

**Troisième partie : Intégrité de l'organisme**

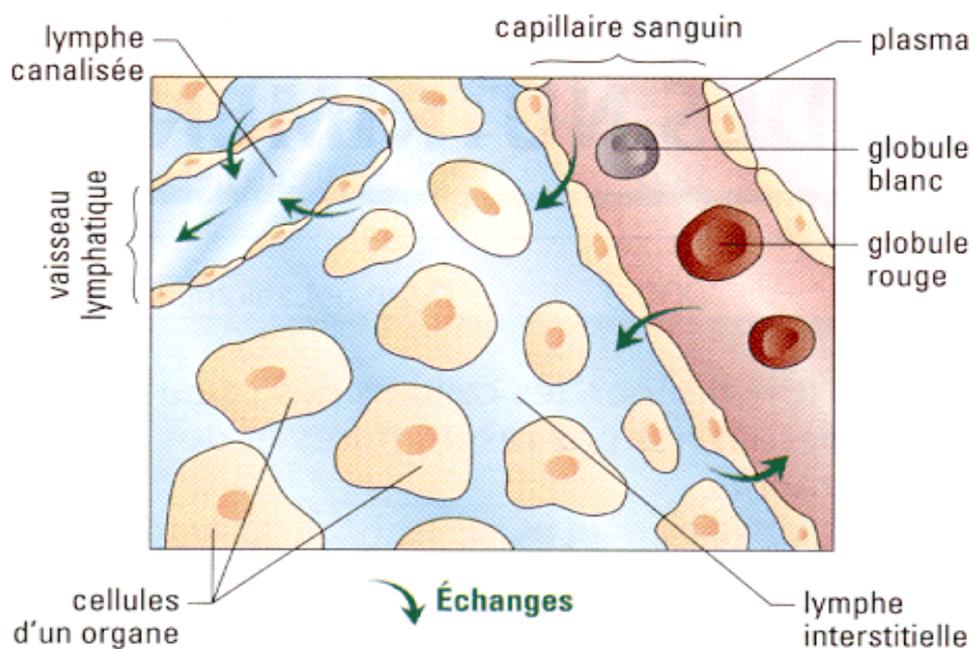
**Thème 06: Le milieu intérieur**

**Leçon 01 : LE MILIEU INTERIEUR**

**INTRODUCTION**

Chez les métazoaires, les cellules trouvent toutes les conditions nécessaires à leur vie dans le milieu intérieur. La constance de ce dernier est propice à la communication entre les cellules qui crée une unité de l'organisme.

**I- COMPOSITION DU MILIEU INTERIEUR**



**Figure 01: Tissu sanguin**

Le milieu intérieur est un liquide qui baigne directement ou indirectement toutes nos cellules. Il est constitué du sang, de la lymphe et du liquide interstitiel.

**Le sang** : Il est composé d'un liquide, le plasma où sont en suspension des éléments solides (globules et globulins). Chacun de ces éléments joue un rôle bien déterminé dans l'organisme :

- ✓ Les hématies assurent le transport des gaz respiratoires (oxygène et gaz carbonique) ;
- ✓ Les leucocytes participent à la formation du système immunitaire qui contrôle la défense de l'organisme
- ✓ Les globulins permettent la coagulation du sang nécessaire à l'arrêt des hémorragies.

**Le liquide interstitiel et la lymphe**

Au niveau des organes, une partie du plasma sanguin traverse la paroi des capillaires artériels, se répand dans les espaces intercellulaires et baigne directement les cellules. Ce **liquide lacunaire** (appelé lymphe interstitielle) est ensuite collecté, soit par les capillaires veineux, soit par les vaisseaux lymphatiques (lymphe circulante) qui assurent son retour au sang. Lorsqu'on se blesse très légèrement et très superficiellement, il suinte un liquide transparent, c'est le liquide interstitiel.

## II. RÔLE DU MILIEU INTERIEUR

Grâce au sang il assure le transport des nutriments, de l'oxygène et des déchets tels que le CO<sub>2</sub> (par les poumons), les déchets azotés comme l'urée et l'acide urique qui sont véhiculés par le sang jusqu'aux reins.

Le sang transporte aussi les hormones, les enzymes et les anticorps.

Le rein et les poumons sont donc des organes épurateurs du sang.

## III. LA CONSTANCE DU MILIEU INTERIEUR : L'HOMÉOSTASIE

### 1- Notion d'homéostasie

Grâce à la circulation, le milieu intérieur a sensiblement la même composition dans tous les organes.

Par le biais des mécanismes régulateurs, le milieu intérieur présente une remarquable constance de température, de pH et de concentration, ce qui confère à l'organisme une relative autonomie. Ainsi la constance du milieu intérieur est **l'homéostasie générale**.

### 2-Rôle du rein dans la constance du milieu intérieur

#### a- Structure d'un Néphron (Fig. 03)

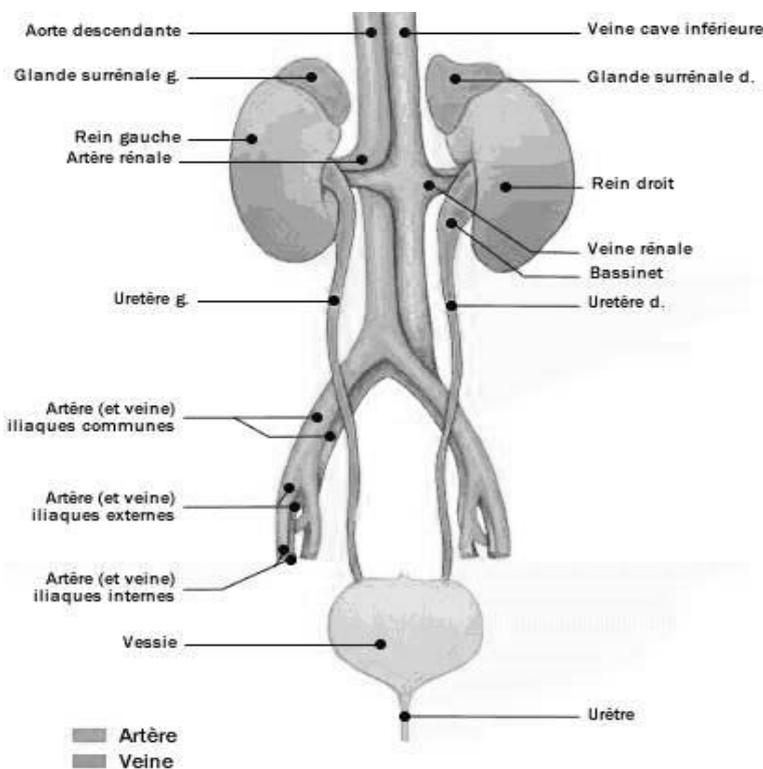


Figure 02 L'appareil urinaire

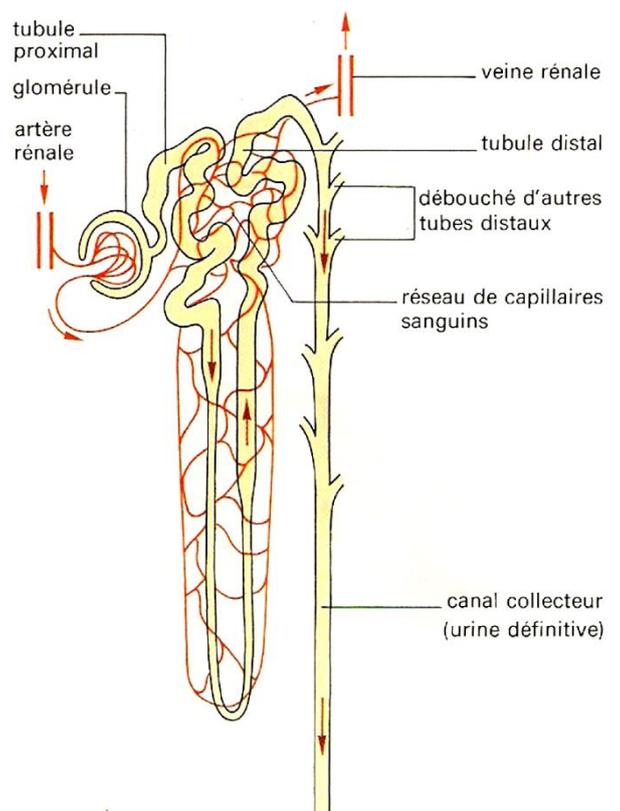


Figure 3 : Le néphron : unité fonctionnelle du rein des mammifères

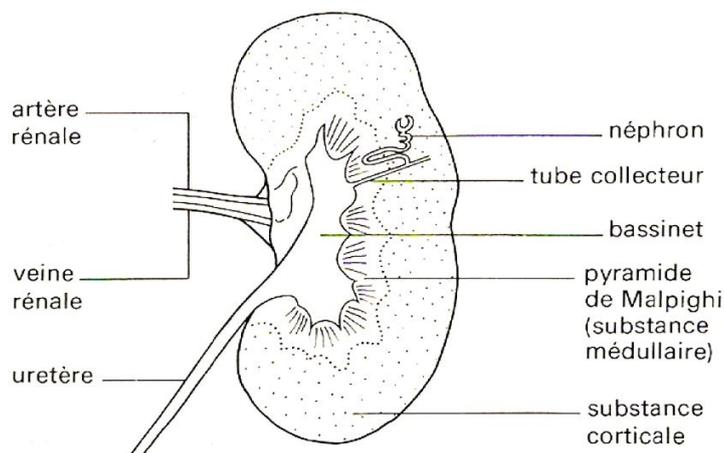


Figure 04 : Coupe longitudinale d'un rein humain

b- Rôles du rein

Constituants	Concentration Plasmatique en g/l	Quantité (dans 170 litres de filtrat glomérulaire) = urine primitive	Quantité excrétée par l'urine en 24 h = urine définitive
Eau		170 l	1,5 l
Cl <sup>-</sup> (chlorures)	3,65	620 g	9 g
K <sup>+</sup> (potassium)	0,17	29 g	2,2 g
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1,5	255 g	0,1 g
PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> (phosphate)	0,03	5,1 g	1,2 g
Ca <sup>++</sup> (calcium)	0,1	17 g	0,2 g
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (ammoniaq)	0		1-2
Glucose	1	1 g/l	0
Protéines	70	0	0
Lipides	5	0	0
Urée	0,3	0,3	20
Acide urique	0,03		0,5
Créatinine	0,01		1
Acide hippurique	0		0,5
Hormones, vitamines	Traces	Traces	Traces
<b>Que nous apprend cette comparaison sur le rôle des reins ?</b>			

.....

.....

.....

.....

.....

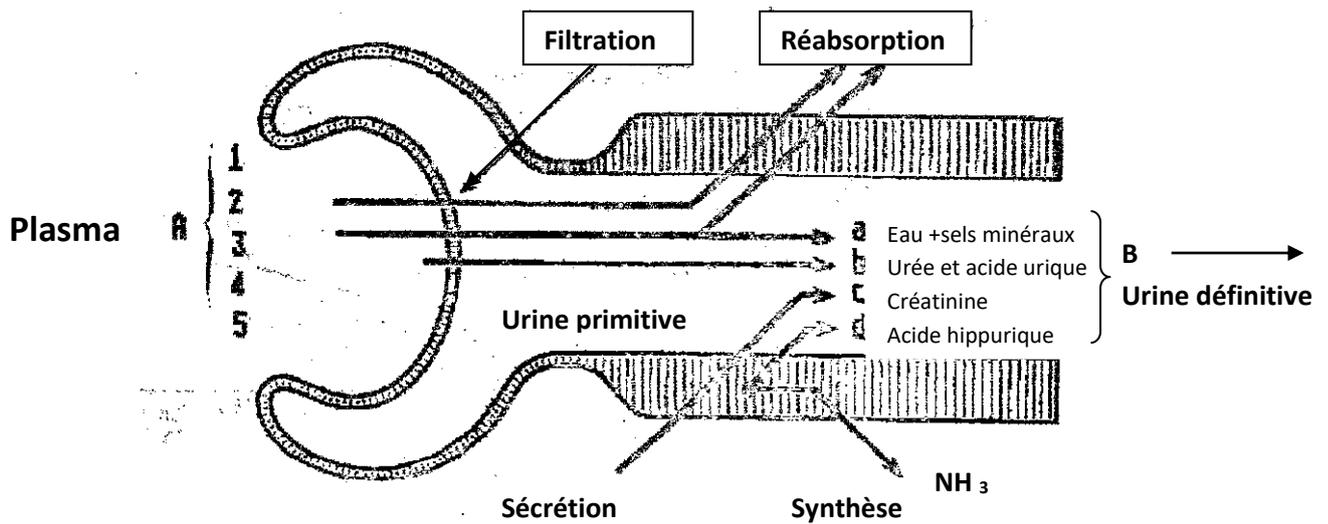
.....

.....

.....

.....

.....



- 1-Protéines et lipides (=macromolécules)
- 2-Glucose, HCO<sub>3</sub>
- 3-Eau et sels minéraux
- 4-Urée et acide urique
- 5-créatinine

**Fig 5 Principe du Fonctionnement Rénal : La formation de l'urine**

✓ La filtration

Elle est assurée, au niveau du glomérule, grâce à la pression qui règne dans les capillaires sanguins. L'analyse du filtrat montre que les concentrations de Cl<sup>-</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, glucose, urée, sont les mêmes que dans le plasma.

Tous les solutés sont filtrés sans variation de concentration, seule la taille des molécules et des ions interviennent, ce qui explique l'absence de substances non dialysables dans le filtrat (protéines, lipides) : **les reins sont des filtres sélectifs.**

✓ La réabsorption

L'urine définitive diffère beaucoup du filtrat glomérulaire. Au fur et à mesure de son passage dans le tubule, le filtrat subit d'importantes modifications quant à son volume et sa composition chimique :

- 100% du glucose et des ions HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> sont réabsorbés dans les conditions normales ;
- 98 à 99% de l'eau, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> et acides aminés sont réabsorbés

La réabsorption des solutés se fait par transport actif. Le sang est alors rendu hypertonique et par osmose, l'eau tubulaire est réabsorbée dans la partie proximale du tubule.

Les substances sans seuil sont en général des substances de déchets. Elles ne sont presque pas réabsorbées et passent dans l'urine quelle que soit leur concentration dans le plasma : il s'agit de l'urée, l'acide urique et de la créatine ; **les reins ont donc un rôle d'épurateur.**

✓ La sécrétion tubulaire

L'acide hippurique, l'ammoniaque et la créatine (chez l'homme) sont présents dans l'urine alors qu'ils n'existent pas dans le plasma. Ces substances apparaissent comme des produits de sécrétion : **les reins se comportent comme des organes sécréteurs.**

3- Les conséquences des variations du milieu intérieur

Les mécanismes régulateurs interviennent à la suite d'une perturbation du milieu intérieur due à plusieurs facteurs. En effet lors d'un repas ou de l'ingestion d'une boisson, il ya passage à des vitesses diverses dans le sang, d'eau, des sels minéraux, etc.

Il existe d'autres facteurs qui peuvent contribuer à la perturbation du milieu intérieur (sudation, hémorragie, diarrhée, exercices musculaires...).

a- Variation minérale

❖ Une déshydratation de 15 à 20% entraîne le coma et la mort. A l'inverse quand la quantité d'eau est excessive, la pression osmotique baisse, les cellules entrent en turgescence et il y'a risque d'hémolyse. Les hématies éclatées ne peuvent plus assurer le rôle de transport d'oxygène d'où la nécessité de la constance de la pression osmotique.

❖ Une diminution des ions  $K^+$  ou  $Na^+$  perturbe la genèse de l'influx nerveux et la contraction musculaire, si ce sont les ions  $Mg^{2+}$  et  $Ca^{2+}$  c'est le fonctionnement musculaire qui est perturbé (car les ions  $Na^+$  et  $K^+$  excitent les neurones alors que les ions  $Ca^{2+}$  et  $Mg^{2+}$  sont calmants). Les ions  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Mg^{2+}$  et  $Ca^{2+}$  entraîne également une perturbation dans le fonctionnement cardiaque (car les ions  $Na^+$  et  $K^+$  sont diastolisants alors que les ions  $Ca^{2+}$  et  $Mg^{2+}$  sont systolisants).

**Remarque** : Les cellules de l'organisme sont très sensibles à la variation de la concentration en substances organiques (ex : glucose)

b- Variation du pH

Le milieu intérieur possède un pH proche de la neutralité (pH= 7,4 + ou - 0,05), mais certains facteurs respiratoires ou métaboliques sont susceptibles d'apporter des modifications à cette valeur.

✓ Lorsque le PH est supérieur à 7,4, il y'a alcalose qui peut causer des troubles respiratoires et neuromusculaires.

✓ Lorsque le PH est inférieur à 7,4, il y'a acidose pouvant créer des perturbations nerveuses, voir même entraîner le coma ou la mort.

4- La régulation du milieu intérieur

4.1- La régulation du pH

a- Les causes et effets de la variation du pH

➤ Les causes de l'acidose sont :

- Une hypoventilation entraînant l'accumulation de  $CO_2$  dans l'organisme.
- Une alimentation trop carnée (riche en viande) parce que la dégradation des protéines en acides aminés rend le milieu acide.
- Un travail musculaire intense provoque l'accumulation d'acide lactique.
- une élimination rénale défectueuse.

➤ Les causes de l'alcalose sont :

- ❖ Une hyperventilation qui diminue la quantité de  $CO_2$  dans l'organisme ;

❖ Une alimentation trop végétarienne car les sels de  $\text{Na}^+$  et de  $\text{K}^+$  des aliments végétaux sont transformés en radicaux alcalins ( $\text{NaHCO}_3$  et  $\text{KHCO}_3$ ).

**Remarque :** Si dans les conditions normales ces perturbations n'ont pas lieu malgré les innombrables facteurs pouvant provoquer les variations du milieu intérieur cela veut dire que le milieu intérieur a la possibilité de régler son équilibre : c'est un milieu tamponné.

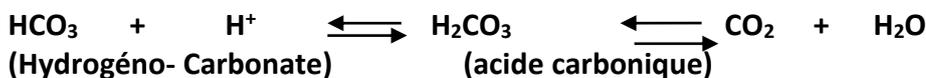
#### b- Les mécanismes régulateurs du pH

La régulation du pH est assurée par des systèmes tampons du plasma et par des organes d'élimination (poumons et reins).

##### ✓ **Intervention des systèmes tampons du plasma**

Un système tampon est un groupe de substances qui s'oppose aux variations brutales du. Le principal système tampon est le système acide carbonique hydrogencarbonate.

Dans ce système il y'a la réaction suivante :



❖ En cas d'acidose (c'est-à-dire des ions  $\text{H}^+$  en excès dans le milieu intérieur) l'équilibre de la réaction se déplace dans le sens (1) : les ions  $\text{H}^+$  en excès se combinent aux ions hydrogencarbonate pour donner de l'acide carbonique (acide faible). Ce dernier se dissocie en  $\text{CO}_2$  et  $\text{H}_2\text{O}$  qui sont éliminés par les poumons.

❖ En cas d'alcalose (c'est-à-dire des ions  $\text{OH}^-$  en excès dans le milieu intérieur), l'équilibre de la réaction se déplace dans le sens (2). Les ions  $\text{H}^+$  formés à la fin de la réaction se combinent aux ions  $\text{OH}^-$  pour donner de l'eau.

Toutefois l'efficacité des systèmes tampons est limitée puis que les substances s'épuisent.

##### ✓ **Intervention des poumons et des reins**

- **Les poumons** : Ils constituent un moyen d'intervention rapide.

En cas d'augmentation des ions  $\text{H}^+$  (acidose) le centre respiratoire bulbaire est stimulé et il y'a hyperventilation. Cette dernière permet d'éliminer le  $\text{CO}_2$  et le  $\text{H}_2\text{O}$  formés après la dissociation de  $\text{H}_2\text{CO}_3$ .



En cas d'alcalose le centre respiratoire bulbaire est inhibé et il se produit une hypoventilation. Le  $\text{CO}_2$  retenu dans le plasma conduit à la formation d'ions  $\text{H}^+$  selon la réaction :



- **Les reins**: ils sécrètent des ions  $\text{H}^+$  et  $\text{HCO}_3^-$  selon les circonstances.

En cas d'acidose, les reins excrètent des ions  $\text{H}^+$  et conservent les ions  $\text{HCO}_3^-$ . L'urine émise devient alors acide. Tandis qu'en cas d'alcalose les reins excrètent des ions  $\text{HCO}_3^-$  et conservent les ions  $\text{H}^+$ . L'urine émise devient alors basique.

## 4.2- La régulation de la pression osmotique

### a- La diurèse et la constance de la pression osmotique

On appelle diurèse la quantité d'urine émise pendant la miction. Elle intervient activement dans la régulation de la pression osmotique. En effet Lorsqu'un sujet ingère beaucoup d'eau, il y'a dilution du

plasma, augmentation de la masse sanguine et une diminution de la pression osmotique. Son débit urinaire augmente après un temps de latence dans le but de corriger les excès.

Mais quand on consomme une alimentation trop salée, il se produit une augmentation de la pression osmotique sanguine. Ainsi l'organisme corrige cette variation de la pression osmotique du milieu intérieur par un débit urinaire approprié.

#### b- Les mécanismes hormonaux régulateurs de la pression osmotique

✓ La régulation par l'hormone antidiurétique (l'ADH) : L'ADH est une hormone synthétisée dans l'hypothalamus et accumulée dans le lobe postérieur de l'hypophyse. Elle a pour fonction d'accélérer la réabsorption de l'eau au niveau des reins, en cas d'hypovolémie (ou augmentation de la pression osmotique). C'est ainsi qu'une lésion du complexe hypothalamo-hypophysaire est responsable du diabète insipide, maladie caractérisée par l'émission d'une importante quantité d'urine très diluée (jusqu'à 40 l/jr).

Des récepteurs sensibles à la pression osmotique, situés les uns, dans le sinus carotidien, les autres dans l'hypothalamus lui-même, sont responsables de la production de cette hormone

✓ La régulation par l'aldostérone : L'aldostérone est une hormone produite par les glandes cortico-surréaliennes et qui assure la réabsorption du sel. Sa déficience s'observe dans la maladie d'Addison. Sa sécrétion qui est aussi liée à la composition du plasma, semble échapper au contrôle hypophysaire. Si l'organisme manque d'eau, ce sont les récepteurs hypothalamiques qui sont à l'origine de la **sensation de soif**. Mais il s'agit là d'une sensation générale, toujours précédée d'une sensation locale ressentie au niveau de la gorge et due au ralentissement de la sécrétion salivaire

**Remarque** : Si dans les conditions normales ces perturbations n'ont pas lieu malgré les innombrables facteurs pouvant provoquer les variations du milieu intérieur cela veut dire que le milieu intérieur a la possibilité de régler son équilibre : c'est un milieu tamponné.

#### CONCLUSION

La composition du milieu intérieur est remarquablement maintenue constante grâce à l'action des organes d'excrétion (reins, poumons). Cette constance de composition est réglée par les mécanismes physico-chimiques et par des corrélations nerveuses et humorales.