
Norme internationale



7336

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

Canalisations en amiante-ciment — Principes directeurs pour le calcul hydraulique

Asbestos-cement pipelines — Guidelines for hydraulic calculation

Première édition — 1984-05-15

ITEH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 7336:1984](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d9adaca-832d-45d4-a9c0-a2e818309645/iso-7336-1984)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d9adaca-832d-45d4-a9c0-a2e818309645/iso-7336-1984>

CDU 691.328.5-462 : 532.542

Réf. n° : ISO 7336-1984 (F)

Descripteurs : produit en amiante-ciment, canalisation, écoulement de fluide, eau, calcul, viscosité, viscosité cinématique, formule mathématique.

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 correspondant. 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.

La Norme internationale ISO 7336 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 77, *Produits en ciment renforcé par des fibres*, et a été soumise aux comités membres en novembre 1982.

Les comités membres des pays suivants l'ont approuvée : [ISO 7336:1984](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/df9adaca-832d-45d4-a9c0-a2e818308645/iso-7336-1984)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/df9adaca-832d-45d4-a9c0-a2e818308645/iso-7336-1984>

Afrique du Sud, Rép. d'	France	Nigeria
Allemagne, R.F.	Grèce	Pays-Bas
Autriche	Inde	Pologne
Belgique	Iran	Portugal
Brésil	Irlande	Suisse
Canada	Israël	Tchécoslovaquie
Chine	Italie	Venezuela
Colombie	Maroc	Yougoslavie
Égypte, Rép. arabe d'	Mexique	
Espagne	Nouvelle-Zélande	

Les comités membres des pays suivants l'ont désapprouvée pour des raisons techniques :

Australie
Royaume-Uni
URSS

Sommaire

Page

1	Objet et domaine d'application	1
2	Formule conseillée	1
2.1	Généralités	1
2.2	Valeurs conseillées de k et de v pour des conduites véhiculant de l'eau potable ..	1
2.3	Valeurs conseillées de k et v pour des conduites véhiculant des eaux usées ..	2
3	Autres formules	2
3.1	Généralités	2
3.2	Formules empiriques pour des conduites véhiculant de l'eau potable	2
3.3	Formules empiriques pour des conduites véhiculant des eaux usées	3
4	Écoulement dans des conduites partiellement remplies	4
4.1	Généralités	4
4.2	Caractéristiques géométriques	4
4.3	Caractéristiques hydrauliques	4
	Bibliographie	5

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 7336:1984
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d9adaca-832d-45d4-a9c0-16991d456153/iso-7336-1984>

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 7336:1984

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d19adaca-832d-45d4-a9c0-a2e818309645/iso-7336-1984>

Canalisations en amiante-ciment — Principes directeurs pour le calcul hydraulique

1 Objet et domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie les formules les plus courantes ainsi que les coefficients de perte de charge correspondants pour le calcul des écoulements dans les conduites en amiante-ciment véhiculant des eaux potables ou usées, à pleine section ou non, à l'exception des systèmes de canalisation de bâtiment.

Le débit d'une conduite est le produit de la section mouillée par la vitesse moyenne d'écoulement.

2.2 Valeurs conseillées de k et de ν pour des conduites véhiculant de l'eau potable¹⁾

2.2.1 Rugosité uniforme équivalente k

2.2.1.1 Les valeurs conseillées pour k , dans ce paragraphe, correspondent à des canalisations nouvelles ou anciennes en amiante-ciment^[1, 2]. Les mêmes valeurs de k doivent être prises en compte dans l'équation (1) que les tuyaux soient revêtus à l'intérieur ou non.

2.2.1.2 Pour conduites principales dans lesquelles, hormis les joints, les pièces de raccord sont peu nombreuses :

$$k = 25 \times 10^{-6} \text{ m}$$

2.2.1.3 Pour conduites de distribution dans lesquelles, en plus des joints, il y a des pièces de raccords (coudes, cônes, branchements individuels, vannes, ventouses, etc.), pour tenir compte de toutes ces pertes de charges :

$$k = 100 \times 10^{-6} \text{ m}$$

2 Formule conseillée

2.1 Généralités

Pour le calcul de la vitesse d'écoulement, il est conseillé d'utiliser l'équation suivante de Colebrook-White basée sur la théorie de Prandtl-Karman sur les turbulences :

$$v = -2 \sqrt{2gdJ} \log [(k/3,71d) + (2,51\nu/d\sqrt{2gdJ})] \dots (1)$$

où

v est la vitesse d'écoulement, en mètres par seconde;

g est l'accélération due à la pesanteur, en mètres par seconde carrée;

d est le diamètre nominal intérieur du tuyau, en mètres;

J est la perte de charge, en mètres par mètre;

ν est la viscosité cinématique du fluide, en mètres carrés par seconde;

k est la rugosité uniforme équivalente de la surface intérieure du tuyau, en mètres.

NOTE — La formule (1) peut être appliquée en utilisant des tableaux appropriés, des graphiques ou des règles à calcul.

2.2.2 Viscosité cinématique ν

La valeur de la viscosité cinématique dans l'équation (1), est fonction de la température de l'eau potable. Elle est donnée au tableau 1.

Tableau 1 — Viscosité cinématique de l'eau^[3]

Température °C	$10^6 \nu$ m ² /s	Température °C	$10^6 \nu$ m ² /s
5	1,521	45	0,604
10	1,310	50	0,556
15	1,148	55	0,514
20	1,007	60	0,478
25	0,897	65	0,446
30	0,804	70	0,417
35	0,725	75	0,392
40	0,661	80	0,366

NOTE — Dans le cas de températures intermédiaires à celles données ci-dessus, ν peut être calculé par interpolation.

1) Les mêmes valeurs sont utilisables pour des conduites véhiculant tout autre type d'eau non chargée.

2.3 Valeurs conseillées de k et ν pour des conduites véhiculant des eaux usées

2.3.1 Rugosité uniforme équivalente k

2.3.1.1 Les valeurs conseillées pour k , dans ce paragraphe, correspondent à des conduites en amiante-ciment remplies de boue jusqu'à mi-hauteur. Les mêmes valeurs de k dans l'équation (1) doivent être prises en compte, que les tuyaux soient revêtus ou non.

2.3.1.2 Pour collecteurs sans branchements ni regards :

$$k = 250 \times 10^{-6} \text{ m}^*$$

2.3.1.3 Pour collecteurs avec branchements et regards :

$$k = 400 \times 10^{-6} \text{ m}^*$$

2.3.2 Viscosité cinématique ν

La viscosité cinématique des eaux usées dépend de leur température ainsi que du type et de la quantité de matières en suspension. À température égale, la viscosité cinématique des eaux usées est habituellement plus grande que celle des eaux non chargées.

Pour des calculs pratiques, la valeur pour la viscosité cinématique des eaux usées dans l'équation (1) est la suivante :

$$\nu = 1,31 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \quad (T = 12^\circ\text{C})$$

3 Autres formules

3.1 Généralités

On a l'habitude de se servir d'un certain nombre de formules empiriques de la forme générale

$$v = \mu d^x J^y \quad \dots(2)$$

pour le calcul de l'écoulement dans des conduites complètement remplies. Elles peuvent être utilisées pour les tuyaux en amiante-ciment pourvu que les coefficients de perte de charge μ correspondants soient convenablement calculés pour chaque formule à partir des équations (3) et (4) :

$$\mu = (2g)^\lambda \lambda^{-y} d^{(y-x)} \nu^{(1-2y)} \quad \dots(3)$$

$$\lambda^{-0,5} = -2 \log [(k/3,71d) + (2,51\nu/d \sqrt{2gdJ})] \quad \dots(4)$$

dans lesquelles tous les symboles ont la même signification que dans l'équation (1).

Les formules exponentielles les plus utilisées ainsi que les coefficients de perte de charge correspondant aux rugosités indiquées en 2.2 et 2.3 pour l'équation de Colebrook-White sont données en 3.2 et 3.3.

3.2 Formules empiriques pour des conduites véhiculant de l'eau potable

3.2.1 Généralités

Les coefficients de perte de charge correspondant aux trois formules données dans ce paragraphe ont été calculés à partir des équations (3) et (4) avec les hypothèses suivantes :

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$\nu = 1,148 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \quad (T = 15^\circ\text{C})$$

k est en accord avec 2.2.1.2 et 2.2.1.3

3.2.2 Formule de Hazen-Williams

$$v = 0,355 C d^{0,63} J^{0,54} \quad \dots(5)$$

où

v est la vitesse d'écoulement, en mètres par seconde;

d est le diamètre nominal, en mètres;

J est la perte de charge, en mètres par mètre;

C est le coefficient de perte de charge donné au tableau 2.

Tableau 2 — Coefficient C de Hazen-Williams

Diamètre nominal mm	Conduites principales	Conduites de distribution
50 à 100	142	129
125 à 250	145	133
300 à 450	148	136
500 et plus	150	140

3.2.3 Formule de Scimemi

$$v = k_{sc} d^{0,68} J^{0,56} \quad \dots(6)$$

où v , d , J sont les mêmes que définis en 3.2.2 et k_{sc} est donné au tableau 3.

Tableau 3 — Coefficient k_{sc} de Scimemi

Diamètre nominal mm	Conduites principales	Conduites de distribution
50 à 700	61,5	56,0
800 à 1 400	60,0	56,0
1 500 à 2 500	59,0	55,0

NOTE — Il est courant de remplacer dans la formule de Scimemi le diamètre d par le rayon hydraulique $R (= d/4)$. Dans ce cas, les coefficients du tableau 3 doivent être multipliés par 2,567.

* Les normes nationales peuvent spécifier des valeurs de k plus élevées.

3.2.4 Formule de Strickler

$$v = k_{st} d^{2/3} J^{1/2} \quad \dots(7)$$

où v , d , J sont les mêmes que définis en 3.2.2 et k_{st} est donné au tableau 4.

Tableau 4 — Coefficient k_{st} de Strickler

Diamètre nominal mm	Conduites principales	Conduites de distribution
50 à 300	46,7	43,4
350 à 700	43,6	40,9
800 à 1 200	41,4	39,1
1 300 à 2 500	39,1	37,1

NOTE — La formule de Strickler est quelquefois présentée avec le rayon hydraulique R ($= d/4$). Dans ce cas, les coefficients du tableau 4 doivent être multipliés par 2,520.

3.3 Formules empiriques pour des conduites véhiculant des eaux usées

3.3.1 Généralités

Les coefficients de perte de charge correspondant aux trois formules données dans ce paragraphe ont été calculés à partir des équations (3) et (4) dans lesquelles le diamètre d a été remplacé par le rayon hydraulique R ($d = 4 R$) pour conduites complètement remplies et avec les hypothèses suivantes :

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$v = 1,31 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \text{ (voir 2.2.2)}$$

k est en accord avec 2.3.1.2 et 2.3.1.3

Les coefficients de perte de charge indiqués correspondent à des vitesses d'écoulement variant de 0,7 à 3 m/s.

3.3.2 Formule de Manning

$$v = R^{2/3} J^{1/2} / n \quad \dots(8)$$

où

v est la vitesse d'écoulement, en mètres par seconde;

R est le rayon hydraulique de la section mouillée, en mètres;

J est la perte de charge, en mètres par mètre, égale à la pente de la conduite partiellement remplie;

n est le coefficient de perte de charge donné au tableau 5.

Tableau 5 — Coefficient n de Manning

Diamètre nominal mm	Conduites sans branchements ni regards	Conduites avec branchements et regards
100 à 300	0,010	0,011
350 à 600	0,011	0,011
700 à 1 600	0,011	0,012
1 700 à 2 500	0,012	0,012

3.3.3 Formule de Manning-Strickler

Quand la formule de Manning est écrite de la manière suivante :

$$v = k_{ms} R^{2/3} J^{1/2} \quad \dots(8a)$$

elle est alors dite de Manning-Strickler. Le coefficient k_{ms} est égal à l'inverse du coefficient de Manning n et il est donné au tableau 6.

Tableau 6 — Coefficient k_{ms} de Manning-Strickler

Diamètre nominal mm	Conduites sans branchements ni regards	Conduites avec branchements et regards
100 à 300	105	100
350 à 600	100	95
700 à 1 600	95	90
1 700 à 2 500	90	85

NOTE — Les valeurs de k_{ms} diffèrent légèrement des inverses du n du tableau 5 car elles ont été arrondies.

3.3.4 Formule de Chézy-Bazin

La formule de Chézy pour un écoulement à surface libre permanent dans des canaux est la suivante :

$$v = C R^{1/2} J^{1/2} \quad \dots(9a)$$

où R et J sont les mêmes que définis en 3.3.2, tandis que C est le coefficient d'écoulement défini comme suit par Bazin :

$$C = 87 / (1 + mR^{-1/2}) \quad \dots(9b)$$

où m est le coefficient de perte de charge de Bazin donné au tableau 7. La formule de Chézy-Bazin devient

$$v = 87 R^{1/2} J^{1/2} / (1 + mR^{-1/2}) \quad \dots(9)$$

Tableau 7 — Coefficient m de Bazin

Diamètre nominal mm	Conduites sans branchements ni regards		Conduites avec branchements et regards	
	$v = 0,75 \text{ m/s}$	$v = 3,00 \text{ m/s}$	$v = 0,75 \text{ m/s}$	$v = 3,00 \text{ m/s}$
100 à 1 000	0,110	0,100	0,140	0,130
1 100 à 2 000	0,105	0,095	0,140	0,130
2 100 à 2 500	0,090	0,075	0,120	0,110

4 Écoulement dans des conduites partiellement remplies

4.1 Généralités

La formule conseillée (1) peut être utilisée pour des conduites partiellement remplies sous réserve que les résultats en soient ensuite convenablement corrigés selon 4.2 et 4.3.

Les formules (8), (8a) et (9) peuvent être utilisées pour calculer l'écoulement dans les conduites complètement ou partiellement remplies sans aucune correction. La valeur du rayon hydraulique R est en effet fonction de la hauteur de remplissage ($R = A/p =$ rapport de la section remplie au périmètre mouillé).

Les expressions suivantes permettent de calculer les différentes caractéristiques géométriques et hydrauliques de l'écoulement dans une conduite partiellement remplie par rapport à celles de l'écoulement dans une conduite pleine et vice versa.

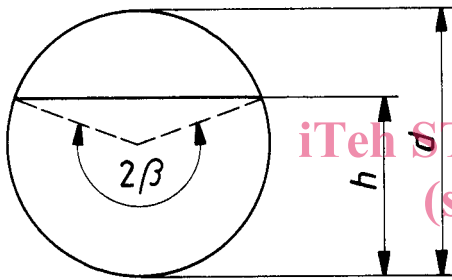


Figure – Coupe d'un tuyau partiellement rempli

Soit le taux de remplissage de la conduite

$$\eta = h/d \quad \dots(10)$$

Les caractéristiques géométriques et hydrauliques de l'écoulement dans un tuyau circulaire partiellement rempli sont données en fonction du taux de remplissage η par les équations en 4.2 et 4.3.

Pour une valeur de η jusqu'à 0,85 le tuyau est considéré partiellement rempli; au-dessus de cette valeur il doit être considéré comme totalement rempli.

4.2 Caractéristiques géométriques

Rapport des sections mouillées :

$$\alpha = A_p/A_f = (\beta/\pi) - [(\sin 2\beta)/2\pi] \quad \dots(11)$$

Rapport des rayons hydrauliques :

$$\varrho = R_p/R_f = 1 - [(\sin 2\beta)/2\beta] \quad \dots(12)$$

où

A est la surface de la section mouillée du tuyau;

p, f sont les indices des sections partiellement et totalement remplies, respectivement;

R est le rayon hydraulique de la section mouillée;

β est l'arc $\cos(1 - 2\eta)$, en radians.

4.3 Caractéristiques hydrauliques

Rapport des vitesses d'écoulement :

$$w = v_p/v_f = [(2\beta - \sin 2\beta)/2(\beta + \gamma \sin \beta)]^{5/8} \quad \dots(13)$$

Rapport des débits :

$$q = Q_p/Q_f = (2\beta - \sin 2\beta)^{13/8}/9,69(\beta + \gamma \sin \beta)^{5/8} \quad \dots(14)$$

où

$$\left. \begin{aligned} \gamma &= 0 \text{ pour } \eta < 0,5 \\ \gamma &= [0,05(\eta - 0,5) + (\eta - 0,5)^3]/0,15 \end{aligned} \right\} \quad \dots(15)$$

NOTE — Le coefficient γ , donné par la formule expérimentale de Thormann (15) est un facteur de correction qui tient compte du frottement entre le liquide véhiculé et l'air avoisinant dans un tuyau circulaire partiellement rempli^[5].

Les valeurs numériques des rapports obtenus à partir des équations (11) à (14), sont donnés au tableau 8 pour différentes valeurs de $\eta = h/d$.

Tableau 8 — Rapport des surfaces mouillées, des rayons hydrauliques, des vitesses d'écoulement et des débits dans des sections circulaires partiellement remplies

$\eta = h/d$	$\alpha = A_p/A_f$	$\rho = R_p/R_f$	$w = v_p/v_f$	$q = Q_p/Q_f$
0,10	0,052	0,254	0,425	0,022
0,15	0,094	0,372	0,539	0,051
0,20	0,142	0,482	0,634	0,090
0,25	0,196	0,587	0,716	0,140
0,30	0,252	0,684	0,789	0,199
0,35	0,312	0,774	0,852	0,266
0,40	0,374	0,857	0,908	0,339
0,45	0,436	0,932	0,957	0,418
0,50	0,500	1,000	1,000	0,500
0,55	0,564	1,060	1,030	0,581
0,60	0,626	1,111	1,053	0,660
0,65	0,688	1,153	1,068	0,735
0,70	0,748	1,185	1,075	0,804
0,75	0,804	1,207	1,073	0,864
0,80	0,858	1,217	1,064	0,913
0,85	0,906	1,213	1,050	0,951

Bibliographie

iTeh STANDARD PREVIEW

(standards.iteh.ai)

- [1] International Water Supply Congress, *Report B of the Technical Committee*, London 1955.
- [2] BERTOLA, P., *et al*: *Perdite di carico in una condotta di amianto-cemento di grande diametro*, Convegno su «Le tubazioni Metalliche e Cementizie di Grande Diametro», Associazione Idrotecnica Italiana, Roma, Aprile 1979.
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d19adaca-832d-45d4-a9c0-2c0192006455/ISO-7336-1984>
- [3] KING, H. W., WISLER, C.O., WOODBURN, J. G.: *Hydraulics*, 5th Edition, John Wiley & Sons, Inc.
- [4] ATV. *Richtlinien für die hydraulische Berechnung von Abwasserkanälen*, Arbeitsblatt A 110, Oktober 1965.
- [5] THORMANN, E: Füllhöhenkurven von Entwässerungsleitungen, *Gesundheits-Ingenieur*, **67** (1944).