

# Diffusion

## 1. Introduction sur la diffusion de solvant et de soluté

- Caractéristique : la diffusion est un phénomène passif
- But : égaliser les potentiels chimiques
- La diffusion de soluté s'accompagne d'une diffusion de solvant
- La diffusion de solvant s'effectue dans le sens du gradient de concentration (du moins concentré vers le plus concentré) tandis que la diffusion de soluté s'effectue dans le sens opposé du gradient de concentration (du plus concentré vers le moins concentré).

## 2. Diffusion en l'absence de membrane

### a. 1<sup>ère</sup> Loi de Fick

Débit de matière :  $J_d = -D S \text{grad } C = -D S \frac{\partial C}{\partial x}$

Avec :

- $J_d$  en  $\text{mol.s}^{-1}$
- $D$  : coefficient de diffusion libre en  $\text{m}^2.\text{s}^{-1}$
- $S$  : surface d'échange
- $\frac{\partial C}{\partial x}$  : gradient de concentration du soluté
- Signe – pour traduire le gradient négatif (diffusion de soluté dans le sens opposé du gradient de concentration) mais attention, un débit est positif !

### b. Flux de diffusion

On rappelle qu'un flux =  $\frac{\text{débit}}{\text{surface}}$

$$\phi = -D \frac{\partial C}{\partial x}$$

Avec :  $\phi$  en  $\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$

### c. La mobilité mécanique

La mobilité mécanique d'un soluté :  $b = \frac{1}{f} = \frac{1}{6 \pi \rho r}$

La mobilité mécanique molaire d'un soluté :  $b = \frac{1}{Nf} = \frac{1}{6 N \pi \eta r}$

La mobilité mécanique molaire caractérise la facilité d'une molécule à se déplacer.

La mobilité mécanique molaire :

- Augmente avec la température
- Diminue avec la taille de la molécule

### d. Coefficient de diffusion

$$D = R T b = R T \frac{1}{6 \pi \eta r}$$

Avec :

- $T$  : température en K
- $\eta$  : coefficient de viscosité
- $r$  : rayon de la molécule qui diffuse

Relation :  $D_1 (M_1)^{1/3} = D_2 (M_2)^{1/3}$

### 3. Diffusion à travers une membrane

On considère que la membrane est perméable au solvant et au soluté. La diffusion s'effectue de manière passive et conduit à l'égalité des potentiels chimiques à l'équilibre.

Attention, pour que le soluté diffuse à travers la membrane, son diamètre doit être inférieur au point de coupure de la membrane. Le diamètre des pores de la membrane doit être supérieur au diamètre de la molécule. Si le diamètre des pores de la membrane est inférieur au diamètre des molécules, alors le soluté ne diffuse pas, on dit que la perméabilité est nulle.

#### Hypothèses

- gradients unidirectionnels, perpendiculaires à la membrane
- Débit constant ( : pas d'accumulation de soluté dans la membrane)

A l'équilibre, les concentrations de soluté dans les deux compartiments sont égales. Le débit est donc nul.

#### a. Diffusion de soluté

##### i. Débit molaire

$$J_d = - D S \text{ grad } (C_{\text{molaire}})$$

$$J_d = - D S \frac{\Delta C}{e}$$

#### Avec :

- D coefficient de diffusion libre en  $\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$
- S : surface d'échange = surface utile = nombre de pores x aire d'un pore en  $\text{m}^2$
- $\Delta C$  : différence de concentration entre les deux compartiments en  $\text{mol} \cdot \text{m}^{-3}$
- e : épaisseur de la membrane en m
- signe – car la diffusion de soluté s'effectue dans le sens opposé du gradient de concentration

A l'équilibre,  $J_d = 0$  car  $\Delta C = 0$ . La concentration finale à l'équilibre  $C_{\text{eq}} = \frac{n1(0) + n2(0)}{V1+V2}$

##### ii. Le flux de soluté

$$\phi = - \frac{J_d}{S_m} = - D \frac{S}{S_m} \frac{\Delta C}{e}$$

$$\phi = - P \Delta C$$

#### Avec :

- P : perméabilité en  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$  avec  $P = \frac{S}{S_m} \frac{D}{e}$
- S : surface utile = surface des pores
- $S_m$  : surface de la membrane

#### b. Diffusion de solvant

##### i. Débit molaire

$$J_d H_{2O} = + D S \text{ grad } (C_{\text{osmolaire}})$$

$$= + R T b_{H_{2O}} S \text{ grad } (C_{\text{osm}})$$

$$= + R T b_{H_{2O}} S \frac{d(C_{\text{osm}})}{e}$$

$$= + \frac{R T}{M H_{2O}} b_{H_{2O}} S \frac{d(X H_{2O})}{e}$$

*! Signe + car la diffusion de solvant s'effectue dans le sens du gradient de concentration !*

##### ii. Débit volumique

$Q_d H_{2O}$  = débit molaire x volume molaire  
( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ) (mol. $\text{s}^{-1}$ ) (m<sup>3</sup>.mol<sup>-1</sup>)

$$Q_d H_{2O} = J_d H_{2O} \times V_{mH_{2O}}$$

$$Q_d H_{2O} = R T b_{H_{2O}} V_{H_{2O}} \text{ grad}(C_{\text{osm}})$$

A l'équilibre,  $Q_d H_{2O} = 0$  ce qui traduit l'égalité des osmolalités dans chaque compartiment.