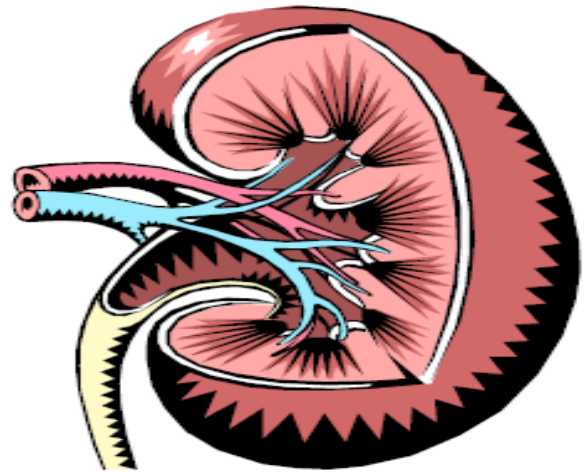
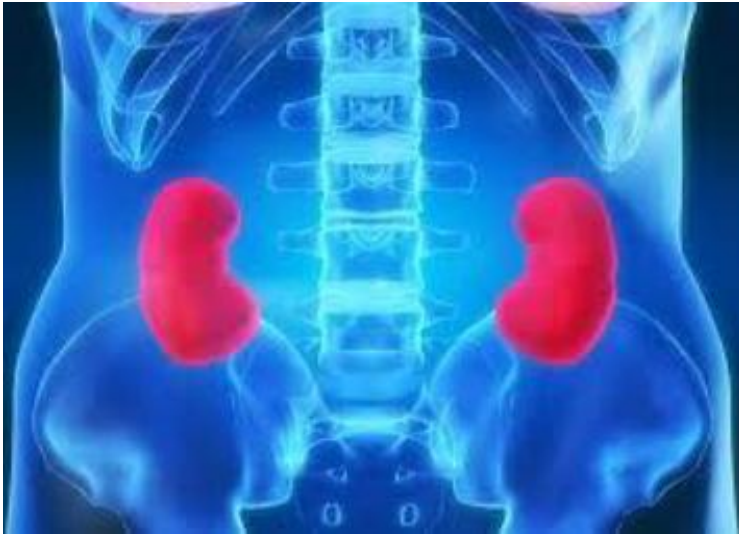
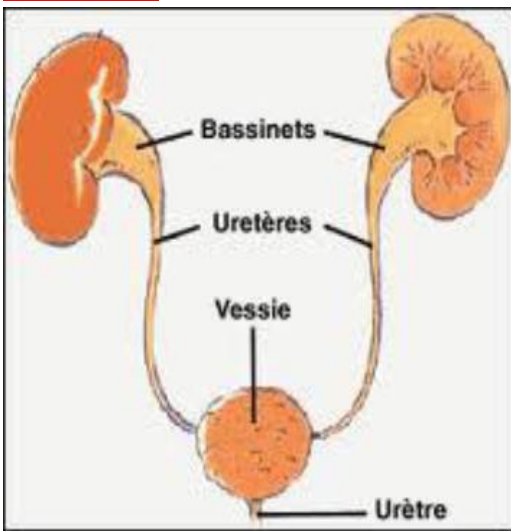


Physiologie Rénale



Anatomie



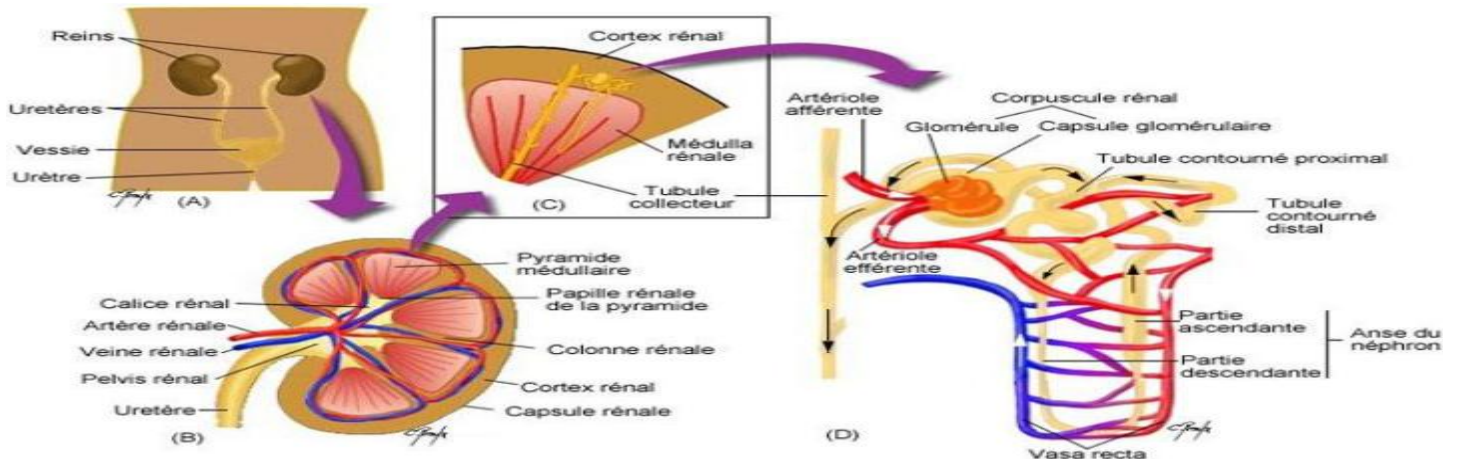
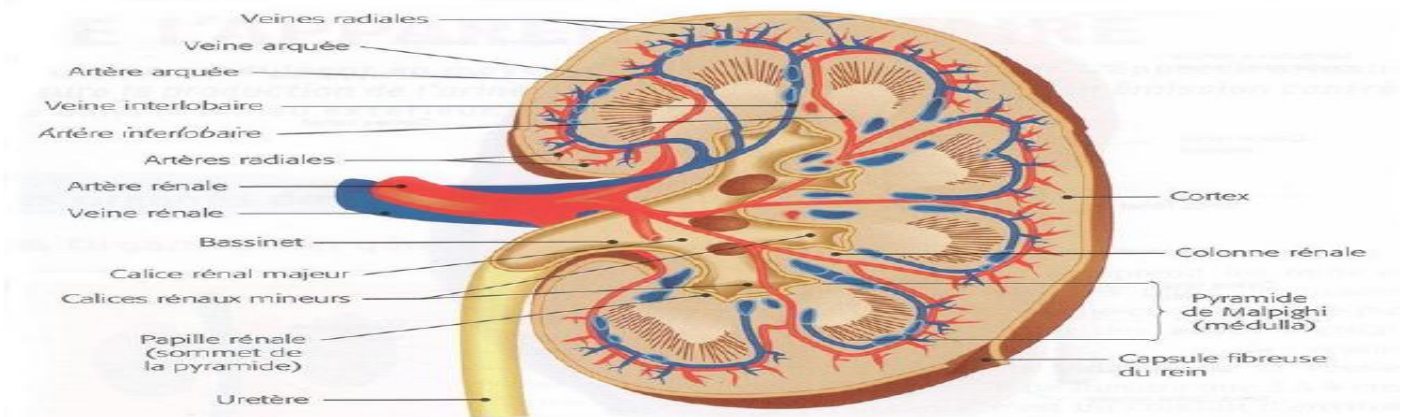
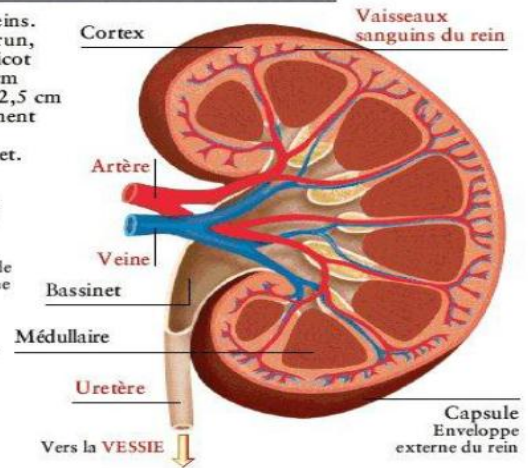
ANATOMIE DU REIN

NOUS AVONS deux reins. De couleur rouge-brun, ils ont la forme d'un haricot et mesurent environ 10 cm de long, 5cm de large et 2,5 cm d'épaisseur. Ils comprennent trois parties : le cortex, la médullaire et le bassinnet.

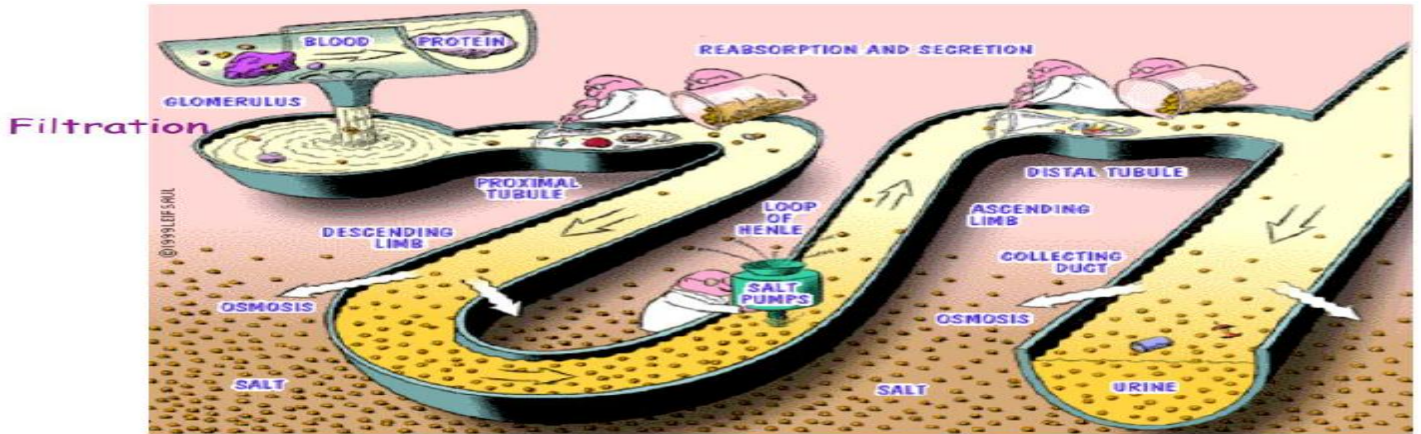
Cortex
Contient des pelotons de vaisseaux filtrant le sang

Médullaire
Contient des millions de petits tubes produisant l'urine

Bassinnet
En forme de tunnel, il récupère et canalise l'urine



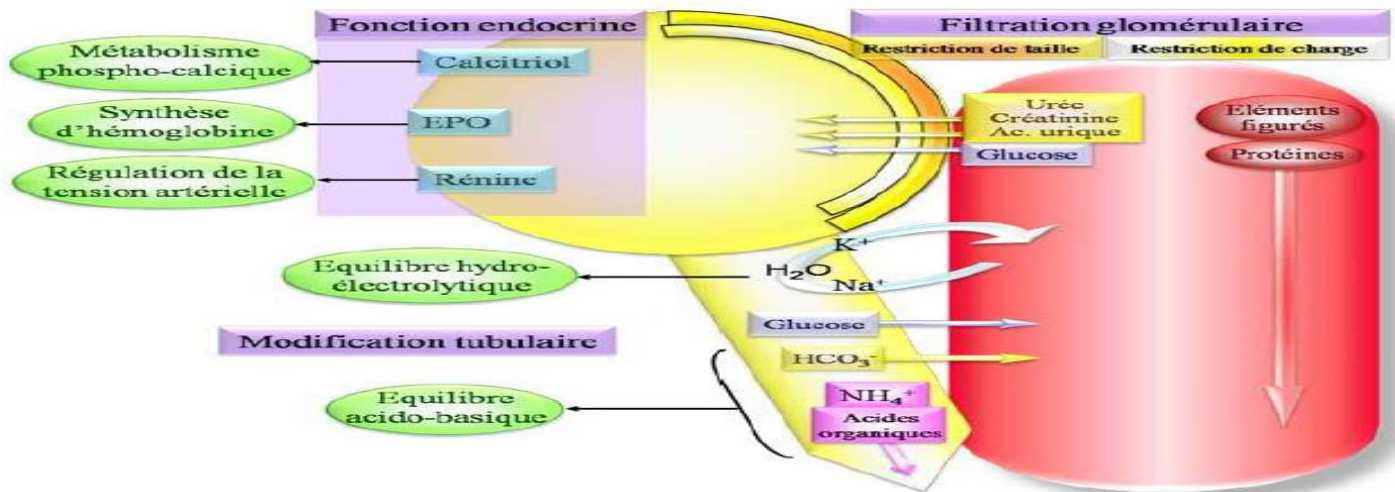
PHYSIOLOGIE RÉNALE



En résumé 4 fonctions

- Équilibre hydro-électrolytique
- Élimination des déchets
- Régulation de pH sanguin
- Rôle endocrine

c

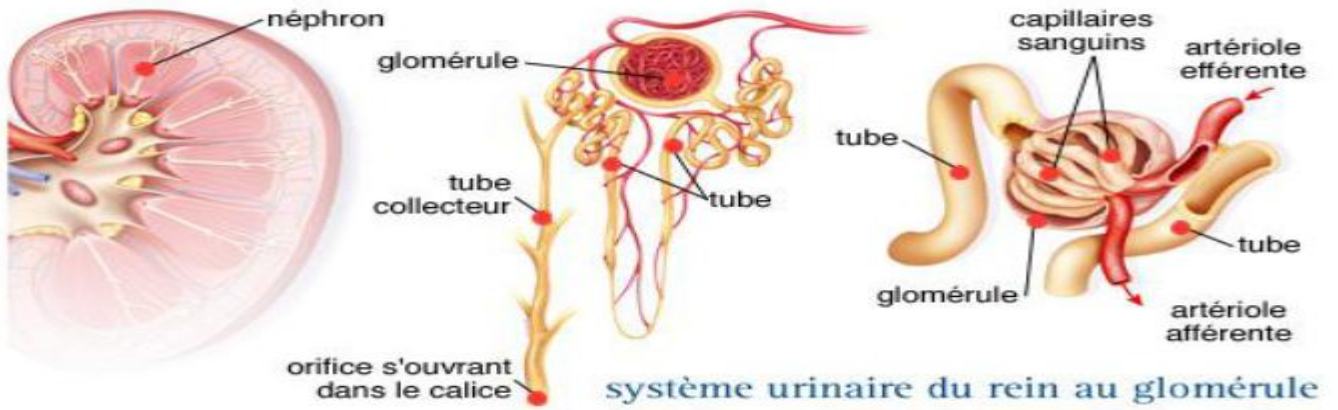


Imaginons la Na dans l'organisme

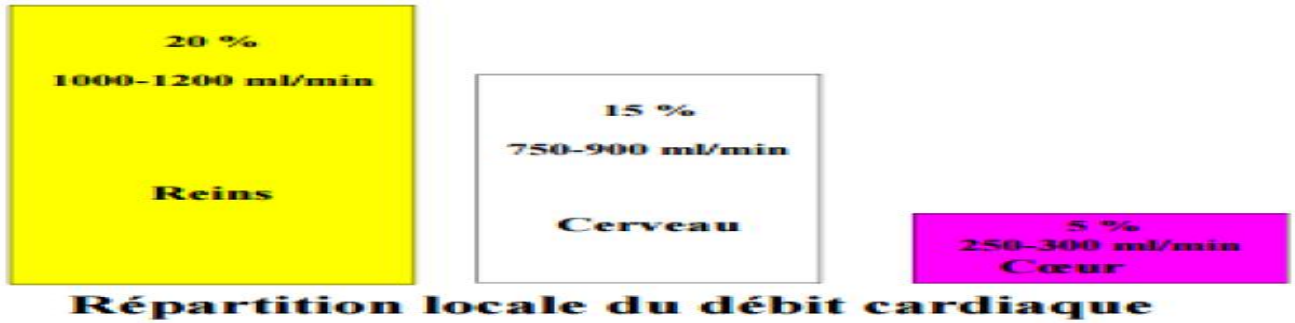
- 140 mmol/l
- Débit filtration glomérulaire est de 120 ml/min
- Débit journalier 180 l/ jour
- Perte 25200 mmol/l
- Sans oublier les apports
- Quoi devons nous comprendre?
- Ne pas oublier les autre électrolytes

Filtration Glomérulaire

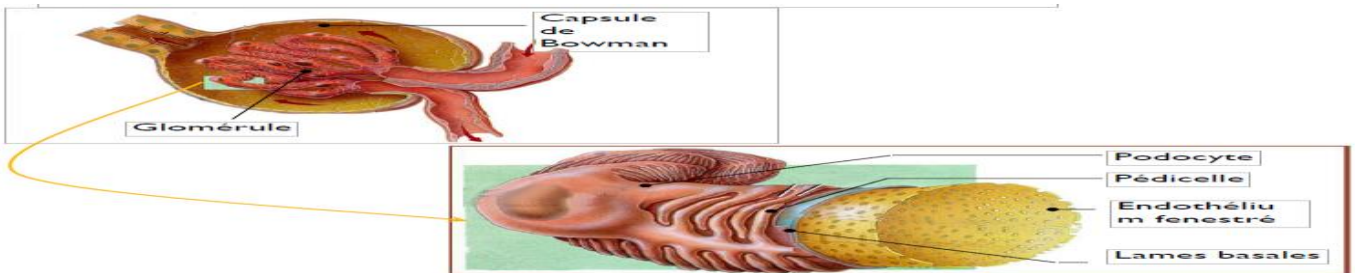
- La filtration glomérulaire est la première phase du processus de formation de l'urine par les reins .
- Processus passif, purement mécanique.
- La filtration glomérulaire correspond a un transfert unidirectionnel par ultra filtration ; des capillaires vers la chambre urinaire à travers la membrane capillaire aboutissant à la formation d'un ultrafiltrat constituant l'urine primitive
- L'urine primitive a une composition ionique identique à celle du plasma quasiment dépourvu de protéine et de cellules sanguines.
- Le débit de filtration glomérulaire est en moyenne de 120 ml/min et de ce fait le volume filtré par 24 h est considérable de l'ordre de 180 l/24h



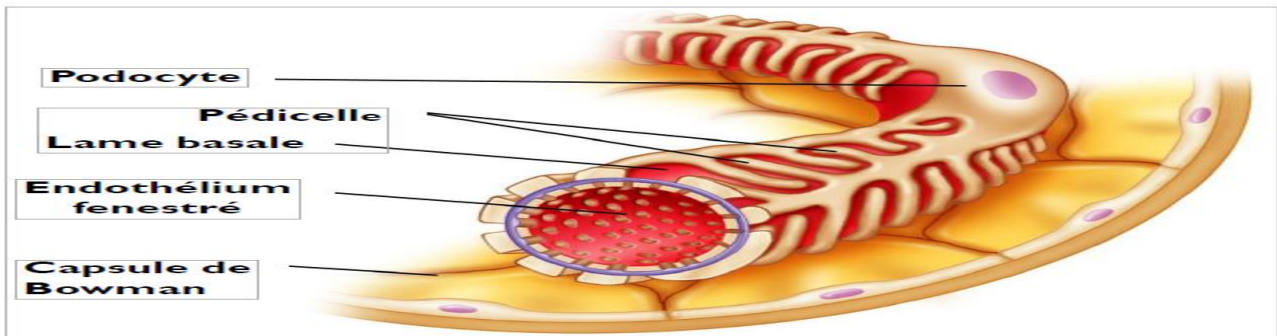
Débit sanguin rénal



Structure de la membrane de filtration

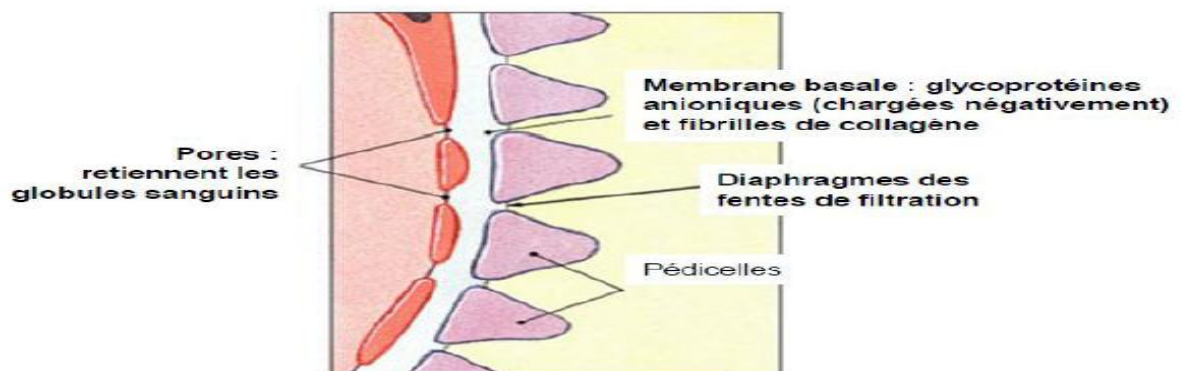


Filtration Glomérulaire

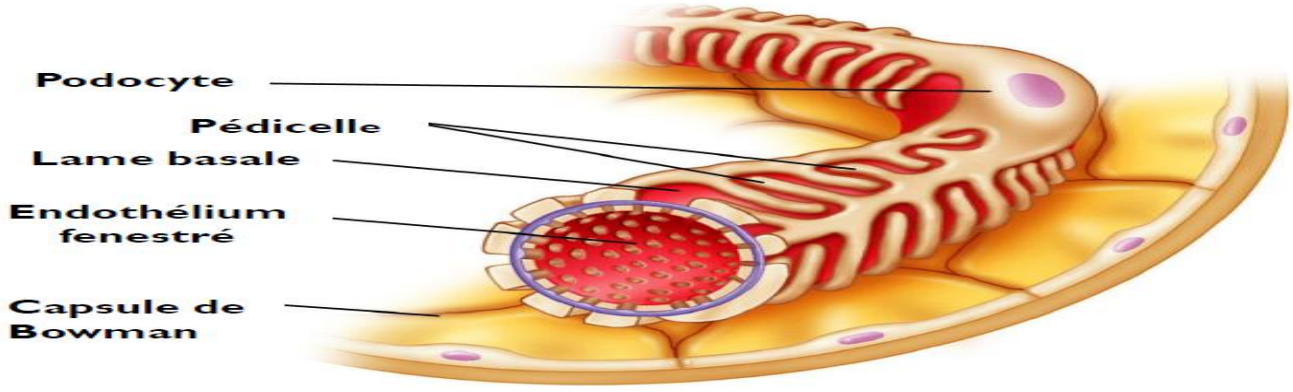


La membrane de filtration

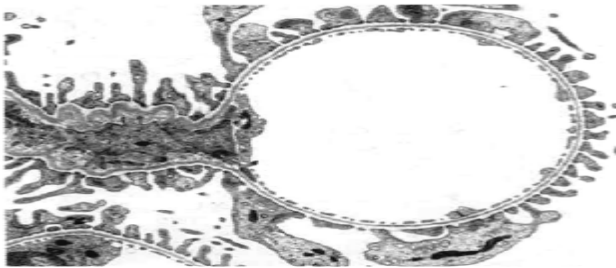
Trois filtres en série



Filtration Glomérulaire



Sélectivité du filtre glomérulaire

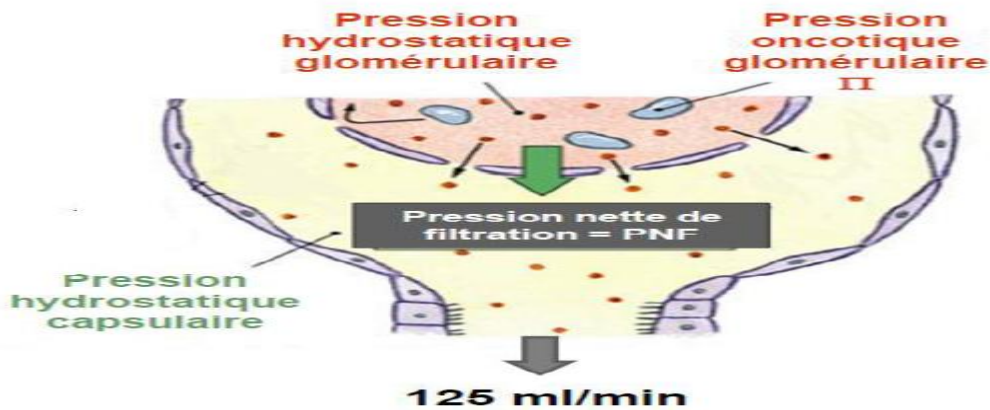


La perméabilité membranaire à une substance dépend de sa taille et de sa charge

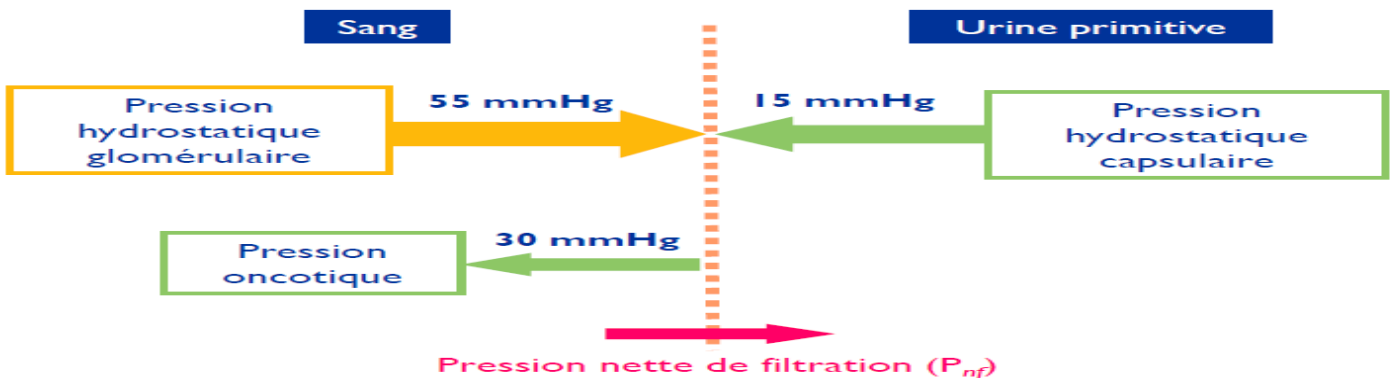
- maximale pour molécules < 10 KDa
ex : urée, inuline
- nulle au delà de 70 KDa
ex : albumine, globulines
- perméabilité aux protéines cationiques > anioniques (albumine)

- Donc l'urine primitive contient ; Eau, électrolytes, glucose, Acides aminés, vitamines, Protéines de bas poids moléculaire, créatinine, acide urique et l'urée
- Elle est dépourvue de protéines de gros poids moléculaire (sup à 70 Kd), et de cellules sanguines

Les forces en jeu dans la filtration glomérulaire



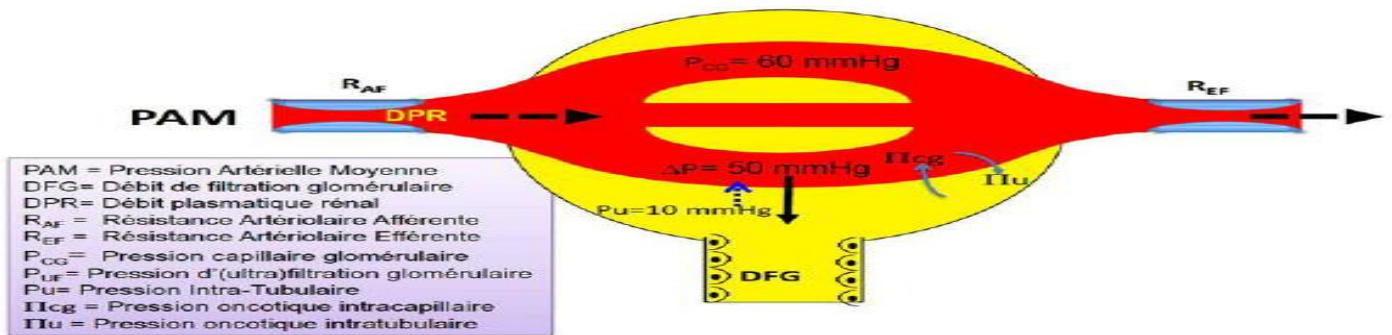
Mécanisme de la filtration



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

Figure 1: Hémodynamique Glomérulaire

$$P_{UF} = \Delta P - \Delta \Pi = (P_{CG} - P_u) - (\Pi_{cg} - \Pi_u)$$



- Le transfert glomérulaire est un processus passif d'ultrafiltration. La pression de filtration est la résultante algébrique des pressions hydrostatiques et oncotiques qui s'exercent de part et d'autre du filtre glomérulaire.
- Les forces impliquées dans cette filtration comportent ;
- Des forces favorisant la filtration :
- La pression hydrostatique capillaire (P_{cg}) est de l'ordre de 55 mmHg
- Des forces s'opposant à la filtration :
- La pression hydrostatique de la capsule de Bowman (P_{cB}) de l'ordre de 15mmHg.
- La pression oncotique des capillaires glomérulaires p_{cg} de l'ordre de 30 mmHg.

Particularité des capillaires glomérulaires

- Les capillaires glomérulaires se différencient des autres systèmes capillaires de l'organisme par le fait que la pression hydrostatique est particulièrement élevée et demeure supérieure à la force oncotique de rappel sur toute la longueur du capillaire.
- Ce statut particulier explique le caractère unidirectionnel du transfert au niveau du capillaire glomérulaire

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

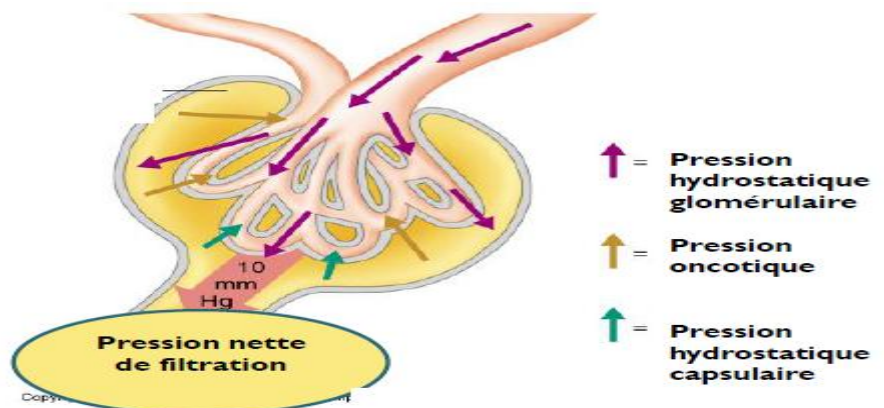
- 180 litres d'eau**
4 X l'eau corporelle totale et 10 X l'eau extracellulaire d'un adulte de 70 kg
- 25000 mosmoles de Na⁺** = [Na⁺] plasmatique de 140 mOsm/L X 180 L
- 19000 mosmoles de Cl⁻** = [Cl⁻] plasmatique de 105 mOsm/L X 180 L
- 700 mosmoles de K⁺** = [K⁺] plasmatique de 4 mOsm/L X 180 L

On peut calculer la quantité totale de toute substance non protéique filtrée dans l'espace de Bowman :

$$\text{Charge filtrée} = \text{DFG} \times [\text{substance}] \text{ plasmatique}$$

Facteurs influençant la filtration glomérulaire

- Surface Totale de filtration.
- Perméabilité de la membrane de filtration
- Pression nette de filtration



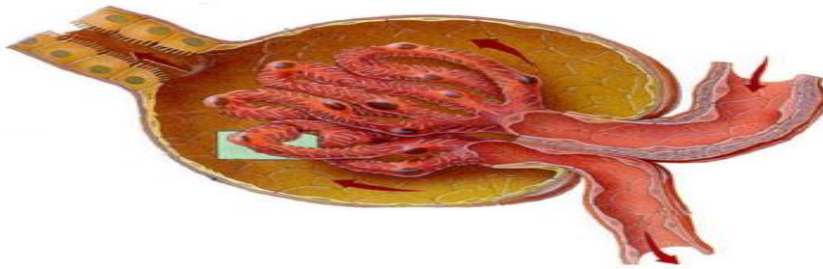
$$P_{nf} = \text{Des forces favorisant la filtration} - \text{Des forces s'opposant à la filtration} \\ (\text{pression hydrostatique glomérulaire}) - (\text{pression hydrostatique capsulaire} + \text{pression oncotique capillaire})$$

La valeur de la pression hydrostatique capillaire est dépendante des relations entre :

- la pression artérielle rénale
- et les résistances des artérioles afférentes et efférentes glomérulaires.



Régulation de la filtration



Régulation de la filtration

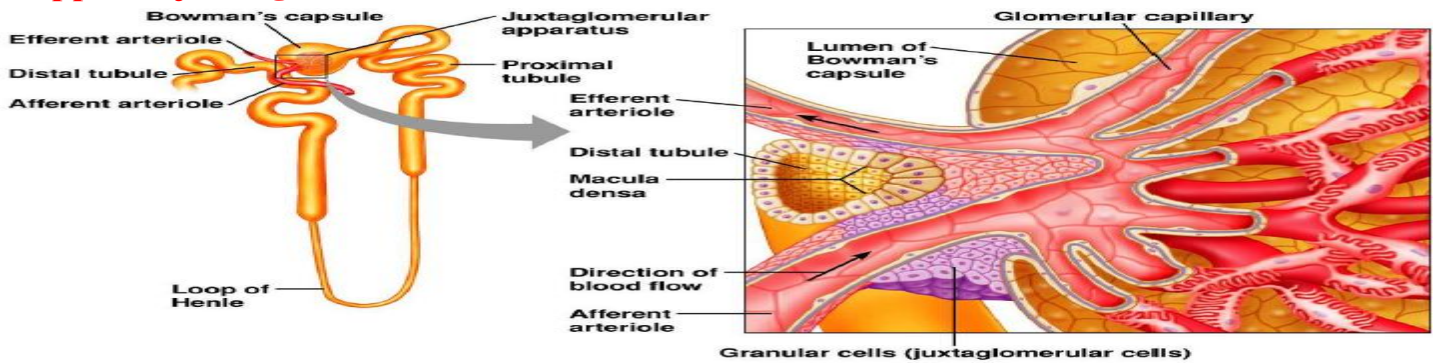
On distingue 2 niveaux de régulation du débit sanguin rénal et de la filtration glomérulaire :

- une régulation intrinsèque
 - regroupe les mécanismes d'autorégulation, et ceux de la régulation hormonale intra rénale.
 - - **une régulation extrinsèque** de nature nerveuse sympathique et hormonale extra rénale.

Régulation intrinsèque

- Le rein ajuste lui même le débit sanguin entrant.
- Les changements de pression sont détectés par l'appareil juxtaglomérulaire.
- Variation du diamètre des artérioles afférentes et efférentes.
- Système rénine angiotensine.

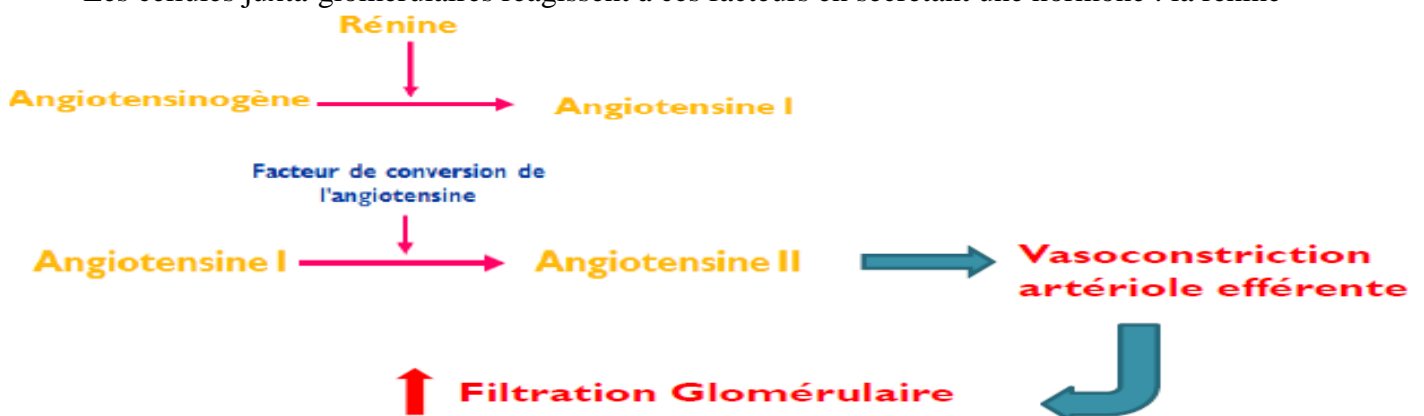
L'appareil juxta-glomérulaire



REGULATION DE LA FONCTION RENALE Hormonale

Les cellules de l'appareil juxta-glomérulaire sont sensibles à ;

- Baisse de pression sanguine dans l'artériole afférente.
- Baisse du taux de Na⁺ dans le TCD (signe d'une diminution du débit de filtration)
- Les cellules juxta-glomérulaires réagissent à ces facteurs en sécrétant une hormone : la rénine



Autorégulation

- Augmentation de pression sanguine dans l'artériole efférente
- Augmentation du taux de Na⁺ dans le TCD (signe d'une augmentation du débit de filtration)

Vasoconstriction de l'artériole efférente

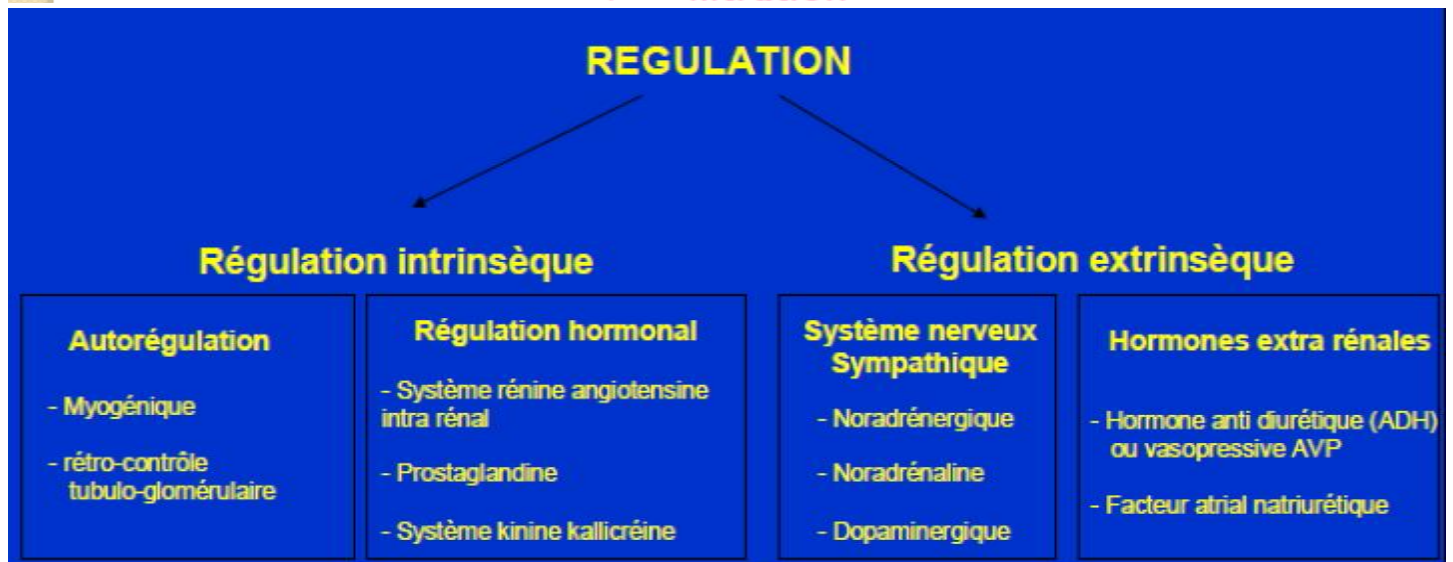
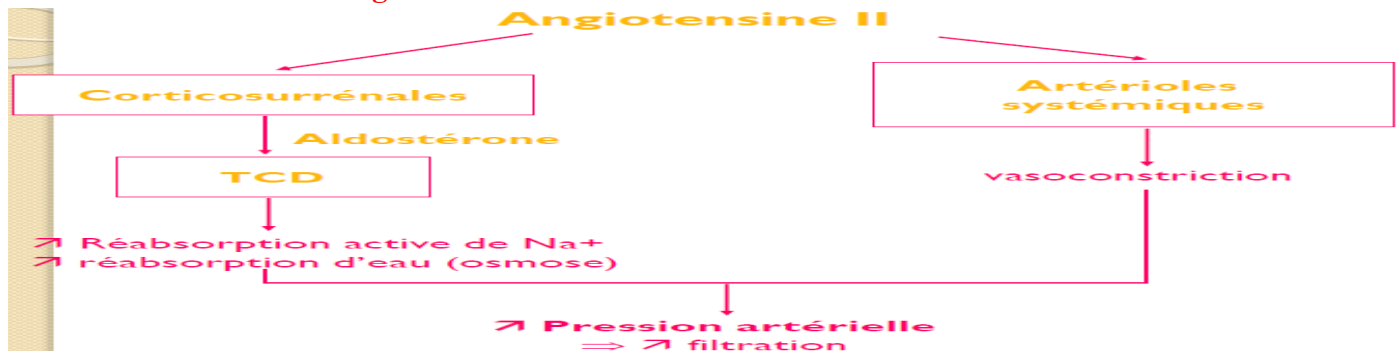
↓ Filtration glomérulaire

Régulation extrinsèque

Les systèmes de régulation extrinsèque ont généralement des effets extrarénaux en plus de leurs effets intrarénaux, et ils participent à la régulation de la PA Systémique :

- système nerveux sympathique
- système vasopressinergique (ADH)
- facteur atrial natriurétique (FAN)
- ccystème rénine angiotensine (extra rénal)

Mécanisme d'action de Angiotensine II



Concept de clairance

Définition :

- La clairance est la capacité d'un tissu, organe ou organisme à débarrasser un fluide (le sang, la lymphe, etc.) d'une substance donnée
- La clairance d'une substance est le volume de solution totalement épuré de cette substance par unité de temps

Exemple ;

une clairance rénale de 120 ml/min pour la créatinine signifie qu'au moment du test, chaque minute, une quantité de créatinine équivalente à celle contenue dans 120 ml de plasma a été totalement éliminée par le rein.

- La clairance d'une substance représente un coefficient d'épuration plasmatique.

Calcul :

Pour calculer la clairance d'une substance, il suffit de diviser **la quantité excrétée** (par unité de temps) dans les urines par **la concentration plasmatique** de cette même substance (par unité de volume)

$$C = Q_u / P$$

↓

$$C = UV / P$$

Q_u = la quantité excrétée = $U \times V$

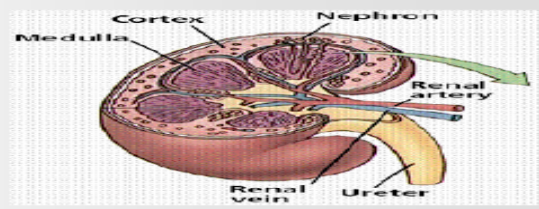
C = Clairance urinaire d'une substance (ml/mn ou ml/s)

P = Concentration de la substance dans le plasma (mmol/ml) U = Concentration de la substance dans l'urine (mmol/ml)

V = débit urinaire (ml/min)

La clairance urinaire

- Si un marqueur est **uniquement filtré, non sécrété et non réabsorbé**, sa clairance urinaire est égale au DFG



$$\text{DFG} = \text{Clairance} = UV/P$$

Principaux marqueurs utilisés :

- Inuline
- Créatinine
- Produit de contraste (iohexol, iothalamate)
- Produits radio-actifs

- La connaissance des déterminants de la production musculaire de la créatinine a permis de proposer des formules d'estimation du DFG directement à partir de la créatinine plasmatique
- Les deux formules les plus utilisées chez l'adulte sont Cockcroft Gault (C&G) et MDRD

$$\text{C\&G (ml/min)} = [(140 - \text{Age}) \times \text{Poids} / (\text{Creat P} \times 0.814)] \times 0.85 \text{ (si femme)}$$

(Age en années, Créatinine plasmatique en μM , Poids en Kg)

$$\text{MDRD (ml/min/1.73m}^2\text{)} = 175 \times (\text{Creat P}/88,5)^{-1,154} \times \text{Age}^{-0,203} \times 0,742 \text{ (si femme)} \times 1.210 \text{ (si Afroaméricain)}$$

Stades MRC	Définitions	DFG (ml/min/1,73 m ²)
1	Pas d'insuffisance rénale *	≥ 90
2	Insuffisance rénale légère	60-89
3	Insuffisance rénale modérée	30-59
4	Insuffisance rénale sévère	15-29
5	Insuffisance rénale terminale	< 15