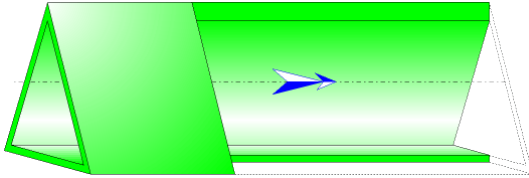




Tuyau rectiligne Section triangulaire et parois rugueuses (MILLER)



Description du modèle :

Ce modèle de composant calcule la perte de charge régulière (chute de pression) d'une tuyauterie droite horizontale de section transversale triangulaire 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.

Le coefficient de friction de Darcy est déterminé :

- en régime d'écoulement laminaire par la loi de Hagen-Poiseuille (indépendant de la valeur de la rugosité relative),
- en régime d'écoulement turbulent par l'équation explicite de Swamee-Jain (dépendant de la valeur de la rugosité relative), l'équation explicite de Swamee-Jain est une approximation de l'équation implicite de Colebrook-White,
- en régime critique par interpolation entre les coefficients de friction d'écoulement laminaire et turbulent.

Formulation du modèle :

Angle au sommet (°) :

$$\theta = 2 \cdot \tan^{-1} \left(\frac{w}{2 \cdot h} \right)$$

Diamètre hydraulique (m) :

$$D = \frac{2 \cdot h}{1 + \sqrt{\tan^2 \left(\frac{\theta}{2} \right) + 1}}$$

Section transversale de passage (m²) :

$$A = \frac{w}{2} \cdot h$$

Vitesse moyenne d'écoulement (m/s) :

$$U = \frac{Q}{A}$$

Débit massique (kg/s) :

$$m = Q \cdot \rho$$

Volume de fluide dans le tuyau (m³) :

$$V = A \cdot L$$

Masse de fluide dans le tuyau (kg) :

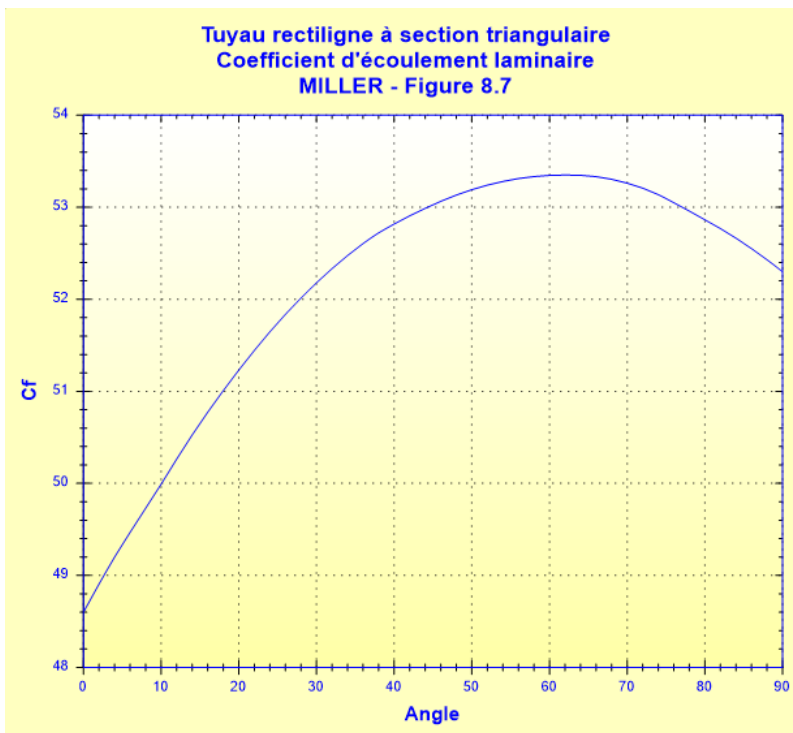
$$M = V \cdot \rho$$

Nombre de Reynolds :

$$Re = \frac{U \cdot D}{\nu}$$

Coefficient d'écoulement laminaire :

$$Cf = f(\theta) \quad ([1] \text{ figure 8.7})$$

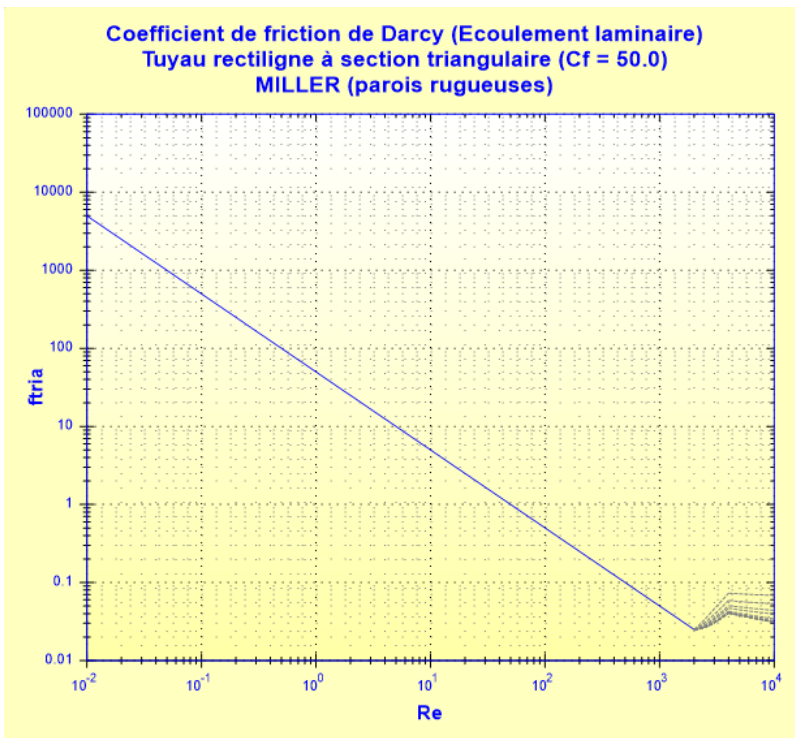


Coefficient de friction de Darcy :

■ régime laminaire ($Re \leq 2000$) :

Coefficient de friction de Darcy pour tuyau à section triangulaire :

$$f_{tria} = \frac{Cf}{Re} \quad ([1] \text{ équation 8.7})$$



([1] équation 8.7 avec Cf =

50)

- régime turbulent - zone de transition et zone de turbulence complète ($Re \geq 4000$) :

Coefficient de friction de Darcy pour tuyau à section circulaire :

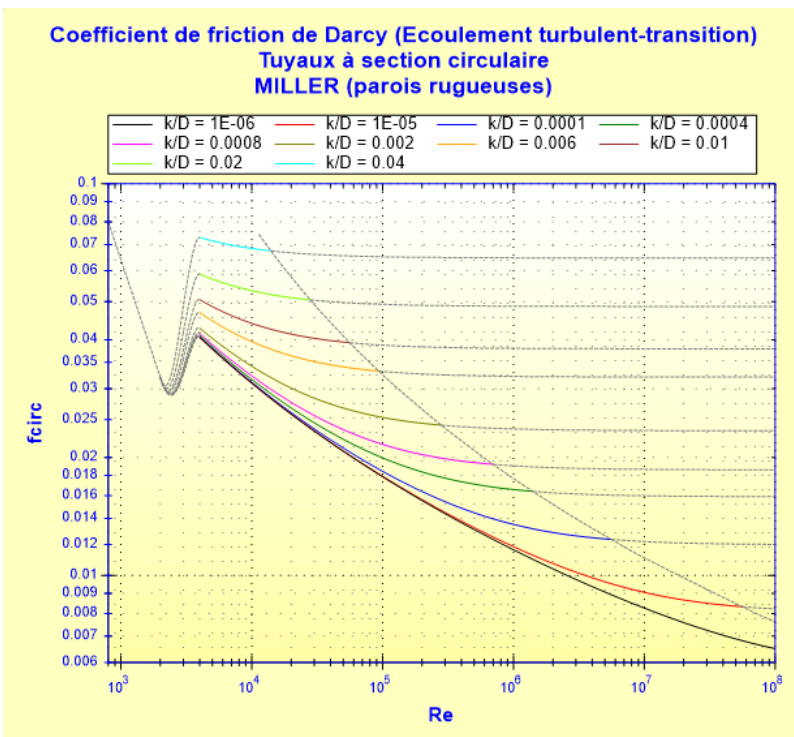
équation de Swamee-Jain (approximation de l'équation de Colebrook-White)

$$f_{circ} = \frac{0.25}{\left[\log \left(\frac{k}{3.7 \cdot D} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right) \right]^2} \quad ([1] \text{ équation 8.4})$$

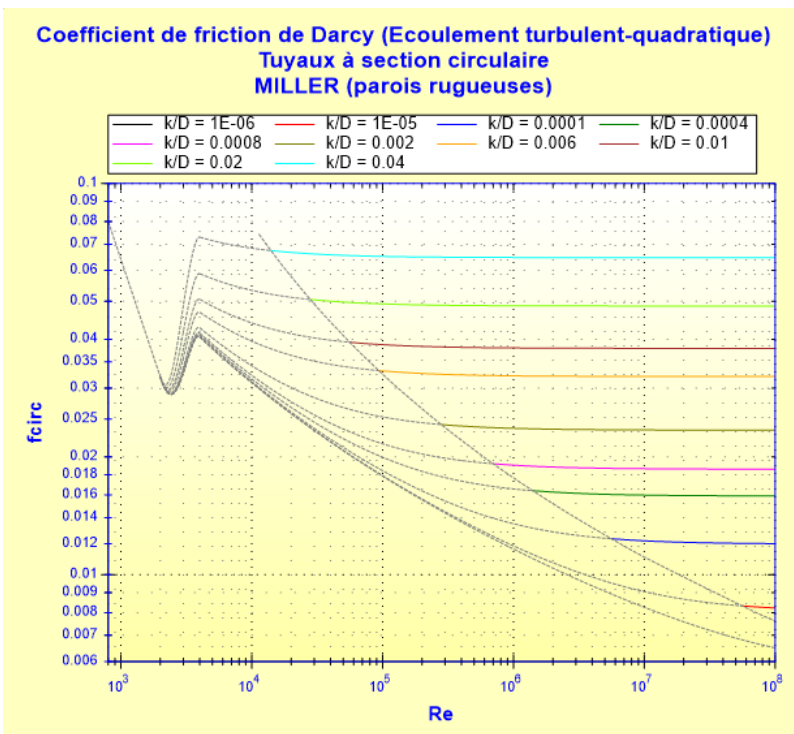
nombre de Reynolds correspondant au début de la turbulence complète :

$$Re_{lim}'' = \frac{560}{k/D} \quad ([2] \text{ diagramme 2.4})$$

Zone de transition



Zone de turbulence complète



Coefficient de friction de Darcy pour section triangulaire :

$$f_{tria} = f_{circ}$$

■ régime critique ($2000 < Re < 4000$) :

Coefficient de friction de Darcy pour tuyau à section circulaire :

interpolation cubique

$$f_{circ} = (X1 + R \cdot (X2 + R \cdot (X3 + X4))) \quad ([3])$$

avec :

$$R = \frac{Re}{2000}$$

$$X1 = 7 \cdot FA - FB$$

$$X2 = 0.128 - 17 \cdot FA + 2.5 \cdot FB$$

$$X3 = -0.128 + 13 \cdot FA - 2 \cdot FB$$

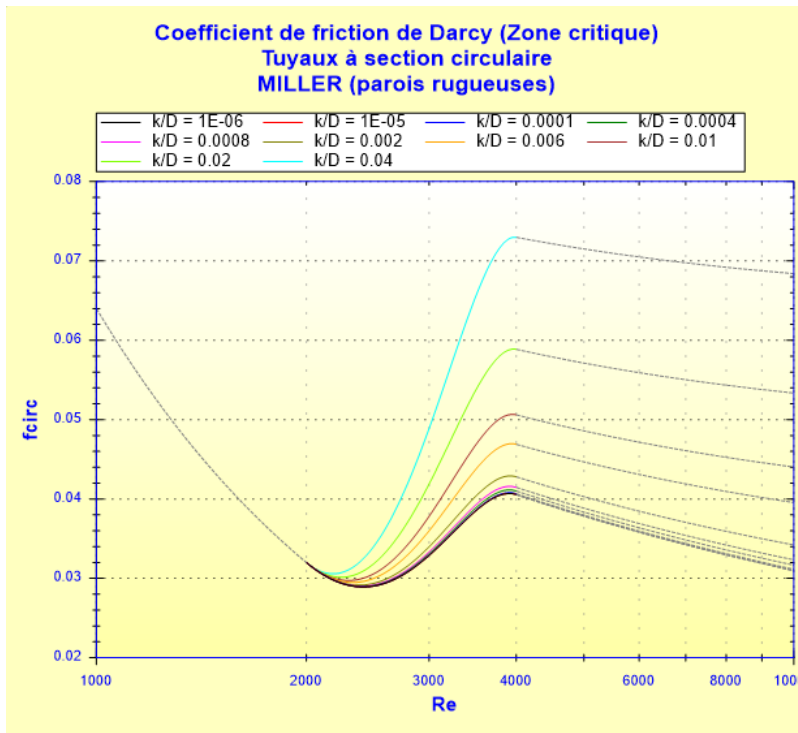
$$X4 = R \cdot (0.032 - 3 \cdot FA + 0.5 \cdot FB)$$

$$FA = Y3^{-2}$$

$$FB = FA \cdot \left(2 - \frac{0.00514215}{Y2 \cdot Y3} \right)$$

$$Y2 = \frac{k}{3.7 \cdot D} + \frac{5.74}{Re^{0.9}}$$

$$Y3 = -0.86859 \cdot \ln \left(\frac{k}{3.7 \cdot D} + \frac{5.74}{4000^{0.9}} \right)$$



Coefficient de friction de Darcy pour section triangulaire :

$$f_{tria} = f_{circ}$$

Coefficient de perte de pression par friction :

$$K_f = f_{tria} \cdot \frac{L}{D} \quad ([1] \text{ équation 8.3})$$

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

$$K = K_f$$

Perte de pression totale (Pa) :

$$\Delta P = K \cdot \frac{\rho \cdot U^2}{2} \quad ([1] \text{ équation 8.1b})$$

Perte de charge totale de fluide (m) :

$$\Delta H = K \cdot \frac{U^2}{2 \cdot g} \quad ([1] \text{ équation 8.1a})$$

Perte de puissance hydraulique (W) :

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

Symboles, définitions, unités SI :

w	Base de la section transversale (m)
h	Hauteur de la section transversale (m)
θ	Angle au sommet ($^\circ$)
D	Diamètre hydraulique (m)
A	Section transversale de passage (m^2)
Q	Débit volumique (m^3/s)
U	Vitesse moyenne d'écoulement (m/s)
m	Débit massique (kg/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 ()
Cf	Coefficient d'écoulement laminaire ()
k	Rugosité absolue (m)
f_{circ}	Coefficient de friction de Darcy pour section circulaire ()
Re''_{lim}	Nombre de Reynolds correspondant au début de la turbulence complète ()
f_{tria}	Coefficient de friction de Darcy pour section triangulaire ()
K_f	Coefficient de perte de pression par friction ()
K	Coefficient de perte de pression totale (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 ($Re \leq 10^8$)
- rugosité relative $k/D \leq 0.05$
- écoulement stabilisé

Exemple d'application :

HydrauCalc 2019b - [Tuyau rectiligne section triangulaire et parois rugueuses - MILLER (2ème 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 : ρ 998.2061 kg/m³
Viscosité dynamique : μ 0.00100159 N.s/m²
Viscosité cinématique : ν 1.00340E-06 m²/s

Masse vol. Visc. dyn. Visc. cin.

Caractéristiques géométriques

Aide Info Diagramme de Moody Calculer

Perte de pression ΔP 0.009553567 bar
 ΔH 0.0976 m de fluide

Résultats complémentaires

Désignation	Symbole	Valeur	Unité
Diamètre hydraulique	D	0.04142136	m
Angle au sommet	θ	90	°
Section intérieure tuyau	A	0.0025	m ²
Volume intérieur du tuyau	V	0.0025	m ³
Masse de fluide dans le tuyau	M	2.495515	kg
Rugosité relative	k/D	0.0002414213	
Nombre de Reynolds	Re	82562.24	
<input checked="" type="checkbox"/> Coefficient de friction pour section circulaire	f_{circ}	0.01982165	
Coefficient de friction de Darcy pour section triangulaire	f_{tria}	0.01982165	
Perte de pression linéique		0.009553567	bar/m
Coefficient perte pression (basé sur vitesse moyenne tuyau)	K	0.4785369	
Perte de puissance hydraulique	Wh	4.776783	W

Divers

Références :

- [1] Internal Flow System, Second Edition, D.S. Miller (1990)
- [2] Handbook of Hydraulic Resistance, 3rd Edition, I.E. Idelchik (2008)
- [3] Dunlop (1991)