

Thème 2 : Mouvements et interactions

Partie 3. Modéliser l'écoulement d'un fluide

CHAP 15-ACT EXP initiation à la mécanique des fluides

1. **ETUDE DE LA POUSSÉE D'ARCHIMÈDE**

1.1 Déterminer les caractéristiques de la poussée d'Archimède

Matériel:

- Un dynamomètre.
- Un solide muni d'un crochet.
- Une éprouvette graduée.
- Un pied solidaire d'une tige fixée à l'aide d'une noix.
- Une pissette d'eau

Expérience :

a) Suspendre le solide au dynamomètre fixé sur la tige.

- Faire un schéma du dispositif:

- Nommer les deux forces qui agissent sur le solide et les représenter :

-

-

- La valeur T de la force exercée par sur le solide est lue sur le dynamomètre.
Elle est égale àN.

- Le solide étant en équilibre, déterminer la valeur P du poids du solide:

.....

.....

.....

b) Remplir de liquide l'éprouvette jusqu'à la graduation 300 mL.

CONSIGNES:

- Pour plus de précision, terminer le remplissage à l'aide de la pissette.
- Lire les graduations en se référant au bas du ménisque.

c) Immerger entièrement le solide suspendu au dynamomètre dans le liquide.

CONSIGNES:

- Ne pas immerger la tige du dynamomètre.
- Éviter les contacts entre le solide et les parois de l'éprouvette.

➤ Faire un schéma du dispositif:

➤ Relever la valeur lue sur le dynamomètre:.....N.

On constate que la force exercée par le ressort sur le solide est plusquand le solide est immergé.

➤ Pour expliquer cette différence, on formule deux hypothèses:

A: Le poids du solide dans le liquide n'est pas égal au poids du solide dans l'air.

B: Une force exercée par le liquide agit sur le solide.

Pourquoi peut-on affirmer que l'hypothèse A est fautive?

.....

➤ Dédire le sens de la force exercée par le liquide sur le solide et que l'on notera \vec{A} :

.....

.....

.....

➤ Le fil restant vertical, déterminer la direction de cette force:

.....

➤ Déterminer la valeur A de cette force: A=.....

➤ Représenter \vec{T} , \vec{P} et \vec{A} sur votre schéma.

Conclusion:

**Le solide immergé est soumis à une force exercée par le liquide de direction
et dirigée du vers le**

Cette force est appelée la poussée d'Archimède.

1.2 Déterminer l'expression de la poussée d'Archimède

➤ Relever le niveau de liquide dans l'éprouvette quand le solide est immergé:.....mL.

➤ En déduire le volume V_d de liquide déplacé par le solide: $V_d = \dots\dots\dots$

➤ La masse volumique du liquide étant égale à $\rho_f = \dots\dots\dots$ kg /L (1L de liquide pèse...kg), calculer la masse m de liquide déplacé:.....

.....

- Calculer le poids P_{fd} du volume de liquide déplacé ($g = 9,81 \text{ N /kg}$):

- Comparer A et P_{fd} :

Conclusion:

La valeur de la poussée d'Archimède subie par le solide immergé est au poids du volume de liquide déplacé.

A =

1.3 Cas d'une immersion partielle

- Immerger à moitié le solide et refaire les mesures :

- $V_d = \dots\dots\dots \text{mL}$
- $P = \dots\dots\dots \text{N}$
- $T = \dots\dots\dots \text{N}$
- $A = \dots\dots\dots \text{N}$

- Vérifier que $A = \rho_f V_{im} g$ où ρ_f est égale à la masse volumique du fluide et V_{im} = Volume de solide immergé

1.4 Masse apparente

- Poser l'éprouvette sur une balance et appuyer sur la touche TARE.
- Immerger le solide suspendu au dynamomètre dans l'éprouvette et relever la valeur de la masse m_a indiquée par la balance : $m_a = \dots\dots\dots \text{g}$
- Calculer le poids apparent du solide : $P_a = \dots\dots\dots \text{N}$
- La masse m_s du solide : $m_s = \dots\dots\dots \text{g}$
- En déduire la valeur P du poids du solide : $P = \dots\dots\dots \text{N}$
- Comparer P et P_a :

Conclusion:

Lorsqu'un corps est plongé dans un fluide, la poussée d'Archimède le poids apparent de l'objet.

1.5 Comprendre la poussée d'Archimède

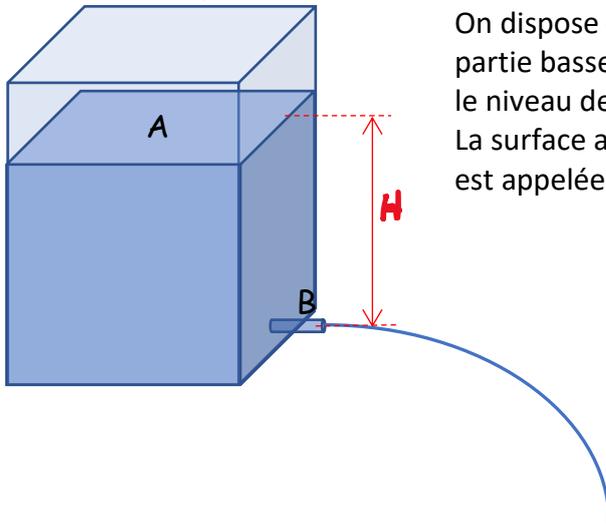
CONSIGNES : Barrer les mots inexacts.

- Des solides immergés de même poids mais de volumes différents subissent des poussées **égales/différentes**. (justifier)
- Des solides immergés de même volume mais de poids différents subissent des poussées **égales/différentes**. (justifier)
- La poussée d'Archimède subie par un solide dépend de la nature du liquide : plus la masse volumique du liquide est grande, plus la valeur de cette poussée est **petite/grande**. (justifier)

2. ETUDE DE LA LOI DE TORRICELLI

2.1 Objectif

- Introduction : <https://youtu.be/9V3-XeDSm0U>
- L'objectif de la séance est de déterminer la vitesse d'écoulement d'un liquide qui s'écoule d'un récipient.



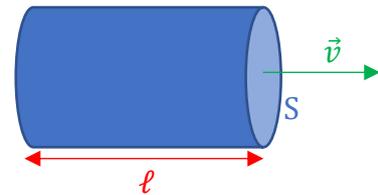
On dispose d'un récipient contenant de l'eau. Ce récipient est percé dans sa partie basse et laisse s'échapper un filet d'eau. La différence d'altitude entre le niveau de l'eau et le point d'écoulement sera noté H. La surface au point A est notée S_A et la surface au niveau de l'écoulement est appelée S_B .

2.2 Conservation du débit volumique

- En écrivant la conservation du débit volumique ($D_v = S \times v$), montrer que la vitesse d'écoulement en A est négligeable devant la vitesse d'écoulement en B.

Rappel :

$$D_v = \frac{V}{\Delta t} = \frac{S \times \ell}{\Delta t} = S \times v$$



.....

Conséquence : La vitesse d'écoulement en A sera considérée comme pour la suite : $v_A = \dots$

2.3 Conservation de l'énergie volumique

On établit l'équation de Bernoulli par écriture de la conservation de l'énergie, dans le cas d'un fluide parfait (non visqueux), incompressible et en écoulement permanent, cette équation s'écrit :

$$P_A + \frac{1}{2} \rho v_A^2 + \rho g z_A = P_B + \frac{1}{2} \rho v_B^2 + \rho g z_B$$

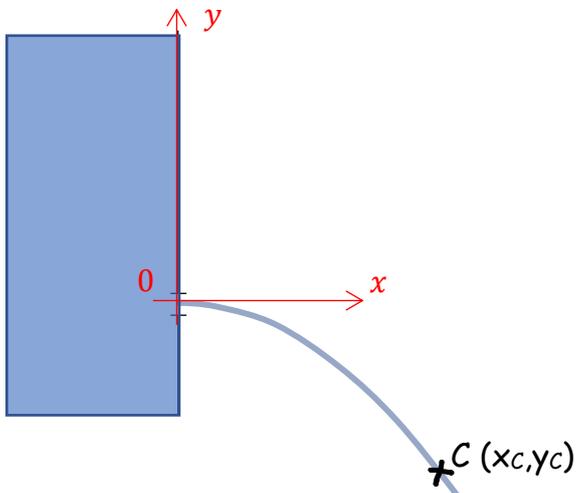
- Le liquide aux points A et B étant en contact avec l'air ambiant, en déduire les pressions : $P_A = \dots$ et $P_B = \dots$
- En simplifiant au maximum l'équation de Bernoulli, montrer que la vitesse d'écoulement se détermine par : $v_B = \sqrt{2gH}$ (Relation de Torricelli)

.....

2.4 Equation de la trajectoire

On considère maintenant que le filet d'eau visible lors de l'écoulement est un ensemble de particules en chute libre.

- Etablir l'équation de la trajectoire d'une particule à l'aide de la deuxième loi de Newton en considérant que la vitesse initiale est horizontale.



2.5 Etude expérimentale

a) obtention de la trajectoire

- Filmer à l'aide d'un smartphone l'écoulement du liquide et enregistrer la vidéo : [clepsydre.mp4](#)
- Utiliser le logiciel de pointage **pymecavideo** pour déterminer les coordonnées (x_c, y_c) d'un point C de la trajectoire

b) détermination du débit volumique

- Remplir à nouveau la bouteille jusqu'à la hauteur H.
- Laisser le liquide s'écouler pendant une durée $\Delta t = 5s$
- Mesurer le volume V de liquide écoulé à l'aide d'une éprouvette graduée de 100 mL
- A partir des résultats de vos mesures, déterminer le débit volumique :

Dv =

2.6 Exploitation

1. Déterminer la vitesse d'écoulement du fluide à l'aide de la relation de Torricelli.
2. Déterminer la vitesse d'écoulement du fluide à partir de l'équation de la trajectoire et connaissant les coordonnées d'un point de la trajectoire.
3. Déterminer la vitesse d'écoulement du fluide à l'aide du débit volumique mesuré.
4. Comparer les valeurs obtenues. Conclure.