

Université Med Boudiaf de M'sila
Faculté de Technologie
Département de Mécanique
Préparé par : M^{me} BENKHERBACHE S.

TP N° 6

Expérience de Reynolds



1-But du TP :

Le but de la manipulation est d'étudier et de mettre en évidence les différents régimes d'écoulement :

- L'écoulement laminaire
- L'écoulement turbulent

2-Théorie :

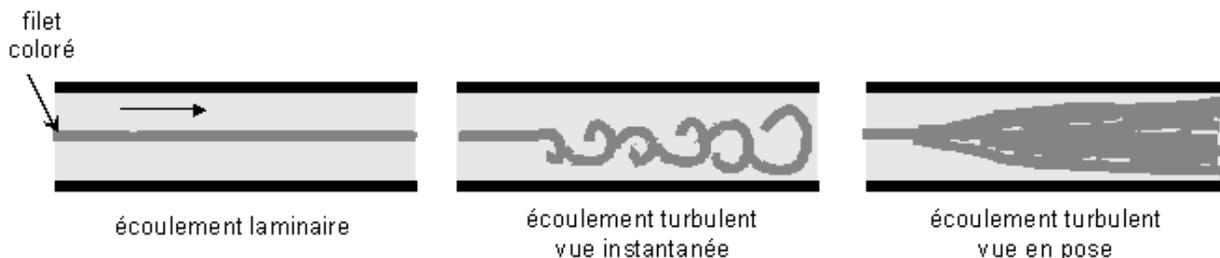
1-Ecoulement laminaire :

Un écoulement est dit laminaire lorsque les couches de fluides en mouvement glissent les unes sur les autres sans s'entremêler. Les lignes de courant dans le cas d'un tube cylindrique sont parallèles à l'axe de l'écoulement, et dans ce cas le colorant utilisé pour mettre en évidence ce type d'écoulement d'une manière expérimentale demeure facilement identifiable. Ainsi les filets de fluide sont des lignes régulières sensiblement parallèles entre elles.

2- Ecoulement turbulent :

Un écoulement est dit turbulent lorsque les couches de fluides en mouvement ont tendance à s'entremêler les unes sur les autres. Les lignes de courant ne sont pas parallèles à l'axe de l'écoulement et varient d'une manière aléatoire. Lors de la turbulence le colorant se disperse. Les filets de fluide s'enchevêtrent et s'enroulent sur eux-mêmes.

Le passage du régime laminaire au régime turbulent est obtenu par augmentation progressive du débit d'écoulement qui se fait par étapes. La zone de transition est appelée régime transitoire. Expérimentalement le filet coloré paraît osciller et vibrer, il devient sinueux avant que la dispersion n'intervienne.



3-Le nombre de Reynolds :

La nature de l'écoulement est liée à la vitesse du fluide, sa viscosité et les dimensions de la conduite selon le nombre sans dimension appelé **Nombre de Reynolds** désigné par **Re** reconnu à l'échelle internationale pour la détermination du régime d'écoulement d'un fluide et

qui est défini comme suit :
$$\mathbf{Re} = \frac{\mathbf{V}d}{\mathbf{\nu}} = \frac{\mathbf{forces\ d'inertie}}{\mathbf{forces\ visqueuses}}$$

V : la vitesse moyenne de l'écoulement de fluide

Avec $\mathbf{\nu} = \frac{\mathbf{\mu}}{\mathbf{\rho}}$ **\nu** : la viscosité cinématique, **\mu** la viscosité dynamique du fluide

\rho : la masse volumique du fluide.

3-Appareillage :

- 1- Appareil d'Osborne Reynolds.
- 2- Banc hydraulique
- 3- Chronomètre
- 4- Règle graduée
- 5- Thermomètre
- 6- Eprouvette graduée

4-Mode opératoire :

- 1- Disposer le colorant, diluer avec une quantité d'eau juste nécessaire pour les travaux et ce dans le bol supérieur disposé à cet effet.
- 2- Mettre le dispositif avec la tige et la seringue en place au dessus du bac d'eau de l'appareil en faisant attention pour l'introduire dans le tube en forme de vase.
- 3- Procéder à l'alimentation en l'eau du bac (devant être rempli à priori de billes de plexiglas, ces dernières ont pour rôle de stabiliser l'écoulement).
- 4- Quand le niveau de l'eau atteindra le top du vase, il va s'écouler vers le bas à travers le tube de visualisation et d'observation de l'écoulement pour verser (l'écoulement d'eau) dans le fond du réservoir du banc.
- 5- Ouvrir partiellement la vanne de régulation de débit et régler la vanne de régulation du colorant jusqu'à ce qu'il s'écoule lentement. Il faut que la vitesse du filet du colorant soit plus proche possible de celle de l'eau à l'entrée.
- 6- Mesurer le débit par la méthode volumétrique (mesurer le temps de remplissage d'une éprouvette graduée, faire la mesure(02) fois) et mesurer le diamètre du tube utilisé. On pourra aussi utiliser le petit bac du fond ou le grand bac qui sont gradués en litre, voir tube en verre en bas et à gauche du banc et bien sure chronométrer les temps de remplissage. Utiliser de préférence le petit bac.
- 7- Mesurer la température de l'eau qui servira à la détermination de la viscosité.

5- Observations et remarques :

En ouvrant plus ou moins la vanne de régulation de débit, on fait varier la vitesse de l'écoulement.

- 1- **Pour des débits faibles :** le colorant est amené vers le centre du tuyau et se présente sous la forme d'un filet coloré parfaitement net et bien délimité et qui ne se mélange pas aux filets voisins. **C'est le régime d'écoulement laminaire.**
- 2- **Pour les débits plus importants :** le filet coloré paraît osciller et vibrer, il devient sinueux .**C'est le régime d'écoulement transitoire.**
- 3- **Pour les débits beaucoup plus importants :** le filet coloré se rompt, il ne conserve plus son identité propre et se divise en un très grand nombre de particules animées chacune de mouvement transversaux et désordonnées de telle sorte que toute la matière colorante se répartie dans la masse en mouvement qui acquiert une coloration uniforme. **C'est le régime d'écoulement turbulent.**

6-Travail demandé :

- 1- Mesurer la température de l'eau.
- 2- Déterminer la viscosité cinématique de l'eau en fonction de la température en utilisant le tableau suivant.

Température en (°C)	10	15	20	25	30	35
Viscosité cinématique (m ² /s) x10 ⁻⁶	1.308	1.142	1.007	0.897	0.804	0.727

- 3- Que faut-il constater pour chaque étape de débit.
- 4- Vérifier ce phénomène en calculant le nombre de Reynolds sachant que si
- **Re < 2000 le régime est laminaire**
 - **2000 < Re < 4000 le régime est transitoire**
 - **Re > 4000 le régime est turbulent**

Noter que :
$$\mathbf{Re} = \frac{Vd}{\nu}$$

V : la vitesse moyenne de l'écoulement de fluide en (m/s)
d : diamètre intérieur du tube en mm (dans ce cas d=10mm)
ν : la viscosité cinématique en m²/s.

5- Dresser le tableau suivant :

N° de l'expérience	Conditions visuelles du colorant	Volume V (l)	Temps t (s)	Débit Q (m ³ /s)	Vitesse V (m/s)	Nombre de Reynolds Re	Régime
01							
02							
03							

- 6- Commenter la partie observation et remarque.
- 7- Donner une conclusion générale.