

Mécanique des fluides :

Relation de Bernoulli et application

Viscosité d'un fluide

I. Compétences expérimentales

Compétence	Capacité associée
S'approprier	<ul style="list-style-type: none"> - rechercher, extraire et organiser l'information en lien avec une situation expérimentale - énoncer une problématique d'approche expérimentale
Analyser	<ul style="list-style-type: none"> - formuler et échanger des hypothèses - proposer une stratégie pour répondre à la problématique - proposer un modèle - choisir, concevoir ou justifier un protocole ou un dispositif expérimental - évaluer l'ordre de grandeur d'un phénomène et de ses variations
Réaliser	<ul style="list-style-type: none"> - mettre en œuvre un protocole - utiliser (avec la notice) le matériel de manière adaptée, en autonomie pour celui de la liste « matériel », avec aide pour tout autre matériel - mettre en œuvre des règles de sécurité adéquates - effectuer des représentations graphiques à partir de données expérimentales
Valider	<ul style="list-style-type: none"> - exploiter des observations, des mesures en identifiant les sources d'erreurs et en estimant les incertitudes - confronter un modèle à des résultats expérimentaux - confirmer ou infirmer une hypothèse, une information - analyser les résultats de manière critique - proposer des améliorations de la démarche ou du modèle
Communiquer	<ul style="list-style-type: none"> - à l'écrit <ul style="list-style-type: none"> o présenter les étapes de son travail de manière synthétique, organisée, cohérente et compréhensible o utiliser un vocabulaire scientifique adapté o s'appuyer sur des schémas, des graphes
Être autonome, faire preuve d'initiative	<ul style="list-style-type: none"> - travailler seul ou en équipe - solliciter une aide de manière pertinente - s'impliquer, prendre des décisions, anticiper

II. Objectifs de la séance de travail expérimental

Dans ce travail expérimental, nous souhaitons caractériser l'évolution d'un fluide en mouvement, en particulier le lien entre sa pression, sa profondeur ou hauteur et sa vitesse. Pour étudier ce phénomène, on utilisera divers capteurs de pression, de vitesse de débit.

Pour vous aider, vous disposez de plusieurs outils (voir en annexe la liste de matériel).

Dans une seconde partie, on tentera de déterminer la viscosité d'un fluide.

III. Manipulations qualitative

1. Manipulation 1

1. Prendre deux feuille de papier.
2. Souffler entre les deux feuilles.
3. Que remarque-t-on ?
4. Interpréter.

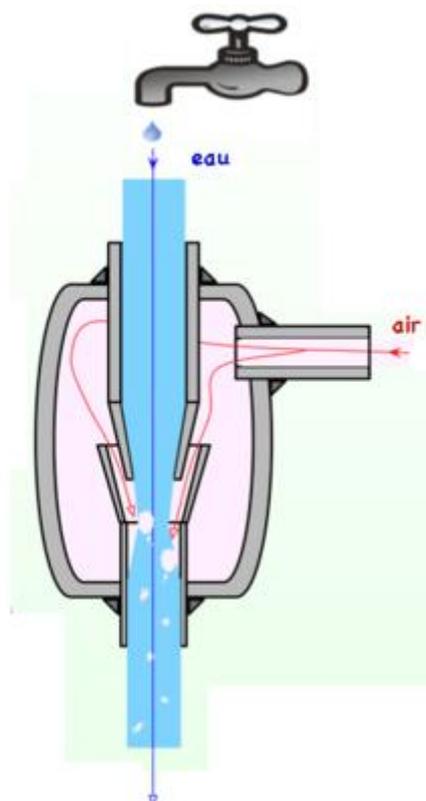
2. Manipulation 2 : trompe à eau

Une trompe à eau ou trompe à vide est un équipement de laboratoire qui permet de faire le vide dans une enceinte confinée, par exemple lors d'une distillation à pression réduite ou bien une filtration sur entonnoir Büchner (aussi connue comme filtration sous vide).

La trompe à eau est composée d'un corps cylindrique creux, d'une prise d'aspiration latérale (perpendiculaire à l'axe de la trompe) ainsi qu'un système de fixation permettant de relier la trompe à un robinet d'eau. Le corps creux possède une section resserrée au niveau de la prise d'aspiration, ce qui permet de créer une dépression par effet Venturi et qui conduit au phénomène d'aspiration.

La trompe à eau est un système efficace, mais qui consomme beaucoup d'eau (le robinet doit être ouvert pendant toute la durée de l'aspiration). Les pressions atteintes sont celles de la pression de vapeur saturante de l'eau à la température de l'écoulement exprimée en mm Hg (millimètre de mercure ou Torr) soit de 10 à 20 mm Hg, ce qui correspond à 1,3 - 2 % de la pression atmosphérique standard (c'est-à-dire 760 mm Hg).

1. Positionner la trompe à eau et le filtre Büchner
2. Déposer le papier filtre sur l'entonnoir.
3. Ouvrir le robinet d'eau.
4. Réaliser la filtration.
5. Interpréter.



IV. Effet Venturi

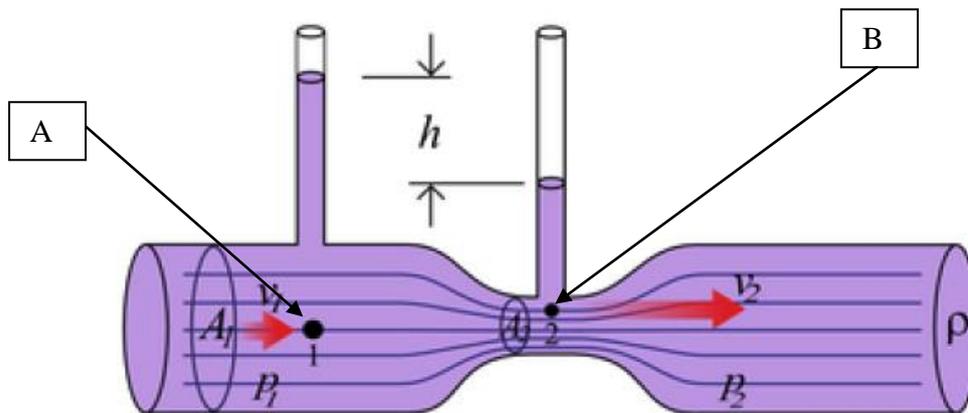
1. Théorie

L'effet Venturi correspond à un changement de pression dans un tube de section variable (pour un écoulement incompressible parfait).

On établit que la vitesse un point est donnée par la formule $v = \sqrt{\frac{2(P_A - P_B)}{\rho \left(1 - \frac{S_B}{S_A}\right)}}$.

ρ est la masse volumique du fluide

2. Manipulations



1. Utiliser le multimanoscope raccordé aux ouvertures pratiquées dans la tuyère à diverse sections.
2. Augmenter le débit de la soufflerie (aspirateur) et vérifier la relation théorique.
3. Pour cela, connaissant l'angle d'inclinaison des tubes, déterminer l'expression de la différence de pression en $P_A - P_B$ en fonction de la longueur L de liquide dans le tube incliné ou non.
4. Comparer alors la vitesse mesuré par le tube de Pitot et celle estimée via la formule ci dessus.
5. Citer quelques applications de cet effet.

V. Viscosimètre à bille

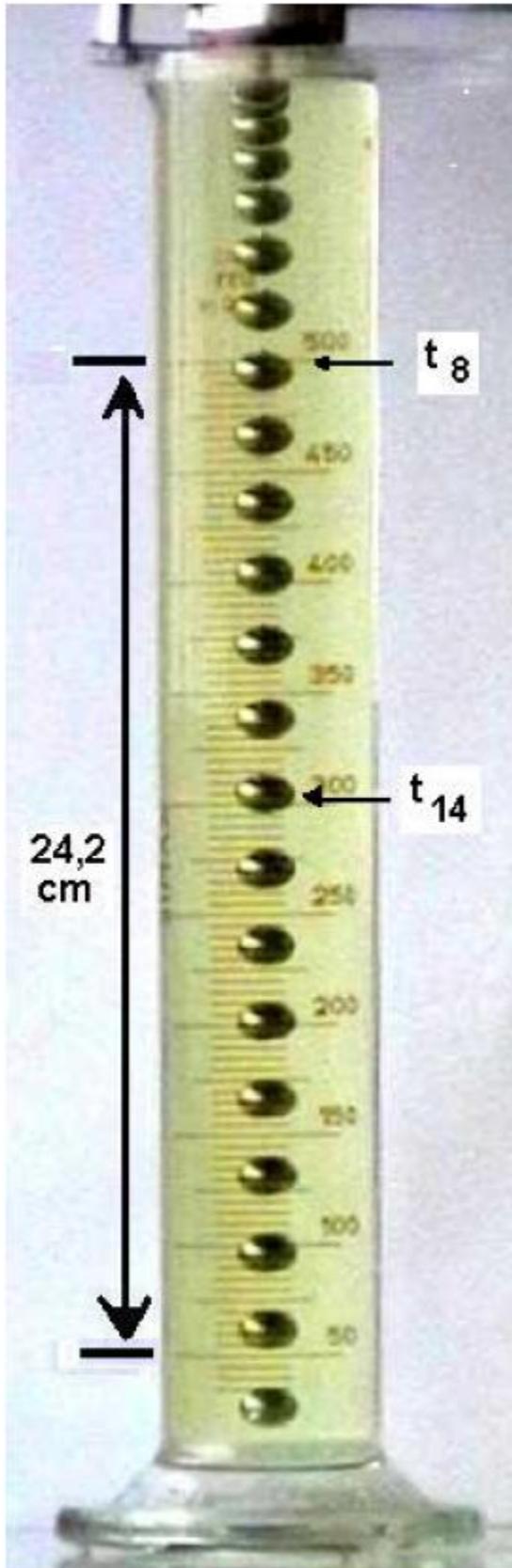
Lors de la chute d'une bille dans un fluide visqueux, on constate après un très court régime transitoire que la bille atteint un régime permanent et donc une vitesse limite, qui dépend des masses volumiques (de la bille et du fluide), du rayon R de la bille et de la viscosité dynamique η .

1. Etablir l'expression de la vitesse limite en fonction des divers paramètres.
On donne l'expression de la force de frottement visqueuse
2. Le temps de chute de la bille est mesuré à l'aide d'une caméra ou d'un appareil photographique numérique.
3. Enregistrer le mouvement de la bille.
4. A l'aide de pymecca video et de regressi , tracer l'évolution de la vitesse de la bille.
5. En déduire la vitesse limite expérimentale.
6. A l'aide de l'étude théorique, en déduire l'estimation de la viscosité du fluide.

7. Vous disposez de billes de diverse rayons (mesurer le rayon et la masse). Vérifier l'expression de la vitesse limite proposée et calculer la viscosité du fluide sachant que le fluide est de l'huile de paraffine de densité $d=1,1$ ou de la glycérine.

8. Pourquoi ne faut il pas prendre des billes trop grosses ?

Si le temps imparti est insuffisant, on pourra analyser la chronophotographie suivante pour gagner du temps.



Photographies prises à intervalle de temps régulier de 0,1 s de la chute d'une bille dans la glycérine.

VI. Compte rendu

Compte rendu des travaux expérimentaux et théoriques :

Le compte rendu sera rédigé sous la forme d'un article scientifique court qui présentera les étapes essentielles de votre travail ainsi que les résultats théoriques et expérimentaux obtenus en séance. Vous structurerez le plan de votre écrit en mettant en avant votre démarche et les étapes essentielles qui s'y rattachent.

A cet effet, vous devez rédiger une introduction qui définisse les objectifs de votre travail ainsi qu'une conclusion qui dégage les aspects productifs de votre travail.

Vous évaluer les incertitudes associées à toutes les séries de mesure.

Il pourra être utile de comparer ses données à celles des groupes voisins.

Liste de matériel**6 postes**

- Poste informatique avec Regressi
- Handbook pour masse volumique des fluides
- Capteur de pression à membrane
- Capteur de pression digitale (à console ?)
- Manomètre à eau
- Filtre Buchner et trompe à vide
- Précipiter à filtre
- Feuilles de papier
- Aspirateur
- Tube pour effet venturi
- Eprouvette graduée
- Glycérine
- Bille de différente taille et de masse différentes
- Balance
- Pied Palmer
- Caméra ou appareil photographique numérique

Les capteurs de pression à membrane doivent être muni d'une règle graduée pour réaliser une prise de pression en fonction de la profondeur.