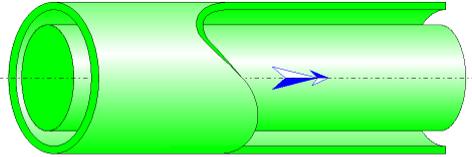




## Tuyau rectiligne Section annulaire et parois lisses (IDELCHIK)



### Description du modèle :

Ce modèle de composant calcule la perte de charge régulière (chute de pression) d'une tuyauterie droite horizontale de section transversale annulaire et constante. En outre, l'écoulement est supposé entièrement développé et stabilisé.

La perte de charge est due au frottement du fluide sur les parois intérieures de la tuyauterie et est calculée avec la formule de Darcy. La paroi intérieure de la tuyauterie est supposée totalement lisse (sans rugosité).

Le coefficient de friction de Darcy est déterminé :

- en régime d'écoulement laminaire par la loi de Hagen-Poiseuille,
- en régime d'écoulement turbulent par l'équation explicite de Filonenko et Althsul,
- en régime critique par interpolation entre les coefficients de friction d'écoulement laminaire et turbulent.

### Formulation du modèle :

Diamètre hydraulique (m) :

$$D_h = D_0 - d$$

Section transversale de passage (m<sup>2</sup>) :

$$F_0 = \pi \cdot \frac{D_0^2 - d^2}{4}$$

Vitesse moyenne d'écoulement (m/s) :

$$w_0 = \frac{Q}{F_0}$$

Débit massique (kg/s) :

$$G = Q \cdot \rho$$

Volume de fluide dans le tuyau (m<sup>3</sup>) :

$$V = F_0 \cdot l$$

Masse de fluide dans le tuyau (kg) :

$$M = V \cdot \rho$$

Nombre de Reynolds :

$$Re = \frac{w_0 \cdot D_h}{\nu}$$

Excentricité relative :

$$\bar{e} = \frac{2 \cdot e}{D_0 - d}$$

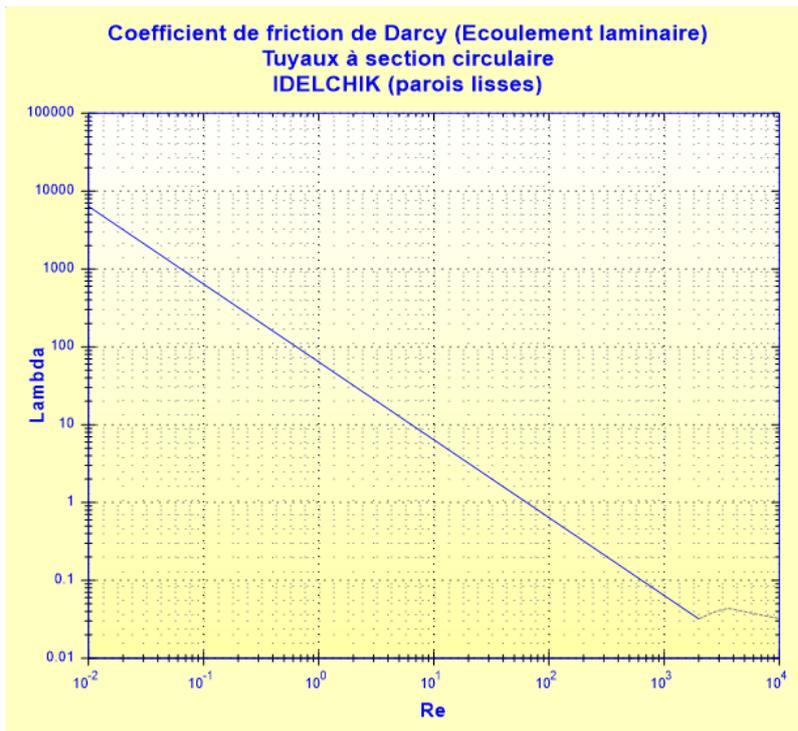
Coefficient de friction de Darcy pour section circulaire :

■ régime laminaire ( $Re \leq 2000$ ) :

loi de Hagen-Poiseuille

$$\lambda_{circ} = \frac{64}{Re}$$

([1] diagramme 2.1)

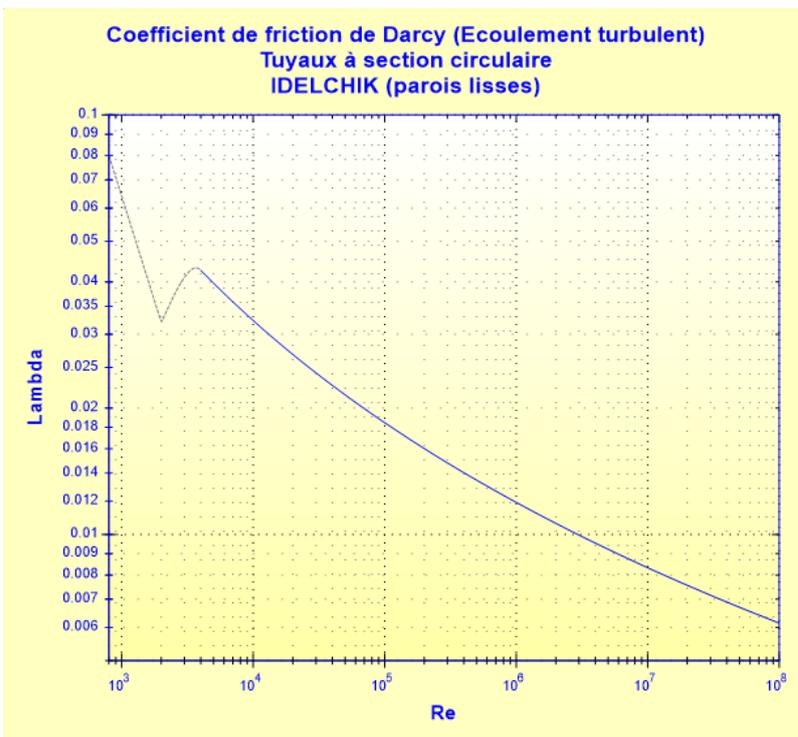


■ régime turbulent ( $Re \geq 4000$ ) :

équation de Filonenko et Althsul

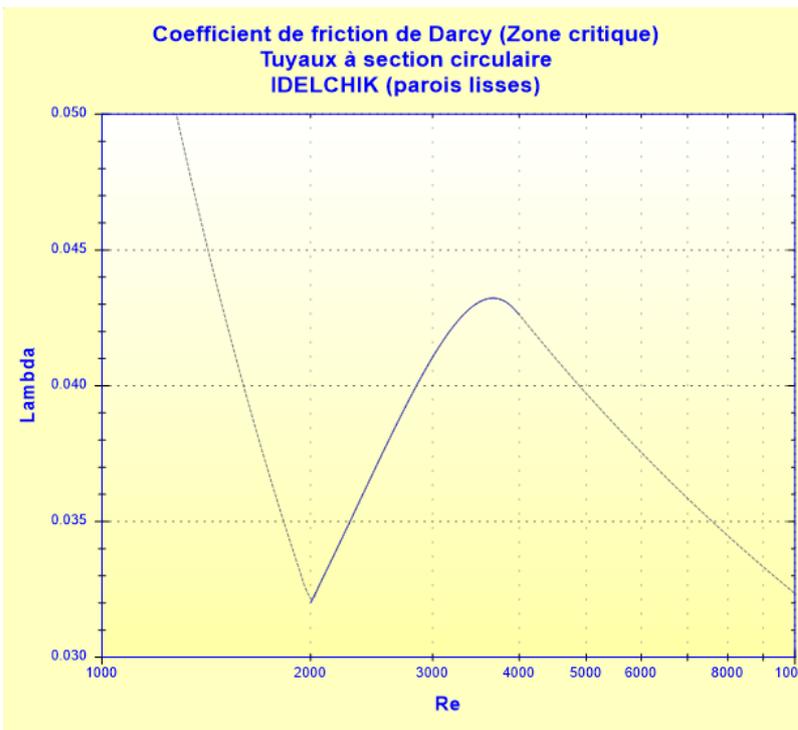
$$\lambda_{circ} = \frac{1}{[1.8 \cdot \log(Re) - 1.64]^2}$$

([1] diagramme 2.1)

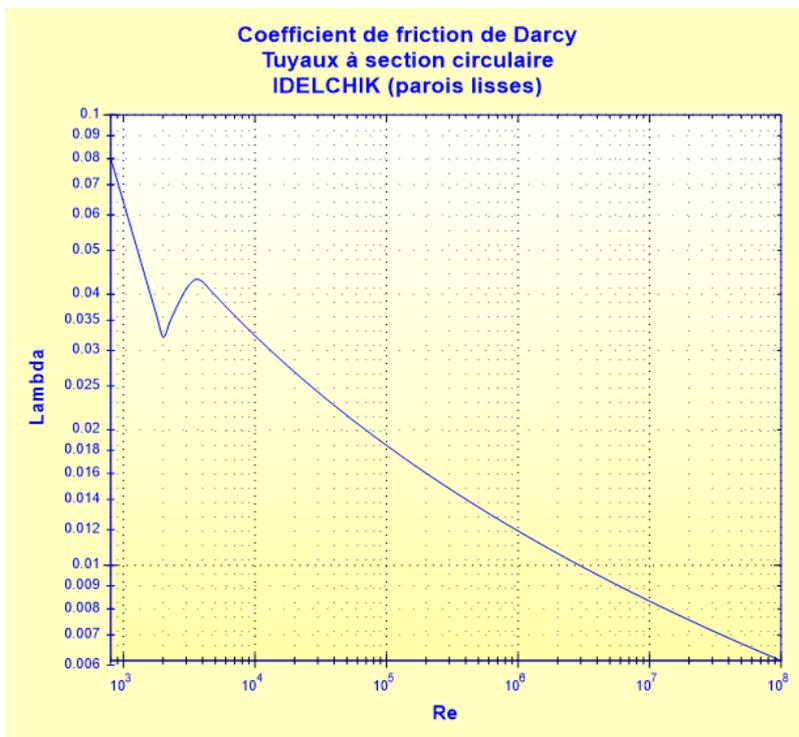


- régime critique ( $2000 < Re < 4000$ ) :  
interpolation entre régimes laminaire et turbulent

$$\lambda_{circ} = f(Re) \quad ([1] \text{ diagramme 2.1})$$



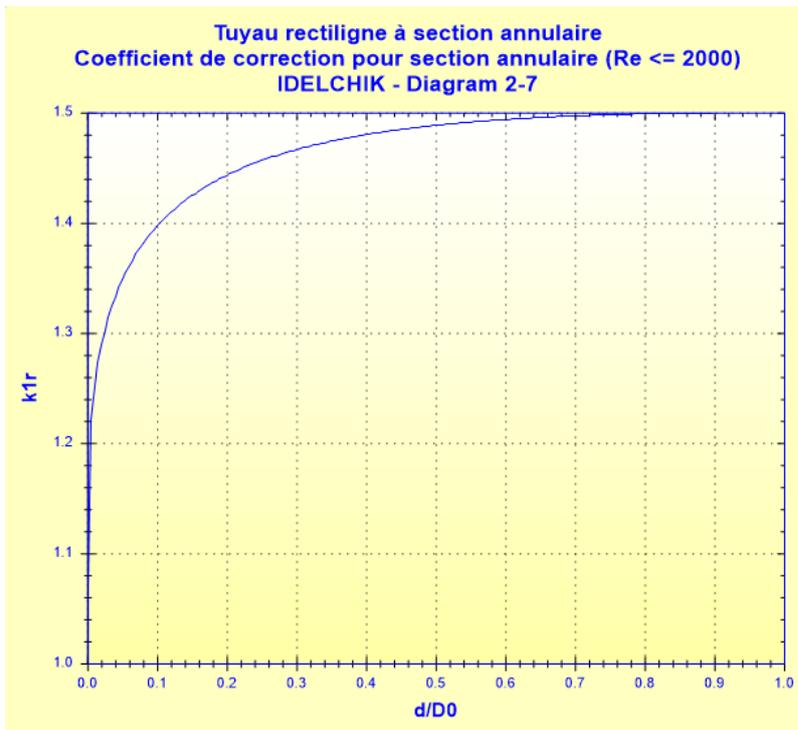
- tous régimes d'écoulement :



Correction du coefficient de friction de Darcy pour section annulaire :

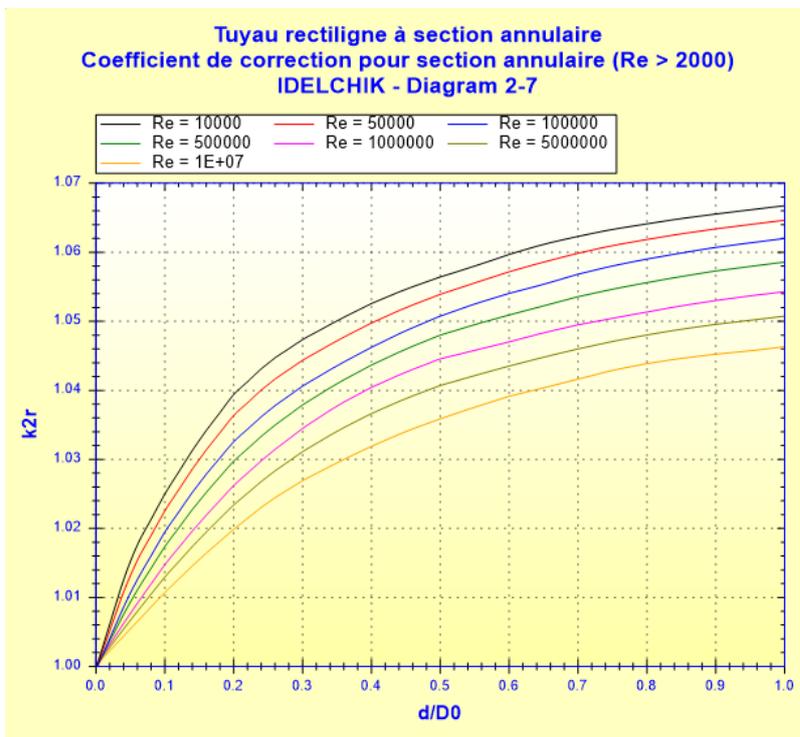
■ régime laminaire ( $Re \leq 2000$ ) :

$$k_{1r} = f(d/D_0) \quad ([1] \text{ diagramme 2.7})$$



■ régime turbulent ( $Re > 2000$ ) :

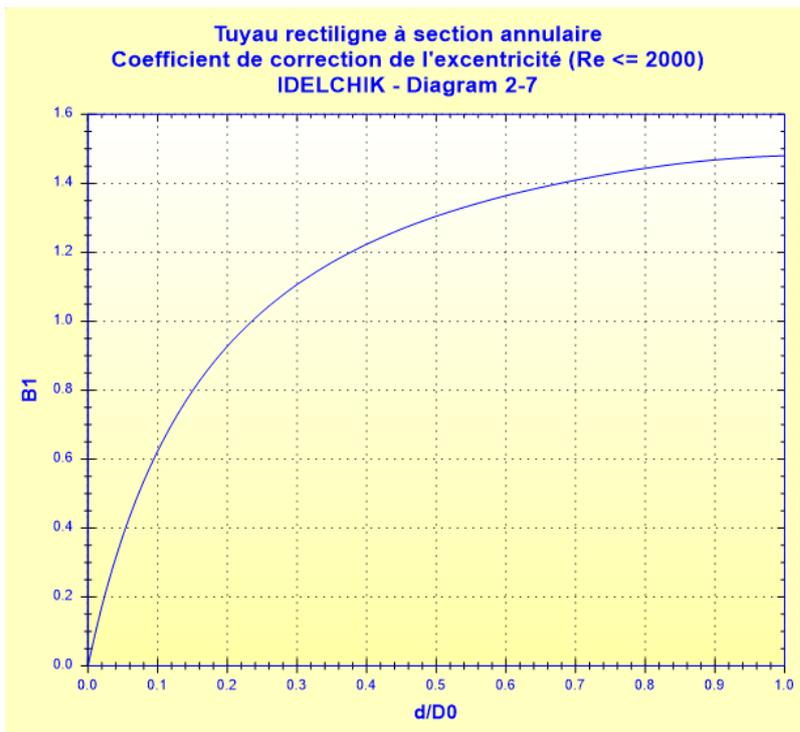
$$k_{2r} = f(d/D_0, Re) \quad ([1] \text{ diagramme 2.7})$$



Correction du coefficient de friction de Darcy pour l'excentricité des axes :

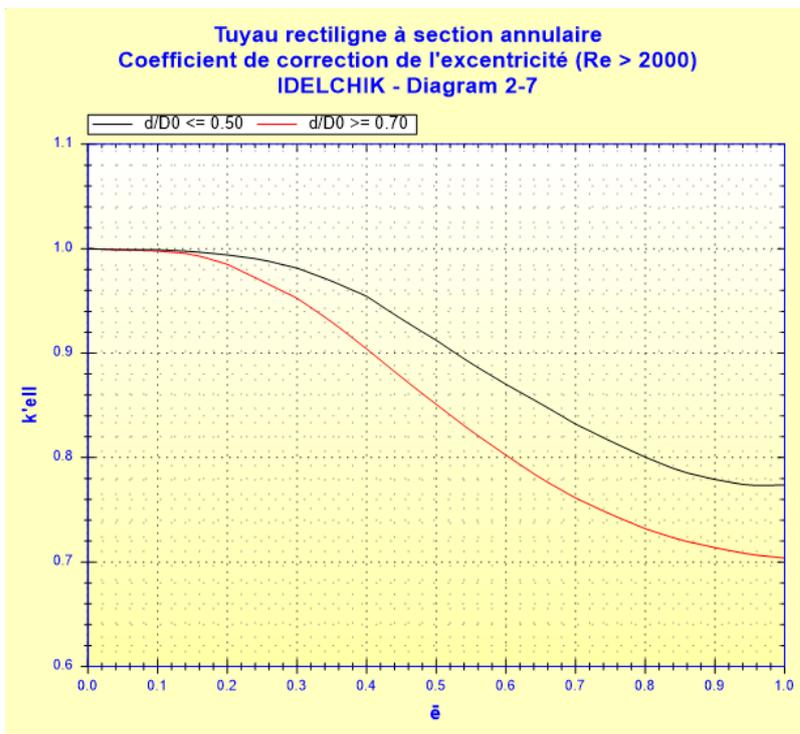
■ régime laminaire (Re ≤ 2000) :

$$B_1 = f(d/D_0) \quad ([1] \text{ diagramme 2.7})$$



■ régime turbulent (Re > 2000) :

$$k'_{ell} = f(\bar{e}, d/D_0) \quad ([1] \text{ diagramme 2.7})$$



Coefficient de friction de Darcy pour section annulaire :

- régime laminaire (Re ≤ 2000) :

$$\lambda_{annu} = \lambda_{circ} \cdot k_{1r} \cdot B_1$$

- régime turbulent (Re > 2000) :

$$\lambda_{annu} = \lambda_{circ} \cdot k_{2r} \cdot k'_{ell}$$

Correction totale du coefficient de friction de Darcy pour section non circulaire :

- régime laminaire (Re ≤ 2000) :

$$k_{non-c} = k_{1r} \cdot B_1$$

- régime turbulent (Re > 2000) :

$$k_{non-c} = k_{2r} \cdot k'_{ell}$$

Coefficient de perte de pression (basé sur la vitesse moyenne dans le tuyau) :

$$\zeta = \lambda_{circ} \cdot k_{non-c} \cdot \frac{l}{D_h} \quad ([1] \text{ diagram 2.7})$$

Perte de pression totale (Pa) :

$$\Delta P = \zeta \cdot \frac{\rho \cdot W_0^2}{2} \quad ([1] \text{ diagram 2.7})$$

Perte de charge totale de fluide (m) :

$$\Delta H = \zeta \cdot \frac{W_0^2}{2 \cdot g}$$

---

Perte de puissance hydraulique (W) :

$$Wh = \Delta P \cdot Q$$

---

**Symboles, définitions, unités SI :**

d	Diamètre intérieur de l'anneau (m)
D <sub>0</sub>	Diamètre extérieur de l'anneau (m)
D <sub>h</sub>	Diamètre hydraulique (m)
F <sub>0</sub>	Section transversale de passage (m <sup>2</sup> )
Q	Débit volumique (m <sup>3</sup> /s)
w <sub>0</sub>	Vitesse moyenne d'écoulement (m/s)
G	Débit massique (kg/s)
l	Longueur du tuyau (m)
V	Volume de fluide dans le tuyau (m <sup>3</sup> )
M	Masse de fluide dans le tuyau (kg)
Re	Nombre de Reynolds ( )
e	Excentricité des tuyaux (m)
$\bar{e}$	Excentricité relative ( )
$\lambda_{\text{circ}}$	Coefficient de friction de Darcy pour section circulaire ( )
K <sub>1r</sub>	Correction pour section non circulaire (régime laminaire) ( )
K <sub>2r</sub>	Correction pour section non circulaire (régime turbulent) ( )
B <sub>1</sub>	Correction pour l'excentricité (régime laminaire) ( )
K' <sub>ell</sub>	Correction pour l'excentricité (régime turbulent) ( )
$\lambda_{\text{annu}}$	Coefficient de friction de Darcy pour section annulaire ( )
k <sub>non-c</sub>	Correction du coefficient de friction de Darcy pour section non circulaire ( )
$\zeta$	Coefficient de perte de pression (basé sur la vitesse moyenne dans le tuyau) ( )
$\Delta P$	Perte de pression totale (Pa)
$\Delta H$	Perte de charge totale de fluide (m)
Wh	Perte de puissance hydraulique (W)
$\rho$	Masse volumique du fluide (kg/m <sup>3</sup> )
$\nu$	Viscosité cinématique du fluide (m <sup>2</sup> /s)
g	Accélération de la pesanteur (m/s <sup>2</sup> )

---

**Domaine de validité :**

- tout régime d'écoulement : laminaire, critique et turbulent ( $Re \leq 10^8$ )  
nota : pour des nombres de Reynolds inférieurs à  $10^4$  ou supérieurs à  $10^7$ , le coefficient de correction 'k<sub>2r</sub>' est extrapolé
- écoulement stabilisé

---

**Exemple de données d'entrée et résultats :**

HydrauCalc 2019b - [Tuyau rectiligne section annulaire et parois lisses - IDELCHIK (3ème Ed.)]

Fichier Edition Préférences Méthode de calcul Base de données Outils Aide

**Caractéristiques du fluide**

Fluide : Eau douce à 1 atm [HC]  
Réf. : IAPWS IF97

Température : T 20 °C  
Pression : P 1.013 bar

Masse volumique :  $\rho$  998.2061 kg/m<sup>3</sup>  
Viscosité dynamique :  $\mu$  0.00100159 N.s/m<sup>2</sup>  
Viscosité cinématique :  $\nu$  1.00340E-06 m<sup>2</sup>/s

Masse vol.  Visc. dyn.  Visc. cin.

Masse volumique (kg/m<sup>3</sup>) vs Température (°C)

logY

**Caractéristiques géométriques**

Aide Info Diagramme de Moody Calculer

Perte de pression  $\Delta P$  0.0173264 bar  
 $\Delta H$  0.1770 m de fluide

**Résultats complémentaires**

Désignation	Symbole	Valeur	Unité
Diamètre hydraulique	Dh	0.0272	m
Section de l'anneau	F0	0.002422545	m <sup>2</sup>
Volume de l'anneau	V	0.002422545	m <sup>3</sup>
Masse de fluide dans l'anneau	M	2.418199	kg
Rapport des diamètres	d/D0	0.6130868	
Excentricité relative	e	0	
Nombre de Reynolds	Re	55949.25	
<input checked="" type="checkbox"/> Coefficient de friction pour section circulaire	$\lambda_{circ}$	0.02096733	
<input checked="" type="checkbox"/> Coefficient de correction pour section annulaire (Diag 2-7)	k2r	1.057176	
<input checked="" type="checkbox"/> Coefficient de correction de l'excentricité (Diag 2-7)	k'ell	1	
Coefficient de friction pour section annulaire	$\lambda_{annu}$	0.02216616	
Perte de pression linéique		0.0173264	bar/m
Coefficient perte pression (basé sur vitesse moyenne tuyau)	$\zeta$	0.8149326	
Perte de puissance hydraulique	Wh	8.663199	W

## Références :

[1] Handbook of Hydraulic Resistance, 3rd Edition, I.E. Idelchik (2008)