

09

Quel volume déplace un objet tombé dans l'eau ?

Dans les programmes (cycle 4)

Compétences travaillées :

- Proposer une ou des hypothèses pour répondre à une question scientifique.
- Mesurer des grandeurs physiques de manière directe ou indirecte.
- Interpréter des résultats expérimentaux, en tirer des conclusions et les communiquer en argumentant.
- Planifier une tâche expérimentale, organiser son espace de travail, garder des traces des étapes suivies et des résultats obtenus.

En Physique-Chimie :

- Mettre en œuvre un protocole expérimental pour déterminer une masse volumique d'un liquide ou d'un solide.
- Identifier les actions mises en jeu (de contact ou à distance) et les modéliser par des forces.

Messages à emporter :

- « Le poids du volume d'eau déplacé correspond à la différence de poids entre l'objet à l'air libre et l'objet immergé. »
- « La masse volumique du cylindre correspond à sa masse divisée par son volume. »
- « La poussée d'Archimède est égale à la différence des poids mesurés quand l'objet est dans l'air et quand il est plongé dans l'eau. »

La leçon 9 s'inscrit tout naturellement à la suite de la leçon 8 et s'adresse à des élèves à partir de la 5^{ème} (cycle 4). Que se passe-t-il donc lorsque l'on plonge un objet dans l'eau ? Nous venons de constater que son poids apparent est moins important dans l'eau que dans l'air.

La présentation de cette nouvelle situation peut être précédée d'une autre observation : lorsque l'on plonge un objet dans l'eau, l'eau du bac monte.

> Pour accompagner cette leçon, un **poster**, un **livret élève** et une **fiche explicative** élève sont disponibles. L'ensemble du projet est à retrouver sur **le site de la Fondation La main à la pâte**.



Dans les leçons de Marie Curie

Organisation de la 1^{ère} séance (découverte)

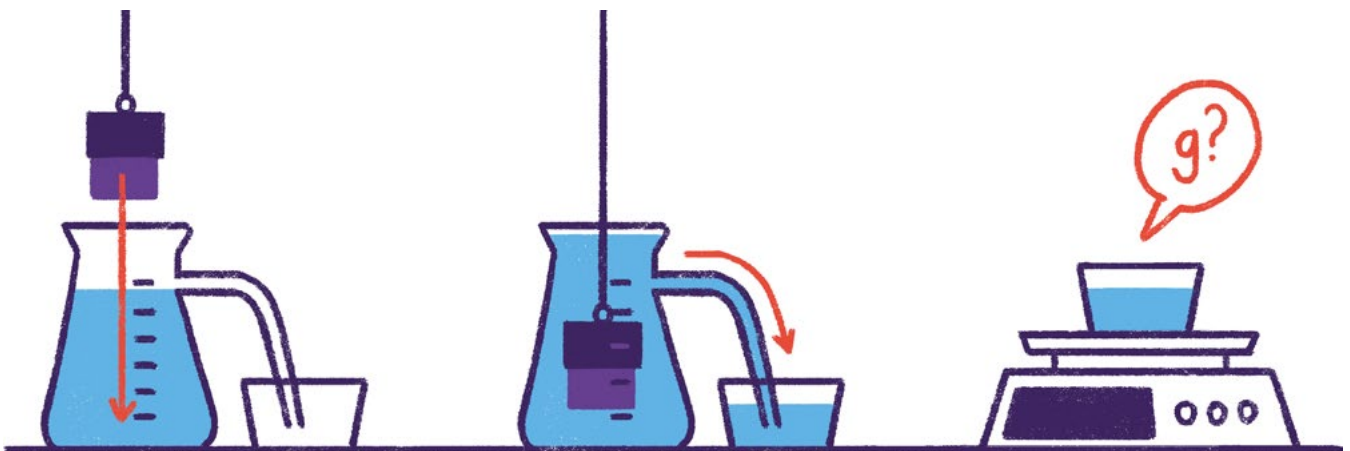
Matériel nécessaire :

- une balance,
- un vase à trop-plein,
- un petit récipient ou un gobelet
- un dynamomètre avec une double graduation en grammes et en newtons,
- un objet de 200 grammes,
- un fil et de l'eau colorée.

Il est conseillé de prévoir des groupes de 4 enfants maximum, chaque groupe disposant de son matériel.

Rappel de l'expérience :

Prendre un vase à trop-plein et le remplir d'eau jusqu'au tube d'écoulement, puis plonger l'objet dans le vase. Il déplace de l'eau qui s'écoule dans le trop-plein et que l'on va alors peser.



Déroulement : 60 minutes

- Un temps d'échange en amont de l'expérience est nécessaire pour se rappeler la huitième leçon et ce qu'elle a permis de comprendre. **10 minutes**
- Présentation du matériel et de l'expérience aux enfants par l'enseignant. L'enseignant peut montrer les gestes à accomplir. Il profite également de ce moment pour présenter l'utilisation de la balance numérique. Il précise bien les différentes étapes de la manipulation. L'enseignant montre aussi le fonctionnement du vase à trop-plein en le remplissant jusqu'en haut puis en laissant couler l'eau par le trop-plein jusqu'à ce que l'écoulement s'arrête. A partir de ce moment, il est important de ne plus toucher le vase pour éviter à l'eau de couler davantage. Demander aux élèves de reproduire le même protocole. **10 minutes**

- Réalisation de l'expérience par les enfants en groupes. Il y a de nombreuses étapes, récapitulées ci-dessous : **20 minutes**
 - Pesée du récipient à vide à l'aide de la balance numérique. On relève sa masse m_1 en grammes.
 - Pesée de l'objet à l'air libre à l'aide du dynamomètre. On relève son poids $P(\text{air})$ en newtons.
 - Immersion de l'objet dans le vase à trop-plein. L'eau déplacée s'écoule alors dans le récipient.
 - Pesée de l'objet dans l'eau à l'aide du dynamomètre. On relève son poids $P(\text{eau})$ en newtons.
 - Pesée, à l'aide de la balance numérique, du récipient contenant l'eau qui s'y est écoulée. On relève sa masse m_2 en grammes.
- Exploitation des résultats de mesures :
 - On calcule la masse de l'eau déplacée par l'objet : $m = m_2 - m_1$.
 - On en déduit son poids P en newtons par la formule $P = m \cdot g$ avec $g = 0,0098 \text{ N/g}$.
 - On calcule la perte de poids entre l'objet à l'air libre et l'objet immergé : $P' = P(\text{air}) - P(\text{eau})$.
 - On constate que $P = P'$. Compte tenu des incertitudes expérimentales, on peut trouver une légère différence entre les deux.
- En groupe classe, l'enseignant revient sur l'expérience et écoute le retour des enfants. Chaque groupe doit obtenir à peu près les mêmes résultats et donc arriver à la même conclusion. Cet échange permettra de structurer les nouvelles connaissances acquises par les enfants sous la forme d'une leçon construite ensemble. Elle peut, par exemple, prendre la forme suivante : « Le poids du volume d'eau déplacée correspond à la différence de poids entre l'objet à l'air libre et l'objet immergé. ». **10 minutes**
- Lecture de la phrase de Marie Curie, puis les enfants expliquent ce qu'ils en comprennent et comment ils font le lien avec ce qu'ils viennent de faire et d'apprendre. **5 minutes**

Message à emporter : « Le poids du volume d'eau déplacé correspond à la différence de poids entre l'objet à l'air libre et l'objet immergé. »

Retour de classe

- Si on ne dispose pas d'un dynamomètre gradué en grammes, il est nécessaire de diviser par 0,0098 le résultat de la mesure en newtons.
- Utilisation du vase à trop-plein (cliquer sur l'image pour visionner la vidéo) :





L'expérience pour mieux comprendre

Organisation de la 2^{ème} séance (prolongement)

Déroulement :  40 minutes

- Un temps d'échange avec la classe est nécessaire pour revenir sur la séance précédente et rappeler ce qui a été observé et les résultats obtenus. L'enseignant explique que cette séance va permettre de calculer la masse volumique d'un objet à partir de la masse de l'eau déplacée. 5 minutes
- L'enseignant prend le temps de ré-expliquer chacune des notions si elles ne sont pas connues : masse, poids, volume, masse volumique. 5 minutes
- Les élèves complètent alors leur livret, étape par étape. L'enseignant fait une pause et reprend en groupe classe ce qui est attendu à chaque question. 10 minutes
- Temps d'échanges en groupe classe afin de commenter et d'analyser les résultats obtenus ainsi que la méthode utilisée. 10 minutes

Message à emporter :

« La masse volumique du cylindre correspond à sa masse divisée par son volume. »



Le défi

Rappel de l'expérience :

Trouver une méthode pour faire flotter un œuf dans une cuve d'eau.

L'élève devra ajouter du sel dans l'eau (au moins 360 g par litre) afin que la densité de l'eau soit supérieure à la densité de l'œuf.

- Présentation du défi à la classe. 5 minutes
- Phase de recherche en groupe. Selon le niveau des élèves, l'enseignant peut présenter le matériel nécessaire ou laisser les enfants lister ce dont ils auront besoin selon eux. Lorsqu'un consensus est obtenu sur la méthode à utiliser, chaque enfant va la noter dans son livret et l'expliquer. 15 minutes
- Chaque groupe teste sa méthode. L'enseignant circule afin d'observer les résultats obtenus et de questionner les enfants sur ce qu'ils observent et ainsi les aider à l'analyser. 10 minutes
- Présentation à la classe de la solution par un groupe qui explique ce qui se produit. 5 minutes
- Chaque groupe teste alors la solution puis la dessine dans son livret. 5 minutes

Si aucun groupe n'a trouvé la solution, l'enseignant peut prévoir, à un moment ultérieur, un nouveau temps de recherche. Sinon, il peut présenter lui-même la solution en veillant à ce que les élèves expliquent eux-mêmes la méthode.



L'expérience pour aller plus loin

3^{ème} séance optionnelle

Matériel nécessaire :

- un support,
- un dynamomètre,
- un objet,
- un récipient rempli d'eau.

Il est conseillé de reprendre les groupes de la séance précédente.

Rappel de l'expérience :

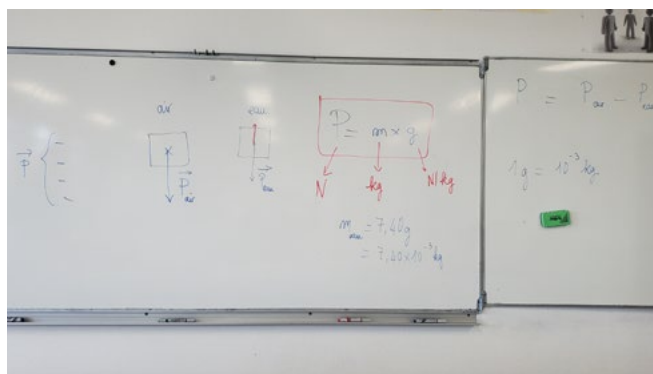
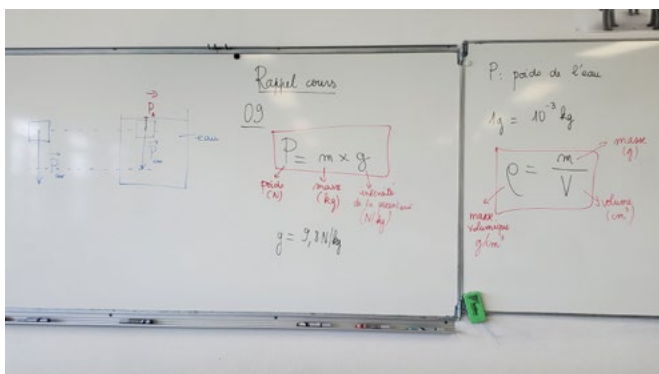
Peser un objet dans l'air puis le plonger dans l'eau et le peser lorsqu'il est immergé afin de calculer la poussée d'Archimède.

Déroulement :  40 minutes

- Un temps d'échange avec la classe est nécessaire pour revenir sur ce qui a été observé et appris lors de cette leçon. Il est également intéressant de présenter Archimède. 10 minutes
- Présentation de l'expérience par l'enseignant qui doit insister sur les différentes étapes et sur le calcul de la poussée d'Archimède. 10 minutes
- Réalisation de l'expérience par les enfants. Chaque enfant teste à son tour. Là aussi, l'enseignant peut passer entre les groupes pour aider à verbaliser les observations et bien décomposer les étapes et vérifier les calculs. 10 minutes
- Temps d'échanges en groupe classe afin de commenter et d'analyser le résultat de l'expérience. L'enseignant les aide à réutiliser le vocabulaire adéquat. 10 minutes

Message à emporter : « La poussée d'Archimède est égale à la différence des poids mesurés quand l'objet est dans l'air et quand il est plongé dans l'eau. »

Retour de classe

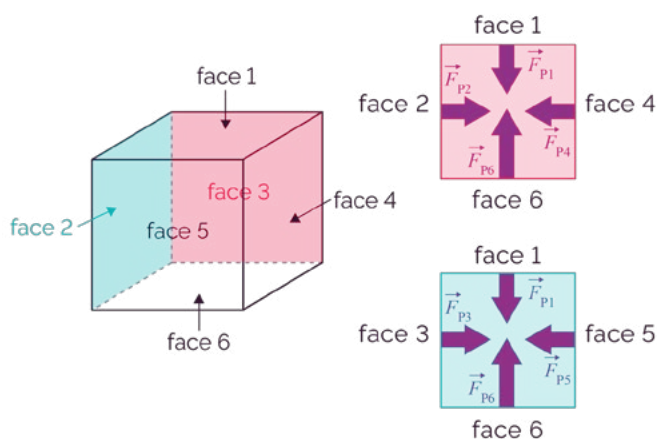


Dans une classe de collège



Explications

Explication qualitative du principe d'Archimède



On comprend facilement l'origine du principe d'Archimède quand on sait que la pression dans un liquide augmente avec la profondeur.

Si on considère un cube immergé dans un récipient rempli d'eau, on peut faire le bilan des forces que la pression exerce sur les six faces du cube. Puisque leurs profondeurs sont identiques, les forces qui s'exercent sur les faces 1, 3, 5 et 6 sont égales. Les forces sur les faces 2 et 4 se compensent donc, et leur résultante est nulle. Il en est de même pour les forces sur les faces 3 et 5. Dans le plan horizontal, il ne se passe donc rien de spécial. Par contre, à cause de la différence de profondeur, la force sur la face 6 est supérieure à la force sur la face 1. La résultante est donc une force non nulle, dirigée vers le haut. C'est la poussée d'Archimède.

Source : <https://www.maxicours.com/se/cours/exploiter-la-poussee-d-archimede/>

