

Physiologie rénale

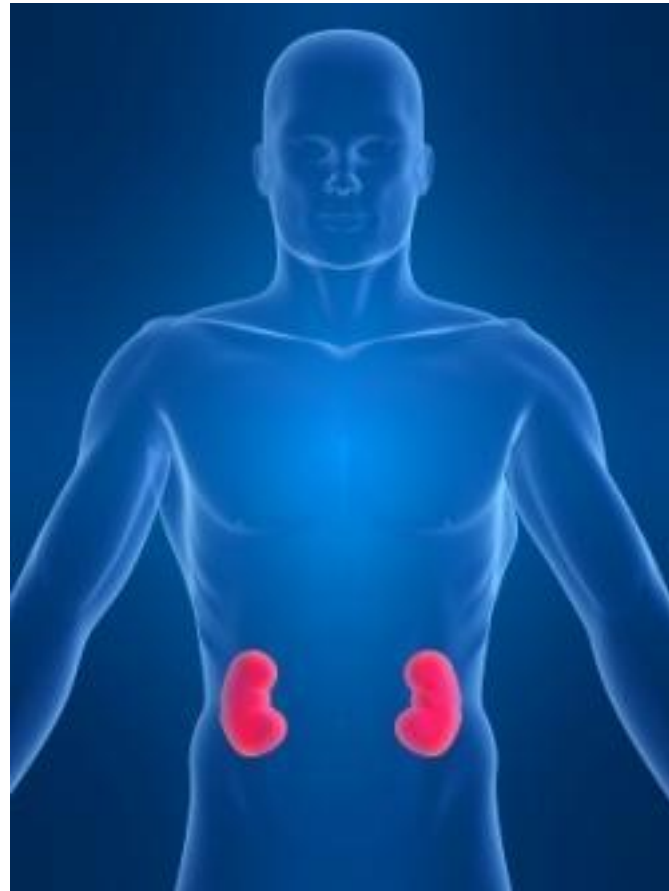
Professeur Diane GODIN-RIBUOT

Plan du cours

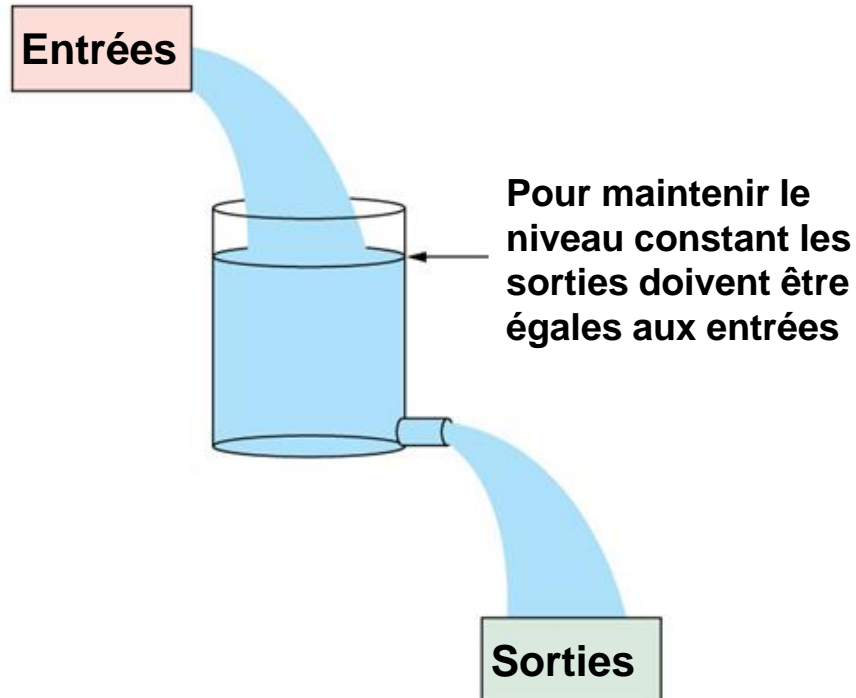
- 1. Fonctions des reins**
- 2. Les compartiments liquidiens de l'organisme**
- 3. Anatomie du néphron et de sa circulation**
- 4. La filtration glomérulaire et sa régulation**
- 5. Réabsorption et sécrétion tubulaire**
- 6. Mesure de la fonction rénale : la notion de clairance rénale**

Chapitre 1

Fonctions des reins



1. Equilibre de l'eau et des électrolytes



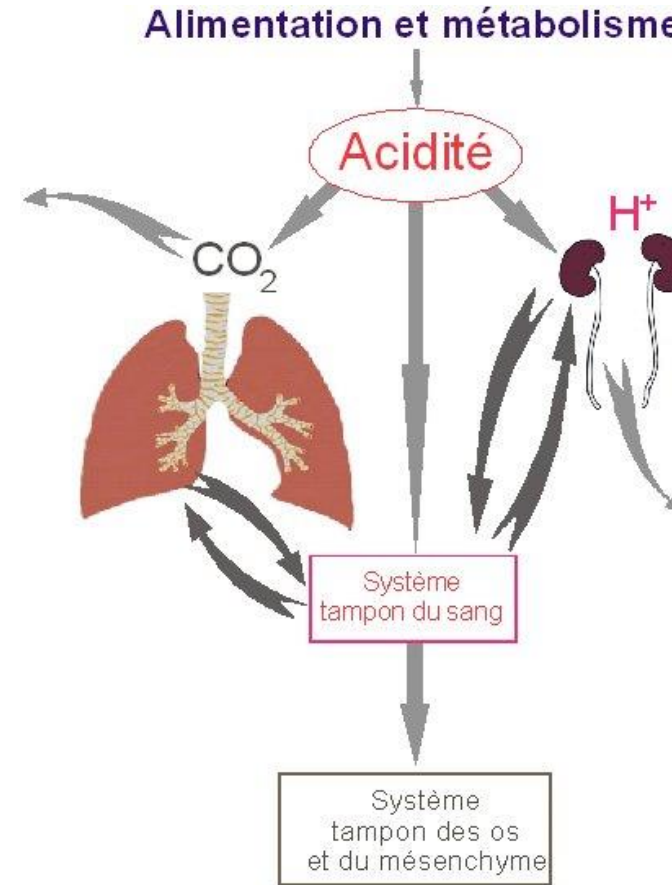
Rôle primordial

- Régulation du volume, de l'osmolarité et de la composition des liquides corporels
- Variations quotidiennes des entrées
→ ajustement des sorties par le rein
- Ajustement du contenu en eau et en minéraux (Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++})

Insuffisance rénale chronique
Rétention d'eau, hyperkaliémie

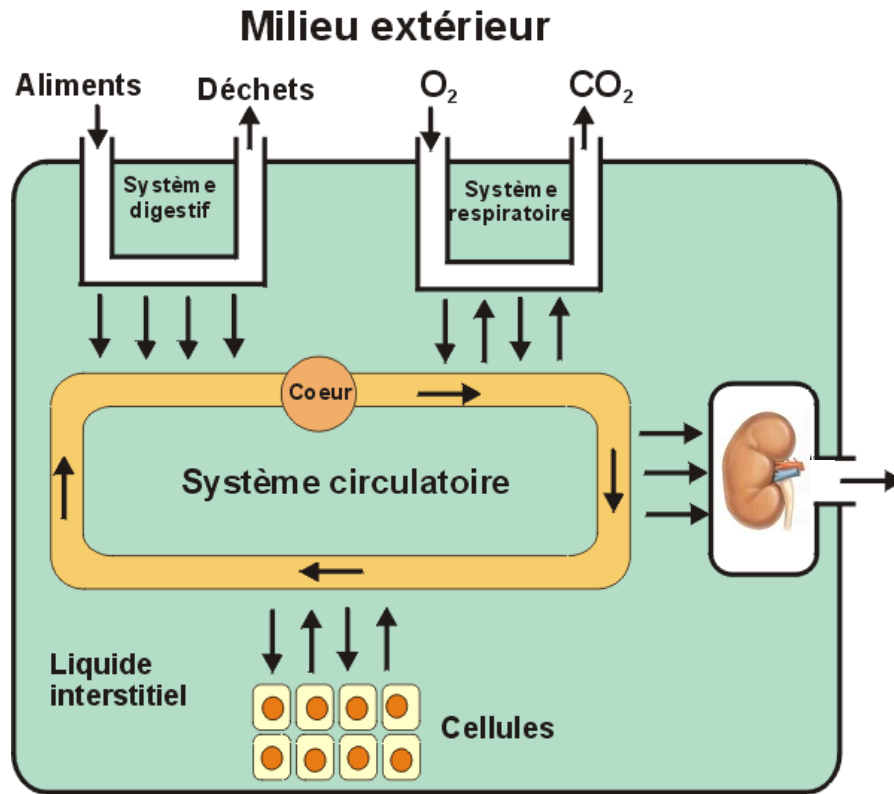
2. Régulation de l'équilibre acido-basique

- Apports et production
~ 60 à 80 mmol de H^+
(protons) par jour
- Rôle des reins
 - **Élimination des H^+**
 - Ajustement de la concentration plasmatique des bicarbonates HCO_3^-



Insuffisance rénale chronique : acidose

3. Fonction d'épuration



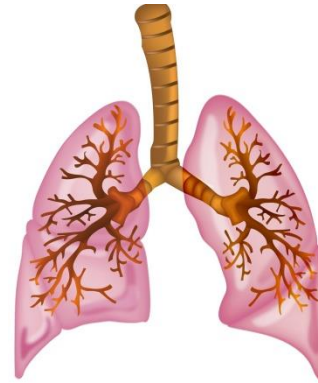
- **Déchets du métabolisme**
 - des protéines : urée
 - des acides nucléiques : acide urique
 - de la créatine musculaire : créatinine
 - de l'hémoglobine : urochrome
- **Xénobiotiques**
 - additifs alimentaires
 - pesticides
 - médicaments

Insuffisance rénale chronique

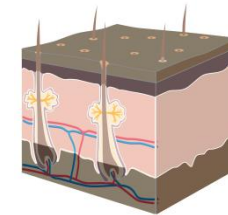
Accumulation (ex. acide urique et goutte) et toxicité (médicaments)

Organes de l'excrétion autres que les reins

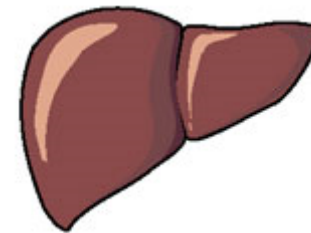
- **Poumons** : CO₂, eau, alcool



- **Peau** : glandes sudoripares (eau, ions)

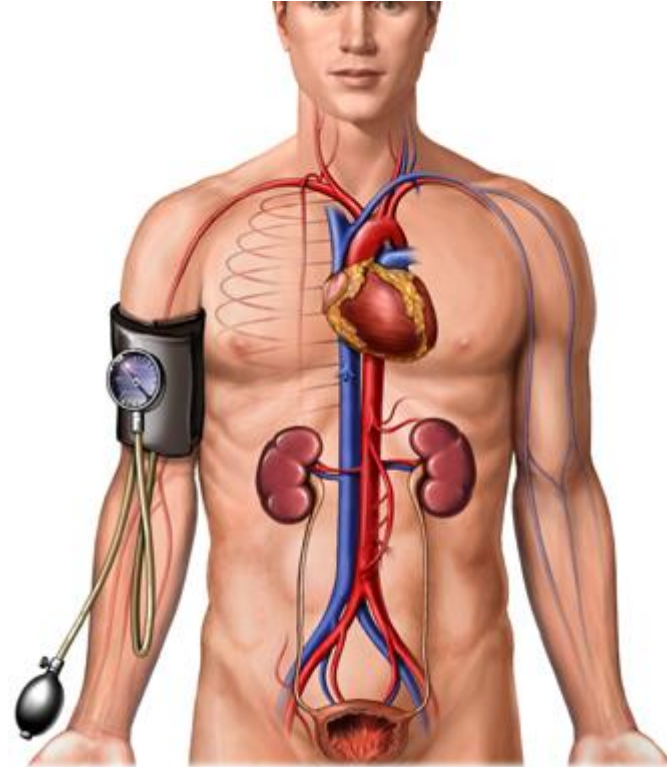


- **Foie** : bile (bilirubine, médicaments, toxiques)



4. Régulation de la pression artérielle

- Régulation du **volume sanguin** à travers la régulation du contenu en eau et en électrolytes
- Libération de **rénine**, enzyme à l'origine de la production de substances agissant sur les vaisseaux ou sur le volume sanguin



Insuffisance rénale chronique
Hypertension

5. Régulation de l'érythropoïèse

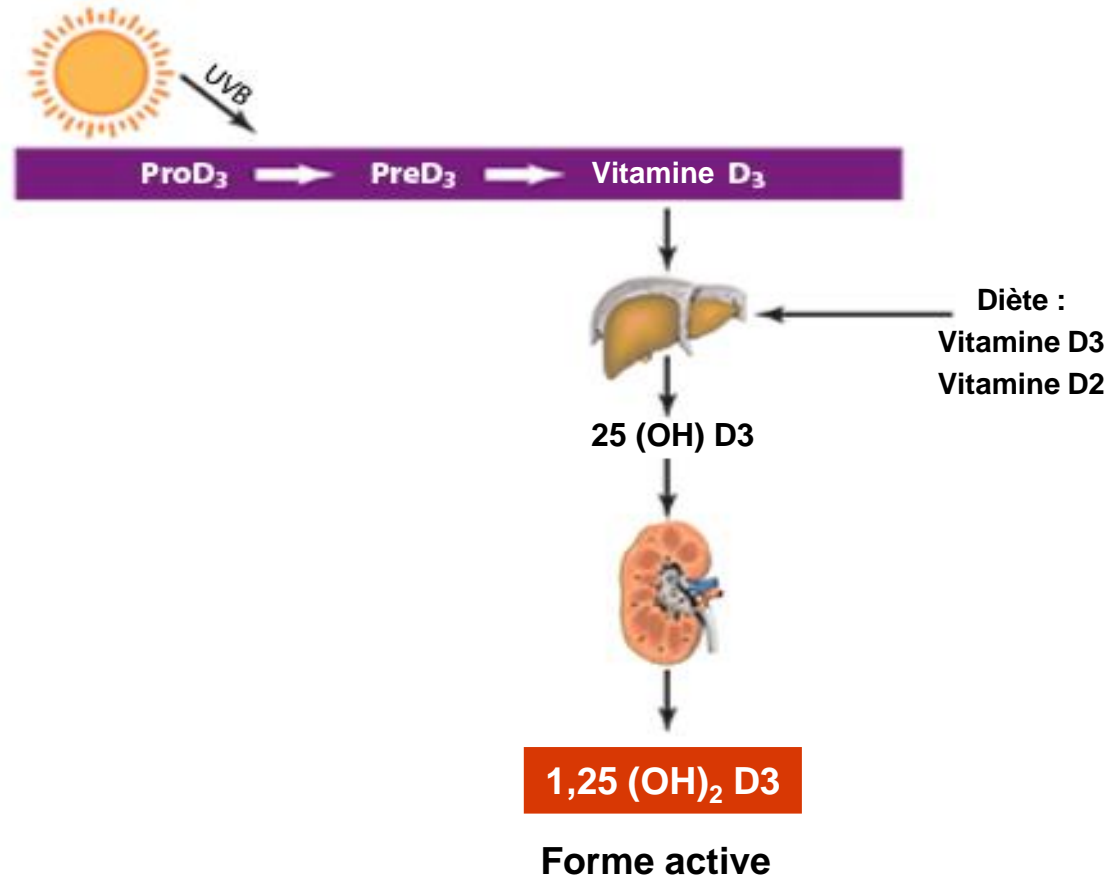
- Synthèse de l'**érythropoïétine (EPO)**

Augmentation de la production de globules rouges en réponse à l'hypoxie (anémie, hypoxémie, altitude)



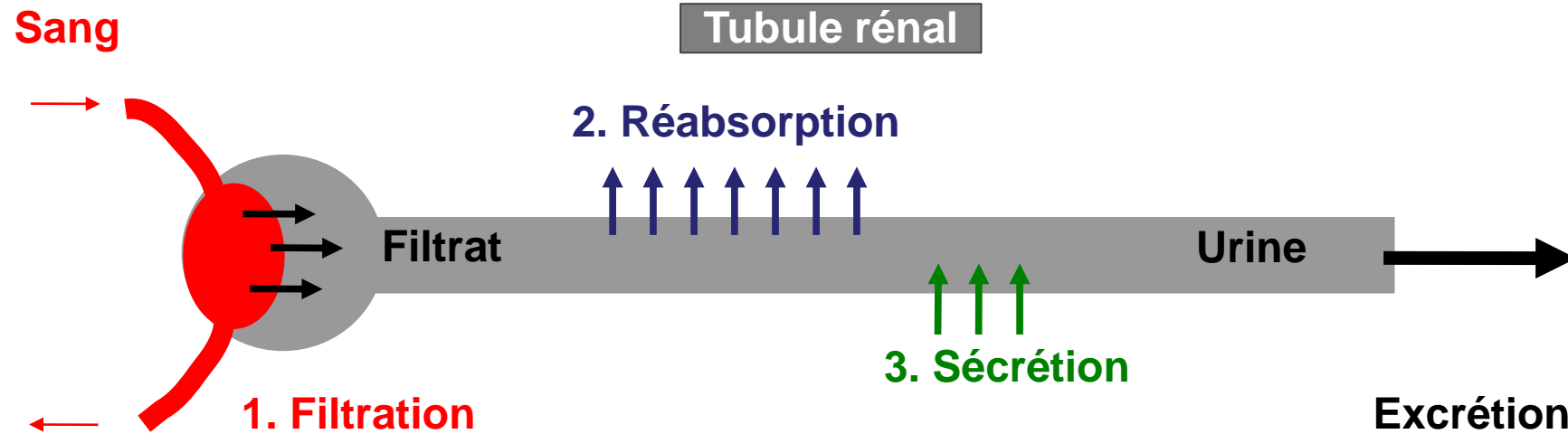
Insuffisance rénale chronique : anémie

6. Régulation de la production de vitamine D



Insuffisance rénale chronique : ostéoporose

La fonction rénale

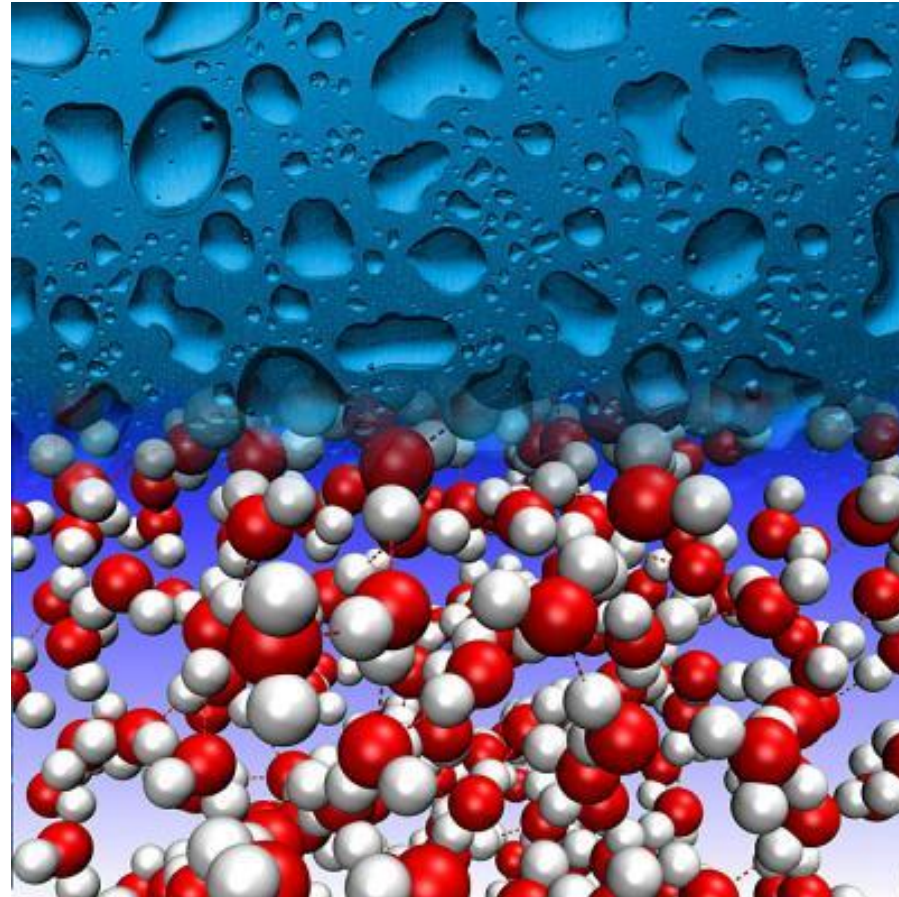


Quantité excrétée = quantité filtrée – quantité réabsorbée + quantité sécrétée

- Ultrafiltrat : composition identique à celle du plasma sans les protéines
- Filtration : 180 L / jour
- Volume plasmatique moyen : 3 L, filtré plus de 60 fois par jour
- Excrétion : environ 1,5 L / jour

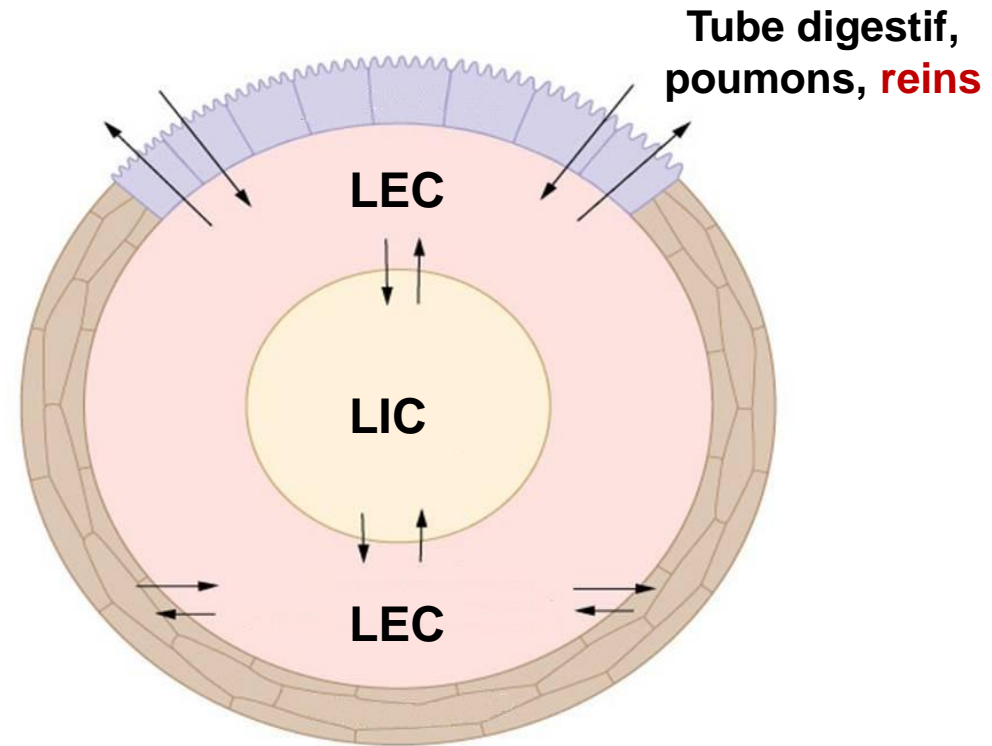
Chapitre 2.

Les liquides corporels

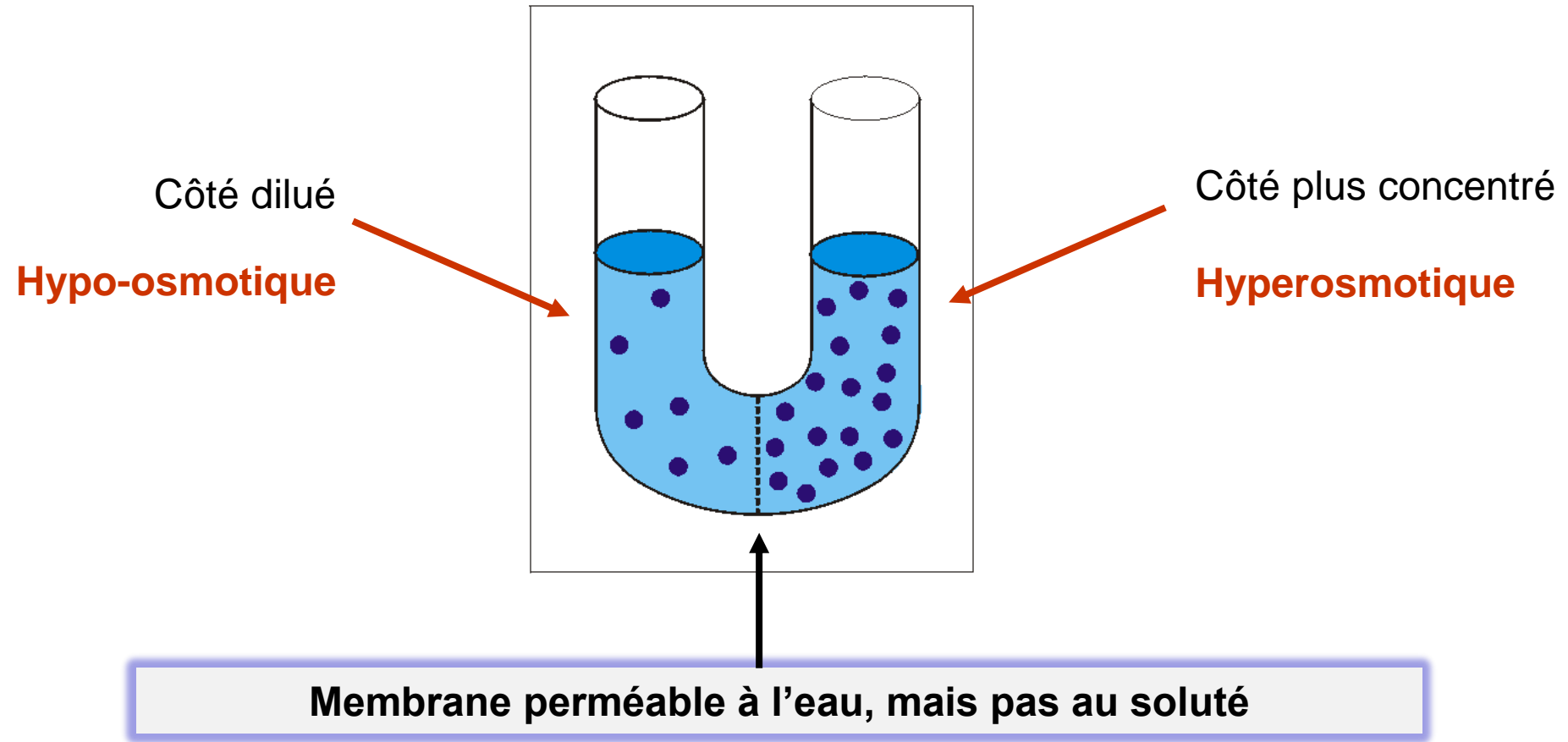


La composition des liquides corporels

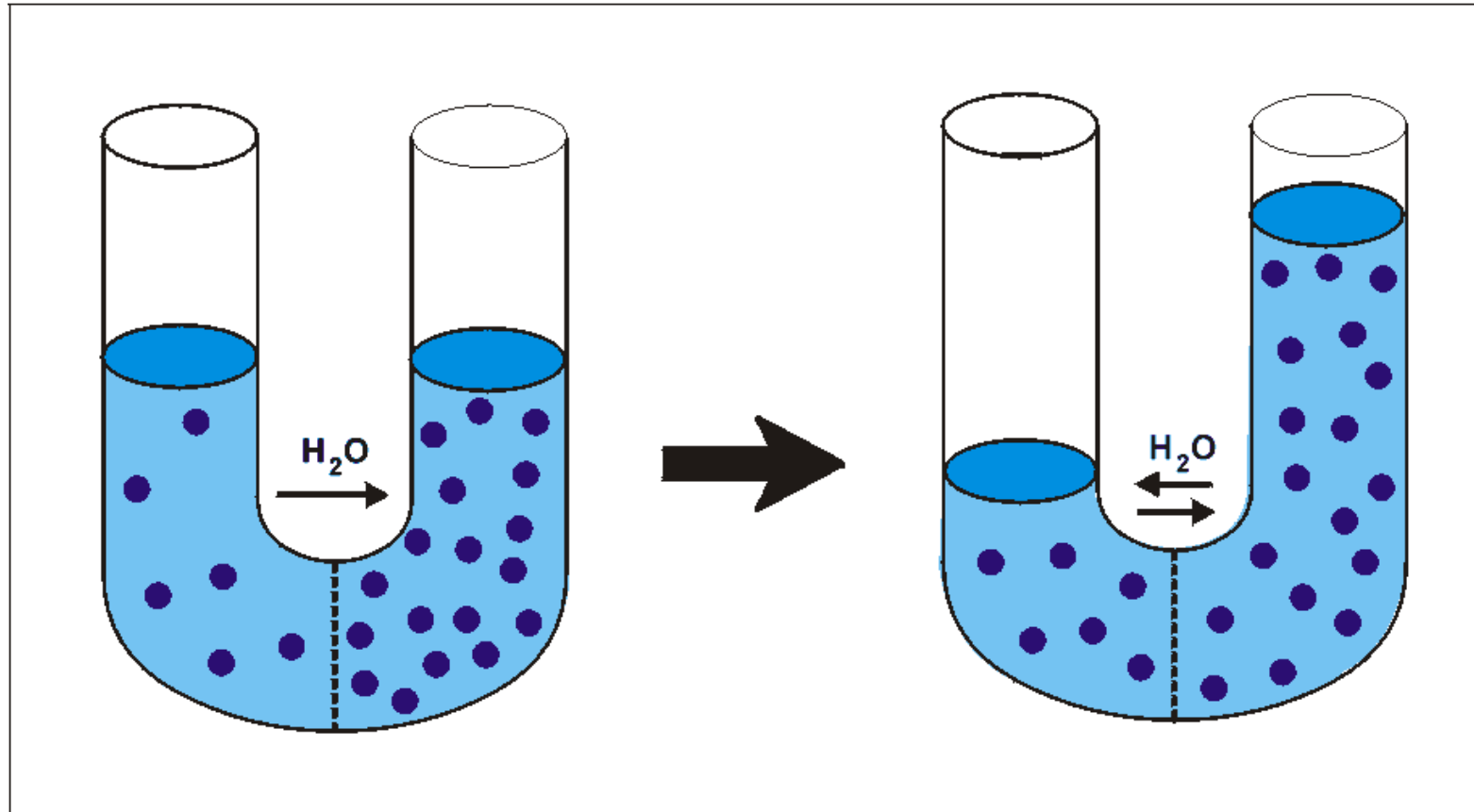
- **Eau et particules dissoutes**
(solutés)
- **Différence de composition**
entre le liquide intracellulaire (**LIC**) et le liquide extracellulaire (**LEC**)
- **Echanges** entre
 - LEC et extérieur
 - LEC et LIC
- Forces gouvernant les échanges
 - **Osmose**
 - **Pression hydrostatique**

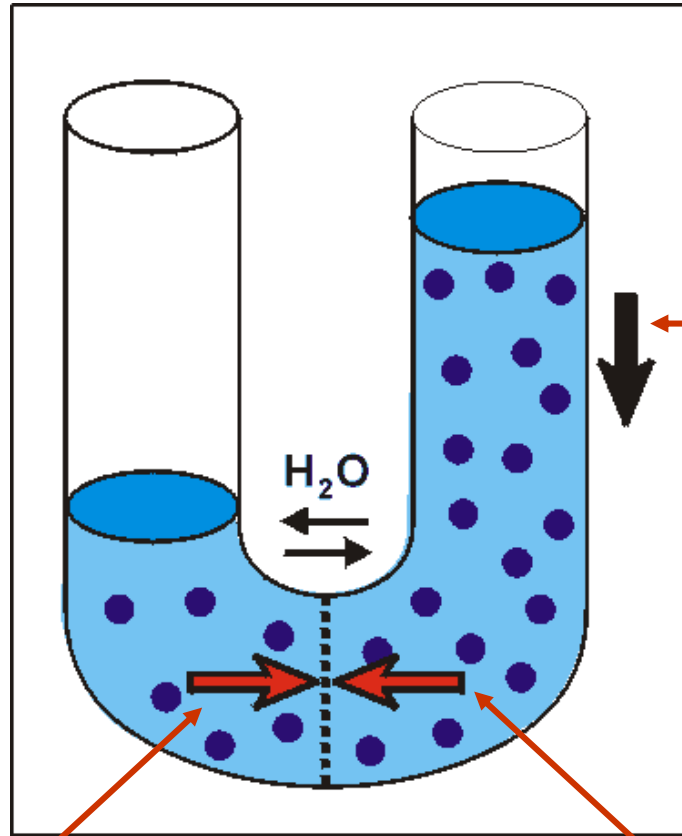


La pression osmotique



**L'eau se déplace du côté hypo-osmotique (dilué) vers
le côté hyperosmotique (concentré en soluté)**





Poids de la
colonne d'eau

**Pression
osmotique**

=

**Pression
hydrostatique**

(pression exercée par le poids
de la colonne d'eau)

Unités de mesure des concentrations des solutés

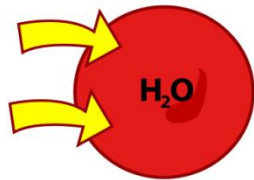
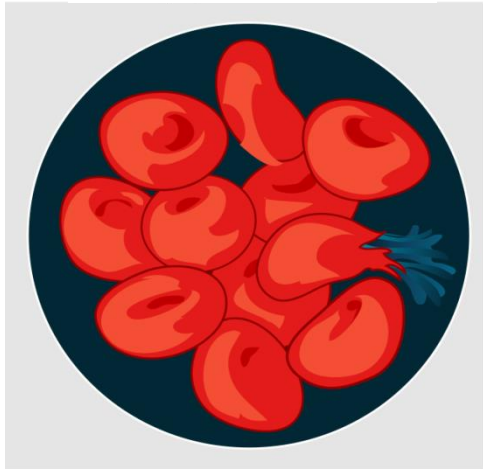
- **Molarité** : moles/L, dépend du poids moléculaire des substances dissoutes
- **Osmolarité**, n de particules à **activité osmotique**/L
Ex : NaCl 1M = 2 osmoles/L
 Glucose 1M = 1 osmole/L
- **Equivalents**, concentration prenant compte les charges électriques des solutés (Na⁺, Mg⁺⁺)

Osmose et tonicité dans les liquides corporels

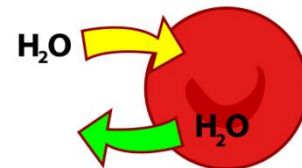
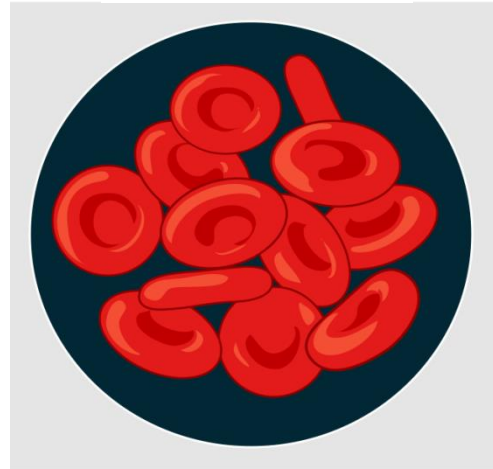
- Solutions diluées : mmoles, mEquivalents ou mosmoles
- Osmolarité = **mosmoles/L d'eau** (mOsm/L d'eau)
- Osmolarité d'une solution par rapport à une autre
 - **Iso-osmotique** : quantité identique de solutés par volume
 - **Hyperosmotique** : plus élevée
 - **Hypo-osmotique** : plus basse

Osmose et tonicité dans les liquides corporels

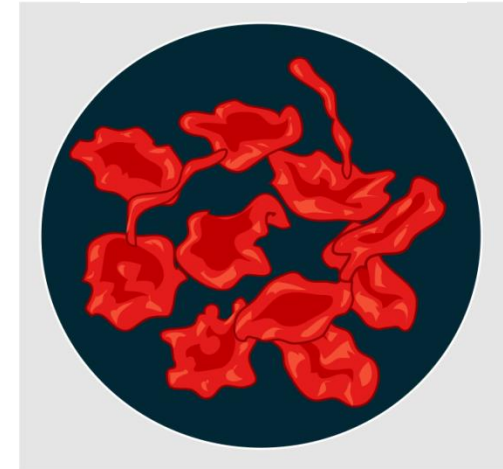
Hypotonique



Isotonique

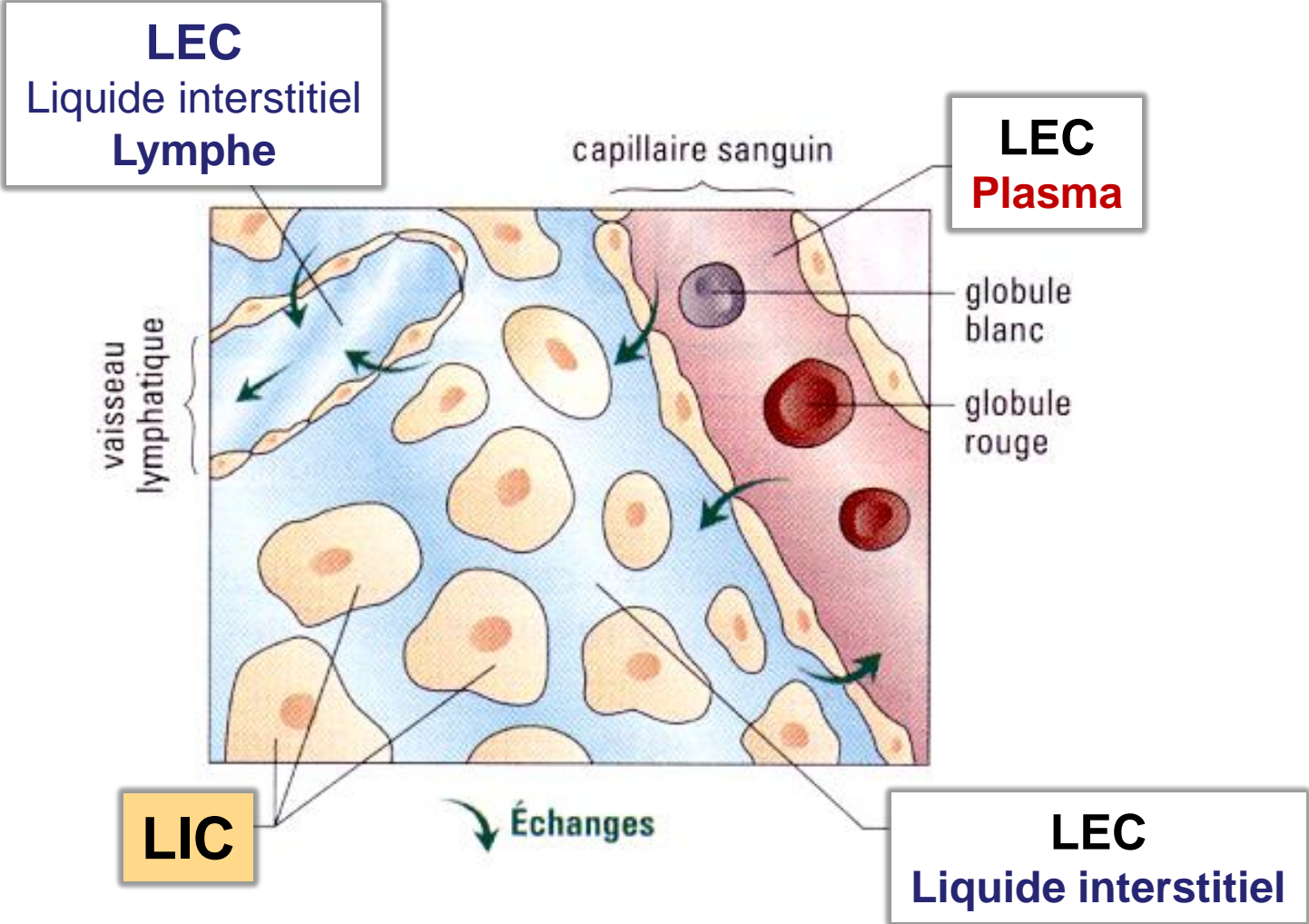


Hypertonique



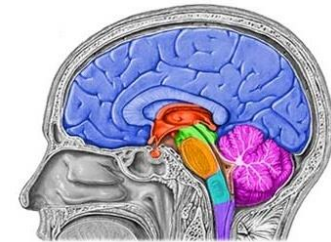
- Tonicité : effet de l'osmolarité d'une solution sur le volume cellulaire
- L'osmolarité est mesurable : nombre d'osmoles par litre de solution
- La tonicité s'observe : effet sur les cellules

Les liquides corporels



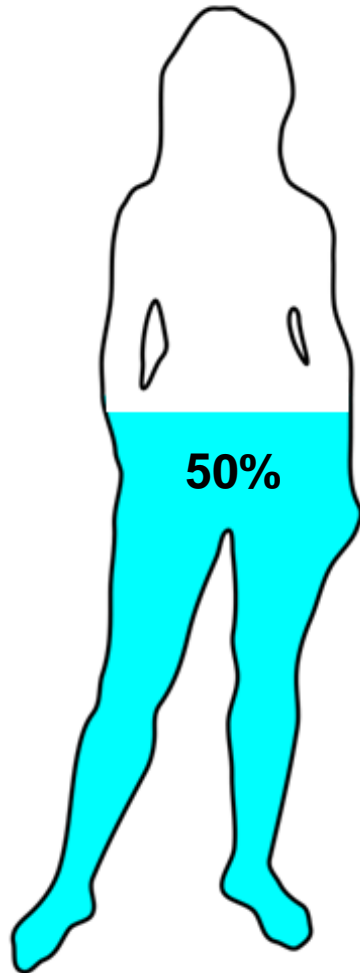
Importance de la stabilité des liquides corporels

- **Rôle du rein** : maintenir la **stabilité du milieu extracellulaire** pour préserver le fonctionnement cellulaire
 - **Natrémie**, taux de Na^+ plasmatique normal $\approx 140 \text{ mOsm/L}$
Hyponatrémie sévère ($<120 \text{ mOsm/L}$) : le plasma devient **hypotonique** et l'eau se déplace dans les cellules.
Gonflement cellulaire avec des conséquences graves au niveau **cérébral** (douleur, confusion, coma, mort).
 - **Kaliémie**, taux de K^+ plasmatique normal $\approx 4,5 \text{ mOsm/L}$
Hyperkaliémie sévère ($> 5 \text{ mOsm/L}$) : augmentation de l'excitabilité nerveuse et musculaire → arythmies cardiaques graves et mortelles

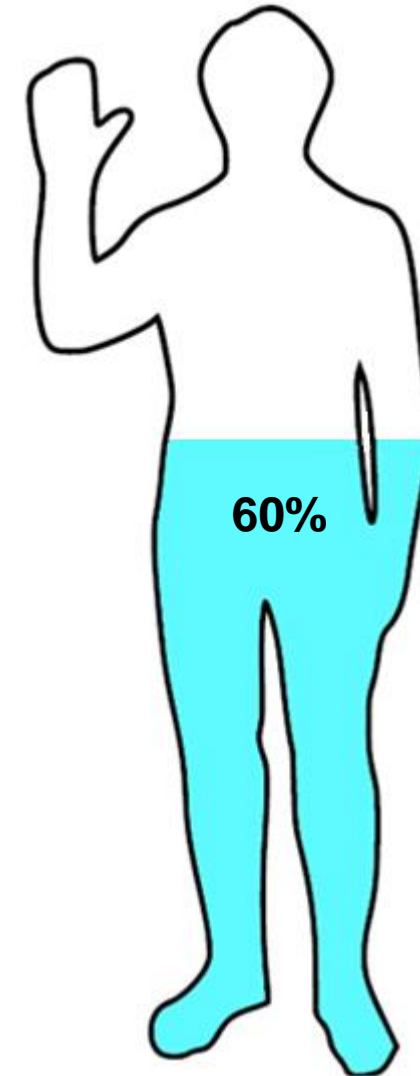
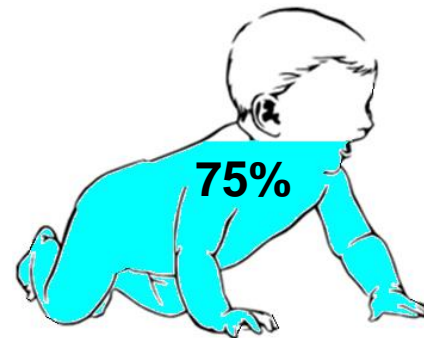


Composition des liquides corporels

Contenu corporel en eau

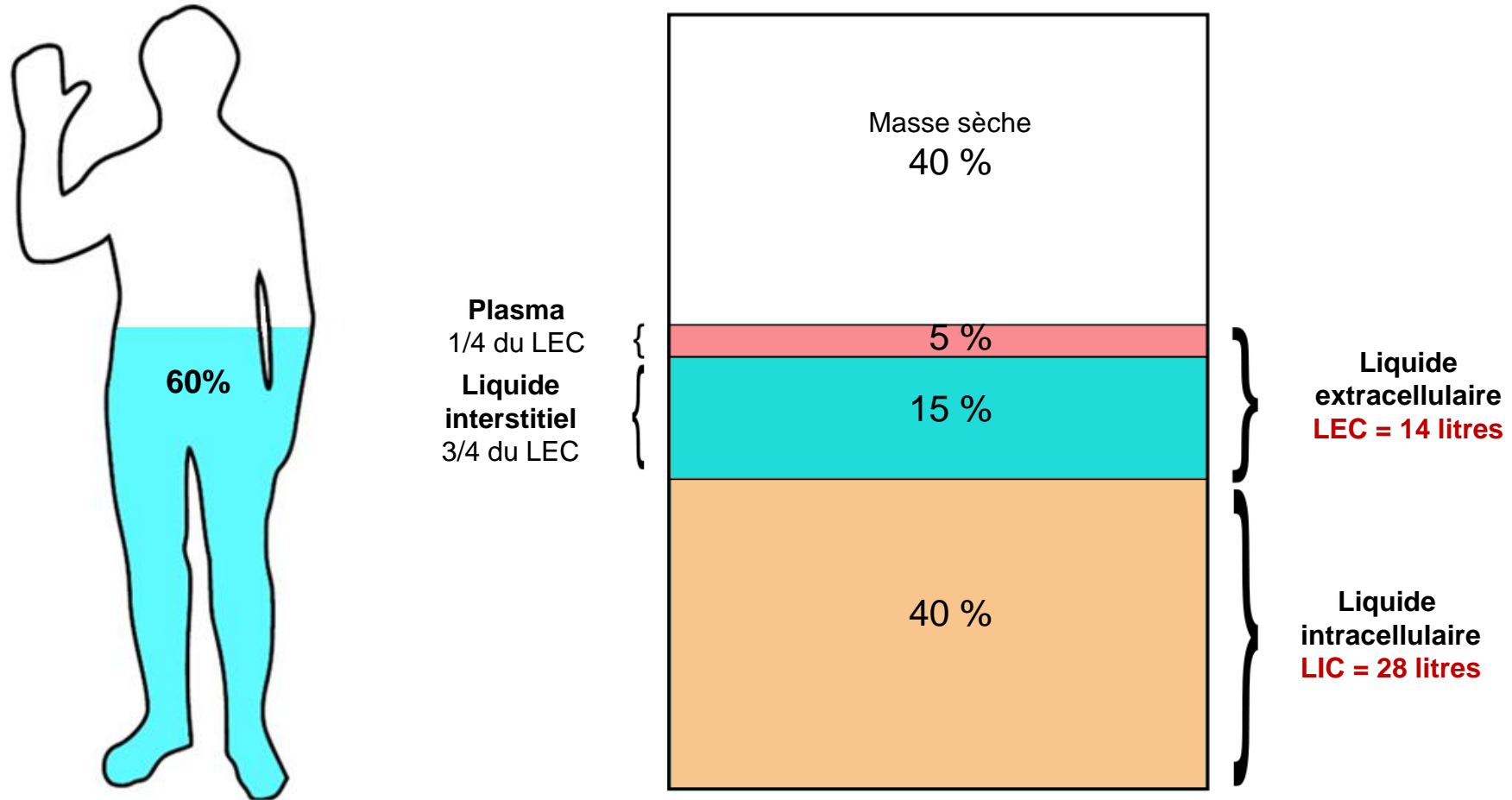


Tranche d'âge		% poids corporel
0 à 6 mois		74
6 mois à 12 ans		60
12 à 18 ans	♂	59
	♀	56
19 à 50 ans	♂	59
	♀	50
+ de 50 ans	♂	56
	♀	47



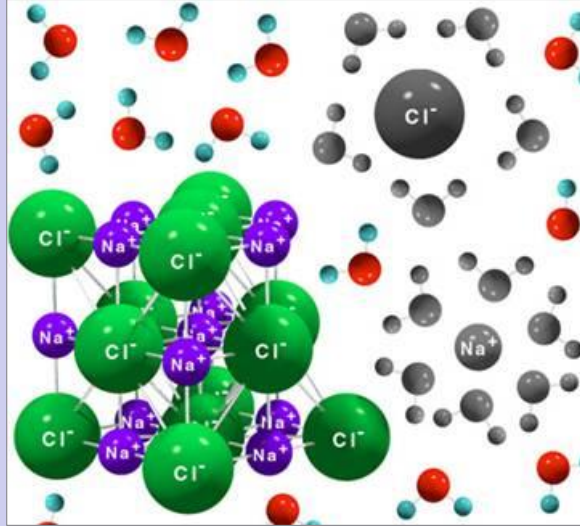
Composition des liquides corporels

Compartiments liquidiens



Eau corporelle totale (60%) = 42 litres

Les solutés des liquides corporels



- **Cations :**
Na⁺, K⁺, Mg⁺⁺, Ca⁺⁺, H⁺ (protons)
- **Anions :**
Cl⁻, HCO₃⁻ (bicarbonates), protéines, phosphates

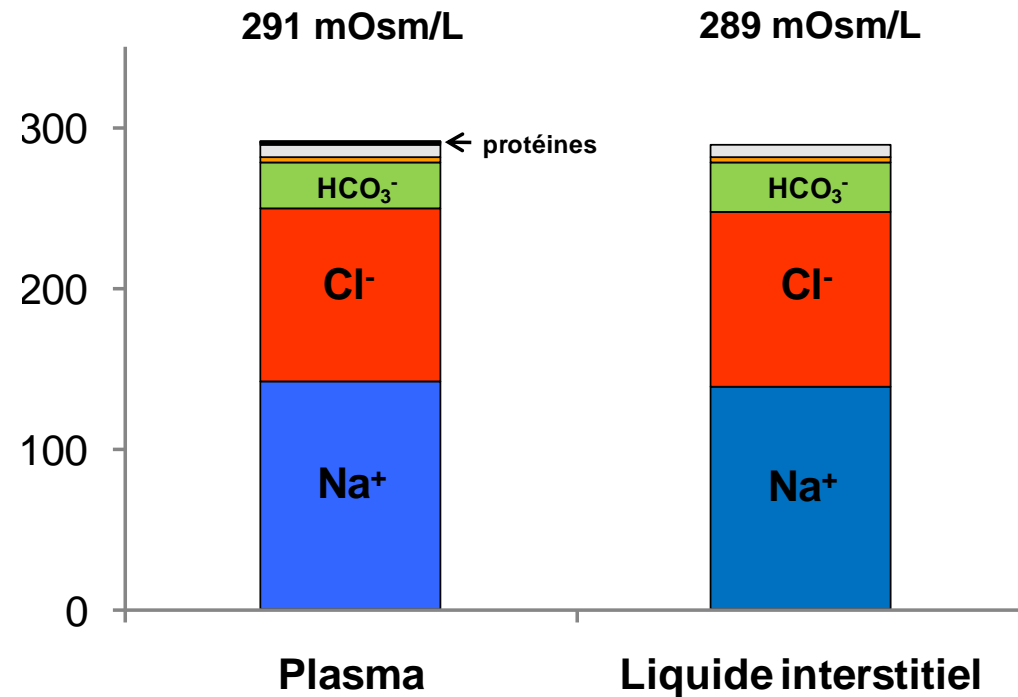
ELECTROLYTES
95% des solutés

- Acides gras libres
- Urée
- Glucose
- Créatinine
- etc...

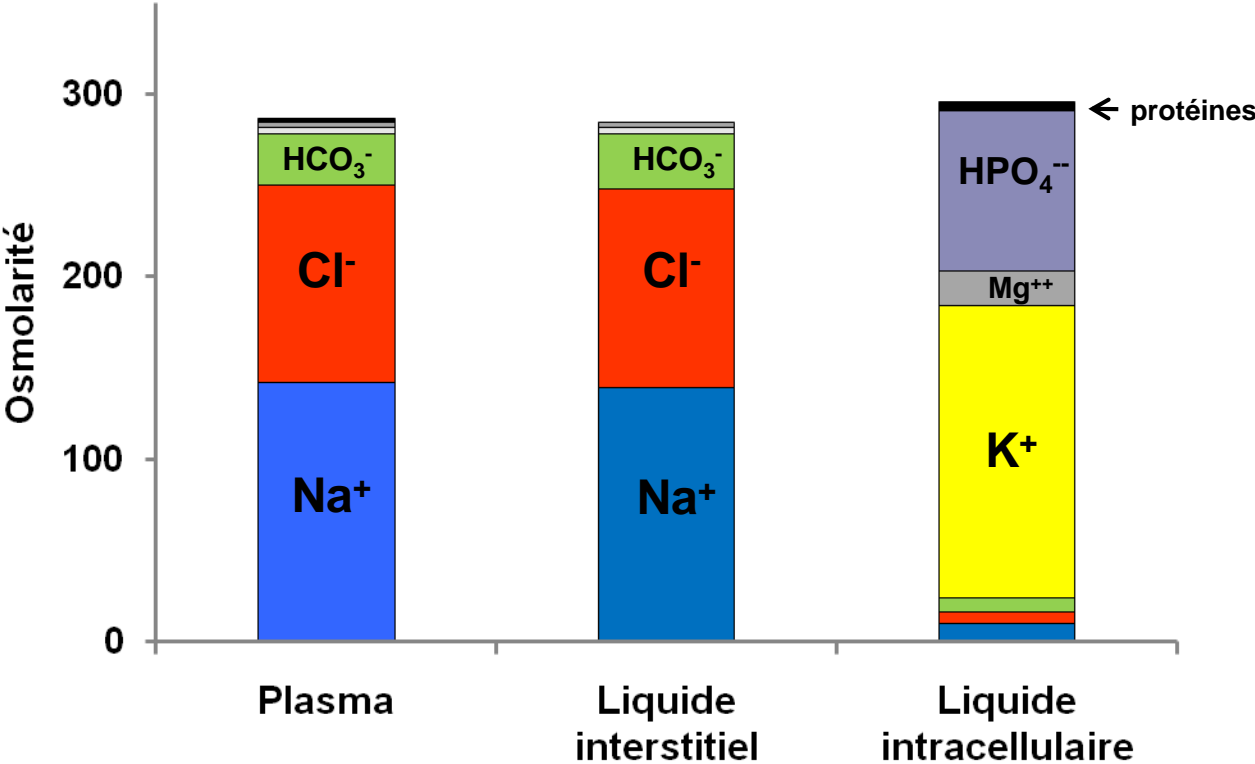
NON-ELECTROLYTES
5% des solutés

Composition ionique du LEC Plasma et liquide interstitiel

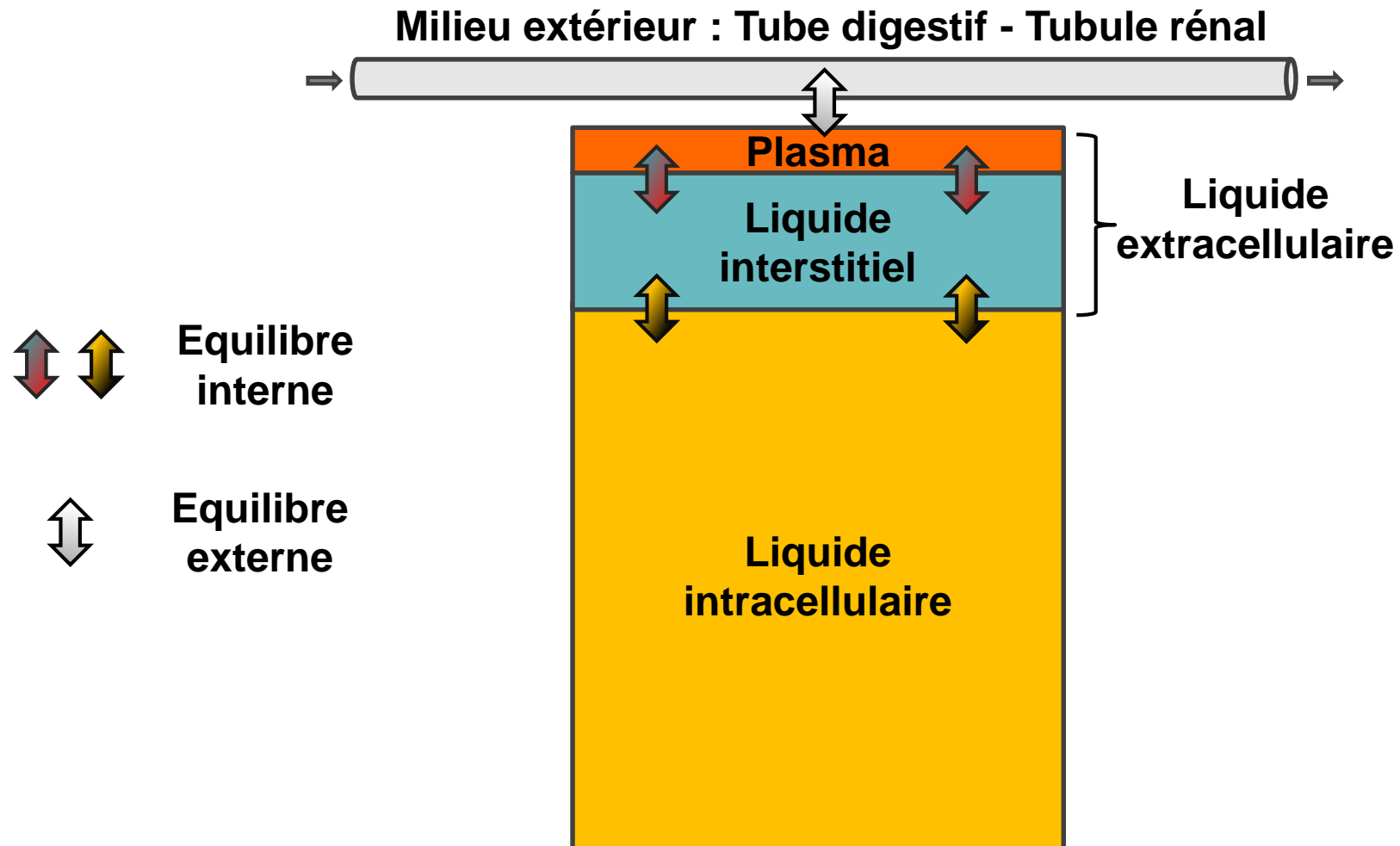
- **Na⁺** et anions associés : surtout **Cl⁻** et **HCO₃⁻**
 - Composition et osmolarité presque identiques : paroi capillaire très perméable à tous les solutés sauf aux protéines
 - Différence liée à la présence des **protéines dans le plasma** et pas dans le liquide interstitiel
- **Conséquence** : plus de particules osmotiquement actives dans le plasma
- **Osmolarité du plasma plus élevée** (de 1 à 2 mOsm/L)



Composition ionique du liquide intracellulaire



Echanges d'eau et de solutés entre les divers compartiments



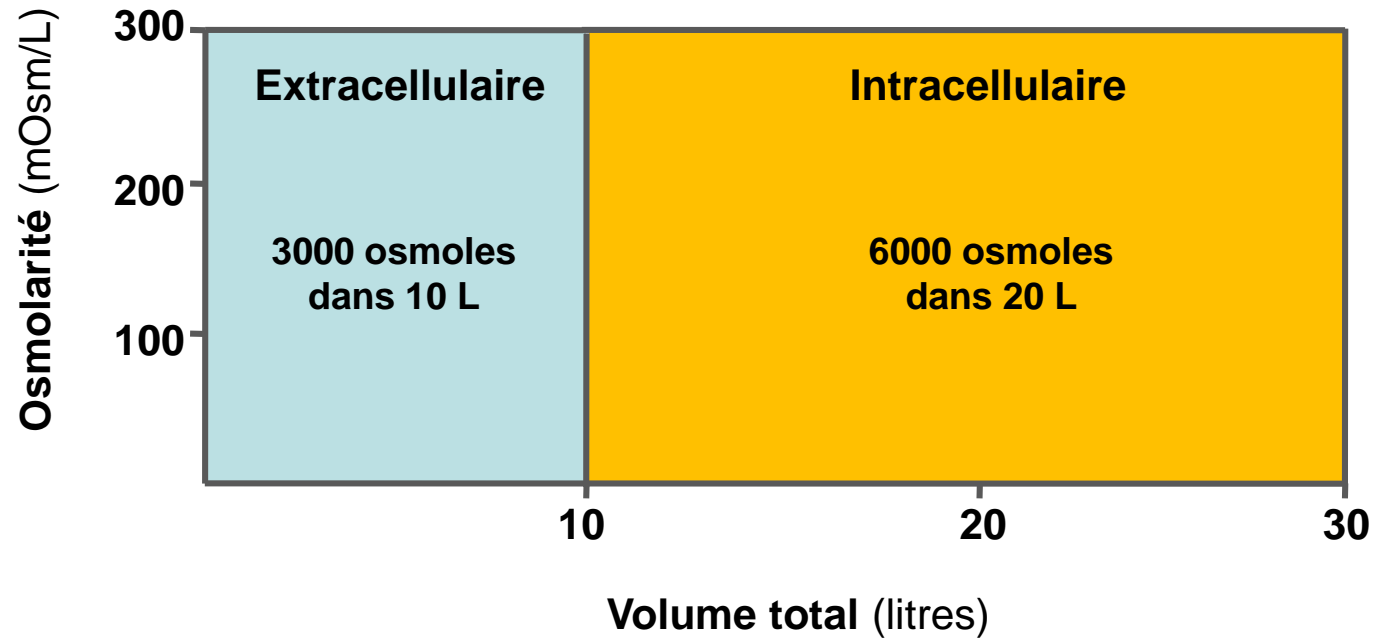
Echanges d'eau

- Les membranes cellulaires et la paroi capillaire sont **très perméables à l'eau** qui peut donc se déplacer aisément d'un compartiment à l'autre
- **Deux** facteurs déterminent les mouvements d'eau
 - L'**osmose**
 - La **pression hydrostatique** générée par le système cardiovasculaire (pompe cardiaque et résistance vasculaire)

Echanges d'eau entre les compartiments extra- et intracellulaire

- Compartiment plasmatique en contact avec l'extérieur
 - changements du volume et de l'osmolarité des liquides corporels à travers des changements survenant **d'abord dans le liquide extracellulaire**
- Gain ou perte d'eau ou d'osmoles dans le compartiment extracellulaire : changements du volume et de l'osmolarité plasmatique
 - **redistribution de l'eau entre les compartiments extra- et intracellulaires**

Volume et osmolarité des compartiments liquidiens

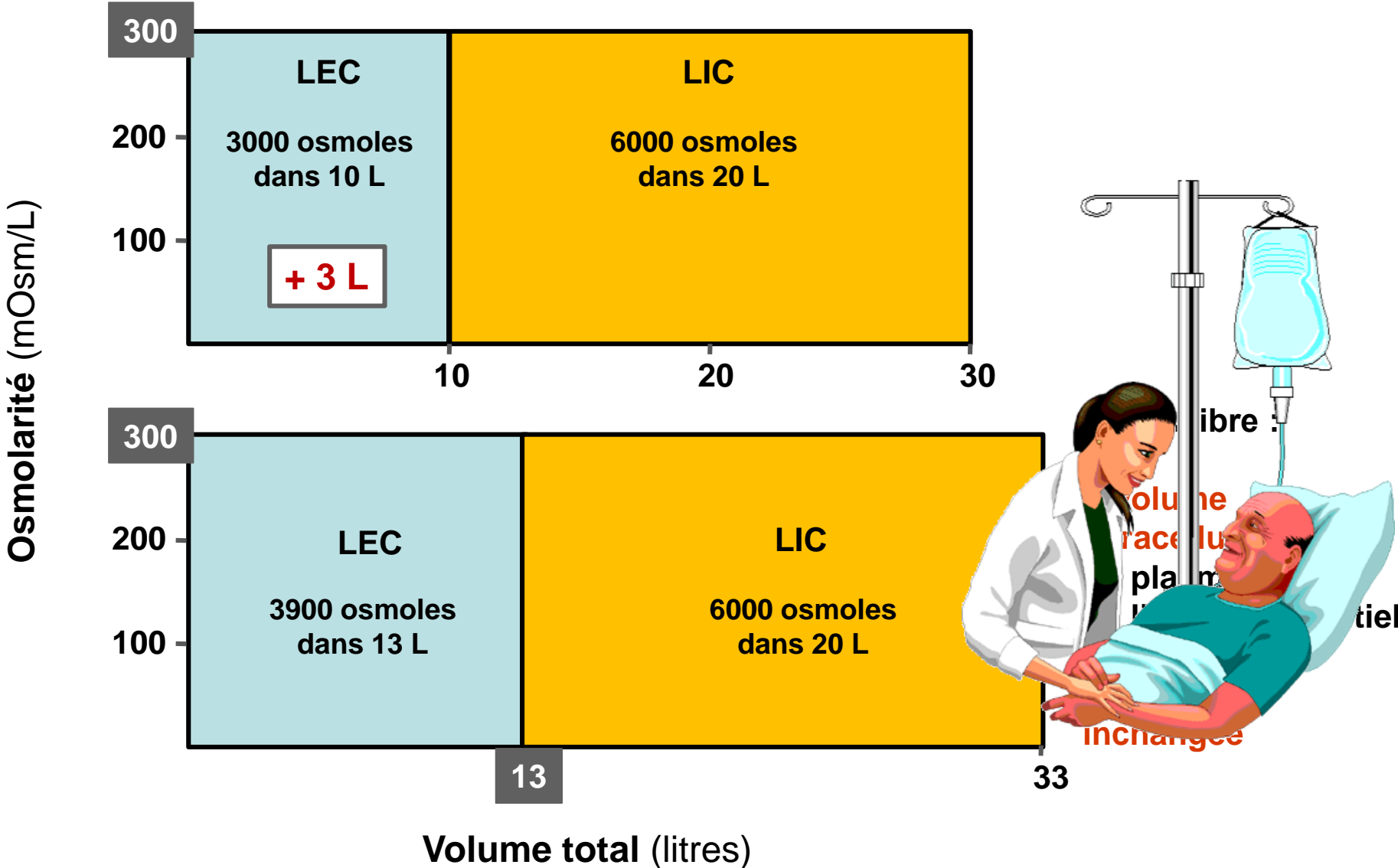


~ 300 mOsm/L dans tous les liquides corporels

L'équilibre osmotique requiert qu'il y ait **le même nombre de particules dans un litre** de liquide extra- ou intracellulaire

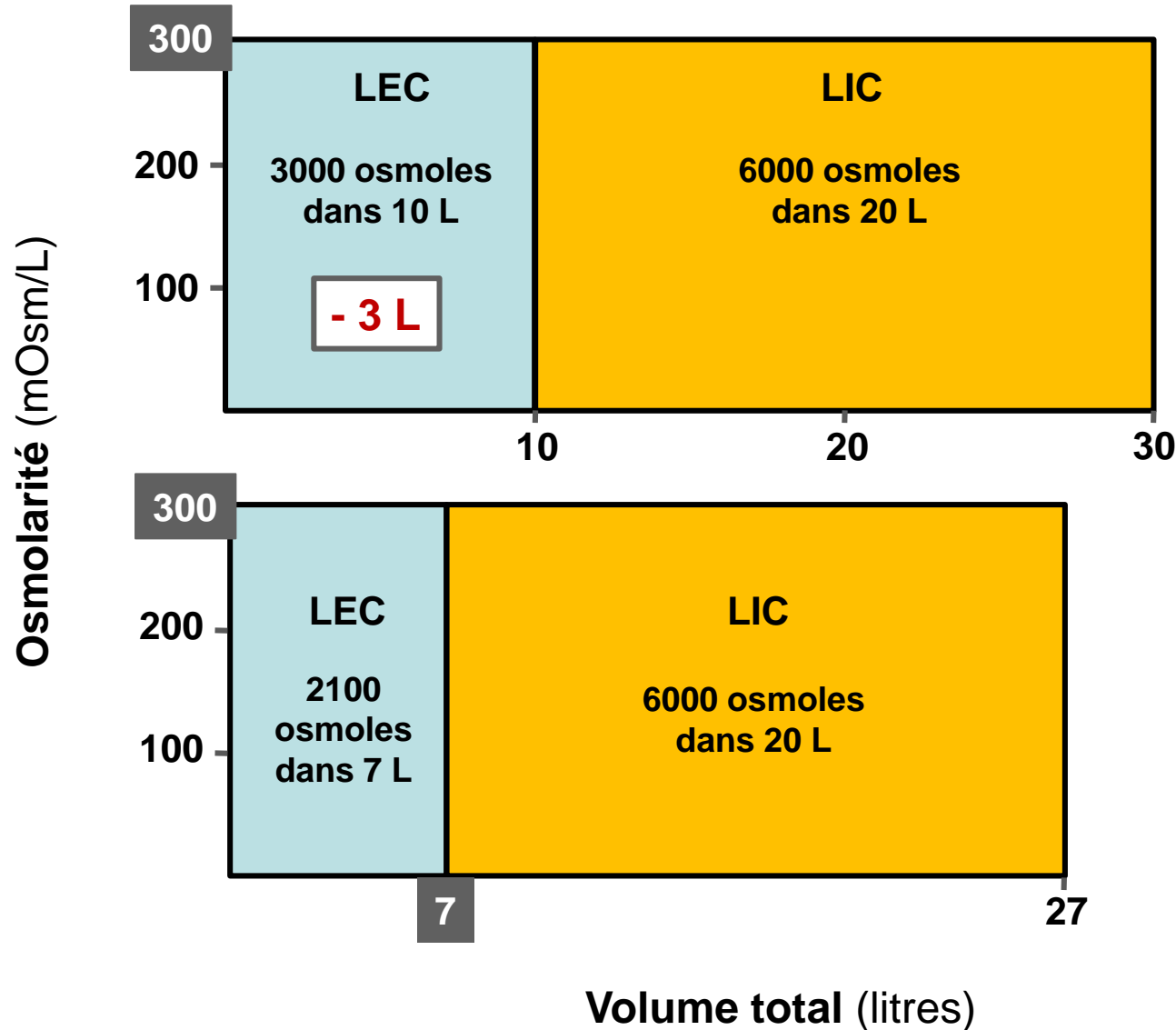
Gain de liquide isotonique

Expansion iso-osmotique



Perte de liquide isotonique

Contraction iso-osmotique



A l'équilibre

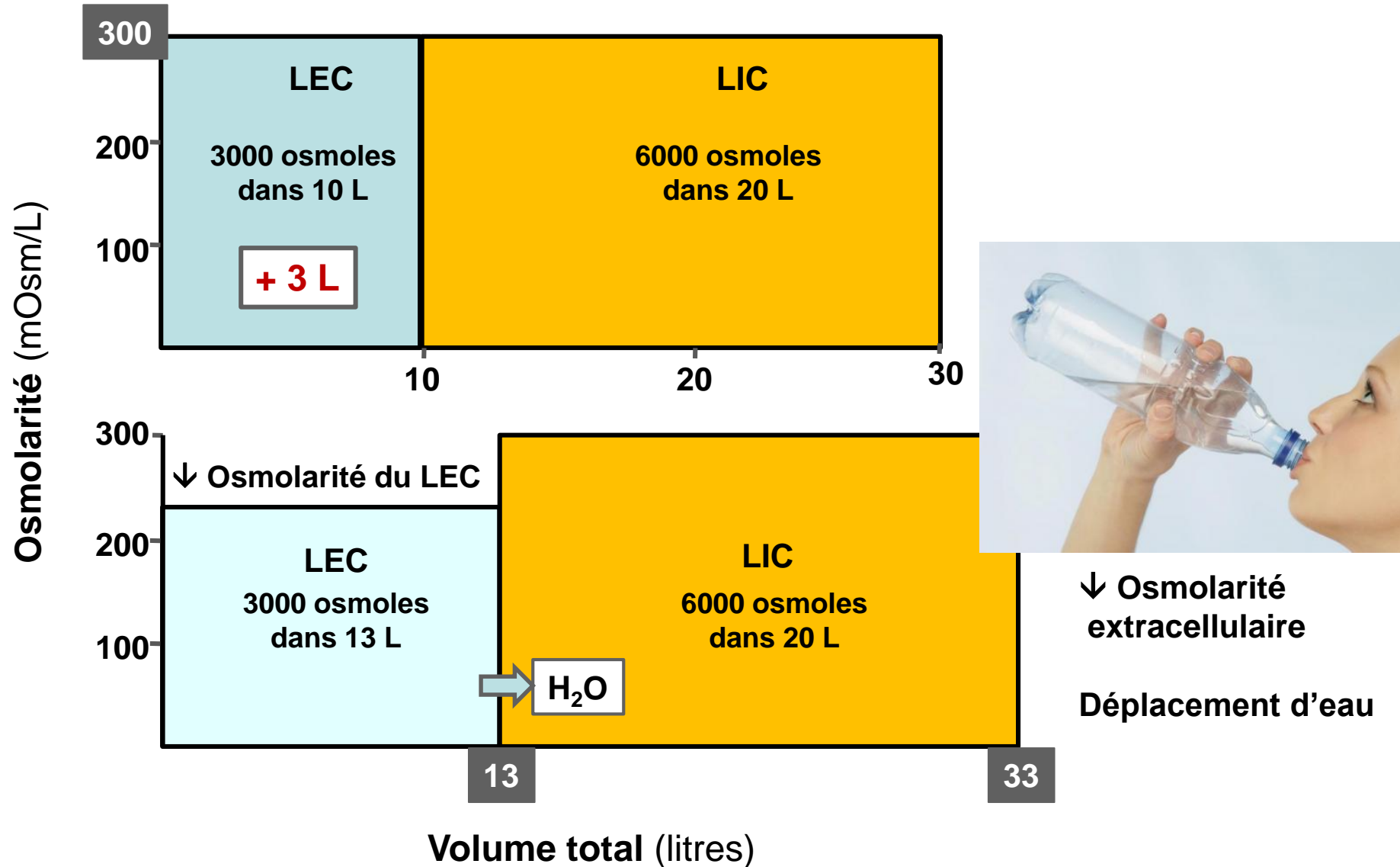
↓ Volume
extracellulaire

- $\frac{1}{4}$ plasma
- $\frac{3}{4}$ liquide interstitiel

Osmolarité
inchangée

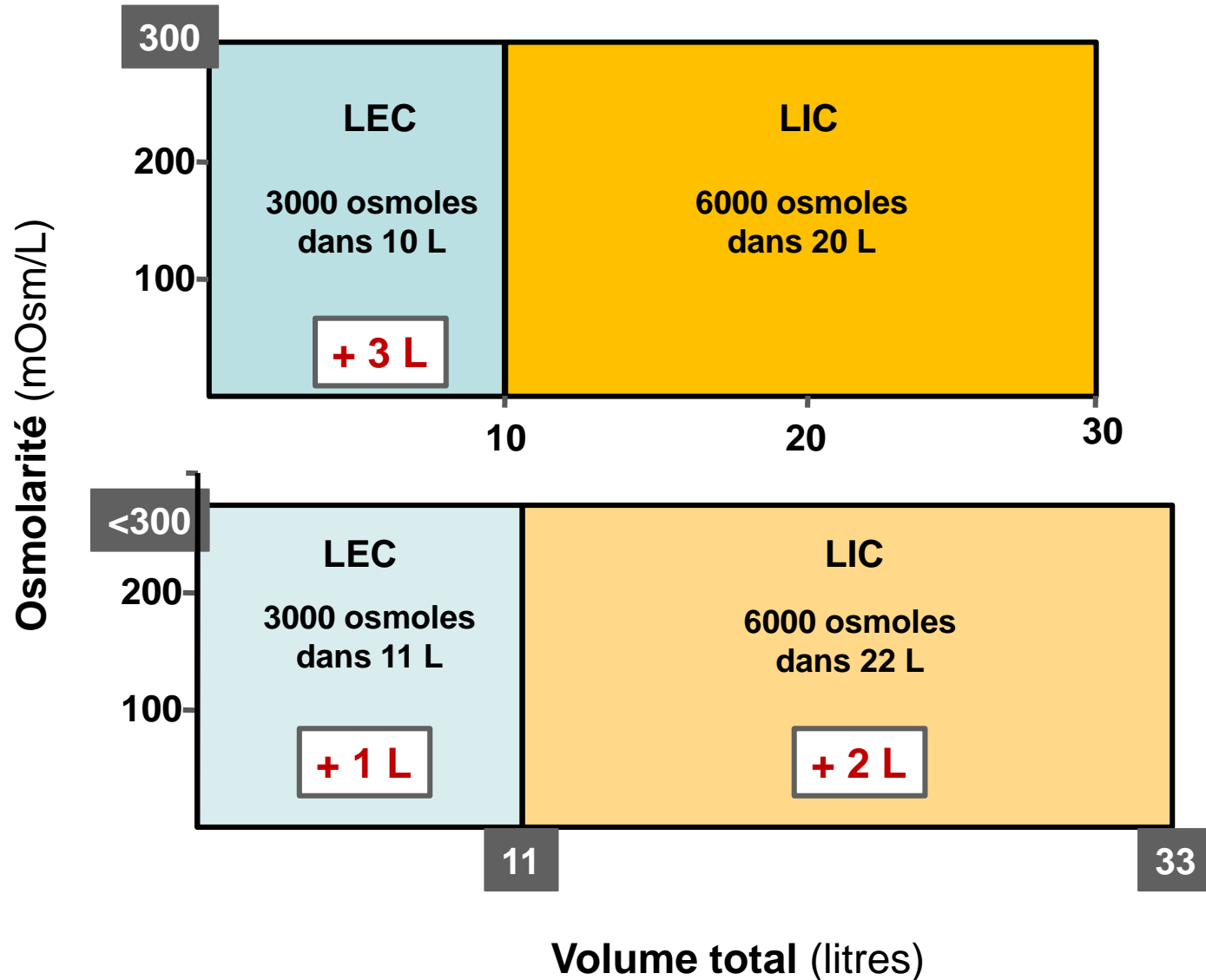
Gain d'eau pure

Expansion hypo-osmotique



Gain d'eau pure

Expansion hypo-osmotique



A l'équilibre :

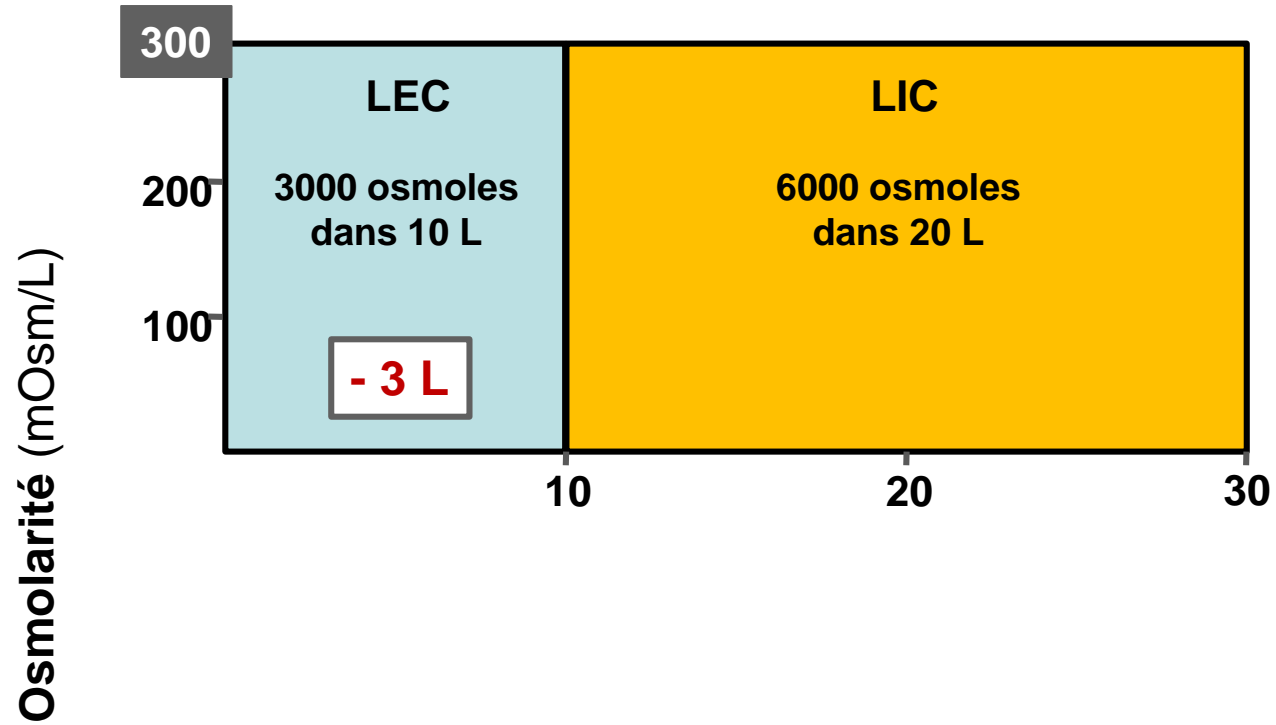
↑ Volume
extra- et intracellulaire

- 1/3 extracellulaire
- 2/3 intracellulaire

↓ Osmolarité
extra- et intracellulaire

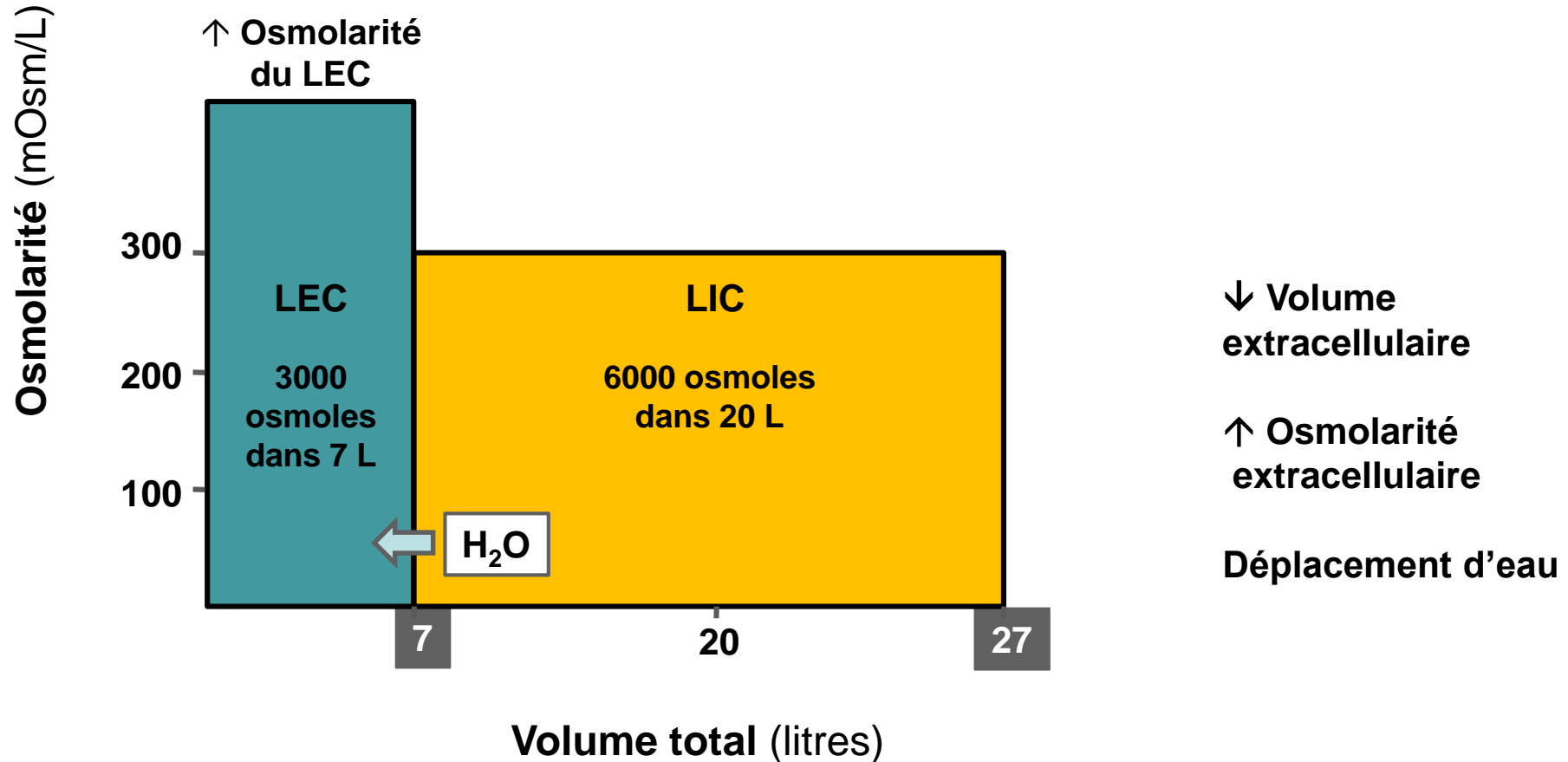
Perte d'eau pure

Contraction hyper-osmotique



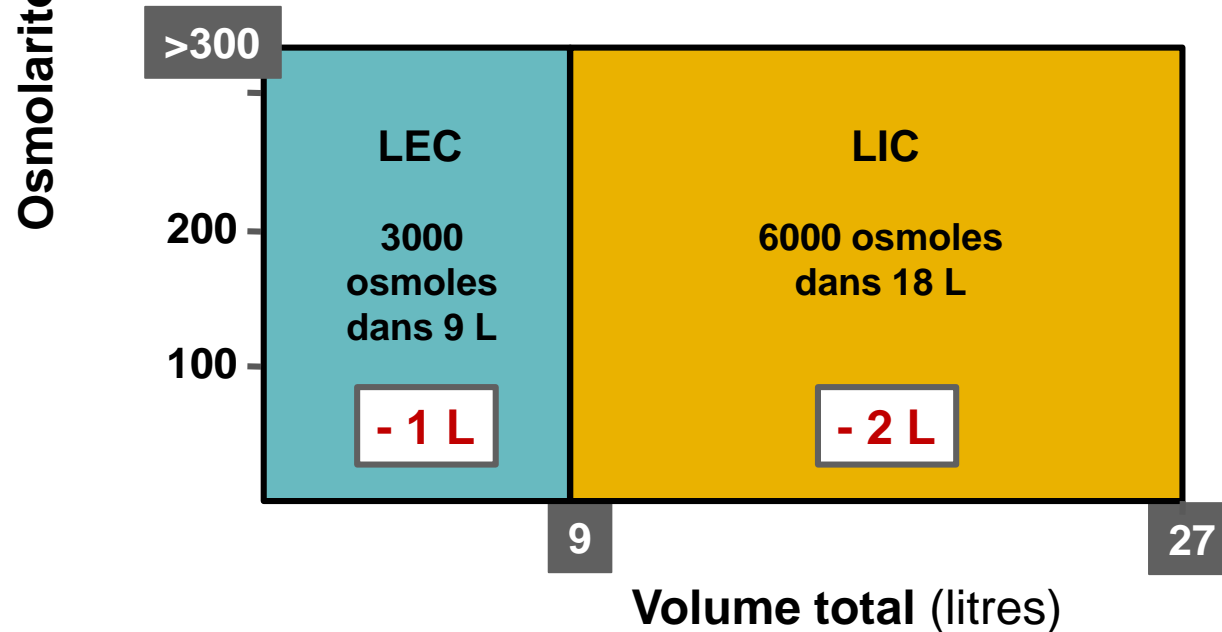
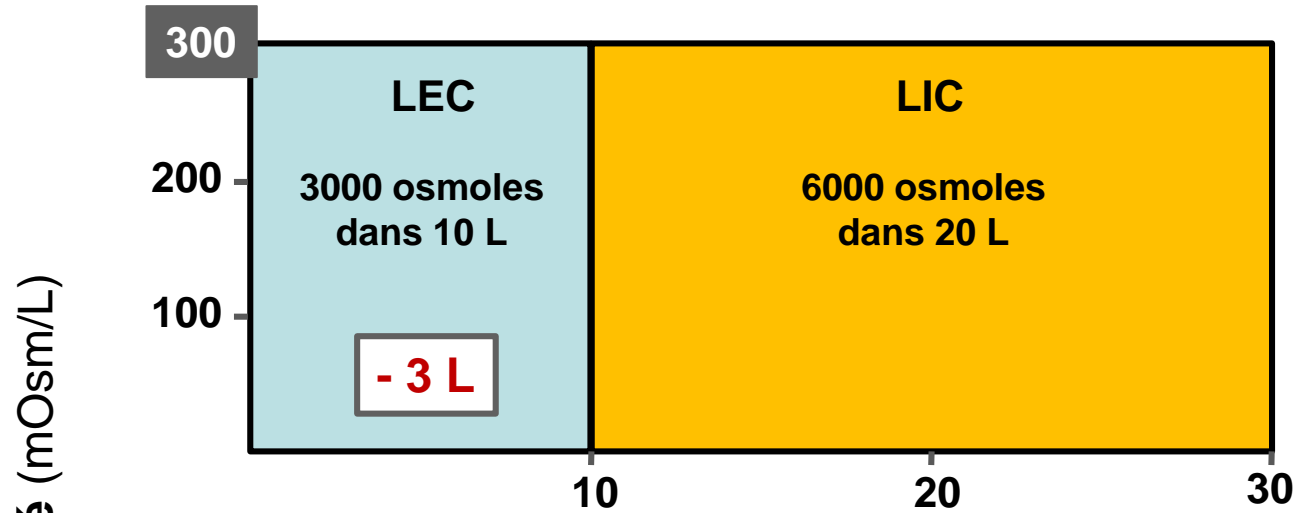
Perte d'eau pure

Contraction hyper-osmotique



Perte d'eau pure

Contraction hyper-osmotique



A l'équilibre :

- ↓ Volume extra- et intracellulaire
- 1/3 extracellulaire
- 2/3 intracellulaire

↑ Osmolarité extra- et intracellulaire

Echanges d'eau entre les compartiments extra- et intracellulaire

Effets sur le volume cellulaire

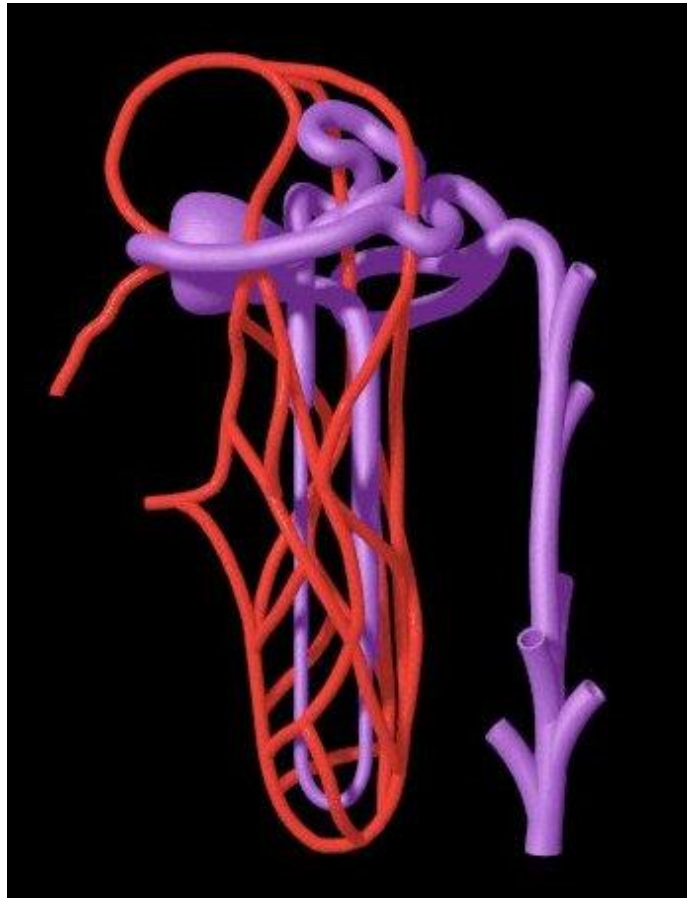
Changements aigus de l'osmolarité et donc de la tonicité du LEC

➔ **modification du volume cellulaire**

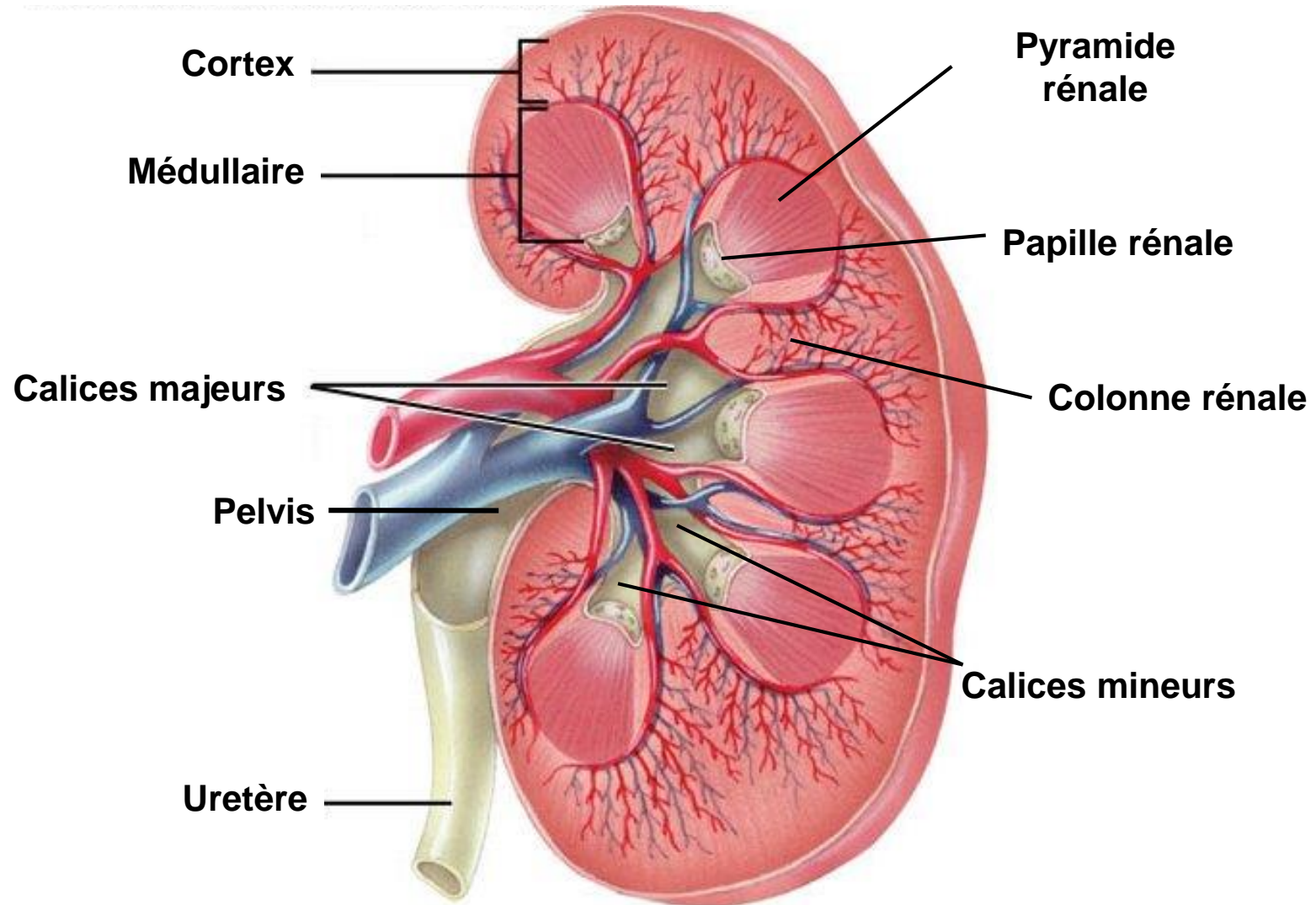
- Diminution de l'osmolarité du LEC qui devient **hypotonique**
 - **Entrée d'eau dans les cellules**, gonflement cellulaire (en particulier au niveau des neurones cérébraux)
 - Augmentation de la pression intracrânienne
 - Maux de tête, convulsions, confusion, coma
- Augmentation de l'osmolarité du LEC qui devient **hypertonique**
 - **Sortie d'eau des cellules**, diminution du volume cellulaire
 - Diminution de la pression intracrânienne
 - Convulsions, confusion, coma

Chapitre 3.

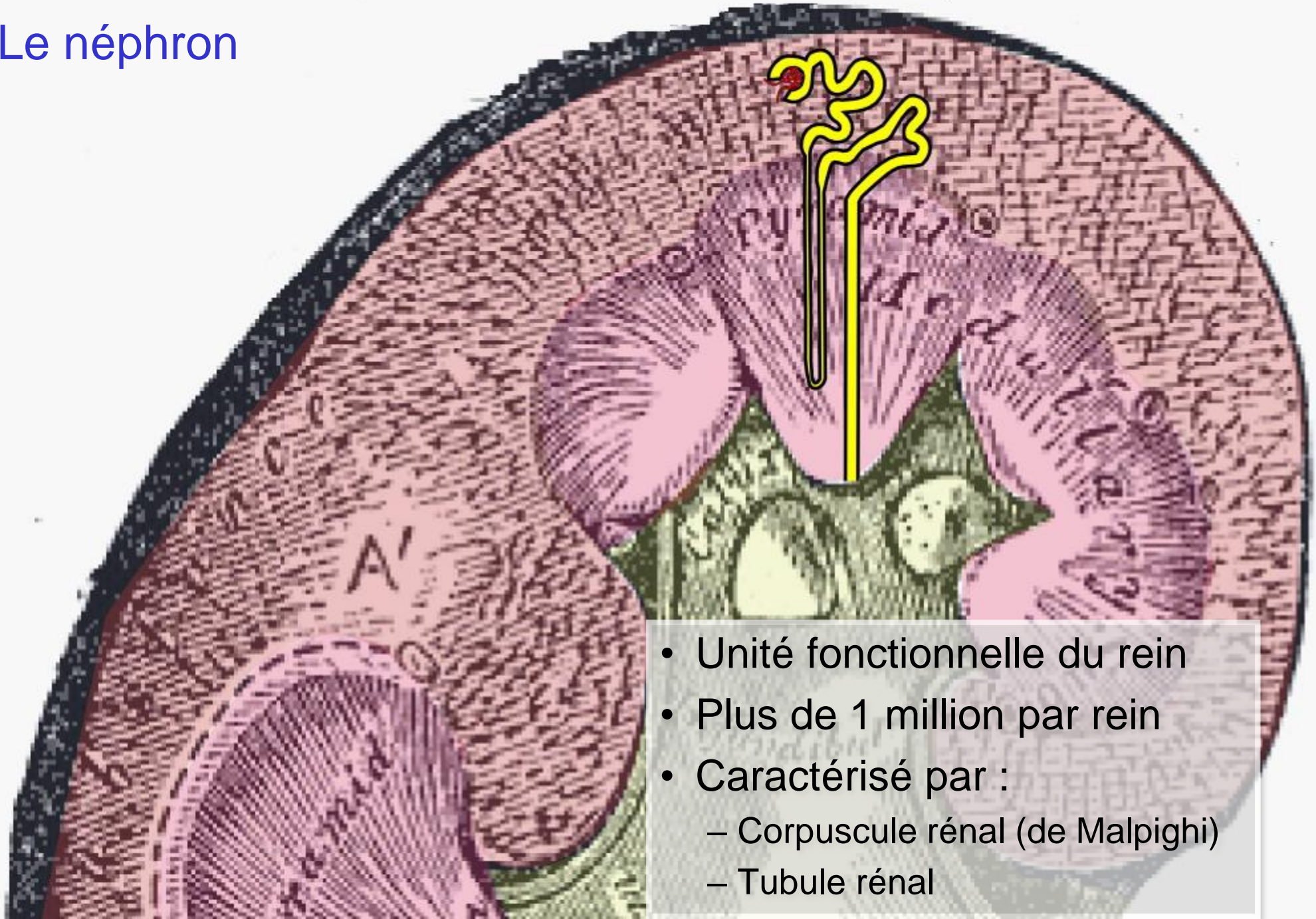
Le néphron et la circulation rénale



Anatomie macroscopique

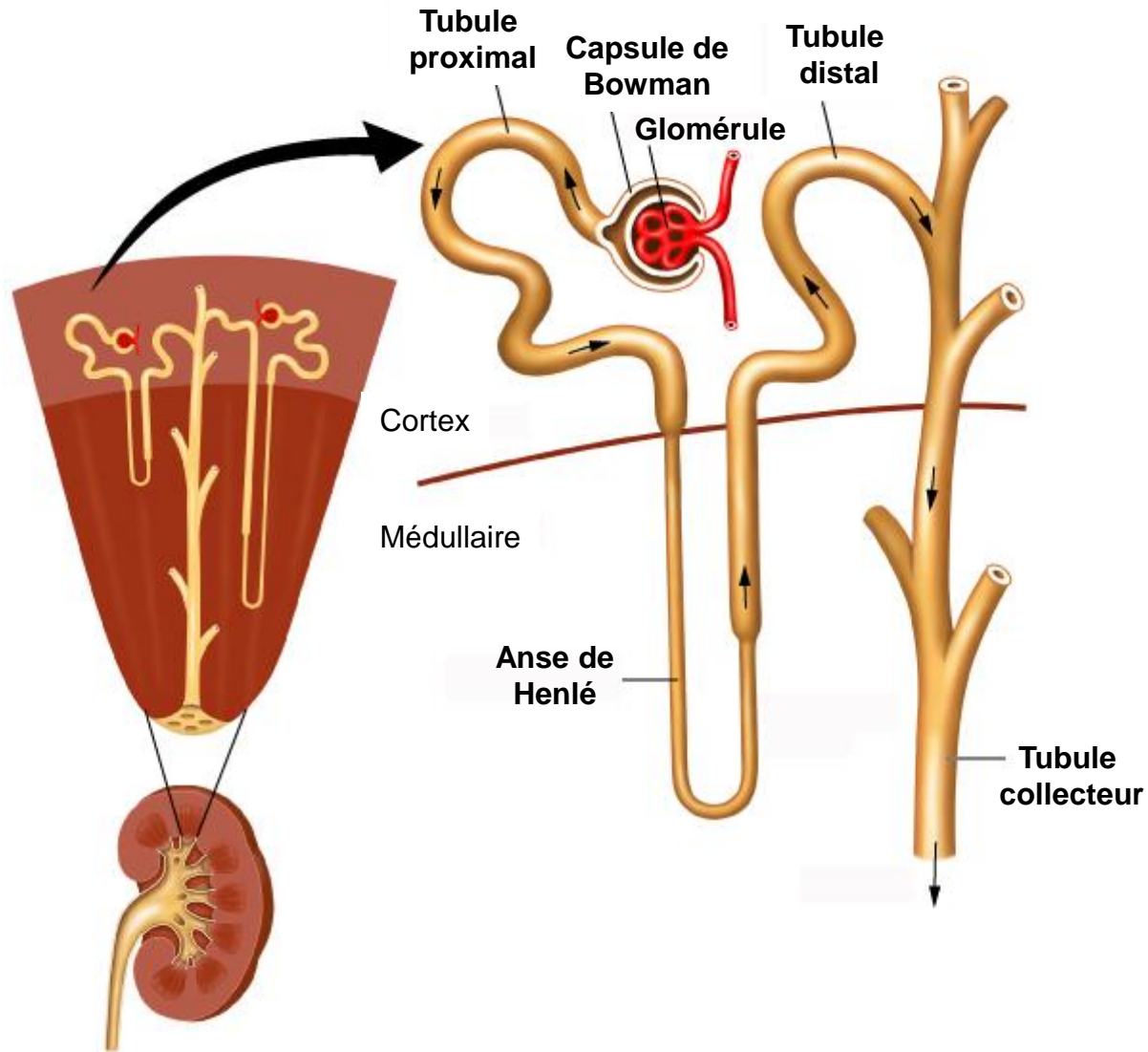


Le néphron



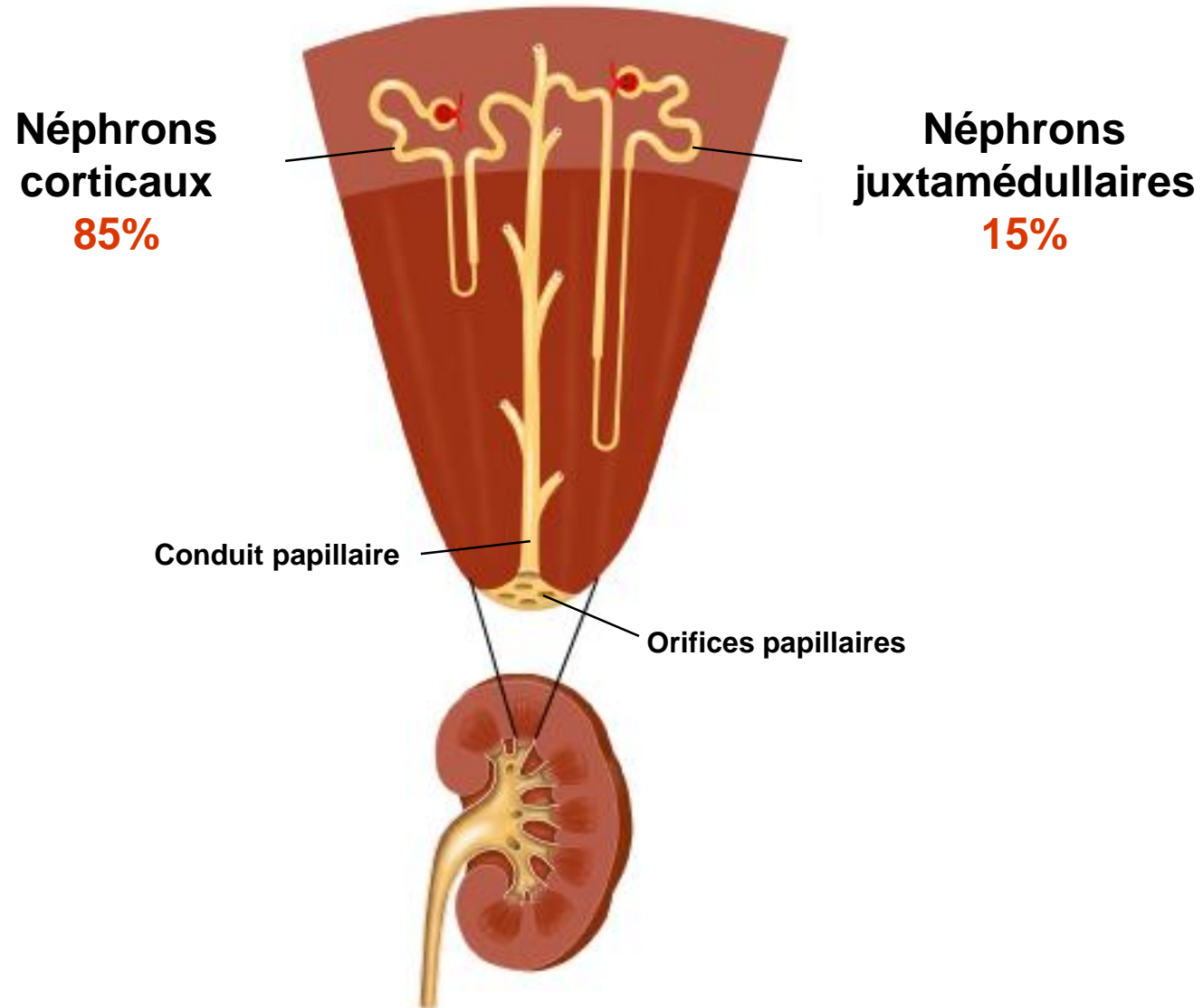
- Unité fonctionnelle du rein
- Plus de 1 million par rein
- Caractérisé par :
 - Corpuscule rénal (de Malpighi)
 - Tubule rénal

Structure du néphron

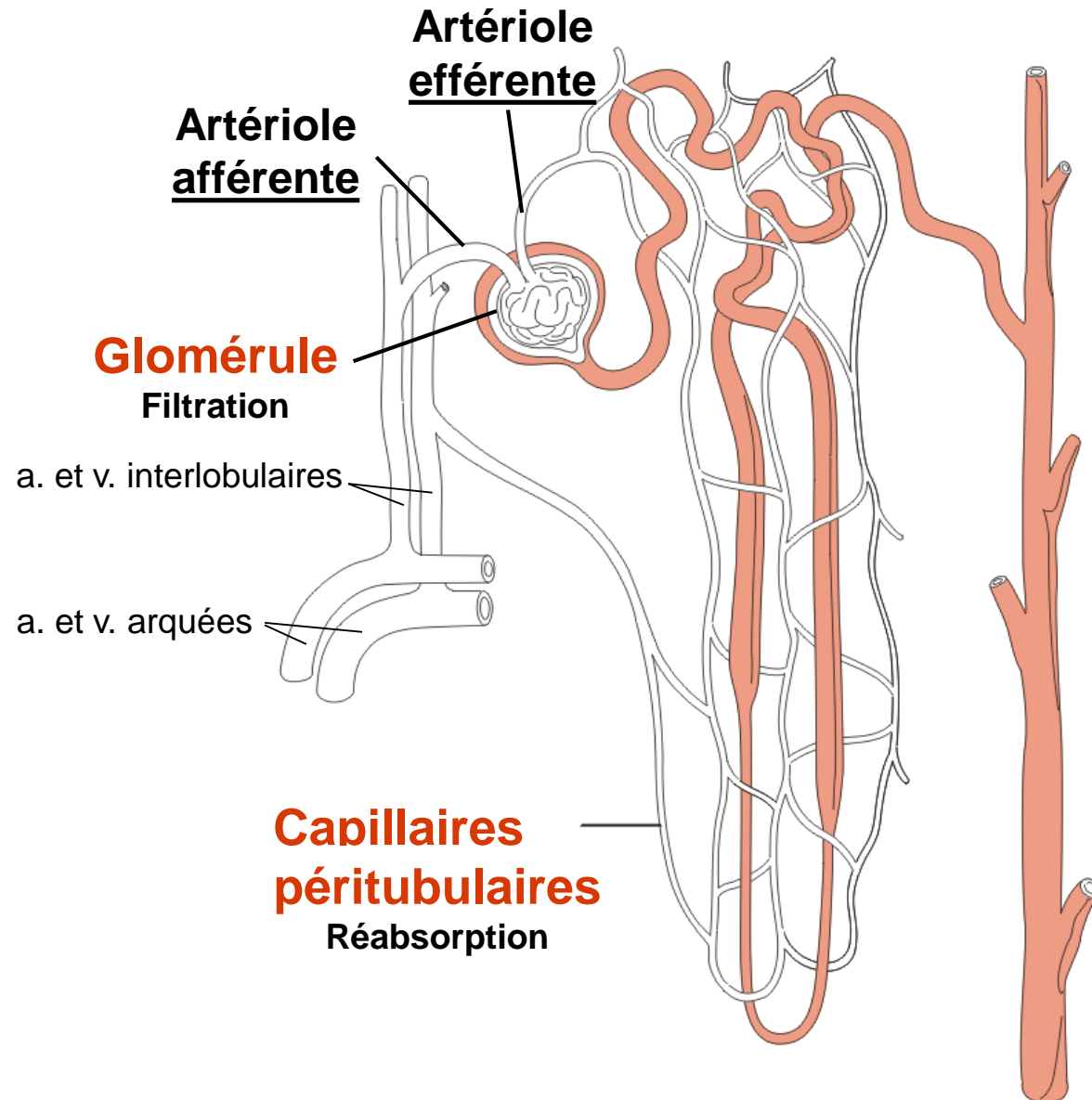


- **Corpuscule rénal**
 - Capsule de Bowman
 - Glomérule
- **Tubule rénal**
 - Tubule proximal
 - Anse de Henlé
 - Tubule distal
- **Tubule collecteur**

Les différents types de néphrons



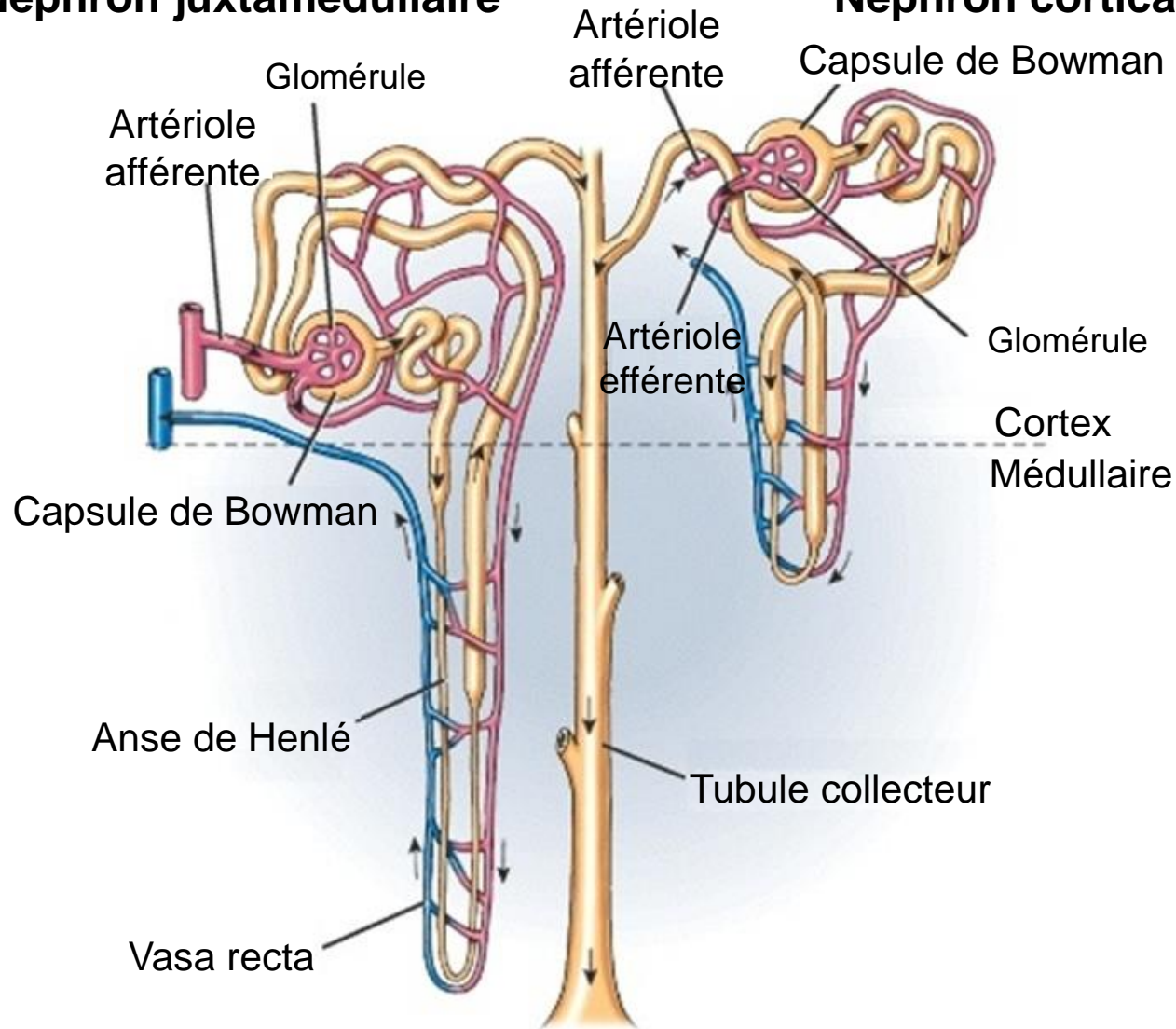
Lits capillaires du néphron



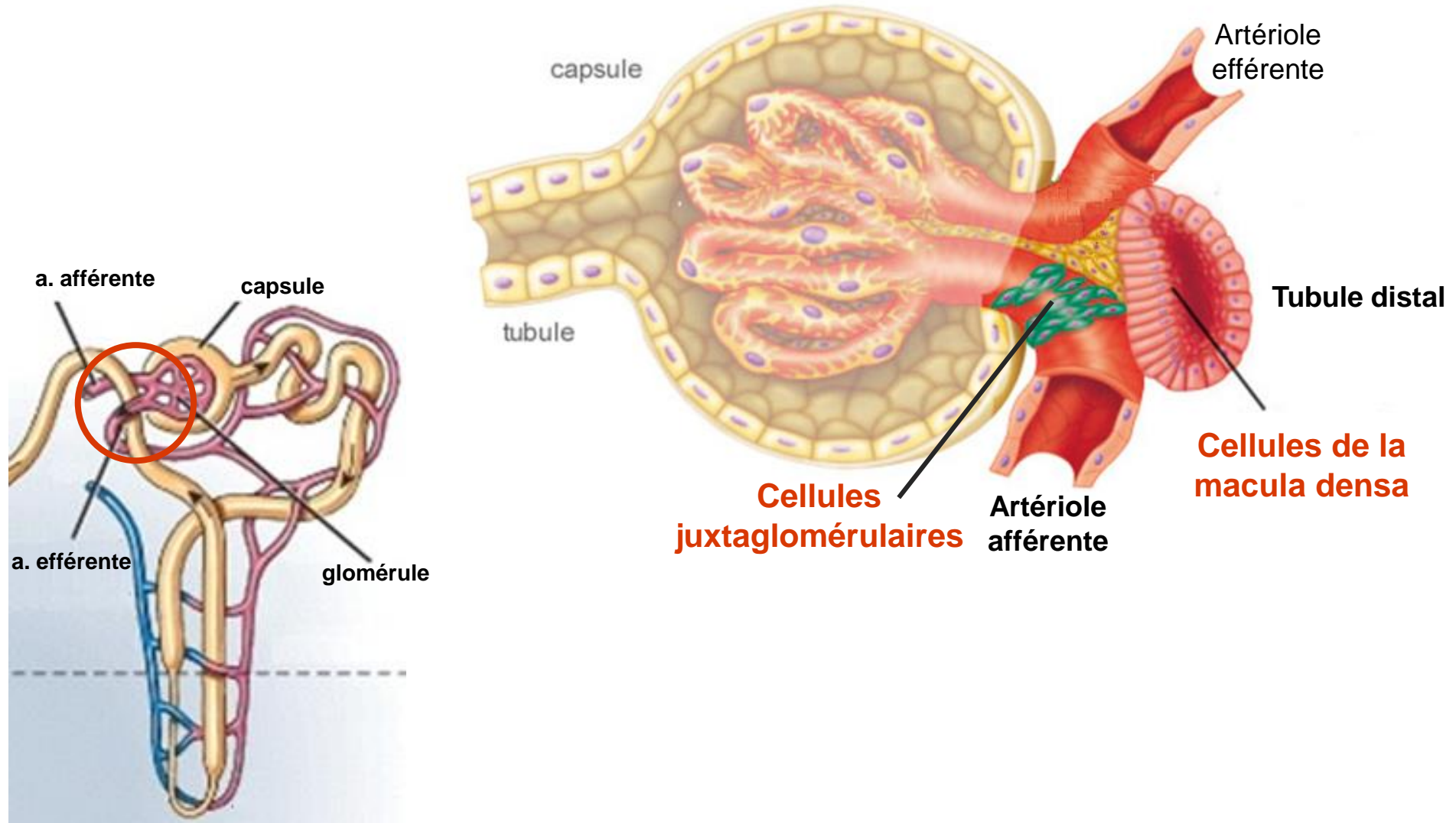
Les 2 types de néphrons

Néphron juxtamédullaire

Néphron cortical



Appareil juxta-glomérulaire

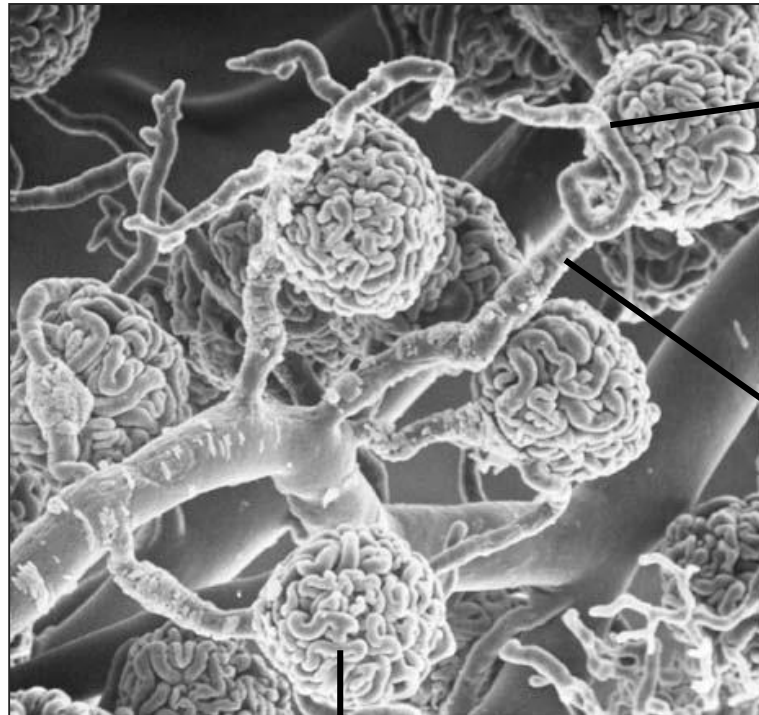


La circulation rénale

- Au repos : débit sanguin rénal entre 1 et 1,2 L par minute
- Le débit sanguin rénal est déterminé par la fonction et non par les besoins métaboliques
→ maintenu constant par divers mécanismes régulateurs afin de préserver la fonction d'épuration des reins

La circulation du néphron

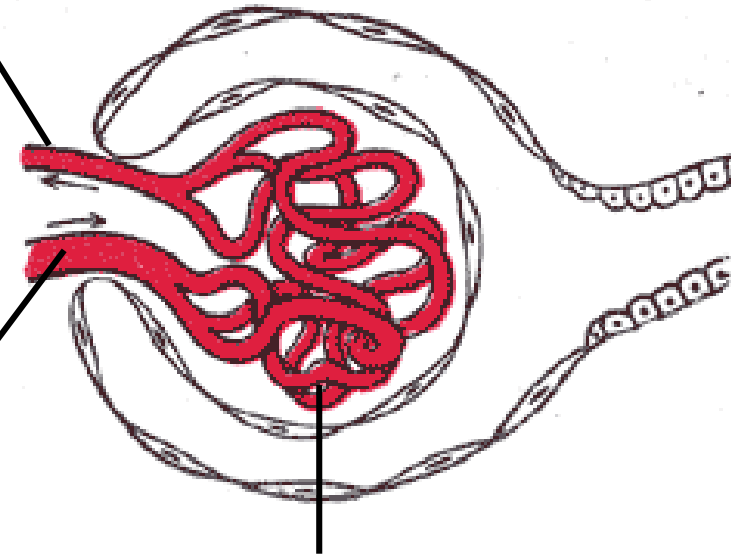
Les artérioles glomérulaires



Glomérule

Artériole
efférente

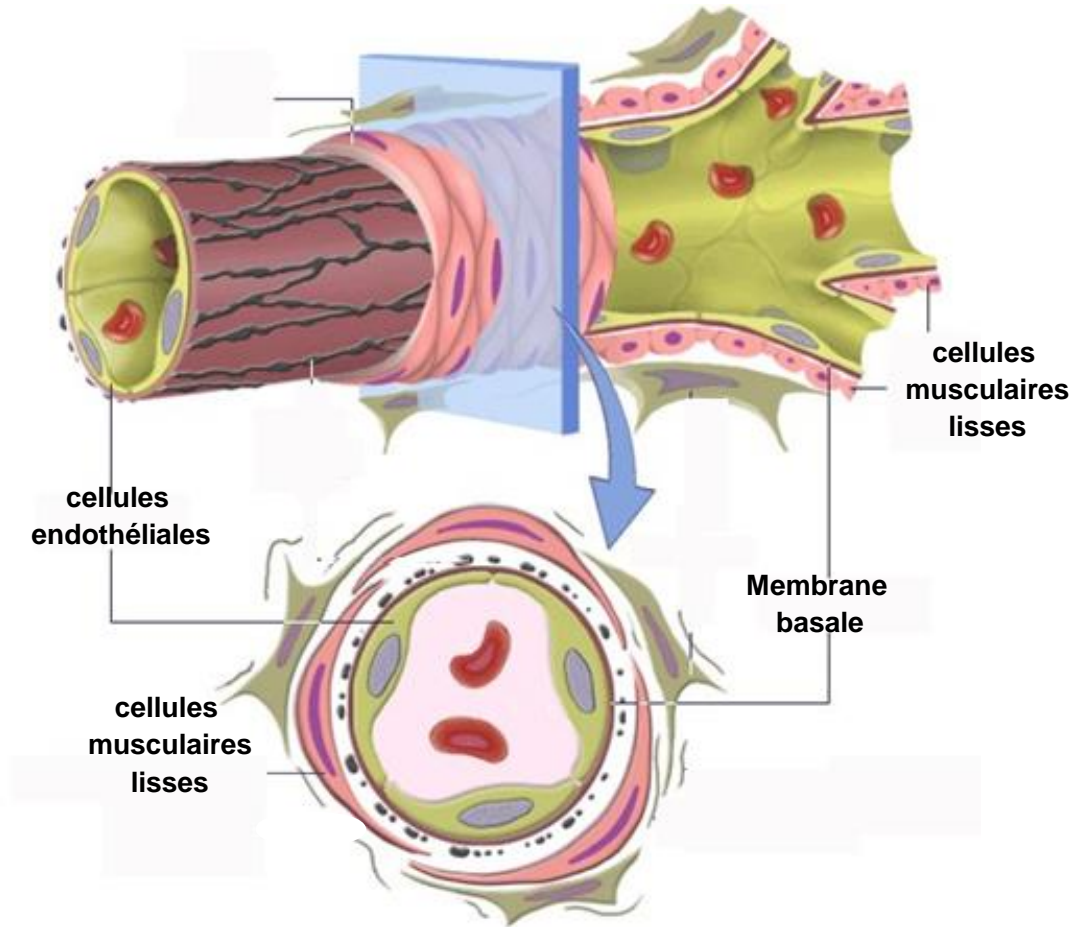
Artériole
afférente



Glomérule

Diamètre AA > AE

Structure et rôle des artérioles

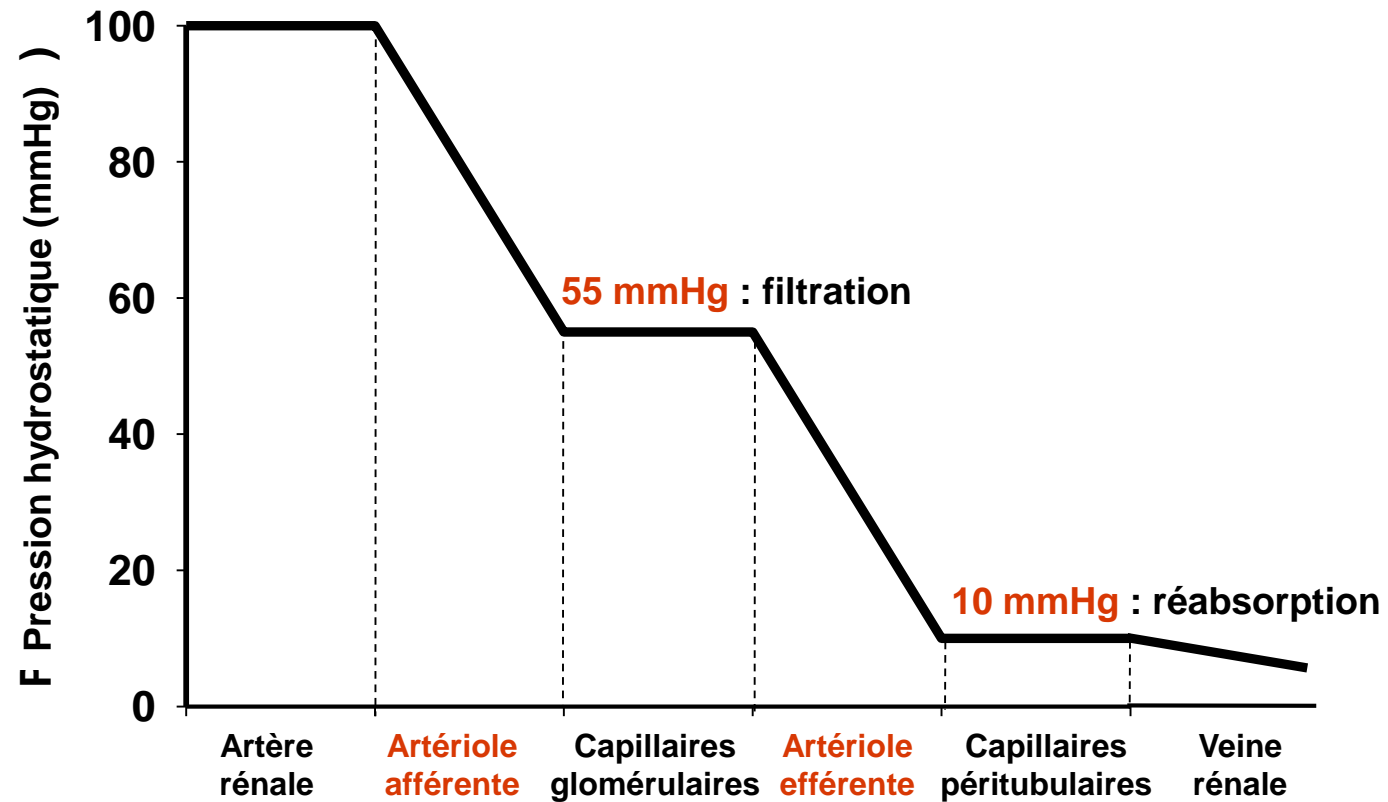


- **Faible diamètre** : 30 microns
- **Paroi relativement épaisse** (20 microns)
 - très **musculaire**
 - innervée par le **système nerveux sympathique**
- Principal site de **résistance à l'écoulement** du sang

Rôle dans le **contrôle du débit** et de la **pression** dans les vaisseaux

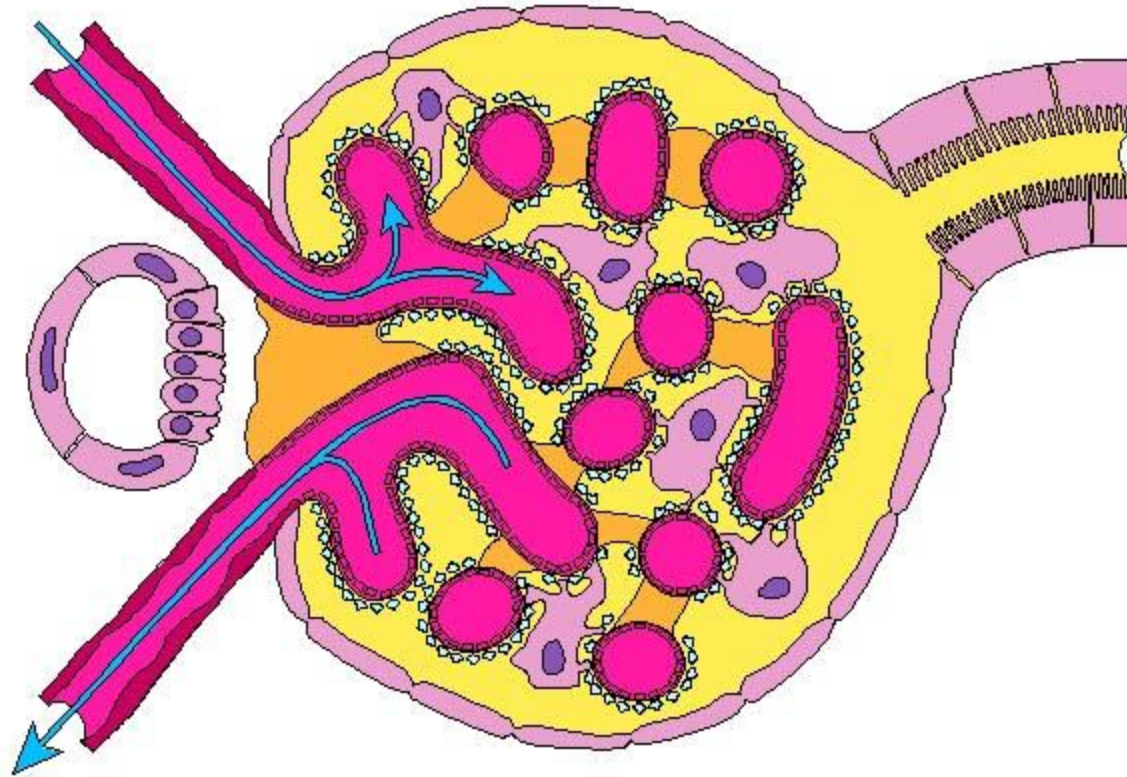
La circulation du néphron

Les résistances vasculaires artériolaires

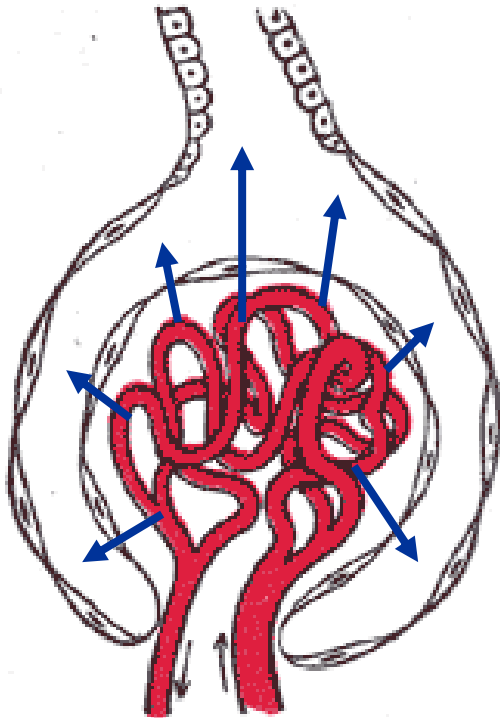


Chapitre 4.

Le glomérule et la filtration



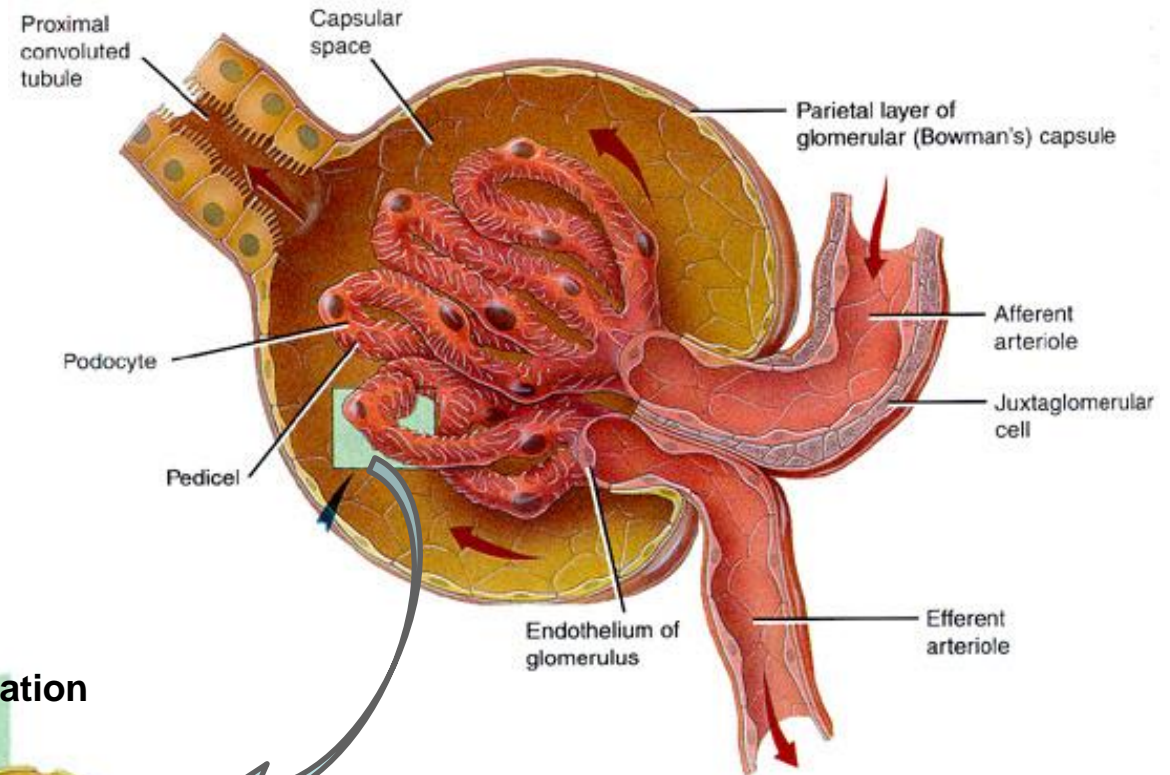
La filtration glomérulaire



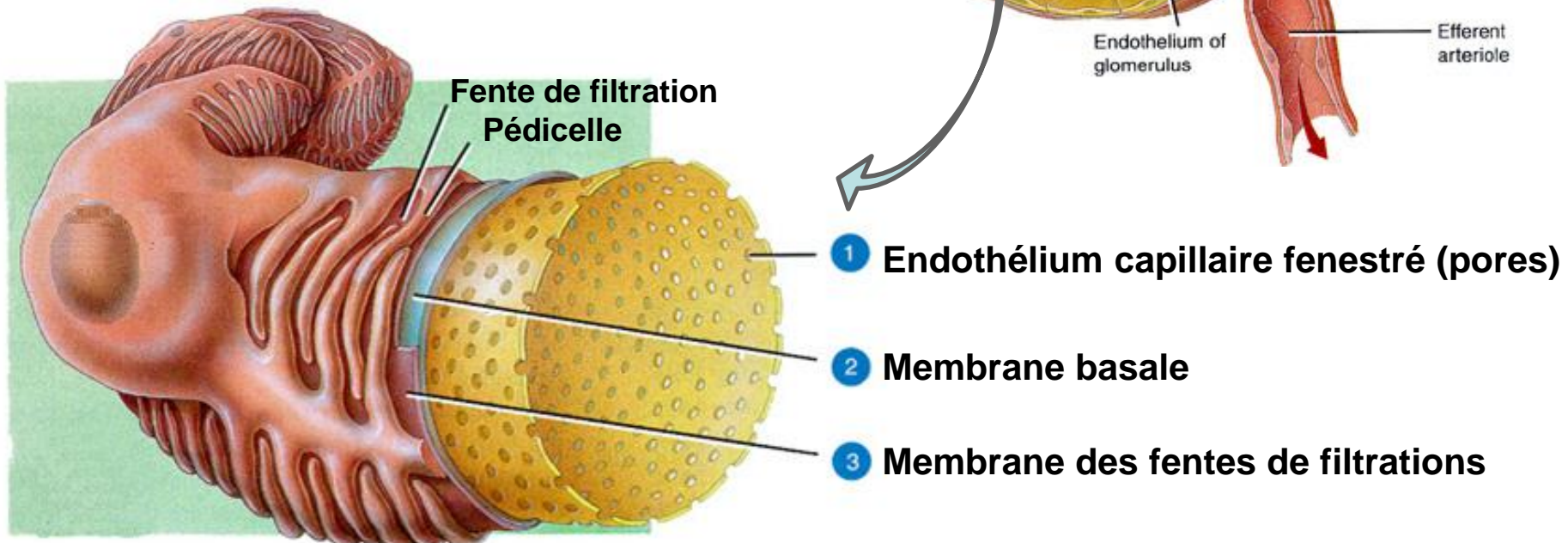
Corpuscule rénal

- Processus **unidirectionnel**, **passif** et **non sélectif** sous l'effet de la pression sanguine glomérulaire (**55 mmHg**)
- Glomérule = **filtre mécanique**
- **Ultrafiltration** : le filtrat qui pénètre dans le tubule rénal est composé de tous les éléments du sang hormis
 - Éléments figurés (globules, plaquettes)
 - Protéines

Le corpuscle rénal



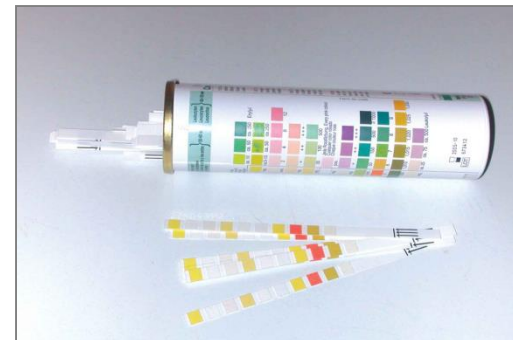
La membrane de filtration



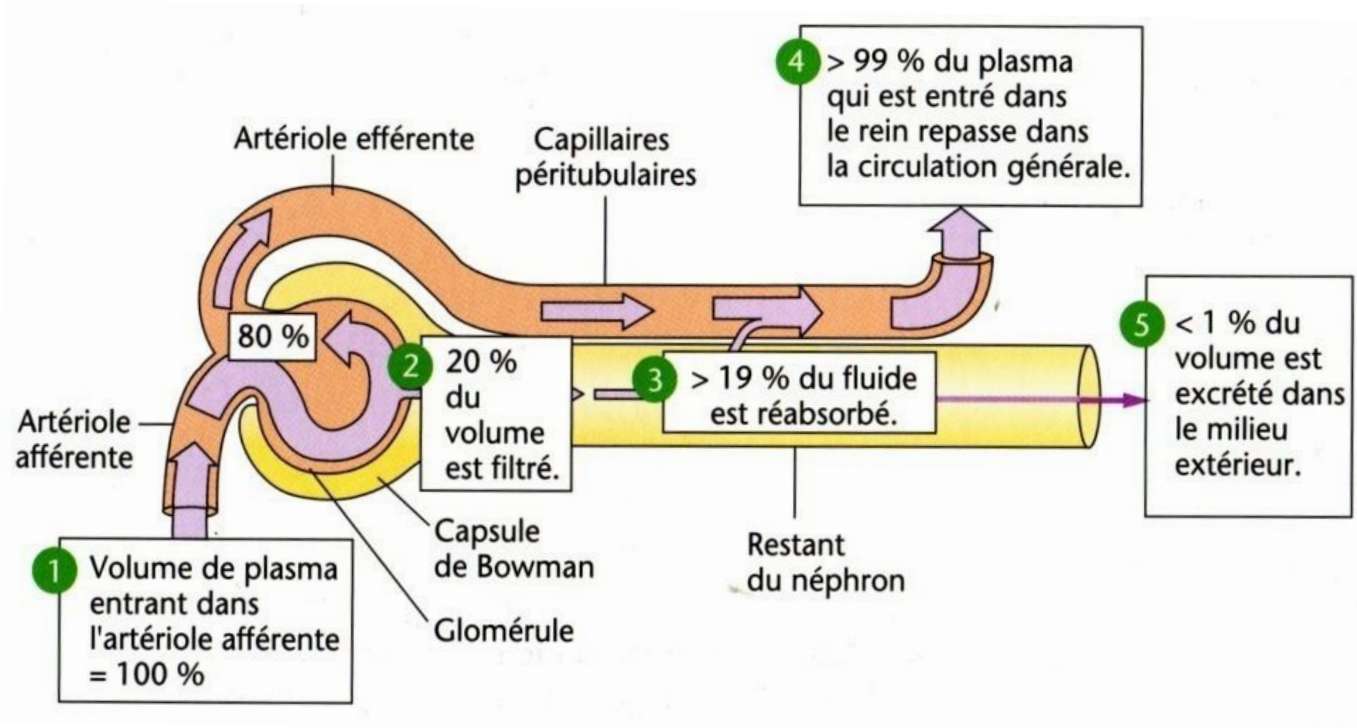
Le filtrat glomérulaire

- Ultrafiltrat de plasma **sans protéines**
- **Osmolarité ~300 mosmoles par litre**
- **Composition identique à celle du plasma** sauf pour les substances liées aux protéines plasmatiques :
 - Ca^{++} (lié à 40%)
 - Acides gras
 - Hormones stéroïdiennes
 - Certains médicaments

Maladie rénale : protéinurie



Fraction de filtration et débit de filtration glomérulaire



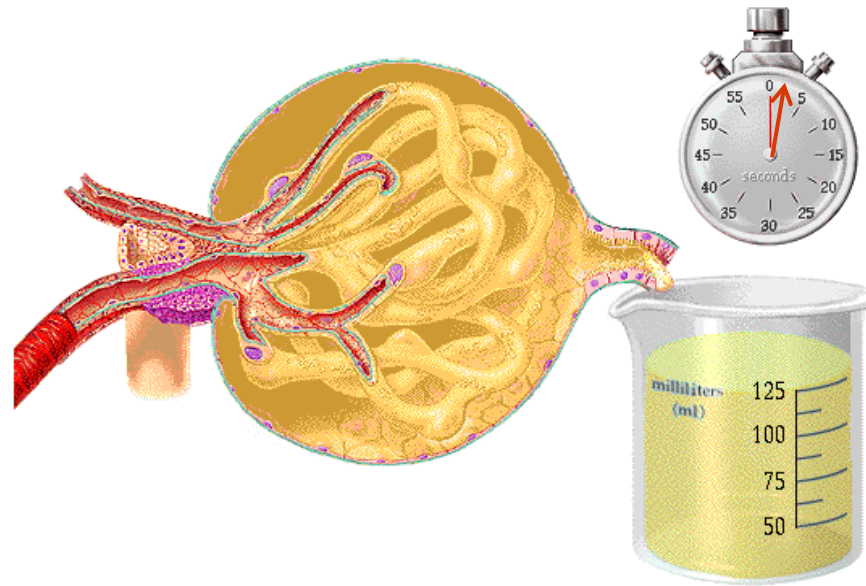
- Fraction de filtration = 20%
- Débit plasmatique rénal ~ 625 ml/min
- **Débit de filtration glomérulaire (DFG) = 125 ml/min pour les deux reins**

Les chiffres de la filtration glomérulaire

- **Chaque jour le plasma sanguin (environ 3 litres) est filtré près de 60 X**
- **180 litres de filtrat** traversent le filtre glomérulaire
- 180 litres d'eau = 4 X l'eau corporelle totale et 10 X l'eau extracellulaire d'un adulte de 70 kg

Régulation du débit de filtration glomérulaire

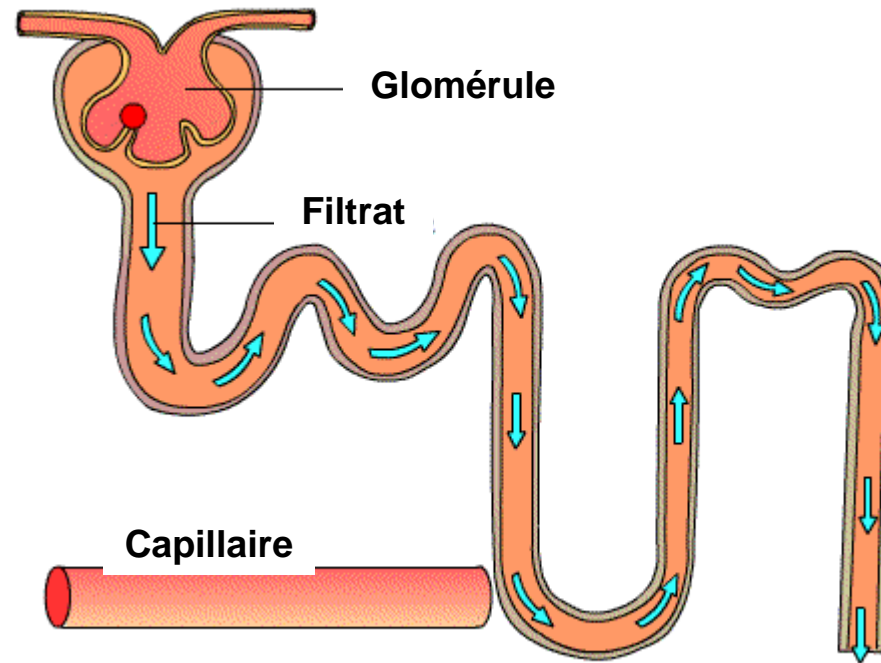
- DFG constant à 125 ml/min, 180 L/jour
- Mécanisme efficace pour des valeurs de pression artérielle moyenne entre 80 et 180 mmHg



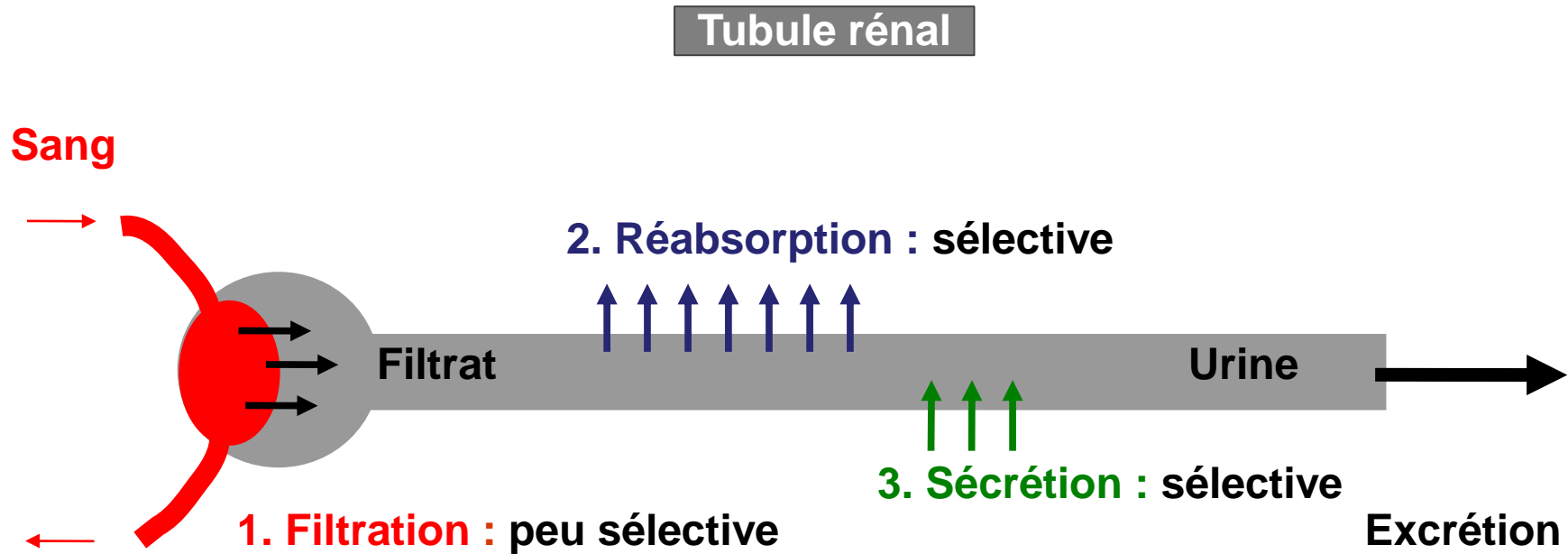
Quand la pression chute **en-dessous de 45 mmHg** (choc), la filtration s'arrête → **anurie : insuffisance rénale aigue**

Chapitre 5.

Réabsorption et sécrétion tubulaires

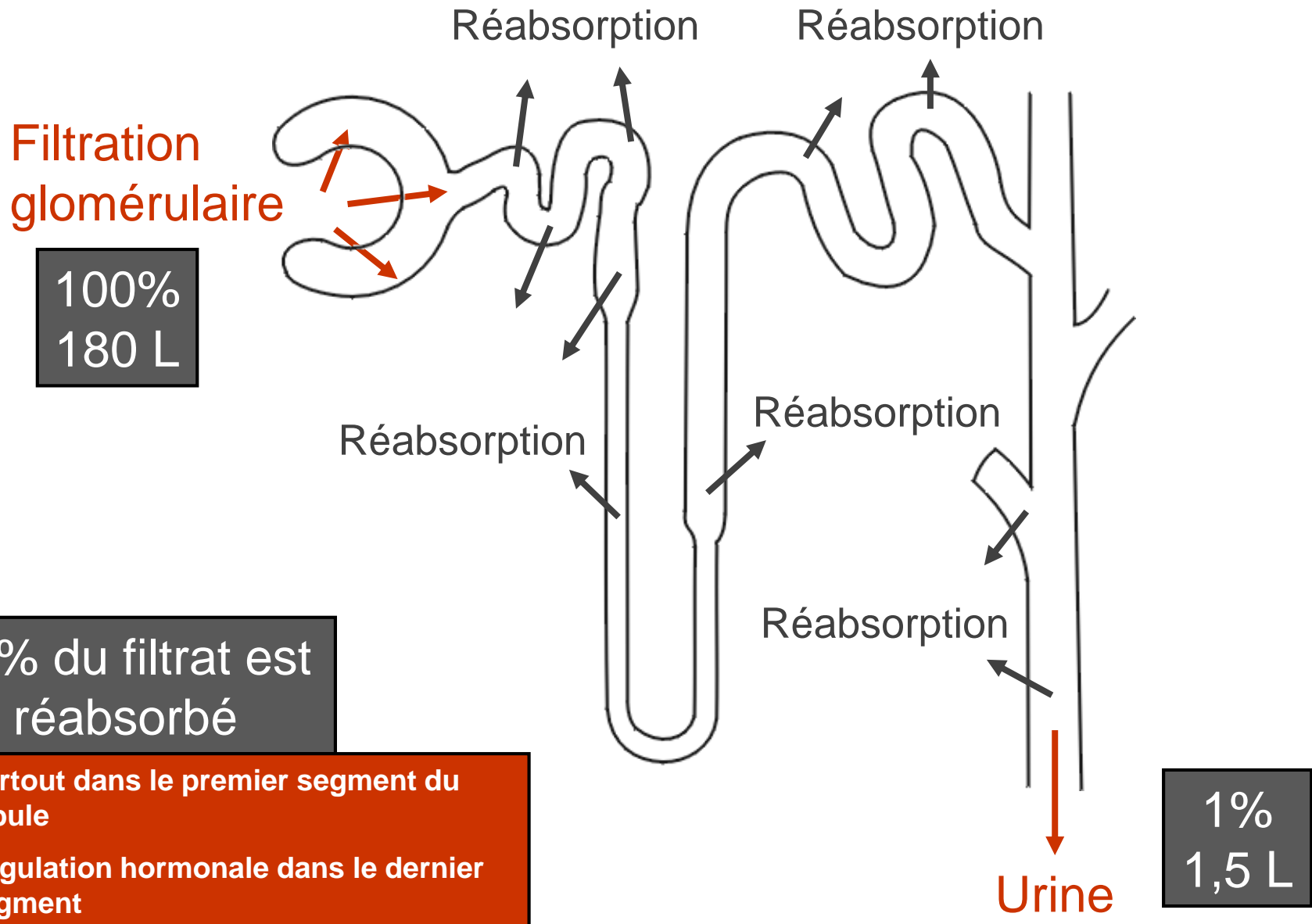


La fonction rénale



Quantité excrétée = quantité filtrée – quantité réabsorbée + quantité sécrétée

La réabsorption tubulaire

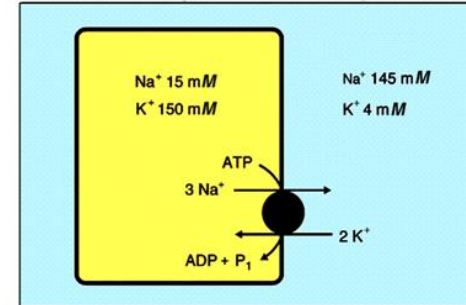


99% du filtrat est réabsorbé

- Surtout dans le premier segment du tubule
- Régulation hormonale dans le dernier segment

Les mécanismes de réabsorption

- Mouvement d'une substance d'un côté à l'autre de la paroi du tubule rénal
- **Transport direct** : ex. pompe $\text{Na}^+\text{-K}^+$
- **Transport indirect** : ex. passage entre les cellules



Certains mécanismes de transport sont saturables

En général, limite = nombre de transporteurs

Exemple du **glucose**

Si le taux de glucose du sang est trop élevé (ex. diabète) , le mécanisme de transport du glucose est dépassé

→ une partie du glucose n'est pas réabsorbée et se retrouve dans l'urine



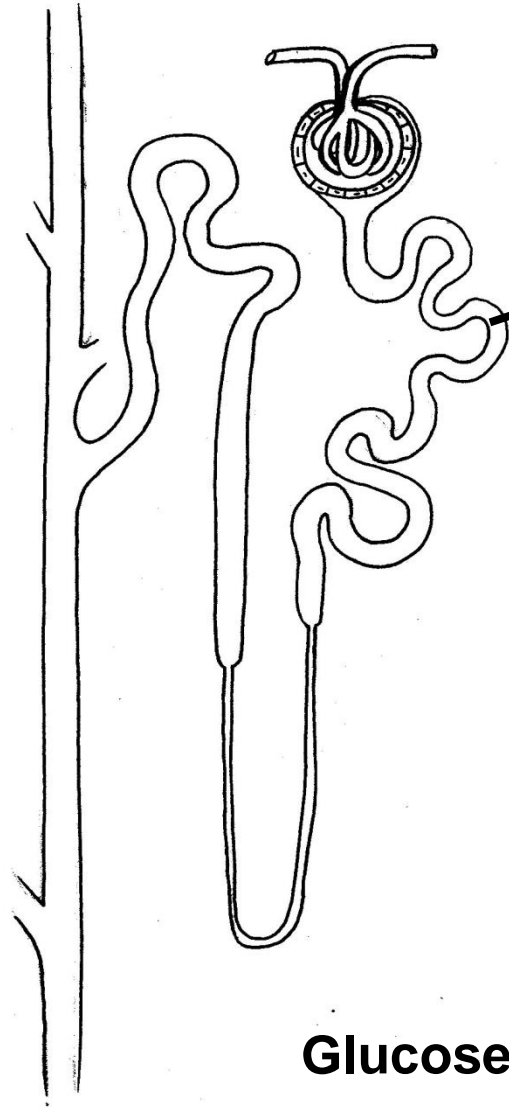
Glycosurie

Sécrétion tubulaire

- **Transporteurs spécifiques**
- Sécrétion de **déchets** métaboliques et de xénobiotiques :
 - Elimination de déchets réabsorbés passivement comme l'acide urique
 - Exemple de la pénicilline (sa sécrétion rapide peut poser problème)
- Importante pour la **régulation de l'homéostasie** : **H⁺, K⁺**

Réabsorption du sodium et de l'eau

- Réabsorption **obligatoire** (non contrôlée) :
1^{ère} partie du tubule (tubule proximal)
- Réabsorption **facultative** (contrôlée) :
contrôle hormonal dans la **dernière partie**
du tubule



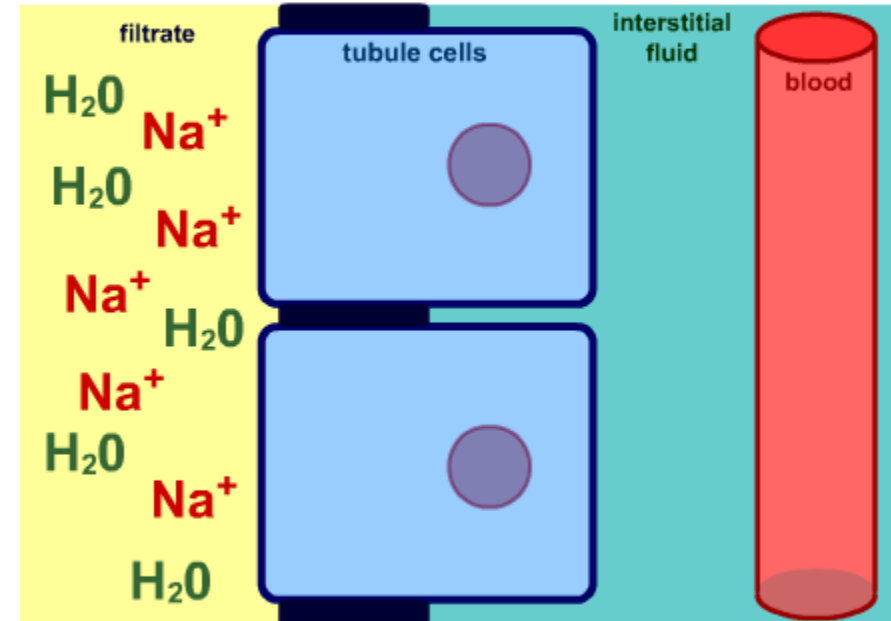
**Tubule
proximal**

**65% du sodium
et de l'eau
très rapidement réabsorbés
Réabsorption obligatoire**

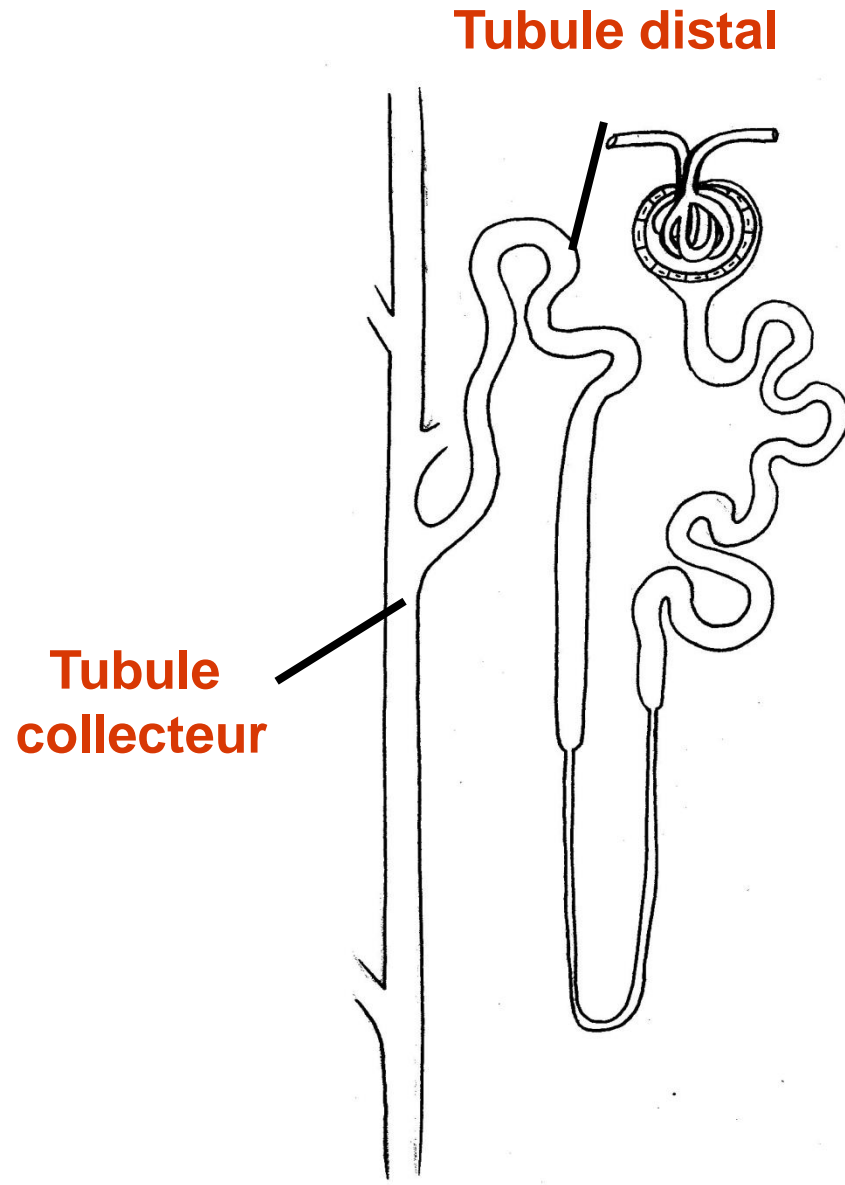
**Glucose, acides aminés, lactates et
vitamines entièrement réabsorbés**

Réabsorption obligatoire

- Réabsorption par transport actif du Na^+
- Hypertonie du liquide interstitiel
- L'eau se déplace par **osmose**
- Réabsorption passive mais très rapide
- Lorsque la membrane tubulaire est perméable à l'eau, les échanges sont **iso-osmotiques**



L'eau suit le sodium



Réabsorption **facultative** de
sodium et d'eau
et
Sécrétion

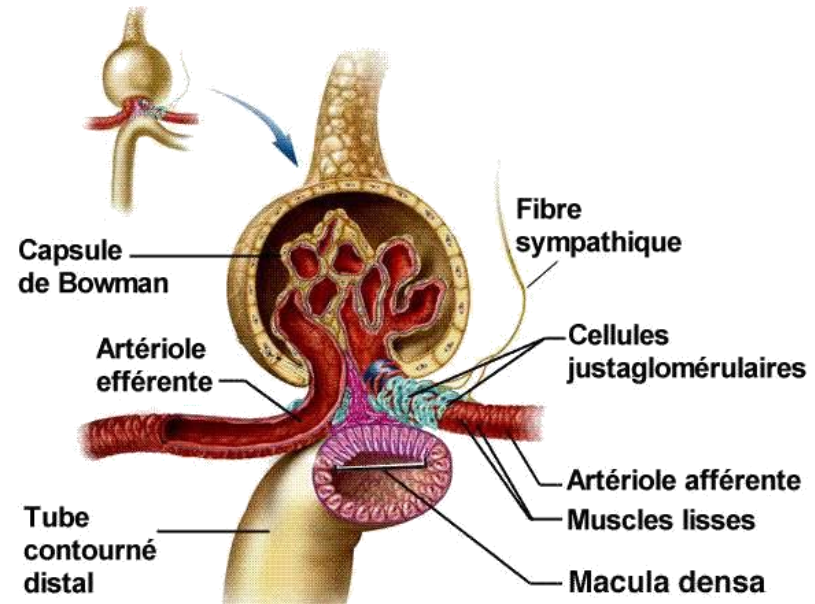
Sous le contrôle de :

- **aldostérone** produite par les surrénales (**sodium**)
- hormone antidiurétique ou **vasopressine** sécrétée par l'hypophyse (**eau**)

Le système rénine-angiotensine-aldostérone

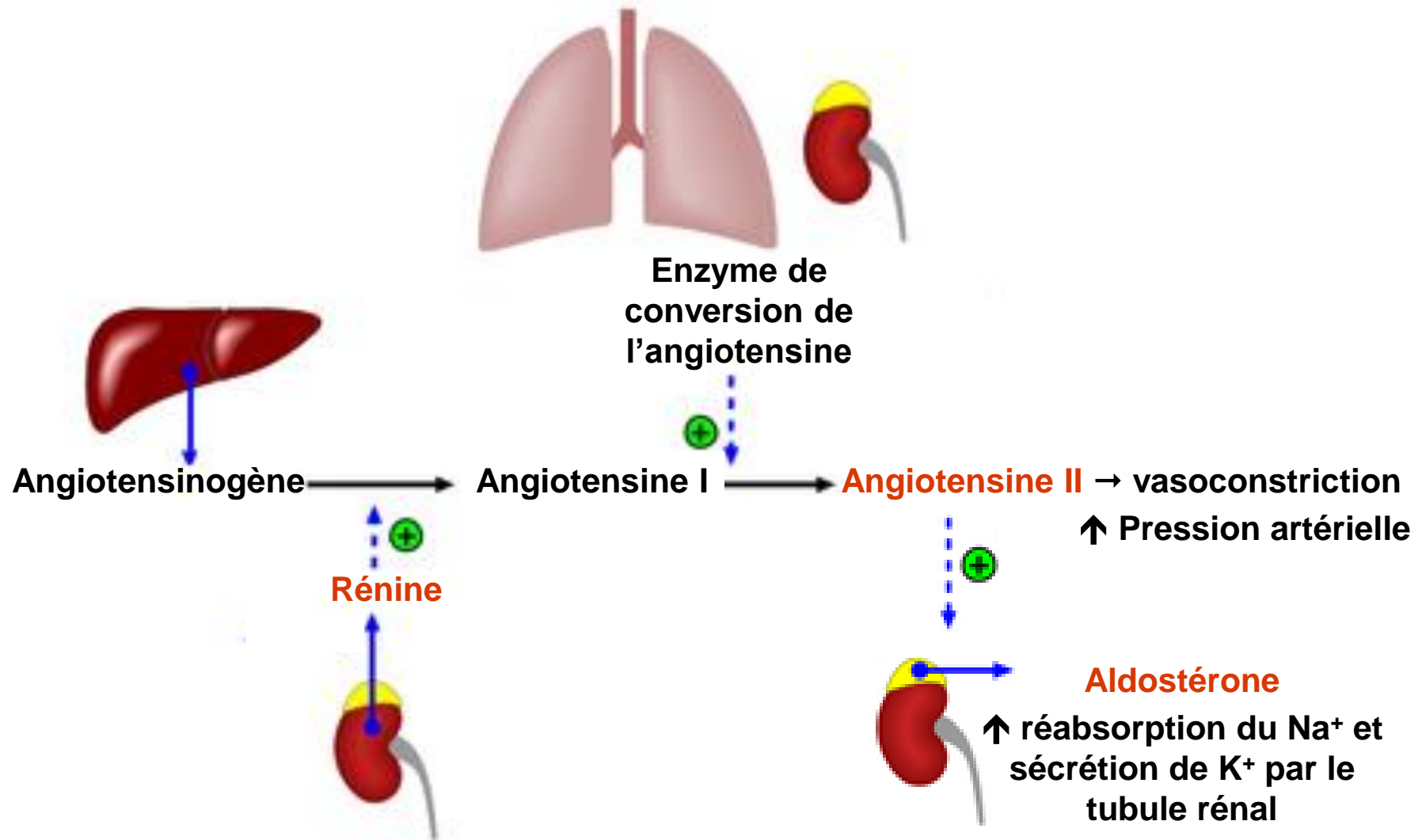
En réponse à :

- Diminution de la pression artérielle
- Diminution de l'osmolarité plasmatique
- Stimulation du système nerveux sympathique

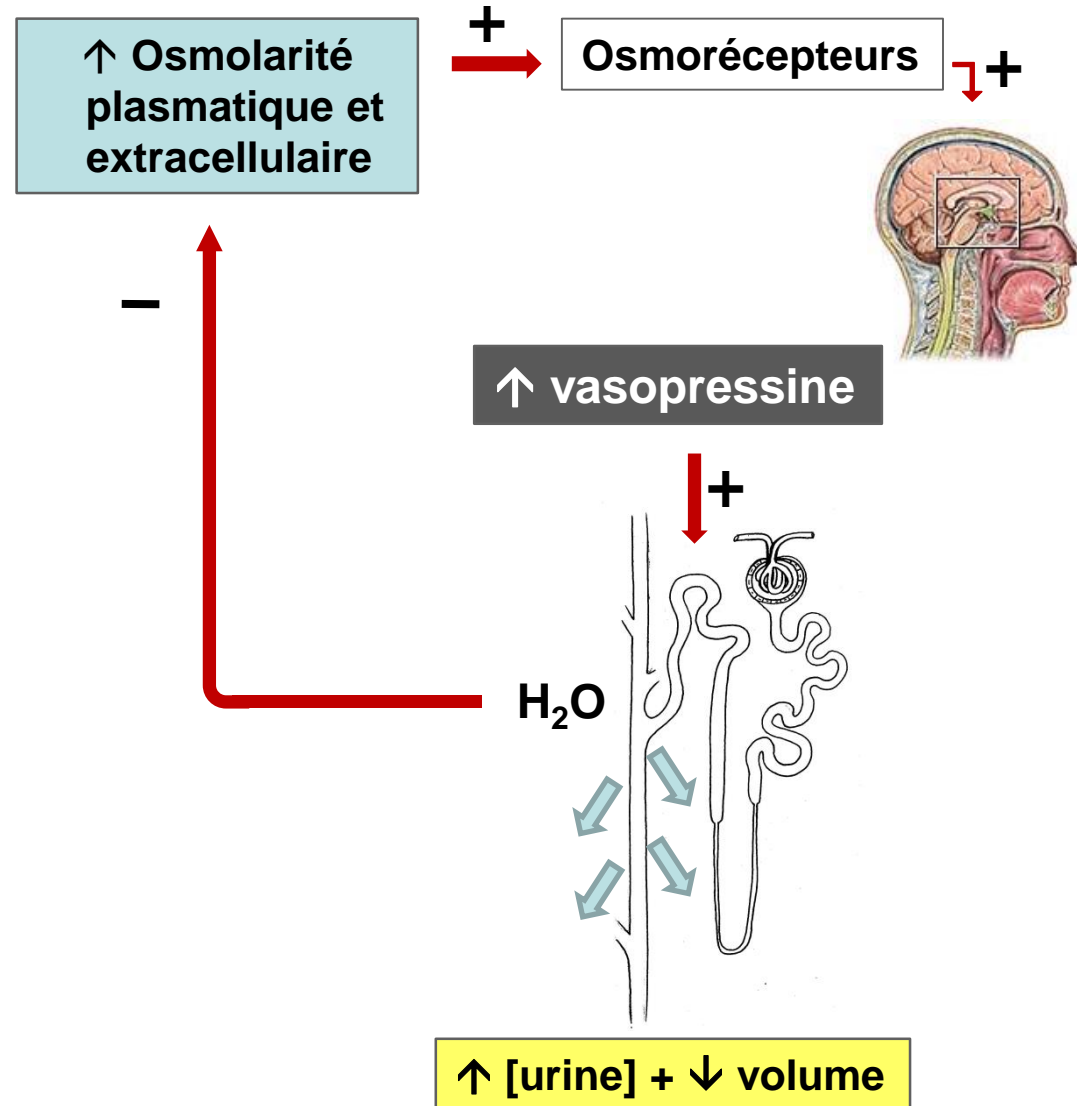


Les cellules juxta-glomérulaires réagissent
en sécrétant de la **rénine**

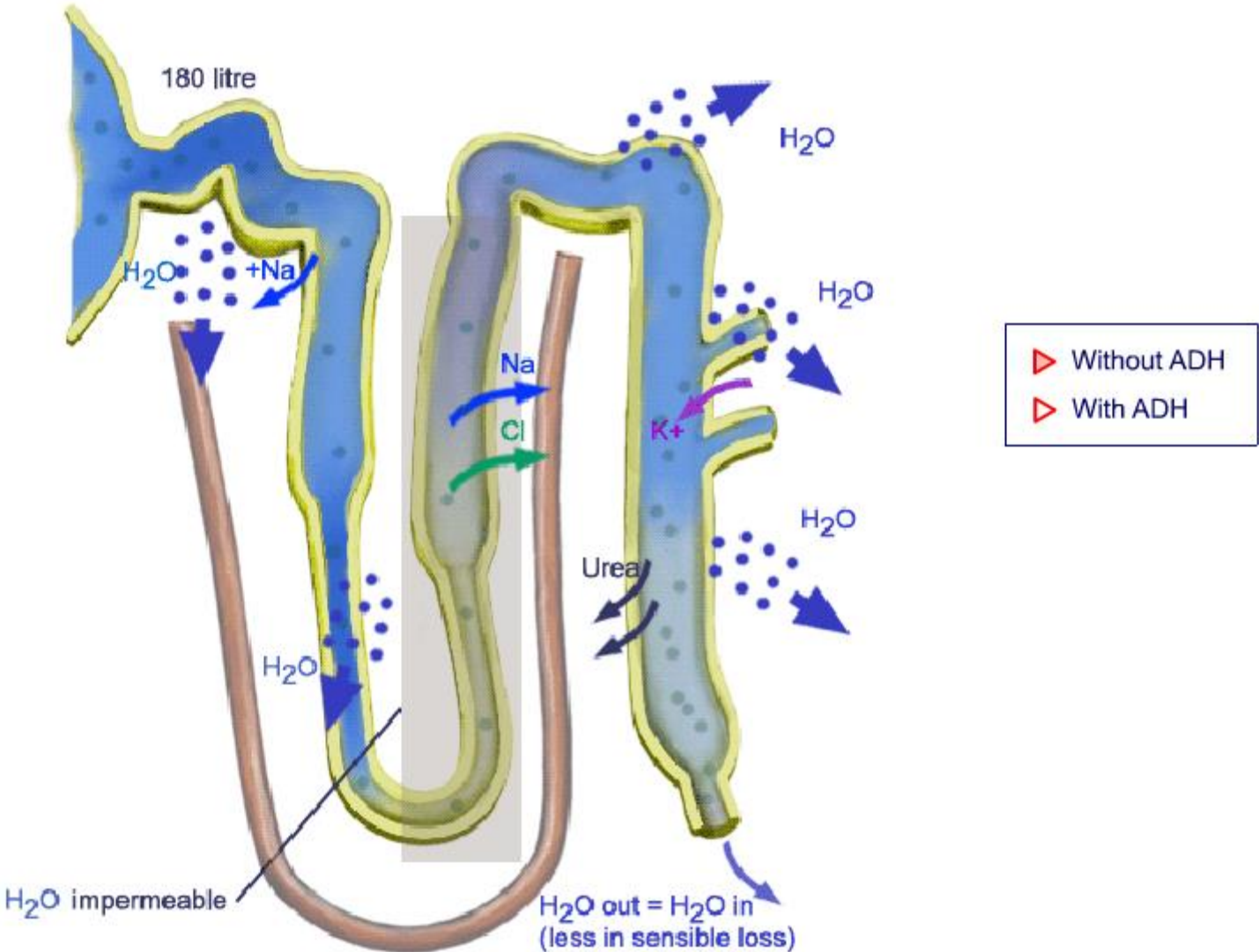
Le système rénine-angiotensine-aldostérone



Effets de la vasopressine



Effets de la vasopressine



Réabsorption et sécrétion dans le tubule distal et dans le tubule collecteur

Régulation du Na⁺, du K⁺ et de l'eau

- Réabsorption de Na⁺
- Sécrétion de K⁺
- Réabsorption d'eau *en présence de vasopressine*

Equilibre acido-basique

- Réabsorption ou sécrétion de bicarbonates (HCO₃⁻) et de protons (H⁺)

Régulation de l'équilibre acido-basique

Qu'est-ce que le pH ?

- **pH = potentiel hydrogène**
- Représente la quantité d'ions hydrogènes H⁺ (protons) dans une solution

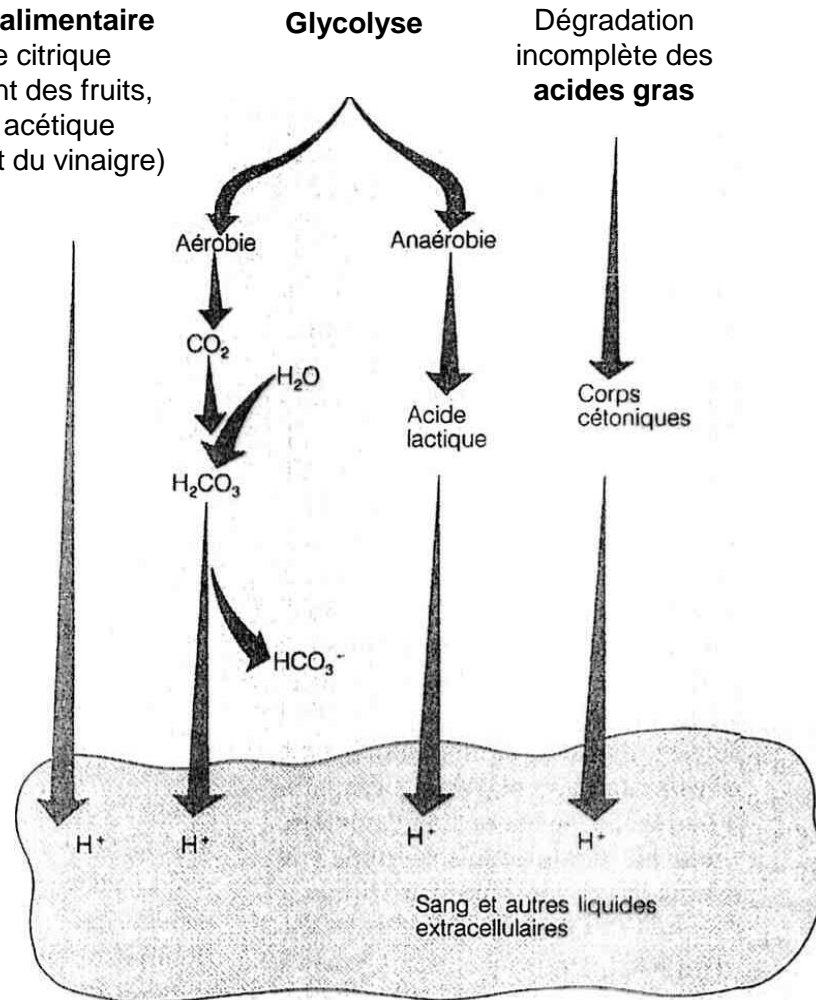
$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

- [H⁺] exprimée en moles par litre
- Ex : 10⁻⁷ moles par litre de H⁺ → **pH = -log 10⁻⁷ = 7**

Sources d'ions H^+ dans l'organisme

Principale source : métabolisme cellulaire

Régime alimentaire
(acide citrique
provenant des fruits,
acide acétique
provenant du vinaigre)

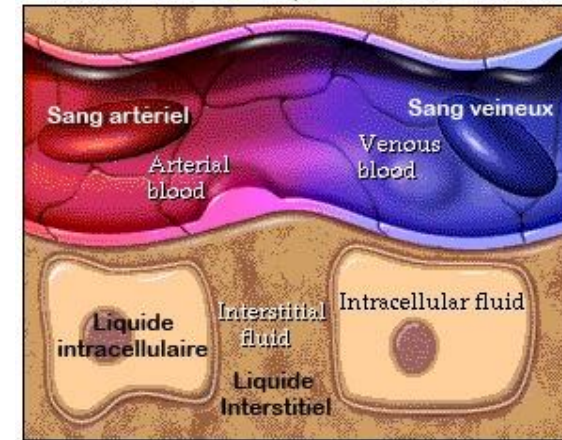


- De petites quantités de substances acides pénètrent dans l'organisme par l'intermédiaire des **aliments**
- Le catabolisme des triglycérides produit des acides gras dont la dégradation entraîne la formation de corps cétoniques (dont l'**acétone**)
- La dégradation anaérobie du glucose produit de l'**acide lactique**
- La dégradation aérobie du glucose produit du CO_2 qui se dissous dans l'eau pour former l'**acide carbonique H_2CO_3** qui peut libérer des protons

Le pH des liquides de l'organisme

Le pH optimal de la plupart des liquides de l'organisme varie peu :

- sang artériel **7,4**
- sang veineux et liquide interstitiel **7,35**
- liquide intracellulaire **7,0**



Quelques exceptions :

	pH
Suc gastrique	0,8
Urine (acidité maximale)	4,5
Suc pancréatique	8,0

- Risque létal lorsque le pH sanguin s'écarte de plus de quelques dixièmes d'unités des limites normales

Un pH du sang artériel $> 7,45$
détermine l'**alcalose**

Un pH du sang artériel $< 7,35$
détermine l'**acidose**

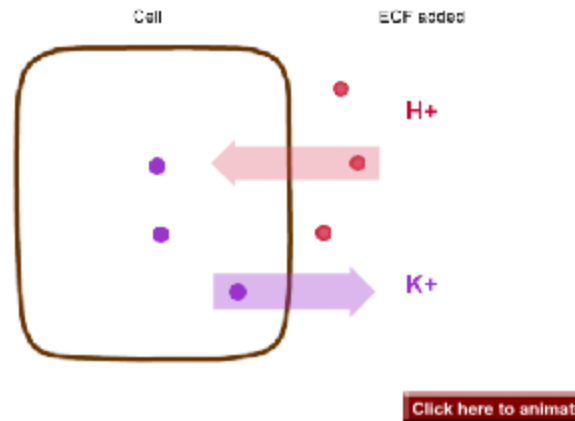
Pourquoi réguler étroitement le pH ?

- **Protéines** intracellulaires, enzymes et canaux membranaires **très sensibles au pH** (modification de leur structure et donc de leur activité)
- **Modifications de l'excitabilité neuronale**
Diminution de l'activité nerveuse en situation d'acidose, hyperexcitabilité en situation d'alcalose
- **Modifications de la concentration en ions K^+** du fait des échanges $H^+ - K^+$
Le déséquilibre potassique peut créer des **troubles de l'excitabilité cardiaque**

Interaction entre le pH et la kaliémie

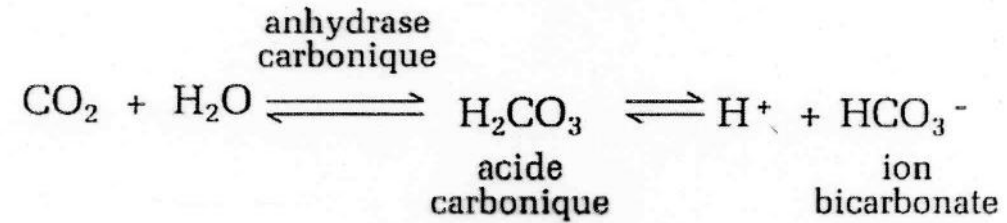
Echanges d'ions H^+ et K^+ entre le plasma et les cellules

- En cas d'**acidose** (entrée de H^+ dans les cellules), le K^+ est relâché des cellules vers le sang et la **kaliémie s'élève**



- En cas d'**alcalose**, le phénomène inverse se produit et la **kaliémie baisse**

Régulation du pH



Equilibre

entre le **CO₂** dissous et l'**acide carbonique**
entre l'**acide carbonique** et les ions **HCO₃⁻** et **H⁺**

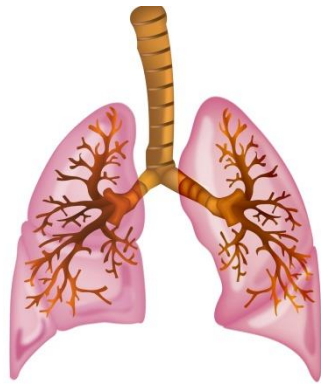
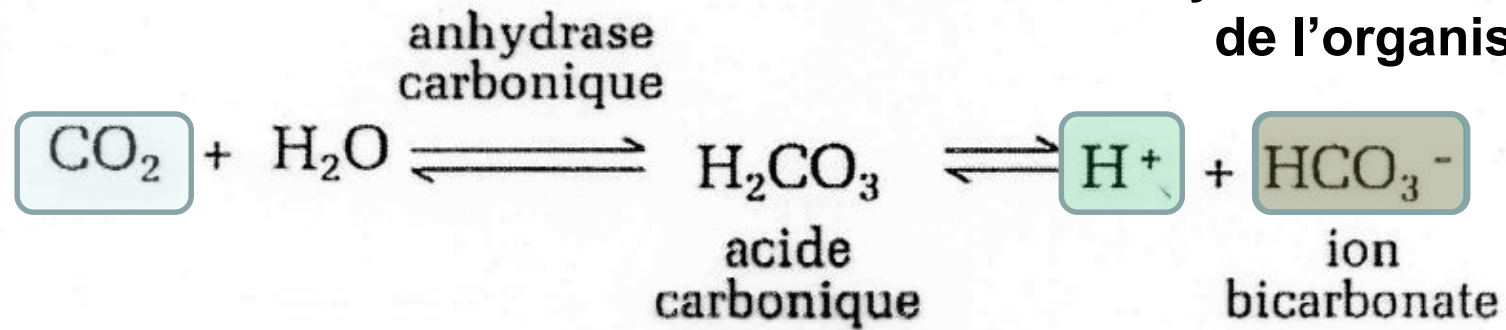
L'augmentation d'une des substances de cette relation pousse la réaction en sens opposé afin de rétablir l'équilibre

$$\text{pH} \approx \log \left[\frac{\text{HCO}_3^-}{P_{\text{CO}_2}} \right]$$

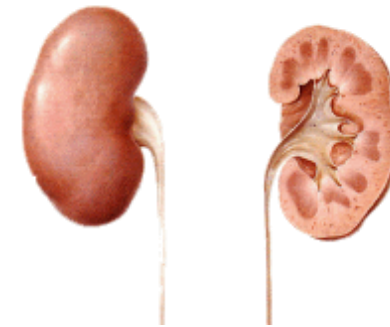
Les 3 systèmes physiologiques de maintien du pH

Maintien du pH artériel entre 7,35 et 7,45

1. Systèmes tampons de l'organisme



2. Régulation respiratoire



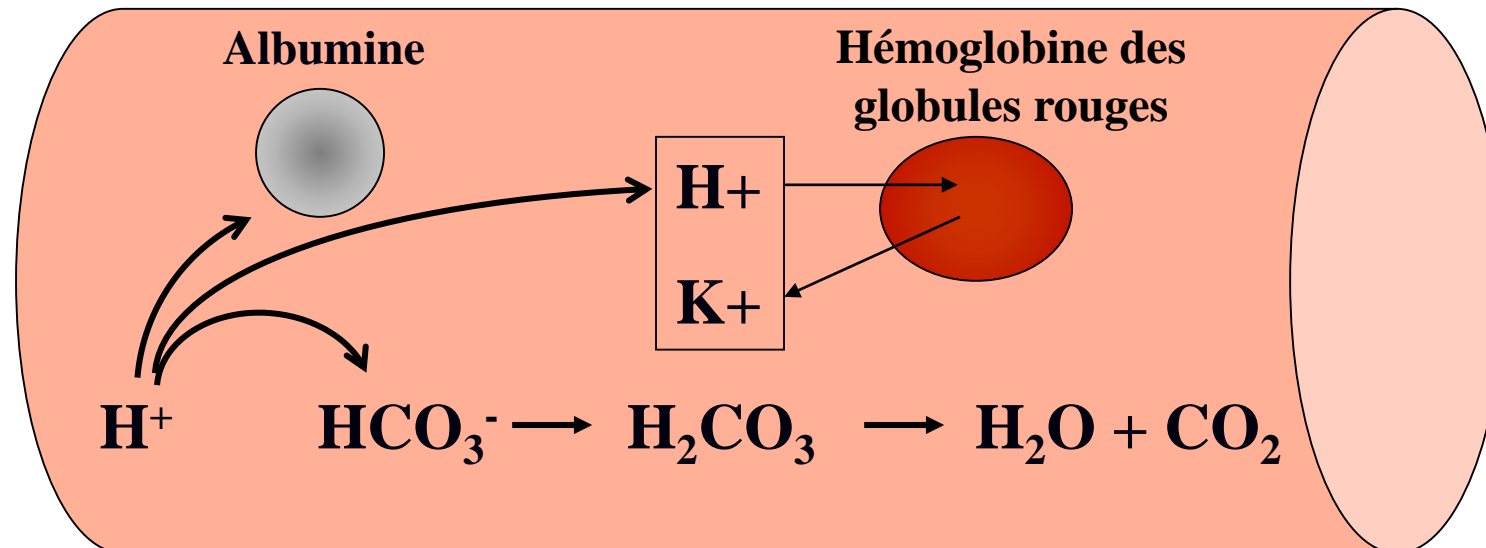
3. Régulation rénale

Régulation du pH

1. Les systèmes tampons de l'organisme

- Intracellulaires : protéines (ex: hémoglobine), phosphates
- Extracellulaires : HCO_3^- , protéines (ex : albumine)

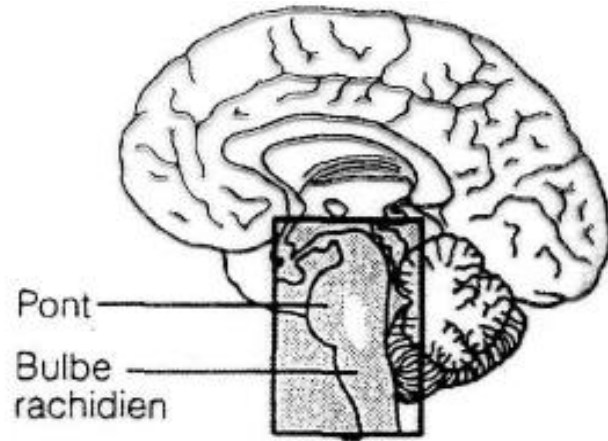
$[\text{HCO}_3^-]$ = réserve alcaline = 25 mmol/L



Régulation du pH

2. Régulation respiratoire

Via les **centres respiratoires du tronc cérébral**



$$\text{pH} \approx \log \frac{[\text{HCO}_3^-]}{P_{\text{CO}_2}}$$

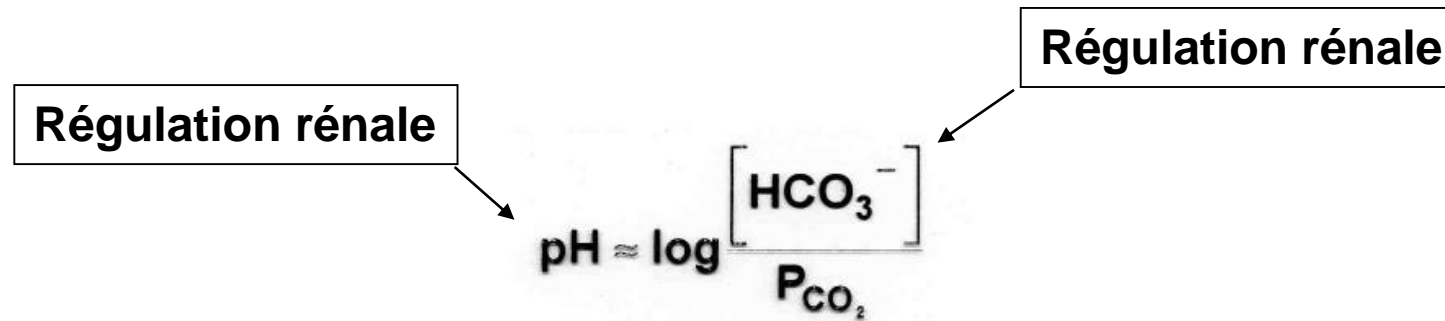
Régulation respiratoire

Ajustement du pH par la ventilation pulmonaire :

- ↑ ventilation, ↓ CO₂, ↑ pH
- et vice-versa...

Régulation du pH

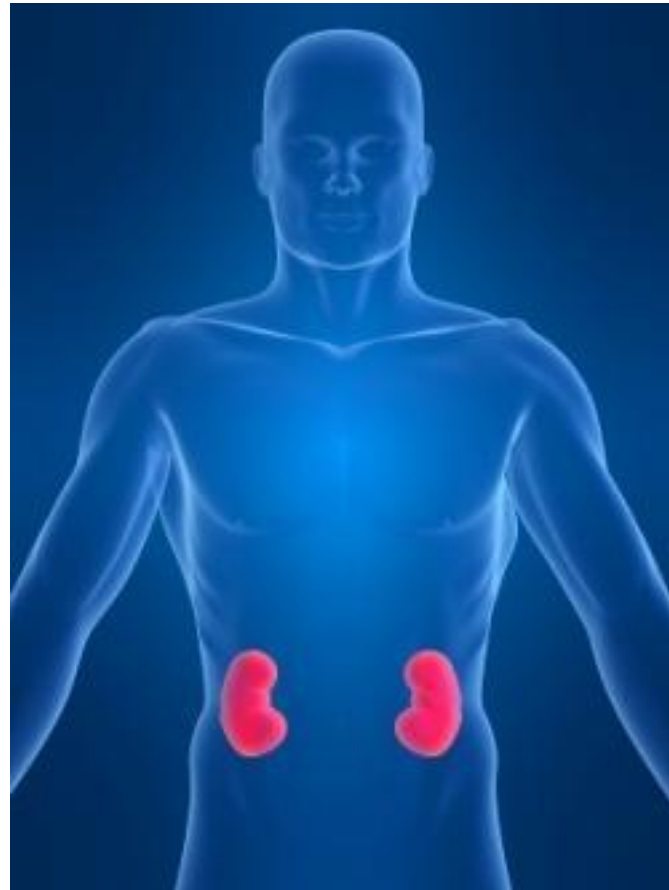
3. Régulation rénale



- La régulation rénale du pH s'effectue par deux mécanismes dans le tubule distal et le tubule collecteur :
 - En cas d'acidose : **excrétion des H⁺ et réabsorption des bicarbonates**
 - En cas d'alcalose : **excrétion des bicarbonates et réabsorption des H⁺**

Chapitre 6.

Mesure de la fonction rénale : la clairance rénale



La clairance

- Vitesse à laquelle une substance disparaît de l'organisme
 - Excrétion et/ou métabolisme
 - Rein, foie, poumons, salive, sueur, cheveux
- **Volume de plasma** complètement épuré d'une substance **par unité de temps**

Clairance rénale

Permet d'évaluer la fonction rénale :
mesure du **débit de filtration glomérulaire**

Mesure du débit de filtration glomérulaire

Clairance de la créatinine

- Déchet métabolique (catabolisme de la créatine musculaire)
- Dépend de la masse musculaire
- Production et concentration plasmatique stables d'un jour à l'autre
- Entièrement filtrée → estimation du DFG fiable = 85-125 mL/min chez l'adulte

$$\begin{array}{l} \text{Débit de filtration glomérulaire (ml/min)} \\ \text{ou} \\ \text{Clairance de la créatinine (Cr)} \end{array} = \frac{\text{Concentration urinaire Cr} \times \text{débit urinaire (ml/min)}}{\text{Concentration plasmatique Cr}}$$

Estimation de la clairance de la créatine par la formule de Cockcroft

- Permet le calcul de la clairance uniquement à partir d'un prélèvement sanguin
- La **formule de Cockcroft** estime :

Concentration urinaire Cr x débit urinaire
à partir de 3 paramètres : l'**âge**, le **poids** corporel et du **sexe**

$$\begin{array}{c} \text{Débit de filtration glomérulaire (ml/min)} \\ \text{ou} \\ \text{Clairance de la créatinine} \end{array} = \frac{\text{K} \times \text{poids} \times (140 - \text{âge})}{\text{Concentration plasmatique Cr}}$$

où **K** = **1,23** chez l'**homme** et **1,04** chez la **femme**

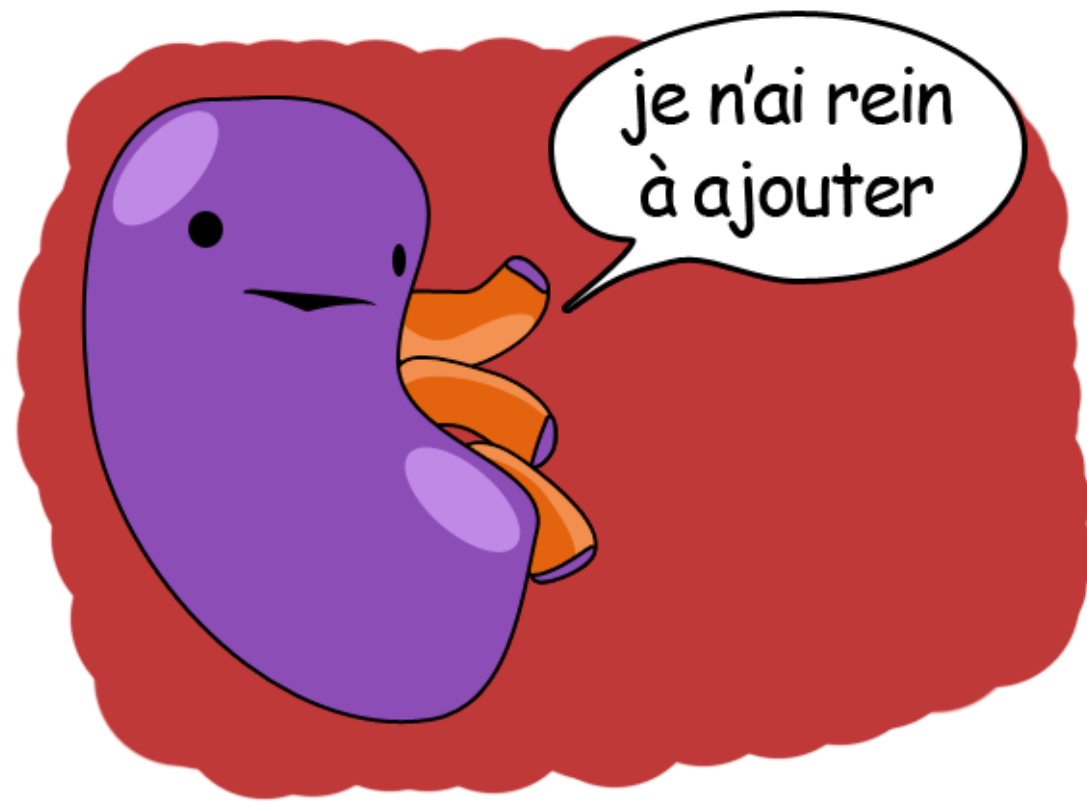
- Pas fiable chez l'enfant, la femme enceinte, les sujets obèses ou âgés

Pour simplifier

Sans faire de calcul, on considère comme normales les valeurs de créatinine plasmatique (créatininémie) situées entre :

Chez l'homme : 80 et 110 $\mu\text{mol/L}$

Chez la femme : 60 et 90 $\mu\text{mol/L}$



je n'ai rien
à ajouter

Mentions Légales

L'ensemble de ce document relève des législations française et internationale sur le droit de l'auteur et la propriété intellectuelle. Tous les droits de reproduction de tout ou partie sur l'ensemble des documents sont réservés pour les textes ainsi que pour l'ensemble des documents iconographiques, photographiques, vidéos et sonores.

Ce document est interdit à la vente ou à la location. Sa diffusion, duplication, mise à disposition du public (sous quelque forme ou support que ce soit), mise en réseau, partielle ou totale, sont strictement réservées aux Instituts de Formation en Soins Infirmiers de la région Rhône-Alpes.

L'utilisation de ce document est strictement réservée à l'usage privé des étudiants inscrits dans les Instituts de Formation en Soins Infirmiers de la région Rhône-Alpes, et non destinée à une utilisation collective, gratuite ou payante.

L'utilisation de ce document est strictement réservée à l'usage privé des étudiants inscrits dans les Instituts de Formation en Soins Infirmiers de la région Rhône-Alpes, et non destinée à une utilisation collective, gratuite ou payante.