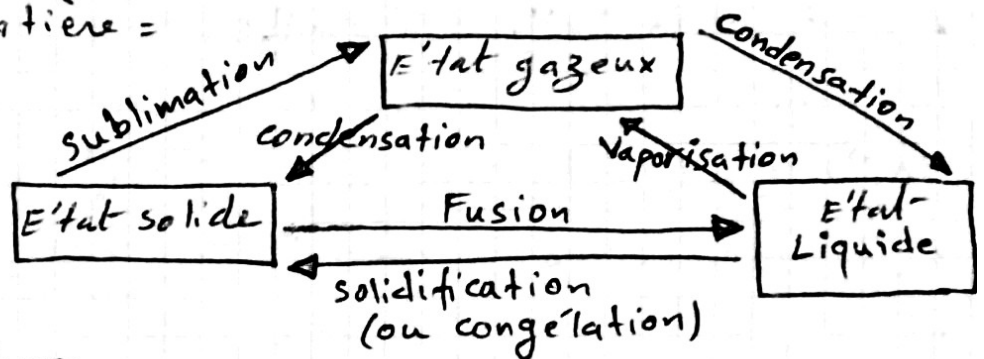


- Département de Médecine
- cours de Biophysique (15 et 16/03/2020)
- Enseignant = Mr. Nacir GUECHI

3.3. Transition de phase = un passage d'un état de matière à un autre sous l'effet d'un changement de "T, C, P, V, ...".
 La figure suivante indique les différentes transitions de phases de tel état de matière =



3.4. Diagramme de phases =

- une solution = un solvant (H_2O) + des solutés.
- les molécules H_2O se déplacent moins librement à cause de la présence des molécules de solutés. La figure ci-dessous montre les diagrammes des phases de l'eau pure et la solution aqueuse considérée.
- par rapport au solvant pur ; on observe =

a) La cryoscopie

(ou Abaissement cryoscopique)

$$\Delta T = T_s - T_0 = K_c \cdot W$$

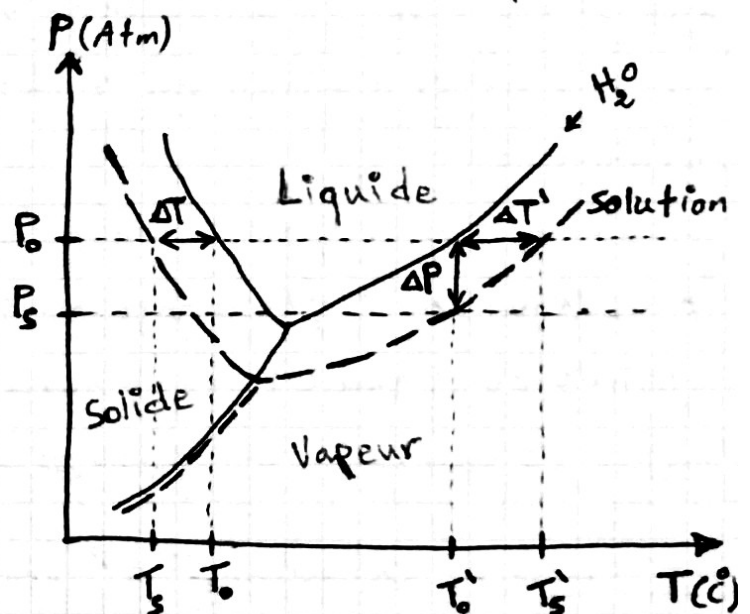
avec : $T_s < T_0 \Rightarrow \Delta T < 0$

- T_0 = Temp. de congélation du solvant pur ; $T_0(H_2O) = 0^\circ C$.

• T_s = Temp. de congélation de la solution.

• K_c = constante cryoscopique du solvant.

• W = osmolarité. Pour l'eau $K_c(H_2O) = 1,86^\circ C \cdot l \cdot Osm^{-1}$



• Remarque = L'urée et le Glucose diffusent librement à travers les membranes biologiques, donc on ne tiendra pas compte la contribution de ces 2 substances pour toute mesure de ΔT .

$$\Rightarrow \Delta T_{\text{corrige}} = k_e \cdot [w_{\text{tot}} - (w_{\text{urée}} + w_{\text{Glucose}})]$$

• Pour le Plasma normal = $\begin{cases} w = 300 \text{ mOsm} = 0,3 \text{ Osm.} \\ \Delta T = -0,56^\circ \end{cases}$

• $1 \text{ Atm} = 76 \text{ cm Hg} = 10^3 \text{ cm H}_2\text{O}$

b) L'Ébullioscopie (Élévation de la Temp. d'ébullition de la solution)

$$\Delta T' = T_s' - T_o' = k_e \cdot w \quad \text{avec: } T_s' > T_o' \Rightarrow \Delta T' > 0$$

• T_o' = Temp. d'ébullition du solvant; $T_o'(\text{H}_2\text{O}) = 100^\circ$

• T_s' = " " de la solution

• k_e = constante ébullioscopique du solvant; $k_e(\text{H}_2\text{O}) = 0,51^\circ \cdot \text{l} \cdot \text{Osm}^{-1}$

c) la Tonométrie (Abaissement de la tension de vapeur de la solution)

$$\Delta P = P_s - P_o = P_o \cdot F_s \quad \text{avec: } P_s < P_o \Rightarrow \Delta P < 0$$

• P_o = Pression de vapeur du solvant pur; $P_o(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ Atm.}$

• P_s = " " " de la solution

• F_s = Fraction molaire du soluté (s); $F_{\text{soluté}(s)} + F_{\text{H}_2\text{O}} = 1$

• Remarque =

si la pression dépasse, la pression de vapeur (c'est la pression pour laquelle, la phase gazeuse est en équilibre avec la phase solide ou liquide), il y aura une transition de type gaz \rightleftharpoons solide ou gaz \rightleftharpoons liquide.

• Exercice = calculer $\Delta T = ?$ pour les solutions suivantes:

* Glucose; saccharose : $\alpha = 0$; $C = 0,1 \text{ M}$

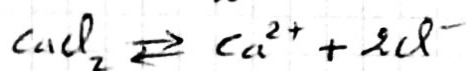
* NaCl ; P_4Na_3 : $\alpha = 1$; $C = 0,1 \text{ M}$

* CaCl_2 : $\alpha = 0,6$; $C = 0,1 \text{ M}$

• Corrigé = $\Delta T = -K_c \cdot W$; $K_c = 1,86 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{l} \cdot \text{osm}^{-1}$

Solution	Type	α	N ^o ions créés ou β	C	W	ΔT (°C)
Glucose	SN	0	0	0,1	$W = C = 0,1$	-0,186
saccharose	SN	0	0	0,1	$W = C = 0,1$	-0,186
NaCl	SE	1	$\{\text{Na}^+, \text{Cl}^-\} \Rightarrow \beta = 2$	0,1	$W = 2C = 0,2$	-0,37
P_0_4Na_3	SE	1	$\{3\text{Na}^+, \text{P}_0_4^{-3}\} \Rightarrow \beta = 4$	0,1	$W = 4C = 0,4$	-0,74
CaCl_2	SE	0,6	$\{\text{Ca}^{2+}, 2\text{Cl}^-\} \Rightarrow \beta = 3$	0,1	$W = (1+2\alpha)C \Rightarrow$ $W = 0,22$	-0,407

• Rq: Pour CaCl_2 ($\alpha = 0,6$):



$$\begin{array}{ccc} \text{C} & 0 & 0 \\ \text{C}(1-\alpha) & \alpha\text{C} & 2\alpha\text{C} \end{array} \Rightarrow W = (1+2\alpha)C$$

4. Phénomènes de Diffusion:

4.1. Généralités:

- Solution = molécules H_2O + solutés neutres non dissociables ou chargés (ions)
- Définition = la diffusion est un phénomène de déplacement de particules neutres (molécules H_2O ou solutés neutres non dissociables) ou chargés (ce sont les ions = cations et Anions) d'un milieu à un autre sous l'effet de " $\Delta T, \Delta C, \Delta P, \Delta V = ddp, \dots$ ".

• Types des membranes =

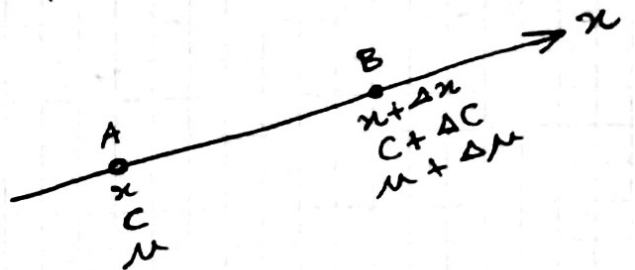
- a) membrane dialysante = elle laisse passer les particules ou molécules plus petites que les pores de la membrane.
- b) membrane semi-perméable parfaite = elle ne laisse passer que les molécules de l'eau pure.
- c) membrane semi-perméable imparfaite = "ou héli-perméable". elle est sélective, perméable à l'eau et à d'autres particules (ions et molécules).

• Forces responsables de la diffusion:

a) Force thermodynamique =

→ Équilibre thermodynamique \Rightarrow Pas d'échange de particules ni de matière entre le système considéré et le milieu extérieur.

→ Prenons deux points A et B caractéristiques du soluté suivant une direction (x) dans la solution:



$\left\{ \begin{array}{l} C = \text{concentration} \\ x = \text{position} \\ \mu = \text{potentiel chimique} \end{array} \right.$

on a: $\Delta\mu = \Delta\mu^C + \bar{V}\Delta P - \frac{\partial}{\partial n} (S\Delta T)$

avec: $\left\{ \begin{array}{l} C = \frac{1}{V} = \left(\frac{\partial n}{\partial V}\right) \\ \text{et à } T = \text{cte} \end{array} \right. \Rightarrow \Delta\mu = \Delta\mu^C + \frac{1}{C} \Delta P$

on a aussi: $P = k_B T C \Rightarrow \Delta P = k_B T \Delta C + k_B \Delta T C$

$\Rightarrow \Delta\mu = \Delta\mu^C + k_B T \frac{\Delta C}{C}$ (*)

• Équilibre thermodynamique $\Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \Delta\mu = 0 \text{ (Pas d'échange de particules)} \\ \Delta\mu^C \Rightarrow d\mu \\ \Delta C \Rightarrow dC \end{array} \right.$

on remplace dans (*) $\Rightarrow d\mu = -k_B T \frac{dC}{C}$ c'est le travail effectué par l'agitation thermique pour équilibrer les concentrations

\Rightarrow La force thermodynamique correspondante est =

$F_{th} = \frac{d\mu}{dx} = -k_B T \frac{dC}{C dx}$ une force de déplacement exercée sur toutes les particules neutres ou chargées

b) Force électrostatique = pour les particules chargées, il faut ajouter à la force F_{th} (résulte d'un effet ΔC), une force $F_{el} = \varphi \cdot E$ résultante d'un effet de gradient de potentiel électrique ($ddp = \Delta V$). avec = $\varphi = Z \cdot q$ charge totale de l'ion; $q = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$; $E =$ champ électrique.

c) Force de Friction: Dès qu'il y a déplacement dans une direction, il existe une force de Frottement en sens opposé pour des particules neutres ou chargées de soluté avec les particules du solvant (H_2O)

$F_f = f \cdot v$ avec: $f =$ Coeff. de friction (frottement) moléculaire soluté/solvant
 $v =$ vitesse de la particule.