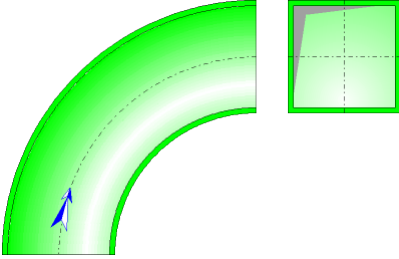




Coude progressif Section rectangulaire (MILLER)



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 rectangulaire 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.

Formulation du modèle :

Diamètre hydraulique (m) :

$$D = \frac{2 \cdot b \cdot W}{b + W} \quad ([1] \text{ équation 9.5})$$

Section transversale de passage (m²) :

$$A = b \cdot W$$

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 :

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

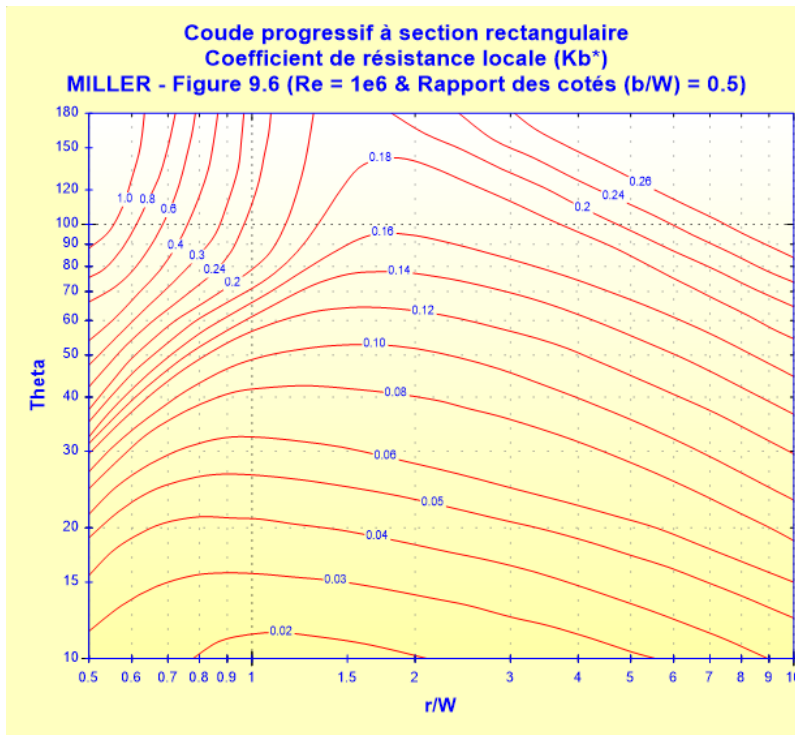
([1] équation 9.6)

Coefficient de résistance de base :

$$K_b^* = f\left(\frac{r}{W}, \theta_b\right)$$

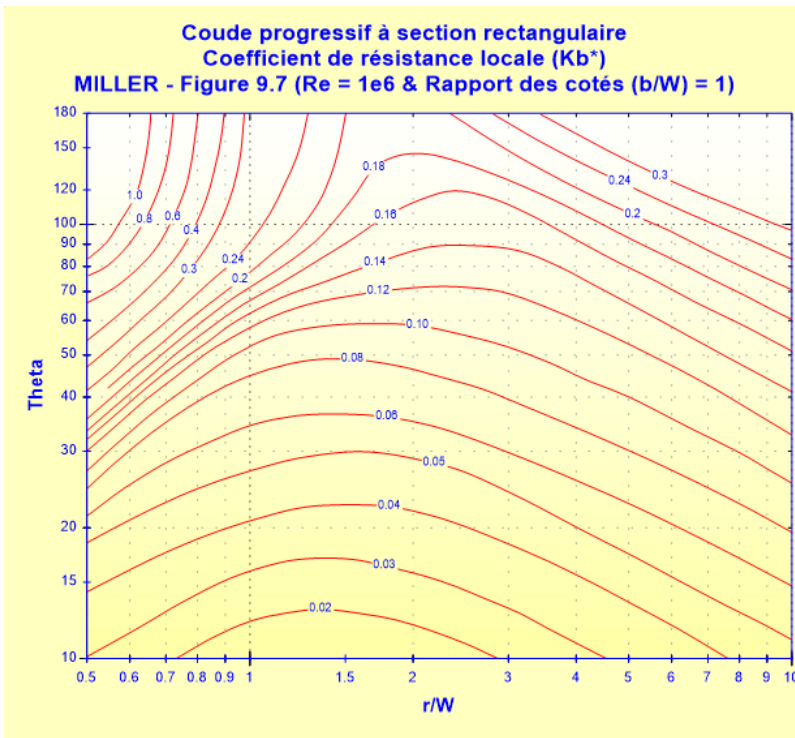
([1] figures 9.6 - 9.7 - 9.8)

■ Rapport de cotés $b/W = 0.5$



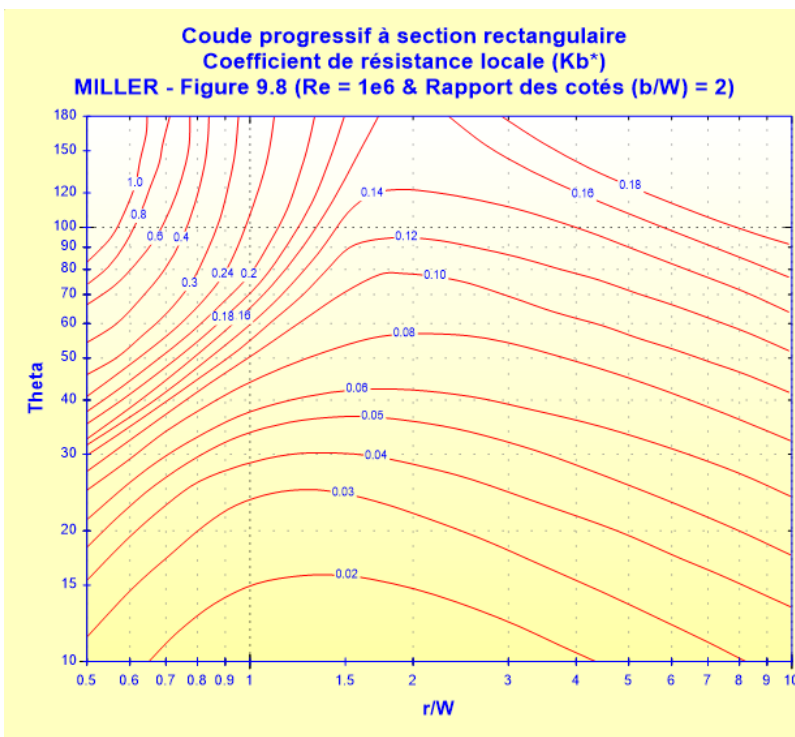
([1] figure 9.6)

■ Rapport de cotés $b/W = 1$



[[1] figure 9.7)

■ Rapport de cotés $b/W = 2$

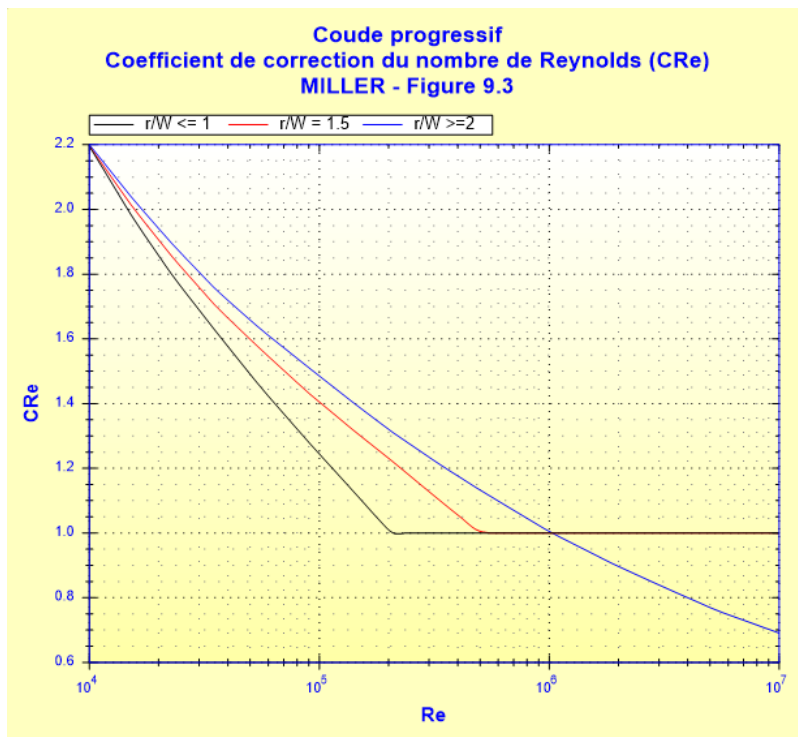


[[1] figure 9.8)

Pour des rapports de cotés ' b/W ' compris entre 0,5 et 2, le coefficient K_b^* est obtenu par interpolation curviligne entre les valeurs de K_b^* calculées pour des rapports de cotés de 0,5, 1, 2.

Coefficient de correction du nombre de Reynolds :

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



■ $r/W \geq 1$

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

■ $r/W < 1$

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

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

- sinon ($r/W \leq 0.7$ 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 :

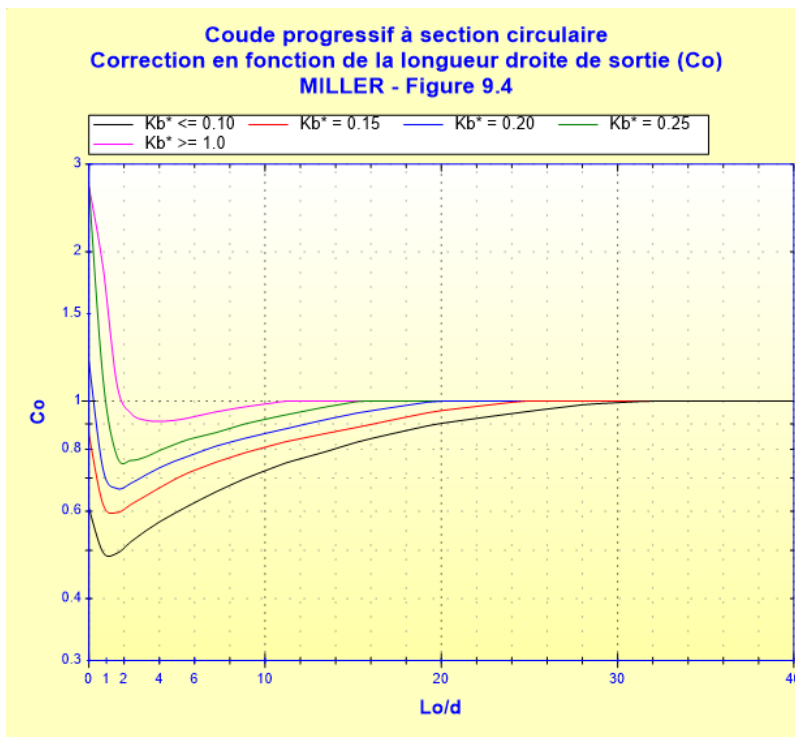
$$C'_{Re} = f\left(Re, \frac{r}{D}\right) \quad ([1] \text{ figure 9.3 avec } r/W=1)$$

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

■ Coefficient de correction pour section circulaire

- $\theta_b < 100^\circ$

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



- $\theta_b \geq 100^\circ$

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

■ Coefficient de correction pour section rectangulaire

- $b/W < 0,7$ et $Lo/D > 1$

$$\boxed{C_{or} = 1 - \frac{1 - C_o}{2}}$$

- $b/W > 1$ et $Lo/D < 1$

- ◆ $1,5 < r/W < 3$

$$\boxed{C_{or} = 2}$$

- ◆ $r/W \leq 1,5$ or $r/W \geq 3$

$$\boxed{C_{or} = C_o}$$

- sinon

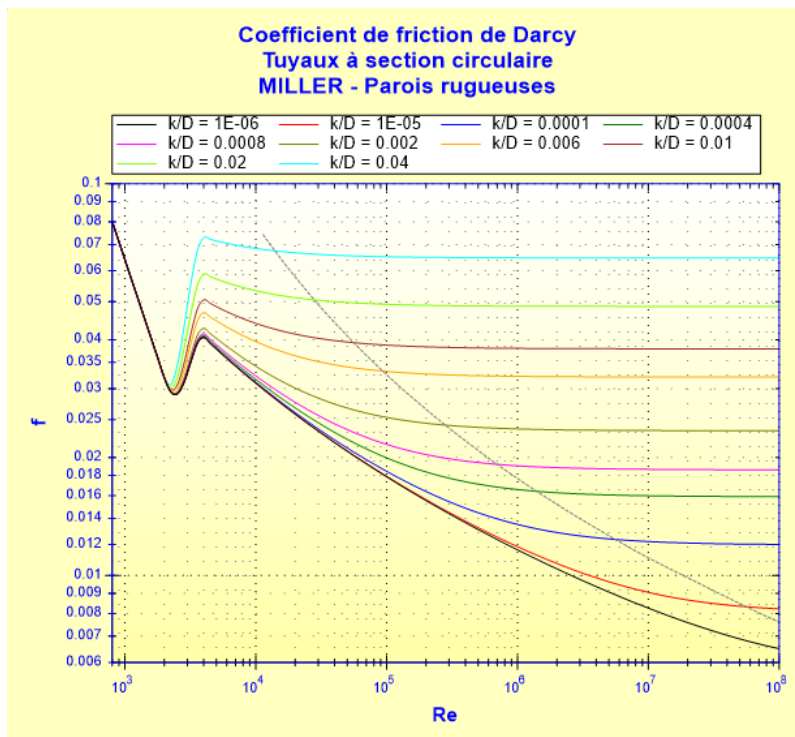
$$\boxed{C_{or} = C_o}$$

Si cette option n'est pas activée, les coefficients C_o et C_{or} sont égaux à l'unité.

Coefficient de friction de Darcy :

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

Voir [Tuyau rectiligne - Section rectangulaire 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 :

$$K_b = K_b^* \cdot C_{Re} \cdot C_{or} \cdot C_f \quad ([1] \text{ équation 9.4})$$

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 :

W	Hauteur de la section rectangulaire (m)
b	Largeur de la section rectangulaire (m)
D	Diamètre hydraulique du coude (m)
A	Section transversale de passage (m ²)
Q	Débit volumique (m ³ /s)
m	Débit massique (kg/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 pour section circulaire ()
C_{or}	Coefficient de correction de longueur droite de tuyauterie en sortie du coude pour section rectangulaire ()
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 : compris entre 10° et 180°
- rayon de courbure relatif 'r/W' : compris entre 0.5 et 10
- rapports de cotés 'b/W' : compris entre 0.5 et 2

nota : pour des rapports de cotés 'b/W' inférieurs à 0.5, les coefficients de résistance K_b^* sont obtenus par extrapolation linéaire à partir des valeurs de K_b^* calculées pour des rapports de cotés de 0,5 et 1.

pour des rapports de cotés 'b/W' supérieurs à 2, les coefficients de résistance K_b^* sont obtenus par extrapolation linéaire à partir des valeurs de K_b^* calculées pour des rapports de cotés de 1 et 2.

Exemple d'application :

The screenshot shows the HydraulCalc 2020a software interface. The main window is titled "HydrauCalc 2020a - [Coude progressif à section rectangulaire - MILLER (2ème Ed.)]". The interface is divided into several sections:

- Caractéristiques du fluide:**
 - Fluide: Eau douce à 1 atm [HC]
 - Réf.: IAPWS IF97
 - Température: 20 °C
 - Pression: 1.013 bar
 - Masse volumique: 998.2061 kg/m³
 - Viscosité dynamique: 0.00100159 N.s/m²
 - Viscosité cinématique: 1.00340E-06 m²/s
- Caractéristiques géométriques:**
 - Angle de courbure: 90 °
 - Rayon de courbure relatif: 0.175
 - Rapport des cotés: 2 (b/W)
 - Longueur droite développée à l'axe: 0.2748893 m
 - Longueur droite: >= 1.945852 m
- Résultats complémentaires:**

Désignation	Symbole	Valeur	Unité
Diamètre hydraulique	D	0.06666667	m
Section de passage	A	0.005	m ²
Rapport des cotés	b/W	2	
Rayon de courbure relatif	r/W	3.5	
Longueur droite développée à l'axe	L	0.2748893	m
Coefficient de base (Figures 9.6 9.7 9.8)	K_b^*	0.127294	
Coefficient de correction du nombre de Reynolds (Figure 9.3)	CR_e	1.585444	
Coefficient de correction de longueur en sortie (Figure 9.4)	Co	1	
Coefficient Co corrigé pour section rectangulaire	Cor	1	
Rugosité relative	k/D	0.00015	
Coefficient de correction de la rugosité	Cf	1.035796	
Nombre de Reynolds	Re	66440.97	
Coefficient perte pression corrigé	K_b	0.2090416	
Coefficient perte pression (basé sur la vitesse moyenne coude)	K	0.2090416	
Perte de puissance hydraulique	Wh	0.5216665	W
Longueur droite de perte de charge équivalente	Leq	0.6902463	m

Références :

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