

# Tut' rentrée

## Potentiel chimique, diffusion et convection

Bobo10 (Juliette)



AdeM (Adelaïde)



Val42B (Valentine)

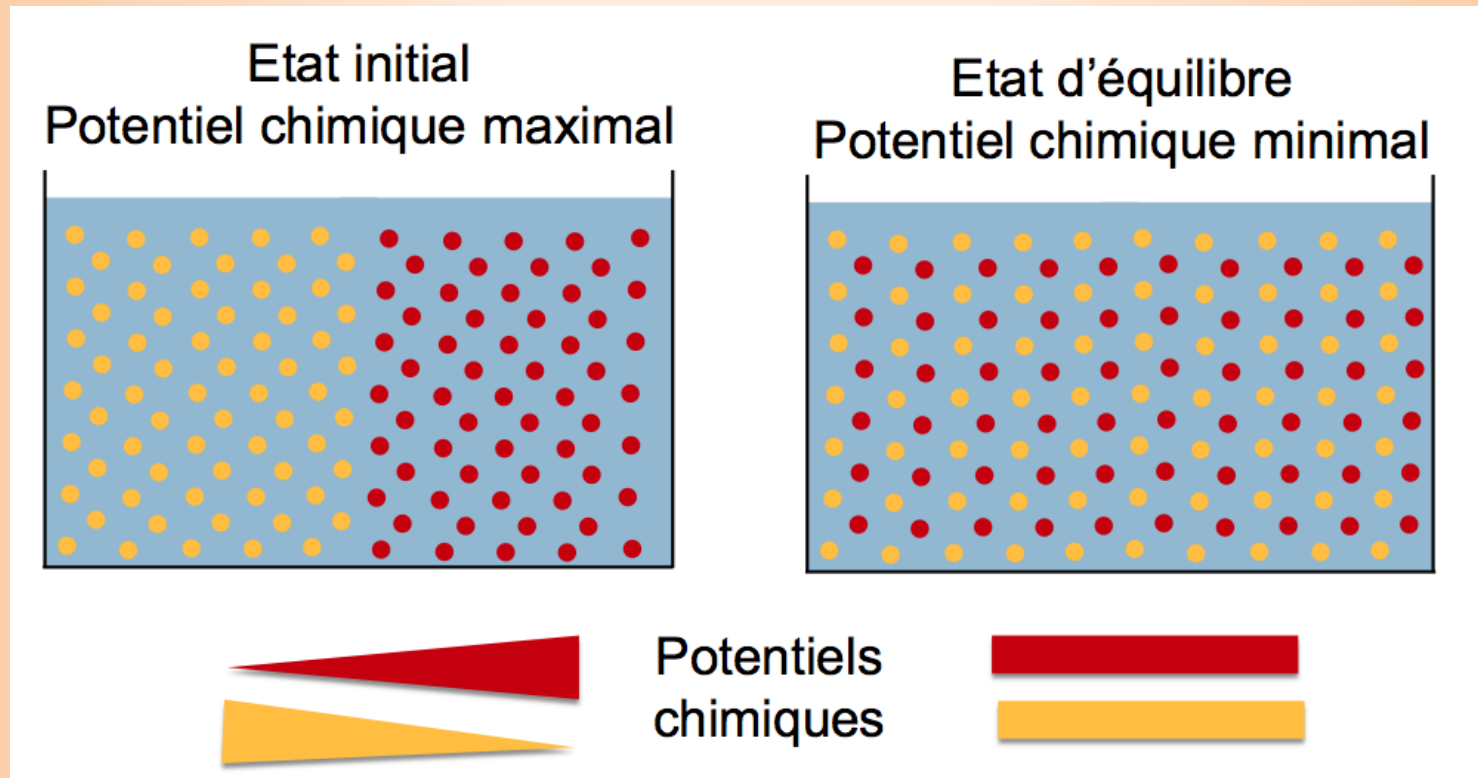


Le tutorat est gratuit. Toute vente ou reproduction est interdite.

# I. Potentiel chimique d'une molécule

# A/ Diffusion

En solution



**Diffusion** : propriété des molécules en solution de se déplacer selon leur potentiel chimique

# A/ Diffusion

Dans un mélange gazeux

Potentiel chimique d'un gaz = pression partielle  
= pression barométrique x fraction molaire

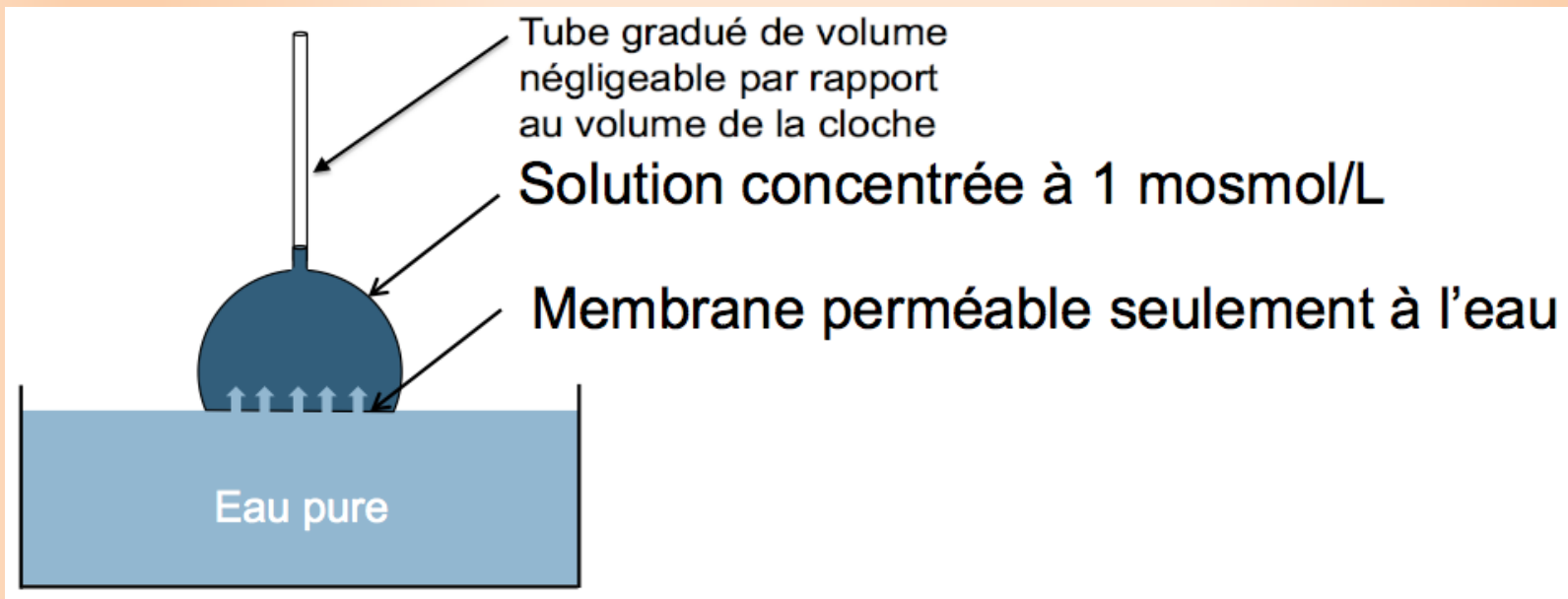
## B/ Pression osmotique

**Pression osmotique** : pression exercée par les molécules, proportionnelle à leur concentration

Mesurable par la mise en contact de solution de concentration différente par l'intermédiaire d'une membrane sélective

# B/ Pression osmotique

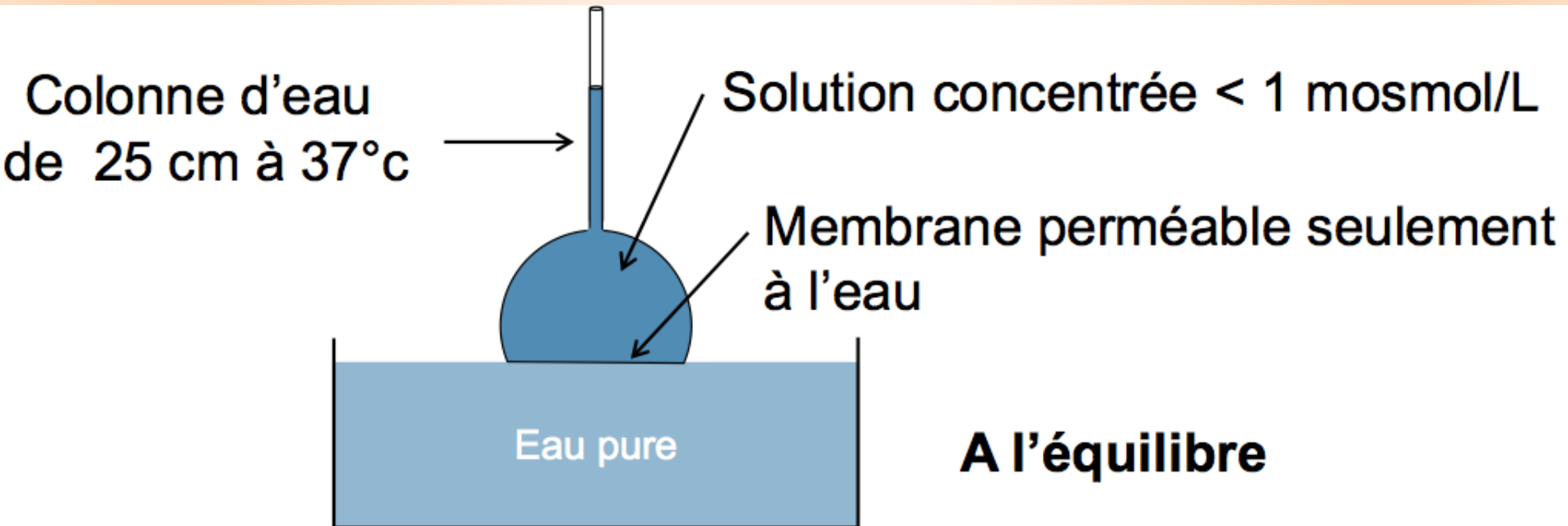
## Osmomètre de Dutrochet



Diffusion de l'eau selon son potentiel chimique (du secteur le plus concentré en eau vers le moins)

# B/ Pression osmotique

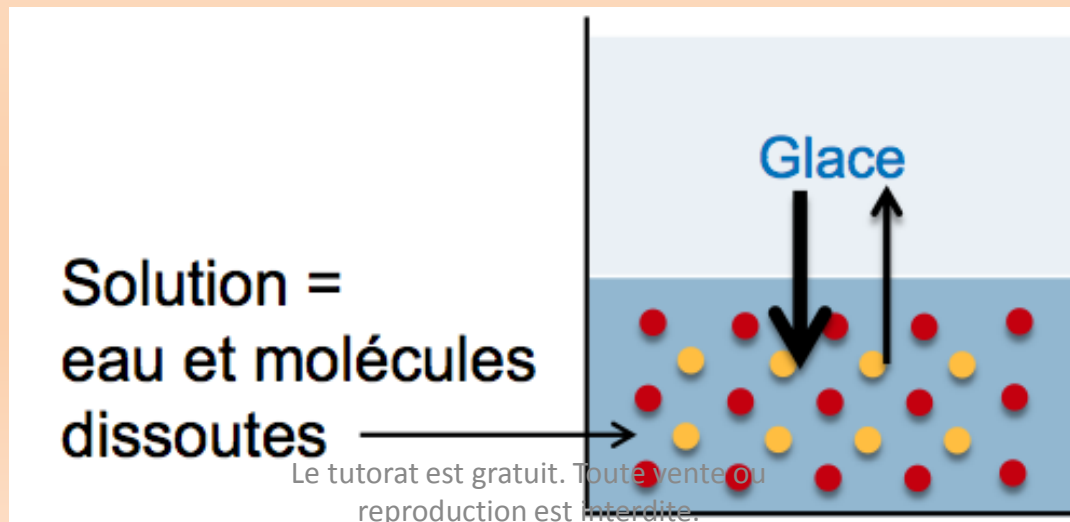
## Osmomètre de Dutrochet



# C/ Abaissement cryoscopique

À  $T = 0^{\circ}\text{C}$  : la glace et l'eau liquide pure sont en équilibre

S'il y a des molécules dissoutes dans l'eau : la glace fond plus vite que la solution ne congèle (l'équilibre à  $T < 0^{\circ}\text{C}$ )

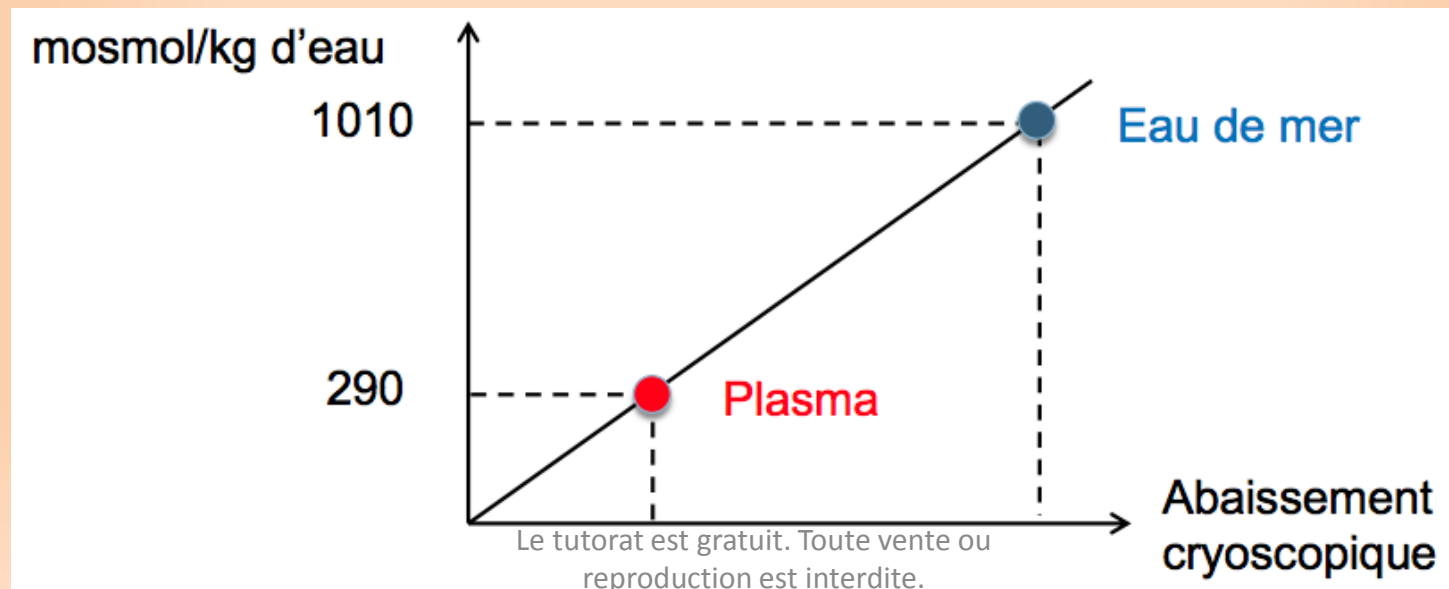




# C/ Abaissement cryoscopique

**Abaissement cryoscopique** : différence entre la température de congélation de l'eau pure et celle de la solution

Proportionnel à l'osmolalité



# D/ Mesure de l'osmolalité

2 méthodes :

- Mesurer la pression osmotique (osmomètre de Dutrochet)
- Mesurer l'abaissement cryoscopique

→ En pratique, on n'utilise seulement l'abaissement cryoscopique

# D/ Mesure de l'osmolalité

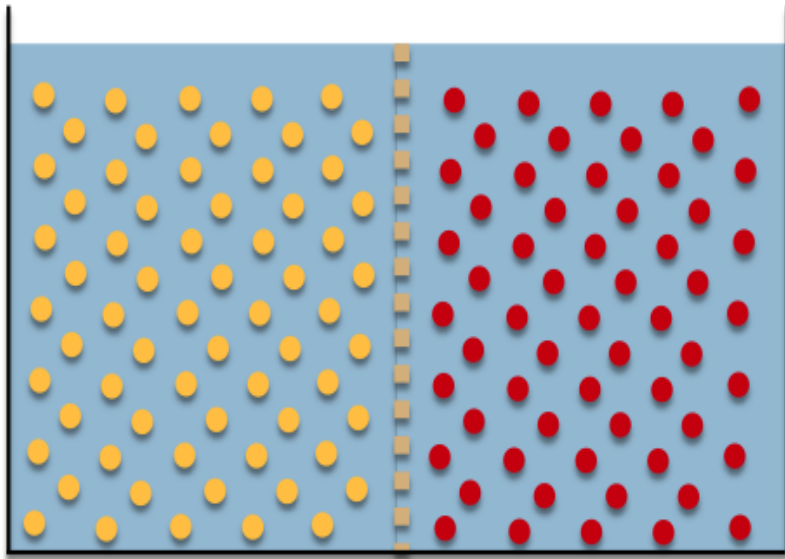
Pourquoi n'utilise-t-on pas l'osmomètre de Dutrochet ?

- Absence de membrane perméable seulement à l'eau
- 1 mosmol/L  $\rightarrow$  colonne d'eau de 25 cm  
300 mosmol/L (plasma)  $\rightarrow$  colonne d'eau de 75 m (0,25 x 300)

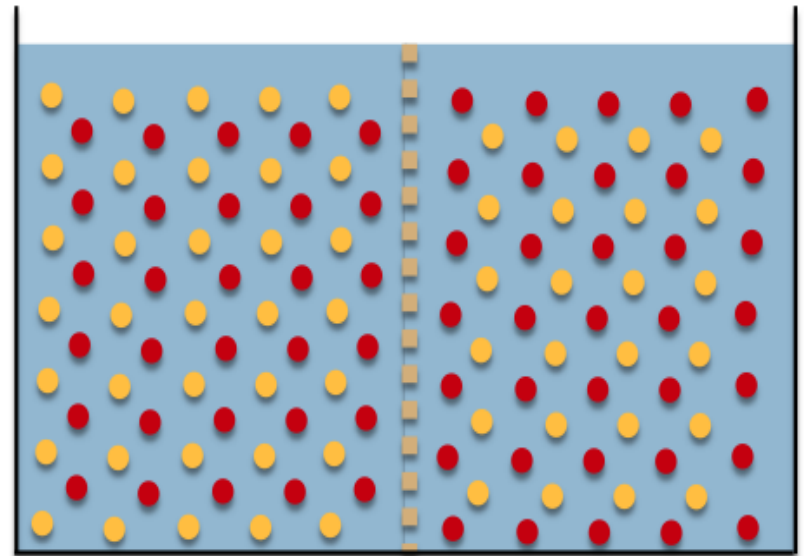
## II. Séparation de molécules grâce à une membrane

# A/ Diffusion

Etat initial



Etat après diffusion



Potentiels  
chimiques



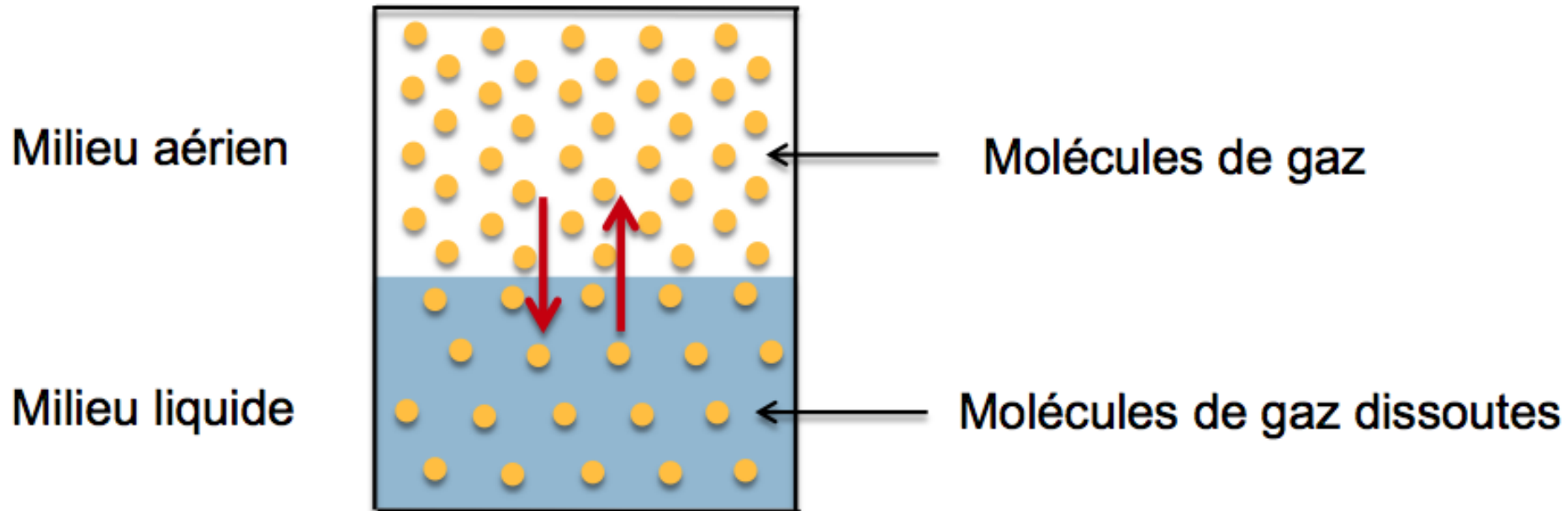
# A/ Diffusion

Coefficient de mobilité mécanique dans une membrane

La mobilité mécanique des osmoles électriquement chargées est responsable des potentiels électriques transmembranaires

# A/ Diffusion

Potentiel chimique d'un gaz dissous = pression partielle x coefficient de solubilité



# B/ Convection

**Convection** : propriété des molécules d'eau ou dissoutes de se déplacer selon la pression hydrostatique qu'elles subissent

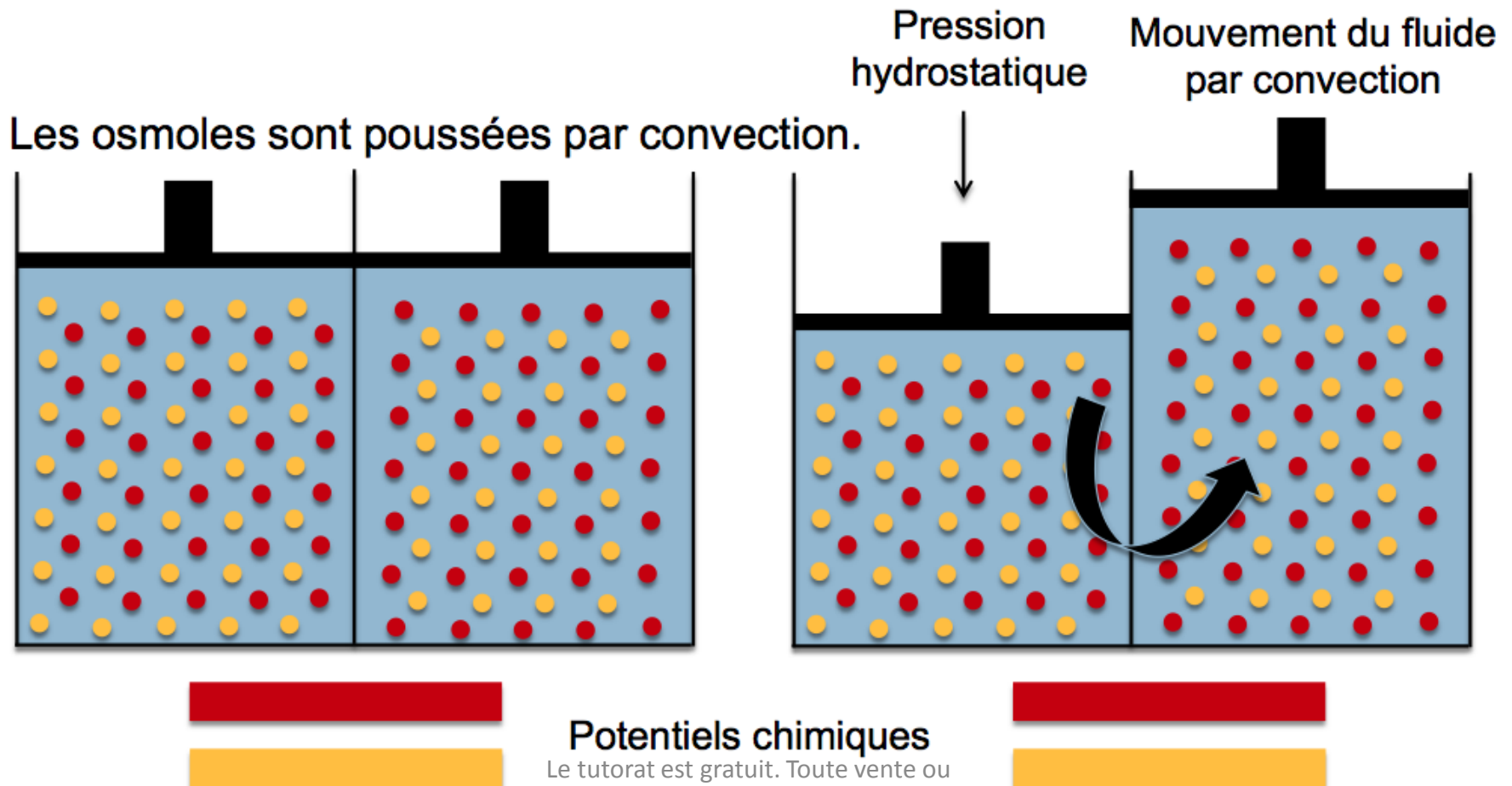
**Pression hydrostatique** : résultante de la pression atmosphérique et de la pression de certains muscles (cœur et muscles de la paroi thoracique)

La pression hydrostatique mobilise le sang et l'air pulmonaire.



# B/ Convection

## Membrane non sélective



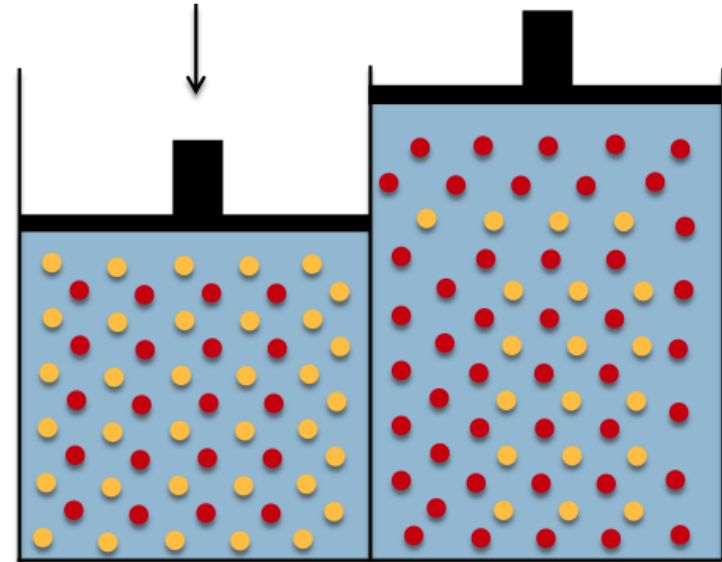
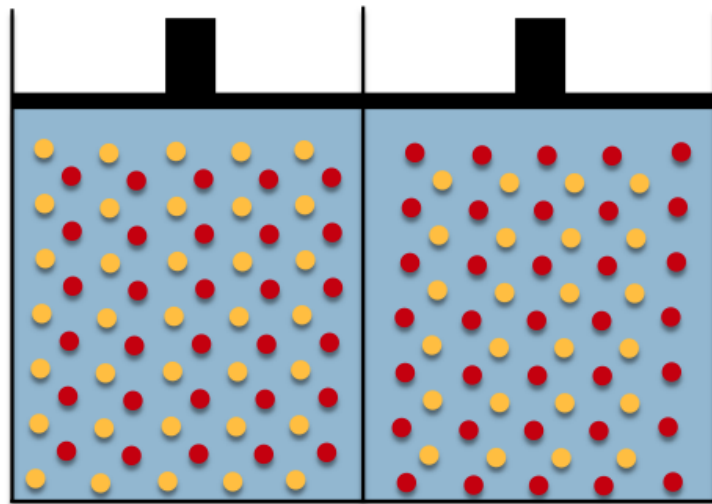
# B/ Convection

## Membrane sélective

Les osmoles poussées par convection  
sont séparées par la membrane sélective.

hydrostatique

Mouvement du fluide  
par convection



Potentiels chimiques



# C/ Pression oncotique

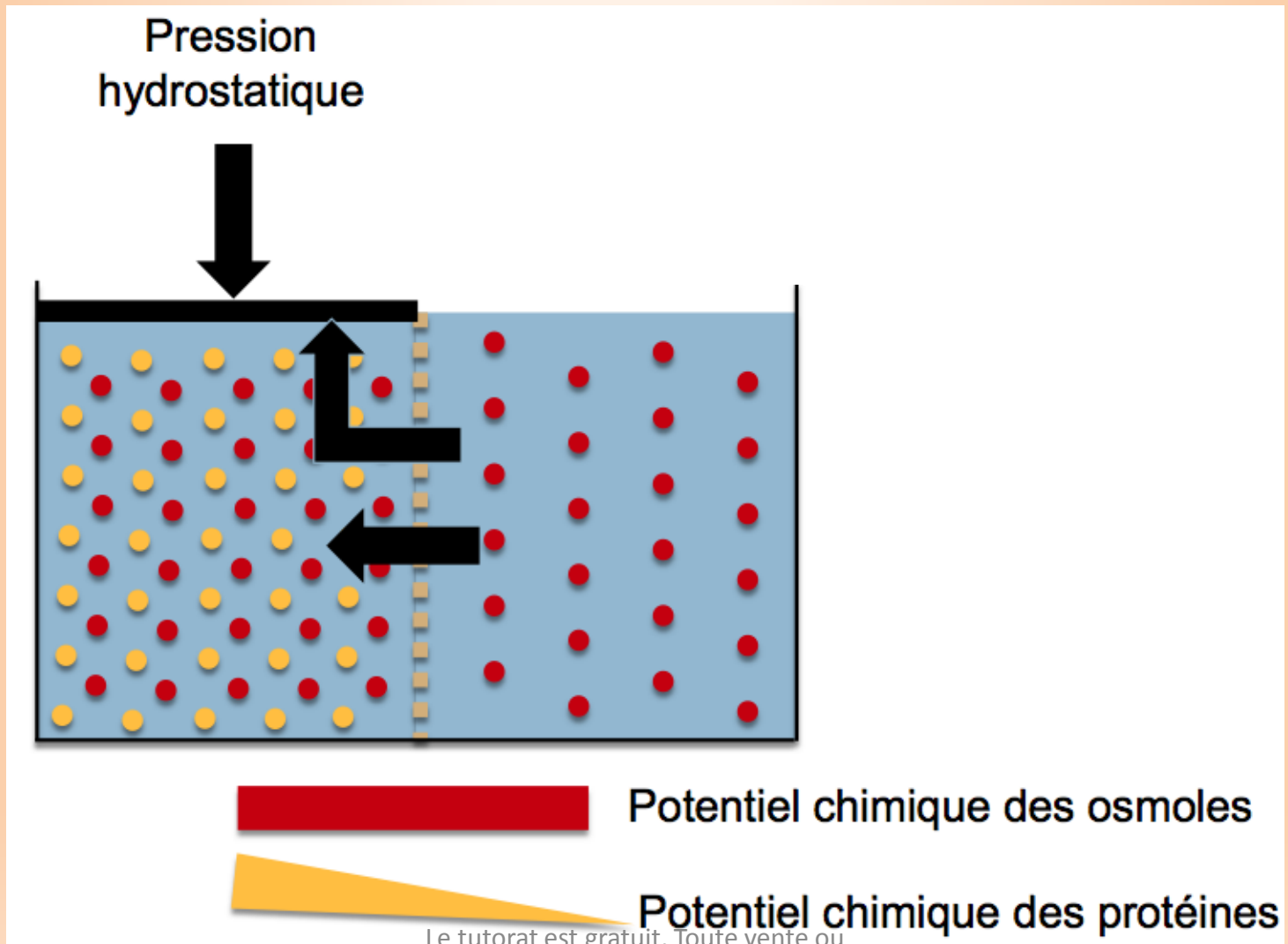
**Pression oncotique** : pression exercée sur une membrane par des molécules en suspension (protéines) auxquelles la membrane est imperméable

Proportionnelle à la concentration

Importance dans les échanges entre plasma et liquide interstitiel

Les molécules en suspension ne modifient pas l'abaissement cryoscopique mais augmentent la diffusion de la lumière et sont dosées par des procédés optiques.

# C/ Pression oncotique



# D/ Filtration et ultrafiltration

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

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

Forces motrices : pressions hydrostatique, osmotique et oncotique

# III. Membrane des capillaires sanguins

# A/ Modélisation d'ultrafiltration : relation de Starling

## Capillaires sanguins :

- Perméabilité à l'eau et aux osmoles /  
imperméabilité aux protéines
- Pression hydrostatique positive
- Forte pression oncotique

## Interstitium :

- Pression hydrostatique légèrement négative  
Faible pression oncotique

# A/ Modélisation d'ultrafiltration : relation de Starling

Gradient de  
pression hydrostatique

Gradient de  
pression oncotique



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

c : capillaire

i : interstitiel

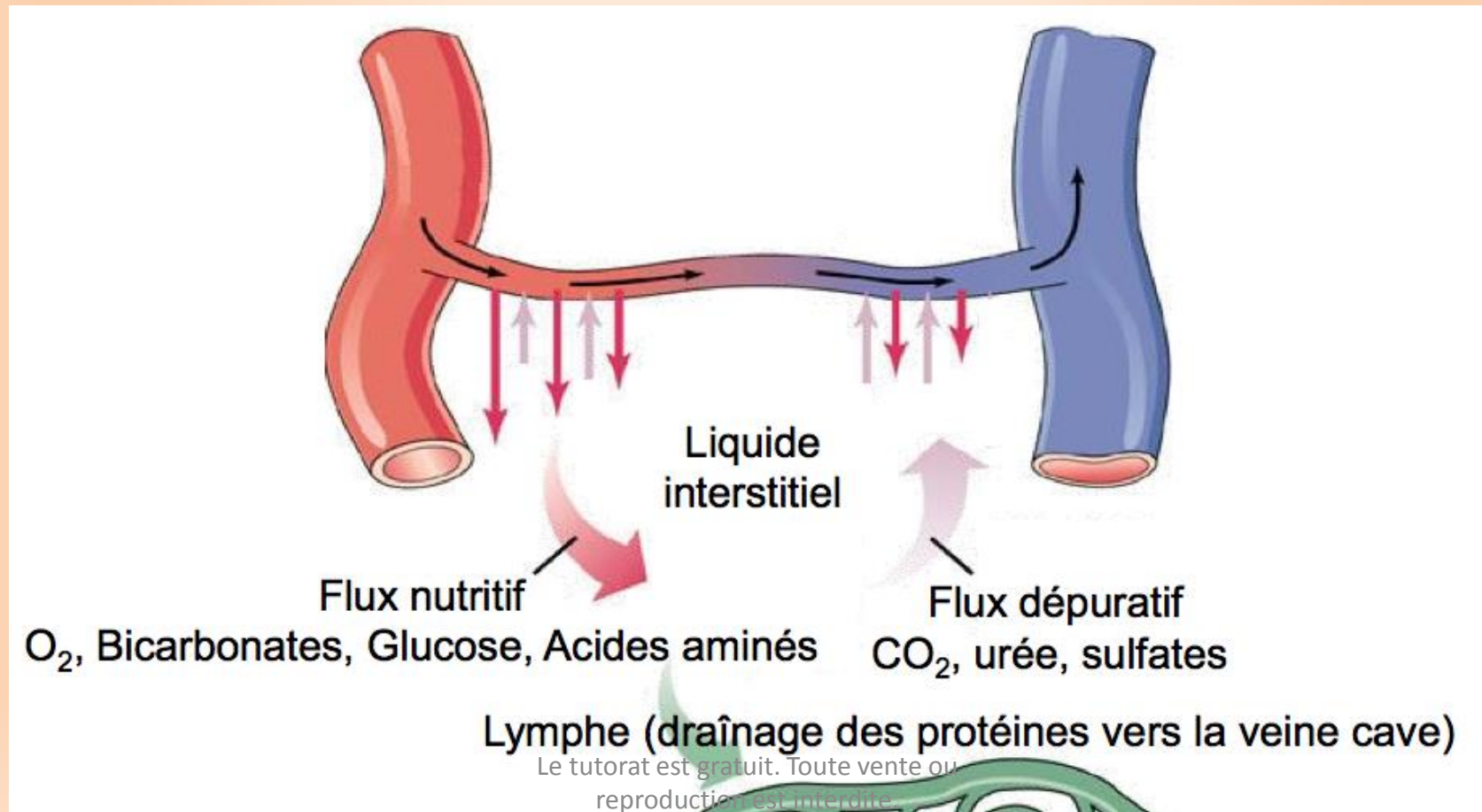
P : pression hydrostatique

$\pi$  : pression oncotique



# A/ Modélisation d'ultrafiltration : relation de Starling

Dans la plupart des tissus :

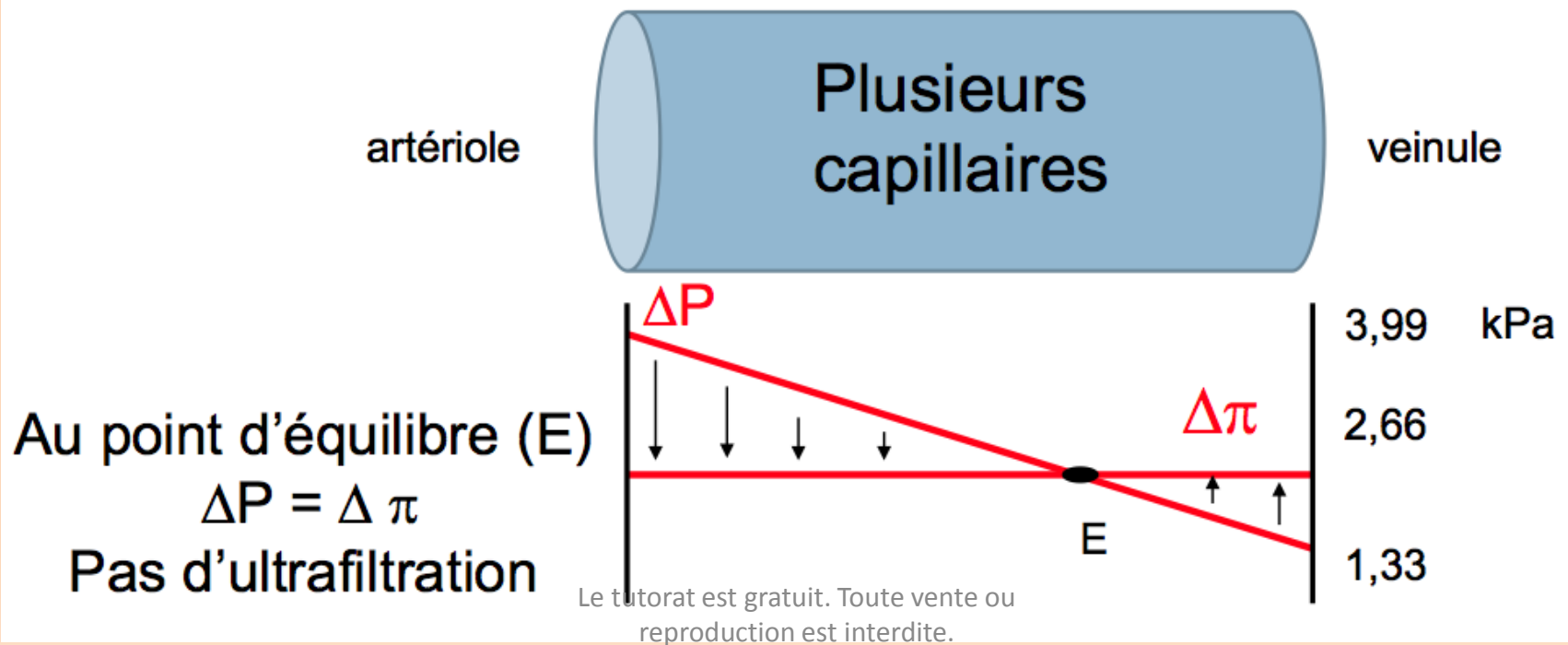


# A/ Modélisation d'ultrafiltration : relation de Starling

Dans la plupart des tissus :

$\Delta P$  = différence de pression hydrostatique

$\Delta \pi$  = différence de pression oncotique

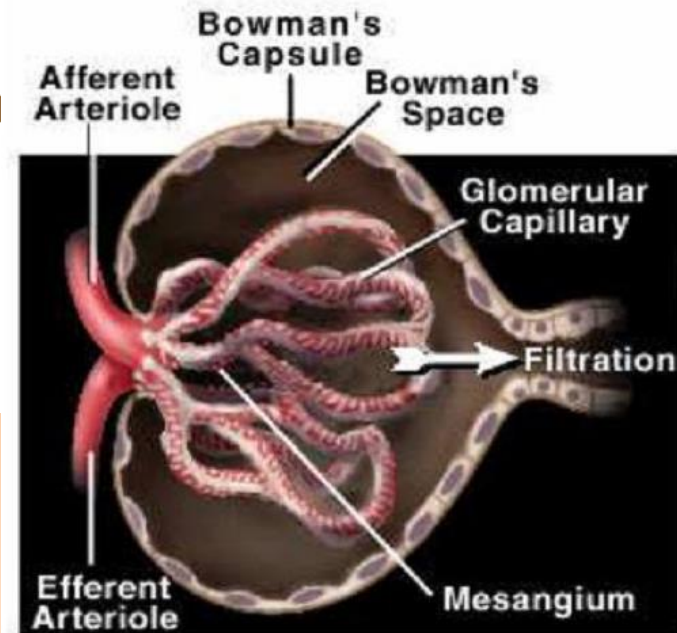
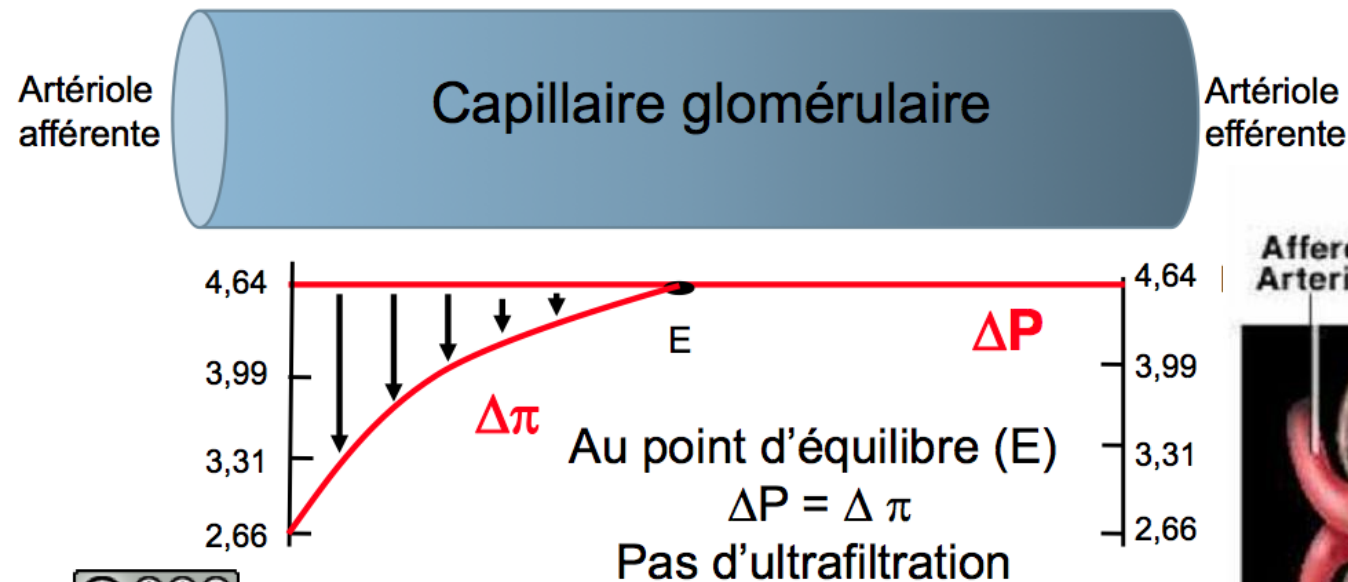


# A/ Modélisation d'ultrafiltration : relation de Starling

Au niveau rénal :

$\Delta P$  = différence de pression hydrostatique

$\Delta \pi$  = différence de pression oncotique

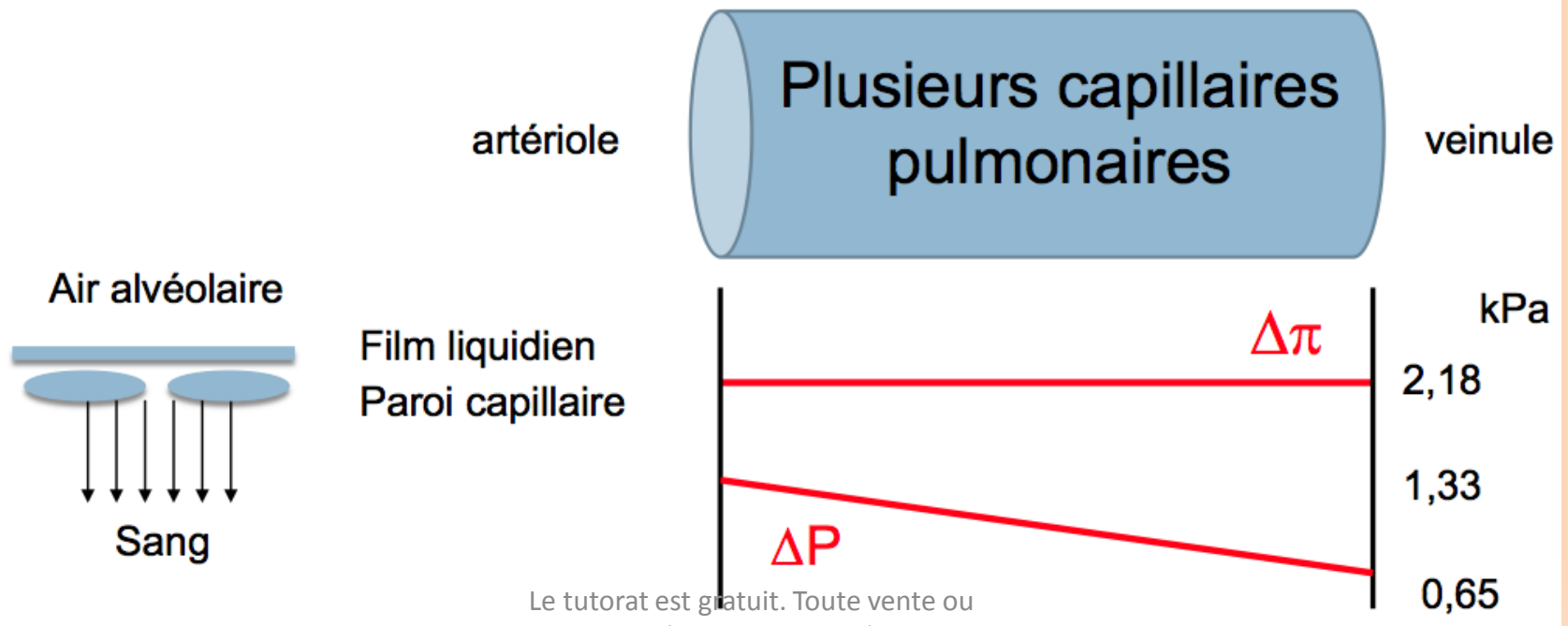


# A/ Modélisation d'ultrafiltration : relation de Starling

Au niveau pulmonaire :

$\Delta P$  = différence de pression hydrostatique

$\Delta\pi$  = différence de pression oncotique



## B/ Œdème et épanchement

**Œdème** : accumulation de liquide extra-cellulaire dans le tissu sous cutané (signe du Godet) ou dans les alvéoles pulmonaires

**Épanchement** : accumulation de liquide extra-cellulaire dans les cavités virtuelles

# B/ Œdème et épanchement

Insuffisance cardiaque :  
Défaillance cœur gauche



Accumulation de liquide



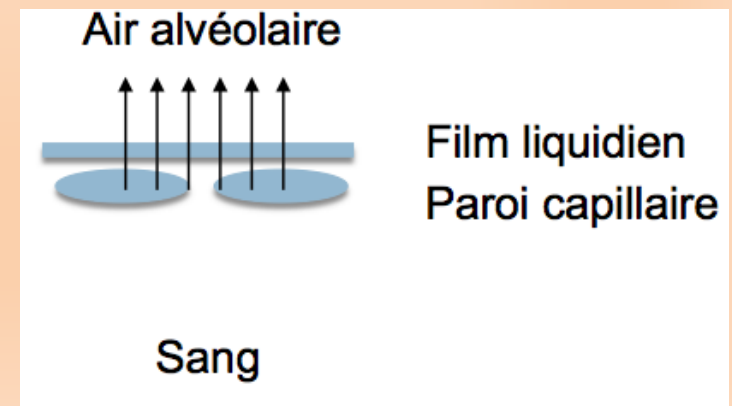
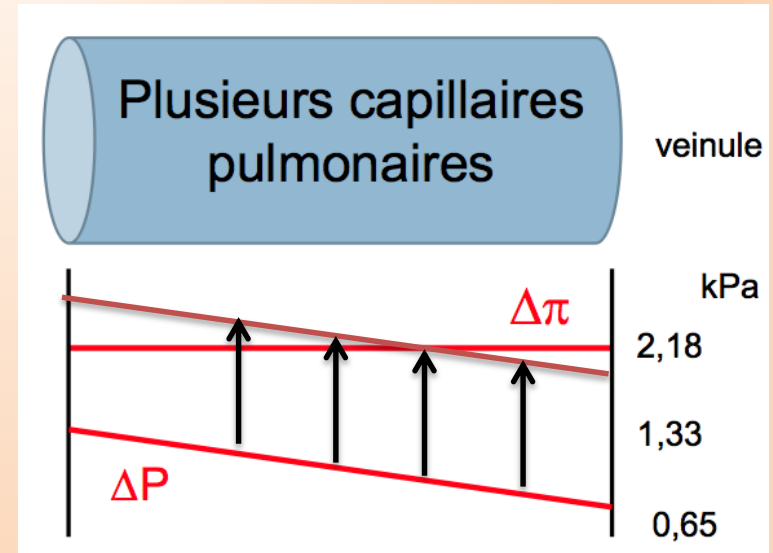
Augmentation  $\Delta P$



Ultrafiltration vers l'extérieur

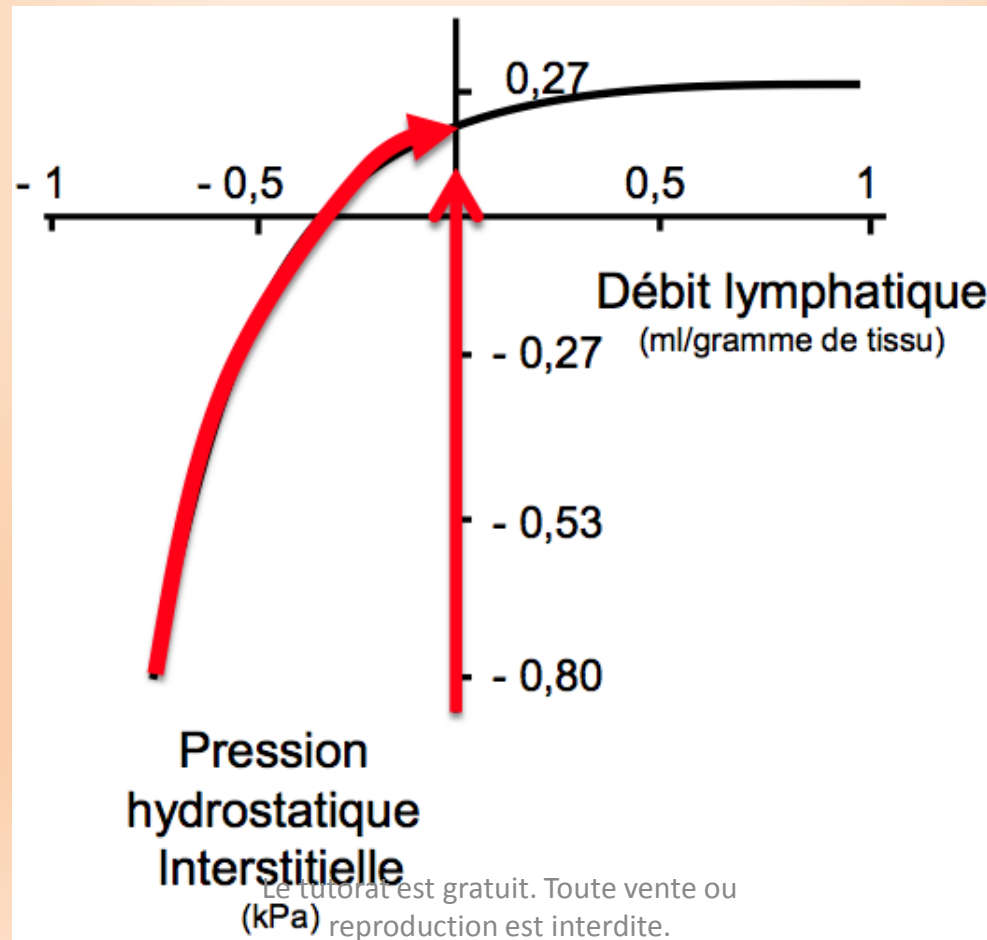


Œdème pulmonaire



# B/ Œdème et épanchement

## Rôle du système lymphatique



# C/ Diffusion des gaz entre l'air et le sang

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

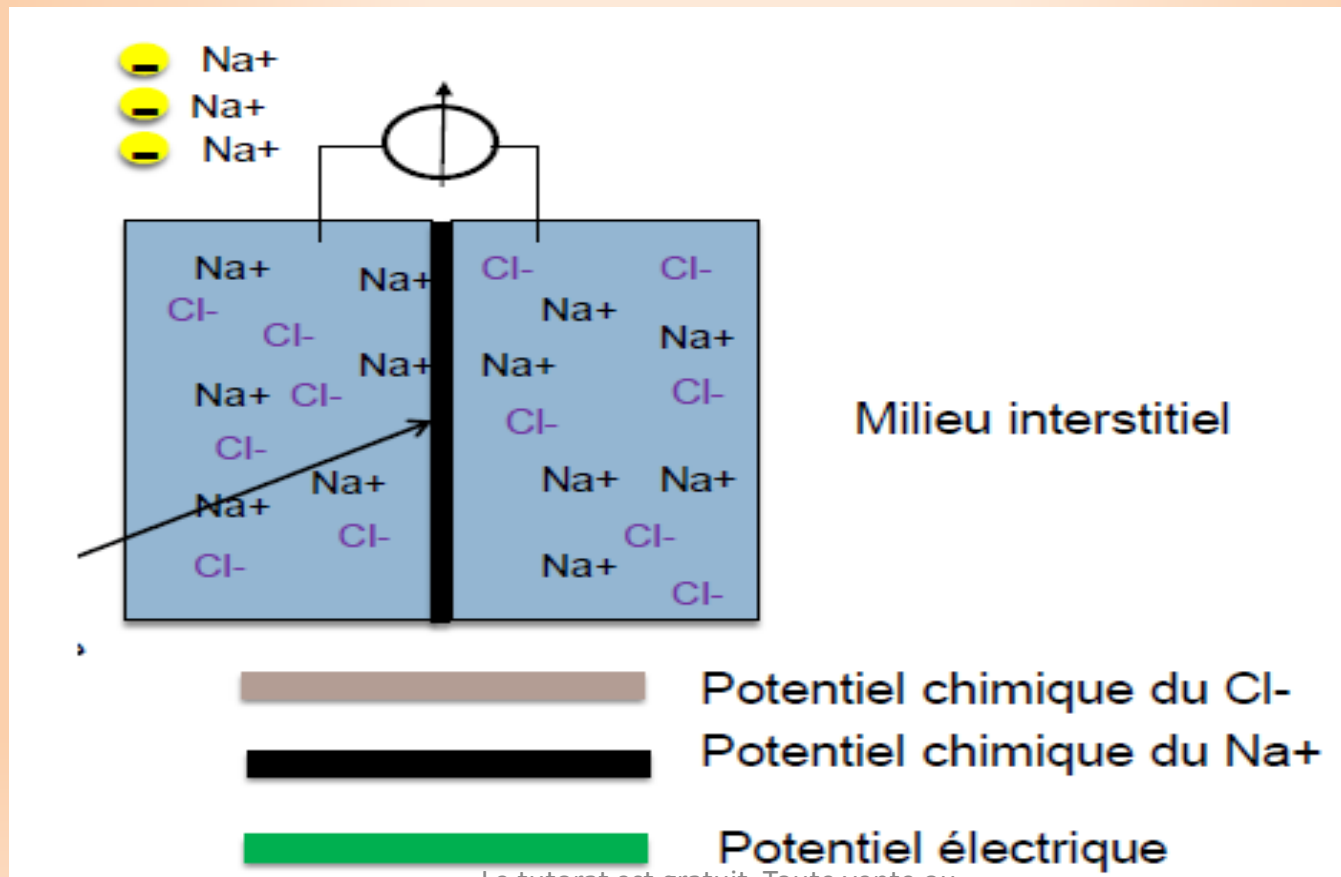
## Applications :

- Augmentation de l'épaisseur de la membrane dans le cas d'un œdème pulmonaire : dyspnée
- Diminution de la différence de pression partielle en altitude : dyspnée



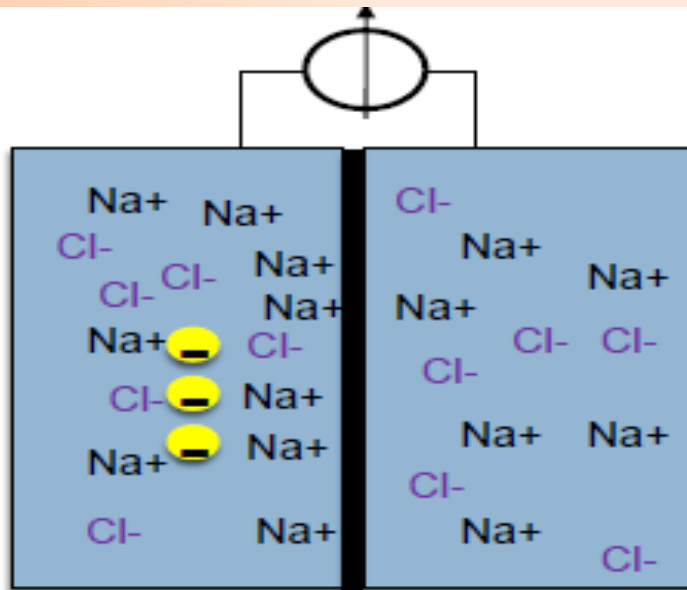
# D/ Effet Donan

Etat initial



# D/ Effet Donan

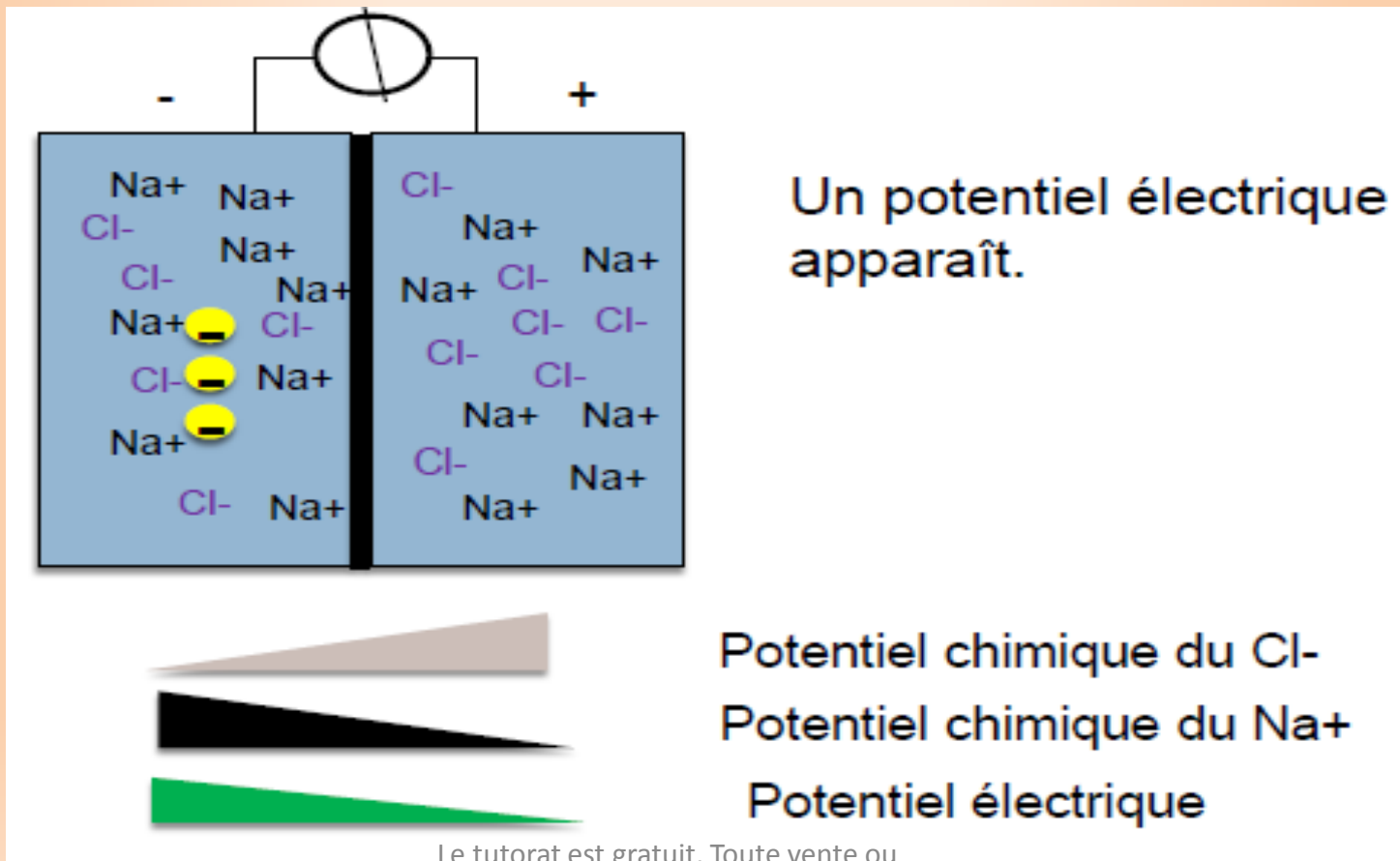
## Introduction de protéines



Potentiel chimique du  $\text{Cl}^-$   
potentiel chimique du  $\text{Na}^+$   
potentiel électrique

# D/ Effet Donan

## Génération du potentiel électrique



# D/ Effet Donan

Différence de composition en  $\text{Na}^+$  et  $\text{Cl}^-$  entre le plasma et le liquide interstitiel expliquée par l'asymétrie de répartition des protéines et par l'imperméabilité de la membrane aux protéines

# IV. Membrane plasmique

# A/ Équilibre osmotique de l'eau

Diffusion facilitée : aquaporines

**Osmose** : diffusion de l'eau du compartiment le moins concentré au plus concentré en osmoles.

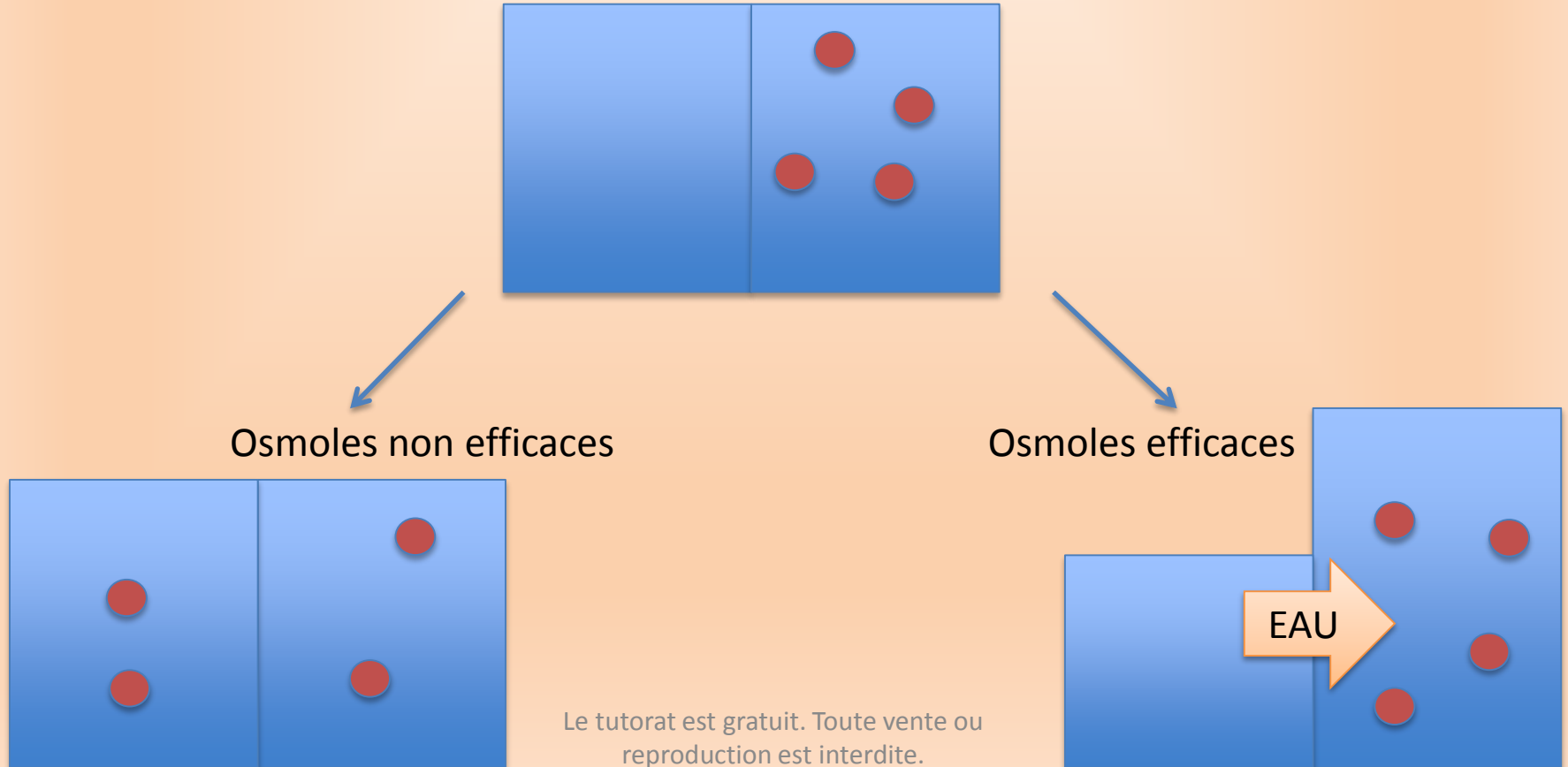
# A/ Équilibre osmotique de l'eau

Le milieu cellulaire est en équilibre osmotique avec le milieu extra-cellulaire.

Pas la même composition de part et d'autre de la membrane cellulaire mais la même osmolalité

## B/ Osmole efficace

**Osmolarité efficace** : force qui attire l'eau d'un côté ou de l'autre de la membrane cellulaire





## B/ Osmole efficace

- Incapable de traverser la membrane (ou se comporte comme si elle ne pouvait pas la traverser, passage actif)
- Circulante
- Variation de concentration plasmatique sans conséquence sur les principales fonctions cellulaires

→ Sodium = seule osmole efficace

## B/ Osmole efficace

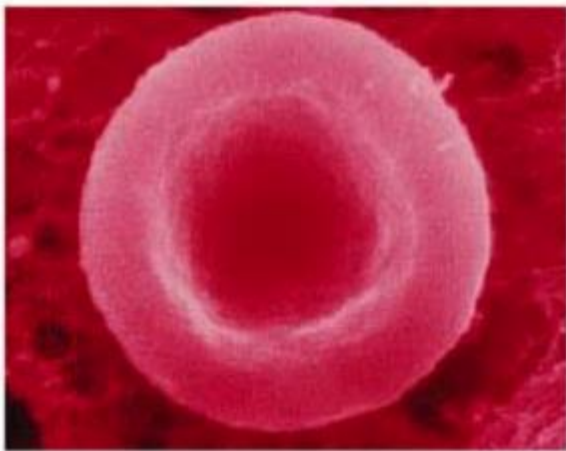
**Osmolarité** : somme des fractions molaires d'une solution

Osmolarité (mosmol/L) =  $[\text{Na}^+] + [\text{K}^+] + [\text{Cl}^-] + [\text{HCO}_3^-] + [\text{glucose}] + [\text{urée}]$

Osmolarité efficace du plasma =  $[\text{Na}^+] \times 2 = 280 \pm 10 \text{ mosmol/L}$

# B/ Osmole efficace

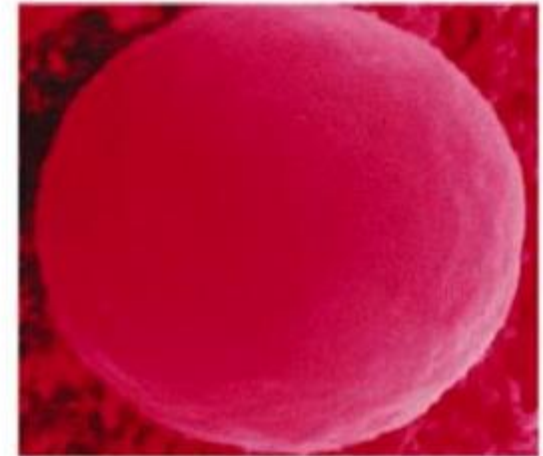
Une osmole efficace modifie le volume de la cellule



**Entrée = sortie d'eau**  
**Milieu ISOTONIQUE**



**Entrée < sortie d'eau**  
**Milieu HYPERTONIQUE**

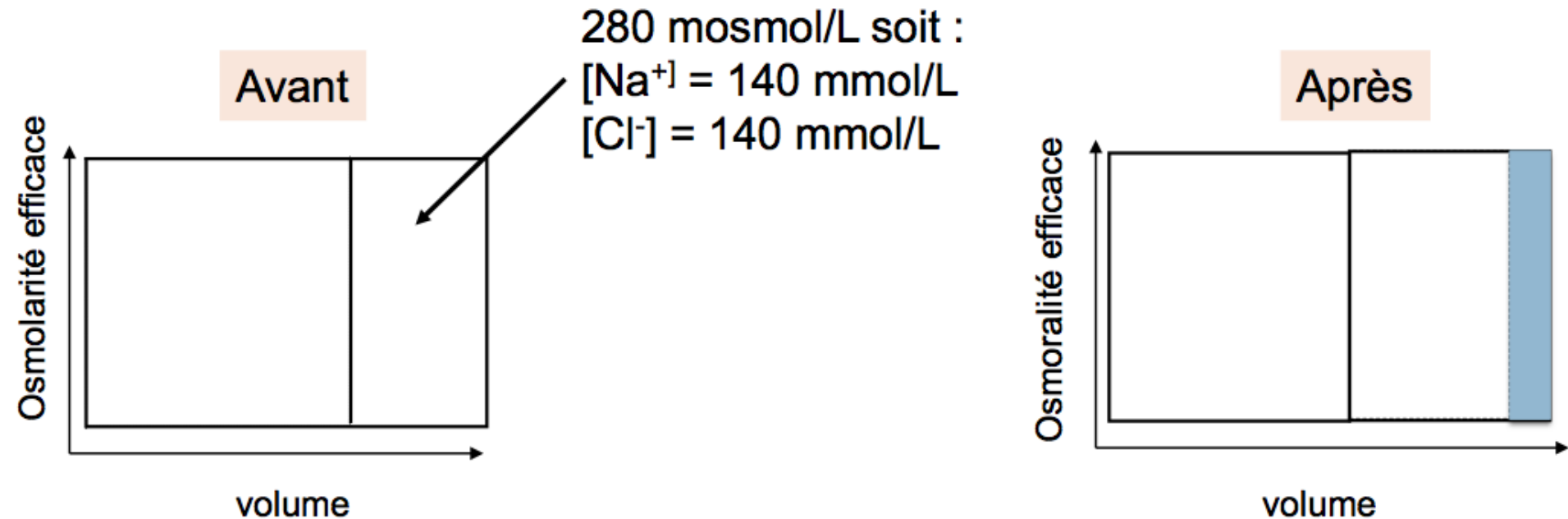


**Entrée > sortie d'eau**  
**Milieu HYPOTONIQUE**

L'isotonicité est définie par rapport à la natrémie normale

# C/ Perfusion de solutés

## Perfusion d'une solution isotonique



# C/ Perfusion de solutés

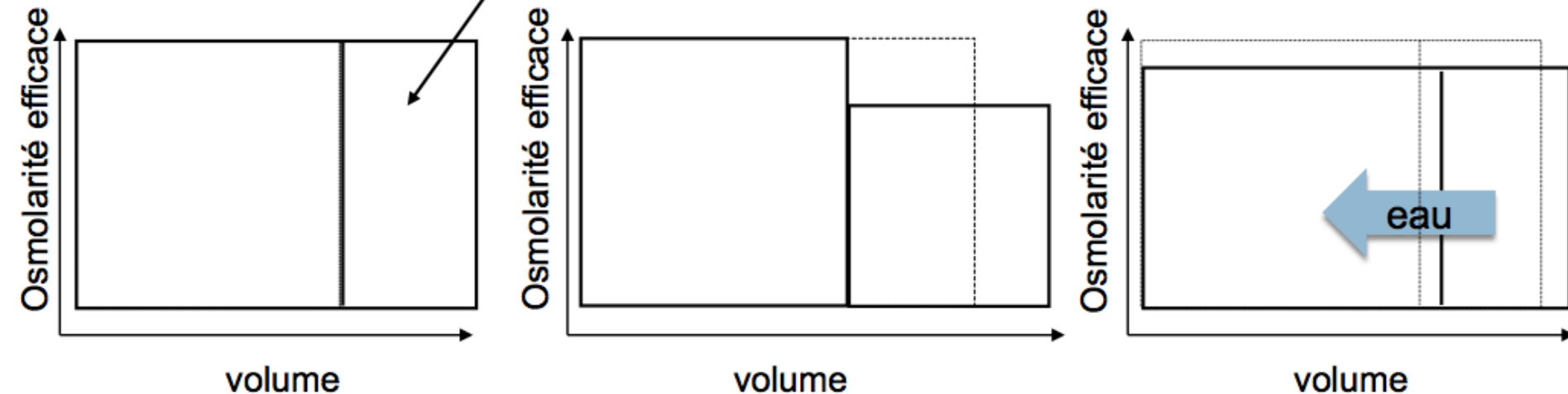
## Perfusion d'une solution hypotonique

150 mosmol/L soit  
 $[\text{Na}^+] = 75 \text{ mmol/L}$   
 $[\text{Cl}^-] = 75 \text{ mmol/L}$

Avant

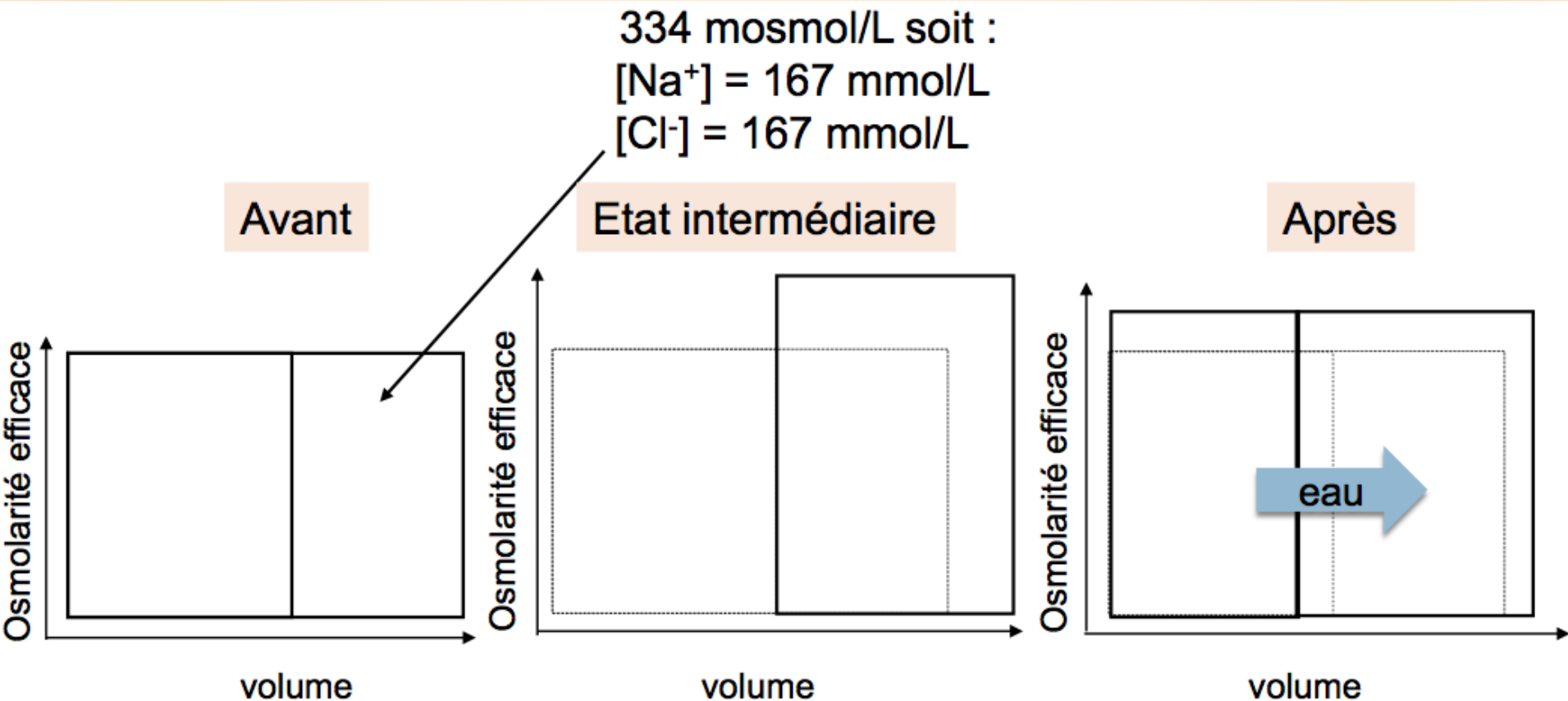
Etat intermédiaire

Après



# C/ Perfusion de solutés

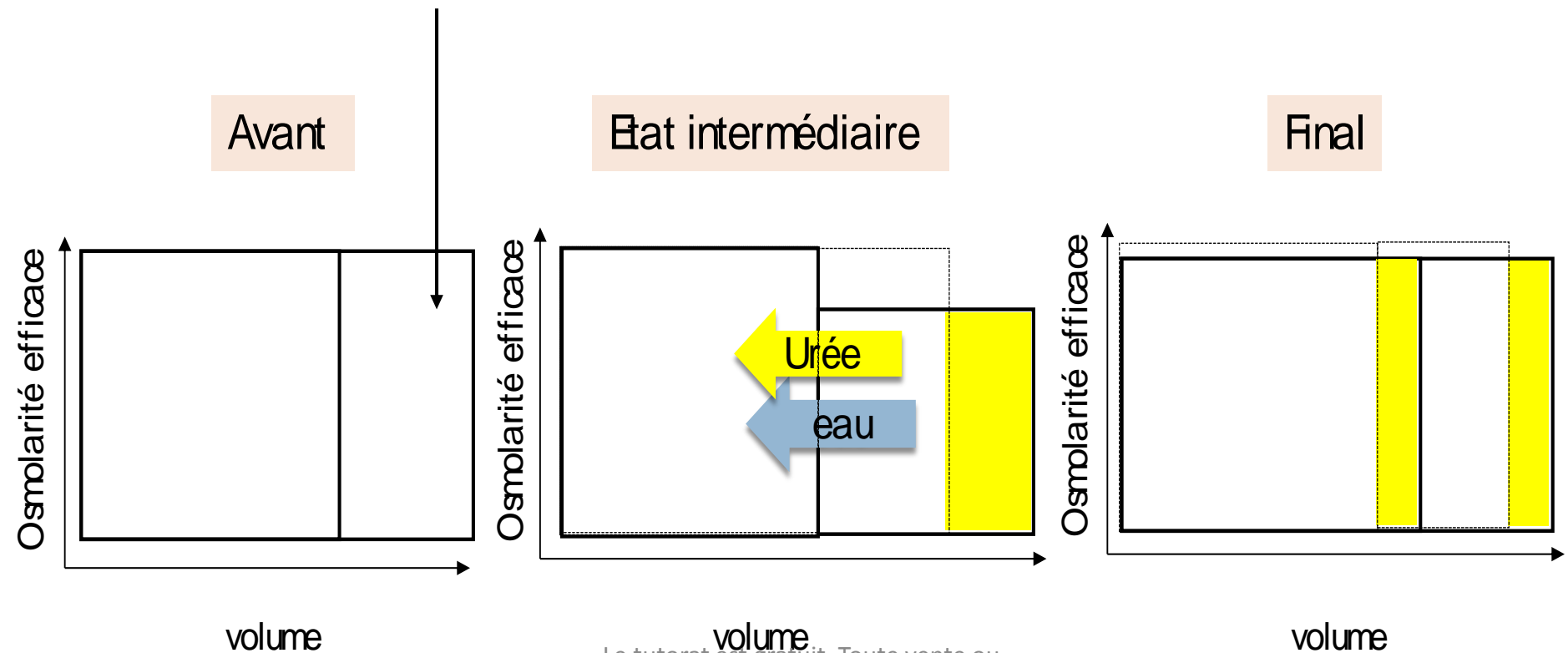
## Perfusion d'une solution hypertonique



# C/ Perfusion de solutés

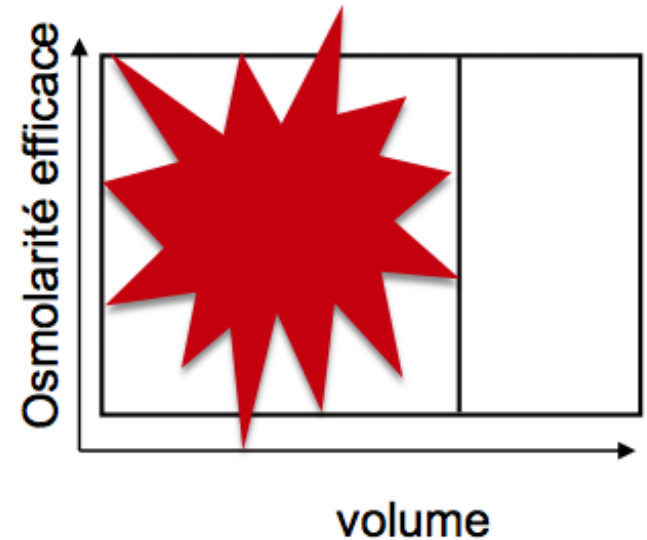
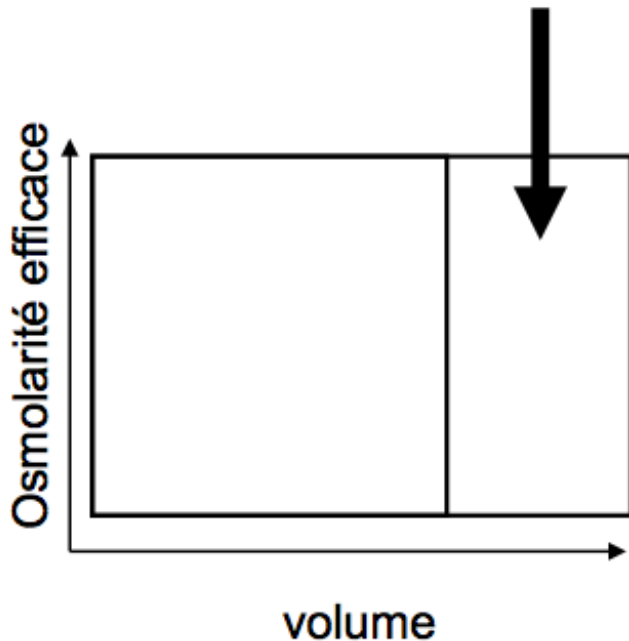
## Perfusion d'une solution iso-osmotique

Perfusion d'un litre d'eau avec 16,8 g d'urée  $\Rightarrow$  280 mosmol/ L



# C/ Perfusion de solutés

## Perfusion d'eau pure



Choc osmotique ou hémolyse dans le cas des globules rouges

Jamais de perfusion d'eau pure

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