

# TUTORAT UE3-B 2011-2012 – Physique

## Séance d'Annales de PCEM1 – Semaine du 16/04/2012

### **Equilibre acido-basique/Mécanique des fluides/Transports membranaires – Professeurs Boudousq et Kotzki**

Séance préparée par Marion CHANCHOU, Juliette CRÉANGE et Florentin DAMBROISE (ATM<sup>2</sup>)

-----  
**Constantes physiques : 1 mm Hg = 133,4 Pa    R = 8,31 J.mol<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup>**

**1 Faraday = 96500 C    k = 1,38.10<sup>-23</sup>J.K<sup>-1</sup>**  
**N = 6,023.10<sup>23</sup>            g = 9,81 m.s<sup>-2</sup>**

**Volume occupé par une mole d'eau : 18,1 cm<sup>3</sup>**  
-----

**QCM n°1 (Année 2002-2003) : Le pKa du système tampon acide carbonique-bicarbonate est égal à 6,10. Pour un plasma humain normal (on sait que log<sub>10</sub>(2) = 0,3) :**

- a) la pCO<sub>2</sub> normale est de 25 mmHg.
- b) le rapport CO<sub>3</sub>H<sup>-</sup> / CO<sub>3</sub>H<sub>2</sub> = 1,3.
- c) le rapport CO<sub>3</sub>H<sup>-</sup> / CO<sub>3</sub>H<sub>2</sub> = 20.
- d) le rapport CO<sub>3</sub>H<sup>-</sup> / pCO<sub>2</sub> = 1,3 pour une pCO<sub>2</sub> Exprimée en mmHg.
- e) Si les bicarbonates restent constants et si la pCO<sub>2</sub> est multipliée par 2, le pH augmente de 0,3.
- f) Toutes les réponses précédentes sont fausses.

**QCM n°2 (Année 2004-2005) : Un sujet est normal au plan de l'équilibre acido-basique. Brutalement, il absorbe trop de bicarbonate de sodium, ce qui fait diminuer les ions H<sup>+</sup>. Dans un premier temps très bref:**

- a) La pCO<sub>2</sub> dans le sang artériel diminue et les bicarbonates augmentent.
- b) La pCO<sub>2</sub> dans le sang artériel reste normale et les bicarbonates augmentent.
- c) Le pH sanguin diminue.
- d) Le sujet est en acidose métabolique non compensée.
- e) Le sujet est en alcalose métabolique non compensée.
- f) Toutes les réponses précédentes sont fausses.

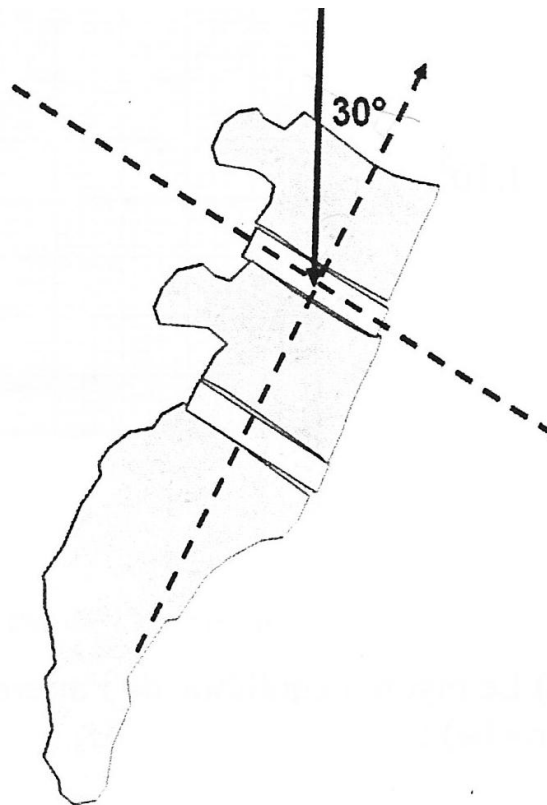
**QCM n°3 (suite) : Dans un deuxième temps :**

- a) Le sujet va diminuer sa ventilation pour augmenter la pCO<sub>2</sub>, donc les H<sup>+</sup>.
- b) Le sujet va augmenter sa ventilation pour augmenter la pCO<sub>2</sub>, donc les H<sup>+</sup>.
- c) Le pH sanguin va diminuer.
- d) Les bicarbonates plasmatiques vont augmenter.
- e) Le rein va augmenter la sécrétion d'H<sup>+</sup> et augmenter la résorption des bicarbonates.
- f) Toutes les réponses précédentes sont fausses.

**QCM n°4 (Année 2009-2010) :**

- a) A l'arrivée du sang dans un muscle, la  $SaO_2$  est élevée.
- b) A ce niveau, l'hémoglobine capte de l'oxygène.
- c) A ce niveau, l'hémoglobine réduite libère de l'oxygène.
- d) A ce niveau, l'oxyhémoglobine capte de l'oxygène.
- e) A ce niveau, l'oxyhémoglobine libère des ions  $H^+$  et la  $SaO_2$  diminue.
- f) Toutes les réponses précédentes sont fausses.

**QCM n°5 (Année 2008-2009) :** On estime à  $12\text{cm}^2$  la surface de contact du disque intervertébral L4-L5 d'un sujet. Lors d'une chute, il apparaît de part et d'autre du disque une force verticale de compression de  $4000\text{ N}$  selon un angle de  $30^\circ$  par rapport à l'axe longitudinal du rachis.



**Le disque est soumis à une force de compression de l'ordre de :**

- a)  $727\text{ N}$ .
- b)  $3464\text{ N}$ .

**La contrainte de compression est de l'ordre de :**

- c)  $0,36\text{ MPa}$ .
- d)  $2,1\text{ MPa}$ .
- e)  $2,9\text{ MPa}$ .
- f) Toutes les réponses précédentes sont fausses.

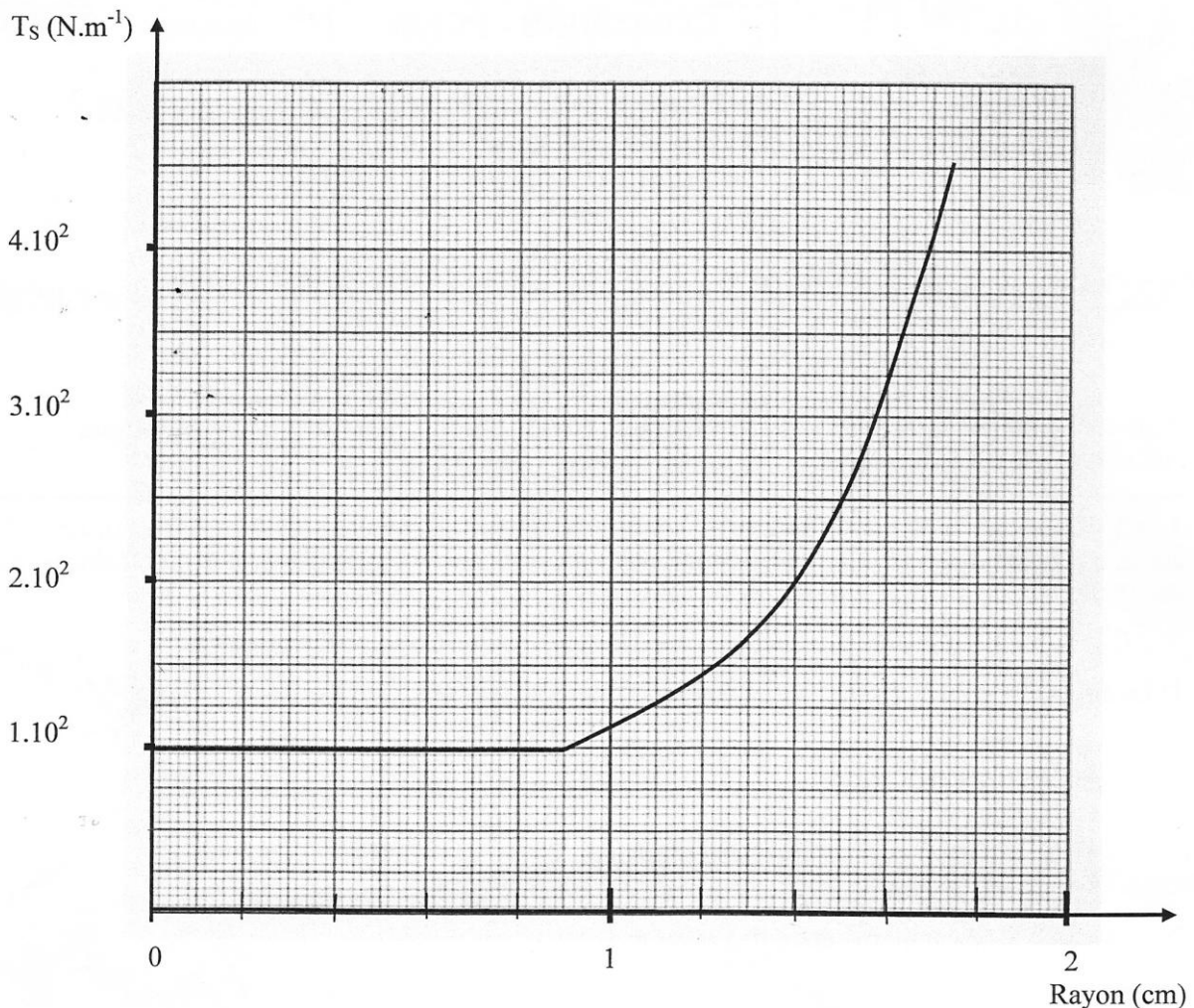
**QCM n°6 (Année 2009-2010) :** Au cours d'une épreuve de tir à l'arc le tendon bicipital subit une force de tension, selon son axe longitudinal, de 1200 N. Le tendon a une longueur de 3 cm et peut, en première approximation, être assimilé à un corps élastique de constante d'élasticité égale à  $1,2 \cdot 10^6 \text{ N.m}^{-1}$ .

- a) Son allongement est de l'ordre de 1 mm.
- b) Son allongement est de l'ordre de 0,3 mm.
- c) Cet allongement correspond à une déformation de l'ordre de 0,4 %.
- d) Cet allongement correspond à une déformation de l'ordre de 3,3 %.

**Si le tendon est assimilé à un cylindre droit de  $3 \text{ cm}^2$  de section, son module Young est de l'ordre de :**

- e) 0,12 GPa.
- f) Toutes les réponses précédentes sont fausses.

**QCM n°7 (Année 2008-2009):** On considère le diagramme tension-rayon suivant :



**Le rayon d'équilibre de l'artère associé à une pression transmurale de 20 kPa est égal à (valeur la plus proche) :**

- a) 1 cm.
- b) 1,6 cm.
- c) 1,8 cm.

**Dans les conditions précédentes la composante élastique de la tension superficielle vaut (valeur la plus proche) :**

- d)  $3,25 \cdot 10^2 \text{ N.m}^{-1}$ .
- e)  $2,25 \cdot 10^2 \text{ N.m}^{-1}$ .
- f) Toutes les réponses précédentes sont fausses

**QCM n°8 (Année 2009-2010) :** Le sang de densité 1,06 est assimilé à un liquide newtonien de viscosité  $4.10^{-3}$  Poiseuille. Il circule dans une artère horizontale de 1 mm de rayon constant à une vitesse moyenne également constante de  $20 \text{ cm.s}^{-1}$ . La pression statique en un point A est de 21 kPa.

Le nombre de Reynolds est de l'ordre de :

- a) 53
- b) 106

Le débit dans l'artère est de l'ordre :

- c)  $37,7 \text{ ml.min}^{-1}$ .
- d)  $62,8 \text{ ml.min}^{-1}$ .
- e)  $628 \text{ ml.min}^{-1}$ .
- f) Toutes les réponses précédentes sont fausses.

**QCM n°9 (suite) :** La résistance mécanique à l'écoulement du sang entre A et un point B situé 8 cm en aval est de l'ordre de :

- a)  $5,3.10^8 \text{ UI}$ .
- b)  $8,1.10^8 \text{ UI}$ .

En tenant compte de la résistance à l'écoulement, la pression statique au point B situé 8cm en aval est de l'ordre de :

- c) 154 mmHg.

Dans les mêmes conditions si l'artère est verticale et B situé au dessus de A, la pression statique en B est de l'ordre de :

- d) 147 mmHg.
- e) 160 mmHg.
- f) Toutes les réponses précédentes sont fausses

**QCM n°10 (Année 2003-2004):** Une nucléo-histone a une masse de  $2,1.10^6$  uma et une masse volumique de  $1,52.10^3 \text{ kg.m}^{-3}$ . Le quotient  $\frac{f}{\eta} = 4,33.10^{-7} \text{ m}$  (avec f : coefficient de frottement et  $\eta$  : viscosité de la solution dans laquelle sédimente la nucléo-histone).

- a) Le volume de cette nucléo-histone est de  $2,30.10^{-24} \text{ m}^3$ .
- b) Le volume de cette nucléo-histone est de  $4,30.10^{-24} \text{ m}^3$ .
- c) Si cette nucléo-histone est sphérique son rayon est de  $8,1.10^{-9} \text{ m}$ .
- d) Si cette nucléo-histone est sphérique le quotient  $\frac{f}{\eta} = 2,53.10^{-7} \text{ m}$ .
- e) Cette nucléo-histone n'est pas sphérique.
- f) Toutes les réponses précédentes sont fausses.

**Exercice 1 : QCM n°11 à 13 (Année 2003-2004):** Deux compartiments de même volume de liquide, placés à  $27^\circ\text{C}$ , sont séparés par une membrane poreuse indéformable d'épaisseur 20 nm et de surface totale de pores  $100 \text{ cm}^2$ . Le compartiment 1 renferme une solution aqueuse de glucose d'osmolarité  $3 \text{ mmol.l}^{-1}$  et le compartiment 2 une solution aqueuse d'albumine d'osmolarité  $0,5 \text{ mmol.l}^{-1}$ . Les masses molaires du glucose et de l'albumine sont respectivement de  $180 \text{ g.mol}^{-1}$  et  $72000 \text{ g.mol}^{-1}$ .

**QCM n°11:** Lorsque le point de coupure de la membrane est de  $500\text{g.mol}^{-1}$  :

- a) la membrane n'est perméable qu'au solvant.
- b) le glucose peut diffuser librement à travers la membrane.
- c) l'albumine peut diffuser librement à travers la membrane.
- d) la transmittance du glucose est nulle.
- e) la transmittance de l'albumine est nulle.
- f) Toutes les réponses précédentes sont fausses.

**QCM n°12:** En déduire le coefficient de diffusion du glucose pour la valeur précédente du point de coupure, sachant que le débit initial du glucose vaut  $15 \text{ mmol}\cdot\text{s}^{-1}$  et que l'entraînement convectif du glucose est négligeable.

- a)  $1,5\cdot 10^{-8} \text{ m}^2\cdot\text{s}^{-1}$ .
- b)  $15\cdot 10^{-8} \text{ m}^2\cdot\text{s}^{-1}$ .
- c)  $10^{-7} \text{ m}^2\cdot\text{s}^{-1}$ .

Lorsque le point de coupure de la membrane est nettement supérieur à la masse molaire de l'albumine (transmittance égale à 1) quelle est la valeur du coefficient de frottement (en arrondissant au 1<sup>er</sup> chiffre après la virgule) qui s'oppose à la diffusion de l'albumine. (Coefficient de perméabilité diffusif de l'albumine :  $7,4\cdot 10^{-2} \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ ).

- d)  $8,6\cdot 10^{-15} \text{ J}\cdot\text{s}\cdot\text{m}^{-2}$ .
- e)  $5,7\cdot 10^{-18} \text{ J}\cdot\text{s}\cdot\text{m}^{-2}$ .
- f) Toutes les réponses précédentes sont fausses.

**QCM n°13:** Lorsque le point de coupure de la membrane est de  $100 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  et en l'absence d'albumine dans le compartiment 2:

- a) la membrane est idéalement semi-perméable pour le glucose.
- b) à l'équilibre, la différence de pression entre les deux compartiments s'annule.
- c) il existe un flux diffusif d'eau du compartiment 1 vers le compartiment 2.
- d) le glucose va s'équilibrer de part et d'autre de la membrane par un phénomène convectif d'entraînement.
- e) le glucose va s'équilibrer de part et d'autre de la membrane en suivant la loi de Fick.
- f) Toutes les réponses précédentes sont fausses.

**Exercice 2 : QCM n°14 et 15 (Année 2003-2004):** Soient 2 compartiments de même volume séparés par une membrane artificielle dialysante inerte. Dans le compartiment 2 on place des électrolytes en solution aqueuse sans macromolécule. La température des solutions est de  $20^\circ\text{C}$ . A l'équilibre, on observe les concentrations suivantes ( $\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ ) :

	Protéine	$\text{Na}^+$	$\text{Cl}^-$	$\text{K}^+$	$\text{NO}_3^-$
<b>Compartiment 1</b>	2	154	-	-	-
<b>Compartiment 2</b>	0	140	80	30	90

**QCM n°14:** Concentrations dans le compartiment 1 en arrondissant au 1<sup>er</sup> chiffre (inclus) après la virgule :

- a) la concentration en  $\text{Cl}^-$  est de  $72,7 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$  et la concentration en  $\text{K}^+$  de  $33 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ .
- b) la concentration en  $\text{K}^+$  est de  $27,3 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$  et la concentration en  $\text{NO}_3^-$  de  $110 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ .

**Charges élémentaires portées par chaque macromolécule protéique :**

- c) chaque macromolécule protéique porte une charge positive.
- d) la valeur absolue de la charge est comprise entre 16 et 17.

**Différence de potentiel de part et d'autre de la membrane ( $V_1 - V_2$ ) en arrondissant au 1<sup>er</sup> chiffre (inclus) après la virgule:**

- e) La différence de potentiel de part et d'autre de la membrane est de  $-2,4 \text{ mV}$ .
- f) Toutes les réponses précédentes sont fausses.

**QCM n°15: En l'absence de macromolécule dans le compartiment 1 :**

- a) il persiste un potentiel transmembranaire permanent.
- b) le potentiel transmembranaire s'annule.
- c) le transport des ions dépend de la loi de Donnan.
- d) le transport des ions dépend des lois de l'électro-diffusion.
- e) les concentrations de part et d'autre de la membrane dépendent des pompes  $\text{Na}^+ / \text{K}^+$ .
- f) Toutes les réponses précédentes sont fausses.

**Exercice 3 : QCM n°16 et 17 (Année 2004-2005): A 37°C, une membrane totalement perméable aux ions sépare 2 compartiments liquidiens de même volume. Dans les conditions initiales, les concentrations des principaux ions en  $\text{mmol.l}^{-1}$  sont les suivantes :**

	$\text{Na}^+$	$\text{K}^+$	$\text{Cl}^-$	Autres cations	Autres anions
<b>Compartiment 1</b>	12	154	-	-	-
<b>Compartiment 2</b>	146	4	125	10	35

**Le rapport des mobilités est  $u_{\text{K}}/u_{\text{Na}} = 80$ .**

**QCM n°16: Si cette membrane est inerte, c'est-à-dire qu'elle ne possède pas d'ATPase  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  et que, de plus, la solution ne contient pas de macromolécules:**

- a) il apparaît de part et d'autre de la membrane une différence de potentiel dont l'expression dépend de la loi de Goldman.
- b) les concentrations de chacun des cations de part et d'autre de la membrane restent inchangées dans le temps.
- c) la concentration en chlore dans le compartiment 1 suit la loi de l'équilibre de Donnan.
- d) la différence de potentiel de part et d'autre de la membrane reste constante dans le temps.
- e) les concentrations de chacun des cations s'égalisent de part et d'autre de la membrane.
- f) Toutes les réponses précédentes sont fausses.

**QCM n°17: Si cette membrane est une membrane cellulaire et qu'elle possède une  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ , la différence de potentiel ( $V_1-V_2$ ) de part et d'autre de la membrane à l'équilibre est de (valeur arrondie à l'unité) :**

- a) -87 mV.
- b) -90 mV.
- c) -97 mV.

**Dans ce dernier cas, en déduire la concentration en chlore dans le compartiment 1 (valeur arrondie à 1 chiffre après la virgule).**

- d) 4,2  $\text{mmol.l}^{-1}$ .
- e) 4,7  $\text{mmol.l}^{-1}$ .
- f) Toutes les réponses précédentes sont fausses.

**Exercice 4 : QCM n°18 et 19 (Année 2007-2008):** Une membrane perméable aux ions est interposée entre 2 compartiments de même volume constitués chacun par une solution de chlorure de sodium et de chlorure de potassium de concentration différente. Le rapport des mobilités est  $u_K/u_{Na} = 60$ . Les conditions initiales sont les suivantes :

**Compartiment 1 :**  $[Na^+]_1 = 12 \text{ mmol.l}^{-1}$        $[K^+]_1 = 142 \text{ mmol.l}^{-1}$

**Compartiment 2 :**  $[Na^+]_2 = 150 \text{ mmol.l}^{-1}$        $[K^+]_2 = 4 \text{ mmol.l}^{-1}$

**T=37°C. Absence d'ATPase  $Na^+ / K^+$ .**

**QCM n°18:** Lorsque les deux compartiments sont mis en présence, il se crée une différence de potentiel ( $V_1 - V_2$ ) de part et d'autre de la membrane qui en valeur absolue vaut (arrondir à l'unité la plus proche) :

- a) 0 mV.
- b) 82 mV.
- c) 86 mV.

**Lorsque la membrane possède une ATPase  $Na^+ / K^+$ , la différence de potentiel de part et d'autre de la membrane est, en valeur absolue, à l'équilibre, de (arrondir à l'unité la plus proche) :**

- d) 63 mV.
- e) 82 mV.
- f) Toutes les réponses précédentes sont fausses.

**QCM n°19: En l'absence d'ATPase membranaire :**

- a) la différence de potentiel s'annule à l'équilibre.
- b) les concentrations en sodium et en potassium dépendent de la loi de Nernst.
- c) le potentiel initial est négatif du côté 2 de la membrane.
- d) à l'équilibre, les concentrations en sodium et potassium sont égales dans le compartiment 1 et inégales dans le compartiment 2.
- e) à l'équilibre la concentration en  $Na^+$  dans le compartiment 2 vaut  $81 \text{ mmol.l}^{-1}$ .
- f) Toutes les réponses précédentes sont fausses.

**QCM n°20 (Année 2007-2008):** Un globule rouge d'osmolarité interne  $278 \text{ mmol/L}$  est placé dans une solution de glucosé à 5 % (50 g/L). La température de la solution est de 25°C. M du glucose : 180 g/mol. On ne tiendra pas en compte la diffusion du glucose à travers la membrane du globule rouge.

**Dans les conditions précédentes :**

- a) Le globule rouge se dilate (variation de volume supérieure à 1%).
- b) Le globule rouge se contracte (variation de volume inférieure à 1%).
- c) La solution est hypertonique par rapport au globule rouge.
- d) La solution est hypotonique par rapport au globule rouge.
- e) La solution est approximativement (à 1%) près isotonique par rapport au globule rouge.
- f) Toutes les réponses précédentes sont fausses.

**QCM n°21 (suite):** On remplace la solution par du glucosé à 2,5% (25g/L). La pression osmotique qui déforme alors la membrane est de (arrondir à l'unité la plus proche) :

- a) 3 kPa.
- b) 29 kPa.
- c) 344 kPa.
- d) 688 kPa.
- e) Toutes les réponses précédentes sont fausses.

**QCM n°22 (suite): Lors de l'immersion dans la solution glucosé à 2,5% :**

- a) Le volume du globule rouge diminue.
- b) Le volume du globule rouge augmente.
- c) L'osmolarité à l'intérieur du globule rouge augmente.
- d) Il existe un flux de diffusion d'eau vers l'extérieur du globule rouge.
- e) L'osmolarité à l'intérieur du globule rouge diminue.
- f) Toutes les réponses précédentes sont fausses.

**QCM n°23 (Année 2004-2005): A 37°C, la différence de pression hydrostatique de part et d'autre de la membrane glomérulaire vaut 6,8 kPa. La différence d'osmolarité entre la lumière capillaire et l'urine primitive est de 1,5 mmol/L. Le coefficient de filtration glomérulaire de l'eau est de 30 cm/s et la surface d'échange de la membrane glomérulaire est de 0,3 m<sup>2</sup>.**

**La pression oncotique des protéines est égale à (arrondir à un chiffre après le virgule) :**

- a) 9 kPa.
- b) 38,6 kPa.
- c) 29 mmHg.
- d) 67,5 mmHg.
- e) Toutes les réponses précédentes sont fausses.

**QCM n°24 (suite): Le débit de filtration glomérulaire vaut (arrondir à l'unité) :**

- a) 12 mL/mn
- b) 95 mL/mn
- c) 111 mL/mn
- d) 370 mL/mn
- e) Toutes les réponses précédentes sont fausses.

**QCM n°25 (suite et fin):**

- a) Une diminution de l'albuminémie va provoquer une diminution du débit de filtration glomérulaire.
- b) Le flux convectif glomérulaire d'une substance de transmittance égale à 1 sera indépendant de son poids moléculaire.
- c) La concentration des ions présents de part et d'autre de la membrane glomérulaire dépend de la relation de Donnan.
- d) L'albuminémie n'influence pas directement la valeur de la pression hydrostatique observée à l'intérieur du capillaire glomérulaire.
- e) En l'absence de néphropathie, la concentration en sodium dans l'urine primitive est supérieure à celle observée à l'intérieur du capillaire glomérulaire car la transmittance de l'albumine peut être considérée comme nulle.

**QCM n°26 (Année 2002-2003): Les différences de pressions hydrostatiques entre les compartiments sanguins et interstitiels mesurées au niveau d'un capillaire sanguin sont les suivantes :**

- Extrémité artérielle :  $\Delta P_a = 38$  mmHg
- Extrémité veineuse :  $\Delta P_v = 9$  mmHg

**La différence d'osmolarité, liée aux protéines, entre le milieu interstitiel et la lumière capillaire est de 0,75 mmol/L.**

**La pression oncotique est égale à (arrondir à un chiffre après la virgule) :**

- a) 4,5 mmHg
- b) 31 mmHg.
- c) 20,5 mmHg
- d) 14,5 mmHg.
- e) Toutes les réponses précédentes sont fausses.

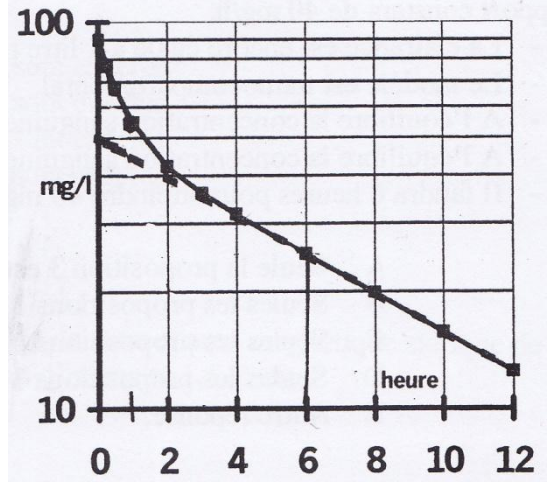


**QCM n°27 (suite):** En tenant compte des constatations expérimentales précédentes, il est possible d'estimer :

- a) qu'il existe un déséquilibre des flux aboutissant à une sortie préférentielle d'eau vers le secteur interstitiel.
- b) qu'il existe un déséquilibre des flux aboutissant à une entrée préférentielle d'eau dans le capillaire.
- c) que les flux entrant et sortant d'eau sont équilibrés.
- d) que sur le plan clinique la situation se traduira par un état de déshydratation.
- e) que sur le plan clinique la situation se traduira par un état d'œdème.
- f) Toutes les réponses précédentes sont fausses.

**QCM n°28 :** On apporte 450 mg d'un médicament dans la circulation sanguine d'un sujet, de manière instantanée et unique. L'élimination se fait à partir du secteur circulant avec une clairance égale à 1 litre par heure. La cinétique est linéaire.

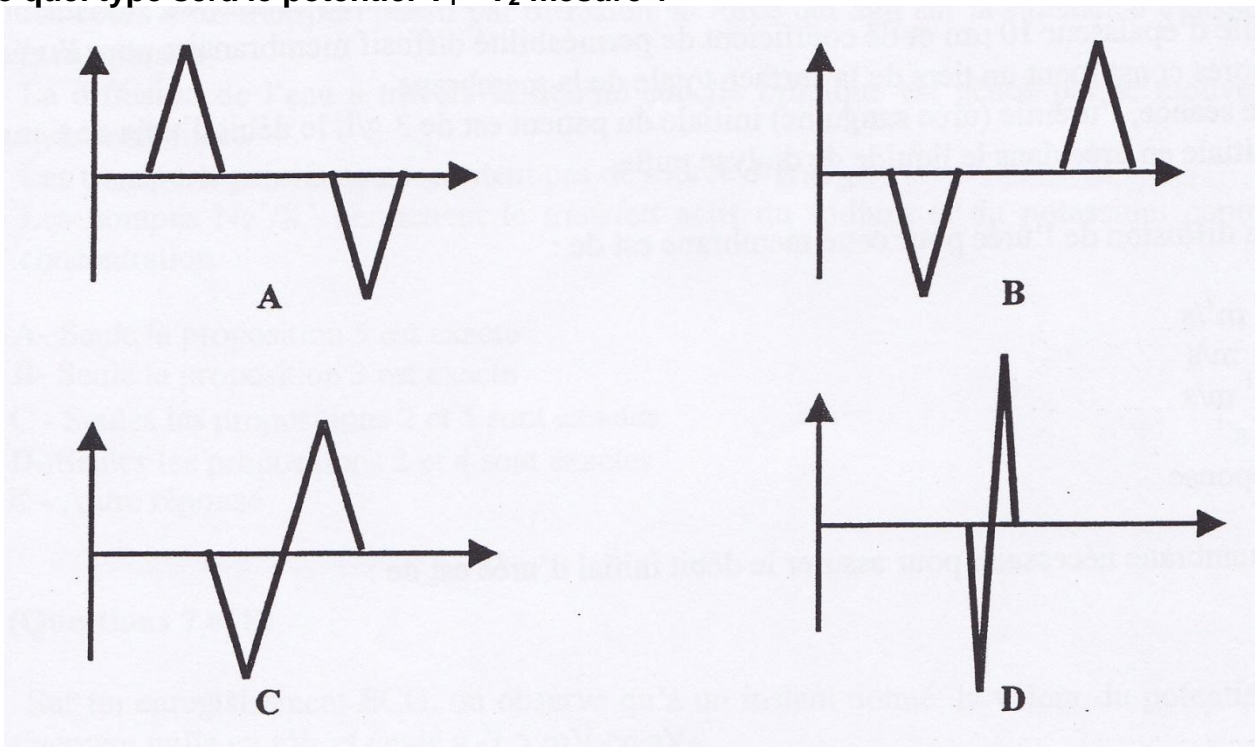
La concentration dans le sang est représentée en coordonnées semi-logarithmique :



- a) Le modèle est monocompartimental.
- b) La demi-vie de la « phase d'élimination » est de 6 heures.
- c) Le volume sanguin de ce sujet est de l'ordre de 5 L.
- d) La constante d'élimination est estimée à  $0,2 \text{ h}^{-1}$ .
- e) Au temps  $t = 18 \text{ h}$ , la concentration est égale à  $6,2 \text{ mg/L}$  (à 10% près).
- f) Toutes les réponses précédentes sont fausses.

**QCM n°29 :** On enregistre la propagation du potentiel d'action d'une fibre nerveuse motrice myélinisée en plaçant 2 électrodes au contact de la fibre à 5 cm l'une de l'autre. Le potentiel d'action se propage dans le sens de l'électrode 1 vers l'électrode 2 avec une célérité de 60 m/s. La durée du potentiel de point est de 0,5 ms.

De quel type sera le potentiel  $V_1 - V_2$  mesuré ?



- e) Toutes les réponses précédentes sont fausses.

**QCM n°30 : Propagation du potentiel d'action.**

- a) La vitesse de propagation augmente lorsque la résistance intracellulaire augmente.
- b) La myéline joue le rôle d'un matériau conducteur.
- c) A diamètre égal, la vitesse de propagation d'une fibre myélinisée est supérieure à celle d'une fibre non myélinisée.
- d) La vitesse de propagation est indépendante de l'intensité des courants locaux.
- e) Pour une fibre myélinisée, les courants locaux agissent au niveau des nœuds de Ranvier.
- f) Toutes les réponses précédentes sont fausses.