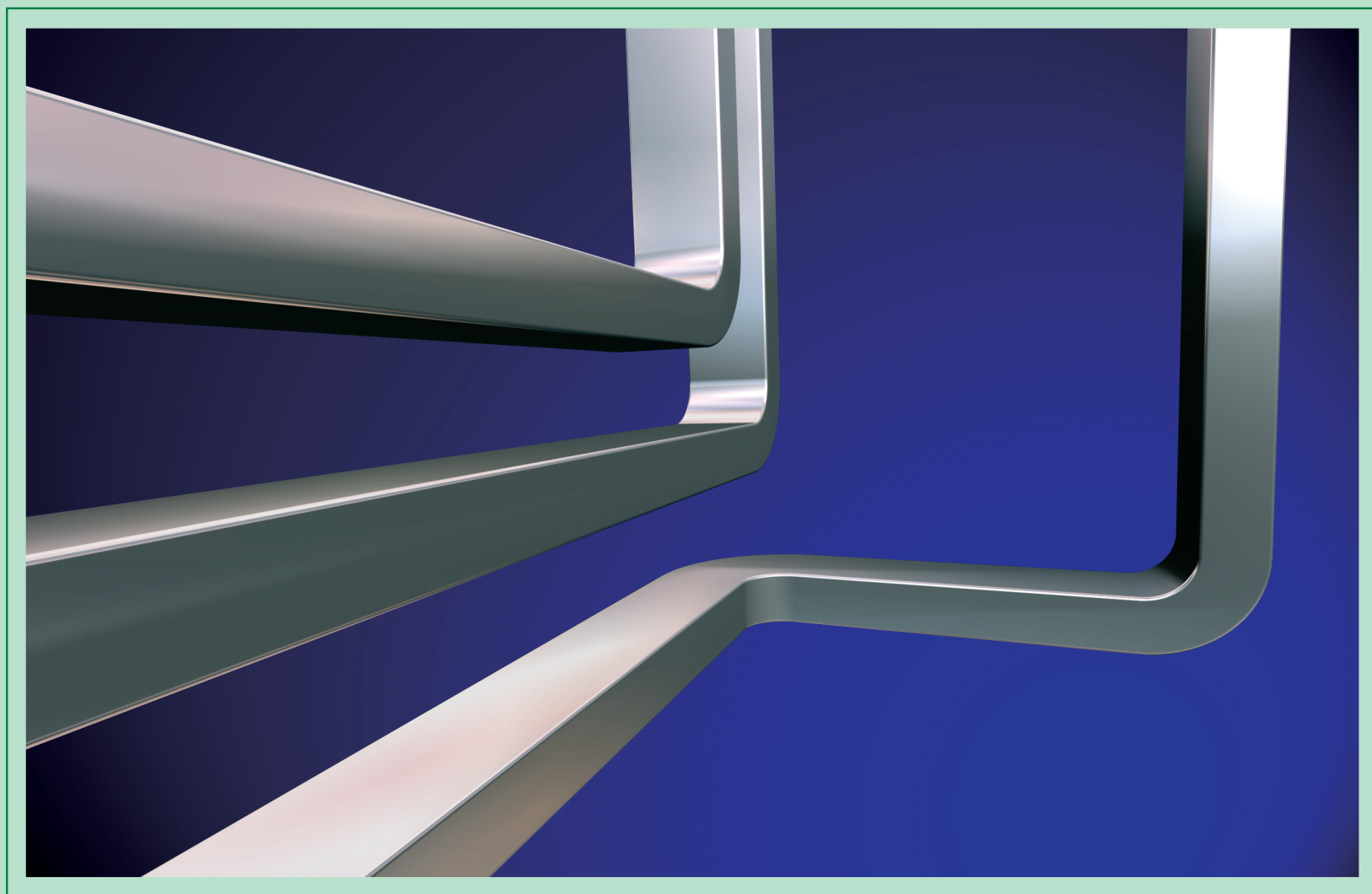
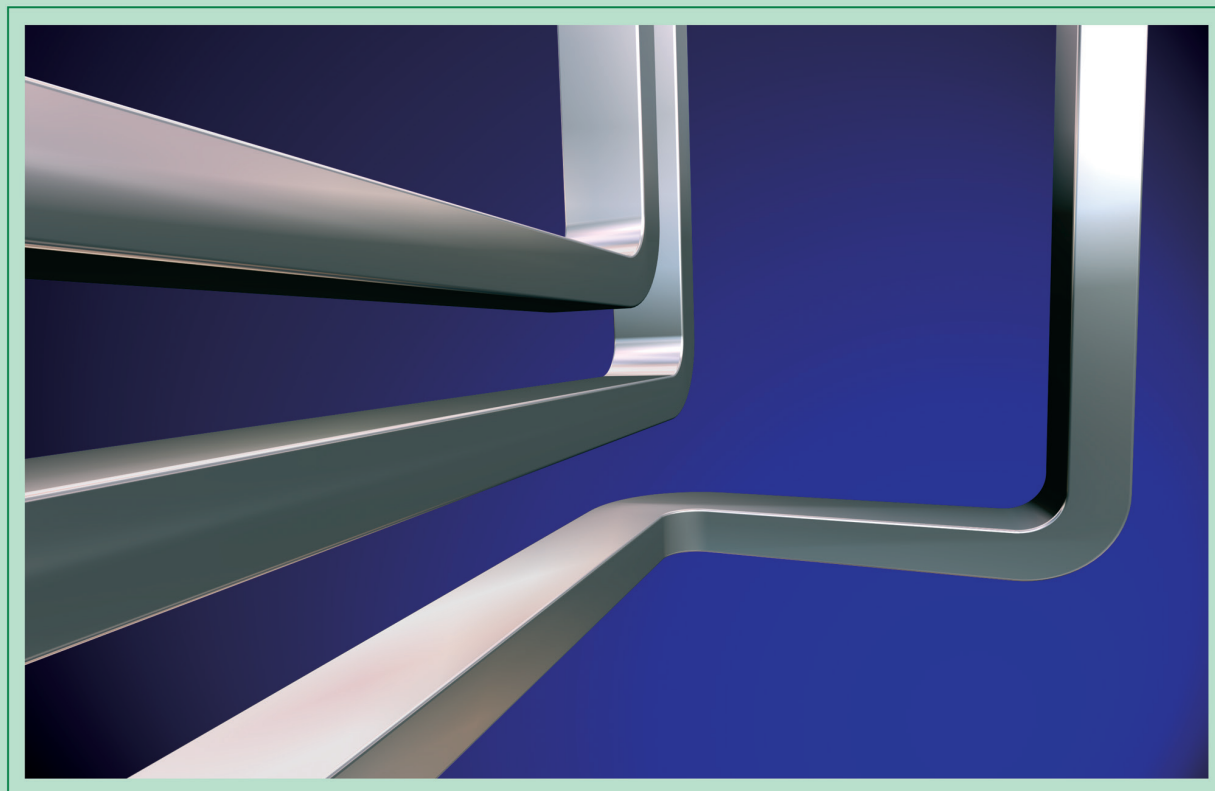


MARCO ET MARIO DONINELLI
version française par Jérôme Carlier et Roland Meskel

TABLES ET DIAGRAMMES PERTES DE CHARGE AÉRAULIQUES



TABLES ET DIAGRAMMES PERTES DE CHARGE AÉRAULIQUES



Conduites très lisses

- Conduites en PVC
- Conduites en aluminium

Conduites lisses

- Conduites en tôle zinguée
- Conduites en acier inox

Conduites rugueuses

- Conduites avec revêtement interne en polyéthylène
- Conduites avec revêtement interne en fibres de verre
- Conduites en ciment lissé

Conduites très rugueuses

- Tubes flexibles métalliques
- Tubes flexibles non métalliques
- Conduites en ciment non lissé

Diamètres équivalents

Pertes de charge singulières

ISBN (2-9526460-0-7)
Édition Caleffi France
La Masaltière
Quartier Pélingron
26120 MONTMEYRAN

Imprimé par :
Grafiche Vecchi - Borgomanero - Italie
Dépot Légal : Avril 2006

Prix : 30 €

Copyright CALEFFI.
Tous droits réservés.
www.caleffi.fr
E-mail : france.consulting@caleffi.fr

SOMMAIRE

	page
1 – DÉFINITIONS	6
2 – GRANDEURS DE BASE	6
– VITESSE	6
– DENSITÉ	6
– VISCOSITÉ	7
– RUGOSITÉ	7
– NOMBRE DE REYNOLDS	7
3 – PERTES DE CHARGE LINÉIQUES DES CONDUITES CYLINDRIQUES	8
– RÉGIME LAMINAIRE	8
– RÉGIME TURBULENT	8
4 – PERTES DE CHARGE LINÉIQUES DES CONDUITES RECTANGULAIRES	9
5 – PERTES DE CHARGE SINGULIÈRES	9
6 – INDÉTERMINATIONS ET APPROXIMATIONS	10
7 – TABLES ET DIAGRAMMES PROPOSÉS	10
BIBLIOGRAPHIE	11
SOMMAIRE TABLES ET DIAGRAMMES	13

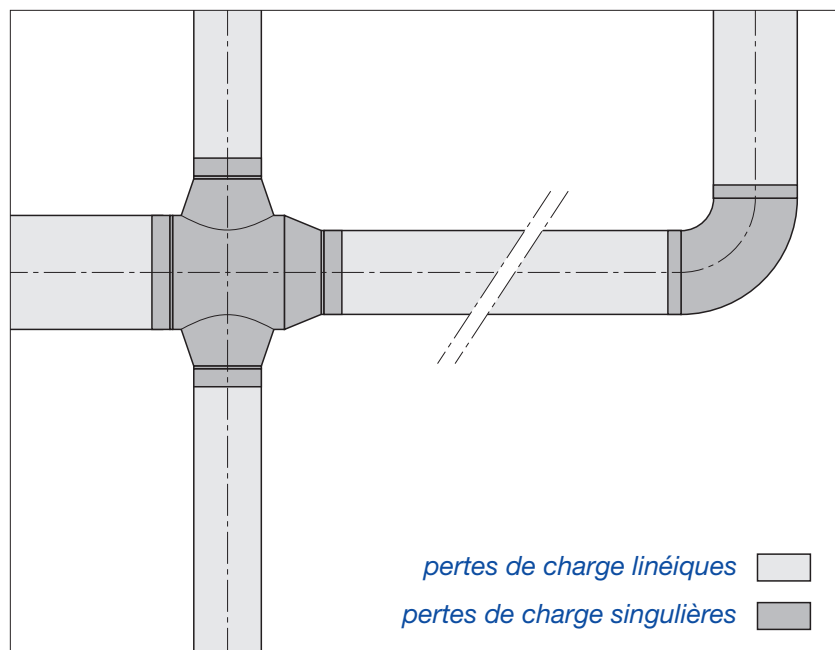
Les pertes de charge dans les conduites aérauliques

1 - DÉFINITIONS

Les pertes de charge sont des pertes de pression (avec transformation irréversible d'énergie mécanique en chaleur) **dues à la résistance que rencontre le fluide en mouvement dans une conduite.**

Les pertes de charges peuvent être **linéiques ou singulières** :

- **les pertes linéiques apparaissent le long des portions rectilignes et à sections constantes des conduites;**
- **les pertes singulières se manifestent quant à elles sur des pièces spéciales qui modifient la direction ou la section de passage du fluide** (par ex. réductions, dérivations, raccords, jonctions, coudes, vannes, filtres, etc...).



2 - GRANDEURS DE BASE

Les grandeurs (relatives soit au fluide soit aux conduites) qui interviennent dans le calcul des pertes de charge sont les suivantes :

- **vitesse,**
- **densité,**
- **viscosité,**
- **rugosité,**
- **nombre de Reynolds.**

2.1 - VITESSE

Par vitesse d'un fluide en mouvement dans une conduite on entend la vitesse moyenne de ses particules. Cette vitesse peut être calculée avec la formule :

$$v = \frac{G}{A} \quad (1)$$

où : v = vitesse, m/s
 G = débit, m³/s
 A = section de la conduite, m²

Pour une conduite cylindrique et en prenant les unités de mesure normalement utilisées en thermodynamique, cette formule devient :

$$v = 278 \cdot \frac{4 \cdot G}{\pi \cdot D^2} \quad (2)$$

où : v = vitesse, m/s
 G = **débit, m³/h**
 D = **diamètre intérieur, mm**

2.2 - DENSITÉ

La densité (ou masse volumique) d'une substance est donnée par le rapport entre sa masse et son volume.

La masse volumique de l'air peut être déterminée avec la formule :

$$\rho = 1,293 \cdot \frac{P_b}{1.013} \cdot \frac{273}{273 + t}$$

$$P_b = - 0,1125 \cdot H + 1.011,5$$

où : ρ = masse volumique de l'air, Kg/m³
 t = température, °C
 P_b = pression barométrique, mbar
 H = altitude, m

Les pertes de charge dans les conduites aérauliques

2.3 - VISCOSITÉ

La **viscosité absolue** (ou dynamique) **est une grandeur qui mesure le frottement interne d'un fluide**. Pour l'étude des pertes de charge, il faut surtout connaître la viscosité cinématique, donnée par le rapport entre la viscosité absolue et la densité du fluide. La viscosité cinématique de l'eau peut être déterminée à l'aide de la formule :

$$\nu = \frac{1,53}{\rho} \cdot 10^{-6} \cdot \frac{(273 + t)^{1,5}}{413 + t}$$

où : ρ = masse volumique de l'air, Kg/m³
 ν = viscosité cinématique de l'air, m²/s
 t = température, °C

2.4 - RUGOSITÉ

La **rugosité est une grandeur qui sert à tenir compte de l'irrégularité moyenne d'une surface**. En général elle est désignée par les symboles k ou ϵ .

Pour les conduites aérauliques du commerce on peut distinguer les classes de rugosité suivantes :

Classes de rugosité des conduites aérauliques		
Matériaux	Classes de rugosité	ϵ [mm]
Conduite en PVC Conduite en aluminium	très lisse	0,03
Conduite en acier zingué Conduite en acier inox	lisse	0,09
Conduite avec revêtement interne en polyéthylène Conduite avec revêtement interne en fibres de verre Conduite en ciment lissé	rugueux	0,90
Tube flexible métallique Tube flexible non métallique Conduite en ciment non lissé	très rugueux	3,00

2.5 - NOMBRE DE REYNOLDS

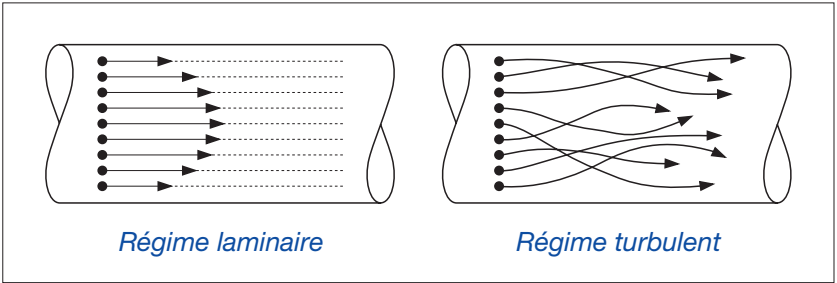
Il sert à établir comment un fluide circule à l'intérieur d'un conduit et se détermine à partir de l'équation suivante :

$$Re = \frac{v \cdot D}{\nu} \tag{3}$$

où : Re = nombre de Reynolds, sans unité
 v = vitesse, m/s
 D = diamètre interne, m
 ν = viscosité cinématique de l'air, m²/s

Le régime d'écoulement du fluide peut être :

- **laminaire** pour $Re < 2.000$
les particules du fluide ont une trajectoire ordonnée et parallèle entre elles (le mouvement est calme et régulier);
- **turbulent** pour $Re \geq 2.500$
les particules du fluide ont des trajectoires irrégulières et variables dans le temps (le mouvement est désordonné et instable);
- **critique** pour $2.000 \leq Re < 2.500$
le mouvement du fluide n'est pas clairement laminaire ou turbulent.



Pour le calcul des pertes de charge, le **régime critique**, dont le domaine de validité est très limité et relativement incertain, **peut être assimilé au régime turbulent**.

A partir de la formule (3), en explicitant la vitesse et en posant $Re = 2.000$, on peut calculer les vitesses (dites **critiques**) au-delà desquelles le mouvement du fluide n'est plus laminaire. Pour l'air (voir tableau ci-dessous) il s'agit de vitesses très basses, bien inférieures à celles rencontrées habituellement dans les installations aérauliques.

Vitesse critique (m/s) de l'air - H = 0 m (au niveau de la mer)				
t [°C]	ν [m ² /s]	D [mm] 200	D [mm] 300	D [mm] 400
10	$1,38 \cdot 10^{-5}$	0,14	0,09	0,07
30	$1,57 \cdot 10^{-5}$	0,16	0,10	0,08
50	$1,76 \cdot 10^{-5}$	0,18	0,12	0,09

Les pertes de charge dans les conduites aérauliques

3 - PERTES DE CHARGE LINÉIQUES

Pour les conduites cylindriques, les pertes de charge linéiques peuvent être calculées avec la formule de Darcy :

$$r = \frac{F_a \cdot \rho \cdot v^2}{2 \cdot D} \quad (4)$$

où : r = pertes de charge linéiques unitaires, Pa/m
 F_a = coefficient de frottement, sans unité
 ρ = masse volumique, kg/m³
 v = vitesse, m/s
 D = diamètre interne, m

Une fois connu le diamètre du tube, la vitesse du fluide et sa densité, le seul paramètre à déterminer est le coefficient de frottement qui varie en fonction du régime d'écoulement et de la rugosité des tubes.

En régime laminaire F_a dépend uniquement du nombre de Reynolds et peut être calculé avec la formule suivante :

$$F_a = \frac{64}{Re} \quad (5)$$

En régime turbulent F_a dépend, à l'inverse, de divers facteurs et peut être calculé avec l'équation de Colebrook :

$$\frac{1}{F_a^{0,5}} = -2 \log_{10} \left(\frac{\varepsilon}{3,7 \cdot D} + \frac{2,51}{Re \cdot F_a^{0,5}} \right) \quad (6)$$

où les symboles et les unités sont identiques à ceux spécifiés aux équations (4) et (5), et ε représente la rugosité en [m] du tube.

Cependant, l'équation de Colebrook n'est pas résoluble de façon explicite par rapport à F_a . C'est pourquoi, en général, on fait appel à des formules simplifiées.

Pour l'air on peut utiliser la formule suivante développée par Altshul et modifiée par Tsal:

$$F_a^* = 0,11 \cdot \left(\frac{\varepsilon}{D} + \frac{68}{Re} \right)^{0,25} \quad (7)$$

si $F_a^* \geq 0,018$ $F_a = F_a^*$
si $F_a^* < 0,018$ $F_a = 0,85 \cdot F_a^* + 0,0028$

où : F_a = coefficient de frottement, sans unité
 Re = nombre de Reynolds, sans unité
 ε = rugosité, m
 D = diamètre interne, m

3.1 - RÉGIME LAMINAIRE

De la formule de Darcy (4), en remplaçant Re et F_a par les valeurs correspondantes, données dans les égalités (3) et (5), on obtient :

$$r = \frac{64}{Re} \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2 \cdot D} = \frac{64 \cdot v}{v \cdot D} \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2 \cdot D} = \frac{32 \cdot v \cdot \rho \cdot v}{D^2} \quad (8)$$

où : r = pertes de charge linéiques unitaires, Pa/m
 Re = nombre de Reynolds, sans unité
 ρ = masse volumique, kg/m³
 v = viscosité cinématique de l'air, m²/s
 v = vitesse, m/s
 D = diamètre interne, m

Comme la valeur de r est généralement calculée en fonction du débit, dans la formule (8) il convient donc de substituer la vitesse v [m/s] par le débit G [m³/s]:

$$r = \frac{32 \cdot v}{D^2} \cdot \frac{\rho \cdot 4 \cdot G}{\pi \cdot D^2} = 40,74 \cdot v \cdot \rho \frac{G}{D^4} \quad (9)$$

Écrite avec les unités de mesure communément utilisées en thermodynamique, la formule devient :

$$r = 11,318 \cdot 10^9 \cdot v \cdot \rho \frac{G}{D^4} \quad (10)$$

où : r = pertes de charge linéiques unitaires, Pa/m
 ρ = masse volumique, kg/m³
 v = viscosité cinématique de l'air, m²/s
 G = débit, m³/h
 D = diamètre interne, mm

soit encore :

$$r = 1,154 \cdot 10^9 \cdot v \cdot \rho \frac{G}{D^4} \quad (11)$$

où : r = pertes de charge linéiques unitaires, mm C.E./m
 ρ = masse volumique, kg/m³
 v = viscosité cinématique de l'air, m²/s
 G = débit, m³/h
 D = diamètre interne, mm

3.2 - RÉGIME TURBULENT

Il convient tout d'abord de calculer le coefficient de frottement avec la formule d'Altshul-Tsal et ensuite les pertes de charge linéiques avec la formule de Darcy (4).

Les pertes de charge dans les conduites aérauliques

La formule d'Altshul-Tsal et la formule de Darcy, **exprimées avec les unités de mesure communément utilisées en thermodynamique**, se transforment ainsi :

$$Fa^* = 0,11 \cdot \left(\frac{\varepsilon}{D} + 192,3 \cdot \frac{D \cdot v}{G} \right)^{0,25} \quad (12)$$

$$\begin{aligned} \text{si } Fa^* \geq 0,018 & \quad Fa = Fa^* \\ \text{si } Fa^* < 0,018 & \quad Fa = 0,85 \cdot Fa^* + 0,0028 \end{aligned}$$

où : Fa^* = coefficient de frottement conventionnel, sans unité
 Fa = coefficient de frottement, sans unité
 ε = rugosité, mm
 v = viscosité cinématique de l'air, m²/s
 G = débit, m³/h
 D = diamètre interne, mm

$$r = 6,254 \cdot 10^7 \cdot Fa \cdot \rho \cdot \frac{G^2}{D^5} \quad (13)$$

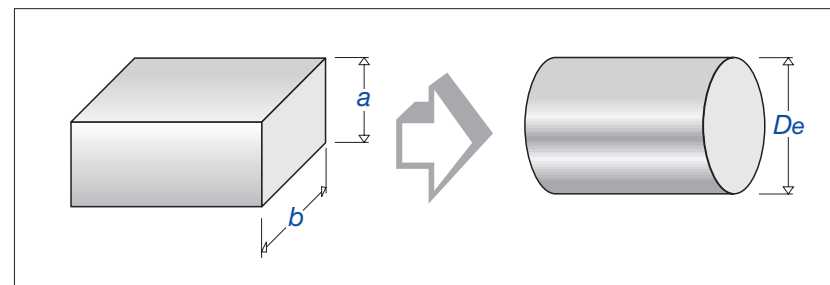
où : r = **pertes de charge linéiques unitaires, Pa/m**
 Fa = coefficient de frottement, sans unité
 ρ = masse volumique, kg/m³
 G = débit, m³/h
 D = diamètre interne, mm

$$r = 0,6376 \cdot 10^7 \cdot Fa \cdot \rho \cdot \frac{G^2}{D^5} \quad (14)$$

où : r = **pertes de charge linéiques unitaires, mm C.E./m**
 Fa = coefficient de frottement, sans unité
 ρ = masse volumique, kg/m³
 G = débit, m³/h
 D = diamètre interne, mm

4 - PERTES DE CHARGE LINÉIQUES DES CONDUITES RECTANGULAIRES

Les formules considérées ci-dessus sont valides pour les conduites cylindriques. Elles peuvent être toutefois étendues aux conduites rectangulaires. Pour cela, il faut convertir la section rectangulaire de la conduite en une section circulaire équivalente : c'est-à-dire en une section, qui avec le même débit, aura les mêmes pertes de charge.



Une telle conversion s'obtient avec la formule de Huebscher :

$$De = 1,30 \cdot \frac{(a \cdot b)^{0,625}}{(a + b)^{0,250}} \quad (15)$$

où : De = diamètre conduite circulaire équivalente, mm
 a, b = côtés de la section rectangulaire, mm

5 - PERTES DE CHARGE SINGULIÈRES

Ces pertes de charge sont dites aussi "localisées" ou "accidentelles". Dans le cas des conduites aérauliques, elles sont en général calculées avec la méthode directe, dont les formules, **exprimées avec les unités de mesure communément utilisées en thermodynamique**, deviennent alors :

$$z = \xi \cdot \rho \frac{v^2}{2} \quad (16)$$

où : z = **pertes de charge singulières, Pa**
 ξ = coefficient de pertes singulières, sans unité
 ρ = masse volumique, kg/m³
 v = vitesse, m/s

soit encore

$$z = \xi \cdot \rho \frac{v^2}{2 \cdot 9,81} \quad (17)$$

où : z = **pertes de charge singulières, mm C.E.**
 ξ = coefficient de pertes singulières, sans unité
 ρ = masse volumique, kg/m³
 v = vitesse, m/s

Le coefficient ξ dépend de la forme de la perte singulière et peut être déterminé par des formules appropriées (surtout en cas de géométrie simple) ou par des essais de laboratoire.

Note :

Pour le calcul des pertes de charge singulières des conduites rectangulaires **il faut prendre en considération la vitesse effective et non celle correspondant au diamètre équivalent.**

Les pertes de charge dans les conduites aérauliques

6 - INDÉTERMINATIONS ET APPROXIMATIONS

Diverses incertitudes caractérisent le calcul des pertes de charge dans les conduites aérauliques, comme par exemple :

- **les dimensions des conduites**, qui peuvent varier en fonction des tolérances et imprécisions des systèmes de production;
- **la rugosité**, qui peut être assez différente des valeurs moyennes de référence;
- **la possibilité de fuites ou d'entrées d'air**, dues au fait que, dans la plupart des cas, les jonctions des conduites ne sont pas « parfaitement » étanches ;
- **la mise en oeuvre**, qui peut être réalisée avec des raccords et des branchements différents de ceux prévus, ou qui n'est pas faite selon les règles de l'art;
- **les circuits**, qui peuvent se trouver modifiés à cause de la présence d'autres installations ou d'obstacles imprévus (poutre, coulée de béton armé, etc....).

Seul un examen attentif de toutes ces indéterminations peut amener à l'adoption de coefficients de sécurité adéquats. Il faut cependant considérer que, dans les installations traditionnelles de chauffage, climatisation et de ventilation, ces indéterminations sont intégrées dans les approximations normales qui caractérisent leur dimensionnement et donc ne nécessitent pas l'adoption de coefficients de sécurité particuliers.

7 - TABLES ET DIAGRAMMES PROPOSÉS

Pour rendre plus facile et plus rapide la détermination des pertes de charge, on peut utiliser les tables et diagrammes que nous proposons dans les pages suivantes de ce recueil :

Diagrammes *pertes de charge linéiques*

Ces diagrammes sont dessinés à échelle logarithmique **avec les débits en abscisses et les pertes de charge en ordonnées**. Un maillage de droites parallèles donnent **le diamètre des conduites et les vitesses d'air**.

Les diagrammes proposés sont subdivisés en quatre groupes, en fonction des classes de rugosité considérées précédemment :

1. **conduites très lisses,**
2. **conduites lisses,**
3. **conduites rugueuses,**
4. **conduites très rugueuses.**

Ces groupes sont à leur tour subdivisés en quatre sous-groupes, en fonction de la température de l'air et de l'altitude par rapport au niveau de la mer :

- **diagrammes à basse température et basse altitude**

$$t = 20^{\circ}\text{C}, H = 0 \text{ m}$$

Ces diagrammes sont valables pour :

- une température entre $+5^{\circ}\text{C}$ et $+35^{\circ}\text{C}$;
- une altitude ne dépassant pas **500 m**.

- **diagrammes à haute température et basse altitude**

$$t = 50^{\circ}\text{C}, H = 0 \text{ m}$$

Ces diagrammes sont valables pour :

- une température entre $+35^{\circ}\text{C}$ et $+65^{\circ}\text{C}$;
- une altitude ne dépassant pas **500 m**.

- **diagrammes à basse température et haute altitude**

$$t = 20^{\circ}\text{C}, H = 1.000 \text{ m}$$

Ces diagrammes sont valables pour :

- une température entre $+5^{\circ}\text{C}$ et $+35^{\circ}\text{C}$;
- une altitude entre **500** et **1.500 m**.

- **diagrammes à haute température et haute altitude**

$$t = 50^{\circ}\text{C}, H = 1.000 \text{ m}$$

Ces diagrammes sont valables pour :

- une température entre $+35^{\circ}\text{C}$ et $+65^{\circ}\text{C}$;
- une altitude entre **500** et **1.500 m**.

Les cas étudiés permettent de tenir compte du fait que **les pertes de charge linéiques varient sensiblement en fonction de la température et de l'altitude**, ces paramètres influant sur la densité et la viscosité de l'air.

Tables *diamètres équivalents*

Ils permettent de déterminer **les diamètres équivalents des conduites rectangulaires** et les facteurs de corrélation entre la vitesse de l'air dans les conduites équivalentes et celle dans les conduites rectangulaires.

Tables *coefficients ξ*

Ces tables donnent les coefficients ξ **relatifs aux pièces spéciales** les plus utilisées dans les installations de chauffage, de climatisation et de ventilation.

Tables *pertes de charge singulières z*

Ces tables permettent de déterminer les pertes de charge singulières en fonction des valeurs du coefficient ξ et de la vitesse de l'air.

Bibliographie

1

J. RIETSCHEL – W. RAISS
 Traité de chauffage et de ventilation
 Librairie polytechnique Ch. Béranger
 Paris – Liegi

2

W. F. HUGHES – J. A. BRIGHTON
 Teoria e problemi di fluidodinamica
 Collana SCHAUM
 ETAS LIBRI – Via Mecenate 87/6, Milano

3

RANALD V. GILES
 Teoria e ed applicazioni di meccanica dei fluidi e idraulica
 Collana SCHAUM
 ETAS LIBRI – Via Mecenate 87/6, Milano

4

AS.A.P.I.A.
 Guide tecniche n. 1 e n. 2
 A cura del prof. Giorgio Raffellini
 Via Brera 14, Milano

5

C. PIZZETTI
 Condizionamento dell'aria e refrigerazione
 Tamburini Editore, Milano

6

Autori vari
 Manuale della Climatizzazione
 TECNICHE NUOVE
 Via Ciro Menotti 14, Milano

7

SYSTEM DESIGN MANUAL CARRIER
 Tubazioni per acqua, gas refrigerante e vapore
 TECNICHE NUOVE
 Via Ciro Menotti 14, Milano

8

A. MISSENARD
 Cours supérieur de chauffage, ventilation et conditionnement de l'air
 Editions Eyrolles
 Boulevard Saint-Germain, PARIS (5°)

9

I.E. IDEL'CIK
 Memento des pertes de charge
 Editions Eyrolles
 Boulevard Saint-Germain, PARIS (5°)

10

G. PORCHER
 Cours de climatisation
 Numero special de CFP - CHAUD FROID PLOMBERIE
 Les éditions Parisiennes
 4, rue Charles-Divry 75014, PARIS

11

A. BOUSSICAUD
 Le calcul des pertes de charge
 Numero special de CFP - CHAUD FROID PLOMBERIE
 Les éditions Parisiennes
 4, rue Charles-Divry 75014, PARIS

12

ASHRAE
 2001 ASHRAE Fundamental Handbook (SI)
 ASHRAE, Inc. Atlanta, GA. 30329-2305

13

AICARR
 Mini Guida AICARR
 AICARR – Via Melchiorre Gioia 168, Milano

14

Shan K. Wang
 Handbook of air conditioning and refrigeration
 McGraw-Hill, Inc

15

R.OUZIAUX - J.PERRIER
 Mécanique des fluides appliquées
 Editions Dunod (1998)
 1 bd Ney, 75018 PARIS

Sommaire des tables et diagrammes pertes de charge aérauliques

CONDUITES CYLINDRIQUES TRÈS LISSES

Diagrammes	pertes de charge linéiques	$t = 20^{\circ}\text{C}$	$H = 0\text{ m}$	50-1
"	" " " "	$t = 50^{\circ}\text{C}$	$H = 0\text{ m}$	50-2
Diagrammes	pertes de charge linéiques	$t = 20^{\circ}\text{C}$	$H = 1.000\text{ m}$	50-3
"	" " " "	$t = 50^{\circ}\text{C}$	$H = 1.000\text{ m}$	50-4

CONDUITES CYLINDRIQUES LISSES

Diagrammes	pertes de charge linéiques	$t = 20^{\circ}\text{C}$	$H = 0\text{ m}$	55-1
"	" " " "	$t = 50^{\circ}\text{C}$	$H = 0\text{ m}$	55-2
Diagrammes	pertes de charge linéiques	$t = 20^{\circ}\text{C}$	$H = 1.000\text{ m}$	55-3
"	" " " "	$t = 50^{\circ}\text{C}$	$H = 1.000\text{ m}$	55-4

CONDUITES CYLINDRIQUES RUGUEUSES

Diagrammes	pertes de charge linéiques	$t = 20^{\circ}\text{C}$	$H = 0\text{ m}$	60-1
"	" " " "	$t = 50^{\circ}\text{C}$	$H = 0\text{ m}$	60-2
Diagrammes	pertes de charge linéiques	$t = 20^{\circ}\text{C}$	$H = 1.000\text{ m}$	60-3
"	" " " "	$t = 50^{\circ}\text{C}$	$H = 1.000\text{ m}$	60-4

CONDUITES CYLINDRIQUES TRÈS RUGUEUSES

Diagrammes	pertes de charge linéiques	$t = 20^{\circ}\text{C}$	$H = 0\text{ m}$	65-1
"	" " " "	$t = 50^{\circ}\text{C}$	$H = 0\text{ m}$	65-2
Diagrammes	pertes de charge linéiques	$t = 20^{\circ}\text{C}$	$H = 1.000\text{ m}$	65-3
"	" " " "	$t = 50^{\circ}\text{C}$	$H = 1.000\text{ m}$	65-4

DIAMÈTRES ÉQUIVALENTS

Table	conduites rectangulaires (hauteur de 100 à 800 mm)	80-1a
Table	conduites rectangulaires (hauteur de 850 à 2.200 mm)	80-1b

COEFFICIENTS ξ

Conduites cylindriques - entrées et sorties	90-1
Conduites cylindriques - coudes	90-2
Conduites cylindriques - dérivations et jonctions	90-3
Conduites cylindriques - variations de sections et registres	90-4
Conduites rectangulaires - entrées et sorties	92-1
Conduites rectangulaires - coudes	92-2
Conduites rectangulaires - dérivations et jonctions	92-3
Conduites rectangulaires - variations de sections et registres	92-4

PERTES DE CHARGE SINGULIÈRES

Table pour	$\Sigma \xi = 1 \div 10$	$t = 20^{\circ}\text{C}$	$H = 0\text{ m}$	96-1a
" "	$\Sigma \xi = 1 \div 10$	$t = 50^{\circ}\text{C}$	$H = 0\text{ m}$	96-1b
Table pour	$\Sigma \xi = 1 \div 10$	$t = 20^{\circ}\text{C}$	$H = 1.000\text{ m}$	98-1a
" "	$\Sigma \xi = 1 \div 10$	$t = 50^{\circ}\text{C}$	$H = 1.000\text{ m}$	98-1b

CONDUITES CYLINDRIQUES TRÈS LISSES

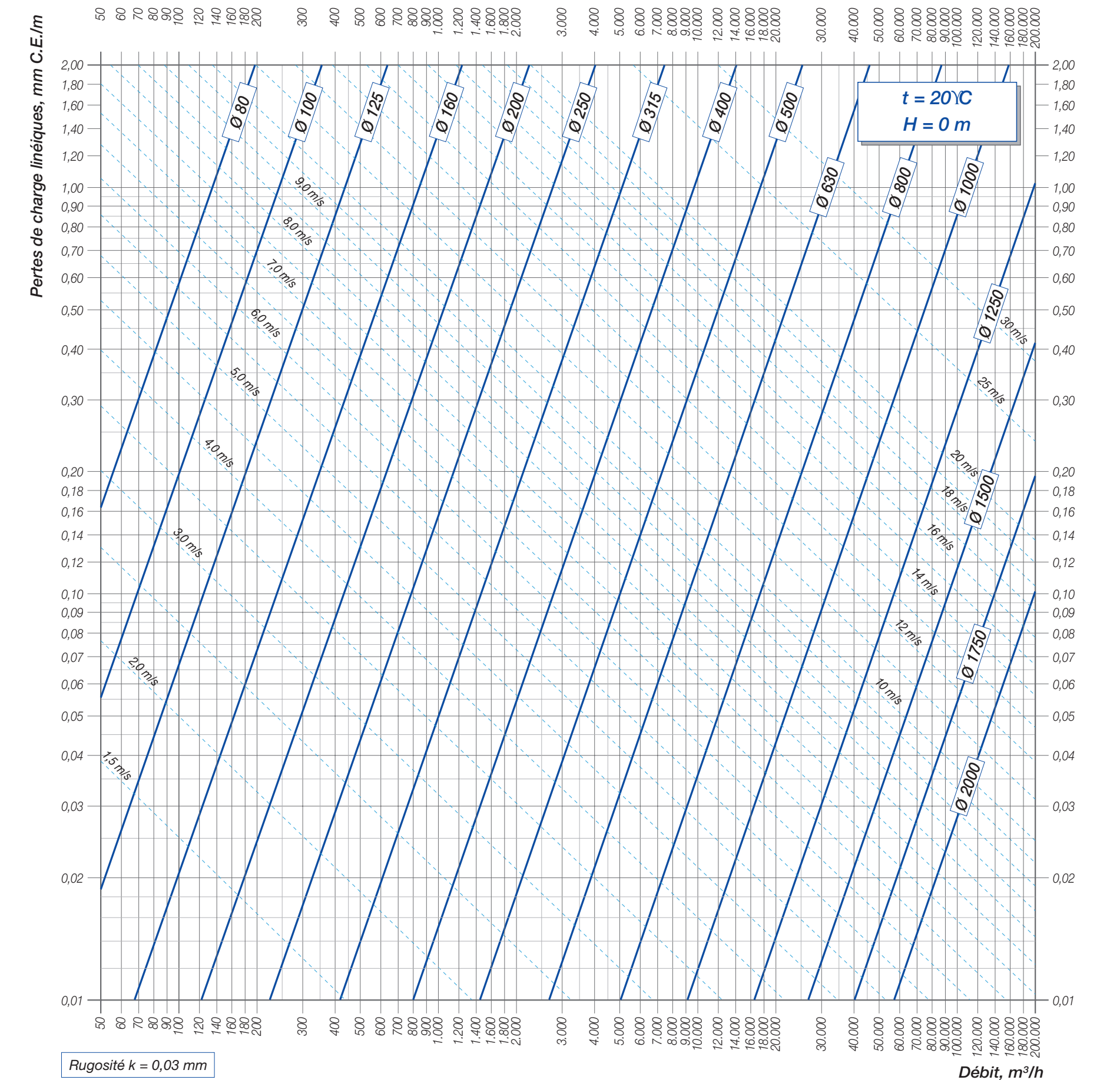
Diagramme *pertes de charge linéiques* *t = 20\text{C}* *H = 0 m* 50-1

Diagramme “ “ “ “ *t = 50\text{C}* *H = 0 m* 50-2

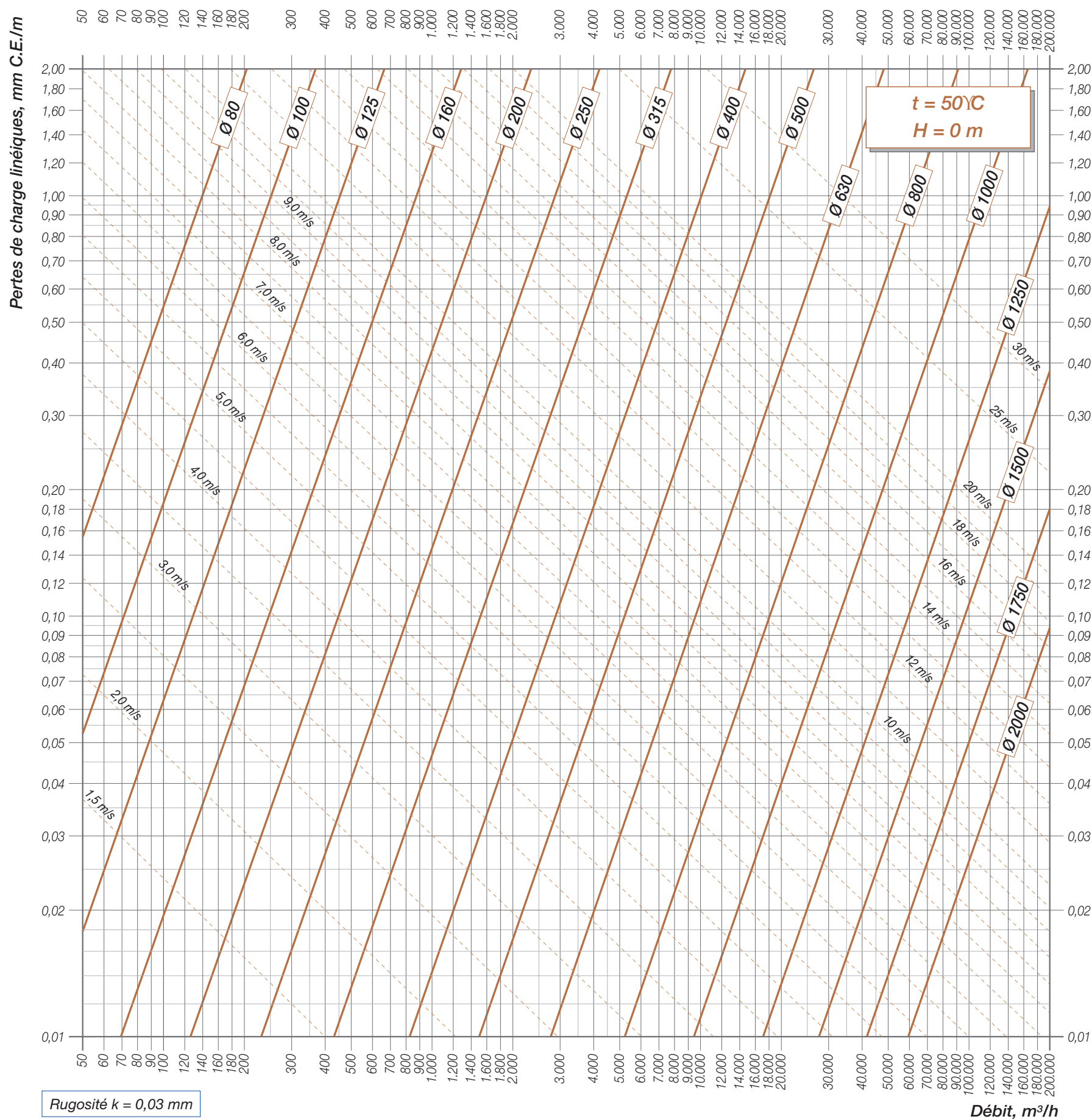
Diagramme *pertes de charge linéiques* *t = 20\text{C}* *H = 1.000 m* 50-3

Diagramme “ “ “ “ *t = 50\text{C}* *H = 1.000 m* 50-4

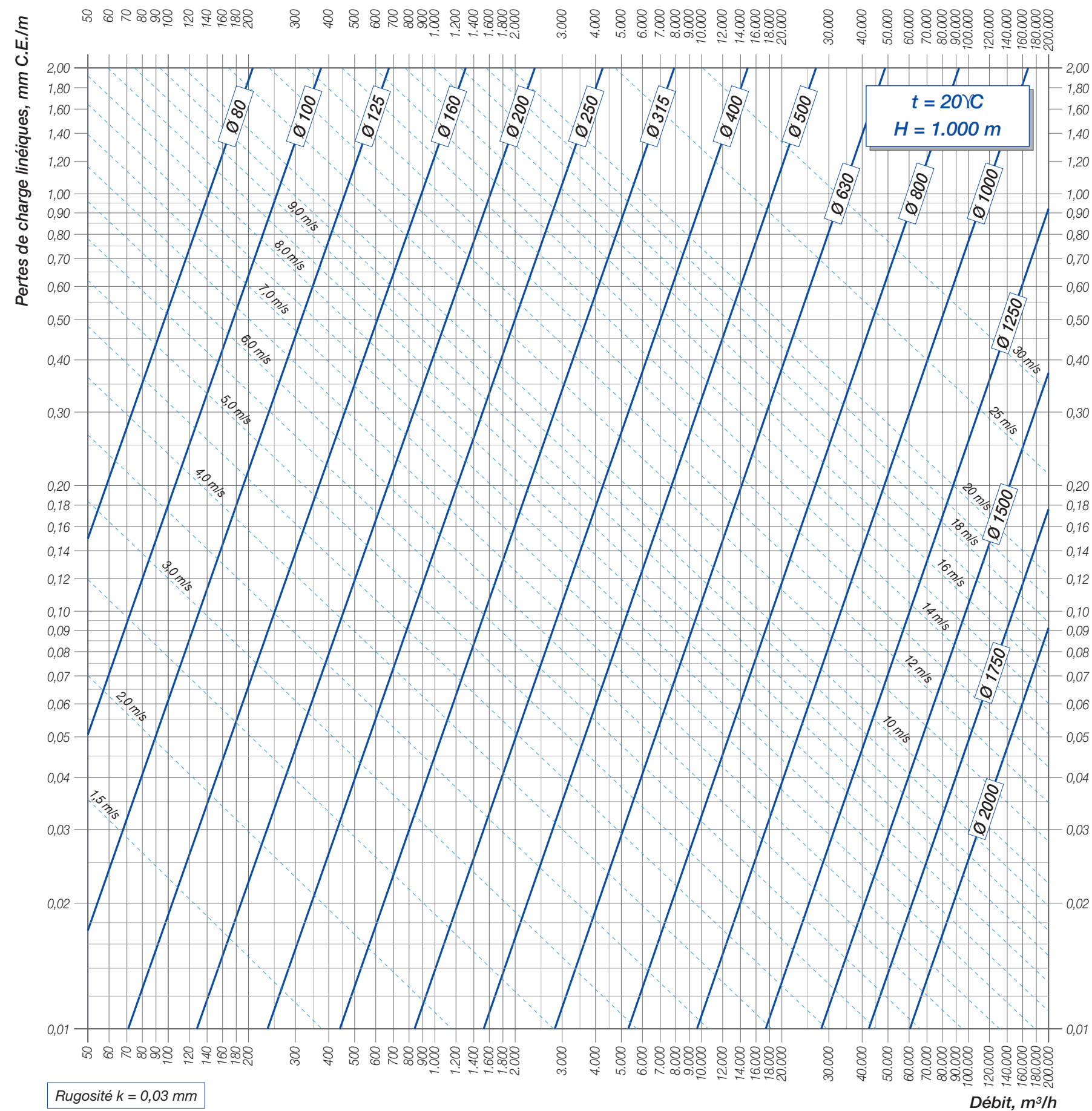
Pertes de charge linéiques de l'air – CONDUITES CYLINDRIQUES “TRÈS LISSES” – $t = 20^{\circ}\text{C}$, $H = 0\text{ m}$



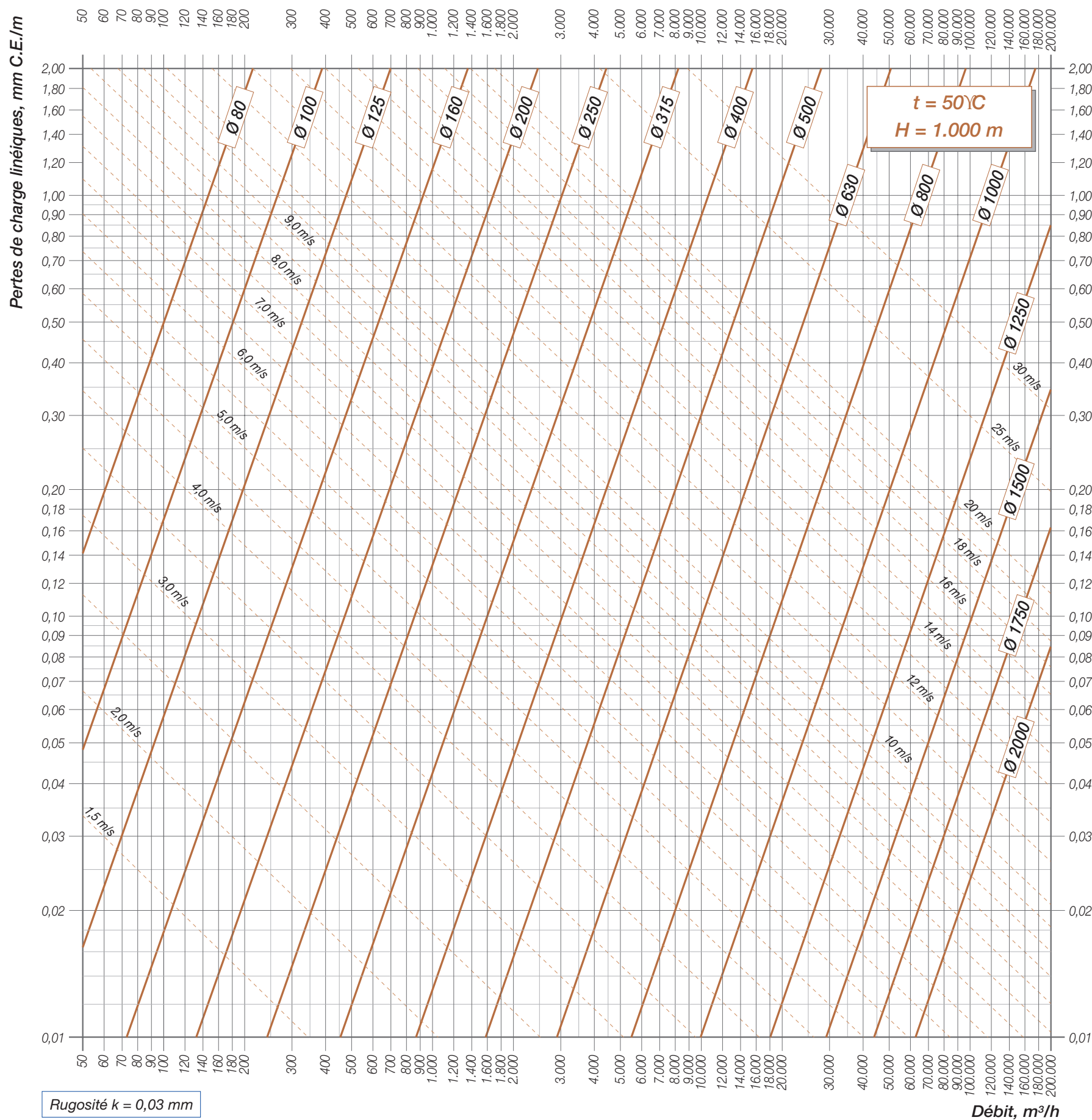
Pertes de charge linéiques de l'air – CONDUITES CYLINDRIQUES “TRÈS LISSES” – $t = 50^{\circ}\text{C}$, $H = 0\text{ m}$



Pertes de charge linéiques de l'air – CONDUITES CYLINDRIQUES “TRÈS LISSES” – $t = 20^{\circ}\text{C}$, $H = 1.000\text{ m}$



Pertes de charge linéiques de l'air – CONDUITES CYLINDRIQUES “TRÈS LISSES” – $t = 50^{\circ}\text{C}$, $H = 1.000\text{ m}$



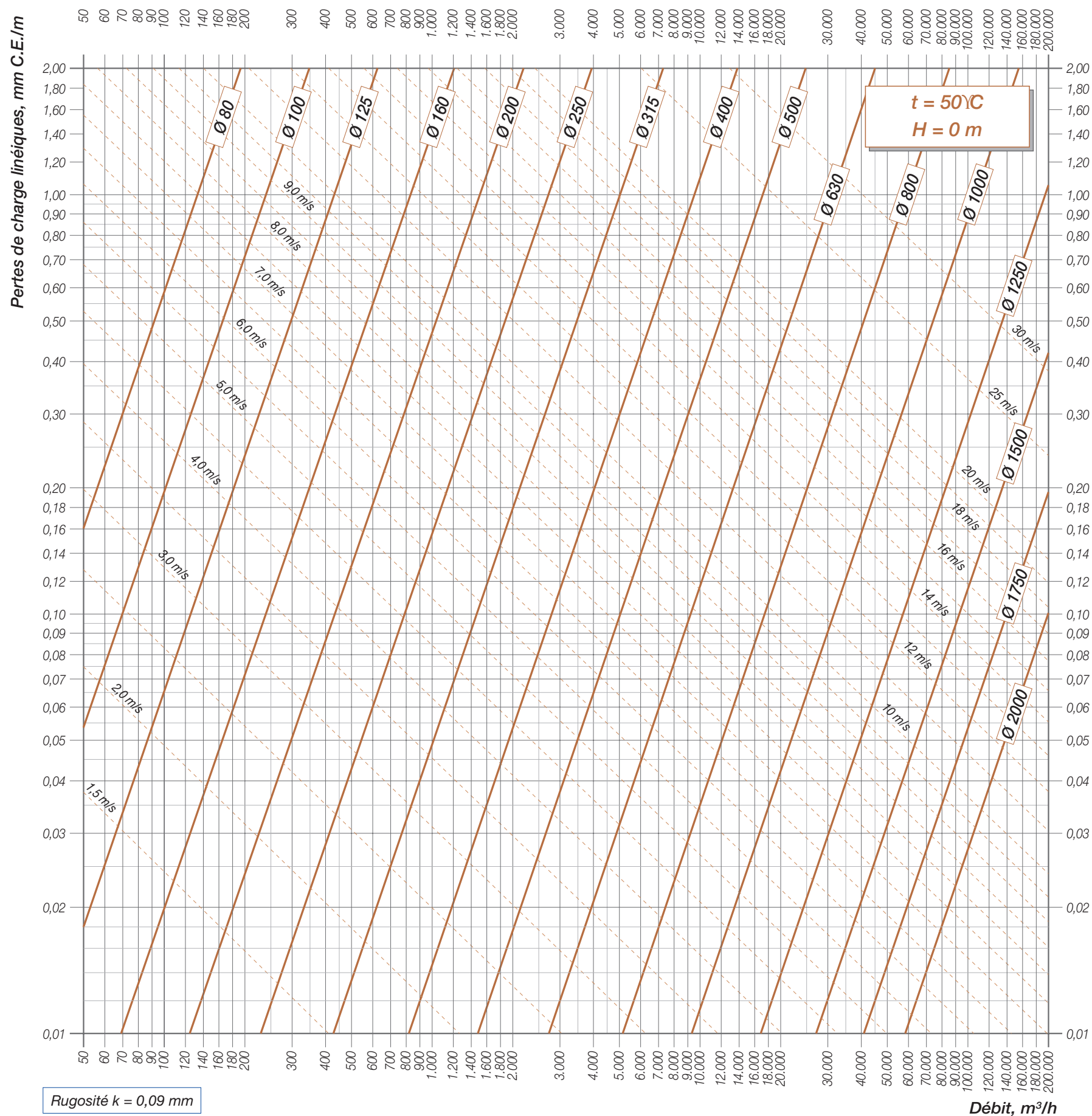
CONDUITES CYLINDRIQUES LISSES

Diagramme	pertes de charge linéiques	t = 20\text{C}	H = 0 m	55-1
Diagramme	“ “ “ “	t = 50\text{C}	H = 0 m	55-2
Diagramme	pertes de charge linéiques	t = 20\text{C}	H = 1.000 m	55-3
Diagramme	“ “ “ “	t = 50\text{C}	H = 1.000 m	55-4

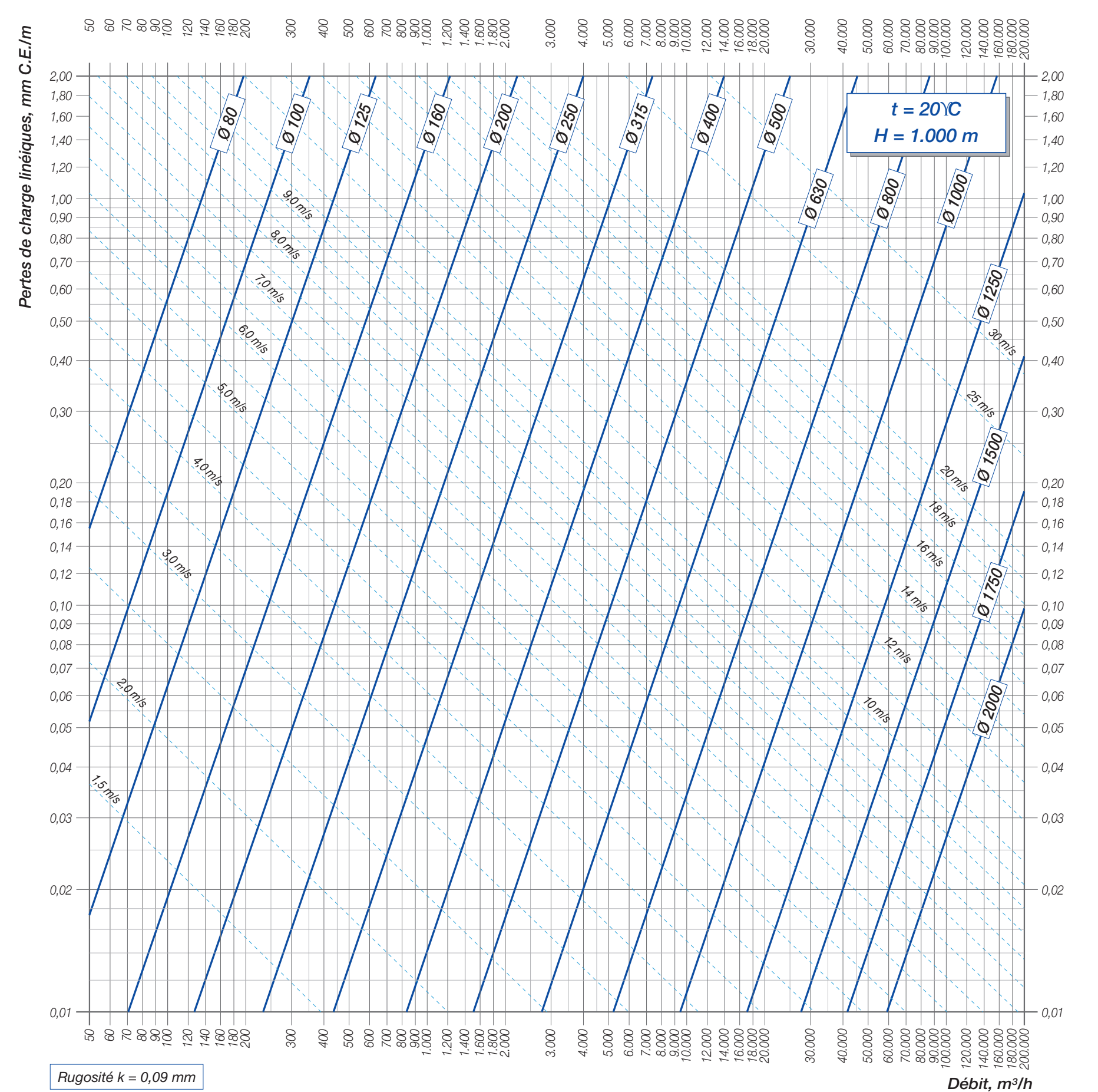
Pertes de charge linéiques de l'air – CONDUITES CYLINDRIQUES “LISSES” – $t = 20^{\circ}\text{C}$, $H = 0\text{ m}$



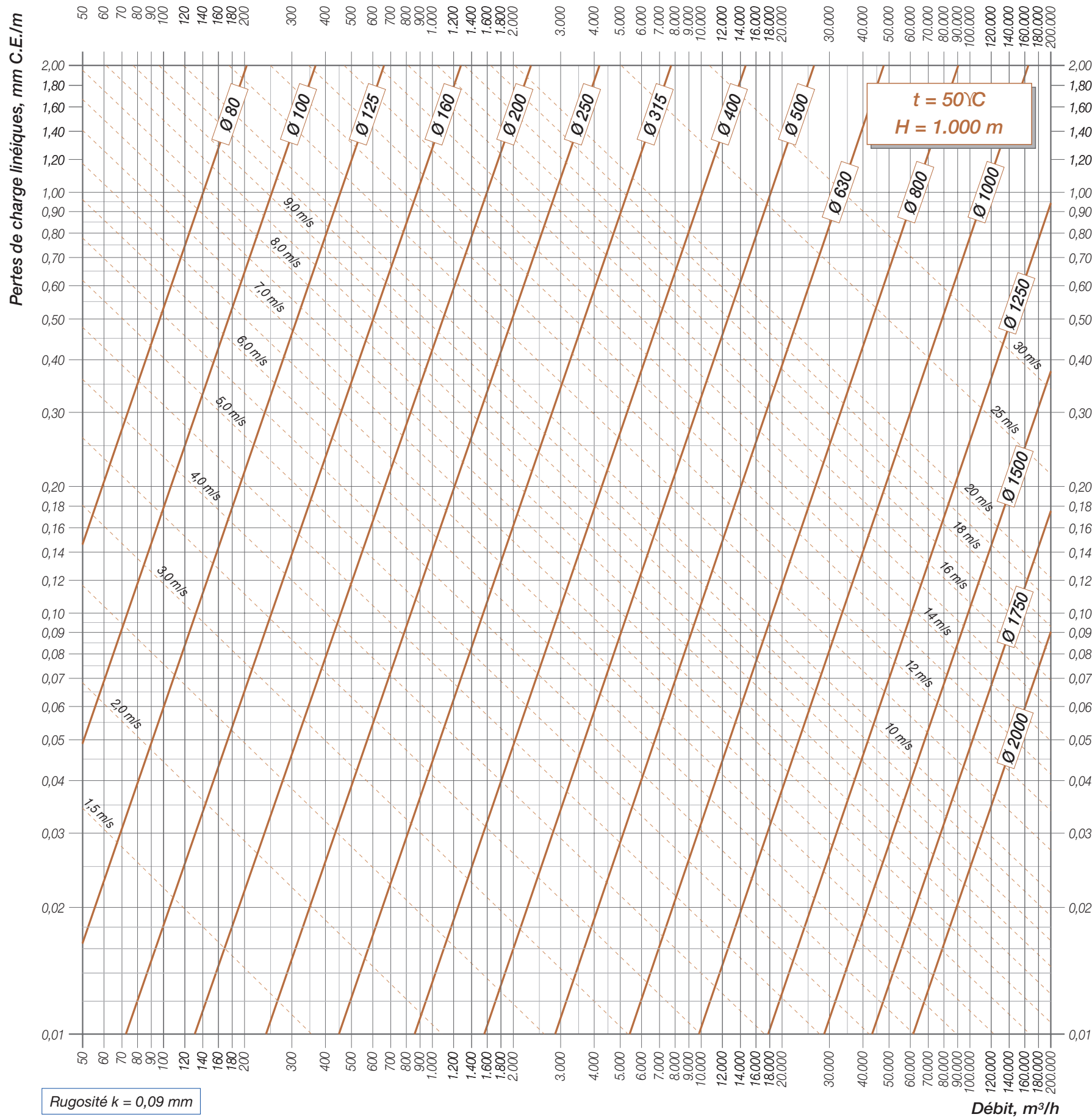
Pertes de charge linéiques de l'air – CONDUITES CYLINDRIQUES “LISSES” – $t = 50^{\circ}\text{C}$, $H = 0 \text{ m}$



Pertes de charge linéiques de l'air – CONDUITES CYLINDRIQUES “LISSES” – $t = 20^{\circ}\text{C}$, $H = 1.000\text{ m}$



Pertes de charge linéiques de l'air – CONDUITES CYLINDRIQUES “LISSES” – $t = 50^{\circ}\text{C}$, $H = 1.000\text{ m}$

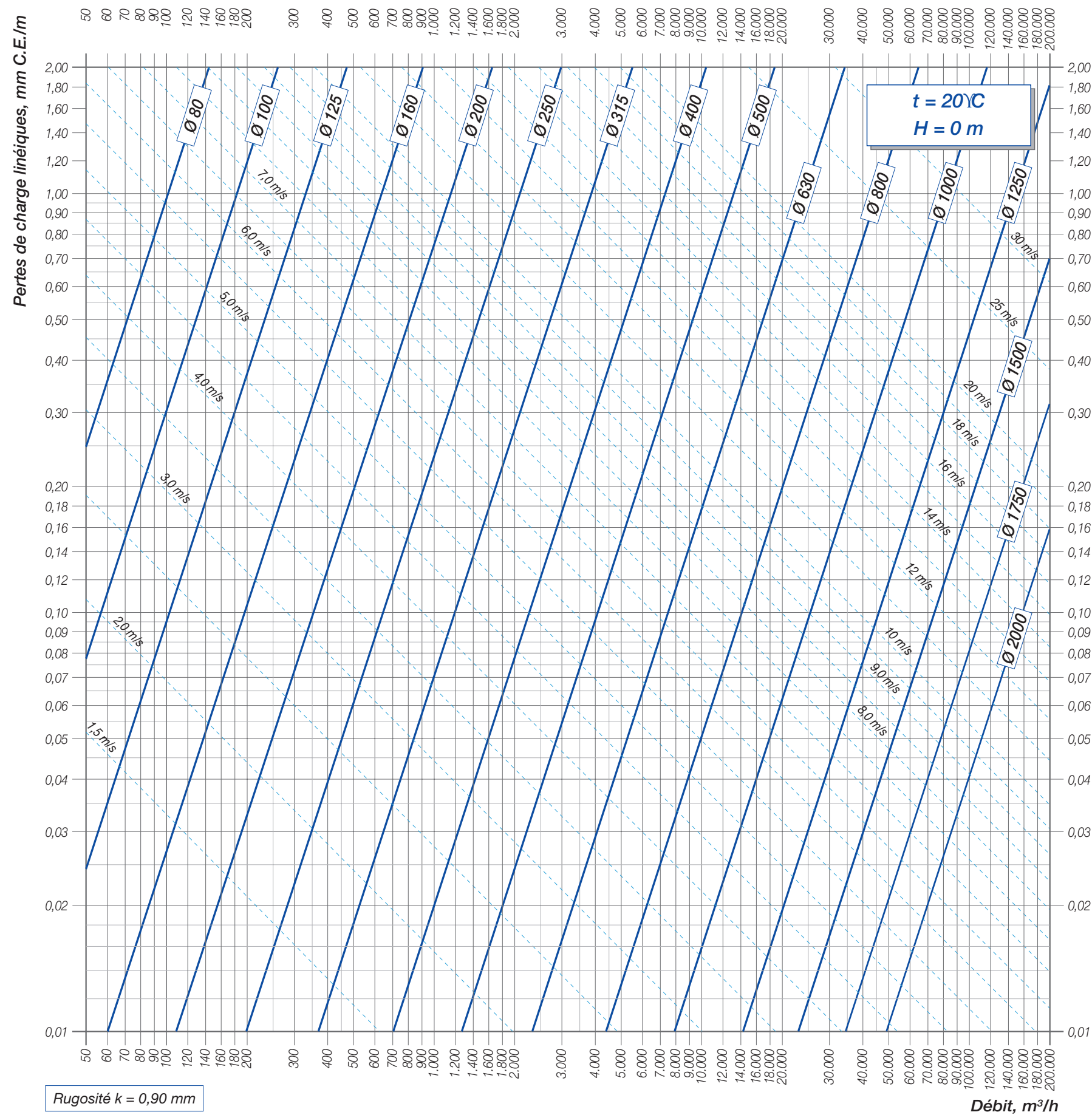


CONDUITES CYLINDRIQUES RUGUEUSES

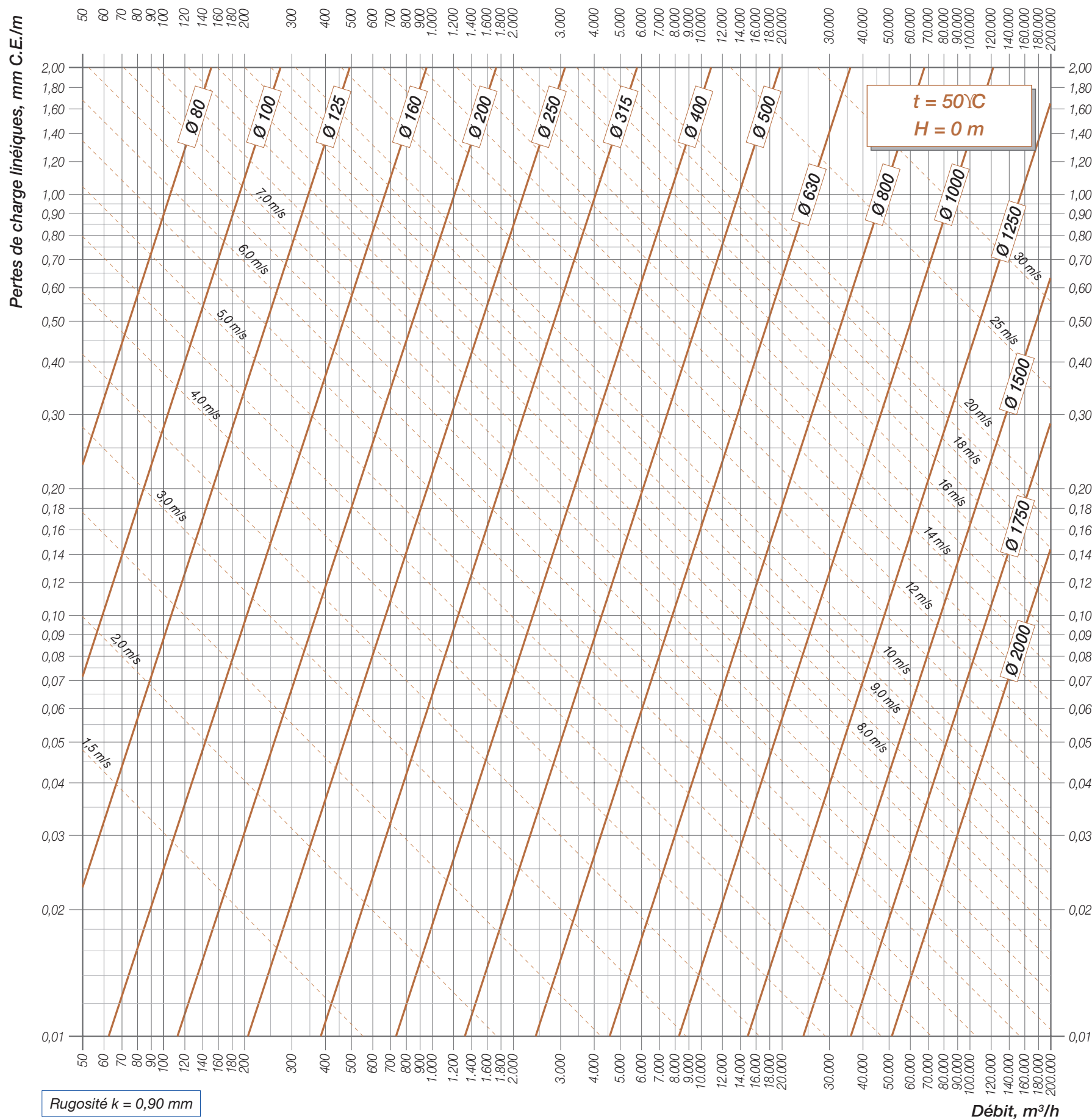
Diagramme	pertes de charge linéiques	$t = 20^{\circ}\text{C}$	$H = 0\text{ m}$	60-1
Diagramme	“ “ “ “	$t = 50^{\circ}\text{C}$	$H = 0\text{ m}$	60-2

Diagramme	pertes de charge linéiques	$t = 20^{\circ}\text{C}$	$H = 1.000\text{ m}$	60-3
Diagramme	“ “ “ “	$t = 50^{\circ}\text{C}$	$H = 1.000\text{ m}$	60-4

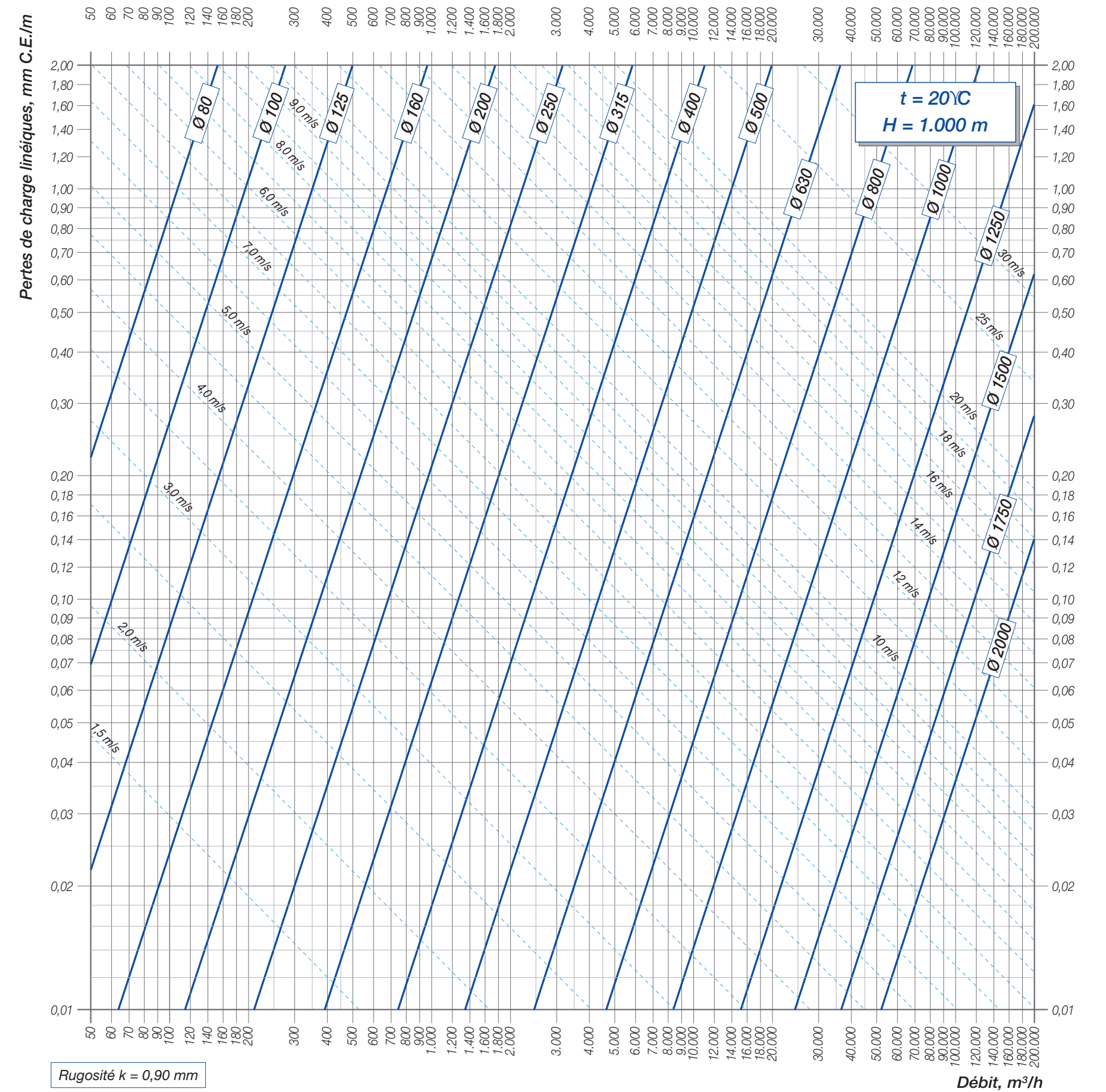
Pertes de charge linéiques de l'air – CONDUITES CYLINDRIQUES “ RUGUEUSES ” – $t = 20^{\circ}\text{C}$, $H = 0\text{ m}$



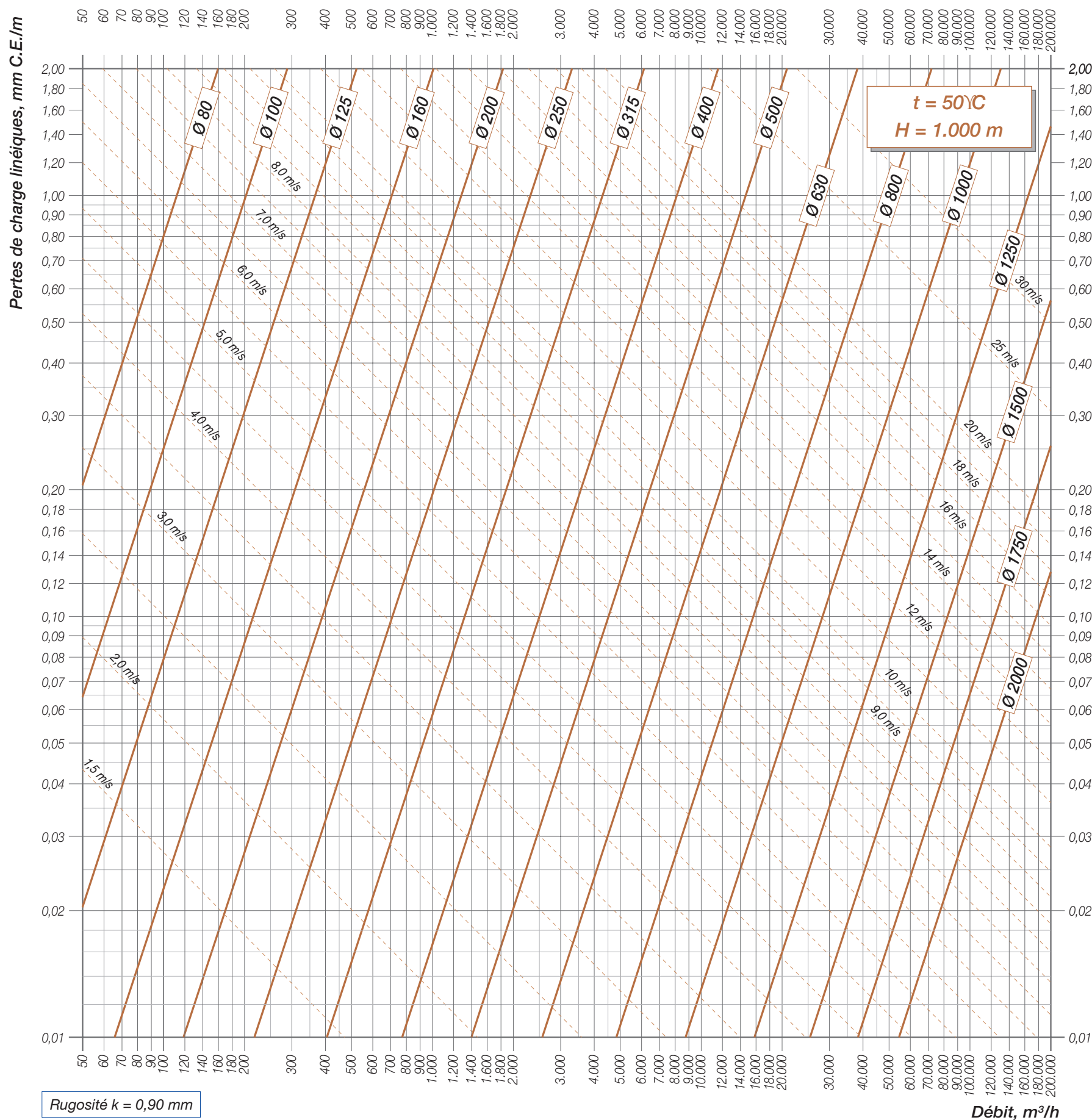
Pertes de charge linéiques de l'air – CONDUITES CYLINDRIQUES “ RUGUEUSES ” – $t = 50^{\circ}\text{C}$, $H = 0\text{ m}$



Pertes de charge linéiques de l'air – CONDUITES CYLINDRIQUES “ RUGUEUSES ” – $t = 20^{\circ}\text{C}$, $H = 1.000\text{ m}$



Pertes de charge linéiques de l'air – CONDUITES CYLINDRIQUES “ RUGUEUSES ” – t = 50°C, H = 1.000 m

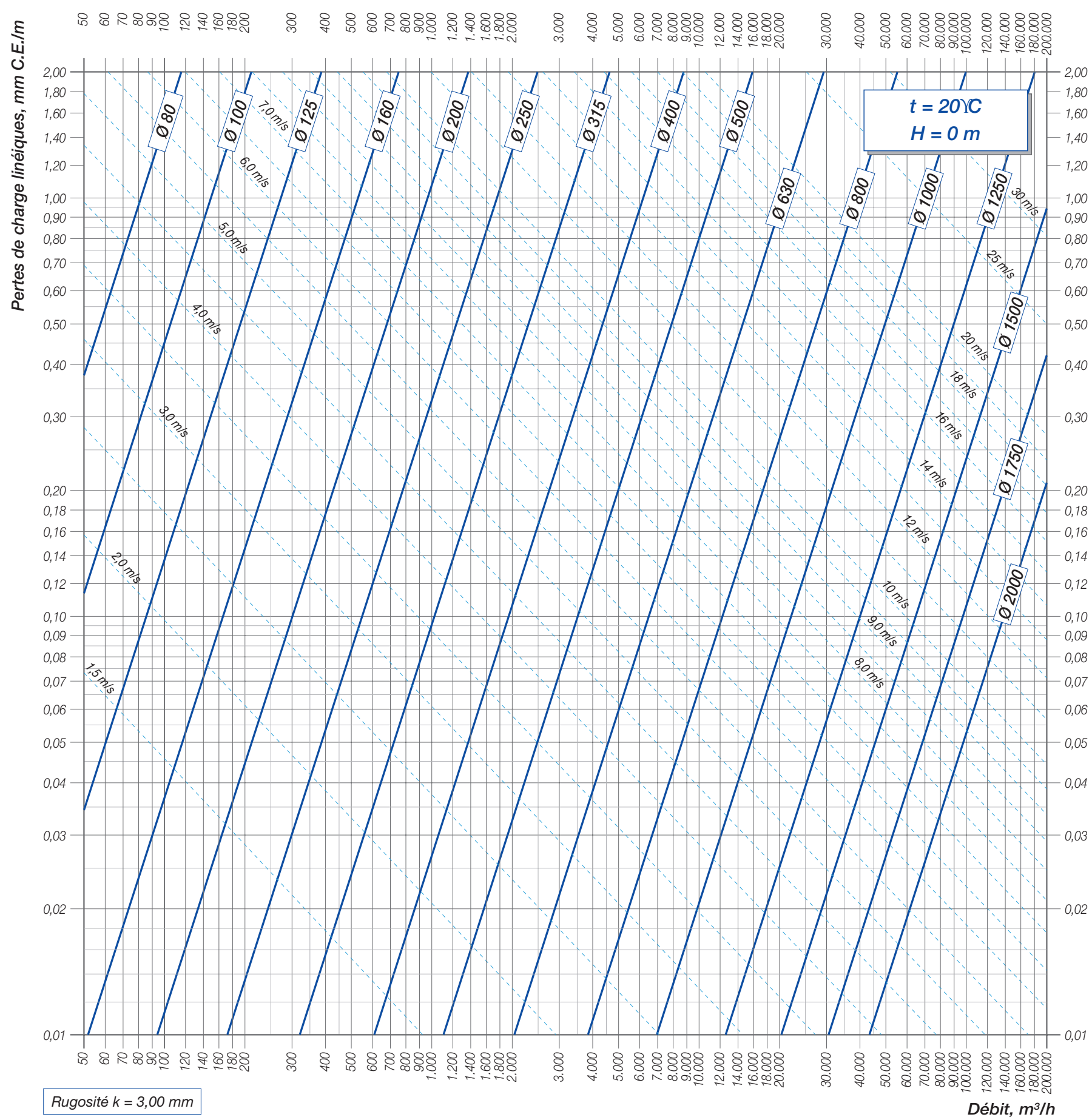


CONDUITES CYLINDRIQUES TRÈS RUGUEUSES

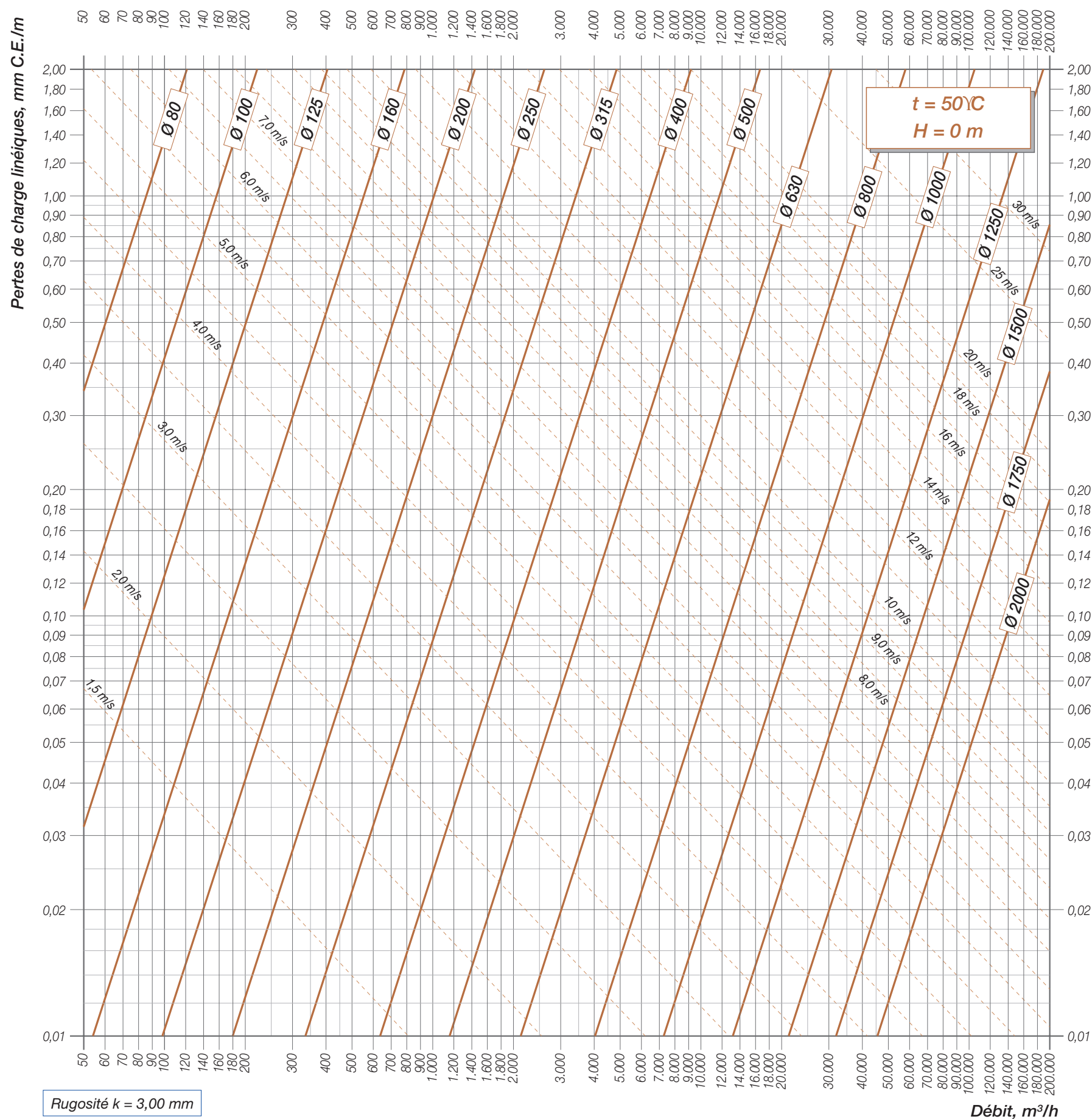
Diagramme	pertes de charge linéiques	$t = 20^{\circ}\text{C}$	$H = 0\text{ m}$	65-1
Diagramme	“ “ “ “	$t = 50^{\circ}\text{C}$	$H = 0\text{ m}$	65-2

Diagramme	pertes de charge linéiques	$t = 20^{\circ}\text{C}$	$H = 1.000\text{ m}$	65-3
Diagramme	“ “ “ “	$t = 50^{\circ}\text{C}$	$H = 1.000\text{ m}$	65-4

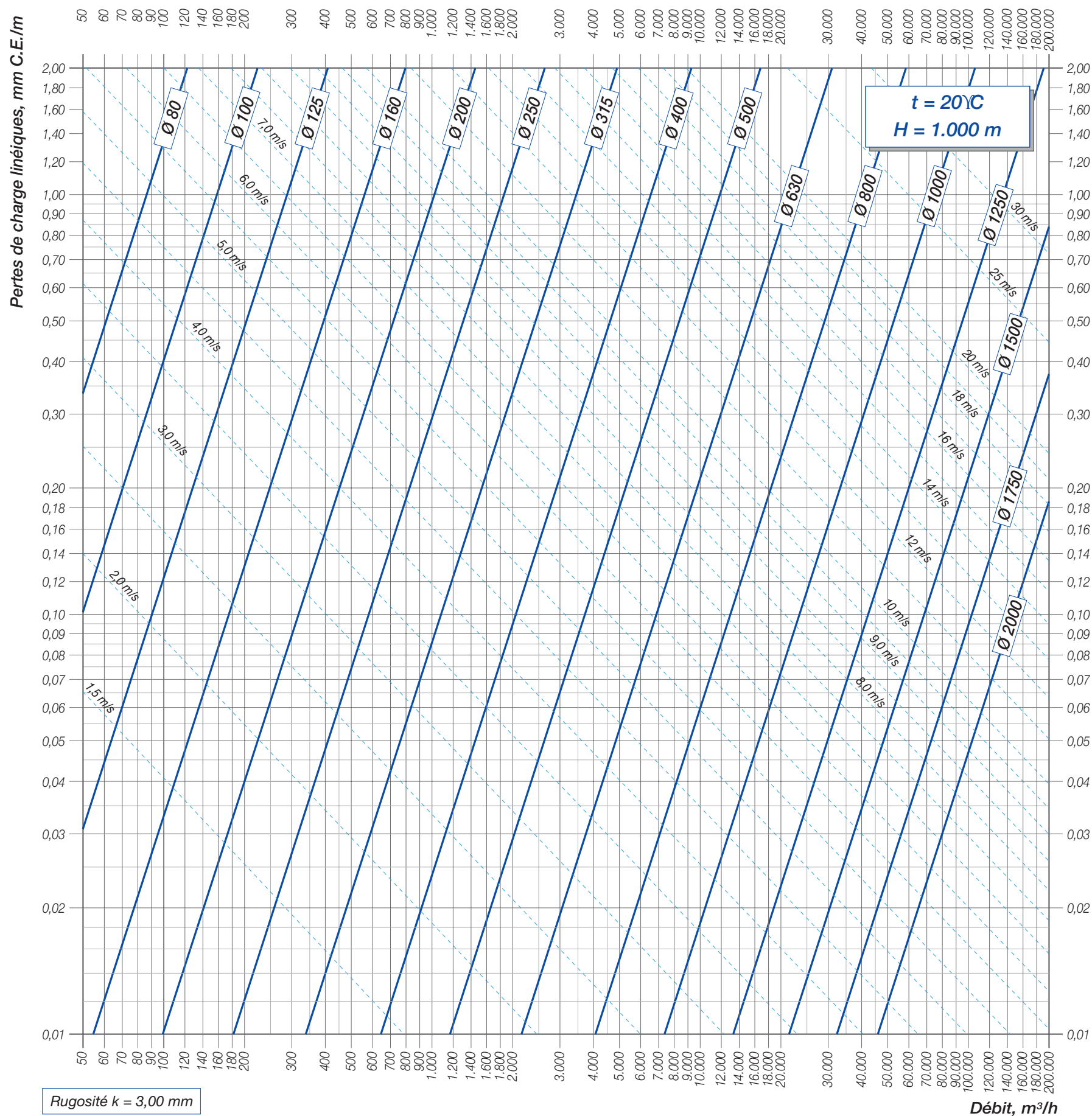
Pertes de charge linéiques de l'air – CONDUITES CYLINDRIQUES “TRÈS RUGUEUSES” – $t = 20^{\circ}\text{C}$, $H = 0\text{ m}$



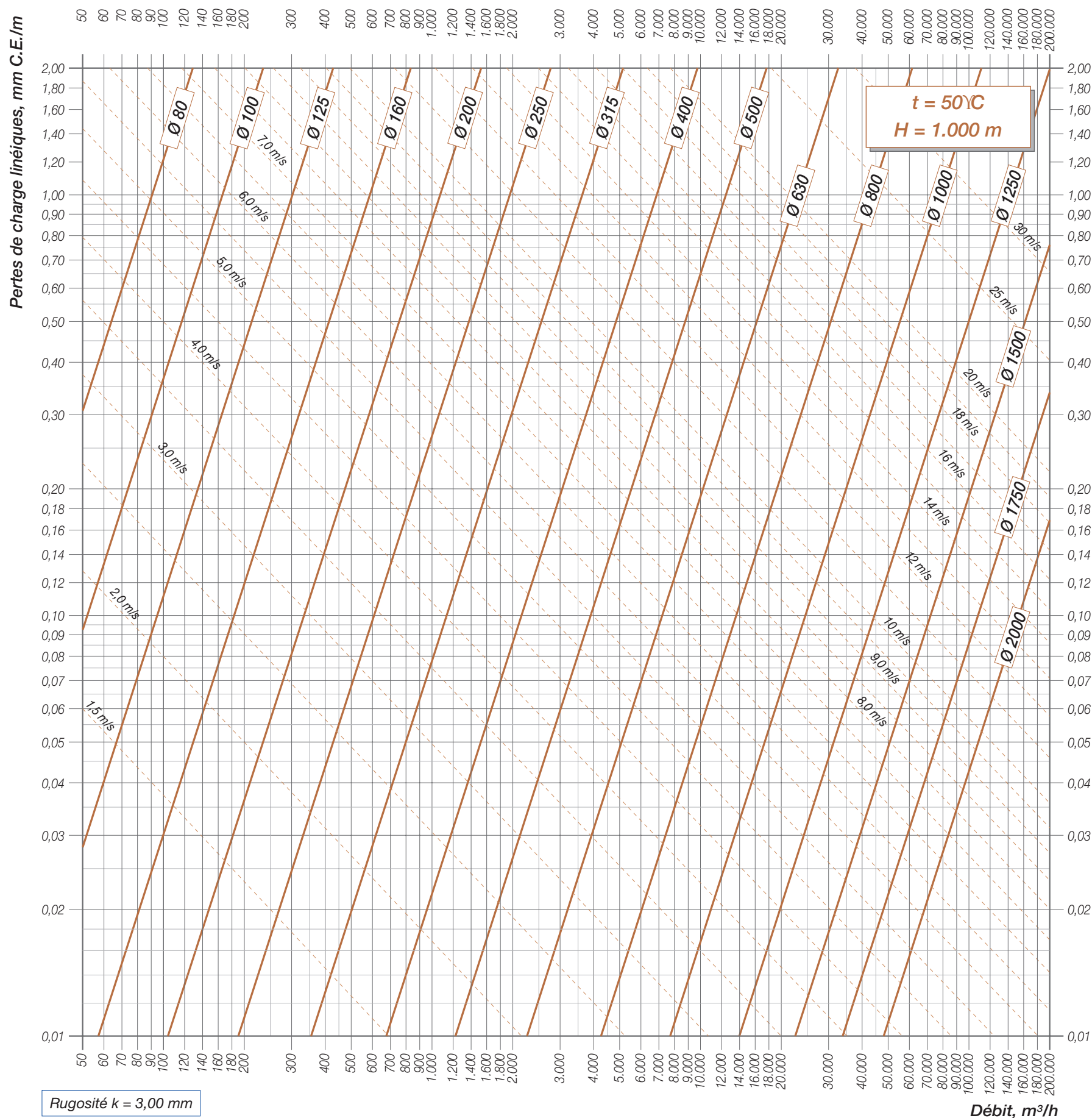
Pertes de charge linéiques de l'air – CONDUITES CYLINDRIQUES “TRÈS RUGUEUSES” – $t = 50^{\circ}\text{C}$, $H = 0\text{ m}$



Pertes de charge linéiques de l'air – CONDUITES CYLINDRIQUES “TRÈS RUGUEUSES” – $t = 20^{\circ}\text{C}$, $H = 1.000\text{ m}$



Pertes de charge linéiques de l'air – CONDUITES CYLINDRIQUES “TRÈS RUGUEUSES” – $t = 50^{\circ}\text{C}$, $H = 1.000\text{ m}$



DIAMÈTRES ÉQUIVALENTS

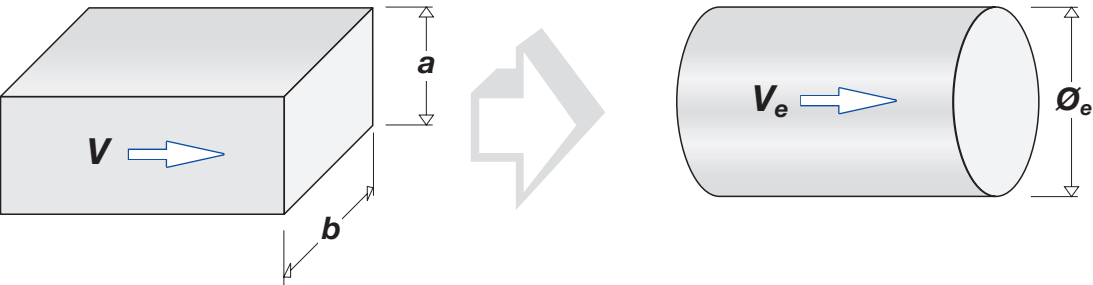
Table	conduites rectangulaires (hauteur de 100 à 800 mm)	80-1a
Table	conduites rectangulaires (hauteur de 850 à 2.200 mm)	80-1b

Conduites rectangulaires : diamètres équivalents pour la détermination des pertes de charge linéiques

a, b = dimensions côtés, mm								Ø _e = diamètre équivalent, mm								f = facteur de correction vitesse							
b	a	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	a	b					
100	Ø _e	109	133	152	169	183	195	207	217	227	236	245	253	261	268	275	Ø _e	100					
	f	0,94	0,93	0,91	0,89	0,87	0,86	0,84	0,82	0,81	0,80	0,79	0,77	0,76	0,75	0,74	f						
150	Ø _e	133	164	189	210	229	245	260	274	287	299	310	321	331	341	350	Ø _e	150					
	f	0,93	0,94	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,82	0,81	0,80	f						
200	Ø _e	152	189	219	244	266	286	305	321	337	352	365	378	391	402	414	Ø _e	200					
	f	0,91	0,93	0,94	0,94	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88	0,87	0,86	0,86	0,85	0,84	f						
250	Ø _e	169	210	244	273	299	322	343	363	381	398	414	429	443	457	470	Ø _e	250					
	f	0,89	0,92	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,92	0,91	0,90	0,90	0,89	0,88	0,87	0,87	f						
300	Ø _e	183	229	266	299	328	354	378	400	420	439	457	474	490	506	520	Ø _e	300					
	f	0,87	0,91	0,93	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,92	0,92	0,91	0,90	0,90	0,89	0,89	f						
350	Ø _e	195	245	286	322	354	383	409	433	455	477	496	515	533	550	567	Ø _e	350					
	f	0,86	0,90	0,92	0,93	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,93	0,92	0,92	0,91	0,91	0,90	f						
400	Ø _e	207	260	305	343	378	409	437	464	488	511	533	553	573	592	609	Ø _e	400					
	f	0,84	0,89	0,91	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,92	0,92	0,92	0,91	f						
450	Ø _e	217	274	321	363	400	433	464	492	518	543	567	589	610	630	649	Ø _e	450					
	f	0,82	0,87	0,90	0,92	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,93	0,92	0,92	f						
500	Ø _e	227	287	337	381	420	455	488	518	547	573	598	622	644	666	687	Ø _e	500					
	f	0,81	0,86	0,89	0,91	0,92	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,93	0,93	f						
550	Ø _e	236	299	352	398	439	477	511	543	573	601	628	653	677	700	722	Ø _e	550					
	f	0,80	0,85	0,88	0,90	0,92	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	f						
600	Ø _e	245	310	365	414	457	496	533	567	598	628	656	683	708	732	755	Ø _e	600					
	f	0,79	0,84	0,87	0,90	0,91	0,92	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,93	f						
650	Ø _e	253	321	378	429	474	515	553	589	622	653	683	711	737	763	787	Ø _e	650					
	f	0,77	0,83	0,86	0,89	0,90	0,92	0,92	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	f						
700	Ø _e	261	331	391	443	490	533	573	610	644	677	708	737	765	792	818	Ø _e	700					
	f	0,76	0,82	0,86	0,88	0,90	0,91	0,92	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	f						
750	Ø _e	268	341	402	457	506	550	592	630	666	700	732	763	792	820	847	Ø _e	750					
	f	0,75	0,81	0,85	0,87	0,89	0,91	0,92	0,92	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	f						
800	Ø _e	275	350	414	470	520	567	609	649	687	722	755	787	818	847	875	Ø _e	800					
	f	0,74	0,80	0,84	0,87	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	f						
850	Ø _e	282	359	424	482	534	582	626	668	706	743	778	811	842	872	901	Ø _e	850					
	f	0,74	0,79	0,83	0,86	0,88	0,89	0,91	0,92	0,92	0,93	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	f						
900	Ø _e	289	367	435	494	548	597	643	686	726	763	799	833	866	897	927	Ø _e	900					
	f	0,73	0,79	0,82	0,85	0,87	0,89	0,90	0,91	0,92	0,92	0,93	0,93	0,93	0,94	0,94	f						
950	Ø _e	295	376	445	506	561	612	659	703	744	783	820	855	889	921	952	Ø _e	950					
	f	0,72	0,78	0,82	0,85	0,87	0,88	0,90	0,91	0,92	0,92	0,93	0,93	0,93	0,94	0,94	f						
1000	Ø _e	301	384	454	517	574	626	674	719	762	802	840	876	911	944	976	Ø _e	1000					
	f	0,71	0,77	0,81	0,84	0,86	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,92	0,93	0,93	0,93	0,94	f						
1100	Ø _e	313	399	473	538	598	652	703	751	795	838	878	916	953	988	1.022	Ø _e	1100					
	f	0,70	0,76	0,80	0,83	0,85	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,92	0,93	0,93	0,93	f						
1200	Ø _e	324	413	490	558	620	677	731	780	827	872	914	954	993	1.030	1.066	Ø _e	1200					
	f	0,69	0,74	0,79	0,82	0,84	0,86	0,87	0,89	0,90	0,90	0,91	0,92	0,92	0,93	0,93	f						
1300	Ø _e	334	426	506	577	642	701	757	808	857	904	948	990	1.031	1.069	1.107	Ø _e	1300					
	f	0,67	0,73	0,77	0,80	0,83	0,85	0,86	0,88	0,89	0,90	0,90	0,91	0,92	0,92	0,92	f						
1400	Ø _e	344	439	522	595	662	724	781	835	886	934	980	1.024	1.066	1.107	1.146	Ø _e	1400					
	f	0,66	0,72	0,76	0,79	0,82	0,84	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,91	0,92	0,92	f						
1500	Ø _e	353	452	536	612	681	745	805	860	913	963	1.011	1.057	1.100	1.143	1.183	Ø _e	1500					
	f	0,65	0,71	0,75	0,79	0,81	0,83	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,91	0,92	f						
1600	Ø _e	362	463	551	629	700	766	827	885	939	991	1.041	1.088	1.133	1.177	1.219	Ø _e	1600					
	f	0,64	0,70	0,74	0,78	0,80	0,82	0,84	0,85	0,87	0,88	0,89	0,89	0,90	0,91	0,91	f						
1700	Ø _e	371	475	564	644	718	785	849	908	964	1.018	1.069	1.118	1.164	1.209	1.253	Ø _e	1700					
	f	0,64	0,69	0,74	0,77	0,79	0,81	0,83	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,89	0,90	0,91	f						
1800	Ø _e	379	485	577	660	735	804	869	930	988	1.043	1.096	1.146	1.195	1.241	1.286	Ø _e	1800					
	f	0,63	0,69	0,73	0,76	0,79	0,81	0,82	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,90	f						
1900	Ø _e	387	496	590	674	751	823	889	952	1.012	1.068	1.122	1.174	1.224	1.271	1.318	Ø _e	1900					
	f	0,62	0,68	0,72	0,75	0,78	0,80	0,82	0,83	0,85	0,86	0,87	0,88	0,88	0,89	0,90	f						
2000	Ø _e	395	506	602	688	767	840	908	973	1.034	1.092	1.147	1.200	1.252	1.301	1.348	Ø _e	2000					
	f	0,61	0,67	0,71	0,74	0,77	0,79	0,8	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,89	f						
2200	Ø _e	410	525	625	715	797	874	945	1.013	1.076	1.137	1.195	1.251	1.305	1.356	1.406	Ø _e	2200					
	f	0,60	0,66	0,70	0,73	0,76	0,78	0,80	0,81	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,88	f						

Conduites rectangulaires : diamètres équivalents pour la détermination des pertes de charge linéiques

a, b = dimensions côtés, mm				Ø _e = diamètre équivalent, mm												f = facteur de correction vitesse			
b	a	850	900	950	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2200	a	b	
850	Ø _e	929	956	982	1.007	1.055	1.100	1.143	1.183	1.222	1.259	1.295	1.329	1.362	1.394	1.455	Ø _e	850	
	f	0,94	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,93	0,92	0,92	0,92	0,91	0,91	0,90	0,90	0,89	f		
900	Ø _e	956	984	1.011	1.037	1.086	1.133	1.177	1.220	1.260	1.298	1.335	1.371	1.405	1.438	1.501	Ø _e	900	
	f	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,93	0,92	0,92	0,92	0,91	0,91	0,90	0,89	f		
950	Ø _e	982	1.011	1.039	1.065	1.117	1.165	1.211	1.255	1.297	1.336	1.375	1.412	1.447	1.482	1.547	Ø _e	950	
	f	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,93	0,92	0,92	0,92	0,91	0,91	0,90	f		
1000	Ø _e	1.007	1.037	1.065	1.093	1.146	1.196	1.244	1.289	1.332	1.373	1.413	1.451	1.488	1.523	1.591	Ø _e	1000	
	f	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,93	0,93	0,92	0,92	0,92	0,91	0,90	f		
1100	Ø _e	1.055	1.086	1.117	1.146	1.202	1.256	1.306	1.354	1.400	1.444	1.486	1.527	1.566	1.604	1.676	Ø _e	1100	
	f	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,93	0,92	0,92	0,92	0,91	f		
1200	Ø _e	1.100	1.133	1.165	1.196	1.256	1.312	1.365	1.416	1.464	1.511	1.555	1.598	1.640	1.680	1.756	Ø _e	1200	
	f	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,93	0,93	0,92	0,92	f		
1300	Ø _e	1.143	1.177	1.211	1.244	1.306	1.365	1.421	1.475	1.526	1.574	1.621	1.667	1.710	1.753	1.833	Ø _e	1300	
	f	0,93	0,93	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,93	0,93	0,92	f		
1400	Ø _e	1.183	1.220	1.255	1.289	1.354	1.416	1.475	1.530	1.584	1.635	1.684	1.732	1.778	1.822	1.906	Ø _e	1400	
	f	0,92	0,93	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,93	0,93	f		
1500	Ø _e	1.222	1.260	1.297	1.332	1.400	1.464	1.526	1.584	1.640	1.693	1.745	1.794	1.842	1.889	1.977	Ø _e	1500	
	f	0,92	0,92	0,93	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	f		
1600	Ø _e	1.259	1.298	1.336	1.373	1.444	1.511	1.574	1.635	1.693	1.749	1.803	1.854	1.904	1.952	2.044	Ø _e	1600	
	f	0,92	0,92	0,92	0,93	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,93	f		
1700	Ø _e	1.295	1.335	1.375	1.413	1.486	1.555	1.621	1.684	1.745	1.803	1.858	1.912	1.964	2.014	2.110	Ø _e	1700	
	f	0,91	0,92	0,92	0,92	0,93	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,93	f		
1800	Ø _e	1.329	1.371	1.412	1.451	1.527	1.598	1.667	1.732	1.794	1.854	1.912	1.968	2.021	2.073	2.173	Ø _e	1800	
	f	0,91	0,91	0,92	0,92	0,92	0,93	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	f		
1900	Ø _e	1.362	1.405	1.447	1.488	1.566	1.640	1.710	1.778	1.842	1.904	1.964	2.021	2.077	2.131	2.233	Ø _e	1900	
	f	0,90	0,91	0,91	0,92	0,92	0,93	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	f		
2000	Ø _e	1.394	1.438	1.482	1.523	1.604	1.680	1.753	1.822	1.889	1.952	2.014	2.073	2.131	2.186	2.292	Ø _e	2000	
	f	0,90	0,90	0,91	0,91	0,92	0,92	0,93	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	f		
2200	Ø _e	1.455	1.501	1.547	1.591	1.676	1.756	1.833	1.906	1.977	2.044	2.110	2.173	2.233	2.292	2.405	Ø _e	2200	
	f	0,89	0,89	0,90	0,90	0,91	0,92	0,92	0,93	0,93	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	f		



$v = v_e \cdot f$

v = vitesse conduite rectangulaire, m/s
v_e = vitesse conduite cylindrique équivalent
f = facteur de correction

Note :
la vitesse [v] sert à déterminer les perte
singulières des conduites rectangulaires.

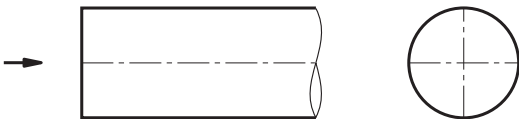
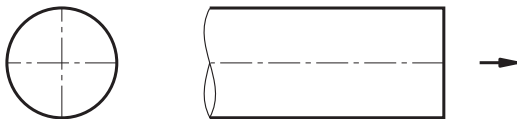
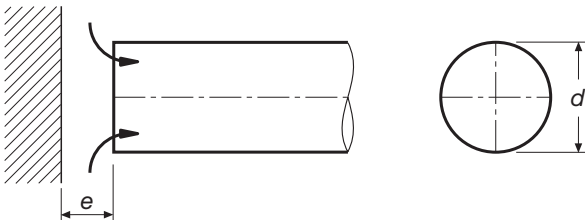
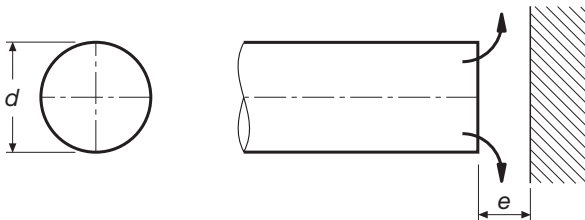
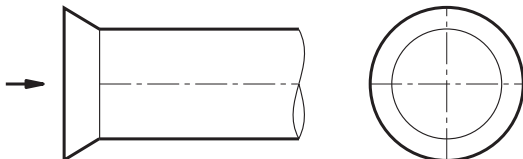
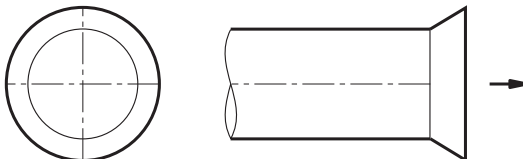
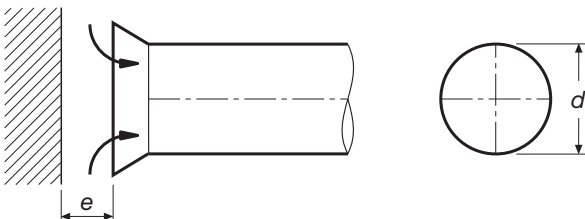
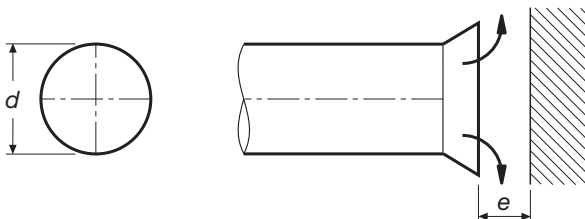
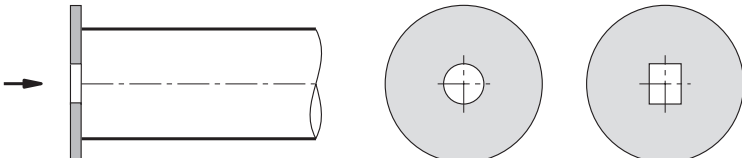
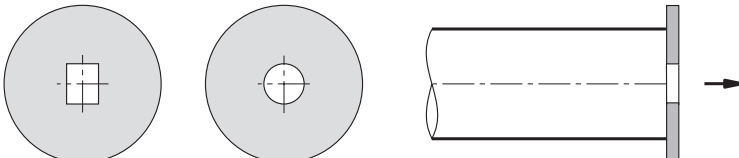
COEFFICIENTS ξ

Conduites cylindriques - entrées et sorties	90-1
Conduites cylindriques - coudes	90-2
Conduites cylindriques - dérivations et jonctions	90-3
Conduites cylindriques - variations de sections et registres	90-4
Conduites rectangulaires - entrées et sorties	92-1
Conduites rectangulaires - coudes	92-2
Conduites rectangulaires - dérivations et jonctions	92-3
Conduites rectangulaires - variations de sections et registres	92-4

PERTES DE CHARGE SINGULIÈRES

Table pour	$\Sigma \xi = 1 \div 10$	$t = 20^{\circ}\text{C}$	$H = 0\text{ m}$	96-1a
“ “	$\Sigma \xi = 1 \div 10$	$t = 50^{\circ}\text{C}$	$H = 0\text{ m}$	96-1b
Table pour	$\Sigma \xi = 1 \div 10$	$t = 20^{\circ}\text{C}$	$H = 1.000\text{ m}$	98-1a
“ “	$\Sigma \xi = 1 \div 10$	$t = 50^{\circ}\text{C}$	$H = 1.000\text{ m}$	98-1b

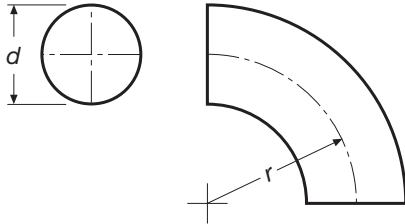
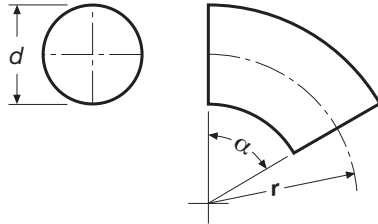
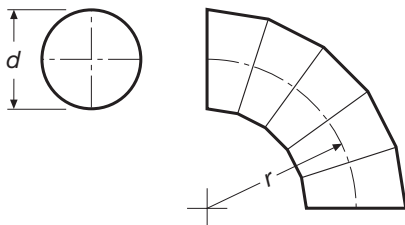
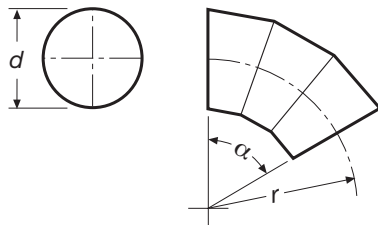
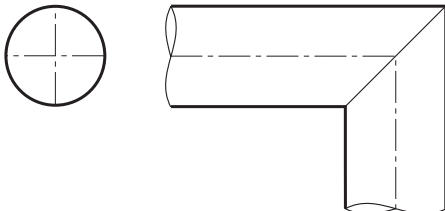
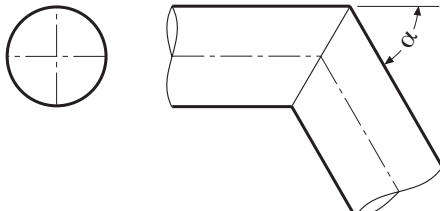
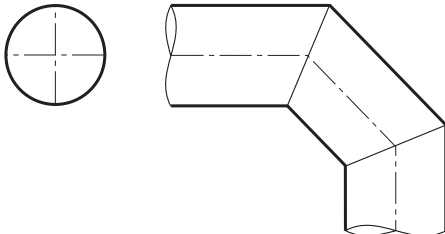
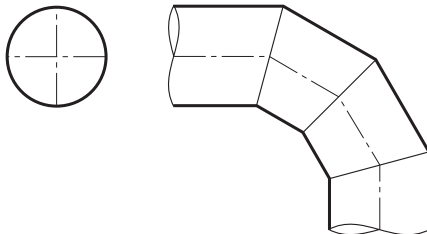
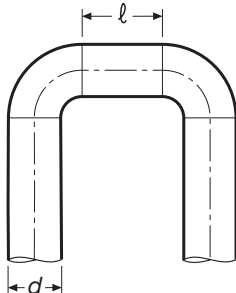
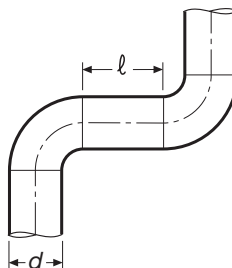
Conduites cylindriques – valeurs indicatives des coefficients ξ - entrées et sorties

<p>Entrée sans amorce</p>  <p>$\xi = 0,8$</p>	<p>Sortie sans amorce</p>  <p>$\xi = 1,0$</p>																																
<p>Entrée sans amorce avec obstacle frontal</p>  <table><tr><th>e/d</th><th>ξ</th></tr><tr><td>0,2</td><td>2,6</td></tr><tr><td>0,4</td><td>1,5</td></tr><tr><td>0,6</td><td>1,2</td></tr><tr><td>0,8</td><td>1,0</td></tr><tr><td>1,0</td><td>0,8</td></tr></table>	e/d	ξ	0,2	2,6	0,4	1,5	0,6	1,2	0,8	1,0	1,0	0,8	<p>Sortie sans amorce avec obstacle frontal</p>  <table><tr><th>e/d</th><th>ξ</th></tr><tr><td>0,4</td><td>1,8</td></tr><tr><td>0,6</td><td>1,4</td></tr><tr><td>0,8</td><td>1,2</td></tr><tr><td>1,0</td><td>1,0</td></tr></table>	e/d	ξ	0,4	1,8	0,6	1,4	0,8	1,2	1,0	1,0										
e/d	ξ																																
0,2	2,6																																
0,4	1,5																																
0,6	1,2																																
0,8	1,0																																
1,0	0,8																																
e/d	ξ																																
0,4	1,8																																
0,6	1,4																																
0,8	1,2																																
1,0	1,0																																
<p>Entrée avec amorce</p>  <p>$\xi = 0,4$</p>	<p>Sortie avec amorce</p>  <p>$\xi = 0,6$</p>																																
<p>Entrée avec amorce et obstacle frontal</p>  <table><tr><th>e/d</th><th>ξ</th></tr><tr><td>0,2</td><td>1,2</td></tr><tr><td>0,4</td><td>0,7</td></tr><tr><td>0,6</td><td>0,6</td></tr><tr><td>0,8</td><td>0,5</td></tr><tr><td>1,0</td><td>0,4</td></tr></table>	e/d	ξ	0,2	1,2	0,4	0,7	0,6	0,6	0,8	0,5	1,0	0,4	<p>Sortie avec amorce et obstacle frontal</p>  <table><tr><th>e/d</th><th>ξ</th></tr><tr><td>0,4</td><td>1,2</td></tr><tr><td>0,6</td><td>1,0</td></tr><tr><td>0,8</td><td>0,8</td></tr><tr><td>1,0</td><td>0,6</td></tr></table>	e/d	ξ	0,4	1,2	0,6	1,0	0,8	0,8	1,0	0,6										
e/d	ξ																																
0,2	1,2																																
0,4	0,7																																
0,6	0,6																																
0,8	0,5																																
1,0	0,4																																
e/d	ξ																																
0,4	1,2																																
0,6	1,0																																
0,8	0,8																																
1,0	0,6																																
<p>Entrée avec diaphragme</p>  <table><tr><th>A^*/A</th><td>0,3</td><td>0,4</td><td>0,5</td><td>0,6</td><td>0,7</td><td>0,8</td><td>0,9</td></tr><tr><th>ξ</th><td>24</td><td>11</td><td>6,2</td><td>3,0</td><td>2,2</td><td>1,4</td><td>1,2</td></tr></table>	A^*/A	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	ξ	24	11	6,2	3,0	2,2	1,4	1,2	<p>Sortie avec diaphragme</p>  <table><tr><th>A^*/A</th><td>0,3</td><td>0,4</td><td>0,5</td><td>0,6</td><td>0,7</td><td>0,8</td><td>0,9</td></tr><tr><th>ξ</th><td>28</td><td>13</td><td>7,8</td><td>3,6</td><td>2,6</td><td>1,7</td><td>1,4</td></tr></table>	A^*/A	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	ξ	28	13	7,8	3,6	2,6	1,7	1,4
A^*/A	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9																										
ξ	24	11	6,2	3,0	2,2	1,4	1,2																										
A^*/A	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9																										
ξ	28	13	7,8	3,6	2,6	1,7	1,4																										

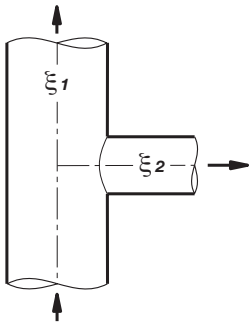
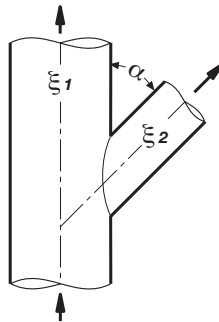
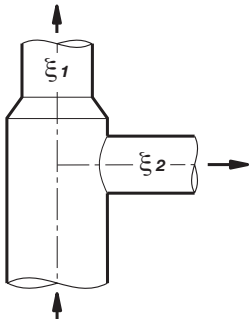
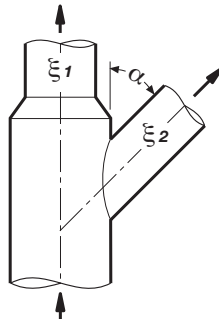
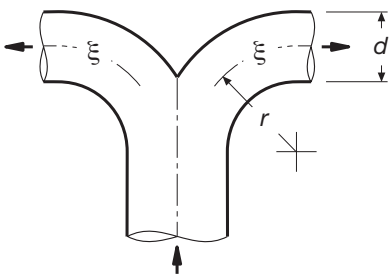
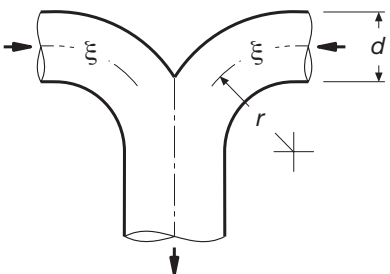
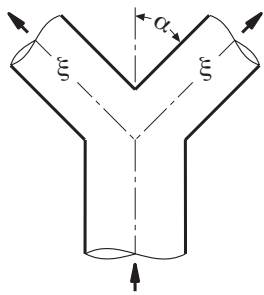
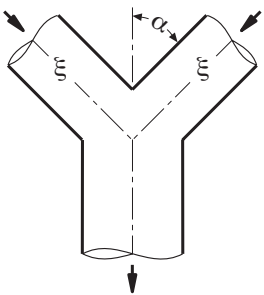
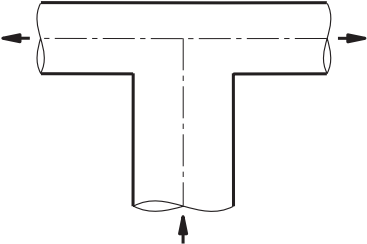
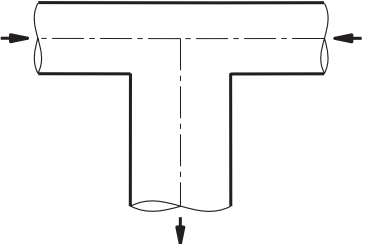
A = section interieure conduite
 A^* = aire passage diaphragme

A = section interieure conduite
 A^* = aire passage diaphragme

Conduites cylindriques – valeurs indicatives des coefficients ξ - coudes

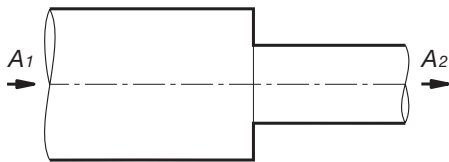
<p>Coude à 90°</p>  <table><tr><th>r/d</th><th>ξ</th></tr><tr><td>0,50</td><td>0,9</td></tr><tr><td>0,75</td><td>0,5</td></tr><tr><td>1,00</td><td>0,4</td></tr><tr><td>1,50</td><td>0,3</td></tr><tr><td>2,00</td><td>0,2</td></tr></table>	r/d	ξ	0,50	0,9	0,75	0,5	1,00	0,4	1,50	0,3	2,00	0,2	<p>Coude à 30°, 45° et 60°</p>  <table><tr><th rowspan="2">r/d</th><th colspan="3">ξ</th></tr><tr><th>$\alpha=30^\circ$</th><th>$\alpha=45^\circ$</th><th>$\alpha=60^\circ$</th></tr><tr><td>0,50</td><td>0,3</td><td>0,5</td><td>0,7</td></tr><tr><td>0,75</td><td>0,2</td><td>0,3</td><td>0,3</td></tr><tr><td>1,00</td><td>0,1</td><td>0,2</td><td>0,3</td></tr><tr><td>1,50</td><td>0,1</td><td>0,2</td><td>0,2</td></tr><tr><td>2,00</td><td>0,1</td><td>0,1</td><td>0,1</td></tr></table>	r/d	ξ			$\alpha=30^\circ$	$\alpha=45^\circ$	$\alpha=60^\circ$	0,50	0,3	0,5	0,7	0,75	0,2	0,3	0,3	1,00	0,1	0,2	0,3	1,50	0,1	0,2	0,2	2,00	0,1	0,1	0,1
r/d	ξ																																							
0,50	0,9																																							
0,75	0,5																																							
1,00	0,4																																							
1,50	0,3																																							
2,00	0,2																																							
r/d	ξ																																							
	$\alpha=30^\circ$	$\alpha=45^\circ$	$\alpha=60^\circ$																																					
0,50	0,3	0,5	0,7																																					
0,75	0,2	0,3	0,3																																					
1,00	0,1	0,2	0,3																																					
1,50	0,1	0,2	0,2																																					
2,00	0,1	0,1	0,1																																					
<p>Coude 90° à secteurs</p>  <table><tr><th>r/d</th><th>ξ</th></tr><tr><td>0,50</td><td>1,1</td></tr><tr><td>0,75</td><td>0,6</td></tr><tr><td>1,00</td><td>0,4</td></tr><tr><td>1,50</td><td>0,3</td></tr><tr><td>2,00</td><td>0,2</td></tr></table>	r/d	ξ	0,50	1,1	0,75	0,6	1,00	0,4	1,50	0,3	2,00	0,2	<p>Coude 30°, 45° et 60° à secteurs</p>  <table><tr><th rowspan="2">r/d</th><th colspan="3">ξ</th></tr><tr><th>$\alpha=30^\circ$</th><th>$\alpha=45^\circ$</th><th>$\alpha=60^\circ$</th></tr><tr><td>0,50</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>0,7</td></tr><tr><td>0,75</td><td>0,2</td><td>0,3</td><td>0,4</td></tr><tr><td>1,00</td><td>0,1</td><td>0,2</td><td>0,3</td></tr><tr><td>1,50</td><td>0,1</td><td>0,2</td><td>0,2</td></tr><tr><td>2,00</td><td>0,1</td><td>0,1</td><td>0,1</td></tr></table>	r/d	ξ			$\alpha=30^\circ$	$\alpha=45^\circ$	$\alpha=60^\circ$	0,50	0,4	0,6	0,7	0,75	0,2	0,3	0,4	1,00	0,1	0,2	0,3	1,50	0,1	0,2	0,2	2,00	0,1	0,1	0,1
r/d	ξ																																							
0,50	1,1																																							
0,75	0,6																																							
1,00	0,4																																							
1,50	0,3																																							
2,00	0,2																																							
r/d	ξ																																							
	$\alpha=30^\circ$	$\alpha=45^\circ$	$\alpha=60^\circ$																																					
0,50	0,4	0,6	0,7																																					
0,75	0,2	0,3	0,4																																					
1,00	0,1	0,2	0,3																																					
1,50	0,1	0,2	0,2																																					
2,00	0,1	0,1	0,1																																					
<p>Coude 90° à angle vif</p>  <p>$\xi = 1,4$</p>	<p>Coude 30°, 45° et 60° à angle vif</p>  <table><tr><th colspan="3">ξ</th></tr><tr><th>$\alpha=30^\circ$</th><th>$\alpha=45^\circ$</th><th>$\alpha=60^\circ$</th></tr><tr><td>0,4</td><td>0,7</td><td>1,0</td></tr></table>	ξ			$\alpha=30^\circ$	$\alpha=45^\circ$	$\alpha=60^\circ$	0,4	0,7	1,0																														
ξ																																								
$\alpha=30^\circ$	$\alpha=45^\circ$	$\alpha=60^\circ$																																						
0,4	0,7	1,0																																						
<p>Coude 90° à un segment</p>  <p>$\xi = 1,3$</p>	<p>Coude 90° à deux segments</p>  <p>$\xi = 1,2$</p>																																							
<p>Double coude</p>  <table><tr><th>l</th><th>d</th><th>ξ</th></tr><tr><td>< 1</td><td></td><td>4,0</td></tr><tr><td>$1 \div 2$</td><td></td><td>3,0</td></tr><tr><td>> 2</td><td></td><td>2,0</td></tr></table>	l	d	ξ	< 1		4,0	$1 \div 2$		3,0	> 2		2,0	<p>Double coude inversé</p>  <table><tr><th>l</th><th>d</th><th>ξ</th></tr><tr><td>< 1</td><td></td><td>3,5</td></tr><tr><td>$1 \div 2$</td><td></td><td>2,7</td></tr><tr><td>> 2</td><td></td><td>2,0</td></tr></table>	l	d	ξ	< 1		3,5	$1 \div 2$		2,7	> 2		2,0															
l	d	ξ																																						
< 1		4,0																																						
$1 \div 2$		3,0																																						
> 2		2,0																																						
l	d	ξ																																						
< 1		3,5																																						
$1 \div 2$		2,7																																						
> 2		2,0																																						

Conduites cylindriques – valeurs indicatives des coefficients ξ - dérivation et jonctions

	<p>Dérivation à 90°</p> <p>$\xi_1 = 0,2 \quad \xi_2 = 1,3$</p>		<p>Dérivation à 30°, 45° et 60°</p> <p>$\xi_1 = 0,2$</p> <table><tr><th colspan="3">ξ_2</th></tr><tr><th>$\alpha = 30^\circ$</th><th>$\alpha = 45^\circ$</th><th>$\alpha = 60^\circ$</th></tr><tr><td>0,4</td><td>0,7</td><td>0,9</td></tr></table>	ξ_2			$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$\alpha = 60^\circ$	0,4	0,7	0,9															
ξ_2																											
$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$\alpha = 60^\circ$																									
0,4	0,7	0,9																									
	<p>Dérivation à 90° avec réduction</p> <p>$\xi_1 = 0,4 \quad \xi_2 = 1,3$</p>		<p>Dérivation 30°, 45° et 60° avec réduction</p> <p>$\xi_1 = 0,4$</p> <table><tr><th colspan="3">ξ_2</th></tr><tr><th>$\alpha = 30^\circ$</th><th>$\alpha = 45^\circ$</th><th>$\alpha = 60^\circ$</th></tr><tr><td>0,4</td><td>0,7</td><td>0,9</td></tr></table>	ξ_2			$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$\alpha = 60^\circ$	0,4	0,7	0,9															
ξ_2																											
$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$\alpha = 60^\circ$																									
0,4	0,7	0,9																									
	<p>Dérivation à double coude</p> <table><tr><th>r/d</th><th>ξ</th></tr><tr><td>0,50</td><td>1,2</td></tr><tr><td>0,75</td><td>0,6</td></tr><tr><td>1,00</td><td>0,4</td></tr><tr><td>1,50</td><td>0,3</td></tr><tr><td>2,00</td><td>0,2</td></tr></table>	r/d	ξ	0,50	1,2	0,75	0,6	1,00	0,4	1,50	0,3	2,00	0,2		<p>Jonction à double coude</p> <table><tr><th>r/d</th><th>ξ</th></tr><tr><td>0,50</td><td>1,1</td></tr><tr><td>0,75</td><td>0,5</td></tr><tr><td>1,00</td><td>0,3</td></tr><tr><td>1,50</td><td>0,2</td></tr><tr><td>2,00</td><td>0,2</td></tr></table>	r/d	ξ	0,50	1,1	0,75	0,5	1,00	0,3	1,50	0,2	2,00	0,2
r/d	ξ																										
0,50	1,2																										
0,75	0,6																										
1,00	0,4																										
1,50	0,3																										
2,00	0,2																										
r/d	ξ																										
0,50	1,1																										
0,75	0,5																										
1,00	0,3																										
1,50	0,2																										
2,00	0,2																										
	<p>Dérivation en Y</p> <table><tr><th>α</th><th>ξ</th></tr><tr><td>30°</td><td>0,3</td></tr><tr><td>45°</td><td>0,7</td></tr><tr><td>60°</td><td>1,0</td></tr></table>	α	ξ	30°	0,3	45°	0,7	60°	1,0		<p>Jonction en Y</p> <table><tr><th>α</th><th>ξ</th></tr><tr><td>30°</td><td>0,3</td></tr><tr><td>45°</td><td>0,6</td></tr><tr><td>60°</td><td>0,9</td></tr></table>	α	ξ	30°	0,3	45°	0,6	60°	0,9								
α	ξ																										
30°	0,3																										
45°	0,7																										
60°	1,0																										
α	ξ																										
30°	0,3																										
45°	0,6																										
60°	0,9																										
	<p>Dérivation en T</p> <p>$\xi_1 = 1,4$</p>		<p>Jonction en T</p> <p>$\xi_1 = 1,3$</p>																								

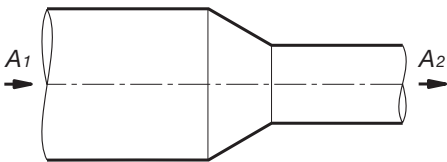
Conduites cylindriques – valeurs indicatives des coefficients ξ - variations de sections et registres

Réduction sans amorce



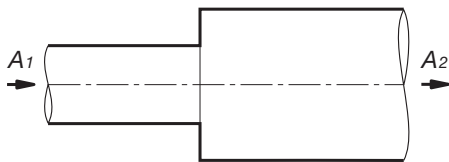
A_2/A_1	ξ
0,2	0,5
0,4	0,4
0,6	0,3
0,8	0,2

Réduction avec amorce



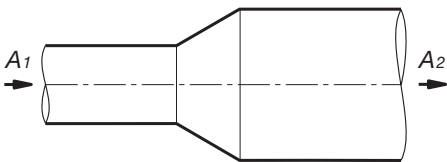
$\xi = 0,2$

Augmentation sans amorce



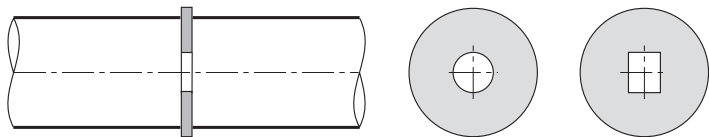
A_2/A_1	ξ
0,1	0,9
0,2	0,7
0,4	0,4
0,6	0,2

Augmentation avec amorce



A_2/A_1	ξ
0,1	0,5
0,2	0,3
0,4	0,2
0,6	0,2

Diaphragme d'équilibrage

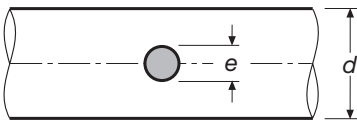


A = section intérieure conduite

A* = aire passage diaphragme

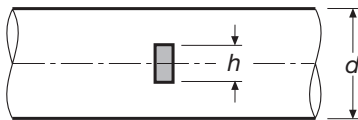
A^*/A	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60
ξ	50	30	20	15	8	7	4	3	2

Tubes et barres traversant une conduite



Tubes

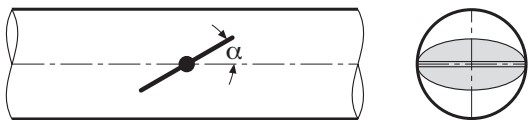
e/d	0,10	0,25	0,50
ξ	0,2	0,6	2,0



Barres

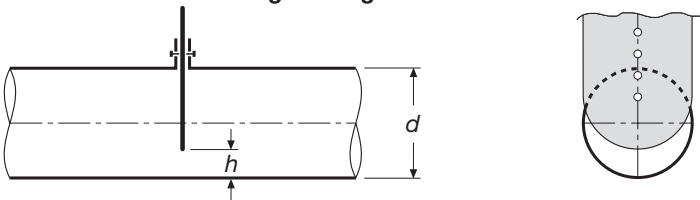
h/d	0,10	0,25	0,50
ξ	0,7	1,4	4,0

Registre à papillon



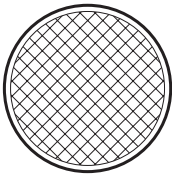
α	0°	10°	20°	30°	40°	45°	50°	55°	60°
ξ	0,2	0,6	1,8	4,4	11	21	35	65	105

Registre à guillotine



h/d	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
ξ	30	11	5,2	2,2	1,3	0,5

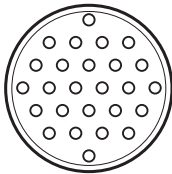
Grille de protection



A = section intérieure conduite
A* = aire nette passage d'air

A^*/A	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
ξ	17	6,5	3,0	1,7	1,0	0,8

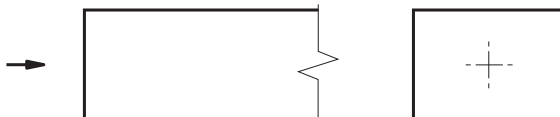
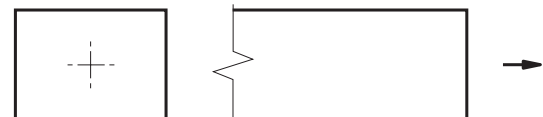
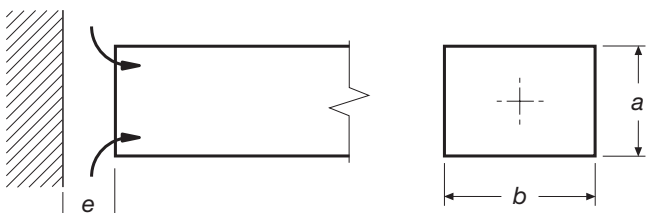
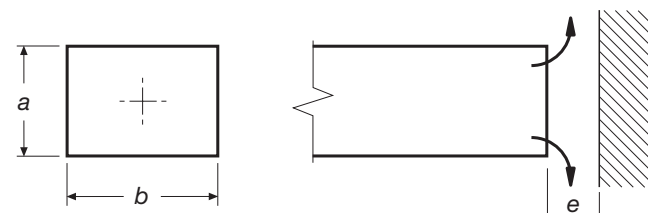
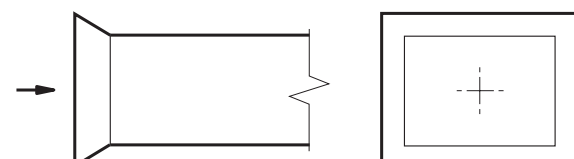
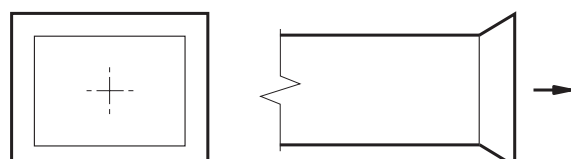
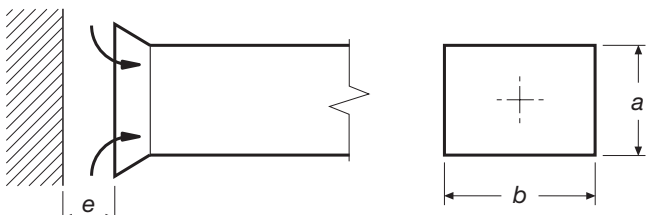
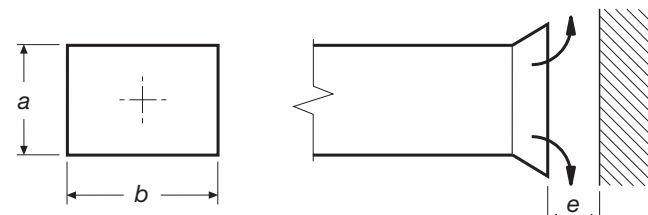
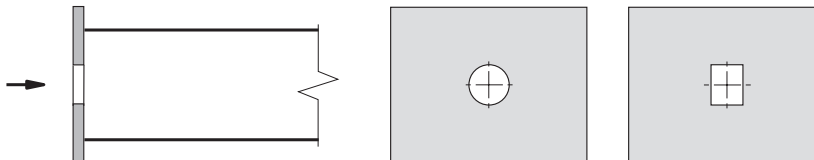
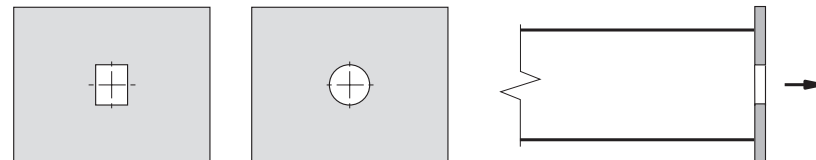
Tôle percée



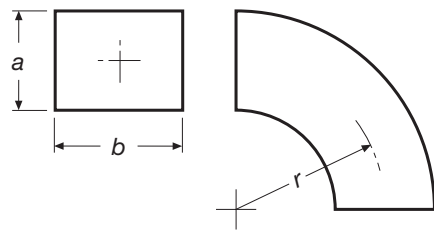
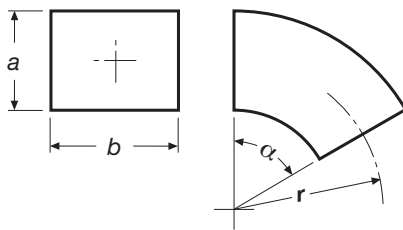
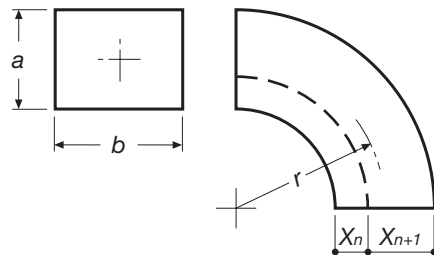
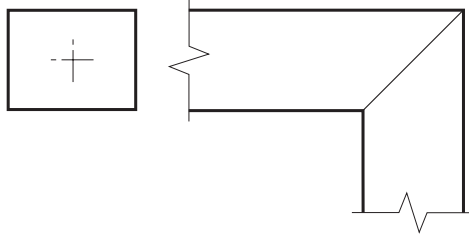
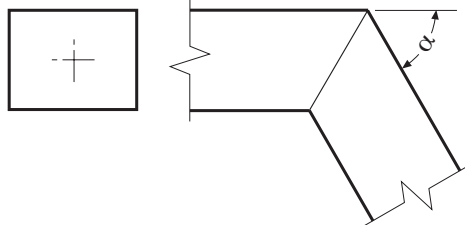
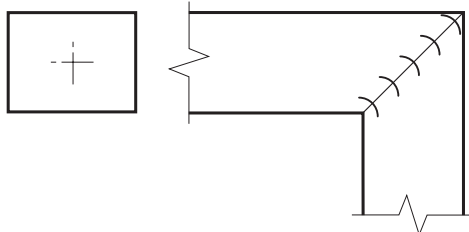
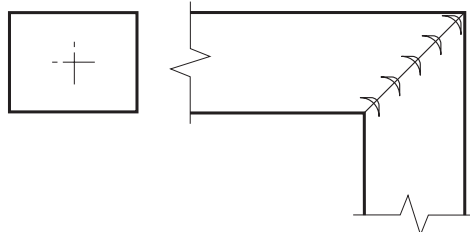
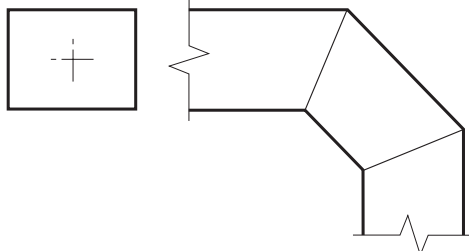
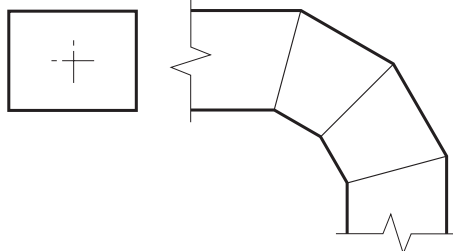
A = section intérieure conduite
A* = aire nette passage d'air

A^*/A	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
ξ	60	22	9,0	4,0	2,2	1,0

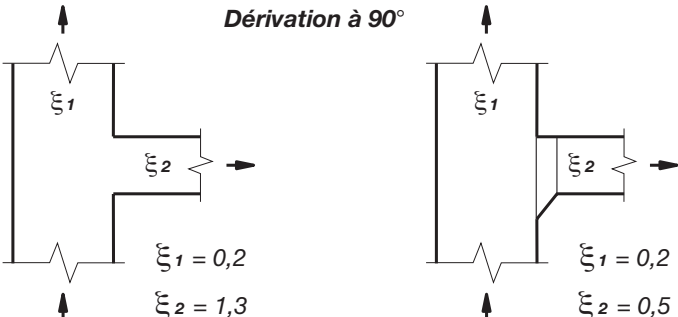
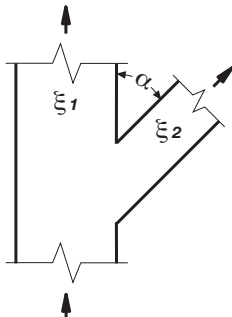
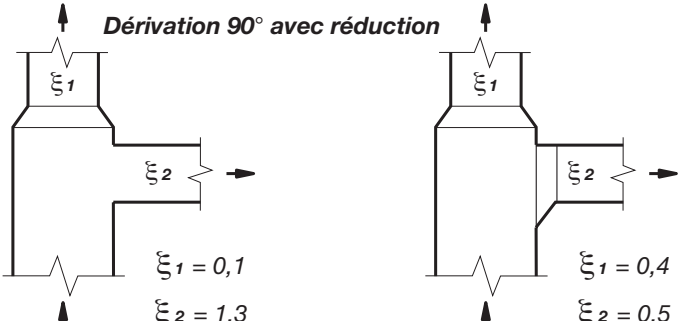
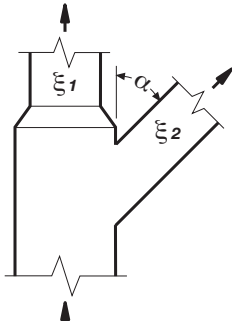
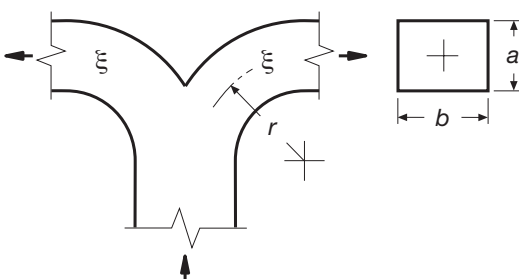
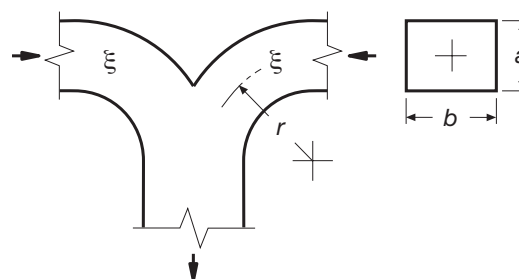
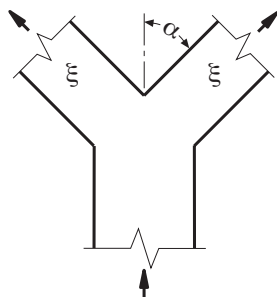
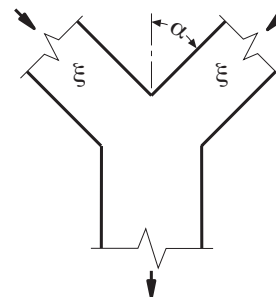
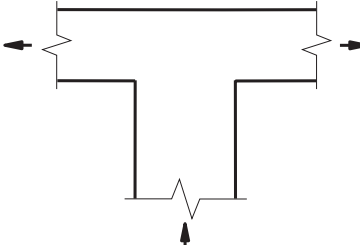
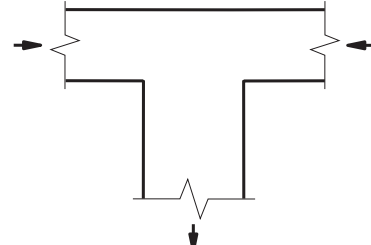
Conduites rectangulaires – valeurs indicatives des coefficients ξ - entrées et sorties

<p>Entrée sans amorce</p>  <p>$\xi = 1,00$</p>	<p>Sortie sans amorce</p>  <p>$\xi = 1,20$</p>																																
<p>Entrée sans amorce avec obstacle frontal</p>  <table><tr><th>e/d_e</th><th>ξ</th></tr><tr><td>0,2</td><td>2,8</td></tr><tr><td>0,4</td><td>1,7</td></tr><tr><td>0,6</td><td>1,4</td></tr><tr><td>0,8</td><td>1,2</td></tr><tr><td>1,0</td><td>1,0</td></tr></table> <p>$d_e = \text{diamètre équivalent}$</p>	e/d_e	ξ	0,2	2,8	0,4	1,7	0,6	1,4	0,8	1,2	1,0	1,0	<p>Sortie sans amorce avec obstacle frontal</p>  <table><tr><th>e/d_e</th><th>ξ</th></tr><tr><td>0,4</td><td>2,0</td></tr><tr><td>0,6</td><td>1,6</td></tr><tr><td>0,8</td><td>1,4</td></tr><tr><td>1,0</td><td>1,2</td></tr></table> <p>$d_e = \text{diamètre équivalent}$</p>	e/d_e	ξ	0,4	2,0	0,6	1,6	0,8	1,4	1,0	1,2										
e/d_e	ξ																																
0,2	2,8																																
0,4	1,7																																
0,6	1,4																																
0,8	1,2																																
1,0	1,0																																
e/d_e	ξ																																
0,4	2,0																																
0,6	1,6																																
0,8	1,4																																
1,0	1,2																																
<p>Entrée avec amorce</p>  <p>$\xi = 0,6$</p>	<p>Sortie avec amorce</p>  <p>$\xi = 0,8$</p>																																
<p>Entrée avec amorce et obstacle frontal</p>  <table><tr><th>e/d_e</th><th>ξ</th></tr><tr><td>0,2</td><td>1,4</td></tr><tr><td>0,4</td><td>0,9</td></tr><tr><td>0,6</td><td>0,8</td></tr><tr><td>0,8</td><td>0,7</td></tr><tr><td>1,0</td><td>0,6</td></tr></table> <p>$d_e = \text{diamètre équivalent}$</p>	e/d_e	ξ	0,2	1,4	0,4	0,9	0,6	0,8	0,8	0,7	1,0	0,6	<p>Sortie avec amorce et obstacle frontal</p>  <table><tr><th>e/d_e</th><th>ξ</th></tr><tr><td>0,4</td><td>1,4</td></tr><tr><td>0,6</td><td>1,2</td></tr><tr><td>0,8</td><td>1,0</td></tr><tr><td>1,0</td><td>0,8</td></tr></table> <p>$d_e = \text{diamètre équivalent}$</p>	e/d_e	ξ	0,4	1,4	0,6	1,2	0,8	1,0	1,0	0,8										
e/d_e	ξ																																
0,2	1,4																																
0,4	0,9																																
0,6	0,8																																
0,8	0,7																																
1,0	0,6																																
e/d_e	ξ																																
0,4	1,4																																
0,6	1,2																																
0,8	1,0																																
1,0	0,8																																
<p>Entrée avec diaphragme</p>  <table><tr><th>A^*/A</th><td>0,3</td><td>0,4</td><td>0,5</td><td>0,6</td><td>0,7</td><td>0,8</td><td>0,9</td></tr><tr><th>ξ</th><td>24</td><td>11</td><td>6,2</td><td>3,0</td><td>2,2</td><td>1,4</td><td>1,2</td></tr></table> <p>$A = \text{section intérieure conduite}$ $A^* = \text{aire passage diaphragme}$</p>	A^*/A	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	ξ	24	11	6,2	3,0	2,2	1,4	1,2	<p>Sortie avec diaphragme</p>  <table><tr><th>A^*/A</th><td>0,3</td><td>0,4</td><td>0,5</td><td>0,6</td><td>0,7</td><td>0,8</td><td>0,9</td></tr><tr><th>ξ</th><td>28</td><td>13</td><td>7,8</td><td>3,6</td><td>2,6</td><td>1,7</td><td>1,4</td></tr></table> <p>$A = \text{section intérieure conduite}$ $A^* = \text{aire passage diaphragme}$</p>	A^*/A	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	ξ	28	13	7,8	3,6	2,6	1,7	1,4
A^*/A	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9																										
ξ	24	11	6,2	3,0	2,2	1,4	1,2																										
A^*/A	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9																										
ξ	28	13	7,8	3,6	2,6	1,7	1,4																										

Conduites rectangulaires – valeurs indicatives des coefficients ξ - coudes

Coude à 90°			Coude à 30°, 45° et 60°																																				
	<table><tr><th>r/a</th><th colspan="2">ξ</th></tr><tr><th></th><th>b/a ≤ 1</th><th>b/a ≥ 1</th></tr><tr><td>0,50</td><td>1,2</td><td>1,0</td></tr><tr><td>0,75</td><td>0,6</td><td>0,4</td></tr><tr><td>1,00</td><td>0,3</td><td>0,2</td></tr><tr><td>1,50</td><td>0,1</td><td>0,1</td></tr></table>		r/a	ξ			b/a ≤ 1	b/a ≥ 1	0,50	1,2	1,0	0,75	0,6	0,4	1,00	0,3	0,2	1,50	0,1	0,1		<table><tr><th></th><th>ξ</th></tr><tr><td>$\alpha = 30^\circ$</td><td>$\xi = \xi_{(90^\circ)} \cdot 0,33$</td></tr><tr><td>$\alpha = 45^\circ$</td><td>$\xi = \xi_{(90^\circ)} \cdot 0,50$</td></tr><tr><td>$\alpha = 60^\circ$</td><td>$\xi = \xi_{(90^\circ)} \cdot 0,66$</td></tr></table>			ξ	$\alpha = 30^\circ$	$\xi = \xi_{(90^\circ)} \cdot 0,33$	$\alpha = 45^\circ$	$\xi = \xi_{(90^\circ)} \cdot 0,50$	$\alpha = 60^\circ$	$\xi = \xi_{(90^\circ)} \cdot 0,66$								
r/a	ξ																																						
	b/a ≤ 1	b/a ≥ 1																																					
0,50	1,2	1,0																																					
0,75	0,6	0,4																																					
1,00	0,3	0,2																																					
1,50	0,1	0,1																																					
	ξ																																						
$\alpha = 30^\circ$	$\xi = \xi_{(90^\circ)} \cdot 0,33$																																						
$\alpha = 45^\circ$	$\xi = \xi_{(90^\circ)} \cdot 0,50$																																						
$\alpha = 60^\circ$	$\xi = \xi_{(90^\circ)} \cdot 0,66$																																						
Coude à 90° avec déflecteur																																							
	<table><tr><th>a</th><th>N</th><th>X₁</th><th>X₂</th><th>X₃</th><th>X₄</th></tr><tr><td>300 ÷ 500</td><td>1</td><td>1/3a</td><td>2/3a</td><td></td><td></td></tr><tr><td>500 ÷ 1.000</td><td>2</td><td>1/6a</td><td>1/3a</td><td>1/2a</td><td></td></tr><tr><td>> 1.000</td><td>3</td><td>1/12a</td><td>1/6a</td><td>1/4a</td><td>1/2a</td></tr></table> <p>a = hauteur section conduite N = nombre de déflecteurs X_n = distance des différents passages d'air</p>			a	N	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	300 ÷ 500	1	1/3a	2/3a			500 ÷ 1.000	2	1/6a	1/3a	1/2a		> 1.000	3	1/12a	1/6a	1/4a	1/2a	<table><tr><th>r/a</th><th>ξ</th></tr><tr><td>0,50</td><td>0,5</td></tr><tr><td>0,75</td><td>0,2</td></tr><tr><td>1,00</td><td>0,1</td></tr><tr><td>1,50</td><td>0,1</td></tr></table>		r/a	ξ	0,50	0,5	0,75	0,2	1,00	0,1	1,50	0,1
a	N	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄																																		
300 ÷ 500	1	1/3a	2/3a																																				
500 ÷ 1.000	2	1/6a	1/3a	1/2a																																			
> 1.000	3	1/12a	1/6a	1/4a	1/2a																																		
r/a	ξ																																						
0,50	0,5																																						
0,75	0,2																																						
1,00	0,1																																						
1,50	0,1																																						
Coude 90° à angle vif			Coude 30°, 45° et 60° à angle vif																																				
	$\xi = 1,4$			<table><tr><th colspan="3">ξ</th></tr><tr><th>$\alpha = 30^\circ$</th><th>$\alpha = 45^\circ$</th><th>$\alpha = 60^\circ$</th></tr><tr><td>0,5</td><td>0,7</td><td>0,9</td></tr></table>		ξ			$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$\alpha = 60^\circ$	0,5	0,7	0,9																									
ξ																																							
$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$\alpha = 60^\circ$																																					
0,5	0,7	0,9																																					
Coudes 90° avec déflecteurs classiques			Coudes 90° avec déflecteurs aérodynamiques																																				
	$\xi = 0,4$			$\xi = 0,2$																																			
Coude 90° à un segment			Coude 90° à deux segments																																				
	$\xi = 1,3$			$\xi = 1,2$																																			

Conduites rectangulaires – valeurs indicatives des coefficients ξ - dérivation et jonctions

<p>Dérivation à 90°</p>  <p>$\xi_1 = 0,2$ $\xi_2 = 1,3$</p> <p>$\xi_1 = 0,2$ $\xi_2 = 0,5$</p>	<p>Dérivation à 30°, 45° et 60°</p>  <p>$\xi_1 = 0,2$</p> <table><tr><th colspan="3">ξ_2</th></tr><tr><th>$\alpha = 30^\circ$</th><th>$\alpha = 45^\circ$</th><th>$\alpha = 60^\circ$</th></tr><tr><td>0,4</td><td>0,7</td><td>0,9</td></tr></table>	ξ_2			$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$\alpha = 60^\circ$	0,4	0,7	0,9															
ξ_2																									
$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$\alpha = 60^\circ$																							
0,4	0,7	0,9																							
<p>Dérivation 90° avec réduction</p>  <p>$\xi_1 = 0,1$ $\xi_2 = 1,3$</p> <p>$\xi_1 = 0,4$ $\xi_2 = 0,5$</p>	<p>Dérivation à 30°, 45° et 60° avec réduction</p>  <p>$\xi_1 = 0,4$</p> <table><tr><th colspan="3">ξ_2</th></tr><tr><th>$\alpha = 30^\circ$</th><th>$\alpha = 45^\circ$</th><th>$\alpha = 60^\circ$</th></tr><tr><td>0,4</td><td>0,7</td><td>0,9</td></tr></table>	ξ_2			$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$\alpha = 60^\circ$	0,4	0,7	0,9															
ξ_2																									
$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$\alpha = 60^\circ$																							
0,4	0,7	0,9																							
<p>Dérivation à double coude</p>  <table><tr><th>r/a</th><th>ξ</th></tr><tr><td>0,50</td><td>1,0</td></tr><tr><td>0,75</td><td>0,5</td></tr><tr><td>1,00</td><td>0,3</td></tr><tr><td>1,50</td><td>0,1</td></tr><tr><td>2,00</td><td>0,1</td></tr></table>	r/a	ξ	0,50	1,0	0,75	0,5	1,00	0,3	1,50	0,1	2,00	0,1	<p>Jonction à double coude</p>  <table><tr><th>r/a</th><th>ξ</th></tr><tr><td>0,50</td><td>1,0</td></tr><tr><td>0,75</td><td>0,4</td></tr><tr><td>1,00</td><td>0,2</td></tr><tr><td>1,50</td><td>0,1</td></tr><tr><td>2,00</td><td>0,1</td></tr></table>	r/a	ξ	0,50	1,0	0,75	0,4	1,00	0,2	1,50	0,1	2,00	0,1
r/a	ξ																								
0,50	1,0																								
0,75	0,5																								
1,00	0,3																								
1,50	0,1																								
2,00	0,1																								
r/a	ξ																								
0,50	1,0																								
0,75	0,4																								
1,00	0,2																								
1,50	0,1																								
2,00	0,1																								
<p>Dérivation en Y</p>  <table><tr><th>α</th><th>ξ</th></tr><tr><td>30°</td><td>0,3</td></tr><tr><td>45°</td><td>0,7</td></tr><tr><td>60°</td><td>1,0</td></tr></table>	α	ξ	30°	0,3	45°	0,7	60°	1,0	<p>Jonction en Y</p>  <table><tr><th>α</th><th>ξ</th></tr><tr><td>30°</td><td>0,3</td></tr><tr><td>45°</td><td>0,6</td></tr><tr><td>60°</td><td>0,9</td></tr></table>	α	ξ	30°	0,3	45°	0,6	60°	0,9								
α	ξ																								
30°	0,3																								
45°	0,7																								
60°	1,0																								
α	ξ																								
30°	0,3																								
45°	0,6																								
60°	0,9																								
<p>Dérivation en T</p>  <p>$\xi_1 = 1,4$</p>	<p>Jonction en T</p>  <p>$\xi_1 = 1,3$</p>																								

Conduites rectangulaires – valeurs indicatives des coefficients ξ - variations de sections et registres

<

Perte de charge singulières pour $\Sigma\xi = 1\div 10$ (température d'air = 20°C - H = 0 m)

v = vitesse, m/s		$\Sigma\xi$ = somme coefficients pertes singulières, sans unité										z = pertes de charge singulières, mm C.E.	
v	$\Sigma\xi$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\Sigma\xi$	v
1,0	z	0,06	0,12	0,18	0,25	0,31	0,37	0,43	0,49	0,55	0,61	z	1,0
1,5	z	0,14	0,28	0,41	0,55	0,69	0,83	0,97	1,10	1,24	1,38	z	1,5
2,0	z	0,25	0,49	0,74	0,98	1,23	1,47	1,72	1,96	2,21	2,45	z	2,0
2,5	z	0,38	0,77	1,15	1,53	1,92	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	z	2,5
3,0	z	0,55	1,10	1,66	2,21	2,76	3,31	3,86	4,41	4,97	5,52	z	3,0
3,2	z	0,63	1,26	1,88	2,51	3,14	3,77	4,40	5,02	5,65	6,28	z	3,2
3,4	z	0,71	1,42	2,13	2,84	3,54	4,25	4,96	5,67	6,38	7,09	z	3,4
3,6	z	0,79	1,59	2,38	3,18	3,97	4,77	5,56	6,36	7,15	7,95	z	3,6
3,8	z	0,89	1,77	2,66	3,54	4,43	5,31	6,20	7,08	7,97	8,85	z	3,8
4,0	z	0,98	1,96	2,94	3,92	4,91	5,89	6,87	7,85	8,83	9,81	z	4,0
4,2	z	1,08	2,16	3,24	4,33	5,41	6,49	7,57	8,65	9,73	10,8	z	4,2
4,4	z	1,19	2,37	3,56	4,75	5,94	7,12	8,31	9,50	10,7	11,9	z	4,4
4,6	z	1,30	2,59	3,89	5,19	6,49	7,78	9,08	10,4	11,7	13,0	z	4,6
4,8	z	1,41	2,83	4,24	5,65	7,06	8,48	9,89	11,3	12,7	14,1	z	4,8
5,0	z	1,53	3,07	4,60	6,13	7,66	9,20	10,7	12,3	13,8	15,3	z	5,0
5,2	z	1,66	3,32	4,97	6,63	8,29	9,95	11,6	13,3	14,9	16,6	z	5,2
5,4	z	1,79	3,58	5,36	7,15	8,94	10,7	12,5	14,3	16,1	17,9	z	5,4
5,6	z	1,92	3,85	5,77	7,69	9,61	11,5	13,5	15,4	17,3	19,2	z	5,6
5,8	z	2,06	4,13	6,19	8,25	10,3	12,4	14,4	16,5	18,6	20,6	z	5,8
6,0	z	2,21	4,41	6,62	8,83	11,0	13,2	15,5	17,7	19,9	22,1	z	6,0
6,2	z	2,36	4,71	7,07	9,43	11,8	14,1	16,5	18,9	21,2	23,6	z	6,2
6,4	z	2,51	5,02	7,53	10,0	12,6	15,1	17,6	20,1	22,6	25,1	z	6,4
6,6	z	2,67	5,34	8,01	10,7	13,4	16,0	18,7	21,4	24,0	26,7	z	6,6
6,8	z	2,84	5,67	8,51	11,3	14,2	17,0	19,8	22,7	25,5	28,4	z	6,8
7,0	z	3,00	6,01	9,01	12,0	15,0	18,0	21,0	24,0	27,0	30,0	z	7,0
7,2	z	3,18	6,36	9,54	12,7	15,9	19,1	22,3	25,4	28,6	31,8	z	7,2
7,4	z	3,36	6,72	10,1	13,4	16,8	20,1	23,5	26,9	30,2	33,6	z	7,4
7,6	z	3,54	7,08	10,6	14,2	17,7	21,2	24,8	28,3	31,9	35,4	z	7,6
7,8	z	3,73	7,46	11,2	14,9	18,7	22,4	26,1	29,8	33,6	37,3	z	7,8
8,0	z	3,92	7,85	11,8	15,7	19,6	23,5	27,5	31,4	35,3	39,2	z	8,0
8,5	z	4,43	8,86	13,3	17,7	22,2	26,6	31,0	35,4	39,9	44,3	z	8,5
9,0	z	4,97	9,93	14,9	19,9	24,8	29,8	34,8	39,7	44,7	49,7	z	9,0
9,5	z	5,53	11,1	16,6	22,1	27,7	33,2	38,7	44,3	49,8	55,3	z	9,5
10,0	z	6,13	12,3	18,4	24,5	30,7	36,8	42,9	49,1	55,2	61,3	z	10,0
10,5	z	6,76	13,5	20,3	27,0	33,8	40,6	47,3	54,1	60,8	67,6	z	10,5
11,0	z	7,42	14,8	22,3	29,7	37,1	44,5	51,9	59,4	66,8	74,2	z	11,0
11,5	z	8,11	16,2	24,3	32,4	40,5	48,7	56,8	64,9	73,0	81,1	z	11,5
12,0	z	8,83	17,7	26,5	35,3	44,1	53,0	61,8	70,6	79,5	88,3	z	12,0
12,5	z	9,58	19,2	28,7	38,3	47,9	57,5	67,1	76,6	86,2	95,8	z	12,5
13,0	z	10,4	20,7	31,1	41,4	51,8	62,2	72,5	82,9	93,3	104	z	13,0
13,5	z	11,2	22,3	33,5	44,7	55,9	67,0	78,2	89,4	101	112	z	13,5
14,0	z	12,0	24,0	36,1	48,1	60,1	72,1	84,1	96,1	108	120	z	14,0
14,5	z	12,9	25,8	38,7	51,6	64,5	77,3	90,2	103	116	129	z	14,5
15,0	z	13,8	27,6	41,4	55,2	69,0	82,8	96,6	110	124	138	z	15,0
15,5	z	14,7	29,5	44,2	58,9	73,7	88,4	103	118	133	147	z	15,5
16,0	z	15,7	31,4	47,1	62,8	78,5	94,2	110	126	141	157	z	16,0

Pertes de charge singulières pour $\Sigma\xi = 1\div 10$ (température d'air = 50°C - H = 0 m)

v = vitesse, m/s		$\Sigma\xi$ = somme coefficients pertes singulières, sans unité										z = pertes de charge singulières, mm C.E.	
v	$\Sigma\xi$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\Sigma\xi$	v
1,0	z	0,06	0,11	0,17	0,22	0,28	0,33	0,39	0,44	0,50	0,56	z	1,0
1,5	z	0,13	0,25	0,38	0,50	0,63	0,75	0,88	1,00	1,13	1,25	z	1,5
2,0	z	0,22	0,44	0,67	0,89	1,11	1,33	1,56	1,78	2,00	2,22	z	2,0
2,5	z	0,35	0,70	1,04	1,39	1,74	2,09	2,43	2,78	3,13	3,48	z	2,5
3,0	z	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,51	5,01	z	3,0
3,2	z	0,57	1,14	1,71	2,28	2,85	3,42	3,99	4,56	5,13	5,70	z	3,2
3,4	z	0,64	1,29	1,93	2,57	3,21	3,86	4,50	5,14	5,79	6,43	z	3,4
3,6	z	0,72	1,44	2,16	2,88	3,60	4,33	5,05	5,77	6,49	7,21	z	3,6
3,8	z	0,80	1,61	2,41	3,21	4,02	4,82	5,62	6,43	7,23	8,03	z	3,8
4,0	z	0,89	1,78	2,67	3,56	4,45	5,34	6,23	7,12	8,01	8,90	z	4,0
4,2	z	0,98	1,96	2,94	3,92	4,91	5,89	6,87	7,85	8,83	9,81	z	4,2
4,4	z	1,08	2,15	3,23	4,31	5,38	6,46	7,54	8,61	9,69	10,8	z	4,4
4,6	z	1,18	2,35	3,53	4,71	5,88	7,06	8,24	9,42	10,6	11,8	z	4,6
4,8	z	1,28	2,56	3,84	5,13	6,41	7,69	8,97	10,3	11,5	12,8	z	4,8
5,0	z	1,39	2,78	4,17	5,56	6,95	8,34	9,73	11,1	12,5	13,9	z	5,0
5,2	z	1,50	3,01	4,51	6,02	7,52	9,02	10,5	12,0	13,5	15,0	z	5,2
5,4	z	1,62	3,24	4,87	6,49	8,11	9,73	11,4	13,0	14,6	16,2	z	5,4
5,6	z	1,74	3,49	5,23	6,98	8,72	10,5	12,2	14,0	15,7	17,4	z	5,6
5,8	z	1,87	3,74	5,61	7,48	9,36	11,2	13,1	15,0	16,8	18,7	z	5,8
6,0	z	2,00	4,00	6,01	8,01	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0	20,0	z	6,0
6,2	z	2,14	4,28	6,41	8,55	10,7	12,8	15,0	17,1	19,2	21,4	z	6,2
6,4	z	2,28	4,56	6,83	9,11	11,4	13,7	15,9	18,2	20,5	22,8	z	6,4
6,6	z	2,42	4,85	7,27	9,69	12,1	14,5	17,0	19,4	21,8	24,2	z	6,6
6,8	z	2,57	5,14	7,72	10,3	12,9	15,4	18,0	20,6	23,1	25,7	z	6,8
7,0	z	2,73	5,45	8,18	10,9	13,6	16,4	19,1	21,8	24,5	27,3	z	7,0
7,2	z	2,88	5,77	8,65	11,5	14,4	17,3	20,2	23,1	26,0	28,8	z	7,2
7,4	z	3,05	6,09	9,14	12,2	15,2	18,3	21,3	24,4	27,4	30,5	z	7,4
7,6	z	3,21	6,43	9,64	12,9	16,1	19,3	22,5	25,7	28,9	32,1	z	7,6
7,8	z	3,38	6,77	10,2	13,5	16,9	20,3	23,7	27,1	30,5	33,8	z	7,8
8,0	z	3,56	7,12	10,7	14,2	17,8	21,4	24,9	28,5	32,0	35,6	z	8,0
8,5	z	4,02	8,04	12,1	16,1	20,1	24,1	28,1	32,1	36,2	40,2	z	8,5
9,0	z	4,51	9,01	13,5	18,0	22,5	27,0	31,5	36,0	40,5	45,1	z	9,0
9,5	z	5,02	10,0	15,1	20,1	25,1	30,1	35,1	40,2	45,2	50,2	z	9,5
10,0	z	5,56	11,1	16,7	22,2	27,8	33,4	38,9	44,5	50,1	55,6	z	10,0
10,5	z	6,13	12,3	18,4	24,5	30,7	36,8	42,9	49,1	55,2	61,3	z	10,5
11,0	z	6,73	13,5	20,2	26,9	33,7	40,4	47,1	53,8	60,6	67,3	z	11,0
11,5	z	7,36	14,7	22,1	29,4	36,8	44,1	51,5	58,8	66,2	73,6	z	11,5
12,0	z	8,01	16,0	24,0	32,0	40,0	48,1	56,1	64,1	72,1	80,1	z	12,0
12,5	z	8,69	17,4	26,1	34,8	43,5	52,1	60,8	69,5	78,2	86,9	z	12,5
13,0	z	9,40	18,8	28,2	37,6	47,0	56,4	65,8	75,2	84,6	94,0	z	13,0
13,5	z	10,1	20,3	30,4	40,5	50,7	60,8	71,0	81,1	91,2	101	z	13,5
14,0	z	10,9	21,8	32,7	43,6	54,5	65,4	76,3	87,2	98,1	109	z	14,0
14,5	z	11,7	23,4	35,1	46,8	58,5	70,2	81,9	93,6	105	117	z	14,5
15,0	z	12,5	25,0	37,5	50,1	62,6	75,1	87,6	100	113	125	z	15,0
15,5	z	13,4	26,7	40,1	53,5	66,8	80,2	93,5	107	120	134	z	15,5
16,0	z	14,2	28,5	42,7	57,0	71,2	85,4	99,7	114	128	142	z	16,0

Pertes de charge singulières pour $\Sigma \xi = 1 \div 10$ (température d'air = 20°C - H = 1.000 m)

v = vitesse, m/s		$\Sigma \xi$ = somme coefficients pertes singulières, sans unité										z = pertes de charge singulières, mm C.E.	
v	$\Sigma \xi$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\Sigma \xi$	v
1,0	z	0,05	0,11	0,16	0,22	0,27	0,33	0,38	0,44	0,49	0,54	z	1,0
1,5	z	0,12	0,25	0,37	0,49	0,61	0,74	0,86	0,98	1,10	1,23	z	1,5
2,0	z	0,22	0,44	0,65	0,87	1,09	1,31	1,53	1,74	1,96	2,18	z	2,0
2,5	z	0,34	0,68	1,02	1,36	1,70	2,04	2,38	2,72	3,07	3,41	z	2,5
3,0	z	0,49	0,98	1,47	1,96	2,45	2,94	3,43	3,92	4,41	4,90	z	3,0
3,2	z	0,56	1,12	1,67	2,23	2,79	3,35	3,91	4,46	5,02	5,58	z	3,2
3,4	z	0,63	1,26	1,89	2,52	3,15	3,78	4,41	5,04	5,67	6,30	z	3,4
3,6	z	0,71	1,41	2,12	2,83	3,53	4,24	4,94	5,65	6,36	7,06	z	3,6
3,8	z	0,79	1,57	2,36	3,15	3,93	4,72	5,51	6,30	7,08	7,87	z	3,8
4,0	z	0,87	1,74	2,62	3,49	4,36	5,23	6,10	6,98	7,85	8,72	z	4,0
4,2	z	0,96	1,92	2,88	3,85	4,81	5,77	6,73	7,69	8,65	9,61	z	4,2
4,4	z	1,06	2,11	3,17	4,22	5,28	6,33	7,39	8,44	9,50	10,6	z	4,4
4,6	z	1,15	2,31	3,46	4,61	5,77	6,92	8,07	9,23	10,4	11,5	z	4,6
4,8	z	1,26	2,51	3,77	5,02	6,28	7,53	8,79	10,0	11,3	12,6	z	4,8
5,0	z	1,36	2,72	4,09	5,45	6,81	8,17	9,54	10,9	12,3	13,6	z	5,0
5,2	z	1,47	2,95	4,42	5,89	7,37	8,84	10,3	11,8	13,3	14,7	z	5,2
5,4	z	1,59	3,18	4,77	6,36	7,95	9,53	11,1	12,7	14,3	15,9	z	5,4
5,6	z	1,71	3,42	5,13	6,84	8,54	10,3	12,0	13,7	15,4	17,1	z	5,6
5,8	z	1,83	3,67	5,50	7,33	9,17	11,0	12,8	14,7	16,5	18,3	z	5,8
6,0	z	1,96	3,92	5,89	7,85	9,81	11,8	13,7	15,7	17,7	19,6	z	6,0
6,2	z	2,09	4,19	6,28	8,38	10,5	12,6	14,7	16,8	18,9	20,9	z	6,2
6,4	z	2,23	4,46	6,70	8,93	11,2	13,4	15,6	17,9	20,1	22,3	z	6,4
6,6	z	2,37	4,75	7,12	9,50	11,9	14,2	16,6	19,0	21,4	23,7	z	6,6
6,8	z	2,52	5,04	7,56	10,1	12,6	15,1	17,6	20,2	22,7	25,2	z	6,8
7,0	z	2,67	5,34	8,01	10,7	13,4	16,0	18,7	21,4	24,0	26,7	z	7,0
7,2	z	2,83	5,65	8,48	11,3	14,1	17,0	19,8	22,6	25,4	28,3	z	7,2
7,4	z	2,98	5,97	8,95	11,9	14,9	17,9	20,9	23,9	26,9	29,8	z	7,4
7,6	z	3,15	6,30	9,44	12,6	15,7	18,9	22,0	25,2	28,3	31,5	z	7,6
7,8	z	3,32	6,63	9,95	13,3	16,6	19,9	23,2	26,5	29,8	33,2	z	7,8
8,0	z	3,49	6,98	10,5	14,0	17,4	20,9	24,4	27,9	31,4	34,9	z	8,0
8,5	z	3,94	7,87	11,8	15,7	19,7	23,6	27,6	31,5	35,4	39,4	z	8,5
9,0	z	4,41	8,83	13,2	17,7	22,1	26,5	30,9	35,3	39,7	44,1	z	9,0
9,5	z	4,92	9,84	14,8	19,7	24,6	29,5	34,4	39,3	44,3	49,2	z	9,5
10,0	z	5,45	10,9	16,3	21,8	27,2	32,7	38,1	43,6	49,0	54,5	z	10,0
10,5	z	6,01	12,0	18,0	24,0	30,0	36,0	42,1	48,1	54,1	60,1	z	10,5
11,0	z	6,59	13,2	19,8	26,4	33,0	39,6	46,2	52,8	59,3	65,9	z	11,0
11,5	z	7,21	14,4	21,6	28,8	36,0	43,2	50,4	57,7	64,9	72,1	z	11,5
12,0	z	7,85	15,7	23,5	31,4	39,2	47,1	54,9	62,8	70,6	78,5	z	12,0
12,5	z	8,51	17,0	25,5	34,1	42,6	51,1	59,6	68,1	76,6	85,1	z	12,5
13,0	z	9,21	18,4	27,6	36,8	46,0	55,3	64,5	73,7	82,9	92,1	z	13,0
13,5	z	9,93	19,9	29,8	39,7	49,7	59,6	69,5	79,5	89,4	99,3	z	13,5
14,0	z	10,7	21,4	32,0	42,7	53,4	64,1	74,8	85,4	96,1	107	z	14,0
14,5	z	11,5	22,9	34,4	45,8	57,3	68,7	80,2	91,7	103	115	z	14,5
15,0	z	12,3	24,5	36,8	49,0	61,3	73,6	85,8	98,1	110	123	z	15,0
15,5	z	13,1	26,2	39,3	52,4	65,5	78,6	91,6	105	118	131	z	15,5
16,0	z	14,0	27,9	41,9	55,8	69,8	83,7	97,7	112	126	140	z	16,0

Pertes de charge singulières pour $\Sigma\xi = 1\div 10$ (température d'air = 50°C - H = 1.000 m)

v = vitesse, m/s				Σξ = somme coefficients pertes singulières, sans unité				z = pertes de charge singulières, mm C.E.					
v	Σξ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σξ	v
1,0	z	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,44	0,49	z	1,0
1,5	z	0,11	0,22	0,33	0,44	0,56	0,67	0,78	0,89	1,00	1,11	z	1,5
2,0	z	0,20	0,40	0,59	0,79	0,99	1,19	1,38	1,58	1,78	1,98	z	2,0
2,5	z	0,31	0,62	0,93	1,24	1,54	1,85	2,16	2,47	2,78	3,09	z	2,5
3,0	z	0,44	0,89	1,33	1,78	2,22	2,67	3,11	3,56	4,00	4,45	z	3,0
3,2	z	0,51	1,01	1,52	2,02	2,53	3,04	3,54	4,05	4,56	5,06	z	3,2
3,4	z	0,57	1,14	1,71	2,29	2,86	3,43	4,00	4,57	5,14	5,71	z	3,4
3,6	z	0,64	1,28	1,92	2,56	3,20	3,84	4,48	5,13	5,77	6,41	z	3,6
3,8	z	0,71	1,43	2,14	2,86	3,57	4,28	5,00	5,71	6,42	7,14	z	3,8
4,0	z	0,79	1,58	2,37	3,16	3,95	4,75	5,54	6,33	7,12	7,91	z	4,0
4,2	z	0,87	1,74	2,62	3,49	4,36	5,23	6,10	6,98	7,85	8,72	z	4,2
4,4	z	0,96	1,91	2,87	3,83	4,79	5,74	6,70	7,66	8,61	9,57	z	4,4
4,6	z	1,05	2,09	3,14	4,18	5,23	6,28	7,32	8,37	9,41	10,5	z	4,6
4,8	z	1,14	2,28	3,42	4,56	5,70	6,83	7,97	9,11	10,3	11,4	z	4,8
5,0	z	1,24	2,47	3,71	4,94	6,18	7,42	8,65	9,89	11,1	12,4	z	5,0
5,2	z	1,34	2,67	4,01	5,35	6,68	8,02	9,36	10,7	12,0	13,4	z	5,2
5,4	z	1,44	2,88	4,32	5,77	7,21	8,65	10,1	11,5	13,0	14,4	z	5,4
5,6	z	1,55	3,10	4,65	6,20	7,75	9,30	10,9	12,4	14,0	15,5	z	5,6
5,8	z	1,66	3,33	4,99	6,65	8,32	9,98	11,6	13,3	15,0	16,6	z	5,8
6,0	z	1,78	3,56	5,34	7,12	8,90	10,7	12,5	14,2	16,0	17,8	z	6,0
6,2	z	1,90	3,80	5,70	7,60	9,50	11,4	13,3	15,2	17,1	19,0	z	6,2
6,4	z	2,02	4,05	6,07	8,10	10,1	12,1	14,2	16,2	18,2	20,2	z	6,4
6,6	z	2,15	4,31	6,46	8,61	10,8	12,9	15,1	17,2	19,4	21,5	z	6,6
6,8	z	2,29	4,57	6,86	9,14	11,4	13,7	16,0	18,3	20,6	22,9	z	6,8
7,0	z	2,42	4,84	7,27	9,69	12,1	14,5	17,0	19,4	21,8	24,2	z	7,0
7,2	z	2,56	5,13	7,69	10,3	12,8	15,4	17,9	20,5	23,1	25,6	z	7,2
7,4	z	2,71	5,41	8,12	10,8	13,5	16,2	18,9	21,7	24,4	27,1	z	7,4
7,6	z	2,86	5,71	8,57	11,4	14,3	17,1	20,0	22,8	25,7	28,6	z	7,6
7,8	z	3,01	6,02	9,02	12,0	15,0	18,0	21,1	24,1	27,1	30,1	z	7,8
8,0	z	3,16	6,33	9,49	12,7	15,8	19,0	22,1	25,3	28,5	31,6	z	8,0
8,5	z	3,57	7,14	10,7	14,3	17,9	21,4	25,0	28,6	32,1	35,7	z	8,5
9,0	z	4,00	8,01	12,0	16,0	20,0	24,0	28,0	32,0	36,0	40,0	z	9,0
9,5	z	4,46	8,92	13,4	17,8	22,3	26,8	31,2	35,7	40,2	44,6	z	9,5
10,0	z	4,94	9,89	14,8	19,8	24,7	29,7	34,6	39,5	44,5	49,4	z	10,0
10,5	z	5,45	10,9	16,4	21,8	27,3	32,7	38,2	43,6	49,1	54,5	z	10,5
11,0	z	5,98	12,0	17,9	23,9	29,9	35,9	41,9	47,9	53,8	59,8	z	11,0
11,5	z	6,54	13,1	19,6	26,2	32,7	39,2	45,8	52,3	58,8	65,4	z	11,5
12,0	z	7,12	14,2	21,4	28,5	35,6	42,7	49,8	57,0	64,1	71,2	z	12,0
12,5	z	7,72	15,4	23,2	30,9	38,6	46,3	54,1	61,8	69,5	77,2	z	12,5
13,0	z	8,35	16,7	25,1	33,4	41,8	50,1	58,5	66,8	75,2	83,5	z	13,0
13,5	z	9,01	18,0	27,0	36,0	45,0	54,1	63,1	72,1	81,1	90,1	z	13,5
14,0	z	9,69	19,4	29,1	38,8	48,4	58,1	67,8	77,5	87,2	96,9	z	14,0
14,5	z	10,4	20,8	31,2	41,6	52,0	62,4	72,8	83,2	93,5	104	z	14,5
15,0	z	11,1	22,2	33,4	44,5	55,6	66,7	77,9	89,0	100	111	z	15,0
15,5	z	11,9	23,8	35,6	47,5	59,4	71,3	83,1	95,0	107	119	z	15,5
16,0	z	12,7	25,3	38,0	50,6	63,3	75,9	88,6	101	114	127	z	16,0

