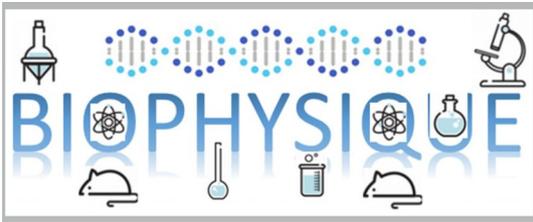


Module Biophysique



Dr. Benmansour Leila Djazia

Université de Tlemcen

Faculté des sciences de la
nature et de la vie et sciences
de la terre et de l'univers

Département d'écologie

Email : djaziabmsr@gmail.com

1.0

Mars 2024

Table des matières

Objectifs	3
I - Phénomène de diffusion	4
1. Objectifs	4
2. La diffusion	4
3. Loi de Fick	5
4. Le flux massique	6
5. Une membrane	6
6. Types de membranes	6
7. La diffusion à travers les membranes artificielles	7
8. Application de la diffusion : le rein artificiel	7

Objectifs

L'objectif général de l'enseignement du cours de biophysique est de permettre aux étudiants en science de la nature et de la vie l'acquisition des notions de base de physique pour les différentes applications en sciences biologiques et naturelles. Il permet aussi d'offrir un large exposé des phénomènes physiques en biologie afin de comprendre tous les mécanismes utiles à cette matière. Les différents modes d'application de cette science y sont exposés, tels que les concentrations et solutions, le phénomène de diffusion à travers les membranes biologiques et l'étude des phénomènes d'osmose.

Suite à ce cours, l'étudiant sera capable :

- Étudier en premier lieu les propriétés des solutions (eau et solution aqueuse) ainsi que déterminer les différentes concentrations (massique, molaire, équivalente...).
- Calculer le flux et le coefficient de diffusion en se basant sur les lois de Fick.
- Interpréter le phénomène d'osmose

I Phénomène de diffusion

1. Objectifs

A l'issue de ce chapitre l'étudiant doit :

- Comprendre le phénomène de diffusion dans les solutions
- Mettre en évidence des phénomènes réagis par les lois de Fick.
- Établir les applications de la diffusion via des expériences

2. La diffusion

Définition

La **diffusion** de la matière est un processus par lequel les particules d'un soluté ont tendance à se déplacer d'un milieu où leur concentration est **élevée** vers un milieu où la concentration est **faible**. Ce déplacement s'effectue afin que les concentrations dans les deux milieux soient **à l'équilibre**, c'est-à-dire à la même concentration. La diffusion est un phénomène **irréversible**.

Pour bien comprendre le phénomène, il suffit de verser de l'encre (**soluté**) dans un verre d'eau (**solvant**). D'abord, les molécules de solvant se dispersent de façon désordonnée pour ensuite entrer en collision les unes avec les autres. La **diffusion** se poursuit jusqu'à ce que la concentration de soluté soit la même partout dans le récipient. Dans le cas de la cellule, la **diffusion** s'effectue à travers la membrane cellulaire. À titre d'exemple, l'oxygène qui pénètre dans le corps via les poumons se déplace du sang aux cellules par **diffusion**.



Dispersion

⚠ Attention

Le terme diffusion peut aussi faire référence à la diffusion des ondes, comme la diffusion de la lumière. Ce phénomène n'est aucunement relié aux échanges cellulaires. Dans le cas de la lumière, on dirait alors que la diffusion est la déviation aléatoire et dans plusieurs directions d'un rayonnement lumineux lorsqu'il frappe un corps solide, liquide ou gazeux.

3. Loi de Fick

Elle explique le déplacement de la matière. Elle est donnée par l'expression suivante :

$$J_m = \frac{dm}{dt} = -D \cdot S \frac{dC_p}{dx}$$

D : coefficient de diffusion

S : surface de diffusion

🔗 Remarque

On peut aussi avoir le nombre de moles qui diffusent au lieu la masse de molécules) par unité de temps (débit molaire).

$$J_M = \frac{dn}{dt} = -D \cdot S \frac{dC_M}{dx}$$

⚠ Attention

Le signe - c'est pour traduire le gradient négatif (diffusion de soluté dans le sens opposé du gradient de concentration) mais attention, un débit est positif !

4. Le flux massique

Le flux est le débit par unité de surface.

$$\phi = \frac{dm}{S \cdot dt} = -D \cdot \frac{dCp}{dx}$$

5. Une membrane

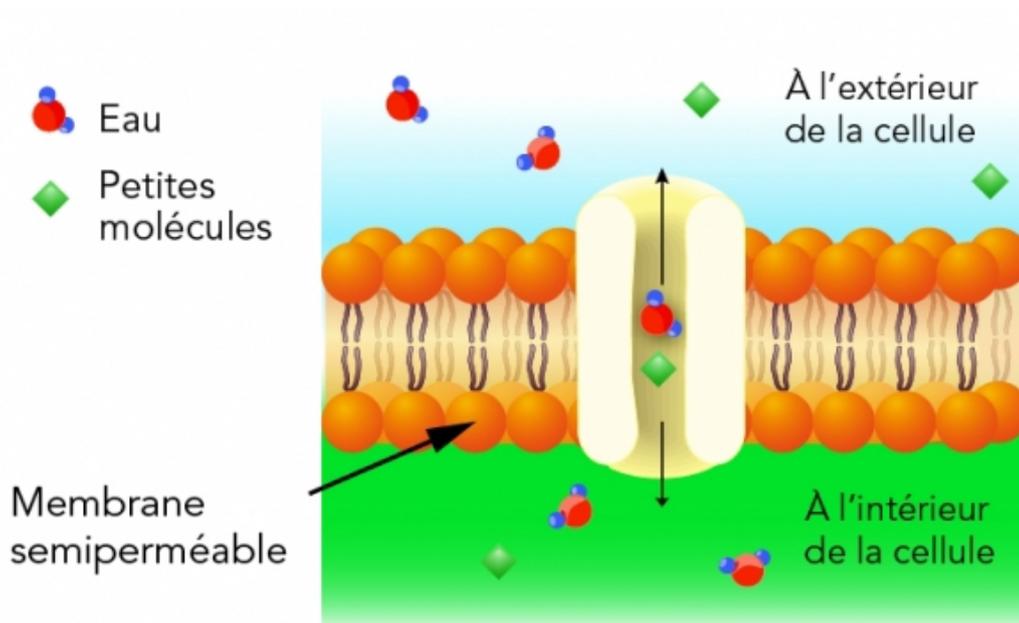
🔍 Définition

Une membrane est une barrière de quelques centaines de nanomètres à quelques millimètres d'épaisseur, sélective, qui sous l'effet d'une force de transfert, va permettre ou interdire le passage de certains composants entre deux milieux qu'elle sépare.

6. Types de membranes

🔍 Définition : Membrane hémiperméable (semi-perméable)

c'est une membrane qui laisse passer l'eau mais arrête le soluté.



Membrane semi-perméable (Parlons sciences, utilisant une image de tsz via iStockphoto).

🔗 Définition : Membrane dialysante

c'est une membrane qui laisse passer l'eau et les micromolécules et arrête les macromolécules (molécules de masses molaires supérieures à 10000 g/mol).

7. La diffusion à travers les membranes artificielles

Les membranes artificielles telles que la cellophane et certains plastiques, ne sont pas parfaitement imperméables, elles ont des pores de taille dépendant du mode de fabrication. Ainsi donc, les molécules de taille supérieure à celle des pores peuvent passer à travers ces membranes. On définit alors un coefficient de perméabilité de la membrane qui est proportionnel au rapport de diamètre des pores et de la molécule. A l'équilibre, les concentrations de soluté dans les deux compartiments sont égales. Le débit est donc nul.

🔗 Définition : Le débit molaire

Le débit molaire est représenté par la relation suivante :

$$J_M = \frac{dn}{dt} = -D \cdot S \frac{dC_M}{e}$$

D'où :

D : coefficient de diffusion de soluté dans la membrane

dC_M : différence de concentration entre les deux compartiments .

e : épaisseur de la membrane.

S : représente la surface totale des pores perméables au soluté

🔗 Définition : Flux molaire

Le flux est le débit par unité de surface et est donné ci-dessous :

$$\phi = \frac{dn}{S \cdot dt} = -D \cdot \frac{dC_M}{e}$$

8. Application de la diffusion : le rein artificiel

Le rôle d'un rein est l'échange des molécules solubles avec l'extérieur : certains ions sont ré- absorbés ou excrétés (Na⁺), d'autres molécules (produits par catabolisme comme l'urée, la créatinine) qui sont éliminées. Lors d'une insuffisance rénale grave, cette fonction devient insuffisante et il faut la remplacer. On utilise un rein artificiel dont le principe repose sur la dialyse. Du sang est prélevé en continu à un patient pour être purifié et réinjecté immédiatement (pendant 3 à 4 h environs). Le rein artificiel fonctionne sur le principe de dialyse membranaire.

Cette dernière consiste en deux compartiments séparés par une membrane dialysante. Dans l'un, on fait circuler le sang contenant de l'eau, des ions, des micromolécules (urée, glucose, ...), des macromolécules (protéines) et cellules (GR, GB, plaquettes). Dans l'autre circule, le liquide de dialyse dont la concentration en ions et en micromolécules est fixée (par renouvellement ou par utilisation d'un très grand volume liquidien). Ils ne peuvent être échangés que les micromolécules et les ions de tailles relativement faibles.

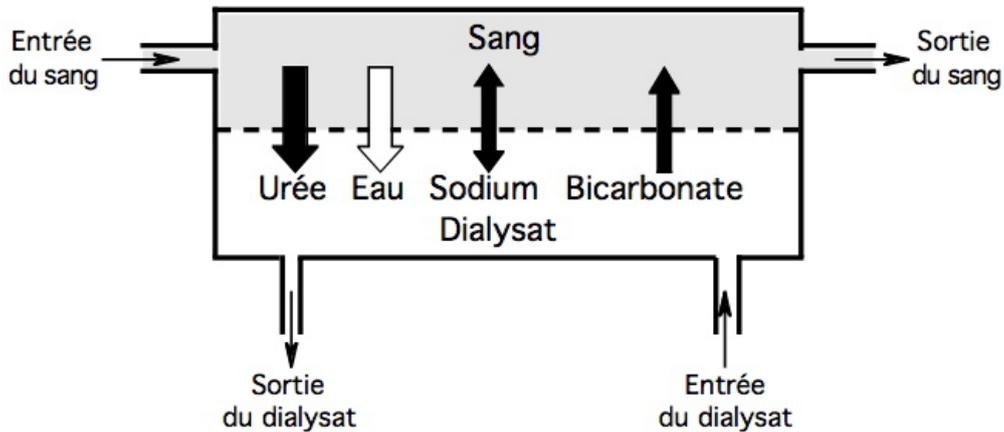


Schéma de principe de la dialyse rénale artificielle (hémodialyse).

La composition du compartiment de dialyse est ajustée à 3 types de valeurs :

- Idéale de façon à maintenir une concentration correcte.
- En excès pour compenser les pertes (absence de réabsorption).
- En défaut pour compenser les accumulations (absence d'élimination).

Le but du rein artificiel est d'éliminer les produits toxiques présents dans le sang (urée et créatine) et de corriger sélectivement la concentration anormale d'autres éléments (Na, Cl,...).

L'hémodialyseur est une machine dont le rôle est de remplacer le travail du rein. Elle permet ainsi d'épurer une grande quantité de sang (en moyenne 70 L par séance d'hémodialyse) de ses déchets toxiques et de l'eau retenue en excès. Bien qu'indispensable, elle n'est pas sans contraintes : elle astreint à vie à des séances de dialyse, elle mobilise pendant plusieurs heures le malade.

Le malade est relié à cette machine appelée le dialyseur ou plus simplement un "rein artificiel". A l'intérieur, le sang est débarrassé de ses déchets et, une fois épuré, il est réintroduit dans le système circulatoire. Il existe deux tuyaux :

- Un pour le sang qui sort,
- Un pour le sang qui rentre, relie le bras du malade à la machine.