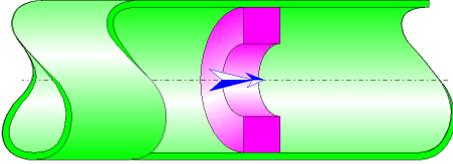




Diaphragme à bord épais Section circulaire (IDELCHIK)



Description du modèle :

Ce modèle de composant calcule la perte de charge singulière (chute de pression) générée par l'écoulement dans un diaphragme à bords épais. De plus, la perte de charge due au frottement du fluide sur les parois intérieures de l'orifice est également prise en compte dans ce composant et est calculée avec la formule de Darcy.

La perte de charge par frottement dans la tuyauterie d'entrée et de sortie n'est pas prise en compte dans ce composant.

Formulation du modèle :

Diamètre hydraulique (m) :

$$D_h = D_0$$

Section transversale de passage du tuyau (m²) :

$$F_1 = \pi \cdot \frac{D_1^2}{4}$$

Section transversale de passage de l'orifice (m²) :

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

Vitesse moyenne d'écoulement dans le tuyau (m/s) :

$$w_1 = \frac{Q}{F_1}$$

Vitesse moyenne d'écoulement dans l'orifice (m/s) :

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

Débit massique (kg/s) :

$$G = Q \cdot \rho$$

Nombre de Reynolds dans le tuyau :

$$Re_1 = \frac{w_1 \cdot D_1}{\nu}$$

Nombre de Reynolds dans l'orifice :

$$Re_0 = \frac{w_0 \cdot D_0}{\nu}$$

Rugosité relative des parois de l'orifice :

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

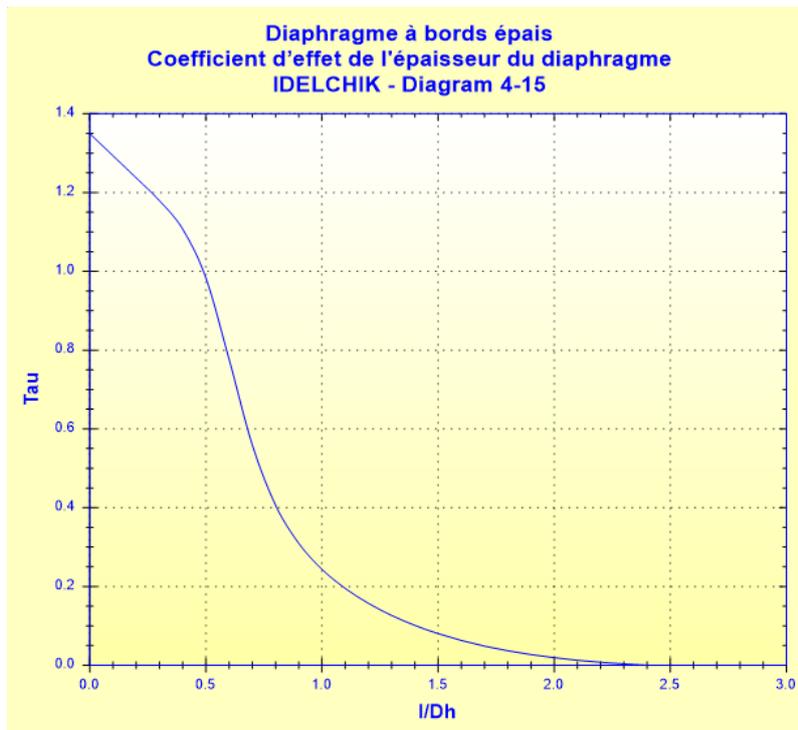
Coefficient d'effet de l'épaisseur du diaphragme :

$$\tau = \left(2.4 - \frac{l}{D_h} \right) \cdot 10^{-\varphi \left(\frac{l}{D_h} \right)}$$

([1] diagramme 4.15)

avec :

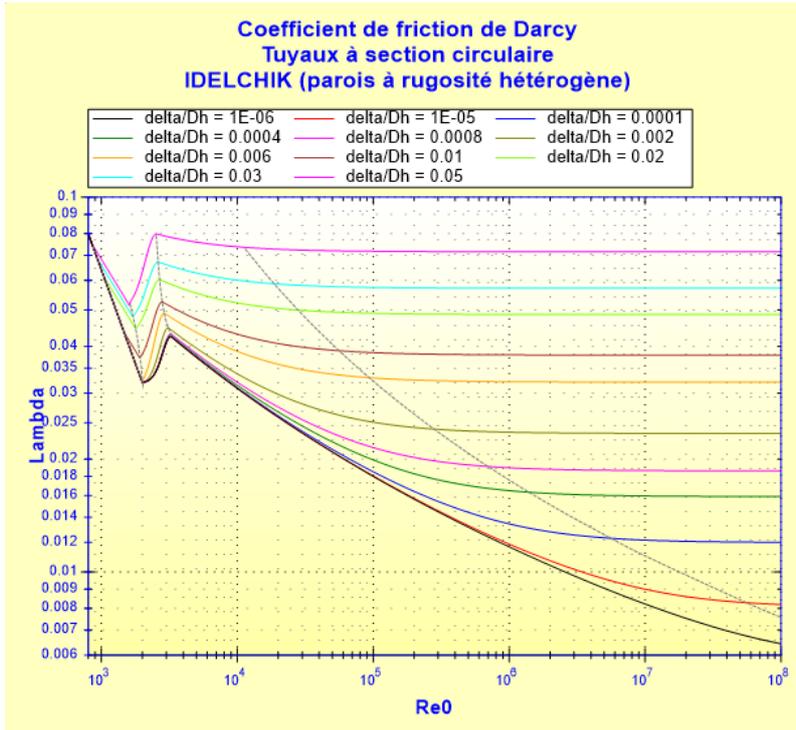
$$\varphi \left(\frac{l}{D_h} \right) = \frac{0.25 + 0.535 \cdot \left(\frac{l}{D_h} \right)^8}{0.05 + \left(\frac{l}{D_h} \right)^7}$$



Coefficient de friction de Darcy :

$$\lambda = f\left(\text{Re}_0, \frac{\Delta}{D_h}\right)$$

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



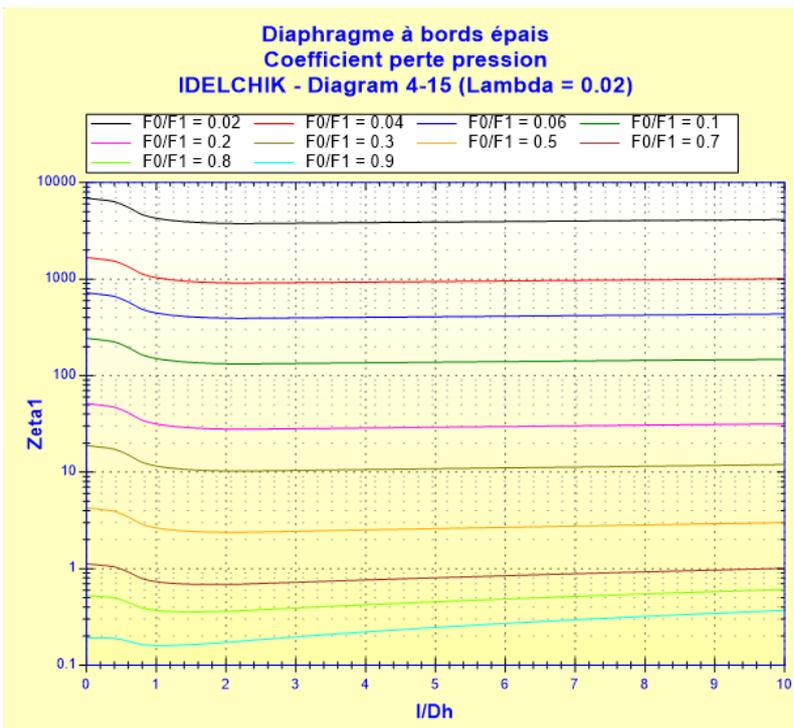
Coefficient de perte de pression (basé sur la vitesse moyenne dans le tuyau) :

■ $\text{Re}_0 \geq 10^5$

$$\zeta_1 = \left[0.5 \cdot \left(1 - \frac{F_0}{F_1}\right)^{0.75} + \tau \cdot \left(1 - \frac{F_0}{F_1}\right)^{1.375} + \left(1 - \frac{F_0}{F_1}\right)^2 + \lambda \cdot \frac{l}{D_h} \cdot \left(\frac{F_1}{F_0}\right)^2 \right]$$

([1] diagramme

4.15)



([1] diagramme 4.15 avec

$\lambda = 0,02$)

■ $Re_0 < 10^5$

Coefficient de perte de pression quadratique :

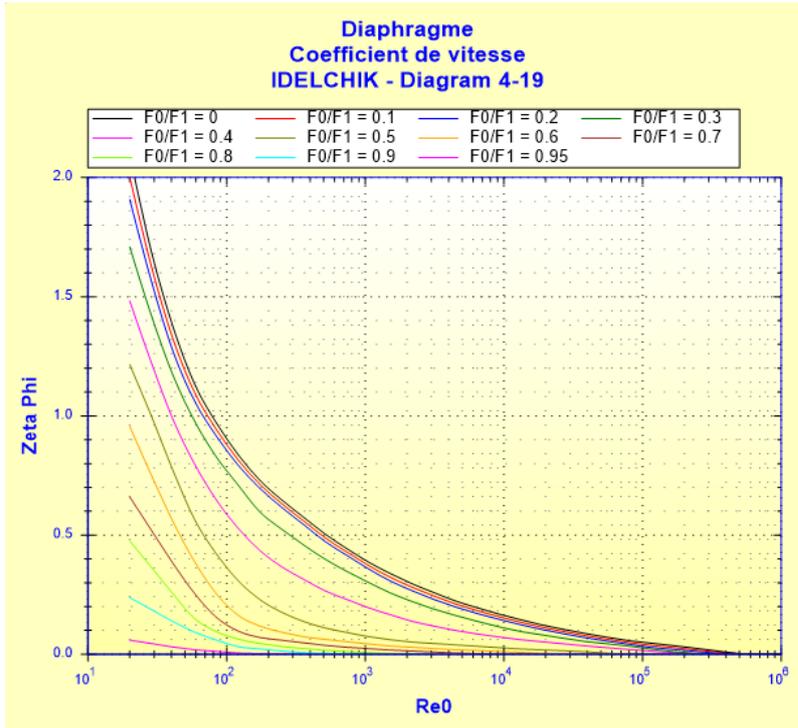
$$\zeta_{1quad} = \left[0.5 \cdot \left(1 - \frac{F_0}{F_1}\right)^{0.75} + \tau \cdot \left(1 - \frac{F_0}{F_1}\right)^{1.375} + \left(1 - \frac{F_0}{F_1}\right)^2 + \lambda \cdot \frac{l}{D_h} \cdot \left(\frac{F_1}{F_0}\right)^2 \right] \quad ([1])$$

diagramme 4.15)

Coefficient de vitesse :

$$\zeta_\varphi = f\left(Re_0, \frac{F_0}{F_1}\right)$$

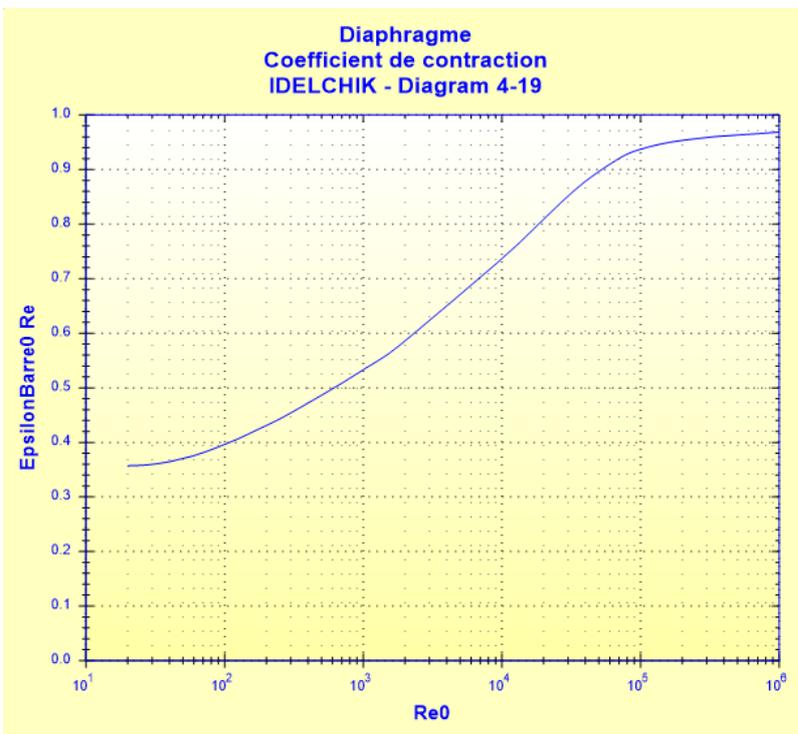
([1] diagramme 4.19)



Coefficient de contraction :

$$\bar{\varepsilon}_{0Re} = f(Re_0)$$

([1] diagramme 4.19)



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

- $30 < Re_0 < 10^5$

$$\zeta_1 = \zeta_\varphi \cdot \left(\frac{F_1}{F_0}\right)^2 + \bar{\varepsilon}_{0Re} \cdot \zeta_{1quad}$$

([1] diagramme 4.19)

- $10 < Re_0 \leq 30$

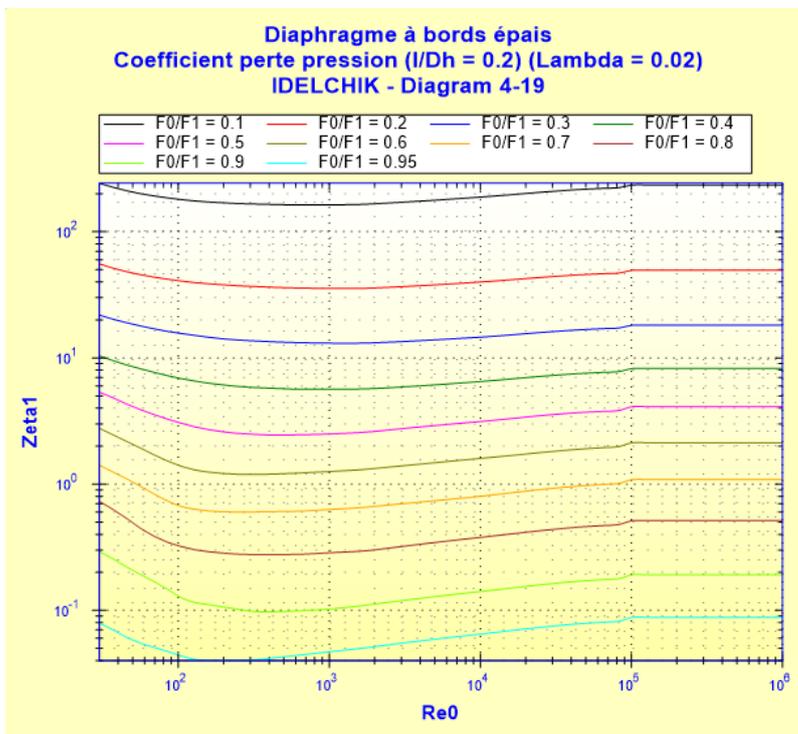
$$\zeta_1 = \frac{33}{Re_0} \cdot \left(\frac{F_1}{F_0}\right)^2 + \bar{\varepsilon}_{0Re} \cdot \zeta_{1quad}$$

([1] diagramme 4.19)

- $Re_0 \leq 10$

$$\zeta_1 = \frac{33}{Re_0} \cdot \left(\frac{F_1}{F_0}\right)^2$$

([1] diagramme 4.19)



([1] diagramme 4.19 avec

$l/Dh = 0,2$ et $\lambda = 0,02$)

Perte de pression totale (Pa) :

$$\Delta P = \zeta_1 \cdot \frac{\rho \cdot w_1^2}{2}$$

Perte de charge totale de fluide (m) :

$$\Delta H = \zeta_1 \cdot \frac{w_1^2}{2 \cdot g}$$

Perte de pression hydraulique (W):

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

Symboles, définitions, unités SI :

| | |
|----------------|--|
| D_h | Diamètre hydraulique (m) |
| D_1 | Diamètre intérieur du tuyau (m) |
| F_1 | Section transversale de passage du tuyau (m ²) |
| D_0 | Diamètre de l'orifice (m) |
| F_0 | Section transversale de passage de l'orifice (m ²) |
| Q | Débit volumique (m ³ /s) |
| G | Débit massique (kg/s) |
| w_1 | Vitesse moyenne d'écoulement dans le tuyau (m/s) |
| w_0 | Vitesse moyenne d'écoulement dans l'orifice (m/s) |
| l | Epaisseur du diaphragme (m) |
| Re_1 | Nombre de Reynolds dans le tuyau () |
| Re_0 | Nombre de Reynolds dans l'orifice () |
| Δ | Rugosité absolue des parois de l'orifice (m) |
| $\bar{\Delta}$ | Rugosité relative des parois de l'orifice () |
| τ | Coefficient d'effet de l'épaisseur du diaphragme () |

| | |
|---------------------|--|
| λ | Coefficient de friction de Darcy () |
| ζ_{Iquad} | Coefficient de perte de pression quadratique déterminé pour $Re_0 = 10^5$ () |
| ζ_{φ} | Coefficient de vitesse () |
| ε_{0Re} | Coefficient de contraction () |
| ζ_l | Coefficient de perte de pression (basé sur la vitesse moyenne dans le tuyau) () |
| ΔP | Perte de pression totale (Pa) |
| ΔH | Perte de charge totale de fluide (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 :

- tout régime d'écoulement : laminaire et turbulent
- écoulement stabilisé en amont du diaphragme
- rapport épaisseur sur diamètre orifice (l/D_0) supérieur à 0,015

Exemple d'application :

The screenshot shows the HydraulCalc 2018a software interface. The main window is titled "HydraulCalc 2018a - [Diaphragme à bords épais - IDELCHIK (3ème Ed.)]". The interface is divided into several panels:

- Caractéristiques du fluide:** Fluid: Eau douce à 1 atm [HC], Réf.: IAPWS IF97. Temperature: 20 °C, Pressure: 1.013 bar. Mass density: 998.2061 kg/m³, Dynamic viscosity: 0.00100159 N.s/m², Kinematic viscosity: 1.00340E-06 m²/s.
- Caractéristiques géométriques:** Mass flow rate: 4.9910 kg/s (0.005 m³/s). Inlet velocity: w1 = 1.288 m/s (Turbulent). Orifice diameter: D0 = 0.035 m. Diaphragm thickness: l = 0.007 m. Pipe diameter: D1 = 0.0703 m. Loss coefficient: 1.0E-05.
- Results:** Pressure loss: $\Delta P = 0.2438823$ bar. Head loss: $\Delta H = 2.4914$ m de fluide.
- Résultats complémentaires:**

| Désignation | Symbole | Valeur | Unité |
|---|-----------|--------------|-------|
| Diamètre hydraulique | Dh | 0.035 | m |
| Section intérieure tuyau | F1 | 0.003881508 | m² |
| Section orifice | F0 | 0.0009621127 | m² |
| Rapport diamètres | D0/D1 | 0.4978663 | |
| Rapport sections | F0/F1 | 0.2478708 | |
| Rapport épaisseur sur diamètre de l'orifice | l/D0 | 0.2 | |
| Rugosité relative | Δ | 0.0002857143 | |
| Nombre de Reynolds rapporté à la tuyauterie | Re1 | 90251 | |
| Nombre de Reynolds rapporté à l'orifice | Re0 | 181275.6 | |
| Coefficient de friction de Darcy | λ | 0.01784769 | |
| Coefficient d'effet de l'épaisseur (Diagram 4-15) | τ | 1.237073 | |
| Coefficient perte pression (Diagram 4-15) | ζ_l | 29.44769 | |
| Coefficient perte pression (basé sur vitesse moyenne tuyau) | ζ | 29.44769 | |
| Perte de puissance hydraulique | Wh | 121.9412 | W |

Références :

[1] Handbook of Hydraulic Resistance, 3rd Edition, I.E. Idelchik

