**Travaux Pratiques de Mécanique des Fluides**

**Fiche d’évaluation de TP**

**TP N°3 : Vérification expérimentale du théorème de**

**Bernoulli**

***1- Théorème de BERNOULLI***

**1.1 - Le phénomène**

**Observations**

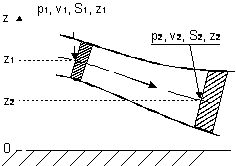
         Une balle de ping-pong peut rester en suspension dans un jet d'air incliné.

         Une feuille de papier est aspirée lorsqu'on souffle dessus.

**Conclusion :**La pression d'un fluide diminue lorsque sa vitesse augmente.

**1.2 - Théorème de Bernoulli pour un écoulement permanent d’un fluide parfait incompressible**

Un *fluide parfait* est un fluide dont l'écoulement se fait *sans frottement*.

On considère un écoulement permanent isovolume d’un fluide parfait, entre les sections S1 et S2, entre lesquelles il n’y a aucune machine hydraulique, (pas de pompe, ni de turbine).

Soit m la masse et V le volume du fluide qui passe à travers la section S1 entre les instants t et t+t. Pendant ce temps la même masse et le même volume de fluide passe à travers la section S2. Tout se passe comme si ce fluide était passé de la position (1) à la position (2).

En appliquant le théorème de l’énergie cinétique à ce fluide entre les instants t et t+t (la variation d’énergie cinétique est égale à la somme des travaux des forces extérieures : poids et forces pressantes), on obtient :

http://www4.ac-nancy-metz.fr/physique/ancien_site/PHYS/Term/Mecaflu/Poly-mecaflu_fichiers/image015.gif

p est la pression statique, **http://www4.ac-nancy-metz.fr/physique/ancien_site/PHYS/Term/Mecaflu/Poly-mecaflu_fichiers/image016.gif** est la pression de pesanteur, http://www4.ac-nancy-metz.fr/physique/ancien_site/PHYS/Term/Mecaflu/Poly-mecaflu_fichiers/image017.gif est la pression cinétique.

Tous les termes s’expriment en pascal.

http://www4.ac-nancy-metz.fr/physique/ancien_site/PHYS/Term/Mecaflu/Poly-mecaflu_fichiers/image018.gifEn divisant tous les termes de la relation précédente par le produit g, on écrit tous les termes dans la dimension d'une hauteur (pressions exprimées en mètres de colonne de fluide).

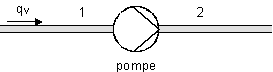
 H est la Hauteur totale,    *http://www4.ac-nancy-metz.fr/physique/ancien_site/PHYS/Term/Mecaflu/Poly-mecaflu_fichiers/image019.gif* est la Hauteur de Pression, z est la cote, http://www4.ac-nancy-metz.fr/physique/ancien_site/PHYS/Term/Mecaflu/Poly-mecaflu_fichiers/image020.gif est la Hauteur cinétique,   *http://www4.ac-nancy-metz.fr/physique/ancien_site/PHYS/Term/Mecaflu/Poly-mecaflu_fichiers/image021.gif* est la Hauteur piézomètrique.

**1.3 - Cas d'un écoulement (1)(2) sans échange de travail**

Lorsque, dans un écoulement d’un fluide parfait, il n'y a aucune machine (ni pompe ni turbine) entre les points (**1)** et (**2)** d'une même ligne de courant, la relation de Bernoulli peut s’écrire sous l'une ou l'autre des formes suivantes :

http://www4.ac-nancy-metz.fr/physique/ancien_site/PHYS/Term/Mecaflu/Poly-mecaflu_fichiers/image022.gif    ou        http://www4.ac-nancy-metz.fr/physique/ancien_site/PHYS/Term/Mecaflu/Poly-mecaflu_fichiers/image023.gif

**1.4 - Cas d'un écoulement (1)(2) avec échange d’énergie**

Lorsque le fluide traverse une machine hydraulique, il échange de l’énergie avec cette machine sous forme de travail W pendant une durée t. La puissance P échangée est      http://www4.ac-nancy-metz.fr/physique/ancien_site/PHYS/Term/Mecaflu/Poly-mecaflu_fichiers/image025.gif

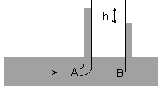
Unités : P en watt (W), W en joule (J),  t en seconde (s).

         P > 0 si l’énergie est reçue par le fluide (ex. : pompe) ;

         P< 0 si l’énergie est fournie par le fluide (ex. : turbine).

Si le débit-volume est qv, la relation de Bernoulli s’écrit alors :    http://www4.ac-nancy-metz.fr/physique/ancien_site/PHYS/Term/Mecaflu/Poly-mecaflu_fichiers/image026.gif

***2 - Application du Théorème de Bernoulli :***

**4.1 - **Tube de pitot**

On considère un liquide en écoulement permanent dans une canalisation et deux tubes plongeant dans le liquide, l'un débouchant en A face au courant, et l'autre en B est le long des lignes de courant, les deux extrémités étant à la même hauteur. Au point B, le liquide a la même vitesse v que dans la canalisation et la pression est la même que celle du liquide pB= p.

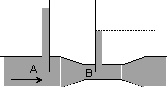
En A, point d'arrêt, la vitesse est nulle et la pression est pA.

D'après le théorème de Bernoulli,

http://www4.ac-nancy-metz.fr/physique/ancien_site/PHYS/Term/Mecaflu/Poly-mecaflu_fichiers/image028.gif         http://www4.ac-nancy-metz.fr/physique/ancien_site/PHYS/Term/Mecaflu/Poly-mecaflu_fichiers/image029.gif

En mesurant la dénivellation h du liquide dans les deux tubes, on peut en déduire la vitesse v d'écoulement du fluide.

**2.2 - Phénomène de Venturi**

Un conduit de section principale SA subit un étranglement en B où sa section est SB. La vitesse d’un fluide augmente dans l’étranglement, donc sa pression y diminue : vB> vA  pB< pA

Le théorème de Bernoulli s'écrit ici :

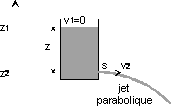
http://www4.ac-nancy-metz.fr/physique/ancien_site/PHYS/Term/Mecaflu/Poly-mecaflu_fichiers/image031.gif

D'après l'équation de continuité, http://www4.ac-nancy-metz.fr/physique/ancien_site/PHYS/Term/Mecaflu/Poly-mecaflu_fichiers/image032.gif et http://www4.ac-nancy-metz.fr/physique/ancien_site/PHYS/Term/Mecaflu/Poly-mecaflu_fichiers/image033.gif  donc http://www4.ac-nancy-metz.fr/physique/ancien_site/PHYS/Term/Mecaflu/Poly-mecaflu_fichiers/image034.gif

http://www4.ac-nancy-metz.fr/physique/ancien_site/PHYS/Term/Mecaflu/Poly-mecaflu_fichiers/image035.gifLa différence de pression aux bornes aux extrémités du tube de Venturi est proportionnelle au carré du débit ; application à la mesure des débits (organes déprimogènes).

On peut citer aussilatrompe à eau, le pulvérisateur...

**2.3 - Écoulement d'un liquide contenu dans un réservoir - Théorème de Torricelli**

Considérons un réservoir muni d'un petit orifice à sa base, de section s et une ligne de courant partant de la surface au point (1) et arrivant à l'orifice au point (2). En appliquant le théorème de Bernoulli entre les points (1) et (2),

http://www4.ac-nancy-metz.fr/physique/ancien_site/PHYS/Term/Mecaflu/Poly-mecaflu_fichiers/image037.gif

Or p1 = p2 = pression atmosphérique ett v1<<v2 d'où     http://www4.ac-nancy-metz.fr/physique/ancien_site/PHYS/Term/Mecaflu/Poly-mecaflu_fichiers/image038.gif

La vitesse d'écoulement est la même que la vitesse de chute libre entre la surface libre et l'orifice, quelle que soit la masse volumique du liquide.

*Application* : vase de Mariotte à débit constant.