

Échange osmolaire à travers une membrane idéale

I. DIFFUSION ET CONVECTION A TRAVERS UNE MEMBRANE IDÉALE

Ce cours est à travailler entre PC et PE.

A. FILTRATION, ULTRAFILTRATION ET DIALYSE

‡ **filtration** : passage d'eau et de molécules en **solution** OU en **suspension** (*protéines*) à travers une membrane **NON sélective**.

‡ **ultrafiltration** : passage **d'eau** et de molécules en **SOLUTION** à travers une membrane **SÉLECTIVE**.

➤ **PAS** de molécules en **suspension** ++

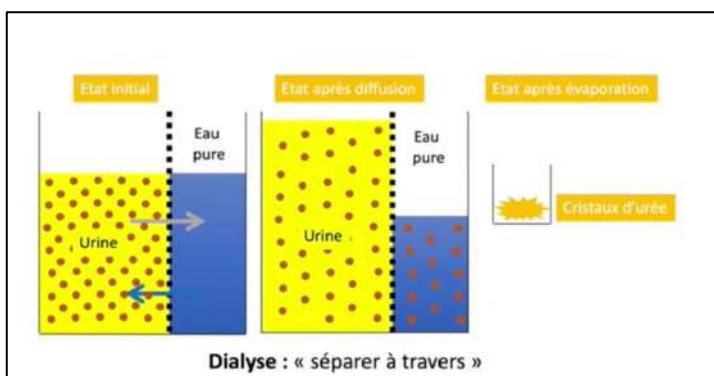
‡ **membrane sélective** : membrane qui **retient** un certain nombre de composés d'un côté de la membrane.

Dans l'organisme, nous avons de **l'ultrafiltration**. ++

DIALYSE

Historiquement, ce terme a été utilisé lorsqu'on a mis en contact de **l'urine** d'un côté et de **l'eau pure** de l'autre, séparé par une feuille de **parcemin** (pointillés noirs).

Tut'help : osmole = molécule en **solution**.



On observe le passage :

- d'eau pure vers l'urine
- d'urine vers l'eau pure

Au bout d'un certain temps, on peut séparer des **osmoles urinaires** et les isoler dans l'eau pure.

En évaporant l'eau pure (= **cristallisation**) on obtient des **cristaux d'urée**.

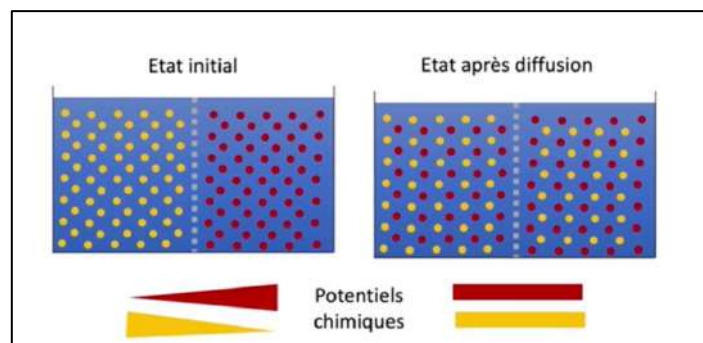
‡ **urée** : substance la plus abondante dans l'urine, elle provient de la dégradation des protéines.

B. Diffusion et convection

La loi de **Fick** nous dit que pour la diffusion : le passage d'une molécule d'un compartiment à l'autre est proportionnel à :

- sa **concentration** dans un compartiment
- et au **coefficient de diffusion** de cette molécule.

Lorsqu'on met en présence 2 solutions de composition différente par l'intermédiaire d'une membrane, les potentiels chimiques sont initialement maximaux.



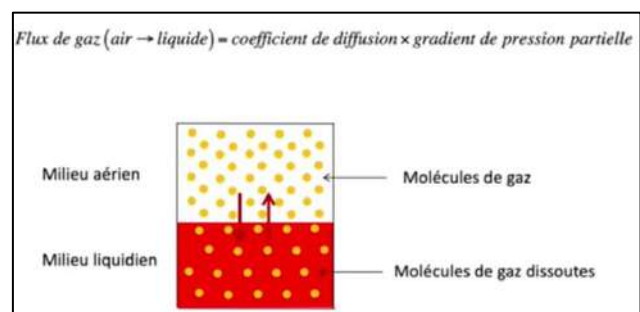
Après diffusion, si la membrane n'est pas sélective (*donc filtration*), les PC s'annulent et les osmoles sont distribuées de manière homogène entre les compartiments.

C'est exactement le même procédé qui gère la distribution des gazs à l'interface air-eau.

Diffusion des gazs à l'interface air – eau

Les molécules de gaz aériennes sont en équilibre avec les molécules de gaz dissoutes et le **flux de gaz air/eau** dépend :

- du **gradient de pression partielle**
- du **coefficient de diffusion**



La convection

‡ **convection** : propriété d'un mélange de molécules liquides ou gazeuses (**fluide**) de se déplacer selon la pression **hydrostatique** qu'elles subissent.

Elle obéit aux mêmes lois, avec pour différence le fait que la **force motrice** de la **convection** est la **pression hydrostatique**

Le tutorat est gratuit (et génial). Toute vente ou reproduction est interdite.

Le débit de fluide et d'osmoles va dépendre de :

- gradient de pression **hydrostatique**
- coefficient de **mobilité mécanique** du fluide dans la membrane

tut'help : !! faites bien la différence entre **diffusion** et **convection** ! (vu dans PC)
La diffusion va du + concentré vers le - concentré

$$\text{Débit}(x) = -L_H \frac{dp}{dx}$$

x = distance entre 2 points

Débit = flux par convection (sur la distance x)

L_H = coefficient de mobilité mécanique dans le milieu

dp = différence de pression hydrostatique entre A et B

dx = distance entre 2 points très voisins A et B

dp/dx = gradient de pression entre A et B

Chaque molécule possède un coefficient de **mobilité mécanique** qui caractérise sa facilité de déplacement dans la membrane.

La **convection** et la **diffusion** vont collaborer pour permettre des mouvements **harmonieux** de molécules dissoutes.

Convection à travers une membrane <u>NON</u> sélective	
<p>Les osmoles sont poussées par convection.</p> <p>Pression hydrostatique</p> <p>Mouvement du fluide par convection</p> <p>Potentiel chimique des osmoles</p>	<p>Au départ, les 2 compartiments ont une composition osmolaire <u>identique</u>.</p> <p>On exerce une pression hydrostatique sur ces compartiments à l'aide d'un piston.</p> <p>En exerçant sur le compartiment de gauche une pression hydrostatique, la force de convection fait passer du fluide (eau+osmoles) du compartiment de gauche vers le droit.</p> <p>Cela fait monter le piston du côté droit sans générer de PC (car mb <u>non</u> sélective).</p> <p>⇒ On ne génère PAS de PC</p>

Convection à travers une membrane idéale <u>SÉLECTIVE</u>	
<p>Les osmoles poussées par convection sont séparées par une membrane sélective. Pression hydrostatique</p> <p>Mouvement du fluide par convection</p> <p>Potentiels chimiques des osmoles Osmolalité identique dans les 2 compartiments</p>	<p>Au départ, même <u>osmolalité</u>, absence de PC.</p> <p>La membrane est ici <u>imperméable</u> aux molécules jaunes = <u>sélective</u>.</p> <p>En exerçant une <u>pression</u> du côté gauche et par <u>convection</u>, le couvercle droit monte.</p> <p>Ainsi, on accumule des molécules jaunes à gauche, créant un PC plus fort à gauche et plus faible à droite (pour les molécules jaunes).</p> <p>⇒ <u>On génère</u> cette fois <u>un potentiel chimique</u> (jaune).</p>

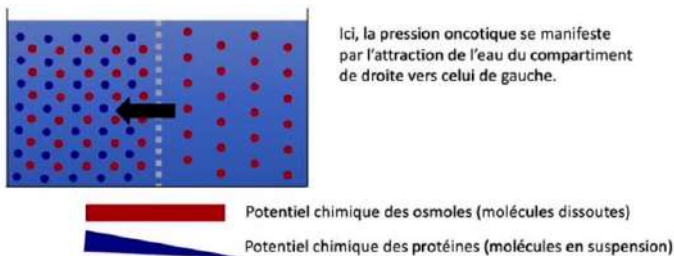
Donc, selon la nature de la membrane et les forces de pression hydrostatique on a des situations d'équilibres différentes.

On part de la situation précédente (membrane sélective) et on observe ce qui se passe à l'équilibre, en laissant la situation évoluer.

<p>Pression hydrostatique</p> <p>Mouvement des osmoles auxquelles la membrane est perméable par diffusion</p> <p>Etat d'équilibre : osmolalité différente dans les 2 compartiments</p> <p>Potentiels chimiques des osmoles</p>	<p>On peut voir une <u>diffusion de molécules rouges de droite à gauche pour équilibrer le PC</u>. En revanche, les molécules jaunes gardent leur PC puisque la membrane est <u>imperméable</u> à ces molécules.</p> <p>⇒ En faisant agir <u>conjointement</u> des forces de <u>convection</u> et de <u>diffusion</u> à travers une <u>membrane idéale sélective</u>, on obtient un <u>état d'équilibre</u> où l'osmolalité est différente entre les deux compartiments.</p>
--	--

La pression oncotique

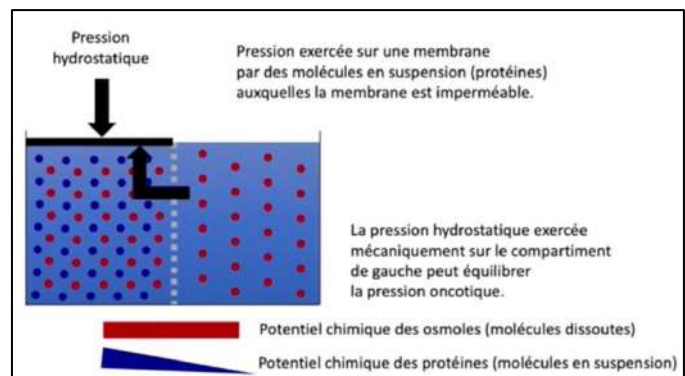
On considère des molécules en **suspension** (*protéines*) en bleu ici seulement à gauche, et des osmoles réparties équitablement en rouge.



On a donc un PC des osmoles équivalent dans les 2 compartiments et des PC des **protéines** (pression **oncotique**) à fort dans le compartiment de gauche, générant un flux d'eau de droite à gauche.

Si on exerce une pression **hydrostatique** à gauche à l'aide d'un piston qui va équilibrer la pression **oncotique**, on maintient le système en équilibre.

L'eau ne passe plus car elle est repoussée par la pression **hydrostatique**.



VARIATION DU PC EN PHYSIOLOGIE

Ces exemples étaient théoriques, ces membranes sont **idéales** mais nous verrons en physiologie que les variations de potentiel chimique sont les **moteurs** des échanges osmolaires entre les compartiments extérieurs et le sang.

Ainsi, dans le compartiment **intestinal**, **urinaire**, **pulmonaire**, les cellules vont modifier les **concentrations** des osmoles ou des gazs dissouts, tout au long de leur trajet.

Ce travail cellulaire va être le **moteur** des échanges entre les compartiments extérieurs et le sang.

De la même manière, le travail cellulaire va produire des déchets qui vont être évacué dans le sang.

Le sang va conduire des **nutriments** aux cellules, qui vont rentrer dans le **cytoplasme** sous l'effet de leur **PC**.

Les **cellules intestinales** modifient la **concentration** des osmoles alimentaires tout au long de leur trajet dans le tube digestif. L'**intestin grêle absorbe** les nutriments qui ont été découpé à partir des aliments ingérés tout ça par **diffusion**.

Les **cellules rénales** modifient la concentration de **l'urine primitive** du filtre glomérulaire au tubule distale. On rappelle que l'essentiel de l'ultrafiltrat rénale est **réabsorbé**.

La **ventilation pulmonaire** modifie *périodiquement* la concentration de l'air alvéolaire au contact du sang (**en CO₂ et O₂**). Lorsqu'on ventile, on apporte un air riche en **oxygène** et on expulse un air riche en **gaz carbonique**. De fait, on fait varier la **pression partielle** pour ces deux gaz à l'intérieur des alvéoles.

La concentration du sang en nutriments, en gaz dissouts et en déchets du métabolisme varie selon les organes.

II. CONCLUSION

Les compartiments de l'organisme contiennent des substances dissoutes ou/et en **suspension** séparées par des membranes biologiques.

Les forces mises en jeu pour les échanges osmolaires entre les compartiments sont les pressions **hydrostatiques**, **oncotique** et **osmotique**.