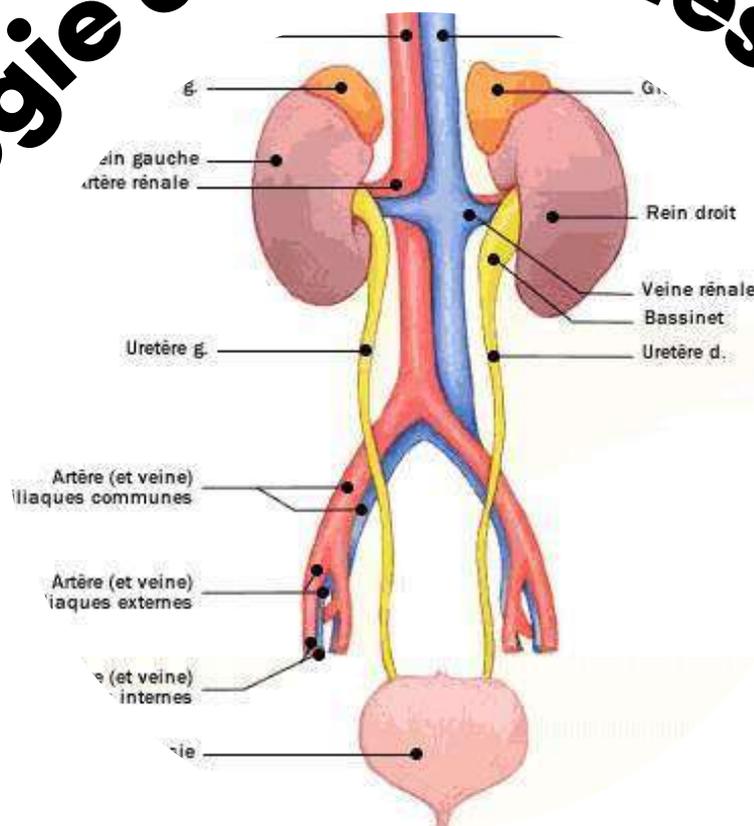


# Physiologie des Grandes Fonctions



## 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

*UE3-2 - Physiologie rénale*

Chapitre 4 :

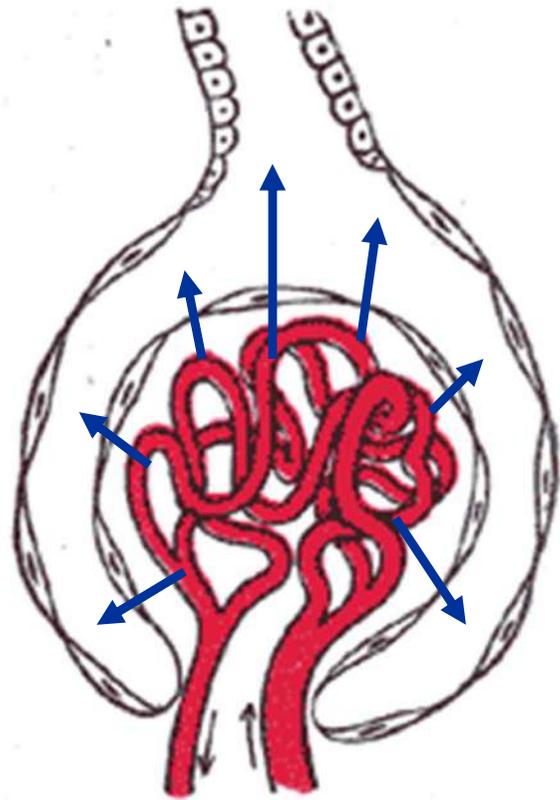
# La filtration glomérulaire et sa régulation

Professeur Diane GODIN-RIBUOT

Année universitaire 2010/2011

Université Joseph Fourier de Grenoble - Tous droits réservés.

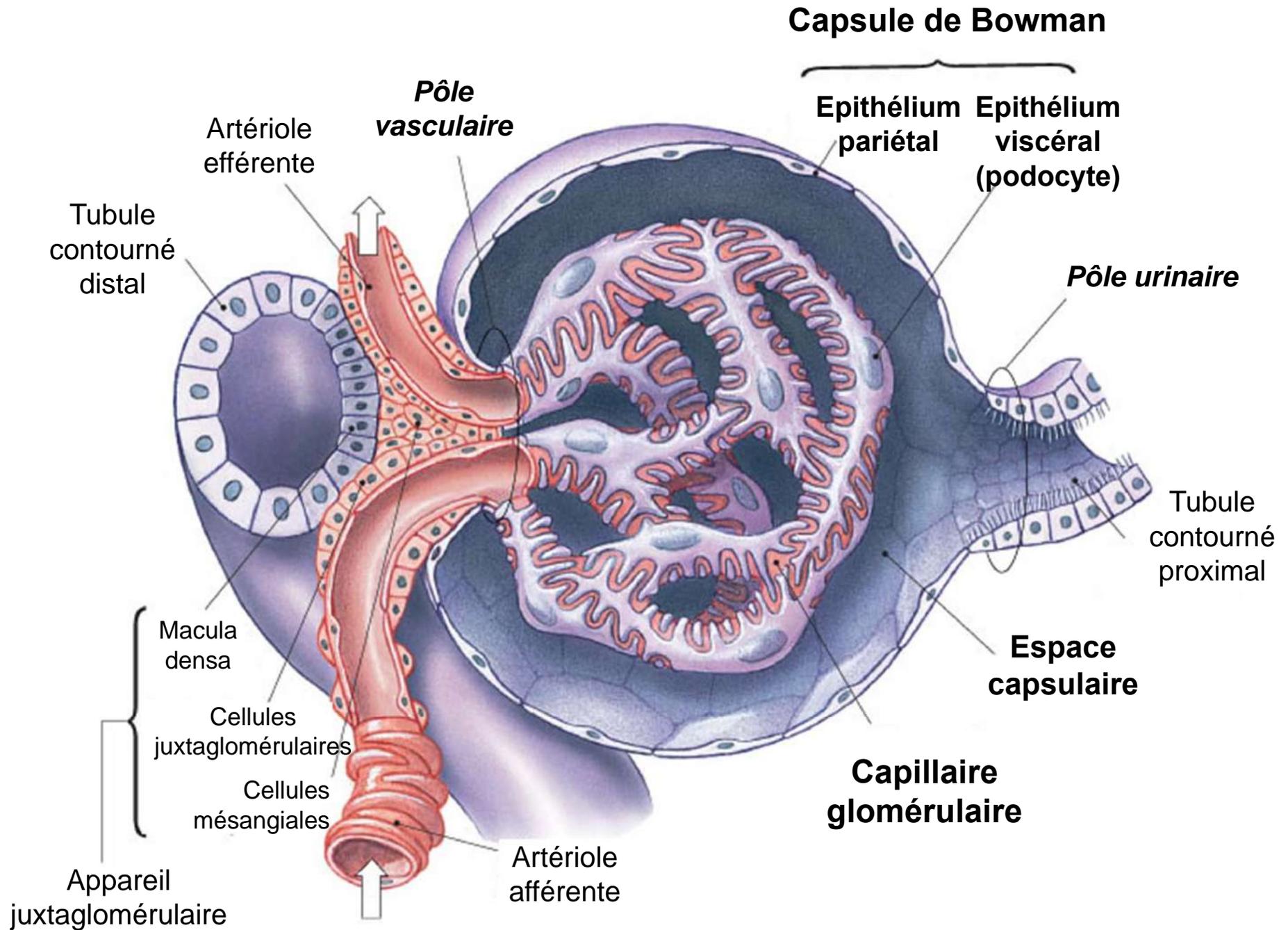
# La filtration glomérulaire



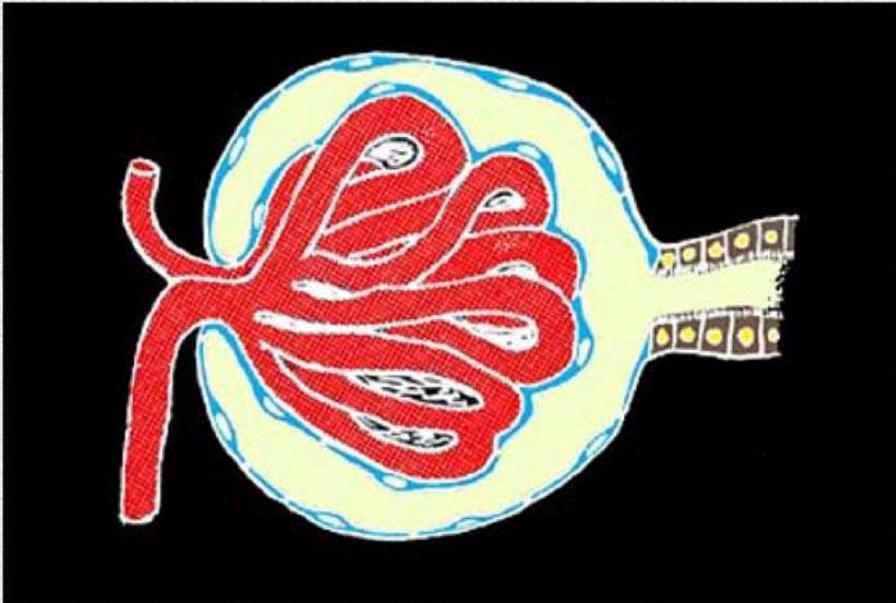
Corpuscule rénal

- Processus **unidirectionnel**, **passif** et **non sélectif** sous l'effet de la pression glomérulaire
- 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 (sauf les plus petites)

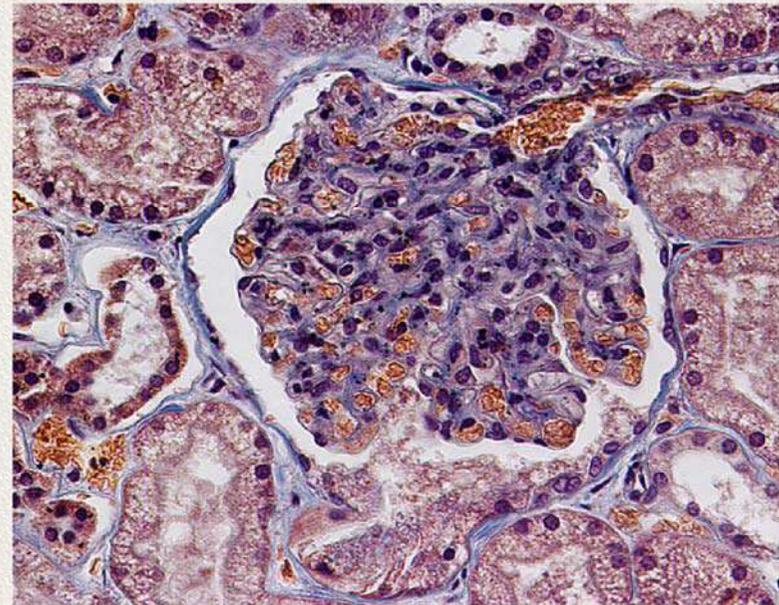
# Le corpuscule rénal



# Le corpuscule rénal



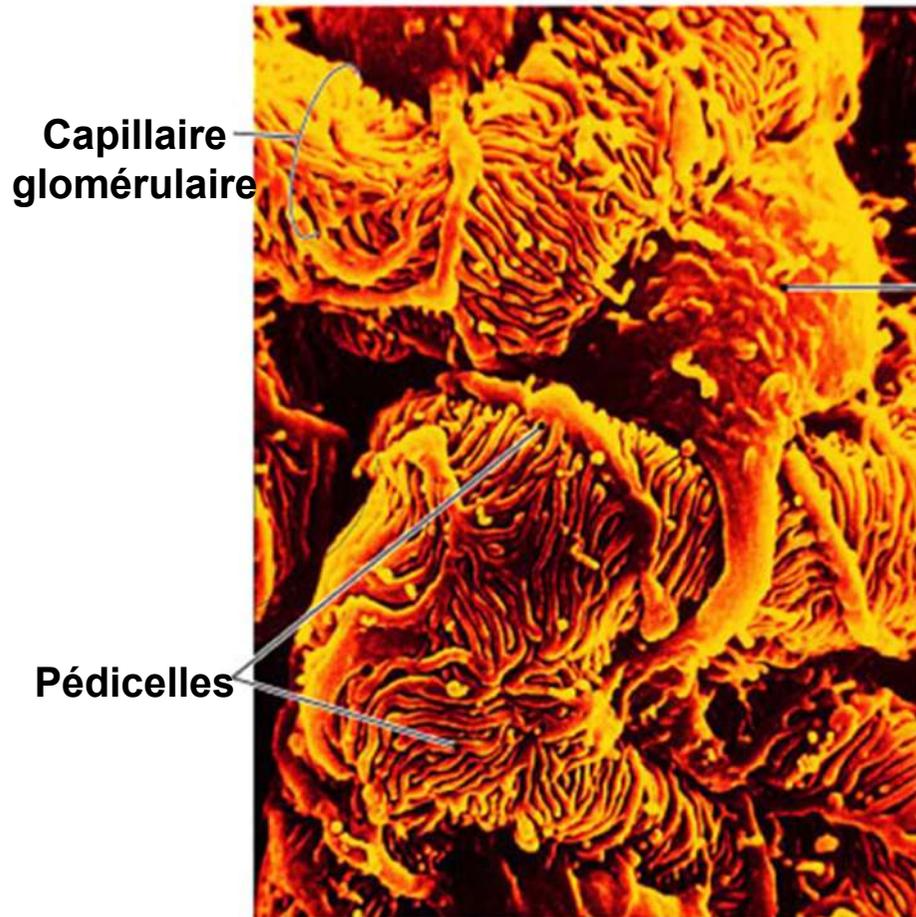
Chambre de filtration Réseau capillaire glomérulaire Feuillet interne de la capsule de Bowman  
Pôle vasculaire Corpuscule de Malpighi Pôle urinaire



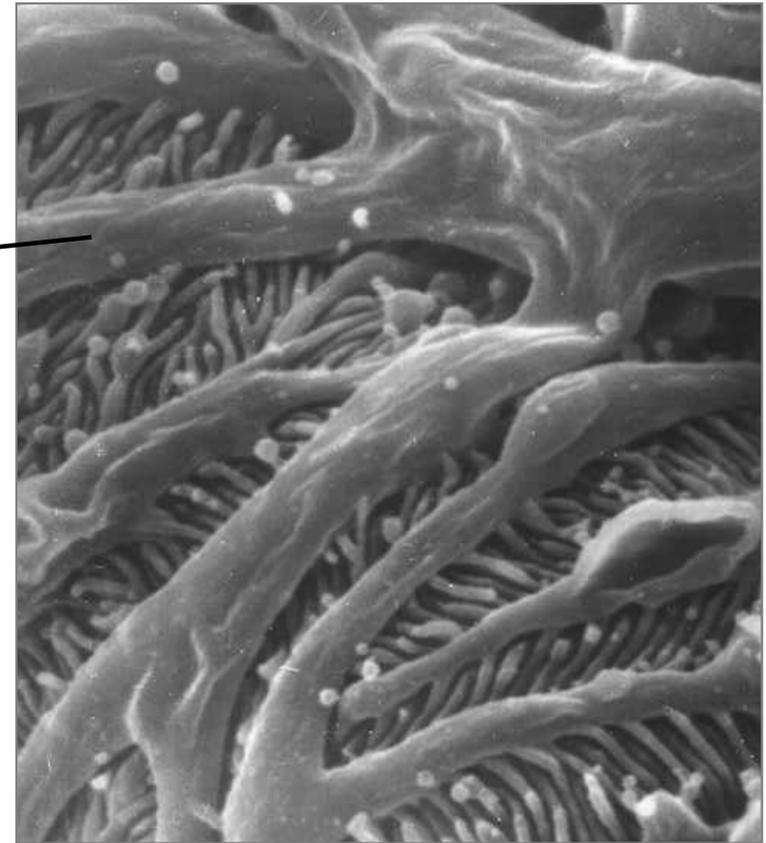
Pôle vasculaire Pôle urinaire Capsule de Bowman Chambre de filtration Glomérule  
Corpuscule de Malpighi Tubes rénaux

# Le corpuscule rénal

## Podocytes de l'épithélium viscéral

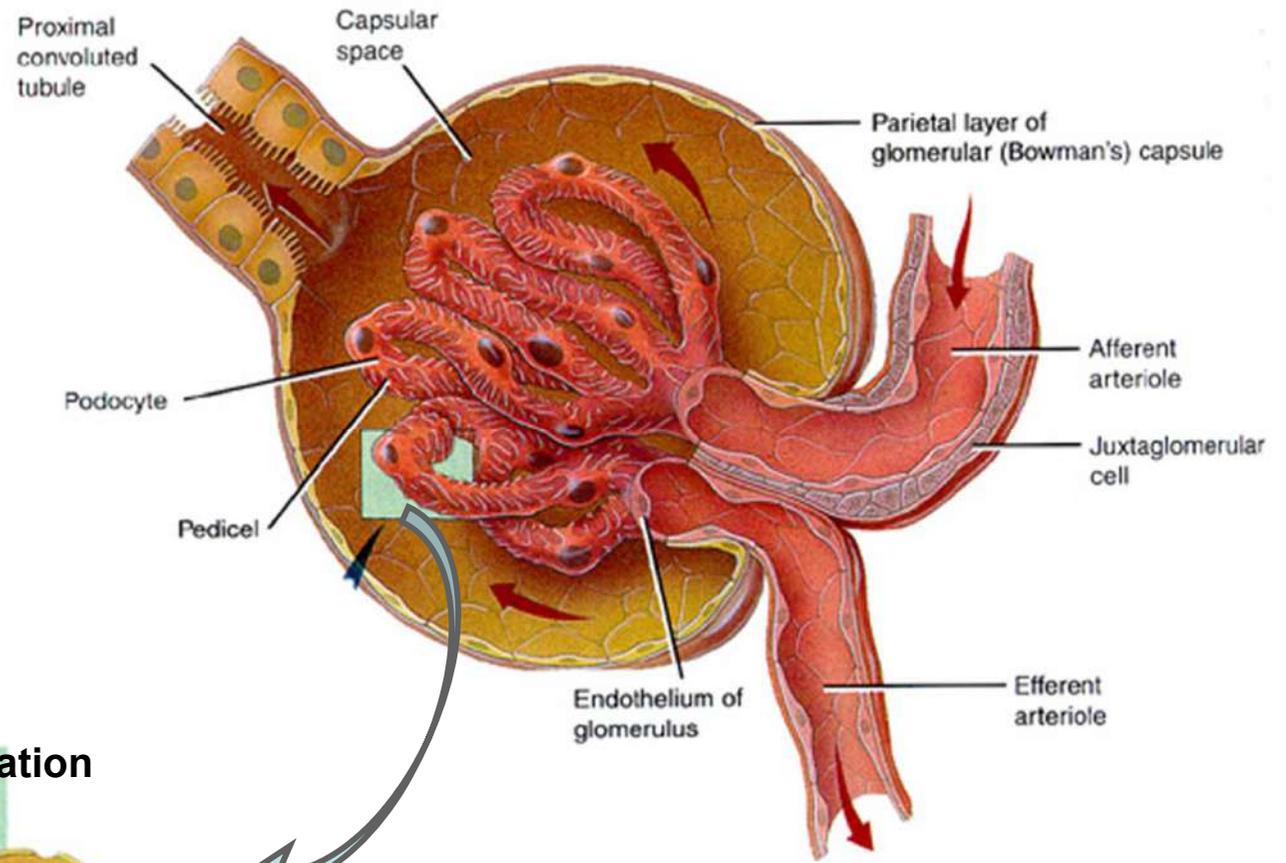


Podocyte

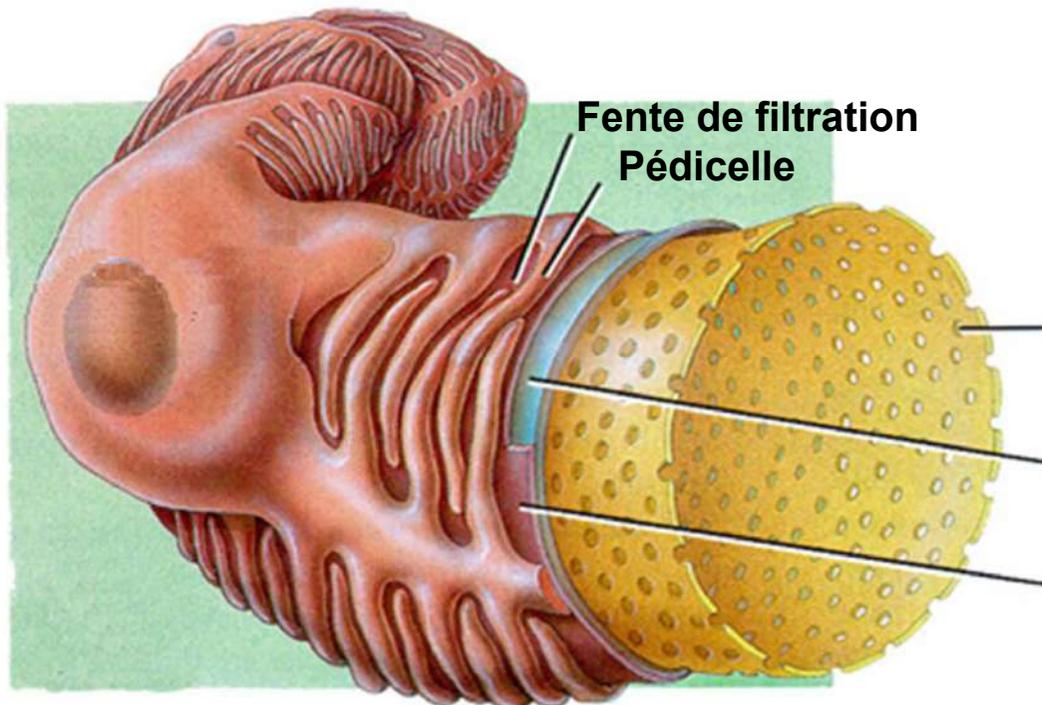


Espaces entre les pédicelles :  
fentes de filtration

# Le corpuscule rénal



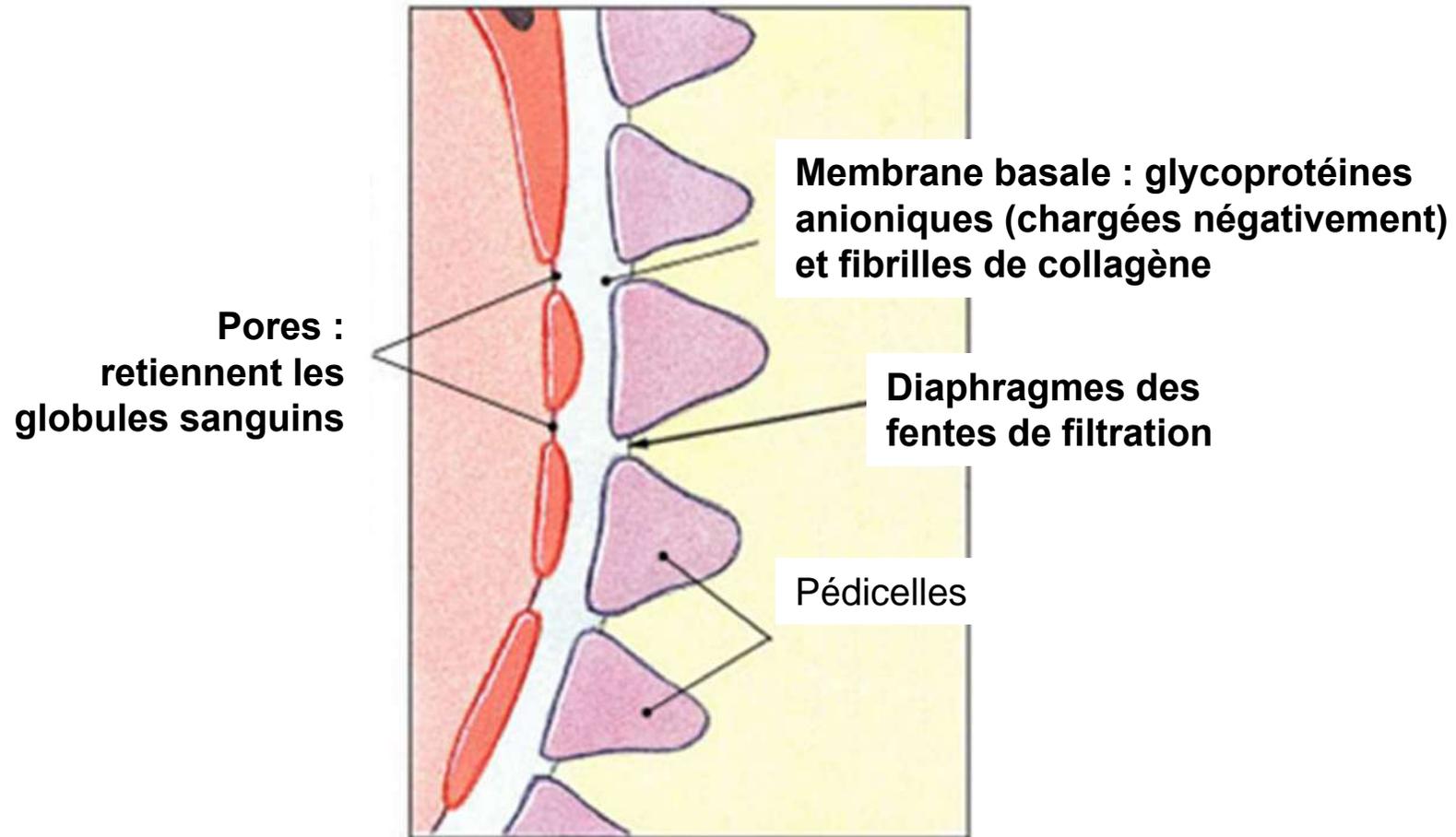
## La membrane de filtration



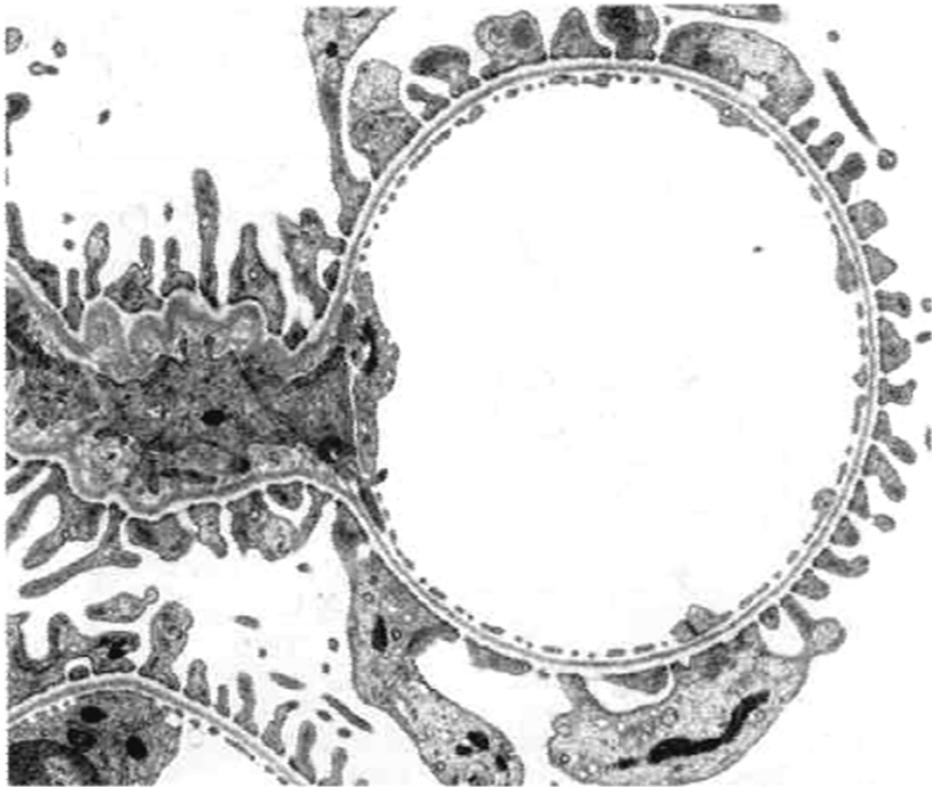
- 1 Endothélium capillaire fenestré (pores)
- 2 Membrane basale
- 3 Membrane des fentes de filtrations (diaphragme)

# La membrane de filtration

## Trois filtres en série



# Sélectivité du filtre glomérulaire



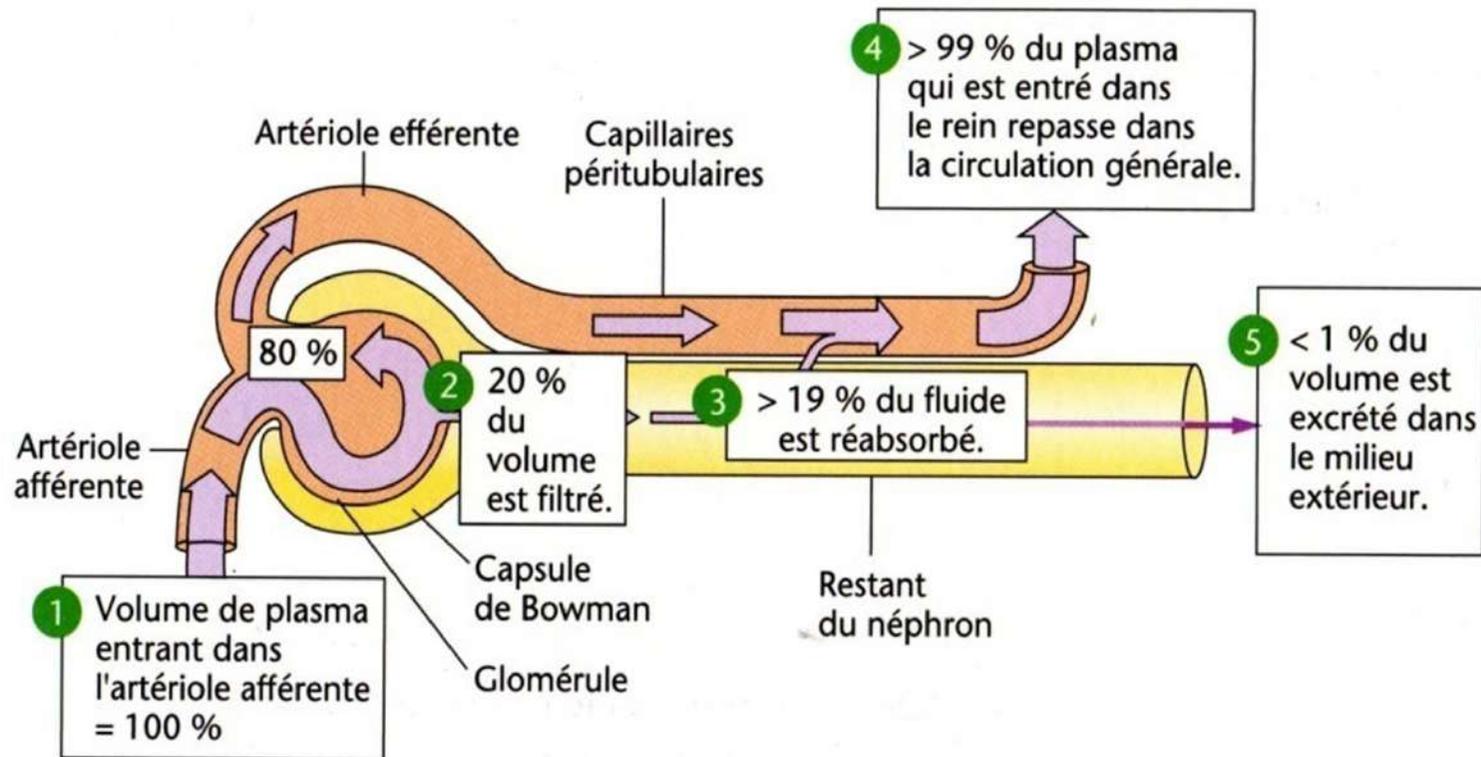
La perméabilité membranaire à une substance dépend de sa taille et de sa charge

- **maximale** pour molécules **< 10 KDa**  
ex : urée, inuline
- **nulle** au delà de **70 KDa**  
ex : albumine, globulines
- perméabilité aux protéines  
**cationiques > anioniques** (albumine)

# Le filtrat glomérulaire

- Ultrafiltrat de plasma **sans protéines**
- **Composition identique** sauf pour les substances liées aux protéines plasmatiques :
  - $\text{Ca}^{++}$  (lié à 40%)
  - Acides gras
  - Hormones stéroïdiennes
  - Certains médicaments
- **Equilibre de Gibbs-Donnan** : un peu plus d'anions et un peu moins de cations que dans le plasma
- **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 plus de 50 X  
180 L de filtrat traversent le filtre glomérulaire**

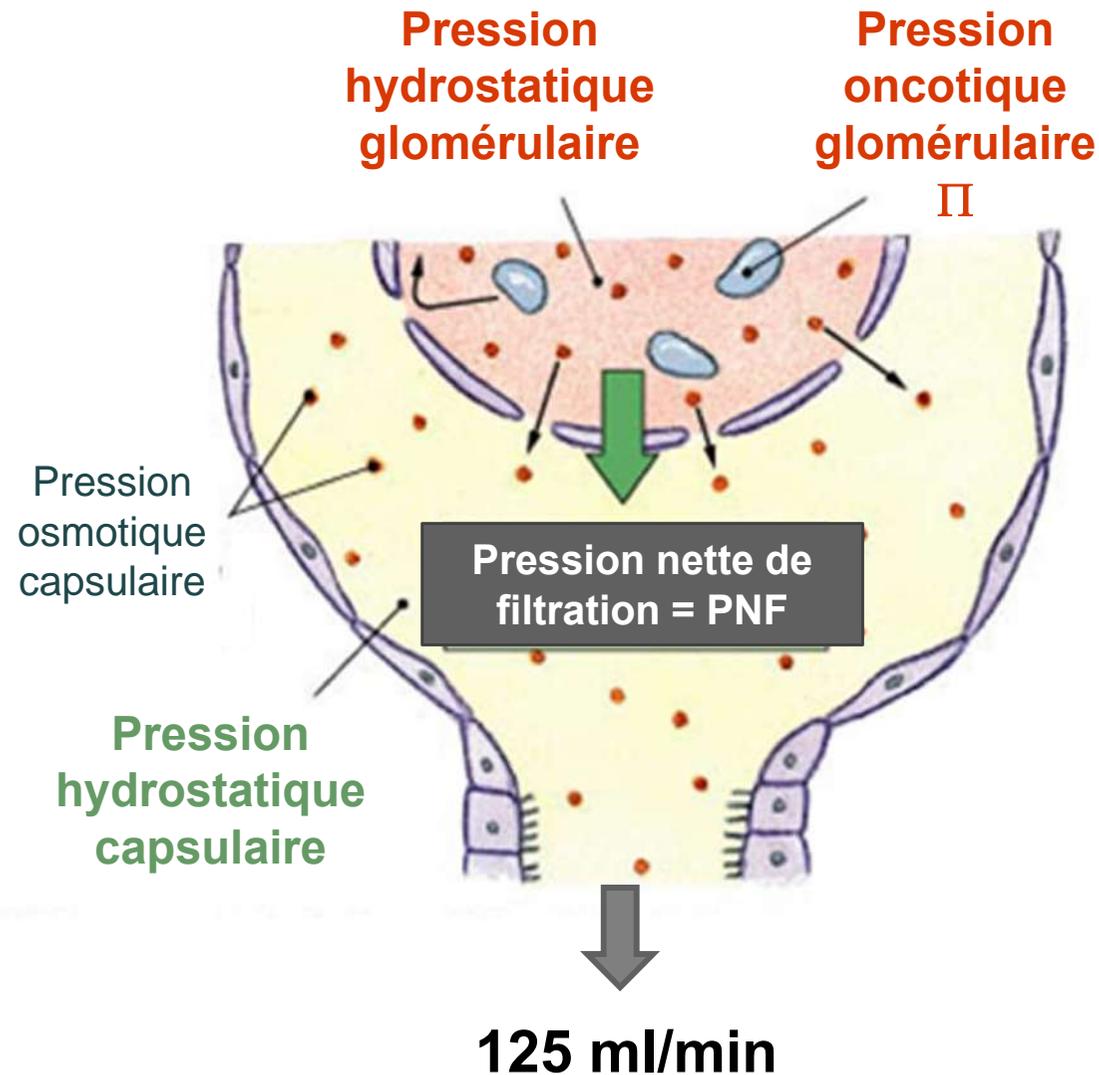
- **180 litres d'eau**

4 X l'eau corporelle totale et 10 X l'eau extracellulaire d'un adulte de 70 kg

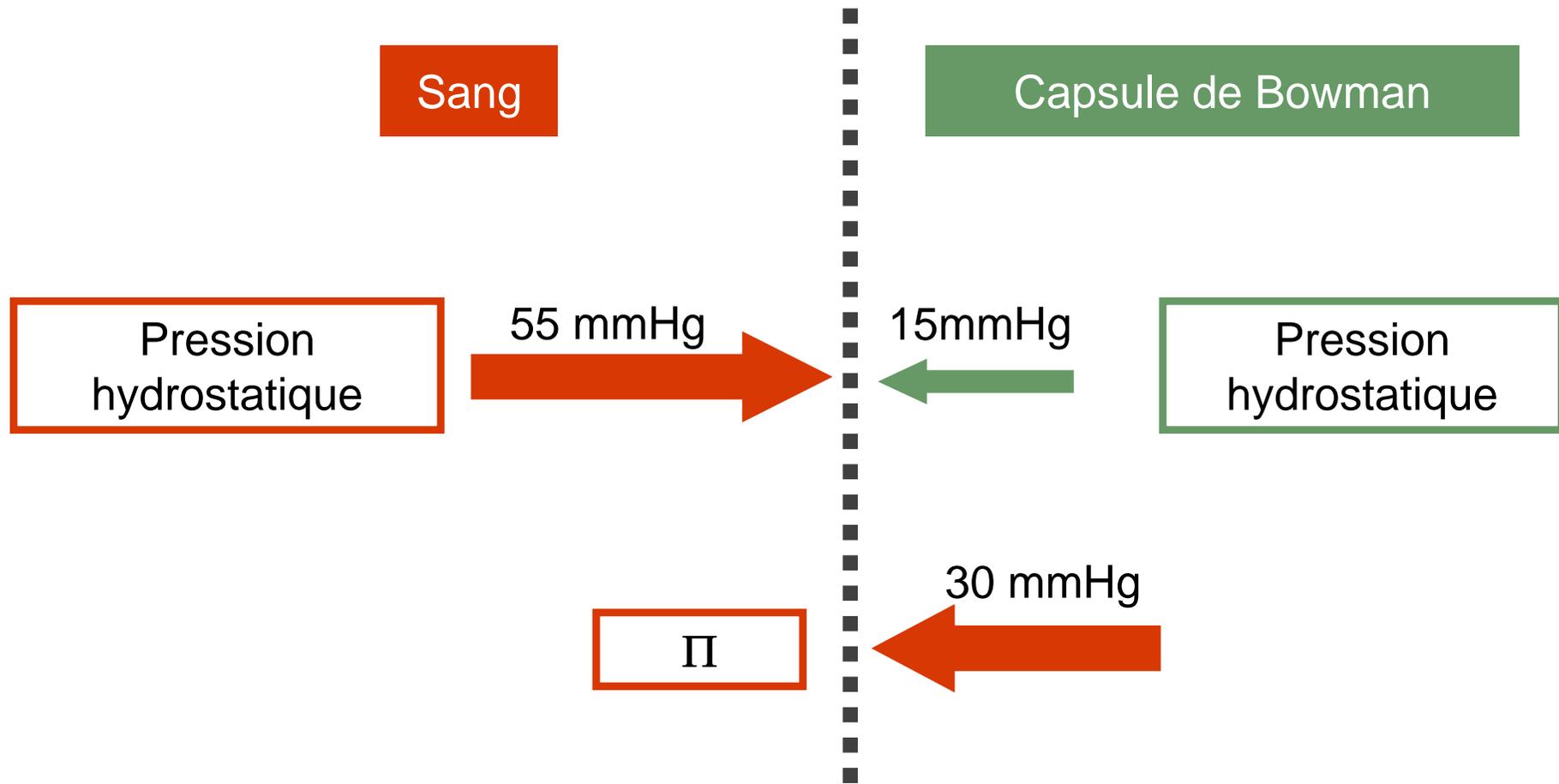
- **25000 mosmoles de  $\text{Na}^+$  =  $[\text{Na}^+]$  plasmatique de 140 mOsm/L X 180 L**
- **19000 mosmoles de  $\text{Cl}^-$  =  $[\text{Cl}^-]$  plasmatique de 105 mOsm/L X 180 L**
- **700 mosmoles de  $\text{K}^+$  =  $[\text{K}^+]$  plasmatique de 4 mOsm/L X 180 L**

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

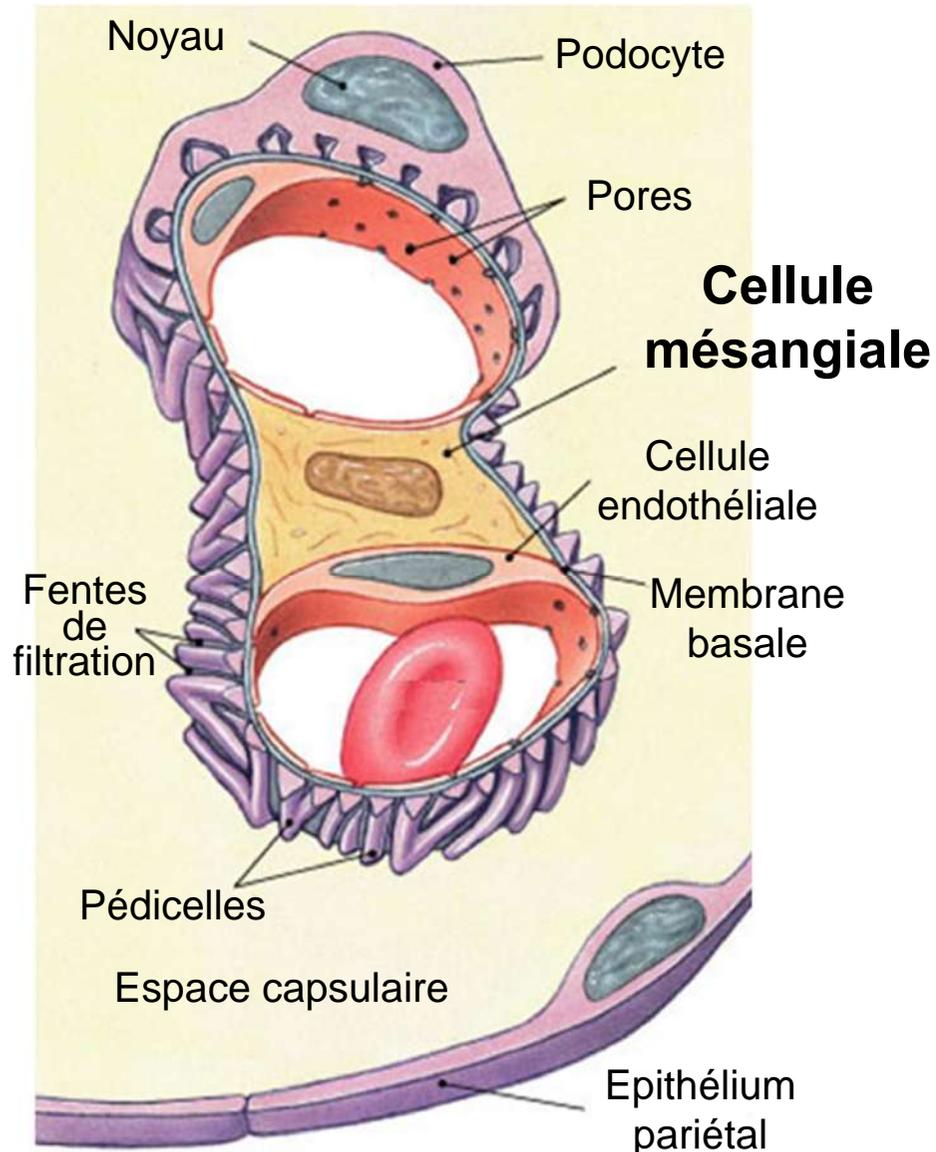


$$DFG = PNF \times K_f$$

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

# 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

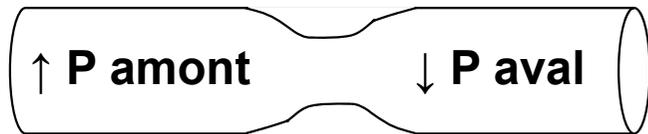
## Effet de la pression nette de filtration

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

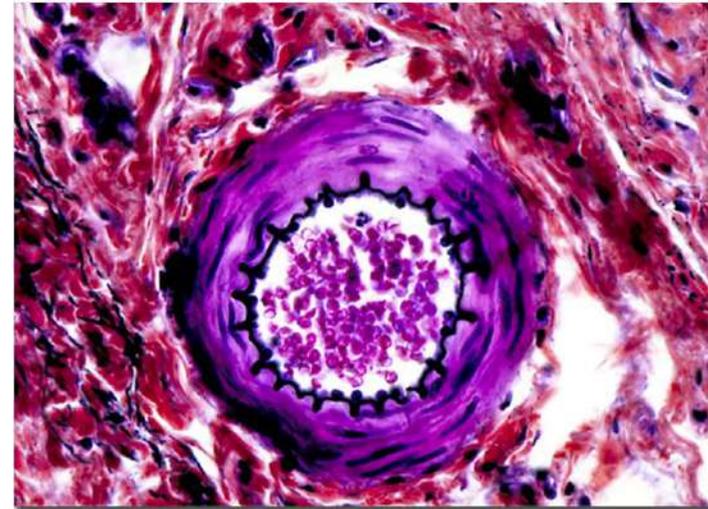
- Pression hydrostatique capsulaire :  $\uparrow$  lors d'obstruction des voies urinaires (ex. calcul rénal)
  - $\downarrow$  PNF,  $\downarrow$  DFG
- Pression oncotique capillaire ( $\Pi$ ) :  $\uparrow$  ou  $\downarrow$  avec la quantité de protéines plasmatiques
  - $\downarrow$  ou  $\uparrow$  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

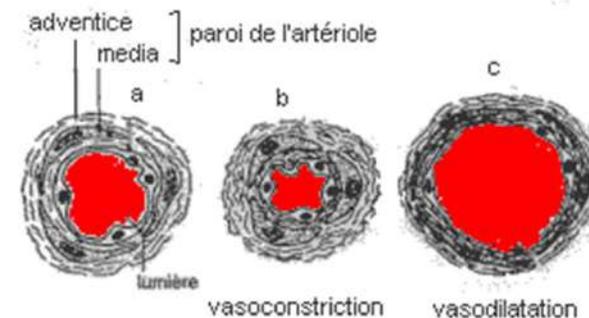
- Vasoconstriction artériolaire
  - ↓ diamètre
  - ↑ pression en amont
  - ↓ débit en aval : ↓ pression



## Vasoconstriction

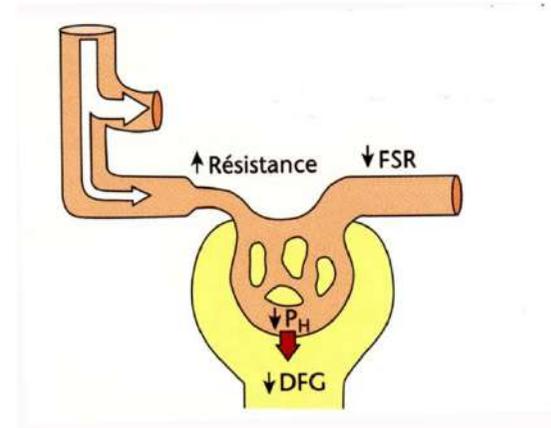
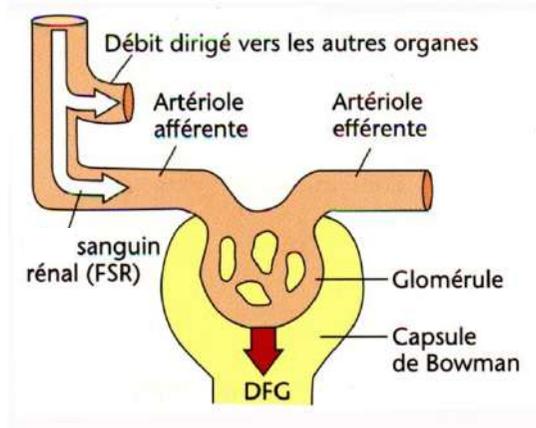


- Vasodilatation artériolaire
  - ↑ diamètre
  - ↓ pression en amont
  - ↑ débit en aval : ↑ pression



# Débit sanguin rénal et DFG

## Rôle de l'artériole afférente

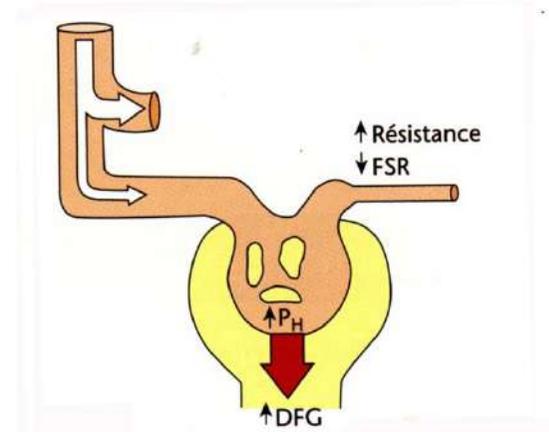
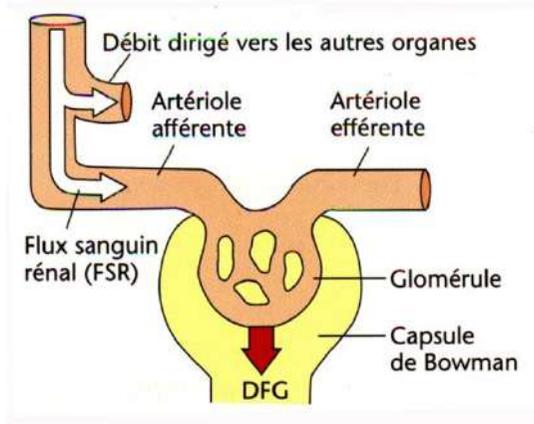


## Vasoconstriction de l'artériole **afférente**

- ↓ débit sanguin rénal
- ↓ pression en aval : ↓ pression hydrostatique glomérulaire
- ↓ débit de filtration glomérulaire

# Débit sanguin rénal et DFG

## Rôle de l'artériole efférente



## Vasoconstriction de l'artériole **efférente**

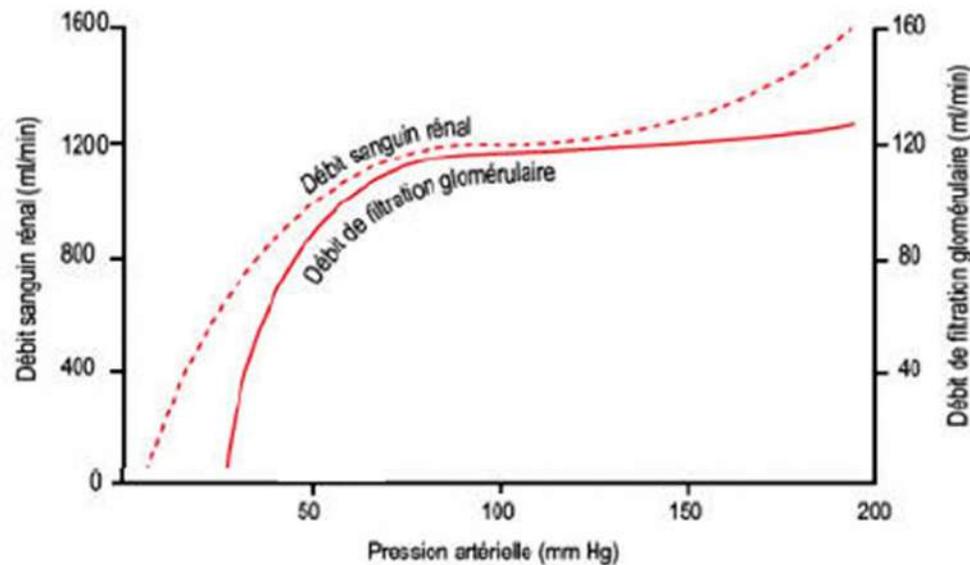
- ↓ débit sanguin rénal
- ↑ pression en amont : ↑ pression hydrostatique glomérulaire
- ↑ débit de filtration glomérulaire

# Régulation du débit sanguin rénal et du DFG

- 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 : **nerveuse** et **hormonale**

# 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**

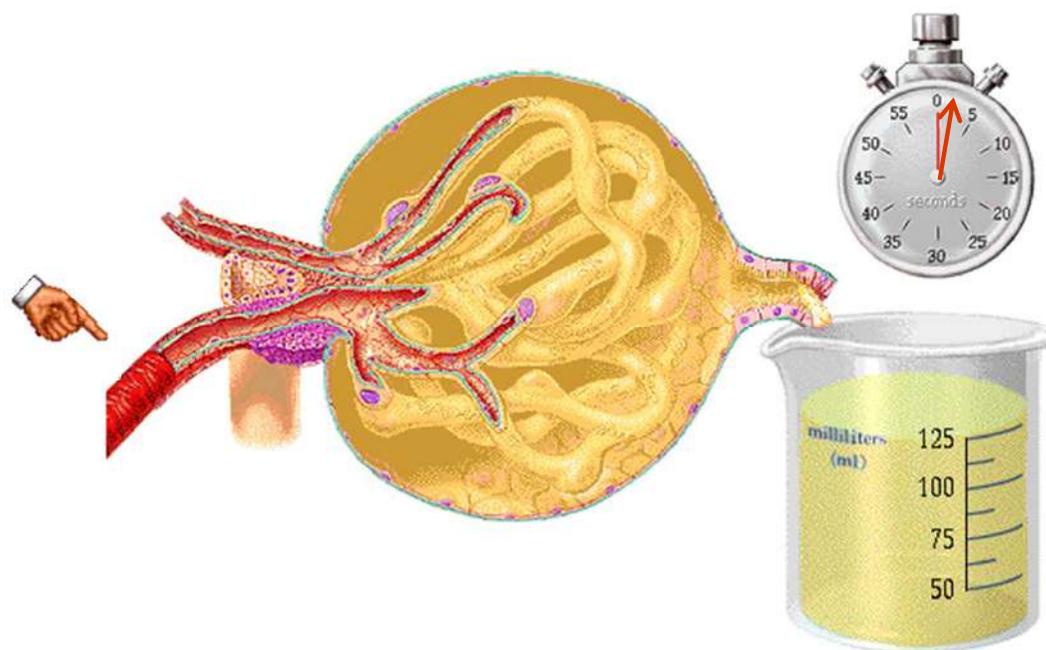


But de l'autorégulation : **maintien du DFG** et donc de la fonction rénale

# Autorégulation du DSG et du DFG

## Mécanismes intrinsèques

- DFG constant à 125ml/min, 180L/jour
- 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  $\text{Ca}^{++}$ , contraction du muscle lisse vasculaire

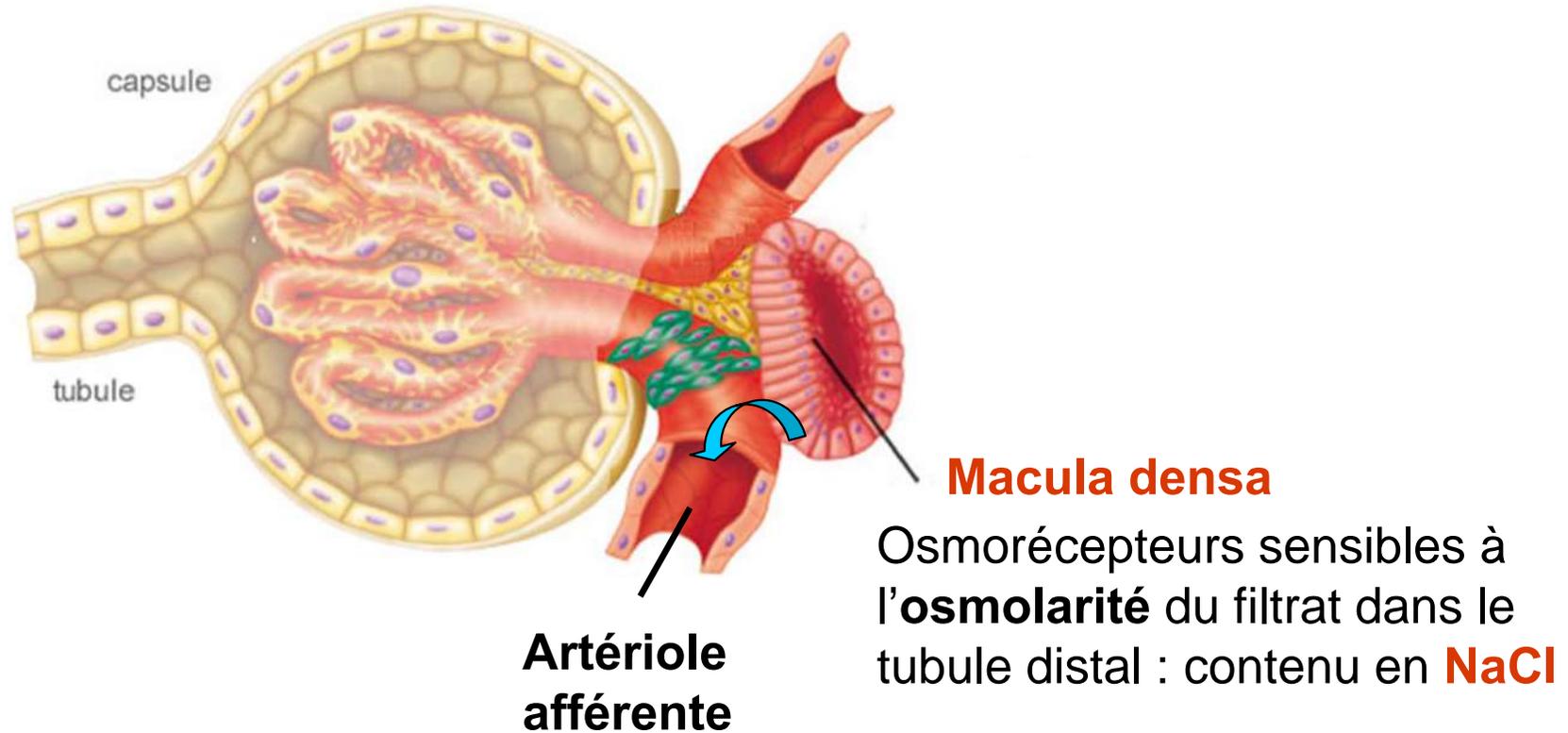
**vasoconstriction**      **↓ DSR et ↓ DFG**

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

**vasodilatation**      **↑ DSR et ↑ DFG**

# Autorégulation

## Rétrocontrôle tubulo-glomérulaire



Régulation paracrine

# Rétrocontrôle tubulo-glomérulaire

## Effets sur l'artériole afférente

↑ DSR

↑ DFG

↑ filtration de NaCl

↓ réabsorption NaCl

↑ NaCl à la macula densa

**Vasoconstriction** artériole  
afférente

↓ DSR

↓ DFG

↓ DSR

↓ DFG

↓ filtration de NaCl

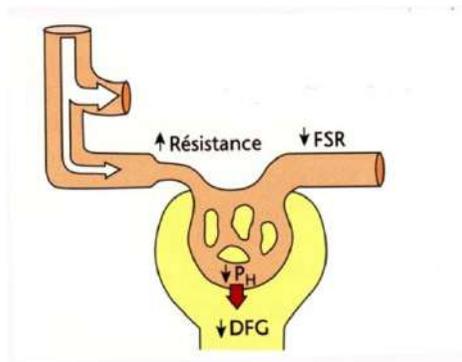
↑ réabsorption NaCl

↓ NaCl à la macula densa

**Vasodilatation** artériole  
afférente

↑ DSR

↑ DFG

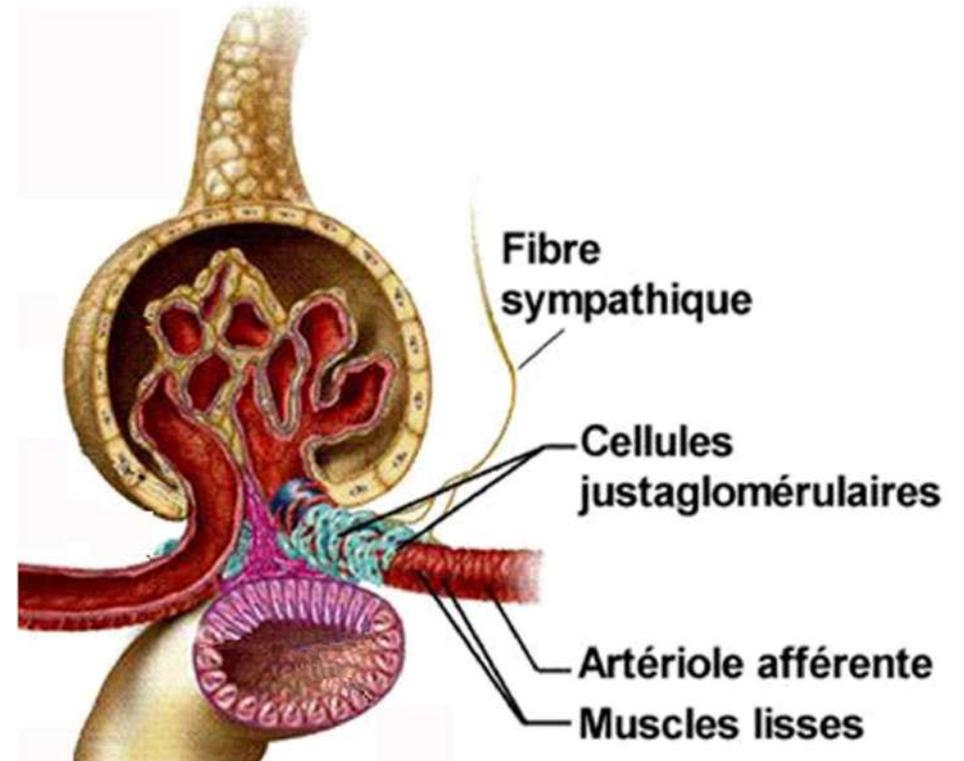


# Régulation extrinsèque du DFG

- 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
- **Système nerveux et hormonaux** : interviennent principalement **pour réguler la pression** mais ont un **impact sur le DFG**
- Quand la pression chute **en-dessous de 45 mmHg** : la PNF devient nulle et **la filtration s'arrête**

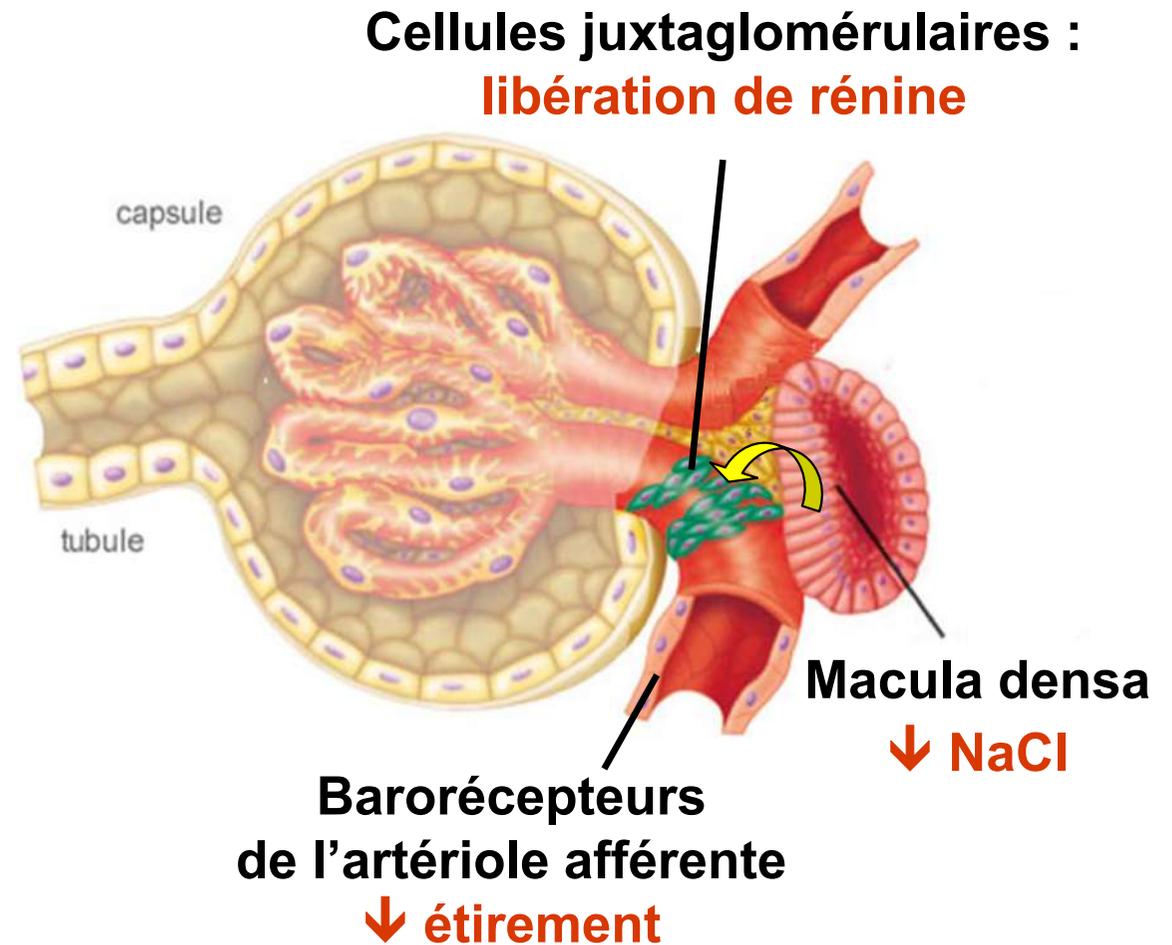
# Régulation nerveuse

- 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 ↓ DFG



# Régulation hormonale par le système rénine-angiotensine

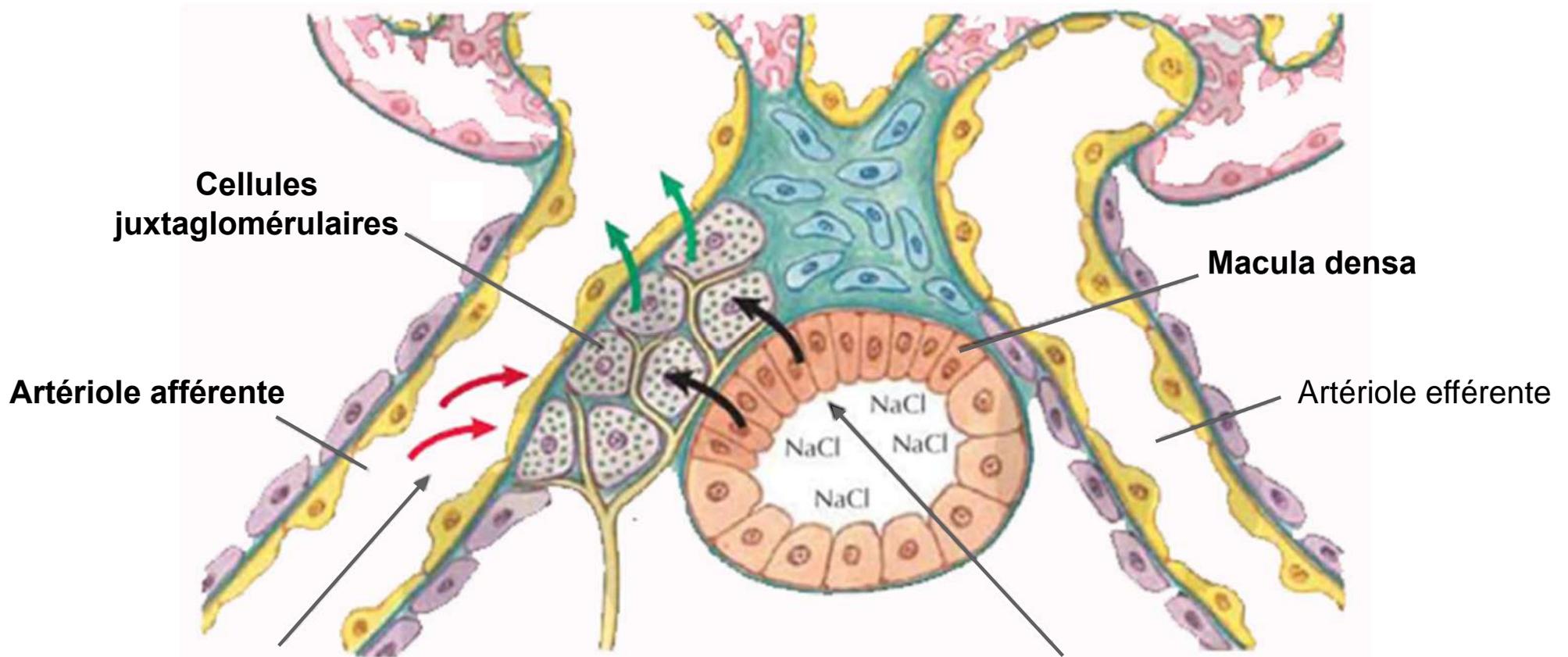
- **Diminution de la pression artérielle :**
  - ↓ étirement de l'artériole afférente
  - ↓ DFG : ↓ de la [NaCl] tubulaire
  - **Stimulation du SN sympathique** : récepteurs  $\beta$ 1-adrénergiques
- **Libération de rénine** par les cellules juxtaglomérulaires



Appareil juxtaglomérulaire rénal

# Résumé

## Mécanismes de libération de la rénine par l'AJG

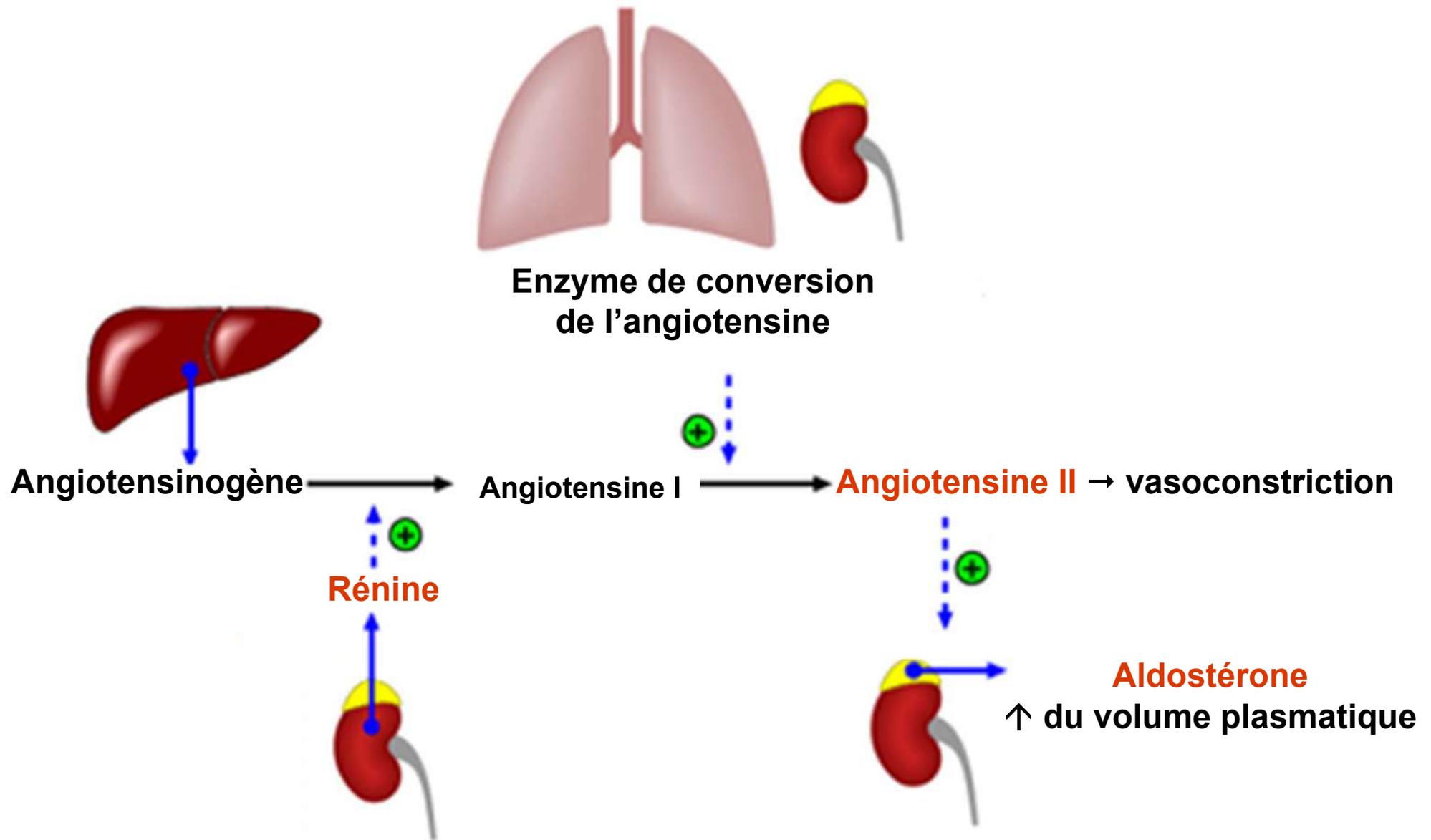


**Barorécepteurs de l'artériole afférente**  
↑ Pression ↓ rénine  
↓ Pression ↑ rénine

**Système nerveux sympathique**  
Stimulation ↑ rénine via les récepteurs  $\beta_1$  adrénergiques

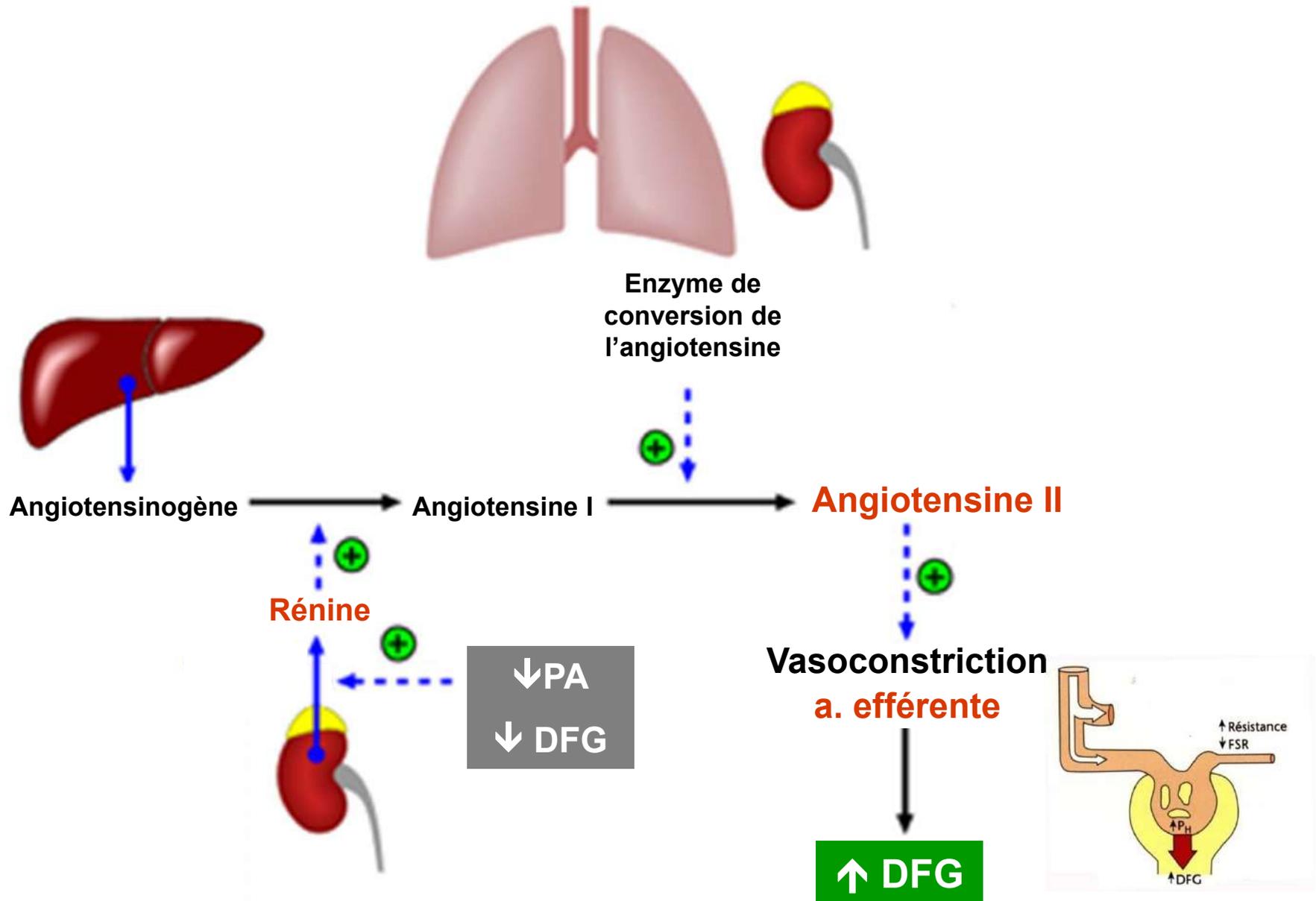
**Osmorécepteurs de la macula densa**  
↑ NaCl dans le tubule distal ↓ rénine  
↓ NaCl dans le tubule distal ↑ rénine

# Le système rénine-angiotensine-aldostérone



# Le système rénine-angiotensine

Maintien du DFG lors d'une chute de pression



# Autres substances vasoactives

- Action paracrine sur les résistances artériolaires
- Peuvent également modifier le Kf en agissant sur les cellules mésangiales
- Modification du débit sanguin rénal et du DFG
  - **Augmentation** (vasodilatation) : monoxyde d'azote (NO) et prostaglandines
  - **Diminution** (vasoconstriction) : endothéline et adénosine → rôle dans l'autorégulation 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  $\Pi$  liée aux protéines plasmatiques s'oppose à la pression hydrostatique glomérulaire qui est la force motrice de la filtration. Si la quantité de protéines plasmatiques diminue, la pression  $\Pi$  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 Joseph Fourier de Grenoble.

L'utilisation de ce document est strictement réservée à l'usage privé des étudiants inscrits en 1<sup>ère</sup> année de Médecine ou de Pharmacie de l'Université Joseph Fourier de Grenoble, et non destinée à une utilisation collective, gratuite ou payante.

# 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

