A. Définitions et composition d'un mélange

1. Corps pur

Entité chimique

Une **entité chimique** est un **constituant microscopique** de la matière (exemple : atome, molécule, ion). Il existe une formule chimique pour représenter chaque entité chimique.

Espèce chimique

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

Un **corps pur** est une substance composée uniquement d'une seule espèce chimique, atomique ou moléculaire.

2. Mélanges et miscibilité

Lorsqu'on **met en contact** plusieurs espèces chimiques on obtient un **mélange**.

Un **mélange homogène** est un mélange dont on ne peut distinguer les constituants à l'œil nu (sans utiliser d'instrument optique).

Un **mélange hétérogène** est un mélange dont on peut distinguer les constituants à l'œil nu.

Des liquides **miscibles** forment ensemble un mélange homogène.

Des liquides **non miscibles** forment ensemble un mélange hétérogène.

3. Composition d'un mélange

La composition d'un mélange peut s'exprimer en **proportion** ou en **pourcentage**. Pour calculer la **proportion d'une espèce chimique A ou B** dans un mélange, à partir de masses ou de volumes, on applique les formules suivantes :

Proportion massique

$$P_A = \frac{m_A}{m_t}$$

P_A : proportion l'espèce A
m_A : masse de l'espèce A, en g
m_t : masse totale du mélange, en g

Proportion volumique

$$P_B = \frac{V_B}{V_t}$$

P_B : proportion de l'espèce B
V_B : volume de l'espèce B, en L
V_t : volume total du mélange, en L

Remarque : Une proportion peut être exprimée en pourcentage.

L'air qui nous entoure est un **mélange homogène** composé de diazote $\mathrm{N_2}$ et de dioxygène $\mathrm{O_2}$.

Dans $5\ \mathrm{L}$ d'air on trouve $1\ \mathrm{L}$ de dioxygène et $4\ \mathrm{L}$ de diazote. Cela représente les pourcentages suivants :

$P_{\mathrm{O_2}} = \frac{V_{\mathrm{O_2}}}{V_{air}} = \frac{1}{5} = 0{,}2 = 20\ \%$ de dioxygène dans l'air.

$P_{\mathrm{N_2}} = \frac{V_{\mathrm{N_2}}}{V_{air}} = \frac{4}{5} = 0{,}8 = 80\ \%$ de diazote dans l'air.

Remarque : Plus précisément, il y a 21% de dioxygène dans l'air, 78% de diazote, et 1% d'autres gaz.

B. Identification d'espèces chimiques

1. Identification par des mesures physiques

Les corps purs ont différentes caractéristiques physiques qui permettent de les identifier.

— La masse volumique : la masse volumique d'une espèce chimique se calcule en divisant **sa masse** par le **volume qu'elle occupe**.

Masse volumique

$$\rho = \frac{m}{V_{\text{occupé}}}$$

ρ : masse volumique, en $\mathrm{kg \cdot m^{-3}}$ ou en $\mathrm{g \cdot cm^{-3}}$
m : masse, en kg ou en g
$V_{\text{occupé}}$: volume occupé, en $\mathrm{m^3}$ ou en $\mathrm{cm^3}$

Masse volumique de l'eau : $\rho_{eau} = 1000\,\mathrm{kg \cdot m^{-3}}$
Masse volumique de l'air : $\rho_{air} = 1.3\,\mathrm{kg \cdot m^{-3}}$

— La densité d'un échantillon solide (ou liquide) : la densité d'un échantillon liquide (ou solide) correspond au rapport entre la masse volumique de ce liquide (ou solide) et la masse volumique de l'eau. Les deux masses volumiques sont exprimées dans la même unité.

Densité

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

d : densité de l'échantillon, sans unité
$\rho_{\text{échantillon}}$: masse volumique de l'échantillon, en $\mathrm{kg \cdot m^{-3}}$ ou en $\mathrm{g \cdot L^{-1}}$
ρ_{eau} : masse volumique de l'eau : $\rho_{eau} = 1000\,\mathrm{kg \cdot m^{-3}}$ ou $\rho_{eau} = 1000\,\mathrm{g \cdot L^{-1}}$

— La température de changement d'état : pour différencier 2 corps purs, on peut mesurer leurs températures de changement d'état :

  — la **température de fusion** est la température à laquelle une espèce chimique passe de l'état **solide à liquide**, ou de l'état **liquide à solide** ;

  — la **température d'ébullition** est la température à laquelle une espèce chimique passe de l'état **liquide à gazeux**, ou de l'état **gazeux à liquide**.

À retenir

Lors du changement d'état d'un corps pur, la température reste constante.
Ces valeurs de températures sont **différentes pour chaque espèce chimique**.

2. Identification par tests chimiques

— Les tests des gaz

Espèce à tester	Formule chimique	Nom du test	Observations
Dioxygène	O_2	Test du fusain incandescent	Le fusain se ravive
Dioxyde de carbone	CO_2	Test à l'eau de chaux	L'eau de chaux se trouble
Dihydrogène	H_2	Test de la flamme	On entend une petite explosion

— Les tests des liquides et des ions

Espèce à tester	Formule chimique	Nom du test	Observations
Eau	H_2O	Test au sulfate de cuivre anhydre ($CuSO_4$)	Le sulfate de cuivre anhydre vire du blanc au bleu
Ions fer (II) ou ions ferreux	Fe^{2+}	Test à l'hydroxyde de sodium (NaOH)	Précipité de couleur verte
Ions fer (III) ou ions ferriques	Fe^{3+}		Précipité de couleur rouille
Ions magnésium et calcium	Mg^{2+} et Ca^{2+}		Précipité blanc
Ions cuivre (II)	Cu^{2+}		Précipité bleu
Ions chlorure	Cl^-	Test au nitrate d'argent ($AgNO_3$)	Précipité blanc

3. Identification par chromatographie

La **chromatographie sur couche mince** (abrégée par **CCM**) est une technique de séparation et d'identification des constituants d'un mélange.

— Un liquide appelé **éluant** joue le rôle de **phase mobile**. Il entraîne progressivement les espèces chimiques du mélange en les faisant migrer **par capillarité** dans la phase fixe.

— La **phase fixe** (composée de silice déposée sur une feuille d'aluminium ou d'une bande de papier) retient plus ou moins les différents constituants du mélange.

— À la fin de la migration des espèces chimiques, on obtient un **chromatogramme**.

L'étude du chromatogramme permet de déterminer le nombre de constituants d'un mélange et de les identifier en les comparant à d'autres corps purs présents sur le même chromatogramme. Pour étudier un chromatogramme, on procède à une lecture verticale puis horizontale.

Lorsque les espèces chimiques sont incolores, il est nécessaire de procéder à une **révélation** des taches obtenues pour chaque espèce chimique. La révélation peut être faite grâce aux **rayonnements ultraviolets**, grâce à une **solution de permanganate de potassium**, ou encore grâce aux **vapeurs de diiode**.

Si l'on n'arrive pas à identifier les espèces chimiques présentes dans un échantillon, alors on le qualifiera simplement de mélange.

Attendus – Ce que je dois connaître

Grandeurs et unités

Masse m, en g
Volume V, en L
Masse volumique ρ, en $\mathrm{kg \cdot m^{-3}}$ ou en $\mathrm{g \cdot L^{-1}}$
Densité d, sans unité

Valeurs

Composition volumique de l'air : 80 % de diazote, 20 % de dioxygène
Masse volumique de l'eau, $\rho_{eau} = 1000\,\mathrm{g \cdot L^{-1}}$
Masse volumique de l'air, $\rho_{air} = 1.30\,\mathrm{g \cdot L^{-1}}$

Formules

$$P_A = \frac{m_A}{m_t} \times 100 \qquad P_A = \frac{V_A}{V_t} \times 100$$

$$\rho = \frac{m}{V_{\text{occupé}}}$$

$$d = \frac{\rho_{\text{solide ou liquide}}}{\rho_{eau}}$$

Définitions et notions

Entité chimique, espèce chimique
Corps pur, mélange homogène / hétérogène
Liquides miscibles / non miscibles
Composition massique d'un mélange
Composition volumique de l'air

Attendus – Ce que je dois savoir faire

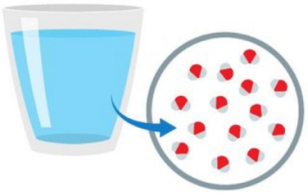
Capacités à maîtriser	Exercices et activités associées
Citer des exemples courants de corps purs et de mélanges homogènes et hétérogènes	Exercice 6, 4
Identifier, à partir de valeurs de référence, une espèce chimique par ses températures de changement d'état, sa masse volumique ou par des tests chimiques	Activité 4, 5 Exercice 25, 24, 9
Citer des tests chimiques courants de présence d'eau, de dihydrogène, de dioxygène, de dioxyde de carbone	Activité 5 Exercice 14
Citer la valeur de la masse volumique de l'eau liquide et la comparer à celles d'autres corps purs et mélanges	Activité 1 Exercice 12
Distinguer un mélange d'un corps pur à partir de données expérimentales	Activité 3 Exercice 4, 6, 25
Déterminer la masse volumique d'un échantillon	Activité 4 Exercice 21, 23, 12
Réaliser une chromatographie sur couche mince (CCM)	Activité 3 Exercice 16, 20
Mettre en œuvre des tests chimiques afin d'identifier une espèce chimique	Activité 5 Exercice 14
Citer la composition approchée de l'air et l'ordre de grandeur de la valeur de sa masse volumique	Activité 2
Établir la composition d'un échantillon à partir de données expérimentales	Activité 4 Exercice 25
Mesurer des volumes et des masses pour estimer la composition de mélanges	Activité 4 Exercice 12
Utiliser les pourcentages et les fractions	Activité 2

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

Exemples

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 E dans un mélange :

$$\frac{m(\text{E})}{m_{\text{tot}}}$$

Masses exprimées dans la même unité

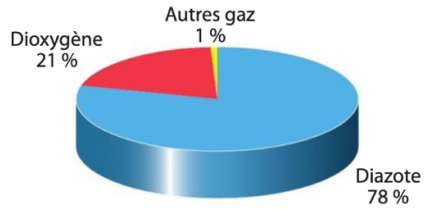
- Proportion, en volume, d'une espèce E dans un mélange :

$$\frac{V(\text{E})}{V_{\text{tot}}}$$

Volumes exprimés dans la même unité

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

Exemple



Composition volumique de l'air

2 L'identification d'espèces

Grandeurs physiques

- Température de changement d'état, densité, indice de réfraction, etc.
- Masse volumique ρ d'une espèce de masse m et de volume V :

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

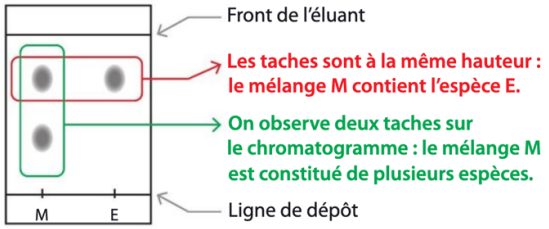
ρ en g·L^{-1} ; m en g ; V en L

Tests chimiques

Des tests chimiques sont caractéristiques de certaines espèces (Fiche 10 p. 305).

Chromatographie sur couche mince (CCM)

- La chromatographie permet la **séparation** et l'**identification** d'espèces chimiques.
- Les chromatogrammes d'espèces chimiques incolores doivent être révélés après élution.



VIDÉO Chromatograph