

CHAP 11-ACT DOC-Membranes

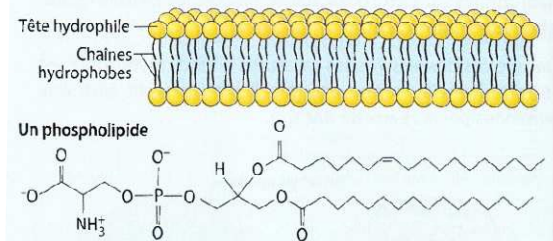
1. MEMBRANES CELLULAIRES

« Les membranes cellulaires sont notamment formées de phospholipides [doc. 5], molécules amphiphiles qui possèdent une partie (tête) polaire hydrophile (qui aime l'eau) et deux chaînes carbonées hydrophobes (qui repoussent l'eau). Quand on les mélange à l'eau, ces molécules s'ordonnent en structure à deux couches [doc. 5] : les queues hydrophobes se rassemblent, face à face, à l'intérieur de cette bicouche. Si la bicouche est plane, ses bords sont en contact avec l'eau. Pour éviter ce contact, les bicouches s'arrangent en petites structures sphériques : les têtes hydrophiles forment la surface de la sphère, tandis que les extrémités hydrophobes s'orientent à l'intérieur de la sphère, d'où l'eau est exclue ».

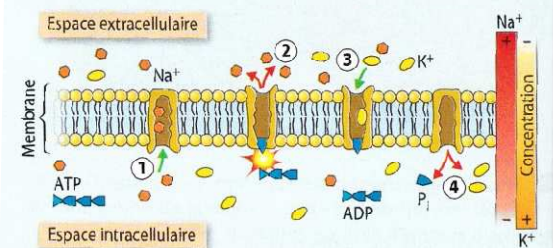
D'après A. Brack et B. Leclercq, *La vie est-elle universelle ?*, EDP Sciences, 2003.

Une membrane cellulaire est perméable. Elle régule les entités susceptibles de pénétrer dans la cellule ou d'en sortir. Un exemple de mécanisme actif d'échange d'ions entre la cellule et son environnement extérieur est « la pompe sodium-potassium » [doc. 6].

Dans l'état initial, la pompe est fermée du côté extracellulaire et le canal possède une grande affinité avec les ions sodium Na^+ : trois pénètrent dans le canal (1). Une molécule d'ATP se fractionne, cédant de l'énergie et un ion phosphate (noté P_i). Le canal se referme du côté intracellulaire, s'ouvre du côté extracellulaire et les ions Na^+ sont libérés dans l'espace extracellulaire (2). Le canal possède alors une grande affinité avec les ions potassium K^+ : deux pénètrent dans le canal (3). Ils provoquent la fermeture du canal du côté extracellulaire et l'ouverture du côté intracellulaire. Les ions K^+ sont relargués du côté intracellulaire (4). Le cycle est ainsi achevé. Le transport actif, déclenché par un apport énergétique, inverse le mouvement spontané (transport passif) du flux d'ions et force ces derniers à entrer ou sortir de la cellule, d'une concentration faible vers une concentration plus forte.



5 Schéma d'une bicouche phospholipidique.



6 Le fonctionnement de la pompe sodium-potassium.

1. Pourquoi les parties hydrophobes se font-elles face dans l'organisation de la membrane ? Pourquoi les têtes hydrophiles ont-elles une forte affinité pour l'eau ?
2. Quelle source d'énergie permet le fonctionnement de la pompe sodium-potassium ?
3. Dans quel sens les ions Na^+ et K^+ devraient-ils traverser la membrane en l'absence de transport actif ?
4. Quel est le bilan, en termes de nombre d'ions échangés, pour chaque cycle de la pompe ?
5. Lorsque le flux d'ions à travers la membrane est nul, comparer la concentration en ions K^+ et concentration en ions Na^+ entre le milieu intracellulaire et extracellulaire.

Rédiger une synthèse

6. Expliquer en un court paragraphe la structure de la membrane et son rôle de transporteur d'ions.
7. Quel est l'intérêt du transport actif d'ions pour les cellules ?

2. SEPARATION MEMBRANAIRE

Doc 1 Historique

Au début du xv^e siècle, l'abbé et physicien français Jean Antoine Nollet, travaillant sur des vessies animales, mit en évidence le caractère semi-perméable des membranes : elles ne laissent passer que certains solutés, empêchant les autres de les traverser en agissant comme un filtre.

En 1861, Thomas Graham, professeur de chimie à l'Université de Londres, parvint à faire passer l'urée contenue dans l'urine vers de l'eau à travers une membrane constituée de parchemin végétal. En purifiant ainsi une solution grâce à une membrane, il venait de concevoir le premier dispositif de dialyse, qui allait évoluer jusqu'au « rein artificiel ».

Au début du xx^{ème} siècle sont produites les premières membranes artificielles, et 1960 marque le début des applications industrielles des membranes.

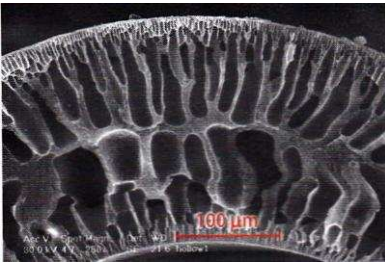


Fig 1 Vue en coupe d'une membrane

Doc 2 Traitement de l'eau par membrane

Les techniques de séparation par membrane constituent une mini-révolution dans le domaine du traitement de l'eau. Elles permettent de répondre à la sévérité croissante des normes, aux volumes toujours plus grands d'eau à traiter, et à la pollution grandissante réserves.

Leur principe consiste non plus à éliminer chimiquement les micropolluants, mais à les extraire physiquement par filtrage mécanique. Elles présentent en effet le très gros avantage de n'utiliser aucun réactif chimique, sauf pour leur entretien.

Très fiables, elles permettent de traiter des eaux très polluées et de produire une eau très pure, sans goût désagréable ni mauvaises odeurs, et de qualité constante, quelles que soient les variations de qualité de l'eau à traiter.

Le seul inconvénient de ces nouveaux traitements est leur coût élevé.

D'après le site CNRS/sagascience, « L'eau douce. une ressource précieuse », www.cnrs.fr/eau

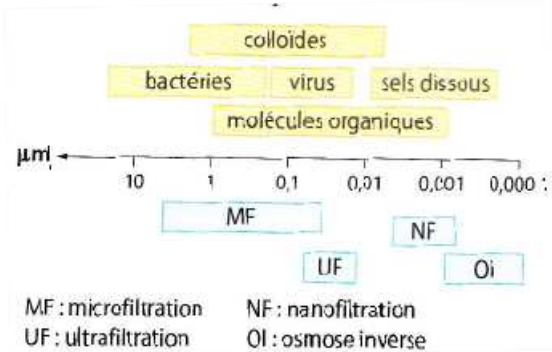


Fig 2 Unité de traitement de l'eau

	Compositions	Avantages	Inconvénients
Membranes organiques (plus de 80 % du marché)	<ul style="list-style-type: none"> • Acétate de cellulose • Polyamide • Polysulfones • Polymères fluorés • Dérivés acryliques 	<ul style="list-style-type: none"> • Mise en œuvre aisée • Disponibles dans toutes les tailles de pores (de la microfiltration à l'osmose inverse) • Faible coût de production 	<ul style="list-style-type: none"> • Faible résistance thermique • Faible résistance chimique
Membranes minérales	<ul style="list-style-type: none"> • Céramique • Métal • Verre 	<ul style="list-style-type: none"> • Grande résistance thermique (plusieurs centaines de degrés) • Grande résistance chimique (adaptées aux solvants organiques, aux acides, bases, oxydants...) • Grande résistance mécanique (pressions de 10 à 100 bar) 	<ul style="list-style-type: none"> • Planes ou tubulaires uniquement (rigidité trop importante) • Membranes de microfiltration et d'ultrafiltration uniquement • Fragiles, cassent facilement • Coût supérieur à dix fois celui des membranes organiques

Doc 4 Les technologies de séparation membranaire

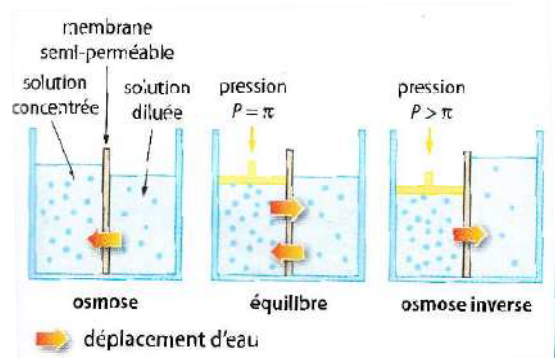
Les technologies membranaires emploient une membrane comme barrière entre l'eau non traitée et l'eau filtrée qui a pénétré par les pores de la membrane. Les capacités de filtration des membranes sont classifiées selon le spectre suivant, établi en fonction de la taille des pores :



Doc 5 Osmose inverse

Lorsque de l'eau de mer, qui contient 35 grammes de sel par litre, et de l'eau déminéralisée sont séparées par une membrane, il se produit le phénomène d'osmose : l'eau migre spontanément à travers la membrane des régions les moins concentrées en sel vers les régions les plus concentrées. Il se produit ainsi une augmentation de la pression hydrostatique dans la région la plus concentrée, jusqu'à atteindre une pression d'équilibre, appelée pression osmotique (notée π), qui est de l'ordre de 25 bars pour l'eau de mer.

Si on exerce dans le compartiment contenant l'eau de mer une pression P supérieure à la pression osmotique π , il se produit une inversion du flux des molécules d'eau : on parle d'osmose inverse.



EXTRAIRE ET EXPLOITER DES INFORMATIONS

Généralités sur les membranes

1. Qu'est-ce qu'une membrane ?
- 2 a. Qu'est-ce que la semi-perméabilité ?
- b. D'où provient cette propriété ?
- 3 a. Qu'est-ce qu'une dialyse ?
- b. Quelles sont les différentes technologies de séparation membranaire ?

Traitement de l'eau par procédé membranaire

4. Quels sont les avantages et inconvénients du traitement de l'eau par membrane ?
5. Quelle est la différence entre une filtration par membrane et une filtration classique ?
6. Justifier les termes microfiltration et nanofiltration.
- 7 a. Dans quel procédé peut être utilisée la membrane de la figure 1 ?
- b. Peut-on s'en servir pour rendre l'eau potable ?
- 8 a. D'après vous, utilise-t-on des membranes organiques ou minérales pour le traitement de l'eau potable ? dans le cas du recyclage de solvant ?
- b. Les membranes organiques sont constituées de polymères. Justifier cette affirmation.
- 9 a. Qu'est-ce que l'osmose ?
- b. Proposer une expérience permettant de mettre en évidence ce phénomène.
10. Quelle est la pression osmotique de l'eau de mer ? Expliquer pourquoi dessaler l'eau de mer par osmose inverse pour la rendre potable représente un coût élevé.
11. Les membranes cellulaires des êtres vivants sont constituées d'une double couche de lipides.
 - a. Quelle est l'utilité de cette membrane ?
 - b. Expliquer pourquoi on met du sel sur les concombres pour les faire « dégorger ».

Pour conclure

12. Citer deux exemples d'utilisation des membranes.

3. LIPOSOMES

Les liposomes, du grec lipos signifiant « graisse » et sôma signifiant « corps », sont des petites sphères creuses, ou vésicules. Leur membrane est constituée d'une double couche (ou bicouche) de molécules phospholipidiques (doc. 1) incluant un petit volume de solvant aqueux. D'origine naturelle, les liposomes sont aujourd'hui préparés au laboratoire.

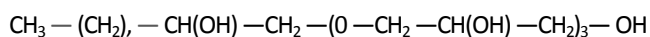
La principale application des liposomes est le transport de substances bio-logiques ou chimiques préalablement encapsulées. En effet, ils permettent de faire passer au travers de la membrane cellulaire des substances qui n'ont pas d'affinité pour celle-ci.

Les liposomes peuvent « dissoudre » un médicament et le libérer lentement sur une cible prédéterminée. Le médicament hydrophile ou lipophile est ainsi véhiculé sans être dilué ou altéré.

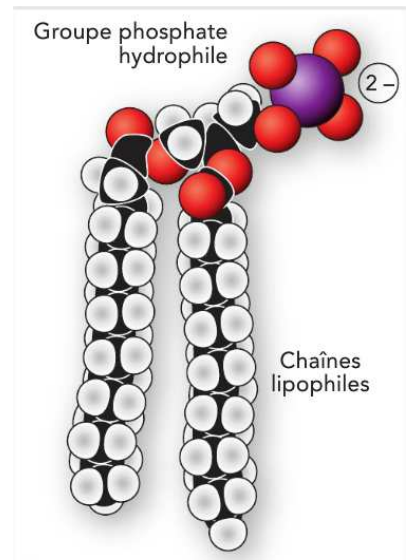
Les liposomes sont utilisés pour traiter des empoisonnements par des ions de métaux lourds (Pb^{2+} , Hg^{2+} , etc.). En effet, les substances utilisées pour ces traitements forment avec ces ions, des complexes ioniques très stables qui peuvent être dissous dans Les liposomes et ainsi être éliminés de l'organisme.

C'est l'utilisation des liposomes dans les produits cosmétiques qui les a fait connaître au grand public. Les composés hydratants, les substances anti-oxydantes, le collagène, etc. « dissous » dans les liposomes sont en suspension dans des solutions aqueuses. Cela évite l'emploi d'alcool, de glycérol ou d'huile pour appliquer ces traitements.

D'autres composés que les phospholipides peuvent être utilisés pour former des vésicules. C'est le cas des lipo-polyglycérols, de formule générale :



avec n 10; les microcapsules alors obtenues sont appelées liposomes.



Doc. 1 Modèle moléculaire d'un glycéro-phospholipide.

Problématique :

En s'aidant de schémas, justifier que les glycéro-phospholipidiques et des lipo-polyglycérols, peuvent être utilisés dans la synthèse de liposomes ou de niosomes pour « dissoudre » et donc véhiculer des substances organiques ou des composés ioniques dans l'organisme.

Une façon de faire

Comment le faire ?

- Identifier, d'une part, les longues chaînes carbonées et, d'autre part, les groupes ioniques ou les groupes susceptibles d'établir des liaisons hydrogène avec l'eau.
- Rechercher dans le texte la description des vésicules. Cela permet de positionner les têtes polaires des vésicules.
- Utiliser le fait qu'une espèce organique est le plus souvent lipophile et hydrophobe, alors qu'une espèce ionique est au contraire hydrophile et lipophile.

