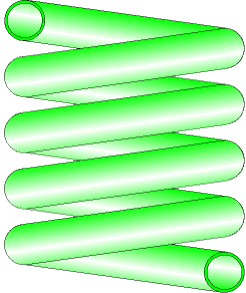




Serpentin Section circulaire (CRANE)



Description du modèle :

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

Formulation du modèle :

Section transversale de passage (m²) :

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

Vitesse moyenne d'écoulement (m/s) :

$$v = \frac{q}{A}$$

Longueur développée (m) :

$$L = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot N_t$$

Débit massique (kg/s) :

$$w = q \cdot \rho$$

Volume de fluide (m³) :

$$V = A \cdot L$$

Masse de fluide (kg) :

$$M = Vol \cdot \rho_m$$

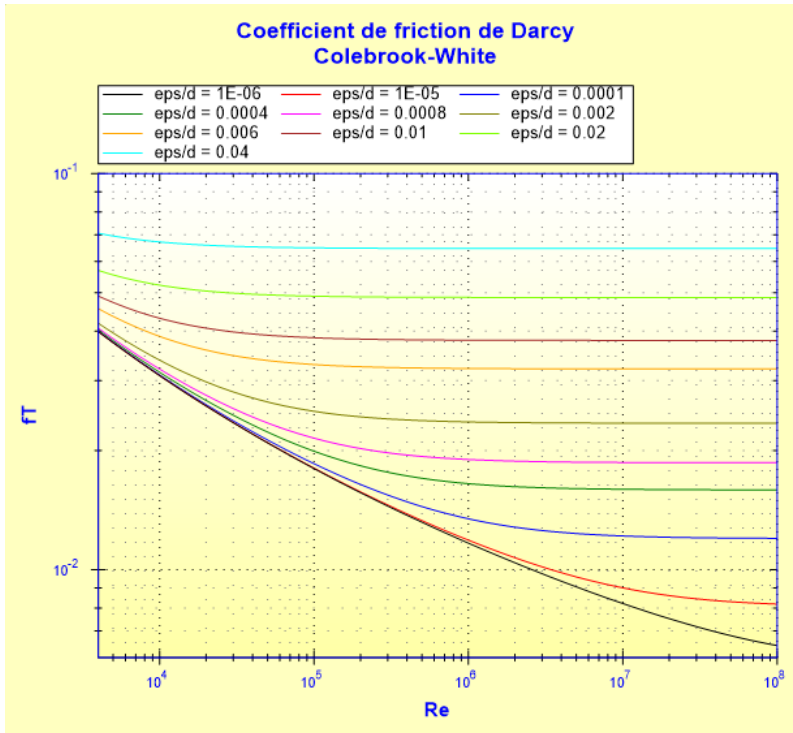
Nombre de Reynolds :

$$Re = \frac{v \cdot d}{\nu}$$

Coefficient de friction de Darcy :

$$f_T = \frac{1}{\left[2 \cdot \log \left(\frac{\varepsilon}{3.7 \cdot d} + \frac{2.51}{Re \cdot \sqrt{f_T}} \right) \right]^2}$$

équation de Colebrook-White

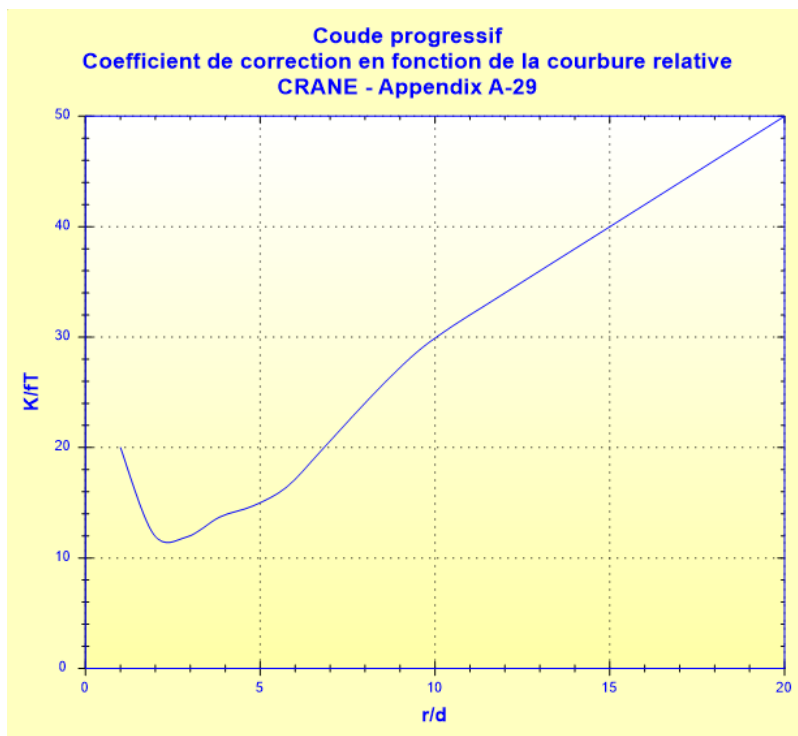


Coefficient de résistance pour un coude progressif à 90° :

$$K = f \left(\frac{r}{d}, f_T \right)$$

([1] Appendix A-29)

r/d	K	K/f _T
1	20 f _T	20
1.5	14 f _T	14
2	12 f _T	12
3	12 f _T	12
4	14 f _T	14
6	17 f _T	17
8	24 f _T	24
10	30 f _T	30
12	34 f _T	34
14	38 f _T	38
16	42 f _T	42
20	50 f _T	50



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

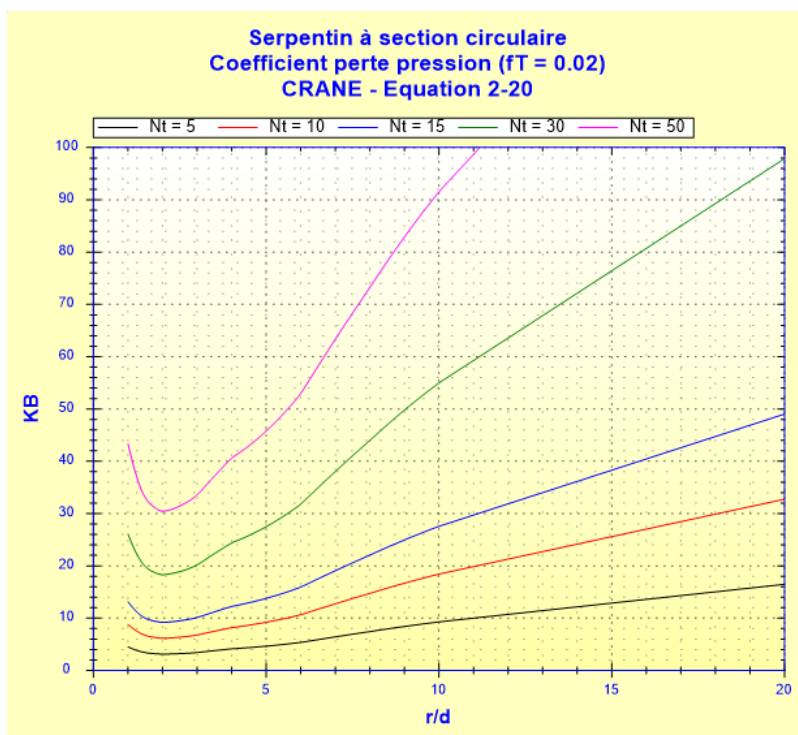
$$K_B = (n-1) \left(0.25 \cdot \pi \cdot f_T \cdot \frac{r}{d} + 0.5 \cdot K_1 \right) + K_1 \quad ([1] \text{ Equation 2-20})$$

avec :

$$n = 4 \cdot N_t$$

et :

$$K_1 = K \cdot F_t$$



(avec $f_T = 0,02$)

Perte de pression totale (Pa) :

$$\Delta P = K_B \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2}$$

Perte de charge totale de fluide (m) :

$$\Delta H = K_B \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

Perte de puissance hydraulique (W) :

$$Wh = \Delta P \cdot q$$

Longueur droite de perte de pression équivalente (m) :

$$L_{eq} = K_B \cdot \frac{d}{f_T}$$

Symboles, définitions, unités SI :

d	Diamètre intérieur du serpentin (m)
A	Section transversale de passage (m ²)
q	Débit volumique (m ³ /s)
v	Vitesse moyenne d'écoulement (m/s)
N _t	Nombre de tours constituant le serpentin ()
r	Rayon de courbure (m)
L	Longueur développée à l'axe (m)
w	Débit massique (kg/s)
V	Volume de fluide (m ³)
M	Masse de fluide (kg)
Re	Nombre de Reynolds ()
ε	Rugosité absolue des parois (m)
f _T	Coefficient de friction de Darcy ()
n	Nombre de coudes à 90° constituant le serpentin ()
K ₁	Coefficient de résistance pour un coude progressif à 90° ()
K _B	Coefficient de perte de pression totale (basé sur la vitesse moyenne dans le serpentin) ()
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 ≥ 10⁴)
- écoulement stabilisé en amont du serpentin

- rayon de courbure relatif 'r/d' compris entre 1 et 20
pour des rayons relatifs 'r/d' compris entre 0.5 et 1 ou ceux supérieurs à 20, le coefficient 'K' est extrapolé linéairement.

Exemple d'application :

HydrauCalc 2021a - [Serpentin à section circulaire - CRANE (1999)]

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.

Masse volumique (kg/m³)

Température (°C)

logY

Caractéristiques géométriques

Aide Info

v 1.132 m/s (Turbulent)
w 4.9910 kg/s
q 0.005 m³/s

Nombre de tours Nt 10

Perte de pression ΔP 0.09077288 bar
 ΔH 0.9273 m de fluide

Résultats complémentaires

Désignation	Symbole	Valeur	Unité
Section de passage	A	0.004417865	m ²
Rayon de courbure relatif	r/d	8	
Longueur droite développée à l'axe	L	37.69911	m
Volume intérieur du serpentin	V	0.1665496	m ³
Masse de fluide dans le serpentin	M	166.2508	kg
Nombre de Reynolds	Re	84595.27	
Rugosité relative	e/d	0.0001333333	
<input checked="" type="checkbox"/> Coefficient de friction de Darcy	f _t	0.01926448	
<input checked="" type="checkbox"/> Coefficient de résistance pour un coude progressif à 90°	K	24 ft	
Coefficient K1	K1	0.4623475	
Nombre de coudes progressifs à 90°	n	40	
<input checked="" type="checkbox"/> Coefficient de résistance locale (Equation 2-20)	KB	14.19877	
Coefficient perte pression (basé sur la vitesse moyenne serp...)	KB	14.19877	
Perte de puissance hydraulique	Wh	45.38644	W
Longueur droite de perte de charge équivalente	Leq	55.27832	m

Référence :

[1] CRANE - Flow of Fluids Through Valves, Fitting and Pipe - Technical Paper No. 410 - Edition 1999