

I. CARACTERISTIQUES GENERALES DES GLANDES

Il existe 3 types de glandes :

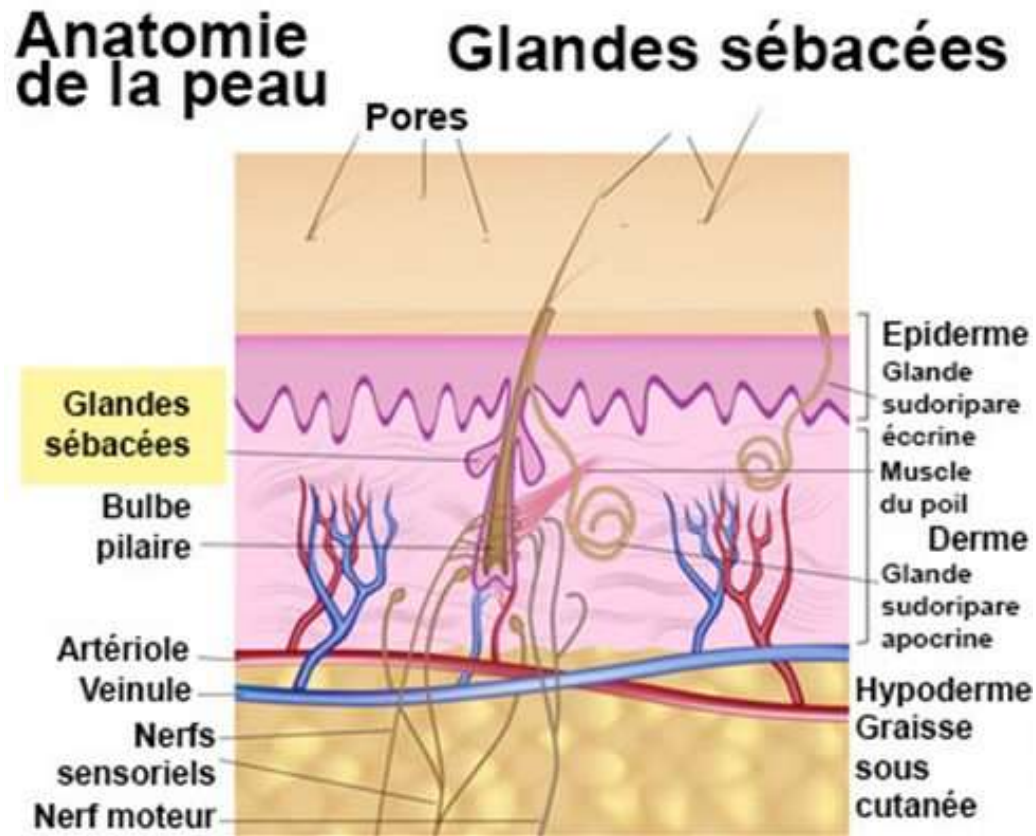
1. Les glandes exocrines.
2. Les glandes endocrines.
3. Les glandes mixtes ou amphicrines

Les glandes exocrines

Déversent leurs **sécrétions** non **hormonales** dans une structure tubulaire ou une cavité (**milieu externe**).

Ex. :

- ☐ glandes sudoripares (sécrètent la sueur);
- ☐ glandes sébacées;
- ☐ glandes salivaires;
- ☐ glandes à mucus du tube digestif, etc.



Ce sont des glandes annexées aux poils et aux cheveux, chargées de sécréter le sébum. Cette substance grasseuse a pour objet de lubrifier la peau et de lui conserver un film hydrolipidique protecteur.

Les glandes endocrines

Synthétisent et libèrent des **hormones** vers le **sang (milieu intérieur)** : En fait, les **hormones** sont sécrétées d'abord dans le milieu interstitiel environnant, puis diffusent dans la **circulation sanguine** où elles sont véhiculées jusqu'à leurs cellules cibles.

Les glandes strictement endocrines sont :

- ☐ l'hypophyse;
- ☐ la glande thyroïde;
- ☐ les glandes parathyroïdes;
- ☐ les glandes surrénales;
- ☐ le corps pinéal;
- ☐ le thymus.

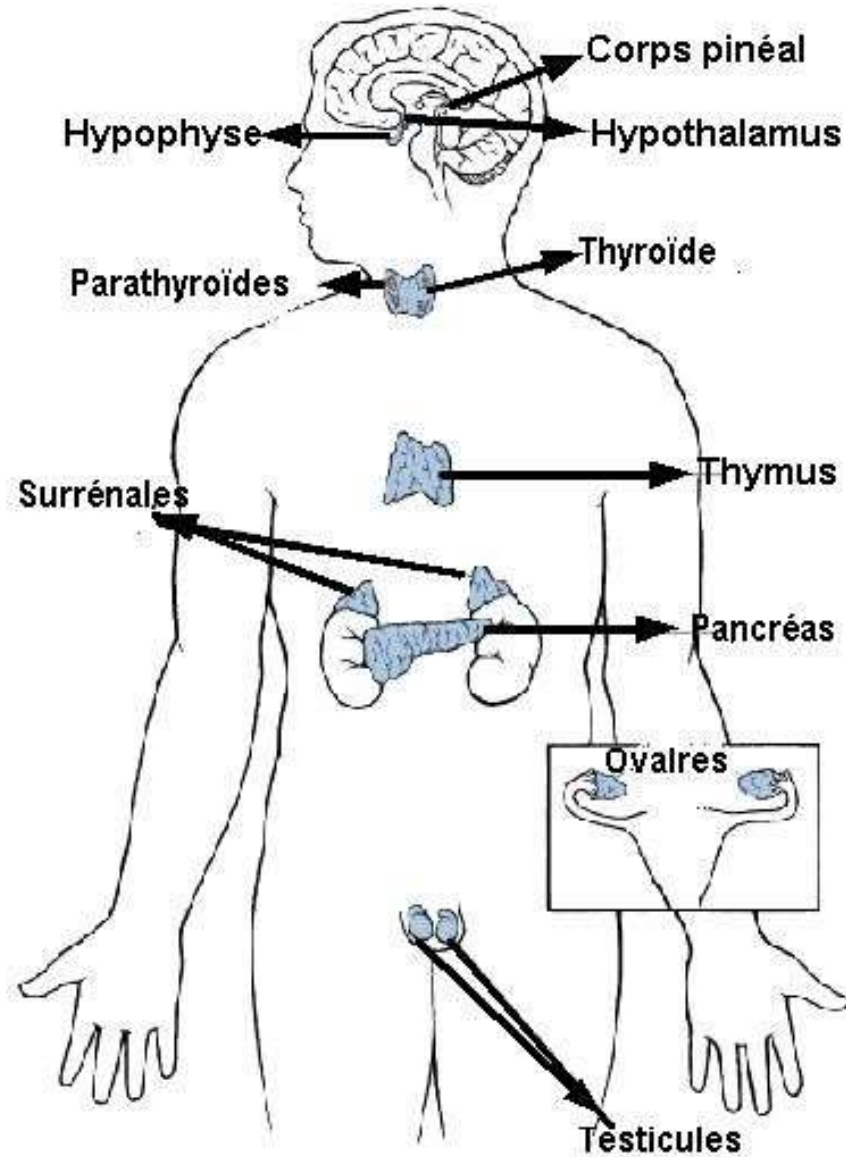
Les glandes mixtes ou amphicrines : Sont à la fois **exocrines** et **endocrines**.

Ex. :

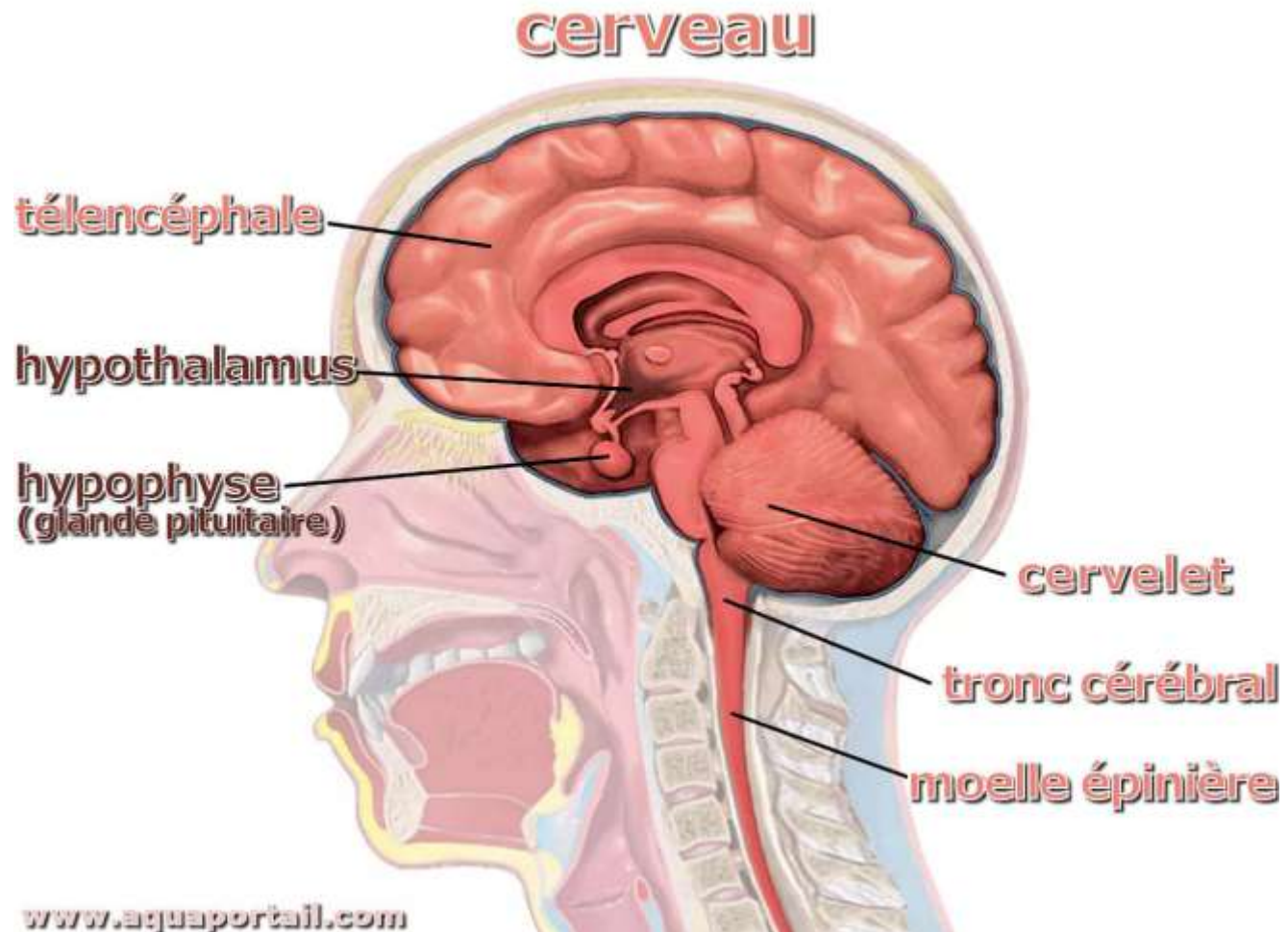
- ☐ le pancréas,
- ☐ les ovaires,
- ☐ les testicules, etc.

- Certains **organes** dont les fonctions principales sont tout autres qu'endocrines sécrètent des **hormones** : l'estomac, l'intestin grêle, les reins, les oreillettes cardiaques, etc.
- L'hypothalamus est un **organe neuroendocrinien** (fonctions nerveuses et endocriniennes).

Localisation des glandes



Hypothalamus



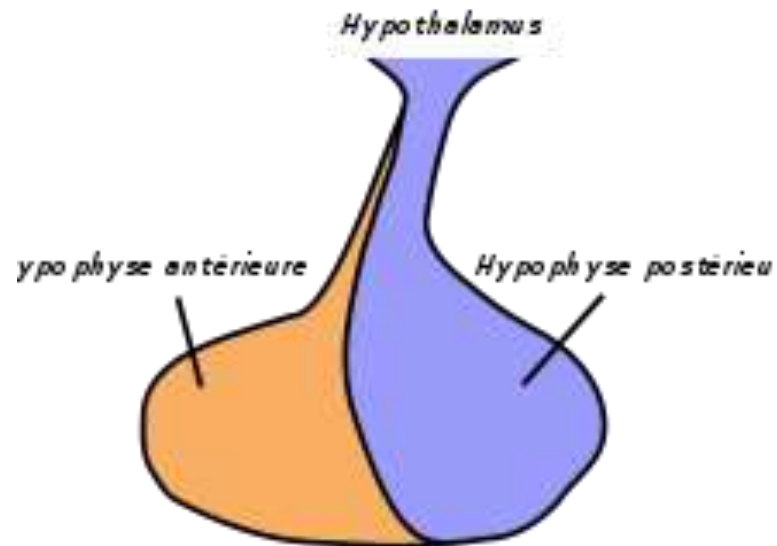
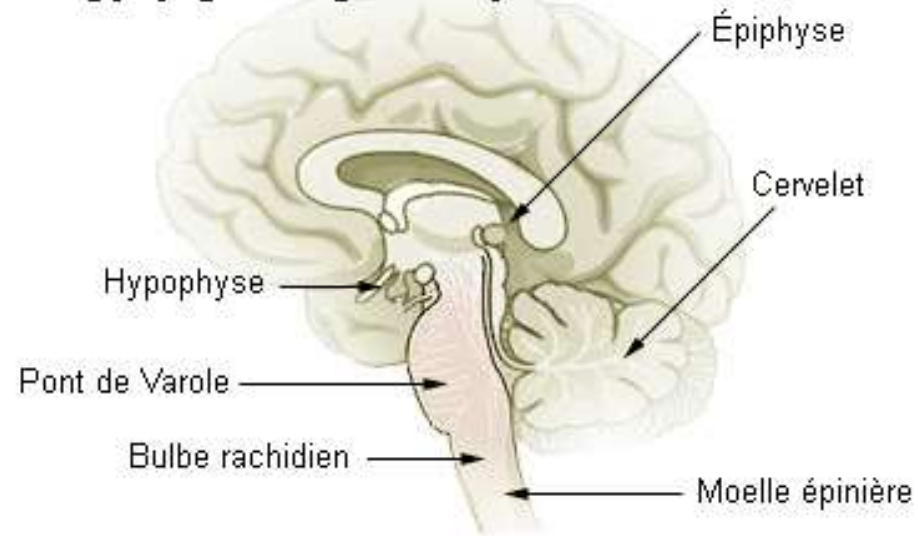
1- HYPOPHYSE

L'*hypophyse* est attachée à la *base* de l'*encéphale* par une **tige** (**infundibulum**) et elle est entourée d'**os**. Elle comprend 2 lobes :

Un lobe glandulaire : l'*adénohypophyse* (*lobe antérieur* ou *antéhypophyse*). *Synthétise* et *libère* plusieurs hormones.

Un lobe nerveux : la *neurohypophyse* (*lobe postérieur* ou *posthypophyse*), qui constitue un prolongement de l'*hypothalamus*. *Libère* des **neurohormones** qu'il reçoit de l'*hypothalamus* (lieu de **synthèse**) ⇒ c'est un **site de stockage** plutôt qu'une véritable glande endocrine.

Hypophyse et glandes pinéales



1. RELATIONS ENTRE L'HYPOPHYSE ET L'HYPOTHALAMUS

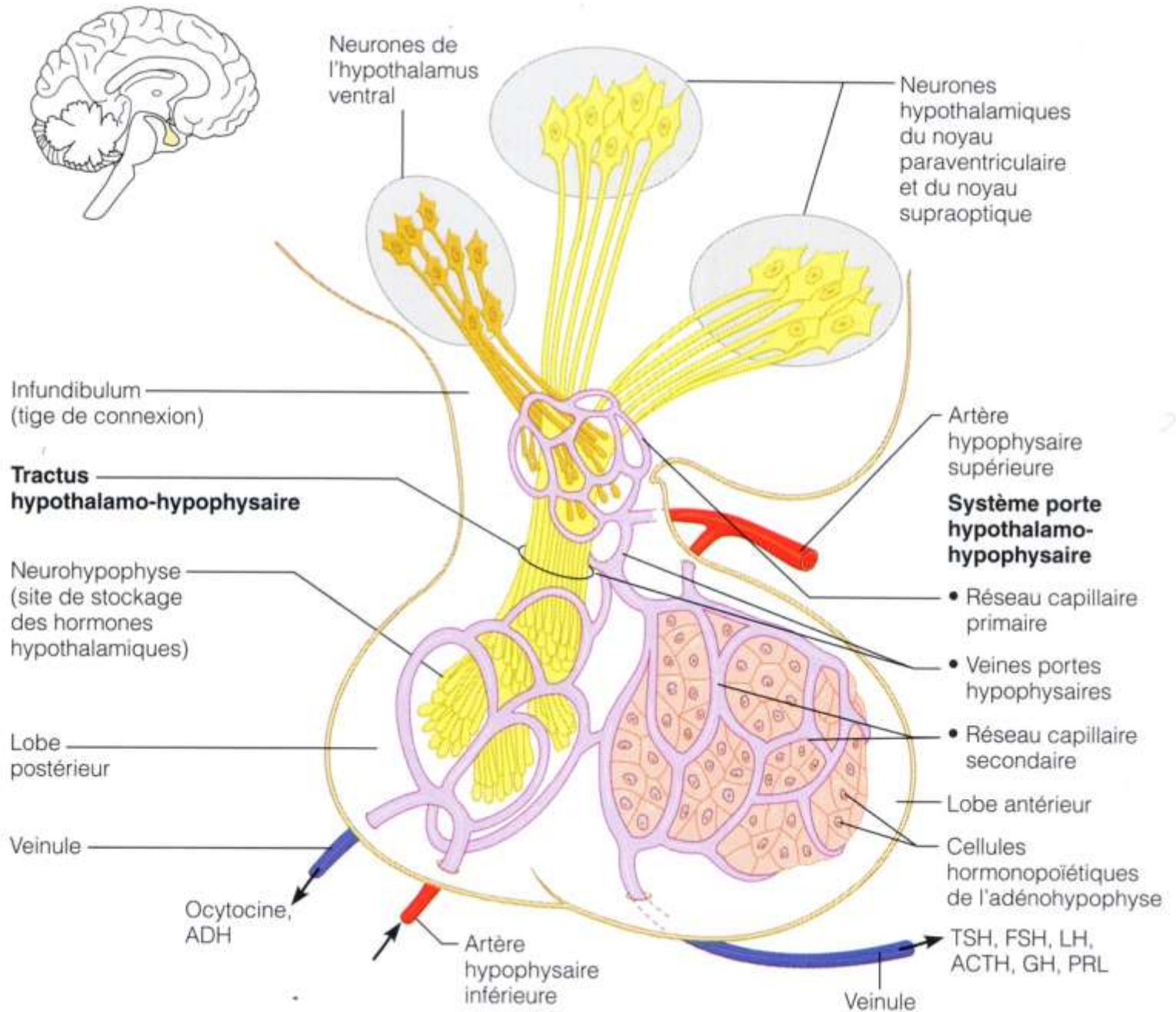
La neurohypophyse (posthypophyse) est reliée à l'hypothalamus par les neurofibres du tractus hypothalamo-hypophysaire, qui passe dans l'infundibulum. Ce tractus se forme à partir de neurones situés dans :

Le noyau supraoptique de l'hypothalamus. Synthétise l'hormone ADH.

Le noyau paraventriculaire de l'hypothalamus.
Synthétise l'hormone ocytocine.

Les neurohormones ADH et ocytocine sont transportées jusqu'aux terminaisons axonales dans la neurohypophyse ⇒ **lieu de stockage.**

Quand les neurones de l'hypothalamus produisent des PA ⇒ libération de ces neurohormones (exocytose) dans le sang (d'abord dans le liquide interstitiel, puis passage dans les capillaires).



L'adénohypophyse (antéhypophyse) communique avec l'hypothalamus par la voie vasculaire (et non nerveuse comme pour la posthypophyse).

Le système porte hypothalamo-hypophysaire est constitué par : le réseau capillaire primaire de l'infundibulum, le réseau capillaire secondaire de l'adénohypophyse, de petites veines portes hypophysaires qui relient les 2 réseaux capillaires précédents.

Les hormones de libération (libérines) et d'inhibition sécrétées par les neurones de l'hypothalamus ventral atteignent immédiatement l'adénohypophyse par l'intermédiaire du système porte hypothalamo-hypophysaire (sans passer par le cœur) ⇒ contrôle de la sécrétion des hormones adénohypophysaires (stimulines).

2. HORMONES ADENOHYPHYSAIRES

Quand l'**adénohypophyse** reçoit un stimulus chimique adéquat de l'**hypothalamus**, certaines de ses cellules libèrent une **hormone** ou plus.

Les **cellules adénohypophysaires** :

Synthétisent et **sécrètent** des hormones spécifiques en réaction à des **hormones de libération** particulières (**libérines**, **RH** : releasing hormones).

Cessent de libérer des hormones spécifiques en réaction à des **hormones d'inhibition** particulières (**IH** : inhibiting hormones).

Il existe 6 hormones adénohypophysaires principales : Sont toutes des *protéines*.

4 sont des stimulines $\Rightarrow$ *contrôlent l'action sécrétrice* d'autres *glandes endocrines*. Ce sont :

1. thyroïdostimuline (**TSH**) sécrétée par les *cellules thyroïdotropes* ;
2. corticotrophine (**ACTH**) sécrétée par les *cellules corticotropes* ;
3. l'hormone folliculostimulante (**FSH**) ;
4. l'hormone lutéinisante (**LH**) sécrétées par les *cellules gonadotropes*.

2 agissent sur des *cibles non endocriniennes*. Ce sont :

1. l'hormone de croissance (**GH**) sécrétée par les *cellules somatotropes* ;
2. la prolactine (**PRL**) sécrétée par les *cellules lactotropes*.

a) Hormone de croissance (GH)

L'hormone de croissance est aussi appelée GH (growth hormone, somatotrophine ou hormone somatotrope.

Rôles :

- Induction de la croissance et de la division de la plupart des cellules de l'organisme.
- Induction de la croissance des os longs en stimulant l'activité du cartilage épiphysaire.
- Facilitation de l'accroissement de la masse musculaire.
- Effet anabolisant : facilitation de la synthèse des protéines.
- Épargne du glucose : facilitation de la conversion des triglycérides en acides gras (sources d'énergie).

Mécanisme d'action de la GH :

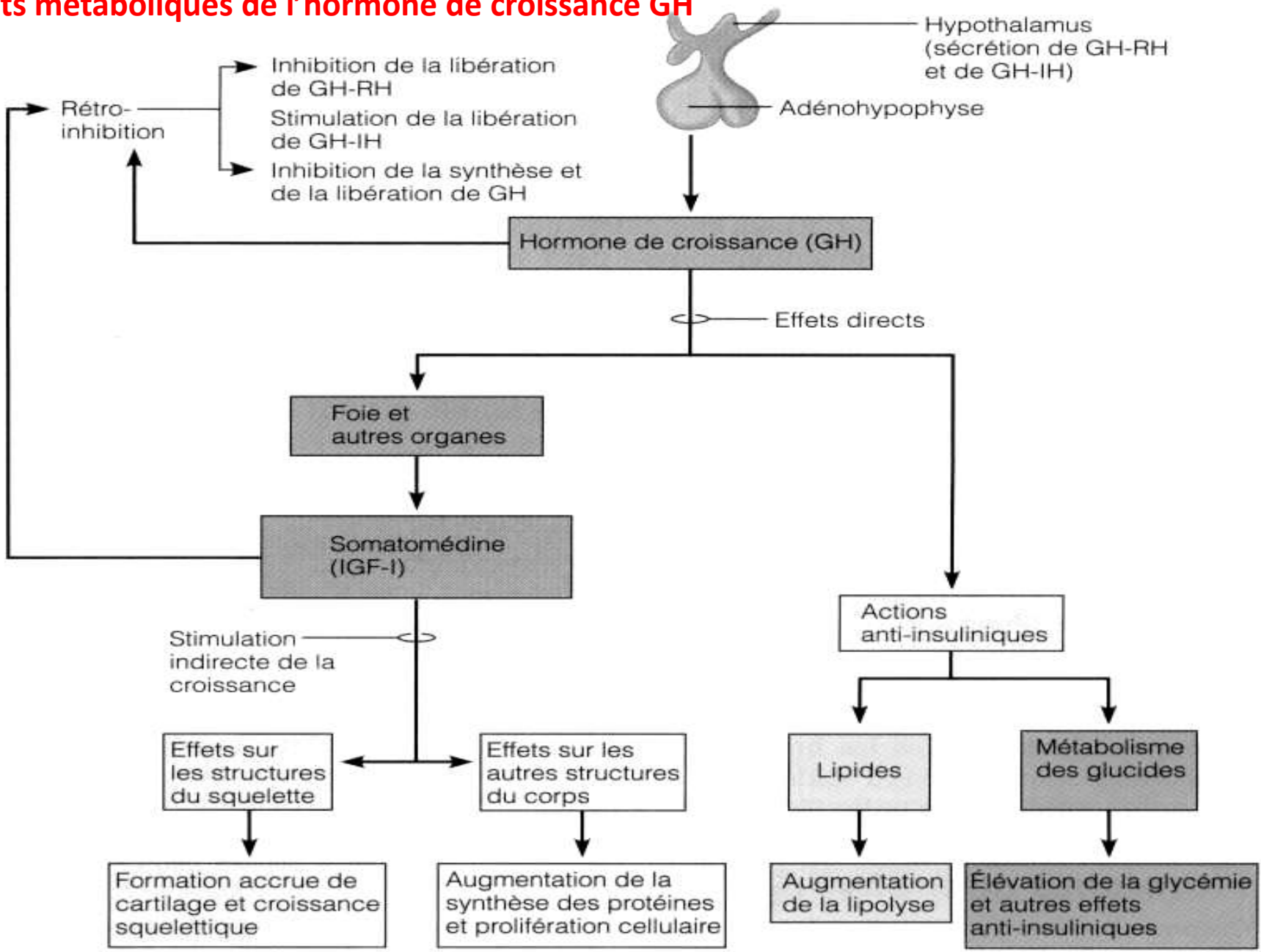
Intervention des somatomédines (facteurs de croissance analogues à l'insuline, IGF : "insulin-like growth factor") :

- Sont des protéines produites par le foie et les muscles (= surtout).
- Favorisent la croissance.

La GH:

- *Stimule l'absorption* cellulaire des **acide aminés** du *sang* et la **synthèse protéique**.
- *Stimule l'absorption* du **soufre** $\Rightarrow$ synthèse du *chondroïtine sulfate* par les cellules du *cartilage*.
- *Stimule* la **lipolyse** des **triglycérides** dans les *cellules adipeuses*
- $\Rightarrow$ $\uparrow$ du taux d'**acides gras** dans le *sang*.
- *Ralentit l'absorption* cellulaire du **glucose** et son *catabolisme*.
- *Augmente* la *dégradation* du **glycogène hépatique** et la *libération* du **glucose** dans le *sang*.

Effets métaboliques de l'hormone de croissance GH



2 hormones de l'*hypothalamus* contrôlent la **sécrétion** de la **GH** :

La **somatocrinine** (**GH-RH** : "growth hormone releasing hormone") $\Rightarrow$ *libération* de **GH**.

La **somatostatine** (**GH-IH** : "growth hormone inhibiting hormone") $\Rightarrow$ *inhibition* de la *libération* de **GH**.

La libération de **somatostatine** est induite par la *rétroaction* de la **GH** et des **somatomédines**.

b) Thyréotrophine (TSH)

La **thyréotrophine** est aussi appelée **TSH** ("thyroid stimulating hormone") ou **hormone thyroïdienne**.

Rôles:

Stimule le **développement normal**.

Stimule l'**activité sécrétrice** de la **thyroïde**.

La **sécrétion** de l'**hormone thyroïdienne** par les *cellules thyroïdiennes* de l'**adénohypophyse** est contrôlée par une **hormone hypothalamique** : la **thyroïdolibérine** (TRH : "thyrotropin releasing hormone").

L' $\uparrow$ du *taux sanguin* des **hormones thyroïdiennes T3 et T4** $\Rightarrow$ **rétro-inhibition** de la libération de **thyroïdolibérine**.

libération de la **somatostatine GH-IH** par l'**hypothalamus** renforce alors l'*inhibition* de la libération de l'**hormone thyroïdienne**.

c) Corticotrophine (ACTH)

La **corticotrophine** est aussi appelée **ACTH** ("adrenocorticotropic hormone") ou **hormone corticotrope**.

Rôle :

*Stimule l'activité sécrétrice du **cortex surrénal***

⇒ libération des **hormones glucocorticoïdes**,

⇒ aident l'organisme à **résister** aux **facteurs de stress**.

La libération de l'**ACTH** dépend de la **corticolibérine (CRF** : "corticotropin releasing factor") qui est sécrétée par l'**hypothalamus**.

Cette *libération* suit un *rythme diurne* :

o les *plus fortes concentrations* d'**ACTH** sont produites le *matin* ;

o l' $\uparrow$ de la *concentration* des **glucocorticoïdes** dans le **sang** durant la journée

⇒ **rétro-inhibition** sur la *sécrétion hypothalamique* de **CRF**,

⇒ $\downarrow$ de la *libération* d'**ACTH** par l'**adénohypophyse**.

d) Gonadotrophines (FSH, LH)

L'hormone folliculostimulante FSH ("follicle stimulating hormone") et l'hormone lutéinisante LH ("luteinizing hormone") contrôlent le fonctionnement des **gonades** (*ovaires* et *testicules*).

- Chez les 2 sexes :

- o la **FSH** stimule la production des *gamètes* (*ovules* et *spermatozoïdes*) ;

- o la **LH** stimule la production des **hormones gonadiques** (*œstrogènes*, *progestérone* et *testostérone*).

- Chez les *femmes*, la **FSH** agit *en synergie* avec la **LH** ⇒ maturation du *follicule ovarien*.

- Chez la *femme*, la **LH** déclenche à elle seule :

- o l'**ovulation** (expulsion de l'*ovule* du *follicule*) ;

- o stimule la *synthèse* et la *sécrétion* des **hormones ovariennes** (*œstrogènes* et *progestérone*).

- Chez l'*homme*, la **LH** stimule la *production* de la **testostérone** par les *cellules interstitielles* des *testicules*.

Avant la *puberté*, les **gonadotrophines** sont *absentes*.

Pendant la *puberté*, les **gonadotrophines FSH** et **LH** sont produites par les *cellules gonadotropes*

⇒ ↑ de la *concentration sanguine* de **FSH** et de **LH** ⇒ maturation des **gonades**.

- Chez les 2 sexes, la libération des **gonadotrophines** par l'**adénohypophyse** dépend de la **gonadolibérine** (= **Gn-RH** : "gonadotropin releasing hormone") sécrétée par l'*hypothalamus*.

- Les **hormones gonadiques** produites sous le contrôle des **gonadotrophines**

⇒ **rétro-inhibition** sur la *libération* de **FSH** et de **LH**

e) Prolactine (PRL)

Rôle :

Stimulation de la **lactation** (fabrication de **lait** par les ***glandes mammaires***).

- La *libération* de la **PRL** est contrôlée par des **hormones hypothalamiques** :
Le **PRF** (= **hormone de libération** : "prolactin releasing factor") ⇒ synthèse et libération de la **prolactine**.
Le **PIF** (= **hormone d'inhibition** : "prolactin inhibiting factor").
- Chez l'*homme*, l'influence du **PIF** prédomine.
- Chez la *femme*, le **taux de prolactine** varie en fonction du *taux sanguin* d'**oestrogènes**.
La ↓ du *taux d'oestrogènes* ⇒ l' ↑ transitoire du *taux de PRL* dans le **sang** (avant les règles).
- Chez la *femme enceinte*, l'action de la **PRL** est bloquée par le *fort taux d'oestrogènes* dans le **sang**.
- À la *fin* de la *grossesse*
⇒ ↓ du *taux d'oestrogènes* dans le **sang**,
⇒ ↑ forte du *taux de PRL*,
⇒ **lactation** (maintenue par la *succion* du bébé qui ↑ la libération du **PRF**, après l'*accouchement*).

3. NEUROHYPOPHYSE ET HORMONES HYPOTHALAMIQUES

La *neurohypophyse (posthypophyse)* est composée de *glyocytes* appelés *pituitocytes*.

N'est **pas** réellement une *glande endocrine* → ne fait que *stocker* les **neurohormones** (**ocytocine** et **ADH**) synthétisées par les *noyaux supraoptiques* et *paraventriculaires* de l'*hypothalamus*.

Elles sont *sécrétées "sur demande"* lorsque les terminaisons nerveuses qui les emmagasinent reçoivent des *influx nerveux*

a) Ocytocine

Rôles :

- *Stimulation* des **contractions utérines** durant l'**accouchement**.
 - o La *dilatation* de l'**utérus** et du **col** observée à l'*approche* de l'**accouchement**
 - ⇒ envoi d'*influx nerveux* à l'**hypothalamus**,
 - ⇒ *synthèse* d'**ocytocine** par l'**hypothalamus**,
 - ⇒ *stimulation hypothalamique* de la libération d'**ocytocine** par la **neurohypophyse**,
 - ⇒ ↑ de la *concentration sanguine* d'**ocytocine**,
 - ⇒ *intensification* des **contractions utérines** jusqu'à l'*expulsion* du **fœtus**.
- *Stimulation* de l'**éjection** de **lait** chez les femmes dont les seins *produisent* du **lait** en réaction à la **prolactine**.
 - o La *succion* par le **bébé**
 - ⇒ *libération réflexe* de l'**ocytocine**,
 - ⇒ **contraction** des **cellules myoépithéliales** qui entourent les **glandes mammaires**,
 - ⇒ **éjection** du **lait** dans la **bouche** de l'enfant.

b) Hormone antidiurétique ou vasopressine (ADH)

Rôles :

- *Induction* de la **réabsorption d'H₂O** au niveau des *tubules collecteurs* dans les **reins**
⇒ *prévention* de la **déshydratation** ou de la **sur-hydratation**.
Mécanisme : Lorsque la *concentration de solutés* augmente dans le **sang**
⇒ envoi d'*influx nerveux excitateurs* par les *osmorécepteurs* **hypothalamiques** en direction du **noyau supraoptique** de l'**hypothalamus**,
⇒ *synthèse* et *libération* d'**ADH** par les neurones de ce noyau,
⇒ *liaison* de l'**ADH** aux cellules des **tubules rénaux collecteurs**,
⇒ ↑ de la **réabsorption** de l'**H₂O** vers le **sang**,
⇒ ↓ du **volume d'urine**,
⇒ ↑ du **volume sanguin**.
- *Induction* d'une **vasoconstriction** des *vaisseaux sanguins* des **viscères** (= **ADH** est aussi appelée **vasopressine**) lorsque la **neurohormone** présente une *concentration sanguine élevée*.
- Intervient lors d'une **hémorragie** ⇒ *libération* de l'**ADH** (= **vasopressine**) en *grandes quantités*,
⇒ ↑ de la **pression artérielle systémique**.

La thyroïde

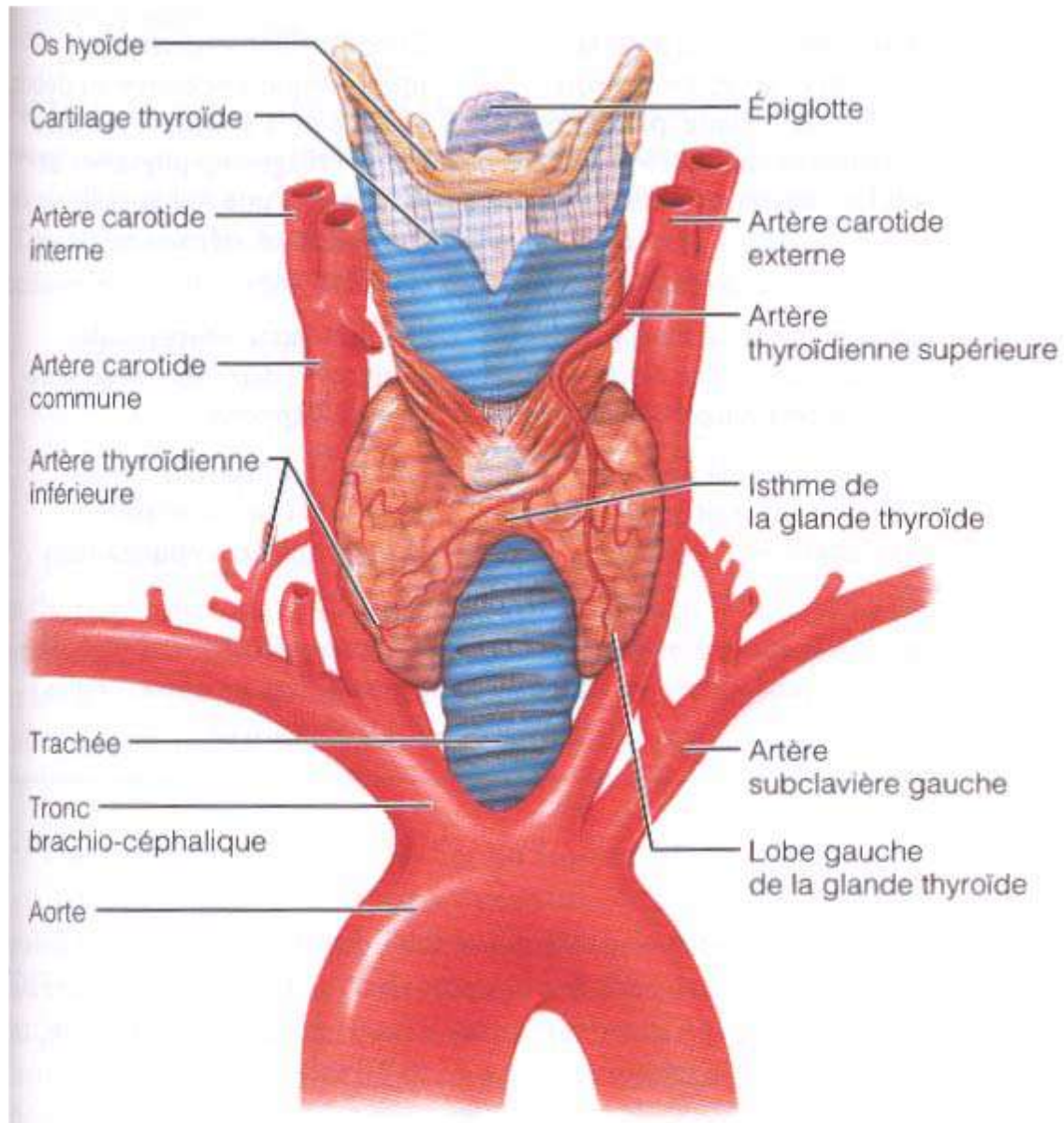
I- Rappels anatomopathologiques

La thyroïde est une glande endocrine située dans la région cervicale médiane basse, formée de deux lobes reliés par un isthme, pesant entre 15 et 30 g.

Elle est organisée en follicules d'un diamètre moyen de l'ordre de 200 micromètres (50 à 500). Les follicules sont formés par un épithélium simple de cellules folliculaires (thyrocytes) délimitant une cavité - l'espace folliculaire - contenant la substance colloïde.

Les thyrocytes, responsables de la synthèse des hormones thyroïdiennes, représentent plus de 99 % des cellules de la glande. Il s'agit de cellules bipolaires (pôle basal et pôle apical) à double fonctionnement : exocrine vers la cavité folliculaire et endocrine vers la circulation sanguine.

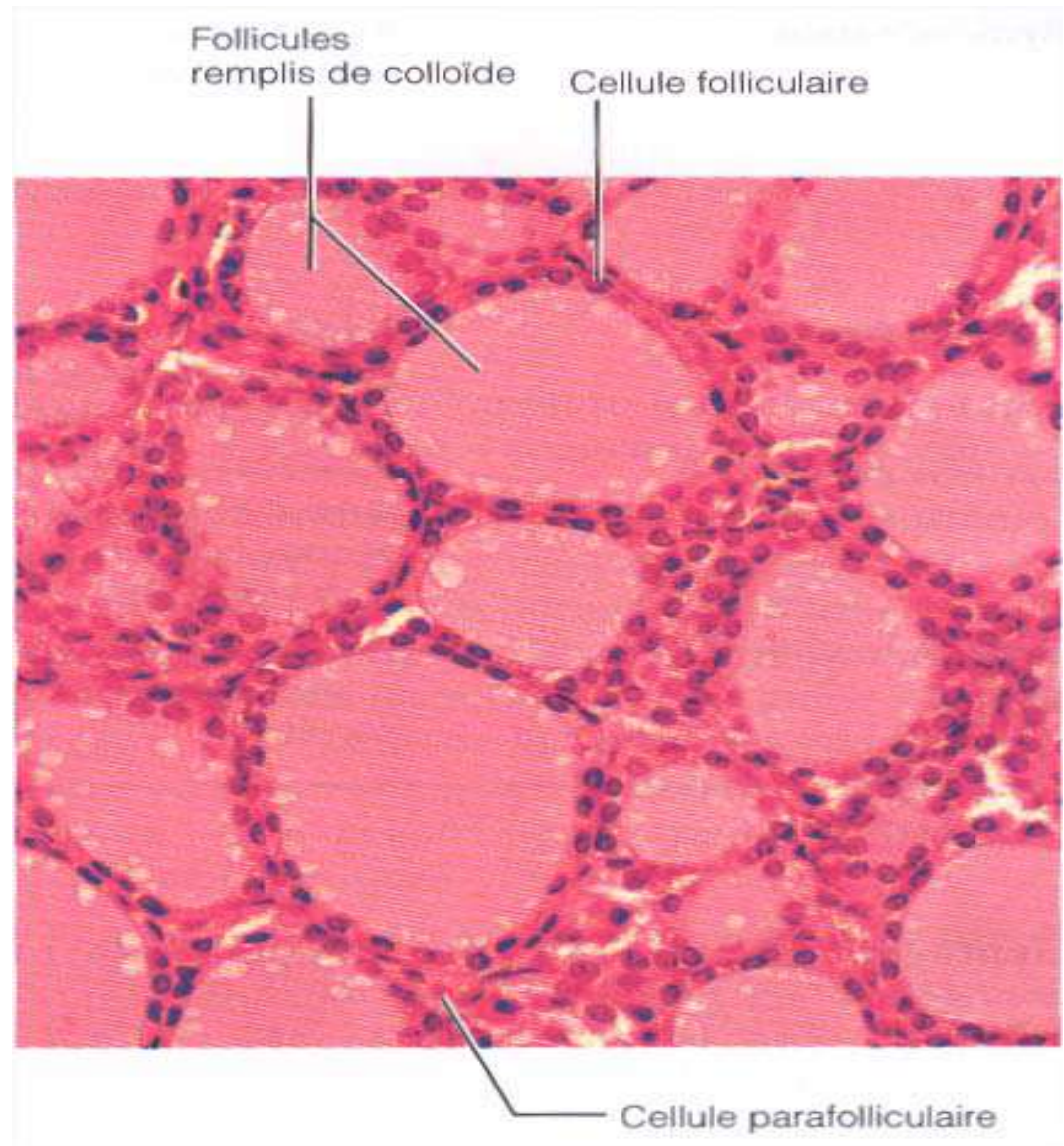
La thyroïde comporte par ailleurs des cellules claires ou para folliculaires responsables de la synthèse de thyrocalcitonine.

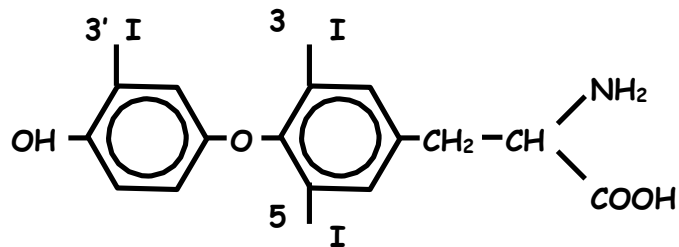


La glande thyroïde produit deux types d'hormones :

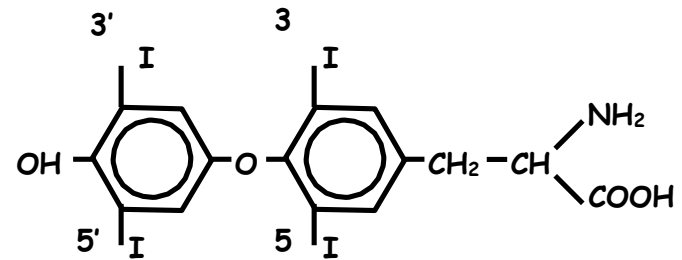
- Les hormones contenant de l'iode, la triiodothyronine (T3) et la thyroxine (tétraiodothyronine, T4) ; la T4 est transformée en T3 dans la circulation générale. La T3 est beaucoup plus puissante que la T4 et semble être la forme métaboliquement active de l'hormone. Elle régule le niveau du métabolisme basal et joue un rôle important dans la croissance et la maturation, en particulier celles du tissu nerveux. La sécrétion de ces hormones est régulée par la TSH sécrétée par l'antéhypophyse.
- La calcitonine est une hormone polypeptidique ; elle régule, avec l'hormone parathyroïdienne, les taux de calcium sanguin. Elle abaisse le taux de calcium sanguin en inhibant la résorption osseuse ostéoclastique et en stimulant l'activité ostéoblastique. Le contrôle de la sécrétion de calcitonine dépend uniquement du taux de calcium sanguin et non pas des taux d'hormones hypophysaires ou parathyroïdiennes.
- La thyroïde est unique parmi les glandes endocrines de l'homme, car c'est la seule glande endocrine qui stocke de grandes quantités d'hormone sous sa forme inactive dans des compartiments extracellulaires appelés follicules.

Les unités fonctionnelles de la thyroïde sont les follicules thyroïdiens : ce sont des structures sphériques composées d'une seule couche de cellules épithéliales cubiques limitées par une membrane basale. Comme on le voit ici, les follicules sont de taille variable et contiennent un matériel colloïde homogène, coloré en rose sur cette préparation.

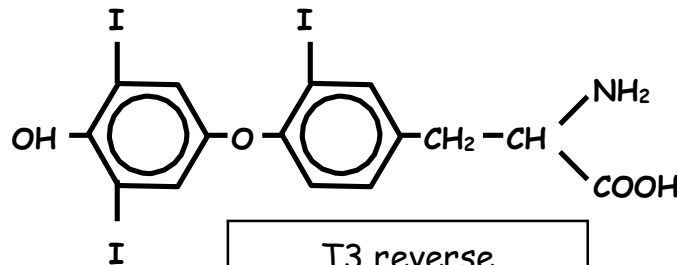




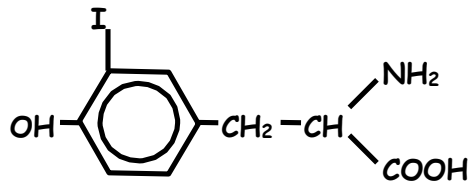
T3 : tri-iodothyronine



T4 : tétra-iodothyronine
thyroxine

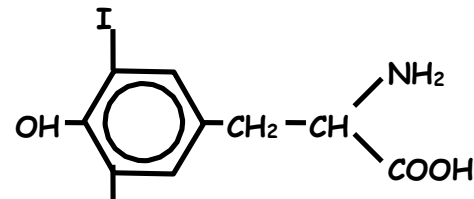


T3 reverse
(forme inactive)



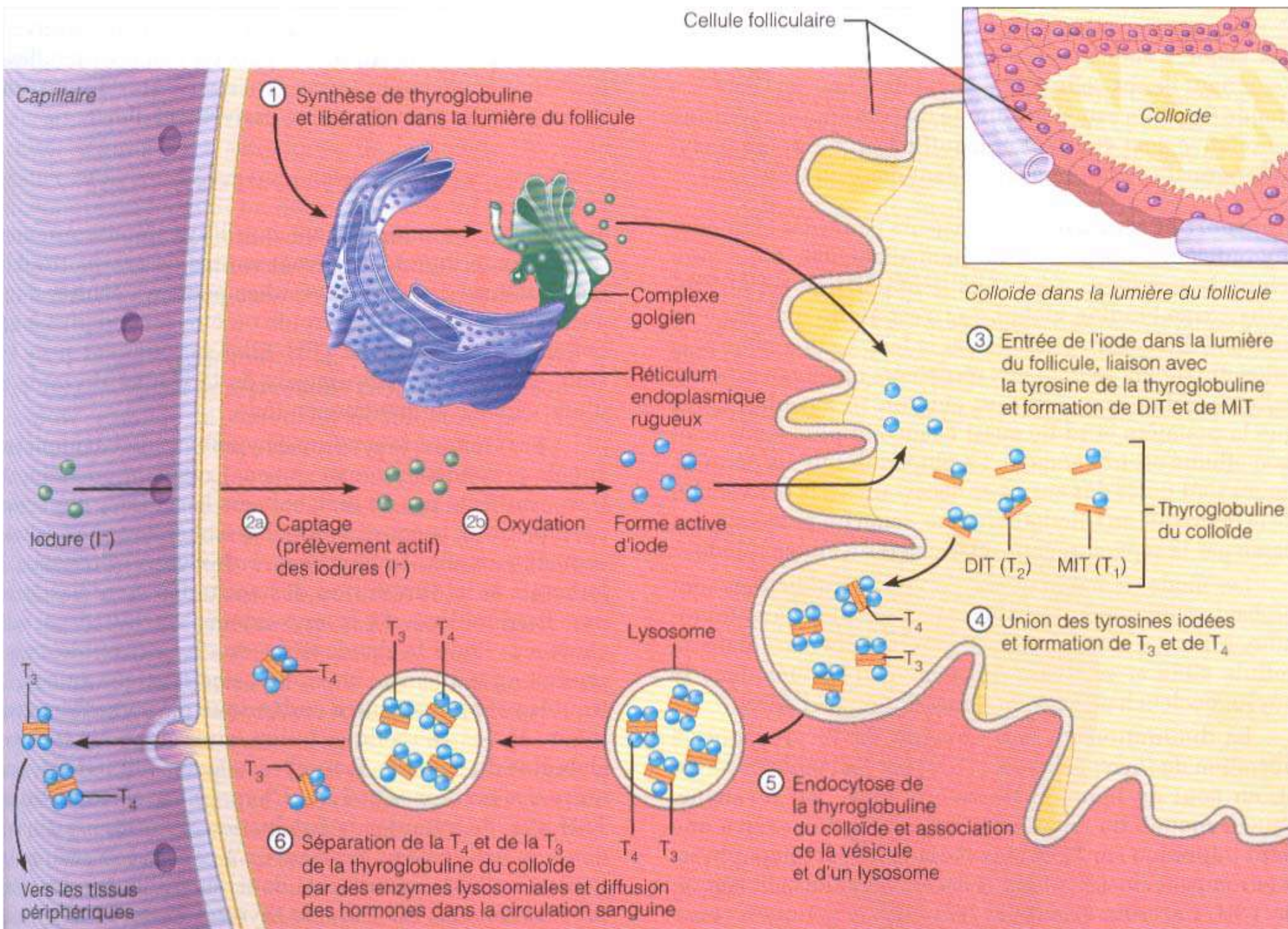
Mono-iodotyrosine

Précurseurs



Di-iodotyrosine

Figure 1 : structure des hormones thyroïdiennes et de leurs précurseurs



Mécanismes d'action des hormones thyroïdiennes

Après passage transmembranaire, (et éventuellement conversion de T4 en T3), les hormones thyroïdiennes vont agir à différents niveaux :

- sites d'actions nucléaires

La T3 se lie à un récepteur cytosolique nucléotrope ; le complexe entre dans le noyau et participe à la régulation de l'expression génique ;

- sites d'actions extra nucléaires

La T3 exerce des actions membranaires avec un effet facilitateur du métabolisme cellulaire (potentialisation des récepteurs adrénérgiques et des pompes ioniques, facilitation du passage de substrat énergétiques tels que le glucose et les acides aminés).

Elle exerce également des effets au niveau de la **mitochondrie**.

Effets biologiques des hormones thyroïdiennes

A - Effets sur la croissance et le développement.

B - Effets métaboliques.

C - Effets tissulaires.

Effets biologiques des hormones thyroïdiennes

A - Effets sur la croissance et le développement

Les hormones thyroïdiennes sont indispensables à la croissance et au développement, en particulier pour le système nerveux central et pour l'os.

A.1 – Croissance et développement du système nerveux central

Sur le système nerveux central, leur rôle est primordial en particulier durant les premiers mois de vie. Elle participe aux mécanismes de maturation et de mise en place des connexions neuronales ainsi qu'à la myélinisation. Une carence durant cette période s'accompagne d'un retard mental pouvant être sévère (crétinisme). L'excès d'hormones thyroïdiennes est également délétère, la différenciation étant accélérée au détriment de la prolifération neuronale.

Chez l'adulte, les hormones thyroïdiennes participent également au fonctionnement du système nerveux central, l'hypothyroïdie pouvant s'accompagner d'un ralentissement et de somnolence, l'hyperthyroïdie étant caractérisée par une excitabilité et une irritabilité.

A.2 – Croissance et développement du squelette

Pendant la période fœtale, les hormones thyroïdiennes ne sont pas nécessaires à la croissance mais à la différenciation et à la maturation osseuse, leur absence s'accompagnant d'un retard d'apparition des centres d'ossification épiphysaires.

Durant la période postnatale, les HT deviennent indispensables à la croissance et continuent de contrôler la maturation et la différenciation osseuses. Elles agissent en synergie avec l'hormone de croissance (GH). Cette dernière favorise la chondrogenèse et la croissance du cartilage, tandis que les hormones thyroïdiennes permettent la maturation et une ossification du cartilage. En outre, elles favorisent la sécrétion de GH et potentialise les effets de l'IGF-1.

L'hypothyroïdie durant l'enfance aboutit à un nanisme dysharmonieux. Chez l'adulte, les hormones thyroïdiennes sont également impliquées dans les phénomènes d'ostéosynthèse et de résorption osseuse, l'hyperthyroïdie s'accompagnant d'un risque d'ostéoporose

B - Effets métaboliques

B.1 - Métabolisme basal

Les hormones thyroïdiennes augmentent la thermogénèse obligatoire et la VO₂. Ainsi, l'hypothyroïdie peut s'accompagner de frilosité tandis que l'hyperthyroïdie est caractérisée par une thermophobie.

B.2 - Métabolisme glucidique

Les hormones thyroïdiennes sont hyperglycémiantes (elles majorent l'absorption intestinale de glucides et favorisent la production éatique de glucose).

B.3 – Métabolisme lipidique

Les effets des hormones thyroïdiennes sur le métabolisme lipidique sont complexes avec une augmentation de la synthèse de cholestérol mais également de sa dégradation hépatique, une plus grande expression des récepteurs pour le LDL cholestérol, une augmentation de la lipogénèse et de l'oxydation des acides gras libres.

Au final, elles exercent un effet hypocholestérolémiant. Aussi, devant toute hypercholestérolémie, il convient de rechercher des signes d'hypothyroïdie.

B.4 - Métabolisme protéique

Les hormones thyroïdiennes augmentent la synthèse protéique mais ont également un effet catabolisant, qui devient prépondérant à doses supraphysiologiques.

B.5 - Métabolisme hydro minéral

Les hormones thyroïdiennes augmentent la filtration glomérulaire et le débit sanguin rénal. L'hypothyroïdie s'accompagne ainsi d'oedème.

C - Effets tissulaires

Par leur action ubiquitaire, les HT sont impliquées dans la régulation de très nombreuses fonctions tissulaires dont quelques exemples sont donnés ici :

- ***Au niveau cardiaque.***
- ***Au niveau musculaire,*** les HT contrôlent la contraction et le métabolisme de la créatine. La carence en HT s'accompagne d'une augmentation de volume des muscles squelettiques.
- ***Sur le type digestif,*** les hormones thyroïdiennes favorisent le transit.
- **Les HT participent à la régulation de l'hématopoïèse** et du métabolisme du fer, l'hypothyroïdie s'accompagnant d'une anémie.

Glandes parathyroïdes

- Glandes endocrines, il existe généralement 4 glandes parathyroïdes. Comme leur nom l'indique, elles sont situées près de la glande thyroïde dans le cou, bien que leur nombre et surtout leur emplacement soient très variables. Ces glandes de la taille d'un petit pois jouent un rôle vital dans le maintien du taux de calcium dans l'organisme.
- Les cellules parathyroïdiennes fabriquent, stockent et sécrètent une hormone polypeptidique appelée l'hormone parathyroïdienne (**la parathormone**) (PTH). La PTH a plusieurs actions, mais peut-être la plus importante est d'Augmenter **la calcémie**.

