

RAPPEL DE PREMIÈRE · R2

Concentrations

Décrire une solution, c'est dire **combien de soluté** contient une unité de volume. Plusieurs grandeurs cohabitent — concentration molaire, concentration massique, titre — et **deux notations à ne jamais confondre** : la concentration *apportée* c et la concentration *effective* $[X]$.

1. Quantité de matière et masse molaire

La **mole** est un paquet de $N_A = 6,02 \times 10^{23}$ entités. Le nombre N d'entités et la quantité de matière n (en mol) sont liés par $n = N/N_A$.

Masse molaire

La **masse molaire** M (en $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$) relie la masse m d'un échantillon à sa quantité de matière :

$$n = \frac{m}{M}.$$

Les masses molaires atomiques se trouvent dans la classification périodique.
La masse molaire d'une molécule est la **somme** des masses molaires de ses atomes.

Exemple. $M(\text{H}_2\text{O}) = 2 \times 1,0 + 16,0 = 18 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, donc 9,0 g d'eau représentent $n = m/M = 9,0/18 = 0,50 \text{ mol}$.

2. Concentration en quantité de matière

Concentration en quantité de matière

La **concentration en quantité de matière** (ou concentration molaire) d'un soluté est la quantité de matière dissoute par litre de solution :

$$c = \frac{n_{\text{soluté}}}{V_{\text{solution}}} \quad (\text{en } \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}).$$

Exemple. On dissout 5,85 g de chlorure de sodium ($M = 58,5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$) dans 250 mL de solution : $n = m/M = 5,85/58,5 = 0,100 \text{ mol}$, donc $c = n/V = 0,100/0,250 = 0,40 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

On définit de même la **concentration massique** c_m (masse de soluté par litre) :

$$c_m = \frac{m_{\text{soluté}}}{V_{\text{solution}}} \quad (\text{g} \cdot \text{L}^{-1}), \quad \text{reliée à } c \text{ par} \quad c_m = c \cdot M \quad \text{d'après 1.}$$

Exemple. Une solution de glucose ($M = 180 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$) à $c = 0,10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ a pour concentration massique $c_m = c \cdot M = 0,10 \times 180 = 18 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$.

3. Titre massique et masse volumique

Pour les solutions commerciales (eau salée, vinaigre, eau de Javel...), on donne souvent un **titre massique** t : la fraction de la masse totale qui est du soluté.

Titre massique

Le **titre massique** t est le rapport

$$t = \frac{m_{\text{soluté}}}{m_{\text{solution}}},$$

souvent exprimé en pourcentage ($\times 100$).

Pour relier ce titre au volume, il faut la **masse volumique** de la solution :

Masse volumique

La **masse volumique** ρ est la masse par unité de volume :

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (\text{g} \cdot \text{mL}^{-1} \text{ ou } \text{kg} \cdot \text{L}^{-1}).$$

On en déduit $m_{\text{solution}} = \rho \cdot V$, d'où les passages utiles $c_m = t \cdot \rho$ et $c = \frac{t \cdot \rho}{M}$.

Exemple. Une eau salée titre 3,0% en masse de NaCl; sa masse volumique vaut $\rho = 1,02 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1} = 1020 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$. Alors

$$c_m = t \cdot \rho = 0,030 \times 1020 = 31 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}, \quad c = \frac{c_m}{M} = 0,52 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

(le calcul de c réutilise la valeur non arrondie $c_m = 30,6 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$)

4. Concentration apportée c et concentration effective [X]

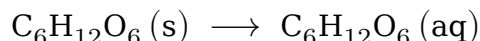
Il faut bien les distinguer.

Concentrations apportée et effective

- La **concentration apportée** c est calculée à partir de la quantité de soluté **introduite** : $c = n_{\text{introduit}}/V$.
- La **concentration effective** $[X]$ est la concentration de l'espèce X **réellement présente** dans la solution.

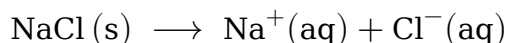
Exemple. On prépare deux solutions aqueuses, chacune à $c = 0,10 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

Le **glucose** $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ se dissout sous forme de **molécules**, sans se transformer :



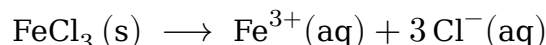
L'espèce introduite est bien présente : $[\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6] = c = 0,10 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

Le **chlorure de sodium** NaCl , lui, se **dissocie totalement** en ions :



Il n'y a donc plus de « NaCl » dans le bécher : $[\text{NaCl}] \simeq 0$, tandis que $[\text{Na}^+] = [\text{Cl}^-] = c = 0,10 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

Lorsqu'un soluté libère **plusieurs ions identiques**, la stœchiométrie compte. Le chlorure de fer(III) FeCl_3 se dissocie en libérant **trois** ions chlorure :



Pour une concentration apportée c , on a donc $[\text{Fe}^{3+}] = c$ mais $[\text{Cl}^-] = 3c$.

Même concentration *apportée*, mais des espèces réellement présentes différentes.

Pièges fréquents

Tant que le soluté reste **intact** en solution (le glucose), on a $[X] = c$. Mais dès qu'il se **dissocie** ou **réagit** ($\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$), l'espèce apportée n'est plus là telle quelle : $[X] \neq c$.

Réflexe : se demander « l'espèce dont je parle est-elle vraiment dans le bécher ? ».

5. Auto-test

Données : $M(\text{H}) = 1,0$; $M(\text{O}) = 16,0$; $M(\text{saccharose}) = 342 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$. Répondez avant de regarder les corrigés.

1. Quelle quantité de matière représente 36 g d'eau ?
2. Quelle est la concentration d'une solution contenant 0,20 mol de soluté dans 500 mL ?
3. Une solution de saccharose a une concentration $c = 0,050 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. Quelle est sa concentration massique c_m ?

4. Une solution aqueuse d'éthanol titre 12% en masse ; $\rho = 0,95 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$. Quelle est la concentration massique c_m en éthanol ?
5. On dissout, séparément, du **glucose** puis du **chlorure de sodium**, chacun à $c = 0,10 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. Dans chaque cas, l'espèce apportée est-elle réellement présente à $0,10 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$?
6. On dissout du **fluorure de magnésium** MgF_2 (dissociation totale) à $c = 0,20 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. Donner les concentrations effectives en ions Mg^{2+} et F^- .

Corrigés

1. $n = m/M = 36/18 = 2,0 \text{ mol}$.
2. $c = n/V = 0,20/0,500 = 0,40 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.
3. $c_m = c \cdot M = 0,050 \times 342 = 17 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$.
4. $c_m = t \cdot \rho = 0,12 \times 950 = 1,1 \times 10^2 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$.
5. **Glucose** : oui, il ne se dissocie pas, donc $[\text{glucose}] = 0,10 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. **NaCl** : non — il se dissocie en Na^+ et Cl^- , donc $[\text{NaCl}] \simeq 0$ et $[\text{Na}^+] = [\text{Cl}^-] = 0,10 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.
6. $\text{MgF}_2 (\text{s}) \longrightarrow \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{F}^-(\text{aq})$: $[\text{Mg}^{2+}] = c = 0,20 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ et $[\text{F}^-] = 2c = 0,40 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.