



Fiche de synthèse n° 2.d

Concentration et solubilité

1. Concentration en mol·L⁻¹

1.1. Définition

La **concentration en mol·L⁻¹** $c(A)$ d'une espèce moléculaire ou ionique A dissoute dans une solution est égale au quotient de la quantité de matière $n(A)$ de l'espèce A dissoute par le volume V de solution obtenue :

$$c(A) = \frac{n(A)}{V}$$

$c(A)$ s'exprime en mol·L⁻¹, $n(A)$ en mol et V en L.

1.2. Lien avec la concentration en masse

Si une masse $m(A)$ de l'espèce A est dissoute dans de l'eau pour obtenir un volume V de solution, alors la concentration en masse de l'espèce A $c_m(A)$ est donnée par la relation :

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

D'après la relation vue dans la fiche 2.b (paragraphe 2.1.), $n(A) = \frac{m(A)}{M(A)}$ donc $m(A) = n(A) \times M(A)$, avec $M(A)$ la masse molaire de l'espèce A.

On en déduit que $c_m(A) = \frac{m(A)}{V} = \frac{n(A) \times M(A)}{V} = \frac{n(A)}{V} \times M(A) = c(A) \times M(A)$ ou $c(A) = \frac{c_m(A)}{M(A)}$

Lorsque le soluté introduit n'est pas totalement dissous, la solution obtenue est dite saturée en ce soluté. On atteint alors une concentration limite appelée solubilité.

2. Solubilité

2.1. Définition

La **solubilité molaire** s d'une espèce dans un solvant est égale à la quantité de matière maximale de solide que l'on peut dissoudre dans un litre de solution. Elle s'exprime en mol·L⁻¹.

La **solubilité massique** s_m d'une espèce dans un solvant est égale à la masse maximale de solide que l'on peut dissoudre dans un litre de solution. Elle s'exprime en g·L⁻¹.

Les solubilités molaire et massique sont liées par la relation :

$$s = \frac{s_m}{M}$$



Lorsqu'un solide est dissous dans un solvant, une solution homogène est obtenue. Si la concentration en soluté dissous atteint la valeur de la solubilité, on dit que la solution est saturée.

Une solution est dite **saturée** lorsqu'il n'est plus possible, à une température donnée, d'augmenter la quantité de matière de soluté dissous dans le solvant. Au-delà de la limite de saturation, il reste du solide non dissous : le mélange est hétérogène.

Exemples :

La solubilité massique du chlorure de sodium NaCl dans l'eau, à 20 °C, est $s_{m,NaCl} = 358,5 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$. Si nous introduisons, dans 1 L d'eau, une masse de chlorure de sodium m_{NaCl} égale à 400 g, la solution obtenue sera saturée et sa concentration en masse égale à $358,5 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$. Il restera alors une masse égale à $400 - 358,5 = 41,5 \text{ g}$ de chlorure de sodium non dissous. Nous obtenons un mélange hétérogène.

Exercice d'application :

- Indiquer si une solution aqueuse de glucose à la concentration $c_{m,glucose} = 500 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ est saturée.
- Calculer la masse maximale de glucose m_{max} que l'on peut dissoudre dans un volume $V = 100 \text{ mL}$ de solution.

Données :

- Masse molaire du glucose : $M_{glucose} = 180 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$;
- Solubilité molaire du glucose à 20 °C : $s_{glucose} = 3,89 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

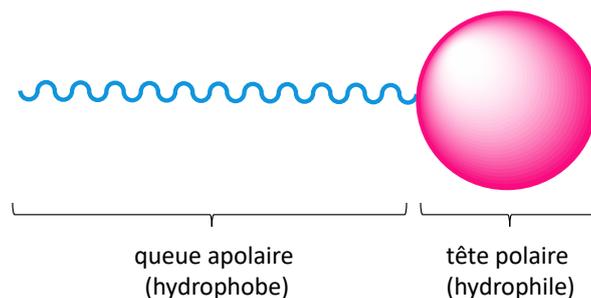
Réponse :

- $c_{glucose} = \frac{c_{m,glucose}}{M_{glucose}}$
AN : $c_{glucose} = \frac{500}{180} = 2,78 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. Cette valeur est inférieure à $s_{glucose} = 3,89 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, donc la solution n'est pas saturée.
- Par définition de la soluté massique, $s_{m,glucose} = \frac{m_{max}}{V} \leftrightarrow m_{max} = s_{m,glucose} \times V = s_{glucose} \times M_{glucose} \times V$
AN : $m_{max} = 3,89 \times 180 \times 100 \cdot 10^{-3} = 70 \text{ g}$.

2.2. Lien entre structure et solubilité

La solubilité d'une espèce chimique dépend de l'affinité avec le solvant dans lequel elle est dissoute.

- Les espèces **hydrophiles** (ou lipophobes) sont généralement solubles dans l'eau ou dans un solvant polaire.
- Les espèces **hydrophobes** (ou lipophiles) ont peu d'interactions avec les solvants polaires et sont plus solubles dans les solvants organiques apolaires.
- Une espèce **amphiphile** (illustrée ci-dessous) possède à la fois une partie hydrophile (tête polaire) et une partie hydrophobe (queue apolaire).



**Exemples :**

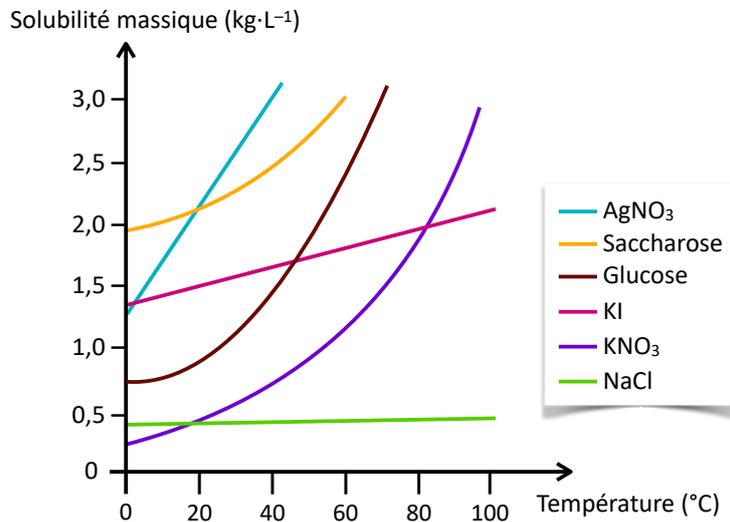
Solubilité massique du chlorure de sodium à 25 °C dans différents solvants :

Solvant	s_{NaCl} à 25 °C
Eau	360 g·L ⁻¹
Éthanol	0,82 g·L ⁻¹
Acétone	5,4·10 ⁻⁴ g·L ⁻¹

Le chlorure de sodium est très soluble dans l'eau, qui est un solvant polaire, en raison de l'établissement d'interactions électrostatiques entre l'eau et les ions Cl⁻ et Na⁺. En revanche, le chlorure de sodium est moins soluble dans l'éthanol et encore moins dans l'acétone, qui sont moins polaires que l'eau.

2.3. Influence du pH et de la température sur la solubilité

La solubilité d'une espèce chimique dans un solvant est fortement influencée par la température du solvant. En général, la solubilité augmente avec la température, les réactions de dissolution étant souvent endothermiques.



Remarque : Il existe cependant quelques exceptions, comme le calcaire CaCO₃ ou le dioxyde de carbone CO₂, pour lesquelles la solubilité décroît lors d'une augmentation de la température.

Si l'un des ions constitutifs du solide ionique est un acide ou une base, la solubilité du solide dépend du pH, comme montré sur l'exemple de l'éthanoate d'argent ci-dessous :

