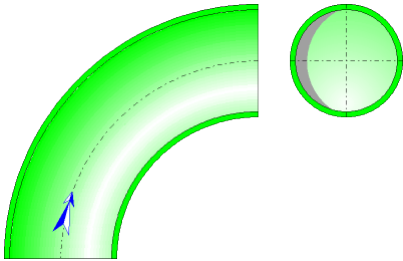




Coude progressif Section circulaire (CRANE)



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.

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) :

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

Débit massique (kg/s) :

$$w = q \cdot \rho$$

Volume de fluide (m³) :

$$V = A \cdot L$$

Masse de fluide (kg) :

$$M = Vol \cdot \rho_m$$

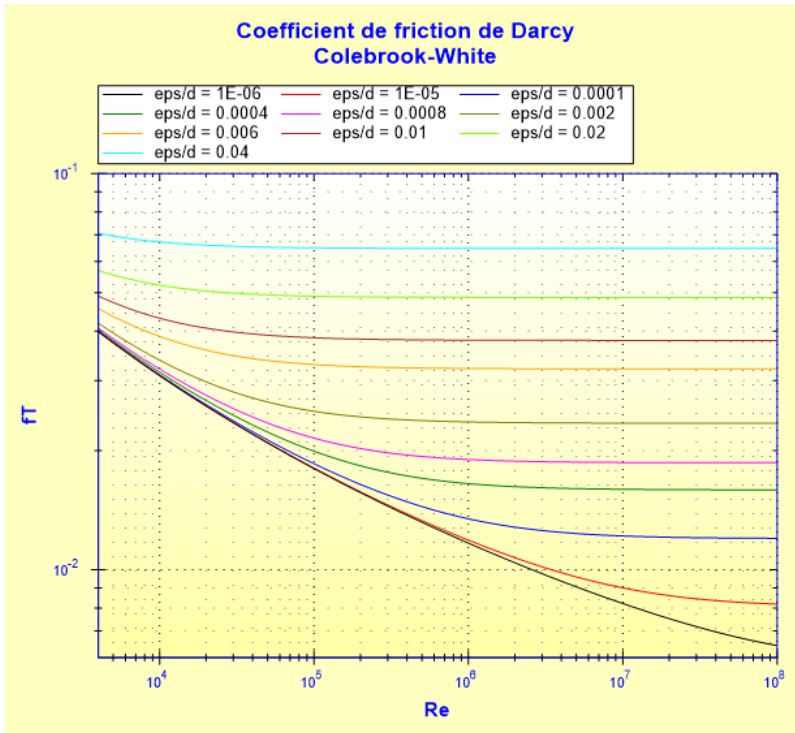
Nombre de Reynolds :

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

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

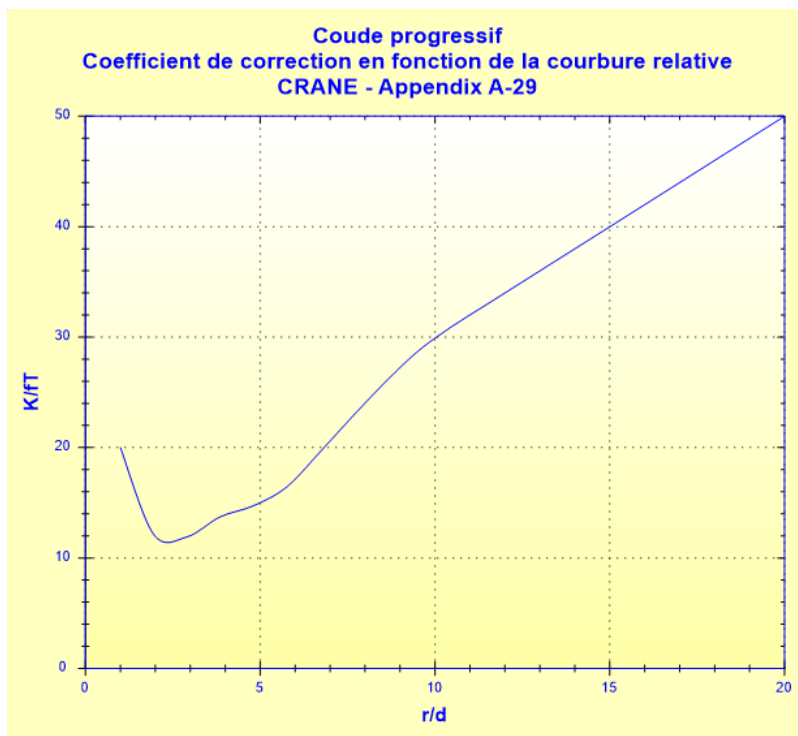


Coefficient de résistance pour un coude progressif à 90° :

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

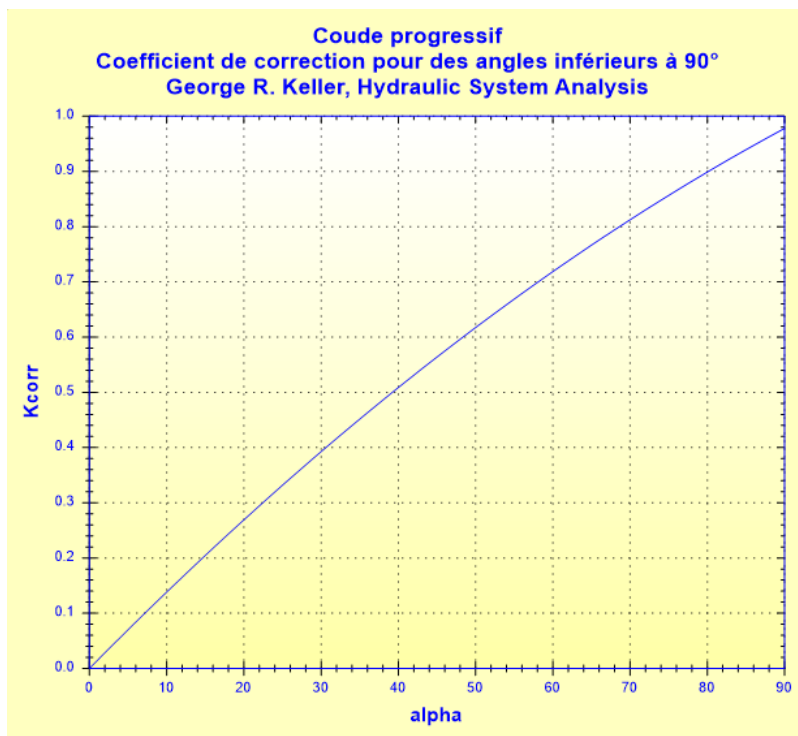
([1] Appendix A-29)

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 correction pour des angles inférieurs à 90° :

$$K_{corr} = \alpha \cdot (0.0142 - 3.703 \cdot 10^{-5} \cdot \alpha) \quad ([2])$$



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

- $\alpha \geq 90^\circ$

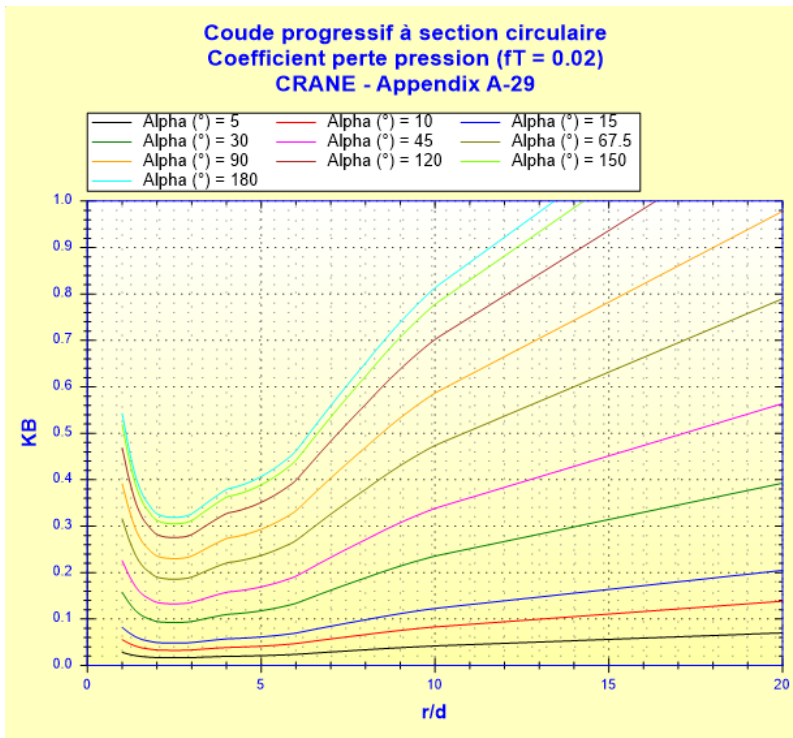
$$K_B = \left(\frac{\alpha}{90} - 1 \right) \left(0.25 \cdot \pi \cdot f_T \cdot \frac{r}{d} + 0.5 \cdot K \right) + K$$

([1] Appendix A-29)

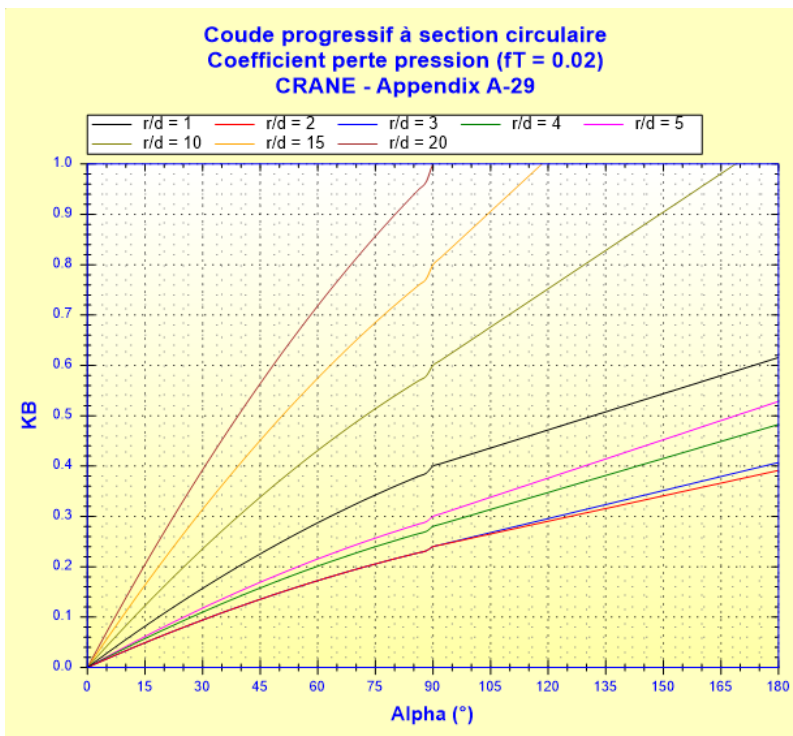
- $\alpha < 90^\circ$

$$K_B = K \cdot K_{corr}$$

(([1] Appendix A-29 & [2])



(avec f_T = 0,02)



(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) :

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

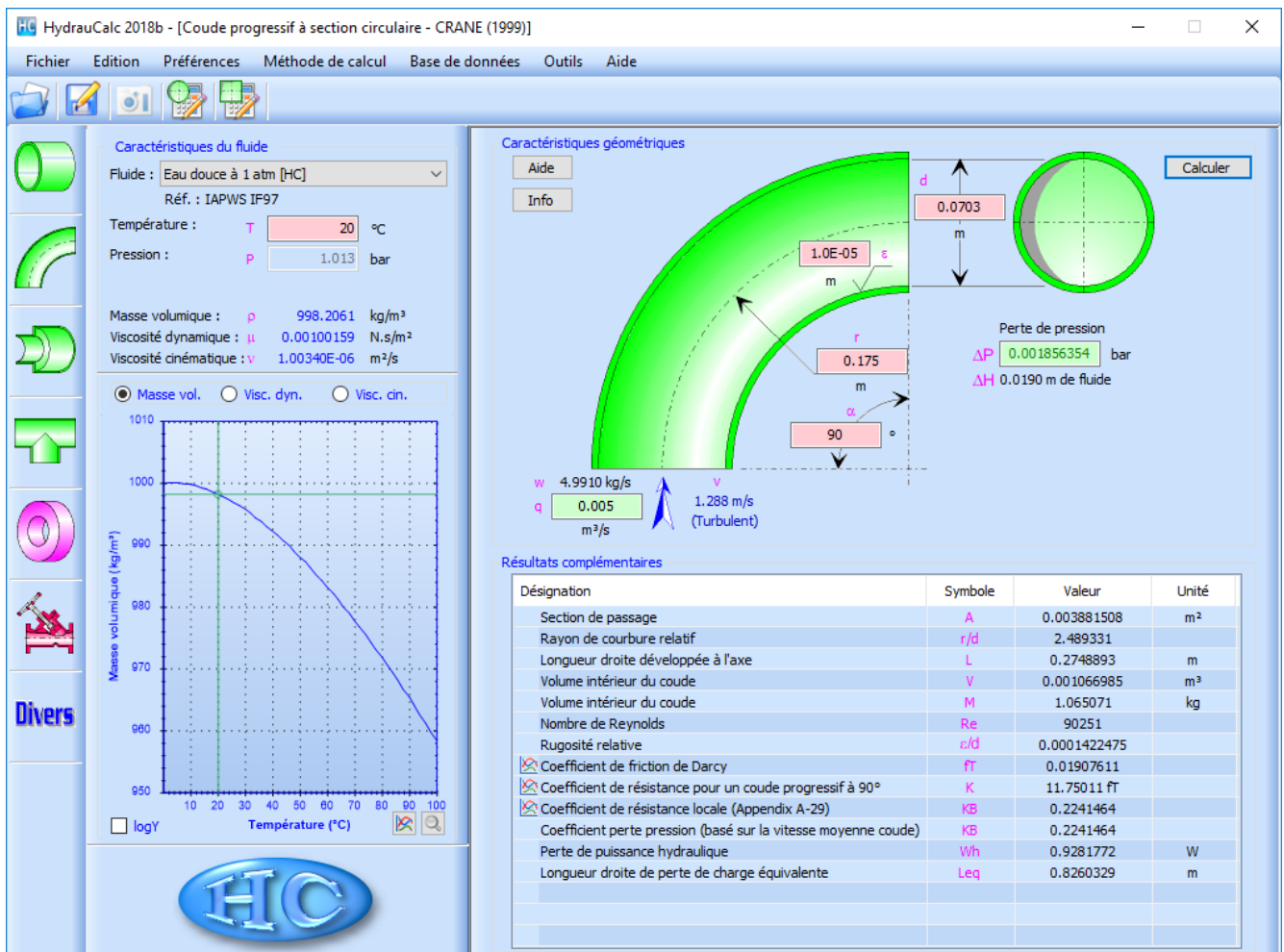
Symboles, définitions, unités SI :

d	Diamètre intérieur du tuyau (m)
A	Section transversale de passage (m ²)
q	Débit volumique (m ³ /s)
v	Vitesse moyenne d'écoulement (m/s)
L	Longueur développée (m)
r	Rayon de courbure (m)
α	Angle de courbure (°)
w	Débit massique (kg/s)
V	Volume de fluide (m ³)
M	Masse de fluide (kg)
Re	Nombre de Reynolds ()
f_T	Coefficient de friction de Darcy ()
ε	Rugosité absolue des parois (m)
K	Coefficient de résistance pour un coude progressif à 90° ()
K_{corr}	Coefficient de correction pour des angles inférieurs à 90° ()
K_B	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 0° et 180°
- 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 :



Référence :

- [1] CRANE - Flow of Fluids Through Valves, Fitting and Pipe - Technical Paper No. 410 - Edition 1999
- [2] George R. Keller, Hydraulic System Analysis, Published by the Editors of Hydraulics & Pneumatics Magazine, 1970