Leçon 1 : La masse volumique

Objectifs :

- *Maîtriser la notion de masse volumique ;*
- *Connaître et savoir utiliser la relation mathématique entre masse volumique, masse et volume ;*
- *Savoir mesurer les grandeurs nécessaires puis calculer la masse volumique d'un objet ;*
- *Savoir identifier la nature d'un matériau à partir de sa masse volumique ;*
- *Savoir que la masse volumique varie avec la température.*

Mode d'emploi : Tout ce qui est écrit en rouge, vert et noir dans ce diaporama doit être écrit dans le cahier. Ce qui est écrit en violet doit être lu avec attention mais n'est pas à écrire.

I) Qu'est-ce que la masse volumique ?

La masse volumique d'une substance correspond au rapport de sa masse (m) par son volume (V). Elle se note ρ (rau) et peut être calculée en utilisant la relation suivante :

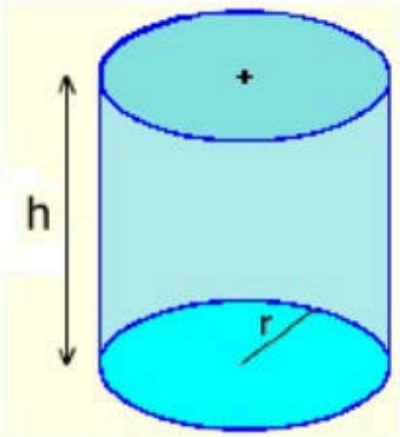
$$\rho = \frac{m}{V}$$

Avec m en kilogramme (kg)
V en mètre-cube (m^3)
ρ en kilogramme par mètre-cube (kg/m^3)

Ou avec m en gramme (g)
V en centimètre-cube (cm^3)
ρ en gramme par centimètre-cube (g/cm^3)

C’est le rapport :

$$\rho = \frac{\text{MASSE}}{\text{VOLUME}} =$$

MASSE de l’objet en gramme	
VOLUME de l'objet en cm^3	

Unité : kg/m^3

ou g/cm^3

https://didaquest.org/wiki/La_masse_volumique#/media/Fichier:Kamelexemple_MASSEVOLUMIQUE.jpg

Exemple:

Si une substance a une masse de 4 000 kg et un volume de 500 dm^3 alors :

Données : m = 4 000 kg

V = 500 dm^3 .

Ce volume doit être converti en mètre-cube : V = 0,5 m^3.

$\rho = \frac{m}{V}$ donc $\rho = \frac{4\,000}{0,5} = 8\,000$

$\rho = 8\,000$ kg/m^3 .

La masse volumique de cette substance est de 8 000 kg/m^3 .

II) L'unité de masse volumique :

- Rappel sur les unités de volume et de capacité : 1 L = 1 dm^3.

1 dm^3 = 1000 cm^3.

m^3			**dm^3**			**cm^3**	**mm^3**
*k*L	hL	daL	L	dL	cL	mL	

- Rappel sur l'unité de masse :

t	**q**	**10 *k*g**	**hg**	**dag**	**g**	**dg**	**cg**	**mg**

kg

Dans le Système International :

- Le volume s’exprime en ……..

- La masse s’exprime en ……..

-La masse volumique s’exprime en ……

……(……).

Tableau indiquant les valeurs de masse volumique de différents matériaux (à 20°C) :

Matériau	Masse volumique en kg/m³
Eau	1 000 kg/m³
Eau salée (de mer)	1030 kg/m³
Essence	750 kg/m³
Acier	7 800 kg/m³
Cuivre	8 920 kg/m³
Or	19 300 kg/m³
Aluminium	2 700 kg/m³
Fer	7 860 kg/m³
Laiton	7 300- 8 400 kg/m³
Béton	2 300 kg/m³ (béton armé : 2400 kg/m³)
Bois	Sapin : 450 kg/m³ (liège : 240 kg/m³)
Polystyrène	1 040 -1 060 kg/m³
P.V.C.	1 480 kg/m³

III) Déterminer la masse volumique d'un solide :

Il s'agit d'un TP noté, réalisé par groupe de 2 élèves.
Le compte-rendu doit être rédigé sur copie double.



Votre mission :

- Faire les mesures puis les calculs nécessaires pour obtenir la masse volumique d'un cylindre ;
- Grâce au tableau précédent, identifier la nature du matériau qui compose votre cylindre.

Vous disposez d'eau, d'une balance, d'un cylindre et d'une éprouvette graduée.

IV) Calculer la masse d'une substance à partir de sa masse volumique

Si l'on modifie la relation qui exprime la masse volumique en fonction du volume et de la masse alors il est possible de calculer la masse:

$$\mathbf{m = \rho \times V}$$

Avec **m en kilogramme (kg)**
V en mètre cube (m^3)
ρ en kilogramme par mètre cube (kg/m^3)

Exemple :

Un récipient contient 200 mL d'éthanol dont la masse volumique est de 789 kg/m^3 . Quelle est la masse d'éthanol que contient le récipient ?

Données : $\rho = 789$ kg/m^3

V = 200 mL . Ce volume doit être converti en mètre-cube.

V = 0,2 L donc $V = 0{,}2$ dm^3 (Car 1 L = 1 dm^3)

V = 0,0002 m^3

On utilise la relation $m = \rho \times V$

$m = 789 \times 0{,}0002$

$m = 0{,}1578$ kg

On peut convertir en grammes : m = 157,8 g

La masse de 200 mL d'éthanol est donc de 157,8 g.

V) Calculer le volume d'une substance à partir de sa masse volumique

Il est également possible de modifier l'expression de la masse volumique pour pouvoir calculer le volume. La relation devient :

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

Avec m en kilogramme (kg)
V en mètre cube (m^3)
ρ en kilogramme par mètre cube (kg/m^3)

Exemple:

Un bloc d'aluminium a une masse de 972 g et une masse volumique de 2 700 kg/m^3. Quel est le volume de ce bloc ?

Données : m = 972 g. Cette masse doit être convertie en kg.
m = 0,972 kg

On utilise la relation : $V = m : \rho$

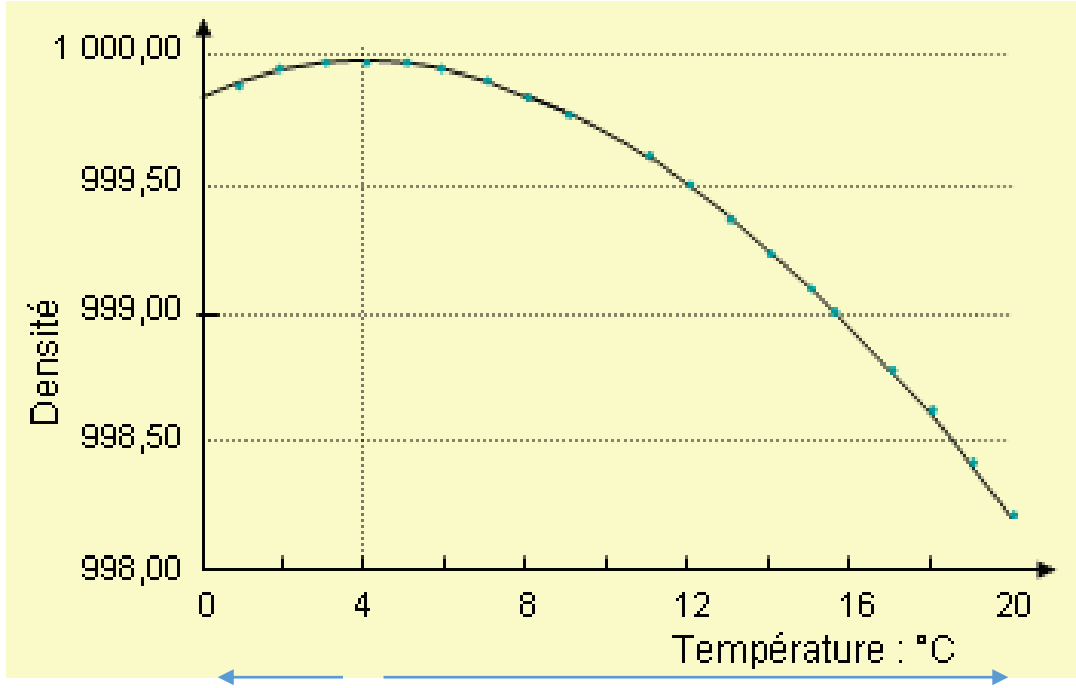
$$V = \frac{0,972}{2\,700} = 0,00036$$

$V = 0,00036\ m^3$

On convertit en dm^3 : $V = 0,36\ dm^3$.

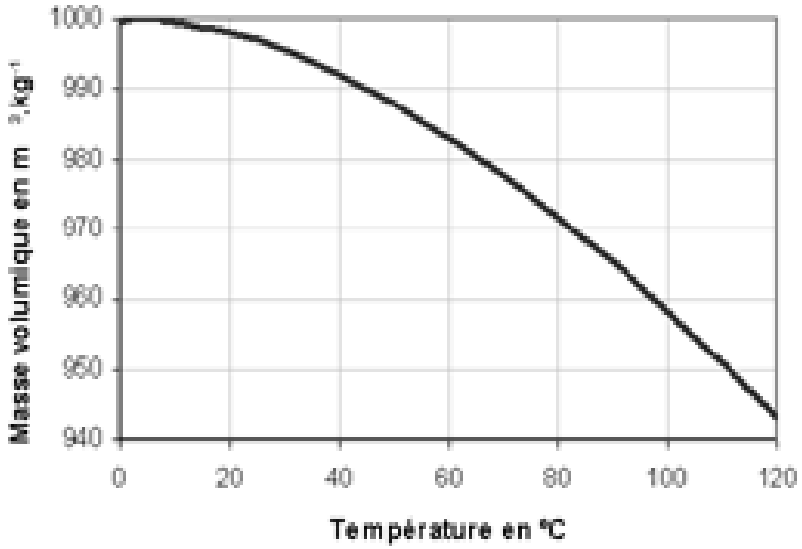
Le volume du bloc d'aluminium est de 0,36 dm^3.

VI) Evolution de la masse volumique de l'eau avec la température



Dilatation de l'eau Dilatation de l'eau

Masse volumique de l'eau (en kg/m^3) entre 0 et 120°C



Plus la température de l'eau augmente, plus sa masse volumique diminue, donc plus son volume augmente pour une même masse.

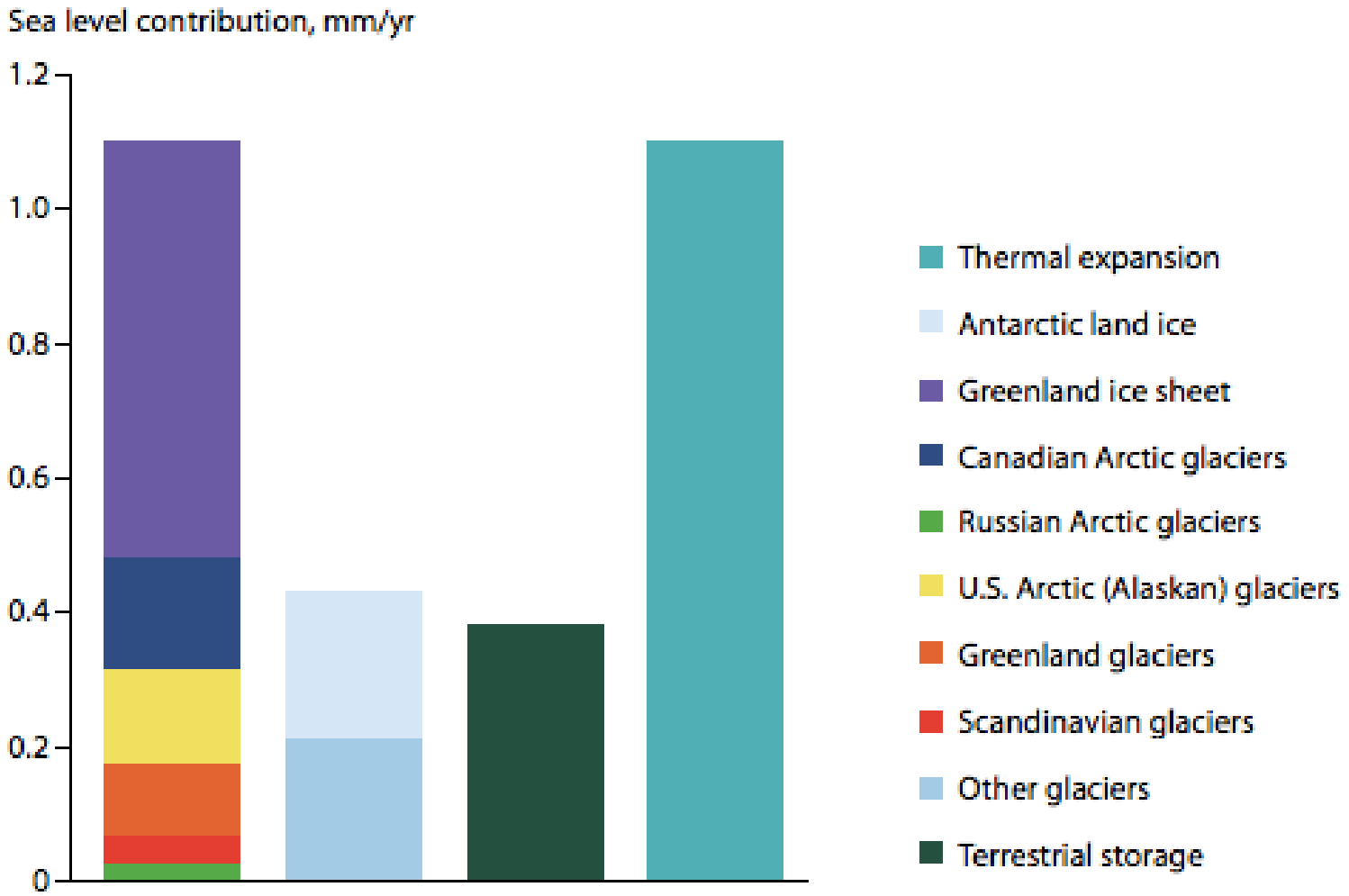
Une conséquence…l'augmentation rapide du niveau des océans, liée au réchauffement climatique.

D'après Théophile Bongarts Lebbe, Plateforme Océan et Climat

Les faits sont là. Il s'agit maintenant de comprendre par quels canaux un phénomène aussi éloigné géographiquement de la population pourra bientôt en impacter une majorité.

La fonte des glaces est la principale cause de la montée des eaux. Depuis 1901, le niveau de la mer a augmenté d'environ 20 cm et le rythme s'accélère. La mer augmente désormais de 3,4 mm chaque année. Alors que la fonte des glaciers de hautes montagnes, d'Antarctique et du Groenland est responsable de la hausse du niveau de la mer, ce n'est pas le cas de la banquise arctique. Sa fonte n'a aucun effet sur la montée des eaux. Le mécanisme est simple à comprendre : ajoutez de l'eau dans un récipient, et le niveau monte. Placez maintenant un glaçon dans un verre d'eau, puis marquez le niveau de l'eau d'un coup de feutre. Cinq minutes plus tard, vous constaterez qu'en vertu du principe d'Archimède, ni la fonte du glaçon, ni celle de l'Arctique n'augmente le niveau de l'eau.

La fonte des glaciers terrestres n'est cependant pas seule responsable de la montée des eaux, car plus l'eau est chaude, plus son volume augmente. Cette *dilatation thermique* (*Thermal expansion* sur le graphique) ne s'observe pas dans un verre d'eau, mais contribue à hauteur d'un tiers à l'augmentation du niveau de la mer. Depuis 25 ans, une hausse de 7 centimètres du niveau des eaux lui est attribuée.



Extrait du Arctic Monitoring Assessment Program, Snow, Water, Ice and Permafrost in the Arctic, Norway, 2017.
Les différentes sources de la montée des eaux, et leur contribution en millimètres par année.

À l'horizon 2100, nous estimons que le niveau de la mer aura augmenté de 55 cm à 1 m si nos émissions se maintiennent au même rythme. Les populations installées dans de grandes métropoles côtières, dans des deltas, ou bien sur des îles, **soit plus de 10% de la population mondiale, seront exposées à ce phénomène**. Les inondations menacent les infrastructures de villes comme New-York, Tokyo, Jakarta, Mumbai, Lagos ou Shanghai, très proches du niveau de la mer. Dans les deltas, la montée des eaux salinise les sols et l'eau douce. Au Bangladesh par exemple, tous les poissons ne parviennent pas à s'adapter à cela : c'est donc moins de poissons dans les filets des pêcheurs. Dans le Delta du Mékong, c'est la fertilité des sols qui diminue et menace les récoltes de céréales.

Par ailleurs, en Europe, dans l'Atlantique nord, la mer du Nord et la mer Baltique, il a été prouvé qu'au cours du XX^{e}siècle, **la montée du niveau de la mer s'est accompagnée d'une augmentation du nombre d'évènements climatiques extrêmes**. En France, les côtes sableuses de la Nouvelle-Aquitaine reculent de 1,7 à 2 m par an et on prévoit d'ici 2050 une avancée de 50 m de la mer. Les tempêtes d'hiver peuvent provoquer des reculs brutaux des plages allant jusqu'à 25 m, qu'il faudra ajouter à ces projections climatiques. Lorsque les infrastructures et les populations sont touchées, le coût économique peut être gigantesque, notamment pour les petits États insulaires. Par exemple, l'ouragan Maria qui avait frappé la Dominique en septembre 2017 a engendré des destructions d'une valeur égale à 226% du PIB du pays.

Enfin, la modification de la densité de l'eau et par conséquent de la circulation océanique influe sur le climat des pays tempérés. Des hivers plus froids et des étés plus chauds sont à prévoir, ainsi que des zones de plus hautes ou de plus basses précipitations. En France, les inondations extrêmes pourraient doubler d'ici trente ans.

Si tout l'Antarctique fondait, le niveau moyen de la mer augmenterait d'environ 70 m. Toutefois, un tel cataclysme ne devrait pas se produire au cours de notre ère – pas plus que l'arrêt des émissions de CO_2 ne mettrait fin à la fonte des glaces. À notre échelle de temps, nous devons plutôt nous soucier des larges flux de migrations qu'engendreront ces changements. La Banque Mondiale nous alerte sur le chiffre prévisionnel de 140 millions de réfugiés climatiques en 2050, mais les habitants de certaines îles et deltas fuient déjà leurs terres aujourd'hui, particulièrement en Asie et dans les îles du Pacifique.

Si la machine climatique est bel et bien victime des activités anthropiques, limiter l'ampleur des dégâts est possible. Cela passe par l'atténuation des changements climatiques et l'adaptation aux conséquences de ces changements. Certaines villes et régions se soucient du problème, mais la mobilisation doit, dès à présent, être de bien plus grande envergure.

Pour résumer :

Du fait de la dilatation thermique, le réchauffement de l'eau des océans provoque un « gonflement » de ces eaux, et l'élévation du niveau des océans. Cette montée du niveau des océans est aussi causée par la fonte des glaces terrestres.

L'élévation du niveau des eaux salées aura des conséquences importantes sur la population mondiale, obligeant de nombreuses personnes à migrer.

Annexe : Conseils pour rédiger le TP

1) *Introduire la problématique :* Introduction

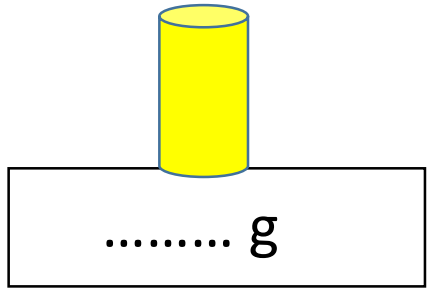
Exemple : Nous cherchons à déterminer en quel matériau est fait notre cylindre. Pour cela, nous allons calculer sa masse volumique.

Pour pouvoir calculer sa masse volumique, il faut mesurer la …… et le …… de notre cylindre.

- Pour mesurer la……., nous utiliserons une …… .
- Pour mesurer le ……., nous utiliserons une …… …… et de l'eau.

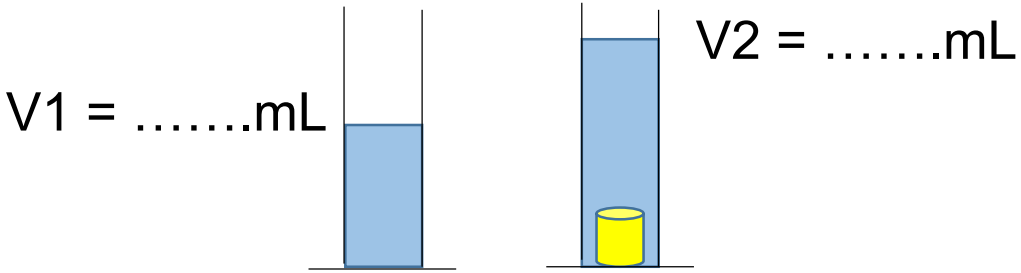
2) Faire les mesures, les conversions et schématiser les expériences : Résultats expérimentaux

- Mesure de la masse :



La masse est de ……g, soit ……kg.

- Mesure du volume :



- V = V2 – V1 = …… mL, soit …… m^3.

Le volume est de …… m^3.

3) Calcul de la masse volumique de notre cylindre.

Il faut appliquer la relation mathématique, trouver la valeur et faire une phrase réponse.

4) Identification du matériau de notre cylindre.

Il faut décrire l'aspect de votre cylindre : semble-t-il être en bois, en plastique ou en métal ? Est-il doré, argenté, rouillé, mat ou brillant (…)? Puis il faut comparer votre valeur de masse volumique avec celles du tableau, et conclure sur la nature du matériau qui constitue votre cylindre, en prenant en compte aussi l'aspect du matériau.