

La masse volumique est **la masse** d'un solide, d'un liquide ou d'un gaz (corps pur ou mélange) **par unité de volume**. Autrement dit, la masse volumique indique combien pèse un certain volume d'une substance.

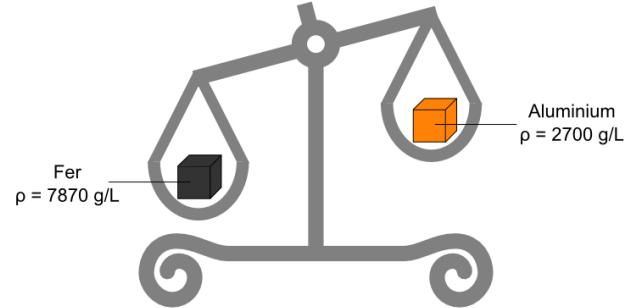
Le symbole le plus couramment utilisé pour la masse volumique est « ρ » (lettre grecque « rhô »).

L'unité de mesure est le gramme par litre qui a pour symbole « g/L » ou « $g \cdot L^{-1}$ ».

Par exemple : « $\rho(\text{ethanol}) = 918 \text{ g/L}$ » ou « $\rho(\text{ethanol}) = 918 \text{ g} \cdot L^{-1}$ » signifie que la masse volumique de l'éthanol est égale à 918 grammes par litre, c'est-à-dire qu'un litre d'éthanol pèse 918 grammes.

La masse volumique peut permettre de **différencier deux corps purs**.

Par exemple, deux solides de même volume, l'un en fer et l'autre en aluminium n'auront pas la même masse : le solide en fer sera environ 3 fois plus lourd que celui en aluminium.



« 1 Litre \neq 1 000 g » car on ne peut pas comparer un volume et une masse.

⚠ On peut toutefois écrire que « **1 L pèse 1 000 g** », mais seulement pour **l'eau pure et à 4°C**. Autrement dit, seule l'eau pure à 4°C a une masse volumique égale à 1 000 grammes par litre :

$$\rho(\text{eau pure } 4^\circ\text{C}) = 1\,000 \text{ g} \cdot L^{-1}$$

L'unité « gramme par litre » est une unité courante. **L'unité SI** (c'est-à-dire du Système International) est le **kilogramme par mètre-cube** qui a pour symbole « kg/m^3 ou « $kg \cdot m^{-3}$ ».

Il y a équivalence entre ces deux unités : $1 \text{ g} \cdot L^{-1} = 1 \text{ kg} \cdot m^{-3}$

• Calculs et unités

La masse volumique peut se calculer si on connaît la masse m et le volume V de l'échantillon de matière :

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Par transformation de cette relation, on obtient :

$$m = \rho \times V \quad V = \frac{m}{\rho}$$

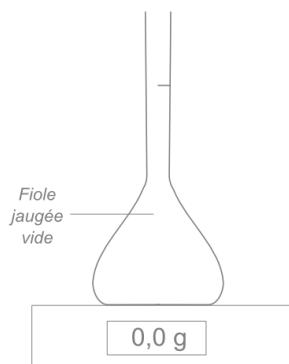
Lorsqu'on effectue des calculs, il faut que la relation soit **homogène**, c'est-à-dire que les deux membres de l'égalité s'expriment dans la même unité. Cela pourra imposer d'effectuer des conversions.



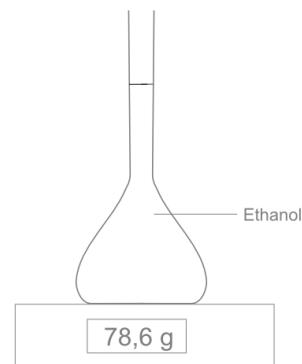
Par exemple, si on donne la masse volumique de la glace : $\rho = 918 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ et qu'on souhaite calculer la masse d'un glaçon de volume égal à 220 mL , il faudra convertir ce dernier en litre ($V = 0,220 \text{ L}$) afin de calculer la masse en grammes.

Pour déterminer expérimentalement la masse volumique d'un solide ou d'un liquide, il suffit de peser un volume connu (par exemple de l'éthanol à l'état liquide ci-dessous).

- 1 On dépose une fiole jaugée sur une balance et on effectue la tare (remise à zéro de la balance)



- 2 On remplit la fiole jaugée (volume connu) d'éthanol pur et on pèse



- 3 On pèse effectue un calcul de proportionnalité pour trouver la masse d'un litre (= 1000 mL) d'éthanol

• Masse volumique des gaz

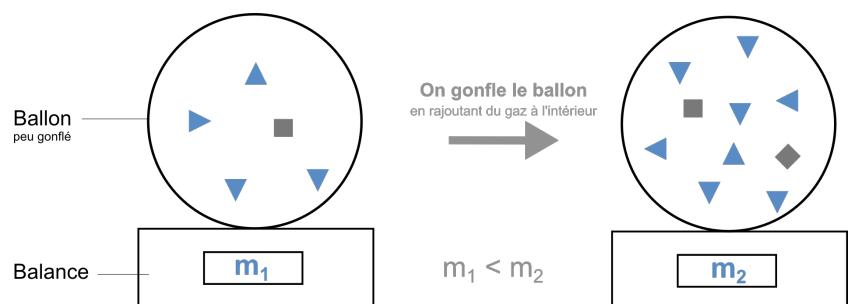
Les gaz ont une masse, qui est celle des molécules qui les constituent. Puisque celles-ci sont dispersées, leur **masse volumique est plus faible** que celles des solides et des liquides.

Un récipient qui contient un gaz (ou un mélange de gaz comme l'air) ne contient pas « rien » : ce dernier terme doit être réservé au vide, c'est-à-dire à l'absence de matière, et donc à l'absence de molécules. Dans le cas de l'air, la masse est celle des molécules de **diazote** et de **dioxygène** qui sont les principaux constituants de l'air dans les proportions suivantes : **80 %** de diazote (c'est-à-dire 4/5) et **20 %** de dioxygène (c'est-à-dire 1/5).

La masse volumique de l'air à 20°C est égale à 1,2 gramme par litre ; autrement dit, un litre d'air à 20°C pèse 1,2 gramme :

$$\rho(\text{air } 20^\circ\text{C}) = 1,2 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

La masse des gaz peut être mise en évidence à l'aide d'un ballon dont la masse augmente lorsqu'on le gonfle, c'est-à-dire lorsqu'on ajoute des molécules à l'intérieur du ballon.



• Densité des solides et des liquides

La densité d'un solide ou d'un liquide est **le rapport** entre sa masse volumique et celle de l'eau pure à 4°C :

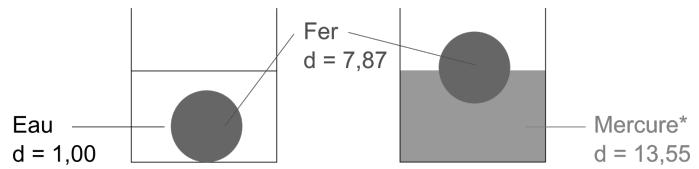
$$d = \frac{\rho}{\rho_{\text{eau pure } 4^\circ\text{C}}}$$

Autrement dit, la densité d'un solide ou d'un liquide indique **combien de fois** ce solide ou ce liquide est plus lourd - ou plus léger - que le même volume d'eau pure à 4°C.

Si la masse volumique est connue en gramme par litre, alors : $d = \frac{\rho}{1\,000 \text{ g/L}}$

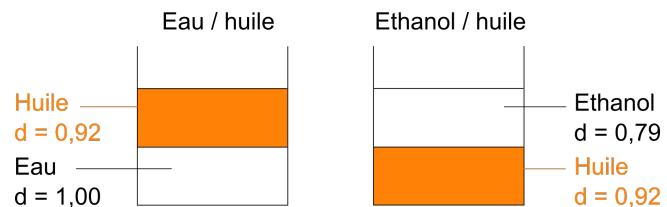
⚠ La densité est donc une grandeur **sans unité**.

Connaître la densité d'un solide permet également de savoir s'il va **flotter** ou couler sur l'eau : si sa densité est supérieure à 1 alors le solide coule, sinon il flotte.



Par exemple, le fer ($d = 7,87$) flotte sur le mercure ($d = 13,55$) alors qu'il coule dans l'eau ($d = 1,00$). On peut également **comparer leurs masses volumiques** (à condition de les exprimer dans la même unité).

Comparer les densités de **deux liquides** non-miscibles (c'est-à-dire qui forment un mélange hétérogène) permet de savoir lequel se retrouvera au-dessus après décantation.



Par exemple, l'huile ($d = 0,92$) flotte sur l'eau ($d = 1,00$) alors qu'elle coule dans l'éthanol ($d = 0,79$). On peut également **comparer leurs masses volumiques** (à condition de les exprimer dans la même unité).

• Densité des gaz

La densité d'un gaz est le **rappor**t entre sa masse volumique et celle de l'air à 20°C :

$$d = \frac{\rho}{\rho_{\text{air } 20^\circ\text{C}}}$$

Autrement dit, la densité d'un gaz indique **combien de fois** ce gaz est plus lourd - ou plus léger - que le même volume d'air à 20°C.

Si la masse volumique est connue en gramme par litre, alors : $d = \frac{\rho}{1,2 \text{ g/L}}$

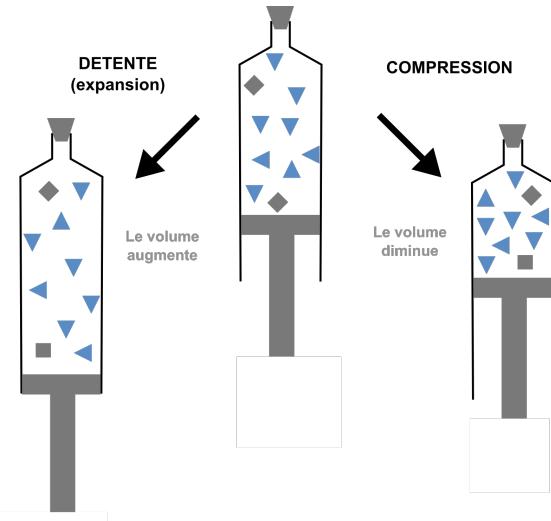
⚠ La densité des gaz, comme celle des solides et des liquides, est donc une grandeur **sans unité**.

• Pression des gaz

La pression des gaz, qui se mesure en **Pascal (Pa)** ou en **bar** (1 bar = 100 000 Pa) à l'aide d'un **manomètre** (photo ci-contre), est causée par les **chocs** des molécules en mouvement contre les parois du récipient.



On peut augmenter la pression d'un gaz en diminuant **le volume** du récipient : on dit alors que le gaz est comprimé, ou qu'il subit une **compression**. A l'inverse, le gaz subit une **détente** (ou expansion).



*Lorsqu'on comprime un gaz, sa **masse volumique** va donc augmenter (même masse dans un volume plus faible) ; à l'inverse, lorsqu'on détend un gaz, sa masse volumique va diminuer (même masse dans un volume plus élevé). On peut également augmenter la pression d'un gaz en augmentant **le nombre de molécules** sans changer le volume (ce qui revient à augmenter sa masse volumique) car cela augmentera le nombre de chocs contre les parois.*

La température d'un gaz modifie sa pression car l'agitation des molécules augmente avec la température, ce qui augmente le nombre de chocs contre les parois. C'est pour cette raison qu'il est nécessaire de contrôler la pression de l'air à l'intérieur d'un pneu lorsque la température change.