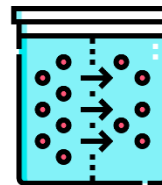




# - Diffusion et convection à travers une membrane idéale -

## *Sommaire*

|   |       |
|---|-------|
| I – Définitions : filtration, ultrafiltration et dialyse.....   | - 2 - |
| II – Diffusion et convection à travers une membrane idéale..... | - 3 - |
| A – Rappel.....   | - 3 - |
| B – Distribution des gaz à l'interface air-eau.....             | - 4 - |
| C – La convection.....  | - 4 - |
| III – Pression oncotique.....                                   | - 7 - |
| IV – Variation du potentiel chimique en physiologie.....        | - 8 - |



Bienvenue pour ce petit cours qui est la suite directe du cours sur le potentiel chimique. On va répéter beaucoup de choses et présenter de nouveaux trucs qui seront indispensables pour comprendre la partie sur les aspects théoriques, donc soyez bien concentré ! J'espère que la fiche vous plaira, Bon courage <3

**Cette fiche est complète et à jour du cours en présentiel du 9/09/2025 (pas de rajout)**



*Le tutorat est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite.*



# I – Définitions : filtration, ultrafiltration et dialyse

## Rappel :



- Membrane non sélective : laisse tout passer
- Membrane sélective : laisse tout passer, mais retient certains composés d'un côté de la membrane
- Membrane idéale : retiens tous les composés qu'elle doit retenir sans exception

## Définitions à connaître par cœur :



**Filtration** : Passage d'eau et de molécules en solution OU en suspension à travers une membrane non sélective

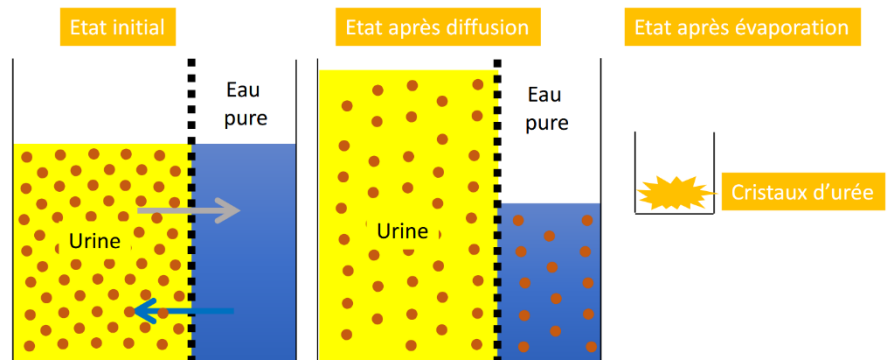
**Ultrafiltration** : Passage d'eau et de molécules en solution à travers une membrane sélective (pas de molécule en suspension pour l'ultrafiltration+++)

Il faut retenir que dans l'organisme on a uniquement de l'ultrafiltration.

Le terme **dialyse** a été introduit au XIXe siècle pour décrire un procédé de **séparation de substances** dissoutes à travers une **membrane semi-perméable**.

Historiquement, l'un des premiers usages expérimentaux de la dialyse consistait à placer **de l'urine d'un côté** et **de l'eau pure de l'autre**, séparées par une **feuille de parchemin** jouant le rôle de membrane (représentée par les pointillés noirs sur le schéma). Ce montage permettait d'observer deux phénomènes principaux :

- Le passage de l'eau pure vers l'urine, sous l'effet de l'osmose. (l'eau se déplace pour équilibrer les concentrations de part et d'autre de la membrane).
- Le passage de certaines petites molécules dissoutes (osmoles) de l'urine vers l'eau pure, comme l'urée, à travers la membrane.



En laissant ensuite **s'évaporer l'eau pure**, on observait la formation de **cristaux d'urée**, preuve que cette molécule avait bien **traversé la membrane**.

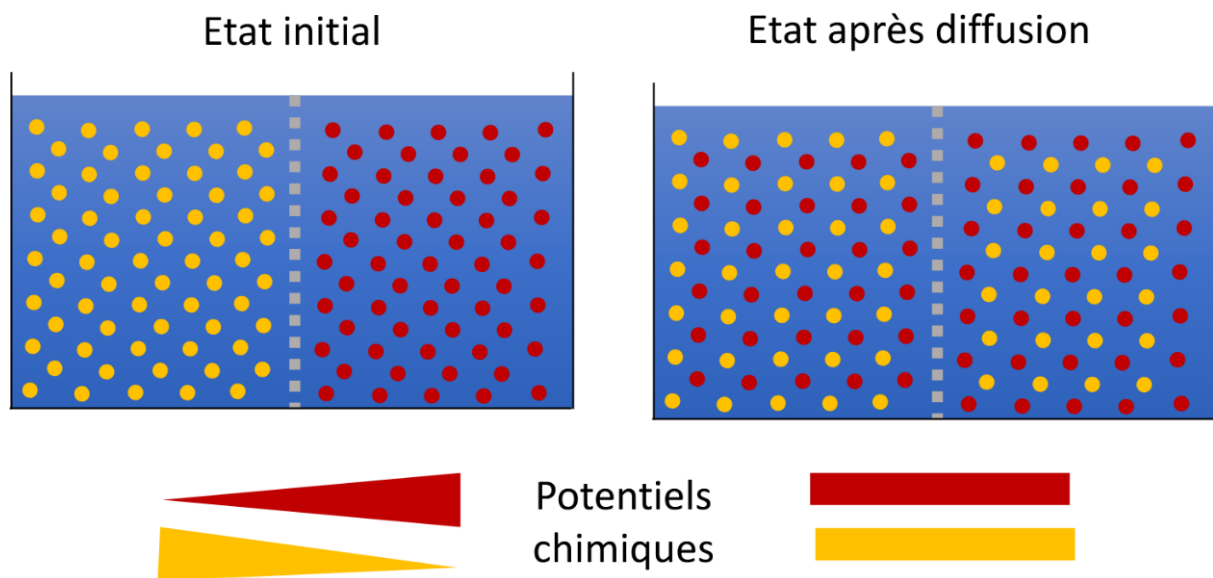


## II – Diffusion et convection à travers une membrane idéale

### A - Rappel



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



- **Etat initial** : on met en présence **2 solutions** de composition **différente** par l'intermédiaire d'une **membrane**. Les **potentiels chimiques** 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**.

C'est un rappel du cours précédent, nécessaire pour la partie suivante car c'est exactement le même procédé qui gère la distribution des gaz à l'interface air-eau



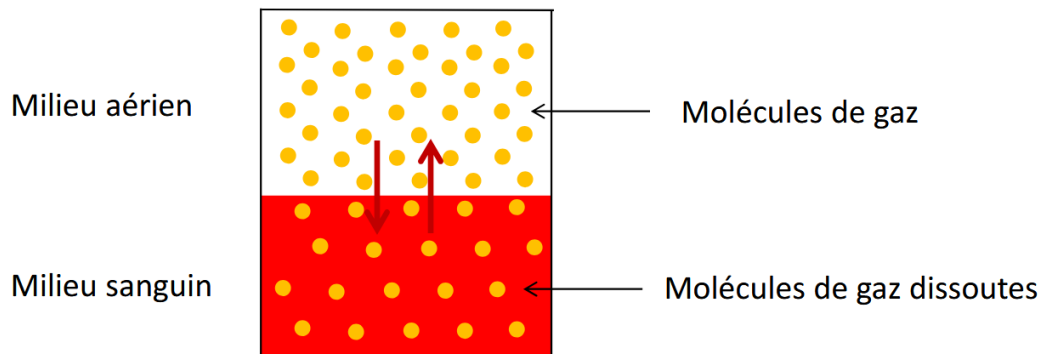
## B - Distribution des gaz à l'interface air-eau



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** (*Le gradient de pression partielle est la différence de pression d'un gaz (comme l'oxygène ou le dioxyde de carbone) entre deux endroits. Cette différence pousse le gaz à se déplacer naturellement du lieu où il est le plus concentré vers celui où il l'est moins*)
- Du **coefficient de diffusion**

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



## C – La convection

**Définition** : la **convection** à travers une **membrane** est la propriété d'un **mélange de molécules liquides ou gazeuses** (fluide) à 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** et non plus l'**agitation thermique**.

Récap :

Moteur de la diffusion : agitation thermique

Moteur de la convection : pression hydrostatique





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

- Du **gradient de pression hydrostatique**
- Du **coefficient de mobilité mécanique** du **fluide** dans la **membrane** (*alvéolaire par exemple*)

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

x = distance entre deux points

Débit = flux par convection (sur la distance x)

LH = 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

On retrouve cette **équation**, un peu similaire à la loi de Fick. Mais ici on parle de **coefficient de mobilité mécanique** et de **pression hydrostatique**. Encore une fois, on remarque le **signe négatif** devant LH. Le **flux** (du **plus concentré** vers le **moins concentré**) va en **sens inverse** de celui du **gradient** (qui va du **moins concentré** vers le **plus concentré**).

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

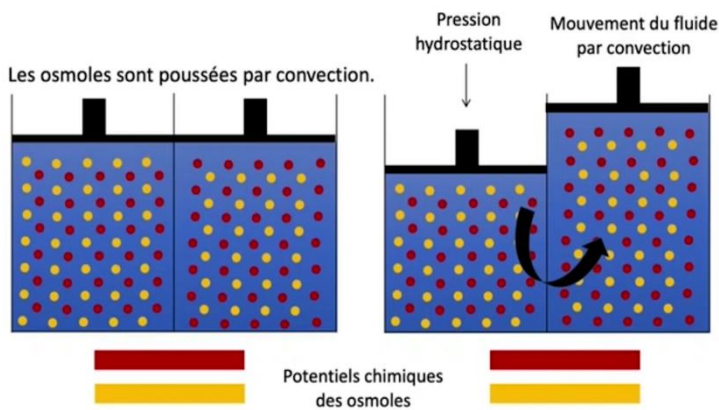
La convection et la diffusion vont collaborer pour permettre les mouvements harmonieux des molécules dissoutes.

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)



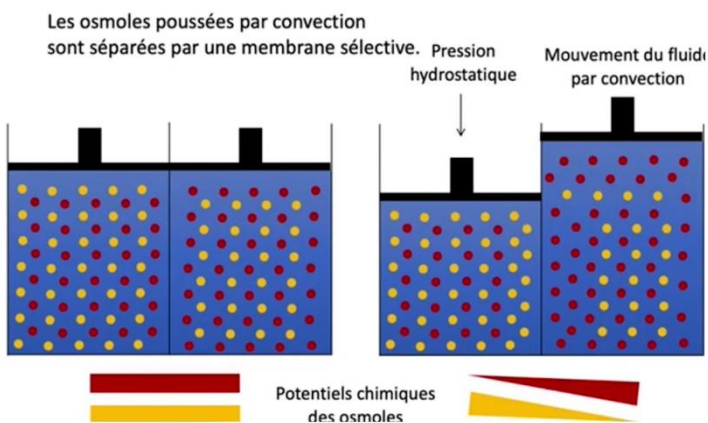
### Convection à travers une membrane non sélective



- Au départ (à gauche), 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).

- 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 **potentiel chimique**.

### Convection à travers une membrane idéale sélective

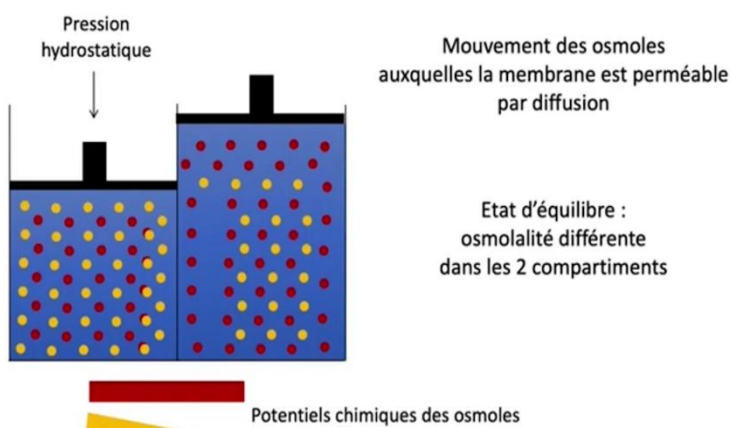


- Au **départ**, on a la même situation avec **absence de potentiel chimique** (donc même osmolalité dans les compartiments droit et gauche). Ici la **membrane est imperméable** aux molécules **jaunes** (= sélective).

- 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).

- On a donc généré un **potentiel chimique** (jaune, fort à gauche, faible à droite).

### Diffusion à travers une membrane idéale sélective



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

- On va avoir une **diffusion des molécules rouges** de droite à gauche pour **équilibrer le potentiel chimique**.

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

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**.

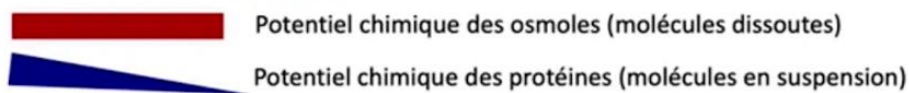
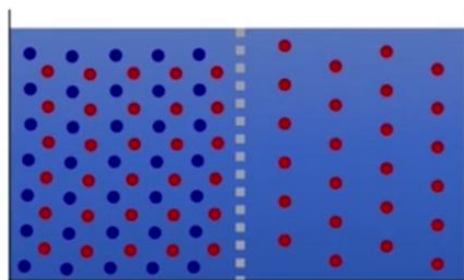
*Le tutorat est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite.*



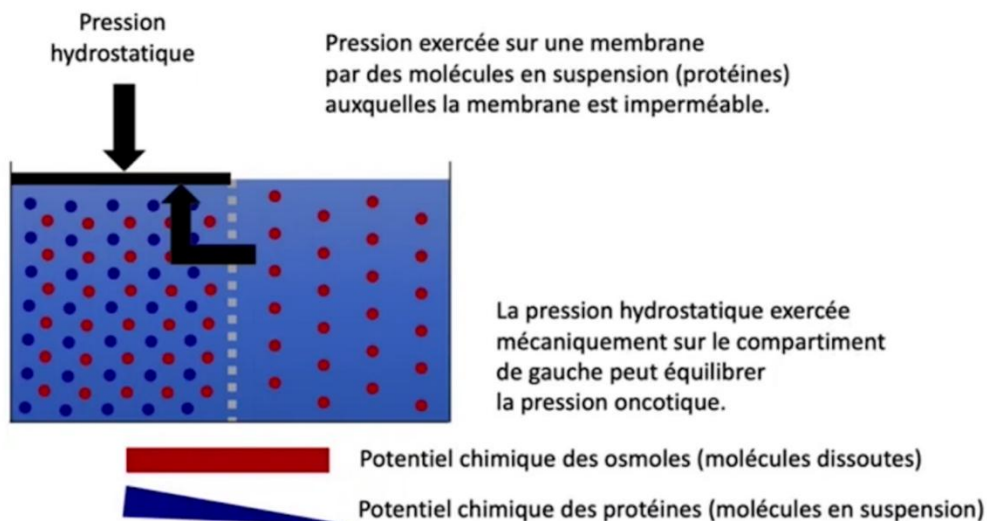
### III – Pression oncotique

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

Pression exercée sur une membrane par des molécules en suspension (protéines) auxquelles la membrane est imperméable.



On a donc un **potentiel chimique des osmoles (rouges) équivalent dans les deux compartiments**. Et on a un **potentiel chimique 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 **théoriques** puisque les membranes utilisées sont des **membranes idéales**. Nous verrons en physiologie que les **variations du potentiel chimique** sont les **moteurs** des **échanges osmolaires** 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 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 **évacués** dans le sang. Le sang va conduire des **nutriments aux cellules** qui vont rentrer dans le **cytoplasme** sous l'effet de leur potentiel **chimique**.

- 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**. (*On reverra ça dans les flux transépithéiliaux*)
- 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 CO<sub>2</sub> et O<sub>2</sub>). 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**.

**Petite conclusion du prof :**

- 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**.