

# Cours de physiologie



## LE SYSTEME HORMONAL

### I. Introduction :

Le maintien de l'homéostasie du milieu intérieur est réalisé d'une part par le système nerveux végétatif et d'autre part par le système endocrinien, les hormones étant des messagers élaborés par les glandes endocrines pour agir le plus souvent à distance des organes qui les ont synthétisées.

Le système endocrinien travaille en synergie avec le système nerveux pour coordonner l'activité cellulaire dont dépend l'homéostasie. Or, les mécanismes et la vitesse d'action de ces deux systèmes diffèrent grandement :

- Le système nerveux régit l'activité des muscles et des glandes au moyen d'influx nerveux déclenché par les neurones ; la réaction des organes effecteurs ne se fait pas attendre plus de quelques millisecondes (réponse rapide et brève).
- Le système endocrinien, quant à lui, influe sur les activités métaboliques des cellules par l'intermédiaire des **hormones**. Les réactions des tissus ou des organes aux hormones surviennent généralement après une période de latence de quelques secondes ou même de quelques jours (réponse lente et durable).

### Comparaison des régulations exercées par le système nerveux et par le système endocrinien

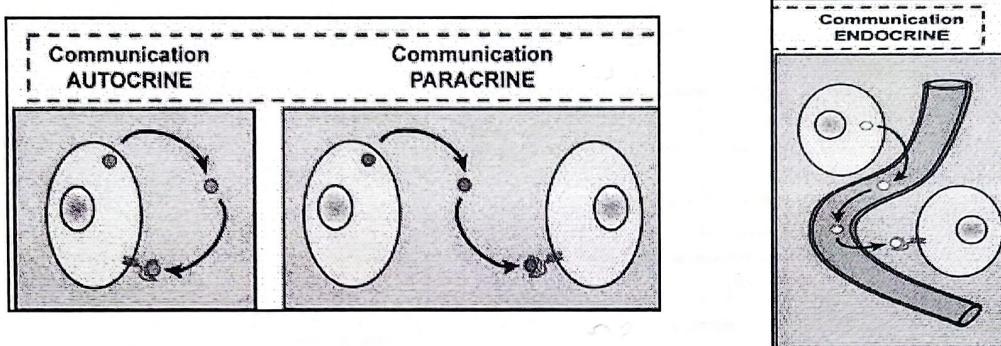
CARACTÉRISTIQUE	SYSTÈME NERVEUX	SYSTÈME ENDOCRINIFIEN
Médiateur	Neurotransmetteurs libérés localement en réponse à des potentiels d'action	Hormones acheminées aux tissus de l'organisme par le sang
Lieu d'action du médiateur	Près du lieu de libération, à une synapse ; se lie aux récepteurs de la membrane postsynaptique	Habituellement loin du lieu de libération ; se lie aux récepteurs présents à l'extérieur ou à l'intérieur de cellules cibles
Type de cellule cible	Myocytes (lisses, cardiaques et squelettiques), cellules glandulaires, autres neurones	Toutes les cellules de l'organisme
Délai avant le début de l'effet	Habituellement de l'ordre de quelques millisecondes	De quelques secondes à plusieurs heures, voire plusieurs jours
Durée de l'effet	Généralement très courte (de l'ordre de quelques millisecs)	Habituellement plus longue (de quelques secs à quelques jours)

## II. Les hormones :

### 1) Définition d'une hormone :

Les hormones sont des molécules qui sont sécrétées dans le milieu intérieur par des cellules spécifiques (les cellules endocrines), puis transportées par le sang, pour agir sur des cellules cibles situées à distance en se fixant sur des récepteurs qui sont des protéines capables de les reconnaître de façon sélective.

Cette définition correspond à *l'endocrinie*. Mais l'action des hormones peut s'exercer de façon *paracrine* (sur les cellules voisines) ou encore de façon *autocrine* (sur les cellules Sécrétrices elles-mêmes)



### 2) Nature chimique des hormones :

Du point de vue chimique, on divise les hormones en deux grandes classes selon qu'elles sont solubles dans les lipides ou dans l'eau.

#### a) Les hormones hydrosolubles: comprennent les hormones aminées, les hormones peptidiques et les hormones protéiques

- ◆ **Les hormones monoamines** : dérivent presque toutes d'un acide aminé la tyrosine, *Par exemple, la tyrosine, est modifiée pour obtenir l'adrénaline et la noradrénaline*
- ◆ **Les hormones peptidiques et les hormones protéiques** : résultent de l'assemblage de plusieurs acides aminés. Une hormone peptidique est constituée de chaînes comprenant de 3 à 49 acides aminés. Une hormone protéique contient entre 50 et 200 acides aminés. L'ADH, et l'ocytocine sont des hormones peptidiques ; l'hormone de croissance et l'insuline sont des hormones protéiques.

#### b) Les hormones liposolubles : comprennent les hormones stéroïdes (dérivent du cholestérol), les hormones thyroïdiennes et le monoxyde d'azote( un gaz qui fonctionne à la fois comme une hormone et comme un neurotransmetteur).

### 3) Synthèse et sécrétion des hormones :

#### A. Synthèse des hormones

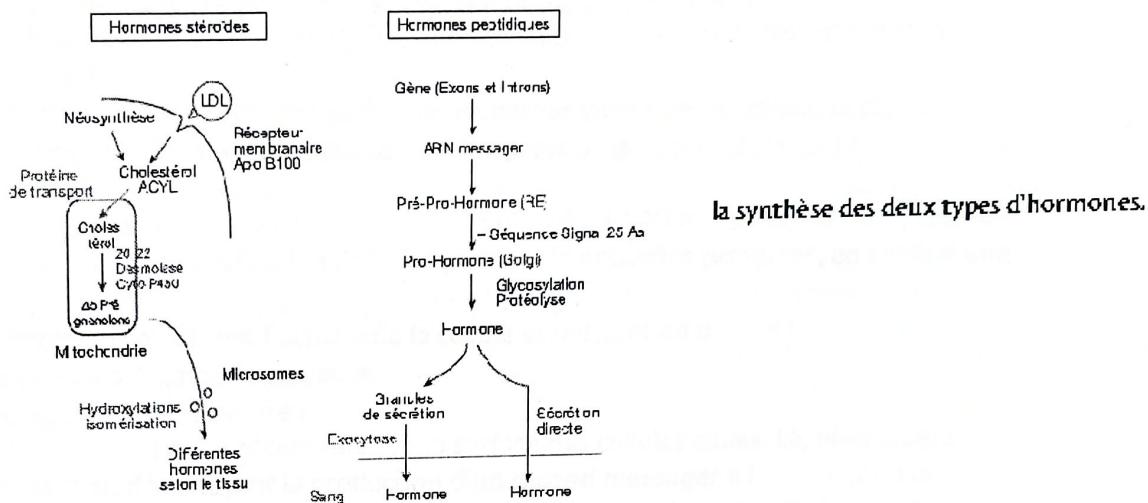
- **Les hormones stéroïdes** : La synthèse des hormones stéroïdes s'effectue à partir du cholestérol qui est stocké sous forme d'esters dans des vésicules lipidiques. Lorsque les cellules endocrines sont stimulées, le cholestérol est transféré dans la mitochondrie pour être transformé en  $\Delta 5$ -prégnénolone. À partir de là; la synthèse des différents stéroïdes fait intervenir différents systèmes enzymatiques

Les hormones stéroïdes sont libérées dans la circulation sanguine dès qu'elles sont synthétisées. Il n'existe pas de stockage pour ces hormones

- **Les hormones protéiques :**

Le schéma de synthèse est commun à toutes les protéines sécrétées. Le gène donne des transcrits ARNm qui codent la synthèse d'une prépro-hormone. Puis, cette séquence est clivée, ce qui libère une pro-hormone qui migre vers l'appareil de Golgi.

Enfin, des processus de protéolyse la transforment en hormone. Celle-ci est soit sécrétée directement dans le sang, soit empaquetée dans des granules de sécrétion. Dans ce dernier cas, l'hormone est libérée par exocytose, après fusion de la membrane des granules avec la membrane plasmatique,



## B. Rythmes de sécrétion

Les concentrations plasmatiques des hormones qui ne sont pas stockées dans les cellules endocrines peuvent varier de façon importante en fonction des variations de leur production. On distingue :

- ✓ **Des variations circannuelles:** ainsi, les concentrations de calcifédiol (25-hydroxy-vitamine D) varient en fonction de l'ensoleillement et diffèrent donc en été et en hiver
- ✓ **Des variations sur plusieurs semaines,** au cours du cycle menstrual;
- ✓ **Des variations sur un jour**, ce qui correspond à un rythme circadien : ainsi, les concentrations d'ACTH et de cortisol sont minimales en début de nuit et maximales au lever ;
- ✓ **Des oscillations ultradiennes** correspondant à des variations sur quelques heures ou quelques minutes : ainsi, varient les concentrations de GH et de gonadotrophines

### 4) Transport des hormones :

Les hormones hydrosolubles circulent librement dans le sérum, alors que les hormones hydrophobes circulent dans le sang sous forme liée à des protéines spécifiques et à l'albumine ou la pré-albumine. La protéine de transport ne libère l'hormone stéroïde qu'au niveau des capillaires sanguins qui irriguent les organes cibles. Une fois libérée le stéroïde traverse la paroi du capillaire.

Seule la fraction libre de l'hormone est physiologiquement active et interagit avec son récepteur

### 5) Modes d'action cellulaire des hormones :

La réponse hormonale dépend à la fois de l'hormone et de la cellule cible. Selon leur origine, les cellules cibles peuvent réagir de différentes façons à une même hormone. Par exemple, l'insuline stimule la synthèse de glycogène dans les hépatocytes (cellules du foie), mais favorise celle de triglycérides dans les adipocytes.

Pour produire un effet, l'hormone doit tout d'abord « annoncer sa présence » à la cellule cible en se liant aux récepteurs que porte cette dernière. Les récepteurs d'une hormone liposoluble se trouvent à l'intérieur de la cellule cible, et ceux d'une hormone hydrosoluble sont situés dans la membrane plasmique

#### A. *Les hormones à récepteur intracellulaire :*

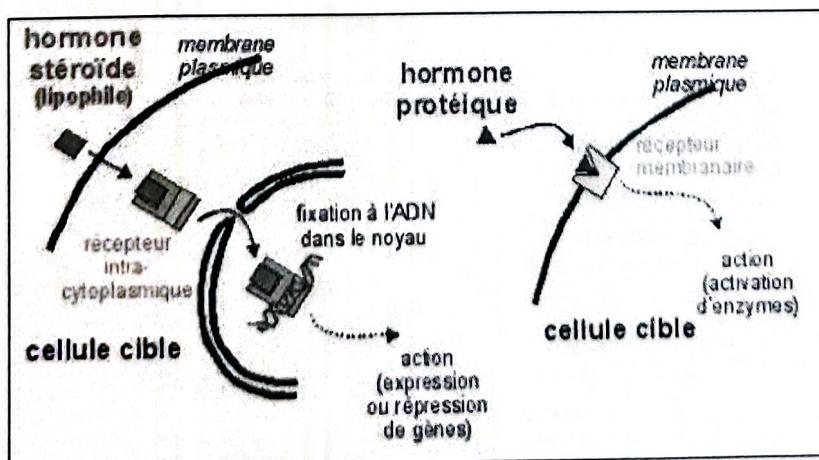
Ces hormones diffusent à travers la bicouche lipidique de la membrane plasmique et se lient à des récepteurs situés à l'intérieur des cellules cibles. Leur mécanisme d'action est le suivant :

1. Une hormone liposoluble se détache de sa protéine de transport dans la circulation sanguine. Ensuite, elle diffuse du sang dans une cellule en passant à travers le liquide interstitiel et la membrane plasmique.
2. S'il s'agit d'une cellule cible, l'hormone se lie à un récepteur situé dans la cellule, et l'active. Le complexe hormone-récepteur activé modifie alors l'expression génique : il stimule ou inhibe des gènes spécifiques de l'ADN du noyau.
3. La transcription d'un gène de l'ADN mène à la formation d'un ARN messager (ARNm) ; celui-ci quitte le noyau, entre dans le cytosol et dicte la synthèse de nouvelles protéines, en général une enzyme.
4. Les nouvelles protéines modifient l'activité de la cellule et mettent en œuvre la réponse physiologique propre à l'hormone en cause.

#### B. *Les hormones à récepteur membranaire :*

Ces hormones se fixent plutôt à des récepteurs sur la surface des cellules cibles. Là, elles jouent le rôle de **premier messager**, déclenchant la production d'un **second messager** à l'intérieur de la cellule, où se déroulent les réponses hormonales spécifiques. L'**AMP cyclique (AMPc)**, qui est synthétisé à partir de l'ATP, sert fréquemment de second messager. Le mécanisme d'action des hormones hydrosolubles est le suivant :

1. L'hormone hydrosoluble (le premier messager) quitte le sang et se lie à son récepteur situé sur la face externe de la membrane plasmique de la cellule cible.
2. La fixation de l'hormone sur son récepteur déclenche une série de réactions sur la face interne de la membrane plasmique de la cellule, lesquelles assurent la conversion de l'ATP en AMP cyclique.
3. L'AMP cyclique (second messager) active plusieurs protéines (telles les enzymes) présentes à l'état libre dans le cytosol ou fixées à la membrane plasmique.
4. Les protéines activées déclenchent des réactions qui produisent les réponses physiologiques.
5. Après un court laps de temps, l'AMP cyclique est désactivée. La réponse cellulaire cesse alors, sauf si de nouvelles molécules d'hormone continuent de se lier à leurs récepteurs situés dans la membrane plasmique.



Mécanisme d'action  
des hormones

## 6) La régulation de la sécrétion hormonale :

La régulation de la sécrétion hormonale évite de produire inutilement de trop grandes ou de trop faibles quantités d'hormones pour ainsi permettre de maintenir l'homéostasie. La sécrétion d'une hormone est régie par trois types de signaux :

1. **Des potentiels d'action du système nerveux.** Les potentiels d'action provenant de la partie sympathique du SNA transmis à la médulla des surrénales provoquent la libération d'adrénaline et de noradrénaline dans le sang (réaction d'alarme).
2. **Des fluctuations des composants chimiques ou des propriétés physiques du sang,** telles que des ions ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ , etc.), des nutriments (glucose, acides aminés, acides gras, etc.) et de l'eau.

Par exemple :

- la concentration sanguine de  $\text{Ca}^{2+}$  régule directement la sécrétion de la parathormone par les glandes parathyroïdes
- la pression osmotique sanguine régule la sécrétion d'ADH par la neurohypophyse.

3. **D'autres hormones.** Par exemple la corticotrophine (ACTH) libérée par l'adénohypophyse stimule à son tour la libération de cortisol par le cortex surrénal. L'ACTH est un exemple de **stimulines**, ou trophines (*hormones qui agissent sur des glandes endocrines ou des tissus afin de réguler la sécrétion d'une autre hormone*).

La plupart des mécanismes de régulation hormonale fonctionnent par rétro inhibition. Celle-ci ajuste la valeur du facteur contrôlé dans le sens inverse de la modification de départ.

Toutefois, quelques uns des mécanismes de régulation hormonale font appel à la rétro activation.

Par exemple : *durant l'accouchement, l'ocytocine, une hormone, stimule les contractions utérines, qui stimulent à leur tour la libération d'une plus grande quantité d'ocytocine*

## III. Le système endocrinien :

Le **système endocrinien** se compose de plusieurs glandes endocrines ainsi que de nombreuses cellules sécrétrices contenues dans des organes qui remplissent d'autres fonctions que la sécrétion d'hormones. Les glandes endocrines sont l'hypophyse, la glande thyroïde, les glandes parathyroïdes, les glandes surrénales et la glande pinéale.

En outre, plusieurs organes et tissus contiennent des cellules qui sécrètent des hormones, même si elles ne sont pas considérés exclusivement comme des glandes endocrines. C'est le cas de l'hypothalamus, du thymus, du pancréas, des ovaires, des testicules, des reins, de l'estomac, du foie, de l'intestin grêle, de la peau, du cœur, du tissu adipeux et du placenta.

