

Anatomie et physiologie des glandes endocrines

UE 2.2 CYCLES DE LA VIE ET GRANDES FONCTIONS

Docteur BEN ALI

Promotion 2015-2018

Année scolaire 2015-2016

- Le **système endocrinien** (endo : à l'intérieur et krinien: sécrété) constitue **un des deux grands systèmes de communication** de l'organisme, l'autre étant le système nerveux.
- Son rôle est essentiel lors du développement pour la réalisation de certaines grandes fonctions physiologiques et de l'homéostasie, c'est à dire le maintien relativement constant du milieu intérieur.
- Le système endocrinien se compose d'organes sécréteurs, les glandes endocrines qui synthétisent et libèrent dans l'organisme des hormones.

Définition d'une hormone

- Une **hormone** (de hormao, j'excite je stimule) est un messenger chimique sécrété par une glande endocrine.
- En fonction de sa nature chimique elle agit sur les **récepteurs** spécifiques de la cellule cible provoquant une séquence d'événements biochimique conduisant à une réponse spécifique.
- **Ces hormones sont véhiculées par le sang, elles agissent à distance de l'endroit où elles sont sécrétées**
- Les hormones agissent plutôt lentement et elles ont une durée d'action longue.
- Seules les cellules cibles qui contiennent des récepteurs sont sensibles aux hormones.

Définition d'une glande endocrine

- Une **glande endocrine** est une structure spécialisée dans la sécrétion d'hormones, produits qui sont déversés dans le sang et qui agissent sur le fonctionnement ou le développement des autres organes.
- On parle de véritables glandes endocrines quand il s'agit d'une structure spécialisée uniquement dans la sécrétion d'hormones.
- Parmi les véritables glandes endocrines, on peut citer la thyroïde, les surrénales, l'hypophyse.
- D'autres organes sont capables à la fois d'une sécrétion endocrine et d'un autre rôle physiologique, par exemple l'hypothalamus, les gonades.
- Une même glande endocrine peut sécréter plusieurs types d'hormones.

Différence glande endocrine glande exocrine

- Quand on parle de glande exocrine, il s'agit d'une glande dont la sécrétion n'est plus libérée dans le milieu intérieur dans le sang mais qui est libérée dans le milieu extérieur.
- exemple:- le pancréas qui fabrique des enzymes digestives, libérées dans le duodénum
- le testicule avec les spermatozoïdes,

Ces 2 glandes sont à la fois endocrines et exocrines

Les différents types d'hormones

- les glandes endocrines fabriquent 3 grandes catégories d'hormones.
- 1°/ les hormones peptidiques,
- 2°/ Les hormones stéroïdiennes
- 3°/ Les hormones mono-aminés

1/les hormones peptidiques,

- Ce sont des petites protéines.
Une fois sécrétées dans le sang, ces hormones y circulent librement,
Elles agissent sur les cellules cibles par l'intermédiaire de récepteurs protéiques traversant les membranes plasmiques des cellules cibles.
- Les récepteurs sont **spécifiques** pour une hormones données, mais une hormone peut avoir plusieurs type de récepteurs membranaires.
- Exemples d'hormones peptidiques : **l'insuline, le glucagon, la parathormone, la prolactine, l' érythropoïétine, la GH, la TSH, la LH, la FSH, l'ACTH, la TRH....**

- L'hormone mature se trouve empaquetée dans des granules de sécrétion situées sous la membrane plasmique.
- Le signal déclenchant l'exocytose est souvent un messenger chimique se fixant à un récepteur membranaire.
- La vésicule fusionne alors avec la membrane plasmique et son contenu est délivré alors vers le milieu extra cellulaire

2°/ Les hormones stéroïdiennes

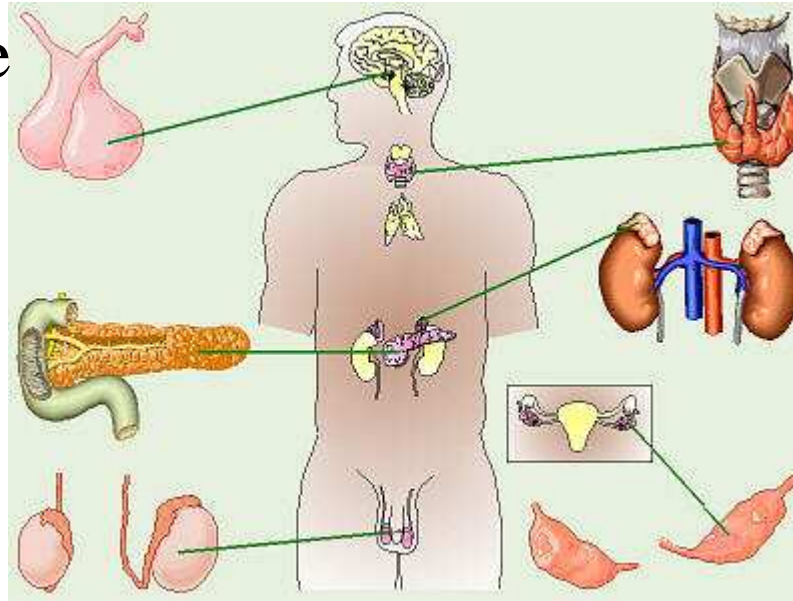
- Ce sont des lipides synthétisés à partir d'un noyau de cholestérol.
- Ces stéroïdes doivent **s'allier avec des protéines plasmatiques** afin d'être transportés dans le flux sanguin.
 - Le complexe stéroïde-protéine est inactif, seule l'hormone stéroïde libre a une action endocrine.
 - La protéine de transport ne libère l'hormone stéroïde qu'au niveau des capillaires sanguins qui irriguent les organes cibles.
 - Ces hormones stéroïdiennes agissent sur les récepteurs intra-cellulaires.
- hormones stéroïdiennes : **cortisol, androgènes, progestérone œstrogènes....**

3°/ **Les hormones mono-aminés**

- Elles dérivent toutes d'un acide aminé : **la tyrosine**.
- Ce sont des petites molécules et leur mécanisme d'action sur les cellules cibles est proche des hormones peptidiques, elles circulent librement dans le sang et agissent sur les cellules cibles par l'intermédiaire de récepteurs transmembranaires :
 - - le premier sous-groupe contient essentiellement **l'adrénaline, la noradrénaline, la dopamine;**
 - - et l'autre sous-groupe est constitué par **les hormones thyroïdiennes T3 et T4.**
- elles sont **liées au protéines plasmatiques** dans leur transport ce qui les inactive
- Elles agissent sur des récepteurs intra-cellulaires,.
- Seules les cellules cibles qui contiennent des récepteurs sont sensibles aux hormones.

Localisation des glandes endocrines dans le corps

- Hypophyse



thyroïde

- Pancréas

surrénales

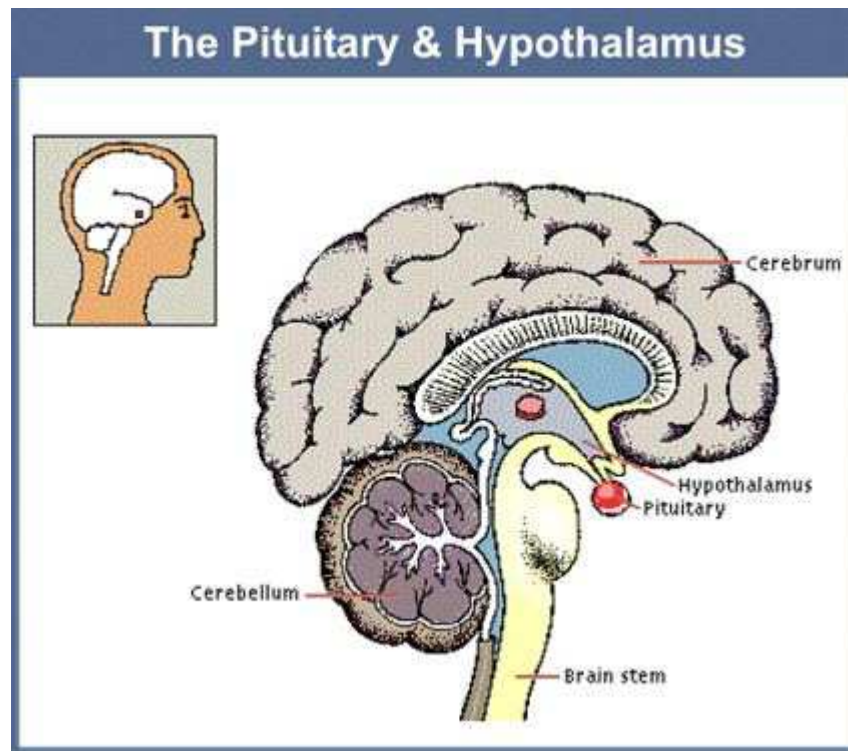
- testicules

ovaires

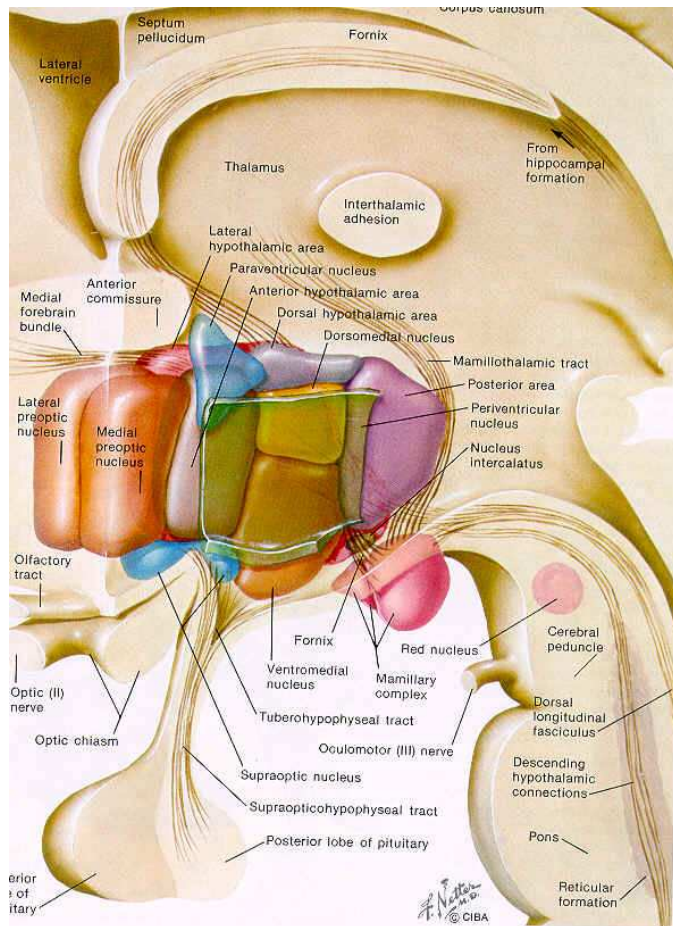
L'hypothalamus

Axe hypothalamo - hypophysaire

hypothalamus



- Organe du système nerveux central situé au dessus de l'hypophyse et en contact avec le cervelet
- En connexion avec **l'hypophyse** il sécrète des neurohormones et intervient dans la régulation endocrinienne et **du système nerveux autonome**
- dans la régulation des fonctions comportementales sexuelle, alimentaire, de défense, de stress, de thermorégulation



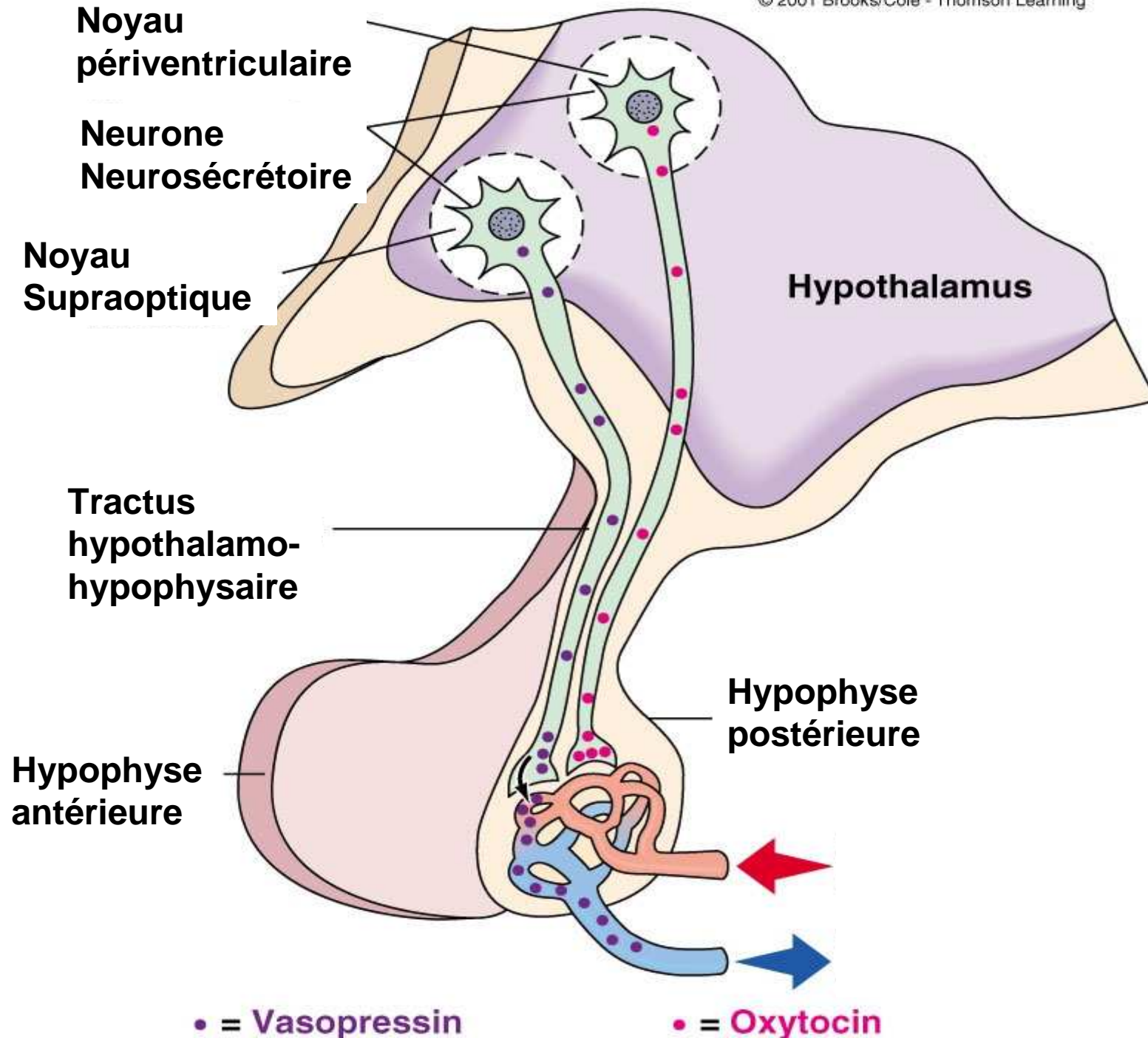
- Hypothalamus est constitué par un ensemble de noyaux formant les parois inféro latérales du plancher du IIIe ventricule sous le thalamus
- Il est relié à l'hypophyse située en dessous par la tige pituitaire

Les hormones hypothalamiques

- L'hypothalamus est **le cerveau endocrinien de l'organisme** puisqu'il commande la sécrétion de toutes les glandes endocrines du corps
- **TRH** (thyreo releasing hormone) qui stimule la sécrétion et la libération de TSH hypophysaire (qui stimule la glande thyroïde)
- **GnRH** (gonadotrophin releasing hormone) qui provoque à la fois la libération de FSH et de LH (qui régulent la sécrétion des glandes sexuelles)
- **CRF** (cortico releasing factor) qui favorise la libération d'ACTH par l'hypophyse et sa synthèse (action sur la glande cortico surrénale qui sécrète du cortisol)

Les autres hormones hypothalamiques

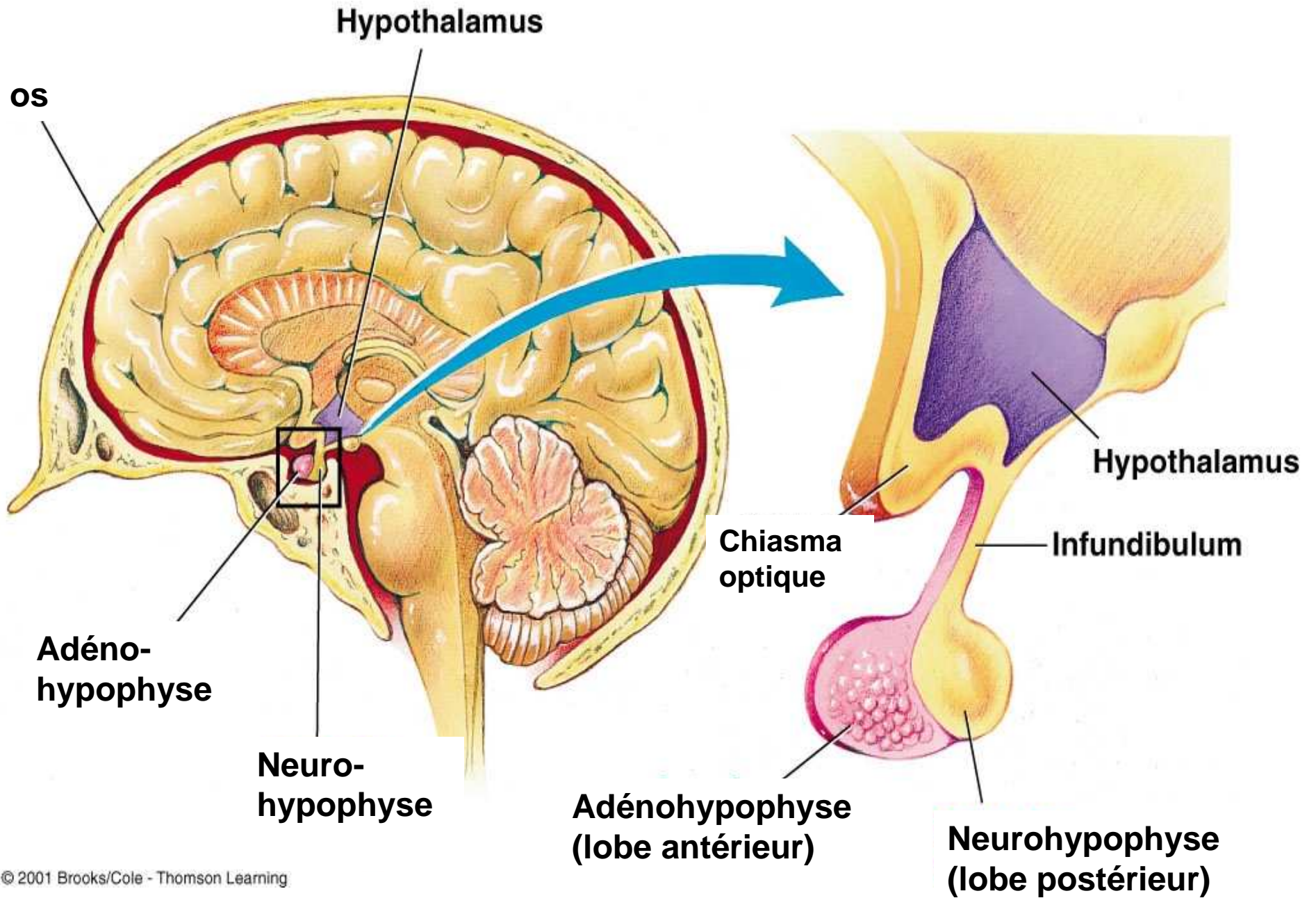
- **ADH** ou hormone antidiurétique ou vasopressine
- **L'ocytocine**
- Ces 2 hormones sont sécrétées au niveau de l'hypothalamus puis transportées par la tige pituitaire dans l'hypophyse postérieure ou post hypophyse ou elles sont stockées



L'hypophyse

hypophyse

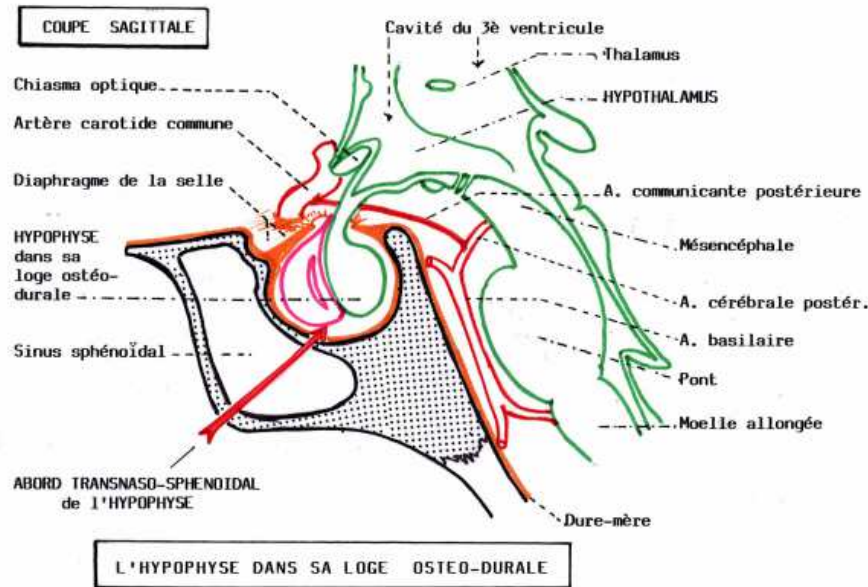
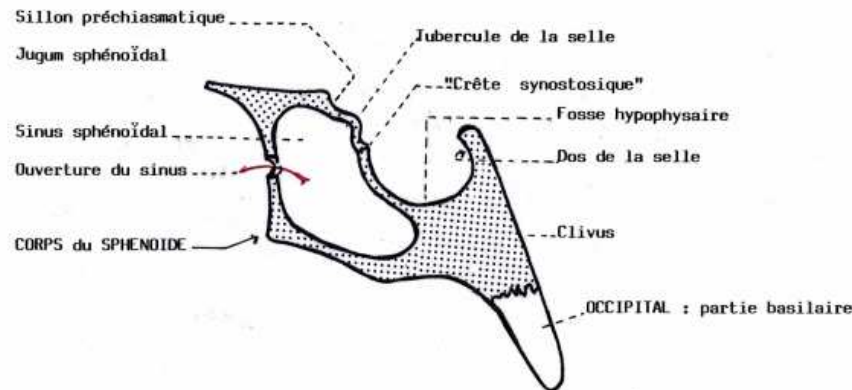
- Organisation fonctionnelle entre l'hypothalamus et l'hypophyse
- Hypothalamus est relié à l'hypophyse par l'infundibulum (tige de connexion ou tige pituitaire)
- La glande se divise en deux parties :
 - l'**adénohypophyse** ou antéhypophyse partie glandulaire de l'hypophyse qui sécrète six hormones: GH,TSH,FSH, LH, PRL ,ACTH.
 - la neurohypophyse** ou post hypophyse partie postérieure qui contient deux hormones ADH et OT ocytocine



Anatomie

N.A.

HYPOPHYSE : LOGE OSSEUSE
SELLE TURCIQUE



- La loge hypophysaire
Petite glande de 5 mm de haut sur 15 mm de large 10 mm d'épaisseur. Elle pèse 0.60g.

Elle est contenue dans une loge osseuse appelée selle turcique creusée dans l'os sphénoïde

- Les organes en rapports avec l'hypophyse

Le chiasma optique au dessus de l'hypophyse (possibilité de compression par les tumeurs hypophysaires)

Les sinus caverneux de chaque coté de la glande

Le sinus sphénoïdal la paroi est très mince et donne sur les fosses nasales

Le tronc basilaire et la protubérances en arrière de la paroi postérieure de la selle turcique

Vascularisation par 2 systèmes

Le système artériel hypophysaire et le système porte hypothalamo hypophysaire

Sécrétions de l'anté hypophyse

- Hormones hypophysaires

somathormone (STH) ou growth hormone (**GH**)

la **PROLACTINE**

- Les stimulines hypophysaires qui ont pour rôle d'agir sur les glandes périphériques : thyroïde gonades, surrénales

corticotrophine **ACTH** (surrénales)

hormones gonadotropes **FSH** , **LH** (gonades)

thyroestimuline **TSH** (thyroïde)

L'hormone de croissance

- La STH est une hormone polypeptidique de 191 acides aminés
- Sécrétion est sous la dépendance d'un GRF hypothalamique
- Elle est augmentée en cas d'hypoglycémie et pendant le sommeil et est mise au repos pendant l'hperglycémie
- En pathologie l'augmentation donne l'acromégalie

Actions de la GH

- **Métabolisme glucidique:**
 - GH = hormone hyperglycémiant
 - résistance à l'insuline
- **Métabolisme lipidique:**
 - GH = action lipolytique
 - dégradation des triglycérides
 - augmentation des acides gras libres
 -
- **La GH permet la synthèse** et l'action de facteurs de croissance les somatomédines appelés IGF1 (insuline like growth factor)
- **L'IGF1** est l'hormone produite sous l'effet de l'hormone de croissance essentiellement par le foie c'est cette hormone qui permet à l'hormone de croissance d'avoir certains effets

Actions de la GH suite

- **Métabolisme protéique:**

- GH = hormone anabolisante
- facilite l'incorporation tissulaire des acides aminés
- Anabolisme musculaire

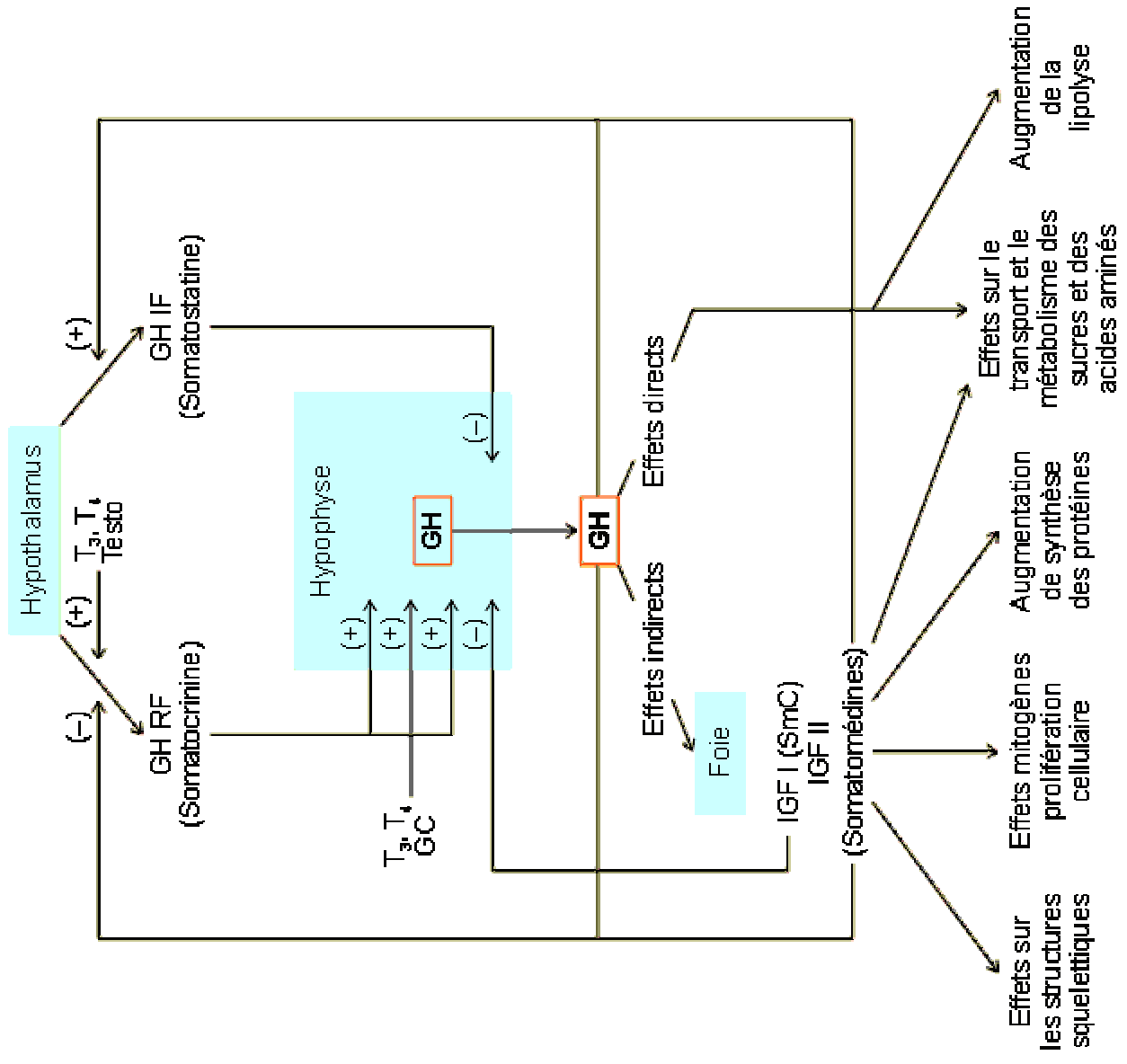
- **Croissance osseuse**

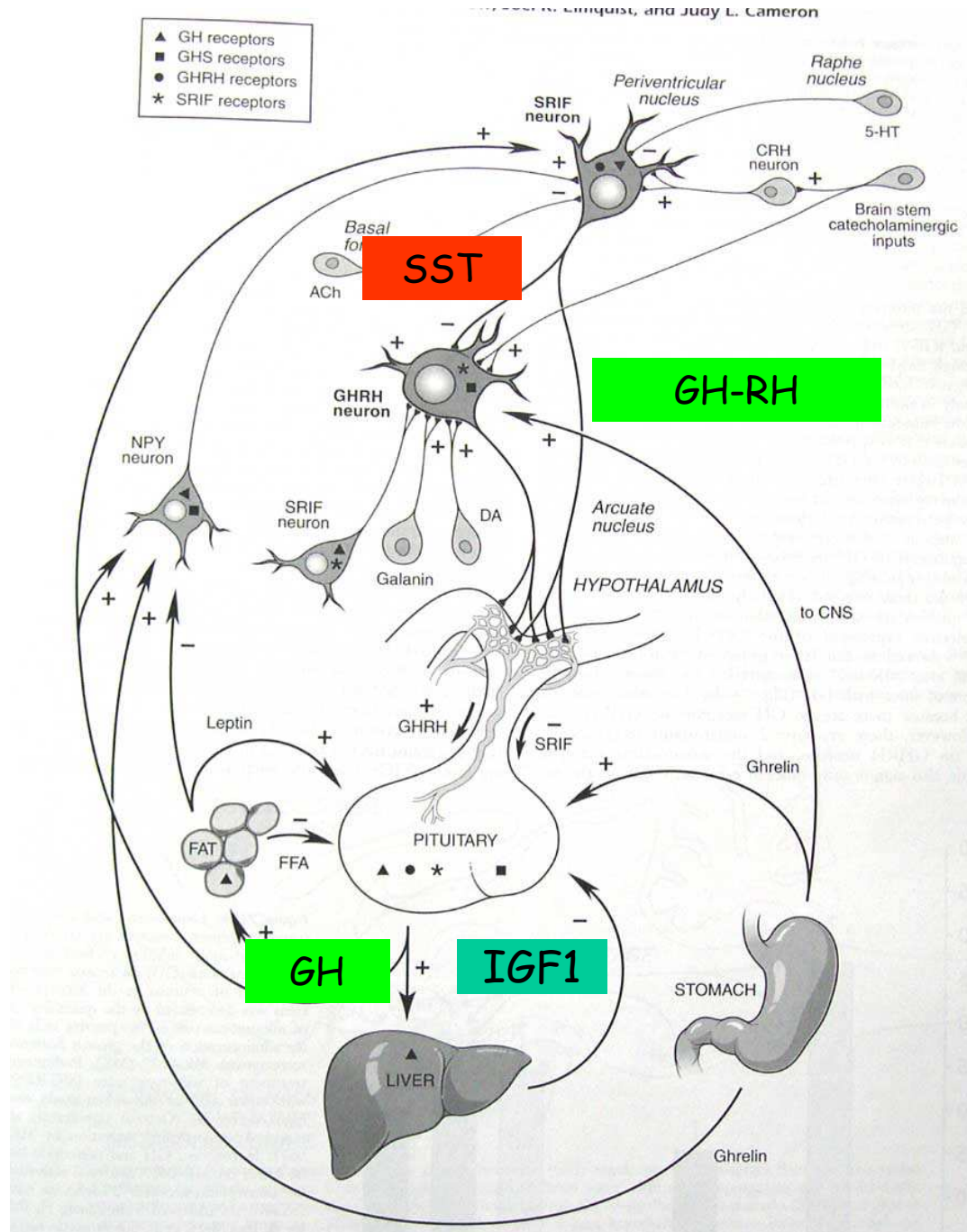
La GH stimule la:

- production et activité des ostéoblastes (ostéogénèse)
- formation cartilagineuse (chondrogénèse)
- croissance épiphysaire de l'os, jusqu'à la soudure des cartilages de conjugaison

Régulation de l'axe somatotrope

- **L'hormone de croissance** est sécrétée selon un rythme pulsé influencé par le nyctémère. Pulse de sécrétion toutes les 3 ou 4 heures avec des pics plus importants la nuit
- Contrôle de la sécrétion par 2 facteurs hypothalamiques
 - **Un facteur activateur GHRH:** *growth hormone releasing hormone* (somatolibérine)
 - **Un facteur inhibiteur** ou **GHIF** : *growth hormone inhibiting factor* (somatostatine)





Régulation de la GH

SST : somatostatine

GH : Growth Hormone

GH-RH : Growth Hormone Releasing Hormone

IGF-1 : Insuline like Growth Factor 1

Régulation de la GH

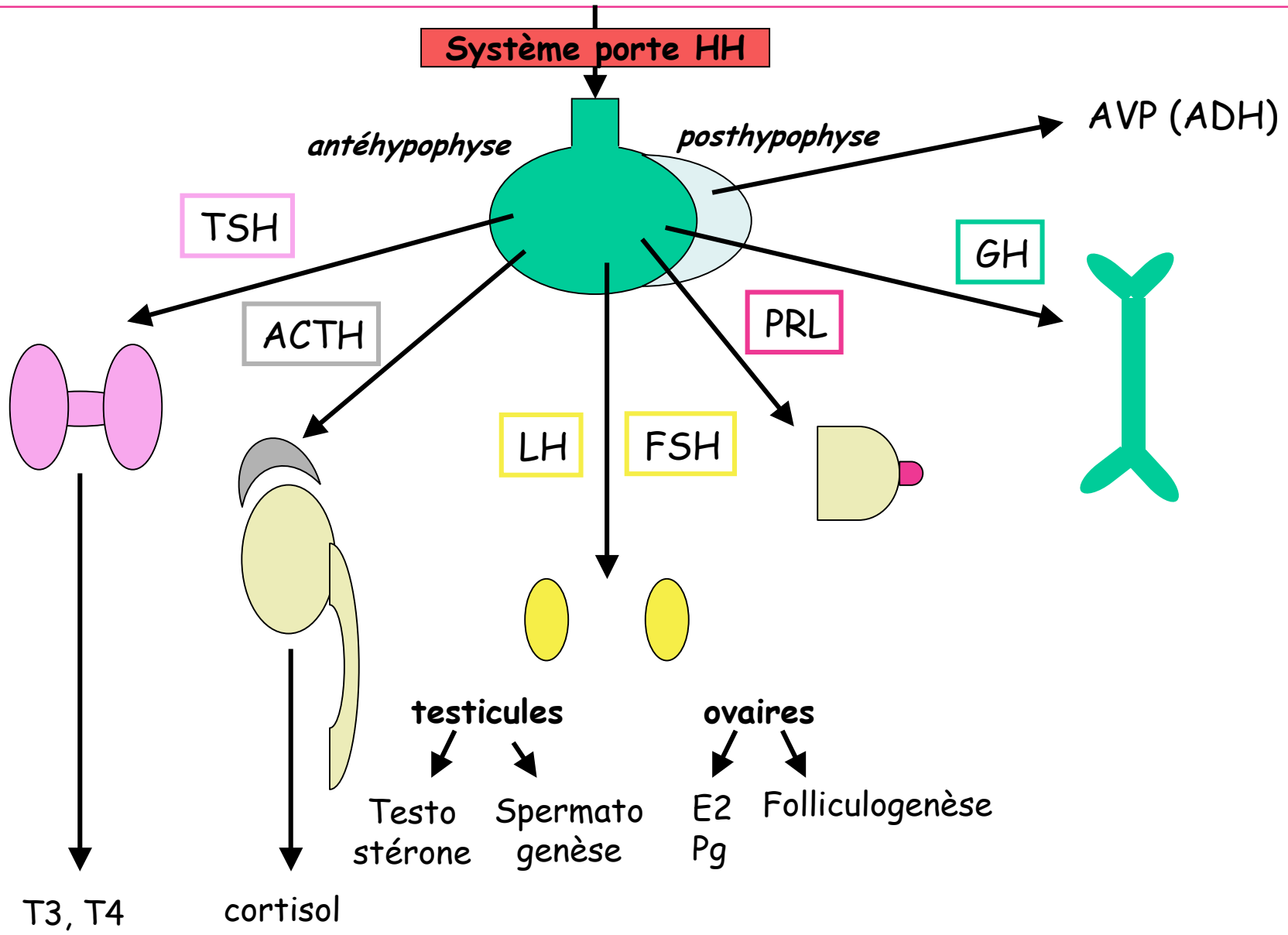
La prolactine

- Hormone polypeptidique de 199 acides aminés
- Le nombre de cellules à prolactine est variable elles se multiplient pendant **la grossesse**
- La sécrétion de prolactine augmente pendant la grossesse
- **La dopamine** issu de l'hypothalamus **freine** la prolactine
- **La TRH stimule** la prolactine
- La prolactine provoque au niveau de la glande mammaire la **fabrication de lait**
- En pathologie le dosage permet de faire le diagnostic d'adénome à prolactine

Les stimulines hypophysaires

- **ACTH** sécrétée de façon continue par hypophyse mais à taux variable selon les heures maximum le matin à 8 heures minimum le soir 24 heures.
la sécrétion est réglée par le cortisol qui agit sur le CRH hypothalamique qui commande la sécrétion d'ACTH. L'ACTH stimule **la surrénale** et stimule la production de l'ensemble des hormones surrénaliennes
- **FSH** sécrétion rythmée par le cycle menstruel
sur l'ovaire intervient dans le recrutement des ovocytes
sur le testicule favorise la spermatogénèse
- **LH** chez la femme sécrétée à partir de la puberté toutes les 90 mn et déclenche l'ovulation
chez l'homme elle est sécrétée de façon cyclique et entraîne la production de testostérone
- **TSH** sécrétée de façon permanente mais son taux est variable dans la journée. Elle provoque la sécrétion de T3 et de T4 sécrétion sous la dépendance de la TRH hypothalamique

Hormones hypothalamiques : TRH, CRH, LH-RH, DA, GHRH, somatostatine



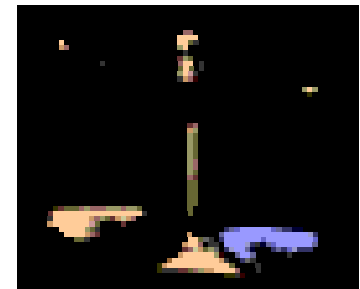
Organisation fonctionnelle

- L'hypophyse est comme un **chef d'orchestre**



- L'hypophyse **régule les glandes endocrines périphériques:**

- thyroïde
- surrénales
- gonades
- glande mammaire...



Hormones de la post-hypophyse: neurohormones

HORMONE ET TISSUS CIBLES

Ocytocine



Utérus



Glandes mammaires

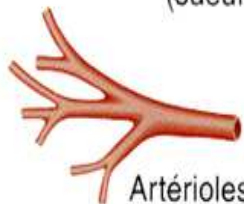
ADH (Hormone anti-diurétique) ou vasopressine



Reins



Glandes sudoripares (sueur)



Artérioles

PRINCIPAUX EFFETS

Stimule la contraction des fibres musculaires lisses de l'utérus durant l'accouchement; stimule la contraction des cellules myoépithéliales des glandes mammaires qui causent l'éjection du lait.

Conserve l'eau du corps en diminuant le volume d'urine; réduit la perte d'eau par transpiration; élève la pression artérielle par vasoconstriction des artérioles.

RÉGULATION DE LA SÉCRÉTION

Les cellules neurosécrétrices de l'hypothalamus sécrètent l'ocytocine en réponse à la distension de l'utérus et à la stimulation des mamelons.

Les cellules neurosécrétrices de l'hypothalamus libèrent l'ADH en réponse à l'élévation de la pression osmotique sanguine, à la déshydratation, à la perte de volume sanguin, à la douleur ou au stress; une faible pression osmotique sanguine, un volume sanguin élevé et l'alcool inhibent la sécrétion d'ADH.

La thyroïde

Description anatomique

- La glande thyroïde comporte 2 lobes latéraux droit et gauche reliés par un isthme elle est rouge brun de consistance assez molle. Elle pèse environ 30 g chez l'adulte
- **Les lobes latéraux** : ils ont la forme d'une pyramide arrondie 6 cm de haut du cartilage thyroïde en haut jusqu'au 6^{ème} anneau trachéal en bas
- **l'isthme** est plaqué contre les 2^{ème} et 3^{ème} anneau trachéal en bas

Rapports de la thyroïde

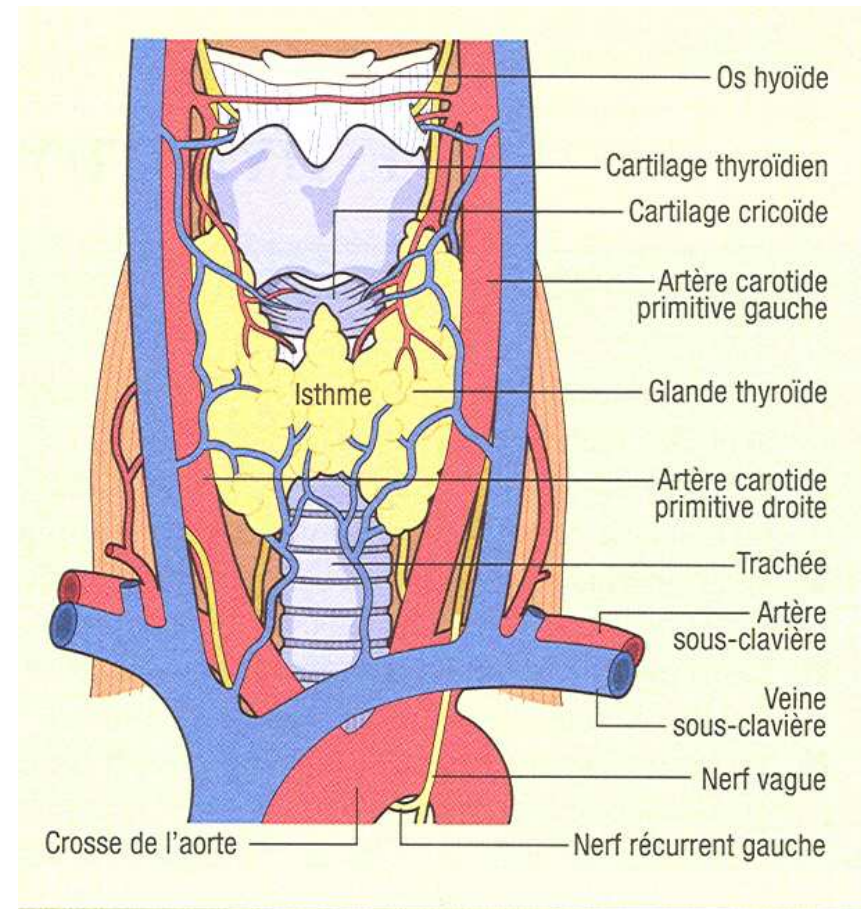
la trachée: la thyroïde monte et descend avec les mouvements de la déglutition .Un nodule peut entraîner des troubles respiratoires

l'œsophage: en arrière de la trachée une tumeur de la thyroïde peut comprimer l'œsophage

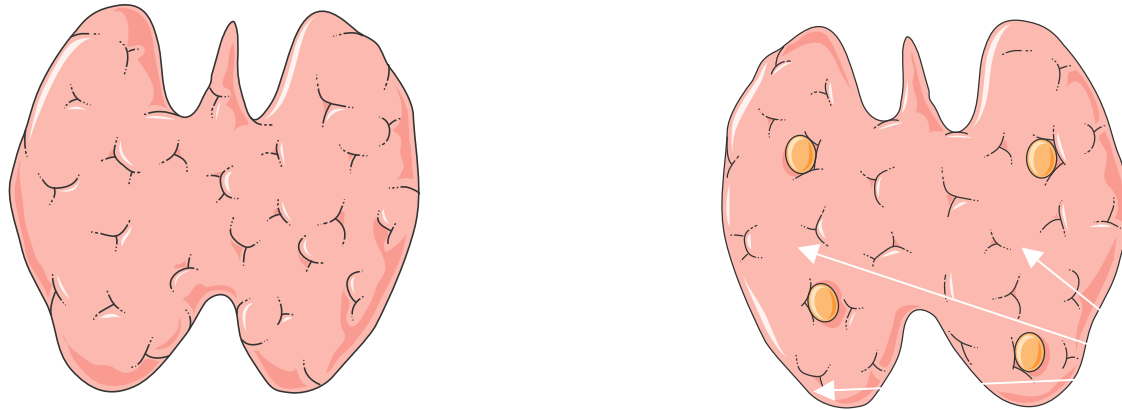
Les nerfs récurrents: nerfs moteurs des cordes vocales longent l'angle entre trachée et œsophage

Le larynx: une compression des nerfs récurrents peut entraîner une paralysie des cordes vocales

Les parathyroïdes: accolées à la partie postérieure des lobes thyroïdiens



Glande Thyroïde



- Les parathyroïdes sont à la partie postérieure des lobes thyroïdiens

En dehors de la loge thyroïdienne, le cou

- **En avant:** la peau
tissus cellulaire sous cutané
l'aponévrose cervicale superficielle qui engaine 4 muscles
ce losange sert de point de repère à la trachéotomie
- **De chaque côté:** le paquet vasculo-nerveux du cou
artère carotide
veine jugulaire interne
nerf grand hypoglosse plexus cervical
- **Vaisseaux et nerf:** deux artères thyroïdiennes supérieures et inférieures et une moyenne associées aux veines supérieures les lymphatiques et de très nombreux plexus sympathiques qui innervent la thyroïde

histologie

- La thyroïde est formée de petites vésicules ou **follicules**
L'enveloppe de ces follicules est faite de cellules folliculaires ou **thyrocytes** (99.9% des cellules de la thyroïde) qui produisent **la thyroglobuline** qui est stockée dans **le colloïde** qui remplit la cavité centrale des follicules
- les **cellules C** ou para folliculaires forment un tissu conjonctif situé entre les follicules elles synthétisent et sécrètent **la thyrocalcitonine**.

physiologie

- **Iode**

les hormones thyroïdiennes sont fabriquées à partir de l'iode minéral trouvé dans l'alimentation et les eaux de boisson. Besoins quotidiens de 250 à 300 microg/jour

Synthèse des hormones thyroïdiennes

-l'iode est captée par les cellules thyroïdiennes

-oxydée pour pouvoir être utilisées puis fixé sur des acides aminés :les tyrosines de la thyroglobuline

-les thyrosines sont couplées pour former les hormones thyroïdiennes ou thyronines

- **Il existe 2 type d'hormone thyroïdienne**

-la tetra iodothyronine ou **T4** ou **thyroxine** qui contient 4 atome d'iode sécrétée par les follicules thyroïdiens en grande quantité mais n'est pas immédiatement active

- -la triiodothyronine ou **T3** qui contient 3 atomes d'iode sécrétée par les follicules et formée dans **les tissus cibles** à partir de la thyroxine c'est l'hormone active sur les tissus.

Action des hormones thyroïdiennes T3 et T4

- Les hormones thyroïdiennes sont sécrétées dans le sang en fonction des besoins
- Elles ciblent presque **toutes les cellules du corps** mais particulièrement
- **Sur les métabolismes :**
 - *glucidique* ,augmente le catabolisme du glucose (tendance à l'hyperglycémie)
 - *lipidique* augmente la lipolyse,
 - *protidique* augmentation du catabolisme azoté ,
 - *hydrique* ,
 - *Métabolisme de base*, production de la chaleur, effet calorigène.
- **Le tissu musculaire:** contrôle de la vitesse de conduction (contrôle le fonctionnement normal du myocarde) et de contraction (muscles périphériques)
- **Contrôle de la croissance et le développement des tissus**, osseux et nerveux.
- **Tissus nerveux** contrôle de la vitesse de conduction nerveuse.
- **Tube digestif:** contrôle du temps de transit
- Contrôle du fonctionnement normal des **organes génitaux**.

Action des hormones thyroïdiennes T3 et T4 suite

- La multiplicité des actions et des organes cibles des hormones thyroïdiennes est illustré par la richesse de la symptomatologie de l'hyperthyroïdie comme de l'hypothyroïdie quand elles ont une forme sévère.
- Le modèle de la métamorphose du têtard en grenouille illustre l'importance de hormones thyroïdiennes dans le développement, la maturation et la croissance

Transport

- Les hormones thyroïdiennes après leur libération se lient à **la protéine plasmaticque** TBG thyroxine binding hormone qui les transporte dans le sang jusqu'a les cellules cibles
- **La T3 est 10 fois plus active que la T4**, les tissus sont capables de **convertir la T4 en T3 grâce à des enzymes**(séparation d'un atome d'iode)

Modulation de la fonction thyroïdienne

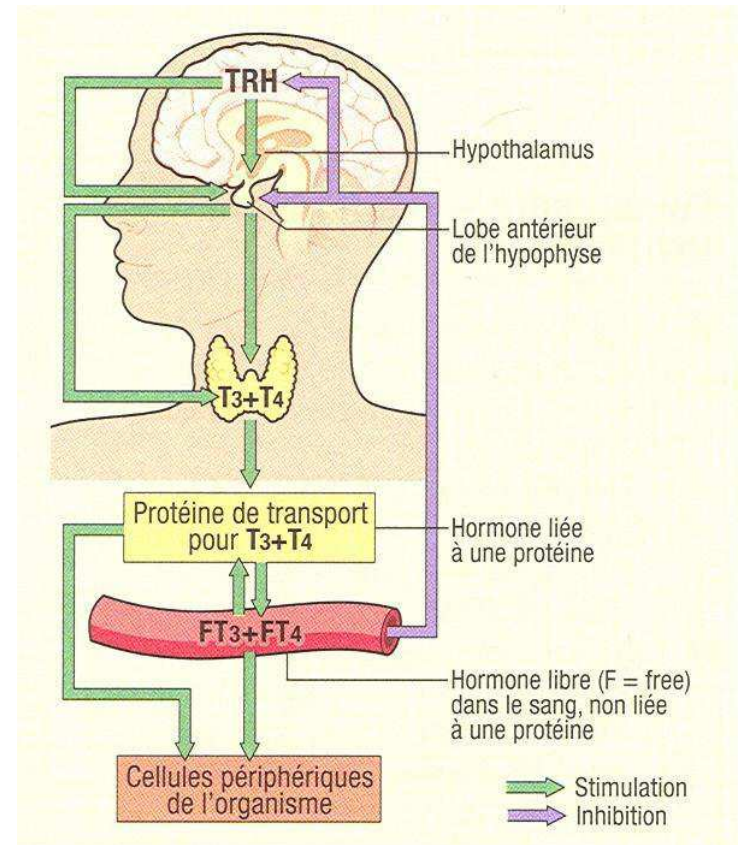
TRH = - libérée par l'hypothalamus
- stimule sécrétion et synthèse de TSH

TSH = - Sécrétée par l'hypophyse antérieure
- Augmente la résorption intestinale d'Iode
- Augmente la synthèse d'hormones thyroïdiennes
- Augmente la mobilisation des réserves de T3 et T4
- Si produite de façon continue => hypertrophie de la
thyroïde

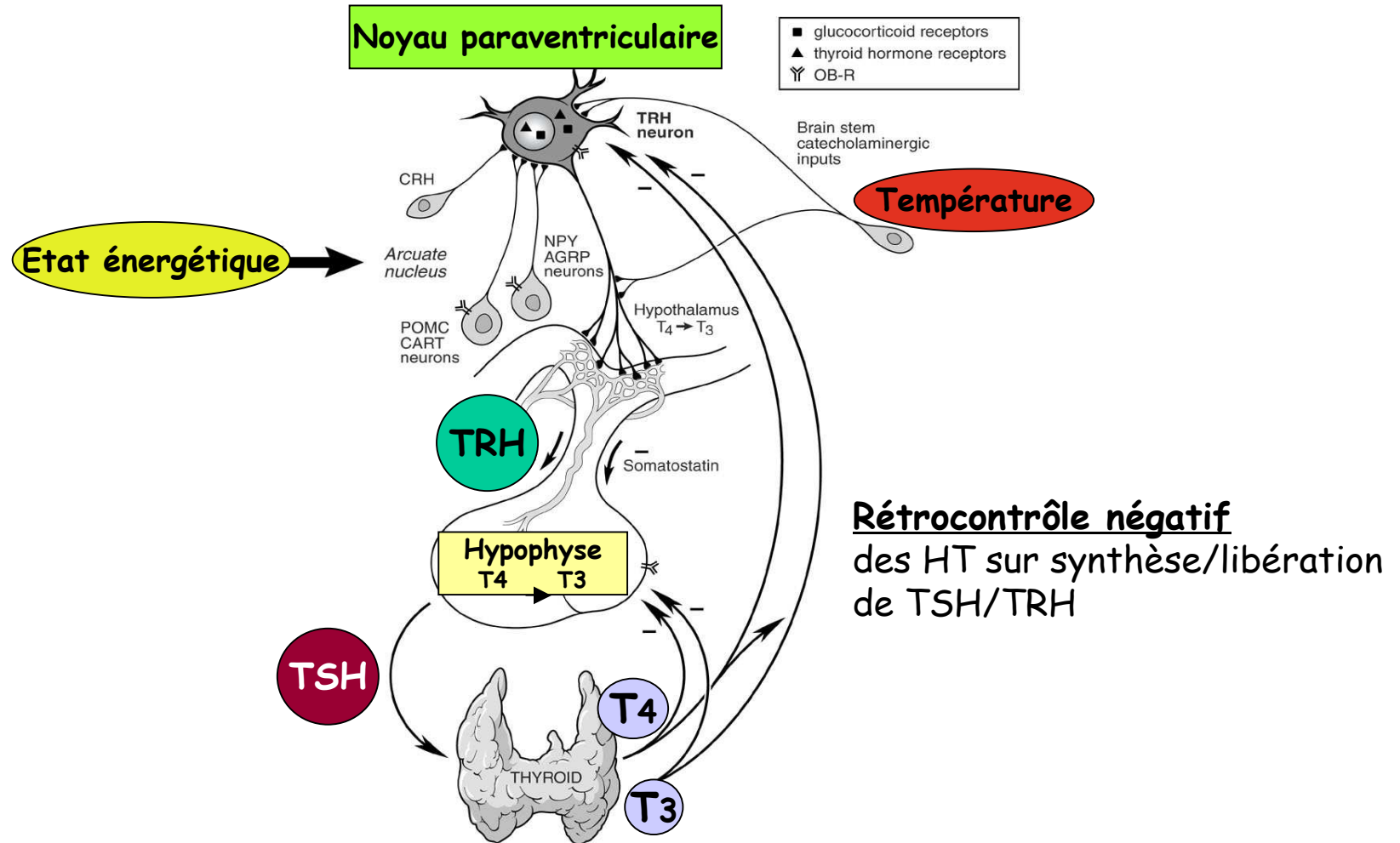
Le taux d'hormone libre circulant va régler l'activité de la
thyroïde = autorégulation

Régulation de la fonction thyroïdienne

- Le taux d'hormones thyroïdienne est très constant dans le plasma régulé par le système hypothalamo hypophysaire
- La TSH hypophysaire stimule la glande thyroïde. Elle est stimulée si le taux d'hormones thyroïdienne diminue et est freiné si ce taux augmente (**rétro inhibition**)
- L'hypothalamus produit la TRH qui stimule la TSH
- Stimulation si besoin d'énergie ex: croissance , grossesse, froid prolongé



Axe hypothalamo-hypophysaire-thyroïdien



TRH = thyrolibérine (*Thyrotropin Releasing Hormone*)

TSH = thyrostimuline (*Thyrotropin Stimulating Hormone*)

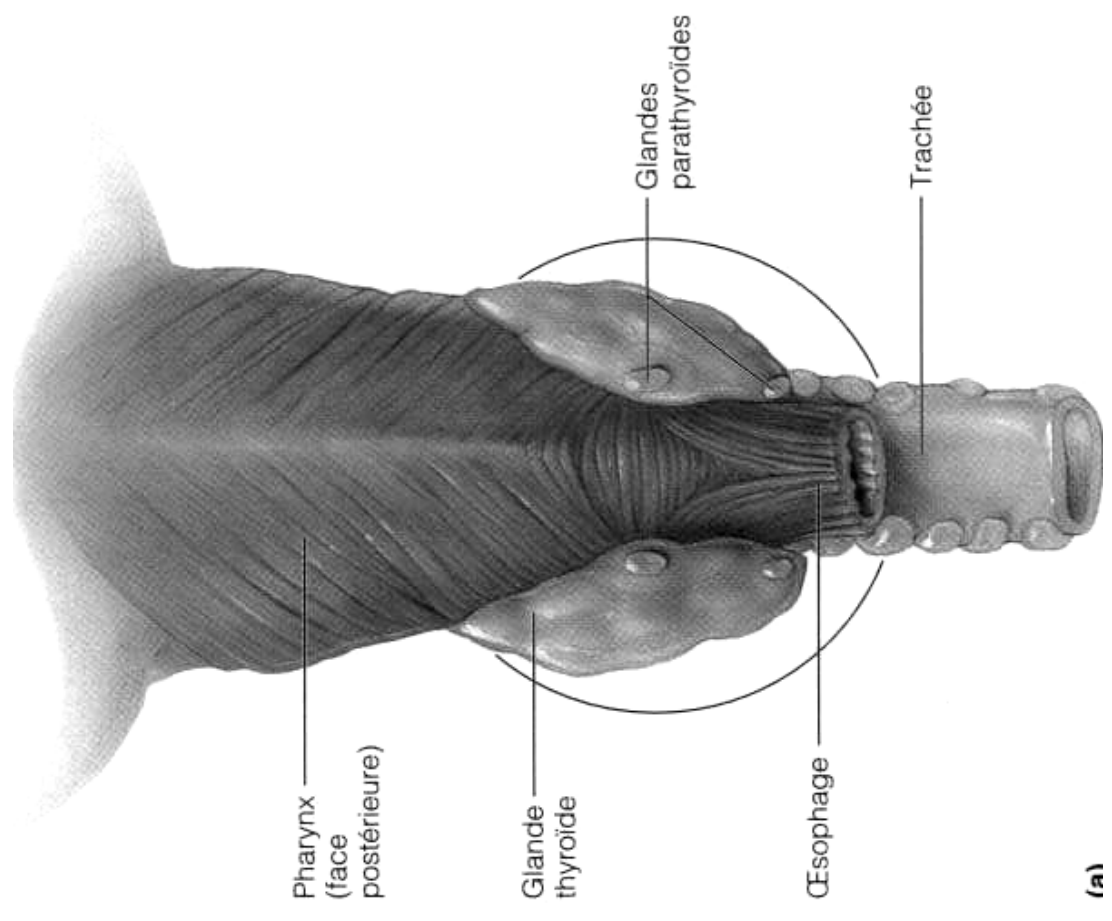
LA CALCITONINE CT

- La **CT** est produite par les *cellules parafolliculaires* de la **glande thyroïde**.
- Stimulus de la *libération* de **CT** : \uparrow de la *concentration plasmatique* d'ions **Ca²⁺**.
- Effet : \downarrow (= *retour à la normale*) de la *concentration plasmatique* d'ions **Ca²⁺**, en agissant sur les *organes* suivants
 - **Os** :
CT
 $\Rightarrow \uparrow$ du *dépôt* de **sels de calcium** et de **phosphate**,
 $\Rightarrow \downarrow$ de la **résorption osseuse** en *inhibant* l'*activité* des **ostéoclastes**.
 - **Reins** :
CT $\Rightarrow \downarrow$ de la *réabsorption* des **ions Ca²⁺** par le **TCD**. \Rightarrow effet *antagoniste* de la **PTH**.
- La **CT** agit surtout pendant l'**enfance**.
- **Chez l'adulte, la CT n'est plus qu'un faible agent hypocalcémiant.**

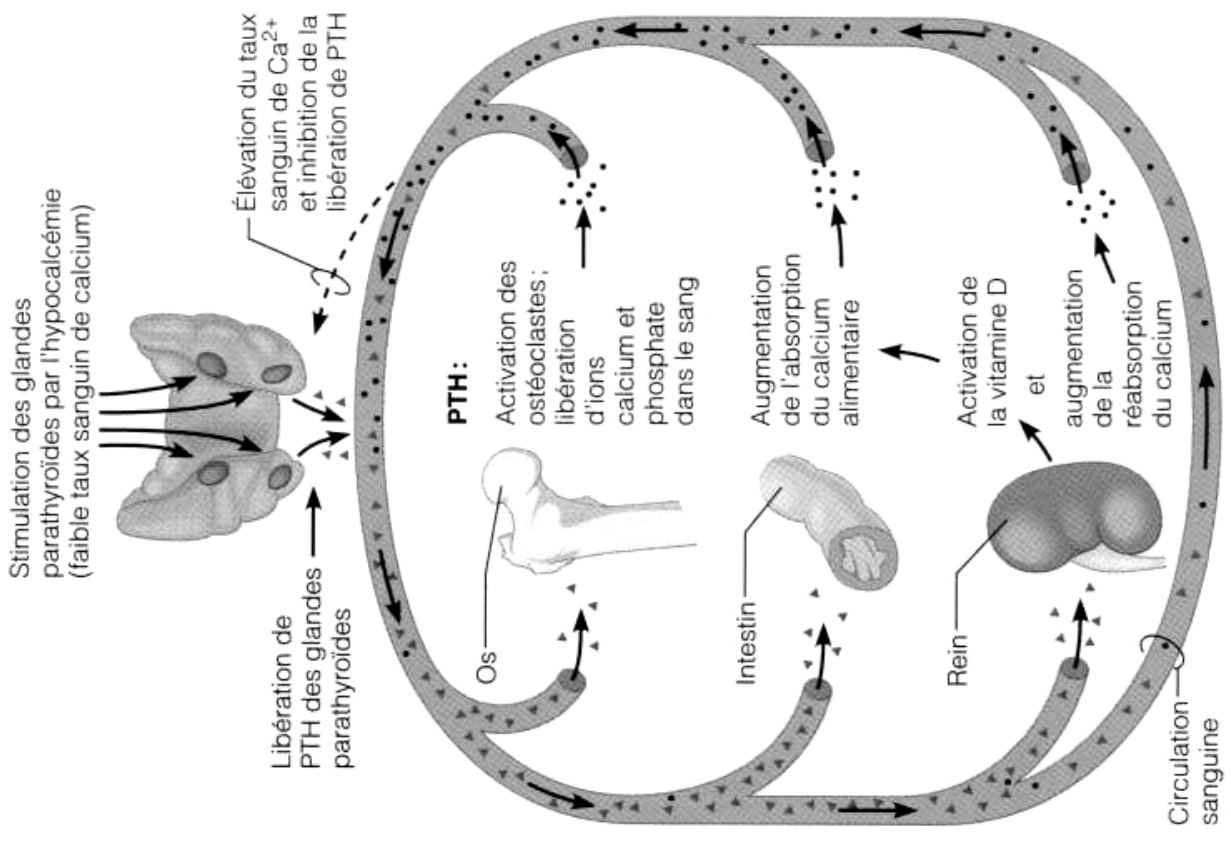
Les parathyroïdes

Parathyroïde: anatomie

- Il existe 4 glandes parathyroïdes 2 supérieures et 2 inférieures situées en arrière des lobes thyroïdiens il peut exister des parathyroïdes ectopiques notamment dans le médiastin, derrière le larynx ou l'œsophage.
- Elles mesurent de 2 à 9 mm de longueur, de 2 à 5 mm de largeur et de 0.5 à 4 mm de hauteur. Poids total de 120 à 145 mg
- **Rapports:**
 - rapport essentiel avec la thyroïde , mais les parathyroïdes ont une capsule propre qui permet de les séparer de la thyroïde
 - vaisseaux et nerfs proches de l'artère et de la veine thyroïdienne inférieure et du nerf récurrent qui commande les cordes vocales



(a)



Légende :

••• = Ions Ca^{2+}

▲▲ = Molécules de PTH

Parathyroïde: physiologie

- **Synthèse:** sécrétée par les cellules principales de la parathyroïde .L'hormone finale la **parathormone** comporte 84 acides aminés
- **Action de la PTH**
Augmente le taux de calcium dans le sang: hormone hypercalcémiant hypophosphatémiant.

au niveau du rein augmente la réabsorption du Ca^{2+} et diminue celle du phosphate.

au niveau de l'os: augmente la résorption osseuse en activant les ostéoclastes

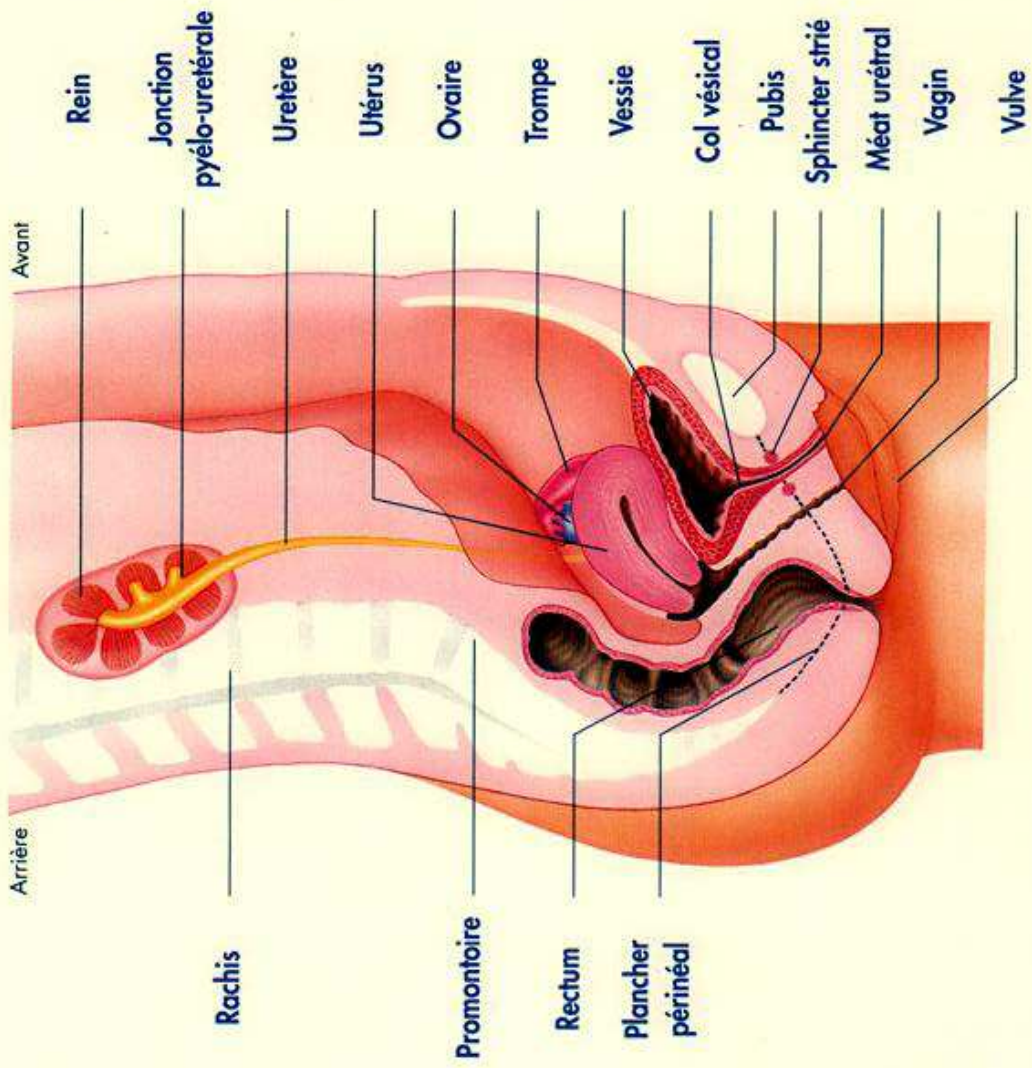
Intestin grêle (= effet indirect) : PTH \Rightarrow activation de la formation de **calcitriol** à partir de la **vitamine D3** par les *reins* \Rightarrow \uparrow de l'absorption d'ions Ca^{2+} par l'*intestin grêle*.

Régulation

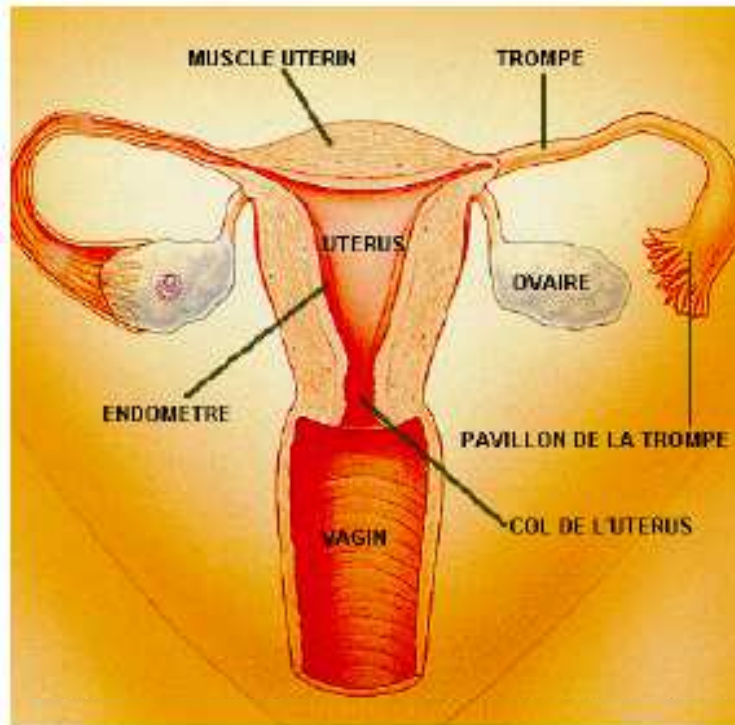
- La PTH est régulée par le taux de calcium et de vitamine D toute diminution de la calcémie ou de la vitamine D entraîne augmentation de la sécrétion de PTH
- La diminution de la calcémie provoque une augmentation de la sécrétion de la PTH qui augmente la mobilisation du calcium osseux et diminue l'excrétion urinaire du calcium permettant ainsi le retour de la calcémie à sa valeur d'équilibre.
- A l'opposé une augmentation de la calcémie inhibe la sécrétion de PTH et la mobilisation du calcium osseux , et augmente l'excrétion urinaire du calcium

Les ovaires

L'appareil génito-urinaire de la femme



Appareil génital féminin en coupe frontale



- Les ovaires sont au nombre de 2
- Dimensions 5 x 4 x 2 cm
- Couleur blanc nacré
- Situées de chaque coté de l'utérus
- Reliées à l'utérus par des ligaments utéro ovarien et aux trompes par les ligaments tubo ovariens
- Surface marquée par des sillons cicatriciels d'ovulation et saillies des follicules ovariens

L'axe gonadotrope

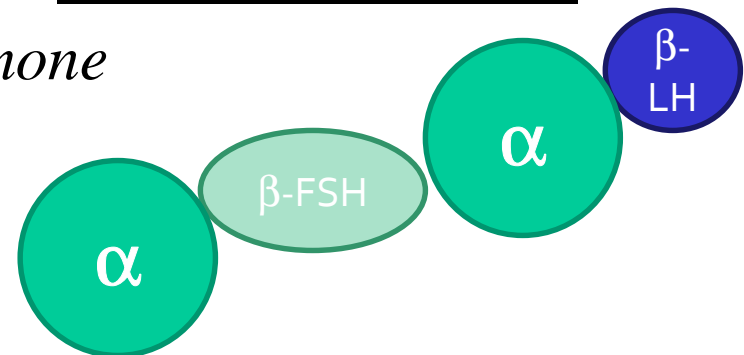
- **Trois hormones principales:**

- Hypothalamique → **GnRH: gonadotropin releasing hormone** ou *gonadolibérine*:

- *polypeptide*
- sécrétion **pulsatile** +++ (1p/90 min)

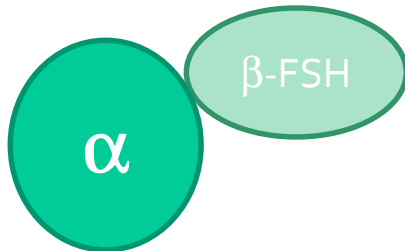
- Hypophyse: glycoprotéines à deux sous-unités:

- **FSH: follicle stimulating hormone**
- **LH: luteinizing hormone**



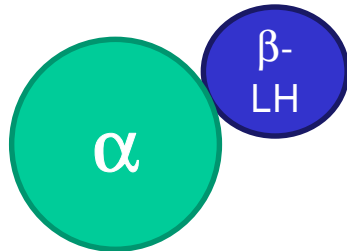
L'axe gonadotrope chez la femme

- **Rôle des hormones hypophysaires:**



Récepteurs sur les cellules de la granulosa et de la thèque interne

Permet la **croissance des follicules** =
stimule la production des ovules



Récepteurs sur les cellules de la granulosa

Stimule la production des hormones gonadiques (oestrogènes, progestérone)
Permet l'**ovulation** et la **transformation du follicule en corps jaune**

Rôles des différentes hormones

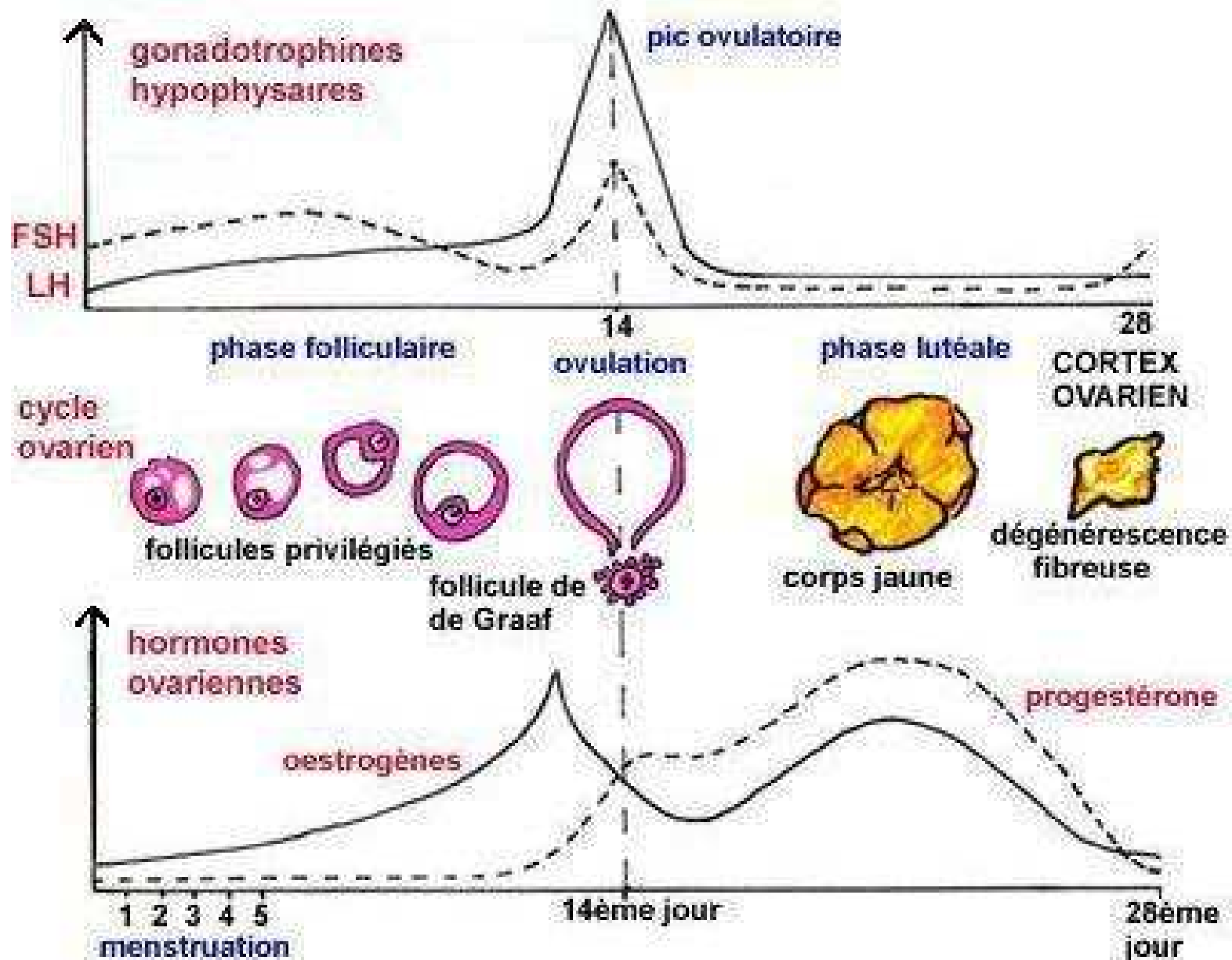
- la **FSH** agit *en synergie* avec la **LH** \Rightarrow maturation du *follicule ovarien*.
- la **LH** déclenche à elle seule l'**ovulation**.
- *Avant la puberté*, les **gonadotrophines** sont *absentes*.
- *Pendant la puberté*, les **gonadotrophines FSH** et **LH** sont produites par les *cellules gonadotropes* $\Rightarrow \uparrow$ de la *concentration sanguine* de **FSH** et de **LH** $\Rightarrow \uparrow$ **Œstrogènes et du Progesterone**.
- **Rôles des Œstrogènes :**
maturation des organes génitaux à la *puberté* ;
apparition des caractères sexuels secondaires féminins à la *puberté*
- **Rôles du Progesterone :**
en association avec les œstrogènes favorise le *développement des seins*
en association avec les œstrogènes favorise les **modifications cycliques** de la *muqueuse utérine* (= **cycle menstruel**).

Régulation endocrine de la reproduction chez la femme

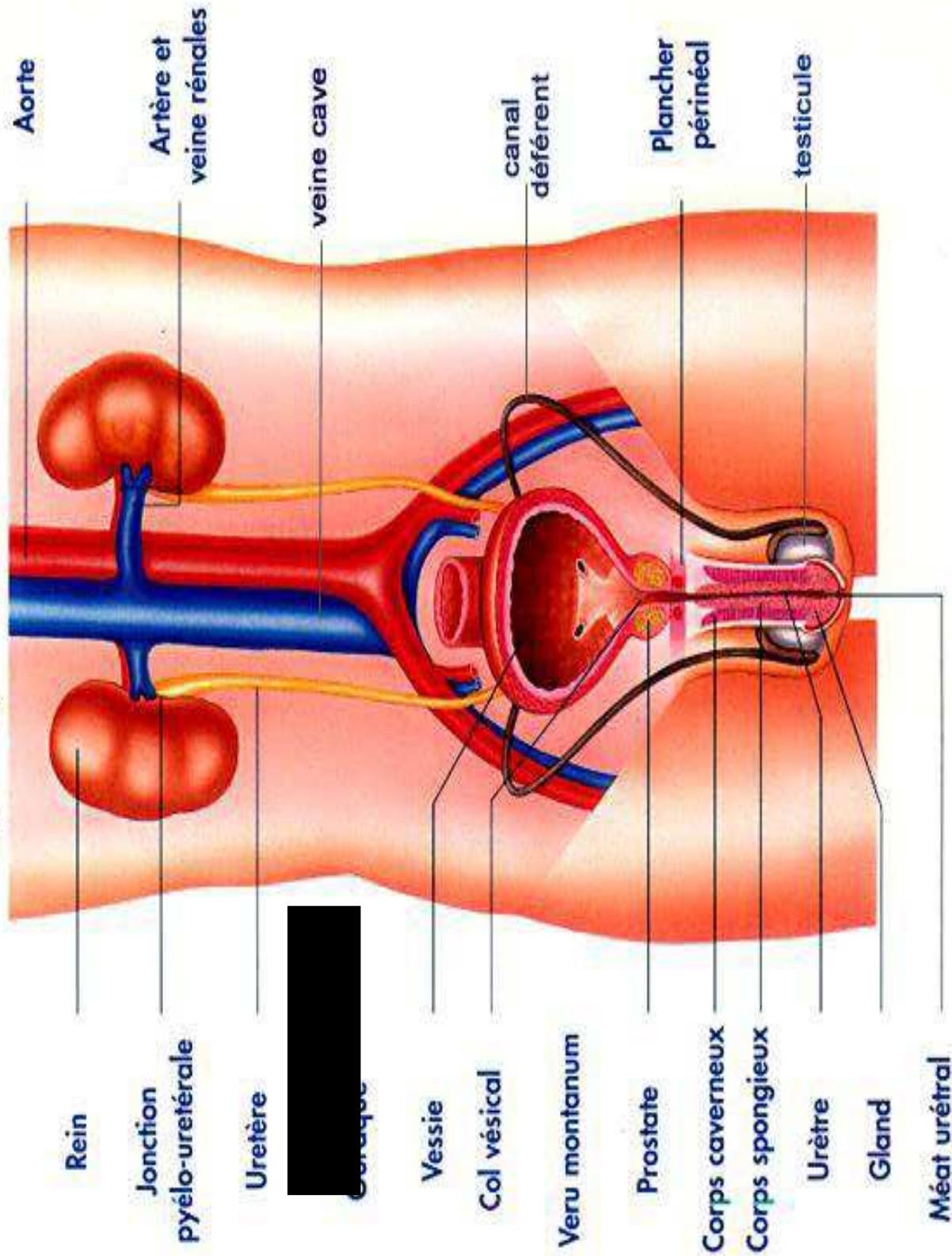
- la libération des gonadotrophines (LH/FSH) par l'adénohypophyse dépend de la gonadolibérine Gn-RH (gonadotropin releasing hormone) sécrétée par l'hypothalamus.
- Les hormones gonadiques (œstrogènes/progestérone) produites sous le contrôle des gonadotrophines \Rightarrow rétro-inhibition sur la libération de FSH et de LH = Rétrocontrôle négatif par l'estradiol (FSH +++) et la progestérone (LH +++)
- Les ovaires produisent des ovules de manière cyclique cycle de 28 jours avec une période pré ovulatoire ou phase folliculaire et une phase post ovulatoire ou phase lutéale

- Le GnRH entraîne une sécrétion de LH et FSH , l'ampleur des sécrétions varie au cours du cycle en fonction des rétrocontrôles + ou – induits par les hormones ovariennes sur l'axe hypothalamo-hypophysaire
- En début de phase folliculaire le oestrogenes qui ont un taux faible freinent rétrocontrôle négatif GnRH FSH et LH, en fin de phase folliculaire quand taux d'oestrogènes maximal ils inversent leur rétrocontrôle qui devient positif sur l'axe hypothalamo hypophysaire et c'est le pic de LH qui déclenche l'ovulation
- Pendant la phase lutéale avec l'ovulation et la rupture du follicule ovarien effondrement des taux des œstrogènes, FSH et LH ,les vestiges du follicule se transforme en corps jaune qui produit de la progestérone et des œstrogènes
- S'il n'y a pas de fécondation le corps jaune régresse et les taux hormonaux s'effondrent à nouveau et un nouveau cycle s'enchaîne

CYCLE MENSTRUEL



L'appareil génito-urinaire de l'homme



Les Testicules: anatomie

Sont au nombre de deux

Situés à l'extérieur du corps, à l'intérieur des bourses appelés scrotum le gauche est plus haut que le droit

Mesure 3.5 à 5 cm de long 2.5 à 3.5 de large et 1.5 à 2.5 d'épaisseur . Poids autour de 20 g

Principaux rapports

avec les enveloppes de la superficie à la profondeur on retrouve 7 éléments: la peau, le dartos, tissu cellulaire sous cutané, tunique fibreuse superficielle, le crémaster, la tunique fibreuse profonde, la tunique vaginale.

Avec les organes: l'épididyme organe formé par les canaux efférents situés sur le bord supérieur et le partie externe du testicule du testicule

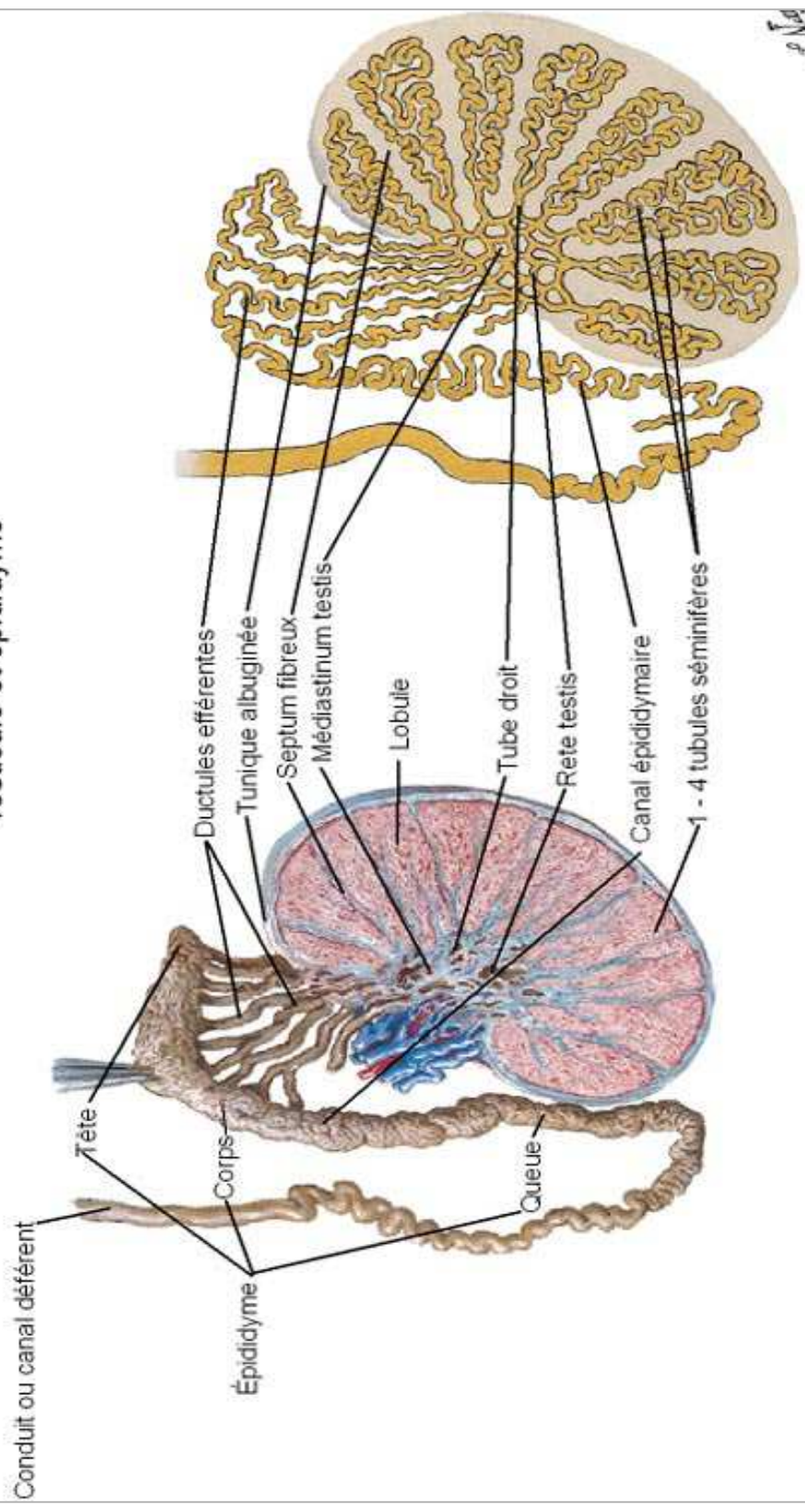
le canal déférent qui achemine les spermatozoïdes depuis le testicule vers les vésicules séminales

Vaisseaux et nerfs

nerfs viennent du plexus solaire et du plexus hypogastrique

les artères sont issues des branches terminales de l'artère spermatique

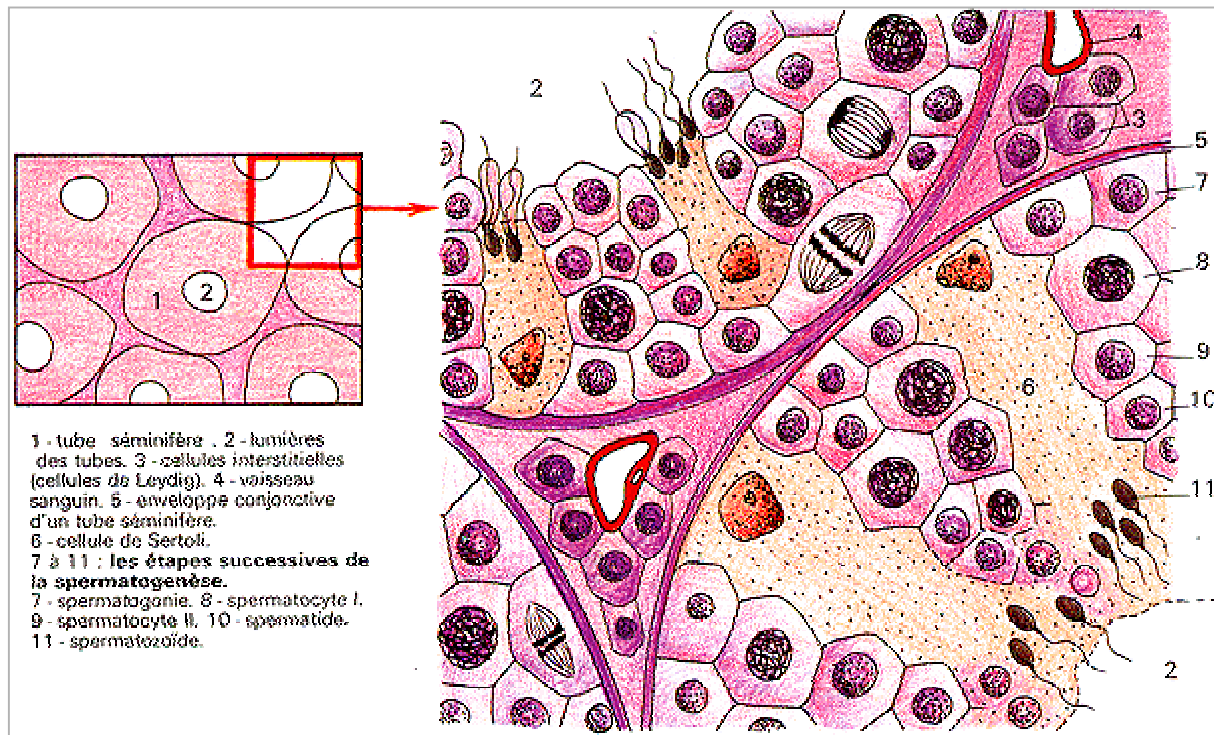
Testicule et épiddyme



Histologie: Les testicules comportent 2 types de tissus

Le tissu interstitiel qui comprend les cellules glandulaires de Leydig qui secrètent les hormones testiculaires

Les tubes séminifères qui servent à élaborer et évacuer les spermatozoïdes .
Ils comportent 2 types de cellules de Sertoli, cellules de soutien et les gonocytes qui sont responsables de la spermatogénèse



physiologie

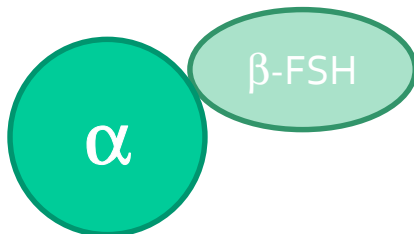
- Le testicule à 2 fonctions, une fonction de reproduction et une fonction endocrine
- **Fonction de reproduction** assurée par les spermatozoïdes contenus dans le sperme la régulation se fait par la FSH hypophysaire action directe des androgènes sur les tubes séminifères
- **Fonction endocrine** elle s'effectue par l'action des hormones mâles
 - métabolisme des hormones mâles* : testostérone, delta4 androstène dione , dehydroépiandrostenedione (dha)
 - régulation de la sécrétion* par les gonadostimulines hypophysaires LH qui stimule la sécrétion endocrine de testostérone
 - action physiologique des hormones males,*
 - sur le tractus génital chez le fœtus responsable de la masculinisation des organes génitaux externes,
 - après la puberté ils permettent le développement des organes génitaux, des caractères sexuels secondaires: apparition de la pilosité mue de la voix, développement musculaire et squelettiques de type masculin
 - au niveau des tissus action anabolisante

Rôle de la testostérone

- La testostérone est multifonctionnelle
- Elle agit sur les cellules de Sertoli pour favoriser la spermatogenèse
- Elle permet la différenciation et la croissance des organes reproducteurs
- Elle est responsable des caractères sexuels secondaires
- Elle exerce un rétrocontrôle négatif sur l'hypothalamus et l'hypophyse

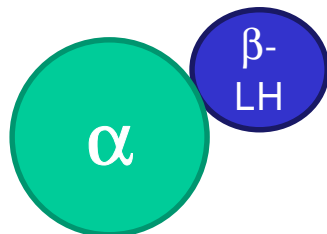
L'axe gonadotrope chez l'homme

- Deux types cellulaires sont les cibles de l'axe hypothalamo hypophysaire
- Hormone hypothalamique GnRH qui stimule l'hypophyse
- Rôle des hormones hypophysaires: FSH et LH



Récepteurs sur la cellule de Sertoli

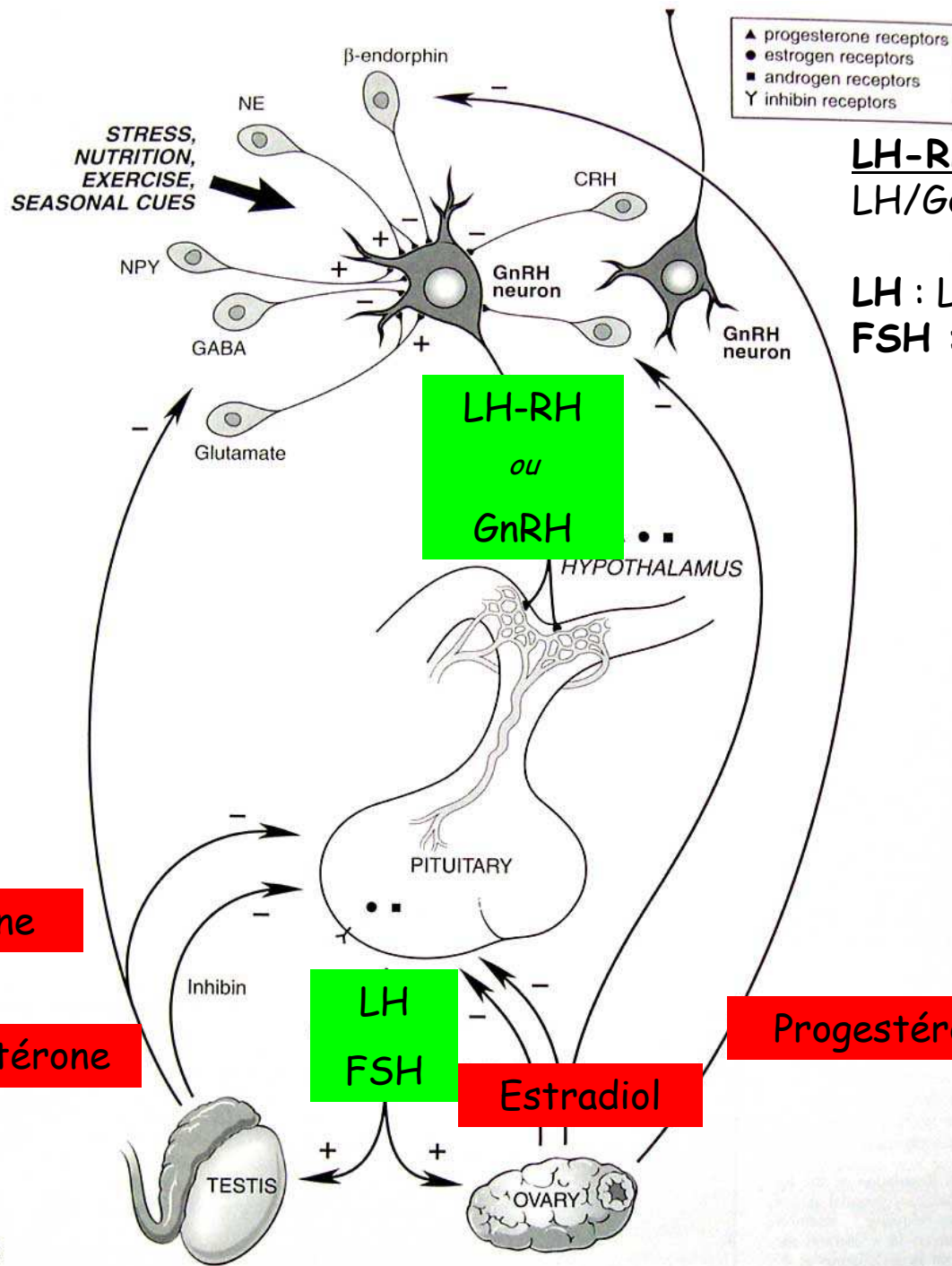
Stimule la **spermatogenèse**



Récepteurs sur la cellule de Leydig

Stimule la **synthèse de testostérone**

Rétrocontrôle négatif par les inhibines et l'estradiol (converti à partir de la testostérone)



LH-RH ou GnRH:

LH/Gonadotropin Releasing Hormone

LH : Luteinizing Hormone

FSH : Follicle Stimulating Hormone

Inhibine

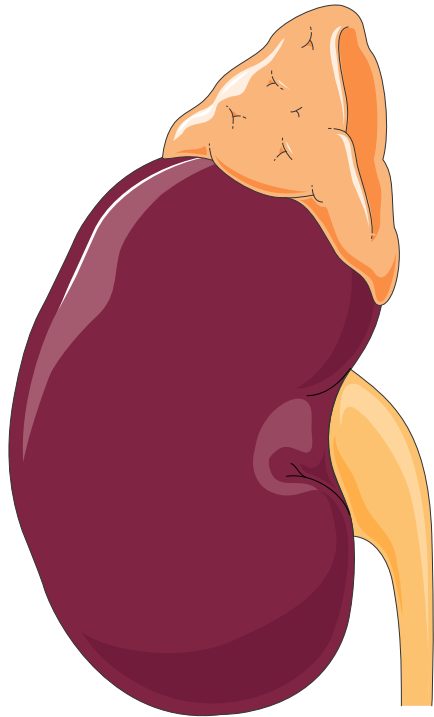
Testostérone

LH
FSH

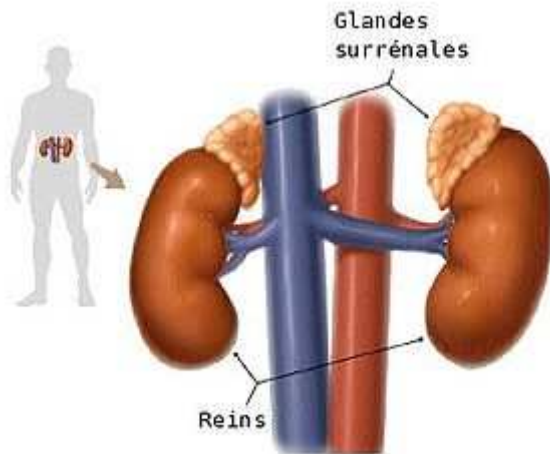
Estradiol

Progéstérone

Glande Surrénale (1)



Anatomie

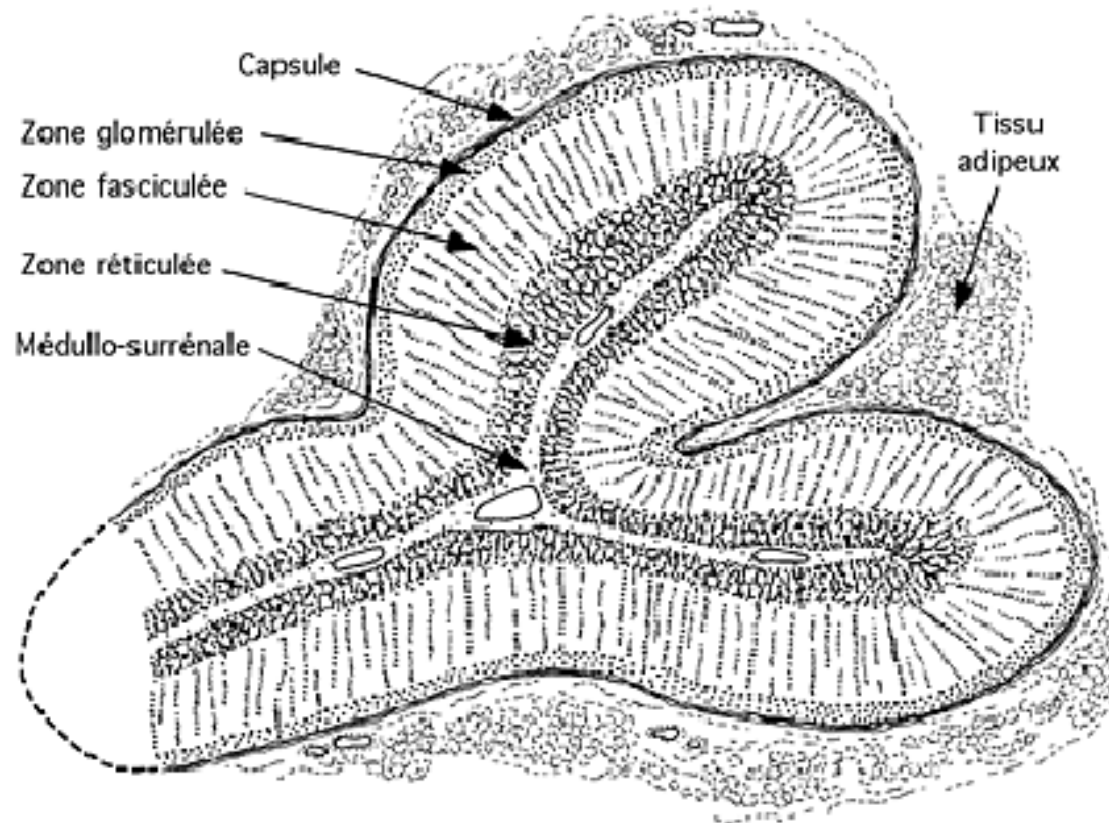


- Les surrénales sont au nombre de 2 elles sont situées au dessus des reins .Situées profondément dans l'abdomen proche de la paroi lombaire de chaque coté de la colonne vertébrale
- De forme triangulaires elles coiffent le pole supérieur du rein
- Mesurent 4.5 cm de long, 3 cm de large et 1 cm d'épaisseur
- Elles pèsent 8 g environ
- Elle sont composées de 2 parties la corticosurrénale et la médulosurrénale(au milieu)

Anatomie

- **Rapports** ils sont différents à droite et à gauche
 - la surrénale droite en arrière est proche du rachis D12 en dedans et en avant la veine cave inférieure en dehors le bord externe du rein droit en haut le foie
 - la surrénale gauche en arrière la paroi lombaire en dedans et en avant le corps du pancréas en dehors le rein gauche en haut le sommet du rein et la rate
- **Vaisseaux et nerfs** richement vascularisées les nerfs forment un plexus surrénal

histologie



histologie: plusieurs couches

1) Corticosurrénale:

- Couche glomérulée → Minéralocorticoïdes
- Couche fasciculée → Glucocorticoïdes
- Couche réticulée → Androgènes

2) Médulosurrénale → catécholamines

=Dopamine, Adrénaline, Noradrénaline

CORTEX SURRÉNAL

Le *cortex surrénal* synthétise environ 30 hormones stéroïdes appelées **corticostéroïdes** (= à partir du *cholestérol*).

Les *cellules corticales* sont disposées en 3 zones concentriques :

- **Zone glomérulée** : la plus *externe* ;
ses cellules produisent surtout les **minéralocorticoïdes**
hormones intervenant dans l'**équilibre hydro-électrolytique** du *sang*.
- **Zone fasciculée** : *médiane* ;
ses cellules produisent surtout les **glucocorticoïdes**
hormones intervenant dans le **métabolisme organique**.
- **Zone réticulée** : a plus *interne* (= contiguë à la *médulla surrénale*) ;
ses cellules produisent surtout les **androgènes, hormones sexuelles**
surréaliennes

Minéralocorticoïdes

- Rôle: Régulation des concentrations d'électrolytes (= fonction principale) : surtout des ions Na^+ et K^+ dans le sang et le liquide interstitiel
- Le minéralocorticoïde le plus puissant et le plus abondant est **l'aldostérone** : 95% de la production de minéralocorticoïdes.
- Le but principal de l'aldostérone est de maintenir l'équilibre des ions

$\text{Na}^+ \Rightarrow \downarrow$ de l'excrétion urinaire du sodium : \uparrow de la réabsorption des ions Na^+ au niveau du tubule distal du néphron et du tubule collecteur (= retour dans le sang).

\uparrow de la sécrétion des ions K^+ dans l'urine par les tubules collecteurs (= partie corticale) afin de maintenir l'équilibre électrolytique : 1 ion K^+ sécrété contre 1 ion Na^+ réabsorbé.

- L'action de l'aldostérone sur les tubules rénaux entraîne aussi indirectement la rétention d' H_2O (= associée à celle de Na^+).

Les facteurs qui stimulent la *sécrétion* de l'**aldostérone**

- **Système rénine-angiotensine :**
↓ de la **pression artérielle**, du **volume sanguin** ou de l'**osmolarité plasmatique** (= concentration en solutés) ⇒ *stimulation* des *cellules* de l'**appareil juxta-glomérulaire** dans les *reins*,
⇒ *libération* de **rénine**,
⇒ *formation* d'**angiotensine II**,
⇒ *libération* d'**aldostérone** par les *cellules glomérulées* du *cortex surrénal*.
- **Concentration plasmatique d'ions Na⁺ et K⁺ :**
↑ de la *concentration* de **K⁺** et ↓ de la *concentration* de **Na⁺** ⇒ ↑ de la *libération* d'**aldostérone**.
↓ de la *concentration* de **K⁺** et ↑ de la *concentration* de **Na⁺** ⇒ ↓ de la *libération* d'**aldostérone**.
- **Corticotrophine (= ACTH) :**
En cas de **stress intense**
⇒ ↑ de la *sécrétion* de **corticolibérine CRF** par l'*hypothalamus*,
⇒ ↑ de la *libération* d'**ACTH** par l'*adénohypophyse*,
⇒ ↑ **légère** de la *sécrétion* d'**aldostérone** par le *cortex surrénal*.

les glucocorticoïdes

- Sécrétés par la couche fasciculée: Ce sont : le cortisol (hydrocortisone), la cortisone et la corticostérone
- Hormone principale sécrétée est **le cortisol**

Rôle : Contrôle du métabolisme :une partie du métabolisme glucidique et hydrosodé

↑ de la **néoglucogenèse** ⇒ ↑ de la **glycémie** ;

↑ de l'*utilisation* des **acides gras** du tissu adipeux ⇒ **catabolisme** afin de produire de l'**énergie** ;

↑ du **catabolisme** des **protéines** de l'organisme ⇒ les **acides aminés** ainsi libérés sont affectés à la réparation des cellules ou à la synthèse d'enzymes du métabolisme

conséquence : permettent à l'organisme de **résister** aux **facteurs de stress** :

- *adaptation* de l'organisme à l'*intermittence de l'apport alimentaire* en **stabilisant la glycémie**,
- permettent à l'organisme d'*affronter tout stress important* comme une hémorragie, une infection, un traumatisme physique ou émotionnel.
- ↓ de la **réaction inflammatoire** et de la **réponse immunitaire** en cas d'*excès* de **cortisol** dans le *sang*.

Régulation des glucocorticoïdes

- Leur régulation permet de réagir de façon appropriée au danger mais doit aussi éviter les effets délétère d'une exposition chronique aux excès de cortisol

- le **taux de cortisol** est régulé par le système hypothalamo-hypophysaire.

Lorsque la cortisolémie baisse dans le sang, l'hypothalamus sécrète du CRF qui entraîne la sécrétion d'ACTH hypophysaire qui va stimuler la cortico surrénale et rétablir le taux de cortisol

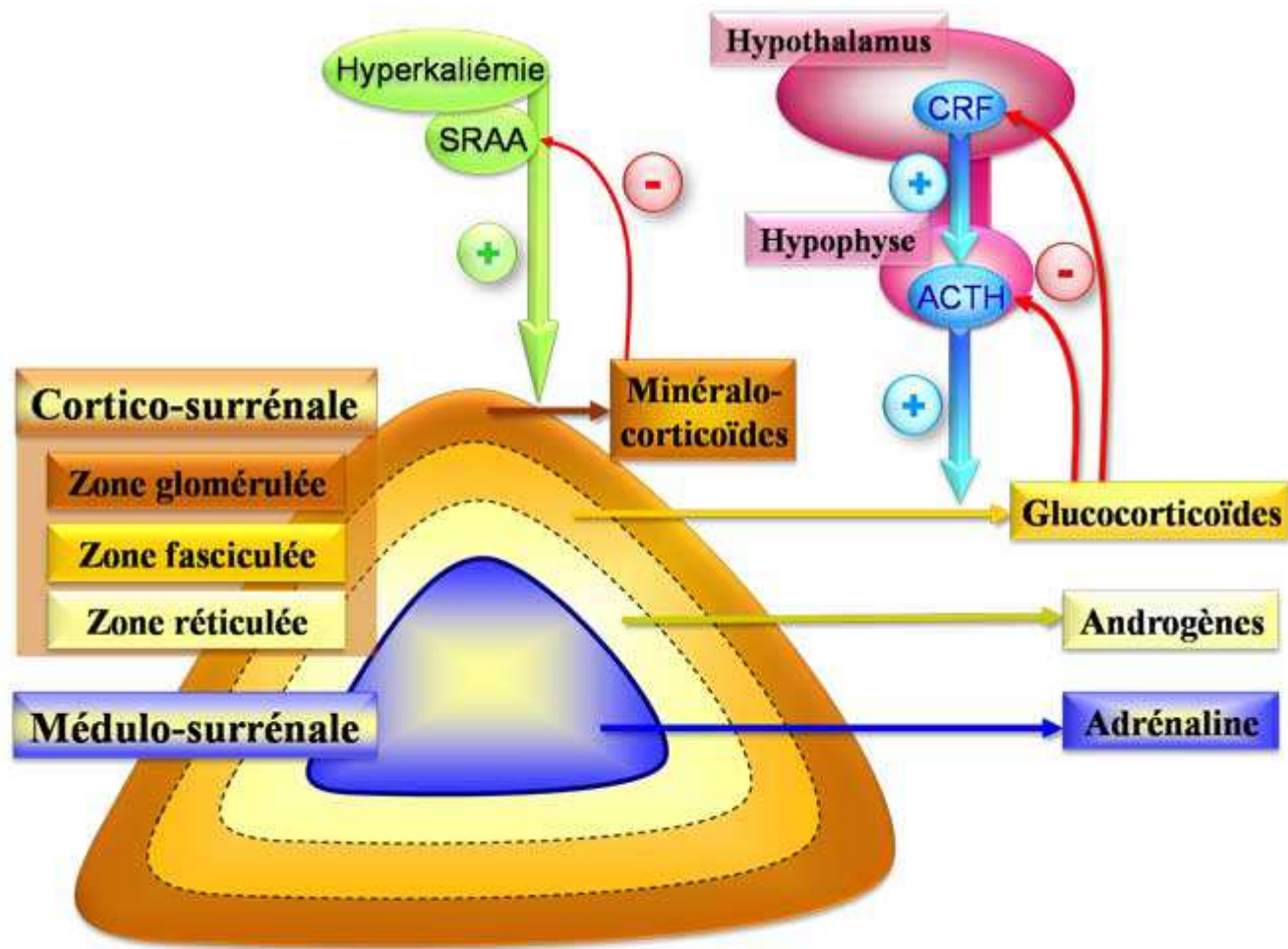
à l'inverse quand augmentation de la cortisolémie freinage hypothalamo hypophysaire et surrénalien = rétro-inhibition

- **L'axe corticotrope l'ACTH** stimule les sécrétions surrénaliennes:
 - cortisol +++ (indispensable à la vie)
 - Androgènes
 - aldostérone (en phase aiguë)

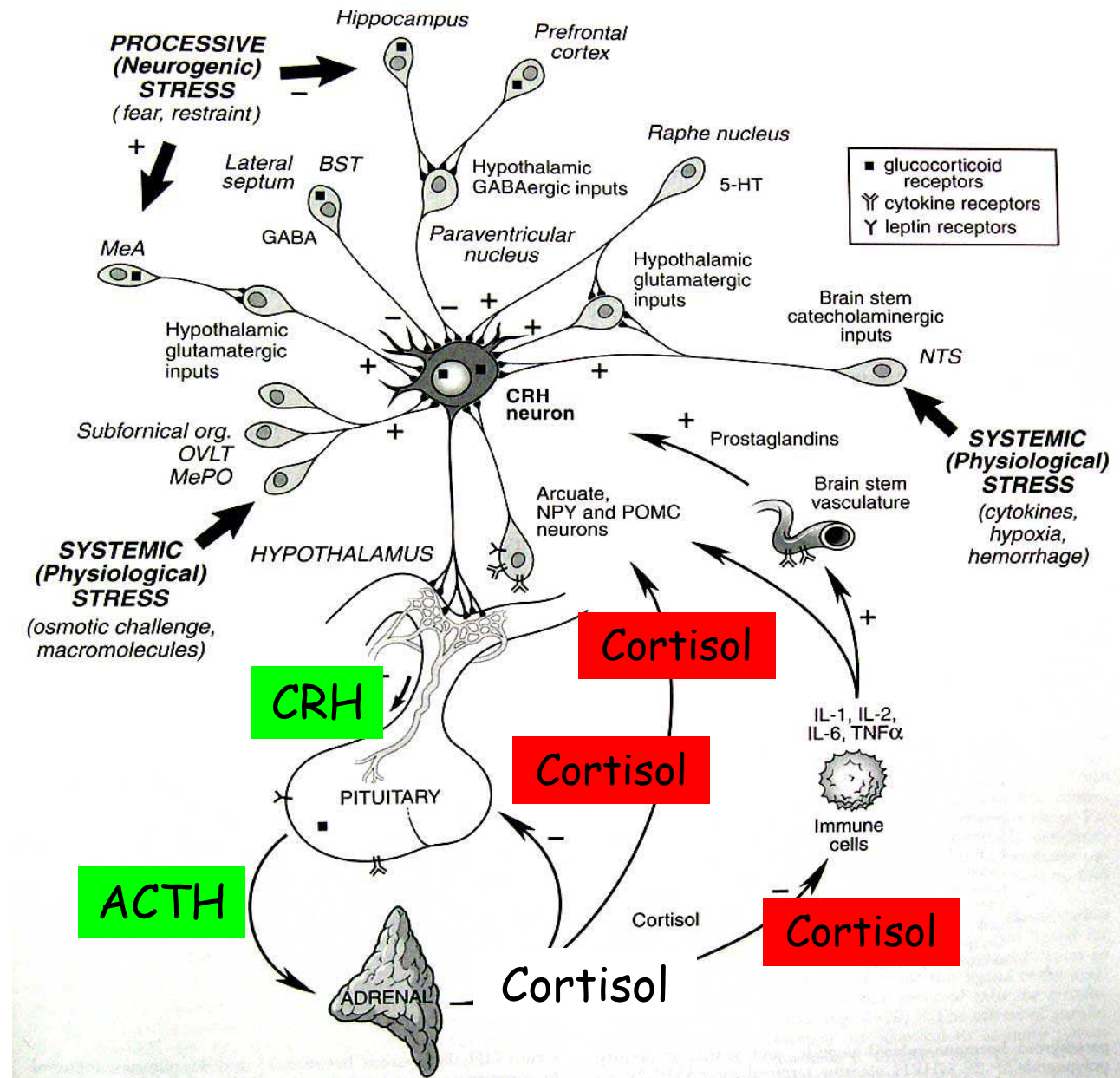
- La *sécrétion* de **cortisol** *varie au cours de la journée* car elle *dépend de l'apport alimentaire et de l'activité physique*
- *taux sanguin* de **cortisol** est *maximal* peu après le lever ;
- *taux sanguin* de **cortisol** est *minimal* dans la soirée au moment de l'*endormissement*.
- Des *taux très élevés* de **glucocorticoïdes**
 - ⇒ ↓ de la *formation* des *os*,
 - ⇒ ↓ de la **réaction inflammatoire** en *empêchant la vasodilatation*,
 - ⇒ ↓ de l'**activité** du **système immunitaire**.

Les androgènes(stéroïdes sexuels)

- Principal androgène produit par la couche réticulée du cortex surrénalien est **La Dehydroépiandrostérone DHEA**
- **L'Androsténédione** : très faible production au niveau surrénalien
- Ils sont transformés en **testostérone ,dihydrotestostérone œstrogènes** dans les tissus périphériques.
Les quantités d'hormones sexuelles produites par les surrénales sont très faibles .
- **Rôles** :
- Participation au déclenchement de la puberté et à l'apparition des poils pubiens et axillaires.
- Origines de la libido chez la femme adulte.
- **La libération** des androgènes **dépend de l'ACTH.**



régulation du Cortisol sous la dépendance de l'ACTH hypophysaire et par CRF de l'hypothalamus



CRH = Corticotropin Releasing Hormone
 ACTH = Adreno-CorticoTropin Hormone

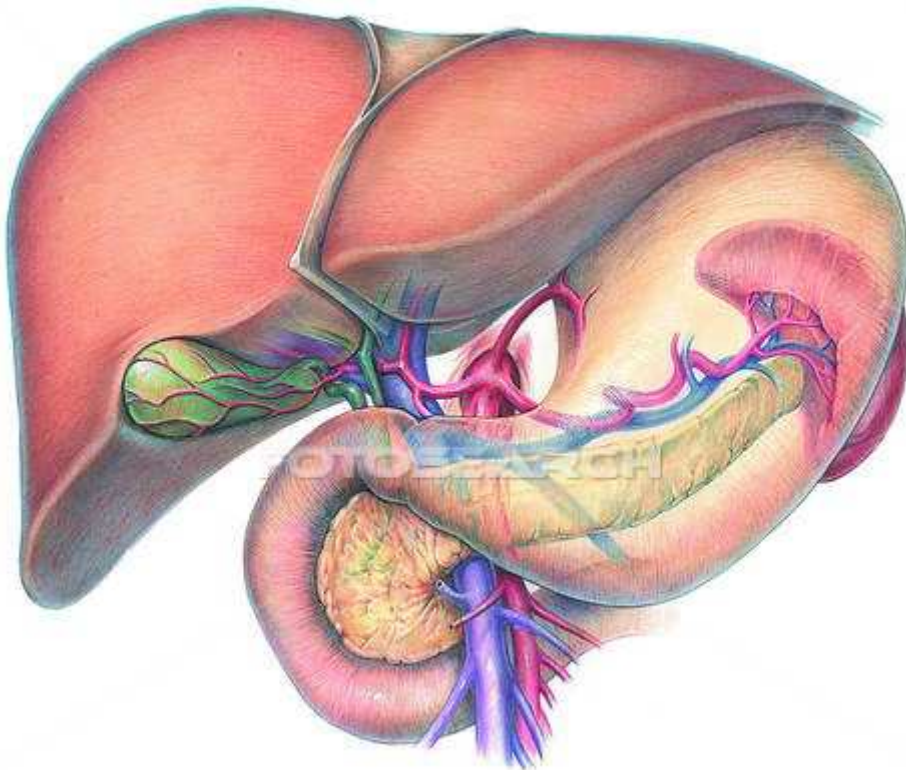
La médullosurrénale

- Les cellules chromaffines de la médullosurrénale sont des neurones sympathiques modifiés qui synthétisent et sécrètent dans le sang les catécholamines : les 2 hormones qui appartiennent à la catégorie des catécholamines : adrénaline (AD) et noradrénaline (NA)
- **Synthèse:** la NA et AD sont synthétisées à partir de la phénylalanine. Les produits intermédiaires sont les métanéphrines et normétanéphrines. La NA est aussi sécrétée par les terminaisons des neurones
- **Effets physiologiques:** ils agissent sur les récepteurs alpha et beta
 - les récepteurs alpha entraînent une vasoconstriction
 - les récepteurs bêta entraînent l'effet contraireles 2 effets majeurs sont l'hypertension et l'hyperglycémie

- En cas de stress : Activation du SNA sympathique \Rightarrow réaction de lutte ou de fuite :
 - \uparrow de la glycémie ;
 - contraction des vaisseaux sanguins (= sauf dans l'encéphale, le cœur et les muscles squelettiques) ;
 - \uparrow de la fréquence cardiaque ;
 - Dérivation du sang vers l'encéphale, le cœur et les muscles squelettiques dont les vaisseaux artériels se dilatent ;
 - L'adrénaline représente \approx 80% de la quantité de catécholamines libérée.
 - Les catécholamines provoquent des réactions brèves, contrairement aux hormones corticosurrénales qui induisent des réponses prolongées aux facteurs de stress.

Le pancréas

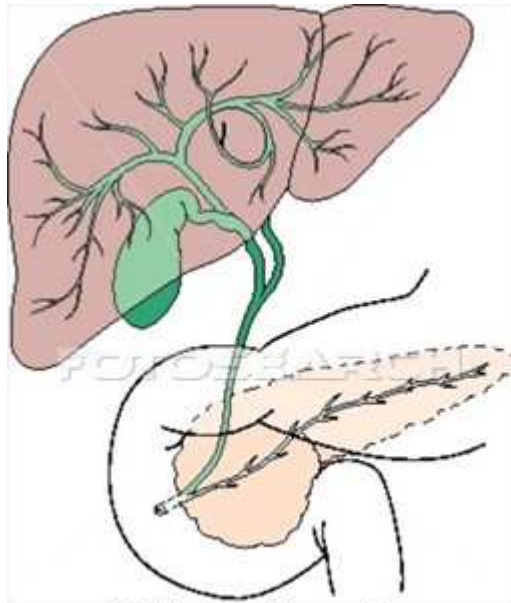
Pancréas anatomie



9960e_hr www.fotosearch.com

- Organe abdominal rétro péritonéal, une glande annexée au tube digestif
- En avant de l'aorte de la veine cave et des veines rénales
- En arrière de l'estomac et du colon transverse devant et au dessus des reins
- On distingue sur sa longueur la tête l'isthme le corps et la queue
- Le cadre duodénal entoure la tête du pancréas

Pancréas glande exocrine



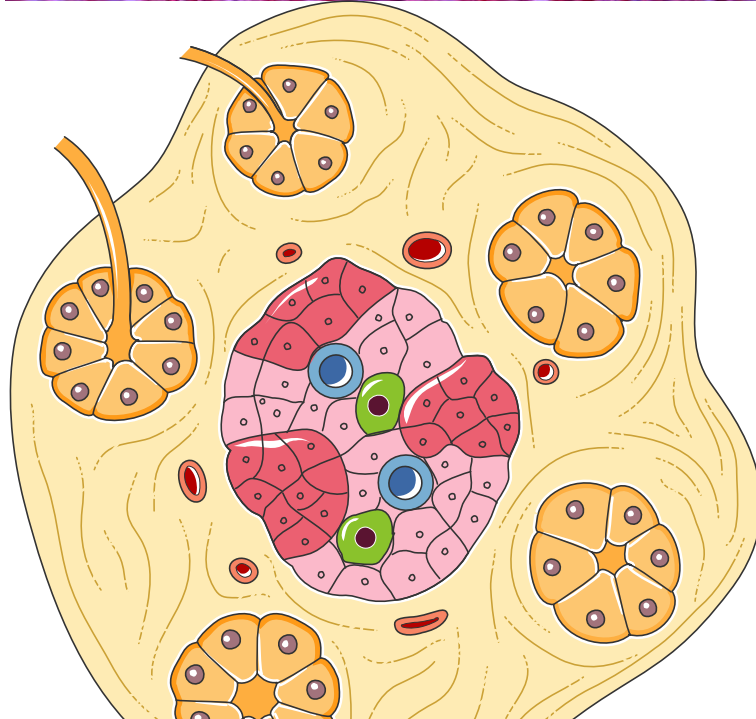
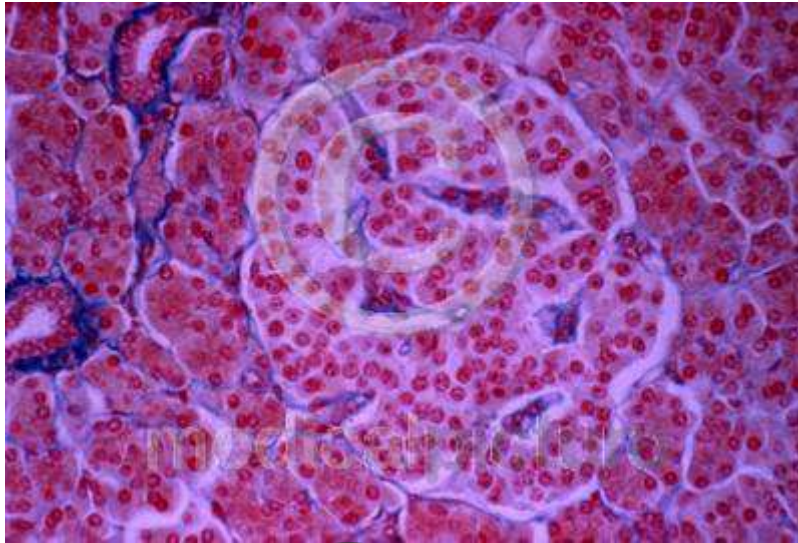
sa402016 www.fotosearch.com

- Le cholédoque pénètre dans la tête du pancréas avant de s'aboucher dans le duodénum par une structure commune avec le canal de Wirsung : la papille duodénale
- Le pancréas est une glande **exocrine** excrétion des enzymes pancréatique vers le duodénum par le canal de Wirsung

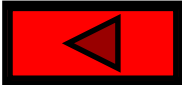
Le pancréas glande endocrine

- Le pancréas synthétise des produits de sécrétion **les hormones** qui sont libérés dans la circulation sanguine ou ils vont agir à distance vers les cellules cibles
- La partie endocrine ne représente que 1 % de la masse du pancréas
- Les produits synthétisés par le pancréas endocrine au niveau des ilots de Langerhans sont les hormones suivantes
 - 1 **Insuline** seule hormone hypoglycémiant
 - 2 Le **glucagon** hormone hyperglycémiant
 - 3 La **somatostatine**

Les ilots de Langherans



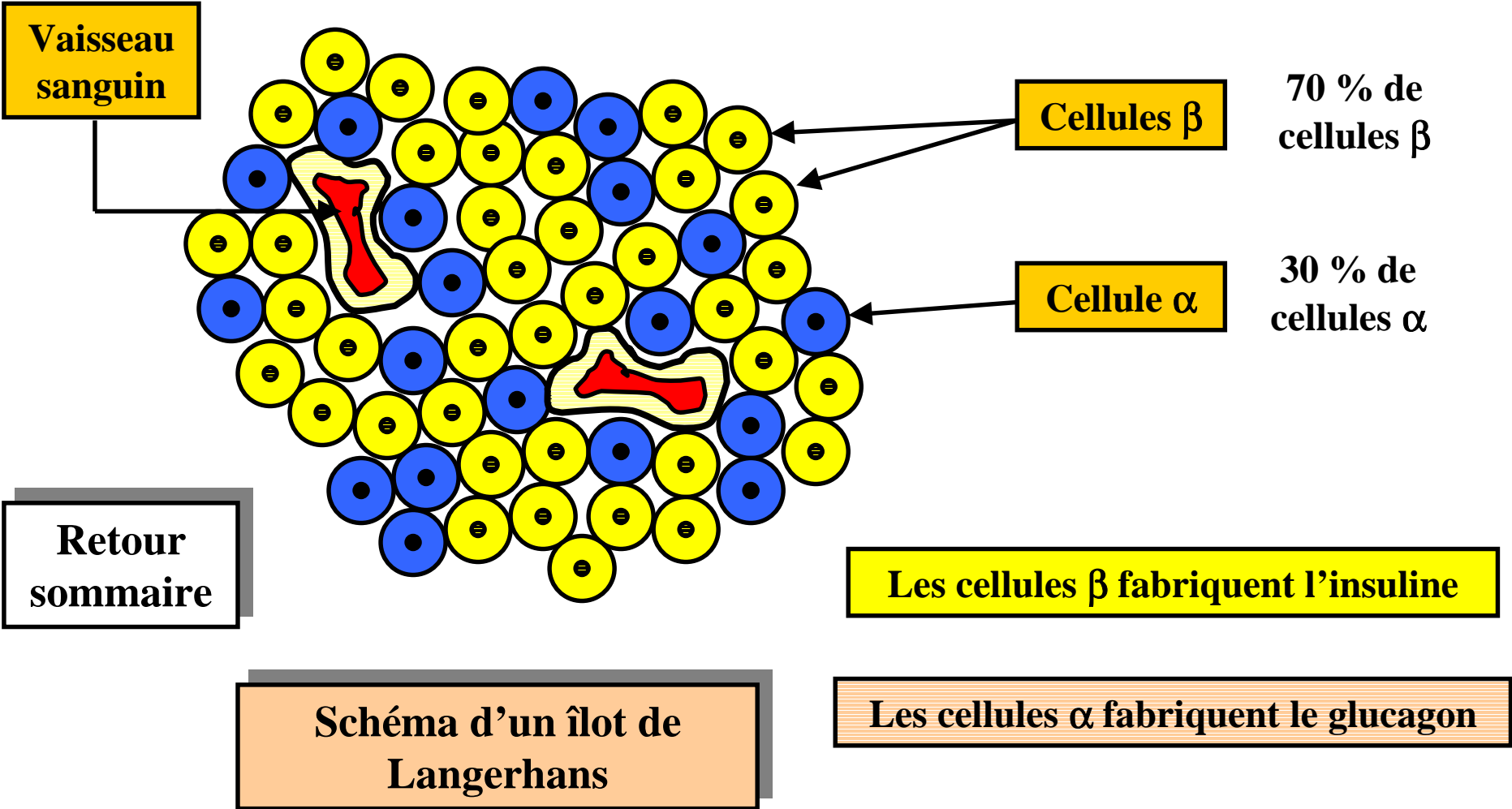
- Le glucagon et l'insuline sont deux hormones nécessaires à la régulation de la glycémie
- Elles sont produites au niveau des cellules des ilots de Langherans cellules insulaires **A alpha** pour le glucagon 15 à 20 % des cellules de l'îlot
B beta pour l'insuline 80 % des cellules de l'îlot
- Les cellules D ou delta fabriquent la somatostatine hormone qui a un effet inhibiteur sur l'insuline et de glucagon. Représentent 2 à 5 % de l'îlot
- Aussi les cellules PP sécrétrices de polypeptides pancréatiques
- les cellules endocrines sont séparées du tissu exocrine par une capsule de collagène qui entoure l'îlot

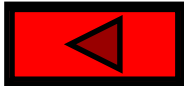


Histologie du pancréas endocrine

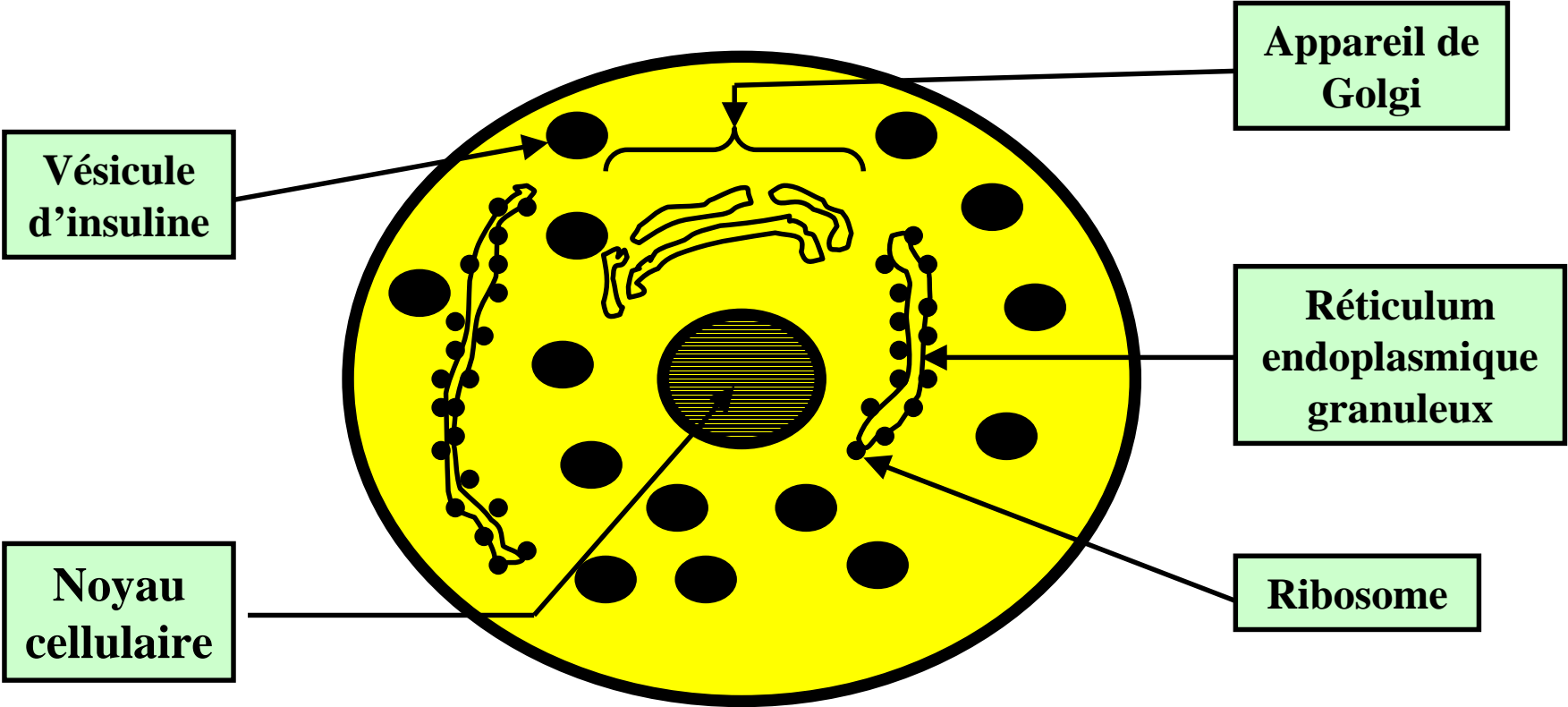


Le pancréas endocrine est constitué de cellules α et β regroupées en **îlots de Langerhans** représentant seulement 1% du volume de la glande ! Le pancréas en contient plus d'un million. Chaque îlot comporte environ 3000 cellules !





Aspect cytologique de la cellule β

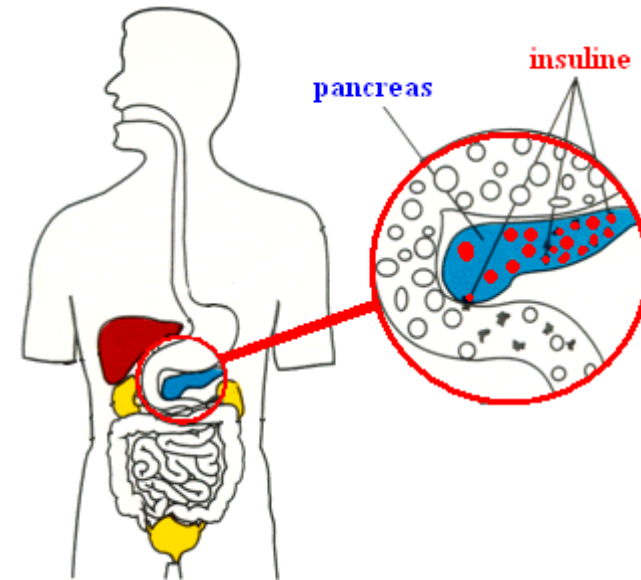
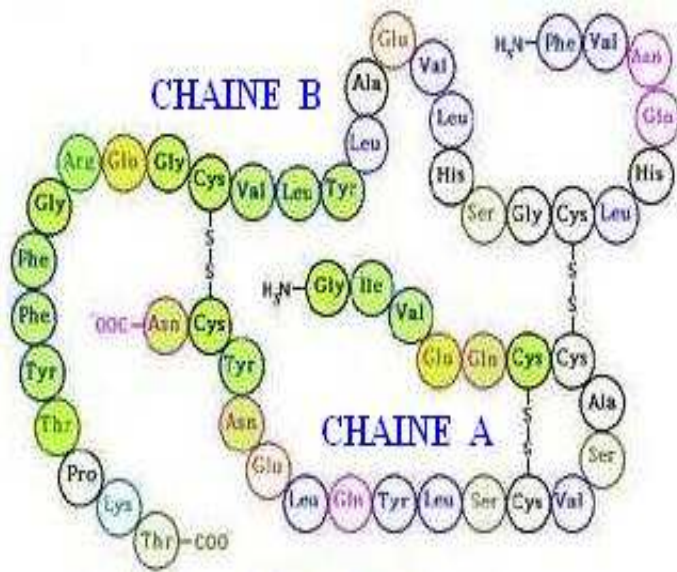


[Retour sommaire](#)

Vaisseau sanguin

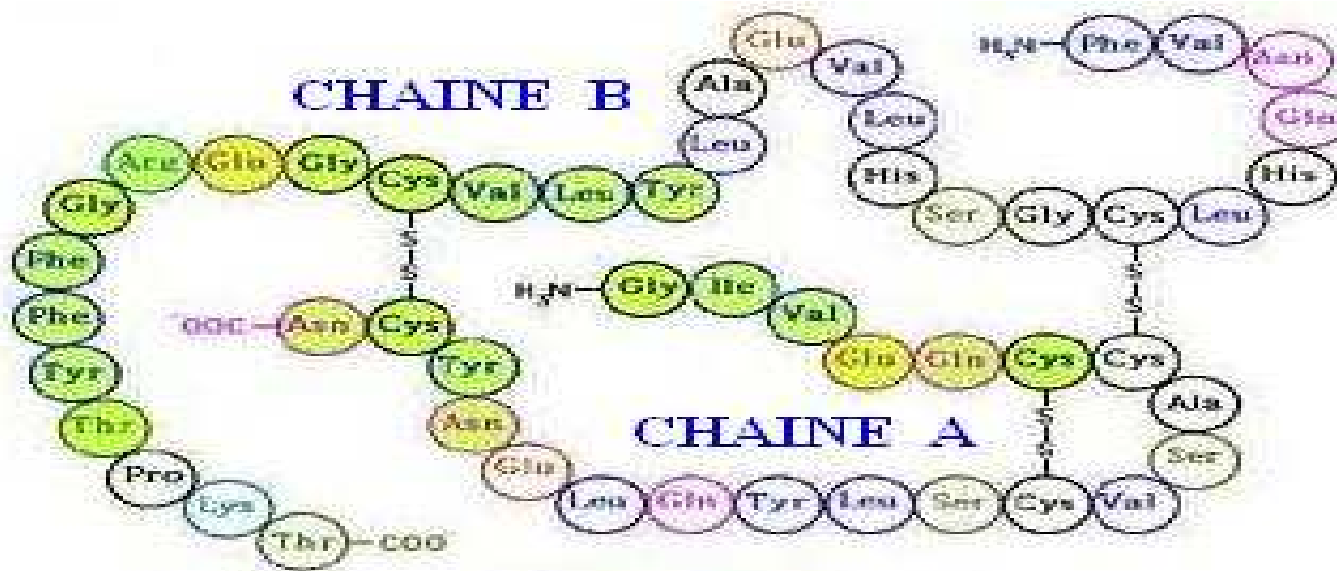


Nature de l'insuline



- **L'insuline est un polypeptide de 51 acides aminés**
- **L'insuline est une hormone protéique hypoglycémiante**
- **L'insuline est sécrétée par le pancréas**

Nature de l'insuline

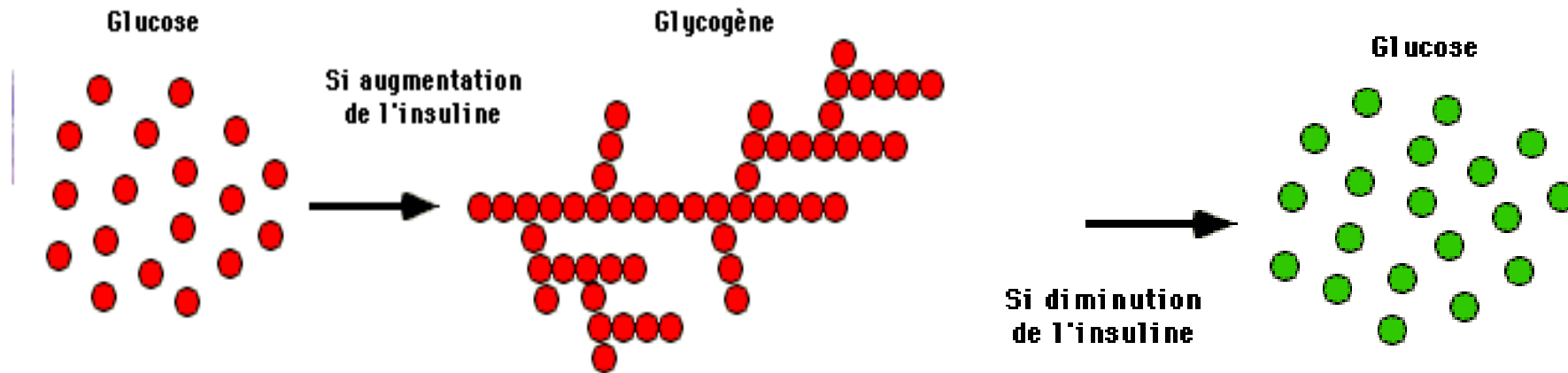


2 chaînes:

- o une chaîne A (21 AA)
- o une chaîne B (30 AA)

- Les 2 chaînes sont liées par deux ponts disulfures stables au niveau des cystéines
- Ils sont indispensables à l'activité biologique de l'insuline

Fonctions de l'insuline



- **L'insuline, sert à abaisser la glycémie**
- **Permet la transformation du glucose en glycogène, pouvant être stocké au niveau du foie et des muscles**
- **Permet l'utilisation du glycogène quand cela est nécessaire**
- **Favorise la conversion du glucose excédentaire en graisse**
- **Evite l'utilisation des protéines comme source d'énergie**

Insuline

(protéine)

- L'**insuline** sécrété dans les cellules β
- Stimulée par une hausse de la glycémie
- Cible presque toutes les cellules
- Augmente l'absorption du glucose par les cellules
Arrête la libération de glucose dans le sang
- Ce qui entraine
 - diminution du glucose dans le sang = \downarrow glycémie, et abaisse le taux de sucre dans le sang

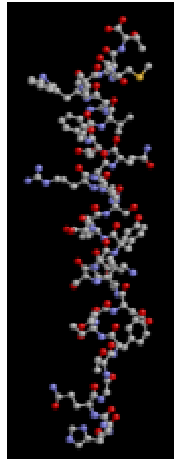
Sécrétion de l'insuline



- **L'insuline est produite à des taux très variables au cours de la journée**
- **Le pancréas sécrète ainsi en permanence un peu d'insuline (production basale) pour réguler le taux de sucre dans le sang (glycémie) en dehors des repas.**
- **Il augmente par contre sa production d'insuline lors des repas (pic prandial) afin d'empêcher une augmentation trop importante de la glycémie.**

Glucagon

(peptide)

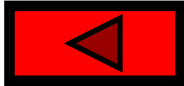


- Produit dans les cellules α
- Peptide assez court de 29 acides aminés

Glucagon

(peptide)

- Produit dans les cellules α
- Stimulé par une baisse de la glycémie
- Cible le foie stimule la glyco-génolyse
transformation du glycogène stocké en glucose
Dégradation du glycogène = glucose
 - augmente le glucose dans le sang = \uparrow glycémie
- maintien le taux de glucose sanguin pendant le jeune et les privations



La régulation de la glycémie



INTRODUCTION GENERALE

La **glycémie** est le taux de glucose plasmatique. Chez un sujet normal, la glycémie **oscille** autour d'une valeur moyenne comprise entre **0.8 g.L⁻¹** et **1.2 g.L⁻¹** soit entre **4.5 mmol.L⁻¹** et **6.5 mmol.L⁻¹**

La glycémie est une constante physiologique du milieu intérieur

Pour que la glycémie demeure constante, il doit exister **un mécanisme de régulation** du taux de glucose sanguin

Ce mécanisme d'homéostasie glucidique est assurée par **deux hormones pancréatiques** :

Retour
sommaire

- l'insuline

- le glucagon



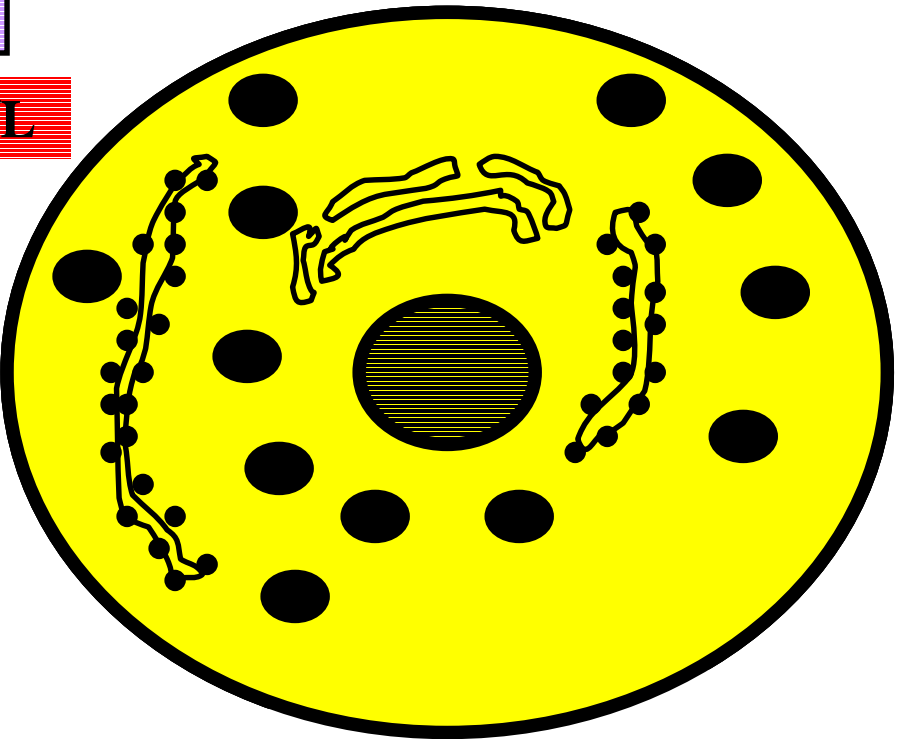
Le stimulus de libération de l'insuline



Hyperglycémie

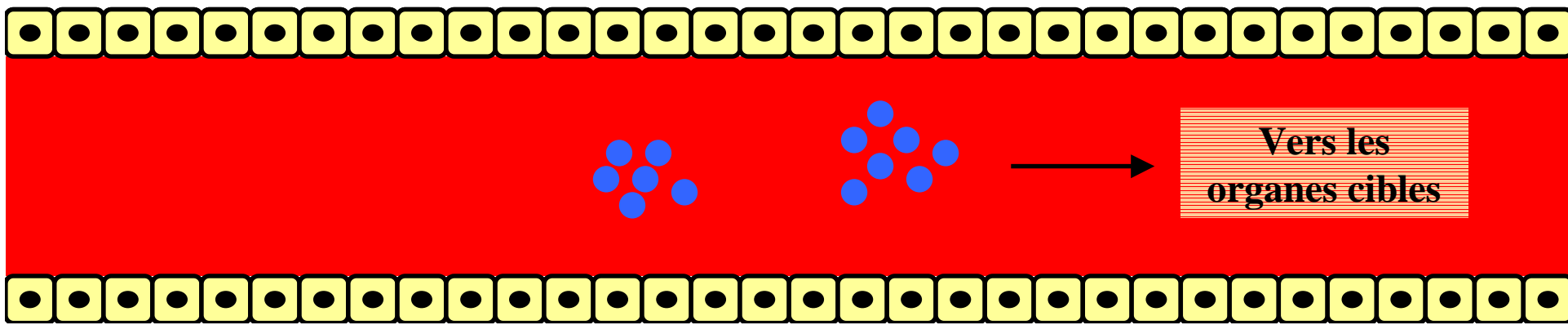
Glycémie > 5 mmol/L

2- Les granules d'insuline subissent l'exocytose



Une vésicule de sécrétion contient 8000 molécules d'insuline !

Le stimulus de libération de l'insuline est l'hyperglycémie



Vers les organes cibles



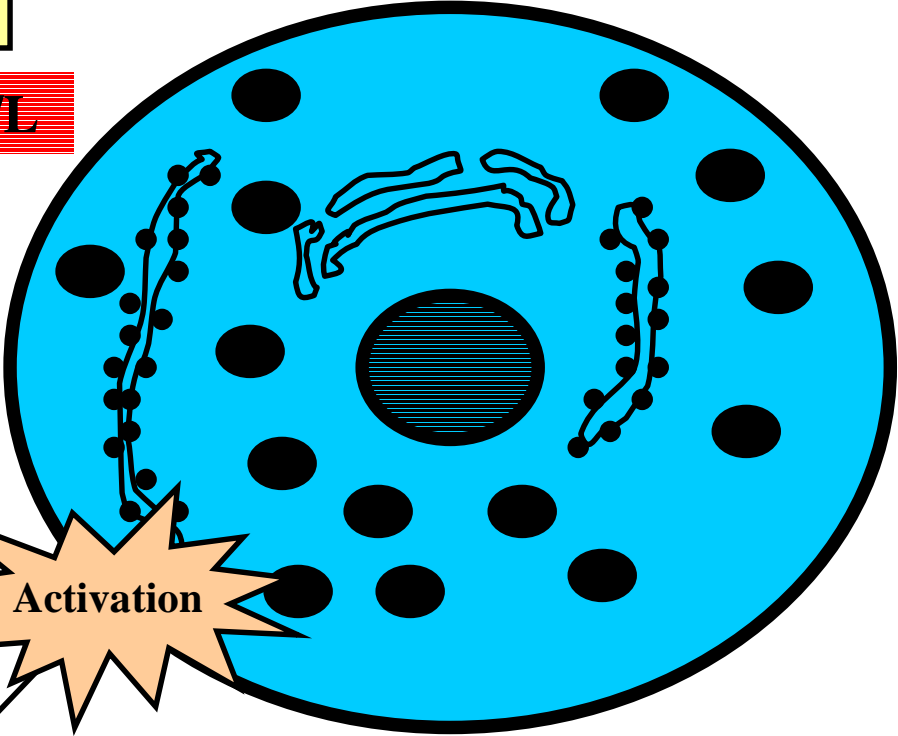
Le stimulus de libération du glucagon



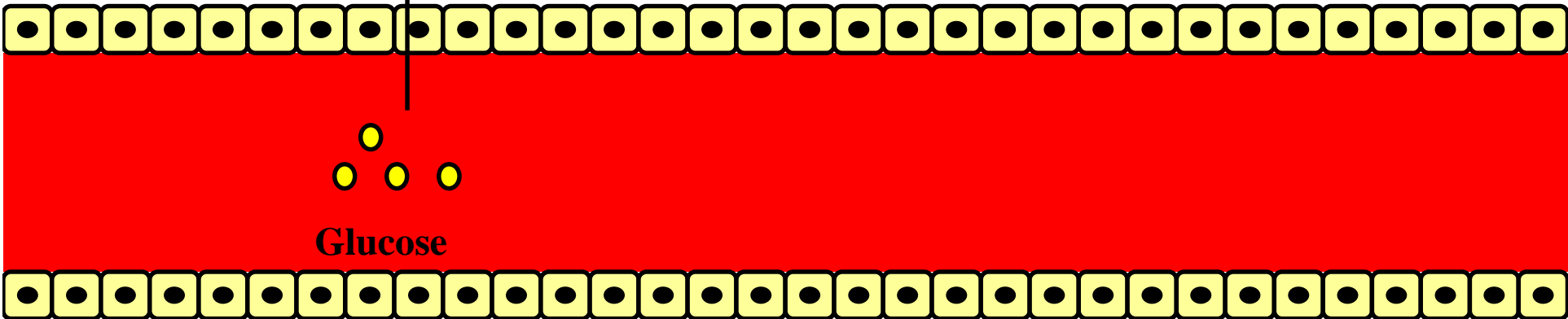
Hypoglycémie

Glycémie < 5 mmol/L

1- La cellule α détecte l'hypoglycémie

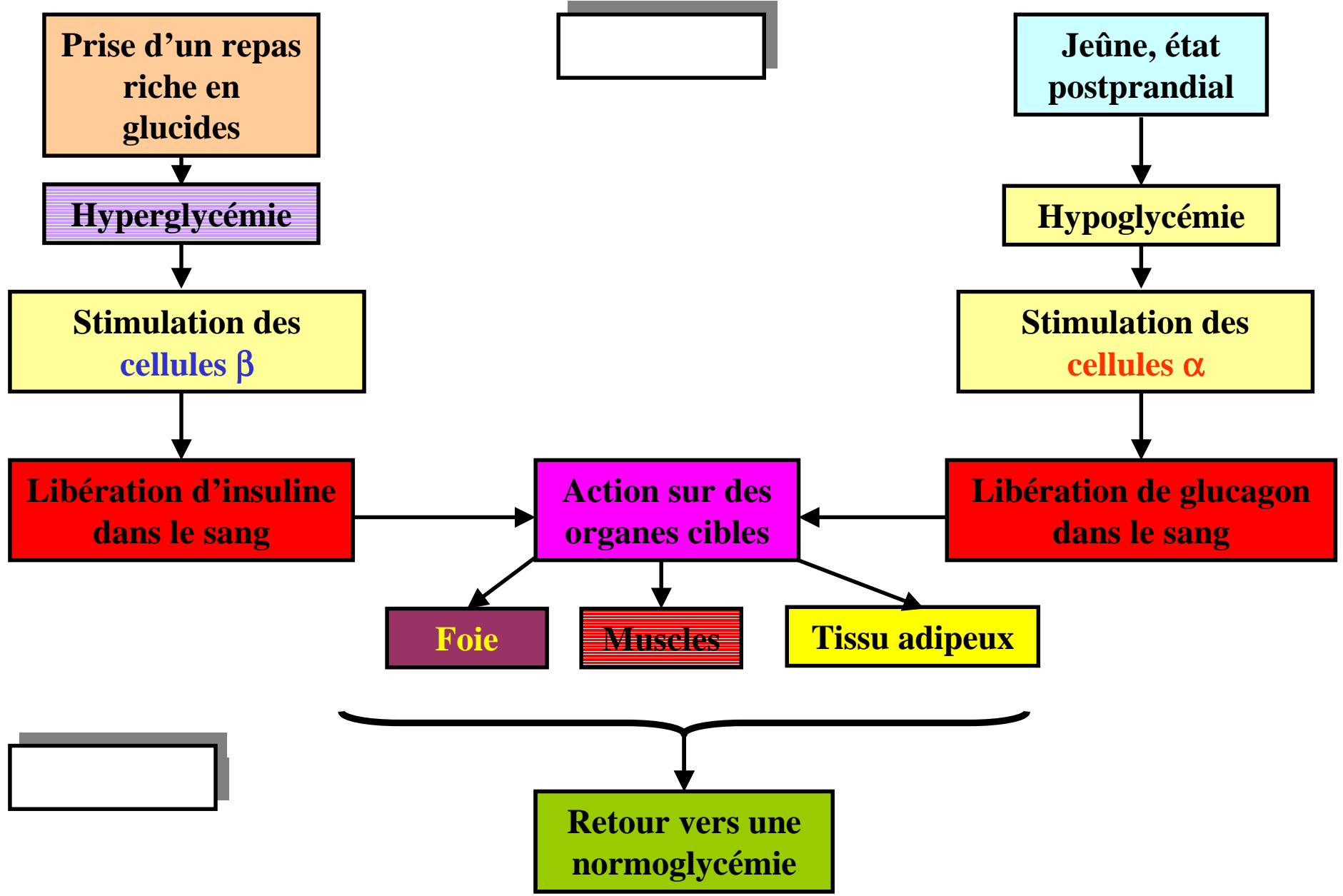


Activation

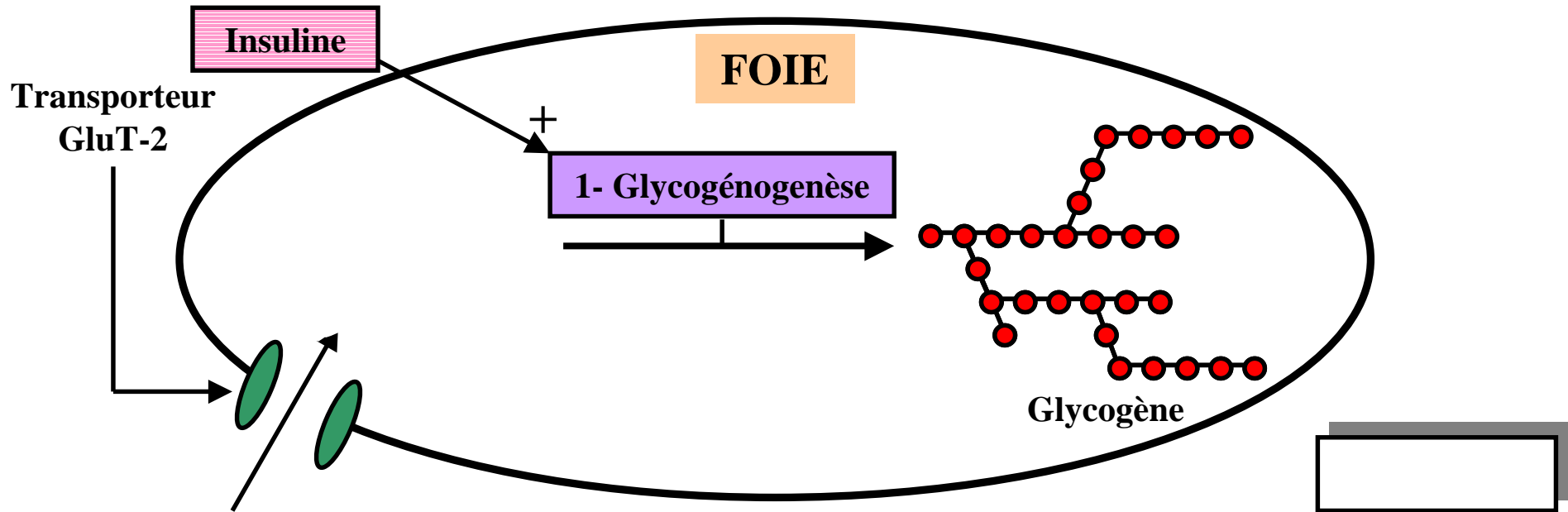


Glucose

Vue d'ensemble de la régulation de la glycémie



Le foie : un organe de réserve de glucose



Glucose

Glycémie = 5 mmol/L

1- Si hyperglycémie

La glycémie redevient normale c'est à dire autour de 5 mmol/L

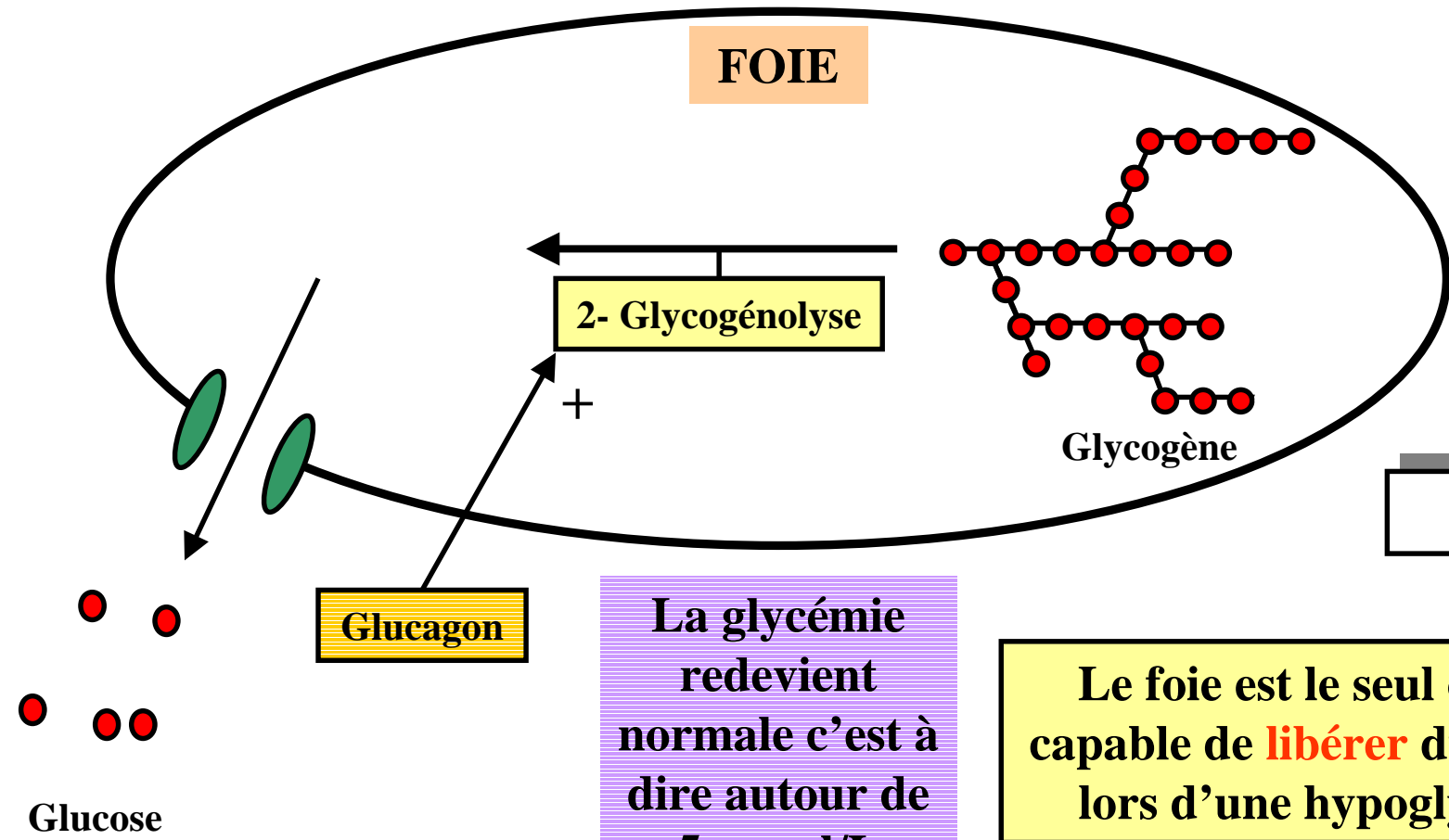
L'insuline stimule la glycogénogenèse hépatique

La capacité de stockage en glycogène du foie est limitée à 100g

Après un repas, l'excédent de glucose est mis en **réserve** dans les cellules **hépatiques**



Le foie : un organe de libération de glucose



La glycémie redevient normale c'est à dire autour de 5 mmol/L

Le foie est le seul organe capable de **libérer** du glucose lors d'une hypoglycémie

La libération du **glucose hépatique** permet de maintenir stable la glycémie entre les repas

Le glucagon est une hormone hyperglycémiant stimulant la glycogénolyse hépatique

Glycémie = 5 mmol/L

2- Si hypoglycémie



Le foie et la régulation de la glycémie



CONCLUSIONS

1- Juste après un repas, la glycémie dépend du stockage du glucose dans le foie au cours de la **GLYCOGENOGENESE**.
Ce stockage est stimulé par l'**insuline**

L'insuline est une hormone hypoglycémiante

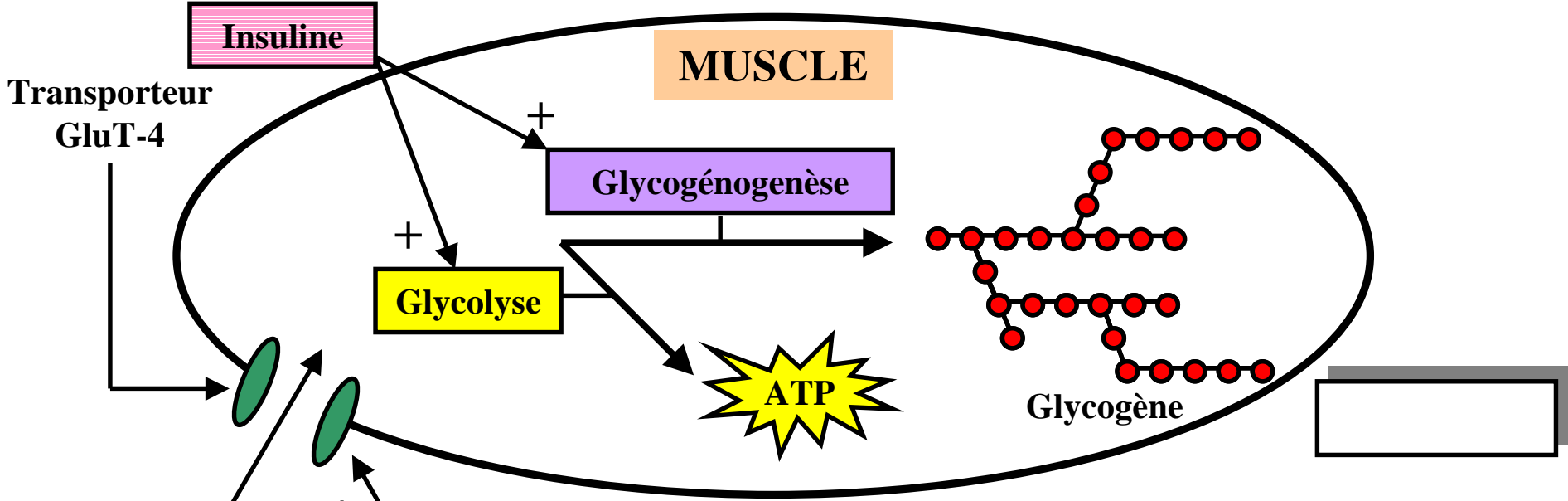
2- Entre les repas, la stabilité de la glycémie est assurée par la libération de glucose par le foie au cours de la **GLYCOGENOLYSE**. Cette libération est stimulée par le **glucagon**

Le glucagon est une hormone hyperglycémiante





Les muscles et la régulation de la glycémie



Glucose

Glycémie = 5 mmol/L

La glycémie redevient normale c'est à dire autour de 5 mmol/L

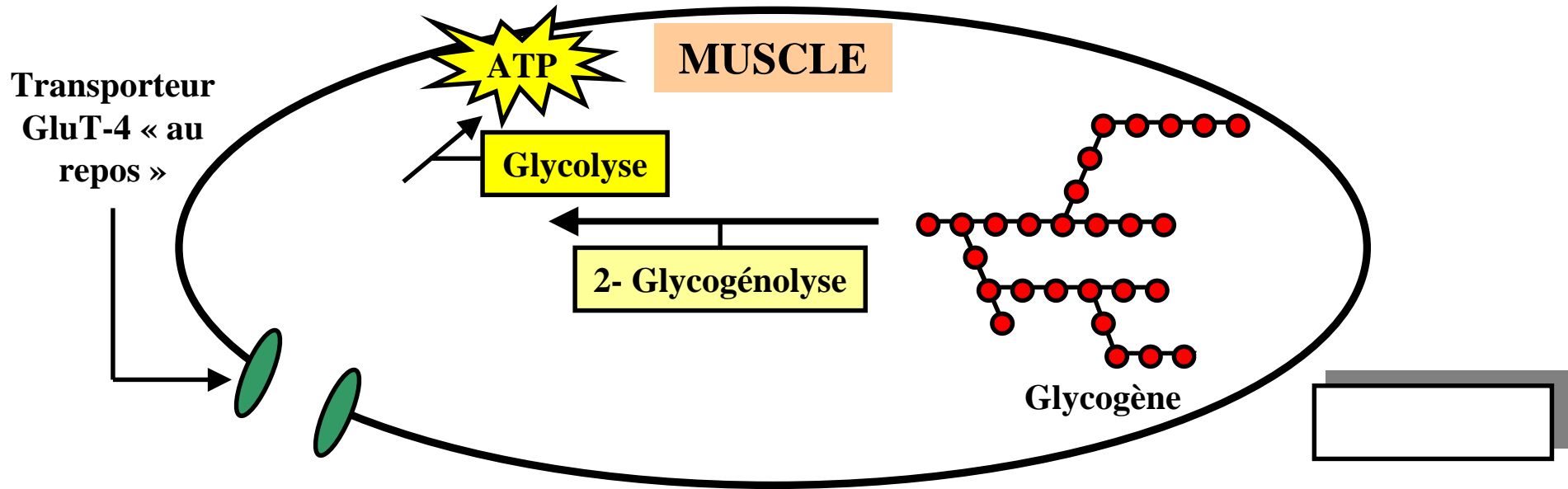
La capacité de stockage en glycogène des muscles est limitée à 400g

Après un repas, l'excédent de glucose est mis en **réserve** dans les cellules **hépatiques** et **musculaires**

3- L'insuline stimule surtout la glycolyse musculaire

1- Si hyperglycémie

Les muscles et la régulation de la glycémie



Le muscle ne peut pas libérer le glucose qu'il produit par glycogénolyse

Le foie est donc le seul organe capable de **libérer** du glucose lors d'une hypoglycémie

Glycémie < 5 mmol/L

2- Si hypoglycémie

Le glucose produit est alors consommé par la cellule musculaire au cours de la glycolyse

La libération du **glucose hépatique** permet de maintenir stable la glycémie entre les repas



Les muscles et la régulation de la glycémie



CONCLUSIONS

1- Au niveau des muscles, l'**insuline** exerce une action **HYPOGLYCEMIANTE** parce qu'elle stimule :

- l'entrée du glucose dans les myocytes via GluT-4

- la glycogénogenèse musculaire

- la glycolyse musculaire

2- Les muscles n'interviennent que dans la régulation de l'**HYPERGLYCEMIE**. Ils n'interviennent pas directement dans la régulation de l'hypoglycémie car, une fois dans le myocyte, le glucose ne peut plus ressortir

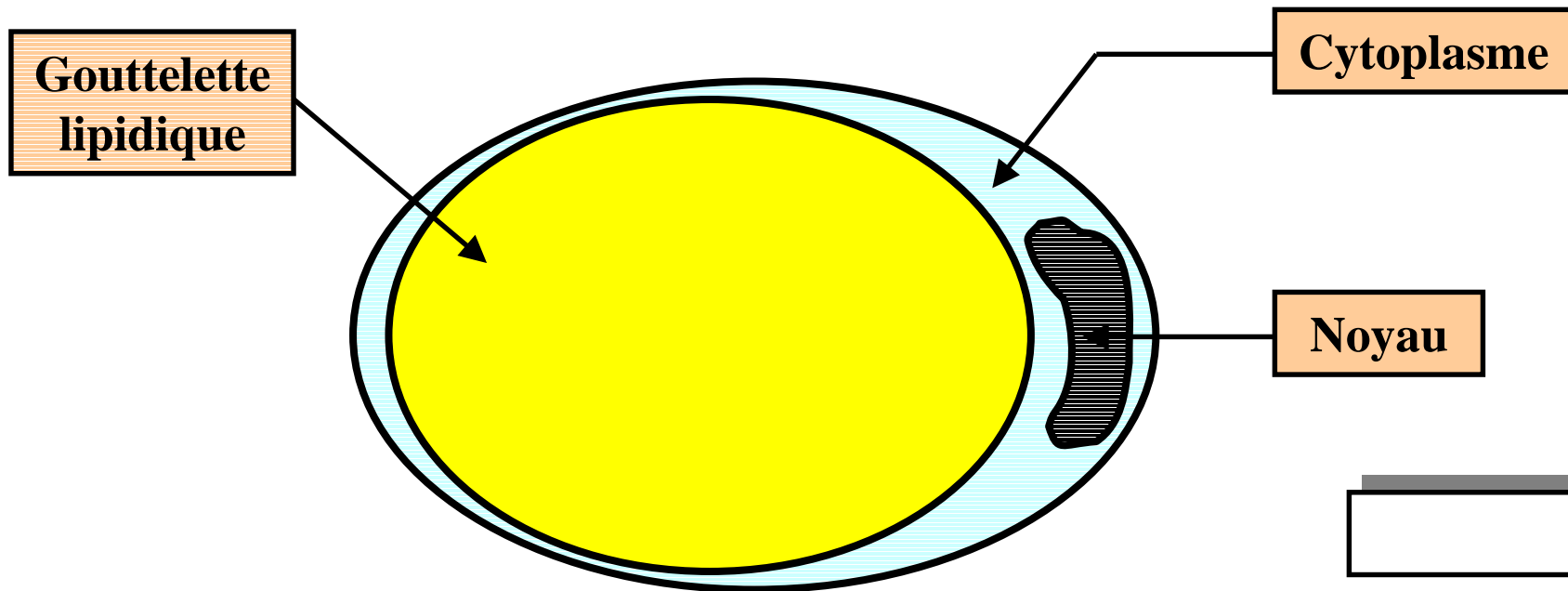




Le tissu adipeux et la régulation de la glycémie



Aspect cytologique d'un adipocyte

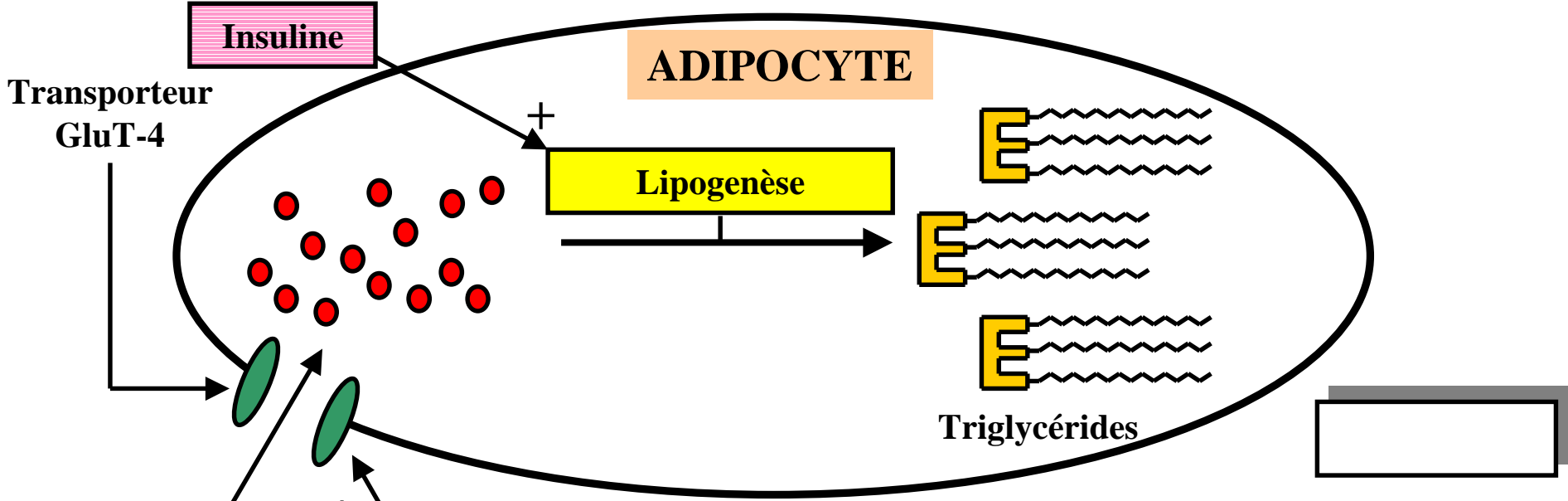


Le tissu adipeux est constitué de cellules adipeuses capables de stocker des quantités considérables de lipides sous forme de triglycérides

L'excédent de glucose est convertit en graisses. Les régimes hyperglucidiques induisent donc une prise de poids pouvant mener à une obésité !



Le tissu adipeux et la régulation de la glycémie



La glycémie redevient normale c'est à dire autour de 5 mmol/L

Un homme de 70 kg a une réserve adipeuse de 15 kg équivalent à 130.000 kcal !

Le tissu adipeux stocke le glucose sous la forme de triglycérides plutôt que sous la forme de glycogène

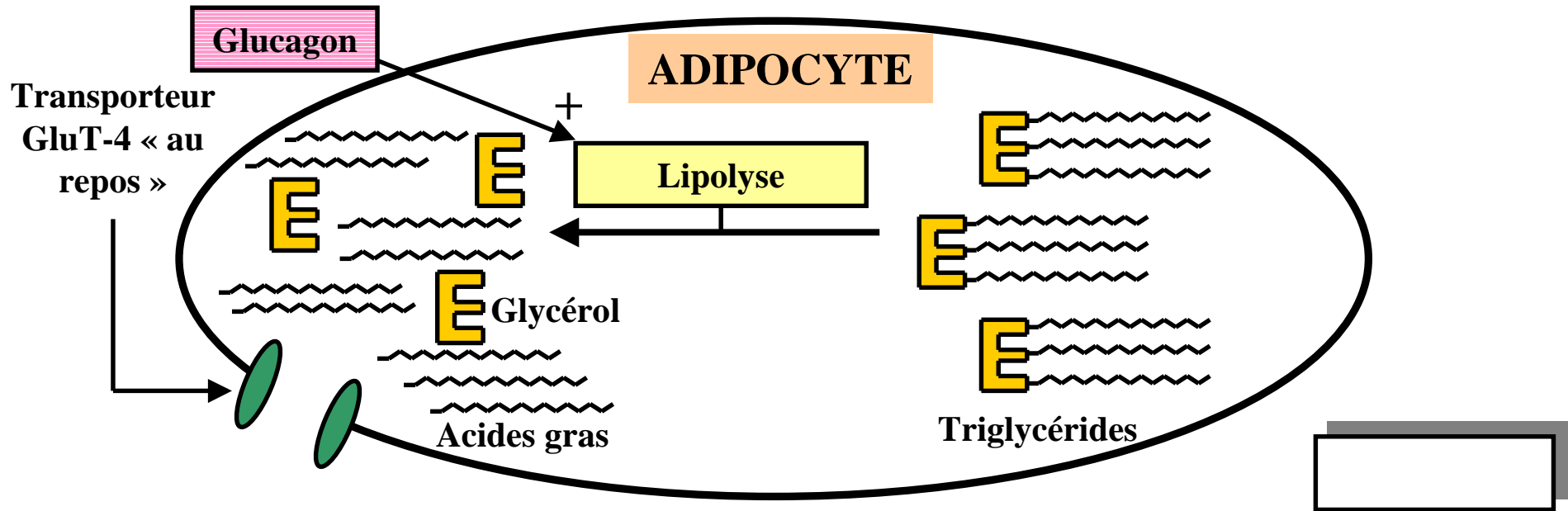
2- L'insuline stimule la lipogenèse au niveau du tissu adipeux

Glycémie = 5 mmol/L

1- Si hyperglycémie



Le tissu adipeux et la régulation de la glycémie



Glucose

1- Le glucagon stimule la lipolyse afin de former du glycérol et acide gras

Les acides gras permettront de fournir de l'énergie aux cellules « souffrant » d'hypoglycémie

Glycémie < 5 mmol/L

Le glycérol ainsi formé permettra de reconstituer du glucose lors de la néoglucogenèse

2- Si hypoglycémie



Le tissu adipeux et la régulation de la glycémie



CONCLUSIONS

1- Au niveau du tissu adipeux, l'**insuline** stimule :

- l'entrée du glucose dans les adipocytes via GluT-4

- la **LIPOGENESE** c'est à dire la formation de triglycérides à partir de glucose



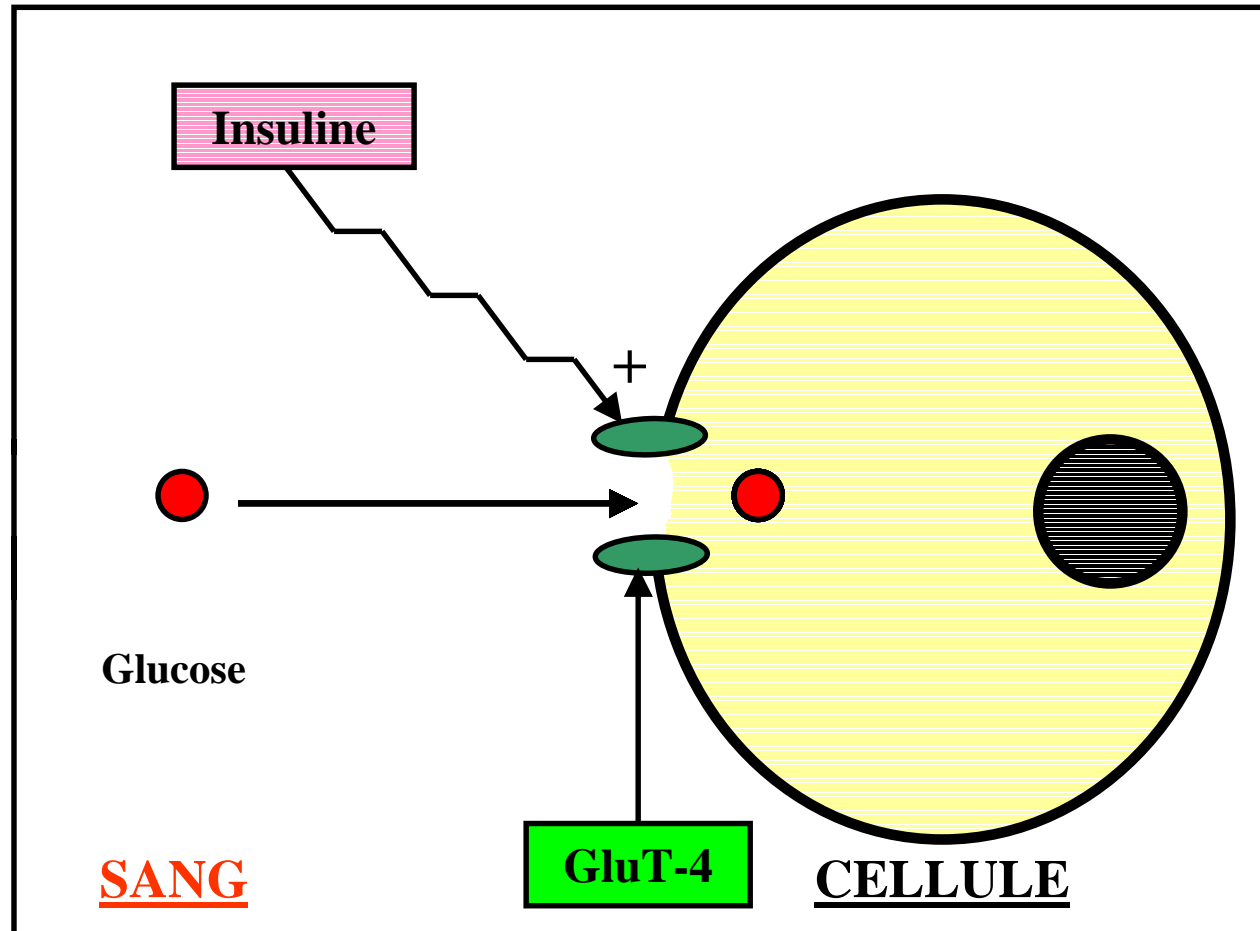
Le tissu adipeux « éponge » l'excédent de glucose sanguin en le stockant sous forme de triglycérides

2- Au niveau du tissu adipeux, le **glucagon** stimule :

- la **LIPOLYSE** c'est à dire l'hydrolyse des triglycérides en acides gras et glycérol

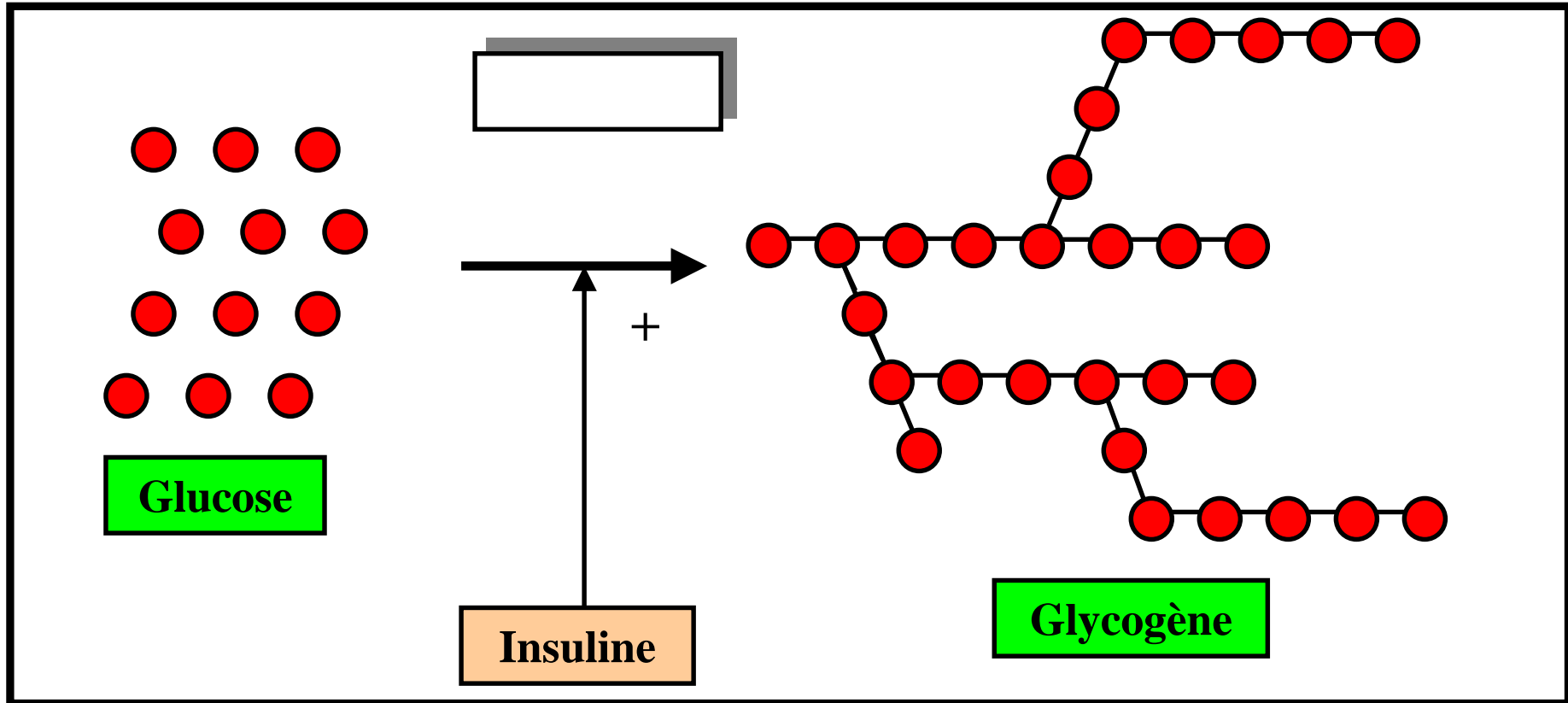
L'effet hyperglycémiant du glucagon n'est pas immédiat puisqu'il nécessite la transformation du glycérol en glucose lors de la néoglucogenèse

Les actions biologiques de l'insuline (1/4)



1- L'insuline stimule l'entrée du glucose dans les cellules **musculaires** et **adipeuses** via un transporteur de glucose nommé **GluT-4**

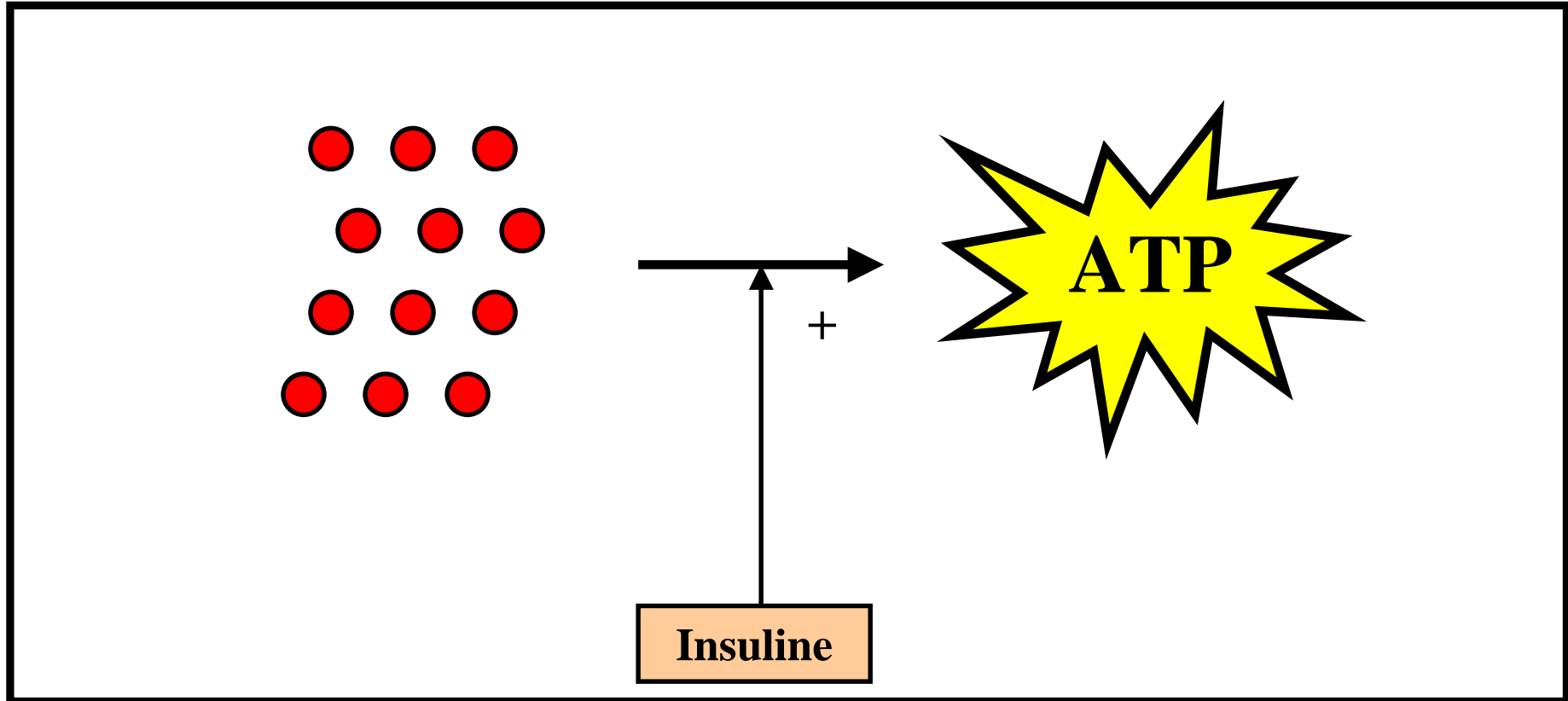
Les actions biologiques de l'insuline (2/4)



2- L'insuline stimule la **GLYCOGENOGENESE** hépatique et musculaire c'est à dire la polymérisation du glucose en glycogène

Le glycogène est un **polymère de glucose** contenant entre 5000 à 300.000 molécules de glucose !

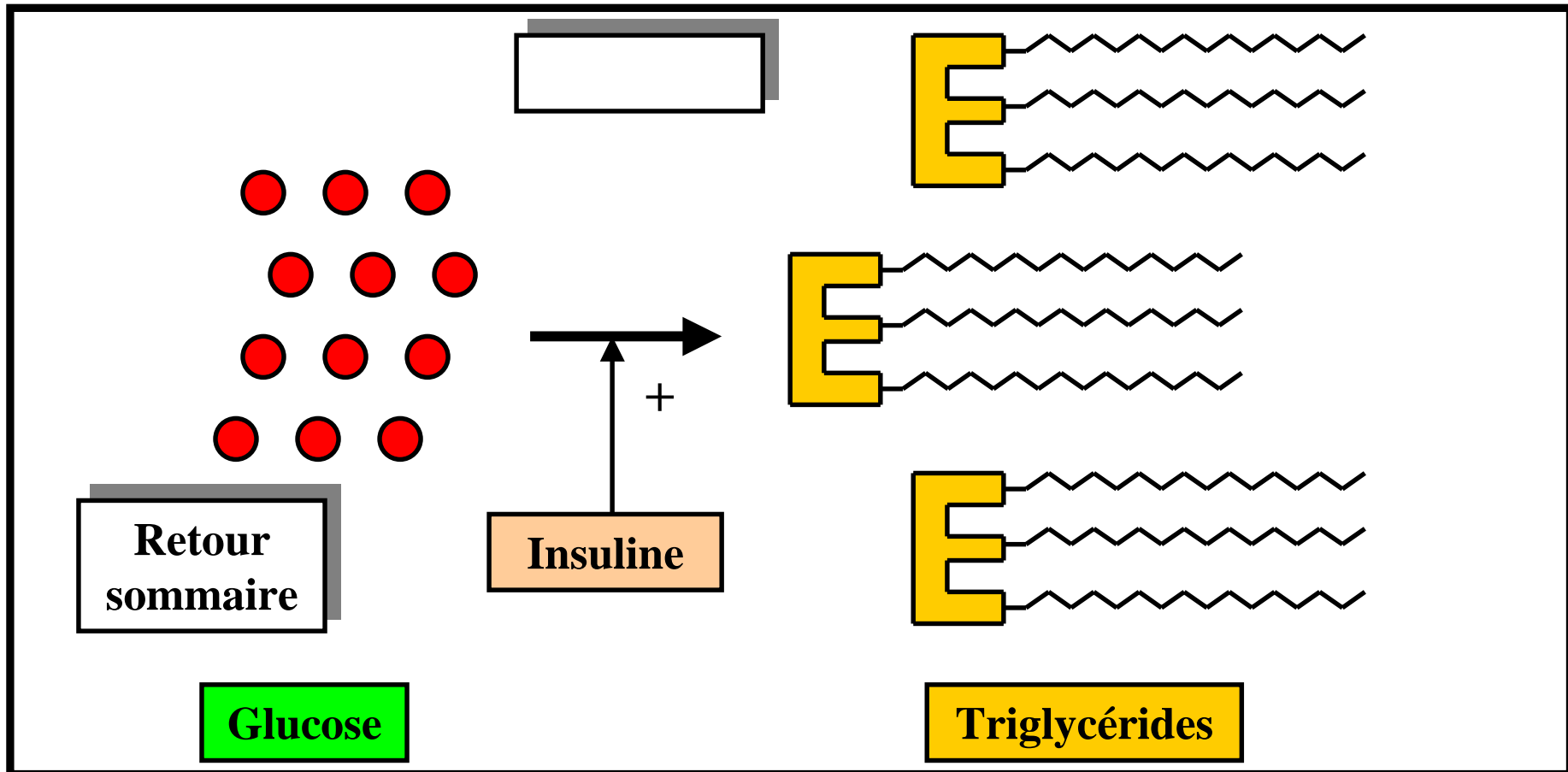
Les actions biologiques de l'insuline (3/4)



3- L'insuline stimule la **GLYCOLYSE** hépatique et musculaire
c'est à dire la dégradation partielle du glucose en ATP

[Retour
sommaire](#)

Les actions biologiques de l'insuline (4/4)



4- L'insuline stimule la **LIPOGENESE** au niveau des adipocytes
c'est à dire la conversion du glucose en triglycérides

Les triglycérides sont des lipides constitués de glycérol et de
trois chaînes d'acides gras

Actions de l'insuline

C'est une hormone hypoglycémisante qui induit la mise en réserve. Elle agit sur les 3 métabolismes, avec une prédominance sur celui des glucides.

- **Métabolisme des glucides**

- **Au niveau du foie, elle favorise la synthèse du glycogène hépatique aux dépens du glucose. Elle inhibe la glycogénolyse et la néoglucogenèse (synthèse du glucose à partir de précurseurs non glucidiques);**

- **Au niveau des muscles, elle favorise la pénétration du glucose sanguin dans la cellule et la formation du glycogène musculaire. Il en est de même pour les autres tissus consommateurs du glucose, le tissu adipeux et le foie;**

- **Au niveau des reins, elle favorise la réabsorption active du glucose.**

Actions

- **Métabolisme des protides**

- l'insuline stimule l'entrée active des acides aminés dans le muscle (mais pas dans le foie)
- elle stimule la synthèse et inhibe la dégradation des protéines dans le muscle

- **Métabolisme des lipides**

- L'insuline diminue l'activité de la lipase dans le tissu adipeux
- Elle augmente la synthèse des triglycérides en favorisant l'entrée du glucose dans le tissu adipeux et donc la formation de pyruvate et glycérol nécessaire à la synthèse des AGL et à leur estérification.
- En l'absence d'insuline, les AGL libérés sont convertis en corps cétoniques par le foie, entraînant la cétose observée au cours du diabète insulino-dépendant

Actions de l'insuline suite

- **L'insuline favorise la croissance cellulaire**
- **Un apport important d'insuline favorise l'appétit tandis qu'un déficit d'insuline diminue l'appétit
Ce processus se fait par action de l'insuline sur les neurotransmetteurs**

Régulation de la glycémie

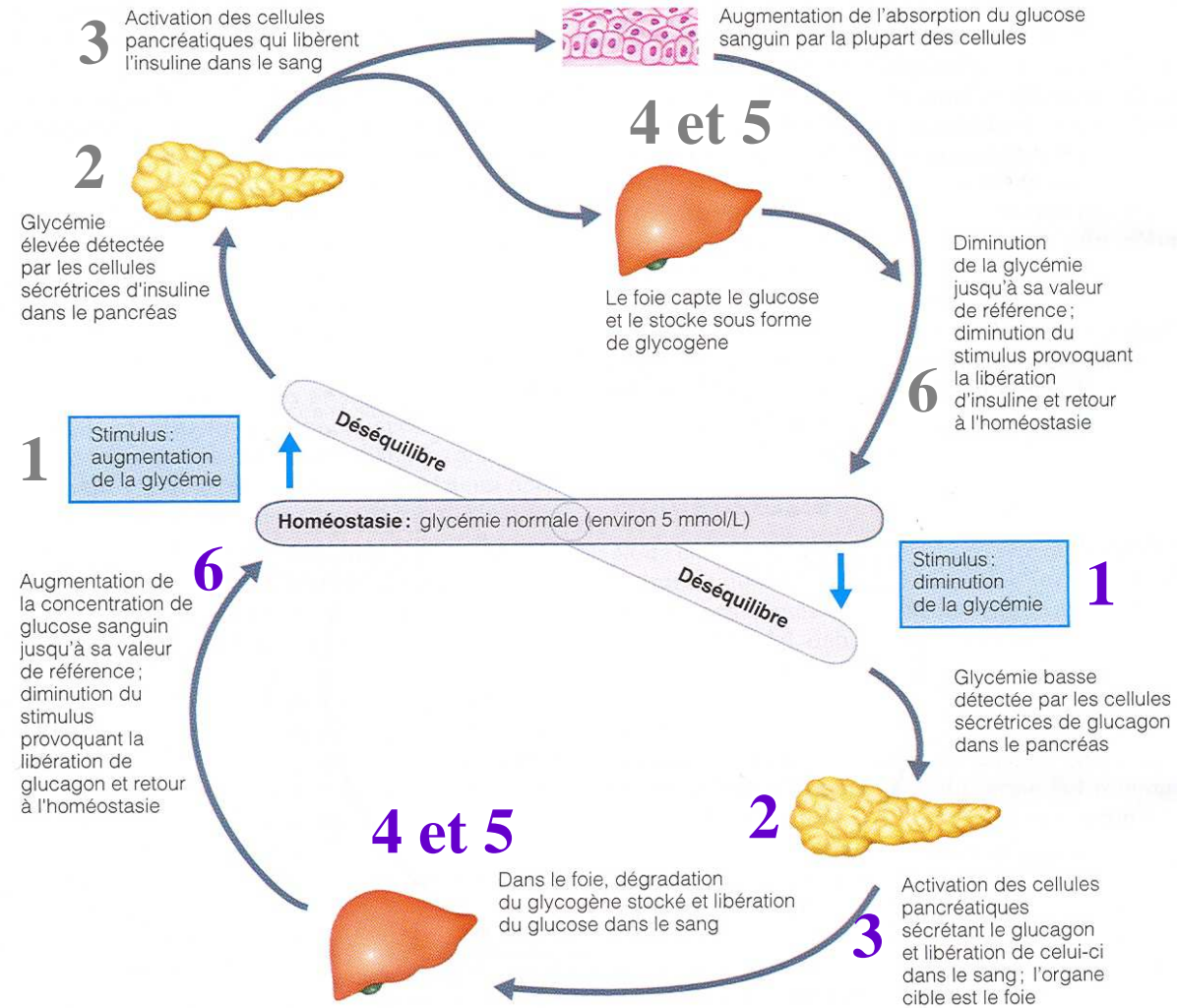


FIGURE I.5 Régulation de la glycémie par un mécanisme de rétro-inhibition faisant intervenir les hormones pancréatiques.