

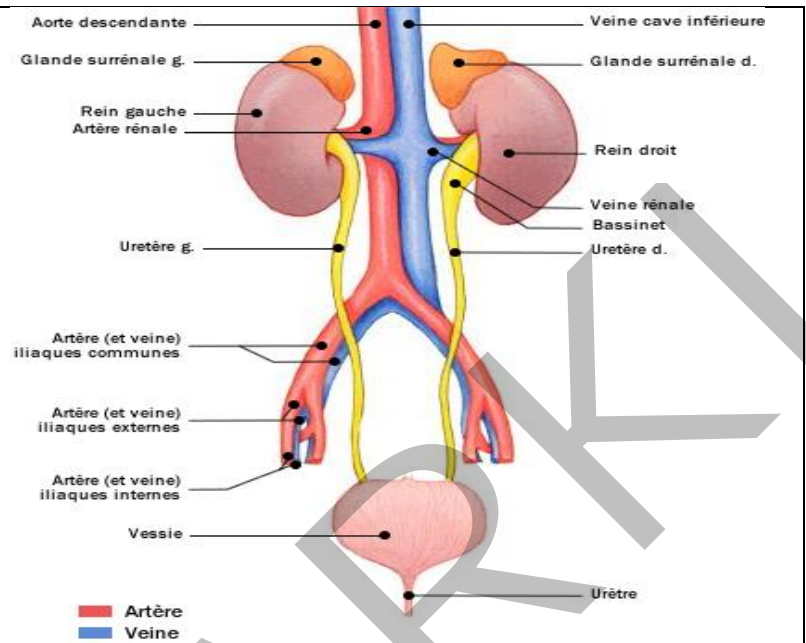
## Le rein

### I- Introduction :

Il est responsable du maintien de l'équilibre hydro électrolytique de l'organisme et de **l'élimination des déchets** sous forme d'urine. Le rein possède également **une fonction endocrine**.

**L'appareil urinaire comprend :** (Figure .1)

- ❖ Les reins : deux organes qui sécrètent l'urine.
- ❖ Les voies excrétrices : qui sont constituées pour chaque rein par :
  - Calices
  - Bassinet
  - Uretère
- ❖ Vessie : c'est un réservoir où s'accumule l'urine.
- ❖ Urètre : qui évacue l'urine.



L'appareil urinaire

Figure .1 : L'appareil urinaire.

### II. Rappel anatomique : (Figure .2)

De teinte rouge brun et de consistance ferme, les reins ont la forme d'un haricot.

Le bord externe est convexe, et l'interne est échancré. A ce niveau se trouve le hile, comblé d'un tissu graisseux de teinte jaunâtre et par où passent les vaisseaux, les nerfs et l'uretère.

Ils sont enveloppés d'une capsule conjonctive et entourés par du tissu adipeux.

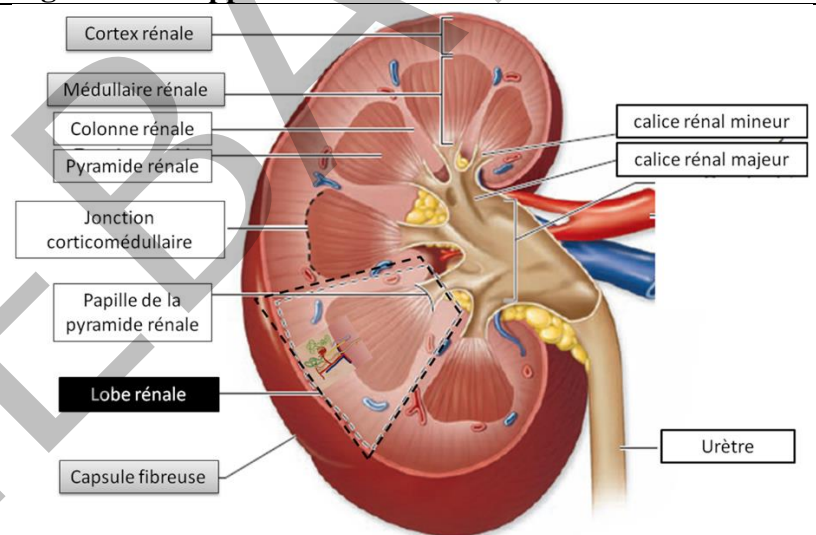


Figure .2 : Coupe longitudinale au niveau du rein.

### III. Organisation général : (Figure .3)

Sur une coupe longitudinale, à l'état frais, on distingue sous la **capsule conjonctive** successivement, en partant de la concavité :

Le hile : contient le bassinets. Celui-ci est une cavité de forme conique qui se prolonge à l'intérieur du rein par 2 ou 3 grands calices. Ces derniers se ramifient en 8 à 18 petits calices. Le parenchyme rénal est divisé en deux zones :

- **La médullaire.**
- **La corticale.**

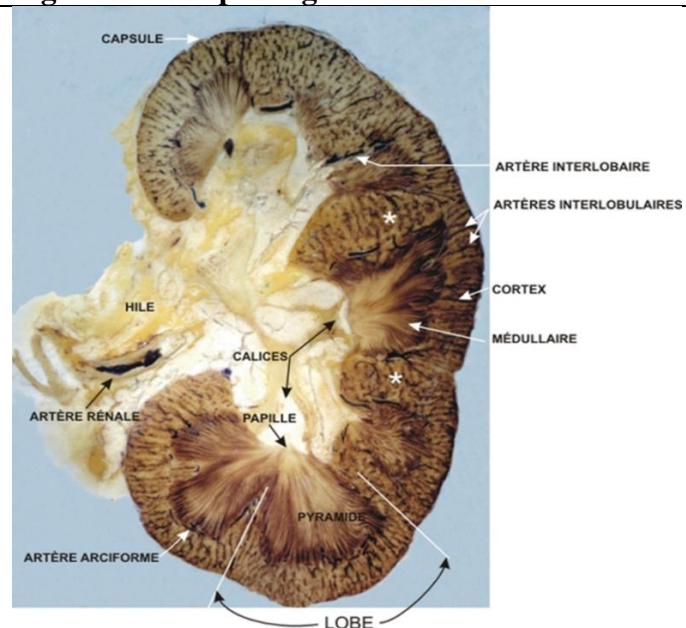


Figure .3 : Coupe longitudinale du rein à l'état frais.

## 1- Médullaire rénale (Figure .4)

C'est une région discontinue de topographie profonde disposée en deux portions :

- l'une affectant sur les coupes, l'aspect de territoires triangulaires à base externe :

**les pyramides de Malpighi.**

- l'autre plus périphérique est représentée par de fins prolongements qui paraissent implantés sur la base de la pyramide. On désigne cet ensemble sous le nom d'irradiations médullaires ou encore

**pyramides de Ferrein.**

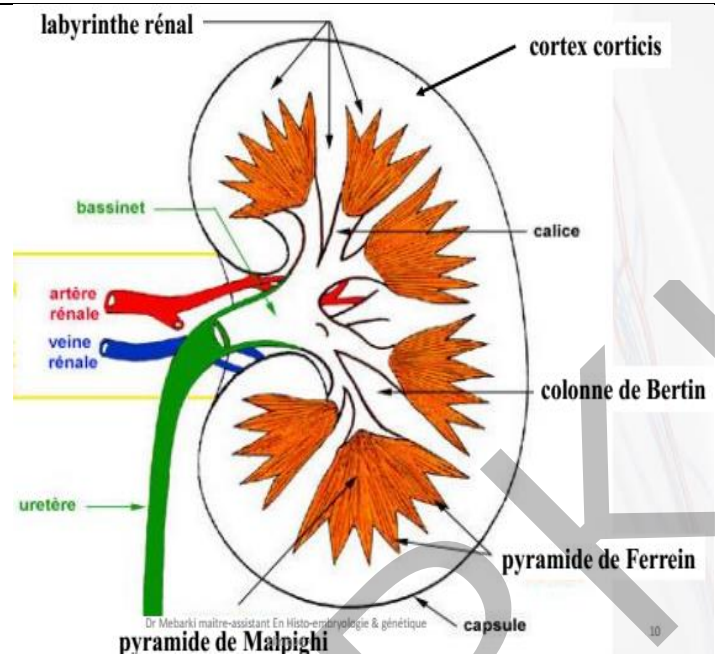


Figure .4 : représentation schématique d'une coupe longitudinale au niveau du rein.

## 2- Corticale rénale (Figure .4)

C'est une région d'allure dentelée, de topographie plus superficielle. La corticale comprend deux parties :

- l'une périphérique, située en dehors et entre les pyramides de Ferrein : **le labyrinthe rénal**. Sa portion superficielle se nomme cortex corticis.

- l'autre agencée en rayons de roues convergeant vers le hile du rein. Il s'agit **des colonnes de Bertin** séparant les pyramides de Malpighi ; Le hile du rein est occupé par une partie des voies excrétrices. **Les petits calices**, répondant chacun à une **pyramide de Malpighi**, forment par leur groupement **les grands calices**. Ces derniers se réunissent pour constituer **le bassinnet**.

## Lobe et lobules : (Figure .5)

□ **Lobe** (8 à 18 lobes):

- Un petit calice.
- Pyramide de Malpighi.
- 2 demi-colonnes de Bertin.
- les pyramides de Ferrein et le parenchyme cortical en rapport.

□ **Lobules** (fonctionnel):

- une pyramide de Ferrein
- le parenchyme cortical adjacent.

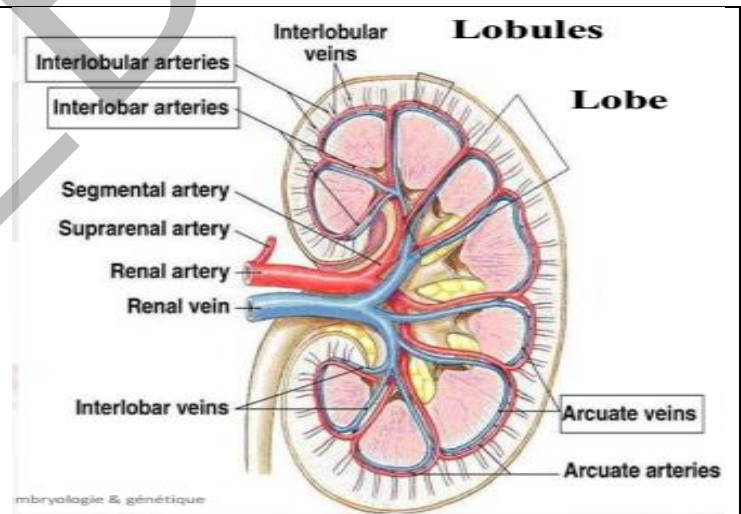


Figure .5 : Lobe et lobules.

## IV. Structure histologique :

### IV.I. La capsule d'enveloppe :

Elle de nature conjonctive et fibreuse faite les fibrocytes, les fibres élastiques et les fibres collagènes et quelques fibres musculaires lisses, des vaisseaux sanguins et des fibres nerveuses.

### IV.II. Le parenchyme rénal :

Le parenchyme rénal est constitué par :

- A- Les tubes urinifères**, constitué par :
- 1- les néphrons.
  - 2- les canaux collecteurs de Bellini.

- B- L'Interstitium** est constitué de :
- 1- tissu conjonctif.
  - 2- fibres nerveuses.
  - 3- vaisseaux sanguins.

## A- Tube urinaire : (Figure .6)

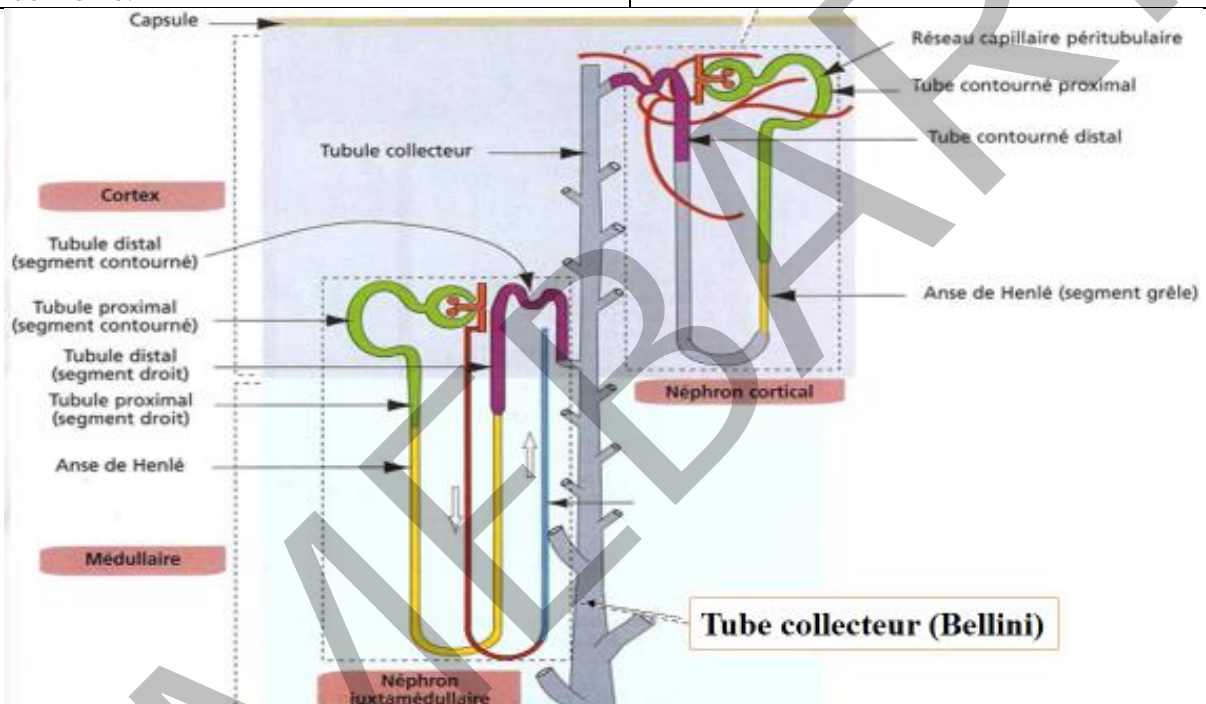


**1- Néphrons** (2,5 millions pour les deux reins) représente l'unité morpho fonctionnelle du rein, Ce sont des tubes longs de 50 à 55 mm au trajet tortueux et comportant plusieurs portions :

- Le glomérule ou corpuscule de Malpighi (glomérule rénal).
- Tube contourné proximal.
- Anse de Henlé.
- Tube contourné distal.

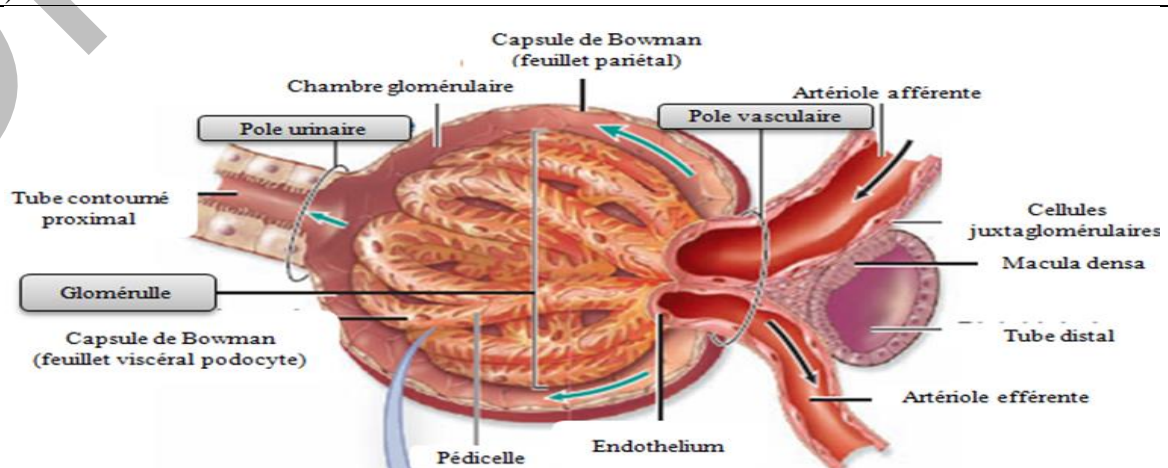
On a deux types de **néphrons : corticaux et juxtamédullaires**.

Néphrons juxtamédullaires	Néphrons corticaux
<p>Le <b>corpuscule rénal</b> de chaque néphron juxtamédullaire est situé dans la <b>région du cortex</b> proche de la médullaire. Son <b>anse de Henlé</b> est <b>plus longue</b> et s'étend dans la <b>profondeur de la médullaire</b>.</p> <p>L'artériole glomérulaire efférente se divise en anses vasculaires appelées vasa recta. Les vasa recta descendent dans la médullaire et forment un réseau capillaire entourant les canaux collecteurs et les branches de l'anse de Henlé.</p>	<p>Le <b>corpuscule rénal</b> de chaque néphron cortical est situé dans la <b>région externe du cortex</b>. Son <b>anse de Henlé</b> est <b>courte</b> et <b>ne pénètre pas dans la médullaire</b>.</p> <p>L'artériole glomérulaire efférente se ramifie en un réseau capillaire péri tubulaire, entourant les segments contournés de ce néphron et des néphrons voisins.</p>

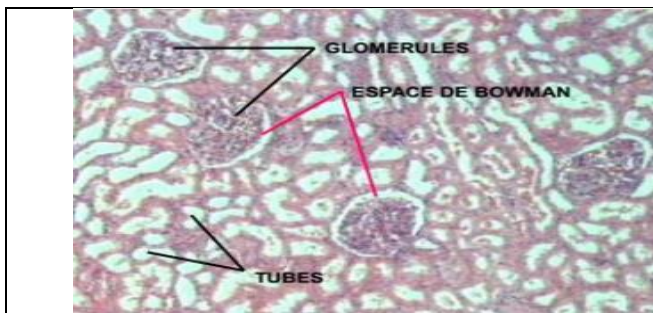


**Figure .6 : Les néphrons : corticaux et juxtamédullaires.**

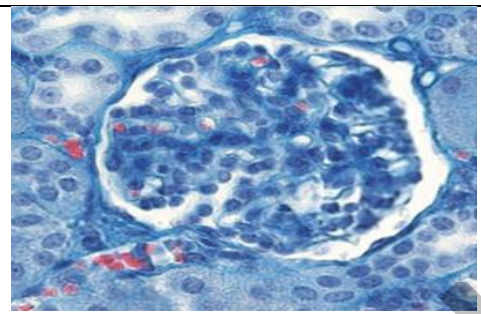
**a) Le glomérule ou corpuscule de Malpighi (glomérule rénal) :** (Figure.7) Il est situé en zone corticale et est le point de départ du néphron. C'est le lieu de la filtration. C'est une vésicule sphérique de diamètre variable (175 - 200  $\mu\text{m}$ ). Elle possède **deux pôles**, un **pôle vasculaire** avec une artère afférente qui se divise en 4 à 6 branches donnant naissance aux capillaires glomérulaires « **Le peloton vasculaire** » (2) et une artère efférente ; **pôle urinaire** formé par le tube contourné proximal, le tous entourée d'une capsule fibreuse « **capsule de Bowman** » (1).



**(Figure.7a)**



(Figure.7 b)



(Figure.7 c)

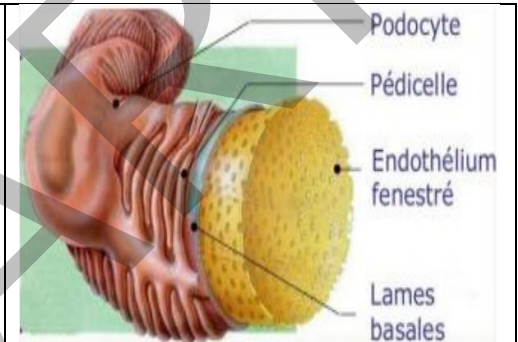
**Figure.7 : Glomérule rénal. (a : représentation schématique/ b-c : coupe histologique).**

**(1) capsule de Bowman :** c'est une capsule fibreuse (tissu conjonctif dense) tapissée d'un épithélium : un feuillet pariétal qui forme la limite interne de la capsule ; un feuillet viscéral qui recouvre les capillaires ; entre les deux feuillets : chambre glomérulaire (ou chambre urinaire) qui se prolonge au niveau du pôle urinaire.

**1- Feuillet pariétal (externe) :** cellules aplaties endothéliformes discontinues, pauvres en organites, riches en vésicules de pinocytose. Au pôle urinaire ce feuillet est en continuité avec l'épithélium du tube contourné proximal. A l'autre pôle, le feuillet pariétal se réfléchit sur le feuillet viscéral.

**2- Feuillet viscéral (interne) :** (Figure.8)

A ce niveau, les cellules épithéliales recouvrent le glomérule. Elles se modifient considérablement, ce sont « **les podocytes** » car elles possèdent des prolongements cytoplasmiques en forme de **pièdes**, les **pedicelles** en contact avec les anses vasculaires. Les podocytes sont des cellules aplaties, à **noyau ovoïde** qui bombe dans la chambre glomérulaire. **Le rôle des podocytes est d'assurer la filtration du plasma sanguin à travers leurs pedicelles.** Ces derniers forment un **filet qui retient les globules rouges et les protéines** pour les empêcher d'être excrétés avec l'urine.


**Figure.8 : Feuillet viscéral.**

**(2) Le peloton vasculaire :** (Figure.8-9)

Le peloton vasculaire est formé par **une artère afférente** (diamètre de 50  $\mu\text{m}$ ) qui pénètre par **le pôle vasculaire** pour se diviser en 4 à 6 branches (25 à 30  $\mu\text{m}$  de diamètre). Celles-ci donnent naissance aux **capillaires glomérulaires**. Largement de 5 à 15  $\mu\text{m}$ , c'est des **capillaires fenestrés**. A l'intérieur du corpuscule, les capillaires restent associés, par groupe de 3 ou 4 pour former des anses glomérulaires dont l'axe est constitué par le **mésangium**. **Le mésangium** associe :

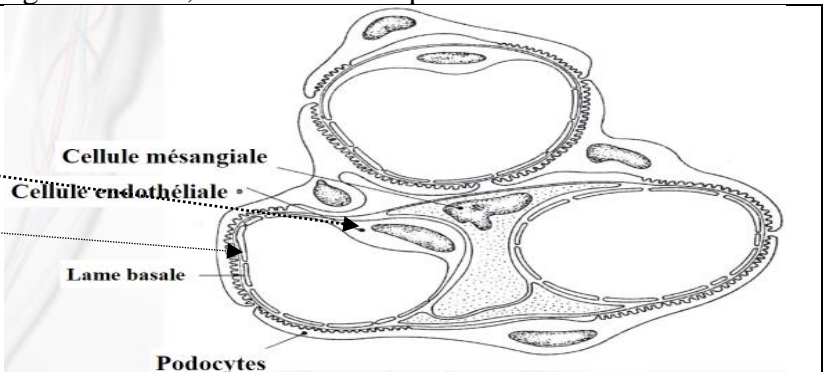
- Une matrice conjonctive **amorphe**,
- Des **cellules mésangiales** mise en évidence par microscopie électronique représente le troisième type de cellules glomérulaires en dehors des cellules endothéliales et des podocytes, de forme irrégulière, ont des prolongements qui s'insinuent entre les capillaires, renferment des filaments intra-cytoplasmiques, et ont des propriétés phagocytaires. Ces cellules se rapprochent des péricytes et peuvent participer à l'élimination de certaines grosses molécules pouvant se déposer sur la lame basale.

**Une lame basale** continue et épaisse de 250 à 400 nm sépare les podocytes des cellules endothéliales des capillaires. Elle comprend une couche centrale dense (lamina densa), entourée de deux couches latérales plus claires. Cette lame basale, dont l'élaboration et l'accroissement sont en partie contrôlés par les podocytes, joue un rôle majeur dans la sélectivité de la filtration glomérulaire, notamment aux protéines.

#### En résumé :

La barrière de filtration : est composée par trois couches :

- 1- l'endothélium fenestré des capillaires.
- 2- la lame basale.
- 3- les fentes de filtration formées par les podocytes.


**Figure.9 : Figure : Anse vasculaire en coupe transversal**



**b) Tube contourné proximal (TCP):** (Figure .6-10)

Il débute au niveau du **pôle urinaire** du corpuscule de Malpighi. D'un diamètre **assez large** (50 à 65  $\mu\text{m}$ ), il possède un **trajet sinueux** qui le fait tout d'abord monter vers la capsule puis redescendre vers la médullaire, en restant toutefois toujours à proximité du corpuscule dont il est issu. Il se termine par une portion rectiligne, ou tube de Schachowa, qui se raccorde au segment suivant du néphron (anse de Henlé).

Sur une coupe transversale, il apparaît constitué de 5 à 6 cellules **d'aspect pyramidal « néphrocytes »** à noyau clair entourées d'une membrane basale PAS+ avec un appareil de Golgi supra nucléaire :

**Au pôle apical** : il existe une différenciation de la membrane plasmique dite **bordure en brosse**, PAS+, riche en enzymes (phosphatase alcaline, anhydrase carbonique, ATPases, etc.).

**Au pôle basal** : l'hématoxyline ferrique met en évidence des mitochondries selon le grand axe de la cellule : ce sont **les bâtonnets de Heidenheim**.

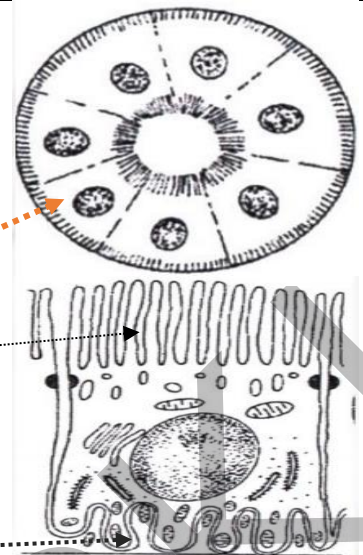


Figure.10 : Tube contourné proximal.

**c) Anse de Henlé :** (Figure .11)

- Diamètre réduit par rapport au tube proximal.
- Dessine un U allongé.

- Formé de la branche descendante et ascendante.

L'anse de Henlé comprend une branche grêle et une branche épaisse.

○ **Aspect histologique des portions grêles** : **cellules endothéliformes** unies par jonctions serrées ; quelques microvillosités courtes au pôle apical.

○ **Aspect histologique des portions larges** : **épithélium cubique** où cellules contiennent de nombreuses mitochondries ; quelques microvillosités au pôle apical et de nombreux replis au pôle basal.

Médullaire Corticale

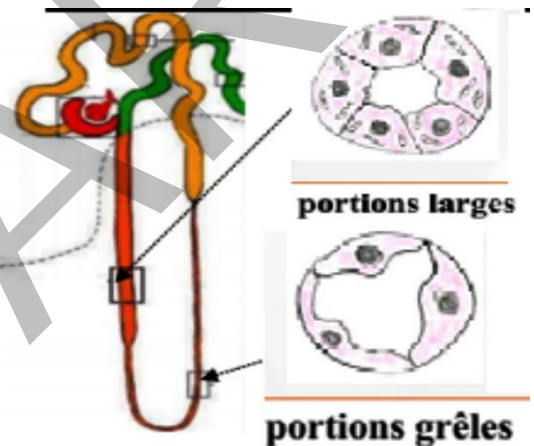


Figure .11 : Anse de Henlé.

**d) Tube contourné distal (TCD) :** (Figure .12)

- Prolonge la branche ascendante de l'anse de Henlé et se trouve au contact de son glomérule d'origine où il entre en contact avec l'artériole afférente pour former l'appareil juxtaglomérulaire.

- Moins long, moins large, moins contourné que le tube proximal.

- **Structure** : **Epithélium cubique** formé de 6 à 8 cellules, **sans bordure en brosse** (microvillosités plus rares, plus petites) ; quelques vésicules apicales, des **mitochondries au pôle basal en quantité moindre**.



Figure .12 : Anse de Henlé.

**Appareil juxta glomérulaire**

Il est situé au niveau du pôle vasculaire du glomérule. Il est formé de trois composants : (Figure .13)

- cellules spécialisées de l'artère afférente (cellules myoépithélioïdes de Ruyters).
- cellules mésangiales du lacis.
- cellules de la macula densa du tube distal.

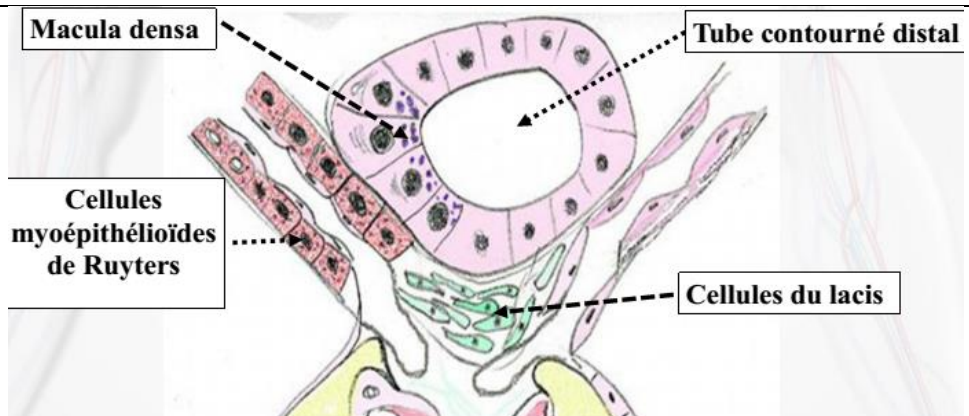


Figure .13 : Appareil juxta glomérulaire.

### ❖ Artère afférente glomérulaire :

- Cellules musculaires lisses de la média = cellules myoépithélioïdes de Ruyters
- Contiennent des myofibrilles et des grains de sécrétion (PAS+), élaborent la rénine.
- La limitante élastique interne devient lame basale.
- Artère efférente glomérulaire : délimite l'espace triangulaire de l'appareil juxta glomérulaire. Ne subit pas de modification.

### ❖ Cellules du lacis :

Cellules mésangiales extra glomérulaires disposées en pile, séparées les unes des autres par une lame basale noyau allongé, cytoplasme ovoïde, peu d'organites nombreux systèmes de jonction de type gap entre elles et avec mésangium.

### ❖ Macula densa :

Cellules de la paroi du tube contourné distal:

- Elles deviennent hautes et étroites en regard de l'artère afférente.
- Elles possèdent des granulations apicales, un appareil de Golgi infra-nucléaire, des microvillosités apicales et un cil vibratile.
- Ces cellules sont sensibles aux ions  $Cl^-$  : agit par contrôle de la contraction de l'artériole afférente (régule la filtration du glomérule).

### ✚ Rôle :

#### ➤ Elaboration de la RENINE:

Par les cellules myoépithéliales de l'artère afférente. La rénine agit sur l'angiotensinogène qu'elle transforme en angiotensine I. Celui-ci est transformé par une enzyme de conversion en angiotensine II : agent vasoconstricteur et qui stimule la sécrétion de l'aldostérone (minéralocorticoïde produit par la corticosurrénale). L'aldostérone agit grâce à un récepteur spécifique « récepteur minéralocorticoïde » dont la fonction essentielle est la régulation de la balance hydro-sodée (réabsorption active de sodium et passive d'eau) et en conséquence de la pression artérielle qui lui est liée. Ce récepteur est exprimé au niveau du tubule contourné distal du rein. On retrouve également des récepteurs au niveau :

- Des cellules épithéliales du colon (absorption de sodium).
- Du système nerveux central (hippocampe, régulation de l'appétit sodé).
- Des cellules musculaires lisses des vaisseaux (régulation de la pression artérielle).
- Des cellules cardiaques.

➤ Barorécepteurs au niveau des cellules myoépithélioïdes : quand la pression artérielle baisse, sécrétion de rénine.

➤ Action sur tubes distaux (augmentation absorption ions  $Na^+$  et  $Cl^-$ ) => augmentation du volume sanguin => augmentation de la pression artérielle.

## 2- les canaux collecteurs de Bellini : (Figure .6)

- Sont situés dans les pyramides de Ferrein.
- Descendent de façon rectiligne vers la médullaire en augmentant progressivement leur diamètre.
- Confluent progressivement ; une dizaine de canaux qui s'ouvrent dans les petits calices.

Aspect : paroi formée de cellules cubiques hautes puis prismatiques. (Figure .14) En techniques spéciales : deux types de cellules ont été mis en évidence :

- Cellules claires ou cellules principales : Elles sont nombreuses et pauvres en organites et rares microvillosités apicales.

Elles sont dotées d'une pompe à sodium.

- Cellules sombres ou intercalées : Sont plus riches en organites (ribosomes mitochondries, vacuoles) ; membrane basale plissées et microvillosités apicales. Possèdent une pompe à protons.

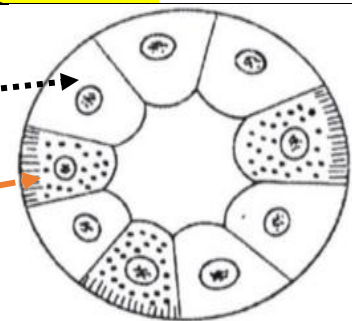


Figure .14 : Structure histologique des tubes collecteurs ou tubes de Bellini.

## B- Interstitium rénal : Il comprend :

### 1- tissu conjonctif

La capsule est faite d'une lame collagène fine et résistante. Elle envoie dans le parenchyme rénal, des prolongements grêles qui l'unissent à lui. Ces prolongements de la capsule réalisent un discret feutrage entre les tubes et autour des vaisseaux.

### 2- fibres nerveuses



Ce sont des fibres amyéliniques vasomotrices, et myélinisées sensibles pour la capsule.

### 3- vaisseaux lymphatiques et sanguins (Figure .15)

La vascularisation lymphatique est peu développée ; les vaisseaux lymphatiques sont situés dans l'interstitium et suivent les vaisseaux arciformes et inter lobulaires. Dans la médulla, ils ont un trajet parallèle aux vasa recta. Les reins reçoivent 1,2 litre de sang par minute, c'est-à-dire environ un quart du débit cardiaque destiné aux 2 réseaux capillaires présents dans l'organe :

- Réseau capillaire porte du glomérule pour la filtration.
- Réseau capillaire post-glomérulaire pour la réabsorption.

Chaque artère rénale (droite ou gauche) pénètre dans le hile du rein homologue et s'y divise en artères interlobaires ; celles-ci remontent dans les colonnes de Bertin jusqu'à la corticale et à ce niveau elles donnent des branches ; les artères arciformes (arquées), qui s'infléchissent à angle droit et cheminent entre médulla et corticale.

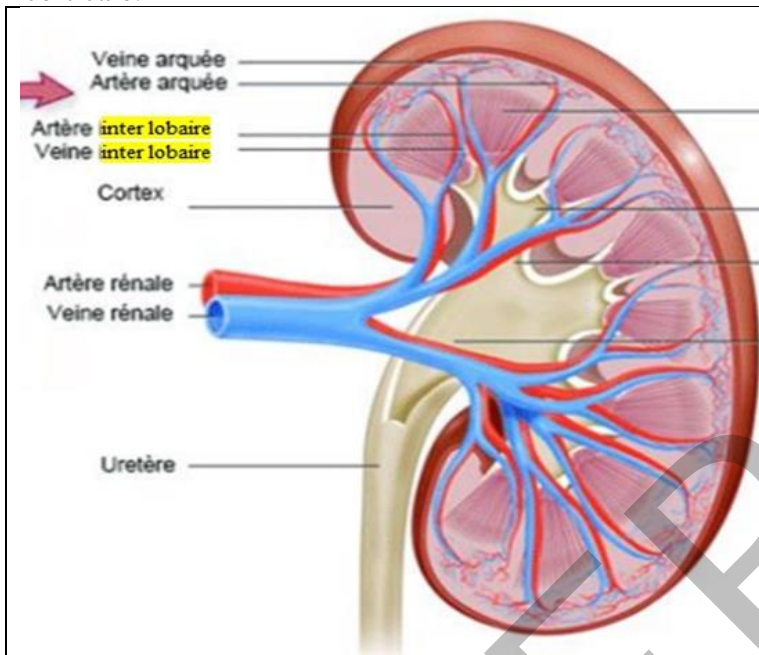


Figure .15 : Vascularisation rénale.

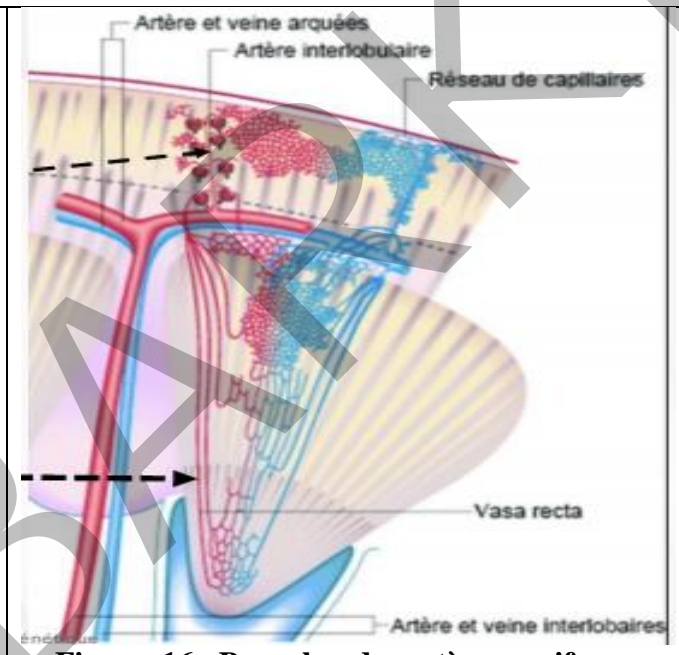


Figure .16 : Branches des artères arciformes.

Les artères arciformes (arquées) donnent des branches : (Figure .16)

- Artères interlobulaires (radiées) qui cheminent verticalement dans la corticale entre les pyramides de Ferrein.
- Artères droites pour la médulla (vasa recta).

A partir des artères interlobulaires naissent les artères afférentes qui abordent les glomérules de Malpighi par leur pôle vasculaire formant les réseaux capillaires glomérulaires d'où émergent les artères efférentes. (Figure.7a)

Le retour veineux est calqué sur la circulation artérielle, les veines interlobulaires drainent le sang des veines étoilées (la partie superficielle du cortex) et les veinules corticales profondes, elles se jettent ensuite dans les veines arquées qui reçoivent aussi les veines droites (vasa recta). Les veines arquées convergent vers les veines interlobaires puis la veine rénale.

### V. Histophysiologie du rein : Deux fonctions :

1- Assurent la filtration du plasma sanguin, réabsorption et sécrétion tubulaires = La production de l'urine.

2- Fonction endocrine.

#### 1-La production de l'urine :

##### a) La filtration glomérulaire :

\* Elle produit 172 L d'urine primitive par 24 h. Elle est iso-osmolaire par rapport au plasma sanguin et riche en petites molécules.

\* 99 % de son volume sera réabsorbé dans la suite du tube urinaire.

##### b) La réabsorption tubulaire :

##### - Tube contourné proximal :

85% de l'eau et Na<sup>+</sup>, 90% de potassium, des protéines (pinocytose) et de la totalité du glucose.

##### -Anse de Henlé :

\* Au niveau de la branche descendante : l'eau et Na<sup>+</sup> diffusent librement.

\* Au niveau de la branche ascendante : imperméable à l'eau.

##### - Tube contourné distal :

- Site d'action de l'aldostérone, Il réabsorbe le sodium tandis qu'il excrète les ions  $H^+$  et  $K^+$ . L'activité au niveau du tube assure le maintien de l'équilibre acido-basique par excrétion d'ions  $H^+$ .

**- Tube collecteur :**

- site d'action de l'hormone antidiurétique (ADH) : urine hypertonique.

**2- Fonction endocrine :**

**2-1-L'élaboration de la rénine**

Voire chapitre « l'appareil juxta-glomérulaire ».

**2-2-La transformation de la vitamine D:**

Les cellules tubulaires du rein transforment la 25-hydroxycholecalciférol en 1- 25 dihydroxycholecalciférol (forme active de la Vitamine D).

**2-3-Sécrétion d'Érythropoïétine (E P O) :**

L'érythropoïétine induit la prolifération et différenciation des érythrocytes au niveau de la moelle osseuse.

**2-4-Prostaglandines :**

Les cellules interstitielles, surtout celles de la zone médullaire, produisent des prostaglandines, principalement de la  $PgE2a$ . Celle-ci augmente localement le flux sanguin dans la médullaire et dans les glomérules voisins.

**VI. Application clinique : L'insuffisance rénale aiguë :**

Est l'état pathologique résultant de la baisse brutale du débit de filtration glomérulaire, d'une rétention des déchets azotés (urée, créatinine), d'une oligurie.

Étiologie :

- Nécrose tubulaire aiguë.
- Glomérulonéphrite.
- Médicaments (anti-inflammatoires non-stéroïdiens).
- Hypoperfusion rénale, Hypovolémie.

**Références bibliographiques :**

1. J.Poirier & al. Histologie les tissus.3 ed Masson.2006.
2. Jean-Pierre Dadoune. Histologie de la biologie à la clinique. Médecine sciences Flammarion. 2000.
3. Kierzenbaum .Histologie et Biologie Cellulaire. de boeck. 2002.
4. LESLIE P. GARTNER. Color Atlas and Text of Histology. 6 ed Lippincott Williams & Wilkins.2014.
5. Marc maillet .Histologie des organes. Edition études vivantes. 1980.
6. STEVENS,LOWE. HISTOLOGIE HUMAINE. DeBoeck Université.1997.