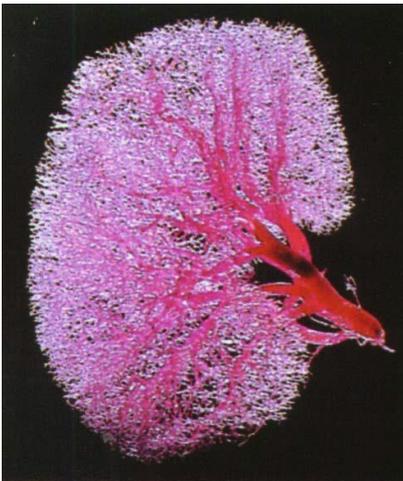


Physiologie rénale



Marianne Zeller

Physiologie rénale

1. Généralités
2. Anatomie fonctionnelle
3. Physiologie rénale
 - 3.1. Néphron et vascularisation
 - 3.2. Filtration glomérulaire
 - 3.3 Processus tubulaires
4. Equilibres hydrique et électrolytique
5. Fonctions du rein

Objectifs d'apprentissage

- Savoir situer et décrire les différentes zones qui composent le rein et leur fonctions
- Expliquer le rôle du néphron en tant qu'unité structurale et fonctionnelle du rein
- Expliquer la formation de l'urine
- Montrer le rôle de l'ADH et de l'aldostérone dans le maintien des équilibres hydriques
- Décrire les grandes fonctions du rein
- Savoir définir l'insuffisance rénale

Prérequis

- Notions d'anatomie et de chimie
- Principes des échanges entre compartiments
- Transports transmembranaires

Physiologie rénale

1. Généralités
2. Anatomie fonctionnelle
3. Physiologie rénale
 - 3.1. Néphron et vascularisation
 - 3.2. Filtration glomérulaire
 - 3.3 Processus tubulaires
4. Equilibres hydrique et électrolytique
5. Fonctions du rein

Principales fonctions du rein : généralités

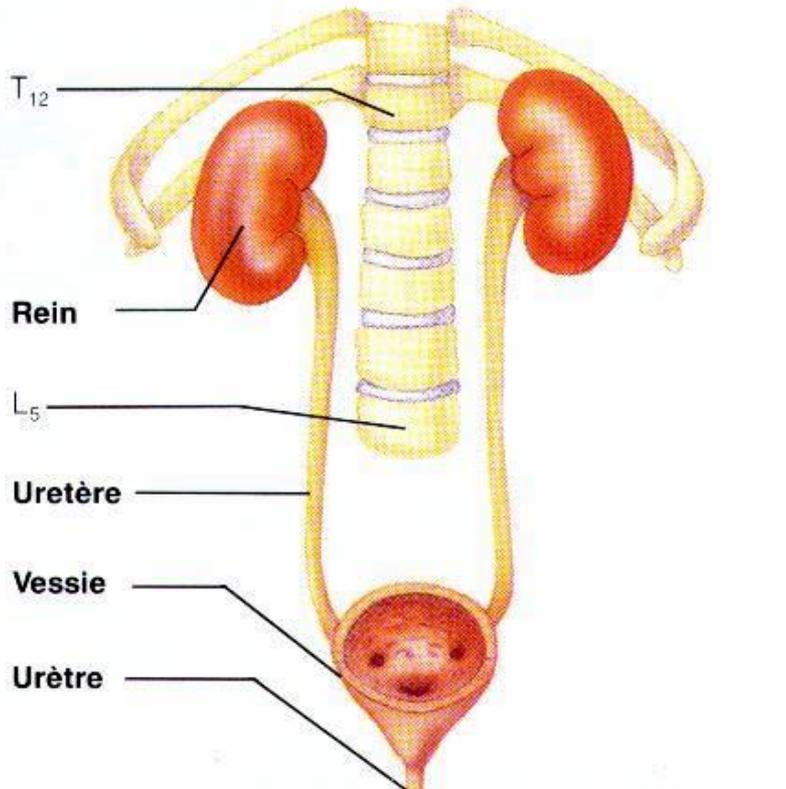


1. Elimination des déchets de l'organisme
2. Maintien de la composition du milieu intérieur
3. Régulation de la pression artérielle
4. Fonction endocrine

Physiologie rénale

1. Généralités
2. Anatomie fonctionnelle
3. Physiologie rénale
 - 3.1. Néphron et vascularisation
 - 3.2. Filtration glomérulaire
 - 3.3 Processus tubulaires
4. Equilibres hydrique et électrolytique
5. Fonctions du rein

Anatomie fonctionnelle

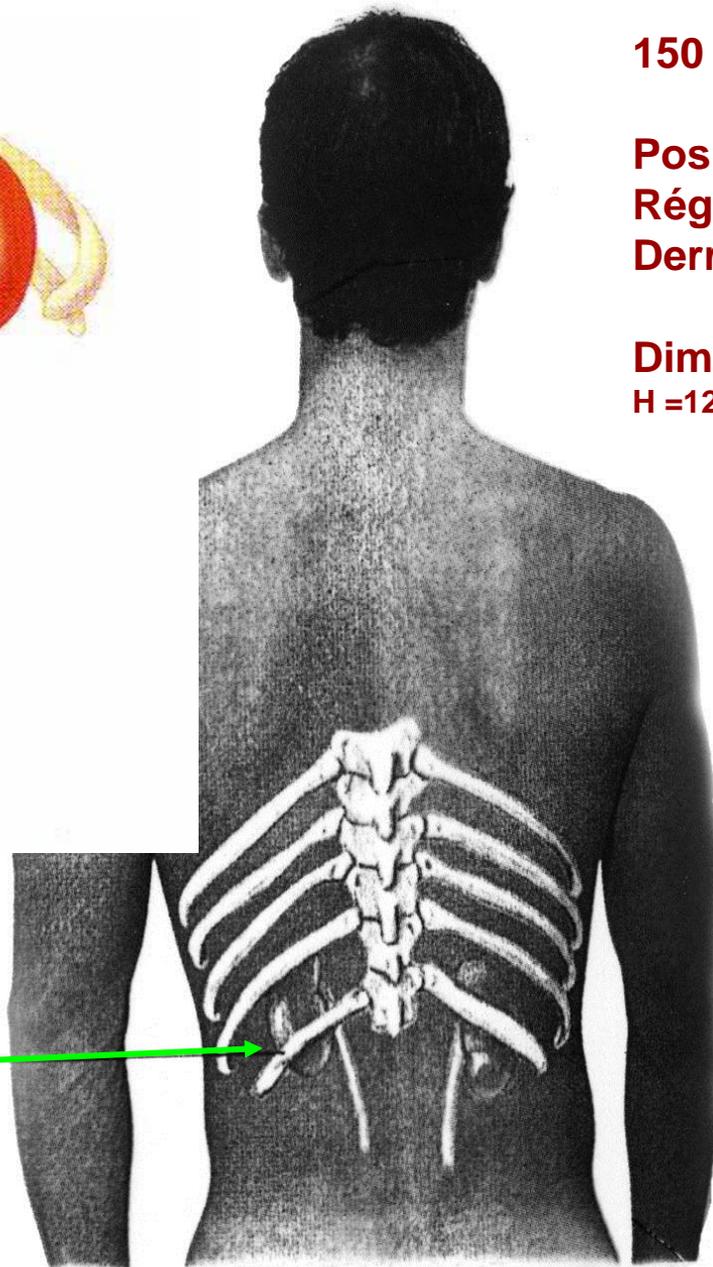


150 g /rein

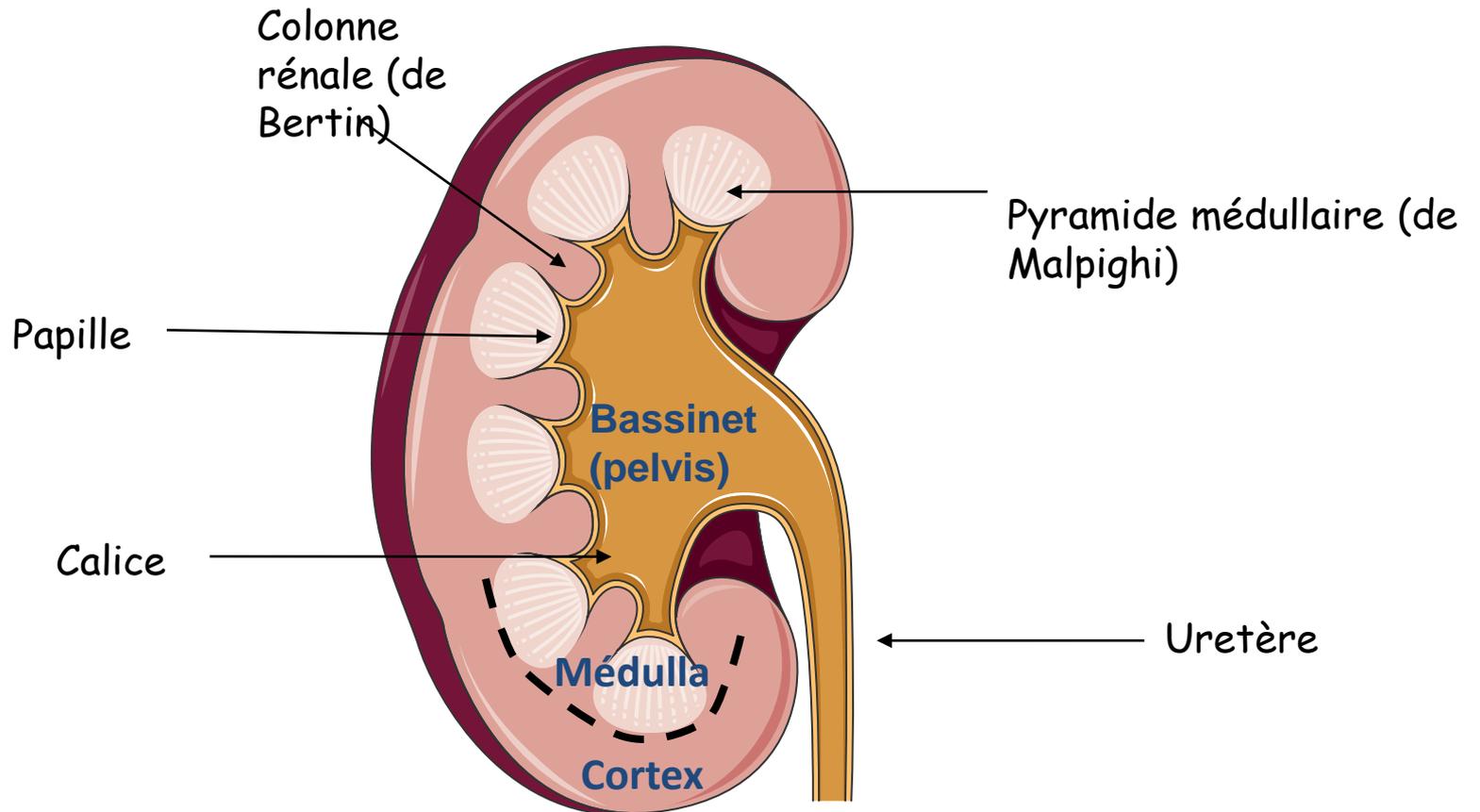
Position: Postérieure
Région lombaire supérieure
Derrière le péritoine

Dimensions :
H =12 cm X L= 6 cm X ep = 3 cm

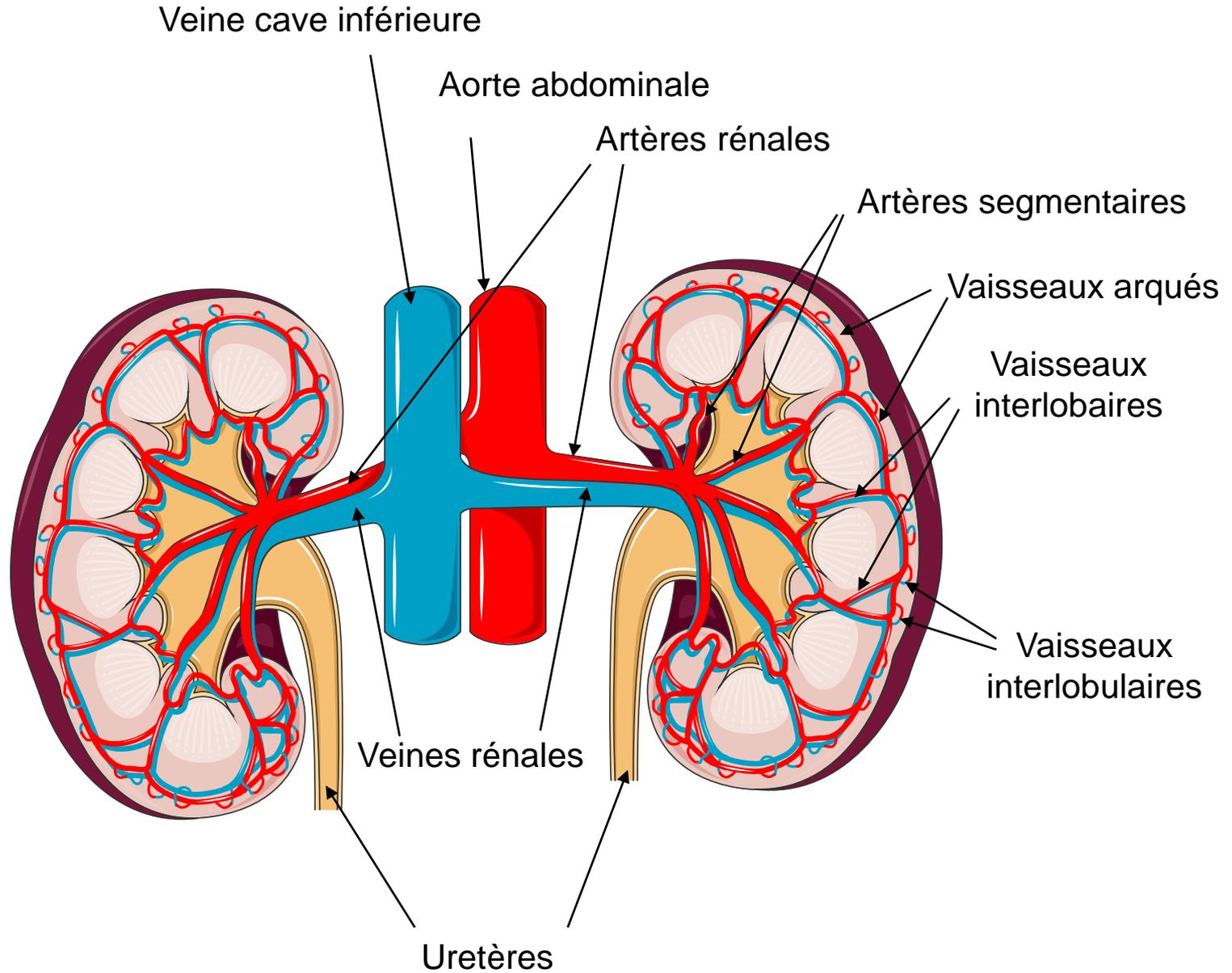
12^{ème}
côte



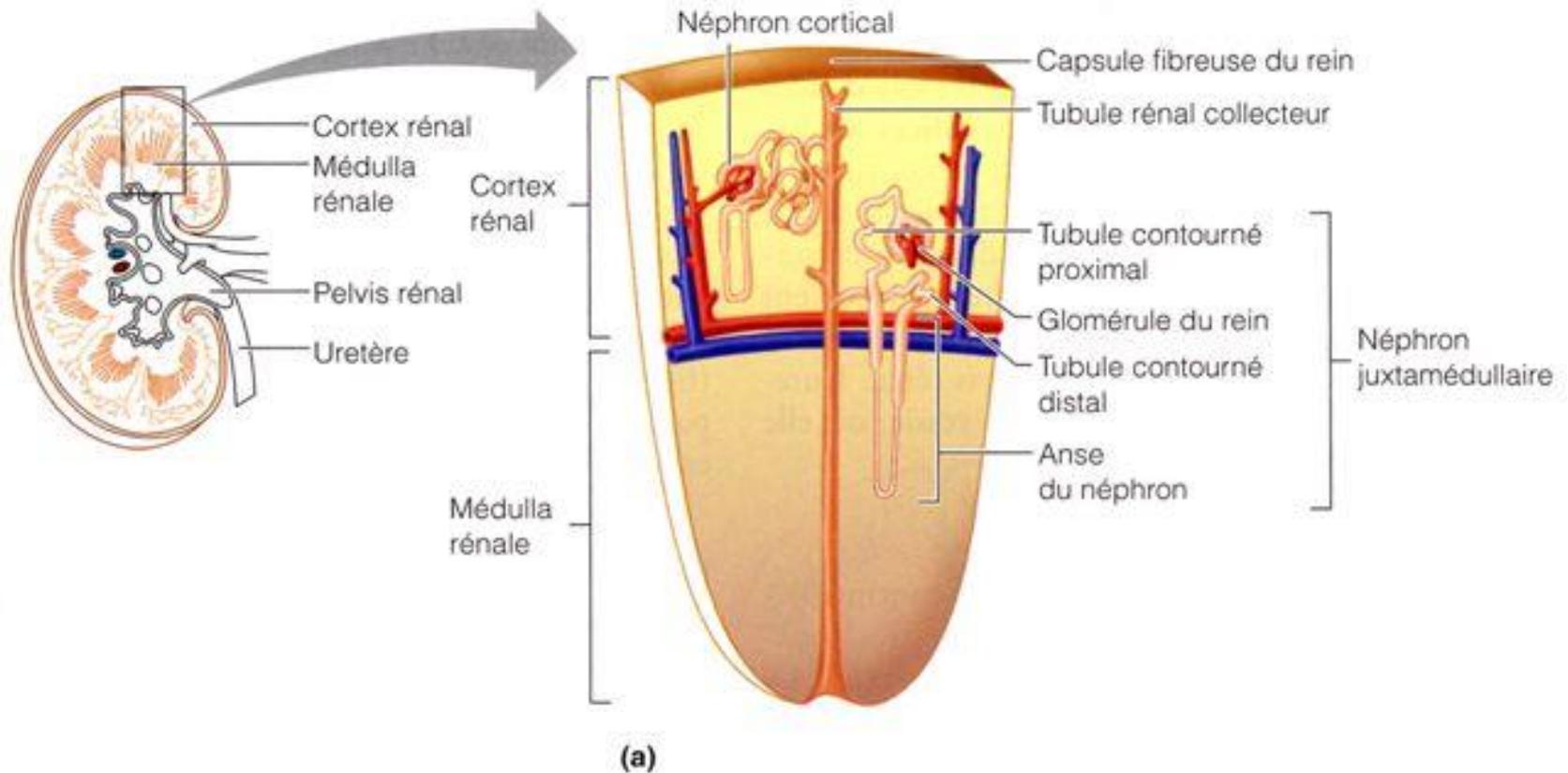
Coupe frontale rein



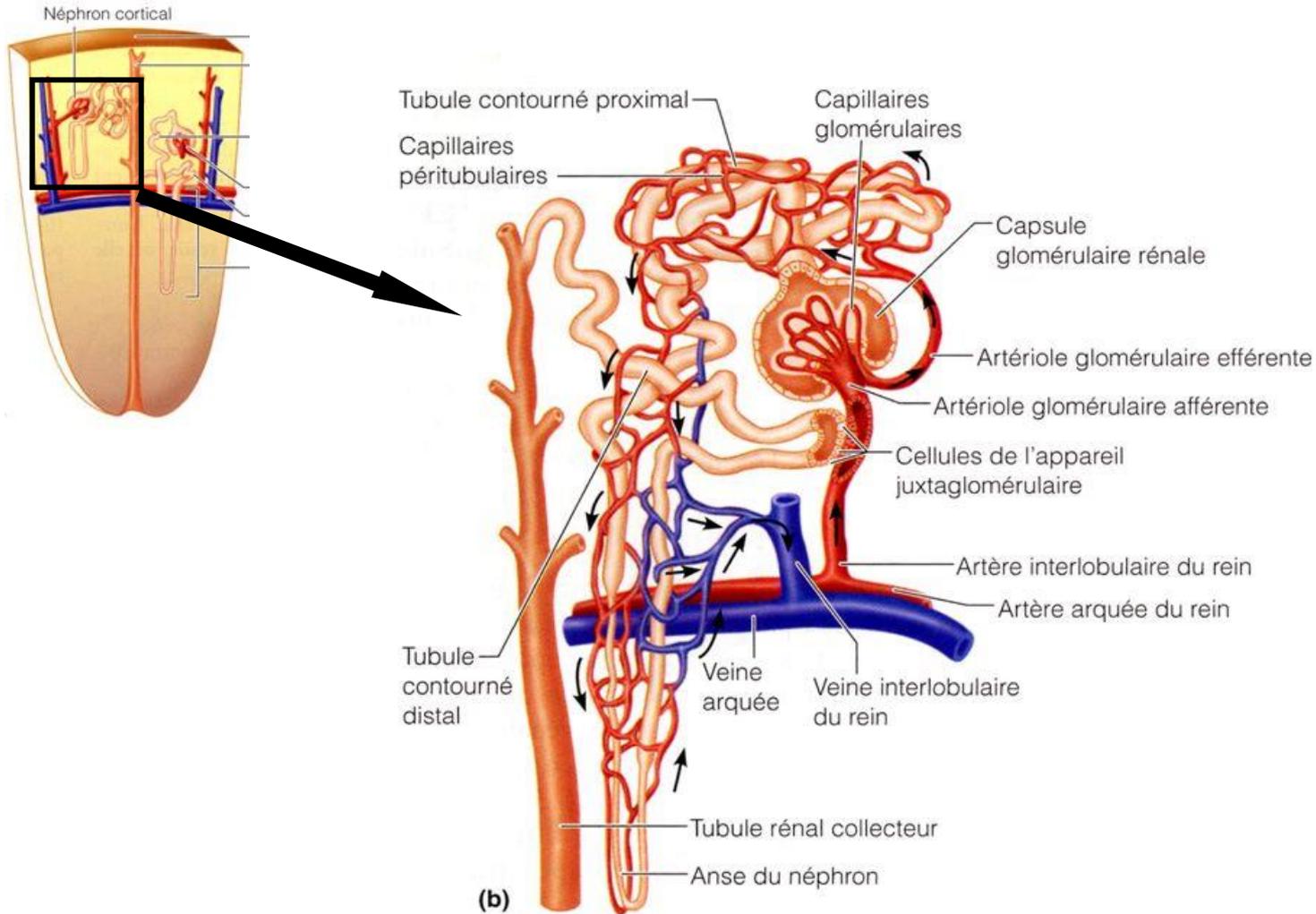
Vascularisation du rein



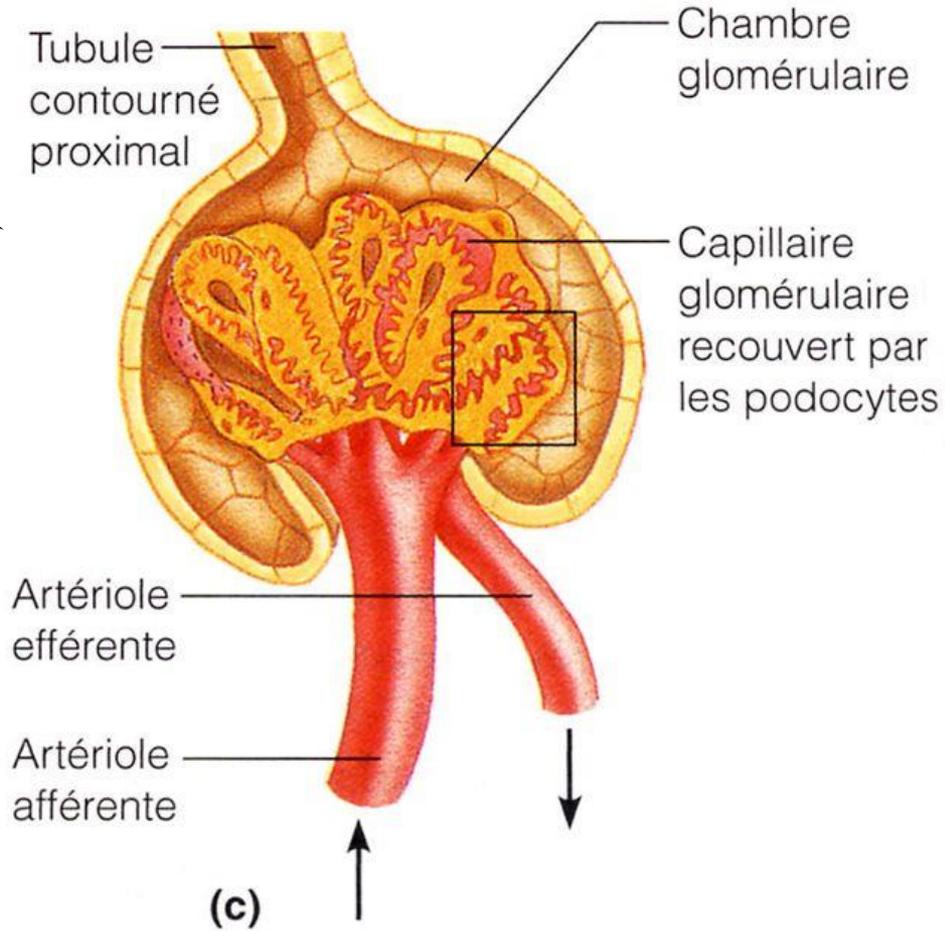
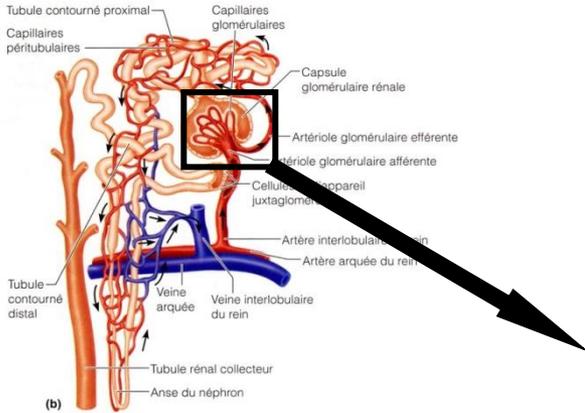
Structures du néphron



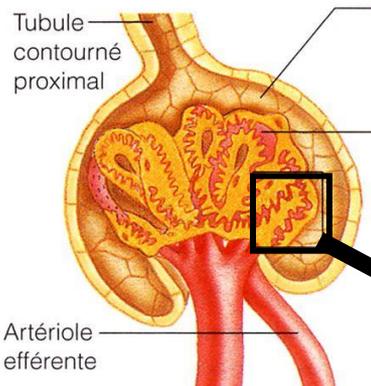
Néphron et sa vascularisation



Capsule et capillaire glomérulaire



Photographie de podocytes



Fentes de filtration



Corps cellulaire de podocyte

Pédicelles

(d)

Physiologie rénale

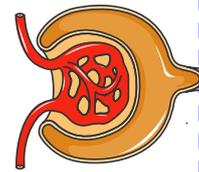
1. Généralités
2. Anatomie fonctionnelle
3. Physiologie rénale
 - 3.1. Néphron et vascularisation
 - 3.2. Filtration glomérulaire
 - 3.3 Processus tubulaires
4. Equilibres hydrique et électrolytique
5. Fonctions du rein

Unité fonctionnelle rénale : le NEPHRON

CORPUSCULE

=Glomérule+Capsule

TUBULE



Tubule Contourné Proximal

Tubule Contourné Distal

Anse
de
Henlé

Canal collecteur

Par rein : 1 à 1,2
millions de néphrons

6 à 7 néphrons par
Canal collecteur

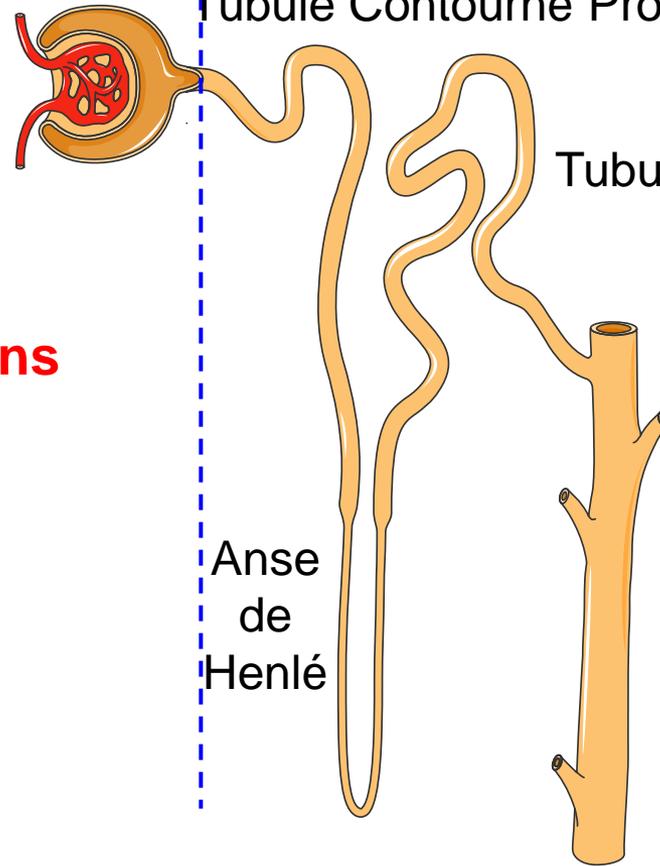
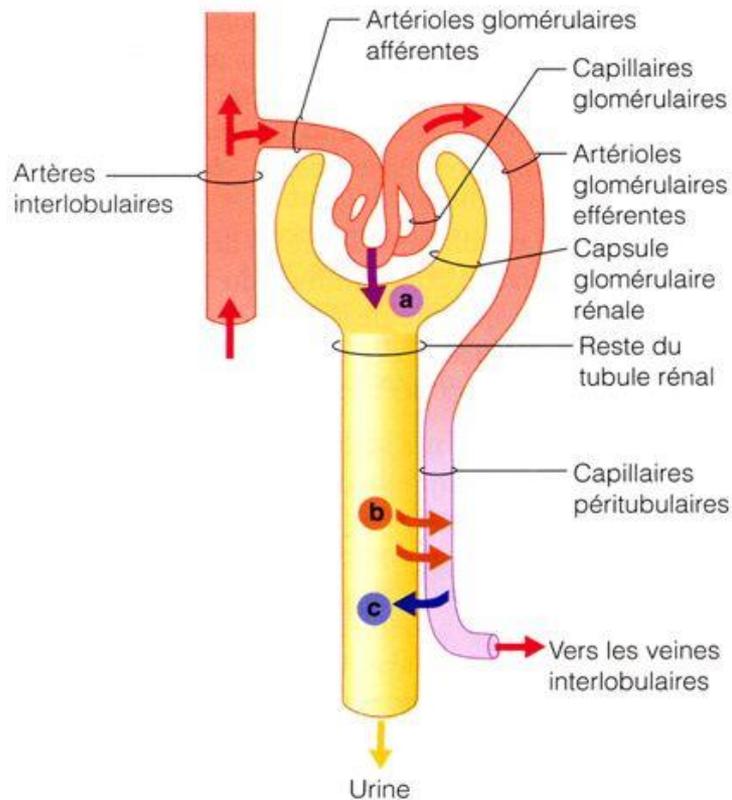


Schéma anatomique des fonctions du néphron



a → **Filtration:** eau et petits solutés poussés à travers paroi des capillaires fenestrés et fentes de filtration jusque dans tubule → filtrat

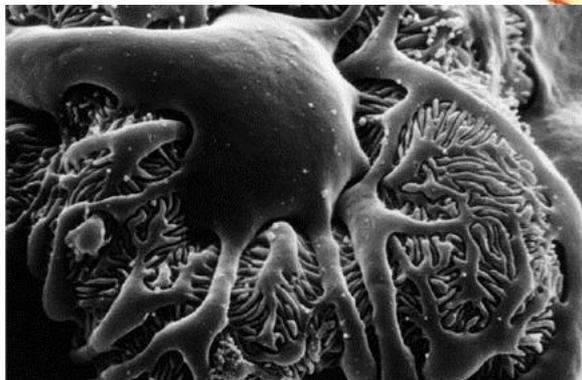
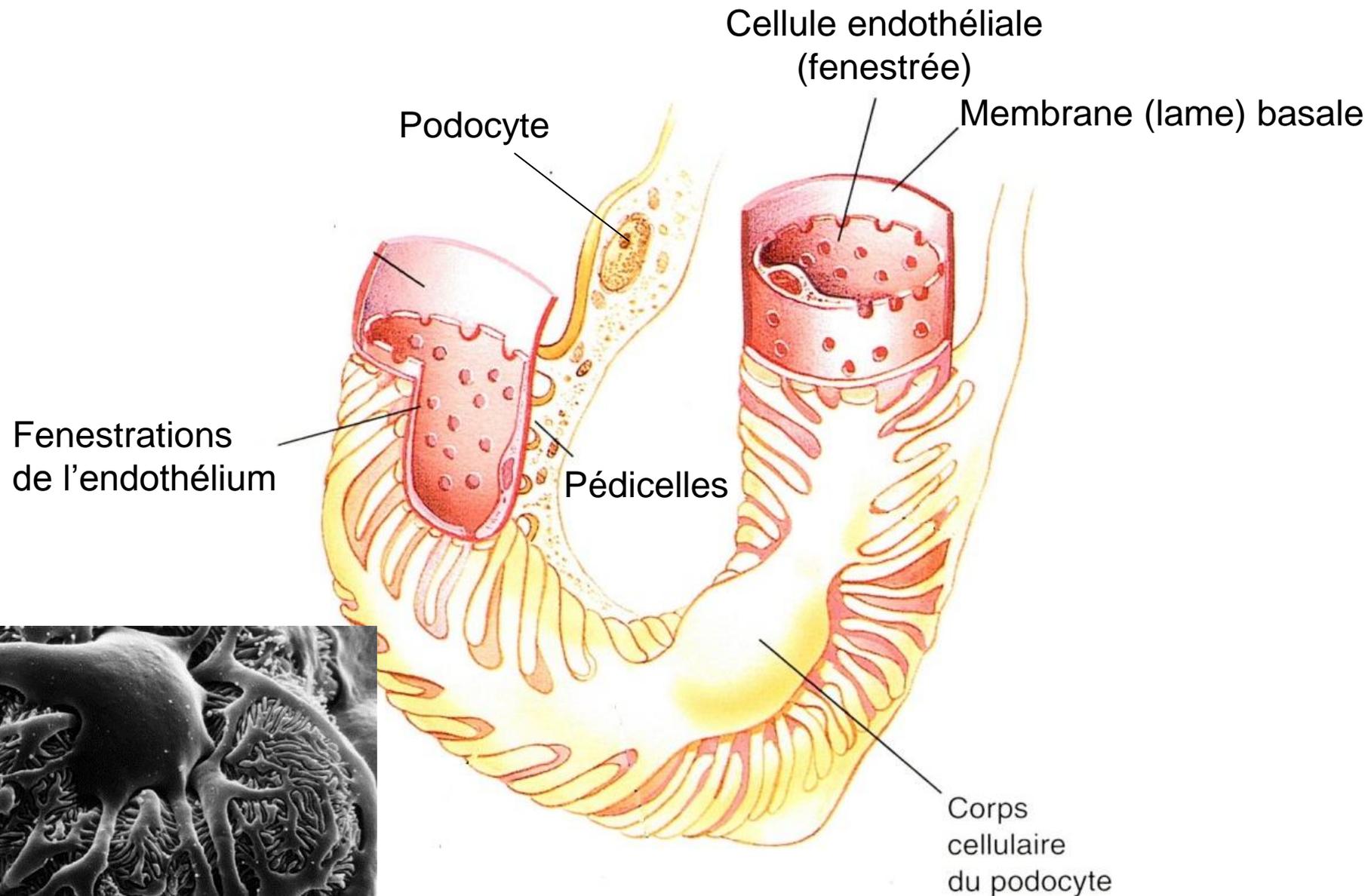
b → **Réabsorption tubulaire:** eau, glucose, aa, ions sont retirés du filtrat,,traversent cellules tubulaires puis rentrent dans le sang capillaire

c → **Sécrétion tubulaire:** ions H^+ et K^+ , créatinine et médicaments sont retirés du sang péri-tubulaire et sécrétés par cellules tubulaires dans filtrat.

Physiologie rénale

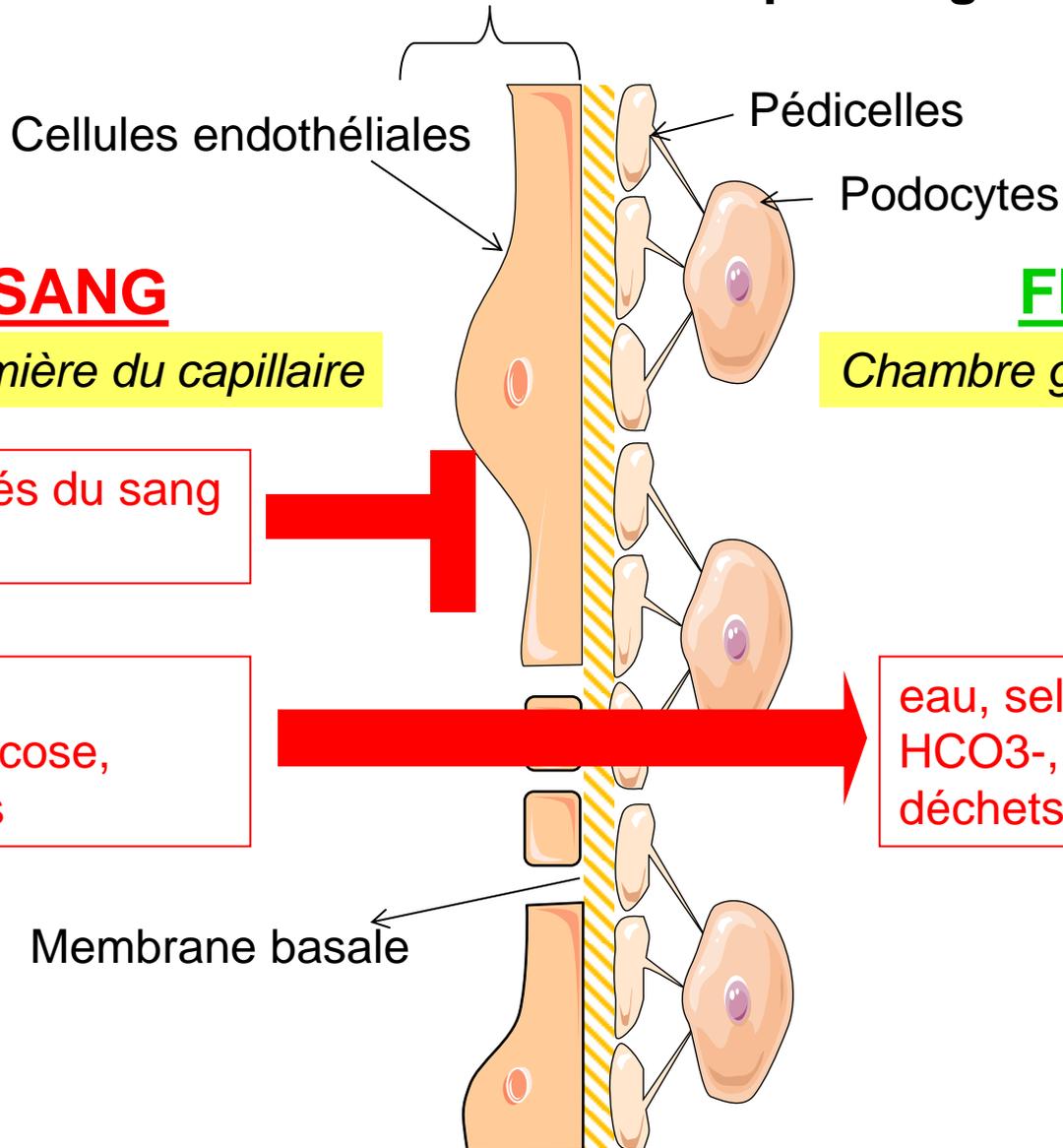
1. Généralités
2. Anatomie fonctionnelle
3. Physiologie rénale
 - 3.1. Néphron et vascularisation
 - 3.2. Filtration glomérulaire
 - 3.3 Processus tubulaires
4. Equilibres hydrique et électrolytique
5. Fonctions du rein

Caractéristique des capillaires GLOMERULAIRES



Filtration glomérulaire

Membrane de filtration du capillaire glomérulaire



SANG

Lumière du capillaire

Eléments figurés du sang
Protéines

eau, sels
HCO₃⁻, H⁺ glucose,
déchets azotés

Membrane basale

Pédicelles

Podocytes

FILTRAT

Chambre glomérulaire

eau, sels
HCO₃⁻, H⁺ glucose,
déchets azotés

Filtrat glomérulaire

- ≈ 180 L / jour de plasma sont filtrés chaque jour par les glomérules de nos reins
- Rein = véritable usine de filtration et de traitement de notre plasma
- Permet l'élimination des déchets de l'organisme
- Composition du filtrat de la chambre glomérulaire \approx plasma (sauf protéines)
- Ensuite, au cours de son cheminement dans la lumière tubulaire, le filtrat (urine primitive) va subir de nombreuses modifications de sa composition et de son volume

Notion de clairance rénale

- Débit de Filtration Glomérulaire estimé par la **clairance rénale**
- **Elle correspond au volume de plasma totalement épuré d'une substance par unité de temps (mL/min)**
- Pour une substance éliminée par seule filtration glomérulaire (ni sécrétée ni réabsorbée par le tubule après filtration) et dont la filtration glomérulaire est libre (Ex: Créatinine)
- Clairance élevée : l'excrétion d'une substance est efficace

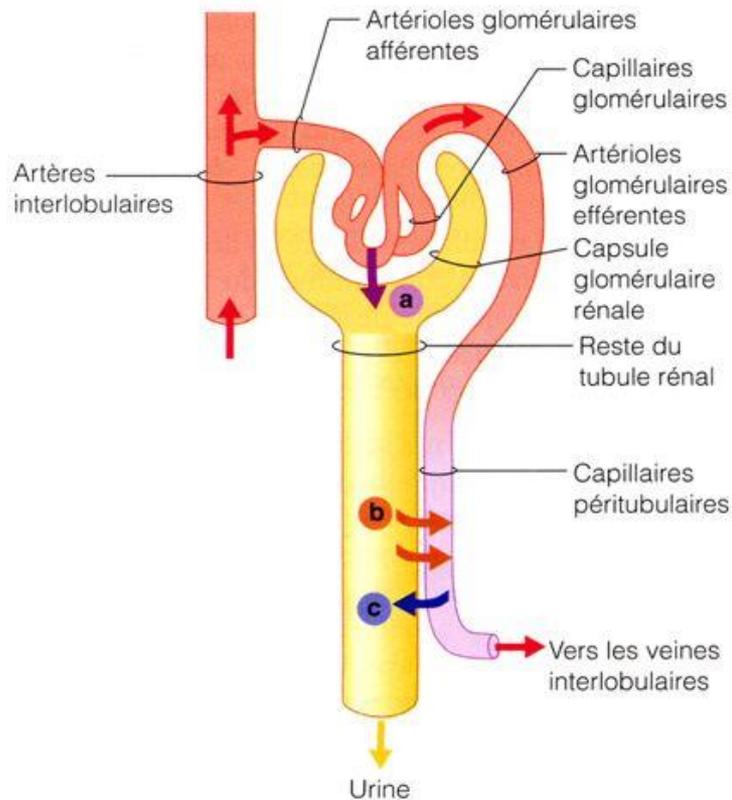
- Evaluation :
 - 1. Diagnostic insuffisance rénale
 - 2. Suivi progression de la maladie



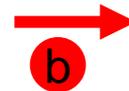
Physiologie rénale

1. Généralités
2. Anatomie fonctionnelle
3. Physiologie rénale
 - 3.1. Néphron et vascularisation
 - 3.2. Filtration glomérulaire
 - 3.3 Processus tubulaires
4. Equilibres hydrique et électrolytique
5. Fonctions du rein

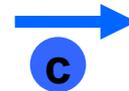
Schéma anatomique des fonctions du néphron



Filtration: eau et petits solutés poussés à travers paroi des capillaires fenestrés et fentes de filtration jusque dans tubule → filtrat



Réabsorption tubulaire: eau, glucose, aa, ions sont retirés du filtrat,,traversent cellules tubulaires puis rentrent dans le sang capillaire



Sécrétion tubulaire: ions H^+ et K^+ , créatinine et médicaments sont retirés du sang péri-tubulaire et sécrétés par cellules tubulaires dans filtrat.

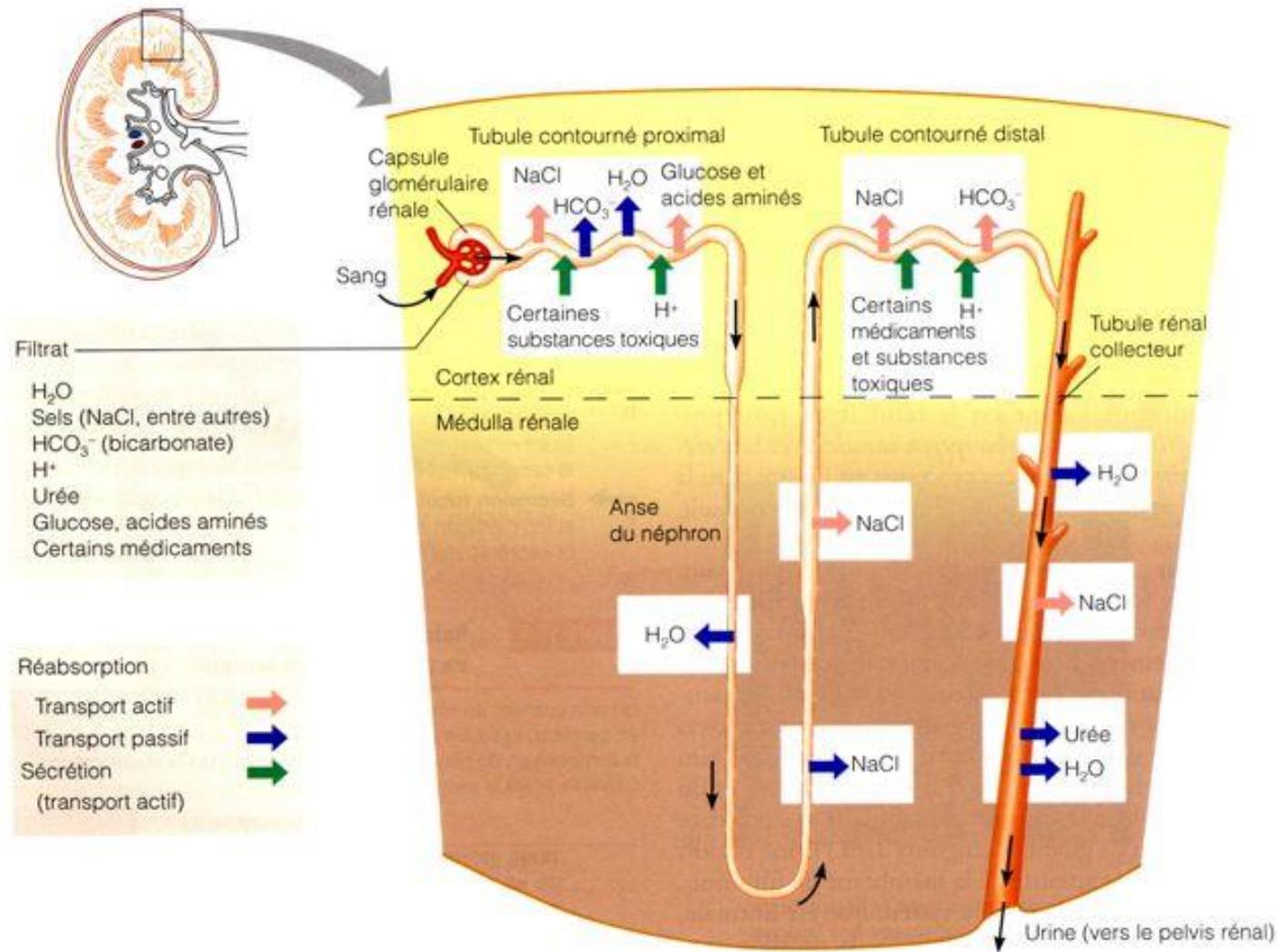
Les grandes fonctions tubulaires

1. Réabsorption de l'eau, nutriments, sels
2. Ajustements en fonction de messages hormonaux (ADH, Aldostérone)
3. Élimination de déchets métaboliques
 - Acide urique, urée, créatinine
4. Sécrétion ions en excès, médicaments, drogues, toxiques...

Processus tubulaires: réabsorption

- **Réabsorption** : passage d'une substance du filtrat dans le capillaire péri-tubulaire.
- Filtrat arrivant dans TCP = riche en substances utiles (eau, glucose, AA, sels...)
 - Hyperglycémie (diabète): glycosurie
- Ces substances doivent donc être réabsorbées et **retourner dans le sang**
- Cellules tubulaires assurent cette réabsorption selon processus complexes (transports passifs, actifs...)
- **Majeure partie de la réabsorption a lieu dans TCP**
- Elle est également réalisée dans les parties tubulaires distales, lieu de régulation de la réabsorption soumis à **influence hormonale**

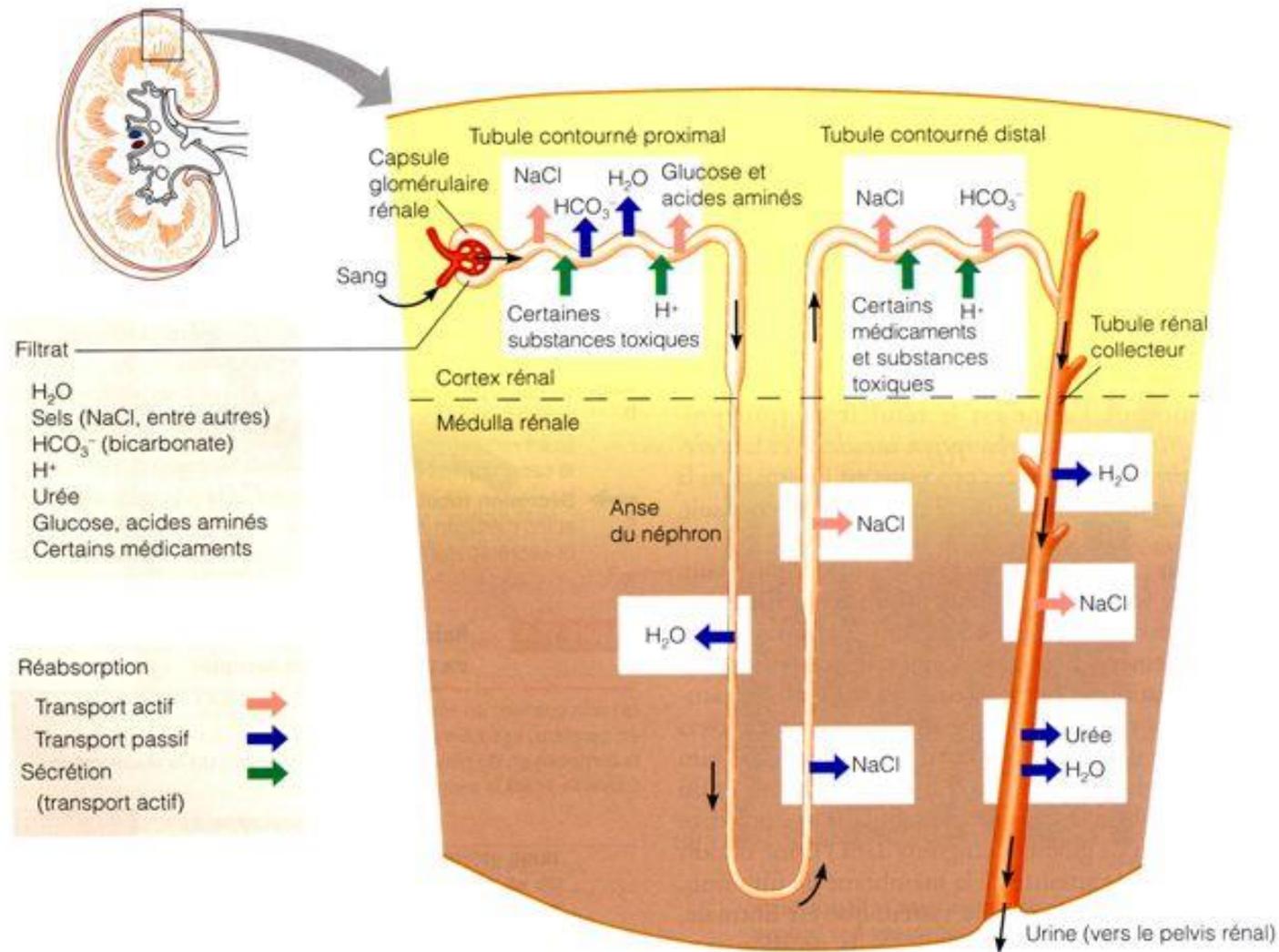
Zones fonctionnelles du tubule rénal



Processus tubulaires: sécrétion

- **Sécrétion** : passage d'une substance du capillaire péri-tubulaire dans la lumière tubulaire
 - Inverse de la réabsorption
- Des déchets métaboliques (créatinine, urée, acide urique) doivent être éliminés activement du sang
- En plus, **certains ions** (H^+ , K^+), selon les besoins, peuvent passer du sang dans le filtrat pour être éliminés dans les urines
 - Maintien équilibre acido-basique, électrolytique
- **Certains médicaments et substances toxiques** ne sont pas filtrés et doivent donc être sécrétés dans le filtrat pour être éliminés de l'organisme

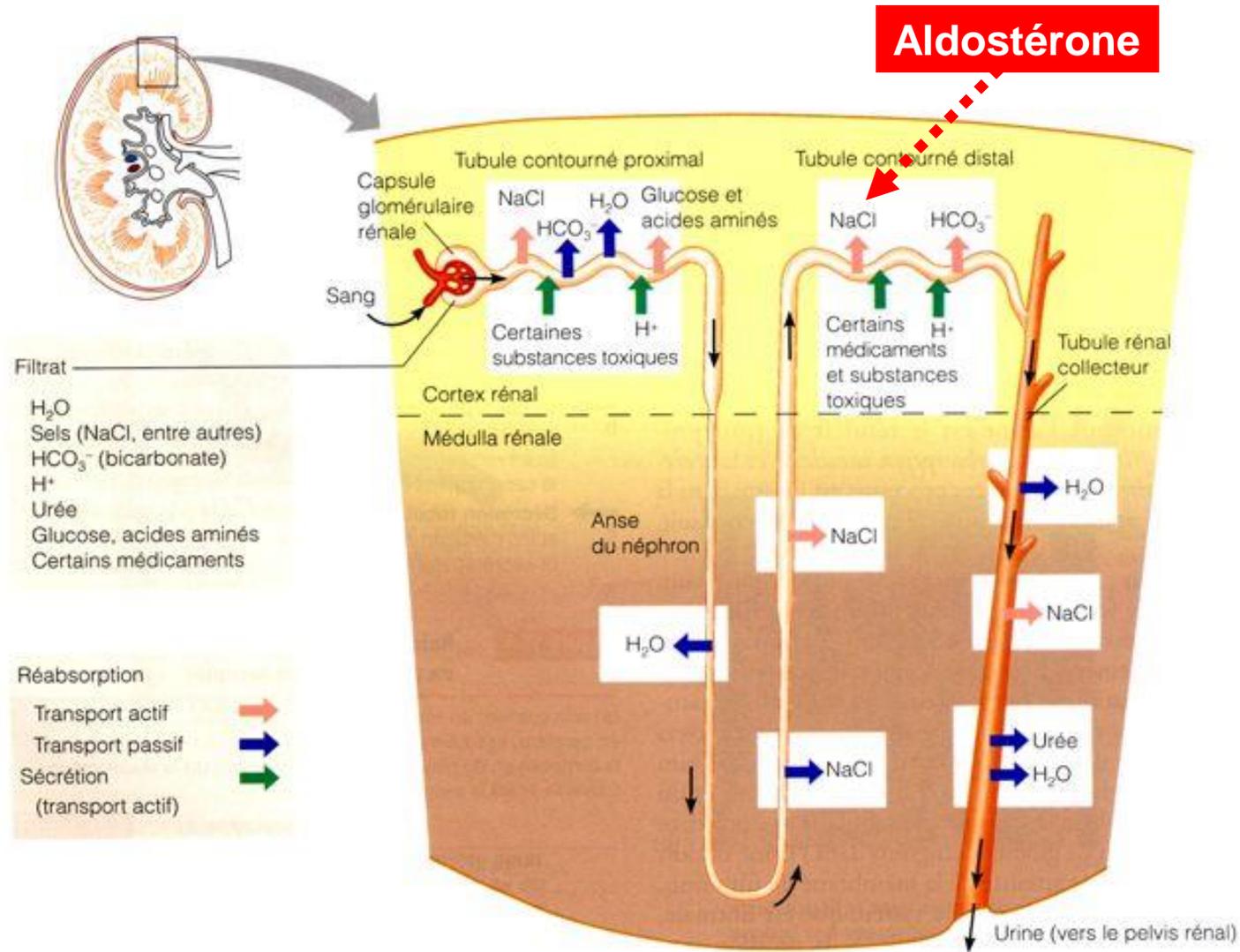
Zones fonctionnelles du tubule rénal



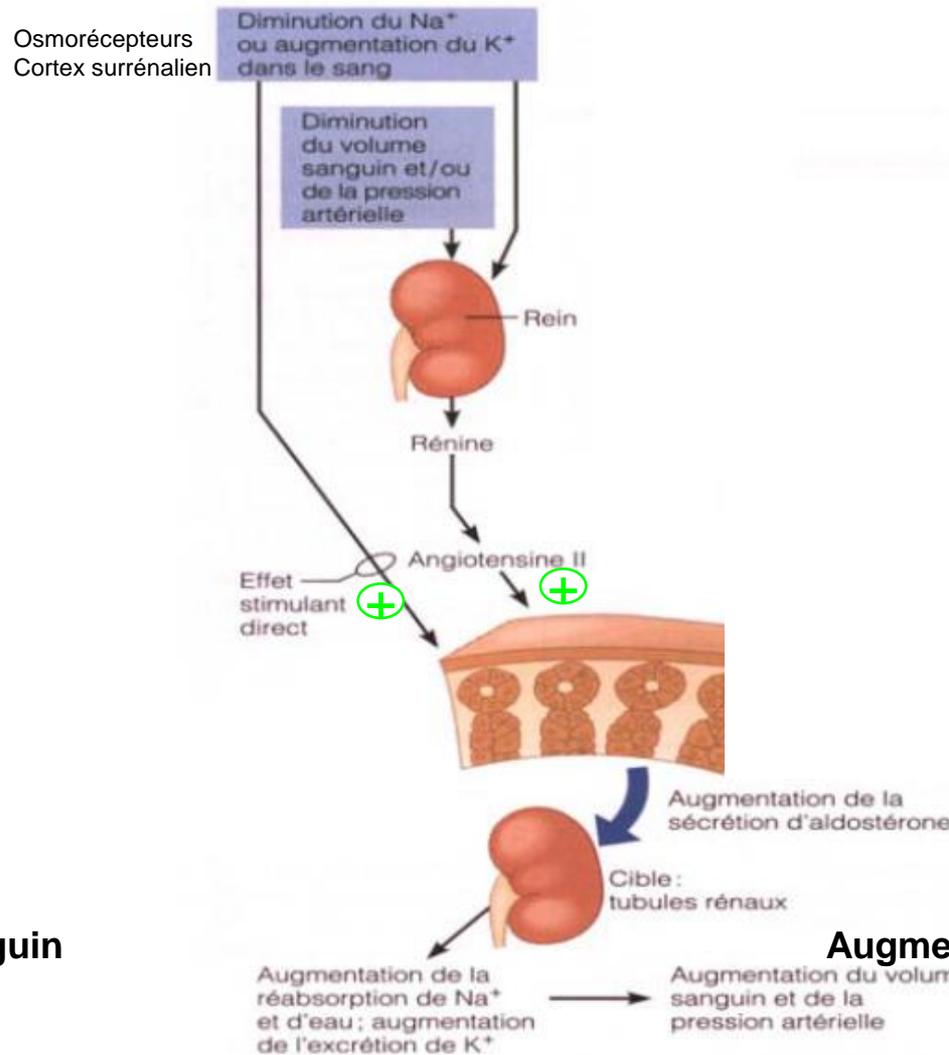
Le contrôle hormonal des processus tubulaires

- Réabsorption eau et sels par tubules rénaux soumis à régulation hormonale
- Ces processus permettent de réguler le volume sanguin et donc la pression artérielle
- Principales hormones impliquées :
 - Aldostérone
 - Hormone antidiurétique (ADH)
 - Rénine

Zones fonctionnelles du tubule rénal



Régulation de la libération d'Aldostérone



Diminution Natrémie
Augmentation Kaliémie
Diminution volume sanguin
Angiotensine II

  **Aldostérone**

Augmentation Natrémie
Diminution Kaliémie
Augmentation volume sanguin

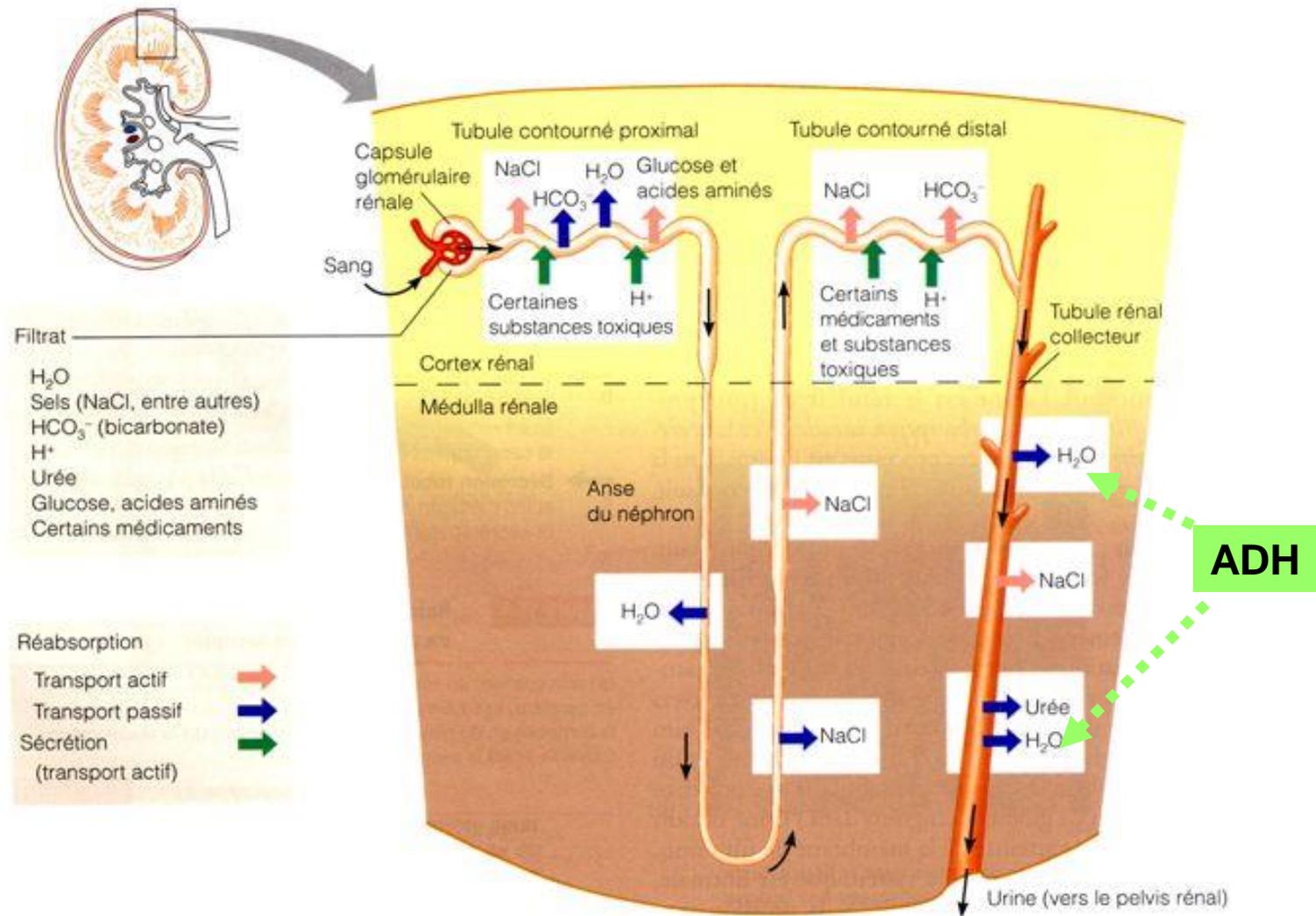
  **Aldostérone**



Maladie d'addison

- Trouble du cortex surrénalien
- Insuffisance production d'aldostérone
 - Hypoaldostéronisme
- Symptômes = polyurie (émission grandes quantités d'urines) avec pertes de sels et d'eau
 - Appétit très important pour le sel
- Hyponatrémie et hyperkaliémie
- Hypotension

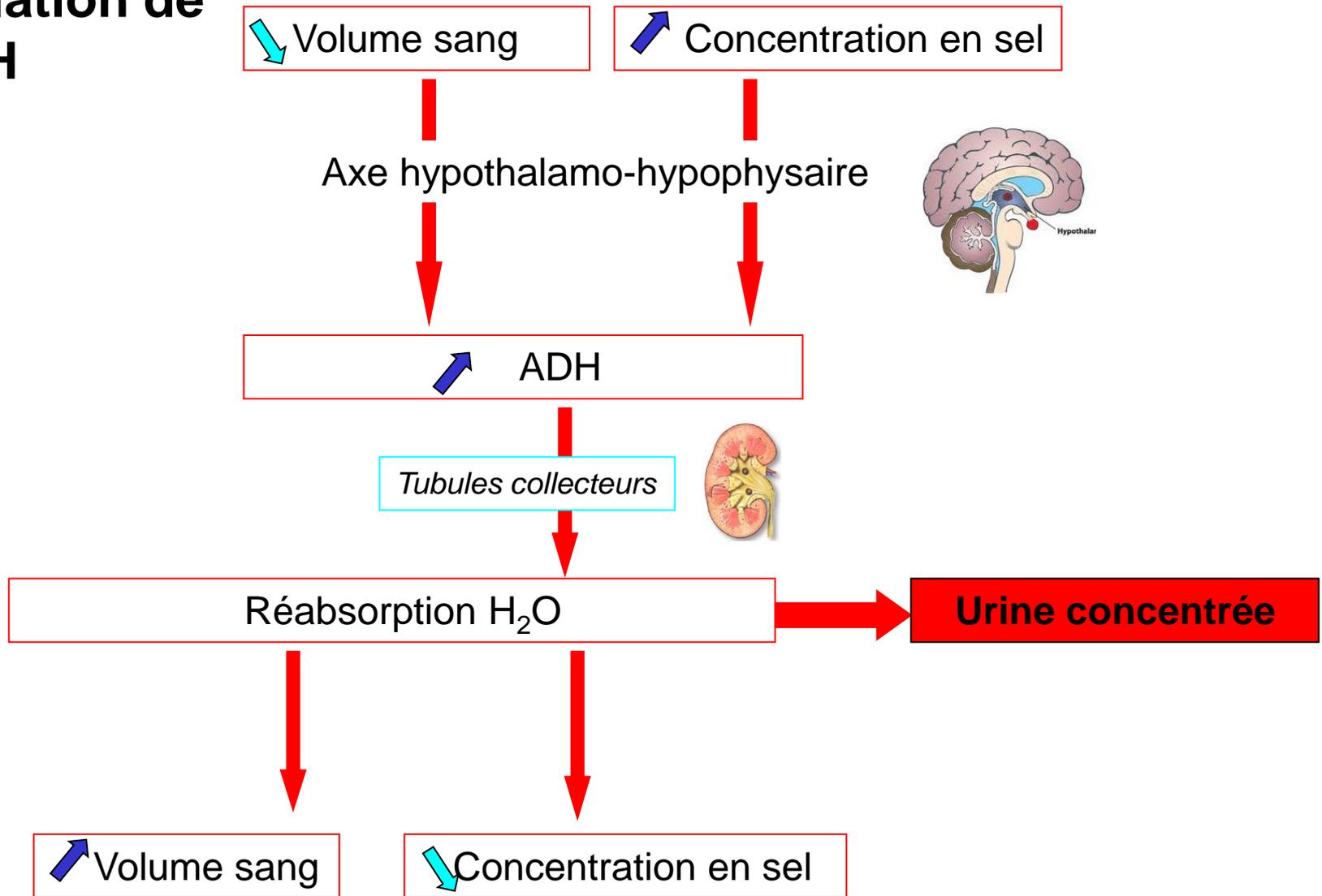
Zones fonctionnelles du tubule rénal



Hormone Antidiurétique (ADH)

- Lieu de synthèse : **Hypothalamus/hypophyse**
- Récepteurs sensibles à la composition sanguine (concentration en sels) ou aux variations de volume sg
 - Envoyent signaux à **l'hypothalamus**
- Lieu d'action : cellules tubulaires rénales (**canaux collecteurs**)
- Rôle : contrôle la **réétention d'H₂O** ↔ **concentration de l'urine**
 - Alcool → ↓ ADH → ↑ volume urines (↑ diurèse)
- Effets: ↑ **volume sanguin** → ↑ **pression artérielle**

Voies de régulation de l'ADH

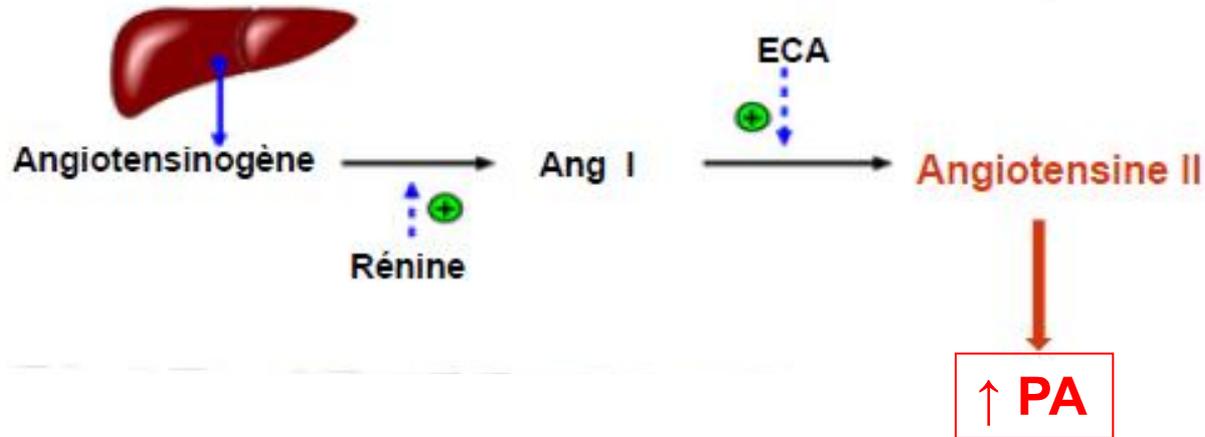




Diabète insipide

- Production grands volumes urine diluée = **polyurie** (>20 L/J)
- ≠ diabète sucré (glycosurie)
- Soif intense
- Déshydratation, hypotension, déséquilibres électrolytiques
- Dysfonctionnement de l'action de l'ADH
 - Rénale: perte de sensibilité des cellules tubulaires à l'ADH
 - Centrale (hypothalamus/hypophyse): défaut de sécrétion d'ADH (lésion/trauma/tumeur)

Rénine



- Hormone produite par les reins en réponse à une baisse de la PA
- Entraîne la production d'angiotensine II
- ↑ PA (vasoconstricteur et ↑aldostérone)



Insuffisance rénale

- Diminution ou arrêt de la filtration glomérulaire
 - Aiguë :
 - Causes = diminution volume sanguin (ex: hémorragie), réduction du débit cardiaque, lésions tubulaires, injection produit de contraste...
 - → oligurie ou anurie
 - Chronique : déclin progressif et irréversible de la filtration glomérulaire
 - Maladies associées à lésions glomérules, tubules...
 - Diabète, hypertension, vieillissement...
 - le débit de filtration glomérulaire d'une personne > 70 ans est deux fois moins élevé que celui d'un adulte d'âge moyen en bonne santé
- Conséquences graves : stade terminal → hémodialyse ou greffe de rein

Patient sous hémodialyse



Filtrat et urine

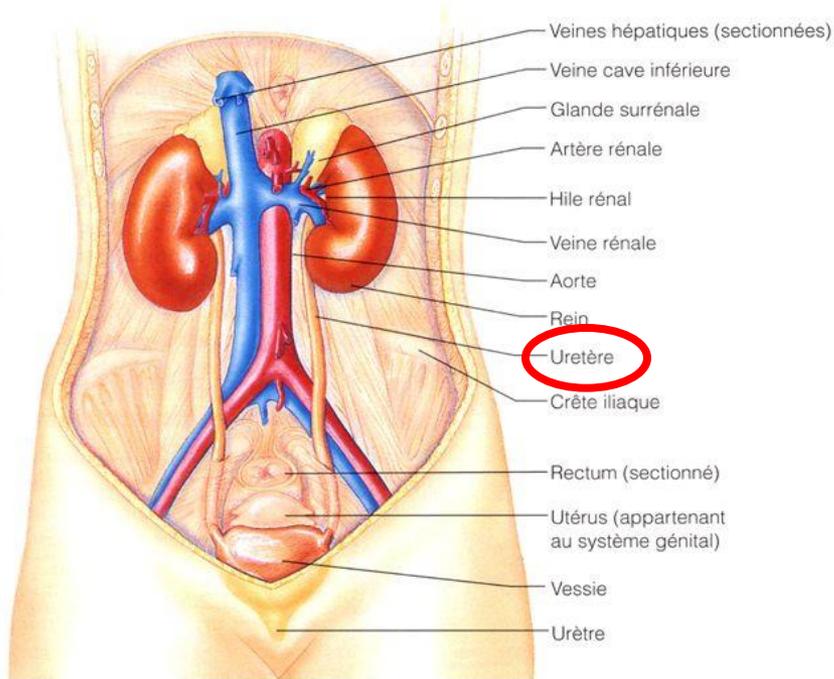
- ≈ 180 L / jour de plasma sont filtrés chaque jour par les glomérules de nos reins
- Or volume d'urine ≈ 1 L à 1,8 L / jour \rightarrow 99% du filtrat est réabsorbé
- Médicament **diurétique** : \uparrow volume d'urine (\downarrow volume sanguin donc \downarrow PA)
 - Antihypertenseur
- Urine = ce qui reste du filtrat après traitement par les cellules tubulaires
- Urines = Eau + déchets (azotés) + sels + substances inutiles pour l'organisme (créatinine, déchets azotés...)
- Analyse d'urines : recherche présence d'autre composés (glucose, protéines, GR, GB...)
 - aide au diagnostic de certaines maladies



Caractéristiques de l'urine

- Couleur = jaune foncé à clair
 - Présence d'urobiline = pigment issu de la dégradation de l'hémoglobine
 - Intensité de sa couleur fonction de sa dilution/concentration
- Odeur d'ammoniac
- Couleur/odeur modifiée par alimentation ou présence de sang
- Stérile
 - sauf si infection
- pH légèrement acide (pH \approx 6)
 - Variable selon régime alimentaire

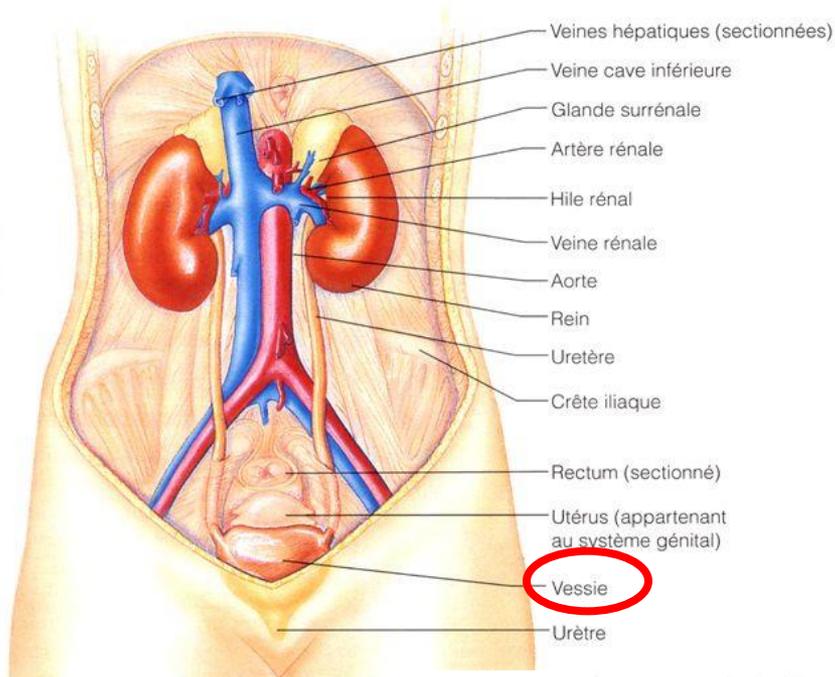
Uretères



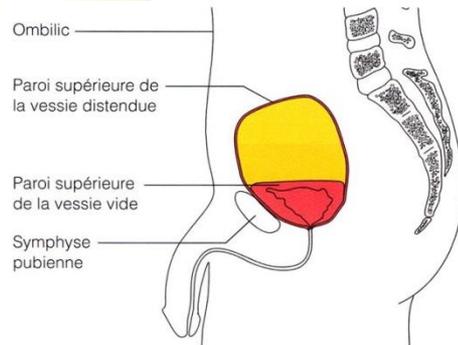
(a)

- Conduits verticaux descendants des pelvis jusqu'à vessie
- L = 25 cm
- Paroi: muscles lisses
- Progression urine par **péristaltisme**

Vessie

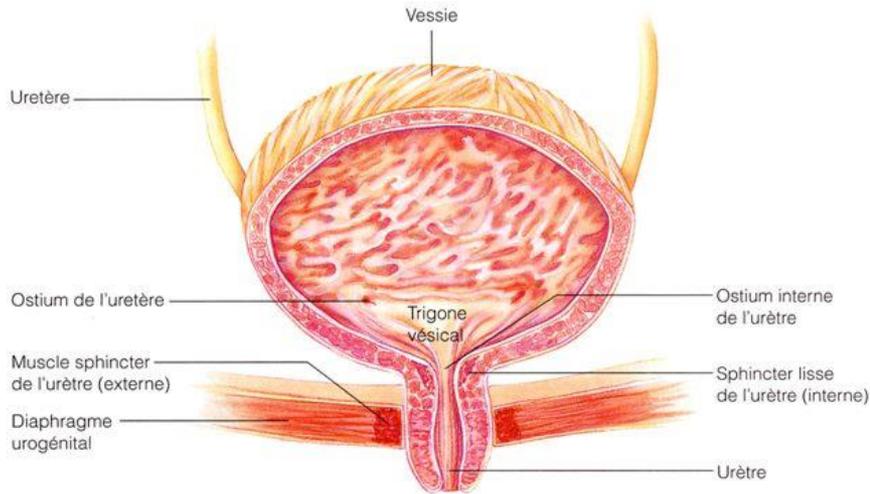


(a)



- Sac composé de
 - 3 couches muscles lisses = musculeuse = détrusor
 - Epithélium transitionnel (capacité à l'étirement)
- Réservoir pour stockage temporaire urine en attendant miction
- Remplissage $\approx 0,5$ L
- S'élève dans cavité abdominal en se remplissant
- 3 orifices (2 uretères + 1 urètre)
 - Trigone vésical

Urètre



- De la vessie au méat urinaire
- ♀ : L= 3 à 4 cm
- ♂ : L = 20 cm , trajet transprostatique
- Sphincters
 - Lisse (sortie vessie): contrôle involontaire (SNA)
 - Strié (plancher pelvien) → contrôle volontaire (SN moteur somatique)

Miction

- Emission d'urine
- Mécanisme:
 - Accumulation urine : $\approx 0,2$ à $0,4$ L \rightarrow Etirement paroi \rightarrow réflexe : activation mécanorécepteurs \rightarrow MEP \rightarrow Nerfs splanchniques pelviens (SN parasymphatique) \rightarrow contraction vessie (muscle détrusor)
 - Bébés: réflexe spinal
 - Entrée d'un peu d'urine au travers sphincter lisse (ouverture involontaire) \rightarrow besoin d'uriner
 - Miction peut être retardée
 - Volontaire: relâchement muscle strié sphincter urètre (plancher pelvien) \rightarrow émission d'urine
- Incontinence = incapacité à maîtriser miction
- Rétention urinaire = incapacité à expulser l'urine (« globe vésical ») \rightarrow sonde urinaire



Calculs rénaux

- Lithiases rénales
- Urine très concentrée → cristaux (« calculs ») (calcium, acide urique) dans pelvis rénal → uretère
- Douleur aigue abdomen
- Traitement = chirurgie , lithotripsie extracorporelle (ultrason)