



Les principes d'Archimède, de Pascal et de Bernoulli

Secondaire 4

Trois principes importants décrivent le comportement des **fluides** :

- [Le principe d'Archimède](#)
- [Le principe de Pascal](#)
- [Le principe de Bernoulli](#)

Le principe d'Archimède

définition

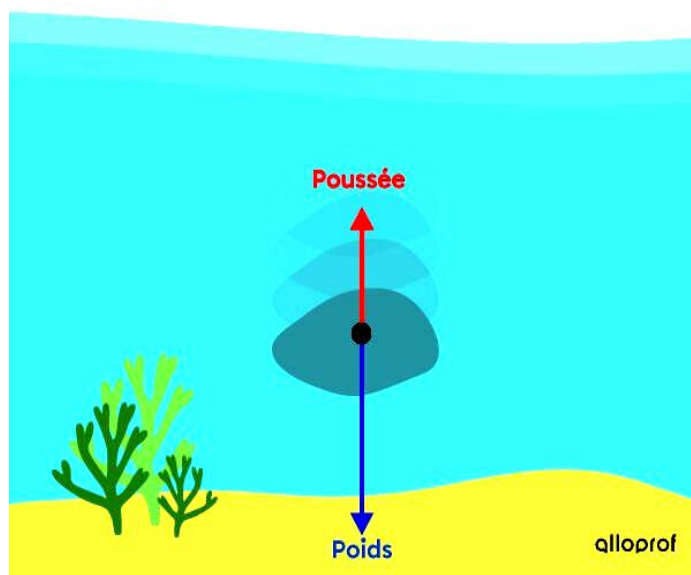
Le **principe d'Archimède** stipule qu'un objet plongé dans un fluide subit une force de poussée vers le haut égale au poids du fluide déplacé par l'objet.

Lorsqu'un objet est plongé dans un fluide, il déplace une quantité de ce fluide. En effet, si on plonge une balle de golf dans un verre d'eau, la balle de golf prend la place d'une certaine quantité d'eau. Cette quantité d'eau doit se déplacer, ce qui fait monter le niveau de l'eau dans le verre.

Le déplacement du fluide génère une force de poussée qu'on appelle la poussée d'Archimède. La grandeur de cette force est égale au poids de la quantité d'eau déplacée. Cette force a tendance à pousser l'objet vers le haut. Le poids de l'objet, aussi appelé **force gravitationnelle**, est une force qui a tendance à pousser l'objet vers le bas. Tout dépendant de la grandeur de la force de poussée et du poids de l'objet, l'objet peut couler, se maintenir à une même profondeur ou flotter.

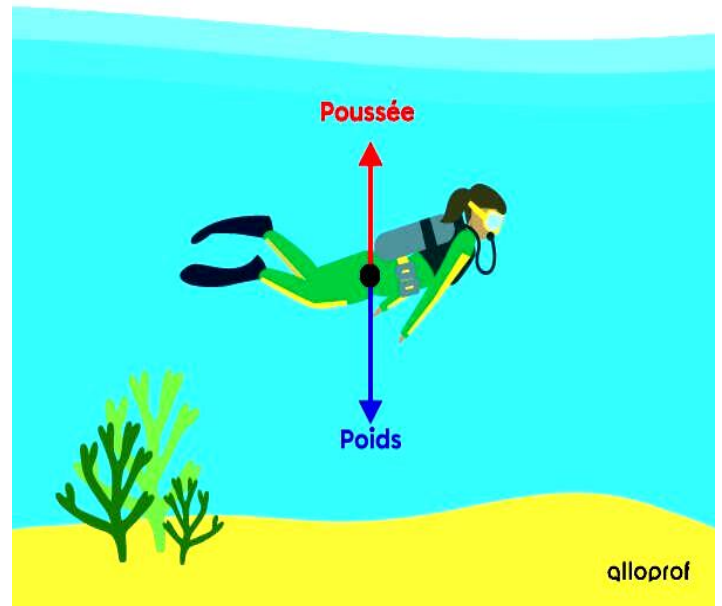
Voici les trois situations possibles :

Le **poids de l'objet** est **plus grand** que le **poids du fluide qu'il déplace (poussée)**. La force vers le bas est donc plus grande que la force vers le haut. La force résultante est dirigée vers le bas et l'objet coule vers le fond.



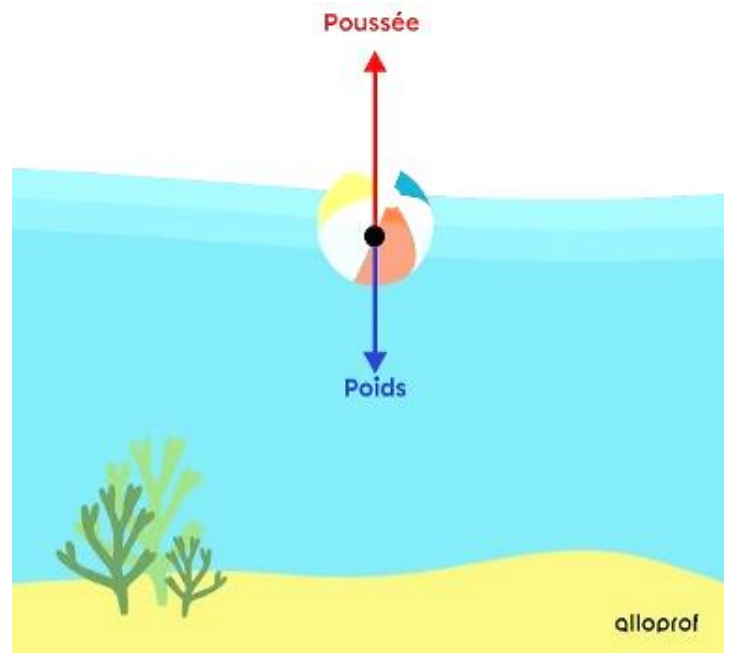
La répartition des forces sur un objet qui coule

Le **poids de l'objet** est **égal** au **poids du fluide qu'il déplace (poussée)**. La force vers le bas et la force vers le haut sont de même grandeur. Elles s'annulent et l'objet se maintient à la profondeur où il est.



La répartition des forces sur un objet qui se maintient à une même profondeur

Le **poids de l'objet** est **plus petit** que le **poids du fluide qu'il déplace (poussée)**. La force vers le bas est plus petite que la force vers le haut. La force résultante est dirigée vers le haut et l'objet remonte vers la surface.



La répartition des forces sur un objet qui flotte

exemple

Si on met une boule de pâte à modeler dans l'eau, elle coule. En effet le volume d'eau qu'elle déplace n'est pas assez grand pour générer une force de poussée plus grande que son poids.



alloprof

Une boule de pâte à modeler qui coule dans l'eau

Si on prend la même boule de pâte à modeler, mais qu'on la forme en coque de bateau, elle flotte. De cette façon, la pâte à modeler déplace un plus grand volume d'eau. Le poids du volume d'eau déplacé est donc plus grand. La force de poussée est plus grande que le poids de la pâte à modeler, qui est toujours le même.



alloprof

Un bateau de pâte à modeler qui flotte dans l'eau

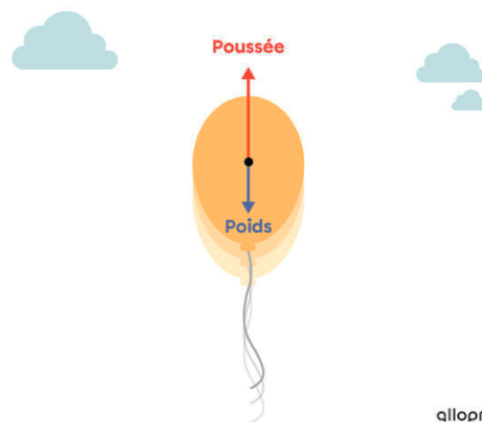
exemple

Le fait qu'un ballon d'hélium flotte dans les airs est également expliqué par le principe d'Archimède.

Le **poids de l'objet** correspond au poids du ballon et de l'hélium qu'il contient.

La **force de poussée** appliquée sur le ballon correspond au poids de l'air que le ballon déplace.

Le poids du ballon rempli d'hélium est plus petit que celui de l'air qu'il déplace. Le poids est donc plus petit que la force de poussée. La force résultante est vers le haut et le ballon monte dans les airs.



alloprof

Un ballon d'hélium qui monte dans les airs

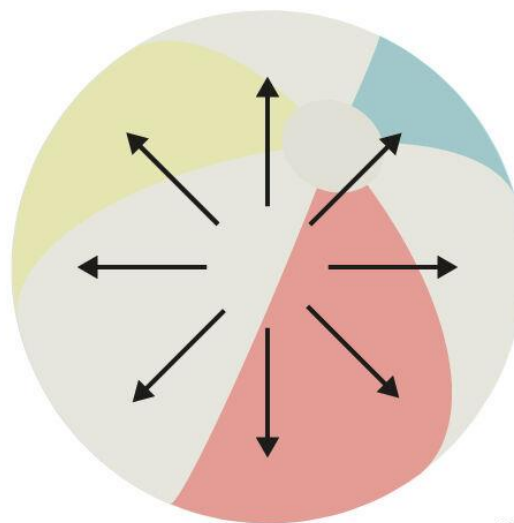
Le principe de Pascal

définition

Le **principe de Pascal** stipule qu'une variation de pression appliquée en un point dans un fluide en milieu fermé est répartie uniformément dans toutes les directions.

exemple

Lorsqu'on gonfle un ballon, on augmente la pression à l'entrée de celui-ci. L'air se répartit uniformément dans le ballon. La pression exercée par l'air sur la paroi du ballon sera alors égale dans toutes les directions.

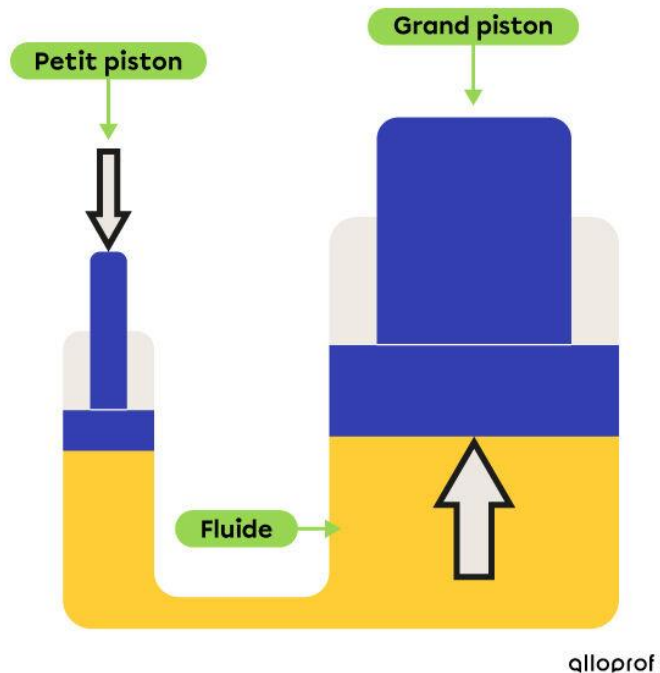


alloprof

La répartition de la pression exercée par un fluide dans un ballon

Les vérins hydrauliques

Les vérins hydrauliques utilisent le principe de Pascal. Ces mécanismes sont utilisés pour soulever de grandes charges, comme des voitures. Ils sont constitués de deux pistons : un piston de petite surface et un piston de grande surface. Ces deux pistons sont reliés entre eux et remplis d'un fluide incompressible, comme de l'huile.



Un vérin hydraulique

En appuyant sur le petit piston, on augmente la pression en un point du fluide du vérin. L'augmentation de pression est alors répartie uniformément dans le fluide. Ainsi, l'augmentation de pression subie par le grand piston (P_2) est égale à celle induite par le petit piston (P_1).

$$P_1 = P_2$$

On sait également que la pression est égale au rapport de la force appliquée sur l'aire de la surface.

$$P = \frac{F}{A}$$

On peut donc dire que

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

La différence de surface des pistons fait que si on applique une petite force sur le petit piston, une grande force est générée par le grand piston.



Le petit piston d'un vérin a une superficie de $0,002 \text{ m}^2$, alors que le grand piston a une superficie de $0,010 \text{ m}^2$. Si on applique une force de 100 N sur le petit piston, quelle force sera générée par le grand piston?

Voir la solution



Il faut d'abord identifier les données.

Petit piston :

$$A_1 = 0,002 \text{ m}^2 \quad F_1 = 100 \text{ N}$$

Grand piston :

$$A_2 = 0,010 \text{ m}^2 \quad F_2 = ?$$

Comme $P_1 = P_2$ et $P = \frac{F}{A}$, on peut dire que $\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$.

$$\begin{aligned} \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} &\Rightarrow F_2 = \frac{F_1 \times A_2}{A_1} \\ F_2 &= \frac{100 \text{ N} \times 0,010 \text{ m}^2}{0,002 \text{ m}^2} \\ F_2 &= 500 \text{ N} \end{aligned}$$

La force générée par le grand piston est de 500 N . Cette force est effectivement plus grande que celle appliquée sur le petit piston (100 N).

Le principe de Bernoulli

définition

Le **principe de Bernoulli** stipule que plus la vitesse d'un fluide est grande, plus sa pression est petite.

exemple

Une façon d'observer ce principe est de placer une feuille de papier sous sa bouche. Au repos, la feuille tombe.

Lorsqu'on souffle droit devant, la feuille remonte.

En effet, l'air soufflé au-dessus de la feuille a une plus grande vitesse que celui sous la feuille. La pression de l'air au-dessus est donc plus faible que celle en dessous. La feuille est attirée vers la zone de basse pression, donc vers le haut.

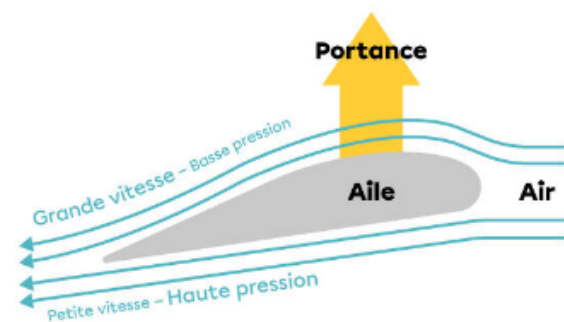
Le fonctionnement de l'aile d'un avion peut être expliqué à l'aide du principe de Bernoulli. L'inclinaison et la forme du profil de l'aile d'avion font dévier la trajectoire de l'air de façon à ce que l'air au-dessus de l'aile ait une plus grande vitesse que l'air au-dessous de l'aile. La grande vitesse de l'air au-dessus de l'aile crée une zone de basse pression, tandis que la petite vitesse de l'air en dessous de l'aile crée une zone de haute pression.

Cette différence de pression provoque une force vers le haut qu'on appelle la *portance*. Elle permet à l'avion de voler.



alloprof

Démonstration du principe de Bernoulli avec une feuille de papier



alloprof

Le fonctionnement d'une aile d'avion