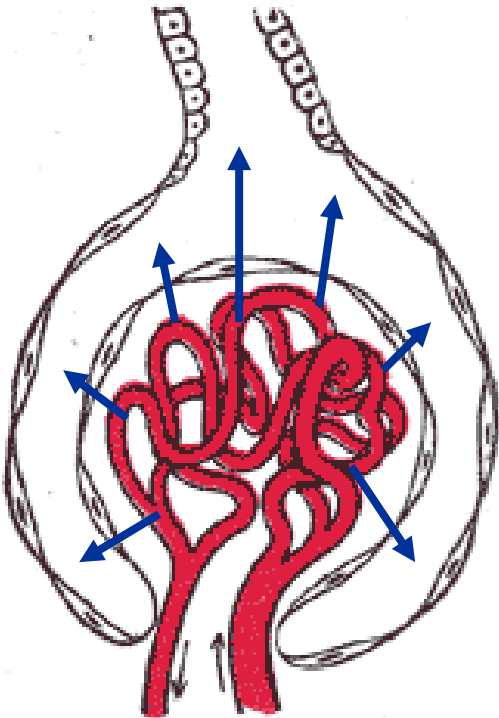


Physiologie rénale

Chapitre 4 : **La filtration glomérulaire et sa régulation**

Professeur Diane GODIN-RIBUOT

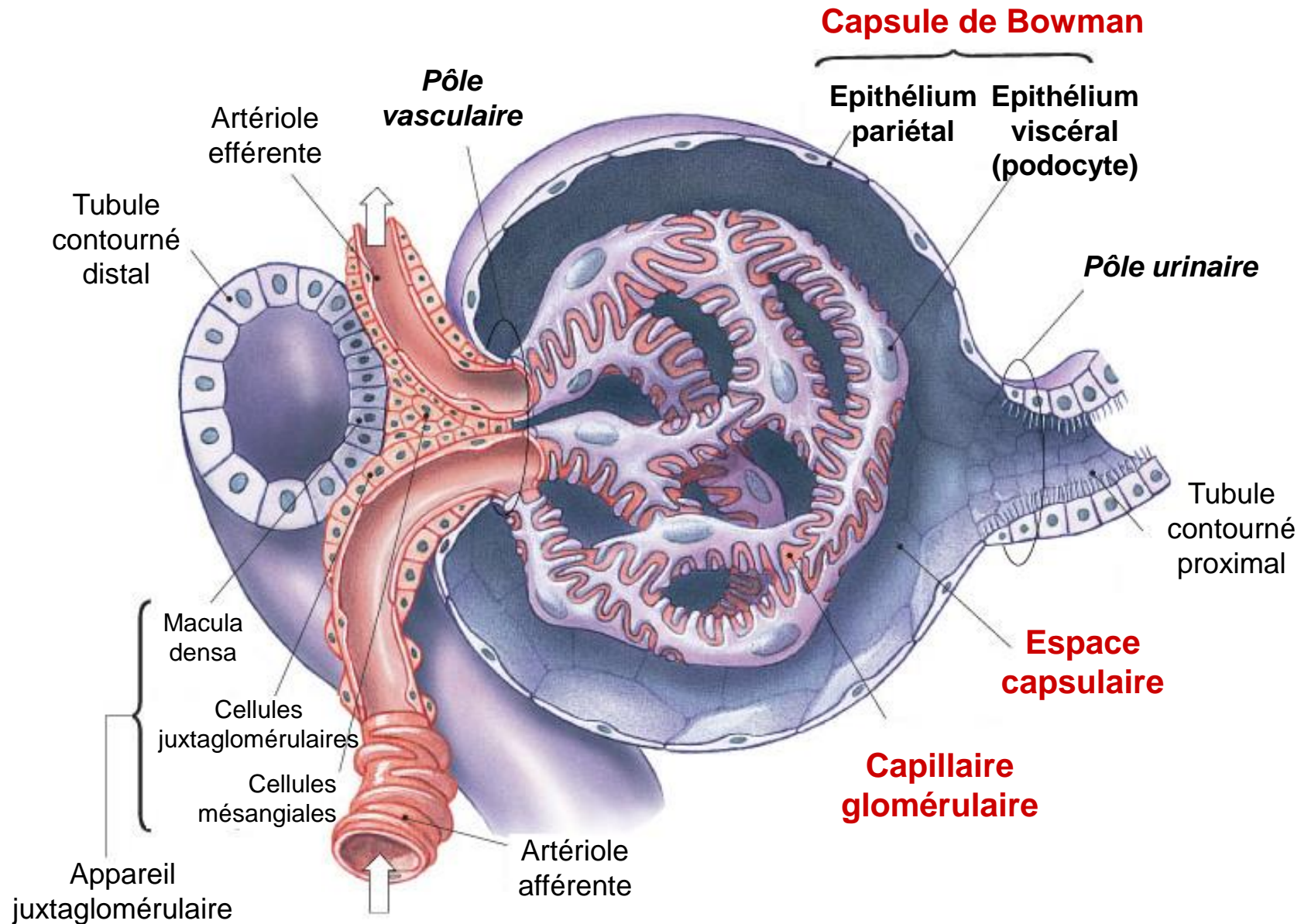
La filtration glomérulaire



Corpuscule rénal

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

Le corpuscule rénal



Le corpuscule rénal

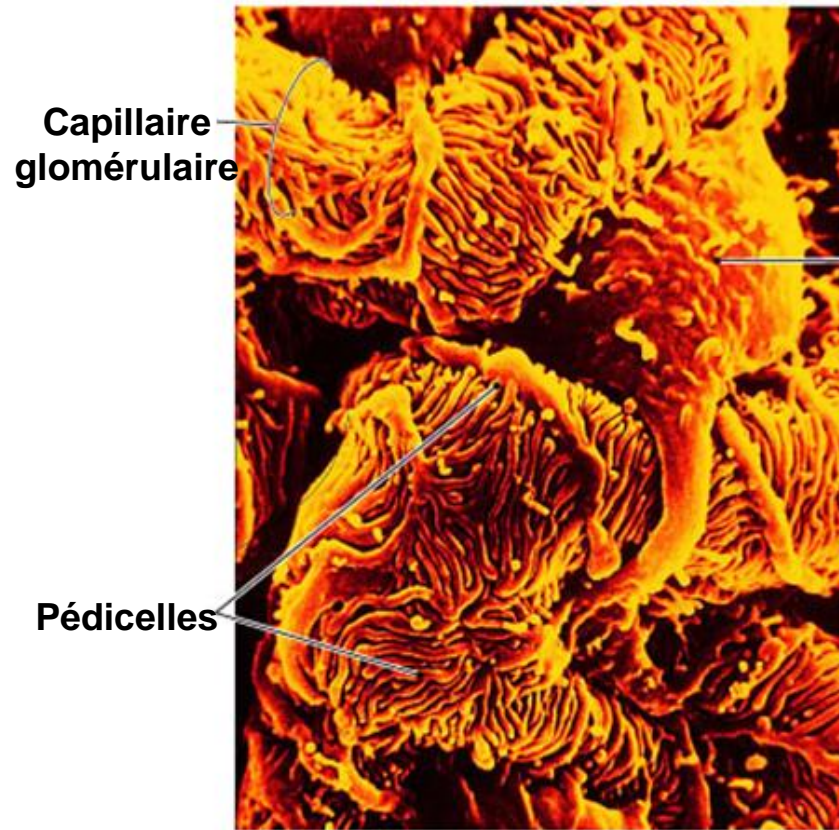


Le corpuscule rénal suite

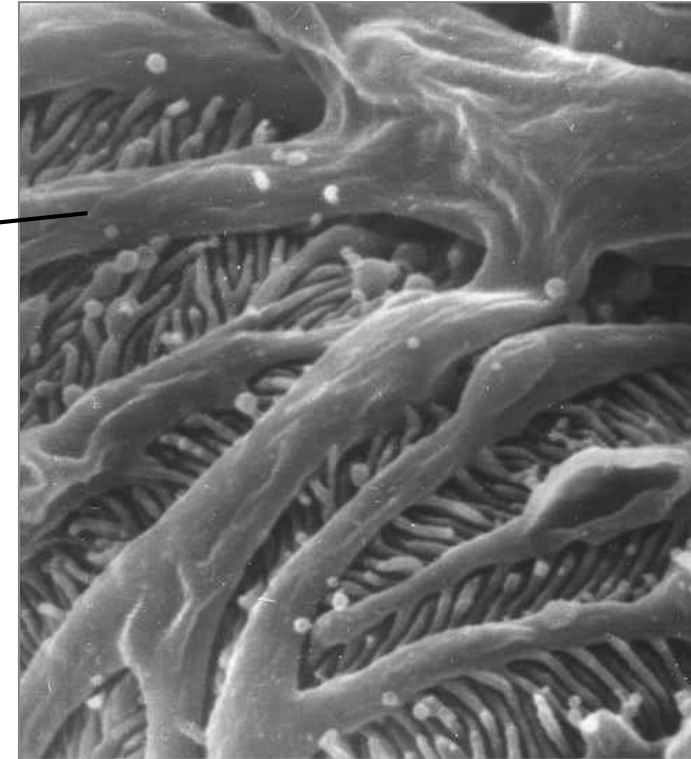


Le corpuscule rénal

Podocytes de l'épithélium viscéral

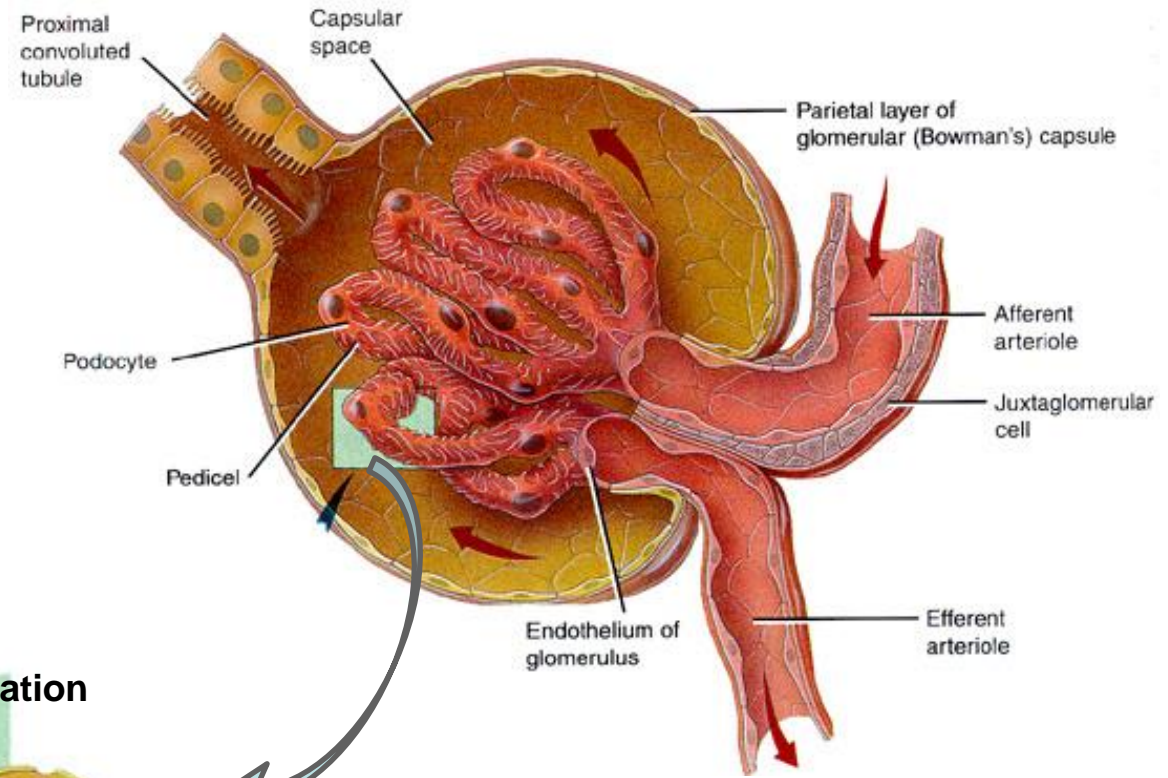


Podocyte

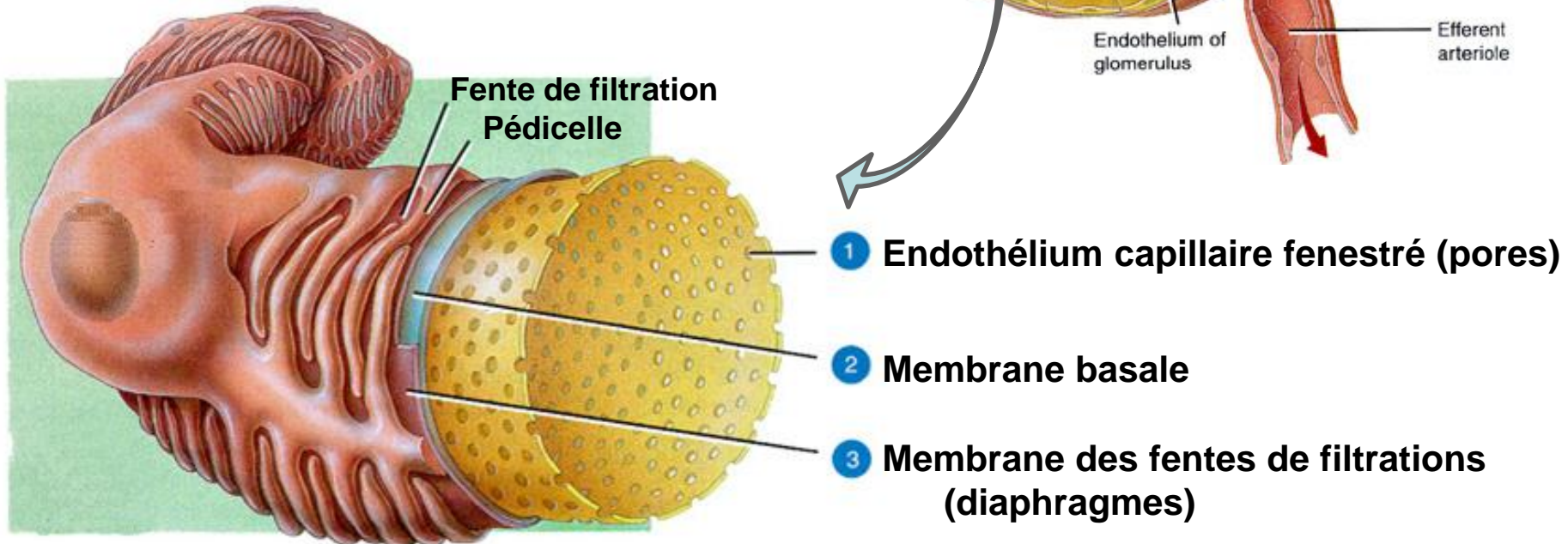


Espaces entre les pédicelles :
Fentes de filtration

Le corpuscle rénal

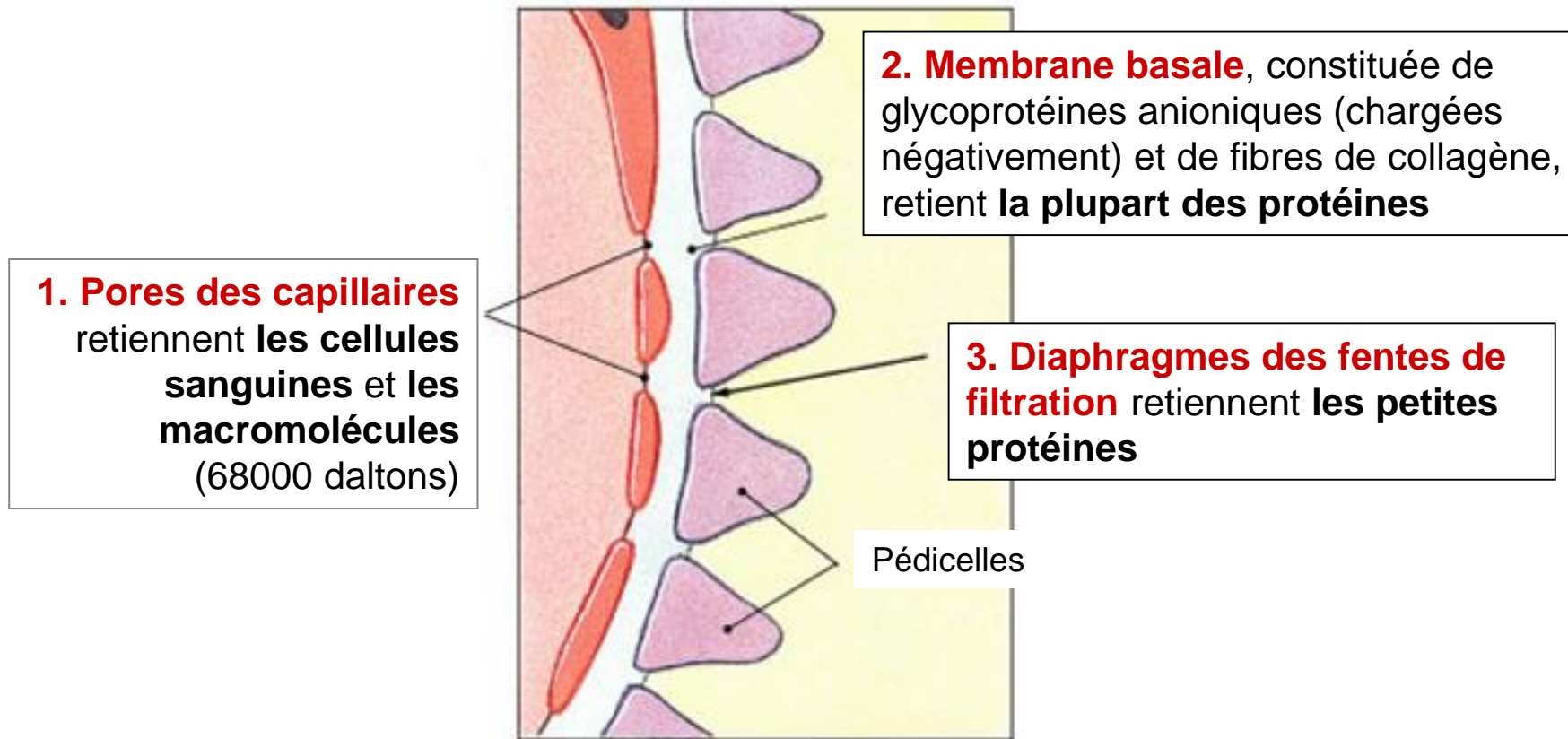


La membrane de filtration



La membrane de filtration

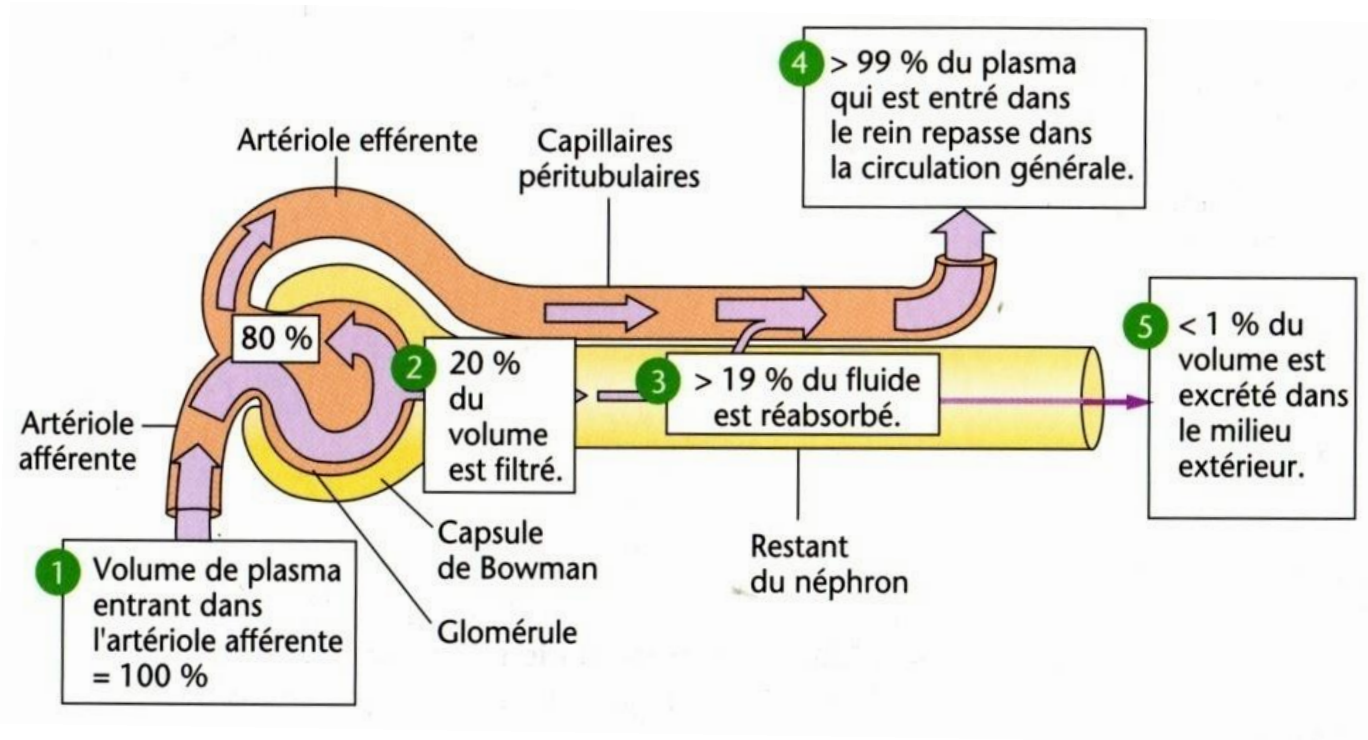
Trois filtres en série



Le filtrat glomérulaire

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

Fraction de filtration et débit de filtration glomérulaire



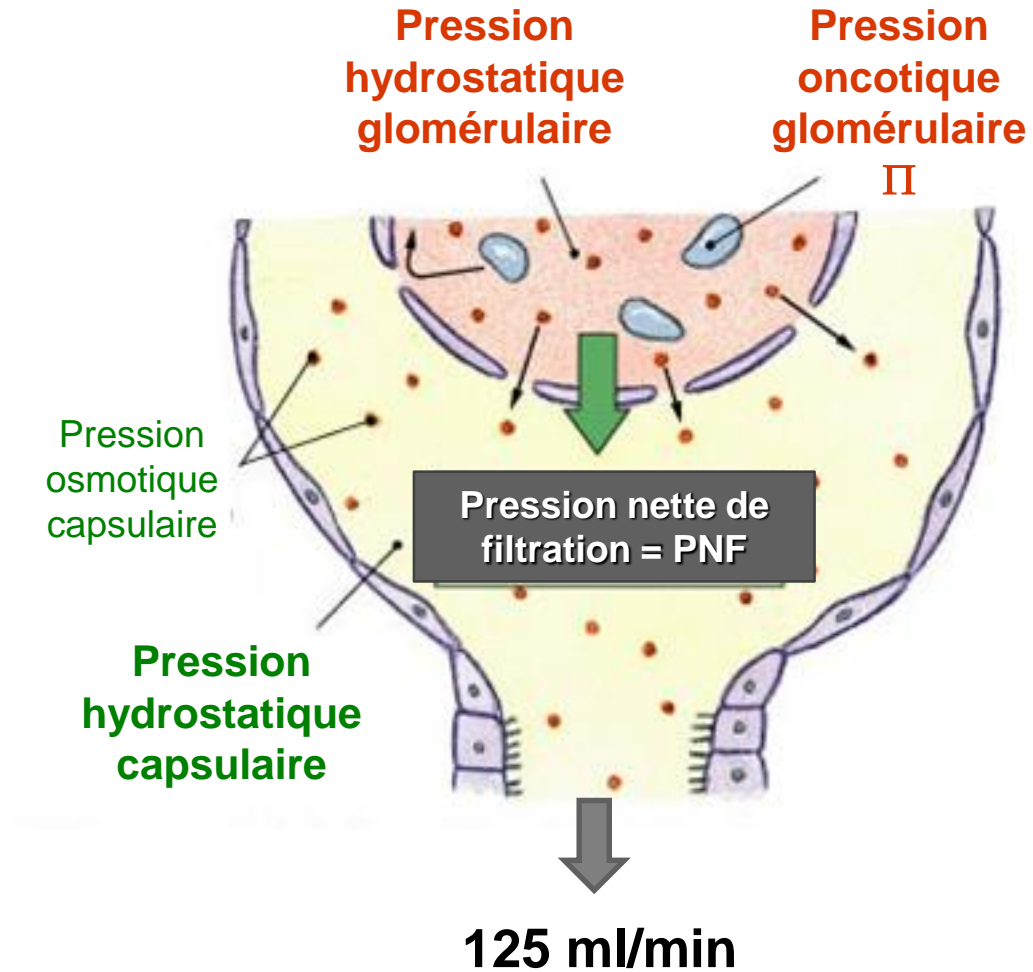
- Fraction de filtration = 20%
- Débit plasmatique rénal ~ 625 ml/min
- **Débit de filtration glomérulaire (DFG) = 125 ml/min pour les deux reins**

Les chiffres de la filtration glomérulaire

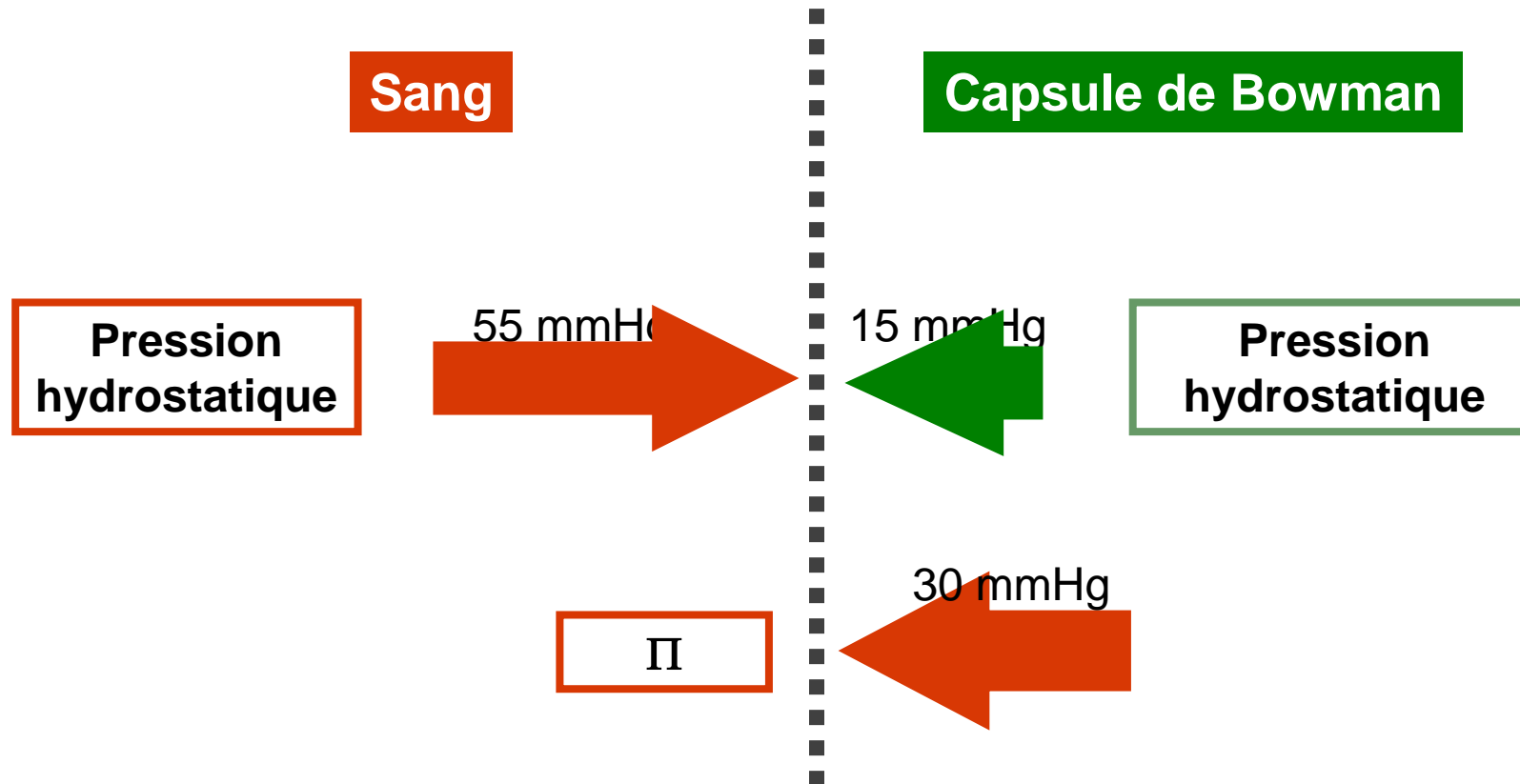
Chaque jour le plasma sanguin (~3L) est filtré près de 60 X
180 L de filtrat traversent le filtre glomérulaire

- **180 litres d'eau**
4 X l'eau corporelle totale et 10 X l'eau extracellulaire d'un adulte de 70 kg
- **25000 mosmoles de Na^+** = $[\text{Na}^+]$ plasmatique de **140 mOsm/L** X 180 L
- **19000 mosmoles de Cl^-** = $[\text{Cl}^-]$ plasmatique de **105 mOsm/L** X 180 L
- **700 mosmoles de K^+** = $[\text{K}^+]$ plasmatique de **4 mOsm/L** X 180 L
10 X les quantités présentes dans le liquide extracellulaire

Les forces en jeu dans la filtration glomérulaire



Les forces en jeu dans la filtration glomérulaire

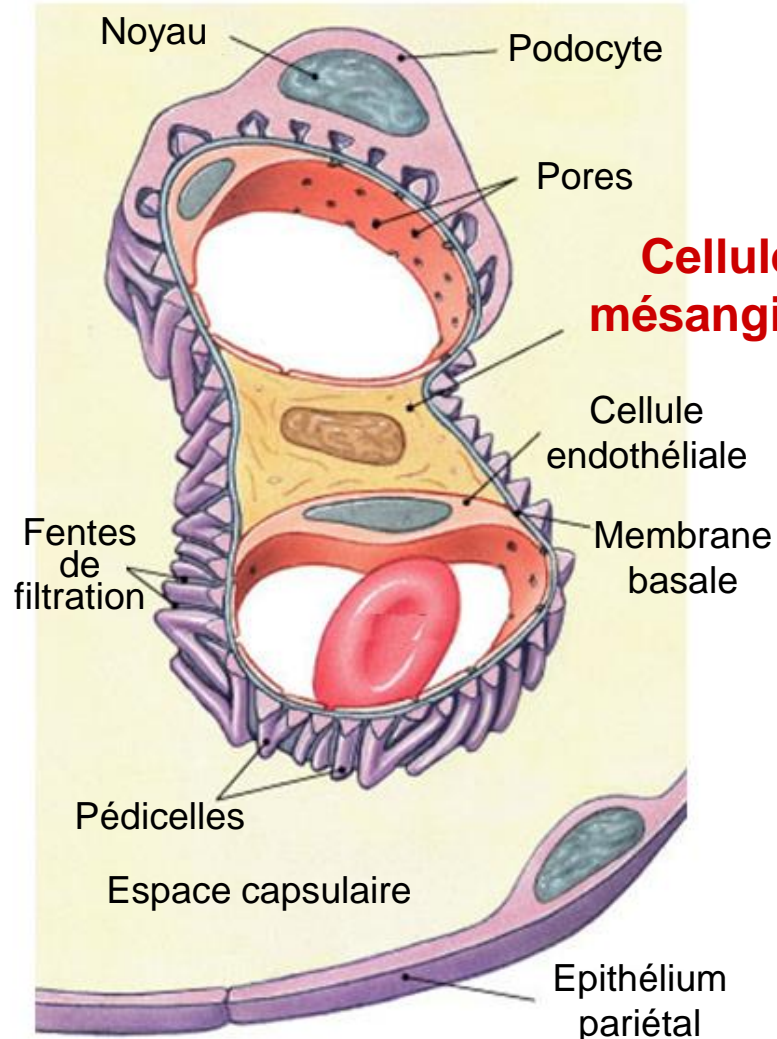


$$\text{DFG} = \text{PNF} \times K_f$$

$$\text{PNF} = 55 \text{ mmHg} - (30 \text{ mmHg} + 15 \text{ mmHg}) = 10 \text{ mmHg}$$

Les déterminants du DFG

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**

Les déterminants du DFG

Effet de la pression nette de filtration

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

- **Pression hydrostatique capsulaire** : ↑ lors d'obstruction des voies urinaires (ex. calcul rénal)
 - ↓ PNF, ↓ DFG
- **Pression oncotique capillaire (Π)** : ↑ ou ↓ avec la quantité de protéines plasmatiques
 - ↓ ou ↑ de la PNF et du DFG
- **Pression hydrostatique glomérulaire**
 - **Pression artérielle** : effet **négligeable** sauf si variations extrêmes
→ **Régulation du DFG** à travers la **résistance artériolaire**

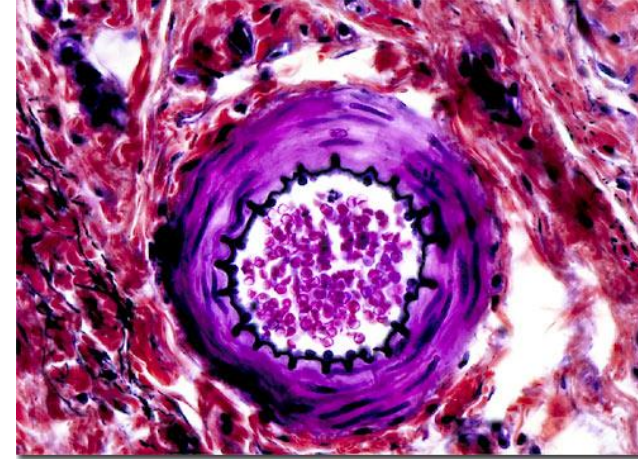
Contrôle du débit et de la pression par les artérioles

- **Vasoconstriction artériolaire**

- ↓ diamètre
- ↑ pression en amont
- ↓ débit en aval : ↓ pression

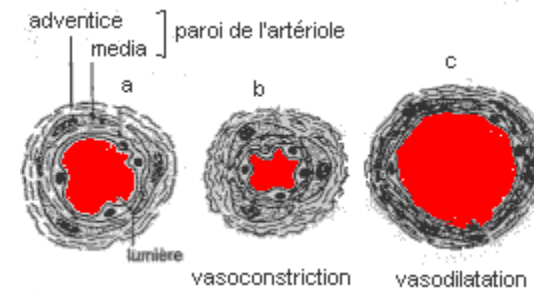
↑ P amont () ↓ P aval

Vasoconstriction



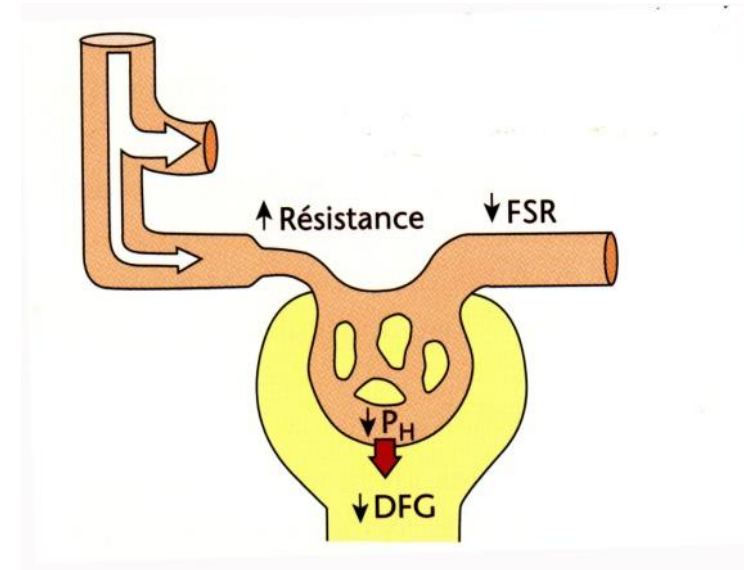
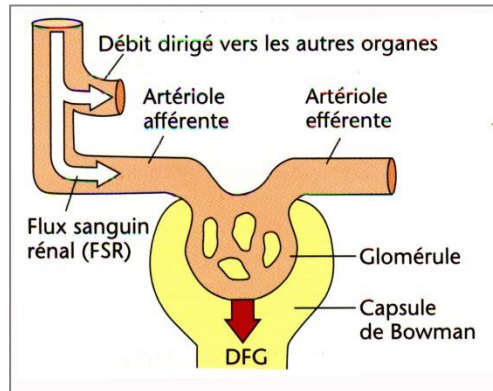
- **Vasodilatation artériolaire**

- ↑ diamètre
- ↓ pression en amont
- ↑ débit en aval : ↑ pression



Débit sanguin rénal et DFG

Rôle de l'artériole **afférente**

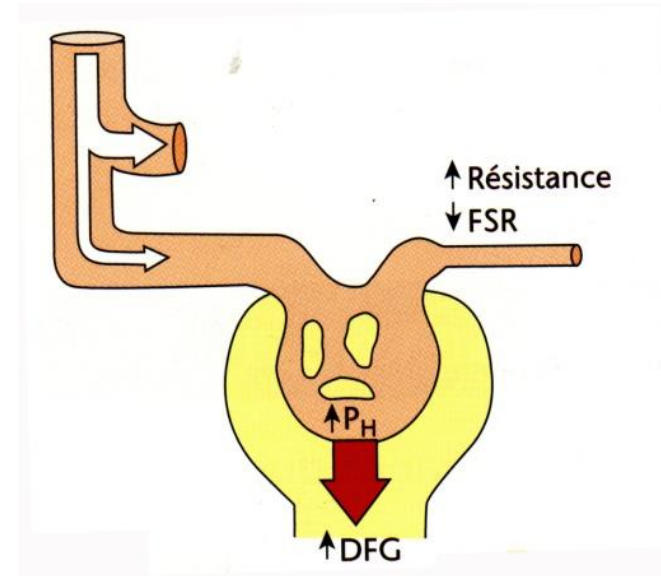
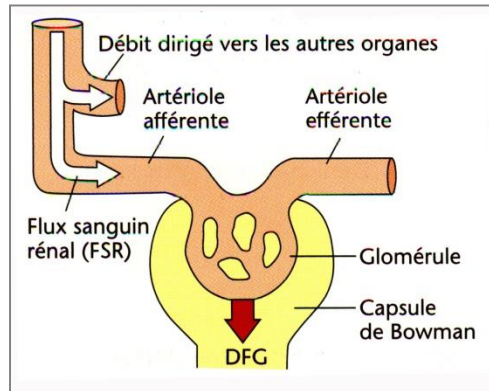


Vasoconstriction de l'artériole **afférente**

- ↓ **débit sanguin rénal (FSR)**
- ↓ pression en aval : ↓ pression hydrostatique glomérulaire, ↓ PNF
- ↓ **débit de filtration glomérulaire**

Débit sanguin rénal et DFG

Rôle de l'artériole **efférente**



Vasoconstriction de l'artériole **efférente**

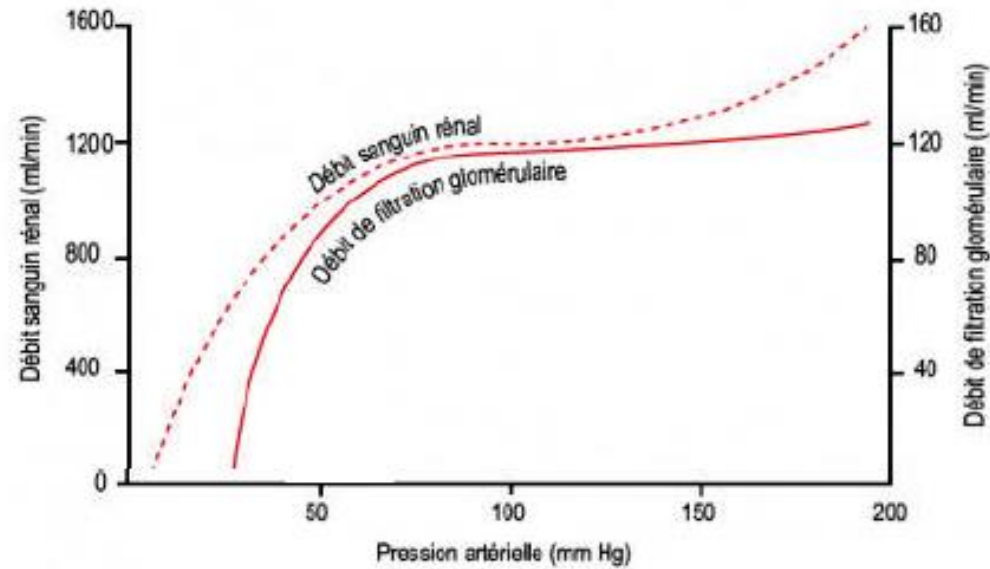
- ↓ débit sanguin rénal
- ↑ pression en amont : ↑ pression hydrostatique glomérulaire, ↑ PNF
- ↑ débit de filtration glomérulaire

Régulation du débit sanguin rénal et du débit de filtration glomérulaire

- Effets des artérioles afférente et efférente
 - Effet similaire sur le débit sanguin rénal
 - Effets opposés sur la pression hydrostatique et donc sur le DFG
- 2 niveaux de régulation :
 - Intrinsèque : **autorégulation** rénale
 - Extrinsèque : **hormonale** et **nerveuse**

Autorégulation du débit sanguin rénal et du débit de filtration glomérulaire

Pas de variation du DSR et du DFG pour des variations de pression artérielle moyenne entre 80 et 180 mmHg



But de l'autorégulation : **maintien du DFG** et donc de la fonction rénale

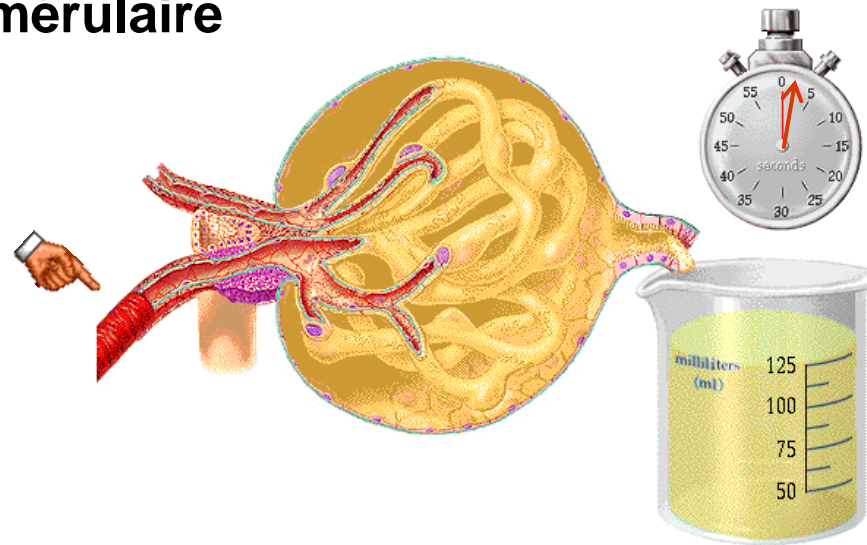
Autorégulation du DSG et du DFG

Mécanismes intrinsèques

DFG constant à 125 ml/min

Mécanismes de l'autorégulation :

- **Mécanisme vasculaire myogène**
- **Rétrocontrôle tubulo-glomérulaire**



L'autorégulation se fait au niveau de l'artériole **afférente**

Autorégulation

Mécanisme vasculaire myogène

Au niveau des **artérioles afférentes**

- **↑ PA** : étirement de la paroi, entrée de Ca^{++} , contraction du muscle lisse vasculaire

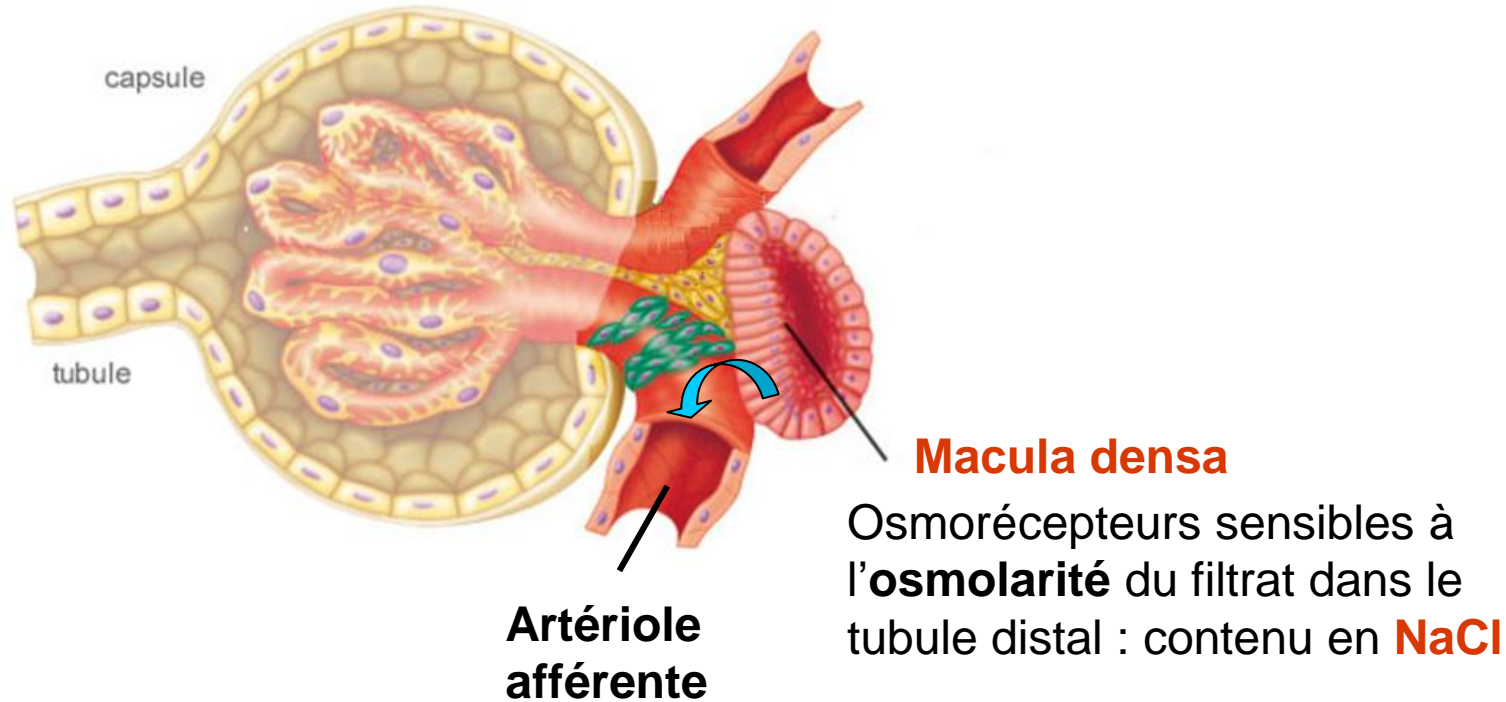
vasoconstriction **↓ DFG**

- **↓ PA** : relâchement de la paroi, relaxation du muscle lisse vasculaire

vasodilatation **↑ DFG**

Autorégulation

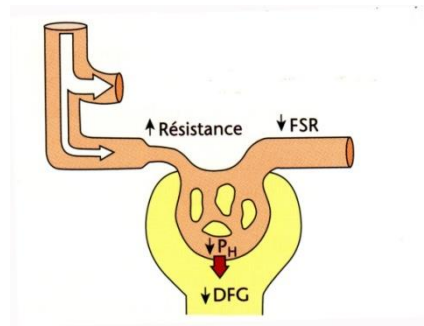
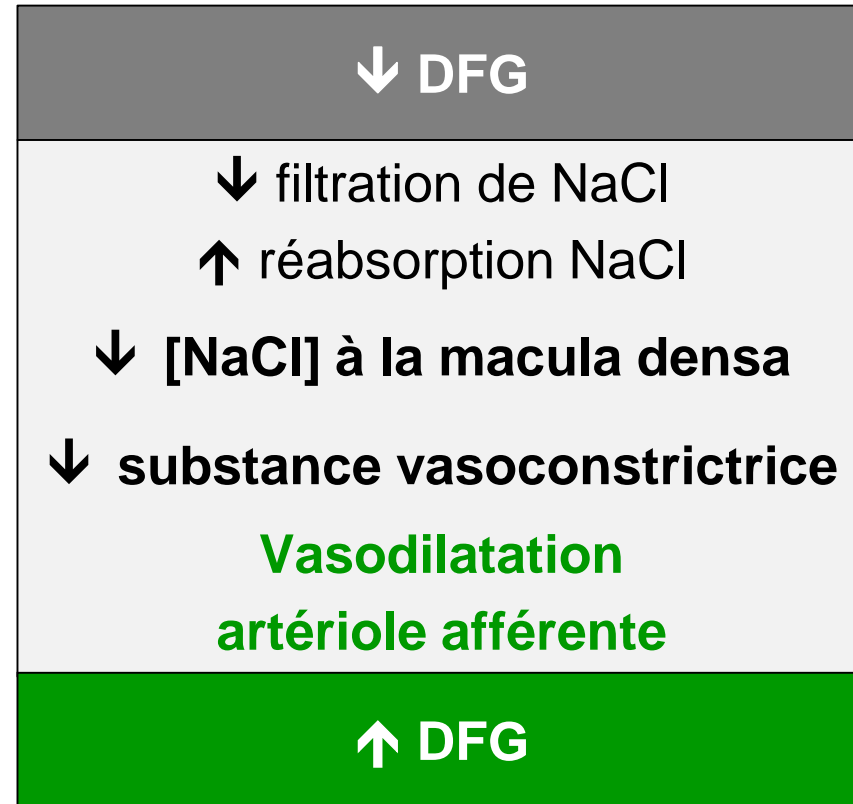
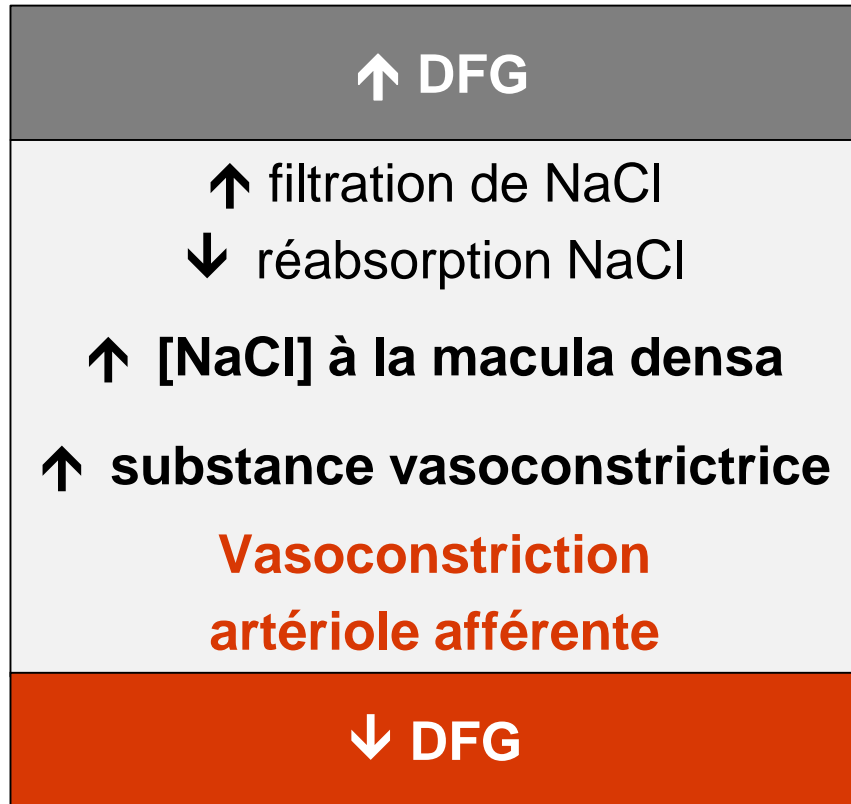
Rétrocontrôle tubulo-glomérulaire



Régulation paracrine

Rétrocontrôle tubulo-glomérulaire

Effets sur l'artériole **afférente**

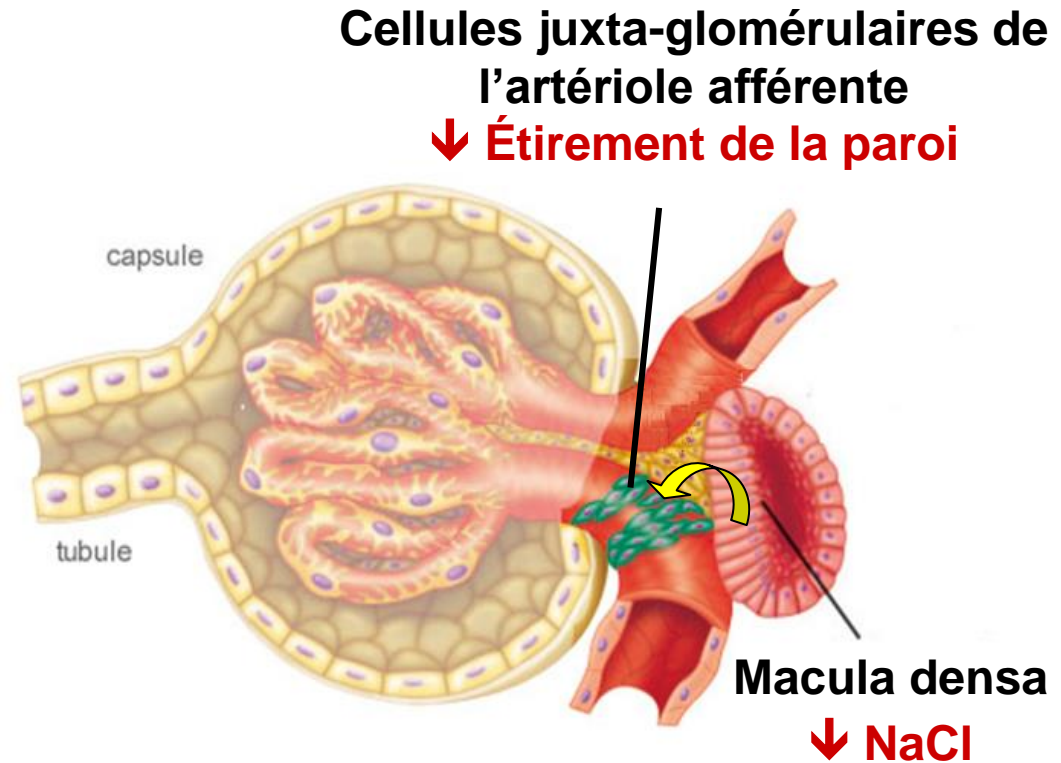


Régulation extrinsèque du DFG

- Mécanismes d'autorégulation **efficaces pour des valeurs de pression artérielle moyenne entre 80 et 180 mmHg**
- Inopérants lorsque la pression chute en dessous de 80 mmHg :
 - Hémorragie
 - Déshydratation sévère
- **Systèmes hormonaux et nerveux** : interviennent principalement **pour réguler la pression** mais ont un **impact sur le DFG**
- Quand la pression glomérulaire chute **en-dessous de 45 mmHg** : la PNF devient nulle et **la filtration s'arrête**

Régulation hormonale par le système rénine-angiotensine

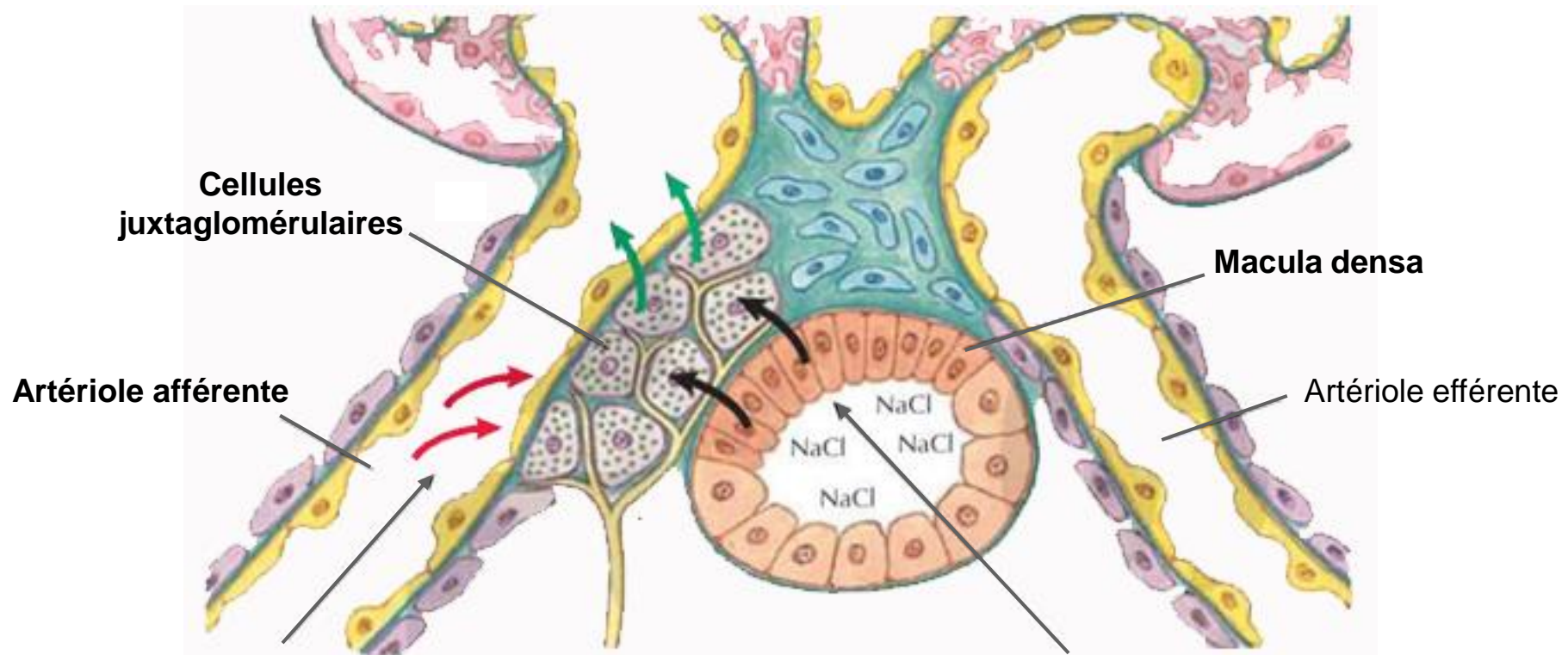
- **Diminution de la pression artérielle :**
 - ↓ étirement de l'artériole afférente
 - ↓ DFG : ↓ de la [NaCl] tubulaire
 - **Stimulation du SN sympathique** : récepteurs β 1-adrénergiques
- **Libération de rénine** par les cellules juxtaglomérulaires



Appareil juxta-glomérulaire

Résumé

Mécanismes de libération de la rénine par l'AJG

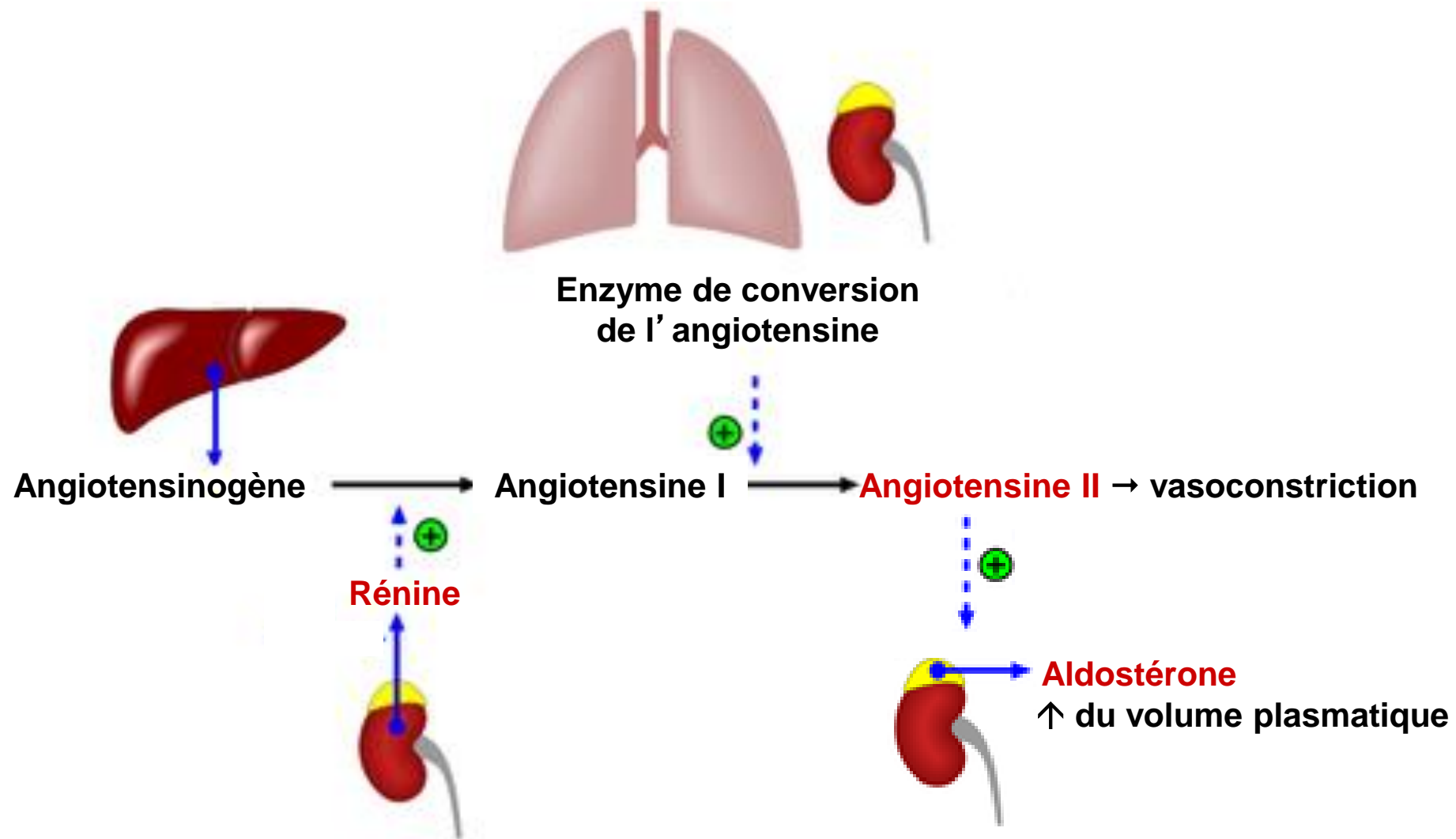


Cellules juxta-glomérulaires (Barorécepteurs)
↑ Pression ↓ rénine
↓ Pression ↑ rénine

Système nerveux sympathique
Stimulation ↑ rénine via les récepteurs β_1 adrénergiques

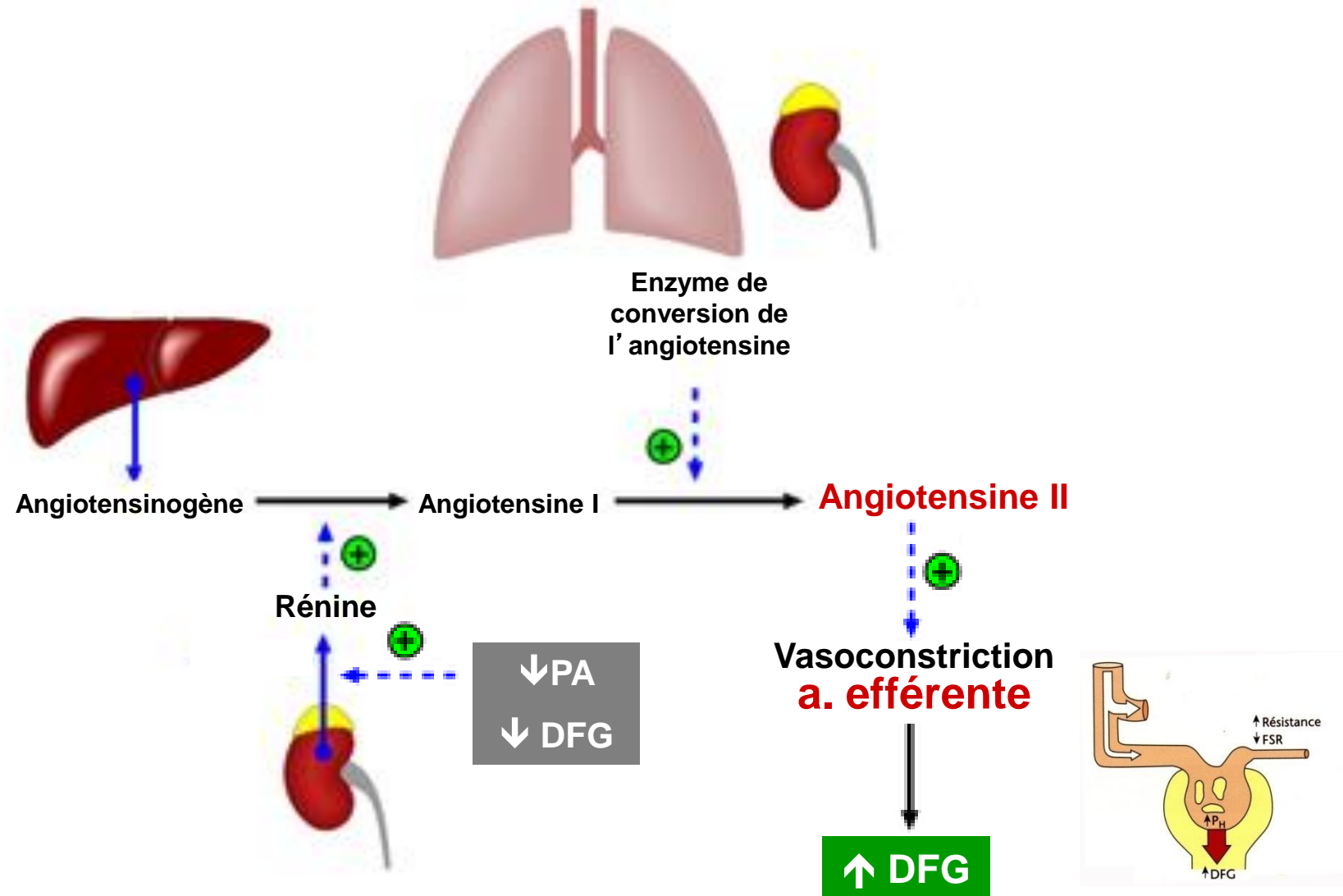
Macula densa (Osmorécepteurs)
↑ NaCl dans le tubule distal ↓ rénine
↓ NaCl dans le tubule distal ↑ rénine

Le système rénine-angiotensine-aldostérone



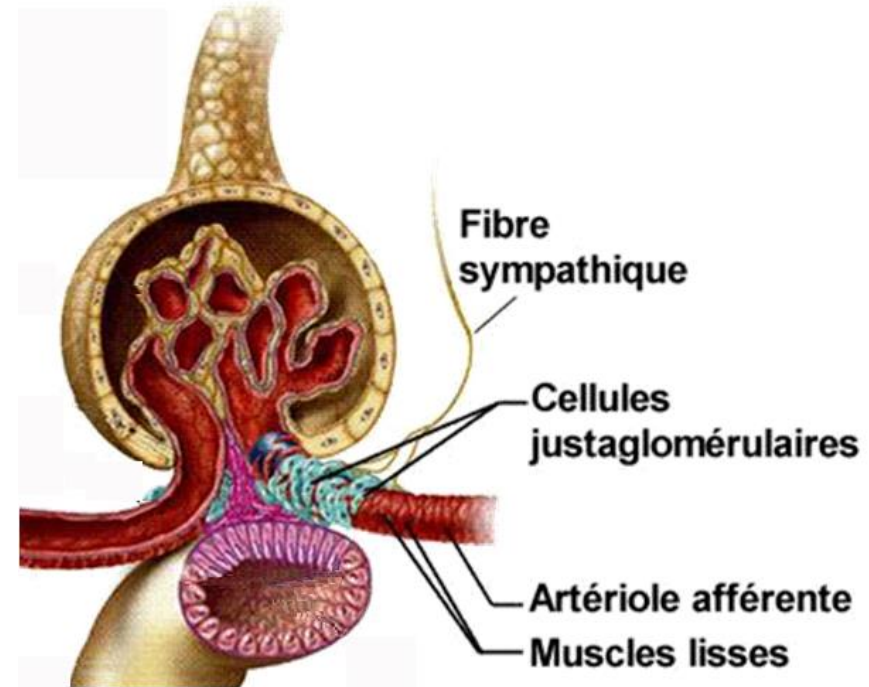
Le système rénine-angiotensine

Maintien du DFG lors d'une chute de pression



Régulation nerveuse

- Peut dépasser l'autorégulation en cas de **stress extrême** (hémorragie, ou hypotension sévères, situation d'urgence)
- **Forte** activation du système nerveux sympathique
- **Vasoconstriction des artérioles afférentes** : réduction voire arrêt de la filtration glomérulaire et de la circulation rénale





Contrôlez vos connaissances

Un patient souffrant de cirrhose hépatique présente des concentrations sanguines de protéines diminuées et un DFG augmenté. Expliquez pourquoi une réduction des protéines plasmatiques entraîne une augmentation du DFG.



Réponse

Un patient souffrant de cirrhose hépatique présente des concentrations sanguines de protéines diminuées et un DFG augmenté. Expliquez pourquoi une réduction des protéines plasmatiques entraîne une augmentation du DFG.

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

La pression oncotique liée aux protéines plasmatiques (Π) s'oppose à la pression hydrostatique glomérulaire qui est la force motrice de la filtration. Si la quantité de protéines plasmatiques diminue, la pression Π du plasma diminue. La PNF et donc le débit de filtration glomérulaire vont alors être augmentés.

Mentions légales

L'ensemble de ce document relève des législations française et internationale sur le droit d'auteur et la propriété intellectuelle. Tous les droits de reproduction de tout ou partie 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, partielles ou totales, sont strictement réservées à l'Université Grenoble Alpes (UGA).

L'utilisation de ce document est strictement réservée à l'usage privé des étudiants inscrits en Première Année Commune aux Etudes de Santé (PACES) à l'Université Grenoble Alpes, et non destinée à une utilisation collective, gratuite ou payante.