

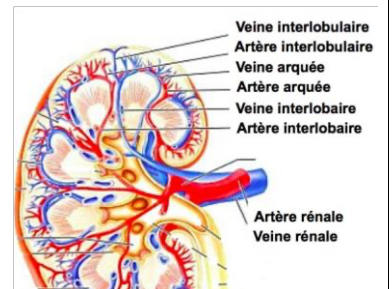
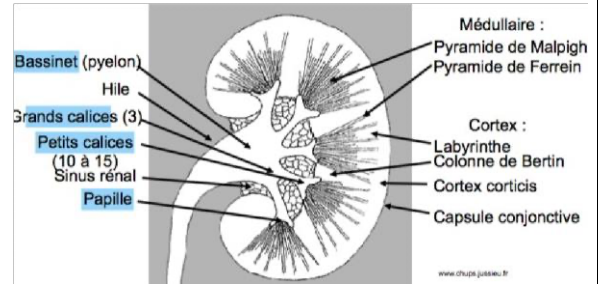
UE1 - PHYSIOLOGIE DE L'APPAREIL URINAIRE

Généralités

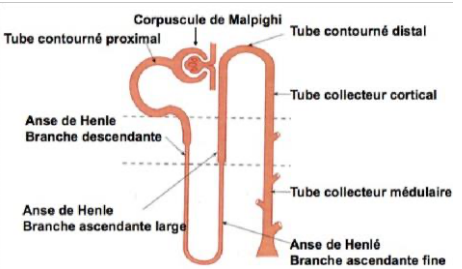
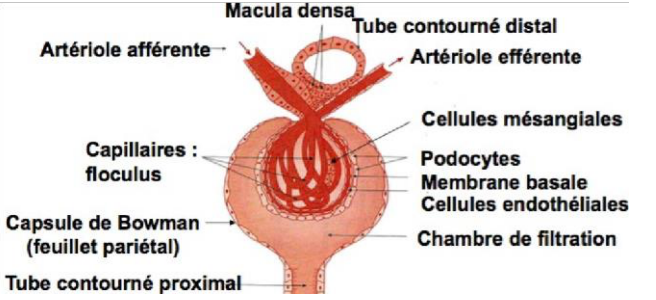
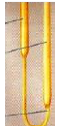
- ⇒ Là pour assurer la **constance des liquides extra-c** : en termes de volume et de composition (en particulier l'osmolarité)
- ⇒ C'est la **voie d'élimination de certains déchets** (acide urique, médicaments, substances toxiques ou non)
Participe à la **régulation des RPV** (Système SRAA)
- ⇒ **Régulation du pH**
- ⇒ **Glande endocrine** : angiotensine ; érythropoïétine, et 1,25 dihydroxy-vitamine D3
- ⇒ Le rein a des **fonctions métaboliques vraies** : dans la circulation sanguine on des aa dont la disponibilité est fonction du métabolisme rénal (arginine par exemple), et les reins participent à la néoglucogenèse.

I- ANATOMIE DU SYSTEME RENAL

L'APPAREIL URINAIRE	❑ 2 reins (forme de haricot), avec la cavité dirigée vers l'intérieur, au niveau de laquelle part la vascularisation .Ils font une dizaine de cm de long, ce sont des organes pleins. Le rein droit est plus bas que le rein gauche (foie) ,sont chacun : ▪ Coiffé d'une glande endocrine = glande surrénale ▪ Drainé par un uretère qui part du Hile du rein, qui se déverse au niveau de la vessie ,rapport à l'aorte descendante et la veine cave inf, avec vascularisation importante. ❑ Chez l'homme, le rein est une structure qui paraît unique, mais chez certaines espèces (bovidés par exemple) il paraît segmenté (correspond à la structure interne du parenchyme rénal)
STRUCTURE RENALE DE BASE = LE NEPHRON	➢ Le néphron est la plus petite unité fonctionnelle au niveau rénal. ➢ On en a infiniment plus que nécessaire ➢ Le parenchyme rénal contient plus de 1 million de néphron par rein. <u>C'est quoi :</u> • Une structure tubulaire à trajet compliqué • Commence par une unité de filtration = corpuscule rénal = c. de Malpighi (à travers celle-ci se forme l'urine primitive) • Puis l'urine va subir des échanges, pour se terminer dans un canal collecteur qui s'ouvre dans le Hile rénal = urine définitive.
ANATOMIE MICROSCOPIQUE DU REIN	⇒ Coupe de rein, avec : ✓ Cavité = hile rénal, rempli par du tissu adipeux = graisse périrénale ✓ Grosse structure su = bassinet ⇒ L'urine circule dans les tubules des néphrons, les canaux collecteurs se déversent à la limite du parenchyme rénal. Bassinet = pied long, qui se divise en section différents : ✓ Grands calices (environ 3 par rein), qui se subdivisent en petits calices (quinzaine par rein), et la limite entre ceux-ci les canaux collecteurs = papilles rénales. ⇒ Le parenchyme lui-même : ✓ <u>Zones claires</u> à la périphérie = le parenchyme cortical ou cortex : -Avec à l'ext une capsule conjonctive, -Puis le cortex corticis -Et des zones alternées entre zone claire et sombre = labyrinthe (où se fait l'essentiel de la réabsorption des liquides) -Et là où ça rentre plus profondément jusqu'au niveau papillaire = colonne de Bertin. (Où passent les vaisseaux qui amènent le sang du hile vers la périphérie du rein) ✓ <u>Zone sombre</u> = la médullaire, on voit des « pyramides » à sommet vers le bas.
VASCULARISATION	❖ Artère rénale (vient de l'aorte descendante) se divise en : ⇒ Branches inf et sup, qui se divisent pour former des artères interlobaires qui remontent dans les colonnes de Bertin, et avant d'arriver se subdivisent pour former l'artère arquée. ✓ Qui vont apporter un trajet parallèle à la surface du rein avec des ramifications (artères interlobulaires → rejoignent les corpuscules rénaux). ⇒ Les veinules rejoignent les veines interlobulaires → veines arquées → veines interlobaires → veine rénale ❖ Au niveau du rein = système porte (sys de réseau capillaire reliés par un tronc artériel, alors qu'au niveau digestif = système porte veineux). Pour les autres : ▪ 1er réseau au niveau du glomérule, ▪ Le 2e réseau capillaire présente une disposition très particulière qui correspond à de longs vaisseaux qui vont descendre parallèlement au réseau tubulaire du néphron (fonction de concentration de l'urine → réabsorption)



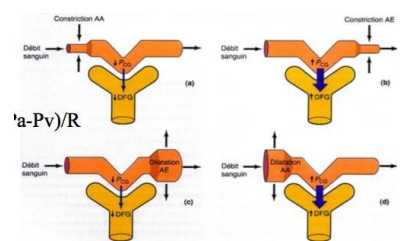
LE NEPHRON

GENERALITES	➤ Structure commune, mais différente sur les longueurs des segments. ▪ Corpuscule de Malpighi, on voit l'artère afférente et efférente (filtre beaucoup : 180 L par jour au niveau des glomérules or on élimine 1 à 2 L d'urine) ▪ Se poursuit avec le tube contourné proximal (2/3 de la réabsorption) : à ce stade beaucoup de volume et osmolarité identique au plasma (300 mosmol) ▪ Puis Anse de Henlé, qui est plus ou moins longue, se subdivise en 2 zones : branche descendante et branche ascendante → perméabilité différente. ⇒ Dans l'anse, l'urine 1000 à 1200 mosmol → l'urine perd de l'eau et des ions. Et quand l'urine remonte de l'autre côté et arrive dans le tube contourné distal, l'urine est hypotonique au plasma 200 mosmol → à ce stade de 80% du filtrat glomérulaire est réabsorbé. ▪ Au tube contourné distal : revient au contact du corpuscule de Malpighi (appareil juxtaglomérulaire qui intervient dans la régulation de la PA) ▪ Puis tube collecteur cortical, puis tube collecteur médullaire, avec réab terminale. Et là on arrive à la papille rénale.									
CORPUSCULE RENAL	➤ On a l'artériole afférente, et ressort par son artériole efférente, et juste à côté on a le tube contourné distal au contact de ces artérioles, avec différenciation cellulaire particulière = macula densa. ▪ L'artériole rentre dans le corpuscule, se ramifie en capillaires → forme le floculus, au niveau duquel on va trouver des cellules mésangiales. ▪ À la périphérie les capillaires reposent sur une mb basale qui est en contact avec un 2e épithélium → au niveau duquel on trouve 2 membranes basales fusionnées : ✓ D'un côté cellules endothéliales ✓ Et de l'autre les podocytes : qui entourent complètement le floculus, avec des petits espaces entre cellules → c'est à travers ces espaces que se fait la filtration. ❖ Ces podocytes se continuent par un tissu peu différencié = feuillet pariétal → capsule de Bowman (avec un feuillet = podocytes, et un feuillet dont la continuité est le tube contourné proximal)... ❖ L'espace est la chambre de filtration, en contact avec la lumière du tube contourné proximal. ❖ Les podocytes ont de très nombreuses expansions, et entre les expansions → fente de filtration ou on trouve les protéines particulières, et un système de protéines qui permet de modifier la vitesse de filtration et le diaphragme de fente (néphrine) ❖ La taille de la fente détermine ce qui peut passer (l'albumine de grand PM, ne passera pas)	 								
TUBULE RENAL	L'histologie varie d'une zone à l'autre du tubule Tube contourné proximal et distal : beaucoup de mitochondries, et partie sup de la branche ascendante de Henlé → réabsorption énergie dépendante. <table><tr><td>Tube contourné proximal</td><td> ⇒ Ne varie pas d'un néphron à l'autre = 1-1,5 cm de long, avec une lumière restreinte (50-60 micron de diamètre). Recouvert d'un épithélium cubique, avec une seule couche de cellules, et un seul type de cellule. La cellule = néphrocytes (réabsorption 70% de l'urine) ⇒ Grande surface d'échange : au pôle luminal = de très nombreuses villosités, et la membrane apicale a de très nombreuses invaginations (canalicules apicaux) ⇒ Sont étroitement jointifs ⇒ Nombreuses mitochondries, qui sont allongées, disposées perpendiculairement au pôle basal, disposées dans les replis du pôle basal de la cellule. ⇒ Appareil de Golgi bien développé, nombreux lysosomes, et vésicules d'endocytose. </td></tr><tr><td>Anse de Henlé</td><td> ⇒ 2 types de néphrons : ▪ Les courts (périphériques) = corticaux ▪ Les longs = juxta-médullaire (leur anse rentre profondément dans la médullaire, et les corpuscules sont accolés à la médullaire). Vaisseaux sanguins en parallèle = vasa recta (« droits »). Il y a un segment descendant et ascendant : la structure et l'activité biologique sont différentes entre ces deux zones. - Partie grêle : pavimenteux, pas bcp d'activité biologique - Partie large : cellules cubiques avec beaucoup de mitochondries (aussi beaucoup de réabsorption). ⇒ La branche descendante ne fait pas grand-chose hors d'être perméable à l'eau (d'où l'osm élevée). L'essentiel de l'activité se fait dans la branche ascendante, imperméable à l'eau, et fait une réab active d'électrolytes (l'osm qui redescend). </td></tr><tr><td>Tube contourné distal</td><td> ⇒ Différenciation en macula densa au niveau du glomérule ⇒ Rôle dans les échanges de Na, K, et Ca </td></tr><tr><td>Appareil juxtaglomérulaire</td><td> ⇒ Situé contre le glomérule entre les 2 artérioles, avec 3 types de cellules : ① Macula densa : rôle de détection de la composition ionique de l'urine qui arrive au niveau du TCD (volume et concentration) ✓ Si trop diluée, réponse pour ralentir la filtration et inversement. ② Cellules myoépithélioïdes : ✓ Myo = contraction (important pour réguler le débit sanguin au niveau du glomérule), ✓ Fonctions épithéliales de sécrétion = production de la rénine ③ Cellules du lacis </td></tr></table>	Tube contourné proximal	⇒ Ne varie pas d'un néphron à l'autre = 1-1,5 cm de long, avec une lumière restreinte (50-60 micron de diamètre). Recouvert d'un épithélium cubique, avec une seule couche de cellules, et un seul type de cellule. La cellule = néphrocytes (réabsorption 70% de l'urine) ⇒ Grande surface d'échange : au pôle luminal = de très nombreuses villosités, et la membrane apicale a de très nombreuses invaginations (canalicules apicaux) ⇒ Sont étroitement jointifs ⇒ Nombreuses mitochondries, qui sont allongées, disposées perpendiculairement au pôle basal, disposées dans les replis du pôle basal de la cellule. ⇒ Appareil de Golgi bien développé, nombreux lysosomes, et vésicules d'endocytose.	Anse de Henlé	⇒ 2 types de néphrons : ▪ Les courts (périphériques) = corticaux ▪ Les longs = juxta-médullaire (leur anse rentre profondément dans la médullaire, et les corpuscules sont accolés à la médullaire). Vaisseaux sanguins en parallèle = vasa recta (« droits »). Il y a un segment descendant et ascendant : la structure et l'activité biologique sont différentes entre ces deux zones. - Partie grêle : pavimenteux, pas bcp d'activité biologique - Partie large : cellules cubiques avec beaucoup de mitochondries (aussi beaucoup de réabsorption). ⇒ La branche descendante ne fait pas grand-chose hors d'être perméable à l'eau (d'où l'osm élevée). L'essentiel de l'activité se fait dans la branche ascendante, imperméable à l'eau, et fait une réab active d'électrolytes (l'osm qui redescend).	Tube contourné distal	⇒ Différenciation en macula densa au niveau du glomérule ⇒ Rôle dans les échanges de Na, K, et Ca	Appareil juxtaglomérulaire	⇒ Situé contre le glomérule entre les 2 artérioles, avec 3 types de cellules : ① Macula densa : rôle de détection de la composition ionique de l'urine qui arrive au niveau du TCD (volume et concentration) ✓ Si trop diluée, réponse pour ralentir la filtration et inversement. ② Cellules myoépithélioïdes : ✓ Myo = contraction (important pour réguler le débit sanguin au niveau du glomérule), ✓ Fonctions épithéliales de sécrétion = production de la rénine ③ Cellules du lacis	
Tube contourné proximal	⇒ Ne varie pas d'un néphron à l'autre = 1-1,5 cm de long, avec une lumière restreinte (50-60 micron de diamètre). Recouvert d'un épithélium cubique, avec une seule couche de cellules, et un seul type de cellule. La cellule = néphrocytes (réabsorption 70% de l'urine) ⇒ Grande surface d'échange : au pôle luminal = de très nombreuses villosités, et la membrane apicale a de très nombreuses invaginations (canalicules apicaux) ⇒ Sont étroitement jointifs ⇒ Nombreuses mitochondries, qui sont allongées, disposées perpendiculairement au pôle basal, disposées dans les replis du pôle basal de la cellule. ⇒ Appareil de Golgi bien développé, nombreux lysosomes, et vésicules d'endocytose.									
Anse de Henlé	⇒ 2 types de néphrons : ▪ Les courts (périphériques) = corticaux ▪ Les longs = juxta-médullaire (leur anse rentre profondément dans la médullaire, et les corpuscules sont accolés à la médullaire). Vaisseaux sanguins en parallèle = vasa recta (« droits »). Il y a un segment descendant et ascendant : la structure et l'activité biologique sont différentes entre ces deux zones. - Partie grêle : pavimenteux, pas bcp d'activité biologique - Partie large : cellules cubiques avec beaucoup de mitochondries (aussi beaucoup de réabsorption). ⇒ La branche descendante ne fait pas grand-chose hors d'être perméable à l'eau (d'où l'osm élevée). L'essentiel de l'activité se fait dans la branche ascendante, imperméable à l'eau, et fait une réab active d'électrolytes (l'osm qui redescend).									
Tube contourné distal	⇒ Différenciation en macula densa au niveau du glomérule ⇒ Rôle dans les échanges de Na, K, et Ca									
Appareil juxtaglomérulaire	⇒ Situé contre le glomérule entre les 2 artérioles, avec 3 types de cellules : ① Macula densa : rôle de détection de la composition ionique de l'urine qui arrive au niveau du TCD (volume et concentration) ✓ Si trop diluée, réponse pour ralentir la filtration et inversement. ② Cellules myoépithélioïdes : ✓ Myo = contraction (important pour réguler le débit sanguin au niveau du glomérule), ✓ Fonctions épithéliales de sécrétion = production de la rénine ③ Cellules du lacis									

	Tube collecteur ⇒ Revêtu d'un épithélium simple cubique, avec 2 types de cellules : ▪ c. principales claires ▪ c. intercalaires sombres ⇒ Un tube collecteur draine environ 11 glomérules. ⇒ Les collecteurs fusionnent entre eux pour arriver à la papille rénale = canal papillaire (pas de fonction de réabs, filtration), qui eux s'ouvrent dans la papille rénale
--	--

II-PHYSIOLOGIE RENALE

CARACTERES GENERAUX DE L'URINE	☐ Habituellement l'urine formée : est stérile, très pauvre en protéines (<200mg/L) ☐ Production de 1,5 L par jour, selon la consommation hydrique (au minimum 0,5L pour assurer équilibre hydroélectrique). ☐ Normalement pH acide : 4 à 5 ☐ Formation par filtration (corpuscule de Malpighi), réabsorption, sécrétion.
PARAMETRES D'EVALUATION DE LA FONCTION RENALE	➤ On peut l'évaluer via la clairance (volume de plasma complètement débarrassé d'une substance donnée par unité de temps) $C = U \cdot (V/P)$ en ml/min U = concentration urinaire de la substance étudiée (μmol/L) V = volume d'urine par unité de temps (ml/min) P = concentration plasmatique de la substance étudiée (μmol/L) → les unités de U et P s'annulent (les même à la même unité si nécessaire): ml/min → Pour comparer les individus entre-eux : Clairance corrigée = clairance x (1,73 / surface corporelle en m²) (reste pour des gens quand même relativement proche de la taille normale).
FILTRATION GLOMERULAIRE	➤ Pour la caractérisation de la filtration et la formation de l'urine primitive, on utilise la fraction de filtration : 20 % du débit plasmatique rénal est filtré, soit 180L/24h chez l'individu standard. (Ultrafiltrat : se distingue du plasma par sa pauvreté en protéines). Sélectivité de la barrière Selon la taille des molécules • Ex : inuline fait 5 kDa → totalement filtrée • Ex : toutes les hormones polypeptidiques inférieures à 10 kDa sont 100% filtrées (dont le glucagon, somatostatine ...) • Ex : albumine 69 kDa → passage de moins de 0,01 % dans l'urine → atteint environ 70 kDa, il n'y a presque aucun passage. Selon la charge : si charge négative, diminution de la filtration, si charge positive augmentation de la filtration. Paramètres de la filtration glomérulaire ☐ Liés à la pression exercée sur la membrane de filtration $DFG = K_f \cdot P_{uf}$ •DFG : débit de filtration glomérulaire •Puf pression d'ultrafiltration : somme algébrique des gradients de pression hydrostatique et oncotique entre le capillaire glomérulaire et le compartiment tubulaire (s'oppose à filtration) •Kf coefficient de filtration : déterminé selon la qualité de la membrane → produit du coefficient de perméabilité de la barrière de filtration et de la surface de filtration ☐ La pression en moyenne est 16 mm Hg. ☐ Capillaire : Phydro importante à l'entrée, et Posm inf → P efficace = 16 (filtration sur 2/3 du capillaire). Plus loin Phydro diminue et Ponc ne bouge pas → on arrête de filtrer. On peut définir une distance résiduelle, qui si on aug la pression hydrostatique on pourrait encore faire de la filtration = réserve de filtration. Facteurs influençant la filtration ☐ Posmotique : varie peu sauf si modification de l'osmolarité sanguine liée aux variations de protéines. ⇒ Augmentation : si excès de production d'Ig monoclonale ... ⇒ Diminution : si baisse l'albumine si grande dénutrition ... ☐ Pression hydrostatique : régulation en amont (vaso-dilatation ou -constriction de l'artère afférente ou efférente). ⇒ Constriction afférente ou vDilatation efférente = moins de débit = moins de filtration ⇒ Constriction efférente ou dilatation afférente = aug° pression et débit = aug° filtration => Permet une autorégulation locale, avec adaptation de la résistance : si la pression artérielle moyenne varie, le DFG restera stable. => régulation sympathique, angiotensine et prostaglandines y contribuent aussi. ☐ Rétrocontrôle négatif tubulo-glomérulaire met en jeu 2 éléments : ⇒ Proximité du TCD (tube contourné distal) avec les artéioles Aff et Ef autour de l'app juxta-glomérulaire. Au niveau de la paroi du TCD, il y a des systèmes qui mesurent le débit urinaire, en mesure le débit des ions chlorure dans la lumière du néphron. ⇒ Il est initié par les cellules de la macula densa (en contact étroit avec c.mésangiales qui produisent la rénine, et avec l'artéiole afférente) → contraction des cml de l'artéiole afférente si débit trop important au niveau du TCD. → communication de ce signal vers les néphrons adjacents (tous ceux alimentés par une branche artérielle commune) Détermination du débit de filtration glomérulaire ☐ Le débit DFG est en moyenne de 120 ml/min, sachant que le flux rénal est d'environ 1,2 L/min. ☐ On pourrait mesurer le DFG si on disposait d'une substance totalement filtrée, sans facteurs interférant (liaison aux protéines plasmatiques, ni secrété, ni réabsorbé, ni stocké, ni métabolisé). ☐ La seule qu'on puisse utiliser c'est l'inuline (qu'on administrera par voie IV), mais en pratique on utilise la créatinine (qui elle est endogène, seul défaut, légèrement sécrétée → utilisée le plus fréquemment pour le suivi de la fonction rénale). CL rénale = CL créatinine



FONCTIONS TUBULAIRES

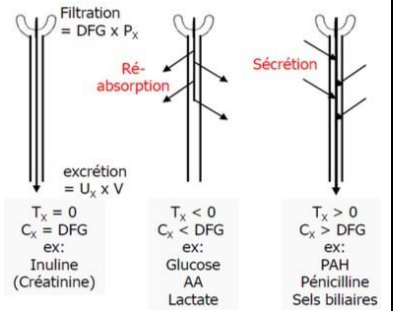
Réabsorption et sécrétion

- La quantité d'une substance réabsorbée ou sécrétée par les tubules = diff entre la quantité filtrée (DFG.Px) et la quantité excrétée (Ux.V) : **$T_x = U_x.V - DFG.P_x$**

Trois situations :

- Créatinine uniquement filtrée** → R et S nuls = quantité filtrée = quantité qu'on retrouve dans l'urine
- Glucose** : on n'en retrouve pas dans l'urine alors qu'il est filtré = **réabsorbé**
- Pénicilline** : plus dans l'urine que dans quantité filtrée = **sécrétion**

- Présente une limite d'efficacité = Tm (transport maximum).
- Si pathologie et glucose en excès : système de réab de glucose saturé alors on retrouve du glucose dans l'urine.



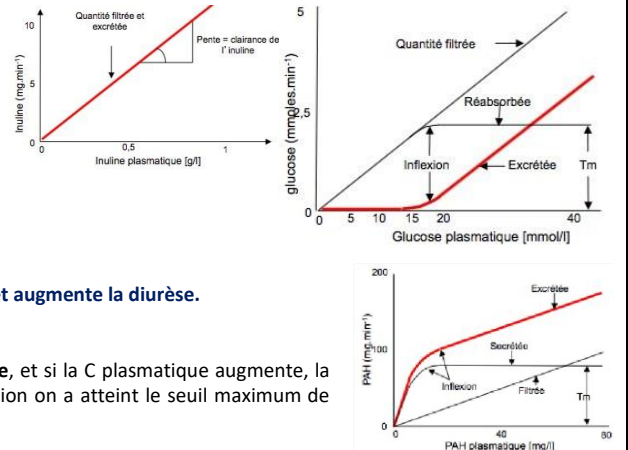
Si substance exclusivement filtrée (inuline) : quantité excrétée fonction linéaire de la concentration plasmatique la pente = clairance de la molécule

Si substance filtrée puis reab : excrétion quand capacité de réabsorption dépassée : seuil rénal ,charge rénale atteint le Tm (transport maximum). → Quand concentration plasmatique aug, on voit apparaître du glucose dans l'urine.

→ La différence entre qté filtrée et excrétion correspond à l'efficacité de la réabsorption (Tmax atteint en moyenne pour 17 mol/l de glucose dans le sang).

Si glucose dans le sang = molécule osmotiquement active donc attire l'eau et augmente la diurèse. Donc diabétique a une glycosurie et une polyurie.

Si substance filtrée puis sécrétée : la quantité excrétée > la quantité filtrée, et si la C plasmatique augmente, la courbe d'excrétion devient parallèle à courbe de filtration, au point d'inflexion on a atteint le seuil maximum de sécrétion, et on ne pourra pas augmenter l'élimination.



Réabsorption

- De **99-100%** eau, glucose, bicarbonates, Na, Cl, Ca²⁺
 - Pour le Na, su tubule proximal, et branche ascendante large, l'élément majeur de fonctionnement c'est la Na/K ATPase qui est basolatérale (fait sortir 3 Na, et rentre 2 K⁺) → sont but c'est sortir du sodium, pour cela elle a besoin d'énergie = explique la richesse en mitochondries du tissu. A un **fonctionnement basal = permet la polarité de la mb** (maintient une concentration intraC basse de sodium, ce qui permet l'énergie pour tous les transporteurs associés au sodium au niveau luminal). **Permet également la réabsorption d'eau.**
 - 80-92% pour K, 75-90% de phosphate, 40 % urée, 10% NH₄⁺
 - Système très finalement régulé.



LE TUBE CONTOURNE PROXIMAL

- Le **NaK ATPase maintient une faible concentration intra C de sodium pour permettre un cotransport actif secondaire d'un certain nombre de composés, que suit l'eau**

- Permet la réabsorption de 60 à 80 % du contenu de l'urine primitive.

- ✓ **Réabsorbe 2/3 des Na⁺ et de l'eau** (l'eau suit les mouvements du sodium pour équilibrer la pression osmotique).
 - Certaines substances perturbent la réabsorption de l'eau : le mannitol , il est filtré, présent dans l'urine, et exerce une pression osmotique et crée un flux sortant d'eau = diurèse osmotique du au mannitol.
 - D'autres composés suivent les flux d'eau (urée, K⁺, Ca²⁺, Cl⁻, Mg²⁺ (diffusion paracellulaire))

- ✓ **Bicarbonates : le rein les réabsorbe**

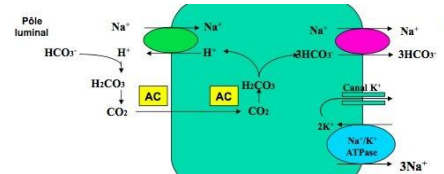
-Bicarbonates sont couplés à des protons dans la lumière (qui ont été sécrétés dans la lumière cependant transport avec Na), et donne H₂CO₃, et l'anhydrase carbonique favorise la transformation en CO₂, qui diffuse spontanément à travers la membrane, ou il y a une autre anhydrase carbonique qui fait le travail en sens inverse → H₂CO₃ → protons (qui seront resécrétés pour recapter des bicarbonates) + bicarbonates (sortent au pôle basal par co transport avec Na⁺).

- taux max de réab = 27 mmol/L

- ✓ **Glucose** : transport apical par SGLT2, et basal par GLUT2 : taux max de réabsorption de l'ordre de 15 à 20 mM par L.
- ✓ **AA** : différents transporteurs qui vont pour beaucoup être sodiums dépendants, et d'autres sont couplés aux protons ..., on ne connaît pas l'ensemble des systèmes de transport.
- ✓ **Phosphate** : par 3 systèmes de transport, a une **régulation hormonale** = diminution par parathormones (produites par glandes parathyroïdes), calcitonine (produite par thyroïde) et FGF23 (forme hormonale de la VIT D), et augmentation par calcitriol
- ✓ **Protéine et azote** :

-Normalement pas de protéines dans l'urine, seront dégradées en peptides et recaptées par endocytose

-Ammoniogenèse (l'uréogénèse hépatique génère une acidose) : coté luminal ; l'ammoniac NH₃ filtré + H⁺ → NH₄⁺ (les H⁺ viennent principalement du métabolisme rénal de la glutamine → glutamate → NH₃ + αKG, et αKG donnera H₂CO₃ + H⁺, les H⁺ seront excrétés pour se combiner avec les NH₃)



ANSE DE HENLE

- ⇒ **Branche descendante perméable à l'eau et à l'urée (aquaporines)**

- ⇒ **Branche ascendante imperméable à l'eau et perméable aux ions** : conditionnée au pôle luminal par un co transport Na/K/2Cl, et toujours la **NaK ATPase basolatérale**. A ce niveau **maximum de 200 mosmol/l** entre le pôle luminal et basal.

	<u>TUBE CONTOURNE DISTAL</u> ⇒ On continue la <u>réabsorption du sodium</u> (avec co transport Na et Cl) ⇒ <u>Régulation de la réab du calcium</u> (favorisé par parathormones et le calcitriol) <u>TUBE CONNECTEUR ET COLLECTEUR CORTICAL</u> ❑ Réab de Na ❑ Adaptation : régulation de l'excrétion en fonction des apports et des besoins. ❑ Régulation hormonale (induction de la réab dosée par aldostérone, ANP, angiotensine II, insuline) ,on trouve dans le tube connecteur des cellules impliquées dans l'éq acido-basique : ⇒ Les cellules intercalaires : en fonction des circonstances, excrètent des bicarbonates, ou les réabsorbent pour lutter contre l'acidose. <u>COLLECTEUR MEDULLAIRE (TUBE DE BELLINI)</u> ❑ Régulation de la réabsorption d'eau : c'est ici qu'on trouve les cibles de l'ADH (hormone anti-diurétique) ❑ Réabsorption de l'urée à la partie terminale du tube collecteur. ❑ Il y a des systèmes qui permettent à la cellule rénale de capter l'ammoniac pour l'éliminer (permet d'éliminer des protons).
	FONCTIONS ENDOCRINES DU REIN ❑ Appareil juxta-glomérulaire produit rénine : ⇒ Système rénine-angiotensine-aldostérone : régulation de la pression artérielle et de l'équilibre hydrosodé ⇒ Q récurrente sur l'ADH, et système SRAA (aldostérone synthétisée par corticosurrénale). ✓ ADH agit sur le <u>métabolisme hydrique et l'hydratation intracellulaire</u> (si apports en eau faibles ou si hyperosmolarité = faible DU et forte réabsorption d'eau/urine au niveau du canal collecteur) ✓ Aldostérone joue sur l'<u>équilibre sodé et l'hydratation extracellulaire</u>. ❑ Régulation de l'érythropoïèse via l'érythropoïétine (EPO) ⇒ EPO recombinante utilisé pour traiter l'insuffisant rénale ⇒ Détournement d'utilisation chez les sportifs (en particulier les cyclistes) ❑ Homéostasie calcique : hydroxylation en 1 du cholécalficérol → 1,25(OH)2D3 sous contrôle de la parathormone (PTH) = le rein permet l'activation terminale de la vit D3 (par hydroxylation), formation de la forme active = calcitriol ✓ La parathormone favorise cela. ✓ Il existe des formes préhydroxylées de la vitamine D pour les personnes chez qui cette activation ne se fait pas. ❑ Catabolisme rénal des hormones polypeptidiques

III-VOIES URINAIRES

ANATOMIE	➤ Papilles rénales se terminent dans petits puis grand calices → bassinets → uretère → vessie. ➤ L'épithélium sera adapté pour fonction de frottement (épithélium pseudostratifié = urothélium) ➤ Il y a une musculature adaptée à la contraction : couches de cml longitudinales et en circulaire externe. Une séreuse = adventice entoure le tout
INNERVATION DE LA VESSIE	▪ Uretères se déversent dans la vessie (avec même urothélium). Les cml sont assez abondantes pour former une structure continue musculaire = détrusor (bcp de cml) ▪ A l'extrémité inf : ✓ Sphincter urétral interne : cellules musculaires lisses (contrôle par le SNA) ✓ Sphincter urétral externe : anneau de cellules striées squelettiques (contrôle volontaire) → Détrusor innervé par fibres paraS (favorisent élimination d'urine) → Sphincter interne : innervation S qui prévient l'elim de l'urine. → Sphincter externe : innervé par voies somatiques motrices du nerf honteux pour inhiber ou déclencher la miction.
TRANSPORT DE L'URINE	▪ Formation permanente d'urine au niveau de la papille : pression entraine des contractions péristaltiques jusqu'à la vessie : - Paroi des uretères : fait descendre l'urine - Influence du SNA : parasymphatique = stimulation des contractions et sympathique = relaxation. ✓ Il y a un système anti-reflux : contraction du détrusor fermant les uretères empêchant la remontée de l'urine. ✓ Les contractions péristaltiques des uretères permettent à l'urine de forcer le passage.
OBSTRUCTION	⚡ Obstruction par un calcul rénal = colique néphrétique ⇒ Plus il y a un obstacle, plus les contractions musculaires seront violentes pour expulser le contenu = douleurs. ⇒ Peu entraîner des lésions du rein. ⇒ S'y ajoute un réflexe sympathique urétero-rénal : vasoconstriction générale des artères afférentes des corpuscules de Malpighi pour diminuer la filtration et la pression = rétrocontrôle.
REMPLISSAGE DE LA VESSIE ET REFLEXE DE MICTION	▪ Le remplissage : augmentation de la pression par accumulation d'urine = pression intra-vésiculaire qui quand elle est assez importante : ➤ Activation des fibres parasymphatiques : - Contraction du détrusor - Relâchement du sphincter interne (<i>accompagné d'une inhibition des neurones sympathiques : inhibition de la miction par les voies somatiques motrices.</i>) ▪ Miction : par contraction des muscles abdominaux qui appuient sur la vessie pour stimuler l'élimination d'urine.