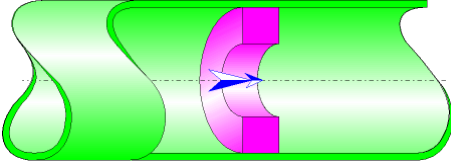




Diaphragme à bord épais Section circulaire (IDELCHIK)



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 :

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

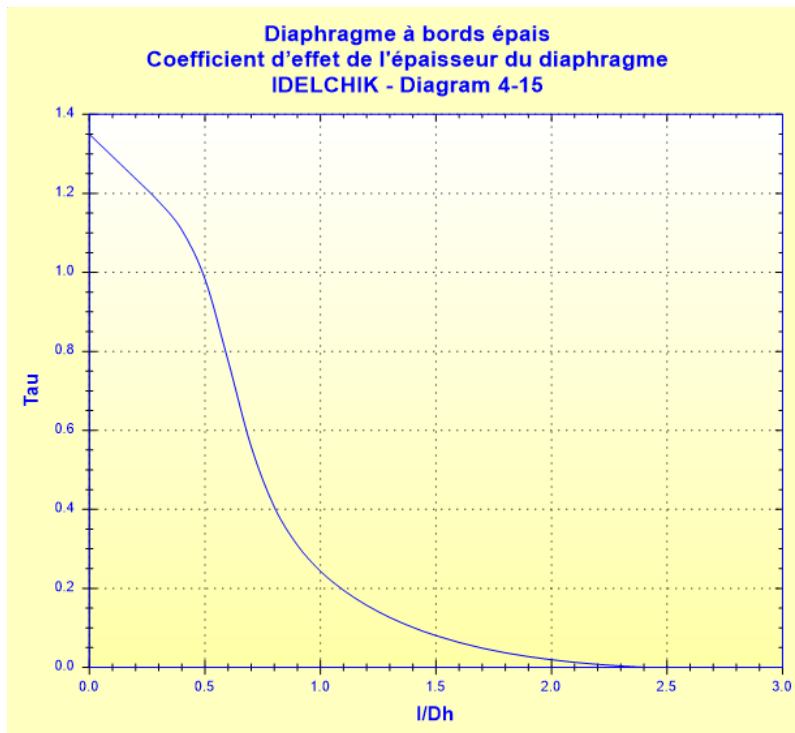
Coefficient d'effet de l'épaisseur du diaphragme :

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

([1] diagramme 4.15)

avec :

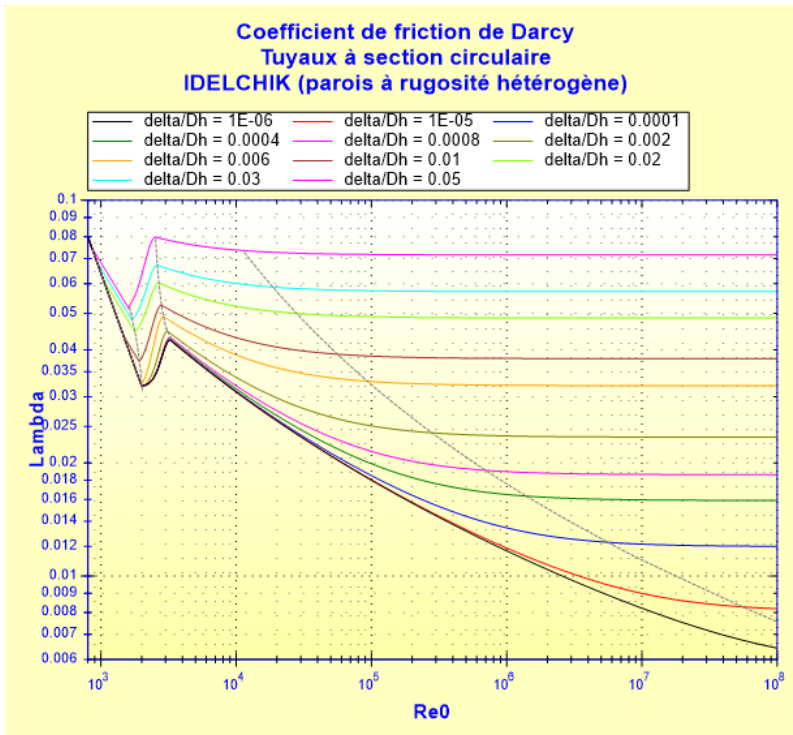
$$\varphi \left(\frac{l}{D_h} \right) = \frac{0.25 + 0.535 \cdot \left(\frac{l}{D_h} \right)^8}{0.05 + \left(\frac{l}{D_h} \right)^7}$$



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 \(IDELCHIK\)](#)



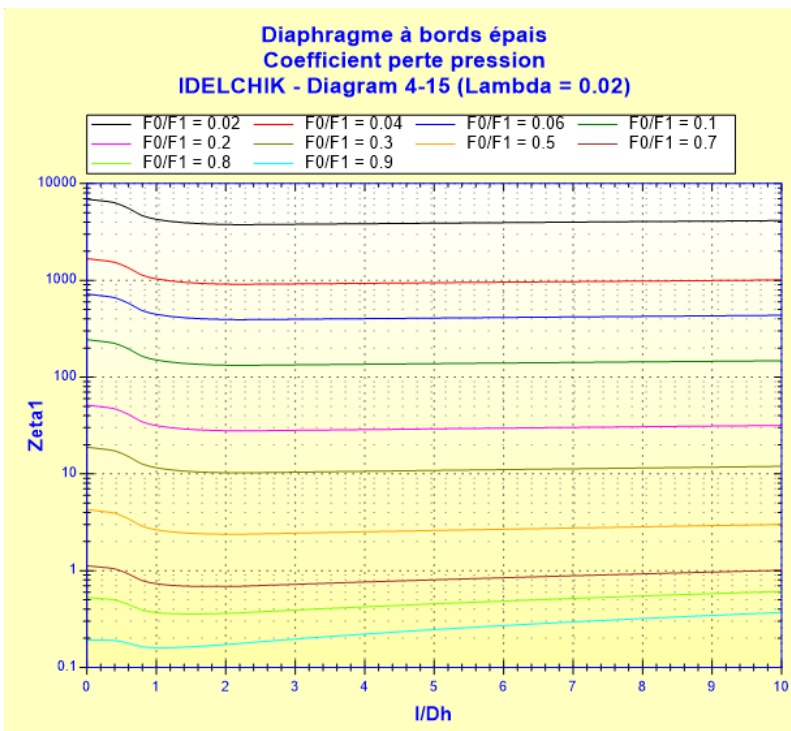
Coefficient de perte de pression (basé sur la vitesse moyenne dans le tuyau) :

■ $\text{Re}_0 \geq 10^5$

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

([1] diagramme

4.15)



([1] diagramme 4.15 avec

$\lambda = 0,02$)

■ $Re_0 < 10^5$

Coefficient de perte de pression quadratique :

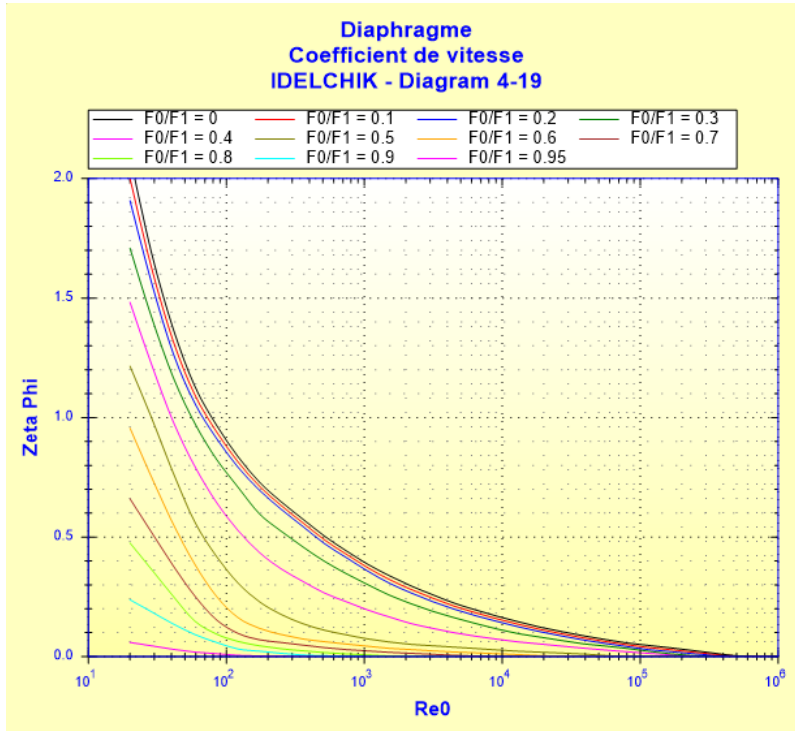
$$\zeta_{1quad} = \left[0.5 \cdot \left(1 - \frac{F_0}{F_1}\right)^{0.75} + \tau \cdot \left(1 - \frac{F_0}{F_1}\right)^{1.375} + \left(1 - \frac{F_0}{F_1}\right)^2 + \lambda \cdot \frac{l}{D_h} \cdot \left(\frac{F_1}{F_0}\right)^2 \right] \quad ([1])$$

diagramme 4.15)

Coefficient de vitesse :

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

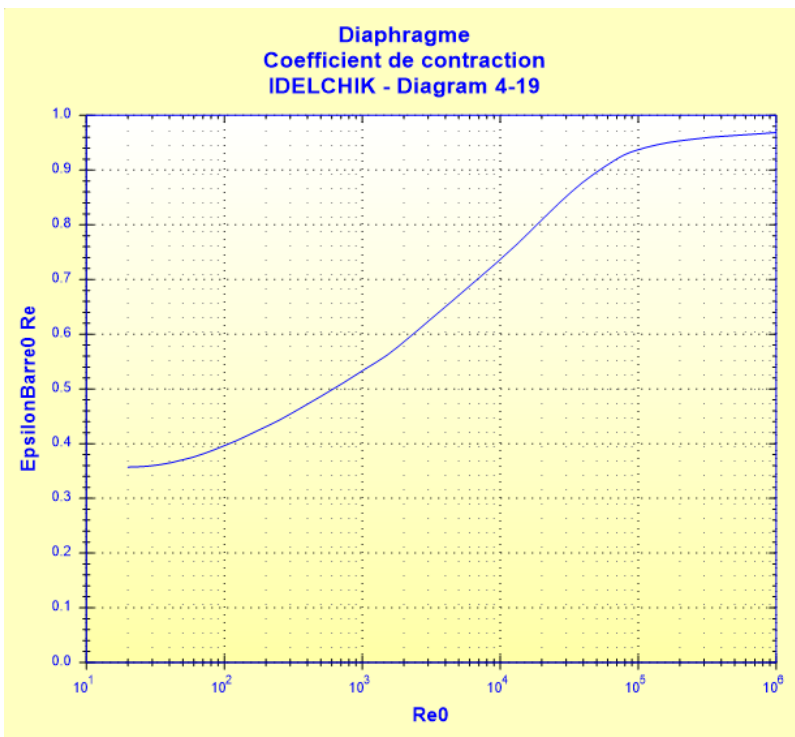
([1] diagramme 4.19)



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)

- $10 < Re_0 \leq 30$

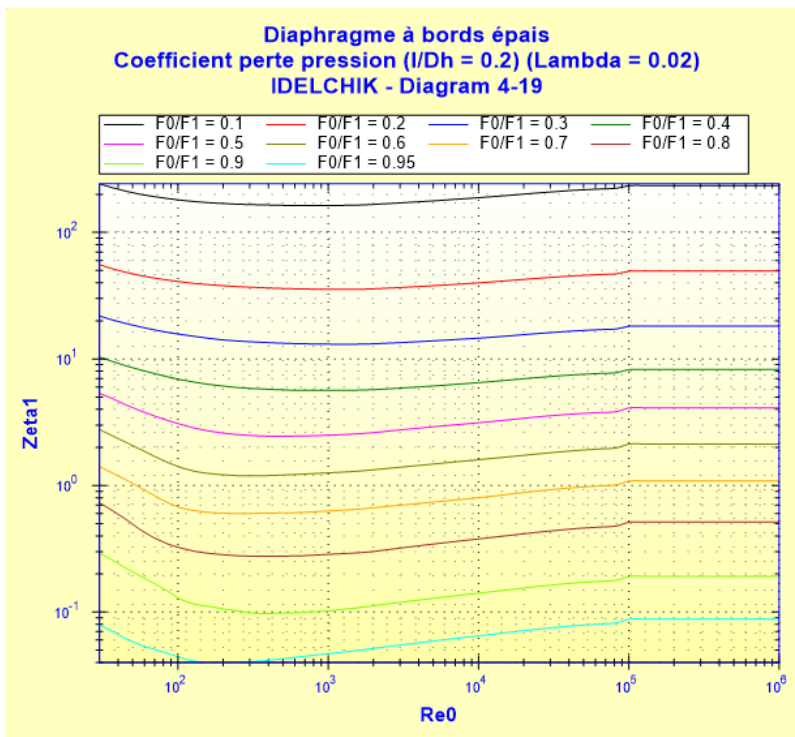
$$\zeta_1 = \frac{33}{Re_0} \cdot \left(\frac{F_1}{F_0}\right)^2 + \bar{\varepsilon}_{0Re} \cdot \zeta_{1quad}$$

([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

$l/D_h = 0,2$ 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 sections:

- Caractéristiques du fluide:**
 - Fluide: Eau douce à 1 atm [HC]
 - Température: $T = 20$ °C
 - Pression: $P = 1.013$ bar
 - Masse volumique: $\rho = 998.2061$ kg/m^3
 - Viscosité dynamique: $\mu = 0.00100159$ $N.s/m^2$
 - Viscosité cinématique: $\nu = 1.00340E-06$ m^2/s
- Caractéristiques géométriques:**
 - Diagramme d'un diaphragme à bords épais dans un tuyau.
 - Paramètres géométriques: $D_0 = 0.035$ m, $D_1 = 0.0703$ m, $l = 0.007$ m.
 - Conditions d'écoulement: $Q = 0.005$ m^3/s , $w_0 = 5.197$ m/s (Turbulent), $w_1 = 1.288$ m/s (Turbulent).
 - Perte de pression: $\Delta P = 0.2438823$ bar
 - Perte de charge: $\Delta H = 2.4914$ m de fluide
- Résultats complémentaires:**

Désignation	Symbole	Valeur	Unité
Diamètre hydraulique	D_h	0.035	m
Section intérieure tuyau	F_1	0.003881508	m^2
Section orifice	F_0	0.0009621127	m^2
Rapport diamètres	D_0/D_1	0.4978663	
Rapport sections	F_0/F_1	0.2478708	
Rapport épaisseur sur diamètre de l'orifice	l/D_0	0.2	
Rugosité relative	Δ	0.0002857143	
Nombre de Reynolds rapporté à la tuyauterie	Re_1	90251	
Nombre de Reynolds rapporté à l'orifice	Re_0	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

