



TUTORAT UE 3b 2015-2016 – Biophysique

CORRECTION Séance n°6 – Semaine du 07/03/2016

Transports membranaires (3° partie) Professeur Kotzki

QCM n°1 : B, C, E

- A. Faux. Les constantes de vitesse s'expriment en s^{-1} .
 B. **Vrai.**
 C. **Vrai.** On appelle constante de vitesse k_{01} le taux de transport (s^{-1}) de la substance du compartiment 1 vers l'extérieur (compartiment 0).
 D. Faux. La clairance correspond à un volume dV épuré de la substance S pendant un temps dt . Elle s'exprime donc en $m^3 \cdot s^{-1}$.
 E. **Vrai.** Un d'entrée, un de sortie et deux d'échange entre les deux compartiments.

QCM n°2 : A, B, E

A. **Vrai.** $V_G = V_{G\text{prélevé}} \times \frac{A_0}{a_0}$

! ! \ Le volume prélevé indiqué dans l'énoncé correspond à du sang total, il faut donc, dans un premier temps, trouver le volume globulaire prélevé en passant par l'hématocrite.

$H = \frac{VG\text{prélevé}}{VTOT\text{prélevé}}$ donc $V_{G\text{prélevé}} = H \times V_{TOT\text{prélevé}} = 0,47 \times 8 = 3,76 \text{ mL}$

$VG = VG\text{prélevé} \times \frac{A_0}{a_0} = 3,76 \times \frac{135}{212,4 \cdot 10^{-3}} = 2390 \text{ mL} = 2,4 \text{ L}$. Avec $a_0 = 5,74 \times 37 \cdot 10^{-3} \text{ MBq}$

B. **Vrai.** $VG = \frac{VG}{m} = \frac{2390}{71} = 33,66 \text{ mL/kg}$.

C. Faux. $H = \frac{VG}{VG+VP}$ donc $VP = \left(\frac{1}{H} - 1\right) \times VG = \frac{1-H}{H} \times VG = \frac{1-0,47}{0,47} \times 2390 = 2695 \text{ mL} = 2,7 \text{ L}$.

D. Faux. $VP = \frac{VP}{m} = \frac{2695}{71} = 37,96 \text{ mL/kg}$.

E. **Vrai.** $VTOT = VP + VG = 2390 + 2695 = 5085 \text{ mL}$.

QCM n°3 : B, D

- A. Faux. La courbe n°1 correspond à la partie linéaire de la courbe 3 et donc, à la phase d'élimination.
 B. **Vrai.** Pour un temps (t) grand, la décroissance de la courbe 3 est déterminée uniquement par l'élimination donc $C(t) = A \times e^{(-\alpha \times t)}$; $\alpha = -\frac{\ln\left(\frac{C(t)}{A}\right)}{t}$. Pour déterminer la valeur de A, on prolonge la pente linéaire de la courbe 3 et on lit la valeur correspondante sur l'axe des ordonnées à l'origine. Ici A vaut $100 \text{ mmol} \cdot L^{-1}$. On choisit un temps grand où les courbes 1 et 3 se superposent par exemple 2,5 h.

On remplace dans l'équation : $\alpha = -\frac{\ln\left(\frac{C(t)}{A}\right)}{t} = -\frac{\ln\left(\frac{60}{100}\right)}{2,5} = 0,204 \text{ h}^{-1}$.

On peut prendre un temps de 1,75 correspondant à une concentration de $70 \text{ mmol} \cdot L^{-1}$

On remplace dans l'équation : $\alpha = -\frac{\ln\left(\frac{C(t)}{A}\right)}{t} = -\frac{\ln\left(\frac{70}{100}\right)}{1,75} = 0,204 \text{ h}^{-1}$

- C. Faux. La concentration initiale $C_0 = A + B = 100 + 80 = 180 \text{ mmol} \cdot L^{-1}$. A et B sont déterminés par lecture graphique sur l'axe des ordonnées. Attention le papier utilisé est du papier semi-log donc la première graduation à partir de 10^2 sur l'axe des ordonnées vaut 200 et pas 110.

D. **Vrai.** On peut calculer β grâce à l'équation $C_2(t') = B \times e^{(-\beta \times t')}$, il suffit de fixer un temps t' et lire sa valeur correspondante en ordonnées pour déterminer C_2 . Pour un temps $t' = 1$ h et une valeur $C_2(1h) = 4 \text{ mmol.L}^{-1}$ déterminés par lecture graphique :

$$C_2(t') = B \times e^{(-\beta \times t')}; \beta = -\frac{\ln\left(\frac{C_2(t')}{B}\right)}{t} = -\frac{\ln\left(\frac{4}{80}\right)}{1} = 2,99 \text{ h}^{-1}.$$

Pour un temps $t' = 2$ h et une valeur $C_2(2) = 0,2 \text{ mmol.L}^{-1}$ Déterminé par lecture graphique :

$$\beta = -\frac{\ln\left(\frac{C_2(t')}{B}\right)}{t} = -\frac{\ln\left(\frac{0,2}{80}\right)}{2} = 2,99 \text{ h}^{-1}$$

E. **Faux.** La courbe 3 représente à la fois la phase de distribution (courbe 2) et la phase d'élimination (courbe 1).

QCM n°4 : A, B

A. **Vrai.** Elle peut donc s'exprimer en g, en mol ou en Bq.

B. **Vrai.**

C. **Faux.** $\frac{1}{T_{eff}} = \frac{1}{T_{phys}} + \frac{1}{T_{bio}}$

D. **Faux.** En coordonnées linéaires, le graphique est une courbe, c'est lorsqu'on passe en coordonnées semi-log ($\ln(C)$) que l'on obtient une droite de pente égale à $-\text{kel}$.

E. **Faux.** En effet, comme dans le modèle mono-compartmental ouvert, l'élimination se fait selon une exponentielle $C(t) = C_0 \cdot \exp^{-k_0 t}$ donc la courbe n'est pas linéaire (sauf dans le cas d'une représentation semi log), mais dans le modèle mono-compartmental fermé, la concentration reste constante du fait qu'il n'y a pas d'élimination.

QCM n°5 : A, C, D

A. **Vrai.** $V = v \times \frac{A_0}{a} = 3 \times 10^{-3} \times \frac{90 \times 10^6}{124 \times 10^3} = 2,18 \text{ L}$. Pour avoir le volume plasmatique en mL.kg^{-1} on multiplie V par 1000 et on divise par le poids.

$$V (\text{mL.kg}^{-1}) = v \times \frac{A_0}{a} \times \frac{1000}{p} = 3 \times 10^{-3} \times \frac{90 \times 10^6}{124 \times 10^3} \times \frac{1000}{70} = 31,1 \text{ mL.kg}^{-1}$$

B. **Faux.** $Ht = \frac{V_{GR}}{V_{tot}} = \frac{V_{GR}}{V_{GR} + V_{plasma}} \Leftrightarrow V_{GR} = \frac{Ht \times V_p}{1 - Ht} = \frac{0,48 \times 2,18}{1 - 0,48} = 2,01 \text{ L}$.

C. **Vrai.** pour avoir le volume globulaire en mL.kg^{-1} on multiplie V_{GR} par 1000 et on divise par le poids.
 $V_{GR} = 2,01 \text{ L} = 2,01 \times \frac{1000}{70} = 28,71 \text{ mL.kg}^{-1}$

D. **Vrai.** $V_{tot} = V_{GR} + V_{plasma} = 2,18 + 2,01 = 4,19 \text{ L} = 59,81 \text{ mL.kg}^{-1}$.

E. **Faux.** Quand on a un syndrome néphrotique, l'albumine marquée au ^{99m}Tc fuit dans les urines. Ici les volumes plasmatique et globulaire sont estimés grâce au modèle mono-compartmental fermé. L'ouverture du compartiment vers l'extérieur faussera les volumes obtenus.

QCM n°6 : A, C, D, E

A. **Vrai.** La courbe de fixation qui permet l'étude de la fonction thyroïdienne est composée de deux phases. Une phase de captation qui permet le diagnostic de dysthyroïdies et une phase d'élimination qui permet le calcul de dose et la surveillance des patients en radiothérapie à l'iode 131.

B. **Faux.** $Ft = 100 \times \left(\frac{A_{th}}{A_{seringue}}\right)$; $A_{seringue}(24h) = 100 \times \left(\frac{A_{th}}{F(24h)}\right) = 100 \times \left(12 \times \frac{10^6}{13}\right) = 92,3 \text{ MBq}$. Mais il nous faut maintenant évaluer l'activité initiale de la seringue, c'est à dire 24h avant: $A_{+24h} = A_{Se} \cdot e^{-\lambda \times t}$ donc $A_{seringue} = \frac{A_{+24h}}{e^{-\frac{\ln(2)}{T_{physique}} \times t}} = \frac{92,3}{e^{-\frac{\ln(2)}{8 \times 24} \times 24}} = 100,7 \text{ MBq}$.

C. **Vrai.** La période effective est égale au temps pour lequel la fixation est divisé par deux après le pic de fixation c'est-à-dire qu'il faut soustraire à cette durée qu'il faut pour obtenir une fixation maximale.
 $T_{eff} = 74 - 24 = 50 \text{ h}$.

D. **Vrai.** $T_{phy} = 8 \times 24 \times 60 = 11520 \text{ min} = 192 \text{ h}$.

E. **Vrai.** $\frac{1}{T_{eff}} = \frac{1}{T_{bio}} + \frac{1}{T_{phy}}$; $T_{bio} = \frac{1}{\frac{1}{T_{eff}} - \frac{1}{T_{phy}}} = \frac{1}{\frac{1}{50} - \frac{1}{192}} = 67,61 \text{ h} = 67 \text{ h et } 36,34 \text{ min}$.

QCM n°7 : A, B, E

- A. **Vrai.** Nous sommes en présence de deux compartiments ouverts constitués de deux compartiments communiquant entre eux par des échanges bidirectionnels ; le premier recevant l'injection du radiotraceur tout en assurant son élimination vers le milieu extérieur.
- B. **Vrai.** $\alpha = \frac{\ln(2)}{\frac{T_{1/2}}{2}(\alpha)} = \frac{\ln(2)}{3,46} = 0,2 \text{ h}^{-1}$
- C. **Faux.** Elle est modélisée par la droite ayant la pente (en valeur absolue la plus faible).
- D. **Faux.** $C_0 = A + B = 115 + 90 = 205 \text{ mg.L}^{-1}$.
- E. **Vrai.** $C(t) = A.e^{-\alpha t} + B.e^{-\beta t} = 115 \times e^{-0,2 \times 0,5} + 90 \times e^{-0,5 \times 0,5} = 174 \text{ mg.L}^{-1}$.

QCM n°8 : B, C, E

- A. **Faux.** $ke = \frac{\ln(2)}{T_{1/2}} = \frac{\ln(2)}{3,67} = 0,189 \text{ h}^{-1} = 5,25 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1}$.
- B. **Vrai.** $Cl = Ke \times V = 5,25 \cdot 10^{-5} \times 5 = 2,63 \cdot 10^{-4} \text{ L.s}^{-1}$.
- C. **Vrai.** Le médicament est considéré comme totalement éliminé au bout de 5 demi-vies.
 $5 \times T_{1/2} = 5 \times 3,67 = 18,33 \text{ h}$. Soit 18h et 20 min.
- D. **Faux.** $C(t) = C(0) \times e^{-ke \times t} = 0,055 \cdot 10^3 \times e^{-0,189 \times 8} = 12 \text{ mg.L}^{-1}$.
- E. **Vrai.** $m = C \times V = 0,055 \cdot 10^3 \times 5 = 275 \text{ mg}$.

QCM n°9 : A, C

- A. **Vrai.** Plus précisément, la clairance est un volume épuré par unité de temps.
- B. **Faux.** $Cl = \frac{S_0}{ASC} = \frac{8 \times 40}{4800} = 0,067 \text{ L.min}^{-1}$.
- C. **Vrai.** $ke = \frac{\ln(a_1) - \ln(a_2)}{t_2 - t_1} = \frac{\ln(\frac{a_1}{a_2})}{t_2 - t_1} = \frac{\ln(1,8)}{60 - 30} = 0,0196 \text{ min}^{-1} = 1,17 \text{ h}^{-1}$
 $T = \frac{\ln(2)}{ke} = \frac{\ln(2) \times \frac{30}{60}}{\ln(1,8)} = 0,590 \text{ h}$.
- D. **Faux.** $Cl = ke \times V$ donc $V = \frac{Cl}{ke} = \frac{0,067 \times 30}{\ln(1,8)} = 3,40 \text{ L}$.
- E. **Faux.** $C_0 = \frac{m}{V} = \frac{8 \times 40}{3,42} = 94,05 \text{ mg/L}$ ou $C_0 = k_{el} \cdot ASC = 0,0196 \times 4800 = 94,08 \text{ mg/L}$

QCM n°10 : A, C, D

- A. **Vrai.** On commence tout d'abord par calculer la constante d'élimination k_{el} : $k_{el} = \frac{\ln a_1 - \ln a_2}{t_2 - t_1} = \frac{\ln 3 \cdot 10^4 - \ln 1 \cdot 10^4}{60 - 30} = 0,0366 \text{ min}^{-1}$
Ensuite on calcule a_0 , l'activité qu'on mesurerait à t_0 : $a_0 = e^{\ln a_1 + k_{el} \cdot (t_1 - t_0)} = e^{\ln 3 \cdot 10^4 + \frac{\ln 3 \cdot 10^4 - \ln 1 \cdot 10^4}{60 - 30} \cdot (30 - 0)} = 90000 \text{ cps/mL}$. On peut aussi directement utiliser $a_0 = \frac{a_1}{e^{-k_{el} t_1}}$.
- Enfin on peut calculer le volume plasmatique V : $V = v \times \frac{A_0}{a_0} = 1 \times \frac{2,7 \cdot 10^8}{90000} = 3000 \text{ mL} = 3 \text{ L}$.
- B. **Faux.** $k_{el} = \frac{\ln a_1 - \ln a_2}{t_2 - t_1} = \frac{\ln 3 \cdot 10^4 - \ln 1 \cdot 10^4}{60 - 30} = 0,0366 \text{ min}^{-1} = 2,197 \text{ h}^{-1}$.
- C. **Vrai.** Cf. item B.
- D. **Vrai.** $Cl = k_{el} \times V = \frac{\ln 3 \cdot 10^4 - \ln 1 \cdot 10^4}{60 - 30} \times 3000 = 109,86 \text{ mL.min}^{-1}$.
- E. **Faux.** La clairance du patient se situe dans l'intervalle de normalité de la clairance qui est de [90 ; 140] mL.min⁻¹.

QCM n°11 : A, C

- A. **Vrai.**
- B. **Faux.** La diminution du diamètre de la fibre entraîne une augmentation de la résistance du milieu intracellulaire et, par ce biais, une diminution de la vitesse.

- C. **Vrai.** La propagation, pour une fibre non myélinisée, se fait de proche en proche (la vitesse de conduction est comprise entre $0,1 \text{ m.s}^{-1}$ et 10 m.s^{-1}), tandis que la propagation, pour une fibre myélinisée est saltatoire (la vitesse de conduction est supérieure à 10 m.s^{-1}).
- D. **Faux.** Le temps nécessaire est donné par la relation $\frac{D}{c}$ avec D la distance AB et c la vitesse du potentiel d'action. La myéline est isolante, les ions ne peuvent passer qu'au niveau des nœuds de Ranvier.
- E. **Faux.** Si $l \geq D$ alors le tracé obtenu correspond à une onde biphasique.

QCM n°12 : A, D, E

- A. **Vrai.**
- B. **Faux.** En effet, au départ, il y a bien une inégalité des concentrations de part et d'autre de la membrane pour tous les ions, mais l'équilibre de Donnan, lui n'existe que pour les ions Cl^- (soumis à la loi de Nernst car la ddp permanente entretenue par les ATPases Na^+/K^+ de cette cellule excitable. Les ions K^+ et Na^+ obéissent à la loi de Goldman.
- C. **Faux.** La concentration en ion Na^+ est plus importante à l'extérieur de la cellule, le flux diffusif sera donc orienté vers l'intérieur de la cellule. De même, la partie interne de la membrane est chargée négativement, le flux électrique sera donc aussi orienté vers l'intérieur de la cellule.
- D. **Vrai.** Schématiquement, les flux diffusif et électrique sont orientés en sens inverse. De manière plus précise, le sens et l'amplitude du gradient électrochimique (gradient de concentration + gradient électrique) seront donnés en comparant le potentiel de membrane mesuré à un instant donné au potentiel d'équilibre de l'ion donné. Le potentiel d'équilibre d'un ion est la ddp qu'il faudrait appliquer de part et d'autre de la membrane pour que le gradient électrique de cet ion s'oppose très exactement en direction, en sens et en amplitude à son gradient de concentration, chaque ion étant pris séparément. Autrement dit, au potentiel d'équilibre d'un ion donné, le flux net est nul. Ce potentiel d'équilibre (E_{ion}) est = à $\frac{R.T}{zF} \ln \frac{[\text{ion}]_e}{[\text{ion}]_i}$. Si $V_m = E_{\text{ion}}$ alors le flux net de cet ion est nul ; si V_m diffère de V_{ion} , il existe alors un flux de sens et d'amplitude tels qu'ils permettraient au potentiel de membrane, s'il était libre de varier, de tendre vers la valeur du potentiel d'équilibre de cet ion
- E. **Vrai.**

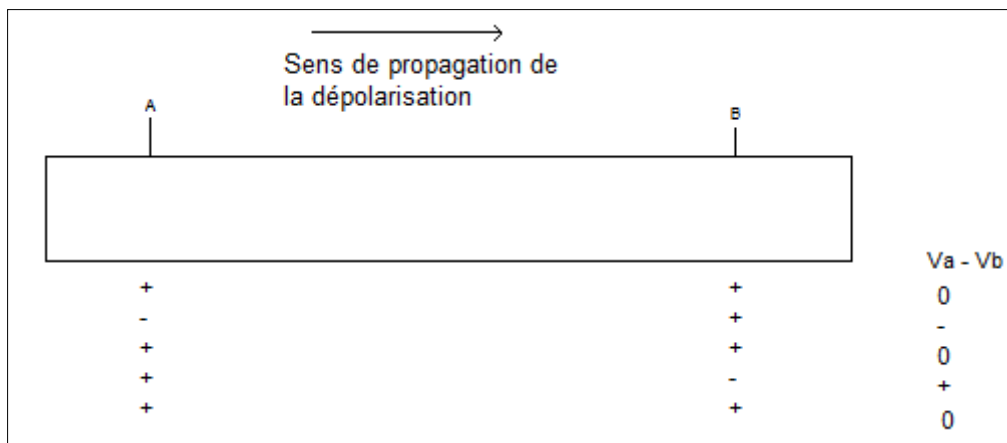
QCM n°13 : D

- A. **Faux.** $\Delta E_{\text{SEUIL}} = R.I_{RH}$ donc $I_{rh} = \frac{\Delta E_{\text{seuil}}}{R} = \frac{-52.10^{-3} + 70.10^{-3}}{3500} = 5,14.10^{-6} \text{ A} = 5,14 \mu\text{A}$.
- B. **Faux.** La chronaxie est la durée de latence entre l'application d'un courant **double** de la rhéobase et le potentiel d'action, or $10 \mu\text{A}$ est bien égal au double de la rhéobase donc $t_c = 10 \text{ ms}$.
- C. **Faux.**
- D. **Vrai.** $T_c = RC \ln(2)$ donc $C = \frac{t_c}{R \ln(2)} = \frac{10.10^{-3}}{3500 \cdot \ln(2)} = 4,12 \times 10^{-6} \text{ F} = 4,12 \mu\text{F.cm}^{-2}$.
- E. **Faux.** $\Delta E = RI(1 - e^{-t/RC})$

$$\Delta E = 3500 \times 15.10^{-6} \times (1 - e^{\frac{-5 \times 10^{-3}}{3500 \times 4,12 \times 10^{-6}}}) = 0,015 \text{ V} = 15 \text{ mV} < 18 \text{ mV}, \text{ donc insuffisant.}$$

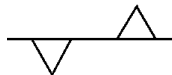
QCM n°14 : A, C, E

- A. **Vrai.** La distance occupée par la dépolarisation vaut $6 \times 5.10^{-3} = 3 \text{ cm}$. Donc si les électrodes sont séparées de plus de 3 cm on obtiendra deux ondes monophasique puisque lorsque la dépolarisation aura dépassé la première électrode, pendant un laps de temps les deux électrodes mesureront un potentiel de membrane identique (potentiel de repos) d'où un ddp = 0 mV sur le tracé durant ce même laps de temps.
- B. **Faux.** La distance occupée par le potentiel de pointe (l) est de $6 \times 3.10^{-3} = 1,8 \text{ cm}$, la distance entre les deux électrodes étant supérieure ($D=3 \text{ cm}$ donc $D>l$), on obtiendra un tracé correspondant à 2 ondes monophasiques.

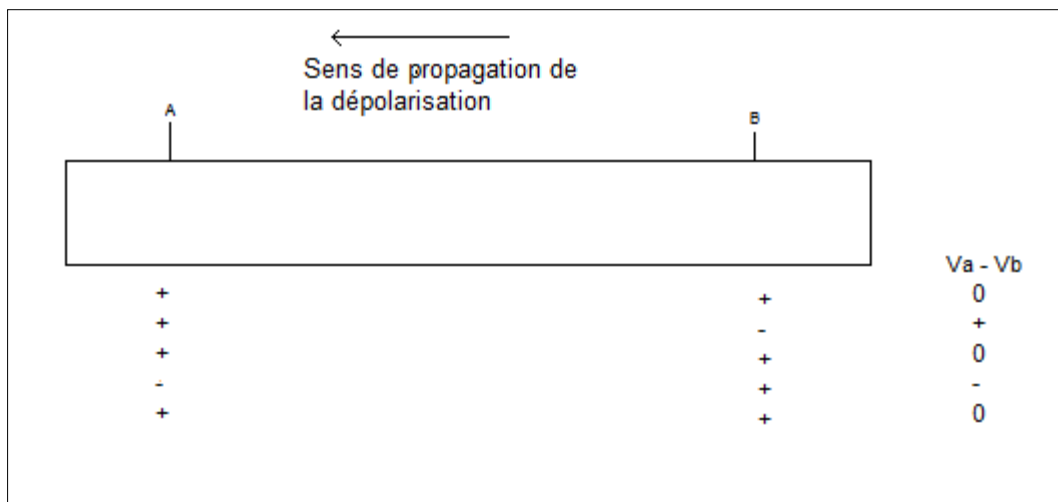


On obtient donc le tracé suivant :

C. **Vrai.** Cf. item B.

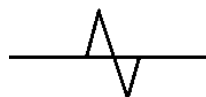


D. Faux. La distance occupée par le potentiel de pointe est de $6 \times 3.10^{-3} = 1,8$ cm, la distance entre les deux électrodes étant inférieure, on obtiendra un tracé correspondant à une onde biphasique



On obtient donc le tracé suivant :

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



QCM n°15 : D

- A. Faux. Pour calculer le potentiel de repos on utilise la loi de Goldman dont l'expression simplifiée ressemble à la loi de Nernst.
- B. Faux. Durant la phase de pré-potentiel, la porte interne d'inactivation intracellulaire des canaux sodiques voltage dépendants reste ouverte. En revanche, la porte externe d'activation extracellulaire est fermée.
- C. Faux. L'ouverture rapide des canaux sodium voltage dépendants survient après avoir atteint le potentiel seuil de dépolarisation qui aboutit au potentiel de pointe.
- D. **Vrai.** Mais le pré-potentiel est largement inférieur à celui du potentiel d'action, à peine visible sur la courbe de la dépolarisation.
- E. Faux. C'est l'inverse. $D \ll I$ car la dépolarisation est longue (plateau de dépolarisation) pour une cellule myocardique.