



# TUTORAT UE 3b 2014-2015 – Biophysique

## CORRECTION Séance n°4 – Semaine du 23/02/2015

### *Equilibres membranaires - Transports membranaires 1*

Pr Wisniewski - Pr Kotzki

#### QCM n°1 : A, D, E

- A. **Vrai.**
- B. Faux.  $\mu_i = \mu_i^0 + RT \ln(\gamma_i x_i)$  avec  $\gamma_i$  le coefficient d'activité.
- C. Faux.  $\mu_i = \mu_i^0$ . L'activité d'un constituant i pur est égal à 1.
- D. **Vrai.**  $f = \gamma_i P_i = \gamma_i x_i P$
- E. **Vrai.**  $A = \frac{P}{P_0}$

#### QCM n°2 : A, C, D

- A. **Vrai.** Un système fermé autorise les échanges d'énergies sous forme de travail et de chaleur mais pas de matières. Ne pas confondre fermé et isolé (pas d'échange du tout).
- B. Faux. Un système fermé ne permet pas l'échange de matière, la paroi doit donc être imperméable.
- C. **Vrai.** C'est un système ouvert.
- D. **Vrai.**
- E. Faux. Un système adiabatique n'autorise pas l'échange de chaleur, sa paroi ne peut donc être diatherme. Une paroi diatherme autorise le transfert de chaleur.

#### QCM n°3 : C, D, E

- A. Faux. Les variables d'états ne dépendent que de l'état et non de la façon de les obtenir.
- B. Faux. C'est la définition d'une variable intensive. Les variables extensives dépendent de la quantité de matière présente dans la phase.
- C. **Vrai.**
- D. **Vrai.**
- E. **Vrai.** Les variables d'état peuvent être calculées à chaque instant dans le cadre d'une transformation réversible car une telle transformation est supposée être la succession d'états d'équilibre infiniment proches.

#### QCM n°4 : A, D, E

- A. **Vrai.**
- B. Faux. C'est l'expression du travail à pression constante.
- C. Faux. Elle est égale à la variation d'enthalpie.
- D. **Vrai.**  $dS = dS_{tr} + dS_{pr}$  avec  $dS_{pr} \geq 0$  mais  $dS_{tr} = \frac{dQ}{T}$  donc si  $dQ$  est  $< 0$ ,  $dS$  peut être négatif.
- E. **Vrai.** Si l'entropie de création est nulle, la transformation sera réversible, si elle est  $> 0$ , elle sera irréversible.

### QCM n°5 : B, C, D

- A. Faux. Car il y a déséquilibre de concentration du soluté: il y aura donc passage du solvant de II vers I pour diluer le compartiment en I.
- B. **Vrai.**  $\pi = R \times T \times d\omega = 8,314 \times 310 \times (25 - 0) = 64433,5 \text{ Pa}$   
Ne pas oublier de convertir en mmol/L ou en mol/m<sup>3</sup>!
- C. **Vrai.** L'équilibre thermo correspond à une situation où le potentiel chimique du soluté dans le compartiment 1 est égal au potentiel chimique du soluté dans le compartiment 2. Or le soluté ne peut diffuser au travers de la membrane ; le solvant va donc lui se déplacer afin que le système se rapproche au plus près de cet état d'équilibre. Le flux de solvant se déplaçant vers le compartiment 1, la membrane va se déplacer vers la droite... et le volume V1 va augmenter.
- D. **Vrai.**  $dW = nRT \ln\left(\frac{C_i}{C_f}\right)$  avec n : nombre de mol de soluté dans le compartiment 1 (constant au cours du temps),  $C_f$  : concentration finale dans le compartiment 1, et  $C_i$  : concentration initiale dans le compartiment 1  $\rightarrow dW = 0,025 \times 8,314 \times 310 \times \ln\left(\frac{25}{15}\right) = 32,9 \text{ J}$ . Le travail est positif car il s'agit de travail osmotique (dilution) et la variation d'enthalpie libre sera négative (processus spontané).
- E. Faux. Voir D

### QCM n°6 : C, E

- A. Faux. La paroi du système est imperméable en effet dans un système fermé, il n'y a pas d'échange de matière.
- B. Faux. Si le travail est réversible :  $W_{P_1}^{P_2} = n \times R \times T \times \ln\left(\frac{P_2}{P_1}\right)$   
 $\Leftrightarrow \frac{P_2}{P_1} = e^{\left(\frac{W}{n \times R \times T}\right)} \Leftrightarrow P_2 = P_1 e^{\left(\frac{W}{n \times R \times T}\right)} = 1 \times e^{\left(\frac{5000}{3 \times 8,314 \times 298}\right)} = 1,96 \text{ bar}$ .  
Attention, il s'agit d'un logarithme népérien.
- C. **Vrai.**
- D. Faux. Si le travail est irréversible :  
 $W = P \times dV = P_{\text{ext}} \times (V_1 - V_2) = P_{\text{ext}} \times \left(\frac{n \times R \times T}{P_1} - \frac{n \times R \times T}{P_2}\right) = n \times R \times T \times \left(\frac{P_{\text{ext}}}{P_1} - 1\right)$  avec  $P_2 = P_{\text{ext}}$   
 $\Leftrightarrow \frac{W}{n \times R \times T} + 1 = \frac{P_{\text{ext}}}{P_1} \Leftrightarrow P_{\text{ext}} = P_1 \left(\frac{W}{n \times R \times T} + 1\right) = 1 \times \left(\frac{5000}{3 \times 8,314 \times 298} + 1\right) = 1,67 \text{ bar}$
- E. **Vrai.**  $P_2 > P_1$ , donc  $W > 0$ , le gaz reçoit du travail.

### QCM n°7 : A, B, C

- A. **Vrai.** Le point de coupure de la membrane sélective est supérieur à la masse molaire du glucose et de l'eau  $\rightarrow$  le glucose et l'eau peuvent diffuser librement.
- B. **Vrai.** il s'agit d'une évolution spontanée (diffusion passive du solvant et du soluté).
- C. **Vrai.**
- D. Faux. A l'équilibre thermodynamique les concentrations molaires sont égales.
- E. Faux. Le transfert de glucose se fait dans le sens des potentiels chimiques décroissants.

### QCM n°8 : B, D, E

- A. Faux.  $P = \frac{D}{e} = \frac{3,8 \cdot 10^{-11}}{20 \cdot 10^{-9}} = 1,9 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ .
- B. **Vrai.**  $\frac{dn}{dt} = J \cdot S(\text{pores}) = J \cdot S(\text{totale}) \cdot \frac{1}{2} = (P \cdot \Delta C) \cdot S(\text{totale}) \cdot \frac{1}{2} = 1,9 \cdot 10^{-3} \cdot (10 - 8) \cdot \frac{400 \cdot 10^{-4}}{2} = 7,6 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{s}^{-1} \Leftrightarrow \frac{dm}{dt} = \frac{dn}{dt} \cdot M = 5,472 \text{ g} \cdot \text{s}^{-1}$ .
- C. Faux. Cf B
- D. **Vrai.** La membrane étant perméable à l'albumine (point de coupure supérieur à la masse molaire de l'albumine), les concentrations tendent à s'équilibrer de part et d'autre de la membrane par diffusion d'albumine du milieu le plus concentré (B) vers le milieu le moins concentré (A).
- E. **Vrai.**  $f = \frac{kT}{D} = \frac{1,38 \cdot 10^{-23} \cdot (273 + 37^\circ)}{3,8 \cdot 10^{-11}} = 1,126 \cdot 10^{-10} \text{ UI}$ . Rappel :  $k = \frac{R}{\text{Nombre d'Avogadro}}$

### QCM n°9 : A, D, E

Membrane inerte = membrane sans ATPase. Membrane de dialyse = membrane sélective = passage des petits ions et petites molécules mais pas des macromolécules.

A l'équilibre, en présence d'une macromolécule, on a respect de l'électroneutralité dans chaque compartiment et création d'une différence de potentiel permanente calculée à partir de la loi de Nernst.

A. **Vrai.** Selon la loi de l'électroneutralité appliquée au compartiment 1 :  $[Na^+]_1 = [Cl^-]_1$ .

De plus, selon l'équilibre de Donnan :

$$\frac{[Na^+]_1}{[Na^+]_2} = \frac{[Cl^-]_2}{[Cl^-]_1} \Rightarrow [Na^+]_1^2 = [Na^+]_2 \cdot [Cl^-]_2 \Rightarrow [Na^+]_1 = \sqrt{[Na^+]_2 \cdot [Cl^-]_2} = \sqrt{182 \cdot 100} = 134,9 \text{ mmol.L}^{-1}.$$

B. Faux. Cf A

C. Faux. On applique l'électroneutralité dans (2) :

$$z[P^{z-}] + 1 \times [Na^+] + (-1) \times [Cl^-] = z \times 2 + 182 \times 1 + 100 \times (-1) = 0 \Rightarrow z = \frac{100 - 182}{2} = -41.$$

D. **Vrai.** On applique la relation de Nernst.  $V_1 - V_2 = \frac{-RT}{z.F} \cdot \ln\left(\frac{[Na^+]_1}{[Na^+]_2}\right) = \frac{-8,31 \cdot (37 + 273)}{96500} \cdot \ln\left(\frac{134,9}{182}\right) = 7,99 \text{ mV}.$

E. **Vrai.** Si la protéine n'était pas chargée, il n'y aurait pas création de différence de potentiel permanente et il y aurait donc diffusion passive des différentes espèces chargées présentes jusqu'à égalisation de leur concentration. Attention cependant, la concentration en protéine ne s'égalise pas dans les deux compartiments comme celle des ions car elle reste non diffusible à travers la membrane.

### QCM n°10 : A, B, E

A. **Vrai.** On tend vers un état d'entropie maximale c'est-à-dire de désordre maximal.

B. **Vrai.** il s'agit de l'agitation moléculaire. La force et l'énergie fournies sont internes aux molécules.

C. Faux. Comme tout processus enzymatique c'est un mécanisme saturable car il dépend de transporteurs spécifiques pour certaines molécules. Si ces dernières sont en excès par rapport aux transporteurs ceux-ci seront dits saturés c'est-à-dire qu'ils ne seront plus assez nombreux pour prendre en charge tout le substrat. En revanche, il est vrai que ce mécanisme ne nécessite aucune source d'énergie externe aux molécules transportées (la membrane ne fournit pas d'énergie car le transport se fait selon le gradient de concentration).

D. Faux. Les protéines de transports facilités accélèrent le transport des molécules affines toujours selon le gradient de concentration, c'est-à-dire du compartiment le plus concentré vers celui le moins concentré, aboutissant ainsi à l'équilibre des concentrations. Ce sont les transporteurs actifs qui permettent un transport contre le gradient de concentration.

E. **Vrai.**  $P = \frac{D}{e} = \frac{kT}{ef}$ . Or, le coefficient de frottement  $f$  dépend du solvant, donc  $P$  aussi.

### QCM n°11 : A, C, E

A. **Vrai.** Il faut convertir le débit en  $\text{mol.s}^{-1}$   $\frac{dn}{dt} = \frac{dm}{dt} \cdot \frac{1}{M} = 5,8 \times \frac{1}{72000} = 8,06 \cdot 10^{-5} \text{ mol/s}.$

$$\text{Ensuite, } S = \frac{dn/dt}{J} = \frac{8,06 \cdot 10^{-5}}{\frac{D}{e} \cdot (C_1 - C_2)} = \frac{8,06 \cdot 10^{-5}}{\frac{2,6 \cdot 10^{-10}}{30 \cdot 10^{-9}} \times 6} = 15,49 \text{ cm}^2 = 0,00155 \text{ m}^2.$$

B. Faux. Le flux de solvant va du compartiment le moins concentré vers celui le plus concentré pour le diluer.

C. **Vrai.**  $J = \frac{dn/dt}{S} = 0,052 \text{ mol/m}^2/\text{s}.$

D. Faux. Quand la masse molaire du soluté augmente, les forces de frottements avec le solvant augmentent elles aussi ce qui entraîne une décroissance progressive de la diffusion, donc  $P$  (ainsi que  $D$ ) diminuent.

E. **Vrai.** La membrane étant idéalement semi perméable, seul le solvant peut diffuser. Il faut diluer l'albumine qui ne peut diffuser (présente dans le compartiment 1) donc le flux de solvant est plus important. A l'équilibre (une fois que le solvant a diffusé), on observe une différence de pression osmotique entre les deux compartiments qui est calculée grâce à la loi de Vant'Hoff :  $\Delta\pi = RT\Delta C.$

### QCM n°12 : A, B, D, E

A. **Vrai.**  $B = \frac{1}{N \cdot f} = \frac{1}{6,023 \cdot 10^{23} \times 4,6 \cdot 10^{-16}} = 3,609 \cdot 10^{-9} \text{ s} \cdot \text{kg}^{-1}$ .

B. **Vrai.**  $D = B \cdot R \cdot T = 3,609 \cdot 10^{-9} \times 8,31 \times 298 = 8,94 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$  (ou  $D = kT/f$ ).

C. **Faux.** La constante de diffusion augmente bien avec la température, en revanche, quand la masse et la taille des molécules de soluté augmentent, le coefficient de frottement augmente (car agit sur un volume plus important) donc la constante de diffusion diminue.

D. **Vrai.**  $J = \frac{D}{e} \cdot (C_1 - C_2) = 2324 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ .

E. **Vrai.** Et le solvant se déplacera dans le sens inverse.

### QCM n°13 : E

Membrane inerte = membrane sans ATPase. Membrane de dialyse = passage des petits ions et petites molécules mais pas des macromolécules.

A l'équilibre on a respect de l'électroneutralité dans chaque compartiment et création d'une différence de potentiel permanente calculée à partir de la loi de Nernst.

A. **Faux.** D'après la relation de Nernst :

$$V_1 - V_2 = -\frac{RT}{zF} \ln \frac{Mg_1^{2+}}{Mg_2^{2+}}$$

$$\ln \frac{Mg_1^{2+}}{Mg_2^{2+}} = -\frac{0,018 \times 2 \times F}{RT}$$

$$\frac{Mg_1^{2+}}{Mg_2^{2+}} = e^{-\frac{0,018 \times 2 \times F}{RT}}$$

$$Mg_2^{2+} = \frac{120}{e^{\frac{0,018 \times 2 \times F}{RT}}} = 488,015 \text{ mmol/L}$$
 Attention à ne pas oublier la valence  $z = +2$  dans le calcul

B. **Faux.**

C. **Faux.**

D. **Faux.** D'après l'équilibre de Donnan :

On peut ici ne pas mettre les racines carrées car il y en a sur chaque membre et qu'on a que des produits ou quotients.

$$\sqrt{SO_4^{2-}_1} \times \sqrt{Mg^{2+}_1} = \sqrt{SO_4^{2-}_2} \times \sqrt{Mg^{2+}_2}$$

$$SO_4^{2-}_2 = \frac{SO_4^{2-}_1 \times Mg^{2+}_1}{Mg^{2+}_2} = \frac{120 \times 120}{488,015} = 29,507 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$$

E. **Vrai.** Du fait de l'électroneutralité, dans le compartiment 2 :

$$q_{\text{prot}} \times c_{\text{prot}} + q_{Mg^{2+}_2} \times c_{Mg^{2+}_2} + q_{SO_4^{2-}_2} \times c_{SO_4^{2-}_2} = 0$$

$$15 \times q_{\text{prot}} + 2 \times 488,015 - 2 \times 29,507 = 0$$

$$q_{\text{prot}} = \frac{2 \times 29,507 - 2 \times 488,015}{15} = -61,13$$

### QCM n°14 : A, B, C, D

A. **Vrai.**  $e = \frac{D}{P} = \frac{1,08 \cdot 10^{-13} \text{ (m}^2 \cdot \text{s}^{-1}\text{)}}{1,62 \cdot 10^{-7} \div 60 \text{ (m} \cdot \text{s}^{-1}\text{)}} = 38,8 \cdot 10^{-6} \text{ m}$ .

B. **Vrai.**  $dC = \frac{\text{débit (mol} \cdot \text{s}^{-1}\text{)}}{PS} = \frac{2,19 \cdot 10^{-7}}{1,62 \cdot 10^{-7} \div 60 \times 300 \cdot 10^{-6}} = 1502 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3} = 1,5 \text{ mol/L}$ . Si le flux va de 1 vers 2, alors la concentration en 2 vaut  $2,5 - 1,5 = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ .

C. **Vrai.** Si le flux va de 2 vers 1, alors la concentration en 2 vaut  $2,5 + 1,5 = 4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ .

D. **Vrai.** Le point de coupure de la membrane est très inférieur à la masse molaire de l'albumine qui ne peut donc pas traverser la membrane. La membrane est idéalement semi-perméable pour l'albumine, ainsi la transmittance de l'albumine est nulle.

E. **Faux.** Seule l'albumine est osmotiquement efficace :  $c = \frac{\pi}{RT} = \frac{56 \times 133,4}{8,31 \times 298} = 3 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3} = 3 \text{ mmol/L}$ .