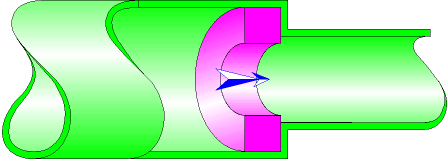




## Diaphragme à bords épais (avec changement de section) Section circulaire (IDELCHIK)



### 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 installé dans un tuyau droit avec changement de section. 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 grand tuyau (m<sup>2</sup>) :

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

Section transversale de passage du petit tuyau (m<sup>2</sup>) :

$$F_2 = \pi \cdot \frac{D_2^2}{4}$$

Section transversale de passage de l'orifice (m<sup>2</sup>) :

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

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

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

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

$$w_2 = \frac{Q}{F_2}$$

---

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 grand tuyau :

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

---

Nombre de Reynolds dans le petit tuyau :

$$Re_2 = \frac{w_2 \cdot D_2}{\nu}$$

---

Nombre de Reynolds dans l'orifice :

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

---

Rugosité relative des parois de l'orifice :

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

---

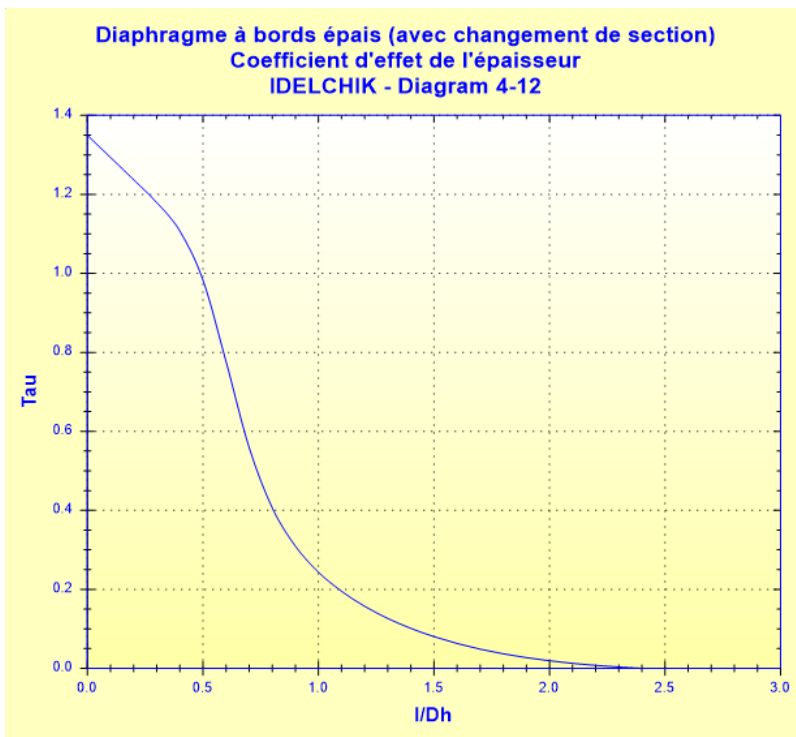
Coefficient d'effet de l'épaisseur du diaphragme :

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

([1] diagramme 4-12)

avec :

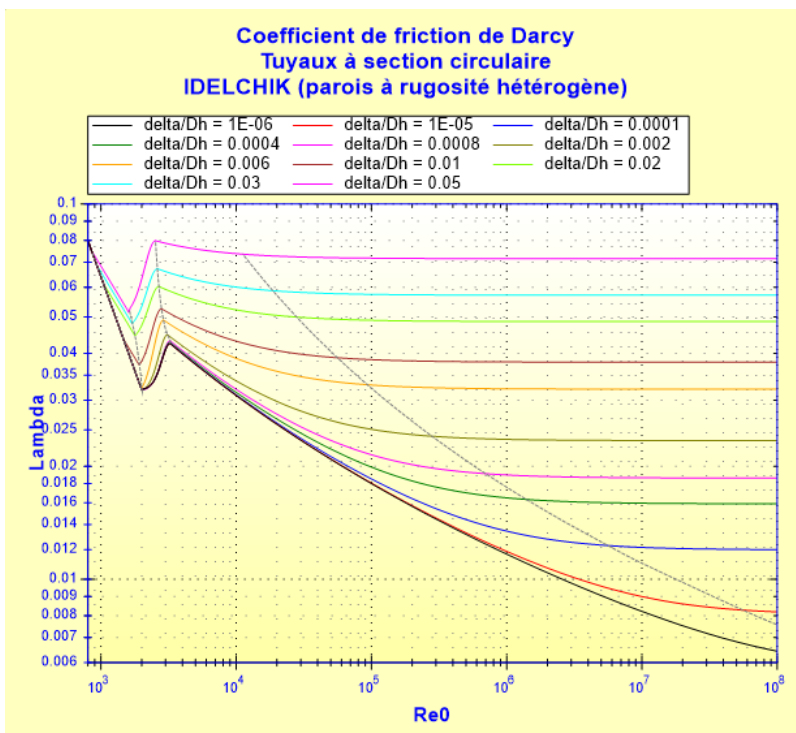
$$\varphi \left( \frac{l}{D_h} \right) = \frac{0.25 + 0.535 \cdot \left( \frac{l}{D_h} \right)^8}{0.05 + \left( \frac{l}{D_h} \right)^7}$$



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 \(IDELCHIK\)](#)

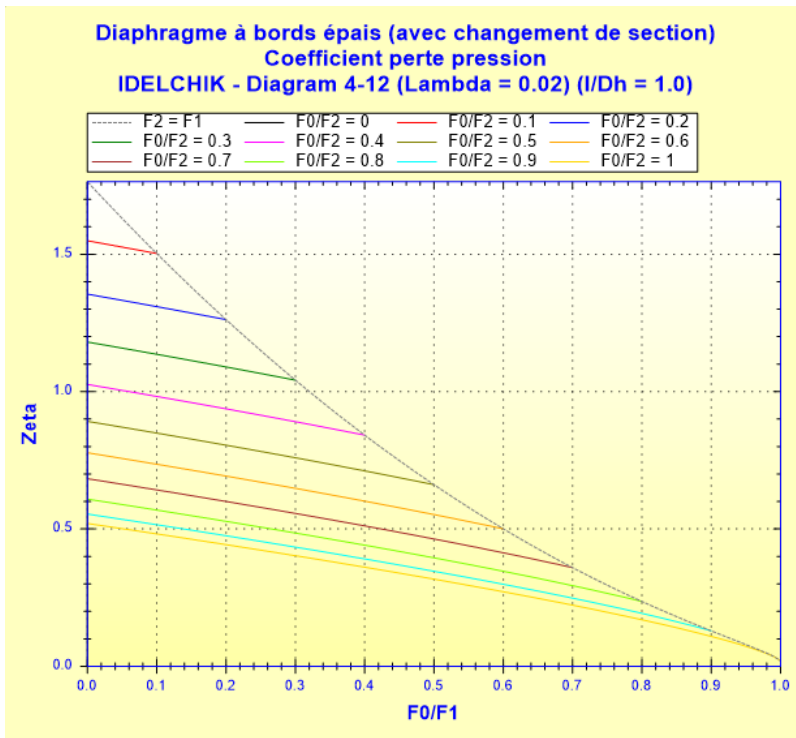


■  $\text{Re}_0 \geq 10^5$

Coefficient de résistance locale :

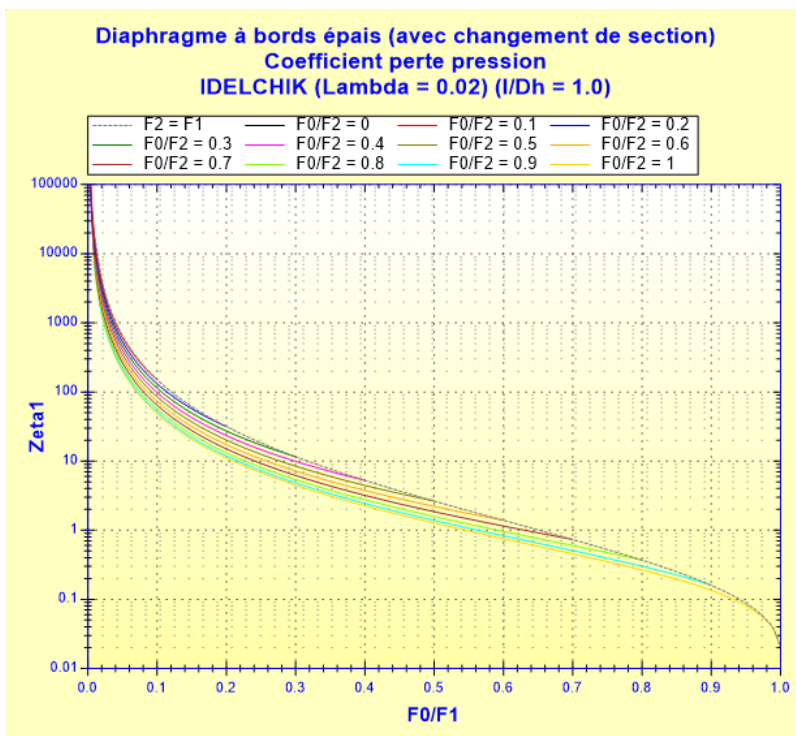
$$\zeta = \left[ 0.5 \cdot \left( 1 - \frac{F_0}{F_1} \right)^{0.75} + \left( 1 - \frac{F_0}{F_2} \right)^2 + \tau \cdot \left( 1 - \frac{F_0}{F_1} \right)^{0.375} \cdot \left( 1 - \frac{F_0}{F_2} \right) + \lambda \cdot \frac{l}{D_h} \right]$$

([1] diagramme 4-



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

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



■  $Re_0 < 10^5$

Coefficient de résistance locale quadratique :

$$\zeta_{quad} = \left[ 0.5 \cdot \left( 1 - \frac{F_0}{F_1} \right)^{0.75} + \left( 1 - \frac{F_0}{F_2} \right)^2 + \tau \cdot \left( 1 - \frac{F_0}{F_1} \right)^{0.375} \cdot \left( 1 - \frac{F_0}{F_2} \right) + \lambda \cdot \frac{l}{D_h} \right]$$

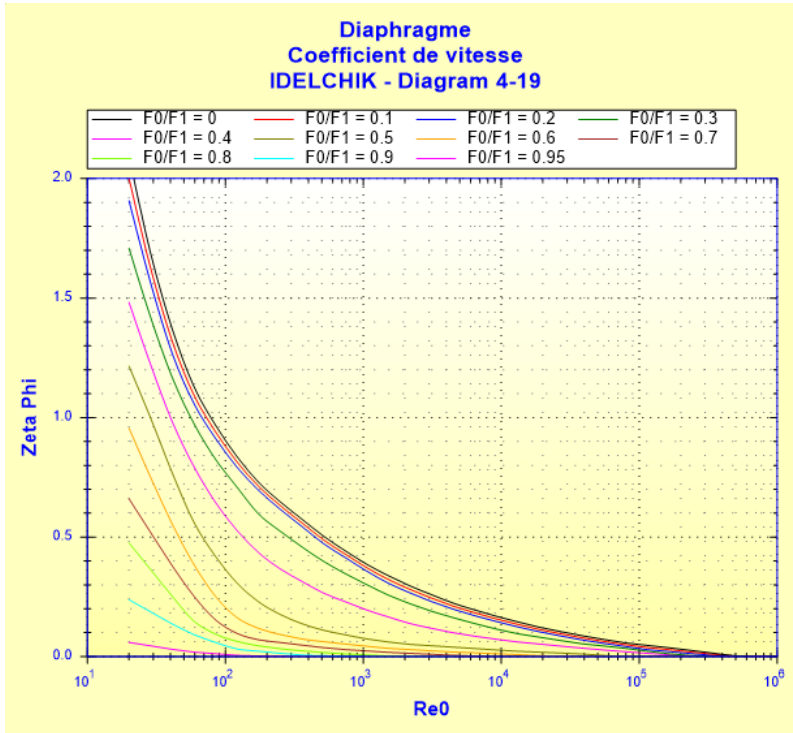
([1] diagramme

$$\zeta_{1quad} = \zeta_{quad} \cdot \left(\frac{F_1}{F_0}\right)^2$$

Coefficient de vitesse :

$$\zeta_{\varphi} = f\left(\text{Re}_0, \frac{F_0}{F_1}\right)$$

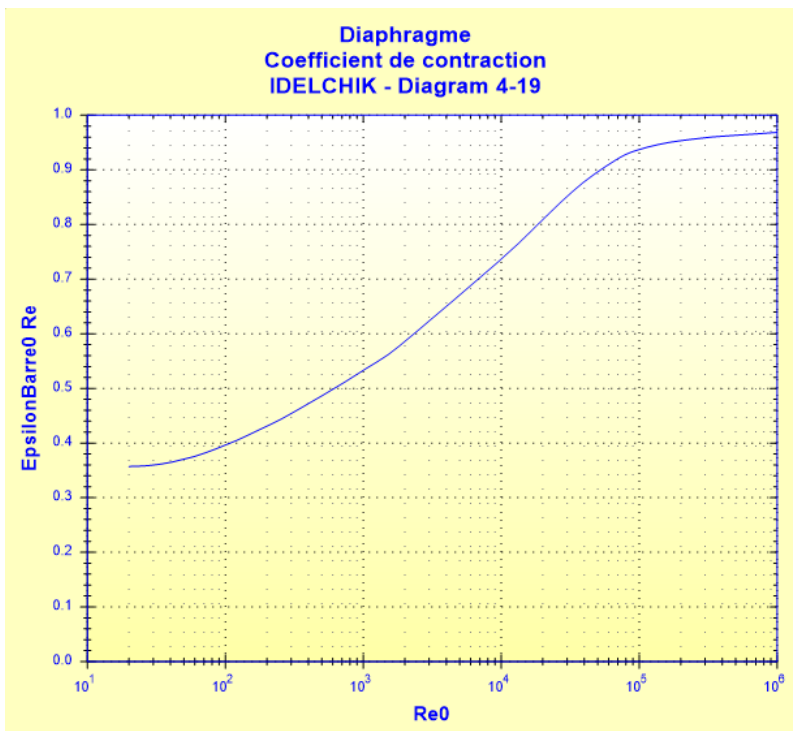
([1] diagramme 4-19)



Coefficient de contraction :

$$\bar{\varepsilon}_{0\text{Re}} = f(\text{Re}_0)$$

([1] diagramme 4-19)



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

- $30 < Re_0 < 10^5$

$$\zeta_1 = \zeta_\varphi \cdot \left( \frac{F_1}{F_0} \right)^2 + \bar{\varepsilon}_0 Re \cdot \zeta_{1quad}$$

([1] diagramme 4-19)

- $10 < Re_0 \leq 30$

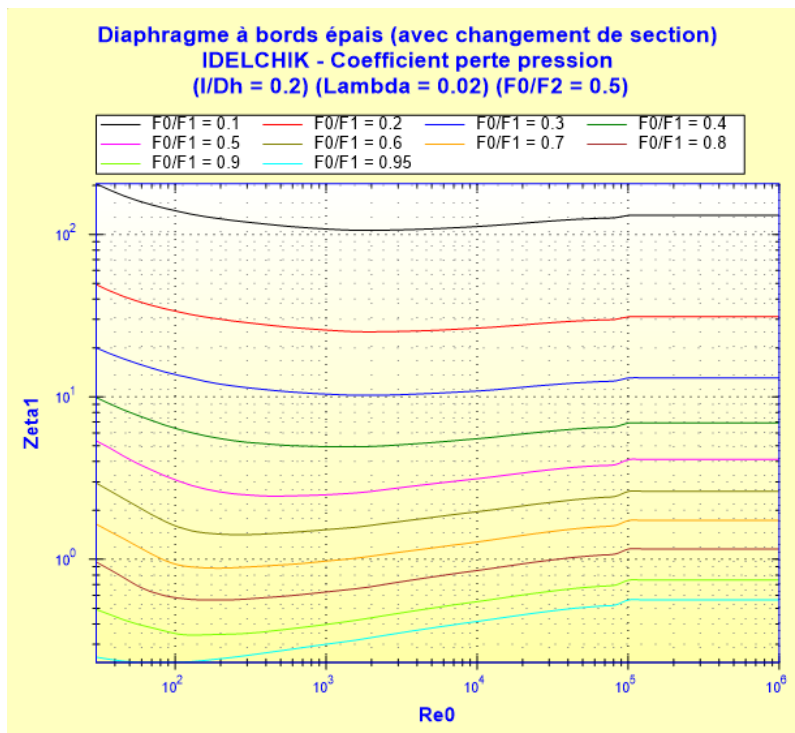
$$\zeta_1 = \frac{33}{Re_0} \cdot \left( \frac{F_1}{F_0} \right)^2 + \bar{\varepsilon}_0 Re \cdot \zeta_{1quad}$$

([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)



(avec  $l/D_h = 0,2$ ,  $\lambda = 0,02$  et

$F_0/F_2 = 0,5$ )

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 puissance hydraulique (W) :

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

**Symboles, définitions, unités SI :**

$D_h$       Diamètre hydraulique (m)

$D_1$	Diamètre intérieur du grand tuyau (m)
$D_2$	Diamètre intérieur du petit tuyau (m)
$D_0$	Diamètre de l'orifice (m)
$F_1$	Section transversale de passage du grand tuyau ( $m^2$ )
$F_2$	Section transversale de passage du petit tuyau ( $m^2$ )
$F_0$	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 grand tuyau (m/s)
$w_2$	Vitesse moyenne d'écoulement dans le petit tuyau (m/s)
$w_0$	Vitesse moyenne d'écoulement dans l'orifice (m/s)
$Re_1$	Nombre de Reynolds dans le grand tuyau ( )
$Re_2$	Nombre de Reynolds dans le petit tuyau ( )
$Re_0$	Nombre de Reynolds dans l'orifice ( )
$\Delta$	Rugosité absolue des parois de l'orifice (m)
$\bar{\Delta}$	Rugosité relative des parois de l'orifice ( )
$l$	Épaisseur du diaphragme (m)
$\tau$	Coefficient d'effet de l'épaisseur du diaphragme ( )
$\lambda$	Coefficient de friction de Darcy ( )
$\zeta$	Coefficient de résistance locale (basé sur la vitesse dans le diaphragme) ( )
$\zeta_{quad}$	Coefficient de résistance locale quadratique (basé sur la vitesse dans le diaphragme) ( )
$\zeta_{1quad}$	Coefficient de résistance locale quadratique (basé sur la vitesse dans le grand tuyau) ( )
$\zeta_{cp}$	Coefficient de vitesse ( )
$\varepsilon_0 Re$	Coefficient de contraction ( )
$\zeta_1$	Coefficient de perte de pression (basé sur la vitesse dans le grand tuyau) ( )
$\Delta P$	Perte de pression totale (Pa)
$\Delta H$	Perte de charge totale de fluide (m)
$Wh$	Perte de puissance hydraulique (W)
$\rho$	Masse volumique du fluide ( $kg/m^3$ )
$\nu$	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 :

HydrauCalc 2020b - [Diaphragme à bords épais (avec changement de section) - 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 :  $\rho$  998.2061 kg/m<sup>3</sup>  
Viscosité dynamique :  $\mu$  0.00100159 N.s/m<sup>2</sup>  
Viscosité cinématique :  $\nu$  1.00340E-06 m<sup>2</sup>/s

Masse vol.  Visc. dyn.  Visc. cin.

logY

**Caractéristiques géométriques**

Aide Info Tracé du diaphragme Calculer

Perte de pression  $\Delta P$  0.1215824 bar  
 $\Delta H$  1.2420 m de fluide

**Résultats complémentaires**

Désignation	Symbole	Valeur	Unité
Diamètre hydraulique	$D_h$	0.035	m
Rapport sections	$F_0/F_1$	0.2478708	
Rapport sections	$F_0/F_2$	0.6594495	
Rapport épaisseur sur diamètre de l'orifice	$l/D_0$	0.2	
Rugosité relative	$\Delta$	0.0002857143	
Nombre de Reynolds rapporté à la tuyauterie	$Re_1$	90251	
Nombre de Reynolds rapporté à la tuyauterie	$Re_2$	147207.5	
Nombre de Reynolds rapporté à l'orifice	$Re_0$	181275.6	
<input checked="" type="checkbox"/> Coefficient de friction de Darcy	$\lambda$	0.01784769	
<input checked="" type="checkbox"/> Coefficient d'effet de l'épaisseur (Diagram 4-12)	$\tau$	1.237073	
<input checked="" type="checkbox"/> Coefficient perte pression (Diagram 4-12)	$\zeta$	0.9019707	
<input checked="" type="checkbox"/> Coefficient perte pression (basé sur vitesse moyenne tuyau)	$\zeta_t$	14.68052	
Perte de puissance hydraulique	$W_h$	60.79119	W

## Références :

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