

## TP N°2 Pertes de charge

### I. But

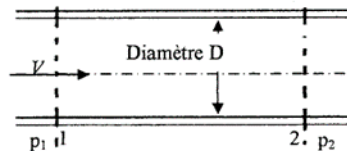
- Les conduites rectilignes lisses et rugueuses ;
- Etude de l'influence du débit sur les pertes de charge ;
- Etude des pertes de charge singulières : Coudes et Vannes ;
- Les élargissements et rétrécissements brusques ;
- Le tube de venturi et le diaphragme.

Dans ce TP nous nous limiterons dans le cas des pertes de charge linéaires au cas des conduites rectilignes lisses.

### II. Théorie générale des pertes de charge linéaires :

Considérons une conduite horizontale véhiculant un fluide incompressible quelconque.

L'équation de Bernoulli entre les sections 1 et 2 donne :



$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 + \Delta H_{L1-2} \quad (1)$$

$V$  : Vitesse moyenne d'écoulement

$Z$  : Hauteur par rapport à un niveau de référence

$\Delta H_L$  : Pertes de charge linéaires entre les sections 1 et 2

- La conduite étant horizontale donc  $Z_1 = Z_2$
- L'équation de continuité permet d'écrire :

$$\begin{aligned} Q &= V_1 A_1 = V_2 A_2 \\ &= V_1 \frac{\pi D^2}{4} = V_2 \frac{\pi D^2}{4} \end{aligned}$$

Donc :  $V_1 = V_2$

$Q$  étant le débit volumique

En remplaçant dans l'équation (1) on trouve :

$$\Delta H_{L1-2} = \frac{P_1 - P_2}{\rho g}$$

D'autre part physiquement la perte de charge désigne le travail dissipé par frottement par unité de poids.

L'expression du travail par frottement

$$\begin{aligned} T_{frot} &= \text{force de frottement} \times \text{la longueur} \\ &= \tau \pi D L \times L \end{aligned}$$

$\tau$  : Contrainte tangentielle de frottement

$\pi DL$  : Surface latérale de frottement

$L$  : Longueur de frottement

L'expression du poids  $P = \rho g \vartheta$

$\rho$  : Masse volumique du fluide

$g$  : Accélération de la pesanteur

$\vartheta$  : Volume du fluide  $= \frac{\pi D^2}{4} L$

Donc  $\Delta H_{L_{1-2}} = \frac{T_{frot}}{P} = 4 \frac{\tau L}{\rho g D}$

Par ailleurs :  $\tau = f \frac{\rho V^2}{2}$

Où  $f$  est un coefficient de frottement sans dimension.

En remplaçant dans l'expression de  $\Delta H_{L_{1-2}}$  on trouve :

$$\Delta H_{L_{1-2}} = 4f \frac{\rho V^2 L}{2 D}$$

En posant  $\lambda = 4f$  (coefficient de frottement) on aura finalement :

$$\Delta H_{L_{1-2}} = \lambda \frac{\rho V^2 L}{2 D}$$

Le nombre de Reynolds est donné par :  $Re = VD/\nu$

$\nu$  est la viscosité cinématique de l'eau à 20°  $\nu = 1.004 \times 10^{-6}$

Pour les conduites lisses le coefficient  $f$  est donné par la relation empirique de Blasius :

$$f = 0.079 Re^{-0.25}$$

### **III. Présentation de la manipulation :**

- 1- Fermer la vanne à soupape et la vanne à bille (circuit bleu clair et gris). Ouvrir la vanne à porte (sombre circuit bleu) la moitié d'un tour.
- 2- Ouvrir l'alimentation d'eau froide et attendre que tout l'air emprisonné quitte le circuit, puis fermer la vanne.
- 3- Brancher un des tubes piézométriques dans la prise **13** (en amont) et **14** (en aval). Si nécessaire purger les conduites.
- 4- Utiliser la pompe à main si nécessaire pour ajuster la pression dans les tubes jusqu'à ce que les niveaux piézométriques soient à la moitié d'échelle. Le niveau dans chacun des tubes piézométriques doit être le même, si non, vérifier s'il y'a des bulles d'air ou des fuites.
- 5- Ouvrir complètement la vanne et attendre que l'écoulement se stabilise. Enregistrer les lectures des piézomètres.
- 6- Utiliser la vanne à soupape pour réduire le débit en cinq étapes appropriées pour donner une bonne répartition des résultats.

**Résultats**

<b>Diamètre interne</b> (d=13.6 mm)		<b>Longueur de la conduite (L=912 mm)</b>			<b>N° :13-14</b>			
<b>Type de tuyau (lisse/rugueux) :</b>								
<b>Temps</b> <b>18 litres</b>	<b>Débit</b> <b>Q</b> (m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )	<b>Lecture de piézomètre</b>			<b>Vitesse</b> (m/s)	<b>Re</b>	<b>f<sub>mesurée</sub></b> <b>Mesurée</b>	<b>f<sub>calculée</sub></b> <b>Formule</b> <b>de</b> <b>Blasius</b>
		<b>Prise</b> <b>amont</b> (mm)	<b>Prise</b> <b>aval</b> (mm)	<b>Différence</b> $\Delta H_{L_1-2}$				

**Questions :**

- 1- Tracer  $f_{mesurée} = F(Q)$  et  $f_{calculée} = F(Q)$  Que concluez-vous ?
- 2- En utilisant le diagramme de Moody et les résultats expérimentaux, estimer la faible rugosité de la conduite lisse.