

An anatomical illustration of the human urinary system. The kidneys are shown as reddish-brown bean-shaped organs on either side of the spine, connected to the bladder by ureters. The bladder is shown as a red sac-like structure. The entire system is highlighted in a glowing blue color against a black background. The title 'La physiologie rénale' is overlaid in white text.

La physiologie rénale

❖ Le 1^{er} cours : morphologie, structure et vascularisation du rein

i. La 1^{ere} partie :

A. Définition :

- ✓ Le rein est un organe pair, noble (mais il y a des gens qui vit avec un seul rein, et ça fonctionne)

B. Position anatomique :

- ✓ Le rein gauche est plus suivi que le rein droit puisque le rein droit est + bas situé que le rein gauche.
 - Situation anatomique est rétro péritonéale : en dehors du péritoine.
- **Le Péritoine** c'est la paroi ; l'enveloppe, le tissu qui enveloppe les organes en général digestive.
- Le rein se trouve en dehors de cette cavité, il est en rétro péritonéale
 - Située dans la région lombaire entre la 12^{ème} vertèbre dorsale et la 3^{ème} vertèbre lombaire.
- ✓ Ayant la forme d'un haricot, pèse à peu près 150g.
 - Comme le cœur, le cerveau, le rein aussi est un organe noble, puisque même le tissu rénale, si elle est détruit, il n'a pas ce qu'on appelle un renouvellement du tissu rénale (pas comme le foie, On peut prendre un lobe de foie de quelqu'un et le donne pour une autre personne pour greffe, puisque le tissu hépatique peut se régénérer)
 - on peut donner un rein (**la greffe rénale**) ; puisque nous avons 2 reins, et un seul rein suffit normalement pour les fonctions rénales au niveau de l'organisme Mais si on perd les 2 reins ; il n'y a pas de vie, c'est pour ça on dit que le rein est un organe noble.

C. rôle :

I. Fonction d'épuration sanguine :

- ✓ Le rôle essentiel et primordial du rein c'est l'épuration sanguine.
- ✓ le rein reçoit un quart (1/4) ou bien un cinquième (1/5) du débit cardiaque QC
- Il reçoit ce pourcentage élevé, puisque sa fonction aussi c'est l'épuration du sang, c.à.d. il reçoit beaucoup de sang, pour que ce sang soit épuré.
- ✓ ça veut dire le rein à besoin de sang pour 2 intérêts :
 - ✚ Pour lui puisque c'est un organe, donc a besoin d'abord d'un apport énergétique, d'un apport d'oxygène, de glucose, il a besoin d'une vascularisation et d'un apport sanguine.
 - ✚ Pour l'épuration du sang, son rôle essentiel.
- Comment le rein va assurer cette épuration ?
- le sang va passer par le rein et le rein qu'est ce qu'il va faire ?

A. D'abord il va extraire, il va retirer de ce sang les substances ou les nutriments que l'organisme a besoin :

Par exemple :

1. glucose :

Lorsque le glucose passe par le rein, le rein va le récupérer à 100%, il n'y pas de glucose dans les urines, sauf chez les sujets diabétiques, puisque ce sont des substances que on a besoin.

2. Les protéines :

Il y pas de protéines dans les urines puisque ce sont des substances que on a besoin.

- C.à.d. chez un sujet normal, le rein va **recupérer** les nutriments pour le corps, puisque ce sont des substances que on a besoin

B. Et au contraire ; il va sécréter ou excréter les substances (en surplus) ou les déchets ;

- Les déchets en générale sont soit :

1) **Exogène :**

a) les médicaments notamment :

- Les antibiotiques surtout les béta lactamine à savoir : la pénicilline, l'amoxicilline...
- Les vitamines par voie orale (par ex la vitamine c)
- tous ces médicaments sont à élimination rénale.

b) Les produits de contraste :

- Ce sont des produits qu'on peut prendre mais dans des circonstances bien définis.
- Par exemple : Une exploration radiologique, surtout le scanner TDL :
- Généralement pour quelques organes, on demande de faire un scanner avec injection d'un produit de contraste, ces produits sont à élimination rénale.
- C'est pour ça quand on demande de faire un scanner, on demande tjrs de faire un bilan rénale C.à.d. il faut tjrs explorer la fonction rénale (si il marche bien) avant de donner ces produits.

2) **Endogène :**

- Comme : *l'acide urique, l'urée, les produit de la créatinine, les produit de la dégradation des protéines, les ions H⁺ ...*
- Le H⁺ sont en excès pourquoi ? puisque :
 - L'être humain a tendance tjrs à consommer les aliments qui sont en général protéique.
 - Donc on a tjrs tendance à avoir un excès d'ions H⁺
 - Et les ions H⁺ conditionne le PH
 - Donc l'organisme en raison de l'alimentation il a tjrs tendance vers l'acidose (l'acidité) puisque nous avons en permanence la production d'ions H⁺, et c'est le rein qui va éliminer l'excès d'H⁺ de l'organisme et va jouer un rôle dans le maintien du PH.
 - C pour ça on trouve que le PH urinaire est + bas (acide) par rapport au PH sanguins (plasmatique), **puisque :**
 - C'est vrai que les poumons interviennent dans l'équilibre acido-basique par l'élimination de CO₂.
 - Mais aussi le rein va jouer un rôle très important dans le maintien de cet équilibre par l'élimination de l'excès d'ions d'hydrogène.

❖ **Il y des substances a élimination rénales et il y des substances a élimination hépatiques :**

- Par ex : le paracétamol est à élimination hépatique C.à.d. s'il y a un surdosage de paracétamol c'est le risque de la toxicité hépatique ; le risque d'endommager le foie.

❖ **Son rôle d'épuration est vital :**

- ✓ C.à.d. s'il y a pas d'élimination de l'excès d'hydrogène, avec le temps va entraîner l'acidose (une acidose métabolique et pas respiratoire, il est due au mauvais fonctionnement par ex rénale).
- ✓ Et s'il y a :
 - Acidose (diminution de PH)
 - Ou alcalose (augmentation de PH)
- On va tomber dans des circonstances cliniques et on peut mm arrivé dans ce que appelle **un coma d'acidose**, et ce dernier finit par la mort.
- ✓ Puisque le PH est un paramètre très important, il doit rester dans un intervalle bien défini, puisque que c'est le ph adéquat aux différentes réactions enzymatiques.

❖ **Pour assurer cette fonction :**

- Il faut avoir au moins un rein pour assurer cette fonction d'épuration, si on n'a pas les 2 reins ou s'il y a un endommagement il faut assurer cette épuration en urgence, sinon le malade va mourir.
- Il faut faire ce qu'on appelle *la dialyse* :
 - *C'est l'épuration extrarénal (extracorporelle)* C.à.d. épurer le sang par un dispositif en extra corporelle.
- Nous avons hémodialyse et la dialyse péritonéale :
 - a. **L'hémodialyse :**
 - C'est la méthode la plus souvent utilisé.
 - Le sang va sortir, va passer par une machines qui va l'épurer et qui va revenir au niveau du bras.
 - b. **La dialyse péritonéale :**
 - Permet aux gens de faire la dialyse au niveau de leur maison C.à.d. ne sont pas obliger déplacer au centre de dialyse
 - Se fait entre les deux feuillets de péritoine, entre ces 2 feuillets il existe des échanges :
 - On donne une solution, lorsqu'elle pénètre entre les 2 feuillets on va avoir des échanges on va avoir les déchets pour les sortir.
- ❖ Donc le rein par sa fonction d'épuration est un organe vital, comme le cerveau et le cœur.

II. Fonction de régulation de l'homéostasie hydro électrolytique :

- ❖ C'est au niveau rénale que se fait soit :
 - L'excrétion du surplus des aliments
 - La réabsorption si on a besoin
- Exemples des aliments le rein intervient dans leur excrétion :

A. Pour le sodium :

- Si quelqu'un prend un régime hypo sodique (pauvre en sodium), le rein va récupérer le maximum de sodium pour notre organisme.
- Par contre si on prend une alimentation très riche en sodium, nous allons avoir que le rein va éliminer le surplus (l'excréter).

Et cela va intervenir dans :

✚ La régulation de l'osmolarité :

- L'osmolarité est un paramètres très important doit être maintenu dans un intervalle bien défini ; 300 ml osmole par litre, s'il y a augmentation ou diminution, c'est un problème.
- l'osmolarité=2fois la natrémie, C.à.d. la natrémie est un paramètre qui va conditionner l'osmolarité.
- Ça veut dire que on régulant la natrémie nous allons avoir une osmolarité normal

✚ La régulation de la pression artérielle :

- La pression artérielle aussi est un paramètre très important, et qui doit être maintenu dans un intervalle bien défini.
 - si ns avons une osmolarité normal, nous avons une pression artériel normale (**puisque** l'osmolarité est un paramètre qui conditionne la pression artérielle).
- C'est des paramètres d'homéostasie ; C.à.d. l'équilibre de l'organisme ; notre organisme lorsqu'ils fonctionnent bien, C.à.d. nous avons une homéostasie qui est maintenu ; régulé.
- L'Homéostasie c'est des plusieurs facteurs ou bien des paramètres qui assure le bon fonctionnement de l'organisme : le PH sanguin, l'osmolarité, la volémie, la pression artériel, et même la température c'est un paramètre très important.
- Tous ces paramètres le rein va intervenir dans les maintenir dans un intervalle bien défini, C.à.d. dans le maintien d'homéostasie de l'organisme.

B. Pour le potassium :

- ✓ Il y a plusieurs aliments qui sont riche en potassium par ex : *la pomme de terre, les dates, les bananes...*
 - Chez le sujet est normal, le rein tjrs élimine le surplus (l'excès)
 - chez un sujet qui a une insuffisance rénale, nous avons avoir une hyperkaliémie, c'est le risque d'arrêt cardiaque et par conséquent la mort.
- ❖ C'est pour ça lorsque le rein arrête de fonctionner, il faut faire vite et épurer le sang *:
 - Soit par l'hémodialyse en urgence_si on a une insuffisance rénale aiguë.
 - Soit progressivement s'il y a une insuffisance rénal chronique qui survient progressivement.
- ❖ Ou bien la greffe rénale* s'il est disponible, sinon la personne va mourir.

- c'est pour on dit que les personne qui ont tendance à une insuffisance rénale, c.à.d. leur bilan rénale à commencer de perturber :
- ils doivent éviter de consommer *les bananes, les dates, mettre la pomme de terre* dans l'eau pour éliminer un peu le potassium qu'elle contient et ensuite la consommer, **puisque** il y a un risque d'hyperkaliémie qui est mortel ; car il cause des troubles de repolarisation qui peut entrainer la mort par arrêt cardiaque.
- pour les jeunes qui faire l'hémodialyse, on les permettre de consommer ces aliments(les dates, les pommes de terre...) le jour de la dialyse, juste avant la de faire la dialyse.

Le rein intervient aussi dans la régulation d'autre paramètre :

✚ **la régulation de la volémie :**

- ✓ Intervient lorsque il y a une **hémorragie**, à n'importe quelle cause.
- ✓ Le rein aussi joue un rôle dans ce sens puisque il y a :
 - ❖ **L'hormone antidiurétique ADH :**
 - C.à.d. l'hormone qui va rééquilibrer le maximum de l'eau.
 - Son site d'action principale est au niveau rénale, C.à.d. il a des récepteurs au niveau rénale (en plus des récepteurs qu'il a au niveau vasculaire).
 - Lorsque le sang va passer par le rein, il y a ce qu'on appelle l'absorption ou la récupération de l'eau par ces hormones ADH.

✚ **La régulation de la volémie et par conséquent la régulation de la pression artérielle :**

✚ **Le rôle de rein dans la régulation de la pression artérielle :**

- ✓ Le problème est que la pression artérielle peut être la **cause** de l'insuffisance rénale et peut être la **conséquence** de l'insuffisance rénale.
 - **Une cause :**
 - Si une personne a une HTA (pas d'origine rénale), l'HTA peut affecter le rein puisque elle affecte les vaisseaux sanguins, et le rein son rôle principale c'est l'épuration sanguine.
 - **Une conséquence :**
 - Une personne qui a une insuffisance rénale soit d'origine diabétique ou glomérulaire, en général il fait des pics hypertensive (pression artérielle + ou - élevé) il va développer une HTA.

❖ **L'épuration extracorporelle ne suffit pas :**

- Malgré qu'ils font de l'hémodialyse ou de la dialyse péritonéale, nous avons remarqué que les insuffisants rénaux sont des gens qui souffrent tjrs d'autres problèmes, ils développent d'autres choses:
 - ❖ **D'abord ce sont des anémiques** ; ils peuvent développer une anémie sévère.
 - ❖ **Ils développent de l'ostéoporose** ; d'origine d'une insuffisance rénale, pourquoi ? **puisque** : le rein a aussi un autre **rôle endocrine** très important par rapport à la **vitamine D**
 - C.à.d. à n'importe quelle traumatisme même s'il n'est pas important, je peux avoir une fracture instantanée (c.à.d. l'intensité de traumatisme n'explique pas la fracture), puisque nous avons une ostéoporose au niveau de l'os.
 - ❖ **Ils font de l'HTA** ; ils font des pics hypertensifs.
- Et ça, puisque le rein en plus de son rôle d'excrétion et d'épuration il a un rôle de sécrétion de hormones (**rôle endocrinien**), C.à.d. que on peut considérer le rein comme une glande endocrine (pas vraiment) :

III. fonction endocrine:

a) 1^{er} rôle endocrine : L'érythropoïétine EPO (de l'érythropoïèse) :

- ✓ C'est une hormone glycoprotéique qui stimule la maturation des globules rouges, (favorise la différenciation de la lignée des érythroblastes précurseurs

des GR), secrété au niveau rénale chez l'adulte (au niveau du foie chez le fœtus).

- ✓ Comme ces personnes ont une insuffisance rénale chronique :
 - C.à.d. ils n'ont pas de l'érythropoïétine (pas de fonction endocrine du rein) même on faisant l'épuration extra corporelle.
 - donc pas de maturation des GR.
 - et la personne va développer ce on a ce que appelle **L'anémie**, et des fois ces malades arrive même a transfusion sanguine, lorsque ils souffrent d'une anémie sévère.
- Donc l'épuration extracorporelle ne suffit pas puisque le rein a un double rôle, un rôle d'épuration et un rôle endocrine.

➤ **Les signes de l'anémie :**

- la dyspnée:
- À l'effort
- Lorsque l'anémie est sévère même au repos le patient est dyspnée.
- La tachycardie :
- Les souffles de l'anémie.
- L'asthénie (la fatigue).
- Leur faciès est bien définis (faciès caractéristique des insuffisant rénaux, on peut les détecter par leur faciès) :
- La teinte: jeune verdâtre: Pourquoi ?
- **Puisque** : Ces personnes n'élimine pas bien l'urée, et cette dernière est une substance qui diffuse avec l'eau, lorsque il y un excès d'urée elle fait des dépôts (se dépose) au niveau de la peau et de la gencive :
 - a. Au niveau de la peau :
 - L'urée est une substance qui donne la coloration jaune verdâtre à la peau (faciès caractéristique des insuffisants rénaux).
 - aussi lorsqu'elle se dépose sur la peau ça donne l'envie démangé, elle cause des démangeaisons.
 - b. Au niveau de la gencive :
 - Lorsque l'urée se dépose à ce niveau, elle fait des cristaux, et ça va engendrer des gingivorragie (une hémorragie pas importante au niveau de la gencive).
 - Ça veut dire il y a pas d'érythropoïétine
 - la gingivorragie c'est vrai que c'est une perte de sang pas important, mais avec le temps l'une avec l'autre va surajoutent le problème d'érythropoïétine, c'est des gens qui souffre vraiment de l'anémie.

b) 2^{eme} rôle endocrine : la vitamine D :

- ✓ En général nous avons le **7dihydrochololésterol** comme lipides dans notre alimentation.
- ✓ Et grâce aux UV (rayons ultraviolets) du soleil, cette 7dihydrochololésterol va se transformer en **cholécalférol** qui est les vitamines D3, c'est une vitamine D mais encore inactive.
C'est pour ça il est préféré d'exposer les enfants et les personnes âgés un petit peu (10-15 min) au soleil pour avoir cette 1ere réaction indispensable à la

formation de la vitamine D3 et par conséquent la poursuite des réactions permettant la calcification et solidification de l'os.

- ✓ Cette vitamine D3 va subir une 1^{ère} activation (hydroxylation) au niveau du foie, qui va donner **le 25 hydroxy cholécalciférol**, mais ça reste encore inactif
- ✓ Elle va subir une 2^{ème} activation (hydroxylation) au niveau du rein pour donner **le 1,25 di hydroxy cholécalciférol**, qui est **la forme active de la vitamine D** : la calcitriol.
- ✓ C'est cette forme active qui va permettre à notre organisme la fixation du Ca²⁺ sur l'os, et ça va rendre l'os solide, c'est la minéralisation ou bien la calcification de l'os.
- ✓ Et comme les insuffisants rénaux n'ont pas cette 2^{ème} hydroxylation, donc ils n'ont pas la vitamine D active, alors ces personnes développent des ostéoporoses, ils ont ce que appelle une décalcification osseuse.

- ✓ **Les vitamines D** active joue un rôle aussi au niveau intestinale, elle favorise l'absorption du calcium, c'est pour ça il y a un manque de calcium à ce niveau, et le calcium c'est un anion très important, elle est indispensable:
 - second messenger.
 - Pour la contractilité musculaire.
 - Pour la contraction myocardique.
- Ça veut dire lorsque il y a un manque de calcium, notre organisme le récupère de l'os, des dents ; c'est pour ça les insuffisants rénaux ont une ostéoporose, une décalcification de l'os, ça rend l'os fragile : c'est la fragilité osseuse.

c) 3^{ème} rôle endocrine : la rénine:

- ✚ **La rénine** est sécrétée par l'appareil juxta glomérulaire au niveau rénal et elle joue un rôle important :
- ✚ **L'angiotensinogène** :
 - c'est un précurseur (c.à.d. une substance inactive), c'est un précurseur d'une substance active.
 - L'angiotensinogène est sécrété par le foie
 - Sous l'effet de la rénine va se transformer en **angiotensine 1**
 - Après sous l'effet de l'enzyme de contraste principalement au niveau des poumons (pas seulement) l'angiotensine 1 va se transformer en angiotensine 2.
- ✚ **L'angiotensine 2** : est le plus puissant vasoconstricteur de l'organisme (vasoconstriction).

➤ **Comment se développe l'HTA chez les insuffisant rénaux ?**

- ✓ comme le rein a une régulation aveugle pour son maintien, lorsque il y un problème généralement vasculaire, c.à.d. il ne reçoit pas beaucoup du sang, il va faire un mécanisme d'autoprotection au niveau de la macula densa :
 - ☞ La macula densa va détecter l'hypovolémie et donc l'hyponatrémie, c.à.d. il y a un manque d'apport soit du sodium soit du potassium.
 - ☞ Il y a une sécrétion de la rénine par l'appareil juxta glomérulaire
 - ☞ La rénine va catalyser cette réaction de transformation de l'angiotensinogène en angiotensine 1 et donc la poursuite des réactions qui permettent la formation de l'angiotensine 2
 - ☞ L'angiotensine 2 va entraîner une vasoconstriction, et cette dernière va entraîner une augmentation de la pression artérielle : l'HTA
- ✓ C'est pour ça nous avons ce mécanisme d'HTA chez les insuffisant rénaux, c'est un mécanisme de protection qui va générer au niveau du rein surtout niveau de l'appareil Juxta glomérulaire.

d) 4^{ème} rôle endocrine : les prostaglandines

- ❖ Les prostaglandines sont des substances que on peut considérer comme des hormones, sont secrétés un peu partout mais existe aussi au niveau du rein, elle joue un rôle dans la régulation de la circulation rénale :
- Puisque nous avons dit que le rein a besoin de sang pour 2 intérêts :
 - ☞ Pour l'épurer.
 - ☞ Pour lui puisque c'est un organe, a besoin de nutriments pour son fonctionnement qui demande de l'énergie ; c.à.d. dire le rein a besoin d'une circulation dite la circulation nourricière, c'est-à-dire la circulation qui va apporter les nutriments ; le glucose, l'oxygène... nécessaire pour son fonctionnement.
- ❖ A l'inverse de l'angiotensine 2, la prostaglandine est un vasodilatateur, comment ?
- C'est vrai que le rein les secrète pour la régulation de sa circulation (ont un rôle au niveau rénale), mais ce sont des substances qui circule dans le sang : elles vont jouer aussi un rôle au niveau systémique C.à.d. sur tous les vaisseaux ; c'est pour ça on dit que c'est un vasodilatateur.
- ❖ La même chose pour l'angiotensine 2, elle donner au rein un débit + élevé, mais aussi va jouer un rôle au niveau de tous les vaisseaux, donc elle va provoquer l'augmentation de la pression artérielle ; donc c'est un vasoconstricteur.

En conclusion :

- Donc tjrs, dans le cadre de la fonction endocrine du rein, nous avons avoir des perturbations chez les insuffisant rénaux
- Au contraire, chez le sujet normal, les reins en bonnes santé, C.à.d. ces fonctions endocrines vont intervenir dans la régulation et le maintien de l'homéostasie de l'organisme.
- Le rein un organe vital (noble) par sa fonction d'épuration, mais aussi c'est un organe de control par sa fonction endocrine C.à.d. même si la personne fait la dialyse il ne peut pas avoir une vie normale.

- ❖ Pour un personne qui souffre d'une insuffisance rénale, il ne faut pas les donner des médicaments aléatoirement, surtout les médicaments qui sont à élimination rénale ou hépatique, il faut d'abord demander un bilan hépatique ou rénale.
 - Chez un sujet âgé, toujours avant de donner des médicaments à élimination rénale ou à métabolisme hépatique, il faut d'abord demander un bilan pour voir la fonction rénale et hépatique, puisque chez ces sujets la fonction rénale diminue donc la physiologie va se déformer en fonction de la fonction rénale (C.à.d. il faut donner les doses en fonction de la fonction rénales).
 - Mais chez l'adulte jeune ; on ne demande pas de faire bilan, y a pas de problème (signe), on donne la physiologie normal.

❖ Par exemple :

- Pour la tuberculose on a **la chimiothérapie anti tuberculose** :
 - On ne la donne qu'après de faire un bilan hépatique, puisque c'est une substance vraiment toxique, à élimination hépatique
 - Et même après de la donner, il faut surveiller cette organe (le foie), chaque jours il faut refaire le bilan.
- **la bêta lactamine**, elle est élimination rénale
- **la vitamine c**, elle est a élimination rénale, il faut d'abord explorer la fonction rénale (faire un bilan) puisque elle peut être toxique pour le rein.

ii. **La 2eme partie :**

- Pour le foie ; l'unité fonctionnelle c'est la cellule hépatique (l' hépatocytes)
- Pour le cerveau ; c'est le neurone.
- Pour le cœur ; c'est la cellule myocardique.
- Pour le rein ; l'unité fonctionnelle c'est **le néphron** (on ne dit pas une cellule rénale)
 - Chaque rein contient à peu près 1 million de néphrons
 - Le néphron on peut le diviser en 2 parties :
 - Une partie vasculaire et partie tubulaire
- a) **La partie vasculaire:**
 - ✚ Chaque rein a un pédicule rénal vasculaire, ce pédicule contient :
 - L'artère rénale
 - La veine rénale
 - L'uretère :
 - Pour toutes les organes le pédicule contient seulement la veine et l'artère mais pour le rein c'est une exception, il contient aussi l'uretère, puisque ce n'est pas seulement le sang qui va sortir du rein, mais aussi les urines (on a l'uretère ensuite la vessie ensuite l'urètre).
- ✚ Cette Artère rénale va se diviser, lorsque on arrive au néphron, on arrive avec une artériole (petit artère), comme c'est une artériole qui va ramener du sang, elle est nommée : artérioles afférent, cette dernière va faire ce que appelle le corpuscule de Malpighi
Ensuite, après ces artérioles, elle sort l'artère efférente.

b) la partie tubulaire

Après, la partie vasculaire devient presque en contact (pas en contact direct) avec le débit des tubules rénale, c'est la partie tubulaire du néphron :

- Nous avons la 1^{ère} partie du tubule on l'appelle la capsule de Bowman
- Après nous allons avoir des tubules contournés proximale
- Après, une hanse qui va pénétrer jusqu'à la médullaire, c'est l'anse de henlé.
- Après cette anse, c'est le tube contourné distale, et après ce tube va sortie le tube collecteur qui peut réunir plusieurs néphrons.

❖ **Le glomérule** : c'est l'unité de filtration, le lieu où s'effectue l'échange.

❖ **Le tubule** : c'est l'unité de transfert bidirectionnel : soit sécrétion ou réabsorption.

✚ Sur une coupe sagittale on distingue :

- Une zone corticale périphérique.
- Une zone médullaire centrale.

❖ 2^{ème} cours : la filtration glomérulaire

I. Méthode de mesure du débit sanguin rénal(DSR):

✓ Pour mesurer (DSR) nous avons :

1. Des méthodes qui peut se faire surtout au moment opératoire ; lors de la chirurgie, au temps de l'opération, C.à.d. lorsque l'abdomen est ouvertes et nous avons devons-nous l'artère rénal et veines rénale pour mesurer ce DSR.
2. Des méthodes qui peuvent se faire grâce à l'utilisation d'une substance qui est à élimination rénales et la mesure va se faire grâce à des paramètres accessibles qui nous permettent de calculer le DSR.

✓ L'utilisation ou l'usage de ces méthodes est soit expérimentale (par ex chez le chien, le batracien), soit au moment opératoire chez l'être humain.

❖ La mesure grâce à l'utilisation d'une substance à élimination rénale :

✚ Cette substance que on va l'utiliser pour le calcul va arriver au niveau du rein et va être éliminé totalement dans les urines primitifs.

✚ On a :

La concentration plasmatique de cette substance* le débit plasmatique rénale = la concentration urinaire de cette substance * le débit urinaire.

✚ Comment on peut accéder à ces paramètres ?

○ Pour La concentration plasmatique de cette substance :

- C'est la différence artério-veineuse DAV :
- Si on considère un appareil rénal on a :
 - a. L'artère rénale : qui va apporter le sang.
 - b. La veines rénale : la concentration au niveau de la veine doit être = 0 (le retour veineux) pour que on puisse calculer ce débit ; puisque la substance que on doit l'utiliser doit être totalement éliminée dans les urines.

○ Pour le débit urinaire et la concentration urinaire de cette substance :

- Il faut récupérer (collecter) les urines de 24h et avoir la concentration urinaire de cette substance et au même temps son débit urinaire (volume par unité de temps).
- Il faut tjrs colleter des urines de 24h puisque les urines ne sont pas constantes, il ne suffit pas de collecter une seul fois pendant la journée.

1) La mesure du débit plasmatique rénal DPR :

➤ pour calculer DPR, il faut utiliser :

- a) une substance qui doit être totalement éliminé par le rein (subit une extraction total du sang), et donc nous devons avoir une concentration veineuse = 0 (le retour veineux)

➤ Ça veut dire que le flux plasmatique rénale= la clearance de cette substance

- La clearance : c'est le pouvoir du rein à éliminer la substance par unité de temps

- b) On va utiliser une substance exogène : comme le PAH : la para-amino-hippurate (l'acide para-amino-hippurique.)

- Lorsqu'on injecte cette substance à faible concentration (plasmatique), il suffit un seul passage pour qu'elle soit totalement éliminée dans les urines.
- Donc ici le flux plasmatique rénale = la clearance du PAH.
- La clearance urinaire du PAH correspond à la quantité du plasma totalement épurée de PAH par unité de temps c.à.d. elle correspond au DPR puisque le plasma est totalement épuré de ce PAH.

- $$FPR = \frac{\text{débit excrète dans les urines (UV)}}{\text{la différence artério-veineuse (DAV)}}$$

- $$FPR = \frac{UV}{A-V}$$

- Comme $V=0$ puisque l'extraction du PAH est total

- Donc : le $FPR = DPR = UV/P = \text{clearance de PAH} = \text{concentration urinaire} \times \text{le débit urinaire} / \text{la concentration plasmatique}$.

2) La mesure du flux sanguin rénal :

- Pour calculer le flux sanguin rénal on introduit chez les patients un paramètre aussi accessible qui est l'hématocrite :
- Alors c'est quoi l'hématocrite ?
- **L'hématocrite :** C'est le pourcentage des globules rouges par rapport au volume du sang total.

- Flux sanguin rénal = flux plasmatique rénal que j'ai déjà mesuré / (1 - l'hématocrite)

- $$FSR = \frac{FPR}{1-Hte} \dots$$

❖ Des notes :

- Le débit sanguin rénal = à peu près 1200 ml/min.
- Le flux plasmatique rénal = 600 ml/min (pas la moitié).
- Le flux sanguin rénal représente 20 % du débit cardiaque au repos* qui est à peu près 5000 ml/min.
- Flux plasmatique c'est le flux du sang sans élément figuré de sang (c'est pour ça on a introduit l'hématocrite).
- Une partie seulement de ce flux va subir la filtration pour aboutir à la formation de l'urine :
- ✓ Puisque après ce débit sert aussi à la circulation nourricière du rein ; comme le rein est un organe, il a besoin aussi d'oxygène, de nutriments ; de glucose...
- ✓ c.à.d.
 - a. Une partie sera destinée pour la circulation nourricière (la majeure partie).
 - b. Et une partie est impliquée directement dans l'épuration et la formation de l'urine définitive (une faible fraction ; puisque les éléments figure du sang, protéine ne subit pas la filtration ; une grande partie va pas subir la filtration).

II. Les étapes de la formation de l'urine définitive :

- ✓ Le flux plasmatique rénale est très important, on a à chaque fois 600 ml par min, et après par 24h ; on a 180 litres va intervenir dans la formation de l'urine à chaque fois.
- ✓ Mais à la fin on va avoir seulement 1.5 à 2l max d'urine !
- alors que ce qu'il va subir ce volume énorme ? Comment on va de ce volume énorme à un volume de 1.5 d'urine définitifs ?
- C'est les étapes de la formation de l'urine définitive :

A. La 1^{ère} étape : la filtration glomérulaire :

- C'est le passage de la partie vasculaire (*milieu vasculaire*) vers la 1^{ère} partie tubulaire (*milieu intra tubulaire*).
 - Filtration puisque il y a passage à travers un filtre.
 - Glomérulaire puisque elle se fait au niveau du glomérule.

❖ Les solutions qu'on a :

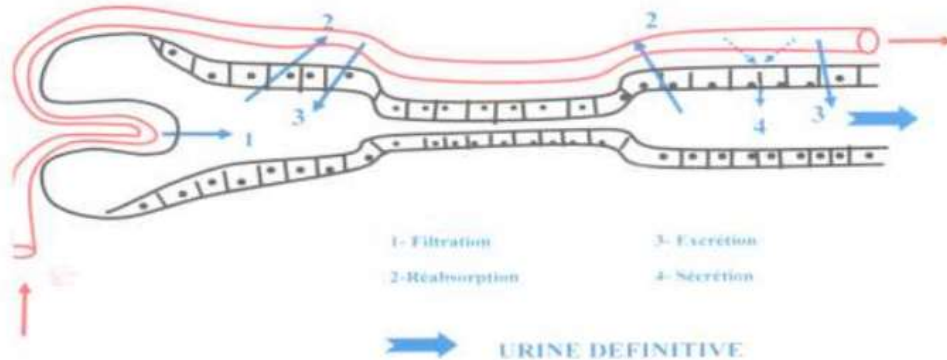
- ✓ La 1^{ère} solution : *l'urine primitive*, elle est différente de *l'urine définitive* (la 2^{ème} solution)
- ✓ Lorsque cette urine primitive va progresser le long du tube urinifère, elle va subir des modifications
- ✓ *Ces modifications sont soit :*

B. La réabsorption : La 2^{ème} étape de la formation de l'urine D :

- il y a des substances ou de l'eau qui va être dans l'urine primitive mais après absente dans l'urine définitive.
- C.à.d. le corps va récupérer ces substances ou bien de l'eau.

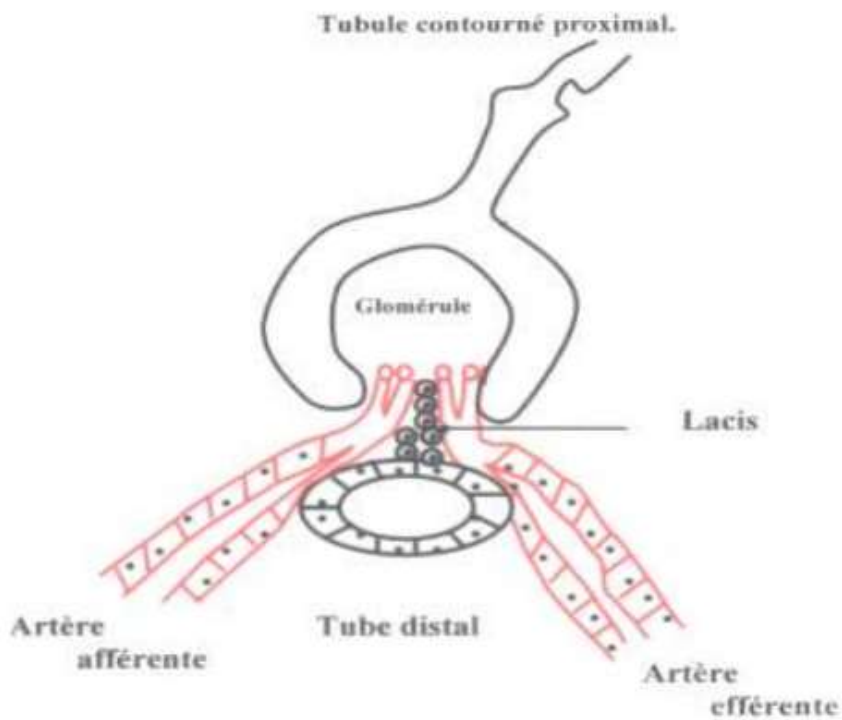
C. Le contraire : la sécrétion ou l'excrétion: La 3^{ème} étape de la formation de l'urine D:

- Par ex s'il y a une substance en concentration minime ou même absent au niveau de l'urine primitive, mais on les trouve avec une concentration plus élevé au niveau de l'urine définitive.
- On dit :
 - a) *Une excrétion* : si les substances sont d'origine exogène : comme ; la PAH, les médicaments)
 - C'est le passage des substances du capillaires péri tubulaire à la lumière tubulaire
 - Ici on va ajouter à l'urines des substances dans le *milieu vasculaire*, puisque le *tubule lui-même est vascularisé* ; la vascularisation n'est pas seulement au début ou il y a la filtration (la partie vasculaire), mais elle va se continuer aussi le long du tubule (C.à.d. les échanges vont se faire le long du tubule).
 - b) *Une sécrétion* : si les substances sont d'origine endogène, produite par les cellules épithéliales rénale elle mêmes.
 - De là cellules épithéliale à la lumière tubulaire.



Mécanismes Généraux de la formation de l'urine

- ❖ On va détailler la 1^{ère} étape de filtration glomérulaire :
- III. **La filtration glomérulaire :**
- ✚ C'est la 1^{ère} étape fondamentale à la formation de l'urine.
 - ✚ Elle va se dérouler au niveau du corpuscule de Malpighi (au niveau du glomérule)
 - ✚ Elle va aboutir à la production l'urine primitive (l'ultra filtrat plasmatique).
 - ✚ C'est un phénomène passif ; elle nécessite un gradient de pression.



Structure de l'appareil Juxta glomérulaire

A. Comment on a pu explorer cette solution ; l'urine primitifs ?

- A titre expérimentale ou historique on a utilisé le batracien.
 - **Le batracien :** (l'amphibien) est un animal vertébré, de grande taille qui a la particularité de posséder deux vies : une aquatique et l'autre aérien
 - On a utilisé cet animal exactement puisque chez les batraciens en général, la partie 1^{ère} de Bowman, où il y a l'urine primitive est accessible (on peut l'accéder facilement) ; elle est juste sous la peau, C.à.d. on peut et récupérer cette solution qui est l'urine primitif facilement et on va la comparer à :
- 1) **Au sang :** on a trouvé que :
 - Elle est pareille au plasma (sauf qu'elle est dépourvue de protéines) : C.à.d. il n'y a pas d'éléments figurés de sang (GR, les plaquettes, les globules blancs).
 - Donc l'urine primitive est comme le sang mais elle est dépourvue d'éléments figurés du sang et de protéines (**plasma sans protéines**).
 - 2) **Au plasma :**
 - ❖ on a trouvé que se sont **presque identique** :
 - a. **Isoélectriques :** elle a presque la même charge du plasma ; la même concentration presque en électrolytes.
 - b. **Iso-osmolaire :** la même osmolarité du plasma ; la même concentration en substances osmotiquement active (sodium, le glucose, l'urée) mais en général on parle de sodium ; puisque l'osmolarité plasmatique = 2 fois **la natrémie** : (la concentration de sodium dans les urines).
 - c. **Le même PH du plasma.**
 - ❖ Il y a **une seule différence**, que c'est un liquide **dépourvue de protéines**, y a pas de protéines sauf quelques AA à faible poids moléculaire.
- Donc : cette urine primitif par rapport au plasma c'est son ultra filtrat, C.à.d. c'est le plasma qui a subi une filtration, il a passé à travers un filtre, et ce filtre ne laisse pas passer les protéines, mais laisse passer l'eau et des substances dissoutes.
 - c'est pour ça l'urine primitive est appelée : **l'ultra filtrat plasmatique**
 - ❖ C'est pour ça on dit précédemment que la majeure partie est destinée vers la circulation nourricière et seulement une faible fraction qui va passer dans la capsule de Bowman et va être impliquée dans la formation de l'urine définitifs : puisque les éléments figurés du sang et les protéines ne subissent pas la filtration. C'est ce qu'on appelle l'ultra filtrat plasmatique.

B. comment va se faire cette filtration ?

- ✓ Cette filtration ce n'est pas un phénomène actif : ne nécessite pas d'énergie (ATP)
 - ✓ Mais c'est un phénomène passif : il nécessite l'existence de pression qui va pousser ce plasma à traverser le filtre (dans le sens qui va du milieu vasculaire à l'espace de Bowman) qui après va former l'urine primitifs.
- ❖ **Les différentes pressions qu'on a :**
 1. **Dans la partie vasculaire :**
 - a) **La pression hydrostatique capillaire:**

- On va recevoir du sang par le débit cardiaque, ce découlement va arriver avec une grande pression :
- Cette pression est générée par l'activité cardiaque (le cœur qui va faire passer ce sang).
- Elle est appelée la pression hydrostatique capillaire ou vasculaire.
- **le sens** : elle va favoriser le passage de ce liquide à l'intérieur de la capsule de Bowman.

b) La pression oncotique capillaire:

- Cette pression est générée par les protéines.
- **le sens** : dans le sens inverse de la précédente ; C.à.d. du milieu tubulaire vers le milieu vasculaire, puisque les protéines font appel à l'eau, et vont garder l'eau à l'intérieur des vaisseaux.
- Si on a une hypo protéidémie, c.à.d. ad s'il y a une fuite de protéines à n'importe quelle cause
- ☞ Donc on va avoir un œdème puisque l'eau va sortir des vaisseaux.

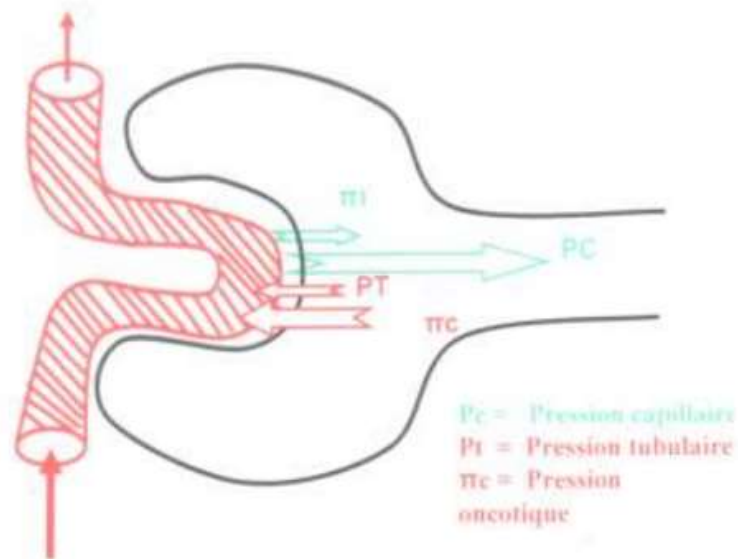
2. Dans la partie tubulaire :

a) La pression hydrostatique tubulaire :

- Il y a un liquide qui est l'urine primitive = donc il y a une pression hydrostatique tubulaire.
- **Le sens** : va se faire dans le sens inverse la pression hydrostatique capillaire.

b) La pression oncotique tubulaire :

- On a dit qu'il n'y a pas passage de protéine, mais il existe quelques AA de faible poids moléculaire qui vont passer et générer une pression oncotique tubulaire.
 - **le sens** : dans le même sens de la pression hydrostatique capillaire.
 - Elle est basse, négligeable, et après elle va tendre vers 0 puisque la faible quantité d'AA filtrés sont réabsorbés ensuite.
- Dans quel sens va être l'ensemble de ces pressions?
 $(P_c + \pi_t) - (P_t + \pi_c) =$ pression efficace de filtration (PF)
 - Comme :
 - La pression hydrostatique capillaire (P_c) est en général = 75 mmHg.
 - La pression oncotique capillaire à peu près (π_c) = 30-35 mmHg
 - La pression hydrostatique tubulaire (P_t) = environ 10 mmHg
 - La pression oncotique tubulaire (π_t) = 0
 - Donc :
 - On va avoir une *pression de filtration à peu près de 35 mmHg* qui est positif, donc elle va être dans **le sens** de la pression hydrostatique capillaire ; c'est la pression efficace de filtration.
 - *Ce phénomène est passif*, mais elles nécessitent ce gradient de pression, C.à.d. il est généré par cette ensemble de pression qui est la PFG = 35 mmHg.



C. le support morphologique de ce passage :

a) Dans la partie vasculaire : les capillaires.

- ✓ On **l'endothélium de la paroi vasculaire (capillaire)** : Elle est en discontinue, poreuse, fenêtrés : laisse des fenêtrés pour qu'il y un passage de cette solution à travers laquelle.

b) Dans le cote tubulaire ; la capsule de Bowman.

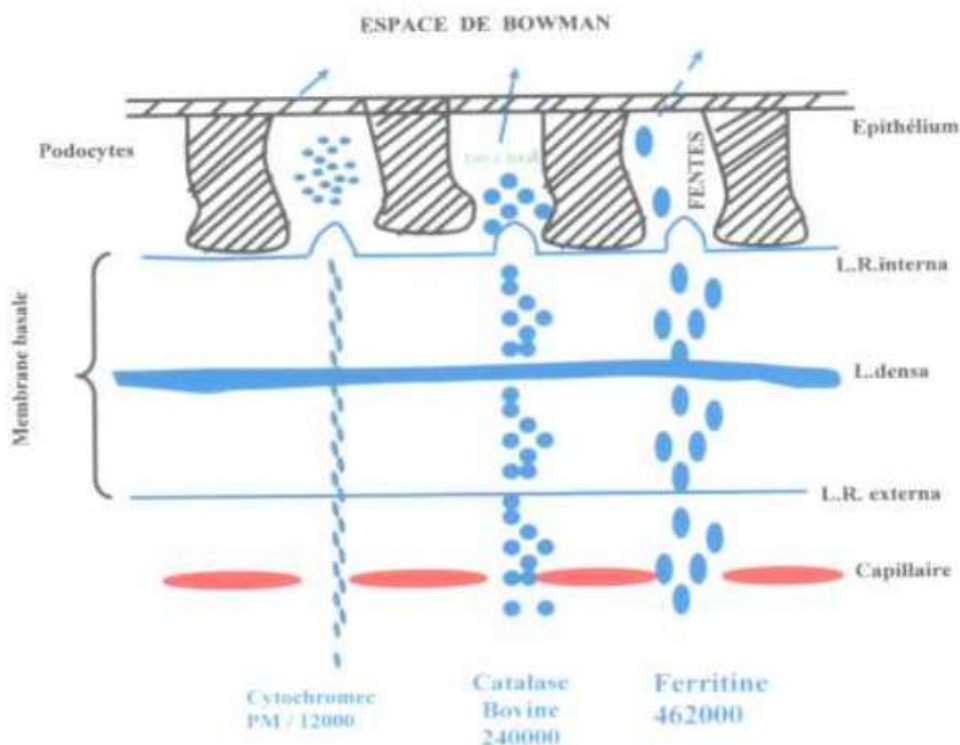
- ✓ **Un épithélium**: faite de **podocytes**, elle est perméable aussi.
- ✓ les podocytes vont créer un genre de canal, c'est pour canaliser ce passage des solutions et des substances.

c) Entre les deux :

- ✓ **la membrane basale** : Elle est constituée de 3 feuillets :

- La lamina para externa
- La lamina R interna
- La lamina dansa

- Ces les obstacles que doit cette solution les traverser et arriver à l'espace de Bowman pour avoir l'ultra filtrat plasmatique (l'urine primitif).



❖ **Ce passage se fait selon :**

i. **Le Poids moléculaire :**

- ✓ par exemples : **les protéines :**
- Le passage des protéines est très réduit et même absente puisque ils ont un grand poids moléculaire, à savoir par ex : **la ferritine, la catalase Bovine, le cytochrome c.**
- ✓ **Le cytochrome c :** on le prendre comme référence : tout substance qui a un poids moléculaire égale ou inférieur au cytochrome c va passer et va subir la filtration.

ii. **La taille de la substance :**

- ✓ par exemple **les GR** ; ne passent pas puisque ils ont un grand taille.

D. Comment on peut mesurer ce transfert plasmatique ?

- On mesurant le débit de filtration, on peut dire que le rein fonctionne bien :
- ✚ **La filtration est explorée par l'utilisation d'une substance qui va subir que cette étape comme le cas de PAH.**
- ✓ Le flux de filtration est le volume qui va passer par unité de temps par ce transfert
- ✓ **Les conditions** qui doivent exister dans cette substance :
 - **Faible poids moléculaire.**
 - **Ne doit pas être toxique.**
 - **Doit être totalement éliminé et ne doit subir que la filtration,** pour que on puisse l'avoir dans l'urine primitifs et faire la mesure, puisque il y des

substances qui vont subir aussi une réabsorption (comme le glucose il revient à nouveau).

- Donc le débit de filtration glomérulaire va être la clearance de cette substance: $= \frac{UV}{P}$

- Et tous ces paramètres sont accessibles.

✚ Mais le principe de cette filtration est le volume de plasma épuré, donc l'exploration se fait par une substance contenu dans le plasma et qui a les **caractéristique suivantes:**

- **Poids moléculaire faible.**
 - **Non fixé aux protéines ;** Lorsque elle est fixé à la protéine elle devient non diffusable et va pas subir la filtration.
 - **Non ionise ; neutre,** pourquoi ?
 - Lorsqu'une substance est chargée elle va se lier avec une autre substance qui peut être non diffusable comme les protéines.
 - **Non réabsorbe, non secrété ni excrété par le tubule ;** C.à.d. elle doit être éliminé que par filtration glomérulaire (uniquement).
- ✓ Toujours sa clearance = $\frac{UV}{P}$
- ✓ Cette substance qu'on utilise est en général soit :

a) Exogène:

- C.à.d. on doit l'injecter au patient pour explorer la filtration :
- Par exemple : le polyfructosan S, et surtout l'inuline (il est très utiles pour la mesure de filtration G).

b) Endogène :

- On médecine on utilise la créatinine : c'est une substance qui existe déjà dans notre organisme, et elle est éliminé que par filtration.

E. Les valeurs normales de DFG :

- **Chez l'homme :** 130 + ou - 15 ml par min par 1,73 m au carré de la surface corporelle.
- **Chez la femme :** 120 + ou- 15 ml par min par 1,73 m au carré de la surface corporelle.

F. Les variations physiologiques de DFG :

1) **Selon le sexe :**

- ✓ Il y a une petite différence d'hydratation : le pourcentage chez l'homme est plus élevé que chez la femme
- ✓ Due à la différence de disposition de hormonale, puisque les hormones chez la femme se dispose au niveau du tissu adipeux est c'est hydrophobe ; donc on a un pourcentage - élevé.

2) **Selon La surface corporelle ou bien la musculature :**

- ✓ Le débit de filtration va pas être le même pour un homme qui est de grande de taille par rapport un homme de petit taille.

3) **Selon l'âge :**

- ✓ Avec l'âge on va avoir une diminution naturel ; physiologique de taux de DFG (elle est obligatoire) : Après 30 ans, chaque 10 ans, on a une perte a peu près de 5% de cette valeur.

- ✓ C'est pour ça on dit que chez les personnes âgés il faut explorer la fonction rénale avant de donner des médicaments surtout à élimination rénale.

G. L'adaptation physiologique aux différentes situations :

1) Lors de l'activité sportive :

- ✓ Le débit vasculaire est beaucoup plus pour le muscle (la grande partie) pour qu'ils assurent cette activité physique.
- ✓ Donc le débit de perfusion rénale diminue et par conséquent on a une diminution de la filtration glomérulaire.
- ✓ C'est une adaptation physiologique à l'effort

2) Lors du stress :

- ✓ Il y a une diminution du DFG
- ☞ Puisque lors du stress on a des décharges adrénérgiques (système sympathique) qui va provoquer une vasoconstriction, et ça va aboutir à une diminution de la filtration glomérulaire.

3) Lors de la grossesse :

- ✓ Le DFG augmente d'environ 30% :
- ☞ Puisque lors de la grossesse on a 2 débits : de la mère et du fœtus.
- ☞ On a dit déjà que ce n'est pas tous les néphrons qui travaillent (pas tous fonctionnels) ; mais ici c'est un recrutement des néphrons pour assurer cette activité, et ça c'est physiologique.

H. 2 exemples supplémentaires sur les variations du DFG (les variations pathologiques):

1. Chez les sujets souffrant d'une atteinte hépatique : Insuffisance hépatique :

- ✓ Il y a une augmentation de la filtration glomérulaire.
- ☞ Puisque en général se sont des sujets qui ont une hypo protéidémie, c.à.d. il y a une diminution de protéines dans le sang.
- ☞ Donc la baisse de la pression oncotique capillaire et par conséquent une augmentation de la filtration glomérulaire.

2. Les calculs rénaux obstruant (qui obstruent les voies urinaires) :

- ✓ Ici il y a une diminution de la filtration glomérulaire et peut arriver mm à l'arrêt de filtration et l'insuffisance rénale.
- ☞ Puisque il y a une augmentation de la pression hydrostatique tubulaire.

❖ **3^{ème} cours : les transferts tubulaires**

- ❖ L'urine primitive va subir des modifications énormes la longue du tubule.

I. Les types de transfert :

- ✓ Ces modifications peuvent être :

1) **Réabsorption :**

- Le transfert des substances de l'urine vers le sang.

2) **Sécrétion ou excrétion :**

▪ **Excrétion :**

- ✓ Le transfert des substances capillaires péri tubulaire à la lumière tubulaire
✓ Tous ce qui est exogène va subir une excrétion.

▪ **Sécrétion :**

- ✓ le passage de substances de la cellule épithéliale tubulaire interne vers la lumière tubulaire
✓ Tous ce qui est endogène, va subir une sécrétion
Les substances endogènes peuvent être :
- ☞ *produites par la cellule épithéliale rénale* elle-même à savoir : sodium, protons H⁺, le potassium, les bicarbonates.
 - ☞ *ou bien par d'autre cellule* ; par ex : la créatinine : produit par les muscles.

II. L'étude et l'exploration de ce transfert :

- ✓ Peut se faire par :

1) **Les méthodes de microponction, et de micro perfusion :**

1. **La micro ponction :**

- ✓ On les site *à titre historique* ; Ce sont des *études expérimentale* utilisé chez les animaux (le chien, le batracien).
✓ Consiste à récupérer une partie de la solution et analyser sa composition :
1. On prend une partie du tube urinifère, on fait l'injection *par ex de goutte huile (une des méthodes)* de part et d'autre du tubule à explorer, ces gouttes d'huile vont arrêter le transfert à ce niveau, et on a la solution qui va subir le transfert ; c.à.d. nous pouvons nous même l'injecter on connaissant ça concentration.
 2. Après on fait une ponction ; c.à.d. on va récupérer cette solution et on va la comparer avec la solution initiale :
 - a) Si une substance disparaît de la solution initiale ou ça a concentration diminue c.à.d. elle a subit *une réabsorption*.
 - b) Si au contraire une substance est absente dans la solution initiale ou à faible concentration et après je vais la trouvé en concentration plus importante dans cette solution c.à.d. elle a subit *une sécrétion ou excrétion*.
 3. Ce sont des *études expérimentale*, qui précisent le transfert qui va se faire à chaque segment du tube urinifère puisque on a dit que le tube urinifère est constitué de plusieurs segments ; TCP, hanse de henlé. TCD, tube collecteur, leur exploration se fait grâce à des méthodes expérimentales.

2. **La micro perfusion :**

1. Ici on utilise le même principe mais une seul goutte d'huile, et laisser l'urine s'écouler, c.à.d. l'urine va s'écouler et après on va récupérer cette urine.
 - Les urines que nous avons collecté en 1^{er} temps c'est celle qui est produites par les voies excrétrice ; et va nous informer sur la voie excrétrice et le tube collecteur.
 - *1ere collecte.*

- Après les urines qui vont arriver plus tard, c'est les urines qui vont nous renseigner sur les TCD...
 - 2^{ème} collecte.
 - Et enfin les urine que on va collecter après vont nous renseigner sur la partie initiale (TCP).
 - derniers collecte.
2. On fait l'analyse de chaque et on compare : (c'est un exemple seulement)
- a) Si cette substance est présente dans l'urine d'une collecte précisée (tube collecteur et voie excrétrice, anse de henlé, TCD) ensuite absente au niveau de celle du dernier collecte (TCP) c.à.d. elle a subit un certain transfert au niveau du TCP
 - Absorption.
 - b) Si cette substance est absente dans l'urine d'un collecte d'un segment précisé (tube collecteur et voie excrétrice, anse de henlé, TCD) ensuite présente au niveau de celle du dernier collecte (TCP) c.à.d. elle a subit un certain transfert au niveau du TCP
 - sécrétion ou excrétion.

❖ **Dans le même sens se fait ligature de l'uretère du chien :**

- ✓ Ça veut dire la pression hydrostatique tubulaire va augmenter jusqu'à ou il y'aura arrêt de la filtration.
- ✓ Puis on attendra et on enlèvera cette ligature et on va récupérer les bouches qui vont nous informer sur le transfert à chaque niveau / à chaque segments du tubule urinifère.

2) L'exploration globale :

- ✓ Si une substance va subir une réabsorption total, Ça veut dire l'excrétion (l'élimination) urinaire va être égal à tout ce qui est filtrés (tous qui est ultra filtrables) moins la quantité réabsorbé.
- ✓ Quantité réabsorbé = quantité filtré – quantité éliminé.
- ✓ La même méthode sera pour l'excrétion ou la sécrétion.

3) La différence entre les 2 méthodes :

- La différence qui existe entre les 2 méthodes c'est la précision du segment :
 - Dans l'exploration globale on ne peut pas préciser exactement l'endroit où il y a le transfert ; c'est pour ça sont dites globale
 - Par contre la microponction ou micro perfusion il y a précision de segment.

III. Les mécanismes de transferts :

1. Le transfert active :

- ✓ Peut se faire contre un gradient et consommateurs d'énergie
- ✓ Consommateur d'énergie ou nécessitant un des transporteurs c.à.d. il est saturable ; il a un TM : à une certaine concentration ce transfert va se saturer, va arriver à un taux maximale = TM
- ✓ Le TM : taux maximale de transfert ; c'est la capacité ou bien le transfert d'une substance.
- ✓ Par exemple :
 - Le glucose, les phosphates.
 - L'acide urique : l'accumulation de l'acide urique va provoquer la maladie de goutte ; il y a tjrs une partie éliminé et une partie réabsorbé activement.

- Les Aa : de faible poids moléculaire : une petite fraction filtrée va être réabsorbé activement, et leur TM va être différent d'un Aa à l'autre.

2. Le transfert passif :

- ✓ Va se faire selon un gradient (de concentration, de pression...) et non consommateur d'énergie.
- ✓ Les transferts passifs sont préparés à l'avance par un transfert actif ; pour que un transfert passif se fasse ; il doit d'abord être précédé par un transfert active qui va lui préparer son gradient.
- ✓ Par exemple :
 - L'eau, l'urée.

1) La réabsorption de glucose :

- ❖ On va rencontrer 2 types de transfert : Qui vont se faire dans le sens de réabsorption ou d'excrétion.
- ❖ La glycémie normale : 0.7-1.1 g/l ; à jeune
Au-delà de ça soit c'est : un pré diabète, soit c'est un diabète
- ❖ La Glucosurie : la concentration du glucose dans les urines.

a. Lorsqu'on a une glycémie normale ; 0.7-1.1 g/l :

- ✓ On va avoir une glucosurie = 0
- ✓ Comme on a dit que le glucose est ultra filtrable ; présent dans l'urine primitive ; donc il est réabsorbé ensuite.
- ✓ Cette réabsorption va se faire tjrs au niveau du TCP et elle va être totale lorsque la glycémie est dans les normes.
- ✓ Cette réabsorption est active ; consommateur d'énergie.

b. Lorsque la glycémie devient supérieure à 1.1 g/l ; c'est presque un diabète, mais la glycosurie reste en taux = 0 (négatif).

c. Lorsque la glycémie devient 1.60-1.80 g/l :

- ✓ On va avoir une glucosurie ; le glucose commence à apparaître dans les urines.
- ✓ C.à.d. qu'on est arrivé au seuil rénal du glucose : c'est la concentration du glucose dans le sang à partir de laquelle on va trouver une glucosurie.

❖ Dans les 2 cas (b et c) c'est un diabète mais dans le 2ème on a une glucosurie et dans le 1er non, pourquoi ?

○ Puisque :

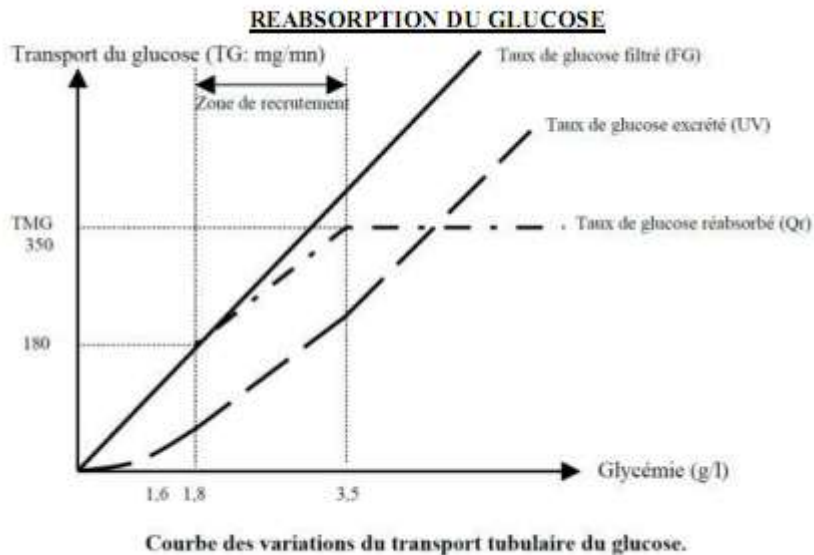
- ✓ Au début, c'est un diabète mais il n'y pas une glucosurie puisque les transporteurs sont encore insaturable, c.à.d. Il y a **un recrutement des néphrons**.
- ✓ Ensuite ce transfert commence à être saturable (puisque c'est un transfert actif), mais pas tous les transporteurs sont saturés (une quantité va être transporté et une quantité va rester).
- ✓ Donc il y a une élimination de glucose en excès dans l'urine et par conséquence une glucosurie.

d. Lorsque la glycémie devient: 3.5 g/l :

- ✓ Ici on va atteindre le **TM: taux maximum de glucose**.
- ✓ Les transporteurs sont tous saturés.

- ❖ Le risque du diabète c'est l'atteinte rénale ; et ceci par la teinte des vaisseaux à l'intérieur ; puisque en hyperglycémie, le glucose qui reste altère les Vaisseaux et il va commencer surtout par les petites vaisseaux.
- ❖ C'est pour ça on dit que le diabète peut toucher les reins par **atteinte vasculaire** (la physiopathologie des complications du diabète).

❖ **L'explication du schéma : va récapituler ce qu'on a dit :**



SCHEMA N° 8

- ✓ La courbe de la filtration est tjrs clair présenté* ; puisque le glucose est tjrs ultra filtrable, mais c'est les 2 autres courbe de l'élimination urinaire et la réabsorption qui vont font la différence.

a) Au premier ; dans le 1^{er} carré ; Lorsque la glycémie est inférieure à 1.6 g/l :

- tous qui est filtré est réabsorbé.
- l'élimination rénale est absente (l'absence de la courbe qui représente le taux du glucose excrété dans les urines ; la glycosurie = 0),
- et la courbe de réabsorption est superposé sur celle de filtration puisque tous qui est filtrés est réabsorbé.

b) Lorsqu'on arrive à 1.6- 1.80 g/l c.à.d. on est arrivé au seuil rénal du glucose :

- La une courbe va apparaitre c'est la courbe d'élimination urinaire de glucose, mais d'abord n'est pas vraiment parallèle à celle de la filtration.
- 1.8 g/l : la courbe de réabsorption va se dissocie progressivement puisque on a dit que ce transport commence à être saturé et ça c'est : **la zone de recrutement néphrologique** : c'est la zone entre ou il y a début de saturation jusqu'à la saturation.

c) Lorsqu'on arrive à une glycémie de 3.5 g/l :

- on va arriver à la saturation du transfert, c.à.d. le TM= 350 mg/min,
- la courbe de réabsorption va être constante puisque la réabsorption est saturée.

- la courbe d'excrétion urinaire va être parallèle à la filtration, tous ce qui est filtré (arrivé) en excès va être éliminé dans les urines.
- c.à.d. que l'élimination va être tjrs dépendantes de la concentration de glucose dans le sang, puisque il est totalement ultra filtrable.

➤ On va dire que le transfert du glucose est **un transfert à flux net** de réabsorption, puisque c'est une substance qui va subir que de réabsorption (qu'un seul mécanisme de transfert qui est la réabsorption).

2) L'excrétion du PAH :

- ✓ On a dit qu'il est faible concentration plasmatique il est totalement éliminé par **un seul passage** par le rein (un seul passage suffit pour qu'il soit éliminé).
- ✓ On a :
 - Le PAH qui est ultra filtrable (pas totalement).
 - La faible fraction qui est restée dans le sang ; n'a pas subi une filtration : pourquoi ?
- Ce n'est pas par rapport au poids moléculaire ; c'est par rapport au passage ; lorsque il est rapide ; il y une fraction qui va être filtrés (la grande partie) et qui va rester va subir une excrétion.
- ✓ Donc **le PAH éliminé** c'est : la quantité filtrés + la quantité excrété*.
- ✓ Ce transfert va se faire activement, en consommant de l'énergie.
- ✓ il va se faire au niveau du TCP.
- ✓ Mais lorsque le PAH est à faible concentration plasmatique, son élimination est totale, par filtration et par excrétion, et un seul passage suffit pour cela.
☞ C'est pour ça on va l'utiliser pour la mesure du débit sanguins rénale.
- ✓ Comme c'est un transfert actif, il est saturable, c.à.d. lorsque la concentration du PAH dépasse un certains limite ; un seul passage ne suffit pas, une quantité sera éliminé et une quantité retourne dans la circulation général et va subir un autre passage par le rein pour qu'elle soit éliminé.

✚ Lorsqu'il est en faible concentration plasmatique un seul passage suffit pour qu'il soit éliminé.

✚ Lorsqu'il est en fort concentration, un seul ne suffit pas :

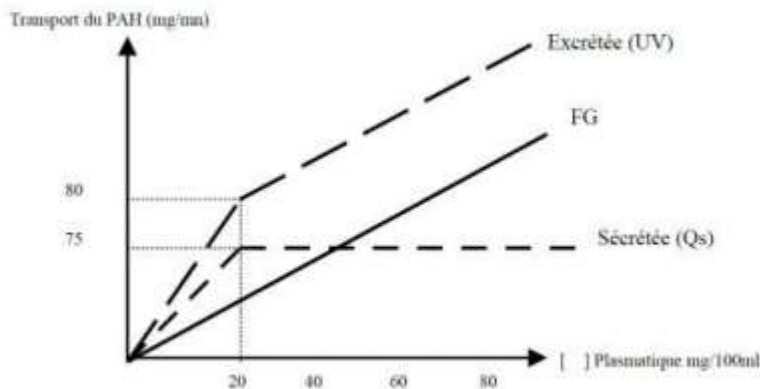
- Pour le PAH l'excès va retourner dans la circulation générale et après va subir d'autre passage pour qu'il soit éliminé
- Ce n'est pas comme le glucose l'excès va être éliminé dans les urines.

- ✓ C'est le même principe que le glucose mais dans le sens inverse ; à un certain moment ce transfert va être saturé, on va avoir le TM du PAH, et lorsque il est saturé ; le reste va rester dans l'organisme.

- ❖ C'est pour ça on a dit Lorsqu'on veut utiliser un produit de contraste ou des médicaments qui sont à élimination rénale il faut tjrs explorer la fonction rénale, Puisque :
 - Par ex les médicaments (avec une certaine physiologie) lorsqu'il atteint leur max ; ils ont une demi-vie pour qu'elle soit éliminée ; ne doit pas rester dans l'organisme.
 - Et c'est les reins qui vont faire de l'effort pour excréter ce produit qu'on l'utilise.
- Donc il faut les donner selon la fonction rénale avec une physiologie adéquate, sinon on va arriver à la saturation de leur transfert au niveau rénale et vont rester dans l'organisme.

- ✓ C'est le même principe que le glucose mais dans le sens inverse.
- ✓ Le PAH est utilisé pour la physiologie sanguine rénale, puisque son extraction de l'abdomen est totale (lorsque il est à faible concentration), selon le principe de fick: $DSR = Clearance$.

❖ Le schéma qui explique ce transfert :



SCHEMA N° 09

- ✓ On a :
 - La courbe d'excrétion urinaire.
 - La courbe De sécrétion (Qs)
 - Il faut faire la différence entre l'excrétion (qui est mécanisme tubulaire) et l'excrétion urinaire UV (c.à.d. l'élimination).
- a) Lorsque la concentration est inférieure à 10 mg/100ml (très faible) :
 - L'excrétion rénale = tous qui est filtré + tous qui est sécrété.
- b) Mais à une certain concentration : 20 mg/ 100ml :
 - on va atteindre le $TM=75$, le TM de PAH.
- ✓ Et à partir du TM on va avoir la saturation de ce transfert ; c.à.d. que *l'excrétion urinaire UV (élimination)* va concerner tous ce qui est filtrés, puisque *l'excrétion (le mécanisme tubulaire)* s'arrête.

- ✓ c.à.d. l'élimination urinaire va être parallèle à la filtration ; *tous qui et filtrés* va être éliminé* et *tous qui restent en excès* va retourner dans la circulation générale et après va subir d'autre passage puisque le transfert est saturé.

- ☞ C'est un mécanisme de transfert à flux net d'excrétion.
- ☞ c.à.d. le PAH ne subit le long de tube urinifère que de l'excrétion et ça va se faire activement le long de TCP.

3) Le sodium :

- ✓ Il est aussi totalement ultra filtrable.
- ✓ On la même osmolarité au niveau de l'ultra filtra plasmatique, il est osmolaire au plasma ; c.à.d. on a la même concentration en sodium.
- ✓ Le sodium le long du tube urinifère va subir des modifications, puisque on fin de compte on va avoir une concentration de sodium différent de celle du plasma et donc de l'urine primitive.

❖ Pourquoi on étudie ce métabolisme rénal de sodium ?

- ☞ Puisque les mouvements d'eau vont suivre les mouvements de sodium
- ☞ C'est pour ça c'est important de l'étudier pour comprendre après comment les mouvements d'eau vont se faire le long du tubule urinifère.

- ✓ Le sodium est un élément minéral important de l'équilibre hydraulique du milieu intérieur, sa répartition à l'intérieur de l'organisme est en compartiment extracellulaire.
- ✓ C'est le vecteur principal dans le milieu vasculaire puisque il a une concentration de 142-145 mEq/l
- ✓ Et aussi c'est l'élément qui va déterminer l'osmolarité (puisque l'osmolarité= 2 fois la natrémie)
- ✓ Il est évalué par l'ionogramme plasmatique effectué sur un prélèvement veineux :

a. il faut le faire sans Garrot ; puisque il ne faut pas finir la compression de la veine :

- comme l'ionogramme va donner beaucoup plus les concentrations de Na⁺, K⁺, Cl⁻.
- Par exemple pour le K⁺, si on fait le Garrot :
 - ☞ On va avoir un genre d'éclatement de GR.
 - ☞ Et comme le K⁺ en mécanisme normal est en intracellulaire ; si il y a un éclatement, on va avoir des faux résultats de K⁺, puisque on va avoir une petite hémolyse.
 - ☞ C.à.d. l'éclatement de GR va faire sortir du K⁺, donc il y a une hyperkaliémie et ça c'est dangereux.

b. Aussi il ne faut pas trop agiter le tube.

- ❖ Comme l'ionogramme va donner la concentration de Na⁺, lorsque il y a *une diarrhée* ; conséquence principale *de déshydratation* ; qui peut être une complication *d'un choléra ou des brûlures*, elle exige un ionogramme pour explorer l'état électrolytique de l'organisme, puisque ces trous ioniques peuvent être mortel.
- ❖ Souvent les sujets qui font des brûlures, ou du choléra ; mort par des trous électrolytiques (par déshydratation).

- ✓ l'organe qui va déterminer beaucoup plus l'élimination de Na⁺ c'est le rein.
- ✓ ça concentration (Na⁺) est comprise entre 142-145 ml osmol/l.

- ✓ Il est totalement ultra filtrable ; ça concentration dans l'urine primitif c'est celle même dans le plasma.
- ✓ Dans le tubule le Na^+ va subir plusieurs modifications progressivement ; commence dans le TCP ensuite va se continuer le long de tubule urinaire :

A. Le TCP :

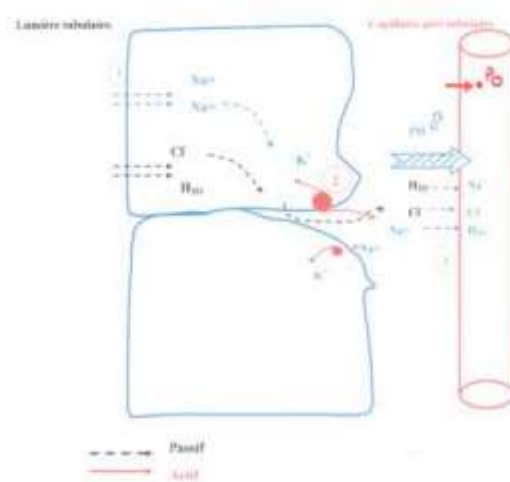
- ✓ Au niveau du TCP on a la cellule tubulaire ; à l'intérieur de cette cellule n'y a pas beaucoup de sodium puisque son milieu naturel est vasculaire.
- ✓ Le sodium est totalement ultra filtrable ; va passer à l'intérieur de la cellule tubulaire **passivement** par gradient de concentration.
- ✓ Le Na^+ commence à s'accumuler au niveau de la cellule.
- ✓ Comme on a **la pompe K^+/Na^+** dans la partie baso-latérale de la cellule épithéliale ; grâce à cette pompe on va avoir la sortie de Na^+ dans **l'interstitium**, mais **cette sortie est active** (cette étape est active).
- ✓ Lorsque le sodium arrive ici :
 - on a une hyper concentration de l'interstitium en Na^+
 - et il y a un appel d'eau dans les vaisseaux
 - ☞ donc l'eau va suivre le sodium.
- C'est pour ça on a dit que ces les mouvements de sodium vont conditionner avec eux les mouvements d'eau.

- ❖ Au niveau vasculaire **la pression hydrostatique** va devenir basse puisque le flux est arrivé à ce niveau (interstitium) et va diminuer le long de vaisseaux.
- ❖ **La pression oncotique** ne subit pas de changement (tjrs la même) puisque les protéines ne sont pas ultra filtrable.

- ✓ 65-70 % de sodium filtré va être réabsorbé au niveau de TCP.
- ✓ **Cette réabsorption est active, pourquoi ?**
- ☞ c'est vrai qu'on a 2 étapes passives et une active, mais à la fin c'est une réabsorption qui nécessite d'énergie (une seule étape suffit pour considérer ce transfert comme active).

- ❖ Lorsque on arrive à la fin de TCP ; à l'entrée de l'anse de henlé, on va avoir des urines avec une même osmolarité que l'urine primitive (1) (ou plasma c la mm) pourquoi ?
 - Puisque On a une réabsorption a peu près de 60 à 70 % de Na^+ au niveau de TCP qui va être suivi par de l'eau (Na^+ , H_2O); donc on va sortie avec une quantité – importante mais avec la même osmolarité; (puisque il y a sortie d'eau + sortie de Na^+).

On récapitulait avec le schéma :

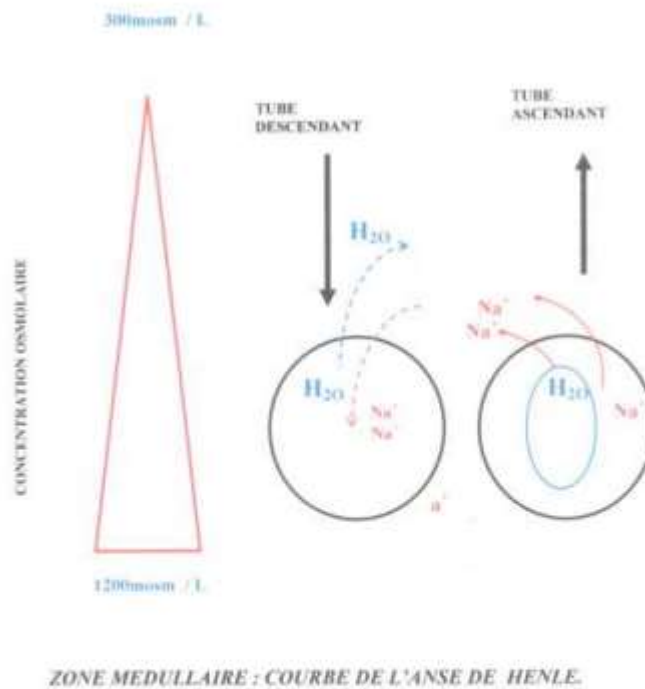


SCHEMA N° 10

- ✓ Au niveau de TCP, on a la cellule tubulaire avec un pôle apical (en regard avec la lumière tubulaire) et un pôle basal.
- ✓ Au début le Na^+ va entrer passivement par gradient de concentration, de la lumière tubulaire à l'intérieur de la cellule tubulaire.
- ✓ Pour l'équilibre de charge, cette Na^+ va être suivie par un passage d'eau
- ✓ Le Na^+ grâce à la pompe qui se trouve dans le pôle baso-lateral va passer dans l'interstitium activement (en rouge).
- ✓ Lorsque ce transfert va se faire de cette manière on va avoir l'appel d'eau (flèche en gros) par gradient de concentration.
- ✓ l'eau contient : NaCl , Na , Cl^- ; donc il va être suivi aussi par Cl^- .
- ✓ Donc la pression hydrostatique devient plus importante au niveau de l'interstitium par rapport aux vaisseaux.
- ✓ La pression oncotique va être tjrs la même, puisque les protéines vont rester dans les vaisseaux.
- ✓ C'est une réabsorption active de la lumière vers les vx, au niveau du TCP.

B. L'anse de henlé :

- ✓ On va arriver à l'anse de henlé avec des urines qui ne sont pas définitifs mais tjrs iso-osmolaire au plasma.
- ✓ L'anse de henlé : est constitué de 2 branches ; descendant et ascendantes



SCHEMA N° 11

a) La branche ascendante :

- ✓ D'abord il y a une variation histologique c'est que la branche ascendante est imperméable à l'eau ; donc :
 - L'eau reste emprisonnée à l'intérieur.
 - Le Na⁺ peut avoir un mouvement ; va sortir dans ce milieu qui entoure l'anse.
- ✓ Donc il y aurait une concentration du milieu en sodium (une charge en Na⁺ du milieu).

b) La branche descendante :

- ✓ Lorsque le milieu devient riche en Na⁺ (chargé) ; le Na⁺ pénètre à l'intérieur de la branche descendante.
- ✓ Et comme cette branche est perméable ; donc l'eau va sortir par un gradient de concentration.

❖ Alors cette urine va progresser :

1. En descendant :

- ✓ C'est sodium qui entre, et l'eau qui sort, c.à.d. on est en train d'augmenter la concentration en sodium.*
- ✓ Et par conséquent on est en train de multiplier l'osmolarité(2), jusqu'à arriver à 1200 ml osmol/l (Au début on a 300 ml osmol/l ; iso-osmolaire au plasma).
- c.à.d. il y a une concentration.

2. Ensuite En montant :

- ✓ Cette urine va progresser dans la branche ascendante pour gagner le tubule distal.
- ✓ Ici c'est le sodium qui va sortir activement du milieu, et l'eau reste emprisonnée.
- ✓ Donc on va avoir une diminution de l'osmolarité de cette urine(3).
- c.à.d. il y a dilution.

☞ C'est pour ça on l'appelle le contre-courant multiplicateur au niveau de l'anse de henlé.

❖ La sortie de sodium au niveau de la branche ascendante est un phénomène actif (les flèches continue en rouge).

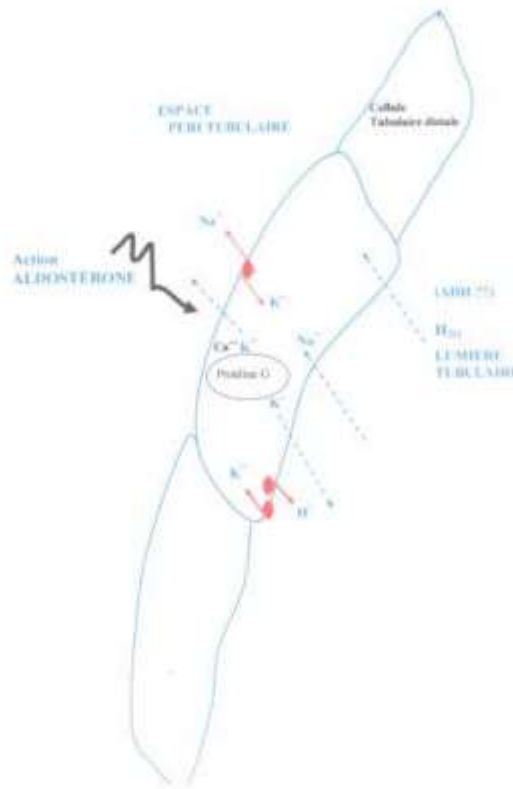
❖ Mais pour la branche descendante la sortie d'eau et l'entrée de sodium est un phénomène passif (les flèches en moitié).

- ☞ La concentration osmolaire au début est de 300 mlosmol/l puis va augmenter jusqu'à 1200 ml osmol/l après en montant* va revenir jusqu'à 300 ml osmol/l.
- ☞ C.à.d. à la sortie la concentration devient presque comme au début ou des fois un petit peu dilué par rapport à l'urine primitive (peut arriver jusqu'à 100mlosmol/l).
- ☞ En fin de compte, n'y a pas de grande modification sur l'urine, **Pourquoi ?**
 - ✓ Ce phénomène se passe pour garder la médullaire riche en sodium (concentré), **C.à.d. :**
 - ✓ le rôle de l'anse de henlé n'est pas par rapport à l'urine, puisque l'urine qui va passer à l'intérieur presque n'a pas subi de grandes modifications ; mais c'est grâce à elle qu'on a un milieu qui entoure l'anse de henlé chargé, et ce milieu c'est la médullaire (puisque l'anse de henlé descend dans la médullaire).
 - ✓ Donc le rôle de notre courant multiplicateur c'est d'avoir une médullaire hyper chargée, hyper osmolaire.

❖ L'urée :

En plus de l'Na⁺ ; l'urée aussi va participer dans le maintien de l'hyper osmolarité de la médullaire (garder la charge ou la concentration).

C. Le TCD:



SCHEMA N° 12

- ✓ C'est à ce niveau qu'on va avoir vraiment **une régulation hormonale de l'élimination de Na⁺**.
- ☞ Puisque jusque maintenant (TCP) c'est presque des mouvements qui vont se faire obligatoirement ; naturellement.

❖ La vraie régulation va se faire pour le sodium et va se faire au niveau du tube contourné distal, pourquoi ?

➤ Puisque c'est là où l'aldostérone va agir ; là où il va trouver ces récepteurs ; où il y a l'action du système rénine-angiotensine-aldostérone.

- ✓ On a dit que ce système RAA est régulé ou stimulé par *l'hypo perfusion* et *hyponatrémie* ; C.à.d. c'est lui qui va répondre selon la natrémie :
- ❖ S'il y a une hyponatrémie (le corps a besoin de Na⁺) :

- ✚ Il y a activation de ce système, donc il y a aldostérone.
- ✚ L'aldostérone va trouver ces récepteurs.
- ✚ Lorsque l'aldostérone agit on va avoir une réabsorption du Na⁺, qui va être suivie de l'eau et donc de Cl⁻ qui constituent l'eau.
- ✚ Mais en général cette réabsorption de Na⁺, pour l'équilibre de charge est accompagné soit de sécrétion de K⁺ soit de H⁺, et ça va dépendre aussi de la **kaliémie** ou du **PH** :

- Si on a un PH qui provient de l'acidose (l'acidité) ; c'est l' H^+ qui va être secrété en parallèle.
- Si on a une hyperkaliémie ; c'est le potassium qui va être secrété.

Donc :

- ✓ Cette réabsorption n'est pas naturel, elle est induite par l'action d'aldostérone ; c'est une régulation
- ✓ Si non ; s'il y a pas action d'aldostérone le sodium va être éliminé dans les urines
- ✓ Cette réabsorption n'est pas total, après on va avoir de Na^+ dans les urines.
- ✓ Lorsque elle est activé sous l'action d'aldostérone ; elle est en échange d'un cation : soit le H^+ , soit le K^+ ; et ça c'est par rapport à la kaliémie ou au PH.

❖ 4^{ème} séance :

❖ 4^{ème} cours : Le pouvoir concentration /dilution de l'urine

- ✓ A la fin on va avoir des urines qui peuvent être concentrés ou dilués.
- ✓ Il y a un mécanisme hormonal qui va entraîner une réabsorption de l'eau et donc on va avoir des urines concentré.
- ✓ Cette eau qui va être réabsorbé (c.à.d. que le corps va retenir ; que le tubule urinaire va récupérer) pour avoir une concentration des urines est une **eau libre** ; **c'est l'H₂O**.
- ✓ Dans ce chapitre on va voir si le rein va retenir de l'eau (réabsorption) pour avoir des urines concentrés ou au contraire va le laisser partir et avoir des urines diluées.
- ❖ C'est pour ça pour étudier ce pouvoir là on va étudier la clearance d'eau libre c.à.d. l'exploration de ces transferts va se faire avec un calcul de clearance d'eau libre H₂O.

On va dire que :

- ✓ Le rein élimine les urines (définitives) avec une osmolarité entre 800-1200 ml osmol/l.
- ✓ On constate que cette osmolarité est très important en la comparant à celle de plasma (ou de l'urine primitif, c'est la même).
- c.à.d. à la fin au niveau de l'urine définitif on va avoir un volume réduit (0.5-2) litre avec une osmolarité augmenté.
- ☞ Cette régulation de l'élimination de l'urines définitif va dépendre de l'état de l'organisme ; va être en fonction **des conditions d'hydratation du corps** c.à.d. de la teneur en eau (déshydratation / hyperhydratation (excès d'eau)) :
 - a) Si on a une déshydratation il y'aura d'ADH pour récupérer de l'eau on va avoir des urines concentrées.
 - b) Au contraire lorsque il y a une hyperhydratation il y a un blocage, y a pas de sécrétion d'ADH et on va voir des urines dilué.
- ✓ la concentration et la dilution des urines se fait le long du tubule collecteur.
- ❖ Lorsque il y a une hyper osmolarité sanguine, ou une hypovolémie ou bien les 2 : ces des facteurs qu'on l'appelle des stimuli qui vont entraîner la sécrétion d'une hormone : l'ADH :
 - ✚ Cette hormone est secrété par hypothalamus, et stockes au niveau de la rétro hypophyse (hypophyse postérieur)
 - ✚ Lorsqu'il y a cette stimulation (un signal, une perturbation) : Il y a des récepteurs (peut-être même des récepteurs centrales, au niveau de l'hypothalamus) qui vont être sensible à ce signal :
 - ✚ Donc il y a sécrétion d'ADH en réponse à ça.
 - ✚ L'ADH a des récepteurs vasopressines :
 - Au niveau vasculaire ; c'est pour ça on dit vasopressines
 - Au niveau du tubule collecteur (autre source, tubule distal : c.à.d. tous qui distal, mais surtout le tube collecteur)
 - ✚ Lorsque l'ADH occupe ces récepteurs au niveau du tube distal, on va avoir une ouverture de l'aqua porine (les pores ou les canaux qui laissent passer l'eau).
 - ✚ On avoir une sortie de l'eau par gradient de concentration à travers les aqua porines, puisque on a dit que la médullaire est très riche en sodium, elle est hyperosmolaire.

✚ c.à.d. on a 2 conditions pour concentrer les urines :

a. La présence d'ADH :

- Puisque sans ADH y a pas ouverture d'aqua porine.
- Sa présence n'est pas aléatoire, elle est due à l'existence d'une stimulation (soit hypo osmolarité soit hypovolémie).

b. l'existence de gradients osmotiques entre l'intérieur du tubule et la médullaire.

- Puisque on a dit que les tubes collecteur vont s'enfoncer dans la médullaire ; pour gagner ensuite les voies excrétrice.

❖ Pour explorer ce pouvoir de concentration-dilution des urines , on va utiliser des clearances ; tjrs on voyant l'urine et le comparant avec des clearances :

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">○ Clearance osmolaire \neq clearance d'eau libre.○ la clearance omolaire (tous : eau + substances osmotiquement actif qui nous forme l'urine).○ Eau libre : mouvements d'eau sans mouvements d'ions.○ Eau libre est soit récupéré soit ajouté pour éliminer à la fin des urines. |
| <ul style="list-style-type: none">○ Si on la soustraire (absorption), on va avoir des urines concentré.○ Si au contraire ; on n'absorbe pas de l'eau ; on va avoir des urines dilué. |

- ✓ c.à.d. qu'à la fin : l'élimination finale : la clearance iso-omolaire – la clearance d'eau libre.
- ✓ Puisque l'eau va être réabsorbé et le reste va être éliminé dans les urines définitifs

1) **La clearance iso-osmolaire :**

$$C_{osm} = \frac{U_{osm} \cdot V}{P_{osm}} \quad (\text{ml/min})$$

- ☞ D'abord on va parler de la clearance iso-osmolaire puisque au début c'est le plasma qui a été filtré : on va avoir des urines avec une certains osmolarité qui est différente de celle de l'urine définitifs (iso-smolaire au plasma).
- ☞ **C.à.d. la clearance iso-osmolaire** : c'est le volume du plasma épuré par le rein de ces substances osmotiquement actifs par unité de temps.
- ☞ La clearance osmolaire = (osmolarité urinaire * débit urinaire) / osmolarité plasmatique.

2) **La clearance d'eau libre :**

- ☞ Aussi on doit voir la clearance d'eau libre c.à.d. est-ce que on va ajouter ou réabsorbé de l'eau de cette urines qui va être éliminé
- ☞ Donc **la clearance d'eau libre** c'est : la quantité d'eau qu'il faut ajouter ou enlever des urines pour les rendre osmotique au plasma ; puisque au débit on a des urines primitifs qui sont iso-osmolaire au plasma (l'image de plasma), mais à la fin l'urine définitif n'a pas la même osmolarité + pas la même quantité :

- ☞ on va avoir une osmolarité soit augmenté soit diminué ; les urines sont soit concentré soit dilué ; c.à.d. Après elle va subir des modifications au niveau de tube collecteur.
- ☞ Ces modifications sont : soit une réabsorption de l'eau soit au contraire élimination d'eau, selon la clearance de l'eau libre.
- ☞ c.à.d. Lorsque on a l'urine définitif, on va la comparer tjrs avec la clearance de l'eau libre pour dit si cette urine a subi de concentration ou dilution.
- ☞ **Donc la clearance de l'eau libre c'est : tous qui est éliminé- la clearance osmolaire (pp plasma).**

❖ ***L'intérêt d'étudier la clearance. Pourquoi c'est un bon indicateur ?***

$$C_{H_2O} = V - C_{osm}$$

(ml/min)

- ✚ Lorsque on a une déshydratation (hyper osmolarité / hypovolémie);c.à.d. L'osmolarité plasmatique va être inférieur à l'osmolarité urinaire ; la clearance va être (-) ; c'est une concentration.
- ✚ S'il y a une hyperhydratation (hypo-osmolarité) : c.à.d. l'osmolarité urinaire va être inférieure à la osmolarité plasmatique ; on va voir une clearance d'eau libre (+) ; c'est une dilution.

❖ C.à.d. on utilisant ces formules d'eau libre on va aboutir soit à des clearances d'eau libre soit négative, soit positifs.

❖ ***Donc pour explorer ce pouvoir on voit tjrs les urines et on calcule la clearance d'eau libre :***

- ☞ Si elle est négative, on a des urines concentré, l'eau a subit une réabsorption et il y a de l'ADH.
- ☞ Si elle est positive, on a des urines diluée, l'eau n'a pas subi une réabsorption et il n'y a pas de l'ADH.

❖ ***Cette formule est utilisée aussi pour explorer le diabète insipide ?***

➤ Diabète insipide ?

☞ Diabète : puisque les signes, les symptômes de cette maladie ressemblent à celles du diabète ; il se manifeste par :

- **Une polyurie :** ce sont des personnes qui urinent beaucoup (augmentation de volume des urines)
- **Une polydipsie :** ce sont des gens qui boivent beaucoup de l'eau (tjrs soifs).

☞ Insipide : est une maladie endocrine due à un dérèglement, un défaut de sécrétion de l'ADH.

➤ Si on calcule la clearance d'eau libre chez les sujets atteint de cette maladie ; elle va être (+).

➤ Clearance d'eau libre (+) ...urine dilue... n'y a pas d'absorption d'eau ; pas d'ADH.

➤ C.à.d. C'est l'une des explorations utilisés chez les diabétiques insipides (pas sucré).

- ❖ Pour ces patients, on peut donner de l'ADH sous forme de traitement :
- a) Pour certains il y a une amélioration et la clearance va devenir (-) : C.à.d. l'ADH donné a travaillé ;
☞ *c'est un diabète insipide d'origine central* : défaut de sécrétion.
 - b) Mais si on donne de l'ADH et on n'a pas de réponse ; La clearance et positif dans les 2 cas, n'y pas d'action d'ADH:
☞ *c'est un diabète insipide d'origine périphérique ou néphrologique* ; la cause est rénal pas au niveau de l'hypothalamus ; c'est un défaut au niveau néphrologiques (au niveau des récepteurs).

❖ **5^{ème} cours : Le rôle de rein dans l'équilibre acido-basique :**

- ✓ On a dit que notre corps par l'alimentation (surtout l'alimentation riche en protéines) à tendance tjrs à produire de l'H⁺ en permanence.
- ✓ Donc on a tjrs tendance vers l'acidité.
- ✓ Le PH est un paramètre très important du sang ; c'est le ph adéquat au fonctionnement des enzymes
- ✓ Le PH doit être compris entre 7.38-7.42 : PH normal sanguins.
- ✓ Tjrs le corps lutte par l'alimentation pour le maintien dans cet intervalle.
- ✓ Le PH est conditionné par la concentration de protons H⁺
- ✓ Augmentation de protons ... acidose.
 - ❖ Pour maintenir ce PH normal sanguin il y plusieurs mécanisme :

A. Système tympan (immédiat):

- ✓ 1^{er} mécanisme immédiat qui interviennent dans l'équilibre acido-basique (de PH)
- ✓ Chaque acide a sa base conjugué et le contraire.
- ✓ Couple acide-base conjugué qui se trouve déjà dans le sang

B. Système respiratoire compensateur :

- ✓ 2^{ème} mécanisme qui intervient dans le maintien de l'équilibre comment ?
- ✓ Même le corps (les poumons) intervient dans la régulation de l'équilibre acido-basique par la ventilation :
 - ☞ S'il y a une hyperventilation...élimination excessive de CO₂...c'est l'alcalose : augmentation de valeur de PH.
 - ☞ S'il y a une Hypoventilation...accumulation de CO₂...c'est l'acidose : diminution de la valeur de PH.

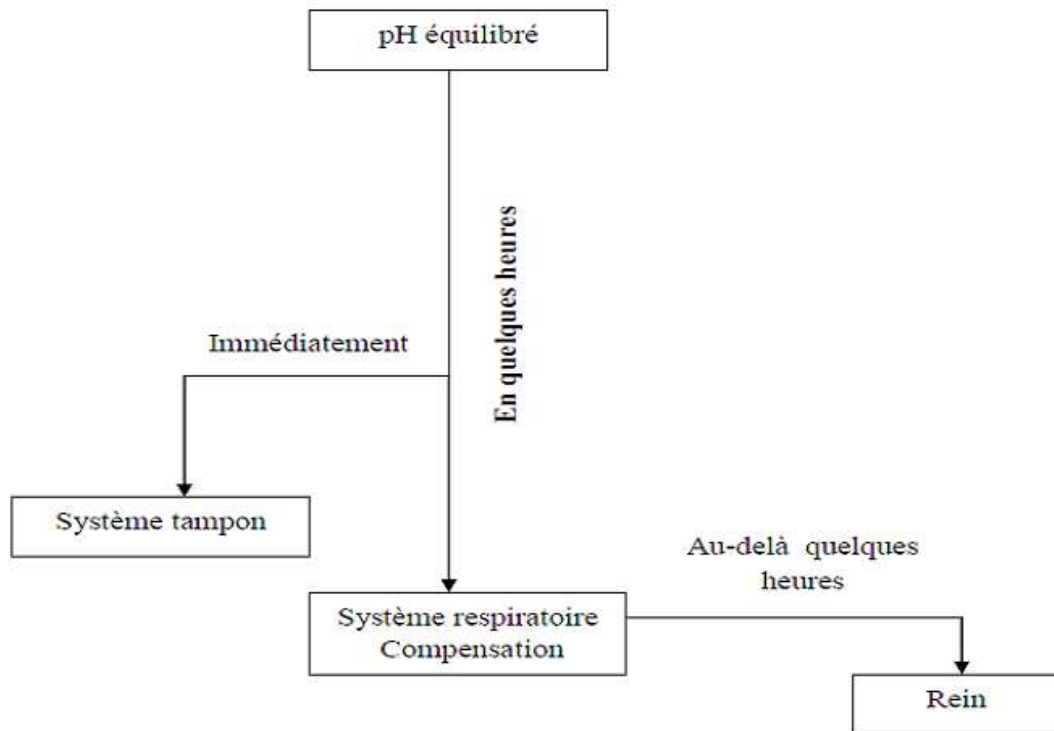
☞ Par ex :

1. **Ex 1 :Lorsqu'on parle beaucoup :** c.à.d. on fait une hyperventilation ; il y a une alcalose (élimination de CO₂) ; l'un des 1^{er} signes de l'alcalose c'est les céphalées (les douleurs de la tête).

2. **Ex 2 : L'acidose métabolique chez les diabétiques sucrés :**

- ✓ Lorsque il y a accumulation de sucres
- ✓ Il y a une production des corps cétonique (l'acétone)
- ✓ Ces corps cétonique sont des acides ; c.à.d. on va avoir une acidose métabolique
- ✓ Le corps va lutter contre ça par une hyperventilation
- ✓ Ce sont des gens qui font une respiration accéléré : **respiration de Kussmaul** : c'est un genre d'adaptation ou de lutte contre cette acidose qui est à l'intérieur par l'hyperventilation pour éliminer le CO₂ ; C'est ce qu'on appelle la condensation respiratoire ; c.à.d. le corps essaye d'équilibrer cette acidose ou la diminuer par la ventilation
- ✓ C'est pour ça lorsqu'on voit cette respiration de kussmaul; on peut connait que ces gens ont d'acétone dans les urines et c'est une acidocétose diabétique ; peut arriver à un coma acidocétosique.

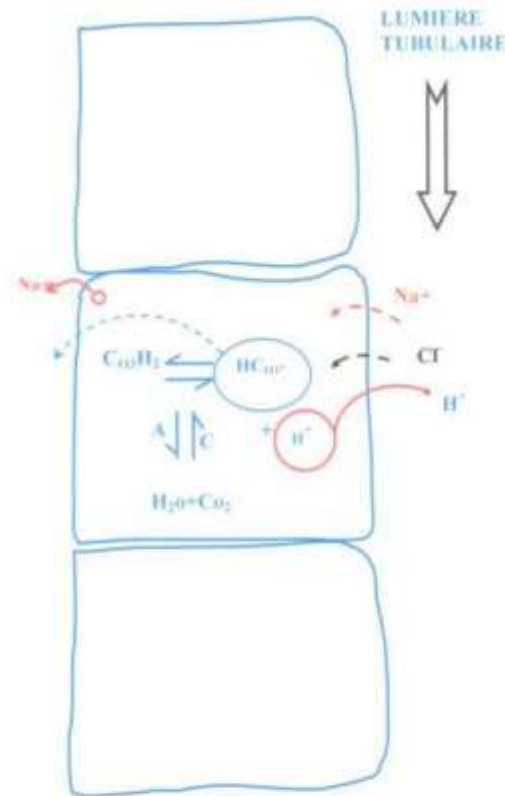
C. Le rôle de rein dans le maintien de PH (au-delà de quelques heures) :



Pourquoi et comment ?

- ✓ C'est vrai que son action va être retardée, mais elle va durer dans le temps ; c'est un système qui va lutter contre l'acidose dans le temps
- ✓ Le rein intervient tjrs dans cette équilibre ; pourquoi ?
- ❖ Si on compare le PH urinaire au PH sanguins ; elle est acide par rapport au sang (5-6) ; c.à.d. le rein va acidifier les urines ; puisque on va avoir des urines plus acide que le plasma (=l'urines primitifs va subir des modifications le long du tubule pour avoir à la fin des urines acides)
 - ☞ **Cette acidité a un rôle ;** elle va lutter contre l'accumulation ou bien la multiplication alcaline :
 - ☞ Si les urines deviennent alcalines (peut être due à un régime alimentaire spécifique ...) là le sujet est plus exposé aux infections urinaire que si on a des urines à PH acide.
 - ☞ Dans les normes ; s'il y a un équilibre même d'origine alimentaire (s'il y pas de problèmes métabolique) ; on va avoir des urines acide ; c'est pour ça on dit **le pouvoir rénal d'acidification des urines : comment le rein va donner des urines acide ?**
- **Ce pouvoir est assuré par à travers 4 mécanismes principaux :**

1) L'élimination active de l'excès protons H^+ (sécrétion de protons) :



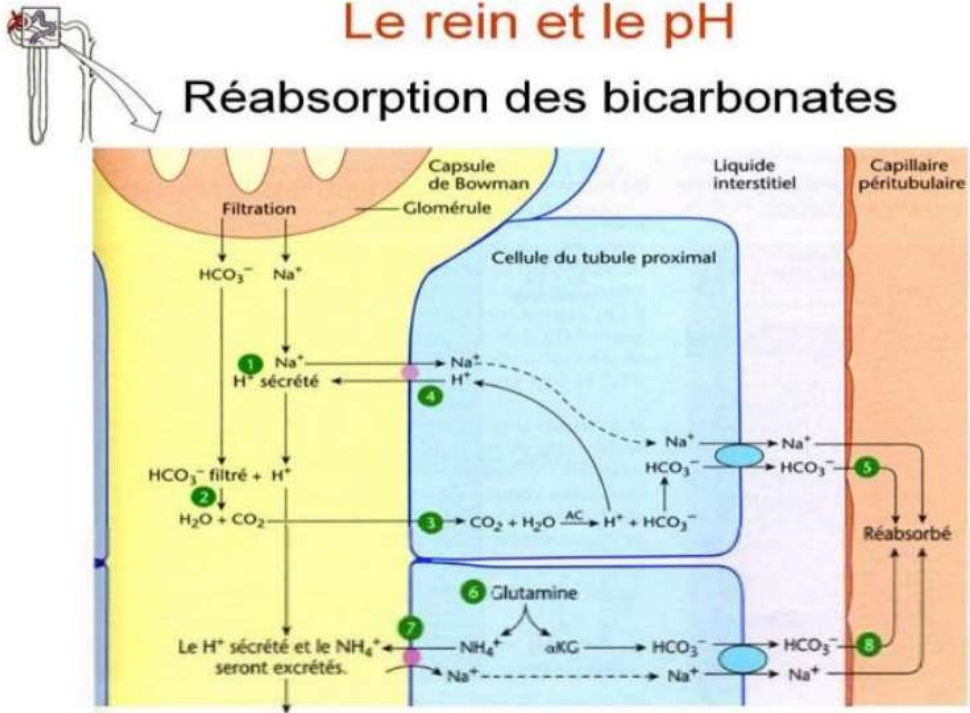
SCHEMA 13

- ✓ On sait les les protons H^+ sont totalement ultra filtrable.
- ✓ Comme notre corps à tjrs tendance à produire des protons H^+
- ✓ Et la cellule tubulaire comme toutes les cellules de l'organisme ; c'est une cellule qui respire ; consomme d'énergie ; c.à.d. elle produit de l'eau + de CO_2 .
- ✓ Et comme les cellules tubulaires ont une enzyme : l'anhydrase carbonique.
 - ❖ Cette enzyme va donner de l'acide carbonique à partir de $CO_2 + H_2O$.
- ✓ Comme l'acide carbonique est un acide faible ; il va se dissocier rapidement ; il va donner : **du bicarbonate** et du **H^+**
- ❖ **$Ce H^+$** va être éliminé ; sécrété dans la lumière.
 - $2H^+$ va être secrète dans la lumière tubulaire activement (transfert active).
 - Ce mécanisme se passe au niveau du tube contourné proximale.
 - On dit élimination par sécrétion pas par excrétion ; puisque les H^+ existe déjà dans notre organisme.
- ❖ **Le bicarbonate** : en sortant de ce pôle vont pas être éliminée , ils vont sortir avec l' Na^+ (et pour la sortie d' Na^+ c'est une étape active grâce à la pompe qui se trouve dans la membrane baso-latéral de la cellule tubulaire).

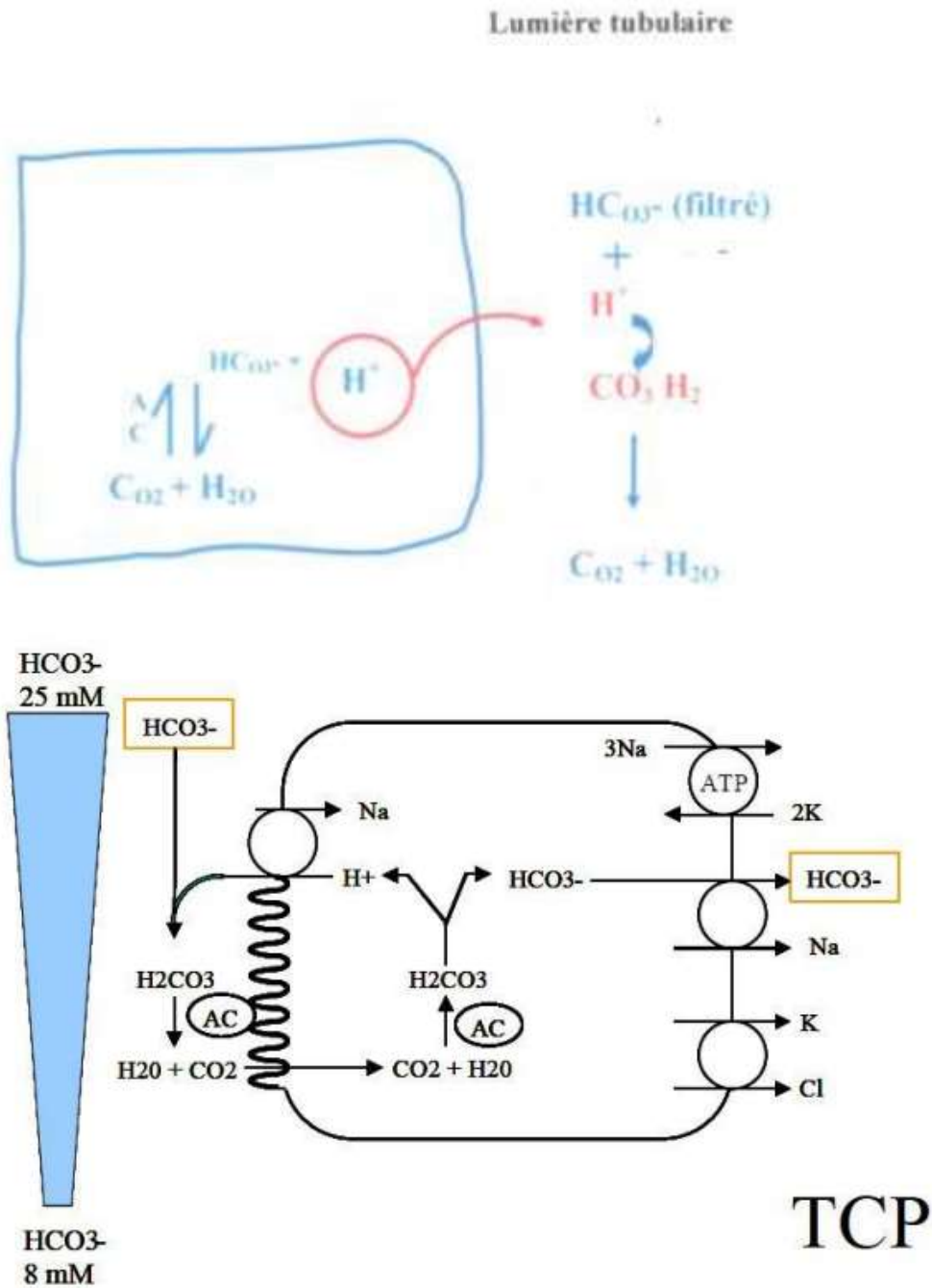
✓ au début ; l'urine c'est l'image du plasma (primitive), après au niveau du TCP, il y a sécrétion active d' H^+ qui s'ajoute au H^+ déjà existant; elle devient acide (définitive).

Le rein et le pH

Réabsorption des bicarbonates



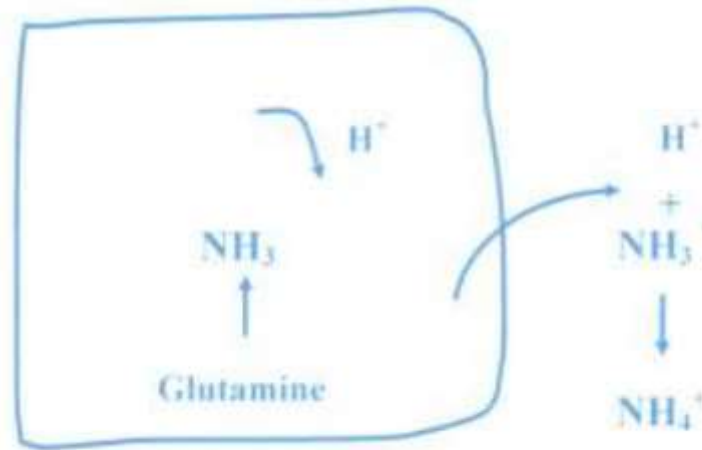
2) La réabsorption des bicarbonates :



- ✓ Les bicarbonates aussi sont totalement ultra filtrable (on a la même concentration en H⁺ et en bicarbonates).
- ✓ Les bicarbonates vont arriver en contact de la cellule épithéliale
- ✓ Au niveau du pôle apical de la cellule épithéliale ; il y a aussi de l'anhydrase carbonique.
- ✓ Et on aussi d'H⁺ qui va sortir ; il va se rencontrer avec le bicarbonate qui est filtrés.
- ✓ grâce à l'anhydrase carbonique ; comme c'est une réaction réversible ; on obtient de l'acide carbonique et après on va avoir de de CO₂ + H₂O dans les urines définitifs.

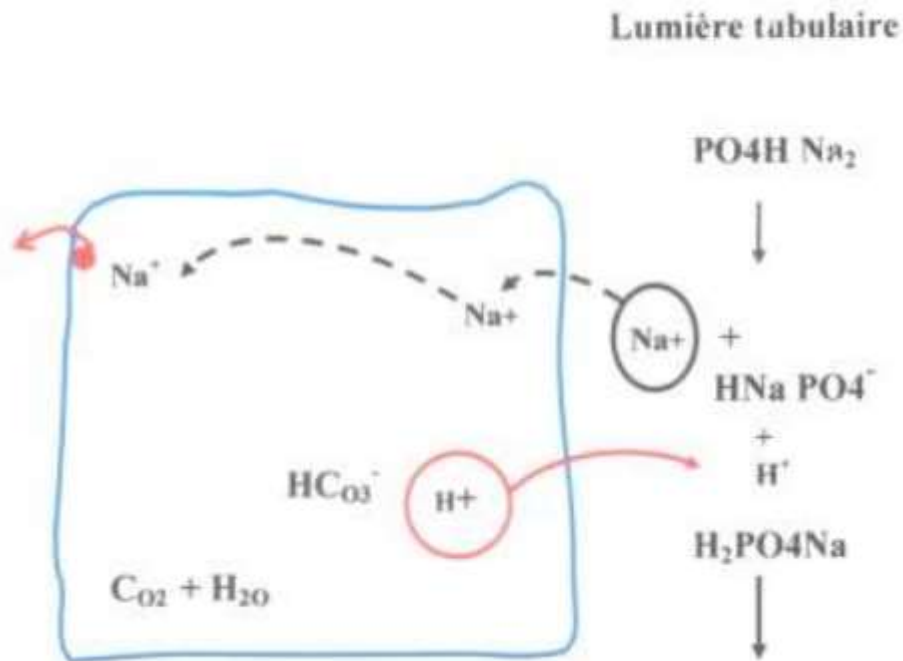
- (L'urine définitive contient un genre de gaz)
- ✓ si on compare les bicarbonates on constate qu'il y a pas de bicarbonate dans les urines définitif ; ils ont subi une réabsorption (c'est une réabsorption virtuel)

3) La sécrétion piégée de l'ammoniac :



- ✓ On a tjrs l'ammoniac NH₃ dans l'organisme.
- ✓ Comme c'est une substance neutre comme l'urée ; elle va entrer et sortir facilement de la cellule.
- ✓ Lorsque il sorte dans la lumière tubulaire ; elle va rencontrer du H⁺ qui sont totalement ultra filtrable ; elles vont s'associer.
- ✓ Cette association va le rendre sous forme chargé ; NH₄⁺ ; donc il ne peut pas revenir dans les cellules ; c'est pour ça on dit c'est une élimination piégé : on a piège du H⁺ avec l'ammoniac NH₃ pour qu'il soit éliminé.
 - NH₄⁺ (ammonium) est une forme d'acidification des urines (d'élimination d'acide).

4) L'élimination de l'acidité titrale :



- ✓ Nommé titrale puisque c'est une acidité qu'on peut titrer/ quantifier : les formes d'élimination d'acide sont des acide titrable qu'on peut les quantifier au niveau des urines (ex : $\text{H}_2\text{PO}_4\text{Na}$).
- ✓ L'exemple du phosphate di-sodique :
- ✓ Ce sont des molécules aussi totalement ultra filtrable ; existe dans le sang vont être filtré avant passer dans la lumière tubulaire.
- ✓ Lorsqu'ils passent dans la lumière tubulaire ; elles vont perdre un atome de sodium (on a dit déjà que au niveau du TCP, presque 60-75 % de Na^+ sera réabsorbé ; alors Le sodium passe à l'intérieur de la cellule) et il va rencontrer du H^+ qui va venir.
 - Le phosphate mono sodique va se former $\text{H}_2\text{PO}_4\text{Na}$; c'est une forme d'élimination d'acide : les protons H^+ sont éliminés on s'associe à cette molécule.

✓ Ces mécanismes passent tjrs physiologiquement ; le rein intervient tjrs dans le maintien de cet équilibre de PH (dans l'élimination de l'excès de charge en protons H^+ ; acidification des urines) puisque on a tjrs tendance vers l'excès.

- ❖ L'une des complications de l'insuffisance rénale ; n'y a pas d'élimination de protons H⁺ ; leur accumulation... acidose.
- ❖ Lorsque il y a une acidose pas d'origine rénale ; le rein va intervenir après qlqs heures dans l'élimination de l'excès, cette intervention va être prolongée dans le temps.
- ✓ Par exemple :
- ☞ chez les diabétiques sucrés (**pathologique**) : l'acidose due à l'accumulation de corps cétonique provenant du glucose ; le rein va intervenir par l'élimination d'acétone.
- ✓ C'est pour ça lorsqu'on fait une chimie des urines pour ces sujets ; on voit tjrs s'il y a de l'acétone ou non, si oui c'est un signe de gravité ; le rein est en train d'éliminer l'excès.
- ☞ On peut trouver de l'acétone dans les urines de sujets normaux lors de jeun prolongé (**physiologique**).

❖ **6^{ème} cours : la circulation rénale**

- ❖ Le rein est un organe richement vascularisé.
- ❖ Les 2 reins ensemble reçoit 1/5 du débit cardiaque ; à peu près 1200ml/min.
- ❖ La circulation rénale possède une complexité anatomique de la distribution de sang dans le rein
- ❖ Elle est à double but :

1) Nutritif :

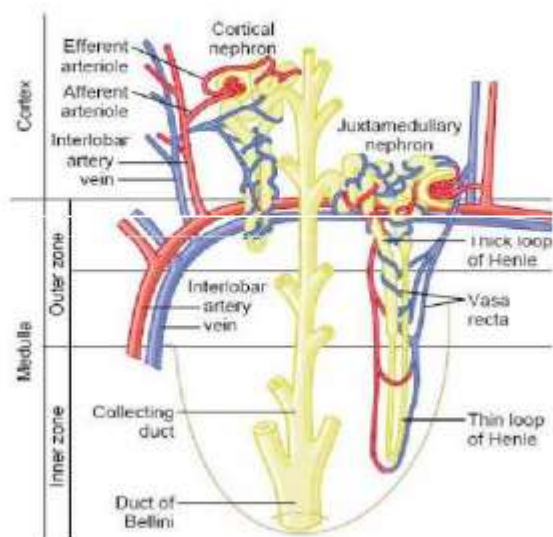
Les cellules rénales ont besoins d'apport de nutriment d'oxygène pour leur travail qui est essentiellement un travail métabolique...c'est la circulation nutritif.

2) Assurer l'homéostasie de la composition corporelle :

Puisque la fonction du rein c'est d'épurer le sang ; c'est une circulation qui dépend de la fonction du rein.

❖ La vascularisation des néphrons :

c- La vascularisation des néphrons



- La 1^{ère} partie ; le cortex.
- La 2^{ème} partie ; la médullaire.
- ✓ On a 2 types de néphrons :
 - Les néphrons corticaux (située en grand partie dans le cortex).
 - Les néphrons juxta médullaire (situé aussi dans le cortex mais ils ont une grande partie dans la médullaire).
- ✓ On a l'apport artériel et les veines ; la distribution presque c'est la même (les veines suivent le réseau artériel (capillaire)).
- ✓ **Le tube collecteur** : on a dit qu'il collecte plusieurs néphrons, s'enfonce dans la médullaire pour gagner après les voies excrétrices.
- ✓ Chaque rein va recevoir de l'aorte abdominale : une artère rénale.
- ✓ L'artère rénale va se subdiviser pour donner les artères inter lobaires.
- ✓ Ensuite les artères inter lobaires vont ne donner le système arqué.
- ✓ Ce système-là va donner naissance après aux artères inter lobulaires.
- ✓ Des artères inter lobulaires vont naître les artérioles afférentes qui vont former d'abord le glomérule (le corpuscule de Malpighi) d'où va sortir l'artériole éférente.
- ✓ De cette artériole éférente on va avoir le réseau capillaire péri tubulaire.

- ✓ Les artères droites varient en profondeur de la médullaire et les veines suit sensiblement la même disposition que les artères.
- ✓ C'est les vaisseaux droits (vasa recta) qui vont s'enfoncer dans la médullaire et assurer la vascularisation de l'anse de Henle.
- ✓ Le réseau veineux à la même disposition que le capillaire.

- ✓ On déduit :
- ✓ La répartition de la vascularisation est hétérogène :
 - La vascularisation corticale est très importante par rapport à la médullaire
- ✓ La répartition de cette vascularisation est très inégale :
 - La perfusion du cortex est plus de 80% ; c.à.d. la vascularisation corticale est riche et dense
 - Pour la vascularisation médullaire est pauvre ; elle est assurée par le système des vaisseaux droits ; la vasa recta

- ✚ Le DSR est calculé à partir de la clearance du PAH
- ✚ La clairance de PAH va déterminer le flux de perfusion rénale
- ☞ $DSR = (FPR/1) - H_{te}$.
- ☞ Ça confirme que le FSR va représenter à peu près 20% du débit cardiaque.

❖ **La régulation du flux sanguin rénale :**

Cette régulation va faire intervenir 2 mécanismes (induite par 2 mécanismes) :

A. Mécanisme en corticale :

☞ Dépendant du système rénine angiotensine

B. Mécanisme juxta glomérulaire (juste avant/près la médullaire).

☞ Va être indépendante du système rénine angiotensine.

1. Le contrôle extrinsèque de la circulation rénale :

A. Le système neuro-adrénergique :

- ✓ Les fibres adrénérergiques cholinergiques des éléments vasculaires de l'appareil juxta glomérulaire (déclenche ce mécanisme de régulation).
- ✓ Si c'est une énérvation sympathique qui se trouve au niveau du rein, donc le mécanisme de régulation par le système nerveux végétatif se fait par sa branche sympathique.
- ✓ Donc lorsque il y a une activation du sympathique (lors de stress par exemple) ; l'action systémique d'adrénaline va induire une vasoconstriction
- ✓ Cette vasoconstriction va entraîner une diminution + ou – importante du FSR mais sans se répercuter sur le taux de filtration glomérulaire ; c.à.d. la FG c'est vrai qu'elle diminue mais pas de la même importance que le FSR (*diapo : une diminution du FSR avec une conservation relatif de la FG*) *

Le détail de l'appareil juxta glomérulaire :

L'AJG est constituée de : Artère efférente, artères afférente, la partie initial du TCD.

☞ **Prolifération du tube contourné distal : la macula densa :** c'est un genre de cellule mais qui sont sensible aux variations de taux de sodium dans les urines ; c.à.d. c'est un genre **de chémorécepteurs** (puisque ce sont des récepteurs sensible au taux de sodium).

☞ **Au niveau de AA :** on a des cellules juxta glomérulaire ; ici c'est un genre **de barorécepteurs** ; puisque ils vont être sensible à la pression qui varie ici.

☞ Grâce à ce système là (appareil JG) ; **il y a une régulation intrinsèque** ; c.à.d. selon la pression de perfusion et la concentration de sodium on va avoir des réponses grâce à cette appareil.

B. Le système rénine angiotensine :

☞ **C'est au niveau de cet appareil(AJG) ou la rénine sera sécrétée en réponse aux différents stimuli (présentes à ce niveau) ; qui peut être soit :**

○ **La pression.**

○ **La concentration au sodium.**

- Si on fait genre de test ou d'expérience ; si on perfuse la catécholamine (c'est comme on a fait activer le système sympathique) :
- La perfusion des catécholamines dans l'artère rénale induit les mêmes effets que le système sympathique ; et à chaque fois on sait qu'il y a des stimuli et une réponse intrinsèque au niveau du rein.
- Ces modifications du tonus artériolaire vont intervenir le système RA (on va détailler)

❖ **Alors comment cette régulation par l'appareil juxta glomérulaire va être faite ?**

☞ Les cellules de l'appareil juxta glomérulaire sont sensibles à 3 facteurs :

- a) La basse de la pression sanguine dans l'artériole afférente.
- b) La basse du taux de sodium dans le TCD
- c) L'influx du système nerveux végétatif surtout par sa branche sympathique

☞ Les cellules de l'appareil juxta glomérulaire vont réagir à ça grâce à la sécrétion d'une hormone : la rénine.

2. La régulation intrinsèque va se faire grâce à :

❖ **L'auto régulation (80-180 mm Hg) :**

- ❖ c'est un genre d'autoprotection qui va se faire déjà au niveau du rein ; c.à.d. ça **dépend** : **de stimulus** (de rein); de **l'état de sa perfusion** lui-même, **même indépendamment de tous qu'il va arriver dans le corps (ou le milieu systémique)**.
- ❖ Cette régulation est spéciale ; puisque le rein va essayer tjrs de sauvegarder sa perfusion qui est la source de sa fonction (s'il n'a pas perfusé n'y a pas la fonction rénal) c.à.d. le rein va intervenir déjà à son niveau pour s'auto protéger.
- ✓ Lorsque la pression artériel systémique varie de 80-180 mm Hg ; le débit sanguin rénale reste le même.

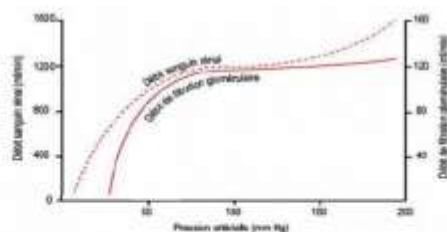
Normalement s'il y a pas cette autorégulation ; s'il y a une augmentation de pression il y augmentation de la perfusion et s'il y a diminution la même chose, alors que non ; entre cette intervalle-là (ce n'est pas la valeur normal de la pression artériel) le rein va résister même si on n'est pas dans les normes ; donc la perfusion est constante et le DSR reste inchangé (autorégulation).

- ✓ Alors l'autorégulation s'applique au maintien de la stabilité du DFG.

- ✓ Expliquer comment la régulation hémodynamique intra rénale permet dans une large mesure de maintenir la stabilité ; pourquoi ?
 - Puisque si on garde le FS stable ; c.à.d. on a gardé la fonction qui est la FG stable et ça va aboutir à la stabilité du DFG qui est la 1^{ère} étape de la formation des urines et la fonction essentielle du rein.
 - C'est pour ça le DSR va rester inchangé.

Autorégulation du débit sanguin rénal et du débit de filtration glomérulaire

Pas de variation du DSR et du DFG pour des variations de pression artérielle moyenne entre 80 et 180 mmHg



But de l'autorégulation : **maintien du DFG** et donc de la fonction rénale

- ✓ On voit dans ce courbe là on voit qu'il n'y pas de variation du DSR ni du DFG ; mais c'est pour des variations de pression artérielle moyenne entre 80-180 mm Hg
- ☞ Donc le but de l'autorégulation c'est de maintenir stable le débit de filtration glomérulaire et par conséquent on va maintenir la fonction rénale.

A. Les mécanismes myogènes :

- ✓ Le DSR bénéficie d'une puissance autorégulation qui repose sur les mécanismes myogènes (diapo); pourquoi ces mécanismes sont appelé myogène ?
- ☞ Puisque : ces mécanismes d'auto régulation vont se baser surtout sur la capacité des artéioles ; et puisque les artéioles sont entouré par des cellules musculaires lisses, et ces cellules-là peuvent soit :
 - Se contracter et faire une vasoconstriction.
 - Se relâcher et faire une vasodilatation.
- ☞ C'est la capacité d'auto régulation grâce aux mécanismes myogène

B. Le rétro contrôle tubulo-glomérulaire :

- ✓ La capacité d'auto régulation grâce aux mécanismes myogène mise en jeu d'un rétro contrôle tubulo-glomérulaire (diapo); c.à.d. ça dépend de :
 - a. Ce qu'on va avoir comme sodium ; c.à.d. la détection au niveau du TCD
 - b. La compression au niveau du glomérule.

C. Et implique de nombreux médiateurs qui vont assurer cette action de cette musculature lisse :

- ✓ Le système RA.
- ✓ Des facteurs endothéliaux c.à.d. d'origine vasculaire qui va intervenir pour assurer ce pouvoir soit de contraction ou bien de relâchement myogène des artéioles soit A ou E.

D. Ainsi le système neuro végétative sympathique va jouer un rôle :

- ✓ S'il y a activation de ce système ; c.à.d. perfusion des catécholamines et on va avoir une vasoconstriction.
- ✓ Ce qu'on va nous adopter pour cela ; on va dire que le DSR va être :
 - ☞ **DSR = La pression artérielle (systémique)/les résistances vasculaire.**
 - ☞ Donc la régulation va se faire par rapport à ce rapport à ces paramètres (Pa et R) ; pourquoi ?
 - a. S'il y a augmentation de la pression artérielle il faut augmenter les résistances ; pour tjrs garder à ce niveau-là un débit de perfusion rénale stable DPR.
 - b. Et l'inverse s'il y a une baisse de la pression artérielle ; il faut qu'il y ait une baisse de résistance.
 - ☞ *Ce n'est pas une adaptation pour le corps ; c'est spécialement pour le rein*

- ❖ Et là on est tjrs dans un intervalle d'auto régulation (entre 80-180) ; en dehors de cet intervalle ça ne va pas être la même chose
- ❖ C'est vrai qu'elle est basse comme pression artérielle pour le corps, mais pour le rein il va grâce à ce pouvoir myogène à assurer cette auto régulation.

E. Le système RA aussi est évoqué dans ce mécanisme-là : (il fait un rôle)

- ✓ Il y a une sécrétion de la rénine qui va entraîner cette vasoconstriction c.à.d. ce pouvoir myogène existe mais il fait intervenir le système RA et aussi des facteurs endothéliales,
 - beaucoup plus c'est la rénine qui va provoquer cette action myogène
 - Et on a aussi l'angiotensine 2 comme c'est le plus puissant vasoconstricteur ça va entraîner une vasoconstriction de l'artériole A, et par conséquent une baisse de perfusion ; donc va se répercuter sur la diminution même de la FG et du FSR.

- ✚ il y a des petites différences qu'on va les voir par rapport au cortex et la médullaire :
 - ☞ Au niveau du cortex externe le tonus musculaire de l'artériole pré glomérulaire est sous le contrôle du système RA
 - ☞ Pour le cortex qui est en juxta glomérulaire (le système juxta glomérulaire) : c'est un système indépendant du système RA.
 - ☞ C'est presque la même réponse mais au niveau du cortex va intervenir le système RA, mais pour le système juxta glomérulaire va être indépendante du système RA.

I. L'autorégulation :

- **Dans l'intervalle : (80-180) :**

1- **Si la pression artérielle augmente au niveau rénal (pas au niveau systémique) :**

- ✓ Lorsque la pression artérielle augmente, il faut augmenter avec les résistances ; pour qu'il y ait cette augmentation des résistances, il faut l'intervention du système RA mais au niveau rénal, puisque c'est l'angiotensine 2 qui va entraîner cette contraction.
 - **Donc c'est une auto protection aveugle :**
Malgré que ça va aggraver la pression artérielle systémique mais le rein va assurer ça dans les limites pour s'auto protéger (ça tjrs entre 80-180) ; c'est

pour ça on dit que c'est une auto régulation aveugle ; elle va prendre en considération que le rein ; il y a une augmentation de pression on va augmenter les résistances (en réponse aux besoins des reins) et ça par le système rénine angiotensine.

2- Et si la PA diminue ;

✓ c.à.d. on n'aura pas localement de l'angiotensine 2 pour avoir un relâchement musculaire ; pour faire diminuer les résistances (on a dit pour qu'il y a une basse de PA il faut une basse de résistance, et pour qu'il y a une basse de résistance il ne faut pas activer ce système)... Il y a inhibition du système RA

➤ C'est pour ça on l'appelle aveugle ; puisque normalement ; basse de PA ... activation de système RA et augmentation de PA

☞ C'est pour garder un DSR stable ; sinon le débit sanguin rénal va varier avec la variation de la PA ; ce n'est pas normal ; il peut perdre sa fonction qui est la filtration.

☞ C'est pour ça des fois l'insuffisance rénale peut provoquer l'HTA, (peut-être même résistante au différent traitement) ; le rein est responsable de cette HTA puisque il s'auto protège au dépend de l'organisme.

II. On sort de l'auto régulation :

a. Augmentation de la PA systémique au-delà de 180 :

✓ Il y a inhibition du système RA pour faire la vasodilatation.

✓ Ces réponses sont systémiques ; c.à.d. ne change pas (pas locale au niveau rénale locale)

b. Au-dessous de 80 mm Hg (diminution de la PA systémique) :

✓ Un autre mécanisme va intervenir : Il y a une redistribution juxta glomérulaire de la vascularisation ; c'est la redistribution du FSR vers le compartiment juxta médullaire.

✓ On a vu que la corticale est plus richement vascularisée ; il y a ce qu'on appelle cet inversion de la vascularisation du FS vers les néphrons qui se trouvent en juxta glomérulaire pour assurer la fonction rénale tjrs, **pourquoi ?**

➤ **Puisque** à ce niveau-là ; elle est plus proche de la médullaire ; même pour la réabsorption du sodium et tout ça sera plus facile ; c.à.d. que la réaction sera plus conséquente pour récupérer plus de sodium (*puisque en général ça c'est une basse de pression on est obligé de récupérer de l'eau et du sodium*)

➤ C'est pour lutter contre cette pression artérielle basse systémique (au niveau du corps).

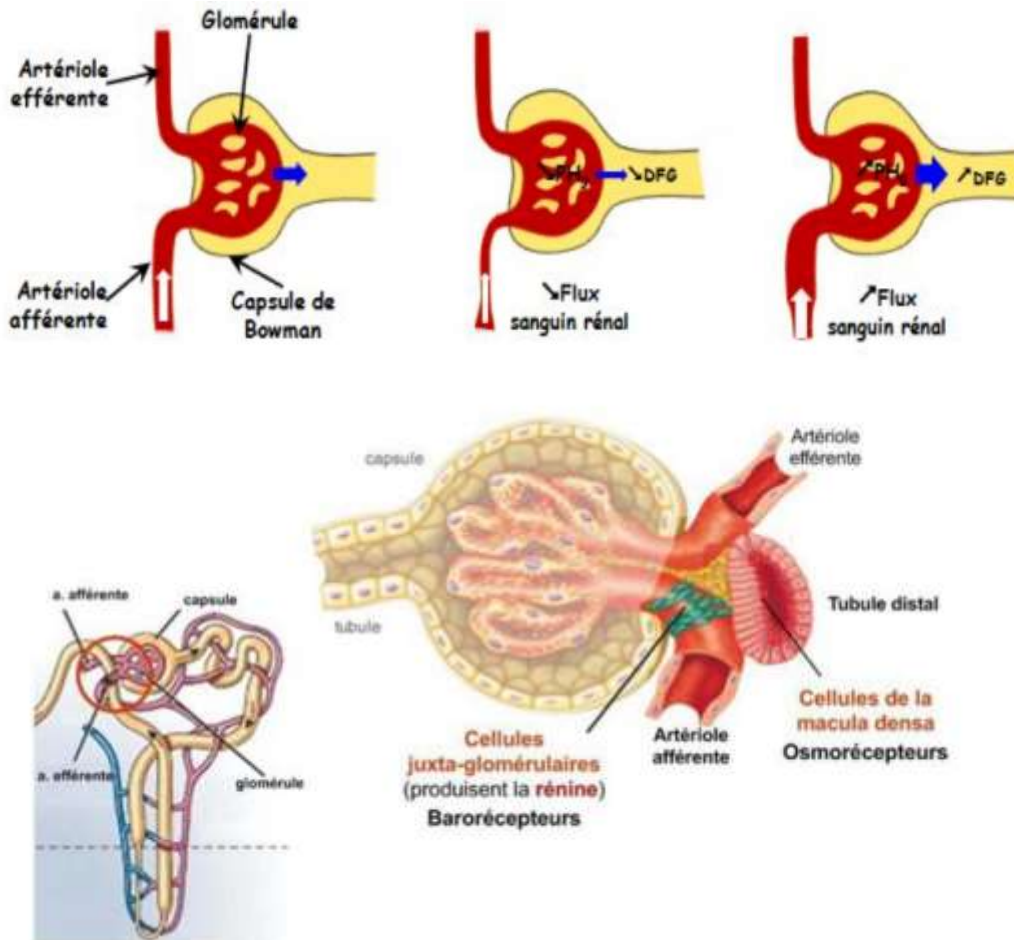
❖ Ce mécanisme là est indépendante du système RA.

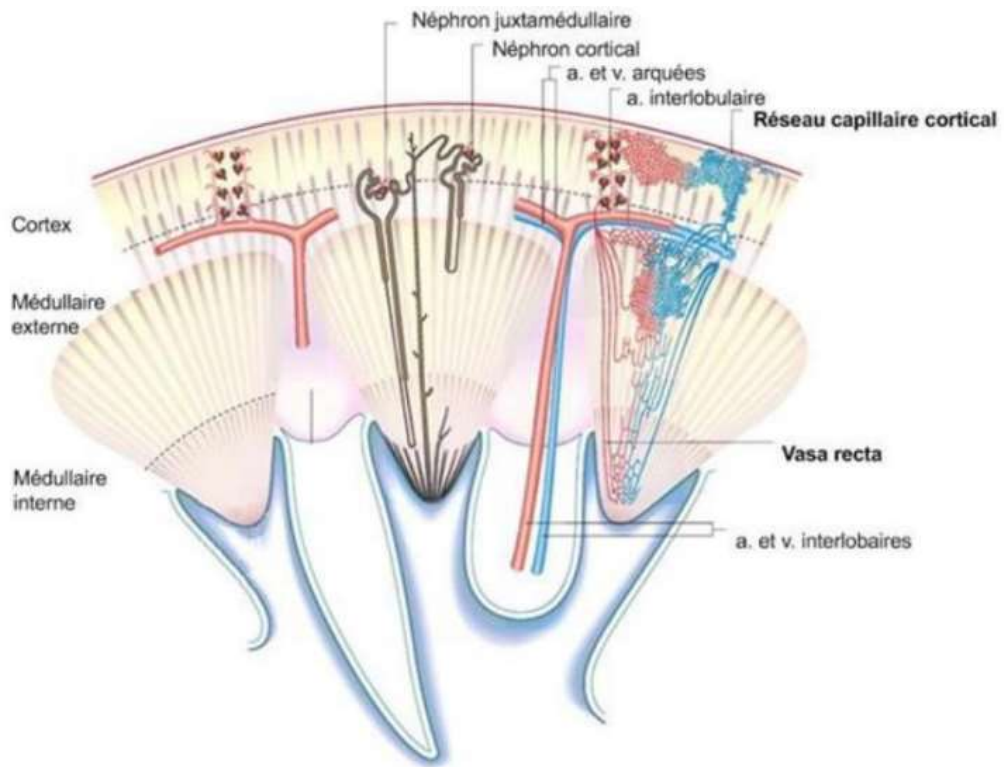
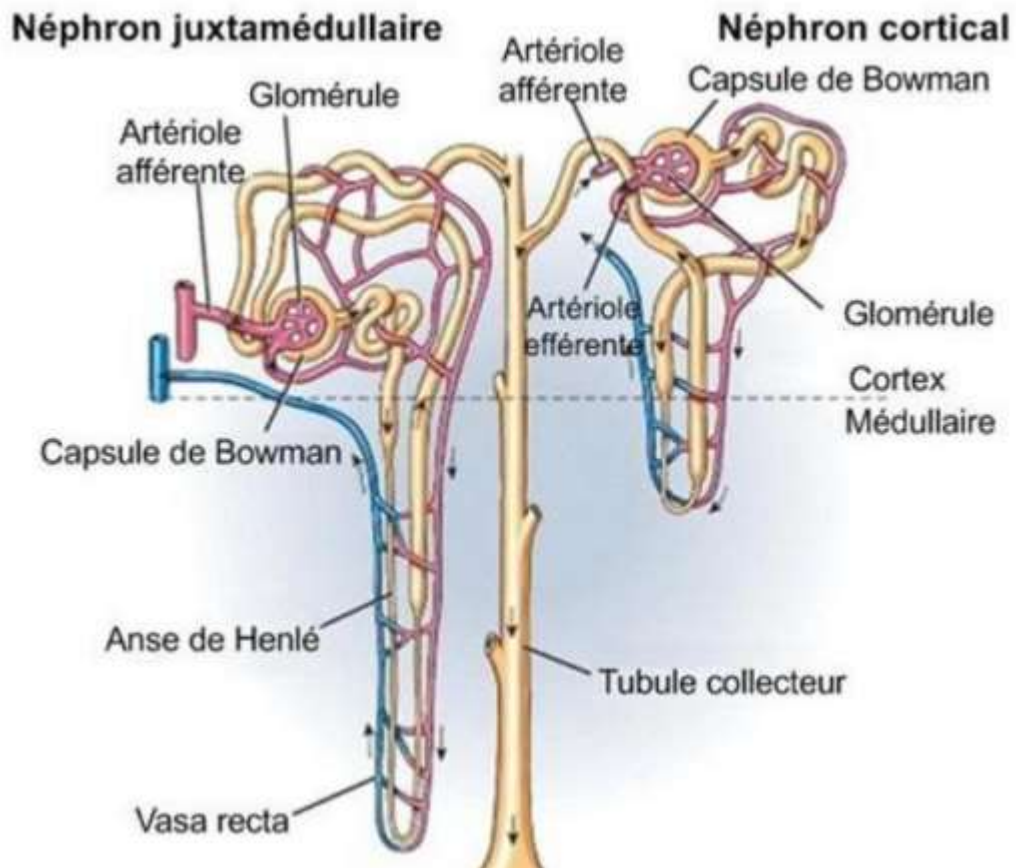
❖ Les prostaglandines ont aussi un rôle très important ; surtout les prostaglandines E2

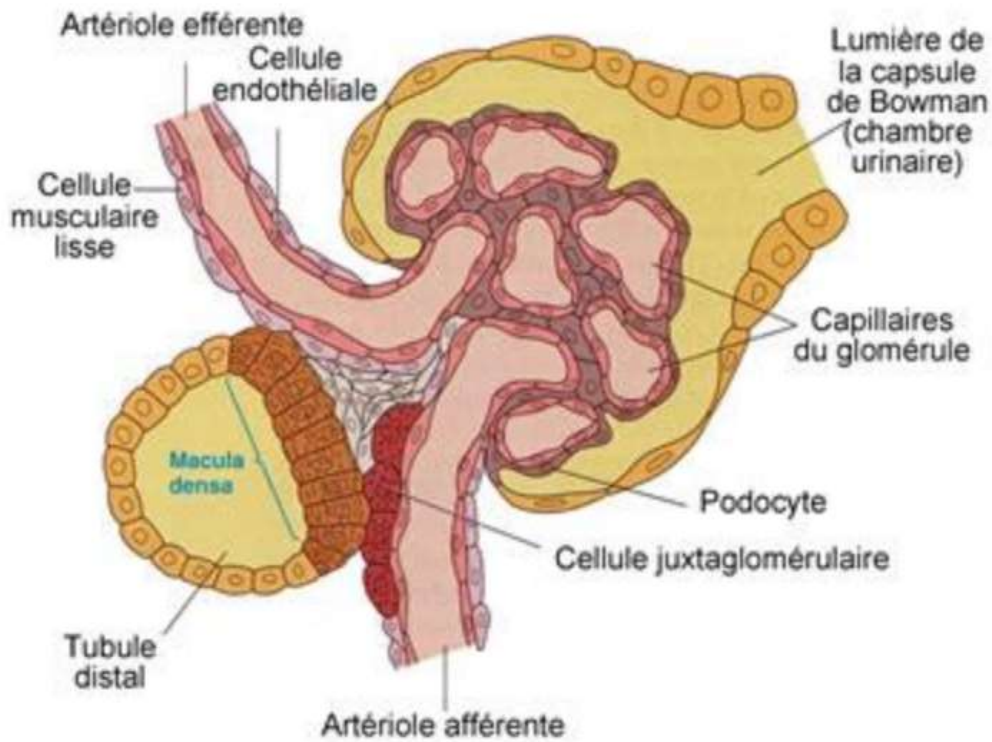
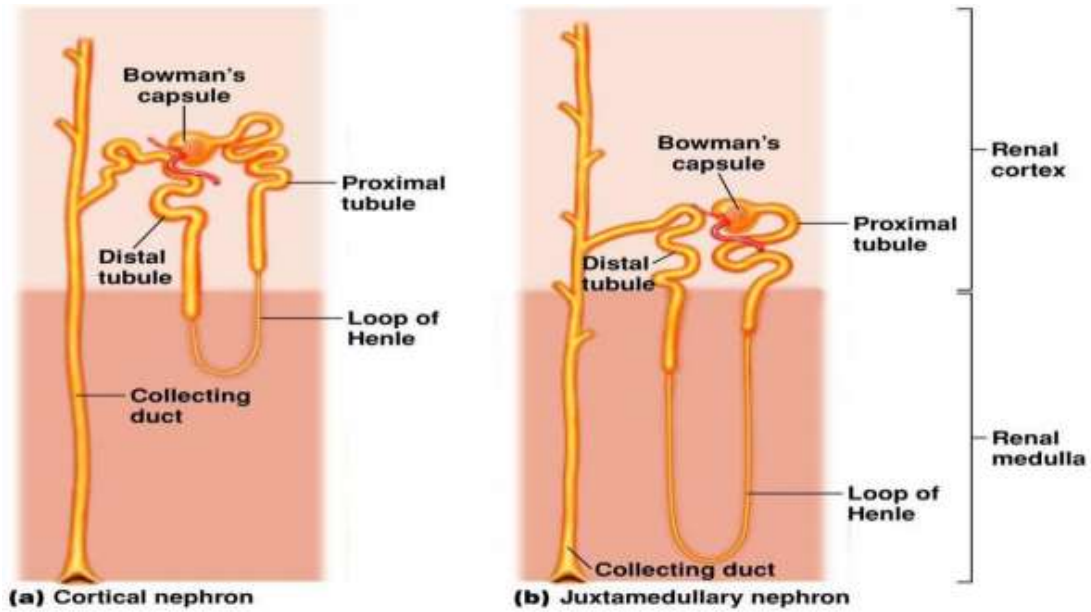
☞ Ils vont entraîner un relâchement : une vasodilatation au contraire du système RA.

- ❖ Auto régulation :
 - ☞ On a l'angiotensine 2 lorsque il y une augmentation de la PA
 - ☞ Et une inhibition de l'angiotensine 2 lorsque on a une diminution de PA
- ❖
 - ☞ Prostaglandine (vasodilatateur)
 - ☞ Angiotensine 2 (vasoconstricteur)
 - ☞ Mais les 2 vont intervenir dans l'auto régulation.

Des schémas supplémentaires (d'autres sources) :







Enregistrement écrit-la physiologie rénale
Rédigé par l'étudiante: Chaima Ag
Les cours sont présentés par :Dr.ABDELOUAHAB