

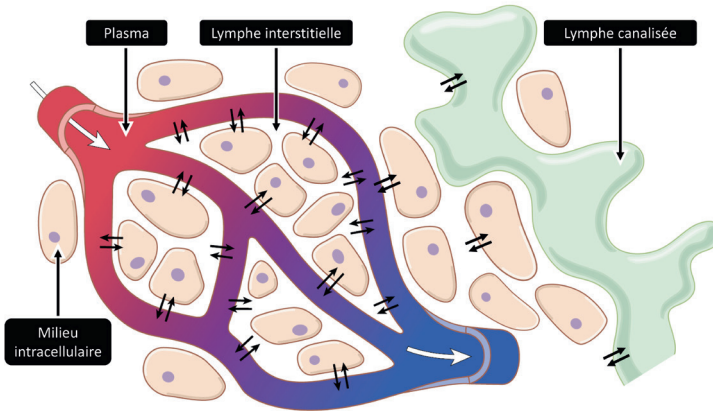
1

Le milieu intérieur

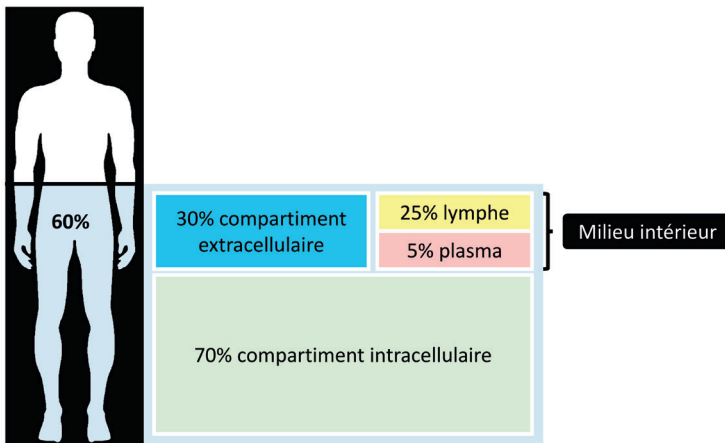
Le corps humain est composé à plus de 60 % d'eau. Cette eau est répartie dans deux grands types de **compartiments** liquidiens :

- le **compartiment intracellulaire** : l'eau du cytosol ($V = 28 \text{ L}$) ;
- le **compartiment extracellulaire** comprenant l'eau du **plasma** ($V = 3 \text{ L}$), de la **lympe interstitielle** ($V = 10 \text{ L}$) et de la **lympe canalisée** ($V = 3 \text{ L}$). Plasma et lympe canalisée sont des liquides circulants dans des vaisseaux.

Des **échanges constants** ont lieu entre ces différents compartiments.



Les compartiments liquidiens du corps humain

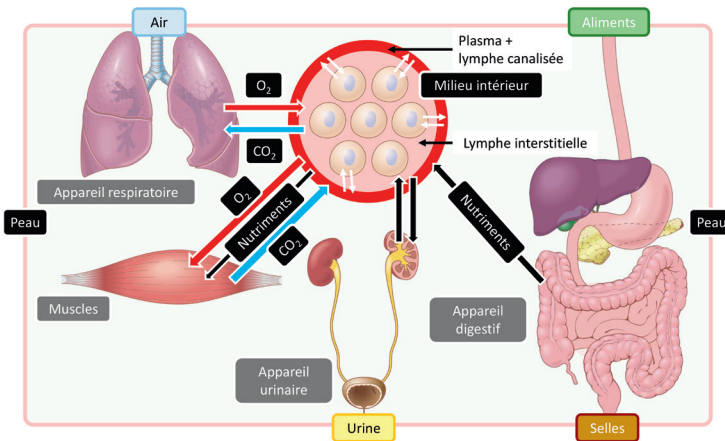


Le milieu intérieur : répartition de l'eau dans l'organisme

1. Le milieu intérieur

Définition du milieu intérieur

Le **milieu intérieur** est le milieu nourricier des cellules dans lequel elles puisent les **nutriments** et y rejettent leurs déchets métaboliques. Au *sens large*, le milieu intérieur comprend tous les liquides du compartiment extracellulaire. Au *sens strict*, le milieu intérieur représente uniquement la **lymphe interstitielle**. Le **milieu intérieur** au sens large est un lieu où se déroulent des **échanges perpétuels** afin d'assurer son **équilibre dynamique**.



Le milieu intérieur : des échanges constants s'y déroulent

Le plasma

Le **plasma** contient essentiellement de l'**eau** (90 %) où se trouvent dissous des molécules et autres ions appelées **solutés**. Ces solutés sont des **nutriments** (acides aminés, glucose...), des **gaz** (O₂, CO₂), des **hormones** (insuline, glucagon...), des **anticorps**, des **ions minéraux** (Na⁺, K⁺, Ca²⁺...) et autres protéines dont l'**albumine** et le **fibrinogène**.

La lymphe interstitielle

La lymphe interstitielle est le liquide qui occupe les espaces intercellulaires. Elle se forme à partir du plasma sanguin par **filtration** à travers la paroi des capillaires sanguins sous l'influence de la pression sanguine. La lymphe interstitielle a donc une composition voisine de celle du plasma. La filtration empêche les macromolécules, comme les protéines, de passer à travers la paroi des capillaires sanguins. La lymphe interstitielle est donc **moins riche en protéines** que le plasma (3 g.L⁻¹ contre 75 g.L⁻¹).

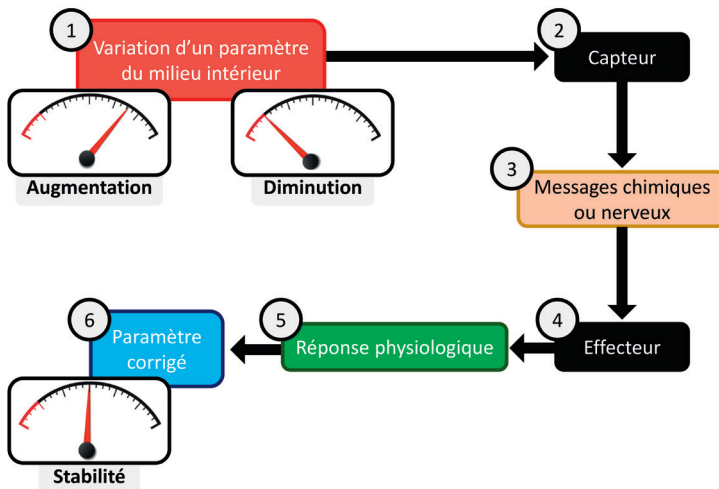
La lymphe canalisée

Encore appelée **lymphe vasculaire**, la lymphe canalisée circule dans les vaisseaux lymphatiques. Ces derniers ramènent la lymphe dans la circulation sanguine au niveau de la veine sous-clavière gauche. La lymphe canalisée s'enrichit en lymphocytes car elle draine tous les **ganglions lymphatiques**.

Propriété remarquable du milieu intérieur

Le milieu intérieur se caractérise par une composition physico-chimique relativement constante malgré les variations perpétuelles qu'il subit liées au fonctionnement des cellules. Cette propriété d'**équilibre dynamique** traduisant un état de stabilité apparente s'appelle l'**homéostasie**.

Toute modification d'un paramètre (glycémie, pression artérielle...) du milieu intérieur induit la mise en place d'un système de régulation permettant la correction de ce paramètre vers une valeur optimale. Ce système comporte notamment un **capteur** sensible aux variations du paramètre physiologique, des **messagers chimiques** (hormones) ou un influx nerveux de nature électrique contrôlant des organes **effecteurs** dont les **cellules cibles** permettront la correction de ce même paramètre.



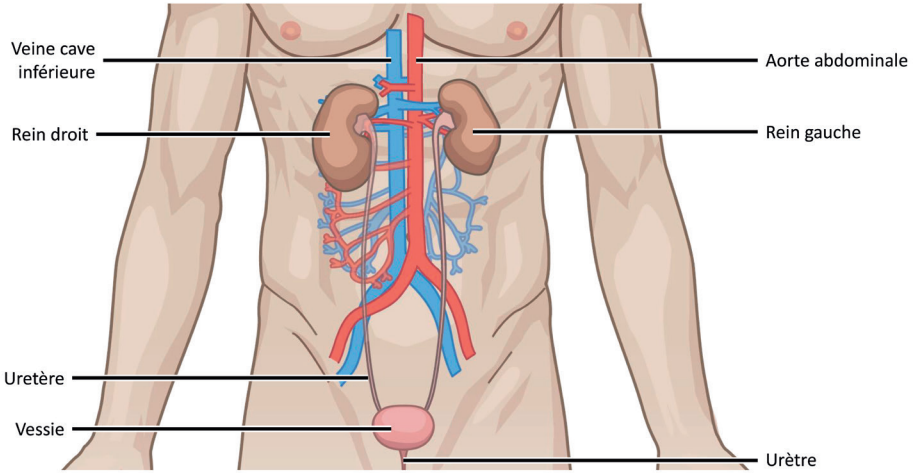
Principe général de l'homéostasie

2. Rôle du rein dans la régulation du milieu intérieur

Les reins participent à l'**équilibre hydrominéral** du milieu intérieur. Les reins exercent donc un rôle central dans l'**homéostasie** du milieu intérieur.

Anatomie de l'appareil urinaire

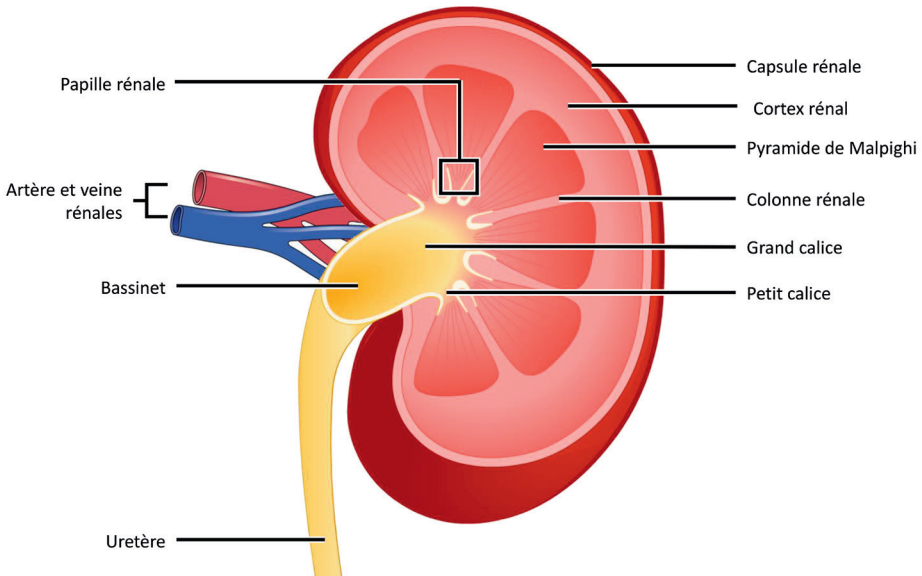
L'appareil urinaire comprend **deux reins** reliés à la **vessie** par les **uretères**. L'**urètre** est le conduit excréteur de la vessie.



Anatomie de l'appareil urinaire

Anatomie du rein

Les reins comportent une zone périphérique, le **cortex**, une zone centrale, la **médulla**, comprenant les **pyramides de Malpighi**.



Anatomie du rein gauche

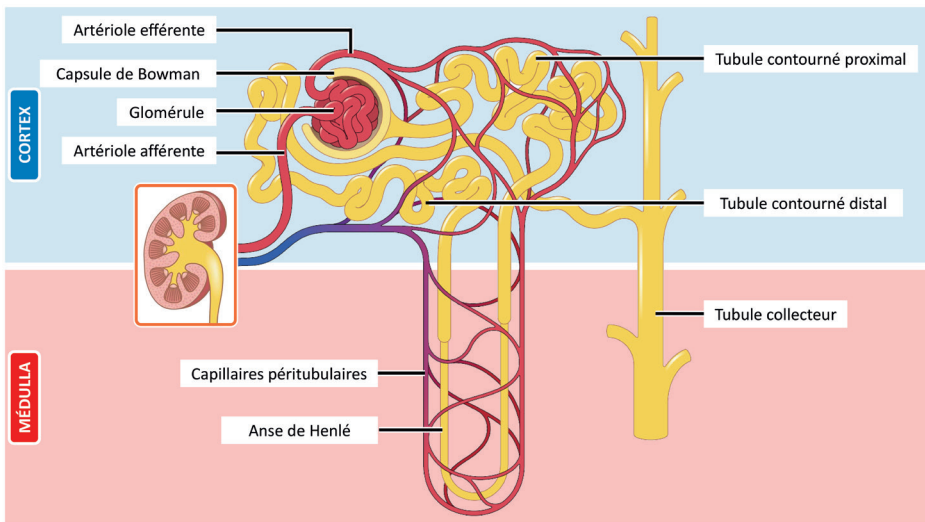
Anatomie du néphron

Chaque rein est constitué d'un million de petites unités fonctionnelles appelées **néphrons** ou **tubes urinaires**.

Un néphron comprend une **capsule de Bowman**, un **tube contourné proximal**, une **anse de Henlé**, un **tube contourné distal** suivi du **tube collecteur** de Bellini.

L'ensemble du néphron est richement vascularisé par 2 réseaux de capillaires sanguins disposés en série :


- le premier réseau formant le **glomérule** enveloppé par la capsule de Bowman. Le sang arrive au glomérule via l'**artériole afférente** et en repart via une **artériole efférente** ;
- un deuxième réseau formant les **capillaires péri-tubulaires** entourant le tube urinaire.



Anatomie d'un néphron

La physiologie du néphron

La comparaison entre la composition physico-chimique de l'urine et celle du plasma fournit de nombreuses informations quant aux mécanismes de formation de l'urine appelée **uropoïèse**. Cette analyse permet d'attribuer au néphron des fonctions de **filtration**, de **réabsorption** et de **sécrétion**.



	Concentration (g.L ⁻¹)		
	Plasma	Urine primitive	Urine définitive
• Eau	900	900	900
• Ion chlorure (Cl ⁻)	3,6	3,6	5 à 15
• Sodium (Na ⁺)	3,25	3,25	4,50
• Protéines	72	0	0
• Acides aminés	0,3	0,3	15
• Lipides	5	0	0
• Glucose	1	1	0
• Urée	0,3	0,3	30
• Acide urique	0,2	0,2	0,8
• Ammoniaque	0	0	0,5

Les différences entre le plasma, l'urine primitive et définitive

La filtration glomérulaire

Sous l'influence de la **pression hydrostatique**, le plasma subit une **filtration** lors de son passage dans le glomérule. Le plasma est librement filtré pour former l'**urine primitive** dans la capsule de Bowman. Seules les macromolécules, comme les protéines et les lipoprotéines, resteront dans le plasma et seront absentes de l'urine primitive et définitive.

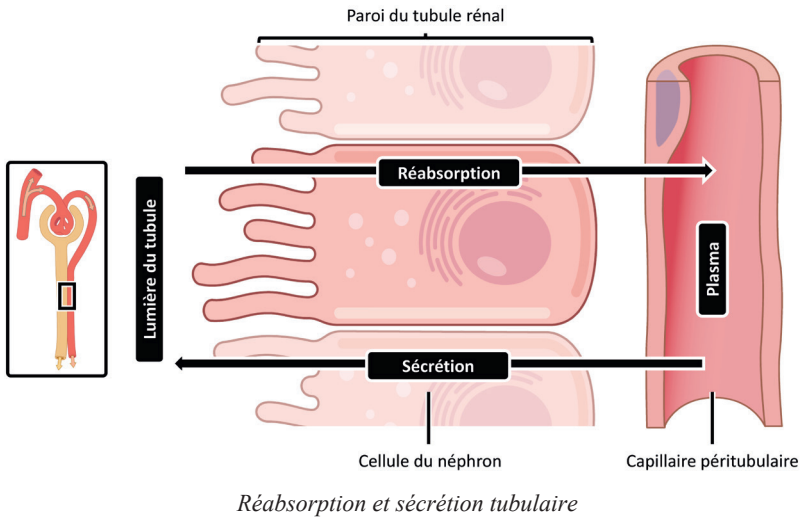
La réabsorption et la sécrétion tubulaire

L'**urine primitive** subit, au cours de son passage dans le tube urinifère, des remaniements de sa composition physico-chimique liés à des phénomènes de **réabsorption** et de **sécrétion**.

L'urine primitive subit une réabsorption **totale** de son glucose, une réabsorption **obligatoire** (> à 90 %) de son eau, une réabsorption **partielle** de ses ions sodium et de son urée.

Inversement, certaines espèces chimiques absentes du plasma, comme les ions ammonium, sont présentes dans l'**urine définitive**. Elles ont donc été **sécrétées** par les tubules rénaux.

i La **réabsorption** correspond au passage d'eau ou de solutés depuis la lumière des **tubules rénaux** vers le **sang** des capillaires péri-tubulaires. La **sécrétion** correspond au **phénomène inverse**.



3. Les xénobiotiques

Définition d'un xénobiotique

Un **xénobiotique** est un élément chimique ou une molécule potentiellement **toxique** présent dans le corps humain mais non synthétisé par ce dernier. Un xénobiotique provient donc du **milieu extérieur** (agent exogène) et pénètre dans l'organisme par voie digestive et aérienne notamment. Leur **ingestion** ou **inhalation** induit une **intoxication aiguë** ou **chronique**.



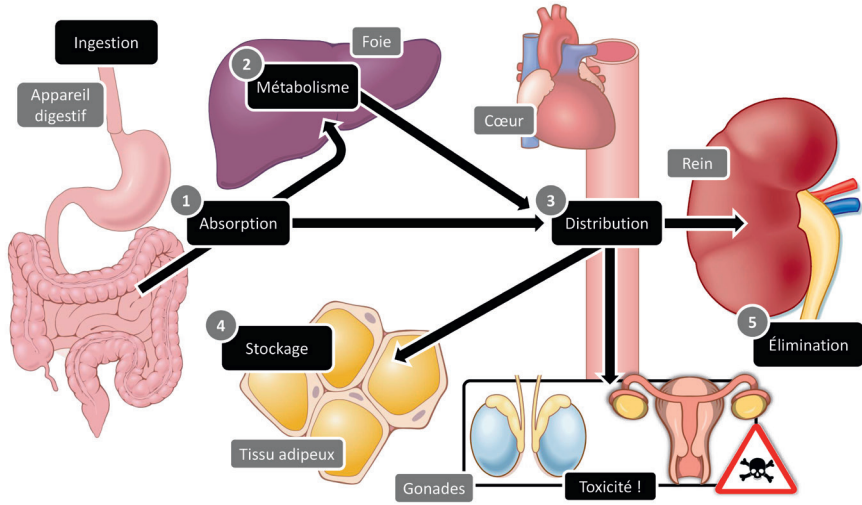
Exemples de xénobiotiques : le plomb, les médicaments (paracétamol, phénobarbital...), les pesticides, les insecticides, les hydrocarbures aromatiques polycycliques, les dioxines (molécules organo-chlorées)...

Les effets d'un xénobiotique

Un xénobiotique modifie le fonctionnement d'un organe (le foie, une gonade...) peut avoir un effet cancérogène, exercer le rôle de perturbateur endocrinien. (Bisphénols, phtalates...). Ainsi, il peut potentiellement induire une stérilité, un effet tératogène.

Le devenir d'un xénobiotique

Un xénobiotique est (1) **absorbé** vers le sang pour se retrouver dans le sang où il sera (2) **distribué**. L'**assimilation** (3) du xénobiotique par les cellules cibles (souvent les cellules hépatiques) induit son (4) **métabolisme** par diverses enzymes. À ce stade, le xénobiotique peut être soit (5) **stocké** (notamment dans le tissu adipeux) ou (6) **éliminé** par voie urinaire notamment.



Devenir d'un xénobiotique gonadotrope après ingestion