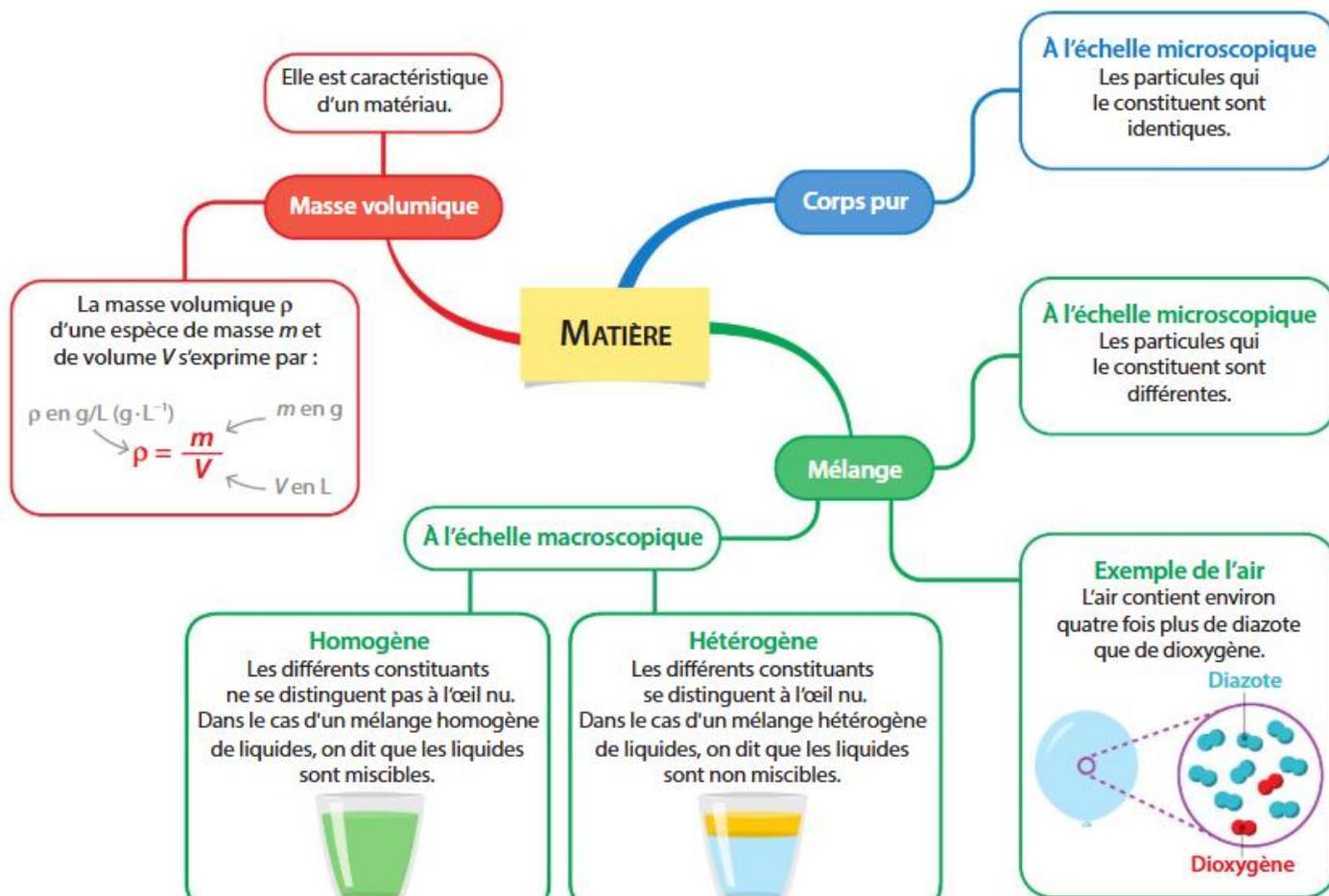


Rappels de collège



I Les corps purs et les mélanges

1) Les espèces chimiques

La matière est constituée d'entités chimiques microscopiques : des molécules, des atomes ou des ions.

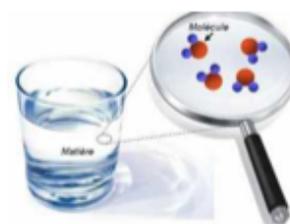
Une espèce chimique est un ensemble d'entités chimiques identiques.

Chaque espèce chimique est caractérisée par :

- sa formule chimique ;
- son aspect (couleur, odeur, état physique à température ambiante, etc) ;
- ses propriétés physiques (température de fusion, d'ébullition, masse volumique, etc) ;
- ses propriétés chimiques (acidité, etc).

Exemples d'espèces chimiques : l'eau pure, l'acide acétique, le cuivre, le chlorure de sodium.

Attention ! Ne pas confondre une entité chimique (à l'échelle microscopique) et une espèce chimique (à notre échelle, appelée échelle macroscopique).



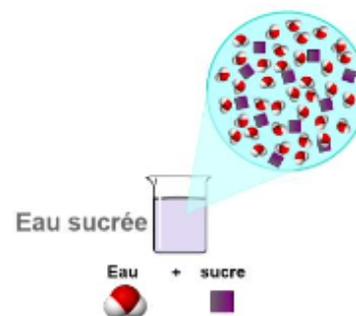
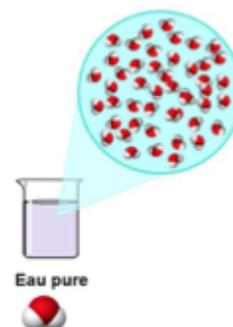
2) Les corps purs et les mélanges

Un corps pur est constitué d'une seule espèce chimique.

Exemple : de l'eau pure ne contient que des molécules d'eau.

Un mélange est constitué de plusieurs espèces chimiques différentes.

Exemple : l'eau sucrée contient des molécules d'eau et de sucre (saccharose).
Le thé est composé de nombreuses espèces chimiques : eau, caféine, minéraux, etc.



3) Les mélanges homogènes et hétérogènes

L'observation de mélanges permet de les classer en deux catégories :

- Un mélange est **homogène** si on ne peut pas distinguer ses différents constituants à l'œil nu après agitation. On dit qu'il n'y a qu'une seule phase.



sirop



thé

Exemples : de l'eau avec du sirop, du thé, l'acier (mélange de fer et de carbone), l'air que nous respirons (mélange de différents gaz), de l'eau minérale (mélange d'eau et de sels minéraux).

- Un mélange est **hétérogène** si on distingue au moins deux constituants à l'œil nu. On dit qu'il y a plusieurs phases.

Exemples : les mélanges hétérogènes peuvent être constitués :

- ✓ de deux liquides comme l'eau et l'huile ;
- ✓ d'un liquide et d'un solide comme l'eau et de la terre ;
- ✓ d'un liquide et d'un gaz comme dans une eau pétillante exposée à l'air libre.



Eau + huile



Eau + terre



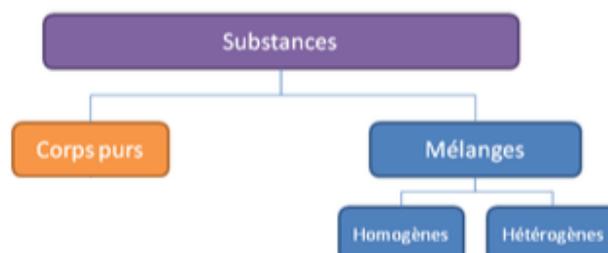
Boissons gazeuses

- Deux liquides sont **miscibles** lorsqu'ils se mélangent ensemble pour former un mélange homogène.

Exemple : l'eau et l'éthanol sont deux liquides miscibles. Ils forment un mélange homogène et il est impossible de les distinguer séparément dans le mélange.

- Deux liquides ne sont **pas miscibles** lorsqu'ils forment un mélange hétérogène.

Exemple : l'eau et l'huile ne sont pas miscibles. L'huile surnage (est au-dessus) car elle est moins dense que l'eau.



II Identification d'espèces chimiques

1) Par chromatographie sur couche mince (CCM)

➤ Définition :

La **chromatographie sur couche mince** (ou CCM) est une technique d'analyse qui permet de séparer et d'identifier les espèces chimiques d'un mélange homogène.

Elle est basée sur les différences d'affinité des espèces chimiques entre deux phases :

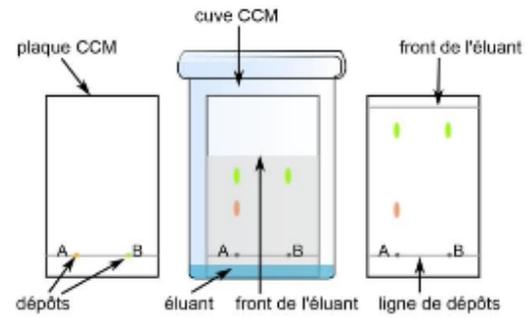
- la **phase fixe** : support où l'on dépose les substances (papier ou plaque de silice) ;
- la **phase mobile** : liquide appelé **éluant** qui entraîne les espèces à analyser en montant par capillarité sur la phase fixe.

Suivant leurs affinités avec la phase fixe et l'éluant, les différentes espèces vont migrer plus ou moins vite sur la plaque, ce qui va permettre de les séparer.

➤ **Révélation du chromatogramme :**

Avec des espèces colorées, on observe directement les taches. Si les espèces sont incolores, il faut les « révéler » (les faire apparaître) :

- en utilisant une lampe UV ;
- en faisant réagir les espèces chimiques à révéler avec une autre espèce pour former un composé coloré.

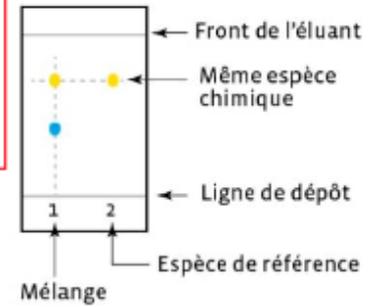


➤ **Exploitation du chromatogramme :**

Un chromatogramme est exploité :

- par une **lecture verticale** : un mélange forme plusieurs taches, contrairement à un corps pur.
- par une **lecture horizontale** : deux taches à la même hauteur correspondent à la même espèce chimique.

En effet, chaque espèce chimique s'élève à une hauteur *h* qui lui est propre, que l'espèce soit pure ou dans un mélange. Cela permet d'identifier une espèce inconnue par comparaison avec la hauteur atteinte par une espèce témoin pure.

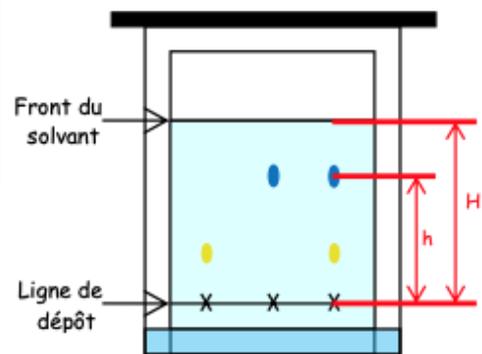


On peut aussi calculer le rapport frontal R_f pour chaque tache observée. Il est caractéristique d'une espèce pour un éluant et un support donnés.

$$R_f = \frac{h}{H}$$

h et *H* doivent être dans la même unité. R_f est donc sans unité.

Deux espèces identiques ont le même rapport frontal R_f (dans les mêmes conditions expérimentales).



2) Par des tests chimiques

Un test chimique est une expérience dont le résultat, quand il est positif, permet de mettre en évidence la présence d'une espèce chimique.

Quelques tests chimiques à connaître :

Espèce chimique à identifier	Détecteur	Principe de l'expérience	Résultat positif
Eau liquide	Sulfate de cuivre anhydre (poudre blanche)	Verser quelques gouttes de la solution à tester sur du sulfate de cuivre.	Le sulfate de cuivre devient bleu. 
Dioxyde de carbone	Eau de chaux	Mettre en contact le gaz à tester avec l'eau de chaux.	L'eau de chaux se trouble (formation d'un précipité blanc). 

Dioxygène	Bûchette incandescente (point rouge)	Mettre en contact la bûchette incandescente et le gaz à tester.	La combustion de la bûchette est ravivée.	
Dihydrogène	Allumette enflammée	Approcher la flamme d'une allumette du gaz à tester.	On entend une légère détonation.	

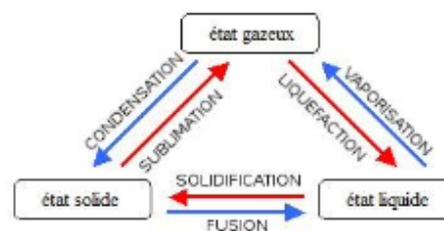
3) Par des grandeurs physiques

Chaque espèce chimique a ses propres caractéristiques physiques et qui constituent sa « carte d'identité ». L'espèce peut donc être identifiée par la mesure de certaines caractéristiques. On compare les valeurs mesurées à celle référencées (dans l'énoncé, dans le livre *Handbook of Chemistry* ou sur Wikipédia).

➤ Les températures de changements d'état

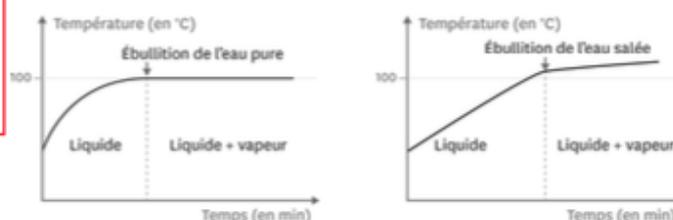
Rappels :

- La matière existe sous 3 états : solide, liquide, gazeux.
- Un changement d'état est le passage de la matière d'un état à un autre.



Sous une pression donnée, le changement d'état d'un corps pur se produit à une température constante qui dépend de l'espèce chimique. On observe un palier de température.

En revanche, le changement d'état d'un mélange ne se produit pas à température constante. Aucun palier ne peut être observé.



La température de fusion T_{fus} est la température à laquelle l'espèce chimique passe de l'état solide à l'état liquide.

Exemples : $T_{\text{fus}}(\text{eau}) = 0^\circ\text{C}$ $T_{\text{fus}}(\text{or}) = 1064^\circ\text{C}$

La température d'ébullition $T_{\text{éb}}$ est la température à laquelle l'espèce chimique passe de l'état liquide à l'état gazeux, lors de la vaporisation.

Exemples : $T_{\text{éb}}(\text{eau}) = 100^\circ\text{C}$ $T_{\text{éb}}(\text{or}) = 2808^\circ\text{C}$

La mesure de ces températures permet d'identifier la substance, par comparaison avec des valeurs connues.

➤ La masse volumique

La masse volumique d'une espèce chimique se note ρ (lettre grecque rhô).

Elle s'obtient en divisant la masse m d'un échantillon par le volume V qu'il occupe :

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

Unités : m : masse en gramme (g)
 V : volume en millilitre (mL)
 ρ : masse volumique en gramme par millilitre ($\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ ou g/mL)

Exemples : $\rho_{\text{éthanol}} = 0,790 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ $\rho_{\text{acide acétique}} = 1,05 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ $\rho_{\text{fer solide}} = 7,86 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$

On utilise parfois d'autres unités : le g.cm^{-3} (ou g/cm^3) ; le kg.m^{-3} (ou kg/m^3) ; le g.L^{-1} (ou g/L).
 « mL » et « cm^3 » sont équivalents Le « kg.m^{-3} » est une unité 1000 fois plus grande que le « g/mL ».
 Exemple : $\rho_{\text{éthanol}} = 0,790 \text{ g.mL}^{-1} = 0,790 \text{ g.cm}^{-3} = 790 \text{ kg.m}^{-3}$

A connaître ! Masse volumique de l'air à 20°C : $\rho_{\text{air}} = 1,2 \text{ g.L}^{-1}$
 Masse volumique de l'eau : $\rho_{\text{eau}} = 1,0 \text{ g.mL}^{-1} = 1\,000 \text{ g.L}^{-1} = 1\,000 \text{ kg.m}^{-3}$

Pour calculer la masse : $m = \rho \times V$

pour calculer le volume : $V = \frac{m}{\rho}$

Exercices d'application :

1) Calculer la masse volumique ρ (en g.mL^{-1}) de l'huile essentielle de menthe, sachant que 20,0 mL de cette huile ont une masse de 18,2 g.



2) Calculer la masse m (en kg) d'un volume $V = 0,650 \text{ m}^3$ d'éthanol. **Donnée :** $\rho_{\text{éthanol}} = 790 \text{ kg.m}^{-3}$

3) L'argent a une masse volumique de $10,5 \text{ g.cm}^{-3}$. Calculer le volume d'un échantillon de 3,675 kg.

➤ **La densité**

La **densité** d'une espèce chimique se note **d**.

Elle s'obtient en divisant sa masse volumique ρ par celle de l'eau ρ_{eau} .

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

Unités : ρ et ρ_{eau} obligatoirement dans la même unité, peu importe laquelle
d est sans unité

Exemples : Par définition : $d_{\text{eau}} = 1$ car $d_{\text{eau}} = \frac{\rho_{\text{eau}}}{\rho_{\text{eau}}}$

$$d_{\text{éthanol}} = \frac{\rho_{\text{éthanol}}}{\rho_{\text{eau}}} = \frac{0,790}{1,0} = 0,790$$

Pour calculer la masse volumique : $\rho = d \times \rho_{\text{eau}}$

Attention ! Ne pas confondre la masse volumique et la densité ! La masse volumique a une unité, pas la densité.

Remarque : la densité d'un échantillon permet de savoir s'il coule ou s'il flotte dans l'eau.

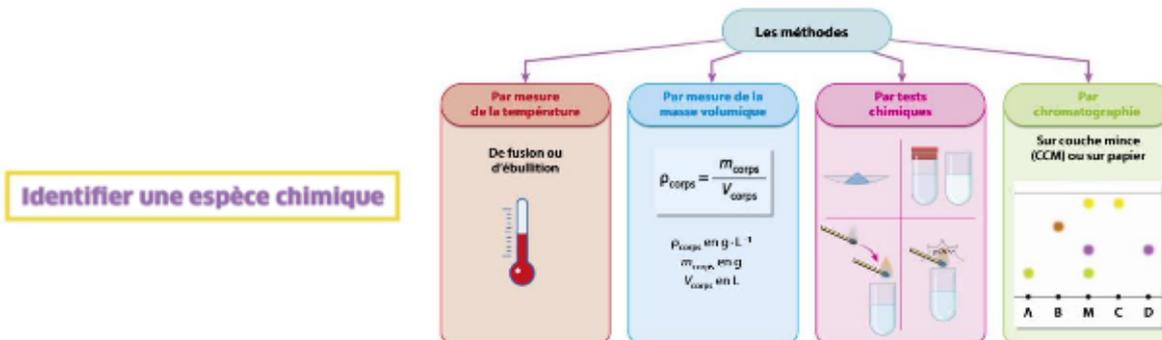
- ✓ Si sa densité est supérieure à 1, il coule dans l'eau (il est plus dense que l'eau).
- ✓ Si sa densité est inférieure à 1, il flotte dans l'eau (il est moins dense que l'eau).

Exercices d'application :

1) Calculer la densité de l'huile d'olive de masse volumique $\rho = 915 \text{ g.L}^{-1}$.

2) La masse volumique du cyclohexane est égale à $0,78 \text{ g.mL}^{-1}$. Calculer la densité du cyclohexane.

3) L'eau de mer a une densité de 1,03. Calculer la masse de 250 mL d'eau de mer.



III La composition d'un mélange

La composition d'un mélange peut être décrite par le pourcentage massique ou le pourcentage volumique de chacune des espèces qui constituent ce mélange.

Exemple : la composition massique de la fonte est de 95 % de fer et de 5 % de carbone.



- Le pourcentage massique d'une espèce E dans un mélange se calcule en divisant la masse m_E de cette espèce par la masse totale du mélange m_{tot} :

$$\%m(E) = \frac{m_E}{m_{\text{tot}}} \times 100$$

Les deux masses doivent être exprimées dans la même unité.

Exercice d'application :

Une pièce de 10 centimes d'euro pèse 4,10 g et contient entre autres 3,65 g de cuivre.



- 1) Calculer le pourcentage massique de cuivre dans la pièce.
- 2) Les pièces contiennent ensuite 5,0 % d'aluminium, 5,0 % de zinc et 1,0 % d'étain. Calculer la masse de chacun de ces trois métaux dans une pièce.

- Le pourcentage volumique d'une espèce E dans un mélange se calcule en divisant le volume V_E de cette espèce par le volume total du mélange V_{tot} :

$$\%V(E) = \frac{V_E}{V_{\text{tot}}} \times 100$$

Les deux volumes doivent être exprimés dans la même unité.

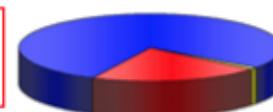


Exercice d'application :

En plongée sous-marine, le nitrox est un mélange d'air suroxygéné. Une bouteille de plongée contenant 12,0 L de « nitrox 32 » comprimé contient par exemple 3,84 L de dioxygène. Calculer le pourcentage volumique de dioxygène dans la bouteille.

LA COMPOSITION DE L'AIR

■ Dioxygène (21 %)
 ■ Diazote (78 %)
 ■ Divers autres (1 %)



La composition volumique de l'air est d'environ 78 % de diazote, 21 % de dioxygène et 1 % d'autres gaz.

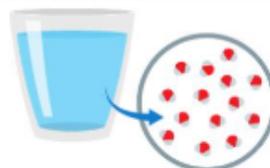
L'essentiel

1 Les corps purs et les mélanges

Corps pur

Constitué d'une seule espèce chimique

Exemple



L'eau est un corps pur.

Mélange

Constitué de plusieurs espèces chimiques

Types de mélanges

Homogène

Les constituants ne se distinguent pas à l'œil nu.



> L'eau salée est un mélange homogène.

Hétérogène

Les constituants se distinguent à l'œil nu.



> Une vinaigrette est un mélange hétérogène.

Composition

- Proportion en masse d'une espèce dans un mélange :

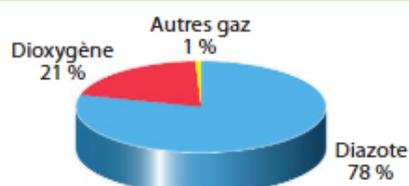
$$\frac{m(\text{espèce})}{m(\text{mélange})} \quad \begin{array}{l} \leftarrow \text{Masses exprimées} \\ \leftarrow \text{dans la même unité} \end{array}$$

- Proportion en volume d'une espèce dans un mélange :

$$\frac{V(\text{espèce})}{V(\text{mélange})} \quad \begin{array}{l} \leftarrow \text{Volumes exprimés} \\ \leftarrow \text{dans la même unité} \end{array}$$

- Lorsqu'ils sont exprimés en pourcent (%), ces rapports sont nommés respectivement **pourcentage massique** et **pourcentage volumique**.

Composition volumique de l'air



2 L'identification d'espèces

Grandeurs physiques

- Température de changement d'état, masse volumique, etc.

- Masse volumique ρ d'une espèce de masse m et de volume V :

$$\rho \text{ en } \text{g} \cdot \text{L}^{-1} \quad \rho = \frac{m}{V} \quad \begin{array}{l} \leftarrow m \text{ en g} \\ \leftarrow V \text{ en L} \end{array}$$

- Masse volumique de l'eau à 20 °C :

$$\rho(\text{eau}) = 1,00 \times 10^3 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

- Masse volumique de l'air à 20 °C :

$$\rho(\text{air}) = 1,3 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

Tests chimiques

Des tests chimiques sont caractéristiques de certaines espèces (☞ Rabat IV).

Chromatographie sur couche mince (CCM)

- La chromatographie sur couche mince permet la séparation et l'identification d'espèces chimiques.

- Les chromatogrammes d'espèces chimiques incolores doivent être révélés après élution.

