

# **Débit sanguin rénal, filtration glomérulaire et leur régulation**

**Pr Jean-Jacques Mercadier**

## **Références :**

- **Précis de Physiologie Médicale, Guyton & Hall, PICCIN**
- **Atlas de poche de Physiologie, S. Silbernagl & A. Despopoulos, Médecine-Sciences, Flammarion**

# **Principale fonction des reins :**

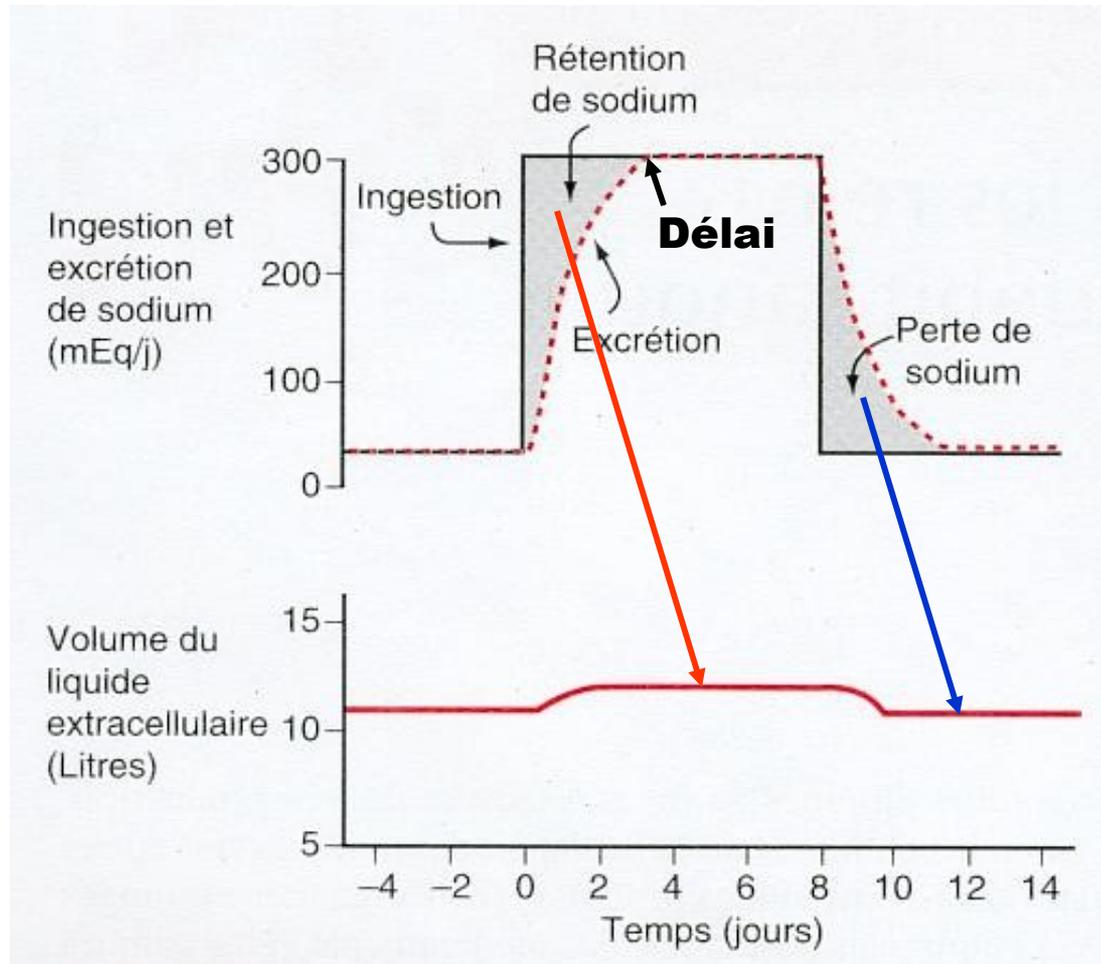
- **Débarasser l'organisme des déchets ingérés ou produits**
- **Contrôler le volume et la composition des liquides de l'organisme**
  - **Filtration du plasma et**
  - **Récupération des substances filtrées**

**Reins = liberté !**

# **Multiples fonctions homéostatiques des reins**

- **Excrétions des déchets du métabolisme**
- **Régulation de l'équilibre de l'eau et des électrolytes**
- **Régulation de la pression artérielle**
- **Régulation de l'équilibre acido-basique**
- **Régulation de la production des globules rouges**
- **Régulation de la production de vitamine D**
- **Synthèse de glucose**

# Fonction de régulation de l'équilibre de l'eau et des électrolytes



Effet de la multiplication par 10 (de 30 à 300 mEq/j) de l'ingestion de  $\text{Na}^+$  sur l'excrétion urinaire de celui-ci et le volume extra-cellulaire

# Mécanismes mis en œuvre pour assurer la fonction :

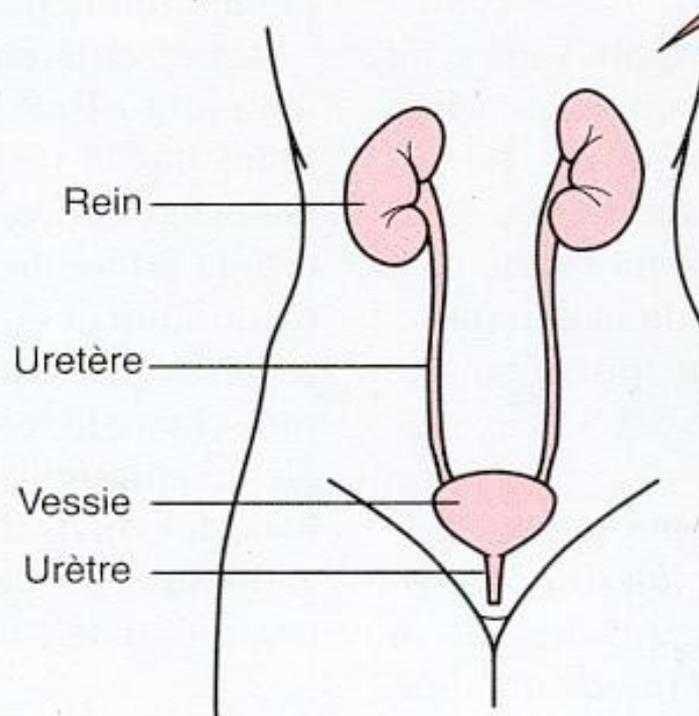
- **Débit sanguin rénal**
- **Filtration glomérulaire**
- **Réabsorption tubulaire**
- **Sécrétion tubulaire**
- **Concentration de l'urine**



**Une anatomie spécifique**

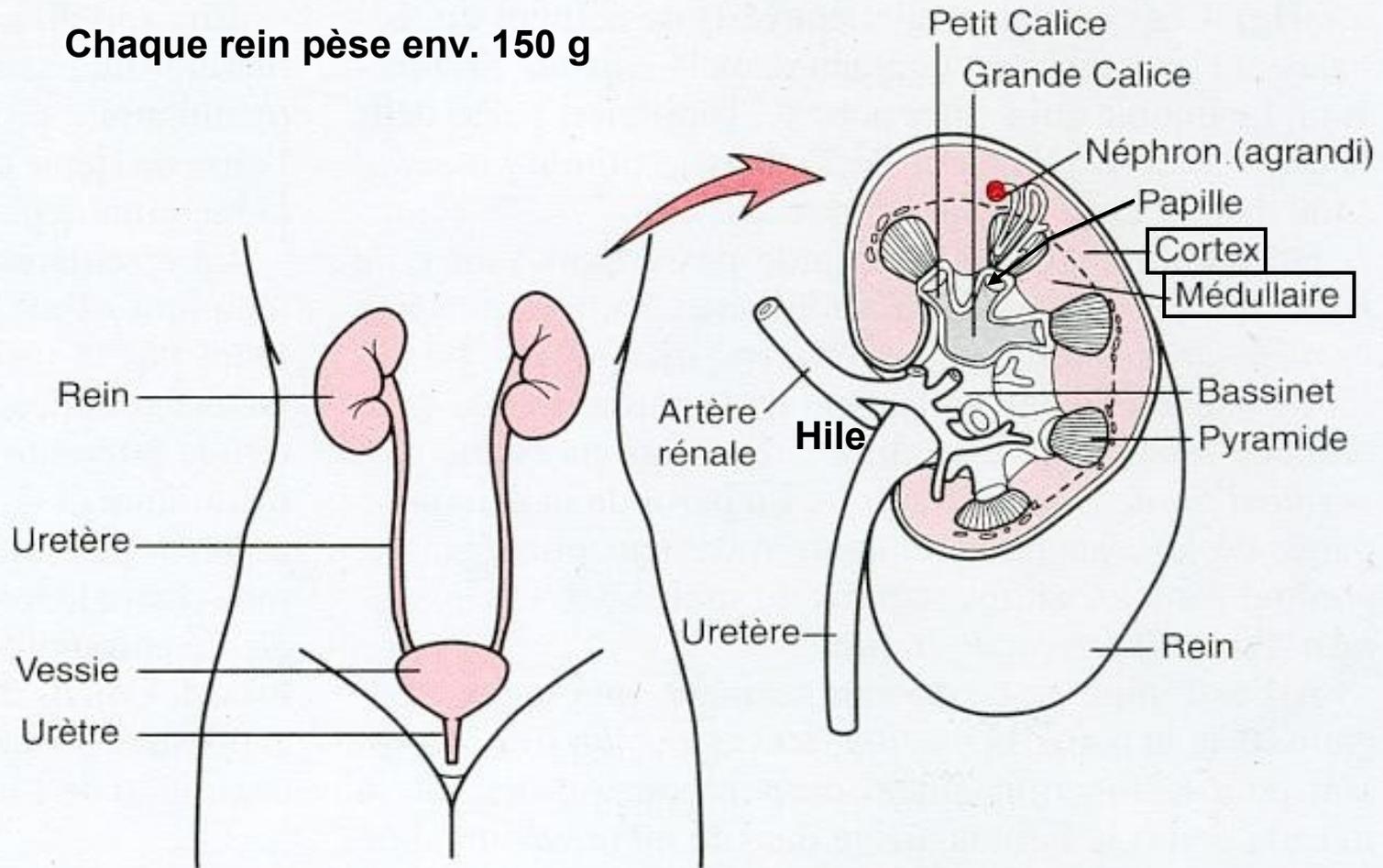
# Organisation générale des reins et des voies urinaires

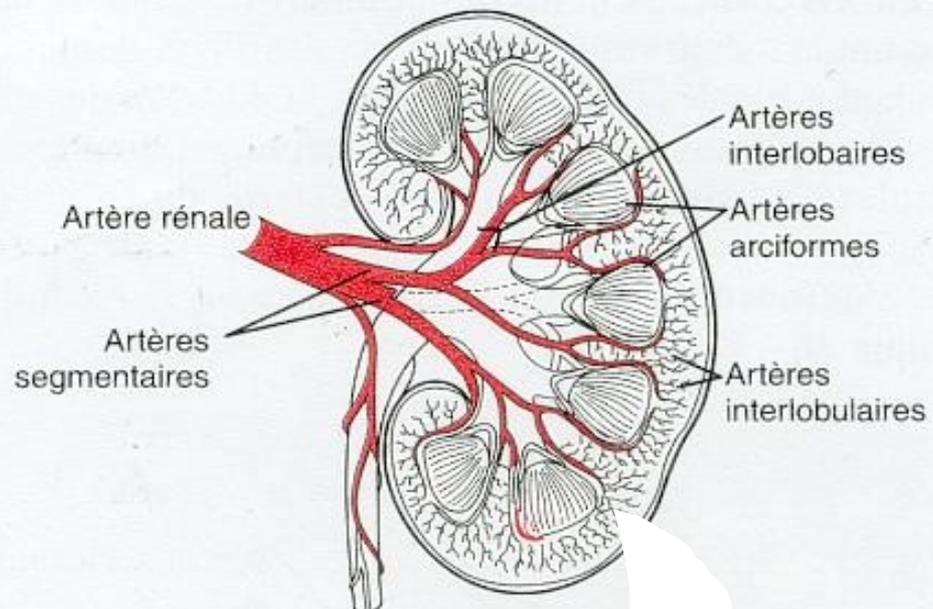
Chaque rein pèse env. 150 g

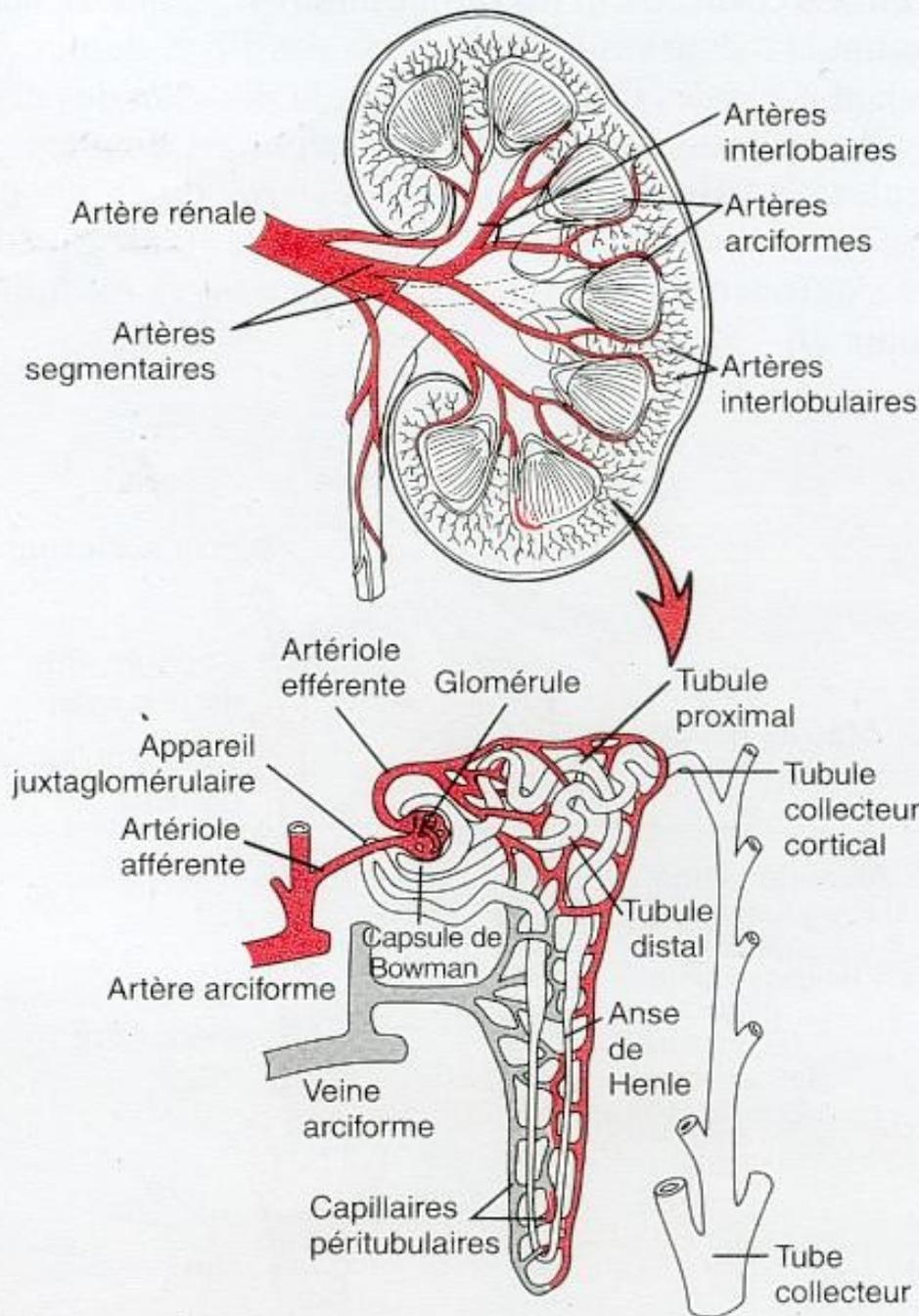


# Organisation générale des reins et des voies urinaires

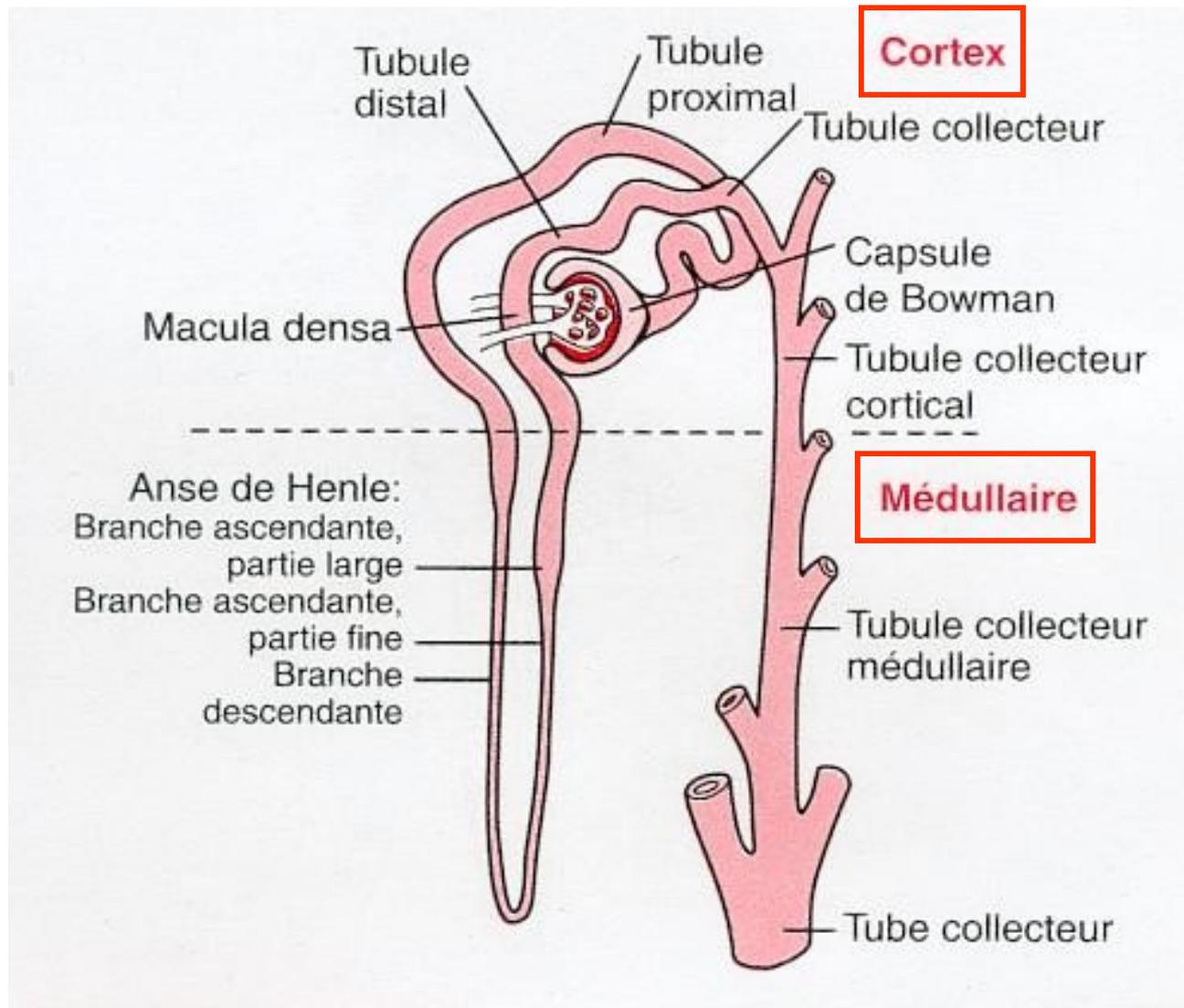
Chaque rein pèse env. 150 g



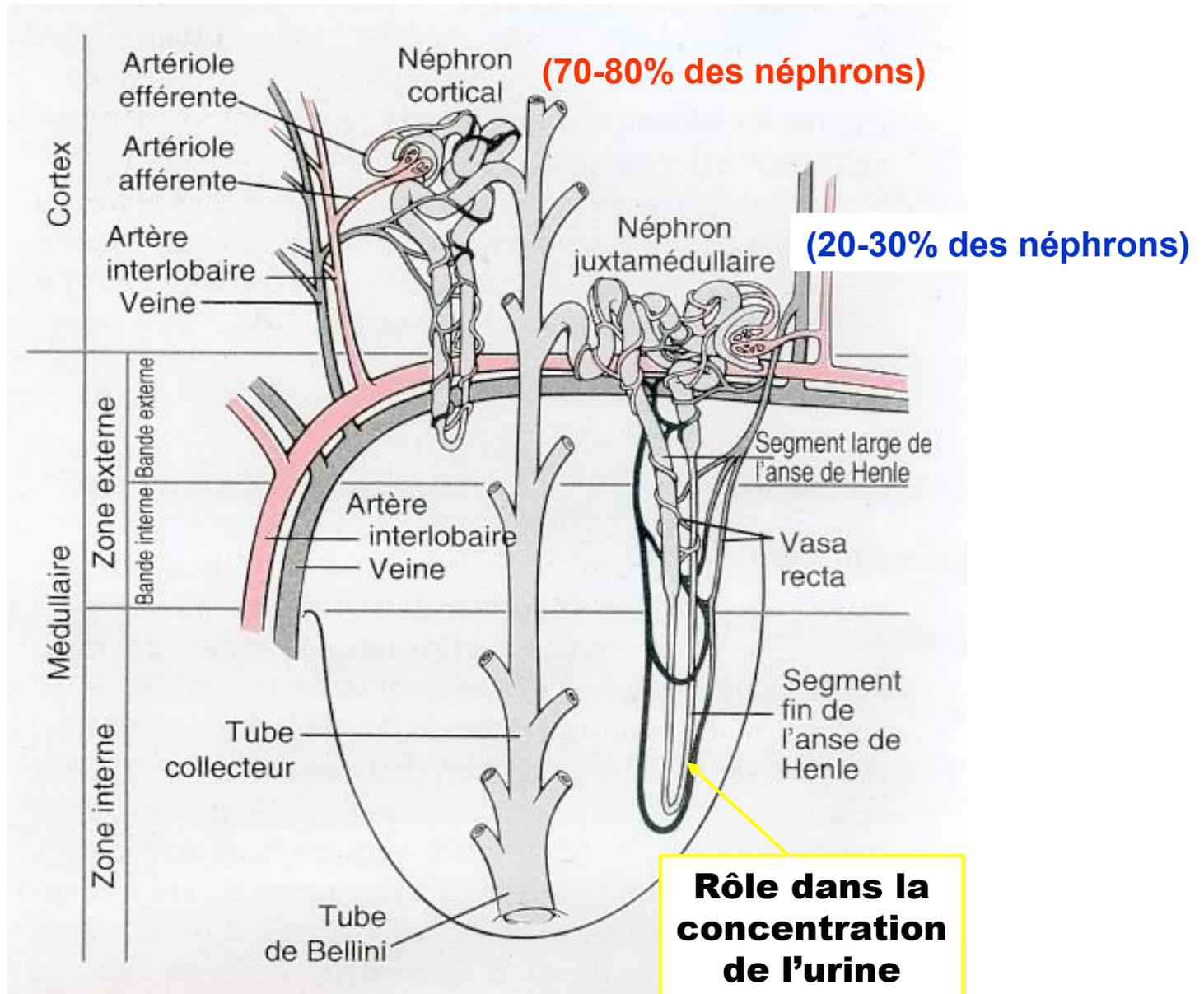




- **Irrigation sanguine des reins :**
  - **DSR = 22% du DC**
  - **soit 1200 ml/min**
- **Deux réseaux capillaires en série**
  - **+ 60 mmHg dans le glomérule**
  - **+ 13 mmHg dans les cap. péri-tubulaires**
- **Le néphron : unité fonctionnelle du rein**
  - **1 Million de néphrons par rein**
  - **(- 10% tous les 10 ans au delà de 40 ans)**



- 8 – 10 tubes collecteurs corticaux forment un tube collecteur
- Plusieurs tubes collecteurs convergent pour former un gros tube collecteur (tube de Bellini)
- 250 gros tubes collecteurs drainent chacun environ 4000 néphrons



# **La formation de l'urine**

**repose sur :**

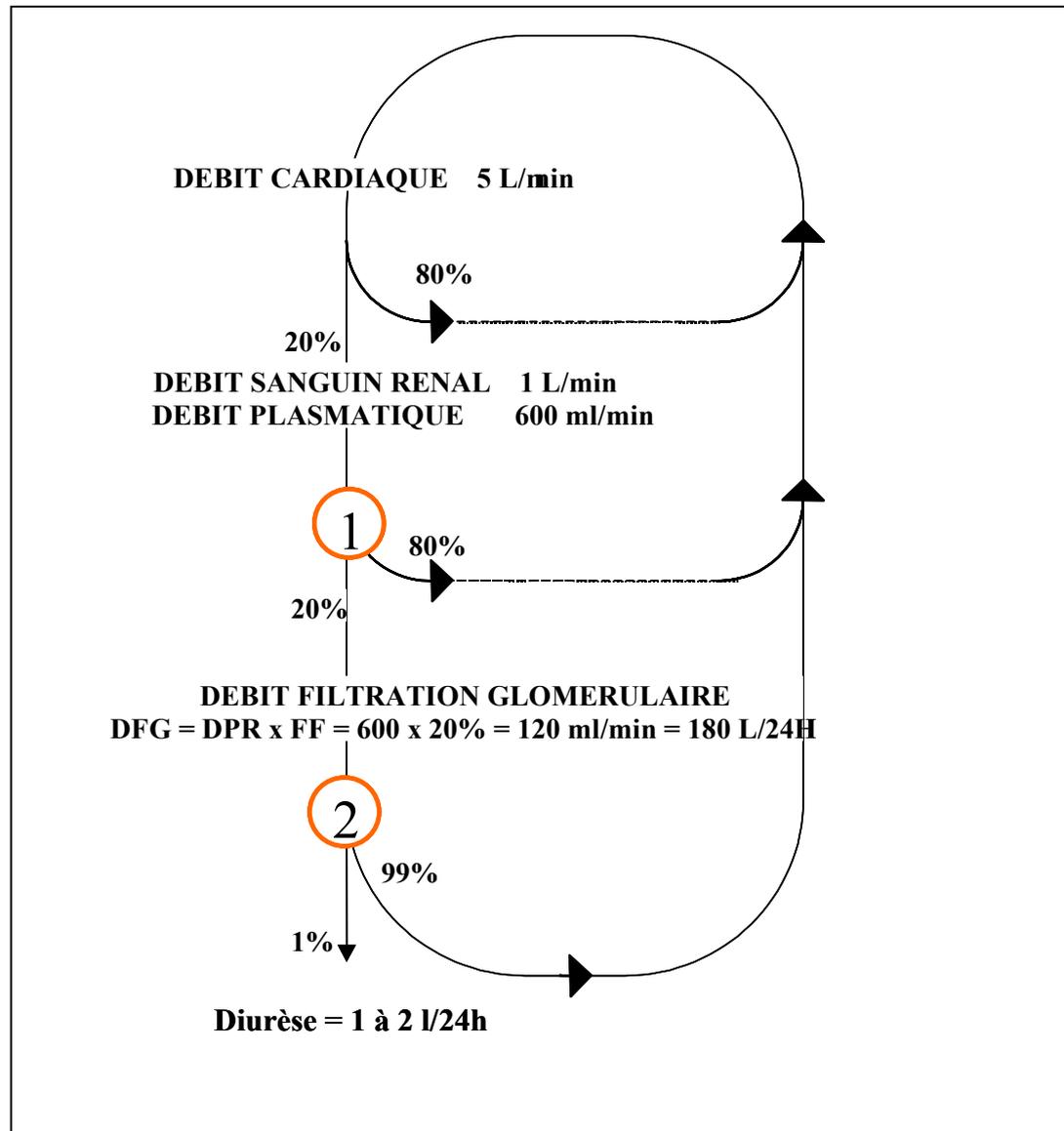
## **1. Formation de l'urine primitive**

**→ Filtration glomérulaire**

## **2. Maturation**

**→ Réabsorption tubulaire**

**→ Sécrétion tubulaire**



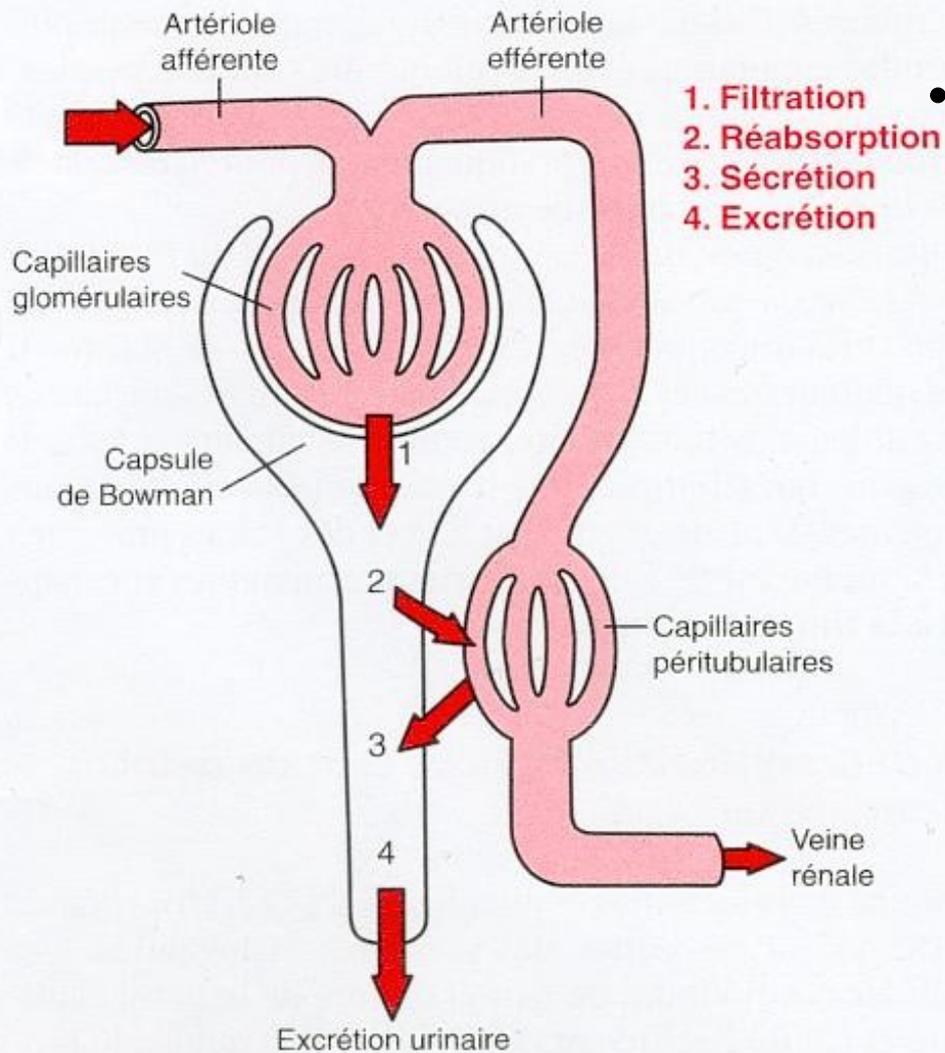
**Quantité filtrée**

**Quantité sécrété**

**Quantité réabsorbée**

1

2



- 1. Filtration
- 2. Réabsorption
- 3. Sécrétion
- 4. Excrétion

## • La filtration glomérulaire (1)

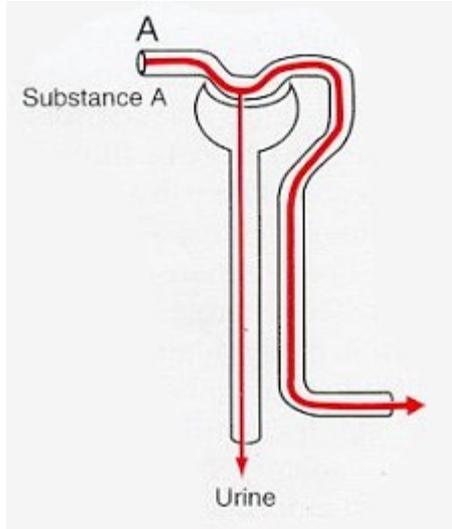
- la plupart des substances dissoutes passent librement en 1
- (sauf les protéines)

- Leur concentration dans la chambre urinaire est pratiquement la même que dans le plasma

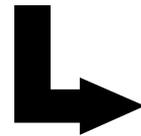
Excrétion = Filtration – Réabsorption + Sécrétion

# • La maturation de l'urine primitive (2)

## Comportement tubulaire variable selon la substance



**A - Substances non sécrétées  
non réabsorbées**

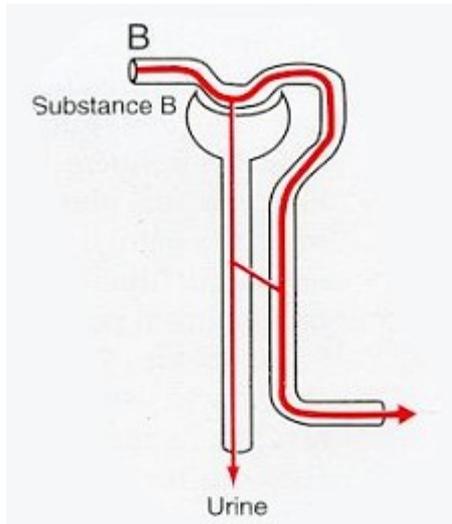


.  $Q \text{ excrétée} = Q \text{ filtrée}$

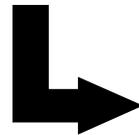
.  $\text{Coeff Extraction} = \text{Coeff Filtration}$

Exemples :

- Inuline
- EDTA51Cr
- +/- Créatinine



**B - Substances réabsorbées partiellement**



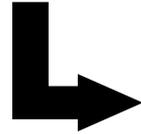
.  $Q \text{ excrétée} = Q \text{ filtrée} - Q \text{ réabsorbée}$

.  $\text{Coeff Extraction} < \text{Coeff Filtration}$

Exemples :

- Urée
- Acide urique
- Electrolytes (Na, K, Cl, Ca...)
- H<sub>2</sub>O

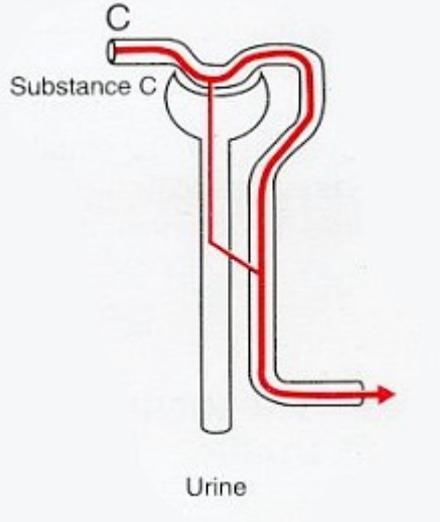
## C - Substances totalement réabsorbées



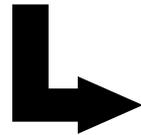
- .  $Q \text{ excrétée} = 0$
- . **Coeff Extraction = 0**

**Exemples :**

- Glucose
- Acides aminés



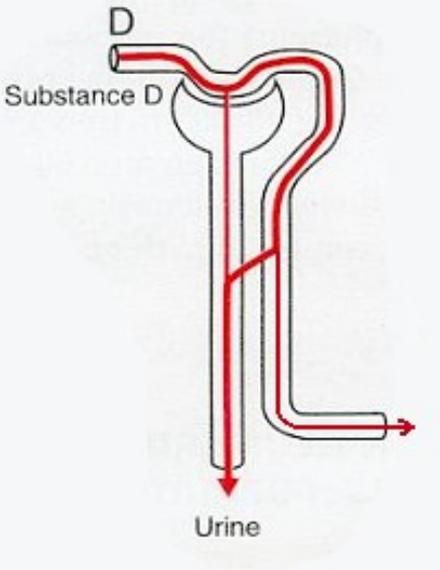
## D - Substances partiellement sécrétées

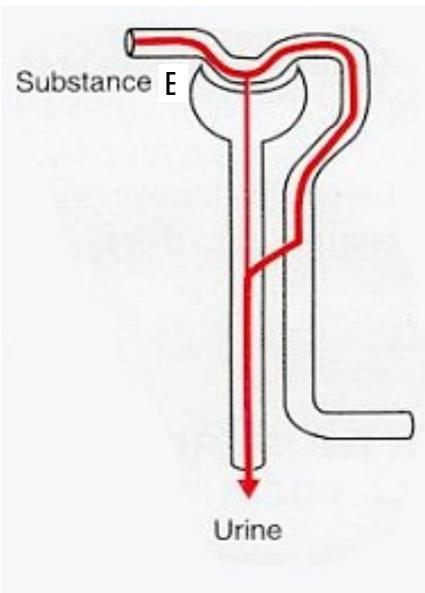


- .  $Q \text{ excrétée} = Q \text{ filtrée} + Q \text{ sécrétée}$
- . **Coeff Extraction > Coeff Filtration**

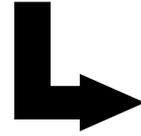
**Exemples :**

- Médicaments
- +/- Créatinine





## **E - Substances totalement sécrétées**



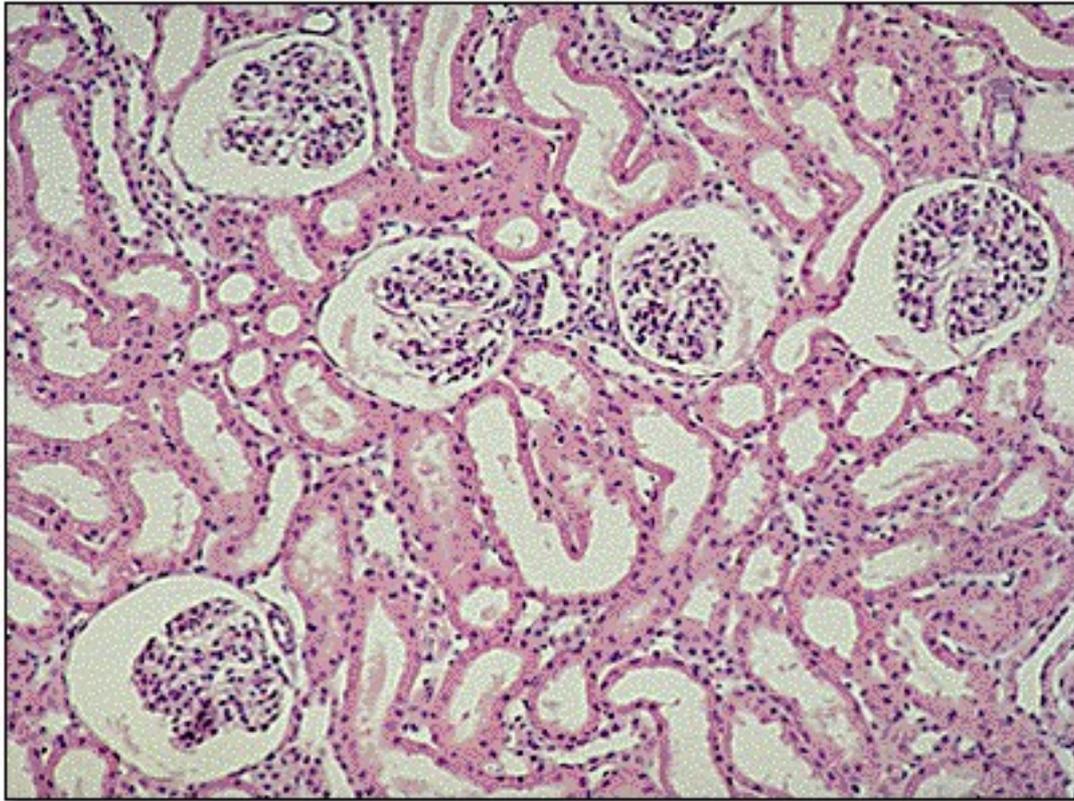
.  $Q \text{ excrétée} = Q \text{ filtrée} + Q \text{ sécrétée}$

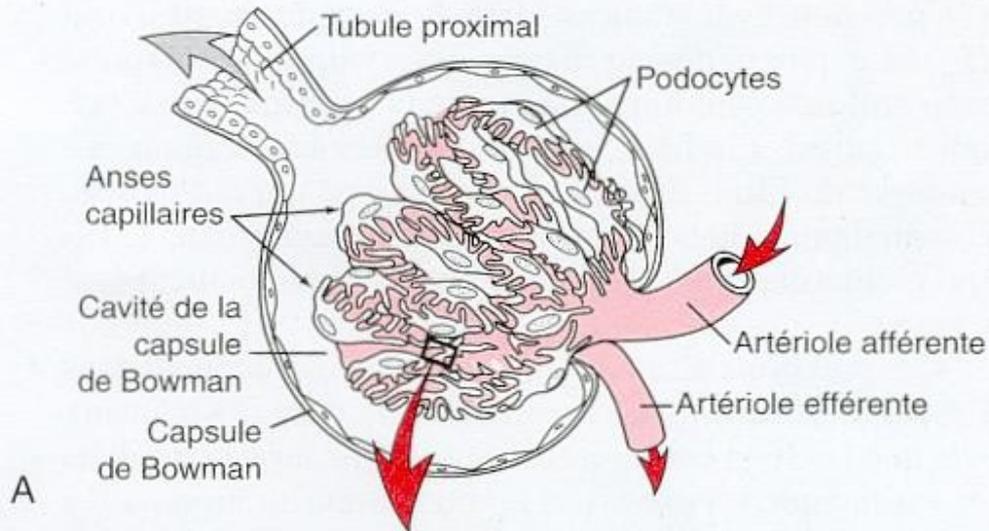
. **Coeff Extraction = 1 >> Coeff Filtration**

**Exemple :**

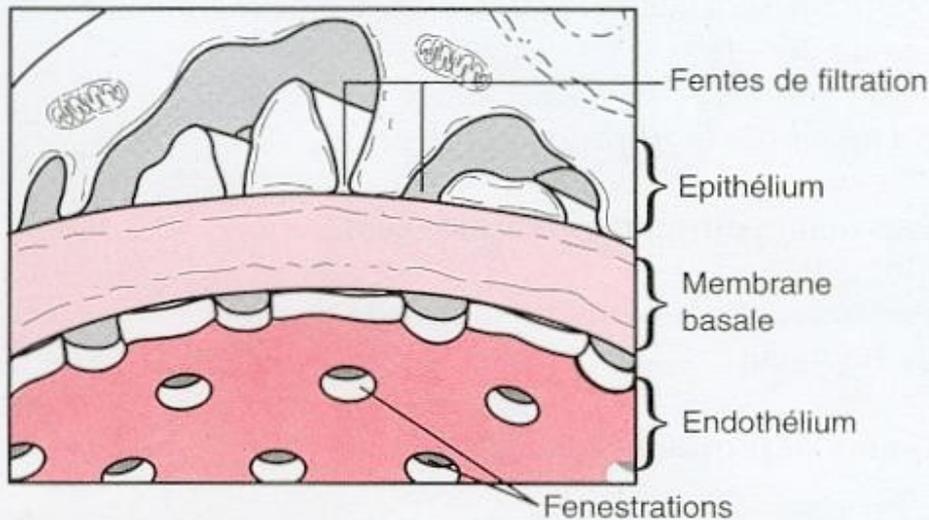
**PAH**

# Le glomérule et la filtration glomérulaire





A



B

- **La membrane du capillaire glomérulaire :**

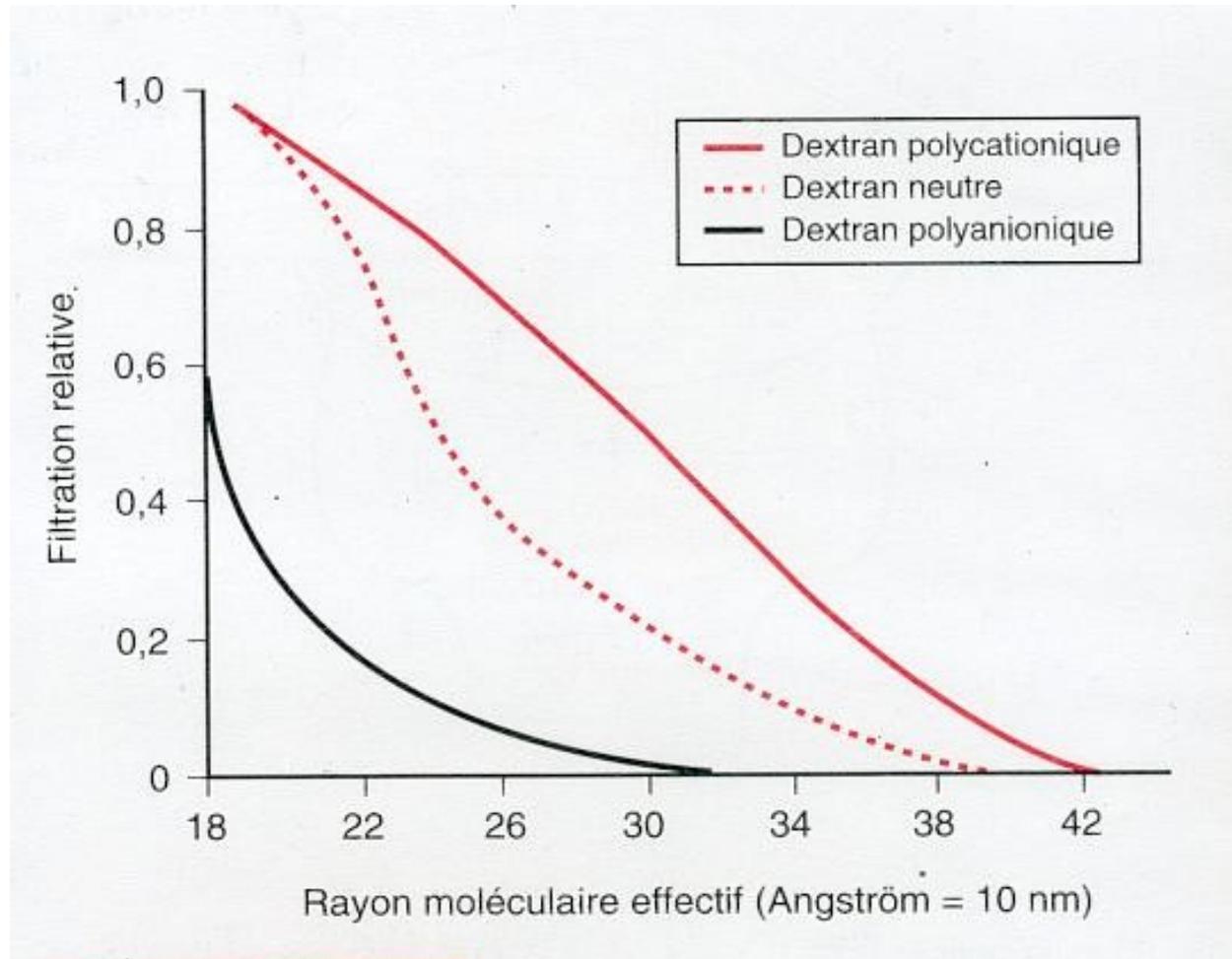
- **endothélium fenêtré  $\ominus$**
- **membrane basale  $\ominus$**
- **podocytes avec fentes de filtration  $\ominus$**

- **les protéines ne passent pas**

- **le  $\text{Ca}^{2+}$  et les acides gras, liés aux protéines, passent à 50%**

**FILTRE SELECTIF**

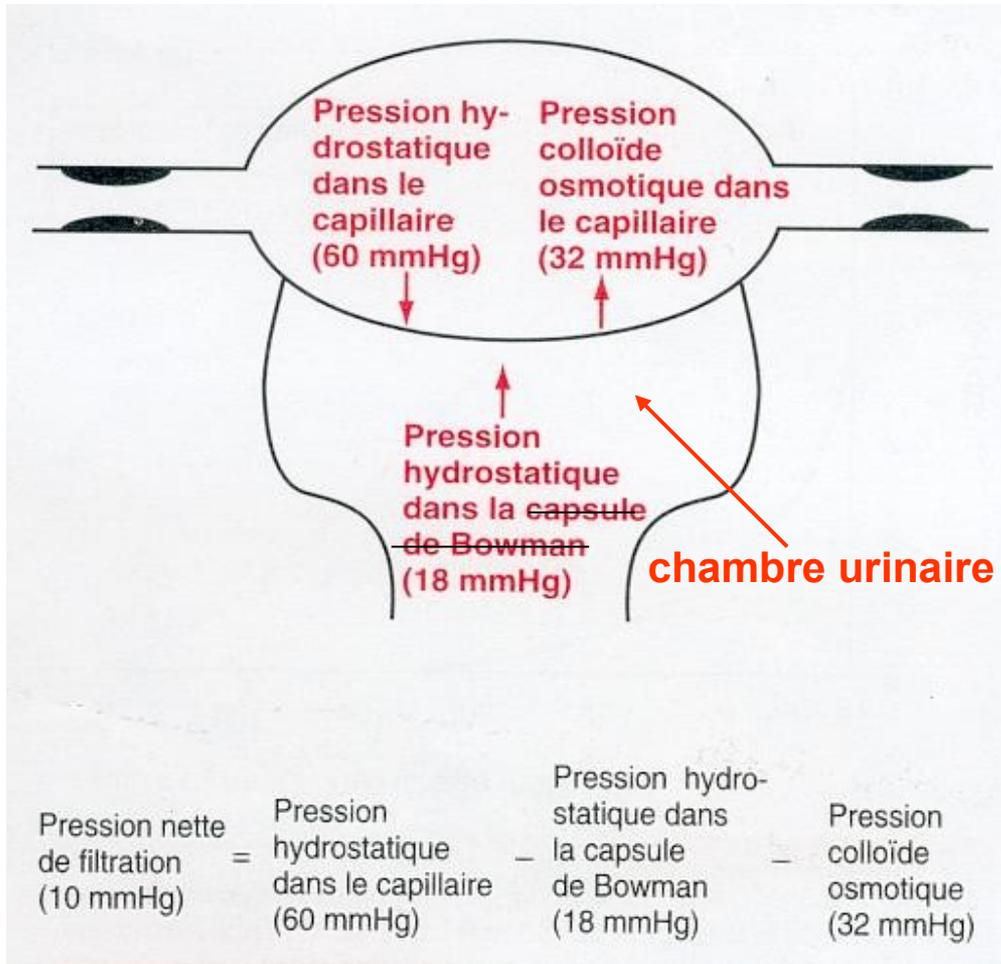
- **taille de la molécule**
- **charge**



**La filtration des substances dissoutes est une fonction inverse de leur taille**

**Pour une même taille, la filtration est d'autant plus faible que la substance dissoute est chargée négativement**

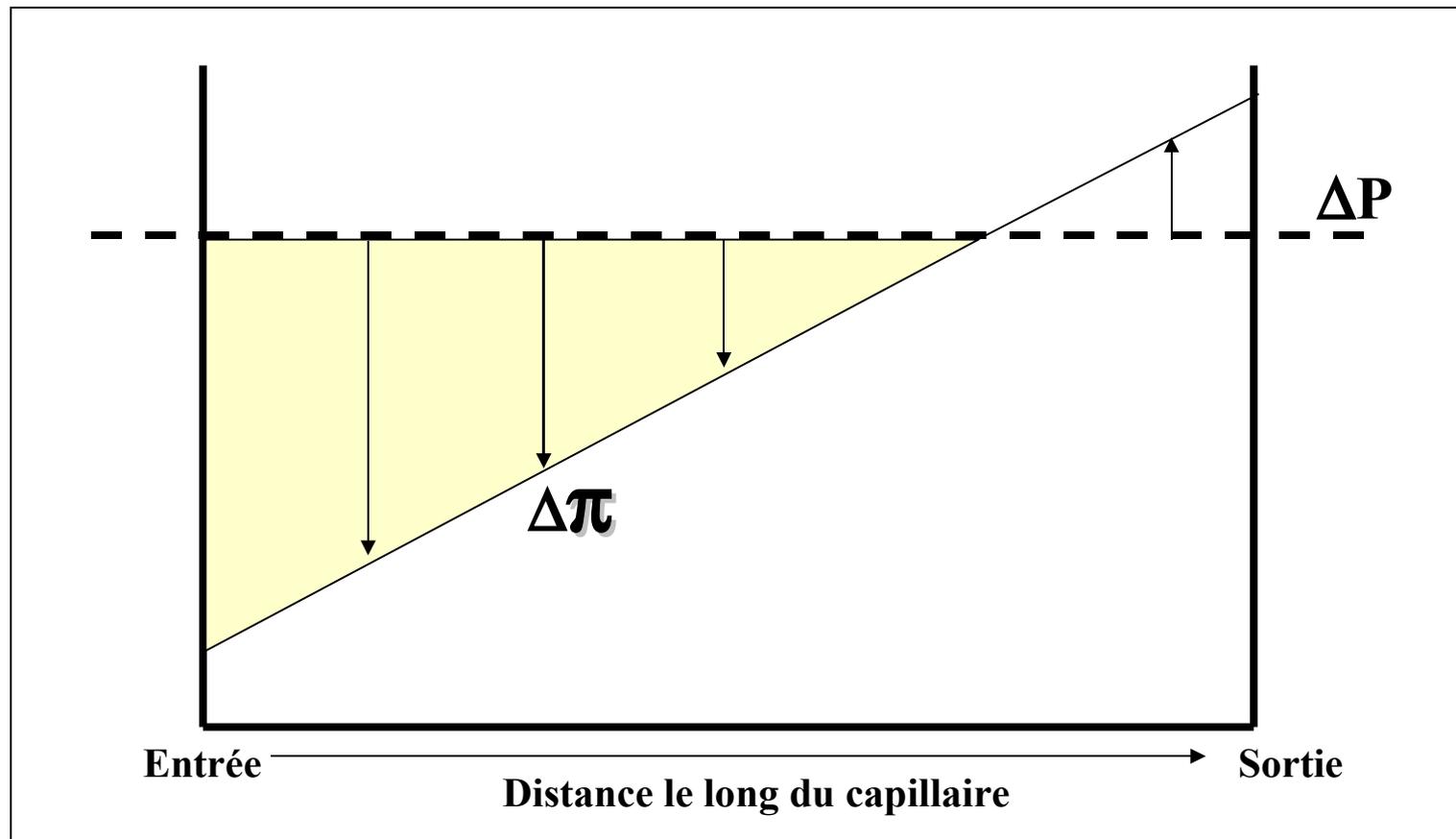
# Les forces impliquées dans la filtration



- **DFG =  $K_f$  x pression nette de filtration**
- **$K_f$  = coeff. de filtration = coeff. de perméabilité x surf.**
- **DFG =  $K_f (P_G - P_B - \pi_G + \pi_B)$**
- **DFG =  $K_f$  x 10 mmHg**
- **$K_f = \text{DFG} / 10 \text{ mmHg}$   
= 120 mL/min / 10 mmHg  
= 12 mL/min/mmHg**

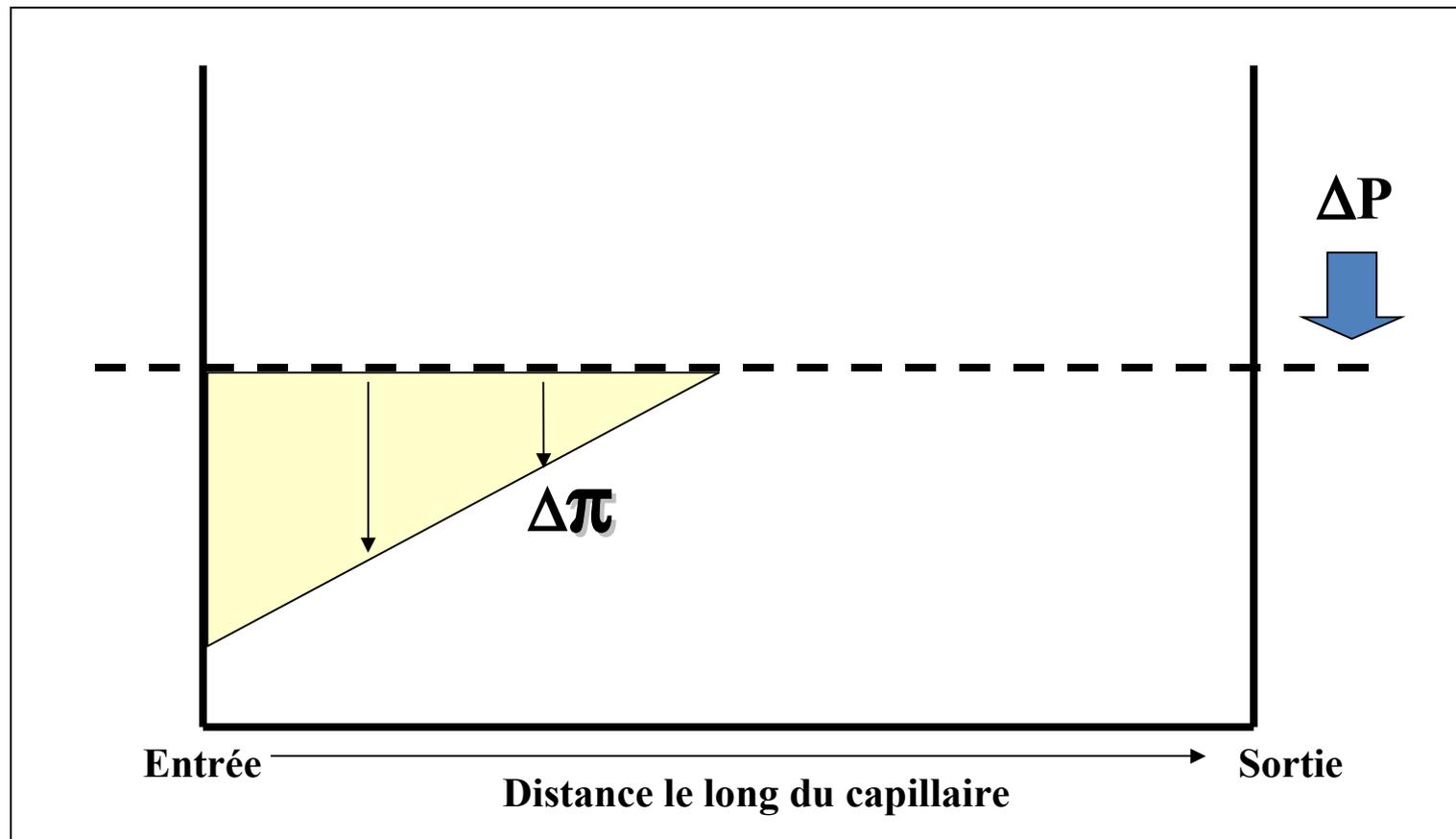
# Les déterminants du DFG

- DFG diminue quand  $K_f$  diminue
- DFG diminue quand  $P_B$  augmente
- DFG diminue quand  $\pi_G$  augmente



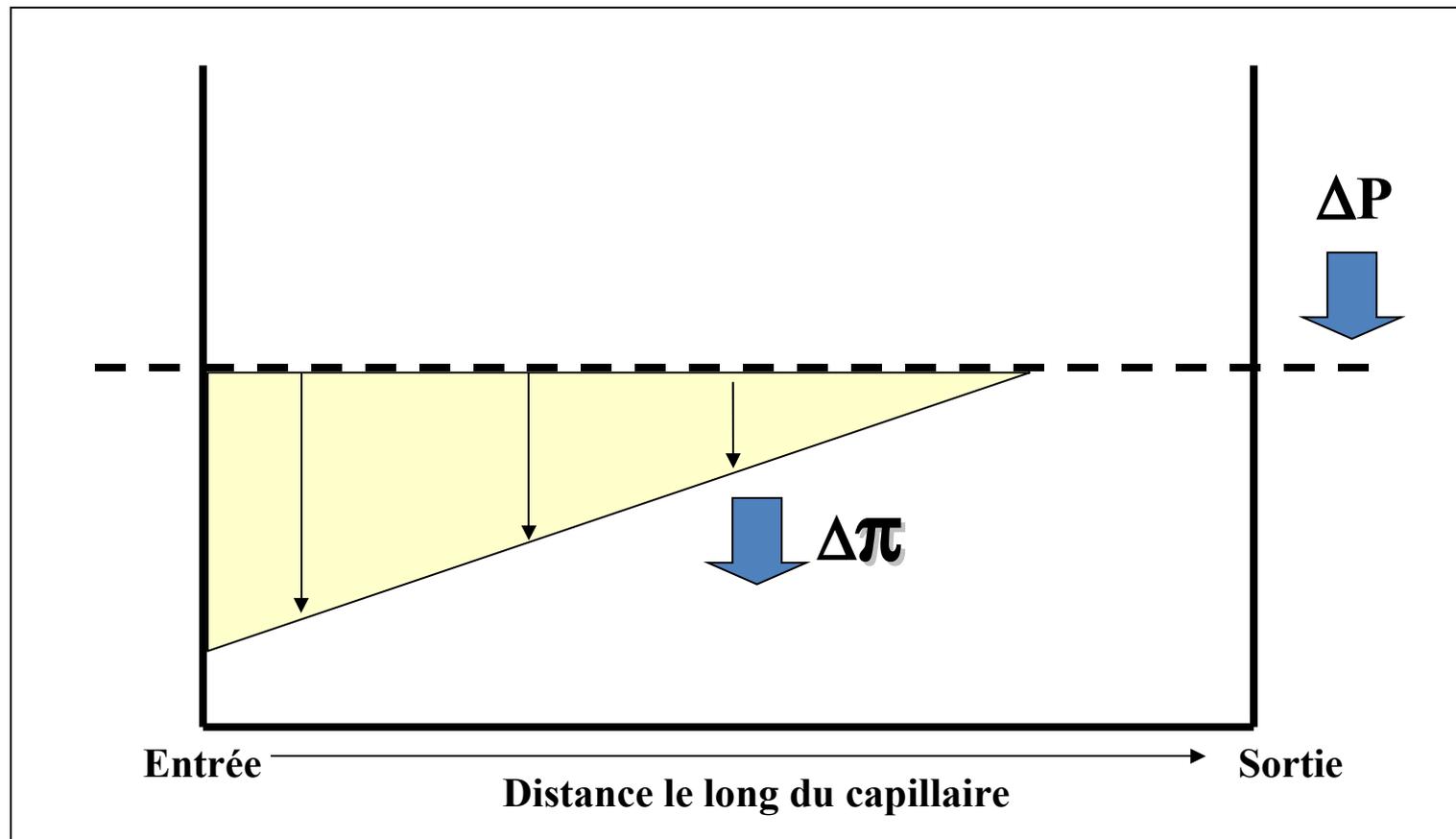
# Les déterminants du DFG

- DFG diminue quand  $K_f$  diminue
- DFG diminue quand  $P_B$  augmente
- DFG diminue quand  $\pi_G$  augmente



# Les déterminants du DFG

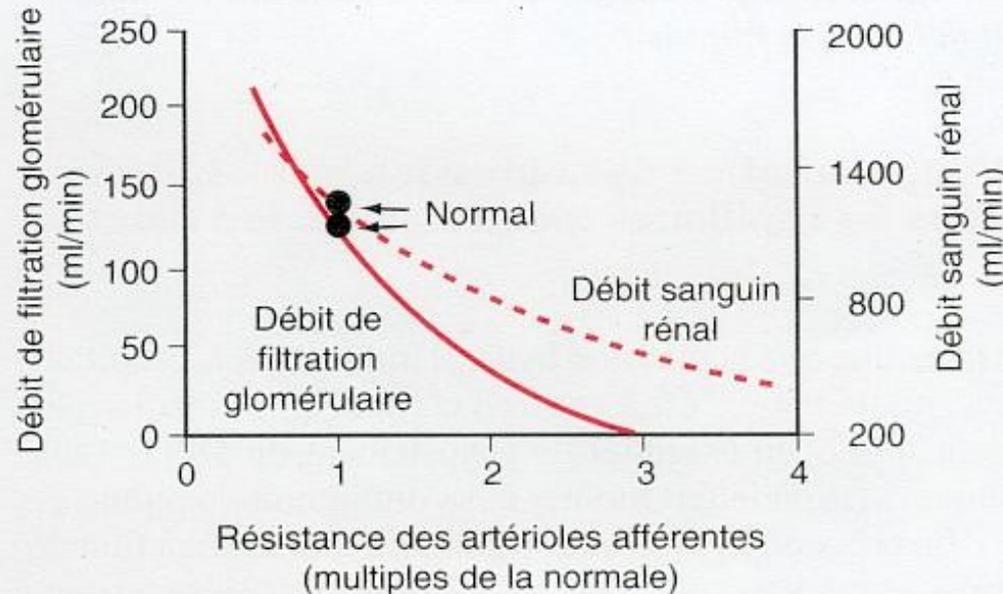
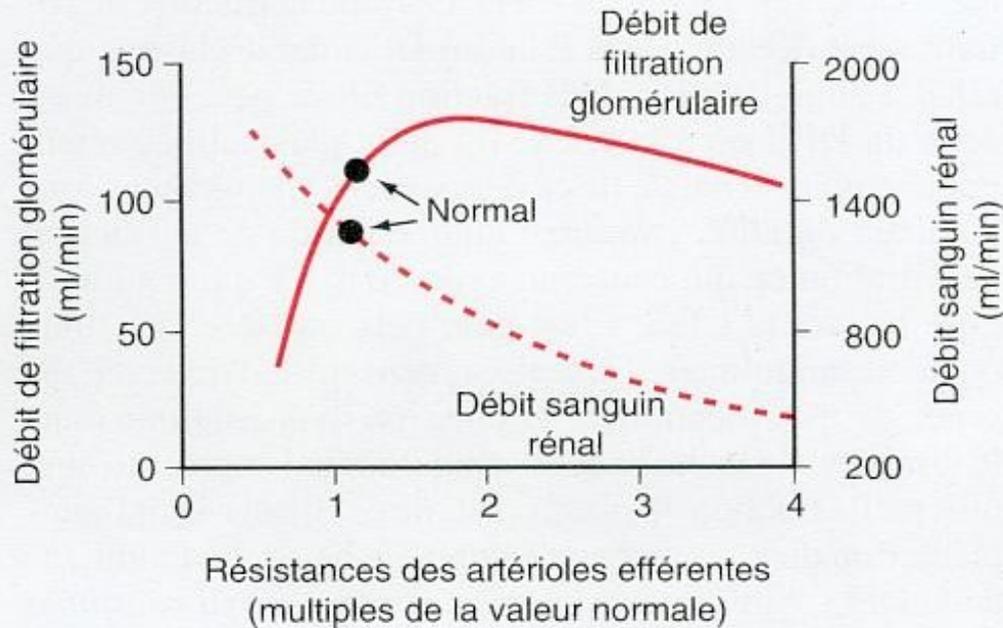
- DFG diminue quand  $K_f$  diminue
- DFG diminue quand  $P_B$  augmente
- DFG diminue quand  $\pi_G$  augmente



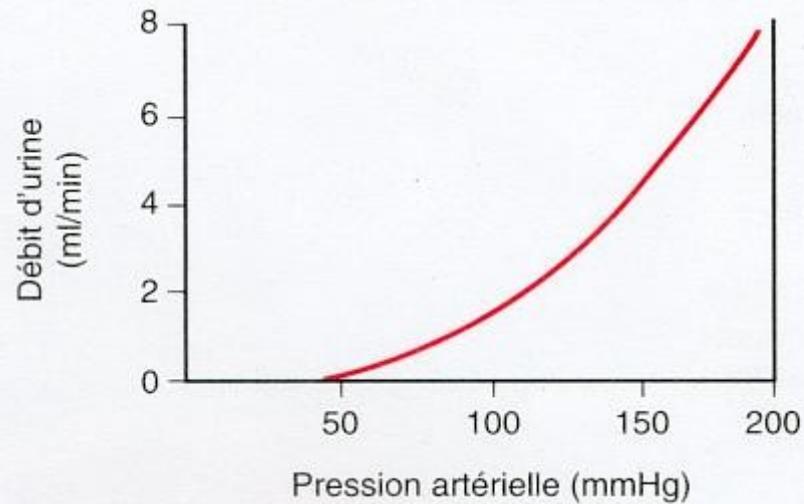
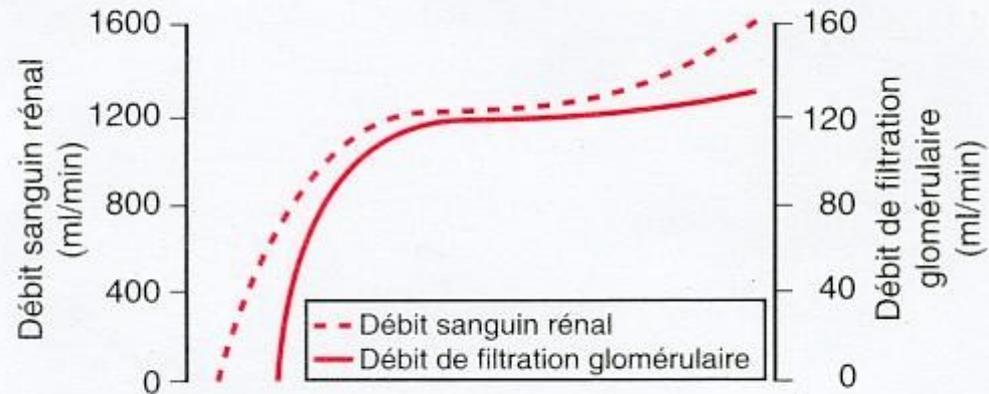
## Effet du changement de résistance des artérioles afférentes ou efférentes sur le DFG et le DSR :

**Le DFG augmente (jusqu'à une certaine limite) quand les résistances des artérioles efférentes augmentent**

**Le DFG diminue quand les résistances des artérioles afférentes augmentent**



# Autorégulation du DSR et du DFG en cas de variation de la PA



**Myocarde: 250 mL/min (5%)**

**Muscles Squelettiques:  
850 mL/min (16%)**

**Cerveau:  
750 mL/min (15%)**

**Peau: 450 mL/min (8%)**

**Rein:  
1200 mL/min (22%)**

**Circulation Hépato-Splanchnique:  
1500 mL/min (28%)**

**Reste: 350 mL/min (6%)**

**Débit Cardiaque :  
5350 mL/min**

**Débit sanguin rénal :  
1200 mL/min**

**50%**

# Du DSR au DFG

- **Débit sanguin** rénal (DSR, 22% du DC)  
= **1200 mL/min**
- **Débit plasmatique rénal** (DPR)  
=  $\text{DSR} \times (1 - Ht) = 1200 \times 0,5 = \mathbf{600 \text{ mL/min}}$
- **Coefficient de filtration** (CF) (=DFG/DPR)  
= **0,2 (20%)**
- **Débit de filtration glomérulaire** (DFG)  
=  $\text{DPR} \times \text{CF} = 600 \times 0,2 = \mathbf{120 \text{ mL/min}}$   
=  $120 \text{ mL/min} \times 60 \times 24 = \mathbf{172,8 \text{ L/jour}}$

# Notion de « clairance » (C)

- C'est le volume de plasma duquel une substance donnée est complètement retirée (cleared) par les reins par unité de temps (c'est donc un débit, en ml/min)

L'équation :

$$P_{\text{substance}} \times C_{\text{substance}} = U_{\text{substance}} \times \text{Débit urinaire}$$

traduit que la masse de substance retirée du plasma ( $P_{\text{substance}} \times C_{\text{substance}}$ ) est identique à la masse de substance retrouvée dans l'urine ( $U_{\text{substance}} \times \text{Débit urinaire}$ )

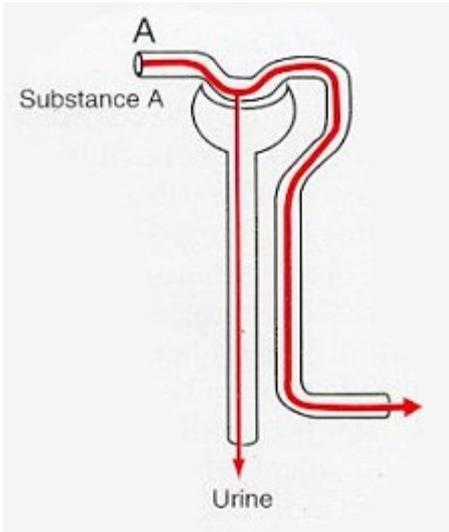
Elle permet d'écrire :

$$C_{\text{substance}} = U_{\text{substance}} \times \text{Débit urinaire} / P_{\text{substance}}$$

(P substance et U substance = respectivement concentration plasmatique et urinaire de la substance)

# Coefficient d'extraction

- C'est la proportion du plasma qui est débarrassée complètement de la substance lors de son passage dans le rein par rapport au débit plasmatique rénal total
- Donc :  $CE = C_{\text{substance}} / DPR$
- $C_{\text{substance}} = \text{Coeff Extraction} \times DPR$



## **A - Substances non sécrétées non réabsorbées**

Inuline

EDTA51Cr

+/- Créatinine

. Coeff Extraction = Coeff Filtration

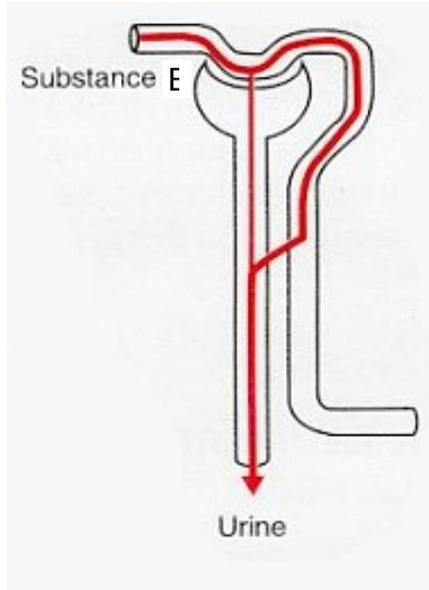
$$\blacktriangleright C_{\text{substance A}} = \text{Coeff Filtration} \times \text{DPR}$$

$$C_{\text{substance A}} = \text{DFG}$$

La valeur de la clairance urinaire d'une substance

- librement filtrée
- non réabsorbée
- non sécrétée
- non métabolisée

est égale au débit de filtration glomérulaire



## E - Substances totalement sécrétées

PAH

• Coeff Extraction = 1

$$\blacktriangleright C_{\text{substance E}} = \text{Coeff Extraction} \times \text{DPR}$$

$$C_{\text{substance E}} = \text{DPR}$$

La valeur de la clairance urinaire d'une substance totalement extraite par le rein est égale au débit plasmatique rénal

# Clairance de la créatinine

- $C_{\text{créat}} = U_{\text{créat}} \times V / P_{\text{créat}}$

- **Formule de Cockcroft et Gault :**

$$C_{\text{créat}} = \frac{(140 - \text{âge}) \times \text{Poids} \times K}{P_{\text{créat}}}$$

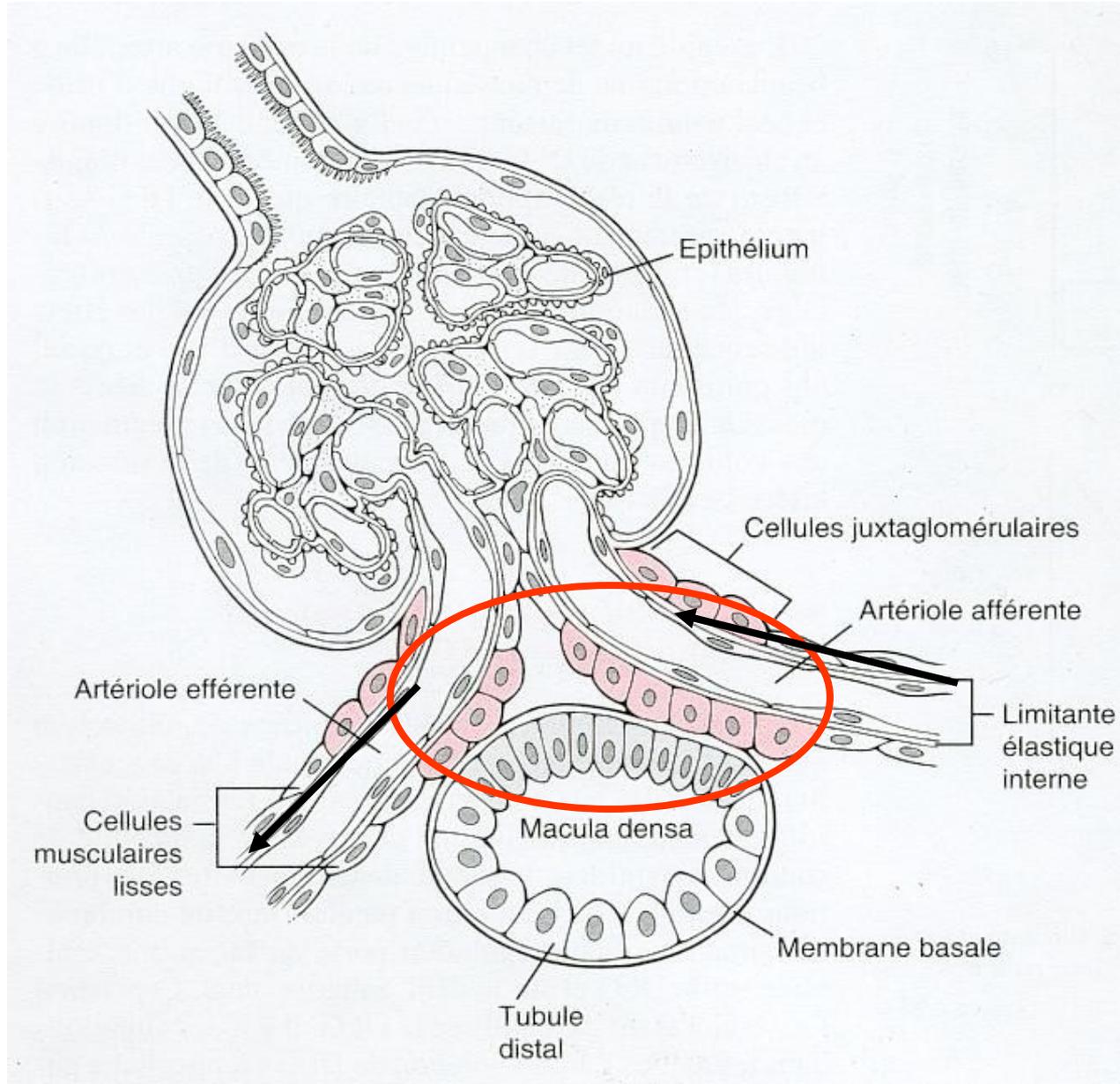
Age en années

Poids en kilos

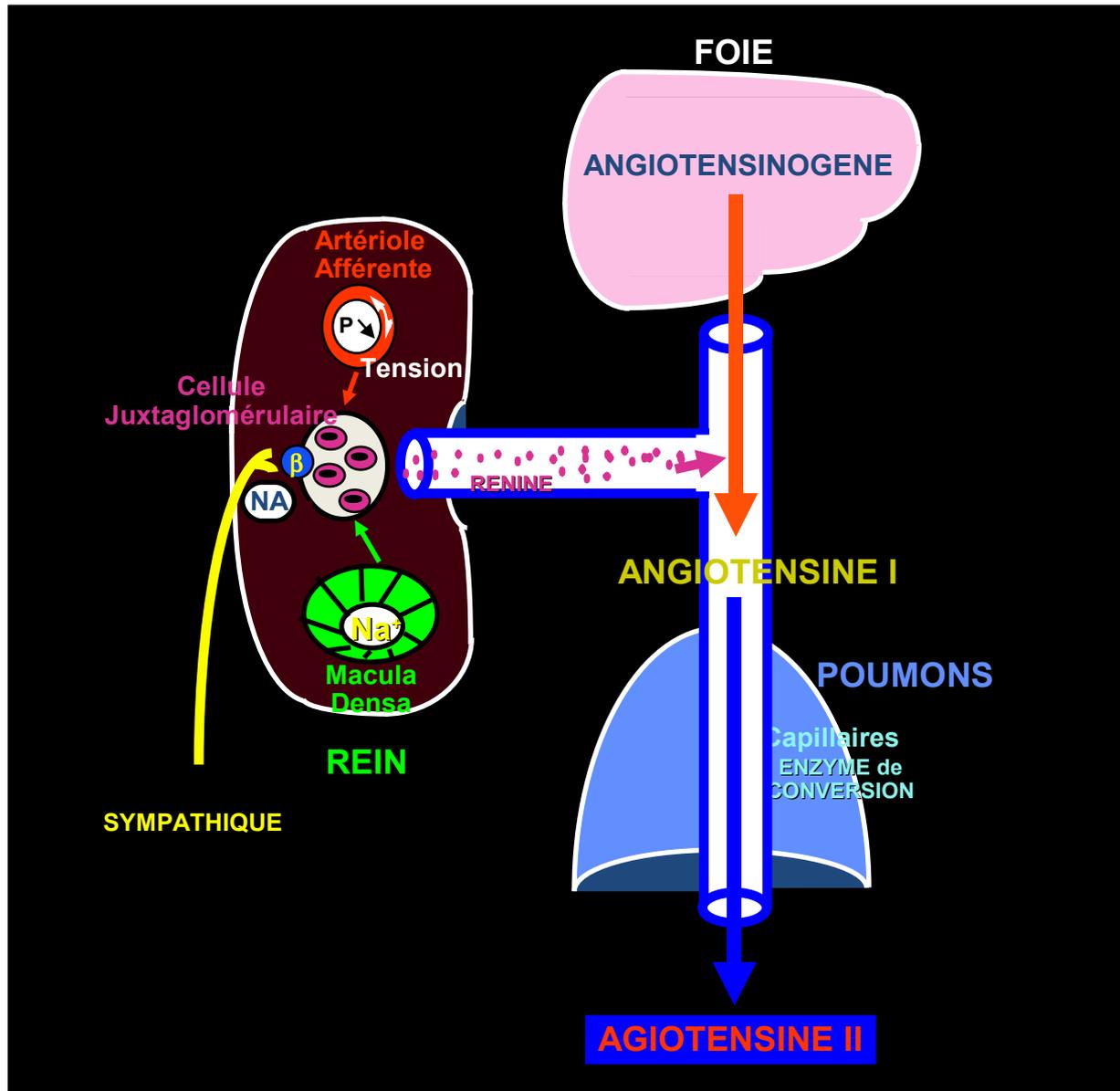
K = 1,24 (hommes) ou 1,04 (femmes)

$P_{\text{créat}}$  en  $\mu\text{moles}$

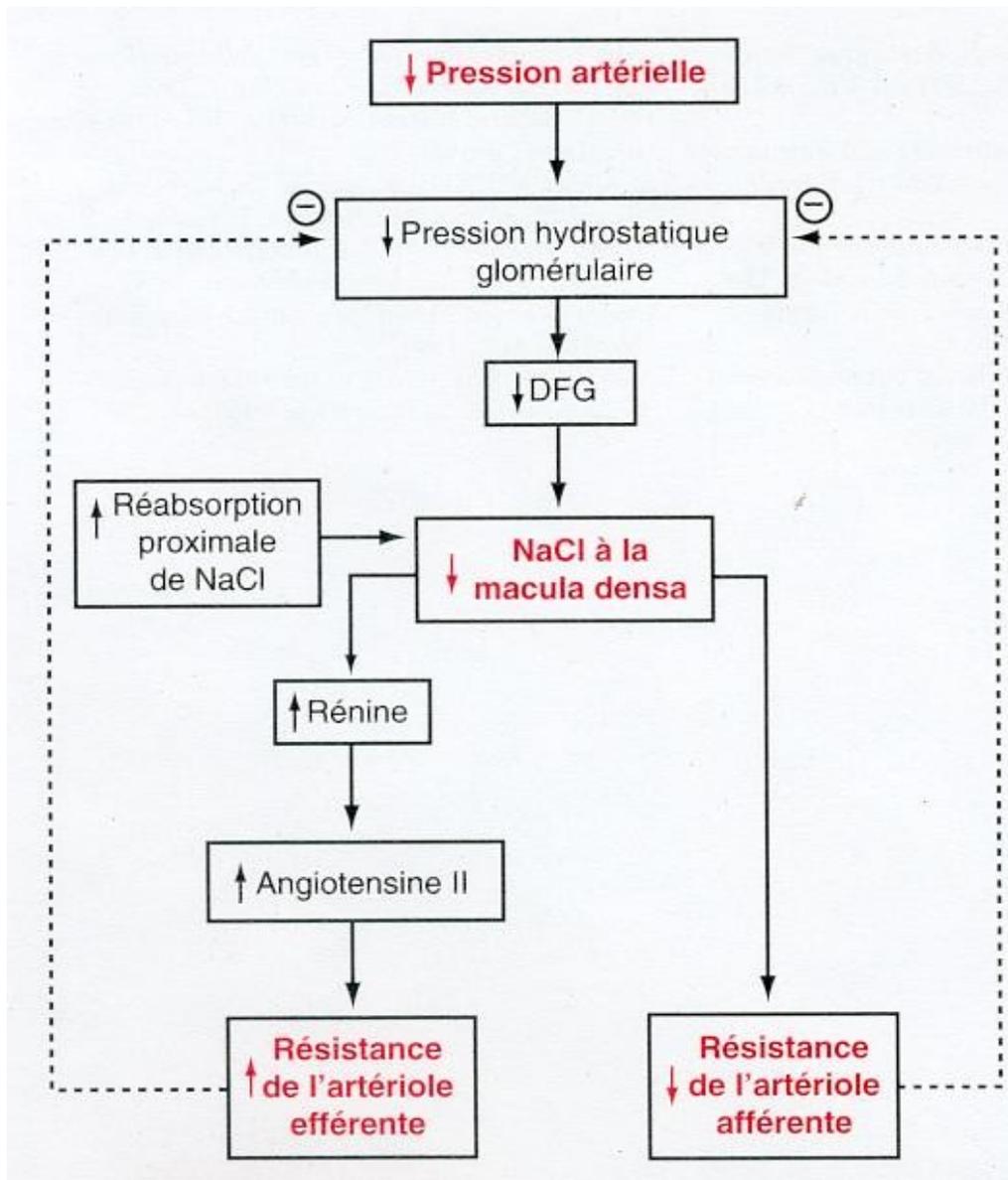
# L'appareil juxta-glomérulaire



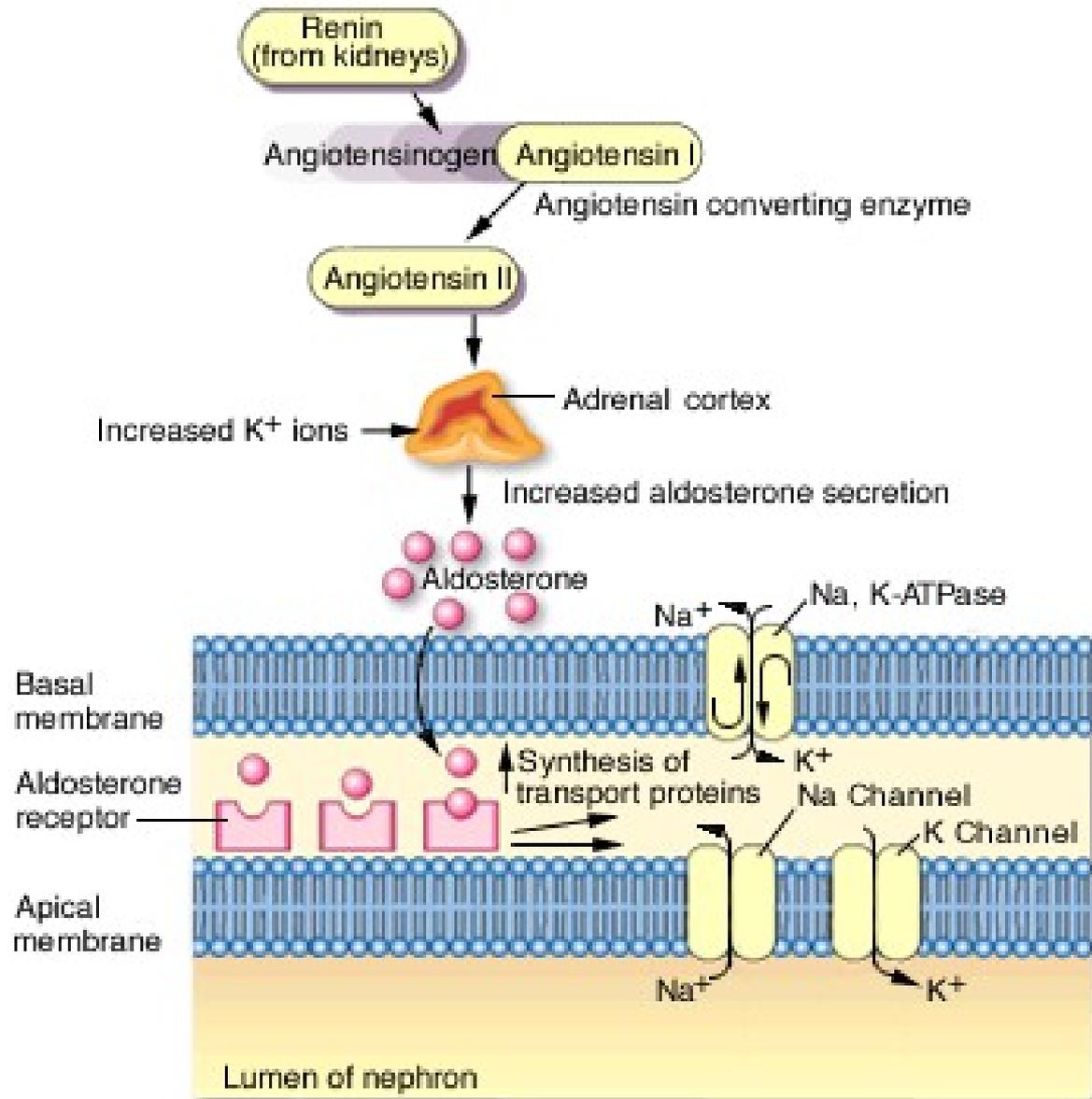
# Systeme Rénine-Angiotensine-Aldostérone



# Régulation de la sécrétion de rénine



# Origine et effets rénaux de l'aldostérone



# ENSEIGNEMENTS DIRIGES

## Organisation générale

- **5 séances**
- **Répartition des étudiants en 8 groupes**
- **Votre groupe d'affectation vous a été communiqué**
- **Le respect de la salle et de l'horaire d'affectation par groupe est obligatoire**



**Seuls les étudiants appartenant au groupe affecté pour la salle et l'horaire seront notés**

**Nous n'accepterons pas de changement de groupe inopiné. En cas de problème majeur, adressez vous à la scolarité. Seuls les changements d'affectation de groupe préalablement acceptés par la scolarité seront autorisés.**

# ENSEIGNEMENTS DIRIGES

## Déroulement

- **Exercice sous forme d'un cas clinique**
- **Avec questions successives favorisant une réflexion physiopathologique**
- **Réflexion en sous-groupes de 4 étudiants (ou moins)**  
**rendant une copie commune**



**Les étudiants en surnombre sur les copies ne seront pas notés**

Groupe .....
NOMS
1-
2-
3-
4-

- **Calculatrice nécessaire**
- **Les ED comptent pour 20% de la note finale**