



TUTORAT UE 3b 2014-2015 - Biophysique

CORRECTION Séance n°6 – Semaine du 09/03/15

Transports membranaires 3^e partie Pr. Kotzki

QCM n°1 : C

- A. Faux. Il existe une relation linéaire entre flux et concentration pour les transports passifs et non pour les transports actifs et facilités : $J_s = B S C_i$.
- B. Faux. Le transport de glucose à travers la membrane des hématies se fait selon le gradient de concentration, mais il s'agit bien d'un transport facilité.
- C. **Vrai.** On parle de cinétique de type enzymatique.
- D. Faux. Les aquaporines sont des transporteurs facilitant le transfert de l'eau à travers la membrane rénale, il s'agit donc d'un transport facilité et non d'une diffusion.
- E. Faux. L'ATPase Na^+/K^+ permet d'échanger 3 Na^+ contre 2 K^+ .

QCM n°2 : B, D

- A. Faux. Les Glut comme les aquaporines assurent un transport facilité de molécules : contrairement aux transports actifs, il n'y a pas de source extérieure d'énergie.
- B. **Vrai.** Les transports facilités comportent une partie linéaire assurant un flux environ cinq fois supérieur à celui assuré par la diffusion, puis il a un phénomène de saturation sur les molécules de transport face à la quantité de substrat à transporter.
- C. Faux. La différence de potentiel générée est permanente car les transports actifs assurent un transport de matière en sens inverse du gradient de concentration, ce qui fait que les inégalités de concentrations perdurent, et donc la différence de potentiel aussi.
- D. **Vrai.** C'est le cas de la pompe Na^+/K^+ ATPase.
- E. Faux. Il manque la constante de couplage $r = 3/2$ liée au fait que les pompes font passer 3 Na^+ hors de la cellule et 2 K^+ dans la cellule. $V_1 - V_2 = -\frac{RT}{zF} \cdot \ln \frac{u\text{Na}^+ \cdot [\text{Na}^+]_1 + r \cdot u\text{K}^+ \cdot [\text{K}^+]_1}{u\text{Na}^+ \cdot [\text{Na}^+]_2 + r \cdot u\text{K}^+ \cdot [\text{K}^+]_2}$.

QCM n°3 : A, E

- A. **Vrai.** Il existe un compartiment pour chaque état de la substance : extracellulaire \neq intracellulaire non métabolisé \neq intracellulaire métabolisé.
- B. Faux. K_{ij} représente le taux de transfert (en s^{-1}) de j vers i.
- C. Faux. Un modèle monocompartimental fermé signifie qu'il n'y a pas d'élimination de matière vers l'extérieur. Ainsi la concentration dans le compartiment reste constante.
- D. Faux. Il s'agit d'une décroissance : la pente est donc négative et vaut $-k_{el}$.
- E. **Vrai.** La clairance correspond au volume de sang épuré d'une substance pendant un certain temps. Elle s'exprime en $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ($\text{L}^3 \cdot \text{T}^{-1}$)

QCM n°4 : B, C, E

- A. Faux. $V_G = V_{\text{globulaire prélevé}} \times \frac{A_0}{a}$ or hémocrite = $\frac{V_{\text{globulaire}}}{V_{\text{sanguin total}}}$
et donc $V_G = \text{Ht} \times V_{\text{sang total prélevé}} \times \frac{A_0}{a} = 0,46 \times 5 \cdot 10^{-3} \times \frac{120}{5 \times 0,037} = 1,49 \text{ L}$ soit 24,9 mL/kg
(car $m = 60\text{kg}$)
- B. **Vrai.** Cf item A

C. **Vrai.** $V_{\text{plasmatique}} = (1 - Ht) \times V \text{ sanguin total} = (1 - Ht) \times \frac{V_G}{Ht} = \frac{0,54}{0,46} \times 1,49 = 1,75 \text{ L}$ soit 29 mL/kg.

D. Faux.

E. **Vrai.** $V_{\text{total}} = V_G + V_{\text{Plasmatique}} = 3,24 \text{ L}$ soit 54 mL/kg.

QCM n° 5 : F

A. Faux. On note $S_1 = 200\text{g}$; $S_2 = 20\text{g}$; $t_1 = 20 \text{ min}$; $t_2 = 2\text{h}$

$$K_{el} = \frac{\ln(S_1) - \ln(S_2)}{t_2 - t_1} = \frac{\ln(200) - \ln(20)}{120 - 20} = 0,023 \text{ min}^{-1}$$

Si on veut en s^{-1} on divise par 60 : on obtient $3,84 \cdot 10^{-4} s^{-1}$

Si on veut en h^{-1} on multiplie par 60 : on obtient $1,38 h^{-1}$

B. Faux. $Cl = K_{el} \cdot V = 1,38 \times 2 = 2,76 \text{ L/h}$ soit divisé par 60 $\rightarrow 46 \text{ mL/min}$.

C. Faux. $T_{1/2} = \frac{\ln 2}{K_{el}} = \frac{\ln 2}{3,84 \cdot 10^{-4}} = 1806 \text{ s}$ soit divisé par 60 : 30 min.

D. Faux. $K_{el} = \frac{\ln(S_0) - \ln(S_1)}{t_1 - t_0} \leftrightarrow \ln(S_0) = \ln(S_1) + K_{el} \cdot t_1$

$$\leftrightarrow S_0 = e^{\ln(S_1) + K_{el} \cdot t_1} = e^{\ln(200) + 0,023 \times 20} = 316,98 \text{ g}$$
 ajoutés à un volume de 2L donc on a 158,49 g/L.

E. Faux. Deux possibilités pour le calcul :

1) $C(t) = C_0 \cdot e^{-K_{el} \cdot t} = 158,49 \cdot e^{-0,023 \times 140} = 6,31 \text{ g/L}$ soit 12,62 g pour les 2L du compartiment.

2) $\ln(S_3) = \ln(S_2) - K_{el} \times t \leftrightarrow S_3 = e^{\ln(S_2) - K_{el} \times t} = e^{\ln(20) - 0,023 \times 20} = 12,62 \text{ g}$.

QCM n° 6 : A, C, D

A. **Vrai.** ^{51}Cr - EDTA plasmatique totalement filtré par le glomérule rénal

\rightarrow élimination modélisée par un modèle compartimental ouvert

\rightarrow loi de décroissance $a = a_0 e^{-kel \cdot t}$

$\rightarrow kel = \frac{\ln(58900) - \ln(16272)}{120 - 60} = 0,02144 \text{ min}^{-1}$.

B. Faux. $\ln a(t) = \ln a_0 e^{-kel \cdot t} \rightarrow \ln a_0 = \ln a(t) + kel \cdot t \rightarrow \ln a_0 = \ln(58900) + 0,02144 \times 60$
 $\rightarrow a_0 = 213201,20 \text{ Bq} \cdot \text{mL}^{-1}$

C. **Vrai.** $T_{1/2} = \frac{\ln(2)}{k} = 32,33 \text{ min}$.

D. **Vrai.** $a_0 (\text{Bq} \cdot \text{mL}^{-1}) = \frac{A_0}{V}$ donc $V = \frac{A_0}{a_0} = \frac{500000000}{213201,2} = 2345 \text{ mL}$ soit 2,345 L (car on utilise $v = 1 \text{ mL}$).

E. Faux. $Cl = kel \cdot V = 0,02144 \times 2345 = 50,3 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$

QCM n°7 : A, B, E

A. **Vrai.**

Nous cherchons à connaître le volume globulaire (v_G) présent dans le volume sanguin prélevé (v) :

$$v_G = Ht \times v = 0,62 \times 4 \cdot 10^{-3} = 2,48 \text{ mL}$$
 avec Ht, l'hématocrite.

B. **Vrai.** L'activité spécifique du compartiment globulaire est proportionnelle à l'activité spécifique du volume globulaire prélevé. Ainsi, comme le prélèvement est un prélèvement sanguin, il faut penser à

utiliser l'hématocrite : donc $V_G = Ht \cdot v \cdot \frac{A_0}{A} = 0,62 \times 4 \cdot 10^{-3} \times \frac{4,5 \times 37 \cdot 10^6}{150 \cdot 10^3} = 2,75 \text{ L}$. Avec v volume

prélevé, A_0 l'activité injectée et A l'activité prélevée

Il faut également penser à convertir les mCi en Bq (1 mCi = 37 MBq). Enfin, pour avoir le volume en $\text{mL} \cdot \text{kg}^{-1}$ il faut diviser le volume obtenu par le poids de Gary (17 kg) ainsi $V_G = 162 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1}$.

C. Faux. $V_{\text{tot}} = v \cdot \frac{A_0}{A} = 4 \cdot 10^{-3} \times \frac{4,5 \times 37 \cdot 10^6}{150 \cdot 10^3} = 4,44 \text{ L}$

D. Faux. On sait que $V_{\text{TOTAL}} = V_{\text{PLASMATIQUE}} + V_{\text{GLOBULAIRE}}$

$$\text{DONC } V_{\text{PLASMATIQUE}} = V_{\text{TOTAL}} - V_{\text{GLOBULAIRE}} = 4,44 - 2,7528 = 1,6872 \text{ L}$$

E. **Vrai.** On sait que dans 8 mL, on trouve 11,6 mg de la substance X ainsi, dans 4,44 L on trouve :

$(4,44 \times 11,6 \cdot 10^{-3}) / 8 \cdot 10^{-3} = 6,438 \text{ g}$. Cette valeur est supérieure à la valeur seuil maximale donc l'enfant est à risque d'une intoxication.

QCM n°8 : F

A. Faux. On sait que la constante d'élimination est égale à $\ln(2)/T_{1/2}$. Dans le cas de ce médicament (élimination rénale uniquement, sans métabolisation), le temps de demi-vie correspond au temps biologique qui nous est ici donné (= 663 minutes). On cherche la constante d'élimination en heure

$$\text{donc } k_{el} = \frac{\ln(2)}{T_{Bio}} = \frac{\ln(2)}{663/60} = 0,063h^{-1}. \text{ Attention, l'unité est exprimée en } [T]^{-1}.$$

B. Faux. On sait que $k_{el} = \frac{\ln(a_1) - \ln(a_2)}{t_2 - t_1}$. Ainsi, on peut extraire le temps t_2 qui nous intéresse :

$$k_{el} \cdot t_2 - k_{el} \cdot t_1 = \ln(a_1) - \ln(a_2)$$

$$k_{el} \cdot t_2 = \ln(a_1) - \ln(a_2) + k_{el} \cdot t_1$$

$$t_2 = \frac{\ln(a_1) - \ln(a_2) + k_{el} \cdot t_1}{k_{el}}$$

$$t_2 = \frac{\ln(a_1) - \ln(a_2) + \frac{\ln(2)}{T_{1/2}} \cdot t_1}{\frac{\ln(2)}{T_{1/2}}} = \frac{\ln(68,44) - \ln(64,26) + \frac{\ln(2)}{663/60} \times 2}{\frac{\ln(2)}{663/60}} = 3h$$

N.B. : On a converti directement le temps biologique en heure pour avoir la réponse dans l'unité qui nous intéresse. Le deuxième prélèvement a donc lieu 3 heures **après l'injection**.

C. Faux. ATTENTION AUX UNITES !!!

$$a_0 = e^{\ln(a_1) + k_{el}(t_1 - t_0)}$$

$$a_0 = e^{\ln(a_1) + \frac{\ln(2)}{T_{1/2}} \times (t_1 - t_0)}$$

$$a_0 = e^{\ln(68,44) + \frac{\ln(2)}{663/60} \times (2-0)} = 77,6mg.L^{-1}$$

On utilise les temps en heure donc, comme pour l'item B, on peut convertir directement le temps de demi-vie (= temps biologique) en heures.

D. Faux. $V = \frac{Dose}{C_0} = \frac{360 \cdot 10^{-3}}{77,59 \cdot 10^{-3}} = 4,64L$

E. Faux. La cinétique de ce médicament suit effectivement une cinétique de type mono-compartmental ouvert. Cependant, sa constante d'élimination k_{el} se note k_{01} (déplacement de matière de l'intérieur, compartiment 1 vers l'extérieur qui correspond au « compartiment 0 »).

QCM n°9 : A, C, E

A. **Vrai**. On considère que l'élimination d'un médicament est totale au bout de 5 demi-vies, soit $5 \times 663 = 3315 \text{ min} = 55,25 \text{ h}$.

B. Faux. La clairance correspond au **volume** épuré du médicament par unité de temps.

C. **Vrai**.

$$Cl = k_{el} \times V \Leftrightarrow Cl = \frac{\ln(2)}{T_{1/2}} \times V$$

$$\Leftrightarrow Cl = \frac{\ln(2)}{663 \times 60} \times 4,64 = 0,08mL.s^{-1}$$

Pour passer de mL en L : multiplication par 10^{-3} et pour passer de s^{-1} en min^{-1} on multiplie par 60 ce qui nous donne $4,85 \cdot 10^{-3} L \cdot min^{-1}$.

D. Faux. La clairance glomérulaire correspond à la clairance de la créatinine, substance totalement filtrée et non réabsorbée par le rein. Elle permet donc d'évaluer la fonction rénale (insuffisance rénale pour une valeur inférieure à $90 mL \cdot min^{-1}$).

Attention, ici nous avons calculé la clairance propre du médicament qui correspond au volume épuré du médicament par unité de temps, celle-ci ne permet pas d'estimer la fonction rénale.

E. **Vrai.** $ASC = \frac{Dose}{Cl} = \frac{360 \cdot 10^{-3}}{0,08 \cdot 10^{-3}} = 4,5 \cdot 10^3 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}$

Ici on parle de l'ASC de la fonction C(t), ainsi pour trouver les unités de l'ASC on multiplie des g.L⁻¹ (unités de concentration) par des secondes (unité du temps).

QCM n°10 : B, D, E

A. Faux. $F_T = 100 \times \frac{A_{th}(t)}{A_0}$ donc $A_0 = 100 \times \frac{A_{th}}{F_T} = 100 \times \frac{35}{30} = 116,67 \text{ MBq}$.

B. **Vrai.** $37 \text{ MBq} \rightarrow 1 \text{ mCi}$ donc $116,67 \text{ MBq} = \frac{116,67 \times 1}{37} = 3,15 \text{ mCi}$.

C. Faux. Sa période physique est de 8 jours soit 192h.

D. **Vrai.** $T_{\text{effective}} = 120 - 35 = 85 \text{ heures}$ soit $85 \times 60 = 5100 \text{ minutes}$.

E. **Vrai.** $\frac{1}{T_{\text{eff}}} = \frac{1}{T_{\text{bio}}} + \frac{1}{T_{\text{phys}}}$ ainsi $T_{\text{bio}} = \frac{1}{\frac{1}{85} - \frac{1}{192}} = 152,5 \text{ heures}$ soit $152,5/24 = 6,36 \text{ jours}$.

QCM n°11 : A, B, C, E

A. **Vrai.** Une des exponentielles a une pente α tandis que la seconde exponentielle a une pente β .

B. **Vrai.** Attention, la phase d'élimination n'est pas forcément la phase d'élimination de l'organisme mais la phase d'élimination du compartiment thyroïdien (par exemple par re-passage dans le sang).

C. **Vrai.** Le taux de fixation se calcule par : $F(t) = \frac{A_{th}(t)}{A_s(0)} \times 100 = \frac{87}{290} \times 100 = 30$

D. Faux. Cette définition correspond à la période biologique d'élimination $T_{1/2} = \frac{\ln 2}{K_{el}}$. La période biologique est propre à chaque patient. La période effective correspond au temps nécessaire pour diviser par deux le taux maximal de fixation (ce taux maximal est généralement atteint en pratique au bout de 24h).

E. **Vrai.** $\frac{1}{T_{\text{eff}}} = \frac{1}{T_{\text{phy}}} + \frac{1}{T_{\text{bio}}} = \frac{1}{8} + \frac{1}{5,7} \Leftrightarrow T_{\text{eff}} = 3,33 \text{ jours}$ soit environ 3 jours et 8 h.

QCM n° 12 : A, E

A. **Vrai.** $V_i - V_e = \frac{-RT}{zF} \times \ln \frac{uNa^+ \times [Na^+]_i + ruK^+ \times [K^+]_i}{uNa^+ \times [Na^+]_e + ruK^+ \times [K^+]_e} = \frac{-8,31 \times 310}{96500} \times \ln \left(\frac{15 + 1,5 \times 45 \times 142}{165 + 1,5 \times 45 \times 6} \right) = -0,07538 \text{ V}$
soit - 75 mV.

B. Faux. Cf item A.

C. Faux. Il s'agit d'une membrane cellulaire au repos qui contient des pompes à Na/K. Ces pompes permettent un transport actif qui s'oppose au transfert électro-diffusif pour maintenir l'égalité des concentrations des ions de part et d'autre de la membrane ==> utilisation de Goldman avec constante de couplage r, il s'agit d'un potentiel de Goldman permanent.

D. Faux. Utilisation de Nernst car le chlore s'équilibre passivement selon le **potentiel permanent** de la membrane (imposé par Na⁺ et K⁺)

$$V_i - V_e = \frac{-RT}{zF} \times \ln \frac{[Cl^-]_i}{[Cl^-]_e} \Leftrightarrow \ln \frac{[Cl^-]_i}{[Cl^-]_e} = \frac{(V_i - V_e) \times zF}{-RT}$$

$$\Leftrightarrow [Cl^-]_e = \frac{[Cl^-]_i}{e^{\frac{(V_i - V_e) zF}{-RT}}} = \frac{5}{e^{(-0,07538 \times -1 \times 96500)/(-8,31 \times 310)}} = 84,2 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$$

E. **Vrai.**

QCM n°13 : A, C, E

- A. **Vrai.** Rhéobase : intensité la plus faible du courant pour atteindre le seuil critique (E_{seuil}).
 $E_{\text{seuil}} - E_0 = RI$ avec I : rhéobase $\Rightarrow E_{\text{seuil}} = RI + E_0 = 1500 \times 10,5 \cdot 10^{-6} - 70 \cdot 10^{-3} = -0,05425 \text{ V}$
- B. **Faux.** Provoquer une inversion de la polarisation = potentiel membranaire > 0 . Pour cela, il faut déclencher un potentiel de pointe c'est à dire atteindre le potentiel seuil, ce qui est impossible avec un courant d'intensité inférieure à la rhéobase.
- C. **Vrai.** $T = R.C.\ln(2) = 1500 \times 7 \cdot 10^{-6} \times \ln(2) = 7,28 \cdot 10^{-3} \text{ s}$.
Démonstration de la formule :
Pour la rhéobase : $\Delta E = R.I$
Pour la chronaxie : $\Delta E = R.2.I(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$
Donc $R.I = R.2.I(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$ soit $\frac{1}{2} = 1 - e^{-\frac{t}{RC}}$ donc $\frac{1}{2} = e^{-\frac{t}{RC}}$ ou $\ln\left(\frac{1}{2}\right) = -\frac{t}{RC} \leftrightarrow \frac{t}{RC} = \ln 2 \leftrightarrow t = RC.\ln 2$
- D. **Faux.** $t = R.C = (1500 \times 2) \times (7 \cdot 10^{-6}/2) = 10,5 \text{ ms}$
- E. **Vrai.** $T = R.C.\ln(2)$ donc si on multiplie la résistance par 2 et qu'on divise la capacité par 2, la chronaxie reste bien constante tout comme la constante de temps.

QCM n° 14 : A, B, C, E

- A. **Vrai.** La distance occupée par la dépolarisation vaut $l = v \times t$ avec v la vitesse de propagation du potentiel d'action et t la durée du potentiel de pointe.
 $l = 50 \times 1,4 \cdot 10^{-3} = 7 \text{ cm}$.
Si A et B sont distants de plus de 7 cm ($D > l$) : on a deux ondes monophasiques ; par contre s'ils sont distants de moins de 7 cm ($D < l$) : une onde biphasique. Pour $l = 8 \text{ cm}$ on aura bien deux ondes monophasiques. Quand le potentiel d'action se déplace de A vers B, on a dans un premier temps $V_a < V_b$, puis dans un deuxième temps, $V_a > V_b$.
→ La différence $V_a - V_b$ est dans un premier temps négative puis positive dans un deuxième temps.
- B. **Vrai.** Cf item A
- C. **Vrai.** Si le potentiel d'action se dirige de B vers A, le potentiel est d'abord négatif en B et positif en A ($V_A - V_B$ positif) puis négatif en A et positif en B ($V_A - V_B$ négatif). On obtient donc bien le tracé donné.
- D. **Faux.** Le potentiel d'action des cellules nerveuses se compose d'un pic tandis que celui des cellules myocardiques comporte un plateau (permettant notamment le maintien de la contraction cardiaque tout au long de la systole).
- E. **Vrai.** La conduction du potentiel d'action le long des fibres myéliniques est plus rapide (conduction saltatoire) que la conduction le long des fibres amyéliniques. Or la vitesse de conduction augmente avec le diamètre des fibres (myéliniques comme amyéliniques). Ceci signifie qu'on **peut avoir** un gain de diamètre à vitesse égale : la fibre myélinique pourra être plus fine que la fibre amyélinique.