

# TUTORAT UE3-B 2011-2012 – Physique

## CORRECTION Annales de PCEM1 – Semaine du 16/04/2012

### *Equilibre acido-basique/Mécanique des fluides/Transports membranaires* – Professeurs Boudousq et Kotzki

Séance préparée par Marion CHANCHOU, Juliette CRÉANGE et Florentin DAMBROISE (ATM<sup>2</sup>)

#### QCM n°1 : c

- Faux : 40 mmHg.
- Faux :  $\text{pH} = \text{pKa} + \log\left(\frac{\text{HCO}_3^-}{\text{H}_2\text{CO}_3}\right) \rightarrow \frac{\text{HCO}_3^-}{\text{H}_2\text{CO}_3} = 10^{\text{pH}-\text{pKa}} = 10^{7,4-6,1} = 19,95$ .
- Vrai** : cf b).
- Faux :  $\frac{\text{HCO}_3^-}{\text{H}_2\text{CO}_3} = \frac{\text{HCO}_3^-}{0,03 \cdot \text{pCO}_2} \rightarrow \frac{\text{HCO}_3^-}{\text{pCO}_2} = 0,03 \cdot \frac{\text{HCO}_3^-}{\text{H}_2\text{CO}_3} = 0,03 \cdot 19,95 = 0,6$ .
- Faux :  $\text{pH}' = \text{pKa} + \log\left(\frac{\text{HCO}_3^-}{0,03 \cdot \text{pCO}_2'}\right) = 6,1 + \log\left(\frac{24}{0,03 \cdot 80}\right) = 7,1$ . Le pH a donc diminué de 0,3.

#### QCM n°2 : b, e

- Faux : le trouble est métabolique, la pCO<sub>2</sub> reste normale, mais les bicarbonates augmentent.
- Vrai**
- Faux : l'augmentation des bicarbonates entraîne une alcalose métabolique, c'est-à-dire une augmentation du pH.
- Faux : il y a une augmentation des bicarbonates qui entraîne une augmentation du pH, soit une alcalose métabolique.
- Vrai** : il n'y a pas encore de compensation.

#### QCM n°3 : a, c, d

- Vrai** : pour un trouble métabolique, la compensation sera pulmonaire.
- Faux : si il ya une augmentation de la ventilation, il y a une diminution de la pCO<sub>2</sub>, et donc une diminution des H<sup>+</sup>.
- Vrai** : le but de la compensation pulmonaire est de retrouver un pH de 7,40, donc il faut diminuer le pH.
- Vrai**
- Faux : dans un second temps, la compensation sera d'origine pulmonaire.

#### QCM n°4 : a

- Vrai**
- Faux : à ce niveau l'oxyhémoglobine libère de l'oxygène.
- Faux : cf b).
- Faux : l'oxyhémoglobine libère de l'O<sub>2</sub> et capte des ions H<sup>+</sup> pour donner de l'hémoglobine réduite.
- Faux : cf b) et d). De plus, la SaO<sub>2</sub> diminue.

### QCM n°5 : b, e

- a) Faux  
b) **Vrai** :  $F_{\text{compression}} = 4000 \cdot \cos(30^\circ) = 3464 \text{ N}$ .  
c) Faux  
d) Faux  
e) **Vrai** :  $\sigma_{\text{compression}} = \frac{F_{\text{compression}}}{S} = \frac{3464}{12 \cdot 10^{-4}} = 2,9 \cdot 10^6 \text{ Pa}$ .

### QCM n°6 : a, d, e

- a) **Vrai** :  $\Delta L = \frac{F}{k} = \frac{1200}{1,2 \cdot 10^6} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ .  
b) Faux : cf a).  
c) Faux : cf d).  
d) **Vrai** :  $\frac{\Delta L}{L} = \frac{1 \cdot 10^{-3}}{3 \cdot 10^{-2}} = 3,3\%$ .  
e) **Vrai** :  $\gamma = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{F}{S \cdot \varepsilon} = \frac{1200}{3 \cdot 10^{-4} \cdot 0,033} = 0,12 \text{ GPa}$ .

### QCM n°7 : b, e

- a) Faux  
b) **Vrai** : on trace la droite  $\Delta P = 20 \text{ kPa}$ , qui passe par les points A (0 ; 0) et B (1 ;  $2 \cdot 10^2$ ), car  $R = \frac{T_s}{\Delta P} = \frac{2 \cdot 10^2}{20 \cdot 10^3} = 1 \text{ cm}$ . La droite  $\Delta P$  coupe le diagramme tension-rayon de l'artère au point C d'abscisse  $R = 1,6 \text{ cm}$ .  
c) Faux  
d) Faux : le point C a pour ordonnée  $2,25 \cdot 10^2$  car il faut retrancher la composante active.  
e) **Vrai**

### QCM n°8 : b, c

- a) Faux : cf b)  
b) **Vrai** :  $Re = \frac{\rho \cdot v \cdot d}{\eta} = \frac{1060 \cdot 20 \cdot 10^{-2} \cdot 2 \cdot 10^{-3}}{4 \cdot 10^{-3}} = 106$ .  
c) **Vrai** :  $Q = S \cdot v_{\text{moy}} = \pi \cdot r^2 \cdot v_{\text{moy}} = \pi \cdot (1 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 20 \cdot 10^{-2} = 6,28 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  soit  $37,7 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$ .  
d) Faux : cf c).  
e) Faux : cf c)

### QCM n°9 : b, c, d

- a) Faux :  $R = \frac{8 \cdot \eta}{\pi \cdot r^4} \cdot \Delta l = \frac{8 \cdot 4 \cdot 10^{-3} \cdot 8 \cdot 10^{-2}}{\pi \cdot (1 \cdot 10^{-3})^4} = 8,1 \cdot 10^8 \text{ UI}$ .  
b) **Vrai** : cf a).  
c) **Vrai** : L'artère est horizontale, donc  $\Delta P = \Delta E = Q \cdot R = \pi \cdot r^2 \cdot v_{\text{moy}} \cdot \frac{8 \cdot \eta}{\pi \cdot r^4} \cdot \Delta l = \frac{8 \cdot \eta}{r^2} \cdot v_{\text{moy}} \cdot \Delta l = \frac{8 \cdot 4 \cdot 10^{-3}}{0,001^2} \cdot 0,2 \cdot 0,08 = 512 \text{ Pa}$  soit  $3,84 \text{ mmHg}$ . Au point A on a une pression de  $21 \text{ kPa}$  soit  $157,4 \text{ mmHg}$ , on point B la pression est de  $P_B = P_A - \Delta E = 157,4 - 3,84 = 153,6$  soit environ  $154 \text{ mmHg}$ .  
d) **Vrai** : L'artère étant à présent verticale et B au-dessus de A, nous devons soustraire la pression de pesanteur entre A et B :  $P_B = P_A - \Delta E - \frac{\rho \cdot g \cdot \Delta h}{133,4} = 154 - \frac{1060 \cdot 9,81 \cdot 8 \cdot 10^{-2}}{133,4} = 147 \text{ mmHg}$ .  
e) Faux : cf d).

### QCM n°10 : a, c, e

- a) **Vrai** :  $V = \frac{m}{\rho} = \frac{2,1 \cdot 10^6 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27}}{1,52 \cdot 10^3} = 2,3 \cdot 10^{-24} \text{ m}^3$ .  
b) Faux : cf a).  
c) **Vrai** : Si la nucléo-histone est sphérique,  $V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3 \rightarrow r = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot V}{4 \cdot \pi}} = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot 2,3 \cdot 10^{-24}}{4 \cdot \pi}} = 8,2 \cdot 10^{-9} \text{ m}$ .  
d) Faux : Si la nucléo-histone est sphérique,  $f = 6 \cdot \pi \cdot r \cdot \eta \rightarrow \frac{f}{\eta} = 6 \cdot \pi \cdot r = 6 \cdot \pi \cdot 8,2 \cdot 10^{-9} = 1,5 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ .  
e) **Vrai** : car le quotient  $\frac{f}{\eta}$  calculé dans l'item d) est différent de celui de l'énoncé.

### QCM n°11 : b, e

- a) Faux : le glucose peut diffuser librement car sa masse molaire est inférieure à la valeur du point de coupure.
- b) **Vrai** : cf a).
- c) Faux : car sa masse molaire est supérieure à la valeur du point de coupure.
- d) Faux : car il peut diffuser.
- e) **Vrai** : car elle ne peut pas diffuser.

### QCM n°12 : f

- a) Faux :  $\frac{dn}{dt} = \frac{D_i}{e} \cdot s \cdot (C_{1(glu)} - C_{2(glu)}) \rightarrow D_i = \frac{\frac{dn}{dt} \cdot e}{s \cdot (C_{1(glu)} - C_{2(glu)})} = \frac{15 \cdot 10^{-3} \cdot 20 \cdot 10^{-9}}{100 \cdot 10^{-4} \cdot (3-0)} = 10^{-8} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ .
- b) Faux : cf a).
- c) Faux : cf a).
- d) Faux :  $B_i = \frac{1}{N \cdot f} \rightarrow f = \frac{1}{N \cdot B_i} = \frac{R \cdot T}{N \cdot D_i} = \frac{R \cdot T \cdot e}{N \cdot P} = \frac{8,31 \cdot 300 \cdot 20 \cdot 10^{-9}}{6,02 \cdot 10^{23} \cdot 7,4 \cdot 10^{-4}} = 2,8 \cdot 10^{-10} \text{ J} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-2}$ .
- e) Faux : cf d).

### QCM n°13 : a

- a) **Vrai** : le glucose ne diffuse pas car sa masse molaire est supérieure au point de coupure.
- b) Faux : car la membrane est indéformable, et vu que le compartiment 2 ne contient ni albumine ni glucose, alors sa concentration ne pourra jamais s'égaliser avec celle du compartiment 1. Il persistera donc une différence de pression osmotique entre les deux compartiments, à l'équilibre.
- c) Faux : de 2 vers 1.
- d) Faux : cf a).
- e) Faux : cf a).

### QCM n°14 : a, d, e

- a) **Vrai** : on utilise le rapport de Donnan pour chaque ion :

$$[\text{Na}^+]_1 \cdot [\text{Cl}^-]_1 = [\text{Na}^+]_2 \cdot [\text{Cl}^-]_2 \rightarrow [\text{Cl}^-]_1 = \frac{[\text{Na}^+]_2 \cdot [\text{Cl}^-]_2}{[\text{Na}^+]_1} = \frac{140 \cdot 80}{154} = 72,7 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$$

$$[\text{Na}^+]_1 \cdot [\text{NO}_3^-]_1 = [\text{Na}^+]_2 \cdot [\text{NO}_3^-]_2 \rightarrow [\text{NO}_3^-]_1 = \frac{[\text{Na}^+]_2 \cdot [\text{NO}_3^-]_2}{[\text{Na}^+]_1} = \frac{140 \cdot 90}{154} = 81,8 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$$

$$[\text{K}^+]_1 \cdot [\text{NO}_3^-]_1 = [\text{K}^+]_2 \cdot [\text{NO}_3^-]_2 \rightarrow [\text{K}^+]_1 = \frac{[\text{K}^+]_2 \cdot [\text{NO}_3^-]_2}{[\text{NO}_3^-]_1} = \frac{30 \cdot 90}{81,8} = 33 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$$

**NB:** On peut aussi utiliser la loi de Nernst, à partir du potentiel permanent, mais la méthode du rapport de Donnan est plus rapide.

- b) Faux : cf a).

- c) Faux : Dans le compartiment 1 :

$$\sum E q^+ = z_{\text{Na}^+} \cdot [\text{Na}^+]_1 + z_{\text{K}^+} \cdot [\text{K}^+]_1 = 1 \cdot 154 + 1 \cdot 33 = 187 \text{ mEq} \cdot \text{l}^{-1}$$

$$\sum E q^- = z_{\text{Cl}^-} \cdot [\text{Cl}^-]_1 + z_{\text{NO}_3^-} \cdot [\text{NO}_3^-]_1 = 1 \cdot 72,7 + 1 \cdot 81,8 = 154,5 \text{ mEq} \cdot \text{l}^{-1}$$

$\sum E q^+ > \sum E q^-$ , on en déduit que la charge de la protéine est négative, pour respecter le principe d'électroneutralité.

- d) **Vrai** : Principe d'électroneutralité dans le compartiment 1 :

$$z_{\text{Na}^+} \cdot [\text{Na}^+]_1 + z_{\text{K}^+} \cdot [\text{K}^+]_1 = z_{\text{Cl}^-} \cdot [\text{Cl}^-]_1 + z_{\text{NO}_3^-} \cdot [\text{NO}_3^-]_1 + m \cdot [\text{P}^m]_1$$

$$\rightarrow m = \frac{z_{\text{Na}^+} \cdot [\text{Na}^+]_1 + z_{\text{K}^+} \cdot [\text{K}^+]_1 - z_{\text{Cl}^-} \cdot [\text{Cl}^-]_1 - z_{\text{NO}_3^-} \cdot [\text{NO}_3^-]_1}{[\text{P}^m]_1} = \frac{187 - 154,5}{2} = 16,25$$

- e) **Vrai** :  $V_1 - V_2 = \frac{-R \cdot T}{z \cdot F} \cdot \ln \left( \frac{[\text{Na}^+]_1}{[\text{Na}^+]_2} \right) = \frac{-8,31 \cdot 293}{1 \cdot 96500} \cdot \ln \left( \frac{154}{140} \right) = -2,4 \text{ mV}$ .

### QCM n°15 : b, d

- a) Faux : le potentiel transmembranaire, s'il existe, est transitoire et s'annule à l'équilibre.
- b) **Vrai** : cf a).
- c) Faux : il n'y a pas ici de différence de potentiel permanente, les concentrations en ions de part et d'autre de la membrane ne vont donc pas suivre la loi de Donnan.
- d) **Vrai**
- e) Faux : une membrane de dialyse ne contient pas de pompes  $\text{Na}^+ / \text{K}^+$ .

### QCM n°16 : a, e

- a) **Vrai**  
b) Faux : la membrane est perméable aux ions, leurs concentrations de part et d'autre de la membrane vont donc s'égaliser.  
c) Faux : il n'y a pas ici de différence de potentiel permanente, les concentrations en Cl<sup>-</sup> de part et d'autre de la membrane ne vont donc pas suivre la loi de l'équilibre de Donnan.  
d) Faux : elle est transitoire, et s'annule donc à l'équilibre.  
e) **Vrai**

### QCM n°17 : b, d

- a) Faux :  $V_1 - V_2 = \frac{-R.T}{z.F} \cdot \ln \left( \frac{[Na^+]_1 + r \cdot \frac{u_{K^+}}{u_{Na^+}} \cdot [K^+]_1}{[Na^+]_2 + r \cdot \frac{u_{K^+}}{u_{Na^+}} \cdot [K^+]_2} \right) = \frac{-8,31.310}{1.96500} \cdot \ln \left( \frac{12 + 1,5.80.154}{146 + 1,5.80.4} \right) = -90 \text{ mV}$ .  
b) **Vrai**: cf a)  
c) Faux : cf a)  
d) **Vrai** :  $V_1 - V_2 = \frac{-R.T}{z.F} \cdot \ln \left( \frac{[Cl^-]_1}{[Cl^-]_2} \right) \rightarrow [Cl^-]_1 = [Cl^-]_2 \cdot e^{\frac{(V_1 - V_2) \cdot z.F}{-R.T}} = 125 \cdot e^{\frac{-0,09038 \cdot (-1) \cdot 96500}{-8,31.310}} = 4,2 \text{ mmol.l}^{-1}$ .  
e) Faux : cf d).

### QCM n°18 : b

- a) Faux : sans ATPases Na<sup>+</sup> / K<sup>+</sup>, on calcule le potentiel transitoire de Goldman, lorsque les compartiments sont mis en présence :

$$V_1 - V_2 = \frac{-R.T}{z.F} \cdot \ln \left( \frac{[Na^+]_1 + \frac{u_{K^+}}{u_{Na^+}} \cdot [K^+]_1}{[Na^+]_2 + \frac{u_{K^+}}{u_{Na^+}} \cdot [K^+]_2} \right) = \frac{-8,31.310}{1.96500} \cdot \ln \left( \frac{12 + 60.142}{150 + 60.4} \right) = -82,3 \text{ mV}$$

- b) **Vrai**: cf a).  
c) Faux : cf a).  
d) Faux : avec ATPases Na<sup>+</sup> / K<sup>+</sup>, on calcule le potentiel de Goldman permanent, qui prend en compte la constante de couplage r :

$$V_1 - V_2 = \frac{-R.T}{z.F} \cdot \ln \left( \frac{[Na^+]_1 + r \cdot \frac{u_{K^+}}{u_{Na^+}} \cdot [K^+]_1}{[Na^+]_2 + r \cdot \frac{u_{K^+}}{u_{Na^+}} \cdot [K^+]_2} \right) = \frac{-8,31.310}{1.96500} \cdot \ln \left( \frac{12 + 1,5.60.142}{150 + 1,5.60.4} \right) = -86,0 \text{ mV}$$

- e) Faux : cf d).

### QCM n°19 : a,e

- a) **Vrai** : le potentiel est transitoire.  
b) Faux : elles dépendent des lois de l'électro-diffusion et s'égalisent dans chaque compartiment, à l'équilibre.  
c) Faux :  $V_1 - V_2 < 0$  (cf QCM précédent), donc  $V_1 < V_2$ . Le potentiel initial négatif est ainsi situé du côté 1 de la membrane.  
d) Faux : il y a égalisation des concentrations en chaque ion entre les deux compartiments (**NB** : égalisation des potentiels chimiques !).  
e) **Vrai** : les compartiments ont même volume, donc  $[Na^+]_{2(eq)} = [Na^+]_{1(eq)} = \frac{[Na^+]_{1(i)} + [Na^+]_{2(i)}}{2} = \frac{12+150}{2} = 81 \text{ mmol.l}^{-1}$ .

### QCM n°20 : e

L'osmolarité de la solution est de 278 mmol/L ( $C = \frac{C_m}{M} = \frac{50}{180} = 0,278 \text{ mol/L}$ ), de ce fait elle est isotonique par rapport au globule rouge et ce dernier n'a pas de variation de volume.

### QCM n°21 : c

$$\Delta\pi = R.T.\Delta\omega = 8,31.298 \cdot (278 - \frac{25}{180} \cdot 10^3) = 3,44 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 344 \text{ kPa}$$

QCM n°22 : b, e

- a) Faux
- b) **Vrai**
- c) Faux : de l'eau entre dans le globule rouge par flux diffusif, son osmolarité diminue donc, alors que son volume augmente.
- d) Faux
- e) **Vrai**

QCM n°23: c

$$\Delta\pi = R.T.\Delta\omega = 8,31.310.1,5 = 3,86 \text{ kPa} = 29 \text{ mmHg.}$$

QCM n°24: c

$$Q = S. \frac{PeVe}{RT} . (\Delta P - \Delta\pi) = \frac{0,3.18,1.10^{-6}}{8,31.310} . 0,3.(6,8 - 3,86).10^3 = 1,85.10^{-6} \text{ m}^3/\text{s} = 1,11.10^{-4} \text{ m}^3/\text{min.}$$

QCM n°25: b, c, d

- a) Faux : une diminution de l'albuminémie diminue  $\Delta\pi$  et augmente Q.
- b) **Vrai**
- c) **Vrai**
- d) **Vrai**
- e) Faux : Dans le capillaire, il y a des macroanions non diffusibles qui attirent les cations et donc le sodium (Donnan), ceci est responsable d'une plus grande concentration en sodium dans le capillaire que dans l'urine primitive.

QCM n°26 : d

$$\Delta\pi = R.T.\Delta\omega = 8,31.310.0,75 = 1,93 \text{ kPa} = 14,5 \text{ mmHg.}$$

QCM n°27: a, e

- a) **Vrai** :  $J_{\text{tot}} = J_a + J_v - 2. J_{\pi} = \frac{PeVe}{RT} . (\Delta P_a + \Delta P_v - 2\Delta\pi) = \frac{PeVe}{RT} . (38 + 9 - 29) > 0$  . Il y a donc déséquilibre des flux entraînant une sortie d'eau vers le secteur interstitiel et se traduisant par des œdèmes.
- b) Faux : cf a).
- c) Faux : cf a).
- d) Faux : cf a).
- e) **Vrai** : cf a).

QCM n°28: b, c, d, e

- a) Faux : modèle bicompartimental.
- b) **Vrai** : sur le graphique, il faut s'intéresser à la droite représentant la phase d'élimination et mesurer le temps nécessaire pour que la concentration soit divisée par deux. Prenons par exemple l'intervalle de temps pour passer de 40 mg/L à 20 mg/L, et on trouve bien  $T_{1/2} = 6\text{h}$ .
- c) **Vrai** :  $C_0 = \frac{m_0}{V}$ , d'où  $V = \frac{m_0}{C_0} = \frac{450}{90} = 5\text{L}$ . **NB** : On repère  $C_0$  sur le graphique.
- d) **Vrai** :  $Cl = k.V$ , d'où  $k = \frac{Cl}{V} = \frac{1}{5} = 0,2 \text{ h}^{-1}$ .
- e) **Vrai** :  $C_{t=18} = C_{t=8} . e^{-k.dt} = C_{t=8} . e^{-\frac{\ln(2)}{T_{1/2}}.dt} = 20 . e^{-\frac{\ln(2)}{6}.10} = 6,29 \text{ mg/L} \approx 6,2 \text{ mg/L}$ .

### QCM n°29: b

Cherchons tout d'abord la longueur du potentiel d'action :  $l = c \cdot \Theta = 60.0,5.10^{-3} = 3 \text{ cm}$ .

La longueur du potentiel d'action est inférieure à celle séparant les électrodes. Le tracé du potentiel mesuré sera donc représenté par deux ondes monophasiques, ce qui nous permet d'éliminer les tracés C et D.

L'onde se propage de 1 vers 2. Etudions l'évolution du signe de la différence de potentiel observée, au cours du temps :

1) Avant arrivée du potentiel d'action :  $V_1 = V_2$  (tous deux  $>0$ )  $\rightarrow V_1 - V_2 = 0$ .

2) Le potentiel d'action atteint  $V_1$  :  $V_1 < 0$  et  $V_2 > 0 \rightarrow V_1 - V_2 < 0$ .

3) Le potentiel d'action se trouve entre  $V_1$  et  $V_2$  :  $V_1 = V_2$  (tous deux  $>0$ )  $\rightarrow V_1 - V_2 = 0$ .

4) Le potentiel d'action atteint  $V_2$  :  $V_1 > 0$  et  $V_2 < 0 \rightarrow V_1 - V_2 > 0$ .

5) Le potentiel d'action s'éloigne de  $V_2$  :  $V_1 = V_2$  (tous deux  $>0$ )  $\rightarrow V_1 - V_2 = 0$ .

L'enregistrement du potentiel d'action est passé successivement par les phases nulle, négative, nulle, positive et enfin nulle, ce qui nous permet d'éliminer le tracé A. Le bon tracé est donc le B.

### QCM n°30: c, e

a) Faux : la vitesse de propagation diminue lorsque la résistance intracellulaire augmente.

b) Faux : la myéline joue le rôle de matériau isolant.

c) **Vrai**

d) Faux : elle dépend de l'intensité des courants locaux.

e) **Vrai**