



**Examen N°2**

Nom : ..... Prénom : ..... Groupe : .....

**Exercice 1: (5 pts)**

On considère un système de deux compartiments séparés par une membrane et on désire épurer le compartiment I de volume  $V$  et de concentration initiale  $C_0$  dans le compartiment II. On suppose que la diffusion de I vers II ne modifie pas la concentration en II toujours nulle où circule un liquide de dialyse.

1- Exprimer la loi de Fick appliquée à ce cas particulier.

(1)  $J = \frac{dm}{dt} = -D S \frac{dC_p}{dz} = -D S \left( \frac{-C_p}{h} \right) = \frac{D S C_p}{h}$

2- D'après la définition du flux, écrire la relation entre le flux, le temps et la concentration.

(1)  $\phi = \frac{J}{S} = \frac{dm}{S dt} = - \frac{V dC_p}{S dt} = \frac{D S C_p}{S h} = \frac{D C_p}{h}$

3- La concentration du compartiment I varie selon la relation suivante:  $C = C_0 e^{-Kt}$ , déterminer  $K$ .

(1)  $K = \frac{D S}{h V}$  en  $s^{-1}$  est la constante d'épuration

4- Appliquer les résultats précédents à un système de rein artificiel pour lequel:  $S = 15 \cdot 10^3 \text{ cm}^2$ ,  $h = 75 \text{ }\mu\text{m}$ ,  $D = 10^{-5} \text{ cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ , et le volume à épurer  $V = 40 \text{ dm}^3$ . Combien de temps faudra-il pour réduire l'urémie de  $6 \text{ g/l}$  à  $0,3 \text{ g/l}$ .

(2)  $C = C_0 e^{-Kt}$   $K = \frac{D S}{h V} = \frac{10^{-5} \cdot 15 \cdot 10^3}{75 \cdot 10^{-4} \cdot 40 \cdot 10^3} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1}$

$\ln \frac{C}{C_0} = -Kt \Rightarrow t = \frac{1}{K} \ln \frac{C}{C_0} = 5980 \text{ s} \Rightarrow t = 1 \text{ h } 36 \text{ mn}$

**Exercice 2: (4 pts)**

1- Combien de temps nécessite une dialyse péritonéale (chez un homme de  $70 \text{ kg}$  dont le volume total d'eau corporelle est de  $50 \text{ l}$ ) pour faire baisser l'urémie de la valeur de  $2 \text{ g/l}$  à  $0,4 \text{ g/l}$ , sachant qu'on renouvelle les  $2,5 \text{ l}$  de la solution injectée toutes les  $20 \text{ mn}$ ; temps au bout duquel on suppose que l'équilibre entre le milieu intérieur et extérieur est atteint.

$t = n \times \text{cycle} \times 20 = n \times 20$

$C_i^n = C_i^0 \left( \frac{V_i}{V_i + V_e} \right)^n$

(1)

$$\frac{C_i^n}{C_i^0} = \left( \frac{V_i}{V_i + V_e} \right)^n \Rightarrow n = \frac{\ln \frac{C_i^n}{C_i^0}}{\ln \frac{V_i}{V_i + V_e}} \approx 33 \text{ cycles}$$

$$\Rightarrow t = 33 \times 20 = 660 \text{ min} \approx 11 \text{ h}$$

2- La puissance fournie par chaque rein d'un sujet à l'état normal est de 14 mWatt, cela après que ces reins concentrent un volume V d'osmolarité  $\omega_u = 1 \text{ osmole/l}$  à la température  $T = 37^\circ\text{C}$  ( $\omega_s = 0.30 \text{ osmole/l}$ ). Déterminer le volume d'urine éliminé par jour.

$$W = nRT \cdot L_n \frac{\omega_u}{\omega_s} = 2 \times 3101.55 \cdot \ln \frac{1}{0.3} \quad P = \frac{W}{2t} \quad W = 2tP = 2419.2 \text{ J}$$

$$n = \frac{2419.2}{3101.55} = 0.78 \text{ mol} ; \quad \omega_u = C_u = \frac{n}{V_u} \Rightarrow V_u = n \cdot \omega_u = 0.78 \text{ l}$$

$$t = 1 \text{ j} = 86400 \text{ s}$$

**Exercice 3 : (4 pts)**

On met en suspension à  $27^\circ\text{C}$  des hématies dans une solution contenant 9g/l d'urée + 4.4g/l de NaCl + 54g/l de glucose. Sachant que la membrane de l'hématie est imperméable au Glucose et NaCl mais perméable à l'urée et à l'eau.

1- Calculer la pression osmotique développée par cette solution opposée à l'hématie.

Seuls le glucose et le NaCl sont osmotiquement actifs.

$$\omega_{\text{NaCl}} = 2 \cdot \frac{C_{\text{NaCl}}}{M_{\text{NaCl}}} = 2 \cdot \left( \frac{4.4}{58.5} \right) = 0.15 \text{ osmole/l}$$

$$\omega_{\text{glucose}} = \frac{C_{\text{glucose}}}{M_{\text{glucose}}} = \frac{54}{180} = 0.3 \text{ osmole/l}$$

$$\omega_s = 0.15 + 0.3 = 0.45 \text{ osmole/l}$$

$$\pi_{\text{solution}} = \omega_s \cdot R \cdot T = 0.45 \times 8.31 \times 300 = 1121.85 \text{ Pa}$$

2- Quel sera le comportement de l'hématie, justifiez.

$$\Delta \pi = \pi_{\text{hématie}} - \pi_{\text{solution}} = (747.19 - 1121.85) = -374.66 \text{ Pa}$$

$\Delta \pi < 0 \Rightarrow \pi_{\text{hématie}} < \pi_{\text{solution}} \Rightarrow$  perte d'eau  $\Rightarrow$  Plasmolyse

On donne :  $M_{\text{NaCl}} = 58.5 \text{ g/mol}$  ;  $M_{\text{urée}} = 60 \text{ g/mol}$  ;  $M_{\text{Glucose}} = 180 \text{ g/mol}$  ;  $R = 8.31 \text{ J/K.mol} = 0.082 \text{ atm.l/K.mol}$  ;  $\omega_{\text{hématie}} = 0.30 \text{ osmole/l}$

**Exercice 4: (7 pts)**

Une membrane dialysante sépare deux compartiments A et B de volumes fixes et égaux (on négligera le volume occupé par la protéine). A l'instant initial le compartiment A contient en solution une protéine monovalente totalement dissociée  $[PA^-, Na^+]$  à la concentration de  $5 \text{ mmol.l}^{-1}$ . Le compartiment B contient en solution du NaCl à la concentration de  $6 \text{ mmol.l}^{-1}$ .

1- Ya t il effet Donnan, pourquoi ?

... où, parce que :  $C_A \neq C_B$ , la membrane dialysante  
 est en osmose dans A. (1)

1- Ya t il équilibre, pourquoi ?

Non parce que :  $[Na^+]_A \cdot [Cl^-]_A = 5 \times 0 = 0$

$[Na^+]_B \cdot [Cl^-]_B = 6 \times 6 = 36 \Rightarrow [Na^+]_A \cdot [Cl^-]_A \neq [Na^+]_B \cdot [Cl^-]_B$  (1)

$\Rightarrow$  Diffusion de  $x$  NaCl de B vers A

2- A l'équilibre : quelle est, en  $mmol.l^{-1}$ , les concentrations en Cl et  $Na^+$  dans les 2 compartiments ?

En A :  $[Na^+]_A = 5 + x$  ;  $[Cl^-]_A = x$

En B :  $[Na^+]_B = 6 - x$  ;  $[Cl^-]_B = 6 - x$

$[Na^+]_A \cdot [Cl^-]_A = [Na^+]_B \cdot [Cl^-]_B \Rightarrow (5 + x) \cdot x = (6 - x)^2$

$17x = 36 \Rightarrow x = \frac{36}{17} = 2,11 \text{ mmol.l}^{-1}$

$[Na^+]_A = 7,11 \text{ mmol.l}^{-1}$  ;  $[Cl^-]_A = 2,11 \text{ mmol.l}^{-1}$  ;  $[Na^+]_B = [Cl^-]_B = 3,88 \text{ mmol.l}^{-1}$

3- Dans quel compartiment l'osmolarité est-elle la plus grande ?

$w_A = w_{Na^+} + w_{Cl^-} = 5 + 7,11 + 2,11 = 14,22 \text{ mmol.l}^{-1}$  (1)

$w_B = w_{Na^+} + w_{Cl^-} = 3,88 \times 2 = 7,76 \Rightarrow w_A > w_B$  ;  $w_A - w_B = 6,46 \text{ mmol.l}^{-1}$

4- Quelle est, en cm d'eau, la différence de pression entre les deux compartiments ?

$\Delta P = P_A - P_B = RT \cdot (w_A - w_B) = 24 \times 6,46 = 155 \text{ cm d'eau}$  (0,5)

5- Quelle est, en mV, la valeur absolue de la différence de potentiel, de part et d'autre de la membrane dialysante ?

$V_A - V_B = \frac{-RT}{F} \ln \frac{[Na^+]_A}{[Na^+]_B} = \frac{RT}{F} \ln \frac{[Cl^-]_A}{[Cl^-]_B}$  (1)

$V_A - V_B = \frac{RT}{F} \ln \left( \frac{7,11}{3,88} \right) = \frac{RT}{F} \ln \left( \frac{2,11}{3,88} \right) = 60 \cdot \ln \left( \frac{2,11}{3,88} \right)$

$V_A - V_B = -15,78 \text{ mV}$  (0,5)

On prendra :  $RT = 24 \text{ cm d'eau} \cdot \text{mosm}^{-1} \cdot l$  et  $(RT/F) \cdot \ln x = 60 \text{ (mV)} \cdot \log x$

Bon courage