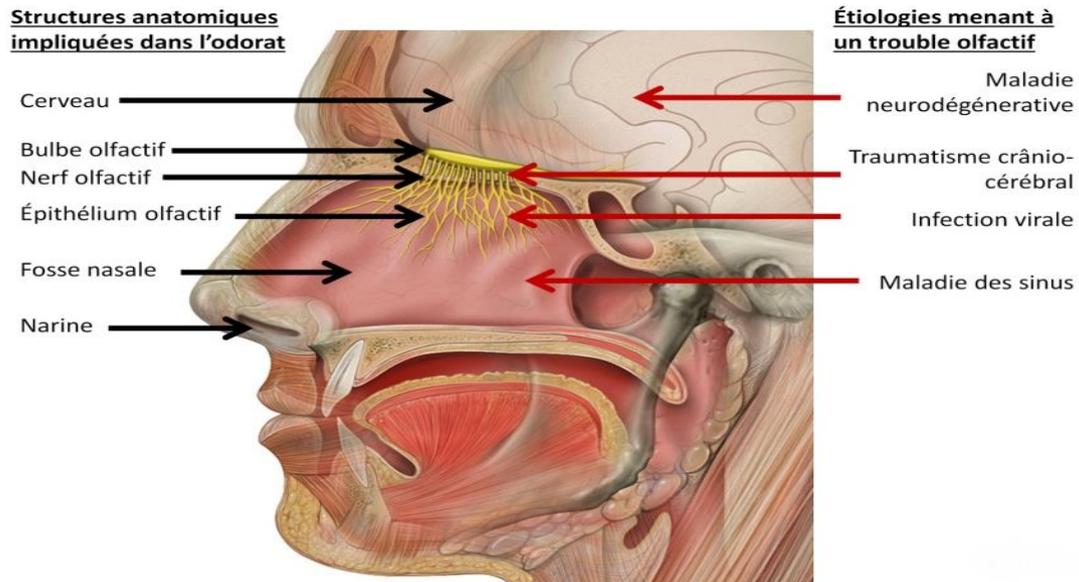


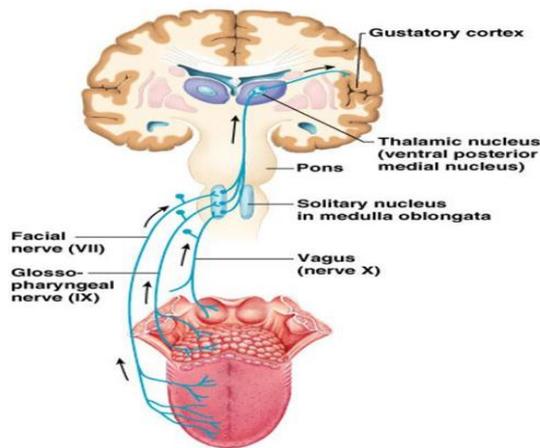
# **COURS DE PSYCHOPHYSIOLOGIE N°7**

De longues microvillosités émergent des extrémités des *cellules gustatives* et des cellules de soutien, passent par *un port gustatif* et apparaissent à la surface de l'épithélium, où elles baignent dans la salive. **Les cellules gustatives**, sont entourées de dendrites sensibles entremêlées qui représentent le segment initial de la voie gustative menant au cerveau (plus précisément à la région de l'aire somesthésique correspondant à la langue). Elles sont parmi les plus dynamiques de l'organisme. Elles se renouvellent tous les 7 à 10 jours, grâce à la division des *cellules basales*. Pour provoquer une sensation gustative, une substance chimique doit se dissoudre dans la salive, diffuser dans le port gustatif et entrer en contact avec les microvillosités des cellules gustatives. (MARIEB, E.N.1999 : 496-536).



**8.2.1- La voie gustative :** Les neurofibres afférentes qui acheminent les messages gustatifs provenant de la langue se trouvent en majorité dans deux paires de nerfs crâniens. Le *nerf facial* (VII) transmet les influx provenant des récepteurs gustatifs situés dans les deux tiers antérieurs de la langue, tandis que le *nerf glosso-pharyngien* (IX) en dessert le tiers postérieur. Les influx gustatifs provenant des rares bourgeons du goût situés dans l'épiglotte et dans le pharynx empruntent principalement le *nerf vague* (X). Les neurofibres afférentes font synapse dans *le noyau solitaire* du bulbe rachidien ; de là, les influx sont transmis au thalamus et, finalement, à l'aire gustative située dans la partie inférieure (région de la langue) de l'homoncule somesthésique des lobes pariétaux. En traversant le noyau solitaire, les influx gustatifs déclenchent des réflexes autonomes (par l'intermédiaire de synapses de synapses formées avec certains noyaux parasymphatiques des nerfs glosso-pharyngien et vague) qui accroissent la sécrétion de la salive dans la bouche et de suc gastrique dans l'estomac. La salive contient un mucus qui humecte les aliments et une enzyme digestive qui commence à digérer l'amidon. Les aliments acides sont d'exceptionnels déclencheurs du réflexe salivaire.

En fait le goût relève à 80% de l'odorat. La bouche contient aussi des thermorécepteurs des mécanorécepteurs et des nocicepteurs ; de ce fait, la température et la texture des aliments ajoutent ou nuisent à leur saveur. L'odorat comme le goût, permet de reconnaître les substances chimiques en solution. L'organe de *l'odorat est l'épithélium de la région olfactive*. Il contient des millions de *cellules olfactives*, qui jouent le rôle de récepteurs. Ces neurones en forme de quilles sont entourés et protégés par des *cellules de soutien* allongées, qui composent l'essentiel de la fine muqueuse. Les cellules de soutien contiennent un pigment jaune brun semblable à la lipofuscine, qui donne à l'épithélium olfactif sa teinte jaunâtre.



## Voies gustatives

Figure 15.2

Les « courtes » *cellules basales* constituent la base de l'épithélium. Les cellules olfactives sont des neurones bipolaires particuliers : elles sont toutes pourvues d'une fine dendrite apicale terminée par un renflement portant quelques longs cils appelés *cils olfactifs*. Ces cils sont repliés sur l'épithélium nasal et recouverts d'une couche de mucus clair continuellement secrété par les cellules de soutien et par les glandes à mucus du tissu conjonctif sous-jacent. Les cils olfactifs sont essentiellement immobiles. Les minces axones myélinisés des cellules olfactives sont rassemblés en petit faisceaux, les filets du *nerf olfactif* (nerf crânien I). Les neurofibres de ces filets montrent à travers les orifices de la lame criblée de l'ethmoïde, et elles font synapse dans le bulbe olfactif sus-jacent. *Les cellules olfactives sont les seules cellules nerveuses à se renouveler tout au long de l'âge adulte*. Elles vivent environ 60 jours, après quoi elles sont remplacées par l'indifférenciation des cellules basales de l'épithélium de la région olfactive. L'odorat de l'être humain peut distinguer quelque 10.000 substances chimiques, mais la recherche tend à démontrer que les cellules olfactives sont stimulées par diverses combinaisons *d'odeurs primaires*.

Le nombre des odeurs primaires est de sept (florale, musquée, camphrée, mentholée, éthérée, âcre « piquante » et putride). L'être humain réagit à 30 classes d'odeurs pures. Or, les recherches les plus récentes laissent croire qu'il existe au moins 1000 « gènes de l'odorat », qui codent pour des protéines réceptrices spécifiques (situées sur la membrane plasmique des cellules olfactives) et chacune des protéines réagit à un petit groupe de molécules de substances odorantes. Pour être odorante, une substance chimique doit être volatile, c'est-à-dire qu'elle doit entrer à l'état gazeux dans la cavité nasale. De plus, elle doit être hydrosoluble pour se dissoudre dans le mucus. (MARIEB, E.N.1999 : 496-536).

**8.2.2- La voie visuelle :** Soixante-dix pour cent (70%) des récepteurs sensoriels de l'organisme sont situés dans les yeux. Les photorécepteurs captent et encodent, les motifs formés par la lumière dans notre environnement. Le cerveau assigne un sens aux influx nerveux qui lui arrivent des yeux et élabore les images du monde qui nous entoure. **L'œil** adulte est une sphère d'un diamètre d'environ 2,5 cm. Seul le sixième antérieur de la surface de l'œil est visible ; le reste est entouré et protégé par un coussin de graisse et par les parois osseuses de l'orbite. **L'œil** comprend des structures annexes : le sourcil, les paupières, la conjonctive, l'appareil lacrymal et les muscles extrinsèques.

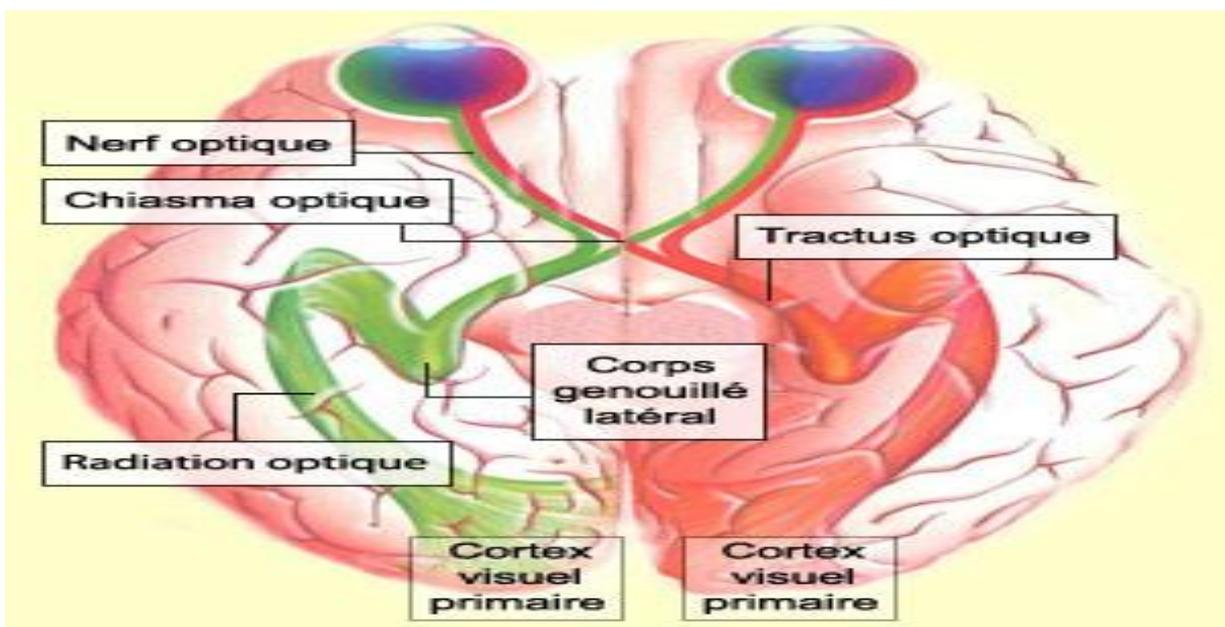
- ✓ **Le sourcil** protège l'œil de la lumière et des gouttes de sueurs coulant le front.
- ✓ **Les paupières** protègent et lubrifient l'œil par leurs clignements réflexes. Les paupières recouvrent le muscle orbiculaire de l'œil, le muscle releveur de la paupière supérieure, des glandes sébacées modifiées et des glandes sudoripares.
- ✓ **La conjonctive** est une muqueuse qui tapisse les paupières et recouvre la face antérieure du globe oculaire. Son mucus lubrifie la surface du globe oculaire.
- ✓ **L'appareil lacrymal** est composé de la glande lacrymale (qui produit une solution saline contenant du mucus, du lysozyme et des anticorps), des canalicules lacrymaux, du sac lacrymal et du conduit lacrymo-nasal.
- ✓ **Les muscles extrinsèques** de l'œil (muscle droit supérieur, inférieur, latéral et médial de l'œil et muscles oblique supérieur et oblique inférieur de l'œil) meuvent le globe oculaire.

La lumière est composée des longueurs d'ondes du spectre électromagnétique qui stimulent les **photorécepteurs**. Elle dévie quand elle passe d'un milieu transparent à un second milieu transparent de densité différente ou quand elle frappe une surface courbe. Les lentilles concaves font diverger les rayons de lumière, tandis que les lentilles convexes les font converger en un point appelé foyer. En traversant l'œil, la lumière est déviée par la cornée et le cristallin et focalisée sur la rétine. La cornée produit l'essentiel de la réfraction, mais le cristallin focalise activement la lumière en fonction de la distance la séparant de l'œil. La convergence pour la vision rapprochée fait intervenir l'accommodation, la contraction de la pupille et la convergence des globes oculaires. Ces trois réflexes sont régis par les neurofibres parasympathiques du nerf crânien III.

Les défauts de réfraction sont la myopie, l'hypermétropie et l'astigmatisme. Les bâtonnets réagissent à la lumière et permettent la vision nocturne et la vision périphérique. Les cônes réagissent à la lumière intense et permettent la vision des couleurs et des détails. Toutes les images que l'on regarde attentivement se focalisent sur la fossette centrale. Les changements que la lumière provoque dans le rétinale entraînent l'hyperpolarisation des bâtonnets. Les photorécepteurs et les cellules bipolaires n'engendrent que des potentiels récepteurs ; ce sont les cellules ganglionnaires qui produisent les potentiels d'action. Chaque type de cône réagit plus particulièrement à une couleur de la lumière, le rouge, le bleu ou le vert.

Du point de vue chimique, le fonctionnement des cônes est semblable à celui des bâtonnets. Pendant l'adaptation à la lumière, les pigments photosensibles sont décolorés et les bâtonnets sont inactivés ; puis, à mesure que les cônes réagissent à la lumière intense, l'acuité de la vision augmente. Pendant l'adaptation à l'obscurité, les cônes cessent de fonctionner et l'acuité visuelle diminue. La voie visuelle commence avec les neurofibres du nerf optique (les axones des cellules ganglionnaires), dans la rétine. Au niveau du chiasma optique, les neurofibres issues de la moitié interne de chaque rétine croisent la ligne médiane, forment les tractus optiques et continuent jusqu'au thalamus. Les neurones thalamiques se projettent jusqu'aux aires visuelles du cortex occipital en passant par la radiation optique. Les neurofibres s'étendent aussi de la rétine aux noyaux prétectaux du mésencéphale, aux tubercules quadrijumeaux supérieurs et au noyau suprachiasmatique de l'hypothalamus.

La vision binoculaire consiste en la formation d'images légèrement dissemblables sur les deux rétines. Les aires visuelles fusionnent ces images et produisent la vision stéréoscopique. Le traitement cortical fait intervenir les neurones corticaux simples, qui reçoivent des influx des cellules ganglionnaires de la rétine, et les neurones corticaux complexes, qui reçoivent des influx de quelques neurones corticaux simples. (MARIEB, E.N.1999 : 496-536). (Voir Schéma).

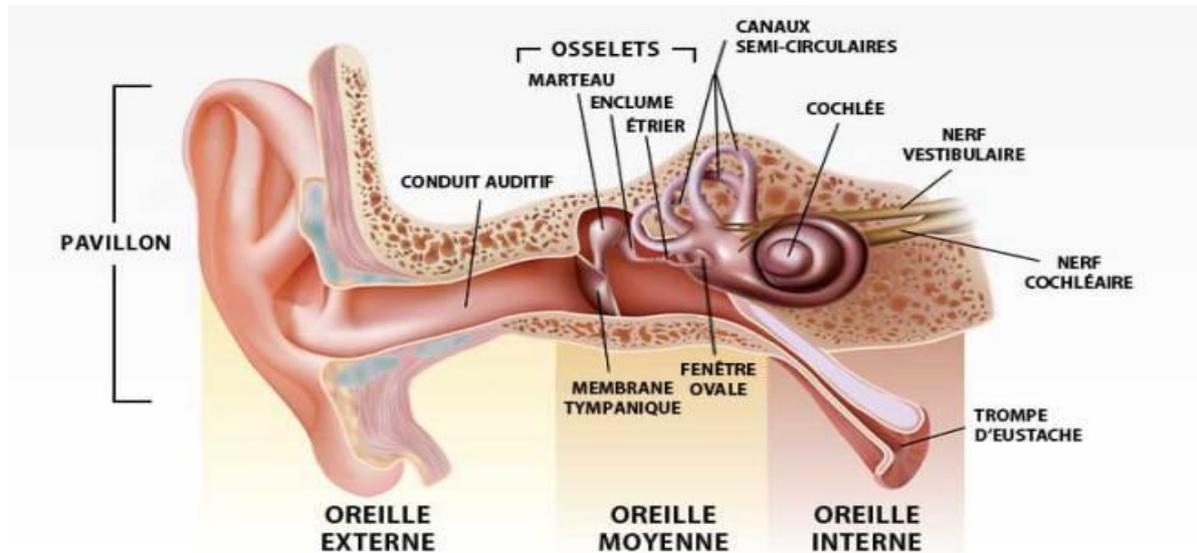


**8.2.3 – La voie auditive :** L'oreille externe est composée du pavillon et du conduit auditif externe. La membrane du tympan, ou tympan, constitue la limite entre l'oreille externe et l'oreille moyenne et transmet les ondes sonores à cette dernière. L'oreille moyenne est une petite cavité creusée dans l'os temporal ; elle est reliée au nasopharynx par la trompe auditive. Les osselets de l'ouïe sont logés dans l'oreille moyenne et transmettent les vibrations sonores du tympan à la fenêtre du vestibule. L'oreille interne est composée du labyrinthe osseux, dans lequel le labyrinthe membraneux est suspendu. Les cavités du labyrinthe osseux contiennent la périlymphe ; les conduits et les vésicules du labyrinthe membraneux contiennent l'endolymphe. Le vestibule contient le saccule et l'utricule. Les canaux semi-circulaires osseux sont situés à l'arrière du vestibule et ils sont orientés dans les trois plans de l'espace. Ils contiennent les conduits semi-circulaires membraneux. La cochlée abrite le conduit cochléaire, qui contient l'organe spiral (le récepteur de l'audition).

Dans le conduit cochléaire, les cellules ciliées (réceptrices) reposent sur la membrane basilaire, et leurs cils pénètrent dans la membrana tectoria du conduit cochléaire, de texture gélatineuse. Le son naît d'un objet vibrant et se propage sous forme d'ondes où alternent des zones de compression et des zones de raréfactions. La longueur d'onde d'un son est la distance entre deux crêtes de l'onde sinusoïdale. Plus la longueur d'onde est courte, plus la fréquence (mesurée en Hertz) est élevée. La fréquence correspond à la hauteur du son. L'amplitude d'un son est la hauteur des pics de l'onde sinusoïdale, et elle détermine l'intensité. L'intensité sonore se mesure en décibels et correspond à la force du son. En traversant le conduit auditif externe, le son transmet ses vibrations au tympan. Les osselets amplifient les vibrations et communiquent à la fenêtre du vestibule. Les ondes de pression qui se propagent dans les liquides cochléaires produisent la résonance de certaines fibres de la membrane basilaire.

Aux endroits où les vibrations de la membrane atteignent un maximum, les cellules « ciliées » de l'organe spiral sont excitées. Les sons de haute fréquence excitent les cellules ciliées situées près de la fenêtre du vestibule ; les sons de basse fréquence excitent les cellules ciliées situées près du sommet. Les influx produits dans le nerf cochléaire passent par les noyaux cochléaires du bulbe rachidien et par plusieurs noyaux du tronc cérébral avant d'atteindre les aires auditives du cortex. Chaque aire auditive reçoit des influx des deux oreilles. Le traitement auditif est analytique, c'est-à-dire que chaque son est perçu indépendamment. La perception de la hauteur est reliée à la situation des cellules ciliées excitées sur la membrane basilaire. La perception de l'intensité porte à penser que le nombre de cellules ciliées activées augmente à mesure que le son s'intensifie. Les différences d'intensité et l'écart temporel entre les sons parvenant à chaque oreille permettent la localisation du son. **La surdité de transmission** résulte d'entraves à la propagation des vibrations sonores dans les liquides de l'oreille interne. **La surdité de perception** est due à des lésions des structures nerveuses.

**L'acouphène** est un signe annonciateur de la surdité de perception ; il peut aussi constituer un effet indésirable de certains médicaments. **Le syndrome de Ménière** est un trouble du labyrinthe membraneux. Il se manifeste par des acouphènes, la surdité et des vertiges. **Les récepteurs de l'équilibre**, situés dans l'oreille interne, forment l'appareil vestibulaire. **Les récepteurs de l'équilibre dynamique** sont les crêtes ampullaires situées dans l'ampoule de chaque conduit semi-circulaire. Les influx provenant de l'appareil vestibulaire se propagent dans les neurofibres du nerf vestibulaire jusqu'au cervelet et aux noyaux vestibulaires du tronc cérébral. Ces centres activent les muscles qui concourent au maintien de l'équilibre et permettent aux yeux de fixer un objet. (MARIEB, E.N.1999 : 496-536). (Voir Schéma).

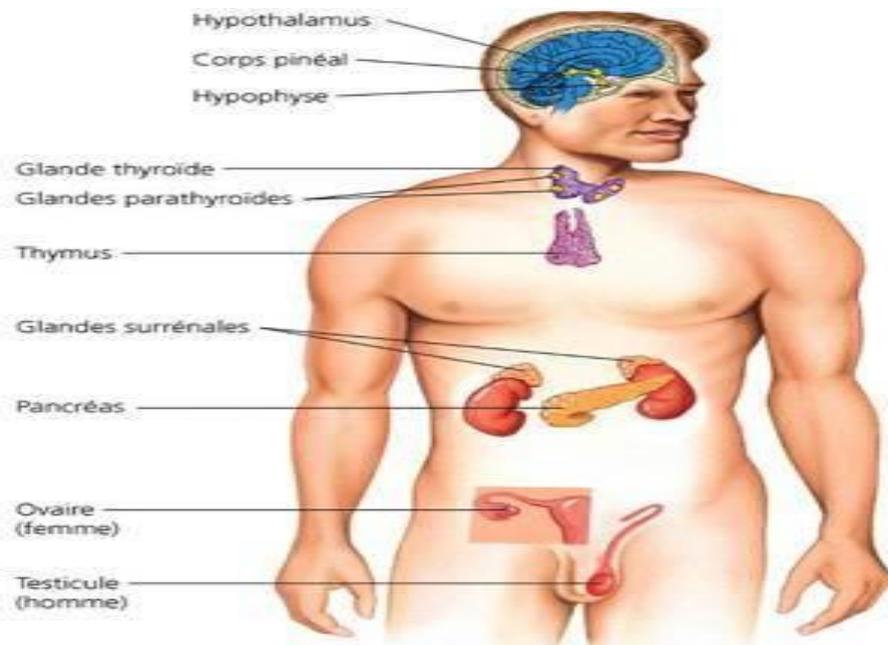


## 9.- LE SYSTEME ENDOCRINIEN ET LES HORMONES :

Le système nerveux et le système endocrinien sont les principaux systèmes de régulation de l'organisme. Le système nerveux agit rapidement et brièvement par l'intermédiaire d'influx nerveux ; le système endocrinien agit lentement et durablement par l'intermédiaire des hormones. La plupart des hormones sont des hormones stéroïdes ou des hormones dérivées d'acides aminés. La sensibilité d'une cellule cible à une hormone repose sur la présence, sur la membrane plasmique ou à l'intérieur de la cellule, de récepteurs auxquels l'hormone peut se lier. Les récepteurs des hormones sont des structures dynamiques. Leur nombre et leur sensibilité peuvent varier selon que les taux d'hormones stimulantes sont faibles ou élevés. Les glandes endocrines sont richement vascularisées et déversent des hormones directement dans le sang ou dans la lymphe.

Elles sont de petites dimensions et disséminées dans l'organisme. Les principales glandes endocrines sont **l'hypophyse, la thyroïde, les parathyroïdes, les surrénales, le corps pinéal; le thymus, le pancréas et les gonades** sont des organes ayant une fonction endocrinienne. L'hypothalamus est un organe neuroendocrinien. Plusieurs autres organes contiennent des amas isolés de cellules hormonopoiétiques, notamment l'estomac, l'intestin grêle, les reins et le cœur. De nombreux processus physiologiques sont régis par des hormones : la reproduction, la croissance et le développement, la mobilisation des moyens de défense contre les facteurs de stress, l'équilibre des électrolytes, des liquides et des nutriments ainsi que la régulation du métabolisme cellulaire. Concernant les mécanismes de l'action hormonale : les hormones agissent sur les cellules en stimulant ou en inhibant leurs processus caractéristiques.

Les hormones stéroïdes (et la thyroxine) pénètrent dans les cellules cibles, activent **l'ADN**, provoquent la formation d'**ARN**<sup>1</sup> messenger et entraînent ainsi la synthèse de protéines. Les concentrations sanguines des hormones reposent sur un équilibre entre la sécrétion d'une part et la dégradation et l'excrétion d'autre part. Les hormones sont dégradées principalement par le foie et les reins ; le produit de la dégradation est excrété dans l'urine et les matières fécales. La demi-vie et la durée de l'activité des hormones sont limitées et varient d'une hormone à une autre. La libération des hormones est déclenchée par des stimuli hormonaux et nerveux. La rétro-inhibition est un important mécanisme de régulation des concentrations sanguines des hormones. Le système nerveux, par l'intermédiaire de mécanismes hypothalamiques, peut dans certains cas prendre le pas sur les effets hormonaux ou les moduler.



<sup>1</sup> L'ARN est une molécule composée de ribonucléotides (Adénine-cytosine-guanine-uracile) reliés par des liaisons nucléotidiques. Les ARN sont issus de la transcription de l'ADN grâce à une enzyme appelée : ARN polymérase.

## 9.1 – LES GLANDES ENDOCRINES :

**9.1.1- L'hypophyse :** Il s'attache à la base de l'encéphale par une tige et elle est entourée d'os. Elle comprend une portion glandulaire (lobe antérieur ou adénohypophyse), qui produit des hormones, et une portion neurale (lobe postérieur ou neurohypophyse), qui constitue un prolongement de l'hypothalamus. L'hypothalamus régit la sécrétion hormonale de l'adénohypophyse par l'intermédiaire d'hormones de libération et d'inhibition; d'autre part, il synthétise deux hormones qui sont emmagasinées puis libérées par la neurohypophyse. Quatre des six hormones adénohypophysaires sont des stimulines qui régissent le fonctionnement d'autres glandes endocrines. La plupart des hormones adénohypophysaires sont libérés suivant un rythme diurne subordonné à des stimuli qui agissent sur l'hypothalamus. L'hormone de croissance (**GH**) est une hormone anabolisante qui stimule la croissance de tous les tissus, et particulièrement des muscles squelettiques et des os.

Elle peut agir directement ou par l'intermédiaire des somatomédines élaborées par le foie. Elle mobilise les acides gras, stimule la synthèse des protéines et inhibe l'absorption du glucose et son métabolisme. Sa sécrétion est régie par la somatocrine (**GH-RH**) et la somatostatine (**GH-IH**). L'hypersécrétion de GH cause le gigantisme chez l'enfant et l'acromégalie chez l'adulte ; l'hyposécrétion chez l'enfant provoque le nanisme hypophysaire. La thyrotrophine (**TSH**) favorise le développement normal et l'activité de la glande thyroïde. Sa libération est stimulée par la thyrolibérine (**TRH**) et inhibée par la rétro-inhibition des hormones thyroïdiennes. (**Voir Tableau**).

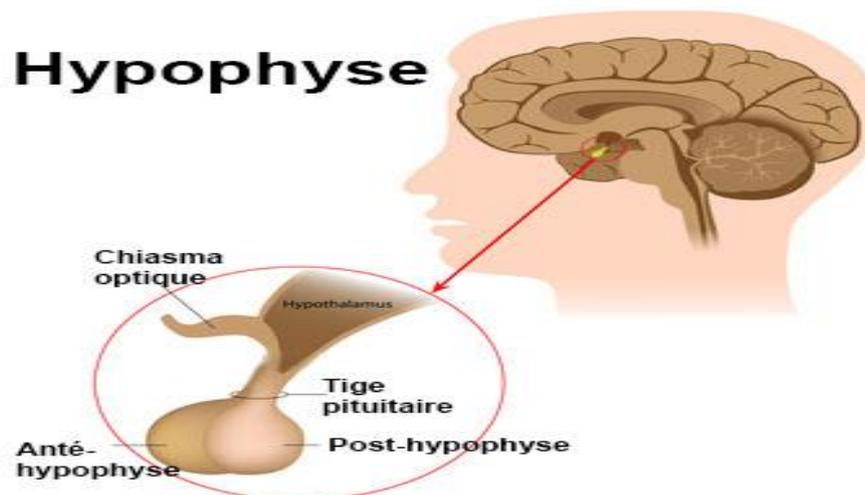
### Hormones d'adénohypophyse

Hormone	Organes cibles	Effets
Hormone de croissance (GH)	Foie, muscles, os	Croissance
Adrénocorticotrophine (ACTH)	Surrénales	Stimule la libération de cortisol pendant le stress
Thyréostimuline (TSH)	Thyroïdes	Stimule la libération des hormone thyroïdiennes
Prolactine	Glandes mammaires	Stimule la lactation
Hormone lutéinisante (LH)	Ovaires, testicules	Stimule l'ovulation; stimule la libération de testostérone dans les males
Hormone folliculostimulante (FSH)	Ovaires, testicules	Stimule le développement de follicule ovarienne; stimule la spermatogénèse

La corticotrophine (**ACTH**) stimule la libération des corticostéroïdes par la corticosurrénale. Sa libération est stimulée par la corticolibérine (**CRF**) et inhibée (rétro-inhibition) par l'élévation des concentrations de glucocorticoïdes. Les gonadotrophines, l'hormone folliculostimulante (**FSH**) et l'hormone lutéinisante (**LH**) régissent le fonctionnement des gonades chez les deux sexes. L'hormone folliculostimulante stimule la production de cellules sexuelles ; l'hormone lutéinisante stimule la production d'hormones gonadiques. Les taux de gonadotrophines s'élèvent en réaction à la libération de gonadolibérine (**LH-RH**). La rétro-inhibition des hormones gonadiques inhibe la libération des gonadotrophines.

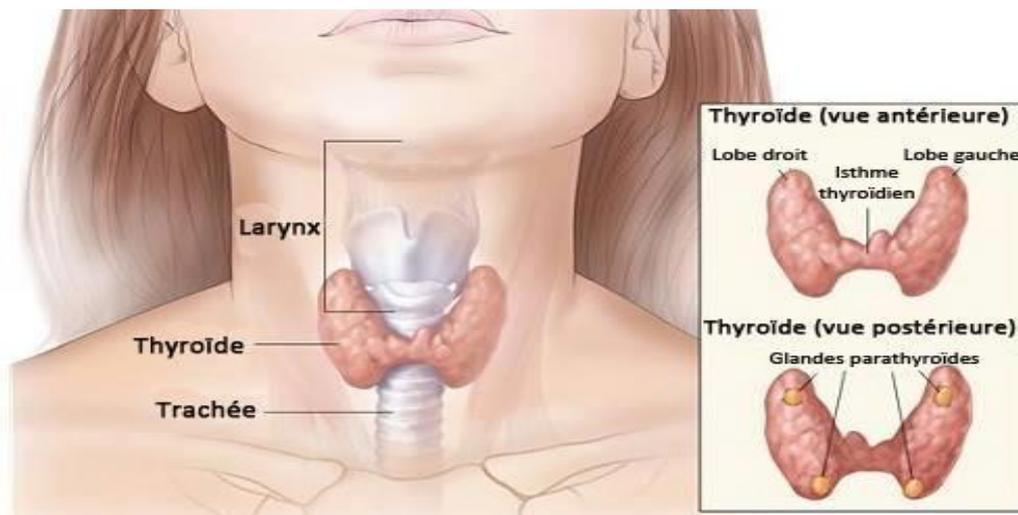
La prolactine (**PRL**) stimule la lactation. Sa sécrétion est provoquée par le facteur déclenchant la sécrétion de prolactine (**PRF**) et inhibée par le facteur inhibant la sécrétion de prolactine (**PIF**). La neurohypophyse emmagasine et libère deux hormones hypothalamiques, l'ocytocine et l'hormone antidiurétique (**ADH**).

L'ocytocine stimule le muscle lisse de l'utérus (au cours du travail et de l'accouchement) et les cellules myoépithéliales des glandes mammaires (lactation). Sa libération est induite de manière réflexe par l'hypothalamus et obéit à une rétroactivation. L'hormone antidiurétique (**ADH**) stimule la réabsorption de l'eau par les tubules rénaux ; le volume sanguin et la pression artérielle s'élèvent à mesure que diminue la diurèse. La libération d'**ADH** est déclenchée par de fortes concentrations sanguines de solutés et inhibée par la situation inverse. L'hyposécrétion d'hormone antidiurétique cause le diabète insipide. (**MARIEB, E.N.1999 : 540-569**).



**9.1.2- La glande thyroïde :** La glande thyroïde est située dans la partie antérieure de la gorge. Les follicules thyroïdiens renferment la thyroglobuline, un colloïde dont les hormones thyroïdiennes sont dérivées. Les hormones thyroïdiennes (**TH**) sont la thyroxine (**T4**) et la triiodothyronine (**T3**). Ces hormones accélèrent le métabolisme cellulaire et par le fait même, favorisent la consommation d'oxygène et la production de chaleur. Pour que les hormones thyroïdiennes soient sécrétées, sous l'effet de la thyrotrophine (**TSH**), les cellules folliculaires doivent absorber la thyroglobuline et les hormones doivent s'en détacher.

L'augmentation des taux d'hormones thyroïdiennes exerce une rétro-inhibition qui inhibe l'hypophyse et l'hypothalamus. La majeure partie de la thyroxine est convertie en triiodothyronine (plus active) dans les tissus cibles. Ces hormones semblent s'attacher à de nombreux récepteurs et agir par l'intermédiaire de plusieurs mécanismes. L'hypersécrétion des hormones thyroïdiennes cause principalement la maladie de Graves ; l'hyposécrétion provoque le crétinisme chez l'enfant et le myxœdème chez l'adulte. La calcitonine (**thyrocalcitonine**), produite par les cellules parafolliculaires de la glande thyroïde en réaction à l'augmentation du taux sanguin de calcium, abaisse celui-ci en inhibant la résorption de la matrice osseuse et en favorisant le dépôt du calcium dans les os.

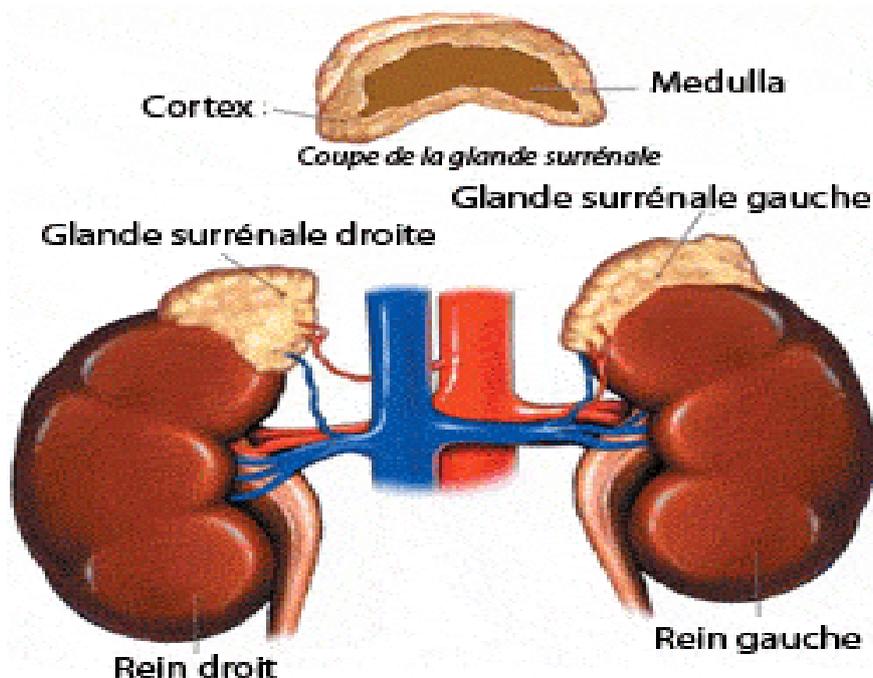


**9.1.3- Glandes parathyroïdes :** Elles sont situées sur la face postérieure de la glande thyroïde. Elles sécrètent la parathormone (**PTH**), qui élève le taux sanguin de calcium en se fixant dans les os, les intestins et les reins. La parathormone est l'antagoniste de la calcitonine. La libération de la parathormone est stimulée par la diminution du taux sanguin de calcium et inhibée par la situation inverse. **L'hyperparathyroïdie** cause de l'hypercalcémie et une perte osseuse très importante. **L'hypoparathyroïdie** provoque l'hypocalcémie, qui se traduit par la tétanie et la paralysie respiratoire.

#### 9.1.4- Glandes surrénales :

Les deux glandes surrénales sont situées au sommet des reins. Chacune comprend une portion fonctionnelle, soit une portion corticale (la corticosurrénale) et une portion médullaire (la médullosurrénale). La corticosurrénale élabore trois groupes d'hormones stéroïdes à partir du cholestérol. Les minéralocorticoïdes (principalement l'aldostérone) régissent la réabsorption des ions sodium par les reins et, indirectement, les concentrations d'autres électrolytes et d'eau associées au transport du sodium. La libération de l'aldostérone est stimulée par le système rénine angiotensine, l'augmentation du taux sanguin d'ions potassium, la diminution du taux sanguin d'ions sodium et par l'ACTH, le facteur natriurétique auriculaire inhibe la libération de l'aldostérone. Les glucocorticoïdes (principalement le cortisol) sont d'importantes hormones métaboliques qui aident l'organisme à résister aux facteurs de stress en élevant la pression artérielle ainsi que les taux sanguin de glucose, d'acides gras et d'acides aminés. De fortes concentrations de glucocorticoïdes affaiblissent le système immunitaire et la réaction inflammatoire. L'ACTH est le principal stimulus de la libération des glucocorticoïdes. Les **gonadocorticoïdes** (principalement les **androgènes**) sont produits en petites quantités tout au long de la vie. L'hyposécrétion des hormones corticosurrénales cause la maladie d'Addison. L'hypersécrétion provoque l'hyperaldo-stéronisme, la maladie de Cushing et la virilisation. Stimulée par des neurofibres sympathiques, la médullosurrénale libère les catécholamines (l'adrénaline et la noradrénaline).

Ces hormones intensifient et prolongent la réaction de lutte ou de fuite vis-à-vis de facteurs de stress passagers. L'hypersécrétion cause les symptômes caractéristiques de l'hyperactivité sympathique. (MARIEB, E.N.1999 : 540-569).(Voir Schéma)



**9.1.5- Le pancréas :** Il est situé près de l'estomac, est à la fois une glande endocrine et une glande exocrine. Sa portion endocrine (les îlots pancréatiques) libère l'insuline et le glucagon dans le sang. Le glucagon, libéré par les cellules alpha ( $\alpha$ ) lorsque la glycémie est faible, stimule la libération de glucose dans le sang par le foie. L'insuline est libérée par les cellules bêta ( $\beta$ ) lorsque le taux sanguin de glucose (et d'acides aminés) est élevé. Elle accélère l'absorption du glucose et son métabolisme par la plupart des cellules. L'hypersécrétion d'insuline cause le diabète sucré, dont les signes majeurs sont la polyurie, la polydipsie et la polyphagie.

