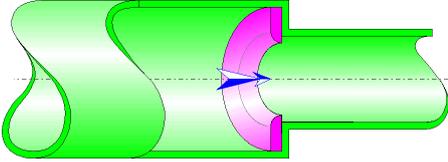




**Diaphragme à bords arrondis (avec changement de section)  
Section circulaire  
(IDELCHIK)**



**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 arrondis installé dans un tuyau droit avec changement de section.

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 :

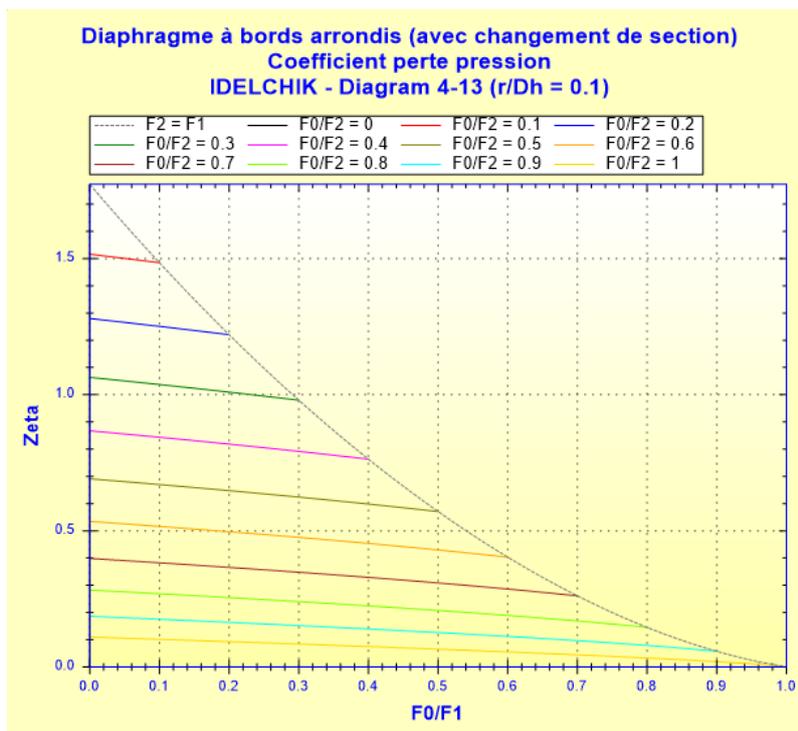
$$Re_0 = \frac{w_0 \cdot D_0}{\nu}$$

■  $Re_0 \geq 10^5$

Coefficient de résistance locale :

$$\zeta = \zeta' \cdot \left(1 - \frac{F_0}{F_1}\right)^{0.75} + \left(1 - \frac{F_0}{F_2}\right)^2 + 2 \cdot \sqrt{\zeta'} \cdot \left(1 - \frac{F_0}{F_1}\right)^{0.375} \cdot \left(1 - \frac{F_0}{F_2}\right)$$

([2] diagramme 4-13)

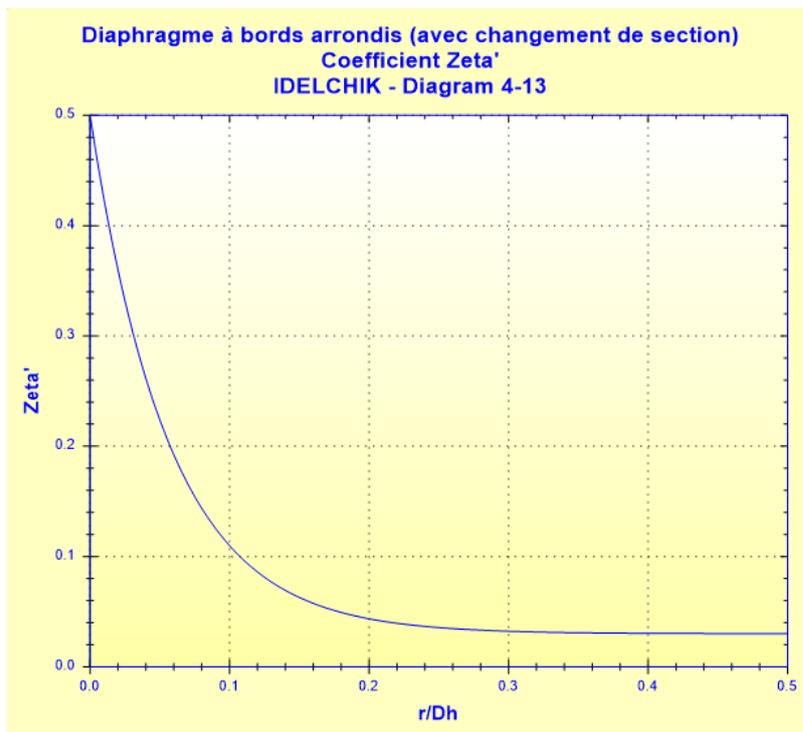


(avec r/ Dh = 0,1)

avec :

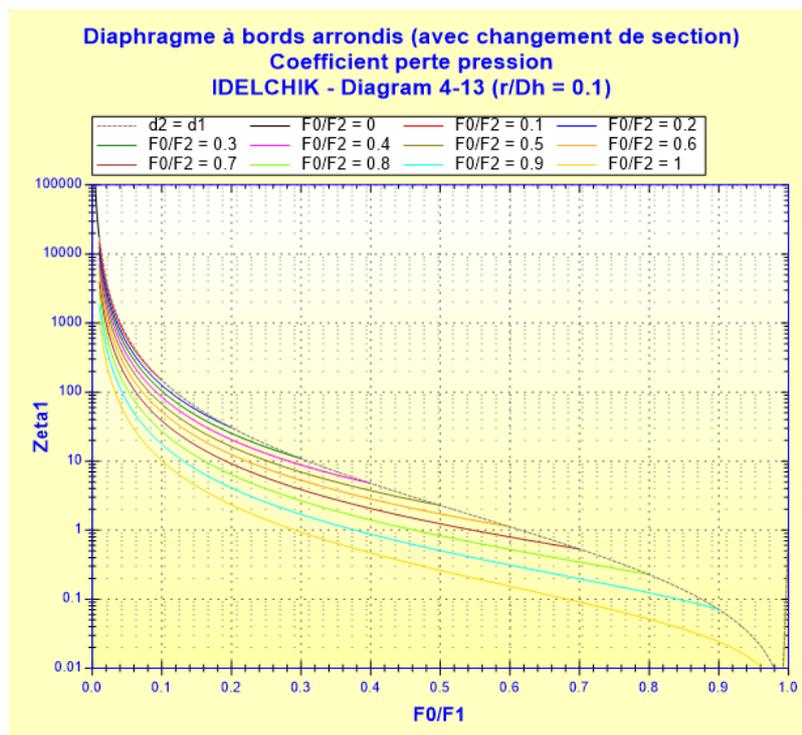
Coefficient d'effet de l'arrondi :

$$\zeta' = 0.03 + 0.47 \cdot 10^{-7.7 \cdot \frac{r}{D_h}} \quad ([1] \text{ diagramme 4-13})$$



Pressure loss coefficient (based on the major pipe velocity):

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



(avec  $r/D_h = 0,1$ )

■  $Re_0 < 10^5$

Coefficient de résistance locale quadratique :

$$\zeta_{quad} = \left[ \zeta' \cdot \left(1 - \frac{F_0}{F_1}\right)^{0.75} + \left(1 - \frac{F_0}{F_2}\right)^2 + 2 \cdot \sqrt{\zeta'} \cdot \left(1 - \frac{F_0}{F_1}\right)^{0.375} \cdot \left(1 - \frac{F_0}{F_2}\right) \right]$$

[[2] diagramme 4-

13)

avec :

$$\zeta' = 0.03 + 0.47 \cdot 10^{-7.7 \cdot \frac{r}{D_h}}$$

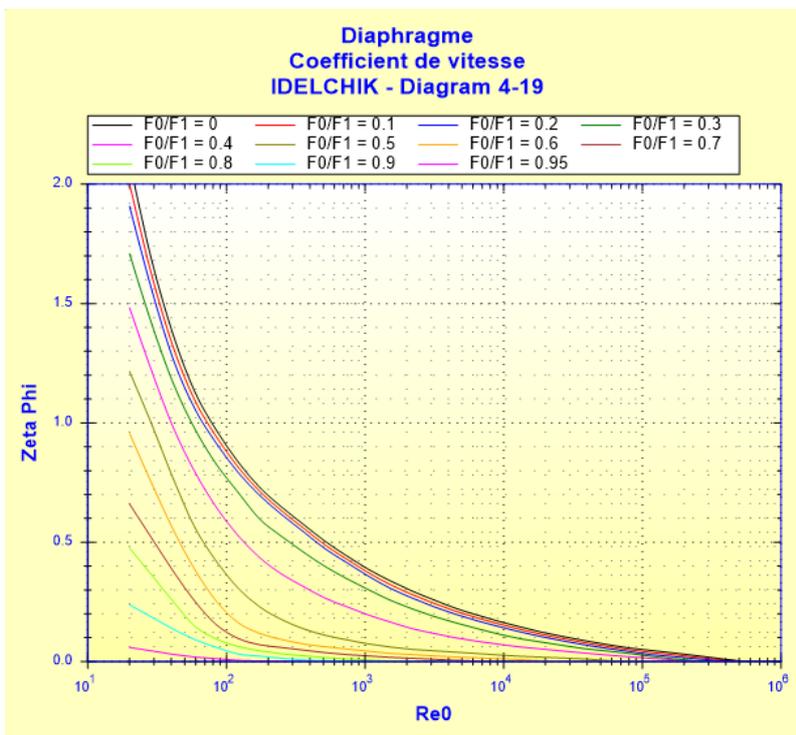
[[1] diagramme 4-13)

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

Coefficient de vitesse :

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

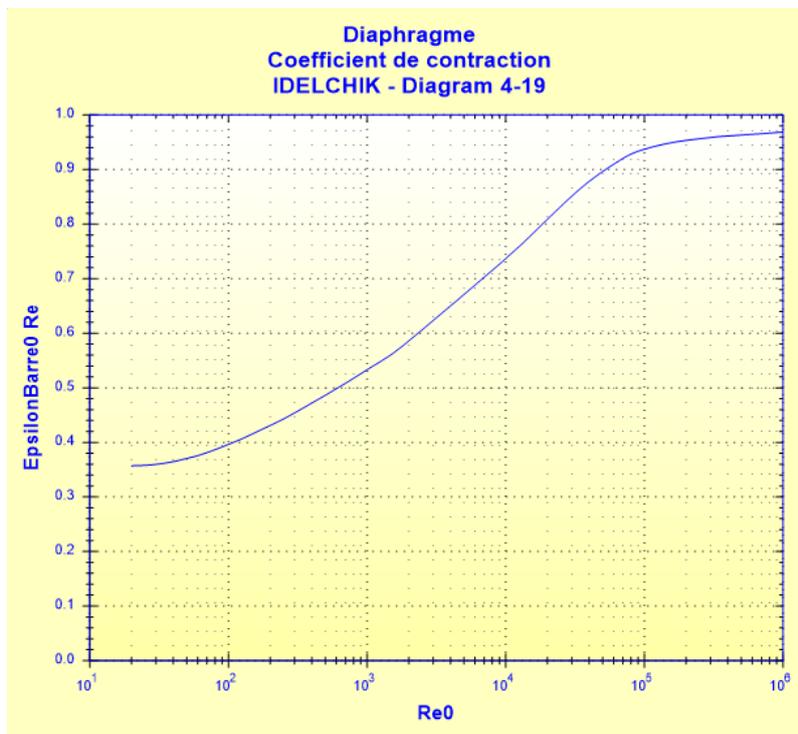
[[1] diagramme 4-19)



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) :

- $30 < Re_0 < 10^5$

$$\zeta_1 = \zeta_\varphi \cdot \left(\frac{F_1}{F_0}\right)^2 + \bar{\varepsilon}_{0Re} \cdot \zeta_{1quad} \quad ([1] \text{ diagramme 4-19})$$

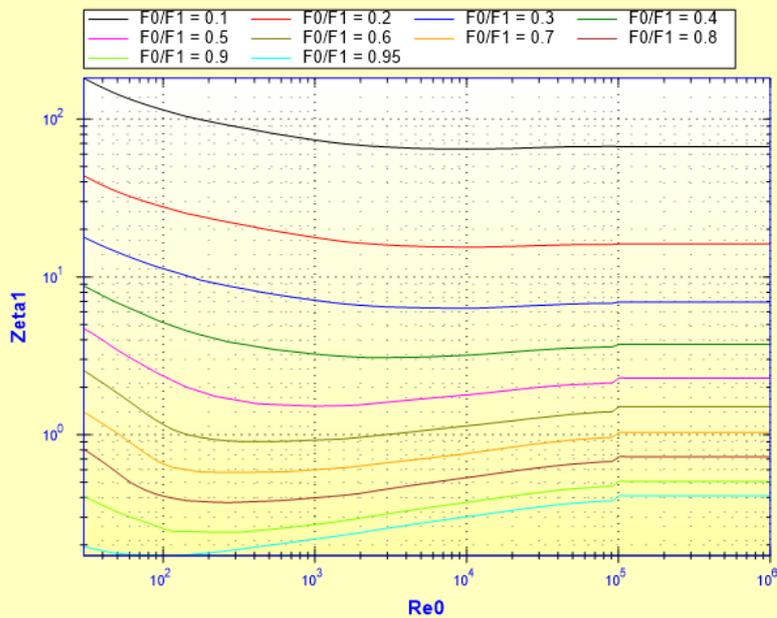
- $10 < Re_0 \leq 30$

$$\zeta_1 = \frac{33}{Re_0} \cdot \left(\frac{F_1}{F_0}\right)^2 + \bar{\varepsilon}_{0Re} \cdot \zeta_{1quad} \quad ([1] \text{ diagramme 4-19})$$

- $Re_0 \leq 10$

$$\zeta_1 = \frac{33}{Re_0} \cdot \left(\frac{F_1}{F_0}\right)^2 \quad ([1] \text{ diagramme 4-19})$$

**Diaphragme à bords arrondis (avec changement de section)  
IDELCHIK - Coefficient perte pression  
( $r/D_h = 0.1$ ) ( $F_0/F_2 = 0.5$ )**



(avec  $r/D_h = 0,1$  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 ( )

$r$	Rayon de l'arrondi (m)
$\xi'$	Coefficient d'effet de l'arrondi ( )
$\zeta$	Coefficient de résistance locale (basé sur la vitesse dans le diaphragme) ( )
$\zeta_{\text{quad}}$	Coefficient de résistance locale quadratique (basé sur la vitesse dans le diaphragme) ( )
$\zeta_{1\text{quad}}$	Coefficient de résistance locale quadratique (basé sur la vitesse dans le grand tuyau) ( )
$\zeta_{\text{sp}}$	Coefficient de vitesse ( )
$\frac{\zeta_{\text{sp}}}{\varepsilon_0 \text{Re}}$	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)
$W_h$	Perte de puissance hydraulique (W)
$\rho$	Masse volumique du fluide ( $\text{kg/m}^3$ )
$\nu$	Viscosité cinématique du fluide ( $\text{m}^2/\text{s}$ )
$g$	Accélération de la pesanteur ( $\text{m/s}^2$ )

---

#### Domaine de validité :

- tout régime d'écoulement : laminaire et turbulent
- écoulement stabilisé en amont du diaphragme
- rayon de l'arrondi inférieur à la différence des rayons ( $r < (D_1/2 - D_0/2)$ )

---

#### Exemple d'application :

HydrauCalc 2020b - [Diaphragme à bords arrondis (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  $\Delta P$  0.04437328 bar  
 $\Delta H$  0.4533 m de fluide

**Résultats complémentaires**

Désignation	Symbole	Valeur	Unité
Diamètre hydraulique	Dh	0.035	m
Rapport sections	F0/F1	0.2478708	
Rapport sections	F0/F2	0.6594495	
Rayon relatif de l'arrondi	r/Dh	0.1428571	
Nombre de Reynolds rapporté à la tuyauterie	Re1	90251	
Nombre de Reynolds rapporté à la tuyauterie	Re2	147207.5	
Nombre de Reynolds rapporté à l'orifice	Re0	181275.6	
Coefficient d'effet de l'arrondi (Diagram 4-13)	$\zeta'$	0.06733343	
Coefficient perte pression (Diagram 4-13)	$\zeta$	0.3291875	
Coefficient perte pression (basé sur vitesse moyenne tuyau)	$\zeta_0$	5.357872	
Perte de puissance hydraulique	Wh	22.18664	W

## Références :

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

[2] Идельчик.И.Е.Справочник по гидравлическим сопротивлениям.1992 (document original en langue russe)

Nota : La formulation utilisée pour le calcul des coefficients de résistance locale  $\zeta$  et  $\zeta_{quad}$  est celle du document original de référence [2] qui diffère de celle du document traduit [1]