











# www.medatice-grenoble.fr



UE3-2 - Physiologie rénale

### Chapitre 4:

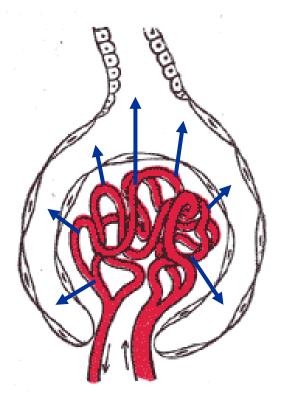
# La filtration glomérulaire et sa régulation

Professeur Diane GODIN-RIBUOT

Année universitaire 2011/2012

Université Joseph Fourier de Grenoble - Tous droits réservés.

## La filtration glomérulaire

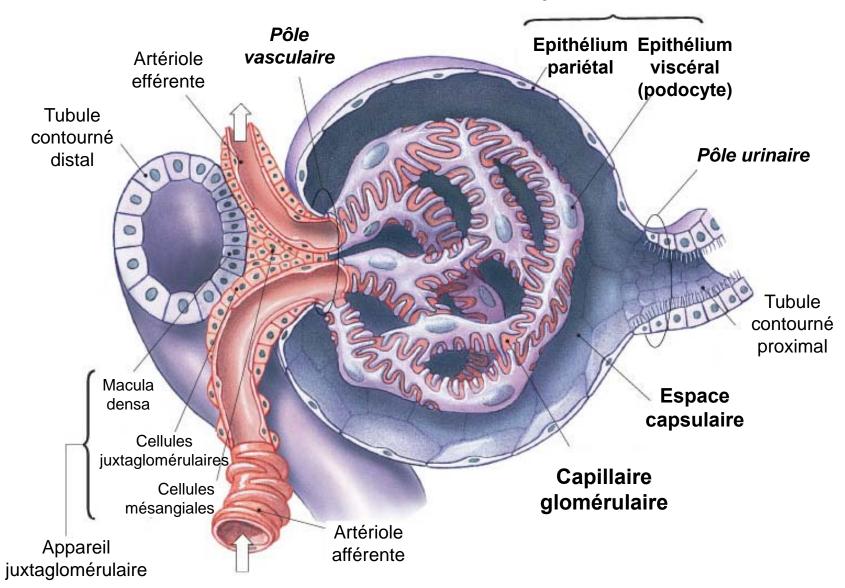


Corpuscule rénal

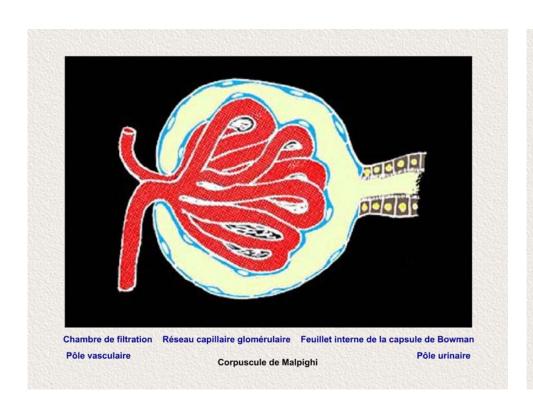
- Processus unidirectionnel, passif et non sélectif sous l'effet de la pression glomérulaire
- Glomérule = filtre mécanique
- Ultrafiltration : le filtrat qui pénètre dans le tubule rénal est composé de tous les éléments du sang hormis
  - Éléments figurés (globules, plaquettes)
  - Protéines (sauf les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

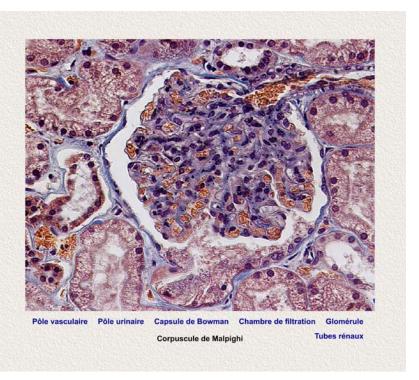
## Le corpuscule rénal

#### Capsule de Bowman



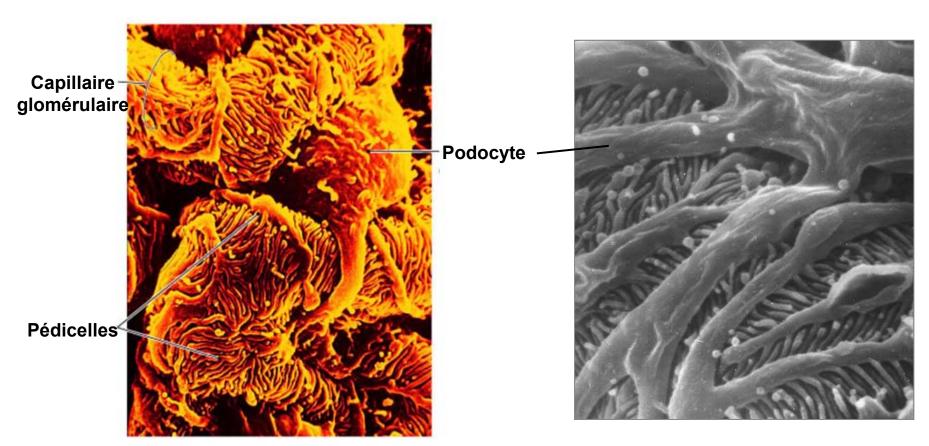
# Le corpuscule rénal





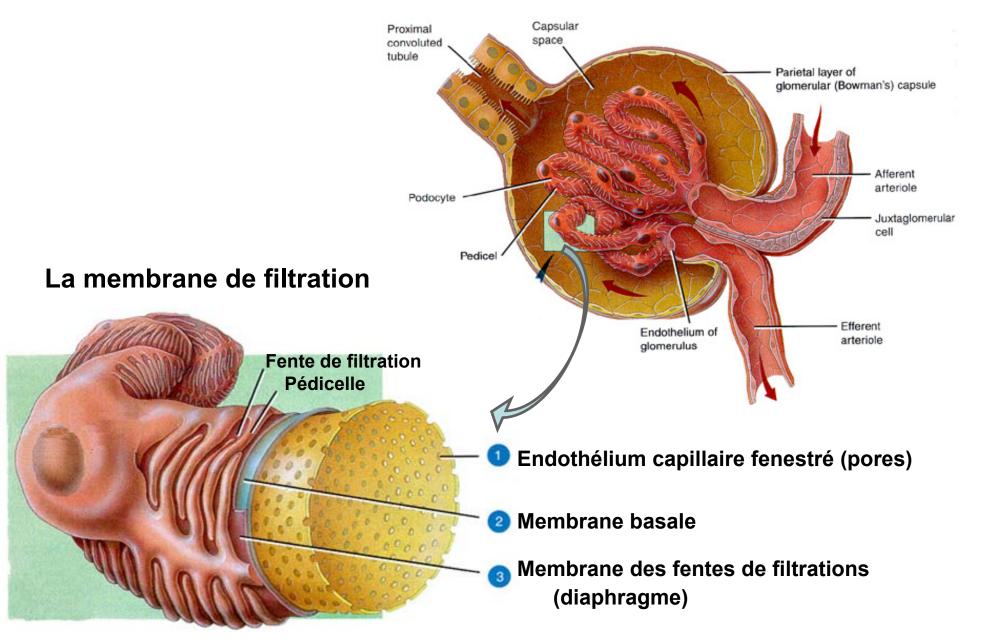
# Le corpuscule rénal

### Podocytes de l'épithélium viscéral



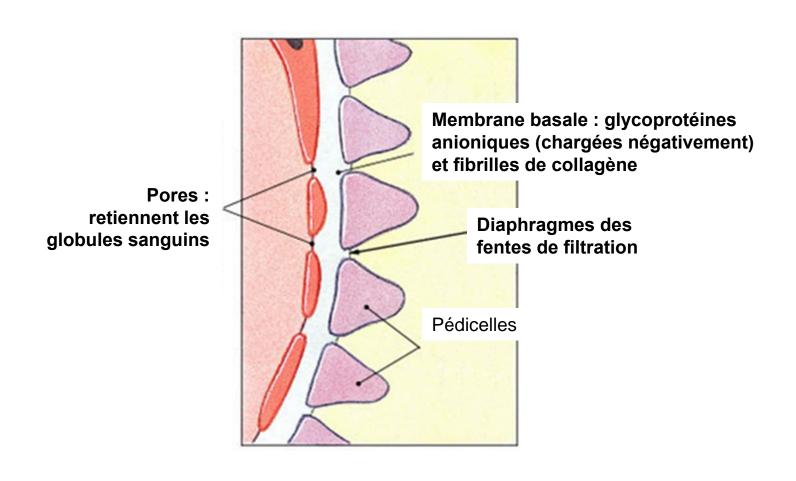
Espaces entre les pédicelles : fentes de filtration

# Le corpuscle rénal

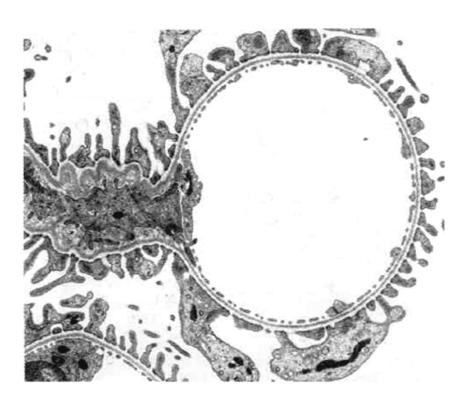


#### La membrane de filtration

#### Trois filtres en série



# Sélectivité du filtre glomérulaire



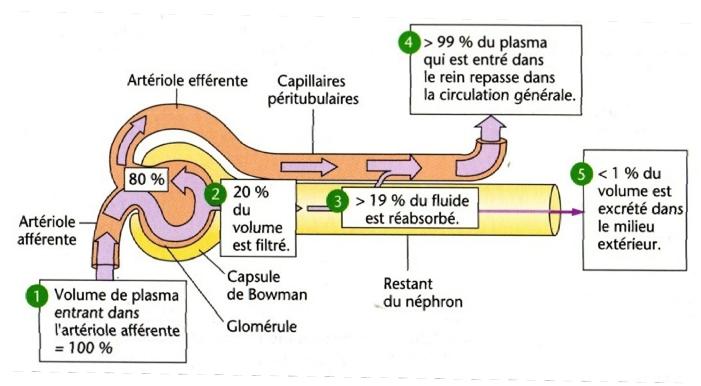
La perméabilité membranaire à une substance dépend de sa taille et de sa charge

- maximale pour molécules < 10 KDa</li>
   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 :
  - Ca<sup>++</sup> (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



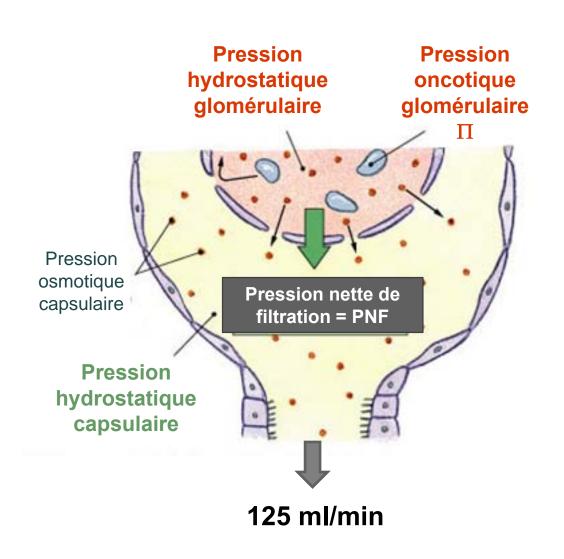
- Fraction de filtration = 20%
- Débit plasmatique rénal ~ 625 ml/min
- Débit de filtration glomérulaire (DFG) = 125 ml/min pour les deux reins

# Les chiffres de la filtration glomérulaire

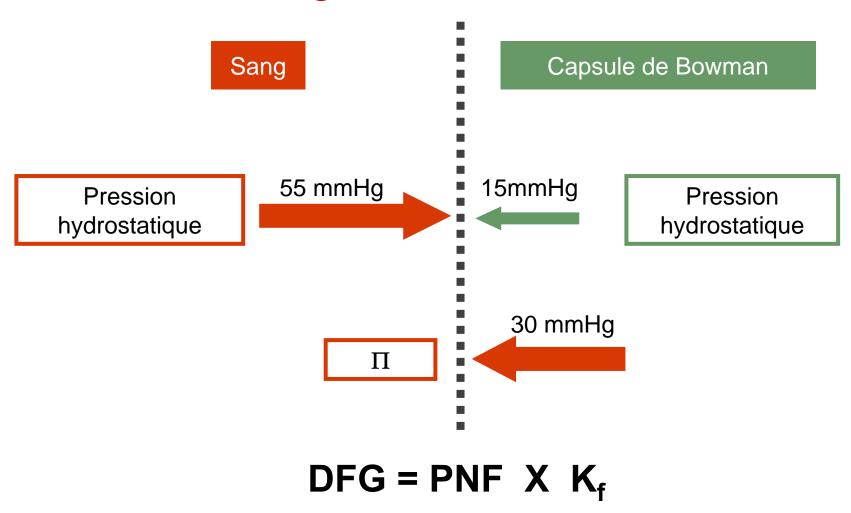
# Chaque jour le plasma sanguin (~3L) est filtré plus de 50 X 180 L de filtrat traversent le filtre glomérulaire

- 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 Na<sup>+</sup> = [Na<sup>+</sup>] plasmatique de 140 mOsm/L X 180 L
- 19000 mosmoles de Cl<sup>-</sup> = [Cl<sup>-</sup>] plasmatique de 105 mOsm/L X 180 L
- 700 mosmoles de K<sup>+</sup> = [K<sup>+</sup>] 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



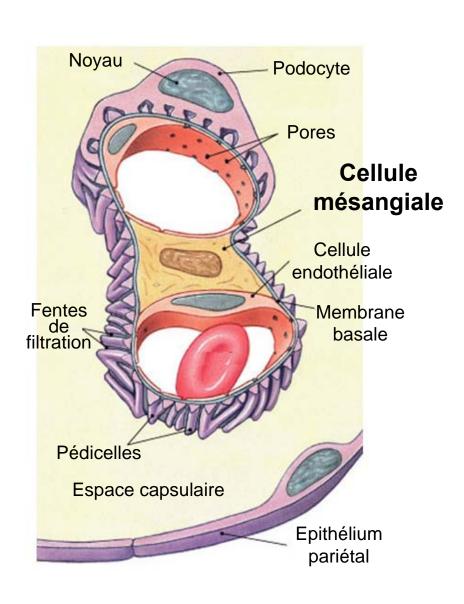
# Les forces en jeu dans la filtration glomérulaire



PNF = 55 mmHg - 30 mmHg - 15 mmHg = **10 mmHg** 

#### Les déterminants du DFG

Le coefficient d'ultrafiltration K<sub>f</sub>



**K**<sub>f</sub> = surface X perméabilité

# Contraction des cellules mésangiales :

- ↓ Surface totale des capillaires actifs
- $\Psi$  K<sub>f</sub>
- **↓** DFG

Peu d'effet en conditions physiologiques normales

#### Les déterminants du DFG

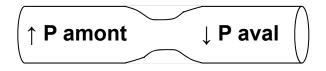
#### Effet de la pression nette de filtration

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

- - $\sqrt{PNF}$ ,  $\sqrt{DFG}$
- 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

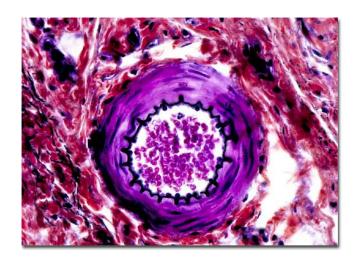
# Contrôle du débit et de la pression par les artérioles

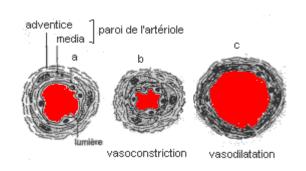
- Vasoconstriction artériolaire
  - ↓ diamètre
  - − ↑ pression en amont
  - ↓ débit en aval : ↓ pression



**Vasoconstriction** 

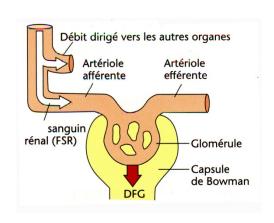
- Vasodilatation artériolaire
  - − ↑ diamètre
  - → pression en amont
  - ↑ débit en aval : ↑ pression

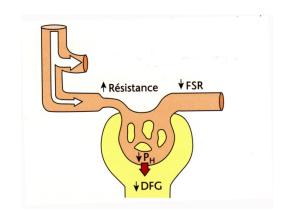




## Débit sanguin rénal et DFG

#### Rôle de l'artériole afférente





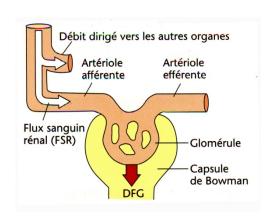
#### Vasoconstriction de l'artériole

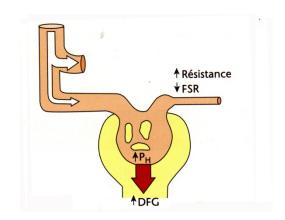
#### afférente

- – ↓ débit de filtration glomérulaire

## Débit sanguin rénal et DFG

#### Rôle de l'artériole efférente





#### Vasoconstriction de l'artériole

#### efférente

- — ↑ pression en amont : ↑ pression hydrostatique glomérulaire
- — ↑ débit de filtration glomérulaire

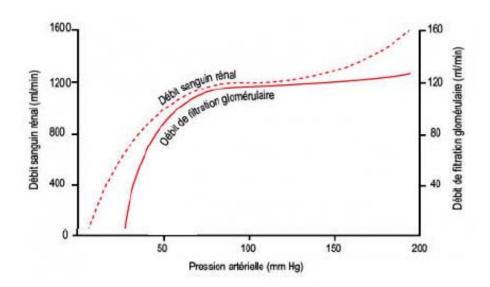
# Régulation du débit sanguin rénal et du DFG

- 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

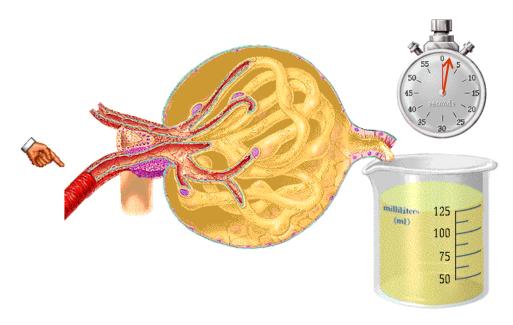


But de l'autorégulation : maintien du DFG et donc de la fonction rénale

## Autorégulation du DSG et du DFG

#### Mécanismes intrinsèques

- DFG constant à 125ml/min, 180L/jour
- Mécanismes de l'autorégulation :
  - Mécanisme vasculaire myogène
  - Rétrocontrôle tubuloglomérulaire



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

# Autorégulation

#### Mécanisme vasculaire myogène

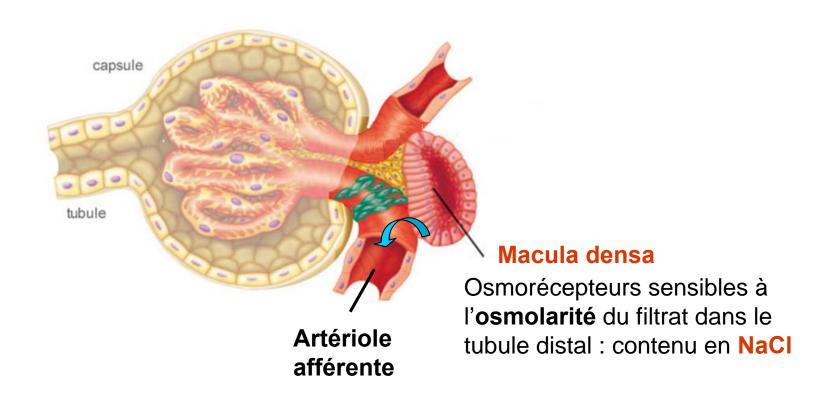
#### Au niveau des artérioles afférentes

 - ↑ PA : étirement de la paroi, entrée de Ca<sup>++</sup>, contraction du muscle lisse vasculaire

vasoconstriction  $\psi$  DSR et  $\psi$  DFG

 → PA : relâchement de la paroi, relaxation du muscle lisse vasculaire

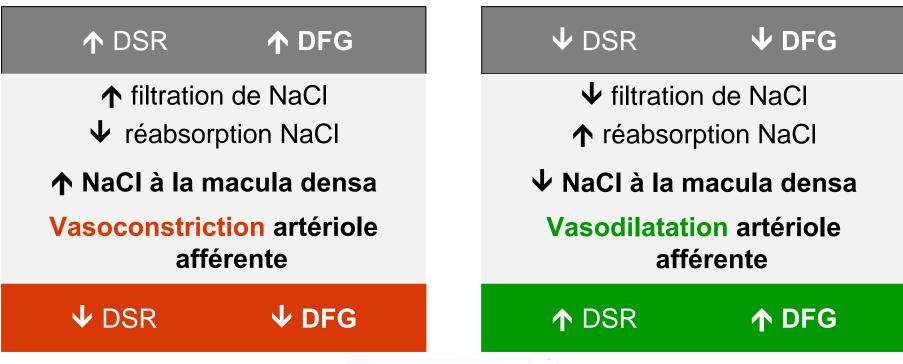
## Autorégulation Rétrocontrôle tubulo-glomérulaire

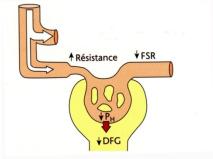


Régulation paracrine

## Rétrocontrôle tubulo-glomérulaire

#### Effets sur l'artériole afférente



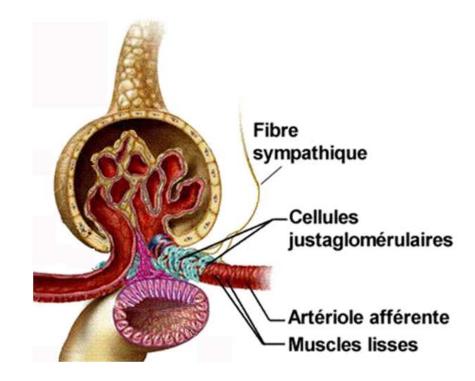


# Régulation extrinsèque du DFG

- 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
- 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

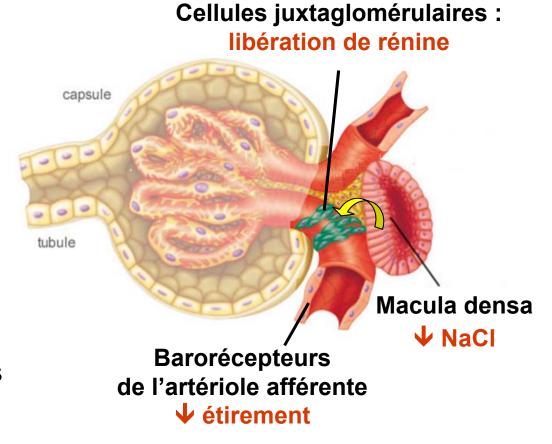
## Régulation nerveuse

- 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

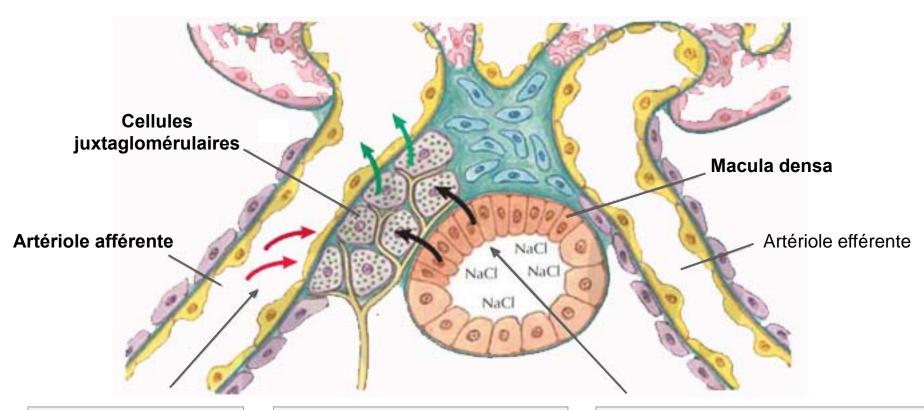
- Diminution de la pression artérielle :
  - \(\psi\) étirement de l'artériole afférente
  - ↓ DFG : ↓ de la [NaCl] tubulaire
  - Stimulation du SN
     sympathique : récepteurs
     β1-adrénergiques
- Libération de rénine par les cellules juxtaglomérulaires



Appareil juxtaglomérulaire rénal

#### Résumé

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



Barorécepteurs de l'artériole afférente ↑ Pression ↓ rénine

**♦** Pression **↑** rénine

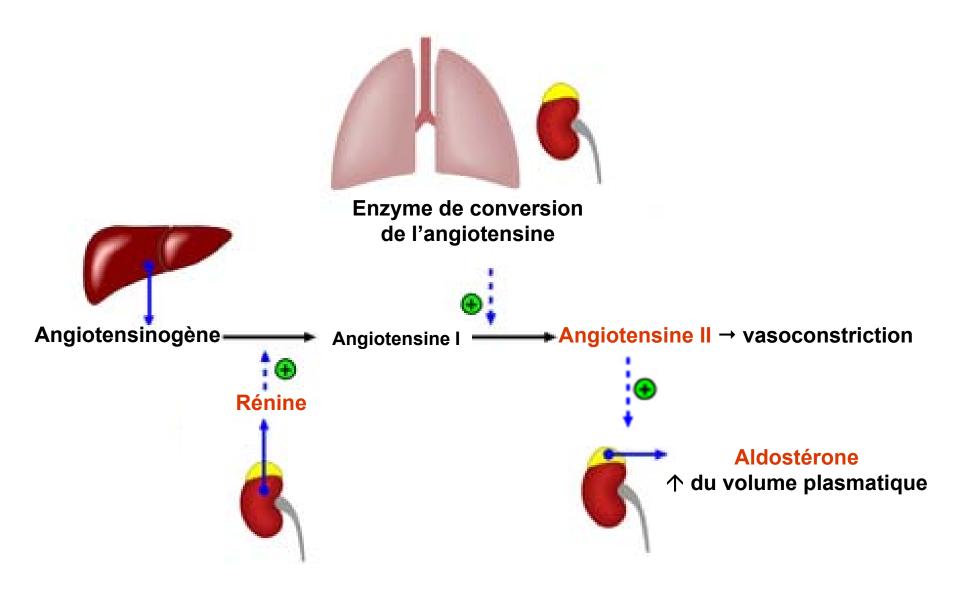
Système nerveux sympathique
Stimulation ↑ rénine via les
récepteurs β₁ adrénergiques

Osmorécepteurs de la macula densa

↑ NaCl dans le tubule distal ↓ rénine

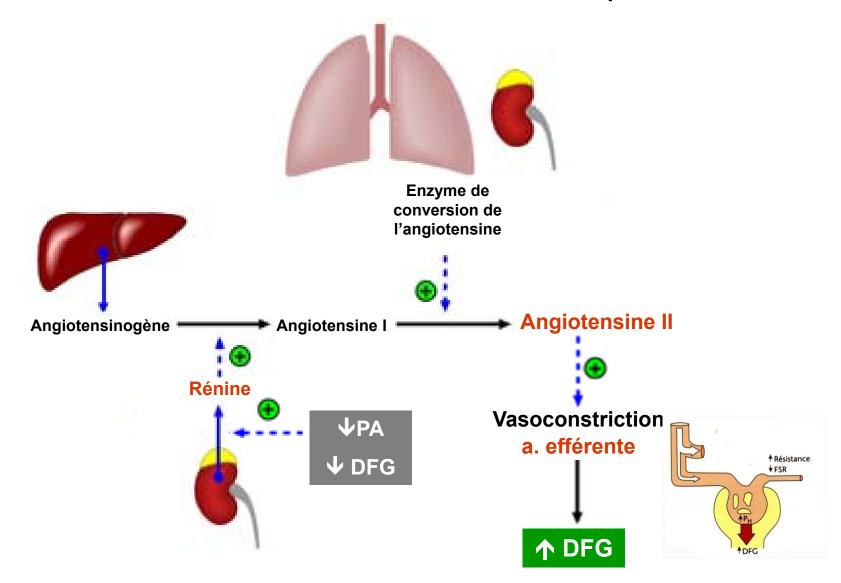
**↓ NaCl** dans le tubule distal ↑ rénine

# Le système rénine-angiotensinealdostérone



# 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 entraine 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 entraine une augmentation du DFG.

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

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.











# www.medatice-grenoble.fr

# Mentions légales

L'ensemble de cette œuvre relève des législations française et internationale sur le droit d'auteur et la propriété intellectuelle, littéraire et artistique ou toute autre loi applicable.

Tous les droits de reproduction, adaptation, transformation, transcription ou traduction de tout ou partie sont réservés pour les textes ainsi que pour l'ensemble des documents iconographiques, photographiques, vidéos et sonores.

Cette œuvre est interdite 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 (UJF) Grenoble 1 et ses affiliés.

L'utilisation de ce document est strictement réservée à l'usage privé des étudiants inscrits à l'Université Joseph Fourier (UJF) Grenoble 1, et non destinée à une utilisation collective, gratuite ou payante.