauterie — Définition de la pression nominale — AMENDEMENT 1.*

ISO 10802:1992, *Canalisations en fonte ductile — Essais hydrostatiques après pose.*

3 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, le terme et la définition donnés dans l'ISO 7268:1983/Amd.1:1984 et les suivants s'appliquent.

3.1

pression de fonctionnement admissible

pression interne, coup de bélier exclu, qu'un composant peut supporter de façon sûre en service permanent

3.2

pression maximale de service

pression interne maximale, coup de bélier inclus, qu'un composant peut supporter de façon sûre en service

3.3

pression d'essai admissible

pression hydrostatique interne maximale qui peut être appliquée sur site à un composant d'une conduite nouvellement posée

NOTE Cette pression d'essai diffère de la pression d'essai du réseau, qui dépend de la pression de fonctionnement prévue de la conduite, et est destinée à s'assurer de son intégrité et de son étanchéité.

3.4 enrobage

mode de mise en place et type(s) de matériau autour d'une conduite enterrée qui contribuent à son comportement structurel

Voir Figure 1.

3.5 appui

partie inférieure de l'enrobage, composée du lit de pose (si nécessaire) et de l'assise

Voir Figure 1.

3.6 angle de réaction d'appui

angle conventionnel utilisé dans le modèle de calcul pour tenir compte de la distribution de la pression de sol réelle à la base du tuyau

3.7 compactage

densification intentionnelle du sol pendant le processus de pose

3.8 densité Proctor normale

degré de compactage du sol, tel que défini dans AASHTO T99, en utilisant un mouton de 2,5 kg et une chute de 305 mm

iTeh STANDARD PREVIEW

(standards.iteh.ai)

ISO 10803:1999

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/517af78b-fb4-4215-a6a9-e704023e8d3b/iso-10803-1999>

4 Procédure de calcul

L'épaisseur de paroi du tuyau doit fournir une résistance adéquate à la pression interne du fluide et aux effets des charges externes dues aux remblais et aux véhicules.

En utilisant les formules indiquées dans les articles 5 et 6, le calcul des tuyaux enterrés peut être mené soit en calculant l'épaisseur de paroi du tuyau à partir de la pression interne et des charges externes prévues, soit en déterminant pour chaque classe d'épaisseur de tuyau les pressions et hauteurs de couverture admissibles; celles-ci sont indiquées dans l'annexe A et dans l'annexe B respectivement.

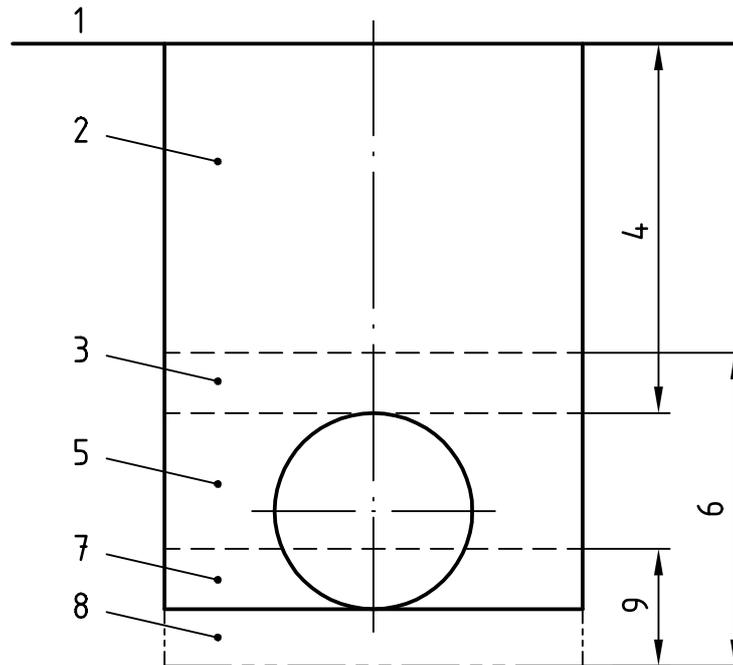
Les formules de calcul permettent la détermination de l'épaisseur minimale de paroi t comme étant la plus grande des épaisseurs t_1 et t_2 :

- t_1 pour résister aux contraintes circonférentielles dues à la pression interne (voir article 5);
- t_2 pour limiter l'ovalisation et les contraintes de flexion causées par les charges externes (voir article 6).

L'épaisseur de paroi requise pour le tuyau est alors déterminée en ajoutant la tolérance de fonderie spécifiée dans l'ISO 2531 à l'épaisseur minimale de paroi t ; la classe d'épaisseur de paroi appropriée peut ainsi être choisie.

Cette procédure est fondée sur le calcul séparé pour la pression interne et pour les charges externes; cela est dû à l'effet marginal de la combinaison des contraintes pour les tuyaux en fonte ductile qui est amplement couverte par les coefficients de sécurité élevés (voir 5.2).

NOTE Les normes et réglementations nationales peuvent spécifier d'autres méthodes de calcul.



Légende

- 1 Surface
- 2 Remblai principal
- 3 Remblai initial
- 4 Hauteur de couverture
- 5 Remblai latéral
- 6 Enrobage
- 7 Assise
- 8 Lit de pose
- 9 Appui

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 10803:1999](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/517af78b-ffb4-4215-a6a9-e704023e8d3b/iso-10803-1999)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/517af78b-ffb4-4215-a6a9-e704023e8d3b/iso-10803-1999>

Figure 1 — Schéma de la tranchée

5 Calcul à la pression interne

5.1 Formule de calcul

$$t_1 = \frac{p(D - t_1)SF}{2R_m}$$

où

t_1 est l'épaisseur minimale de paroi du tuyau pour qu'il résiste aux contraintes circonférentielles dues à la pression interne, en millimètres;

p est la pression interne, en mégapascals (voir 5.2);

D est le diamètre extérieur du tuyau tel que spécifié dans l'ISO 2531, en millimètres;

R_m est la résistance minimale à la rupture en traction du matériau, en mégapascals (420 MPa selon l'ISO 2531);

SF est le coefficient de sécurité de calcul (voir 5.2).

5.2 Coefficients de sécurité de calcul

L'épaisseur minimale de paroi, t_1 , doit être calculée avec un coefficient de sécurité de calcul de 2,5 par rapport à la pression maximale de service et un coefficient de sécurité de calcul de 3 par rapport à la pression de fonctionnement admissible.

NOTE Cela permet d'essayer sur site les conduites en fonte ductile conformément à l'ISO 10802 en appliquant des pressions d'essai pouvant atteindre les pressions d'essai admissibles indiquées dans l'annexe A.

6 Calcul aux charges externes

6.1 Formule de calcul

$$\Delta = 100 \frac{K_x q}{8S + 0,061 E'}$$

où

Δ est l'ovalisation, en pour cent du diamètre extérieur D ;

K_x est un coefficient d'ovalisation qui dépend de l'angle de réaction d'appui;

q est la pression verticale à la génératrice supérieure du tuyau due à toutes les charges externes, en mégapascals;

$S = \frac{EI}{(D - t_m)^3}$ est la rigidité diamétrale du tuyau, en mégapascals (voir ISO 2531 et ISO 7186);

E' est le module de réaction du sol, en mégapascals;

E est le module d'élasticité du matériau de la paroi du tuyau, en mégapascals (170 000 MPa pour la fonte ductile);

$I = \frac{(t_2 + 0,65 + 0,0005DN)^3}{12}$ est le moment d'inertie de la paroi du tuyau par unité de longueur, en millimètres à la puissance trois;

D est le diamètre extérieur du tuyau tel que spécifié dans l'ISO 2531, en millimètres;

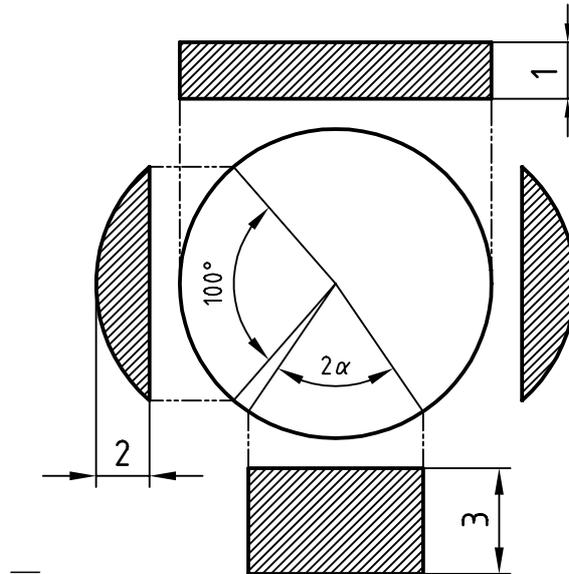
$t_m = \frac{t_2 + t}{2}$ est l'épaisseur de calcul pour la rigidité diamétrale du tuyau, en millimètres;

t_2 est l'épaisseur minimale de paroi du tuyau pour limiter l'ovalisation et les contraintes dues aux charges externes, en millimètres;

t est l'épaisseur nominale de paroi du tuyau (voir 6.4, note 2), en millimètres.

NOTE Cette formule de calcul se fonde sur le modèle de Spangler (voir Figure 2) où la pression verticale q dirigée vers le bas:

- est répartie uniformément sur un diamètre à la partie haute du tuyau;
- est en équilibre avec une pression dirigée vers le haut, uniformément répartie à la base du tuyau sur l'angle de réaction d'appui 2α ;
- provoque une ovalisation du tuyau qui donne naissance à une pression de réaction horizontale sur les flancs du tuyau, à répartition parabolique sur un angle de 100° .



Légende

- | | |
|---|------------------------|
| 1 | q |
| 2 | $0,01\Delta E'$ |
| 3 | $\frac{q}{\sin\alpha}$ |

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

Figure 2 — Modèle de Spangler

6.2 Charges appliquées au tuyau

ISO 10803:1999

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/517af78b-fb4-4215-a6a9-0640236d58/iso-10803-1999>

La pression verticale totale, q , agissant à la partie haute du tuyau est la somme de deux pressions:

$$q = q_1 + q_2$$

où

q_1 est la pression due aux charges des terres;

q_2 est la pression due aux charges roulantes.

NOTE La pression q_2 due aux charges roulantes est plus grande que celle due aux charges statiques normales à la surface du sol; toutefois, toute charge de surface exceptionnelle peut nécessiter une attention particulière.

6.2.1 Pression due aux charges des terres

La formule suivante doit être utilisée pour calculer q_1 à partir du poids du prisme de terre immédiatement au-dessus du tuyau:

$$q_1 = 0,001\gamma H$$

où

q_1 est la pression à la partie haute du tuyau, en mégapascals;

γ est le poids volumique du remblai, en kilonewtons par mètre cube;

H est la hauteur de couverture (distance de la génératrice du tuyau à la surface du sol), en mètres.

En l'absence d'autres données, le poids volumique du remblai doit être pris égal à 20 kN/m^3 , pour couvrir la grande majorité des cas. Cependant, si une étude géotechnique préalable détermine que le poids volumique réel sera inférieur à 20 kN/m^3 , la valeur réelle peut être utilisée pour déterminer q_1 ; ou, si la valeur réelle sera supérieure à 20 kN/m^3 , la valeur réelle doit être utilisée.

6.2.2 Pression due aux charges roulantes

La valeur de q_2 doit être calculée conformément aux normes et règlements nationaux et/ou locaux applicables.

Cependant, la formule simplifiée suivante peut être utilisée pour calculer q_2 puisqu'elle couvre la plupart des règlements et types de trafic:

$$q_2 = 0,04 \frac{\beta}{H} (1 - 2 \times 10^{-4} \text{ DN})$$

où

q_2 est la pression à la génératrice supérieure, en mégapascals;

β est un coefficient de charges roulantes;

H est la hauteur de couverture, en mètres;

DN est le diamètre nominal.

NOTE 1 Cette formule n'est pas applicable lorsque $H < 0,3 \text{ m}$.

Trois types de charges roulantes doivent être pris en compte:

- routes principales; $\beta = 1,5$: c'est le cas général, à l'exclusion des routes d'accès;
- routes d'accès; $\beta = 0,75$: routes où la circulation des camions est interdite;
- zones rurales; $\beta = 0,5$: tous les autres cas.

NOTE 2 Dans certains pays, les réglementations nationales peuvent prescrire l'utilisation de valeurs plus élevées pour β .

Toutes les canalisations doivent être conçues en prenant au moins $\beta = 0,5$, et les canalisations posées le long des routes doivent être conçues pour supporter la totalité des charges roulantes. Enfin, pour les canalisations susceptibles d'être soumises à des charges roulantes particulièrement élevées, un facteur β de 2 ou plus peut être retenu.

NOTE 3 Des prescriptions particulières sont applicables aux canalisations sous les voies ferrées ou sous les aéroports ou soumises à des charges roulantes élevées dues aux engins de construction.

6.3 Interaction sol-tuyau

L'angle de réaction d'appui dépend des conditions de pose (appui, compactage du remblai latéral) et de l'ovalisation du tuyau (particulièrement pour les grands diamètres).

Le module de réaction du sol E' du remblai latéral dépend du type de sol utilisé pour l'enrobage et du type de tranchée (voir annexe C). En l'absence de normes applicables ou d'autres données, les valeurs de E' indiquées dans le Tableau 1 peuvent être utilisées au stade du projet pour cinq types de tranchée courants et six groupes de sol (voir annexe D pour la classification des sols).

NOTE 1 Ces données sont valables pour des tuyaux posés en remblais indéfinis comme en tranchées.

NOTE 2 Une étude géotechnique préliminaire permet une classification du sol et un choix approprié des valeurs de E' .

NOTE 3 Les valeurs de E' indiquées dans le Tableau 1 s'appliquent lorsque le blindage de la tranchée est laissé en place ou retiré de manière à permettre le compactage du remblai latéral au contact du sol en place de la paroi de la tranchée; dans le cas contraire, des valeurs de E' réduites s'appliquent.

NOTE 4 Dans de très mauvais sols, il peut être nécessaire d'utiliser une membrane de stabilisation du sol afin d'empêcher la migration de l'enrobage et la perte de module de réaction du sol E' qui en résulterait.

Tableau 1 — Module de réaction du sol E'

Type de tranchée	1	2	3	4	5
Mise en place de l'enrobage	Déversé	Compactage très léger	Compactage léger	Compactage moyen	Compactage élevé
Densité Proctor normale du remblai latéral	a	> 75	> 80	> 85	> 90
Angle de réaction d'appui (2α)	30°	45°	60°	90°	150°
K_x	0,108	0,105	0,102	0,096	0,085
E' (MPa)					
Groupe de sol A	4	4	5	7	10
Groupe de sol B	2,5	2,5	3,5	5	7
Groupe de sol C	1	1,5	2	3	5
Groupe de sol D	0,5	1	1,5	2,5	3,5
Groupe de sol E	b	b	b	b	b
Groupe de sol F	b	b	b	b	b
<p>a Selon le type de sol et sa teneur en eau, on obtient une densité Proctor normale de 70 % à 80 % en déversant simplement le remblai dans la tranchée.</p> <p>b Utiliser une valeur de E' égale à 0, sauf si l'on est assuré qu'une valeur plus grande peut être obtenue de manière répétitive.</p>					

6.4 Ovalisation admissible du tuyau

L'ovalisation admissible du tuyau Δ_{\max} est indiquée dans le Tableau 2 pour les tuyaux les plus fréquemment utilisés. Ces valeurs fournissent une sécurité suffisante vis-à-vis de la limite élastique en flexion de la paroi du tuyau, de la déformation du revêtement intérieur, de l'étanchéité des assemblages et de la capacité hydraulique des tuyaux. Cependant, les normes nationales et/ou les catalogues des fabricants peuvent introduire des limitations plus strictes, par exemple 3 % pour les revêtements intérieurs de mortier de ciment.

NOTE 1 Pour chaque DN, l'ovalisation admissible, Δ_{\max} , est la plus petite des trois limites suivantes:

- a) $\Delta_1 = 5 \%$;
- b) Δ_2 , qui donne un coefficient de sécurité de 2 par rapport à un dommage irréversible du revêtement intérieur:

— pour les revêtements intérieurs de mortier de ciment ($DN \geq DN 300$):

$$\Delta_2 = 3 + \frac{DN - 300}{500}, \text{ avec un maximum de } 4 \%$$

— pour les revêtements flexibles:

$$\Delta_2 = 2\Delta_3, \text{ avec un maximum de } 10 \%$$

c) Δ_3 , qui donne un coefficient de sécurité de 1,5 par rapport à la limite élastique en flexion de la paroi du tuyau en fonte ductile:

$$\Delta_3 = 100 \frac{R_f (D - t)}{SF \cdot E \cdot t \cdot DF}$$

où

- R_f est la limite d'élasticité en flexion du matériau de la paroi du tuyau ($R_f = 500$ MPa pour la fonte ductile);
- D est le diamètre extérieur du tuyau tel que spécifié dans l'ISO 2531 et l'ISO 7186, en millimètres;
- t est l'épaisseur nominale de paroi du tuyau, en millimètres;
- SF est le coefficient de sécurité (= 1,5);
- E est le module d'élasticité du matériau de la paroi du tuyau ($E = 170\,000$ MPa pour la fonte ductile);
- DF est le coefficient de déformation qui dépend surtout de la rigidité diamétrale du tuyau (pour les tuyaux en fonte ductile, $DF = 3,5$).

NOTE 2 L'épaisseur nominale de paroi du tuyau, t , est telle que spécifiée dans l'ISO 2531 pour les tuyaux conformes à l'ISO 2531. Pour les tuyaux conformes à l'ISO 7186, t est égale à l'épaisseur minimale de paroi indiquée dans l'ISO 7186 augmentée de la tolérance de fabrication ($1,3 + 0,001DN$, en millimètres).

Tableau 2 — Ovalisation admissible du tuyau

DN	Δ_{max} (%)					
	Tuyaux conformes à l'ISO 7186		Tuyaux conformes à l'ISO 2531			
			K9		K10	
	Revêtement de mortier de ciment	Revêtement flexible ^a	Revêtement de mortier de ciment	Revêtement flexible ^a	Revêtement de mortier de ciment	Revêtement flexible ^a
40	—	—	0,45	0,45	0,45	0,45
50	—	—	0,55	0,55	0,55	0,55
60	—	—	0,65	0,65	0,65	0,65
65	—	—	0,70	0,70	0,70	0,70
80	—	—	0,85	0,85	0,85	0,85
100	1,65	1,65	1,05	1,05	1,05	1,05
125	2,00	2,00	1,30	1,30	1,20	1,20
150	2,30	2,30	1,55	1,55	1,40	1,40
200	2,70	2,70	1,90	1,90	1,70	1,70
250	2,95	2,95	2,20	2,20	2,00	2,00
300	3,00	3,20	2,50	2,50	2,25	2,25
350	3,10	3,50	2,70	2,70	2,45	2,45
400	3,20	3,75	2,90	2,90	2,60	2,60
450	3,30	3,95	3,05	3,05	2,75	2,75
500	3,40	4,20	3,25	3,25	2,90	2,90
600	3,60	4,55	3,55	3,55	3,20	3,20
700	3,80	4,25	3,75	3,75	3,40	3,40
800	4,00	4,50	4,00	4,00	3,55	3,55
900	4,00	4,65	4,00	4,15	3,75	3,75
1 000	4,00	4,85	4,00	4,30	3,85	3,85
1 100	4,00	4,45	4,00	4,45	4,00	4,00
1 200	4,00	4,55	4,00	4,55	4,00	4,10
1 400	4,00	4,75	4,00	4,75	4,00	4,25
1 500	4,00	4,80	4,00	4,80	4,00	4,35
1 600	4,00	4,90	4,00	4,90	4,00	4,40
1 800	4,00	5,00	4,00	5,00	4,00	4,50
2 000	4,00	5,00	4,00	5,00	4,00	4,60
2 200	4,00	5,00	4,00	5,00	4,00	4,70
2 400	4,00	5,00	4,00	5,00	4,00	4,75
2 600	4,00	5,00	4,00	5,00	4,00	4,85

^a Les revêtements flexibles sont les revêtements qui peuvent admettre sans se fissurer une ovalisation du tuyau égale à deux fois Δ_{max} .