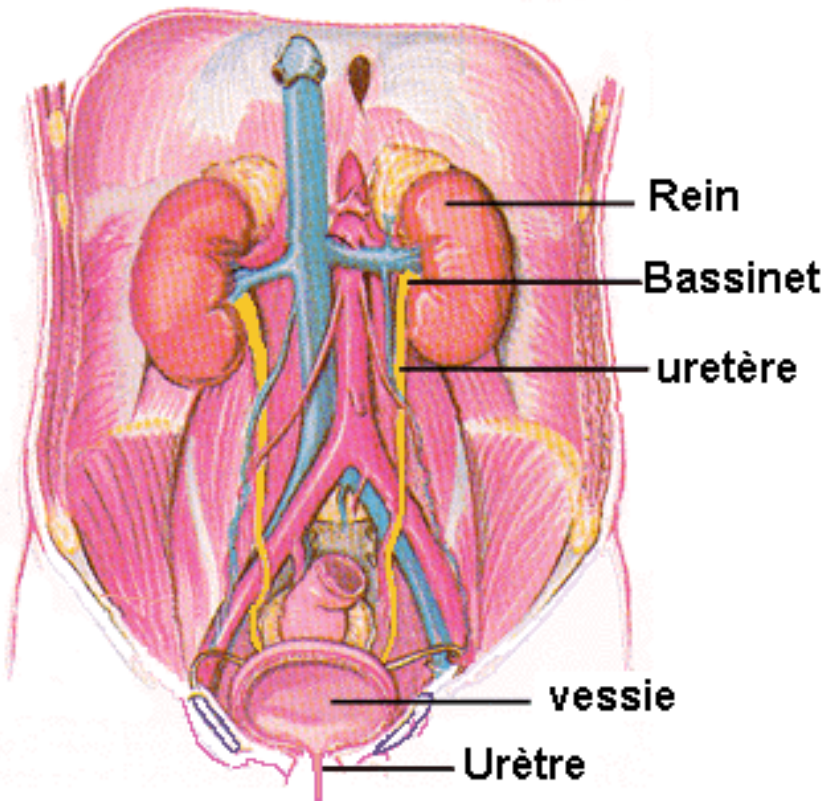


L'appareil urinaire

Le haut appareil urinaire :



I. Généralités :

Les reins sont des véritables centres d'épuration naturels, d'énorme capacité de filtration, ils filtrent 1600 litres de sang par jour en moyenne, soit 320 fois le sang total du corps, la quantité d'urine émise par jour est de 1 à 1,5 litres (chez l'adulte jeune).

- Le rein joue un rôle fondamental dans le contrôle et le maintien de l'équilibre du milieu intérieur (sang et liquide extra cellulaire = autours des cellules). Il assure l'équilibre osmotique, acido-basique et volumique du milieu intérieur ; et élimine les déchets toxiques du sang notamment l'**urée** (issue de la dégradation des protéines), d'où le nom urine.

- Le rein intervient aussi dans la synthèse de la vitamine D, et le contrôle de l'érythropoïèse, en synthétisant érythropoïétine (hormone qui accélère la production des GR), ainsi que plusieurs autres rôles endocriniens.

L'appareil urinaire est composé de :

- ✓ Reins organes de filtration
- ✓ Voies d'excrétions : calices, bassinets et uretères.
- ✓ La vessie : réservoir urinaire.
- ✓ L'urètre : conduit évacuateur de la vessie.

Du point de vue anatomique, on divise cet appareil en deux :

1. Le haut appareil urinaire, comportant : les reins les bassinets et les uretères, qui sont des organes abdominaux rétro-péritonéaux.
2. Le bas appareil urinaire, comportant : la vessie et l'urètre, qui sont des organes pelviens, sous péritonéaux.

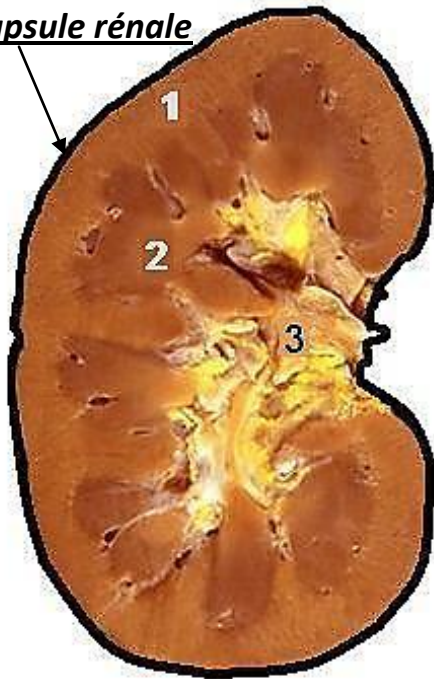
II. Le rein :

A. Configuration extérieure :

- Organe intra-abdominal, encapsulé, paire et asymétrique ; Les reins sont, situés dans leurs loges, (loges rénales), de part et d'autre de la colonne vertébrale, dans la région lombaire, derrière la cavité péritonéale (organes rétro-péritonéaux).

- Refoulé en bas, par le foie, le rein droit est plus bas situé par rapport au rein gauche.
- Chaque rein a la forme d'un haricot mesurant 12 cm de hauteur, 6 cm de largeur (de dehors en dedans) et 3 cm d'épaisseur (d'avant en arrière).
- Le rein présent à décrire : deux faces (antérieure et postérieure), deux bords (médial convexe et latéral concave) deux pôles (supérieur et inférieur) ; le pôle supérieur supporte la glande surrénale.
- le bord médial présente le Hile du rein, qui contient le pédicule rénal, composé de : l'artère rénale qui naît de l'aorte, la veine rénale qui se jette dans la veine cave inférieure et le bassinnet qui se poursuit en bas par l'uretère.

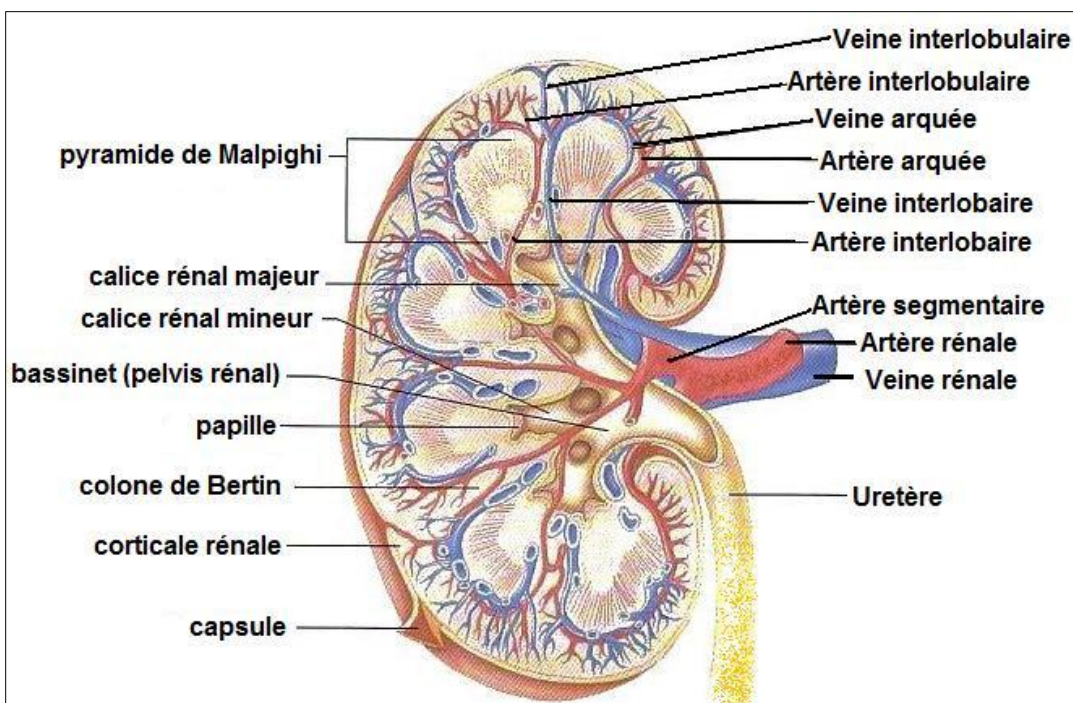
Capsule rénale



B. Configuration intérieure :

Sur une coupe frontale passant par le Hile du rein, on distingue de la périphérie vers le Hile :

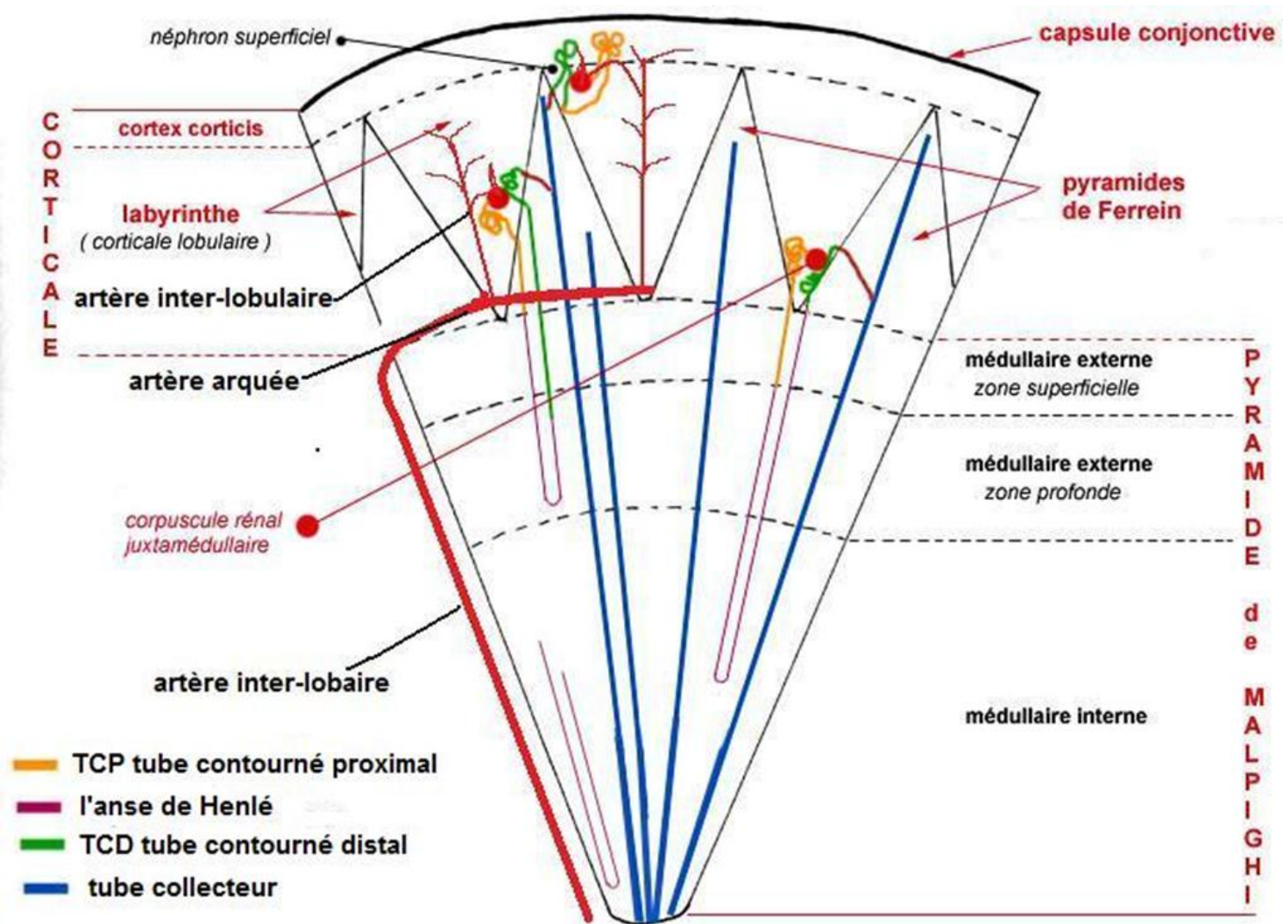
- La capsule rénale : membrane fibreuse qui enveloppe le rein.
 - Une zone corticale sous capsulaire granulée (1).
 - Une zone médullaire (2) formée d'une série de pyramides (pyramides de Malpighi) s'éparées par des colonnes moins foncées que les pyramides, (colonnes de Bertin).
 - Chaque pyramide de **Malpighi** dont, base corticale et sommet dirigé vers le Hile, se prolonge dans la zone corticale par des petites pyramides à sommet cortical (inversée par rapport aux pyramides de Malpighi), ce sont les pyramides de **Ferrein** ou radiations rénales.
 - la zone pyélo-calicielle ou sinus graisseux (3) renferme :
 - ✓ les petits calices qui se réunissent pour former les gros calices, ces derniers débouchent dans le bassinnet.
 - ✓ les artères et les veines segmentaires, courants entre les voies excrétrices ; l'espace compris entres ces éléments vasculaires et voies excrétrices est comblé par la graisse.
- ✓ Le sinus graisseux se prolonge jusqu'au hile rénal.



Circulation fonctionnelle du Rein

III. La circulation fonctionnelle du rein :

- La circulation rénale est assurée par l'artère et la veine rénales.
- Dans le sinus graisseux : l'artère rénale se divise en artères **segmentaires** puis en artères **sous segmentaires**.
- Dans la médullaire : les artères **inter-lobaires** naissantes des artères sous-segmentaires, parcourent les colonnes de Bertin entre les pyramides de Malpighi, au niveau de la base de la pyramide rénale de Malpighi l'artère inter lobaire se courbe et donne les **artères arquées** ou semi circulaires.
- Dans la corticale : **les artères inter-lobulaire** branches des artères arquées parcourent les espaces inter lobulaires ou labyrinthes entre les pyramides de Ferrein. L'artère inter lobulaire se divise en multiples **artérioles glomérulaires afférentes** qui pénètrent dans les glomérules rénaux ou corpuscules de Malpighi.



IV. L'uretère

- C'est un conduit excréteur de 25 à 30 cm de long, qui prolonge le bassin en bas et se termine en s'abouchant dans la vessie par les méats (orifices) urétéraux munis de valves anti reflux qui empêchent le reflux des urines de la vessie dans les uretères. Son diamètre est rétréci au niveau de sa jonction avec le bassin (jonction pyélo-urétérale), au niveau de détroit du bassin (croisement avec les vaisseaux iliaques), et à son entrée dans la vessie jonction urétéro-vésicale ces trois endroit sont les zones d'enclavements des calculs rénaux.
- On lui distingue 3 segments : lombaire rétro-péritonéal, iliaque dans le grand bassin et pelvien dans le petit bassin.

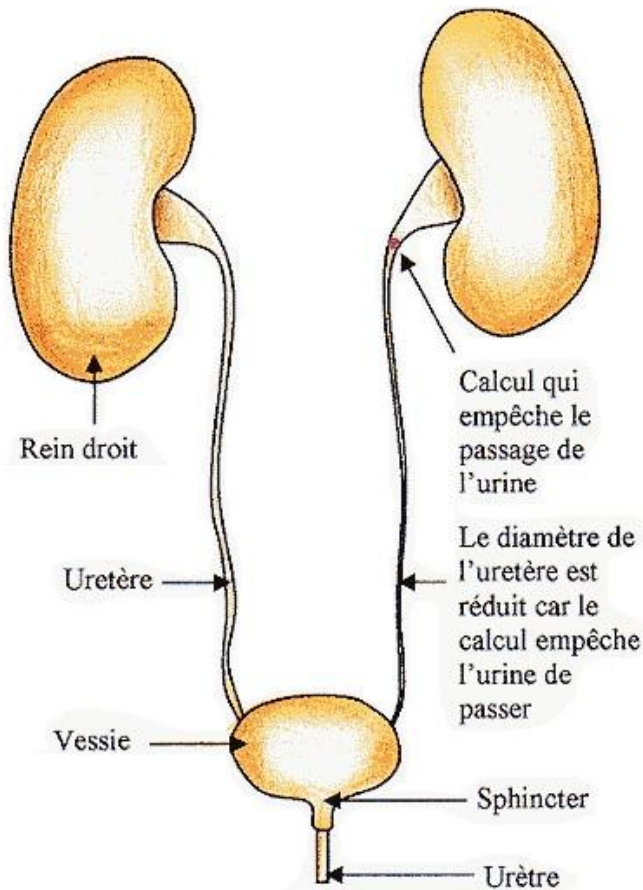
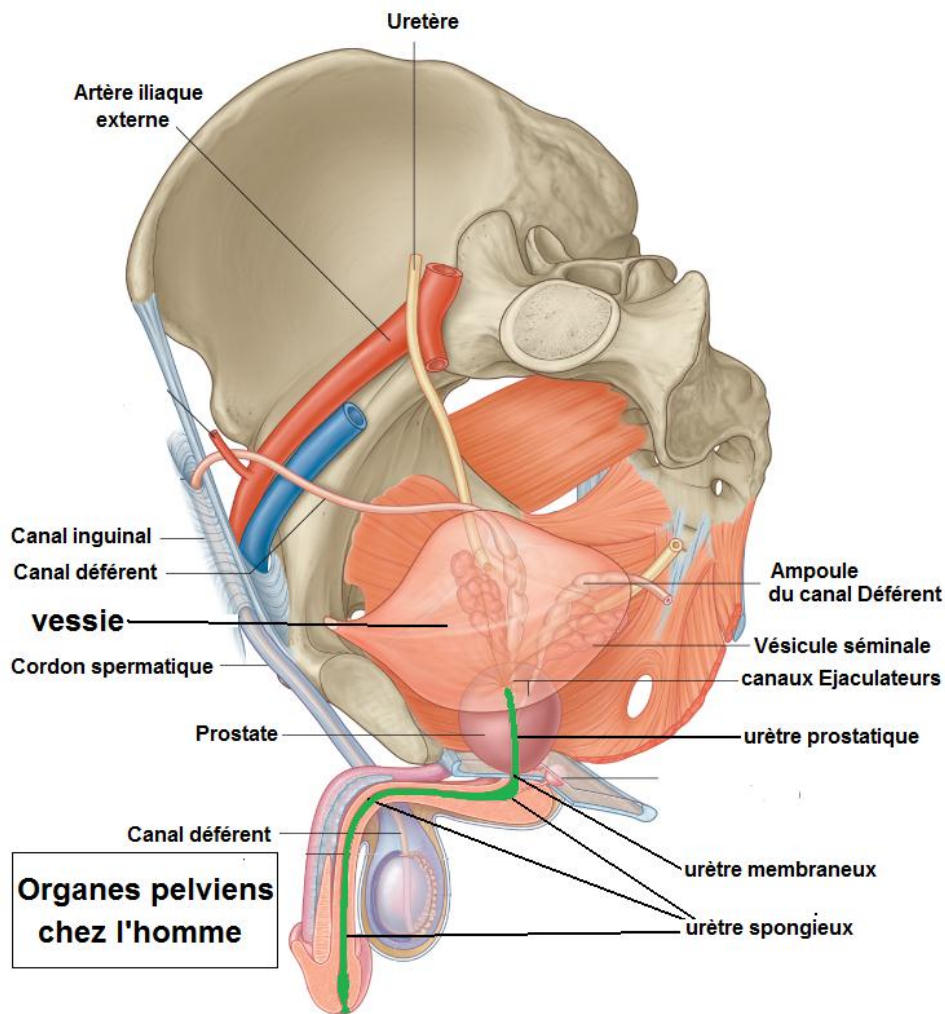


Schéma simplifié de l'appareil urinaire

Le bas appareil urinaire



Le bas appareil urinaire est situé dans le pelvis (sous-péritonéal), il se compose de la vessie et l'urètre.

Contrairement au haut appareil urinaire qui excrète les urines en permanence 24/24, la vessie n'est qu'un réservoir qui collecte les urine durant l'intervalle entre deux mictions ; et intervient grâce à son élasticité et sa puissante musculature à la vidange urinaire ou miction.

I. La vessie :

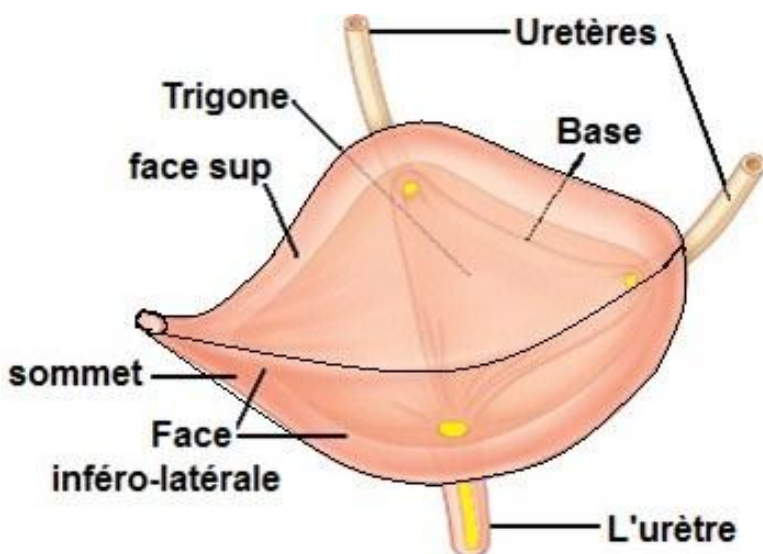
La vessie est un organe musculaire creux très élastique, de forme variable, pyramidale lorsque elle est vide, et ovoïde quand elle se remplit d'urines.

Impaire et symétrique, la vessie est située dans le pelvis (petit bassin = région de l'hypogastre), elle remonte dans le grand bassin (région ombilicale) lors de sa réplétion.

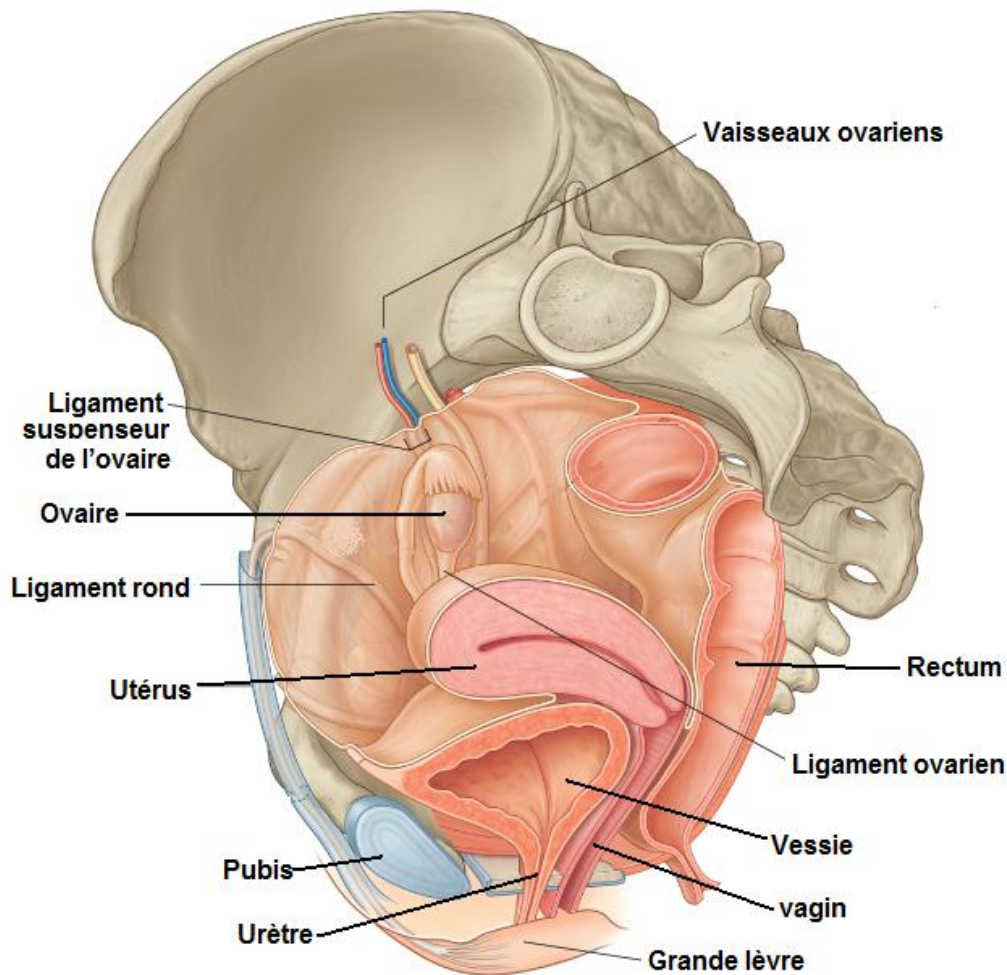
Sa capacité maximale est d'environ 500 ml chez l'adulte jeune ;

Mais l'envie impérieux d'uriner se produit à partir de 300 à 350 ml.

Elle présente une face supérieure en contact avec les organes du grand bassin (intra-péritonéaux) par l'intermédiaire du péritoine, deux faces inféro-latérales en rapport avec les muscles du périnée, un sommet retro pubien et une **base, postérieure** où s'ouvrent les uretères en haut et l'urètre en bas, les orifices des trois conduits qui



s'abouchent dans la vessie délimitent une surface triangulaire : le **trigone vésical** partie fixe inextensible de la paroi vésicale, le trigone (base de la vessie) est en rapport avec la prostate, les vésicules séminales et les ampoules des canaux déférents chez l'homme ; et avec le col utérin et le vagin chez la femme. L'urètre débouche dans le col de la vessie.



Organes pelviens chez la femme

- L'urètre masculin est divisé en 3 parties : l'urètre prostatique qui traverse la glande prostatique (**prostate**) 3 - 4cm, l'urètre membraneux qui traverse le périnée (1cm) et l'urètre spongieux ou pénien qui traverse le pénis (10 à 15cm) et se termine en dehors par le méat urétral (orifice externe).

II. L'urètre :

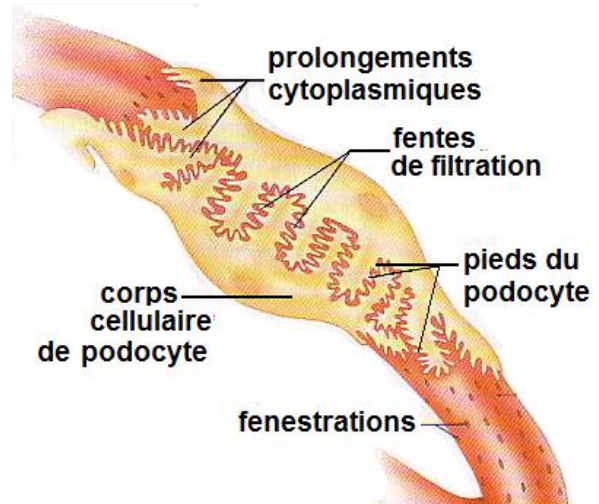
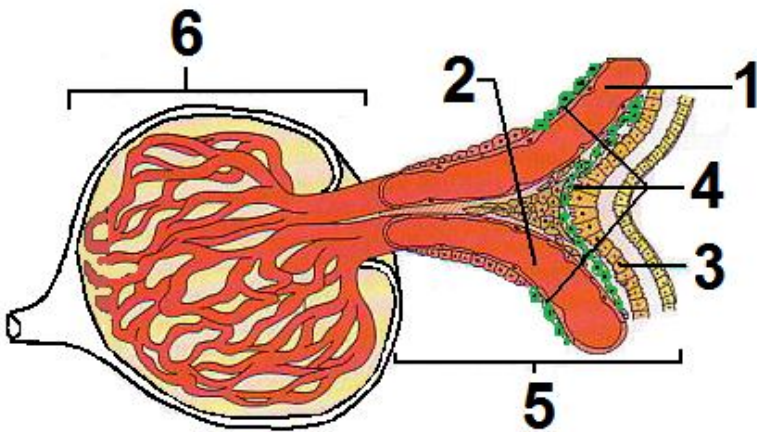
- Est un conduit évacuateur tendu de la vessie au méat (orifice) urinaire externe,
- L'urètre commence au niveau du col vésical où se trouve le sphincter vésical interne, qui est un épaissement de la musculature lisse de la vessie (involontaire).
- Durant son trajet l'urètre rencontre un deuxième sphincter lorsqu'il traverse le périnée : un anneau musculaire strié volontaire encerclant l'urètre c'est le **sphincter urétral externe**.
- Chez la femme, il mesure 3 à 4 cm de long et chemine sur la face antérieure du vagin.
- Chez l'homme, sa longueur est d'environ 15 cm au repos, il peut atteindre de 20 cm en phase d'érection.

L'appareil urinaire Histo-physiologie

I. Le néphron :

- Le néphron est l'unité anatomique fonctionnelle du rein, chaque rein contient plus d'un million 10^6 de néphron.
- Le néphron comporte le corpuscule rénal ou corpuscule de Malpighi et la majeure partie du tubule rénal (tous le tubule a l'exception du canal collecteur).

A. Le corpuscule rénal :



- 1 – artériole afférente
 2 – artériole efférente
 3 – macula dansa.
 4 – cellules juxta glomérulaires.
 5 – appareil juxta glomérulaire.
 6 – corpuscule rénal de Malpighi

Le corpuscule rénal (grain de la corticale rénale), est composé d'une capsule à double couche (feuillée) enveloppant le glomérule capillaire.

1. La capsule de Bowman :

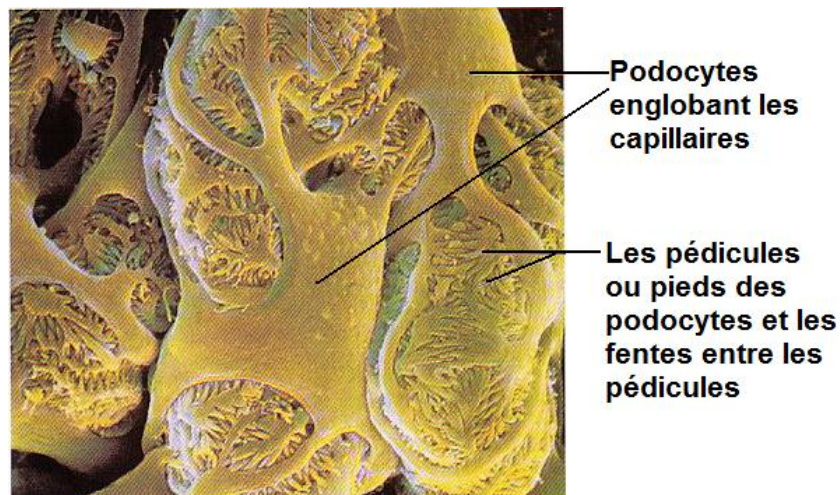
- Composée de double membranes ou feuillets :
- Le feuillet externe est un épithélium simple, formé d'une seule couche de cellules aplaties, et ne joue aucun rôle dans la filtration.
- Le feuillet interne à une structure particulière, formé de cellules **pédiculées** dites **podocytes** présentant des pieds ou prolongement qui entourent les capillaires glomérulaires à la manière d'une main qui

renferme un tube (la paume de la main = le corps cellulaire du Podocyte, les doigts = les pieds du podocyte et le tube = le capillaire)

- Les espaces Entre les pieds des podocytes représentent les **fentes de filtration** glomérulaires.

2. Le glomérule :

- Est l'ensemble des capillaires sanguins compris dans la capsule glomérulaire, ou réseau capillaire



du corpuscule de Malpighi

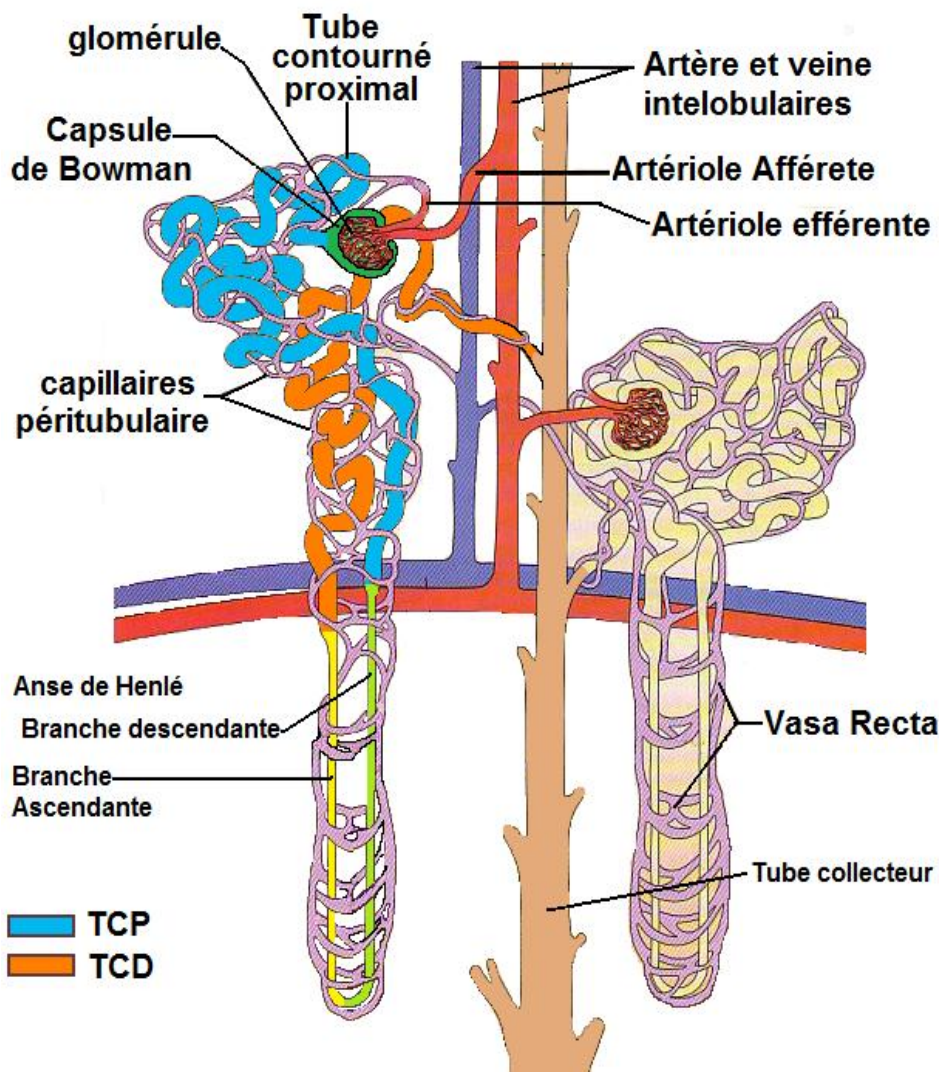
- Les capillaires glomérulaires sont percés de nombreuses fenestrations ou pores (trou) de 4 à 6 nm (nanomètre) de diamètre.
- Le filtra glomérulaire (plasma sans protéines) passe dans la capsule de Bowman à travers les pores du capillaire puis les fentes de filtrations.

3. L'appareil juxta glomérulaire :

L'appareil juxta glomérulaire est un amas (كتلة) cellulaire compris entre les artérioles glomérulaires afférente, et efférente. Ces cellules sont de trois types :

- Cellules juxta glomérulaires (endocrines) situées autour des artérioles glomérulaires.
- Cellules de la Macula dansa (endocrines) naissent du TCD.
- Cellules extra glomérulaire de soutien.

B. Le tubule rénal :



- le tubule rénal est intercalé entre le corpuscule de Malpighi est la papille rénale (au sommet de la pyramide de Malpighi).

- Le filtra glomérulaire ou urine primitive parcourt le tube rénal depuis la capsule de Bowman, jusqu'au calice mineur ou petit calice.

- Dans le tube rénal l'urine primitive subit de grandes transformations pour devenir urine définitive au niveau du petit calice.

- Le tube rénal est formé par:

- ✓ **le tube contourné proximal TCP** qui fait suite au corpuscule rénale, le TCP situé dans la corticale (labyrinthe)

- ✓ **l'anse de Henlé :** avec ses deux branches descendante et ascendante fait suite au TCP située dans la médulla (pyramide de Malpighi),

- ✓ **le tube contourné distal TCD :** fait suite à l'anse de Henlé, moins long que le TCP situé dans le labyrinthe comme le TCP ; sa partie la plus distale passe près du corpuscule rénal, où elle participe à la formation de l'appareil juxta glomérulaire avant de pénétrer dans la pyramide de Ferrein où elle se joint au tube collecteur

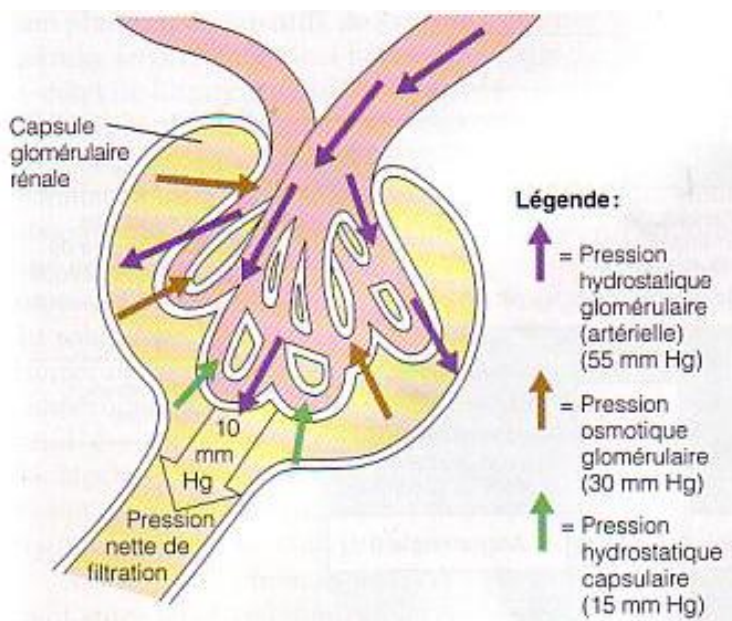
- ✓ le tube collecteur : reçoit les tubes contournée distaux, il commence dans la corticale (pyramide de Ferrein), parcourt toute la médullaire rénale (pyramide de Malpighi) et se termine dans la papille au sommet de la pyramide de Malpighi

Le néphron est composé du corpuscule rénal, le TCP, l'anse de Henlé et le TCD ; le tube collecteur ne fait pas partie du néphron.

II. Anatomie Fonctionnelle

A. La filtration glomérulaire :

- Le filtrat glomérulaire passe dans la capsule de Bowman dans l'espace compris entre ses deux feuillets, à travers les pores des capillaires glomérulaires, puis les fentes de filtrations (entre les pieds des podocytes).
- La force qui pousse le filtrat glomérulaire en dehors des capillaires, est purement mécanique, dite pression nette de filtration, elle naît de la pression artériolaire (pression dans l'artériole afférente), qui devient pression hydrostatique dans les capillaires.



- La pression hydrostatique dans le capillaires rénal est très importante par rapport aux autres capillaires du corps = 55 mm Hg.
- Tous les éléments du sang dont le volume est inférieur au diamètre des pores capillaires soit moins de 3 à 5 nm passent dans le filtrat ; les protéines (albumine) ne pouvant pas passer et vont donc s'intercaler dans le filtre glomérulaire et enjointront une force opposée à la pression hydrostatique, cette force négative est dite pression oncotique. = 30 mm Hg.

- La pression dans la capsule de Bowman s'oppose aussi à la pression hydrostatique elle mesure 15 mm Hg.

La pression nette de filtration = $55 - (30 + 15) = 10$ mm Hg.

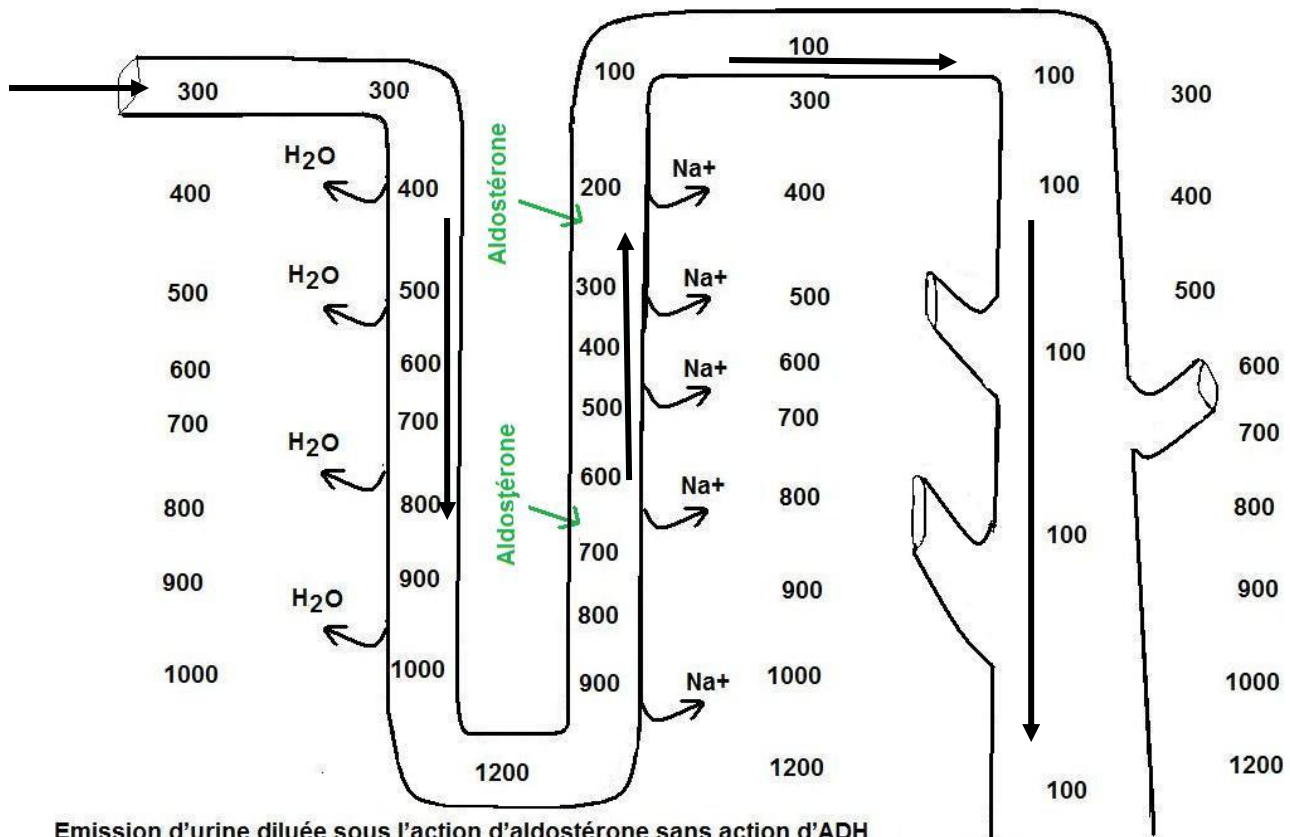
- Le filtrat glomérulaire ou urine primitive est équivalent au plasma dépourvu de protéines et contient donc tous les éléments du sang (glucose, électrolytes, acides aminés, vitamines, **urée, créatinine**,) 90% d'eau.
- Le volume de filtrat glomérulaire ou urine primitive, filtré dans les deux reins durant 24 H est de 180 L, soit environ 10% du volume du plasma (sang) qui parcourt les reins (24H).

B. La réabsorption tubulaire :

- 90% du filtrat glomérulaire va être réabsorbé par les cellules du TCP, le glucose, les acides aminés, les vitamines, tous les nutriments sont réabsorbés à 100%.
- l'urée et quelques médicaments, sont réabsorbés partiellement.
- Ce qui reste du filtrat glomérulaire, passe dans l'anse de Henlé, ne contenant que l'eau, les électrolytes, tel que : Na, Cl, Ca, K, bicarbonates et les déchets toxiques du métabolisme tel que la **créatinine**, l'urée, les médicaments....

C. L'équilibre osmotique :

Au niveau de l'anse de Henlé se déroule l'étape la plus importante dans l'équilibre osmotique et hydrique (hydro électrolytique) du milieu intérieur



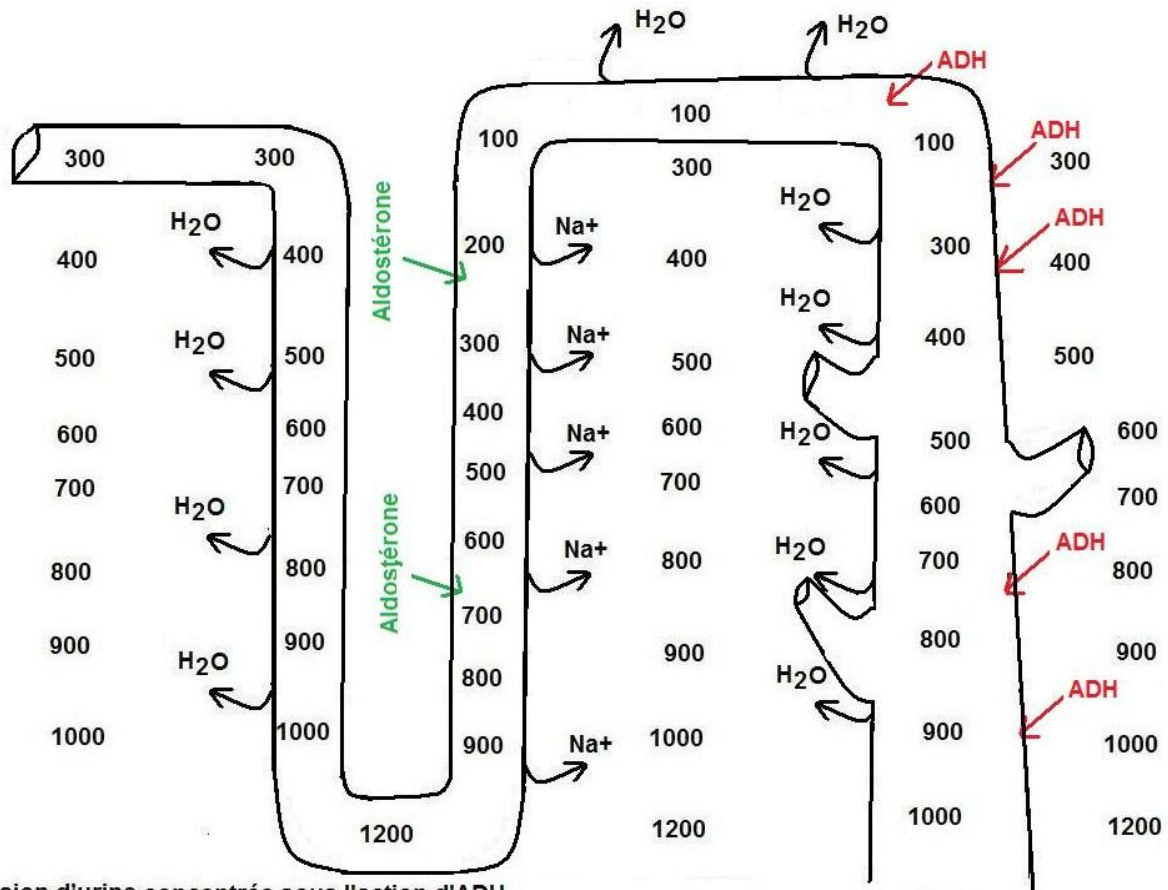
Emission d'urine diluée sous l'action d'aldostérone sans action d'ADH

1. Sortie de l'eau sans Na^+ du milieu – concentré (anse de Henlé) au milieu + concentré sous pression osmotique.
2. Sortie du Na^+ sans l'eau de l'anse de Henlé par transport actif contre le gradient de concentration sous l'action d'ALDOSTERONE

- Le schéma sus-jacent montre grossièrement les différents phénomènes qui se déroulent dans chaque partie du tubule rénal.
- Après la réabsorption au niveau du TCD l'urine passe dans la branche descendante de l'anse de Henlé, cette partie du tubule rénal est perméable à l'eau.
- Plus qu'on descend dans la médulla, le milieu interstitiel devient de plus en plus concentré ; l'eau sort donc du milieu le moins concentré (branche descendante de l'anse de Henlé), vers le milieu le plus concentré (milieu interstitiel médullaire entourant les tubules rénaux), par conséquent : la concentration de l'urine dans l'anse augmente et devient équivalente à celle du milieu interstitiel soit (+ de 1200 milli osmose) au niveau du coude de l'anse de Henlé
- La branche ascendante de l'anse de Henlé (AH) est imperméable à l'eau, mais perméable au sodium Na^+ qui sort de l'AH vers le milieu interstitiel, sous l'action de l'**aldostérone** (hormone qui stimule le transport actif du Na^+).
- Lors de sa montée dans la branche ascendante de l'AH, l'urine se déconcentre progressivement pour devenir hypo osmotique (moins concentrée que le sang) au niveau du TCD (dans la corticale).
- En absence d'ADH l'urine déconcentrée continue son chemin dans le TCD (corticale) et le tube collecteur TC (médullaire), tous les deux imperméables à l'eau, et se rend dans le petit

calice à travers la papille (sommet de la pyramide de Malpighi), toujours diluée et volumineuse dépassant 1,5 L / 24H.

- (schéma sous-jacent) : Sous l'action d'ADH (Hormone anti diurétique qui augmente la perméabilité du TC et TCD à l'eau), sortie massive de l'eau du milieu le moins concentré (TC et TCD) vers le milieu le plus concentré (milieu interstitiel), ce qui donne des urines concentrées et moins volumineuse inférieure à 600 ml/ 24H.



Emission d'urine concentrée sous l'action d'ADH

1. Sortie de l'eau sans Na⁺ du milieu – concentré (anse de Henlé) au milieu le moins concentré (cortex) sous l'action d'ADH.
2. Sortie du Na⁺ sans l'eau de l'anse de Henlé par transport actif contre le gradient de concentration sous l'action d'ALDOSTERONE
3. Augmentation de la perméabilité du TCD et TC sous l'action d'ADH = sortie massive de l'eau du TC vers le milieu interstitiel

1. Appareil juxta glomérulaire et contrôle hormonal de l'équilibre osmotique :

a) L'ADH :

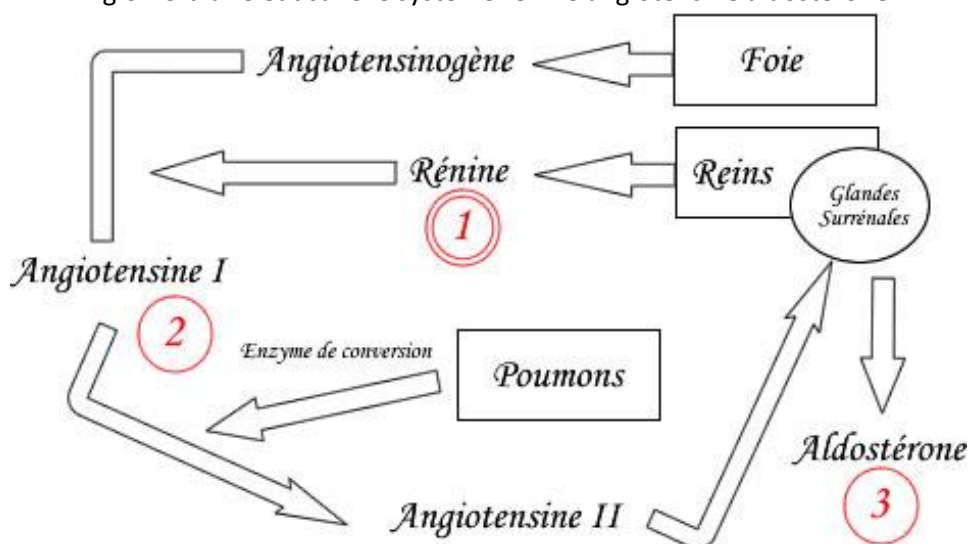
- **Hormone antidiurétique** (AntiDiuretic Hormone) : son rôle le plus important est de conserver l'eau corporelle et donc le volume sanguin et par conséquent la pression artérielle.
- Une augmentation de l'**osmolarité** ou une diminution de la pression artérielle sanguine stimule la sécrétion d'ADH.
- L'ADH est sécrétée dans l'hypothalamus, stockée dans l'hypophyse postérieure ou Posthypophyse puis libérée dans le sang en fonction des besoins.

Régulation de la sécrétion d'ADH

STIMULANTS	INHIBITEURS
↑ Osmolarité LEC	↓ Osmolarité LEC
↓ Pression artérielle	↑ Volume plasmatique
↓ Volume plasmatique (>10%)	
↑ Na dans le LCR	

b) L'aldostérone (système rénine angiotensine aldostérone)

- Est une Hormone sécrétée par la glande surrénale, son rôle principal est l'équilibre hydro sodé : (l'augmentation de la pression artérielle et l'augmentation de la concentration sanguine en sodium) l'aldostérone est l'hormone hypertensive la plus puissante.
- La baisse de la pression au niveau de l'artériole glomérulaire afférente stimule les cellules juxta glomérulaire qui vont sécréter la **Rénine**, cette dernière stimule la sécrétion de l'**angiotensine I** au niveau du foie, l'angiotensine I se transforme en **angiotensine II** sous l'action de l'enzyme de conversion ; l'angiotensine II augmente la pression artérielle et stimule la sécrétion d'aldostérone, stimule parallèlement la sécrétion d'ADH.
- La baisse de concentration en sodium dans le TCD stimule aussi les cellules juxta glomérulaire et active le système rénine angiotensine aldostérone.



D. La sécrétion tubulaire :

La sécrétion tubulaire est comme la réabsorption mais dans le sens contraire, c'est à dire du sang vers le tubule rénal, elle assure l'élimination :

- Des ions H⁺ (acide) en excès, qui s'effectue dans le TCP et le TCD, permet l'équilibre acido-basique du milieu intérieur.
- Du potassium K⁺ qui se fait dans le TCD assure la balance potassique.
- Des déchets du métabolisme, notamment l'urée réabsorbée au niveau du TCP va être sécrétée au niveau du TCD, les anions et cation organiques, ainsi que divers substances étrangères à l'organisme (médicaments).

E. La clearance rénale :

- Elle se définit comme le **volume de plasma que le rein débarrasse complètement d'une substance donnée en une minute de temps.**

- Elle permet le calcul de la filtration glomérulaire, et le diagnostic biologique de certaines maladies rénales (insuffisance rénale).
- En règle générale, la clairance est exprimée en millilitres par minute et est calculée à partir de L'équation suivante : Clairance rénale = UV/P
- U = la concentration de la substance dans l'urine, exprimée en mg/ml ; P = la concentration de la même substance dans le plasma ; et V = le taux de formation de L'urine exprimée en ml/min.