

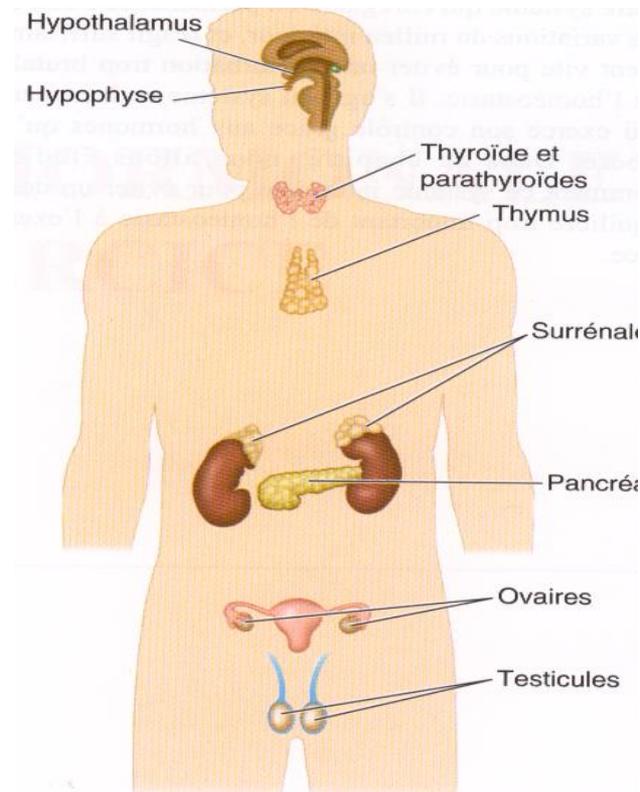
# BAP 2 Licence 2 Semestre 1

## Le système endocrinien

E. Yiou

Laboratoire CIAMS, Faculté des Sciences du Sport

Univ Paris-Saclay



# Le système endocrinien

**I. GÉNÉRALITÉS SUR LES GRANDS SYSTÈMES DE COMMUNICA° DE L'ORGANISME**

**II. NATURE DES HORMONES, MODE D'ACTION ET CONTRÔLE DES SECRETIONS**

**III. LES GLANDES ENDOCRINES ET LEURS HORMONES**

# RAPPEL PREMIER SEMESTRE

• **Corps humain** : env.  $3,0 \cdot 10^{13}$  cellules, plus petites unités des êtres vivants

• **Caractéristiques communes** :

- se nourrissent, respirent (absorbent  $O_2$  et rejettent  $CO_2$ )
- produisent, stockent, utilisent ATP
- organisation générale semblable
- se reproduisent, dégènèrent et meurent

• **Particularités** (= *spécialisation*) :

- *contraction* : cell musculaires,
- *transmission* influx nerveux : cell nerveuses,
- *sécrétion* insuline : cell du pancréas
- ....etc.

=> Elles sont différenciées

• **Différents niveaux d'organisation** :

- tissus
- organes
- systèmes

=> Le corps humain : une société de cell ds laquelle chacun des individus tient une place précise et un rôle déterminé au service de la communauté, cad de l'organisme lui-même.

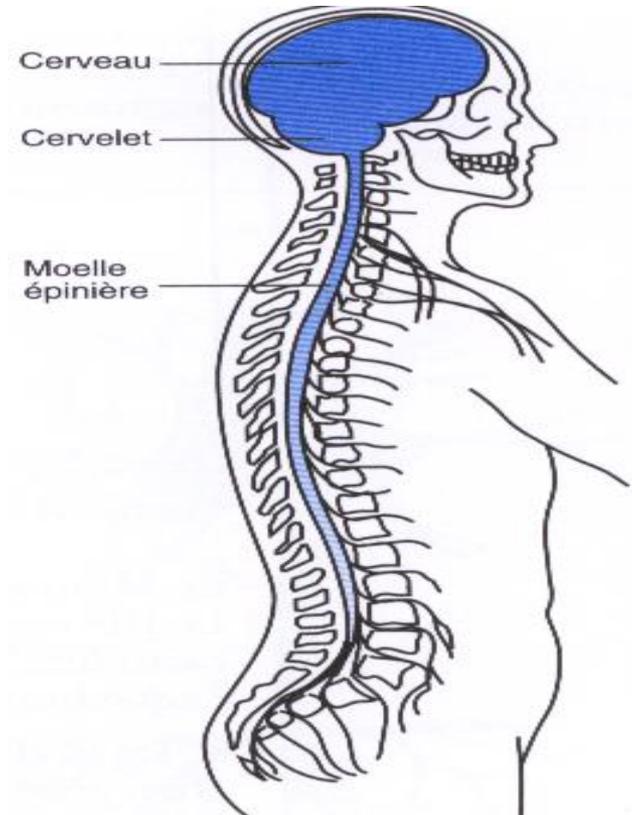
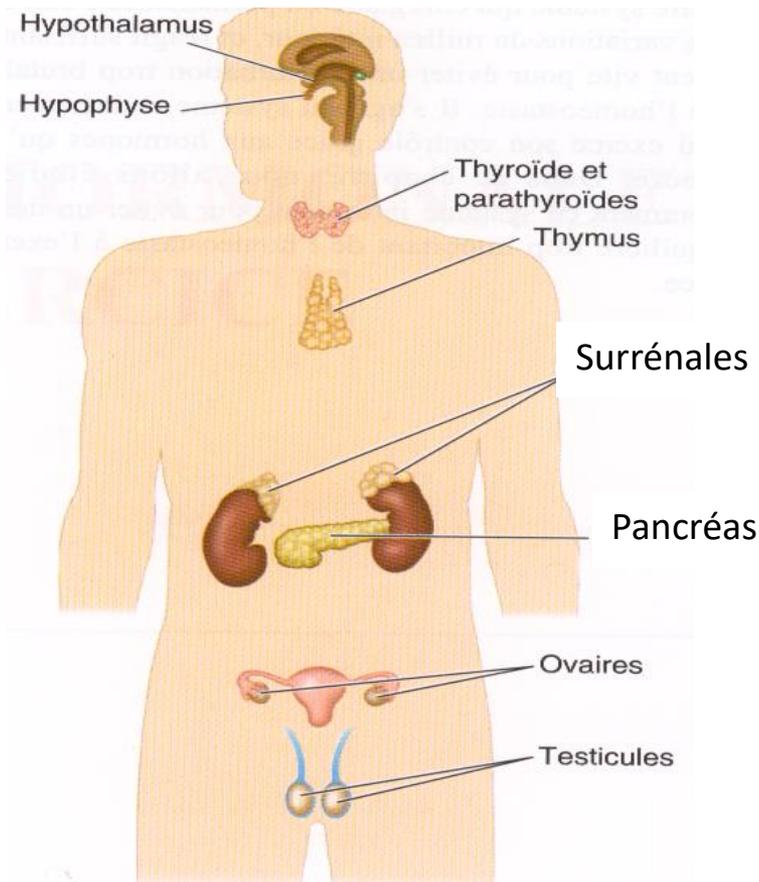


**NECESSITE DE COMMUNICATION ENTRE CELLULES DISTANTES**

## 1.1 Deux grands systèmes de communication

=> Système nerveux (SN) et système endocrinien (SE)

- SN => tissu nerveux (cf. sem 1 L1)
- SE => tissus et glandes endocrines sécrétant hormones



- Collabora° SN et SE :  
=> contrôle émotions, métabolisme, croissance, développe<sup>t</sup> physique et psychique, mécanismes reproduc°, adapta° effort, constance du milieu int., etc.

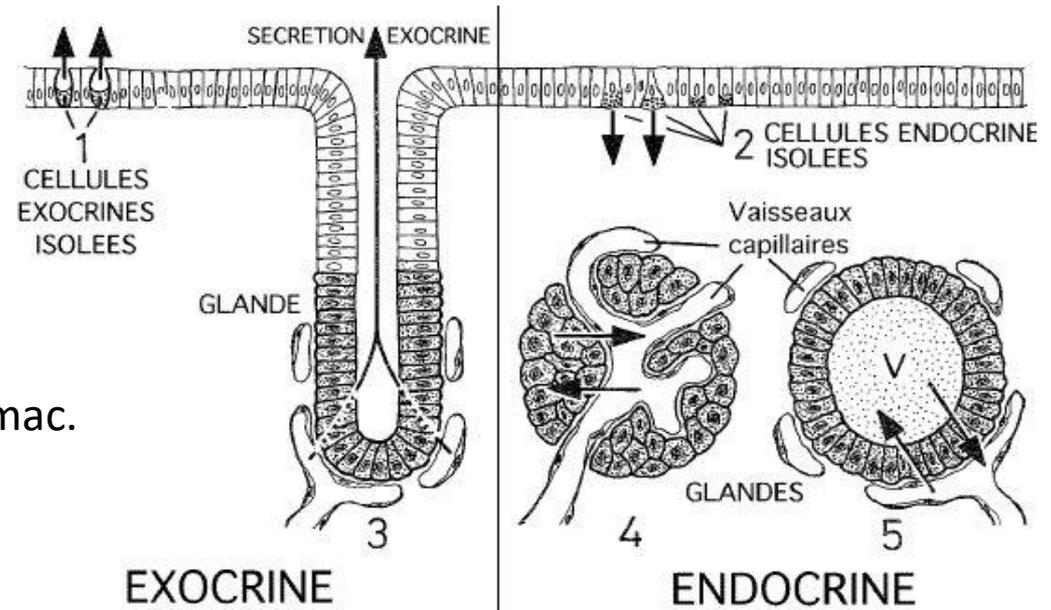
Une glande est un organe qui a pour fonction de produire et sécréter des substances chimiques. Deux types de glandes : exocrines et endocrines

● **Glande exocrine:**

=> Déverse ses sécrétions à l'extérieur, par l'intermédiaire d'un canal excréteur. Dites « à sécrétion externe »

Principales glandes exocrines :

- salivaires (salive )
- sébacées de la peau (sébum)
- mammaires (lait )
- sudoripares de la peau (sueur)
- digestives du pancréas, intestin et estomac.



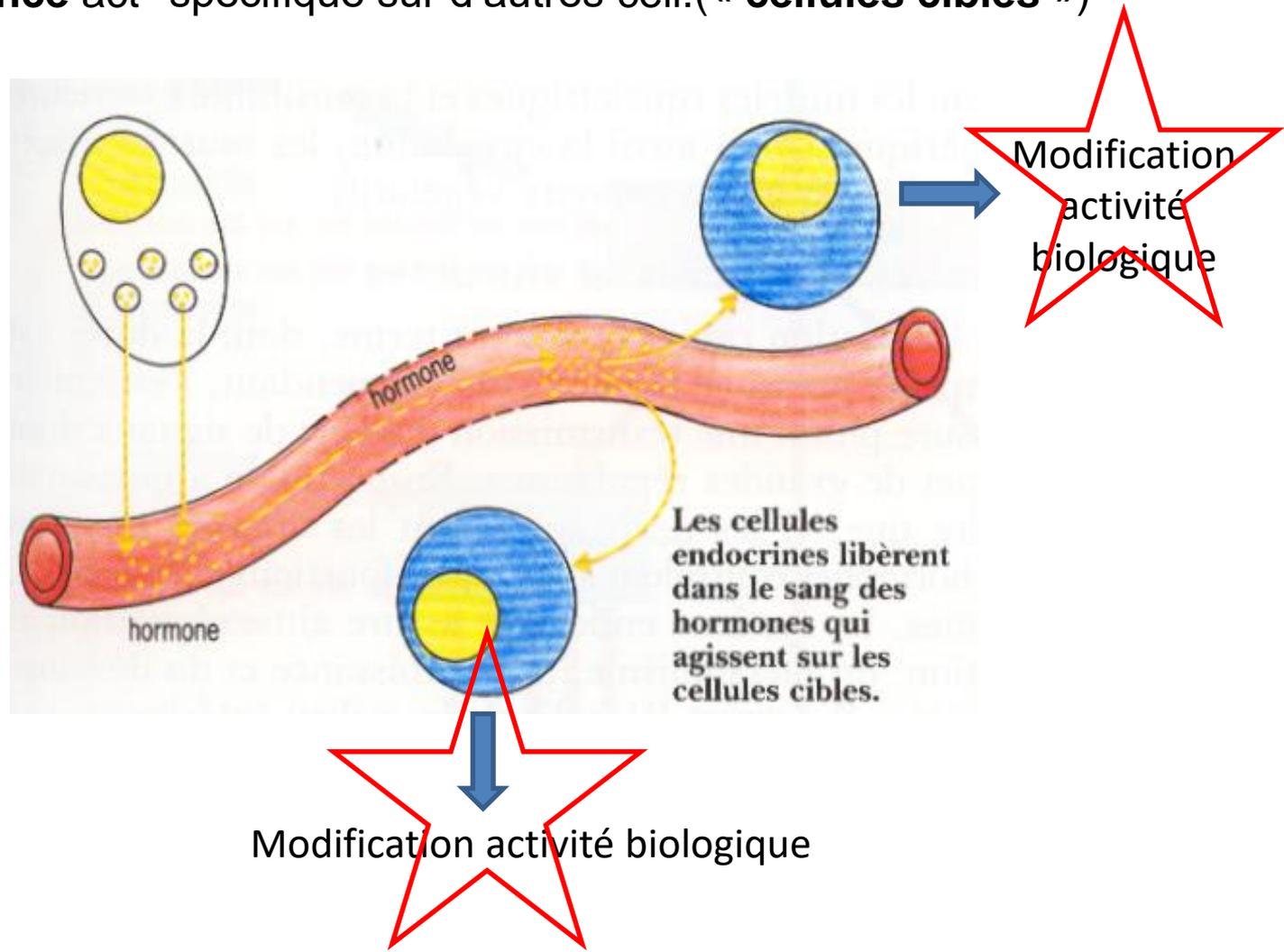
● **Glande endocrine:**

=> déverse ses sécrétions (**hormones**) directement dans le sang. Dites à « sécrétion interne »

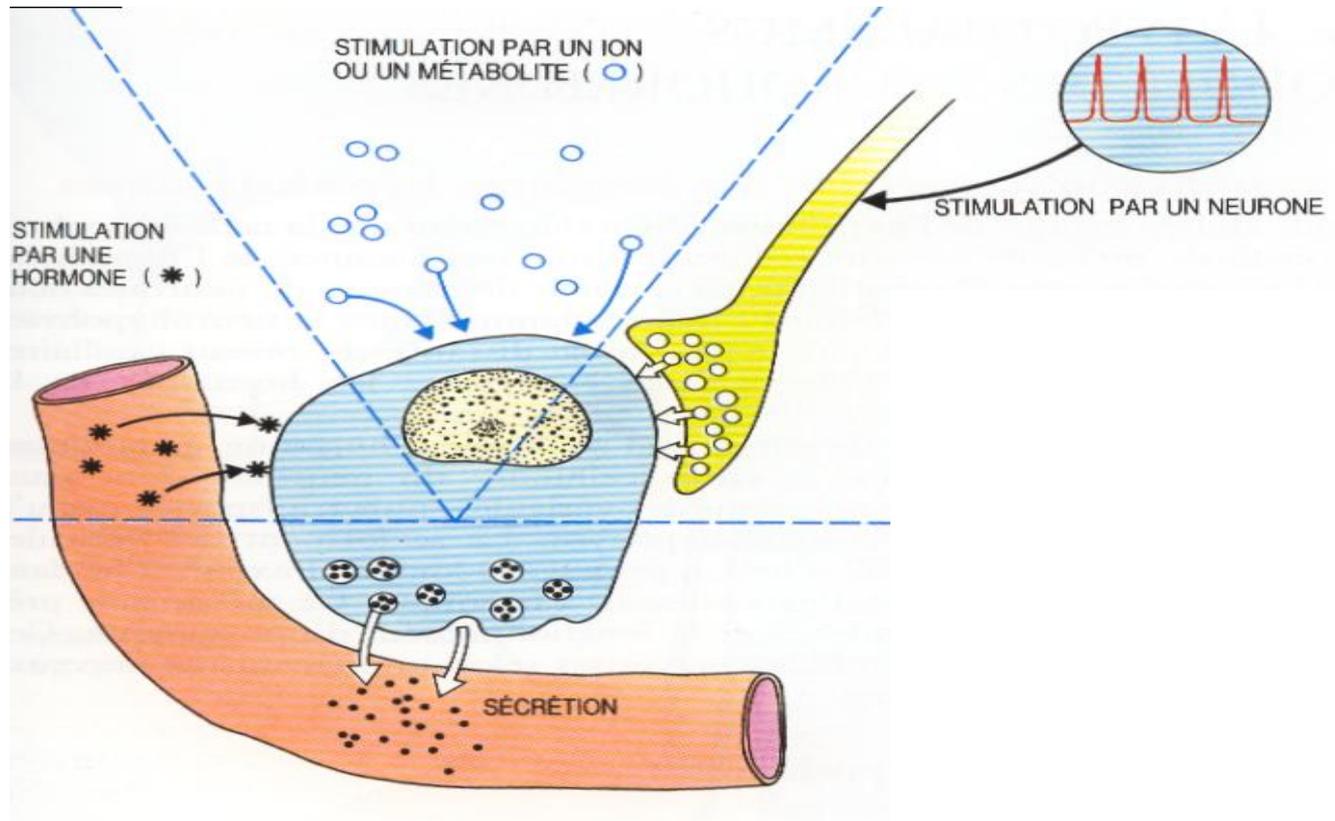
## 1.2 Communica° entre cellules distantes / messagers chimiques

- **Hormone et système endocrinien**

=> subst. chim. synthétisée et sécrétée par **cell. endocrine** et qui, véhiculée / sang, exerce à **distance** act° spécifique sur d'autres cell. (« **cellules cibles** »)



- Sécré° des hormones pulsatile :  
=> stimula° par le SNC, ion ou hormone



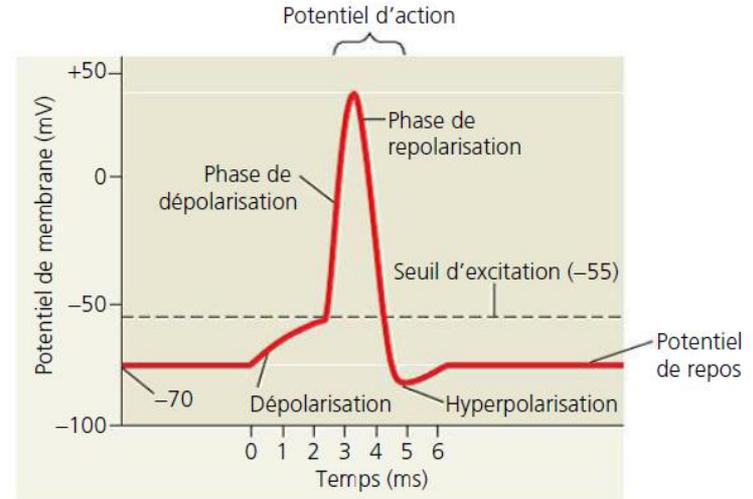
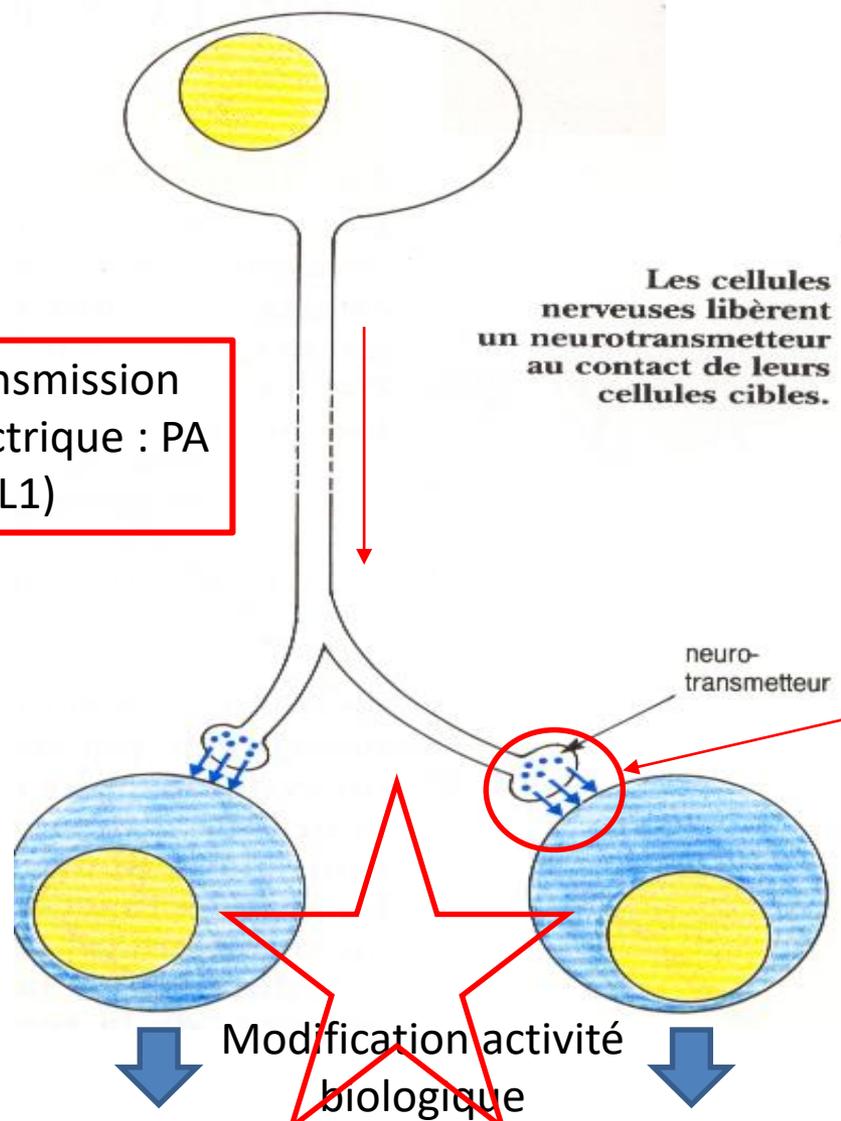
- **Transmission lente, effets durables & généraux:** sang circule à la vitesse de 40 cm/s ds artères et à 0,5mm/s ds capillaires
- Concentra° sanguine très faible ~ ng / ml

# • Neurotransmetteur et système nerveux

⇒ substance chim. synthétisée et sécrétée par un neurone et active sur d'autres neurones ou cell. cibles spécifiques (musculaires, endocrines)

Transmission  
Électrique : PA  
(cf. L1)

Les cellules  
nerveuses libèrent  
un neurotransmetteur  
au contact de leurs  
cellules cibles.



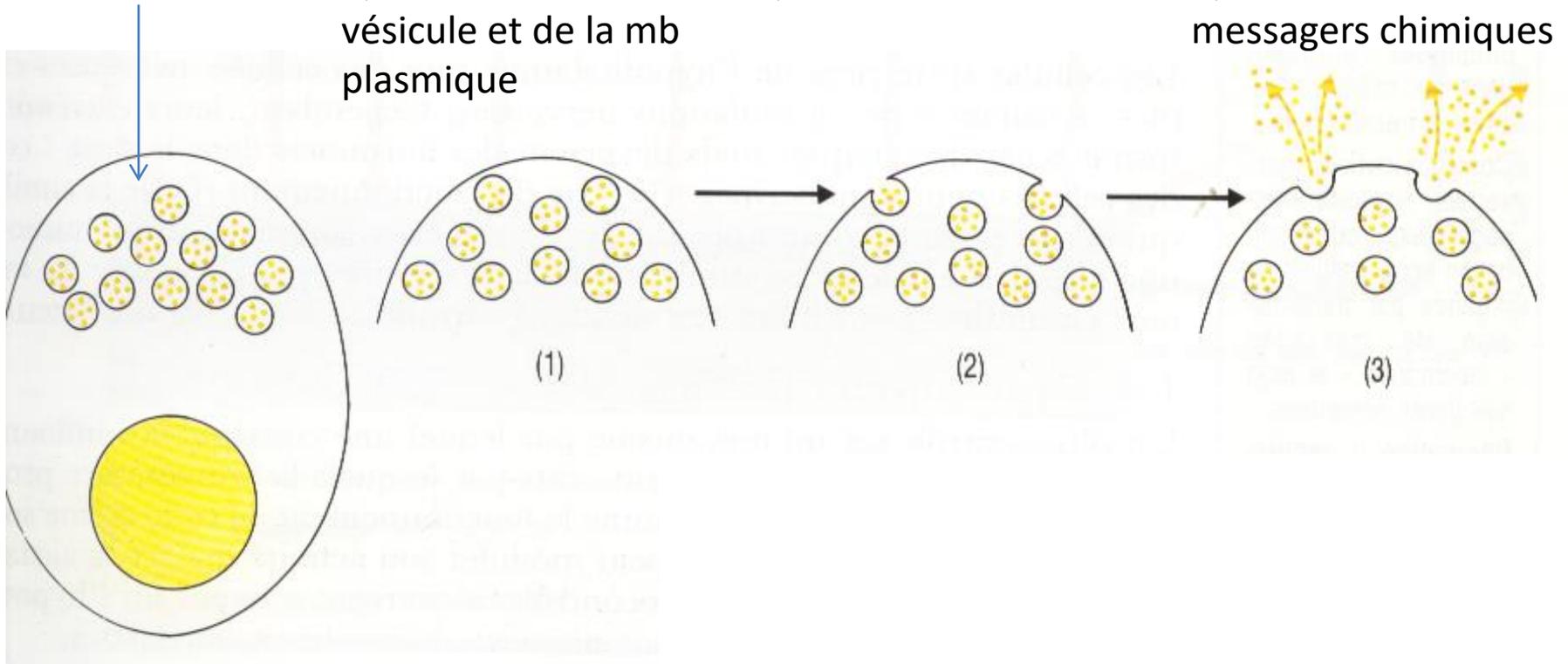
- Transmission très rapide, effets très localisés (NT libéré au contact cell. cible)

Transmission  
Chimique (cf. L1)

NT de la JNM : Acétylcholine

- **NT et H sont libérés ds milieu extra-cellulaire par exocytose**

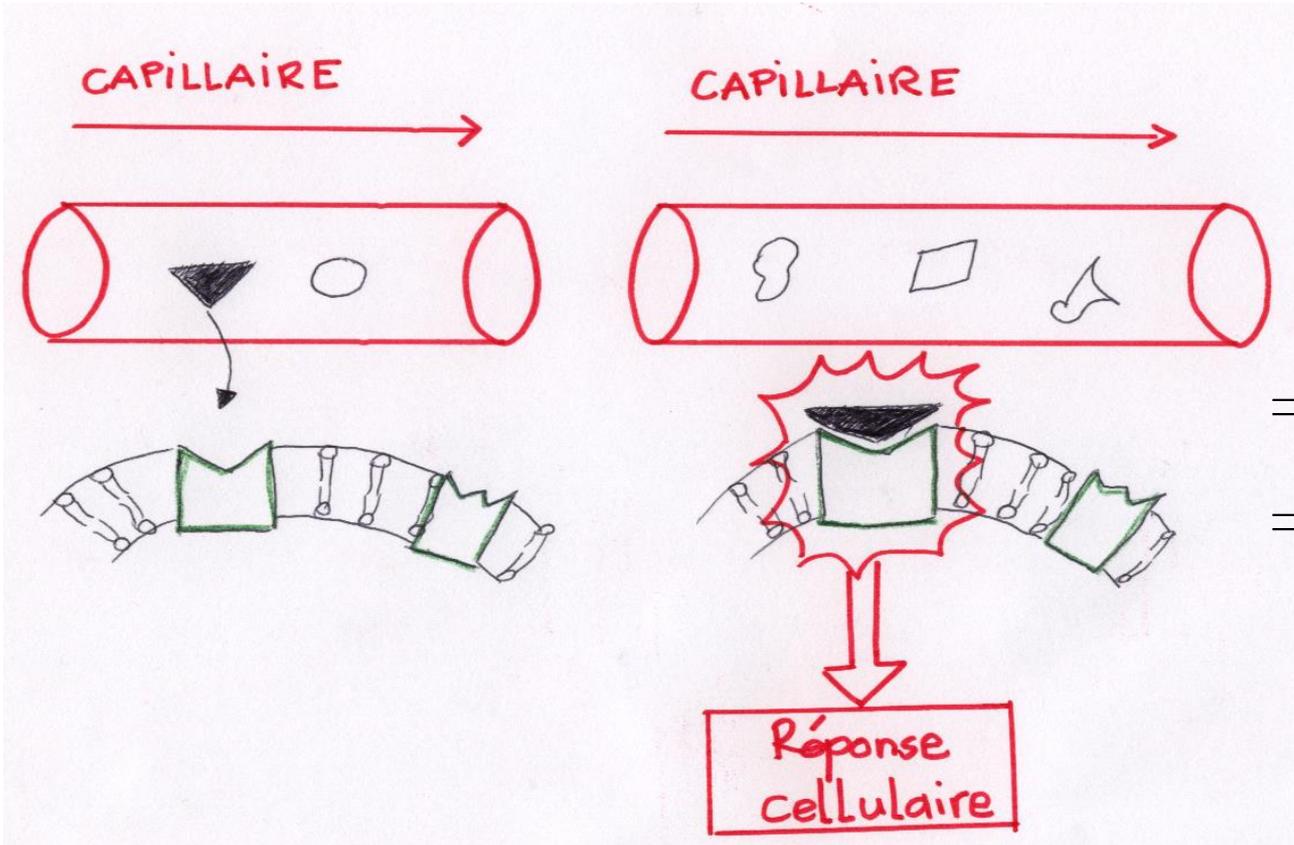
NT et H  
stockés ds  
vésicules



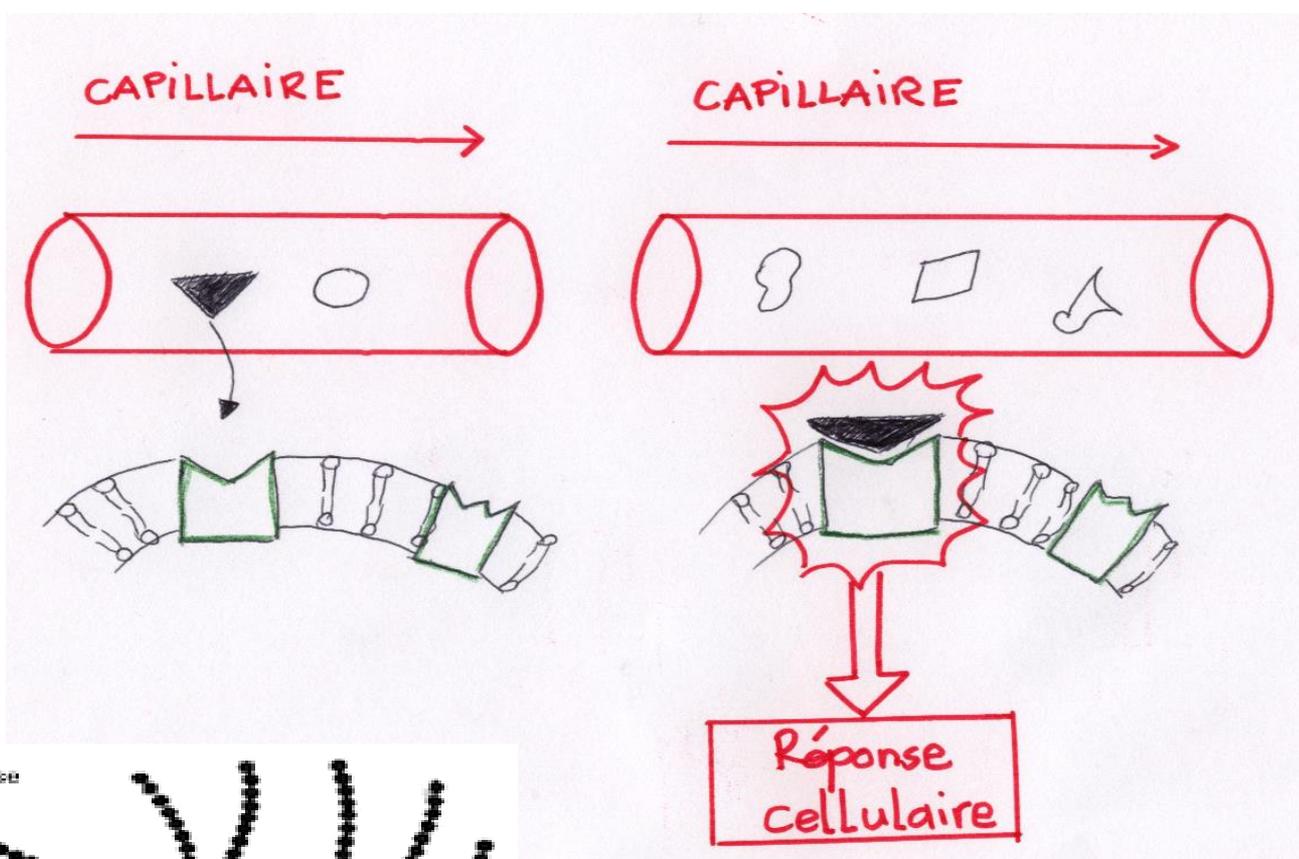
L'excès de mb plasmique est compensée par des **endocytoses**

## 1.3 Reconnaissance cellule-cible et messenger chimique / récepteurs

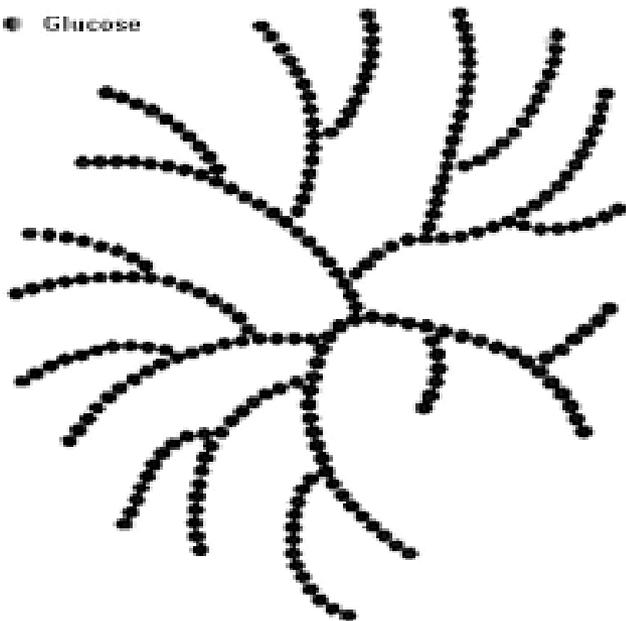
- Protéines *réceptrices* (cf. cours S1) : ds mb plasmique ou cytosol  
2000 à 10 000 R / cell., 30 à 50 H différentes ds circula
- Structure 3D spécifique du R => fixa°d'1 H particulière  
=> Reconnaissance H - R = clef - serrure  
=> **H active unique<sup>t</sup> sur cell. avec R spécifique**



- Conséquence:  
=> **adrénaline** : active sur nb cell.  
=> **ADH** : active unique<sup>t</sup> sur cell. rénales



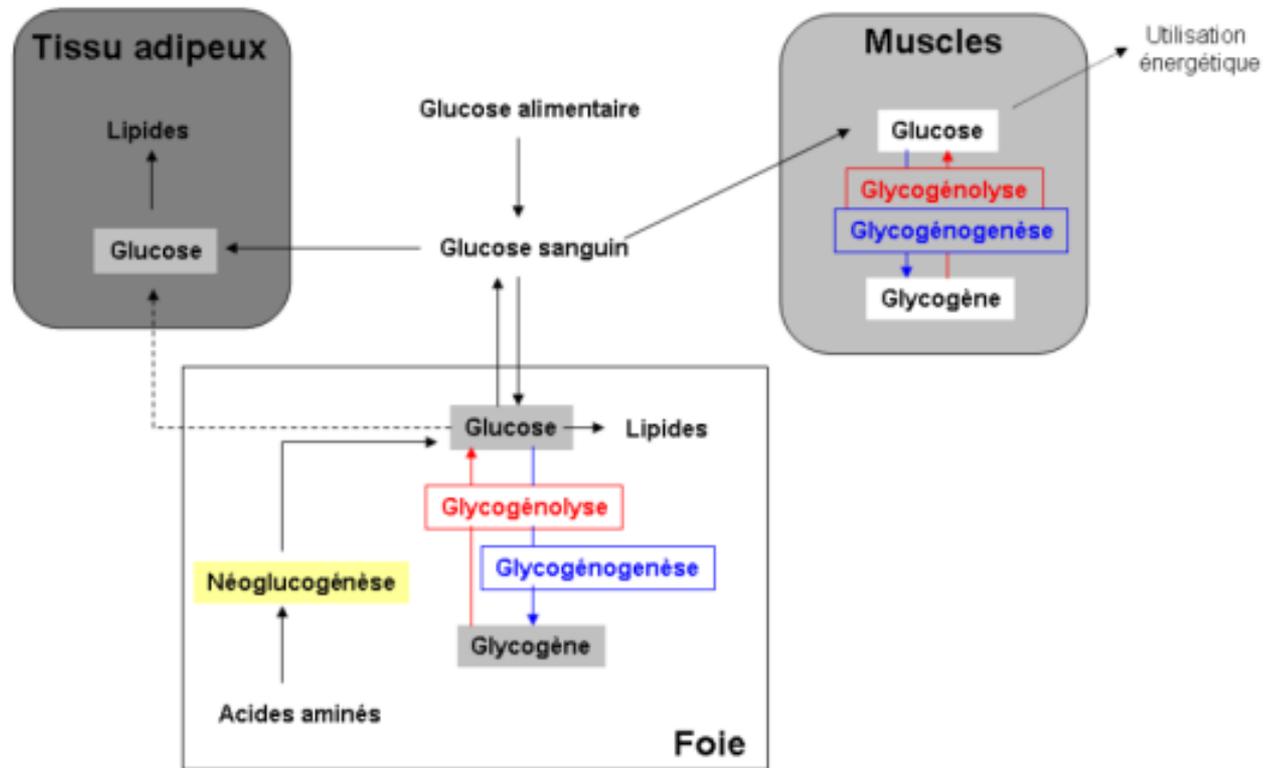
● Glucose



- Complexe H – R  
=> modifica<sup>o</sup> activité cellule-cible = réponse cellulaire

Ex :

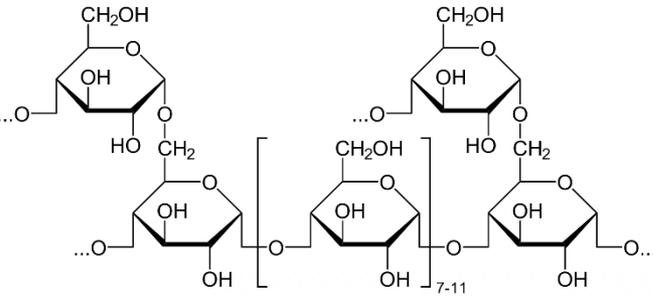
**Insuline** => glycogénogénèse,  
**Glucagon, Adrénaline** => glycogénolyse  
Etc.



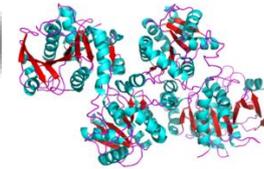
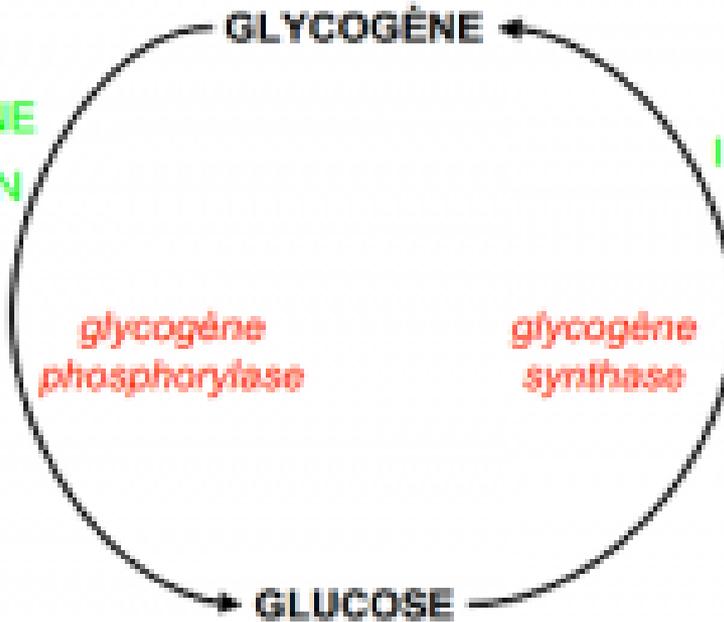
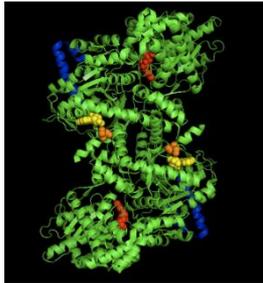
•Le **tissu adipeux** est capable de prélever du glucose sanguin et de le transformer directement en lipides au niveau des cellules de stockage (adipocytes).

•Le **tissu musculaire**, consommateur de grandes quantités de glucose. Pour fournir l'énergie nécessaire à la contraction, il stocke le glucose sanguin sous forme de **glycogène** au niveau des fibres musculaires. Ces réserves de glucose d'une cellule musculaire sont facilement mobilisables (glycogénolyse) mais uniquement pour sa consommation personnelle.

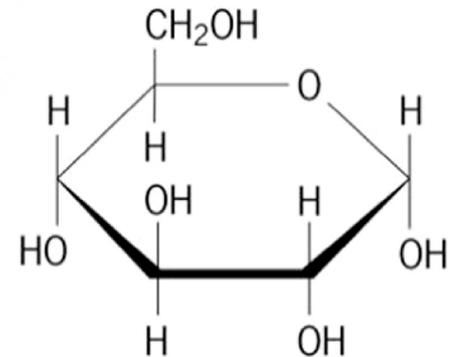
**Glycogénogénèse** : processus de formation de glycogène à partir du glucose



**ADRÉNALINE**  
**GLUCAGON**



**Glycogénolyse** : processus de libération du glucose à partir du glycogène (dégradation du glycogène)



# Le système endocrine

**I. GÉNÉRALITÉS SUR LES GRANDS SYSTÈMES DE COMMUNICA° DE L'ORGANISME**

**II. NATURE DES HORMONES, MODE D'ACTION ET CONTRÔLE DES SECRETIONS**

**III. LES GLANDES ENDOCRINES ET LEURS HORMONES**

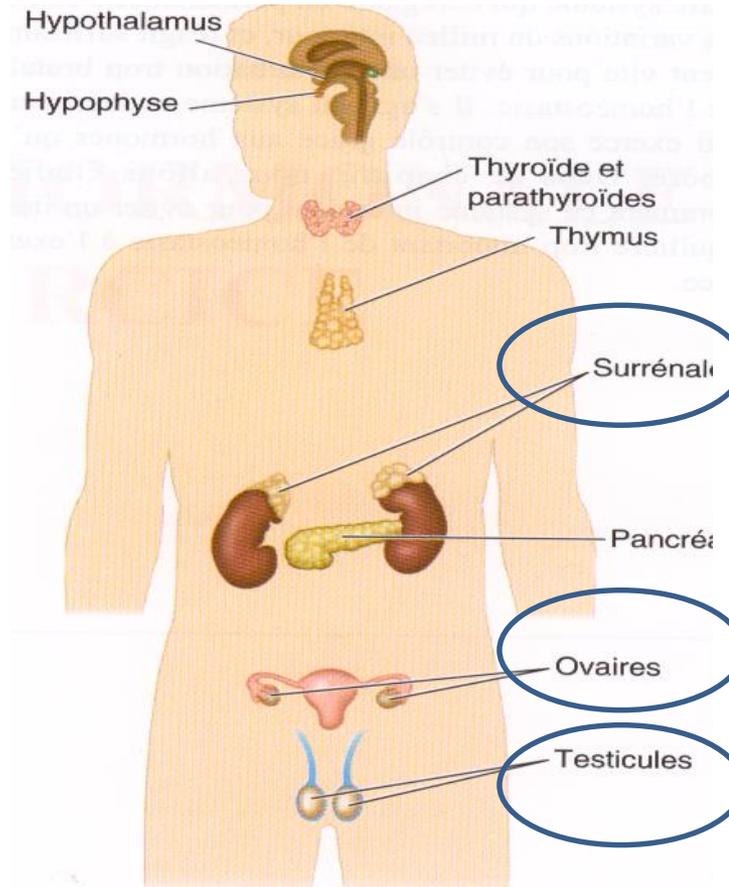
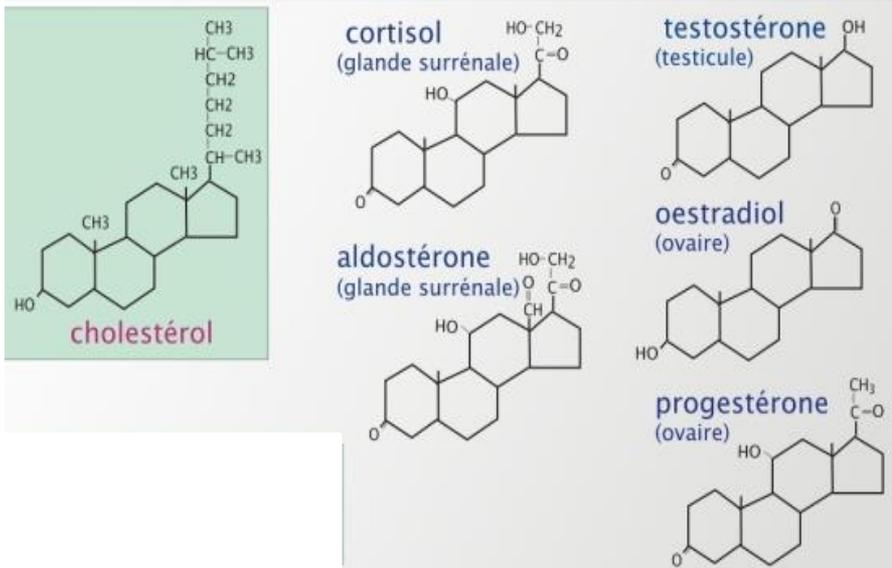
## 2.1 Classification chimique

### • Hormones stéroïdes

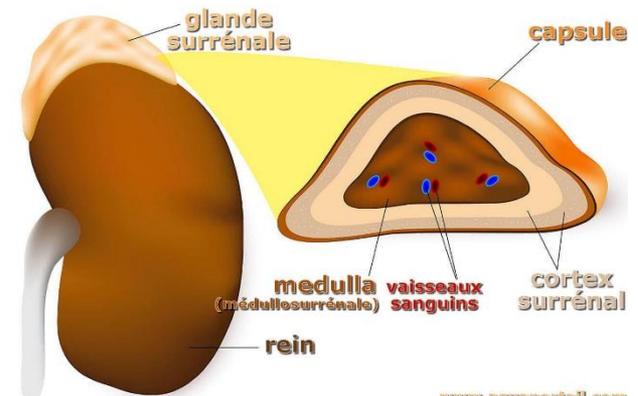
Cholestérol (lipide) : précurseur

Exemples :

- cortisol, aldostérone : surrénales (cortex)
  - œstrogènes, progestérone : ovaires et placenta
  - testostérone : testicules
- etc.



### glande surrénale



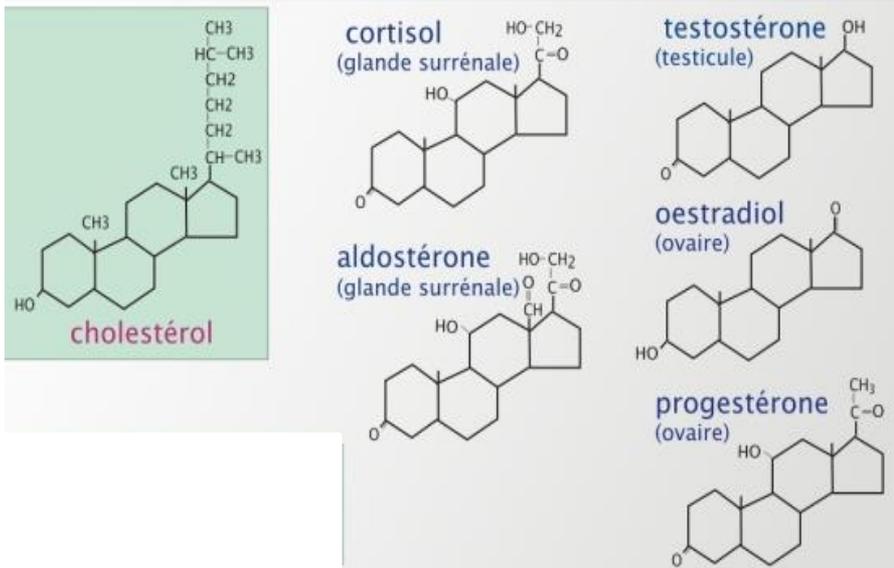
## 2.1 Classification chimique

### • Hormones stéroïdes

Cholestérol (lipide) : précurseur

Exemples :

- cortisol, aldostérone : surrénales (cortex)
  - œstrogènes, progestérone : ovaires et placenta
  - testostérone : testicules
- etc.



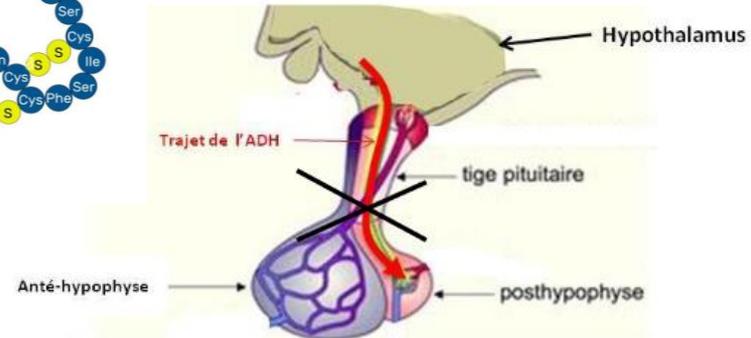
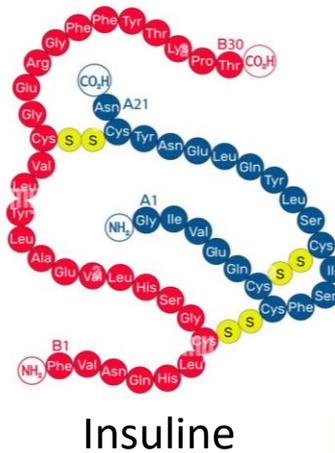
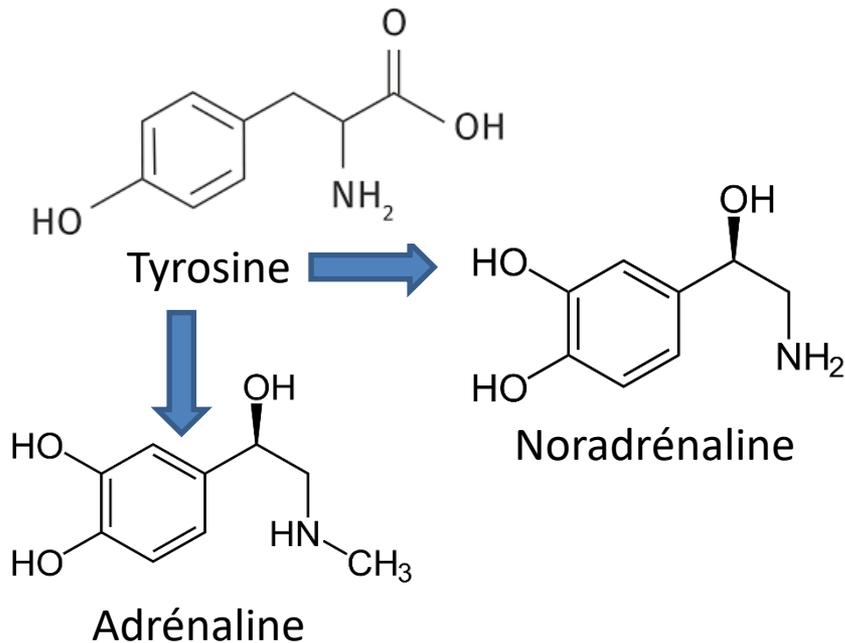
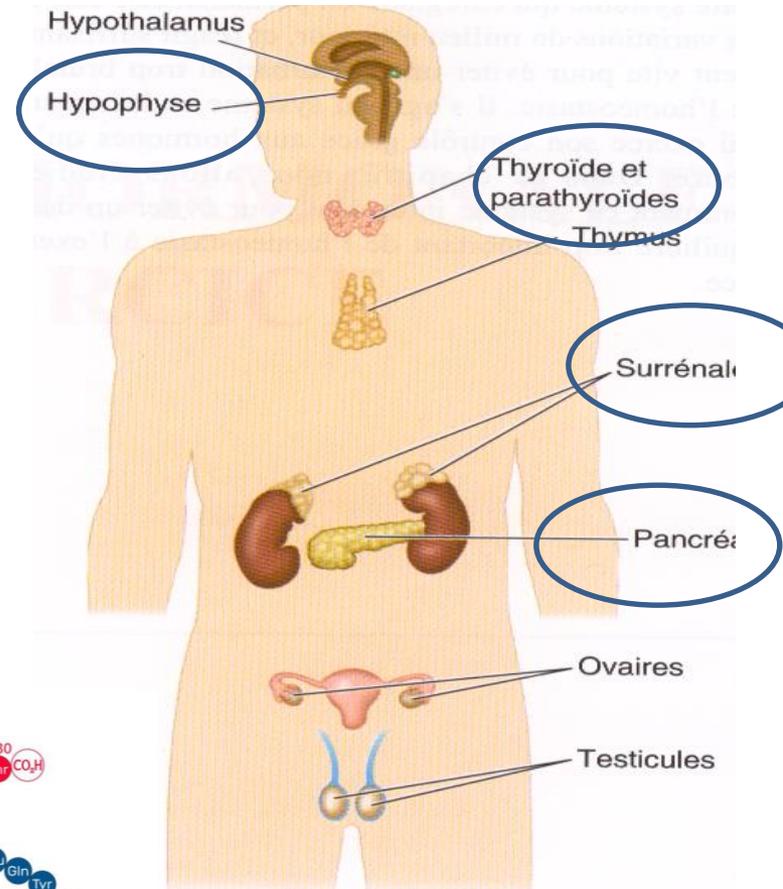
- **hydrophobes** : ds sang, fixa° à protéines de liaison spécifiques
- **liposolubles** : diffusion à travers mb plasmique

• **Hormones non stéroïdes**

Hormones dérivées d'1 AA (tyrosine) ou peptidiques (3 à 200 AA)

Exemples :

- Adrénaline, noradrénaline: surrénales (médulla)
- T3, T4 : thyroïde
- ADH : post-hypophyse
- insuline, glucagon : pancréas



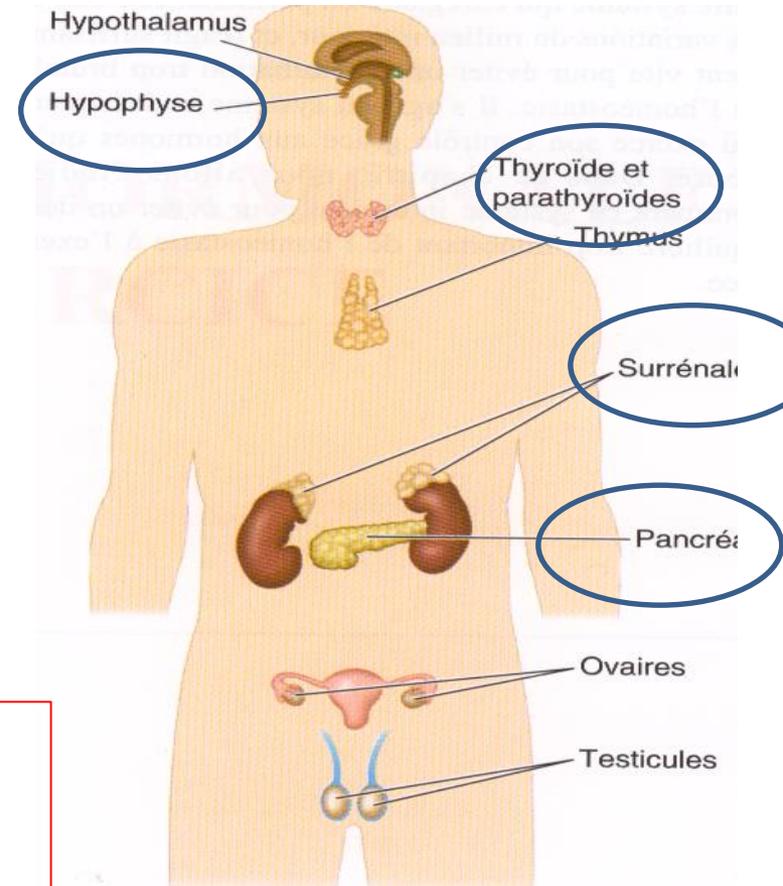
## • Hormones *non stéroïdes*

Hormones dérivées d'1 AA (tyrosine) ou peptidiques (3 à 200 AA)

Exemples :

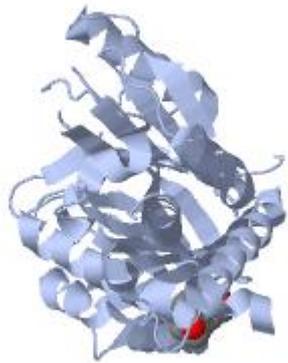
- Adrénaline, noradrénaline: surrénales (médulla)
  - T3, T4 : thyroïde
  - ADH : post-hypophyse
  - insuline, glucagon : pancréas
- etc.

- **hydrophiles** : véhiculées libre<sup>t</sup> ds sang  
- **non liposolubles**: ne peuvent franchir mb plasmique

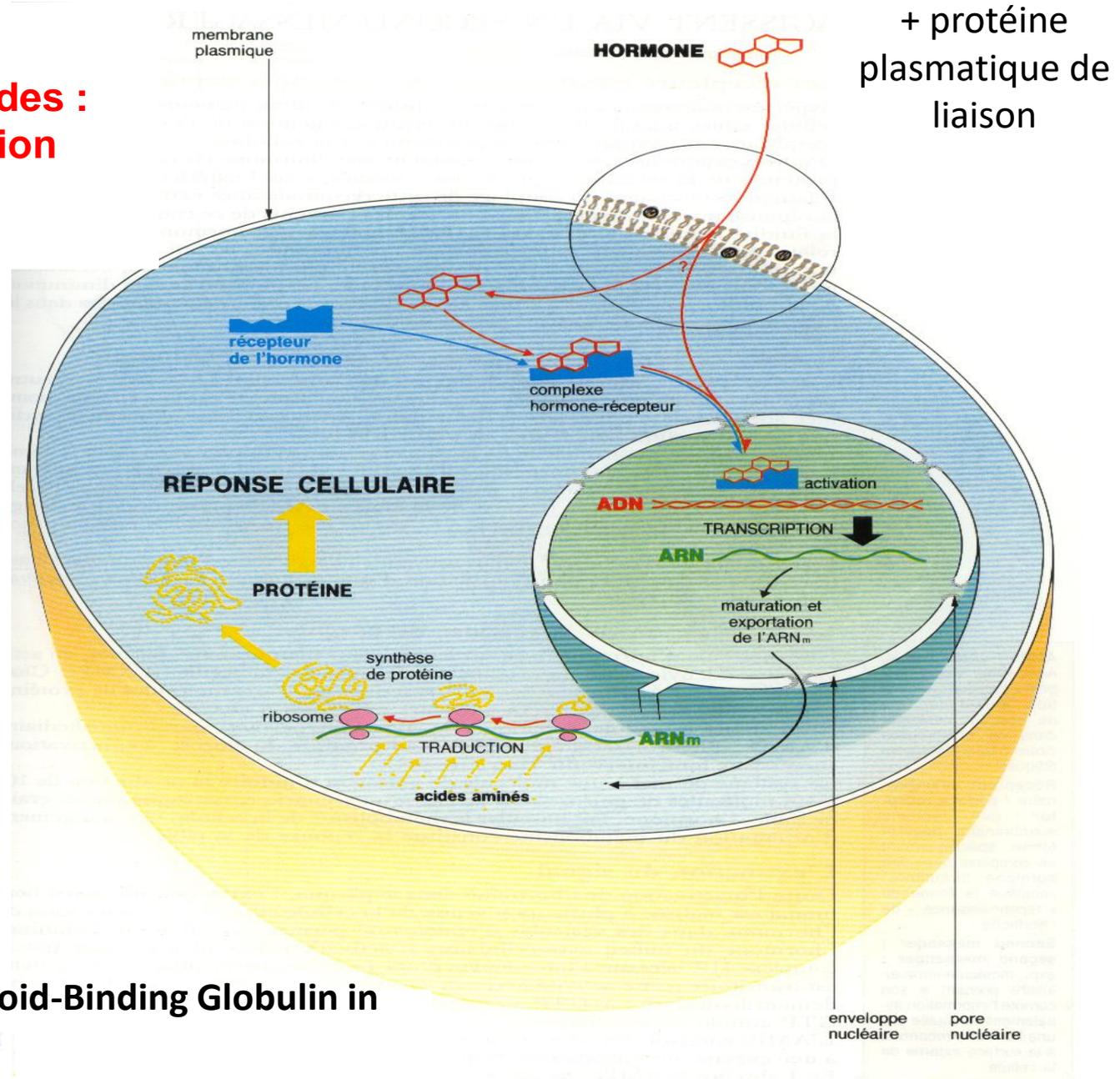


## 2.2 Comment agissent les hormones ?

- **Hormones stéroïdes : mécanismes d'action**

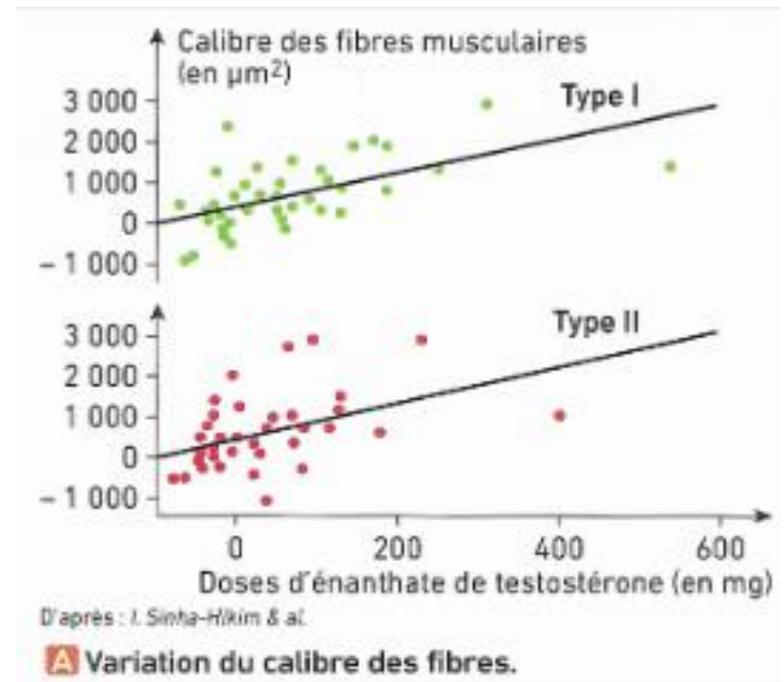
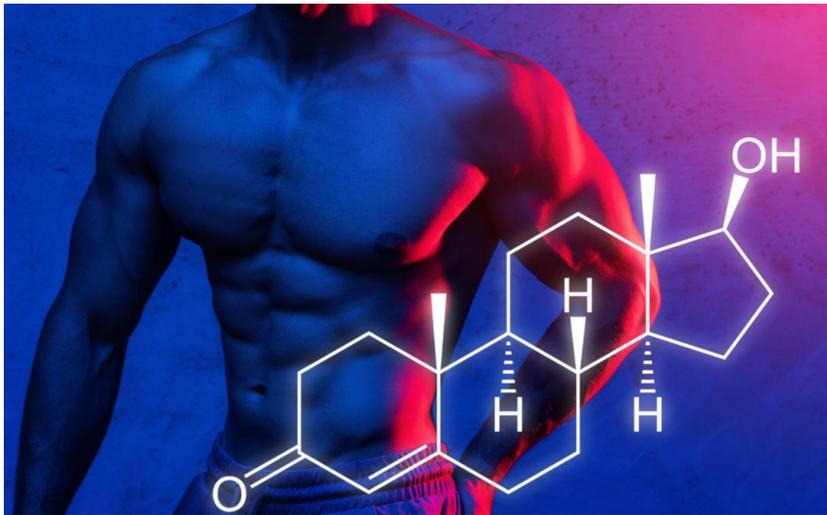


Structure of Corticosteroid-Binding Globulin in complex with Cortisol<sup>mol</sup>



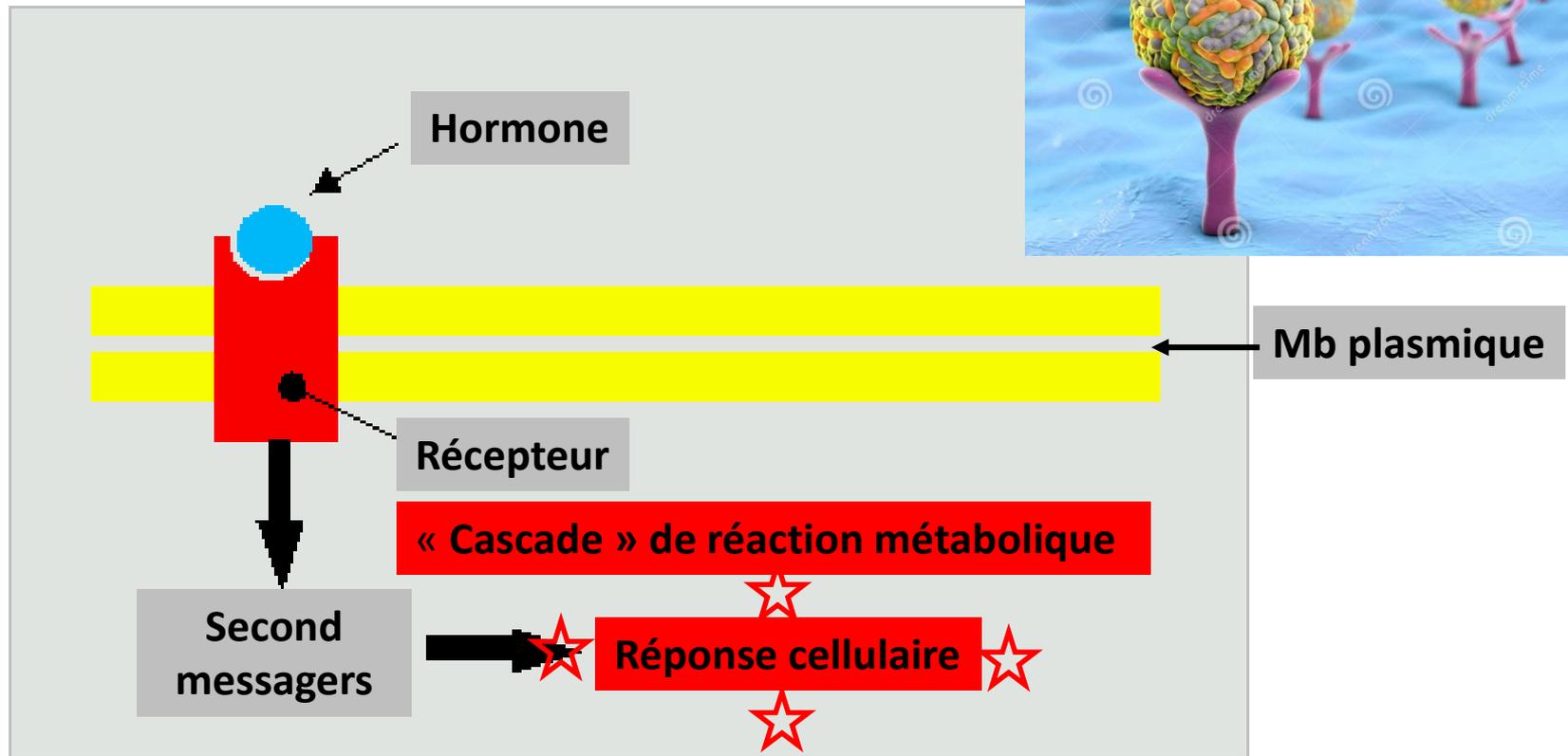
## • Hormones stéroïdes : exemple de réponse cellulaire

La **testostérone** impacte le développement musculaire en augmentant la synthèse des protéines. Au cours des exercices qui sollicitent intensément les muscles, les fibres musculaires subissent un traumatisme qui se traduit par de petites lésions musculaires. Le corps réagit à ces lésions en ajoutant et en réparant de nouveaux brins de protéines.



Pour comprendre comment les stéroïdes anabolisants augmentent la masse musculaire, plusieurs tests contrôlés en milieu médical ont été réalisés. Des hommes non entraînés ont reçu des doses croissantes de 25 à 600 mg/semaine d'énanthate de testostérone pendant 20 semaines.

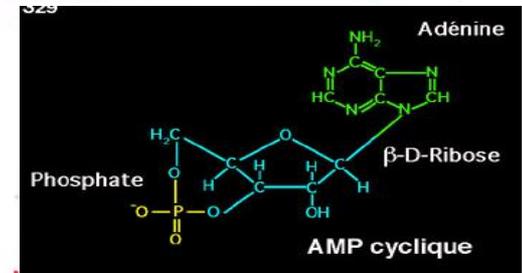
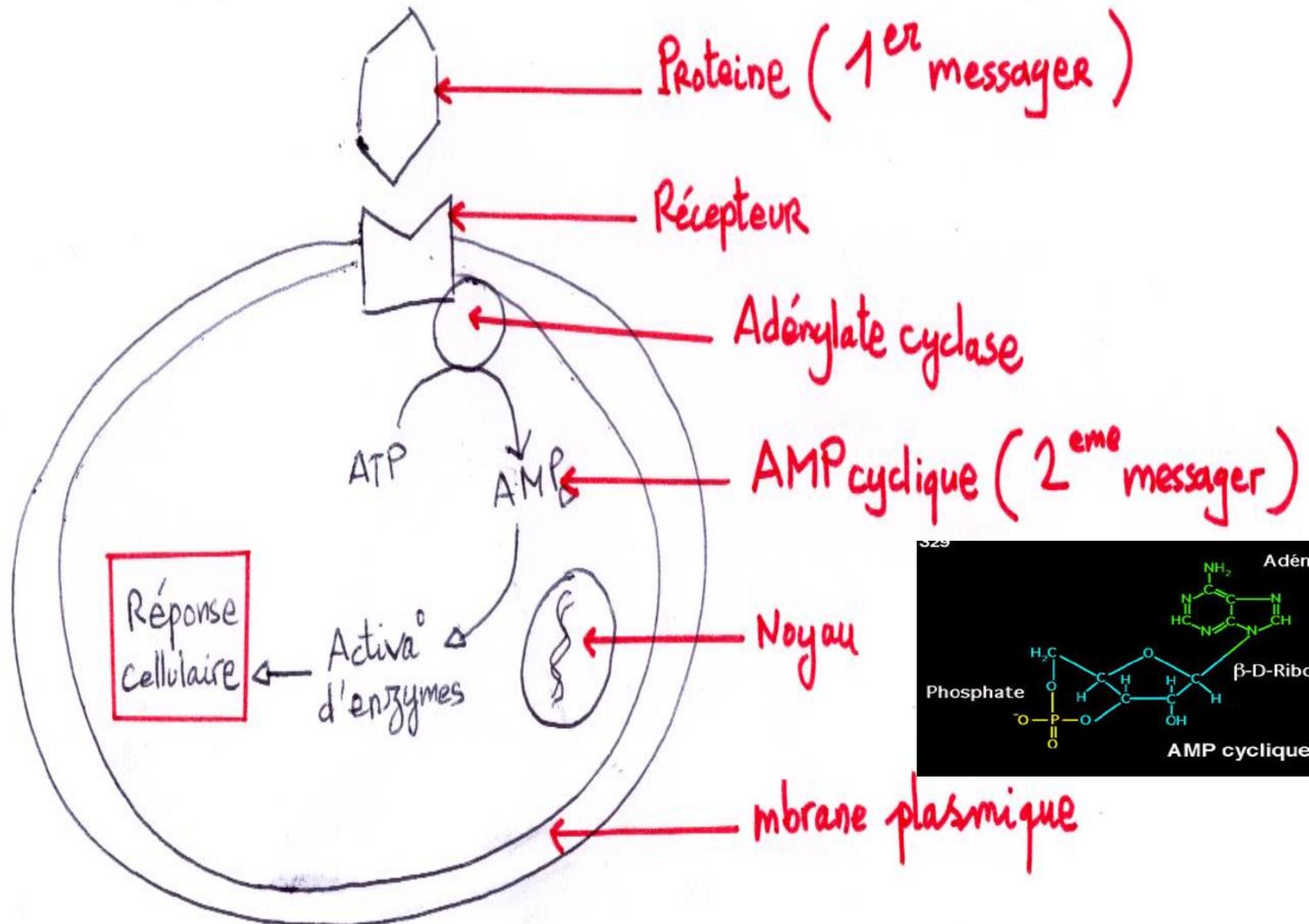
## • Hormones non stéroïdes: mécanismes d'action



Mise en jeu d'un **second messenger** intra-cellulaire :

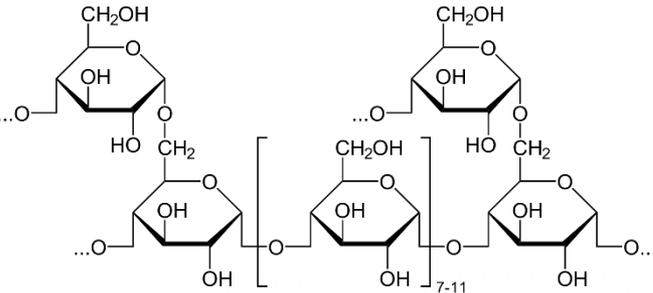
- ⇒ Transmission du signal ds la cellule
- ⇒ Amplification: chaque hormone va activer un seul exemplaire du récepteur qui va produire plusieurs molécules de second messenger
- ⇒ Réponse cellulaire

• Hormones non stéroïdes: mécanismes d'action

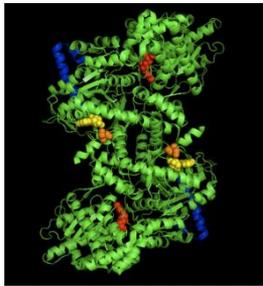


## • Hormones non stéroïdes: exemples de réponse cellulaire

**Glycogénogénèse** : processus de formation de glycogène à partir du glucose



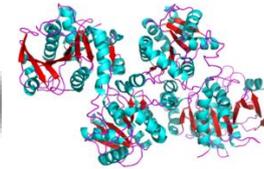
ADRÉNALINE  
GLUCAGON



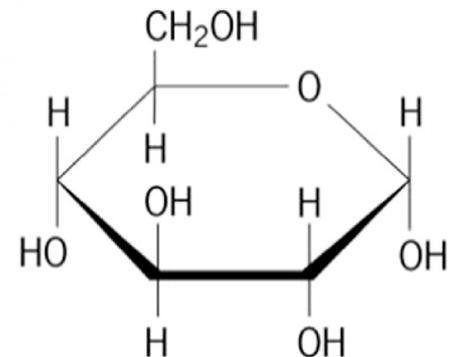
glycogène  
phosphorylase

glycogène  
synthase

INSULINE



GLUCOSE

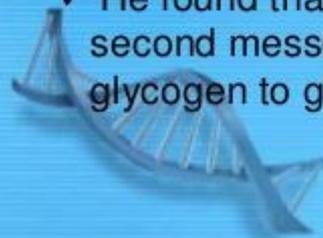


**Glycogénolyse** : processus de libération du glucose à partir du glycogène (dégradation du glycogène)

## • Parenthèse sur les seconds messagers

[Earl W. Sutherland, Jr.](#) a reçu le prix Nobel de physiologie et de médecine en 1971 pour ses travaux sur les mécanismes d'action des [hormones](#), dans lesquels il a démontré l'existence et le rôle de l'AMPc dans la libération du [glucose](#) en situation de stress. Ces travaux ont également permis de développer le concept de [second messenger](#) dont l'AMPc demeure un exemple classique.

- ✓ Earl Wilbur Sutherland Jr. discovered second messengers won the 1971 Nobel Prize in Medicine
- ✓ He saw that epinephrine would stimulate the liver to convert glycogen to glucose in liver cells, but epinephrine alone would not convert glycogen to glucose
- ✓ He found that epinephrine had to trigger a second messenger, cyclic AMP for the liver to convert glycogen to glucose



## 2.3 Contrôle des sécrétions hormonales

- Libéra° H pulsatile

⇒ fluctua° concentra°

Mécanismes de contrôle ?

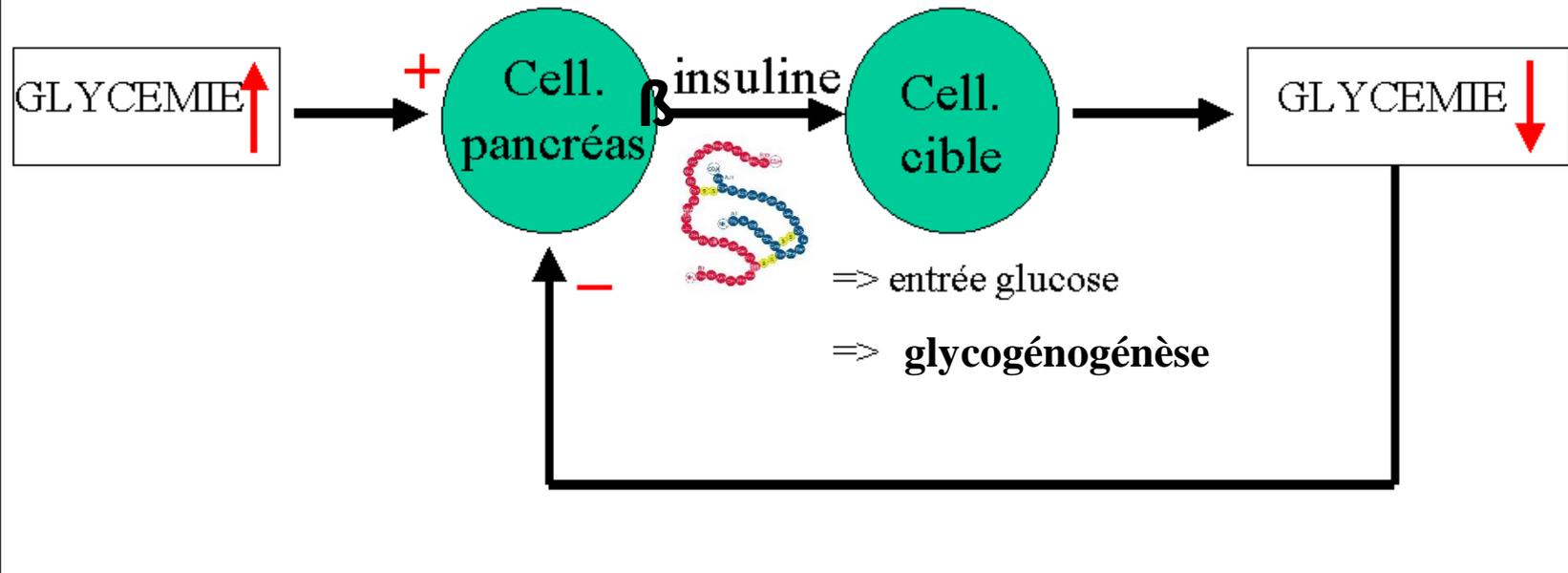
### ● Feedback (rétroaction)

Processus par lequel la réponse à un signal influence, par voie de retour, l'activité de la cellule émettrice du message

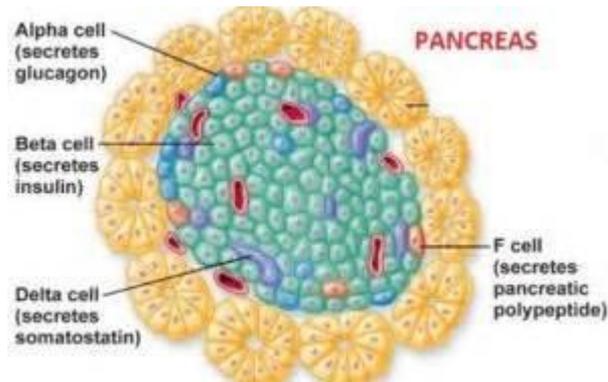
- Rétroac° *négative* : réponse de cell. cible va réduire activité cell. émettrice (régula° plupart des secré° hormonales). Cf. système osseux L1 S1

- Rétroac° *positive* : réponse de cell. cible va amplifier activité cell. émettrice (très rare)

## Exemple de feedback: effet de l'insuline sur la régulation de la glycémie

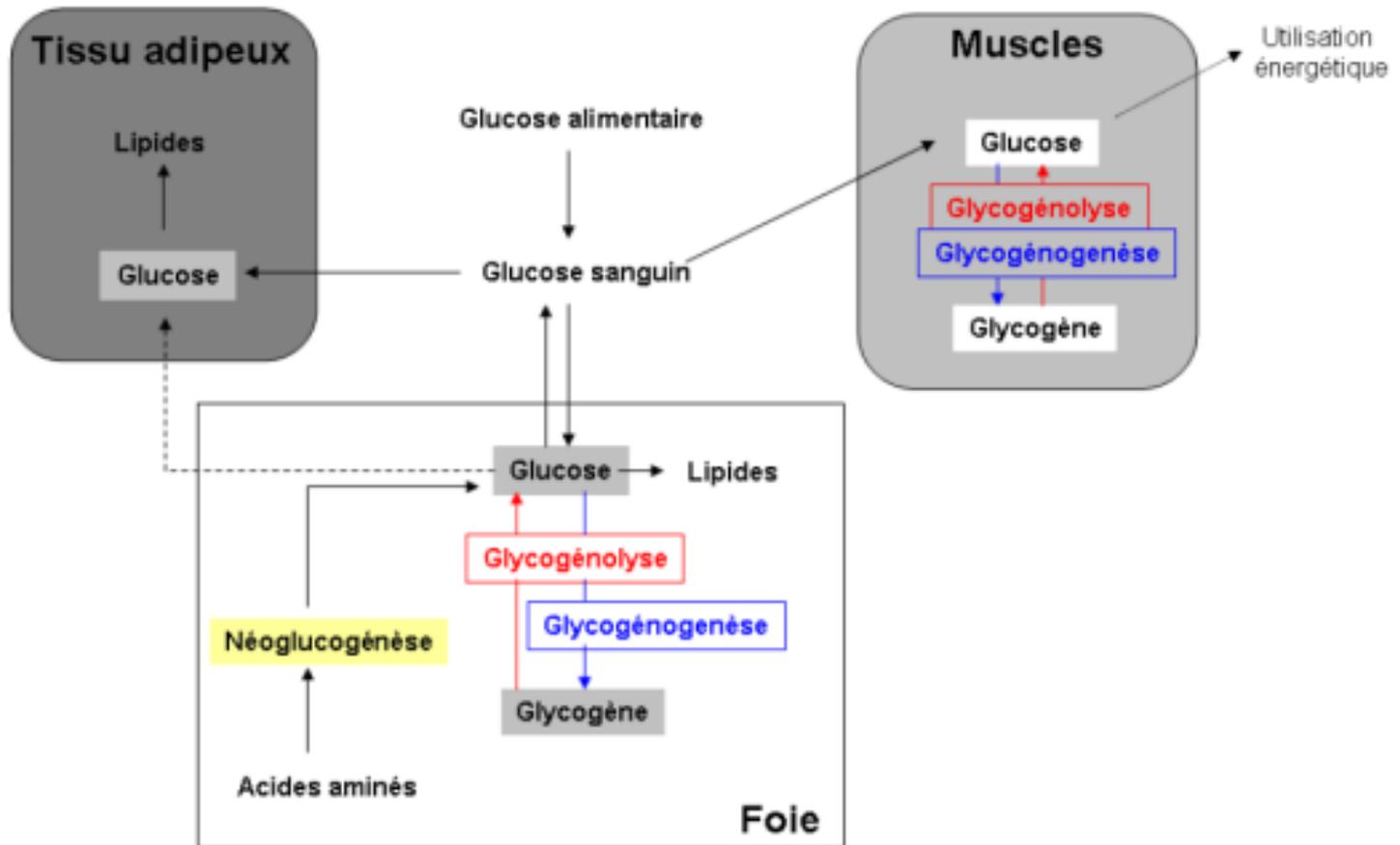


Glycémie normale : 0,9 g/l



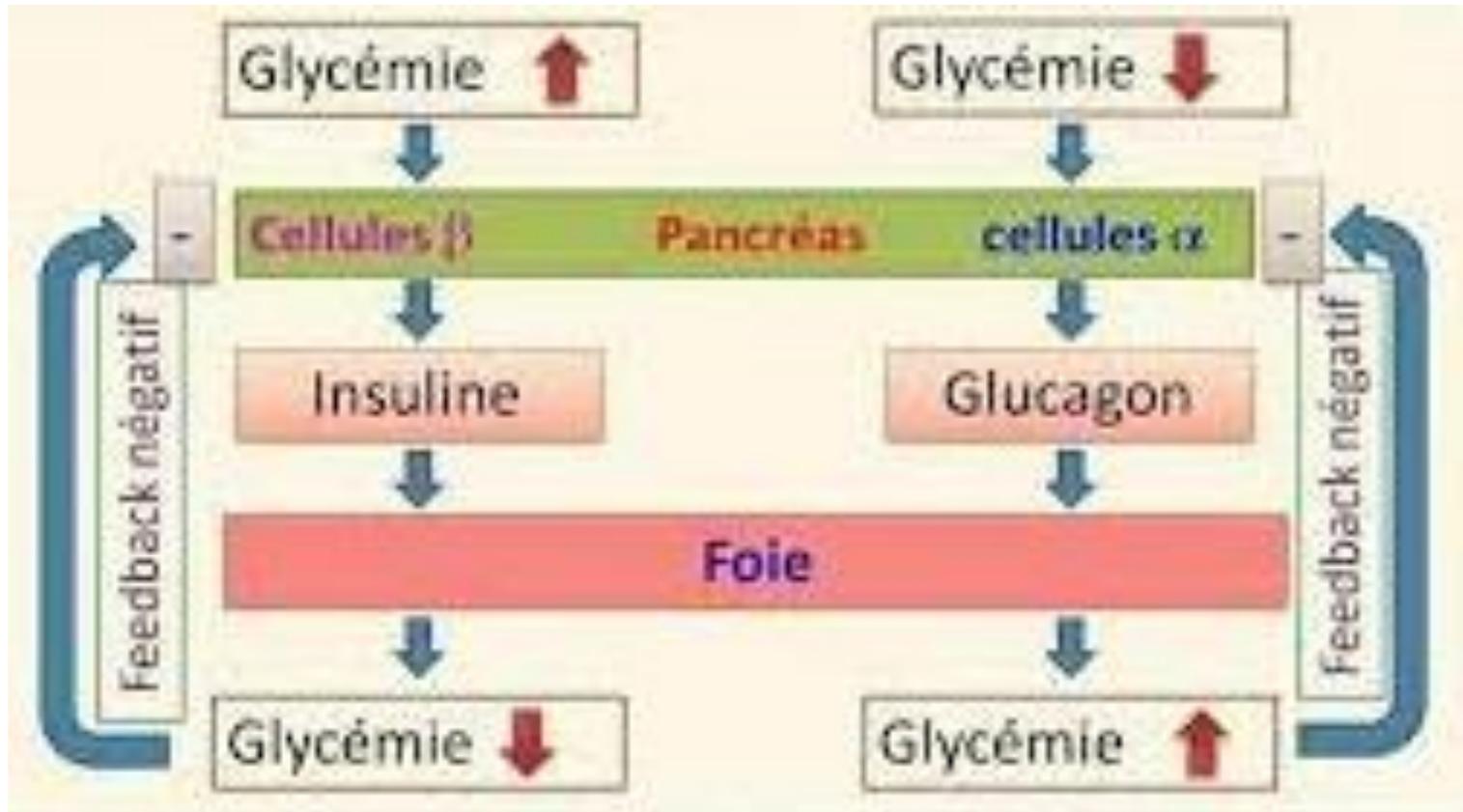
➔ Maintien de la constance du milieu intérieur (cf. notion d'Homéostasie, S1)

## Exemple de feedback: régulation de la glycémie



L'insuline a un effet important sur le métabolisme des glucides, lipides et des protéines en favorisant l'absorption du glucose présent dans le sang par les cellules adipeuses, les cellules hépatiques et les muscles squelettiques. Le glucose absorbé par ces tissus est converti en glycogène ou en lipide (voire les deux à la fois dans le cas du foie).

## Exemple de feedback: régulation de la glycémie



➔ Maintien de la constance du milieu intérieur (cf. notion d'Homéostasie, S1)

## Rappel S1

*« ... si l'on décompose l'organisme vivant en isolant ses diverses parties, ce n'est que pour la facilité expérimentale, et non point pour les concevoir séparément. En effet, quand on veut donner à une propriété physiologique sa valeur et sa véritable signification, il faut toujours la rapporter à l'ensemble et ne tirer de conclusion définitive que relativement à ses effets dans cet ensemble »*

Claude Bernard (1813-1878)

Médecin et physiologiste français.

Fondateur de la médecine expérimentale, on lui doit les notions de milieu intérieur et d'homéostasie, fondements de la biologie moderne.

fait référence aux composants, ou plus souvent, les principaux liquides internes essentiels à la vie des animaux (sang, lymphe, liquide interstitiel)

Phénomène par lequel un facteur clé est maintenu à une valeur constante et bénéfique pour le système considéré, grâce à un processus de régulation. Ex: température, glycémie, volémie etc.

## 2.3 Contrôle des sécrétions hormonales

- **Feedback (rétroaction)**
- **Varia° nb de récepteurs sur cell. cible**

=> modifica° sensibilité à H



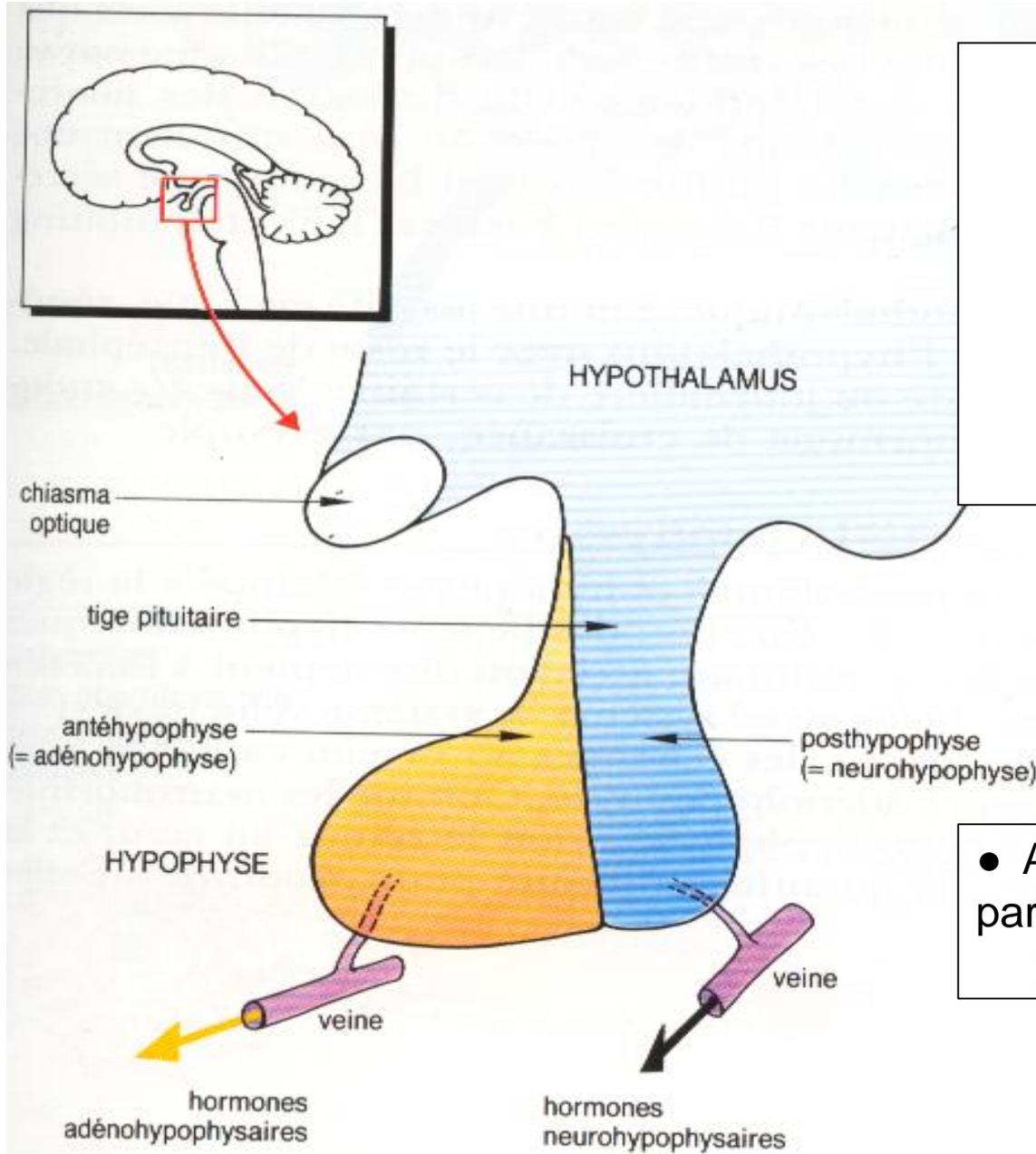
# Le système endocrine

**I. GÉNÉRALITÉS SUR LES GRANDS SYSTÈMES DE COMMUNICA° DE L'ORGANISME**

**II. NATURE DES HORMONES, MODE D'ACTION ET CONTRÔLE DES SECRETIONS**

**III. LES GLANDES ENDOCRINES ET LEURS HORMONES**

### 3.1 Complexe hypothalamo-hypophysaire

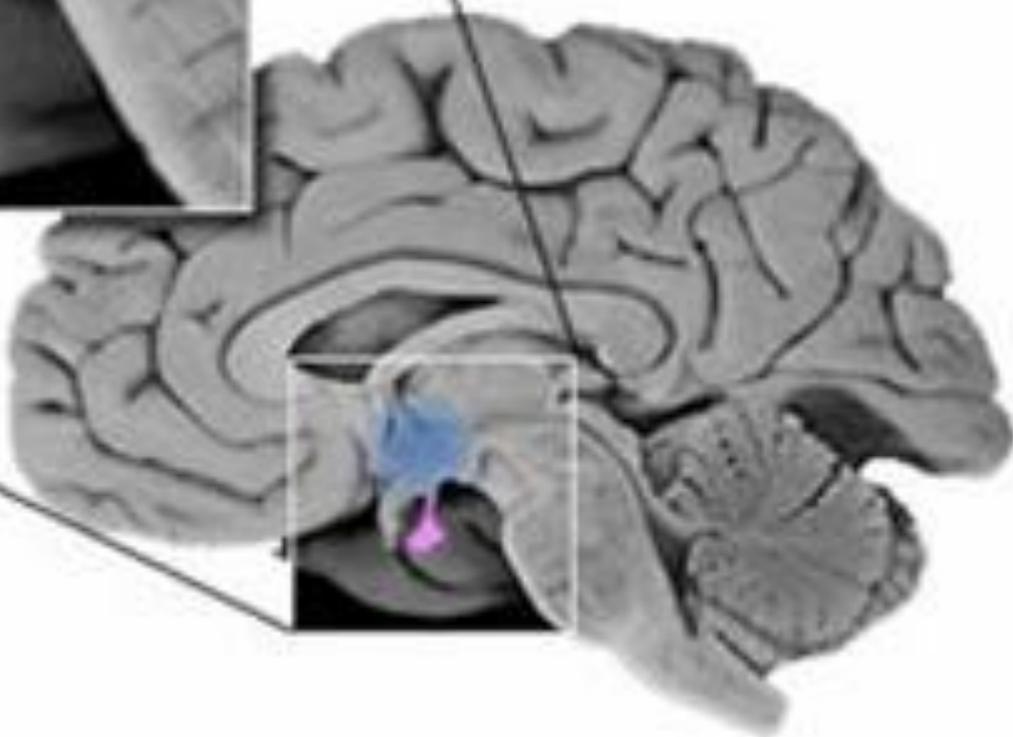
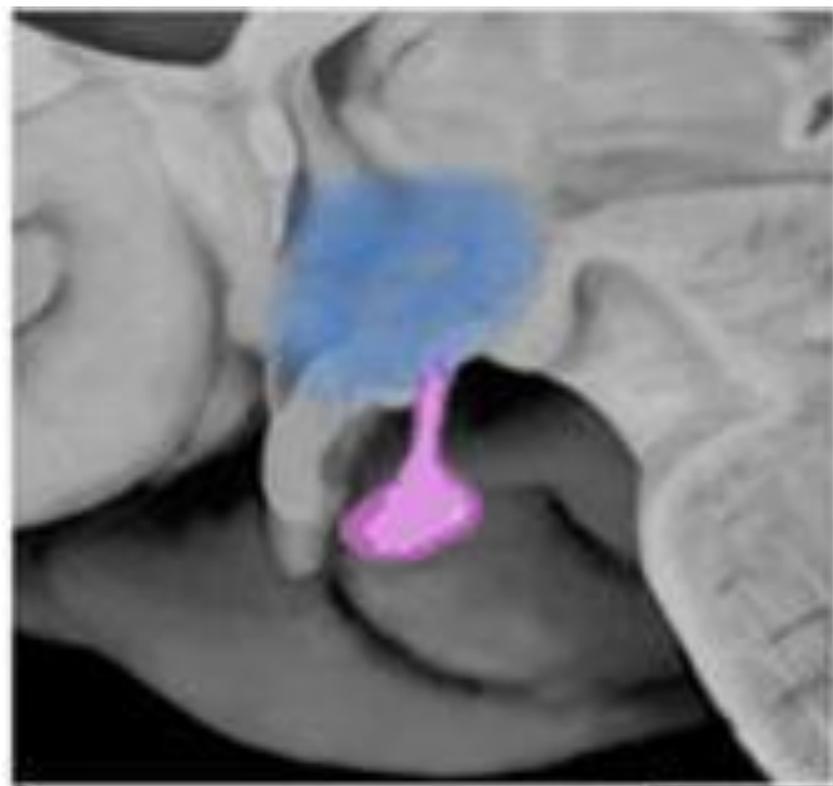


- **Hypophyse:** base cerveau  
0,5g  
Importance primordiale  
Sécré° grand nb H  
=> régula° activité glandes  
endocrines périphériques  
3 lobes : antérieur, médian,  
postérieur

- **Activité hypophyse régulée  
par l'hypothalamus**

● Hypothalamus

● Hypophyse

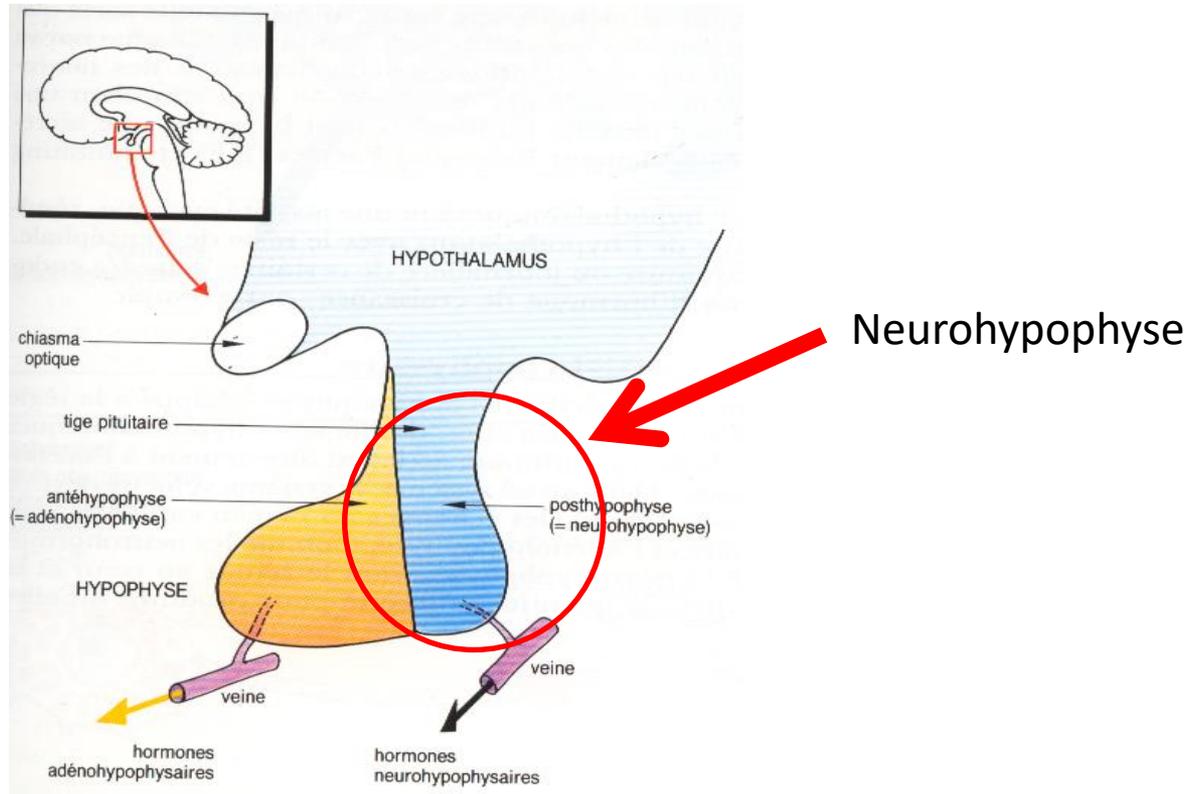


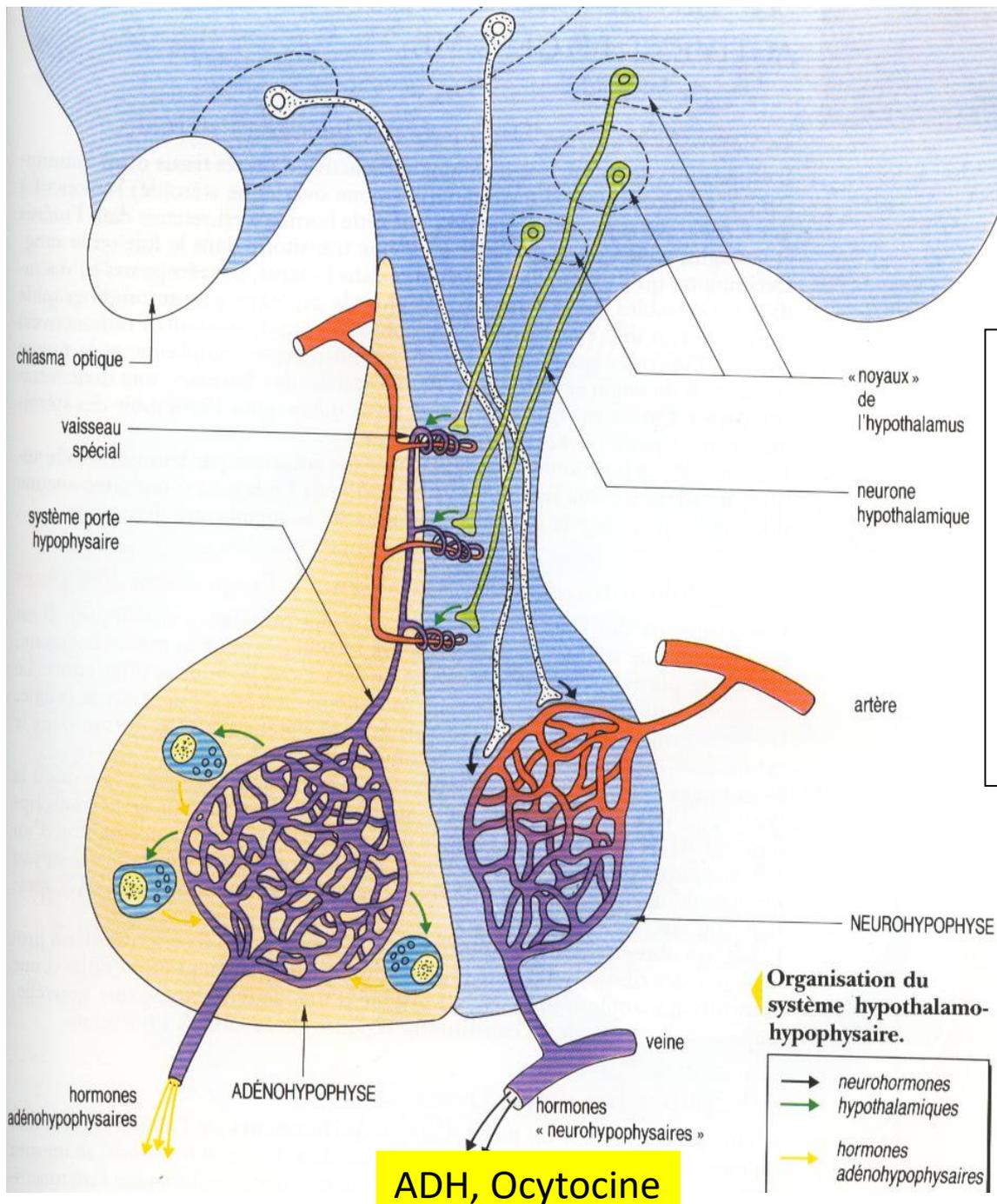
- **Lobe postérieur (LP, neurohypophyse)**

Excroissance hypothalamus

=> Neuro-Hormones

Hormones	Cibles	Actions
ADH	Reins	Réabsorb° eau minimiser déshydrata°
Ocytocine	- Utérus - Glandes mammaires - Cerveau	- Stimula° muscles utérins pdt accouche <sup>t</sup> - Ejec° lait pdt tétée - Confiance, empathie, générosité et sexualité





**LP: mode de produc° et sécré° H**

- synthèse : neurones hypothalamus
- transport : axonal
- stockage : terminaisons axonales
- libéra° : exocytose vers capillaires (après stimula° neurones) puis circula° générale

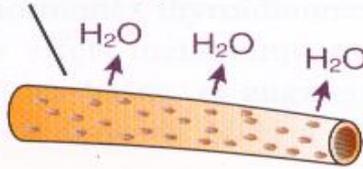
**Organisation du système hypothalamo-hypophysaire.**

- neurohormones
- hypothalamiques
- hormones adénohypophysaires

**ADH, Ocytocine**

# Mécanisme de conservation de l'eau par l'ADH

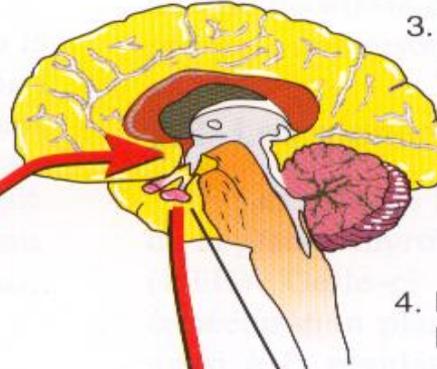
2. La sudation entraîne une diminution du volume plasmatique donc une hémococoncentration et une augmentation de l'osmolarité sanguine.



1. L'activité musculaire déclenche la sudation.



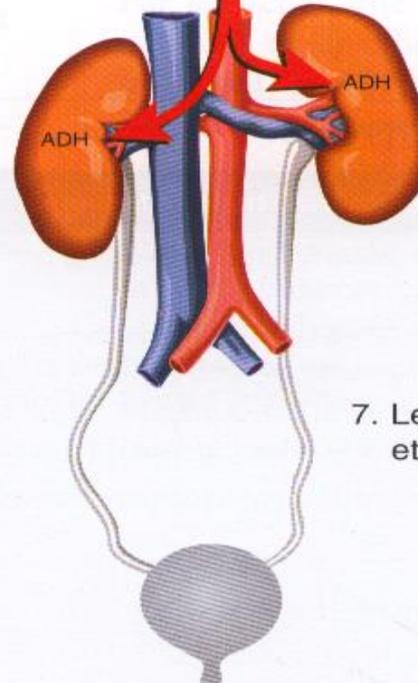
3. L'augmentation de l'osmolarité sanguine stimule l'hypothalamus.



4. L'hypothalamus active la posthypophyse.

ADH

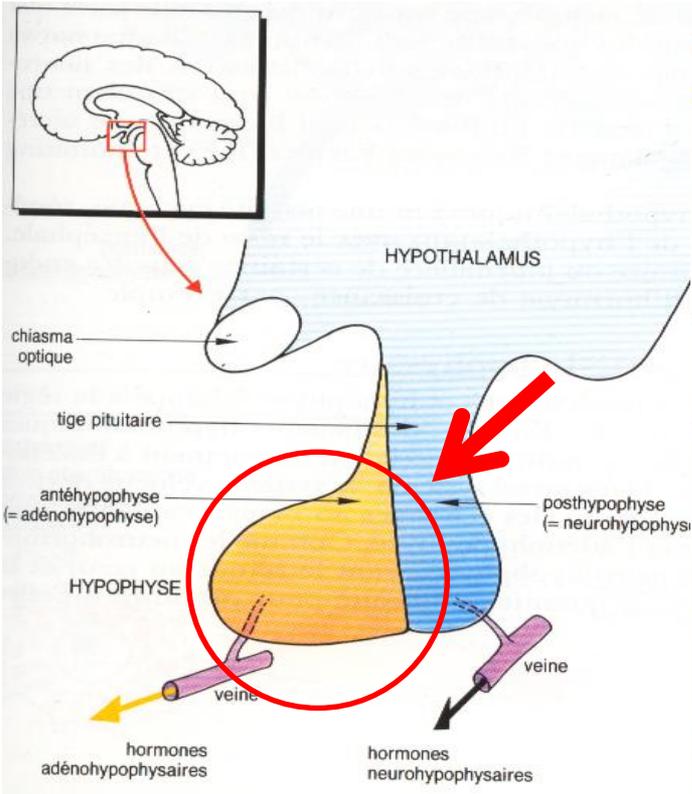
5. La posthypophyse sécrète l'ADH.



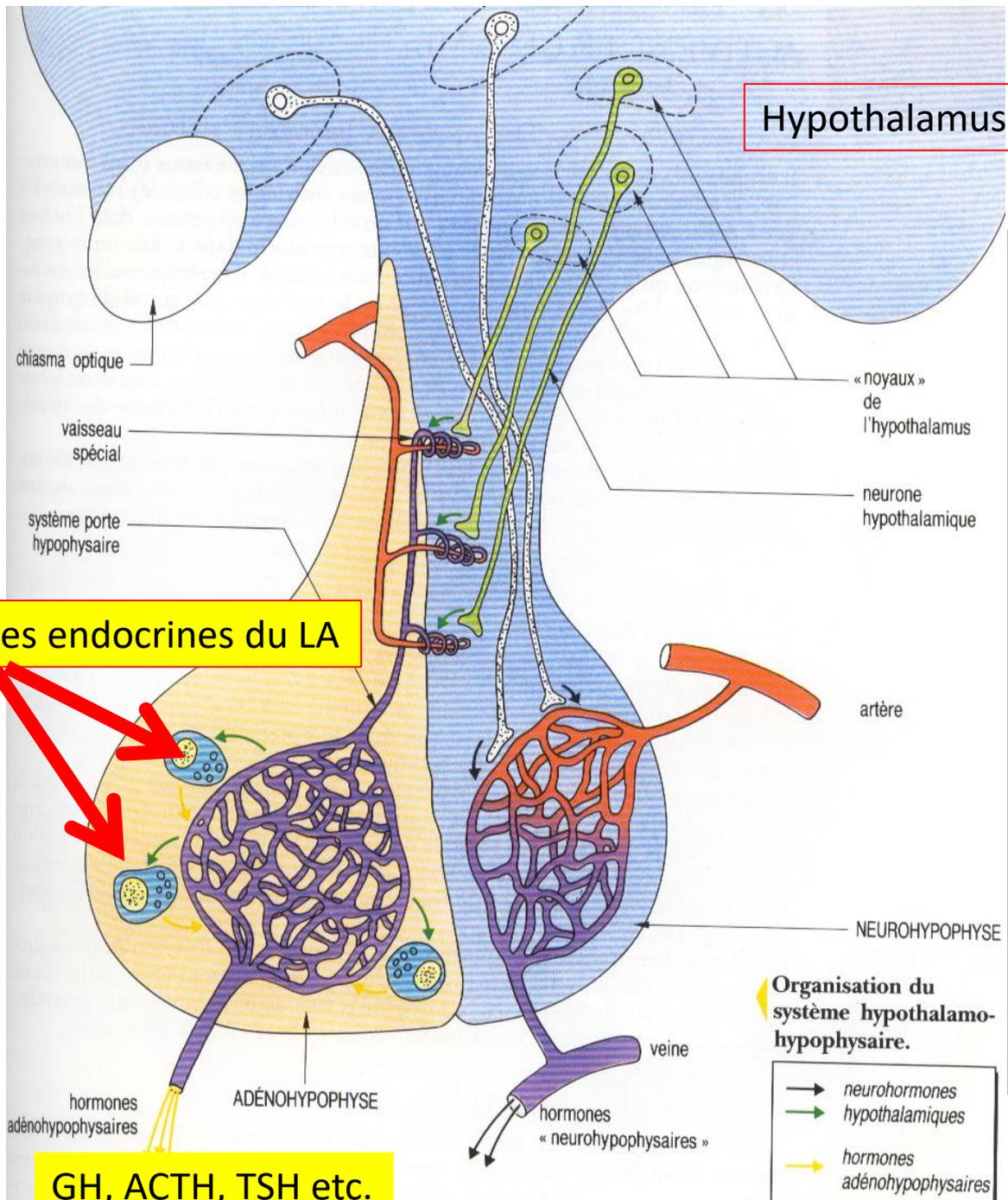
6. L'ADH agit au niveau des reins en augmentant la perméabilité à l'eau des tubules rénaux et des tubes collecteurs. Par là même, elle augmente la réabsorption d'eau.

7. Le volume plasmatique augmente et l'osmolarité du sang diminue.

- **Lobe antérieur ( LA, adénohypophyse)**  
**Glande endocrine composée de cell endocrines**



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)	Thyroïde	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
Hormone folliculostimulante (FSH)	Ovaires, testicules	Stimule le développement de follicule ovarienne; stimule la spermatogénèse



Hypothalamus

**LA: Produc<sup>o</sup> et secré<sup>o</sup> des H**

- synthèse, transport axonal de **neuro-hormones hypothalamiques**

- libération ds système « porte » (= système reliant deux réseaux capillaires)

- transport / voie sanguine

- action + ou - sur cell. endocrines du LA

- production et sécrétion des H du LA : GH, ACTH, TSH, PPL, LH, FSH

Cellules endocrines du LA

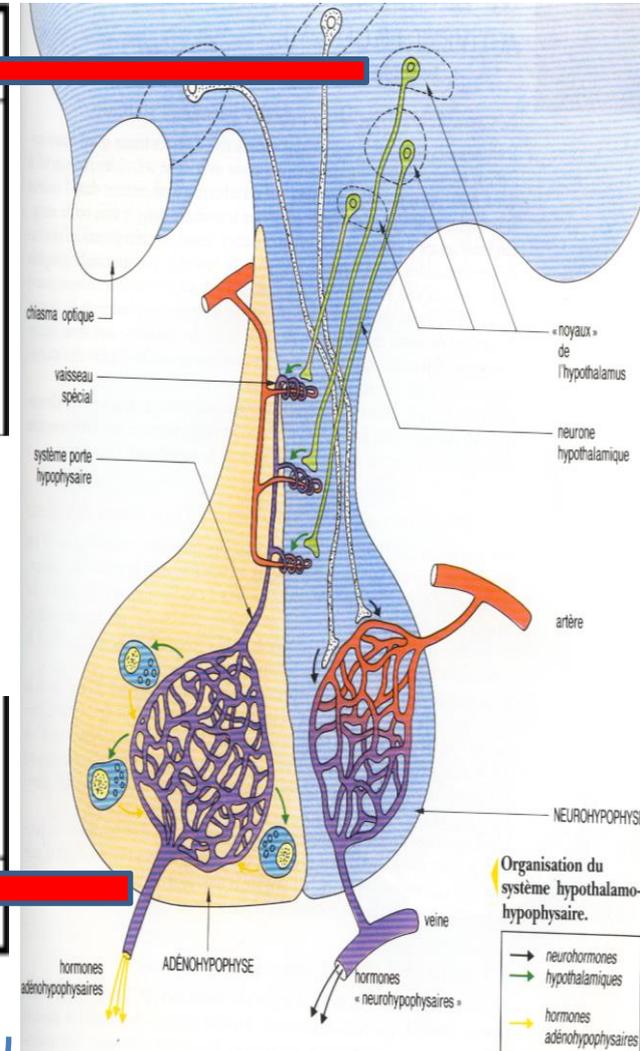
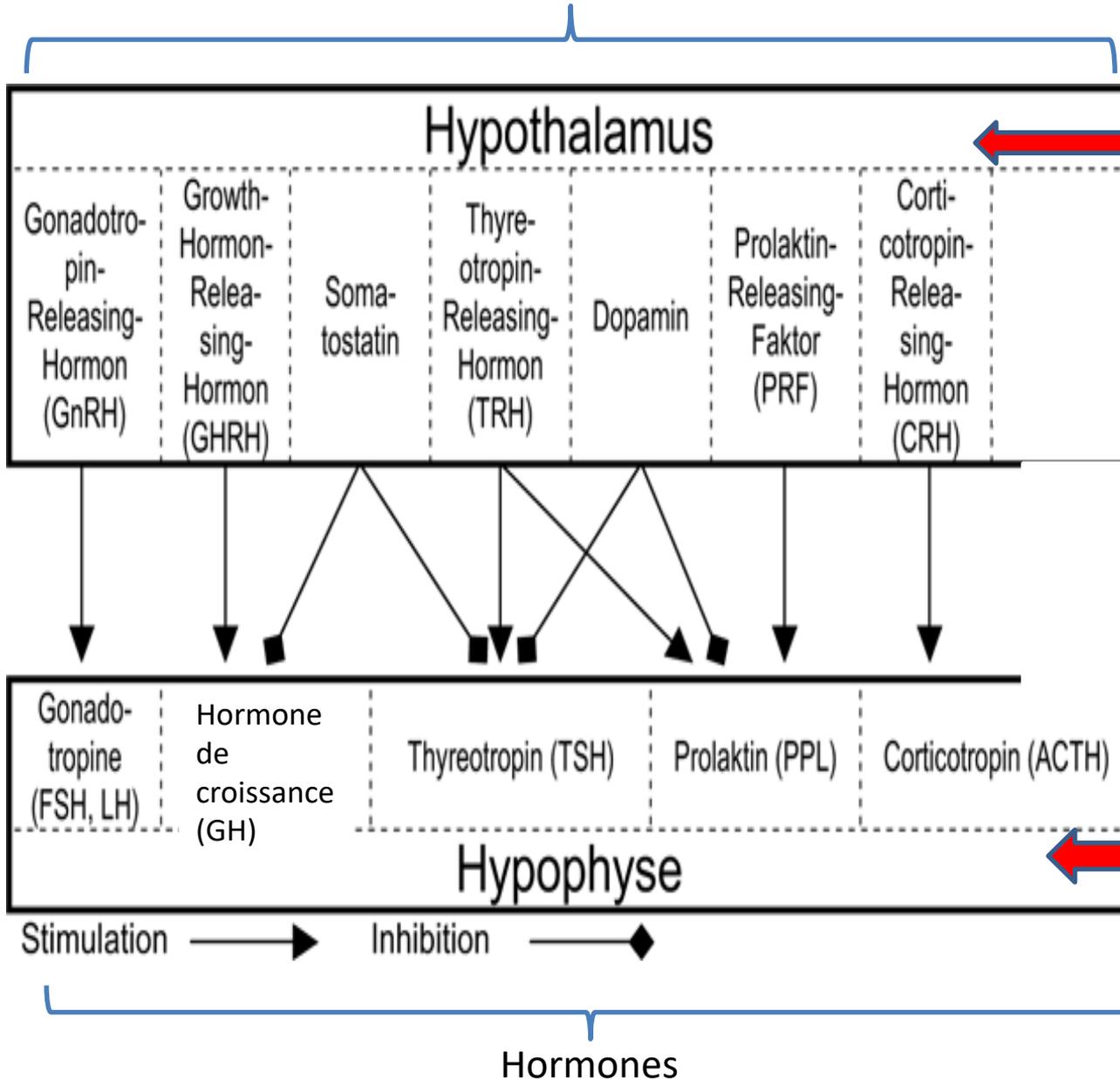
Organisation du système hypothalamo-hypophysaire.

- neurohormones
- hypothalamiques
- hormones adénohypophysaires

GH, ACTH, TSH etc.

# Contrôle neuro-hormonal du LA par l'hypothalamus

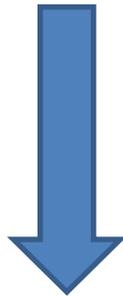
## Neuro-neuro-hormones



Et à leur tour, les hormones du LA (la plupart), contrôlent l'activité d'autres glandes endocrines .....

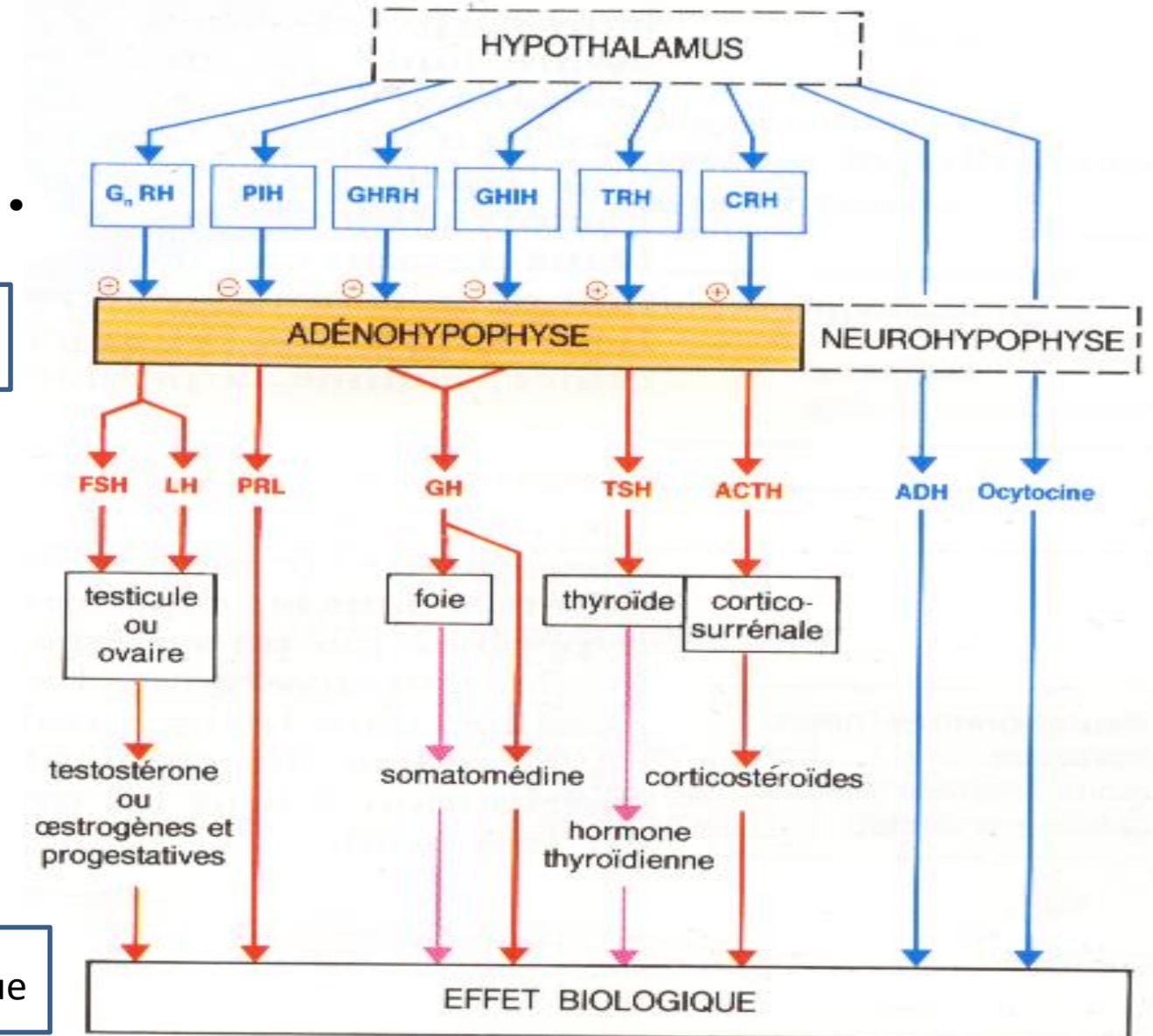
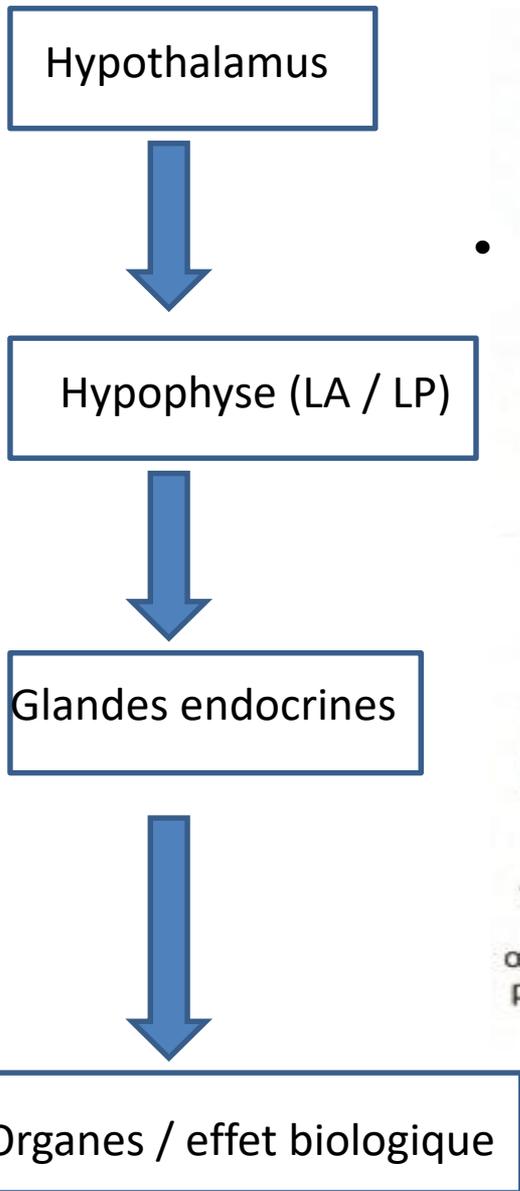
Et à leur tour, les hormones du LA (la plupart), contrôlent l'activité d'autres glandes endocrines .....

.... qui à leur tour, libèrent des hormones qui contrôlent l'activité d'organes cibles



Systeme endocrine est hiérarchisé

# Le système endocriné est hiérarchisé: synthèse



**FIN**