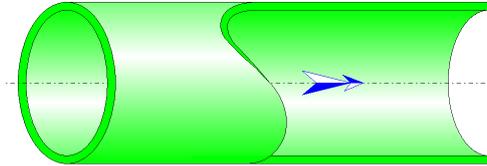




Tuyau rectiligne Section circulaire et parois rugueuses (HAZEN-WILLIAMS)



Description du modèle :

Ce modèle de composant calcule la perte de charge régulière (chute de pression) d'une tuyauterie droite horizontale de section transversale circulaire et constante. En outre, l'écoulement est supposé entièrement développé et stabilisé.

La perte de charge est due au frottement du fluide sur les parois intérieures de la tuyauterie et est calculée avec l'équation de Hazen-Williams.

L'équation de Hazen-Williams est une relation empirique qui relie le débit d'eau dans un tuyau aux propriétés physiques du tuyau et à la perte de charge causée par le frottement. Il est utilisé dans la conception de systèmes de canalisation d'eau, tels que les systèmes d'extincteurs à incendie, les réseaux d'alimentation en eau et les systèmes d'irrigation.

L'équation de Hazen-Williams présente l'avantage que le coefficient C n'est pas une fonction du nombre de Reynolds, mais présente l'inconvénient d'être valable uniquement pour l'eau. En outre, elle ne tient pas compte de la température ou de la viscosité de l'eau.

Formulation du modèle :

Diamètre hydraulique (m) :

$$D_h = D$$

Section transversale de passage (m²) :

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

Vitesse moyenne d'écoulement (m/s) :

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

Débit massique (kg/s) :

$$m = Q \cdot \rho$$

Volume de fluide dans le tuyau (m³) :

$$V_{ol} = A \cdot L$$

Masse de fluide dans le tuyau (kg) :

$$M = V_{ol} \cdot \rho$$

Nombre de Reynolds :

$$Re = \frac{V \cdot D}{\nu}$$

Perte de charge de fluide (m) :

$$H_f = L \cdot \left[\frac{V}{0.849 \cdot C_{HW} \cdot \left(\frac{D}{4}\right)^{0.63}} \right]^{\frac{1}{0.54}}$$

Nota : cette équation est issue de la relation de Hazen-Williams suivante adapté aux unités SI :

$$V = 0.849 \cdot C_{HW} \cdot R_h^{0.63} \cdot S^{0.54} \quad ([1])$$

avec :

$$R_h = \frac{D}{4}$$

et :

$$S = \frac{H_f}{L}$$

Coefficient de perte de pression :

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

Perte de pression (Pa) :

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

Coefficient de friction de Darcy équivalent :

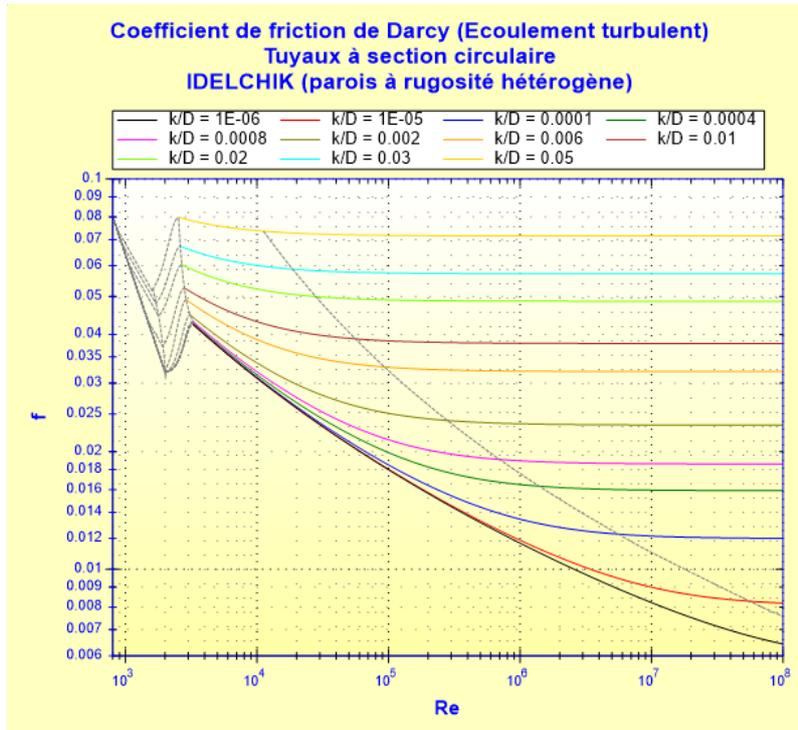
$$f = K \cdot \frac{D}{L}$$

Rugosité relative équivalente (régime turbulent - $Re \geq 4000$) :

Equation de Colebrook-White

$$f = \frac{1}{\left[2 \cdot \log \left(\frac{2.51}{Re \cdot \sqrt{f}} + \frac{k}{3.7 \cdot D} \right) \right]^2}$$

où k est calculé par résolution de l'équation.



Rugosité absolue équivalente (m) :

$$\varepsilon = k \cdot D$$

Perte de puissance hydraulique (W) :

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

Symboles, définitions, unités SI :

D	Diamètre intérieur (m)
D_h	Diamètre hydraulique (m)
A	Section transversale de passage (m^2)
Q	Débit volumique (m^3/s)
V	Vitesse moyenne d'écoulement (m/s)
m	Débit massique (kg/s)
L	Longueur du tuyau (m)
V_{ol}	Volume de fluide dans le tuyau (m^3)
M	Masse de fluide dans le tuyau (kg)
Re	Nombre de Reynolds ()
C_{HW}	Coefficient de rugosité de Hazen-Williams ($m^{0.37}/s$)
H_f	Perte de charge de fluide (m)
R_h	Rayon hydraulique (m)
S	Perte de charge par unité de longueur du tuyau ()

K	Coefficient de perte de pression (basé sur la vitesse moyenne dans le tuyau) ()
ΔP	Perte de pression (Pa)
f	Coefficient de friction de Darcy équivalent ()
k	Rugosité relative équivalente(m)
ε	Rugosité absolue équivalente(m)
Wh	Perte de puissance hydraulique (W)
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 :

- régime d'écoulement turbulent ($4 \cdot 10^3 \leq Re \leq 1 \cdot 10^8$)
- vitesse moyenne d'écoulement inférieure ou égale à 3 m/s ($V \leq 3 \text{ m/s}$)
- diamètre intérieur du tuyau compris entre 0,05 m et 1,85 m ($0,05 \text{ m} \leq D \leq 1,85 \text{ m}$)
- valable uniquement pour de l'eau douce proche de 15 °C avec une viscosité cinématique d'environ $1,13 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
- écoulement stabilisé

Exemple d'application :

The screenshot shows the HydraulCalc 2019b software interface. The main window is titled "HydrauCalc 2019b - [Tuyau rectiligne section circulaire et parois rugueuses - HAZEN-WILLIAMS (1914) parois rugueuses]". The interface is divided into several panels:

- Caractéristiques du fluide:** Fluid: Eau douce à 1 atm [HC], Ref: IAPWS IF97. Temperature: 15 °C, Pressure: 1.013 bar. Density: 999.1011 kg/m³, Dynamic viscosity: 0.00113756 N.s/m², Kinematic viscosity: 1.13859E-06 m²/s.
- Caractéristiques géométriques:** Coefficient de rugosité de Hazen-Williams: Chw = 120. Pipe length: L = 1 m, Diameter: D = 0.0703 m. Flow rate: Q = 0.005 m³/s, Velocity: V = 1.288 m/s (Turbulent).
- Résultats complémentaires:** A table of calculated parameters including hydraulic diameter, Reynolds number, friction coefficient, and power loss.

Désignation	Symbole	Valeur	Unité
Diamètre hydraulique	Dh	0.0703	m
Rayon hydraulique	Rh	0.017575	m
Section intérieure tuyau	A	0.003881508	m²
Volume intérieur du tuyau	Vol	0.003881508	m³
Masse de fluide dans le tuyau	M	3.878019	kg
Rapport 'Longueur / Diamètre'	L/D	14.22475	
Perte de charge par unité de longueur du tuyau	S	0.03408679	
Nombre de Reynolds	Re	79534.65	
Rugosité relative équivalente (équation de Colebrook-White)	k/D	0.003262264	
Rugosité absolue équivalente	k	0.002293372	m
Coefficient de friction de Darcy équivalent	f	0.02832391	
Perte de pression linéique		0.003339767	bar/m
Coefficient perte pression (basé sur vitesse moyenne tuyau)	K	0.4029005	
Perte de puissance hydraulique	Wh	1.669883	W

Références :

[1] G. Williams & A. Hazen; "Hydraulic Tables, The elements of gagings and the friction of water flowing in pipes, aqueducts, sewers, etc." (1914)

HydrauCalc
© François Corre 2019

Edition : septembre 2019