

SOLUTIONS AQUEUSES

Une solution est un mélange homogène composé:

- D'une espèce chimique liquide constituant le composant majoritaire appelé solvant.
- D'une ou de plusieurs autres espèces chimiques minoritaires appelées de solutés.



1- Le solvant

Il s'agit du liquide dans lequel est dissous le soluté.

Un liquide est un "bon" solvant pour un soluté donné si la solubilité y est importante.

Les qualités d'un solvant dépendent:

- Du soluté (par exemple l'eau est un bon solvant pour le sel mais pas pour l'huile).
- De la température (en général la solubilité croît lorsque la température augmente).
- De la pression (surtout pour les solutés gazeux qui se dissolvent en plus grande quantité sous pression plus élevée)
- Du pH (par exemple les solutés acides comme le dioxyde de carbone se dissolvent mieux dans une solution aqueuse basique de pH élevé)

Une solution est dite aqueuse si le solvant est de l'eau.

Une solution aqueuse est un mélange homogène constituée majoritairement d'eau et d'autres espèces chimiques dissoutes.

2- Le soluté

Le soluté est une espèce chimique destinée à se dissoudre dans un solvant.

Les solutés sont le plus souvent des composés initialement solides mais ils peuvent aussi être liquides ou gazeux.

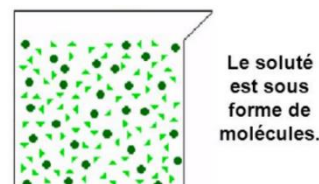
Lors de la dissolution du soluté ses particules (molécules ou ions) se dispersent parmi les molécules de solvant, il perd ainsi son aspect initial (grains, poudre, bulle, liquide) et constitue avec le solvant une seule et même phase liquide où il ne peut plus être distingué (même si ses effets sur la solution peuvent l'être).

Remarque: Dans le cas d'un soluté liquide, ce dernier ne se distingue du solvant que par la proportion utilisée (celui qui est minoritaire joue le rôle de soluté tandis que celui qui est majoritaire joue le rôle de solvant)

3- Les solutions aqueuses moléculaires

Une solution aqueuse est dite moléculaire si toutes les espèces chimiques présentes dans l'eau restent sous forme de molécules.

Une solution aqueuse moléculaire peut par exemple être obtenue en choisissant comme soluté du sucre (composé de molécules de saccharose), de la caféine, du paracétamol, du dioxygène, de l'éthanol, etc.



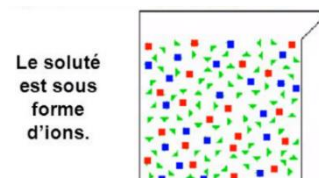
Lors du processus de dissolution les molécules constituant le soluté vont simplement se disperser parmi celles du solvant.

Une solution aqueuse moléculaire est toujours électriquement neutre puisque les molécules d'eau et les molécules de soluté sont elle-même neutres.

4- Les solutions aqueuses ioniques

Une solution aqueuse est dite ionique si certaines espèces chimiques dissoutes dans l'eau sont des ions.

Lors du processus de dissolution d'un composé ionique, il se déroule tout d'abord une phase de dissociation lors de laquelle les molécules d'eau vont "séparer" les cations et les anions du composé ionique puis ces derniers vont se disperser.



Une solution ionique est toujours électriquement neutre, elle comporte toujours des anions (négatifs) dont la charge est compensée par celles des cations (positifs). Cette neutralité peut être exploitée pour établir les proportions de cations et d'anions en solution.

5- Concentration massique d'une espèce en solution

On appelle concentration massique C_m d'un soluté la masse de ce soluté dissoute dans un litre de solution.

$$C_m = \frac{m}{V} \quad \left| \begin{array}{l} C_m: \text{Concentration massique (g/L ou g.L}^{-1}\text{)} \\ m: \text{Masse de l'espèce chimique (g)} \\ V: \text{Volume de la solution (L)} \end{array} \right.$$

Par exemple:

- Un litre d'une solution d'eau salée de concentration massique $C_m = 60 \text{ g/L}$ contient 60 g de sel.
- Un litre de solution de caféine de concentration massique $C_m = 20 \text{ mg/L}$ contient 20 mg de caféine.
- Une solution de volume 500 mL obtenue en dissolvant 4,00 mg de diode aura une concentration massique $C_m = \frac{4,00}{0,500} = 8,00 \text{ mg/L}$.

La concentration massique se note C_m . L'indice "m" (comme "massique") permet de la différencier de la concentration molaire simplement notée "C". Cette notation peut être suivie du nom ou de la formule de l'espèce chimique concernée notée entre parenthèses.

6- Concentration molaire d'une espèce en solution

La concentration molaire est une grandeur caractérisant toute solution, elle reflète la proportion d'une espèce chimique dissoute (soluté) par rapport à un solvant. La concentration molaire C d'une espèce chimique est le rapport de la quantité n (mol) de cette espèce chimique par le volume V (L) de la solution.

$$C = \frac{n}{V} \quad \left| \begin{array}{l} C: \text{Concentration molaire (mol/L ou mol.L}^{-1}\text{)} \\ n: \text{Quantité de matière de l'espèce chimique (mol)} \\ V: \text{Volume de la solution (L)} \end{array} \right.$$

La notation C est souvent accompagnée d'une indication de l'espèce chimique concernée dont le nom ou la formule peut être mentionné entre parenthèses ou en indice.

Le volume V utilisé pour calculer une concentration molaire est celui de la solution et non celui du solvant mais lorsque la quantité de matière est faible on se permet souvent de faire l'approximation que le volume de la solution est le même que celui du solvant.

Lorsque le terme "concentration" est utilisé sans précision il fait en général référence à la concentration molaire et non à la concentration massique. De même si la notation C est utilisée sans précision alors elle se réfère en général à la concentration molaire et non massique.

Par exemple:

- Si une solution de 100 mL a été obtenue en dissolvant 0,050 mol de glucose dans de l'eau alors sa concentration molaire sera:

$$C = \frac{0,050}{0,100} = 0,50 \text{ mol/L}$$

- Si on dissout une masse $m = 2,50 \text{ g}$ de sulfate de cuivre pentahydraté $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ de masse molaire $M = 249,6 \text{ g/mol}$ dans 500 mL d'eau, alors sa concentration molaire sera:

$$C = \frac{m}{M \times V} = \frac{2,50}{249,6 \times 0,500} = 2,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$$

7- Concentration massique et molaire d'une espèce en solution

Chacune des concentrations massique et molaire reflète la proportion de soluté dissous dans une solution, la première se réfère à la masse et la deuxième à la quantité de matière.

La concentration molaire d'une espèce chimique correspond au rapport de la concentration massique par la masse molaire de l'espèce chimique:

$$C = \frac{C_m}{M}$$

C: Concentration molaire (mol/L ou mol.L⁻¹)
C_m: Concentration massique (g/L ou g.L⁻¹)
M: Masse molaire (g/mol ou g.mol⁻¹)

8- Préparation d'une solution aqueuse

8.1- Préparation par dissolution d'un solide

Les étapes à suivre afin de préparer une solution par dissolution d'une masse $m = 2,5$ g de solide dans 100mL d'eau sont schématisées ci-dessous.

Placer une coupelle vide sur le plateau d'une balance en fonctionnement. Appuyer sur le bouton de tarage ou zéro et attendre l'affichage: 0,0 g

Prélever un peu de solide en poudre à l'aide d'une spatule et verser lentement son contenu dans la coupelle. Recommencer l'opération jusqu'à ce que la masse désirée soit atteinte.

Vider le contenu de la coupelle dans une fiole jaugée de 100 mL.

Coupelle Solide en poudre Entonnoir à solide

Rincer la coupelle et l'entonnoir à l'aide d'une pissette d'eau distillée en versant toute l'eau de rinçage dans la fiole jaugée.

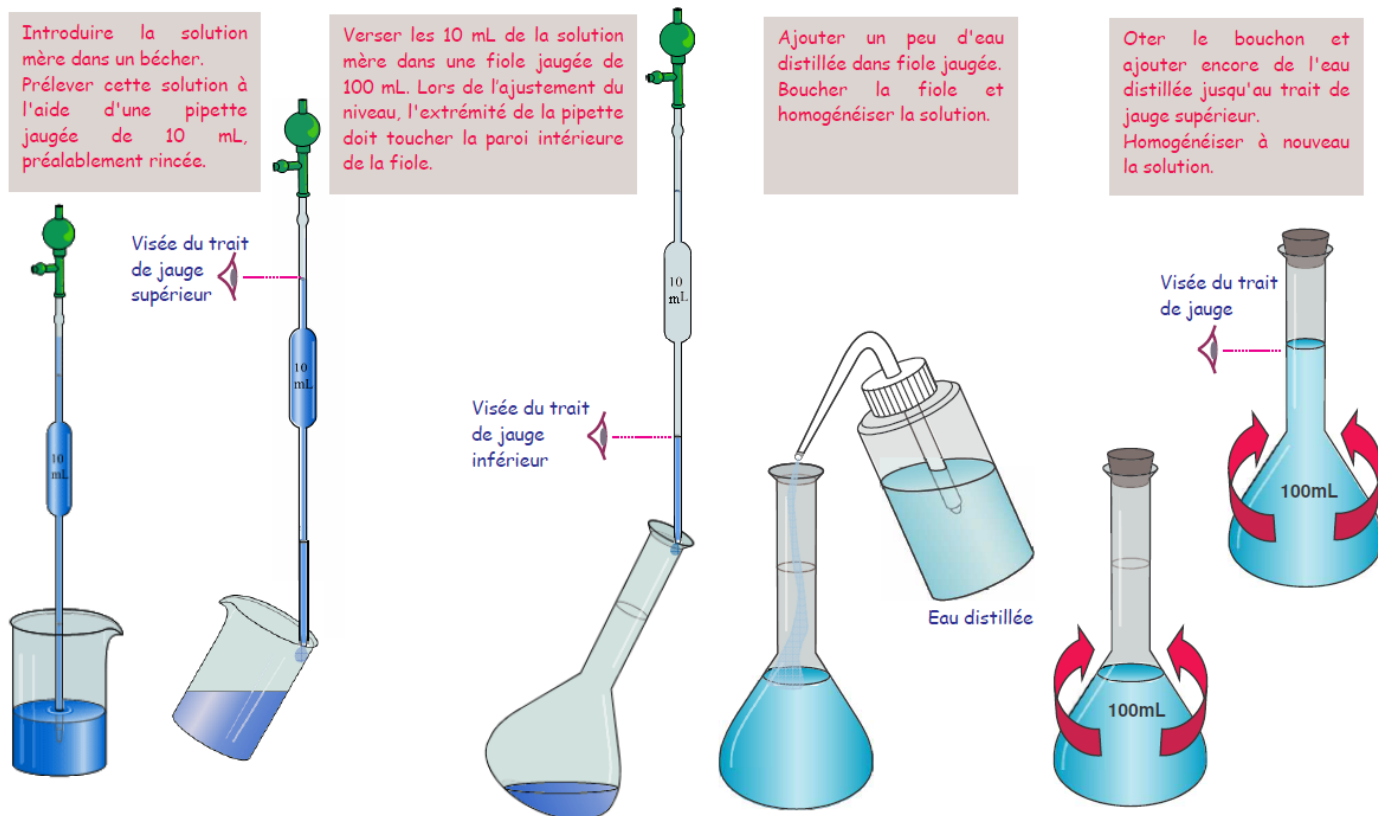
Rajouter encore un peu d'eau distillée. Homogénéiser le mélange.

Ajouter à nouveau de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge et homogénéiser une nouvelle fois.

Eau distillée

8.2- Préparation par dilution d'une solution

Les étapes à suivre afin de préparer une solution fille de concentration $C=C_0/10$ (facteur de dilution $F=10$) à partir d'une solution mère de concentration C_0 sont schématisées ci-dessous.



9- Détermination de la concentration d'une solution aqueuse - Dosages

Le but de tout dosage est de déterminer la concentration inconnue d'une espèce chimique à l'aide d'une autre espèce chimique de concentration connue.

Réaliser un dosage par étalonnage consiste à déterminer la concentration d'une espèce en solution en comparant une grandeur physique, caractéristique de la solution, à la même grandeur physique mesurée pour des solutions étalons.

Le dosage par étalonnage est une méthode non destructive car elle ne met pas en jeu de réaction chimique.

9.1- Dosage par étalonnage - Utilisation d'une échelle de teinte

Si l'espèce chimique dissoute est colorée alors il est possible de fournir un encadrement de sa concentration en réalisant une échelle de teinte. La solution de concentration inconnue est comparée à une série de solutions comportant la même espèce chimique à des concentrations connues décroissantes. Si sa teinte est intermédiaire entre deux solutions (plus claire que l'une

mais plus foncée que l'autres) alors les concentrations de ces deux solutions fournissent un encadrement de la valeur de la concentration recherchée.



Principe de mesure

Lorsqu'un soluté colore la solution dans laquelle il est dissous, la teinte de cette solution varie avec la concentration de ce soluté:

- Plus la solution est concentrée et plus sa teinte est foncée.
- Moins la solution est concentrée et plus sa teinte est claire.

Par conséquent il est possible de comparer la concentration de deux solutions en comparant leur teinte.

Une échelle de teinte a l'avantage de permettre d'estimer rapidement la concentration d'une série de solutions mais ne fournit qu'un encadrement de la concentration.

La solution mère

La solution mère S_0 est préparée en dissolvant une masse "m" de soluté dans le solvant. Elle constitue le premier niveau de l'échelle de teinte, celui ayant la concentration la plus élevée et la teinte la plus foncée. La masse m de soluté est à déterminer en fonction du volume de solution à préparer et de la concentration C_0 souhaitée qui en générale est de l'ordre de 10^{-1} mol/L ou 10^{-2} mol/L.

Les solutions filles

Les solutions filles S_1 , S_2 , S_3 , etc. constituent les niveaux suivants de l'échelle de teinte, elles sont obtenues par dilution successives à partir de la solution mère et possèdent des concentrations de plus en plus faibles ainsi que des teintes de plus en plus claires.

Le facteur de dilution est un nombre qui caractérise la dilution réalisée. On le note F . Il est défini par la relation:

$$F = \frac{C_{\text{mère}}}{C_{\text{fille}}} = \frac{V_{\text{fille}}}{V_{\text{mère}}}$$

C'est un nombre obligatoirement supérieur à 1.

Utilisation de l'échelle de teinte pour estimer une concentration

La teinte de la solution est comparée à celles des solutions de l'échelle de teinte et les deux solutions qui s'en rapprochent le plus (celle qui est un peu plus foncée et celle qui est légèrement plus claire) fournissent un encadrement de la concentration de la solution.

Si par exemple la solution est plus claire que la solution fille S_2 mais plus foncée que la solution fille S_3 alors sa concentration est comprise entre celles de ces deux solutions:

$$C(S_3) < C(S_X) < C(S_2)$$

9.2- Dosage pas étalonnage - Utilisation de la masse volumique

Si l'espèce chimique dissoute est incolore alors il est possible de fournir un encadrement de sa concentration en relevant les variations de la masse volumique d'une solution en fonction de sa concentration massique.

Principe de mesure

Le tracé de la courbe d'étalonnage représentant les variations de la masse volumique en fonction de sa concentration massique permet de reporter la masse volumique de la solution inconnue puis d'en déterminer sa concentration massique.

Préparation des solutions

Supposons que l'on veuille déterminer la concentration massique $C_m(X)$ en glucose d'une solution inconnue S_X .

Pour cela on doit commencer par préparer des solutions aqueuses de glucose $S_0, S_1, S_2, S_3, S_4, S_5$, etc. de concentration massique $C_{m0}, C_{m1}, C_{m2}, C_{m3}, C_{m4}, C_{m5}$, etc. différentes. Pour faire cela on dissout des masses m_1, m_2, m_3, m_4 , etc. de glucose afin d'obtenir différentes solutions aqueuses de glucose de volume $V = 100 \text{ mL}$.

Mesures des masses volumiques et courbe d'étalonnage

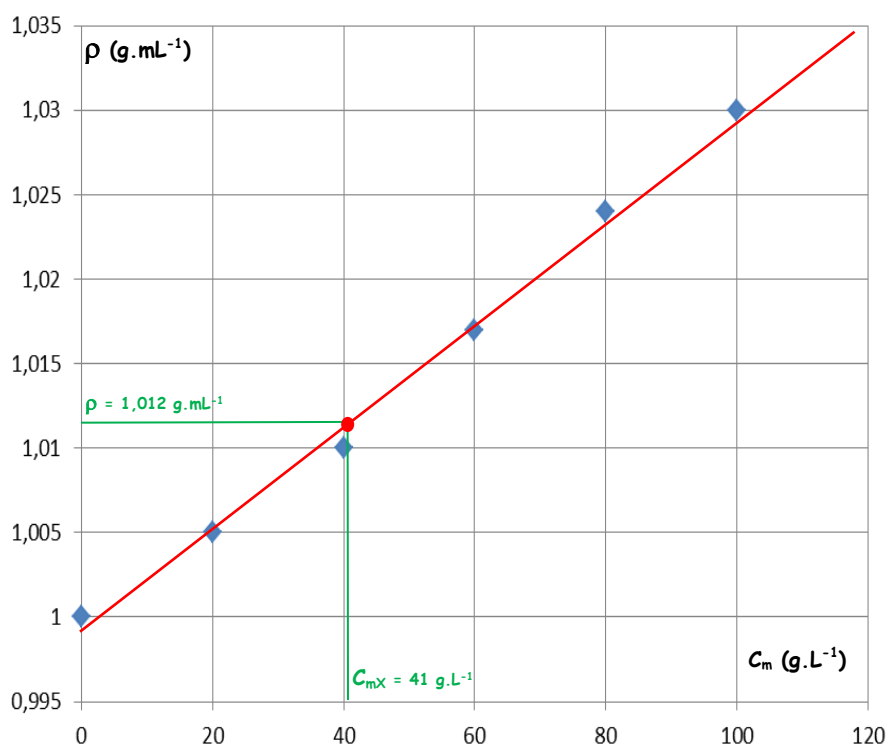
Afin d'obtenir la courbe d'étalonnage de la masse volumique des solutions en fonction de leurs concentrations massiques en glucose nous avons besoin de mesurer la masse volumique.

Avant de préparer les différentes solutions $S_0, S_1, S_2, S_3, S_4, S_5$, etc. nous avons pris soin de mesurer et noter la masse à vide de chacune des fioles jaugées. Ensuite nous devons mesurer la masse de chacune des fioles jaugées de 100mL pleines afin d'en déduire les masses de chacune des solutions $S_0, S_1, S_2, S_3, S_4, S_5$ etc.

Pour déterminer les masses volumiques $\rho_0, \rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4, \rho_5$ de chacune de ces solutions on utilise la relation:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \left| \begin{array}{l} \rho: \text{Masse volumique du corps pur (g/mL ou g/cm}^3\text{)} \\ m: \text{Masse du corps pur (g)} \\ V: \text{Volume occupée par le corps pur (mL ou cm}^3\text{)} \end{array} \right.$$

On obtient ainsi la courbe d'étalonnage ci-après.



Détermination de la concentration en glucose de la solution inconnue

On prélève un volume $V = 100$ mL de solution inconnue dans une fiole jaugée afin d'en mesurer sa masse et en déduire sa masse volumique ρ_x .

On reporte sa valeur sur la courbe d'étalonnage afin d'en déduire la concentration massique C_{mX} en glucose de la solution inconnue .

Par exemple pour une masse volumique $\rho = 1,012$ g/mL on trouvera une concentration massique $C_{mX} = 41$ g/L de glucose.