

# Chapitre I :

## La chimie en solution

### aqueuse

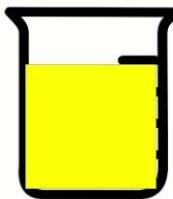
Qu'est- ce qu'une solution aqueuse ?  
 Considérons les mélanges suivants:



A- Eau+ sulfate de cuivre



B- Eau+ farine



C- Citron + sel



D- Eau+ éosine

b- Regrouper dans un tableau les solutés et les solvants de chaque solution.

Solution	Soluté	solvant
A	Sulfate de cuivre	Eau
B	Farine	Eau
C	Sel	Jus de citron
D	éosine	eau



Dr : ZAABAT.N

Année universitaire : 2023-2024

Cours de thermodynamique et chimie des solutions 1<sup>ère</sup> année LMD TC SNV  
 Université Mentouri Constantine 1

Les solutions aqueuses sont couramment utilisées dans de nombreuses applications en chimie, en biologie et dans d'autres domaines scientifiques.

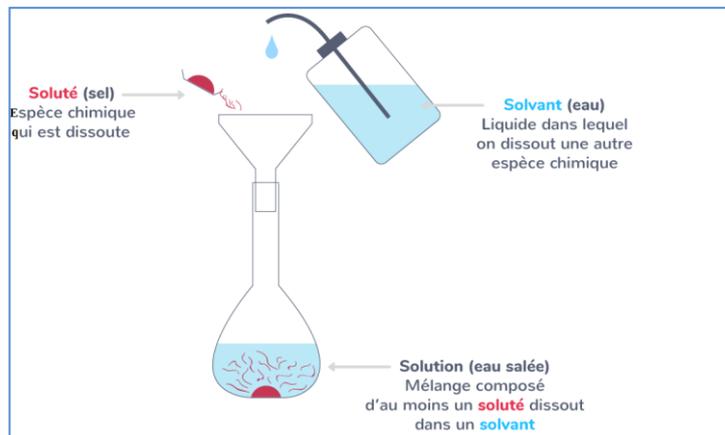
### 1-Définition d'une solution

La solution est un mélange homogène de deux ou plusieurs corps purs dont les proportions relatives peuvent être variables.

Le corps dissous porte le nom **de soluté**, le liquide dans lequel le soluté va se dissoudre est **le solvant**.

$$\text{Solution} = \text{solvant} + \text{soluté}$$

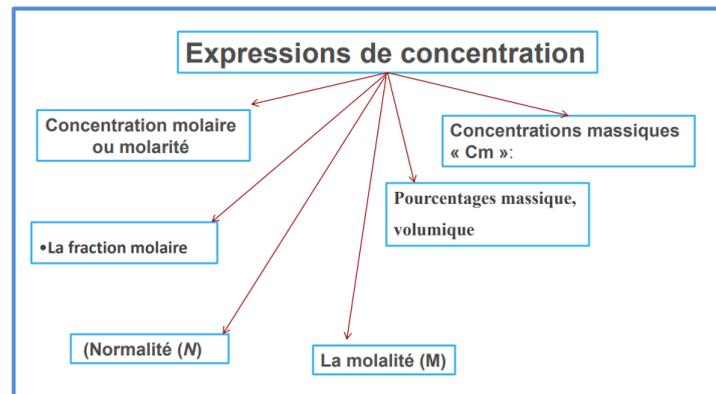
Dans une **solution** d'eau salée, le sel serait donc le **soluté**.



**Une solution aqueuse** est un mélange uniforme créé en dissolvant une substance solide, liquide ou gazeuse dans de l'eau. La substance dissoute, également appelée soluté, dans ce cas l'eau, agissant comme solvant.

### 2-La concentration d'une solution :

La concentration d'une solution aqueuse se réfère à la quantité de soluté (substance dissoute) présente par unité de volume de solution. Elle est souvent exprimée par:



**2-1 La concentration massique :Cm**

La concentration massique d’une espèce chimique en solution est une mesure de la masse de soluté dissous dans un volume de la solution. Elle est exprimée en gramme de soluté par unité de volume de solution (g/L) . Avec Cm est exprimé en g.L<sup>-1</sup> , la masse est exprimée en g et Vsolution en L

$$(g/L)C_m = \frac{m (soluté)}{V solution}$$

**Exemple :**

On dissout 4 g de sucre dans un volume de 250ml de solution. Calculer la concentration massique en g/L.

$$(g/L)C_m = \frac{m (soluté)}{V solution} = \frac{4}{0,250} = 16g/L$$

**2-2-Le pourcentage massique :**

Est une mesure de la concentration d’une espèce chimique dans une solution C’est la concentration du soluté dans un mélange (solution). Le pourcentage massique est calculé à partir de la masse d'un soluté divisée par la masse totale du mélange (solution), multipliée par 100%.

La formule générale est la suivante :

$$\%C = \frac{\text{masse du soluté}}{\text{masse soluté} + \text{masse solvant}} \times 100$$

Un pourcentage massique de 73% cela veut dire 73 g de soluté dans 100 g de solution.

**Exemple :**

Calculer le pourcentage massique de NaCl d'une solution qui se compose de 20 g de NaCl et 100 g d'eau

$$m_{(H_2O)} = 100g ; \quad m_{NaCl} = 20g$$

$$C\%_{NaCl} = \frac{m_{NaCl}}{m_{(NaCl)} + m_{(H_2O)}} \times 100 = \frac{20}{(20+100)} \times 100 = 16,7\%$$

**2-3- La molarité :**

La molarité ou la concentration molaire d'une espèce chimique en solution représente la quantité de matière de cette espèce présente dans un volume de solution. Soit n la quantité de matière de X en solution, avec V étant le volume de la solution. La molarité (exprimée en mol/L) d'une solution est calculée selon la formule suivante.

$$\text{Molarité} = \frac{n_{\text{soluté (mole)}}}{V_{\text{solution (L)}}} = \frac{m_{\text{soluté (g)}}}{\text{Masse molaire soluté} \cdot V_{\text{solution (L)}}$$

**Exemple :** Calculer la molarité de l'exemple précédent

Pour calculer la molarité il faut déterminer le volume de la solution

On donne : la masse volumique de la solution  $\rho = 1,12g/cm^3$

$$\rho_{\text{solution}} = \frac{m_{\text{solution}}}{V_{\text{solution}}} \Rightarrow V_{\text{solution}} = \frac{m}{\rho}$$

$$m_{\text{solution}} = 120g, \quad V = \frac{120}{1,12} = 107,1 \text{ ml} = 0,1071L$$

$$\text{Molarité} = \frac{n_{NaCl}}{V_{\text{solution}}} = 0,342/0,107 = 3,2 \text{ mol/l}$$

Alors 1 L de cette solution contient 3,2 mole de NaCl

**2-4- La fraction molaire : (X<sub>A</sub>)**

La fraction molaire d'un constituant A est égale au rapport du nombre de moles de ce constituant n<sub>A</sub> sur le nombre total de moles de tous les constituants présents dans la solution n<sub>tot</sub>. La formule pour calculer la fraction molaire d'un composant i dans une solution est la suivante :

$$X_A = \frac{n_A}{(\sum n_i)} \Rightarrow X_A = \frac{n_A}{n_{tot}}$$

La somme de toutes les fractions molaires pour tous les composants dans une solution est toujours égale à 1.

$$\sum X_i = 1$$

Une solution est constituée de deux composants soluté et solvant ;

La fraction molaire du soluté (A) sera  $X_A = \frac{n_A}{n_A + n_B}$   
 où n<sub>A</sub> : le nombre de moles du soluté  
 n<sub>B</sub> : le nombre de moles du solvant

La fraction molaire du solvant (B) sera  $X_B = \frac{n_B}{n_A + n_B}$

**Avec X<sub>A</sub> + X<sub>B</sub> = 1**

**Exemple** : calculer la fraction molaire de NaCl (l'exemple précédent)

$$n_{NaCl} = \frac{m_{NaCl}}{M_M} = \frac{20}{(23+35.5)} = 0.34 \text{ mol}$$

$$n_{H2O} = \frac{M_{H2O}}{M_M} = \frac{100}{18} = 5.56 \text{ mol}$$

$$X_{NaCl} = \frac{n_{NaCl}}{n_{NaCl} + n_{H2O}} = \frac{0.342}{(0.342+5.56)} = 0.058$$

**2-5- La molalité**

C'est le nombre de moles de soluté dissous dans 1Kg de solvant donc la molalité est exprimée par (mol/Kg).

$$\text{Molalité} = \frac{n_{\text{soluté}}}{m_{\text{solvant(Kg)}}$$

Calculer la molalité de l'exemple précédent

$$n_{\text{NaCl}} = 0.34 \text{ mol} ; m_{\text{solvant}} = 100 \text{ g} = 0.1 \text{ Kg}$$

$$\text{Molalité} = \frac{0.34}{0.1} = 3.4 \text{ mol/Kg}$$

**2-6- La normalité : (N)**

La normalité est définie comme le nombre d'équivalent gramme d'une substance dissoute (soluté) par unité de volume de solution. La normalité est calculée en utilisant la formule :

$$N = \frac{\text{Le nombre d'équivalent gramme de soluté}}{\text{Volume de la solution en Litre}} = \frac{n_{\text{eqg}}}{V(L)}$$

- Le nombre d'équivalent gramme :  $n_{\text{eqg}} = \frac{m}{M_M / \text{eq}}$

m : la masse du soluté

$M_M$  : masse molaire du soluté

eq: le nombre d'équivalent

$$N = \frac{\frac{m}{M_M}}{\text{eq}} = \frac{m \times \text{eq}}{M_M} = \frac{n \times \text{eq}}{V} = \text{Molarité} \times \text{eq}$$

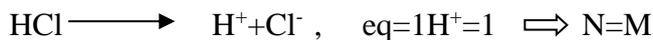
- Le nombre d'équivalent (eq)

Un équivalent chimique est une quantité de substance qui peut réagir dans une réaction chimique. Il dépend de la réaction chimique dans laquelle est engagé le soluté.

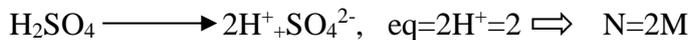
**Réaction acido-basique :**

Dans le cas d'un acide : eq est le nombre de proton H<sup>+</sup> mis en jeu

**Exemple**

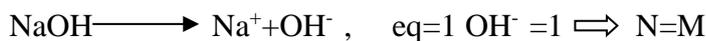


Comme HCl libère un ion H<sup>+</sup> lors de la dissolution, si vous avez une solution de HCl à 1 molaire (1 M), sa normalité serait également de 1 N.



Dans le cas d'une base eq est le nombre des ions OH<sup>-</sup> mis en jeu

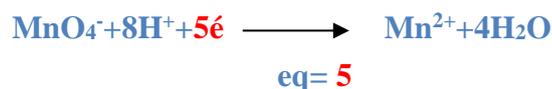
Exemple



**Dans le cas d'une réaction d'oxydo-réduction**

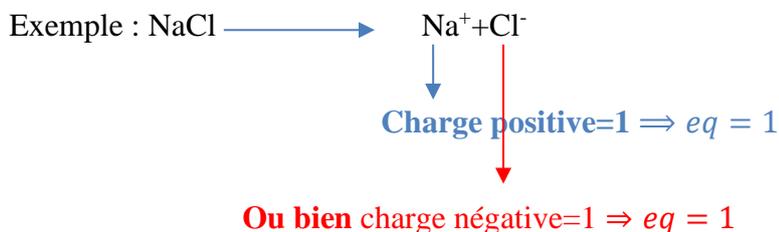
Le nombre d'équivalent (eq) correspond au nombre d'électrons gagnés ou perdu

**Exemple**



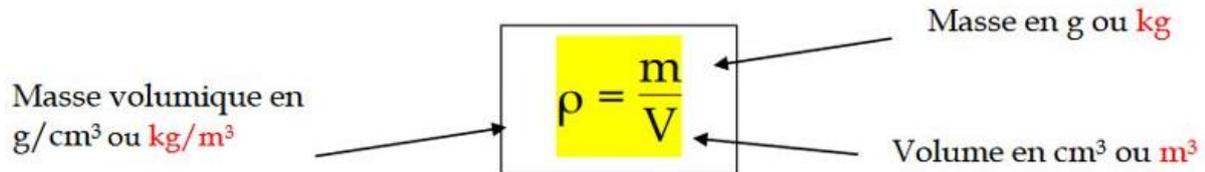
**Dans le cas d'un sel**

Le nombre d'équivalent correspond au nombre de charge positive ou négative



**3-La masse volumique :  $\rho$**

La masse volumique dont le symbole est  $\rho$  (rhô) d'une espèce chimique correspond à la masse par une unité de volume de cette espèce. Souvent exprimée en gramme par centimètre cube ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ).



**4-La densité : (d)**

Dans le cas d'une solution aqueuse la densité (sans unité) est déterminée à partir de la masse volumique ( $\rho$ ) de la solution sur la masse volumique de l'eau.

$$d = \frac{\text{masse volumique de la solution}}{\text{masse volumique de l'eau}} = \frac{\rho_{\text{Solution}} (\text{g}/\text{cm}^3)}{\rho_{\text{H}_2\text{O}} (\text{g}/\text{cm}^3)}$$

$\rho_{\text{H}_2\text{O}} = 1 \text{g}/\text{cm}^3$  donc :  $d = \rho_{\text{solution}}$

**Exercice**

-Le sérum physiologique est une solution de chlorure de sodium. Une préparation pour une perfusion contient 0,9% en masse de NaCl.

a- Déterminer la concentration massique de cette solution en prenant pour la masse volumique de la solution:  $\rho = 1,0 \text{ g/cm}^3$

b- En déduire sa molarité.

Données : Masse atomique molaire en  $\text{g mol}^{-1}$  :  $M(\text{Na})=23 \text{ g /mol}$  ;  $M(\text{Cl})=35,5 \text{ g /mole}$

**La solution :**

La masse de chlorure de sodium dans un litre:  $0,9/100 \cdot 1000 = 9 \text{ g}$

Concentration massique =  $9 \text{ g L}^{-1}$ .

Molarité ( $\text{mol L}^{-1}$ ) = Qté matière ( $\text{mol}$ ) / volume ( $\text{L}$ )

Qté de matière ( $\text{mol}$ ) =  $m \text{ (g)} / M_M \text{ (g mol}^{-1}\text{)}$

Molarité =  $9/(23+35,5) = \underline{0,154 \text{ mol L}^{-1}}$