

Masse volumique et flottabilité en action

La masse volumique et la flottabilité sont des caractéristiques des fluides étroitement liées qui nous aident à comprendre comment les végétaux et les animaux (y compris les êtres humains) utilisent les fluides.

L'huile et l'eau

L'huile est généralement moins dense que l'eau, ce qui fait qu'elle flotte sur l'eau. Cette propriété de l'huile est à la fois nuisible et utile lorsqu'il se produit un déversement d'huile ou de pétrole. Ces substances sont toxiques pour les végétaux et les animaux aquatiques et littoraux. Elles contaminent leurs aliments, les empêchent de respirer normalement et détruisent l'effet isolant de leur fourrure ou de leurs plumes.

Par contre, le fait que l'huile soit moins dense que l'eau est utile lorsqu'il s'agit de nettoyer les déversements. Des barrières de pollution sont utilisées pour encercler les nappes d'huile ou de pétrole à la surface de l'eau (figure 1). Une grande partie de la substance déversée est ensuite aspirée, imbibée ou recueillie à l'aide d'appareils spécialisés.



Figure 1 Cette barrière de pollution a emprisonné la plus grande partie de l'huile déversée.

Aérostats, dirigeables et montgolfières

Le 6 mai 1937, l'aérostat allemand *Hindenburg* complétait sa 21^e traversée de l'Atlantique. Au moment d'atterrir au New Jersey, aux États-Unis, il prit feu et se consuma en quelques secondes (figure 2). Cet engin de 245 mètres de long était gonflé à l'hydrogène, un gaz moins coûteux et moins dense que l'hélium, mais extrêmement explosible. Trente-six personnes ont péri dans la catastrophe, dont trente-trois lorsqu'elles ont sauté de l'engin en flammes.

Aujourd'hui, ce type d'engins « supralégers » est utilisé à des fins publicitaires et de loisirs. Certains d'entre eux, comme les dirigeables *Goodyear*, sont des aérostats gonflés à l'hélium qui se propulsent d'eux-mêmes dans les airs. Cependant, la plupart sont des ballons à air chaud remplis d'air chauffé par des brûleurs accrochés à une nacelle ou à un autre type de compartiment destiné au transport des passagères et passagers. Le ballon comporte une ouverture inférieure. L'air chauffé monte dans le ballon, obligeant l'air froid et plus lourd à sortir par cette ouverture. L'air chaud à l'intérieur du ballon est beaucoup moins dense que l'air extérieur, plus froid, et donne au ballon sa flottabilité (figure 3).

Pour en savoir plus sur le *Hindenburg* et d'autres engins « supralégers » :



Figure 2 À la suite de la catastrophe du *Hindenburg*, le transport commercial par aérostat est devenu plus rare.



Figure 3 Les conceptrices et concepteurs doivent tenir compte de la masse volumique et de la flottabilité lors de la conception des ballons à air chaud.



Figure 4 Les renflements de la tige de la jacinthe d'eau contiennent de l'air, ce qui rend la plante moins dense que l'eau dans laquelle elle vit.

vessie natatoire : organe contrôlable en forme de ballon qui permet aux poissons de modifier leur flottabilité

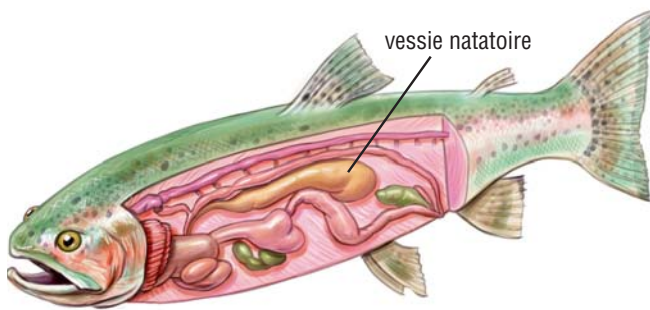


Figure 5 L'oxygène dans la vessie natatoire d'un poisson provient de l'oxygène dissous dans l'eau.

ballast : compartiment à l'intérieur d'un bateau ou d'un sous-marin qui laisse entrer l'eau pour maintenir la stabilité du bateau ou permettre à un sous-marin de plonger sous la surface de l'eau

L'importance de la flottabilité

La jacinthe d'eau (figure 4) est une plante flottante utilisée dans les jardins aquatiques. La flottabilité de la jacinthe d'eau est attribuable au grand nombre de chambres à air contenues dans sa tige. Les êtres humains utilisent les chambres à air dans une grande variété de dispositifs, comme les bouées de sauvetage, les hydravions et les chaises de piscine.

Flottabilité des poissons et des sous-marins

La plupart des poissons maintiennent leur position dans l'eau grâce à une **vessie natatoire**, soit une poche à parois minces située à l'intérieur de leur corps et qui contient principalement de l'oxygène (figure 5). Un poisson peut modifier le volume d'eau qu'il déplace ainsi que sa masse volumique générale en contrôlant la quantité d'oxygène dans sa vessie natatoire. Cela modifie sa flottabilité dans l'eau. Plus sa vessie natatoire contient de l'oxygène, plus le poisson flotte près de la surface; moins elle contient d'oxygène, plus il coule. Cela permet au poisson d'économiser de l'énergie tout en restant au niveau voulu dans l'eau.

Les sous-marins fonctionnent grâce à un principe semblable à celui de la vessie natatoire. Dans un sous-marin, les ballasts jouent le même rôle que la vessie natatoire chez le poisson. Les **ballasts** sont des compartiments qui peuvent se remplir d'air ou d'eau pour contrôler le niveau du bateau ou du sous-marin dans l'eau. Pour faire descendre le sous-marin, des valves s'ouvrent pour laisser entrer l'eau dans les ballasts (figure 6). Pour le faire remonter, des réservoirs d'air comprimé propulsent de l'air dans les ballasts, ce qui déplace l'eau et réduit le rapport masse/volume du sous-marin. Cette réduction de la masse volumique du sous-marin permet à la flottabilité de l'eau environnante de le pousser vers la surface.

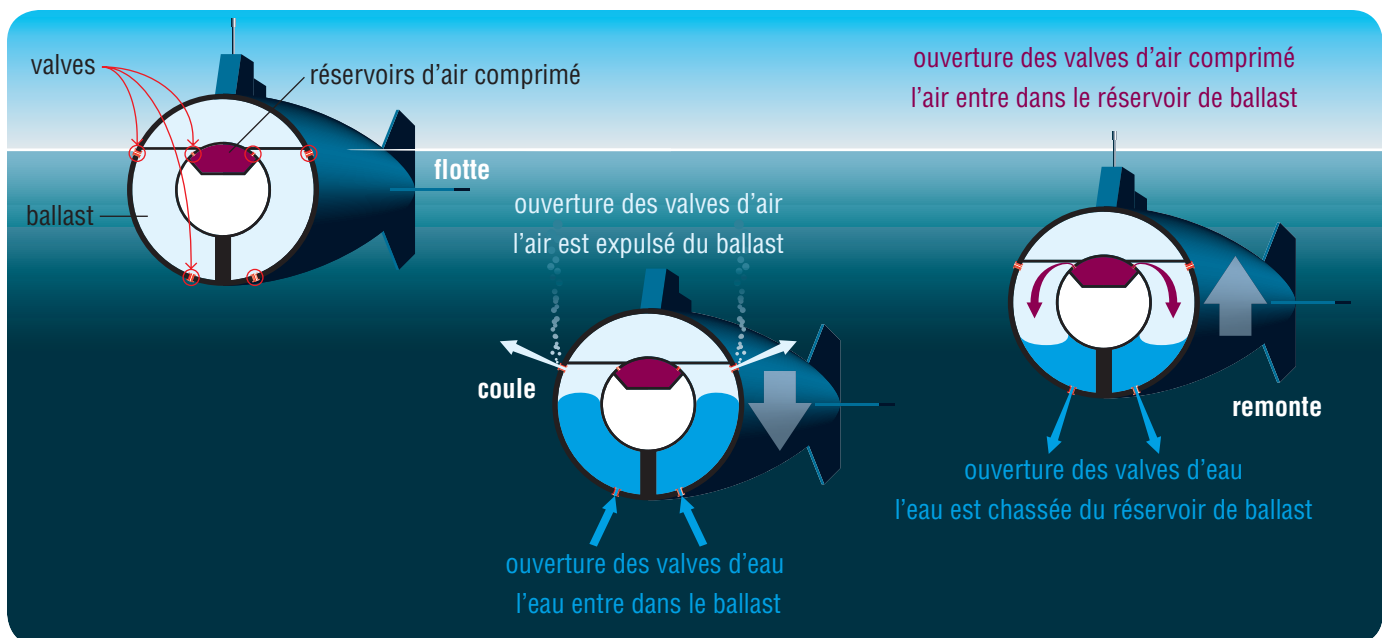


Figure 6 Le ballast d'un sous-marin fonctionne comme la vessie natatoire d'un poisson.

En contrôlant la quantité d'air dans ces chambres spécialisées, les sous-marins et les poissons peuvent modifier leur masse volumique pour remonter, couler ou se maintenir à flot (flotter). Quand un objet ou un organisme remonte, on parle de « flottabilité positive » ; quand il coule, c'est la « flottabilité négative » qui se produit. La flottabilité neutre se produit lorsque le sous-marin ou le poisson se maintiennent à un niveau donné, sans couler ni remonter.



SCIENCES EN ACTION : Fabriquer un ludion

HABILETÉS : exécuter, observer, analyser, communiquer



LA BOÎTE À OUTILS
4.C.1.

Le ludion, comme d'autres jouets basés sur le même principe, amuse les élèves de sciences et les enfants partout dans le monde depuis des centaines d'années. Dans cette activité, tu vas fabriquer ton propre ludion.

Matériel : ciseaux, bouteille de plastique de 2 L et son bouchon (sans les étiquettes), paille en plastique, trombones en métal, pâte à modeler (facultatif), récipient rempli d'eau

1. Coupe en deux une paille en plastique. Plie la paille en deux et fixe-la dans cette position à l'aide d'un trombone.
2. Accroche quatre ou cinq trombones à celui qui maintient la paille (ou encore, ajoute une petite boule de pâte à modeler au trombone). Tu as maintenant ton ludion.
3. Place le ludion dans un récipient rempli d'eau. Il devrait flotter juste à la surface de l'eau (figure 7). Si ce n'est pas le cas, augmente ou diminue la masse (les trombones ou la pâte à modeler) jusqu'à ce qu'il flotte tel que montré.
4. Remplis la bouteille de 2 L à ras bord avec de l'eau. Place le ludion dans la bouteille et visse bien le bouchon.
5. Lorsque tu presses la bouteille, tu forces l'eau à entrer dans la paille. Observe le comportement du ludion. Comment peux-tu produire une flottabilité positive, négative, et neutre du ludion ?

- A. Dans ton cahier, fais un diagramme annoté du ludion dans la bouteille.
- B. Note tes observations lorsque tu comprimes ou laisses décompresser la bouteille.
- C. Explique comment le ludion peut présenter une flottabilité positive, négative, et neutre. Tu peux utiliser des schémas si tu le désires.



Figure 7 Ton ludion doit flotter à la surface.

Les ludions, les sous-marins et les poissons qui possèdent une vessie natatoire démontrent un principe commun : les objets ou les organismes qui déplacent un plus grand volume de fluide ont une flottabilité plus grande que ceux qui en déplacent moins.

Activité de fin d'unité

La flottabilité est souvent prise en considération dans la conception de jouets aquatiques et aériens. Comment peux-tu utiliser la flottabilité pour la conception de ton jouet ?



VÉRIFIE TA COMPRÉHENSION

1. Dans cette section, quelle est l'idée la plus importante pour toi ? Explique ton choix.
2. Décris deux circonstances où les êtres humains ont sans doute utilisé des modèles présents dans la nature pour concevoir des dispositifs qui exploitent les propriétés de la masse volumique et de la flottabilité.
3. La masse volumique est-elle utile ou nuisible lors du nettoyage de déversements d'huile ou de pétrole ? Explique ta réponse.
4. a) Explique le fonctionnement d'un ballast. Tu peux utiliser un schéma pour illustrer ton explication.
b) En quoi la vessie natatoire ressemble-t-elle à un ballast dans un sous-marin ?