

II.1. L'hormone

Une hormone est une substance chimique biologiquement active, synthétisée par une cellule glandulaire agissant sur des récepteurs spécifiques d'une cellule cible modulant ainsi l'activité de la cellule. En règle générale, la plupart des quelque 50 hormones n'influencent que quelques types de cellules grâce aux récepteurs hormonaux.

II.1.1. Les récepteurs hormonaux

Bien qu'une hormone donnée passe dans tout le corps par l'intermédiaire du sang, elle n'a d'effet que sur certaines cellules appelées cellules cibles. À l'instar des neurotransmetteurs, les hormones influencent leurs cellules cibles en s'associant chimiquement à de grosses molécules protéiques ou glycoprotéiques appelées récepteurs. Seules les cellules cibles d'une certaine hormone possèdent les récepteurs qui s'unissent à cette hormone et la reconnaissent. Ainsi, la thyroïdostimuline (TSH) interagit avec les récepteurs situés à la surface des cellules de la glande thyroïde, mais ne s'unit pas aux cellules des ovaires, puisque ces dernières ne sont pas dotées de récepteurs de TSH.

II.1.2. Les hormones circulantes et locales

Les hormones qui passent dans le sang et qui agissent sur des cellules cibles distantes sont appelées hormones circulantes ou endocrines. Les hormones qui agissent sur des cellules cibles proches du site où elles sont produites sont appelées hormones locales. Les paracrines, telle l'histamine, sont des hormones locales qui agissent sur les cellules voisines. Les autocrines, telle l'interleukine-2, sont des hormones locales qui agissent sur la cellule même qui les a sécrétées. La figure 1 compare les sites d'action des hormones circulantes, des paracrines et des autocrines. Les hormones locales sont généralement vite inactivées. Les hormones circulantes peuvent s'attarder dans le sang et exercer leurs effets pendant quelques minutes ou, à l'occasion, pendant quelques heures après leur sécrétion. A la longue, les hormones circulantes sont inactivées par le foie et excrétées par les reins.

II.1.3. La composition chimique des hormones

Compte tenu de leur composition chimique, les hormones sont divisées en quatre principales classes :

a)- Les stéroïdes : Toutes les hormones stéroïdes sont dérivées du cholestérol et partagent la même structure à quatre anneaux.

c)-Les aminés biogènes : De par leur structure, ce sont les molécules hormonales les plus simples constituées d'un seul acide aminé mais sous une forme dérivée. Certaines d'entre elles

sont synthétisées par modification de la tyrosine. L'histamine est synthétisée à partir de l'histidine, la sérotonine et la mélatonine dérivent du tryptophane.

d)- Les peptides et les protéines : Ces hormones sont composées de chaînes d'acides aminés, dont le nombre varie de trois à 200.

e)- Les eicosanoïdes : Le groupe de médiateurs chimiques le plus récemment découvert est celui des eicosanoïdes (eikosi: vingt). Ces hormones sont dérivées d'un acide gras à 20 atomes de carbone appelé acide arachidonique.

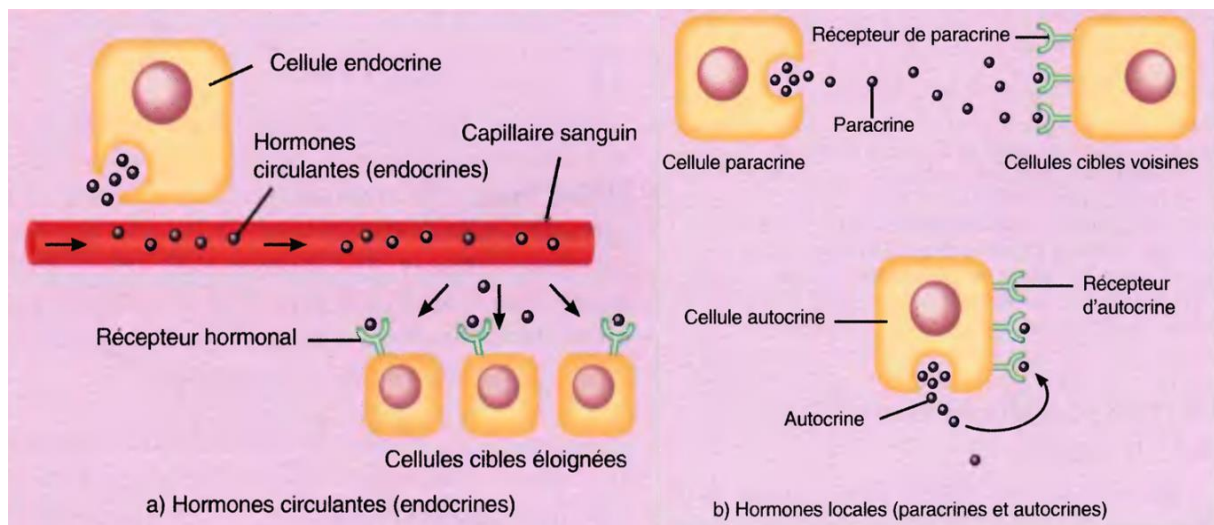


Figure 1 : Comparaison entre les hormones circulantes (endocrines) et locales (autocrines et paracrines) (Tortora & Grabowski ,1994).

II.1 .4. Le transport des hormones dans le sang

Les glandes endocrines comptent parmi les tissus les plus vascularisés du corps. Les hormones peptidiques et les hormones protéiques, qui sont solubles dans le plasma circulent dans le sang à l'état libre (non fixées aux protéines plasmatiques). Quand elles pénètrent dans le sang, la plupart des molécules d'hormones liposolubles se fixent toutefois à des protéines de transport spécifiques, qui sont synthétisées par le foie.

II.1.5. Les mécanismes d'action de l'hormone

Les hormones s'unissent à leurs récepteurs spécifiques et les activent de deux façons bien distinctes. Ces récepteurs peuvent être intracellulaires ou membranaires (Tortora & Grabowski ,1994).

a)- Activation des récepteurs intracellulaires

Comme elles sont liposolubles, les hormones traversent facilement la membrane plasmique. Une fois dans une cellule cible, l'hormone s'unit à un récepteur intracellulaire généralement situé dans le noyau et active celui-ci (figure 2). Le récepteur activé modifie alors l'expression génique, c'est-à-dire qu'il déclenche ou arrête l'activité de gènes spécifiques de l'ADN nucléaire. À mesure que l'ADN est transcrit, un nouvel ARN messager (ARNm) se forme, quitte le noyau et pénètre dans le cytosol. Là, il dirige la synthèse de nouvelles protéines, généralement des enzymes, sur les ribosomes. Les nouveaux produits des gènes provoquent les réactions physiologiques caractéristiques de l'hormone.

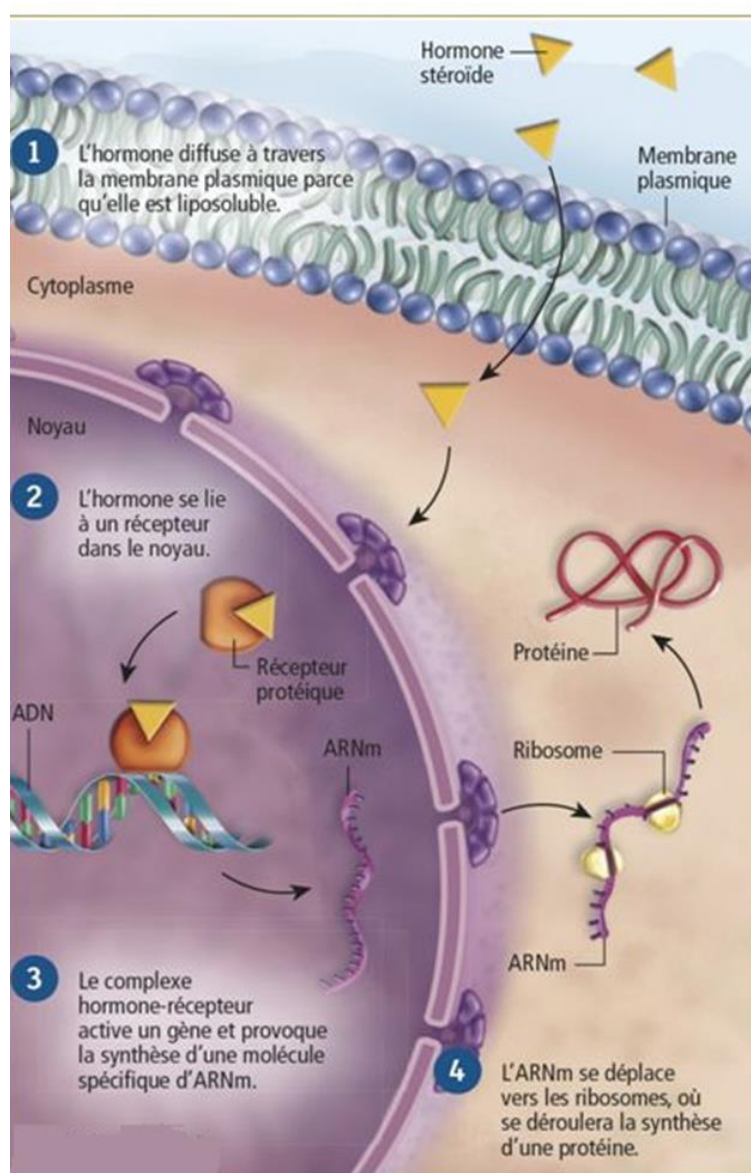


Figure 2 : Activation de récepteurs intracellulaires par des hormones liposolubles
(Martini *et al.*, 2011).

b)-Activation des récepteurs de la membrane plasmique

Les hormones peptidiques et protéiques ne sont pas liposolubles ; elles ne peuvent donc pas diffuser à travers la double couche phospholipidique de la membrane plasmique afin de se fixer aux récepteurs intracellulaires. Les récepteurs de ces hormones hydrosolubles se trouvent plutôt à la surface externe de la membrane plasmique. Une fois qu'une hormone hydrosoluble est libérée par une glande endocrine, elle circule dans le sang, atteint une cellule cible et transmet à cette dernière un message spécifique. Comme cette hormone ne peut livrer son message qu'à une membrane plasmique, on l'appelle premier messenger. Un second messenger est nécessaire afin de relayer le message dans la cellule où les réactions induites par l'hormone peuvent se produire. Parmi les seconds messagers : L'adénylate cyclase, le guanosine monophosphate cyclique, l'inositol tri-phosphate et le diacylglycérol.

✓ **L'adénylate cyclase** : Le second messenger le plus connu est l'AMP cyclique (AMPc). Ce dernier est synthétisé à partir de l'ATP, le principal produit chimique fournisseur d'énergie dans les cellules. L'enzyme qui catalyse la formation de l'AMPc est l'adénylate cyclase, et elle est fixée à la surface interne de la membrane plasmique. Lorsque le premier messenger (l'hormone) s'unit à son récepteur à la surface externe de la membrane, l'adénylate cyclase située sur la surface interne est activée. L'adénylate cyclase transforme alors l'ATP en AMPc dans le cytosol de la cellule (figure 3). L'AMPc agit ensuite comme second messenger afin de modifier de différentes façons le fonctionnement cellulaire.

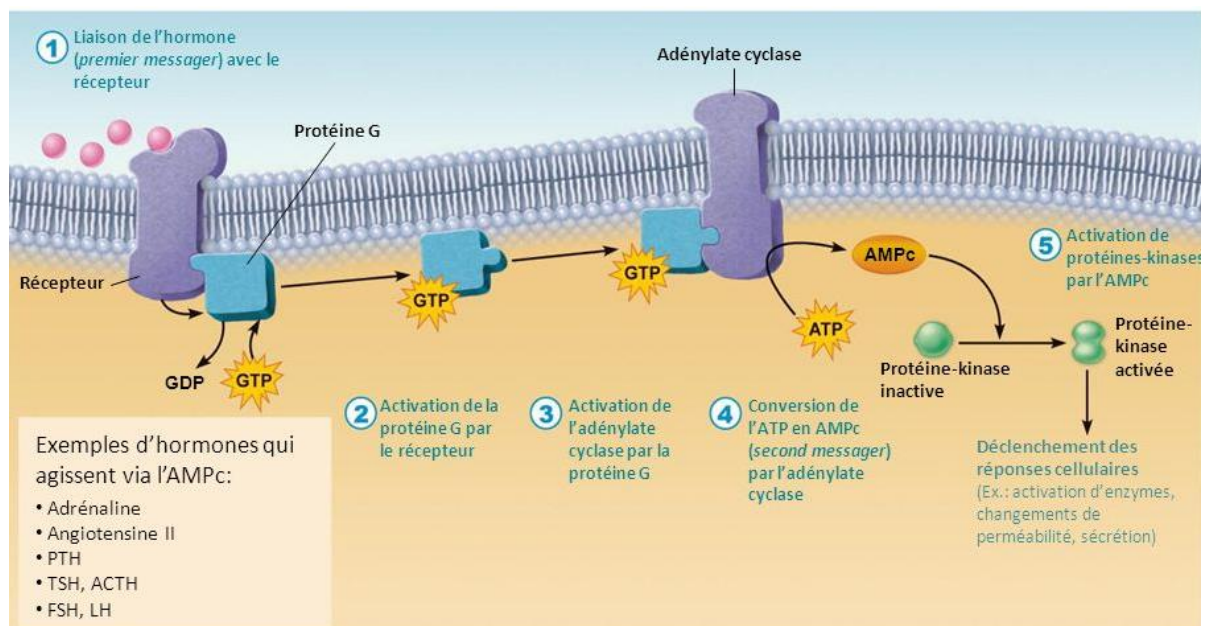


Figure 3 : Activation des récepteurs de la membrane plasmique par les hormones hydrosolubles.

Les différentes étapes de l'activation de l'AMPc sont les suivantes (Figure 3) :

- 1)- La fixation de l'hormone sur son récepteur provoque un changement conformationnel du récepteur ceci permet à la région interne (du récepteur) d'interagir avec la protéine G (protéine cytoplasmique accrochée à la membrane plasmique et mobile).
- 2)- La liaison récepteur/protéine G entraîne le remplacement du GDP par du GTP.
- 3)- Une fois activée la protéine G va activer à son tour l'adénylate-cyclase.
- 4)- L'adénylate-cyclase va alors transformer l'ATP en AMPc.
- 5)- L'AMPc active une protéine kinase qui va engendrer une cascade de phosphorylation qui permet de rendre une enzyme préexistante soit active ou inactive.

✓ **Autres seconds messagers :**

Outre l'AMPc, de nombreuses autres substances sont des seconds messagers connus. Ce sont notamment les ions calcium (Ca^{2+}), la GMPc (guanosine monophosphate cyclique, un nucléotide cyclique similaire à l'AMPc), l'inositol tri-phosphate (IP_3) et le diacylglycérol (DAG).

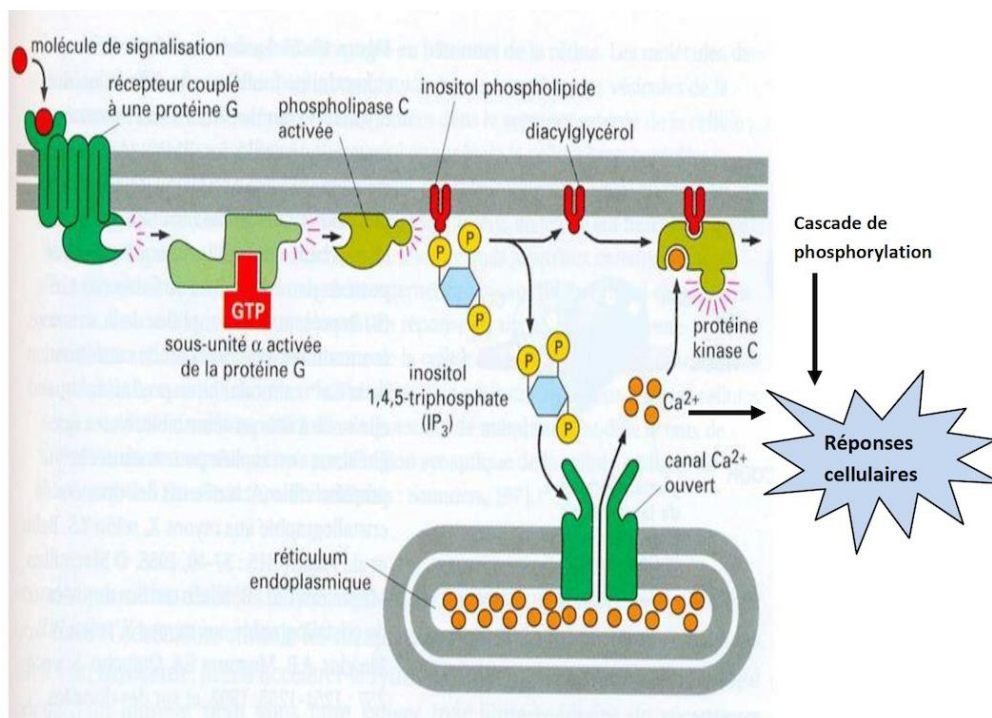


Figure 4 : Activation du calcium, du diacylglycérol et l'inositol tri-phosphate par les hormones hydrosolubles.

Les différentes étapes de l'activation des différents seconds messagers sont les suivantes :

- 1)- La fixation de l'hormone sur son récepteur provoque un changement conformationnel du récepteur ceci permet à la région interne (du récepteur) d'interagir avec la protéine G.
- 2)- La liaison récepteur/protéine G entraîne le remplacement du GDP par du GTP.
- 3)- Une fois activée la protéine G va activée à son tour la phospholipase C qui une fois activée va agir sur les phospholipides membranaires. Cette enzyme va cliver le PiP2 (Phosphatidyl Inositol biPhosphate) en diacyl-glycérol (DAG) et Inositol TriPhosphate (IP3).
- 4)- Sur le réticulum, l'IP3 se fixe sur un récepteur spécifique du réticulum endoplasmique lisse (récepteur canal) et l'ouvre. Ceci va engendrer un flash de libération de calcium dans la cellule activant ainsi la protéine kinase.
- 5)- Le DAG sert aussi de second messenger car, quand il est seul, il peut activer une protéine kinase C qui va induire la phosphorylation d'autres protéines (enzyme) (Donald & Judith, 2005).

II.2. Les glandes endocrines

Le corps contient deux sortes de glandes : exocrines et endocrines. Les glandes exocrines sécrètent leurs produits dans des canaux qui transportent les sécrétions dans les cavités du corps, dans les lumières de différents organes ou à la surface du corps. Elles comprennent les glandes sudoripares (sueur), sébacées (huile), muqueuses et digestives. Les glandes endocrines, en revanche, sécrètent leurs produits (les hormones) dans l'espace extracellulaire qui entoure les cellules sécrétrices, plutôt que dans des canaux. Les sécrétions diffusent ensuite dans des capillaires sanguins et sont transportées par le sang. Les glandes endocrines (figure 5) forment le système endocrinien et comprennent l'hypophyse, la thyroïde, les parathyroïdes, les surrénales, l'épiphyse et le thymus. Quelques organes contiennent également du tissu endocrinien, mais ne sont pas des glandes exclusivement endocrines. Ce sont le pancréas, les ovaires, les testicules, les reins, l'estomac, le foie, l'intestin grêle, la peau, le cœur et le placenta (Tortora & Grabowski ,1994).

II.2.1. Les hormones de l'axe hypothalamo-hypophysaire

a)- L'hypophyse

L'hypophyse est une structure de la taille d'un pois ; son diamètre est d'environ 1,3 cm. Elle possède deux parties distinctes au point de vue anatomique et fonctionnel. Le lobe antérieur de l'hypophyse ou l'adénohypophyse qui contient de nombreuses cellules épithéliales glandulaires et le lobe postérieur de l'hypophyse ou neurohypophyse qui contient les axones et les terminaisons axonales (figure 6).

Le lobe antérieur de l'hypophyse (l'adénohypophyse) : appelé adénohypophyse (adeno: glandulaire) sécrète des hormones qui règlent un grand nombre d'activités corporelles. La libération de ces hormones est stimulée par les hormones de libération ou inhibée par les hormones d'inhibition, produites par l'hypothalamus. Ces hormones hypothalamiques constituent un lien important entre les systèmes nerveux et endocrinien.

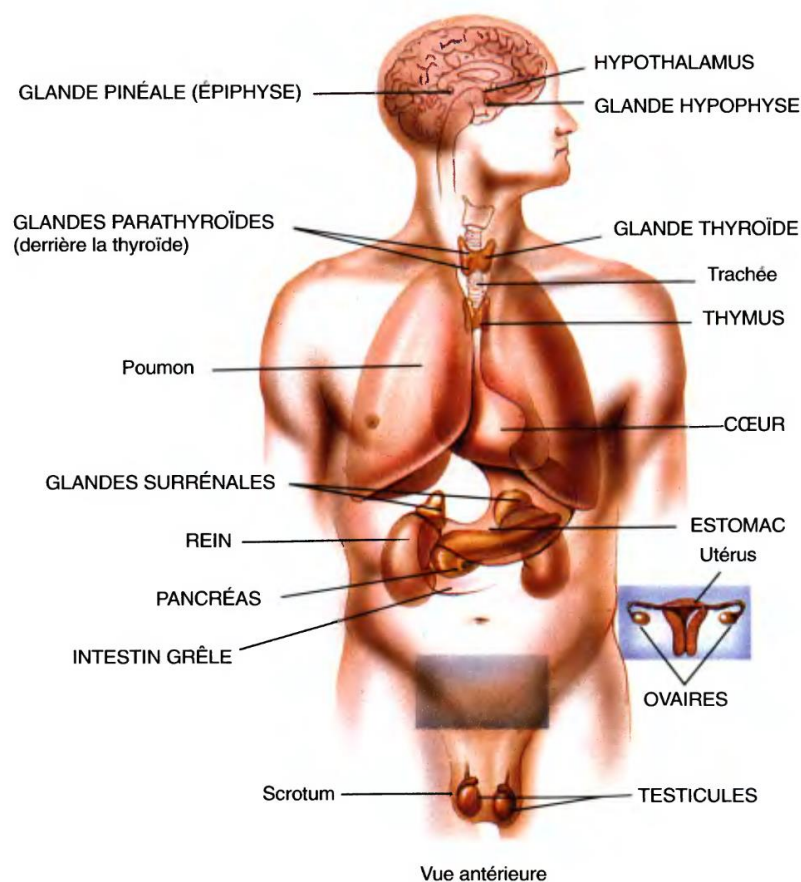


Figure 5 : Emplacement de plusieurs glandes endocrines, d'organes composés de tissu endocrinien et de structures associées.

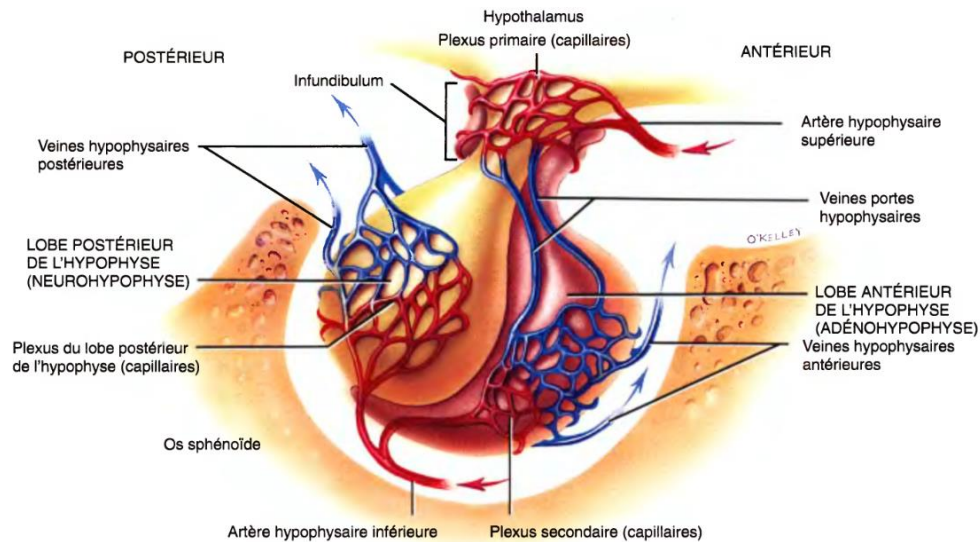


Figure 6 : Adénohypophyse et Neurohypophyse (Tortora & Grabowski ,1994).

Cinq principaux types de cellules du lobe antérieur de l'hypophyse sécrètent les sept importantes hormones suivantes (figure 7).

1. Les cellules somatotropes produisent l'hormone de croissance GH, qui stimule la croissance corporelle générale et règle certains aspects du métabolisme.
2. Les cellules lactotropes synthétisent la prolactine (PRL), qui déclenche la production du lait par les glandes mammaires qui y sont adéquatement préparées.
3. Les cellules corticotropes synthétisent la corticostimuline (ACTH) ou adrénocorticotrophine, qui stimule la cortico-surrénale à sécréter des glucocorticoïdes. Certaines cellules corticotropes, sécrètent aussi la mélanostimuline (MSH), reliée à la pigmentation de la peau.
4. Les cellules thyrotropes produisent la thyrostimuline (TSH) ou thyrotrophine, qui contrôle les sécrétions de la glande thyroïde et d'autres activités.
5. Les cellules gonadotropes produisent deux hormones importantes :
 - a) L'hormone folliculostimulante (FSH) ou folliculostimuline, qui stimule la maturation des ovules et la sécrétion d'œstrogènes par les ovaires, de même que la production des spermatozoïdes dans les testicules ;
 - b) L'hormone lutéinisante (LH) ou lutéostimuline, qui stimule d'autres activités sexuelles et reproductrices (Tortora & Grabowski ,1994).

c)- L'hypothalamus

Pendant de nombreuses années, l'on a qualifié l'hypophyse de glande endocrine «maîtresse», car elle sécrète de nombreuses hormones qui contrôlent d'autres glandes endocrines. L'on sait maintenant que l'hypophyse a elle-même un maître : l'hypothalamus. Cette région restreinte de l'encéphale, sous les deux lobes du thalamus, constitue le principal lien intégrateur entre les systèmes nerveux et endocrinien (figure 8). Elle reçoit de l'information en provenance de nombreuses autres régions de l'encéphale, y compris du système limbique, du cortex cérébral, du thalamus et du système réticulé activateur. Elle reçoit aussi des signaux sensoriels en provenance des organes internes. Les expériences douloureuses, stressantes et émotives causent toutes des changements dans l'activité hypothalamique. L'hypothalamus, à son tour, contrôle le système nerveux autonome en plus de régler la température corporelle, la soif, la faim, le comportement sexuel, de même que les mécanismes de défense tels que la peur et la fureur.

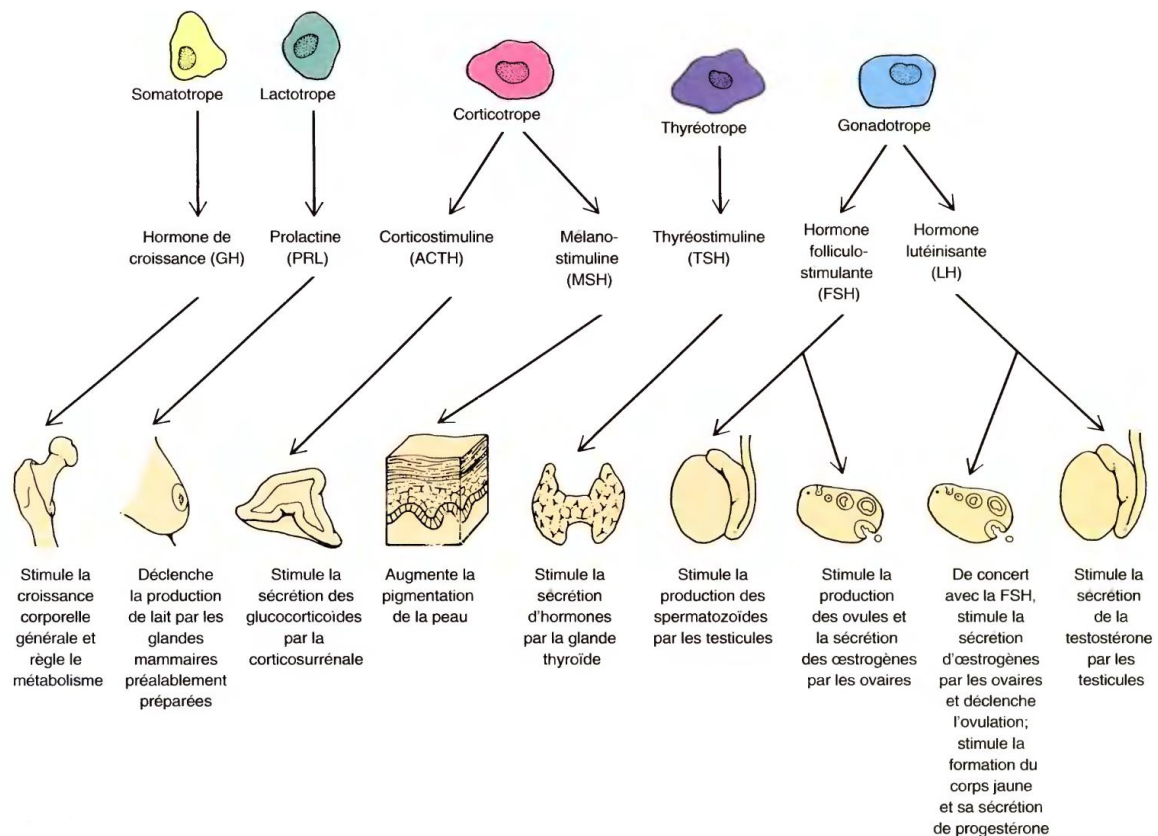


Figure 7 : Les cellules de l'adénohypophyse, les hormones qu'elles sécrètent et les fonctions générales des hormones (Tortora & Grabowski ,1994).

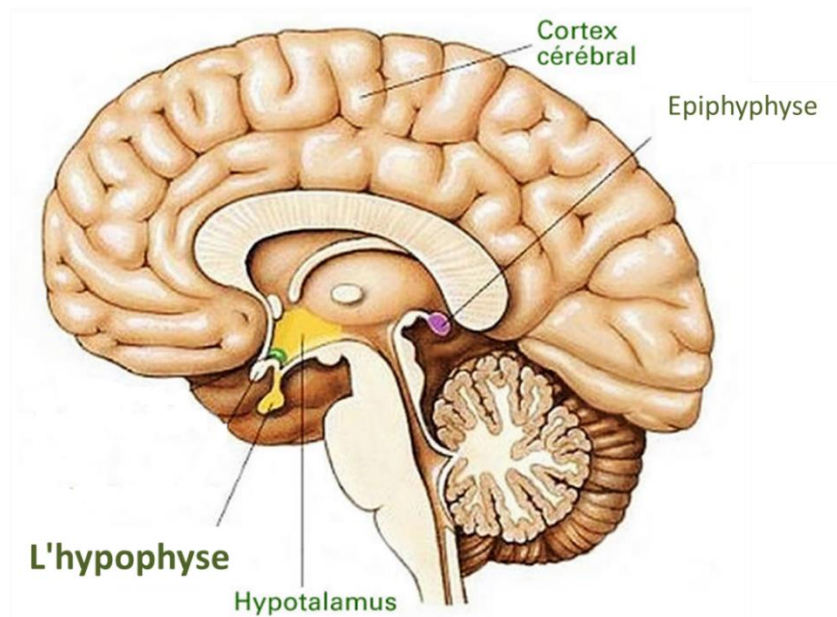


Figure 8 : L'axe hypothalamo-hypophysaire.

En plus d'être un important centre régulateur dans le système nerveux, l'hypothalamus est aussi une glande endocrine cruciale. Les cellules situées dans ces derniers synthétisent au moins neuf sortes d'hormones, et l'hypophyse en sécrète sept. Ensemble, ces deux glandes jouent des rôles importants dans la régulation de presque tout ce qui touche la croissance, le développement, le métabolisme et l'homéostasie.

✓ *L'hypothalamus et l'adénohypophyse*

Les hormones de l'hypothalamus qui agissent sur l'adénohypophyse sont les suivants :

- La corticolibérine (CRH) *corticotrophin releasing hormone* qui stimule la sécrétion de la adrénocorticotrophine (ACTH) et la melanostimuline (MSH).
- La thyrolibérine (TRH) *thyrotrophin releasing hormone* ou hormone de libération de la thyroestimuline qui stimule la sécrétion de la TSH.
- La somatolibérine (GH-RH) *growth hormone releasing hormone* ou hormone de libération de la somathormone qui stimule la sécrétion de l'hormone de croissance (GH).
- La somatostatine (GH-IH) *growth hormone inhibiting hormone* ou hormone inhibant la libération de la somathormone, qui inhibe la sécrétion de l'hormone de croissance (GH).
- Hormone de libération de la prolactine (PRH) *prolactin releasing hormone* responsable de la stimulation de la sécrétion de la prolactine.

- Hormone d'inhibition de la prolactine (PIH) *prolactin inhibiting hormone* connu sous le nom de « dopamine » responsable de l'inhibition de la sécrétion de la prolactine.

- La gonadolibérine (Gn-RH) *gonadotrophin releasing hormone* ou hormone de libération des gonadotrophines qui stimule la sécrétion du FSH (*hormone folliculo-stimulante*) et LH (*hormone lutéinisante*).

✓ *L'hypothalamus et le neurohypophyse*

Le neurohypophyse ne synthétise pas d'hormone, c'est un lieu de stockage de deux neurohormones synthétisées et sécrétées par l'hypothalamus :

-Hormone antidiurétique (ADH) connu sous le nom de la vasopressine. Cette hormone agit sur le rein en favorisant la réabsorption de l'eau, donc s'oppose à son élimination (anti-diurèse).

-Ocytocine : participe au déclenchement de l'accouchement (favorise les contractions utérines) et à la lactation (favorise l'éjection du lait hors des canaux mammaires) (Figure 9).

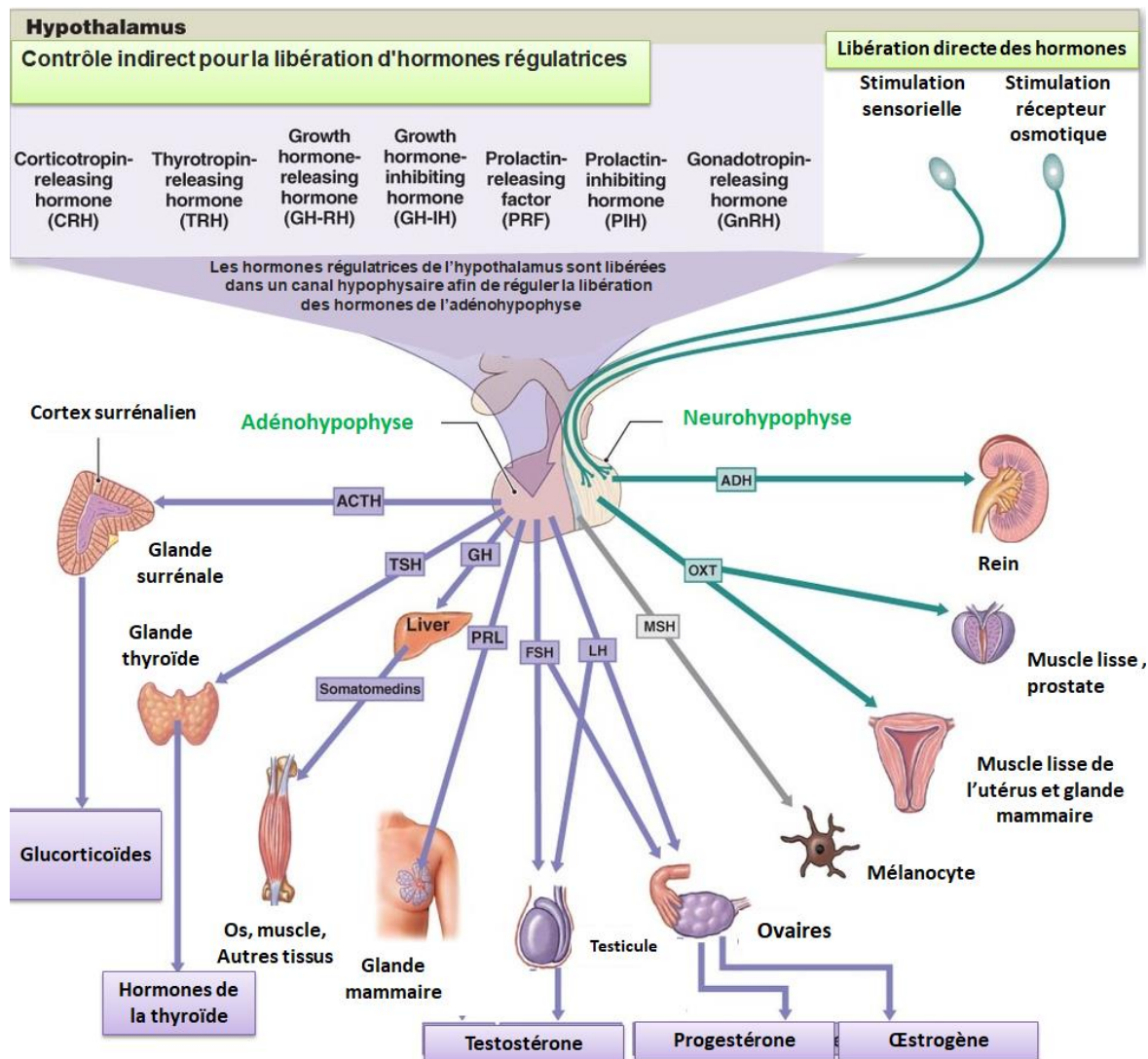


Figure 9 : Les hormones et les glandes reliées à l'axe hypothalamo-hypophysaire
(Martini *et al.*, 2011).

II.2.2 L'hormone de l'épiphyse (ou glande pinéale)

L'épiphyse sécrète une neuro-hormone appelée mélatonine pendant la période nocturne. L'épiphyse reçoit des afférences de neurones reliés aux photorécepteurs de la rétine de l'œil qui lui permet de réagir à la présence ou à l'absence de lumière (« un troisième œil »).

II.2.3. Les hormones thyroïdiennes

Sous l'effet de la TSH les cellules folliculaires fabriquent la thyroxine ou T et la tri-iodothyronine ou T3. Les hormones thyroïdiennes règlent : l'utilisation d'oxygène et le taux du métabolisme basal ; le métabolisme cellulaire ; la croissance et le développement.

La glande thyroïde sécrète aussi deux autres hormones : la calcitonine et la parathormone qui maintiennent l'homéostasie du calcium (Ca^{2+}).

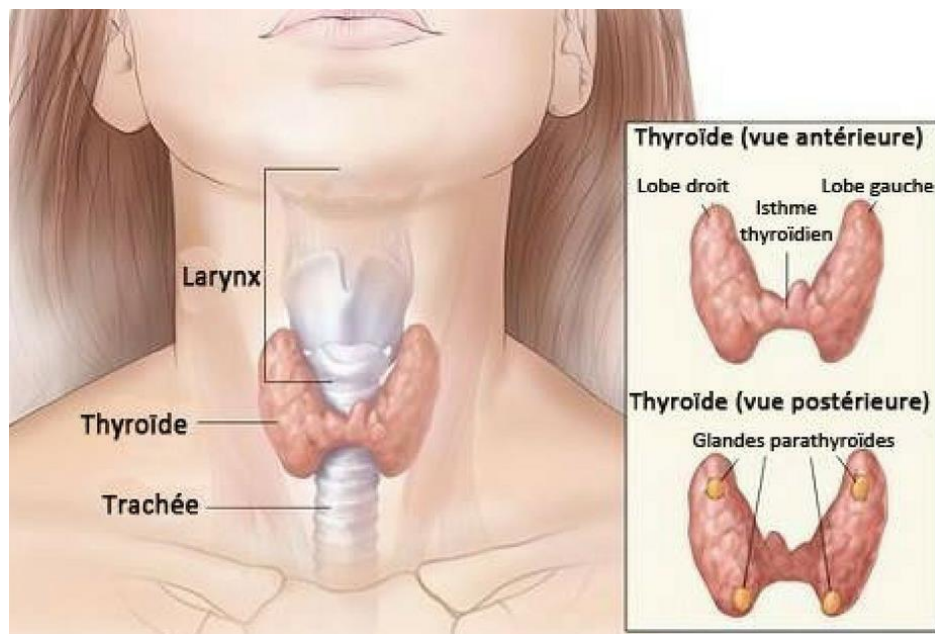


Figure 10 : Localisation, présentation des deux faces de la glande thyroïde et les quatre glandes parathyroïdes.

II.2.4. Les hormones de la glande surrénale

Les deux glandes surrénales, qui se trouvent chacune au-dessus d'un rein sont différenciées en deux régions sur les plans de la structure et de la fonction : la cortico-surrénale externe qui recouvre la médullosurrénale (partie interne).

a)- La corticosurrénale

Trois grandes classes d'hormones sont sécrétées par le cortex surrénalien : les minéralocorticoïdes, les glucocorticoïdes et les gonadocorticoïdes.

- Les minéralocorticoïdes aident à régler l'homéostasie hydro-électrolytique, notamment les concentrations d'ions sodium (Na^+) et potassium (K^+) dont la principale hormone est l'aldostérone.

- Les glucocorticoïdes sont au nombre de trois, le cortisol (hydrocortisone), la corticostérone et la cortisone. Ces hormones, interviennent dans le métabolisme énergétique, glucidique, lipidique et protéique et plus particulièrement lors d'un stress (jeûne, peur, températures extrêmes, haute altitude, hémorragie, infection, intervention chirurgicale et le traumatisme). Elles ont aussi une activité anti-inflammatoire.

-Les gonadocorticoïdes, la corticosurrénale sécrète des gonadocorticoïdes mâles et femelles, les androgènes et les œstrogènes.

b)- La médulosurrénale

Les deux principales hormones synthétisées par la médulosurrénale sont l'adrénaline et la noradrénaline.

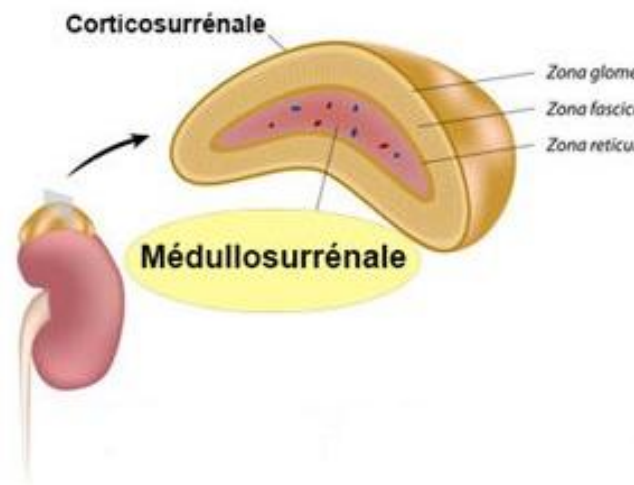


Figure 11 : Localisation et compartiment de la glande surrénale.

II.2.5. Les hormones du pancréas :

Constitué d'îlots pancréatiques ou îlots de Langerhans, quatre types de cellules sécrétrices d'hormones composent ces îlots :

- Les cellules alpha qui sécrètent le glucagon, hormone qui élève le taux de la glycémie ;
- Les cellules bêta qui sécrètent l'insuline, hormone qui abaisse la glycémie ;
- Les cellules delta qui sécrètent l'hormone d'inhibition de l'hormone de croissance (GHIH) ou somatostatine ;
- Les cellules F qui sécrètent le polypeptide pancréatique, qui régularise la libération des enzymes digestives pancréatiques.

II.2.6. Les hormones des gonades

Les ovaires produisent des hormones sexuelles femelles, les œstrogènes et la progestérone. Ces hormones sont responsables du développement et du maintien des caractères sexuels féminins.

L'homme est doté de deux gonades ovales, les testicules, qui produisent la testostérone, le principal androgène (hormone sexuelle mâle). La testostérone règle la production du sperme et stimule le développement et le maintien des caractères sexuels mâles.

II.2.7. Les hormones du thymus

Les hormones sécrétées par le thymus, la thymosine, le facteur humoral thymique, le facteur thymique et la thymopoïétine, favorisent la prolifération et la maturation des lymphocytes T augmentant ainsi la défense immunitaire.

II.2.8. Les hormones des autres tissus endocriniens

-Le foie synthétise la somatomédine (IGF-1) qui est un facteur de croissance l'os. L'IGF stimule la synthèse du collagène et des protéoglycanes ; au niveau du cartilage, elle induit la prolifération des chondrocytes et des fibroblastes.

-Lorsque les reins (et le foie, dans une moindre mesure) deviennent hypoxiques (soumis à de faibles taux d'oxygène), ils libèrent une hormone appelée érythropoïétine, qui stimule la production des globules rouges. Les reins favorisent également la synthèse du calcitriol, la forme hormonale active de la vitamine D.

-Les fibres musculaires cardiaques des oreillettes (cavités supérieures) du cœur élaborent une hormone peptidique appelée facteur natriurétique auriculaire (FNA). Le FNA est sécrété quand les oreillettes sont distendues, comme cela peut arriver lorsque le volume sanguin ou la pression artérielle augmente. En général, le FNA augmente l'excrétion urinaire de sodium et d'eau (natriurèse et diurèse) et dilate les vaisseaux sanguins. Ces trois modifications entraînent une baisse de la pression artérielle.

-Aussi les eicosanoïdes formés à partir de l'acide arachidonique dont les prostaglandines et les leucotriènes agissent comme paracrines ou autocrines dans la plupart des tissus du corps. Pratiquement toutes les cellules de l'organisme à l'exception des globules rouges sécrètent ces hormones locales en réaction à des stimuli chimiques et mécaniques. Elles font surtout fonction de paracrines et d'autocrines efficaces et n'apparaissent dans le sang qu'en quantités infimes (Tortora & Grabowski, 1994).

II.3. Stimulation de la sécrétion des hormones :

La régulation de la sécrétion maintient normalement l'homéostasie et empêche la production excessive ou insuffisante d'une hormone particulière. Les hormones réagissent par rétro-

inhibition, c'est à dire qu'un stimulus externe ou interne déclenche d'abord la sécrétion de l'hormone, puis l'augmentation de sa concentration inhibe sa propre libération tout en agissant sur les cellules-cibles. La sécrétion hormonale par des glandes endocrines est stimulée par divers stimuli :

II.3.1. Stimuli hormonale

L'hormone appelé libérine en provenance de l'hypothalamus stimule la sécrétion d'une hormone de l'hypophyse (une stimuline). L'hormone hypophysaire stimule par la suite la libération d'une autre hormone par une glande endocrine spécifique. Une fois la quantité requise et atteinte, l'hypothalamus et l'hypophyse reconnaissent que l'hormone n'a plus besoin d'être sécrétée. La sécrétion de l'hormone est alors arrêtée par un feed-back.

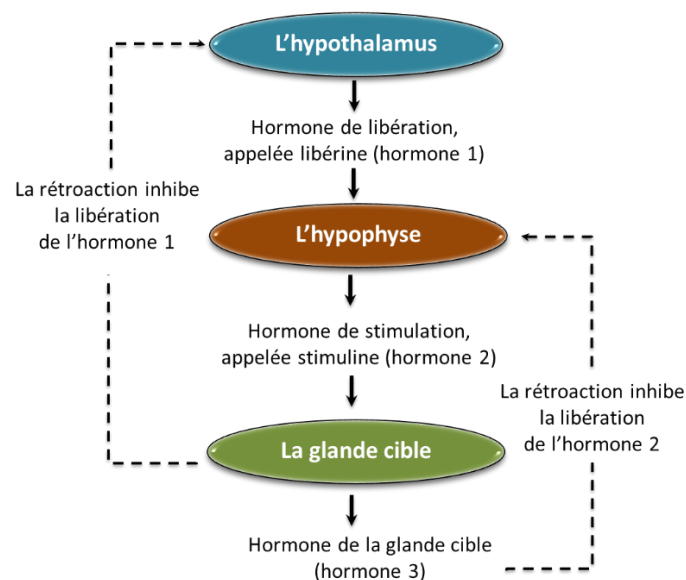


Figure 12 : Régulation de la sécrétion de l'hormone par l'axe hypothalamo-hypophysaire.

II.3.2. Stimuli humoral

La variation de taux d'ions ou de nutriments stimule la glande à sécréter l'hormone : tel que Ca^{2+} envers les parathormones, calcitonine avec la thyroïde, glycémie avec l'insuline issu du pancréas, aldostérone, rein et corticosurrénale.

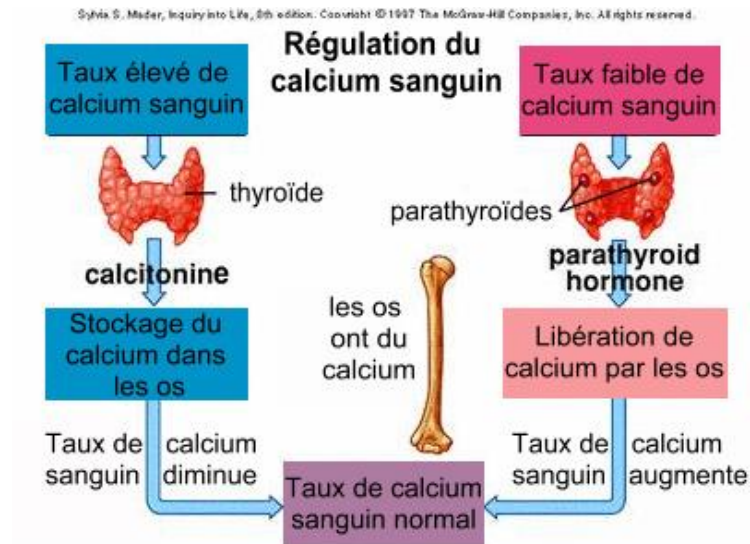


Figure 13 : Régulation de la sécrétion de la parathormone et de la calcitonine par les ions Ca^{2+} dans le sang.

II.3.3. Stimuli nerveux

Le système nerveux sympathique provoque la sécrétion d'adrénaline et la noradrénaline par les surrénales lors d'un stress par un influx nerveux.

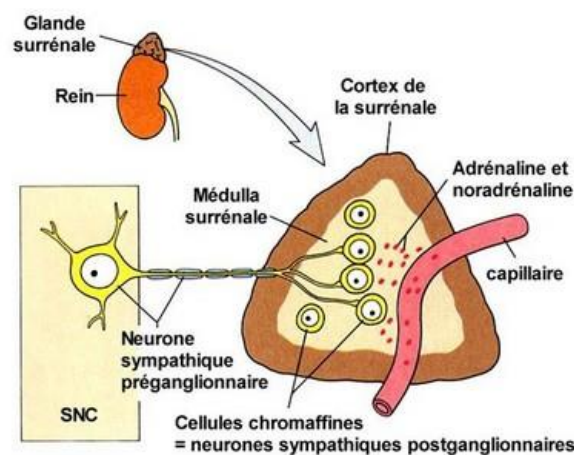


Figure 14 : Sécrétion de l'adrénaline par l'influx nerveux.

II.4. Comparaison des systèmes nerveux et endocrinien

Ensemble, les systèmes nerveux et endocrinien coordonnent les fonctions de tous les systèmes du corps. Le système nerveux règle l'homéostasie par l'intermédiaire d'influx nerveux (potentiels d'action) transmis le long des axones des neurones. Aux terminaisons axonales, les

influx déclenchent la libération de molécules de neurotransmetteur. Il en résulte une excitation ou une inhibition d'autres neurones, de fibres (cellules) musculaires ou de cellules glandulaires. Par contraste, le système endocrinien libère ses molécules messagères, appelées hormones (hormôn : exciter), dans la circulation sanguine. Le sang transporte et distribue alors les hormones à la plupart des cellules du corps.

Le corps ne pourrait maintenir l'homéostasie si les activités de ces deux systèmes s'opposaient. Les systèmes nerveux et endocrinien coordonnent leurs activités comme un système d'engrenage sophistiqué souvent appelé le système neuro-endocrinien. Certaines parties du système nerveux stimulent ou inhibent la libération d'hormones et celles-ci, à leur tour, peuvent stimuler ou inhiber la production d'influx nerveux. De plus, certaines molécules agissent à titre d'hormones ou de neurotransmetteurs selon les endroits. Le système nerveux provoque la contraction des muscles et l'accroissement ou la diminution de la sécrétion des glandes. Le système endocrinien modifie les activités métaboliques, règle aussi bien la croissance que le développement et intervient dans les processus reproducteurs. Il ne sert donc pas seulement à

régler l'activité des muscles lisses et cardiaque ainsi que de certaines glandes, mais il a des répercussions considérables sur presque tous les autres tissus. Les influx nerveux tendent à produire leurs effets dans un délai de quelques millisecondes. Par contre, les hormones peuvent agir en quelques secondes ; d'autres peuvent mettre des heures à provoquer leurs réactions (Tortora & Grabowski ,1994).

Tableau n° 1 : Comparaison des systèmes nerveux et endocrinien dans le contrôle de l'homéostasie

Caractéristiques	Système nerveux	Système endocrinien
Mode de régulation	Neurotransmetteurs	Hormones
Mode de libération/ distribution	Influx nerveux	Sang
Effecteurs	Muscles, glandes	Cellules corporelles variées
Réponses des effecteurs	Contraction, sécrétion	Modification des activités métaboliques ou cellulaires
Temps écoulé avant une réaction	Court (ms)	Long (minutes, heures ou jours)
Durée de la réponse	Courte	Longue