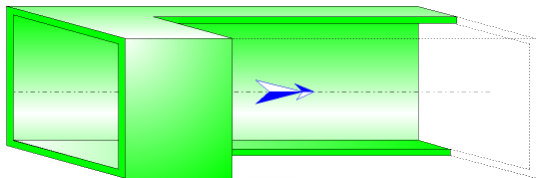




Tuyau rectiligne Section rectangulaire et parois lisses (IDELCHIK)



Description du modèle :

Ce modèle de composant calcule la perte de charge régulière (chute de pression) d'une tuyauterie droite horizontale de section transversale carrée ou rectangulaire 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) :

$$D_h = \frac{2 \cdot a_0 \cdot b_0}{a_0 + b_0} \quad ([1] \text{ diagramme 2.6})$$

Section transversale de passage (m²) :

$$F_0 = a_0 \cdot b_0$$

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 (m³) :

$$V = F_0 \cdot L$$

Masse de fluide dans le tuyau (kg) :

$$M = V \cdot \rho$$

Nombre de Reynolds :

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

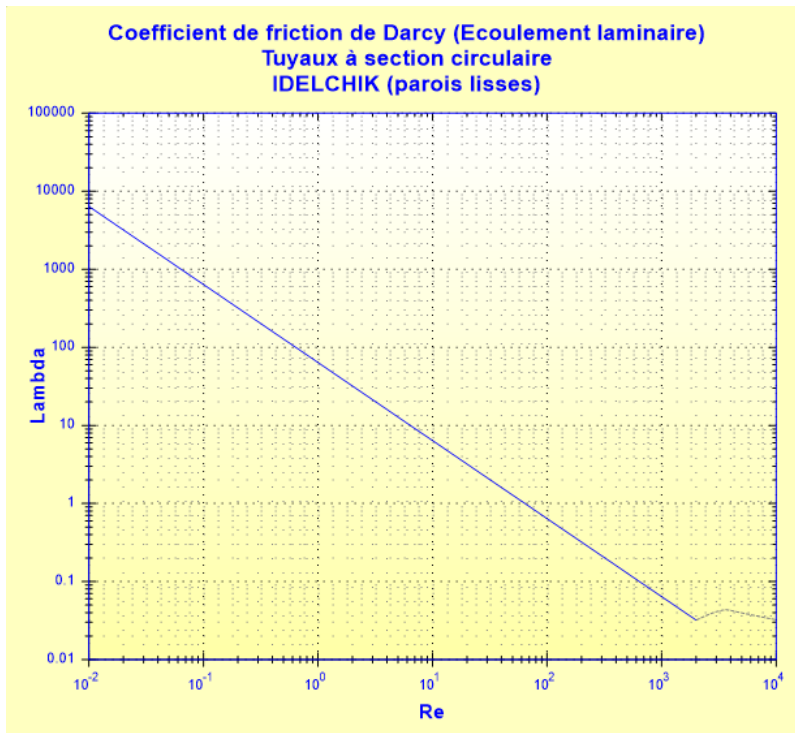
Coefficient de friction de Darcy pour section circulaire :

■ régime laminaire ($Re \leq 2000$) :

loi de Hagen-Poiseuille

$$\lambda = \frac{64}{Re}$$

([1] diagramme 2.1)

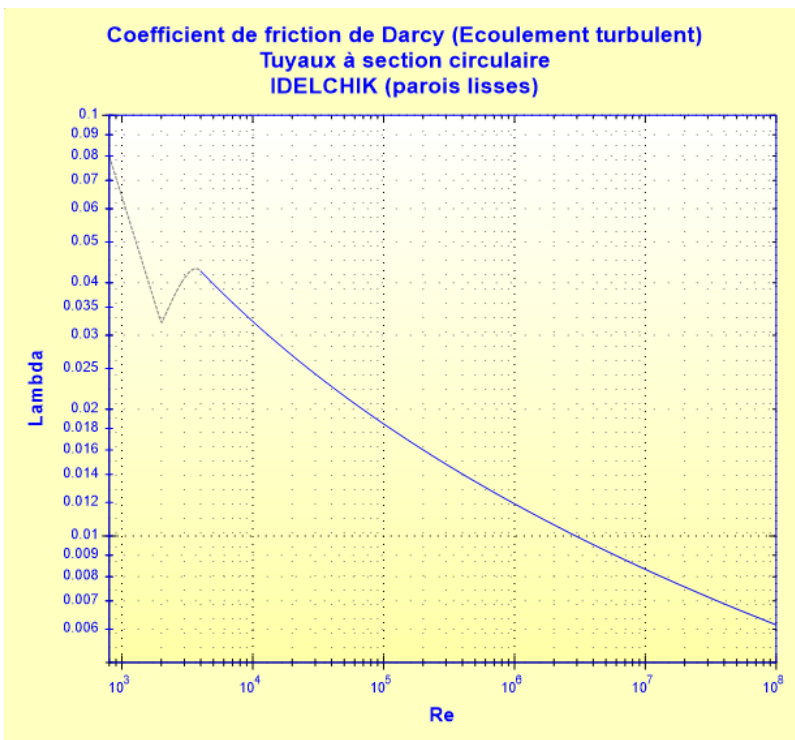


■ régime turbulent ($Re \geq 4000$) :

équation de Filonenko et Althsul

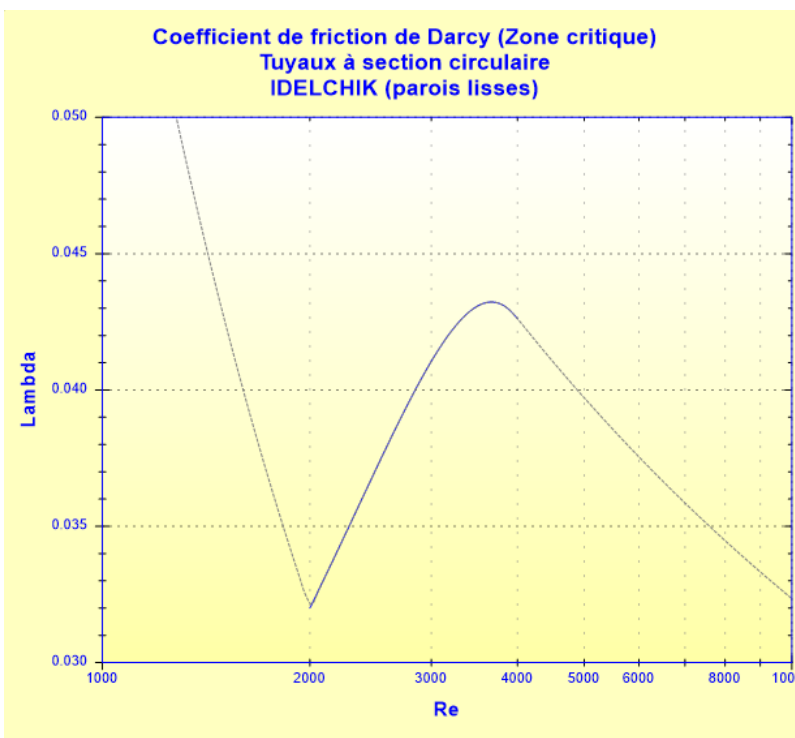
$$\lambda = \frac{1}{[1.8 \cdot \log(Re) - 1.64]^2}$$

([1] diagramme 2.1)

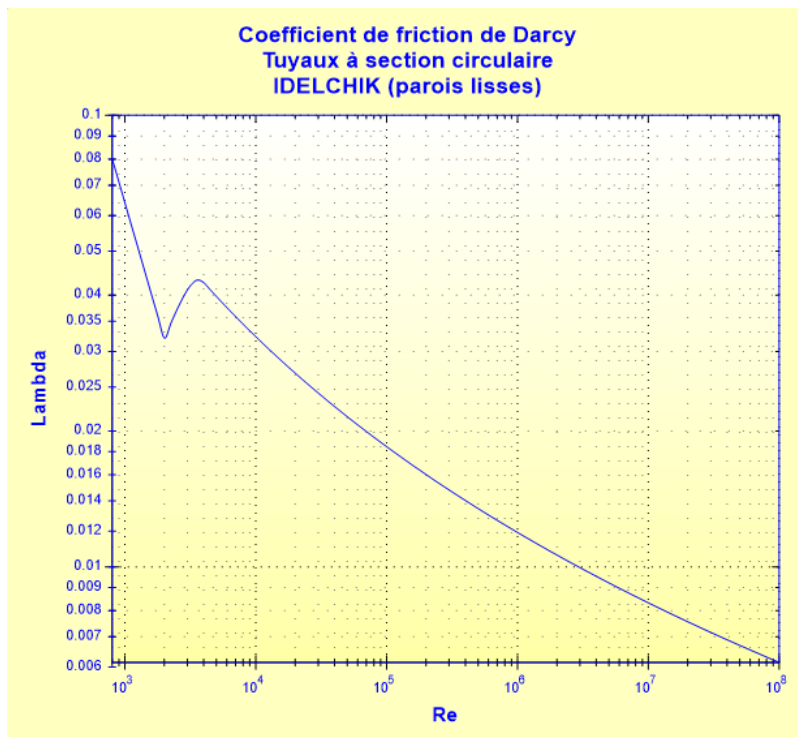


- régime critique ($2000 < Re < 4000$) :
interpolation entre régimes laminaire et turbulent

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



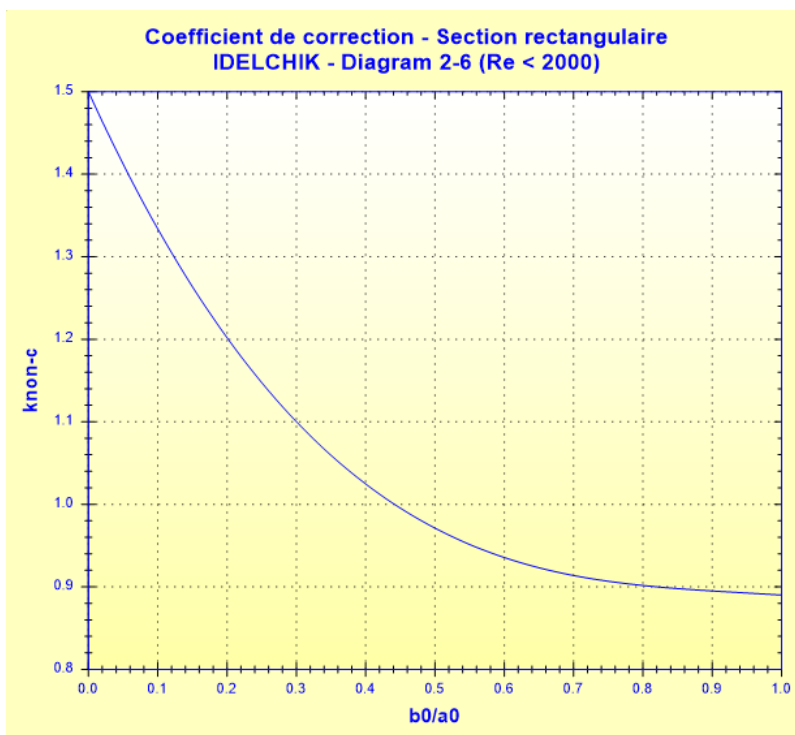
- tous régimes d'écoulement :



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

- régime laminaire ($Re < 2000$) :

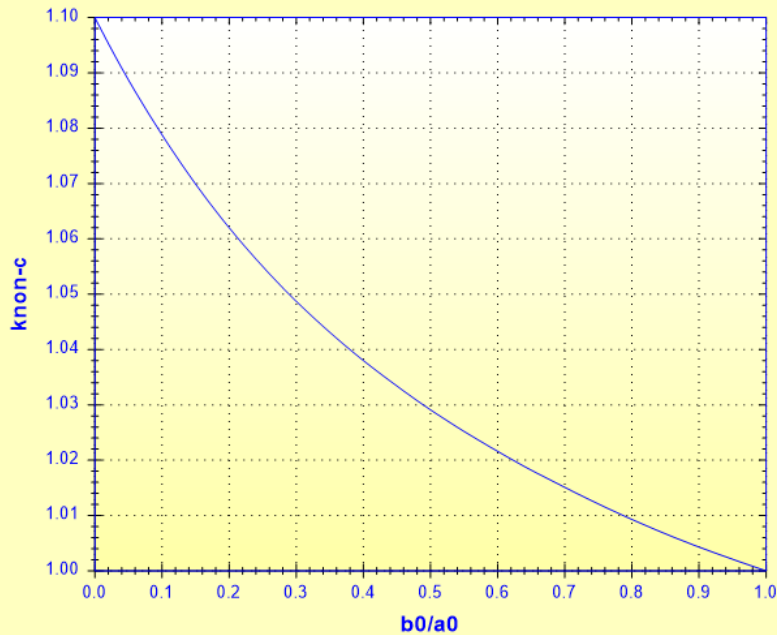
$$k_{non-c} = f(b_0/a_0) \quad ([1] \text{ diagramme 2.6})$$



- régime turbulent ($Re > 2000$) :

$$k_{non-c} = f(b_0/a_0) \quad ([1] \text{ diagramme 2.6})$$

**Coefficient de correction - Section rectangulaire
IDELCHIK - Diagram 2-6 (Re > 2000)**



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

$$\zeta = \lambda \cdot k_{non-c} \cdot \frac{l}{D_h} \quad ([1] \text{ diagramme 2.6})$$

Perte de pression totale (Pa) :

$$\Delta P = \zeta \cdot \frac{\rho \cdot W_0^2}{2} \quad ([1] \text{ diagramme 2.6})$$

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 :

a ₀	Largeur de la section rectangulaire (m)
b ₀	Hauteur de la section rectangulaire (m)
D _h	Diamètre hydraulique (m)
F ₀	Section transversale de passage (m ²)
Q	Débit volumique (m ³ /s)
G	Débit massique (kg/s)
w ₀	Vitesse moyenne d'écoulement (m/s)
L	Longueur du tuyau (m)
V	Volume de fluide dans le tuyau (m ³)
M	Masse de fluide dans le tuyau (kg)
Re	Nombre de Reynolds ()

λ	Coefficient de friction de Darcy pour section circulaire ()
k_{non-c}	Correction du coefficient de friction de Darcy pour section non circulaire ()
ζ	Coefficient de perte de pression (basé sur la vitesse moyenne dans le tuyau) ()
ΔP	Perte de pression totale (Pa)
ΔH	Perte de charge totale de fluide (m)
Wh	Perte de puissance hydraulique (W)
ρ	Masse volumique du fluide (kg/m^3)
ν	Viscosité cinématique du fluide (m^2/s)
g	Accélération de la pesanteur (m/s^2)

Domaine de validité :

- tout régime d'écoulement : laminaire, critique et turbulent ($Re \leq 10^8$)
- écoulement stabilisé

Exemple d'application :

Désignation	Symbole	Valeur	Unité
Diamètre hydraulique	D_h	0.06666667	m
Section intérieure du tuyau	F_0	0.005	m^2
Rapport 'b0/a0'	b_0/a_0	0.5	
Volume intérieur du tuyau	V	0.005	m^3
Masse de fluide dans le tuyau	M	4.991031	kg
Rapport 'Longueur / Diamètre'	l/D_h	15	
Nombre de Reynolds	Re	66440.97	
<input checked="" type="checkbox"/> Coefficient de friction pour section circulaire	λ	0.02017471	
<input checked="" type="checkbox"/> Coefficient de correction pour section rectangulaire	k_{non-c}	1.0291	
Perte de pression linéique		0.00155434	bar/m
Coefficient perte pression (basé sur vitesse moyenne tuyau)	ζ	0.3114268	
Perte de puissance hydraulique	Wh	0.7771702	W

Références :

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

