

M27n – LA POUSSEE D'ARCHIMÈDE

Auteur : Jean-Louis Balas

TI-Nspire™ CAS

Mots-clés : fluide, poussée, flottaison, hydrostatique.

Fichiers associés : M27nElev_PousseeArchimede.pdf ;
PousseeArchimede_eleve.tns ; PousseeArchimede_prof.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 ? » du programme de rénovation de la voie professionnelle 2009.

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

L'expérience proposée en EXAO permet de s'affranchir de l'imprécision des mesures classiquement effectuées à l'aide de dynamomètres. La facilité de mise en œuvre permet de la répéter facilement pour des liquides différents (alcool, huile, eau salée...)

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

Dans un premier temps, les élèves vérifieront que des matériaux de densité supérieure à 1 peuvent flotter selon la forme qu'on leur donne (pâte à modeler) afin de mettre en évidence la réaction de l'eau sur des échantillons de masse identique. Cette réaction de l'eau sur le matériau devant être progressivement identifiée comme la poussée d'Archimède.

4. Conduite de l'activité

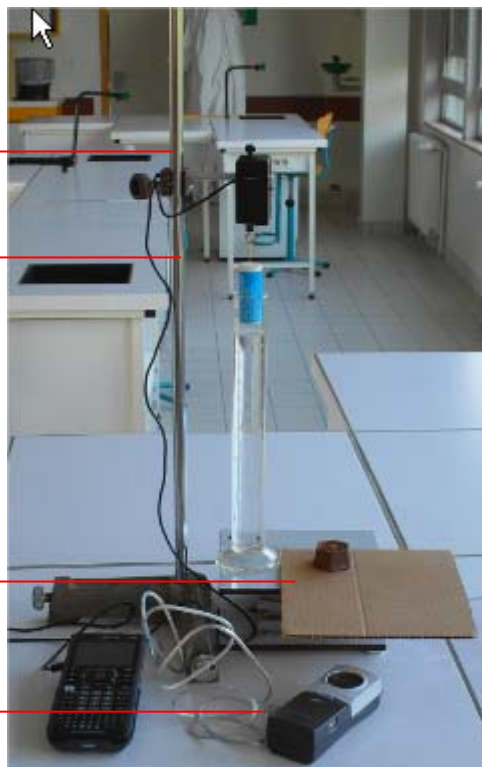
On réalise le dispositif expérimental illustré par la photographie ci contre.

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.

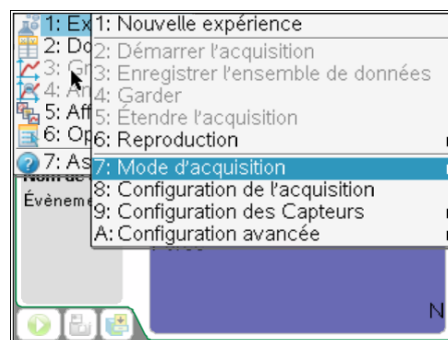
- Appuyer sur la touche **menu** puis :

7 : Mode d'acquisition,

3 : Événements sélectionnés.

On peut donner un nom à l'événement, mais c'est sans importance.



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

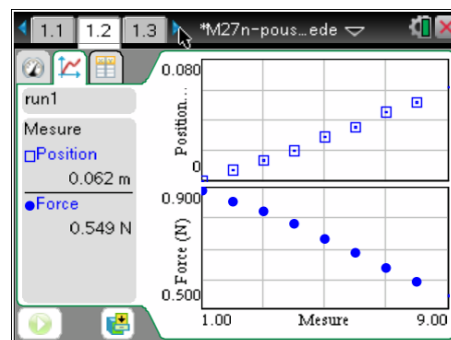


- Régler la hauteur du solide à l'aide du support de façon à ce que celui-ci affleure la surface libre du liquide.
- Décrocher la masse du capteur de force.
- Appuyer sur la touche **menu** puis :
9 : Configuration des capteurs,
3 : Zéro, de façon à initialiser les capteurs.
- Raccrocher le solide au capteur de force.



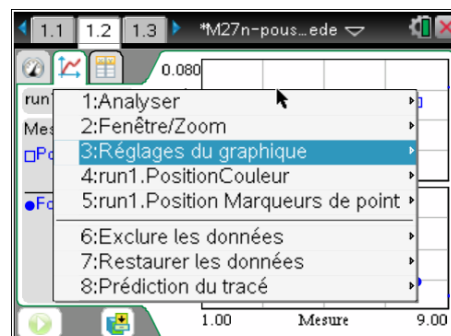
Acquisition des données

- 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.



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

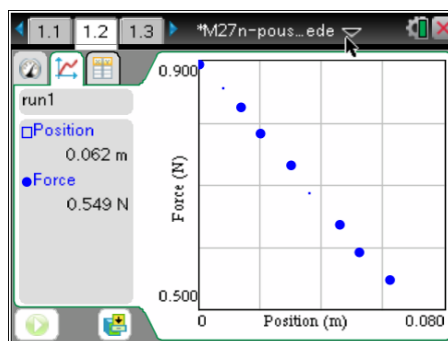
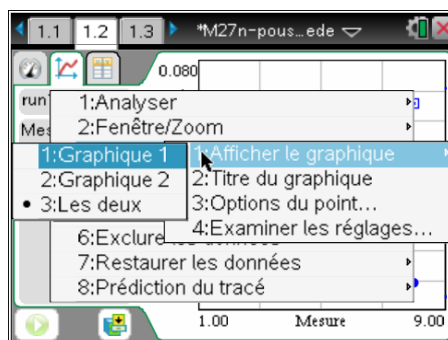
Le poids de l'objet peut être pris par la mesure lorsque le solide est hors de l'eau, soit ici :

$$P = 0,895 \text{ N.}$$

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 2,6 cm ; il suffit de créer dans Dataquest, une colonne calculée telle que : $V = (1,3 \times 10^{-2})^2 \times \pi \times h$ et une autre pour la poussée d'Archimède telle que : $P_A = 0,895 - F$.

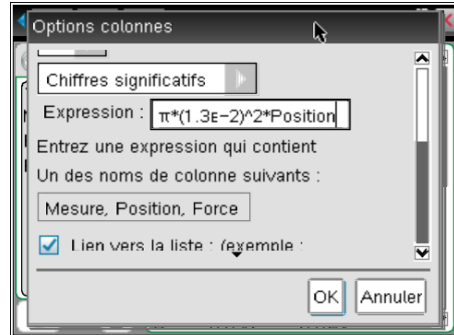
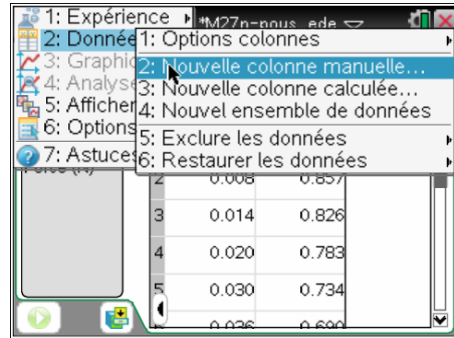


	Position	Force
1	0	0.895
2	0.008	0.857
3	0.014	0.826
4	0.020	0.783
5	0.030	0.734
6	0.036	0.690

Remarque : la première mesure ne donne pas toujours une position rigoureusement à $h = 0$ (fluctuation de l'échantillonnage de la centrale d'acquisition.). On pourra éventuellement décaler l'origine ou bien ne pas sélectionner la première et la dernière mesures.

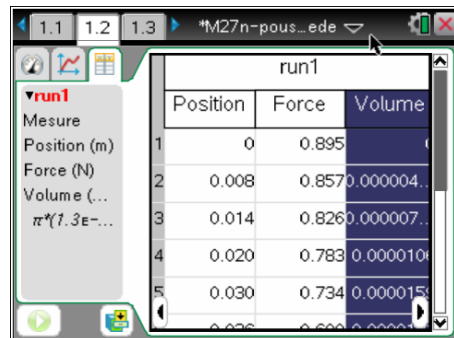
Pour insérer une colonne calculée, appuyer sur la touche **menu** puis :

2 : Données, 3 : Nouvelle colonne calculée.



- On représente ensuite graphiquement la poussée d'Archimède en fonction du volume immergé.

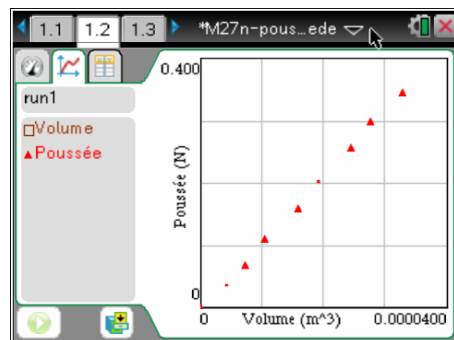
Il ne reste plus qu'à effectuer une modélisation proportionnelle pour vérifier : $P_A = \rho \times g \times V$ avec $g = 9,8 \text{ N.kg}^{-1}$ et $\rho = 1\,000 \text{ kg.m}^{-3}$ pour l'eau.



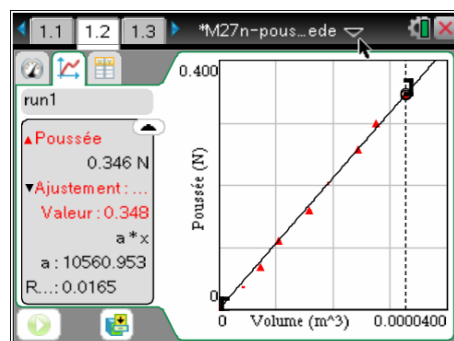
- Pour cela on sélectionne les données dans la partie la plus linéaire de la représentation graphique.

- Appuyer sur la touche **menu** puis :

4 : Analyser, 6 : Ajustement des courbes, B : Proportionnel.

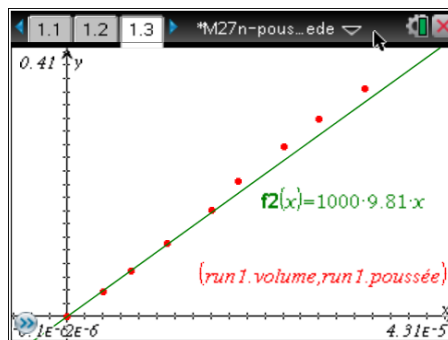


Vérifier que le coefficient de proportionnalité correspond à $\rho \times g \approx 9\,800$.



Remarques :

- En lycée professionnel, on pourra utiliser l'ajustement proportionnel en classe de terminale.
- Pour la classe de première, on pourra travailler avec le tableur afin d'établir la relation de proportionnalité entre la poussée d'Archimède et le volume d'eau déplacé, ou si l'on préfère représenter le nuage de points correspondant aux mesures dans l'application graphique dans laquelle on superposera une droite d'équation : $y = \rho \times g \times x$.
- Proposer aux élèves d'ajuster manuellement la droite, en les invitant à envisager une réflexion sur la source des écarts observés par rapport aux valeurs théoriques.
- Réaliser des essais avec des liquides de nature différente (éthanol, huile, eau salée).



	run1.poussée	k	
		=run1.pou	
1	0.	#UNDEF...	
2	0.038	8946.58	
3	0.069	9282.92	Moyenne
4	0.112	10547.5	10188.9
5	0.161	10108.1	

Utilisation du tableur