

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** ++

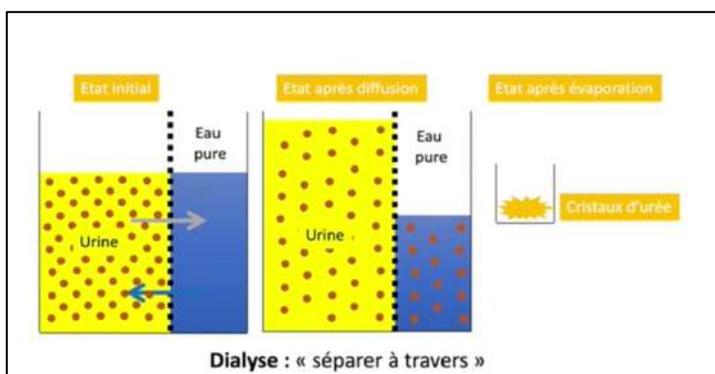
‡ **membrane sélective** : membrane qui retient un certain nombre de composés d'un côté de la membrane.

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**.

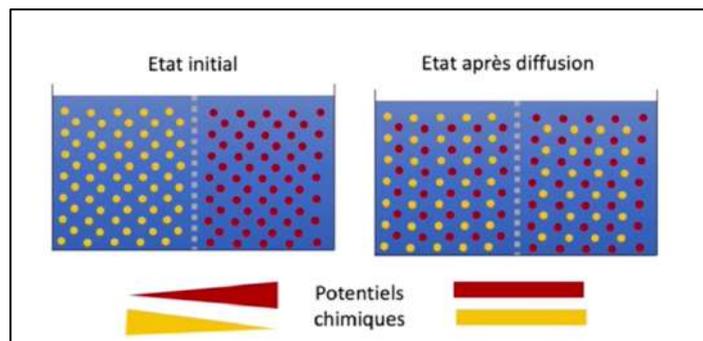
‡ **urée** : substance la plus abondante dans l'urine, elle provient de la dégradation des **protéines**.

B. Diffusion et convection

La diffusion obéit à la loi de Fick et le potentiel chimique qui permet 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 solutions de différente par d'une potentiels initialement



présence 2 composition l'intermédiaire membrane, les chimiques sont maximaux.

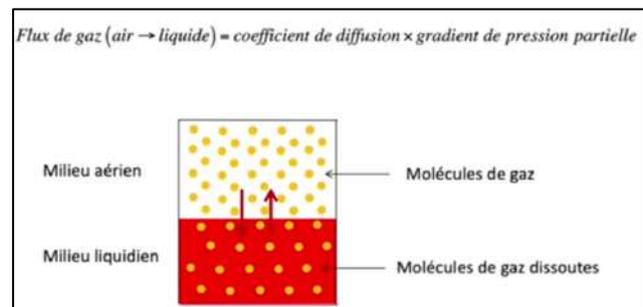
Après diffusion, si la membrane n'est pas sélective (donc filtration), les PC s'annulent et les osmoles sont distribuées de manière homogène entre les compartiments.

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

Diffusion des gaz 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 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 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**, la convection est **opposée**.

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

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

Le signe négatif : le flux va en sens **inverse** de celui du **gradient**. Le sens du gradient est orienté par convention du - vers le +.

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.

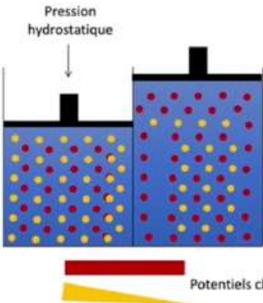
Convection à travers une membrane NON sélective	
<p>Les osmoles poussées par convection sont séparées par une membrane sélective.</p> <p>Pression hydrostatique</p> <p>Mouvement du fluide par convection</p> <p>Potentiels chimiques des osmoles Osmolalité identique dans les 2 compartiments</p>	<p><i>Au départ, les 2 compartiments ont une composition osmolaire identique.</i></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 liquide (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 sélective</u>).</p> <p>⇒ On ne génère PAS de PC</p>
--	---

Convection à travers une membrane idéale SÉLECTIVE	
<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 Osmolarité identique dans les 2 compartiments</p>	<p>Au départ, même <u>osmolalité</u>, absence de PC.</p> <p>La membrane est ici impermeable aux molécules jaunes = sélective.</p> <p>En exerçant une pression du côté gauche et par convection, 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>⇒ On génère cette fois un potentiel chimique (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.

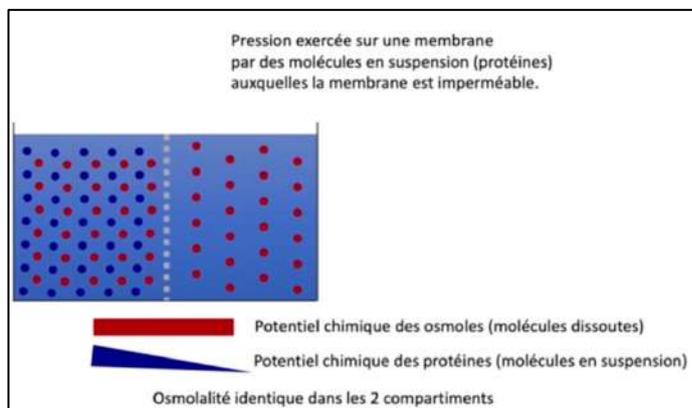


On peut voir une diffusion de molécules rouges de droite à gauche pour équilibrer le PC.

En revanche, les molécules jaunes gardent leur PC puisque la membrane est **imperméable** à ces molécules.

⇒ En faisant agir **conjointement** des forces de **convection** et de **diffusion** à travers une **membrane idéale sélective**, on obtient un **état d'équilibre** où l'osmolalité est différente entre les deux compartiments.

La pression oncotique

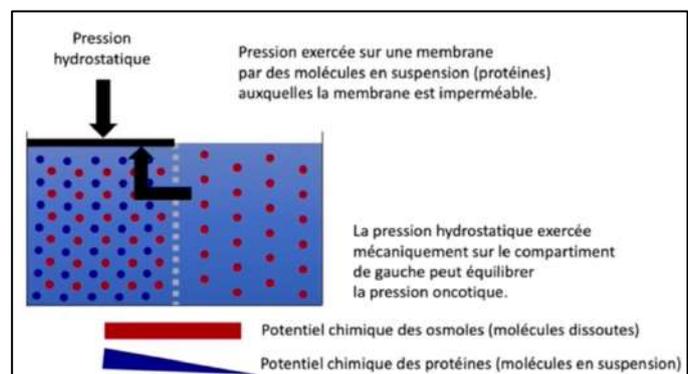


On considère des molécules en **suspension** (*protéines*) en bleu ici seulement à gauche, et des osmoles réparties équitablement en rouge.

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**.