

Série 5 : Phénomène d'osmose

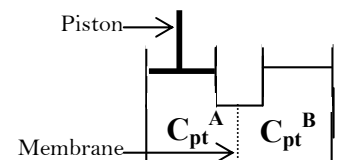
Exercice 1

Soit deux compartiments (I et II) séparés par une membrane perméable à l'eau et à l'urée mais imperméable aux ions. Le compartiment I contient de l'eau pure et le compartiment II contient la solution citée ci-dessous. À une température de 27 °C, que se passe-t-il à cette membrane (dans les trois cas suivants) si on suppose que la pression limite de sa rupture est de 1 atmosphère.

1. Solution de MgCl_2 à 5 g/l.
2. Solution d'urée à 30 g/l.
3. Solution de MgCl_2 à 0.5 g/l et l'urée à 30 g/l.

Exercice 2

Un récipient est divisé en deux compartiments A et B (voir Figure) par une membrane perméable à l'eau et à l'urée mais imperméable aux ions. On place dans le compartiment A une solution de NaCl à 585 mg/l dont son coefficient de dissociation est $\alpha=0.93$. Le compartiment B contient uniquement de l'eau pure. On prend $T=27\text{ °C}$.



1. Indiquer le sens de déplacement de l'eau et comment appelle-t-on ce phénomène.
 2. Calculer la pression osmotique π de cette solution en atmosphères (atm), en pascal (Pa) en mmHg
 3. Si on applique une pression P sur le piston du compartiment A supérieure à la pression osmotique π , dans quel sens va se déplacer l'eau et comment appelle-t-on ce phénomène.
 4. On ajoute au compartiment A une solution d'urée à 10 g/l et dans le compartiment B on place une solution de MgCl_2 à 0.952 g/l ($\alpha_{\text{MgCl}_2}=0.89$).
 - a. Calculer la pression osmotique appliquée sur la membrane et indiquer le sens de déplacement d'eau dans ce cas.
 - b. Déduire les osmolarités efficaces des deux solutions du compartiment A et B.
- On donne la masse molaire de MgCl_2 égale à 95.21 g/mol.

Exercice 3

Admettant que l'osmolarité d'un plasma normal égal à 0.3 osmol/l. Calculer la concentration molaire d'une solution de NaCl pour quelle sera isosmotique à un plasma normale.

Soient deux solutions de $MgCl_2$ de concentration pondérale 5 et 20 g/l respectivement, par rapport au plasma normal, ces solutions sont hyperosmotiques, isosmotiques ou hyposmotiques.

On suppose que les solutions de NaCl et de $MgCl_2$ sont totalement dissociées.

Exercice 4

La membrane cellulaire des hématies est considérée comme imperméable au chlorure de sodium et au glucose, tandis qu'elle est perméable à l'urée. Sachant qu'une solution aqueuse contenant 9.1 g/l de chlorure de sodium est isotonique avec les hématies.

1. Quelle est la pression osmotique dans les hématies à 27 °C ?
2. Quel sera le comportement des hématies, à 27 °C, si on les mets en suspensions :
 - a. Dans une solution aqueuse de chlorure de sodium à 7.3 g/l.
 - b. Dans une solution aqueuse de glucose à 72 g/l et d'urée à 10 g/l.
 - c. Dans une solution aqueuse contenant du chlorure de sodium à 4.4 g/l et de glucose à 9g/l.
 - d. Dans une solution aqueuse contenant du chlorure de sodium à 7.3 g/l, de glucose à 18.6g g/l et d'urée à 10 g/l.
3. Par rapport aux hématies, les trois solutions indiquées dans la question (2, a, b et c) sont hypotoniques, isotoniques ou hypertoniques.

Solution des exercices de la série 5

Exercice 1

La membrane perméable à l'eau et à l'urée mais imperméable aux ions :

$$\pi = RTW = RTiC = RTi \frac{C_p}{M}$$

1. Premier cas : solution de $MgCl_2$ à 5 g/l

$$\pi = 0.082(27 + 273) \times 3 \times \frac{5}{95.21} = 3.87 \text{ atm}$$

> 1 atm (pression de rupture de la Memb)

La Memb claque.

2. Deuxième cas : solution d'urée à 30 g/l

La Memb perméable au molécules d'urée donc $\pi = 0 \text{ atm}$, la Memb fonctionne d'une façon normale.

3. Troisième cas : solution de $MgCl_2$ et d'urée : $\pi = \pi_{MgCl_2} = 0.082(27 + 273) \times 3 \times \frac{0.5}{95.21} = 0.38 \text{ atm} < 1 \text{ atm}$ donc la Memb résiste.

Exercice 2

1. La membrane, en question, perméable à l'eau et à l'urée mais imperméable aux ions, donc les ions de Na^+ et de Cl^- ne peuvent pas traverser la Memb, ceci indique que l'eau va se déplacer du C_{pt}^{B} vers le C_{pt}^{A} . Ce phénomène est appelé l'osmose.

$$2. \pi_{\text{NaCl}} = RTW = RTiC = RT(1 + \alpha) \frac{C_p}{M} = 0.082(27 + 273) \times (1 + 0.93) \times \frac{0.58}{58.5} =$$

$$0.47 \text{ atm} = 0.47 \times 10^5 \text{ Pa} = 357.2 \text{ mmHg}$$

3. Si on applique une pression P sur le piston du C_{pt}^{A} supérieure à la pression osmotique π , dans ce cas, l'eau va se déplacer du C_{pt}^{A} vers le C_{pt}^{B} . Ce phénomène est appelé l'osmose inverse.

$$4. \pi_{\text{MgCl}_2} = RT(1 + \alpha) \frac{C_p(\text{MgCl}_2)}{M_{\text{MgCl}_2}} = 0.082(27 + 273) \times (1 + 0.89) \times \frac{0.952}{95.2} = 0.46 \text{ atm}$$

$$5. \pi = |\pi_{\text{NaCl}} - \pi_{\text{MgCl}_2}| = 0.01 \text{ atm}$$

L'eau se déplace du C_{pt}^{B} vers C_{pt}^{A}

$$6. \text{L'osmolarité efficace du } C_{\text{pt}}^{\text{A}} : W_{\text{eff}}^{\text{A}} = W_{\text{NaCl}} = (1 + 0.93) \times \frac{0.58}{58.5} = 0.019 \frac{\text{osmol}}{\text{l}}$$

$$7. \text{L'osmolarité efficace du } C_{\text{pt}}^{\text{B}} : W_{\text{eff}}^{\text{B}} = W_{\text{MgCl}_2} = (1 + 0.89) \times \frac{0.952}{95.2} = 0.018 \text{ osmol/l}$$

Exercice 3

1. La solution de NaCl est isosmotique à un plasma normal implique que $W_{\text{NaCl}} = W_{\text{plasma}} = 0.30 \text{ osmol/l}$

$$W_{\text{NaCl}} = iC \text{ Alors } C = \frac{W_{\text{NaCl}}}{i} = \frac{0.3}{2} = 0.15 \text{ mol/l}$$

$$2. W = i \frac{C_p}{M}$$

$$a. W_{\text{MgCl}_2} = 3 \times \frac{5}{95.21} = 0.15 \text{ osmol/l} < W_{\text{plasma}} \text{ cette solution est hyposmotique}$$

$$b. W_{\text{MgCl}_2} = 3 \times \frac{20}{95.21} = 0.63 \text{ osmol/l} > W_{\text{plasma}} \text{ cette solution est hyperosmotique}$$

Exercice 4

$$1. \pi = RTW = RTiC = RTi \frac{C_p}{M} = 0.082(27 + 273) \times 2 \times \frac{9.1}{58.5} = 7.65 \text{ atm, ce qui indique que}$$

$$W_{\text{efficace de l'hématie}} = i \frac{C_p}{M} = 0.3 \text{ osmol/l}$$

2. description du comportement des hématies

$$a. W_{\text{efficace}} = W_{\text{NaCl}} = i \frac{C_p}{M} = 2 \times \frac{7.3}{58.5} = \frac{0.24 \text{ osmol}}{1} < 0.3 \frac{\text{osmol}}{1} \rightarrow$$

entrée d'eau (augmentation du volume de l'hématie) \rightarrow turgescence ou bien hémolyse

$$b. W_{\text{efficace}} = W_{\text{glucose}} = i \frac{C_p}{M} = 1 \times \frac{72}{180} = \frac{0.4 \text{ osmol}}{1} > 0.3 \frac{\text{osmol}}{1} \rightarrow$$

sortie d'eau (diminution du volume de l'hématie) → l'hématie se rétracte → plasmolyse

$$c. W_{\text{efficace}} = W_{\text{NaCl}} + W_{\text{glucose}} = 2 \times \frac{4.4}{58.5} + 1 \times \frac{9}{180} = \frac{0.2 \text{ osmol}}{1} < 0.3 \frac{\text{osmol}}{1} \rightarrow$$

entrée d'eau (augmentation du volume de l'hématie) → turgescence ou bien hémolyse

$$d. W_{\text{efficace}} = W_{\text{NaCl}} + W_{\text{glucose}} = 2 \times \frac{7.3}{58.5} + 1 \times \frac{18.6}{180} = \frac{0.3 \text{ osmol}}{1} > 0.3 \frac{\text{osmol}}{1} \rightarrow$$

sortie d'eau (diminution du volume de l'hématie) → l'hématie se rétracte → plasmolyse

e. W_{efficace} de la solution de NaCl à 7.3 g/l est inférieure à $W_{\text{hématie}}$; donc cette solution est hypotonique.

W_{efficace} de la solution de glucose à 72 g/l et d'urée à 10 g/l est supérieure à $W_{\text{hématie}}$; donc cette solution est hypertonique.

W_{efficace} de la solution de NaCl à 7.3 g/l de glucose à 18.6 g/l et d'urée à 10 g/l est supérieure à $W_{\text{hématie}}$; donc cette solution est aussi hypertonique.