



TUTORAT UE 3b 2015-2016 – Physique

CORRECTION Séance n°5 – Semaine du 29/02/2016

Transports membranaires (2) Professeur Kotzki

QCM n°1 : C, E

- A. Faux. Il s'exprime en $\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$: en effet on a $F = fi \times v$ d'où $fi = \frac{F}{v} = \frac{\text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-2}}{\text{m}\cdot\text{s}^{-1}} = \text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$
- B. Faux. Il s'exprime en $\text{s}\cdot\text{kg}^{-1}$: en effet on a $Bi = \frac{1}{Nfi}$ d'où $Bi = \frac{1}{\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}} = \text{s}\cdot\text{kg}^{-1}$
- C. **Vrai.** $Pi = \frac{Di}{e} = \frac{\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}}{\text{m}} = \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.
- D. Faux. On sait que $M = \frac{R.T.S}{Di(1-\frac{\rho}{\rho})}$ ils sont donc inversement proportionnels.
- E. **Vrai.** On sait que $V = u.E$ d'où $u = \frac{V}{E} = \frac{\text{m}\cdot\text{s}^{-1}}{\text{V}\cdot\text{m}^{-1}}$.

Nb : Le Pr. Kotzki piège chaque année sur les unités, il est important de savoir les retrouver.

QCM n°2 : A,B

- A. **Vrai.** D'après le principe d'électroneutralité la concentration en Cl^- dans le compartiment B est égale à celle en Na^+ dans le compartiment B.
On pose X étant le nombre de $\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ de Cl^- et de Na^+ ayant diffusé à travers la membrane, jusqu'à atteindre un équilibre du flux électro-diffusif.
D'après l'équilibre de Donnan on a à l'équilibre : $[\text{Na}]_A / [\text{Na}]_B = [\text{Cl}]_B / [\text{Cl}]_A \leftrightarrow [\text{Na}]_A[\text{Cl}]_A = [\text{Na}]_B[\text{Cl}]_B \leftrightarrow [\text{Na}]_A[\text{Cl}]_A = X^2 \leftrightarrow X = \sqrt{130 \times 170} = 148,7 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$

	Protéine non diffusible Prot ²⁰⁻	Cl^-	Na^+
A	2	130	170
B	0	148,7	148,7

- B. **Vrai.** On est dans le cas d'une membrane de dialyse, avec une protéine non diffusible

C. Faux. $V_A - V_B = \frac{-RT}{F} \times \ln\left(\frac{[\text{Na}]_A}{[\text{Na}]_B}\right) = \frac{-RT}{F} \times \ln\left(\frac{[\text{Cl}]_B}{[\text{Cl}]_A}\right) = -\frac{8,31 \times 310}{96500} \times \ln\left(\frac{170}{148,7}\right) = -3,58 \text{ mV}$

Deuxième possibilité plus rapide : on sait que la protéine est dans le compartiment A et qu'elle est chargée négativement donc le compartiment A est le pôle négatif et $V_A - V_B$ est donc négatif.

- D. Faux. D'après le principe d'électroneutralité on a autant de charges négatives que de charges positives dans un même compartiment.
 $170 = 130 + [\text{Prot}^{20-}] \leftrightarrow [\text{Prot}^{20-}] = 40$, la valence de la protéine est de -20 donc la concentration est de $40/20 = 2 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ (pas en $\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$)
- E. Faux. Les valences des ions changent, donc Z_i dans la loi de Nernst change cependant l'équilibre de Donnan est inchangé. Prenons l'exemple suivant, $[\text{SO}_4^{2-}]_A = 130 \text{ mM}$ $[\text{SO}_4^{2-}]_B = 148,67 \text{ mM}$ $[\text{Mg}^{2+}]_A = 170 \text{ mM}$ $[\text{Mg}^{2+}]_B = 148,67 \text{ mM}$ et $[\text{P}^{20-}]_A = 4 \text{ mM}$ -> L'équilibre de Donnan est respecté et identique à la racine près cependant $V_A - V_B = -1,79 \text{ mV}$.

QCM n°3 : A, B, E

A. **Vrai.** On nous donne le point de coupure de la membrane = $200 \text{ g.mol}^{-1} > 180 \text{ g.mol}^{-1}$. Le glucose est emporté passivement par le flux de solvant du compartiment B vers le compartiment A

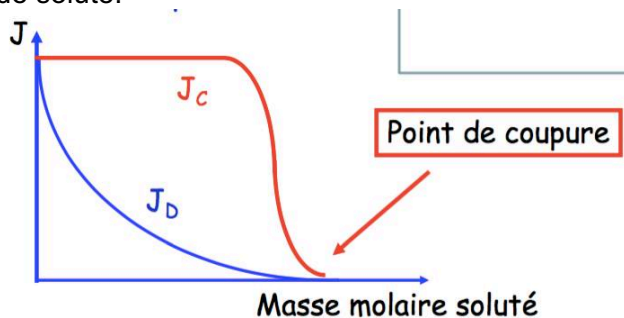
B. **Vrai.** cf A

C. **Faux.** Le transport d'eau se fait par convection sous l'effet de la pression exercée par le piston.

$$J_v = \frac{P_e \times V_e}{RT} \times \Delta P = \frac{45 \times 10^{-3} \times 18,1 \times 10^{-6}}{8,31 \times 298} \times 13000 = 4,28 \times 10^{-6} \text{ m.s}^{-1}$$

D. **Faux.** $J_c = T.C.J_v$ d'où $T = \frac{J_c}{J_v.C} = \frac{1,667 \times 10^{-4}}{50 \times 4,28 \times 10^{-6}} = 0,78 \approx 0,8$. La transmittance traduit la capacité d'une membrane à laisser passer un soluté. $T=0$, strictement imperméable. $T=1$, totalement perméable. T compris entre 0 et 1, partiellement perméable.

E. **Vrai.** Contrairement à la diffusion, on observe un plateau. Lorsque la taille d'un soluté augmente et que celle-ci devient égale à celle des pores, la transmittance baisse brutalement et avec elle le flux de soluté.



QCM n°4 : B, D

A. **Faux.** La différence de potentiel est transitoire.

B. **Vrai.** A l'équilibre, les concentrations des différentes espèces sont égales dans les 2 compartiments. La différence de potentiel est alors nulle.

C. **Faux.** Cf item B.

$$D. \text{ **Vrai.** } V_1 - V_2 = -\frac{R \times T}{z \times F} \ln \frac{[Na]_1 + \frac{u_K}{u_{Na}} \times [K]_1}{[Na]_2 + \frac{u_K}{u_{Na}} \times [K]_2} = -\frac{8,31 \times 293}{1 \times 96500} \ln \frac{175 + 50 \times 5}{25 + 50 \times 155} = 0,073 \text{ V.}$$

E. **Faux.** D'après l'énoncé, il y a 180 mmol.L^{-1} d'ions positifs dans le compartiment 1 et 180 mmol.L^{-1} dans le compartiment 2. Ainsi, pour respecter l'électroneutralité il nous faudra 180 mmol.L^{-1} d'ions négatifs ainsi la concentration en Cl^- est de 180 mmol.L^{-1} dans les compartiments 1 et 2.

QCM n°5 : A, B, C, E

A. **Vrai.** $U=V/E$.

B. **Vrai.** $u = \frac{ze}{f}$ donc la mobilité électrique dépend du nombre de molécules d'eau qui l'entourent.

C. **Vrai.** Car il y a moins de molécules d'eau autour du potassium que du sodium (hydratation), donc moins d'encombrement et une mobilité plus grande.

D. **Faux.** Les particules neutres massiques sont aussi soumises au phénomène de migration dans un champ de pesanteur par exemple.

E. **Vrai.** Dans un champ de pesanteur, si la taille des molécules augmente (par exemple l'agglomération des globules rouges en rouleaux), la vitesse de sédimentation augmente aussi.

QCM n°6 : C

A. **Faux.** La vitesse de sédimentation est inversement proportionnelle à la viscosité : $V_s = \frac{2g(\rho-\rho')r^2}{9\eta}$.

B. **Faux.** $fi = 6\pi r \eta = 6\pi \times 2.10^{-9} \times 3,5.10^{-3} = 1,32.10^{-10} \text{ kg.s}^{-1}$.

C. **Vrai.** $V_s = \frac{2g(\rho-\rho')r^2}{9\eta} = \frac{2 \times 9,81(1300-1000)(2.10^{-9})^2}{9 \times 3,5.10^{-3}} = 7,47.10^{-13} \text{ m.s}^{-1}$. On aurait pu utiliser $V_s = \frac{Vg(\rho-\rho')}{fi}$.

D. **Faux.** $F = fi.V_s = 6\pi \times 2.10^{-9} \times 3,5.10^{-3} \times \frac{2 \times 9,81(1300-1000)(2.10^{-9})^2}{9 \times 3,5.10^{-3}} = 9,86.10^{-23} \text{ N}$.

E. Faux. Le poids correspond à $P=mg$, c'est une force qui s'exprime donc en Newton. Il s'agit d'une force d'accélération et la différence entre le poids et la force de frottement est comblée par la poussée d'Archimède à vitesse constante.

$$P=mg=\rho Vg = 1300 \times \frac{4}{3}\pi \times (2.10^{-9})^3 \times 9,81 = 4,27.10^{-22} \text{ N.}$$

QCM n°7 : A

A. **Vrai.** $\omega = \frac{10000 \times 2\pi}{60} = 1047,2 \text{ rad. s}^{-1}$

B. Faux. $\gamma = \omega^2 \times r = 1047,2^2 \times 0,17 = 186425,9 \text{ m. s}^{-2}$. Pour l'exprimer en « g » il suffit de diviser ce résultat par l'accélération de la pesanteur terrestre. $\gamma = \frac{185425,9}{9,81} = 19004 \text{ g}$.

C. Faux. La sédimentation correspond à un phénomène de migration.

D. Faux. $VS = S \times \omega^2 \times r = 800.10^{-13} \times 1047,2^2 \times 0,17 = 1,49.10^{-5} \text{ m. s}^{-1} = 5,37 \text{ cm. h}^{-1}$. Au bout d'une heure, toutes les particules n'auront pas atteint le culot du tube.

E. Faux. De même, $5,37 \times 1,5 = 8,05 \text{ cm} < 9 \text{ cm}$.

QCM n°8: A, B, D.

A. **Vrai.** $\gamma = \omega^2 \times r \rightarrow \omega = \sqrt{\frac{\gamma}{r}} = \sqrt{\frac{1.8 \times 10^4 \times 9,81}{20 \times 10^{-2}}} = 90\sqrt{109} \text{ rad. s}^{-1} = 939,63 \text{ rad. s}^{-1} =$
 $\frac{90\sqrt{109} \times 180}{\pi} \text{ degré. s}^{-1} = 53836,7^\circ. \text{ s}^{-1}$.

B. **Vrai.** Pour avoir une vitesse angulaire en nombre de tour, on divise la vitesse en rad. s^{-1} par 2π
(Un tour = $2\pi \text{ rad.}$ $\frac{90\sqrt{109}}{2\pi} = 149,5 \text{ tours. s}^{-1}$ soit $8972,8 \text{ tours. min}^{-1}$).

C. Faux. Soit la constante de diffusion $D = \frac{RT}{Nf} \rightarrow Nf = \frac{RT}{D}$. $VS = \frac{M \times \gamma}{Nf} \left(1 - \frac{\rho'}{\rho}\right) \rightarrow M = \frac{VS \times Nf}{\gamma \left(1 - \frac{\rho'}{\rho}\right)} =$
 $\frac{VS \times RT}{\gamma \times D \times \left(1 - \frac{\rho'}{\rho}\right)} = \frac{6.5 \times 10^{-8} \times 8,31 \times 303}{1.8 \times 10^4 \times 9,81 \times 6.5 \times 10^{-11} \times \left(1 - \frac{1000}{1350}\right)} = 55 \text{ kg. mol}^{-1}$. Notons que $\rho' = \text{solution} =$
 1000 kg. m^{-3} et $\rho = \text{particule}$.

D. **Vrai.** Cf item D.

E. Faux. Attention aux unités, $1 \text{ Sv} = 10^{-13} \text{ s}$.

QCM n°9 : D

A. Faux. À l'entrée du capillaire la pression osmotique est inférieure à la pression hydrostatique, ce qui explique le flux sortant convectif du plasma vers le milieu interstitiel.

B. Faux. C'est le plasma qui contient la majorité des protéines en solution.

C. Faux. Attention c'est un flux entrant diffusif.

D. **Vrai.** On parle ici du flux hydrostatique (convectif), à la fin du capillaire on a le flux hydrostatique qui est inférieur au flux oncotique.

E. Faux. Une augmentation de la protéinémie entraîne une augmentation de la pression oncotique, donc du flux rentrant, il y a alors déshydratation.

QCM n°10 : A, D, E.

A. **Vrai.** La pression oncotique est calculée grâce à la loi de Van't Hoff : $\Delta\pi = RT\Delta\omega = 8,31 \times 310 \times 2 =$
 $5152 \text{ Pa} = 38,6 \text{ mmHg}$ (pour passer de Pascals à des mmHg on divise par 133,4).

B. Faux. La différence de pression osmotique, liée à la différence entre les osmolarités de part et d'autre de la membrane du capillaire, engendre un flux diffusif entrant dans celui-ci : l'osmolarité est plus grande dans le capillaire du fait de la présence de nombreuses macromolécules non diffusibles comme l'albumine.

C. Faux. Elle entraîne un flux diffusif entrant dans le capillaire (osmolarité dans le capillaire > osmolarité dans le milieu extracellulaire).

D. **Vrai.**

E. **Vrai.**

QCM n°11 : C

- A. Faux. Formule du flux : $Jv = \frac{Pe \times Ve}{RT} \times (\Delta P - \Delta \pi) = \frac{4 \times 10^{-4} \times 18.1 \times 10^{-6}}{8.31 \times 310} \times (5603 - 5152) = 1.27 \times 10^{-9} \text{ m.s}^{-1}$
- B. Faux. $Jv = \frac{Pe \times Ve}{RT} \times (\Delta P \times \Delta \pi) = \frac{4 \times 10^{-4} \times 18.1 \times 10^{-6}}{8.31 \times 310} \times (1600,8 - 5152) = -9.98 \times 10^{-9} \text{ m.s}^{-1}$. // \ Mettre les pressions en Pascal (unité SI) ou alors ne pas oublier de multiplier la formule par 133.4 si utilisation des millimètres de mercure.
- C. **Vrai.**
- D. Faux. Le glucose sera emporté par le flux d'eau. C'est ce que l'on appelle le transport convectif de soluté. Le débit convectif Jc de soluté s'exprime : $Jc = T \times Ci \times Jv$ avec T la transmittance (capacité de la membrane à laisser passer le soluté). Ainsi $Jc = 0.8 \times \frac{0.9}{180} \times 10^3 \times 1.27 \times 10^{-9} = 5 \times 10^{-9} \text{ mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$
- E. Faux.

QCM n°12 : A, C, E

- A. **Vrai.** Le CaCl_2 se dissocie pour donner $\text{Ca}^{2+} + 2\text{Cl}^-$. L'osmolarité est donc de $3C_0 = 75 \text{ mmol.L}^{-1}$. La solution est hypotonique par rapport au globule rouge.
- B. Faux. A cause de la différence d'osmolarité, il va y avoir apparition d'un flux diffusif entrant d'eau vers l'intérieur du globule rouge tendant à équilibrer les osmolarités, ce qui va faire augmenter le volume du globule rouge.
- C. **Vrai.** L'excès de pression hydrostatique à l'intérieur du globule rouge, dû à la tension superficielle de sa membrane, entraîne l'apparition d'un flux convectif sortant d'eau.
- D. Faux. $\Delta \pi = R \times T \times \Delta \omega = 8,31 \times 300 \times (300 - 75) = 561 \text{ kPa} = 4205 \text{ mmHg}$. Attention dans ces calculs simples avec les unités : osmolarités toujours en mol.m^{-3} (= mmol.L^{-1}).
- E. **Vrai.** Le KCl se dissocie pour donner $\text{K}^+ + \text{Cl}^-$. L'osmolarité est donc de $2C_0 = 50 \text{ mmol.L}^{-1}$. La solution est encore plus hypotonique et le risque d'hémolyse augmente avec une différence de pression qui augmente.

QCM n°13 : D, E

- A. Faux. La masse molaire du glucose est supérieure au point de coupure, il ne peut donc pas franchir la membrane.
- B. Faux. Le glucose ne pouvant pas franchir la membrane, il y a apparition d'une différence d'osmolarité entraînant une pression osmotique. Il y a alors apparition d'un flux diffusif de solvant de 2 (plus faible osmolarité) vers 1 (plus forte osmolarité). Le Na^+ et le Cl^- diffusent, quant à eux, librement à travers la membrane donc ils n'interviennent pas dans le processus.
- C. Faux. Il ne faut pas oublier de convertir les concentrations en unité SI (mol.m^{-3}). $\Delta \pi = R \times T \times \Delta \omega = 8,31 \times 298 \times 3 = 7429,14 \text{ Pa}$. En effet $C(\text{glc}) = \frac{m}{M.V} = \frac{0,27}{180 \times 0,5} = 3.10^{-3} \text{ mmol.L}^{-1} = 3 \text{ mol.m}^{-3}$.
- D. **Vrai.** $\frac{7,43.10^3}{133,4} = 55,69 \text{ mmHg}$.
- E. **Vrai.** D'après la loi de Pascal, $\Delta P = \rho \times g \times \Delta h = \Delta \pi$. D'où $\Delta h = \frac{\Delta \pi}{\rho \times g} = \frac{7429,14}{1000 \times 9,81} = 0,757 \text{ m}$.

QCM n°14 : B, D.

- A. Faux. On utilise la loi de Van't Hoff : $\Delta \pi = RT \Delta \omega = 8.31 \times 303 \times (260 - 2 \times 75) = 276972 \text{ Pa} = 277 \text{ kPa}$. Remarque : une osmolarité en mmol.L^{-1} = une osmolarité en mol.m^{-3} , ne pas oublier d'utiliser le système international.
- B. **Vrai.** $\Delta \pi = 276972 \text{ Pa} = \frac{276972}{133.4} \text{ mmHg} = 2076 \text{ mmHg}$.
- C. Faux. Le flux d'eau est la conséquence de la différence de pression osmotique. Ce flux entrant dans le globule rouge va diminuer son osmolarité afin que la différence de pression osmotique des deux côtés de la membrane soit nulle. En effet, le GR présente une concentration de 260 mmol.L^{-1} tandis que la solution est à 150 mmol.L^{-1} et le flux de solvant est toujours dirigé vers le compartiment le plus concentré « pour le diluer ».
- D. **Vrai.** On va utiliser le théorème de Laplace : $\Delta P = T_s \times \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)$. Dans une sphère, $r_1 = r_2$ ainsi $\Delta P = \frac{2T_s}{r} \rightarrow T_s = \frac{\Delta P \times r}{2} = \frac{276972 \times 4 \times 10^{-6}}{2} = 0.55 \text{ N.m}^{-1}$.

E. Faux. Si l'osmolarité de la solution est augmentée et devient supérieure à celle du GR, on observera un flux sortant du GR et donc une diminution de son diamètre.

QCM n°15 : F.

- A. Faux. Une solution isotonique est une solution qui a la même osmolarité. Il n'y aura pas de flux d'eau, le GR sera biconcave, sa forme normale. Par exemple, le plasma d'un individu en bonne santé est une solution isotonique pour le globule rouge.
- B. Faux. Une solution hypotonique est une solution dont l'osmolarité est inférieure à celle du globule rouge. La nature tend toujours vers un équilibre, ainsi les concentrations des deux côtés de la membrane du globule rouge vont s'équilibrer. On aura donc un flux d'eau du compartiment le moins concentré vers le plus concentré pour diluer ce dernier. Dans ce cas précis, on aura un flux entrant d'eau dans le globule rouge.
- C. Faux. Attention, on aura bien un flux entrant (Cf item précédent) mais c'est un flux diffusif. On observera au bout d'un certain temps un flux CONVECTIF SORTANT d'eau, résultat de l'opposition entre la pression hydrostatique et la tension superficielle de la membrane.
- D. Faux. La solution perfusée au patient est une solution hypertonique par rapport au globule rouge qui a une osmolarité de 300 mmol.L⁻¹. Il y aura un flux sortant d'eau, la taille du GR diminuera et il y aura risque de plasmolyse.
- E. Faux. Il devra perfuser avec une solution hypotonique pour équilibrer l'osmolarité du plasma avec celle du GR.