

ECHANGES OSMOLAIRES A TRAVERS UNE MEMBRANE IDEALE

Coucou mes petites osmoles ! Ce cours est la suite directe de celui sur le potentiel chimique, donc si vous n'avez pas déjà vu le PC, revenez juste après !

Pareil, ce n'est pas un cours très compliqué ni très long, donc accrochez-vous, et après ces deux cours accordez-vous une petite pause ;)

I/ Filtration, ultrafiltration et dialyse

Avant d'aborder les définitions de la filtration, ultrafiltration et dialyse, petit rappel qui me semble important :

- Membrane non sélective : laisse tout passer
- Membrane sélective : laisse tout passer, mais va retenir certains composés d'un côté de la membrane
- Membrane idéale : retiens tous les composés qu'elle doit retenir sans exception (exemple : ne laisse passer que l'eau)

Filtration : Passage d'eau et de molécule en **solution OU en suspension** 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 +++)

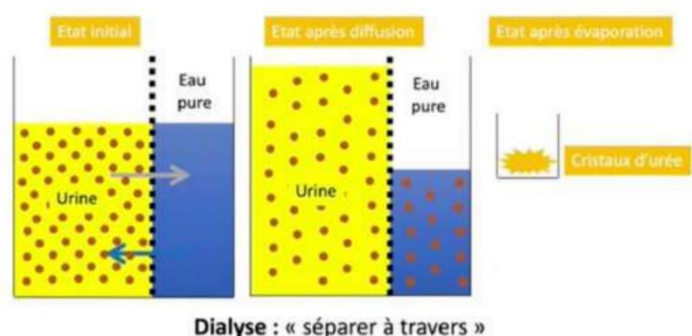
→ Dans l'organisme, on a de l'ultrafiltration

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 parchemin (pointillés noirs sur le schéma)

On va avoir :

- Le passage d'eau pure vers l'urine
- Le passage d'osmole d'urine vers l'eau pure

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



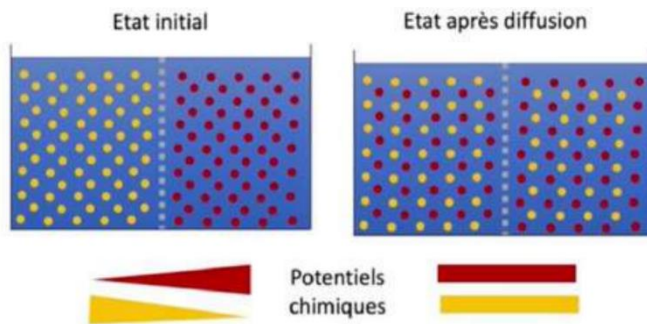
Urée = substance la plus abondante dans l'urine et provenant de la dégradation des protéines

II/ Diffusion et convection à travers une membrane

1) Rappels

Rappel du cours précédent : la **diffusion** obéit à la **loi de Fick**. 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

Si membrane non sélective :



° Etat initial : on met en présence 2 solutions de composition différente par l'intermédiaire d'une membrane. Les PC sont initialement maximaux

° Etat après diffusion : si la membrane n'est pas sélective (qu'elle laisse tout passer), les potentiels chimiques vont s'annuler car les osmoles se sont distribuées de manière homogène entre les deux compartiments

Bon ça normalement c'est vraiment le cours d'avant, si vous avez pas compris, revoyez le potentiel chimique, sinon hésitez pas à poser des questions sur le forum :)

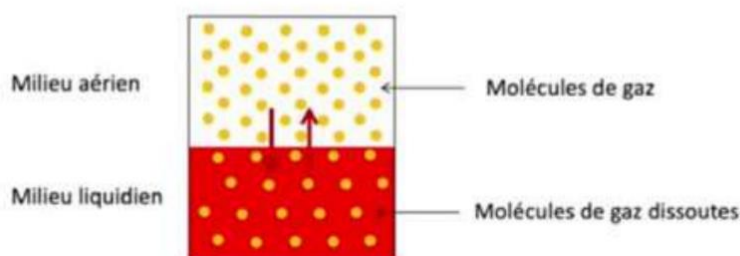
→ Remarque : on retrouve ce procédé au niveau de la distribution des gaz à l'interface air-eau

2) Distribution des gaz à l'interface air-eau (ne vous attardez pas trop dessus, ça sera revu et approfondi avec votre super tut EnzOsmole dans un cours spécifique)

Les molécules de gaz aériennes sont en équilibre avec les molécules de gaz dissoutes. Le flux de gaz air-eau va dépendre :

- ° Du **gradient de pression partielle**
- ° Du **coefficient de diffusion**

Flux de gaz (air → liquide) = coefficient de diffusion × gradient de pression partielle



3) Convection

Définition : La **convection** à travers une membrane est la 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

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

x = distance entre deux 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 deux points très voisins A et B

dp/dx = gradient de pression entre A et B

Le **débit de fluide** et d'osmole va dépendre de :

- ° Du **gradient de pression hydrostatique**
- ° Du **coefficient de mobilité mécanique** du fluide dans la membrane (caractérise sa facilité de déplacement dans la membrane)

Encore une fois, on remarque le signe négatif devant L_H . **Le flux va en sens inverse de celui du gradient** (qui va du moins concentré vers le plus concentré +++)

La convection et la diffusion vont collaborer pour permettre les mouvements harmonieux des molécules dissoutes

Pour mieux comprendre ce qu'est la convection et la pression hydrostatique, on va voir 3 cas de figure :

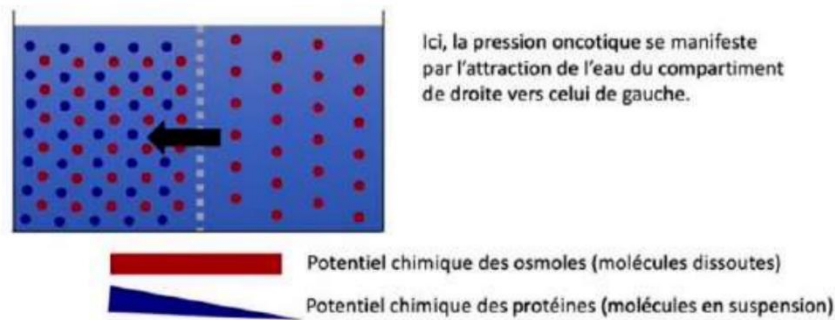
- ° Convection à travers une membrane non sélective
- ° Convection à travers une membrane idéale sélective
- ° Diffusion à travers une membrane idéale sélective (suite de la situation précédente)

(J'ai mis le tableau sur la page suivante pour que tout soit ensemble)

Convection à travers une membrane NON sélective	
<p>Les osmoles sont poussées par convection.</p> <p>Pression hydrostatique</p> <p>Mouvement du fluide par convection</p> <p>Potentiels chimiques des osmoles</p>	<p>° Au départ, les deux compartiments ont une composition osmolaire identique. Chaque compartiment possède un piston au-dessus qui exerce une pression hydrostatique (en gros ça pousse l'eau)</p> <p>° On va exercer sur le compartiment de gauche une pression hydrostatique (on pousse le piston). La force de convection va faire passer du liquide (eau + osmole) vers le compartiment de droite et faire monter le piston de droite sans générer de PC</p>
Convection à travers une membrane idéale SELECTIVE	
<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</p> <p>Osmolalité identique dans les 2 compartiments</p>	<p>° Au départ, on a la même situation avec absence de PC (donc même osmolalité dans les compartiments droit et gauche). Ici la membrane est imperméable aux molécules jaunes (= sélective)</p> <p>° On va exercer sur le compartiment de gauche une pression hydrostatique. Ainsi, par convection, on fait monter le couvercle du compartiment de droite. Mais les osmoles jaunes s'accumulent à gauche (elles ne peuvent pas passer)</p> <p>→ On a donc généré un PC (jaune, fort à gauche, faible à droite)</p>
Diffusion à travers une membrane idéale SELECTIVE (suite de la situation précédente)	
<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 part de la situation précédente (membrane sélective) et on observe ce qui se passe à l'équilibre, en laissant la situation évoluer</p> <p>° On va avoir une diffusion des molécules rouges de droite à gauche pour équilibrer le potentiel chimique</p> <p>° En revanche, les molécules jaunes gardent leur potentiel chimique puisque la membrane est imperméable à ces molécules</p>

C'est ainsi qu'en faisant agir conjointement des forces de **convection** et des forces de **diffusion** à travers une membrane sélective qu'on obtient un **état d'équilibre** où l'osmolalité est **différente** dans les deux compartiments

III/ Pression oncotique

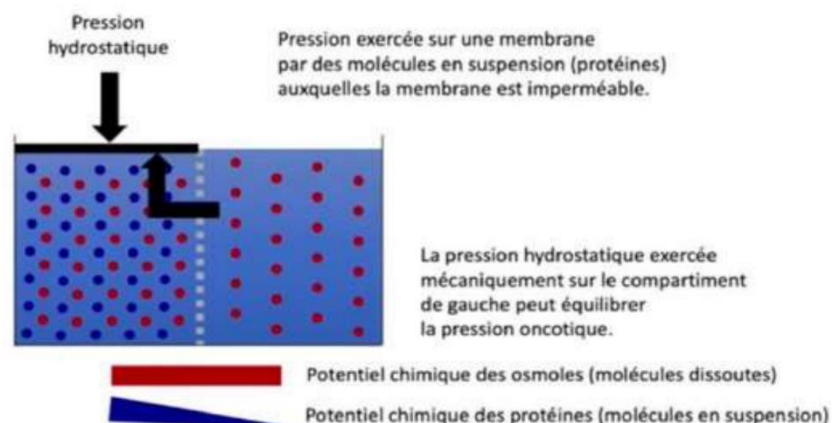


On considère des molécules en suspension (protéines) en bleu seulement dans le compartiment de gauche. Il y a des osmoles rouges réparties équitablement

On a donc un **PC des osmoles équivalent** dans les deux compartiments. On a un **PC des protéines (pression oncotique) fort dans le compartiment de gauche**. Cela va donc générer un **flux d'eau de la droite vers la gauche**

Rappelez-vous, l'eau va aller diluer le compartiment le plus concentré

Si on exerce une **pression hydrostatique gauche** à l'aide d'un piston qui va équilibrer la pression oncotique, on maintient le **système en équilibre** et l'eau ne passe plus car elle est repoussée par la pression hydrostatique



IV/ Variation du potentiel chimique en physiologie

Tous les exemples vus précédemment sont théorique puisque les membranes utilisées sont des membranes idéales. Nous verrons en physiologie que **les variations du PC sont les moteurs des échanges osmotiques entre les compartiments extérieurs et le sang +++**. Ainsi, dans le compartiment intestinal, urinaire ou pulmonaire, les cellules vont **modifier les concentrations des osmoles ou des gaz** dissouts tout au long de leur rejet. 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 évacués dans le sang et 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 découpés à partir des aliments ingérés et **tout cela fonctionne par diffusion**

° Les **cellules rénales** modifient la concentration de l'urine primitive du filtre glomérulaire au tubule distal (vous verrez que l'essentiel de l'ultrafiltrat rénal 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 donc 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

Conclusion

Les compartiments de l'organisme contiennent **des substances dissoutes** ou / et en **suspensions** séparés par des **membranes biologiques**

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

Instants dédiés (petites pour pas vous encombrer) :

° Dédi à ceux qui lisent les dédiés avant de finir le cours. Vous inquiétez pas, c'est pas grave, on a tous déjà fait ça x)

° Dédi au tutorat et à tous vos autres fabuleux tuteurs ;)

° Dédi à mes deux marraines de l'année dernière, je n'aurais jamais pu rêver meilleur soutien

° Dédi aux nouilles chinoises, aux raviolis et au sandwiches triangles devant les séances discord

° Dédi au RU, c'est trop bon, ça coûte pas cher, pas besoin de cuisiner ou de faire la vaisselle, vous régalez

° Dédi à la couleur jaune. C'est juste la meilleure couleur. Tous ceux qui contestent sont justes des gros rageux