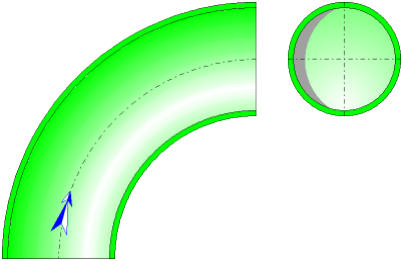




Coude progressif Section circulaire (MILLER)



Description du modèle :

Ce modèle de composant calcule la perte de charge (chute de pression) d'un coude de courbure progressive dont la section transversale est circulaire et constante. En outre, l'écoulement est supposé entièrement développé et stabilisé en amont du coude.

Une option permet de prendre en compte l'effet de la longueur droite en sortie du coude. La perte de charge par frottement dans cette longueur droite n'est pas prise en compte dans ce composant.

Formulation du modèle :

Diamètre hydraulique (m) :

$$D = d$$

Section transversale de passage (m²) :

$$A = \pi \cdot \frac{D^2}{4}$$

Vitesse moyenne d'écoulement (m/s) :

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

Longueur développée (m) :

$$L = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot \frac{\theta_b}{360}$$

Débit massique (kg/s) :

$$G = Q \cdot \rho$$

Volume de fluide (m³) :

$$V = A \cdot L$$

Masse de fluide (kg) :

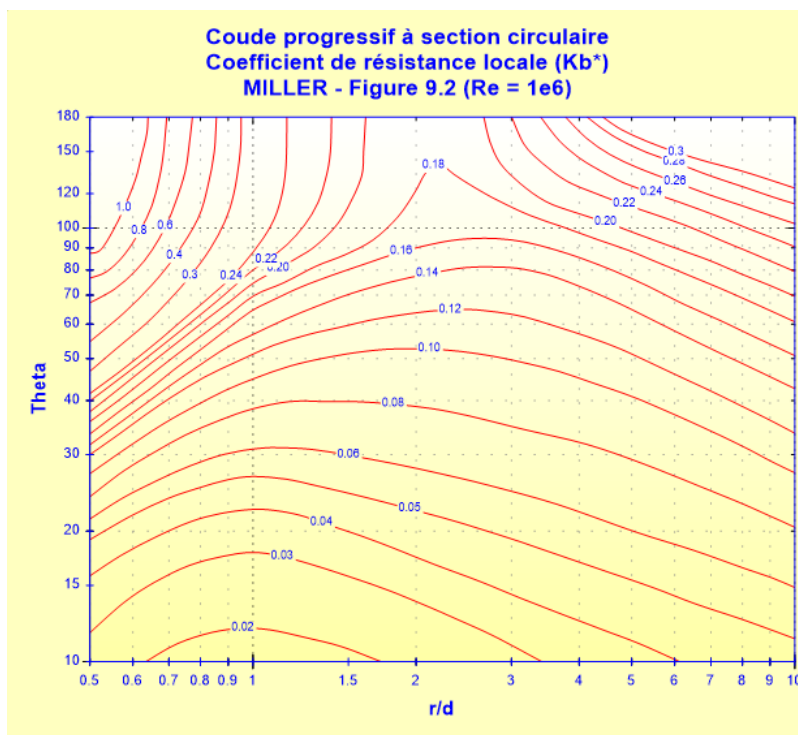
$$M = V \cdot \rho$$

Nombre de Reynolds :

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

Coefficient de résistance de base :

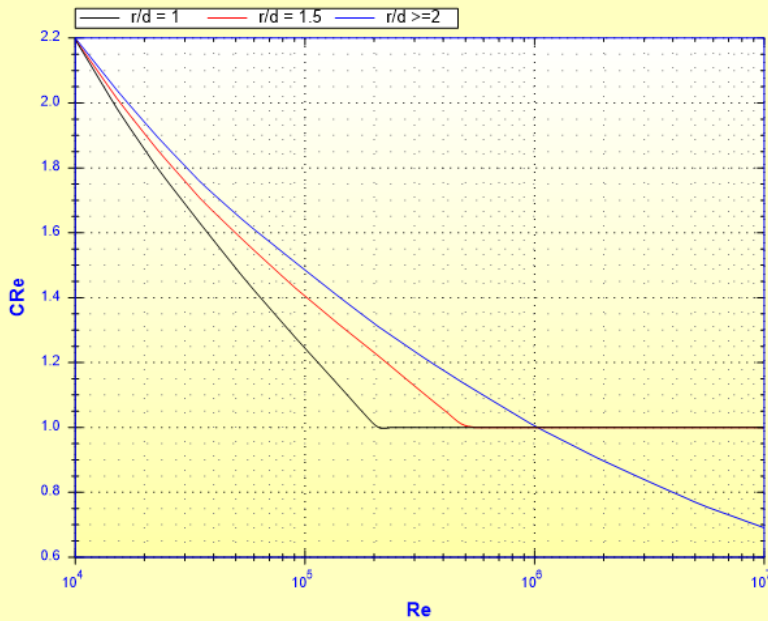
$$K_b^* = f\left(\frac{r}{d}, \theta_b\right) \quad ([1] \text{ figure 9.2})$$



Coefficient de correction du nombre de Reynolds :

$$C_{Re} = f\left(Re, \frac{r}{d}\right) \quad ([1] \text{ figure 9.3})$$

Coude progressif
Coefficient de correction du nombre de Reynolds (CRe)
MILLER - Figure 9.3



■ $r/d \geq 1$

$$C_{Re} = f\left(Re, \frac{r}{d}\right) \quad ([1] \text{ figure 9.3})$$

■ $r/d < 1$

- $r/d > 0.7$ ou $K_b^* < 0.4$

$$C_{Re} = f\left(Re, \frac{r}{d}\right) \quad ([1] \text{ figure 9.3 avec } r/d=1)$$

- sinon ($r/d \leq 0.7$ et $K_b^* \geq 0.4$)

$$C_{Re} = \frac{K_b^*}{K_b^* - 0.2C'_{Re} + 0.2} \quad ([1] \text{ équation 9.2})$$

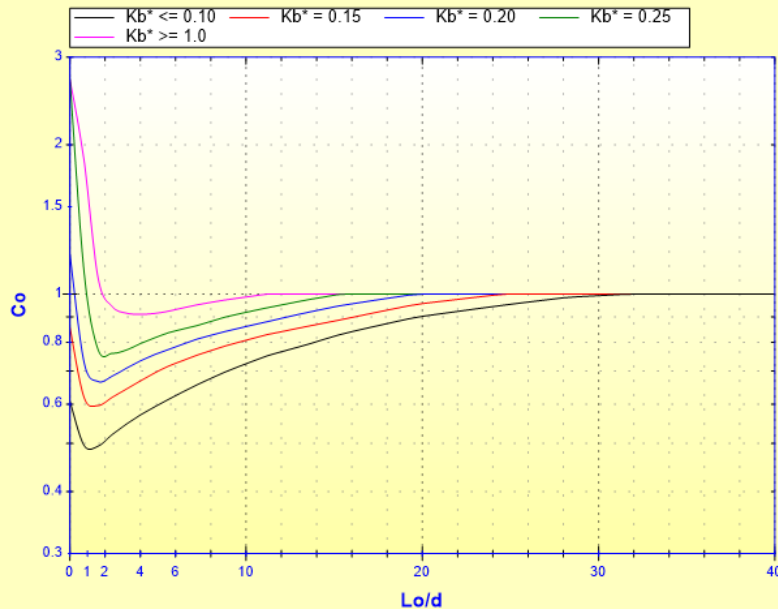
avec :

$$C'_{Re} = f\left(Re, \frac{r}{d}\right) \quad ([1] \text{ figure 9.3 avec } r/d=1)$$

Coefficient de correction de longueur droite de tuyauterie en sortie du coude (optionnel) :

$$C_o = f\left(\frac{L_o}{d}, K_b^*\right) \quad ([1] \text{ figure 9.4})$$

Coude progressif à section circulaire
Correction en fonction de la longueur droite de sortie (Co)
MILLER - Figure 9.4



- $r/d < 3$ et $\theta_b < 100^\circ$

$$C_o = f\left(\frac{L_o}{d}, K_b^*\right) \quad ([1] \text{ figure 9.4})$$

- sinon ($r/d > 3$ et/ou $\theta_b > 100^\circ$)

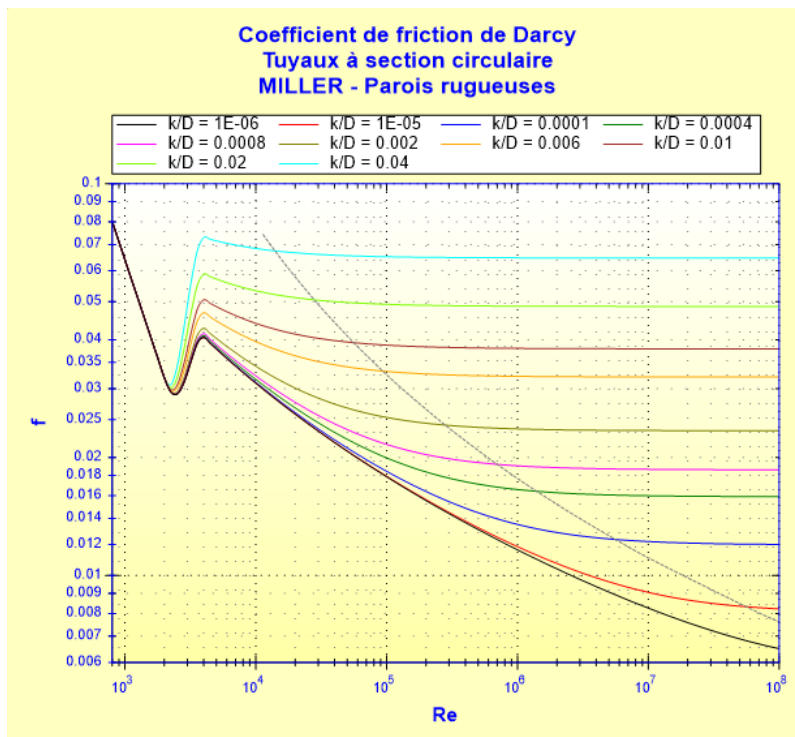
$$C_o = 1 \quad (\text{effet négligeable})$$

Si cette option n'est pas activée, le coefficient C_o est égal à l'unité.

Coefficient de friction de Darcy :

$$f = f\left(\text{Re}, \frac{k}{D}\right)$$

Voir [Tuyau rectiligne - Section circulaire et parois rugueuses \(MILLER\)](#)



Coefficient de correction de la rugosité :

$$C_f = \frac{f_{rough}}{f_{smooth}} \quad ([1] \text{ équation 9.3})$$

avec :

f_{rough} : coefficient de friction de Darcy pour tuyau rugueux à Re

f_{smooth} : coefficient de friction de Darcy pour tuyau lisse ($k = 0$) à Re

Pour $Re > 10^6$, C_f est calculé avec l'équation (9.3) pour $Re = 10^6$

Coefficient de résistance corrigé :

$$K_b = K_b^* \cdot C_{Re} \cdot C_o \cdot C_f$$

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

$$K = K_b$$

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) :

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

Longueur droite de perte de pression équivalente (m) :

$$L_{eq} = K \cdot \frac{d}{f_{rough}}$$

Symboles, définitions, unités SI :

D	Diamètre hydraulique du coude (m)
d	Diamètre intérieur du coude (m)
A	Section transversale de passage (m ²)
Q	Débit volumique (m ³ /s)
U	Vitesse moyenne d'écoulement (m/s)
L	Longueur développée (m)
r	Rayon de courbure (m)
θ_b	Angle de courbure (°)
G	Débit massique (kg/s)
V	Volume de fluide (m ³)
M	Masse de fluide (kg)
Re	Nombre de Reynolds ()
K_b^*	Coefficients de résistance de base ()
C_{Re}	Coefficient de correction du nombre de Reynolds ()
C_o	Coefficient de correction de longueur droite de tuyauterie en sortie du coude ()
L_o	Longueur droite en sortie du coude (m)
f	Coefficient de friction de Darcy ()
k	Rugosité absolue des parois (m)
C_f	Coefficient de correction de rugosité ()
K_b	Coefficient de résistance corrigé ()
K	Coefficient de perte de pression totale (basé sur la vitesse moyenne dans le coude) ()
ΔP	Perte de pression totale (Pa)
ΔH	Perte de charge totale de fluide (m)
Wh	Perte de puissance hydraulique (W)
L_{eq}	Longueur droite de perte de pression équivalente (m)
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 :

- régime d'écoulement turbulent ($Re \geq 10^4$)
 - écoulement stabilisé en amont du coude
 - angle de courbure : 10 à 180°
 - rayon de courbure relatif 'r/d' : inférieur à 10
-

Exemple d'application :

HydrauCalc 2018b - [Coude progressif à section circulaire - 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.

logY

Caractéristiques géométriques

Perte de pression
 ΔP 0.00200893 bar
 ΔH 0.0205 m de fluide

Option : Correction de longueur en sortie
 Utiliser la correction de longueur en sortie
Longueur droite : \geq 1.783442 m

Résultats complémentaires

Désignation	Symbole	Valeur	Unité
Diamètre hydraulique	D	0.0703	m
Section de passage	A	0.003881508	m ²
Rayon de courbure relatif	r/d	2.489331	
Longueur droite développée à l'axe	L	0.2748893	m
Volume intérieur du coude	V	0.001066985	m ³
Volume intérieur du coude	M	1.065071	kg
<input checked="" type="checkbox"/> Coefficient de base (Figure 9.2)	Kb*	0.1540387	
<input checked="" type="checkbox"/> Coefficient de correction du nombre de Reynolds (Figure 9.3)	CR _e	1.510147	
<input checked="" type="checkbox"/> Coefficient de correction de longueur en sortie (Figure 9.4)	Co	1	
Rugosité relative	k/D	0.0001422475	
Coefficient de correction de la rugosité	Cf	1.042765	
Nombre de Reynolds	Re	90251	
Coefficient perte pression corrigé	Kb	0.2425692	
Coefficient perte pression (basé sur la vitesse moyenne coude)	K	0.2425692	
Perte de puissance hydraulique	Wh	1.004465	W
Longueur droite de perte de charge équivalente	Leq	0.8959863	m

Références :

[1] Internal Flow System, Second Edition, D.S. Miller

HydrauCalc

© François Corre 2018

Edition : novembre 2018