Corps purs et mélanges

I. Espèces chimiques, corps purs et mélanges

Voir Activité documentaire : Composition de l'air.

La matière est constituée d'entités chimiques (atomes, ions, molécules).

Une espèce chimique est un ensemble d'entités identiques. Elle est caractérisée par sa formule, son aspect physique (état physique, couleur...) et ses propriétés physiques et chimiques.

A. Rappel sur les corps purs et mélanges

Un **corps pur** est constitué d'une seule espèce chimique, qu'elle soit sous forme atomique ou moléculaire.

Par exemple : l'or Au, le chlorure de sodium NaCl, l'eau H_2O, le dioxygène O_2sont des corps purs.

Un **mélange** est composé de plusieurs espèces chimiques. Un mélange est dit :
- **homogène** si aucun constituant ne peut être distingué à l'œil nu (le mélange est composé d'une seule phase) ;
- **hétérogène** si au moins deux constituants sont discernables à l'œil nu après agitation (le mélange comporte au moins deux phases).

Par exemple, l'air ou l'eau de mer sont des mélanges homogènes tandis qu'une vinaigrette (mélange vinaigre - huile) ou une solution saturée de chlorure de sodium (sel) sont des mélanges hétérogènes.

B. Composition d'un mélange

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

Le pourcentage massique P(A) d'une espèce chimique A dans un mélange est :

$$P(A) = \frac{m_A}{m_{tot}} \times 100$$

Avec : m_A masse de l'espèce A dans le mélange et m_{tot} masse du mélange exprimées dans la même unité de masse (g par exemple).

La somme des pourcentages massiques de toutes les espèces constituant le mélange est égale à 100 %.

De la même manière, le pourcentage volumique P_V(A) d'une espèce chimique dans un mélange est :

$$P_V(A) = \frac{V_A}{V_{tot}} \times 100$$

Avec : V_A volume de l'espèce A dans le mélange et V_{tot} volume du mélange exprimé dans la même unité de volume (L par exemple).

Dans le cas d'un mélange gazeux, les pourcentages volumiques sont plus appropriés que les pourcentages massiques.

Ainsi, l'air est un mélange homogène de plusieurs gaz, dont la composition volumique est environ :
- 78 % de diazote N_2 ;
- 21 % de dioxygène O_2 ;
- 1 % d'autres gaz (argon, néon, dioxyde de carbone, eau...).

II. Identification d'une espèce chimique

→ *Voir TP1 : Masse volumique.*
→ *Voir TP2 : Chromatographie.*

Pour identifier des espèces chimiques, il est possible d'utiliser une ou plusieurs méthodes parmi les suivantes.

A. Masse volumique

La masse volumique d'une espèce chimique, notée ρ (lettre grecque rhô), est le quotient de la masse m d'un échantillon de cette espèce chimique par son volume V.

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

Avec : ρ en $kg.m^{-3}$; m en kg et V en m^3.

L'unité de la masse volumique dans le système international (SI), le $kg.m^{-3}$, est souvent inadapté au laboratoire, d'autres unités peuvent donc utilisées : $kg.L^{-1}$; $g.L^{-1}$; $g.mL^{-1}$…

Rappel de conversion d'unités : 1 g = 10^{-3} kg ; 1 mL = 10^{-6} m^3.

Comparer la masse volumique d'un échantillon avec celles d'espèces chimiques de référence permet de l'identifier.

Par exemple, la masse volumique de l'eau vaut ρ_{eau} = 1 000 $kg.m^{-3}$ = 1,00 $kg.L^{-1}$à 20 °C.

Quant à la masse volumique de l'air, elle est d'environ 1,3 $g.L^{-1}$ dans les conditions normales de température (20 °C) et de pression (1013 hPa).

B. Température de changement d'état

Les températures de changement d'état sont caractéristiques d'une espèce chimique pure.

Mesurer une température de changement d'état peut donc permettre d'identifier un corps purs. Dans le cas de mélanges, cette mesure peut permettre d'identifier les espèces chimiques le constituant.

La température d'ébullition d'une espèce chimique, notée T_{eb}, est la température à laquelle l'espèce passe de l'état liquide à l'état gazeux (à une pression donnée). Elle se mesure avec un thermomètre.

La température de fusion d'une espèce chimique, notée T_f, est la température à laquelle l'espèce passe de l'état solide à l'état liquide (à une pression donnée). Elle se mesure avec un banc Kofler.

Exemples :

- La glace fond à 0 °C et l'eau bout à 100 °C.
- L'eau pure bout à 100 °C au niveau de la mer, mais à 3 000 m d'altitude, où la pression est plus faible, sa température d'ébullition est de 91 °C.
- Le fer fond à 1 535 °C alors que le plomb fond à 328 °C.

C. Tests d'identification chimiques

On peut identifier une espèce chimique à l'aide de tests basés sur des transformations chimiques caractéristiques.

Espèces chimiques à tester	Nom du test	Résultat du test positif si …
Eau	Sulfate de cuivre anhydre	Le sulfate de cuivre devient bleu.
Dioxygène	Buchette incandescente	La bûchette s'enflamme.
Dihydrogène	Allumette allumée	Une petite détonation se fait entendre.
Dioxyde de carbone	Eau de chaux	Un précipité blanc se forme.

D. Chromatographie

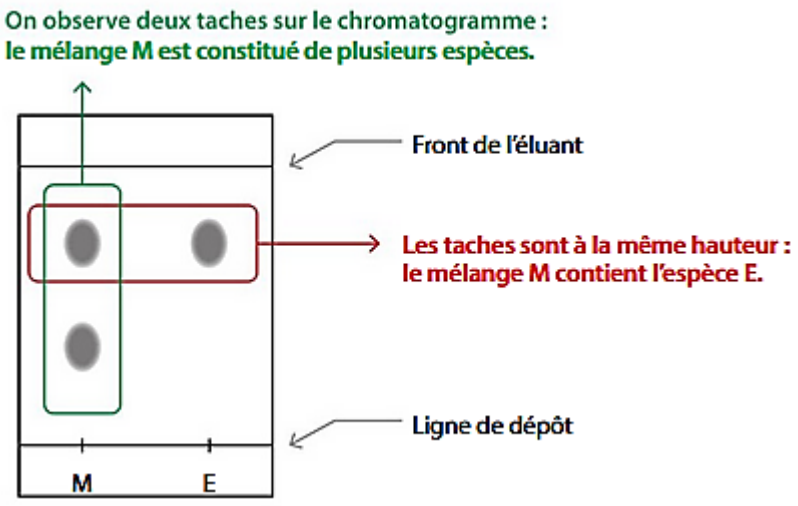
Une chromatographie permet de séparer etd'identifier certaines espèces chimiques d'un mélange homogène.

Lors de la réalisation d'une chromatographie (voir TP2), les espèces chimiques sont entraînées par une phase mobile (éluant) qui monte par capillarité le long de la phase fixe (papier ou dépôt de silice).

L'étude d'un chromatogramme se fait selon deux directions (voir ci-contre) :

- Verticalement, si le dépôt se sépare en plusieurs tâches, cela signifie qu'il s'agit d'un mélange.
- Horizontalement, sur une même plaque, une même espèce chimique présente dans deux dépôts différents migrera à la même hauteur.

Remarque : la migration des espèces chimiques dépend de l'éluant utilisé. La sélection de celui-ci est cruciale pour réaliser une bonne chromatographie.



III. Les solutions aqueuses, un exemple de mélange

→ *Voir Activité documentaire : Solutions sucrées et concentration en masse.*
→ *Voir TP4 : Préparation de sérum physiologique.*

A. Définition

Une solution est un mélange liquide homogène constitué d'un ou plusieurs solutés (espèces minoritaires) et d'un solvant (espèce très fortement majoritaire).

Un soluté est une espèce chimique, moléculaire ou ionique, soluble dans le solvant. Un soluté peut être liquide, solide ou gazeux.Pour rappel, le solvant est toujours liquide.

Une solution est obtenue par dissolution d'un soluté dans un solvant. Elle peut contenir des molécules ou des ions.

Lors de la dissolution, les espèces chimiques à dissoudre se séparent, s'entourent de molécules de solvant et se dispersent dans la solution.

Remarques :

- Lorsque le solvant est de l'eau, on parle de solution aqueuse.
- Une solution peut également être préparée en rajoutant du solvant dans une solution mère : il s'agit de la dilution qui sera étudiée ultérieurement.

B. Concentration en masse

La concentration en masse d'une solution en soluté est la masse de ce soluté par litre de solution. La concentration en masse $C_m(A)$ du soluté A en solution vaut :

$$C_m(A) = \frac{m(A)}{V}$$

Avec $C_m(A)$ concentration en masse de l'espèce A en $g.L^{-1}$, m(A) masse de l'espèce A en g et V volume de solution en L.

Remarque : On déduit de cette relation : $m(A) = C_m(A) \times V$ et $V = \frac{m(A)}{C_m(A)}$

Application 1 : Calculer la concentration en masse d'une solution de saccharose préparée à partir d'une masse m = 4,0 g dissout dans un volume V = 40 mL.
Solution : .....

Application 2 : Calculer la concentration en masse d'une solution de diiode obtenue en mélangeant 3,0 g de diiode à de l'alcool jusqu'à obtenir 150 mL de solution.
Solution : .....

Application 3 : Déterminer le volume de désinfectant à prélever pour obtenir 100 g d'alcool à partir d'un flacon de désinfectant étiqueté « alcool à 70° » (concentration en masse de 700 $g.L^{-1}$).
Solution : .....

Remarque importante :
La masse volumique ρ d'une espèce chimique et la concentration en masse d'un soluté dans une solution peuvent être exprimées dans la même unité, le $g.L^{-1}$. Ce sont pourtant des grandeurs différentes, la concentration en masse fait intervenir la masse de soluté alors que la masse volumique fait intervenir la masse de solution.

$$\rho_{solution} = \frac{m(\text{solution})}{V(\text{solution})} \qquad Cm_{soluté} = \frac{m(\text{soluté})}{V(\text{solution})}$$

C. Concentration en masse maximale et solubilité

On ne peut dissoudre qu'une quantité limitée de soluté dans un volume de solvant donné. Lorsque l'on ne peut plus dissoudre de soluté, la solution est dite **saturée** en soluté.

La **solubilité** est la concentration à partir de laquelle un soluté ne peut plus se dissoudre davantage dans le solvant. La solubilité correspond donc à la concentration maximum d'un soluté dans un solvant donné.

Remarques :
- La solubilité dépend du soluté, du solvant et de la température.
- La solution peut être saturée avec un soluté, mais pas forcément avec un autre.