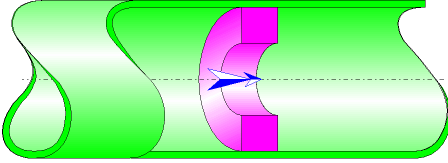




## Diaphragme à bords épais Section circulaire (Pipe Flow - Guide)



### 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, lorsque l'épaisseur du diaphragme est supérieure à 1,4 fois le diamètre de l'orifice, la perte de charge due à la friction dans l'orifice est également prise en compte car elle devient non négligeable.

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 :

Rapport entre les diamètres de l'orifice et du tuyau :

$$\beta = \frac{d_o}{d}$$

Aire de la section du tuyau (m<sup>2</sup>) :

$$A = \pi \cdot \frac{d^2}{4}$$

Aire de la section de l'orifice (m<sup>2</sup>) :

$$A_o = \pi \cdot \frac{d_o^2}{4}$$

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

$$V = \frac{Q}{A}$$

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

$$V_o = \frac{Q}{A_o}$$

Débit massique (kg/s) :

$$G = Q \cdot \rho$$

Nombre de Reynolds dans le tuyau :

$$N_{Re} = \frac{V \cdot d}{\nu}$$

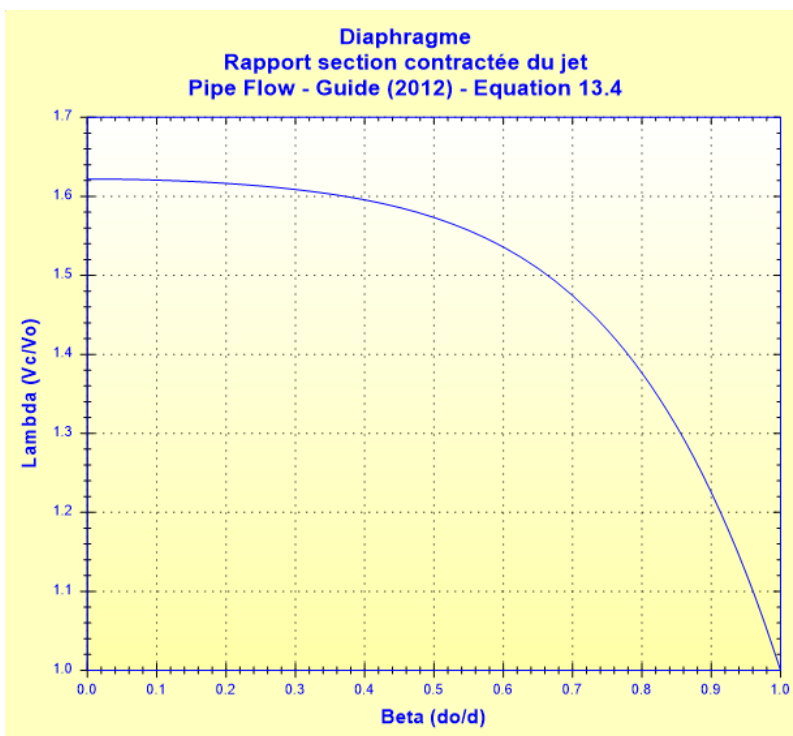
Nombre de Reynolds dans l'orifice :

$$N_{Re_o} = \frac{V_o \cdot d_o}{\nu}$$

Rapport de vitesse du jet :

$$\lambda = 1 + 0.622 \cdot (1 - 0.215\beta^2 - 0.785\beta^5)$$

([1] équation 13.4)



Vitesse d'écoulement section contractée du jet :

$$V_c = V_o \cdot \lambda$$

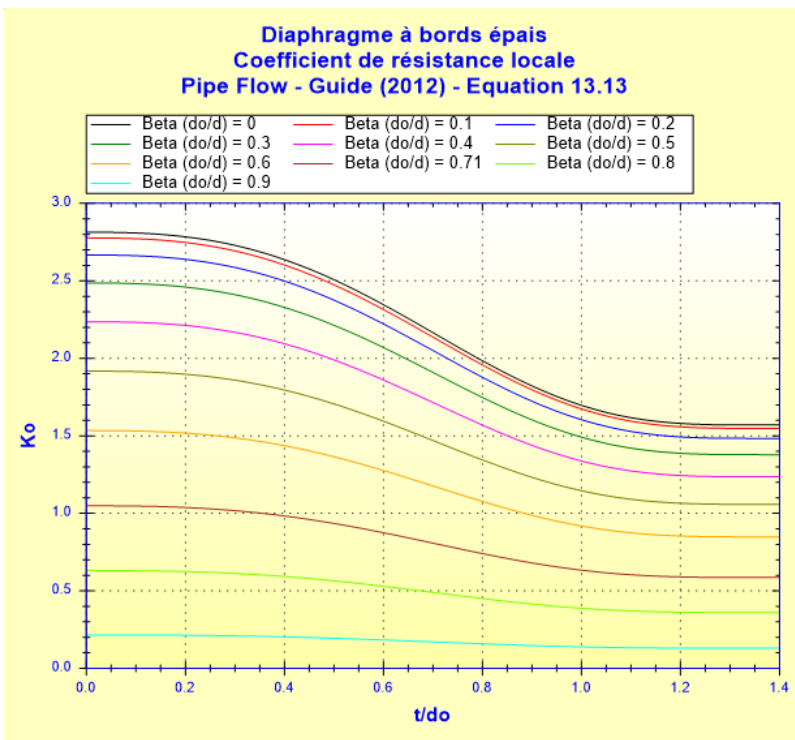
Coefficient de résistance locale ( $N_{Re_o} \geq 10^4$ ) :

■ Rapport épaisseur sur diamètre orifice ( $t/d_o \leq 1.4$ ) :

$$K_o = 0.0696 \cdot (1 - \beta^5) \cdot \lambda^2 + C_{th} \cdot (\lambda - \beta^2)^2 + (1 - C_{th}) \cdot [(\lambda - 1)^2 + (1 - \beta^2)^2]$$

([1] équation

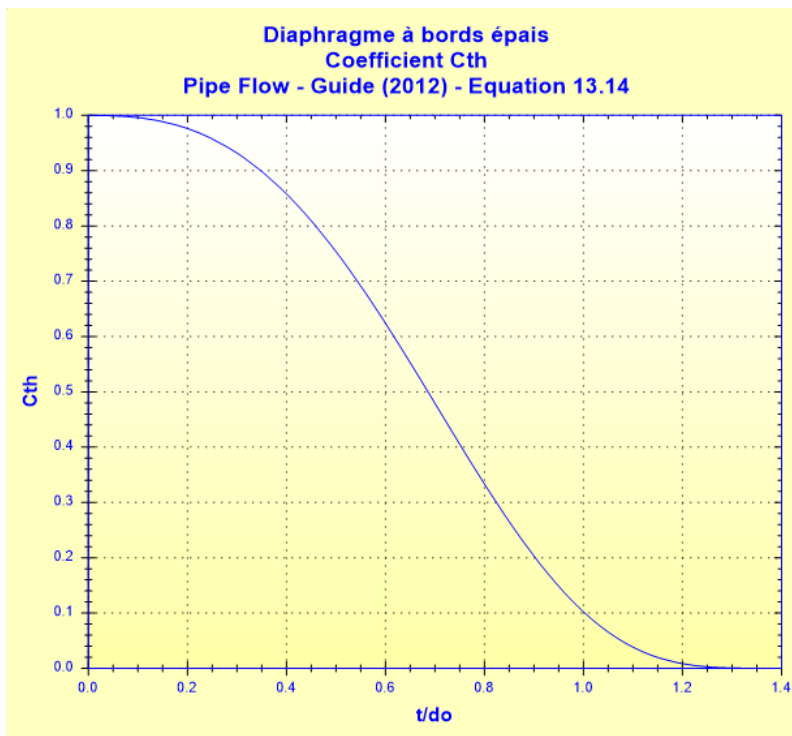
13.13)



avec :

$$C_{th} = \left[ 1 - 0.50 \cdot \left( \frac{t}{1.4d_o} \right)^{2.5} - 0.50 \cdot \left( \frac{t}{1.4d_o} \right)^3 \right]^{4.5}$$

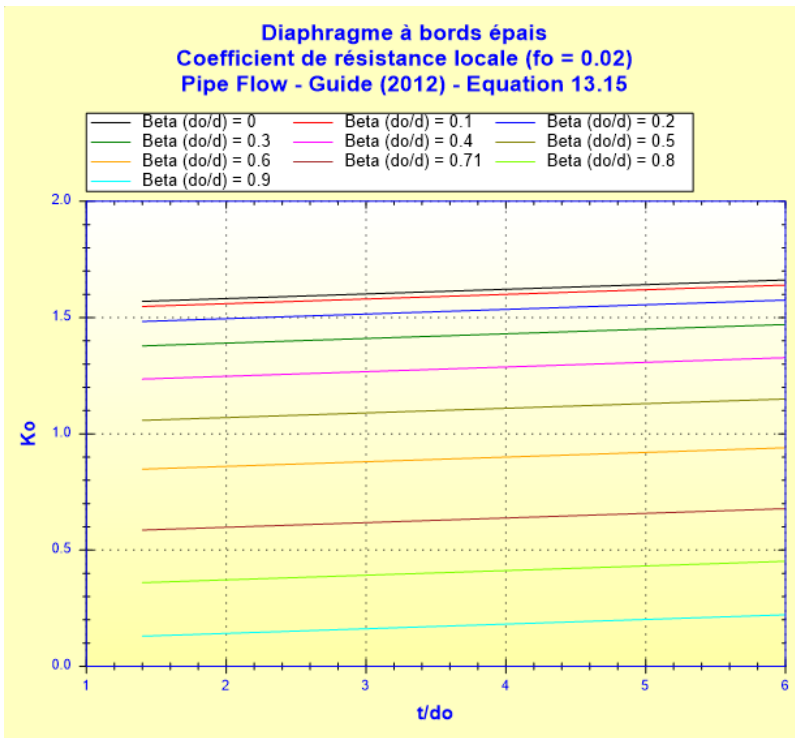
([1] équation 13.14)



■ Rapport épaisseur sur diamètre orifice ( $t/d_o$ ) > 1.4 :

$$K_o = 0.0696 \cdot (1 - \beta^5) \cdot \lambda^2 + (\lambda - 1)^2 + (1 - \beta^2)^2 + f_o \cdot \left( \frac{t}{d_o} - 1.4 \right)$$

([1] équation 13.15)



([1] équation 13.15 avec

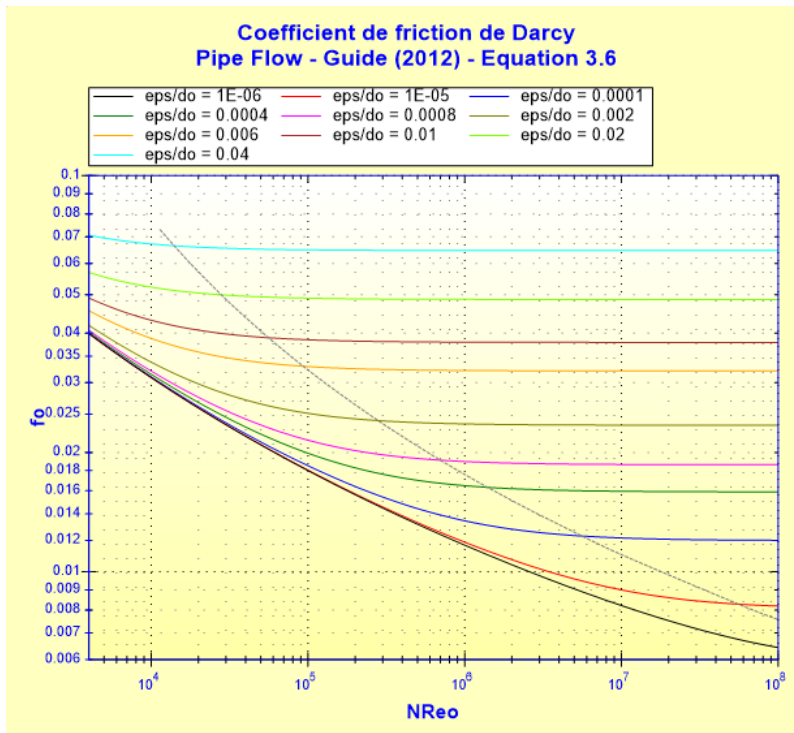
fo = 0,02)

avec :

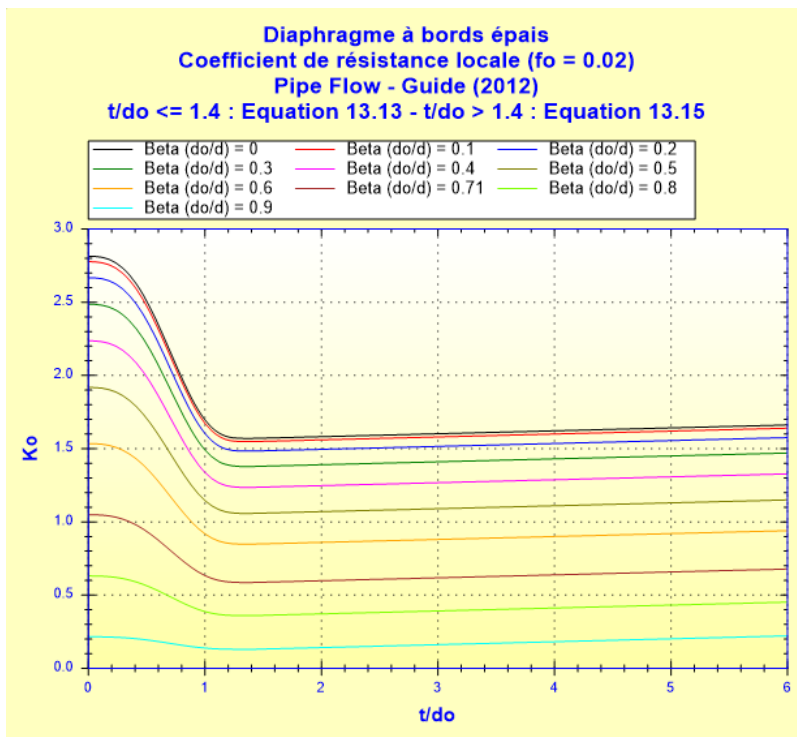
$$f_o = \frac{1}{\left[ 2 \cdot \log \left( \frac{\varepsilon}{3.7 \cdot d_o} + \frac{2.51}{NRe_o \cdot \sqrt{f_o}} \right) \right]^2}$$

équation de Colebrook-White ([1] équation

3.6)



■ Tous rapports épaisseur sur diamètre orifice (t/d\_o) :



avec  $f_o = 0,02$ )

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

$$K = K_o \cdot \left( \frac{A}{A_o} \right)^2$$

Perte de pression totale (Pa) :

$$\Delta P = K \cdot \frac{\rho_m \cdot V^2}{2}$$

Perte de charge totale de fluide (m) :

$$\Delta H = K \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

Perte de puissance hydraulique (W) :

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

**Symboles, définitions, unités SI :**

- $d_o$  Diamètre de l'orifice (m)
- $d$  Diamètre intérieur du tuyau (m)
- $\beta$  Rapport entre les diamètres de l'orifice et du tuyau ( )
- $A_o$  Section de passage de l'orifice (m<sup>2</sup>)
- $A$  Section de passage du tuyau (m<sup>2</sup>)
- $Q$  Débit volumique (m<sup>3</sup>/s)
- $G$  Débit massique (kg/s)
- $V_o$  Vitesse moyenne d'écoulement dans l'orifice (m/s)
- $V$  Vitesse moyenne d'écoulement dans le tuyau (m/s)
- $NRe_o$  Nombre de Reynolds dans l'orifice ( )

$NRe$	Nombre de Reynolds dans le tuyau ( )
$\lambda$	Rapport de vitesse du jet ( )
$V_c$	Vitesse moyenne d'écoulement dans la section contractée du jet (m/s)
$t$	Épaisseur du diaphragme (m)
$K_o$	Coefficient de résistance locale ( )
$C_{th}$	Coefficient ( )
$f_o$	Coefficient de friction ( )
$K$	Coefficient de perte de pression totale (basé sur la vitesse moyenne dans le tuyau) ( )
$\Delta P$	Perte de pression totale (Pa)
$\Delta H$	Perte de charge totale de fluide (m)
$Wh$	Perte de puissance hydraulique (W)
$\rho_m$	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 :

- régime d'écoulement turbulent dans l'orifice ( $NRe_o \geq 10^4$ )
- écoulement stabilisé en amont du diaphragme

### Exemple d'application :

HydrauCalc 2018a - [Diaphragme à bords épais - Pipe Flow - Guide (2012)]

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  $kg/m^3$   
Viscosité dynamique :  $\mu$  0.00100159  $N.s/m^2$   
Viscosité cinématique :  $\nu$  1.00340E-06  $m^2/s$

Masse vol.  Visc. dyn.  Visc. cin.

logY

**Caractéristiques géométriques**

Aide Info Calculer

Perte de pression  $\Delta P$  0.2567982 bar  
 $\Delta H$  2.6233 m de fluide

**Résultats complémentaires**

Désignation	Symbole	Valeur	Unité
Section intérieure tuyau	A	0.003881508	$m^2$
Section orifice	Ao	0.0009621127	$m^2$
Rapport diamètres (Do/d)	$\beta$	0.4978663	
Rapport sections	Ao/A	0.2478708	
Rapport épaisseur sur diamètre de l'orifice	t/Do	0.2	
Nombre de Reynolds rapporté à la tuyauterie	NRe	90251	
Nombre de Reynolds rapporté à l'orifice	NReo	181275.6	
Vitesse d'écoulement section contractée du jet	Vc	8.179481	m/s
Rapport section contractée du jet (Equation 13.4)	$\lambda$	1.573917	
Coefficient Cth (Equation 13.14)	Cth	0.9763061	
Coefficient de résistance locale (Equation 13.13)	Ko	1.905082	
Coefficient perte pression (basé sur vitesse moyenne tuyau)	K	31.00722	
Perte de puissance hydraulique	Wh	128.3991	W

### Référence :

[1] Pipe Flow: A Practical and Comprehensive Guide. Donald C. Rennels and Hobart M. Hudson. (2012)

---

HydrauCalc  
© François Corre 2018

Edition : février 2018