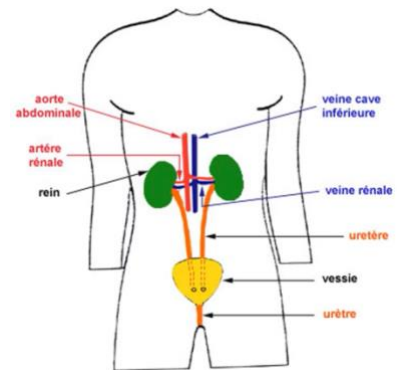


TISSU RÉNAL

I. Généralités

Le système urinaire est composé des **reins** qui sont responsables du phénomène de filtration. Il existe également à ce niveau des phénomènes de sécrétion et de réabsorption.

La vessie présente une fonction de réservoir et un rôle de stockage de l'urine. Les uretères et l'urètre ont des fonctions de conduction de l'urine.



Les reins :

→ Vont être responsables du maintien de **l'homéostasie** afin de maintenir **l'équilibre hydroélectrolytique** de l'organisme et également **l'équilibre acido-basique** en régulant les concentrations **d'électrolytes** (notamment le sodium, le calcium, le potassium et le chlore). Les reins sont également responsables du phénomène de **réabsorption** de petites molécules (les acides aminés, le glucose et les peptides).

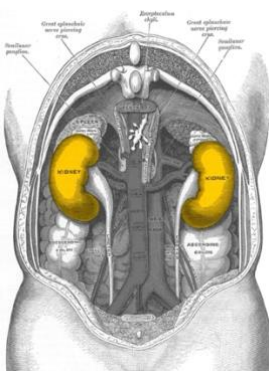
→ Possèdent des **fonctions hormonales** et donc des **fonctions endocriniennes** avec des sécrétions d'hormones (notamment la **rénine** impliquée dans les phénomènes de régulation du volume extracellulaire et de régulation de la pression artérielle).

On observe également au niveau du tissu rénal une **sécrétion d'érythropoïétine** qui va stimuler la maturation des globules rouges au niveau de la moelle osseuse.

→ Les reins vont également être impliqués dans des phénomènes **d'élimination** des **déchets endogène**. Ces déchets peuvent provenir de différents métabolismes.

→ Les reins vont être impliqués dans la **détoxification et l'élimination** des **déchets exogènes** (pouvant être des toxines, des antibiotiques, des médicaments et leurs métabolites).

Sur le plan anatomique, les reins sont des organes pairs (un de chaque côté). Ils vont être entourés de tissu cellulo-gras, vont être localisés avec **la glande surrénale** dans un sac fibreux, leur localisation est sous diaphragmatique et ils vont être en position supérieure dans l'espace rétropéritonéal de part et d'autre de la colonne vertébrale.

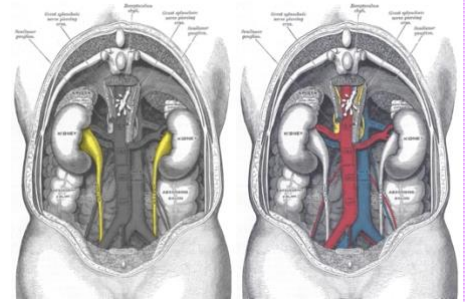


On retrouve les reins en jaune avec les surrénales localisées juste au-dessus des reins, sous le diaphragme et de part et d'autre de la colonne vertébrale (qui est en position centrale derrière les gros vaisseaux).

Les reins ont grossièrement une forme de haricot, ils sont donc **arciformes**. Ils font environ 12 centimètres dans leurs grands axes par 6 par 3 centimètres.

Ils vont être chacun vascularisés par **l'artère rénale**, qui est issue de **l'aorte abdominale**, et par **la veine rénale**, qui va se jeter dans **la veine cave inférieure**.

Le hile est la partie centrale médiane du rein. A son niveau, on retrouve une veine rénale, une artère rénale et le bassinet (qui va se jeter dans l'uretère).



II. L'organisation tissulaire

Ce tissu rénal va être divisé en deux zones :

- Le **cortex**
- La **médullaire**

A. La médullaire

La médullaire va présenter un aspect **strié**, elle va avoir une coloration rouge foncée dans sa partie externe et va être plus pâle dans sa partie interne, celle-ci étant disposée de manière concentrique autour du sinus (le sinus étant la partie centrale du rein).

La médullaire correspond donc à cette zone claire (entourée en bleu) en regard du sinus et du hile (cercle rouge).

On retrouve un aspect plus clarifié de cette médullaire par rapport à la partie externe qui est plus foncée.

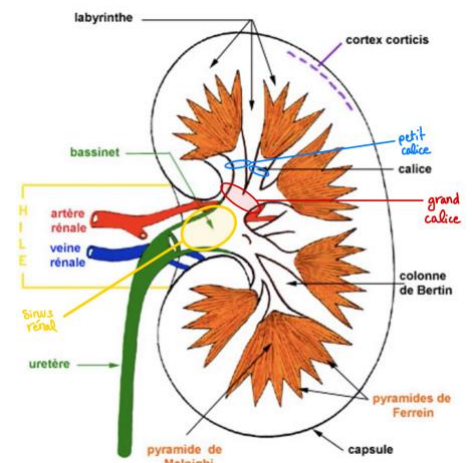


Cette médullaire est en forme de **triangle**, dont la pointe est disposée vers la partie centrale du rein et correspond à ce que l'on appelle **les pyramides rénales** ou **pyramides de Malpighi**. Ce sont des **structures coniques**, on en retrouve 8 à 18 par rein.

La base des pyramides est parallèle au **bord convexe** du rein (donc à la partie externe du rein) et **les pointes** vont être dirigées vers la partie **centrale**, ces pointes étant appelées « **papilles** ». Au niveau de chaque pointe, on va retrouver **un petit calice**.

Vue schématique avec la médullaire schématisée en orange et correspondant donc à ces structures (ici en 2D) triangulaires, ces triangles correspondent en réalité à des pyramides (puisque le tissu est en 3D).

Il existe des **petits calices**, qui vont être branchés sur le **sommet des pyramides**. Ces petits calices vont converger pour former des **grands calices**, on en retrouve 3 par rein. Ces grands calices vont former **le bassinet**.



La médullaire est également constituée par les **irradiations médullaires** (ou **radiations médullaires**), également appelées **pyramides de Ferrein**. Ces irradiations médullaires vont partir de la base des pyramides de Malpighi pour **s'infiltrer dans la cortical**.

B. La cortical

La cortical va donc correspondre à la partie **périphérique**, son épaisseur est de l'ordre de 1 centimètre.

Macroscopiquement, celle-ci va prendre un **aspect granuleux**.

Cette corticale est composée :

- Du **labyrinthe** qui va être localisé entre les irradiations médullaires
- Des **colonnes de Bertin** qui sont localisées entre les pyramides rénales (donc entre les pyramides de Malpighi).

Cette corticale est donc localisée au niveau **des colonnes de Bertin, du labyrinthe** (localisé entre les pyramides Ferrein) et en périphérie **entre les pyramides de Malpighi et la capsule** (qui correspond à la partie toute périphérique du rein).

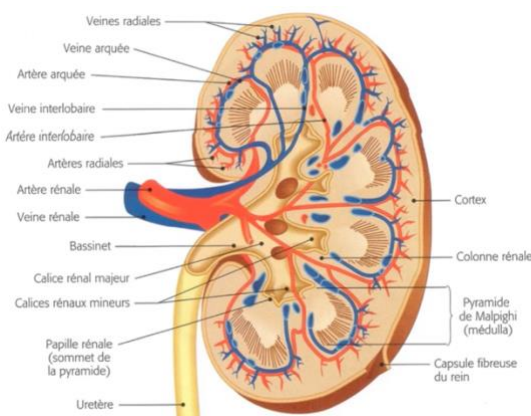
C. Le sinus rénal

Le sinus rénal va donc correspondre à la partie **interne**, centrale. Il va contenir **les petits calices, les grands calices, le bassinnet** ainsi que **la partie initiale de l'uretère**. Ce sinus rénal va correspondre à un tissu conjonctivo-gras qui va également comporter les artères et veines rénales, les branches de ces vaisseaux et également des vaisseaux lymphatiques ainsi que des faisceaux nerveux.

III. Vascularisation du rein

Dans l'ordre, la vascularisation :

- Commence par une perfusion issue de **l'artère rénale**.
- Ces artères rénales vont se subdiviser en **artères interlobaires** qui vont cheminer dans les colonnes de Bertin jusqu'à la jonction entre la médullaire et le cortex.



- Puis ces artères interlobaires vont donner des **artères arquées** qui vont être localisées au niveau de la base des pyramides rénales et qui ont donc un cheminement parallèle à la capsule rénale.

- Ensuite, on retrouve les **artères interlobulaires** qui vont remonter dans la cortical entre les irradiations médullaires.

- Puis on retrouve les **artérioles afférente**,
un réseau de **capillaires anastomosés**,

- **l'artériole efférente**,

- puis les **vaisseaux droits** qui vont cheminer dans la médullaire ou bien les **capillaires péritubulaires** qui vont peu cheminer dans la corticale.

Les artérioles afférentes, le réseau de capillaires anastomosés et l'artériole éfferente ont un trop petit calibre et ne sont donc pas vu sur le schéma.

Récap :

Artère rénale → artères interlobaires → artères arquées → artères interlobulaires → artérioles afférentes → capillaires anastomosés → artériole éfferente → vaisseaux droits ou capillaires périlitubulaires

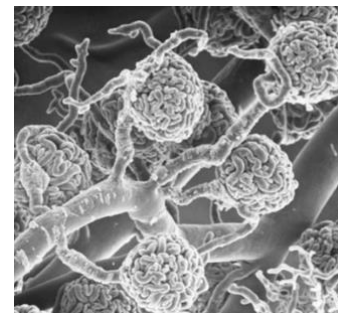
La **perfusion** du parenchyme rénal est une perfusion de **type terminale**.

Photo d'un moulage avec en bleu les structures vasculaires et en orange les voies excrétrices urinaires.

On voit ce réseau de vaisseaux qui s'enfonce dans le rein avec des vaisseaux de calibre de plus en plus petit jusqu'à, des tout petits vaisseaux



Autre vue ici à plus fort grossissement, en microscopie optique, avec une artère interlobulaire > une artériole afférente > un réseau de capillaires > une artériole éfferente (qui va être issu de ce réseau de de capillaires).



(Idem que précédemment mais en ME)

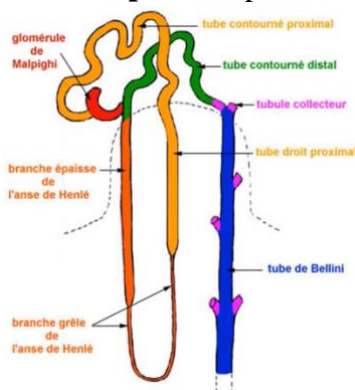
IV. Le néphron

Le **néphron** représente **l'unité structurale et fonctionnelle** du rein.

La majeure partie est localisée dans le **cortex rénal** et on observe environ un million de néphrons par rein.

Le néphron est constitué du **corpuscule de Malpighi** (ou **glomérule**), des **tubes proximaux**, des **tubes intermédiaires**, des **tubes distaux** et du **segment d'union**.

Dans la corticale, on retrouve les **corpuscules rénaux**, les **tubes contournés proximaux** et distaux et une partie des tubes collecteurs.



V. Le glomérule

Les glomérules sont essentiellement localisés dans **la cortical**. Il s'agit de petites vésicules sphériques présentant un diamètre de l'ordre de 200 à 300 microns. Ils sont localisés préférentiellement dans **les cortex superficiel ou moyen** (pour 80 % d'entre eux). Les 20 % restants sont retrouvés dans le cortex adjacent à la zone médullaire.

Photo en MO, agrandissement intermédiaire de glomérules au sein du cortex, ce sont les structures rondes.

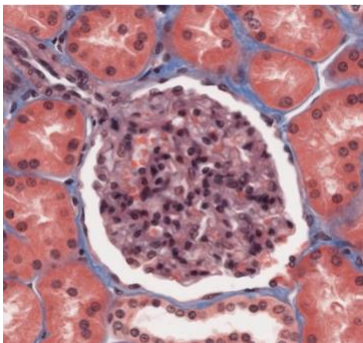
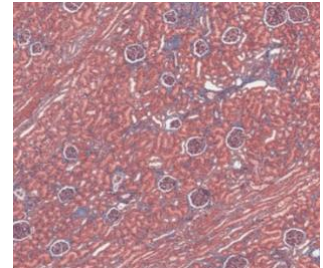
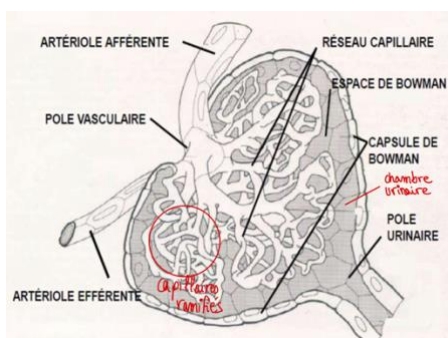
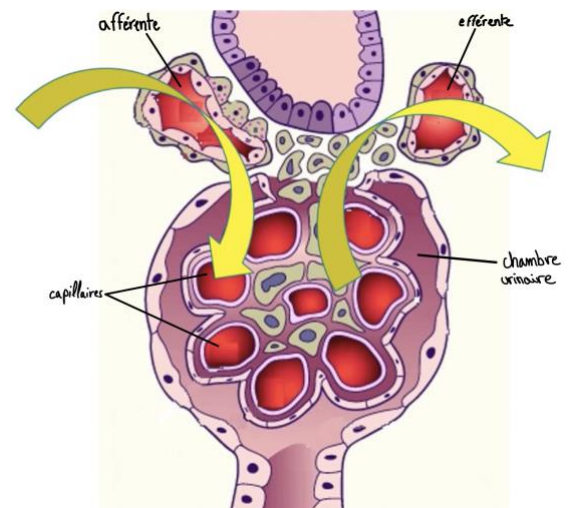


Photo à plus fort grandissement avec ce glomérule, sous forme d'une structure ronde en 2D, qui correspond donc à une vésicule sphérique.

Ces glomérules vont comporter **des artérioles afférentes et efférentes**.

On a donc une artériole afférente qui va rentrer dans le glomérule et une artériole efférente qui va sortir du glomérule.

Entre ces artérioles afférentes et efférentes, on retrouve un groupement de capillaires, que l'on appelle **le floculus**. Et on retrouve également **la chambre urinaire**.



(Autres images sur le glomérule avec l'artériole afférente, le réseau de capillaire et la chambre urinaire)

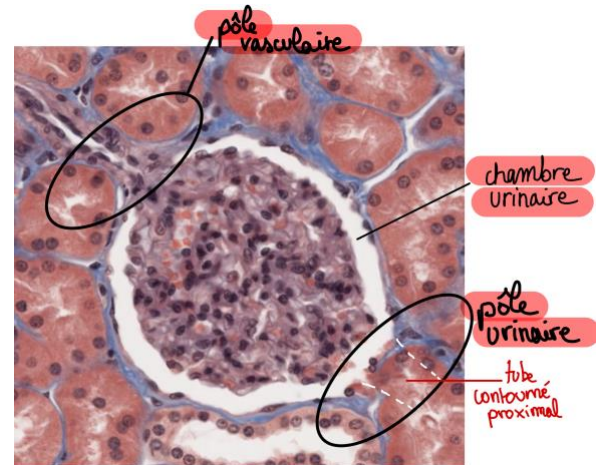
A. Pôle vasculaire

Le glomérule va donc présenter un **pôle vasculaire** qui correspond à la zone où arrive l'artériole afférente et au niveau de laquelle part l'artériole efférente. Cette artériole afférente va pénétrer

dans le glomérule, se diviser en plusieurs branches (4 à 6) pour donner des capillaires anastomosés et ramifiés en un réseau serré.

Puis ces capillaires vont converger pour former l'artériole efférente qui va donc sortir du glomérule.

Autour du floculus (autour de la partie centrale), on retrouve **la chambre urinaire** qui va contenir l'urine primaire/primitive résultant de la filtration. Cette chambre urinaire est en liaison directe avec le premier élément du réseau de tube, **le tube contourné proximal** (au niveau du pôle urinaire).

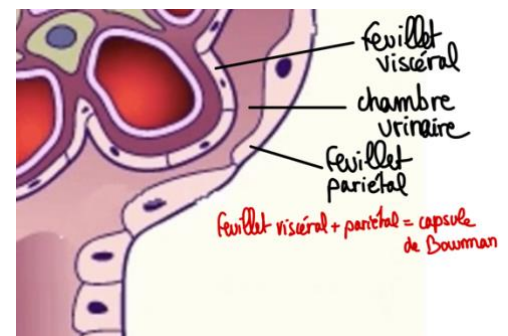


On voit ici **le pôle vasculaire** d'un côté, **la chambre urinaire** et, à l'opposé du pôle vasculaire, **le pôle urinaire**. On a ainsi cette continuité directe entre la chambre urinaire et le début du tube contourné proximal (que j'ai dessiné en pointillé car pas dans l'axe de cette coupe, mais on le voit bien sur les schémas précédent).

L'ensemble de ces 3 éléments est très important. +++

B. Chambre urinaire

Le glomérule va présenter en périphérie une capsule, appelée **capsule de Bowman**, qui va **délimiter la chambre urinaire**. Pour la délimiter, cette capsule va être composée de 2 feuillets : un **feuillet interne viscéral** et un **feuillet externe pariétal**. Le feuillet pariétal étant composé d'un épithélium pavimenteux simple qui va reposer sur une membrane basale.

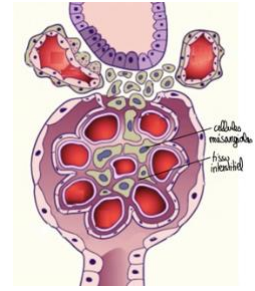


On retrouve ces éléments sur cette photo en microscopie optique avec :

| | |
|----------------------|--|
| Le feuillet pariétal | ○ Avec des cellules pavimenteuses très aplaties dont on ne voit quasiment que les noyaux et très peu le cytoplasme. |
| Le feuillet viscéral | ○ Localisé à la partie interne |
| La chambre urinaire | ○ Entre les deux feuillets, la capsule de Bowman délimitant ainsi la chambre urinaire |

C. Le Mésangium et les cellules mésangiales

Le mésangium est localisé **à la partie centrale du glomérule et du floculus**. A savoir que le réseau de capillaires anastomosés va reposer dans ce mésangium, ce mésangium étant composé d'un **tissu interstitiel** qui va englober des cellules mésangiales et **une matrice**.



Les cellules mésangiales présentent plusieurs propriétés dont :

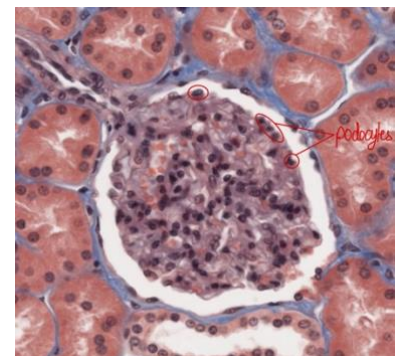
| | |
|--------------------------------------|--|
| Des propriétés macrophagiques | ○ Elles vont participer au renouvellement du matériel conjonctif du mésangium. |
| Des propriétés de synthèse | ○ Elles vont pouvoir élaborer la matrice extracellulaire en synthétisant notamment du collagène. |
| Des propriétés contractiles | ○ Du fait de leurs contractions, elles vont pouvoir influencer sur la filtration glomérulaire en contrôlant le flux sanguin présent dans les capillaires. |

D. Podocytes

Un autre type cellulaire présent au niveau du glomérule sont les podocytes. Ils vont **constituer le feuillet viscéral de la capsule de Bowman** et **reposent sur une lame basale**. Ces podocytes vont donc **entourer les capillaires glomérulaires**.

Sur ces images, les podocytes entourent bien les capillaires et constituent le feuillet viscéral de la capsule de Bowman. Ils **délimitent ainsi la partie interne de la chambre urinaire**.

Idem en MO, avec ces cellules périphériques, en bordure de la chambre urinaire et à la partie externe du floculus (et donc au contact de la chambre urinaire).



Ces podocytes vont présenter des **prolongements primaires**, appelés « **pieds de premier ordre** », qui vont se diviser au contact des capillaires. Ces prolongements primaires vont donner des **prolongements secondaires** ou « **pieds de deuxième ordre** » (ou **pédicelles**). Ces cellules sont donc un peu tentaculaires puisqu'elles ont de multiples prolongements.

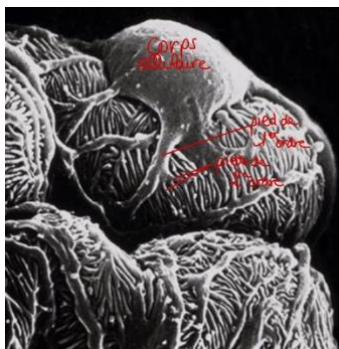


Photo en ME avec le corps cellulaire, un premier type de prolongement (qui est un prolongement primaire) qui donne des prolongements plus petits (=pieds de deuxième ordre ou pédicelle).

VI. Le phénomène de filtration

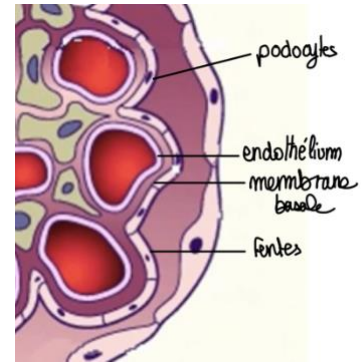
Il existe au niveau des glomérules une **barrière de filtration** entre le sang et l'urine primitive. Le sang va pénétrer dans le glomérule par l'intermédiaire de l'artériole afférente et va être filtré au niveau d'une zone de filtration du corpuscule rénal.

Cette barrière de filtration va être composée de 3 éléments :

- **L'endothélium des capillaires**
- **La membrane basale glomérulaire**
- **Les fentes de filtration** (correspondants à la partie la plus externe de cette barrière)

Donc cette barrière est en entonnoir avec :

- Un élément **interne** (l'endothélium)
- Un élément **intermédiaire** (la membrane basale glomérulaire)
- Un élément **externe** (les fentes de filtration)



| | |
|--|--|
| L'endothélium fenêtré des capillaires | ➤ Va constituer une barrière pour les éléments cellulaires du sang. |
| La membrane basale glomérulaire | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Va être sécrétée par les cellules endothéliales et par les podocytes. ➤ Va permettre de retenir les grosses protéines. |
| Les fentes de filtration | ➤ Vont être formées par les podocytes et par les pédicelles . |

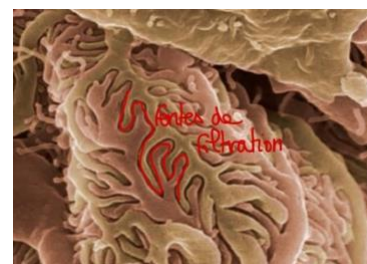
On a donc bien un fonctionnement en entonnoir de cette barrière de filtration avec un niveau de rétention et de barrière de plus en plus fin depuis la partie interne de l'endothélium vers la partie externe les fentes de filtration.

Les **pédicelles**, qui correspondent donc au pied de deuxième ordre (à la partie terminale de l'arborescence des prolongements des podocytes), vont être **interdigités** avec les prolongements primaires et secondaires d'autres podocytes. Ceci va donc constituer un réseau complexe de **petites fentes** correspondant à ces **fentes de filtration**.

Ces pédicelles vont être recouverts d'un manteau de glycoprotéine, chargées négativement, et ceci va avoir un impact sur les phénomènes de filtration.

Ces fentes de filtration vont être également recouvertes d'un mince diaphragme d'environ 4 nanomètres d'épaisseur.

Pédicelles en ME avec cette interdigitation. Entre ces pédicelles (qui sont artificiellement colorés de différente de couleur en vert et rose), on voit cette intrication et entre les prolongements, on retrouve cette fente de filtration (niveau le plus fin de la barrière de filtration).



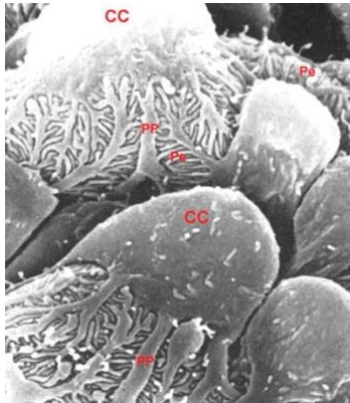
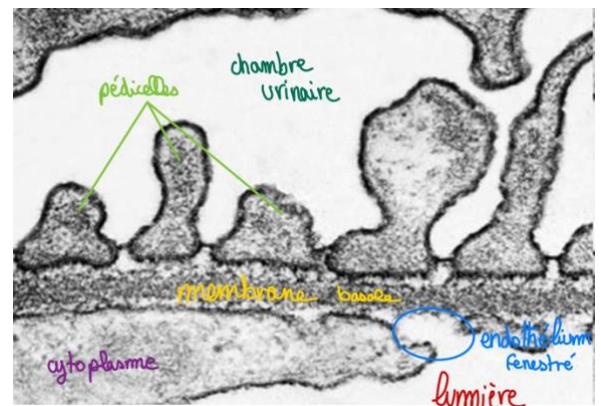


Photo en ME avec le corps cellulaire du podocyte (CC), les prolongements primaires (PP) puis les prolongements secondaires (Pe) avec cet aspect interdigité des pédicelles qui définissent les fentes de filtration.

Photo en microscopie électronique avec :

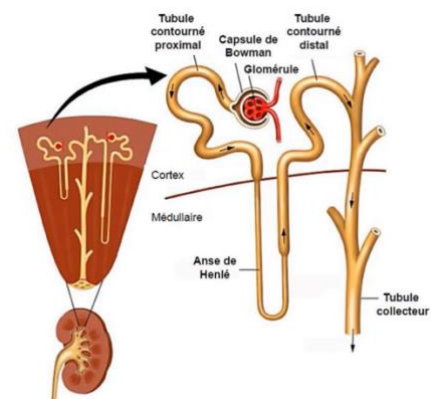
- Du cytoplasme de cellules endothéliales (en bas à gauche)
- La lumière du capillaire (le premier niveau de filtration, l'endothélium fenêtré)
- Les pédicelles interdigités avec ici, une vue en 2D (= 3e niveau de filtration)
- La chambre urinaire (l'espace clair au-dessus des pédicelles)
- La membrane basale glomérulaire, localisée entre l'endothélium d'un côté et les pédicelles de l'autre (= niveau intermédiaire de la barrière de filtration).



VII. Les tubes

Les tubes correspondent en fait à un système tubulaire qui va comporter :

- Les tubes proximaux (d'abord contournés puis droits)
- Les tubes intermédiaires (constituent l'anse de Henlé)
- Les tubes distaux (droits puis contournés)
- Les segments d'union
- Le tube collecteur



Au niveau de la chambre urinaire, il existe une urine dite primitive, puis au niveau des calices on retrouve une urine définitive. Il y a donc des changements et des modifications de cette urine (entre l'urine primitive et l'urine définitive). Ces changements résultent des échanges retrouvés au niveau des tubes.

Les tubes proximaux et distaux vont présenter une portion droite et une portion contournée, la portion contournée étant localisée au niveau de la cortical du rein.

A. Les tubes contournés proximaux

Les tubes contournés proximaux correspondent au segment le plus long du néphron. Ces tubes sont vêtus d'un **épithélium cubique unistratifié** et ont un cytoplasme fortement coloré (ceci résultant du fait qu'il existe de nombreux organites dans le cytoplasme de ces cellules).

Leur pôle apical présentant une **bordure en brosse** développée (de manière à augmenter la surface d'échange) puisqu'il y a une **réabsorption** très importante de l'ultrafiltrat glomérulaire qui va être réalisé au niveau de ses tubes contournés proximaux.

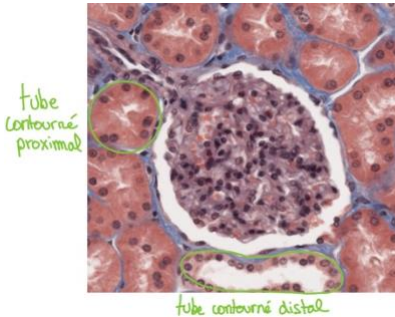


Photo en MO, on est bien ici dans la partie corticale du parenchyme rénal (car présence d'un glomérule). On voit bien que ces tubes contournés proximaux ont un épithélium fortement coloré et des **différenciations apicales** qui viennent occlure en partie la lumière du tube.

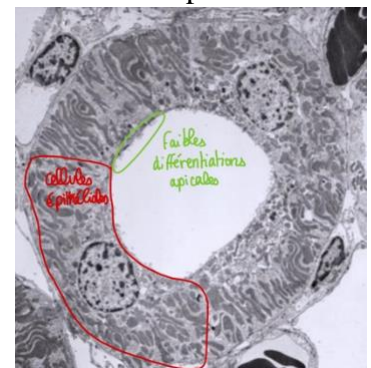
B. Les tubes contournés distaux

Les tubes contournés distaux vont avoir un cheminement plus court et moins tortueux que le tube contourné proximal. Leur **épithélium est de type simple, cubique** avec de faibles différenciations morphologiques au niveau de leur pôle apical.

On retrouve bien certaines des caractéristiques à savoir (image au-dessus) :

- Le cytoplasme est moins coloré
- Il y a **moins de différenciations apicales** (comparé aux tubes contournés proximaux d'à côté)

Photo en ME avec de rares différenciations apicales au niveau de ce tube contourné distal (*errata vidéo, c'est bien distal !!*), et les cellules épithéliales (avec leur noyau).



VIII. L'appareil juxta glomérulaire

Cet appareil va correspondre à une petite **structure endocrine**, localisé au niveau du **pôle vasculaire** du corpuscule rénal, et il est constitué de 3 composantes :

- La **macula densa** (qui correspond à une portion terminale du tube distal)
- Les **cellules mésangiales extra-glomérulaires** (appelées cellules **du lacis**)
- Les **cellules juxtaglomérulaires** (ou cellules **granuleuses**), localisées au niveau de la media de la partie terminale de l'artériole afférente.

La macula densa va être face à l'artériole afférente. Il s'agit d'une zone de différenciation du reste de la paroi puisque les cellules du revêtement tubulaire sont plus prismatiques dans cette zone. Ces cellules sont sensibles à la concentration en NaCl dans le tube distal et vont avoir un rôle paracrine pour communiquer ainsi avec les cellules juxta glomérulaires retrouvées au niveau de l'artériole afférente.

Les cellules du lacis vont être localisées entre les artérioles afférentes et efférentes et vont ainsi constituer **une masse conique**.

Les cellules juxta glomérulaires vont avoir à la fois des **propriétés contractiles** et des **propriétés endocrines**. Elles vont pouvoir sécréter de la **rénine** (premier élément du système rénine angiotensine aldostérone, système intervenant dans la régulation de la tension artérielle).

