

## Aspects physiologiques des transferts transmembranaires

Hello les p'tits chats ! Voilà la fiche complète j'espère qu'elle vous plaira ♥

### I) Ultrafiltration à travers les membranes biologiques

#### A- Rôle des forces en présence

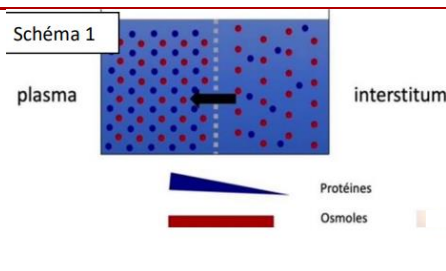
♥ L'**ultrafiltration** est le passage **uniquement d'eau et d'osmoles** à travers les membranes biologiques.

♥ Les **osmoles** sont de petites molécules en **solution**.

♥ **ATTENTION !!** L'**ultrafiltration** ne permet donc pas le passage de **grosses molécules** comme les **protéines** +++

#### Pression oncotique

♥ Elle correspond à la pression exercée par les **molécules en suspension** (ex : les **protéines**) ♥

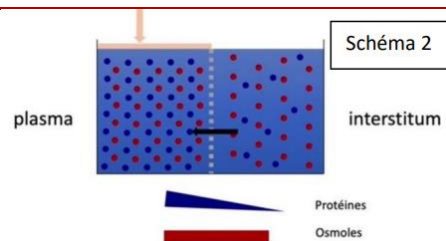


La **pression oncotique** est plus importante dans le compartiment de gauche (le plasma) car la **concentration en protéines** est plus importante.

Le **plasma** est donc plus riche en protéines que l'**interstitium**.

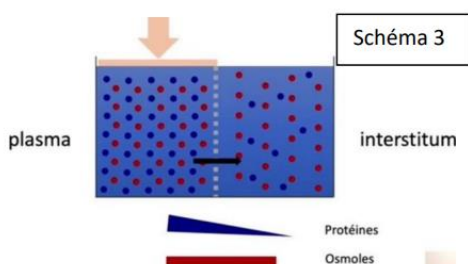
L'**eau** va donc avoir tendance à passer du compartiment de droite au compartiment de gauche.

(Et oui l'eau veut toujours aller « diluer » le compartiment où la concentration est la + importante donc ici → le plasma)



Si on exerce une **pression hydrostatique** sur le compartiment de gauche à l'aide d'un **piston**, on génère un **flux dans le sens inverse de la pression oncotique** +++ Ceci permet de limiter le flux hydrique lié à la différence de pression oncotique.

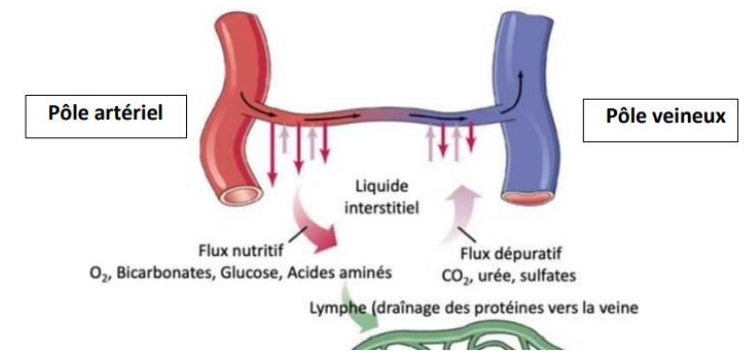
(On voit que le **flux d'eau** - la flèche - est diminué. Ceci s'explique par la présence d'une nouvelle pression → la **pression hydrostatique**)



Maintenant, si on exerce une **pression hydrostatique supérieure** à la **pression oncotique** → on inverse le sens du flux hydrique (flux de l'eau). +++

(Ici, on voit que la **flèche du flux hydrique** va dans l'autre sens)

## B- Etude des pressions



La situation décrite précédemment reflète ce qui se passe en réalité dans les **capillaires standards**.

♥ La **pression hydrostatique P** dans le capillaire est élevée au départ (pôle artériel) et diminue de plus en plus qu'on se rapproche du pôle veineux. +++

♥ La **pression oncotique  $\pi$**  reste identique tout le long du capillaire. +++

<b>La pression hydrostatique P</b>	<b>La pression oncotique <math>\pi</math></b>
Favorise le transfert du liquide du <b>capillaire</b> vers le <b>liquide interstitiel</b> +++	Favorise le transfert du liquide du <b>liquide interstitiel</b> vers le <b>capillaire</b> +++

♥ La **pression oncotique** est **plus élevée dans le capillaire** que dans le **liquide interstitiel** car il y a moins de protéines dans le liquide interstitiel que dans le plasma (capillaire). ++++

♥ On observe donc un **flux nutritif** avec apport d'oxygène, d'acides aminés et de glucose aux tissus au niveau du **pôle artériel** (car  $\Delta P > \Delta \pi$ )

♥ On observe un **flux dépuratif** avec l'épuration du gaz carbonique, d'urée, de sulfate et autres déchets au niveau du **pôle veineux** (car  $\Delta P < \Delta \pi$ ).

## ♥ La relation de Starling ♥

c = capillaire  
 i = interstitiel  
 P = pression hydrostatique  
 $\pi$  = pression oncotique

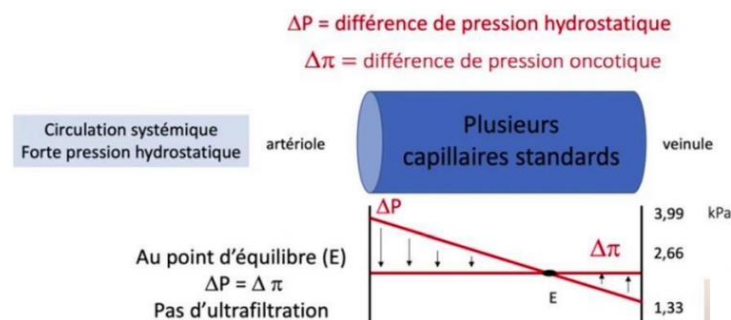
Gradient de pression hydrostatique      Gradient de pression oncotique

$$\text{Débit d'ultrafiltration} = [(P_c - P_i) - (\pi_c - \pi_i)]$$

Elle permet de caractériser le **débit d'ultrafiltration**. +++

♥ Elle nous indique que le **débit d'ultrafiltration** est proportionnel à la différence entre le **gradient de pression hydrostatique ( $\Delta P$ )** et le **gradient de pression oncotique ( $\Delta \pi$ )**. ♥

## La relation de Starling dans la circulation systémique (capillaires standards)



Le gradient de pression oncotique  $\Delta \pi$  ne varie PAS de l'**extrémité artérielle** à l'**extrémité veineuse**.

Le gradient de pression hydrostatique  $\Delta P$  est maximal au **pôle artériel** et diminue jusqu'à être minimal au **pôle veineux**.

⇒ Au niveau du **pôle artériolaire**  $\Delta P > \Delta \pi$ , on observe donc une sortie du liquide de la lumière des **capillaires** vers le **milieu interstitiel**.

⇒ Au niveau du **pôle veineux**  $\Delta P < \Delta \pi$  → c'est l'**inverse** ++ le liquide va du **milieu interstitiel** vers le **capillaire**.

E correspond au point d'équilibre →  $\Delta P = \Delta \pi$  (les flux sont de même intensité dans les deux sens).

## Caractéristiques des capillaires standards

Les **capillaires standards** sont **perméables à l'eau et aux osmoles** MAIS **imperméables aux protéines** +++++

Les pressions qui s'exercent à l'**intérieur** des capillaires standards sont : **une pression hydrostatique (positive)** et une **pression oncotique importante** (liée à la quantité importante de protéines en suspension dans le plasma)

Et une pression **externe** : la **pression hydrostatique des tissus** (légèrement **négative**). Il faut se représenter les tissus comme étant légèrement élastiques et exerçant une traction sur les tissus qui les entourent. Ainsi, la pression des tissus est légèrement négative par rapport à la pression atmosphérique.

Le **liquide interstitiel** qui baigne ces tissus contient **moins de protéines que le plasma** = donc la **pression oncotique** qui y règne est plus faible. +++

### ♥ L'effet Donnan ♥

Attention !! UNIQUEMENT dans les **capillaires standards** !!

Plasma	Membrane capillaire	Liquide interstitiel
	-   +	
	-   +	
Na <sup>+</sup> = 150 mmol/kg d'eau	-   +	Na <sup>+</sup> = 144 mmol/kg d'eau
	-   +	
Cl <sup>-</sup> = 109 mmol/kg d'eau	-   +	Cl <sup>-</sup> = 114 mmol/kg d'eau
	-   +	
Protéines = 70 g/l	-   +	Protéines = 17 g/l
	-   +	
Somme des anions = somme des cations	-   +	Somme des anions = somme des cations

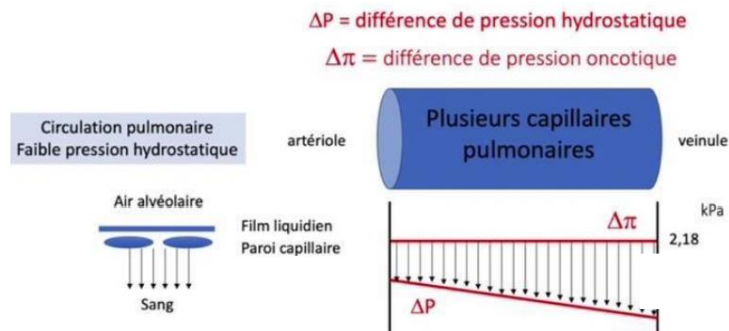
**L'effet Donnan** répartit les charges négatives à l'**intérieur de la lumière des capillaires** :

⇒ Les **protéines** sont majoritairement électronégatives et les charges de même signe se repoussent.

⇒ **Conséquence** = les protéines sont repoussées et cela évite qu'elles n'encrassent la membrane du capillaire.

**Fun Fact** : Les protéines ne peuvent pas sortir du capillaire car elles sont trop « grosses » = c'est d'ailleurs pour ça que la pression oncotique est constante le long du capillaire ! Donc sans effet Donnan, les protéines s'accumuleraient dans le capillaire et créeraient un big bouchon 🚫

## C- Ultrafiltration dans les capillaires pulmonaires



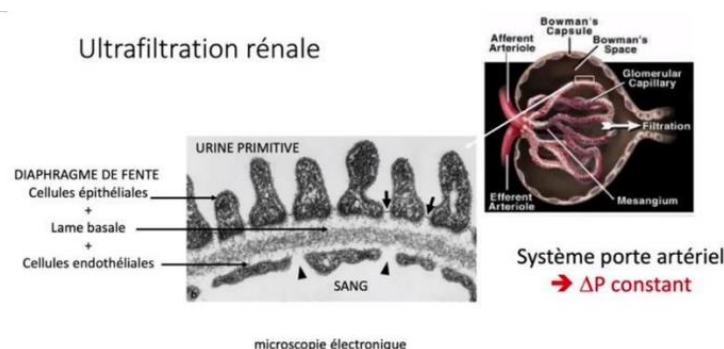
Dans la *circulation pulmonaire*, il y a une plus faible **pression hydrostatique  $\Delta P$**  et donc l'équilibre entre les gradients est différent :

⇒ Le **gradient de pression oncotique  $\Delta \pi$**  ne varie **PAS** entre le **pôle artériel** et le **pôle veineux**. +++

⇒ Le **gradient de pression hydrostatique  $\Delta P$**  diminue également du **pôle artériel** au **pôle veineux**. +++ Cependant **ATTENTION** : ici  **$\Delta P$**  reste **TOUJOURS inférieur** à  **$\Delta \pi$**  +++++

Ceci permet un **drainage permanent des alvéoles pulmonaires** et le liquide qui y règne n'est qu'un petit film liquidien à travers lequel se font les *échanges gazeux*. **DONC** le liquide ne va **pas** vers les alvéoles, **il est TOUJOURS dirigé vers les capillaires** pour que les alvéoles ne **soient pas noyées**. +++

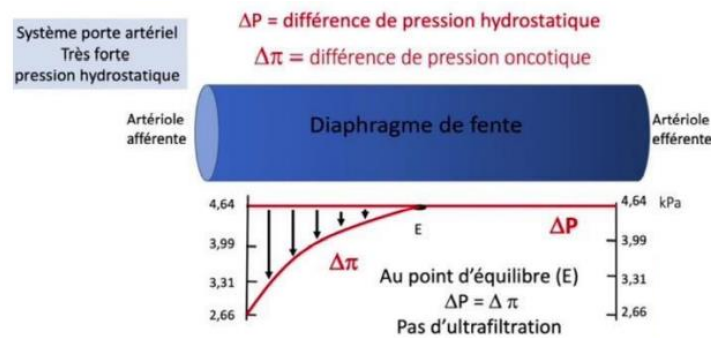
## D- Ultrafiltration dans les capillaires glomérulaires (les reins)



Dans les **reins** on observe un **système porte-artériel**, c'est un système à très forte pression (la pression est beaucoup + élevée que dans la circulation systémique).

Les unités de filtration des reins sont les **glomérules** ♥

On observe les **artérioles afférentes en haut** et les **artérioles efférentes en bas**.

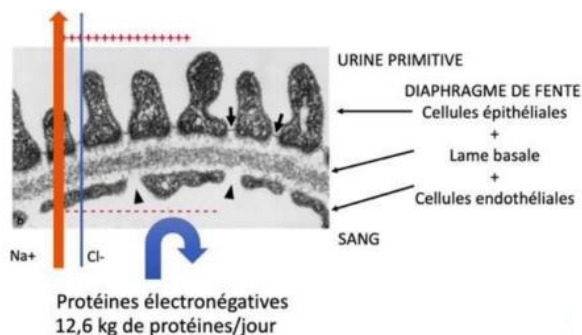


Dans le diaphragme de fente, on observe une ultrafiltration. Le système possède une **forte pression hydrostatique** et **/!\** le **gradient de pression hydrostatique  $\Delta P$**  ne **VARIE PAS** de l'artériole afférente à l'artériole efférente. +++ Le liquide va donc se diriger vers l'extérieur du capillaire (vers l'urine primitive).

⇒ Par conséquent, les **protéines** vont donc se concentrer à l'intérieur du plasma car tout le liquide sort du capillaire. Il y a donc **moins de liquide mais toujours autant de protéines**. **DONC** le **gradient de pression oncotique  $\Delta \pi$**  **AUGMENTE** jusqu'à atteindre le **point d'équilibre E** +++

E correspond au moment où le **gradient de pression oncotique** atteint la même valeur que le **gradient de pression hydrostatique**, c'à d lorsque  **$\Delta \pi = \Delta P$** . A ce moment-là le **flux s'interrompt**. +++

Ce rapport de gradients indique qu'il y a une **ultrafiltration** qui va **TOUJOURS** dans le sens du capillaire vers l'urine primitive (jusqu'à ce qu'on atteigne E) et il n'y a pas de **protéines** dans l'urine primitive. +++



### Force électrostatique

On observe une **mobilité différentielle** entre  **$\text{Na}^+$**  et  **$\text{Cl}^-$**  à l'intérieur du diaphragme de fente.

Cela permet la **création** d'une **lumière capillaire électro négative** qui repousse les **protéines**.

Ainsi on évite le big bouchon dans le filtre glomérulaire !!

## E- Epanchements et œdèmes

Si les **gradients de pression** ne sont plus répartis correctement = du **liquide extracellulaire** peut s'accumuler à l'**extérieur des capillaires**. Cela peut provoquer des **œdèmes** ou des **épanchements** +++

### Œdème

Il y a du liquide qui s'accumule dans le **tissu sous-cutané** → **signe du Godet**  
(= trace du doigt lorsque l'on appuie sur la crête tibiale antérieure et en comprimant le tissu sous-cutané)

**Œdème pulmonaire** = liquide dans les **alvéoles pulmonaires** → **dyspnée ou essoufflement + expectorations mousseuses et rosées** (*idem plasma*)

### Epanchement

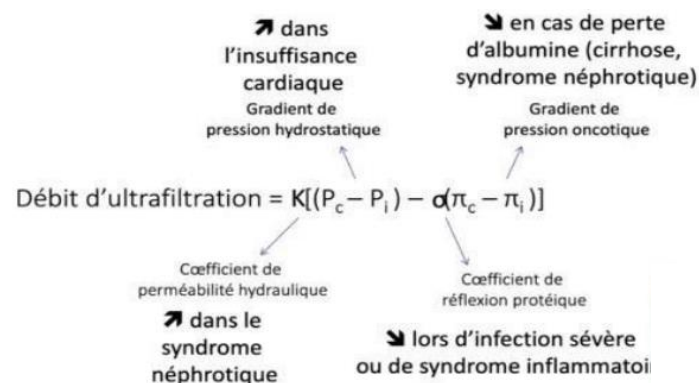
Accumulation de liquide dans **les cavités virtuelles** de l'organisme ++

⇒ **Pleurésie** (plèvre - poumons) : **matité** lors de la percussion du thorax

⇒ **Péricardite** (péricarde - cœur) : **bruits de frottements** à l'auscultation

⇒ **Ascite** (péritoine - abdomen) : **perception de vibrations déclenchées par une pichenette d'un côté de l'abdomen**

## Dérèglements des gradients $\Delta P$ et $\Delta \pi$

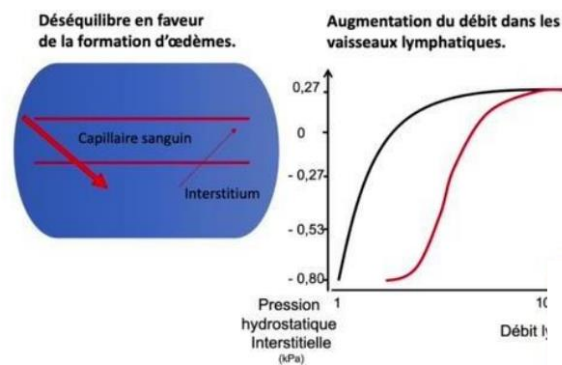


La **relation de Starling** nous montre comment les épanchements et les œdèmes se forment.

On peut observer d'autres pathologies comme : l'insuffisance cardiaque, le syndrome néphrotique (*rein*), la perte d'albumine ou une infection sévère.



## F- Réseau de suppléance (capillaires lymphatiques)



Il existe un **réseau lymphatique** qui va être capable de réduire le risque d'œdèmes et d'épanchements.

En effet, les **capillaires lymphatiques** vont être capable de conduire le liquide interstitiel vers la veine cave supérieure. Lorsque la **pression interstitielle devient anormalement positive** \*(càd qu'il y a trop de liquide dans l'interstitium), le **débit lymphatique augmente** considérablement afin de permettre d'évacuer l'excédent de liquide interstitiel.

Dans le cas, où le **liquide interstitiel serait abondant**, on a un **décalage de cette courbe vers la droite**, avec des forts débits lymphatiques MAIS des pressions normales dans l'interstitium (les *capillaires lymphatiques* viennent compenser augmentation de pression afin que la pression dans l'interstitium redevienne normale).

\* Il faut savoir que dans les **capillaires standards** la **pression hydrostatique** est **positive** et la **pression oncotique** est importante. Cependant, à l'extérieur des capillaires (interstitium) la **pression hydrostatique** est légèrement **négative** +++  $\Rightarrow$  d'où l'importance du réseau lymphatique lorsque celle-ci devient positive !!

## Conclusion

- ♥ **L'ultrafiltration** à travers les membranes biologiques concerne l'eau et les osmoles. (ATTENTION !! PAS LES PROTEINES !!)
- ♥ La **relation de Starling** désigne l'équilibre des forces responsables de l'ultrafiltration.
- ♥ Le déséquilibre de ces forces est extrêmement fréquent en médecine.





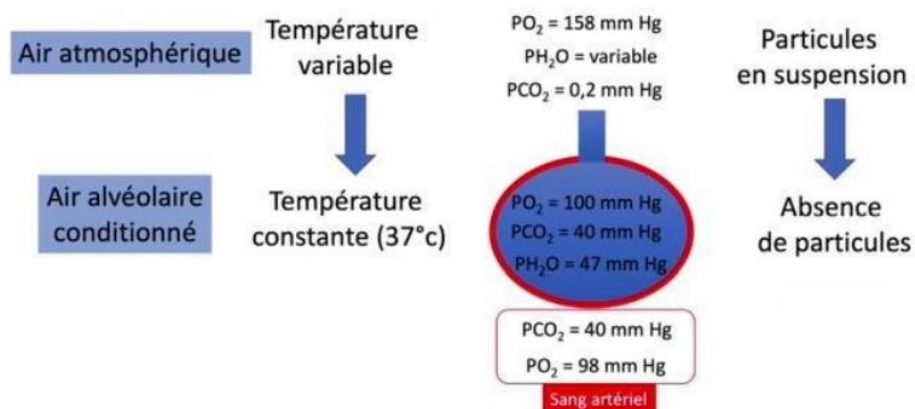
## II) Diffusion des gaz à travers la membrane alvéolaire

**L'hématose** correspond aux transferts de gaz entre l'air et le sang (*dans les deux sens*).  
L'air alvéolaire est conditionné pour permettre ces échanges.



**ATTENTION** : on parle bien **d'hématose** et non PAS d'hémostase +++ Ne confondez pas les deux !!!!!

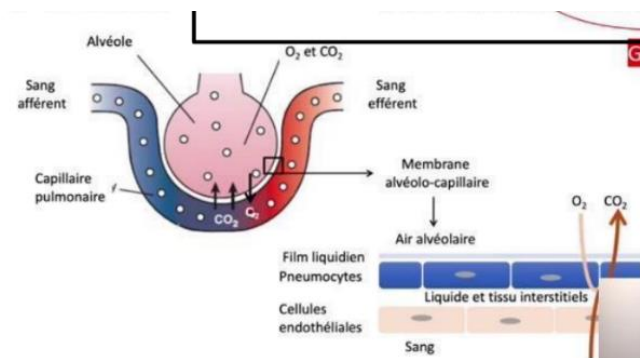
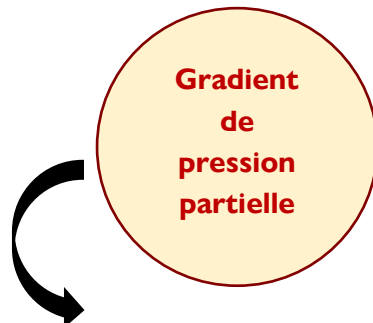
### A- Air alvéolaire conditionné



Air atmosphérique	Air alvéolaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Sa <b>pression partielle en vapeur d'eau (PH<sub>2</sub>O)</b> et <b>en gaz carbonique (PCO<sub>2</sub>)</b> sont très <u>FAIBLES</u> ++</li> <li>♦ Sa <b>pression partielle en oxygène (PO<sub>2</sub>)</b> est <u>élevée</u> ++</li> </ul>	<p><b>L'air alvéolaire</b> transite dans les <i>bronches</i>, il est ainsi :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Réchauffé</li> <li>→ Hydraté</li> <li>→ Enrichi en CO<sub>2</sub> (respiration cellulaire)</li> <li>→ Épuré de l'ensemble des particules en <u>suspension</u> qu'il pouvait contenir</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Sa <b>PH<sub>2</sub>O</b> et sa <b>PCO<sub>2</sub></b> sont <u>élevées</u> ++</li> <li>♦ Sa pression <b>PO<sub>2</sub></b> est <u>faible</u> ++</li> </ul>

## B- Hématose

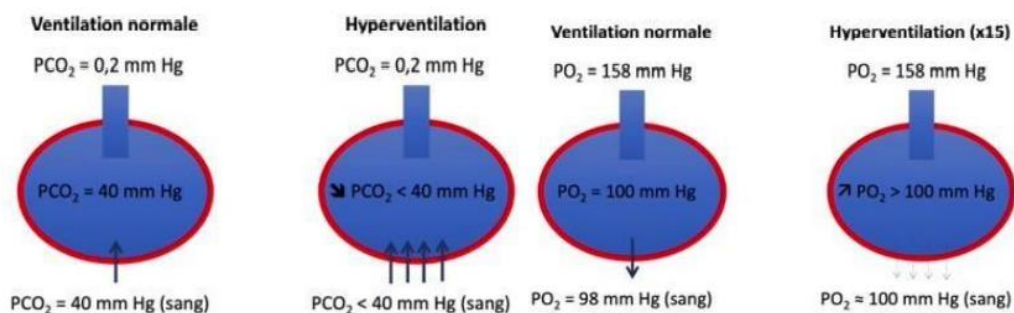
La *diffusion des gaz* se fait selon la ♥ **Loi de Fick** ♥



$$\text{Flux de gaz} = \frac{\text{Surface} \times \text{coefficient de solubilité} \times \text{différence de pression partielle}}{\text{épaisseur de la membrane alvéolo - capillaire}}$$

Le **gradient de pression partielle** est déterminant. Ce gradient correspond au rapport entre la différence de pression partielle et l'épaisseur de la membrane alvéolo-capillaire. Le *flux* dépend également de la surface de la membrane alvéolo-capillaire ainsi que du coefficient de solubilité des gaz.

### Air alvéolaire conditionné et gradient de pression partielle du CO<sub>2</sub>



Il y a une grande différence de **pression partielle en gaz carbonique** entre l'air alvéolaire et l'air atmosphérique.

→ L'**hyperventilation** (renouveler fréquemment l'air alvéolaire) permet de faire **diminuer la PCO<sub>2</sub> alvéolaire** +++ *Cela permet d'épurer le sang en gaz carbonique* puisqu'on augmente la différence de pression partielle entre l'air et le sang pour ce gaz +++

→ En revanche, la PO<sub>2</sub> entre l'air alvéolaire et l'air atmosphérique est peu différente. De plus, l'**hyperventilation a peu d'effet sur la PO<sub>2</sub> dans le sang** +++ (si on voulait augmenter la PO<sub>2</sub> du sang, il faudrait enrichir l'air atmosphérique en oxygène ⇒ mais c'est impossible 😊).

**L'hyperventilation est donc un moyen efficace pour éliminer le gaz carbonique à l'intérieur de l'organisme ♥**

## Œdème pulmonaire

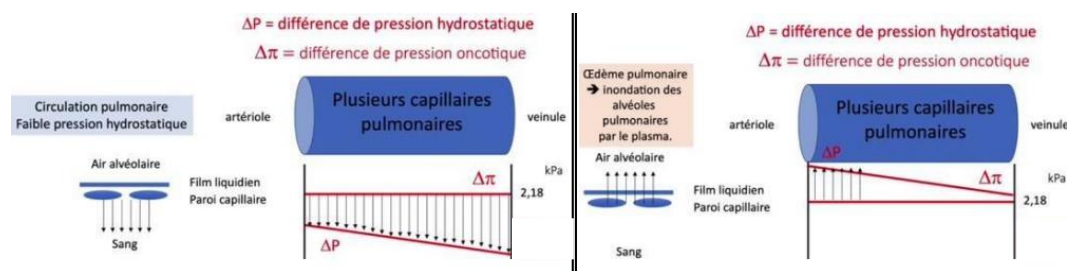
$$\text{Flux de gaz (air} \rightarrow \text{sang)} = \frac{\text{Surface} \times \text{coef. solubilité} \times \text{différence de pression partielle}}{\text{épaisseur de la membrane}}$$

Il arrive que le gradient de pression partielle soit altéré dans des situations pathologiques.

⇒ **L'épaisseur de la membrane alvéolo-capillaire** peut **augmenter** en présence d'un **œdème pulmonaire**. L'œdème pulmonaire peut provoquer un essoufflement ou une dyspnée par manque d'oxygène. ++

(Si l'épaisseur augmente, le dénominateur de la fraction devient + important et par conséquent le résultat de la fraction diminue. Ici le résultat correspond à l'oxygénation du sang = flux air → sang).

## Insuffisance cardiaque



## Situation normale :

**Δπ TOUJOURS SUPERIEUR à ΔP**

Flux de l'alvéole vers le capillaire ++

## Insuffisance cardiaque :

**ΔP DEVIENT SUPERIEUR à Δπ**

Le flux s'inverse → œdème pulmonaire → **alvéoles noyées !!**

## C- Rôle essentiel du gradient de pression partielle

$$\text{Flux de gaz (air} \rightarrow \text{sang)} = \frac{\text{Surface} \times \text{coef. solubilité} \times \text{différence de pression partielle}}{\text{Epaisseur}}$$

Diminution de la pression partielle en altitude

	Pression partielle de l'oxygène (kPa)	
	Sang	Alvéole
Niveau de la mer	5,3	13,3
4000 m	5,3	7,5

En **altitude**, la **PO<sub>2</sub> atmosphérique** diminue, ainsi la **PO<sub>2</sub> alvéolaire** diminue également.

La différence entre les deux pressions diminue également.

⇒ On observe une **difficulté d'oxygénation du sang**.

## Conclusion

- ♥ **L'air alvéolaire** au contact du sang est dépoussiéré, réchauffé et hydraté.
- ♥ **L'hématose** dépend de la diffusion des gaz donc de la **Loi de Fick**.
- ♥ La **capacité d'échanges gazeux** dépasse largement les besoins habituels de l'organisme (*adaptation à l'effort et compensation de l'insuffisance cardiaque ou pulmonaire*).

### III) Equilibre osmotique de l'eau (membrane PLASMIQUE)

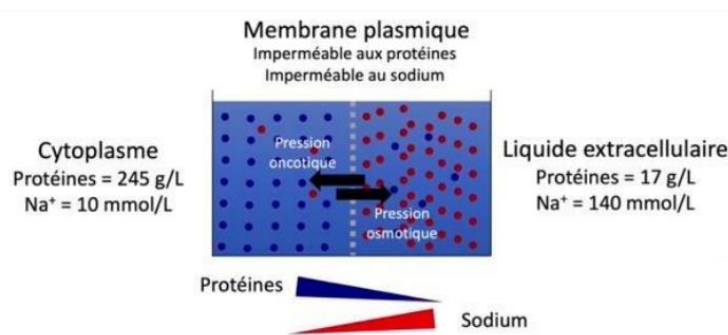
**ATTENTION !!! Membrane plasmique  $\neq$  membrane des capillaires !!!** Dans cette partie nous nous intéressons à la membrane plasmique ++

♥ La **membrane plasmique** est : ♥

- **Perméable à l'eau**
- **Imperméable aux protéines**
- Se comporte **comme si elle était imperméable au sodium** (pompe à sodium active et perméabilité canaux  $\text{Na}^+$  faible)
- Possède des **aquaporines** (protéines permettant la diffusion facilitée de l'eau).

*Nb : **TOUTES** les cellules de l'organisme possèdent des aquaporines !!*

#### A- Equilibre entre pression osmotique et oncotique



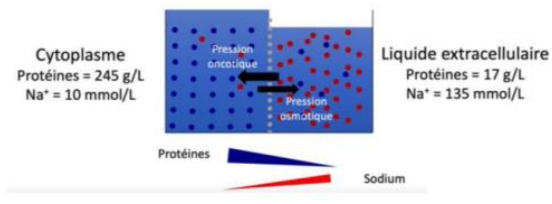
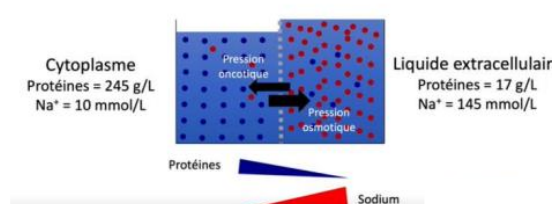
La **Membrane plasmique** sépare le cytoplasme du liquide extracellulaire (la composition entre les 2 est très différente !!)

♥ **CYTOPLASME** : forte **pression oncotique** car grande quantité de protéines.

♥ **LIQUIDE EXTRACELLULAIRE** : forte **pression osmotique** car grande quantité sodium.

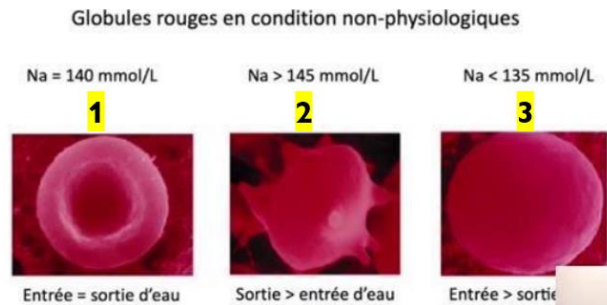
*\*Etat normal* = l'**eau** diffuse autant de droite à gauche que de gauche à droite.

## B- Variations normales de la concentration de sodium dans le liquide extracellulaire

 <p>Membrane plasmique</p> <p>Cytoplasme Protéines = 245 g/L Na<sup>+</sup> = 10 mmol/L</p> <p>Liquide extracellulaire Protéines = 17 g/L Na<sup>+</sup> = 135 mmol/L</p> <p>Pression oncotique Pression osmotique</p> <p>Protéines Sodium</p>	 <p>Membrane plasmique</p> <p>Cytoplasme Protéines = 245 g/L Na<sup>+</sup> = 10 mmol/L</p> <p>Liquide extracellulaire Protéines = 17 g/L Na<sup>+</sup> = 145 mmol/L</p> <p>Pression oncotique Pression osmotique</p> <p>Protéines Sodium</p>
<p><b>Diminution [Na<sup>+</sup>] dans le liquide extracellulaire</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♥ Déséquilibre des flux</li> <li>♥ Inflation du cytoplasme</li> <li>♥ Diminution du volume du liquide extracellulaire</li> </ul>	<p><b>Augmentation [Na<sup>+</sup>] dans le liquide extracellulaire</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♥ Déséquilibre des flux</li> <li>♥ Diminution du volume du cytoplasme (volume cellulaire)</li> <li>♥ Augmentation du volume du liquide extracellulaire</li> </ul>

\*Et oui on n'oublie pas que l'eau va toujours diffuser vers le compartiment où la concentration est la + importante = ici où la concentration en sodium est la + élevée ♥

## C- Variations extrêmes de la concentration de sodium



**1** ⇒ le **GB** a sa **morphologie normale en anneau avec un centre concave**. Ici les **entrées et les sorties d'eau sont équivalentes**.

**2** ⇒ Le **GB** est placé dans une solution contenant trop de sodium par rapport à ce qu'on retrouve dans le sang. Le **GB a une morphologie d'oursin**. Les **entrées d'eau sont inférieures aux sorties d'eau**. (Ici [Na<sup>+</sup>] du GB < [Na<sup>+</sup>] de la solution DONC l'eau diffuse du GB vers la solution).

**3** ⇒ Le **GB** est placé dans une solution contenant peu de sodium par rapport au sang. Le GB se gonfle et prend la **forme d'un ballon**. Les **entrées d'eau sont supérieures aux sorties d'eau**. (Ici [Na<sup>+</sup>] du GB > [Na<sup>+</sup>] de la solution DONC l'eau diffuse de la solution vers le GB).

## D- Tonicité d'une solution

Variation de la concentration de sodium

→ Variation du volume cellulaire

→ Variation de la tonicité de la solution

La tonicité dépend du contenu en sodium d'une solution

Les autres osmoles n'ont pas cet effet à l'état normal

$$\text{Osmolalité (mosmol/kg)} = \frac{[\text{Na}^+] + [\text{K}^+] + [\text{Cl}^-] + [\text{HCO}_3^-] + [\text{glucose}] + [\text{urée}] + \dots}{\text{masse d'eau}}$$

La **tonicité** dépend UNIQUEMENT de la **quantité de sodium** ♥

C'est une valeur **qualitative**

La variation de la concentration de sodium a un impact sur le volume cellulaire et sur la tonicité +++

La **définition de l'osmolalité** reste **valable**, elle correspond à la somme des concentrations des substances dissoutes dans une masse d'eau donnée.

## Conclusion

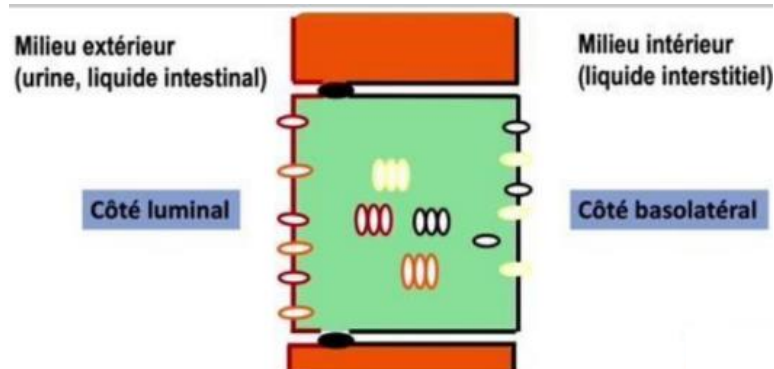
- ♥ Les **membranes plasmiques** sont perméables à l'eau, imperméables aux protéines et se comportent comme si elles étaient imperméables au sodium.
- ♥ Le **volume cellulaire** varie en fonction des apports en sel (NaCl) et en eau.



#### IV) Flux osmolaires à travers les épithéliums (absorption et sécrétions)

A travers les **épithéliums**, il y a des flux osmolaires qui correspondent à des **flux d'absorption et de sécrétions**.

##### A- Epithéliums



♥ **Epithélium** : membrane séparant le milieu intérieur et le milieu extérieur

Cette membrane biologique est composée de cellules qui sont **polarisées** +++

⇒ Le **côté basolatéral** baigne du côté sanguin

⇒ Le **côté luminal** est à l'extérieur de l'organisme (*dans l'urine primitive ou le liquide intestinal par exemple*).

Chacun des côtés reçoit des **protéines particulières** selon un programme cellulaire bien précis. Chaque cellule est séparée d'une autre par des jonctions dont les propriétés sont variables.

Les **protéines de transport** sont spécifiquement destinées au côté luminal ou au côté basolatéral et ces deux côtés sont isolés par des jonctions intercellulaires, il y a donc une **polarisation**.

#### Paramètres fonctionnels

**Les pompes** : transportent **activement** des osmoles sur une face ou l'autre de l'épithélium.

Elles créent ainsi des *gradients chimiques ou des gradients électriques*, si bien que l'équipement en canaux/échangeurs/co-transporteurs sur les deux membranes plasmiques va permettre des **transports secondairement actifs de chaque côté**.

Ce qui est important c'est que les deux membranes plasmiques situées du côté basolatéral et du côté luminal sont **fonctionnellement couplées** pour générer des flux transépithéliaux.



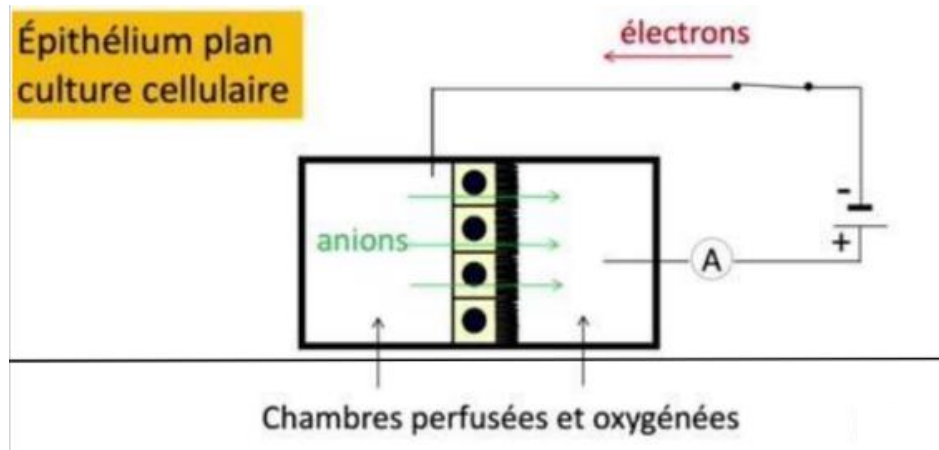
Ces flux s'appellent : ++++

♥ Des **flux absorbatifs** quand on va du milieu extérieur vers le milieu intérieur

♥ Des **flux sécrétoires** quand on va en sens inverse.

## B- Mesure des flux transépithéliaux

### Chambre d'Ussing

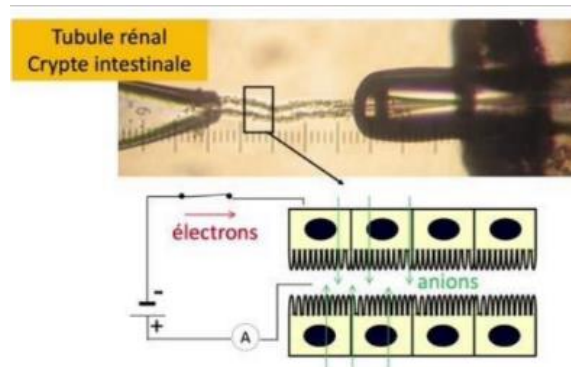


Pour mesurer le fonctionnement et les flux transépithéliaux, on utilise différents montages expérimentaux.

♥ La **chambre d'Ussing** permet de monter un **épithélium plan** entre deux chambres perfusées et oxygénées que l'on va relier à un circuit électrique externe.

♥ Ainsi, nous allons pouvoir étudier les **changements de concentration ionique** entre les **deux phases de l'épithélium** et par rapport à ça les mouvements de charges correspondant aux courants osmotiques.

### Microperfusions In Vitro



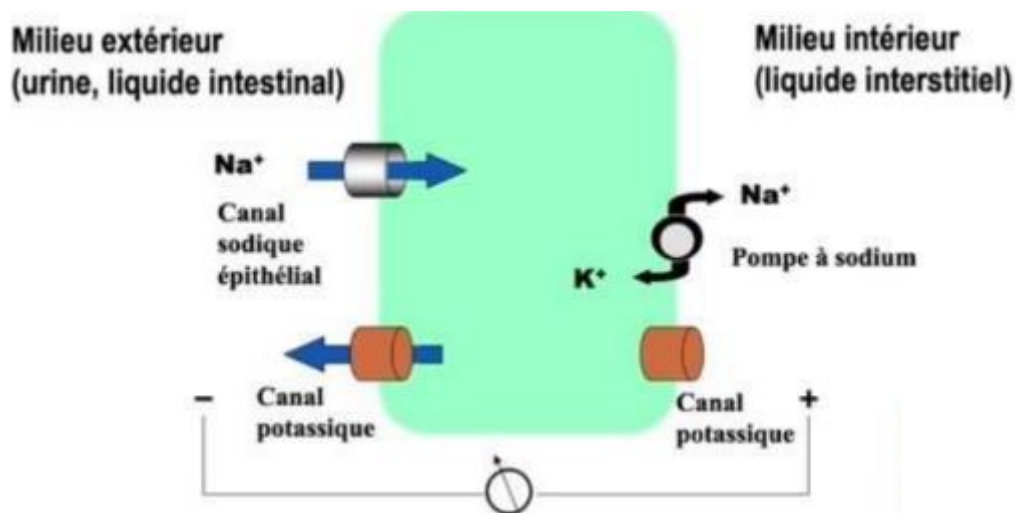
Il existe des **épithéliums cylindriques** que l'on étudie par *microperfusion in vitro*.

Sur cette diapo on peut observer un **tubule rénal qui est canulé entre deux micropipettes de verre microforgées**. On peut mesurer la concentration ionique qui est à l'extérieur de ce cylindre et le flux ainsi que la concentration ionique du liquide intra-canaulaire.

Un même montage électrique peut être couplé comme pour la chambre d'Ussing, permettant de caractériser la **polarisation électrique transépithéliale**.

## C- Fonctionnement des épithéliums

### Couplages fonctionnels des membranes plasmiques



Prenons l'exemple de la *cellule principale du canal collecteur* qu'on observe sur le schéma qui possède une pompe à sodium sur son côté basolatéral.

Cette **pompe à sodium** va créer un **gradient chimique favorable à l'entrée du sodium dans le cytoplasme** et en présence d'un **canal sodique épithélial au pôle luminal**, le sodium va rentrer dans le cytoplasme puis ressortir du côté droit du schéma.

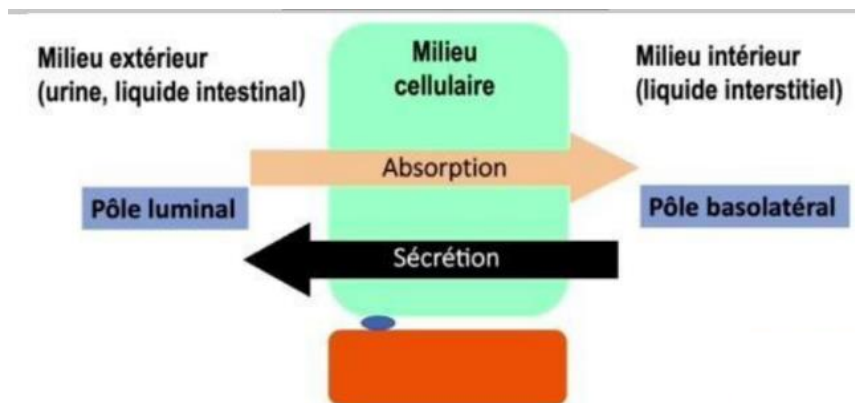
On **transporte des charges positives** et donc on crée une **polarisation électrique** avec une lumière (du côté du milieu extérieur) électronégative.

Le **potassium** qui s'est accumulé à l'intérieur de la cellule va donc pouvoir en sortir **puisque'il existe des canaux potassiques au pôle luminal et basolatéral**. De plus, le gradient chimique est favorable à sa sortie.

Cependant le fait d'avoir un gradient électrique favorable à la sortie du potassium vers le pôle luminal va le conduire à **être évacué vers ce pôle**.

♥ **Le couplage fonctionnel** : désigne cette **association de gradient chimique et gradient électrique** qui selon l'équipement moléculaire aboutit à un flux ici de gauche à droite pour le sodium et de droite à gauche pour le potassium. ♥

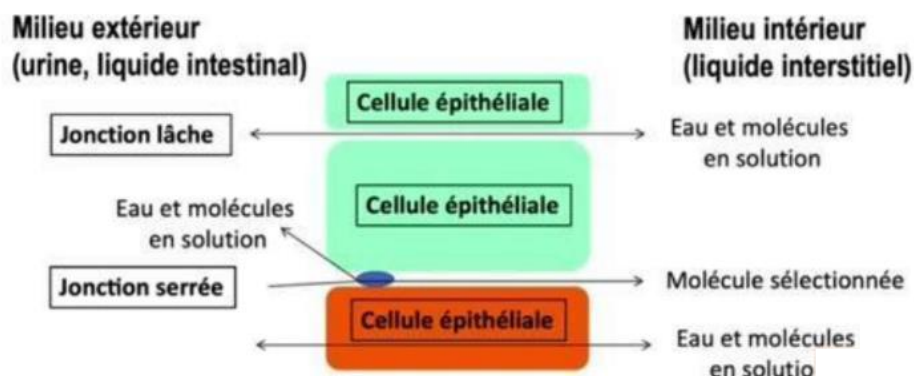
## Flux transépithéliaux



Le flux de gauche à droite, c'est-à-dire du milieu extérieur vers le milieu intérieur est un **flux d'absorption**.

Le flux de droite à gauche, du pôle basolatéral au pôle luminal (du milieu intérieur vers le milieu extérieur) est un **flux de sécrétion**.

## Flux transcellulaire et paracellulaire



Les flux peuvent être soit transcellulaires ou paracellulaires :

- \* Lorsque les jonctions qui séparent les cellules sont lâches, il peut y avoir un **passage paracellulaire** (c'est-à-dire que l'eau ou les molécules en solution passent **ENTRE** deux cellules).
- \* Lorsque les jonctions sont serrées certaines molécules de ces jonctions permettent un **passage sélectif comme dans la diffusion facilitée**. C'est le **passage transcellulaire**. Mais globalement, il y a une imperméabilité à l'eau et aux molécules en solution entre les cellules.

Le **flux transépithélial est souvent transcellulaire** comme on l'a illustré précédemment dans le couplage fonctionnel.

## Conclusion

- ♥ Les **épithéliums** séparent le milieu intérieur des milieux extérieurs.
- ♥ Les **flux transépithéliaux** correspondent à une **association de transporteurs moléculaires**.  
(Fondamentaux pour la nutrition, l'épuration de l'organisme).
- ♥ La **nature des flux** dépend du type de transporteurs présent sur les 2 membranes plasmiques de l'épithélium.
- ♥ **L'intensité des flux** dépend de la perméabilité des transporteurs et/ou de la nature des jonctions intercellulaires.



Fin de cette (longue) fiche ! Bravo à toi d'être arrivé au bout 😊

### Instant dédicaces

- ♥ Dédicace à mes parents et à ma sœur qui sont et resteront mes essentiels
- ♥ Dédicace à mes co-tuts et au tutorat par qu'ils sont géniaux
- ♥ Et surtout dédicace à **VOUS** ! Que vous soyez en LAS.1, en LAS.2 ou en LAS.3, sachez que vous êtes courageux de vous être lancés (ou relancés) dans cette aventure qu'est la P1. Ne perdez pas espoir, vous pouvez y arriver. Soyez toujours fier de vous, de ce que vous apprenez et du chemin que vous êtes en train de parcourir. Croyez en vous ! En tout cas nous on croit en vous ! ☆

**« Il n'y a qu'une façon d'échouer c'est d'abandonner avant d'avoir réussi. »**

Georges Clémenceau

- ♥ Et si vous avez un pb, des remarques ou des questions n'hésitez pas !



**Vous devant les nouvelles fiches complètes de physio ♥**

PS : les fiches sont basées sur les ronéos de l'année dernière mais elles seront MAJ si il y a des changements par rapport aux ronéos de cette année 😊