



POTENTIEL CHIMIQUE, DIFFUSION ET CONVECTION

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

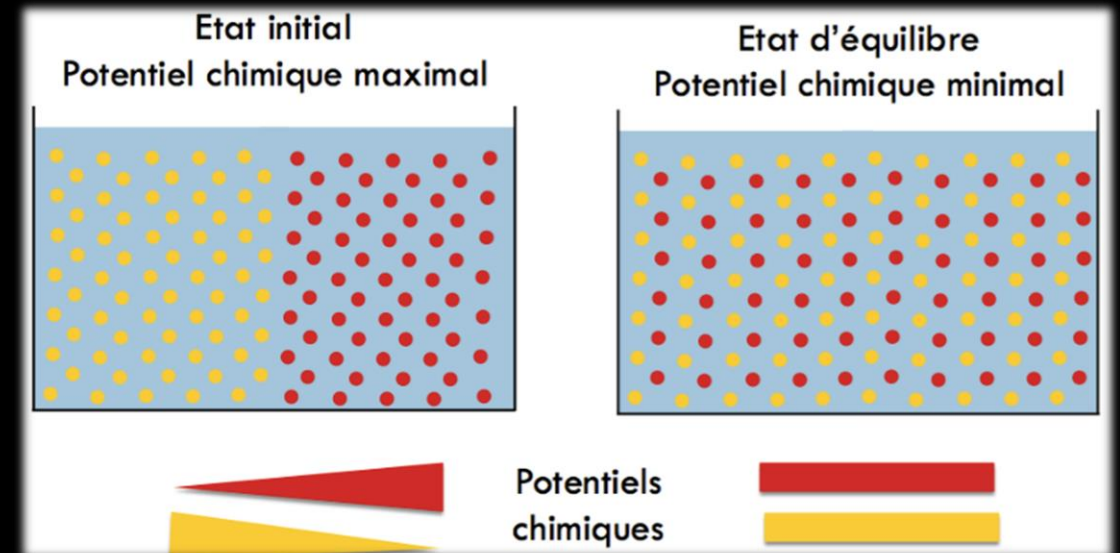
SOMMAIRE

- **I. DEFINITIONS**
- **II. Membrane des capillaires sanguins**
 - A) Relation de Starling : modélisation d'ultrafiltration
 - B) Epanchement et œdème
 - C) Diffusion des gaz entre l'air et le sang
- **III. Membrane plasmique**
 - A) définitions
 - B) Perfusion de soluté

I. DEFINITIONS

- A) **Diffusion** : propriété des molécules en solution de se déplacer selon leur potentiel chimique
- B) **Potentiel chimique** : quantité de la molécule en un point, proportionnel à la concentration et au coefficient de diffusion

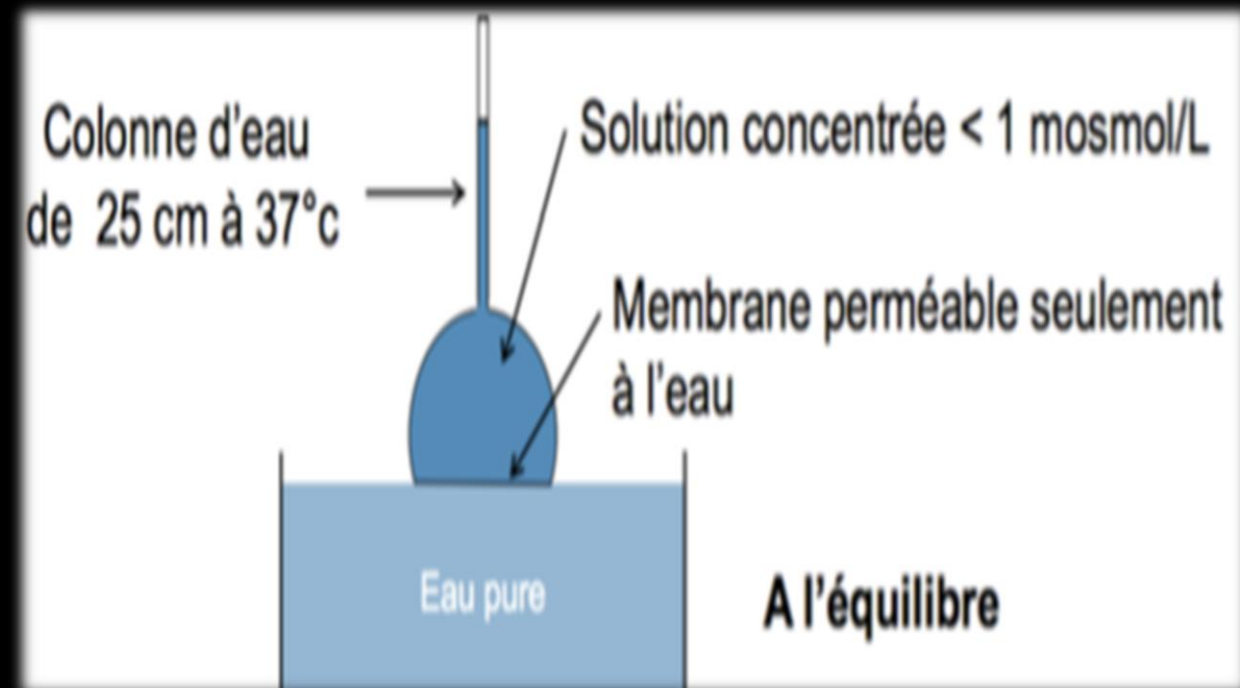
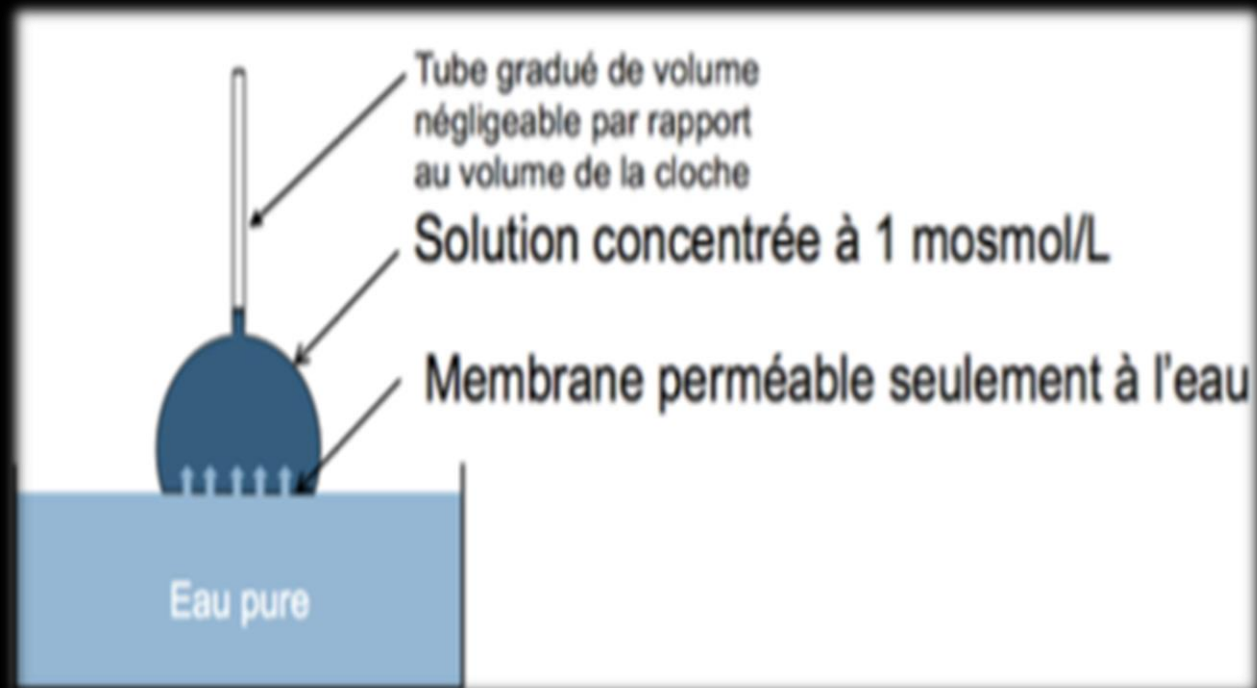
NB: Le coefficient de diffusion dépend de la **température** et de la **mobilité mécanique** de la molécule dans son milieu.



- C) **Osmole** : molécule dissoute, incapables de sédimenter
- D) **Pression osmotique** : pression responsable des mouvements moléculaires dans un milieu liquide, à travers une membrane. Proportionnelle à la concentration de molécules.

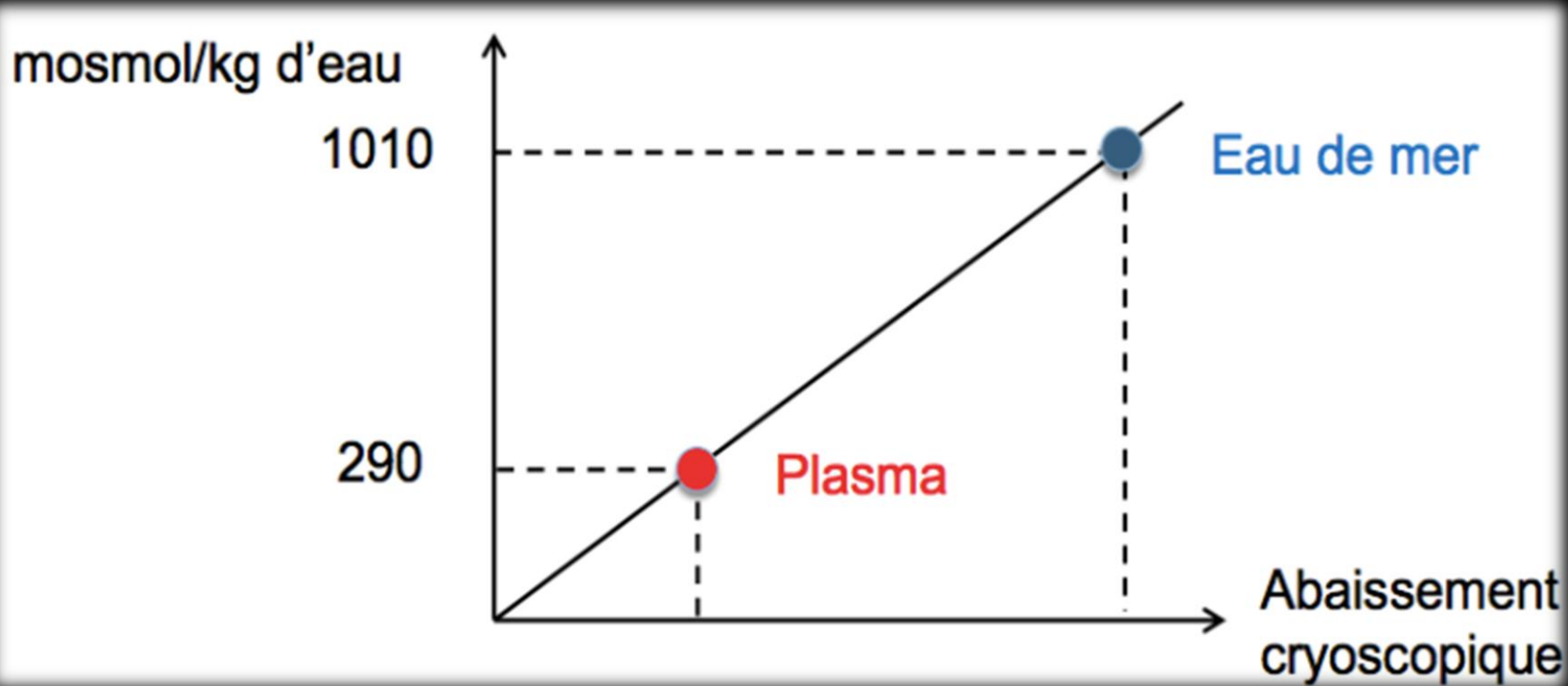
2 méthode théorique permettant de calculé la pressions osmotique :

1) Osmomètre de Dutrochet:



- 2) **Abaissement cryoscopique:**

différence entre la température de congélation de l'eau pure et celle de la solution, proportionnel à l'osmolalité

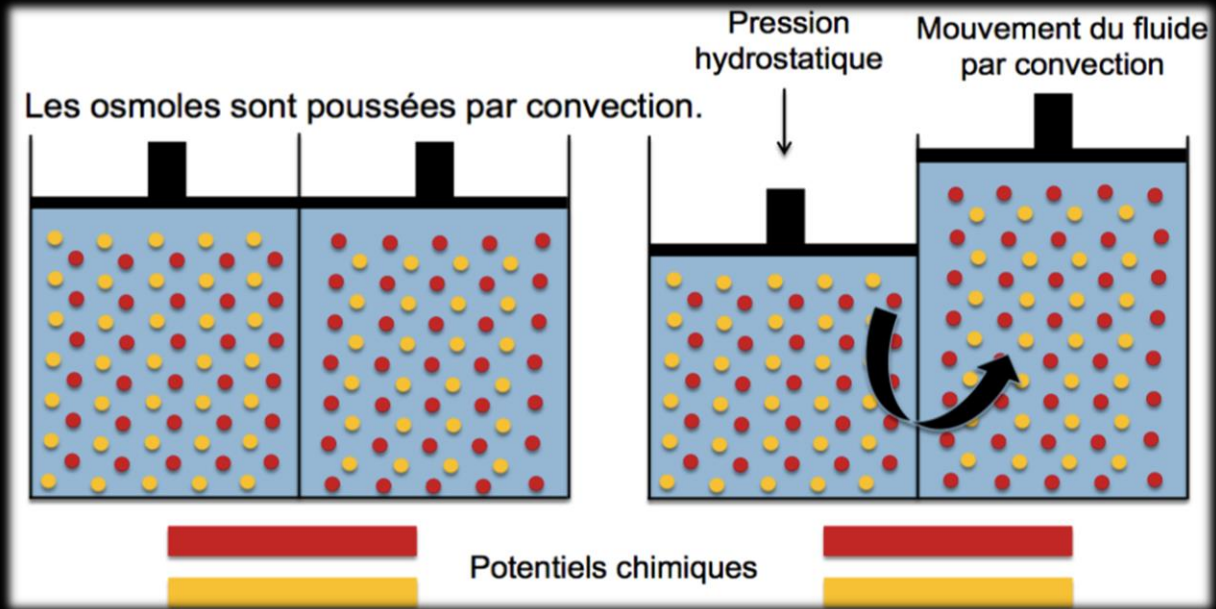


NB: les molécules en suspension (protéines) ne modifient pas la température de congélation

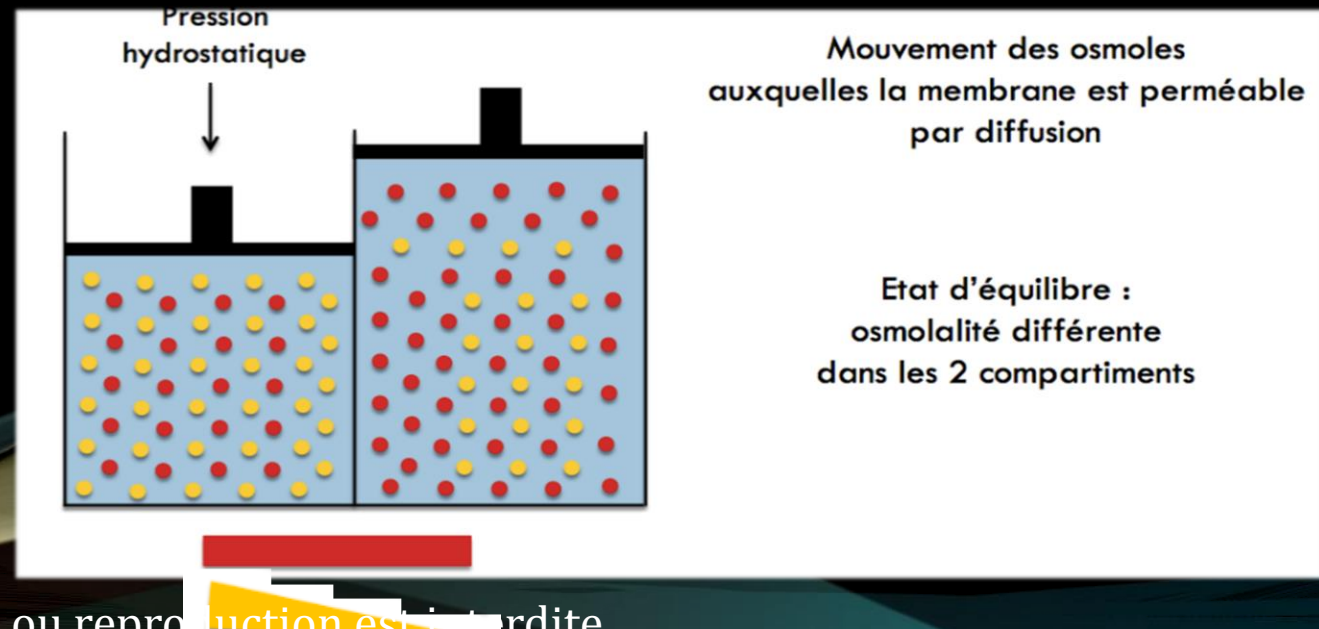
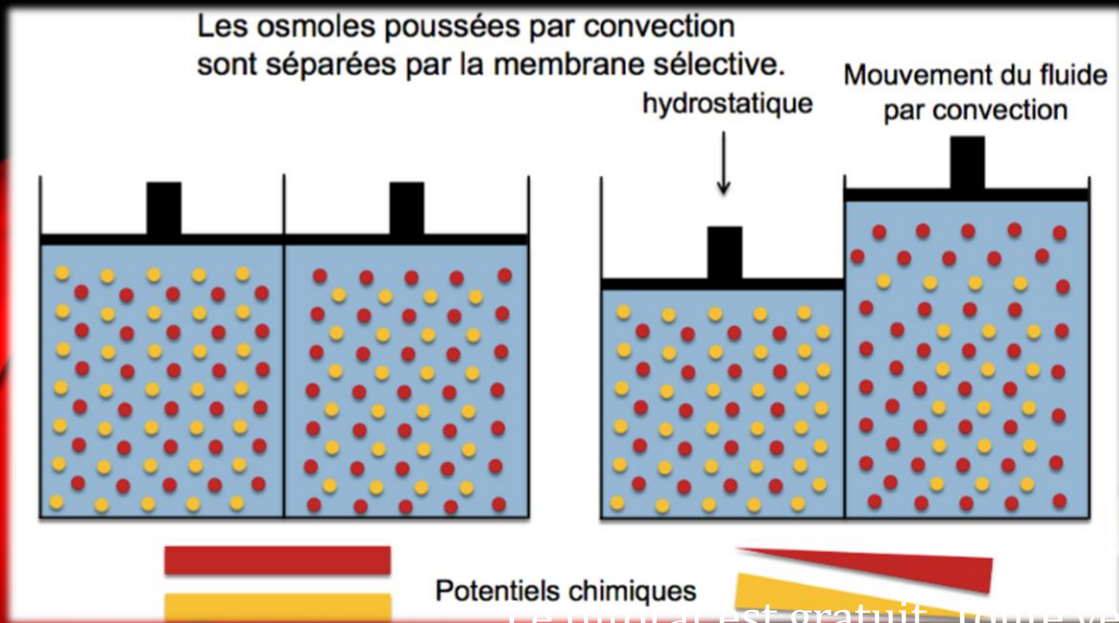
En pratique on ne peut utiliser que l'abaissement cryoscopique

- E) **Convection** : propriété des molécules de se déplacer selon la pression hydrostatique qu'elles subissent
- F) **Pression hydrostatique** : résultante de la pression atmosphérique et de la pression de certains muscles (cœur + muscles de la paroi thoracique). Varie en fonction de l'élasticité des tissus, de la force musculaire et de la gravité.

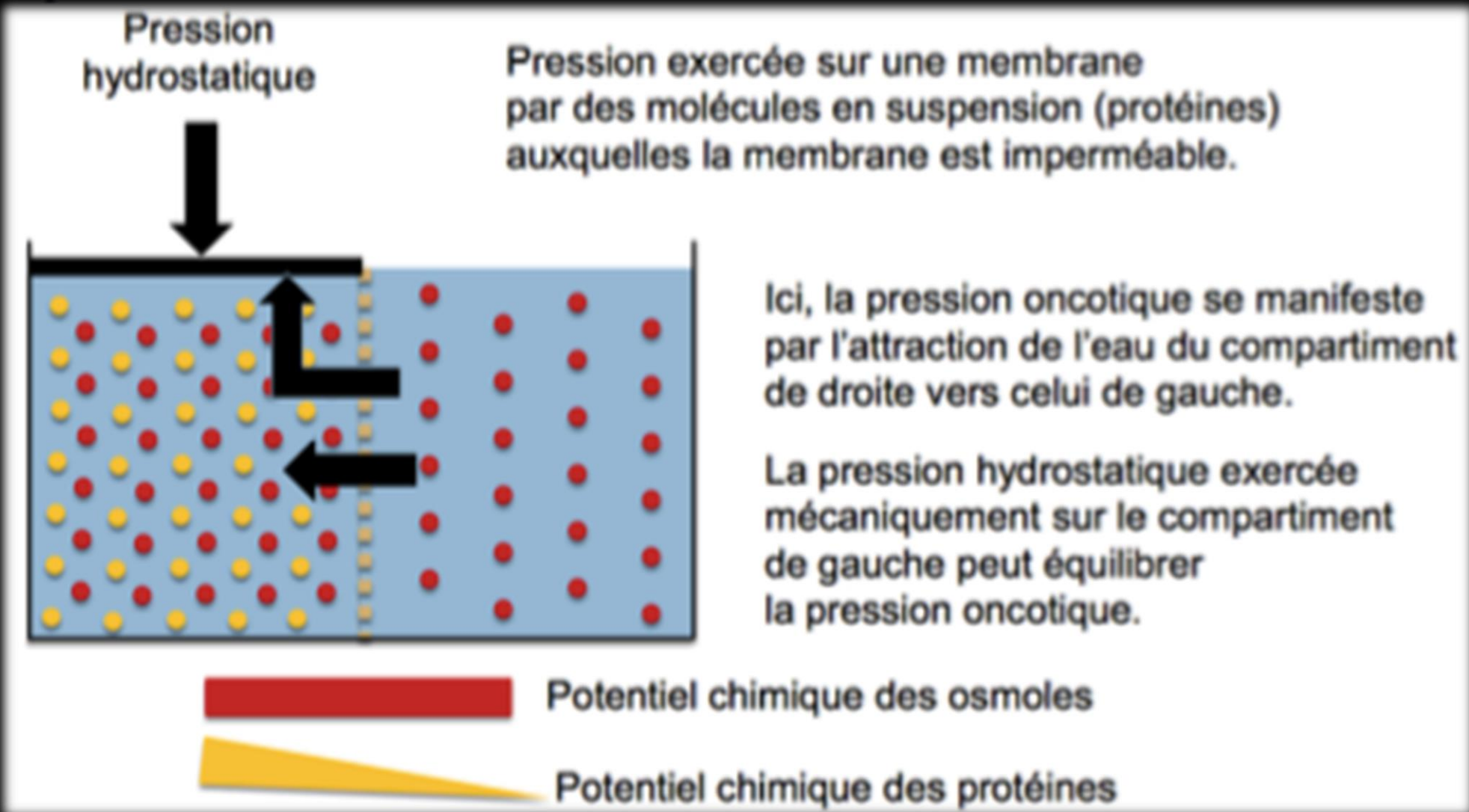
Membrane non sélective :



Membrane sélective :



- **G) Pression oncotique** : pression exercée sur une membrane par des molécules en suspension (protéines) auxquelles la membrane est imperméable, proportionnelle à la concentration de ces molécules



- H) **Filtration** : passage d'eau et de molécules en solution à travers une membrane non sélective

ET

- I) **Ultrafiltration** : passage d'eau et de molécules en solution à travers une membrane sélective

II. MEMBRANE DES CAPILLAIRES SANGUINS

- A) Relation de Starling : modélisation d'ultrafiltration

-Capillaires sanguins : perméables à l'eau et aux osmoles, imperméables aux protéines. P° hydrostatique positive et forte P° oncotique

-Interstitiel : P° hydrostatique légèrement négative et faible P° oncotique

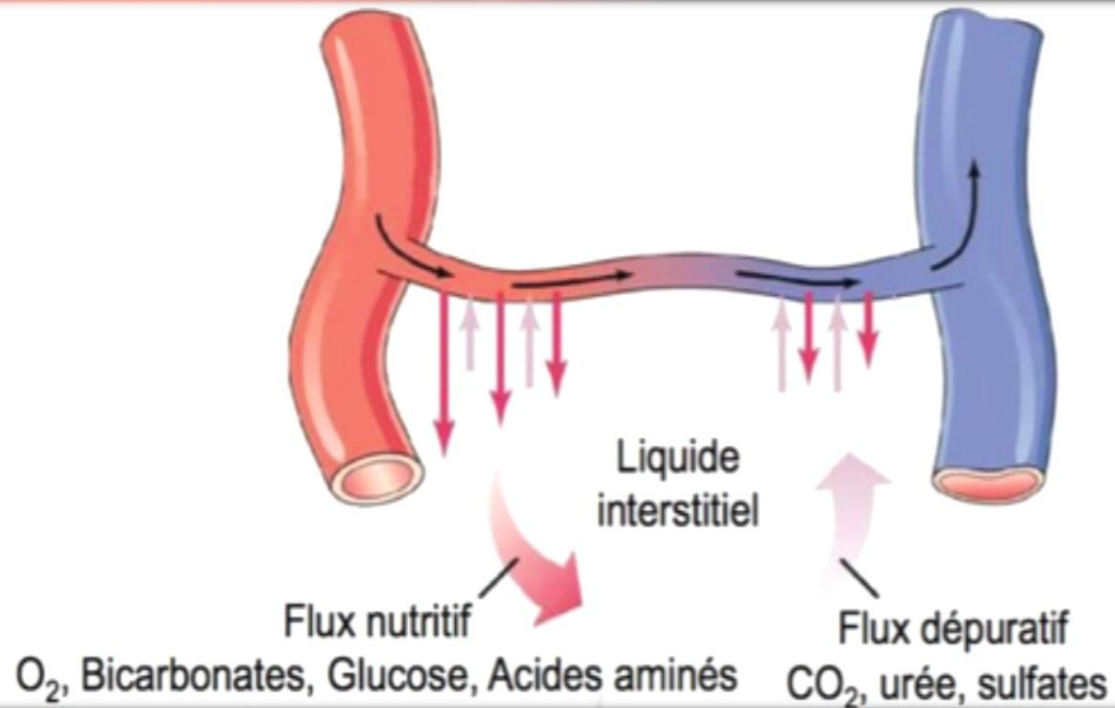
Gradient de
pression hydrostatique

Gradient de
pression oncotique

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

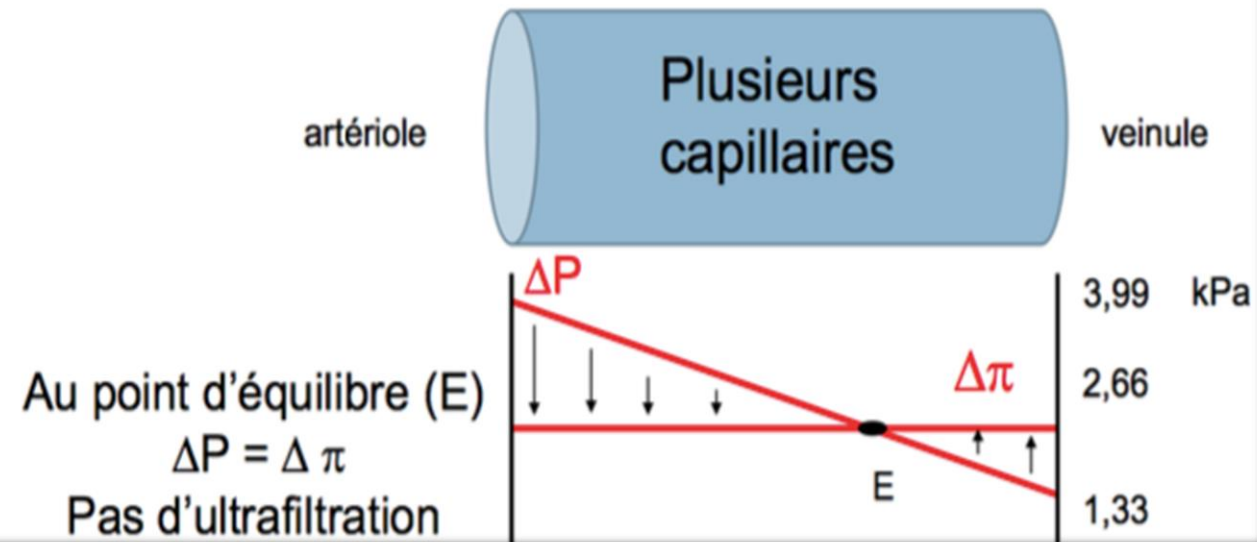
Avec c : capillaire, i : interstitium, P : P° hydrostatique, π : P° oncotique

POUR LES CAPILLAIRES STANDARDS:



ΔP = différence de pression hydrostatique

$\Delta \pi$ = différence de pression oncotique

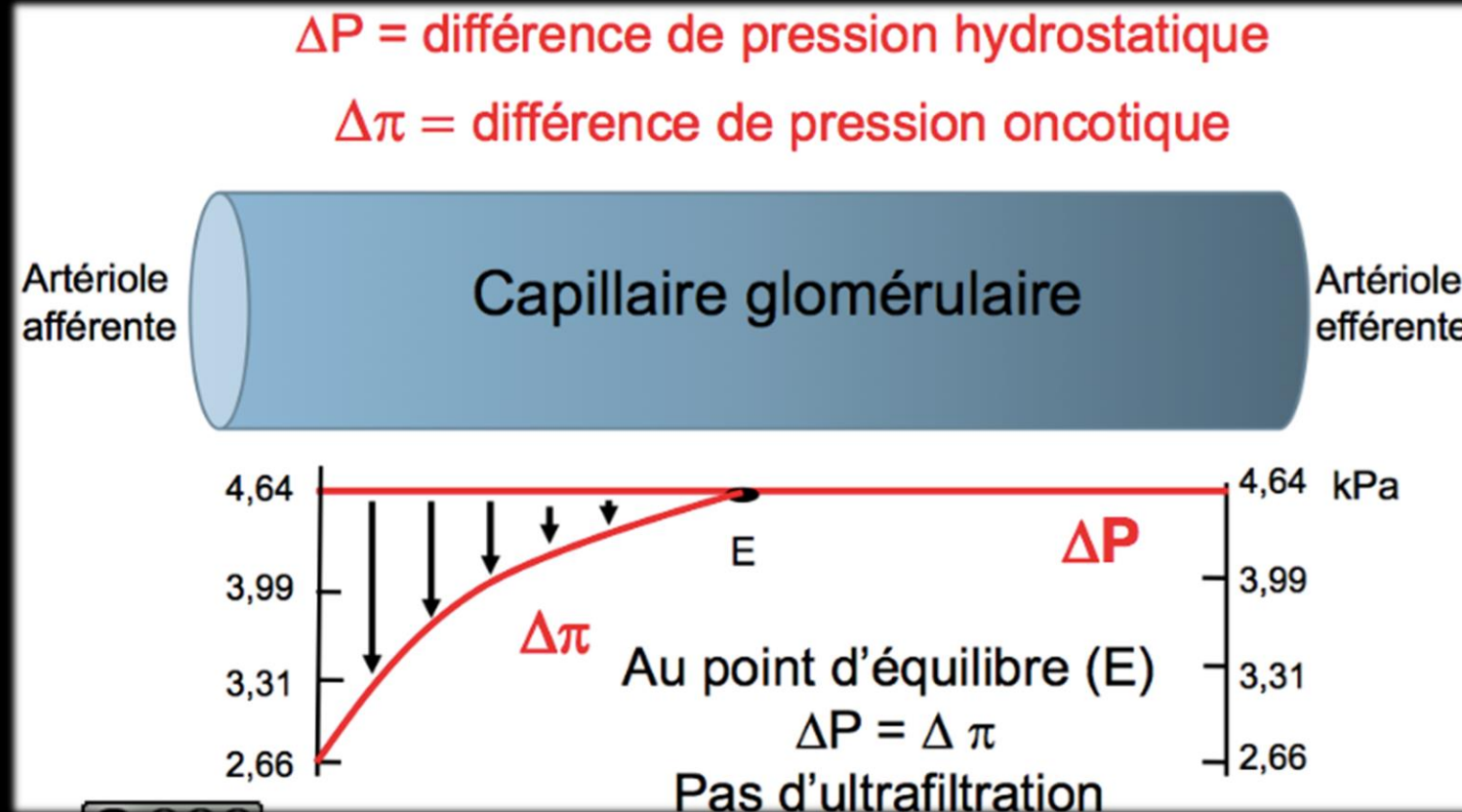


NB: Delta P diminue car la force de poussée du cœur diminue
Si le gradient de pression hydrostatique > gradient de pression oncotique => ultrafiltration vers le milieu interstitiel

Si le gradient de pression hydrostatique < gradient de pression oncotique => réabsorption de liquide de l'interstitium vers les capillaires

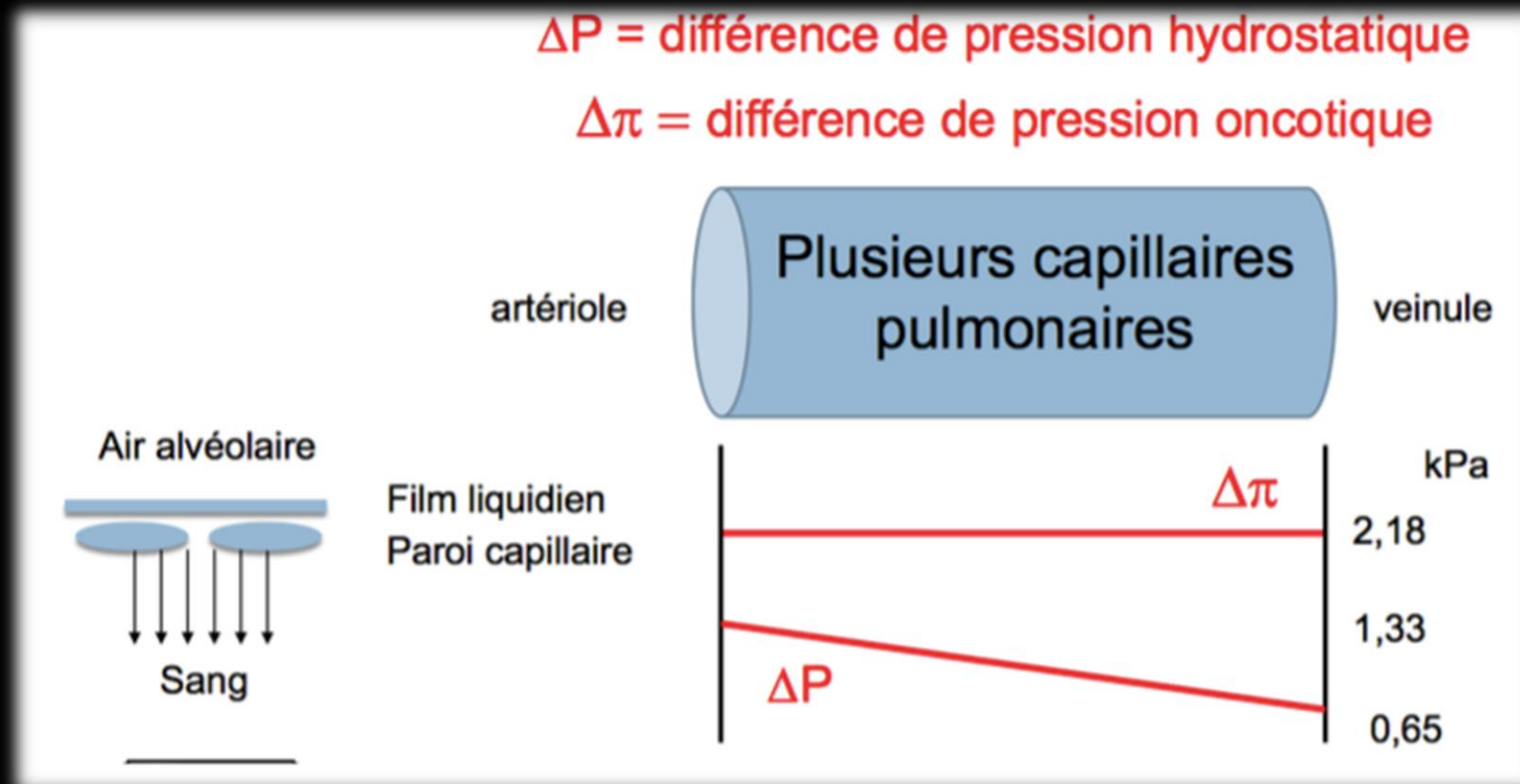
CAPILLAIRE RÉNAL : ENTRE 2 ARTÉRIOLES

- 1) Le gradient de pression hydrostatique ne change pas puisque nous sommes entre 2 artérioles
- 2) Le gradient de pression oncotique augmente jusqu'à un point d'équilibre car on filtre le liquide donc les protéines se concentrent



CAPILLAIRE PULMONAIRE:

- 1) Le gradient de pression oncotique ne change pas
- 2) Le gradient de pression hydrostatique diminue mais n'est jamais supérieur au gradient de pression oncotique donc il n'y a pas d'ultra filtration vers le milieu interstitiel (ici l'alvéole pulmonaire)



APPLICATIONS EN MÉDECINE :

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

avec K : coefficient de perméabilité hydraulique et σ : coefficient de réflexion protéique

Augmentation de ΔP : Insuffisance cardiaque

Diminution de $\Delta\pi$ (perte d'albumine): Cirrhose, syndrome néphrotique

Augmentation de K : syndrome Néphrotique

Diminution de σ : Infection sévère, inflammation

B) ÉPANCHEMENT ET ŒDÈME

- **Œdème** : accumulation de liquide extracellulaire dans le tissu sous cutané (signe du godet) ou dans les alvéoles pulmonaires (dyspnées et expectorations mousseuses et rosées)

NB: les œdèmes apparaissent quand le réseau lymphatique est dépassé

Exemple de l'insuffisance cardiaque gauche

- **Épanchement** : accumulation de liquide extracellulaire dans les cavités virtuelles

Plèvre => pleurésie (matité à la percussion du thorax)

Péricarde => péricardite (frottements à l'auscultation)

Péritoine => ascite (propagation des vibrations déclenchées)

C) DIFFUSION DES GAZ ENTRE L'AIR ET LE SANG

- Membrane alvéolo-capillaire (de l' extérieur vers l' intérieur) : film liquidien=> pneumocystose=> milieu interstitiel=> cellules endothéliales

Le flux de gaz entre l'air et le sang est égal à :

$$\text{Flux} = \frac{\text{surface d'échange} \times \text{coeff de solubilité} \times \Delta \text{pression partielle}}{\text{Epaisseur de la membrane}}$$

- **Applications :**

- 1) Augmentation de l' épaisseur de la membrane alvéolo-capillaire (ex : œdème pulmonaire) : dyspnée
- 2) Diminution de la différence de pression partielle entre le sang et l' alvéole en altitude : dyspnée

III. MEMBRANE PLASMIQUE

A) définitions:

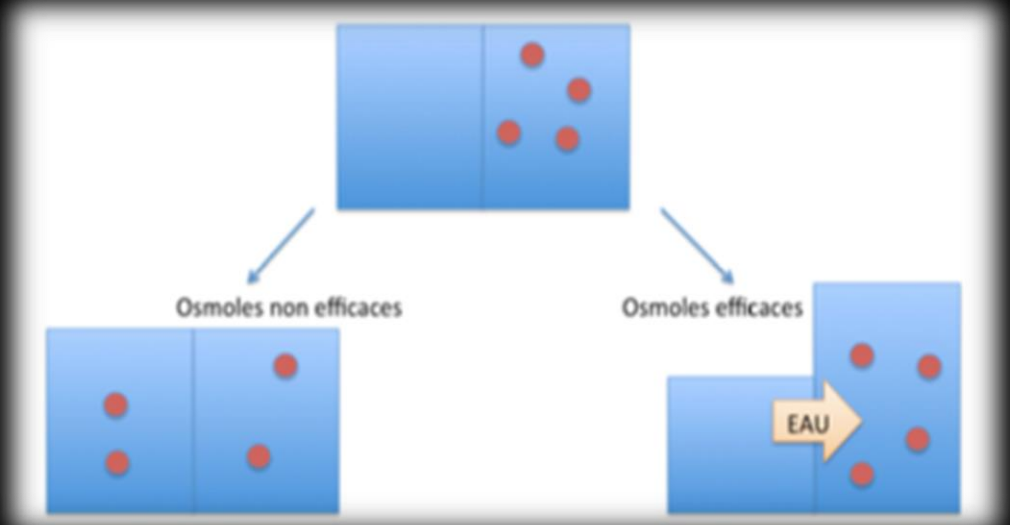
Il existe 2 types de diffusion à travers la membrane :

- diffusion simple (sans transporteur moléculaire, pour l'O₂, le CO₂)
- diffusion diffusion simple (sans transporteur moléculaire, pour l'O₂, le CO₂)

NB: L'eau traverse la membrane grâce à des **aquaporines**

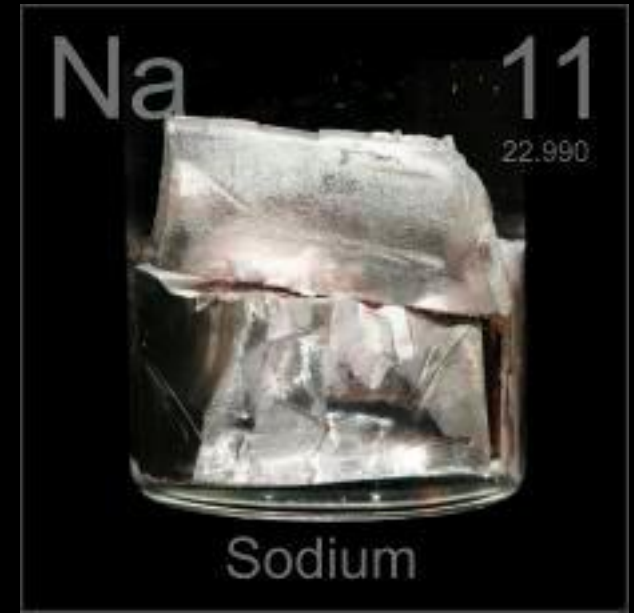
- **Osmose** : diffusion de l'eau du compartiment le moins concentré au plus concentré en osmoles efficace . Le milieu cellulaire est en équilibre osmotique avec le milieu extracellulaire.
- **Osmolarité efficace (=tonicité)** : force qui attire l'eau d'un côté ou de l'autre de la membrane cellulaire

- **Osmoles efficace** : Une osmole efficace doit :
 - être incapable de traverser la membrane (ou agir comme si elle ne pouvait pas) : répartition contrôlée de manière active
 - être circulante et détectable

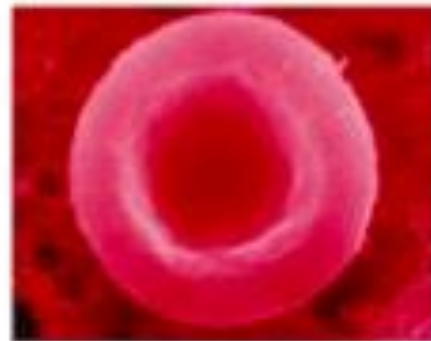


- ne pas avoir de conséquence sur les principales fonctions cellulaires si sa concentration plasmatique varie

Donc la seule osmole efficace de l'organisme est le sodium



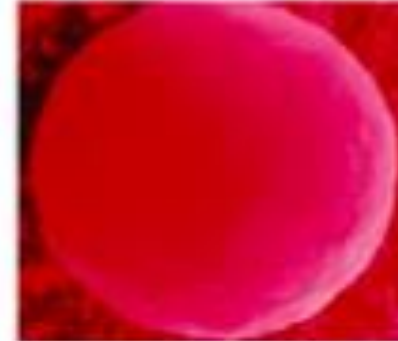
- Osmolarité efficace du plasma (mosmol/L) = $[Na^+] \times 2 = 280 \pm 1$
- Natrémie = concentration en Na^+ dans le plasma (=milieu extracellulaire)
- Variation de la natrémie => modification du volume cellulaire:
 - Hypernatrémie(milieu hypertonique) => baisse du volume cellulaire
 - Hyponatrémie(milieu hypotonique) => augmentation du volume cellulaire



Entrée = sortie d'eau
Milieu ISOTONIQUE



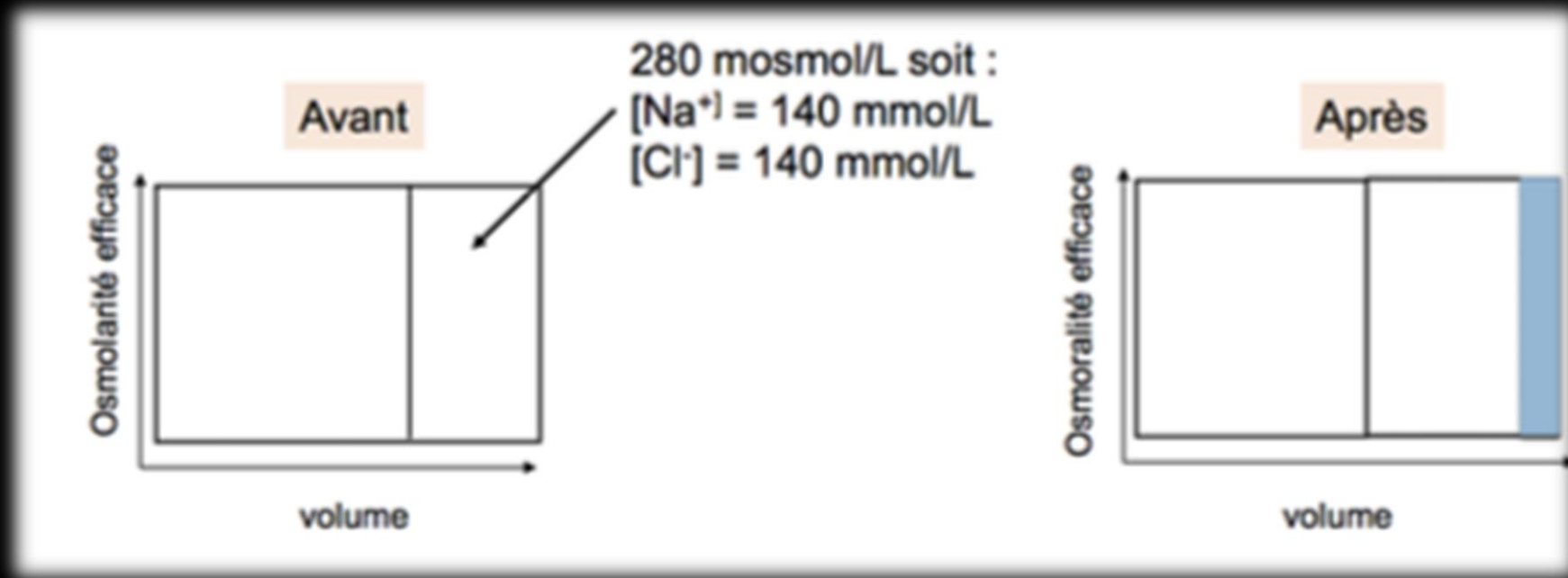
Entrée < sortie d'eau
Milieu HYPERTONIQUE



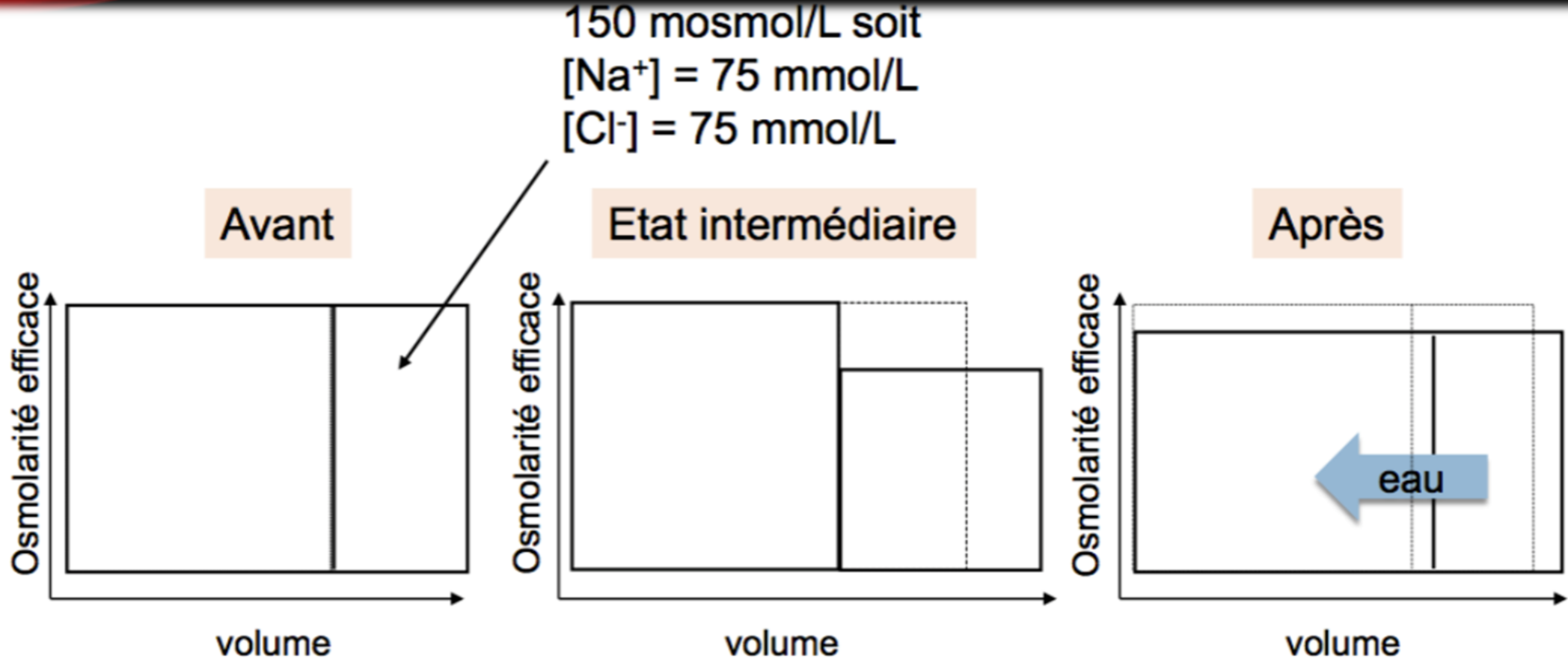
Entrée > sortie d'eau
Milieu HYPOTONIQUE

C) PERFUSION DE SOLUTÉ

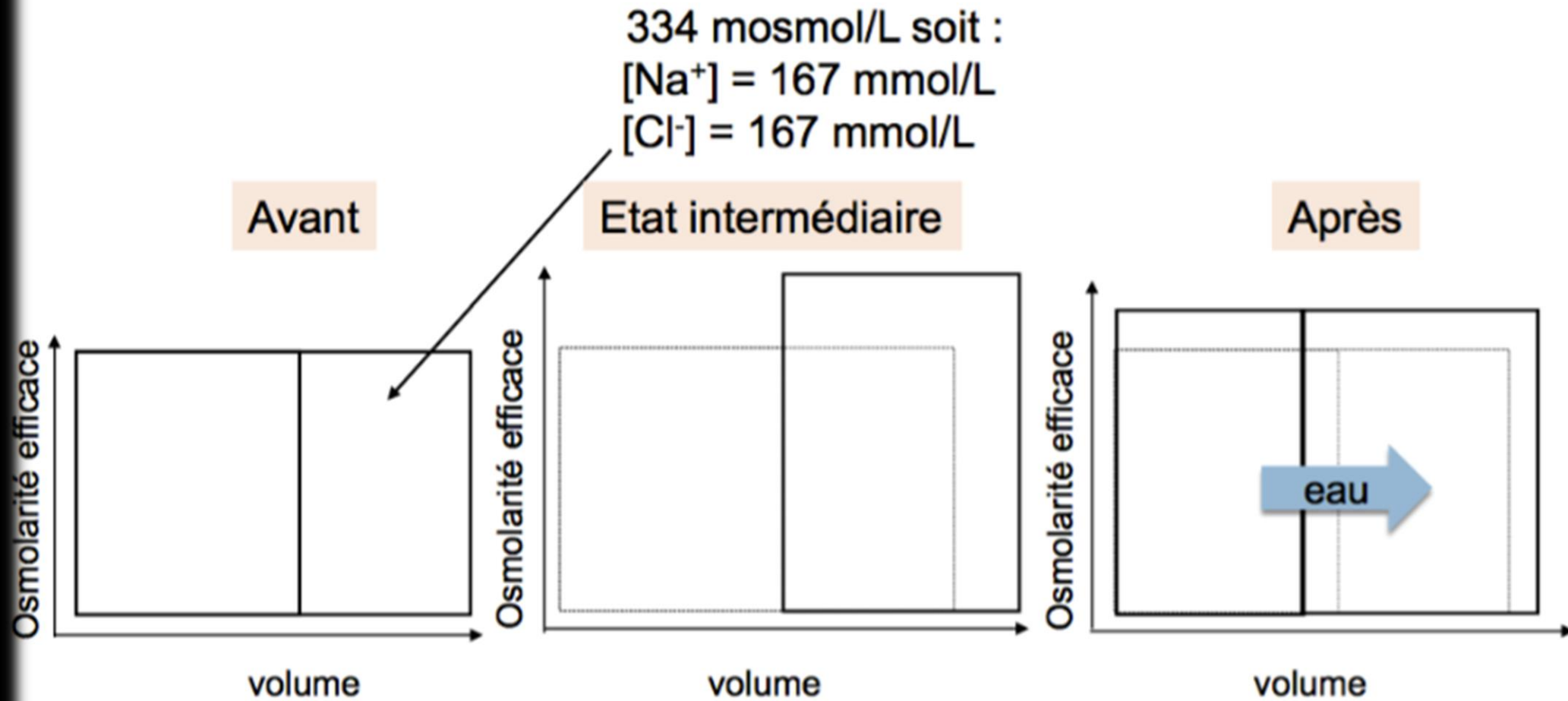
- 1) Perfusion d'une solution isotonique :



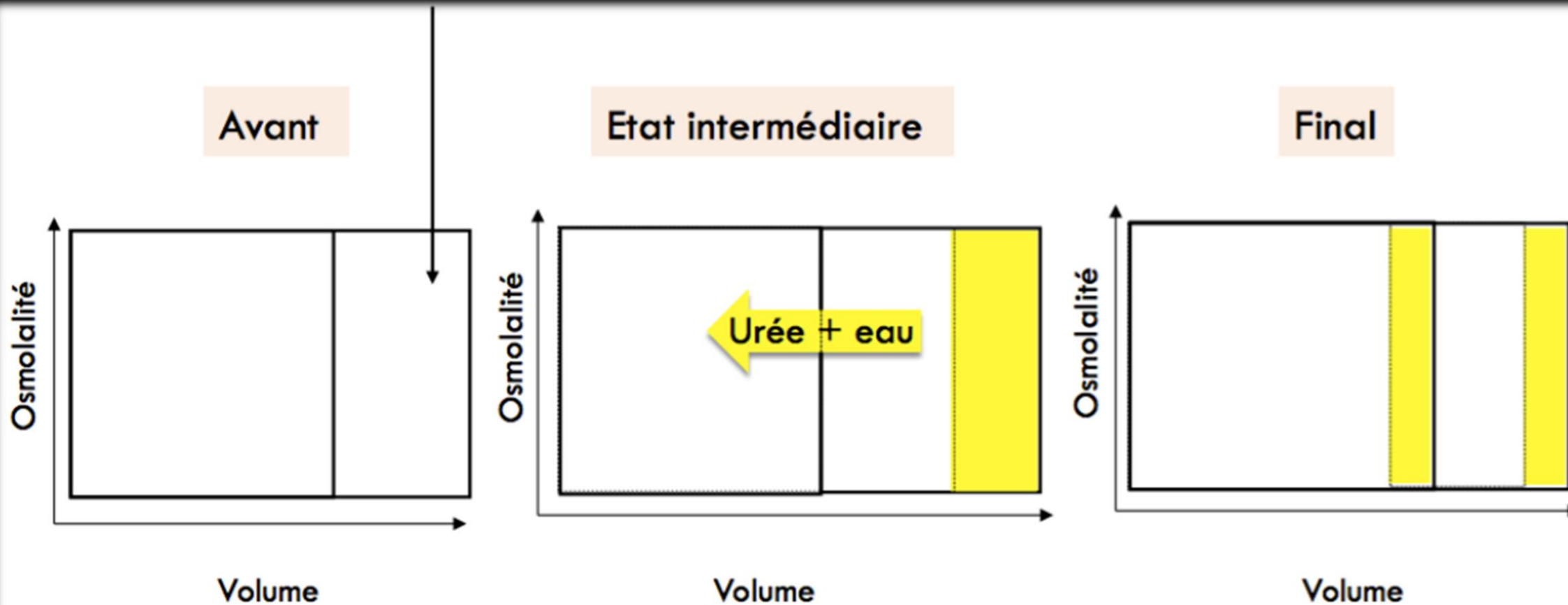
- 2) Perfusion d'une solution hypotonique :



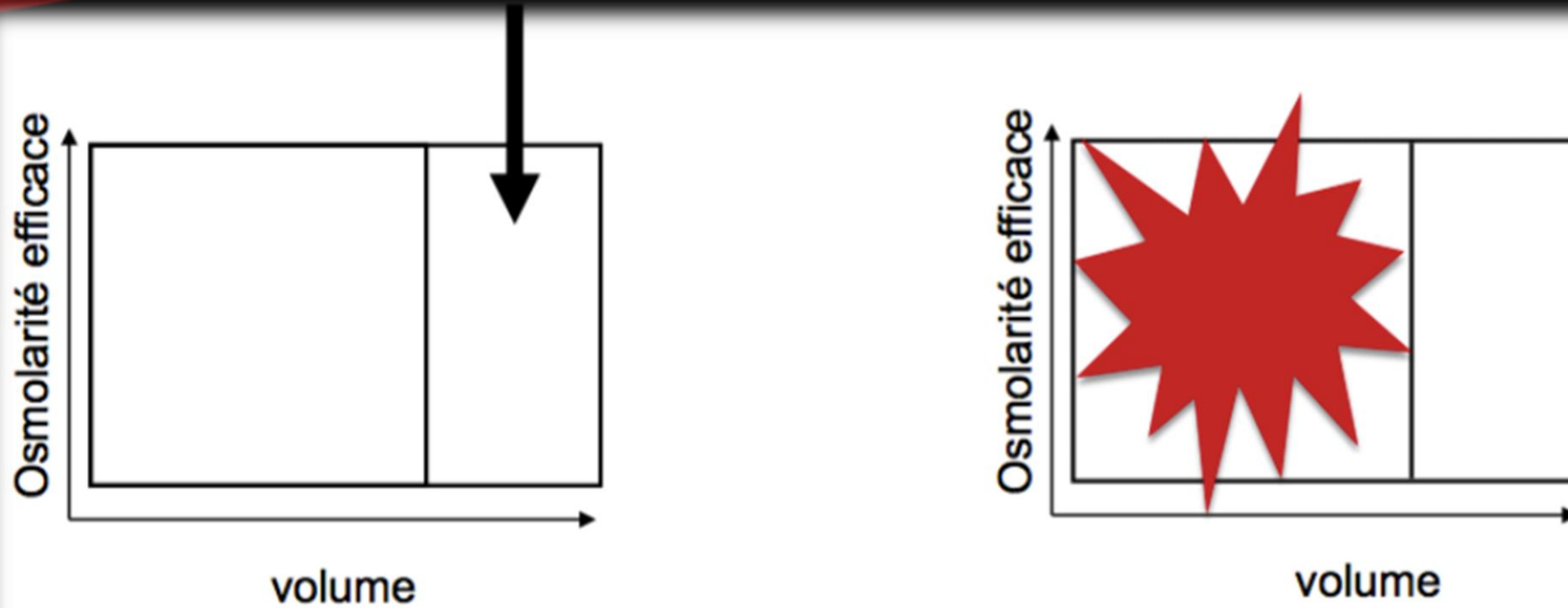
- 3) Perfusion d'une solution hypertonique :



- 4) Perfusion d'une solution iso-osmotique



- 5) Perfusion d'eau pure :



Choc osmotique ou hémolyse dans le cas des globules rouges

Jamais de perfusion d'eau pure

- QCM : La relation de Starling caractérise les forces responsables de transfert d'eau et d'osmoles entre les capillaires sanguins et l'interstitium. Un infarctus du myocarde augmente la pression capillaire. Cela peut avoir plusieurs conséquences. Lesquelles ?
- A/ Formation d'œdèmes et d'épanchements
- B/ Hypoalbuminémie
- C/ Augmentation du gradient de pression hydrostatique dans les capillaires sanguins
- D/ Diminution de la pression oncotique dans les capillaires sanguins
- E/ les propositions A, B, C et D sont fausses

- **QCM 1 : AC**

- L'insuffisance cardiaque augmente ΔP . Pas de fuite ou de défaut de fabrication de protéines donc $\Delta \pi$ ne change pas. On va avoir $\Delta P > \Delta \pi$ donc ultrafiltration : œdème et épanchement