

THEME 1 : CONSTITUTION DE LA MATIERE A L'ECHELLE MICROSCOPIQUE ET MACROSCOPIQUE

Chapitre 2 : Composition des solutions aqueuses

I. NOTION DE CONCENTRATION

A. Solution aqueuse

Définition : Une **solution** est un **mélange**. Le **solvant** est le composant majoritaire du mélange. Le **soluté** est l'espèce qui est dispersée dans le solvant. On a ainsi :

$$\text{solvant} + \text{soluté}(s) = \text{solution}$$

Remarque : on parle de solution aqueuse lorsque le solvant est l'eau.

Exemple : L'eau de mer est une solution aqueuse. En effet, le solvant est l'eau et le sel (chlorure de sodium NaCl) est le soluté.

B. Concentration en soluté

Définition : La concentration en masse (concentration massique en $g \cdot L^{-1}$) d'un soluté est la masse m (en g) de soluté dissout dans un volume V (en L) de la solution :

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

Exemple : si on dissout 1 g de sel dans 0,5 L de soupe, la concentration massique en sel de la soupe est :

$$C_m(\text{sel}) = \frac{m(\text{sel})}{V(\text{soupe})} = \frac{1}{0,5} = 2 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

Remarque : il ne faut surtout pas confondre la concentration massique C_m et la masse volumique ρ bien que ces deux grandeurs s'expriment dans la même unité. En effet, elles ne représentent pas la même chose. Ainsi, la masse volumique ρ représente la masse d'une espèce chimique divisée par **son** volume **à elle** alors que la concentration massique représente la masse de **soluté** divisé par le volume de **solution**.

Exemple : La concentration en sucre d'un sirop est de $C_m = 20 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$. Alors que la masse volumique de ce sirop est de $\rho(\text{sirop}) = 1180 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$.

C. Concentration maximum

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

Définition : La solubilité est la concentration à partir de laquelle un soluté ne peut plus se dissoudre davantage. La solubilité est donc la concentration maximale d'un soluté dans un solvant donné.

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

Application : La solubilité du chlorure de sodium (sel) est de $s = 358 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$. Quelle masse de sel peut-on espérer récolter dans un marais salant à partir de $1,2 \text{ m}^3$ d'une solution saturée ?

II. PREPARATION DE SOLUTIONS

A. Dissolution

Définition : la dissolution est la dispersion d'un soluté dans un solvant.

On dissout souvent des solides dans des liquides mais il est également possible de dissoudre des gaz.

Exemple : Dissolution du sucre dans du thé ou dissolution du dioxyde de carbone pour fabriquer de l'eau gazeuse avec une machine.

Il faut savoir qu'on peut **agiter** pour accélérer la dissolution d'un soluté dans de l'eau. C'est ce qu'on fait avec une cuillère après avoir ajouté du sucre dans du thé par exemple. On peut aussi **chauffer** pour accélérer la dissolution d'un soluté dans une solution. Par ailleurs chauffer permet aussi **d'augmenter** la **solubilité** d'un **soluté**.

Exemple : Pour faire du chocolat chaud, on chauffe d'abord le lait car le chocolat en poudre se dissout mal dans le lait froid, il reste en surface.

B. Dilution

Définition : une dilution est le fait d'ajouter le solvant dans une solution sans ajout de soluté et ce, dans le but de diminuer la concentration en soluté dans la solution.

La **solution mère** est la solution de départ et la **solution fille** est la solution obtenue après la dilution. La solution fille est donc **moins concentrée** en soluté que la solution mère.

Exemple : on verse du sirop de grenadine dans un verre. La solution est trop concentrée en sucre (presque imbuvable). Alors on ajoute de l'eau (le solvant) dans le verre pour diminuer la concentration en sucre par exemple). En fait, on fait une dilution.

C. Conservation de la masse

Quelle que soit la technique (dissolution ou dilution), la masse de soluté prélevée se retrouve toujours dans la solution préparée (finale).

- Dans le cas d'une dissolution, la masse de soluté pesée est égale à celle qui se retrouve en solution :

$$m(\text{soluté pesé}) = m(\text{soluté en solution}) = C_m \times V(\text{solution})$$

- Dans le cas d'une dilution :

$$m(\text{soluté dans la sol}^\circ \text{ mère}) = m(\text{soluté dans la sol}^\circ \text{ fille})$$

$$C_m(\text{mère}) \times V(\text{mère}) = C_m(\text{fille}) \times V(\text{fille})$$

Ce qui signifie que :

$$\frac{C_m(\text{mère})}{C_m(\text{fille})} = \frac{V(\text{fille})}{V(\text{mère})} = F = \text{facteur de dilution}$$

Application : On veut diluer par 5 ($F = 5$) une solution mère que nous avons en quantité abondante. On veut par ailleurs obtenir une solution fille de 100 mL. Quel volume de solution mère doit-on prélever ?

Solution : On sait que :

$$\frac{V(\text{fille})}{V(\text{mère})} = F \text{ en faisant un produit en croix, on obtient :}$$

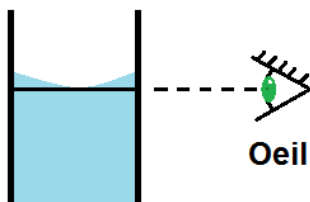
$$V(\text{mère}) = \frac{V(\text{fille}) \times 1}{F} \text{ on remplace les facteurs inconnus :}$$

$$V(\text{mère}) = \frac{100 \times 1}{5} = 20 \text{ mL}$$

Il faut donc prélever 20 mL de solution mère.

Voici le protocole expérimental de cette dilution (à connaître par cœur) :

- 1- On prélève à l'aide d'une pipette jaugée un volume $V = 20 \text{ mL}$ de solution mère.
- 2- On verse ce prélèvement dans une fiole jaugée de 100 mL.
- 3- On complète la fiole jaugée au $\frac{2}{3}$ avec de l'eau distillée, puis on agite



pour homogénéiser la solution.

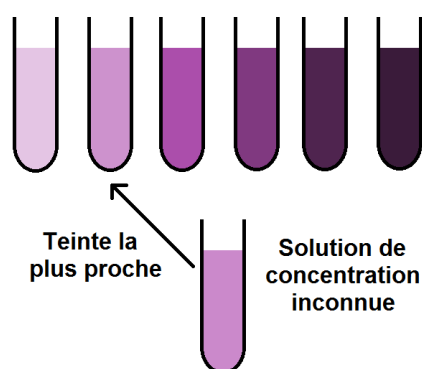
- 4- On complète la fiole jaugée avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge en faisant coïncider le bas du ménisque avec le trait de jauge.

III. DETERMINATION DE CONCENTRATIONS

A. Echelle de teintes

Lorsqu'une espèce chimique colorée est diluée, sa couleur devient plus claire. En préparant une série de solutions de concentrations connues d'une même espèce colorée (appelée échelle de teinte), on peut ensuite comparer avec la couleur d'une solution de concentration inconnue et obtenir un encadrement de sa valeur.

Exemple :



Imaginons que les concentrations en espèce colorée des solutions contenues dans les 6 premiers tubes à essai sont :

$$C_1 = 0,01 \text{ g.L}^{-1}$$

$$C_2 = 0,04 \text{ g.L}^{-1}$$

$$C_3 = 0,08 \text{ g.L}^{-1}$$

$$C_4 = 0,12 \text{ g.L}^{-1}$$

$$C_5 = 0,16 \text{ g.L}^{-1}$$

$$C_6 = 0,20 \text{ g.L}^{-1}$$

Dès lors la solution inconnue a pour concentration en espèce colorée :

$$0,01 \text{ g.L}^{-1} \leq C \leq 0,04 \text{ g.L}^{-1}$$

Remarque : Cette méthode a ses limites car on ne trouve qu'un encadrement dont l'amplitude est plus ou moins petite.

B. Courbe d'étalonnage

Souvent, on peut mesurer une grandeur physique G en lien de proportionnalité avec la concentration massique C_m . Dès lors, on peut préparer une série de solutions de concentrations massiques C_m connues d'une même espèce chimique. On mesure alors la grandeur G pour chacune des solutions préparées. Ainsi, on obtient un tableau donnant les valeurs de G en fonction des valeurs de C_m . A l'aide du tableau, on trace le graphique qui représente G (en ordonnée) en fonction de C_m en abscisse.

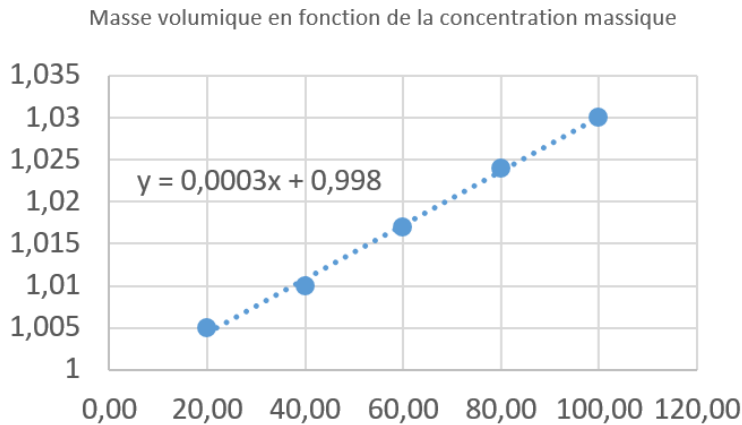
Enfin, on mesure la grandeur G pour la solution de concentration inconnue. Puis grâce au graphique, on lit la valeur de la concentration massique correspondante.

Exemple : Versons de l'eau dans un bécher. Ajoutons-y une certaine quantité de sucre. Connaissant la masse de sucre, on peut déterminer la concentration massique C_m de sucre dans la solution. On peut également

$C_m(g.L^{-1})$	$\rho(g.mL^{-1})$
20,00	1,005
40,00	1,010
60,00	1,017
80,00	1,024
100,00	1,030

mesurer la masse volumique ρ de cette solution (correspondant à la concentration massique C_m). On peut répéter cette même opération pour plusieurs solutions de concentrations massique C_m différentes. On obtient alors le tableau ci-contre.

Ce tableau permet d'obtenir le graphique suivant :



On se demande alors quelle est la concentration massique en sucre d'une solution inconnue S. On mesure alors la masse volumique de cette solution S et on trouve $\rho(\text{solution inconnue}) = 1,02 g.mL^{-1}$. Alors par lecture graphique, on trouve :

