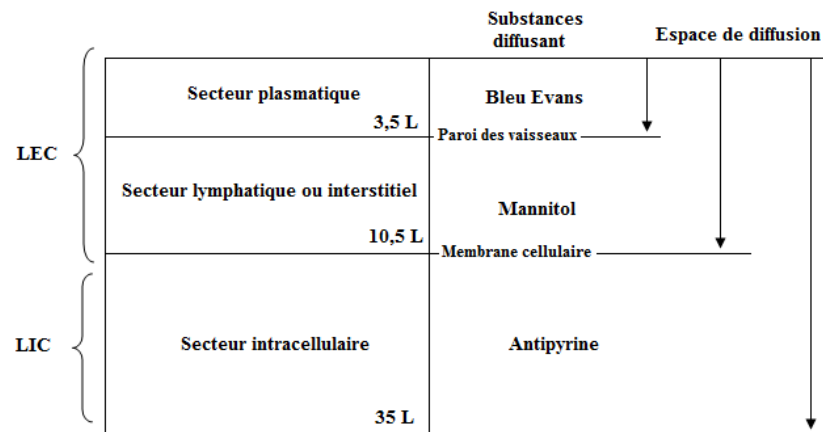


Exploration du métabolisme hydro-électrolytique

1° Physiologie :

1.1. Répartition de l'eau dans l'organisme :



1.2. Répartition des constituants minéraux dans l'organisme :

1.2.1. Les éléments minéraux à l'état solide, cristallisés :

Dans l'organisme humain, la fraction minérale de l'os est constituée de petits cristaux d'hydroxyapatite qui sont disposés le long des fibres de collagène, protéine fibreuse du tissu osseux.

1.2.2. Les éléments minéraux en solution, les ions :

- **Ionogrammes des compartiments liquidiens de l'organisme :**
 - **Définition :**

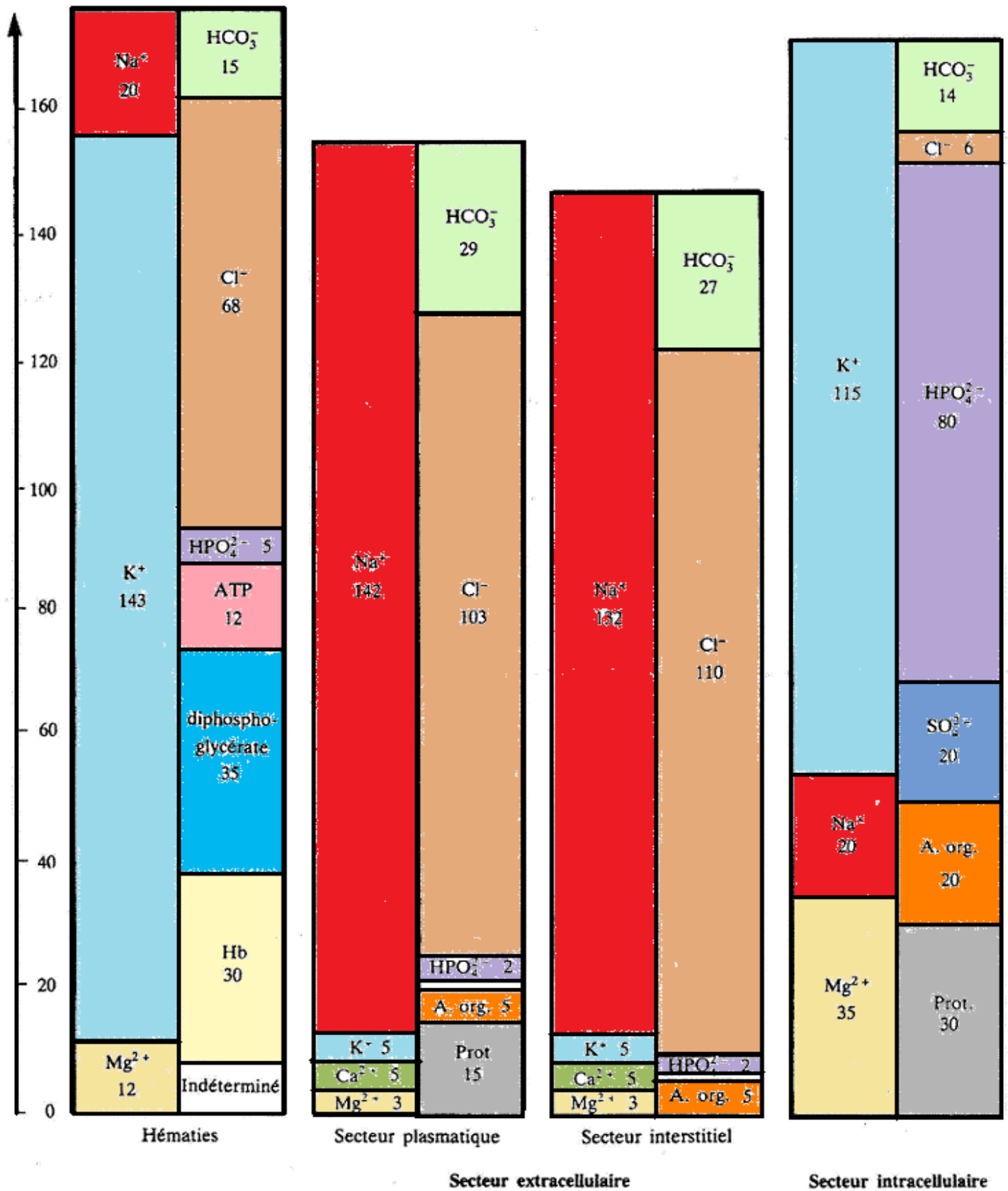
L'ionogramme représente le bilan électrolytique d'un compartiment liquidien.

- **Caractéristiques :**

L'état des liquides est régi par des règles fondamentales :

- Ils possèdent une neutralité électrique ;
- Ils sont isotoniques ;
- Ils ont des compositions ioniques très différentes.

1.3. Ionogramme :



- **Comparaison des trois ionogrammes :**
 - **Le compartiment extracellulaire (LEC) :**

Le sodium est le principal cation extracellulaire. Il joue un rôle essentiel dans la régulation de l'équilibre hydrominéral. L'ion chlorure est le principal anion du compartiment extracellulaire.

Le plasma est caractérisé par la présence de protéines.

Le liquide interstitiel est formé au niveau des capillaires sanguins et il peut être considéré comme un ultra filtrat plasmatique. Sa concentration en protéines est faible.

- **Le compartiment intracellulaire (LIC) :**

Le potassium est le principal cation intracellulaire et les phosphates sont les anions prédominants.

1.4. La lymphe :

Il n'y a pas de transporteur dans la paroi de l'endothélium des capillaires. Les échanges se font surtout par diffusion simple.

1.4.1. Facteurs influençant la diffusion au niveau des capillaires :

- **Parcours court :** par diffusion rapide
 - Paroi capillaire très fine.
 - Diamètre de 7 μm .
 - Capillaire très ramifiés.
- **Capillaires en grand nombre :**

La surface d'échange est très grande. 5% du volume sanguin sont compris dans les capillaires.

- **Vitesse du sang :**

La vitesse du sang dans les capillaires est très faible.

- **Paroi des capillaires qui laisse passer les molécules de petites tailles par les pores :**

Les molécules liposolubles traversent directement les membranes. La taille des pores est variable en fonction des substances présente dans le sang (l'Histamine augmente la taille des pores).

1.4.2. Echanges entre le capillaire et le liquide interstitiel :

Le liquide interstitiel (LI) est un intermédiaire passif entre le sang et les cellules.

Les échanges à travers la paroi des capillaires se font :

- **Soit par diffusion passive selon le gradient de concentration :**

Pour les substances dissoutes (sauf les protéines). L'importance des échanges dépendent de la différence de concentration entre le sang et les cellules.

- **Soit par passage de liquide :**

Du liquide va passer à travers la paroi des capillaires par filtration et va être, en grande partie, réabsorbés.

Les forces en jeu pour la filtration sont :

- Pression du sang dans les capillaires : P_{H_c}
- Pression oncotique des protéines : Π_{pl}

Favorise l'entrée de liquide dans les capillaires.

- Pression hydrostatique du LI : $P_{H_{LI}}$
- Pression oncotique des protéines du LI : Π_{LI}

Il y a deux pressions qui tendent à faire sortir du liquide :

- Pression du sang dans les capillaires.
- Pression oncotique des protéines du LI.

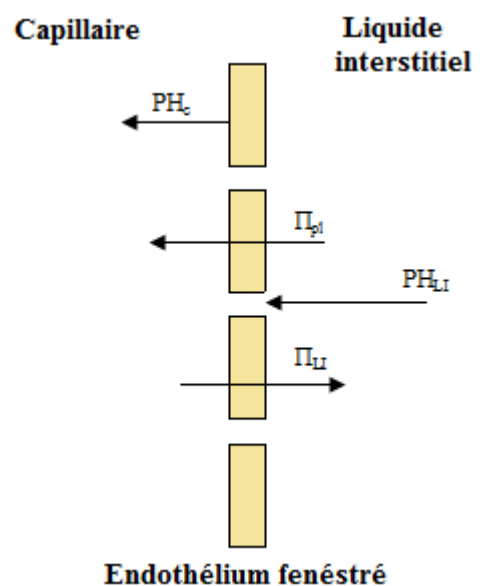
$$\Delta P = (P_{H_c} + \Pi_{LI}) - (\Pi_{pl} + P_{H_{LI}})$$

- Si ΔP positif il y a diffusion des liquides vers le LI.
- Si ΔP négatif, il y aura une réabsorption.

Tout au long du capillaire, la diffusion va diminuer et la réabsorption va augmenter.

Bilan :

Dans les conditions normales, il sort un peu plus de liquide des capillaires qu'il n'en ait réabsorbés. L'excédent de liquide filtré va être capté par le système lymphatique et va retourner dans le sang.



1.4.3. Formation et circulation de la lymphe :

Dans tous les tissus (sauf le SNC), il y a un riche réseau de petits vaisseaux (en « cul de sac ») appelés capillaires lymphatiques. Une fois entrée dans le capillaire lymphatique, le LI va prendre le nom de lymphe.

Les vaisseaux lymphatiques sont constitués de cellules endothéliales de la paroi qui se chevauchent. Cela constitue des valves dont les bords ne sont pas fixés aux cellules voisines.

La pression de la lymphe dans le capillaire lymphatique provoque ensuite l'accolement et la fermeture des valves, ce qui empêche la fuite de lymphe.

Les capillaires lymphatiques convergent vers les canaux collecteurs, qui aboutissent au canal thoracique, puis vers le sang. La progression de la lymphe est assurée par contraction de cellules musculaires lisses, qui se contractent spontanément en aval des canaux collecteurs.

1.4.4. Fonctions de la lymphe :

- Récupération de l'excédent de liquide filtrée ;
- Défense de l'organisme ;
- Transport des lipides ;
- Récupération des protéines qui ont fuit du plasma.

Remarque : si ce n'est pas le cas, les protéines s'accumulent dans le LI donc, ΔP augmente, d'où la formation de l'œdème.

Il y a trois causes :

- Diminution de la concentration plasmatique en protéines ;
- Perméabilité excessive de la paroi des capillaires ;
- Hypertension.

2° Régulation de l'équilibre hydro-électrique :

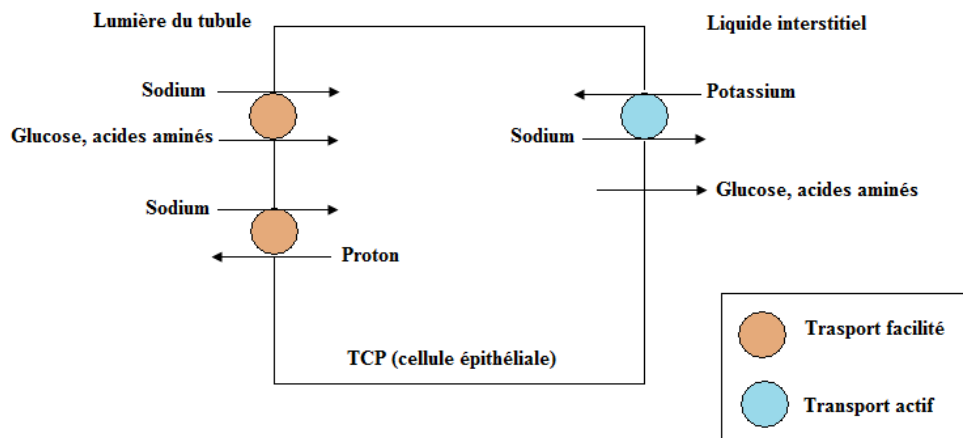
2.1. Régulation de l'équilibre des ions sodium :

Le sodium est le cation majoritaire des LEC.

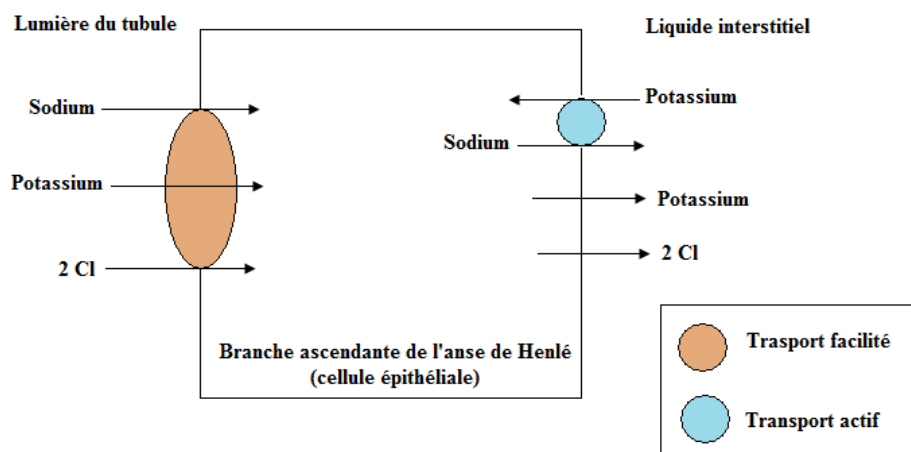
Ce sont les reins qui vont majoritairement réguler la concentration plasmatique de sodium, celle-ci contrôlant ensuite le volume sanguin total circulant, la pression artérielle et le volume hydrique des autres compartiments.

2.1.1. Mécanisme de la réabsorption urinaire des ions sodium :

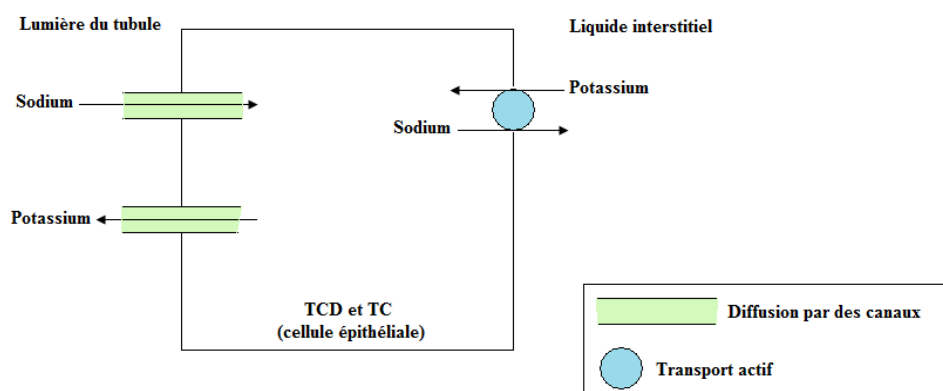
- Au niveau du TCP :



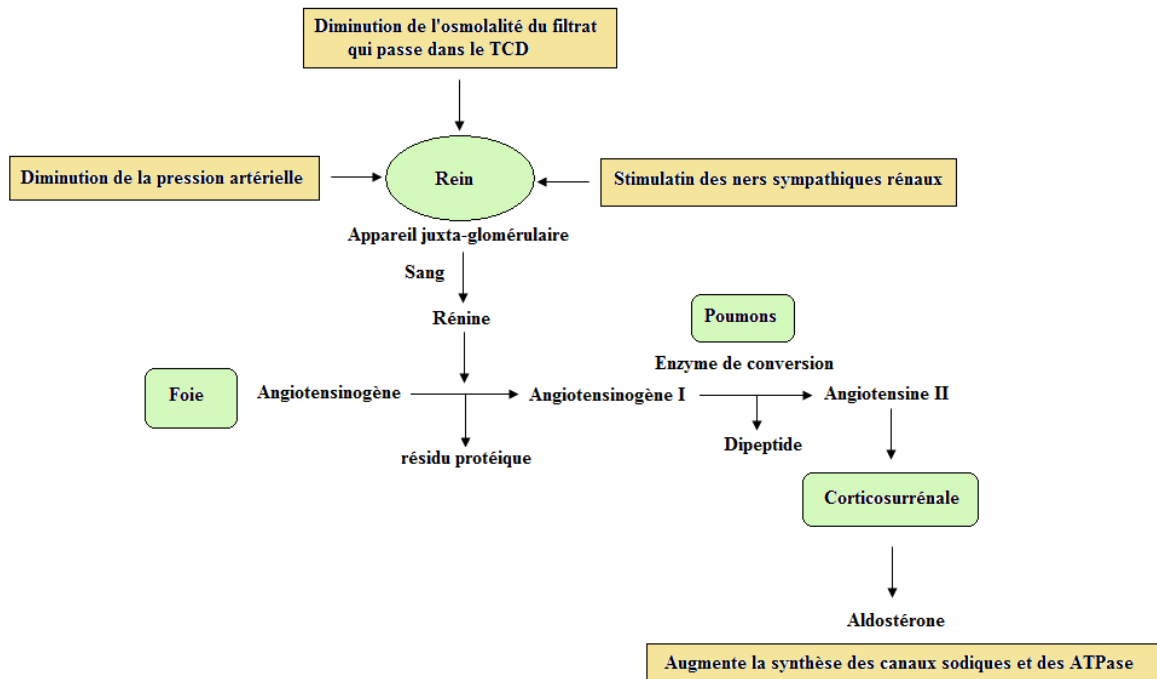
- Au niveau de l'anse de Henlé :



- Au niveau du TCD et du TC :



2.1.2. Le contrôle de la réabsorption TCD/TC du sodium par l'aldostérone :



2.2. Régulation de l'équilibre de l'eau :

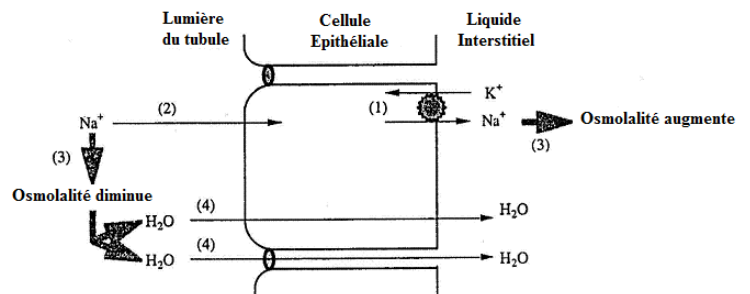
2.2.1. Mécanisme de la réabsorption rénale de l'eau :

Elle se fait par deux grands types de mécanismes :

- Réabsorption couplée à la réabsorption active du sodium.
- Réabsorption de l'eau due à un gradient osmotique de la zone médullaire.

• Au niveau du TCP :

La réabsorption du sodium fait que l'osmolalité du liquide interstitiel augmente, alors que celle de la lumière tubulaire diminue. De l'eau diffuse alors, par osmose, vers le liquide interstitiel puis, vers les capillaires péri-tubulaires. C'est la réabsorption obligatoire. A la sortie du TCP, le filtrat a la même osmolalité que le plasma.

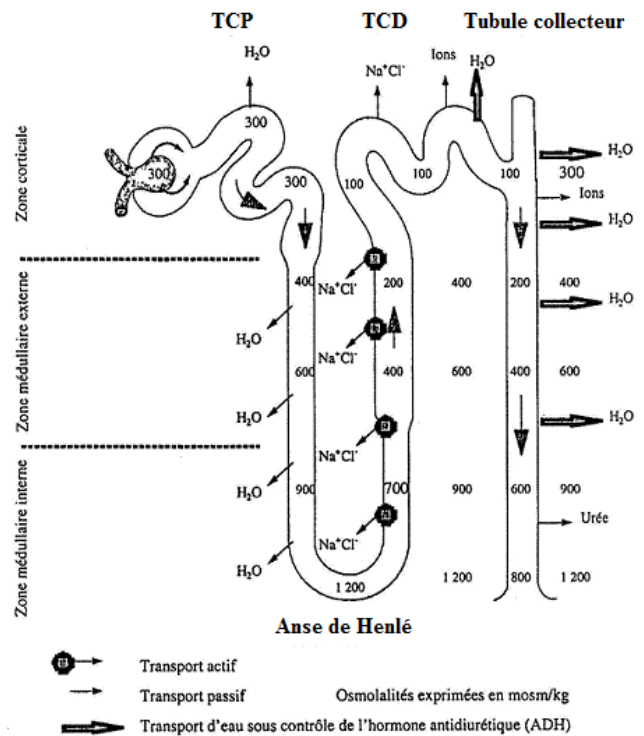


- **Au niveau de l'anse de Henlé**

- **Au niveau du TCD et TC :**

Ils sont imperméables à l'eau mais peuvent réabsorber les ions.

La partie terminale du TCD et TC possèdent des récepteurs à l'ADH ce qui augmente la taille et le nombre des canaux à eau. L'eau peut alors diffuser depuis l'urine hypoosmolaire, vers le liquide interstitiel.



2.2.2. Régulation des apports et des pertes d'eau :

- **Régulation de l'apport hydrique :**

L'augmentation de l'osmolalité plasmatique et la diminution du volume du CEC provoquent une sensation de soif due à :

- La diminution de la sécrétion salivaire.
- La stimulation des osmorécepteurs de l'HPTL.

La diminution de l'osmolalité plasmatique ou l'augmentation du volume extracellulaire inhibent la sensation de soif.

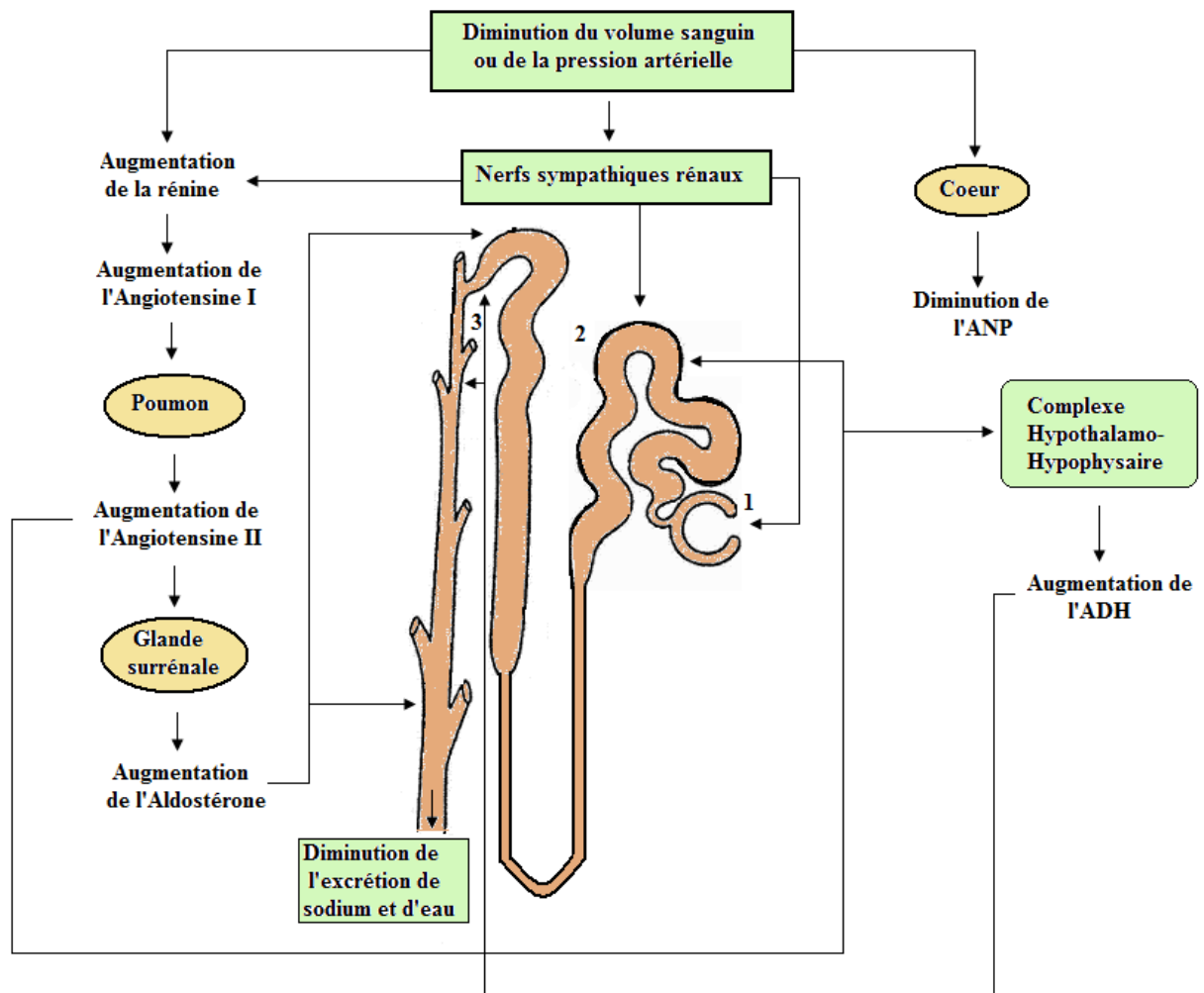
- **Régulation de la déperdition hydrique :**

L'augmentation de l'osmolalité plasmatique entraîne :

- La libération d'ADH.
- L'excrétion d'une urine concentrée.

La diminution de l'osmolalité plasmatique entraîne :

- Inhibition de la sécrétion d'ADH.
- Excrétion d'une urine diluée.



3° Exploration de l'équilibre hydrominéral :

3.1. Dosages réalisés en routine :

- Dosage des ions : Chlorure, Potassium, Sodium.
- Mesure de l'hématocrite
- Détermination de la protéinémie.

3.2. Osmolalités plasmatique et urinaire :

3.2.1. Définition :

C'est la concentration des différentes particules osmotiquement active par kilo d'eau.

3.2.2. Osmolalité vrai :

Elle est déterminée par cryoscopie. Pour cela, on utilise un osmomètre qui mesure l'abaissement du point de congélation d'un liquide biologique. L'abaissement du point de congélation d'une solution est proportionnel à la pression osmotique.

- Osmolalité plasmatique : 300 mosm/ kg d'eau.
- Osmolalité urinaire : 600-800 mosm/kg d'eau.

3.2.3. Osmolalités approchées :

3.2.3.1. Dosage de quatre paramètres (sodium, potassium, urée et glucose) :

- **Osmolalité plasmatique approchée :**

$$P_{\text{osm}} = 2 \times [(\text{sodium}) + (\text{potassium})] + (\text{glucose}) + (\text{urée}) \rightarrow \text{en mosm/kg d'eau}$$

- **Osmolalité urinaire approchée :**

$$U_{\text{osm}} = 2 \times [(\text{sodium}) + (\text{potassium})] + (\text{urée}) \rightarrow \text{en mosm/kg d'eau}$$

3.2.3.2. Dosage de deux paramètres (sodium, potassium) :

$$P_{\text{osm}} = 2 \times [(\text{sodium}) + (\text{potassium})] + 10 \rightarrow \text{en mosm/kg d'eau}$$

3.2.3.3. Dosage d'un seul paramètre (sodium) :

$$P_{\text{osm}} = 2 \times (\text{sodium}) \rightarrow \text{en mosm/kg d'eau}$$

1 Eq = 1 mole de charge.

3.3. L'indosé anionique :

3.3.1. Définition :

L'indosé anionique (ou trou anionique) représente les anions plasmatiques habituellement non dosés (hydrogénophosphates, acides organiques, sulfates, protéinates) moins la faible quantité de cations également non dosés (argent, calcium).

3.3.2. Calcul de l'indosé anionique (IA) :

$$IA = (\text{sodium} + \text{potassium}) - (\text{chlorure} + \text{hydrogénophosphate})$$

- **IA > 22 mmol/L :**

Excès d'anions, il y a un excès d'acide organique dans le plasma donc une acidose métabolique ;

- **IA < 15 mmol/L :**

Diminution du sodium, il y a une hypernatrémie.

4° Les perturbations de l'équilibre hydro-électrique :

4.1. Les déshydratations :

Elles correspondent à une diminution du capital hydrique de l'organisme et apparaissent lorsque l'apport devient très inférieur aux pertes.

	Déshydratation intracellulaire		Déshydratation extracellulaire
Causes	Perte de liquide extracellulaire hypotonique	Diabète Hyperglycémie	Perte de liquide extracellulaire hypertonique
Signes biologiques	Hypernatrémie	Hyponatrémie	Hyponatrémie
Symptômes cliniques	Déshydratation des cellules du cerveau		Etat de choc
Mécanismes de régulation	Sensation de soif Sécrétion d'ADH		Mise en jeu du système rénine-angiotensine

4.2. Les hyperhydratations :

Elles correspondent à une augmentation du capital hydrique globale de l'organisme.