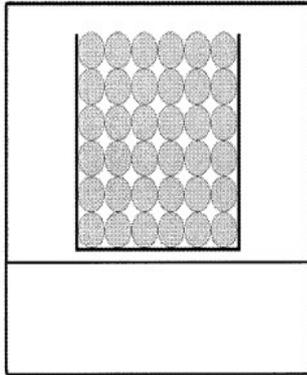
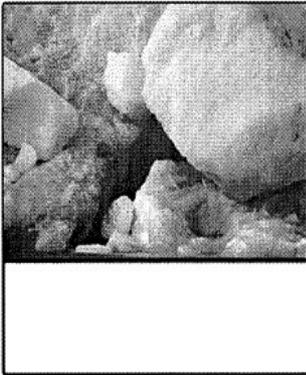


**TP n°4 – Module 1 : Constitution de la matière –**  
**Masses Volumiques et flottabilité**

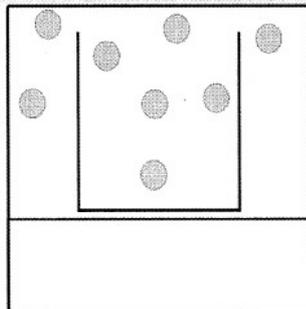
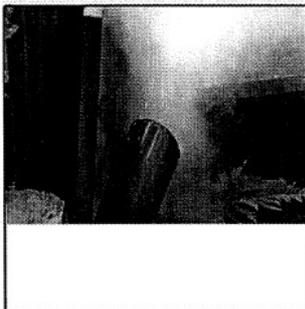
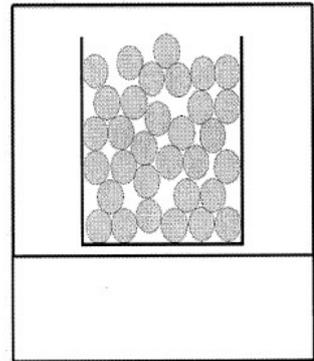
**Document n°1 : Les états de la matière aux échelles MICRO et MACRO-scopiques**

Pour décrire comment la matière se présente à nos sens (vue et toucher essentiellement, ouïe, éventuellement ...), il existe 3 états naturels : Solide, Liquide et Gazeux, que l'on peut décrire comme suit :



**A l'état SOLIDE** : les espèces chimiques qui composent la matière sont très proches les unes des autres et ne peuvent pas bouger les unes par rapport aux autres : c'est pour cela que les solides possèdent une forme propre.

**A l'état LIQUIDE** : les espèces chimiques qui composent la matière sont encore très proches MAIS peuvent déjà bouger les unes par rapport aux autres sans toutefois pouvoir s'éloigner et les liquides n'ont pas de forme propre : ils adoptent la forme du récipient qui les contient.



**A l'état GAZEUX** : les espèces chimiques qui composent la matière sont éloignées et séparées par du vide, et peuvent bouger les unes par rapport des autres : les gaz n'ont pas de forme propre et de plus, occupent tout l'espace qui leur est donné.

**Document n°2 : La masse volumique**

**A retenir !**

**Masse volumique** : pour une matière dans n'importe quel état, la **masse volumique** est la **masse** pesée (en **g** ou en **kg**) d'une quantité de cette matière, qui occupe un **volume** donné (en **L** ou en **m<sup>3</sup>**). Elle se note **m<sub>v</sub>** ou **ρ** ("rho") et se calcule :

$$\rho = m / V \quad \text{ou :} \quad m_v = m / V$$

avec :

**ρ** (ou **m<sub>v</sub>**) : **masse volumique** (en **kg/L** ou **g/L** ou encore **kg/m<sup>3</sup>**)

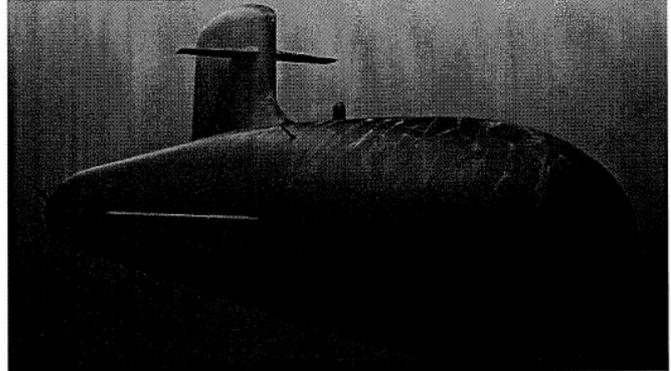
**Document n°3 : Matériel à disposition**

- Balance de précision
- Eprouvettes graduées de 250 mL et 500 mL
- Bécher de 100 mL
- Fiole jaugée de 100 mL
- Pipette Pasteur

**Matériaux à tester :**

- 
- 
- 
- Bouchon de liège

**Problématique** : Pourquoi et comment un sous-marin peut-il flotter "entre deux eaux" ?



1. Que signifie flotter "entre deux eaux" ?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

2. Formuler une hypothèse sur la(es) condition(s) de flottaison "entre deux eaux" d'un sous-marin, en utilisant la masse volumique.

.....  
.....  
.....  
.....

**I) Mesure la masse volumique d'un matériau**

3. Pour les matériaux disponibles à tester, rédiger un protocole (liste des actions à faire) de mesure de leur masse volumique.

**Protocole :**

1)  
2)  
3)  
4)

*Appeler le professeur (pour vérifier le protocole)*

4. Réaliser les mesures nécessaires (on pourra s'aider du tableau ci-dessous pour noter les mesures successives, puis calculer la masse volumique de ces objets et compléter le tableau ci-dessous en les classant par ordre décroissant.

**Résultats de mesures :**

<u>Objet n°1</u>	<u>Objet n°2</u>	<u>Objet n°3</u>	<u>Objet n°4</u>

<i>Matériau</i>	<i>Etat</i>	<i>Masse mesurée (g)</i>	<i>Volume mesuré (mL)</i>	<i>Masse volumique (g/mL = kg/L)</i>
.....				
.....				
.....				
<i>Eau de mer</i>	<i>L</i>	<i>Pas de mesure</i>	<i>Pas de mesure</i>	<i>1,03</i>
<i>Eau du robinet</i>	<i>L</i>			
.....				
<i>Air (à 25°C)</i>	<i>G</i>	<i>Pas de mesure</i>	<i>Pas de mesure</i>	<i>0,00129</i>

5. Observer la flottaison des objets dont vous disposez dans l'eau et comparer leur masse volumique avec celle de l'eau, puis compléter l'encadré ci-dessous.

**Conclusion :**

Il semble que les matériaux qui ont une masse volumique ..... à celle de l'..... peuvent ....., alors que les matériaux qui ont une masse ..... à celle de l'..... peuvent .....

6. Pourquoi les matériaux semblent ils être plus "denses" (masse volumique plus grande) lorsqu'ils sont à l'état solide (Doc.1) ?

.....  
 .....  
 .....

.....  
.....  
.....  
.....

**II) Comment un sous-marin peut il flotter entre deux eaux ?**

7. Comparer la masse volumique de l'eau de mer avec celle de l'eau du robinet. Qu'est ce qui peut expliquer cette différence ?

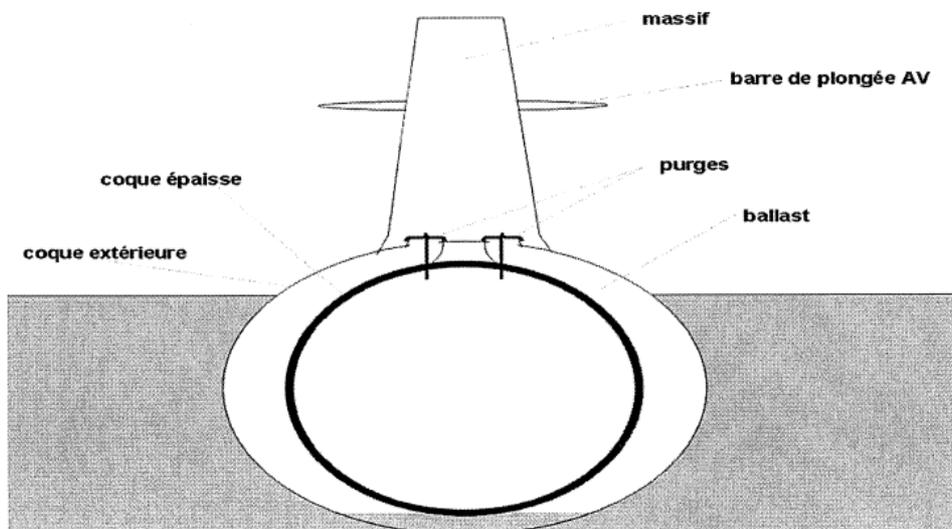
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

8. Comment doit être la masse volumique du sous-marin pour flotter finalement "entre deux eaux" ? Justifier.

.....  
.....  
.....  
.....

9. En s'aidant du schéma ci-dessous, donnant la coupe faciale (vue de devant) d'un sous-marin : comment peut il monter ou descendre dans l'eau de mer ? Justifier.

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....



## CORRECTION :

1. **Flotter entre 2 eaux** signifie que le sous-marin ne flotte pas (en surface) ni ne coule (pour se déposer sur le fond marin), mais reste à une profondeur choisie (et constante, s'il le souhaite).  
*Remarque* : en général, les objets flottent ou coulent, mais n'ont pas cette 3ème option de rester entre "2 eaux".
2. Les 3 options (flotter, couler, rester entre 2 eaux) correspondent en fait à une masse volumique du sous-marin  $<$  celle de l'eau de mer (flotter),  $>$  (couler), ou égale (rester entre 2 eaux). Si le sous-marin parvient à acquérir une **masse volumique égale à celle de l'eau de mer** qui l'entourne, alors il peut rester entre 2 eaux.
3. **PROTOCOLE de mesure de masse volumique** :

1. Peser l'objet à l'aide de la balance (permet de trouver :  $m_{\text{objet}}$ )
2. Mettre un volume connu ( $V_{\text{initial}}$ ) d'eau dans une éprouvette graduée (à l'aide du bécher et de la pipette Pasteur), de façon à pouvoir immerger totalement l'objet.
3. Immerger l'objet, sans éclabousser, ni le lâcher (sinon casse le fond de l'éprouvette) et lire le volume obtenu  $V_{\text{final}}$  et déduire  $V_{\text{objet}} = V_{\text{final}} - V_{\text{initial}}$
4. Calculer la masse volumique :  $\rho_{\text{objet}} = m_{\text{objet}} / V_{\text{objet}}$

## 4. MESURES :

<b>Cylindre de métal</b>	<b>Lame de métal</b>	<b>Bouchon de liège</b>	<b>Balle de golf</b>
Par mesure directe (voir protocole précédent) :  $V1 = 180 - 170 = 10 \text{ mL}$ $m1 = 26,8 \text{ g}$  soit :  $\rho1 = m1 / V1$ $= 26,8 / 0,010$ $= 2680 \text{ g/L}$	<i>La lame étant de trop petit volume, il est préférable de mesurer ses longueur, largeur et épaisseur puis par calcul de volume d'un pavé droit :</i>  $V2 = L * l * h$ $= 10 * 1 * 0,1$ $= 1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ mL}$ $m2 = 7,6 \text{ g}$  soit :  $\rho2 = m2 / V2$ $= 7,6 / 0,001$ $= 7600 \text{ g/L}$	<i>Le bouchon flottant ne peut pas être immergé donc on utilise la formule géométrique utilisant sa hauteur <math>h = 3,7 \text{ cm}</math> et son rayon (<math>R = D/2 = 2,3 / 2 = 1,15 \text{ cm}</math>) soit par calcul de volume d'un cylindre :</i>  $V3 = \pi * R^2 * h$ $= 3,14 * 1,15^2 * 3,7$ $= 15,4 \text{ cm}^3 (\text{mL})$ $m3 = 3,0 \text{ g}$  soit :  $\rho3 = m3 / V3$ $= 3,0 / 0,0154$ $= 194 \text{ g/L}$	Par mesure directe (voir protocole précédent) :  $m4 = 44,5 \text{ g}$ $V4 = 210 - 170 = 40 \text{ mL}$  soit :  $\rho4 = m4 / V4$ $= 44,5 / 0,040$ $= 1112 \text{ g/L}$

Puis on classe par ordre décroissant les objets dans le tableau ci-dessous :

<i>Matériau</i>	<i>Etat</i>	<i>Masse mesurée (g)</i>	<i>Volume mesuré (mL)</i>	<i>Masse volumique (g/mL = kg/L)</i>
..Lame de métal.....	S	7,6	1	7,6
..Cylindre de métal.....	S	26,8	10	2,68
..Balle de Golf.....	S	44,5	40	1,12
<b><i>Eau de mer</i></b>	<b><i>L</i></b>	<b><i>Pas de mesure</i></b>	<b><i>Pas de mesure</i></b>	<b><i>1,03</i></b>
<b><i>Eau du robinet</i></b>	<b><i>L</i></b>	1000	1000	1,00
..Bouchon de liège..	S	3,0	15,4	0,194
<b><i>Air (à 25°C)</i></b>	<b><i>G</i></b>	<b><i>Pas de mesure</i></b>	<b><i>Pas de mesure</i></b>	<b><i>0,00129</i></b>

## 5. CONCLUSION :

### Conclusion :

Il semble que les matériaux qui ont une masse volumique .....inférieure..... à celle de l'.....eau..... peuvent .....flotter....., alors que les matériaux qui ont une masse .....supérieure..... à celle de l'.....eau..... peuvent .....couler..... .

- Pour les solides, qui sont des matières condensées, les espèces chimiques (atomes, ions ou molécules) qui le composent sont alors relativement ordonnées et compactes, ne laissant que peu d'espace entre elles, donc, pour un volume donné, on peut en "ranger" davantage que pour un même volume de liquide ou de gaz.
- Pour un même volume, l'eau de mer contient des ions  $\text{Na}^+$  et  $\text{Cl}^-$  dissous, ce qui augmente un peu la masse de l'eau, mais pas le volume, donc la masse volumique de l'eau de mer est  $>$  à celle de l'eau pure.
- On retrouve bien que le sous – marin devrait avoir une masse volumique égale à celle de l'eau de mer pour se "comporter" comme elle, ni flotter (remonter), ni couler (descendre).
- Pour régler sa masse volumique, il utilise des ballasts (réservoirs situés sur la coque extérieure) qu'il peut remplir d'eau (il augmente sa masse, sans augmenter son volume, car le sous–marin ne se déforme pas !), et donc sa masse volumique augmente, et de fait, il peut descendre, mais il peut aussi chasser l'eau de ses ballasts et les remplir d'air comprimé contenu dans le sous–marin, pour faire diminuer sa masse, donc sa masse volumique aussi et donc remonter. S'il fait entrer la "bonne quantité" d'eau dans les ballasts, il peut égaliser la masse volumique de l'eau de mer et de fait, rester à une profondeur constante.

**Remarque** : le moteur du sous–marin ne sert pas à le faire descendre ni remonter mais simplement à le faire avancer/propulser, aidé par des gouvernails de profondeur, qui aident le mouvement de montée ou descente !