

32 BIOPHYSIQUE DES SOLUTIONS Pr B. Boutabia-Chéraitia

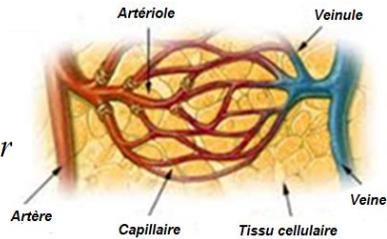
F- TYPES DE VAISSEAUX ET MEMBRANES

5 types de vaisseaux sanguins:

artères, artérioles, capillaires, veines et veinules.

$Sang : coeur \xrightarrow{artères} organes \xrightarrow{veines} coeur$

$Gaz\ et\ nutriments : sang \xleftrightarrow{capillaires} tissu$



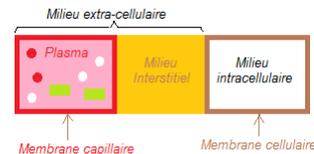
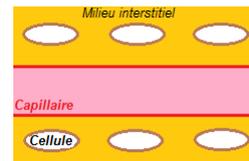
A travers les **membranes** (cellulaires et capillaires) s'opèrent les **transports** d'eau et de solutés.

3 types de membranes:

* **dialysante**: laisse passer l'eau et les **petites molécules** ou ions ($Na^+, K^+, Cl^- \dots$), et arrête les **macromolécules** ($M \geq 10kg$).

* **semi-perméable**: ne laisse passer que l'eau.

* **sélective** (ou **biologique**): laisse passer l'eau et **certaines molécules**.



33 BIOPHYSIQUE DES SOLUTIONS Pr B. Boutabia-Chéraitia

G- PROPRIETES COLLIGATIVES

Propriétés **physico-chimiques** des solutions qui ne dépendent que que du **nombre de particules des solutés**.

1 - ELEVATION EBULLIOMETRIQUE

$solution = solvant + soluté$

T_0 : température de **vaporisation** du **solvant**.

T_s : température de **vaporisation** de la **solution** $\Rightarrow T_s > T_0$

$\Delta T_{vap} = T_s - T_0 > 0$: **élévation** ébulliométrique

$$\Delta T_{vap} = K_{eb} \times \omega : \text{loi de "Raoult"} \quad [\Delta T_{vap}] = ^\circ C$$

ω : osmolarité de la solution $[\omega] = osmol/l$

K_{eb} : constante ébullioscopique du **solvant**. $[K_{eb}] = ^\circ C.l/osmol$

Remarques

Si ω : osmolalité $\Rightarrow [\omega] = osmol/kg \Rightarrow [K_{eb}] = ^\circ C.kg/osmol$

Si $[\Delta T] = K \Rightarrow [K_{eb}] = K.l/osmol$ ou bien $[K_{eb}] = K.kg/osmol$

34 BIOPHYSIQUE DES SOLUTIONS Pr B. Boutabia-Chéraitia

2 - ABAISSEMENT CRYOSCOPIQUE

T_0 : température de **solidification** du **solvant**.

T_s : température de **solidification** de la **solution** $\Rightarrow T_s < T_0$

$\Delta T_{sol} = T_s - T_0 < 0$: **abaissement** cryoscopique.

$$\Delta T_{sol} = -K_{cr} \times \omega \quad \text{loi de "Raoult"} \quad [\Delta T_{sol}] = ^\circ\text{C}$$

ω : osmolarité de la solution $[\omega] = \text{osmol/l}$

K_{cr} : constante cryométrique du **solvant**. $[K_{cr}] = ^\circ\text{C.l/osmol}$

Remarques

Si ω : osmolalité $\Rightarrow [\omega] = \text{osmol/kg} \Rightarrow [K_{cr}] = ^\circ\text{C.kg/osmol}$

Si $[\Delta T] = K \Rightarrow [K_{cr}] = K.l/osmol$ ou bien $[K_{cr}] = K.kg/osmol$

35 BIOPHYSIQUE DES SOLUTIONS Pr B. Boutabia-Chéraitia

Exercice 12:

L'abaissement cryoscopique d'un sujet en état d'ébriété est de -0.62°C . Quel serait son taux d'alcoolémie (g/l) si tous les autres paramètres sanguins sont normaux. On donne: Abaissement cryoscopique normal du sang: -0.56°C ; $M_{alc} = 46\text{g/mol}$; pour l'eau plasmatique: $K_{cr} = 1.86^\circ\text{C.l/osmol}$

Réponses:

Sang normal ($\Delta T_1, \omega_1$) $\rightarrow \Delta T_1 = -K_{cr} \times \omega_1$

Sang lorsque ébriété ($\Delta T_2, \omega_2$) $\rightarrow \Delta T_2 = -K_{cr} \times \omega_2$

$$\begin{aligned} \omega_2 &= \omega_1 + \omega_{alc} \Rightarrow \Delta T_2 = -K_{cr}(\omega_1 + \omega_{alc}) = -K_{cr} \times \omega_1 - K_{cr} \times \omega_{alc} \\ &\Rightarrow \Delta T_2 = \Delta T_1 - K_{cr} \times \omega_{alc} \\ &\Rightarrow \omega_{alc} = \frac{\Delta T_2 - \Delta T_1}{-K_{cr}} = \frac{-0.62 - (-0.56)}{-1.86} = 0.032 \text{osmol/l} \end{aligned}$$

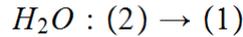
Ethanol: non électrolyte $\Rightarrow C_{alc} = \omega_{alc}$

\Rightarrow taux d'alcool dans le sang: $C_p = C \times M = 0.032 \times 46 = 1.48\text{g/l}$

36 BIOPHYSIQUE DES SOLUTIONS Pr B. Boutabia-Chéraitia

3 - PRESSION OSMOTIQUE

La diffusion de l'eau à travers la membrane semi-perméable est dite **osmose**.



Cette diffusion se fait sous l'effet d'une force dite **pression osmotique** (π_{osm}).

$$\pi_{osm} : (2) \rightarrow (1) \quad [\pi_{osm}] = Pa$$

$$\pi_{osm} = \omega RT : \text{loi de "Van't Hoff"}$$

π_{osm} : mesure la tendance d'une solution à aspirer l'eau par osmose.

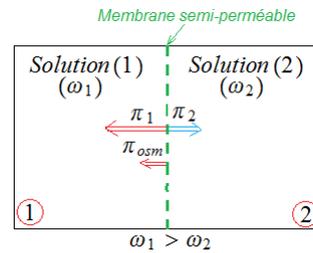
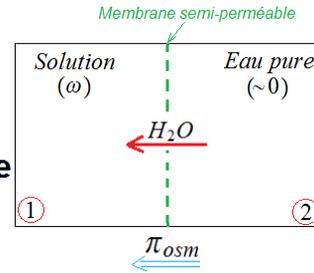
De façon générale:

(1) aspire H_2O avec $\pi_1 = \omega_1 RT$

(2) aspire H_2O avec $\pi_2 = \omega_2 RT$

$$\omega_1 > \omega_2 \Rightarrow \Delta\pi \equiv \pi_{osm} = (\omega_1 - \omega_2)RT$$

$H_2O : (2) \rightarrow (1)$ jusqu'à égalité des osmolarités.



37 BIOPHYSIQUE DES SOLUTIONS Pr B. Boutabia-Chéraitia

Exercice 13:

A $25^\circ C$, deux compartiments (1) et (2) séparés par une membrane héli-perméable parfaite contiennent respectivement une solution aqueuse de $NaCl$ à $5.85g/l$, et une solution aqueuse de glucose à $18g/l$. Dans quel sens s'effectue le flux d'eau? et sous quelle pression?

Réponses:

$$\omega_1 = 2C_1 = 2 \frac{5.85}{58.5} = 0.2 \text{osmol/l} = 0.2 \times 10^3 \text{osmol/m}^3$$

$$\omega_2 = C_2 = \frac{18}{180} = 0.1 \text{osmol/l} = 0.1 \times 10^3 \text{osmol/m}^3$$

$\omega_1 > \omega_2 \Rightarrow$ l'eau diffuse de (2) \rightarrow (1) sous l'effet de la pression osmotique: $\pi_{osm} : (2) \rightarrow (1)$

$$\pi_{osm} = (\omega_1 - \omega_2)RT = 0.1 \times 10^3 \times 8.31 \times 298 = 248 Pa$$

38 BIOPHYSIQUE DES SOLUTIONS Pr B. Boutabia-Chéraitia

Remarques

↪ Les particules qui **ne diffusent pas** entraînent un déplacement d'eau et provoquent ainsi une **pression osmotique**. Elles sont dites **osmotiquement actives**.

↪ Si $\pi_{osm} = 0 \Leftrightarrow \pi_1 = \pi_2 \Leftrightarrow$ pas de flux d'eau.

⇒ (1) et (2) : dits **iso-toniques** ou **iso-osmotiques**.

↪ Si $\pi_1 < \pi_2 \Rightarrow$ (1) : **hypo-tonique** et (2) : **hyper-tonique**.

↪ **Isotonicité** ($\pi_{osm} = 0$) et membrane **semi-perméable**

$\pi_1 = \pi_2 \Rightarrow \omega_1 = \omega_2$: **iso-osmolarité**.

↪ **Isotonicité** ($\pi_{osm} = 0$) et membrane **biologique** ⇒ **pas forcément iso-osmolarité**.

Exemple

Une hématie (300mosmol/l) est plongée dans une solution contenant 300mosmol/l de NaCl et 100mosmol/l d'urée qui diffuse librement à travers sa membrane.

39 BIOPHYSIQUE DES SOLUTIONS Pr B. Boutabia-Chéraitia

Hématie: (1)

$$\omega_1 = 300\text{mosmol/l} \quad 1\text{mosmol/l} = 1\text{osmol/m}^3$$

$$\pi_1 = \omega_1 RT = 300RT$$



Solution: (2)

$$\omega_2 = \omega_{NaCl} + \omega_{urée} = 400\text{mosmol/l}$$

L'urée peut être assimilée à l'eau (solvant pur) car elle diffuse à travers la membrane de l'hématie ⇒ elle n'est **pas osmotiquement active** ⇒ $\pi_2 = \omega_{NaCl} RT = 300RT$

$$\Rightarrow \text{on a iso-tonicité } (\pi_1 = \pi_2) \text{ mais pas iso-osmolarité } (\omega_1 \neq \omega_2).$$

Remarques

↪ Si la membrane est **totalelement perméable** au soluté ⇒ $\pi_{osm} = 0$

↪ Si la membrane est **partiellement perméable** au soluté

$$\Rightarrow \pi_{osm} = \sigma \omega RT$$

40 **BIOPHYSIQUE DES SOLUTIONS** Pr B. Boutabia-Chéraitia

σ : coefficient de **réflexion** du soluté sur la membrane. $0 \leq \sigma \leq 1$

$$\sigma = \frac{\text{nbre d'osmoles qui ne traversent pas la membrane}}{\text{nbre initial d'osmoles}} = \frac{\text{aire des pores imperméables au soluté}}{\text{aire totale des pores}}$$

↪ si la membrane est **dialysante** $\Rightarrow \sigma = 0$

↪ si la membrane est **semi-perméable** $\Rightarrow \sigma = 1$

↪ si i solutés $(\sigma_i, \omega_i) \Rightarrow \pi_{osm} = \sum_i \sigma_i \omega_i RT$