

## Chapitre 2

# La masse volumique et la densité

### I. Définition : Masse volumique ( $\rho$ )

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

La masse volumique  $\rho$  (rhô) d'un corps correspond au rapport entre sa masse « m » et son volume « V ». Son unité est le kilogramme par mètre cube ( $\text{kg/m}^3$ ) ou le kilogramme par L ( $\text{kg/L}$ ).

### II. Définition : Densité ( $d$ )

$$d = \frac{\rho_{\text{matière}}}{\rho_{\text{eau}}}$$

La densité  $d$  correspond au rapport entre la masse volumique de la matière  $\rho_{\text{matière}}$  et la masse volumique de l'eau  $\rho_{\text{eau}}$ .

Masse volumique de l'eau (à 4°C) =  $999,45 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \sim 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1 \frac{\text{kg}}{\text{L}}$

### III. Coule ou flotte ?

Le thème « flotte ou coule » n'est pas un thème défini scientifiquement, mais un thème fréquemment abordé à l'école. Il permet de retravailler l'opposition lourd/léger en faisant prendre en compte le volume de l'objet et en introduisant qualitativement la masse volumique ou le qualificatif « dense ».

Idées préalables communes : ce qui est lourd coule et ce qui est léger flotte. Cependant, les observations sur des objets ne confirment pas ces idées : un bateau flotte alors qu'il est lourd (on ne peut pas le porter à la main !)

Que peut-on observer lorsqu'on immerge un objet (solide) dans l'eau : il peut soit couler, soit flotter, ou encore se dissoudre ...

### De quoi cela dépend il ?

- il coule si sa masse volumique globale est plus grande que celle de l'eau :

$$\rho_{\text{objet}} > \rho_{\text{eau}} \rightarrow \text{"l'objet coule"}$$

- il flotte si sa masse volumique globale est plus faible que celle de l'eau :

$$\rho_{\text{objet}} < \rho_{\text{eau}} \rightarrow \text{"l'objet flotte"}$$

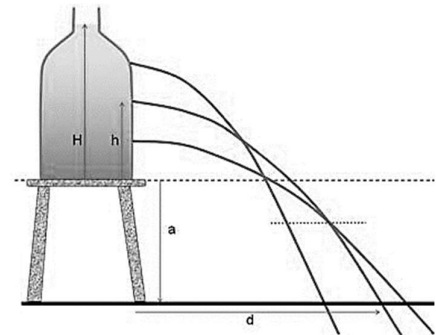
- il se dissout (morceau de sucre par exemple) si le ou les matériaux dont il est constitué sont solubles dans l'eau ; cette propriété est propre à certains matériaux (sucre, sels...).

Pour les deux premiers points, on est passé de l'opposition lourd/léger à une comparaison de masses **pour un même volume**.

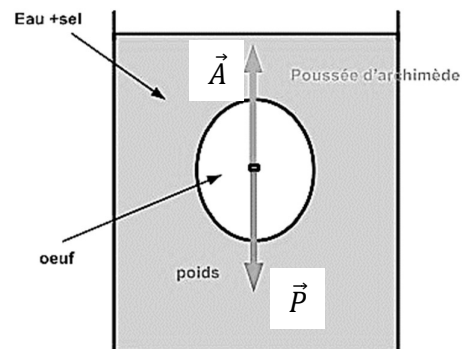
### Pourquoi en est-il ainsi ?

L'eau exerce une pression d'autant plus forte qu'on est plus loin de la surface ; on le met en évidence en faisant des trous dans une bouteille à différente hauteur :

L'eau gicle plus fort, va plus loin, à partir du trou le plus loin de la surface, le plus profond



Un objet qu'on immerge subit en chaque point de sa surface immergée une pression de la part de l'eau, la pression étant plus grande sur les parties les plus profondes, la résultante de toutes ces forces de pression (la force unique ou **poussée d'Archimède** qui remplace l'ensemble des forces appliquées pour obtenir le même effet) est dirigée vers le haut, on la représente par le vecteur  $\vec{A}$  vers le haut placé au centre de gravité de l'objet. Mais l'objet a aussi un poids représenté sur la figure par le vecteur  $\vec{P}$  placé également au centre de gravité de l'objet, dirigée vers le bas.



Prenons l'exemple de l'œuf dans l'eau :

- Premier cas : L'œuf coule dans de l'eau vu que :  $\rho_{\text{œuf}} > \rho_{\text{eau}}$
- Deuxième cas : L'œuf flotte dans une solution saturée de sel dans l'eau :  $\rho_{\text{œuf}} > \rho_{\text{Sol. Saturée}}$
- Troisième cas : L'œuf reste en sustentation (« il reste entre deux eaux ») dans la solution **non saturée** en sel :  $\rho_{\text{œuf}} = \rho_{\text{Sol. Sel}}$ .

Au départ, l'œuf est au fond du bocal. On rajoute progressivement du sel dans l'eau du bocal. Lorsque le sel est rajouté dans l'eau, il se dissout et le mélange eau-sel donne une solution dont la masse volumique augmente en fonction de la quantité de sel. L'œuf passe en sustentation lorsque la masse volumique de l'eau salée devient égale à sa masse volumique globale.

### Que se passe-t-il si on verse un liquide (pur) sur de l'eau ?

Les considérations précédentes concernaient des objets solides dans un liquide (l'eau). Elles restent valides pour les « objet liquide » (comme une huile végétale dans l'eau).

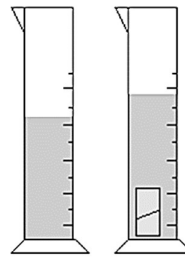
- Il coule si sa masse volumique globale est plus grande que celle de l'eau (1kg par litre) ;
- Il flotte si sa masse volumique globale est plus faible que celle de l'eau ;
- Il est en sustentation si sa masse volumique est égale à celle de l'eau (exemple : goutte d'huile dans de l'eau contenant de l'alcool de telle sorte que la densité de ce mélange eau/alcool soit égale à celle de l'huile) ;
- Il se dissout (alcool par exemple) s'il est soluble dans l'eau.



#### IV. Détermination de la masse volumique d'un corps solide

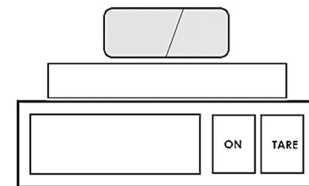
Dans un premier temps, je détermine sa masse par l'intermédiaire d'une balance. Puis je cherche expérimentalement le volume qu'il occupe en l'immergeant complètement dans de l'eau contenue dans un récipient gradué. Le volume d'eau déplacé correspondra à son volume. Sa masse volumique globale est calculée par l'équation  $\rho = m/V$ .

##### Détermination du Volume



$$V = V_2 - V_1 = \dots \text{ mL}$$

##### Détermination de la masse

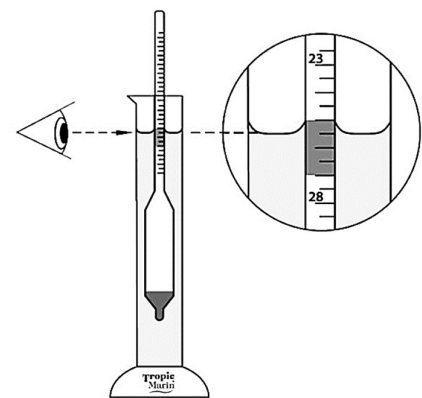


$$m = \dots \text{ g}$$

#### V. Détermination de la masse volumique d'un liquide

##### Le densimètre (ou hydromètre) :

Remplir une éprouvette graduée avec le liquide étudié. Ne pas remplir l'éprouvette avec le densimètre à l'intérieur car si le liquide coule le long de la tige, cela va affecter le résultat. Lentement insérer le densimètre dans le liquide jusqu'à ce qu'il flotte par lui-même. Le densimètre est un instrument très fragile. NE JAMAIS laisser tomber le densimètre dans le récipient. Il risque d'éclater. Lire ensuite la valeur de densité par lecture directe sur le densimètre dès qu'il cesse d'osciller. Il est important de prendre la température en même temps que la densité parce que la densité change avec la température.



**Le pycnomètre en verre :**

Il est souvent composé de deux éléments s'assemblant par un joint en verre rodé :

- Une fiole (d'une capacité de 50 ou 100 mL (ou  $\text{cm}^3$ ) ;
- Un bouchon percé d'un tube fin.

Quand on ferme le bouchon sur la fiole, le trop-plein de liquide s'échappe par l'extrémité supérieure du tube du bouchon (attention aux yeux !!!). Le volume de liquide est déterminé avec une grande précision. Le volume du pycnomètre est connu avec une précision extrême (par le fabricant), il suffit de le peser avec son contenant sur une balance de précision afin de déterminer par calcul la masse volumique du liquide.

**Applications :**

- Quelle est la masse volumique d'un pendentif en or de  $4000 \text{ mm}^3$  dont la masse est de 754 dg ?
- Quelle est la masse volumique d'un bijou en platine de  $2500 \text{ mm}^3$  dont la masse est de 534,75 dg ?
- Chercher la densité du cuivre si  $10 \text{ dm}^3$  ont une masse de 87 kg.
- Chercher la densité de la glace si  $20 \text{ m}^3$  ont une masse de 18,4 t.
- Chercher la densité du vin si 1 hl a une masse de 99 kg.
- Chercher la densité du mercure si 1 dl a une masse de 1,359 kg.
- La densité de l'or est 19,32. Trouver la masse de  $1 \text{ dm}^3$ ,  $1 \text{ cm}^3$  et de  $5 \text{ cm}^3$ .
- La densité de l'alcool  $80^\circ$  est 0,86. Trouver la masse de 3 l, 1 cl, 10 dal et de  $20 \text{ dm}^3$ .
- La densité du mercure est 13,6. Trouver la masse de  $1 \text{ cm}^3$ , 1 dl, de 5 dal et de 5 cl.
- La densité de l'acier ordinaire est de 7,8. Trouver le volume de 7,8 kg, de 78 dag, de 7,8 g et de 7,8 mg.
- La densité du bois de sapin est 0,5. Trouver le volume de 5g, de 5 kg, de 25 dag et de 2 hg.
- Quelle est la masse d'une boule de cuivre ( $d=8,8$ ) de 90 mm de diamètre ?