CHAPITRE 1

LE SYSTÈME ENDOCRINIEN

Introduction

Les deux grands systèmes de communication de l'organisme sont le système nerveux et le système endocrinien.

Ils sont cependant très différents :

- le système nerveux assure la communication entre les organes grâce à des influx nerveux véhiculés par des nerfs (action rapide et peu durable)
- le système endocrinien assure la communication entre les organes grâce à des hormones véhiculées par le sang (action plus lente et prolongée).

GÉNÉRALITÉS

1 NOTION D' HOMÉOSTASIE

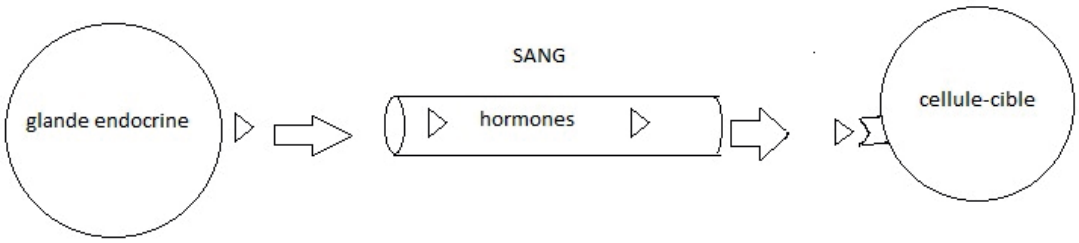
Pour le bon fonctionnement de l' organisme, il est nécessaire de maintenir l' équilibre du milieu intérieur (sang). En effet, les concentrations en glucose, sodium (sel), calcium... dans le sang doivent être en permanence maintenues autour de valeurs de référence. On parle d' homéostasie (« maintenir dans le même état »). Cette stabilité consiste en fait en un équilibre dynamique qui s' obtient grâce à des mécanismes de régulation qui font intervenir le système endocrinien.

Il faudra donc détecter les variations du paramètre physiologique et mettre en jeu une réponse permettant de corriger la perturbation détectée.

2 NOTION DE GLANDE ENDOCRINE

Le système endocrinien est composé de glandes endocrines (mot composé de « endo » à l' intérieur et de « crine » qui signifie « sécrétion »). Les glandes endocrines libèrent donc des hormones à l' intérieur du corps c' est-à-dire dans le sang.

Les hormones sont des messagers chimiques qui sont véhiculés par le sang jusqu' aux organes- cibles (organes dont les cellules possèdent des récepteurs à ces hormones). Seules les cellules possédant des récepteurs à ces hormones peuvent capter le message, l' interpréter et l' exécuter.



On oppose les glandes endocrines aux glandes exocrines (de « exo » en dehors de) qui déversent leurs sécrétions à l' extérieur du corps. Les glandes sudoripares par exemple, sont des glandes exocrines car elles sécrètent la sueur à l' extérieur du corps, à la surface de la peau.

Cependant, il existe aussi des glandes mixtes qui sont à la fois endocrines et exocrines (pancréas).

3 NOTION D' HORMONE

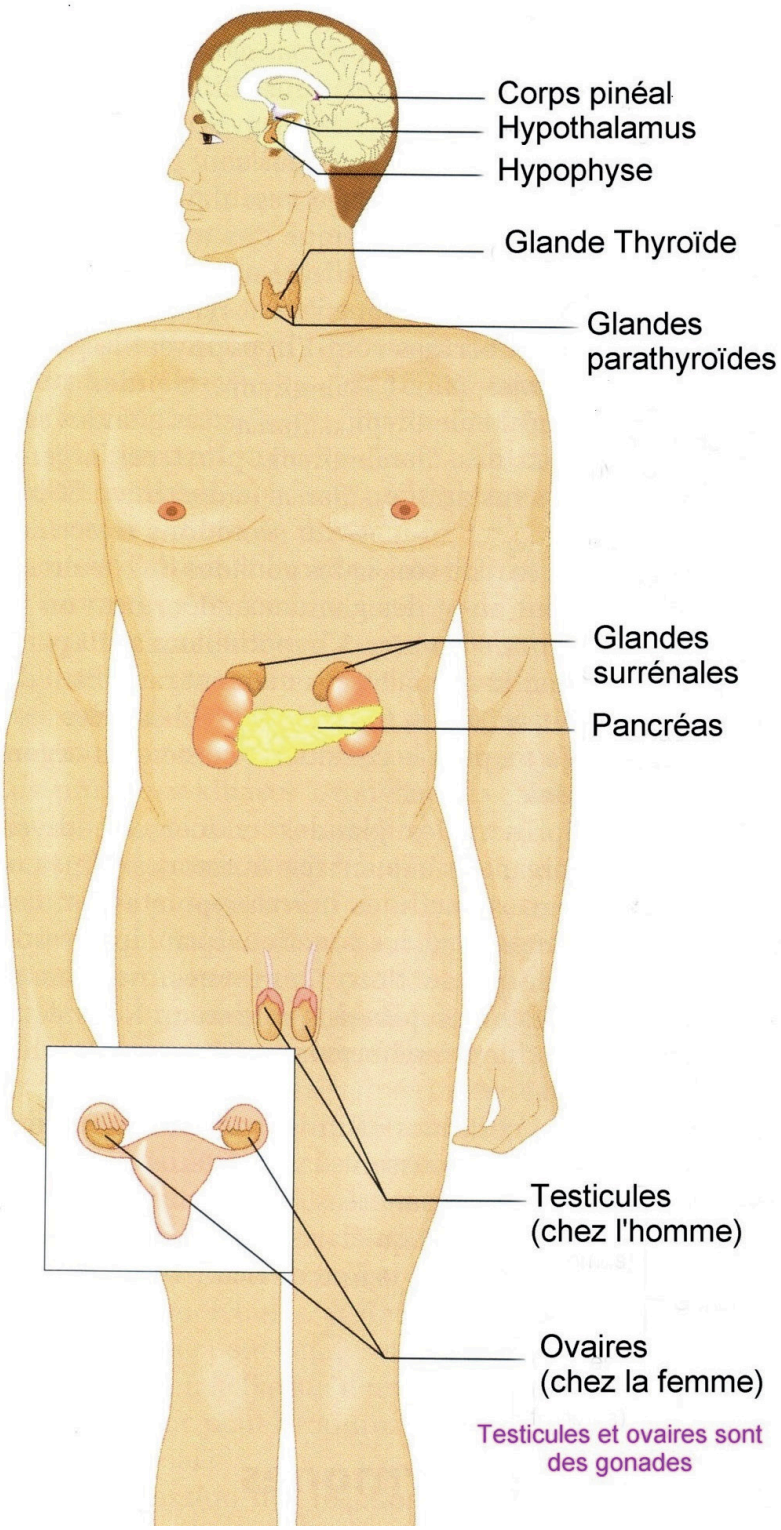
Une hormone est donc une molécule synthétisée par une glande endocrine et libérée dans le sang. Elle est ensuite transportée jusqu' aux organes-cibles dont elle modifie l'activité en se fixant sur un récepteur spécifique.

La plus grande partie des hormones sont de nature protéique (synthétisées à partir d'acides aminés), c'est le cas de l'insuline ou de l'ocytocine, d'autres comme les hormones stéroïdes sont synthétisées à partir du cholestérol (hormones sexuelles : oestrogènes, progestérone, testostérone).

Les hormones agissent à faibles concentrations et leur sécrétion peut être déclenchée par une stimulation nerveuse (décharge d' adrénaline lors d' un stress par exemple), par une modification de l' homéostasie (une augmentation de la concentration en glucose dans le sang stimule la sécrétion d' insuline par le pancréas) ou par d' autres hormones (les hormones de l' hypophyse FSH et LH stimulent la production d' oestrogènes et de progestérone par les ovaires).

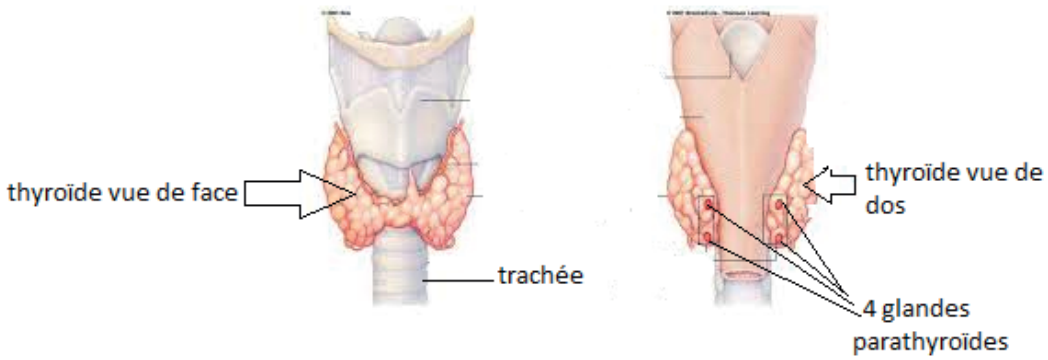
LES PRINCIPALES GLANDES ENDOCRINES

1 LOCALISATION



2 RÔLES DES PRINCIPALES GLANDES ENDOCRINES

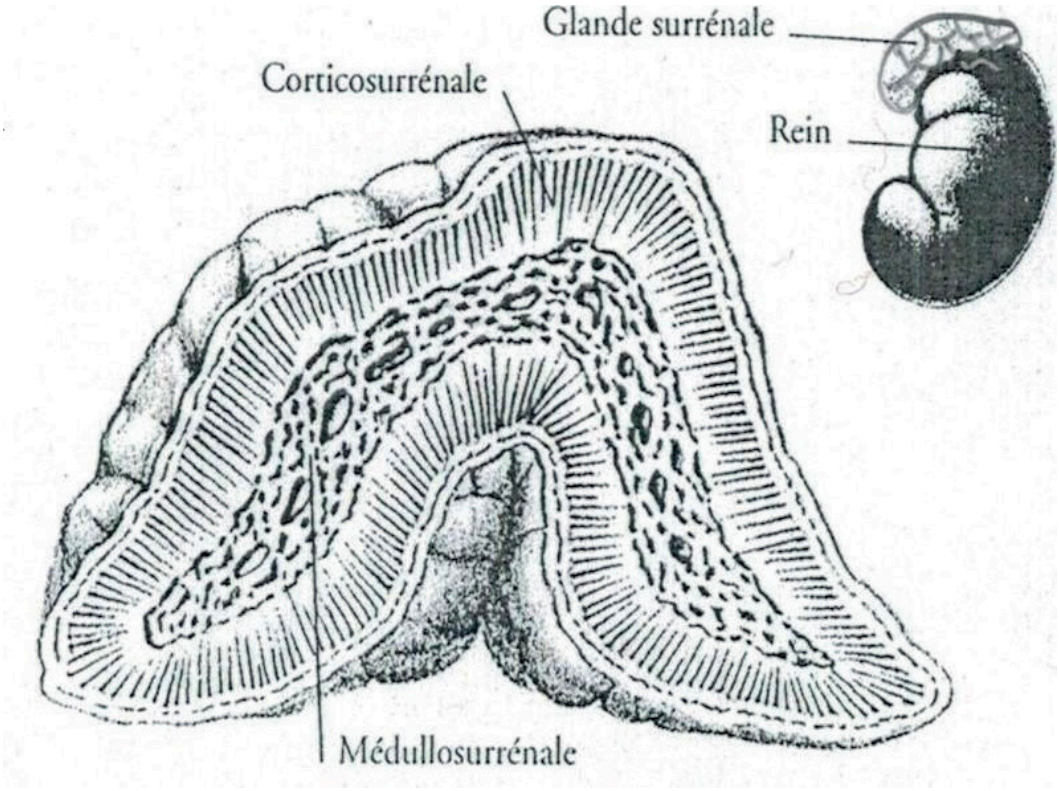
- **l' épiphyse ou corps pinéal :** sécrète la mélatonine. C' est cette hormone qui règle notre horloge biologique.
- **l' hypophyse :** C' est une petite glande située à la base du cerveau. Elle est sous le contrôle de l' hypothalamus auquel elle est rattachée. Elle sécrète beaucoup d'hormones dont certaines régulent l' activité d' autres glandes endocrines (son rôle sera détaillé dans la partie III).
- **la glande thyroïde** C' est une glande en forme de papillon, située en avant de la trachée. Elle produit deux hormones :
  - la thyroxine qui intervient dans le métabolisme général et active la production de chaleur. Cette hormone est riche en iode
  - la calcitonine qui a un rôle hypocalcémiant (diminue la concentration en calcium dans le sang),



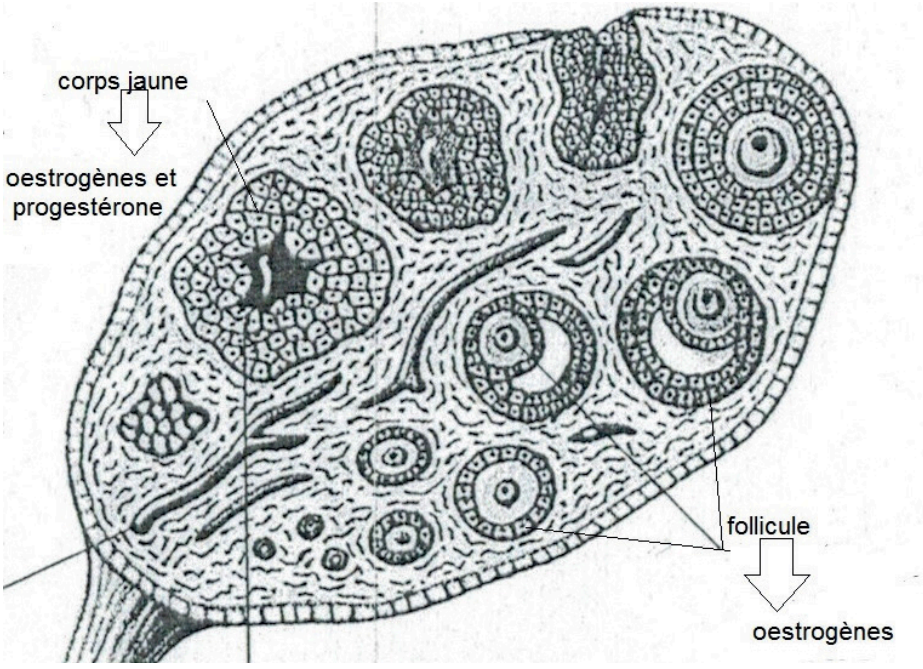
- **les glandes parathyroïdes** : elles sont au nombre de quatre et sont situées à l'arrière de la thyroïde. Elles produisent la parathormone (PTH) au rôle hypercalcémiant (augmente la concentration en calcium dans le sang).
- **les glandes surrénales :** elles coiffent la partie supérieure des reins. Elles sont constituées de deux parties distinctes : une couche externe ou corticosurrénale et une partie interne ou médullosurrénale. La corticosurrénale sécrète l' aldostérone (hormone qui contrôle l' excrétion du sodium dans les urines et intervient dans la régulation de la tension artérielle) et le cortisol, hormone qui agit sur le métabolisme des glucides et des minéraux et qui possède des propriétés anti-inflammatoires.

La médullosurrénale produit des hormones : adrénaline et noradrénaline qui vont préparer l'organisme à réagir en cas de stress en augmentant les rythmes cardiaques et respiratoires et en mobilisant les réserves énergétiques (glucides et lipides).

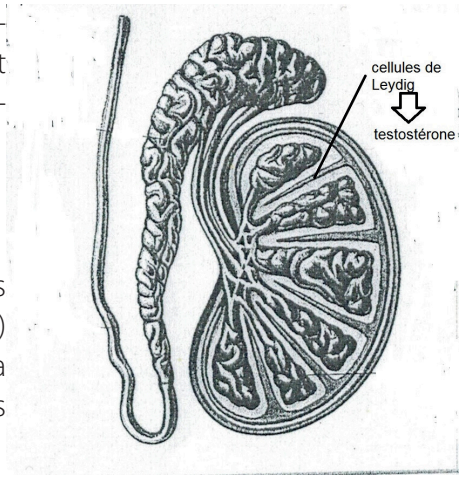
- **les glandes génitales :** Chez la femme, pendant la première partie du cycle sexuel,



les ovaires produisent des oestrogènes (au niveau des follicules), pendant la deuxième partie du cycle le follicule qui a libéré l' ovule dégénère et se transforme en corps jaune qui libère des oestrogénes et de la progestérone. Les oestrogènes permettent l'apparition des caractères sexuels secondaires féminins (développement des seins, arrondissement des hanches...) et la maturation des follicules. La progestérone prépare l' organisme à la grossesse.



Chez l'homme, les testicules produisent la testostérone qui provoque le développement des caractères sexuels secondaires masculins (augmentation de la masse musculaire, de lapilosité...) et stimule la production des spermatozoïdes (spermatogenèse).

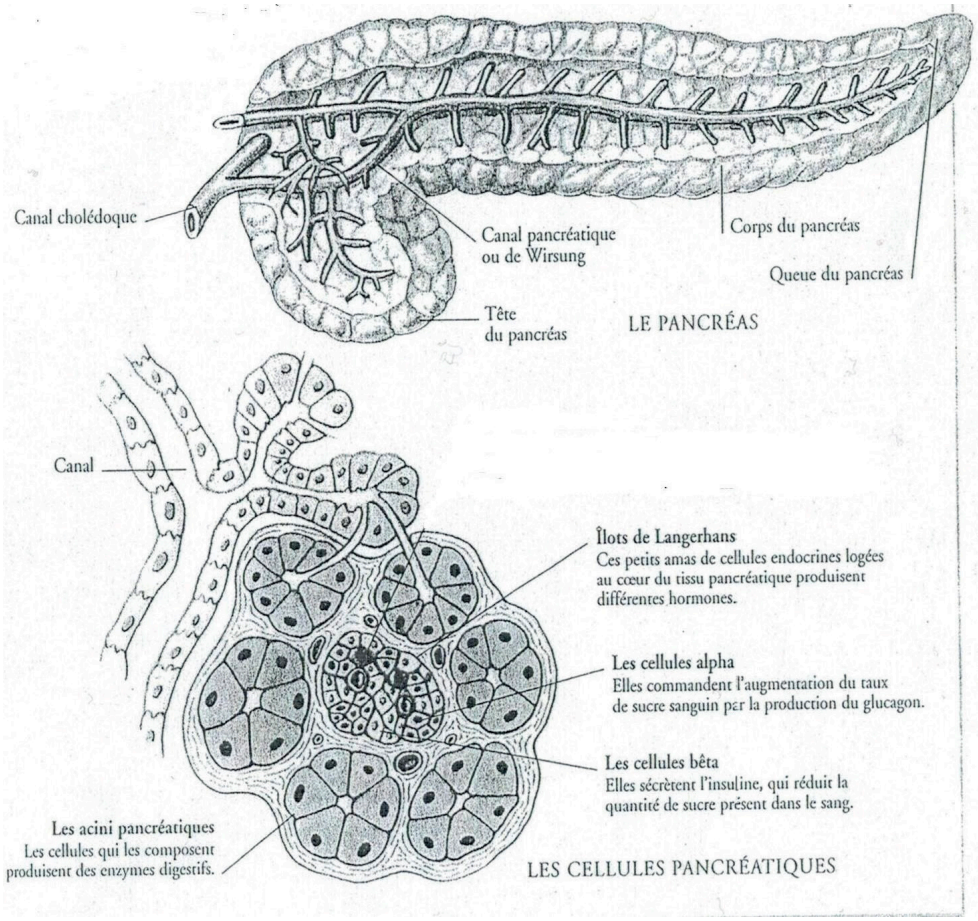


- **le pancréas**

Le pancréas est une glande mixte. En effet, le pancréas est formé d'une partie exocrine (acini pancréatiques) qui produit le suc pancréatique contribuant à la digestion et d'une partie endocrine qui sécrète des hormones dans le sang.

Cette partie endocrine, formée de petits groupes de cellules endocrines est appelée « ilots de Langerhans ». Chaque îlot contient plusieurs types de cellules parmi lesquelles les cellules alpha qui produisent le glucagon et les cellules bêta qui produisent l'insuline. Ces deux hormones jouent un rôle important dans la régulation de la glycémie :

- le glucagon augmente la concentration en glucose (sucre) dans le sang (hormone hyperglycémiante)
- l' insuline diminue la concentration en glucose dans le sang (hormone hypoglycémiante)



LE COMPLEXE HYPOTHALAMO-HYPOPHYSAIRE

L' hypothalamus et l' hypophyse sont des glandes endocrines situées à la base du cerveau qui forment un ensemble anatomique et fonctionnel. L'hypophyse est constituée de deux lobes, un lobe antérieur « glandulaire » qui produit des hormones et un lobe postérieur « nerveux », composé d' axones, qui est en fait un prolongement de l' hypothalamus. L'hypothalamus est constitué d' un amas de cellules nerveuses qui sécrètent deux hormones l' ADH (AntiDiuretic Hormone) et l' ocytocine qui passent ensuite dans le lobe postérieur de l' hypophyse où elles sont stockées et libérées en fonction des besoins.

L' ADH favorise la réabsorption d' eau par les reins, elle permet de limiter le volume des urines et d'économiser l'eau (en cas de forte chaleur par exemple). L'ocytocine déclenche les contractions de l'utérus au moment de l'accouchement et favorise l'éjection du lait au niveau des glandes mammaires.

L'hypophyse sécrète des hormones qui agissent directement sur les organes-cibles comme :

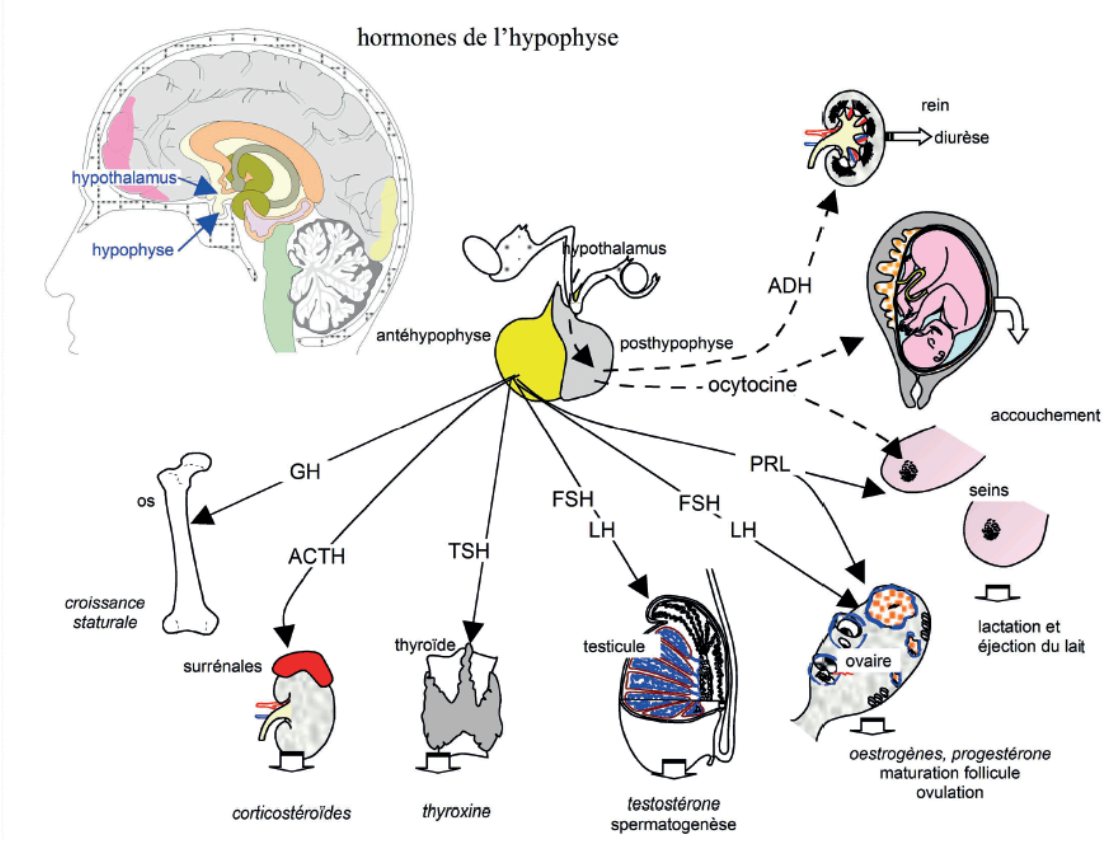
- la prolactine qui stimule la production de lait par les glandes mammaires
- l' hormone de croissance (GH ou Growth Hormone) qui stimule la croissance

L' hypophyse agit aussi en stimulant la production d' hormones par d' autres glandes endocrines c'est le cas pour :

- **FSH (Follicle Stimulating Hormone) et LH (Luteinizing Hormone) :** Chez la femme, la FSH permet le développement des follicules de l'ovaire et la production d' oestrogènes par ceux-ci pendant la première partie du cycle. Le pic de LH déclenche l' ovulation, ensuite pendant la deuxième partie du cycle, elle active la synthèse d' oestrogènes et de progestérone par le corps jaune. Chez l' homme, la FSH stimule la formation des spermatozoïdes (spermatogenèse) et la LH la production de testostérone par les cellules de Leydig du testicule.
- **TSH (Thyroid Stimulating Hormone) :** régule la sécrétion de thyroxine par la thyroïde
- **ACTH (Adreno Cortico Trophic Hormone)** stimule la sécrétion de cortisol et d'aldostérone par les glandes surrénales.

L'hypophyse contrôle donc les sécrétions d'autres glandes endocrines comme la thyroïde, les glandes surrénales ou les gonades (ovaires et testicules), ce qui lui a valu le nom de « chef d'orchestre endocrinien ». En réalité, l' hypophyse n'est pas totalement autonome puisqu' elle est sous a dépendance de l' hypothalamus, lui-même relié à l' ensemble du cerveau.

A partir de la puberté, l' hypothalamus sécrète aussi la GnRH (Gonadotrophin Releasing Hormone) qui stimule la synthèse et la libération par l' hypophyse des gonadotrophines FSH et LH.



LA RÉGULATION DE LA SÉCRÉTION DESHORMONES SEXUELLES CHEZ LA FEMME

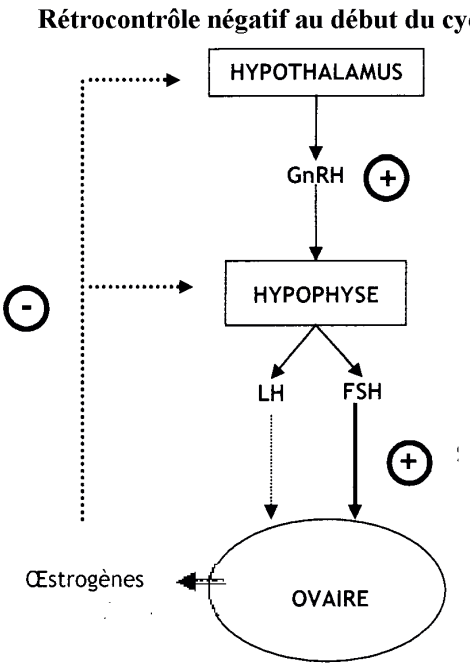
Les différents paramètres physiologiques sont soumis à une régulation. L' organisation d'un système réglant obéit toujours à quelques principes :

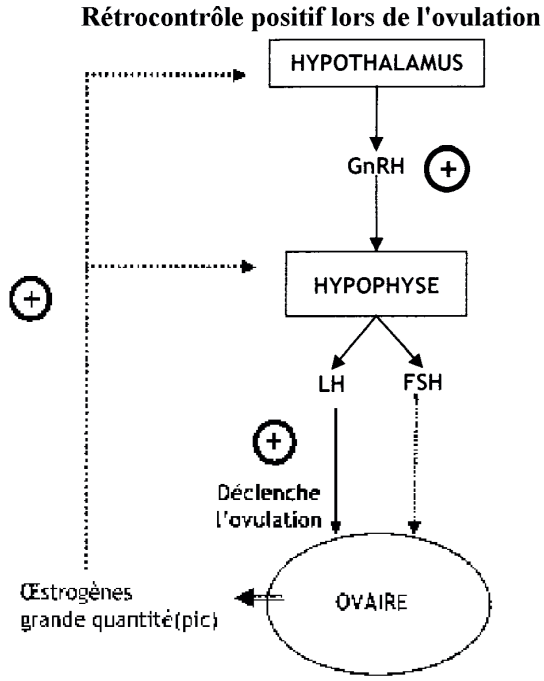
- la valeur du paramètre à régler est détectée par un mécanisme capable de comparer la valeur mesurée à une valeur de référence (« la valeur normale » ou « valeur de consigne »)
- lorsque la valeur mesurée s' écarte de la valeur de consigne, le fonctionnement du système réglant est modifié
- le résultat est une correction de l' écart, le paramètre modifié retrouve sa valeur de consigne.

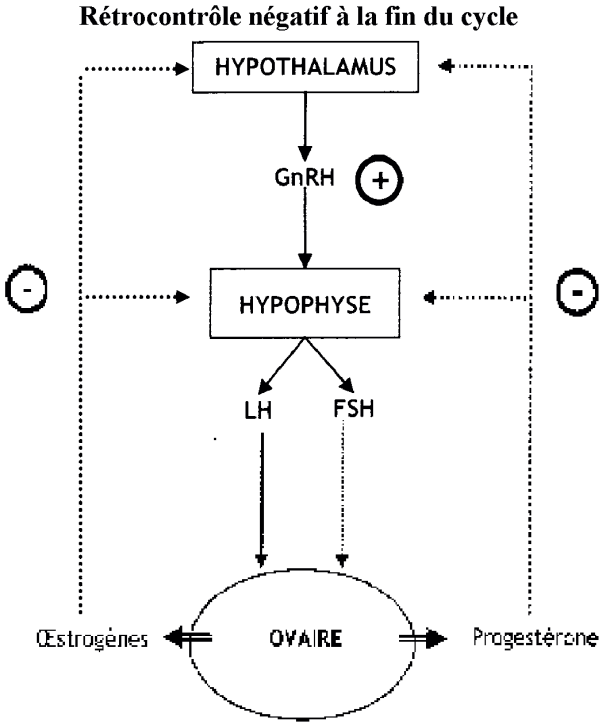
Dans le cas du système réglant la fonction de reproduction, le paramètre réglé est la concentration sanguine d' oestrogènes et de progestérone, le système réglant (capteurs, centre intégrateur, messagers et effecteurs) est représenté par le complexe hypothalamo-hypophysaire et les ovaires (follicules puis corps jaune).

En effet, l' augmentation dans le sang des hormones ovariennes (oestrogènes et progestérone) est généralement suivie (sauf au moment de l'ovulation) par une diminution de la sécrétion de GnRH, FSH et LH et donc une diminution de la production d'oestrogènes

et de progestérone par l'ovaire. Les hormones ovariennes agissent donc en retour sur leur système de commande : on parle de rétrocontrôle. Ce rétrocontrôle est généralement négatif sauf en période d' ovulation ; quelques jours avant l' ovulation, la production d'oestrogènes augmente de manière importante et dépasse une« valeur seuil », alors qu' un rétrocontrôle négatif devrait s' exercer, les sécrétions de FSH et LH augmentent. On parle alors de rétrocontrôle positif. C' est d' ailleurs le pic de LH qui déclenche l' ovulation au 14ème jour du cycle.







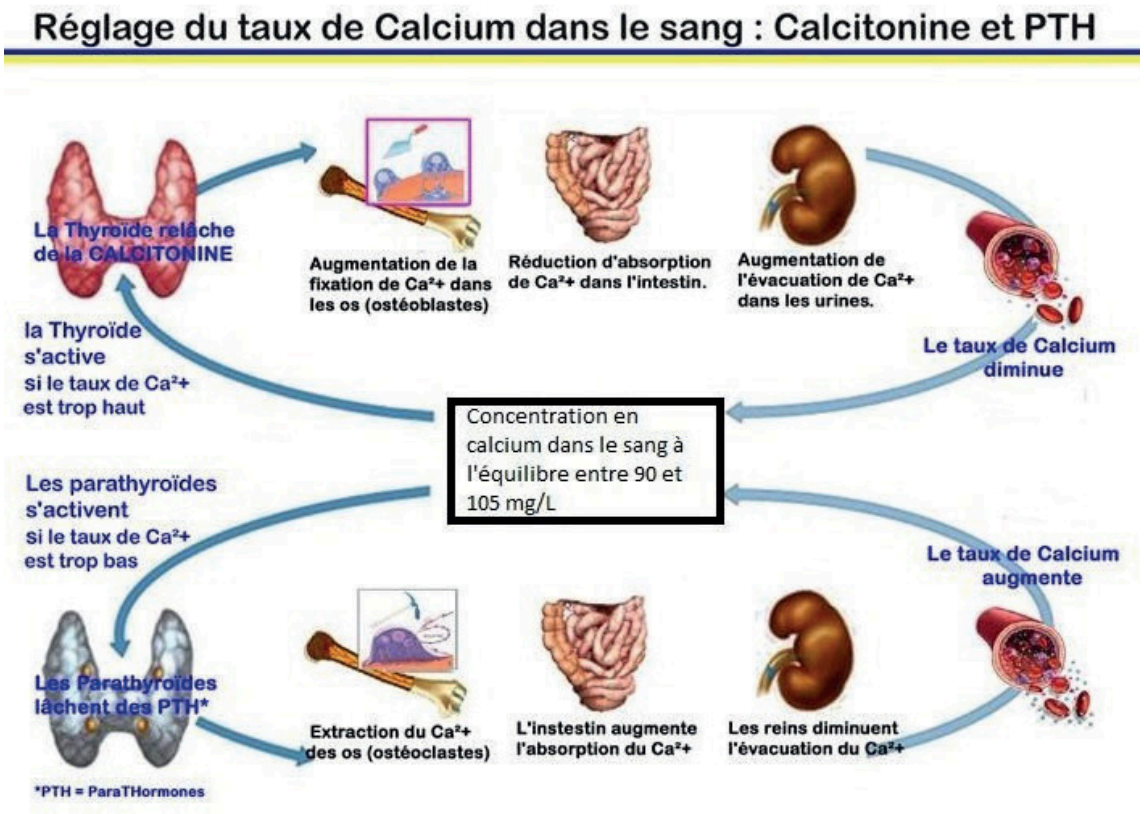
LA RÉGULATION DE LA CALCÉMIE

L'os est une importante réserve de calcium dans le corps et il est constamment remanié. En effet, pendant que certaines cellules (les ostéoclastes) détruisent l'os et libèrent dans le sang le calcium provenant des os, d'autres (les ostéoblastes) le reconstruisent en utilisant le calcium présent dans le sang.

La calcitonine produite par la thyroïde diminue la concentration en calcium dans le sang (calcémie) en stimulant l'activité des ostéoblastes qui puisent dans le sang le calcium nécessaire à la fabrication de nouveaux tissus osseux (et en inhibant l'activité des ostéoclastes), mais elle diminue aussi l'absorption intestinale de calcium et augmente la fuite de calcium dans les urines.

La parathormone produite par les glandes parathyroides fait exactement l'inverse, elle augmente la concentration sanguine en calcium en stimulant l'activité des ostéoclastes ainsi que l'absorption intestinale du calcium et en diminuant la perte de calcium au niveau des reins. Une augmentation de la calcémie stimule donc la sécrétion de calcitonine alors qu'une baisse de la calcémie stimule la sécrétion de parathormone.

La calcitonine et la parathormone agissent donc comme des hormones antagonistes dans la régulation de la calcémie. Elles permettent le maintien de celle-ci entre 90 et 105 mg/ litre de sang.



LA RÉGULATION DE LA GLYCÉMIE

1 LA GLYCÉMIE ET SES VARIATIONS

La glycémie est la concentration en glucose dans le sang, sa valeur normale chez l'Homme oscille autour d' une valeur moyenne de 1g/L.

Son maintien est indispensable en particulier pour les hématies (ou globules rouges) et les cellules nerveuses du cerveau qui consomment presque exclusivement du glucose pour leur métabolisme énergétique.

La glycémie varie au cours de la journée, elle peut augmenter jusqu' à 1,4g/L après un repas et revenir à la normale en moyenne au bout de deux heures.

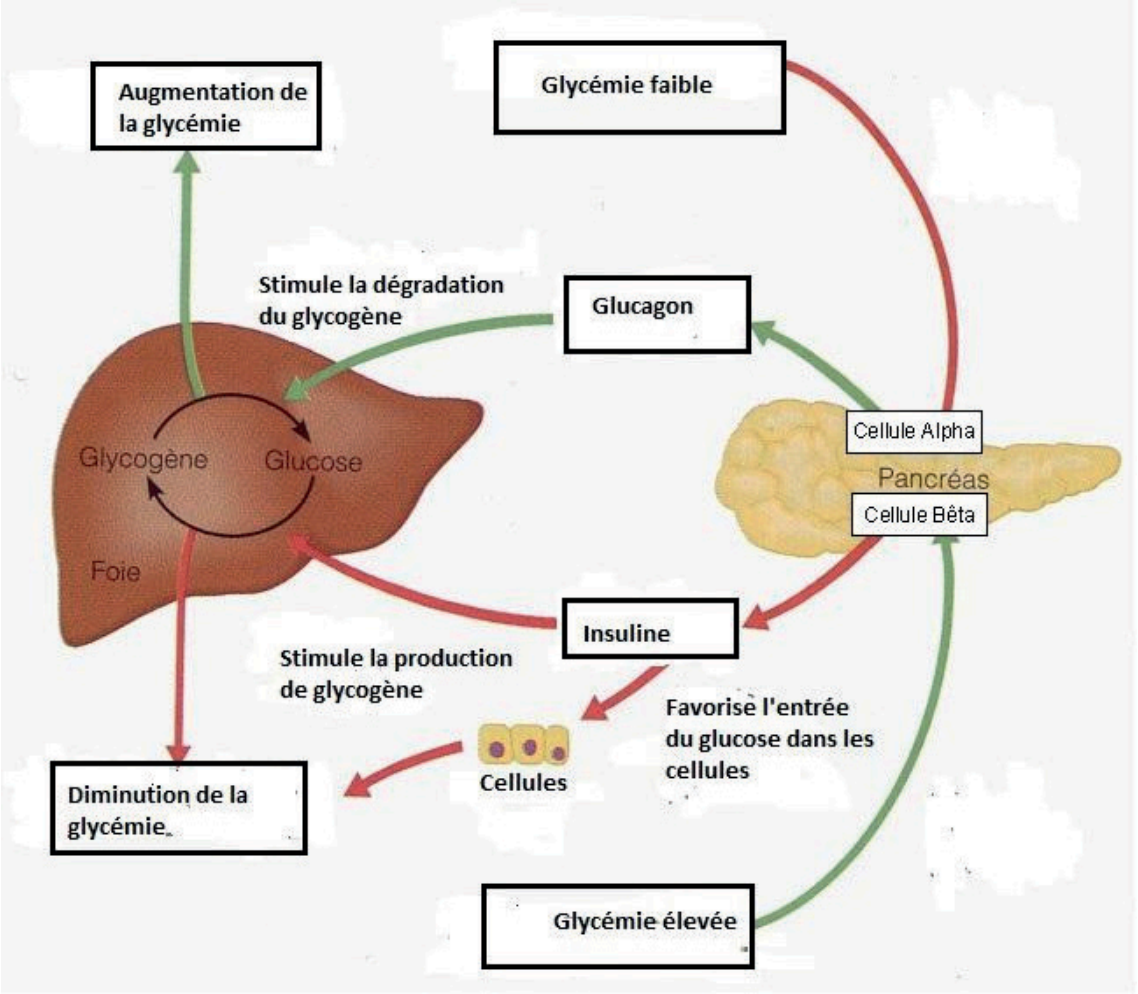
A l' inverse, entre les repas, en cas de jeûne prolongé ou d' activité physique intense, la glycémie peut passer en-dessous de 1g/L. La glycémie normale à jeun est comprise entre 0,7g/L et 1.1g/L.

Le glucose présent dans le sang peut avoir trois origines :

- glucose provenant de la digestion des aliments (sucres simples comme le sucre de table ou sucres complexes présents dans les féculents..)
- glucose produit par dégradation du glycogène (réserve de glucose sous forme de glycogène dans le foie)
- glucose produit à partir d' acides aminés en cas de jeûne prolongé (néoglucogénèse)

2 RÉGULATIONS HORMONALES DE LA GLYCÉMIE

- **hyperglycémie :** en cas d' élévation de la glycémie (après un repas par exemple), les cellules bêta des ilots de Langerhans sont stimulées et produisent de l' insuline. L' insuline est la principale hormone hypoglycémiante (diminue la concentration en glucose dans le sang), elle agit à différents niveaux :
  - elle favorise la pénétration du glucose dans les cellules. En effet, l' insuline en se liant à un récepteur situé sur la membrane des cellules, permet au glucose de rentrer dans celles-ci.
  - elle favorise la mise en réserve du glucose sous forme de glycogène dans le foie
  - elle stimule la synthèse de lipides (triglycérides) à partir du glucose dans le tissu adipeux



- **hypoglycémie :** lorsque la glycémie baisse (au cours du jeûne par exemple), les cellules alpha des îlots de Langerhans vont progressivement sécréter du glucagon.

Le glucagon va faire augmenter la glycémie en favorisant la glycogénolyse au niveau du foie (production de glucose à partir du glycogène).

Il active aussi la lipase du tissu adipeux, favorisant ainsi l'hydrolyse des triglycérides (lipolyse) et la libération d' acides gras libres dans le sang (et inhibe la synthèse de triglycérides au niveau du foie).

Il active aussi la synthèse de glucose à partir de composés non-glucidiques comme les acides aminés (néoglucogénèse).

L' action du glucagon est donc l' inverse de celle de l' insuline, alors que l' insuline permet de stocker l' énergie sous forme de glycogéne ou de triglycérides (graisses), le glucagon permet le déstockage de ces réserves afin de fournir de l' énergie à l' organisme.

Le fonctionnement de la balance hormonale insuline /glucagon permet le maintien de la glycémie autour d' 1g/L. De plus, plusieurs hormones augmentent aussi la glycémie (hormones hyperglycémiantes) :