



## Esprit scientifique

### Où va l'eau chaude, où va l'eau froide ?

Découvrez la suite de l'expérience p.109



▲ Eau chaude colorée en rouge, eau froide colorée en bleu.

#### Matériel

- ▶ 4 bocaux en verre identiques, ayant si possible un bord épais.
- ▶ Du colorant (ou de l'encre).
- ▶ Du carton fin ou du papier épais.
- ▶ De l'eau chaude et de l'eau froide.
- ▶ Un grand plateau à hauts rebords.



Remontée d'un canon de l'épave d'un galion au Bahamas. Les canons en métal coulaient à pic lors d'un naufrage. Pour les récupérer, les plongeurs utilisent un sac gonflable qui emporte le canon en remontant à la surface. Pourquoi le canon coule-t-il et pas le ballon ?

#### Je sais déjà

1. Avec quel instrument la masse d'un solide se mesure-t-elle ?

- a. une balance.
- b. une règle.
- c. une éprouvette.
- d. un thermomètre.

2. Avec quel instrument la masse d'un liquide se mesure-t-elle ?

- a. une balance.
- b. une règle.
- c. une éprouvette.
- d. un thermomètre.

3. Un décimètre cube est égal à :

- a. 1 litre.
- b. 0,1 litre.
- c. 10 centimètres cube.
- d. 1 kilogramme.

4. Deux liquides qui ne peuvent pas former un mélange homogène sont qualifiés de :

- a. miscibles.
- b. non miscibles.
- c. insolubles.
- d. hétérogènes.

#### Au CYCLE 3, j'ai vu...

- ✓ La masse et le volume des objets
- ✓ La proportionnalité entre deux grandeurs

#### Au CYCLE 4, j'ai vu...

- ✓ Les matériels pour mesurer la masse et le volume d'un liquide
- ✓ La relation de proportionnalité entre la masse et le volume d'un objet

#### Je vais apprendre à...

- ✓ Expliquer le positionnement des composants d'un mélange liquide hétérogène
- ✓ Identifier un liquide à l'aide de sa masse volumique
- ✓ Déterminer la masse d'un objet à partir de son volume et de sa masse volumique

# 1 Comment expliquer que le pétrole flotte sur l'eau de mer ?



Une nappe de pétrole a flotté jusqu'à la plage à côté de chez Samia. Ses parents ont aidé à nettoyer cette marée noire et ont ramené une bouteille de pétrole. Samia se dit que pour pouvoir flotter, le pétrole doit être plus léger que l'eau. Elle fait quelques expériences pour vérifier.

L'explication de Samia est-elle correcte ?



Doc. 1 Les expériences de Samia.

Pour mieux comprendre pourquoi le pétrole flotte, Samia a réalisé deux expériences de pesée. L'éprouvette de gauche contient du pétrole, l'éprouvette de droite contient de l'eau.

La masse d'une bille en fer est plus grande que celle d'une bille en plastique de même dimension. Ce constat permet de comprendre que le fer est plus dense que le plastique, ou autrement dit, que la **masse volumique** du fer est supérieure à celle du plastique.

Doc. 2 Une question de vocabulaire.

Pour qu'une substance (liquide ou solide) flotte sur un liquide, il faut que sa masse volumique soit inférieure à celle du liquide. Dans le cas de liquides miscibles entre eux, on obtient un mélange homogène et il ne peut plus être question de flottaison.

Doc. 3 Critère de flottaison.

### Vocabulaire

La **masse volumique** : masse d'une substance pour 1 m<sup>3</sup> (ou 1 L) de celle-ci.

### Pour réussir cette activité

- ✓ J'ai analysé une expérience.
- ✓ J'ai utilisé le vocabulaire approprié.

### Exploitation de documents

1. **Doc. 1** Pour chaque expérience, compare la masse de l'eau à celle du pétrole.
2. **Doc. 1** Pour chaque expérience, précise si le volume de pétrole est inférieur, supérieur ou égal à celui de l'eau.
3. Samia conclut : « Le pétrole est plus léger que l'eau, c'est pour cela qu'il ne coule pas ». Explique pourquoi cette formulation n'est pas correcte.
4. Du pétrole ou de l'eau, lequel possède la plus grande masse volumique ?

### Synthèse

5. **Doc. 2 et 3** Utilise le vocabulaire approprié pour modifier l'affirmation de Samia et expliquer la raison pour laquelle le pétrole flotte sur l'eau.



# 2 Comment identifier un liquide ?



Au laboratoire, deux étiquettes se sont décollées de leur flacon. Gabriel veut les replacer correctement. Par chance, les masses volumiques sont écrites sur les étiquettes. Il ne lui reste que quelques mesures à faire...

### Formulation d'une hypothèse

1. D'après toi, quelles grandeurs doit mesurer Gabriel pour retrouver à quel flacon correspond chaque étiquette ?

### Expérimentation

2. **Protocole** : Sous forme de texte ou de schéma, propose un protocole qui permet de mesurer la **masse** d'un échantillon de 10 mL de chaque liquide.
3. **Mesures** :
  - a. Après validation par le professeur, mets en œuvre ton protocole.
  - b. Note les valeurs de masse obtenues pour chaque échantillon de liquide à identifier, sans oublier de préciser l'unité.

### Analyse des résultats

4. **Doc. 1 et 2** À l'aide des valeurs sur les étiquettes, calcule les masses que devraient avoir les échantillons de chaque liquide de 10 mL.
5. Peux-tu désormais identifier les substances ? Ton hypothèse était-elle correcte ?

### Conclusion

6. Attribue la bonne étiquette à chaque flacon.



Doc. 1 Extrait du manuel de Gabriel.

**Glycérine**  
 $\rho = 1,26 \text{ g/mL}$

**Huile végétale**  
 $\rho = 916 \text{ mg/mL}$

Doc. 2 Les étiquettes décollées.

### Vocabulaire

**La masse** : grandeur liée à la quantité de matière, qui se mesure avec une balance. L'unité dans le système international est le kilogramme (kg).  
**Le volume** : grandeur qui caractérise l'espace occupé. Son unité dans le système international est le m<sup>3</sup>.

### Pour réussir cette activité

- ✓ J'ai réussi à mesurer des masses et les volumes.
- ✓ J'ai calculé les masses que chaque échantillon devait avoir.
- ✓ J'ai associé chaque étiquette à son flacon.

### 3 Comment vérifier la masse volumique d'un solide ?

Yasmine a remarqué que sa figurine en plastique (en PVC) coule dans l'eau. En cherchant dans un livre la masse volumique du PVC, elle trouve :  $\rho_{PVC} = 0,135 \text{ kg/dL}$ . Elle sait que 1 L d'eau possède une masse de 1 kg ; elle se dit donc que sa figurine devrait flotter puisque 0,135 est inférieur à 1. Elle se demande ce qui a pu lui échapper.



#### Formulation d'une hypothèse

1. Selon toi, à quel détail Yasmine aurait-elle dû faire plus attention ?

#### Expérimentation

- Protocole :** Doc. 1 À l'aide du matériel disponible, propose un protocole pour mesurer la masse  $m$  et le volume  $V$  d'un morceau de PVC.
- Expérience :** Après validation par le professeur, mets en œuvre ton protocole et note les valeurs obtenues (en g et en mL).

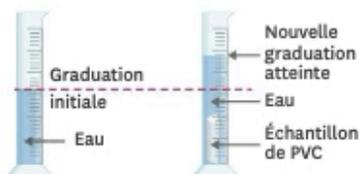
#### Analyse des résultats

- Utilise tes résultats pour calculer, à l'aide d'un tableau de proportionnalité, la masse qu'aurait un échantillon de 100 mL de PVC.
- Fais les conversions nécessaires puis complète la phrase suivante : « Un morceau de PVC dont le volume est 1 dL aura une masse de ... kg ».
- Ton résultat correspond-il à la valeur du livre de Yasmine ?
- Ton hypothèse sur l'erreur de Yasmine était-elle exacte ? Explique ta réponse.

#### Conclusion

- Exprime la valeur de la masse volumique du PVC en kg/L, puis compare-la à celle de l'eau (1 kg/L) afin d'expliquer l'observation de Yasmine. Explique ta réponse.

Fiche méthode n° 6 p. 235



Doc. 1 Une idée pour démarrer.

Quand on plonge un solide dans un liquide, le niveau du liquide monte. On peut se servir de cette observation pour mesurer le volume du morceau de PVC.



#### Pour réussir cette activité

- ✓ J'ai mesuré des masses et des volumes.
- ✓ J'ai réussi à convertir les masses et les volumes.
- ✓ J'ai comparé des masses volumiques.

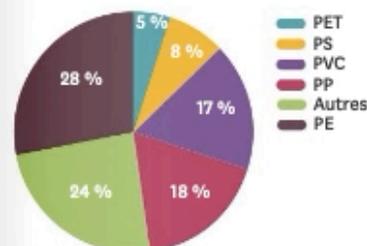
### 4 Quelle masse de plastique à la surface des océans ?

Depuis 2017, les sacs plastique ne sont plus autorisés dans les supermarchés pour éviter qu'ils ne polluent l'environnement. La quantité de plastique qui s'accumule dans les océans représente 10 % de la matière plastique produite dans le monde. C'est un danger pour la faune marine qui confond parfois les sacs plastique avec des proies. À 19 ans, un jeune Néerlandais a imaginé un système pour récupérer le plastique flottant sur les océans grâce à d'immenses filets flottants à la surface de l'eau.



#### MISSION

À l'aide des documents et de calculs, détermine la masse des matières plastiques issues de la vie quotidienne qu'aurait à récupérer ce système chaque année. Le calcul sera fait à partir des données annuelles, en considérant que la masse rejetée de chaque matière plastique est proportionnelle à sa masse produite.



Doc. 1 Répartition de la production mondiale de plastique.

En 2010, 271,5 mégatonnes (soit 271,5 milliards de kilogrammes) de matières plastiques ont été produites dans le monde.

#### Rappel :

prendre  $t\%$  d'un nombre revient à multiplier par  $\frac{t}{100}$  ce nombre. Chaque année, on rejette donc  $271,5 \times \frac{10}{100} = 27,15$  mégatonnes de matières plastiques diverses dans l'océan.

$$t\% = \frac{t}{100}$$

Masse volumique en kg/m <sup>3</sup>	Nom	Abréviation
946	polypropylène	PP
entre 890 et 930	polyéthylène	PE
1 040	polystyrène	PS
entre 1 190 et 1 390	polychlorure de vinyle	PVC
1 380	polyéthylène téréphtalate	PET

Doc. 2 Caractéristiques des matières plastiques utilisées dans la vie quotidienne.

#### Pour accomplir ma mission

- ✓ J'ai repéré le pourcentage de matière plastique rejetée dans les océans.
- ✓ J'ai séparé les matières plastiques en deux groupes.
- ✓ J'ai calculé des masses à partir d'autres masses initiales et de pourcentages.

# BILAN

■ COMPÉTENCE Travailler en autonomie

## 1 Flottaison d'un liquide sur un autre

- La **masse** est une grandeur proportionnelle à la quantité de matière d'un corps. Elle se mesure avec une balance.
- Le **volume** est une grandeur qui indique l'espace occupé par un corps, il se mesure avec une éprouvette graduée.
- Ni la masse ni le volume ne sont suffisants pour expliquer pourquoi un liquide flotte sur un autre.
- La **masse volumique** d'une substance correspond à la masse pour  $1 \text{ m}^3$  de cette substance.
- De deux liquides non miscibles, celui qui flotte sur l'autre est celui de moindre masse volumique, c'est-à-dire le moins **dense**.

## 2 La masse volumique : un outil d'identification

- La masse  $m$  d'un corps est proportionnelle à son volume  $V$ . Le coefficient qui les lie se note  $\rho$  (rhô) et correspond à la masse volumique.
- Mathématiquement, cela s'écrit :  $m = \rho \times V$ .
- Chaque substance possède une masse volumique constante (à température et pression constantes) qui peut servir à l'identifier.

## 3 Les unités de masse volumique

- L'unité internationale de la masse volumique est le  $\text{kg}/\text{m}^3$  (ou  $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ).
- On trouve aussi d'autres unités :  $\text{kg}/\text{L}$ ,  $\text{g}/\text{L}$ ,  $\text{kg}/\text{dm}^3$ , etc. Il faut souvent faire une conversion avant de comparer des masses volumiques.
- On convertit l'unité d'une masse volumique en convertissant séparément l'unité du numérateur (la masse) et celle du dénominateur (le volume).
- Dans les conditions habituelles, la masse volumique de l'eau vaut  $1\,000 \text{ kg}/\text{m}^3$ , soit encore  $1 \text{ kg}/\text{dm}^3$ ,  $1 \text{ kg}/\text{L}$ , et  $1 \text{ g}/\text{mL}$ .

## 4 Plastiques et océans

- Les plastiques n'ont pas tous la même masse volumique.
- Certains, plus denses que l'eau, coulent alors que d'autres flottent car ils sont moins denses que l'eau.
- Les débris de plastique peu denses se retrouvent en grande quantité dans les océans et constituent une pollution importante.

### Vocabulaire

**Dense** : bilan.

**La masse** : activité 2.

**La masse volumique** : activité 1.

**Le volume** : activité 2.

### L'essentiel !

Un liquide flotte sur tout autre liquide avec lequel il n'est pas miscible et qui possède une masse volumique supérieure à la sienne. La masse volumique d'une substance est la masse d'un mètre cube de celle-ci.

La masse d'un échantillon de substance est proportionnelle à son volume. On écrit :  
(en kg) (en  $\text{kg}/\text{m}^3$ ) (en  $\text{m}^3$ )

$$m = \rho \times V$$

où  $\rho$  est la masse volumique de la substance.

L'unité de la masse volumique dans le système international est le  $\text{kg}/\text{m}^3$ . La masse volumique de l'eau est de  $1\,000 \text{ kg}/\text{m}^3$  ce qui vaut aussi  $1 \text{ kg}/\text{L}$ .

Certains écosystèmes marins sont pollués par les débris plastiques d'origine humaine qui, moins denses que l'eau, flottent à sa surface.

## Je modélise

### Pourquoi certains objets flottent-ils et d'autres non ?

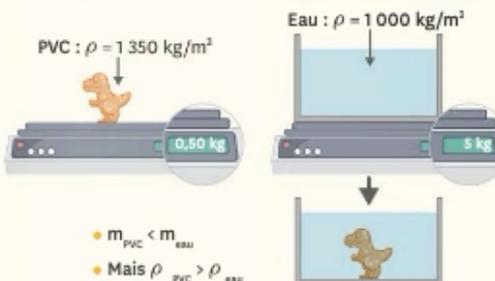


Certains objets flottent à la surface de l'eau et d'autres coulent. Ceux qui flottent sont plus légers que l'eau.

Tu es sûre ? Regarde l'expérience.



### Que disent les Scientifiques ?



$$m = \rho \times V$$

(en kg) (en  $\text{kg}/\text{m}^3$ ) (en  $\text{m}^3$ )

Si  $\rho_{\text{(objet)}} < \rho_{\text{(eau)}}$  alors l'objet flotte.  
Si  $\rho_{\text{(objet)}} > \rho_{\text{(eau)}}$  alors l'objet coule.

L'expérience nous dit que :

**C'est la masse volumique d'un objet, et non sa masse, qui détermine si cet objet flotte ou coule.**

### Ce que je dois savoir faire

- ✓ Prévoir à partir des masses volumiques si une substance flotte ou coule dans un liquide.
- ✓ Mesurer une masse et un volume.
- ✓ Utiliser une masse volumique pour calculer une masse en connaissant le volume.
- ✓ Convertir une masse volumique dans une autre unité.
- ✓ Comparer des masses volumiques exprimées dans des unités différentes.

### Activités

1 3 4  
2 3  
2 3  
3  
3

### Exercices

15  
1 14  
10 14 17 19  
12 13 18  
18 30

## Je me TESTE

## Je sais

1 Si le pétrole flotte sur l'eau, c'est parce que :

- le pétrole est plus léger que l'eau.
- le pétrole est moins dense que l'eau.
- la masse volumique du pétrole est plus grande que celle de l'eau.
- la masse volumique du pétrole est plus petite que celle de l'eau.

2 La flottaison des matériaux.

Parmi les matériaux et liquides suivants, lesquels flottent sur l'eau ?

- le PVC ( $\rho_{\text{PVC}} = 1350 \text{ kg/m}^3$ )
- le polypropylène ( $\rho_{\text{PP}} = 946 \text{ kg/m}^3$ )
- l'huile végétale ( $\rho_{\text{huile}} = 916 \text{ kg/m}^3$ )
- la glycérine ( $\rho_{\text{glycérine}} = 1260 \text{ kg/m}^3$ )

3 La formule qui relie la masse  $m$ , le volume  $V$  et la masse volumique  $\rho$  est :

- $\rho = m \times V$ .
- $m = \rho \times V$ .
- $V = m \times \rho$ .

4 Quelles sont les unités possibles pour exprimer une masse volumique ?

- kg.
- kg/L.
- kg/m.
- g/m<sup>3</sup>.

5 Relie les phrases.

1. Relie les points entre eux pour former des phrases cohérentes.

- |                                       |   |  |
|---------------------------------------|---|--|
| Un bâton flotte sur l'eau car le bois | • | se mesure avec une balance.                        |
| Le volume d'un liquide                | • | a une masse volumique inférieure à celle de l'eau. |
| La masse d'un objet                   | • | s'exprime en kg/m <sup>3</sup> .                   |
| La masse volumique d'une substance    | • | se mesure avec une éprouvette graduée.             |

## Je sais faire

6 Pour mesurer la masse d'un liquide, il faut :

- faire la tare, poser le récipient sur la balance, verser le liquide, lire le résultat.
- poser le récipient sur la balance, verser le liquide, faire la tare, lire le résultat.
- poser le récipient sur la balance, faire la tare, verser le liquide, lire le résultat.

7 Pour mesurer le volume d'un solide à l'aide d'une éprouvette graduée, on doit :

- mettre le solide dans l'éprouvette vide, lire le volume.
- mettre le solide dans l'éprouvette vide puis la remplir d'eau, lire le volume.
- remplir l'éprouvette d'eau, lire le volume, y plonger le solide, lire le nouveau volume, calculer la différence entre les deux volumes lus.

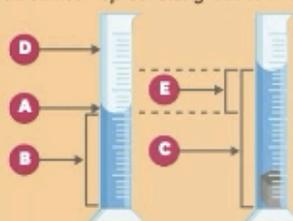
4. remplir l'éprouvette d'eau, y plonger le solide, lire le volume.

8 Mesure indirecte du volume d'un solide.

Le schéma montre comment on doit effectuer une mesure indirecte du volume d'un caillou.

1. Recopie le schéma et place les légendes aux endroits corrects.

Volume initial de l'eau - volume total (eau + caillou) - volume du caillou - éprouvette graduée - ménisque.



## Exercice CORRIGÉ

COMPÉTENCE Pratiquer le calcul numérique et le calcul littéral

9 La bouteille d'huile.

De l'huile est contenue dans une bouteille de volume  $V = 33 \text{ cL}$ . Sa masse volumique est  $\rho = 0,920 \text{ kg/L}$ .

- Détermine la masse  $m$  d'huile contenue dans la bouteille en g.
- Est-ce que cette huile flotte sur l'eau ?

## Étapes de la méthode

- Il faut tout d'abord convertir le volume de l'huile dans l'unité utilisée pour exprimer la masse volumique. Il faut ensuite écrire la formule littérale reliant  $m$ ,  $\rho$  et  $V$ , calculer la valeur de la masse, puis convertir le résultat dans l'unité demandée.
- Il faut enfin rappeler la masse volumique de l'eau et l'exprimer dans la même unité que la masse volumique de l'objet. On compare les deux valeurs : si la masse volumique de l'objet est plus petite que celle de l'eau, il flotte. Sinon, il coule.

## Corrigé :

- Pour effectuer le calcul, il faut que les volumes soient exprimés dans la même unité. On convertit donc le volume  $V$  en L :  $V = 33 \text{ cL} = 0,33 \text{ L}$ . On calcule ensuite  $m$  :  $m = \rho \times V = 0,920 \times 0,33 = 0,304 \text{ kg} = 304 \text{ g}$ .
- On sait que la masse volumique de l'eau est :  $\rho_{\text{eau}} = 1000 \text{ g/L} = 1 \text{ kg/L}$ . Cette huile a une masse volumique plus petite que l'eau, donc elle flotte sur l'eau.

## Exercice similaire

10 La branche de sapin.

Un morceau de bois de sapin de volume  $V = 50 \text{ mL}$  possède une masse volumique  $\rho = 0,460 \text{ kg/L}$ .

- Calcule la masse du morceau de bois de sapin en g.
- Montre que ce morceau de bois flotte sur l'eau.

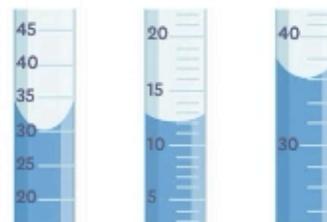
## Numérique

Retrouve des ressources supplémentaires sur [www.lelivrescolaire.fr](http://www.lelivrescolaire.fr)

## Je m'ENTRAÎNE

11 Utilisation d'une éprouvette graduée.

1. Quel est le volume de liquide dans chacune des éprouvettes représentées ci-dessous ?



12 Conversions d'unité (1).

1. Convertis les masses, volumes et masses volumiques suivantes dans les unités demandées :

- $V_1 = 3,6 \text{ L} = \dots \text{ dm}^3 = \dots \text{ m}^3 = \dots \text{ cm}^3$ .
- $V_2 = 0,45 \text{ m}^3 = \dots \text{ L} = \dots \text{ dL} = \dots \text{ daL}$ .
- $m_1 = 14,2 \text{ g} = \dots \text{ kg} = \dots \text{ mg}$ .
- $m_2 = 2,31 \text{ kg} = \dots \text{ g} = \dots \text{ mg}$ .
- $\rho_1 = 19,3 \text{ kg/L} = \dots \text{ g/L} = \dots \text{ mg/L}$ .
- $\rho_2 = 810 \text{ kg/m}^3 = \dots \text{ g/m}^3 = \dots \text{ mg/m}^3$ .

### 13 Conversions d'unité (2).

1.  $1 \mu\text{g} = 0,000001 \text{ g}$ . Convertis les masses volumiques suivantes dans les unités demandées.

- $\rho_a = 1,925 \text{ kg/L} = \dots \text{ g/L} = \dots \text{ g/dm}^3$ .
- $\rho_b = 0,773 \text{ g/cm}^3 = \dots \text{ kg/cm}^3 = \dots \text{ kg/dm}^3$ .
- $\rho_c = 13,59 \text{ g/mL} = \dots \text{ mg/mL} = \dots \text{ mg/dL}$ .
- $\rho_d = 1\,260 \text{ kg/m}^3 = \dots \text{ g/L} = \dots \text{ g/dL}$ .
- $\rho_e = 8\,867\,000 \mu\text{g/cm}^3 = \dots \text{ g/dm}^3$ .

### 14 Aide Anatole !

■ **COMPÉTENCE** Concevoir une expérience pour tester une hypothèse

Anatole est perdu : son professeur lui a demandé de prévoir la masse de l'eau de mer présente dans une bouteille puis de vérifier sa prévision mais il ne sait pas comment faire. Il dispose de tout le matériel courant de laboratoire et des informations suivantes :

Masse volumique de l'eau de mer utilisée :  
 $\rho_{\text{mer}} = 1,1 \text{ kg/L}$  ; volume  $V$  de la bouteille :  $V = 75 \text{ mL}$ .

- Prévois la masse  $m$  de l'eau de mer présente dans la bouteille.
- Fais la liste du matériel nécessaire pour vérifier cette prévision.
- Rédige le protocole à suivre pour mesurer la masse de l'eau de mer présente dans la bouteille.

### 15 Comparaison d'essences de bois.

Le bois est une matière vivante dont la masse volumique dépend de l'humidité. On donne ci-dessous les masses volumiques de quelques essences de bois.

Substance	Masse volumique ( $\text{kg/m}^3$ )
Eau douce	1 000
Eau de l'océan Atlantique	1 025
Eau de la Mer Morte	1 240
Sapin	850
Châtaignier	1 060
Acacia	900
Épicéa	800
Iroko	1 100

- À l'aide du tableau ci-dessus, classe les essences de bois par ordre décroissant de masse volumique.
- Quelles sont les essences qui flottent sur le lac Léman ? Sur l'Atlantique ? Sur la mer Morte ?

### 16 Une histoire de clous.

Élie voudrait connaître la masse volumique du fer. Pour cela, il dispose d'un paquet de clous en fer. Il mesure la masse d'un clou :  $m = 0,395 \text{ g}$ . Il veut mesurer le volume d'un clou en l'immergeant dans une éprouvette d'eau mais le volume est trop faible pour qu'il puisse le lire correctement. Il décide donc d'en immerger dix. Il obtient pour les dix clous un volume  $V = 0,5 \text{ mL}$ .

Après calcul, il trouve une masse volumique de  $7,9 \text{ g/cm}^3$  pour les dix clous.

- Quel est le volume d'un clou ?
- Quelle est la valeur de la masse volumique d'un clou ?
- Convertis cette valeur en  $\text{kg/m}^3$ .

### 17 Une bague en argent.

■ **COMPÉTENCE** Conclure, valider ou non l'hypothèse

Florent observe la bague de Suzanne. Suzanne lui affirme que c'est une bague en argent mais Florent pense qu'elle est en fer-blanc. Pour en avoir le cœur net, il pèse la bague et trouve  $m = 14,4 \text{ g}$ . Il plonge la bague dans une éprouvette contenant  $5,0 \text{ mL}$  d'eau : le niveau monte jusqu'à  $6,4 \text{ mL}$ .

- Quel est le volume de la bague de Suzanne ?
- À l'aide des données du tableau, calcule la masse que ferait la bague si elle était en fer-blanc.
- À l'aide du tableau, calcule la masse que ferait la bague si elle était en argent.
- Détermine, à l'aide de tes réponses précédentes, si la bague de Suzanne est en argent ou en fer-blanc.

Nom de l'alliage	Composition	Masse volumique
argent 925	alliage d'argent et de cuivre utilisé en bijouterie	$10,3 \text{ g/cm}^3$
fer-blanc	acier recouvert d'étain	$8 \text{ g/cm}^3$

### 18 Masse volumique de l'eau.

Dans les conditions ordinaires de température et de pression, la masse volumique de l'eau vaut  $\rho_e = 1 \text{ kg/L}$ . Elle est souvent exprimée en d'autres unités, selon le cas étudié.

- Convertis cette valeur en  $\text{kg/m}^3$ , en  $\text{g/L}$  et en  $\text{g/dm}^3$ .
- Convertis cette valeur en  $\text{t/m}^3$ , en  $\text{g/cm}^3$  et en  $\text{g/mL}$ .
- Quelle observation peux-tu tirer de tes résultats ?

### 19 L'air.

L'air est un gaz dont la masse volumique, dans les conditions habituelles de température et de pression, vaut  $\rho = 1,3 \text{ kg/m}^3$ .

- Quelle est la masse d'un mètre cube d'air ?
- Considérons une salle de classe dont le volume est  $60 \text{ m}^3$ . Quelle est la masse d'air contenue dans cette salle ?
- On jette  $2,5 \text{ kg}$  d'eau dans la salle. De l'eau ou de l'air présent dans la salle, lequel est le plus lourd ?
- Où vont se situer l'eau et l'air l'un par rapport à l'autre dans la salle ?

### 20 Monnaie en cuivre.

Au cours d'une opération de nettoyage de la plage, Romain a trouvé dix pièces de monnaie en cuivre. Il les immerge dans une éprouvette à moitié remplie d'eau. La différence de volume qu'il constate est :  $V = 5 \text{ cm}^3$ . Il a trouvé sur internet que la masse volumique du cuivre  $\rho_{\text{cuivre}}$  est de  $8,96 \text{ g/mL}$ .

- Convertis le volume  $V$  du cuivre en  $\text{mL}$ .
- Calcule la masse  $m$  de ces dix pièces de cuivre.



## Une NOTION, trois EXERCICES

DIFFÉRENCIATION

■ **COMPÉTENCE** Pratiquer le calcul numérique et le calcul littéral

### 21 Déterminer la masse d'un objet.

#### Un anneau en or

Une bague est constituée d'un anneau d'or d'un volume de  $0,24 \text{ cm}^3$  et d'une pierre précieuse de  $0,20 \text{ g}$ . L'or utilisé en bijouterie possède une masse volumique de  $16\,500 \text{ g/L}$ . Sarah veut trouver la masse totale de sa bague et de l'anneau seul.

- Convertis le volume de l'anneau en  $\text{mL}$ .
- Convertis la masse volumique de l'or en  $\text{g/mL}$ .
- Calcule la masse de l'anneau seul.
- Calcule la masse totale de la bague.
- Calcule le pourcentage de la masse totale que représente l'anneau vis-à-vis de la bague.

#### Une statuette en bois et en métal

Enora possède une statuette composée de bois et de métal. Le bois de la statuette occupe à lui seul un volume de  $120 \text{ cm}^3$  tandis que celui de la partie en métal est de  $15 \text{ cm}^3$ . La masse volumique du bois de la statuette est de  $700 \text{ g/L}$ . La masse volumique du métal est de  $8\,000 \text{ g/L}$ . Enora veut trouver la masse du bois seul et celle de la statuette complète.

- Convertis les masses volumiques en  $\text{g/mL}$ .
- Calcule la masse de la pièce de bois seule.
- Calcule la masse de la pièce de métal.
- Calcule le pourcentage de la masse totale que représente la pièce de métal vis-à-vis de la statuette complète.

#### La bille d'acier

Une bille d'acier est conçue en mélangeant  $0,69 \text{ cm}^3$  de carbone avec  $9,31 \text{ cm}^3$  de fer en fusion. Le fer est un métal de masse volumique  $\rho_{\text{fer}} = 7\,860 \text{ kg/m}^3$ , celle du carbone valant  $\rho_{\text{carbone}} = 2,250 \text{ kg/L}$ .

- Calcule la masse totale de cette bille d'acier.
- Détermine alors les pourcentages de carbone et de fer présents dans la bille.

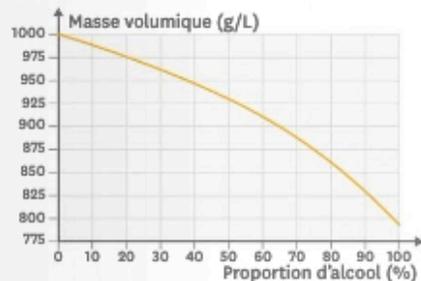


## J' APPROFONDIS



## 22 Mélange de trois liquides.

L'huile de colza a une masse volumique  $\rho_h = 915 \text{ g/L}$ . Elle n'est pas miscible avec l'eau et l'alcool. L'eau et l'alcool, quant à eux, forment un mélange homogène, dont la masse volumique dépend de la proportion d'alcool :



- À partir du graphique, détermine la masse volumique d'un mélange contenant 40 % d'alcool et 60 % d'eau.
- De la même manière, détermine la masse volumique de l'alcool pur et de l'eau pure.
- Dans un tube à essai, on verse de l'huile et de l'alcool. Représente le tube à essai en précisant quel liquide est au-dessus de l'autre.
- Même question pour un tube à essai dans lequel on verse de l'huile et de l'eau.
- Pour réaliser la photo ci-dessus, on a introduit de l'huile de colza dans un verre contenant un mélange d'eau et d'alcool ayant la même masse volumique que l'huile. Quelle proportion d'alcool a-t-on utilisée pour ce mélange (voir graphique) ?

## 23 La couronne du roi Hiéron.

La légende raconte que Hiéron, roi de Syracuse, voulait vérifier que son orfèvre n'avait pas volé l'or qu'on lui avait confié pour la fabrication d'une couronne. Il demanda au savant Archimède de trouver un moyen de savoir si la couronne était bien en or pur. La couronne pesait 7,5 kg. Archimède la plongea dans un récipient cylindrique rempli d'eau dont le rayon était  $R = 15 \text{ cm}$  : le niveau de l'eau s'éleva d'une hauteur  $h = 1,1 \text{ cm}$ .

- Comment Archimède peut-il trouver le volume de la couronne grâce à son expérience ?
- Calcule ce volume en  $\text{cm}^3$ .
- La masse volumique de l'or est  $\rho_{\text{or}} = 19,3 \text{ g/cm}^3$ . Calcule la masse que la couronne doit avoir si elle est en or pur.
- L'orfèvre a-t-il volé le roi ? Justifie ta réponse.

## 24 Un sirop bien sucré.

Tristan veut déterminer la masse de sucre dans sa boisson à base de sirop concentré. Il prend un verre avec une marque à 5 cL. Il met du sirop concentré jusqu'à celle-ci, puis ajoute de l'eau jusqu'à obtenir 30 cL de boisson.

La masse volumique du sirop concentré est  $\rho_{\text{sirop}} = 1,4 \text{ kg/L}$ . Tristan peut lire sur l'étiquette de sa bouteille de sirop : 58,9 g de sucre pour 100 g de sirop.

- À partir de la méthode de préparation utilisée par Tristan, calcule la masse de sirop utilisée.
- Calcule la masse de sucre que contient la boisson de Tristan.

## 25 Un rouleau de fil métallique.

Blandine a trouvé un rouleau de fil métallique. Elle cherche sa masse volumique pour parvenir à identifier la nature du métal. La bobine complète pèse 650 g et le fil est enroulé autour d'un socle en plastique de 156 g.

- Le fil a un diamètre  $d = 1 \text{ mm}$  et une longueur totale  $L = 100 \text{ m}$ . Détermine son volume en  $\text{cm}^3$ .  
*Coup de pouce : le fil est assimilable à un cylindre très fin.*
- Calcule la masse du fil métallique seul.
- Est-ce qu'il peut s'agir de fil de fer ( $\rho = 7,9 \text{ g/cm}^3$ ) ?

## 26 Is it water?

William est élève en Grande-Bretagne. Il n'utilise pas le système métrique mais des unités anglo-saxonnes : le pied cube (*cubic foot*,  $\text{ft}^3$ ) pour les volumes et la livre (*pound*,  $\text{lb}$ ) pour les masses. Il dispose de  $V = 0,3532 \text{ ft}^3$  d'un liquide transparent qui pèse  $m = 22,05 \text{ lb}$ .  
 $1 \text{ ft}^3 = 28,32 \text{ dm}^3$  et  $1 \text{ lb} = 0,4536 \text{ kg}$ .

- Convertis le volume de ce liquide en litres (arrondis le résultat à deux chiffres après la virgule).

- Convertis la masse de ce liquide en kg (arrondis le résultat à deux chiffres après la virgule).
- Que peux-tu dire sur la nature de ce liquide ?

## 27 Le défi de la bouteille de lait.

■ **COMPÉTENCE** Identifier le problème à résoudre

Le professeur a lancé un défi aux élèves : « Prouvez que cette bouteille est en polyéthylène, en sachant que la masse volumique du polyéthylène vaut  $\rho = 0,940 \text{ kg/L}$ . » Les élèves ont à leur disposition une bouteille de lait vide en polyéthylène, de l'eau, de l'huile, des balances et des éprouvettes. Voici les idées de trois élèves pour relever ce défi :

- Louis a utilisé le volume « 1 L » écrit sur la bouteille et l'a pesée pour vérifier si elle pesait bien 940 g. Il a mesuré une masse de 30 g.
- Nicolas a découpé des morceaux de flacon, les a pesés puis plongés dans une éprouvette d'eau. Il n'a pas réussi à mesurer le volume des morceaux.
- Marguerite a découpé des morceaux de flacon, les a pesés puis plongés dans une éprouvette d'huile contenant un volume d'huile qu'elle avait préalablement noté. C'est la seule à avoir pu prouver que la bouteille est en polyéthylène.

Masse volumique de l'huile utilisée :  $0,916 \text{ kg/L}$ .

- Quelle erreur Louis a-t-il commise ?
- Pour quelle raison Nicolas n'a-t-il pas réussi à mesurer le volume des morceaux découpés ?
- Marguerite a utilisé  $V = 1,5 \text{ mL}$  de polyéthylène. Quelle masse totale ses morceaux de bouteille de lait faisaient-ils ?

## 28 Définition du gramme.

Blanche se demande pour quelle raison la masse volumique de l'eau vaut exactement  $1 \text{ g/cm}^3$ . Voici ce qu'elle a trouvé sur internet : « La loi du 18 germinal an III définit ainsi le gramme : poids absolu \* d'un volume d'eau pure égal au cube de la centième partie du mètre ». Aide-la à comprendre si cette définition a un lien avec la masse volumique de l'eau.  
\* *poids absolu = masse.*

- Dans cette définition du gramme, par quel terme désigne-t-on le centimètre ?
- Que signifie le « cube de la centième partie du mètre » ?
- À l'aide des questions précédentes, reformule la définition du gramme dans le vocabulaire d'aujourd'hui.
- Conclusion : est-ce un hasard si la masse volumique de l'eau vaut exactement  $1 \text{ g/cm}^3$  ?

## Je résous un PROBLÈME

■ **COMPÉTENCE** Lire et comprendre des documents scientifiques pour en extraire des informations

Élodie a trouvé dans le grenier de son grand-père une balle utilisée autrefois pour la chasse. C'est une sphère de métal, qui porte l'indication « calibre 12 ». Son grand-père promet de lui donner la balle si elle parvient à prouver qu'elle est en plomb. Peux-tu l'aider ?



Doc. 1 Élodie mesure le diamètre de la balle.

Élodie mesure le diamètre de la balle en plomb. Son grand-père lui rappelle la formule pour calculer le volume de la balle à partir de son rayon.

Doc. 2 Définition du « calibre » d'une balle de chasse.

Le chiffre du calibre indique le nombre de balles sphériques en plomb de même diamètre compris dans une livre (489,5 g) de plomb. Ainsi, seize billes de calibre 16, fondues, donneraient une livre de plomb. La masse volumique du plomb est  $\rho = 11,3 \text{ g/cm}^3$ .

D'après Chantelat (J.-C.) et Lorgnier du Mesnil (C.),  
*La chasse*, 1995.

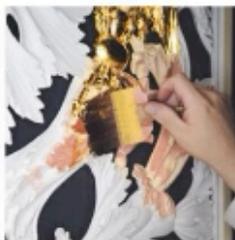


Retrouve d'autres exercices sur [www.livrescolaire.fr](http://www.livrescolaire.fr)

29 Dorure à la feuille.

La technique de dorure « à la feuille » permet de décorer de nombreux objets (cadres, statues, toitures, etc.).

On utilise pour cela des feuilles d'or carrées d'une très faible épaisseur. Considérons une feuille d'or carrée de côté  $a = 85 \text{ mm}$  et d'épaisseur  $e = 0,2 \mu\text{m}$  ( $1 \mu\text{m} = 0,001 \text{ mm}$ ).



La masse volumique de l'or est  $\rho_{\text{or}} = 19,3 \text{ g/cm}^3$ .

1. Calcule le volume de cette feuille d'or en  $\text{mm}^3$ .
2. Pour dorer le dôme de l'église des Invalides à Paris, il a fallu  $800 \text{ cm}^3$  d'or. Quelle masse cela représente-t-il ?
3. Combien de feuilles d'or cela représente-t-il ?

30 Cocktail.

■ **COMPÉTENCE** Comprendre et interpréter des tableaux ou des documents graphiques

Barnabé veut réaliser un cocktail avec tous les ingrédients listés ci-dessous. Pour que les couches ne se mélangent pas, il veut verser doucement les liquides du plus dense au moins dense.

Ingrédients	Masse volumique
nectar d'abricot	$1\,050 \text{ kg/m}^3$
sirop de menthe	$14,5 \text{ g/CL}$
jus de citron sucré	$1,02 \text{ g/cm}^3$
sirop de grenadine dilué	$0,124 \text{ kg/dL}$

1. Dans le tableau de Barnabé, les liquides sont-ils déjà classés du plus dense au moins dense ?
2. Dans quel ordre Barnabé doit-il verser les ingrédients s'il veut que ce soit du plus dense au moins dense ?
3. Représente le verre de Barnabé en précisant la nature des différentes couches.

PARCOURS DE COMPÉTENCES

■ Lire et comprendre des documents scientifiques pour en extraire des informations

Amélie a lu que 1 330 planètes Terre pourraient tenir dans Jupiter, alors que sa masse n'est que 318 fois plus grande. Elle ne comprend pas comment c'est possible.

**Description de Jupiter et de la Terre :** La géante gazeuse Jupiter est essentiellement composée d'hydrogène et d'hélium, des gaz légers. La Terre est essentiellement composée de roche.

Caractéristiques physiques de Jupiter et de la Terre

Planète	Volume	Masse Totale	Masse volumique globale
Jupiter	$1,4 \times 10^{24} \text{ m}^3$	$1,8986 \times 10^{27} \text{ kg}$	$1,326 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$
Terre	$1,08321 \times 10^{21} \text{ m}^3$	$6,0 \times 10^{24} \text{ kg}$	$5,5 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$



➤ Que faut-il expliquer à Amélie ?

Niveau 1

Je reconnais la nature des documents et je peux les décrire.

■ **Coup de pouce :** Quels types de documents sont disponibles ci-dessus ?

Niveau 2

Je comprends les informations scientifiques apportées par les documents.

■ **Coup de pouce :** Quel document donne des détails sur l'atmosphère de Jupiter ? Qu'indique le tableau ?

Niveau 3

J'identifie les informations utiles.

■ **Coup de pouce :** Sélectionne 3 informations utiles pour répondre à Amélie.

Niveau 4

J'extrais et organise les informations utiles.

■ **Coup de pouce :** Organise une réponse en trois points pour Amélie.



Manipuler des outils mathématiques

Je sais faire si :

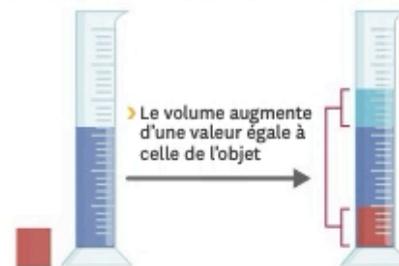
- ✓ J'utilise les mathématiques comme un outil pour modéliser un phénomène physique.
- ✓ Je les maîtrise pour appréhender certaines théories scientifiques.
- ✓ Les mathématiques me permettent d'écrire des lois.
- ✓ Je les mets en application pour répondre à une question concernant un problème connu.
- ✓ Les mathématiques me permettent de prévoir des comportements et, parfois, de découvrir de nouveaux phénomènes.

Un exercice pour S'ENTRAÎNER

Aide à la résolution

Vérification de la nature d'un matériau.

Pour vérifier la nature d'un échantillon de matière solide, il faut connaître la masse volumique de la substance supposée de l'échantillon et aussi pouvoir mesurer sa masse et son volume. La mesure de la masse est assez simple car on trouve facilement des balances. Si la forme n'est pas une figure géométrique connue, le volume est alors plus compliqué à déterminer. On peut dans certaines circonstances (si l'objet n'est pas trop gros) utiliser le déplacement de l'eau :



➤ Le volume augmente d'une valeur égale à celle de l'objet

Considérons par exemple un pavé droit de zinc de 2 cm de large, 2 cm de haut et 2,5 cm de long. La masse volumique du zinc est de  $7,1 \text{ g/cm}^3$ .

1. Si tu n'as pas d'éprouvette assez grosse pour y faire entrer l'échantillon, tu peux utiliser la méthode du débordement. Attention : il faut bien récupérer toute l'eau qui déborde et bien mesurer son volume.
2. Si tu préfères le calcul, le volume d'un pavé droit est égal au produit de ses trois arêtes ( $a \times b \times c$ ). La masse  $m$  que devrait avoir l'échantillon est égale au produit du volume  $V$  par la masse volumique  $\rho$  du zinc. C'est-à-dire  $m = \rho \times V$  pour le calcul, il faut faire attention aux unités !
3. Pour vérifier que la masse réelle correspond bien à la masse théorique d'un cube en zinc, utilise une balance précise.

Exercice similaire :

Un cube de cuivre de 2 cm d'arête a été coupé en deux selon sa diagonale. Calcule la masse en g des deux morceaux de cubes obtenus sachant que  $\rho_{\text{cuivre}} = 8,920 \text{ g/cm}^3$ .

Questions

Quelle doit-être la masse de notre cube s'il est réellement en zinc ?

# LA PHYSIQUE-CHIMIE

## Histoire des sciences

### La couronne de Hiéron est-elle en toc ?

À Syracuse dans l'antiquité, le roi Hiéron confie un lingot d'or à un artisan pour qu'il lui confectionne une couronne. Archimède est chargé de vérifier que tout l'or a bien été utilisé par l'artisan, mais sans abîmer la couronne !



Archimède pèse la couronne et constate que sa masse est la même que celle du lingot fournie par le roi... Mais peut-être la couronne est-elle faite d'un lingot d'argent de même masse, et simplement recouverte d'une mince couche d'or ? Archimède résout ce problème en vérifiant si le volume de la couronne correspond lui aussi à celui du lingot d'or.



◀ Archimède  
(287 à 212 av. J.-C.).

#### Doc. 1 La solution d'Archimède.

### Questions

1. La masse volumique de l'argent est plus faible que celle de l'or. Qui de la couronne trafiquée ou du lingot sera le plus volumineux ?
2. Comment peut-on comparer les deux volumes ?

## Objet d'étude

### Pourquoi les bateaux flottent-ils ?



De nombreux voiliers sont faits en aluminium. Comment peuvent-ils flotter ?

substance	chêne (bois)	aluminium	eau de mer	air
$\rho$ (en kg/dm <sup>3</sup> )	0,6	2,70	1,03	0,0012

#### Doc. 1 Masses volumiques de quelques corps.



1  
En bois, plein  
→ il flotte



2  
En aluminium, creux  
→ il flotte



3  
En aluminium, plein  
→ il coule

#### Doc. 2 Flottaison de trois demi-cylindres.

### Questions

1. Un bloc d'aluminium flotte-t-il ou coule-t-il dans l'eau ?
2. Explique en quelques phrases comment les voiliers à coque en aluminium peuvent flotter.

# AUTREMENT

Retrouve la suite sur  
[www.lelivrescolaire.fr](http://www.lelivrescolaire.fr)



## La Physique-Chimie au quotidien

### Où va l'eau chaude, où va l'eau froide ?



Doc. 1 Le matériel.



Doc. 2 Préparation de la première expérience.



Doc. 3 La deuxième expérience, carton enlevé.

Il faut essayer de bien ajuster visuellement les deux bocaux l'un au dessus de l'autre avant de retirer le carton ! Dans tous les cas, on perd un peu d'eau : prévois un grand récipient !

#### > Étapes de la fabrication :

- Retrouve la liste du matériel nécessaire p. 92.
- Colore l'eau froide d'une couleur (par exemple bleue) et si possible l'eau chaude d'une autre.
- Remplis à ras bord deux bocaux d'eau froide et deux d'eau chaude.
- Pose le papier cartonné sur un bocal d'eau froide, retourne-le en tenant le carton et dépose-le sur un bocal d'eau chaude. Retire le carton et observe.
- Avec les deux autres bocaux, fais l'inverse : retourne celui d'eau chaude et dépose-le sur celui d'eau froide.

#### > Des questions à se poser :

1. L'eau chaude et l'eau froide se mélangent-elles lors des deux expériences ?
2. Quelle eau reste au dessus/en dessous ? Laquelle est la plus dense ?
3. La masse volumique de l'eau dépend-elle de la température ? Comment varie-t-elle ?

#### Explication scientifique

Lorsqu'on dépose le bocal d'eau chaude au dessus du bocal d'eau froide, l'eau chaude reste en haut et ne se mélange pas avec l'eau froide. Au contraire, lorsque l'eau froide est au dessus, elle tombe dans l'eau chaude. La masse volumique de l'eau varie ici : l'eau chaude a une masse volumique plus faible que celle de l'eau froide, elle « flotte » !