

LES REINS ET L'EXCRETION RENALE

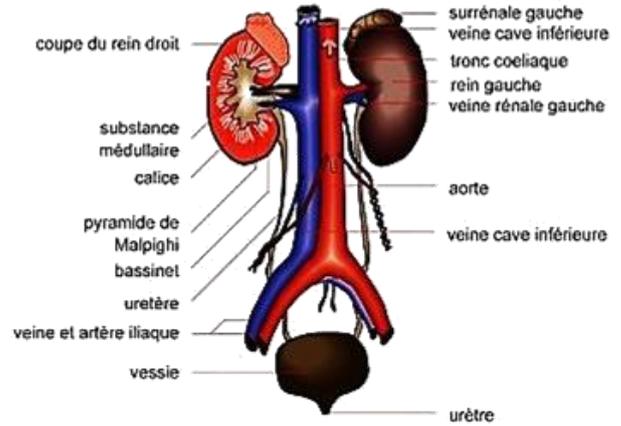
- Rôles :
- Excrétion : élimination de produits terminaux du métabolisme
 - Equilibre hydrominéral, acidobasique et phosphocalcique
 - Maintien de la volémie, osmolarité du plasma et du pH sanguin
 - Fonction endocrinienne : synthèse de plusieurs hormones

I. ANATOMIE ET HISTOLOGIE

A. L'APPAREIL URINAIRE

L'appareil urinaire est formé de :

- deux reins qui élaborent l'urine
- des voies urinaires comprenant : uretère et urètre
- la vessie : réservoir musculaire



B. LES REINS

Organe en forme de haricot, couleur brun foncé, de part et d'autre de la colonne vertébrale, entre 11^{ème} et 12^{ème} paires de côtes.

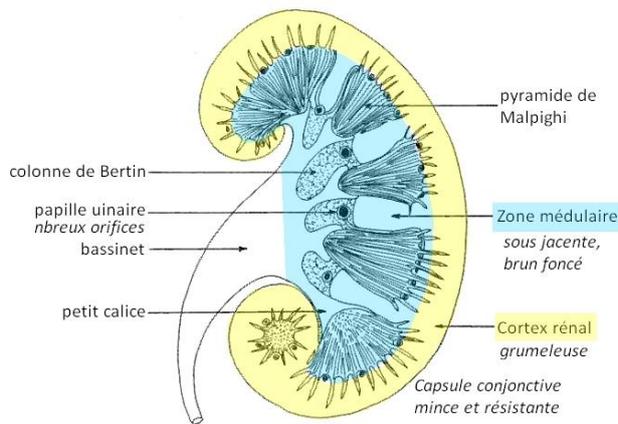


Figure 1.1 : Coupe transversale d'un rein.

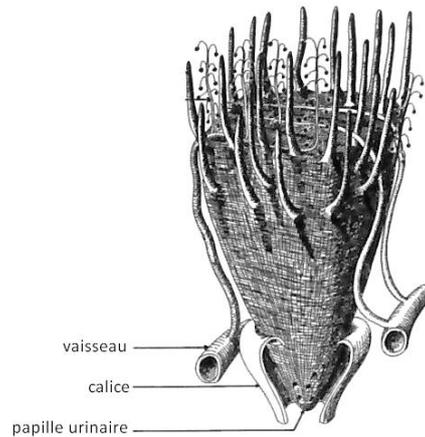


Figure 1.2 : Vue très schématique d'une pyramide de Malpighi surmontée des rayons médullaires.

C. LE NEPHRON

Tube contourné proximal	<p>Microvillosités Mitochondries Membrane plasmique fortement invaginée</p>
Anse de Henlé	
Tube contourné distal	
Tube collecteur	

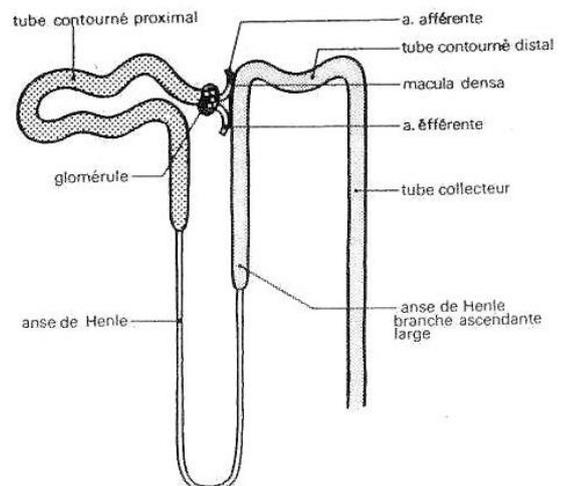
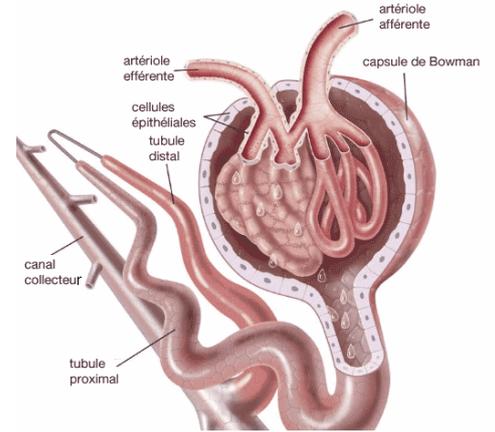
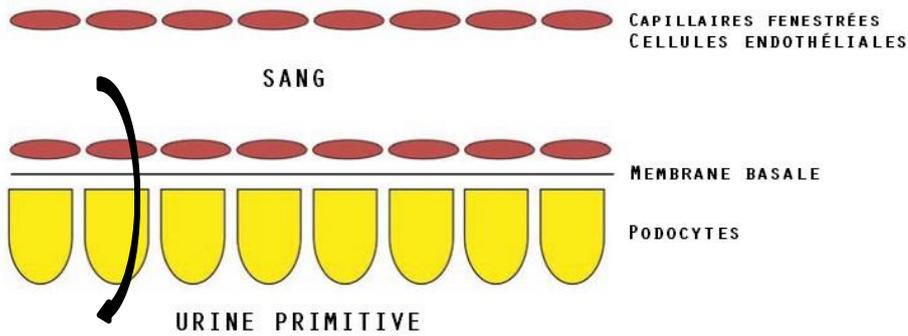


FIG. 2. — Schéma d'un néphron.

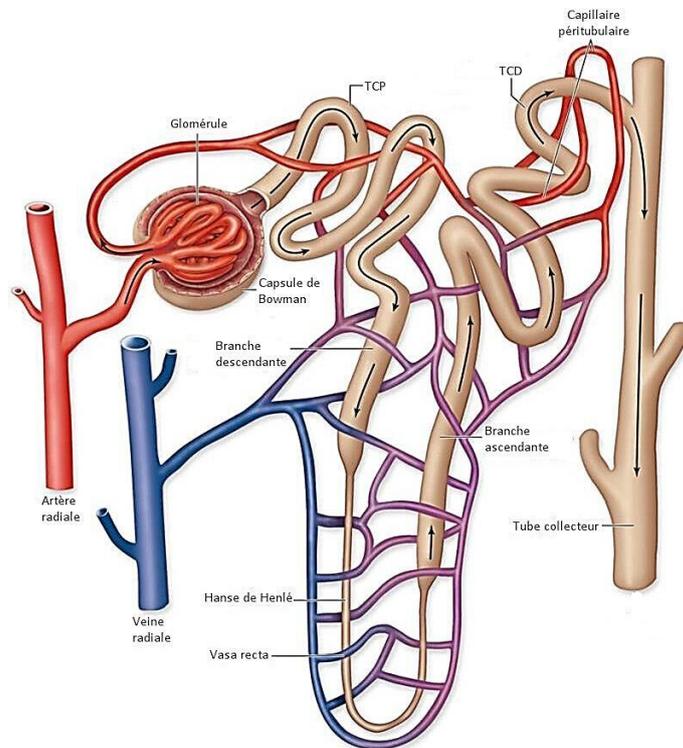
D. LE GLOMERULE

Corpuscule de Malpighi = capsule de Bowman + glomérule



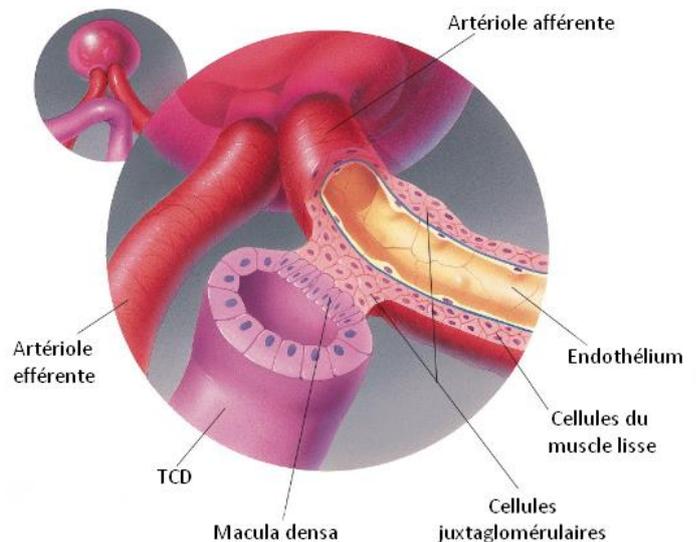
E. VASCULARISATION DU NEPHRON

A la sortie du glomérule, l'artériole efférente (artériole porte) se ramifie en un réseau de capillaires denses, intimement associé du reste du tubule. Ce sont des capillaires péri-tubulaires, qui donnent naissance à des veinules, qui rejoignent la veine rénale.



F. MACULA Densa ET APPAREIL JUXTAGLOMERULAIRE

Le début du TCD d'un néphron passe à proximité de son glomérule. Il entre en contact avec l'artériole afférente et l'artériole efférente. A ce niveau, la paroi du TCD se modifie et constitue la macula densa. Il en est de même pour la paroi de l'artériole qui forme l'appareil juxtaglomérulaire (cellules contractiles, dépendantes de différents facteurs et hormones).



II. COMPOSITION DE L'URINE

L'urine est un liquide limpide, jaune clair ou foncé (selon son degré de concentration).

Diurèse	1-1,5L/j	Polyurie : > 2-2,5L/j Oligurie : < 0,5L/j Anurie : = 0
pH	5,8	
Pression osmotique	2-3 fois supérieure à celle du plasma	
Composition	Chlorures, phosphates, soufre, ammoniac, urée, acide urique, acide hippurique, créatinine, urobiline, acides aminées, acides organiques, hormones, vitamines, eau.	

III. FORMATION DE L'URINE

METHODE D'ETUDE DES CLAIRANCES

Méthode qui permet de comparer la composition du plasma et de l'urine définitive.

La clairance d'une substance est le volume plasmatique totalement débarrassé de cette substance en une minute.

Il faut estimer les rapports U/P positifs, négatifs ou nulles.

On distingue alors 3 classes de substances :

PLASMA	URINE DEFINITIVE	Substances
Présente	Absente	P, L, G
Absente	Présente	Acides hippuriques, ammonium
Présente	Présente et plus concentrée	Urée

Il existe donc 3 processus dans l'élaboration de l'urine :

La filtration glomérulaire

La réabsorption tubulaire

La sécrétion tubulaire

A. LA FILTRATION GLOMERULAIRE

L'urine primitive résulte de la filtration du plasma à travers la barrière. Elle contient toutes les substances du plasma sauf les protéines, à la même concentration que dans le plasma.

La membrane de filtration	Aire très étendue
Composition de l'ultrafiltrat	Les pores ne laissent pas passer les globules sanguins. Membrane basale : tamis moléculaire qui laisse passer les petites molécules, et qui retient les protéines (albumine).
Forces de filtration Processus passif	<p>Cette pression de filtration est la résultante de plusieurs forces :</p> <p>Osmotique glomérulaire (Oncotique sanguine)</p> <p>Hydrostatique (sanguin) glomérulaire L'eau et les solutés vers la capsule</p> <p>Hydrostatique capsulaire Exercée par les liquides dans la capsule.</p> <p>Nette de filtration</p>
Débit de filtration	Il est de 180L/24h, soit 120-125mL/minute. On le mesure par la clairance d'une molécule exogène (inuline) ou endogène (créatinine).

$$\text{Pression nette de filtration} = P_{HS} - (P_{HC} + P_{oncotique})$$

B. LA REABSORPTION TUBULAIRE

		Départ	Arrivée	Mécanisme	
		Lumière	Cellule du TCP	Transport actif secondaire	
		Cellule du TCP	Sang	Diffusion facilitée	
Par mécanisme actif	Glucose 100%				
	Acides aminés 98%				
	Sodium 90%			<p>Hypovolémie Hypotension Hyponatrémie Hyperkaliémie</p> <p>→ + → Corticosurrénales</p> <p>→ + → Système rénine-angiotensine</p> <p>→ Aldostérone → Synthèse des canaux sodium du TCD → Augmentation de la réabsorption du sodium</p>	
	Potassium 97-99%	<p>Au niveau de la branche ascendante de l'anse de Henlé. Au TCD aussi, mais aussi sécrétion de l'excédent plasmatique, sous contrôle hormonal de l'aldostérone. Il y a une compétition K^+/H^+ au niveau distal pour la sécrétion.</p>			
	Calcium 99%	Cette réabsorption est soumise à régulation hormonale : parathormone (PTH) et 1-25(OH) vitamine D qui sont hypercalcémiantes.			
	Phosphates 90%	L'hormone parathyroïdienne inhibe partiellement cette réabsorption, ce qui augmente l'excrétion des Pi.			
Ions HCO_3^{2-} 90%					

Par mécanisme passif		On distingue 2 mécanismes :									
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Dépend de</th> <th>Lieu</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Obligatoire</td> <td>La réabsorption des solutés, l'eau suit par osmose</td> <td>90% au niveau du TCD</td> </tr> <tr> <td>Facultative</td> <td>La sécrétion d'une hormone (ADH)</td> <td>Au niveau du TC</td> </tr> </tbody> </table>		Dépend de	Lieu	Obligatoire	La réabsorption des solutés, l'eau suit par osmose	90% au niveau du TCD	Facultative	La sécrétion d'une hormone (ADH)	Au niveau du TC
		Dépend de	Lieu								
	Obligatoire	La réabsorption des solutés, l'eau suit par osmose	90% au niveau du TCD								
Facultative	La sécrétion d'une hormone (ADH)	Au niveau du TC									
Eau 99%	<p> \nearrow Pression osmotique Osmorécepteur </p> <p> \searrow Volémie Volorécepteur (OG) </p> <p> Neurohypophyse \nearrow ADH Réabsorption eau </p>										
Anions : Cr, HCO₃²⁻	La réabsorption active du Na ⁺ crée un gradient électrochimique qui est le moteur de la réabsorption passive de ces anions.										
Urée 40-50%	<p>L'urée est filtré au niveau glomérulaire, mais les petites molécules sont réabsorbées après au niveau du TCD.</p> <p>Réabsorption de l'eau \rightarrow \nearrow Concentration de l'urée \rightarrow [Urée]_{filtrat} > [Urée]_{sang} \rightarrow Diffusion de l'urée dans le sang</p>										
Substances non absorbées	<p>Les substances non liposolubles (créatinine, acide urique) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - ne possèdent pas de transporteurs spécifiques - sont trop grosses pour passer la membrane 										

C. LES SECRETIONS TUBULAIRES

Elimination d'ions H ⁺	Formation d'acidité titrable	
	Sécrétion d'ammoniac total	
Sécrétion d'ions NH₄⁺	<p>L'ammoniaque (NH₃, produit de la dégradation des substances azotés, toxique pour le plasma, transporté dans le sang sous forme d'AA (glutamine, acide glutamique)).</p> <p>Dans le TCD, des réactions de désamination et de désamidation le libère. Il s'associe avec un ion H⁺ pour former un ion ammonium NH₄⁺.</p> <p>L'élimination de l'ammoniaque est donc liée à celle des H⁺, mais aussi à la réabsorption de Na⁺ et à la reconstitution de la réserve alcaline.</p>	

IV. FONCTION ENDOCRINE DES REINS

<p>Système - Rénine - Angiotensine - Aldostérone -</p>	<pre> graph TD PA[PA] --> HV[HYPOVOLEMIE] HV --> R[↑ Rénine] R --> AG[Angiotensinogène] AG --> AI[Angiotensine I] AI --> AII[Angiotensine II] AII --> VC[Vasoconstriction] AII --> AC[Corticosurrénales] AC --> ALD[Aldostérone] ALD --> Na[↑ Na+] Na --> H2O[↑ H2O] H2O --> HV VC --> HV </pre>
<p>Erythropoïèse</p>	<p>L'érythropoïétine est une glycoprotéine synthétisée par les cellules endothéliales des capillaires péri-tubulaires du cortex et de la médullaire externe. Elle agit sur la différenciation, la prolifération et la maturation des précurseurs des hématies.</p>
<p>Vitamine D3</p>	<p>Au niveau des cellules du TCD et TCP :</p> <pre> graph TD V25[25(OH)-vitD3] --> V125[1-25-(OH)-vitD3] V25 --> V2425[24-25-(OH)-vitD3] V125 --> R[Régulation de l'équilibre phosphocalcique] V2425 --> R </pre> <p>Rôles de la vitamine D3 active :</p> <ul style="list-style-type: none"> - intestin : augmente ARNm du transporteur calcium - os (avec PTH) : mobilisation calcium osseux - reins : augmente réabsorption du calcium