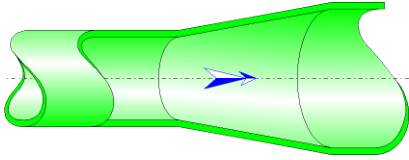




Elargissement progressif Section circulaire (Pipe Flow - Guide)



Description du modèle :

Ce modèle de composant calcule la perte de charge (chute de pression) générée par l'écoulement dans un élargissement progressif. La perte de charge par frottement dans l'élargissement progressif est prise en compte pour des angles de cône inférieures à 60° , au-delà de cet angle la perte de charge par frottement devient 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 le petit et le grand diamètre :

$$\beta = \frac{d_1}{d_2}$$

Angle au sommet du cône ($^\circ$) :

$$\alpha = 2 \cdot \tan^{-1} \left(\frac{d_2 - d_1}{2 \cdot l} \right)$$

Aire de la petite section (m^2) :

$$A_1 = \pi \cdot \frac{d_1^2}{4}$$

Aire de la grande section (m^2) :

$$A_2 = \pi \cdot \frac{d_2^2}{4}$$

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

$$V_1 = \frac{Q}{A_1}$$

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

$$V_2 = \frac{Q}{A_2}$$

Débit massique (kg/s) :

$$G = Q \cdot \rho_m$$

Volume de fluide dans le tronc de cône (m³) :

$$V = l \cdot \frac{\pi}{3} \cdot \left(\left(\frac{d_1}{2} \right)^2 + \left(\frac{d_2}{2} \right)^2 + \left(\frac{d_1}{2} \right) \cdot \left(\frac{d_2}{2} \right) \right)$$

Masse de fluide dans le tronc de cône (kg) :

$$M = V \cdot \rho_m$$

Nombre de Reynolds dans le petit diamètre :

$$N_{Re_1} = \frac{V_1 \cdot d_1}{\nu}$$

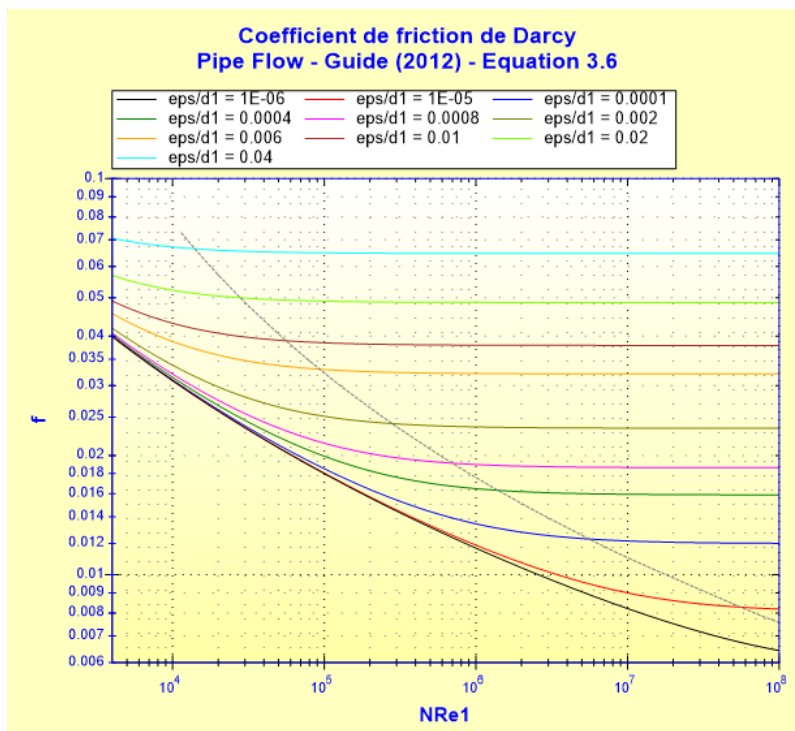
Nombre de Reynolds dans le grand diamètre :

$$N_{Re_2} = \frac{V_2 \cdot d_2}{\nu}$$

Coefficient de friction de Darcy :

$$f = \frac{1}{\left[2 \cdot \log \left(\frac{\varepsilon}{3.7 \cdot d_1} + \frac{2.51}{N_{Re_1} \cdot \sqrt{f}} \right) \right]^2}$$

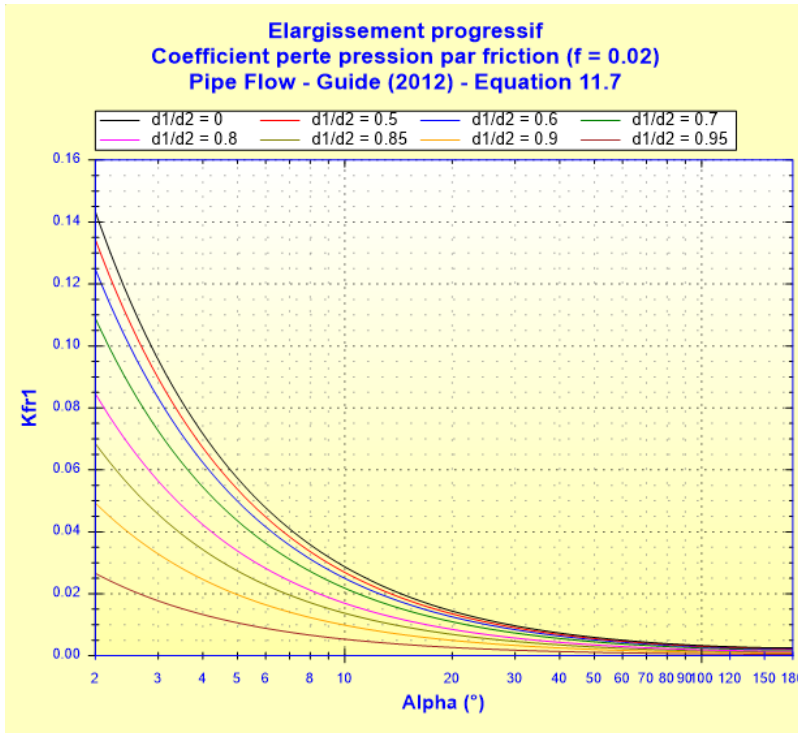
Colebrook-White equation ([1] equation 3.6)



Coefficient de perte de pression par friction

$$K_{fr1} = \frac{f \cdot (1 - \beta^4)}{8 \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)}$$

([1] équation 11.7)



([1] équation 11.7 avec f =

0.02)

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

■ $0^\circ \leq \alpha \leq 20^\circ$:

$$K_1 = 8.30 \cdot \left[\tan\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right]^{1.75} \cdot (1 - \beta^2)^2 + \frac{f \cdot (1 - \beta^4)}{8 \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)}$$

([1] équation 11.8)

■ $20^\circ \leq \alpha < 60^\circ$:

● $0 \leq \beta < 0.5$

$$K_1 = \left\{ 1.366 \cdot \sin\left[\left(2 \cdot (\alpha - 15)^{1/2} \right) \right] - 0.170 - 3.28 \cdot \left((0.0625 - \beta^4) \cdot \sqrt{\frac{\alpha - 20}{40}} \right) \right\} \cdot (1 - \beta^2)^2 + \frac{f \cdot (1 - \beta^4)}{8 \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)}$$

([1] équation 11.9a)

● $0.5 \leq \beta \leq 1$

$$K_1 = \left\{ 1.366 \cdot \sin\left[2 \cdot (\alpha - 15)^{1/2}\right] - 0.170 \right\} \cdot (1 - \beta^2)^2 + \frac{f \cdot (1 - \beta^4)}{8 \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)}$$

[[1] équation

11.9b)

■ $60^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$:

● $0 \leq \beta < 0.5$

$$K_1 = \left[1.205 - 3.28 \cdot (0.0625 - \beta^4) - 12.8 \cdot \beta^6 \cdot \sqrt{\frac{\alpha - 60}{120}} \right] \cdot (1 - \beta^2)^2$$

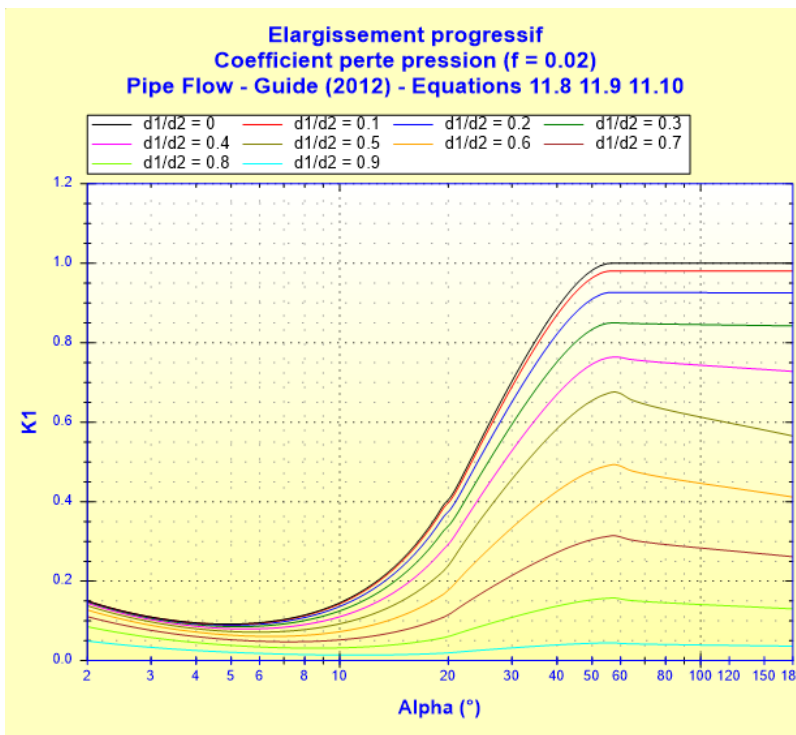
[[1]

équation 11.10a)

● $0.5 \leq \beta \leq 1$

$$K_1 = \left[1.205 - 0.20 \cdot \sqrt{\frac{\alpha - 60}{120}} \right] \cdot (1 - \beta^2)^2$$

[[1] équation 11.10b)



Coefficient de résistance locale :

■ $0^\circ \leq \alpha < 60^\circ$:

$$K_{L1} = K_1 - K_{fr1}$$

■ $60^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$:

$$K_{L1} = K_1$$

Perte de pression totale (Pa) :

$$\Delta P = K_1 \cdot \frac{\rho_m \cdot V_1^2}{2}$$

Perte de charge totale de fluide (m) :

$$\Delta H = K_1 \cdot \frac{V_1^2}{2 \cdot g}$$

Perte de puissance hydraulique (W) :

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

Symboles, définitions, unités SI :

d_1	Petit diamètre (m)
d_2	Grand diamètre (m)
β	Rapport entre le petit et le grand diamètre ()
α	Angle au sommet du cône (°)
l	Longueur du tronc de cône (m)
A_1	Aire de la petite section (m ²)
A_2	Aire de la grande section (m ²)
Q	Débit volumique (m ³ /s)
V_1	Vitesse moyenne d'écoulement dans le petit diamètre (m/s)
V_2	Vitesse moyenne d'écoulement dans le grand diamètre (m/s)
G	Débit massique (kg/s)
V	Volume de fluide dans le tronc de cône (m ³)
M	Masse de fluide dans le tronc de cône (kg)
NRe_1	Nombre de Reynolds dans le petit diamètre ()
NRe_2	Nombre de Reynolds dans le grand diamètre ()
f	Coefficient de friction de Darcy ()
ε	Rugosité absolue de la paroi du cône (m)
K_{fr1}	Coefficient de perte de pression par friction ()
K_{L1}	Coefficient de résistance locale ()
K_1	Coefficient de perte de pression totale (basé sur la vitesse moyenne dans le petit diamètre) ()
ΔP	Perte de pression totale (Pa)
ΔH	Perte de charge totale de fluide (m)
Wh	Perte de puissance hydraulique (W)
ρ_m	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 :

- régime d'écoulement turbulent dans le petit diamètre ($NRe_1 \geq 10^4$)

Exemple d'application :

HydrauCalc 2018b - [Elargissement progressif - 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 : ρ 998.2061 kg/m³
Viscosité dynamique : μ 0.00100159 N.s/m²
Viscosité cinématique : ν 1.00340E-06 m²/s

Masse vol. Visc. dyn. Visc. cin.

Divers

Caractéristiques géométriques

Aide Info Calculer

G 4.9910 kg/s
Q 0.005 m³/s
3.427 m/s (Turbulent) V1
1.288 m/s (Turbulent) V2
53.7 °
0.0431 m
1.0E-05 m
0.0703 m
d1
d2
l 0.01 m
Perte de pression ΔP 0.02464652 bar
 ΔH 0.2518 m de fluide

Résultats complémentaires

Désignation	Symbole	Valeur	Unité
Rapport diamètres	β	0.6130868	
Section petit diamètre	A1	0.001458963	m ²
Section grand diamètre	A2	0.003881508	m ²
Rapport sections	A1/A2	0.3758754	
Volume intérieur du tronc de cône	V	2.573391E-05	m ³
Masse de fluide dans le tronc de cône	M	0.02568774	kg
Nombre de Reynolds rapporté au petit diamètre	NRe1	147207.5	
Nombre de Reynolds rapporté au grand diamètre	NRe2	90251	
Angle au sommet du cône	α	107.3464	°
<input checked="" type="checkbox"/> Coefficient perte pression (Equations 11.8 11.9 11.10)	K1	0.4204499	
Coefficient perte pression (basé sur vitesse petit diamètre)	K	0.4204499	
Perte de puissance hydraulique	Wh	12.32326	W

Référence :

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