



**République Algérienne Démocratique et
Populaire**



**Ministère de l'Enseignement Supérieure et de
la Recherche Scientifique**

UNIVERSITE D'EL-OUED

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNOLOGIE

Mémoire de fin d'étude

Présenté pour l'obtention du diplôme de

LICENCE PROFESSIONNEL

Domaine : Sciences et Technologies

Spécialité : Hydraulique

Option : Hydraulique Urbaine

Thème

Etude expérimentale de la perte de charge dans
les conduites

Devant le jury composé de : Présenté par :

Mr. A. Khechekhouché

Président

Examineur

Examineur

Encadreur

- Soltani Mohammed Yacine

- Imad Sahraoui

2013-2014

إهداء

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ قل إن حلاتي و نسكي ومحياي ومماتي لله رب العالمين لا شريك له وبذلك أمرت وأنا أول المسلمين ﴾ الأنعام 161-163

DÉDICACE

A

Mes parents ;

Mes enseignantes ;

Mon encadreur Mr. Abderahmane Khechekhouche ;

Mes amis et mes collègues ;

**A toute personne qui m'a aider à faire cette mémoire
car ce travail représente mon premier pas dans la vie.**

L'étudiant Soltani Mohamed Yacine



Sommaire

Chapitre 1 : Notion sur la mécanique des fluides	6
1-Introduction	7
1.1 Les notions d'écoulement	8
1.2 La conservation des débits	9
1.3 Equation de Bernoulli et ses applications	10
1.4 La viscosité	12
1.5 Le nombre de Reynolds et la nature des écoulements	14
1.6 Conclusion	15
 Chapitre 2 : Réalisation d'une maquette des pertes de charges	 16
2.1-Introduction :	17
2.2-Matériels	18
2.3-Méthodes de travail :	19
2.3.1 Faire un trou	19
2.3.2 Faire de la rugosité d'un tube :	20
2.3.3 Faire un diaphragme	21
2.3.4 La filière	21
2.4 Description de la maquette	22
2.5 Conclusion	23
 Chapitre 3 : Détermination de la perte de charge	 24
3.1-Introduction.....	25
3.2-Définition	26
3.3-ReLation entre les pertes de charge	26
3.2.1 Pourquoi provoquer des pertes de charge	27
3.2.2 Détermination des pertes de charge linéaires.	27
a) Première méthode	28
b) Deuxième méthode	29
3.2.3 Détermination des pertes de charge locales.	29
a) La méthode directe.	29
b) La méthode équivalente.	30

3.4 Conclusion	31
Chapitre 4. Résultats et discussions	32
Introduction	33
4.1 Expérience.....	33
4.2 Résultats.....	34
4.2.1 Résultat expérimental	34
4.2.2. Simulation des écoulements dans le tube témoin n° 1	35
a) Cas d'un écoulement laminaire	36
b) Cas d'un écoulement turbulent	37
4.3 Conclusion.....	38
4.4 Poster	39
Conclusion générale.....	40
Bibliographies.....	

Introduction générale

Les maquettes des pertes de charge sont disponibles dans les laboratoires universitaires mais parfois il est difficile de trouver un banc d'essai qui regroupe plusieurs manipulations.

Notre travail c'est de construire une maquette qui rassemble plusieurs causes de la perte de charge pour faciliter aux utilisateurs la compréhension de ce phénomène. La question qui se pose;

1. Est-ce qu'on peut construire un tel banc d'essais ?.
2. Est-ce qu'il sera facile à le manipuler ?
3. Est-ce qu'il va donner des résultats conformes aux autres bancs d'essai ?

Pour répondre et comprendre la perte de charge on propose les chapitres suivants :

Chapitre 1 : Notion sur la mécanique des fluides

Chapitre 2 : Réalisation d'une maquette des pertes de charges

Chapitre 3 : Détermination de la perte de charge

Chapitre 4 : Résultats et discussions

Chapitre 1

Notions sur la mécanique des fluides

Introduction :

On va voir dans ce chapitre les points suivants pour mieux comprendre le reste des chapitres.

1. les notions d'écoulement ;
2. la conservation des débits ;
3. l'équation de Bernoulli et ses applications ;
4. la viscosité ;
5. le nombre de Reynolds et la nature des écoulements.

1.1 Les notions d'écoulement :

Écoulement laminaire : Dans un écoulement laminaire les lignes de courant épousent la forme de l'obstacle placé sur leur trajectoire.

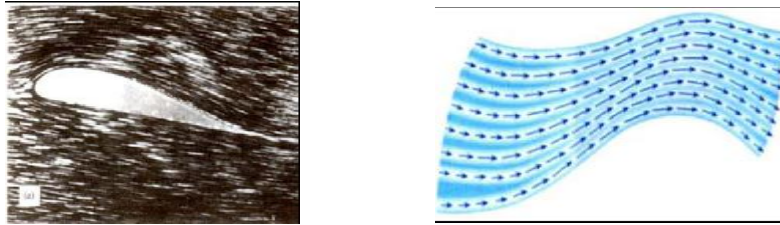


Figure 1.1. L'écoulement laminaire

Écoulement turbulent : Les particules de fluide ont un mouvement chaotique et irrégulier et les lignes de courant s'enchevêtrent. Ce régime correspond à des **vitesse d'écoulement élevées**. (La vitesse limite dépend de la viscosité et de la géométrie de l'écoulement)

Régime permanent : Ecoulement dans lequel la pression et la vitesse en un point donné ne dépendent pas du temps. On ne s'intéresse donc pas aux phénomènes transitoires (ouverture ou fermeture de vanne).

Régime transitoire : Ecoulement dans lequel la pression et la vitesse en un point donné dépendent du temps.

Ligne de courant : trajectoire suivie par un petit élément de fluide.

Comme la vitesse est tangente aux lignes de courant, deux lignes de courant ne peuvent pas se couper, car au point d'intersection la vitesse ne serait pas définie.

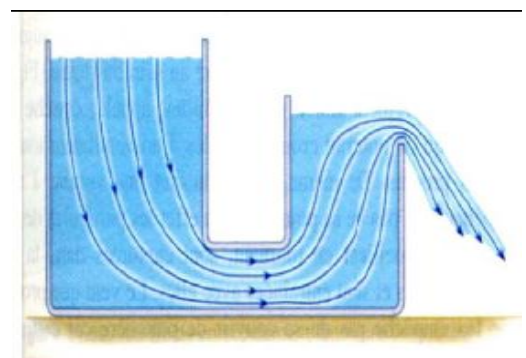


Figure 1.2. Ligne de courant

Tube de courant : Ensemble de lignes de courant s'appuyant sur un contour fermé

1.2 La conservation des débits :

1) Le débit

On distingue deux types de débits :

- le débit volumique : défini par $Q = v_{\text{moy}} \cdot S$

v vitesse moyenne sur la section S

Le débit volumique s'exprime en m^3 / s .

$$Q_1 = \rho \cdot V = \rho \cdot v \cdot S = Q_2$$

- le débit massique :

Le débit massique s'exprime en

Remarque : seul le débit massique est conservé entre deux sections d'un tube de courant.

Cette loi de conservation est nommée « EQUATION DE CONTINUITÉ » :

$$Q_1 = Q_2$$

ce qui donne : Si, le fluide est INCOMPRESSIBLE, alors, la masse volumique est la même en (1) et en (2), et le débit volumique est conservé. $Q_1 = Q_2$

Rappelons aussi une formule élémentaire qui est exploitée par certaines techniques de mesure de débit lorsque la vitesse du fluide peut être considérée

$$Q = \text{Volume} / \text{temps}$$

comme constante :

où « Volume » est un certain volume rempli pendant un certain temps « temps ».

1.3 Equation de Bernoulli et ses applications :

Tube de Pitot

En supposant que le fluide est non visqueux, incompressible et que l'écoulement est stationnaire et uniforme en amont de l'objet, on va pouvoir identifier un certain nombre de lignes de courant et y appliquer l'équation de Bernoulli. On supposera par ailleurs que toutes ces lignes de courant sont approximativement à la même altitude.

Le long de la ligne de courant passant par le point d'arrêt A et le point O, on a :

$$p_0 + \rho g z_0 + \frac{1}{2} \rho v_0^2 = p_A + \rho g z_A + \frac{1}{2} \rho v_A^2,$$

avec $z_0 \approx z_A$, $v_0 = U$ et $v_A = 0$.

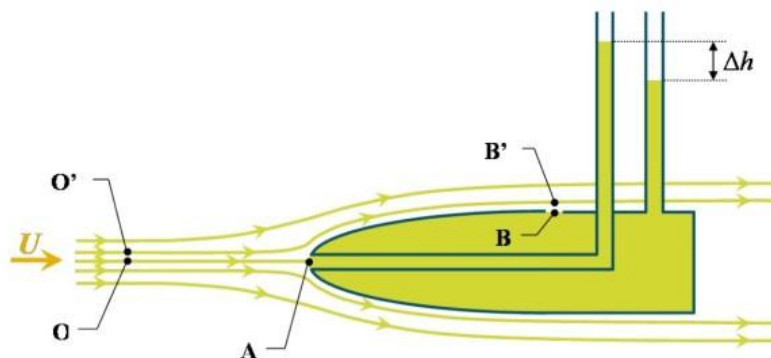


Figure1.3. Tube de Pitot

Par conséquent, on obtient la pression de stagnation : $p_A = p_0 + \frac{1}{2} \rho U^2$, où p_0 et U sont respectivement la pression et la vitesse de l'écoulement uniforme (écoulement amont, non perturbé par la présence de l'objet sonde). Par application de la loi de l'hydrostatique, cette pression de stagnation est liée au niveau affiché dans le premier tube manométrique.

Le long de la ligne de courant passant par les points O' et B', on a :

$$p_{O'} + \rho g z_{O'} + \frac{1}{2} \rho v_{O'}^2 = p_B + \rho g z_B + \frac{1}{2} \rho v_B^2, \text{ avec } z_{O'} \approx z_B$$

Les points O et O' étant infiniment proches, on peut considérer que $p_O \approx p_{O'}$ et $v_O \approx v_{O'} = U$; d'autre part, le point B' est situé dans une zone où l'écoulement redevient uniforme (les lignes de courant redeviennent rectilignes et parallèles) : il s'ensuit que $v_{B'} \approx U$, et l'équation de Bernoulli se résume à : $p_{B'} \approx p_O \approx p_{O'}$.

Le point B est situé au niveau de l'orifice permettant au dispositif d'être rempli par le fluide. En conséquence, la pression en B est la même que celle qui règne de manière uniforme à l'intérieur et qui est mesurée par le second tube manométrique. Par ailleurs, puisqu'à l'aplomb du point B, les lignes de courant sont rectilignes et parallèles, la loi de l'hydrostatique s'applique pour donner :

$p_{B'} + \rho g z_{B'} = p_B + \rho g z_B$, avec $z_{B'} \approx z_B$. Ce qui conduit simplement à $p_{B'} \approx p_B$.

Pour résumer, on vient de montrer que $p_B \approx p_O$ et $p_A = p_O + \frac{1}{2} \rho U^2$. Or, la différence de niveau Δh lue grâce aux deux tubes manométriques permet d'évaluer la différence de pression entre les points A et B :

$$\left. \begin{array}{l} p_A - p_B = \rho g \Delta h \\ p_A - p_B = \frac{1}{2} \rho U^2 \end{array} \right\} \Rightarrow U = \sqrt{2 g \Delta h}$$

Il en résulte que ce dispositif permet une mesure quasi directe de la vitesse d'écoulement uniforme.

1.4 La viscosité :

C'est une grandeur qui caractérise les frottements internes du fluide, autrement dit sa capacité à s'écouler.

La viscosité c'est en quelque sorte la grandeur qui caractérise, la résistance à l'écoulement.

Considérons deux couches de fluide adjacentes distantes de Δy . La force de frottement F qui s'exerce à la surface de séparation de ces deux couches s'oppose au glissement d'une couche sur l'autre. Elle est proportionnelle à la différence de vitesse des couches soit Δv , à leur surface S et inversement proportionnelle à Δy

Le facteur de proportionnalité μ est le coefficient de viscosité dynamique du fluide.

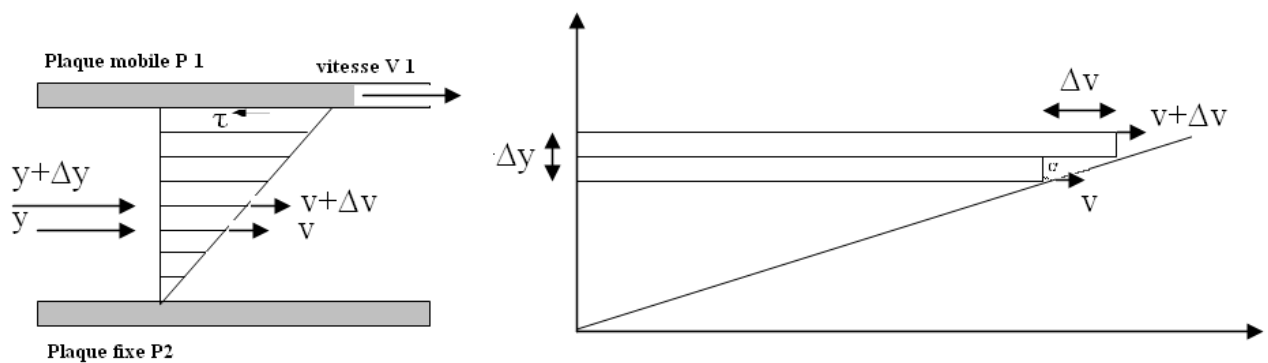


Figure 1.4. La viscosité entre deux parois

où :

F : force de glissement entre les couches en (N),

μ : Viscosité dynamique en (kg/m.s),

S : surface de contact entre deux couches en (m²),

ΔV : Écart de vitesse entre deux couches en (m/s),

ΔZ : Distance entre deux couches en (m).

Remarque : Dans le système international (SI), l'unité de la viscosité dynamique est le Pascal seconde (Pa.s) ou Poiseuille (Pl) : 1 (Pa.s) = 1 Pl = 1 kg/m.s

Remarque 3 (différence entre viscosité dynamique et viscosité cinématique)

La viscosité cinématique caractérise le temps d'écoulement d'un liquide. Par contre, la viscosité dynamique correspond à la réalité physique du comportement d'un fluide soumis à une sollicitation (effort). En d'autre terme, cette dernière exprime la « rigidité » d'un fluide à une vitesse de déformation en cisaillement

Tableau1.1. La viscosité de quelques fluides

	$\nu \text{ (m}^2/\text{s)}$		$\nu \text{ (m}^2/\text{s)}$
Eau liquide	$1,006 \cdot 10^{-6}$	Air	$1,5 \cdot 10^{-5}$
Glycérine	$1,18 \cdot 10^{-3}$	Dioxyde de carbone	$0,8 \cdot 10^{-5}$
Mercure	$1,16 \cdot 10^{-7}$	Hydrogène	$1,5 \cdot 10^{-4}$

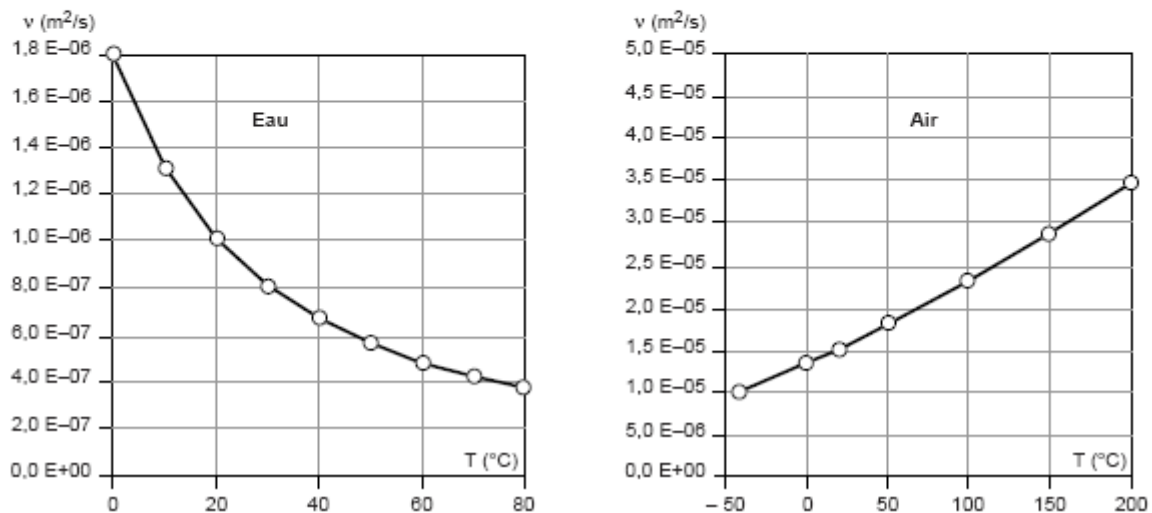


Figure 1.5. Viscosité cinématique de l'eau et de l'air, en fonction de la température, à une pression de 1 atm.

1.5 Le nombre de Reynolds et la nature des écoulements :

Lorsqu'un fluide s'écoule dans une conduite il s'exerce une résistance visqueuse qui crée une perte d'énergie. La chute de pression le long de la conduite s'appelle la perte de charge. Pour des conditions aux limites constantes imposées à l'écoulement, O. Reynolds a montré en 1883 qu'il existe trois sortes d'écoulements suivant la valeur d'un nombre sans dimension appelé nombre de Reynolds et noté

$$Re = VD / \mu$$

- la vitesse d'écoulement v ;
- le diamètre de la tuyauterie D ;
- la viscosité cinématique du fluide μ .

Ces trois facteurs sont liés par l'expression :

- Si v est exprimée en m/s et D en m alors μ est exprimée en m^2/s .
- Si v est exprimée en cm/s et D en cm alors μ est exprimée en Stokes (St)

(1St = $10^{-4} m^2/s$)

Dans les deux cas : Re , le nombre de Reynolds est exprimé sans unité.

- si $Re < 2\,000$ L'écoulement est laminaire
- si $2\,000 < Re < 2\,300$ L'écoulement est transitoire
- si $Re > 2\,300$ L'écoulement est turbulent

On détermine alors un coefficient de pertes de charge λ dépendant du type d'écoulement.

- Ecoulement laminaire $\lambda = \frac{64}{Re}$
- Ecoulement turbulent $\lambda = \frac{0,316}{\sqrt[4]{Re}}$ Formule de Blasius pour $Re < 10^5$

Les écoulements dans les tuyauteries d'installations sanitaires ou de chauffage sont pratiquement toujours turbulents,

1.6-Conclusion :

Les fluides peuvent être classés en **fluides parfaits** (sans frottement), **fluides réels** (avec frottement), **fluides incompressibles** (liquides) et **fluides compressibles** (gaz). Les fluides sont caractérisés par les propriétés suivantes: la masse volumique, le poids volumique, la densité et la viscosité. Ces propriétés seront utilisées ultérieurement.

Le comportement mécanique et les propriétés physiques des fluides compressibles et ceux des fluides incompressibles sont différents. En effet, les lois de la mécanique des fluides ne sont pas universelles. Elles sont applicables uniquement pour une classe de fluides donnée. Conformément à la classification qui a été faite, les lois relatives à chaque type de fluides seront exposées dans la suite du cours d'une façon indépendante.

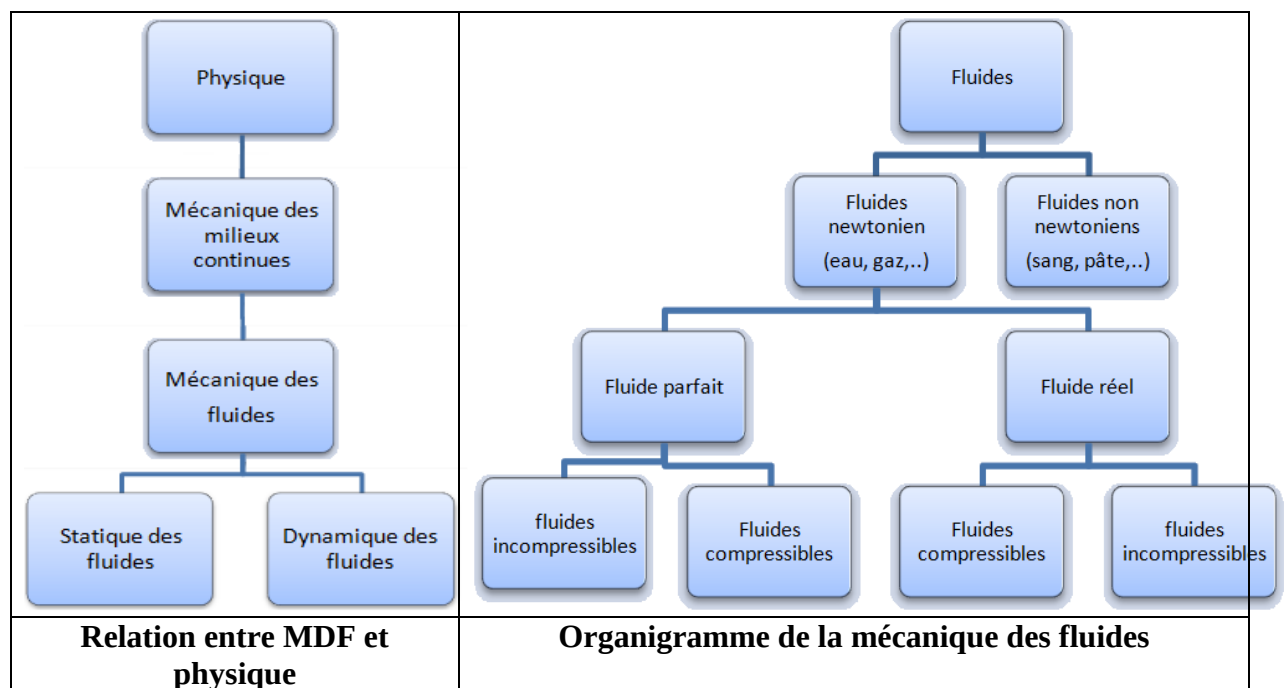


Figure 1.6. Organigramme explicatif de la mécanique des fluides

Chapitre 2

Réalisation d'une maquette des pertes de charges

2.1-Introduction :

On va voir dans ce chapitre comment construire une maquette qui résume quelques causes des pertes de charge (linéaire ou singulière)

1. Matériels
2. Méthodes de travail
3. Difficultés pendant la réalisation

2.2-Matériels :

Pour la réalisation d'une maquette de la perte de charge linéaire et singulière il faut avoir le matériel suivant :

		
8 tuyaux de 110 cm	2 mamlent	8 robinets

		
Un morceau de tube $d > 15$ mm	Des T	Des bises

		
Clapie anti-retour	Des vannes	Vanne



Figure 2.1. Matériels de construction

2.3-Méthodes de travail :

2.3.1 Faire un trou

- Faire un trou dans un tube PVC ce n'est pas facile, il faut chauffer un clou puis l'enfoncer dans le tube avec une grande force si vous n'avez pas les moyens.
- Une autre méthode plus facile, c'est d'utiliser la chignole puis placer le bisse dans le trou est finalement on utilise la colle. Voir les photos ci-dessous.



Figure2.2 : Faire un trou dans un tube de PVC

2.3.2 Faire de la rugosité d'un tube :

On a utilisé une barre de fer de diamètre 6 mm pour faire la rugosité à l'intérieur du tube. L'extrémité de la barre a été coudé de 90° de tel façon qu'elle puisse entrer a l'intérieur du tube (figure 3 a).

La dernier opération, on chauffe la barre puis on a gratté l'intérieur on endommageant la surface lisse du tube.



Figure2.3 : Faire de la rugosité dans un tube de PVC

2.3.3 Faire un diaphragme :

Avec deux morceaux de tube de fer et une rondelle on peut faire un diaphragme voir les photos.



Figure2.4 : Faire diaphragme dans un tube de PVC

2.3.4 La filière :

La filière est élément très nécessaire dans notre travail. Sans elle est impossible de réaliser cette maquette. Figure 4



Figure 2.5. La filière

Le résultat de notre effort est :



Figure 2.6. La maquette de la perte de charge

2.4 Description de la maquette :

La figure 5 montre la maquette vue de dessus et vue de profil : le fluide est de l'eau qui circule en circuit fermé. Il est pompé à partir d'un réservoir et amené par le tuyau horizontal.

Le fluide passe dans 08 tuyaux supérieurs de 1 m de long et de diamètre $D = 15$ mm où les mesures sont effectuées.

Un multi manomètre permet de sélectionner la prise de pression à mesurer, exprimée en Kpa

2.5 Conclusion :

1. Une maquette qui facilite l'étude de plusieurs causes de la perte de charge singulière telle que (coude 90°, coude lisse, la vanne, diaphragme, changement brusque des diamètres, clapet anti-retour)
2. Une maquette qui montre aussi la perte linéaire causée par le frottement (frottement normal et l'autre avec une grande rugosité).
3. Une maquette simple a manipulé.

Chapitre 3

Détermination de la perte de charge

Introduction :

On va voir dans ce chapitre comment déterminer la perte de charge et voir la relation entre la perte de charge linéaire et singulière

1. Définition
2. Les pertes linéaires
3. Les pertes singulières
4. La relation entre les deux pertes
5. Des exemples pratiques de la détermination de la perte de charge

3.1 Définitions:

Lorsqu'un fluide s'écoule dans une conduite il s'exerce une résistance visqueuse qui crée une perte d'énergie. La chute de pression le long de la conduite s'appelle la perte de charge. Pour des conditions aux limites constantes imposées à l'écoulement, O. Reynolds a montré en 1883 qu'il existe deux sortes d'écoulements suivant la valeur d'un nombre sans dimension appelé nombre de Reynolds et noté Re :

$$Re = V.D / \gamma$$

- la vitesse d'écoulement v ;
- le diamètre de la tuyauterie D ;
- la viscosité cinématique du fluide γ ;

Deux possibilités pour les unités : !Si v est exprimée en m/s et D en m alors γ est exprimée en m^2/s . !Si v est exprimée en cm/s et D en cm alors γ est exprimée en Stokes (St). ($1St = 10^{-4} m^2/s$)

Dans les deux cas : le nombre de Reynolds est exprimé sans unité.

- si $Re < 2\,000$ L'écoulement est laminaire
- si $2\,000 < Re < 3\,000$ L'écoulement est transitoire
- si $Re > 3\,000$ L'écoulement est turbulent

On détermine alors un coefficient de pertes de charge λ dépendant du type d'écoulement.

Écoulement laminaire

$$\lambda = \frac{64}{Re}$$

Écoulement turbulent

$$\lambda = \frac{0,316}{\sqrt[4]{Re}}$$

Formule de Blasius pour $Re < 10^5$

Autrement, les pertes de charge d'un fluide en mouvement entre deux points d'une tuyauterie correspondent à la diminution de pression statique du fluide entre ces deux points.

Il existe deux sortes de pertes de charge :

- les pertes de charge **linéaires** (ou linéiques) dues aux frottements du fluide sur la paroi interne de la tuyauterie ;
- les pertes de charge **locales** (ou singulières) provoquées par les accidents sur la tuyauterie (coudes, vannes de réglage, robinets,...).

3.2 Relation entre les pertes de charges:

3.2.1 Pourquoi provoquer des pertes de charge ?

Dans l'équilibrage d'un réseau d'alimentation, il est parfois nécessaire de créer des pertes de charge pour diminuer la pression du fluide dans certaines parties de l'installation.

Prenons l'exemple d'une colonne montante de 30 mètres de hauteur (alimentation en eau d'un immeuble de 30 mètres de haut soit 7 étages). La norme impose une pression d'utilisation disponible pour chaque appartement de 3 bars.

La pression au point le plus bas de la colonne montante (rez-de-chaussée) doit donc être de 6 bars (3 bars disponibles pour l'appartement du dernier étage + 3 Bars pour monter à 30 m).

L'appartement le plus bas ne peut pas être alimenté sous une pression de 6 bars D'où la nécessité de "créer une perte de charge" de 3 bars par un réducteur de Pression à l'entrée de cet appartement. A chaque étage, un réducteur de pression Permettra en créant une perte de charge adaptée d'alimenter l'appartement à une Pression de 3 bars.

Les écoulements dans les tuyauteries d'installations sanitaires ou de chauffage sont pratiquement toujours turbulents, nous travaillons donc en priorité avec nos élèves sur ce type d'écoulement.

Les écoulements laminaires ou transitoires sont étudiés plus rapidement et uniquement au travers d'exercices.

Il faut préciser également que nous nous limitons à l'étude des écoulements dans les tuyauteries de cuivre (car les plus fréquemment rencontrées). Nous pouvons ainsi négliger l'influence de la rugosité et utiliser la formule de Blasius pour la détermination du coefficient de pertes de charge λ servant dans le calcul de ces dernières.

D'autres formules plus complexes, mais trop délicates à utiliser avec nos élèves, intègrent la rugosité de la tuyauterie (formules de Lebeau, Colebrook, Karman-Nikuradse.....).

Celle de Blasius, plus simple, est tout à fait valable dans le domaine du nombre de Reynolds correspondant aux écoulements que nous étudions.

3.2.2 Détermination des pertes de charge linéaires.

Nous proposons deux méthodes pour déterminer les pertes de charge, la méthode "scientifique" et la méthode "technologique".

a) Première méthode : par **calcul**, c'est la méthode privilégiée en sciences physiques.

Les pertes de charge linéaires Δp se déterminent à l'aide de l'équation :

$$\Delta p = \lambda \times \frac{L}{D} \times \frac{1}{2} \times \rho \times v^2$$

Δp : pertes de charge en Pa

λ : coefficient de pertes de charge (Sans unité)

L: longueur tuyauterie en m

D: diamètre en m

ρ : masse volumique en kg/m³

v :vitesse du fluide en m/s

b) Deuxième méthode : c'est la méthode privilégiée en technologie.

Les professionnels ne refont évidemment pas tous ces calculs, ils utilisent des abaques faisant apparaître directement les pertes de charge en fonction des caractéristiques du circuit étudié (débit, diamètre tuyauterie, vitesse,...)

Exemple:

De l'eau, à la température de 60°C s'écoule à la vitesse de 0,7 m/s dans un tuyau de cuivre de 5 m de long et de 30 mm de diamètre intérieur.

a) Méthode scientifique : déterminer la nature de l'écoulement puis calculer les pertes de charge dues à la longueur de la tuyauterie.

b) Méthode technologique : déterminer les pertes de charge à l'aide de l'abaque“
Pertes de charge, eau à 60°C, tube de cuivre.

Réponses :

Pour déterminer la nature de l'écoulement, il faut calculer le nombre de Reynolds Re

$$Re = \frac{v \times D}{\gamma} = \frac{70 \times 3}{4,8 \times 10^{-3}} = 43750 \quad \text{donc écoulement turbulent}$$

$$\lambda = \frac{0,316}{\sqrt[4]{Re}} = \frac{0,316}{\sqrt[4]{43750}} = 0,0218495$$

$$\Delta p = \lambda \times \frac{L}{D} \times \frac{1}{2} \times \rho \times v^2 = 0,0218495 \times \frac{5}{0,03} \times 0,5 \times 983 \times 0,7^2 = 877 \text{ Pa}$$

Si $v = 0,7 \text{ m/s}$ et $D = 30 \text{ mm}$ alors $\Delta p = 18 \text{ mm.c.e}$ par mètre de tuyauterie.

Donc pour 5m $\Delta p = 5 \times 18 = 90 \text{ mm.c.e} = 0,09 \text{ m.c.e}$

Transformation en Pa : $\Delta p = 0,09 \times 100000 / 10,2 = 880 \text{ Pa}$

Commentaires : Les élèves admettent que quels que soit la méthode utilisée les résultats sont très proches, ils s'aperçoivent également que la méthode technologique est bien plus rapide et plus simple que la méthode scientifique. Nous insistons alors sur le fait que les abaques sont construits à partir des calculs afin de déterminer beaucoup plus rapidement les pertes de charge sur le terrain.

3.2.3 Détermination des pertes de charge locales.

a) La méthode directe.

La perte de charge de chaque obstacle est déterminée par la relation :

$$\Delta p = \frac{1}{2} \times k \times \frac{v^2}{g}$$

où Δp est exprimée en m.c.e, v en m /s et g en N/kg

K étant un coefficient de pertes de charge locales caractéristique de l'obstacle rencontré, dont la valeur est indiquée par le constructeur.

b) La méthode équivalente.

Elle consiste à remplacer "l'incident de parcours" (vanne, robinet.....) par une longueur droite de tuyauterie de même diamètre dont la perte de charge linéaire est égale à la perte de charge locale de "l'incident".

Les longueurs droites correspondant à chaque "incident" sont ajoutées à la longueur de la tuyauterie, permettant ainsi d'obtenir une longueur totale fictive à laquelle est appliquée la formule des pertes de charge linéaires.

Nous privilégions cette méthode avec nos élèves. Ils disposent des abaques donnant les valeurs des longueurs droites équivalentes

Exemple:

Sur le tuyau de cuivre de 5 m de long, 30 mm de diamètre, dans lequel circule de l'eau à 60°C avec une vitesse de 0,7 m/s nous installons un coude soudé à 90° et un robinet à vanne ouvert de mêmes diamètres.

Calculer les pertes de charge totales de l'installation.

Solution :

Voir abaque page 18 : Coude soudé à 90° : longueur équivalente 0,6 m

Robinet : longueur équivalente 0,25 m

Longueur équivalente totale : 5 m (tuyauterie) + 0,6 m (coude soudé) + 0,25 m (robinet) = 5,85 m

Le coefficient

$$\Delta p_{\text{totale}} = \lambda \times \frac{L}{D} \times \frac{1}{2} \times \rho \times v^2 = 0,0218495 \times \frac{5,85}{0,03} \times 0,5 \times 983 \times 0,7^2 = 1026 \text{ Pa}$$

3.3 Conclusion:

Il y a une relation entre les pertes de charge linéaire et singulière et on peut utiliser la formule de l'un pour trouver l'autre en cas d'absence de données.

Chapitre 4

Résultats et discussion

Introduction

On va voir dans ce chapitre les résultats obtenus dans nos expériences et une simulation du tube témoin rien que pour avoir une idée sur la répartition de la pression dans le tube et de voir le profile de la vitesse.

4.1 Expérience:

- Ouvrir la vanne supérieure (v) du by-pass, afin d'avoir au démarrage un débit nul dans la conduite
- Faire démarrer la pompe : mettre la manette du contacteur sur la position ON et appuyer sur le bouton noir.
- Fermer légèrement la vanne. L'eau remplit alors le seau de tranquillisation (système de régulation) puis il circule dans le tuyau.



Figure 4.1 Banc d'essai des pertes de charges

4.2 Résultats:

4.2.1 Résultat expérimental

D'après le tableau obtenus, on remarque que chaque tuyau à sa propre perte de charge suivant l'obstacle. Cette perte peut être calculée comme elle peut être mesurée directement par un nanomètre comme est notre cas.

Toutes les pertes de charges sont comparées avec le tube témoin et ce là pour avoir une idée concrète sur les causes de la perte de charge singulière.

La différence de ΔP entre tuyaux 1 et 2 est dû à la rugosité du tuyau 2 et en remarque que la valeur prend un signe négatif...

Nous n'avons aucune explication pourquoi ce signe négatif

Tuyau 5: la vanne a été ouverte 100% dans le premier cas et puis elle a été demi-fermé pour la deuxième mesure.

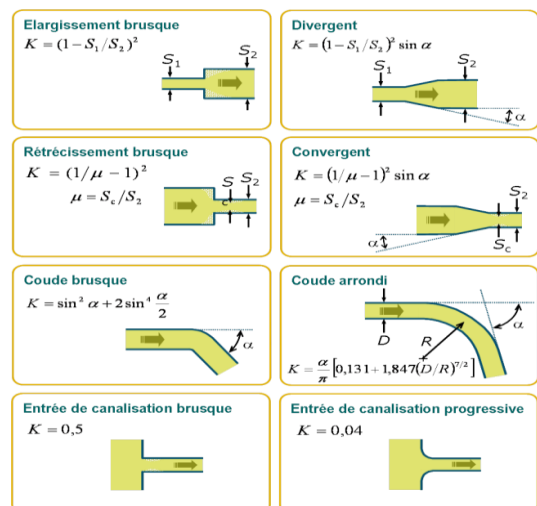
Tableau des valeurs des pertes de charges expérimentales

	Temps1 (s)	Temps2 (s)	Temps moy (s)	$\Delta P1$ (Kpa)	$\Delta P1$ (Kpa)	Δt moy (pa)
tuyau 1	11,11	11,05	11,08	0,76	0,86	0,00081
tuyau 2	9,09	8,5	8,795	-3,91	-3,93	-0,00392
tuyau 3	9,81	9,63	9,72	2,17	2,19	0,00218
tuyau 4	12,6	12,55	12,575	4,37	4,41	0,00439
tuyau 5	10,3	10,12	10,21	3,81	3,95	0,00388
tuyau 5	10,26	10,25	10,255	9,33	9,33	0,00933
tuyau 6	11,16	11,2	11,18	4,29	4,54	0,004415
tuyau 7	9,76	9,6	9,68	4,27	4,26	0,004265
tuyau 8	13,68	13,54	13,61	4,11	4,07	0,00409

Nous n'avons pas calculé le K mais nous avons donné la méthode de la calculer suivant la figure

Figure 4.2 les valeurs de K

**Ref: Janvier 2013-Etude échappement accordé
Et Circuit de refroidissement partie 3.**



4.2.2. Simulation des écoulements dans le tube témoin n° 1

On utilise le logiciel Fluent on peut voir la répartition des la pression et la profile de la vitesse dans un tuyau

a) Cas d'un écoulement laminaire

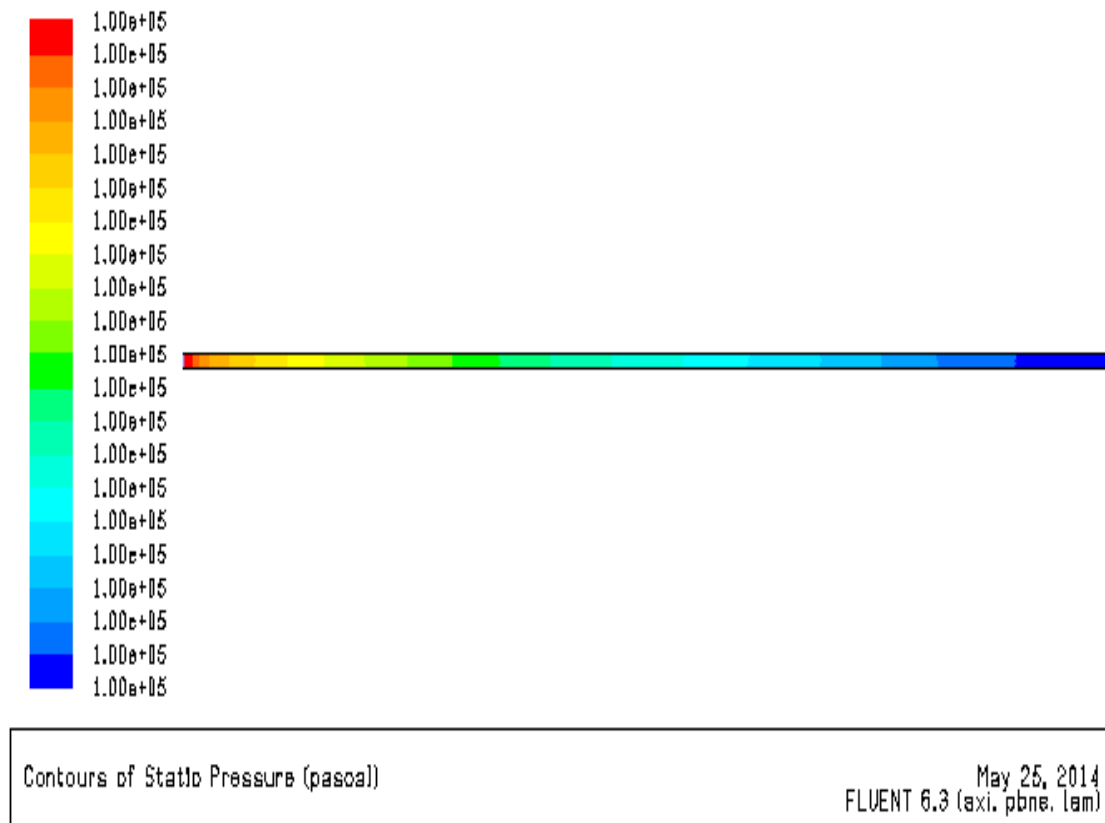


Figure4.3 la répartissant de la pression dans le tuyau témoin

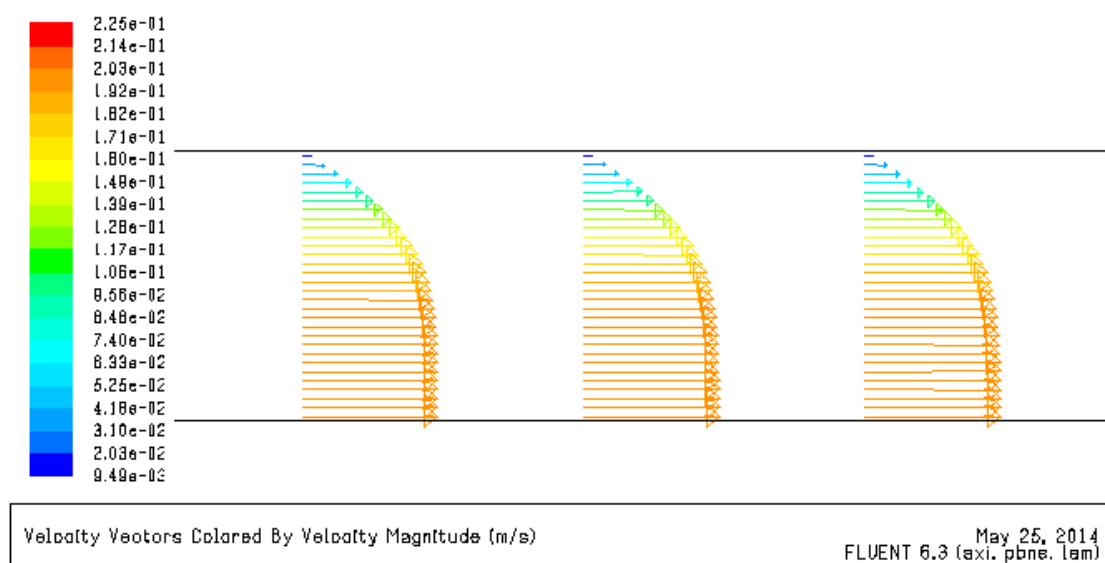


Figure4.4 le profile de la vitesse dans le tuyau témoin

b) Cas d'un écoulement turbulent

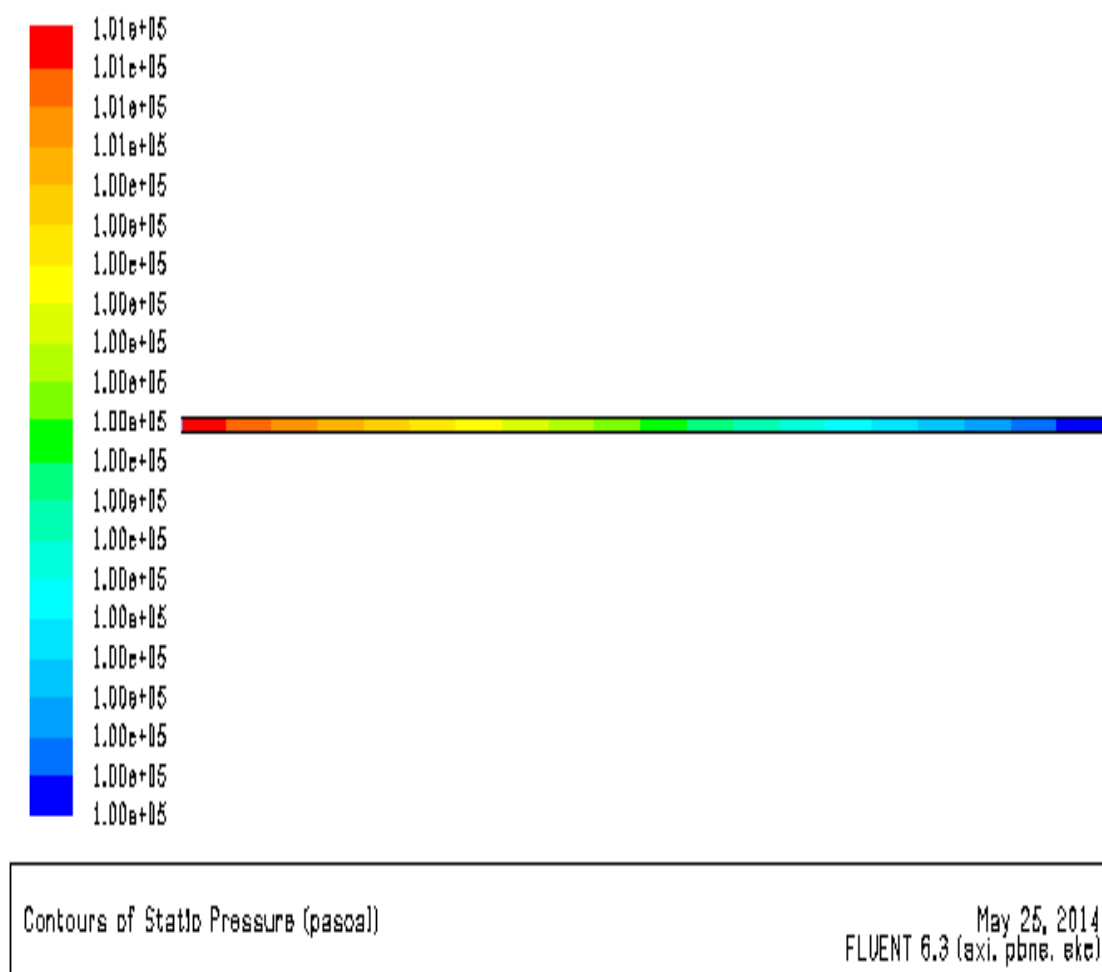


Figure4.5 la répartition de la pression dans le tuyau témoin

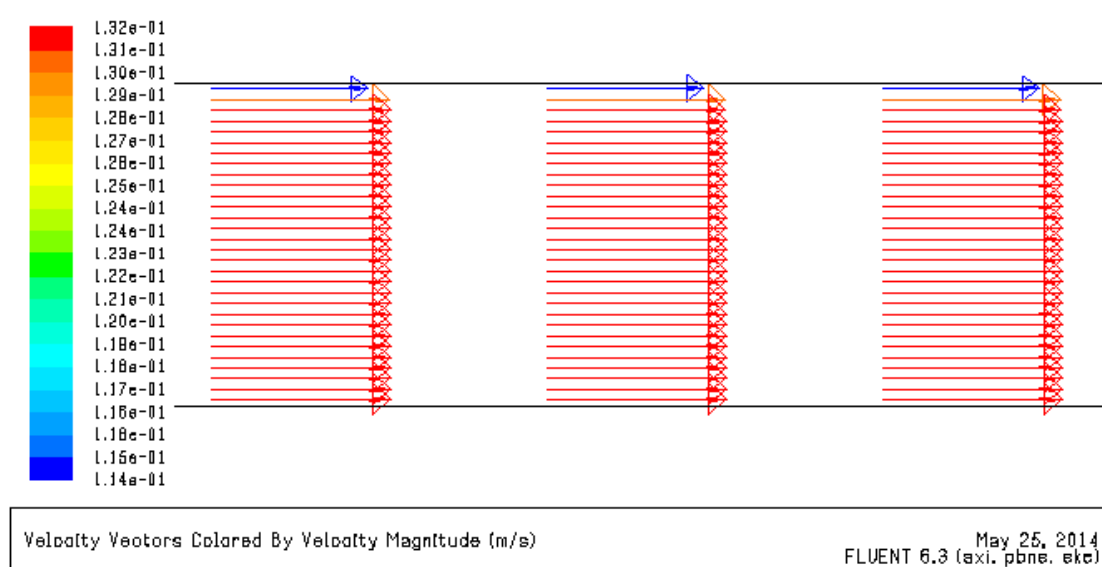


Figure4.6 le profile de la vitesse dans le tuyau témoin

Conclusion:

1. Les pertes de charges sont bien visibles pour l'utilisateur de la maquette.
2. Il peut faire facilement la comparaison entre les ΔP des tuyaux.
3. Les plus grandes ΔP sont bien dans les tuyaux 4 (diaphragme), 6 (clapies antiretour), 7 et 8 les coudes.
4. Dans le tuyau 5, là ΔP est 9.33 Kpa car la vanne est demi-fermée.
5. La répartition de la pression est bien claire dans les deux cas (laminaire et turbulent)
6. Le profil de la vitesse est bien conforme à nos résultats.

Poster

Journée d'étude : Diagnostic et réhabilitation des systèmes d'AEP et d'assainissement , mardi 06 mai 2014



Les pertes de charges dans un système AEP

Imad Saharaoui¹, Soltan Mohamed Yacine² et Abderrahmane Khechekhouche³
 1 Faculté des sciences et technologie, Université d'el oued
 2 Faculté des sciences et technologie, Université d'el oued
 3 Faculté des sciences et technologie, Université d'el oued
imad@univ-eloued.dz

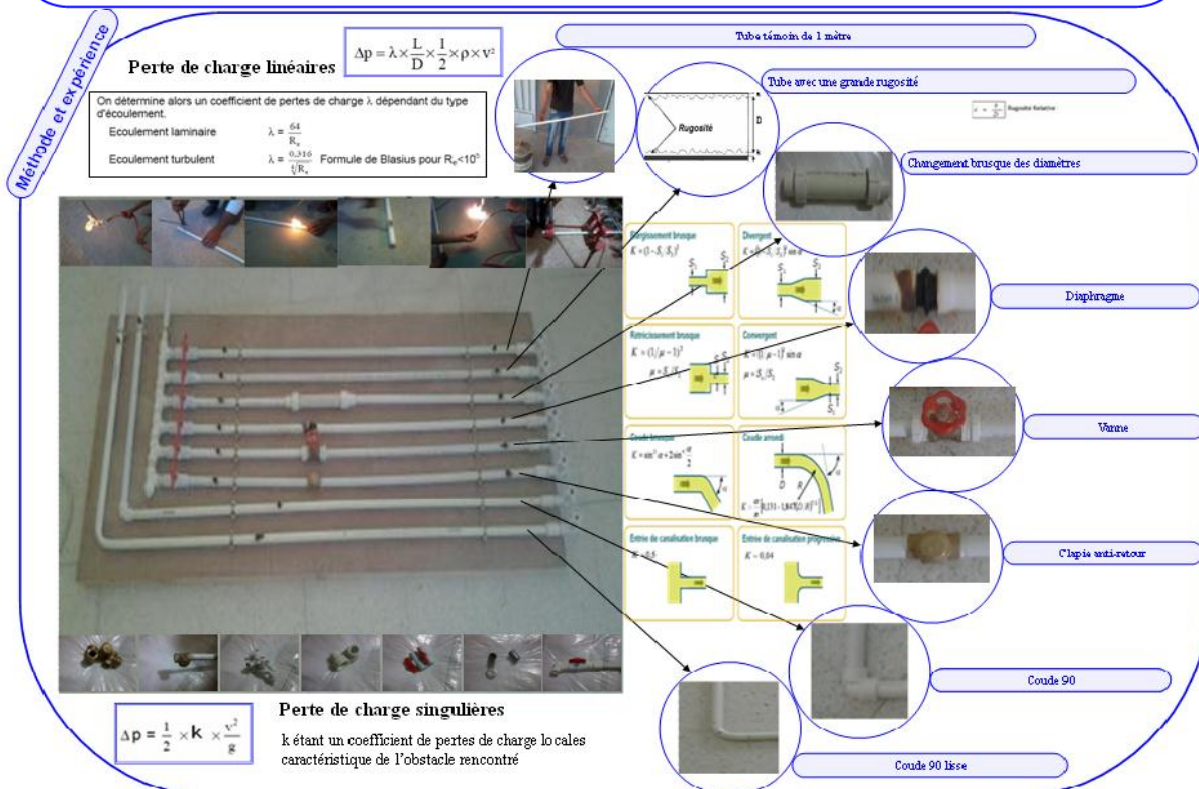


Introduction

Les pertes de charge d'un fluide en mouvement entre deux points d'une tuyauterie correspondent à la diminution de pression statique du fluide entre ces deux points. Il existe deux sortes de pertes de charge :

- les pertes de charge **linéaires** (ou linéiques) dues aux frottements du fluide sur la paroi interne de la tuyauterie ;
- les pertes de charge **locales** (ou singulières) provoquées par les accidents sur la tuyauterie (coudes, vannes de réglage, robinets, ...).

Le but de notre travail c'est de rassembler pleureuses causes des pertes de charges singulières dans une seule maquette pour faciliter l'étude de ses pertes. Les résultats obtenus sont conformes aux résultats obtenus par d'autres maquettes originales. On prend $L = 1$ m et D du tuyau 15 mm.



Résultats et discussion

D'après le tableau obtenu, on remarque que chaque tuyau à sa propre perte de charge suivant l'obstacle. Cette perte peut être calculée comme elle peut être mesurée directement par un nanomètre comme est notre cas. Toutes les pertes de charges sont comparées avec le tube témoin et ce là pour avoir une idée concrète sur les causes de la perte de charge singulière. La différence de ΔP entre tuyaux 1 et 2 est dû à la rugosité du tuyau 2 et en remarque que la valeur prend un signe négatif... Tuyau 5: la vanne a été ouverte 100% dans le premier cas et puis elle a été demi-fermé pour la deuxième mesure.

	Temps1 (s)	Temps2 (s)	Temps moy (s)	$\Delta P1$ (Kpa)	$\Delta P1$ (Kpa)	Δt moy (pa)
tuyau 1	11,11	11,05	11,08	0,76	0,86	0,00081
tuyau 2	9,09	8,5	8,795	-3,91	-3,93	-0,00392
tuyau 3	9,81	9,63	9,72	2,17	2,19	0,00218
tuyau 4	12,6	12,55	12,575	4,37	4,41	0,00439
tuyau 5	10,3	10,12	10,21	3,81	3,95	0,00388
tuyau 5	10,26	10,25	10,255	9,33	9,33	0,00933
tuyau 6	11,16	11,2	11,18	4,29	4,54	0,00415
tuyau 7	9,76	9,6	9,68	4,27	4,26	0,00426
tuyau 8	13,68	13,54	13,61	4,11	4,07	0,00409

Remerciement

Un grand remerciement au Magasin Saharaoui de Hobba – Réguaiba et au laboratoire hydromécanique n° 8 de l' université d'El oued.

Bibliographie

A. Boussicaud, Calcul des pertes de charge, Les Éditions Parisiennes
 Pierre Dessers, les pertes de charge dans les tuyauteries (initiation au calcul)

Conclusion

1. Les pertes de charges sont bien visibles pour l'utilisateur de la maquette.
2. Il peut faire facilement la comparaison entre les ΔP des tuyaux.
3. Les plus grandes ΔP sont bien dans les tuyaux 4 (diaphragme), 6 (clapet anti-retour), 7 et 8 les coudes.
4. Dans le tuyau 5, la ΔP est 9.33 Kpa car la vanne est demi fermée.

Conclusion générale:

1. Une maquette qui facilite l'étude de plusieurs causes de la perte de charge singulière telle que (coude 90°, coude lisse, la vanne, diaphragme, changement brusque des diamètres, clapet anti-retour)
2. Il y a une relation entre les pertes de charge linéaire et singulière et on peut utiliser la formule de l'un pour trouver l'autre en cas d'absence de données.
3. Les pertes de charges sont bien visibles pour l'utilisateur de la maquette.
4. On peut facilement faire la comparaison entre les ΔP des tuyaux.

Bibliographies:

1. Ref : B. Capoen et B. Bonnel, représentation université Metz Octobre 2004.
2. P.-L. V IOLLET, Mécanique des fluides à masse volumique variable, Presses des Ponts et Chaussées, 1997.
3. Ref: Reynolds Number and Transitional Flow, TQ Education and Training Ltd 2006
4. A. Boussicaud, Calcul des pertes de charge, Editions Parisiennes, 2007.
5. Pierre Dessers, les pertes de charge dans les tuyauteries (initiation au calcul), 2012.
6. FLUENT 6.3 User's Guide, Fluent Inc., 2006.

Résumé

L'objectif de notre travail c'est de construire un banc d'essai des pertes de charges ΔP soit linéaire soit singulières puis de comparer les résultats obtenus.

1. Les plus grandes ΔP sont bien dans les tuyaux 4 avec un diaphragme, le tuyau 6 avec un clapet antiretour), et finalement les tuyaux 7 et 8 avec les coudes.
2. Dans le tuyau 5, là ΔP est 9.33 Kpa car la vanne est demi-fermée.
3. Pour le tuyau avec une grande rugosité n°2 la $\Delta P = -3,93$ est négative. Malheureusement on n'a pas de réponse bien précise du signe négatif.

Abstract

The objective of our work it is to build a bench test of the losses of loads ΔP or linear or singular then of compared the obtained results

1. The biggest ΔP is in pipe 4 with a diaphragm, pipe 6 with a claps anti return and finally 7 and 8 with elbows.
2. In the pipe 5, there ΔP is 9.33 Kpa because the gate (crack) is half-closed.
3. The pipe with a big roughness n°2 $\Delta P = 3,93$ is negative. Unfortunately we have no a precise answer of the negative sign.