

## Masse volumique et densité d'un liquide :

La **masse volumique**  $m_v$  d'un liquide est obtenue en divisant la masse  $m$  de ce liquide par le volume  $V$  correspondant :

$$m_v = \frac{m}{V} \quad \text{avec } m \text{ en g, } V \text{ en L et } m_v \text{ en g.L}^{-1}.$$

$$1\text{mL}=10^{-3}\text{L}$$

$$m_v(\text{eau}) = 1000 \text{ g.L}^{-1}$$

On définit la **densité**  $d$  d'un liquide comme le rapport entre la masse de 1,0L de ce liquide et la masse de 1,0L d'eau :

$$d(\text{liquide}) = \frac{\text{masse de 1,0L de liquide}}{\text{masse de 1,0L d'eau}} \quad \text{La densité est une grandeur sans unité.} \quad d(\text{eau}) = 1,0$$

Exemple : la masse de 20mL de cyclohexane est de 15,6g donc  $m_v(\text{cyclohexane}) = 15,6/20 \cdot 10^{-3} = 780 \text{ g.L}^{-1}$

$$d(\text{cyclohexane}) = \frac{\text{masse de 1,0L de cyclohexane}}{\text{masse de 1,0L d'eau}} = 780/1000 = 0,78$$

La masse de 50mL de cyclohexane est :  $m = m_v \times V = 780 \times 50 \cdot 10^{-3} = 39\text{g}$

Lorsqu'on mélange deux liquides différents et que l'on obtient après agitation un seul liquide homogène, on dit que ces deux liquides sont **miscibles**. (Exemple : eau+alcool)

Si les deux liquides ne sont pas miscibles, le moins dense se positionne au dessus de l'autre qui est plus dense, et ils constituent deux **phases** bien distinctes. (Exemple : eau+cyclohexane → cyclohexane au dessus de l'eau)

## Solubilité d'une espèce chimique dans un solvant :

Lorsqu'on introduit un produit chimique (chlorure de sodium, sulfate de cuivre, diiode,...) dans un liquide (eau, alcool, cyclohexane,...) et que l'on agite le mélange hétérogène obtenu, on obtient parfois un liquide homogène (propriétés identiques en tout point) tandis que le produit chimique disparaît à la vue.

On dit que le produit chimique, appelé **soluté**, s'est dissout dans le liquide, appelé **solvant**.

On appelle **solubilité** d'une espèce chimique dans un solvant donné la masse maximale de cette espèce chimique que l'on peut dissoudre par litre de ce solvant.

$$S = \frac{m(\text{soluté})}{V(\text{solution})}$$

Exemples : On peut dissoudre au maximum  $m=10\text{g}$  de sulfate de cuivre dans  $V=50\text{mL}$  d'eau, soit  $V=50 \cdot 10^{-3}\text{L}$  d'eau.

La solubilité du sulfate de cuivre dans le solvant « eau » est donc  $S = m(\text{soluté})/V(\text{solution}) = 10/50 \cdot 10^{-3} = 200 \text{ g.L}^{-1}$

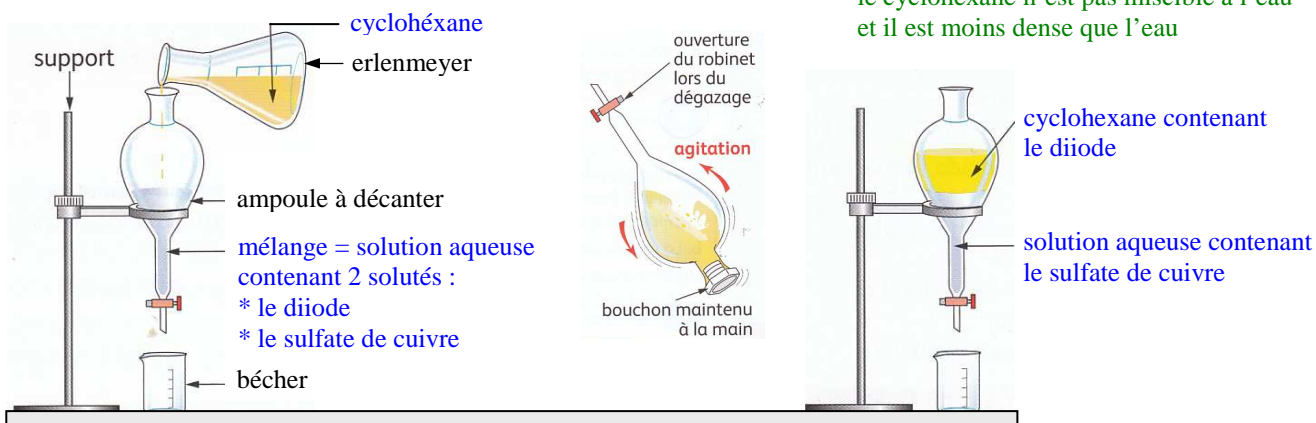
Mais le sulfate de cuivre est pratiquement insoluble dans le cyclohexane.

La solubilité du soluté « diiode » dans le solvant « eau » est :  $0,34 \text{ g.L}^{-1}$  à  $20^\circ\text{C}$  mais augmente à  $0,60 \text{ g.L}^{-1}$  à  $40^\circ\text{C}$

La solubilité du soluté « diiode » dans le solvant « cyclohexane » est :  $28 \text{ g.L}^{-1}$  à  $20^\circ\text{C}$  soit **80 fois plus que dans l'eau !**

La solubilité d'un soluté dans un solvant **augmente en général avec la température** ⇒ on utilise de l'eau chaude pour extraire en plus grande quantité les arômes présents dans le thé ou le café, et qui sont solubles dans l'eau.

## Principe d'une extraction liquide-liquide :



Objectif à atteindre : séparer les deux solutés (diiode et sulfate de cuivre) présents dans une même solution aqueuse.

Méthode : il faut trouver un autre solvant qui présente les 2 propriétés suivantes :

- \* il ne doit pas être miscible à l'eau (donc l'alcool ne convient pas)
- \* un des solutés doit être beaucoup plus soluble dans ce solvant que dans l'eau, et inversement pour l'autre soluté.

Le cyclohexane convient car il n'est pas miscible à l'eau, le diiode est 80 fois plus soluble dans le cyclohexane que dans l'eau et, inversement, le sulfate de cuivre est très soluble dans l'eau mais pratiquement insoluble dans le cyclohexane.

On introduit 20mL de mélange dans une ampoule à décanter et on rajoute 20mL de cyclohexane.

On agite pour accélérer le transfert des solutés dans le solvant où ils sont le plus solubles.

On laisse reposer pour que les deux phases se séparent, puis on récupère chaque phase dans un bécher différent.

## Chromatographie :

➤ à quoi ça sert ?

La chromatographie permet de séparer  
et d'identifier les constituants d'un mélange.

➤ principe :

Cette technique est basée sur la différence des vitesses de déplacement de ces constituants lorsqu'ils sont entraînés par une phase mobile (l'éluant) mais retenus par la phase stationnaire (plaque à chromatographie).

La plaque à chromatographie peut être du papier absorbant.

L'éluant est un solvant qui migre par capillarité le long de la phase stationnaire (plaque à chromatographie) et qui entraîne les différents constituants du mélange.

Mais ceux-ci sont plus ou moins retenus par la phase stationnaire avec laquelle ils forment des liaisons de type électrique plus ou moins fortes.

Plus cette attraction est forte, plus le constituant progresse lentement.

➤ comment fait-on ?

Tracer au crayon à papier un trait léger à environ 1cm du bord inférieur de la plaque et y déposer à intervalles réguliers et pas trop près des bords (à l'aide d'un pic à apéritif ou d'une micro pipette) des petites gouttes du mélange M et de ses constituants supposés 1,2,3,4,... et laisser sécher les taches obtenues.

Préparer l'éluant (sa nature dépend des substances que l'on souhaite identifier) et en mettre au fond de la cuve à chromatographie (hauteur inférieure à 1cm).

Introduire la plaque à chromato dans la cuve en vérifiant que la ligne de dépôt ne trempe pas dans l'éluant. Mettre le couvercle sur la cuve.

Il faut retirer la plaque à chromatographie de l'éluant avant que le front de l'éluant n'atteigne la partie supérieure de la plaque.

On repère alors avec un crayon la ligne de front de l'éluant.

On chauffe la plaque avec un sèche-cheveux afin d'évaporer l'éluant.

Remarque :

Les constituants sont rarement colorés et il s'avère nécessaire de les « révéler » c'est à dire de les rendre visibles en les observant avec une lampe émettant des ultra-violets (U.V.) ou en vaporisant la plaque avec un réactif approprié.

➤ On définit pour chaque constituant le **rapport frontal  $R_f = y/y_E$**  c'est une grandeur sans unité

$y$  = distance parcourue par l'espèce chimique étudiée, mesurée en cm

$y_E$  = distance parcourue par le front de l'éluant, mesurée en cm

Le rapport frontal ne varie pas pour une espèce chimique donnée, que celle-ci soit seule ou fasse partie d'un mélange.

➤ Exploitation d'un chromatogramme :

Le chromatogramme ci-dessus nous apprend que M est un mélange constitué par 3 espèces chimiques visibles (ou révélées) : on a donc ainsi **séparé** les constituants de ce mélange M.

On a pu **identifier** deux espèces parmi les trois présentes dans le mélange M : ce sont les espèces 2 et 4 car elles ont le même rapport frontal que ces espèces testées.

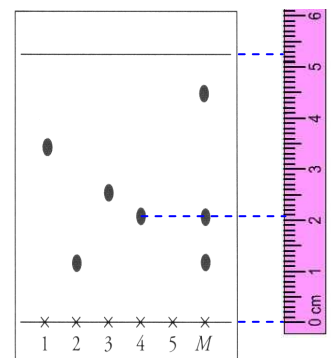
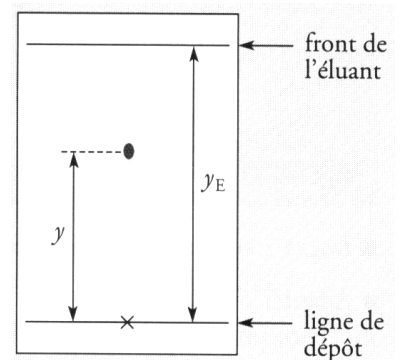
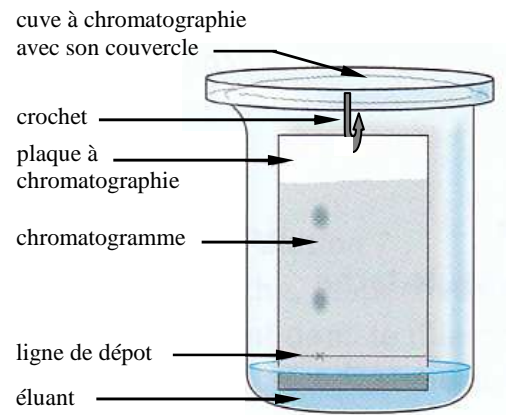
Le mélange M contient aussi une autre espèce non identifiée (tache supérieure), mais ne contient pas les espèces 1 et 3.

L'espèce 2 est plus attirée par la phase stationnaire que l'espèce 4 puisqu'elle a progressé moins vite.

L'espèce 5 est incolore et n'a pas été révélée ici.

Calcul du rapport frontal pour le constituant n°4 :  $R_f = y/y_E = 2,1/5,3 = 0,40$

Distance parcourue par le constituant = 2,1cm      Distance parcourue par le front de l'éluant = 5,3cm



# Résumé du cours de chimie : les atomes

## Constitution d'un atome :

Toute la matière qui nous entoure est constituée à partir de « **briques élémentaires** » appelées « **atomes** ». Ainsi les principaux atomes présents dans les organismes vivants ont été nommés : carbone, hydrogène, oxygène,...

## Expérience de Rutherford (1911) :

Une roche radioactive émet des **particules  $\alpha$**  (noyaux d'hélium constitués par 2 protons et 2 neutrons, donc chargés positivement) en direction d'une **feuille d'or très fine** (0,1 $\mu$ m d'épaisseur).

Il constate que la plupart des particules  $\alpha$  traversent la feuille d'or sans être déviées : donc **la matière est constituée essentiellement de vide**.

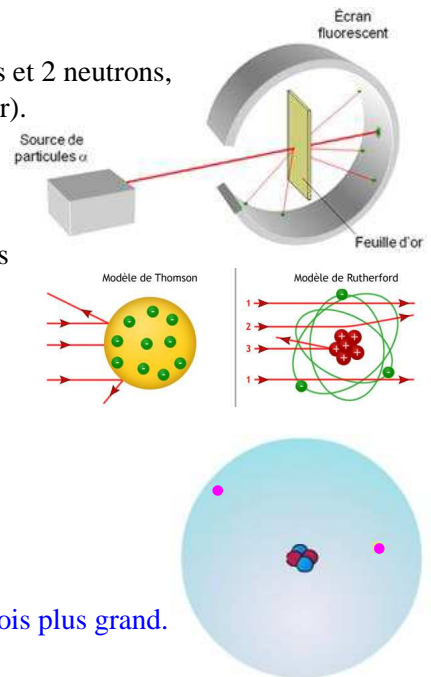
Seules quelques très rares particules  $\alpha$  (1 sur 100000 environ) sont déviées : donc elles passent à proximité, ou rebondissent, sur un « condensé de matière » de dimensions très petites, et chargé positivement (car deux charges positives se repoussent).

Cette expérience a détruit le modèle de l'atome proposé par Thomson (« pudding aux électrons ») car elle a montré qu'un atome est constitué essentiellement de vide, avec au centre un petit concentré de matière chargé positivement et appelé « **noyau** ».

Autour du noyau, des électrons se déplacent d'un mouvement incessant et désordonné, dans un espace vide appelé « **nuage électronique** ».

Les limites de l'atome correspondent à un espace sphérique dans lequel on a 95% de chances de trouver les électrons.

Ordre de grandeur de la taille du noyau :  $10^{-15}$ m de l'atome :  $10^{-10}$ m soit **100.000 fois plus grand**.



## Constitution d'un atome :

Le noyau est constitué de particules appelées **nucléons**, que l'on peut séparer en deux catégories : les **protons** (de symbole **p**) et les **neutrons** (de symbole **n**).

**Z** appelé **numéro atomique** = nombre de protons dans le noyau

**A** appelé **nombre de masse** = nombre total de nucléons dans le noyau

Donc le nombre **N** de **neutrons** se calcule par la relation **N=A-Z**

Les protons et les neutrons ont pratiquement la même masse : **m(p) = m(n) = 1,67.10<sup>-27</sup>kg**

Les protons ont une charge électrique positive... c'est la plus petite charge positive qui puisse exister.

On l'appelle **charge élémentaire** et on la note **e = +1,6.10<sup>-19</sup>C** L'unité de charge électrique est le **Coulomb**.

Les neutrons n'ont pas de charge électrique : Ils sont « électriquement neutres ».

Les électrons (symbole **e<sup>-</sup>**) ont une masse négligeable devant la masse des nucléons (2000 fois plus faible).

Ils portent une charge électrique de même valeur que celle du proton mais négative : **-e = -1,6.10<sup>-19</sup>C**

**La masse d'un atome est donc égale à la masse de son noyau** = nombre de nucléons x masse d'un nucléon.

**Un atome est globalement neutre** donc il y a autant d'électrons autour du noyau que de protons dans le noyau.

Le symbole d'un atome de numéro atomique Z et de nombre de masse A est  **$\frac{A}{Z}X$**  où X correspond à la 1<sup>ère</sup> lettre en **majuscule** du nom donné à cet atome (pas toujours en français !), éventuellement suivi de la 2<sup>ème</sup> lettre en **minuscule**.

Exemple :  ${}_{17}^{35}\text{Cl}$  est le symbole d'un atome de chlore dont la constitution est :

\* noyau constitué par 35 nucléons dont **17 protons** et **35-17=18 neutrons**.

\* l'atome est globalement neutre donc il y a **17 électrons** qui tournent autour du noyau.

Masse de l'atome = masse du noyau (car les électrons ont une masse négligeable) =  $35 \times 1,67.10^{-27} = 5,85.10^{-26}$ kg

Combien y a-t-il d'atomes de chlore dans un échantillon de chlore de masse m = 7,0g soit  $7,0.10^{-3}$ kg ?

Réponse : n(atomes) = masse de l'échantillon/masse d'un atome =  $7,0.10^{-3}/5,85.10^{-26} = 1,2.10^{23}$  atomes

**Isotopes :** ce sont des atomes qui ont le même numéro atomique Z, donc le même nombre de protons dans le noyau et le même nombre d'électrons autour du noyau, mais un nombre de neutrons différent. Ils ont le même symbole X.

Exemple : isotopes du chlore  ${}_{17}^{35}\text{Cl}$  et  ${}_{17}^{37}\text{Cl}$

Le nombre de masse A moyen sur l'ensemble des isotopes du chlore est 35,5 et on écrit le symbole du chlore  ${}_{17}^{35,5}\text{Cl}$

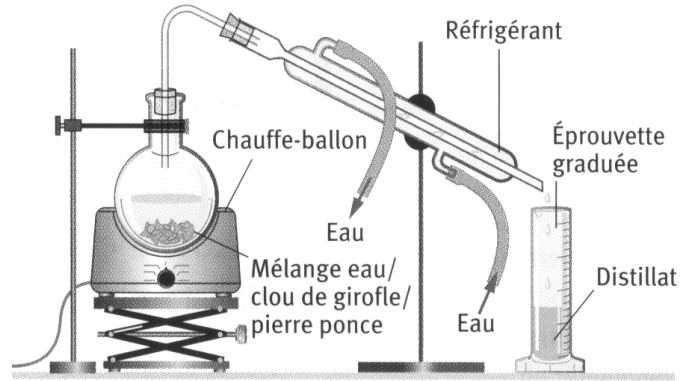
- **Hydrodistillation ou entraînement à la vapeur :**

Objectif : extraire une substance odorante d'une plante

Le mélange eau + plante (contenant une espèce odorante à extraire) est porté à ébullition.

La vapeur d'eau entraîne petit à petit cette substance odorante et se condense dans le réfrigérant.

On récupère dans l'éprouvette beaucoup d'eau et un peu de substance odorante appelée **huile essentielle** qui constitue une phase huileuse non miscible à l'eau .



Voir animations sur le site [www.physiquepovo.com](http://www.physiquepovo.com) page 16