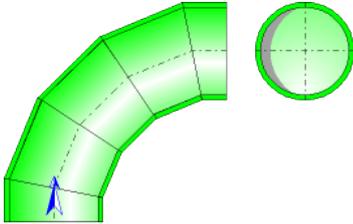




Coude composite 90° (4 x 22,5°)
Section circulaire
(IDELCHIK)



Description du modèle :

Ce modèle de composant calcule la perte de charge (chute de pression) d'un coude composite à 90° (4 x 22,5°) dont la section transversale est circulaire et constante. En outre, l'écoulement est supposé entièrement développé et stabilisé à l'entrée du coude.

Formulation du modèle :

Diamètre hydraulique (m) :

$$D_h = D_0$$

Section transversale de passage (m²) :

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

Longueur droite développée à l'axe (m) :

$$l = 8 \cdot R_0 \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{90^\circ}{8}\right)$$

Vitesse moyenne d'écoulement (m/s) :

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

Débit massique (kg/h) :

$$G = Q \cdot \rho$$

Volume de fluide (m³) :

$$V = F_0 \cdot l$$

Masse de fluide (kg) :

$$M = V \cdot \rho$$

Nombre de Reynolds :

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

Rugosité relative :

$$\bar{\Delta} = \frac{\Delta}{D_0}$$

Coefficient d'effet de la rugosité :

$$k_{\Delta} = f\left(\frac{R_0}{D_0}, Re, \bar{\Delta}\right) \quad ([1] \text{ diagramme 6.1})$$

- $0.50 \leq R_0/D_0 \leq 0.55$

$\bar{\Delta}$	Re	
	$3 \cdot 10^3 - 4 \cdot 10^4$	$> 4 \cdot 10^4$
0	1.0	1.0
0 - 0.001	1.0	$1 + 0.5 \cdot 10^{-3} \cdot \bar{\Delta}$
> 0.001	1.0	1.5

- $R_0/D_0 > 0.55$

$\bar{\Delta}$	Re		
	$3 \cdot 10^3 - 4 \cdot 10^4$	$> 4 \cdot 10^4 - 2 \cdot 10^5$	$> 2 \cdot 10^5$
0	1.0	1.0	1.0
0 - 0.001	1.0	$\lambda_{\Delta} / \lambda_{sm}$	$1 + 10^{-3} \cdot \bar{\Delta}$
> 0.001	1.0	2.0	2.0

avec:

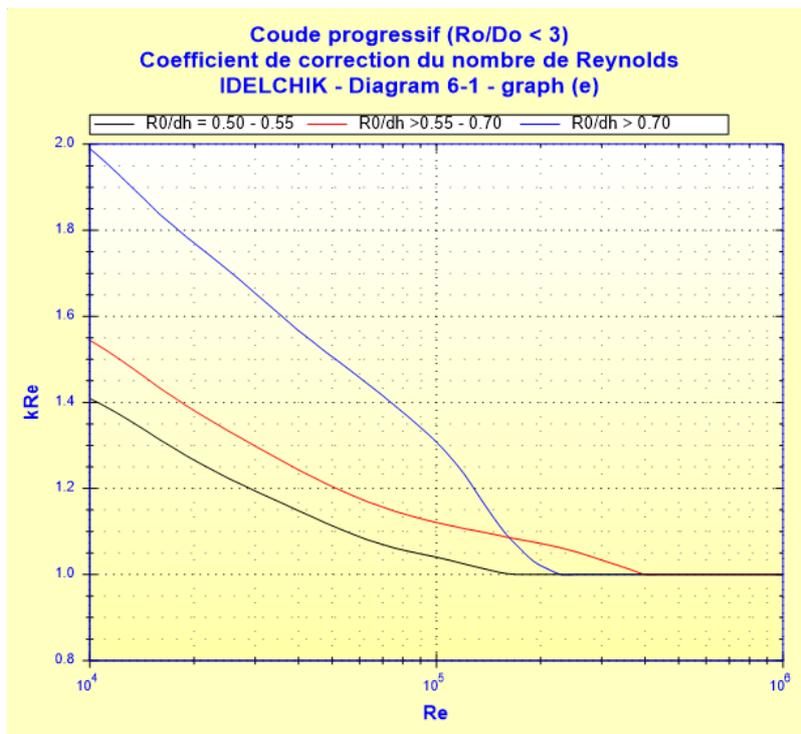
λ_{sm} : coefficient de friction de Darcy pour tuyau hydrauliquement lisse ($\bar{\Delta} = 0$) à

Re

λ_{Δ} : coefficient de friction de Darcy pour tuyau rugueux ($\bar{\Delta} = \Delta/D_h$) à Re

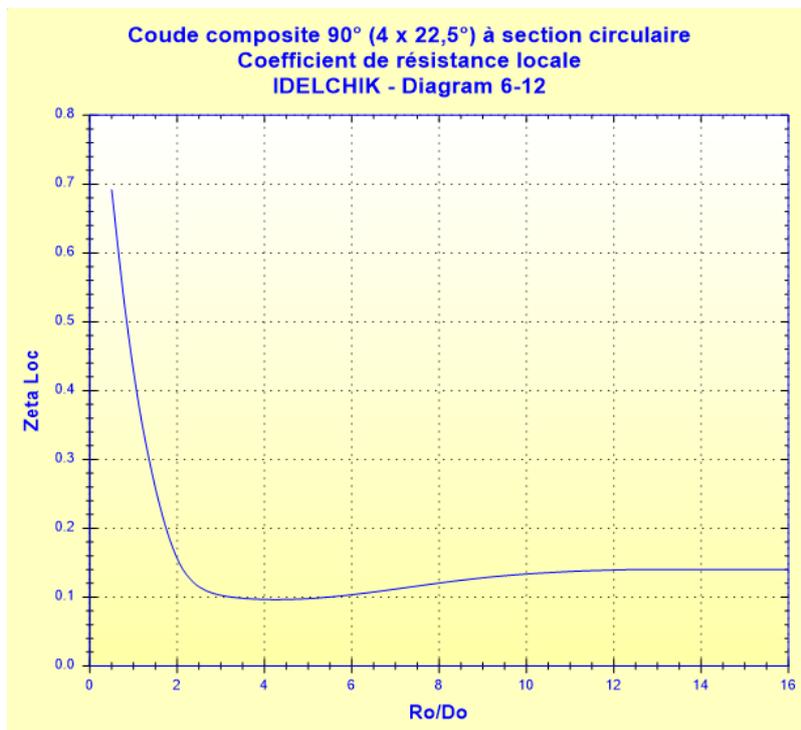
Coefficient d'effet du nombre de Reynolds ($Re \geq 10^4$) :

$$k_{Re} = f\left(Re, \frac{R_0}{D_h}\right) \quad ([1] \text{ diagramme 6.1})$$



Coefficient de résistance locale :

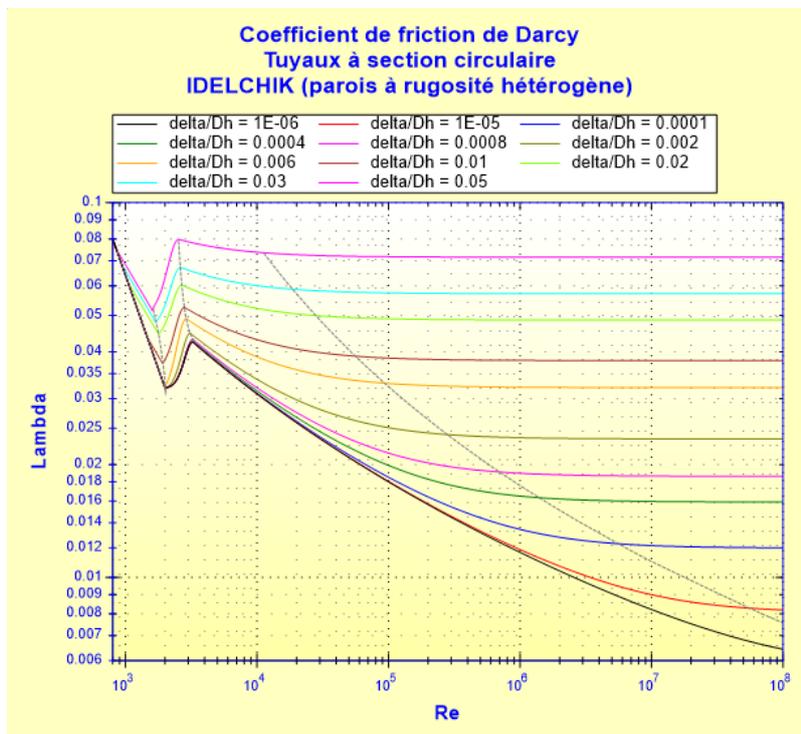
$$\zeta_{loc} = f\left(\frac{R_0}{D_0}\right) \quad ([1] \text{ diagramme 6.12})$$



Coefficient de friction de Darcy :

$$\lambda = f\left(\text{Re}, \frac{\Delta}{D_h}\right)$$

Voir [Tuyau rectiligne - Section circulaire et parois à rugosité hétérogène \(IDELCHIK\)](#)



Coefficient de perte de pression de friction :

$$\zeta_{fr} = \lambda \cdot \frac{l}{D_0} \quad ([1] \text{ diagramme 6.12})$$

Coefficient de perte de pression corrigé :

- $Re \geq 10^4$ (écoulement turbulent)

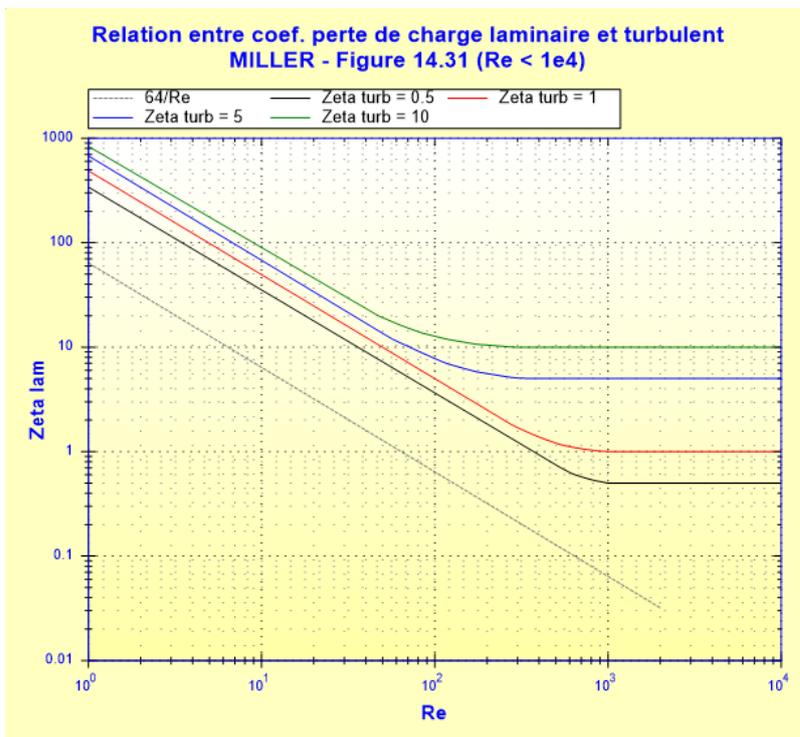
$$\zeta_{turb} = k_{\Delta} \cdot k_{Re} \cdot \zeta_{loc} \quad ([1] \text{ diagramme 6.12})$$

- $Re < 10^4$ (écoulement laminaire)

$$\zeta_{lam} = f(\zeta_{turb}, Re) \quad ([2] \text{ figure 14.31})$$

où :

ζ_{turb} est le coefficient de résistance en régime turbulent pour $Re = 10^4$



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

- $Re \geq 10^4$ (écoulement turbulent)

$$\zeta = \zeta_{turb} + \zeta_{fr} \quad ([1] \text{ diagramme 6.12})$$

- $Re < 10^4$ (écoulement laminaire)

$$\zeta = \zeta_{lam} + \zeta_{fr} \quad ([1] \text{ diagramme 6.12})$$

Longueur droite de perte de pression équivalente (m) :

$$L_{eq} = \zeta \cdot \frac{D_0}{\lambda}$$

Perte de pression totale (Pa) :

$$\Delta P = \zeta \cdot \frac{\rho \cdot W_0^2}{2} \quad ([1] \text{ diagramme 6.1 - 6.2})$$

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_h	Diamètre hydraulique du coude (m)
D_0	Diamètre intérieur du coude (m)
F_0	Section transversale de passage (m ²)

l	Longueur droite développée à l'axe (m)
R_0	Rayon de courbure (m)
Q	Débit volumique (m^3/s)
w_0	Vitesse moyenne d'écoulement (m/s)
G	Débit massique (kg/s)
V	Volume de fluide (m^3)
M	Masse de fluide (kg)
Re	Nombre de Reynolds ()
Δ	Rugosité absolue des parois intérieures du coude (m)
$\bar{\Delta}$	Rugosité relative des parois intérieures du coude ()
k_{Δ}	Coefficient qui caractérise l'effet de la rugosité
k_{Re}	Coefficient qui caractérise l'effet du nombre de Reynolds ()
ζ_{loc}	Coefficient de résistance locale ()
λ	Coefficient de friction de Darcy ()
ζ_{fr}	Coefficient de perte de pression de friction ()
ζ_{turb}	Coefficient de perte de pression corrigé pour $Re \geq 10^4$ ()
ζ_{lam}	Coefficient de perte de pression corrigé pour $Re < 10^4$ ()
ζ	Coefficient de perte de pression totale (basé sur la vitesse moyenne dans le coude) ()
L_{eq}	Longueur droite de perte de pression équivalente (m)
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 et turbulent
 nota : pour le régime d'écoulement laminaire ($Re < 10^4$), le coefficient de perte de pression " ζ_{lam} " est estimé
- écoulement stabilisé en amont du coude
- longueur droite en amont du coude : $\geq 10 D_h$

Exemple d'application :

HydrauCalc 2021a - [Coude composite 90° (4 x 22,5°) à section circulaire - 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 : 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

Calculer

Perte de pression ΔP 0.001923094 bar
 ΔH 0.0196 m de fluide

G 4.9910 kg/s w_0 1.288 m/s (Turbulent)
Q 0.005 m³/s

Résultats complémentaires

Désignation	Symbole	Valeur	Unité
Diamètre hydraulique	Dh	0.0703	m
Section de passage	F0	0.003881508	m ²
Rayon de courbure relatif	Ro/Do	2.489331	
Longueur droite développée à l'axe	l	0.2784773	m
Rugosité relative	Δ	0.0001422475	
Nombre de Reynolds	Re	90251	
<input checked="" type="checkbox"/> Coefficient de résistance locale (Diagram 6-12)	ζ_{loc}	0.115557	
Coefficient de correction de la rugosité (Diagram 6-1)	K_s	1.010951	
<input checked="" type="checkbox"/> Coefficient de correction du nombre de Reynolds (Diagram 6-1)	K_{Re}	1.340831	
<input checked="" type="checkbox"/> Coefficient de friction de Darcy	λ	0.01907611	
Coefficient de résistance de friction	ζ_r	0.07556561	
Coefficient de résistance en écoulement turbulent (Diagram 6-1)	ζ_{turb}	0.1566393	
Coefficient perte de pression (basé sur la vitesse moyenne coude)	ζ	0.2322049	
Perte de puissance hydraulique	Wh	0.961547	W
Longueur droite de perte de charge équivalente	Leq	0.8557304	m

Références :

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