

POTENTIEL CHIMIQUE, DIFFUSION, CONVECTION

Plan

I. Potentiel chimique de molécules dissoutes

- A. Diffusion
- B. Pression osmotique
- C. Pression oncotique
- D. Abaissement cryoscopique
- E. Mesure de l'osmolalité

II. Séparation de molécules grâce à une membrane (Dialyse)

- A. Diffusion
- B. Convection
- C. Pression oncotique
- D. Filtration et ultrafiltration

III. Membrane des capillaires sanguins

- A. Relation de Starling +++
- B. Epanchement et œdème
- C. Echanges gazeux dans les alvéoles pulmonaires
- D. Effet Donnan +++

IV. Membrane plasmique

- A. La membrane plasmique
- B. L'équilibre osmotique de l'eau
- C. Osmolarité efficace
- D. Perfusion de solutés

Introduction

► La pression hydrostatique :

- Exercée sur les **liquides** ET les **gazs** de l'organisme.
- Résultante de la **pression atmosphérique** et de la **pression de certains muscles** (cœur et muscles de la paroi thoracique)
- Mobilise le **sang** et l'**air** pulmonaire

Exemple : Le cœur exerce une pression hydrostatique sur le sang pour pouvoir l'envoyer dans l'ensemble des vaisseaux sanguins de l'organisme.

- L'écoulement des fluides est considéré comme **laminaire**

$$\text{Débit de fluide} = \frac{\text{Différence de pression}}{\text{Résistance}}$$

■ Milieu LIQUIDE et pression osmotique :

Les mouvements moléculaires à l'intérieur d'un milieu **liquide** proviennent de différences de **pression osmotique**.

■ Milieu AERIEN et pression partielle :

Les mouvements moléculaires à l'intérieur des **gaz** proviennent des différences de **pression partielle**.

I. Potentiel chimique des molécules dissoutes

A. Diffusion

Notions valables pour les liquides et les gaz

Une molécule en solution a tendance à se distribuer de manière **homogène** par **diffusion** (agitation thermique).

Un **rassemblement** de molécules en solution possède un **potentiel de diffusion** ou **potentiel chimique** (PC) +++



Loi de Fick

- ▶ Le **PC** d'une molécule est proportionnel à sa **concentration** et à son **coefficient de diffusion** +++
- ▶ Ce coefficient de diffusion dépend de :
 - ✓ **Température** : l'agitation thermique est le « **moteur** » de la diffusion.
 - ✓ **Coefficient de mobilité mécanique**
- ▶ Le flux va en **sens inverse** de celui du gradient (le sens du gradient est orienté par convention du – vers le +)

$$J_D(x) = -D \frac{dc}{dx}$$

x = distance entre 2 points

J_D = flux par diffusion (sur la distance x)

D = coefficient de diffusion

dc = différence de concentration entre A et B

dx = distance entre 2 points très voisins A et B

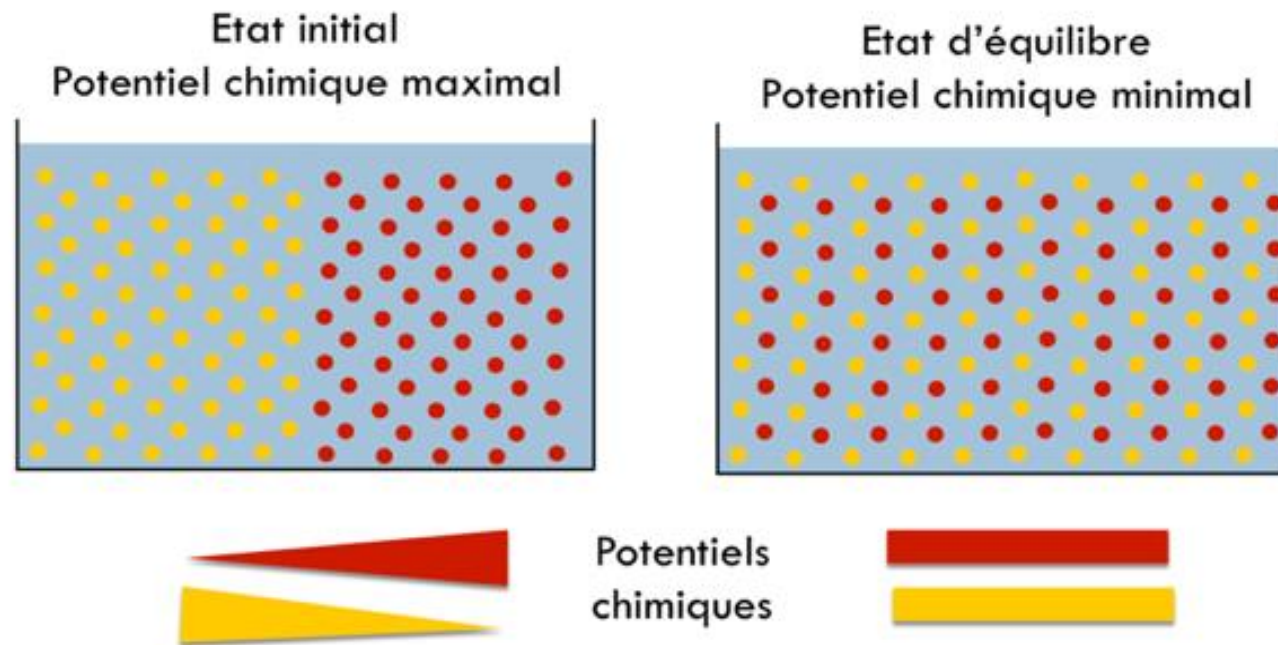
dc/dx = gradient de concentration entre A et B

Signe négatif = le flux va en sens inverse de celui du gradient (le sens du gradient est orienté par convention du – vers le +).

Potentiel chimique
de la molécule

A. diffusion

Potentiel chimique en solution

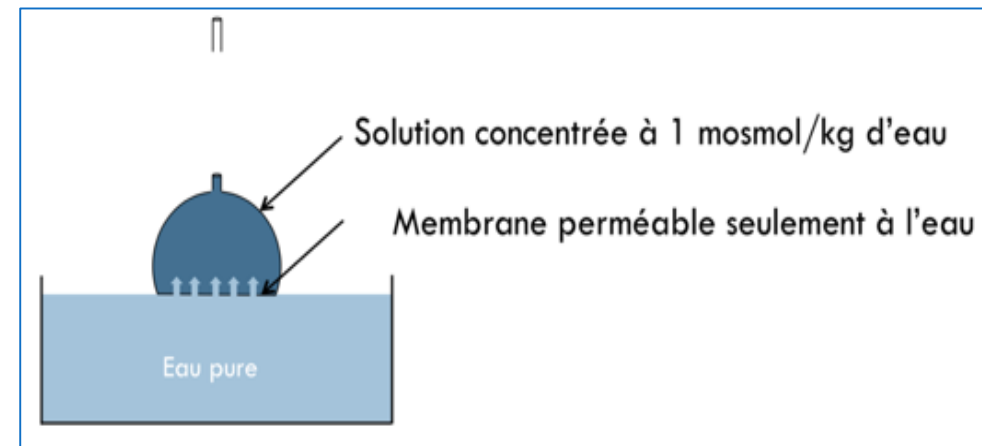
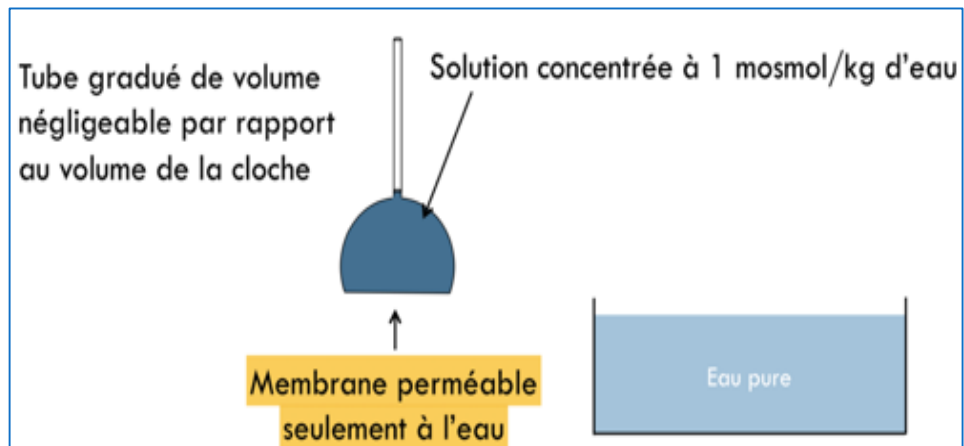


B. Pression osmotique

Définitions

- Une molécule en solution s'appelle une **osmole**.
- TOUTE molécule **en solution** (y compris les molécules d'eau) exerce une pression **proportionnelle** à sa concentration.
- mesurable par : mise en contact de solutions de concentration différente par l'intermédiaire d'une membrane **sélective** +++

Mise en évidence par l'osmomètre de Dutrochet



C. Pression oncotique

Définitions



- ▶ Pression exercée par les molécules **en suspension** (ex : protéines...).
- ▶ Une molécule en suspension exerce une pression **proportionnelle** à sa concentration.
- ▶ Elle est mesurable par la mise en contact de solutions de concentration différente par l'intermédiaire d'une membrane **sélective**.

C. Pression oncotique

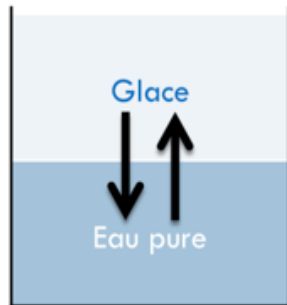
Différenciation molécules en solution et en suspension +++

Molécule en SOLUTION	Molécule en SUSPENSION
<ul style="list-style-type: none">- Molécule incapable de sédimenter sous l'effet de la gravité (centrifugation).- Elles modifient la température de congélation de l'eau (abaissement cryoscopique) : l'eau de mer congèle à une température inférieure à celle de l'eau douce. Cette propriété permet de mesurer l'osmolalité.- Exemples : toutes les osmoles.	<ul style="list-style-type: none">- Molécule capable de sédimenter.- Elles ne modifient pas la température de congélation de l'eau.- Elles augmentent la diffusion de la lumière et sont dosées par des propriétés optiques.- Exemples : protéines, complexes protéiques (lipoprotéines).

D. Abaissement cryoscopique

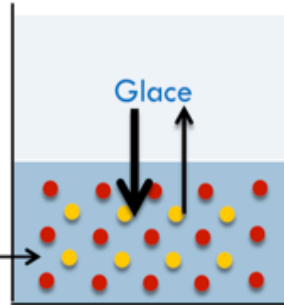
Phénomène physique

A la température de 0°C , la glace et l'eau sont en équilibre : la glace fond autant que l'eau congèle.



A la température de 0°C , la glace et de l'eau contenant des molécules dissoutes ne sont pas en équilibre : la glace fond plus que la solution ne congèle.

Solution =
eau et molécules
dissoutes



L'équilibre est obtenu pour une température inférieure à 0°C

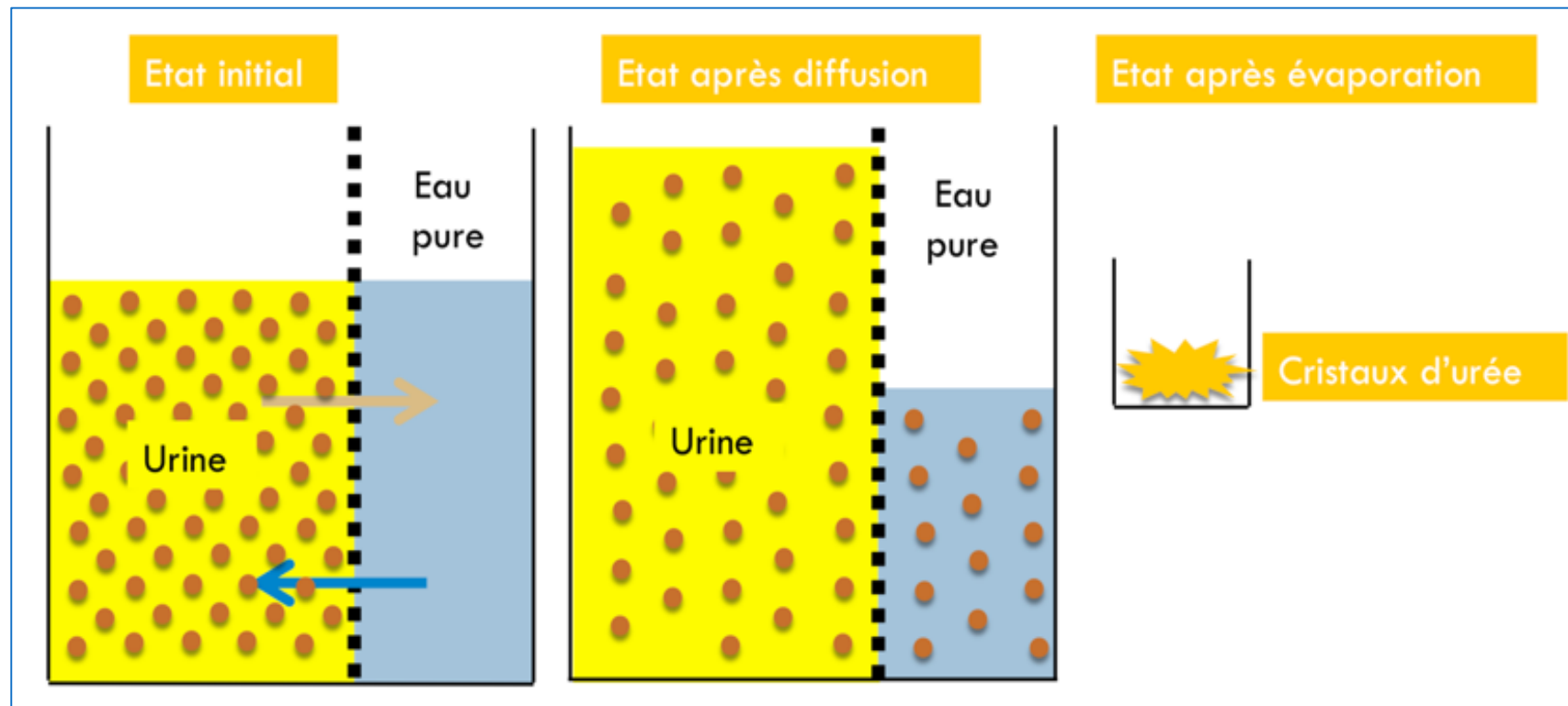
- Différence entre la température de congélation de l'eau pure et celle d'une **solution**
- Proportionnel à l'**osmolalité** de la solution (relation linéaire)

E. Mesure de l'osmolalité

- Il y a **THÉORIQUEMENT 2** méthodes pour mesurer la concentration de molécules dissoutes :
 - Mesurer la **pression osmotique** (avec l'osmomètre de Dutrochet).
 - Mesurer l'**abaissement cryoscopique** → C'est la technique utilisée !
- En **PRATIQUE**, il n'y a qu'**une seule** façon de mesurer l'osmolalité: mesurer l'**abaissement cryoscopique** +++
 - La mesure de la pression osmotique est **impraticable** en raison de l'**absence de membranes perméables seulement à l'eau** et de l'**osmolarité élevée** des fluides biologiques.

II. Séparation de molécules grâce à une membrane (dialyse)

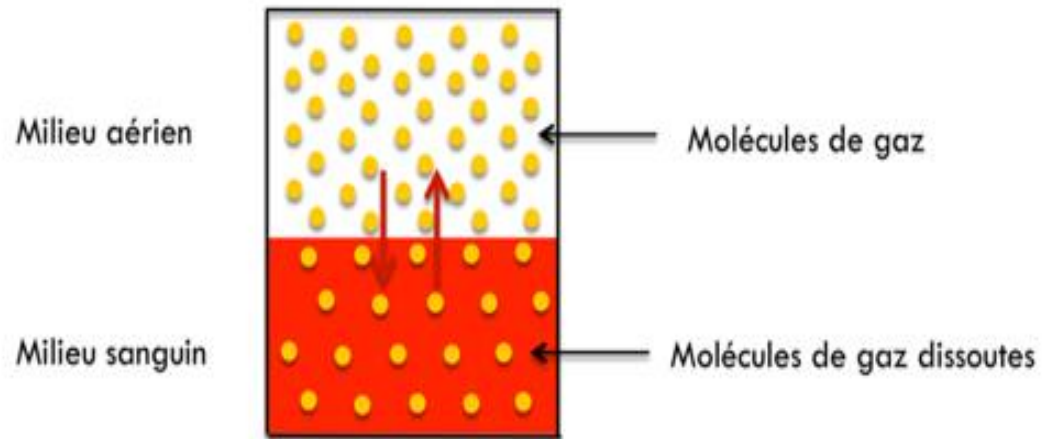
A. Diffusion



A. Diffusion

Diffusion à l'interface air-sang

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



- L'O₂ et le CO₂ diffusent **librement**.
- Le **flux de gaz (air-liquide)** est proportionnel au **coefficient de diffusion** et au **gradient de pression partielle**.

B. Convection : mouvement de fluide et d'osmoles

Analogie avec la loi de Fick

- ▶ **Convection** = propriété d'un mélange de molécules **liquides ou gazeuses** de se déplacer selon la **pression hydrostatique** qu'elles subissent +++
- ▶ Chaque molécule possède un **coefficient de mobilité mécanique** qui caractérise sa facilité de déplacement dans la **membrane**.
- ▶ La **convection** et la **diffusion** se passent simultanément et sont complémentaires.

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

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

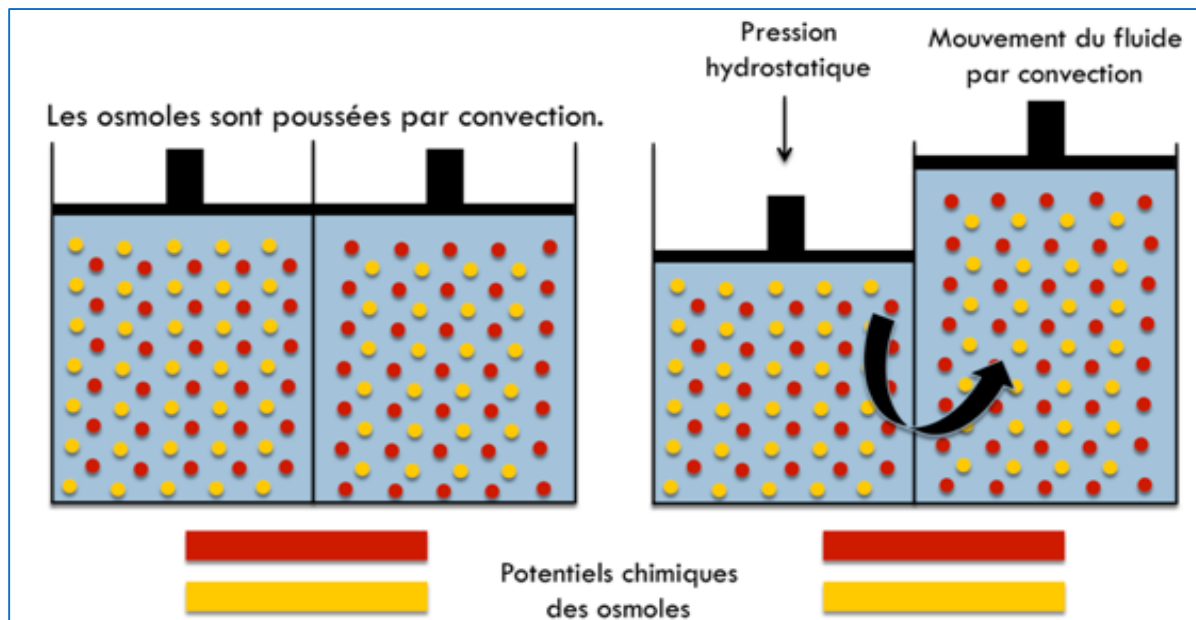
dx = distance entre 2 points très voisins A et B

dp/dx = gradient de pression entre A et B

Signe négatif = le flux va en sens inverse de celui du gradient (le sens du gradient est orienté par convention du – vers le +).

B. Convection

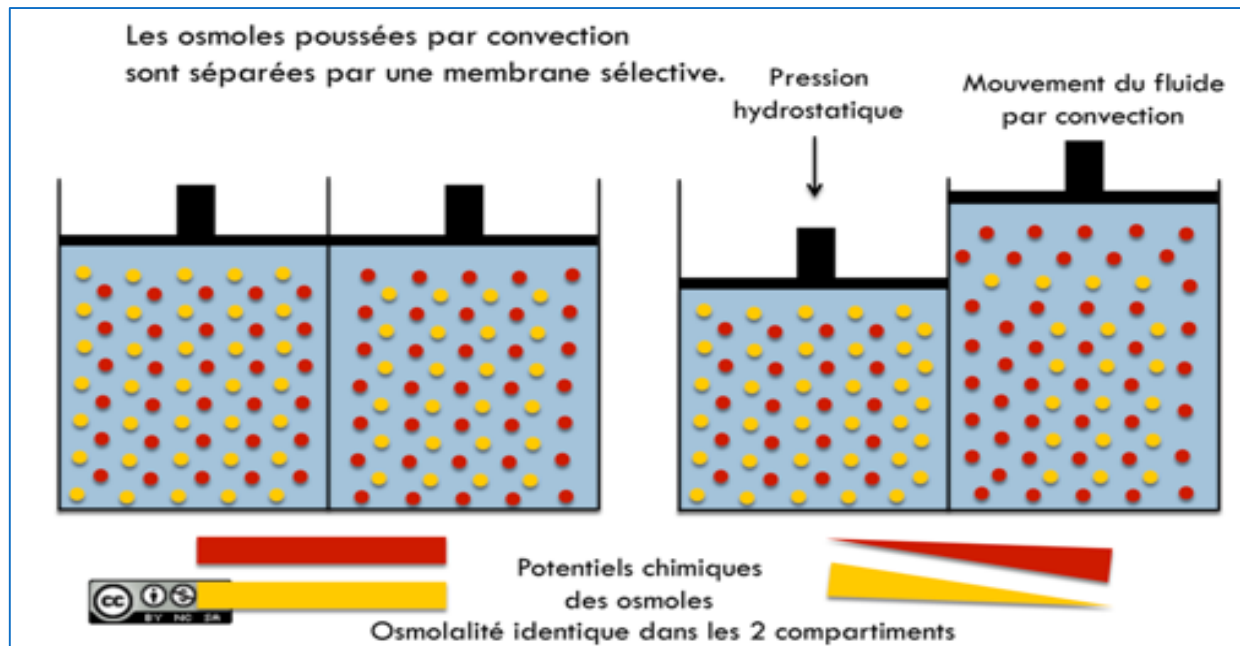
Convection à travers une membrane NON sélective



Gradients de PC nuls

B. Convection

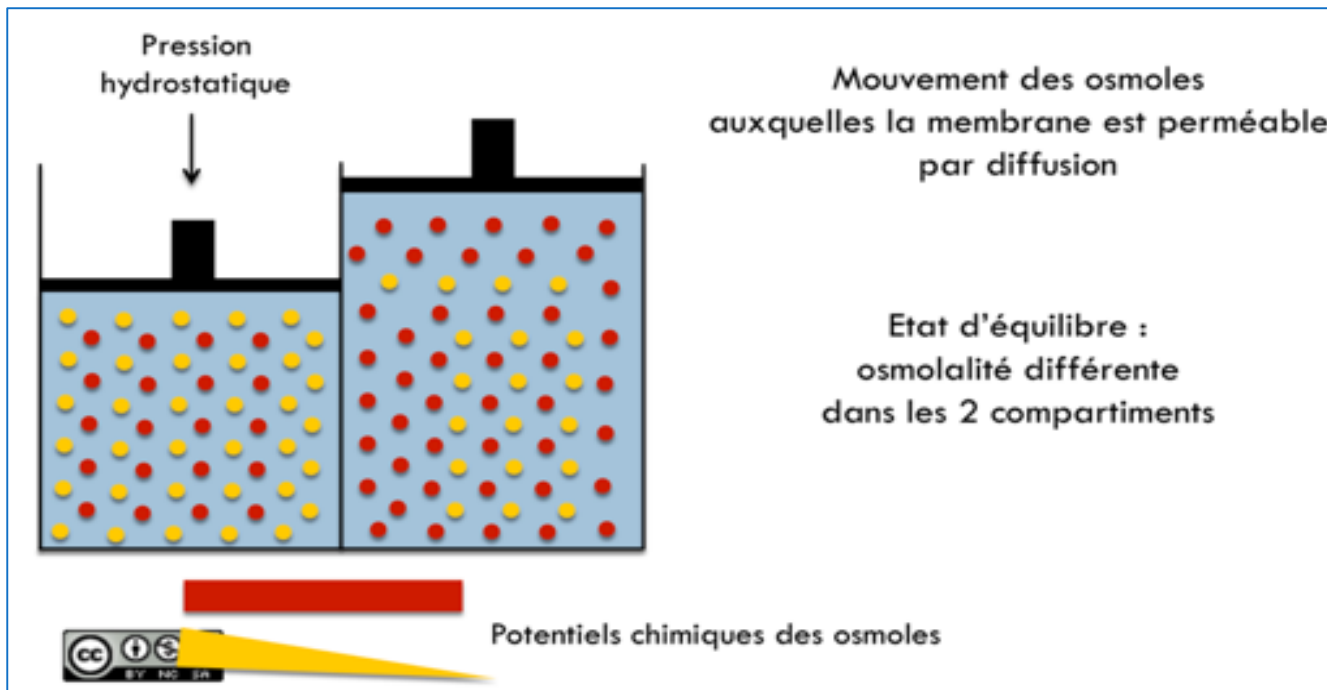
Convection à travers une membrane SÉLECTIVE



Membrane sélective + Pression hydrostatique
=
Création d'un PC

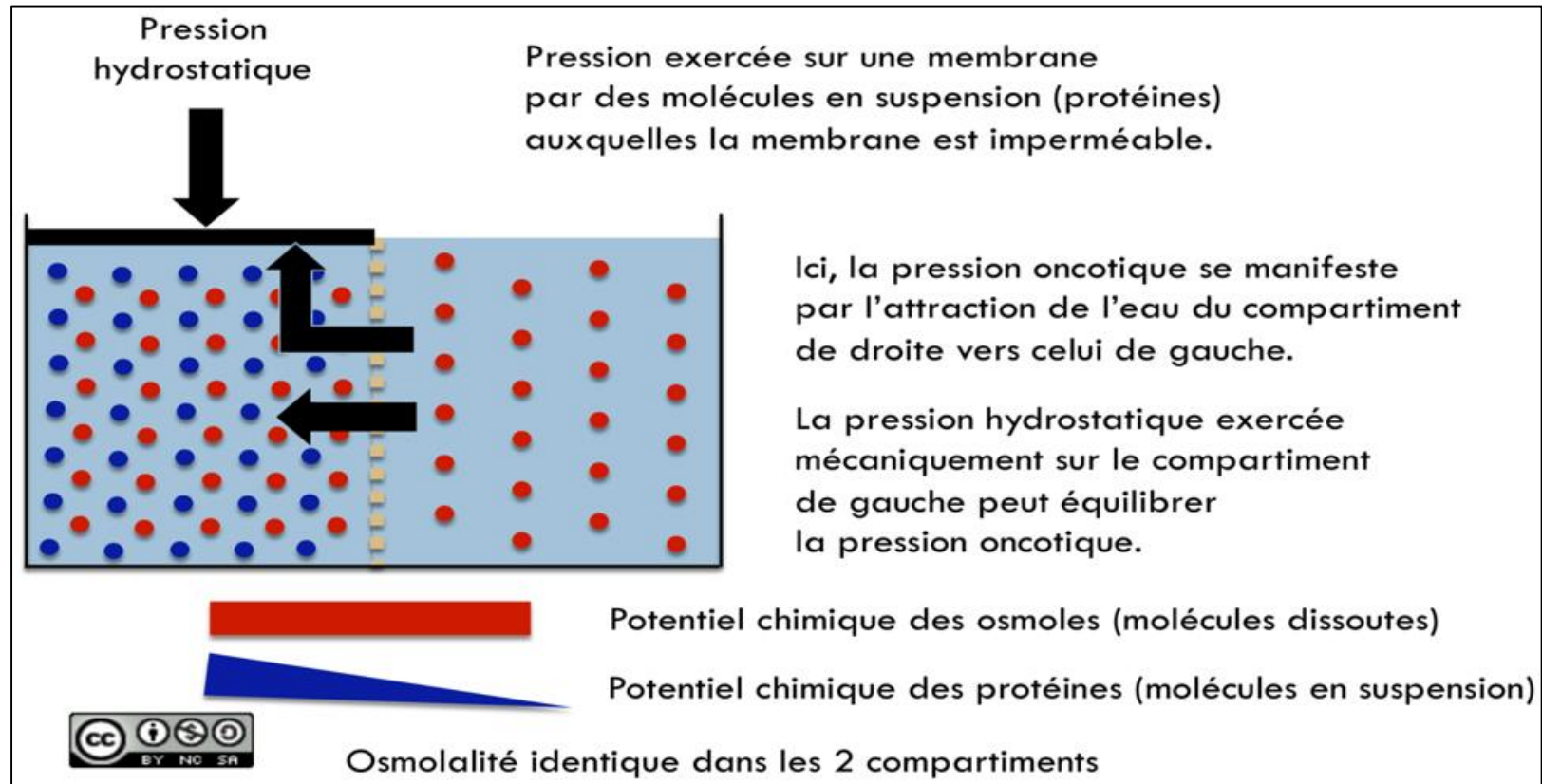
B. Convection

Diffusion à travers une membrane sélective



- Pas de PC pour les rouges
- PC pour les jaunes

C. Pression oncotique

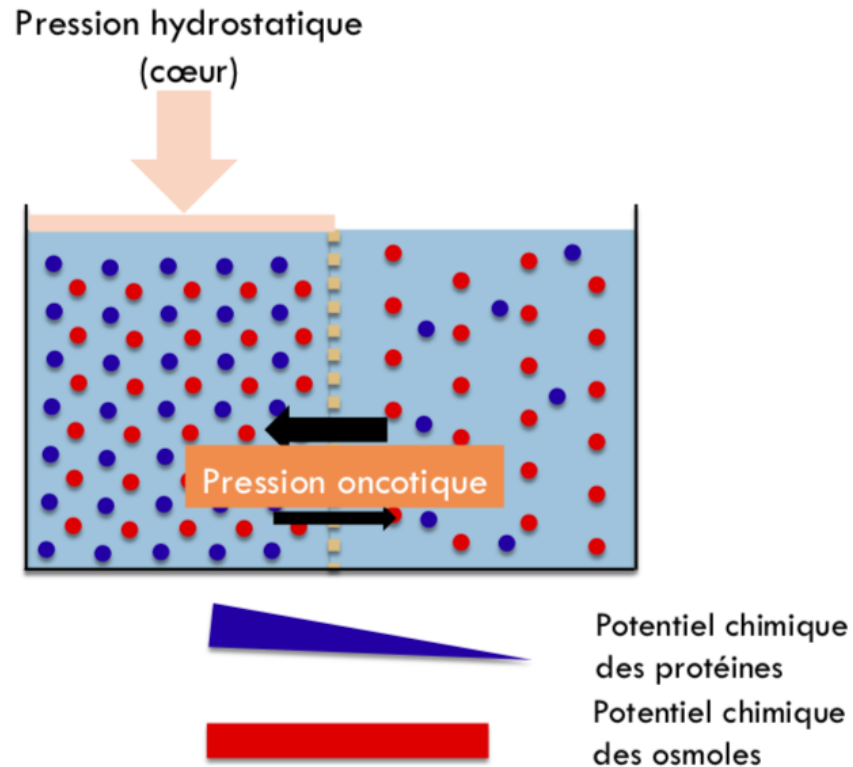


D. Filtration et ultrafiltration

- ▶ **FILTRATION** : Passage d'**eau** et de **molécules en solutions OU en suspension** à travers une membrane **non sélective**.
- ▶ **ULTRAFILTRATION** : Passage d'**eau** et de **molécules en solution** à travers une membrane **sélective**
- ▶ **FORCES MOTRICES** = Pression **hydrostatique, osmotique, oncotique** ++

III. Membrane des capillaires sanguins

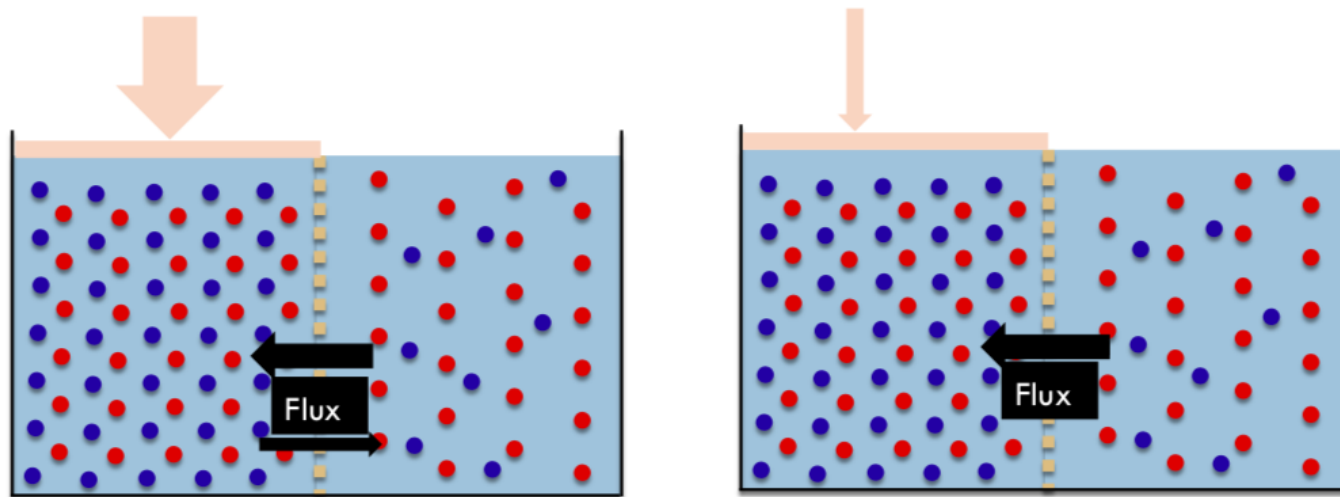
A. RELATION DE STARLING



- **Compartiment gauche** : vaisseaux
- **Compartiment droit** : liquide interstitiel
- **Au milieu** : membrane capillaire

→ Milieu extracellulaire = milieu intérieur

A. RELATION DE STARLING



Potentiel chimique
des protéines
Potentiel chimique
des osmoles



A. RELATION DE STARLING

- **P ultrafiltration** dépendent perméabilité des capillaires (imperméables aux prots et perméables à l'eau et aux osmoles)
- La **P hydrostatique** diminue de plus en plus en s'éloignant du cœur

	P capillaires	P interstitium
Hydrostatique	Forte/Positive (cœur)	Faible/Négative (tissus)
Oncotique	Forte (concentration prot = 70g/L)	Faible (concentration prot = 17g/L)

A. RELATION DE STARLING

RELATION DE STARLING

c = capillaire

i = interstitiel

P = pression hydrostatique

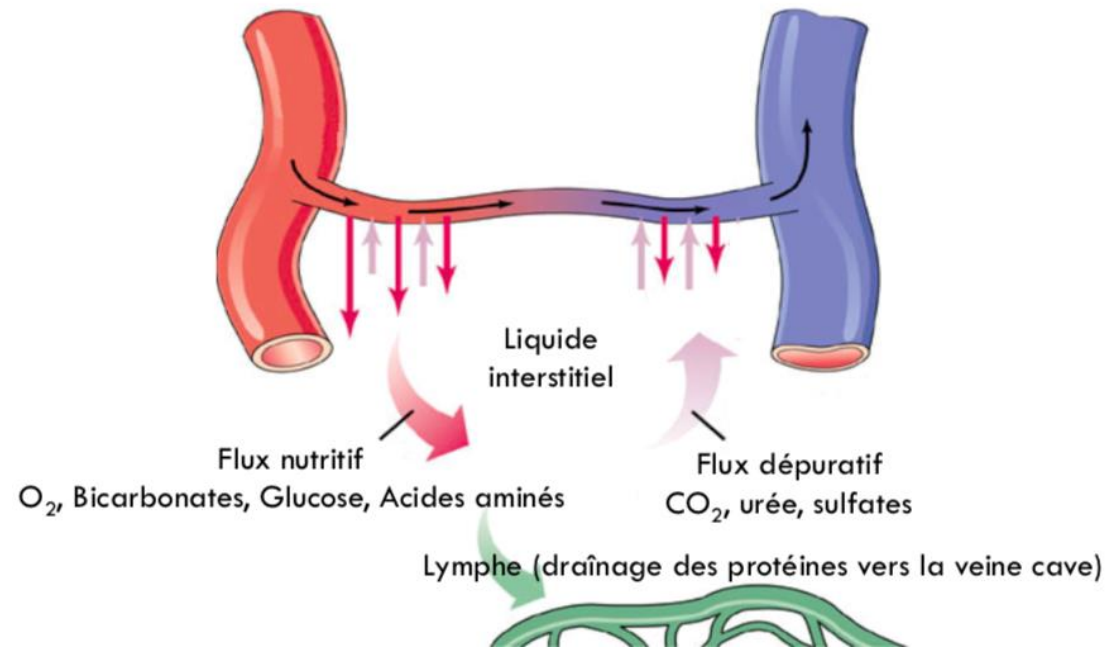
π = pression oncotique

Gradient de
pression hydrostatique

Gradient de
pression oncotique

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

A. RELATION DE STARLING

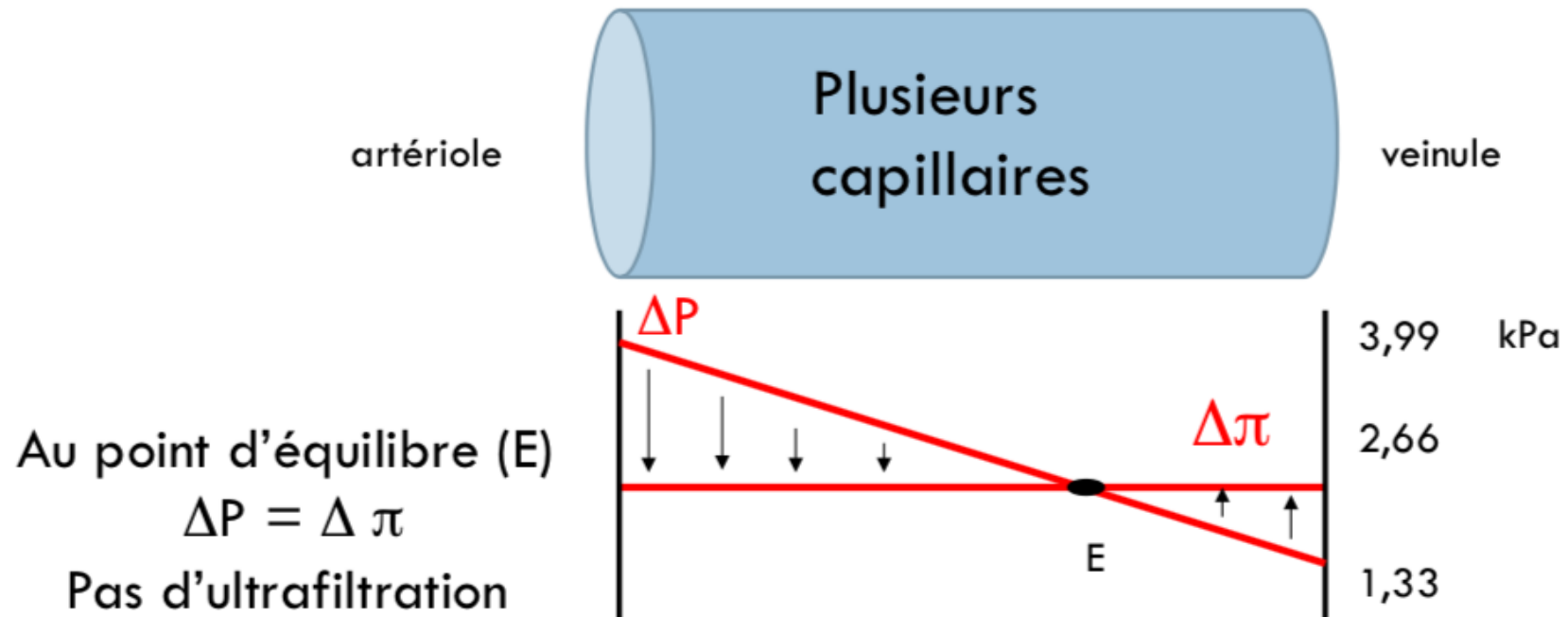


+ présence du **réseau lymphatique**
→ réseau de **drainage** pour éviter une trop grosse accumulation de liquide dans le LI

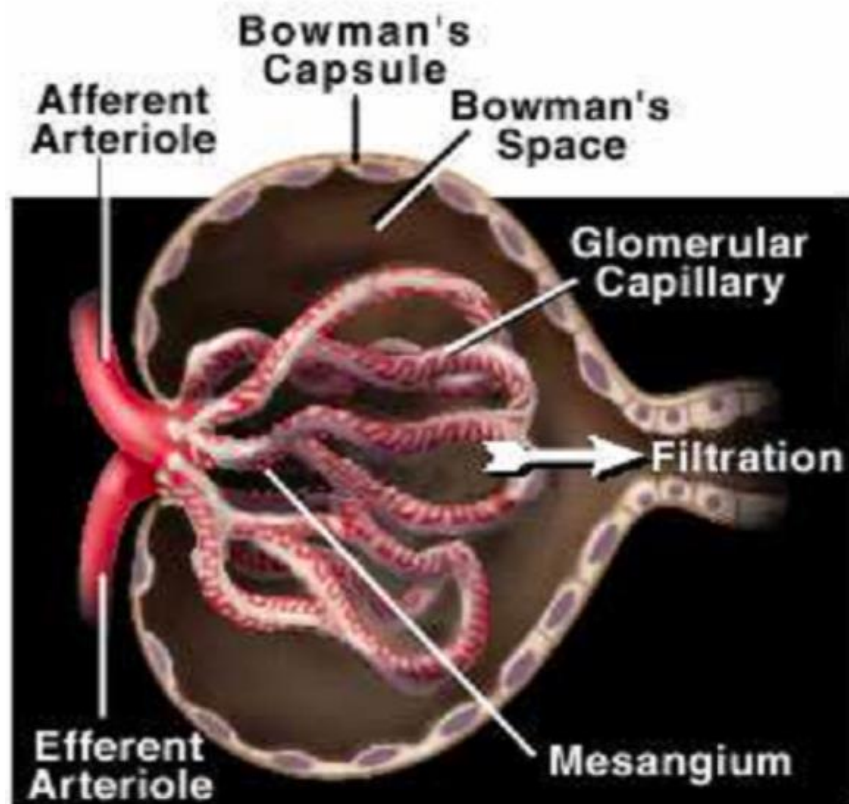
A. RELATION DE STARLING

ΔP = différence de pression hydrostatique

$\Delta \pi$ = différence de pression oncotique



A. RELATION DE STARLING

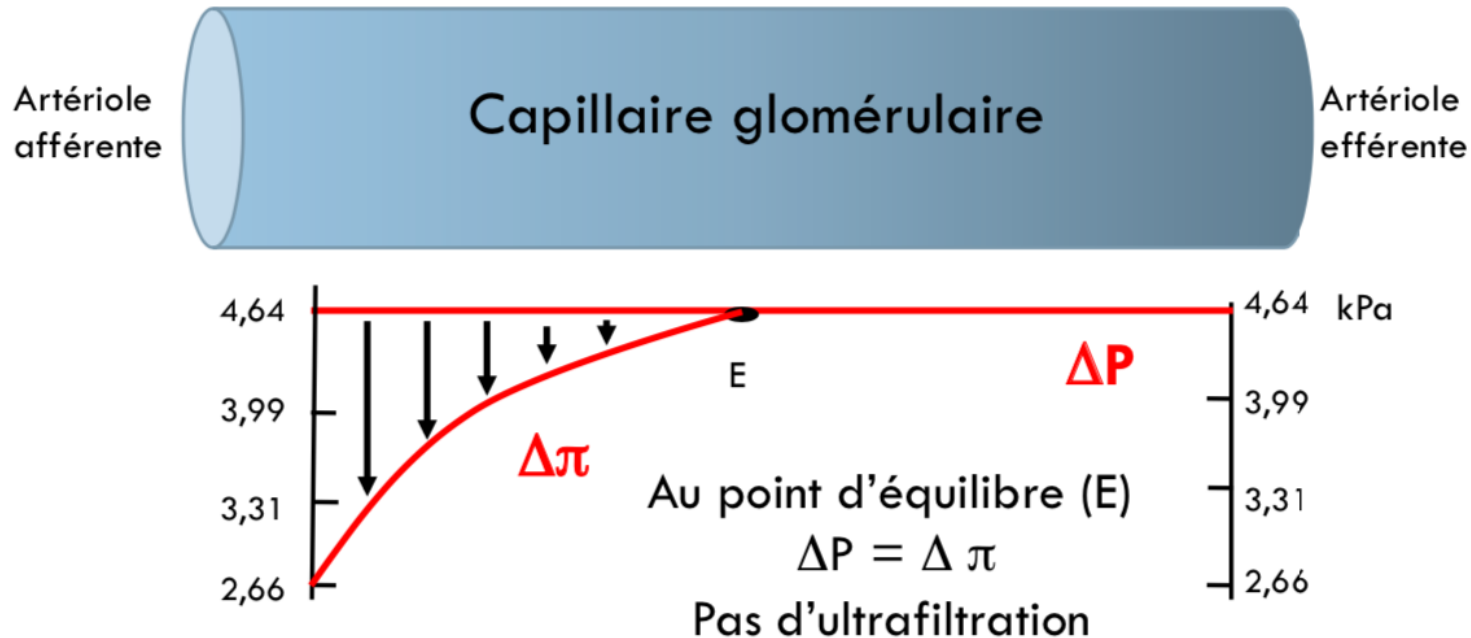


Glomérule : unité fonctionnelle
de filtration rénale = 1
glomérule (1 million/rein)

A. RELATION DE STARLING

ΔP = différence de pression hydrostatique

$\Delta \pi$ = différence de pression oncotique

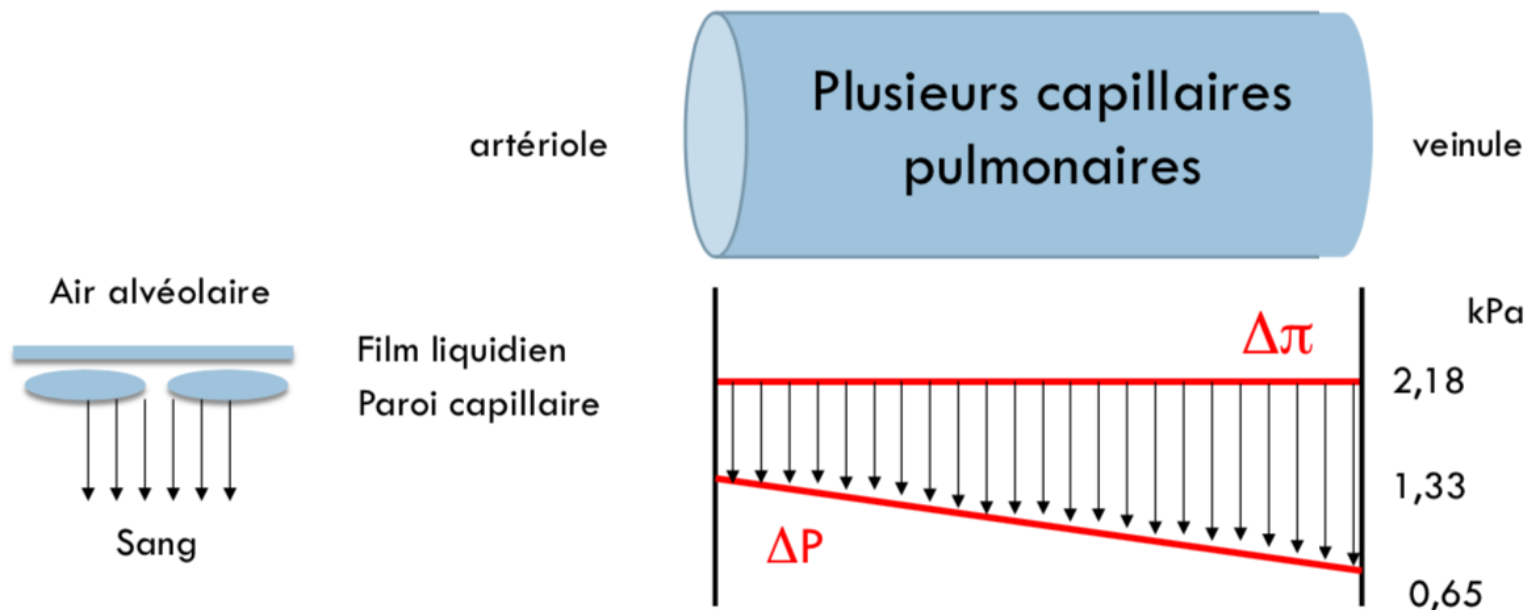


Glomérule :
système porte
artériel donc ΔP
ne varie pas

A. RELATION DE STARLING

ΔP = différence de pression hydrostatique

$\Delta \pi$ = différence de pression oncotique

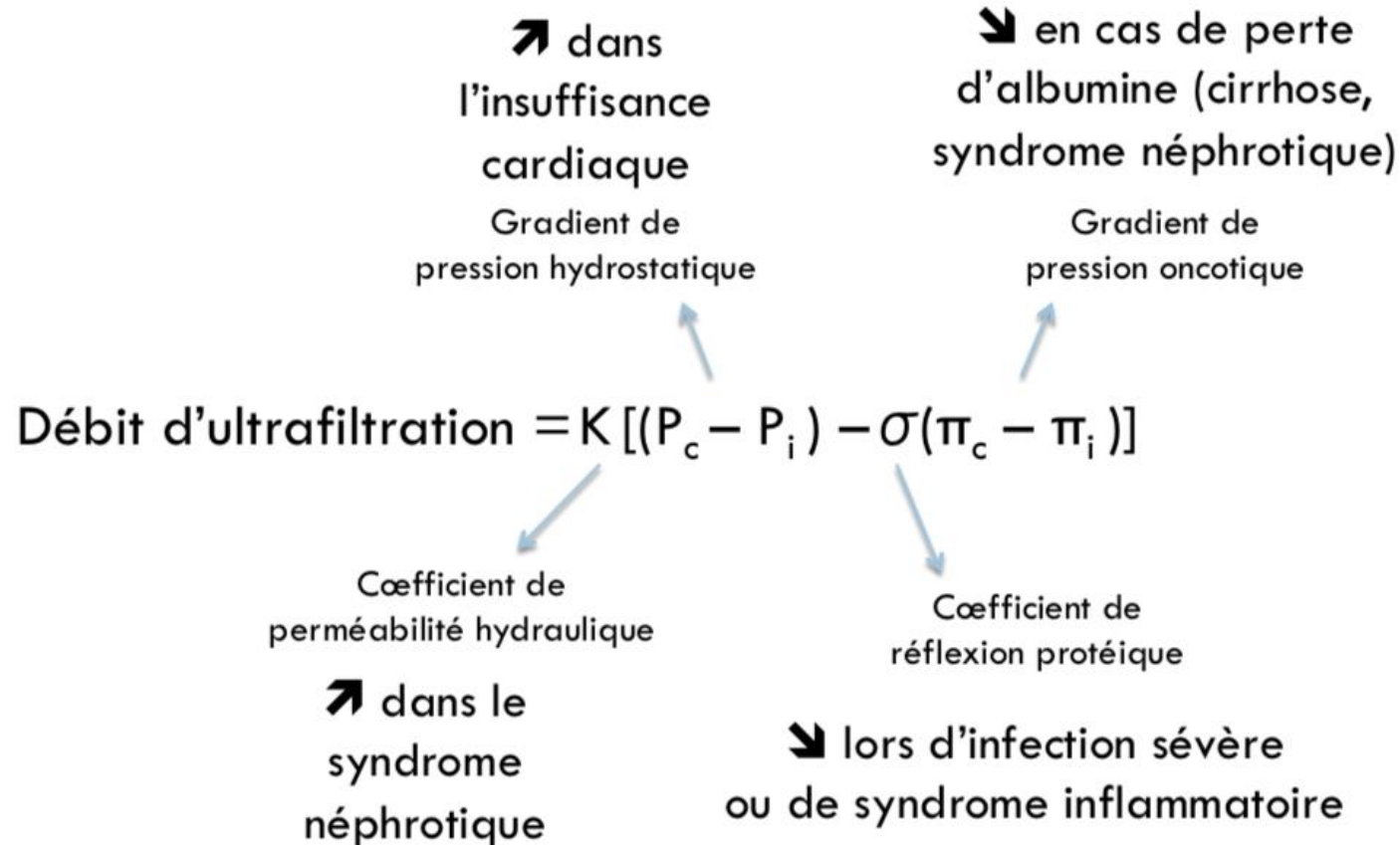


Niveau **alvéolaire** :
pas de variation de
 $\Delta \pi$

Circulation à basse
P (ΔP faible)

Physiologiquement :
uniquement
absorption

B. ÉPANCHEMENTS ET OEDÈMES



INSUFFISANCE
CARDIAQUE :

↗ ΔP

PERTE ALBUMINE
(cirrhose ou syndrome
néphrotique) :

↘ $\Delta \pi$

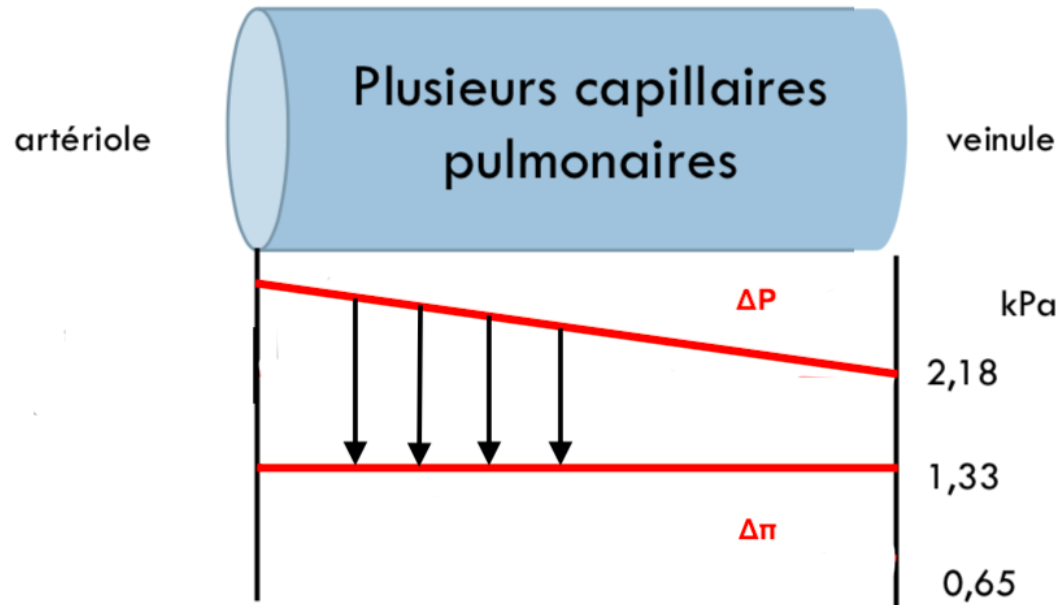
B. ÉPANCHEMENTS ET OEDÈMES

OEDÈMES	ÉPANCHEMENTS
<ul style="list-style-type: none">→ Accumulation de LEC dans tissu sous-cutané (signe du godet)→ Accumulation de LEC dans alvéoles pulmonaires (dyspnée, expectorations mousseuse et rosée)	<ul style="list-style-type: none">→ Accumulation de LEC dans cavités virtuelles<ul style="list-style-type: none">1/ Pleurésie (plèvre)2/ Péricardite (péricarde)3/ Ascite (péritoine)

B. ÉPANCHEMENTS ET OEDÈMES

ΔP = différence de pression hydrostatique

$\Delta \pi$ = différence de pression oncotique



INSUFFISANCE
CARDIAQUE

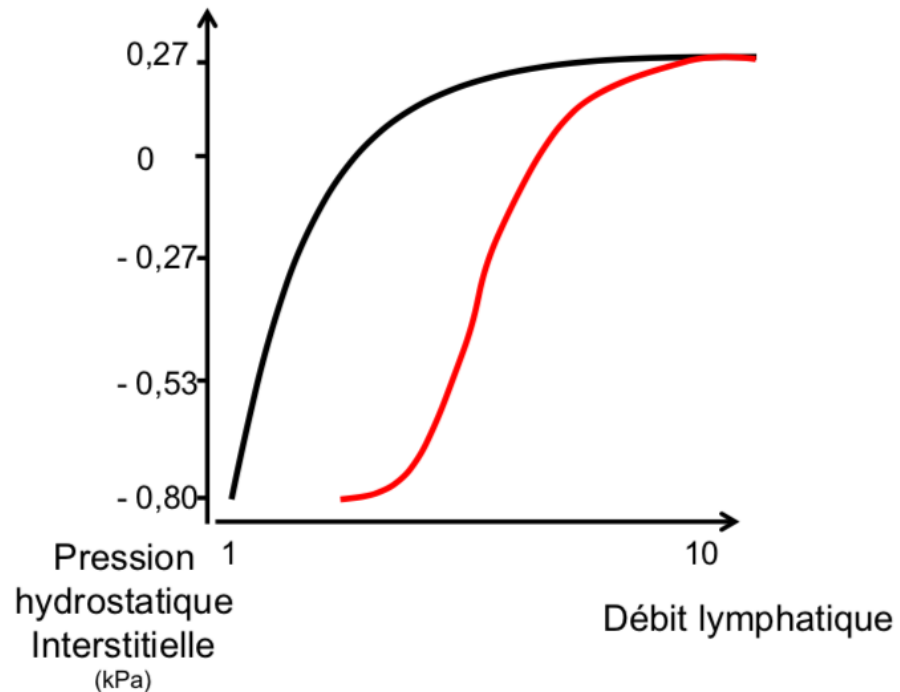
ΔP devient supérieur à $\Delta \pi$

→ **Inondation** des
alvéoles pulmonaires
par augmentation du
débit d'ultrafiltration

→ **OEDÈME PULMONAIRE**

B. ÉPANCHEMENTS ET OEDÈMES

Augmentation du débit dans les vaisseaux lymphatiques.



RÉSEAU LYMPHATIQUE

→ P négative le débit lymphatique augmente mais P proche de 0, il plafonne

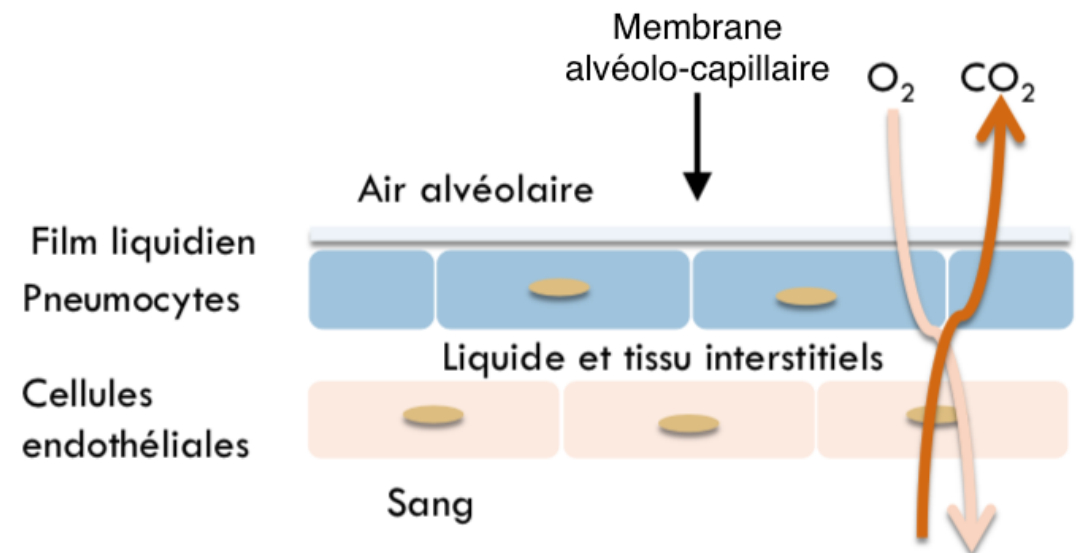
→ En situation d'augmentation du flux d'ultrafiltration (à cause de P ou de π), le débit lymphatique sera plus fort pour la même P

C. ÉCHANGES GAZEUX DANS LES ALVÉOLES PULMONAIRES

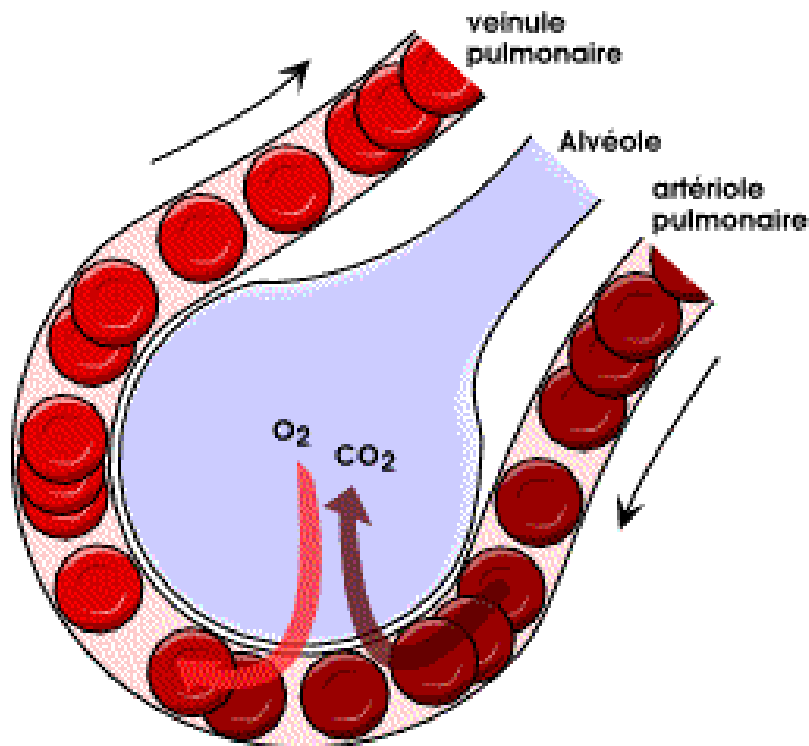
$$\text{Flux de gaz (air} \rightarrow \text{sang)} = \frac{\text{Surface} \times \text{coef. solubilité} \times \text{différence de pression partielle}}{\text{Épaisseur}}$$

MEMBRANE ALVÉOLO-CAPILLAIRE

- Film liquidien
- Cellules endothéliales
- Pneumocytes
- Liquide interstitiel



C. ÉCHANGES GAZEUX DANS LES ALVÉOLES PULMONAIRES



AUGMENTATION DE L'ÉPAISSEUR DE LA MB

→ **Œdème pulmonaire**

→ Limite la diffusion des gaz, provoque des **dyspnées**

DIMINUTION DE LA P PARTIELLE EN ALTITUDE

→ PO₂ atmosphérique diminue, potentiel de diffusion de l'O₂ divisé par 4 (les PO₂ alvéolaire et sanguine sont plus proche donc le **gradient de concentration diminue**)

C. ÉCHANGES GAZEUX DANS LES ALVÉOLES PULMONAIRES

	Pressions partielles dans le sang artériel (kPa)	Coefficient de solubilité du gaz dans le sang à 37°C	Volume de gaz dissous dans 1 L de sang
oxygène	13,3	0,02	2,7 mL
gaz carbonique	5,3	0,52	27,6 mL

Débit cardiaque = 5 L/min

Consommation d'oxygène au repos = 250 ml/min

→ $5 \times 2,7 = 13,5$ mL/min soit 5%

Production de gaz carbonique au repos = 200 ml/min

→ $5 \times 27,6 = 138$ mL/min soit 69%

C. ÉCHANGES GAZEUX DANS LES ALVÉOLES PULMONAIRES

- L'hémoglobine (protéine circulante dans le sang) assure le transport de **95%** de l' O_2
- Le CO_2 est dissous à **69%** dans le sang, il est éliminé grâce à la formule :



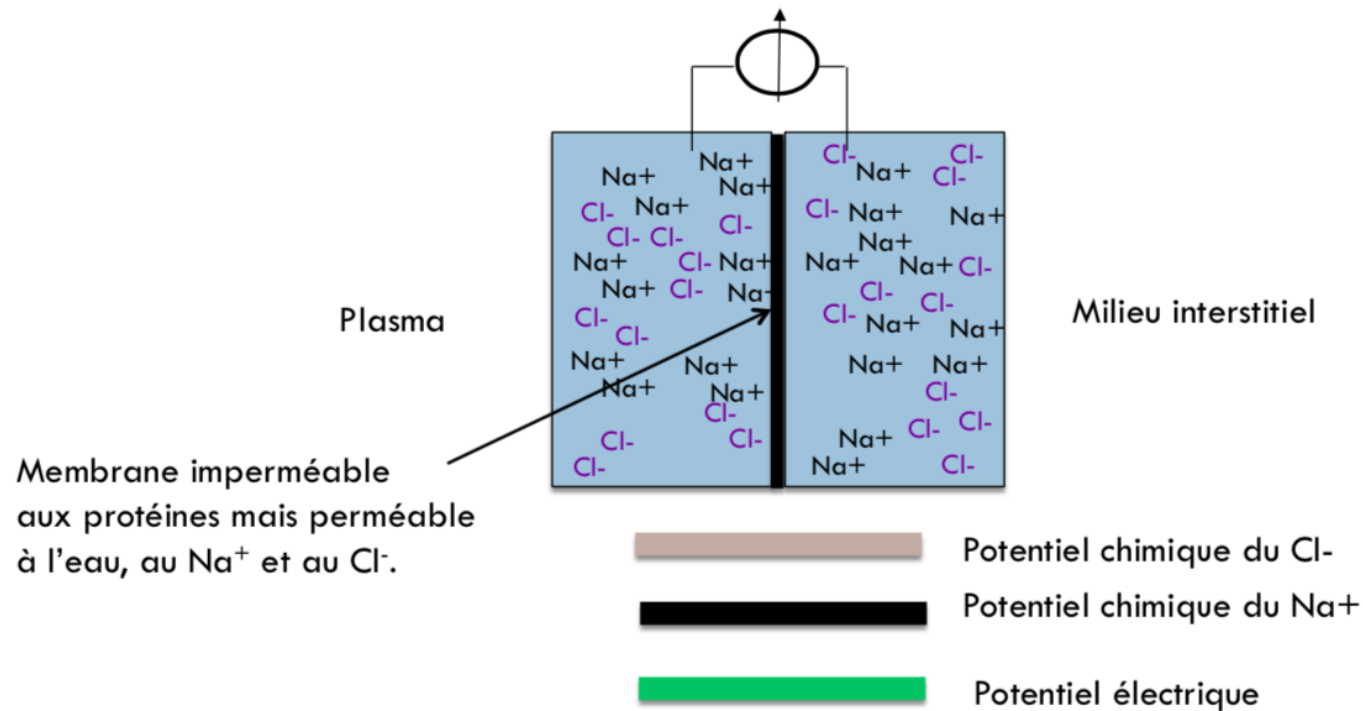
C'est la réaction **d'hydratation du gaz carbonique**, accélérée par l'**anhydrase carbonique**

D. EFFET DONNAN

mmol/kg d'eau		Plasma	Liquide interstitiel
Cations	Na ⁺	150	144
Anions	Cl ⁻	109	114
	Protéines	1 (70 g/l)	0,25 (17 g/l)

→ Absence d'égalité de concentration des protéines,
MAIS AUSSI des Na⁺ et des Cl⁻

D. EFFET DONNAN



À l'état de base pour Na^+ et Cl^- :

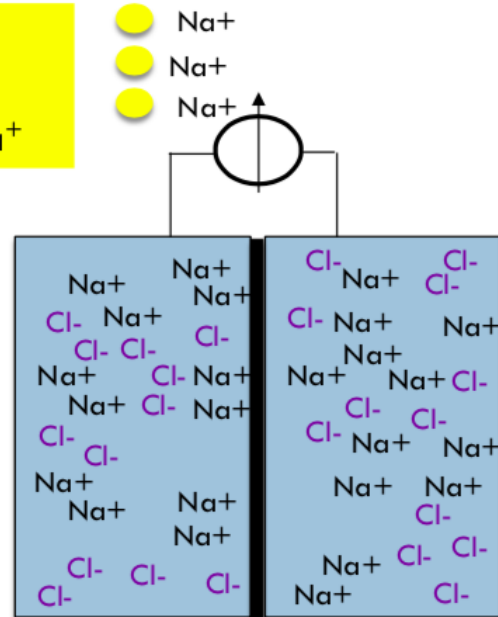
→ Pas de **potentiel chimique**

→ Pas de **potentiel électrique**

D. EFFET DONNAN

Protéines chargées
négativement
et associées à un cation Na^+

Augmentation
du potentiel
chimique
du sodium.

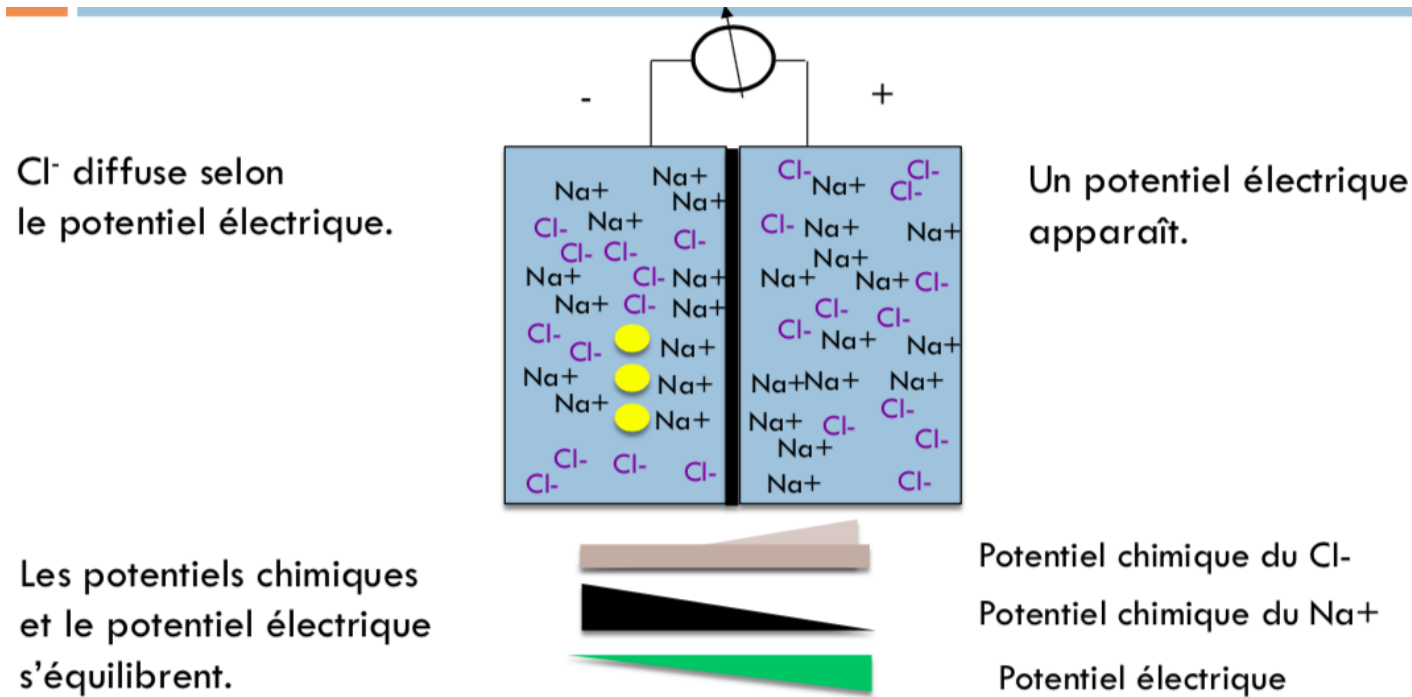


Potentiel chimique du Cl^-
potentiel chimique du Na^+
potentiel électrique

+ PROTÉINATE DE
SODIUM (dans le
compartiment
plasmatique)

→ **Création PC** pour le
sodium

D. EFFET DONNAN



***Les solutions restent électroneutres
et les charges électriques restent asymétriques.***

- **Apparition d'un PE :**
plasma
électronégatif
LI électronégatif
- Na⁺ passe du côté LI partiellement
- Cl⁻ migre du côté du LI selon son potentiel électrique

D. EFFET DONNAN

- **Membrane sélective** avec ions non diffusibles : les **PROTÉINES**
- Pour équilibrer les charges les ions diffusibles se répartissent selon le **potentiel électrique** : **Na⁺** et **Cl⁻**
- Mais ils diffusent aussi selon le **potentiel chimique**
- La répartition des ions est conditionnée par un **jeu d'équilibre entre les P chimiques et P électrique**

D. EFFET DONNAN

ATTENTION !!!

→ Les charges électriques sont asymétriques mais les **solutions** restent **électroneutres** :

- Seuls **quelques mmol** de Na^+ et Cl^- sont concernés
- La différence de charge est seulement présente au **contact même de la membrane/interface**, pas dans toute la solution

D. EFFET DONNAN

Membrane capillaire

Plasma			Liquide interstitiel
	-	+	
	-	+	
	-	+	
$\text{Na}^+ = 150 \text{ mmol/kg d'eau}$	-	+	$\text{Na}^+ = 144 \text{ mmol/kg d'eau}$
	-	+	
	-	+	
$\text{Cl}^- = 109 \text{ mmol/kg d'eau}$	-	+	$\text{Cl}^- = 114 \text{ mmol/kg d'eau}$
	-	+	
	-	+	
Protéines = 70 g/l	-	+	Protéines = 17 g/l
	-	+	
Somme des anions = somme des cations	-	+	Somme des anions = somme des cations

D. EFFET DONNAN

ANALOGIE AVEC LA LOI DE FICK

$$J_E(x) = -u_m \frac{dV}{dx}$$

x = distance entre 2 points

J_E = flux par migration électrique (sur la distance x)

u_m = coefficient de mobilité électrique dans le milieu

dV = différence de charges électriques entre A et B

dx = distance entre 2 points très voisins A et B

dV/dx = gradient de charges entre A et B

Signe négatif = le flux va en sens inverse de celui du gradient
(le sens du gradient est orienté par convention du – vers le +).

Potentiel électrique
de la molécule

J_E : Flux d'osmoles
chargées proportionnel
à la mobilité électrique

D. EFFET DONNAN

MIGRATION ÉLECTRIQUE : Propriété des molécules électriquement chargées de **se déplacer selon la différence de potentiel électrique** du milieu en allant vers les charges de signe opposé

COEFFICIENT DE MOBILITÉ ÉLECTRIQUE : Caractérise la **facilité de déplacement** d'une molécule électriquement chargée dans la membrane

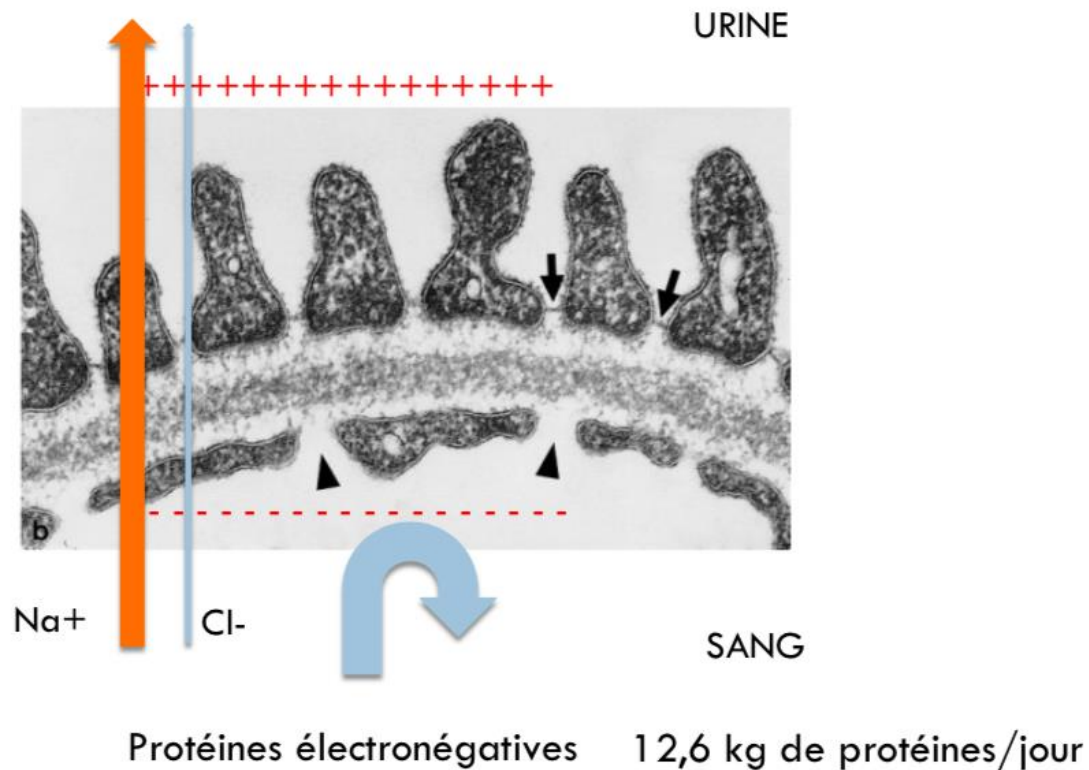
D. EFFET DONNAN

EN RÉSUMÉ

→ La différence de répartition de Na^+ et Cl^- entre le plasma et le liquide interstitiel est due à l'**asymétrie de répartition des protéines** causée par la **sélectivité des membranes capillaires**

→ Les concentrations de Na^+ et de Cl^- de chaque côté de la membrane sont conditionnées par l'**équilibre entre $P_{\text{osmotique}}$ et $P_{\text{électrique}}$**

D. EFFET DONNAN



SYSTÈME DE PROTECTION GLOMÉRULAIRE

- **Protéines plasmatiques repoussées** par les charges négatives du côté plasmatique de la membrane
- **Système anti-fuites et anti-encrassement glomérulaire**

IV. Membrane plasmique

A. La membrane plasmique

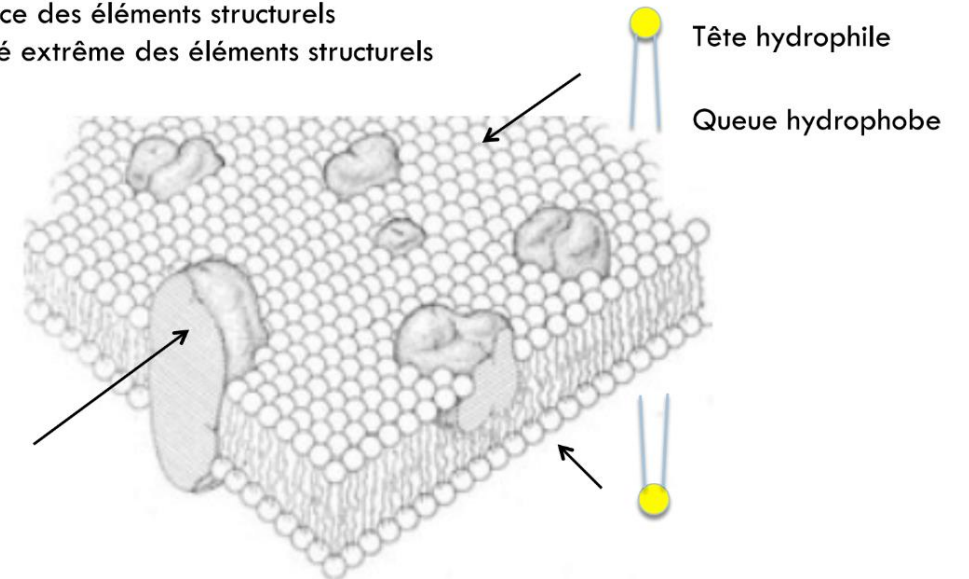
- ▶ Est un « cristal liquide »
- ▶ Est une bicouche lipidique (#Biocell)
- ▶ Possède des protéines transmembranaires

C'est un cristal liquide

Cristal = cohérence des éléments structuraux

Liquide = mobilité extrême des éléments structuraux

Protéine
transmembranaire



Traversée de la mb plasmique

Source d'énergie ➡ Potentiel chimique

Diffusion

Gaz carbonique et oxygène ← Diffusion « simple »

Pas de transporteur moléculaire

Diffusion « facilitée » ➡ Eau et osmoles

Transporteur moléculaire

B. L'équilibre osmotique de l'eau

- ▶ Diffuse à travers la membrane via les **aquaporines** (ubiquitaires)
- ▶ Le milieu cellulaire est en équilibre osmotique avec le milieu extracellulaire
- ▶ Une variation d'osmolalité «efficace» d'un des 2 compartiments entraîne une diffusion de l'eau du secteur le moins vers le plus concentré.
- ▶ La notion d'efficacité dépend des propriétés intrinsèques de la membrane plasmique
- ▶ Cette diffusion de l'eau s'appelle **l'osmose**

ATTENTION

- ❖ **L'osmose** est le passage d'eau d'un côté à l'autre d'une membrane.
- ❖ La **diffusion** est le passage de soluté.
- ❖ La **convection** est le passage de liquide ET de substances dissoutes

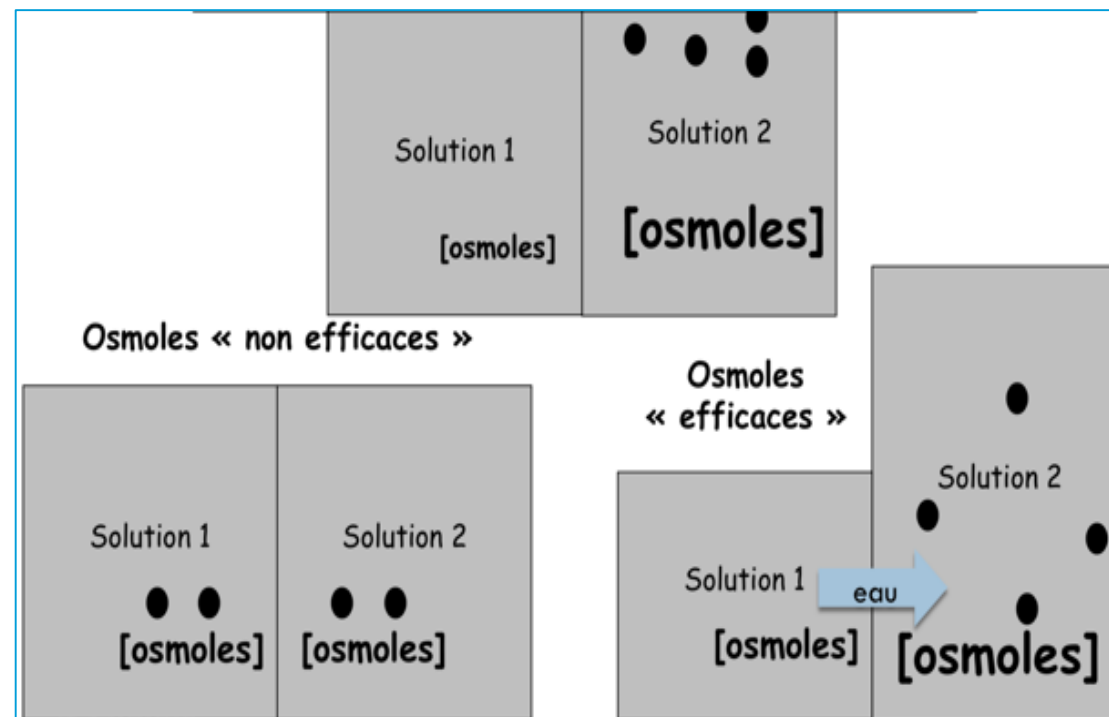
Equilibre osmotique de l'eau

mmol/l		Liquide cellulaire	Liquide interstitiel
Osmolalité	mosmol/kg d'eau	298	298
Cations	Na ⁺	10	144
	K ⁺	160	4
	Ca ⁺⁺ ionisé	2	1,5
	Mg ⁺⁺ ionisé	19	1
Anions	Cl ⁻	6	114
	HCO ₃ ⁻	8	29
	Phosphates	87,5	1,25
	Protéines	3,5 (245 g/l)	0,25 (17 g/l)

Malgré les différences de compositions des milieux, ils sont en équilibre osmotiques

C. Osmolarité efficace

- Une osmole efficace induit des transferts d'eau et modifie le volume des cellules. ++



Qualités d'une osmole efficace

1. Il s'agit d'une osmole **incapable de traverser la membrane** ou qui se comporte comme si elle ne pouvait pas la traverser parce que sa répartition est contrôlée de manière active : Na^+ et K^+ .
2. Il s'agit d'une osmole **circulante** (les variations de concentration doivent être détectées par des osmorécepteurs) : Na^+ et K^+
3. Il s'agit d'une osmole dont la variation de concentration plasmatique est **sans conséquences** sur les principales fonctions cellulaires: **seulement Na^+** car le K^+ stabilise le potentiel membranaire

Osmolalité et tonicité

- ▶ Attention, à bien différencier deux notions différentes !

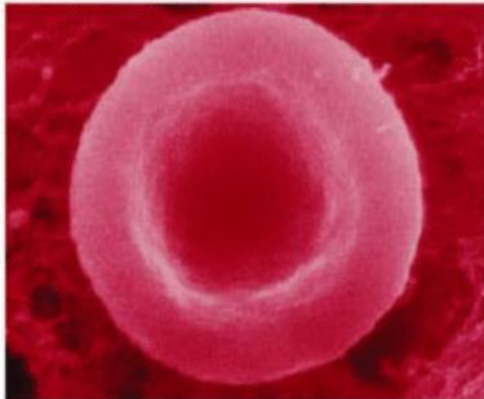
$$\text{Osmolalité (mosmol/kg)} = \frac{[\text{Na}^+] + [\text{K}^+] + [\text{Cl}^-] + [\text{HCO}_3^-] + [\text{glucose}] + [\text{urée}] + \dots}{\text{masse d'eau}}$$

- ▶ Osmolalité : Somme des concentrations de **toutes les osmoles**, peu importe leurs caractéristiques
- ▶ Tonicité/Osmolalité efficace : Force qui attire l'eau d'un côté ou de l'autre de la membrane plasmique, dépendant **uniquement du sodium**

Tonicité et natrémie

Natrémie = 140 mmol/L

Milieu
ISOTONIQUE



Entrée = sortie d'eau

Natrémie > 145 mmol/L

Milieu
HYPERTONIQUE

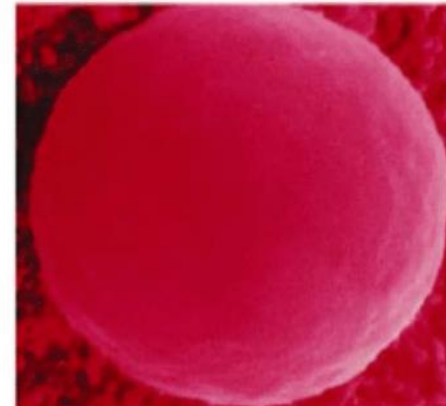


Sortie > entrée d'eau

→ Plasmolyse

Natrémie < 135 mmol/L

Milieu
HYPOTONIQUE

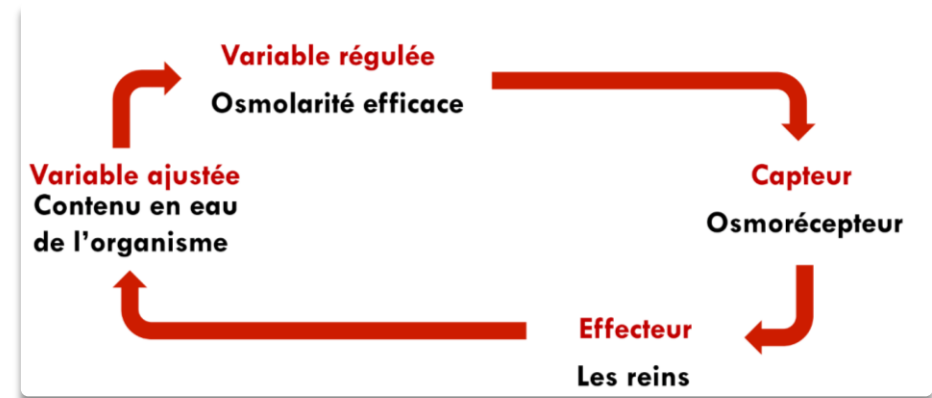


Entrée > sortie d'eau

→ Hemolyse

Régulation via les osmorécepteurs

- ▶ C'est un groupe de cellules situées dans l'hypothalamus.
- ▶ Ce sont des neurones sujets aux mêmes variations de volumes que toute autre cellule entourée de milieu interstitiel.
- ▶ Les neurones sont capables de signaler leurs variations de volume qui dépendent des variations de tonicité du plasma



Variation de la natrémie

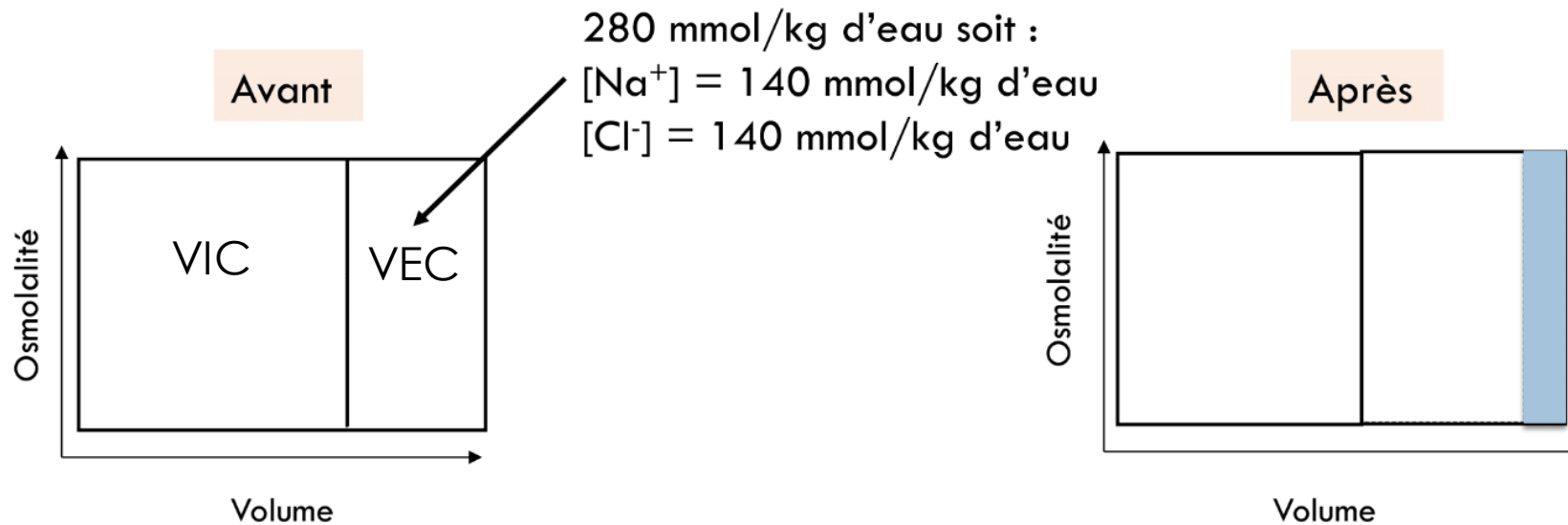
Variation de la natrémie = modification du volume cellulaire

- ▶ Hypernatrémie: ↓volume cellulaire (déshydratation cellulaire)
 - Variation de volume des osmorécepteurs.
 - Les reins retiennent de l'eau à partir de l'urine primitive.
- ▶ Hyponatrémie : ↑volume cellulaire (hyperhydratation cellulaire)
 - Variation de volume des osmorécepteurs.
 - Les reins laissent partir l'eau dans l'urine primitive.

D. Perfusion de solutés

Perfusion d'une solution isotonique

Perfusion d'un litre d'une solution avec 8,2 g de NaCl/kg d'eau

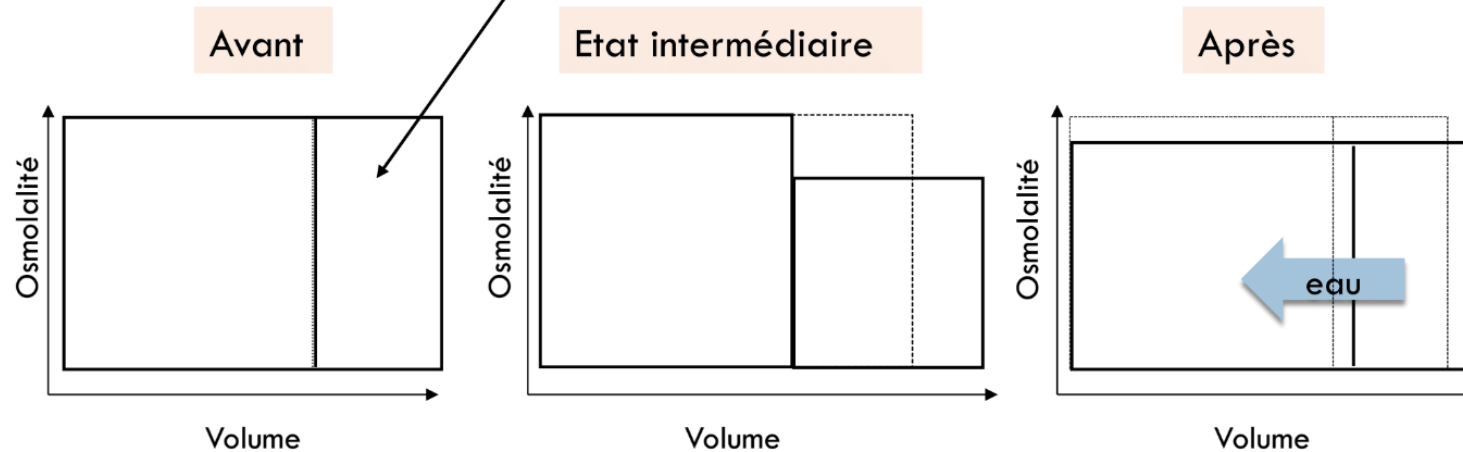


→ Augmentation du VEC sans modification de l'osmolalité

Perfusion d'une solution hypotonique

Perfusion d'1 litre d'une solution avec 4,5 g de NaCl/kg d'eau

150 mmol/kg d'eau soit
 $[\text{Na}^+] = 75 \text{ mmol/kg d'eau}$
 $[\text{Cl}^-] = 75 \text{ mmol/kg d'eau}$



→ Augmentation du VEC et du VIC avec diminution de l'osmolalité globale

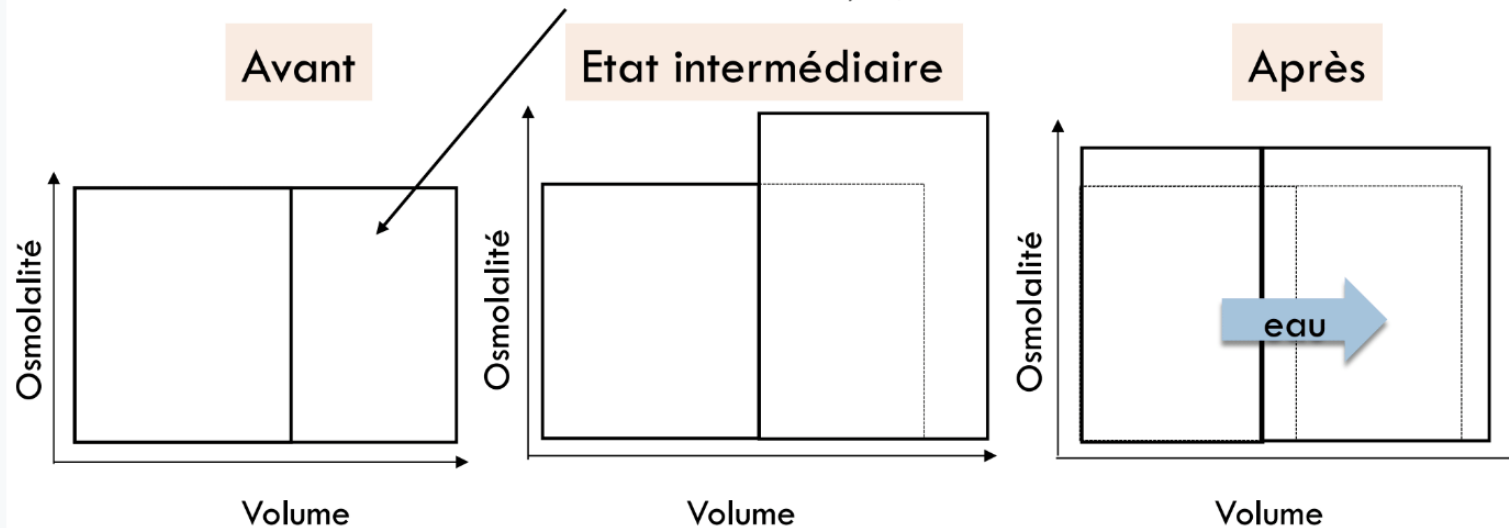
Perfusion d'une solution hypertonique

Perfusion d'1 litre d'une solution avec 10 g de NaCl/kg d'eau

334 mmol/kg d'eau soit :

$[\text{Na}^+] = 167 \text{ mmol/kg d'eau}$

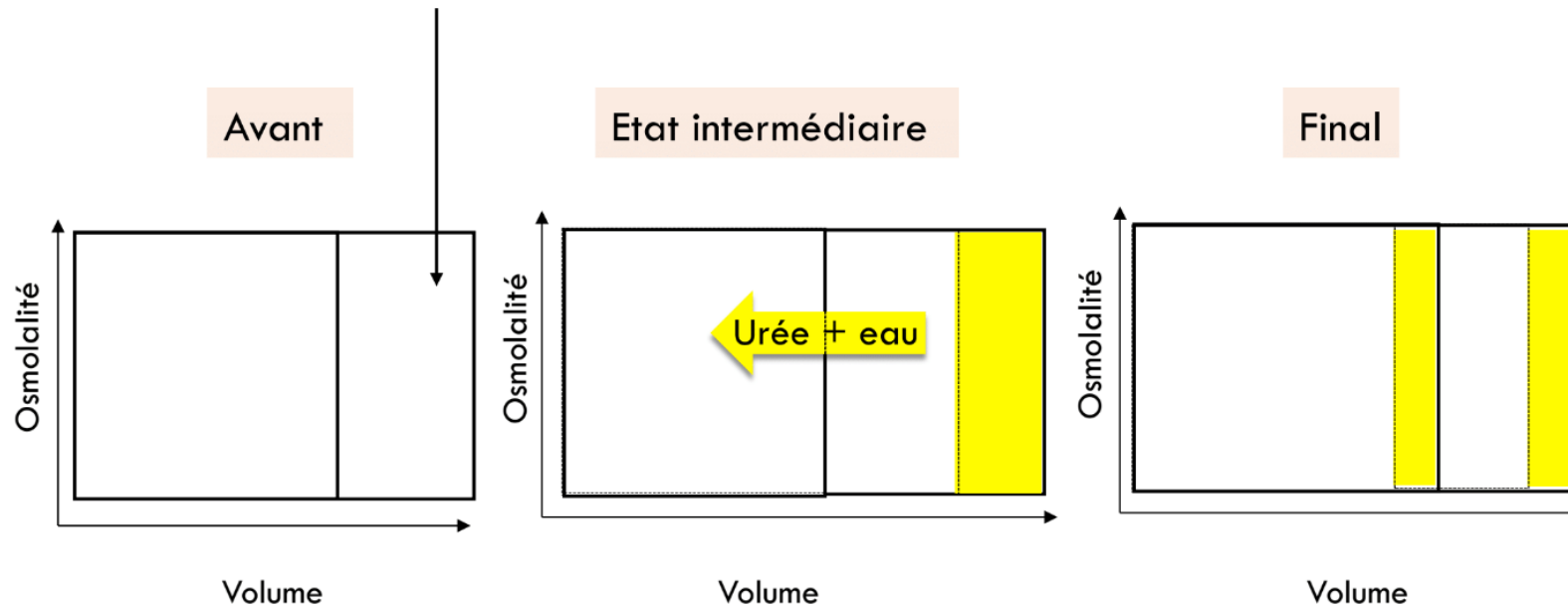
$[\text{Cl}^-] = 167 \text{ mmol/kg d'eau}$



→ Augmentation du VEC, diminution du VIC et augmentation globale de l'osmolalité

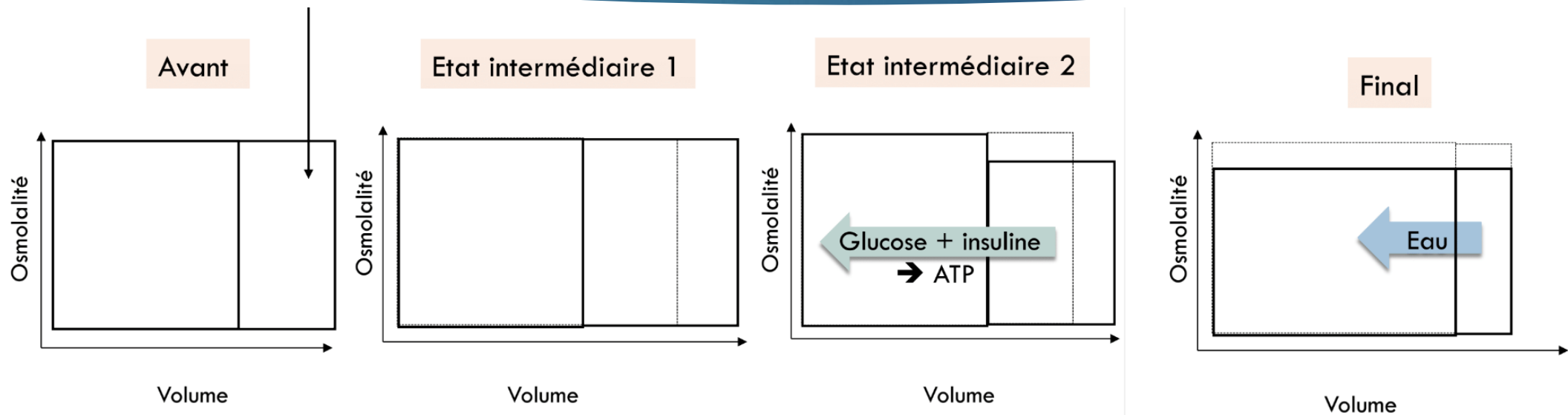
Perfusion d'une solution iso-osmotique

Perfusion d'un litre d'une solution avec 16,8 g d'urée/kg d'eau (280 mmol/kg d'eau)



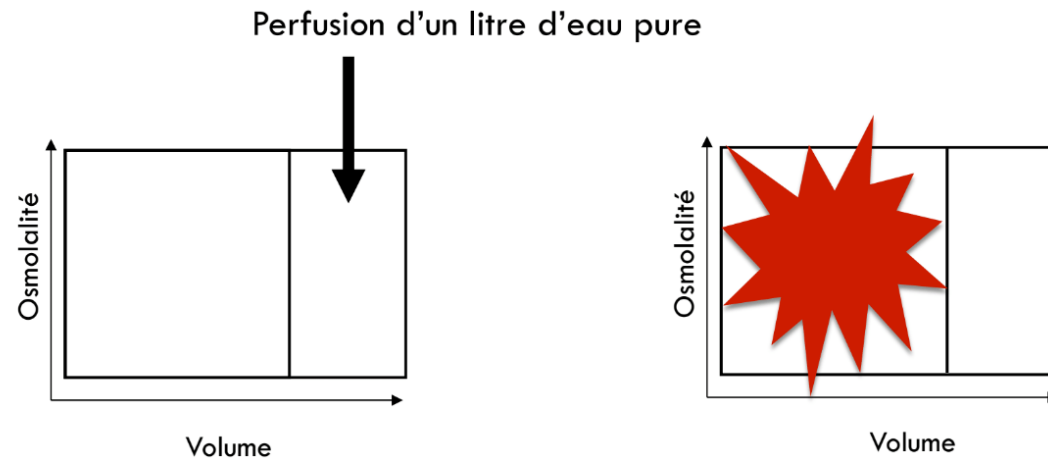
→ Augmentation du VEC et du VIC, l'osmolalité ne varie pas

Perfusion d'une solution iso-osmotique



Suite a la sécrétion d'insuline, le glucose est stocké dans la cellule ce qui cause une diminution de l'osmolalité extracellulaire. Par la suite il y a un passage d'eau du MEC vers le MIC pour atteindre l'équilibre

Perfusion d'eau pure



Choc osmotique ou hémolyse dans le cas des globules rouges

Jamais de perfusion d'eau pure

L'eau pure étant très hypotonique, cela va créer un énorme appel d'eau dans le globule rouge, ce qui va le faire « éclater »