



Chapitre I1. Les fluides

Rappel : notion de fluide

On désigne par « fluide » tout état de la matière n'ayant pas de forme propre. Un fluide s'écoule. Les états liquide et gazeux sont des états fluides. L'état solide n'en est pas un.

Activité 1 - Ça ne flotte pas mais ça pourrait...

Introduction à la poussée d'Archimède

Archimède de Syracuse est considéré comme le plus grand mathématicien de l'Antiquité. Entre autres découvertes, on lui doit celle du critère permettant de prévoir si un corps immergé dans un liquide flotte ou coule. Ce critère repose sur l'existence d'une force verticale et vers le haut, exercée par le fluide sur l'objet immergé, aujourd'hui appelée poussée d'Archimède et généralement notée $\vec{\Pi}$.

Cette activité a pour but de se donner les moyens de mesurer cette force.

Un dynamomètre est un appareil de mesure permettant de mesurer la tension du ressort dont il est constitué (celle-ci étant proportionnelle à son élongation).

1. Se munir d'un cylindre métallique et le suspendre à un dynamomètre (on choisira le dynamomètre dont la valeur maximale est la plus proche de la tension mesurée). Noter la valeur de la tension T du ressort.
2. Justifier que cette tension T est égale à la valeur du poids P de l'objet. On justifiera la réponse par un schéma et la loi de Newton utilisée sera citée.
3. Mesurer la tension T' du ressort lorsque ce même objet est suspendu au dynamomètre mais entièrement immergé dans l'eau.
4. Déduire de ces deux mesures la valeur Π de la poussée d'Archimède exercée par l'eau sur le cylindre métallique. Un second schéma représentant les forces exercées sur le solide immergé est attendu.

Activité 2 – De quoi dépend la poussée d'Archimède ?

Grandeurs d'influence de la poussée d'Archimède

Cette activité vise à déterminer les propriétés dont dépend la valeur de la poussée d'Archimède, puis à vérifier l'expression connue pour cette force

1. Proposer le protocole d'une expérience permettant de savoir si la poussée d'Archimède dépend de la masse de l'objet immergé.

Appeler le professeur et avec son accord, réaliser cette expérience

2. Rendre compte par écrit des mesures effectuées et conclure.

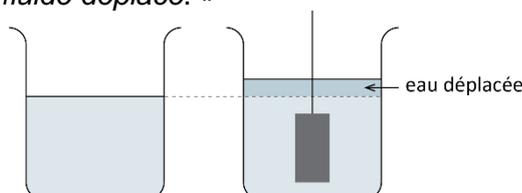
3. Proposer le protocole d'une expérience permettant de savoir si la poussée d'Archimède dépend du volume de l'objet immergé.

Appeler le professeur et avec son accord, réaliser cette expérience

4. Rendre compte par écrit des mesures effectuées et conclure.

5. Le théorème d'Archimède, reformulé en langage contemporain, s'énonce :

« Tout corps plongé dans un fluide subit de la part de ce dernier une poussée verticale, vers le haut, de valeur égale au poids du fluide déplacé. »



Exploiter ce théorème pour exprimer Π en fonction de ρ_{fluide} (masse volumique du fluide), V (volume immergé du solide) et g (champ de pesanteur). Vérifier que la relation obtenue est en accord avec les réponses (2) et 4).

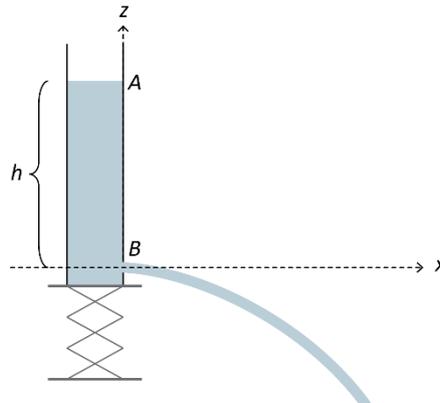
6. Avec le matériel disponible, proposer une expérience qui permet de tester quantitativement le théorème d'Archimède.
7. Si l'on plonge un même solide d'abord dans de l'eau (densité $d = 1$) puis dans de l'eau saturée en sel (densité $d' \approx 1,2$) : dans quelle situation la poussée subie par le solide est-elle la plus élevée ? Tester expérimentalement la réponse, noter les résultats des mesures effectuées et conclure.



Activité 3 - test expérimental de la relation de Bernoulli

La relation de Bernoulli énonce que dans un fluide incompressible en écoulement, si toutes les forces de frottement sont négligées, on a : $\frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gz + p = \text{constante}$.

ρ étant la masse volumique du fluide, v sa vitesse d'écoulement, z l'altitude du point considéré et p sa pression. Pour tester cette relation on envisage l'expérience suivante, dans laquelle une cuve remplie d'eau a été percée proche de sa base :



Nous allons calculer la vitesse initiale de l'eau de deux manières :

- en exploitant la relation de Bernoulli : ce sera la vitesse initiale prévue, notée $v_{0 \text{ prévue}}$;
- en exploitant l'équation de la trajectoire du jet d'eau : ce sera la vitesse initiale constatée, notée $v_{0 \text{ constatée}}$.

1^{ère} partie

Prévision de la vitesse initiale du jet par la relation de Bernoulli

On admet que la vitesse d'écoulement au point A est négligeable devant celle au point B . Appliquer la relation de Bernoulli entre les points A et B représentés ci-dessus pour établir l'expression de la vitesse initiale du jet d'eau : $v_{0 \text{ prévue}} = \sqrt{2gh}$

$h = z_A - z_B$ étant la hauteur d'eau au-dessus de l'orifice par lequel l'eau s'écoule.

Cette relation est connue sous le nom de « formule de Torricelli ».

Expérimentalement :

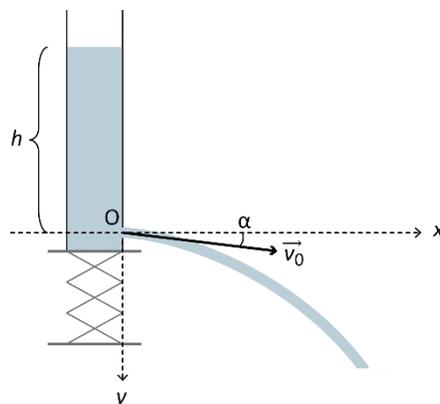
Valeur de h :

Valeur de $v_{0 \text{ prévue}}$:

2^{ème} partie

Détermination de la vitesse initiale constatée du jet d'eau

Nous allons à présent déterminer la vitesse initiale réelle du jet en exploitant les lois de la mécanique et la trajectoire du jet. Pour cette étude il est pertinent de changer de repère et d'utiliser un axe vertical orienté vers le bas :



Dans ce repère, on montre à l'aide des lois de Newton que la trajectoire du jet d'eau s'exprime comme celle d'un projectile avec vitesse initiale :

$$y(x) = \frac{g}{2v_0^2 \cos^2(\alpha)} x^2 + \tan(\alpha) x$$

Expérimentalement :

Valeur de $v_{0 \text{ constatée}}$: