

M27n – LA POUSSEE D'ARCHIMÈDE

TI-Nspire™ CAS

Mots-clés : fluide, poussée, flottaison, hydrostatique

Fichier associé : PousseeArchimede_eleve.tns.



1. Objectifs

- Mettre en œuvre une démarche d'investigation autour du thème « Pourquoi un bateau flotte-t-il ? ».
- Mettre en évidence la notion de masse volumique d'un matériau et d'un fluide.
- Mesurer expérimentalement la poussée d'Archimède.

Remarque : « Pourquoi un bateau flotte-t-il ? », est issu du thème d'étude « Comment se déplacer dans un fluide ? ».

2. Matériel

- Un corps (tube comprimés lesté) pouvant facilement être en équilibre dans une éprouvette. Le tube utilisé pour l'expérience de ce document a pour dimensions : diamètre 2,6 cm, longueur 6,8 cm.
- Une éprouvette graduée.
- Une calculatrice TI-Nspire.
- Une centrale d'acquisition Labstation.
- Un capteur de distance CBR2.
- Un capteur de force.
- Un support élévateur.
- Un pied à coulisse.

3. Commentaires

Cette expérience prend place lors de la mise en œuvre d'une démarche d'investigation « Pourquoi un bateau flotte-t-il ? ».

On a pu vérifier expérimentalement qu'un matériau de densité supérieure à 1 peut, sous certaines conditions, flotter. Bien entendu, il s'agit de prendre des échantillons de masse identique, puis de leur donner une forme différente. Vous avez constaté que le matériau reçoit de la part du liquide une poussée. Cette poussée est responsable d'une des conditions de flottaison. On se propose, dans cette activité, d'examiner de quels facteurs dépend cette poussée du fluide sur le solide. Cette poussée est connue sous le nom de poussée d'Archimède.

4. Conduite de l'activité

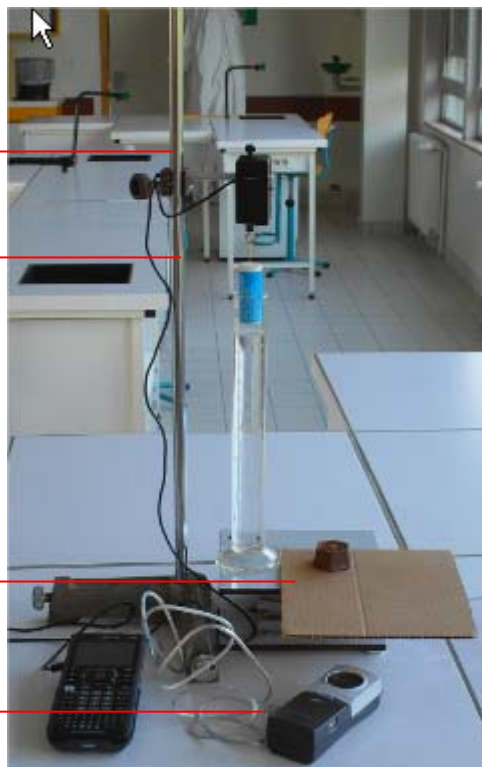
Réaliser le dispositif expérimental illustré par la photographie ci contre.

Capteur de force

Solide

Plaque cartonnée pour faciliter la mesure effectuée par CBR2

CBR2



Principe de la mesure

Le solide à immerger est initialement hors de l'eau. Le capteur de force enregistrera le poids du solide au fur et à mesure que celui-ci sera plongé dans l'eau. Le capteur CBR2 enregistrera la hauteur du solide immergé. Ainsi il sera facile, compte tenu de la forme cylindrique de celui-ci ($\varnothing = 2,6 \text{ cm}$), de calculer le volume immergé.

On veillera à observer, lors de chaque mesure, que le solide n'est pas en contact avec l'éprouvette et que celui-ci conserve une position parfaitement verticale

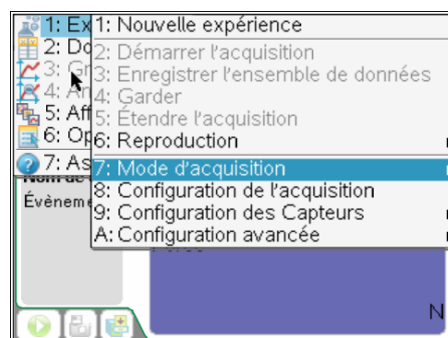
Préparation de l'acquisition

- Connecter les capteurs à l'interface d'acquisition.



Appeler le professeur pour qu'il fournisse le fichier de configuration ou paramètre l'acquisition des données (**Mode Événements**).

- Positionner le capteur de distance CBR2 à une distance supérieure à 12 cm (condition d'obtention de mesures correctes).





- Régler la hauteur du solide à l'aide du support de façon à ce que celui-ci affleure la surface libre du liquide.
- Décrocher la masse du capteur de force.

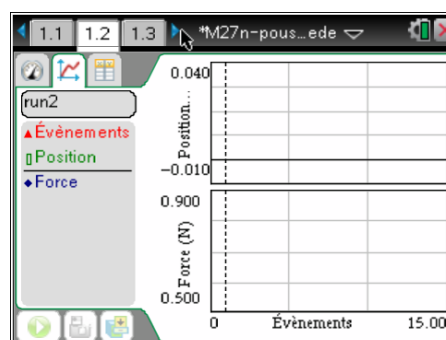


Demander au professeur d'initialiser les capteurs (**zéro du capteur**).



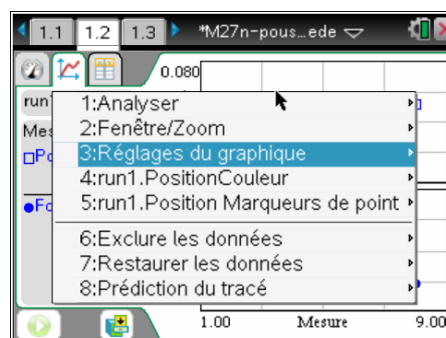
Acquisition des données

- Appuyer sur l'icône  pour débiter l'acquisition des mesures.
- Prendre une mesure initiale lorsque le solide est hors de l'eau.
- Pour conserver la mesure en cours, appuyer sur .
- Immerger davantage le solide et poursuivre ainsi l'acquisition jusqu'à une immersion complète.
- Reproduire rapidement sur l'écran ci-contre l'allure des représentations graphiques obtenues.



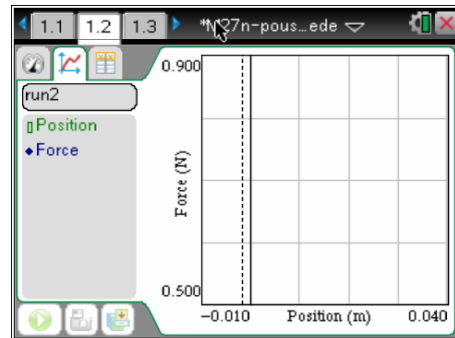
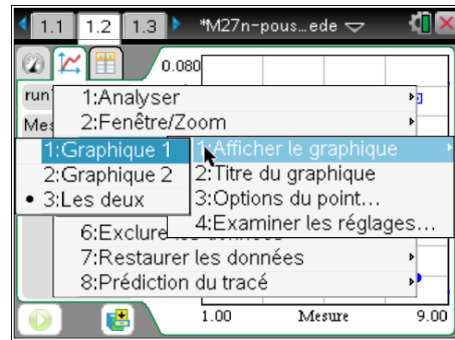
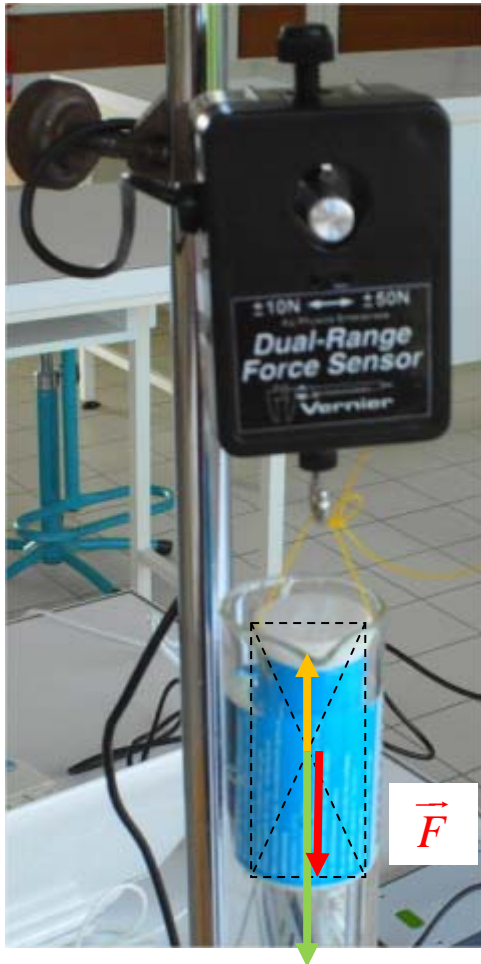
Exploitation des mesures

- Modifier la représentation graphique afin d'obtenir la représentation de la force en fonction de la hauteur h immergée.
- Appuyer sur les touches **ctrl** **menu** puis :
3 : Réglages du graphique,
1 : Afficher le graphique,
Graphique 1.



Approcher le curseur des axes pour modifier les grandeurs à afficher en abscisse et ordonnées.

On représente la force \vec{F} qui s'exerce sur le solide en fonction de la position (poids apparent du solide).



La force \vec{F} est telle que $\vec{F} = \vec{P} - \vec{P}_A$

\vec{P} : poids de l'objet

\vec{P}_A : poussée d'Archimède

Noter ci-dessous la valeur du poids P lorsque celui-ci est totalement hors de l'eau.

$P = \dots\dots\dots$ N

Représentation de la poussée d'Archimède

On souhaite représenter la poussée d'Archimède en fonction du volume de solide immergé, soit $P_A = f(V)$ avec $P_A = P - F$.

Le diamètre du cylindre est de $D = \dots\dots\dots$ cm.

On rappelle que l'expression générale du volume d'un cylindre est : $V = \pi R^2 h$ (R désigne le rayon)

Créer dans Dataquest, deux colonnes calculées appelées respectivement :

- **Volume** et telle que $V = R^2 \times \pi \times h$.
- **Poussée** et telle que : $P_A = P - F$.

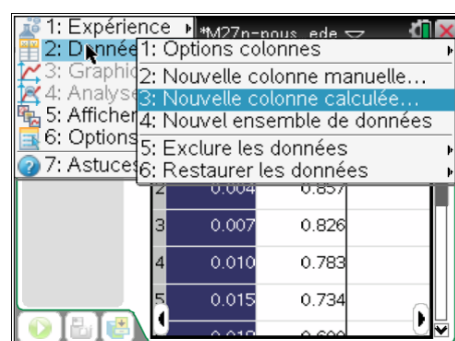
Aide

Pour insérer une colonne calculée, appuyer sur la touche **menu** puis :

2 : Données, 3 : Nouvelle colonne calculée.



Appeler le professeur pour qu'il vérifie le calcul ou qu'il aide dans cette étape.

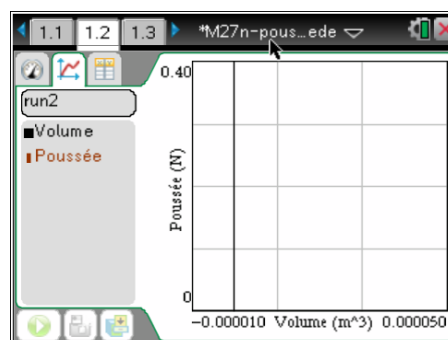


• Représenter ensuite graphiquement la poussée d'Archimède en fonction du volume immergé.

• Reproduire sur la représentation ci-contre l'allure générale de votre représentation.

• Comment sont placés les points les uns par rapport aux autres ?

• Que peut-on en déduire ?



Appuyer sur les touches **ctrl** **I** puis choisir l'application **Tableur & Listes**.

Placer le curseur dans la colonne **A**, tout en haut de la colonne **A**, et appuyer sur la touche **var** pour lier les données de cette colonne à la variable **runX.volume**, (**X**) désignant ici le numéro de l'essai (expérience) que l'on souhaite utiliser.

	A	B	C
1	run2.volume	run2.poussée	C1
2			
3			
4			
5			

Procéder de la même façon pour la colonne **B** avec les données de la poussée.

• Dans la colonne **C** calculer le rapport $\frac{\text{poussée}}{\text{volume}}$.

• Qu'observe-t-on ?

• Dans une cellule du tableur calculer une valeur moyenne des valeurs $\frac{P_A}{V}$ (ne pas prendre en compte la première valeur et la dernière de la colonne **C**).

Aide

Pour calculer la moyenne des valeurs contenues dans les cellules **c2** à **c10**, entrer dans une cellule vide de la colonne **D** :

$$=\text{mean}(c2 : c10)$$

La masse volumique de l'eau est : $\rho = 1\,000 \text{ kg.m}^{-3}$.

La valeur de l'accélération de la pesanteur est : $g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$.

Comparer la valeur du produit $\rho \times g$ avec celle de la valeur moyenne trouvée pour $\frac{P_A}{V}$.

Conclure :

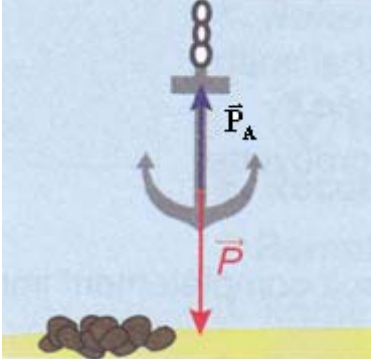
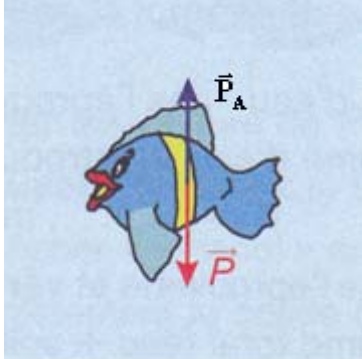
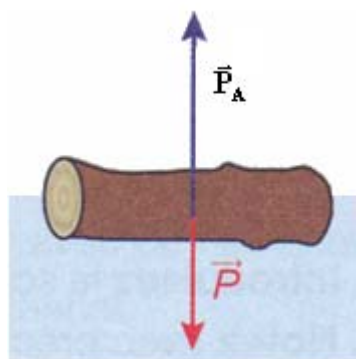
Si l'on a le temps...

Conserver le même solide et effectuer les mêmes mesures en changeant la nature du liquide (éthanol : $\rho = 800 \text{ kg.m}^{-3}$; ou eau salée (utiliser un densimètre pour mesurer la masse volumique de l'eau salée dont on dispose).

Les conditions de flottabilité d'un matériau

Activité

- La « **flottabilité** » caractérise le comportement d'un objet immergé au sein d'un liquide.
- Un objet immergé dans un liquide est uniquement soumis à son poids \vec{P} et à la force de poussée d'Archimède \vec{P}_A .
- Nous savons que \vec{P} et \vec{P}_A ont même point d'application, même direction et sont de sens.....
- Reste la comparaison des qui détermine le comportement de l'objet.

		
$P \dots\dots P_A$	$P \dots\dots P_A$	$P \dots\dots P_A$
L'objet vers le fond	L'objet est en entre deux eaux	L'objet vers la surface

On retiendra : « Conditions de flottabilité » :

- Un corps flotte si la valeur de son poids est à la valeur de la force de poussée d'Archimède.
- Un corps coule si la valeur de son poids est à la valeur de la force de poussée d'Archimède.