

Introduire de façon efficace une expérience dans une démarche d'investigation

La poussée d'Archimède

Première partie: Présentation du sujet de la leçon.

Idée centrale

Pourquoi avons-nous l'impression d'être plus léger dans l'eau?

Tous les objets sont-ils plus légers dans l'eau ? Et dans les autres liquides ?

Pourquoi les bateaux flottent-ils et pas les sous-marins ? Pourquoi la plupart des bois flottent-ils sur l'eau et pas certains bois comme le wenge ou le buis ?

Prérequis principaux

Volume

Masse

Masse volumique

Force

Poids

Objectifs principaux

Aborder une nouvelle situation.

Sous accompagnement, réaliser une expérience selon un protocole déterminé.

Conduire une recherche

Concevoir une expérience

Rassembler des données et analyser les résultats obtenus

Tirer des conclusions à partir des données récoltées dans les expériences réalisées.

Matériel

Cylindre d'Archimède et vase de Boudreau, (ou matériel fabriqué soi-même)¹

Dynamomètre (3 ou 5 N)

Seau de 5 litres

Eau

¹ A défaut de ce matériel, (vase de Boudreau et cylindre d'Archimède), on peut le construire très facilement.

1) Utiliser une bouteille en plastique rigide, y percer un trou de 4 mm de diamètre au moyen d'une foreuse à une hauteur d'environ 11 cm.

2) Couper le dessus de la bouteille à une hauteur de 13 cm environ.

3) Insérer dans le trou une paille courbée vers le bas et la fixer, si nécessaire, au moyen de silicone ; à l'intérieur de la bouteille, l'ouverture de la paille doit arriver au ras de la paroi de celle-ci.

4) Fabriquer un petit crochet, ou utiliser une attache trombone.

5) Utiliser deux petits récipients légers identiques (pot de yaourt, ou fromage blanc.) qui peuvent entrer dans la bouteille précédente.

6) Verser dans un pot, jusqu'au bord du ciment à prise rapide ou du silicone (Eventuellement l'alourdir avec des morceaux de métal.). Placer au milieu, dans le ciment ou le silicone le petit crochet de telle sorte qu'il dépasse un peu.

7) Après séchage, enlever le pot (on peut le détruire.)

8) Fixer au bas de l'autre pot de yaourt, un second crochet ou utiliser une attache trombone pliée à angle droit (pour pouvoir y suspendre le solide de ciment ou silicone), et attacher sur le dessus un système permettant de suspendre le pot au dynamomètre. Bien centrer le tout.

Alcool

Eau salée très concentrée (250 g per liter water)

Éventuellement d'autres liquides (huile...)

Minimum 3 petits récipients (par ex. Petits bocaux individuels à confiture, pot à anchois, ...) de tailles différentes avec couvercle.

Ficelle

Des petits écrous, ou du sable ou des billes de plomb du labo

Une boîte en plastique légère

Un béccher de un litre en verre (ou une bouteille-PET rigide, dont on a coupé le dessus)

2 ou 3 autres bécchers (ou autres récipients) de tailles différentes.

(Verre à pied – balance)

Statif avec noix et crochets,

(Un essuie, et éventuellement un torchon)

Sécurité et environnement

Alcool à brûler

Danger: H225, H301, H311, H331, H370

Seconde partie : Descriptif des différentes phases permettant de mener à bien une démarche d'investigation

En vert: les réponses attendues des élèves.

1. Susciter l'intérêt pour le sujet:

Montrer les photos ci-dessous, accompagnées des questions suivantes:

- Que ressent-on au moment où on sort de l'eau, après avoir passé un peu de temps dans la piscine ?
- Pourquoi la rééducation après un traumatisme ou l'aquagym se fait-elle en piscine ?
- Pourquoi est-ce possible de flotter sur la Mer Morte et pas sur la Mer du Nord ?



Pourquoi a-t-on l'impression d'être plus léger ?

Comment peut-on mettre ceci en évidence ?

2. Clarifier le sujet – Mettre les élèves en action en les encadrant.

Diviser la classe en petits groupes d'élèves (2 ou 3, si possible) et leur procurer du matériel simple pour que chacun puisse ressentir ce qu'il se passe.

Expérience 1

Remplis un seau à moitié avec de l'eau.

Places sur l'eau un récipient en plastique par exemple et essaie d'enfoncer le récipient de 5 cm dans l'eau. Que ressens-tu?

Expérience 2

Prépare un bécher rempli au $\frac{3}{4}$ avec de l'eau.

Mets dans un petit pot (du genre petit pot à confiture munis d'un couvercle) quelques écrous, ou du sable pour l'alourdir. Place sur le pot un morceau de fil (+ /- 50 cm) et referme le pot avec le couvercle. Fais un nœud dans le fil pour pouvoir le suspendre. Le pot doit couler dans l'eau. Suspends le pot avec le fil au dynamomètre et détermine son poids. Note le résultat dans ton cahier.

Plonge ensuite le pot entièrement dans l'eau du bécher.

Que constates-tu ? Note à nouveau ce que tu lis au dynamomètre.



cette mesure est appelée "poids apparent"

Qu'en déduis-tu ?

Pourquoi ?

Comment peux-tu évaluer la force avec laquelle l'eau pousse le pot vers le haut ?

Quelles données pourraient influencer cette différence ?

cette différence est appelée "Poussée d'Archimède"

Expérience 3

Comment peux-tu vérifier quelle grandeur influence la valeur mesurée?

Le professeur laisse quelques minutes aux groupes d'élèves en prévoyant du matériel qu'un

² Il est important de ne pas réagir sur les réponses des élèves, ni en positif, ni en négatif. Les élèves doivent apprendre à chercher et sont libres d'investiguer toutes les pistes. S'il manque des données, **il ne faut en aucun cas les donner**. Les élèves reviendront sur le sujet plus tard.

3. Encadrer l'investigation.

Après avoir laissé les élèves investiguer, recadrer les expériences en proposant aux élèves de faire des mesures.

Il n'est pas nécessaire que tous les groupes d'élèves fassent toutes les expériences.

Cependant, il ne faut laisser réaliser que les expériences en fonction des paramètres proposés par les élèves, même s'il en manque.

Diviser la classe en fonction des paramètres proposés par les élèves et diviser chaque groupe en sous-groupes de 2 ou 3 élèves.

Distribuer le matériel nécessaire pour réaliser une série de mesure. Au besoin donner une fiche de travail sur laquelle les élèves notent le titre, le mode opératoire, les résultats expérimentaux et les conclusions.

Insister sur le fait que deux mesures ne sont pas suffisantes pour tirer des conclusions. Il en faut au moins 6 (si possible)

- a) La poussée d'Archimède est-elle fonction de la profondeur dans le liquide?
Prends un repère sur le pot. (Par exemple le couvercle, ou le fond). Suspend le pot au dynamomètre plonge le dans l'eau en différentes hauteurs. Calcule la poussée et note les résultats dans le tableau.

Profondeur	Poussée

Conclusion?

- b) La poussée d'Archimède est-elle fonction de la taille du récipient ?
Suspend le pot au dynamomètre plonge le dans l'eau contenue dans des récipients de tailles différentes. Calcule la poussée et note les résultats dans le tableau.

Taille du récipient	Poussée

Conclusion ?



- c) La poussée d'Archimède est-elle fonction du poids de l'objet immergé?
Reproduis l'expérience n° 2; conserve toujours le même pot, mais remplis-le avec des masses différentes. Mesure chaque fois le poids hors de l'eau, le poids apparent et calcule la poussée.

Poids du pot	Poids apparent	Poussée

Conclusion?

- d) La poussée d'Archimède est-elle fonction du volume.
Utilise une série de petits pots de volumes différents. Remplis les pots de telle sorte qu'ils aient tous le même poids (vérifie au dynamomètre)

Pour gagner du temps, le professeur peut déterminer les volumes de ces récipients à l'avance, en utilisant, par exemple le vase de Boudreau, ou un verre à pied gradué contenant de l'eau.

Reproduis l'expérience n°2 et détermine le poids apparent et la poussée



Volume	Poids apparent	Poussée

Conclusion?

Porte tes résultats en graphique et observe le pour indiquer comment le volume influence la poussée.

- e) La poussée d'Archimède est-elle fonction de la nature du liquide.
Répète l'expérience n°2, en utilisant des liquides de différentes natures, en utilisant le même pot ayant le même poids.

Nature du liquide	Poids apparent	Poussée

Conclusion?

Quel facteur entrerait en compte pour indiquer que la poussée dépend de la nature du liquide?

Cherche (dans des livres, sur Internet, ou mesure toi-même) la masse volumique des différents liquides. (Ces données peuvent aussi être fournies par le professeur)

Nature du liquide	Masse volumique	poussée

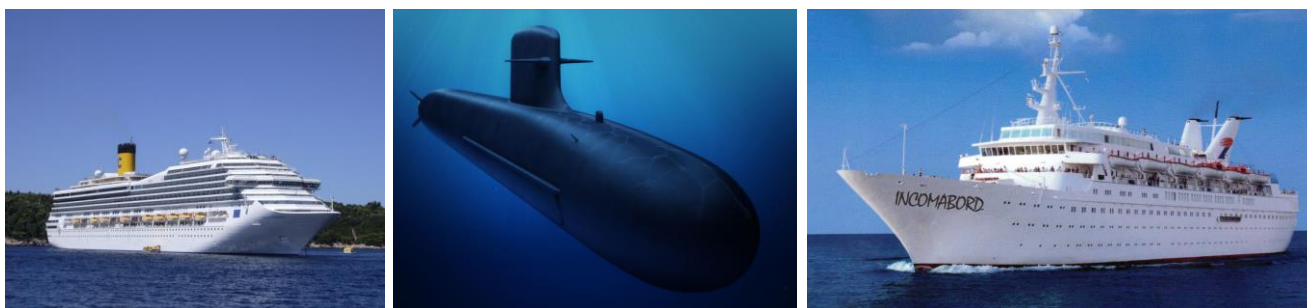
Porte tes résultats en graphique et observe le pour indiquer comment le volume influence la poussée.

4. Résumé.

Le professeur invite un représentant de chaque groupe à communiquer ses résultats à toute la classe. Ensemble, ils vérifient si les résultats sont suffisants pour déterminer si on a pu répondre aux questions de la situation de départ.

Au besoin, si certaines pistes ne sont pas concluantes, le professeur revient sur la situation de départ ou propose une nouvelle situation. (Soit par une expérience soit une nouvelle photo, ...)

Par exemple : pourquoi un bateau flotte-t-il (en mer ou dans un estuaire) ; comment un sous-marin peut-il rester entre deux eaux?



Pourquoi une canette de boisson coule-t-elle alors qu'une canette de boisson version light flotte-t-elle ? (expérience à faire)

Comment fabriquer un ludion ? Attacher quelques attaches-trombones sur la paroi d'une petite éprouvette en plastique. Remplir aux 4/5 une bouteille d'eau. Glisser, ouverture vers le bas, l'éprouvette dans la bouteille. Fermer la bouteille avec un bouchon. La quantité de trombones doit être telle que le haut de l'éprouvette reste juste au ras de l'eau.

Comprimer la bouteille avec les mains. La pression fait entrer un peu d'eau dans l'éprouvette qui s'alourdit et coule.



Après avoir examiné toutes les pistes, les élèves doivent pouvoir exprimer que la poussée ne dépend pas du poids de l'objet, de la profondeur d'immersion, ni de la taille du récipient.

Mais la poussée d'Archimède dépend du volume de l'objet immergé et de la masse volumique du liquide.

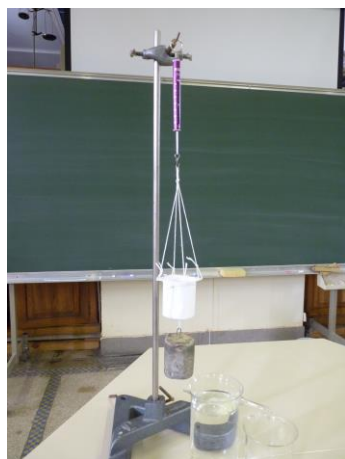
5. Exploitation: signification de la poussée d'Archimède.

Que représente alors la poussée d'Archimède ?

Utiliser le cylindre d'Archimède et le vase de Boudreau. Montrer que le cylindre plein et le cylindre creux d'Archimède ont exactement le même volume.



Suspendre le cylindre creux au dynamomètre. Suspendre le cylindre plein sous le cylindre creux.
Repérer le poids de l'ensemble.
Remplir le vase de Boudreau d'eau jusqu'à hauteur de la tubulure latérale. Placer un béccher sous la tubulure lorsque l'eau ne coule plus.



Immerger le cylindre plein dans l'eau.
Que constatent les élèves ?

Tout en maintenant le cylindre immergé, comment pourrait-on faire pour que le dynamomètre indique à nouveau la même valeur qu'avant l'immersion ?

Constatation : la poussée d'Archimède est égale au poids du volume du liquide déplacé par l'immersion du solide
si V représente le volume du liquide déplacé, et si ρ (= rho) est la masse volumique du liquide, le poids du volume du liquide déplacé est : $\rho \cdot g \cdot V$
Ce poids est égal à la poussée d'Archimède. Cette force est dirigée vers le haut

Conclusion finale

La poussée d'Archimède est une force dirigée vers le haut que subit un corps plongé dans un liquide (ou un fluide) ; elle est égale au poids du liquide déplacé.

$$F = \rho \cdot g \cdot V$$

6. Application:

Raconter l'histoire d'Archimède ayant reçu du roi la mission de vérifier si sa couronne était entièrement faite d'or.

Etude des corps flottants (la poussée d'Archimède est opposée au poids de l'objet...)

Mesure la masse d'un litre d'air qu'on récupère dans un sac en plastique et constater que la poussée d'Archimède existe aussi dans l'air. (voir site www.scienceonstage.be expériences – physique - mesure de la masse d'un litre d'air...)