

## Activité documentaire n° 2 – Chiffrer une composition

### ► Introduction

Le carnet d'analyses du laboratoire municipal se poursuit avec deux nouveaux échantillons. Le premier est une **vinaigrette** de la cantine : ses constituants se pèsent facilement, un par un. Le second est plus déroutant : un **prélèvement d'air** de la salle de sciences, dans lequel on ne voit *rien du tout*... et pourtant l'air est un mélange qui possède une composition et même une masse.

Comment mettre des chiffres sur la composition d'un mélange, qu'on en voie les constituants ou non ?

### ✓ Savoirs et savoir-faire

| Savoirs                                                                                                                                                                                                            | Savoir-faire / capacités                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>Composition massique d'un mélange; composition volumique de l'air.</li><li>Composition approchée de l'air</li><li>Ordre de grandeur de la masse volumique de l'air</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>Calculer un pourcentage massique et un pourcentage volumique : <math>\% = (\text{partie}/\text{total}) \times 100</math>.</li><li>Établir la composition d'un échantillon à partir des données de mesure.</li><li>Utiliser les pourcentages et les fractions; comparer des ordres de grandeur de masses volumiques.</li></ul> |

### Document 1 – Le registre de fabrication d'une vinaigrette

La cuisine de la cantine réalise toujours la même vinaigrette (huile de tournesol, vinaigre blanc et moutarde), mais en quantités différentes selon les jours. Le **registre de fabrication** note la masse de chaque constituant versé à la balance.

### Σ ♥ Formule à connaître

Le **pourcentage massique**  $P_m$  d'un constituant représente la masse de ce constituant pour 100 g de mélange. Il se calcule à partir de la formule :

$$P_m = \frac{m_{\text{constituant}}}{m_{\text{totale}}} \times 100$$

| Constituant                        | Recette A — masse (g) | Recette B — masse (g) |
|------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Huile de tournesol                 | 210                   | 45,0                  |
| Vinaigre blanc                     | 105                   | 22,5                  |
| Moutarde                           | 35,0                  | 7,5                   |
| <b>Masse totale de vinaigrette</b> | <b>350</b>            | <b>75,0</b>           |

### Document 2 – Un prélèvement d'air, séparé par un analyseur de gaz

Pour l'air, rien ne se pèse directement : cet invisible se mesure en **volume**. Un analyseur de gaz a séparé les constituants d'un prélèvement de 250 mL d'**air sec**, puis a mesuré, dans les mêmes conditions de température et de pression, le volume occupé par chaque famille de gaz.

### Σ ♥ Formule à connaître

De la même manière qu'avec les masses, on définit le **pourcentage volumique**  $P_V$  :

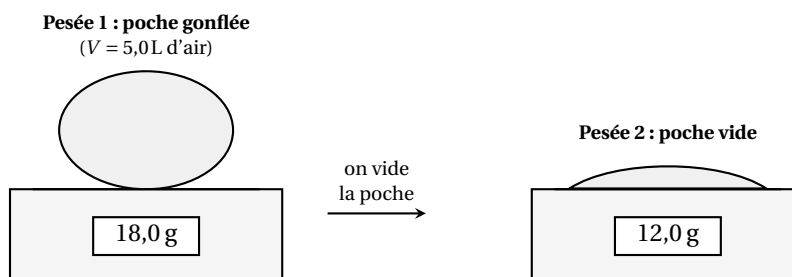
$$P_V = \frac{V_{\text{gaz}}}{V_{\text{total}}} \times 100$$

## Activité documentaire n° 2 – Chiffrer une composition

| Gaz contenu dans le prélèvement           | Volume (mL) | $P_V$ |
|-------------------------------------------|-------------|-------|
| Diazote (N <sub>2</sub> )                 | 195         |       |
| Dioxygène (O <sub>2</sub> )               | 52,5        |       |
| Autres gaz (argon, dioxyde de carbone...) | 2,5         |       |
| Prélèvement total                         | 250         |       |

### Document 3 – Peser un gaz : la poche de prélèvement

Pour connaître la masse de l'air, il faut d'abord l'enfermer dans un objet dont on connaît le volume. Le laboratoire utilise une **poche de prélèvement souple mais non extensible** : une fois gonflée à fond, elle contient exactement  $V = 5,0\text{ L}$  d'air (volume inscrit sur la poche). On pèse la poche **gonflée**, puis, après l'avoir vidée entièrement, on pèse la poche **vide**.



La poche, elle, est présente dans les deux pesées : sa masse s'élimine quand on soustrait.

## 1. Chiffrer une composition en masse

- Pour la **recette A** du **Document 1**, calculer le pourcentage massique de chacun des trois constituants et compléter le tableau ci-dessous. Rédiger ensuite, dans la zone de réponse, le calcul détaillé de la ligne *huile de tournesol* : formule → application numérique → résultat.

| Constituant (recette A) | Masse (g) | $P_m$ |
|-------------------------|-----------|-------|
| Huile de tournesol      | 210       | 60    |
| Vinaigre blanc          | 105       | 30    |
| Moutarde                | 35        | 10    |
| Total                   | 350       | 100   |

### ✓ Correction

Calcul détaillé pour l'huile de tournesol :

$$P_m(\text{huile}) = \frac{m_{\text{huile}}}{m_{\text{totale}}} \times 100 = \frac{210\text{ g}}{350\text{ g}} \times 100 = 60\%$$

## Activité documentaire n° 2 – Chiffrer une composition

2. Calculer de même les trois pourcentages massiques de la **recette B** (masse totale : 75,0 g) et compléter le tableau. Comparer les compositions des recettes A et B, puis recopier et compléter : « Un pourcentage indique une ..... et non une masse : il ne dépend pas de la quantité totale de mélange. »

| Constituant (recette B) | Masse (g) | $P_m$ |
|-------------------------|-----------|-------|
| Huile de tournesol      | 45,0      | 60    |
| Vinaigre blanc          | 22,5      | 30    |
| Moutarde                | 7,5       | 10    |
| <b>Total</b>            | 75,0      | 100   |

### ✓ Correction

Les deux recettes ont la **même composition** : 60 % d'huile, 30 % de vinaigre et 10 % de moutarde, alors que la recette B est cinq fois moins abondante que la recette A.

Phrase complétée : « Un pourcentage indique une **proportion** et non une masse : il ne dépend pas de la quantité totale de mélange. »

## 2. L'air : une composition en volume

3. À partir du **Document 2**, calculer le pourcentage volumique de chacune des trois familles de gaz et compléter le tableau. Rédiger dans la zone de réponse le calcul détaillé de la ligne *diazote* : formule → application numérique → résultat.

| Gaz du prélèvement          | $P_V$ |
|-----------------------------|-------|
| Diazote (N <sub>2</sub> )   | 78    |
| Dioxygène (O <sub>2</sub> ) | 21    |
| Autres gaz                  | 1     |
| <b>Total</b>                | 100   |

### ✓ Correction

Calcul détaillé pour le diazote :

$$P_V(\text{N}_2) = \frac{V_{\text{N}_2}}{V_{\text{total}}} \times 100 = \frac{195 \text{ mL}}{250 \text{ mL}} \times 100 = 78 \%$$

L'air sec est donc composé d'environ 78 % de diazote, 21 % de dioxygène et 1 % d'autres gaz.

## 3. L'air pèse-t-il quelque chose ?

## Activité documentaire n° 2 – Chiffrer une composition

4. a) Dédurre des deux pesées du **Document 3** la masse d'air contenu dans la poche gonflée.  
b) Rédiger, sur le modèle habituel (formule → application numérique → résultat avec son unité), le calcul de la masse volumique de l'air  $\rho_{\text{air}}$ . Attention à l'unité du volume!

### ✓ Correction

a) La masse d'air est la différence entre les deux pesées (la poche étant présente dans les deux) :

$$m_{\text{air}} = 18,0 \text{ g} - 12,0 \text{ g} = 6,0 \text{ g}$$

b) Le volume de la poche est  $V = 5,0 \text{ L}$  :

$$\rho_{\text{air}} = \frac{m_{\text{air}}}{V} = \frac{6,0 \text{ g}}{5,0 \text{ L}} = 1,2 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

5. a) Convertir  $\rho_{\text{eau}} = 1,0 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$  en  $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$  (on rappelle que  $1 \text{ L} = 1000 \text{ mL}$ ).  
b) Calculer le quotient  $\rho_{\text{eau}} / \rho_{\text{air}}$  (masse volumique de l'eau divisée par celle de l'air).  
c) Recopier puis compléter : « À volume égal, la masse d'air est environ ..... fois plus petite que la masse d'eau : la masse volumique est environ ..... fois plus faible. »

### ✓ Correction

a)  $\rho_{\text{eau}} = 1,0 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1} = 1000 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$

b)  $\frac{\rho_{\text{eau}}}{\rho_{\text{air}}} = \frac{1000 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}}{1,2 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}} \approx 8,3 \times 10^2$

c) « À volume égal, la masse d'air est environ **800** fois plus petite que la masse d'eau : la masse volumique est environ **800** fois plus faible. »

### ♥ À retenir

#### À retenir :

- L'air est un **mélange** de gaz : environ 78 % de diazote ( $\text{N}_2$ ), 21 % de dioxygène ( $\text{O}_2$ ) et 1 % d'autres gaz, en volume.
- Un pourcentage (massique ou volumique) compare la partie au total :  $P = \frac{\text{partie}}{\text{total}} \times 100$ . C'est une **proportion**, indépendante de la quantité totale de mélange.
- La **masse volumique** est  $\rho = \frac{m}{V}$ . Pour l'air :  $\rho_{\text{air}} \approx 1,2 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ , soit environ 800 fois moins que l'eau ( $\rho_{\text{eau}} = 1000 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ ) : l'air pèse donc peu, mais il pèse.

Pour aller plus loin

## Activité documentaire n° 2 – Chiffrer une composition

6. Estimer, le volume d'air compris dans la salle de classe et en déduire :

- (a) la masse d'air dans la salle.
- (b) Le volume de dioxygène dans la salle.

### ✓ Correction

La salle est un parallélépipède rectangle de longueur  $L = 10\text{ m}$ , de largeur  $\ell = 6\text{ m}$  et de hauteur  $h = 2,5\text{ m}$  :

$$V_{\text{salle}} = L \times \ell \times h = 10\text{ m} \times 6\text{ m} \times 2,5\text{ m} = 150\text{ m}^3$$

soit  $V_{\text{salle}} = 150\,000\text{ L}$  (car  $1\text{ m}^3 = 1000\text{ L}$ ).

(a) Avec  $\rho_{\text{air}} = 1,2\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  :

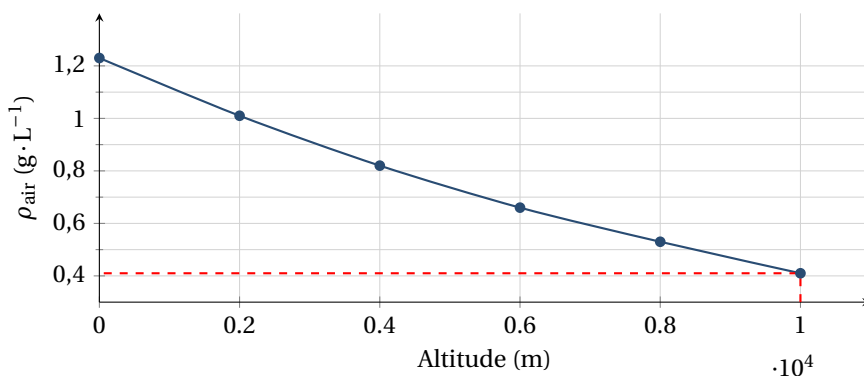
$$m_{\text{air}} = \rho_{\text{air}} \times V_{\text{salle}} = 1,2\text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \times 150\,000\text{ L} = 180\,000\text{ g} = 180\text{ kg}$$

La salle contient environ 180 kg d'air, soit près de 180 kg, l'équivalent de deux à trois élèves!

(b) Le dioxygène représente 21 % du volume d'air :

$$V_{\text{O}_2} = \frac{21}{100} \times 150\text{ m}^3 \approx 32\text{ m}^3$$

L'air est présent dans un rayon d'environ une dizaine de kilomètres autour de la Terre. Plus on s'élève, moins il reste d'air au-dessus de nos têtes : sa masse volumique diminue avec l'altitude.



Masse volumique de l'air sec en fonction de l'altitude, d'après les données de l'atmosphère normalisée (valeurs arrondies).

7. À l'aide de **traits de construction** tracés directement sur le graphique et laissés visibles, lire la masse volumique de l'air à cette altitude. Encadrer la valeur lue.

### ✓ Correction

À une altitude de 10 000 m (une dizaine de kilomètres), les traits de construction rouges donnent :  $\rho_{\text{air}} \approx 0,4\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  La masse volumique de l'air à 10 000 m est environ 3 fois plus faible qu'au sol ( $\rho \approx 1,2\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ ).