

08

Que devient le poids d'un objet tombé dans l'eau ?

Dans les programmes (cycle 3)

Compétences travaillées :

- Formuler des hypothèses fondées et qui peuvent être éprouvées.
- Suivre un protocole expérimental.

La matière :

- Effectuer des conversions d'unités de masse (en se limitant à des unités usuelles).
- Mesurer la masse d'un solide ou d'un liquide.
- Comparer et mesurer les masses de corps différents, mais de même volume, ou de volumes différents mais de même masse.

Messages à emporter :

- « Lorsqu'un objet est plongé dans l'eau, l'eau le pousse vers le haut. »
- « La poussée de l'eau est plus forte sur un objet ayant un volume plus important. »
- « La forme que l'on donne à un objet favorise ou non sa flottabilité. »

Dans cette leçon de Marie Curie, les élèves vont s'intéresser aux notions de masse et de volume et voir leur relation. Il n'y a pas de lien avec les leçons précédentes.

> 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)

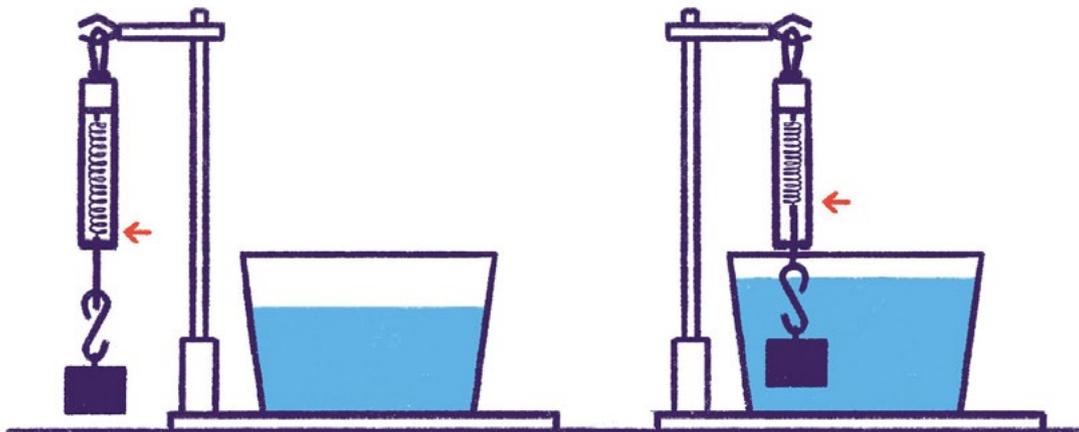
Matériel nécessaire :

- un support,
- un dynamomètre,
- un objet qu'on peut suspendre au dynamomètre,
- un bac rempli d'eau.

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

Rappel de l'expérience :

Peser un objet avec le dynamomètre dans l'air puis répéter la pesée avec l'objet plongé dans l'eau. Observer ce qui se passe.



Déroulement : 60 minutes

- Un temps d'échange en amont de l'expérience est nécessaire pour relever les représentations initiales des enfants sur la notion de masse/de poids. L'enseignant peut noter au tableau les remarques des enfants sans commentaire ni jugement. Il sera ainsi possible de confronter à la fin de la séance les résultats obtenus à ces représentations. 10 minutes
- Présentation du matériel et de l'expérience aux enfants par l'enseignant. L'enseignant prend le temps d'expliquer l'utilisation du dynamomètre et explique bien les deux phases de cette expérience. 5 minutes
- Les élèves expliquent alors, dans leur livret, ce qu'ils pensent qu'il va se produire. Cela va leur permettre de confronter leurs représentations à la réalité lorsqu'ils vont ensuite réaliser eux-mêmes la manipulation. 10 minutes

- Réalisation de l'expérience par les enfants. Chaque enfant du groupe, à son tour, fera la manipulation. L'enseignant passe entre les groupes afin de faire verbaliser le ressenti des élèves et leurs observations. L'échange permet de préciser ce qu'ils voient. **15 minutes**
- Les élèves notent dans leur livret ce qu'ils ont observé. **5 minutes**
- En groupe classe, l'enseignant revient sur l'expérience et écoute le retour des enfants. Un lien peut alors être fait avec les représentations des élèves au tableau et dans leur livret. Cet échange permettra de structurer les nouvelles connaissances acquises par les enfants sous la forme d'une leçon construite ensemble. L'enseignant, par des questions, doit amener les élèves à faire ressortir que l'objet plongé dans l'eau n'a pas perdu de masse mais que l'eau le pousse vers le haut. La leçon peut, par exemple, prendre la forme suivante : « L'objet plongé dans l'eau semble avoir une masse moins importante que dans l'air, mais c'est en fait l'eau qui le pousse vers le haut. » **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 : « Lorsqu'un objet est plongé dans l'eau, l'eau le pousse vers le haut. »

Retour de classe

Pour les élèves qui n'ont pas l'habitude d'utiliser un dynamomètre, l'enseignant peut en tout début de séance proposer une mise en situation avec un ressort simple auquel on suspend différentes masses. Les élèves pourront ainsi constater que l'allongement augmente avec la masse.



Mesure du poids dans l'eau et hors de l'eau avec le dynamomètre.

Inviter un scientifique dans votre classe

Au cours de cette leçon, visionner avec vos élèves la vidéo « C'est quoi l'eau ? » de Philippe Gondret, enseignant-chercheur au laboratoire FAST (CNRS).



L'expérience pour mieux comprendre

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

Matériel nécessaire :

- un support, un dynamomètre,
- deux objets de même masse mais de volumes différents (cylindres en métal)
- un bac rempli d'eau.

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

Rappel de l'expérience :

Refaire cette expérience avec deux objets de même masse mais de volumes différents.

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 appris. L'enseignant doit rappeler que l'objet ne perd pas de masse. Il introduit également la notion de volume en expliquant que cela correspond à l'espace qu'occupe un objet. **5 minutes**
- Présentation du matériel et de la nouvelle expérience aux enfants par l'enseignant. Il distribue deux cylindres de volumes différents. Il n'est pas nécessaire que tous les groupes aient des cylindres du même métal. L'enseignant peut prendre le temps de réexpliquer l'utilisation du dynamomètre. **5 minutes**
- Les élèves écrivent alors dans leur livret ce qu'ils pensent qu'il va se produire et essaient de l'expliquer. Il est intéressant de passer entre les élèves et de leur demander de verbaliser leur hypothèse. L'enseignant, par des questions, va guider sa réflexion et aider la rédaction de l'explication. **10 minutes**
- Réalisation de l'expérience par les enfants. Chaque enfant du groupe, à son tour, fera la manipulation. **10 minutes**
- Temps d'échanges en groupe classe afin de commenter et d'analyser les résultats de l'expérience. L'enseignant doit bien rappeler que les objets ne perdent pas de masse dans l'eau mais qu'ils semblent moins lourds. Il doit faire apparaître que, de deux objets ayant la même masse, celui qui a le volume le plus important subira davantage de la poussée de l'eau. La conclusion est rédigée et construite à partir de ces échanges. **10 minutes**

Message à emporter :

« La poussée de l'eau est plus forte sur un objet ayant un volume plus important. »



Retour de classe :

Exemple de questions-réponses pendant le temps d'échange :

- Qu'avez vous observé dans l'air ? *Le ressort du dynamomètre s'allonge autant pour les deux objets.*
- Qu'avez vous observé dans l'eau ? *Le ressort ne s'allonge pas pareil.*
- Il s'allonge plus pour le petit objet, à votre avis pourquoi ? *L'eau pousse plus sur le grand objet que sur le petit. Pourtant les deux pèsent autant !*



Le défi

Rappel de l'expérience :

Trouver une méthode pour qu'un objet ayant la même masse que les objets précédents flotte dans l'eau du bac. L'élève devra trouver un objet ayant un volume plus important pouvant flotter.

- 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. **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 grand récipient rempli d'eau,
- du papier aluminium,
- des billes.

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

Rappel de l'expérience :

Placer le plus de billes possible sur une feuille de papier aluminium sans qu'elle coule.

Déroulement :  **30 minutes**

Séance à mettre en place avec la même organisation que la partie « défi » de la deuxième séance. Les enfants vont procéder par essais/erreurs.

Message à emporter : « La forme que l'on donne à un objet favorise ou non sa flottabilité. »



Explications

Commentaire : poids et masse

Il est nécessaire de rappeler la relation qui existe entre le poids P et la masse m . Le poids est une force, qui s'exprime en Newton (N). Il est donné par $P = m \cdot g$, où m est la masse exprimée en kilogramme (kg) et g est l'intensité de la pesanteur. Sur Terre, on a $g = 9,81 \text{ N/kg}$. Le dynamomètre à ressort utilisé dans cette leçon est gradué à la fois en kg et en N, ce qui permet de lire au choix la masse ou le poids de l'objet. Quand l'objet est immergé dans l'eau, c'est une masse apparente ou un poids apparent que l'on mesure, à cause de la poussée d'Archimède qui, dans le bilan des forces, vient s'ajouter au poids.

Commentaire sur la formulation du principe d'Archimède

Pour un objet immergé, il est suffisant de dire que la poussée d'Archimède est proportionnelle au volume de l'objet. Mais, cela n'est plus vrai pour un objet qui flotte, car, alors, seule la partie de l'objet située sous la ligne de flottaison est soumise à cette poussée. La formulation exacte est : « Tout corps plongé dans un liquide reçoit une poussée verticale, dirigée vers le haut, et égale au poids du volume de liquide déplacé. ». C'est la notion de liquide déplacé qui est importante : elle est égale au volume de tout le corps pour un corps immergé et au volume de la partie du corps sous la ligne de flottaison pour un corps flottant.

Applications de la poussée d'Archimède en marine

Les matériaux légers, comme la plupart des bois, flottent grâce à la poussée d'Archimède, mais les matériaux lourds, comme l'acier, coulent. Les élèves peuvent avoir du mal à comprendre comment un gros bateau en acier peut flotter. C'est une question de forme : le bateau est lourd, mais il est creux, et, en tous cas quand il n'est pas chargé, il est plein d'air, si bien que sa densité effective est une moyenne de la densité de l'acier (plus grande que celle de l'eau) et de l'air (beaucoup plus petite que celle de l'eau). Quand il est sur l'eau à vide, son poids est équilibré par le poids du volume d'eau déplacé (figure de gauche). Quand il est chargé (figure de droite), il s'enfonce et le volume d'eau déplacé est plus grand, et a un poids encore supérieur à celui de l'ensemble bateau + cargaison.



Source : N. Cheymol et al, Mer et physique : flottabilité d'un navire, Bull. Un. Prof. Phys. Chim., vol. 116, n° 1042, p. 271, mars 2022

Les mêmes principes s'appliquent aux sous-marins, avec la grande différence que ceux-ci doivent pouvoir plonger sous l'eau. On a donc besoin d'un dispositif actif capable d'inverser le poids du sous-marin et le poids du volume d'eau qu'il déplace. Ce dispositif s'appelle un ballast. C'est un réservoir qui peut contenir de l'air ou de l'eau. Quand il est en surface, le sous-marin a son ballast plein d'air et les purges - des vannes commandables que l'on peut ouvrir ou fermer - sont fermées. Le volume du sous-marin, qui inclut alors le volume du ballast, est tel que le poids de l'eau déplacée dépasse le poids du sous-marin, qui, donc, flotte. Pour plonger, le sous-marin modifie son volume en ouvrant ses purges. Le ballast se remplit alors d'eau, ce qui diminue bien le volume du sous-marin, car l'eau du ballast communique avec la mer et fait corps avec elle : elle doit être considérée comme ne faisant plus partie du

sous-marin. Le sous-marin déplace donc moins d'eau. Mais, son poids est toujours le même. L'intensité de la poussée d'Archimède étant égale au poids du volume d'eau déplacé, ce dernier devient inférieur au poids du sous-marin qui, du coup, plonge. Pour remonter à la surface, le sous-marin dispose d'une réserve d'air comprimé. Cet air comprimé est progressivement introduit dans les ballasts pour prendre la place de l'eau, qui rejoint donc la mer, et on ferme les purges. Une fois les ballasts remplis d'air, le sous-marin remonte et peut à nouveau flotter à la surface.

