

Université Badji Mokhtar Annaba
Faculté de Médecine
Département de Médecine

Année universitaire 2015-2016
Cours de la 2^{ème} année
Présenté par Dr KERBI

LA PHYSIOLOGIE RENALE

I-Introduction :

Comme le cerveau et le cœur ,le rein est un organe noble pour les raisons suivante :

- les néphrons détruits ne sont pas renouvelés
- il est indispensable à la vie car il exerce plusieurs fonctions :

*la première :le maintien de la composition du milieu intérieur

*la deuxième :c'est l'élimination des toxines et des déchets delà nous pouvons dire que le rein est un organe d'équilibre.

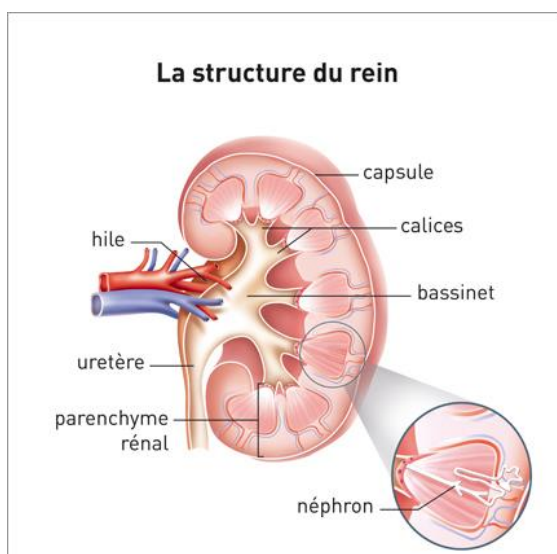
*la fonction endocrine (la synthèse d'hormones) :

- L'érythropoïétine :qui stimule la maturation des globules rouges.
- la vitamine D :

*la rénine :responsable d'une étape d'activation de l'angiotensinogène ce qui aboutit à la production d'un puissant vasoconstricteur qui l'angiotensineII (indispensable à la régulation de la pression artérielle).

* les prostaglandines :en plus de leurs action anti inflammatoire, elles interviennent également dans la régulation de la circulation rénale (donc elle protège le rein) .

II-Bases anatomophysiologiques :



III- Débit sanguin rénal (DSR):

Le débit sanguin rénal destiné aux deux reins est environ 1200 ml/min correspondant à 20% du débit cardiaque au repos .

Une faible fraction du DSR est impliquée directement dans la formation de l'urine .

Méthodes de mesure du débit sanguin rénal :

-la débitmétrie électromagnétique ou à ultra-sons est exclusivement impliquée à l'usage expérimental ou en per-opérateur, les Méthodes de mesure applicables à l'homme sont plus indirectes .

La mesure du flux plasmatique rénal:

La méthode de référence repose sur l'excrétion urinaire de l'acide para-amino-hippurique (PAH).

Toute substance non métabolisée et totalement éliminée dans les urines peut être employée .

La fraction de PAH qui n'est pas filtrée est excrétée à partir des capillaires péri-tubulaires :

le PAH subit une extraction totale du sang .

La clairance urinaire du PAH correspond à la quantité de plasma totalement épuré de PAH par unité de temps ,donc elle correspond au débit plasmatique rénal puisque le plasma est totalement épuré du PAH en un seul passage à travers le rein .

$$\text{FPR} = \frac{U \cdot V}{P} \text{ (PAH)} \quad \text{ml/min}$$

U: concentration urinaire de PAH

P: concentration plasmatique de PAH

V: débit urinaire

Flux sanguin rénal:

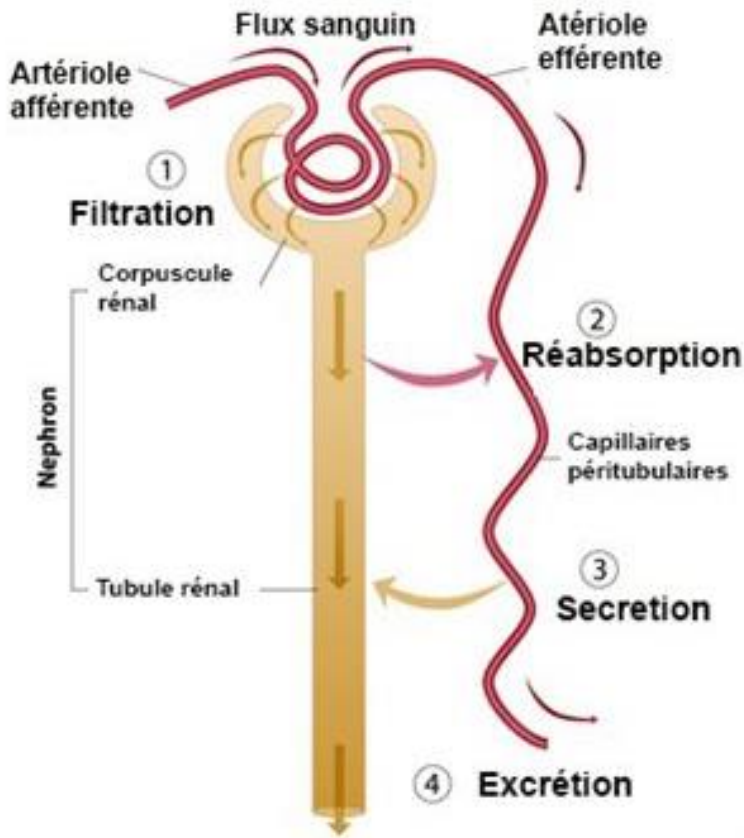
$$\text{FSR} = \frac{\text{FPR}}{1 - \text{hématocrite}} \quad \text{ml/min}$$

FSR= 1200 ml/min

FPR = 625 ml/min

DC = 5000 ml/min

III-Formation de l'urine :



Plusieurs processus fondamentaux concourent à la formation de l'urine :

- Filtration glomérulaire
- Réabsorption tubulaire
- Sécrétion et excrétion tubulaire

A/La filtration glomérulaire :

1- introduction :

La filtration glomérulaire est la première étape de la formation de l'urine ,c'est un processus passif au cours duquel les liquides et les solutés sont poussés hors du glomérules (constitue un simple filtre mécanique)dans la capsule de Bowman ,le glomérule donc constitue un simple filtre caractérisé par un grande superficie (0,27 M2) ;les reins produisent environ 180L de filtrat par jour.

La filtration a lieu au niveau du corpuscule de Malpighi ,elle aboutit à la formation de l'urine primitive : l'**ultra filtrat plasmatique**.

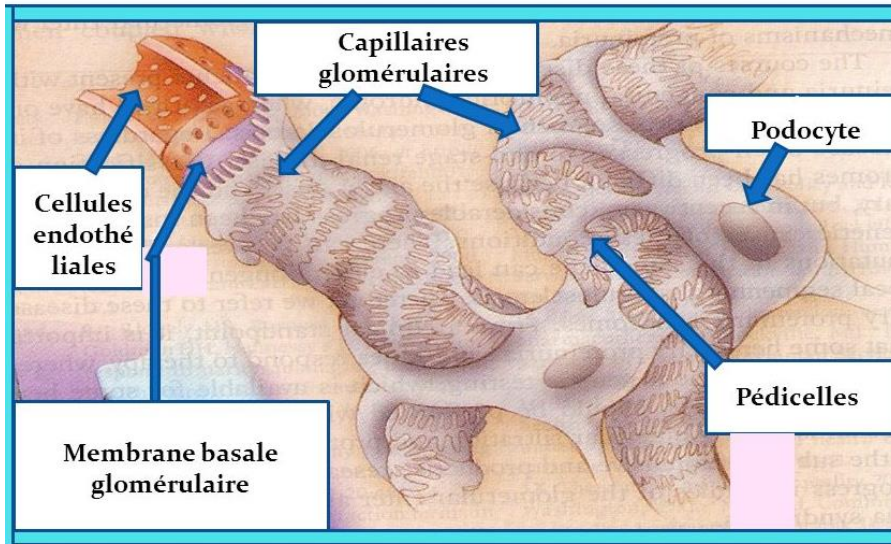
Les critères de l'urine primitive :

- absence de grosses molécules
- composition hydro-électrolytique sensiblement identique de part et d'autre de la membrane
- existence d'un gradient de pression de part et d'autre de la membrane

2-supports morphologiques de la filtration glomérulaire:

La membrane de filtration est constituée de trois couches :

- la paroi des capillaires glomérulaires faite d'une seule couche de cellules endothéliales perforées de nombreux pores(diamètre de 100 à 600Å)qui la rend cent fois plus perméable.
- une couche acellulaire de la membrane basale (300Å d'épaisseur)
- des cellules épithéliales (podocytes)qui entourent le peloton glomérulaire ,chaque podocyte a de nombreux prolongements qui se ramifient formant des pieds appelés également pédicelles,les petits espaces entre les pédicelles portent le nom de fente de filtration, c'est la voie de passage vers la capsule de Bowman du liquide qui sort du capillaire.



3-forces intervenants dans la filtration glomérulaire :

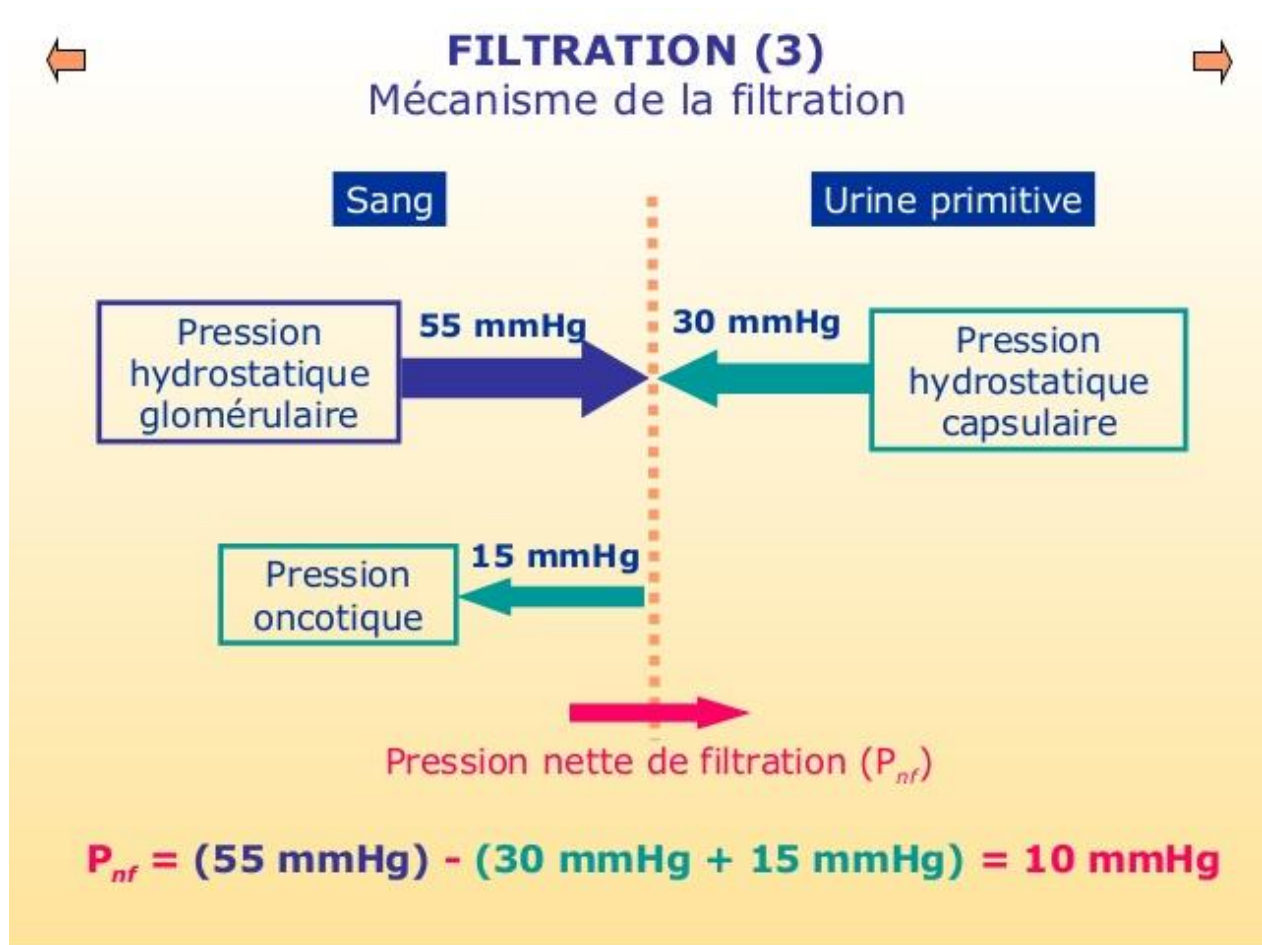
La filtration est un phénomène passif qui s'effectue sous l'action d'une force :



La pression efficace de filtration

PEF est la résultante de forces hydrostatiques et oncotiques

Au niveau capillaire Au niveau de l'espace urinaire



4- le débit de la filtration glomérulaire DFG:

C'est le volume de filtration formé par l'activité combinée des deux millions de glomérules des reins par minute, 3 facteurs déterminent ce débit dans le lit capillaire :

- * l'aire totale disponible par la filtration glomérulaire
- * la perméabilité de la membrane de filtration
- * la pression nette de filtration

Chez l'adulte, le DGF normal est 120 à 125ml /min dans les deux reins .

5-Régulation de la filtration glomérulaire :

Le débit de filtration glomérulaire est maintenu constant grâce à des mécanismes intrinsèques (autorégulation rénale) et extrinsèques (nerveux et hormonaux)

*les mécanismes intrinsèques :

Les reins peuvent maintenir un débit de filtration glomérulaire presque constant malgré les fluctuations de la pression artérielle systémique, cette régulation repose sur deux mécanismes :

a-l'autorégulation vasculaire myogène :

Reflète la tendance du muscle lisse vasculaire à se contracter

l'augmentation de la pression artérielle systémique cause la constriction réflexe des artérioles glomérulaires afférentes .

la diminution de la pression artérielle systémique entraîne la dilatation des artérioles afférentes glomérulaires.

Les deux réactions contribuent à maintenir un débit de filtration glomérulaire normal et constant.

b-rétroaction tubuloglomérulaire :

Il s'agit de cellules granuleuses situées dans la paroi de l'artériole afférente sensibles aux variations de la pression de perfusion , responsable de la libération de la rénine (enzyme activant un

puissant vasoconstricteur : l'angiotensine II aboutissant par conséquent à une diminution du débit de filtration glomérulaire et donc du débit sanguin rénal.

*mécanismes extrinsèques :

- nerveux
- hormonaux

A-mécanismes de régulation nerveuse :

En période de stress extrême ou en situations d'urgence il se produit une diminution du débit de filtration glomérulaire (suite à une libération de noradrénaline) les fibres nerveuses sympathiques qui agissent sur les récepteurs alpha situés sur les muscles lisses des vaisseaux sanguins entraînent une forte vasodilatation des artères afférentes et une diminution de la formation du filtrat.

B- mécanisme de régulation hormonale :

C'est par le biais du système rénine angiotensine ,qui fait intervenir l'appareil juxta glomérulaire .

6-mesure de la filtration glomérulaire :

Se fait par la détermination de la clairance d'une substance d'élimination strictement glomérulaire .

c'est le volume de plasma totalement épuré de cette substance par unité de temps(minute).

$$Cl = \frac{U \cdot V}{P} \quad \text{en ml/min}$$

U : la concentration urinaire de la substance en mg/l

V : le débit urinaire en ml/min

P : la concentration plasmatique de la substance en mg/l

Une substance servant à mesurer le filtrat glomérulaire doit répondre à toute une série de conditions :

- *elle ne doit pas être métabolisée par l'organisme
- *son poids moléculaire doit être faible
- *non ionisée, non fixée par les protéines
- *elle doit être entièrement ultrafiltration
- *elle ne doit subir ni réabsorption, ni excrétion par le tubule rénal

Les substances employées sont :

.l'inuline :a été la première substance employée

C'est un polyoside de PM=5200,il est donc nécessaire d'établir une perfusion veineuse prolongée d'inuline (solution a 10%)afin d'atteindre un taux plasmatique connue puis un recueil urinaire précis, dans ces conditions la formule UV/P permet d'obtenir une mesure de la filtration glomérulaire Il faut apporter les résultats obtenus à la surface corporelle en prenant comme surface d'un adulte normal 1,73m².

Valeurs normales = 110à 130 +/- 30ml/min pour 1,73 m²

.clairance de la créatinine endogène :c'est une méthode qui utilise une substance naturelle(non étrangère)et utilise le taux sanguin de cette substance, la technique est dans ces conditions très simple ,on effectue un recueil d'urine sur24 H en une prise de sang à la fin du recueil, on obtient la clairance par la formule UV/P

Chez une sujet jeune (20 -35ans) : homme 130+/-15ml/min/1,73m²
Femme 120+/-15ml/min/1,73m²

Variations physiologiques de la filtration glomérulaire :

*chez l'adulte : en dehors des situations pathologiques des variations sont observées au cours de l'activité musculaire ou au cours des agressions émotionnelles qui réduisent nettement la filtration glomérulaire, ou au cours de la gestation qui peut augmenter de 30%.

*Chez l'enfant jusqu'à 03 ans la clairance glomérulaire est proportionnellement plus faible, au delà de cet age les valeurs sont identiques a celles de l'adulte .

Après 35ans cette valeur décrois progressivement d'environ 5%par 10 ans d'age.

Variations pathologiques :

La filtration glomérulaire est réduite en cas de baisse de la fonction du néphron.

B/Les transferts tubulaires :

La comparaison de caractéristiques de l'urine primitive formée par la filtration glomérulaire et de l'urine définitive donne une idée approximative des fonctions tubulaires .

-les mécanismes de transferts tubulaires :

il peut s'agir d'un :

- mécanisme passif
- mécanisme actif

*mécanisme actif : prépare le terrain pour le transport passif,il est caractérisé par :

-se fait contre un gradient :

- .de concentration
- .électrique
- .de pression

-limité

-nécessite de l'énergie(ATP)

-nécessite la présence d'un transporteur membranaire ayant une grande affinité pour la substance (saturable :T_m).

Exemples :

-Glucose T_m=350mg/min au niveau du TCP

-Phosphates T_m=4-5 mg/min au niveau du TCP

-Acide urique T_m=15 mg/min au niveau du TCP

-Acides aminés , et chaque acide aminé a un T_m.

Ce mécanisme est caractérisé par le T_m(transport maximal et le seuil)

Lorsqu'une substance est fixée et réabsorbée son élimination rénale est inférieur a la clairance glomérulaire, puisque la quantité filtrée est restituée au plasma cela signifie que les capacités de transport des cellules tubulaires sont suffisantes pour assurer la récupération de toute la charge filtrée

-lorsque la charge tubulaire augmente par augmentation de la filtration glomérulaire ,la réabsorption augmente tant que les capacités de transport sont suffisantes, toute la charge est réabsorbée et la substance n'apparaît pas dans l'urine définitive UV=0

-lorsque la charge tubulaire est trop importante et qu'elle dépasse les possibilités de transport tubulaire une partie de la substance filtrée ne peut être réabsorbée, donc éliminée dans l'urine UV supérieure à 0.

-la quantité maximale successible d'être réabsorbée par unité de temps est le T_m de la substance considérée(s'exprime en mg /min)

*mécanisme passif :

-Se fait selon un gradient(de concentration, électrique ,de pression)

- ne consomme pas de l'énergie
- dépend de l'importance du gradient, de la liposolubilité de la substance, de sa taille et de sa charge électrique.

Exemple :

- l'urée.
- la réabsorption de l'eau par osmose tout le long du tubule.
- le chlore

*mécanismes particuliers :

- la diffusion piégée :

Un corps sous la forme ionisée, non diffusible à travers la membrane (l'ion ammonium NH_4^+) se transforme en forme non ionisée (ammoniaque NH_3) pour être facilement diffusible et éliminé dans les urines.

(1) La réabsorption tubulaire :

Bien que toutes les parties du tubule rénal contribuent à un degré ou à un autre à la réabsorption, les cellules du TCP sont de loin les plus actives.

1- réabsorption du Na^+ :

2- réabsorption de l'eau : est réabsorbée par osmose tout le long du tubule ;

65% TCP

15% dans l'anse

20% TCD et TC

3- réabsorption du chlore : ion porteur d'une charge négative réabsorbée par un mécanisme passif sous l'effet d'un gradient électrique créé par la réabsorption du Na^+ (la quantité de Na^+ réabsorbé conditionne la quantité de chlore réabsorbé)

4- réabsorption de l'urée : l'urée diffuse où diffuse l'eau donc elle est réabsorbée avec l'eau.

5- réabsorption à flux net glucose :

la glycémie normale est de 1g/l (0.7 - 1,1g/l), le glucose est filtré dans le glomérule et totalement réabsorbé donc la glucosurie est nulle

l'augmentation de la glycémie s'accompagne d'une augmentation de la réabsorption du glucose, arrivant à une glycémie de 1,80g/l, le glucose commence à apparaître dans les urines, c'est **le seuil rénal**.

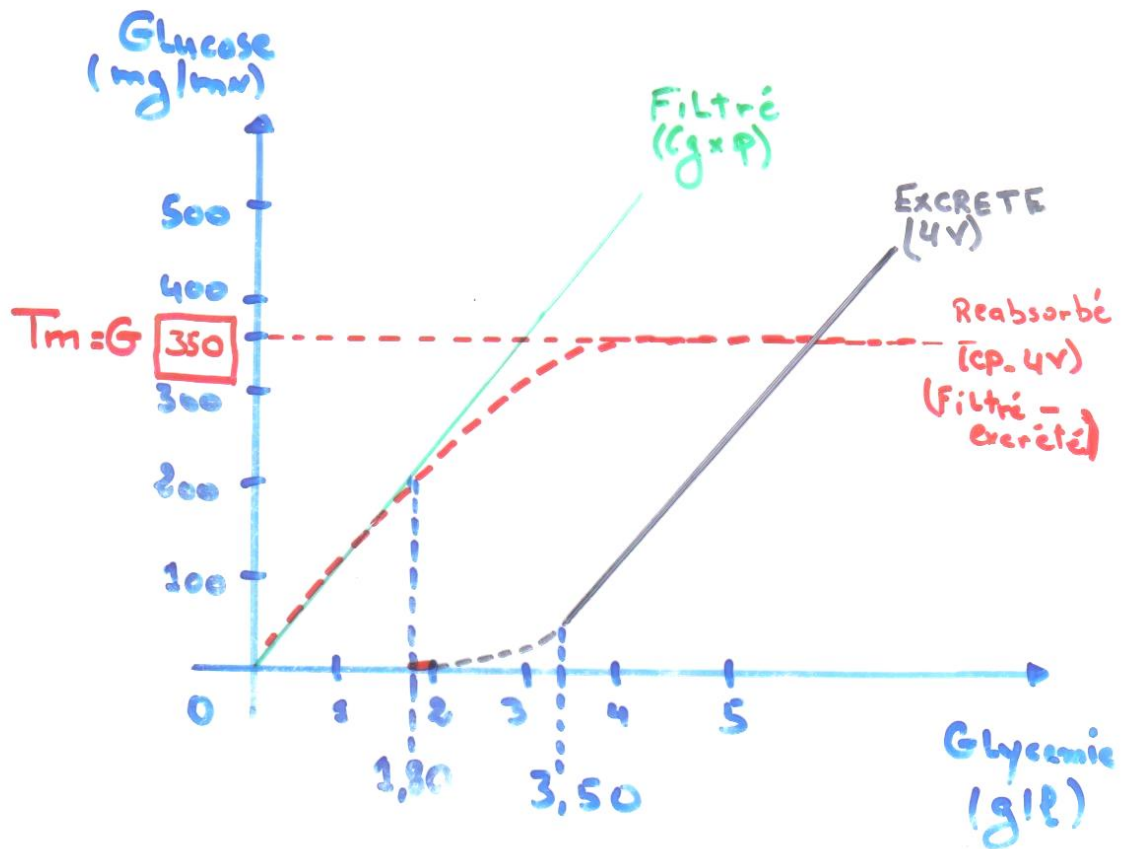
le seuil rénal :

c'est la concentration d'une substance dans le plasma correspondant à son apparition dans les urines.

- lorsque la glycémie > seuil → la réabsorption continue à augmenter jusqu'à une valeur maximale de la glycémie = 3g/l qui correspond à son T_m .

T_m glucose = 375 mg/min

- lorsque le T_m est atteint tout ce qui est en excès est éliminé dans les urines.



La réabsorption du glucose a lieu au niveau du tubule contourné proximal.

6-l'acide urique : chez l'homme adulte 700mg d'acide urique sont synthétisé par 24H, le rein assure une élimination quotidienne de 450mg, soit 60 à 70% de la quantité synthétisée et environ 30% sont réabsorbée

- la réabsorption se fait principalement au niveau du TCP, par un mécanisme actif contre un gradient de concentration $T_m = 15 \text{ mg/min}$

NB : l'acide urique subit des processus de filtration et de réabsorption (80% de la quantité filtrée), excrétion et même de sécrétion tubulaire

7-les acides aminés :

l'acidoaminurie est normalement très faible environ 1mg/min chez l'adulte pour une acidoaminurie moyenne de 500mg/l, la réabsorption nette des acides aminés est très importante s'effectue au niveau du TCP activement et elle est saturable. Chaque acide aminé a son T_m ; arginine $T_m = 4 \text{ mg/min/100ml}$.

8- le phosphore :dans le sang le phosphore inorganique est présent uniquement sous forme de phosphates :40mg/l de plasma ,ils sont totalement ultrafiltrable

la réabsorption intéresse 80% de la charge filtrée et se situe au niveau du TCP selon un mécanisme actif

Saturable $T_m = 4 - 5 \text{ mg/min}$

Réabsorption et excrétion rénale du potassium

- La réabsorption est passive (par entrainement du solvant ou bien selon un gradient electro-chimique)
 - S'effectue le long du tubule rénal
 - TCP: 70%
 - Branche ascendante de l'AH:20%
 - Canal collecteur medullaire:10%
 - l'excrétion est active du coté basolateral de la cellule tubulaire distale
 - Par l'activation de pompes Na^+/K^+ ATPasique stimulés par la kaliémie
 - Elle est passive du cote apical selon un gradient electro-chimique
- Régulation de l'élimination rénale du potassium
- l'apport du potassium stimule les pompes basolatérales
 - L'apport du sodium stimule les pompes , et renforce le gradient electro-chimique (quand le sodium urinaire augmente, la réabsorption augmente avec un rejet du potassium
 - l'aldostérone est une hormone kaliuretique stimulée par l'hyperkaliémie
 - Entrainant l'ouverture de canaux potassiques du cote apical

(2) L'excrétion tubulaire :

L'excrétion du PAH :acide amino para-amino-hippurique,qui représente l'exemple de l'excrétion des acides organiques au niveau de l'organisme.(schéma n°7)

C'est une substance exogène utilisée pour la mesure du flux sanguin rénal car à faible concentration un seul passage suffit pour l'éliminer du plasma ,son élimination urinaire se fait par un double mécanisme :

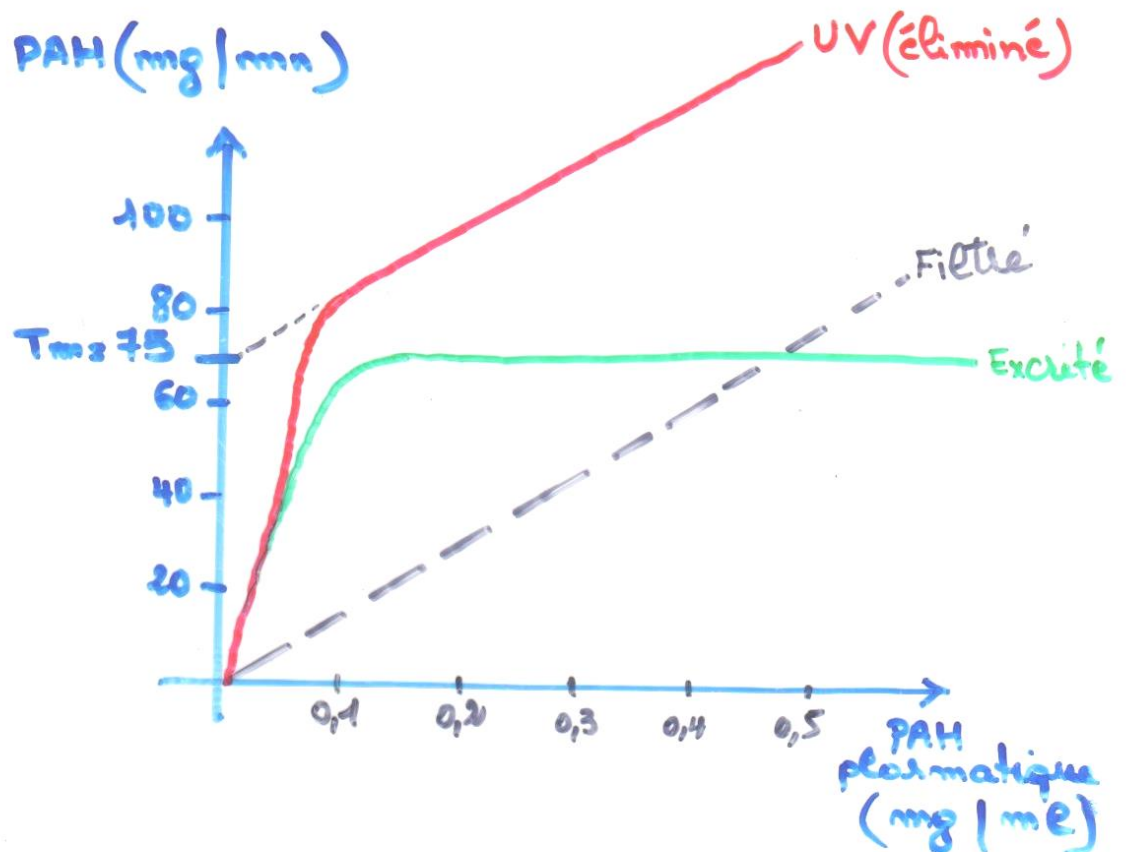
-par filtration : qui peut au maximum extraire 20% du PAH plasmatique
-l'excrétion(au niveau du TCP) .

Si l'augmentation de la concentration plasmatique dépasse 200mg/l ;le T_m d'excrétion tubulaire du PAH est atteint

$T_m = 75 \text{ mg/min}$.

- 200 mg/l est la concentration plasmatique du PAH qui correspond à son T_m

-lorsque le T_m est atteint tout ce qui est en excès reste dans le sang.



Transport tubulaire actif α
 Flux net d' **Excretion** du
 PAH

IV-Le métabolisme du sodium :

Le sodium est l'élément minéral le plus important de l'équilibre hydrique du milieu intérieur .

Le sodium a un rôle fondamentalement osmotique .

Il est un moteur de pression dans le compartiment surtout vasculaire ,et grâce aux mouvement de sodium que le rein adapte le contenu au contenant dans le cadre de la régulation de la pression artérielle.

1) les entrées :

Son apport est surtout alimentaire sous forme de chlorures de sodium ,le besoin quotidien est de l'ordre de 4-7g.

2) les sorties :

Son élimination peut s`effectuer dans toutes les sécrétions de l'organisme (sueur,salive,expectoration diarrhées.....),mais elle est surtout urinaire.

*l'élimination rénale de sodium :

Le sodium est totalement ultrafiltrable ,sa concentration dans l`urine primitive est égale à celle du plasma(142meq/l), mais dans le tubule cette concentration va subir des modifications .

A- La réabsorption du sodium au niveau du TCP :

Elle est active et se fait en trois étapes :

- (1) une réabsorption passive au niveau des faces apicales des cellules tubulaires vers l`intérieur de la cellule selon un gradient de concentration .
- (2) une fois dans la cellule le passage actif vers l`espace péri-tubulaire à travers les faces baso-latérales de la cellule tubulaire s`effectue en utilisant les pompes Na^+/K^+ -ATPasique.
- (3) dans l`espace péri-tubulaire la charge osmotique augmente qui fera appel à l`eau de l`urine primitive ,généralant ainsi une pression hydrostatique responsable de mobiliser la solution vers les capillaires péri-tubulaires .

B- La réabsorption du sodium au niveau de l`anse de Henlé :

BA :la réabsorption est active sans mouvement d`eau ,responsable d`une augmentation de l`osmolarité interstitielle .

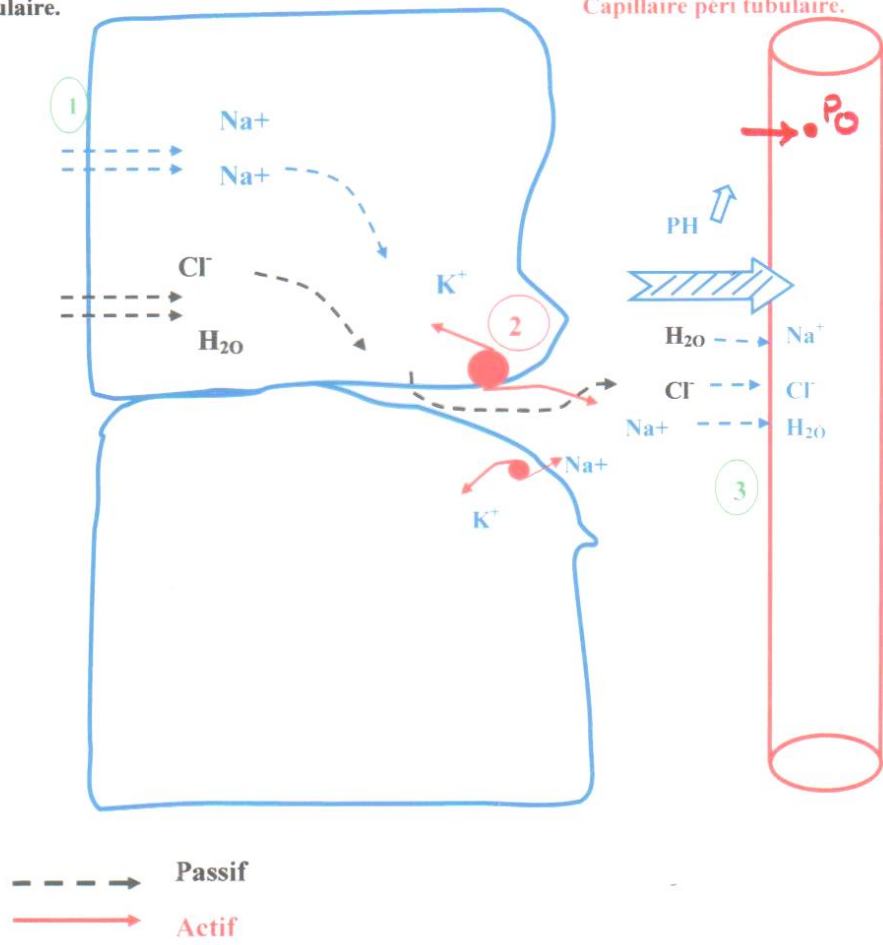
BD :un interstitium hyperosmolaire favorise le retour passif du sodium vers l`urine ainsi que la diffusion de l`eau urinaire vers l`interstitium.

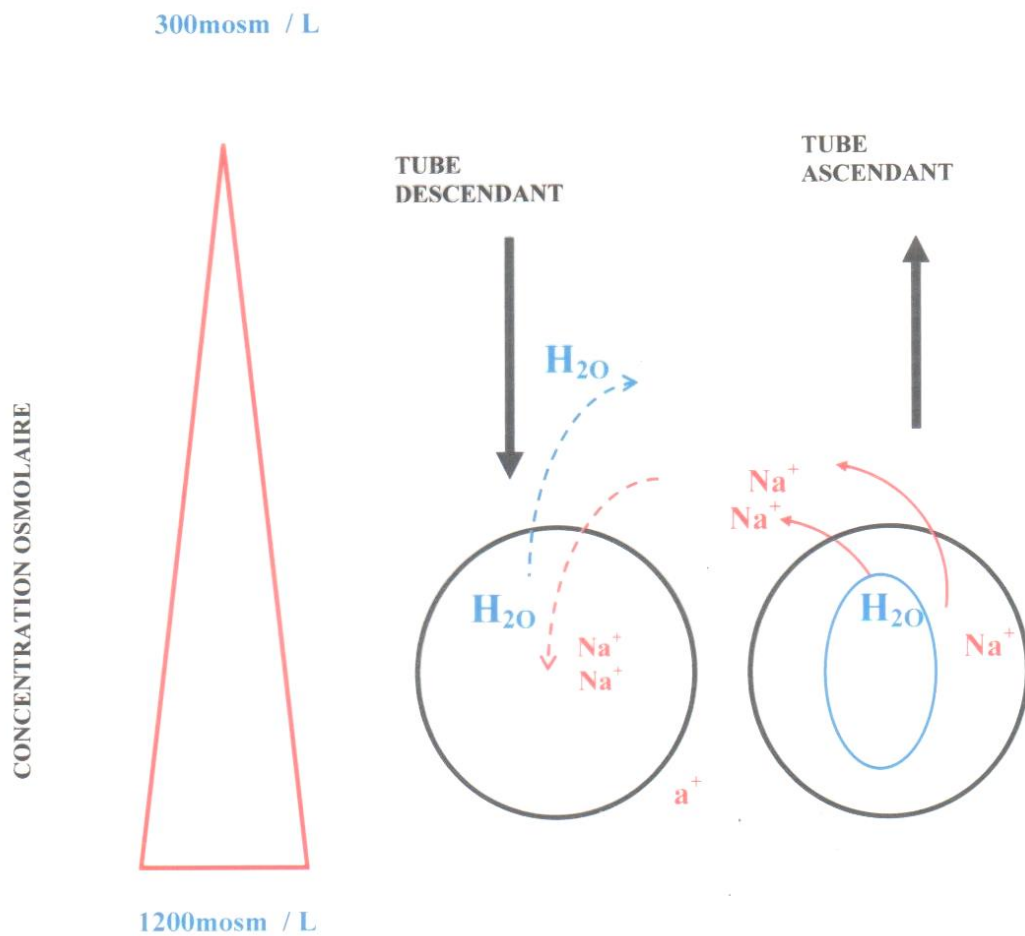
C- La réabsorption du sodium au niveau du TCD:

C`est à ce niveau q`a lieu réellement la régulation hormonale de l`élimination rénale du sodium sous l`action de l`aldostérone.

Lumière tubulaire.

Capillaire péri tubulaire.





ZONE MEDULLAIRE : COURBE DE L'ANSE DE HENLE.

***la régulation hormonale du métabolisme du sodium :**

Trois actions principales peuvent être étudiées dans le cadre de cette régulation :

- (1) système rénine-angiotensine
- (2) hormones minéralocorticoïdes (aldostérone)
- (3) hormones glucocorticoïdes (cortisol)

-le système R-A :

Les deux principaux stimuli de ce système sont :

- .le volume circulant
- .la balance sodée

La rénine

- une enzyme de PM=40000
 - secrétée au niveau rénal (l'appareil juxta-glomérulaire)
- (Schéma n°10)

Plus exactement par les cellules de la macula densa ;une différenciation histologique particulière du TCD en contact étroit avec l'artériole afférente du glomérule .schéma n°

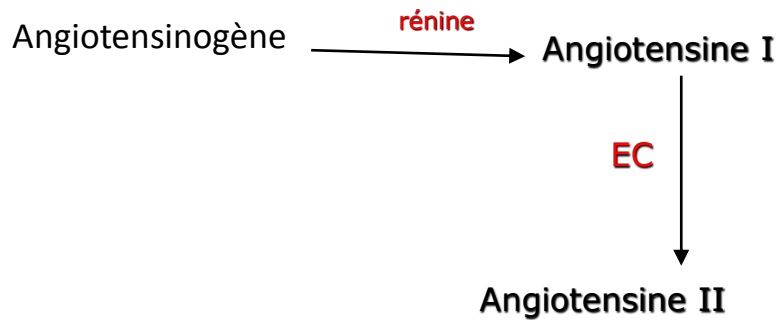
-elle convertit l'angiotensinogène circulant en angiotensine I et II .

Les effets de la rénine :

1- elle augmente la production d'aldostérone(réabsorption distale du sodium)

2-elle redistribue le flux sanguin rénal au profit du cortex profond

3-par son action vasculaire elle maintient une pression artérielle suffisante



EC : enzyme de conversion

***L'angiotensinogène :**

-une glycoprotéine produite par le foie et libérée dans la circulation

-elle subit le 1er clivage au niveau du rein, le 2eme aura lieu par une enzyme de conversion présente au niveau du rein ,poumon et plasma.

***l'aldostérone :**

-Hormone synthétisée par la zone glomérulée du cortex surrénalien et libérée dans la circulation .

L'action rénale

-La réabsorption active du sodium contre un ion potassium K⁺ ou un ion proton H⁺ .

-Elle s'effectue au niveau de la partie la plus distale du TCD et la partie initiale du tube collecteur.

***le cortisol**

- Hormone synthétisée par la zone fasciculée du cortex surrénalien

-Elle stimule la synthèse des catécholamines (adrénaline) par la médullo-surrénale

-L'adrénaline stimule la sécrétion de l'aldostérone donnant une épargne de sodium et une kaliurie.

V-Pouvoir concentration ,dilution des urines :

Les reins jouent un rôle important dans la régulation du bilan hydrique

- Un bilan hydrique (-) —————> le rein concentre l'urine

- Un bilan hydrique (+) —————> le rein dilue l'urine

Le rein concentre ou dilue l'urine en augmentant ou en diminuant la réabsorption de l'eau au niveau du TCD et le tube collecteur à deux conditions:

1-une médullaire hyperosmolaire

2-une perméabilité de la paroi tubulaire à l'eau

1)La médullaire concentrée est assurée par le contre courant multiplicateur.

2)La perméabilité tubulaire à l'eau est assurée par l'action de l'ADH (vasopressine)sur le tubule rénal.

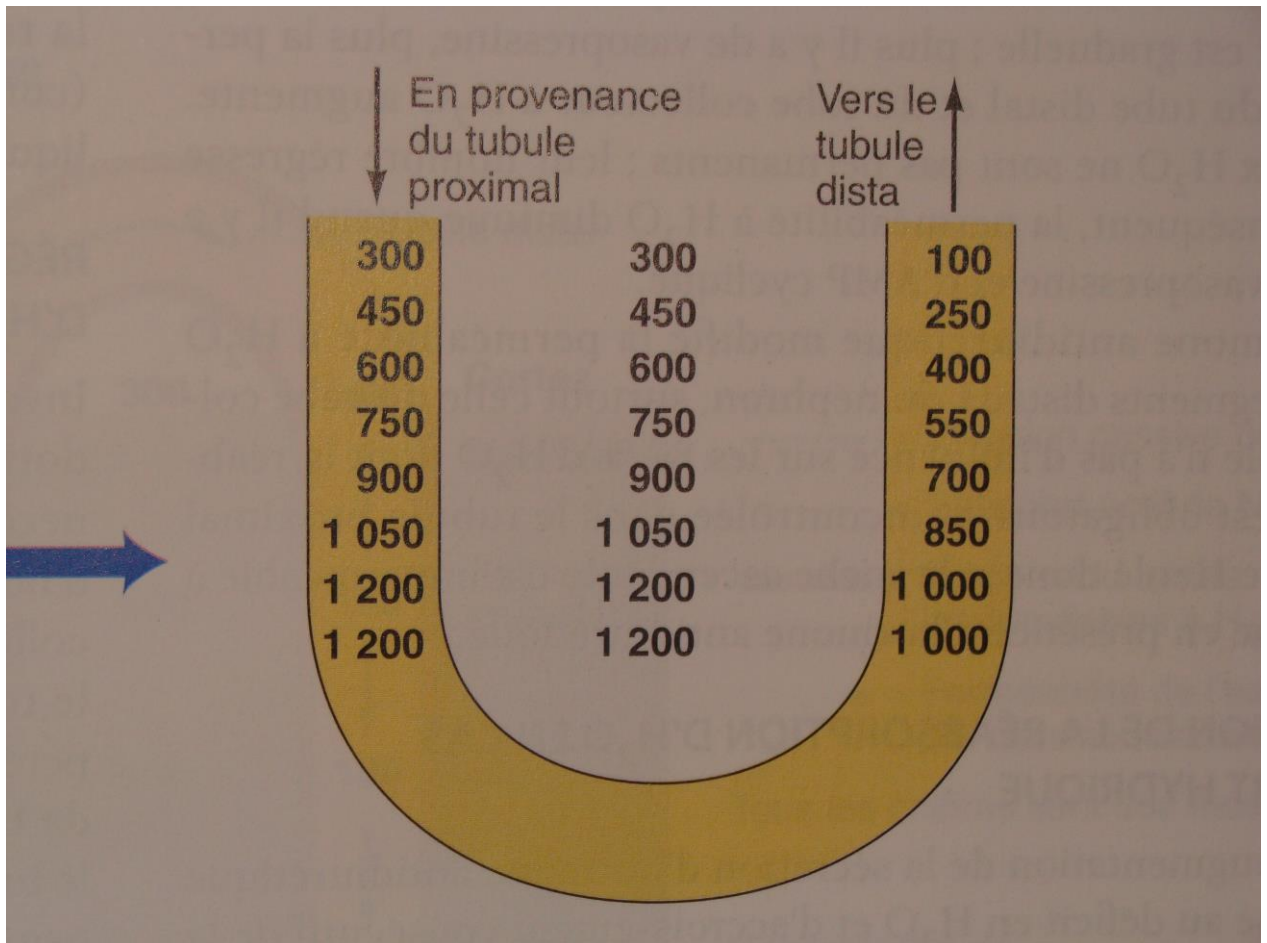
Le mécanisme du contre courant multiplicateur :

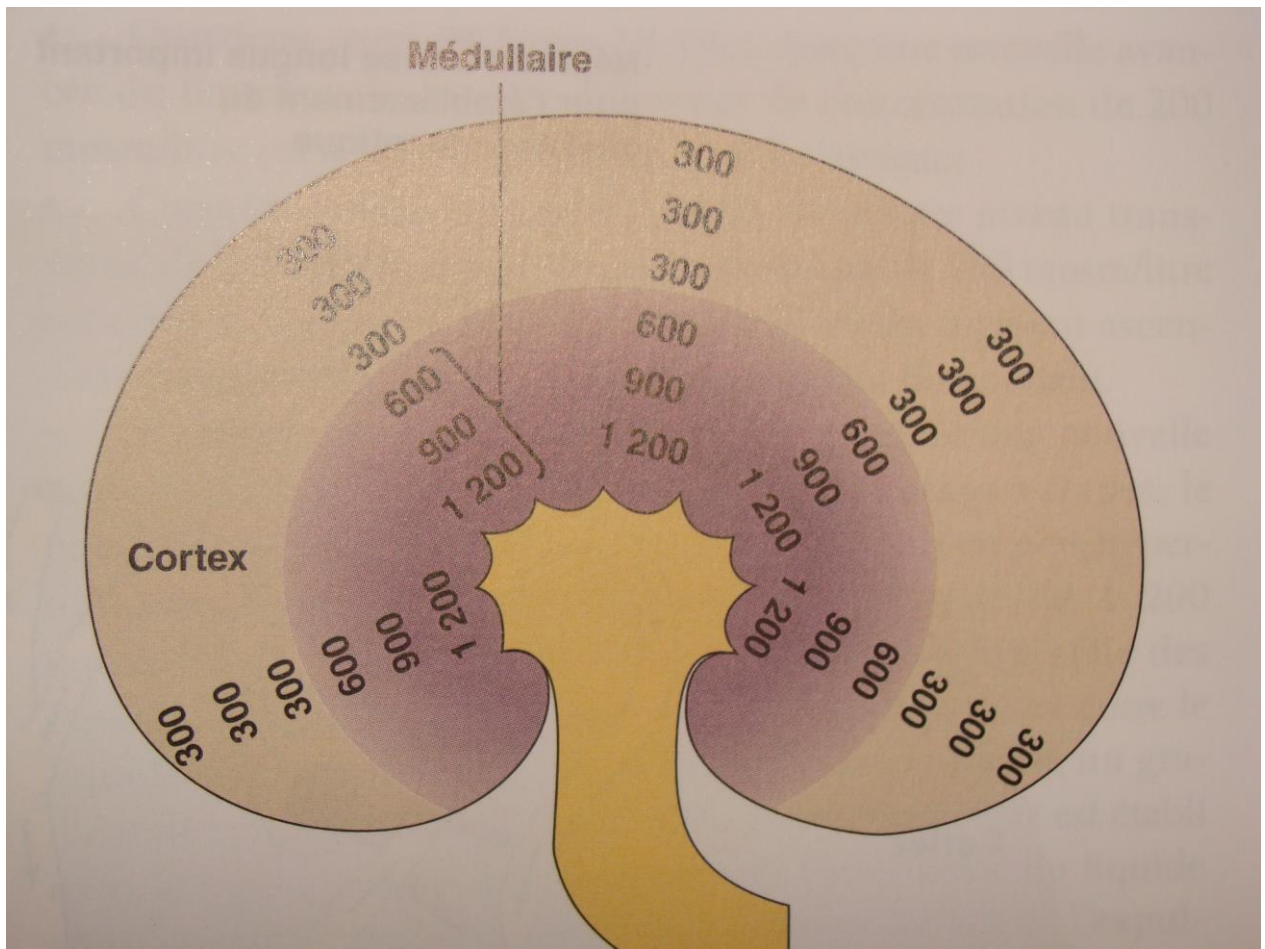
Le gradient osmotique de la médullaire est établi par le rôle des deux branches de l'anse de Henlé.

*La branche ascendante(BA) : la réabsorption active du sodium sans mouvement d'eau crée un interstitium médullaire hyperosmolaire.

*La branche descendante(BD) : la médullaire hyperosmolaire favorise le retour passif du sodium vers la BD avec sortie d'eau.

L'urine se concentre dans la BD jusqu'à une osmolarité maximale au niveau de la pointe et elle se dilue tout au long de la BA —————> le contre courant multiplicateur crée un gradient d'osmolarité entre le tubule et l'interstitium médullaire mais qui se perd à la pointe de l'anse.





L'intérêt du contre courant multiplicateur :

C'est de créer un gradient de concentration dans la médullaire pour favoriser l'excrétion d'urine plus concentrée par la réabsorption d'eau sous le contrôle de l'ADH au niveau du TCD et le TC .

Et comme l'eau est réabsorbée seule, on parle d'eau libre, le pouvoir concentration dilution de l'urine peut être exploré par la détermination de la clairance osmolaire et la clairance de l'eau libre :

La clairance osmolaire: c'est le volume de plasma totalement épuré d'un ion osmotiquement actif par unité de temps.

La clairance de l'eau libre: c'est le volume d'eau qu'il faut ajouter ou soustraire des urines pour les rendre iso-osmotiques au plasma.

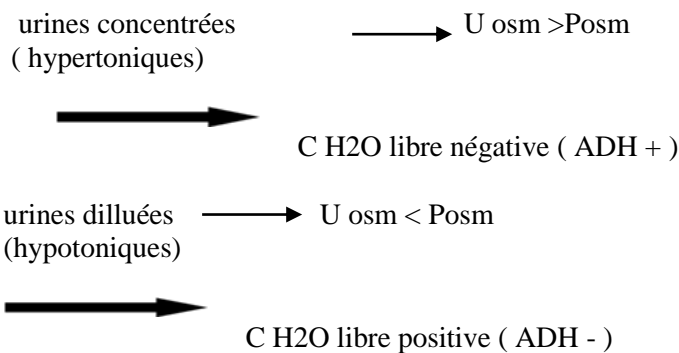
$$C_{\text{osm}} = \frac{\text{Osmolarite U}}{\text{Osmolarite P}} \cdot \dot{V} \text{ ml/min}$$

Vn : (2-3) ml/min

$$C_{\text{H}_2\text{O}} = \dot{V} - \dot{C}_{\text{osm}}$$

$$C_{\text{H}_2\text{O}} = \dot{V} - \frac{\text{Osmolarite U}}{\text{Osmolarite P}} \cdot \dot{V} = \dot{V}(1 - U_{\text{osm}} / P_{\text{osm}})$$

Vn: (5-15) ml/min/1,75 m2



*En cas de déficit en ADH ,les urines seront hypotoniques donc Uosm< Posm et la clairance de l'eau libre positive,c'est le cas du diabète insipide qui est une affection liée à un déficit en ADH qui peut être d'origine central si le déficit est hypothalamique, ou d'origine périphérique quand il ya une résistance à l'action de l'ADH sur le rein par atteinte des récepteurs tubulaires rénaux.

VI-Rôle du rein dans l'équilibre acido-basique :

Le PH est l'un des paramètres les plus stables de l'organisme,sa valeur varie entre 7,38 et 7,42,il correspond à la charge plasmatique en H⁺, tout changement touchant à la stabilité de cette valeur influence significativement le métabolisme de base global de l'organisme.

Pour cela le PH plasmatique doit être maintenu à un taux physiologique grâce à plusieurs systèmes :

-systèmes tampons chimiques.

-poumon.
-rein.

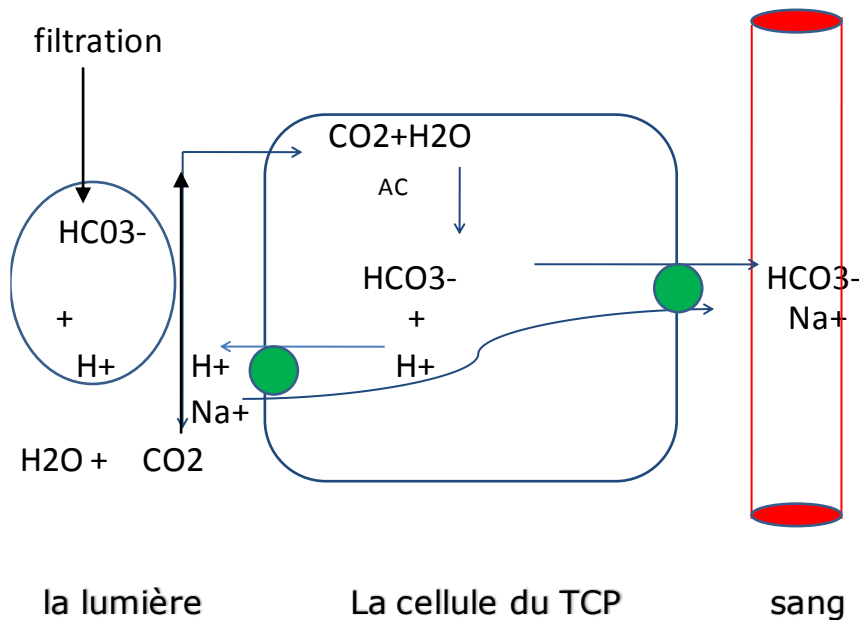
le rein agit par :

- *excrétion de protons H⁺
- *réabsorption de bicarbonate
- *élimination de l'acidité titrable
- *sécrétion piégée de l'ammoniac (l'amoniurie)

(1) L'excrétion des ions H⁺ :

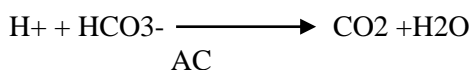
le H⁺ peut être apporté par l'alimentation ou produit par le métabolisme, il ne doit pas s'accumuler dans l'organisme il est sécrété dans les urines par les cellules tubulaires à partir d'un mécanisme enzymatique grâce à l'anhydrase carbonique(AC).

Le H⁺ est sécrété dans la lumière tubulaire par un mécanisme actif, ce qui diminue le PH urinaire à 6.
-HCO₃⁻ diffuse dans le LEC et cette sortie est neutralisée par la sortie active du Na⁺

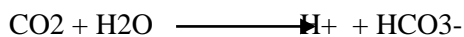


(2) La réabsorption des bicarbonates HCO₃⁻:

Les ions H⁺ libérés dans la lumière du TCP réagissent avec 90% des bicarbonates filtrés.



Au niveau de la cellule les bicarbonates vont se former à nouveau



Donc:

Plus la concentration plasmatique en proton augmente plus la réabsorption des bicarbonates augmente pour tamponner l'excès de H⁺ dans l'organisme .

(3) L'excrétion des acides (acidité titrable)

C'est l'acidification des urines .

Pour un volume urinaire de 1,5 L ,une quantité inférieure à 1% seulement de H^+ peut être excrétée sous forme libre .

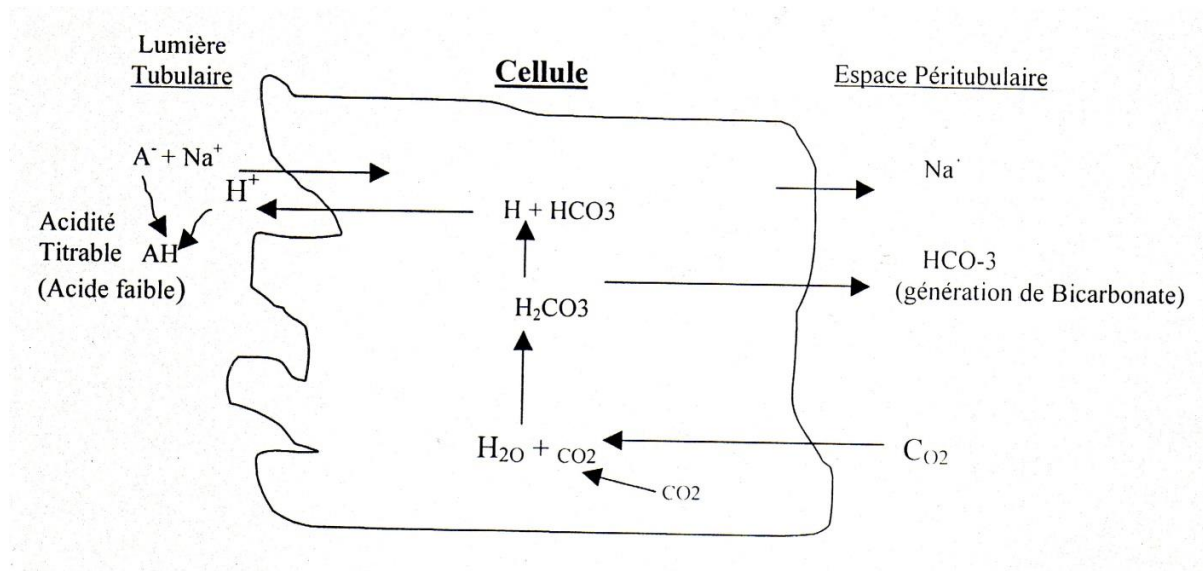
Elle est dite titrable parcequ'elle peut être mesurée et déterminée par retitration des urines par du NaOH jusqu'à un PH plasmatique .

Le phosphate est présent dans le sang sous forme de HPO_4^{2-} -

Et dans l'urine sous forme de $H_2PO_4^-$

C.à.d.:

Le phosphate filtré et non réabsorbé tamponne les ions H^+ dans la lumière du TCP et le reste dans le TC.



(4) L'excrétion de l'ammoniac NH_3 :

Au niveau du foie :

L'ion d'ammonium NH_4^+ est transporté par la Glutamine .

Au niveau rénal:

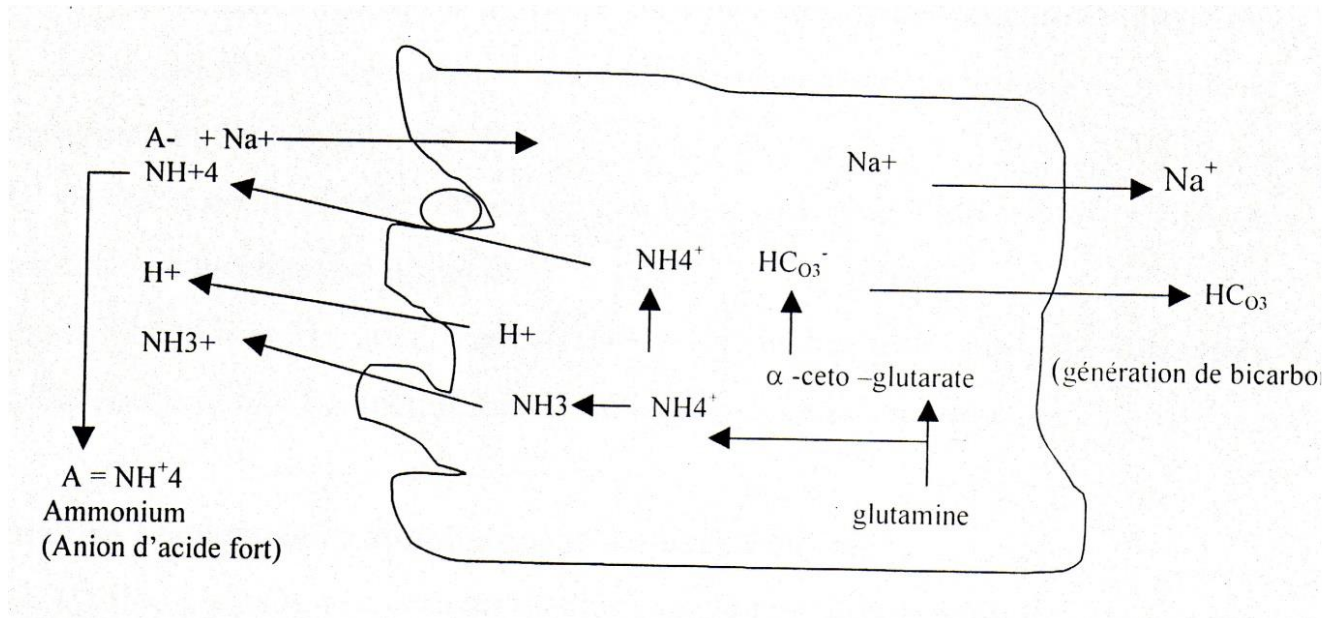
La Glutamine est filtrée et réabsorbée au niveau du TCP par un symport avec le Na^+ .

Au niveau de la cellule tubulaire proximale :

La Glutamine libère au niveau mitochondrial du NH_4^+ et du Gutamate .

Le NH_4^+ est sécrété dans la lumière tubulaire selon deux voies :

- 1) Il se dissocie en NH_3 et H^+ et chacun est sécrété séparément puis ils se réassocient au niveau de la lumière
- 2) Sécrété sous forme ionique par l'intermédiaire d'un transporteur NHE3



L'ammoniogenèse assure l'excrétion des 2/3 des protons produits par le métabolisme.

-Fin-