

TUTORAT UE 3b 2012-2013

Correction séance n°5 – Semaine du 11/03/13

Transports membranaires

Pr Kotzki

Séance préparée par Anne Marty-Ané, Charlène Dumetz et Loïc Pierre (ATM²)

QCM n°1 : B, E

- A. Faux. ω = concentration massique $\times 2 / M$ (car NaCl se dissocie en Na⁺ et Cl⁻) = $7 \times 2 / 58,5 = 239$ mmol.L⁻¹.
- B. **Vrai.** Cf a
- C. Faux. D'après la relation de Van't Hoff : $\Delta\pi = \Delta\omega.R.T = (310 - (7 \times 2 \times 1000 / 58,5)) \times 298 \times 8,31 \sim 175$ kPa. Attention les concentrations sont en mol.m⁻³ ou mmol.L⁻¹
- D. Faux. 1 mmHg = 133,4 Pa donc $175039 / 133,4 = 1312$ mmHg = 131,2 cmHg.
- E. **Vrai.** Car la solution est hypotonique donc il y aura un flux diffusif entrant d'eau.

QCM n°2 : B, C

- A. Faux. Un flux résultant sortant (du capillaire vers l'interstitium) entraîne un œdème.
- B. **Vrai.** $J_v = P_e \times V_e / (RT) \times (P - \pi)$ si P augmente, il y aura augmentation du flux sortant et donc formation d'œdème.
- C. **Vrai.** Cf b. Si insuffisance hépatique : baisse de la protéinémie, baisse de π donc diminution du flux diffusif entrant et augmentation de J_v (flux sortant)
- D. Faux. Hyperprotéinémie \rightarrow augmentation de $\pi \rightarrow$ flux sortant diminue \rightarrow flux résultant entrant
- E. Faux. J_v s'exprime en m.s⁻¹.

QCM n°3 : C, E

- A. Faux. La non diffusion des macromolécules entraîne la formation d'un champ électrique avec pour conséquence, à l'équilibre : une inégalité des concentrations de chaque ion de part et d'autre de la membrane (et donc une différence de potentiel de part et d'autre de la membrane) ainsi que le respect de l'électroneutralité dans chaque compartiment.
- B. Faux. La première partie de la phrase est juste ; en revanche la ddp est permanente.
- C. **Vrai.**
- D. Faux. La loi de Goldman concerne la ddp transitoire rencontrée dans le cas du transport électrodiffusif d'ions de mobilité différente, en l'absence de macromolécule chargée.
- E. **Vrai.**

QCM n°4 : A, C, D

- A. **Vrai.** On utilise la loi de Goldman (transport électrodiffusif sans macromolécule chargée)

$$V_1 - V_2 = -RT/zF \times \ln [(u_{Na} [Na+]_1 + u_k [K+]_1) / (u_{Na} [Na+]_2 + u_k [K+]_2)]$$

$$= -8,31 \times 310 / 96500 \times \ln ((20+45 \times 132) / (138+45 \times 14)) = -54,7 \text{ mV} \approx -55 \text{ mV}$$
- B. Faux. Il s'agit ici d'une ddp transitoire ; à l'équilibre il y aura égalité des concentrations et une ddp nulle car on est dans le cas où il n'y a pas de macromolécule et où il n'y a pas de pompe.
- C. **Vrai.**
- D. **Vrai.** $V_1 - V_2 = -RT/zF \times \ln (u_{Na} [Na+]_1 + u_k [K+]_1 \times r) / (u_{Na} [Na+]_2 + u_k [K+]_2 \times r)$

$$= -8,31 \times 310 / 96500 \times \ln ((20+45 \times 132 \times 3/2) / (138+45 \times 14 \times 3/2)) = -56,3 \text{ mV}$$
- E. Faux. Pour les transports actifs (en présence d'ATPase membranaire), on utilise la loi de Goldman à laquelle on ajoute la constante de couplage $r=3/2$ même s'il s'agit bien d'un potentiel permanent.

QCM n°5: C

- A. Faux. Il n'y a pas de relation linéaire entre flux et concentration pour les deux.
- B. Faux. Les transports facilités s'effectuent selon le gradient de concentration, et les transports actifs contre le gradient de concentration.
- C. **Vrai.** Cf cours
- D. Faux. La première partie de la phrase est juste, cependant les transports facilités s'effectuent grâce à des transporteurs (ex : protéines de transport spécifique dans le cas du glucose), des canaux hydriques(ou aquaporine)... mais pas grâce à l'ATPase membranaire qui concerne les transports actifs et permet la dégradation de l'ATP (qui servira d'apport énergétique).
- E. Faux. C'est un potentiel permanent à cause de l'action de l'ATPase (loi de Goldman modifiée avec constante de couplage $r = 3/2$, qui peut être simplifiée - voir diapo 136 du cours)

QCM n°6 : F

- A. Faux. D'après la relation de Donnan : $[Cl^-]_2/[Cl^-]_1 = [K^+]_1/[K^+]_2 = 75/50 = 1,5$ d'où $[Cl^-]_1 = 48 \text{ mmol.L}^{-1}$
- B. Faux. D'après la relation de Donnan : $[Na^+]_1/[Na^+]_2 = [Cl^-]_2/[Cl^-]_1 = 1,5$ d'où $[Na^+]_1 = 132 \text{ mmol.L}^{-1}$
- C. Faux. D'après la relation de Donnan : $[NO_3^-]_2/[NO_3^-]_1 = [K^+]_1/[K^+]_2 = 1,5$ d'où $[NO_3^-]_1 = 44 \text{ mmol.L}^{-1}$
- D. Faux. La différence de potentiel est permanente. $V_1 - V_2 = -RT/zF \cdot \ln([K^+]_1 / [K^+]_2) = -10,4 \text{ mV}$
- E. Faux. $\sum mEq(+) = \sum mEq(-)$ donc valeur absolue de $|z|_{[prot]} = [Na^+] + [K^+] - [Cl^-] - [NO_3^-] = 132 + 75 - 48 - 44 = 115$

On voit que la somme des charges de la solution (sans tenir compte de la protéine) est positive, la protéine doit donc être chargée négativement pour assurer l'électroneutralité de la solution.

d'où $z = -115/3 = -38,3 \rightarrow$ La charge élémentaire moyenne portée par chaque macromolécule protéique est de -38

- F. **Vrai.**

QCM n°7 : A, C, E

- A. **Vrai.** osmolarité de la solution = $2 \cdot 12/58,5 = 410,25 \text{ mmol.L}^{-1}$.
- B. Faux. $\Delta\pi = \Delta\omega \cdot R \cdot T = (410,25 - 310) \times 8,31 \times 298 = 248,27 \text{ kPa} = 1861 \text{ mmHg}$
- C. **Vrai.** cf b
- D. Faux. La solution est hypertonique donc la taille du globule rouge diminue.
- E. **Vrai.** Le flux de solvant se dirige vers l'extérieur puisque la solution est hypertonique donc l'osmolarité à l'intérieur du globule rouge augmente.

QCM n°8 : A, B, D

- A. **Vrai.**
- B. **Vrai.** $u = ze/f$
- C. Faux. Loi de Goldman => potentiel transitoire (ou permanent si ATPase)
Loi de Nernst => potentiel permanent
- D. **Vrai.** S'il y a différence de potentiel initialement, celle ci est transitoire et suit la loi de Goldman.
- E. Faux. Les transports actifs font intervenir une source externe d'énergie.(fournie par la membrane)

QCM n°9 : B, D, E

- A. Faux : $\omega = \frac{1800 \cdot 2\pi}{60} = 188,5 \text{ rad.s}^{-1}$
- B. **Vrai** : $\gamma = \omega^2 x$ soit $x = \frac{\gamma}{\omega^2} = \frac{400 \cdot 9,81}{(\frac{1800 \cdot 2\pi}{60})^2} = 0,11 \text{ m}$ donc diamètre = $2x = 0,22 \text{ m}$
- C. Faux : $VS = \frac{My}{Nf} (1 - \frac{\rho'}{\rho})$ or $d = \frac{\rho}{\rho(\text{eau})}$ donc $VS = \frac{My}{Nf} (1 - \frac{d}{d}) = \frac{3 \cdot 400 \cdot 9,81}{6 \cdot 0,23 \cdot 10^{23} \cdot 3 \cdot 10^{-10}} \cdot (1 - \frac{1,2}{2,3}) = 3,12 \cdot 10^{-11} \text{ m.s}^{-1}$
- D. **Vrai** : $S = \frac{vs}{\gamma} = \frac{VS}{400 \cdot 9,81} = 7,94 \cdot 10^{-15} \text{ s} = 7,94 \cdot 10^{-2} \text{ Svedberg}$
- E. **Vrai** : Cf. d

QCM n°10 : A, B, E

- A. **Vrai** : volume d'une sphère : $V = \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3}\pi (6 \cdot 10^{-6})^3 = 9,048 \cdot 10^{-16} \text{ m}^3 = 904,8 \text{ } \mu\text{m}^3$
- B. **Vrai** : coefficient de frottements d'une particule sphérique : $f = 6\pi r \eta = 6\pi \cdot 6 \cdot 10^{-6} \cdot 2,6 \cdot 10^{-3} = 2,94 \cdot 10^{-7} \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1} = 2,94 \cdot 10^{-4} \text{ g} \cdot \text{s}^{-1}$
- C. Faux : vitesse de sédimentation d'une particule sphérique : $VS = \frac{2gr^2(\rho - \rho')}{9\eta} = \frac{2 \cdot 9,81 \cdot (6 \cdot 10^{-6})^2 \cdot (1400 - 1200)}{9 \cdot 2,6 \cdot 10^{-3}} = 6,04 \cdot 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- D. Faux : Cf. c
- E. **Vrai** : car le rayon augmente et $VS = \frac{2gr^2(\rho - \rho')}{9\eta}$.

QCM n°11 : C

- A. Faux : $\frac{P_E V_E}{R.T} = 2,81 \cdot 10^{-12}$ donc $P_E = \frac{2,81 \cdot 10^{-12} \cdot 8,31 \cdot 310}{18,1 \cdot 10^{-6}} = 4 \cdot 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
- B. Faux : $\Delta\pi = R.T \cdot \Delta\text{Cosm} = 8,31 \times 310 \times 0,78 = 2 \cdot 10^3 \text{ Pa}$ (rappel : $0,78 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} = 0,78 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3}$).
- C. **Vrai** : $J_{\text{artériel}} = \frac{P_E V_E}{R.T} (\Delta P - \Delta\pi) = 2,81 \cdot 10^{-12} (38 \cdot 133,4 - 8,31 \cdot 310 \cdot 0,78) = 8,6 \cdot 10^{-9} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
- D. Faux : cf. c.
- E. Faux : $J_{\text{veineux}} = \frac{P_E V_E}{R.T} (\Delta P - \Delta\pi) = 2,81 \cdot 10^{-12} (7 \cdot 133,4 - 8,31 \cdot 310 \cdot 0,78) = -3,02 \cdot 10^{-9} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

QCM n°12 : A, C, D

- A. **Vrai** : $J_{\text{total}} = J_{\text{artériel}} + J_{\text{veineux}} = 8,6 \cdot 10^{-9} + (-3,02 \cdot 10^{-9}) = 5,6 \cdot 10^{-9} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
- B. Faux : Cf b.
- C. **Vrai** : le flux résultant est positif, il aboutit donc à une accumulation d'eau dans le secteur interstitiel qui se traduira par un œdème.
- D. **Vrai** : selon la formule $J_{\text{total}} = J_{\text{artériel}} + J_{\text{veineux}} = \frac{P_E V_E}{R.T} [(\Delta P_{\text{artériel}} - \Delta\pi) + (\Delta P_{\text{veineux}} - \Delta\pi)]$.
- E. Faux : si $\Delta P_{\text{veineux}}$ augmente, la quantité $(\Delta P_{\text{veineux}} - \Delta\pi)$ augmente donc J_{total} augmente.

QCM n°13 : A, D

- A. **Vrai** : La membrane est en cours de repolarisation → transports des ions à travers les canaux voltages dépendants → action des ATPases négligeables et on ne prend pas en compte la constante de couplage dans la relation de Goldman.
- $$V_i - V_e = \frac{-R.T}{z.F} \ln \left(\frac{[Na]_i + u_K/u_{Na} [K]_i}{[Na]_e + u_K/u_{Na} [K]_e} \right) = \frac{-8,31 \cdot 310}{1,96500} \ln \left(\frac{10 + 1,5 \times \frac{141}{5}}{140 + 1,5 \times 5} \right) = -0,010854175 \text{ V} = -10,85 \text{ mV}.$$
- B. Faux : Cf. a
- C. Faux : ici les ATPases n'interviennent pas, le potentiel de Goldman observé est donc transitoire (il diminue car repolarisation en cours).
- D. **Vrai**.
- E. Faux : le chlore s'équilibre passivement selon le potentiel de la membrane → Le Cl^- s'équilibre comme s'il suivait une loi de Nernst mais ce n'est pas du Nernst on est dans un potentiel de Goldman : $V_i - V_e = \frac{-R.T}{z.F} \ln \left(\frac{[Cl]_i}{[Cl]_e} \right) = -0,010854175$ avec $z = -1$. → $\frac{[Cl]_i}{[Cl]_e} = e^{(-0,010854175 \cdot 96500) / (8,31 \cdot 310)}$ → $[Cl]_e = 7,508 \text{ mmol/L}$.

QCM n°14 : C, E

- A. Faux : la membrane cellulaire est au repos, il y a donc des ATPases qui rendent le potentiel de Goldman permanent et imposent l'utilisation de la constante de couplage dans le calcul :
- $$V_i - V_e = \frac{-R.T}{z.F} \ln \left(\frac{[Na]_i + r \cdot u_K \cdot [K]_i}{[Na]_e + r \cdot u_K \cdot [K]_e} \right) = \frac{-8,31 \cdot 310}{1,96500} \ln \left(\frac{13 + 1,5 \times \frac{48 \times 146}{5}}{140 + 1,5 \times \frac{48 \times 5}{5}} \right) = -0,0813380 \text{ V} = -81,3 \text{ mV}.$$
- B. Faux : cf. a.
- C. **Vrai** : le potentiel de Goldman est rendu permanent par le fonctionnement des ATPases.
- D. Faux : loi de Goldman.
- E. **Vrai**. le chlore s'équilibre passivement selon le potentiel de la membrane → Le Cl^- s'équilibre comme s'il suivait une loi de Nernst mais ce n'est pas du Nernst on est dans un potentiel de

Goldman : $V_i - V_e = \frac{-R.T}{z.F} \ln\left(\frac{[Cl]_i}{[Cl]_e}\right) = -0,0813380 \text{ V}$ avec $z=-1$. $\rightarrow \frac{[Cl]_i}{[Cl]_e} = e^{(-0,0813380 \text{ V} * 96500)/(8.31*310)} \rightarrow$
 $[Cl]_e = 147.35 \text{ mmol/L}$.

QCM n°15 : A, C

A. **Vrai.** $V_i - V_e = \frac{-R.T}{z.F} \ln\left(\frac{[Na^+]_1 + 60 \times [K^+]_1}{[Na^+]_2 + 60 \times [K^+]_2}\right) = \frac{-8,31.310}{1.96500} \ln\left(\frac{15 + 60 \times 139}{146 + 60 \times 8}\right) \sim -69 \text{ mV}$.

B. Faux. Cf. a

C. **Vrai.** car absence d'ATPase.

D. Faux. car le champ est dirigé vers les potentiels décroissants. Or $V_1 - V_2 < 0$ et $V_1 < V_2$. Le champ électrique initial est alors dirigé du côté 2 vers le côté 1.

E. Faux : car compartiment de même volume $[Na^+]_2 = (15 + 146)/2 = 80.5 \text{ mmol.L}^{-1}$.