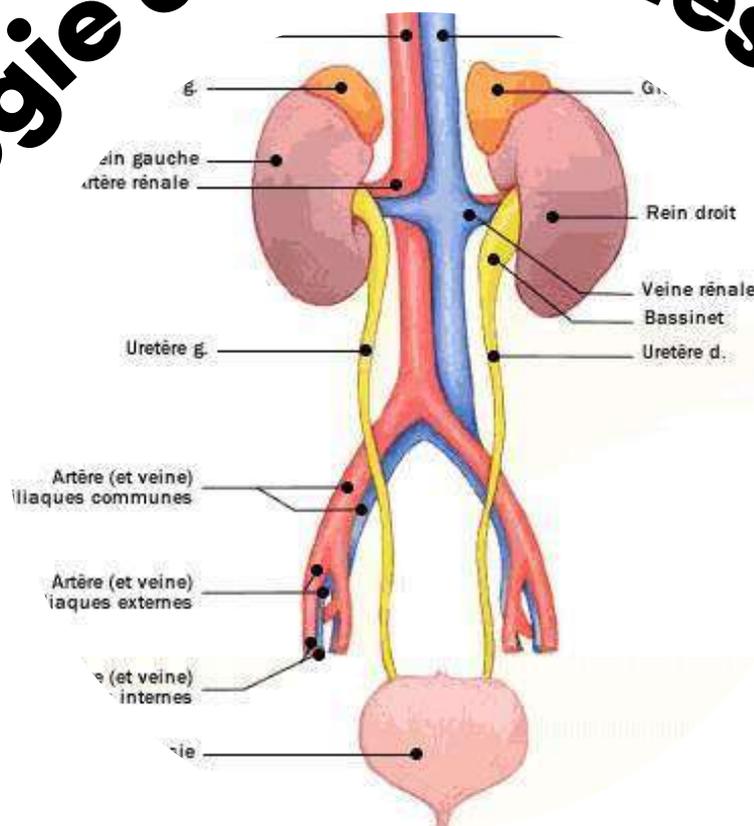


Physiologie des Grandes Fonctions



SCIENCES DE LA VIE



Shop



- Cahiers de Biologie + Lexique
- Accessoires de Biologie



Etudier



Visiter [Biologie Maroc](http://www.biologie-maroc.com) pour étudier et passer des QUIZ et QCM en ligne et Télécharger TD, TP et Examens résolus.



Emploi



- CV • Lettres de motivation • Demandes...
- Offres d'emploi
- Offres de stage & PFE



Université Cadi Ayyad Faculté Polydisciplinaire -Safi-



PHYSIOLOGIE DES GRANDES FONCTIONS

CHAPITRE IV: PHYSIOLOGIE RÉNALE

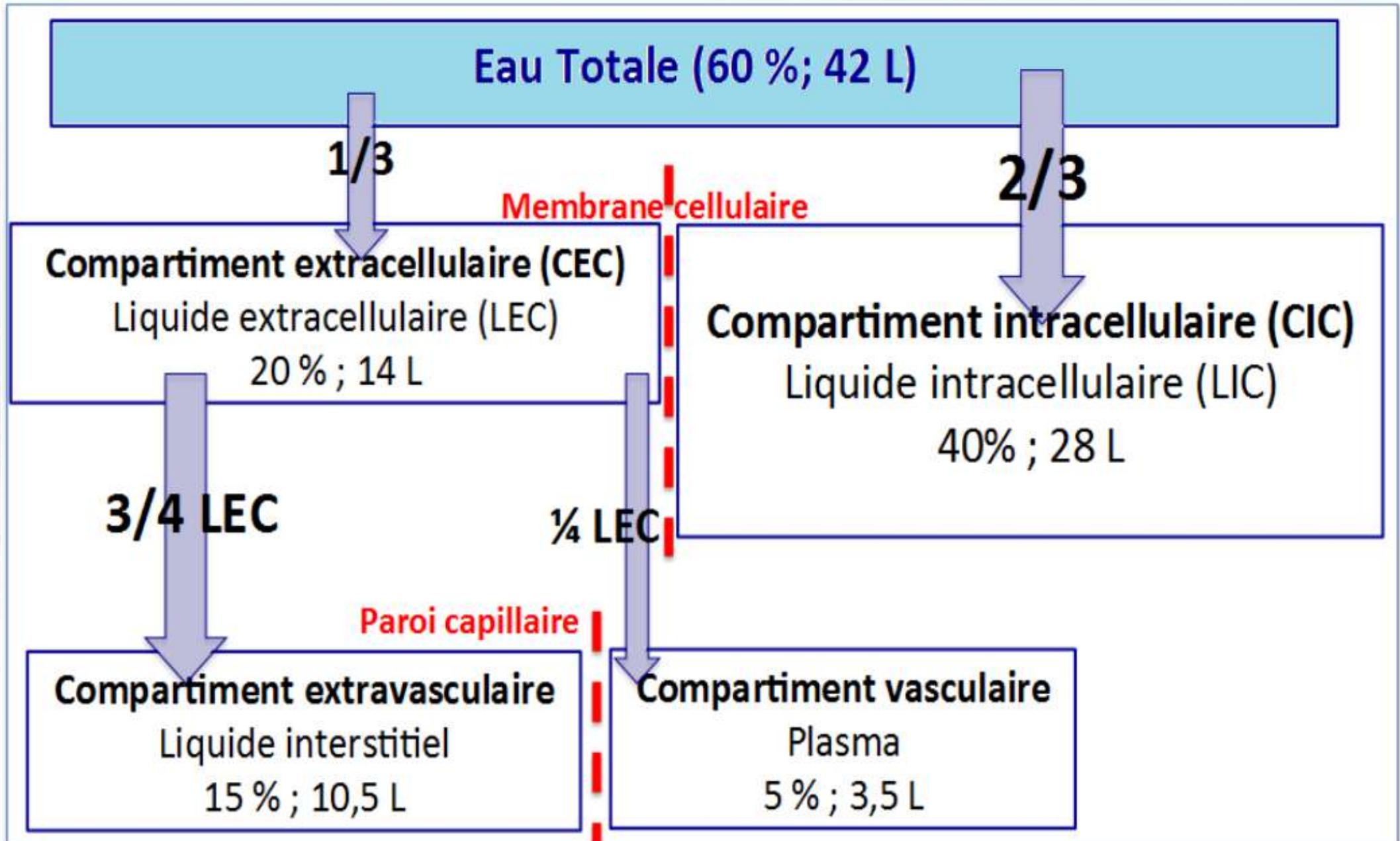
*Pr. LEMHADRI Ahmed.
(lemhadri@gmail.com)*

Année universitaire 2020-2021

INTRODUCTION

- **Le fonctionnement normal et la survie des cellules requièrent deux conditions:**
 - **Le métabolisme: production de l'ATP à partir des nutriments. Ces réactions s'accompagnent de la production des déchets métaboliques (doivent être éliminés).**
 - **La stabilité du volume et de la composition en électrolytes du milieu intérieur.**
- **Plusieurs mécanismes régulateurs pour conserver la stabilité du milieu intérieur et l'élimination des déchets: peau, poumons, tube digestif et reins.**
- **Les reins sont les principaux responsables du maintien de la stabilité du milieu intérieur.**

Compartiments liquidiens de l'organisme:



Fonctions des reins

Rôle principal: maintien de l'homéostasie (= équilibre) du milieu intérieur

- **Epuration sélective des déchets de l'organisme**
- **Maintien de l'équilibre hydro-électrolytique (eau et électrolytes)**
 - **Maintien du pH sanguin.**

Régulation de la pression artérielle :

- **Par le biais de la régulation de la volémie, de la réabsorption de sel.**
- **Systeme rénine-angiotensine-aldostérone (SRAA).**

Sécrétion hormonale :

- **Erythropoïétine: maturation des globules rouges.**
 - **Rénine: rôle dans la pression artérielle (SRAA).**
- **Enzyme 1-alpha-hydroxylase qui active la vitamine D.**

Composition relativement stable à l'intérieur des limites physiologiques très étroites.

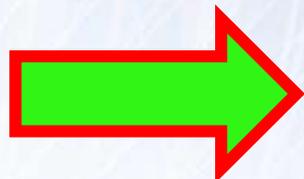
■ [Na⁺]:

- Hyponatrémie (< 100mEq/L): l'eau pénètre à l'intérieur des cellules (œdème cellulaire).
- Hypernatrémie (> 170mEq/L): eau sort des cellules.

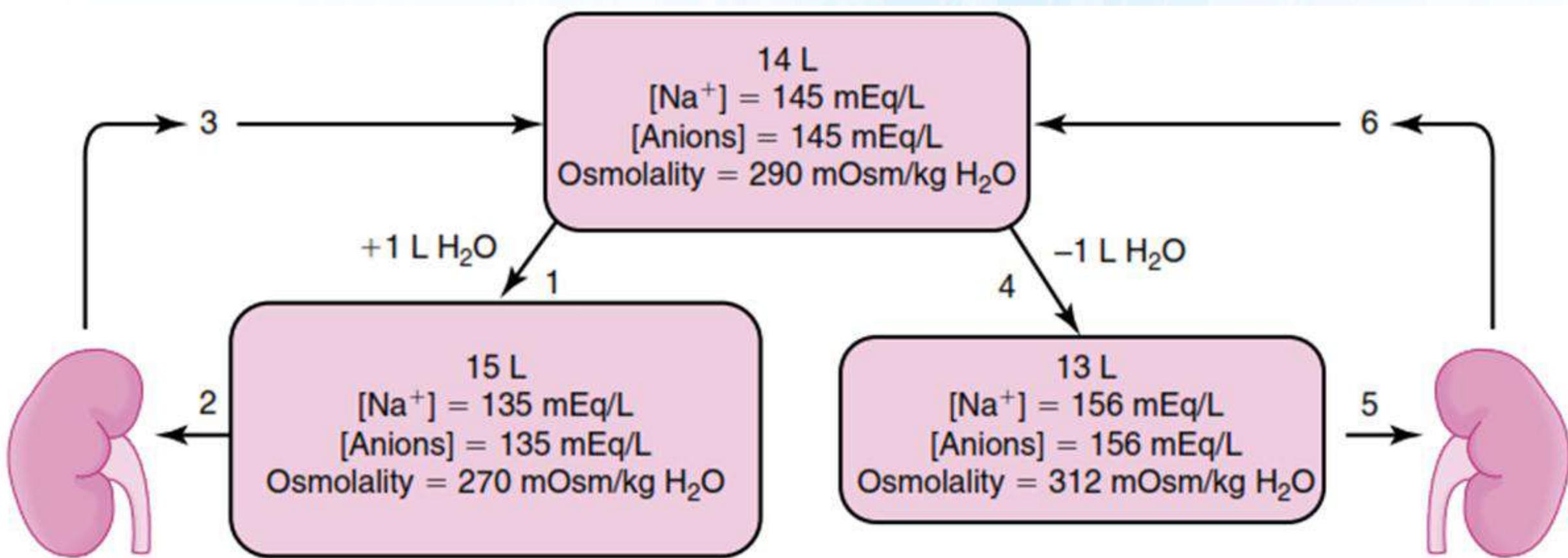
■ [K⁺]:

Si la [K⁺]_{plasmatique} est < à 2 ou > à 8 mEq/L, le rapport [K⁺]_{int}/ [K⁺]_{ext} change (normal = 33):

- hypopolarisation: (rapport augmente),
- Hyperpolarisation: (rapport diminue).



Changement de l'excitabilité des cellules nerveuses et musculaires.



Les reins excrètent 1L d'eau dans une urine diluée, le volume du LEC revient à 14L ce qui rétablit l'osmolalité plasmatique et la concentration du Na⁺.

Les reins excrètent une urine hyperosmotique, le volume du liquide extracellulaire revient à 14 litre, ce qui rétablit l'osmolalité et la concentration du Sodium

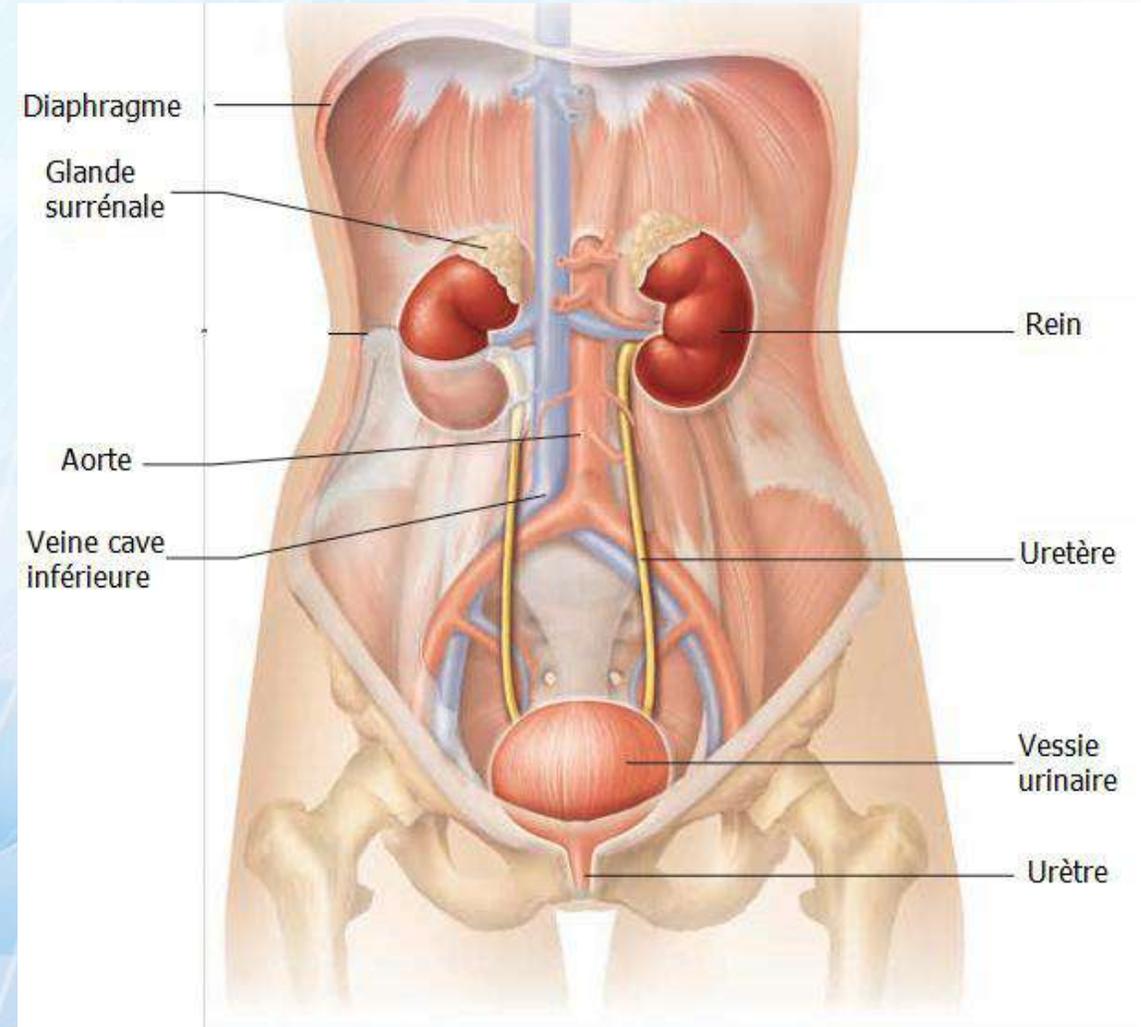
Rôle des reins dans l'équilibre hydrique de l'organisme.

Reins et appareil urinaire

□ L'appareil urinaire: **organes qui produisent l'urine (reins) et organes qui stockent/acheminent l'urine.**

□ Les reins, en produisant **l'urine**, permettent à l'organisme d'éliminer les déchets métaboliques.

□ Des mécanismes régulateurs permettent d'ajuster la **composition de l'urine en eau et en solutés** à fin de garantir l'homéostasie de l'organisme.



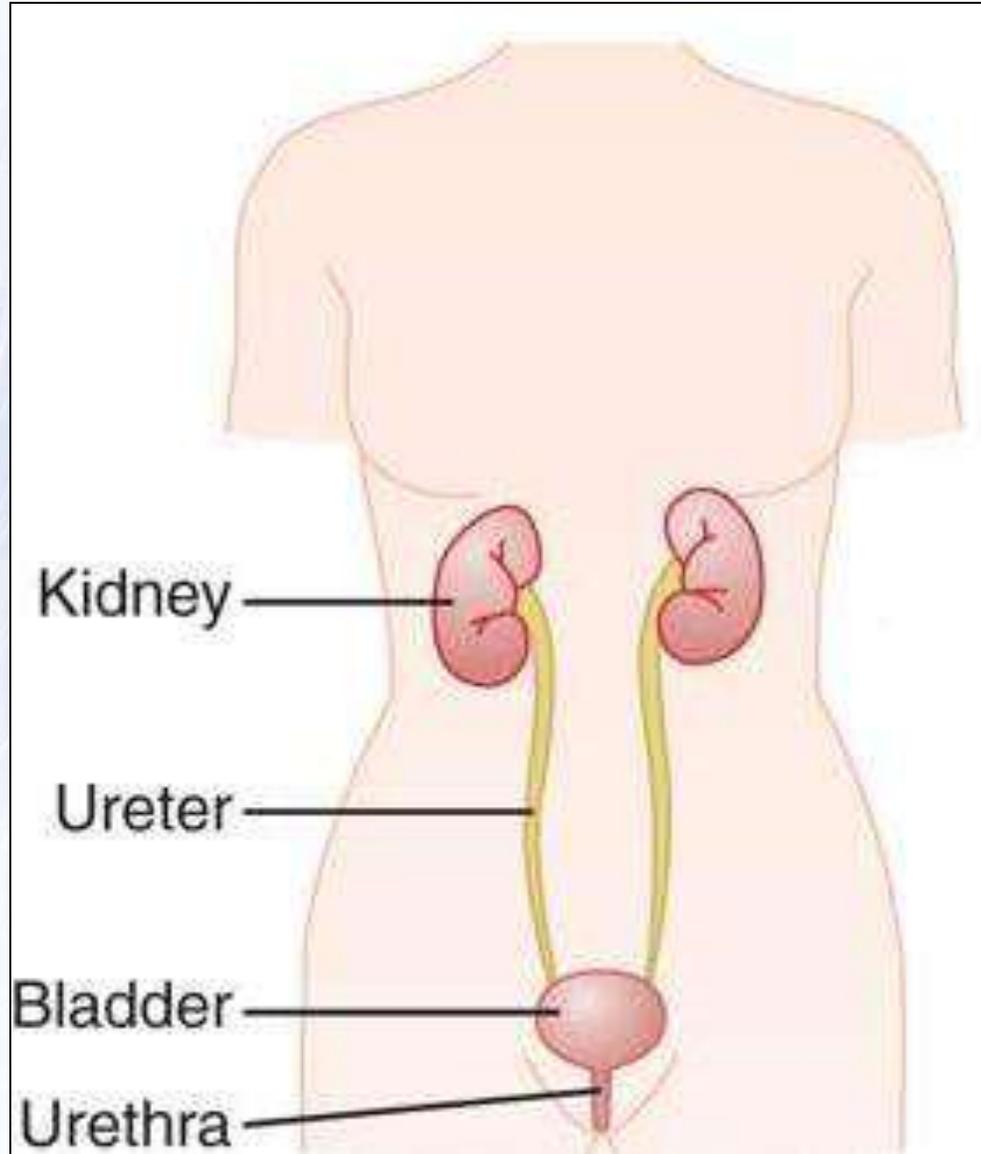
Anatomie du rein

-Généralités-

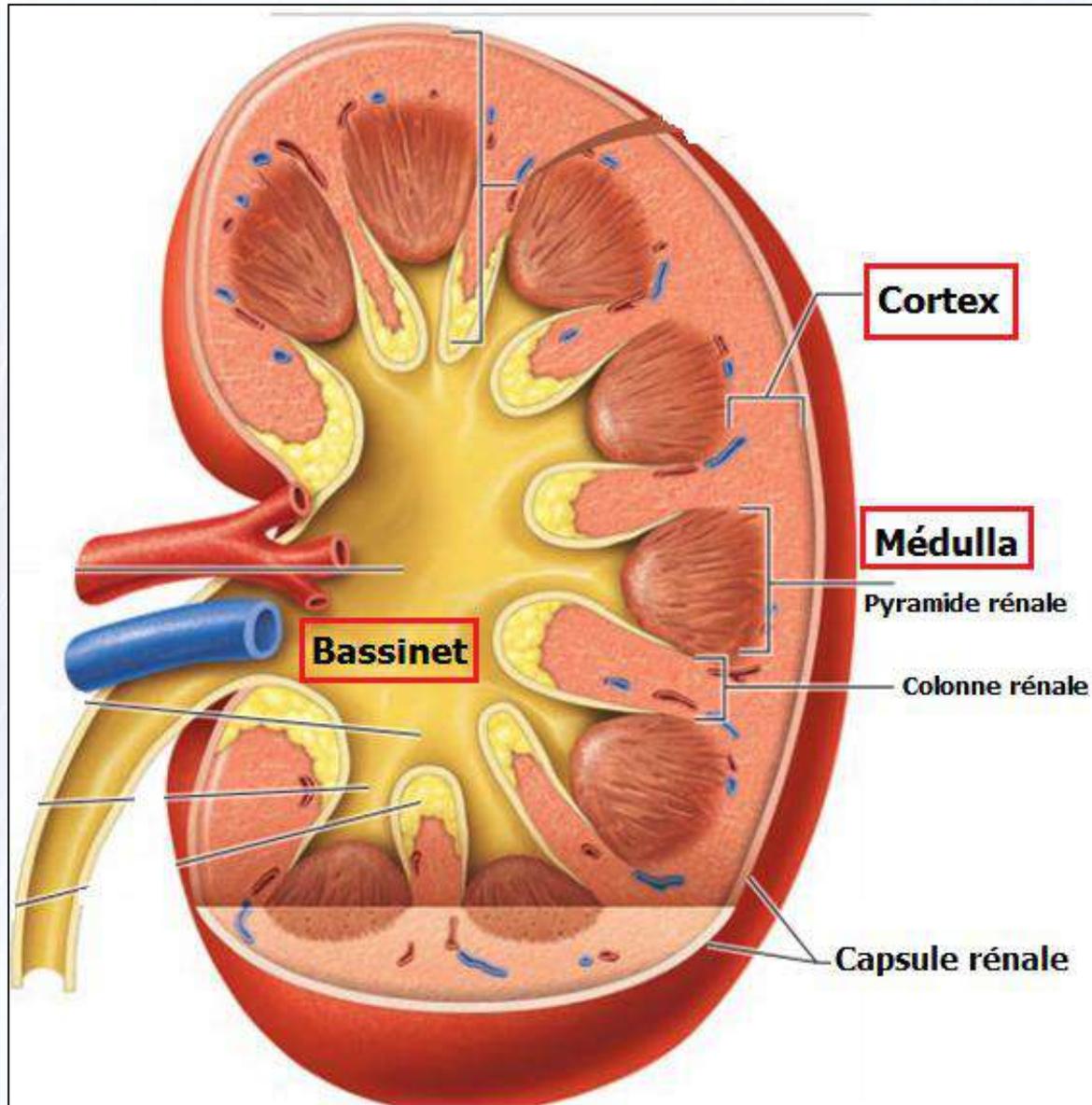
Organes paires, en position rétro-péritonéale et para-vertébrale.

- **Poids: 115-170g (moyenne:150).**
- **Longueur: 11-12 cm.**
- **Largeur: 6 cm.**
- **Épaisseur: 3 cm.**

(valeurs de référence chez une personne adulte, 70kg)



Anatomie macroscopique



Trois grandes parties:

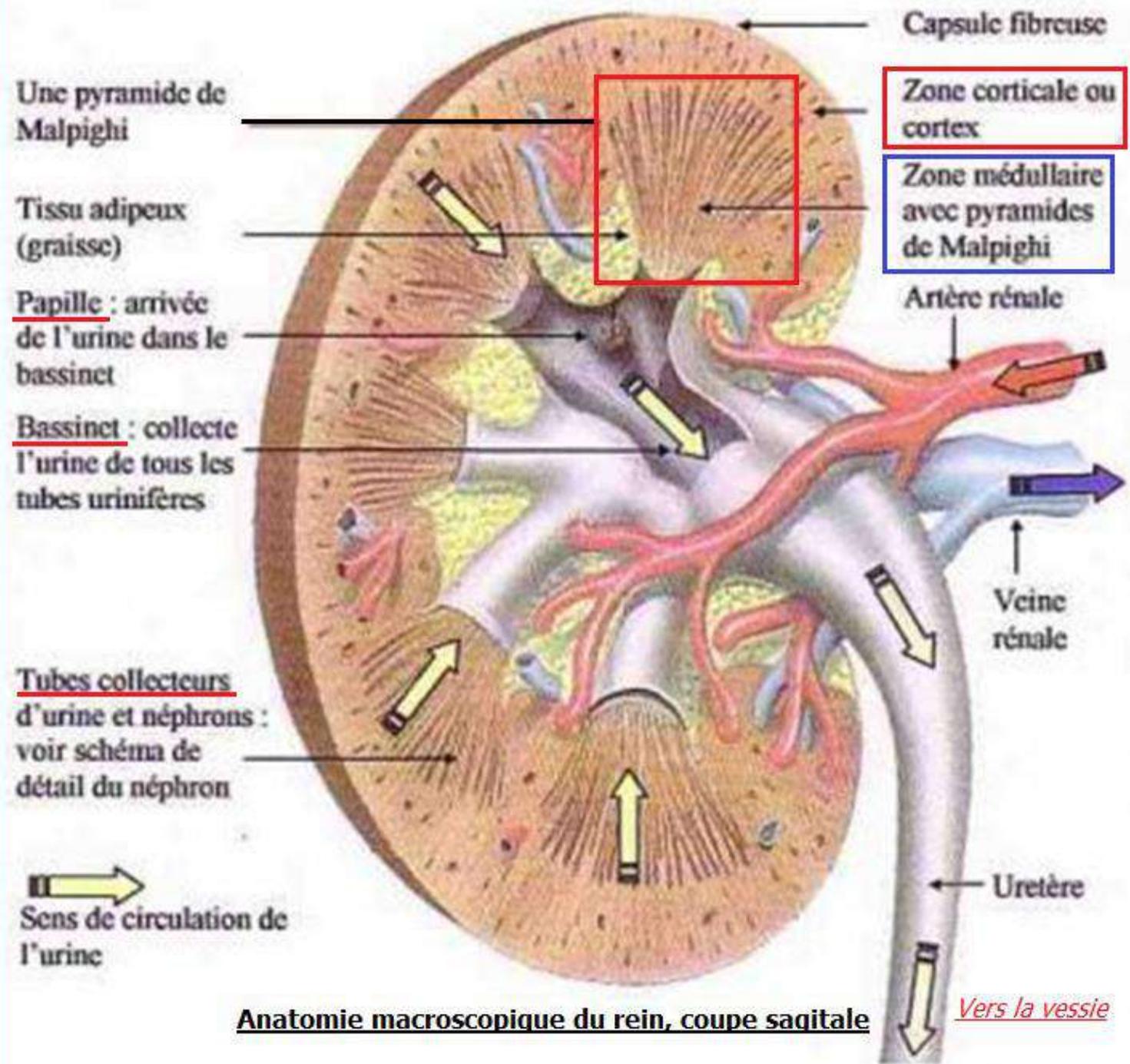
Cortex: la zone corticale.

Médulla: la zone médullaire.

■ Médullaire interne,

■ Médullaire externe.

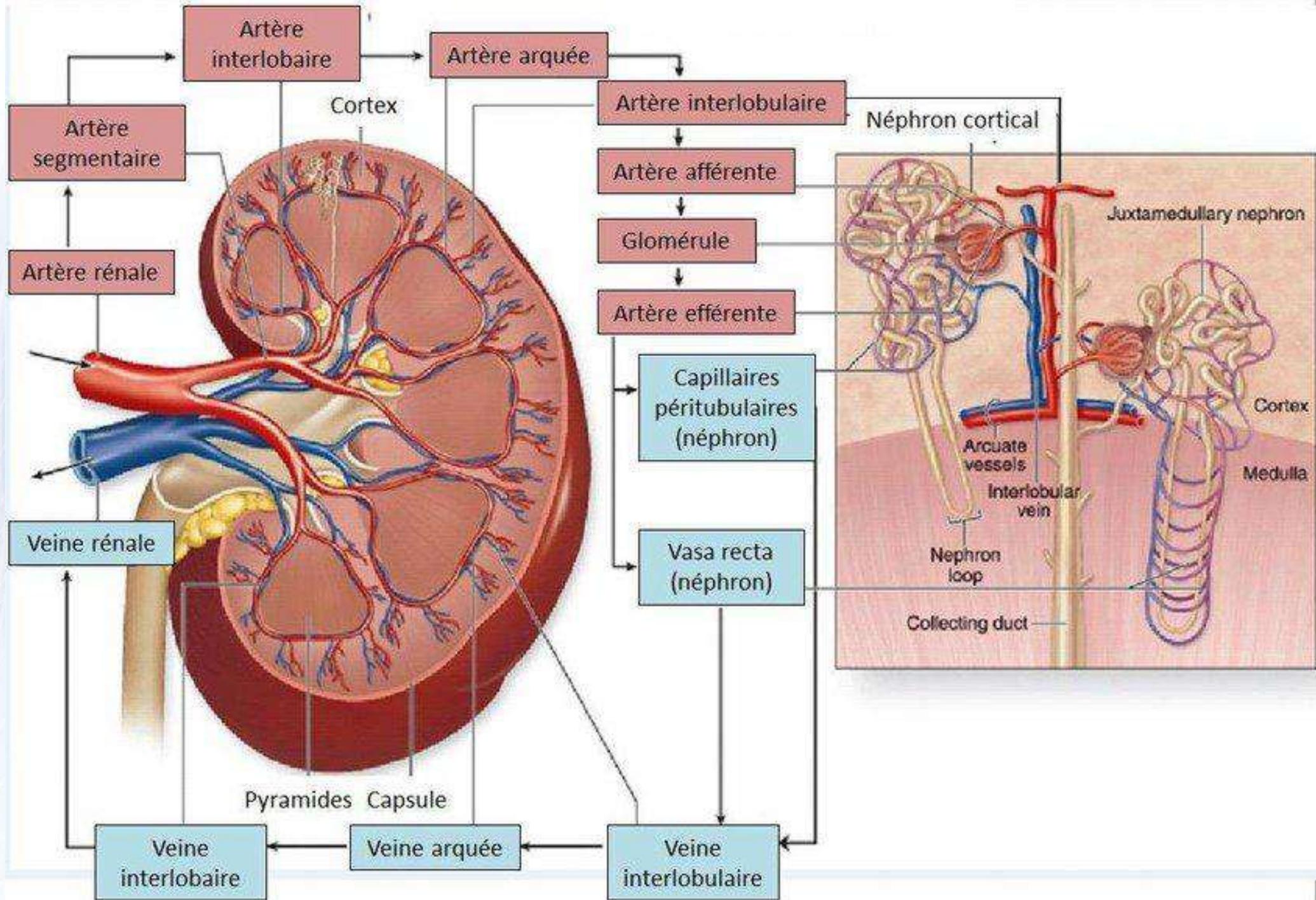
Bassinnet: Collecte l'urine de tous les tubes collecteurs.



Anatomie macroscopique du rein, coupe sagittale

Vascularisation du rein

- ❑ Le rein (0.5% du poids corporel) est l'organe le plus perfusé de l'organisme (22% du débit cardiaque).
- ❑ Pour un débit cardiaque de 5L/min, 1.2L de sang passent chaque minute dans les 2 reins.
- ❑ Débit lié à la fonction de filtration et d'épuration rénale et non pas aux besoins métaboliques des reins.
- ❑ La longueur des capillaires glomérulaires est de l'ordre de 50 Km.

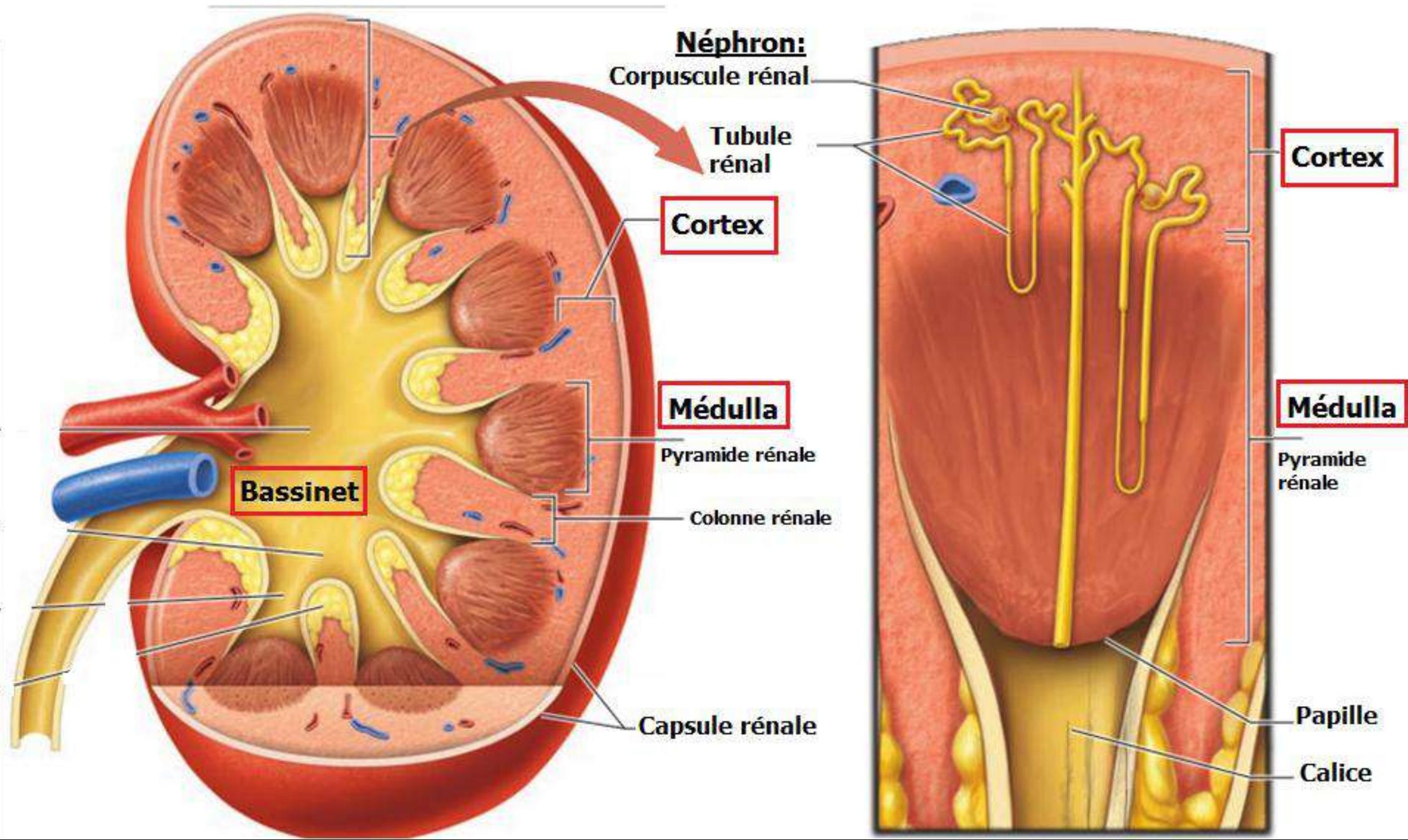


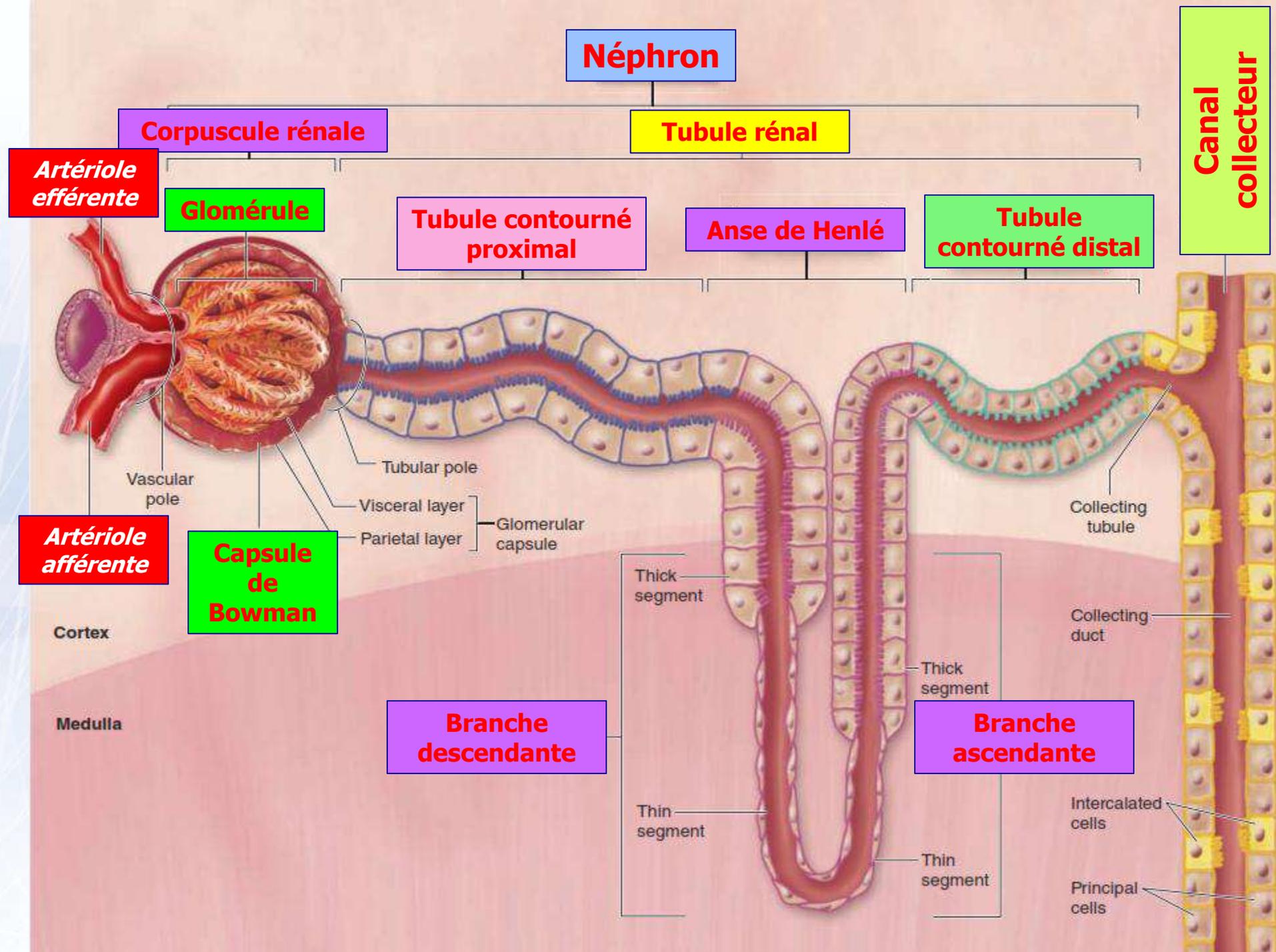
Innervation du rein

- ❑ **le système nerveux permet le contrôle du flux sanguin rénal, du taux de filtration, de la réabsorption rénale....**
- ❑ **Le contrôle nerveux de la fonction rénale est assuré par le système nerveux sympathique.**
- ❑ **Pas de terminaisons nerveuses parasympathiques au niveau du tissu rénal.**

Anatomie fonctionnelle du rein:

- Unité fonctionnelle = néphron.
- Chaque rein contient plus d'un million de néphrons.
- Chaque néphron contient un corpuscule et un tubule.
 - Corpuscule = Glomérule + Capsule de Bowman: le glomérule filtre le plasma et la capsule de Bowman recueille le filtrat.
 - Tubule: différents segments spécialisés qui permettent la modification de l'ultrafiltrat aboutissant à l'urine définitive.
 - Chaque néphron comporte:
 - Partie vasculaire,
 - Partie tubulaire,
 - Partie mixte (appareil juxta-glomérulaire).





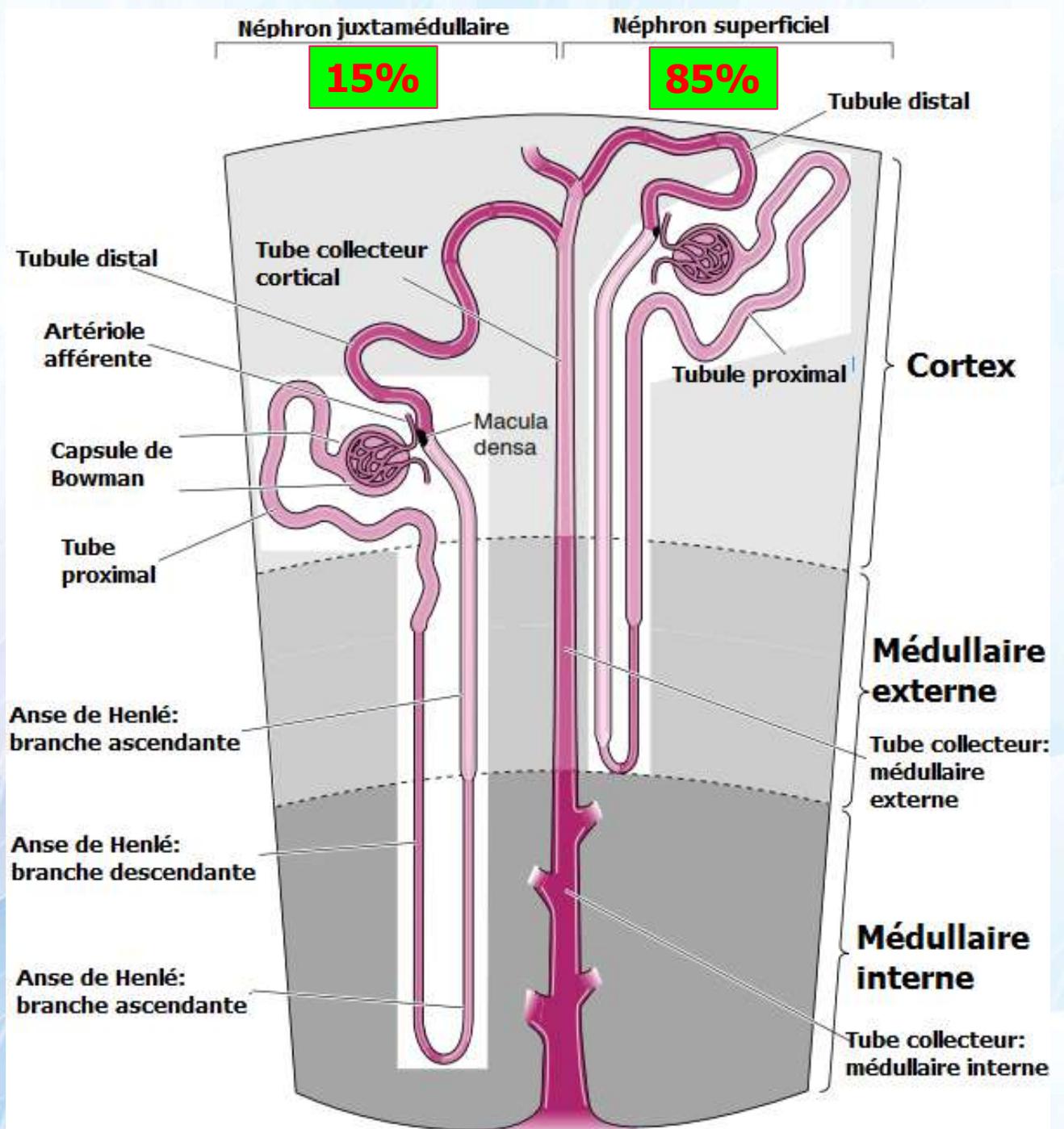
Néphrons:

Corticaux (85%):

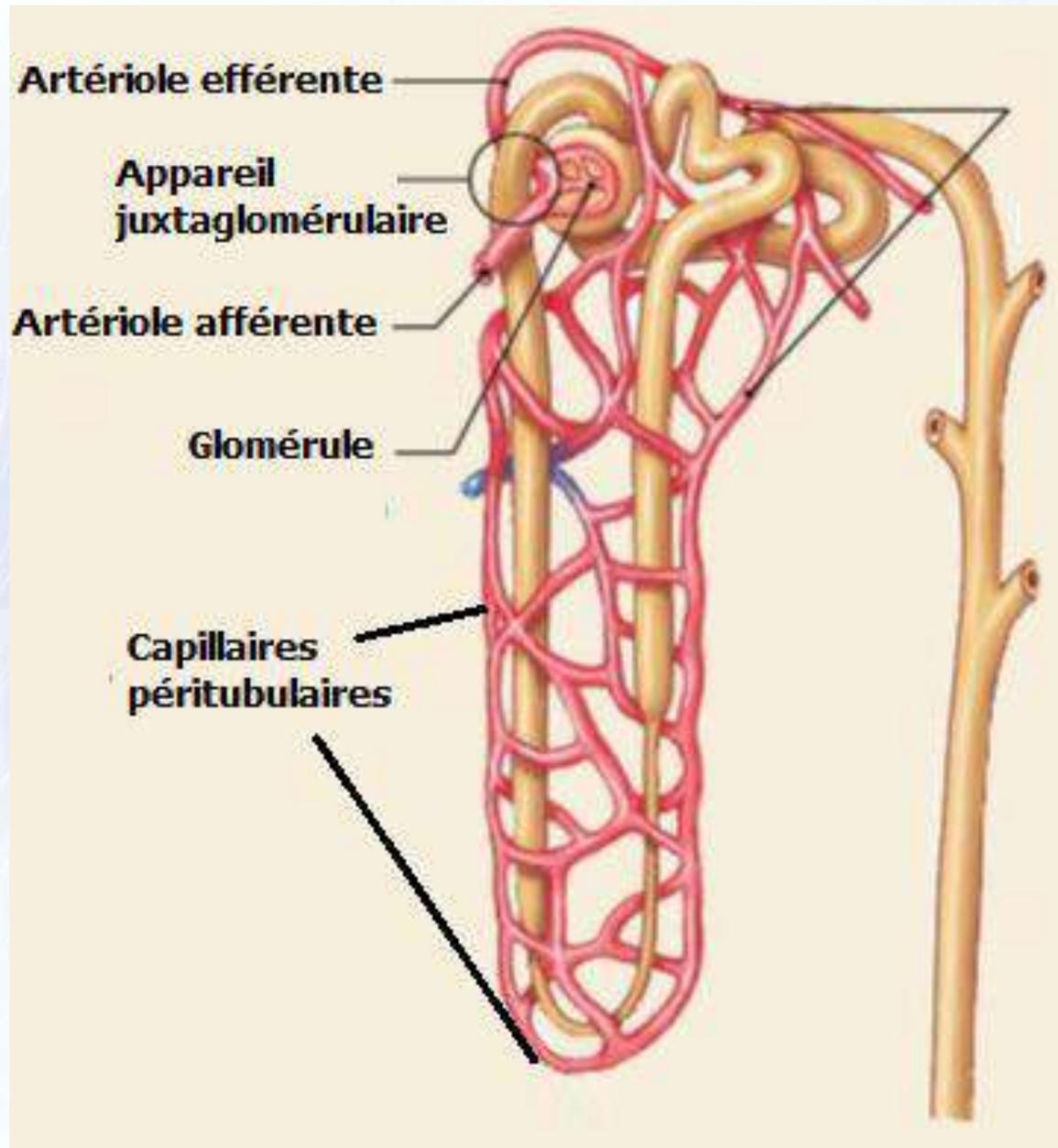
- dans le cortex externe et moyen; petits glomérules; anses de Henlé courtes

Juxtamédullaires (15%):

dans le cortex interne; gros glomérules; anses de Henlé longues, descendant jusqu'à la région médullaire interne

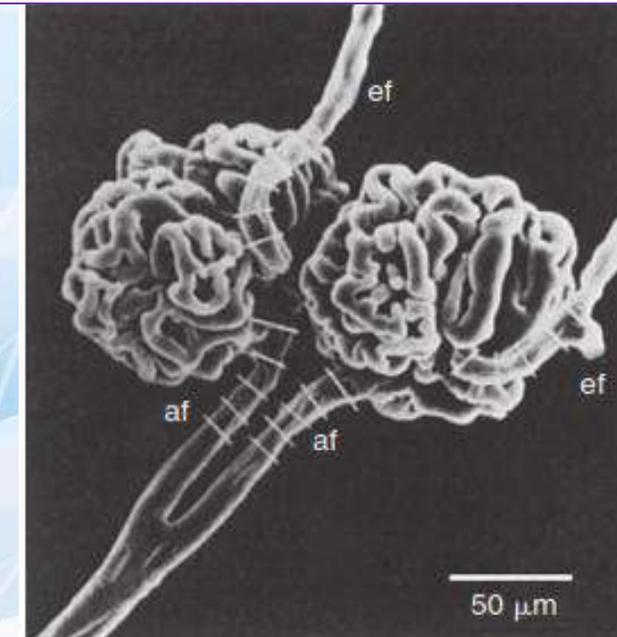


NÉPHRON: PARTIE VASCULAIRE

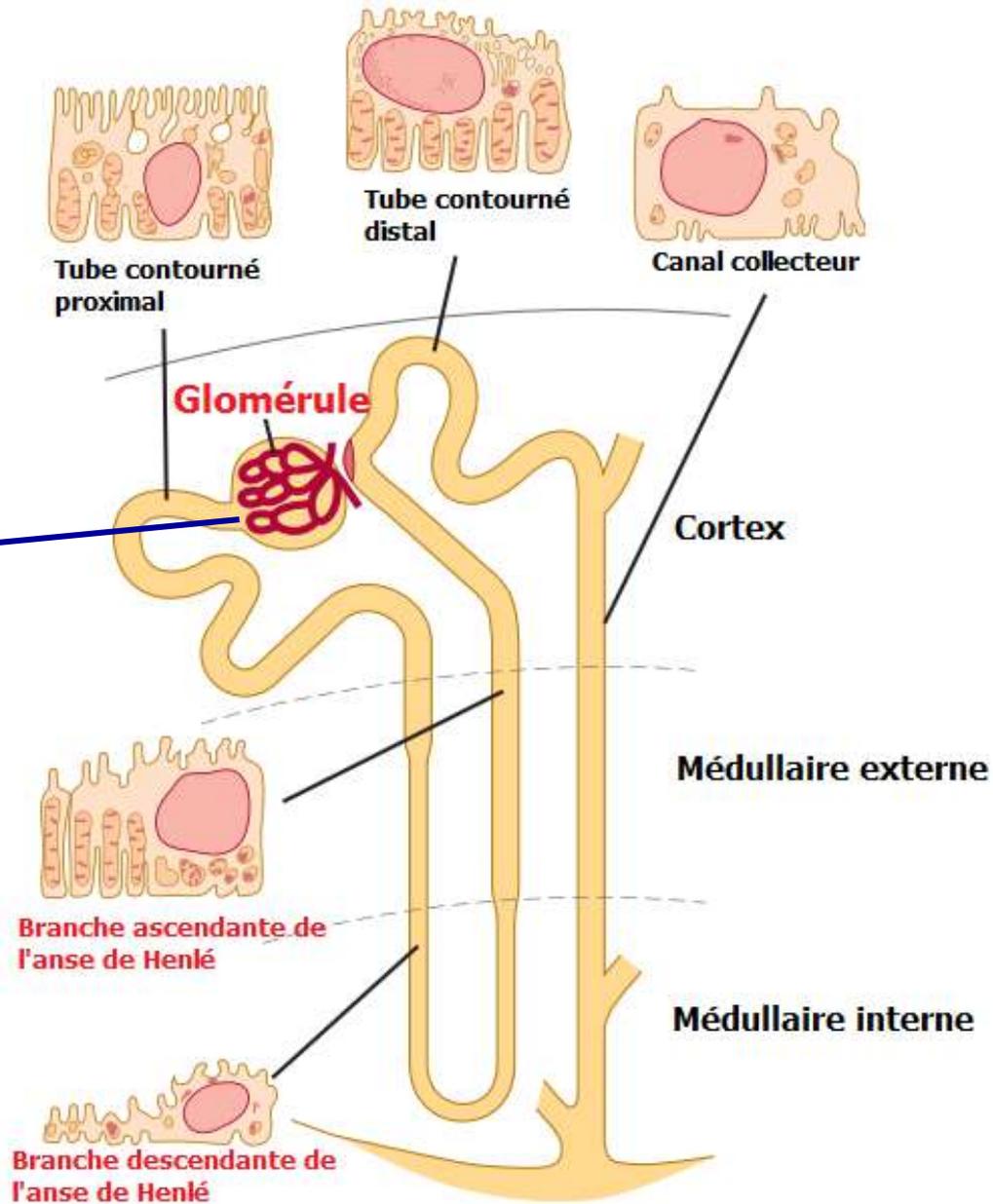


Subdivision vasculaire

- Artériole afférente par laquelle le sang arrive au glomérule
- Glomérule, peloton de capillaires où a lieu la filtration de plasma sans les protéines qu'il contient vers le tubule
- Artériole efférente par laquelle le sang quitte le glomérule.
- Capillaires péri-tubulaires nourriciers pour le tissu rénal et siège d'échanges entre le sang et l'urine tubulaire



NÉPHRON: PARTIE TUBULAIRE

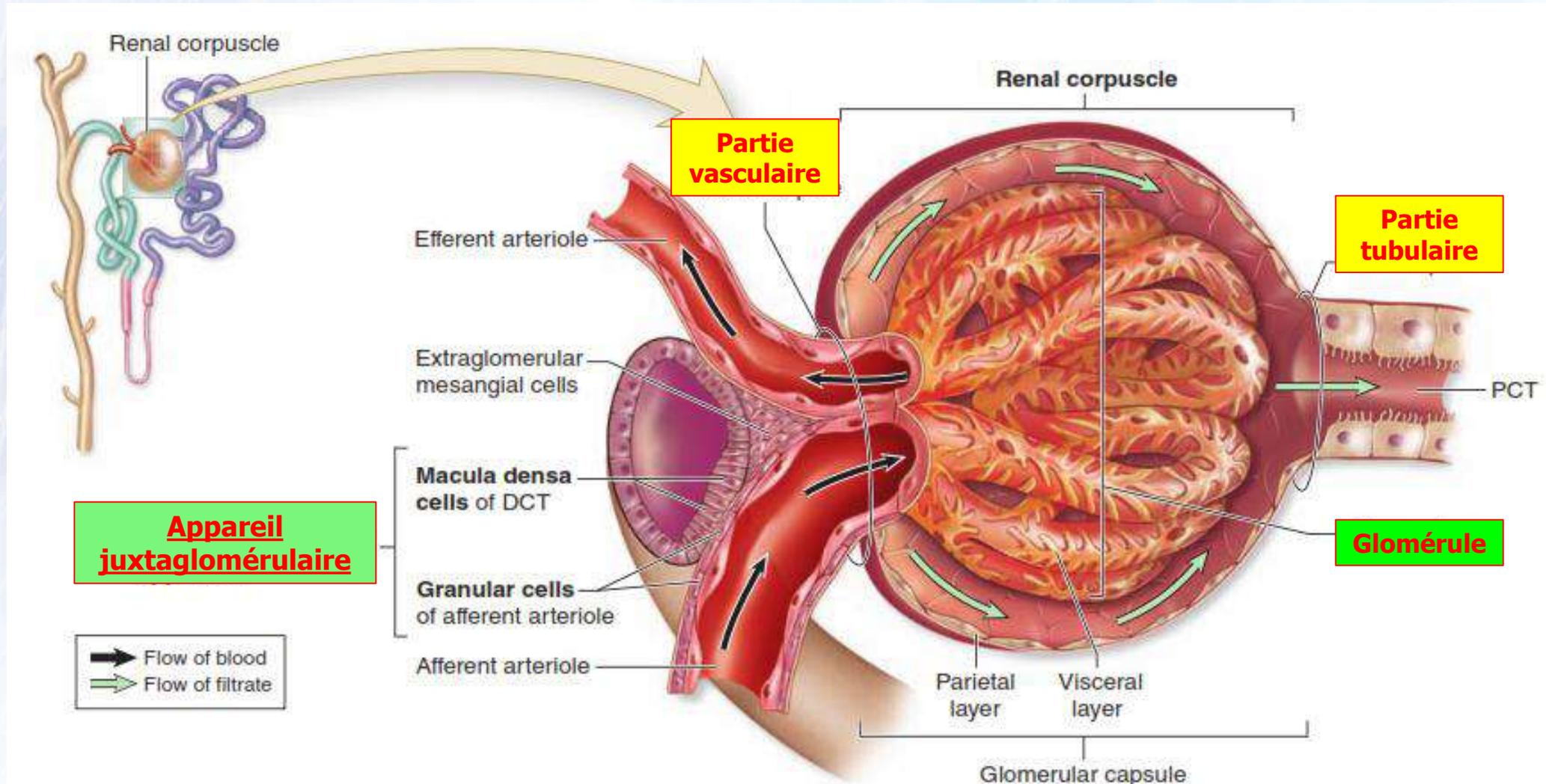


Subdivision tubulaire

- **Capsule de Bowman** où est recueilli le filtrat glomérulaire
- **Tubule proximal** siège de réabsorption obligatoire et de sécrétion de certaines substances
- **Anse de Henlé** où est établi le gradient osmotique médullaire dont le rôle est essentiel à la production d'urine de densité variable
- **Tubule distal et tube collecteur**—sièges de la réabsorption variable contrôlée d'eau et de Na^+ et de la sécrétion de K^+ et H^+ . Le liquide qui en sort est l'urine définitive

APPAREIL JUXTA-GLOMÉRULAIRE

Structure endocrine qui régule le fonctionnement de chaque néphron.



Formation de l'urine:

- 1. Filtration glomérulaire: passage par filtration des constituants du plasma à l'exception des protéines du glomérule vers la capsule de Bowman.**
- 2. Réabsorption tubulaire: transport sélectif de substances filtrées de la lumière du tubule vers les capillaires péri-tubulaires.**
- 3. Sécrétion tubulaire: transport sélectif de substances non filtrées des capillaires péri-tubulaires vers la lumière du tubule.**

Filtration glomérulaire

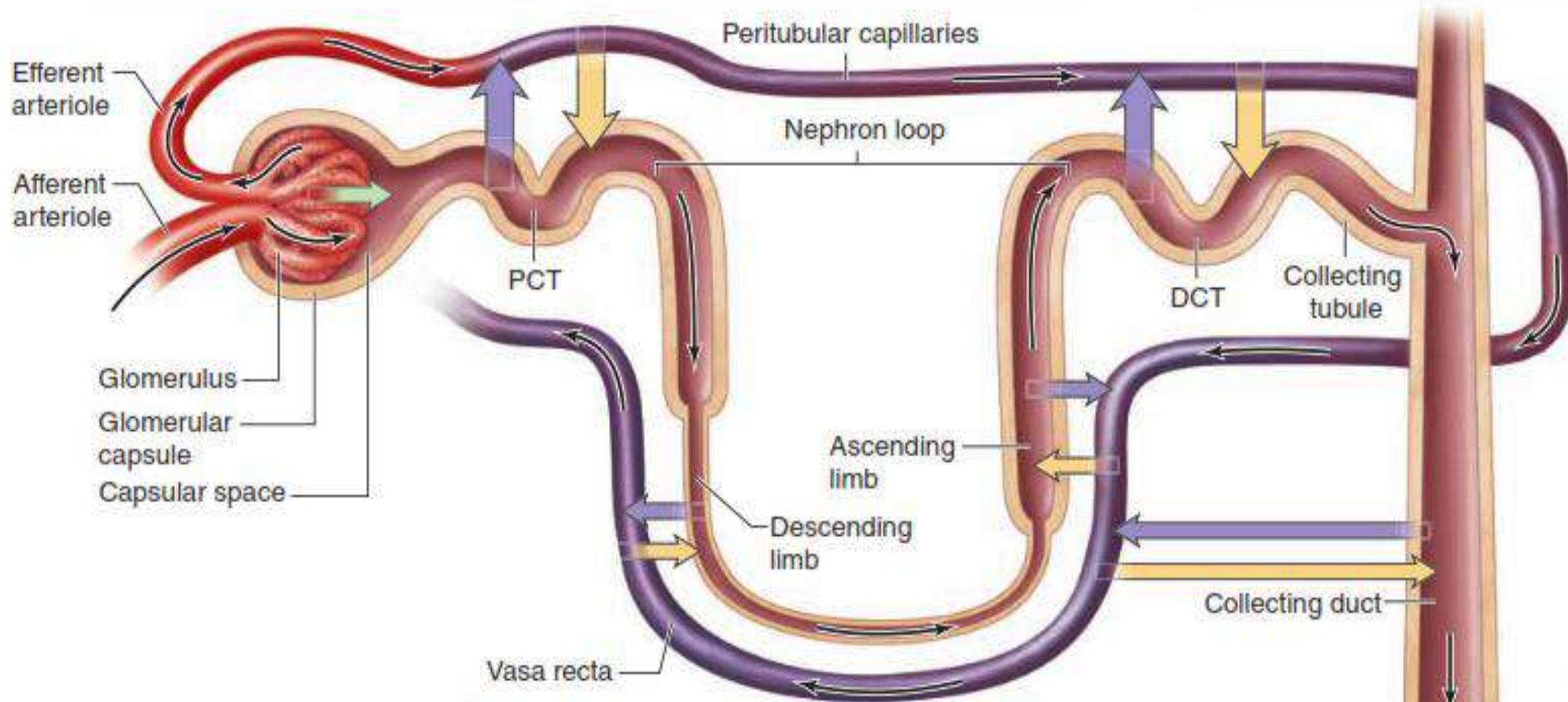
Depuis le sang vers la capsule de Bowman (à travers le glomérule)

Réabsorption tubulaire

Depuis le liquide tubulaire vers le sang

Sécrétion tubulaire

Sang vers le fluide tubulaire



**Quantité
filtrée**

-

**Quantité
réabsorbée**

+

**Quantité
sécrétée**

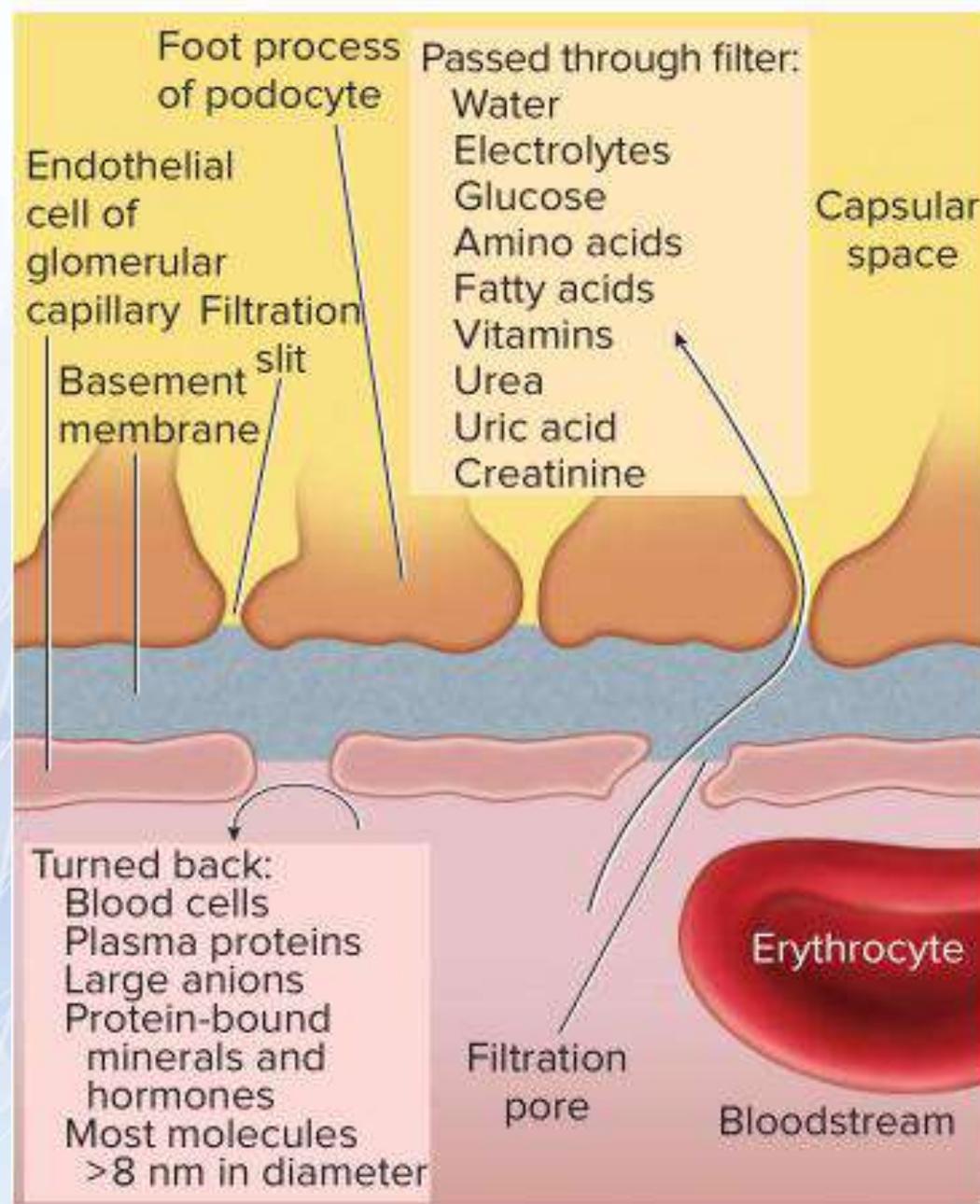
=

**Quantité
excrétée**

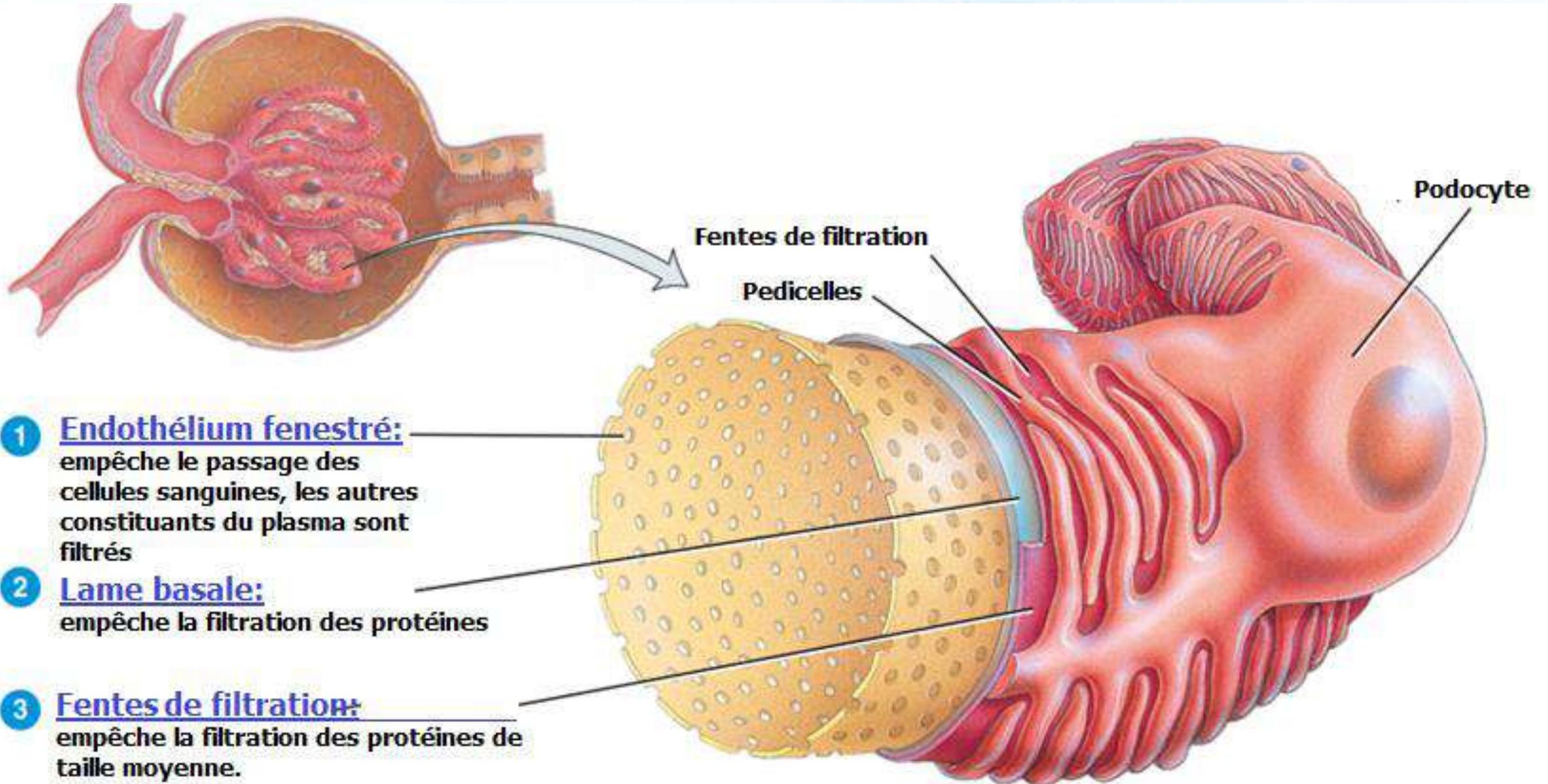
I- FILTRATION GLOMÉRULAIRE

Processus unidirectionnel, passif et non sélectif sous l'effet de la pression glomérulaire. Le glomérule joue le rôle d'un filtre mécanique. La membrane de filtration est composée de 3 constituants:

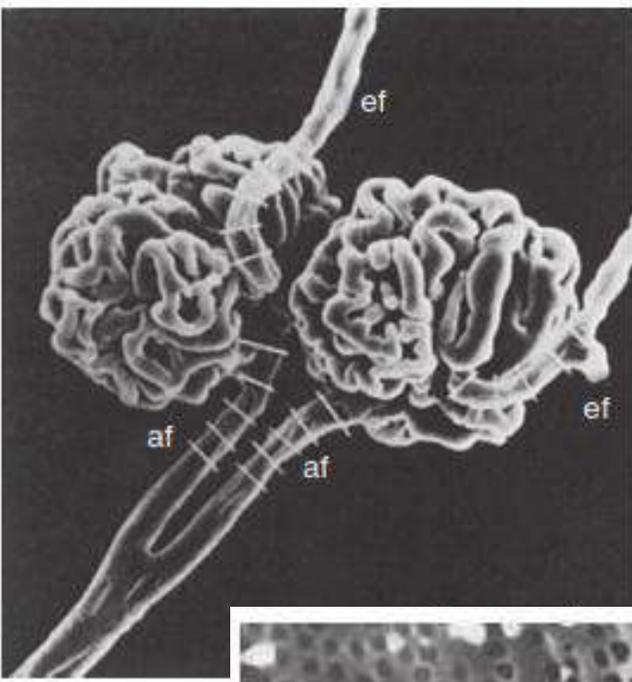
- ❑ Paroi des capillaires glomérulaires: une seule couche de cellules endothéliales et perforée pores (70 à 90 nm de Ø).**
- ❑ Membrane basale: ne contient pas de cellules mais des substances amorphes de collagène, de fibronectine....**
- ❑ Feuillet interne de la capsule de Bowman qui est fait de podocytes. Ces derniers émettent de nombreux prolongement cytoplasmiques (pédicelles) entourant les capillaires glomérulaires.**



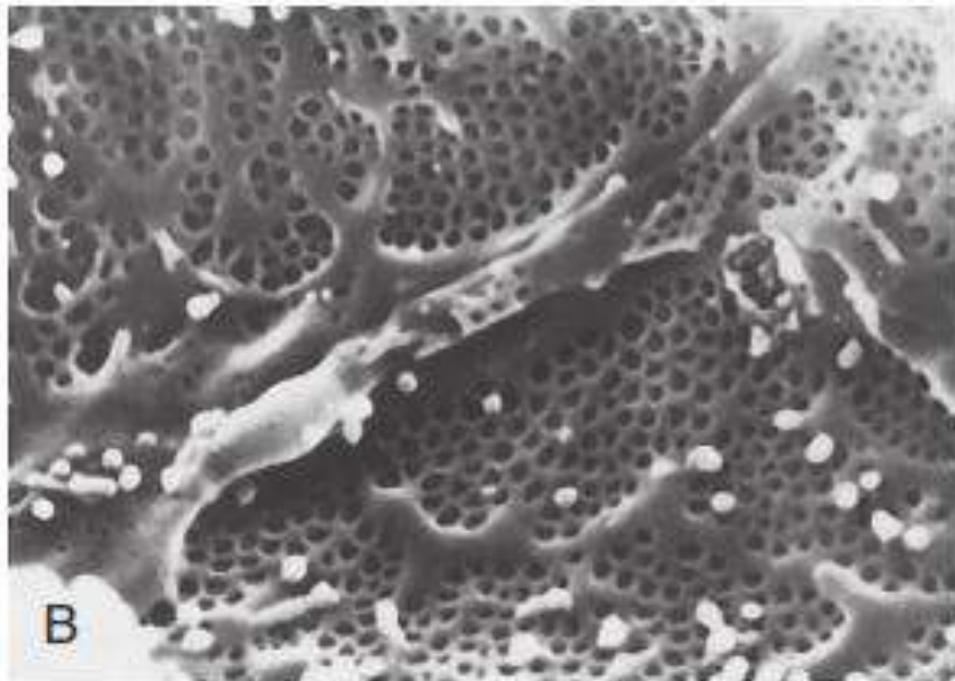
Membrane de filtration: trois filtres en série.



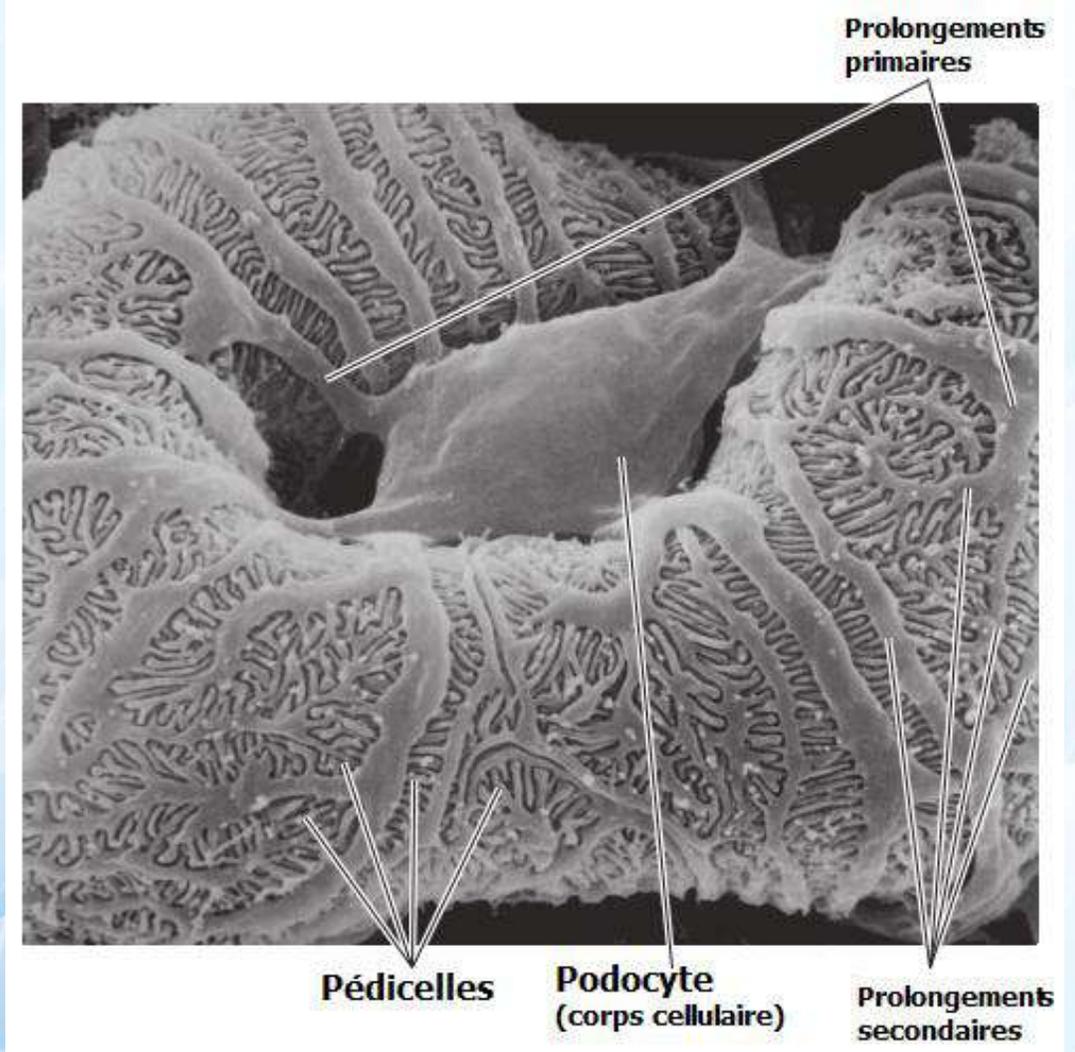
Capillaire glomérulaire (face externe)



Glomérule



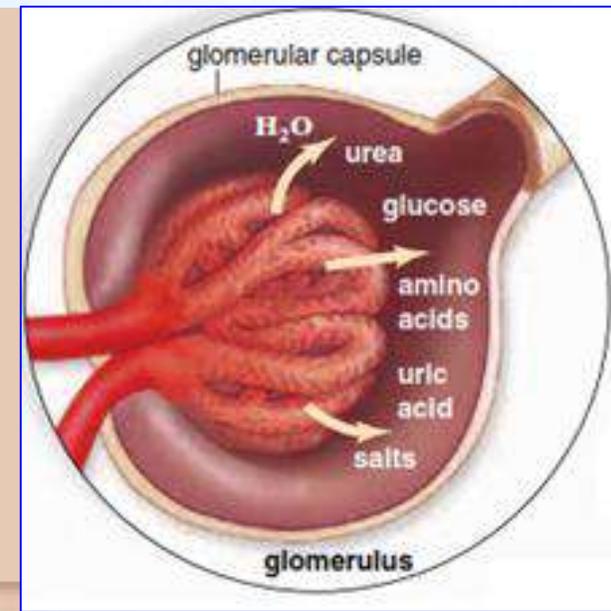
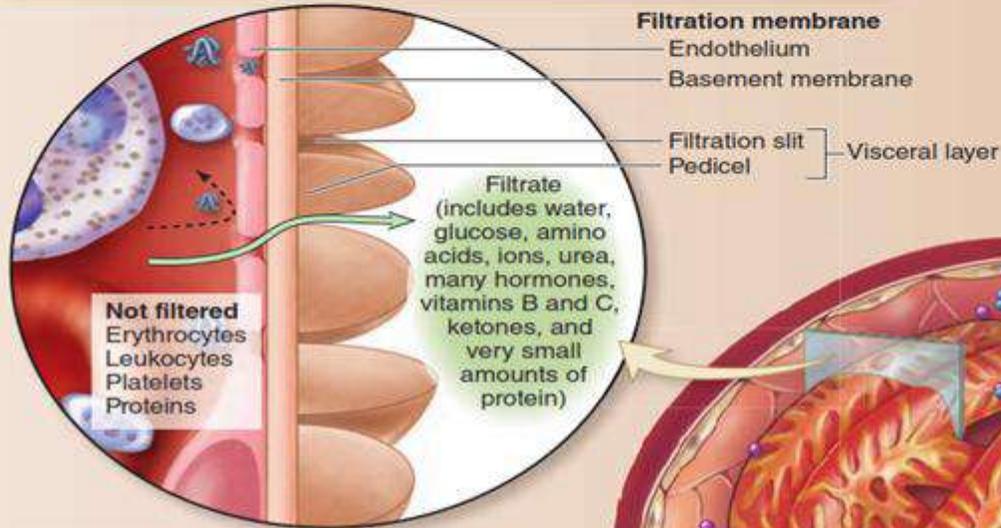
Capillaire glomérulaire (face interne)



Observations au microscope électronique

Filtration glomérulaire

Membrane de filtration et composition du filtrat initiale



Artériole efférente

Appareil juxtaglomérulaire

Artériole afférente

(DCT)

Tubular fluid
Proximal convoluted tubule (PCT)

Filtrat

Glomérule

Capsular space
Parietal layer
Visceral layer } Glomerular capsule

- Leukocytes
- Erythrocytes
- Proteins
- Solutes

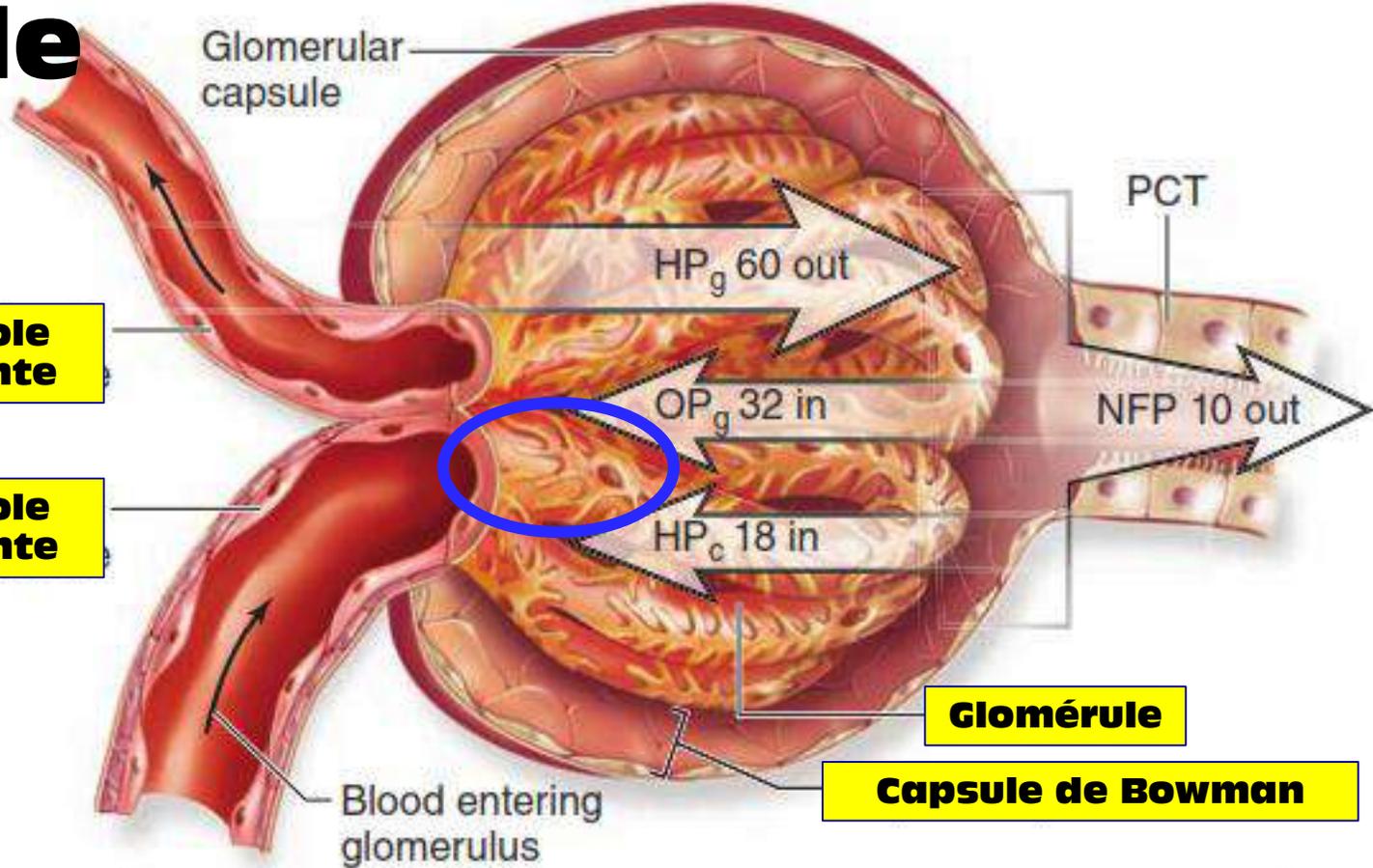
Filtration glomérulaire: Forces mises en jeu

- Pression hydrostatique glomérulaire: 55 mmHg: **favorable à la filtration.** elle dépend de la contraction cardiaque et de la résistance dans l'artériole afférente et efférente.
- Pression colloïdale osmotique du plasma (Π): elle est due à la présence des protéines dans plasma. **30 mmHg, s'oppose à la filtration.**
- Pression hydrostatique dans la capsule de Bowman: la C.B est un espace fermé, la présence de fluide crée une pression hydrostatique. elle tend à faire sortir le liquide de la capsule vers le capillaire, **15 mmHg, elle s'oppose à la filtration.**

Pression nette de filtration

Artériole efférente

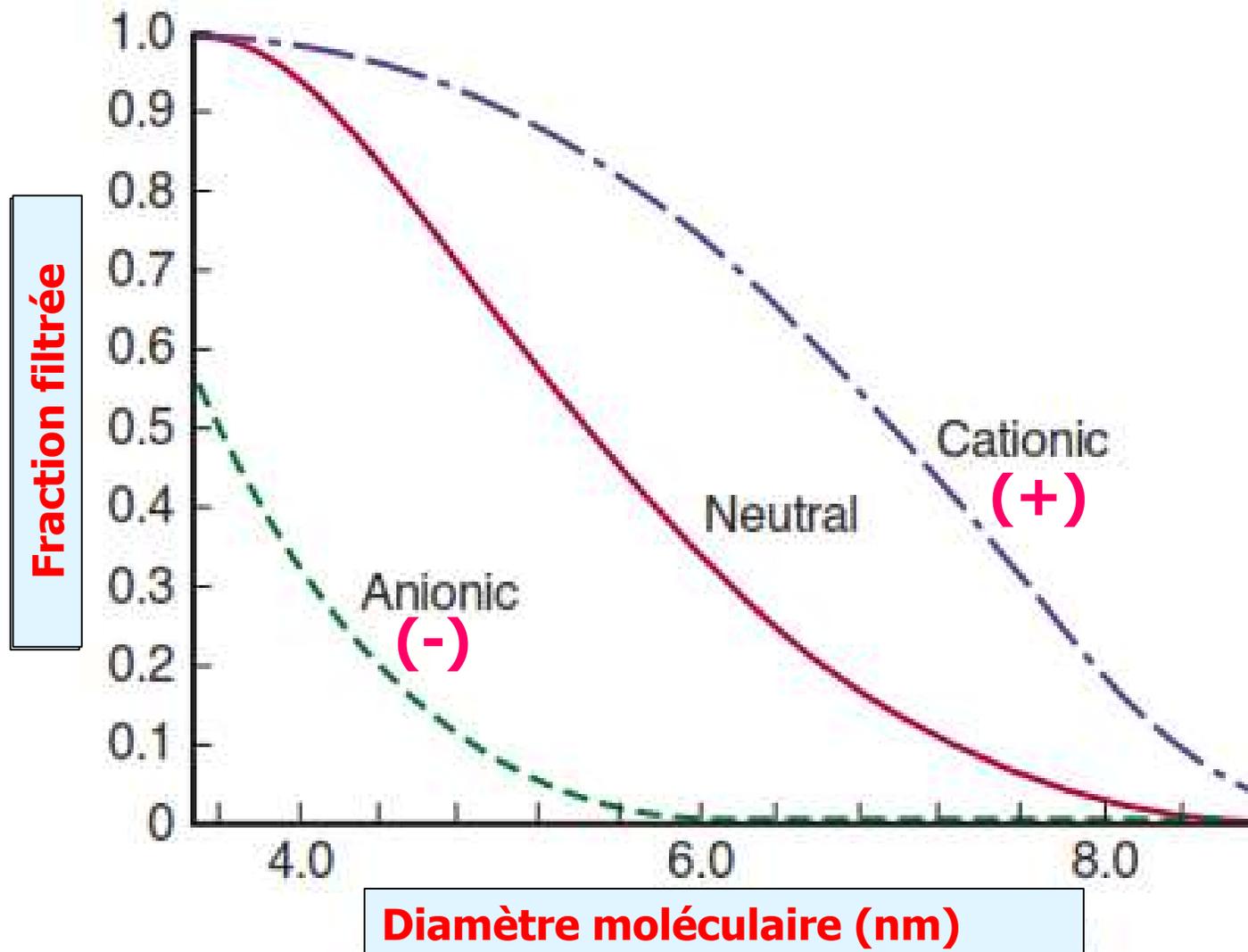
Artériole afférente



$$PNF = P_{\text{glomérule}} - \Pi - P_{\text{capsule}}$$

Pression hydrostatique glomérulaire	60 mm Hg out
Pression colloïdale oncotique	- 32 mm Hg in
Pression capsulaire hydrostatique	- 18 mm Hg in

PNF = 60 - 32 - 18 = 10 mmHg



Perméabilité glomérulaire : influence de la charge électrique et de la taille moléculaire.

2- Débit de Filtration Glomérulaire:

- **DFG correspond au volume du plasma filtré par le rein par unité de temps.**
 - **Il dépend essentiellement de la perméabilité membranaire et de la pression nette de filtration.**

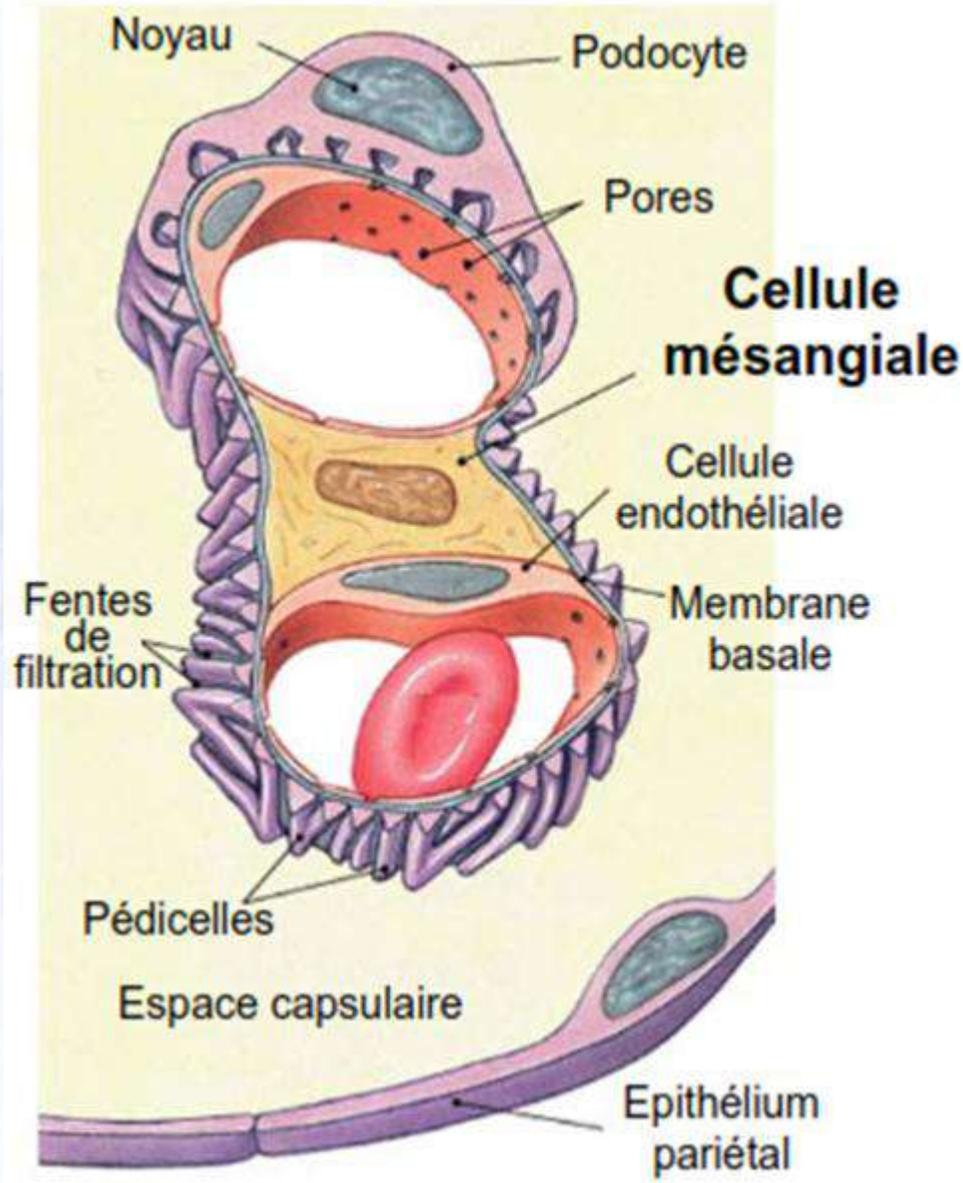
$$\text{“DFG} = \text{Kf} \times \text{PNF”}$$

Kf: coefficient de perméabilité, (peu d'effet dans les conditions physiologiques normales)

$$\text{K}_f = \text{surface} \times \text{perméabilité}$$

- **Normalement, 20% du plasma entrant dans le glomérule sont filtrés = Fraction de filtration**
- **Le débit plasmatisque rénal = 625 ml/min ce qui donne un DFG de 125 ml/min pour les deux reins.**

Les capillaires glomérulaires sont 100 fois plus perméables que les autres capillaires



Le coefficient d'ultrafiltration K_f

$$K_f = \text{surface} \times \text{perméabilité}$$

Contraction des cellules
mésangiales :

↓ Surface totale des
capillaires actifs

↓ K_f

↓ DFG

Peu d'effet en conditions
physiologiques normales

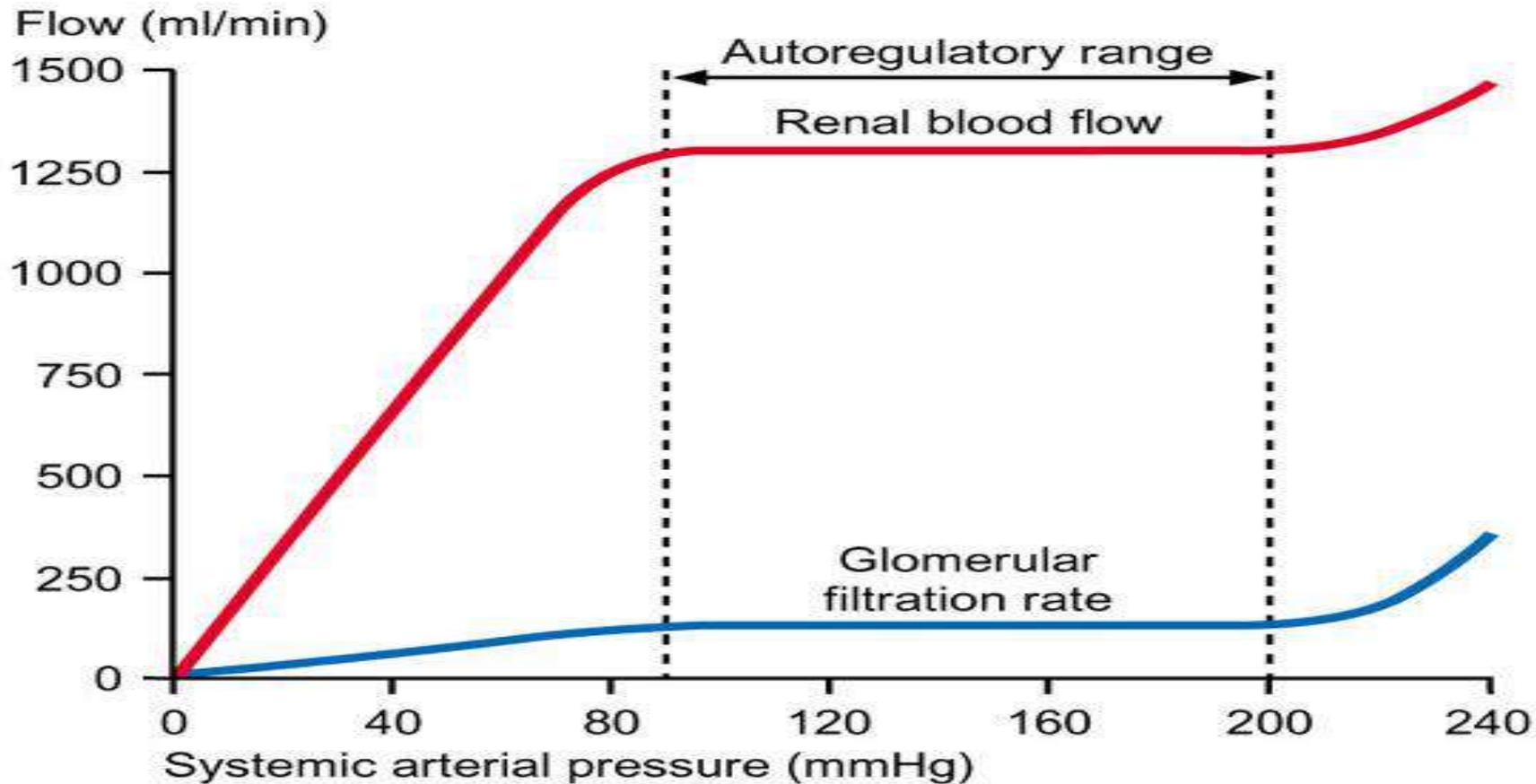
2- Régulation du débit de filtration glomérulaire:

La pression nette de filtration est due à l'inégalité des pressions dans le capillaire glomérulaire et dans la capsule de Bowman, la modification de l'une quelconque de ces pressions peut modifier le DFG.

Deux niveaux de régulation:

- i. Intrinsèque: autorégulation rénale.**
- ii. Extrinsèque: nerveuse et hormonale.**

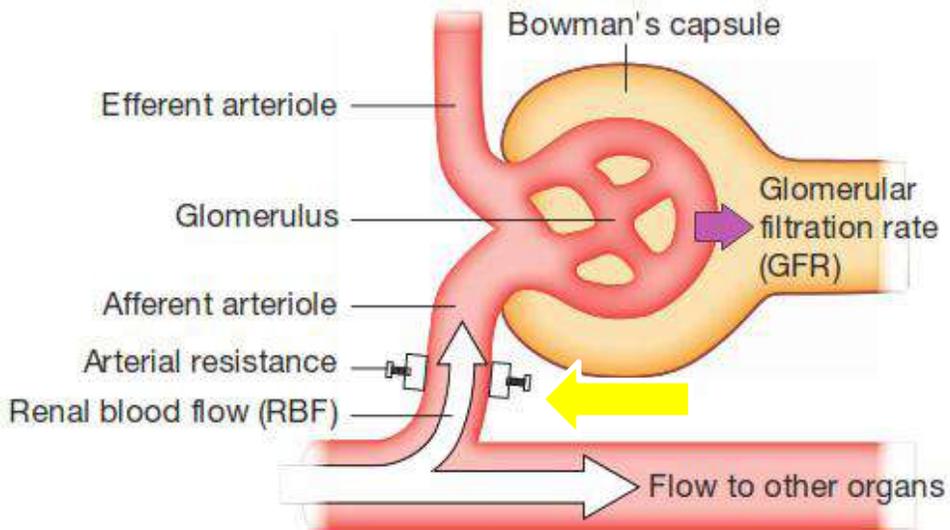
Les mécanismes d'autorégulation sont efficaces pour des valeurs de la pression artérielle allant de 80 à 180 mmHg, ils deviennent inopérants lorsque la pression artérielle chute en dessous de 80 mmHg (hémorragie, déshydratation sévère).



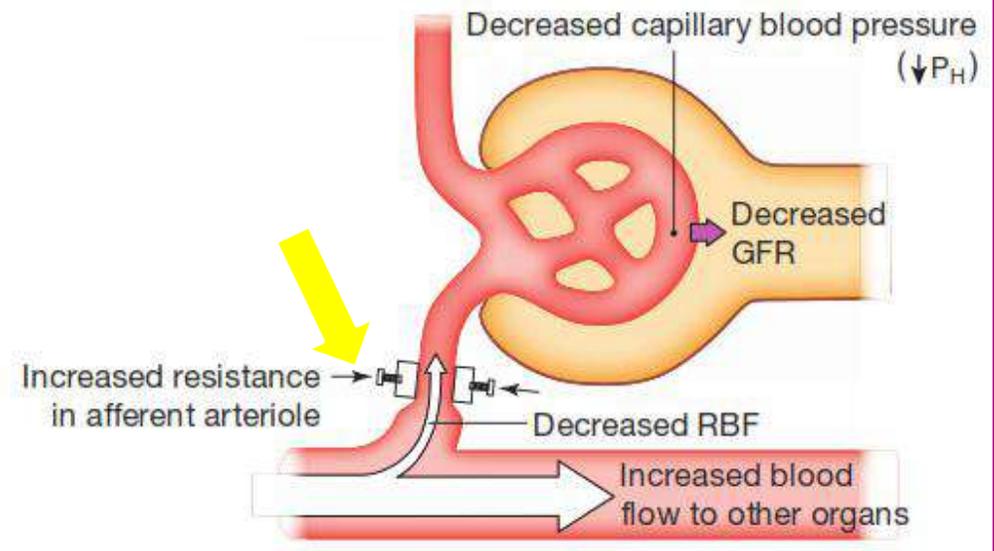
Auto-régulation rénale

■ 1- Mécanisme vasculaire myogène:

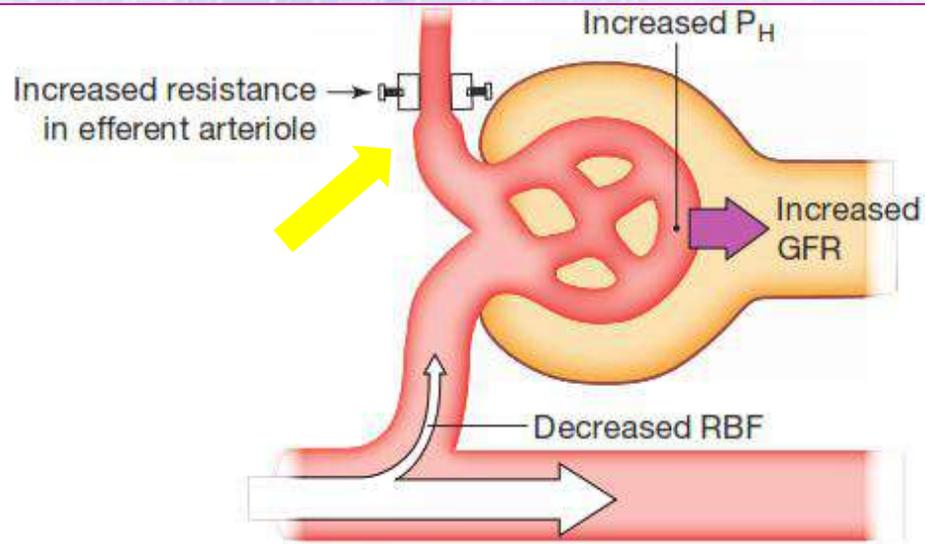
- **Contrôle de la contractilité du muscle lisse vasculaire en amont du glomérule (AA) suite à une modification de la pression de perfusion rénale.**
 - **-augmentation de PA: étirement de la paroi, contraction du muscle lisse vasculaire: Vasoconstriction et diminution du DSR et du DFG.**
 - **-diminution de PA: relâchement de la paroi et relaxation du muscle lisse vasculaire: Vasodilatation et augmentation du DSR et du DFG.**



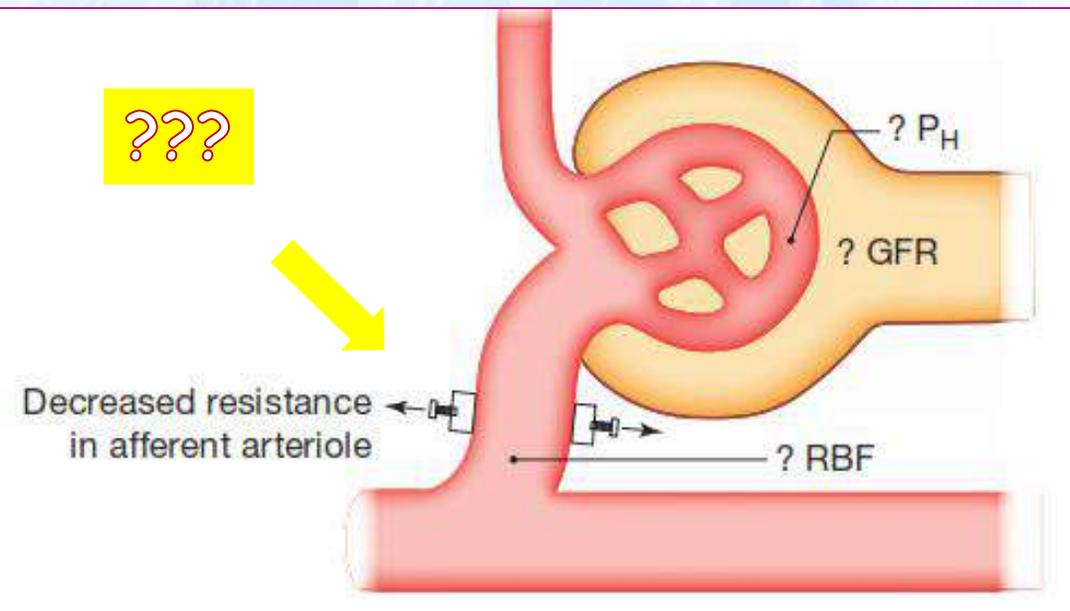
(a) Renal blood flow and GFR change if resistance in the arterioles changes.



(b) Vasoconstriction of the afferent arteriole increases resistance and decreases renal blood flow, capillary blood pressure (P_H), and GFR.



(c) Increased resistance of efferent arteriole decreases renal blood flow but increases P_H and GFR.

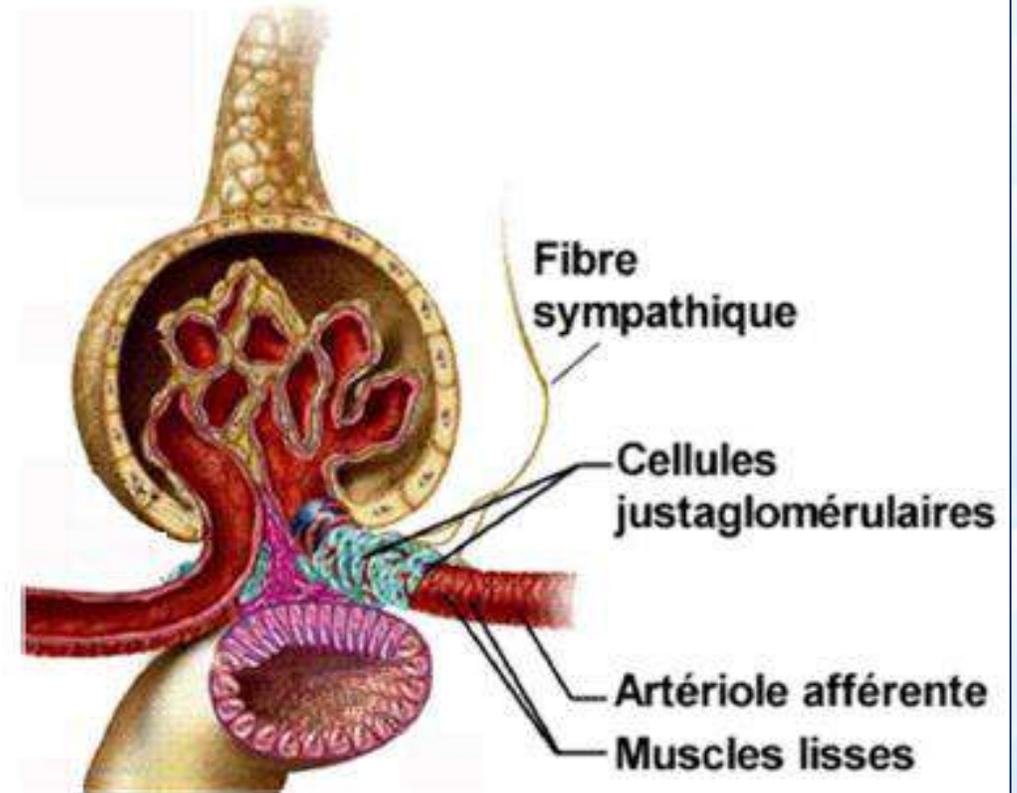


Effets de la résistance artériolaire sur le flux sanguin rénal et la filtration glomérulaire

B- Régulation extrinsèque

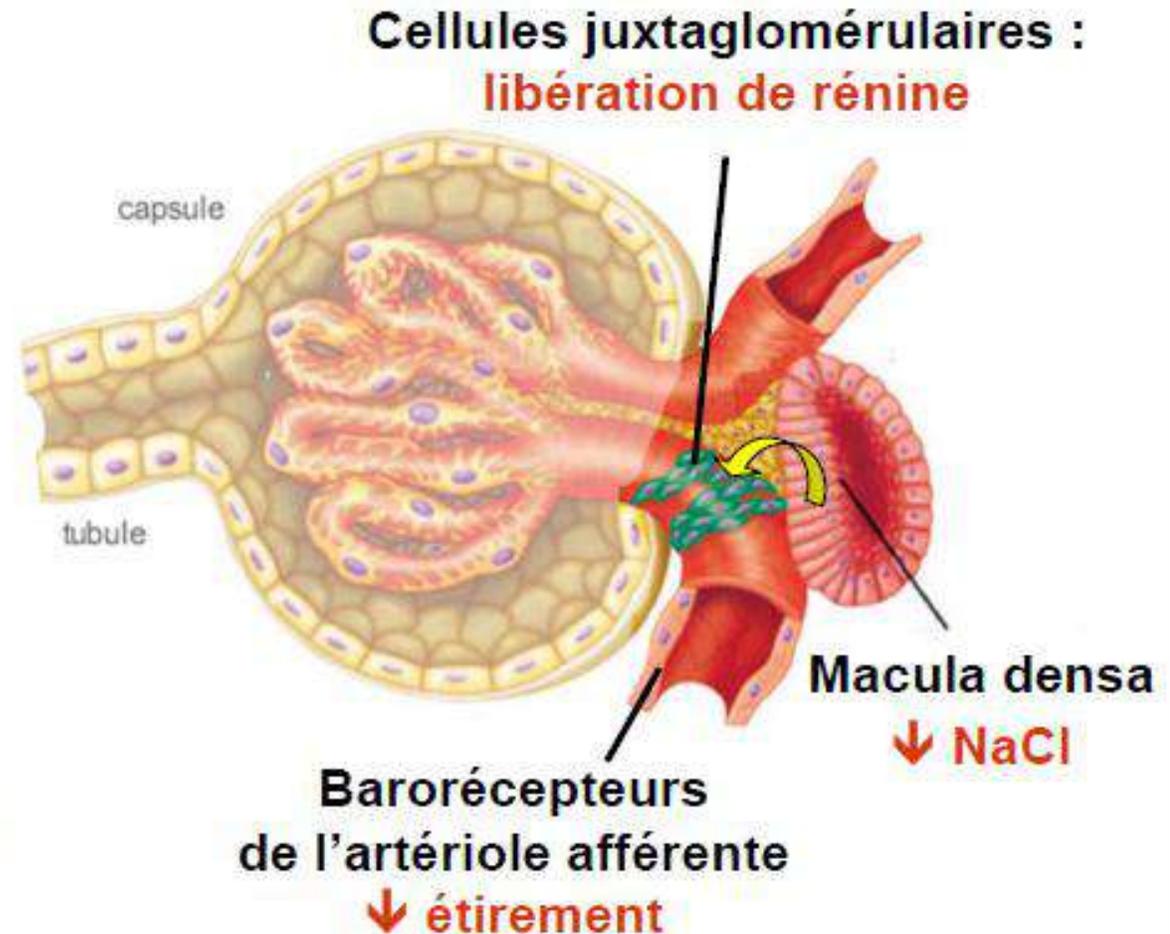
1- Régulation nerveuse:

- Peut dépasser l'autorégulation en cas de **stress extrême** (hémorragie, hypotension sévère, situation d'urgence)
- **Activation du système nerveux sympathique** et libération d'adrénaline
- **Vasoconstriction des artérioles afférentes** et \downarrow DFG



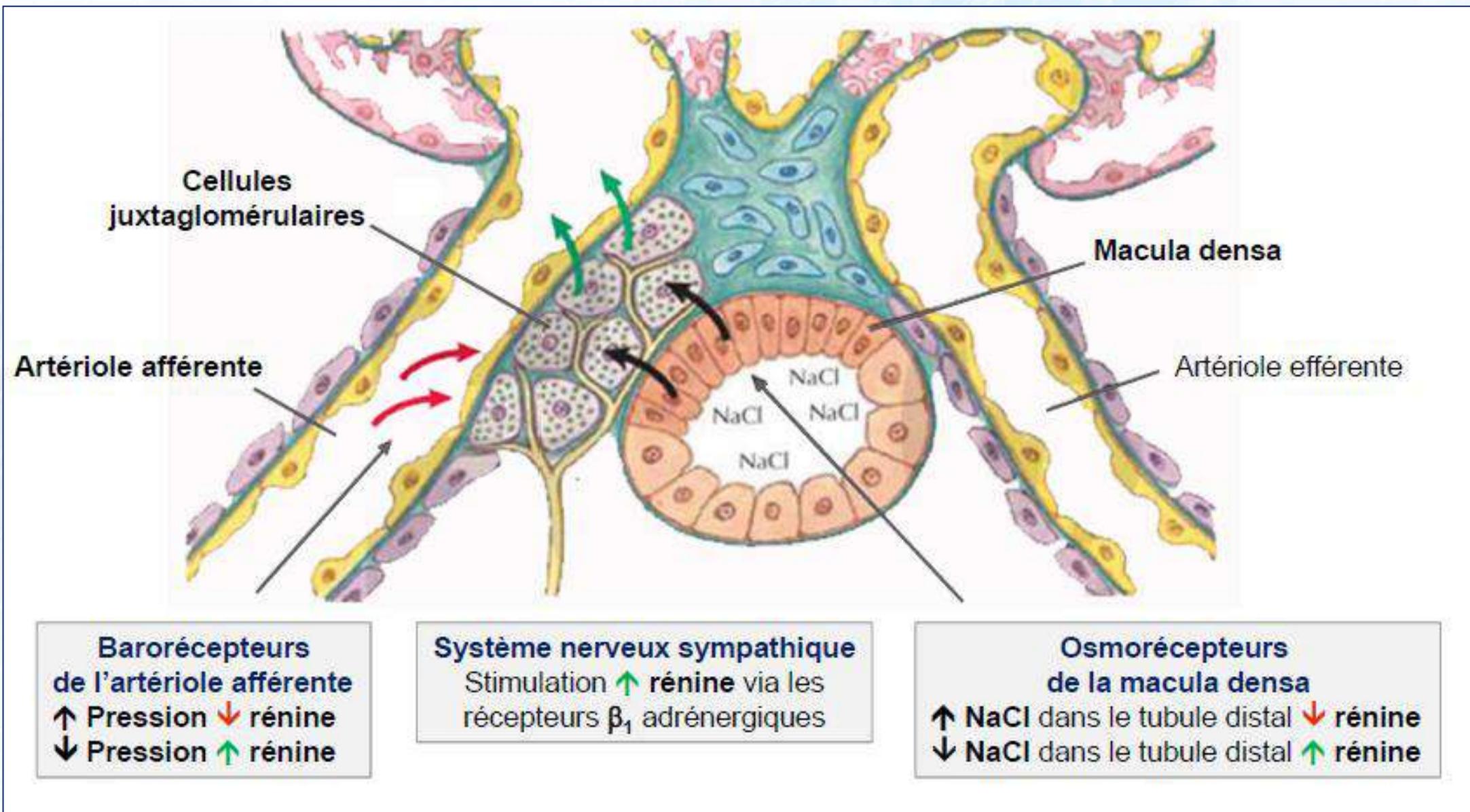
2- Régulation hormonale SRAA:

- **Diminution de la pression artérielle :**
 - ↓ étirement de l'artériole afférente
 - ↓ DFG : ↓ de la [NaCl] tubulaire
 - **Stimulation du SN sympathique** : récepteurs β_1 -adrénergiques
- **Libération de rénine** par les cellules juxtaglomérulaires



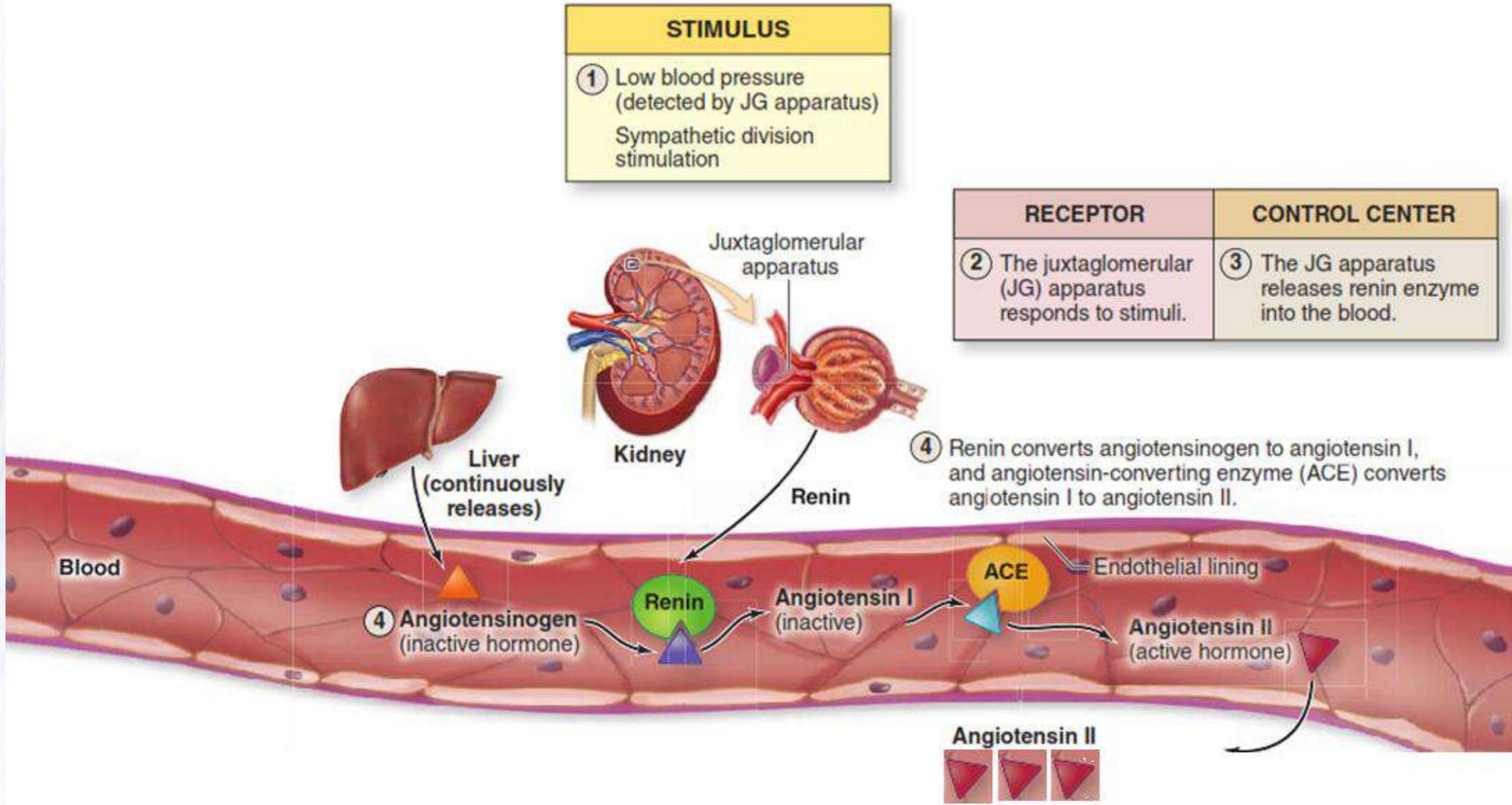
Appareil juxtaglomérulaire rénal

Mécanisme de la libération de la rénine par l'appareil juxtaglomérulaire

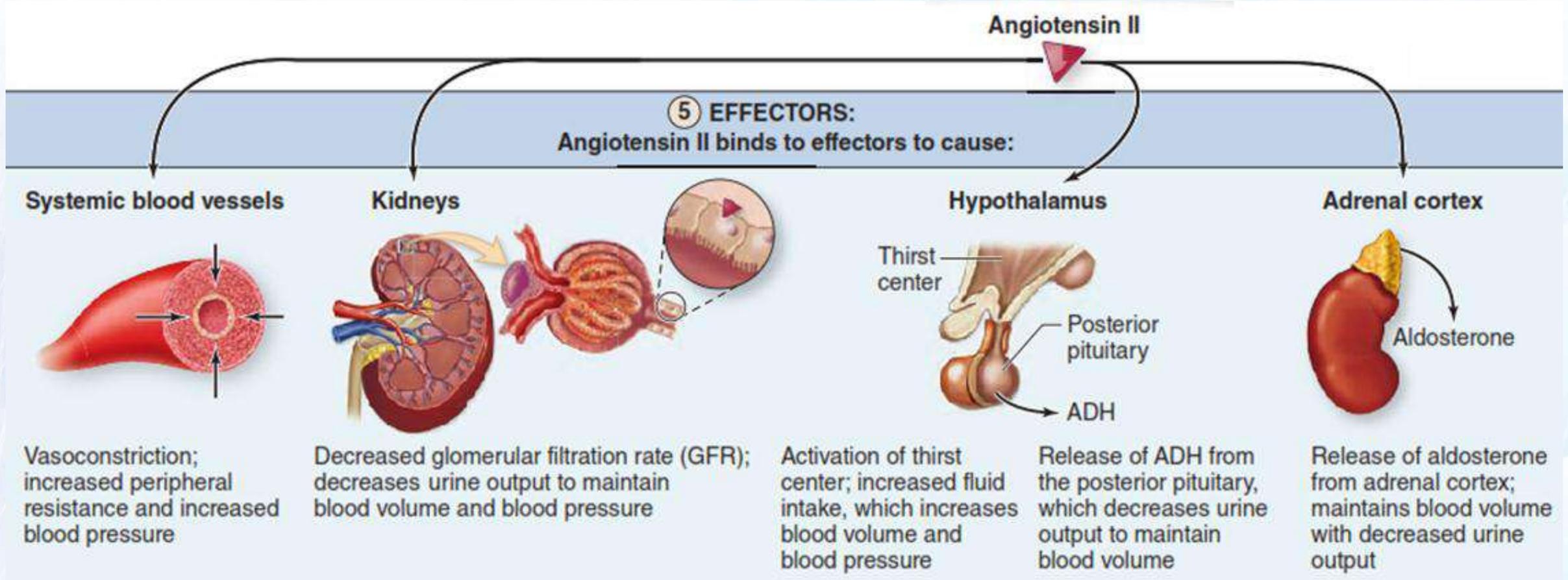


Systeme rénine-angiotensine-aldostérone

Maintien du DFG lors du chute de pression artérielle



SRAA: Effets tissulaires.



NET EFFECT

⑥ Blood pressure increases.

II- RÉABSORPTION TUBULAIRE

- ❑ Filtration glomérulaire peu sélective. Le filtrat contient des substances essentielles qui ne doivent pas être perdues dans l'urine.
- ❑ Réabsorption tubulaire: le transfert individuel de ces substances de la lumière du tubule aux capillaires péri-tubulaires. Elle permet le retour dans l'organisme de ces matériaux essentiels.
- ❑ Réabsorption tubulaire est énorme et **SÉLECTIVE**.
 - i. Réabsorption obligatoire: au niveau T.P.
 - ii. Réabsorption facultative: Sous contrôle hormonal dans les derniers segments (T.D et CC).

SUBSTANCES CHIMIQUES en g/L	PLASMA	FILTRAT (juste après la capsule de bowman)	SUBSTANCES RÉABSORBÉES DU FILTRAT	URINE
Eau	900 litres	180 litres	~ 178,5 litres	~ 1,5 litre
Protéines	7000 à 9000	10 à 20	10 à 20	0
Glucose	1.80	1.80	1.80	0
Chlore (Cl ⁻)	630	630	625	5
Sodium (Na ⁺)	540	540	537	3
Bicarbonates	300	300	299,7	0,3
Potassium (K ⁺)	28	28	24	4
Urée	53	53	28	25
Créatinine	1,5	1,5	0	1,5

Réabsorption tubulaire est considérable: chaque jour les reins filtrent 180L de liquide et seulement 1 à 1,5L d'urine est excrété: Plus de 99% du liquide de filtrat sera réabsorbé et retourné dans les capillaires péritubulaires.

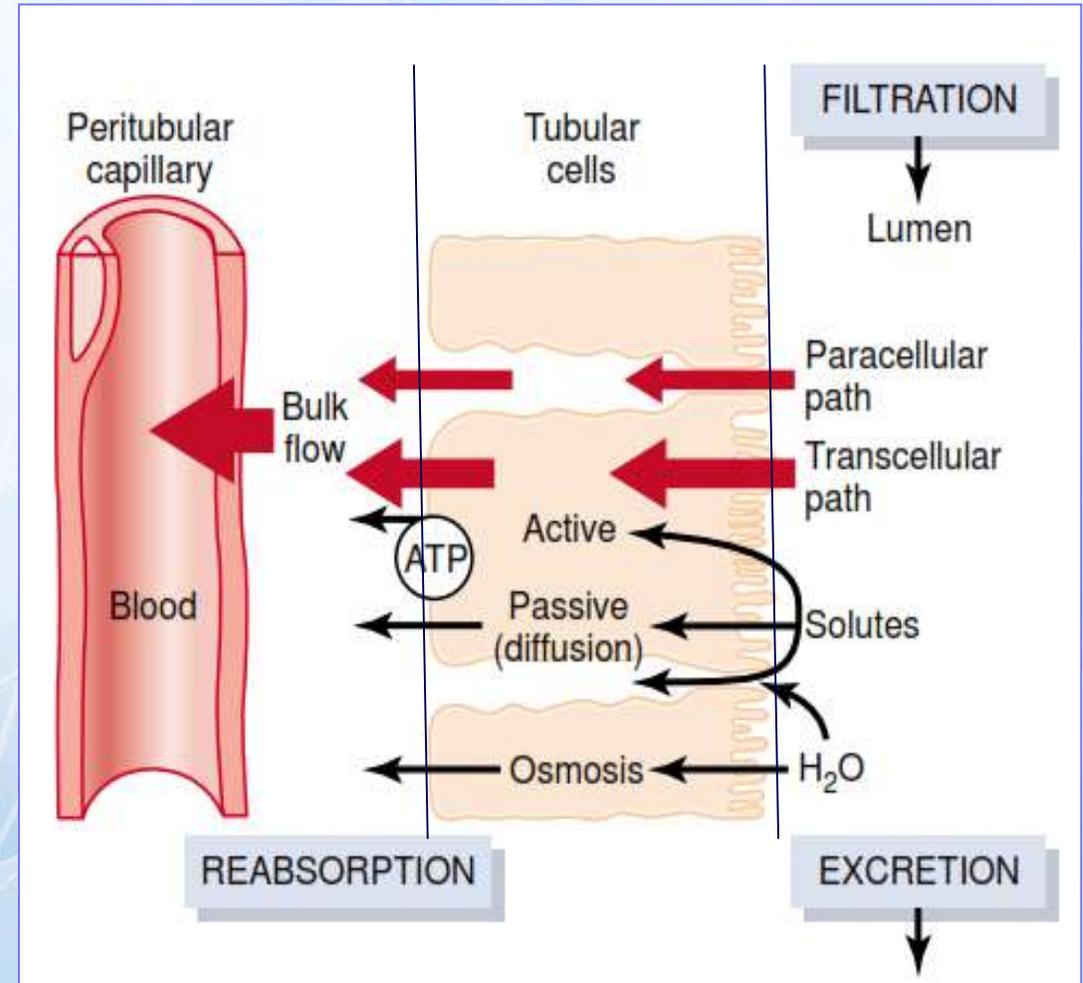
1- Processus de la réabsorption:

□ Transport trans-épithélial débute dès que le filtrat ait atteint le tubule proximal.

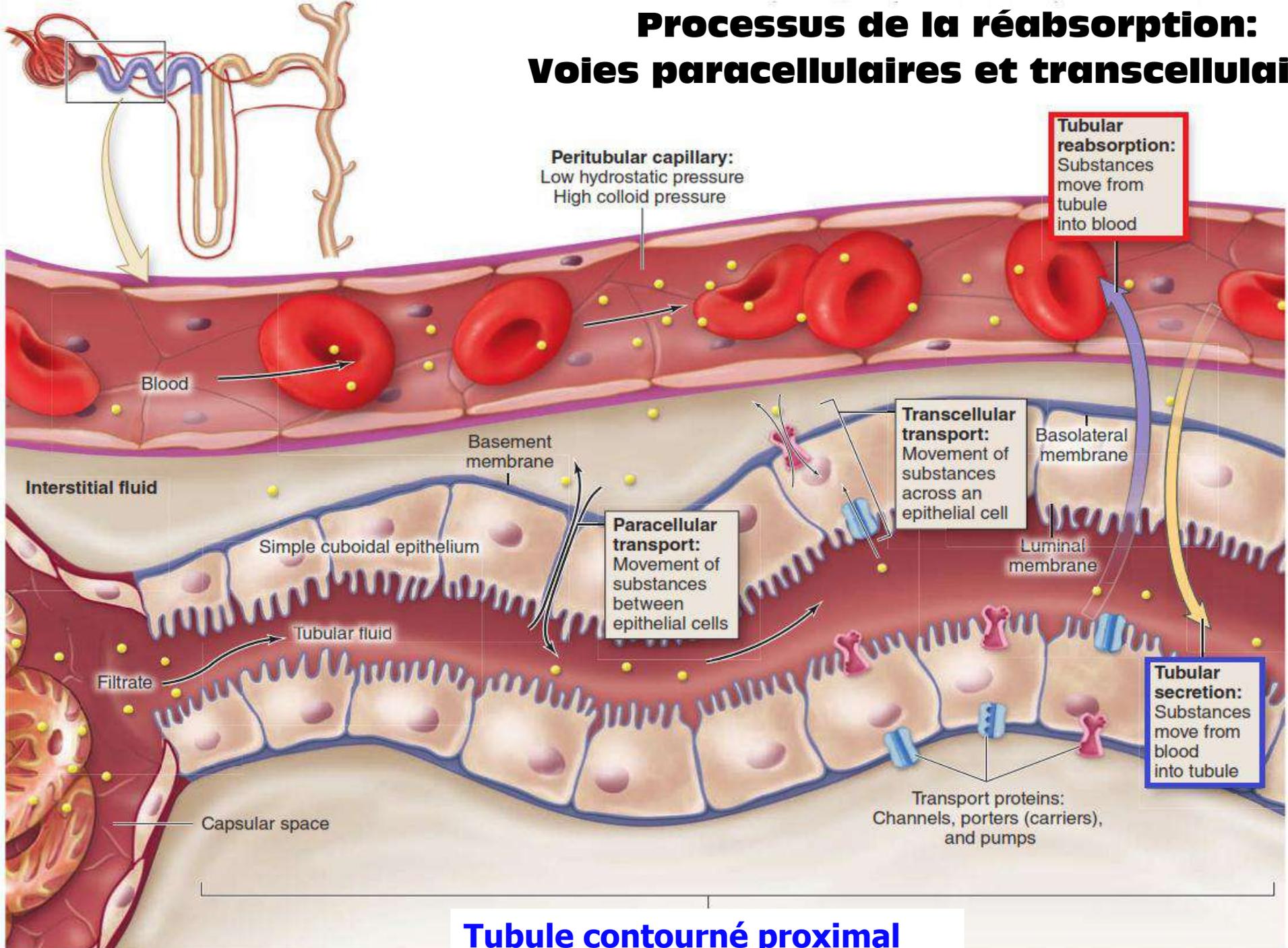
□ Selon que le transport nécessite l'énergie ou non:

▪ Passif: ne consomme pas l'énergie.

▪ Actif: consomme l'énergie. Se fait contre le gradient de [...]

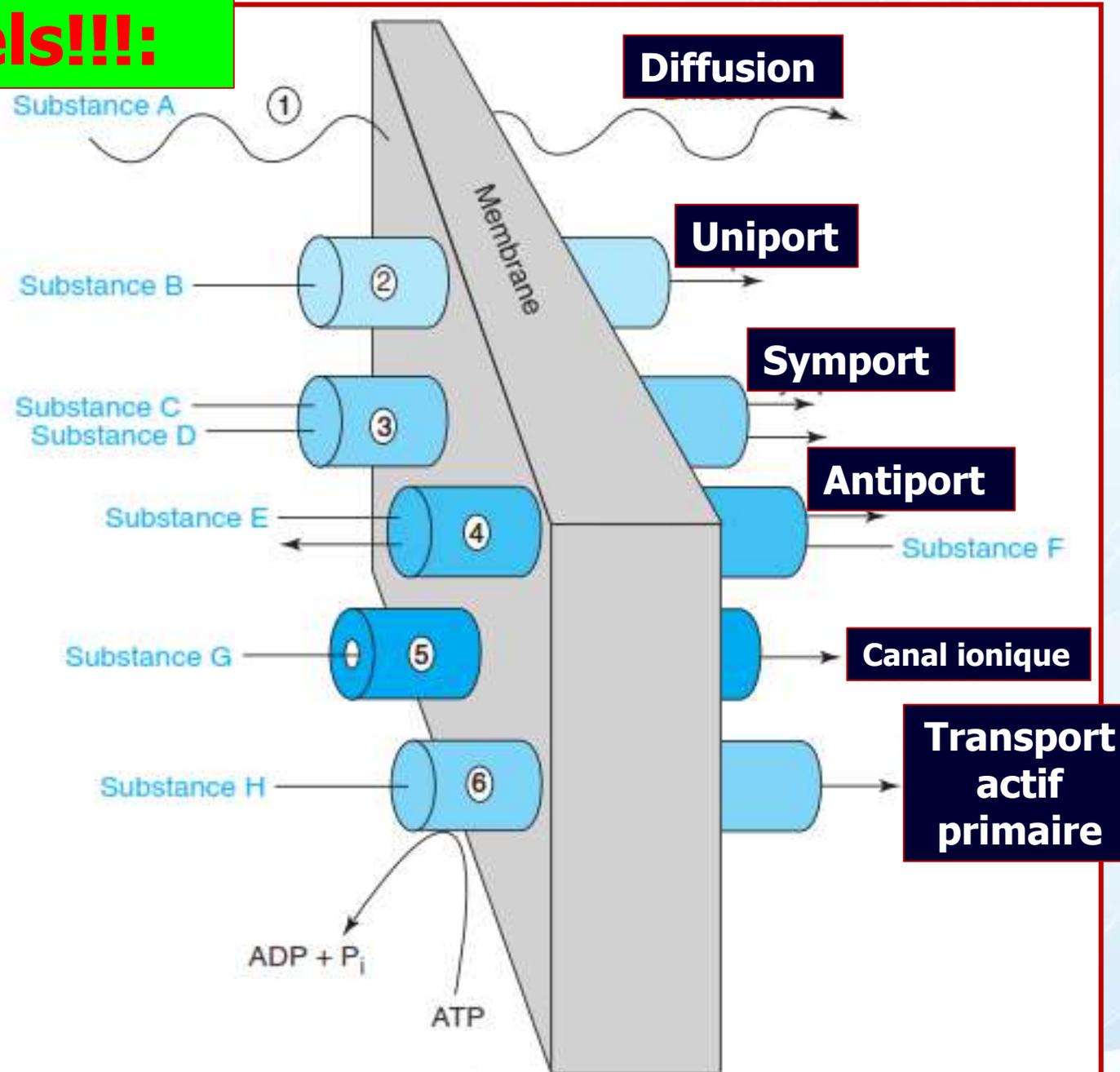


Processus de la réabsorption: Voies paracellulaires et transcellulaires.



Tubule contourné proximal

Rappels!!!



Transport transmembranaire: mécanismes de base.

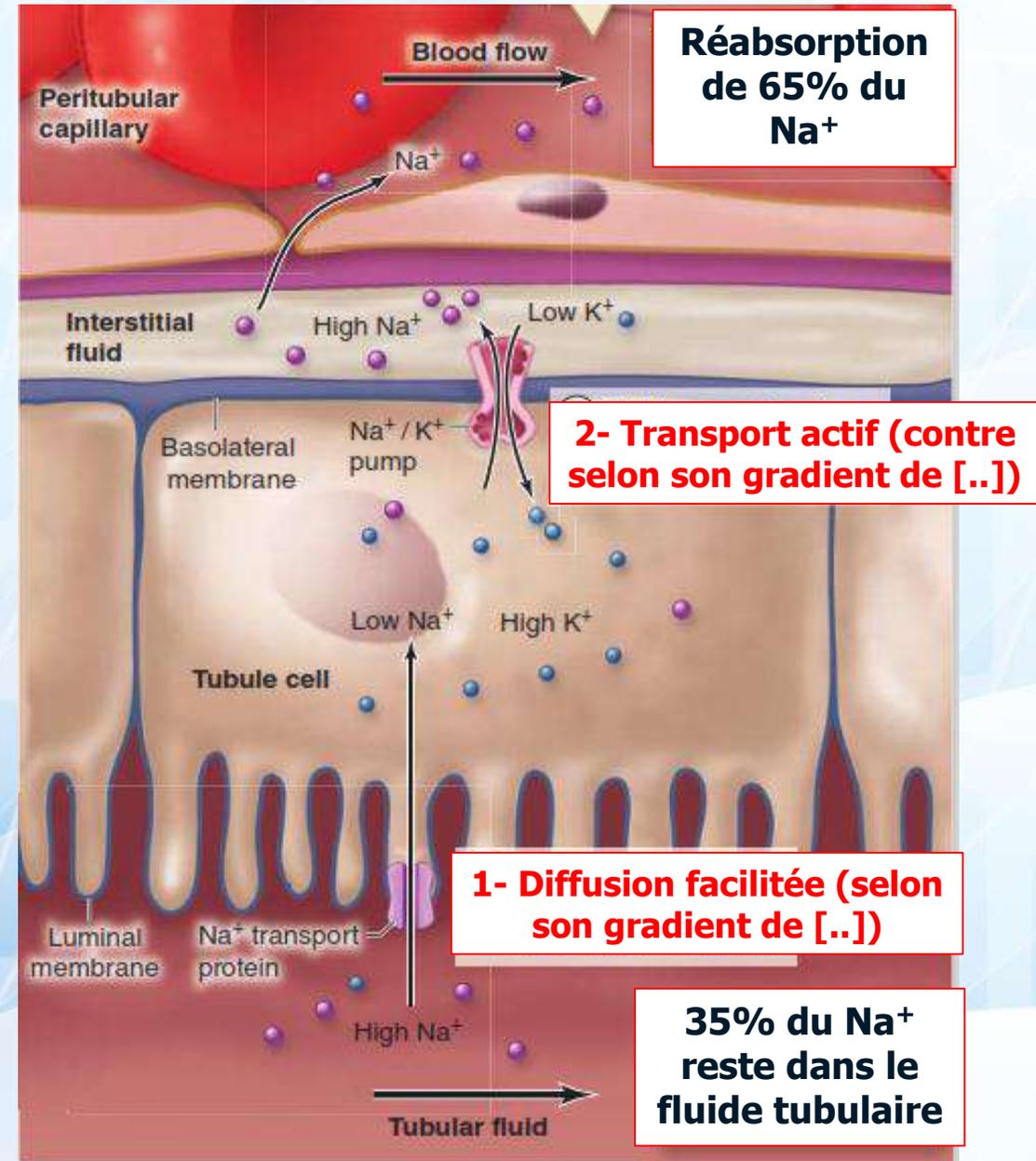
2- Réabsorption de Na^+ :

Réabsorption obligatoire:

Environ 67% du Na^+ filtré est réabsorbé au niveau proximal et 25% au niveau de l'anse de Henlé.

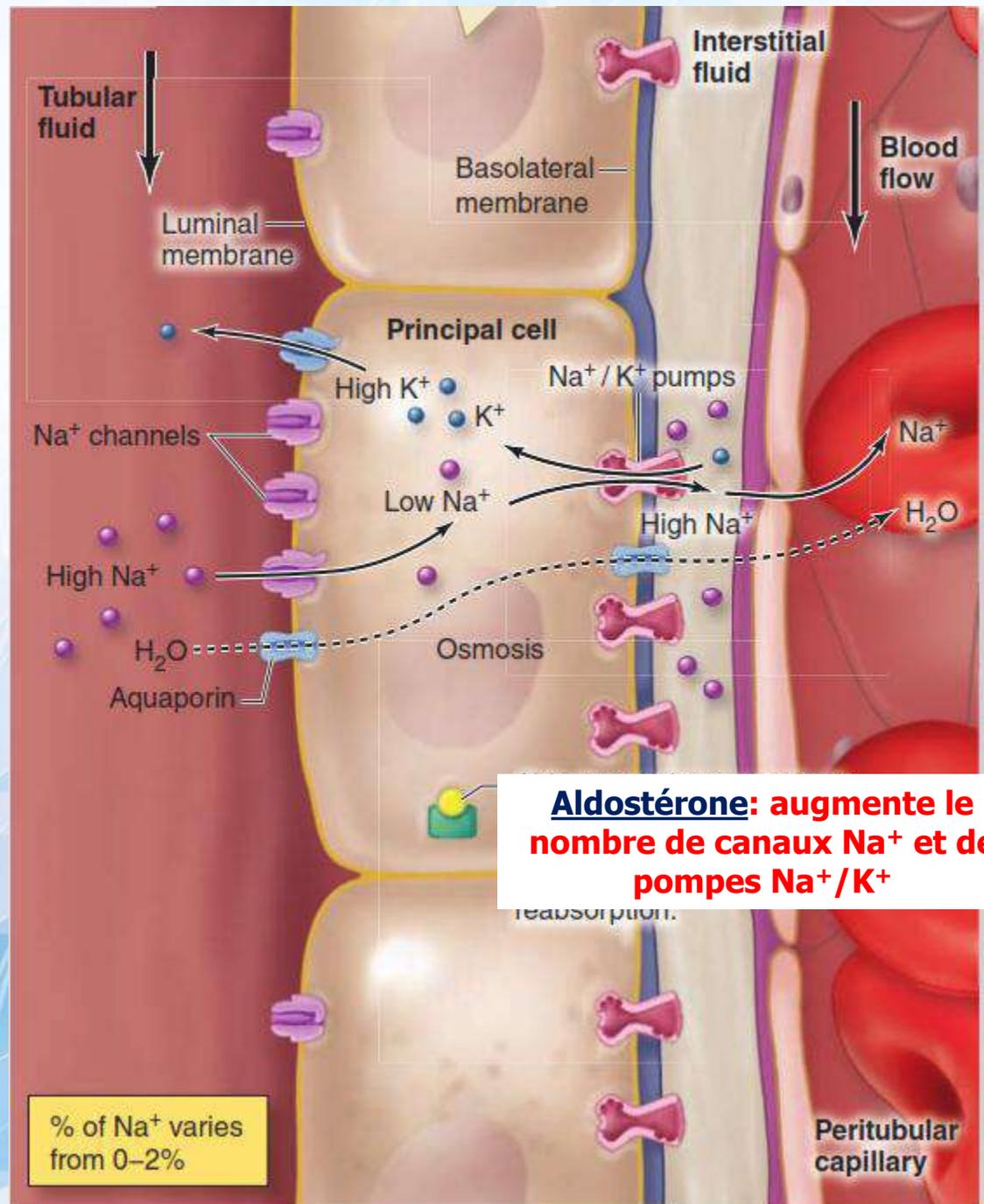
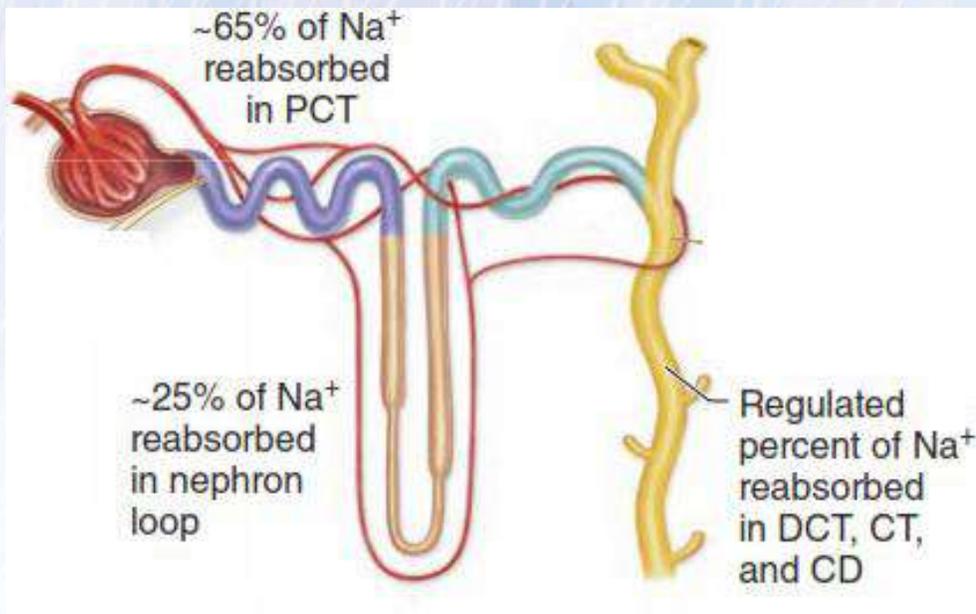
Réabsorption facultative (contrôlée):

Elle est sous contrôle hormonal: Aldostérone.
Concerne jusqu'au 8% du Na^+ . Elle a lieu dans les segments distaux (TD et CC).



Réabsorption contrôlée du Na⁺:

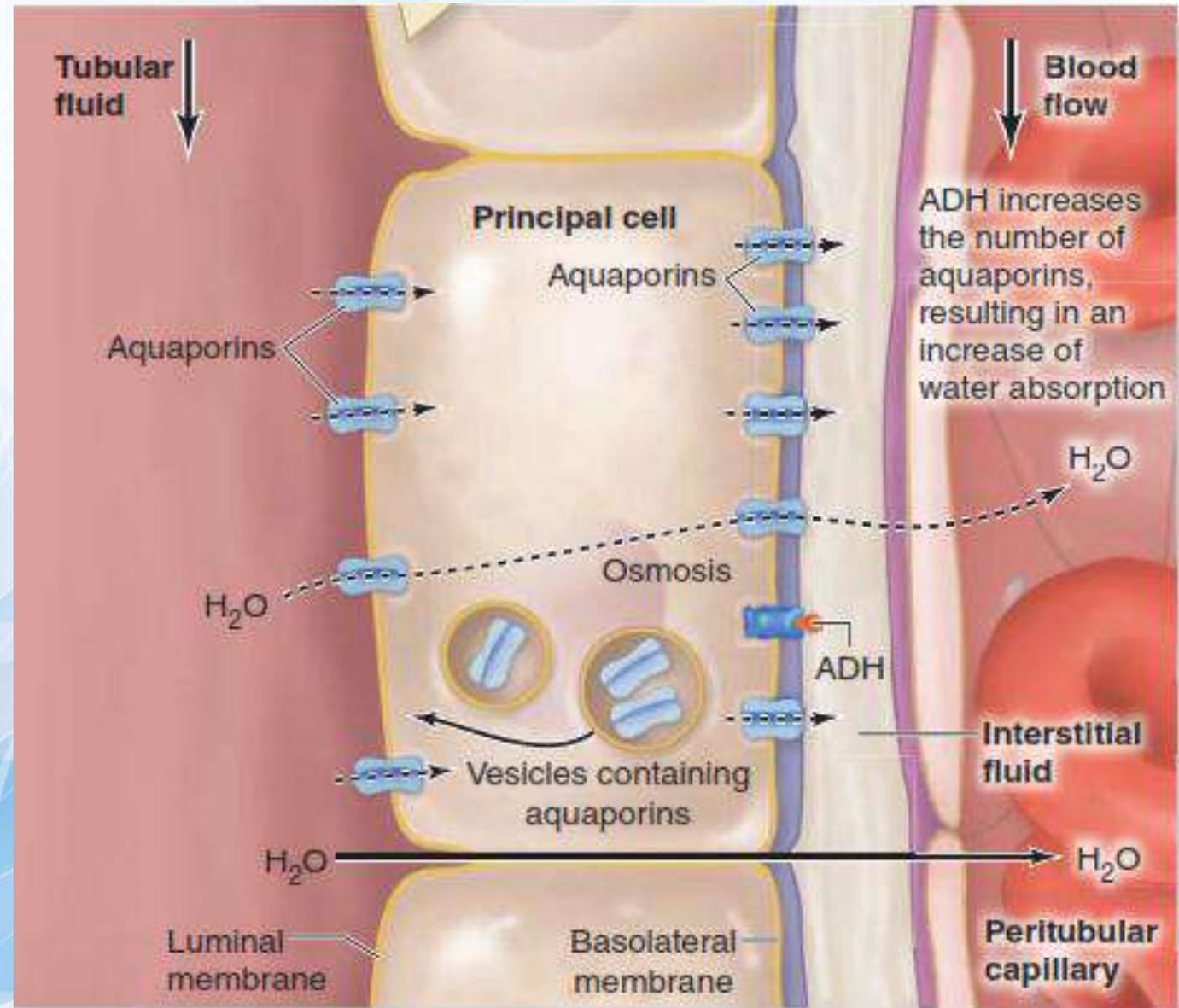
- 0 à 8% dans le TD et CC.
- Augmentation de la réabsorption en présence de l'Aldostérone.



3- Réabsorption de l'eau:

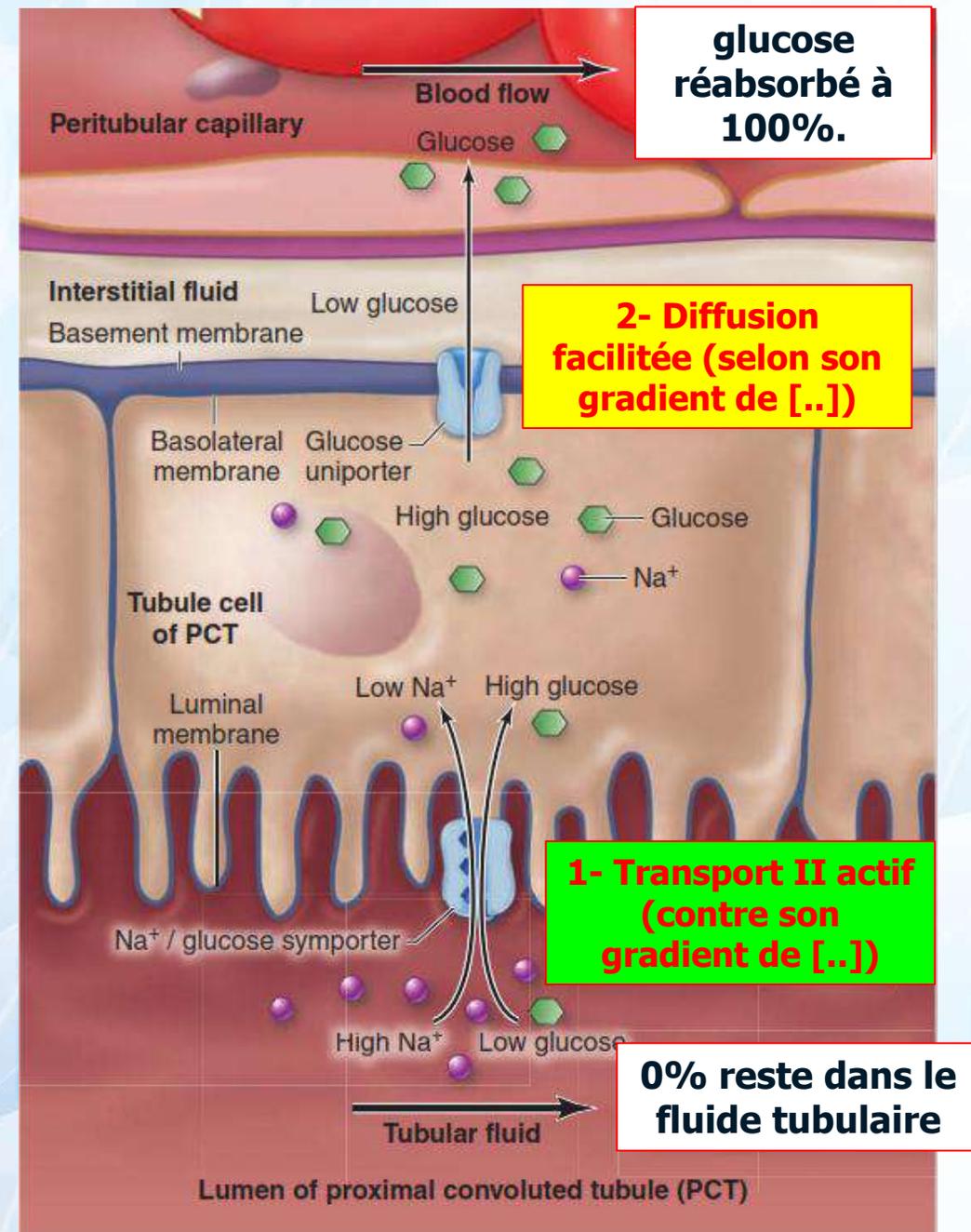
□ **Réabsorption obligatoire: 65% au niveau du TP et 10% au niveau de l'anse. l'eau suit toujours le Na^+ (Osmose).**

□ **Réabsorption contrôlée: 20% au niveau du TD et du CC. Sous contrôle de l'ADH: hormone antidiurétique.**



4- Réabsorption du glucose et des acides aminés:

Complètement
réabsorbés au niveau du **tubule proximal** par un **mécanisme de transport actif II dépendant de Na⁺** (voir absorption intestinale).



4- Réabsorption active maximale et notion de Tm (ex: la réab. du glucose):

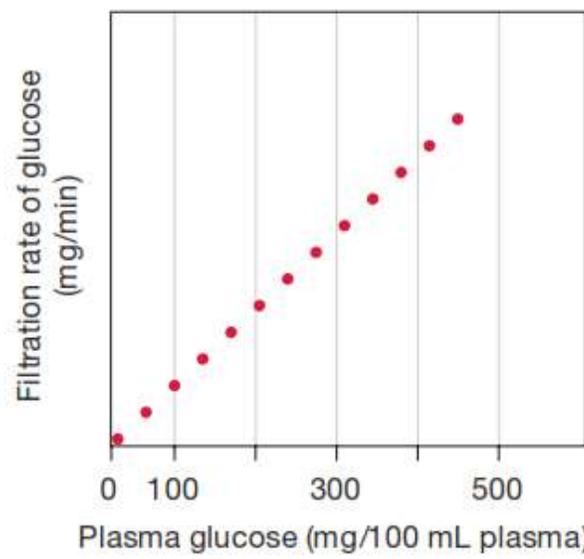
- ❑ Transport actif = liaison à un transporteur (nb limité).
- ❑ Maximum: tous les transporteurs sont occupés.
- ❑ **Le Transport maximal (TM): la quantité maximale que les cellules tubulaires peuvent transporter en un temps donné.**
 - ❑ **Toute quantité filtrée supérieure au Tm sera excrétée dans l'urine.**
 - ❑ **À l'exception du Na⁺, toutes les substances réabsorbées activement ont un Tm. Le Na⁺ n'a pas de Tm: l'aldostérone cause l'augmentation à la demande de nombres de transporteurs.**

Ex: Réabsorption du glucose:

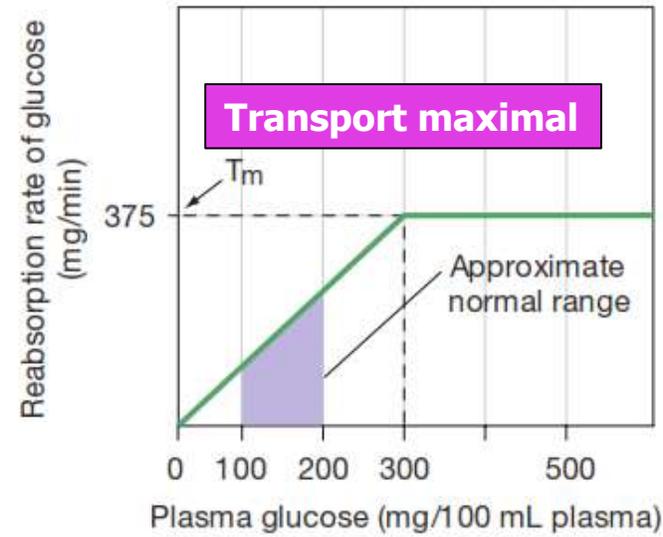
- La $[\text{glucose}]_{\text{plasmatique}} = 1\text{g/L}$. Le glucose est librement filtré. La $[\text{glucose}]_{\text{capsule de Bowman}}$ sera égale à 1g/L .
- À un DFG de 125mL/min , 125mg de glucose passe dans la capsule de Bowman chaque minute.

$$\text{Quantité (glucose)}_{\text{filtrée}} = \text{TFG} \times [\text{glucose}]_{\text{plasmatique}}.$$

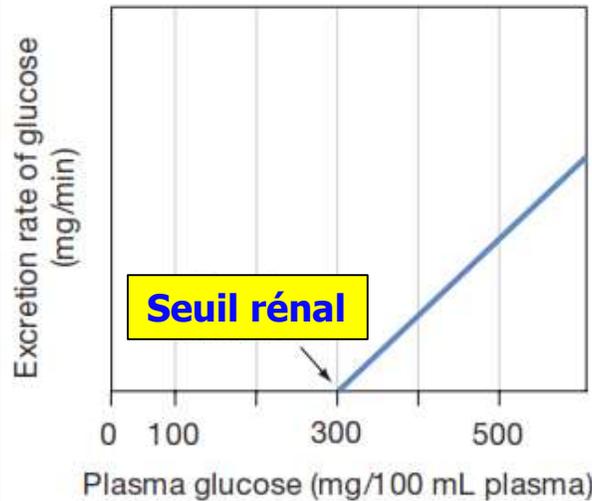
- Le T_m du glucose est en moyenne 375mg/min : le système de transport peut prendre en charge 375 mg de glucose par minute avant d'être saturé.
 - À la $[\text{glucose}]_{\text{plasmatique}}$ de 1g/L , les 125 mg/min filtrés seront totalement réabsorbés (pas de glucose dans l'urine).
- Quand $[\text{glucose}]_{\text{plasmatique}} = 3\text{g/L}$, le glucose passe dans les urines.
- **Seuil rénal** d'une substance: la concentration **plasmatique** de cette substance qui correspond à son **apparition** dans les urines.



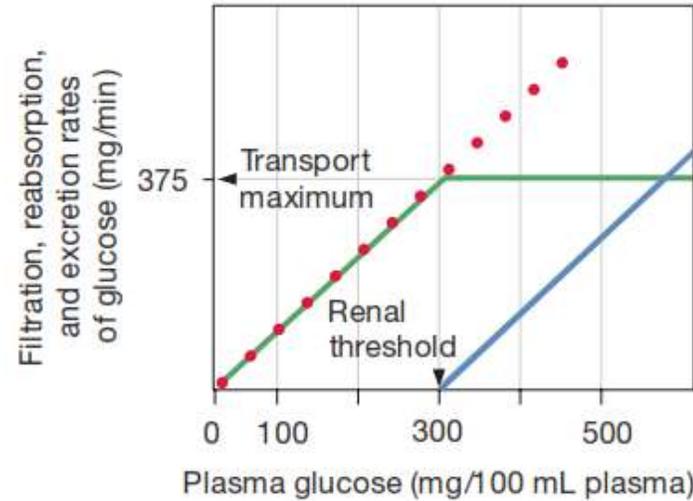
(a) Filtration of glucose is proportional to the plasma concentration.



(b) Reabsorption of glucose is proportional to plasma concentration until the transport maximum (T_m) is reached.



(c) Glucose excretion is zero until the renal threshold is reached.



(d) Composite graph shows the relationship between filtration, reabsorption, and excretion of glucose.

Comportement rénal du glucose: T_m et seuil rénal.

III- SÉCRÉTION TUBULAIRE

Sécrétion tubulaire: transfert de substances des capillaires péri-tubulaires vers la lumière du tubule.

C'est un mécanisme additionnel accélérant l'élimination de ces substances hors de l'organisme.

1- sécrétion des ions H^+ :

Essentielle pour la régulation de l'équilibre acido-basique de l'organisme.

2- sécrétion des ions K^+ :

3- sécrétion des ions organiques:

Les cellules du tube distal contiennent des transporteurs pour la sécrétion d'anions et d'autres pour celle des cations organiques.

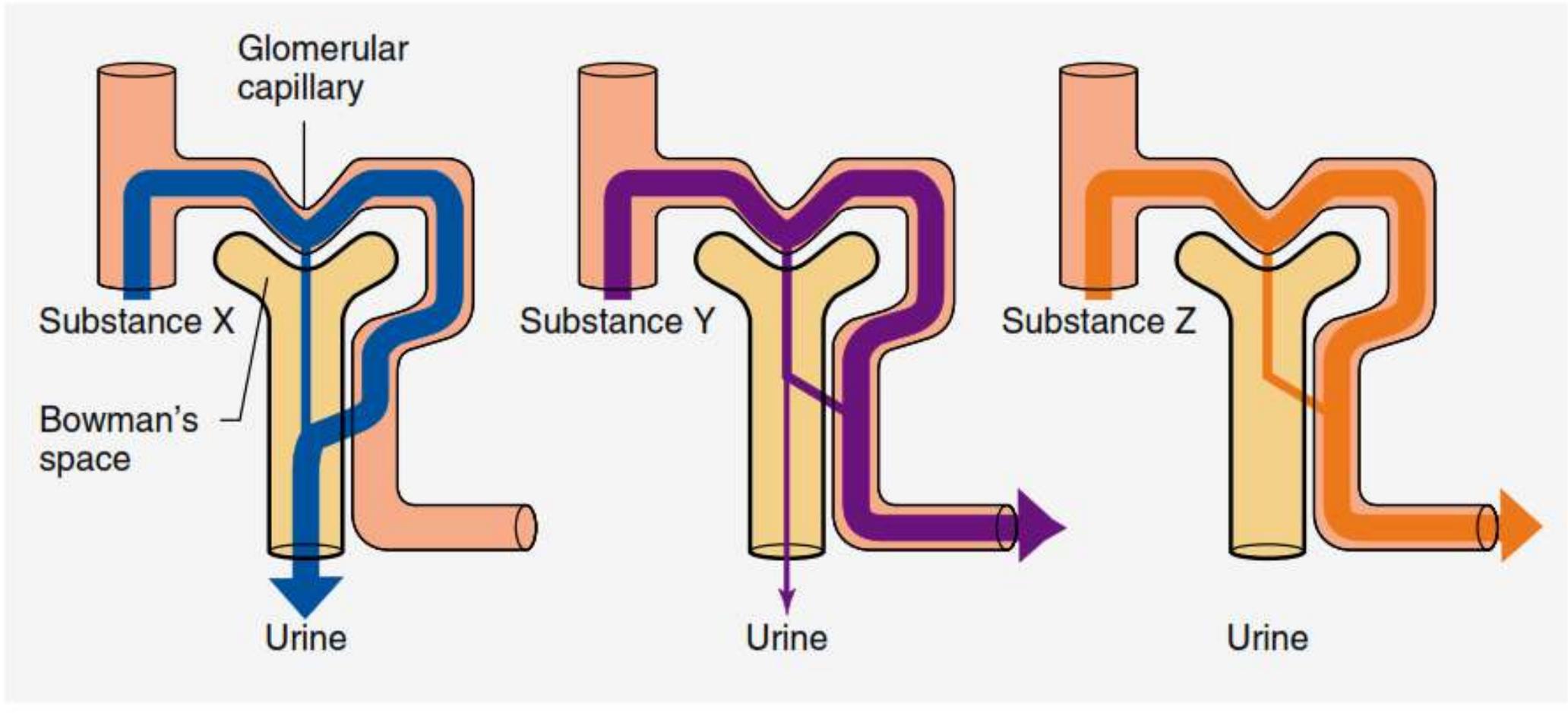
IV: MESURE DE LA FONCTION RÉNALE: MÉTHODE DES CLAIRANCES

Définition:

- ❑ **Evaluer l'efficacité avec laquelle les reins assurent l'épuration du plasma.**
- ❑ **La clairance rénale d'une substance: volume du plasma totalement épuré de cette substance par minute.**

$$\text{Clairance rénale (mL/min)} = \frac{\text{Concentration urinaire (qté/mL)} \times \text{Débit urinaire (mL/min)}}{\text{Concentration plasmatique (qté/mL)}}$$

- ❑ **Permet l'estimation surtout du: FSR, FPR, TFG, réabsorption tubulaire, sécrétion tubulaire..**



X: réabsorbée, sécrétée??
Y:
Z:

Comportement rénal de 3 substances hypothétiques (x, y et z)

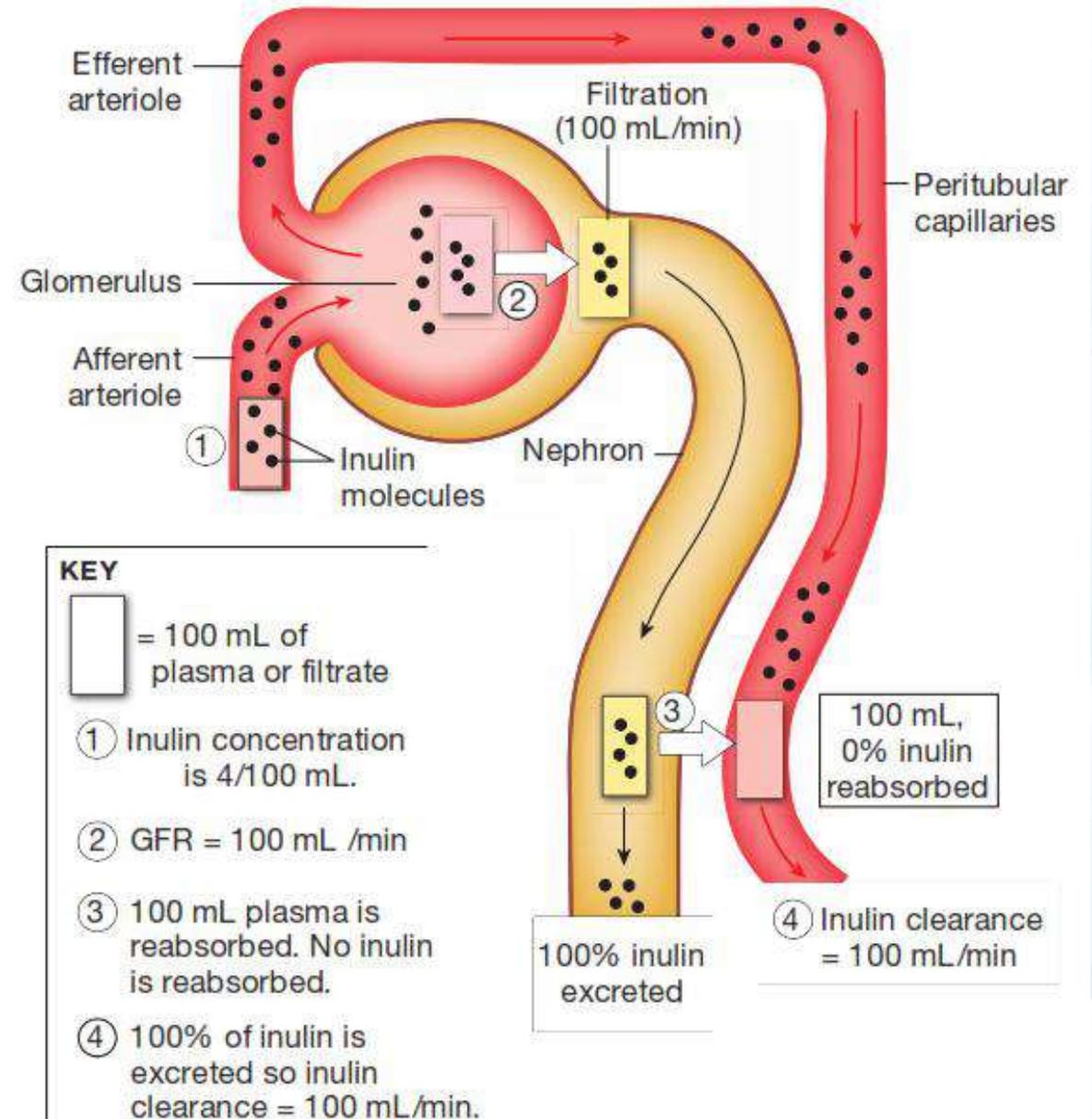
1- Estimation du TFG

❑ **Marqueurs du TFG:**
Inuline, Créatinine.

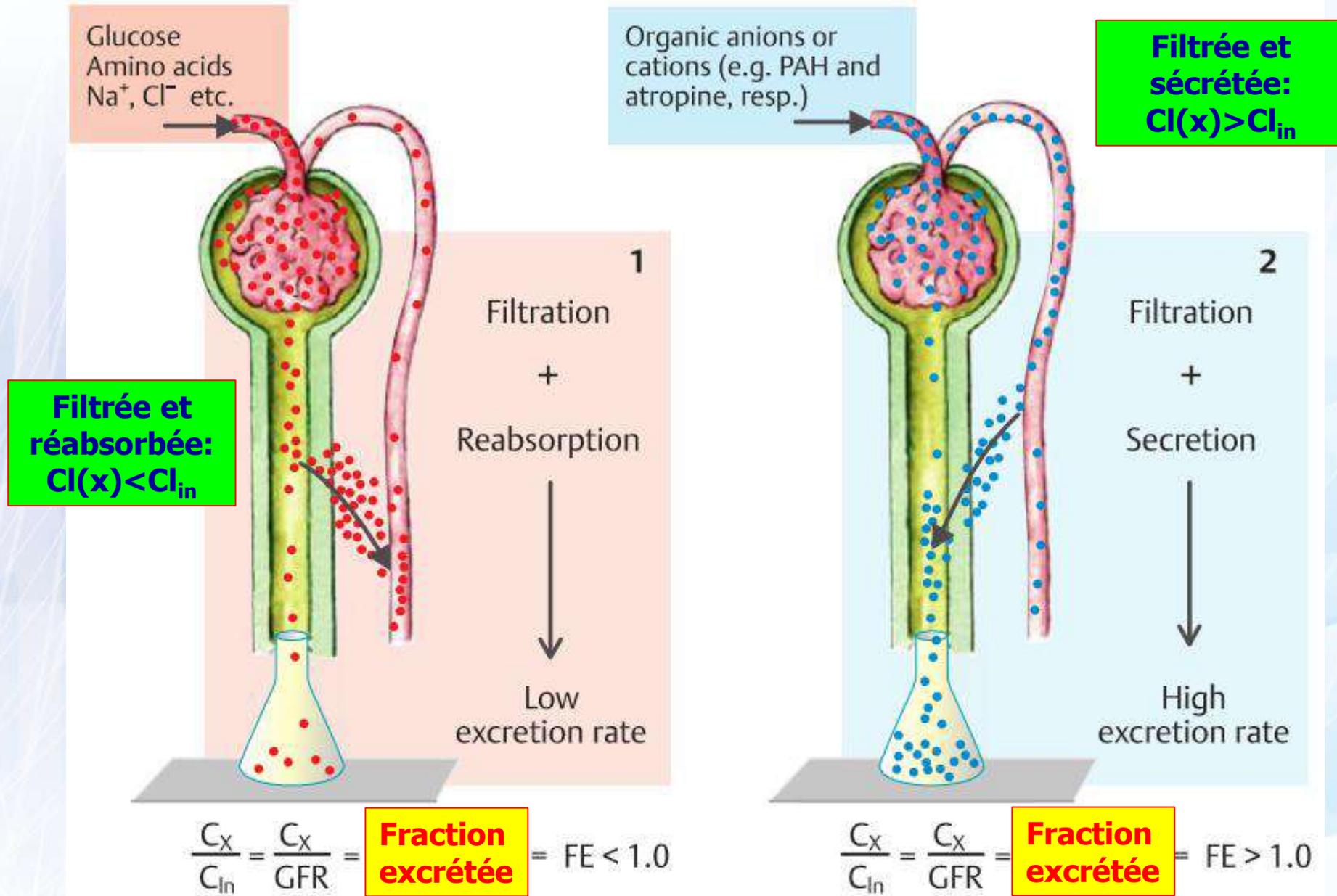
❑ **Critères:** substance librement filtrée, non réabsorbée, non sécrétée, non métabolisée par le rein.

❑ **L'INULINE, un glucide exogène est utilisé en pratique pour évaluer le DFG.**

❑ **$Cl_{\text{inuline}} = \text{DFG}$.**



2- Clearance ratio: $Cl_{inuline}$ vs d'autres substances:



3- Estimation du FPR et du FSR.

Substance librement filtrée, sécrétée (totale) et n'est pas réabsorbée. Ex: PAH

Loi des masses (principe de Fick):

Les entrées = Les sorties.

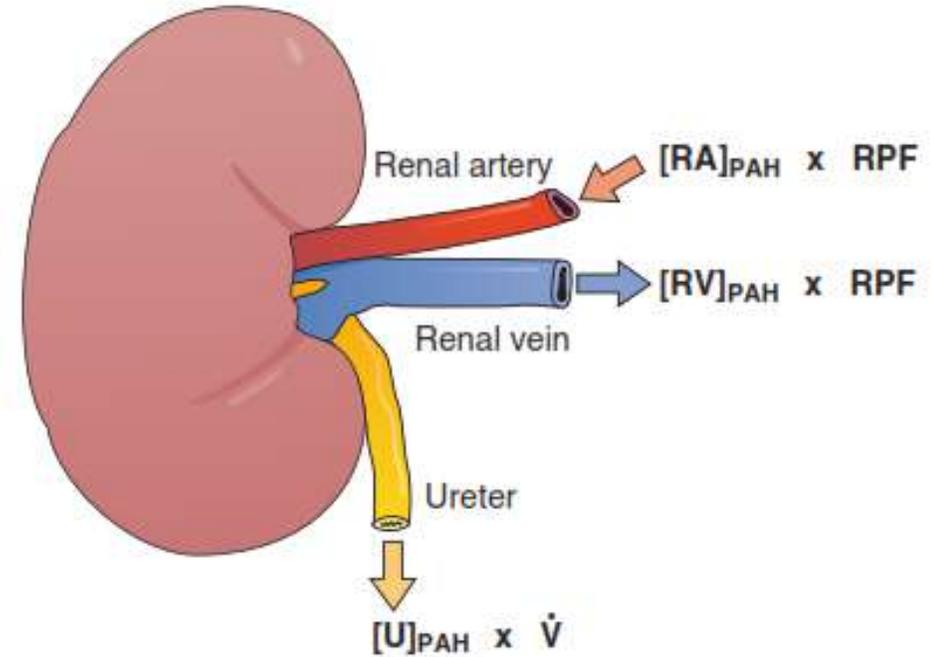
Flux plasmatique rénal:

$$\text{FPR (effectif)} = \frac{[\text{PAH}]_{\text{urinaire}} \times \text{Volume urinaire}}{[\text{PAH}]_{\text{plasmatique}}} \quad (\text{ml/min})$$

Flux sanguin rénal:

$$\text{Flux sanguin rénal} = \frac{\text{Flux plasmatique}}{(1 - \text{Hématocrite})}$$

FICK PRINCIPLE FOR MEASURING RPF



C_{PAH} : Correction/extraction ratio

□ Extraction ratio du PAH =

$$E_{PAH} = \frac{P_{PAH} - V_{PAH}}{P_{PAH}}$$

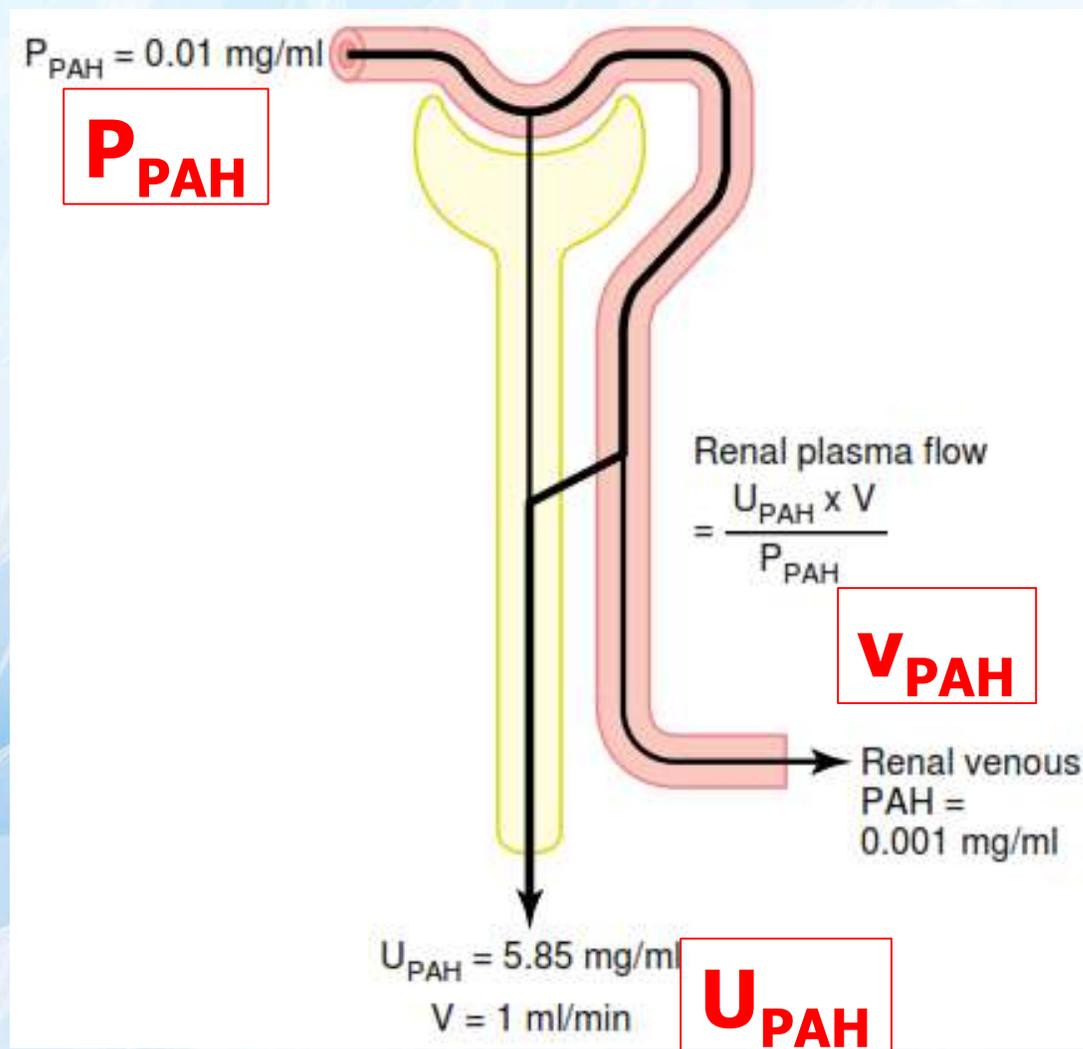
$$* C_{PAH} = \frac{U_{PAH} \cdot V \cdot \text{Urin}}{P_{PAH}}$$

$$* C_{PAH} = 585 \text{ mL/min.}$$

$$* E_{PAH} = 0.9$$

$$* FPR = C_{PAH} / E_{PAH} \\ (650 \text{ mL/min}).$$

Fraction filtrée FF: = TFG/FPR
125/650 = 0.19 (19%)



ESTIMATION DE LA FONCTION RÉNALE: QUELQUES RAPPELS

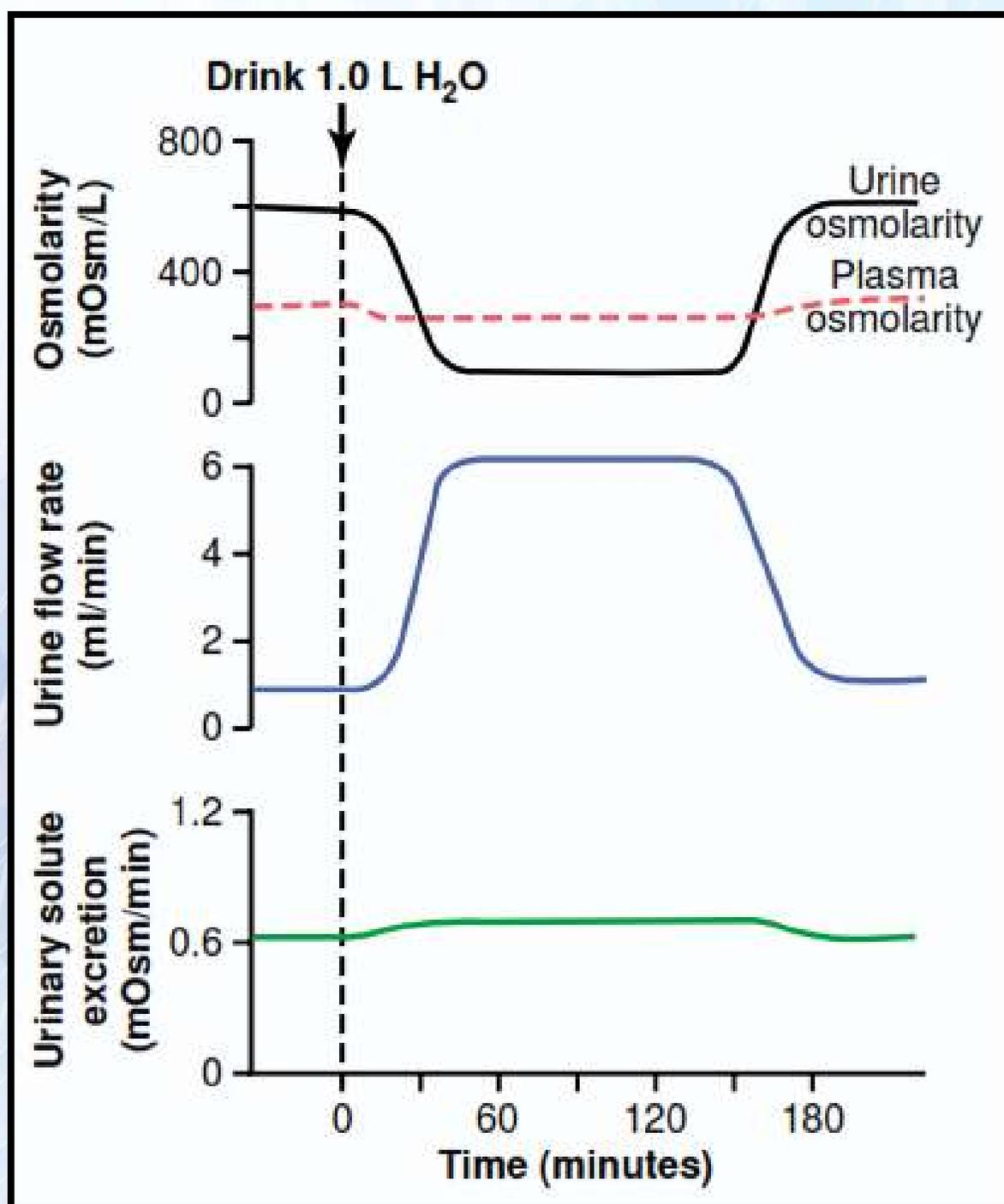
	Equation	Units
Clearance rate (C_s)	$C_s = \frac{U_s \times V}{P_s}$	ml/min
Glomerular filtration rate (GFR)	$GFR = \frac{U_{\text{inulin}} \times V}{P_{\text{inulin}}}$	
Clearance ratio	$\text{Clearance ratio} = \frac{C_s}{C_{\text{inulin}}}$	None
Effective renal plasma flow (ERPF)	$ERPF = C_{\text{PAH}} = \frac{U_{\text{PAH}} \times V}{P_{\text{PAH}}}$	ml/min
Renal plasma flow (RPF)	$RPF = \frac{C_{\text{PAH}}}{E_{\text{PAH}}} = \frac{(U_{\text{PAH}} \times V / P_{\text{PAH}})}{(P_{\text{PAH}} - V_{\text{PAH}}) / P_{\text{PAH}}}$ $= \frac{U_{\text{PAH}} \times V_{\text{PAH}}}{P_{\text{PAH}} - V_{\text{PAH}}}$	ml/min
Renal blood flow (RBF)	$RBF = \frac{RPF}{1 - \text{Hematocrit}}$	ml/min
Excretion rate	$\text{Excretion rate} = U_s \times V$	mg/min, mmol/min, or mEq/min
Reabsorption rate	$\text{Reabsorption rate} = \text{Filtered load} - \text{Excretion rate}$ $= (GFR \times P_s) - (U_s \times V)$	mg/min, mmol/min, or mEq/min
Secretion rate	$\text{Secretion rate} = \text{Excretion rate} - \text{Filtered load}$	mg/min, mmol/min, or mEq/min

V- EXCRÉTION URINAIRE ET ÉQUILIBRE **HYDRIQUE DE L'ORGANISME:**

- **Nécessité du maintien d'une composition stable du LEC en eau et en électrolytes.**
 - **Balance hydrique:** équilibre entre les apports hydriques (mécanisme de la soif) et les sorties (excrétion rénale).
 - **Excrétion rénale** sous contrôle multiple, surtout par modification de la filtration glomérulaire et/ou de la réabsorption tubulaire

Excès de l'eau: production d'une urine diluée.

- **Volume urinaire variable (0.5 à 20L/j) en fonction de l'état de l'organisme.**
- **Osmolarité urinaire varie de 40 à 1400 mosm/L.**
- **Capacité du rein à produire une urine concentrée ou diluée sans affecter le taux d'excrétion des électrolytes.**
- **contrôle de l'excrétion rénale de l'eau est indépendant de celui de l'excrétion rénale des électrolytes.**

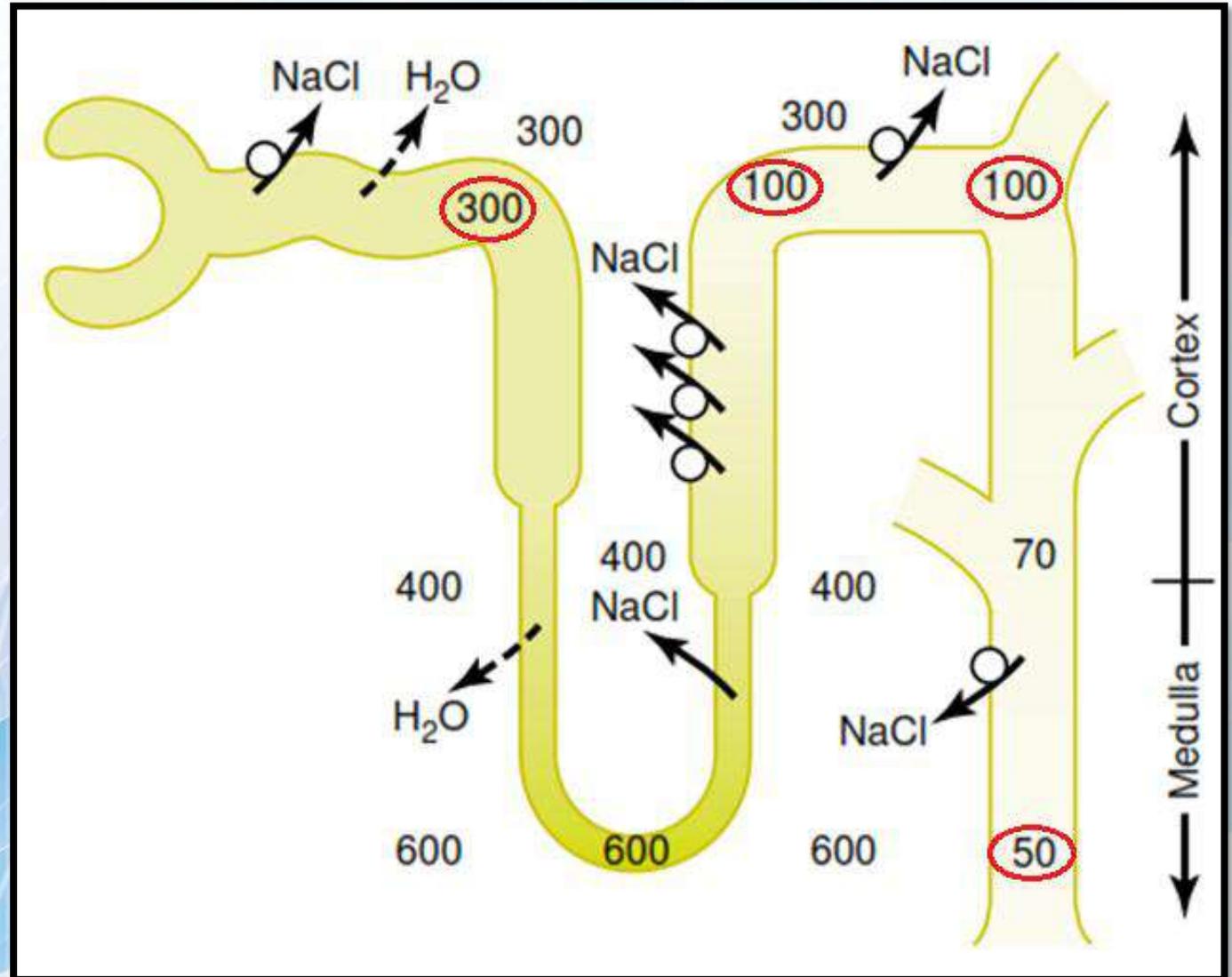


Excès de l'eau: absence d'ADH

■ **TP**: liquide tubulaire isosmotique.

■ Branche ascendante de **A.H**: liquide tubulaire devient dilué.

■ Dilution supplémentaire au niveau du **TD** et du **CC**.



Déficit en eau: production d'une urine concentrée (1).

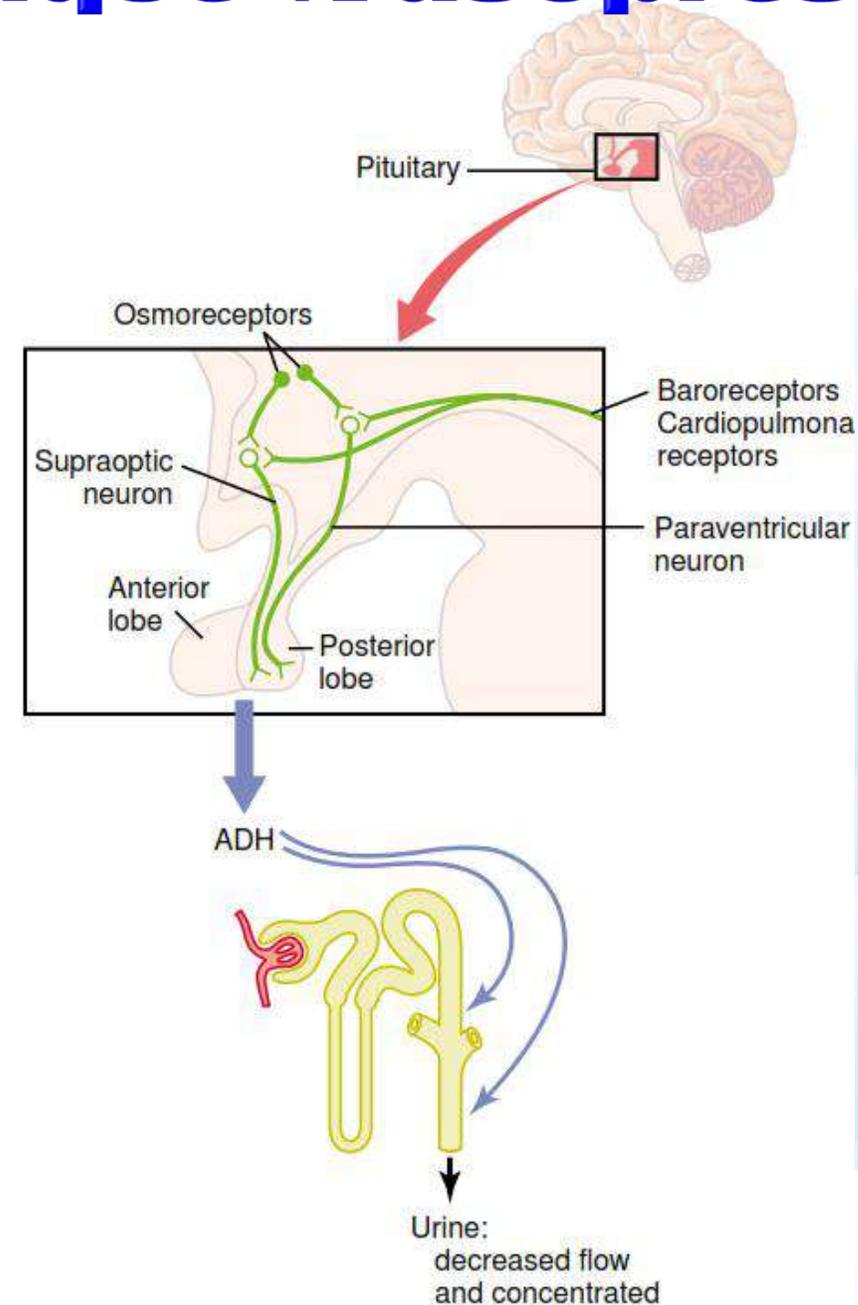
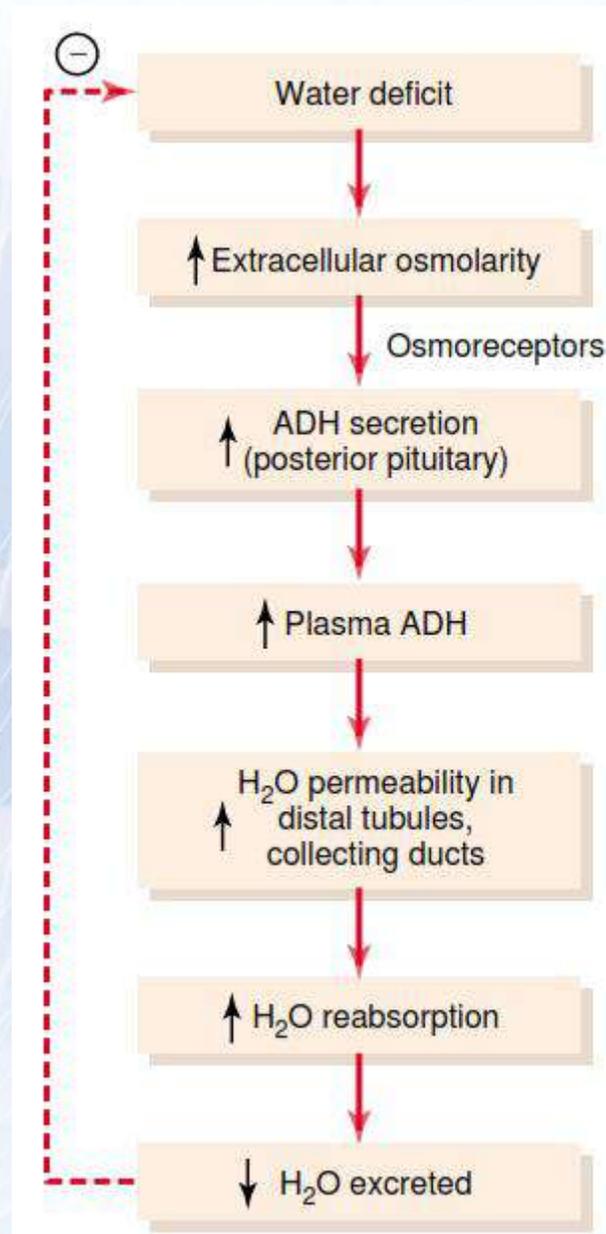
- La réabsorption de l'eau **augmente**.
- L'excrétion des électrolytes n'est pas affectée.
 - Production d'urine concentrée 5 fois l'osmolarité plasmatique: **1200-1400mosm/L**.
- Perte obligatoire de l'eau: 600 mosmoles sont produit/jour par le corps humain, si la capacité de concentration urinaire est de 1200 mosm/L:
0.5 L est le volume minimal pour éliminer ces 600 mosm.

Déficit en eau: production d'une urine concentrée (2).

La production d'une urine concentrée exige:

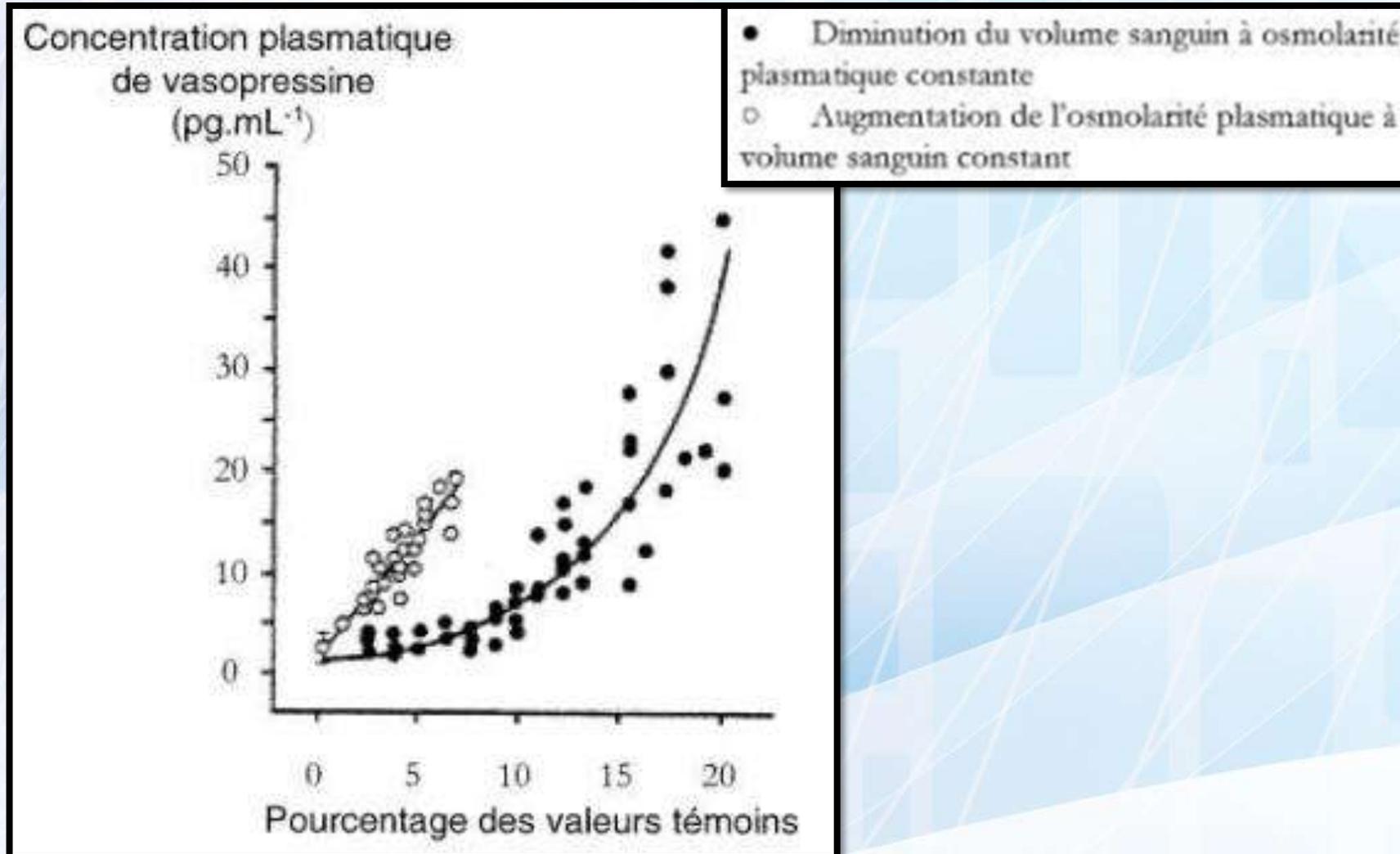
- **Taux élevé en ADH (Vasopressine): ce qui augmente la perméabilité du tube distal et du canal collecteur à l'eau.**
- **Hyperosmolarité de la médulla rénale: qui fournit un gradient osmotique favorable à la réabsorption de l'eau en présence de l'ADH.**

1: Hormone antidiurétique (Vasopressine):

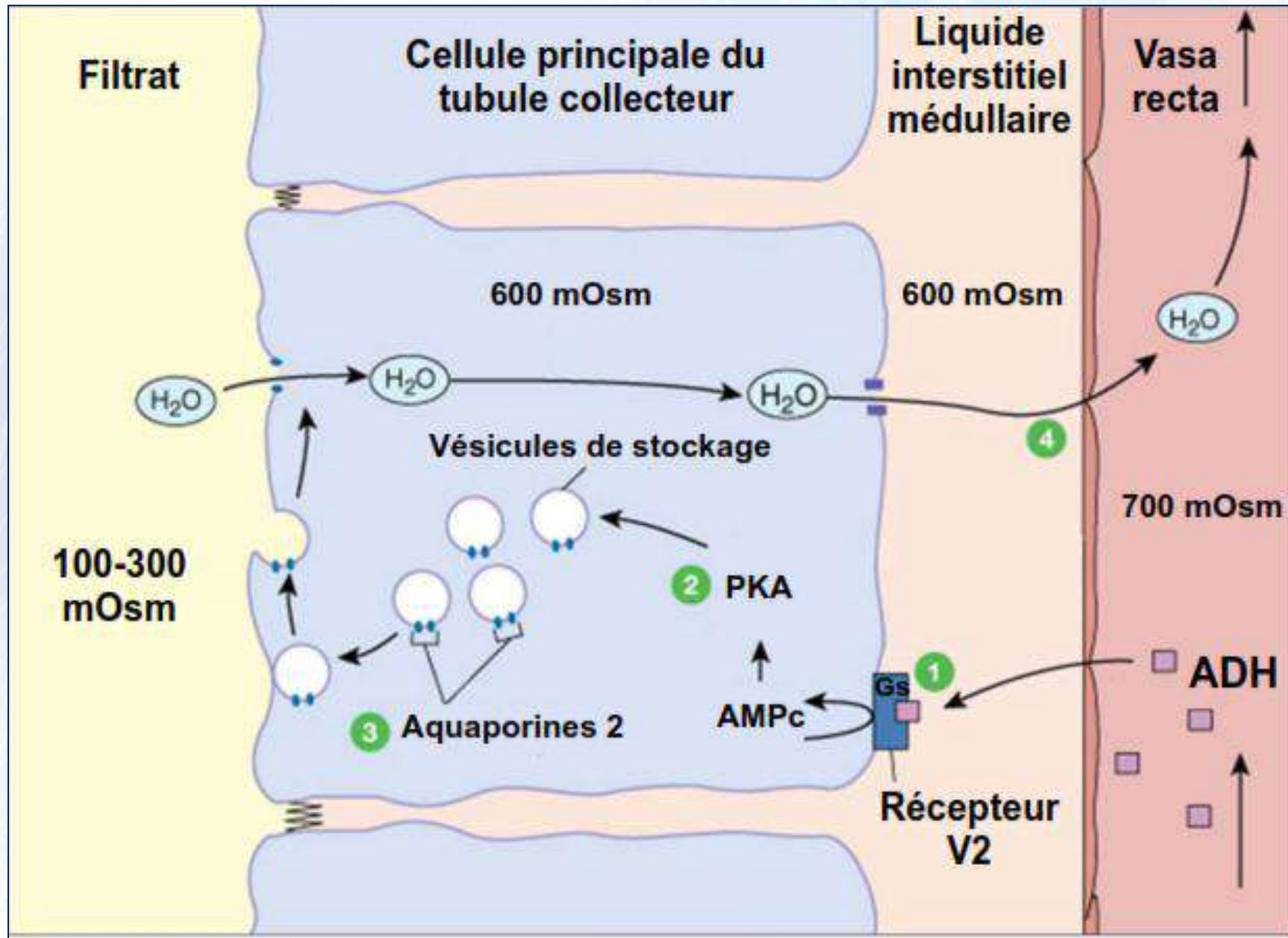


Double contrôle de la sécrétion d'ADH:

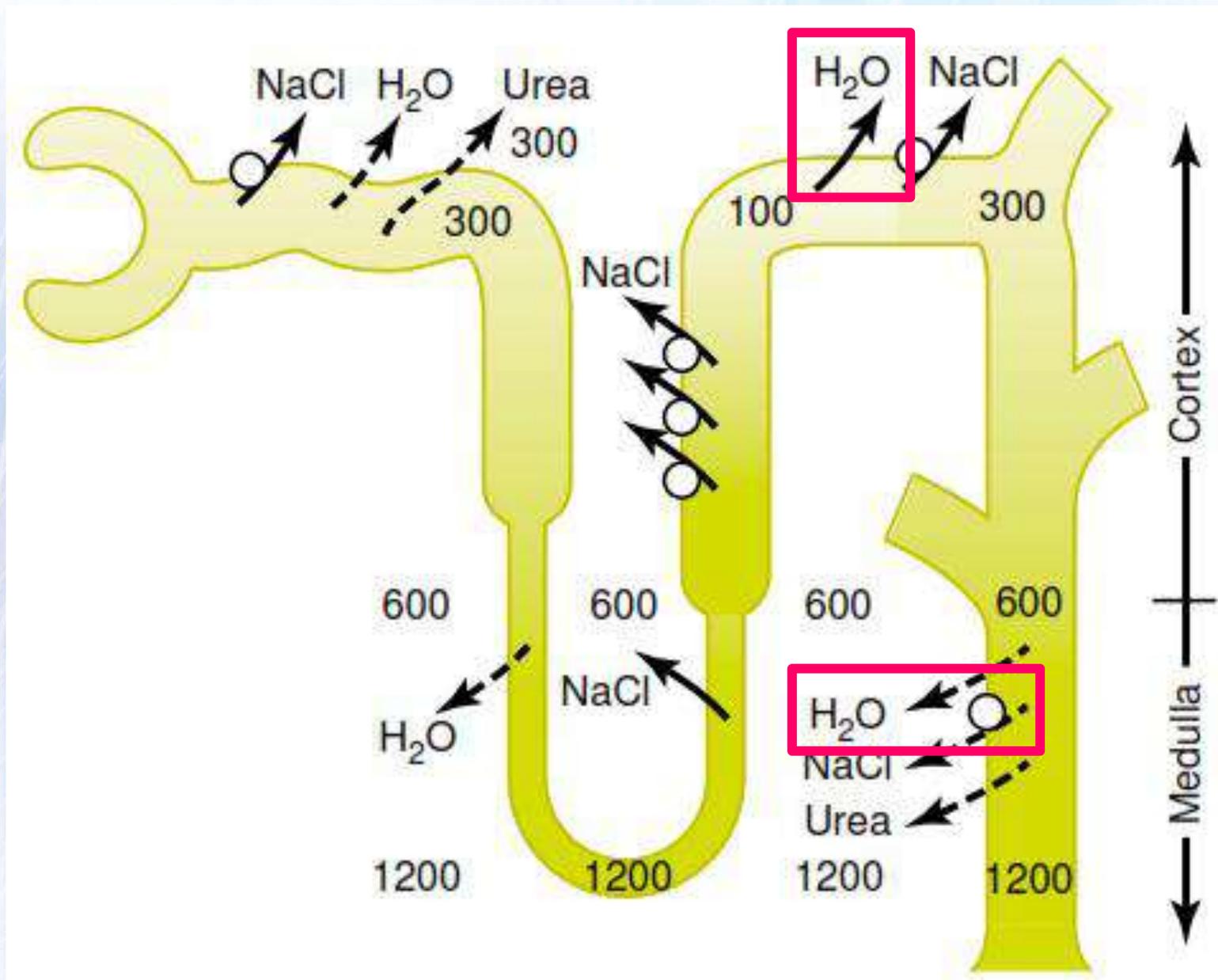
- 1- Osmolarité plasmatique,
- 2- Volume sanguin (pression artérielle)



ADH : Effet sur les cellules cibles

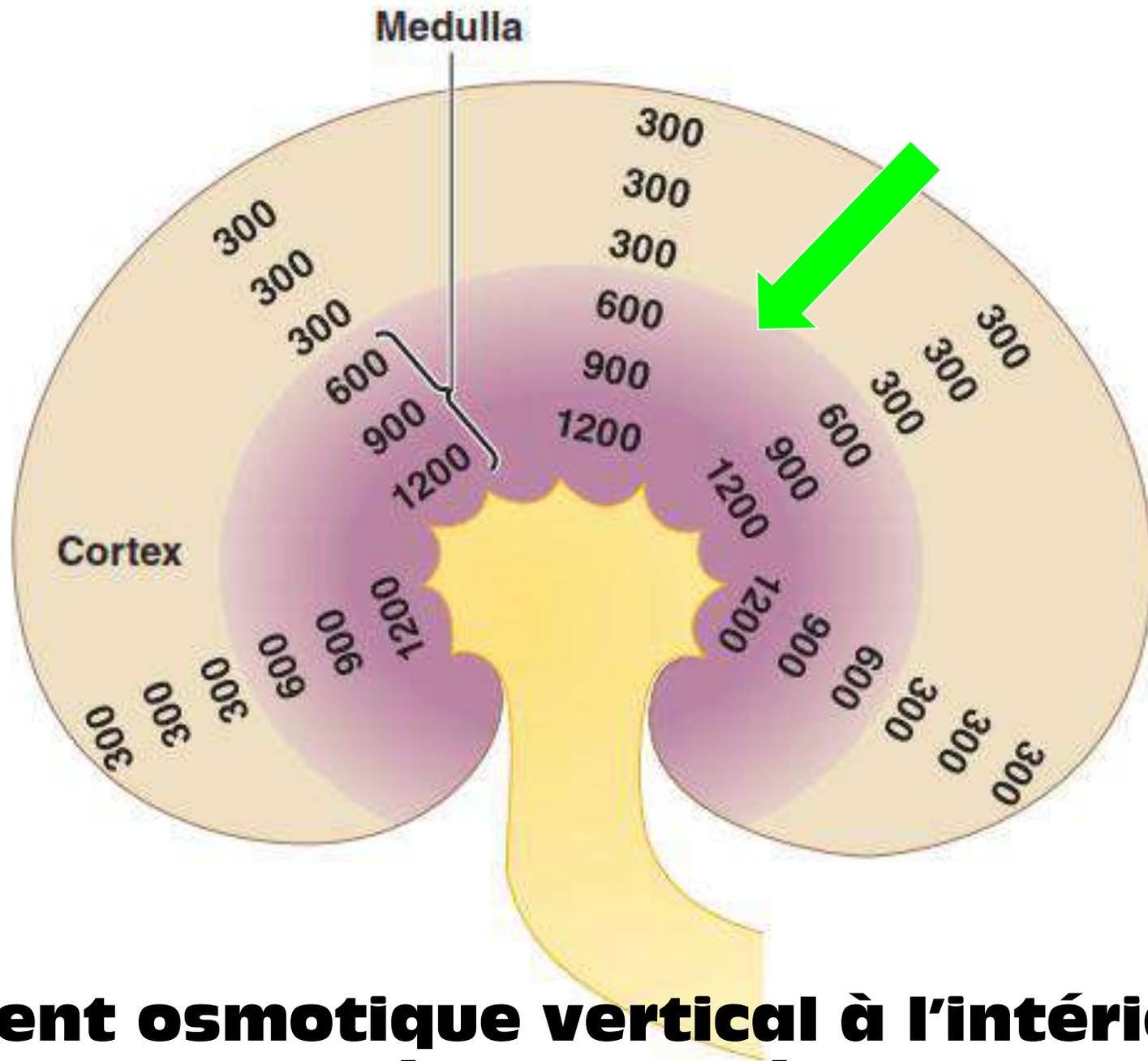


Formation d'urine concentrée en présence de concentrations élevées en ADH.



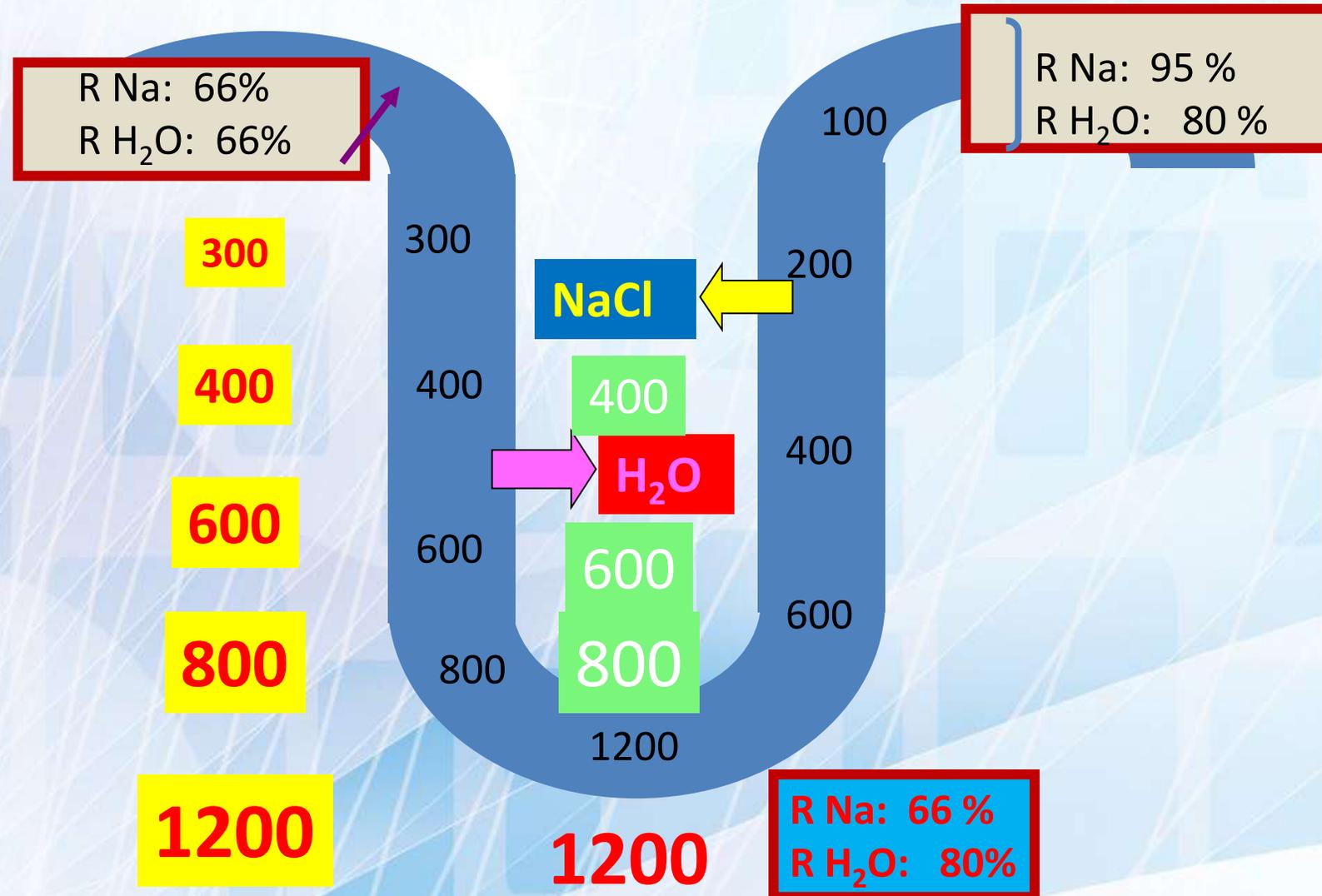
2: Gradient osmotique cortico-papillaire

- **Osmolarité** plasmatique 300 mosm/L.
- A l'exception des **reins**, le liquide interstitiel a une osmolarité similaire à celle du plasma (300 mosm/L).
- Interstitium rénal: un **gradient** osmotique entre le cortex et la médullaire allant de 300 (cortex) à 1200 (1400) mosm/L.
- La **force motrice** pour la réabsorption de l'eau est la différence de pression osmotique entre la lumière tubulaire et le liquide interstitiel.



Gradient osmotique vertical à l'intérieur de la médullaire rénale

L'osmolalité de l'interstitium médullaire augmente de **300 à 1200 mosm/kg** du cortex à la papille.



Capacité des reins à concentrer/diluer l'urine:

1-Clairance osmolaire

- **Clairance osmolaire: volume plasmatique épuré des substances osmotiquement actives par minute.**

$$C_{osm} = \frac{U_{osm} \times V}{P_{osm}}$$

- **Avec: U_{osm} = Osmolarité urinaire.**
 P_{osm} = Osmolarité plasmatique.
 V = Volume urinaire.

Capacité des reins à concentrer/diluer l'urine:

2-Clairance de l'eau libre.

■ **Clairance de l'eau libre: la différence entre le volume urinaire et la clairance osmolaire.**

$$C_{H_2O} = V - C_{osm} = V - \frac{(U_{osm} \times V)}{(P_{osm})}$$

- **C_{H_2O} négative**: conservation de l'eau.
- **C_{H_2O} positive**: élimination de l'eau libre.
- **C_{H_2O} nulle**: ???.

Troubles de la concentration urinaire:

- **Défaut de sécrétion d'ADH:** taux d'ADH trop faibles ou trop élevés.
- **Altération du gradient CP:** la capacité à concentrer les urines dépend essentiellement du degré de l'hyperosmolarité médullaire (même en présence de quantité adéquate d'ADH).
 - **Défaut d'action d'ADH:** incapacité des segments terminaux du néphron à réagir à l'ADH.

Bon courage



LIENS UTILES 🙌

Visiter :

1. <https://biologie-maroc.com>

- Télécharger des cours, TD, TP et examens résolus (PDF Gratuit)

2. <https://biologie-maroc.com/shop/>

- Acheter des cahiers personnalisés + Lexiques et notions.
- Trouver des cadeaux et accessoires pour biologistes et géologues.
- Trouver des bourses et des écoles privées

3. <https://biologie-maroc.com/emploi/>

- Télécharger des exemples des CV, lettres de motivation, demandes de ...
- Trouver des offres d'emploi et de stage

